

高等学校本科网络工程专业 应用型人才培养指导意见 (2016 版)

“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养
研究”项目网络工程专业工作组

高等教育出版社·北京

序

随着信息化社会的发展，计算机技术越来越重要，信息产业成为世界第一大产业。信息技术的发展，正在改变着人们的生产和生活方式，离开信息技术与产品的应用，人们将无法正常工作，“没有信息化，就没有国家现代化；没有信息安全，就没有国家安全”。计算技术是信息化的核心技术，其应用已经深入各行各业。这些都使得计算机类人才的社会需求也呈爆炸式增长。为社会培养更多优秀的计算机类专业人才是我国计算机类专业光荣而艰巨的使命，提高其培养质量和水平，对整个高等教育质量和水平的提高具有重要意义。

计算机类专业规模的发展是我国高等教育这些年规模发展的一个典型代表。截至 2015 年，计算机类专业点数达到 2 603 个，在校生总数达到 90.1 万人，占工科本科教育约 16.1%。这种高速发展在为社会培养了大批急需人才、做出巨大贡献的同时，也出现了一些不可避免的问题，特别是：很多高校未能适应从精英教育到大众化教育的转变，仍然按照面向学科培养人才的精英化教育的思想方法去开展面向社会需求的大众化教育，导致对专业教育的认识、师资队伍、培养定位等方面的不适应。

作为“十二五”期间的一项重要任务，教育部通过大力强化专业人才培养的标准意识来落实不断提高人才培养质量的发展要求，组织各本科专业类教学指导委员会制定了相应专业类的教学质量国家标准，《高等学校计算机类专业教学质量国家标准》就是其中之一。为了更好地落实这一标准，结合我国计算机类专业人才培养实际，教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会与全国高等学校计算机教育研究会基于《高等学校计算机类专业教学质量国家标准》，联合组织开展了“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”，设立了“本科软件工程专业应用型人才培养研究”“本科网络工程专业应用型人才培养研究”和“本科物联网工程专业应用型人才培养研究”3 个项目和 14 个相关子项目，旨在探讨软件工程、网络工程、物联网工程这 3 个开办历史较短专业的专业点如何在《高等学校计算机类专业教学质量国家标准》的框架下，实现有特色的应用型人才的培养。

相应专业的《应用型人才培养指导意见》（以下简称《指导意见》）就是

项目研究的主要成果之一。《指导意见》是基于《高等学校计算机类专业教学质量国家标准》和相应专业规范研制的，是一个指导性的建议，目的是提供更为具体、更具针对性的实施方案，从而帮助应用型高校落实《高等学校计算机类专业教学质量国家标准》和相应的专业规范。

在阅读和参考《指导意见》时，应关注以下几个要点。

1. 要引导人才培养基本观念的转变。例如，从基于课程的教育转变为基于产出的教育，从基于学科制定培养方案转变为基于社会需求制定培养方案，从以教师为中心转变为以学生为中心，从知识传授型的教育转变为能力培养的教育；强化培养目标在人才培养中的导向作用，强化培养方案的系统化设计，强化基于毕业要求达成的学习成果评价等。

2. 要强化人才培养的标准意识。《高等学校计算机类专业教学质量国家标准》是一个三合一的标准，也就是专业设立、专业建设指导和专业评估的基本标准，它给出了本专业类作为本科教育的最基本要求。每个专业点（包括定位为应用型的专业点）必须达到这些要求，不能只强调客观因素，更不能将一些不足当成应用型的“特色”。

3. 强化人才培养的质量意识。要以《高等学校计算机类专业教学质量国家标准》为最基本的质量标准，建立完善包括教学质量监控机制、毕业生跟踪反馈与社会评价机制等在内的持续改进机制，不断提高人才培养质量和水平，保证毕业生满足社会需求。

4. 应重视国际工程教育的动向。在国际工程教育体系中，本科的基本定位是聚焦于培养学生解决复杂工程问题的能力，应用型人才培养同样也要努力瞄准这一“焦点”。具体而言，应用型人才的培养，要根据自己的实际，瞄准培养目标，通过选择体现行业背景、区域服务特定需求的载体来实现这一要求，为参与工程教育专业认证提供重要基础。

本项研究从2014年开始，为了保证项目的顺利实施，成立了相应的专家组，负责项目的总体设计、组织、协调。由蒋宗礼任组长，主要成员有古天龙、王万良、张燕、颜晖、施晓秋、马殿富、耿国华、胡学钢、张龙、倪文慧等；并由古天龙、施晓秋、王万良分别负责软件工程专业、网络工程专业和物联网工程专业的研究工作。

由于专业人才培养工作会随着社会的快速发展而不断变化,《指导意见》以网络版的形式发行,并将定期进行修订,请广大一线教师提出修改和充实意见,实现《指导意见》的持续改进。

教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会

全国高等学校计算机教育研究会

2016年5月

前 言

高等教育人才培养从规模扩张向内涵发展转变,从数量增长向质量提升转变,是建设创新型国家的战略需要。作为落实的举措之一,教育部委托各专业教学指导委员会制定了相关专业的教学质量国家标准。面向规模庞大的本科计算机类专业点,教育部计算机类专业教学指导委员会制定了《计算机类专业教学质量国家标准》。该标准对于计算机类本科专业人才培养意义重大,其有助于各计算机类专业点根据该标准,明确恰当的培养目标,并在培养目标制导下,确定相适应的毕业要求,系统设计相应教育教学体系,落实产出导向的教育(Outcome-Based Education, OBE),培养满足经济社会发展需求的计算机类专业人才。

为了促进标准的贯彻与实施,引导地方院校的计算机类相关专业建设与人才培养,教育部计算机类专业教学指导委员会、全国高等学校计算机教育研究会基于《高等学校计算机类专业教学质量国家标准》,于2014年12月联合启动了“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养研究”立项工作,分别针对网络工程、软件工程和物联网工程专业,设立了三个专项进行相关应用型人才培养指导意见的研究与编制。

网络工程是计算机类本科专业中历史较短的专业,但规模发展快速,现有386所本科院校设置了该专业。其中,94%以上的院校为地方本科院校,包括一批新建的本科院校。对于这些院校的网络工程专业而言,专业建设与人才培养存在较大的改进与提升空间。《高等学校本科网络工程专业应用型人才培养指导意见》(以下简称《指导意见》)作为“高等学校本科网络工程专业应用型人才培养研究”项目(项目编号:YYX2015NE00)之成果,其目的在于面向地方本科院校网络工程专业,定位网络工程应用型人才培养,引导各专业点依据《计算机类专业教学质量国家标准》,借鉴国际工程教育认证的理念与要求,强化内涵建设,实施标准所倡导的基于产出、能力导向的专业教育,提升人才培养质量,服务于互联网时代的经济与社会发展需要。

本《指导意见》立足网络工程应用型人才培养,从专业建设与人才培养的关键环节出发,不仅阐述应该“做什么”,更与大家分享“为什么做”和“如何做”这两大问题的一些建议与思考。所谓知其然,更知其所以然和如何然。

“高等学校本科网络工程专业应用型人才培养研究”项目由温州大学作为组长单位,石家庄铁道大学为副组长单位。参与《指导意见》方案研讨和意见征求的院校还包括西安邮电大学、丽水学院、忻州师范学院、安徽新华学院、天水师范学院、商洛学院、南京晓庄学院、北方民族大学、周口师范学院、重庆科技学院、宁波工程学院、临沂大学、青岛大学、济南大学、青岛农业大学、浙江工业大学、上海电机学院、山东财经大学、杭州电子科技大学、运城学院、淮南师范学院、金陵科技学院、陕西理工学院、山东工商学院、武汉纺织大学、河北科技师范学院等院校。本指导方案的总负责人为施晓秋、范通让,顾问蒋宗礼,全书

由施晓秋负责定稿。

尽管历时一年半之久，但《指导意见》的不足之处难免，对全国网络工程专业建设现状的调研也有待进一步扩大与深入。期望有关专业点的教师结合各自的专业建设与改革实践及经验，提出宝贵的修改意见与建议，以便在今后的年度更新中予以改进。

“高等学校本科计算机类专业应用型人才培养
研究”项目网络工程专业工作组
2016年5月

目 录

第 1 章 产业需求与专业发展概况	1
1.1 互联网产业与网络工程人才需求.....	1
1.1.1 互联网及相关产业.....	1
1.1.2 网络工程人才需求.....	2
1.2 网络工程专业 概况	3
1.2.1 网络工程专业布局.....	4
1.2.2 网络工程专业建设.....	5
1.3 地方院校网络工程专业存在的问题	6
1.4 地方院校网络工程专业的机遇与挑战	7
1.4.1 良好的机遇.....	7
1.4.2 严峻的挑战.....	7
1.4.3 应对挑战的对策与思路.....	8
1.5 本指导方案的目标与依据	9
1.5.1 基本目标.....	9
1.5.2 基本依据.....	10
1.5.3 基本原则.....	10
第 2 章 人才培养目标和标准	12
2.1 人才培养目标.....	12
2.1.1 人才培养目标的作用与内涵.....	12
2.1.2 网络工程专业人才培养目标.....	13
2.2 人才培养标准概述.....	14
2.2.1 人才培养标准的作用.....	14
2.2.2 网络工程专业标准的制定依据.....	15
2.3 网络工程专业培养标准(版本 A)	15
2.3.1 知识标准.....	16
2.3.2 能力标准.....	16
2.3.3 素质标准.....	18
2.3.4 扩展标准的若干建议.....	18
2.4 网络工程专业培养标准(版本 B).....	19
第 3 章 培养方案	22
3.1 培养方案的内涵.....	22
3.2 培养方案的制定	22
3.3 培养方案的设计原则	23

3.4 培养方案的基本框架	24
第4章 课内教学体系.....	28
4.1 理论课程体系	28
4.1.1 学科基础课程	28
4.1.2 专业核心课程	51
4.1.3 专业方向与扩展课程	70
4.2 实践课程体系	73
4.2.1 课内实验（训）	74
4.2.2 课程设计与综合实践	79
4.2.3 实习	80
4.2.4 毕业设计	82
4.3 教学大纲	82
4.3.1 教学大纲的作用与内涵	82
4.3.2 教学大纲制定与使用	84
4.3.3 教学大纲示例	85
第5章 课外教育体系.....	87
5.1 课外教育体系的作用	87
5.2 课外教育体系的构成	88
5.3 课外教育体系的设计示例	88
5.3.1 西安邮电大学的示例	88
5.3.2 温州大学的示例	91
第6章 培养条件与保障.....	95
6.1 师资队伍	95
6.1.1 师资队伍的数量与结构	95
6.1.2 师资队伍的工程背景要求	96
6.1.3 教师的教学投入与教学发展	97
6.1.4 学校的重视与支持	98
6.2 教学资源	99
6.2.1 教学资源的内涵	99
6.2.2 教材	99
6.2.3 工程案例	100
6.2.4 其他参考资料	102
6.3 教学设施与平台	102
6.3.1 教室	102
6.3.2 实验室	103
6.3.3 网络教学平台	107

6.3.4	工程实践教育中心.....	108
6.3.5	校内实践教学基地.....	109
6.4	校友与学友体系.....	109
6.5	教学经费投入.....	110
第7章	培养机制.....	112
7.1	校企合作模式.....	112
7.2	课程教学模式.....	113
7.3	实践教学模式.....	115
7.4	课外教育模式.....	118
第8章	教学质量保障.....	121
8.1	教学质量保障概述.....	121
8.2	教学质量标准.....	123
8.3	教学质量检查与评估.....	124
8.3.1	检查与评估的作用与内涵.....	124
8.3.2	专业评估.....	125
8.3.3	专业认证.....	132
8.3.4	毕业生质量调查与跟踪.....	135
8.4	教学质量改进.....	136
附录1	网络工程专业设置情况表.....	138
附录2	计算机类专业教学质量国家标准.....	148
1.	概述.....	148
2.	适用专业范围.....	149
3.	培养目标.....	149
4.	培养规格.....	150
5.	师资队伍.....	151
6.	教学条件.....	152
7.	质量保障体系.....	153
附:	计算机类专业知识体系和核心课程体系建议.....	154
1.	专业类知识体系.....	154
2.	专业类核心课程建议.....	155
3.	人才培养多样化建议.....	158
4.	有关名词释义和数据计算方法.....	159
附录3	中国工程教育认证标准（2015版）.....	160
1.	通用标准.....	161
1.1	学生.....	161

1.2 培养目标.....	161
1.3 毕业要求.....	161
1.4 持续改进.....	162
1.5 课程体系.....	162
1.6 师资队伍.....	163
1.7 支持条件.....	163
2. 专业补充标准	164
附录 4 培养方案示例.....	165
附录 5 课程教学大纲示例.....	187
附 5.1 “计算机网络基础”课程教学大纲.....	187
附 5.2 “IT 企业认知实践”教学大纲.....	198
附 5.3 “网络工程部署与实施综合实践”教学大纲.....	202

第 1 章 产业需求与专业发展概况

在我国，网络工程专业是一个伴随互联网及其相关产业而发展起来的新兴专业。本章简要探讨互联网产业背景下的网络工程人才需求、网络工程专业发展概况、地方院校网络工程专业面临的问题与挑战，和研究编制本指导方案的总体思路。

1.1 互联网产业与网络工程人才需求

1.1.1 互联网及相关产业

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物，自 20 世纪 60 年代问世以来，已经成为人类经济、生活与社会的重要组成部分。以我国为例，根据中国互联网络信息中心（CNNIC）2016 年 1 月发布的《2016 年第 37 次中国互联网络发展状况统计报告》，截至 2015 年 12 月，中国网民规模达 6.88 亿，全年共计新增网民 3 951 万人；互联网普及率为 50.3%，较 2014 年底提升了 2.4 个百分点。中国手机网民规模达 6.20 亿，较 2014 年底增加 6 303 万人；网民中使用手机上网人群占比由 2014 年的 85.8% 提升至 90.1%；中国网民中农村网民占比 28.4%，规模达 1.95 亿，较 2014 年底增加 1 694 万人。中国网民通过台式计算机和笔记本式计算机接入互联网的比例分别为 67.6% 和 38.7%；手机上网使用率为 90.1%，较 2014 年底提高 4.3 个百分点；平板计算机上网使用率为 31.5%；电视上网使用率为 17.9%。截至 2015 年 12 月，我国 IPv4 地址数量为 3.37 亿个，拥有 IPv6 地址 20 594 块/32；国际出口带宽为 5 392 116 Mbps，年增长 30.9%。中国域名总数为 3 102 万个，年增长 50.6%；其中“.CN”域名总数为 1 636 万个，年增长 47.6%，占中国域名总数比例为 52.8%，“中国”域名总数为 35 万个。中国网站总数为 423 万个，年增长 26.3%。其中“.CN”下网站数为 213 万个。截至 2015 年 12 月，中国企业使用计算机办公的比例为 95.2%，使用互联网的比例为 89.0%，通过固定宽带接入方式使用互联网的企业比例为 86.3%、移动宽带为 23.9%；此外，开展在线销售、在线采购的比例分别为 32.6% 和 31.5%，利用互联网开展营销推广活动的比例为 33.8%。

伴随着互联网发展与应用普及的是规模庞大的互联网产业。互联网产业是指以信息技术为基础,以互联网为对象或载体,从事互联网信息技术与资源的研究、开发、利用、生产、存储、传递和营销,为经济社会发展提供有效服务的综合性生产活动的产业集合体。互联网产业作为战略性新兴产业,已经成为国民经济的重要组成部分和支柱。

互联网产业不但具备科技和经济发展的战略地位,而且具有涉及面广、影响大和需求广阔的特征,具有带动相关产业的巨大发展和最终消费的乘数效应。鉴于互联网在我国经济社会新时期发展中的重要作用与影响,2015年3月5日上午十二届全国人大三次会议上,李克强总理在政府工作报告中首次提出了“互联网+”行动计划。“互联网+”代表了一种新的经济形态,通过充分发挥互联网在生产要素配置中的优化和集成作用,将互联网的创新成果深度融合于经济社会各领域之中,提升实体经济的创新力和生产力,形成更广泛的以互联网为基础设施和实现工具的经济发展新形态。“互联网+”行动计划重点促进以云计算、物联网、大数据为代表的新一代信息技术与现代制造业、生产性服务业等的融合创新,发展壮大新兴业态,打造新的产业增长点,为大众创业、万众创新提供环境,为产业智能化提供支撑,增强新的经济发展动力,促进国民经济提质增效升级。

2015年10月29日,中国共产党第十八届中央委员会第五次全体会议通过了《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》。该建议就拓展基础设施建设空间,明确指出要“实施网络强国战略,加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施”;就拓展网络经济空间,进一步指出要“实施‘互联网+’行动计划,发展物联网技术和应用,发展分享经济,促进互联网和经济社会融合发展。实施国家大数据战略,推进数据资源开放共享。完善电信普遍服务机制,开展网络提速降费行动,超前布局下一代互联网。推进产业组织、商业模式、供应链、物流链创新,支持基于互联网的各类创新。”

1.1.2 网络工程人才需求

网络技术是互联网的核心技术,网络工程是支撑互联网产业的关键工程领域。网络工程是指运用计算机和通信领域的科学和技术以及工程学原则,将系统化的、规范的、可度量的方法应用于网络技术、产品和应用的研究与开发,网络系统的规划与设计、部署与实施、运行与管理的过程。支撑互联网及其相关产业的发展,

需要大量从事网络工程专业性工作的工程人才。

根据网络工程人才所从事工作的工程内涵与特点,从网络工程链条的上游到下游,网络工程人才的专业职能可进一步细分为从事网络技术与发明、网络产品设计与开发、网络系统规划与设计、网络系统部署与实施、网络应用部署与开发、网络系统运行与管理等。根据专业职能的不同,在互联网行业企业,网络工程人才所对应的岗位通常包括:网络技术与产品研发工程师、网络架构与设计工程师、网络部署与实施工程师、网络运行与维护工程师、网络测试与分析工程师、网络应用开发工程师、网络项目或技术管理工程师等。在一般行业企业,所对应的岗位通常为:信息技术经理或主管、网络支撑或网络管理工程师、网络应用开发工程师等。

随着网络技术和互联网产业的不断发展与创新,作为信息基础设施的网络系统,其复杂度日益提高,网络工程人才的需求内涵也在相应的发生变化。上述岗位的工程与技术内涵也在相应的发生变化。以网络架构与设计工程师、网络部署与实施工程师为例,应用层面,网络系统所支撑的应用日益复杂,用户规模不断增加,应用领域、服务面向和类型日益丰富,对网络服务质量的要求持续提高,对从业人员的多学科知识交叉与融合提出了更高要求。技术层面,岗位所涉及的技术领域日益广泛,从路由与交换、网络安全等传统核心技术,延展到数据中心与云计算、虚拟化与云存储、IP 融合通信、无线与移动网、软件定义网络等新兴技术,对从业人员的专业水平与技术能力提出了更高要求。预计未来几年,网络工程人才需求市场中,涉及新兴技术领域,从事无线与移动网络、IP 统一通信、云计算、数据中心、软件定义网络等方面的网络工程技术人才将会出现较大增长与明显缺口。工程层面,除了实践能力之外,对学习能力、沟通与团队合作能力,以及网络工程实践过程中所应具备的项目管理能力、社会责任能力等非技术能力与素质有了更高要求。

1.2 网络工程专业概况

为适应产业发展对网络工程人的需求,我国于 1981 年启动计算机网络方向的硕士生招生,1986 年启动计算机网络方向的博士生招生,1998 年开始设置网络工程本科专业。网络工程研究生教育以培养计算机网络理论研究或技术发明的

研究型人才为主要目标；本科教育除了向研究生教育输送一定量的本科毕业生之外，以培养从事网络规划与设计、应用与开发、部署与实施的一线工程应用型人才为主要目标；高职教育则以培养从事计算机网络运行与管理的技能型人才为主。图 1.1 给出了网络工程人才需求与高等教育人才培养层次的大致对应关系。

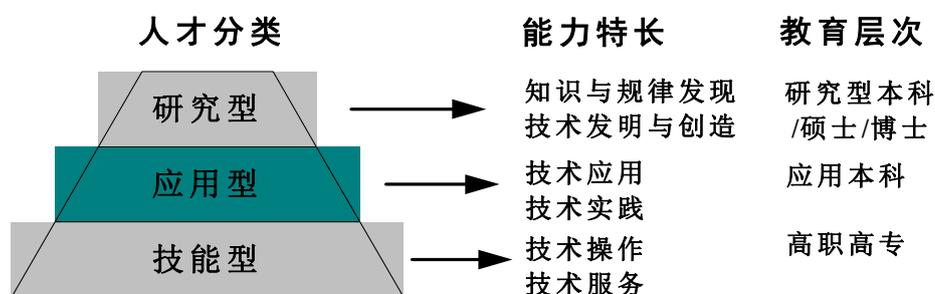


图 1.1 网络工程人才需求类型与培养层次

1.2.1 网络工程专业布局

2000 年，教育部首次以目录外专业的形式批准增设网络工程本科专业。该专业当时被划归入电气信息类专业，指定的学科专业代码为 080613W。此后，设置网络工程专业的本科院校逐年增加。截至 2016 年 03 月，全国共有 386 所高校（含独立学院）设置了网络工程专业，2001 年之后设立网络工程专业的院校名单参见附录 1。有网络工程专业点的院校中，“985”“211”院校 23 所，占总数的约 6%；地方普通本科院校（含 43 所独立学院）363 所，超过总数的 94%。从地理位置上看，全国 32 个省、直辖市和自治区都开设了网络工程专业。

表 1.1 给出了按照区域及省（自治区）统计的数据。图 1.2 给出了网络工程专业从 2001 年到 2015 年期间的年增长情况。由于 2001 年之前的专业点设置未见网络公开发布，表 1.1 和图 1.2 的统计仅基于 2001—2015 年的专业点设置数据。

表 1.1 网络工程专业区域分布统计

大区	合计	详细分布（按省/自治区）
华东	127	上海 10 所、江苏 22 所、浙江 14 所、安徽 22 所、福建 16 所、江西 20 所、山东 23 所
中南	99	河南 23 所、湖北 16 所、湖南 16 所、广东 31 所、广西 11 所、海南 2 所
东北	40	辽宁 21 所、吉林 12 所、黑龙江 7 所
西南	34	重庆 7 所、四川 16 所、贵州 5 所、云南 5 所、西藏 1 所
华北	54	北京 6 所、天津 8 所、河北 22 所、山西 11 所、内蒙古 7 所
西北	32	陕西 18 所、甘肃 5 所、青海 2 所、宁夏 3 所、新疆 4 所

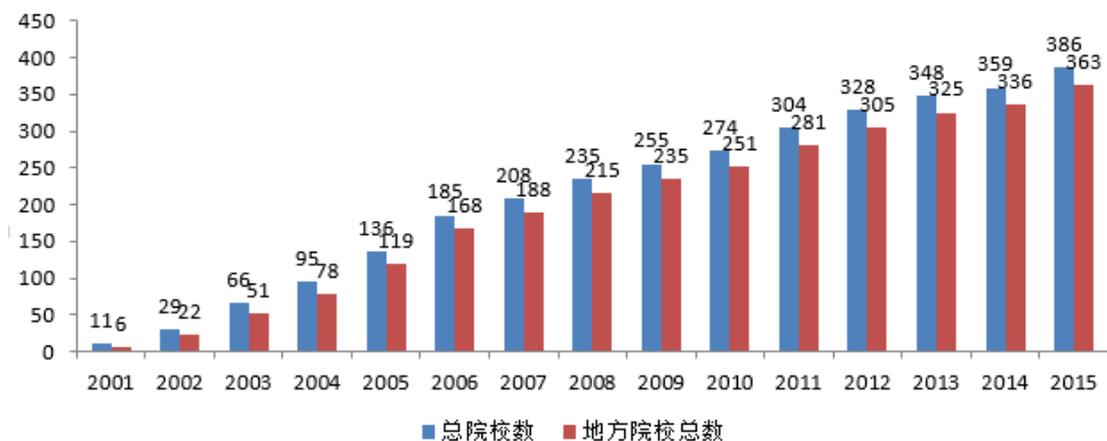


图 1.2 网络工程专业的年增长情况

1.2.2 网络工程专业建设

伴随着网络工程专业规模的发展,是网络工程专业建设人才培养体系的建设与探索。欧美国家本科教育体系中没有设置专门的网络工程专业,因此没有直接相关的办学经验可供借鉴。尽管如此,相关专业点还是根据产业需求,结合我国国情以及学校自身的条件,在网络工程专业人才培养方案、课程体系、实践教学和师资队伍建设等方面进行了卓有成效的探索与实践。

“十一五”期间,中山大学、西安交通大学、华南理工大学、云南大学等7所“985”“211”院校的网络工程专业(或方向)被列为国家级特色建设专业;“十二五”期间,西安电子科技大学、东华大学和温州大学的网络工程专业被列为教育部“卓越工程师教育培养计划”试点专业,温州大学和湘南学院的网络工程专业被列为教育部“本科专业综合改革”试点专业。

2012年,在教育部原计算机科学与技术专业分教学指导委员会、全国高校计算机教育研究会、中国计算机学会教育专业委员会等机构的共同组织下,编写了《高等学校网络工程专业规范(试行)》并由高等教育出版社出版发行。2012年9月,教育部颁布了最新版《普通高等学校本科专业目录》,将网络工程专业作为计算机类专业之一列入了目录内专业,专业学科代码更改为080903。网络工程本科专业教育开始由初期的自主探索进入有规范约束与指导的相对成熟阶段。

截至2015年,有超过300所院校的网络工程专业具有提供网络工程专业毕业生的能力,其中地方本科院校约280所。以平均每校年毕业生规模60~80人估

计学生估计, 目前全国网络工程专业年毕业生规模约在 18 000~24 000 人/年。随着 2012 年之后新建的网络工程专业逐渐进入毕业生输送队伍, 这个规模还将有所增长。

1.3 地方院校网络工程专业存在的问题

蓬勃发展的地方院校网络工程专业为国家经济与社会发展输送了大批网络工程专门技术人才, 但在规模持续增长的背后, 专业建设与人才培养主要存在以下三方面的问题与不足。

首先, 少数院校的专业设置合理性与可行性存在问题。申请增设专业时, 对毕业生未来所面向的区域产业与人才需求调研不足, 或者学校缺乏开办专业的基本办学条件与保障。

其次, 专业建设与人才培养过程缺乏清晰的思路、相应的条件与资源, 以及基本的教学规范与质量保障机制, 主要表现在以下几个方面。

(1) 培养目标与经济社会需求的契合度不高, 培养标准模糊, 虽然定位了网络工程应用型人才, 但缺乏与业界需求的实质性对接, 对“应用型”的内涵, 对其所对应的知识、能力与素质构成与要求缺乏足够清晰的理解与把握。

(2) 人才培养方案适应性不强, 未能立足网络工程应用型人才进行科学、完备的规划与设计, 课程体系、实践教学体系与培养机制难以支撑培养目标的达成; 部分地方本科院校偏离应用型人才定位和生源实际, 照抄或照搬研究型大学的人才培养方案与课程体系; 一些由高职院校升格而来的新建本科院校尚不能准确理解与把握本科人才培养与高职人才培养之间的差异。

(3) 教学条件与资源不足, 师资队伍、课程与教材资源、实验室与校外实践教学基地等难以满足人才培养的需要。

(4) 培养机制不能有效支撑培养目标达成。人才培养模式不够完善, 与行业企业的互动不足, 有效的产学研合作机制尚未形成, 产业优质教育资源难以在人才培养过程中得到有效的利用。教学模式更多地停留在传统培养框架下, 难以形成对网络工程应用型人才培养目标的有效支撑, 课程教学在促进学生的学习能力、创新能力、沟通表达能力和团队合作能力方面的作用相对薄弱。

(5) 部分院校经费投入不足。应用型人才要求大量的实训和实验教学环节, 硬件投入高, 教学成本高。财政支持地方本科院校的资金总量不足、力度不

大，学校自身吸纳社会资金的能力弱，直接影响着专业办学条件。

第三，体现在人才培养效果上，毕业生与用人单位的满意度有待进一步提高。在快速增长的人才需求和持续增长的网络工程专业数及每年数量不菲的毕业生背后，依然存在较严重的地方院校网络工程专业毕业生就业难和业界高质量网络工程应用人才缺乏之间的矛盾。业界反映毕业生知识陈旧、职业能力与综合素养不够。而与其他相近专业相比，存在人才培养特色不鲜明，专业辨识度不高。体现在就业方面，与计算机、通信工程、信息安全、物联网工程等相关专业毕业生相比，专业竞争力有待进一步提高。

就全国范围而言，地方院校网络工程专业整体建设水平亟待提高。

1.4 地方院校网络工程专业的机遇与挑战

1.4.1 良好的机遇

(1) 互联网与相关产业在经济社会中的作用与影响力日益提高，“互联网+”框架下的创新 2.0 呈现了互联网发展的新形态和新业态，对于传统行业，IT 的角色从传统的行业辅助工具变成变革与创新的核心驱动力。这种演进将会催生持续增长的网络工程人才需求。

(2) 从人才需求的结构来看，网络工程人才需求的较大缺口在于网络工程应用型人才，为地方院校的网络工程专业提供了很大的发展空间。

(3) 从高等教育体系的角度看，政府日益强调不同类型与层次的学校办出自己的特色，教育部、国家发展改革委和财政部 2015 年 10 月还联合下发了《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》（教发[2015]7 号），鼓励地方本科院校在培养符合国家与区域经济社会需求的应用型人才上充分发挥作用。

(4) 从地方院校的区域性看，地方院校与地方政府、行业企业有着直接与紧密的联系，能够更好地把握区域人才需求，建立与地方行业企业的产学合作，占领区域人才市场。

1.4.2 严峻的挑战

尽管机遇难得，但各专业点面临的挑战也非常严峻，主要来自以下三方面。

(1) 来自产业需求。“互联网+”框架下的互联网新形态和新业态，以互联网的深入应用，特别是以移动技术为代表的普适计算、泛在网络的发展及其向生产生活、经济社会发展各方面的渗透，以物联网、云计算、大数据等新一代信息技术作为互联网的延伸和发展为典型特征，作为互联网基础设施的网络系统，承载的应用更加多样，提供的功能更加综合，涉及的技术更加复杂，对从事网络系统规划与设计、部署与实施、运行与管理以及应用开发的网络工程应用型人才的知识、能力和素质带来更高的要求。

(2) 来自国家意志。我国高等教育从精英化趋向大众化，满足了广大青年学子接受高等教育的愿望与需求。但快速膨胀的高等教育规模带来了高等教育人才培养质量的严重滑坡。近年来，政府与高校都已经认识到这个问题的严峻性，并提出了高等教育从规模扩张向内涵发展转变，从数量增长向质量提升转变，从粗放式办学向精细化转变，从高等教育大国向高等强国转变的发展战略。作为教育行政管理部门，教育部先后通过实施本科教学质量工程、“五位一体”本科教学评估（注：本科教学合格评估、优秀评估、随机评估、水平评估和审核性评估），制定并颁布本科类专业教学质量国家标准等来促进本科教学与人才培养质量的提高。对于工程类专业，还实施了工程教育专业认证工作。

(3) 来自专业自身发展。作为新兴的工程专业，由于缺乏相对成熟和可借鉴的专业办学经验，受到区域经济社会发展水平或学校自身办学条件的限制，在短期内出现专业建设内涵不够、人才培养质量不高的问题是可以被理解和接受的，但若长期不能改变这种局面，就会失去专业设置与存在的必要性与合理性。

1.4.3 应对挑战的对策与思路

面对上述机遇与挑战，地方院校首先要更新专业建设与人才培养理念，树立人才培养的三个面向：

- (1) 面向经济社会发展，以人才需求为导向，符合技术与产业发展；
- (2) 面向学生发展，以学生为本，符合生源特点与学生的发展潜质；
- (3) 面向差异化发展，以特色求发展，符合学校办学定位与区域特色。

在上述理念指导下，围绕培养目标、培养方案、培养机制、培养保障等关键环节，建立满足高质量网络应用型人才培养需要的人才培养体系。

- (1) 提高人才培养目标的契合度。以人才需求为导向，以对产业发展和人才

需求调查和预测为基础，紧密结合区域经济社会发展的实际，准确把握专业培养目标。地理区域、学校背景和专业办学历史不同的学校，在符合工程应用型人才培养定位和具备网络工程应用型人才核心知识、能力与素质的基本前提下，在具体人才培养目标与标准制定上应该体现自己的人才培养特色与服务面向。

(2) 提高人才培养方案的适应度。以人才培养目标与培养特色为出发点，建立细化的培养标准或给出清晰的毕业要求描述，并以此为基础，规划设计能够有效支撑培养标准或毕业要求达成的课内教学与课外教育体系，并建立每门课程或每项课外教育活动与人才培养标准或毕业要求达成之间的映射关系。

(3) 提高人才培养过程与机制的有效度。通过对优质产业资源的充分利用，通过教学内容的合理选择与组织，通过对多样化教学形式、方法与手段的恰当设计与综合运用，通过教学条件、资源和环境的针对性建设，建立有效支持人才培养方案实施，支撑人才培养目标达成的人才培养模式。

(4) 提高教学资源与条件的保障度。加大对专业建设的经费投入；重视师资队伍的建设，特别是教师工程能力与工程素养的提升；重视具有工程应用特色的课程、教材、实验教学中心、实践教育基地等教学基本资源或基础设施建设；建立与应用型人才培养相适应的教学运行、管理与评价制度，建立基于产出的教学质量保障机制。

(5) 提高毕业生与用人单位的满意度。建立毕业生质量与用人单位满意度追踪调查机制，重视调查数据与结果的反馈、分析与利用，基于毕业生与用人单位的满意度调查数据，分析与反思专业建设与人才培养过程的问题与不足，通过持续的改进，提升毕业生与用人单位的满意度。

1.5 本指导方案的目标与依据

1.5.1 基本目标

针对地方院校网络工程专业面临的问题、机遇与挑战，通过本指导方案的研究与编制，从专业建设与人才培养理念转变，从培养目标制定、培养方案编制、培养机制构建、培养条件与保障建设等方面，为地方本科院校的网络工程专业建设与人才培养提供较全面的指导，通过持续几年的应用与推广，促进地方院校网

络工程专业的内涵建设，重点提高各专业点的人才培养目标与国家、区域经济社会发展需求的契合度，教师和教学资源条件的保障度，教学和质量保障体系运行的有效度，人才培养目标的达成度，以及学生和社会用人单位的满意度。

1.5.2 基本依据

本指导方案的研制，以《计算机类专业教学质量国家标准》为基本依据，并同时参照了以下规范或标准。

- 教育部本科水平评估
- 教育部本科审核性评估
- 工程教育专业认证通用标准
- 工程教育专业认证计算机类专业补充标准
- 《高等学校网络工程专业规范（试行）》

在上述规范与标准之外，借鉴与吸收了部分地方院校网络工程专业的办学经验与成果。

1.5.3 基本原则

本指导方案的研制主要体现以下五项原则。

1. 导向性——注重人才培养基本理念的转变

引导专业人才培养从学科导向转为需求导向，追求对学生发展为中心的落实。从社会发展及其对人才的需求出发，结合生源特点与学生发展潜质，注重学生可持续发展能力，在符合学校办学定位的基础上，强调专业特色，确定基本的培养目标，优化培养过程，实现用人单位全面、有效地参与专业人才培养的规划与实施，并接受社会与用人单位的检验与评价。

2. 有效性——强调专业建设的内涵与成效

引导专业建设从外延向内涵转变，立足需求与学生发展，从提高培养目标的适应度、培养活动的有效度、教学资源与条件的保障度、毕业要求的达成度、毕业生与用人单位的满意度等内涵出发，围绕人才培养的关键问题与环节实施专业建设，将人才培养产出作为专业办学成效与水平的主要衡量指标。

3. 强制性——体现教学质量国家标准的要求

作为面向各种类型本科院校计算机类专业的基本标准，《计算机类专业教学质量国家标准》带有强制性。因此，“指导方案”始终把该标准作为编制方案的

基本依据。准确地讲，“指导方案”是在该标准框架下，结合网络工程专业特点和应用型人才培养定位，给出更具体和更具操作性的指导意见。

4. 灵活性——鼓励专业特色的形成与强化

“指导方案”强调引导各专业点在遵循《标准》和突出自身特色中寻求适宜的契合点。以满足《计算机类专业教学质量国家标准》为基础，根据所在学校的总体办学定位与服务面向，在网络工程应用型人才的基本定位下，充分考虑区域产业发展的需要，结合生源特点与发展潜质，形成自己的特色，提高人才培养质量与竞争力。“指导方案”将基本要求设计成了建议参照的内核，在内核之外，各院校可以寻求安排体现自身特色的内容。为提高可借鉴性，“指导方案”给出了模板和样例，以及一些院校的成功模式与经验。

5. 系统性——注重人才培养全过程的指导

立足人才培养全过程，从人才需求与培养定位、培养目标和标准、培养方案、课内外教育体系、培养条件与保障、培养机制与教学模式、质量评估与持续改进等人才培养的主要关键环节，给出全面系统的指导建议。

第 2 章 人才培养目标和标准

本章首先从一般角度说明专业人才培养目标与标准的内涵、作用和编制要点。然后，从网络工程专业相关的基本规范与标准出发，立足地方本科院校网络工程专业应用型人才培养，给出了专业人才培养的通用目标，和两种不同风格的培养标准。

2.1 人才培养目标

2.1.1 人才培养目标的作用与内涵

人才培养目标是基于人才培养定位，对人才培养预期结果与成效的规划与描述，是实施专业建设与人才培养的基本出发点，对培养过程具有调控、规范与导向作用，具有权威性、公开性与严肃性。权威性是指其作为培养方案制定、培养过程实施和培养效果检验的基本依据，具有绝对的指导与度量作用；公开性是指其对培养对象、培养者以及社会与用人单位是公开透明的；严肃性是指其确定需要科学合理的依据与过程，一旦确定，不能在培养过程中被随意改变或违背。

在规划与确定人才培养目标之前，首先需要明确人才培养定位。培养定位涉及培养层次、培养方向与培养特色。层次定位是指所培养人才在相应人才需求结构或链条中的位置，需要根据院校的办学定位、服务面向和生源特点来确定。根据地方本科院校的办学定位、服务面向和生源特点，网络工程专业人才培养层次应定位在网络工程应用型人才。网络工程应用型人才以网络系统规划与设计、部署与实施，以及网络应用部署与开发为主要任务，其核心在于根据规律，低成本高性能地构建网络系统，或者应用网络系统实现特定问题的求解。方向定位是指在确定培养层次之后，进一步根据主流技术与产业发展方向，结合专业办学条件与区域人才需求特点，对人才培养方向或领域的选择。例如，院校可以以不同的网络系统为对象，选择面向运营商网络、面向园区网络或者面向中小企业网络培养人才；也可以选择不同的技术方向作为培养方向，例如可以选择无线网络、IP 统一通信、网络安全、网络测试、数据中心与云计算等。培养特色是指一个学校的专业人才培养区别于其他学校同专业的特质与优势，可以理解为“他无我有，他有我强”的培养特质。培养特色可以以培养方向的形态出现，表现在以培养某

个领域或方向的人才见长；也可以体现在一些特定的培养标准与内涵上，例如学校可以结合区域特点、学校办学特色或学生潜质，定制一些独特的、能够体现本校特色的知识、能力、素质标准，从而所培养的学生在达到网络工程专业的基本知识、能力与素质要求之外，在知识、能力或素质上具有一些独特的竞争优势。

在规划人才培养目标时，必须关注其内涵的丰富性与完备性。一是目标要素的完整性，描述通过本专业的培养，学生将成为什么样的人才，获得哪些方面的长进或提升，能够从事哪些专门性的工作；二是目标的综合性，要有关于知识、能力、素质的基本要求与描述；三是目标描述的清晰性，所给出的目标能够清晰勾画出所培养人才的基本特征，并具有与其他专业的区分度或可识别性；四是目标的可操作性，所给出的培养目标能够被分解与落实到更加细化的培养标准或毕业要求上，从而能够有效调控、规范与指导培养过程；五是目标的延展性，能够给出学生毕业后 5 年左右的职业发展预期。

2.1.2 网络工程专业人才培养目标

基于网络工程应用型人才培养定位，地方院校网络工程专业培养目标的通用描述如下。

本专业培养具有高度社会责任感，掌握计算机科学与技术基本理论与知识，具有网络工程专业思想与工程意识，掌握网络工程专业基本知识、方法和技能，具有网络系统规划与设计、部署与实施、分析与运行以及网络应用开发等方面的基本工程能力，具备工程师所必需的学习与创新、沟通与表达、合作与交流等基本能力与素养，具有良好职业发展力和适应力的网络工程应用型人才。毕业生适合在信息技术企业和其他各行各业的信息技术或管理部门，以互联网工程、网络应用开发等为主要内容，从事现场或一线的技术开发、支撑、服务与管理等工作，并在五年内成长为能够独立胜任网络工程相关技术岗位工作的技术或管理工程师。

以上仅为本专业人才培养目标的通用描述，各校在制定本专业的人才培养目标时，应该结合自身所确定的培养方向与培养特色，在上述通用描述的基础上，给出将通用目标与个性化特色目标相结合的定制与描述。

2.2 人才培养标准概述

2.2.1 人才培养标准的作用

人才培养标准是基于专业人才培养目标，给出的关于毕业生知识、能力、素质要求的细化描述，也被称为毕业要求。相比人才培养目标对培养过程的宏观调控、规范与导向作用，培养标准对培养过程的调控、规范与导向作用更加具体与可操作。原则上，每条培养标准都被要求通过培养过程的教学活动或环节得到实现；某个教学活动或环节是否有效支撑专业人才培养目标的达成，可通过基于培养标准的教学产出进行评价或检查；毕业生是否达到毕业要求或预期的培养目标，可通过评价全部教学活动的综合产出是否有效覆盖全部标准来判断。

在制定专业人才培养标准时，需要关注以下五方面。

(1) 立足专业人才培养目标。体现对培养目标的细化解读与支撑，并通过教学活动对培养标准达成的支持，追求培养目标的实现。

(2) 以相应的人才需求调研为基础。掌握用人单位对毕业生在知识、能力与素质方面的基本诉求，调研可通过走访、问卷、座谈等形式，并可借鉴和利用政府部门或具有较高公信力的第三方机构的调查与统计数据。

(3) 结合与借鉴有关的标准或规范。如教育部计算机类专业教学指导委员会给出的计算机类专业人才培养质量标准、网络工程专业规范，中国工程教育专业认证协会给出的工程教育专业认证要求，以及网络工程领域相关职业工程师认证要求。

(4) 符合高等教育人才培养要求。体现专业教育与全人教育相结合，除了专业相关的培养标准外，应该同时关注通用知识、能力与素质的要求，而这些要求也是业界用人单位所期望的。

(5) 具有合适的颗粒度。确保每一条标准是可落实、可衡量的，能够对应到相关的课程或教学教育活动去实现，并可加以评价或估量。例如，将一条标准描述成“具有扎实的基础知识”，显然过于笼统，难以与具体的教学活动或课程建立明确的映射关系。若改成“具有扎实的计算机基础知识”，其针对性与可操作性就会有一定程度的提高；若将其进一步细化成“具有扎实的计算机硬件基础知识”和“具有扎实的计算机软件基础知识”，就可以更有针对性的对应到相关课

程或教学教育活动去实现，从而使标准具有足够的可操作性。

2.2.2 网络工程专业标准的制定依据

就网络工程专业而言，除了将所确定的专业人才培养目标作为制定培养标准的基本依据之外，各院校在制定培养标准时，涉及的依据包括但不限于：

- 计算机类专业国家教学质量标准
- 工程教育认证标准
- 网络工程专业规范
- 网络工程师相关的职业认证要求
- 互联网企业人力资源招聘条件与要求

表 2.1 给出了相关标准与规范的遵循强度建议。考虑到是否参加工程教育专业认证的差异，在下面的两节中分别给出培养标准的两个不同版本，以便不同院校根据自身需求，选择相应的版本作为借鉴。

表 2.1 网络工程专业培养标准制定相关的标准、规范与要求

标准或规范名称	来源	遵循强度的建议
计算机类专业教学质量国家标准	教育部	必须
工程教育认证标准	中国工程教育专业认证协会	参加工程专业认证：必须 不参加工程专业认证：推荐
高等学校网络工程专业规范	教育部计算机类专业教学指导委员会	推荐
网络工程师/架构师认证	工业与信息化部	推荐
思科网络认证	思科系统	推荐
华为网络认证	华为	推荐
H3C 网络认证	H3C	推荐
思博伦网络测试认证	思博伦通信	推荐

2.3 网络工程专业培养标准(版本 A)

网络工程专业培养标准版本 A 主要对接《计算机类专业教学质量国家标准》，并借鉴该标准的框架进行相关网络工程专业培养标准的描述。为了兼顾**强制性与灵活性**，既体现教学质量的强制性，又鼓励不同院校专业的特色发展，我们将培养标准分为核心与扩展两大部分，核心部分作为专业人才培养的基本要

求,建议各院校必须参照执行。扩展部分在 2.4 节中给出,并作为推荐的可选项,由各校根据自身情况决定是否采纳或借鉴。

下面首先分三个小节给出核心标准的基本描述。其中,标“*”的标准作为可选项,院校可根据自身定位决定是否采纳,建议采纳。2.3.4 节给出扩展部分的若干建议标准。

2.3.1 知识标准

(1) K1-人文社会科学知识:具备经济、法律与环境、社会与伦理等人文社会科学知识,了解与本专业相关的职业和行业的重要法律、法规及方针与政策,理解工程技术与信息技术应用相关的伦理与环境保护基本要求。

(2) K2-数学与自然科学知识:具备高等数学、概率与数理统计、力学、电磁学、光学与现代物理、电子电路与数字逻辑等知识,具有支撑工程实践的基本科学素养。

(3) K3-学科基础知识:具备离散数学、程序设计、数据结构与算法、计算机组成与体系结构、操作系统、数据库系统、通信系统、计算机网络系统知识,掌握计算机学科所涉及的数字化、模块化、自动化等基本思维方法和研究方法,理解通信系统的基本结构和工作原理,理解网络体系结构及其层次化研究与分析方法。

(4) K4-专业知识:具备网络协议的基本知识,掌握网络协议分析的基本方法,理解典型网络协议的工作原理与算法思想;具备有线与无线网络、路由与交换、网络安全与管理等网络核心技术知识;具备网络系统规划与设计、部署与实施、分析与测试、运行与管理、应用开发等知识,掌握相关的思想与方法、技术与规范。

(5) *K5-工程管理知识:具备 IT 项目管理的基本知识,掌握项目管理相关的方法与工具。

2.3.2 能力标准

(1) A1-社会认知能力:具有运用人文社会科学、自然科学知识与方法,进行社会现象与问题的认知与分析、思辨与判断能力。

(2) A2-社会责任能力:具有承担基本社会责任的能力;就网络工程实践对于经济与社会、文化与伦理、信息与公共安全、环境等所产生的可能影响,具有

基本的分析与评价能力，并能够在工程实施方案与过程中予以必要的考虑，承担相应的社会责任。

(3) A3-学科基本能力：具备基本的计算思维能力，具备基本的算法分析能力、程序设计与开发能力，具备就计算机系统和网络系统工作原理进行实验验证与分析的基本能力。

(4) A4-专业基本能力：具备路由器、交换机、无线组网设备、防火墙、服务器等基本网络设备的配置与管理能力，具备基本的网络协议分析能力，具备网络功能与性能的基本分析与测试能力，具备基本的网络编程能力。

(5) A5-工程实践能力：就具有一定规模和复杂度的网络系统，具备综合运用网络工程的知识、方法和技能，进行需求分析、规划与设计、部署与实施、分析与测试、运行与管理的能力；具备依照相关的工程标准或行业规范，进行需求分析报告、技术解决方案、技术实施报告、项目实施方案等网络工程相关技术文档的书写与口头表达能力。

(6) A6-工程创新能力：就网络工程实践过程相关问题与需求，具备综合运用网络工程知识、技术与方法，提出独到的、具有一定创新性的求解思路与解决方案的能力。

(7) *A7-工程管理能力：具备运用项目管理知识与方法，进行网络工程项目管理的能力。

(8) A8-沟通交流能力：具备沟通交流的基本技巧与能力，良好的口头与书面表达能力，有效表达自己思想与意愿的能力，倾听与理解他人需求和意愿的能力，适应工作与人际环境变化的能力；具备一门外国语的基本听、说、读、写、译的能力，能够阅读网络工程专业领域的外文资料，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

(9) A9-独立工作与团队合作能力：具备明确的个体意识和基本的独立工作能力；具备良好的团队意识和团队合作协调能力。

(10) A10-学习能力：具有终身学习意识；具备运用现代信息技术获取相关信息和新技术、新知识的能力；具有运用与借助多种学习途径与学习方法，更新与提高自我知识、能力与素质，保持和增强自我竞争力，满足个人职业发展与全面发展需求的自我学习与终身教育能力。

2.3.3 素质标准

(1) Q1-公民素质：具备良好的公民素养和行为规范，具备明确的国家意识，具备遵守法律、维护国家和社会公共利益的自觉。

(2) Q2-人文素养：具备基本的人文素养与情怀。

(3) Q3-心理与身体素质：具备良好的心理素质、健康的体魄、健全的人格和健康的个性。

(4) Q4-职业素质：具备追求真理、勇于探究与实践的科学精神，具备严谨踏实、讲求实效的务实精神，具备爱岗敬业的敬业精神，具备遵守职业规范与职业道德的自觉，在工程实践中具有良好的质量、安全、服务和环保意识。

2.3.4 扩展标准的若干建议

扩展标准是指在核心标准之外，院校根据自己所确定的人才培养特色所拓展出的知识、能力与素质要求。扩展标准由各专业点根据自身需要进行相应的定制。本指导方案不提供必需的说明，以下所给出的一些建议，完全由各专业点根据自身情况决定是否采纳。

1. E1-基于互联网新技术的工程实践能力

具备 IP 统一通信、数据中心与云计算、软件定义网络、物联网等新兴网络技术领域工程实践的能力。此项扩展有利于增强学生的就业竞争力，特别是在中高端 IT 企业或大中型企事业单位信息技术部门的就业与发展机会。

2. E2-网络设备研发与测试能力

掌握交换机、路由器、防火墙、网络存储等网络设备的体系结构与工作原理，硬件系统的设计方法或开发技术，软件系统的开发与实现能力。此项扩展适合于院校所在区域，有网络设备制造产业或企业。

3. E3-网络设备与产品的测试能力

熟悉网络测试技术与规范，具有熟练运用主流网络测试仪表及网络测试自动化技术进行主流网络设备与产品测试与分析的能力。此项拓展适合于院校所在区域或学生的未来去向中，有网络设备制造企业、网络应用开发厂商等。

4. E4-自主创业的能力

具备以网络工程专业核心知识、能力和素质培养为基础，发挥专业特长，进行互联网相关的自主创业能力。此项拓展仅适合有自主创业愿望与动力的少部分学生。

2.4 网络工程专业培养标准(版本 B)

网络工程专业培养标准版本 B 主要对接《中国工程教育认证标准(2015 版)》，供有参加工程教育专业认证意愿或计划的院校作为参考。必须指出，由于工程教育类专业认证对培养标准或毕业要求所对应的观测点没有统一的规定或模板以下所提供的版本不具有官方权威性，只是本指导方案编写者，根据自身对《中国工程教育认证标准(2015 版)》的认识，并结合网络工程专业特点所给出的参考版本。

《中国工程教育认证标准(2015 版)》给出了适用于所有工程教育专业的毕业要求，共计 12 条，涉及工程知识、问题分析、问题研究、设计解决方案、使用现代工具、工程与社会、环境和可持续发展、职业规范、个人和团队、沟通、项目管理和终身学习。表 2.2 的示例，结合网络工程专业特点与应用型人才培养定位，将这 12 条毕业要求的每条均映射到了相应的培养标准上。

表 2.2 网络工程专业毕业要求及其与培养标准映射的示例

毕业要求	培养标准
1. 工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂网络工程问题	1.1 能够将数学与物理的知识、方法与思想，用于网络工程过程中所需要的抽象思维和逻辑分析
	1.2 能够将离散数学、程序设计、数据结构与算法等软件基础的知识与方法，用于进行计算思维，进行计算问题的算法分析、设计与实现
	1.3 能够运用电子电路与数字逻辑、计算机组成与体系结构、操作系统、数据库系统等计算机系统的知识与方法，分析与理解复杂网络系统中相关设备与组件的作用与工作原理
	1.4 能够将通信技术、网络体系结构、网络协议等网络工程基础知识，用于网络系统的规划与设计、部署与开发、分析与测试、运行与管理
	1.5 能够将网络互连、网络安全、网络测试、网络编程、网络规划与设计、网络部署与实施等方面的网络工程专业知识，用于进行网络系统的规划与设计、部署与开发、分析与测试、运行与管理
2. 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂网络工程问题，以获得有效结论	2.1 能够将数学与物理的基本原理，运用于复杂网络工程问题的识别与表达
	2.2 能够运用离散数学、程序设计、数据结构与算法的基本原理，进行复杂网络工程问题的识别与表达
	2.3 能够运用计算机系统的基本原理，进行复杂网络工程问题的识别与表达

续表

毕业要求	培养标准
	2.4 能够运用通信与网络系统的基本原理, 进行复杂网络系统问题的识别与表达
	2.5 能够通过文献与信息资源的收集、研究与分析, 获得有用的知识、技术或方法, 用于进行复杂工程问题的识别、分析与表达
3. 问题研究: 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂网络工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论	3.1 能够基于网络系统工作原理, 就复杂网络工程系统中涉及的局部性功能或性能问题进行研究, 并设计相关的实验方案, 对实验结果和数据进行分析, 并对实验数据进行合理的解释
	3.2 能够基于网络系统工作原理, 就复杂网络工程系统中涉及的领域性功能或性能问题进行研究, 设计相关的实验方案, 并对结果和数据进行分析与总结
	3.3 能够基于网络系统工作原理, 进行复杂网络工程问题的整体研究, 就全局的功能或性能问题设计相关的实验方案, 对实验结果和数据进行分析, 并通过信息综合得到合理有效的结论
4. 设计解决方案: 能够设计针对复杂网络工程问题的解决方案, 包括满足特定需求的系统设计、部件选择、工程实施流程或方案设计, 并能够在设计环节中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素	4.1 能够运用网络工程专业思想与方法、知识与技术, 依据网络工程相关的标准与规范, 针对特定的用户或系统需求, 给出网络系统的规划与设计
	4.2 能够根据网络系统规划与设计, 运用网络工程专业知识、方法与技术, 给出网络系统的部署与开发方案
	4.3 能够根据网络系统规划与设计, 运用网络工程专业知识、方法与技术, 给出网络系统的测试与验证方案
	4.4 能够运用网络工程专业思想与方法、知识与技术, 就网络工程实践中的问题或需求提出独到的、具有一定创新性的解决方案
	4.5 能够在网络系统的规划与设计、部署与开发、测试与验证过程中, 关注到信息与公共安全、经济与社会、文化与伦理、环境保护等因素的可能影响, 并在相关的法律与规范框架下, 在设计或实施方案中予以必要的考虑
5. 使用现代工具: 能够针对复杂网络工程问题, 开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具, 包括对复杂工程问题的预测与模拟, 并能够理解其局限性	5.1 能够掌握运用通用的信息技术工具和专用的网络工程工具, 结合适当的技术与资源, 对复杂网络工程问题进行预测与分析
	5.2 能够针对复杂网络工程问题, 选择恰当的虚拟与仿真工具或方法, 对网络系统或其解决方案进行必要的模拟与预测, 并能够理解仿真模拟系统与真实系统之间的差异
6. 工程与社会: 能够基于网络工程相关背景知识进行合理分析, 评价网络工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任	6.1 能够基于网络工程专业知识, 结合网络应用相关的背景知识, 针对复杂网络工程问题, 就网络系统解决方案或网络工程实践对于社会、健康、安全、法律以及文化的可能影响, 进行合理的分析与评价, 并理解应承担的责任
7. 环境和可持续发展: 能够理解和评价针对复杂网络工程问题的工程实践对	7.1 具有环境保护的基本自觉和可持续发展意识
	7.2 能够理解和评价针对复杂网络工程问题的网络系统解决方案或网络工程实践对环境、社会可持续发展的影响

续表

毕业要求	培养标准
环境、社会可持续发展的影响	
8. 职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在网络工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任	8.1 具备基本的人文社会科学素养
	8.2 能够运用历史、哲学的知识与方法认识、分析社会现象，具有思辨能力与批判精神
	8.3 具有良好的社会公德与社会责任感
	8.4 能够理解并遵守网络工程的相关职业道德和规范，能够在网络工程实践中承担质量、安全、服务和环保等方面的社会责任
9. 个人和团队：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色	9.1 具备良好的身体素质和明确的个体意识，以及在团队框架下承担个体责任、发挥个体作用的能力
	9.2 具备良好的团队意识、团队合作与沟通、团队协作或组织能力，能够在多学科背景下的团队中承担个体、成员、负责人的角色
10. 沟通：能够就复杂网络工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流	10.1 具备沟通交流的基本技巧与能力，良好的口头与书面表达能力，有效表达自己思想与意愿的能力，倾听与理解他人需求和意愿的能力，适应工作与人际环境变化的能力
	10.2 能够依照相关的工程标准或行业规范，进行网络系统需求分析报告、技术解决方案、工程设计或实施方案、工程实施报告等相关工程技术文档的撰写与交流表达
	10.3 具备一门外国语的基本听、说、读、写、译的能力，能够阅读网络工程专业领域的外文资料，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流
11. 项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用	11.1 能够理解和掌握项目管理和成本分析的知识、原理与方法，并应用于多学科背景的网络工程项目实践
12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力	12.1 具备了解和紧跟网络新技术发展，更新和提高自我知识、能力与素质，保持和增强自我竞争力，适应个人全面发展需要的自主学习与终身学习能力

第3章 培养方案

在给出关于网络工程应用型人才培养目标与培养标准的有关要求与说明之后,本章的重点阐述如何从培养目标与标准出发,进行专业人才培养方案的设计。

3.1 培养方案的内涵

广义上,人才培养方案是指在一定的教育理论与思想指导下,按照所确定的培养目标和毕业要求,以相对稳定的教学内容和课程体系、管理制度和评估方式,实施人才培养过程的总和。包括:所确定的培养目标和毕业要求;为实现培养目标、达成毕业要求的整个教育培养过程;支撑教育培养过程实施与培养目标达成的质量保障机制与相关的管理制度等。

狭义上,专业人才培养方案特指为了实现人才培养目标与标准而制定的培养计划,是关于专业人才培养活动或培养过程的规划与计划,涉及培养目标、培养标准或毕业要求、学位授予、学制与修读要求、课内教学体系与课外教育体系等内容。本章所指的培养方案是狭义上的培养方案。培养方案是实施专业人才培养的基本蓝图,是教学组织与管理的基本依据,对培养过程具有基本的规范与指导作用,是实施人才培养与专业建设的重要教学文件,从某种意义上讲也是学校与学生之间关于专业教育与培养的一种契约。

3.2 培养方案的制定

为确保培养方案符合人才培养目标,具有先进性、科学性和合理性。应建立培养方案的制定和审批程序,及监控和评审制度。

以培养方案的制定为例,原则上应经过以下环节:方案编制所需的前期调研、方案的初步编写、方案的征求意见与修改、方案的论证与定稿。培养方案的制定过程除了有校内教师之外,还应该行业或企业专家的参与。行业或企业专家的参与方式包括:直接参加培养方案的编制,参与培养方案的意见征求,作为专家参与培养方案的论证,但不限于此。

在方案实施过程中,应加强对方案的科学性、合理性与有效性的监控与评估,根据所获得的反馈信息,一方面在可控范围内对现有培养方案做出必要的优化与

微调；另一方面，用于对后续版本培养方案的改进与完善。

图 3.1 给出了温州大学网络工程专业培养方案编制流程的示例。

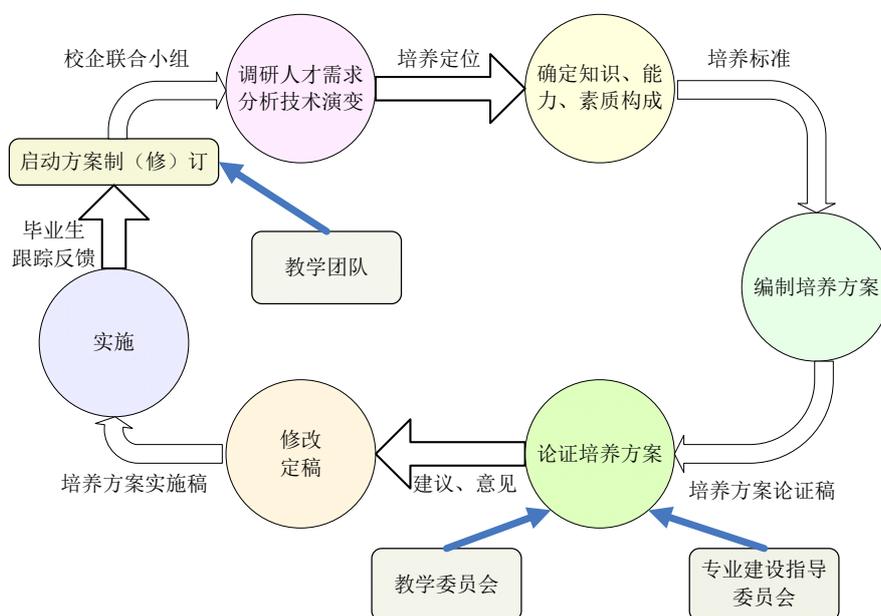


图 3.1 人才培养方案的编制流程示例

3.3 培养方案的设计原则

培养方案的设计需要关注以下原则。

(1) 培养方案的设计要充分理解与体现“培养”的内涵，坚持以“学生”为本的培养理念。培养涉及教育与教学，教育与教学应以“育”为根本，“学”为核心。培养方案设计不仅要考虑学生的共性培养，也要体现共性培养之外的学生个性发展；既给出基本的必修教育教学环节，也给出供学生自主选择的选修课程；既要规划课内教学，同时要关注课外教育。

(2) 培养方案必须支撑培养目标的达成与培养标准的实现。培养方案中所给出的教育教学活动应以培养目标为导向，以服务于培养标准或毕业要求的达成为出发点与落脚点；培养标准必须落实于培养方案中所规划的相关教育教学活动中：

- 一项教育教学活动可实现一条或多条培养标准
- 一条标准可借助一项或多项教育教学活动实现

所有教育教学活动所关联的标准集合应覆盖全部标准。

(3) 培养方案设计时必须同步进行相应的人才培养机制设计。人才培养机制

是关于如何落实与实施人才培养方案的系列措施与途径、方法与手段的总称，直接关系培养方案的可实现性与可操作性，虽然在培养方案中不一定需要给出培养机制的相应描述，但必须就此进行必要的规划与设计，因为方案的设计与实施是相互关联的。

(4) 作为专业人才培养的基本教学文件，要强调培养方案的规范性、权威性与指导性，方案要有相对完整的表达与必要的形式规范，培养过程中不能随意变更培养方案，或偏离、违背培养方案进行专业教育与教学活动。必要的方案调整必须依据相应的教学管理制度或经过相应的审批程序。

3.4 培养方案的基本框架

专业可根据所在学校教学管理部门所提供的培养方案基本构架或模板，进行培养方案的内容与格式设计。通常，就培养方案的基本结构而言，应包括以下内容。

1. 专业与所属学科信息

说明专业名称、专业代码，以及专业所属的学科信息。网络工程专业的专业代码为 080903，所属的主干学科为计算机科学与技术。

2. 培养目标、标准与毕业要求

说明本专业的人才培养目标、标准与毕业要求。培养标准可分为核心标准与可选标准，核心标准作为学生毕业的基本要求，扩展标准仅作为学生特色培养或个性选择的内容。核心标准所对应的修读学分可作为获得本专业学位的基本要求。

3. 修业年限与授予学位

说明允许的修业年限和授予的学位。修业年限根据所在院校的相关规定来确定，一般院校给出 3~6 年或 3~8 年的弹性学制。根据教育部《普通高等学校本科专业目录(2012)》，符合各院校所规定的本科学生学位授予条件的网络工程专业毕业生，授予“工学”学士学位。

4. 毕业最低学分及学分构成

说明毕业最低学分要求及学分的构成。最低学分要求及学分构成没有统一标准，需要根据所在院校的相关规定并结合专业培养需要来确定。

5. 教育教学体系

说明所提供的课内教学体系和课外教育体系。课内教学体系也就是通常所理

解的课程教学体系与教学计划，就每门课程，需要提供以下信息：①课程类别，如公共基础、通识教育、学科基础、专业核心、专业扩展课程等；②课程编号与名称，课程编号应具有唯一性并提供足够的课程基本信息；③课程性质，按照修读要求分为必修与选修课程，按照课程教学特点可分为理论课程、理论含实践课程、实践课程；④课程学时与学分，学时信息包括总学时与周学时，以及理论与实践学时的分配；⑤课程开设学期或建议修读的学期。另外，建议给出主干课程的逻辑关系或课程结构说明，让学生对课程之间的前趋后继关系有基本的了解，以帮助其修读课程。图 3.1 给出了一个课程结构的示例图。

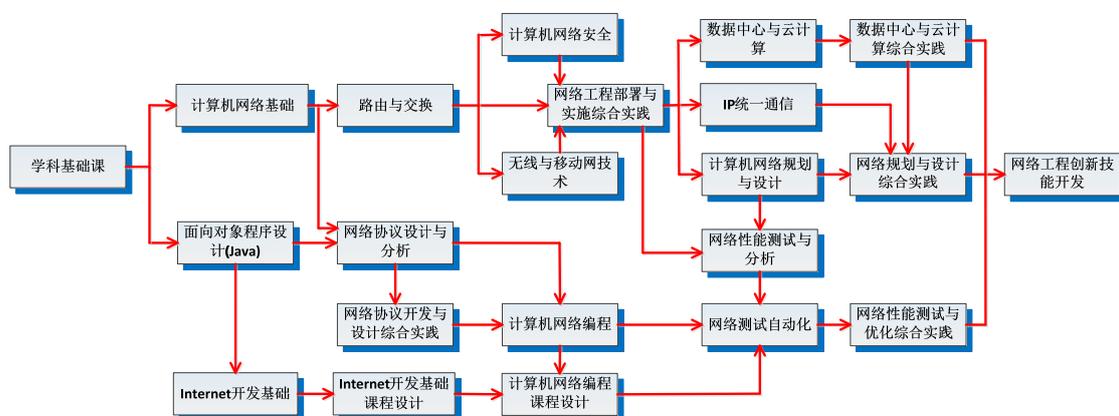


图 3.1 课程结构图的示例

课外教育体系是指纳入课外学分管管理的课外教育项目或活动计划。为了充分发挥课外教育在人才培养中的重要作用，近年来不少院校将课外教育的部分内容纳入了课外学分管管理，并作为学生获得学位的必要条件之一。根据活动内容与教育目标的不同，课外教育也可分为通识教育和专业教育两大类。以往，一般院校的专业培养方案中不涉及课外教育的内容。但我们还是建议各专业点以相应的课外教育规划与设计为基础，尽可能给出课外教育体系的说明，包括可提供的课外教育项目或活动，以及课外学分的认定办法等。

附件 4 给出了温州大学 2014 级网络工程专业培养方案的示例，该示例对应的培养标准描述类似于 2.3 节中所给出的网络工程专业培养标准(版本 A)。

6. 毕业要求或培养标准的实现矩阵

如前所述，一项教育教学活动可支撑一条或多条毕业要求或培养标准的达成，一条毕业要求或培养标准可借助一项或多项教育教学活动实现。毕业要求或培养

标准的实现矩阵培养是指以多维表格或矩阵形式,就每一条毕业要求或培养标准,说明其通过哪些教育教学活动来达到,以及这些活动对该条标准或毕业要求达成的支撑程度,简称达成度或贡献度。

达成度的衡量可采用定性的分级模式,如使用“强”“中”“弱”来表示;也可采用定量的权重分配模式,如0.25、0.3等。若采用定量的权重分配模式,则与同一条标准或毕业要求相关的全部教育教学活动的权重之和应为1。对于拟参加工程专业认证的专业,建议采用定量方式。

表3.1给出了一个采用定性分级模式的毕业要求达成矩阵示例,其中没有标出的空白栏表示“没有影响或作用”。表3.2给出了一个基于定量的权重分配模式的达成矩阵示例,其中没有标出的空白栏表示权重为“零”,即没有影响或作用。

表3.1 基于定性分级模式的毕业要求达成度矩阵示例

贡献度 教学活动 毕业要求	教学活动 1	教学活动 2	...	教学活动 $k-1$	教学活动 k
毕业要求 1	强	中	弱		中
毕业要求 2		弱	中	中	强
毕业要求 3	中			弱	弱
...
毕业要求 $n-1$	强		强	弱	中
毕业要求 n	强	强		弱	中

表 3.2 基于定量权重分配模式的毕业要求达成度矩阵示例

教学活动 贡献度 毕业要求	教学活动 1	教学活 动 2	...	教学活 动 $k-1$	教学活动 k	Σ 贡献度
毕业要求 1		0.3	...		0.15	1.0
毕业要求 2	0.2		...	0.15		1.0
毕业要求 3	0.15		...	0.15	0.1	1.0
...	1.0
毕业要求 $n-1$	0.2	0.1	...	0.1		1.0
毕业要求 n	0.25	0.2	...		0.3	1.0

第 4 章 课内教学体系

课内教学体系是指专业人才培养方案中所有纳入课内教学计划和学分修读管理范畴的课程所组成的教学体系，并可进一步分为理论教学和实践教学两大体系。本章首先按照理论和实践教学两条主线，给出本专业的课内课程体系设计与课程开设建议；然后立足人才培养框架下的课程教学，说明课程教学大纲的作用和设计要点，并给出了网络工程专业不同类别的三门课程的教学大纲示例。

4.1 理论课程体系

通常，理论课程体系中既有纯理论教学的课程，也包括一些既有理论教学又有实验实践教学的课程，这类课程也被称为理论含实验课程。根据课程对于专业人才培养目标与标准达成作用的不同，理论课程体系中的课程可进一步分为通识课程、学科基础课程、专业核心课程和专业扩展课程，如图 4.1 所示。其中，通识课程主要支撑人文社会科学知识、数学与自然科学知识、社会认知能力、社会责任能力、公民素质、人文素养、心理与身体素质等通用知识、能力与素质标准的达成。鉴于通识课程具有专业普遍性，因此以下关于课内课程体系叙述时不就通识课程进行说明，而主要关注专业相关的学科基础课程、专业核心课程和专业扩展课程三个类别。



图 4.1 理论课程体系

4.1.1 学科基础课程

学科基础课程通常是指支撑一级学科内所有专业的基础性课程，其目的在于为学生的专业学习奠定必要的学科基础，包括学科理论与知识、思维方法与思维

能力、基本实验技能等。学科基础课程一般根据学科类别设立，而且通常要作为必修的学位课程。

就网络工程专业而言，其主要学科归属为计算机科学与技术，同时又与通信工程有一定的联系。因此，支撑第 2 章的“2.3 网络工程专业培养标准(版本 A)”或“2.4 网络工程专业培养标准(版本 B)”中与学科基础知识、学科基本能力等相关标准，建议网络工程专业的学科基础课程中应包括支撑计算机类所有专业的学科基础课程，同时要考虑必要的通信学科基础课程。

表 4.1 给出了一个学科基础课程的设置建议，以及这些课程与第 2 章的“2.3 网络工程专业培养标准(版本 A)”或“2.4 网络工程专业培养标准(版本 B)”中的相应培养标准之间的映射关系。这种映射关系可理解为课程的基本教学目标，或作为课程教学目标细化的基础。

表 4.1 学科基础课程设置建议

课程名称	所关联的培养标准 (版本 A)	所关联的培养标准 (版本 B)
离散数学	K3, A3, A10	1.2, 2.2
数据结构与算法	K3, A3, A10	1.2, 2.2
高级语言程序设计	K3, A3, A10	1.2, 2.2
计算机组成原理与体系结构	K3, A3, A10	1.3, 2.3
操作系统	K3, A3, A10	1.3, 2.3
数据库系统原理	K3, A3, A10	1.3, 2.3
通信技术基础	K3, A3, A10	1.4, 2.4
计算机网络基础	K3, A3, A10	1.4, 2.4, 5.2

为方便院校的课程实施，表 4.2 就表 4.1 所列课程给出了更加具体的建议性说明，包括课程所对应的知识领域、知识单元与知识点，并给出了教学要求。应该指出，表 4.2 所指的“教学要求”不完全覆盖课程教学目标，因为它只是在课程教学目标的范畴内，涉及了知识与技能点的学习要求，而课程教学目标应该以表 4.1 所建议的相应映射关系为基础，给出涉及知识、能力、素质等方面相关培养标准在内的完整描述，以体现对于培养标准与毕业要求达成的有效支持。

另外, 无论是表 4.1 和 4.2, 以及本章后续的其他课程设置建议, 仅作为参考与借鉴, 并非强制性要求。在覆盖基本的知识领域、知识单元与知识点前提下, 各校可结合自身的专业人才培养需要设置课程, 或进行课程内容的规划与设计。

表 4.2 学科基础课程开设的具体建议

1. 散数学(课程缩略码: DM)		
建议学时 64 (其中, 理论 64 学时, 实验 0 学时), 分为 10 个知识/技能单元, 单元括号中的数字代表各知识单元的建议学时分配		
知识单元 (建议学时)	知识点	教学要求
DM1-命题逻辑的基本概念 (4 学时)	(1) 命题 (2) 联结词 (3) 原子命题 (4) 命题公式	(1) 理解命题的基本概念; (2) 掌握联结词及其真值取值情况; (3) 理解原子命题与复合命题的概念, 理解命题公式及解释的概念; (4) 掌握公式真值表的构造; (5) 掌握命题公式分类
DM2-命题逻辑等值演算 (4 学时)	(1) 等值式 (2) 析取范式 (3) 合取范式 (4) 联结词的完备集	(1) 理解等值式基本概念; (2) 掌握基本的等值式模式; (3) 理解析取范式和合取范式的概念; (4) 掌握用真值表的方法求主析取范式和主合取范式, 了解用等值演算的方法求主析取范式和主合取范式; (5) 了解联结词的扩充; (6) 了解与非、或非和异或的性质; (7) 了解全功能联结词的集合
DM3-命题逻辑的推理理论 (3 学时)	(1) 推理的形式结构 (2) 自然推理系统	(1) 理解推理基本概念; (2) 掌握推理的形式结构; (3) 掌握推理定律; (4) 理解自然推理基本概念; (5) 掌握自然推理的推理形式; (6) 掌握自然推理系统 P 推理方法
DM4-一阶逻辑的基本概念 (4 学时)	(1) 一阶逻辑命题符号化 (2) 谓词公式与解释 (3) 等价关系 (4) 蕴涵关系	(1) 理解谓词与量词的基本概念; (2) 掌握自然语言与命题的谓词表示形式之间的互相转换; (3) 理解谓词公式的真值判定; (4) 理解谓词公式、自由变元和约束变元以及公式解释的定义; (5) 理解谓词公式的类型; (6) 掌握公式之间的等价与蕴涵关系
DM5-集合代数 (6 学时)	(1) 集合的基本概念 (2) 集合的运算 (3) 有穷集合的计数	(1) 理解集合的基本概念及其各种表示; (2) 理解元素与集合之间的关系; (3) 理解集合与集合之间的关系;

续表

知识单元 (建议学时)	知识点	教学要求
	(4) 集合恒等式	(4) 理解特殊的集合； (5) 掌握集合的几种运算和性质； (6) 理解容斥原理； (7) 掌握集合恒等式
DM6-二元关系 (8 学时)	(1) 有序对 (2) 笛卡儿积 (3) 二元关系 (4) 关系的运算 (5) 关系的性质 (6) 闭包运算 (7) 等价关系 (8) 偏序关系	(1) 理解有序对与笛卡儿积的基本概念； (2) 理解二元关系的基本概念；掌握二元关系的三种表示方法； (3) 掌握二元关系的交、并、补、差、复合和求逆运算；掌握二元关系运算的性质；熟练掌握关系的五个性质；了解关系性质的证明及保守性； (4) 理解关系三种闭包的基本概念，掌握关系三种闭包的求取；理解等价关系的定义； (5) 理解集合的划分；掌握等价类与商集；理解偏序关系的定义； (6) 掌握偏序集的哈斯图；理解偏序集中的特殊元素； (7) 了解全序与良序
DM7-计数 (6 学时)	(1) 排列组合 (2) 重复排列与重复组合 (3) 生成排列和组合 (4) 生成函数及其应用	(1) 掌握加法法则和乘法法则； (2) 掌握排列组合模型； (3) 掌握几种重复排列和组合模型； (4) 掌握生成排列和组合算法； (5) 理解生成函数，掌握用生成函数求解计数问题
DM8-图 (10 学时)	(1) 图 (2) 图的同构 (3) 通路 (4) 回路 (5) 图的连通性 (6) 图的矩阵表示	(1) 理解图相关的基本概念； (2) 掌握握手定理； (3) 理解子图、生成子图、图同构的概念和判定方法； (4) 掌握通路、回路、基本通路和简单回路； (5) 理解无向图连通性的定义并掌握其判定方法； (6) 理解无相连通图的连通分支； (7) 理解有向图连通性，强连通，单向连通和弱连通； (8) 了解强分图，弱分图和单向分图等概念及其判定； (9) 掌握图的邻接矩阵； (10) 掌握图的连通性与邻接矩阵乘积的关系；理解图的可达性矩阵及其求取

续表

知识单元 (建议学时)	知识点	教学要求
DM9-树 (4 学时)	(1) 无向树及其性质 (2) 生成树 (3) 根树	(1) 理解无向树的定义及其等价, 掌握无向树的性质; (2) 理解最少生成树的概念, 掌握最小生成树的构造方法; (3) 掌握根树的定义及相关应用
DM10-若干特殊图 (10 学时)	(1) 欧拉图 (2) 哈密尔顿图 (3) 二部图与匹配 (4) 平面图	(1) 理解欧拉图的定义并掌握判定定理; (2) 掌握哈密尔顿图的定义并了解相关定理。 (3) 理解二部图基本并掌握其判定方法; (4) 理解匹配的定义及判定定理; (5) 理解平面图的定义及判定定理; (6) 理解平面图的面、边界、次等概念; (7) 掌握欧拉公式及其应用
2. 数据结构与算法(课程缩略码: DS) 建议学时 96 (其中, 理论 48 学时, 实验 32 学时); 分为 9 个知识/技能单元; 单元括号说明中的“X+Y*”, “X”代表理论教学学时, “Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
DS1-数据结构概述 (2+0*)	(1) 数据结构的定义 (2) 数据的逻辑结构与存储结构 (3) 抽象数据类型 (4) 算法描述方法 (5) 算法分析和评价的方法 (6) 数据结构的设计方法	(1) 理解数据结构的定义; (2) 理解数据结构的基本概念和术语; (3) 理解逻辑结构和存储结构的概念和关系; (4) 掌握算法的设计方法; (5) 掌握算法的时间复杂度分析方法; (6) 理解数据结构的设计方法
DS2-线性表 (6+4*)	(1) 线性表的逻辑结构 (2) 线性表的顺序存储及操作实现 (3) 线性表的链式存储及操作实现 (4) 线性表的顺序存储与链式存储的比较 (5) 线性表的应用	(1) 掌握线性表的逻辑结构; (2) 掌握顺序表存储结构及其基本操作的实现; (3) 掌握线性表的链式存储结构及其基本操作的实现。 (4) 掌握线性表的基本操作; (5) 掌握线性表的应用
DS3-栈与队列 (4+4*)	(1) 栈及其性质 (2) 栈在顺序存储结构及链式存储结构上的操作实现 (3) 栈的应用 (4) 队列及其性质 (5) 队列在顺序存储结构及链式存储结构上的操作实现	(1) 掌握栈和队列的逻辑结构特点及其性质; (2) 掌握栈和队列的存储结构实现; (3) 掌握栈和队列的基本操作; (4) 掌握栈和队列的应用

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
	(6) 队列的应用	
DS4-串与字符串 (2+0*)	(1) 串的基本概念和基本运算 (2) 串的顺序存储结构和链式存储结构 (3) 模式匹配算法 (4) 串的应用	(1) 理解串的基本概念; (2) 理解串的各种存储结构及操作的实现; (3) 了解模式匹配算法及特性; (4) 了解串的应用
DS5-数组与广义表 (4+4*)	(1) 数组的逻辑结构及存储结构 (2) 特殊矩阵的存储及操作 (3) 稀疏矩阵的存储及操作 (4) 广义表的概念	(1) 理解多维数组逻辑结构特征、存储方式及寻址方式; (2) 掌握特殊矩阵及其压缩存储方法; (3) 掌握稀疏矩阵的三元组表存储结构及矩阵转置的算法; (5) 了解稀疏矩阵的十字链表存储方法; (4) 了解广义表的相关概念
DS6-树与二叉树 (8+6*)	(1) 树的定义、表示和术语 (2) 二叉树的定义与性质 (3) 二叉树的存储结构及基本操作的实现 (4) 二叉树的遍历 (5) 线索二叉树 (6) 树、森林与二叉树的关系 (7) 哈夫曼树及其应用	(1) 掌握树的定义、表示方法及基本术语; (2) 掌握二叉树的基本性质; (3) 理解二叉树的顺序存储结构; (4) 掌握二叉树的链式存储结构及其相应的操作实现; (5) 掌握二叉树的遍历方法; (6) 了解线索二叉树的概念和特征 (7) 了解树、森林与二叉树的转换; (8) 掌握哈夫曼树及哈夫曼编码
DS7-图结构 (8+6*)	(1) 图的基本概念 (2) 图的存储结构、图的遍历 (3) 图的最小生成树 (4) 最短路径 (5) 有向无环图及其应用	(1) 理解图的基本概念;掌握图的邻接矩阵和邻接表存储结构; (2) 掌握图的深度遍历算法和广度遍历算法及其应用; (3) 掌握最小生成树算法及其应用; (4) 掌握最短路径算法及其应用;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
		(5) 掌握有向无环图及其应用
DS8-查找算法 (8+4*)	(1) 查找的基本概念 (2) 基本线性表的查找法 (3) 基于树的查找法 (4) 散列表查找	(1) 掌握顺序查找和折半查找的实现及性能分析; (2) 掌握二叉排序树的实现及性能分析; 了解平衡二叉树; (3) 掌握散列查找的查找思想、散列查找的性能分析; (4) 掌握查找算法的应用
DS9-排序算法 (6+4*)	(1) 排序的基本概念与分类 (2) 冒泡排序 (3) 简单选择排序 (4) 直接插入排序 (5) 希尔排序 (6) 堆排序 (7) 归并排序 (8) 快速排序 (9) 基数排序 (10) 排序算法的比较	(1) 掌握排序的基本概念; (2) 掌握典型内部排序算法的实现及其算法复杂度分析: 冒泡排序、简单选择排序、直接插入排序、希尔排序、堆排序、快速排序; (3) 理解各种排序算法的优缺点; (4) 掌握排序算法的应用
3. 高级语言程序设计课程 (课程缩略码: AP)		
建议学时 96 (其中, 理论 48 学时, 实验 48 学时); 分为 11 个知识/技能单元; 单元括号说明中的“X+Y*”, “X”代表理论教学学时, “Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识/技能点	教学要求
AP-1 程序设计语言基本概念 (2+2*)	(1) 计算机组成和软件的工作原理 (2) C 语言的历史背景、特点 (3) C 语言源程序的格式和程序结构 (4) C 程序的上机方法与步骤	(1) 了解计算机组成和工作原理; (2) 了解 C 语言特点和简单程序结构; (3) 掌握一种 C 语言集成环境的使用; (4) 掌握 C 程序的编辑、编译、链接和运行的过程
AP-2 数据类型、运算符与表达式 (4+0*)	(1) C 数据类型概述、基本数据类型 (2) 常量与变量 (3) 整型数据、实型数据、字符型数据 (4) 算术运算符及其表达式 (5) 赋值运算符及其表达式 (6) 逗号运算符及其表达式 (7) 位运算符和位运算	(1) 掌握基本数据类型的常量和变量的使用及其运算; (2) 掌握标识符的概念, 理解变量和符号常量先定义后使用特点; (3) 掌握整型、长整型、短整型、无符号整型数据的定义与

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识/技能点	教学要求
		<p>存储特点；理解字符型数据的定义与存储特点，以及整型数据与字符型数据间的关系；</p> <p>(4) 掌握定义变量赋初值的方法，不同类型数据间的混合运算时数据类型转换规则，运算符运算规则</p>
AP-3 顺序结构程序设计 (4+4*)	<p>(1) C 程序结构和语句的构成</p> <p>(2) 结构化程序设计</p> <p>(3) 顺序结构程序的设计；</p> <p>(4) 数据的输入与输出函数</p>	<p>(1) 了解 C 语言程序的特点；</p> <p>(2) 掌握赋值语句构成与使用要点；</p> <p>(3) 掌握格式输入/输出函数和简单顺序结构程序的编写</p>
AP-4 选择结构程序设计 (4+4*)	<p>(1) 关系运算符和关系表达式</p> <p>(2) 逻辑运算符和逻辑表达式</p> <p>(3) if 语句</p> <p>(4) switch 和 break 语句</p>	<p>(1) 了解结构化程序设计的三种基本形式（顺序、选择、循环）；</p> <p>(2) 掌握关系运算符、逻辑运算符、条件运算符的特点，理解各种运算符的优先级与结合性；</p> <p>(3) 掌握 if 语句及 switch 语句及相关结构的程序编写</p>
AP-5 循环结构程序设计 (6+6*)	<p>(1) while 语句</p> <p>(2) do...while 语句</p> <p>(3) for 语句</p> <p>(4) 循环嵌套(多重循环)</p> <p>(5) continue 和 break 在循环控制中的作用</p> <p>(6) 不同循环的比较</p>	<p>(1) 掌握三种循环的基本语法，并能针对问题选择适当的循环；</p> <p>(2) 理解 while 语句与 do...while 语句的结构与使用方法；</p> <p>(3) 掌握循环嵌套形式；</p> <p>(4) 掌握 break 语句和 continue 的应用及其区别；</p> <p>(5) 掌握基本的算法:最大值、最小值、最大公约数、素数判断、正整数的拆阶、数列和的计算等算法及编程</p>
AP-6 数组 (6+8*)	<p>(1) 数组的基本概念：数组名、元素、下标、类型、维数</p> <p>(2) 一维数组的定义、初始化、引用方法、使用特点</p>	<p>(1) 理解数组的基本概念；</p> <p>(2) 掌握一维数组和二维数组的定义、数组元素引用和遍历方法；</p>

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识/技能点	教学要求
	(3) 二维数组的定义、初始化、引用方法、使用特点 (4) 字符数组的定义、初始化、引用方法、使用要点 (5) 字符串	(3) 掌握一维数组排序、查找、插入、删除的算法及编程； (4) 掌握字符数组与字符串的关系以及字符串的特点，熟悉常用字符串处理函数；掌握运用数组进行相关问题分析的方法，并编写相应的程序
AP-7 函数 (4+8*)	(1) 函数的定义 (2) 函数的调用 (3) 函数的声明 (4) 参数的传递规则 (5) 递归函数 (6) 局部变量与全局变量 (7) 变量的动态存储与静态存储 (8) 内部函数与外部函数	(1) 掌握函数的定义、函数的原形和函数的返回值及函数调用时，形式参数和实际参数之间的关系； (2) 掌握函数嵌套调用的一般过程及使用方法；理解递归函数的工作原理及编写方式；并能编写简单的递归函数； (3) 掌握数组名称作为函数参数的特点；掌握局部变量与全局变量的概念及应用； (4) 掌握动态存储变量与静态存储变量的含义，并能正确使用； (5) 了解内部函数与外部函数含义。 (6) 掌握利用数组和函数编程解决相关问题
AP-8 预处理命令 (2+0*)	(1) 预处理的概念与特点 (2) 符号常数和宏定义 (3) 文件包含	(1) 了解预编译的概念； (2) 掌握宏定义的方法及应用； (3) 了解文件包含功能； (4) 了解条件编译
AP-9 指针 (8+4*)	(1) 指针与地址的概念 (2) 指针变量定义、初始化、引用和作为函数参数的应用 (3) 指针与数组 (4) 字符指针和指向字符串的指针变量 (5) 指向函数的指针、返回指针的函数 (6) 指针数组和指向指针的指针 (7) main()函数命令行参数	(1) 掌握指针变量的定义和应用及变量的直接运算和间接运算； (2) 掌握指针变量作为函数参数的应用规则； (3) 掌握指向数组的指针及应用，数组名称作为函数参数的规则；

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识/技能点	教学要求
		(4) 掌握指向字符串指针的定义和应用,理解指向函数指针的定义和应用; (5) 了解返回指针的函数的定义和应用、指针数组的定义和应用; (6) 掌握指针作为函数参数的编程、掌握字符指针编写字符处理的程序
AP-10 结构体与共用体 (4+10*)	(1) 结构体类型 (2) 结构体变量的引用与结构体变量的初始化 (3) 结构体数组与指向结构体数据指针 (4) 指向结构体类型数据的指针及链表 (5) 共用体 (6) 枚举类型、用 typedef 定义类型	(1) 掌握结构体和共用体的概念及定义结构体类型变量的方法,了解用 typedef 定义类型的方法; (2) 掌握结构体变量引用和初始化的方法及结构体变量成员引用语; (3) 掌握结构体数组的定义和应用; (4) 了解数据的链式存储、共用体类型并掌握共用体变量的引用; (5) 掌握枚举类型概念和基本应用; (6) 掌握利用结构体、数组、链表和函数编写学生管理系统
AP-11 文件 (4+2*)	(1) 文件类型指针 (2) 文件的打开与关闭 (3) 文件的读写 (4) 文件的定位	(1) 了解文件类型指针、文本文件和二进制文件; (2) 掌握文件指针的定义及打开文件和关闭文件函数的应用; (3) 掌握文本文件读写函数的应用; (4) 掌握二进制文件读写函数应用
4. 计算机组成原理与体系结构(课程缩略码: CC) 建议学时 64 (其中,理论 48 学时,实验 16 学时);分为 13 个知识/技能单元;单元括号说明中的“X+Y*”,“X”代表理论教学学时,“Y*”表示实验教学学时		

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
CC-1 计算机组成与体系结构的基本概念 (2+0*)	<ol style="list-style-type: none"> (1) 计算机硬件的基本组成 (2) 计算机的分类和性能指标 (3) 计算机软件系统 (4) 计算机系统的层次结构 (5) 计算机的工作过程 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握计算机硬件的基本组成，冯·诺依曼计算机的特点和硬件的工作过程； (2) 理解计算机软件的分类和计算机系统的层级结构； (3) 熟悉计算机的性能指标
CC-2 信息编码与数据表示 (7+0*)	<ol style="list-style-type: none"> (1) 进位计数制及其相互转换 (2) 真值和机器数 (3) 无符号、有符号定点整数和小数 (4) IEEE 754 浮点数 (5) 补码表示的浮点数 (6) 非数值数据的表示 (7) 校验码 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握数制的概念，特别是各种数制的相互转换，灵活应用； (2) 掌握定点数的原码、反码、补码、移码表示方法及其表示范围； (3) 掌握浮点数表示的概念和规格化过程，特别是 IEEE 754 标准表示方法； (4) 掌握浮点数的表示范围；理解 C 语言中 char、short、int、float 等常用数据类型的表示； (5) 掌握字符编码与汉字编码； (6) 掌握奇偶校验码、和循环冗余 (CRC) 码的原理与计算方法
CC-3 运算方法与运算器 (7+3*)	<ol style="list-style-type: none"> (1) 定点数的加/减运算及实现 (2) 溢出概念和判别方法 (3) 机器数的移位和舍入 (4) 定点数的乘法运算 (5) 定点数的除法运算 (6) 浮点数的加/减运算 (7) ALU 运算器的组成和结构 (8) 寄存器与运算器实验 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握定点数的运算：原码/补码定点数的加/减运算原理和过程； (2) 掌握溢出的判断方法； (3) 掌握补码的算术移位与舍入方法；理解补码加减运算器的原理与 n 位行波进位加法器、对 2 求补电路的工作过程；掌握补码乘法运算方法； (4) 掌握不恢复余数除法的运算方法； (5) 掌握浮点数加减运算方法； (6) 理解 ALU 运算器的组成与总线结构； (7) 掌握在 TEC-5 中由控制台向数据总线、寄存器写入数据的操作方法； (8) 验证实验台运算器的 8 位加、减、逻辑与功能

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
CC-4 存储器的分类和层次化结构 (4+3*)	(1) 存储器系统的概念 (2) SRAM 存储器 (3) DRAM 存储器 (4) 只读存储器 (5) 外存储器 (6) 存储器原理实验	(1) 掌握存储器系统概念：存储器的分类、存储器的性能指标和存储器系统的层次化结构； (2) 掌握 SRAM 存储器、DRAM 存储器的工作原理与特点； (3) 了解 FPM DRAM、CDRAM、SDRAM 等高级 RAM 技术； (4) 了解掩膜 ROM、PROM、EPROM、EEPROM、FLASH 等只读存储器的原理与特点； (5) 了解磁盘存储器、光盘存储器、闪存盘的基本工作原理与特点； (6) 了解 RAID 磁盘阵列技术； (7) 实验验证内存与寄存器间的读写操作
CC-5 主存储器与 CPU 的连接 (4+0*)	(1) 芯片的地址线、数据线和控制线 (2) 位扩展、字扩展与字位扩展 (3) 多体交叉存储扩展	(1) 掌握存储器与 CPU 芯片的地址连接线、数据连接线、读写命令线连接和片选线的连接； (2) 掌握位扩展、字扩展和字位扩展的方法； (3) 掌握多体交叉存储扩展的原理、方法及特点
CC-6 高速缓冲存储器 (4+0*)	(1) 程序访问的局部性原理 (2) Cache 的基本工作原理 (3) Cache 和主存之间的映射方式 (4) Cache 中主存块的替换算法 (5) Cache 写策略	(1) 掌握高速缓冲存储器(Cache)的工作原理； (2) 掌握命中率、平均访问时间、访问效率等基本概念； (3) 掌握 Cache 和主存之间三种映射方式：全相联映射方式、直接相联映射方式和组相联映射方式； (4) 掌握 Cache 的 LFU(最少使用频率)和 LRU(最近最少使用)替换策略； (5) 了解 Cache 写策略：写贯穿法与写回法

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
CC-7 指令系统 (4+0*)	(1) 指令的基本格式 (2) 定长操作码和扩展操作码指令格式 (3) 指令寻址 (4) 数据寻址 (5) CISC 与 RISC	(1) 了解指令的基本格式; (2) 掌握指令系统的指令格式、定长操作码和扩展操作码指令格式; (3) 掌握指令的顺序寻址方式与跳跃寻址方式; (4) 掌握立即寻址、直接寻址、间接寻址、寄存器寻址、寄存器间接寻址等数据寻址方式; (5) 掌握 CISC、RISC 的概念与特点
CC-8 CPU 的功能和基本结构 (4+2*)	(1) CPU 的功能与组成 (2) 时钟周期、机器周期、指令周期 (3) 数据通路 (4) 数据通路综合实验	(1) 掌握 CPU 的基本组成; (2) 掌握 CPU 各部件的功能; (3) 掌握时钟周期、机器周期、指令周期的基本概念; (4) 掌握 TEC-5 的数据通路与各部件的使用方法。 (5) 在 TEC-5 平台下掌握寄存器、RAM、运算器之间的数据传输步骤,进一步熟悉计算机的数据通路
CC-9 控制器的功能和工作原理 (4+8*)	(1) 控制器的组成及指令的执行 (2) 硬布线控制器 (3) 微程序控制器 (4) 微程序控制器组成实验 (5) 微程序综合设计实验	(1) 掌握控制器的基本结构和工作原理,特别是根据给定的数据通路、能够熟练地写出取指周期、执行周期和中断周期的微操作流程; (2) 了解硬布线控制器的结构与原理; (3) 掌握 TEC-5 微程序控制器的工作原理与使用方法; (4) 掌握程序在 TEC-5 上的运行过程; (5) 掌握利用微程序控制器对寄存器、RAM 的装数、读数方法; (6) 掌握 TEC-5 微程序控制器的汇编编程、编译、程序下载及运行方法

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
CC-10 指令流水线 (2+0*)	(1) 指令流水线的基本概念 (2) 冯诺依曼结构与哈佛结构 (3) 并行处理技术 (4) 流水 CPU 与超标量流水 CPU (5) 流水线中的三种冲突	(1) 理解指令流水线的概念：流水线时空图、吞吐率、加速比； (2) 掌握冯诺依曼结构与哈佛结构的区别； (3) 理解时间并行、空间并行、时间+空间并行； (4) 掌握流水 CPU 与超标量流水 CPU 的流水线时空图、加速比； (5) 理解流水线的资源相关冲突、数据相关冲突、控制相关输出
CC-11 总线 (2+0*)	(1) 总线的基本概念 (2) 总线的分类 (3) 总线的结构与性能指标 (4) 实用总线技术	(1) 掌握总线的基本概念； (2) 掌握总线的分类和结构原理； (3) 掌握总线性能指标及计算方法
CC-12 输入输出系统 (2+0*)	(1) 输入输出系统概述 (2) I/O 接口的功能和基本结构 (3) 主机与外设交换信息的方式 (4) 中断系统	(1) 了解 I/O 系统的基本结构； (2) 了解 I/O 接口的功能和组成； (3) 了解四种 I/O 方式及特点； (4) 了解中断的基本概念、优先级与响应过程
CC-13 并行处理技术 (2+0*)	(1) 并行处理技术的基本概念 (2) SIMD 阵列处理机 (3) 多处理机系统 (4) 多核处理器架构	(1) 了解并行计算机系统结构分类； (2) 了解并行性的基本概念； (3) 理解 SIMD 阵列处理机的基本机构与主要特点； (4) 了解多处理机系统的特点与分类； (5) 理解多处理机间的互联方式； (6) 了解 Intel Core 微架构
5. 操作系统(课程缩略码：OS) 建议学时 64 (其中，理论 48 学时，实验 16 学时)；分为 7 个知识/技能单元；单元括号说明中的“X+Y*”，“X”代表理论教学学时，“Y*”表示实验教学学时		

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
OS-1 操作系统基本概念 (4+4*)	(1) 操作系统的目标和作用 (2) 操作系统的发展过程 (3) 操作系统的基本特性 (4) 操作系统的主要功能	(1) 理解操作系统的目标和作用； (2) 理解操作系统形成的过程及操作系统分类； (3) 掌握操作系统的基本特征； (4) 掌握操作系统的主要管理功能； (5) 掌握操作系统接口的调用方法
OS-2 进程管理 (12+6*)	(1) 进程的概念 (2) 进程的状态 (3) 进程的控制 (4) 进程的同步 (5) 进程的通信 (6) 线程的概念	(1) 理解进程的概念、进程的组成、引入进程的原因； (2) 理解进程状态及其之间的转换； (3) 掌握进程控制和进程通信常用的原语； (4) 掌握进程同步的概念，实现进程同步操作的方法； (5) 理解线程的概念、线程的组成、引入进程的原因； (6) 掌握进程创建的方法； (7) 掌握进程间管道通信的方法
OS-3 处理机的调度 (4+2*)	(1) 处理机调度的层次 (2) 处理机调度模型 (3) 处理机调度的准则和方法 (4) 处理机调度算法	(1) 理解处理机调度的概念和层次； (2) 理解处理机调度的方法； (3) 掌握处理机调度模型； (4) 掌握处理机常用的调度算法； (5) 掌握进程调度方法的实现
OS-4 死锁 (4+0*)	(1) 死锁的概念 (2) 死锁产生的原因 (3) 死锁的处理办法 (4) 安全状态 (5) 银行家算法	(1) 理解死锁的概念及其常用的处理方法； (2) 理解产生死锁的原因； (3) 理解安全状态的概念； (4) 掌握安全性算法和银行家算法的思想及应用
OS-5 存储管理 (10+2*)	(1) 连续内存分配方式 (2) 基本分页管理 (3) 基本分段管理 (4) 虚拟存储 (5) 页面置换算法	(1) 了解常用的内存连续分配方式的种类及各自的优缺点； (2) 理解分页、分段的概念； (3) 理解页表和段表的作用； (4) 掌握分页和分段管理地址的组成及其地址变换的过程； (5) 理解虚拟存储的概念； (6) 掌握请求调页和缺页中断； (7) 掌握常用的页面置换算法思想； (8) 掌握常用页面置换算法的实现

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
OS-6 设备管理 (6+0*)	(1) I/O 系统的组成 (2) I/O 的控制方式 (3) 缓冲的管理 (4) 设备的分配 (5) 磁盘的管理 (6) 磁盘的调度	(1) 了解 I/O 系统的组成; (2) 掌握并掌握 I/O 系统常用的四种控制方式及每种方式的优点; (3) 了解缓冲的概念、引入的原因; (4) 掌握缓冲管理的方式; (5) 了解 I/O 系统设备分配的过程; (6) 理解磁盘管理的方式; (7) 掌握常用的磁盘调度的算法
OS-7 文件管理 (8+2*)	(1) 文件系统的概念 (2) 文件的逻辑结构 (3) 文件的外存分配方式 (4) 目录的管理 (5) 文件存储空间的管理 (6) 文件的共享和保护	(1) 了解文件、记录和数据项之间的关系,理解文件系统的概念和作用,理解文件的几种逻辑结构; (2) 理解文件常用的三种外存分配方式及其特点; (3) 理解目录、目录文件的作用; (4) 了解目录管理的方式; (5) 掌握文件存储空间的几种管理方法,了解文件共享和保护的方法; (6) 掌握文件系统接口的调用方法
6. 数据库系统原理(课程缩略码: DB) 建议学时 64 (其中,理论 48 学时,实验 16 学时); 分为 11 个知识/技能单元; 单元括号说明中的“X+Y*”,“X”代表理论教学学时,“Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
DB-1 数据库基本概念 (6+0*)	(1) 数据库系统概述 (2) 数据模型 (3) 数据库系统结构 (4) 数据库系统的组成	(1) 掌握数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统的概念; (2) 了解数据管理技术的发展历史以及数据库系统的特点; (3) 掌握概念模型、数据模型的相关概念,了解常用的数据模型; (4) 掌握 E-R 图的概念和图形符号; (5) 理解数据库系统三级模式和二级映射的体系结构; (6) 理解数据库系统的组成、功能,并了解其主要工作过程
DB-2 关系数据库 (8+0*)	(1) 关系模型概述 (2) 关系数据结构及形式化定义 (3) 关系的完整性 (4) 关系代数	(1) 掌握关系、关系模式、关系数据库的概念; (2) 理解关系实体完整性、参照完整性和用户定义的完整性的概念;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
		(3) 掌握关系代数各运算的定义; (4) 给定一个关系代数表达式能够熟练地计算出正确结果, 并能够明确其查询意义; (5) 给定查询要求能够熟练地构造出正确的关系代数表达式
DB-3 关系数据库标准语言 SQL (8+14*)	(1) SQL 概述 (2) 数据定义 (3) 数据查询 (4) 数据更新 (5) 视图	(1) 理解 SQL 的基本概念、特点和主要命令; (2) 掌握 SQL 数据定义的命令及使用; (3) 掌握 SQL 的单表查询、连接查询、嵌套查询、集合查询的语句和使用, 掌握聚集函数特点和使用; (4) 掌握数据更新的命令及使用; (5) 理解视图的概念, 掌握视图的创建与使用, 理解视图的特点; (6) 掌握 SQL Server 的数据备份和恢复机制和方法; (7) 掌握 SQL Server Management Studio 中以 SQL 命令方式和以向导方式操作表和数据的命令和操作, 包括: 定义表、删除表和修改表以及建立索引和删除索引以及数据更新; (8) 掌握 SQL 查询命令及其在 SQL Server Management Studio 中的操作; (9) 掌握 SQL 视图的定义、查询、更新; (10) 掌握 SQL Server 中有关用户、权限的管理方法以及 SQL 的控制功能, 加深对数据库安全性的理解
DB-4 数据库安全性 (2+0*)	(1) 计算机安全性控制 (2) 数据库系统的存取控制 (3) SQL 实现自主存取控制	(1) 了解计算机安全问题的分类和安全标准; 了解数据库安全性控制的机制; (2) 理解数据库系统自主存取控制技术和强制存取控制技术的基本原理; (3) 掌握 SQL 中进行自主存取控制的方法和命令, 包括授权与权限回收方法及视图机制

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
DB-5 数据库完整性 (2+0*)	(1) 数据库完整性控 (2) 触发器	(1) 了解数据库完整性的基本概念; (2) 掌握数据库的完整性控制语句以及检查和违约处理机制; (3) 理解触发器的概念及其使用
DB-6 关系数据理论 (6+0*)	(1) 规范化 (2) 数据依赖的公理系统 (3) 模式分解	(1) 掌握函数依赖、码、范式、2NF、3NF、BCNF 概念与判别; (2) 了解多值依赖和 4NF 概念与判别; (3) 了解数据依赖的公理系统; 了解保持函数依赖并具有无损连接性的 3NF 模式分解算法的基本思想
DB-7 数据库设计 (8+0*)	(1) 数据库设计概述 (2) 需求分析 (3) 概念结构设计 (4) 逻辑结构设计 (5) 数据库的物理设计 (6) 数据库的实施和维护	(1) 掌握数据库设计的特点、方法、步骤, 了解需求分析的方法, 了解数据字典和数据流图; (2) 掌握 E-R 模型的设计方法、过程及集成策略、E-R 模型向关系模型转换的规则, 理解关系模式优化的基本思想; (3) 掌握用 DDL 定义数据库结构, 组织数据入库, 编制与调试应用程序及数据库试运行的步骤
DB-8 数据库编程 (2+2*)	(1) 嵌入式 SQL (2) 存储过程 (3) ODBC、JDBC 编程	(1) 了解嵌入式 SQL; (2) 掌握存储过程的概念、特点、定义和使用; (3) 了解 ODBC、JDBC 编程基础知识; (4) 理解和掌握数据库设计的方法和主要步骤; (5) 理解和掌握存储过程和触发器的概念和原理, 掌握 SQL SERVER 中流程控制语句、存储过程和触发器的语法和编程、调试操作
DB-9 关系查询处理和查询优化 (2+0*)	(1) 关系数据库系统的查询处理 (2) 关系数据库系统的查询优化 (3) 代数优化 (4) 物理优化	(1) 掌握关系数据库系统的查询处理过程; (2) 理解关系数据库系统查询优化的基础知识; (3) 了解代数优化的概念和基本规则; (4) 了解物理优化的概念和基本规则
DB-10 数据库恢复技术 (2+0*)	(1) 事务处理 (2) 故障种类 (3) 数据库恢复技术	(1) 理解事务的概念和特性; (2) 了解数据库运行过程可能发生的故障及其分类;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
	(4) 恢复策略	(3) 理解数据库恢复的实现技术,包括: 数据转储、登记日志文件; (4) 了解事务故障、系统故障、介质故障的恢复策略; (5) 了解检查点恢复和数据库镜像的基本思想
DB-11 数据库并发控制 (2+0*)	(1) 并发控制概述 (2) 封锁 (3) 并发调度的可串行性及两段锁协议	(1) 了解并发操作基本方式和并发控制的意义,掌握并发操作带来的三种数据不一致性错误的概念; (2) 掌握封锁技术的原理,理解如何通过封锁技术解决三类数据不一致性问题; (3) 了解活锁、死锁问题以及 DBMS 对并发事务的调度策略:可串行性,并了解两段锁协议方法如何实现并发调度的可串行性
7. 通信技术基础(课程缩略码: CT) 建议 48 学时(其中,理论 32 学时,实验 16 学时);分为 8 个知识/技能单元;单元括号说明中的“X+Y*”,“X”代表理论教学学时,“Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
CT-1 通信系统基本概念 (4+2*)	(1) 通信系统的分类 (2) 通信系统的组成 (3) 信道的定义与分类 (4) 噪声的基本概念 (5) 信道容量的概念 (6) 通信系统的主要性能指标 (7) 模拟信号和数字信号	(1) 了解通信的定义、发展及通信系统的分类; (2) 掌握通信系统的构成; (3) 掌握信道的定义与分类; (4) 理解噪声、信道容量等基本概念和香浓公式; (5) 了解模拟和数字通信系统的技术指标; (6) 了解典型的模拟信号和数字信号
CT-2 模拟信号的数字传输 (4+2*)	(1) 抽样定理 (2) PAM 的基本概念 (3) 量化的基本概念及方法 (4) 编码的基本概念及方法 (5) PCM 编解码的原理与方法 (6) 增量调制的基本原理 (7) PCM 与增量调制的性能比较	(1) 掌握抽样定理; (2) 了解 PAM 的调制原理; (3) 理解均匀量化与非均匀量化的工作原理; (4) 理解编码的作用和工作原理; (5) 掌握 A 律 13 折线的编码和解码方法;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
		(6) 掌握增量调制的基本原理；了解 PCM 与增量调制的性能比较
CT-3 数字基带传输系统 (4+4*)	(1) 数字基带传输系统的基本结构 (2) 数字基带信号的特性 (3) 数字基带传输常用码型 (4) 码间串扰产生的原因及消除方法	(1) 了解数字基带传输系统的基本结构； (2) 掌握常用数字基带信号的波形； (3) 了解数字基带信号的频谱特性； (4) 理解数字基带传输系统中传输码的特性； (5) 掌握位同步信号、帧同步信号在数字通信中的作用； (6) 掌握数字基带传输常用的码型和码型变换的基本方法； (7) 了解码间串扰产生的原因及消除码间串扰的方法
CT-4 数字信号的频带传输 (5+6*)	(1) 数字信号频带传输的基本概念 (2) 2ASK、2FSK、2PSK 以及 2DPSK 的调制与解调方法 (3) MASK、MFSK 和 MPSK 的基本原理 (4) 二进制数字调制系统的性能比较 (5) QAM、MSK 和 GMSK 等数字调制技术	(1) 掌握 2ASK、2FSK、2PSK 和 2DPSK 的原理以及调制和解调的方法； (2) 了解多进制数字调制的基本概念；了解 MASK、MFSK 和 MPSK 的原理； (3) 理解二进制数字调制系统的性能比较；了解多进制数字调制系统的性能比较； (4) 了解 QAM、MSK 和 GMSK 等现代数字调制技术
CT-5 差错控制编码 (5+2*)	(1) 差错控制的方式 (2) 差错控制编码的分类与工作原理 (3) 奇偶校验码、恒比码与正反码的工作原理 (4) 汉明码和循环码的工作原理 (5) 卷积码的基本概念	(1) 理解差错控制的方式； (2) 理解差错控制编码的分类； (3) 掌握奇偶校验码、恒比码与正反码的原理； (4) 掌握汉明码和循环码的工作原理； (5) 了解卷积码的基本概念
CT-6 同步系统 (3+0*)	(1) 同步的基本概念 (2) 载波同步的基本方法 (3) 位同步的基本方法 (4) 群同步的基本方法	(1) 了解载波同步和位同步的基本方法，了解载波同步和位同步的评价指标； (2) 掌握群同步的基本方法； (3) 理解群同步的评价指标； (4) 理解群同步保护机制
CT-7 信道复用与数字复接	(1) 频分复用的原理 (2) 时分复用的原理 (3) 30/32 路 PCM 基群帧结构	(1) 掌握频分复用的原理； (2) 了解模拟电话的多路复用系统； (3) 掌握时分复用的原理；

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
(3+0*)	(4) 数字复接技术原理 (5) 正负码速调整的方法 (6) SDH 的特点、帧结构和复接原理	(4) 了解 30/32 路 PCM 基群帧结构; (5) 理解数字复接技术原理; (6) 理解正负码速调整的方法; (7) 了解 SDH 的特点、帧结构和复接原理
CT-8 现代通信系统概述 (4+0*)	(1) 计算机网络 (2) 无线通信系统 (3) 光通信网络	(1) 理解计算机网络组成与特点; (2) 理解典型无线通信系统的网络特性、组成与工作方式; (3) 理解光通信的特点和光通信网络的组成
8. 计算机网络基础(课程缩略码: CN) 建议 64 学时(其中, 理论 48 学时, 实验 16 学时); 分为 9 个知识/技能单元; 单元括号说明中的“X+Y*”, “X”代表理论教学学时, “Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
CN-1 计算机网络基本概念 (2+0*)	(1) 计算机网络的定义 (2) 计算机网络的分类 (3) 计算机网络的形成与发展 (4) 计算机网络组成与结构 (5) 计算机网络的拓扑结构	(1) 掌握计算机网络的定义与分类; (2) 了解计算机网络的形成与发展; (3) 理解计算机网络的组成和逻辑划分; (4) 掌握计算机网络的拓扑结构
CN-2 网络体系结构与网络协议 (4+0*)	(1) 网络体系结构的基本概念 (2) ISO/OSI 参考模型 (3) TCP/IP 参考模型 (4) ISO/OSI 模型与 TCP/IP 模型比较 (5) 网络标准组织与管理机构	(1) 理解网络分层的作用和计算机网络体系结构的概念; (2) 掌握 OSI/RM 的层次结构、各层功能和各层的 PDU; (3) 掌握 TCP/IP 参考模型的层次划分、各层的基本服务功能与主要协议; (4) 理解 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的异同
CN-3 物理层 (4+2*)	(1) 物理层的功能 (2) 数据通信基础 (3) 传输介质 (4) 物理层协议与标准 (5) 物理层设备与组件 (6) 网络线缆的制作与使用	(1) 理解物理层的功能; (2) 理解数据通信系统模型及相关关键技术(基本概念、基带传输、数据编码, 频带传输、调制解调、多路复用); (3) 掌握传输介质类型及主要特性; (4) 掌握常见物理层设备与组件的作用; (5) 理解物理层标准和物理层的主要性能指标;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
		(6) 掌握 UTP 线缆的制作与作用
CN-4 数据链路层 (6+0*)	(1) 数据链路层基本概念 (2) 帧与成帧 (3) 差错控制 (4) 流量控制 (5) 数据链路层向网络层提供的服务 (6) 数据链路层协议举例 (7) 数据链路层的设备与组件	(1) 理解数据链路层的功能与作用; (2) 理解帧的作用与常见的成帧方式; (3) 理解差错控制的作用和差错检测的方法; (4) 理解流量控制的作用与实现机制; (5) 理解 HDLC 协议的工作过程及相关机制; (6) 理解数据链路层所提供的服务; (7) 掌握数据链路层设备与组件的作用与特性
CN-5 局域网技术 (6+0*)	(1) 局域网基本概念 (2) IEEE 802 标准 (3) 介质访问控制 (4) 局域网组网设备 (5) 以太网技术 (6) 无线局域网 (7) 虚拟局域网	(1) 掌握局域网的特点、功能与常见拓扑结构; (2) 理解局域网体系结构及 IEEE 802 标准; (3) 掌握介质访问控制概念及其原理 (4) 理解以太网技术的发展与演变; (5) 掌握以太网系列技术; (6) 理解局域网组网设备的功能与选择; (7) 理解 VLAN 的概念与实现方式; (8) 理解无线局域网技术
CN-6 广域网技术 (4+0*)	(1) 广域网基本概念 (2) 典型广域网协议 PPP (3) 典型广域网技术	(1) 理解广域网的基本概念; (2) 了解 PPP 的作用与特点; (3) 了解典型的广域网技术
CN-7 网络层 (10+4*)	(1) 网络层主要功能 (2) IP 协议 (3) IP 地址及其规划 (4) 地址解析协议-ARP (5) 路由与路由选择 (6) 路由器在网络互连中的作用 (7) ICMP (8) IPv6 (9) IP 组网的基本方法与任务 (10) DHCP 及其部署	(1) 掌握网络层的主要功能;理解数据报和虚电路的区别; (2) 掌握 IP 协议的作用及 IP 报文的格式, IP 地址空间的构成, IP 地址规划的方法与步骤; (3) 掌握子网的概念与子网划分技术, 子网掩码的概念; (4) 掌握 IP 地址的规划相关技术 (VLSM、CIDR、NAT), 掌握 ARP 协议的作用并理解其工作方式;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
		(5) 掌握 IP 分组的交付与路由选择的 概念；理解路由实现的机理 (主动路由与被动路由、路由表 与路由选择、静态路由与动态路 由、路由器)； (6) 掌握网络层中源到目标分组传 输的实现机理； (7) 理解 Internet 控制报文协议 ICMP； (8) 掌握简单 IP 网络的组建及其连 通性测试； (9) 掌握 DHCP 的工作原理及其基 本配置
CN-8 运输 层 (6+0*)	(1) 分布式进程通信的基本概念 (2) 运输层功能概述 (3) TCP/IP 的运输层 (4) 运输控制协议(TCP) (5) 用户数据报协议(UDP)	(1) 理解网络通信的本质,理解网络 进程通信需要解决的问题； (2) 理解运输层的功能与 QoS 的概 念； (3) 掌握 TCP/IP 传输层的协议组成 与 TCP/IP 端口的基本概念； (4) 掌握 TCP 的特点及其可靠传输 的实现机制； (5) 掌握 UDP 的特点与工作原理
CN-9 应用 层 (6+10*)	(1) 应用层基本概念 (2) DNS 服务 (3) E-mail 服务 (4) FTP 服务 (5) Web 服务 (6) Telnet 服务 (7) 应用层协议分析 (8) TCP/IP 应用支撑与应用服务的 配置与管理	(1) 理解应用层的功能与作用； (2) 理解 TCP/IP 应用层协议及其与 下层协议栈间的关系； (3) 掌握 DNS 的工作原理； (4) 掌握 WWW、Telnet、E-mail 和 FTP 的工作原理； (5) 理解基于数据包的协议分析方 法,能从协议与分层模型角度深 入理解典型 TCP/IP 应用 (WWW、DNS、E-mail、DHCP、 FTP、TFTP 等)的实现机理。 (6) 掌握 DNS、WWW、E-mail 和 FTP 服务的基本配置与管理 (7) 掌握基于 DNS 和 WWW、 E-mail、FTP 和 TFTP 等多样服 务的 TCP/IP 综合应用系统的配 置与管理

4.1.2 专业核心课程

专业核心课程指那些以支撑专业知识、专业基本能力、工程实践能力等相关标准达成为主要目标，体现网络工程专业有别于其他计算机类专业的关键课程。这些课程应作为本专业的必修课程或学位课程。表 4.3 给出了一个专业核心课程的设置示例，以及这些课程与第 2 章的“2.3 网络工程专业培养标准(版本 A)”或“2.4 网络工程专业培养标准(版本 B)”中的相应培养标准之间的映射关系。这种映射关系可理解为课程的基本教学目标，或作为课程教学目标的基础要求。表 4.4 针对表 4.3 所列课程，给出了更加具体的建议性说明，包括课程所对应的知识领域、知识单元与知识点，以及相应的教学要求。与表 4.2 类似，表 4.4 所指的“教学要求”不完全覆盖课程教学目标，因为它只是在课程教学目标的范畴内，关注了知识与技能点的教学要求，而课程教学目标应该在表 4.3 所给出的映射关系基础上，给出更加全面的描述，以体现对于培养标准与毕业要求达成的有效支持。

作为课程设置的示例或建议，表 4.3 与 4.4 仅供各院校参考与借鉴，并非强制性要求。院校可根据自身的条件与特点，将这些课程所涉及的知识领域与技能点重新组合成类似的课程；或者根据相关培养标准与毕业要求达成的需要，借鉴本示例，自行进行课程设置与教学内容体系规划。

表 4.3 专业核心课程的设置示例

课程名称	所关联的培养标准 (版本 A)	所关联的培养标准 (版本 B)
路由与交换	K4, A4, A10, Q4	1.4, 2.4, 3.1, 5.1, 10.3
网络协议分析与设计	K4, A4, A10, Q4	1.4, 2.4, 3.1, 5.1
无线与移动网技术	K4, A4, A10, Q4	1.5, 3.1, 5.1
计算机网络安全	K4, A4, A10, Q4	1.5, 3.1, 4.5, 5.1
计算机网络规划与设计	K4, A4, A5, A10, Q4	1.5, 3.2, 4.1, 4.5
网络性能测试与分析	K4, A4, A5, A10, Q4	1.5, 3.1, 5.1
计算机网络编程	K4, A4, A10, Q4	1.5, 3.1, 10.3
*IT 项目管理	K5, A7, A8, A9, Q4	8.4, 10.1, 10.2, 11

表 4.4 专业核心课程开设的具体建议

1. 路由与交换(课程缩略码: RS)		
建议 80 学时 (其中, 理论 48 学时, 实验 32 学时); 分为 13 个知识/技能单元; 单元括号说明中的“X+Y*”, “X”代表理论教学学时, “Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
RS-1 路由原理 (3+4*)	(1) 三层路由转发的基本原理 (2) 路由器的作用 (3) 路由器的组成 (4) 路由表结构 (5) 路由器的访问 (6) 路由器的基本配置与管理	(1) 理解路由的基本概念; (2) 理解路由器在网络互连中的作用及其路径选择及数据转发的机理; (3) 理解路由器的组成与启动过程; (4) 理解路由器的用户界面; (5) 理解路由表的结构; (6) 掌握路由器初始化配置的连接方式; (7) 理解路由器不同的工作模式及其作用, 并掌握各种模式间的转换; (8) 掌握路由器接口的配置; (9) 掌握路由器密码恢复的方法; (10) 掌握路由器操作系统与配置文件的维护
RS-2 静态路由 (3+2*)	(1) 静态路由概述 (2) 静态路由及其应用 (3) 默认路由及其应用 (4) 汇总路由及其应用	(1) 理解静态路由与默认路由的概念; (2) 理解静态路由的优缺点; (3) 掌握静态路由、默认路由和汇总路由的应用; (4) 理解生成路由表的方法; (5) 掌握静态路由、默认路由和汇总路由的特点与配置; (6) 掌握路由测试的方法与命令
RS-3 动态路由 (2+0*)	(1) 动态路由概述 (2) 路由协议 (3) 路由度量值与路由算法评价 (4) 内部网关协议和外部网关协议 (5) 距离矢量路由协议与链路状态路由协议	(1) 理解动态路由的概念; (2) 掌握路由度量值的概念; (3) 理解路由协议的度量与评价; (4) 理解路由协议的分类; (5) 理解不同类路由协议之间的异同点
RS-4 RIP (4+2*)	(1) 距离矢量路由协议概述 (2) 距离矢量路由算法 (3) RIPv1 的工作机制 (4) RIPv1 的路由环路避免机制 (5) RIPv2 的工作机制 (6) RIPv2 与 RIPv1 的比较	(1) 理解距离矢量路由协议的特点; (2) 掌握距离矢量路由算法的原理; (3) 掌握 RIPv1 与 RIPv2 的工作机制; (4) 理解 RIPv1 与 RIPv2 的报文格式与工作方式; (5) 理解路由环路避免机制; (6) 理解路由协议配置的一般任务; (7) 掌握 RIPv1 与 RIPv2 的配置方法;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
		(8) 理解 RIPv1 与 RIPv2 的工作原理与特点
RS-5 OSPF (6+4*)	(1) OSPF 协议概述 (2) 链路状态路由算法 (3) OSPF 组成结构 (OSPF 术语、网络类型、区域类型、路由器类型、链路类型) (4) OSPF 分组 (5) LSA 与 LSDB (6) 单域 OSPF 工作机制 (7) DR 与 BDR 的选择 (8) 多域 OSPF 工作机制 (9) 特殊区域类型 (10) OSPF 的应用与配置	(1) 理解链路状态路由协议的特点; (2) 掌握链路状态路由算法; (3) 理解 OSPF 的组成; (4) 掌握 OSPF 的分组类型与作用; (5) 掌握单域 OSPF 的工作机制及其应用; (6) 理解 LSA 的类型与 LSDB 的作用; (7) 掌握 DR 与 BDR 的选择原理; (8) 掌握多域 OSPF 的工作机制及其应用; (9) 掌握多域 OSPF 中特殊区域类型的工作原理; (10) 掌握单域 OSPF 协议的规划、配置、测试与故障排除; (11) 掌握多域 OSPF 协议的规划、配置、测试与故障排除
RS-6 BGP (6+2*)	(1) BGP 协议概述 (2) BGP 路径 (3) 路径属性及其分类 (4) BGP 消息及其分类 (5) BGP 工作机制 (6) BGP 路径选择原理 (7) BGP 路由操纵 (8) BGP 的应用与配置	(1) 理解 BGP 协议的作用与特点; (2) 掌握路径的概念; (3) 掌握路径属性的类型; (4) 理解消息的作用与分类; (5) 掌握 BGP 协议的工作机制; (6) 掌握最优路由选择的判断过程; (7) 掌握利用路径属性进行路由选择操作的原理; (8) 掌握 BGP 协议的应用与配置; (9) 理解 BGP 的路径选择过程, 掌握应用路由映射实现策略路由的方法; (10) 掌握 BGP 协议的规划、配置、测试与故障排除
RS-7 路由控制与优化 (6+2*)	(1) 路由控制与优化概述 (2) 路由更新控制原理及其实现 (3) 路由过滤控制原理及其实现 (4) 路由重分发原理及其实现 (5) 策略路由原理及其实现	(1) 理解路由控制与优化的作用与常见方法; 掌握路由协议中控制路由更新的方法; (2) 掌握路由器中对路由更新进行路由过滤的方法; 理解路由重分发的原理; (3) 掌握使用路由重分发进行路由优化的方法; (4) 理解策略路由原理; (5) 掌握使用策略路由进行路由优化的方法;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
		(6) 掌握路由重分布的规划、配置、测试与故障排除； (7) 掌握不同协议中被动接口功能之间的异同； (8) 掌握路由策略的规划、配置、测试与故障排除
RS-8 交换原理 (2+2*)	(1) 交换机简介 (2) 以太网交换机工作原理 (3) 交换机的组成与体系结构 (4) 交换机的访问方法 (5) 交换机的基本配置与管理	(1) 掌握交换机的工作原理； (2) 理解交换机的体系结构与组成； (3) 掌握交换机的访问方法； (4) 掌握交换机的基本配置与管理； (5) 掌握交换机用户命令界面的使用； (6) 掌握交换机配置的基本命令
RS-9 VLAN (5+4*)	(1) VLAN 概述 (2) VLAN 的分类 (3) VLAN 中继 (4) IEEE 802.1q 协议原理 (5) 使用单臂路由实现 VLAN 间的通信 (6) 使用三层交换实现 VLAN 间的通信	(1) 理解 VLAN 的概念及作用； (2) 理解本地 VLAN 与全局 VLAN； (3) 理解 VLAN 中继的作用； (4) 掌握 IEEE 802.1q 协议的原理； (5) 掌握 VLAN 的基本配置与管理； (6) 掌握 VLAN Trunk 的配置； (7) 掌握子接口与单臂路由的原理； (8) 掌握交换虚拟接口与三层交换的原理； (9) 掌握使用单臂路由实现 VLAN 之间通信的配置方法； (10) 掌握使用交换虚拟接口实现 VLAN 之间通信的配置方法
RS-10 链路冗余 (6+2*)	(1) 链路冗余概述 (2) STP 概述及工作原理 (3) RSTP 概述及工作原理 (4) MSTP 概述及工作原理 (5) 以太网链路聚合协议工作原理 (6) 链路聚合中的负载均衡	(1) 理解链路冗余带来的交换层问题 (2) 掌握 STP 的工作原理； (3) 掌握 RSTP 的工作原理； (4) 掌握 MSTP 的工作原理； (5) 掌握 LACP 协议工作原理与应用； (6) 理解链路聚合中负载均衡原理； (7) 掌握在交换机上配置各种生成树形态的方法； (8) 掌握交换机间二层与三层链路聚合的配置方法
RS-11 网关冗余和负载均衡 (3+2*)	(1) 网关冗余概述 (2) VRRP 的工作原理 (3) 利用 VRRP 进行网关负载均衡	(1) 理解网关冗余的概念与作用； (2) 掌握 VRRP 工作原理； (3) 掌握 VRRP 的应用； (4) 掌握 VRRP 的配置与设计； (5) 掌握利用网关冗余来实现负载均衡的方法

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	教学要求
RS-12 NAT (2+2*)	(1) NAT 概述 (2) NAT 的工作原理 (3) NAT 的类型 (4) NAT&PAT 的应用	(1) 理解私有地址空间; (2) 掌握 NAT 的工作原理; (3) 理解 NAT 的分类; (4) 掌握 NAT&PAT 的应用与部署
RS-13 园区网络的互连设计 (0+4*)	(1) 园区网络的互连需求分析 (2) 园区网络的互连设计与部署	(1) 掌握中小型园区网络的互连需求分析; (2) 掌握中小型园区网络的互连设计与部署
2. 网络协议分析与设计(课程缩略码: PA) 建议 64 学时 (其中, 理论 48 学时, 实验 16 学时); 分为 9 个知识/技能单元; 单元括号说明中的“X+Y*”, “X”代表理论教学学时, “Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
PA-1 网络协议及其分析概述 (2+0*)	(1) 网络协议的定义及作用 (2) 网络协议的要素 (3) 网络协议的性质 (4) 协议分析的作用、方法与工具	(1) 掌握网络协议的定义及作用; (2) 理解网络协议的三个基本要素(语法、语义和语序)和五个功能要素(服务说明、环境假设、协议词汇、消息编码格式和过程规则); (3) 了解网络协议的基本性质(活动性、安全性、一致性和完备性); (4) 理解协议分析的作用、方法与工具
PA-2 数据链路层协议分析 (4+0*)	(1) 数据链路层协议分析要点 (2) HDLC 协议及其分析 (3) PPP 协议及其分析 (4) PPP 协议中的身份认证流程 (5) PPP 帧的格式 (6) LCP 报文及其工作流程 (7) IPCP 报文 (8) 身份认证协议 PAP 和 CHAP (9) PPPoE 协议及其分析	(1) 理解数据链路层协议及其分析要点; (2) 理解 HDLC 协议的作用与基本特点; (3) 掌握 HDLC 协议的报文格式、封装与操作(交互)过程; (4) 理解 PPP 协议的作用与基本特点; (5) 掌握 PPP 协议的报文格式、封装与操作过程; (6) 掌握 PPP 的认证协议 PAP、CHAP 的思想和流程; (7) 理解 PPPoE 的作用、报文格式、封装与操作(交互)过程
PA-3 网际层协议分析 (8+2*)	(1) TCP/IP 网际层及其主要协议 (2) ARP 协议分析 (3) IP 协议分析	(1) 掌握 TCP/IP 网际层功能及其主要协议; (2) 掌握 ARP 协议的作用、报文格式、封装、操作过程;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
	(4) ICMP 协议分析 (5) 移动 IP 分析	(3) 掌握 IP 协议的作用、数据报的格式及各字段的用途、IP 数据报的分片和重组、IP 选项的作用以及 IP 选路思想和算法,理解设置严格源路由(SSRR)和宽松源由(LSRR)时,数据报的传送过程; (4) 掌握 ICMP 协议的作用、特点和发送 ICMP 报文的时机;掌握 ICMP 报文的格式及封装;熟悉各种 ICMP 差错报告和查询报告报文的作用;知道 ping 和 tracert 的原理;了解 ICMP 的拥塞控制和路径控制思想;理解移动 IP 及相关概念,了解移动 IP 的工作原理
PA-4 运输层协议分析 (8+2*)	(1) 端到端通信与运输层协议分析要点 (2) 传输控制协议 TCP 分析 (3) 用户数据报协议 UDP 分析 (4) 轻量级用户数据报协议 UDP-Lite	(1) 理解端到端进程通信和运输层协议的分析要点; (2) 掌握 TCP 协议报文段格式及封装,掌握 TCP 连接管理机制、差错控制机制、流量和拥塞控制机制、Nagle 算法和 Clark 算法、溢出和重传机制;了解 TCP 协议中常用选项的作用;会分析 TCP 报文段; (3) 掌握 UDP 协议的特点、用途,掌握 UDP 报文格式及封装;会分析 UDP 报文; (4) 理解 UDP-Lite 的作用及报文格式
PA-5 多播通信及 IGMP 协议分析 (2+0*)	(1) 多播的概念 (2) 网际组管理协议 IGMP 分析 (3) 多播路由算法 (4) 多播路由协议	(1) 了解多播概念、以太网上的多播和 IP 多播。理解在以太网上实现 IP 多播; (2) 掌握 IGMP 协议的特点、作用、报文格式、报文封装以及协议的操作过程;会分析 IGMP 报文; (3) 理解多播路由算法:最短路径树算法、最小生成树算法、Steiner 树算法、最大带宽树算法; (4) 知道多播路由协议: DVMRP、MOSPF、CBT、PIM-DM、PIM-SM
PA-6 应用支撑服务协议的分析 (4+2*)	(1) 应用支撑协议分析要点 (2) 动态主机配置协议 DHCP 分析 (3) 域名系统 DNS 分析	(1) 理解应用支撑协议及其分析要点; (2) 掌握 DHCP 分配 IP 地址的三种方法;了解 DHCP 工作状态切换过程、DHCP 报文格式及其封装、DHCP 报文中选

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
		<p>项的作用；掌握分析 DHCP 各阶段发送和接收的报文；</p> <p>(3) 理解域名的分层机制、解域名系统及域名解析过程、DNS 报文格式及封装、DNS 报文中域名的表示以及资源记录的格式；会分析 DNS 报文</p>
PA-7 应用服务协议分析 (6+2*)	<p>(1) 应用服务协议分析要点</p> <p>(2) 文件传输协议 FTP 分析</p> <p>(3) 简单文件传输协议 TFTP 分析</p> <p>(4) 超文本传输协议 HTTP 分析</p> <p>(5) 电子邮件系统分析</p>	<p>(1) 理解应用服务协议及其分析要点；</p> <p>(2) 了解 FTP 协议的基本原理，知道 FTP 数据表示及传输模式，理解 FTP 命令及应答，掌握 FTP 连接的管理机制。熟悉 FTP 报文的分析；</p> <p>(3) 了解 TFTP 报文的格式、封装以及协议的工作过程；</p> <p>(4) 理解 HTTP 的特性，掌握 HTTP 请求报文和响应报文的格式，了解 HTTP 协议的操作过程，理解 HTTP 报文中的请求头和响应头格式及作用，会分析 HTTP 请求和响应报文；</p> <p>(5) 掌握电子邮件客户端与服务器端使用 SMTP、POP 互操作过程，掌握使用 MIME 对非 ASCII 信息编码的方法</p>
PA-8 网络协议设计技术 (6+0*)	<p>(1) 协议设计的基本内容</p> <p>(2) 协议设计的基本方法</p> <p>(3) 差错控制机制的设计</p> <p>(4) 流量控制机制的设计</p>	<p>(1) 掌握协议设计涉及的：协议通信环境分析（用户要求、通道性质、工作模式）、协议功能设计、协议组织形式的确定、协议元素的构造、协议文本编写等各环节的工作内容；</p> <p>(2) 掌握自上而下的协议设计方法，了解自下而上的协议设计方法；</p> <p>(3) 知道网络通信过程中出现的差错类型，掌握常见的差错检测和控制技术；</p> <p>(4) 掌握常见的流量控制技术：X-on/X-off 协议和滑动窗口协议</p>
PA-9 网络协议形式化描述技术 (8+8*)	<p>(1) 网络协议形式化描述的基本概念</p> <p>(2) 有限状态机 (FSM) 与网络协议形式化描述</p> <p>(3) Petri 网与网络协议形式化描述</p> <p>(4) SDL 语言与网络协议形式化描述</p>	<p>(1) 理解网络协议形式化描述的基本概念；</p> <p>(2) 掌握 FSM 的基本概念及其在网络协议描述中的应用；</p> <p>(3) 掌握 Petri 网的概念及其在网络协议描述中的应用；</p> <p>(4) 理解 SDL 语言及其在网络协议描述中的应用</p>

续表

3. 无线与移动网技术（课程缩略码：WM）		
建议 48 学时（其中，理论 32 学时，实验 16 学时）；分为 9 个知识/技能单元；单元括号说明中的“X+Y*”，“X”代表理论教学学时，“Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
WM-1 无线传输的基础 (2+0*)	(1) 无线通信的产生和发展 (2) 无线通信的分类 (3) 无线网络的体系结构 (4) 无线网络的组网模式 (5) 无线通信所面临的问题	(1) 了解无线通信的产生和发展； (2) 理解无线网络的体系结构； (3) 理解无线网络的组网模式； (4) 理解无线通信所面临的问题
WM-2 无线通信物理层技术 (5+0*)	(1) 无线传输媒体 (2) 无线传播模型 (3) 移动环境下的无线传播 (4) 无线通信中的基带传输 (5) 无线通信中的频带传输 (6) 扩频技术	(1) 了解无线传输媒体； (2) 了解无线传播模型； (3) 理解移动环境下的无线传播； (4) 理解 PPM、PDM 和 UWB 的工作原理； (5) 理解无线通信中的频带传输技术； (6) 理解扩频技术的原理
WM-3 无线网络的数据链路层 (4+0*)	(1) 无线网络中的介质访问控制 (2) FDMA、TDMA 和 CDMA 的工作原理 (3) Aloha、CSMA、CSMA/CA 的工作原理与性能分析 (4) 线性分组码的工作原理 (5) 无线网络中的差错控制	(1) 理解无线网络介质访问控制的作用与类型； (2) 掌握典型的非竞争性无线网络介质访问控制方法； (3) 掌握典型的竞争性无线网络介质访问控制方法； (4) 掌握线性分组码的工作原理； (5) 理解无线网络中常见的差错控制方式
WM-4 无线局域网 (5+8*)	(1) 无线局域网的基本概念 (2) IEEE 802.11 协议簇 (3) IEEE 802.11 物理层规范 (4) IEEE 802.11 MAC 层规范 (5) 无线局域网的主要设备与组件 (6) 无线局域网的组网 (7) 无线局域网的规划与设计	(1) 理解无线局域网的基本概念； (2) 理解 IEEE 802.11 协议簇； (3) 理解 IEEE 802.11 物理层规范； (4) 理解 IEEE 802.11 MAC 层的工作方式； (5) 理解无线局域网的主要设备、组件及其组网方式； (6) 掌握无线局域网的规划与设计要点； (7) 理解轻量级 AP 与无线控制器联合部署无线局域网的架构与协议； (8) 掌握基于瘦 AP 和无线控制器的中小型无线局域网部署与管理
WM-5 蜂窝式无线网络 (5+0*)	(1) 蜂窝通信的原理：频率重用、越区切换和功率控制的概念 (2) GSM 数字移动通信系统	(1) 理解蜂窝通信的原理：频率重用、越区切换和功率控制工作原理； (2) 了解蜂窝移动通信网络的组成；

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
	(3) CDMA 数字移动通信系统 (4) 新一代移动通信系统的主要特征	(3) 理解 GSM 数字移动通信系统的系统结构和关键技术; (4) 了解 CDMA 数字移动通信系统的系统结构和关键技术; (5) 了解新一代移动通信系统的主要特征
WM-6 移动 Ad hoc 网络 (3+8*)	(1) MANETs 的定义 (2) MANETs 的特点 (3) MANETs 的体系结构 (4) MANETs 的拓扑结构 (5) MANETs 的介质访问控制技术 (6) MANETs 的路由协议 (7) MANETs 的功率控制	(1) 了解 MANETs 网络的特点与体系结构; (2) 理解 MANETs 的拓扑结构; (3) 理解 MANETs 中 MAC 协议设计所面临的问题与典型的 MAC 机制; (4) 理解典型的 MANETs 路由协议; (5) 理解 MANETs 的功率控制技术; (6) 掌握嵌入式智能无线节点协议与应用软件的开发过程; (7) 掌握简单 MANETs 网络协议的开发
WM-7 无线传感器网络 (4+0*)	(1) 无线传感器网络的基本概念 (2) 无线传感器网络的 MAC 协议 (3) 无线传感器网络的路由 (4) 无线传感器网络的定位技术 (5) 无线传感器网络的时间同步技术	(1) 了解 WSN 的基本概念和体系结构; (2) 理解 WSN 介质访问控制技术的分类和评价标准; (3) 理解 WSN 周期性“工作/睡眠”调度机制的原理; (4) 理解典型的 WSN MAC 协议 (5) 理解 WSN 的路由实现及典型协议 (6) 了解 WSN 路由协议的分类和评价标准; (7) 了解 WSN 拓扑控制、时钟同步、定位技术以及数据融合概念
WM-8 无线 MESH 网络 (2+0*)	(1) MESH 网络的定义、发展和特点 (2) Mesh 网络的网络结构 (3) IEEE 802.11s 标准概述 (4) 典型的无线 Mesh 网络的路由协议	(1) 了解 WMN 的基本概念; (2) 理解 WMN 的网络结构; (3) 了解 WMN 有关的标准; (4) 了解典型的无线 Mesh 网络的路由协议的工作原理
WM-9 移动 IP (2+0*)	(1) Mobile IP 的基本概念 (2) Mobile IP 的工作原理 (3) Mobile IP 的实施要点	(1) 理解移动 IP 的基本概念; (2) 掌握移动 IP 的工作过程; (3) 理解移动 IP 的发现规程; (4) 理解移动 IP 的注册规程; (5) 理解移动 IP 的隧道技术

续表

4. 计算机网络安全 (课程缩略码: NS)		
建议 48 学时 (其中:理论 32 学时、实验 16 学时); 分为 9 个知识/技能单元; 单元括号说明中的“X+Y*”, “X”代表理论教学学时, “Y*”表示实验教学学时		
知识单元/ 建议学时	知识点	学习目标
NS-1 网络安全基础知识 (2+0*)	(1) 网络安全的基本概念 (2) 网络安全的典型问题与类型 (3) 网络安全体系结构 (4) 网络安全的管理与标准	(1) 理解网络安全的基本要素与必要性; (2) 了解网络安全的发展与演变; (3) 了解网络安全的典型问题和类型 (4) 掌握网络安全体系结构及其组成 (5) 了解网络安全常用的管理技术; (6) 了解国内外的网络安全标准
NS-2 密码学基础 (4+0*)	(1) 密码技术概述 (2) 古典密码技术 (3) 对称加密技术 (4) 非对称加密技术 (5) 散列算法 (6) 密钥的管理	(1) 了解密码学的发展历史; (2) 掌握密码学中明文、密文、加密算法、解密算法、密钥等概念; (3) 了解替换密码、换位密码等古典密码技术; (4) 理解对称加密中 DES、AES 以及非对称加密中 RSA、DH 等典型分组密码的加密思想; (5) 理解散列算法的特点和用途; (6) 理解密钥管理的必要性与密钥分配方法
NS-3 密码学应用 (4+0*)	(1) 数字签名 (2) PKI/PMI 技术 (3) 数字证书 (4) 身份认证技术	(1) 理解数字签名的基本原理、过程; (2) 理解消息认证的实现原理; (3) 理解 PKI/PMI 的基本概念、功能和应用特点; (4) 掌握数字证书实现身份认证的原理以及 X.509 认证过程; (5) 了解 Kerberos 协议实现身份认证实现过程和应用特点
NS-4 网络攻击与入侵技术 (2+2*)	(1) 网络入侵与攻击的基本概念 (2) 典型的网络入侵与攻击技术 (3) 数据包捕获方法及其工具	(1) 理解网络入侵、攻击的概念; (2) 理解网络攻击的基本流程与步骤; (3) 理解网络监听、IP 欺骗、Web 欺骗攻击和拒绝服务等典型网络攻击技术的工作原理和防范措施; (4) 掌握数据包捕获软件方法及其工具软件使用
NS-5 网络系统安全 (6+4*)	(1) 网络系统安全的基本概念 (2) 网络设备的物理安全 (3) 网络设备访问的安全控制 (4) AAA 技术及其典型协议 (5) AAA 服务的配置与管理 (6) 操作系统的安全	(1) 理解网络系统安全的基本概念与范畴; (2) 理解网络设备物理安全的必要性与基本方法; (3) 理解网络设备访问安全控制的必要性与基本方法, 掌握网络设备的密码、

续表

知识单元/ 建议学时	知识点	学习目标
	(7) 数据与数据库安全 (8) 计算机病毒防范技术	用户账号、账号级别、远程访问等访问安全机制的配置； (4) 理解 AAA 技术的工作原理，掌握基于 RADIUS 协议的 AAA 服务配置； (5) 理解操作系统安全的基本概念及其安全评估标准； (6) 理解操作系统的安全机制和安全模型，以及主流网络操作系统的安全性； (7) 理解数据的基本安全问题和数据库面临的安全威胁，以及主要的数据与数据库安全技术； (8) 理解病毒和反病毒技术的基本原理；理解常见的病毒检测、防范和清除策略
NS-6 网络应用安全 (2+2*)	(1) 网络应用安全的基本概念 (2) 典型网络应用服务面临的主要安全问题 (3) 集成安全功能的网络协议 (4) Web 服务的安全及其配置 (5) 电子邮件服务的安全	(1) 理解网络应用安全的基本概念； (2) 了解典型网络应用服务面临的安全问题与威胁； (3) 理解 SSL、TSL、IPSec 等集成了安全功能的网络协议工作原理； (4) 掌握 Web 服务器的安全策略和安全配置； (5) 了解电子邮件服务相关的安全协议与机制
NS-7 网络边界安全 (7+4*)	(1) 网络边界安全的基本概念 (2) 入侵检测(IDS)与网络边界安全 (3) 入侵防范(IPS)与网络边界安全 (4) 防火墙技术与网络边界安全 (5) 访问控制的基本类型及其工作原理 (6) 基于访问控制的防火墙部署与实施	(1) 理解网络边界安全的基本概念及相关的技术； (2) 理解入侵检测(IDS)的基本概念、性能指标和分类方法，及其在网络边界安全中的应用； (3) 理解防范(IPS)的基本概念和典型方法，及其在网络边界安全中的应用； (4) 理解防火墙的基本概念与实现方法； (5) 理解访问控制列表 ACL 的基本类型与工作原理； (6) 掌握基于访问控制的防火墙部署与实施
NS-8 网络传输安全 (5+0*)	(1) 网络传输安全的基本概念 (2) 支撑网络传输安全的相关方法与协议 (3) VPN 技术及其实现	(1) 理解网络传输安全的基本概念和面临的主要安全问题； (2) 支撑网络传输安全的相关方法与协议； (3) 理解 VPN 的概念以及 IPSEC VPN、SSL-VPN 和 MPLS VPN 等典型实现技术

续表

知识单元/ 建议学时	知识点	学习目标
RS-9 园区网络的安全设计 (0+4*)	(3) 园区网络的安全需求分析 (4) 园区网络的安全设计与部署	(3) 掌握中小型园区网络的安全需求分析; (4) 掌握中小型园区网络的安全设计与部署
5. 计算机网络规划与设计 (课程缩略码: ND) 建议 48 学时 (其中, 理论 32 学时, 实验 16 学时); 分为 8 个知识/技能单元; 单元括号说明中的 “X+Y*”, “X” 代表理论教学学时, “Y*” 表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
ND-1 网络规划与设计概述 (2+0*)	(1) 网络规划与设计的概念 (2) 网络规划与设计的对象 (3) 网络规划与设计的原则 (4) 网络规划与设计的流程	(1) 了解网络规划与设计的范畴; (2) 理解网络信息系统的体系架构; (3) 理解网络信息系统的生命周期; (4) 掌握网络规划与设计的基本原则; (5) 掌握网络规划与设计的主要流程
ND-2 需求分析 (4+2*)	(1) 需求分析概述 (2) 需求分析收集与整理方法 (3) 业务需求分析 (4) 应用需求分析 (5) 技术需求分析 (6) 现有网络特征分类 (7) 现有流量特征分类	(1) 理解需求分析基本概念、范畴与目标; (2) 掌握需求分析常见的方法与工具; (3) 掌握业务需求、应用需求以及技术需求分析的内容与方法; (4) 掌握对现有网络拓扑、网络流量进行特征分类的方法; (5) 掌握需求分析调查报告的格式规范; (6) 掌握需求分析调查报告的撰写方法
ND-3 逻辑网络设计 (4+2*)	(1) 逻辑网络设计概述 (2) 层次化网络设计 (3) 模块化网络设计 (4) 冗余网络设计 (5) 网络拓扑绘制方法与工具	(1) 理解逻辑网络设计的范畴与目标; (2) 理解三层网络模型的优点, 掌握层次化网络设计的方法; (3) 理解模块化网络结构的优点, 掌握企业网络模块化设计的方法; (4) 理解冗余网络的重要性和主要类型; (5) 掌握冗余网络的设计方法 (6) 掌握使用 VISIO 等工具进行网络拓扑绘制的方法与技巧
ND-4 IP 编址与命名设计 (2+2*)	(1) IP 编址概述 (2) 层次化 IP 编址设计 (3) NAT 与 PAT 设计 (4) 动态 IP 分配设计 (5) 命名系统概述 (6) 命名分配设计	(1) 理解 IP 编址的基本原则; (2) 掌握使用 VLSM 与 CIDR 进行 IP 编址设计的方法; (3) 掌握 DHCP 的设计方法; (4) 掌握 NAT&PAT 的设计方法; (5) 理解网络命名的原则;

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
		(6) 掌握名称分配的设计方法; (7) 掌握使用图形与表格工具进行 IP 编址与命名设计的方法与技巧
ND-5 网络互连设计 (4+2*)	(1) 网络互连设计概述 (2) VLAN 与 VLAN 间通信设计 (3) 链路冗余协议选择与设计 (4) 网关冗余协议选择与设计 (5) 路由协议选择与设计 (6) 路由控制与路由优化的设计	(1) 理解网络互连设计的范畴与目标; (2) 掌握 VLAN 设计的原则与方法; (3) 掌握生成树系列协议选择与设计的原则与方法; (4) 掌握链路冗余以及网关冗余协议选择与设计的原则与方法; (5) 掌握路由协议选择与设计方法; (6) 掌握路由控制与路由优化的设计方法
ND-6 网络安全设计 (4+2*)	(1) 网络安全设计概述 (2) 网络安全风险评估 (3) 网络安全策略 (4) 网络安全指南与流程 (5) 模块化网络安全设计	(1) 理解网络安全设计的范畴与目标; (2) 掌握网络风险评估的方法与手段; (3) 掌握制定安全策略、安全指南以及安全流程的方法; (4) 理解模块化网络安全设计的优点; (5) 掌握使用模块化方法设计网络安全的技巧
ND-7 数据中心设计 (4+2*)	(1) 数据中心设计概述 (2) 数据中心体系结构 (3) 常见服务器操作系统及其选型 (4) 网络应用服务及其产品选型 (5) 虚拟化、云计算与数据中心 (6) 基于虚拟化的数据中心设计	(1) 理解数据中心设计的范畴与目标; (2) 掌握数据中心网络服务的构成; (3) 掌握常见服务器网络操作系统的特点与选型; (4) 掌握典型网络应用服务的 product 选型; (5) 掌握数据中心整体设计的方法与技巧; (6) 掌握虚拟化与云计算在数据中心的典型应用模式
ND-8 网络管理设计 (2+0*)	(1) 网络管理设计概述 (2) 网络管理体系结构 (3) 网络管理协议与标准 (4) 网络管理工具 (5) 网络管理设计	(1) 理解网络管理设计的范畴与目标; (2) 理解网络管理的体系结构; (3) 掌握 SNMP 协议以及 MIB-I、MIB-II; (4) 掌握主要的网络管理工具; (5) 掌握网络管理设计的原则与方法

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
ND-9 物理网络设计 (4+2*)	(1) 物理网络设计概述 (2) 综合布线系统结构 (3) 局域网布线的规划与设计 (4) 网络设备选型方法	(1) 理解物理网络设计的范畴与目标; (2) 掌握综合布线系统结构与主要规范; (3) 掌握根据综合布线系统标准规范进行局域网布线的规划与设计的方法; (4) 理解网络设备选型的主要原则; (5) 掌握不同层次网络设备选型的方法与工具; (6) 掌握物理网络设计的方法与技巧
ND-10 网络设计文档编写 (2+2*)	(1) 网络设计文档编写概述 (2) 回应客户需求 (3) 网络设计文档的内容 (4) 网络设计文档附录	(1) 理解网络设计文档的范畴与目标; (2) 理解网络设计文档的主要内容结构; (3) 掌握网络设计文档的编写方法
6.网络性能测试与分析(课程缩略码:PT) 建议 64 学时(其中,理论 32 学时,实验 32 学时);分为 7 个知识/技能单元;单元括号说明中的“X+Y*”,“X”代表理论教学学时,“Y*”表示实验教学学时		
知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
PT-1 网络测试的基础知识 (3+4*)	(1) 网络测试及其必要性 (2) 网络测试方法学 (3) 网络测试的发展与演变 (4) 主流测试仪表 (5) 测试仪表的基本配置与使用	(1) 理解网络测试及其必要性; (2) 掌握网络测试的含义; (3) 掌握网络测试的分类; (4) 理解网络测试的一般规则; (5) 掌握网络测试方法; (6) 了解网络测试相关的 RFC; (7) 了解网络测试的发展与演变; (8) 掌握主流仪表的基本配置和使用
PT-2 二层以太网的测试 (8+6*)	(1) 第二层测试必要性 (2) 以太网技术概述 (3) 以太网设备介绍 (4) 以太网性能主要技术指标 (5) 二层以太网测试相关 RFC (6) 二层以太网性能测试方法 (7) 基于 RFC2889 的二层测试	(1) 理解二层测试的必要性; (2) 掌握以太网技术; (3) 掌握以太网设备的基本工作原理及体系结构; (4) 了解二层以太网测试相关的 RFC; (5) 理解二层性能测试主要的技术指标; (6) 掌握基于 RFC2889 的二层测试

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
PT-3 三层 IP 性能测试 (4+6*)	(1) 第三层测试及其必要性 (2) 决定三层 IP 网络性能的主要技术指标 (3) 三层 IP 网络性能测试相关的 RFC 文档 (4) 三层网络性能测试的基本思想与方法 (5) 基于 RFC2544 的三层测试	(1) 理解三层测试及其必要性； (2) 了解三层 IP 网络测试相关的 RFC； (3) 理解三层网络性能测试的主要技术指标； (4) 理解三层网络性能测试的基本思想与方法； (5) 掌握基于 RFC2544 的三层测试
PT-4 IP 路由测试 (4+6*)	(1) 路由测试及其必要性 (2) 路由测试的基本概念 (3) 路由测试相关的 RFC (4) 路由测试的基本思想与方法 (5) 典型路由协议 OSPF 的测试	(1) 理解路由测试的必要性； (2) 理解路由测试的基本概念； (3) 了解路由测试相关的 RFC (4) 理解路由测试的基本思想与方法以及路由器控制层面的主要指标； (5) 掌握典型路由协议 OSPF 的测试
PT-5 4-7 层测试方法 (4+2*)	(1) 4~7 层网络测试必要性 (2) 4~7 层技术概述 (3) 4~7 层网络性能主要技术指标 (4) 4~7 层网络测试相关 RFC (5) 4~7 层网络测试方法	(1) 理解 TCP、HTTP、FTP 协议； (2) 了解 4~7 层测试相关的 RFC； (3) 理解 4~7 层网络测试主要技术指标； (4) 掌握 4~7 层网络测试方法
PT-6 网络安全测试 (4+2*)	(1) 网络安全测试及其必要性 (2) 网络安全概述 (3) 网络安全测试的主要性能指标 (4) 网络安全性能测试的基本方法	(1) 理解网络安全测试及其必要性； (2) 理解网络安全测试的主要性能指标； (3) 掌握网络安全测试的基本方法
PT-7 网络服务质量测试 (5+2*)	(1) 网络服务质量(QoS)测试及其必要性 (2) QoS 相关的策略与技术 (3) QoS 测试的基本方法	(1) 理解网络服务质量测试及其必要性； (2) 理解 QoS 相关的策略与技术； (3) 掌握网络服务质量测试的基本方法
PT-8 网络系统综合测试 (0+4*)	(1) 网络系统测试需求分析 (2) 网络系统综合测试方案设计 (3) 网络系统综合测试方案实施	(1) 理解网络系统测试的需求分析方法； (2) 掌握网络系统综合测试的方案设计； (3) 掌握网络系统综合测试的方案实施
7. 计算机网络编程（课程缩略码：NP） 建议 64 学时（其中，理论 32 学时，实验 32 学时）；分为 5 个知识/技能单元；单元括号说明中的“X+Y*”，“X”代表理论教学学时，“Y*”表示实验教学学时		

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
NP-1 网络编程技术基础 (4+4*)	(1) 网络编程基础 (2) 网络通信进程间的交互模式 (3) 网络通信提供的服务 (4) 网络编程技术纵览 (5) MFC 中的进程和线程 (6) MFC 中的消息及消息映射 (7) IP Helper API 编程技术	(1) 了解网络协议及分层模型、网络编程的概念、网络进程的标识及寻址； (2) 掌握 C/S、B/S 交互模式的概念及其特点； C/S 模式中服务器进程和客户进程工作流程及交互过程；了解 P2P 模型； (3) 理解网络通信提供的面向连接和无连接通信服务的特及工作流程； (4) 掌握在网络协议栈链路层、网络/传输层、应用层等不同层次上进行网络应用程序设计所采用的编程技术及其特点，了解 Web 编程； (5) 掌握 MFC 中涉及线程的基本操作以及相应的编程方法； (6) 掌握 MFC 中的消息及消息映射的实现； (7) 掌握利用 IP Helper API 编写获取本机网络配置程序的方法
NP-2 WinSock 编程 (10+8*)	(1) 套接字编程的基本概念 (2) WinSock 编程接口 (3) 面向连接的流式套接字编程 (4) 无连接数据报套接字编程 (5) 广播和组播编程 (6) 原始套接字编程	(1) 了解套接字编程接口由来、特点、应用场合，掌握与套接字编程相关数据结构的定义、使用及套接字编程接口函数； (2) 掌握面向连接和无连接套接字的编程模型，以及相关 API 函数的使用； (3) 掌握 WinSock 编程接口的使用，了解 WinSock 与 Berkeley Socket 在编程上的差异； (4) 掌握流式套接字编程方法和实现； (5) 掌握数据报套接字编程模型以及基于数据报套接字通信程序可靠性的方法； (6) 掌握基于 WinSock 的广播和组播程序的设计； (7) 了解原始套接字的概念及其编程模型

续表

知识/技能单元 (建议学时)	知识点	学习目标
NP-3 MFCWinSock 类的编程 (2+0*)	(1) MFC CAsyncSocket 类编程 (2) MFC CSocket 类编程	(1) 掌握基于 CAsyncSocket 类的网络通信程序的设计; (2) 了解基于 CSocket 类的网络通信程序编程模型
NP-4 WinSock I/O 模型 (10+16*)	(1) 阻塞 I/O 模型 (2) 非阻塞 I/O 模型 (3) Select 模型 (4) WSAAsyncSelect 模型 (5) WSAEventSelect 模型 (6) 重叠 I/O 模型 (7) 完成端口模型	(1) 了解阻塞 I/O 模型和非阻塞 I/O 模型, 非阻塞 I/O 模型的编程框架; (2) 了解 Select 模型、WSAAsyncSelect 模型、WSAEventSelect 模型、重叠 I/O 模型、完成端口模型基本概念、编程框架、相关函数及应用场合, 会根据需求来选择相应的 I/O 模型来设计和实现网络通信程序; (3) 掌握基于 WSAAsyncSelect 模型和 WSAEventSelect 模型的网络通信程序的设计
NP-5 其他 网络编程技术 (6+4*)	(1) 链接库技术 (2) WinSock LSP 编程 (3) Open SSL 编程基础	(1) 理解链接库的概念及其动态链接库调用和编程; (2) 理解 WinSock SPI 的原理及其 LSP 程序的安装及设计; (3) 理解基于 OpenSSL 的程序设计方法
8.IT 项目管理(课程缩略码: PM) 建议 48 学时(其中, 理论 32 学时, 实验 16 学时); 分为 11 个知识/技能单元; 单元括号说明中的“X+Y*”, “X”代表理论教学学时, “Y*”表示实验教学学时		
知识单元/ 建议学时	知识点	教学要求
PM-1 项目 管理概述 (1+0*)	(1) 项目的概念 (2) 项目管理的定义与框架 (3) 项目管理和其他学科的关系 (4) 项目管理的演变	(1) 理解项目的概念、项目的特征、项目的三维约束; (2) 理解项目管理的概念; (3) 掌握项目管理框架的关键因素; (4) 了解项目管理与其他学科的关系; (5) 了解项目管理的演变
PM-2 项目 管理的环境 与过程 (2+2*)	(1) 项目管理的系统观念 (2) 项目阶段和项目生命周期 (3) 项目管理的过程 (4) 项目经理的作用和要求 (5) 项目管理的工具与软件	(1) 理解项目管理的系统观念; (2) 掌握项目阶段和项目的生命周期; (3) 理解项目管理过程、相互关系和影响; (4) 理解项目经理的作用和要求; (5) 了解主流项目管理工具与软件;

续表

知识单元/ 建议学时	知识点	教学要求
		(6) 掌握项目管理软件的用户界面和基本功能
PM-3 项目 整体管理 (2+0*)	(1) 项目整体管理的基本概念与意义 (2) 项目计划的制定 (3) 项目计划的执行 (4) 整体变更控制	(1) 理解项目整体管理的概念与作用； (2) 理解项目计划和项目范围说明书的制定； (3) 理解项目计划的执行及其步骤； (4) 理解项目整体变更控制和监控过程
PM-4 项目 范围管理 (3+0*)	(1) 项目范围管理的基本概念与意义 (2) 范围规划 (3) 范围定义 (4) 范围审核和范围变更控制	(1) 理解项目范围管理的概念和作用； (2) 理解范围规划和项目范围说明书的制定； (3) 理解工作分解结构的作用； (4) 理解范围验证的重要性以及定义域范围控制的关系； (5) 理解范围审核和范围变更控制的重要性； (6) 掌握项目创建的方法； (7) 理解范围管理的意义
PM-5 项目 时间管理 (4+2*)	(1) 时间管理的作用 (2) 项目的分工分解结构 (3) 控制项目进度计划的变更 (4) 运用项目管理软件进行范围与时间管理	(1) 理解时间管理的概念与作用； (2) 掌握运用网络图和活动间的依赖关系进行活动排序； (3) 掌握项目的工作分解结构(WBS)； (4) 掌握项目关键路径的确定方法； (5) 理解资源估计和项目进度之间的关系； (6) 理解控制项目进度计划的变更方法和手段； (7) 掌握项目管理软件中的项目创建及关键路径的确定
PM-6 项目 成本管理 (4+5*)	(1) 成本管理的作用 (2) 成本管理的基本原理 (3) 资源计划 (4) 成本估算 (5) 成本预算 (6) 成本控制	(1) 理解项目成本和成本管理的概念和重要性； (2) 理解成本管理的基本原理、不同成本估计类型和方法； (3) 理解资源计划及其制定方法； (4) 理解成本估算过程及相关方法； (5) 掌握项目资源分配和成本预算方法 (6) 掌握成本控制的基本原理和方法。 (7) 掌握利用项目管理软件进行资源计划与成本管理； (8) 掌握利用项目管理软件进行时间管理与成本控制

续表

知识单元/ 建议学时	知识点	教学要求
PM-7 项目 质量管理 (2+0*)	(1) 项目质量与质量管理的基本概念 (2) 质量计划编制 (3) 质量保证 (4) 质量控制	(1) 理解项目质量管理及其重要性; (2) 理解 IT 项目质量管理的主要内容; (3) 理解质量计划的编制流程; (4) 理解质量保证的实施过程; (5) 理解质量控制的实施过程
PM-8 项目 人力资源管理 (2+0*)	(1) 项目人力资源管理的基本概念 (2) 人员管理的关键 (3) 组织计划编制 (4) 项目人员获取 (5) 项目团队建设	(1) 理解项目人力资源管理的定义及其过程; (2) 理解理解项目人力资源管理的理论; (3) 掌握项目人员管理的关键; (4) 理解人力资源计划; (5) 理解项目人员招募的关键因素; (6) 理解项目团队建设管理方法和团队发展的方法
PM-9 项目 沟通管理 (2+0*)	(1) 项目沟通管理的重要性 (2) 项目沟通管理的内容 (3) 改善沟通的技巧与建议	(1) 理解项目沟通管理的组成部分; (2) 理解项目沟通管理的重要性; (3) 理解项目沟通管理的主要内容、发布方式和优缺点; (4) 理解改善沟通的常用方法和手段
PM-10 项目 风险管理 (2+0*)	(1) IT 项目风险的一般来源 (2) 风险识别 (3) 风险量化 (4) 风险应对	(1) 了解风险管理的要素和风险管理规划的内容; (2) 理解 IT 项目风险的一般来源; (3) 理解风险识别的过程、工具和技术; (4) 理解风险量化分析方法; (5) 理解风险应对计划的制定和实施
PM-11 项目 采购管理 (2+0*)	(1) 项目采购管理的重要性 (2) 项目采购管理的内容 (3) 供方管理 (4) 合同管理	(1) 理解项目采购管理的重要性; (2) 理解项目采购管理的内容; (3) 掌握供方选择的决策方法; (4) 理解合同的种类、掌握合同管理
PM-12 项目 管理方案的 编制与实施 (6+7*)	(1) 项目管理方案的作用、内涵与要素 (2) 项目管理方案的设计与编制 (3) 项目管理方案的编制与文档撰写 (4) 项目管理过程 (5) 项目管理方案编制的实战训练	(1) 理解项目管理方案的作用、内涵与要素; (2) 掌握项目管理方案的编制方法; (3) 掌握项目管理方案文档的撰写; (4) 理解项目管理过程与项目管理方案的实施; (5) 掌握基于实际项目或项目案例的项目管理方案编制

4.1.3 专业方向与扩展课程

专业方向课程是指那些为了深化学生在网络工程某个专门领域的相关知识、能力，培养其专业特长的课程；专业扩展课程是指为了拓展学生的专业知识与能力而设置的课程。这些课程基本上对应于前面第二章中所建议的专业扩展能力相关，建议作为选修课程。但是，对于同一方向上的扩展课程，可以将其组成一个课程群，然后建议学生按照课程群选读，以提供领域方向上的足够深入性。

相比前面的专业核心课程，专业方向与扩展课程在“怎么开”“开什么”上面都具有很大的自主性，各院校需要根据自己的专业特色定位进行个性化的定制。表 4.4 给出了部分专业方向与扩展课程设置的参考性建议，是否采纳完全由各院校自行选择。

表 4.4 专业方向与扩展课程设置建议

扩展课程关联的工程领域 或技术方向	课程名称	简要说明
互联网技术与工程	IP 统一通信技术	关于 IP 数据、语音、视频融合通信技术的课程。包括数据、语音、视频统一通信的网络架构；VoIP 网络的基本原理、组成和结构，VoIP(Voice & Video over IP) 网络的功能与实现，以及呼叫中心、即时通信、视频会议等 VoIP 典型应用系统的基本部署
	数据中心与云计算	关于数据中心与云计算的课程，包括数据中心基本结构、云计算参考架构的基本概念，云计算参考架构下的数据中心基本组成和结构；结合云计算服务模型，学习虚拟化技术原理及主流实现与应用，包括操作系统虚拟化、应用虚拟化、桌面虚拟化；结合云计算平台的实现介绍存储与数据中心网络技术。并培养云计算思维方法和分析云计算问题能力，以及云计算基本技术实践与技术应用能力

续表

扩展课程关联的工程领域 或技术方向	课程名称	简要说明
	软件定义网络技术	关于 SDN 技术的课程。涉及软件定义网络的基本概念 (SDN 的定义、起源和产业链解析), SDN 基本架构和技术原理 (SDN 实现架构、OpenFlow、流表 flowtable、控制器 Controller 等基础概念和等)、运用 SDN 工具 (Mininet/ONOS/OpenDayLight) 进行网络编程与网络部署实现, 如典型的负载均衡、QoS、访问控制等网络管理功能的 SDN 实现
网络应用开发	Web 开发技术	本课程主要培养学生 Web 应用系统的设计与开发能力, 包括 Web 应用系统的设计流程和设计思想、Web 应用系统的开发技术开发过程和开发方法, 培养运用主流软件进行 Web 应用的软件设计开发能力, 包括静态网页制作和动态 Web 应用开发
	移动终端应用开发	关于移动终端应用开发的课程, 培养学生使用主程序语言, 基于主流移动操作系统进行移动终端上开发的能力。涉及开发语言、开发环境的搭建、UI 设计及常用 UI 控件的使用、常见应用组件的使用、多线程处理与活动调用的实现、Activity 生命周期及相关事件的处理; Activity 的跳转、数据存储及访问、硬件的控制 (包括拨号和短信的发送、多媒体播放控制、相机控制、定位服务、传感器的使用等)
网络设备研发与测试	嵌入式系统	关于嵌入式系统技术及基本开发的课程, 涉及嵌入式系统基本概念, 嵌入式系统关键技术与主流实现, 嵌入式系统基本开发流

续表

扩展课程关联的工程领域 或技术方向	课程名称	简要说明
		程，嵌入式系统软件编程、调试能力（包括 Bootloader、Linux 内核移植与根文件系统制作、嵌入式 Linux 驱动开发、嵌入式 Linux 基础编程、嵌入式 Linux 网络应用开发、嵌入式 Linux QT 图形界面开发等）
	网络测试自动化	关于网络测试自动化的课程，涉及网络自动化测试理论、方法、技术，并培养学生网络测试自动化基本实践能力（包括自动化测试方案的设计、自动化测试用例的设计、使用典型脚本语言实现自动化测试用例、自动化测试结果的分析等）
物联网技术与工程	物联网技术导论	关于物联网技术的入门课程。涉及物联网基本理论知识、物联网关键技术及其应用、物联网思维方法和问题分析能力、物联网相关的基本实践能力。建议以物联网体系结构的层次化模型为主线，介绍物联网技术的基本原理、组成和结构；根据物联网的层次模型分别介绍感知识别层、网络构建层以及管理服务层等各层次相关技术的基本原理、体系结构和工程实现；介绍与分析各分层次理论知识与技术实现在若干典型物联网应用工程中的综合运用
	物联网部署与实施	关于物联网部署与实施的课程，着重于物联网工程综合设计、部署与实施的技术能力的培养，以及在工程框架与规范下的初步项目管理能力培养。主要内容有：物联网应用系统设计、部署的基本内容、基本原则、流程与方法，以及设计文档的撰写与管理，基于案例的设计与部署能力训练与培养

4.2 实践课程体系

就实践课程体系而言，其中既可包括专业教育相关的实践性课程，也可包括通识教育相关的实践性课程。与上节理论课程体系的关注点类似，本节只探讨与学科基础和专业教育相关的课内实践教学。课内实践教学包括两大部分，一是单独设置的实践课程，如课程设计、综合实践、实习、毕业设计等；二是理论含实践类课程中所包含的实践教学内容。在给出或说明一个完整的实践教学体系时，通常要包含上述两类实践教学。

立足网络工程应用型人才培养，应系统构建贯穿全过程的实践课程体系，树立能力培养的整体观念，同时又要明确各阶段的不同侧重。实践教学是培养学生工程能力的主要载体，鉴于工程能力培养的渐进性，相应的实践教学体系通常要进行分层设计。图 4.2 给出了实践教学体系分层设计的一个示例。该示例以对工程能力培养的渐进性认识为基础，认为存在由学科基础技能培养→专业基本技能培养→专业综合技能培养→工程能力培养的渐进性。该分层实践教学体系中，针对不同阶段的能力培养目标，采用了不同的课程与教学形式，依托了不同的教学平台和师资。课程形式上，包含在学科基础课程内的实验实践、学科基础知识与技能相关的课程设计或综合实践，含在专业课程内的实验实践教学、专业核心知识与技能相关的课程设计或综合实践，专业实习、毕业设计等；教学平台上，包含了学科实验室、专业教学实验室、校内实践教学基地和校外实践教育基地等；师资队伍上，既包括了校内专职教师，也包括了来自行业企业的校外兼职教师。

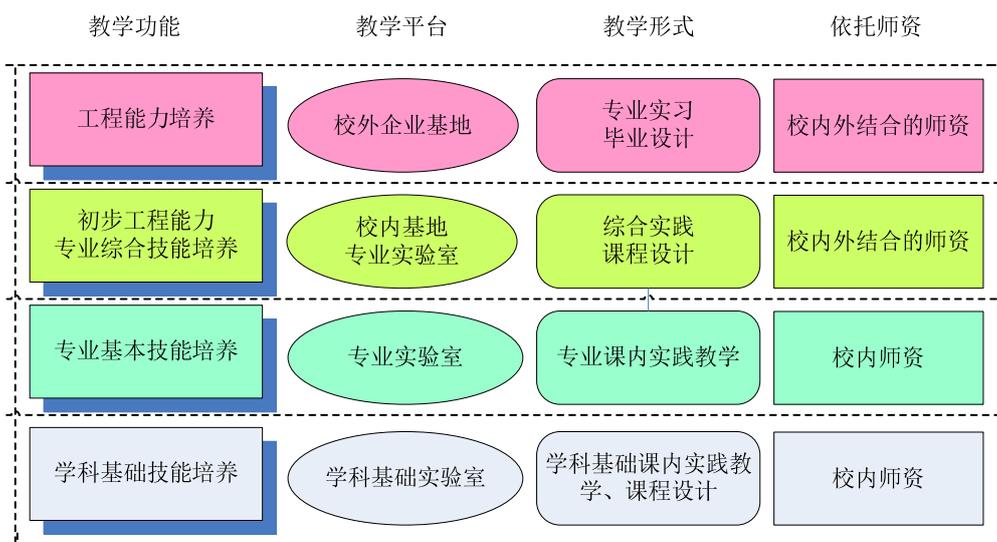


图 4.2 分层的实践教学体系设计

4.2.1 课内实验（训）

除了单独设置的实验实践类课程外，不少的学科基础课程与专业课程中会包含一定学时的实验实践内容与学时。本小节以课内实验（训）指代此类实验。通常，课内实验（训）有三个基本作用，一是作为对理论教学的支撑与深化；二是理论指导下的实验实践技能培养和问题解决能力培养，三是其他通用能力的培养，如学习能力、沟通表达能力、合作能力等。

课内实验（训）根据其所依附课程性质的不同，分为学科基础课程内实验和专业课程内实验，表 4.5 给出了一个网络工程专业课内实验（训）教学的设计示例。表 4.6 以表 4.5 为基础，给出了实验项目设置的示例。

表 4.5 网络工程专业课内实验设计示例

所依附课程类别	所依附课程名称	课程总学时	实验学时	关联的人才培养标准（版本 A）	关联的人才培养标准（版本 B）
学科基础	数字电路与逻辑设计	64	16	K3, A3, Q4	1.3, 2.3
	计算机组成与体系结构	64	16		1.3, 2.3
	操作系统	64	16		1.3, 2.3
	程序设计基础	96	48		1.2, 2.2
	数据结构与算法	80	32		1.2, 2.2
	数据库原理与应用	64	16		1.3, 2.2, 2.3
	通信技术基础	48	16		1.4, 2.4
	计算机网络基础	64	16		1.4, 2.4, 5.2
专业核心课程	路由与交换	80	32	K4, A4, A5, A9, A10, Q4	1.4, 2.4, 3.1, 5.1
	网络协议分析与设计	64	16		1.4, 2.4, 3.1, 5.1
	无线与移动网技术	48	16		1.5, 3.1, 5.1
	计算机网络安全	48	16		1.5, 3.1, 5.1
	计算机网络规划与设计	48	16		1.5, 3.2, 4.1
	网络性能测试与分析	64	32		1.5, 3.1, 5.1
	计算机网络编程	64	32		1.5, 3.1

表 4.6 课内实验项目设置示例

课程类别	课程名称	实验项目名称	实验学时
学科基础	数字电路与逻辑设计	实验一：数电相关仪器使用及与非门的测试	2
		实验二：SSI 组合逻辑电路设计	3
		实验三：MSI 组合逻辑电路设计	3
		实验四：集成触发器逻辑功能验证及应用	3
		实验五：计数、译码、显示电路	3
		实验六：数模转换器应用	2
		合计	16
	计算机组成与体系结构	实验一：寄存器与运算器	3
		实验二：存储器原理实验	3
		实验三：数据通路综合实验	2
		实验四：微程序控制器组成实验	4
		实验五：微程序综合设计实验	4
		合计	16
	操作系统	实验一：系统接口	4
		实验二：进程创建	4
		实验三：管道通信	2
		实验四：进程调度	2
		实验五：页面置换	2
		实验六：文件系统调用	2
		合计	16
	程序设计基础	实验一：C 程序的开发环境	2
		实验二：C 语言的基本元素	4
		实验三：分支结构基础	2
		实验四：分支结构嵌套	2
		实验五：循环结构基础	4
		实验六：循环结构嵌套	2
		实验七：函数基础	4
		实验八：函数综合	4
		实验九：数组基础	4
		实验十：数组与函数	4
		实验十一：指针	4
		实验十二：结构基础	4
		实验十三：结构、数组与函数	4
		实验十四：文件	2
		实验十五：位操作	2

续表

课程类别	课程名称	实验项目名称	实验学时
	数据结构与算法	合计	48
		实验一：线性表基本操作	2
		实验二：一元多项式相加与相乘运算	3
		实验三：栈和队列基本操作	2
		实验四：算术表达式计算	3
		实验五：二叉树基本操作	2
		实验六：哈夫曼编码	4
		实验七：图的基本表示及操作	2
		实验八：交通灯设置	4
		实验九：动态查找	2
		实验十：排序算法比较	4
		实验十一：数据结构与算法综合设计	4
		合计	32
	数据库原理与应用	实验一：SQL Server 平台操作训练	2
		实验二：数据的定义	2
		实验三：数据的维护	2
		实验四：SQL 查询	6
		实验五：数据库安全性控制	2
		实验六：数据库的设计与实现	2
		合计	16
	通信技术基础	实验一：信号源实验	2
		实验二：PCM 编译码实验	2
		实验三：数字基带传输	2
		实验四：HDB3 码型变换	2
		实验五：数字调制与解调	2
		实验六：2DPSK 通信系统综合实验	2
		实验七：差错控制编码	2
		实验八：话音信号多编码通信系统实验	2
		合计	16
	计算机网络基础	实验一：UTP 线缆的制作与使用	2
		实验二：IP 组网入门	2
		实验三：DHCP 的配置	2
		实验四：DNS 服务的配置与管理	2
实验五：FTP 服务的配置与管理		2	
实验六：WWW 服务的配置与管理		2	
实验七：E-mail 服务的配置与管理		2	

续表

课程类别	课程名称	实验项目名称	实验学时
		实验八：TCP/IP 综合应用环境的设计与实现	2
		合计	16
专业核心课程	路由与交换	实验一：路由器的基本配置	2
		实验二：路由器的基本管理	2
		实验三：静态路由与默认路由的配置	2
		实验四：RIP 的配置与管理	2
		实验五：单域 OSPF 的配置	2
		实验六：多域 OSPF 的配置	2
		实验七：BGP 的配置与管理	2
		实验八：路由重分布配置	2
		实验九：交换机的基本配置与管理	2
		实验十：VLAN 的基本配置与管理	2
		实验十一：VLAN 之间的通信	2
		实验十二：STP 的配置	2
		实验十三：网关冗余与负载均衡的配置	2
		实验十四：NAT 的配置与管理	2
		实验十五：园区网络互连综合设计	4
	合计	32	
	网络协议分析与设计	实验一：IP 协议分析	2
		实验二：TCP 协议分析	2
		实验三：DHCP 协议分析	2
		实验四：FTP 协议分析	2
		实验五：Petri 网建模工具软件的使用	4
		实验六：SDL 开发工具软件的使用	4
		合计	16
	无线与移动网技术	实验一：无线局域网的构建	2
		实验二：无线网络的漫游	2
		实验三：无线网络的综合部署与配置	4
		实验四：Ad hoc 网络点到点无线通信实验	4
		实验五：MANET 路由协议的开发	4
		合计	16
	计算机网络安全	实验一：数据包捕获软件的使用	2
		实验二：AAA 配置与管理	2
		实验三：IIS 中的安全认证	2

续表

课程类别	课程名称	实验项目名称	实验学时
		实验四：设备的安全	2
		实验五：ACL 的配置与管理	2
		实验六：防火墙的配置与管理	2
		实验七：Ipssec-VPN 的配置与管理	2
		实验八：园区网络安全的综合设计与实施	2
		合计	16
	计算机网络规划与设计	实验一：需求分析及其报告的撰写	2
		实验二：逻辑网络设计与网络拓扑绘制	2
		实验三：IP 编址与命名分配设计	2
		实验四：网络互连设计	2
		实验五：网络安全设计	2
		实验六：数据中心设计	2
		实验七：物理网络设计	2
		实验八：网络设计文档的撰写	2
		合计	16
	网络性能测试与分析	实验一：测试用例的设计及执行	2
		实验二：测试仪表基本配置及使用	2
		实验三：RFC2544 IP 性能测试(1)	2
		实验四：RFC2544 IP 性能测试(2)	2
		实验五：RFC2544 IP 性能测试(3)	2
		实验六：RFC2889 以太网性能测试(1)	2
		实验七：RFC2889 以太网性能测试(2)	2
		实验八：RFC2889 以太网性能测试(3)	2
		实验九：仿真 OSPF	2
		实验十：OSPF 路由表容量测试	2
		实验十一：OSPF 路由振荡测试	2
		实验十二：网络 4-7 层性能测试实验	2
		实验十三：拒绝服务攻击（DDoS）仿真	2
		实验十四：基于 DSCP 的三层区分服务测试	2
		实验十五：网络性能测试综合设计实验	4
	合计	32	
	计算机网络编程	实验一：线程管理	2
		实验二：基于 Ip Helper API 获取本机网络配置信息	2
实验三：基于流式套接字的点到点通信程序的设计		2	

续表

课程类别	课程名称	实验项目名称	实验学时	
		实验四: 基于数据报套接字的点到点通信程序的设计	2	
		实验五: 基于原始套接字实现的路由跟踪程序设计	4	
		实验六: 简单 Web 服务器的设计	4	
		实验七: FTP 客户端程序设计	4	
		实验八: 基于 HTTP 多线程文件下载程序的设计	4	
		实验九: 基于组播的网络聊天室程序设计	4	
		实验十: 基于 OpenSSL 通信程序设计	4	
		合计	32	
		IT 项目管理	实验一: 项目管理软件使用入门	2
			实验二: 项目创建与范围管理	2
	实验三: 项目的资源计划与成本管理		2	
	实验四: 项目时间管理与成本控制		3	
	实验五: 项目管理方案的编制与实施		7	
	合计		16	

4.2.2 课程设计与综合实践

课程设计与综合实践属于单独设置的实践课程。通常, 课程设计是以某一门理论或理论含实践的课程为基础, 在学完该课程后, 综合应用该课程的相关知识与基本技能, 所进行的综合设计性实践。综合实践则是以若干门课程所学的知识与技能为基础, 所进行的综合设计性实践, 较课程设计具有更大的综合性与复杂性。

表 4.7 给出了温州大学网络工程专业所开设的课程设计与综合实践类课程示例。以表中的“数据结构与算法课程设计”为例, 它是学生学习了“数据结构与算法”课程之后, 利用该课程所学的知识与技能, 针对给定的具有较高复杂度的计算问题, 进行相应的计算问题建模、算法设计以及算法编程实现的实践课程。而表中的“网络系统部署与实施综合实践”课程则是学生在学习了“计算机网络基础”“路由与交换”“无线与移动网技术”“计算机网络安全”等 4 门课程之

后,以一个园区网络互连部署与实施案例为对象,综合应用这4门课程中所学的知识与技能,实施园区网络的有线与无线网络连接、IP地址、VLAN、路由、TCP/IP服务器、网络接入、NAT和防火墙部署的综合性实践活动,以培养其在园区网络互连方面的综合技术实践能力。

表4.7 课程设计与综合实践类课程的设置示例

教学属性	课程名称	周数	实施学期	关联的培养标准(版本A)	关联的培养标准(版本B)
学科相关	大学计算机基础综合实践	1	1	K3, A3, Q4	5.1
	程序设计课程设计	1	2		1.2, 2.2
	数据结构与算法课程设计	1	2		1.2, 2.2
专业相关	Internet开发课程设计	1	3	K4, A4, A8, A9, A10, Q4	3.2, 4.1, 4.2, 10.2
	协议开发与网络编程课程设计	2	6		3.2, 4.1, 4.2, 4.3, 5.2, 10.2
	网络系统部署与实施综合实践	1	5	K4, K5, A5, A6, A7, A8, A9, A10, Q4	3.2, 4.2, 4.3, 5.2, 6, 9.2, 10.2
	网络系统规划与设计综合实践	1	6		3.2, 4.1, 4.3, 5.2, 6, 9.2, 10.2, 11
	网络性能测试与优化综合实践	1	6		3.2, 4.1, 4.3, 9.2, 10.2
网络工程创新技能开发	4	7		2.5, 3.3, 4.2, 4.3, 4.4, 5.2, 9.2, 10.2, 12	

4.2.3 实习

实习是指通过在企业中的体验式学习,或结合企业具体岗位的实践性工作,获得知识、能力和素质综合提升的实践教学活动。对于网络工程专业,建议设置两大实习环节,分别为认知实习和专业实习。

1. 认知实习

认知实习建议在学习完成学科基础课程之后,进入专业课程学习之前进行。其目的在于以学科基本知识与技能以及初步的专业知识与技能为基础,通过对典型IT企业的参观、考察与工作体验,帮助学生实现对典型网络系统、行业发展状况、典型IT企业基本业务及其流程、IT企业管理架构与管理模式、IT企业人力资源需求与特点、企业文化等有基本了解,帮助其建立对网络工程未来职业环

境和职业生涯的初步认识,进一步明确专业学习的目标,提升专业学习的内动力。同时,通过认知实习促进学生观察事物、发现和分析问题能力,沟通与表达能力,团队合作能力的提升。表 4.8 给出了认知实习与第 2 章的“2.3 网络工程专业培养标准(版本 A)”或“2.4 网络工程专业培养标准(版本 B)”中的相应培养标准之间的映射关系。

认知实习可以将参观考察、讲座交流、调研访谈,见习等多种形式有机结合起来,前阶段可以考虑采用集中性的参观考察、讲座交流形式工,后阶段建议采用个体或小组形式的调研访谈和见习形式,两个阶段的时间分配可以在 1:2 到 1:4 之间。例如,若确定为 4 周的认知见习,则可以考虑 1 周的集中性参观考察与讲座交流,和 3 周个体方式的见习。

表 4.8 认知实习、专业实习设置建议及其与培养标准的映射

实习名称	建议周数	实施学期	关联的培养标准 (版本 A)	关联的培养标准 (版本 B)
认知实习	≥4	3 或 4	K1, A1, A8, A9, A10, Q4	4.5, 7, 8.4, 9.2, 10.1, 10.3
专业实习	≥10	6 或 7	K3, K4, K5, A1, A2, A5, A6, A7, A8, A9, A10, Q4	2.5, 3.3, 4.4, 4.5, 6, 7, 8.4, 9.2, 10.1, 10.2, 10.3, 11, 12

2. 专业实习

专业实习是学生在修完培养计划所规定的专业课程后、进入毕业设计之前,以企业的实际岗位任务或工程项目为载体,以专业课程学习阶段所获得的相关知识、能力与素质为依托,所进行的专业综合实践活动。该环节是支撑工程实践能力、工程管理能力、工程创新能力、学习能力、沟通交流能力,独立工作与团队合作能力、职业素质等培养标准达成的重要教学活动。表 4.8 给出了专业实习与第 2 章的“2.3 网络工程专业培养标准(版本 A)”或“2.4 网络工程专业培养标准(版本 B)”中的相应培养标准之间的映射关系。

为切实体现专业特色与专业人才培养目标,宜选择和网络规划与设计、部署与实施、测试与分析、运行与维护、应用开发、技术服务或产品销售等相关的岗

位或工程项目，作为专业实习的岗位或工作载体。专业实习的时间 10 周左右，原则上不少于 8 周。

无论是认知实习或专业实习，都应该有相关的和实习管理规范，包括教学大纲、实习实施方案、实习安全管理、企业保密承诺、实习质量保障机制与评估方案等。作为实习管理的一部分，建议为学生建立实习档案。

4.2.4 毕业设计

毕业设计是工程教育专业或其他需要培养设计能力的专业在本科教育最后阶段所实施的总结性、提高性和综合性实践教学实践活动。要求学生针对某一课题，综合运用本专业相关的理论和技术，作出针对实际问题的技术设计或解决方案。毕业设计选题要结合本专业的工程实际问题，有明确的需求或应用背景，要有足够的工作量和难度，要求有结合实际工程项目、具有较高技术含量的设计，或针对某工程实际问题进行有独立见解的分析与论证。通过毕业设计，培养学生的工程意识、综合应用所学知识解决实际问题的技术实践能力与工程能力，沟通表达能力和学习能力。

为确保毕业设计的质量，需制定与毕业设计（论文）要求相适应的标准和检查保障机制，对选题、内容、学生指导、答辩等提出明确要求。给学生有效指导，教师与学生应每周进行交流，对毕业论文全过程进行控制。选题、开题、中期检查与论文答辩等关键环节均应有相应的文档。为体现网络工程应用型人才的针对性与实效性，强化毕业设计的工程与应用内涵，建议相关院校尽可能创造条件，依托产学、校企合作，吸纳企业工程师或行业专家参与毕业设计(论文)的选题、指导和考核工作。

4.3 教学大纲

4.3.1 教学大纲的作用与内涵

课程是实现专业人才培养标准的重要载体，课程教学大纲是根据课程在专业人才培养方案中的地位与作用，所制定的关于课程教学的纲要文件，是实施课程教学与建设的基本依据。其主要作用包括：

- 实施课程教学的基本规范
- 指导学生学习的重要文件

- 实施课程建设的基本依据
- 评价课程教学质量的基本依据

课程教学大纲应该具有足够的专业指向性与教学完整性,通常应包含以下信息。

(1) 课程教学定位:课程在专业人才培养过程中的地位与作用,课程的类型(如归属类别分公共基础课程、学科基础课程、专业核心课程等,课程形态类别可分理论、理论含实践课程、独立设置的实践课程等),课程的性质(如必修或选修、学位课程或非学位课程等),课程学时与学分。

(2) 课程教学目标:课程教学所应实现的目标或产出成效,其应该与有关的专业培养标准或毕业要求之间存在相应的映射或绑定关系,从而体现课程教学活动对于培养标准或毕业要求达成的支撑作用。

(3) 课程教学内容:课程教学的主要内容,内容的组织(包括知识结构或逻辑关系,教学学时的分配),不同内容主题或模块的教学要求以及相关的重难点;其最终表现形式应该为具有清晰逻辑结构的课程教学内容体系。

(4) 课程教学方法与手段:基于所采用的教学内容,立足课程教学目标的达成,在关键教学环节所要求或建议采用的教学方法与手段。

(5) 课程教学资源与支撑:课程教学相关的教材、参考书籍、项目与案例、教学网站等资源;学生课程学习特别是课外学习过程中获得教师指导的途径与方法。

(6) 课程教学考核与评价:课程考核与评价的内容、形式与方法。除了传统意义针对学生学习效果与成绩的考核与评价之外,建议应同时就课程教学成效与课程教学目标的达成度,给出相应的评价与查验方法。

课程教学大纲的编制要避免如下一些误区:未能立足专业人才培养目标与标准,在专业人才培养方案总体框架之下建立清晰的课程教学目标;课程教学目标没有形成对专业人才培养与毕业要求的足够支持,如只关注了专业知识与技能相关的标准或要求,忽略了综合能力与素质方面的标准或要求;缺乏在课程教学目标下的完整设计,如只关注了教学内容,忽视了教学方法与手段,关注了课内教学要求,忽视了课外学习要求等;缺乏在课程教学目标下的基本思考与设计,如

简单复制他校的同类课程或本专业的其他课程，甚至简单地将教材目录变成教学内容等。

4.3.2 教学大纲制定与使用

1. 教学大纲的制定

教学大纲的制定通常应包含编制、审核、批准等阶段，具体实施办法与流程各院校可能会有不同的规定。通常，编制可采用团队或个体方式，推荐采用团队方式，除了该课程教学团队成员之外，建议编制过程应有其他前趋后继课程教师参与讨论，以有利于建立清晰的课程边界与联系；审核可分为初审与复审两个环节，初审可由专业所在的系或教研室承担，复审可由学院的教授或教学委员会承担；最后学院或学校教务处批准。

表 4.9 给出了课程教学大纲设计规范的基本建议，供参考。

表 4.9 理论（或理论含实践）课程教学大纲设计规范建议

基本要素	相关说明
课程基本信息	课程名称：中英文名称 课程代码：确保唯一性和足够的信息量 学分/总学时： 开课学院（系）：物理与电子信息工程学院 面向专业：网络工程
课程类型与性质	课程的类型（公共基础、学科基础、专业核心、专业扩展）， 修读性质（必修、选修）（理论、理论含实践、实践）
课程教学目标	课程教学目标及其与专业人才培养标准的映射关系
先修课程	修读本课程之前学生应修读的课程或应具备的基础
课程学时及其配置	基于总学时的学时分配（如理论与实践的划分，讲授、研讨与习题课学时的分配），课外学时的配备要求
课程内容和基本要求	*按照理论教学模块或章节，给出模块名称、内容、学时、 重难点和教学要求（掌握、理解、了解）
	按照实践教学模块或项目，给出模块或项目名称、类型（演 示性、验证性、综合性或设计性）、内容、学时、教学要 求（掌握、理解、了解）*
教学方法与手段	课程的教学组织，主要教学环节的教学方法与手段，达成 课程教学目标的途径
课外学习	课外学习的基本要求（含课前与课后，必须与推荐）
教学资源与支持	说明必须或推荐的教学资源（含教材、参考资料、教学网 站），获得教师指导的途径与方法

续表

基本要素	相关说明
课程考核方式及成绩评定方法	关于课程考核的内容与形式，成绩评定细则。
编制与审核信息	说明编制与审核的信息（人、时间）
其他说明	其他需要说明的内容

*注 1：理论课程、理论含实践课程的理论部分适用

**注 2：实践课程、理论含实践课程的实践部分适用

***注 3：教学基本要求一般采用定性的分级表达方式，“了解、理解、掌握”是其中的一种形式。“了解”：是指学生应能辨认的科学事实、概念、原则、术语，知道事物的分类!过程及变化倾向，包括必要的记忆；“理解”：是指学生能用自己的语言把学过的知识加以叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系；“掌握”：是指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

应该指出，与一般的课程教学相比，课程设计与综合实践类课程、实习与毕业设计等具有各自的一些独特性，因此不宜直接采用表 4 的建议规范。建议根据前述的教学大纲内涵要求重新设计更加有针对性的格式。读者也可参考附录中的相关课程教学大纲示例。

2. 教学大纲的使用

教学大纲被批准通过之后，就可进入执行过程。在该过程中，教师依据教学大纲组织教学过程的实施，包括教学计划的制定、教学方案的设计、教材及其他教学资源的选择、学生学习的考核与评价等；学生依据教学大纲开展课程学习，包括课堂学习与课外学习，理论学习与实践学习，并参加课程相关的考核，获得相应的学习成绩；学校或学院依据教学大纲进行课程教学的相关评价（如学生评教、教师评学）、教学检查与督导等。

在实施课程教学之前，承担课程教学的教师必须对教学大纲进行深入的研读并深刻理解、全面把握其教学内涵与教学要求；在课程教学开始之前，教师应该及时将教学大纲公开给学生，并进行必要的解读，学生应认真阅读与领会教学大纲的有关说明。有条件的学校，建议将教学大纲公布在相关的教学网站上。

教学大纲作为课程教学的基本文件具有高度的严肃性，执行过程中不得随意偏离或变更。若确实存在需要变更或调整的，应该按照修订、审核、批准的流程进行，或者根据所在学校的相关规定进行。

4.3.3 教学大纲示例

附录 4 中，提供了温州大学网络工程专业的三门不同性质与特点的课程教学

大纲作为示例，为相关院校编写教学大纲提供参考与借鉴。其中，“计算机网络基础”为学科基础课程，“IT 企业认知实践”为认知实习课程，“网络工程部署与实施综合实践”为综合实践类课程，详见附录 5。

第5章 课外教育体系

完整的大学教育培养体系既包括以课程方式实施的课内教学,也包括以课外活动方式组织的课外教育。课外教育作为大学教育的重要组成部分,是专业培养目标达成,学生知识、能力与素质培养不可或缺的重要途径,又被称为第二课堂。本章在说明课外教育体系作用和构成的基础上,给出两个学校的课外教育体系设计示例。

5.1 课外教育体系的作用

在传统的专业人才培养方案设计中,往往只关注课内教学体系及其教学计划,缺乏对课外教育的同步设计。实际操作过程中,课外教育常常也处于一种相对松散的状态,缺乏立足专业人才培养目标的系统化设计和实施。将课外教育作为专业人才培养方案的重要组成部分,对其进行系统化设计,构建相对完善的课外教育体系,具有以下重要作用。

(1) 课外教育体系是实现专业人才培养目标的重要载体。人才培养目标与标准的达成不仅要依靠课内教育,还必须发挥课外教育的作用。除去正常的休息与娱乐时间,大学本科期间,学生在课内与课外拥有的学习时间是基本相当的。若课外教育处于可有可无的松散状态,或者是学生可参加可不参加的自发状态,或者是课外教育缺乏在人才培养目标框架下的系统性设计,都会影响甚至失去课外教育对于专业人才培养目标达成的支撑作用。

(2) 课外教育体系是实现学生个性化培养的重要平台。尽管课内教学体系提供了必修与选修课程来支持共性培养之外的学生个性化培养与特色发展,但受学分总量与结构的限制,其弹性空间是有限的。而课外教育在内容、时间、形式与选择上都更具多样性与灵活性,可以为学生的个性化学习与特长发展提供更大的空间。

(3) 课内外联动可增强课内教学与课外教育的协同培养效果。若能在课外教育体系设计上,充分体现课内外教育在专业人才培养目标上的一致性,在时间与空间上的延展性,在内容与形式上的互补性,在体系上的互为支撑性,可以更好

提升大学教育的产出与效果。特别是课外专业教育，若能够使其与相应的课内专业教学之间形成良好的对接与协同，则可有效提高专业教学的培养成效。

5.2 课外教育体系的构成

在进行课外教育体系的设计之前，需要根据专业人才培养目标，分析与梳理每条培养标准的实现途径，提取出那些可以借助课外教育活动实现或者可以进一步强化达成效果的相关标准，以此为基础进行课外教育体系的设计。

通常，课外教育体系中包含若干不同的活动或项目，这些活动与项目根据其培养标准的支撑范畴，可分为课外公共教育和课外专业教育。前者主要以通用的知识、能力与素质拓展为主要目标，后者以专业性的知识、能力和素质拓展为主要目标，或者能够同时兼顾专业性与非专业性的知识、能力与素质拓展。公共教育可以包括但不限于通识讲座、社会调研、社会实践、社团活动、志愿者活动、文艺活动等，专业教育可以包括但不限于专业讲座、学科竞赛、科技创新、创业实践等。

就每一项提供给学生的课外教育活动或项目，建议在培养方案的课外教育体系设计与描述时，简要给出以下要素：

- 活动或项目的名称与目标
- 活动或项目的内容与形式
- 活动或项目的时间与参与条件
- 活动或项目的组织、实施与管理
- 活动或项目的考核、奖励或学分认定

进入具体实施过程时，可以参照课内课程教学需要有教学大纲与教学方案的作法，围绕上述要素，就每一个活动或项目设计提供具体可操作的实施方案。

5.3 课外教育体系的设计示例

5.3.1 西安邮电大学的示例

西安邮电大学计算机学院在课外教育方面进行了10多年的探索和实践，形成了一套与课内教学配套的行之有效的课外教学教育体系，包含课外实践活动、学科竞赛、校企联合教学和专业认证培训等四大模块。课外实践活动主要通过各

类兴趣小组和开放实验进行；考虑到国家和省市及行业协会竞赛的准入门槛，为了扩大竞赛的普及面，西安邮电大学计算机学院还针对不同专业定期组织各类校内学科竞赛；此外，西安邮电大学计算机学院成立了实训中心专门负责与校企联合办学，并开办了各种创新教育实验班实现与企业的对接；最后，对于条件较差的学生，还可以通过参加学校和专业举办的各种学术讲座，专业认证培训来获得课外学分。

为了便于管理和充分发挥课外教育在人才培养中的效果，西安邮电大学网络工程专业在专业培养规范中对课外教育做出了相关的明确规定，设置了课外教育学分要求。专业培养规范中明确指出，学生毕业所要求的 180 学分中，除规定的 140 学分理论课和 32 学分实践课之外，必须获得 8 学分的创新实践与课外活动学分，才能达到毕业资格。课外教育实施和参与方式相对独立，贯穿大学教育的全过程，学生可以在整个大学期间灵活开展各种课外教育活动，并按照规定获取学分。

整个大学四年的课外教育设计思路如下：首先通过组建 Linux 兴趣小组、C 语言俱乐部、硬件创新协会、网络科技协会等学生科技社团，以学习小组的形式充分发挥教师和老生的传帮带作用，为学生进入专业研究领域铺路。在此基础上，以教师科研和企业真实项目为背景，由研究生和高年级骨干带队成立多个方向的研究小组，引导本科学生自组织开展科技活动、参加企业开放课题和各级各类竞赛。在这种学习过程中，各类研究小组通过引进不同专业方向的学生来拓宽研究内容和方向，从而提高学生的学习能力、实践能力和创新能力。具体的创新实践和课外教育设置及学分要求如表 5.1 所示。其中，“类别”和“选修要求”给出了 8 个学分的分配方式；“项目”列出来各类活动的具体内容；“获奖等级或活动内容”及“学分”给出了学分的认定条件；“备注”列出了学分的认定办法。表 5.2 和表 5.3 分别给出了与表 5.1 相配套的该校学生科技论文、专业培训与认证的学分认定办法。

表 5.1 西安邮电大学网络工程课外专业教育体系概览

类别	项目	获奖等级或活动内容	学分	选修要求	备注	
计算机新技术讲座		讲座	1	必修 2 学分	分散在 4 个学年, 学院认可	
沟通与职业素质训练		交流能力培养及素质训练	1			
网络协会专业竞赛		参加网络科技协会组织的各项竞赛获得校级奖励	1.5	必修 1 学分	学院认可	
		参加网络科技协会组织的各项竞赛未获得校级奖励	1			
各类竞赛与科技活动	各类竞赛 (包括数模竞赛、电子设计竞赛、英语竞赛、高数竞赛、EDA 竞赛、电子商务竞赛、挑战杯等)	国家级	一等	4	选修 2 学分	学院、教务处、团委认可 (个人获奖以每档最高学分记, 以团队形式参赛的具体由指导教师确认学分)
			二等	3		
			三等	2		
		省级	一等	2		
			二等	2		
			三等	1.5		
		校级	一等	1.5		
			二等	1		
			三等	1		
		参加竞赛未获奖		0.5		
	发表科技论文	按照刊物等级及作者排序	0.5~6	详细标准见附表 1		
	参与科研活动与科研项目	国家级	4	由项目组认可		
		省部级	3			
校级		2				
教师个人		1				
其他	参加并完成一个开放性实验	1	院教学委员会认可			
	完成辅修专业, 每 3 学分	1				
校园文化和社团活动	体育比赛、演讲、辩论、文艺演出、书法绘画……	国家级	4	选修 2 学分	体育部、团委认可 (以团队形式参赛的具体由指导教师确认学分)	
		省级	一等			3
			二等			2
			三等			1.5
		校级	一等			1.5
			二等			1
			三等			0.5
		院级	一等			1
			二等			0.5
			三等			0.3
		社团活动	一等			0.8
			二等			0.5
			三等			0.3
文章、征文	校内	0.3				
参加文体活动未获奖		0.3				
各种讲座、考级、职业资格认证	专业培训及认证	国家政府部门组织的资格考试	1~2	选修 1 学分	详细标准见附表 2	
		著名企业组织的认证考试				
	听讲座或学术报告	听各类讲座或学术报告	0.2/次		各学院认可	

表 5.2 西安邮电大学西安邮电大学科技论文学分认定标准

论文级别	独立完成	第一作者	第二作者	第三作者	第四及以下作者
核心及以上级别	5	4	3	2	1
公开出版刊物	3	2	1.5	1	0.5
会议论文	1.5	1	0.8	0.5	0.3
外文发表论文 (期刊或会议)	4	3	2	1	0.5

表 5.3 西安邮电大学专业培训及认证学分认定标准

类别	认证	等级	学分	备注
英语	大学英语	四级	0.5	以获得证书 为依据
		六级	1	
计算机	计算机等级	二级	0.25	
		三级	0.5	
		四级	1	
		计算机技术与软件专业技术 资格(水平)考试	1	
	国家信息化工程师认证考试 (网络认证)		1	
企业 认证	用友财务软件资格认证		0.5	
	思科公司认证		0.5	
	微软公司认证		0.5	
	摩托罗拉工程学院授权考试		0.5	

5.3.2 温州大学的示例

温州大学网络工程专业课外教育体系中包含公共教育与专业教育两大类。为促进学生在课外教育学习中的积极性,设置了课外教育学分,而且规定在 160 的课内教育学分之外,必须获得 8 个课外教育学分,学生才能申请本科学位。

课外公共教育活动包括军事训练、体能测试、社会实践等必选活动,和社团活动、志愿服务、文体比赛、外语提升等自选活动,必选活动项目 4 学分,自选活动项目 2 学分,完成相应的项目并达到合格要求后,给予计算课外公共教育学分。

课外专业教育项目如表 5.4 所示。其中“时间布局”表示活动的学期布局,如“0—2”表示由入学持续至第二学期,“5—6”表示由第 5 学期至第 6 学期。

该表中包含了两类项目，一类是以“*”标注的学分项目，其可根据温州大学有关课外教育学分的认定及管理办法给予一定量的课外学分奖励，其他无“*”标注的课外教育活动不计入课外学分管管理范畴。学生课外专业教育学分不得少于2学分。除了表5.4中学分项目外，学生也可通过专业相关的课题、论文、专利、软件著作权等成果，或者是其他与专业相关的学科竞赛奖项来获取学分，有关课外教育学分计算办法如表5.5所示。

表5.4 温州大学网络工程专业课外专业教育体系概览

活动名称	活动目标	活动内容与形式	组织	时间布局
大学学习指导	了解与适应大学学习	院、系、专业负责人等提供的大学学习指导讲座与座谈	校、院、系	0—2
学科前沿讲坛	了解学科领域的热点与发展	校内外专家、教授与博士提供的关于学科前沿及热点问题的报告会、论坛。	院系	0—6
学科竞赛*	拓展学科知识与技能	学科基础类竞赛，如高等数学、数学建模、ACM 程序设计等竞赛	校院、学生社团	0—4
专业学习导引	了解与适应专业学习	专业负责人、骨干教师、业界人士提供关于专业学习的指导讲座与座谈	校院、合作企业、学生社团	3—6
专业开放实践项目*	拓展专业知识，培养学习能力、实践与创新能力、团队能力、沟通交流能力	特定技术领域深化系列项目	院系、合作企业、学生社团	5—6
		新兴技术领域探索系列项目		
科技开发与创新能力训练与养成*	培养学习能力、科技开发与创新能力	省、校、院三级学生科技创新项目	校、院、合作企业、学生社团	5—8
		企业委托或企业学习期间所涉及的科技开发项目		
		国家、省、校三级大学生“挑战杯”课外科技创新大赛		
网络技术与网络工程讲坛*	拓展专业视野，深化对主流技术的理解，了解最新技术发展	业界技术专家提供的领域主流技术与新技术报告、讲座	校院、合作企业、学生社团	5—8
		业界工程师提供的典型工程案例研讨		
		网络工程项目管理与实践案例研讨		

续表

活动名称	活动目标	活动内容与形式	组织	时间布局
网络工程专业竞赛*	促进专业知识与技能发展, 培养实践创新能力、团队合作能力、沟通交流能力	网络新技术报告大赛	校院、合作企业、学生社团	5—8
		网络部署与实施大赛		
		网络规划与设计大赛		
		网络应用开发大赛		
		中国及亚太区“思科网院杯”大学生网络技术大赛”		
		“H3C 杯”全国大学生网络技术大赛		
企业运行与产业发展认知	认知企业运行管理与产业发展演变	校外企业家“企业运行与管理”系列讲座	校院、合作企业	6—8
		“IT 产业发展与演变—理念、创新与机遇”系列讲座		
职业生涯规划与职业认证	认知职业生涯、促进职业规划与职业认证、提高职业适应能力	校内导师职业生涯规划指导系列讲座	校院、合作企业、学生社团	4—8
		业界工程师“我的职业工程师生涯”系列讲座		
		职业网络工程师系列认证考试		
		ITAT 教育工程就业技能大赛		
创业能力培养	提供创业知识与能力训练, 创业资金与平台支持	大学生创业指导讲座	校院、合作企业、学生社团	5—8
		“IT 企业创业案例”研讨		
		大学生创业计划项目		
		国家、省、校三级“挑战杯”大学生创业计划大赛		

表 5.5 温州大学网络工程专业课外专业教育项目的学分认定

项目代码	项目名称	项目级别	项目内容与要求	学分	备注
20009000	学术讲座	院级以上	听取专题讲座 10 次以上	1	多余不重复计算
20012000	实验室开放	校级	完成相应的开放实践项目并通过考核	1	
20013000	考级考证	初	思科、思博伦、华为、H3C 系列的 A 级、工信部中级	1	同一系列就高计算 1 次
		中	思科、思博伦、华为、H3C 系列的 P 级、工信部高级	2	
		高	思科、思博伦、华为、H3C 系列的 E 级	3	

续表

项目代码	项目名称	项目级别	项目内容与要求	学分	备注
20017000	科学研究/ 技术开发	包括课题、论文、专利、软件著作权、成果奖等，参照《温州大学大学生创新创业实践学分标准表》相关条款			同一系列就高计算1次
20011000	学科竞赛	级别参照《温州大学大学生创新创业实践学分标准表》相关条款	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中国及亚太区“思科网院杯”大学生网络技术大赛 2. 华为、“H3C杯”全国大学生网络技术大赛 3. 大学生“挑战杯”课外学术科技作品竞赛 4. 大学生“挑战杯”创业计划大赛 5. 其他与专业相关的学科基础类竞赛 	学分参照《温州大学大学生创新创业实践学分标准表》相关条款	同一系列的竞赛就高计算1次，学会级竞赛降等计算
20014000	创业实践	参照《温州大学大学生创新创业实践学分标准表》相关条款			就高计算1次
学生从上述项目获得的学分应不少于2学分					

第 6 章 培养条件与保障

专业办学除了明确的人才培养目标、完善的人才培养方案之外，必须有相应培养条件与保障来确保培养方案的实施，支撑培养目标的达成。本章从师资队伍、教学资源、教学平台、校友体系、教学经费与投入等方面就网络工程专业建设与人才培养所需的基本培养条件与保障作出说明。

6.1 师资队伍

师资队伍是支撑专业建设与人才培养的基本保障与核心要素。为支撑人才培养目标的达成，师资队伍中应包含从事通识与公共基础教育、学科教育和专业教育的不同类型教师，且数量能够满足相应的教育教学需要。鉴于通识与公共基础教育师资队伍建设的专业相对无关性，本文以下主要就从事学科基础教育和专业教育为主的专业师资队伍建设进行阐述。

6.1.1 师资队伍的数量与结构

师资队伍总体上应符合教育部《普通高等学校基本办学条件指标（试行）》（2004）和《计算机类专业教学质量国家标准》的相关要求，同时又要满足地方院校网络工程应用型人才培养的需要。

师资数量上，从事学科基础教育和专业教育的全职专任教师不少于 12 人，且生师比不高于 18：1。校外教师可以按照一定比例计入专业教师总数（注：专业教师总数=专任教师数+聘请校外教师数×0.2），但其不能作为专任教师最低数量要求的替代。

师资年龄与职称结构上，55 岁以下的教授及 40 岁以下的副教授分别占教授总数和副教授总数的比例适宜，中青年教师所占比例较高。担任专业负责人的老师应具有较高的学术造诣，具有副教授及以上职称，对本科教学与网络工程应用型人才培养有全面深刻的理解与把握。

师资学科背景上，从事网络工程专业主干课程教学的专任教师中至少应有 2/3 毕业于网络工程、计算机科学与技术、通信工程等相关专业；

师资学历结构上，专任教师中具有研究生学历和硕士及以上学位，或者具

有讲师及以上职称者不低 90%；45 岁以下专任教师中，具有研究生学位的教师比例 $\geq 90\%$ ，其中 40 岁以下教师中，博士以上比例应 $\geq 30\%$ 。

师资来源上，包括专任教师与兼职教师。专职教师是指从事本专业教学活动的、学校在编的、具有教师专业技术职务的全职教学人员；兼职教师是指外聘教师，包括来自企事业单位的专业技术人员、管理人员，和来自其他院校的教师。在确保足够数量专职教师的前提下，可根据专业建设与人才培养的需要，进行兼职教师队伍建设，但应适度控制兼职教师的数量，而将重点放在兼职教师队伍的质量与内涵建设上。为了满足工程应用型人才培养的需要，弥补专职教师工程背景与工程能力不强的不足，建议尽量吸纳工程经历丰富、工程能力强的业界资深工程师担任兼职教师，并承担工程实践性较强的教育教学活动，参与应用性较强的课程与教材建设，参与专业教学实验室和实践教育基地建设。

教学作用上，具有讲师及以上职称的每一位教师至少能上两门课，并能够独立指导学生实习与毕业设计。同时，每门学科与专业基础课、专业课至少有两位教师能担任主讲。实践环节教师队伍配备整齐，承担实践环节的指导教师数量占教师队伍的比例 $\geq 40\%$ ，满足实践教学需求。

6.1.2 师资队伍的工程背景要求

网络工程隶属于工程教育专业，就地方院校的网络工程应用型人才培养目标而言，承担专业教育特别是承担专业核心课程、工程与应用类实践课程、实习与毕业设计的教师应具备与其所授课程或提供的教学活动相适应的工程背景或实践经历。

专任教师可通过以下途径获得相应的工程经历，积累工程经验，提升工程能力。包括：① 脱产或半脱产形式的企业挂职锻炼，单次脱产锻炼的时间以不少于三个月较为合适，有条件的院校建议半脱产锻炼的单次时间进一步延长至半年或以上；② 参加业界组织的短期工程技术培训，特别是针对主流技术、新技术及其工程应用的培训主题，培训既可以是面对面方式，也可采用在线方式；③ 承担来自企业的横向科技开发、技术改造或应用开发项目，提高解决工程实际问题的能力；④ 参加业界权威的职业工程师认证，取得双师资格。

除了有工程背景的专任教师之外，必须有效发挥来自企业或行业的工程师或企业高管作为兼职教师的重要作用，以满足师资队伍工程化的要求。通过聘请一

定比例具有丰富工程实践经历、具有很强工程实践能力或工程管理能力的企业高级工程师技术与管理人员担任专业教学工作，包括承担专业课教学、指导实习与毕业设计、提供或指导课外专业教育活动等形式，可以很好地弥补校内专任教师在工程经历与背景上的相对不足，为网络工程应用型人才培养提供更好的支撑。

6.1.3 教师的教学投入与教学发展

教师应具有与其授课程或所提供的教育教学活动相匹配的教学水平与教学能力，能够很好地理解与把握所授课程或所提供的教育教学活动在毕业要求达成中的作用，或者与培养目标、标准实现之间的映射与关联，并通过卓有成效的教育教学活动来支撑与确保教育教学目标的达成。专任教师必须获得教师资格证书。

教师应明确自身的教育教学责任，保证足够的教学时间与精力投入，以满足所授课程或所提供教育教学活动所需的教学实施、教学研究和教学建设需要。除了从理论与实践、课内与课外等多个环节上准确把握课程教学目标，合理选择教学内容，采用恰当的教学方法与手段实施教学，以确保课程教学目标的达成，并有效支持相关毕业要求或培养标准的达成之外，还需要通过教学建设与研究、改革与创新，不断改进教学工作，持续提高教学质量。

除了规定的课程教学任务之外，教师还必须作为专业教学团队的一员，积极参加专业层面的建设与研究工作，如参与本专业人才需求调研、培养方案制定、教学实验室与实践教育基地建设、招生和就业等相关的工作。

教师是一个特殊的职业，教师的发展包括学术发展与教学发展两方面。学术发展是指通过学历与学位提升、学术进修、学术研究与交流、工程设计与开发、社会服务等方式与途径，获得学术能力与水平的提升；教学发展是指通过教学建设与研究、教学研讨与交流，教学培训与指导等方式与途径，获得教学能力与水平的提升。由于各种主客观的原因，造成不少教师对学术发展的重视程度明显超过了对教学发展的重视，个别教师甚至忽视了教学发展对于其职业生涯发展的重要作用。人才培养是高等学校的中心工作，也是教师职业生涯的根本。为满足日益提高的本科专业教育与人才培养质量要求，每位教师必须给予学术发展与教学发展以同等程度的重视，要有学术与教学共同发展的自觉，并在日常教学科研工作之外，抽出必要的时间与精力，既关注自身的专业学术发展，同时重视自身的教学发展。

6.1.4 学校的重视与支持

作为学校，要将重视师资队伍建设和落实实实在在的人力、物力、财力与政策支持上，切实为师资队伍建设和教师个人发展提供良好的环境和条件，包括但不限于以下方面。

(1) 从专业建设与人才培养的基本需要出发，制定合理可行的师资队伍建设中长期规划与目标，并要有切实可操作的近期建设计划与实施方案。

(2) 确保足够的师资数量与质量，应使教师个人所承担的课程数和授课学时数限定在合理范围内，保证在教学以外有相应的精力参加学术活动，开展学术研究，参与工程实践与应用开发，参加教师教学发展相关的学习、培训与研讨交流，不断提升个人专业能力与业务水平。

(3) 有关于基层教学组织建设的政策与规范，通过强化基层教学组织建设，充分发挥系、教研室或课程组在专业建设与人才培养中的作用。有条件的学校，可实施专业负责人制，建立以专业负责人为核心的专业教学团队，服务于专业建设与人才培养。

(4) 重视相应的学科平台或面向应用的工程实验室或技术中心建设，为依托产学、校企合作的科技开发提供必要的政策与资源支撑，为教师从事科学研究、工程技术研究与应用开发提供基本的条件、环境和氛围。

(5) 成立教师教学发展中心或具有类似功能的机构，通过教学交流与研讨、教学咨询、培训与指导等方式，为教师的教学技能、教学素养和教学能力提升提供服务。

(6) 面向全体教师，建立教师培养与提升、进修与访学、工程实践与企业挂职锻炼等方面的政策与机制，鼓励教师提升学术水平与工程能力；

(7) 面向青年教师的培养与提升，有专门的政策与机制，包括其专业发展与教学发展。

(8) 建立教学、科研等效评价制度或业绩奖励政策，激励教师在学术发展的同时，充分关注教学发展。对于在教学上有突出贡献或潜心教学的教师，要在职称晋升、岗位聘任、薪酬待遇等方面给予相应的鼓励与认同，甚至是必要的倾斜。

6.2 教学资源

6.2.1 教学资源的内涵

教学资源是承载了教学信息的各类资源，是教学内容的信息载体。根据在课程教学中的不同作用，教学资源可以表现为教材、教学参考书、文献资料、教学素材、习题、试题、课件、案例、常见问题解答等不同类型。教学资源的呈现方式，可以是传统的纸媒形式，也可以是新兴的数字媒体形式，甚至是网络化数字资源。与纸媒形式的教学资源相比，网络化、数字化的教学资源具备处理数字化、存储海量化、管理智能化、显示多媒体化、传输网络化、交互多元化等特点，能够更好地满足教学信息化与资源共享的需要。随着信息技术的发展及其在教育领域的广泛应用，教学资源正呈现出多样化发展趋势发展。在教学资源建设实践中，要根据具体的教学需要，为不同类的资源选择合适的媒体形式。

为满足专业人才培养的需要，在实施相应的教学资源建设时，应当首先要从课程教学目标出发，结合教学内容建设，以及教学方法与手段改革的需要，梳理教学资源建设需求，制定教学资源建设规划或方案，然后进行有目的、有计划的建设工作。这里，“建设”是一个广义的概念，既包括校本资源的自我建设，也包括对外部资源的吸收、借鉴与利用。

应关注教学资源的动态性与开放性。教学资源既是不断积累的过程，也是持续更新的过程。更新的需求可能来自多方面因素的驱动，如教学目标与要求的完善与调整，教学内容的更新与调整，教学方法的改革与创新，教学手段的更新与扩充。

应促进优质教学资源的合作共建与共享。合作共建可以是校企之间的合作，也可以是校校之间的合作。校企合作共建资源有助于吸纳来自业界的优质资源，包括工程师、工程案例、工程技术规范与标准等；校校合作共建资源有助于教学交流、协作与互补，和校际的资源开放与共享，并有利于先进教学理念与教学经验的推广与示范。

6.2.2 教材

教材作为基本的教学资源，是实施课程教学的主要载体之一，其质量直接影响课程教学质量。教材的选用至少应把握以下两个原则。

(1) 教材选用必须立足课程教学的需要。应从课程教学目标出发, 根据课程教学实施的需要, 依据课程教学大纲, 恰当合理的选用教材。必须是因课程而教材, 绝不能是因教材而课程。在满足课程教学需要的基本前提下, 尽量选用有影响、有特色的高质量教材, 优先选用国家级和省部级规划教材或教育部教学指导委员会推荐的教材。考虑到网络工程相关学科知识更新周期短的特点, 使用近五年出版新教材的比例应不低于专业课总数的 50%。对于技术性 or 应用性很强的专业课程, 鼓励引进国内外知名 IT 企业开发或企业与院校合作开发的相关教材。并在使用教材的同时, 重视时效性更强更新的最新技术文献或参考资料(尤其是电子文献、网络资源)对课程教学的辅助作用。

(2) 教材选用应有相应的管理规范与制度。为了进一步规范教材选用管理, 应建立较健全的教材评价与选用制度, 定期进行教材选用的审核和评价。对于首次使用的教材, 尤其是新编教材, 教学执行单位应进行至少为期一年的质量追踪, 以决定是否继续选用。

(3) 鼓励自主开发有特色的高水平教材。在高质量教材选用之外, 鼓励有条件与基础的教师自主开发编写有特色的高水平教材。所谓“有条件与基础”是指教师必须具备足够的教学实践与教学研究基础, 对相关的课程教学具有站在人才培养高度的深刻理解与全面把握, 课程教学水平与效果被学生和同行所高度认可, 有相应的教材编写与开发能力。所谓“有特色、高水平”是指所开发的教材在教学理念、教学内容选择及其组织编排、教学方法设计、教学手段利用等方面, 能够有效适应地方院校网络工程专业教学与人才培养的需要, 充分体现网络工程应用型人才培养的内涵与特色, 体现该层次学生的学习特点, 体现主流技术的发展, 体现与工程实际的对接。除了理论教材之外, 要重视实验实践教材的开发与编写。教材形式上, 除了传统纸质教材外, 应重视电子教材以及能够将传统纸质教材与数字化资源有机结合的混合态教材的开发。必须杜绝低水平、低质量的教材开发与编写行为。

6.2.3 工程案例

工程案例是指来源于工程实际, 具有实际指导意义和教学价值的代表性工程现象、事件或项目。将工程案例资源运用于教学过程, 可以帮助学生更好的认识工程问题, 理解工程内涵, 建立工程意识, 培养工程能力。

工程案例的来源包括但不限于以下途径。

(1) 企业的实际工程项目。通常可依托产学合作，从合作企业获得以实际项目为背景的案例，可直接使用或经过必要的整理与提炼。

(2) 教师的横向科技开发项目。教师将所科技开发项目直接作为教学案例，或者从所承担的科技开发项目中提取相关的内容、事件或问题，经过必要的整理与提炼后作为教学案例。

(3) 借鉴行业培训或职业认证中的案例。在网络工程相关的职业认证或行业培训中，存在大量现成的工程案例，可直接加以利用。

为了更好地组织与利用工程案例，建议采用规范的形式对工程案例资源进行建设与管理，如建立工程案例库，并按照课程隶属或工程案例的适用范围对工程案例进行分类管理。表 6.1 给出了温州大学网络工程专业的工程案例编写样例。

表 6.1 工程案例编写样例

案例编号	***** 给出能够说明案例的课程隶属或适用范围的识别号	案例名称	***** 给出能够简要说明案例内容或内涵的标题或名称
所属类别	***** 对应的工程项目类别，如部署与实施、规划与设计、测试与评估、应用开发等	案例来源	***** 给出案例的来源，如企业工程实际项目，教师的横向科技开发项目等。
案例描述	***** 包括但不限于以下内容： 1. 相关的需求背景、应遵循的基本原则 2. 相应的功能与性能要求 3. 网络拓扑结构(若必要)		
教学要求	***** 包括但不限于以下内容： 1. 教学目标与基本要求的说明 2. 技术设计或实现要求的说明 3. 关于方案设计或总结文档的要求 4. 关于考核与评价的说明		
备注：	用于说明其他有待进一步说明的事项		

6.2.4 其他参考资料

除了教材与工程案例之外,院校应根据网络工程专业人才培养和课程教学的需要,加强其他参考资料内容建设和服务设施建设。如学校图书馆应提供足够数量的与网络工程专业有关的纸质与数字图书资料;并充分利用计算机网络,加强图书馆的信息化建设,为师生提供网络环境下的多种信息服务。确保一定数额的年度图书资料采集经费,使图书资料每年能保持一定的更新比例,以适应网络技术不断更新的特点。

除了上述图书资料外,师生应充分利用互联网资源来扩大教学资源的来源与内容,包括以下几方面。

(1) 网络课程资源,包括精品资源共享课、网络公开课、MOOCs 等在内的各类网络课程教学资源。

(2) 网络工程领域的技术标准、协议文档和工程规范等。

(3) 网络产品或技术解决方案提供商的技术白皮书,或其他技术与产品说明文档。

(4) 网络开源社区或专题论坛,各类开放代码库和开源代码等。

6.3 教学设施与平台

教学设施与平台是对教学活动所需基础设施与环境的统称,包括实践教学设施、课堂教学设施和辅助教学设施。实践教学设施主要包括实验室、仪器装备、实习实训基地等;课堂教学设施主要包括教室、语音室等;辅助教学设施主要指与教学有关的公用设施,例如图书馆、校园网、体育场馆等。本文以下主要就其中需要落实到专业层面进行建设的教室、实验室、网络教学平台、实践教学基地等建设给出相应的建议。

6.3.1 教室

教室是实施教学活动的主要场所之一。按照教育部《普通高等学校基本办学条件指标(试行)》(教发[2004]2号)的要求,教室、实验室等教学行政用房的生均面积不少于 16 m^2 ;教室应保证充足的照明,按照《建筑照明设计标准 GB50034—2004》的规定,教室平均照度不低于 300 lx ;教室应黑板、讲台等传统教学器材

之外,配置基本的多媒体教学设备和网络接入条件,以支撑基于现代教育技术手段的课堂教学。

为了更好地提供对研讨式、翻转式等课堂教学模式的支持,有条件的院校还可在上述基本要求基础上提供如多屏投影、多节点的无线接入和屏幕的无线切换等扩展功能。

6.3.2 实验室

实验室是实施实验实践教学的重要平台,是人才培养的基本保障与条件之一,是专业建设的重要组成部分。服务于网络工程应用型人才培养,地方院校的网络工程实验室建设应该从布局、设备、环境、形态、管理和队伍等多方面入手,加强实验室建设,提升实验教学水平与效果。

1. 实验室布局

必须根据专业人才培养方案中所涉及的实验实践教学需要,建立相应的实验室。网络工程专业的学科基础实验涉及程序设计、数据结构与算法、数字电路与逻辑设计、计算机组成与体系结构、操作系统、数据库系统、通信技术原理等内容。其中,数字电路与逻辑设计、通信技术原理等可依托或共享电子与通信类学科或专业的实验室,程序设计、数据结构与算法、计算机组成与体系结构、操作系统、数据库系统等可与计算机科学与技术等其他计算机类专业实施共建共享。

网络工程的专业实验室除了要覆盖课内教学体系中的计算机网络基础、路由与交换、无线网络技术、计算机网络安全、协议分析与设计、网络性能测试与分析等核心专业课实验教学之需外,还要提供对专业扩展课程实验教学和课外专业实践教育的必要支持。

2. 实验室设备

实验设备应齐备、充足,其类型与数量能够满足本专业学科基础实验和专业实验教学所需,课内实验开出率应达到 100%;实验教学设备投入不低于教育部[2004]2号文件提出的合格标准,即生均教学科研仪器设备 5 000 元/生,教学科研仪器设备总额以网络工程专业全日制在校生为基数进行统计。实验设备完好率应能满足教学实验的需要,原则上实验室设备完好率应不低于 95%,且长期处于维修状态(1 个月以上)的实验室设备不能超过实验室设备总数的 3%。

1. 实验室环境

实验室内部应满足基本卫生、安全等条件，使用面积符合教育部相关规定。按照教育部《普通高等学校基本办学条件指标(试行)》(教发[2004]2号)的要求，教室、实验室等教学行政用房的生均面积不得少于 16 m^2 。学校应依据此标准，对教室与实验室用房进行合理的分配，确保基本的生均面积。另外，应关注实验室教学环境建设，如可在实验室的内外墙布置一些与实验教学相关的内容，包括实验室与实验项目简介、实验室规章制度与管理规范、相关技术简介等。

2. 实验室管理

确保实验教学大纲、教学计划、实验项目卡、任务书、课表、实验指导书等实验教学文档的完备性与规范性；确保为每门课程配给充足的实验学时，包括基本的课内学时和用于课前预习及课后提高性学习的课外开放学时；在课程实验教学之外，提供开放实验服务，满足学生课外自主学习或实践创新教学的需要。建立实验教学及管理相关的信息系统或网站，提高实验室管理的信息化水平。

3. 实验室形态

除了实体实验室建设之外，随着信息技术的发展及其在教育领域应用的拓展，虚拟仿真实验教学作为一种新兴的实验室形态开始进入实质性应用。虚拟仿真实验平台作为高校实验教学的一个发展方向，具备传统实验室所没有的使用便捷、建设维护成本低、平台扩展性好、共享程度高等优势，作为对实体实验室的有益补充，建议重视网络虚拟仿真实验教学平台的建设与利用。

4. 实验教学队伍

实验室应配备足够数量的实验技术人员。实验技术人员应能够熟练地管理、配置、维护实验设备，保证实验环境的有效利用；实验技术人员具有熟练的实验操作技能，能够为学生进行实验活动或主讲教师实施实验教学提供有效的技术与技能指导。

图 6.1 给出了温州大学网络工程专业相关实验室建设的基本框架。就网络工程专业而言，学科基础课程实验主要依托计算机基础实验分中心下的相关学科教学实验室；专业实验教学主要依托网络工程实验分中心下的相关专业教学实验室以及网络工程虚拟仿真实验教学中心。表 6.2 进一步给出了温州大学网络工程专业实验室的基本概况。另外，表 6.3 还给出了石家庄铁道大学网络工程专业实验室建设的基本概况。分别供相关院校参考。

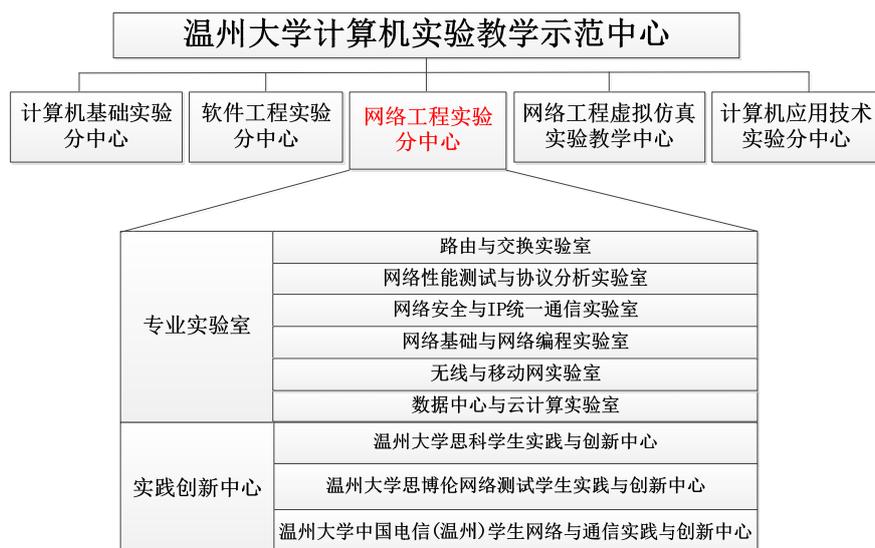


图 6.1 温州大学计算机实验教学中心结构

表 6.2 温州大学网络工程专业实体实验室概况

实验室名称	主要教学功能	主要设备
路由与交换实验室	提供路由与交换方面的专业实验与实训活动，涉及的课程包括“路由与交换”“计算机网络规划与设计”“网络部署与实施综合训练”“网络规划与设计课程设计”，并以开放实验项目和自由开放等形式为学生提供相关的课外实践与创新活动	可同时提供 6 个组别的实验教学，每组至多 4 人。每组提供 4 台 PC 主机和一个网络机柜，每个机柜部署有 4 台 Cisco 路由器、2 台 Cisco 三层交换机和 2 台 Cisco 二层交换机
网络安全和 IP 统一通信实验室	提供网络与信息安全、IP 语音等专业实验与实训活动，涉及的课程包括“网络与信息系统安全”“IP 统一通信技术”“网络部署与实施课程设计”“网络规划与设计课程设计”等，并以开放实验项目、学生科技创新项目、自由开放等形式为学生提供相关的课外实践与创新活动	可同时提供 6 个组别的实验教学，每组至多 4 人。每组提供 4 台 PC 主机和一个网络机柜，每个机柜部署有 3 台 Cisco 安全路由器、1 台 Cisco 防火墙、2 台 Cisco 三层交换机、2 台 Cisco 二层交换机、1 台 Cisco 语音路由器和 2 部 Cisco 的 IP 电话
网络性能测试与协议分析实验室	提供网络协议分析、网络性能测试方面的专业实验与实训活动，涉及的课程包括“网络性能测试与分析”“网络协议分析与设计”“网络性能分析与优化综合实践”和“网络协议分析与设计课程设计”等，并以开放实验项目、学生科技创新项目和自由开放等形式为学生提供相关的课外实践与创新活动	思博伦网络性能测试仪（SpirentTestCenter）、MRV 交换机、MRV 串口服务器、路由器、交换机、西普阳光网络协议分析软件、福禄克网络协议分析仪（Fluke OptiView）等设备，同时可提供 12 位学生的实验

续表

实验室名称	主要教学功能	主要设备
网络基础与网络编程实验室	提供局域网组网、TCP/IP 服务配置与管理、计算机网络编程开发、网络协议分析与设计等方面的专业实验与实训活动,涉及的课程包括“计算机网络基础”“网络协议分析与设计”和“计算机网络编程”等,并以开放实验项目和自由开放等形式为学生提供相关的课外实践与创新活动	32 台 PC, 两两构建了 16 个小型的局域网环境。可根据教学需要,重新连接 PC,调整局域网的个数与规模
无线网络实验室	提供无线局域网(WLANs)、无线网状网(WMNs)和无线传感器网(WSNs)方面的专业实验、实训与应用开发。涉及的课程包括“无线与移动网技术”“网络规划与设计”“网络创新技能开发与训练”等,并以开放实验项目、学生科技创新项目、自由开放等形式为学生提供相关的课外实践与创新活动	台式计算机和笔记本式计算机各 12 台、24 个 Cisco 无线 AP、Cisco 无线控制器 12 个、Cisco POE 交换机 8 个、可编程无线传感器若干等设备
虚拟化与云计算实验室	提供数据中心、虚拟化和云计算等专业实验实训教学与应用开发服务。涉及的课程包括“数据中心与云计算”、“网络创新技能开发与训练”等,并以开放实验项目、学生科技创新项目、自由开放等形式为学生提供相关的课外实践与创新活动,部署了比较成熟的私有云系统,具有比较强的计算和存储能力。能提供数据中心、虚拟化和云计算相关教学与创新活动所需的实验环境	服务器机架、服务器刀片、服务器交换机、数据中心分布层交换机、数据中心接入层交换机、存储交换机、存储等设备,构建了由数据中心网络、存储网络、统一计算系统和存储等四个部分组成的基于 FlexPod 架构的数据中心运行环境

表 6.3 石家庄铁道大学网络工程专业实验室概况

实验室名称	主要教学功能	主要设备
通信技术实验室	提供网络物理层实验,主要承担 CATV 技术、综合布线技术等相关课程的实验、接待有线电视系统方面认识实习和综合布线实习	网络设备空机柜、有线电视信号调制机柜、抛面天线、卫星接收机、接变频调制器、固定频道调制器、场强仪等
网络技术实验室	提供基础协议、网络攻防、网络故障、网络编程等实验教学,主要承担计算机网络原理、网络工程以及网络管理、网络协议与标准等相关课程的实验,接待网络技术认识实习和网络技术实习、网络工程设计实习等	由若干 RACK 实验组构成,每个 RACK 组有 3 层交换机、2 层交换机、路由器、RCMS 服务器和配套微机组成

续表

实验室名称	主要教学功能	主要设备
网络性能评测实验室	提供万兆网络交换、IPv6 网络、网络压力测试、仿真模拟网络应用服务等实验服务。主要承担网络规划、网络性能测试与评价方面的综合设计型实验和研究型实验	由若干套构建网络安全系统的设备组成,每组包括入侵检测 IDS 系统、防火墙、VNP 网关、二层交换机、路由器
网络与信息安全实验室	提供网络安全技术、网络规划、网络性能测试与评价方面的综合设计型实验和研究型实验服务。主要承担密码理论与技术实验、网络攻防实验、网络安全实验、网络编程实验等多种类型实验	万兆核心层交换机、IPv6 交换机、三网合一设备等

6.3.3 网络教学平台

1. 课程教学网络平台

课程教学网络平台是指充分利用信息技术开发的课程教学网络应用系统或网站,课程教学平台可以在线提供包括教学大纲、教学进度计划、教材与教学参考资料、案例、常见问题解答、课件和课堂教学视频资源等在内的大量教学资源,并提供对教学资源的管理和维护。如为教学资源建立索引或提供搜索功能信息,以便快速地查询、浏览和获取教学资源。

基于对在线教学资源的开发和利用,课程教学网络平台还可提供在线教学工具、学习系统、授课系统、答疑系统、测试或考试系统、作业提交与批改系统、学习论坛、教学反馈与评价系统等应用功能。

除了院校自建的课程教学网站之外,目前国内课程站门数最多、参与院校最广、访问人数最多的课程教学网络平台当属“爱课程”网 <http://www.icourses.cn>,它是教育部、财政部“十二五”期间实施的“高等学校本科教学质量与教学改革工程”支持建设的高等教育课程资源共享平台。该平台上包括了中国大学视频公开课、中国大学资源共享课和中国大学 MOOC 等三大类的近四千门课程,其中包括了网络工程专业教学相关的一些课程。

2. 虚拟仿真实验教学平台

虚拟仿真实验教学是指通过一系列计算机虚拟或仿真技术,模拟或创建出与原始系统在特定属性与功能方面相似或相同的仿系统或伪系统,用于实验实训教

学。基于不同的实现技术,虚拟仿真实验教学系统可实现不同的虚拟仿真功能与使用特性。虚拟仿真实验的开发与使用可以基于单机环境,也可基于网络。如果讲课程教学网络平台是学生实施 E-Learning 的平台,那么虚拟仿真实验教学平台是学生实施 E-Doing 的载体,两者都是利用信息技术促进教育变革的标志性应用。

建设网络工程虚拟仿真实验教学平台,可以解决实体实验室所存在的一些不足与限制,包括:网络运行机理的可见性差,实体网络设备通常以类似“黑匣子”方式运行,只能提供有限的状态灯指示和基于命令行或图形界面的指令输入、配置操作以及运行结果显示,网络设备对等实体之间的协议交互、数据包交换等运行过程与运行机理对操作者是不可见的,而这些对于学生掌握网络协议的工作原理与网络系统的运行机理非常重要;实验教学功能与特性的可扩展性不强,设备数量有限、类型固定,可实现的设备组合少、特性丰富度低;建设与维护成本高,包括初期建设成本、日常运行成本和更新换代成本;使用的便捷性差,学习地点固定于实验室所提供的物理空间,学习时间受限于实验室的开放时间,依赖于指定的操作系统使用与访问设备;开放共享性差,由于实体设备的物理空间限制,难以实现异地的开放与共享。

2015年1月,在教育部公布的第二批100家国家级虚拟仿真实验教学中心中,温州大学的网络工程虚拟仿真教学中心在列。该中心所提供的上百个虚拟仿真实验教学项目,可支持路由与交换、网络安全、网络性能测试与分析等多门课程实验教学。相关课程实验教学条件不足的院校可以考虑共享该中心的实验教学资源,其门户网站的URL为<http://vlab.wzu.edu.cn>,在该网站上有访问虚拟仿真实验教学平台的入口和相关的使用说明。

6.3.4 工程实践教育中心

工程实践教育中心是指高校依托企业建立的工程教育综合实践平台。作为行业企业深度参与工程人才培养过程的实施载体,与传统的校外实习基地相比,工程实践教育中心具有更加丰富的内涵。除了为专业人才培养方案中的综合实践、认知实习、专业实习和毕业设计等工程实践教育教学活动提供平台,还可依托工程实践教育中心吸纳相关的企业技术人员和高级管理人员建立或扩大兼职教师队伍,参与人才培养标准与培养方案的制定,承担一些实践性或应用性的专业课程教学或课程建设工作,指导学生的课外实践创新教育活动,推荐学生就业等。

在工程实践教育中心合作企业的选择上,院校应该从人才培养需要出发,并结合院校条件,选择合适的企业实施工程实践教育中心建设。选择行业中规模领先、技术水平先进、有影响力的知名企业是一种优先的做法,但不是所有的地方本科院校都具有这样的优越条件与环境。建议地方本科院校因地制宜,开拓思路,如可以考虑与所在区域的行业协会合作,或选择若干中小型企业,基于企业群来实施工程实践教育中心建设。但合作的企业不管规模大小,应具有规范的管理制度、先进的企业文化、良好的社会信誉和社会责任感。

工程实践教育中心建设过程中,既注重实践基地教学条件与设施建设,更要关注实践教育培养体系的建设,包括教学内容、指导教师队伍、管理制度与规、评估考核方法等。

6.3.5 校内实践教学基地

除了建在企业的工程实践教育中心外,有条件的院校也可以建立校内实践教学基地,用于工程实训或综合实践类教学活动的开展。校内实验基地可以采用校企共建或自建方式。前者是指依托产学合作,将包括硬件设备、软件、案例和工程师等在内的企业资源引入校内,由院校提供场地,双方共同建设与管理。后者则由院校模拟企业环境,独立建设与自行管理。

与工程实践教育中心相比,校内实践基地的主要不足是缺乏真实的企业环境和相应的企业文化氛围。因此,它可作为专业实验室和工程实践教育中心之间的一种过渡性平台,但其不能完全取代工程实践教育中心的作用。

6.4 校友与学友体系

校友是学校发展的宝贵资源,除了依托学校层面的校友工作机制和形成的校友资源外,专业应重视自身的校友体系建设。一方面,随着专业毕业生工作阅历与经验的丰富,所积累的资源日趋丰富,反哺母校与专业的能力会随之增加,同时其意识也会更加强烈。专业应通过有意识的主动设计,为校友持续了解母校与专业的发展,为其贡献母校与专业建设提供良好的沟通、交流与反哺的渠道,如建立校友会、校友交流网络平台等,实施定期或不定期的校友访问、邀请校友参与教育教学活动、担任校外兼职教师等,用好校友的资源,充分发挥校友在专业建设与人才培养中的特殊作用,助力于专业的发展与建设。另一方面,作为母校

与专业自身,要始终关注校友的发展,特别是毕业生这类特殊校友的动态与发展,为他们的持续发展提供必要的支持,包括毕业生自身的职后学习与培训,为其所在企业推荐优秀毕业生,为其提供关于母校和本专业发展的重要信息等。

除了校友体系,专业还要关注学友体系建设。学友体系以在校生为主要对象,以促进在校生的学业发展与个体成长为主要目标,在本专业的高年级与低年级学生、在校生与毕业生之间建立一种朋辈之间的学业指导与互助、经验分享与交流、团队合作与协同机制,充分利用同专业人群的良好相通性与同龄人之间的高度可沟通性,建立有利于在校生成长与发展的学习友群。

6.5 教学经费投入

充足的教学经费,是组织专业教学、实施专业建设、促进专业发展和保证人才培养质量的经济基础。教学经费分为日常教学运行经费和专项建设经费。

日常教学运行经费是指确保专业教学活动正常开展所需要的日常经费投入,通常以年生均经费投入来衡量。根据教育部相关规定,生均日常教学运行费用不应低于收取学费的35%,其主要用于日常的师资队伍建设经费、实验室维护更新费、专业实践经费、图书资料经费、实习基地建设经费等支出。其中:

- (1) 师资队伍建设经费,主要用于教师短期培训与日常教学研究活动;
- (2) 实验室维护更新费,主要用于实验用品及实验耗材购置费、实验室维护费及维修费等费用支出;
- (3) 专业实践经费,主要用于学生实习实训等所需的直接费用,包括必要的交通费用、校外指导教师费用等;
- (4) 图书资料经费,主要用于常规的图书资料更新;
- (5) 实习基地运行经费,主要用于校外工程实践教育中心或校内实践基地的日常运行与维护。

专项建设经费是在日常教学运行经费之外,用于促进专业建设和人才培养的相关专门性经费投入,包括校内与校外两大来源。

校内专项建设经费是指学校根据自己的经济实力与办学需要,从自身的常规年度办学经费中划拨出的专项建设费用,可涉及实验室建设、工程实践教育中心或实习基地建设、教研教改、课程与教材建设、教学团队建设、教师进修与人才引进、学生交换与交流等不同专题,而且要根据特定专题的实际需要,以立项形

式进行经费计划与划拨。

校外专项建设经费是指在常规年度办学经费之外，来自政府、企业和其他第三方机构与个人的专项建设经费。包括：学校或教师所获得的各类教学建设与改革项目经费。例如，教师或学生通过教育与财政主管部门共同设立的“‘十二五’本科教学质量与教学改革工程”专项，获得重点专业、精品课程、规划教材、教学团队、实验示范中心、实践教育基地、大学生创新创业计划项目等立项之后，所得到的财政经费资助均属于此类经费。来自企业的设备捐赠与经费赞助属于此类经费，来自校友或其他第三方机构与个人的专项教学资助经费也属于此类经费。

对于新建专业，除了保证固定资产投资和日常教学运行经费以外，通常需要较大的专项建设经费投入，包括师资队伍、课程、实验室、实践基地等建设经费，以确保基本的办学条件与保障。

第7章 培养机制

培养机制是实现培养目标、落实培养方案的系列途径、方法与手段的总称。以前面关于培养目标与标准、培养方案与教育教学体系的阐述为基础，本章主要就网络工程应用型人才培养相关机制的构建与落实进行简要说明。

7.1 校企合作模式

工程教育是为了培养满足国家经济产业发展所需的高质量工程人才，行业企业深层次参与工程人才培养过程是保证工程教育内涵、提升人才培养质量不可缺少的要素。依托产学、校企合作，可有助于工程人才培养多个关键环节的协同育人，包括以下几方面。

(1) 共同制定培养目标与培养标准。

(2) 共同编制人才培养方案。

(3) 共同建立工程实践教育基地，包括校内实践基地与校外工程实践教育中心（基地），以为学生工程实践教学和工程能力培养提供必要的产业资源与环境支持。

(4) 共同建设课程、教材与工程案例库等教学资源，通过校企共建，有利于将主流技术与产品、工程思想与方法、工程管理规范等工程元素融入教学资源，实现教学资源的工程应用特色与内涵。

(5) 共同建设支撑网络工程应用型人才培养的工程化师资队伍。一方面，吸纳具有丰富工程经历和工程经验的企业工程师，或者具有工程管理经验与水平的企业高级管理人员加盟师资队伍，建设一支专兼结合、学科与工程优势互补的师资队伍。另一方面，为专职教师的工程能力培养提供所需要的产业环境与企业资源。

(6) 共同参与人才培养质量的评估，企业作为人才需求方，对人才培养质量有着充分的发言权，从企业获得的关于毕业生或实习生的评价与反馈具有很高的参考价值，可被院校作为改进人才培养的重要依据。

建立校企合作机制并没有统一的模式可循，各院校要立足专业人才培养，综合考虑产业、区域和院校的特点，建立能够有效支撑或促进本专业人才培养目标

与特色达成的校企合作模式。

地方院校的网络工程专业以培养符合区域经济产业发展需要的网络工程应用型人才为基本目标,因此,在构建校企合作机制时,不宜也难以照搬“985”“211”或行业背景院校同类专业的作法,而是要充分利用与挖掘区域产业资源,因地制宜、因势利导,建立满足人才培养需要同时又具有现实可行性的校企合作机制。

无论采用什么方式的合作机制,校企合作必须关注合作各方的共赢,确保参与合作的各方,均能从合作中获得必要的利益或回报,以确保合作的可持续。

7.2 课程教学模式

课程是实现专业人才培养目标的主要载体,在专业人才培养体系中,每门课程均有着自己的培养功效与教学目标,并支撑专业人才培养目标与毕业要求的达成。

以往的人才培养主要强调重视知识与技能目标的达成,对应到课程教学模式上,所采用的教学组织形式、教学方法与手段也都以知识传授与技能掌握为主要出发点。例如,传统的课堂教学基本上以教师主讲、学生听讲为主要模式。这种模式在理论讲解与知识传递上具有很高的效率,但其作用往往局限在“教为教会、学为学会”的层面,很难通过这种模式促进学生的学习能力(主要体现在发现、分析与解决问题能力)、创新能力(主要体现在解决问题过程中的创新理念与意识、关于创新方法与手段的理解与运用)、沟通表达能力和团队合作能力培养,与“教为不教、学为会学”的教学境界相距较远。

回顾我们在第2章中所给出的培养目标、培养标准或毕业要求,除了重视学生知识与技能外,还必须高度关注学习能力、创新能力、团队合作能力和沟通表达能力等在内的综合能力与素质培养,这些过去没有被足够重视的能力与素质要求恰恰体现了当今经济社会发展对高质量工程人才的要求。与培养目标的调整与完善相适应,每门课程培养功能与教学目标的内涵也应随之加以调整与丰富,在知识与技能目标之外,需要增加对学习能力和创新能力、团队合作能力和沟通表达能力等综合能力与素质培养的贡献。在4.4节所给出的教学大纲示例中,可以明显看出这种变化。应对这种变化,包括课程教学组织形式、教学方法、教学手段等在内的课程教学模式也应随之进行必要的改革与创新。

以温州大学网络工程专业为例，其在计算机网络基础、路由与交换等课程中所实施的“三位一体”课堂教学模式改革，可为其他院校提供有益的借鉴。“三位一体”课堂教学模式改革涉及课堂教学目标、教学理念、教学时空、教学形式与教学资源等五个方面。图 7.1 给出了该模式的总体框架，相关说明如下。

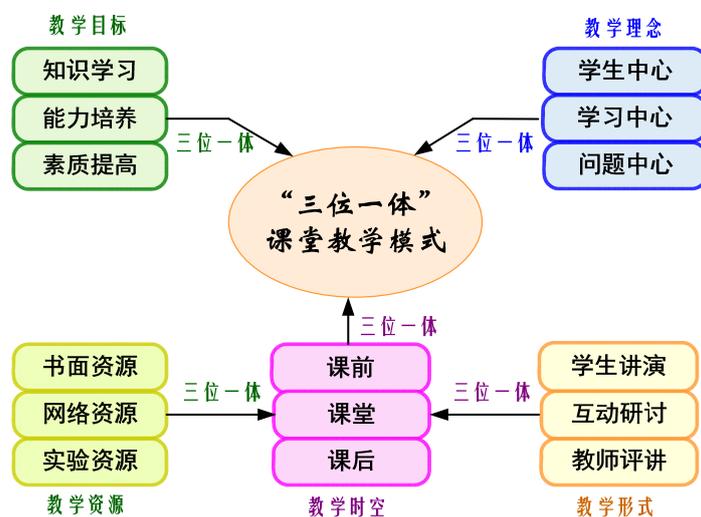


图 7.1 “三位一体”课堂教学模式总体框架

1. 教学目标的“三位一体”

课堂教学目标上，从知识为主向知识、能力、素质“三位一体”协同培养转变。课堂不再只是学生学习知识的场所，更要成为学生能力与素质提升的重要载体。

2. 教学理念的“三位一体”

教学理念上，从教师中心、教授中心、任务中心的旧式“三位一体”向学生中心、学习中心、问题中心的新型“三位一体”转变。这种转变一方面需要教师正确认识教学过程中的师生角色与关系，将学习与发展的权力还给学生，将课堂的主动权还给学生；同时也需要长期以来在教学过程中处于被动位置，在课堂中习惯于被动接受的学生在认识与心理上发生转变，认同自己在教学过程中的主体性。

3. 教学时空的“三位一体”

教学时间上，从狭义课堂向课前、课堂与课后的“三位一体”的广义课堂转变；教学空间上，从教室向教室、网上学习空间与实验室“三位一体”的立体课堂转变。以立体课堂为载体、课堂教学为统领，带动学生的课前与课后学习，实

现课前、课堂与课后的有机联动，提高课堂的综合产出与成效。

4. 教学形式的“三位一体”

课堂教学形式上，从教师主讲为主要形式，向学生讲演、师生互动研讨、教师评讲“三位一体”形式转变。按照每堂课的教学目标，以课前学习为基础，以问题或案例为主线，将三类教学形式和恰当的教学方法相结合，引导学生的主动参与、积极思考与有效表达，实现一种“学为主、教为次，学生主体、教师主导”课堂教学形态。将满堂灌变为问题课堂、讨论课堂、对话课堂。充分调动学生的聪明才智，加强师生之间的互动，采用启发式、讨论式、互动式和参与式等多种教学模式，将单向的灌输课堂变为多向交流，师生设问、置疑、思辨，寻根求底，从而激发学生学习的积极性和创造性。

5. 教学资源利用的“三位一体”

教学资源利用上，从以教材和参考书等书面资源为主要载体，向书面资源、网络数字资源和实验室资源的“三位一体”转变。在拓展资源的载体形式之外，进一步丰富资源的数量与类型、内容与来源，以为“三位一体”课堂教学模式改革提供支撑与保障。

关于“三位一体”课堂教学模式改革的具体实践与做法请参见《中国大学教学》2015年第8期的“‘三位一体’课堂教学模式改革实践”。

7.3 实践教学模式

实践教学的产出与效果不仅取决于实践教学体系的设计，还与实践教学模式的针对性与有效性直接相关。一方面，培养定位与培养目标的不同，使得地方院校在实施实验实践教学时不能简单沿用或照搬“985”“211”院校的做法。另一方面，实践教学体系中的每个教学环节，都需要与其教学目标达成相适应的教学模式。例如，学科基础实验、专业课内实验、课程设计、综合实践、专业实习、毕业设计在整个实践教学体系和人才培养过程中承担着不同的教学目标与培养功效，从而需要在教学组织形式、教学方法与手段等方面采用与其教学目标达成相适应的实验实践教学模式。

以课内专业实验教学为例，一些院校还在简单采用理论求证、知识验证为中心的实验教学模式，即结合特定的理论或知识点，通过一些较明确的实验任务分解并配合详细的实验步骤指导，让学生通过实验操作以及对实验结果的观察与分

析来验证某理论或知识原理,得到基本操作技能的训练。然而,对于应用型人才培养而言,应突出以工程与技术实践能力培养为中心,如果沿用这种以知识或理论为中心的实验教学方法,就会明显影响课内实验的教学效果与教学质量。在我们过去实施此类教学方法的过程中,发现一类常见问题是即使学生顺利按照实验指导书或讲义完成所要求的各项操作或配置任务,但如果教师问他们一些涉及实际问题或关联技术应用背景的进一步问题时,学生就会显得无所适从,因为他们从这种以理论为中心的按部就班式的教学方法中,无法了解相应的工程背景,也不知道所学的实践技能在工程中的真正作用,更缺乏将其与实际工程问题相联系以用于解决实际工程技术需求或问题的能力。将以知识或理论为中心的实验教学方法用于以工程与技术实践能力培养为中心的实验教学中,带来的另一个问题就是学生的学习主体性得不到充分的发挥。对学生而言,被动操作的成分远大于对主动思考能力,对将理论用于指导实践的分析问题与解决问题能力,大于对综合运用所学技能解决实际工程问题与应用需求能力的关注。

针对上述问题,温州大学网络工程专业进行了“问题与案例驱动的课内实验分级教学模式”改革。该模式围绕一门专业课程的课内实验教学,以课程所对应的技术分支领域的专业技能为主线,以案例抽取和问题分解为基础,对课内实践教学进行分级。如图 7.2 所示,从基本实验到综合设计性实验为第一级,基本实验以掌握某个或某几个技能点为目标,并以工程问题进行驱动,综合设计性实验则以多个或全部技能点的综合应用为目标,用工程案例驱动,图 7.3 给出了“路由与交换”课程实验项目的设计示例;在每个基本实验内,又进一步分解为“基本技能→进阶技能→创新活动”三个小级别,其中“创新活动”除了针对本实验知识与技能的综合应用外,还包含了需要运用下一个基本实验的知识与技能才能解决的问题。通过问题与案例驱动的“两层+三级”的分级设计,在一门课程内部实现了循序渐进的实践技能培养。与该模式相配套,还进行了课内实验实践教学考核方法的改革,如图 7.4 所示。关于该模式更加详细完整的介绍请参见《实验室研究与探索》2012 年第 1 期上的文章“问题与案例驱动的课内实践教学分级模式探索”。

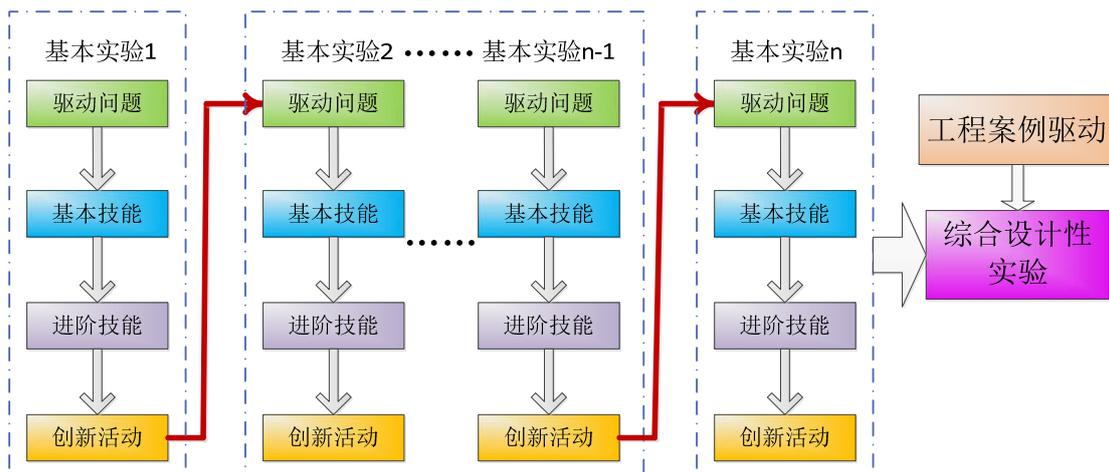


图 7.2 问题与案例驱动的课内实践教学分级模式

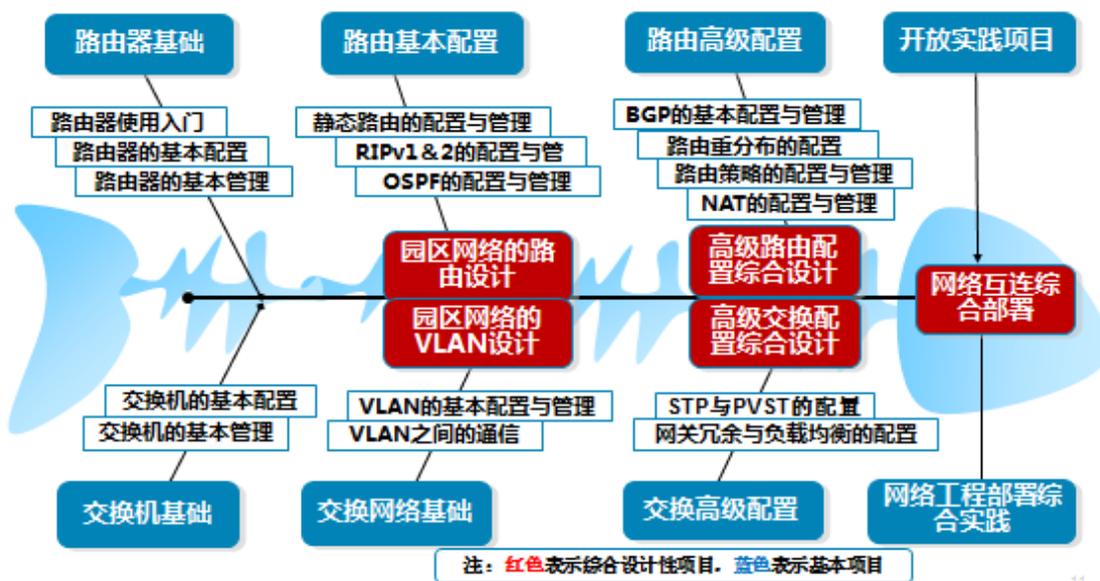


图 7.3 “路由与交换”课程实验项目分级设计示例

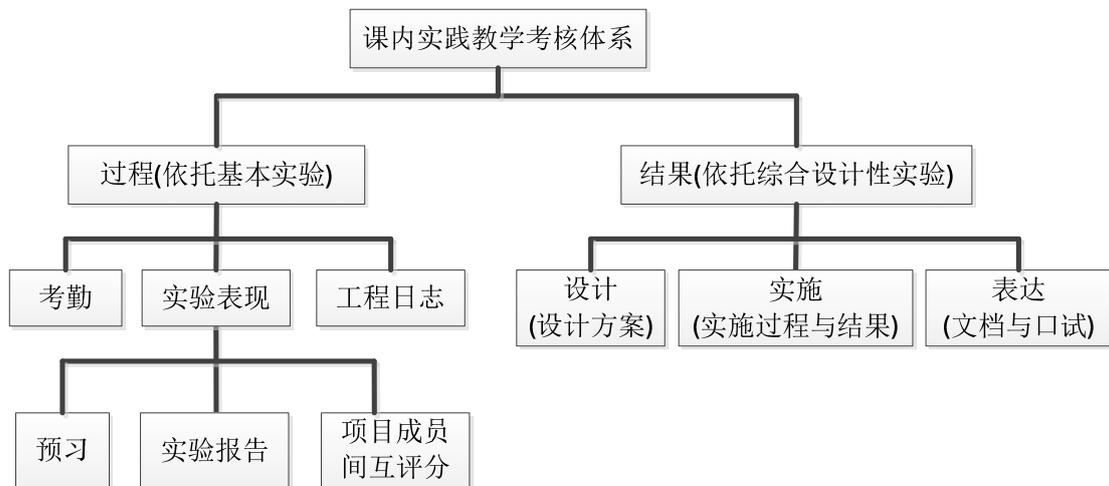


图 7.4 过程与能力结合的课内实践考核方法

除了课内实验教学之外,温州大学还在综合实践类课程教学中推行了工程师主导、项目驱动的综合实践教学模式。如图 7.5 所示,该模式教学由企业工程师与校内专职教师共同承担教学,业界工程师担任主导师。根据工程案例所涉及的系统复杂度,学生组成相应规模的项目小组,在给定的一周或两周时间内,模拟实际工程项目的运作方式,建立明确的组内分工与合作关系,制定项目实施方案,完成相关的需求分析、规划与设计、部署与实施、总结与评价等工作。在该过程中,企业工程师除了参照工程实际项目运作流程与规范对各组织予以实战指导外,还要组织学生项目组就案例的工程需求、技术难点、设计与实施要领、工程流程与规范、实施效果与学习心得等进行研讨与交流、分析与评价,以提高项目式学习的成效。这种模式让学生在校内就能提前学习工程项目运作的内涵与要求,包括理论与技术的实际应用、工程项目的 basic 组成与环节、工程项目实施与管理的基本规范与流程、项目过程中的团队合作与沟通能力等,为学生大四阶段进入企业学习提供足够的能力与素养储备。

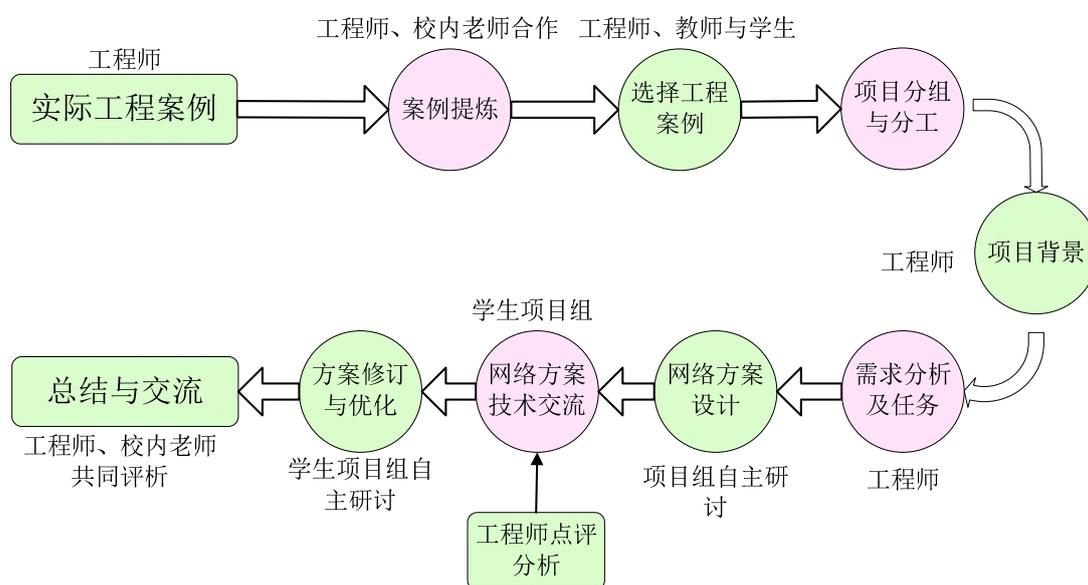


图 7.5 工程师主导、项目驱动的综合实践教学模式

7.4 课外教育模式

如第 5 章所述,将课外教育作为专业人才培养方案的重要组成部分,对其进行系统化设计,构建相对完善的课外教育体系,具有非常重要的作用,它不仅是实现专业人才培养目标的重要载体,也是实现学生个性化培养的重要平台。相比

课内教育，课外教育因为其丰富的内容、多样化的形式及更具灵活性的选择，为发挥学生的学习主体性、实现其个性发展提供了更大的空间。但是，如何有效的实施课外教育教学活动，从而充分发挥课内教学与课外教育的协同培养作用，却是一直困扰众多院校的问题。

必须认识到，尽管课外教育强调学生主体、尊重学生个性发展，但这不等同于学生的自发和教师的放任。课外教育体系的实施不仅对学生的自我学习与管理能力提出了更高的要求，也需要教师在课外教学上有更多的投入与付出。因此，有必要建立一种学生主体、教师主导的课外专业教育运行模式，并为这种运行模式找到一种切实可行的实施载体，使得既能充分发挥学生在课外专业教育中的主动性与创造性，培养与提升其自我学习、自我管理、自我约束的能力，又能有效体现教师的引领与指导作用，实现一种可控、可调状态下的学生主体性，确保学生课外学习中的困难与问题得到及时的帮助与指导，主动性与创造性得到应有的保护与鼓励，努力与方向不偏离专业人才培养目标与要求。

以温州大学网络工程专业为例，探索实施了学生社团载体的课外专业实践教学运行管理模式。该校面向网络工程专业学生，成立了“温州大学大学生网络实践与创新俱乐部”，将其作为本专业学生课外实践与创新教学的组织与运行载体。在校企协同的教师指导团队主导下，该俱乐部的活动目标紧扣专业能力与素养培养，活动内容涵盖课外专业教育体系的主要方面，活动形式丰富多彩，形成了新生引航、开放实践项目、科技创新与开发、专业竞赛、技术讲座、职业认证组织与强化学习、资深工程师职业生涯分享、优秀校友成长分享、毕业季等诸多品牌活动，形成了课外与课内教学的高效协同。该俱乐部自2008年成立以来，组织的各类课外专业活动超过140场次，参与人次高达7050，折合人时总数21800，有效实现了课外专业教学的三个“全部”：全部专业学生的自主参与、全部课外专业教学的学生自主组织、全部活动环节的学生自主管理，还无形中成了全体专业学生心中的“网工人之家”。图7.5给出了温州大学大学生网络实践与创新俱乐部的基本架构。

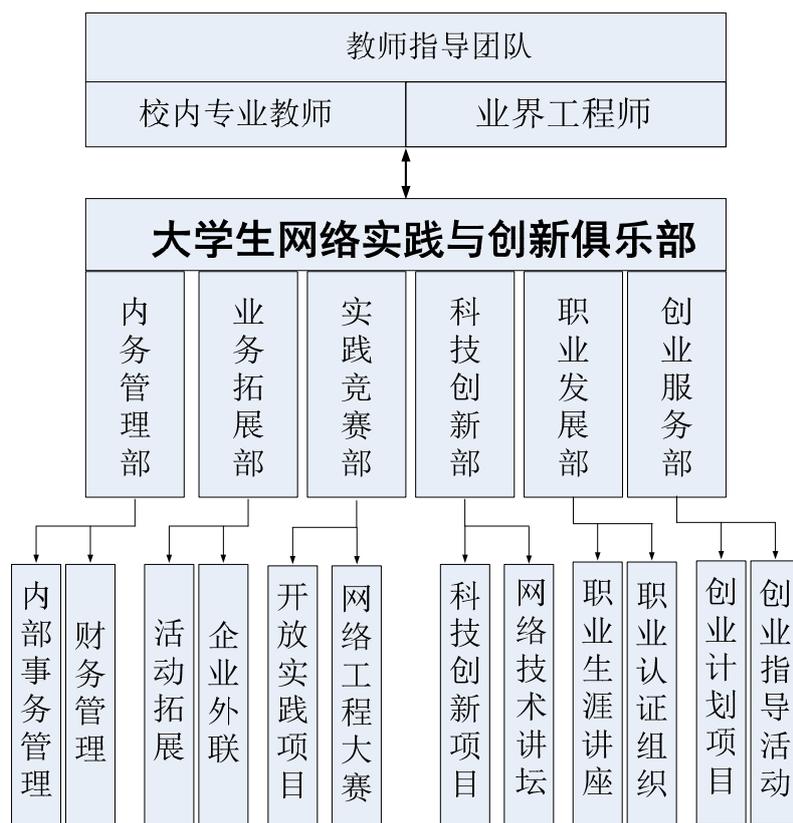


图 7.6 温州大学大学生网络与创新实践俱乐部组织架构

除了成立学生专业社团之外，温州大学还就如何鼓励专业教师参与课外专业教育作了三方面的探索。首先，在理念上引导专业教师深刻认识课外专业教育对于人才培养的重要作用，以及自身在课外专业教育中的职责与作用，正确处理教学与科研的关系，身体力行承担起教师在课外教育中的责任与义务；其次，在管理机制上，引入课内、外的“两位一体”制，凡担任课内专业教学的主讲教师，自然成为与其课内教学相关联的课外专业教育活动的责任导师，反之对于主动承担课外专业教育活动指导工作的教师，在安排课内教学任务时予以优先考虑；第三，在政策配套上，按照育人工作量为教师计算相应的教学工作量，并纳入教师年度教学工作业绩考核体系，对于指导学生课外专业教育取得显著成效的教师还予以额外的奖励。关于温州大学课外专业教育的详细做法可参见《高等工程教育研究》2012年第4期的“卓越计划‘3+1’模式下的课外专业教育体系建设”。

第 8 章 教学质量保障

本章首先阐述了关于教学质量保障的基本认识，然后从教学质量标准、教学质量检查与评估、教学质量质量改进等方面就实施教学质量保障进行了简要说明。

8.1 教学质量保障概述

从人才培养需求到培养定位与培养目标的确立，到培养方案编制和教育教学体系设计，到培养过程实施及其相关条件与资源建设，再到教育教学成效和培养产出的评价，贯穿人才培养全过程，还需要建立一个完善有效的教学质量保障体系，才能确保专业教学与人才培养质量的持续改进与提升。就一个专业而言，教学质量保障体系是指以提高专业人才培养目标的契合度和达成度，以保证教学质量为目标，运用系统方法和手段，依靠必要的组织结构、制度设计与执行，把教学和人才培养全过程中的相干机构、部门与人以及各环节的教学质量管理活动严密组织起来，将其中影响教学质量的一切因素控制起来，形成一个有明确任务、职责、权限、相互协调、相互促进的质量管理的有机整体。

教学质量保障体系涉及质量标准、质量保障模式、组织与制度、管理队伍建设等内容。教学质量标准是实施教学质量检查、评价、改进的基准，是实施质量保障的基础；质量保障模式是质量保障理念、方法、手段和流程的总称，是实施质量保障的根本；质量保障的组织、制度与管理队伍是实施质量保障的重要支撑与保证。

教学质量保障应遵循教学质量全面管理的理念与原则，体现教学过程的全覆盖和教学相关人员的全员参与。在建立相应教学质量标准的前提下，可参照生产管理中的全面质量管理原则，即按照“计划、执行、检查、处理”的 PDCA 循环，使教学质量形成管理形成一个闭环。再按照“检查→反馈→改进→再检查”的运行机制，使教学质量得到持续改进。而且这种循环和运行机制至少应覆盖两个层面，建立两大教学质量的闭环运行机制。一是专业层面，基于外部人才需求和毕业生及用人单位满意度，形成从培养目标建立→培养过程实施→培养产出评价→培养目标调适或培养过程改进的闭环过程；二是课程层面，立足课程对培养目标与毕业要求或培养标准达成的支持，形成从课程教学目标与质量标准建立→课程

教学实施→课程教学产出评价→课程教学目标与质量标准优化和课程教学过程改进的闭环过程。

目前,各专业点的教学质量保障主要存在两方面的问题与不足。首先是关于教学质量保障的认识不到位。将教学质量保障简单的理解或等同为教学质量检查或教学督导,以为有了教学检查或督导,就是有了质量保障。诚然,教学检查或督导是教学质量保障体系中不可或缺的环节或手段,但它只能作为获取教学质量或状态信息的途径与手段之一,若缺乏对教学检查或督导信息的反馈与利用,缺乏针对所发现问题与不足的处理与改进,则教学检查或督导的意义与作用是非常有限的。二是教学质量保障的建设与执行不到位。目前多数专业点的教学质量保障存在“监”多、“控”少,检查多、改进少,体系与组织机构不健全,质量职责不明确,既未能覆盖质量全过程,也没有涉及质量管理与保障活动的全体相干人,质量保障体系“开环”现象严重,专业与课程层面的闭环建设均存在明显不足。产生该问题的首要原因是认识不到位,其次是建设投入不足。

针对上述问题与不足,各专业点应正确认识质量保障体系建设,秉承全面质量管理的原则和理念,将教学质量目标管理与教学过程管理有机结合,对专业人才培养目标确立、资源保障、过程实施、质量监控、调整改进等质量保障要素进行规范化管理与控制,构建全方位的教学质量保障体系,重视并完善两个闭环的建设。

一是基于外部人才需求和毕业生及用人单位满意度,建立从培养目标→培养过程→培养产出→培养目标的闭环,通过建立需求导向的培养目标确立机制,保证培养目标与区域经济、社会和学生发展之间的吻合,通过对培养方案科学性、合理性和培养过程落实有效性的有效监控、追踪、反馈与改进,保证培养目标的实现;通过关键教学资源与条件建设,保障培养过程与机制的有效运行;通过对培养产出,特别是毕业生与用人单位的满意度评估,判断培养目标是否实现,并从中获得有价值的信息来改进培养目标,修正毕业要求与培养标准,以改进在校生的培养过程,提高毕业生与用人单位的满意度。

二是以立足毕业要求和培养标准确定课程教学目标和质量要求为基础,建立从课程教学目标与质量标准→课程实施过程→课程教学产出→课程教学目标与质量标准的闭环。对课程日常教学进行督导与监控,形成学生课程学习产出的跟踪评价,通过查验课程对相关毕业要求与培养标准达成的支持度,发现包括课程

目标的合理性、教学内容体系的科学性、教学方法与手段的有效性、教学效果评价的针对性与完善性等方面的问题，建立关于课程教学质量的评价改进机制。

图 8.1 给出了一个教学质量闭环建设的示例。该图中包含了三重质量反馈闭环机制：

第一，根据国家与区域经济社会发展需要、学校办学定位与特色、生源特点与发展潜力、高等教育发展与服务面向等因素的变化与调整，结合毕业生与用人单位调查结果，发现培养目标设立中的不足，改进培养目标；

第二，基于课程教学评价、毕业生和用人单位调查反馈结果，可用于评价与提高课程教学标准的合理性，或若有必要，用于对毕业要求和培养标准进行改进与完善；

第三，通过课程教学评价，获得日常课程教学质量的反馈，对照课程教学目标与标准，分别在课程规划、建设与教学等多个阶段持续改进课程教学活动。

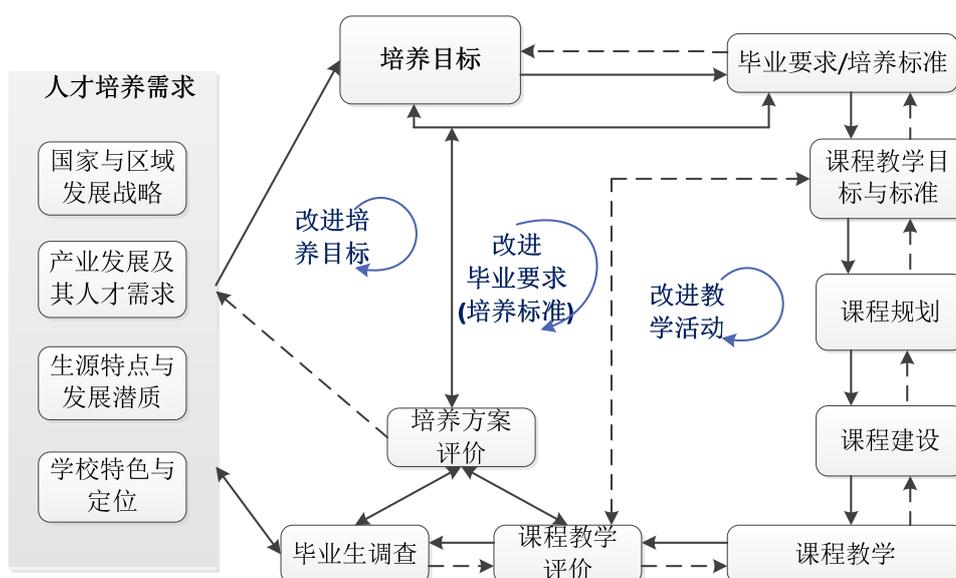


图 8.1 专业培养的多种反馈机制

8.2 教学质量标准

教学质量标准是就教学目标与过程设定的基准或基本要求，包括目标质量标准与过程质量标准两个范畴。就一个专业而言，宏观的教学质量标准涉及培养目标、毕业要求和培养标准，中观的则涉及课程教学目标与质量标准，微观的则涉及某个知识模块、技能点或教学环节的教学要求或教学规范。

第2章中,我们阐述了培养目标、毕业要求和培养标准的内涵、作用和编制要点。必须充分理解培养目标对于人才培养全过程的导向作用。它们不仅是构建课程体系和开展教学活动的基本依据,也是检查培养目标与毕业要求是否达成的基本依据与衡量标尺。

第3和4章中,我们强调了必须紧紧围绕培养目标的达成进行教育教学活动设计和规划的必要性的重要性。将毕业要求与培养标准落实于培养方案中所规划的相关课程或教育教学活动中,建立两者之间的映射关系。一门课程可支撑一条或多条培养标准的实现,一条标准可借助一门课程或多门课程实现,所有课程的标准集合应覆盖全部培养标准。以这种映射关系为基础,为每一门课程或每一项教育教学活动建立相应的教学目标与教学质量标准。基于课程教学目标与标准,规划与设计课程教学,编制课程大纲,实施课程教学,并进行教学质量检查与评价。

培养目标、标准与毕业要求,以及课程教学目标与标准均属于目标标准的范畴,主要被用于对形成性的教学结果或培养成效进行质量查验与评价。但是,明确的目标质量标准并不一定导向期望的质量结果,因为它需要规范有效的教学与培养过程来保障。也就是说,除了要有明确的教学质量目标标准之外,还要重视相关的过程质量标准建设。过程质量标准主要关注教学过程的基本流程与基本规范。通常,需要为培养方案编制、课程教学、实践教学、考试考核、毕业设计(论文)等重要教学环节或过程制定相应的管理规范。以课程教学为例,可以就课程教学大纲编制、主讲教师资格、教案设计、教学进度编制、课堂教学规范、答疑辅导、课程考核、课程档案管理、课程评价与改进等环节,制定相应的过程管理规范;以实习为例,可以就实习企业选择、导师配备、实习基本守则、商业机密保密承诺、实习安全、实习文档管理等,制定相应的过程管理规范;而以毕业设计(论文)为例,可以就基本流程、选题、导师配备与指导要求、论文质量与学术规范、答辩、成绩评价、档案管理等,制定相应的过程管理规范。

8.3 教学质量检查与评估

8.3.1 检查与评估的作用与内涵

教学质量检查质量保障体系的重要职能之一。基于所建立的教学质量目标与过程标准或规范,通过对主要教学环节的过程规范与质量产出进行检查与评估,

可检查与评判教学质量的高低，掌握教学基本状态和产出成效，发现存在的问题与不足，为教学质量改进提供相应的依据与指导。

教学检查与评估可采用校内与校外、常规与专项、定期和随机、督导与评估相结合的形式。教学检查与评估既要关注结果，也要重视过程；既要关注教师的教，更要重视学生的学；既要关注教学本身，也要重视教学管理。

常规教学检查与评估是指面向教学基本状态与常过程，所开展的常态性检查与评估。可包括日常的听课与看课、学期性的试卷检查、课程档案检查、实习与毕业设计（论文）检查、学生座谈与走访、日常教学秩序检查等；也可包括常态和制度化运行的学生评教、教师评学，新生适应性调查、毕业生质量调查等内容。

专项教学检查与评估是指在常规教学检查与评估之外，就特定目标或主题所开展的专门性检查与评估。如专业评估与专业认证，重点建设专业中期检查与验收，课程评估或精品课程建设检查与验收，实验室、实践基地专项检查或实验室、实践基地建设项目验收等。也可包括一些尚未形成常态化运行的专题调查，如学生学习状况与学风调查、学生教学满意度调查等。

除了通过上述常规与专项检查与评估获取关于教学质量的基本信息之外，还可通过建立一些常规或专门的方法与手段来拓展教学质量信息的获取途径。如建立学生教学信息员制度、教学质量投诉与反馈信箱、教学质量反馈网络平台等，为学生及时主动反馈教学问题与建议提供便利。

8.3.2 专业评估

专业评估是指以专业为考察与评估主体，以专业建设规范与内涵、特色和优势、成效与不足等为主要观测内容，所进行的一类教学质量检查与评估。

就专业评估的理念而言，其基本出发点在于通过评估，总结经验，发现问题与不足，分析与诊断产生问题与不足的原因，寻求持续改进的对策与措施，达到“以评促建、以评促改、以评促管、评建结合、重在建设”的目的，引导各专业点不断提高专业办学定位与人才培养目标和国家与区域经济社会发展需求的适应度、教师和教学资源对学校人才培养的保障度、教学和质量保障体系运行的有效度、培养目标的达成度，以及学生和社会用人单位的满意度。

就专业评估的组织而言，通常有三类方式。一是由专业所在院校自行组织；二是由教育行政主管部门牵头组织，如由省教育厅或教育评估院来组织；三是由

第三方机构来实施，如中国工程教育认证协会的工程教育专业认证。

就专业评估的基本范畴而言，通常关注专业办学定位与目标、师资队伍、教学资源、培养过程、学生发展、质量保障等方面的关键指标。不同组织方所给出的评价方案、方法与指标体系可能有所不同，取决于评估的立足点与出发点。

表 8.1 给出了温州大学本科专业评估指标体系作为示例。温州大学采用该指标体系对本校所有本科专业进行校内专业评估，评估分为专业自评和专家评估两个阶段，评估专家由校内外专家共同组成。该评估将诊断性评估与水平评估相结合，重在诊断与审核，但同时给出水平评估的结论，分为优秀、合格、暂缓通过。该指标体系中，共含一级指标 6 个、二级指标 22 个、三级指标 47 个，三级指标含核心指标（加“*”）21 个、一般指标 26 个；“专业特色和优势”不列入指标体系，但作为优秀等级的必选项目；“问题诊断的准确性与改进措施的可行性”受认可作为合格及以上等级的必然要求。

表 8.1 温州大学本科专业评估指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	达标标准
1.定位与目标	1.1 专业定位	1.1.1 专业定位及确定依据	专业定位清晰，确定依据明确，符合社会的实际需求和学校办学定位
	1.2 培养目标	*1.2.1 专业培养目标及确定依据	根据学校人才培养的目标定位，在对本专业的社会需求状况、专业的学科支撑情况等进行深入调研和论证的基础上，参考专业教学指导委员会制定的专业人才培养规范制定专业培养目标。专业培养目标要描述精准，明确本专业毕业生职业预期以及社会竞争优势
		*1.2.2 专业培养标准及确定依据	根据专业人才培养目标制定合理、清晰的培养标准或毕业要求。培养标准分为知识、能力与素质三大方面，要求细化到三级目录；毕业要求参照工程教育专业认证标准。

续表

一级指标	二级指标	三级指标	达标标准
2.师资队伍	2.1 数量与结构	*2.1.1 专业负责人	具有高级职称，具有较高的专业水平与管理水平，认真履行专业负责人职责，专业负责人年度考核为合格及以上。
		*2.1.2 教师队伍的数量与结构	教师队伍数量充足，结构合理，能够满足专业教学需求；博士学位和海外背景师资比例合理
		2.1.3 兼职教师情况	聘用具有实践经验的专业技术人员担任兼职教师，开设讲座、指导实习、指导毕业论文等
		2.1.4 教师队伍建设和发展态势	有教师队伍发展规划与年度计划，执行情况良好，能够吸引和稳定合格教师，教师队伍发展态势良好
	2.2 教育教学水平	*2.2.1 专任教师教学水平	基础课和专业课的主讲教师 90%以上至少具有讲师职称或硕士学位；副高及以上职称的专任教师均担任基础课和专业课的教学任务；教师能按照教学要求，在教学准备、课堂教学、实验教学、课外辅导、作业批改和学业评价等教学环节中，认真完成教学任务，教学材料完整、规范，能保证教学质量；教学水平达到任职要求，本专业所有教师教学业绩考核在 C 等及以上，无教学事故
		*2.2.2 师德修养与敬业精神	教师认真履行岗位职责，遵守学术道德，教书育人，为人师表，将足够时间和精力投入本科教学和学生指导，热心与学生交流，指导学生学业成长，担任寝室导师或专业导师，提供 3 个专任教师的例证
	2.3 教师教学投入	*2.3.1 教授、副教授为本科生上课情况	教授、副教授每学年度至少为本科生完整地讲授一门课程，教授（含双肩挑）每学年度为本科生实际授课课时不少于 48 课时
		2.3.2 教师教学改革与研究	教师有明确提升教学质量的责任意识，不断改进工作，满足人才培养要求；承担有省部级及以上教学研究项目和一批校级教学研究项目；以第一完成人获校级及以上教学成果奖；在 2B 及以上期刊上发表高水平教学研究论文
	2.4 教师发展与服务	2.4.1 教师发展政策措施与执行	有服务与提升教师教学能力和专业水平等职业发展的系列政策措施，执行效果良好；有专任教师国外访学和挂职锻炼政策措施，执行情况良好
		*2.4.2 青年教师培养	青年教师培养计划和政策措施制定合理，实施规范，执行效果良好

续表

一级指标	二级指标	三级指标	达标标准
3.教学资源	3.1 教学经费	3.1.1 教学经费使用	教学经费使用合理, 突出学生中心; 提供近三学年学院教学经费使用分类统计表, 说明其在专业建设和发展中发挥的作用
	3.2 教学设施	3.2.1 实验室建设与利用	专业实验室建设有规划、有投入, 场地和设备能基本满足专业培养计划的需求; 有专门的实验管理人员, 保证实验教学达到教学要求; 有良好的管理、维护与更新机制, 使得学生能够方便使用; 实验室开放程度与利用率高
		3.2.2 实践教育基地建设与利用	具有稳定的校外实践教育基地, 能够满足学生实践教学需求。
		3.2.3 教学信息化条件与资源使用	教学信息化条件良好, 能满足学生学习需求; 学生能有效利用计算机、网络、图书资料以及数字化资源(含电子数据库)等资源, 举例说明五门学科基础课或专业课程关于教学信息化及资源使用情况
	3.3 专业建设与培养方案	*3.3.1 专业建设与成效	专业建设规划科学合理、思路清晰、目标明确, 有建设措施, 执行情况良好并初见成效
		3.3.2 转专业制度与执行	对转入学生有相应的课程认定办法, 有学业指导, 实施情况良好
		3.3.3 培养方案质量与修订	专业培养方案在执行教育部或教指委建议的专业基本要求基础上, 符合学校人才培养目标的总体要求, 体现专业建设特色; 建立专业培养方案修订制度, 有切实的社会需求调查, 有召开培养方案修订专题论证会, 修订过程有行业或企事业专家参与, 符合学校人才培养方案指导意见
	3.4 课程资源	3.4.1 课程体系与优质课程资源建设	课程体系(包括理论教学体系和实践教学体系)结构合理, 课程类型、学时分配科学, 符合学校人才培养方案指导意见; 建有一定比例的优质课程资源
		3.4.2 教材建设与选用	教材选用合理, 使用优秀教材比例高, 使用效果良好; 有支持特色教材建设的措施和效果
	3.5 社会资源	3.5.1 社会资源建设与效果	与社会、企业共建实践基地; 积极与境内外高校、企业开展合作办学、合作育人, 效果良好

续表

一级指标	二级指标	三级指标	达标标准
4. 培养过程	4.1 培养方案执行	*4.1.1 培养方案执行情况	培养方案运行良好,教学计划执行规范,教学任务落实到位,变更课程数符合学校教学管理相关规定;无影响到学校整体教学工作的教学方案和课程计划变更
		4.1.2 培养方案师生认知度	对本专业学生开展培养方案专题指导学习和选课指导,保证每一位学生都能了解并熟悉培养方案;每一位专任教师都熟悉培养方案并明晰主讲课程在培养方案中的定位与功能
	4.2 教研活动与校本教学资源开发	4.2.1 开展教学研讨情况	定期组织教研活动(平均每月不少于一次);每个学期开设一定数量的校、院两级公开课,听评课活动开展规范,听课记录完整,效果良好,教师听课次数符合学校相关文件要求;积极参加政府部门或学会(协会)主办的教学研讨
		4.2.2 校本教学资源开发	努力开发专业教学资源,构建教学信息化平台、数字化资源、课程网站、虚拟仿真实验等
	4.3 课堂教学	*4.3.1 课程标准、教学大纲等基本教学文件的制定	根据专业人才培养目标和专业标准制定课程标准,课程标准能有效支撑专业人才培养目标和专业标准的达成;课程标准、教学大纲及课程考试试卷等教学文档资料齐全、规范
		4.3.2 课程标准、教学大纲基本教学文件的执行	课程教学内容更新有制度与具体要求,教学内容能够较好体现专业人才培养目标和课程标准的相关要求,提供五门专业核心课程教学内容体现专业培养目标和培养标准的例证
		*4.3.3 考试考核的方式方法及管理	课程考核方式和方法恰当,满足课程标准与教学大纲要求,能有效引导学生学习,并能合理给出学生学习结果的评价;考试管理严格、规范;考卷批阅认真,成绩分布合理;考试分析到位,有效促进教学改进;考卷归档规范,列举5门考核方式方法有代表性的课程加以说明
	4.4 实践教学	*4.4.1 实验开设与实验内容(含实训)	独立设置的实验课程与理论课程中的实验,开出率为大纲要求的100%;开设的实验中三性实验项目比例符合学校要求;实验教学质量有保证
		4.4.2 实验教学大纲等基本教学文件	实验教学大纲、实验指导书等基本实验教学文件及学生实验报告等教学文档资料齐全、规范

续表

一级指标	二级指标	三级指标	达标标准
4.培养过程		*4.4.3 实践教学执行情况	实践教学(含实习、见习、研习、实践教学周等)管理规范,指导师配备合理,实践教学大纲、实践教学方案、学生实践报告等档案完整
	4.5 毕业论文(设计)	4.5.1 毕业论文(设计)管理与指导	严格执行毕业论文(设计)有关规定,毕业论文(设计)平台使用规范,档案材料管理规范;理工科类本科毕业论文(设计)指导教师与学生的师生比控制在1:8的比例内,文科与管理类本科毕业论文(设计)指导教师与学生的师生比控制在1:10的比例内;有指导记录,有检查落实
		4.5.2 毕业论文(设计)选题	毕业论文(设计)需与实验、实习、工程实践和社会实践紧密结合;体现人才培养目标的综合训练要求,选题无重复,难度、工作量适当
		*4.5.3 毕业论文(设计)质量	所有毕业设计(论文)学术不端一次检测率不超过30%,毕业论文(设计)答辩规范、坚持标准,毕业论文(设计)质量合格
5.学生发展	5.1 招生与生源情况	*5.1.1 招生措施与执行	专业有吸引优秀生源的制度与措施,效果良好;招生宣传有方案,执行效果良好
		5.1.1 各专业生源状况分析与改进措施	对本专业生源状况进行综合分析,提出改进生源质量的相关措施,执行效果良好
	5.2 学生指导与服务	5.2.1 学生指导与服务的内容与效果	具有专业层面的学生学业指导、职业规划、就业指导等方面的措施,执行效果良好
	5.3 学风与学习效果	5.3.1 学风建设的措施与效果	学风建设措施有效,效果明显,在学校组织的学风检查(抽查)中,出勤率 $\geq 90\%$;学生学习积极性高,学生学业成绩及综合素质表现好,积极参加各类学科竞赛、文体活动、科研活动和创新创业活动
	5.4 就业与发展	*5.4.1 就业质量与职业发展	毕业生就业率高,就业质量好,有对主要用人单位关于毕业生的跟踪调查制度,调查结果基本满意,毕业生职业发展好,用人单位评价高,社会声誉好

续表

一级指标	二级指标	三级指标	达标准
6.质量保障	6.1 质量监控	*6.1.1 质量标准建设	专业建立教学过程质量监控机制（标准、体系）；各主要教学环节有明确的质量要求
		6.1.2 质量保障体系	质量保障体系实现了组织落实、制度落实与人员落实；组织架构科学合理；制度规范、齐备，专业负责人制度、专业教学指导委员会制度、基层教研组织制度等制度执行良好；教学管理队伍的数量、结构与素质能够满足质量保障要求
		*6.1.3 质量监控执行与效果	对专业教学实施经常性检查、评价和反馈；主要教学环节教学质量保证的责任主体明确，工作到位，有专业质量分析，质量监控效果明显
		*6.1.4 学生培养质量跟踪反馈	利用学校或其他专业机构提供的学生学业发展跟踪调查与毕业生质量跟踪调查，并辅以学院或专业自行组织的相关调查，建立由在校生、毕业生、用人单位等多方共同参与的人才培养质量评价机制，对学生培养质量进行跟踪反馈，对培养目标的达成进行定期评价
	6.2 质量改进	*6.2.1 质量改进的途径与方法	建立质量改进程序与机制，有多种改进途径与方法
		6.2.2 质量改进的效果与评价	能证明专业的持续改进与良好的改进效果
	专业特色和优势		特色与优势是指本专业特有的，优于其他高校并得到同行公认的独特优质风貌，可体现在专业人才的培养目标、培养模式、培养质量或社会服务等方面
问题诊断的准确性与改进措施的可行性		对专业建设各环节或各相关指标中存在的问题和不足的分析客观、准确、到位，提出的改进措施具有较强的针对性、合理性和预期可达成度	

8.3.3 专业认证

面向本科教学，从 1994 到 2015 年，国家教育部（教委）先后实施了五种类型的评估，分别为本科教学合格评估、优秀评估、随机评估、水平评估和“五位一体”评估。“五位一体”评估作为高等学校本科评估的新常态，体现了《全面提高高等教育质量的若干意见》和《关于普通高等学校本科教学评估工作的意见》等文件精神，并吸取了以往合格评估、优秀评估、随机评估和水平评估的经验与教训。“五位一体”评估包含了教学状态数据常态监测、院校评估（含合格评估与审核评估）、国际评估、专业认证与评估（含工程教育专业认证、医学专业认证和其他专业评估）、院校与专业自我评估。图 8.2 给出了“五位一体”评估的简单示意图。



图 8.2* “五位一体”评估的简单示意

工程教育专业认证作为“五位一体”评估体系中“专业认证及评估”的重要组成部分，对于促进我国工程教育改革，密切工程教育与工业界的联系，提高工程教育人才培养质量和产业适应性建立与注册工程师制度相衔接的工程教育专业认证体系，促进工程教育的国际交流，实现国际互认，具有重要的意义。工程教育专业认证由中国工程教育认证协会组织实施，该协会颁布了《工程教育认证标准》。

附录 3 给出了《工程教育认证标准（2015 版）》的全文。标准包括适合各类工程专业的通用标准和针对专业的专业补充标准两部分。其中，通用标准包括学生（4 条）、培养目标（3 条）、毕业要求（12 条）、持续改进（3 条）、课程体系（4 条）、师资队伍（5 条）和支持条件（6 条）等七大方面的合计 37 条要求。专业补充标准主要规定了相应专业在课程体系、师资队伍和支持条件方面的特殊要求。表 8.2 给出了计算机类专业认证的补充标准。该认证标准适用于计

计算机类专业，包括(但不限于)计算机科学与技术、软件工程、网络工程、信息安全、物联网工程。该表删节了少量与网络工程专业无关的补充标准。

表 8.2 工程教育专业认证计算机类专业补充标准

指标	指标子项	要求描述
1.课程体系	1.1 课程设置	<p>1.1.1 数学与自然科学类课程</p> <p>数学包括高等工程数学、概率与数理统计、离散结构的基本内容。 物理包括力学、电磁学、光学与现代物理基本内容</p>
		<p>1.1.2 工程基础和专业基础类课程</p> <p>教学内容必须覆盖以下知识领域的核心内容：程序设计、数据结构、计算机组成、操作系统、计算机网络、软件工程、信息管理，包括核心概念、基本原理，以及相关的基本技术和方法，培养学生解决实际问题的能力</p>
		<p>1.1.3 专业类课程</p> <p>不同专业的课程须覆盖相应知识领域核心内容，并应培养学生将所学的知识应用于复杂系统的能力，能够设计、实现或者部署基于计算原理、由硬件与计算机网络支撑的应用系统。</p> <p>网络工程专业课程应包含培养学生将数字通信、网络系统开发与设计、网络安全、网络管理等基本原理与技术运用于计算机网络系统规划、设计、开发、部署、运行、维护等工作的能力的内容</p>
	1.2 实践环节	<p>具有满足教学需要的完备实践教学体系，主要包括实验课程、课程设计、现场实习。开展科技创新、社会实践等多种形式实践活动，到各类工程单位实习或工作，取得工程经验，基本了解本行业状况。</p> <p>实验课程：包括一定数量的软硬件及系统实验。</p> <p>课程设计：至少完成两个有一定规模系统的设计与开发。</p> <p>现场实习：建立相对稳定的实习基地，使学生认识和参与生产实践</p>
	1.3 毕业设计（论文） （至少 8%）	<p>学校需制定与毕业设计要求相适应的标准和检查保障机制，对选题、内容、学生指导、答辩等提出明确要求，保证课题的工作量和难度，并给学生有效指导。</p> <p>选题需有明确的应用背景。一般要求有系统实现</p>

续表

指标	指标子项	要求描述
2.师资队伍	2.1 专业背景	大部分授课教师在其学习经历中至少有一个阶段是计算机类专业学历，部分教师具有相关专业学习的经历
	2.2 工程背景	授课教师具备与所讲授课程相匹配的能力（包括操作能力、程序设计能力和解决问题能力），承担的课程数和授课学时数限定在合理范围内，保证在教学以外有精力参加学术活动、工程和研究实践，不断提升个人专业能力。讲授工程与应用类课程的教师具有工程背景；承担过工程性项目的教师需占有相当比例，有教师具有与企业共同工作经历
3.专业条件	3.1 专业资料	配备各种高水平的、充足的教材、参考书和工具书，以及各种专业和研究机构出版的各种图书资料，师生能够方便地利用，阅读环境良好，且能方便地通过网络获取学习资料
	3.2 实验条件	<p>(1) 实验设备完备、充足、性能优良，满足各类课程教学实验的需求。</p> <p>(2) 保证学生以课内外学习为目的的上机、上网需求。</p> <p>(3) 实验技术人员数量充足，能够熟练地管理、配置、维护实验设备，保证实验环境的有效利用，有效指导学生进行实验</p>
	3.3 实践基地	以校外企事业单位为主，为全体学生提供满足培养方案要求的稳定实践环境；参与教学活动的人员应理解实践教学目标与要求，配备的校外实践教学指导教师应具有项目开发或管理经验

工程教育认证及标准充分体现了专业办学与人才培养的三大重要精髓，即基于产出（目标）（Outcome-based Education, OBE）的教育取向、以学生为中心（Student-centered）的教育理念和持续改进（Continuous Quality Improvement, CQI）的质量文化。

网络工程作为办学历史较短的工程教育专业，目前通过认证的专业点非常之少。各专业点无论是否在未来参加工程教育专业认证，都应充分领会与落实工程教育的上述三大精髓，并对照工程教育认证标准，来高质量地开展专业建设与人才培养。而计划参加工程教育专业认证的专业点，更要扎实贯彻落实上述三大精髓，严格按照工程教育认证标准和网络工程专业的补充标准，开展教育教学活动，提高培养目标的达成度、社会需求的适应度、办学条件的支撑度、质量监测的保障度、学生与用人单位的满意度。

8.3.4 毕业生质量调查与跟踪

毕业生质量调查与跟踪是教学质量检查与评估不可或缺的重要环节。毕业生质量调查与跟踪不仅涉及毕业生群体的自我发展评价，也涉及用人单位的评价。他们的评价不仅反映出专业人才培养质量的高低，而且会从不同角度折射出业界对于人才的质量要求。而且就毕业生群体而言，经过一定时间的工作实践和职场历练，会让其对学校的培养有着较为客观深刻的认识与反思，给出的评价与反馈通常会比较中肯和有针对性；就用人单位而言，给出的评价将不是对毕业生个体的孤立评价，而是基于对不同院校、不同教育背景员工的综合考量与横向比较下所给出的评价，因此对学校而言，其评价意见非常具有可借鉴与利用价值。各专业点必须重视此项工作，并应该建立常态的毕业生质量调查制度与跟踪机制，并将相关信息用于专业建设与人才培养的持续改进，以不断提高毕业与用人单位的满意度。

就调查与跟踪的形式而言，可采用问卷调查（可书面、网络或电话）、现场走访、集体座谈等形式。

就调查与跟踪的对象而言，应包括具有典型性的毕业生群体，如分别选择毕业后一年、三年、五年和十年的毕业生群体，而且对一个特定群体，建议选择若干关键的时间节点，如一年、三年、五年和十年进行连续的调查与跟踪，这样才能较为客观全面地反映毕业生质量与发展状况。

就调查与跟踪的组织而言，可根据调查与跟踪的范围、形式与目的，选择专业（系）、学院、学校相关职能部门或第三方调查机构，如现场走访和集体座谈由专业（系）或学院组织较为合适，问卷调查可由学校相关职能部门或第三方调查机构组织。

就调查与跟踪的覆盖面而言，必须确保样本的数量与随机性，样本数应不低于应调查数的 50%，建议达到 2/3 以上，同时样本的选择应具有随机性，不可进行有目的的筛选，以确保调查数据的有效性与可用性。

就调查与跟踪的内容而言，对毕业生群体的调查建议包括以下内容：就业单位与工作环境、工作岗位与工作内容、工作待遇与福利、岗位胜任度、个人的核心竞争力、被企业认同度、职业发展与预期、与相近专业毕业生相比的优势与不足，对学校教育培养的建议与意见等。对用人单位的调查建议包括以下内容：对

毕业生质量与满意度的综合评价,重要知识、能力和素质的分项评价,职业适应性与发展潜力的评价,与相近专业毕业生相比的优势与不足,对学校教育培养的建议与意见等。但不限于此。

8.4 教学质量改进

教学质量改进是教学质量保障体系中最为根本的职能。建立教学质量标准是为教学质量高低及其改进提供评判的标尺,实施教学质量检查与评估是为教学质量改进提供必要的依据。只有扎扎实实的教学改进,才能带来教学质量的持续提升与优化,才是教学质量保障的根本价值所在。

为实施扎实有效的教学质量改进,首先应建有规范的质量信息统计、分析与反馈制度。专业点所在的学校、学院和专业点自身,不同层面的分工与责任必须明确,除了能对反映教学质量的信息进行采集与跟踪调查外,应以信息采集为基础,建立专业教学基本状态数据库,就所获得的教学质量状态和相关数据进行有针对性的统计分析,发现所存在的问题与不足,找出原因与症结所在,将统计分析结果及时反馈给责任单位和责任人,要求其制定改进的方案与措施。

各责任单位和责任人在获得相关的教学质量信息和整改建议后,必须提出整改行动方案。整改方案中应包括问题描述、原因分析、纠正方法或预防措施、资源配备、必要的经费投入、改进有效性的评价等内容。必要时可组织相关专家进行论证,帮助完善整改方案。责任单位和责任人在制定并实施整改方案同时,应将整改方案和实施结果及时反馈给相关的质量监控责任部门和责任人。质量监控责任部门和责任人要就整改方案进行审核,并对实施结果再度进行检查、评价和反馈。

为促进教学的持续改进,可通过建立一定范围的教学质量信息通报与公开制度进行督促。包括会议通报、教学督导通报、教学问题整改通知单、教学事故处理通报、教学工作简报、教学质量报告都可以作为可选的形式。例如,关于课程教学质量改进,可在所在系、学院建立相应的课程教学质量信息公开制度;关于专业教学质量改进,可在学校范围内建立专业质量年度报告制度;关于学校教学质量,则可以通过向政府报告和向社会公开人才培养质量信息的制度,来接受政府与社会公众的监督与评价。

图8.2给出了石家庄铁道大学网络工程专业对在校生教学质量检查与评价信

息进行收集与利用的示例。

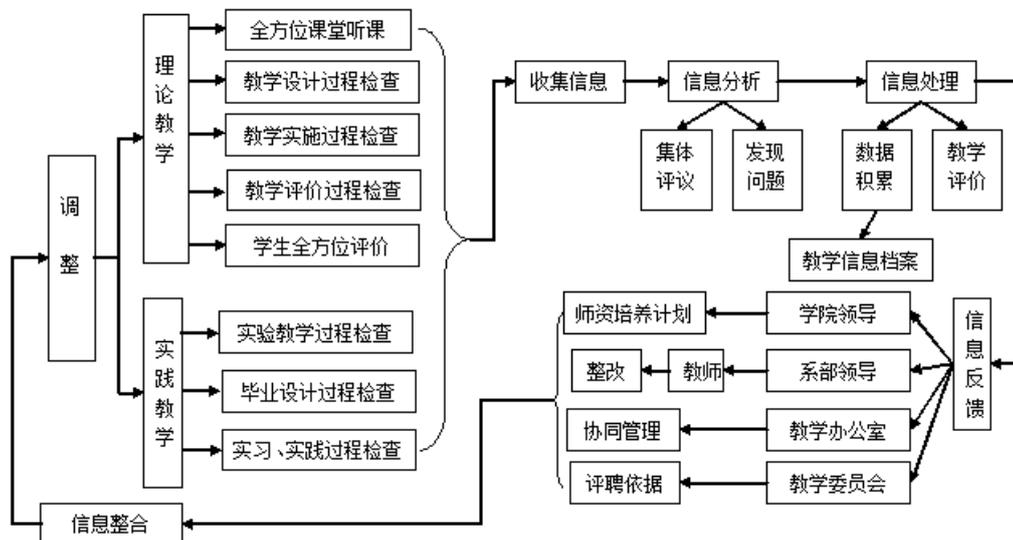


图 8.2 教学质量检查与评价信息收集与利用的示例

附录 1 网络工程专业设置情况表

(数据来源: 教育部公布的 2001—2015 经教育部备案或审批同意设置的高等学校本科专业名单)

序号	设立年份	学校	省份	区域
1	2001	华北电力大学	北京	华北
2	2001	鞍山钢铁学院	辽宁	东北
3	2001	湖南科技大学	河南	中南
4	2001	中山大学	广东	中南
5	2001	华南理工大学	广东	中南
6	2001	广东工业大学	广东	中南
7	2001	重庆大学	重庆	西南
8	2001	电子科技大学	四川	西南
9	2001	成都信息工程学院	四川	西南
10	2001	云南大学	云南	西南
11	2001	西安理工大学	陕西	西北
12	2002	天津工业大学	天津	华北
13	2002	河北大学	河北	华北
14	2002	河北师范大学	河北	华北
15	2002	中北大学	山西	华北
16	2002	大连民族学院	辽宁	东北
17	2002	南京邮电学院	江苏	华东
18	2002	福州大学	福建	华东
19	2002	江西理工大学	江西	华东
20	2002	江西师范大学	江西	华东
21	2002	济南大学	山东	华东
22	2002	曲阜师范大学	山东	华东
23	2002	中原工学院	河南	中南
24	2002	长沙理工大学	湖南	中南
25	2002	广州大学	广东	中南
26	2002	五邑大学	广东	中南
27	2002	华南农业大学	广东	中南
28	2002	广西大学	广西	中南
29	2002	西安邮电大学	陕西	西北
30	2003	天津科技大学	天津	华北
31	2003	天津职业技术师范学院	天津	华北
32	2003	石家庄经济学院	河北	华北
33	2003	石家庄铁道学院	河北	华北
34	2003	河北科技大学	河北	华北
35	2003	河北工业大学	河北	华北

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
36	2003	大连轻工业学院	辽宁	东北
37	2003	长春大学	吉林	东北
38	2003	哈尔滨理工大学	黑龙江	东北
39	2003	杭州电子工业学院	浙江	华东
40	2003	安徽农业大学	安徽	华东
41	2003	淮北煤炭师范学院	安徽	华东
42	2003	福建师范大学	福建	华东
43	2003	赣南师范学院	江西	华东
44	2003	华东交通大学	江西	华东
45	2003	南昌大学	江西	华东
46	2003	烟台师范学院	山东	华东
47	2003	山东科技大学	山东	华东
48	2003	郑州轻工业学院	河南	中南
49	2003	武汉科技学院	湖北	中南
50	2003	武汉工程大学	湖北	中南
51	2003	湘潭大学	湖南	中南
52	2003	仲恺农业技术学院	广东	中南
53	2003	惠州学院	广东	中南
54	2003	华南师范大学	广东	中南
55	2003	西南大学	重庆	西南
56	2003	西南石油学院	四川	西南
57	2003	四川师范大学	四川	西南
58	2003	陕西科技大学	陕西	西北
59	2003	宁夏大学	宁夏	西北
60	2003	西安电子科技大学	陕西	西北
61	2003	西南交通大学	四川	西南
62	2003	四川大学	四川	西南
63	2003	大连理工大学	辽宁	东北
64	2003	北京邮电大学	北京	华北
65	2003	西北第二民族学院	宁夏	西北
66	2003	南京理工大学	江苏	华东
67	2004	华北科技学院	河北	华北
68	2004	中国地质大学	湖北	中南
69	2004	华侨大学	福建	华东
70	2004	天津城市建设学院	天津	华北
71	2004	邢台学院	河北	华北
72	2004	河北科技师范学院	河北	华北
73	2004	华北电力大学科技学院	河北	华北
74	2004	沈阳航空航天大学	辽宁	东北
75	2004	大连交通大学	辽宁	东北
76	2004	辽宁工业大学	辽宁	东北

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
77	2004	南京信息工程大学	江苏	华东
78	2004	南京理工大学紫金学院	江苏	华东
79	2004	安徽大学	安徽	华东
80	2004	安徽工业大学	安徽	华东
81	2004	南昌航空大学	江西	华东
82	2004	山东建筑大学	山东	华东
83	2004	潍坊学院	山东	华东
84	2004	青岛大学	山东	华东
85	2004	郑州航空工业管理学院	河南	中南
86	2004	湘南学院	湖南	中南
87	2004	佛山科学技术学院	广东	中南
88	2004	电子科技大学中山学院	广东	中南
89	2004	四川理工学院	四川	西南
90	2004	电子科技大学成都学院	四川	西南
91	2004	西安工业学院	陕西	西北
92	2004	西安科技大学	陕西	西北
93	2004	西安石油大学	陕西	西北
94	2004	西安电子科技大学长安学院	陕西	西北
95	2004	青海民族学院	青海	西北
96	2005	大连海事大学	辽宁	东北
97	2005	河北联合大学	河北	华北
98	2005	北华航天工业学院	河北	华北
99	2005	河北经贸大学	河北	华北
100	2005	河北农业大学	河北	华北
101	2005	长治学院	山西	华北
102	2005	辽宁工程技术大学	辽宁	东北
103	2005	长春理工大学	吉林	东北
104	2005	上海第二工业大学	上海	华东
105	2005	淮海工学院	江苏	华东
106	2005	浙江工商大学	浙江	华东
107	2005	安徽建筑工业学院	安徽	华东
108	2005	合肥学院	安徽	华东
109	2005	福建工程学院	福建	华东
110	2005	三明学院	福建	华东
111	2005	仰恩大学	福建	华东
112	2005	福建师范大学闽南科技学院	福建	华东
113	2005	江西财经大学	江西	华东
114	2005	江西理工大学应用科学学院	江西	华东
115	2005	南京航空工业大学科技学院	江西	华东
116	2005	青岛理工大学	山东	华东
117	2005	山东农业大学	山东	华东

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
118	2005	青岛滨海学院	山东	华东
119	2005	河南理工大学	河南	中南
120	2005	河南师范大学	河南	中南
121	2005	安阳工学院	河南	中南
122	2005	中原工学院信息商务学院	河南	中南
123	2005	长江大学	湖北	中南
124	2005	湖南人文科技学院	湖南	中南
125	2005	南华大学	湖南	中南
126	2005	湖南文理学院	湖南	中南
127	2005	肇庆学院	广东	中南
128	2005	广东技术师范学院	广东	中南
129	2005	茂名学院	广东	中南
130	2005	广西民族大学	广西	中南
131	2005	华南热带农业大学	海南	中南
132	2005	云南农业大学	云南	西南
133	2005	西安培华学院	陕西	西北
134	2005	西安欧亚学院	陕西	西北
135	2005	兰州交通大学博文学院	甘肃	西北
136	2005	青海师范大学	青海	西北
137	2006	中南民族大学	湖北	中南
138	2006	南京农业大学	江苏	华东
139	2006	暨南大学	广东	中南
140	2006	北京信息工程学院	北京	华北
141	2006	天津财经大学	天津	华北
142	2006	河北经贸大学经济管理学院	河北	华北
143	2006	河北农业大学现代科技学院	河北	华北
144	2006	太原科技大学	山西	华北
145	2006	沈阳航空工业学院北方科技学院	辽宁	东北
146	2006	大连交通大学信息工程学院	辽宁	东北
147	2006	东北大学东软信息学院	辽宁	东北
148	2006	长春工业大学	吉林	东北
149	2006	黑河学院	黑龙江	东北
150	2006	上海理工大学	上海	华东
151	2006	上海海事大学	上海	华东
152	2006	上海师范大学天华学院	上海	华东
153	2006	同济大学同科学院	上海	华东
154	2006	苏州大学	江苏	华东
155	2006	南京信息工程大学滨江学院	江苏	华东
156	2006	丽水学院	浙江	华东
157	2006	温州大学城市学院	浙江	华东
158	2006	滁州学院	安徽	华东

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
159	2006	集美大学	福建	华东
160	2006	厦门理工学院	福建	华东
161	2006	东华理工学院	江西	华东
162	2006	江西农业大学	江西	华东
163	2006	临沂师范学院(临沂大学)	山东	华东
164	2006	菏泽学院	山东	华东
165	2006	黄河科技学院	河南	中南
166	2006	周口师范学院	河南	中南
167	2006	河南理工大学万方科技学院	河南	中南
168	2006	武汉工业学院	湖北	中南
169	2006	黄石理工学院	湖北	中南
170	2006	咸宁学院	湖北	中南
171	2006	黄冈师范学院	湖北	中南
172	2006	湖南工业大学	湖南	中南
173	2006	邵阳学院	湖南	中南
174	2006	广东外语外贸大学	广东	中南
175	2006	广东工业大学华立学院	广东	中南
176	2006	华南农业大学珠江学院	广东	中南
177	2006	桂林电子科技大学	广西	中南
178	2006	河池学院	广西	中南
179	2006	琼州学院	海南	中南
180	2006	重庆邮电大学移通学院	重庆	西南
181	2006	成都学院	四川	西南
182	2006	攀枝花学院	四川	西南
183	2006	贵州大学	贵州	西南
184	2006	楚雄师范学院	云南	西南
185	2006	渭南师范学院	陕西	西北
186	2007	东华大学	上海	华东
187	2007	中国矿业大学	江苏	华东
188	2007	长安大学	陕西	西北
189	2007	辽东学院	辽宁	东北
190	2007	长春工业大学人文信息学院	辽宁	东北
191	2007	上海电机学院	上海	华东
192	2007	南通大学	江苏	华东
193	2007	三江学院	江苏	华东
194	2007	江苏大学	江苏	华东
195	2007	浙江师范大学	浙江	华东
196	2007	温州大学	浙江	华东
197	2007	安徽科技学院	安徽	华东
198	2007	山东工商学院	山东	华东
199	2007	南阳理工学院	河南	中南

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
200	2007	洛阳师范学院	河南	中南
201	2007	湖北工业大学	湖北	中南
202	2007	武汉科技大学	湖北	中南
203	2007	吉首大学	湖南	中南
204	2007	吉林大学珠海学院	广东	中南
205	2007	华南理工大学广州汽车学院	广东	中南
206	2007	重庆邮电大学	重庆	西南
207	2007	云南师范大学	云南	西南
208	2007	陕西理工学院	陕西	西北
209	2008	西南民族大学	四川	西南
210	2008	防灾科技学院	北京	华北
211	2008	沈阳师范大学	辽宁	东北
212	2008	北华大学	吉林	东北
213	2008	吉林农业大学发展学院	吉林	东北
214	2008	大庆师范学院	黑龙江	东北
215	2008	上海应用技术学院	上海	华东
216	2008	盐城师范学院	江苏	华东
217	2008	浙江工业大学	浙江	华东
218	2008	浙江传媒学院	浙江	华东
219	2008	杭州电子科技大学信息工程学院	浙江	华东
220	2008	巢湖学院	安徽	华东
221	2008	福建农林大学	福建	华东
222	2008	宜春学院	江西	华东
223	2008	德州学院	山东	华东
224	2008	济南大学泉城学院	山东	华东
225	2008	河南大学	河南	中南
226	2008	湖北经济学院	湖北	中南
227	2008	武汉科技大学中南分校	湖北	中南
228	2008	湖南工程学院	湖南	中南
229	2008	湖南城市学院	湖南	中南
230	2008	怀化学院	湖南	中南
231	2008	广州大学松田学院	广东	中南
232	2008	桂林理工大学	广西	中南
233	2008	重庆工学院	重庆	西南
234	2008	云南民族大学	云南	西南
235	2008	西安工程大学	陕西	西北
236	2009	北京林业大学	北京	华北
237	2009	天津理工大学	天津	华北
238	2009	邯郸学院	河北	华北
239	2009	内蒙古农业大学	内蒙古	华北
240	2009	辽宁科技大学	辽宁	东北

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
241	2009	沈阳理工大学应用技术学院	辽宁	东北
242	2009	吉林建筑工程学院	吉林	东北
243	2009	黑龙江大学	黑龙江	东北
244	2009	扬州大学	江苏	华东
245	2009	宁波工程学院	浙江	华东
246	2009	宿州学院	安徽	华东
247	2009	安徽大学江淮学院	安徽	华东
248	2009	漳州师范学院	福建	华东
249	2009	福州大学阳光学院	福建	华东
250	2009	福建师范大学协和学院	福建	华东
251	2009	福州大学至诚学院	福建	华东
252	2009	聊城大学	山东	华东
253	2009	枣庄学院	山东	华东
254	2009	江汉大学	湖北	中南
255	2009	嘉应学院	广东	中南
256	2010	中国传媒大学	北京	华北
257	2010	山西大学商务学院	山西	华北
258	2010	内蒙古大学	内蒙古	华北
259	2010	吉林农业科技学院	吉林	东北
260	2010	东北师范大学人文学院	吉林	东北
261	2010	齐齐哈尔大学	黑龙江	东北
262	2010	南京工程学院	江苏	华东
263	2010	嘉兴学院南湖学院	浙江	华东
264	2010	安徽新华学院	安徽	华东
265	2010	井冈山大学	江西	华东
266	2010	南昌理工学院	江西	华东
267	2010	许昌学院	河南	中南
268	2010	湖南工学院	湖南	中南
269	2010	深圳大学	广东	中南
270	2010	重庆文理学院	重庆	西南
271	2010	成都理工大学广播影视学院	四川	西南
272	2010	贵州财经学院	贵州	西南
273	2010	西安财经学院	陕西	西北
274	2010	新疆大学	新疆	西北
275	2011	唐山师范学院	河北	华北
276	2011	山西农业大学	山西	华北
277	2011	忻州师范学院	山西	华北
278	2011	内蒙古工业大学	内蒙古	华北
279	2011	内蒙古师范大学	内蒙古	华北
280	2011	内蒙古民族大学	内蒙古	华北
281	2011	吉林工商学院	吉林	东北

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
282	2011	吉林建筑工程学院城建学院	吉林	东北
283	2011	上海建桥学院	上海	华东
284	2011	南京晓庄学院	江苏	华东
285	2011	宁波大红鹰学院	浙江	华东
286	2011	皖西学院	安徽	华东
287	2011	安徽三联学院	安徽	华东
288	2011	蚌埠学院	安徽	华东
289	2011	淮南师范学院	安徽	华东
290	2011	池州学院	安徽	华东
291	2011	阜阳师范学院信息工程学院	安徽	华东
292	2011	福建农林大学东方学院	福建	华东
293	2011	华北水利水电学院	河南	中南
294	2011	黄淮学院	河南	中南
295	2011	武汉生物工程学院	湖北	中南
296	2011	湖南理工学院	湖南	中南
297	2011	湖南文理学院芙蓉学院	湖南	中南
298	2011	广东培正学院	广东	中南
299	2011	北京理工大学珠海学院	广东	中南
300	2011	广东技术师范学院天河学院	广东	中南
301	2011	西藏民族学院	西藏	西南
302	2011	西安交通大学城市学院	陕西	西北
303	2011	天水师范学院	甘肃	西北
304	2011	新疆师范大学	新疆	西北
305	2012	天津理工大学中环信息学院	天津	华北
306	2012	山西农业大学信息学院	山西	华北
307	2012	沈阳工程学院	辽宁	东北
308	2012	哈尔滨学院	黑龙江	东北
309	2012	东北农业大学成栋学院	黑龙江	东北
310	2012	淮阴工学院	江苏	华东
311	2012	金陵科技学院	江苏	华东
312	2012	嘉兴学院	浙江	华东
313	2012	安徽师范大学皖江学院	安徽	华东
314	2012	安徽工程大学机电学院	安徽	华东
315	2012	东华理工大学长江学院	江西	华东
316	2012	山东财经大学	山东	华东
317	2012	山东协和学院	山东	华东
318	2012	衡阳师范学院	湖南	中南
319	2012	广东科技学院	广东	中南
320	2012	广西外国语学院	广西	中南
321	2012	桂林电子科技大学信息科技学院	广西	中南
322	2012	西华师范大学	四川	西南

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
323	2012	成都工业学院	四川	西南
324	2012	贵州大学科技学院	贵州	西南
325	2012	商洛学院	陕西	西北
326	2012	陇东学院	甘肃	西北
327	2012	兰州商学院陇桥学院	甘肃	西北
328	2012	喀什师范学院	新疆	西北
329	2013	河北传媒学院	河北	华北
330	2013	山西大同大学	山西	华北
331	2013	晋中学院	山西	华北
332	2013	运城学院	山西	华北
333	2013	太原学院	山西	华北
334	2013	内蒙古财经大学	内蒙古	华北
335	2013	大连外国语学院	辽宁	东北
336	2013	沈阳理工大学	辽宁	东北
337	2013	上海电力学院	上海	华东
338	2013	盐城工学院	江苏	华东
339	2013	绍兴文理学院元培学院	浙江	华东
340	2013	青岛理工大学琴岛学院	山东	华东
341	2013	河南科技大学	河南	中南
342	2013	信阳农林学院	河南	中南
343	2013	中南财经政法大学武汉学院	湖北	中南
344	2013	东莞理工学院	广东	中南
345	2013	百色学院	广西	中南
346	2013	内江师范学院	四川	西南
347	2013	四川师范大学文理学院	四川	西南
348	2013	遵义师范学院	贵州	西南
349	2014	辽宁理工学院	辽宁	东北
350	2014	江苏理工学院	江苏	华东
351	2014	南京大学金陵学院	江苏	华东
352	2014	合肥师范学院	安徽	华东
353	2014	景德镇学院	江西	华东
354	2014	青岛工学院	山东	华东
355	2014	广东第二师范学院	广东	中南
356	2014	贺州学院	广西	中南
357	2014	广西民族大学相思湖学院	广西	中南
358	2014	桂林理工大学博文管理学院	广西	中南
359	2014	贵州理工学院	贵州	西南
360	2015	天津财经大学珠江学院	天津	华北
361	2015	河北建筑工程学院	河北	华北
362	2015	河北工程技术学院	河北	华北
363	2015	河北外国语学院	河北	华北

附录1 网络工程专业设置情况表

续表

序号	设立年份	学校	省份	区域
364	2015	呼伦贝尔学院	内蒙古	华北
365	2015	长春理工大学光电信息学院	吉林	东北
366	2015	长春大学旅游学院	吉林	东北
367	2015	南京审计学院金审学院	江苏	华东
368	2015	安徽文达信息工程学院	安徽	华东
369	2015	集美大学诚毅学院	福建	华东
370	2015	江西科技学院	江西	华东
371	2015	江西科技师范大学	江西	华东
372	2015	九江学院	江西	华东
373	2015	华东交通大学理工学院	江西	华东
374	2015	山东现代学院	山东	华东
375	2015	山东华宇工学院	山东	华东
376	2015	河南工业大学	河南	中南
377	2015	南阳师范学院	河南	中南
378	2015	郑州财经学院	河南	中南
379	2015	郑州成功财经学院	河南	中南
380	2015	广州工商学院	广东	中南
381	2015	广东理工学院	广东	中南
382	2015	重庆人文科技学院	重庆	西南
383	2015	西北工业大学明德学院	陕西	西北
384	2015	甘肃民族师范学院	甘肃	西北
385	2015	宁夏师范学院	宁夏	西北
386	2015	塔里木大学	新疆	西北

附录 2 计算机类专业教学质量国家标准

1. 概述

计算机科学与技术、软件工程、信息安全等计算机类学科,统称为计算学科,是从电子科学与工程和数学发展来的,学科通过在计算机上建立模型和系统,模拟实际过程进行科学调查和研究,通过数据搜集、存储、传输与处理等进行问题求解,包括科学、工程、技术和应用。其科学部分的核心在于通过抽象建立模型实现对计算规律的研究;其工程部分的核心在于根据规律,低成本地构建从基本计算系统到大规模复杂计算应用系统的各类系统;其技术部分的核心在于研究和发明用计算进行科学调查和研究中使用的基本手段和方法;其应用部分在于构建、维护和使用计算系统实现特定问题的求解。其根本问题是“什么能且如何被有效地实现自动计算”,学科呈现出抽象、理论、设计 3 个学科形态,除了基本的知识体系外,更有学科方法学的丰富内容。

计算学科已经成为基础技术学科。随着计算机和软件技术的发展,继理论和实验后,计算成为第三大科学研究范型,从而使得计算思维成为现代人类重要的思维方式之一。信息产业成为世界第一大产业,信息技术的发展,正在改变着人们的生产和生活方式,离开信息技术与产品的应用,人们将无法正常工作,所以,没有信息化,就没有国家现代化;没有信息安全,就没有国家安全。计算技术是信息化的核心技术,其应用已经深入到各行各业。这些使得计算学科、计算机类专业人才在经济建设与社会发展中占有重要地位。

计算机类专业的主干学科是计算学科,相关学科有信息与通信工程和电子科学与技术。计算机类专业包括计算机科学与技术、软件工程、网络工程、物联网工程、信息安全等专业,相关专业包括电子信息工程、电子科学与技术、通信工程、信息工程等电子信息类专业以及自动化专业。

计算机类专业承担着培养计算机类专业人才的重任,该专业类的大规模、多层次、多需求,以及社会的高度认可,使得它成为供需两旺的专业类。计算机类专业人才的培养质量直接影响着我国信息技术的发展,影响着我国的经济建设与社会发展,计算机类专业人才培养水平的高低,直接影响着国家的发展和民族的

进步。同时，计算机类专业人才培养中所提供的相关教育认识和内容，对非计算机专业人才培养计算机能力的培养也具有基础性的意义。

由于不同类型人才将面向不同问题空间，对他们的培养强调不同学科形态的内容，需用不同的教育策略，计算学科“抽象第一”的基本教育原理也在不同层面上得到体现。总体上，计算机类专业更加强调学生工程技术应用能力的培养。

2. 适用专业范围

2.1 专业类代码

0809

2.2 本标准适用的专业

计算机科学与技术（080901）、软件工程（080902）、网络工程（080903）、信息安全（080904K）、物联网工程（080905）。

3. 培养目标

3.1 专业类培养目标

（1）具有良好的道德与修养，在科学研究、工程开发、应用实现中遵守法律法规，社会和环境意识强，有能力服务社会。

（2）掌握基本科学方法，具有包括计算思维在内的科学思维能力，运用数学与自然科学基础知识解决实际问题。

（3）具备设计计算解决方案,实现基于计算原理的系统的的能力，在相关领域具有就业竞争力。

（4）具有口头和书面表达能力，并能在团队中有效发挥作用。

（5）具备通过继续教育或其他的终身学习途径拓展自己的能力，了解和紧跟学科专业发展。

3.2 学校制定专业培养目标的要求

为了更好地适应社会对计算机专业类人才培养的需求，保证专业发展和专业教育有良好的支撑，专业所确定的培养目标必须符合所在学校的定位，还要适应社会经济发展需要。

专业人才培养目标需要反映毕业生的主要就业领域与性质、社会竞争优势，以及毕业后5年左右事业发展的预期；是具体的、能够分解落实的、能够有效制约培养进程的；能够检验其是否实现的。要特别避免将培养目标作为对少数优秀

毕业生的预期。

专业须通过有效的途径保证培养目标对教育者、受教育者和社会的有效公开，教师和学生要将培养目标作为教学活动的具体追求。

专业要建立必要的、有计算机行业或企业专家有效参与的定期评价修订制度，评价培养目标的达成度，并定期对培养目标进行修订，确保培养目标的准确性和有效性。

4. 培养规格

4.1 学制

4 年。

4.2 授予学位

工学学士学位，部分计算机科学与技术专业毕业生可以授理学学士学位，部分信息安全专业可授理学或管理学学士学位。

4.3 参考总学分

不低于 160 学分。

4.4 人才培养基本要求

1. 思想政治和德育方面

按照教育部统一规定执行。

2. 业务方面

(1) 掌握从事本专业工作所需的数学（特别是离散数学）、自然科学知识，以及经济学与管理学知识。

(2) 系统掌握专业基础理论知识和专业知识，经历系统的专业实践，理解计算学科的基本概念、知识结构、典型方法，建立数字化、算法、模块化与层次化等核心专业意识。

(3) 掌握计算学科的基本思维方法和研究方法，具有良好的科学素养和强烈的工程意识，并具备综合运用所掌握的知识、方法和技术解决复杂的实际问题，对结果进行分析的能力。

(4) 具有终身学习意识，能够运用现代信息技术获取相关信息和新技术、新知识，持续提高自己的能力。

(5) 了解计算学科的发展现状和趋势，具有创新意识，并具有技术创新和

产品创新的初步能力。

(6) 了解与本专业相关的职业和行业的重要法律、法规及方针与政策，理解工程技术与信息技术应用相关的伦理基本要求，在系统设计过程中能够综合考虑经济、环境、法律、安全、健康、伦理等制约因素。

(7) 具有组织管理能力、表达能力、独立工作能力、人际交往能力和团队合作能力。

(8) 具有初步的外语应用能力，能阅读本专业的外文材料，具有国际视野和跨文化交流、竞争与合作能力。

3. 体育方面

掌握体育运动的一般知识和基本方法，形成良好的体育锻炼和卫生习惯，达到国家规定的大学生体育锻炼合格标准。

5. 师资队伍

师资队伍总体上应符合教育部《普通高等学校基本办学条件指标（试行）》（2004）的相关要求。

5.1 师资队伍数量和结构要求

专业的全职专任教师不少于 12 人，且生师比不高于 18：1。教师须将足够的精力投入学生培养工作。

专业负责人学术造诣较高，教师队伍年龄及知识结构合理，年龄在 55 岁以下的教授及 40 岁以下的副教授分别占教授总数和副教授总数的比例适宜，中青年教师所占比例较高。

专任教师中具有研究生学历和硕士及以上学位，或者具有讲师及以上职称者不低 90%，其中中青年专任教师中拥有博士学位的教师所占比例不低于 60%。

来自企业或行业兼职教师能够有效发挥作用。

5.2 教师背景和水平要求

1. 专业背景

大部分授课教师的学习经历中至少有一个阶段是计算机类专业或计算学科学历，部分教师具有相关学科、专业学习的经历。

信息安全专业的专职教师还可以是通信、电子、数学、物理、生物、管理、法律和教育等相关专业的学历且具有从事信息安全教学或科研工作的经历。

2. 工程背景

授课教师具备与所讲授课程相匹配的能力（包括操作能力、程序设计能力和解决问题能力），承担的课程数和授课学时数限定在合理范围内，保证在教学以外有精力参加学术活动、工程和研究实践，不断提升个人专业能力。

讲授工程与应用类课程的教师具有与课程相适应的工程或工作背景。

承担过工程性项目的教师需占有相当比例，有教师具有与企业共同工作经历。

3. 教学基本能力

全职教师必须获得教师资格证书，具有与承担教学任务相适应的教学能力，掌握所授课程的内容及在毕业要求达成中的作用以及与培养目标实现的关联。参与学生的指导，结合教学工作开展教学研究活动，参与培养方案的制定。

5.3 教师发展环境

为教师提供良好的工作环境和条件。有合理可行的师资队伍建设规划，为教师进修、从事学术交流活动提供支持，促进教师专业发展。重视对青年教师的指导和培养。

具有良好的学科基础，为教师从事学科研究与工程实践提供基本条件、环境和氛围。鼓励和支持教师开展教学研究与改革、学生指导、学术研究与交流、工程设计与开发、社会服务等。使教师明确其在教学质量提升过程中的责任，不断改进工作，满足专业教育不断发展的要求。

6. 教学条件

总体上应符合教育部《普通高等学校基本办学条件指标（试行）》（2004）的相关要求。

6.1 教学设施要求

（1）教室、实验室及设备在数量和功能上能够满足教学需要，生均教学行政用房不少于 16 m²，生均教学科研仪器设备值不少于 5 000 元；管理、维护和更新机制良好，方便教师、学生使用。

（2）保证学生学习为目的的上机、上网、实验需求。

（3）实验技术人员数量充足，能够熟练地管理、配置、维护实验设备，保证实验环境的有效利用，有效指导学生进行实验。

（4）与企业合作共建实习基地或实验室，在教学过程中为全体学生提供稳

定的参与工程实践的平台和环境；参与教学活动的人员理解实践教学目标与要求，校外实践教学指导教师具有项目开发或管理经验。

6.2 信息资源要求

配备数量充足的纸质和电子介质的专业图书资料，生均图书不少于 80 册/生，师生能够方便地利用，阅读环境良好，包括能方便地通过网络获取。

6.3 教学经费要求

教学经费能满足专业教学、建设、发展的需要。每年正常的教学经费包含师资队伍建设和经费、人员费、实验室维护更新费、专业实践经费、图书资料经费、实习基地建设经费等。新建专业还要保证固定资产投资以外的专业开办经费，特别是要有实验室建设经费。

7. 质量保障体系

7.1 教学过程质量监控机制

有健全的教学过程质量监控机制。对培养方案的制定、课程教学大纲(含实验大纲)编制、课堂教学、课程考核、实验教学、专业实习、毕业论文(设计)等主要教学环节有明确的质量要求，定期进行课程体系设置和教学质量评价。

7.2 毕业生跟踪反馈机制

有健全的毕业生跟踪反馈机制及社会有关各方参与的社会评价机制，定期对包括培养目标、毕业要求、课程体系、理论和实践课程教学等在内的人才培养工作进行评价。

7.3 专业的持续改进机制

有健全的持续改进机制，并保证其有效运行，使质量监控结果、毕业生跟踪反馈结果及时有效地用于人才培养工作的改进，促进教学质量的不断提高，保证培养的人才对社会需求的适应性。

附：计算机类专业知识体系和核心课程体系建议

1. 专业类知识体系

1.1 知识体系

1.1.1 通识类知识

人文社会科学类包括经济、环境、法律、伦理等基本内容；数学和自然科学类包括高等工程数学、概率与数理统计、离散结构、力学、电磁学、光学与现代物理的基本内容。

1.1.2 学科基础知识

学科基础知识被视为专业类基础知识，培养学生计算思维、程序设计与实现、算法分析与设计、系统能力等专业基本能力，能够解决实际问题。

建议教学内容覆盖以下知识领域的核心内容：程序设计、数据结构、计算机组成、操作系统、计算机网络、信息管理，包括核心概念、基本原理，以及相关的基本技术和方法。

1.1.3 专业知识

不同专业的课程须覆盖相应知识领域的核心内容，并培养学生将所学的知识应用于复杂系统的能力，能够设计、实现、部署、运行或者维护基于计算原理的系统。

(1) 计算机科学与技术专业：培养学生将基本原理与技术用于计算学科研究以及计算系统设计、开发与应用等工作的能力。建议教学内容包含数字电路、计算机系统结构、算法、程序设计语言、软件工程、并行分布计算、智能技术、计算机图形学与人机交互等知识领域的基本内容。

(2) 软件工程专业：培养学生将基本原理与技术用于对复杂软件系统进行分析、设计、验证、确认、实现、应用和维护，以及软件系统开发管理等能力。建议教学内容包含软件建模与分析、软件设计与体系结构、软件质量保证与测试、软件过程与管理等知识领域的基本内容。还至少包含一个应用领域的相关知识。

网络工程专业：培养学生将基本原理与技术运用于计算机网络系统规划、设

计、开发、部署、运行、维护等工作的能力。建议教学内容包含数字通信、计算机系统平台、网络系统开发与设计、软件开发、网络安全、网络管理等知识领域的基本内容。

(3) 物联网工程专业：培养学生将基本原理与技术应用于物联网应用系统的规划、设计、开发、部署、运行维护等工作的能力。建议教学内容包含电路与电子技术、标识与感知、物联网通信、物联网数据处理、物联网控制、物联网信息安全、物联网工程设计与实施等知识领域的基本内容。

(4) 信息安全专业：培养学生将基本原理与技术运用于信息安全科学研究、技术开发和应用服务等工作的能力。建议教学内容包含信息科学基础、信息安全基础、密码学、网络安全、信息系统安全、信息内容安全等知识领域的基本内容。

1.2 主要实践性教学环节

具有满足教学需要的完备实践教学体系。主要包括实验课程、课程设计、实习、毕业设计（论文），四年总的实验当量不少于2万行代码。积极开展科技创新、社会实践等多种形式实践活动，到各类工程单位实习或工作，取得工程经验，基本了解本行业状况。

实验课程：包括软、硬件及系统实验。

课程设计：至少完成两个复杂系统的设计与开发。

实习：建立相对稳定的实习基地，使学生认识和参与生产实践。

毕业设计（论文）：需制定与毕业设计（论文）要求相适应的标准和检查保障机制，对选题、内容、学生指导、答辩等提出明确要求。选题要结合本专业的工程实际问题，有明确的应用背景；保证课题的工作量和难度，并给学生有效指导；培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力；题目和内容不应重复；教师与学生每周进行交流，对毕业论文全过程进行控制；选题、开题、中期检查与论文答辩应有相应的文档。对毕业设计(论文)的指导和考核有企业或行业专家参与。

2. 专业类核心课程建议

2.1 课程体系构建原则

课程体系必须支持各项毕业要求的有效达成，进而保证专业培养目标的有效

实现。

人文社会科学类课程约占 15%；数学与自然科学类课程约占 15%，实践约占 20%，学科基础知识和专业知识课程约占 30%。人文社会科学类教育能够使学生在从事工程设计时考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素。

数学和自然科学教育能够使学生掌握理论和实验方法，为学生表述工程问题、选择恰当数学模型、进行分析推理奠定基础。

学科基础类课程包括学科的基础内容，能体现数学和自然科学在本专业中应用能力的培养；专业类课程、实践环节能够体现系统设计和实现能力的培养。

课程体系的设置有企业或行业专家有效参与。

2.2 核心课程体系示例

计算机科学与技术专业示例 1：高级语言程序设计、集合论与图论、数理逻辑、电子技术基础、数字逻辑设计、数据结构与算法、近世代数、计算机组成原理、软件工程、形式语言与自动机、数据库系统、操作系统、计算机网络、编译原理、计算机体系结构。

计算机科学与技术专业示例 2：计算概论、程序设计基础、集合论与数理逻辑、图论与组合数学、代数结构与初等数论、数据结构、操作系统、计算机组成原理、数字逻辑与数字电路、计算机网络、编译原理、数据库原理、算法设计与分析、人工智能、计算机图形学。

计算机科学与技术专业示例 3：高级语言程序设计、数据结构与算法、电路与电子技术、集合与图论、代数与逻辑、数字逻辑、计算机组成原理、操作系统原理、数据库原理、编译原理、软件工程、计算机网络。

软件工程专业示例 1：离散结构、数据结构与算法、程序设计基础、面向对象程序设计、软件工程专业导论、工程经济学、团队激励与沟通、软件工程职业实践、计算机系统基础、操作系统、数据库概论、网络及其计算、软件构造、软件设计与体系结构、软件质量保证与测试、软件需求分析、软件项目管理、人机交互的软件工程方法、软件工程综合实践。

软件工程专业示例 2：离散结构、数据结构与算法、软件工程与计算 I、软件工程与计算 II、软件工程与计算 III、工程经济学、团队激励与沟通、软件工程职业实践、计算机系统基础、操作系统、数据库概论、网络及其计算、软件构

造、软件设计与体系结构、软件质量保证与测试、软件需求分析、软件项目管理、人机交互的软件工程方法、软件工程综合实践。

软件工程专业示例 3：离散结构、数据结构与算法、程序设计基础、面向对象程序设计、软件工程导论、工程经济学、团队激励与沟通、软件工程职业实践、计算机系统基础、操作系统、数据库概论、网络及其计算、大型软件系统设计与体系结构、软件详细设计、软件测试、软件过程与管理、软件工程的形式化方法、人机交互的软件工程方法、软件工程综合实践。

软件工程专业示例 4：离散结构、数据结构与算法、软件工程与计算 I、软件工程与计算 II、软件工程与计算 III、工程经济学、团队激励与沟通、软件工程职业实践、计算机系统基础、操作系统、数据库概论、网络及其计算、大型软件系统设计与体系结构、软件详细设计、软件测试、软件过程与管理、软件工程的形式化方法、人机交互的软件工程方法、软件工程综合实践。

网络工程专业示例 1：离散数学、计算机原理、计算机程序设计、数据结构、操作系统、计算机网络、数据通信、互联网协议分析与设计、网络应用开发与系统集成、路由与交换技术、网络安全、网络管理、移动通信与无线网络、网络测试与评价。

网络工程专业示例 2：离散数学、电路与信号分析、电子技术基础、程序设计、算法与数据结构、计算机组成原理、数据库原理与应用、操作系统、数字通信原理、计算机网络原理、网络工程设计、网络攻击与防护。

物联网工程专业示例 1：离散数学、程序设计、数据结构、计算机组成、计算机网络、操作系统、数据库系统、物联网通信技术、RFID 原理及应用、传感器原理及应用、物联网中间件设计、嵌入式系统与设计、物联网控制原理与技术。

物联网工程专业示例 2：离散数学、程序设计、数据结构、计算机组成、计算机网络、操作系统、数据库系统、物联网通信技术、RFID 原理及应用、传感器原理及应用、物联网控制、物联网信息安全技术、物联网工程设计与实践。

信息安全专业示例：信息安全导论、信息安全数学基础、模数电路与逻辑、程序设计、数据结构与算法、计算机组成与系统结构、EDA 技术及应用、操作系统原理及安全、编译原理、信号与系统、通信原理、密码学、计算机网络、网络与通信安全、软件安全、逆向工程、可靠性技术、嵌入式系统安全、数据库原

理及安全、取证技术、信息内容安全。

3. 人才培养多样化建议

国家建设需要不同类型的计算机类专业人才，不同的学生有不同的擅长，也会对不同的问题感兴趣，每个专业点都有自身的特点。鼓励各个专业点在满足基本要求的基础上，准确定位，办出特色。特别是以应用型人才培养为主的高校，要倡导校企合作、校地合作，吸纳社会资源建设高水平计算机类专业。

从国家的根本利益来考虑，要有一支从事计算系统基础理论与核心技术创新研究的研究型人才。他们以知识创新为基本使命，研究的内容可以是计算机科学、计算机工程、软件工程、信息安全、应用技术、网络工程，或是物联网工程等相关的基础理论、技术和方法。

大部分信息技术企业将信息化需求产品的研发、生产、维护、服务作为主要发展方向，它们需要工程型人才。这些人才擅长考虑基本理论和原理的综合应用（包括创造性应用），不仅要考虑所建造系统的性能，还需要考虑系统的构建和运行代价以及其他可能带来的副作用。具体的工程既可以是硬件为主，也可以是软件为主。

信息化、计算机化、网络化已在各行各业发展，而且已经有了很好的建设成就。相关系统的进一步开发、建设、维护与运行需要大批应用型人才。他们更了解各种软/硬件系统的功能和性能，更善于系统的集成和配置，有能力在较高的层面上管理和维护复杂系统的运行，能够在各种系统和工程中承担重要任务。

计算机类专业人才教育，首先要重视学生理论结合实际能力以及学习能力的培养，使学生了解基础理论课程的作用，将理论与实际结合的方法与手段传授给学生，以适应信息技术的飞速发展，更有效地培养有特色的、符合社会需求的计算机类人才。

其次，使学生具备软硬件基础和系统观。主要从事硬件类工作的，也要有软件基础；主要从事包括软件工程在内的软件类工作的，也要有硬件基础。在掌握计算系统基本原理基础上，熟悉如何进一步开发构建以计算技术为核心的系统，掌握系统内部各部分的关联关系、逻辑层次与特性。

第三，重视思想和方法的学习，避免基于特定平台开设核心课程，培养学生

专业能力，为学生的可持续发展提供基础。

4. 有关名词释义和数据计算方法

4.1 名词释义

专业点：指各个学校举办的相应专业。例如，某某大学计算机科学与技术专业，某某大学信息安全专业。

4.2 数据的计算方法

各类课程所占比例按实际学分数计算。

理论课：16学时为1学分；实验课：24学时为1学分；集中实践：一周为1学分。

实验当量：程序设计类实验/实践按实际设计实现的程序量计算，不含自动生成的；硬件等非程序设计实验，一年级至四年级每学时依次分别按照10行、20行、30行、40行计算。

专业生师比=本专业在校生人数/本专业教师总数

本专业在校生人数=普通本、专科（高职）生数+硕士生数 \times 1.5+博士生数 \times 2+留学生数 \times 3+[预科生数+进修生数+成人脱产班学生数+成人教育（业余）学生数] \times 0.3+函授生数 \times 0.1

本专业教师总数=专任教师数+聘请校外教师数 \times 0.2

生均教学行政用房=（教学及辅助用房面积+行政办公用房面积）/全日制在校生数

生均教学科研仪器设备值=教学科研仪器设备资产总值/折合在校生数

生均图书=图书总数/折合在校生数

附录3 中国工程教育认证标准(2015版)

(中国工程教育专业认证协会 2015年3月修订)

说明

1. 本标准适用于普通高等学校本科工程教育认证。
2. 本标准由通用标准和专业补充标准组成。
3. 申请认证的专业应当提供足够的证据,证明该专业符合本标准要求。
4. 本标准在使用到以下术语时,其基本含义如下。

(1) 培养目标: 培养目标是该专业毕业生在毕业后5年左右能够达到的职业和专业成就的总体描述。

(2) 毕业要求: 毕业要求是对学生毕业时应该掌握的知识和能力的具体描述,包括学生通过本专业学习所掌握的知识、技能和素养。

(3) 评估: 评估是指确定、收集和准备所需资料和数据的过程,以便对毕业要求和培养目标是否达成进行评价。有效的评估需要恰当使用直接的、间接的、量化的、非量化的手段,以便检测毕业要求和培养目标的达成。评估过程中可以包括适当的抽样方法。

(4) 评价: 评价是对评估过程中所收集到的资料和证据进行解释的过程。评价过程判定毕业要求与培养目标的达成度,并提出相应的改进措施。

(5) 机制: 机制是指针对特定目的而制定的一套规范的处理流程,同时对于该流程涉及的相关人员以及各自承担的角色有明确的定义。

5. 本标准中所提到的“复杂工程问题”必须具备下述特征(1),同时具备下述特征(2)~(7)的部分或全部:

- (1) 必须运用深入的工程原理,经过分析才可能得到解决;
- (2) 涉及多方面的技术、工程和其他因素,并可能相互有一定冲突;
- (3) 需要通过建立合适的抽象模型才能解决,在建模过程中需要体现出创造性;
- (4) 不是仅靠常用方法就可以完全解决的;
- (5) 问题中涉及的因素可能没有完全包含在专业工程实践的标准和规范中;
- (6) 问题相关各方利益不完全一致;

(7) 具有较高的综合性，包含多个相互关联的子问题。

1. 通用标准

1.1 学生

1. 具有吸引优秀生源的制度和措施。
2. 具有完善的学生学习指导、职业规划、就业指导、心理辅导等方面的措施并能够很好地执行落实。
3. 对学生在整个学习过程中的表现进行跟踪与评估，并通过形成性评价保证学生毕业时达到毕业要求。
4. 有明确的规定和相应认定过程，认可转专业、转学学生的原有学分。

1.2 培养目标

1. 有公开的、符合学校定位的、适应社会经济发展需要的培养目标。
2. 培养目标能反映学生毕业后5年左右在社会与专业领域预期能够取得的成就。
3. 定期评价培养目标的合理性并根据评价结果对培养目标进行修订，评价与修订过程有行业或企业专家参与。

1.3 毕业要求

专业必须有明确、公开的毕业要求，毕业要求应能支撑培养目标的达成。专业应通过评价证明毕业要求的达成。专业制定的毕业要求应完全覆盖以下内容：

1. 工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题。
2. 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。
3. 设计/开发解决方案：能够设计针对复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。
4. 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。
5. 使用现代工具：能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、

资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

6. 工程与社会：能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

7. 环境和可持续发展：能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

8. 职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

9. 个人和团队：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

10. 沟通：能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

11. 项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

1.4 持续改进

1. 建立教学过程质量监控机制。各主要教学环节有明确的质量要求，通过教学环节、过程监控和质量评价促进毕业要求的达成；定期进行课程体系设置和教学质量的评价。

2. 建立毕业生跟踪反馈机制以及有高等教育系统以外有关各方参与的社会评价机制，对培养目标是否达成进行定期评价。

3. 能证明评价的结果被用于专业的持续改进。

1.5 课程体系

课程设置能支持毕业要求的达成，课程体系设计有企业或行业专家参与。课程体系必须包括：

1. 与本专业毕业要求相适应的数学与自然科学类课程（至少占总学分的

15%)。

2. 符合本专业毕业要求的工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程（至少占总学分的30%）。工程基础类课程和专业基础类课程能体现数学和自然科学在本专业应用能力培养，专业类课程能体现系统设计和实现能力的培养。

3. 工程实践与毕业设计（论文）（至少占总学分的20%）。设置完善的实践教学体系，并与企业合作，开展实习、实训，培养学生的实践能力和创新能力。毕业设计（论文）选题要结合本专业的工程实际问题，培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力。对毕业设计（论文）的指导和考核有企业或行业专家参与。

4. 人文社会科学类通识教育课程（至少占总学分的15%），使学生在从事工程设计时能够考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素。

1.6 师资队伍

1. 教师数量能满足教学需要，结构合理，并有企业或行业专家作为兼职教师。

2. 教师具有足够的教学能力、专业水平、工程经验、沟通能力、职业发展能力，并且能够开展工程实践问题研究，参与学术交流。教师的工程背景应能满足专业教学的需要。

3. 教师有足够时间和精力投入到本科教学和学生指导中，并积极参与教学研究及改革。

4. 教师为学生提供指导、咨询、服务，并对学生职业生涯规划、职业从业教育有足够的指导。

5. 教师明确他们在教学质量提升过程中的责任，不断改进工作。

1.7 支持条件

1. 教室、实验室及设备在数量和功能上满足教学需要。有良好的管理、维护和更新机制，使得学生能够方便地使用。与企业合作共建实习和实训基地，在教学过程中为学生提供参与工程实践的平台。

2. 计算机、网络以及图书资料资源能够满足学生的学习以及教师的日常教学和科研所需。资源管理规范、共享程度高。

3. 教学经费有保证，总量能满足教学需要。

4. 学校能够有效地支持教师队伍建设，吸引与稳定合格的教师，并支持教师本身的专业发展，包括对青年教师的指导和培养。

5. 学校能够提供达成毕业要求所必需的基础设施，包括为学生的实践活动、创新活动提供有效支持。

6. 学校的教学管理与服务规范，能有效地支持专业毕业要求的达成。

2. 专业补充标准

专业必须满足相应的专业补充标准。专业补充标准规定了相应专业在课程体系、师资队伍和支持条件方面的特殊要求。

（各专业补充标准 2015 版未做修订，具体内容略）

附录 4 培养方案示例

本附录提供温州大学网络工程专业 2014 级培养方案供相关专业点参考。温州大学网络工程专业为“十二五”国家级专业综合改革试点专业、教育部“卓越工程师教育培养计划”试点专业、浙江省“十二五”优势建设专业，依托产学深度联动，走出了一条地方院校网络工程专业建设与发展的特色之路，建立了行之有效的网络应用型人才培养体系。先后获得国家精品资源共享课程、国家级虚拟仿真实验教学中心、国家级“十二五”规划教材浙江省高等教育教学成果一等奖，毕业生受到业界用人单位的高度认同。

温州大学网络工程专业本科培养方案

一、专业名称与代码

网络工程(080903)

二、主干学科

计算机科学与技术

三、培养目标

本专业培养具有高度社会责任感，知识、能力、素质协调发展，具备计算机科学与技术基本理论与基本知识、网络工程专业知识与专业思想，掌握网络工程方法和技能，具有较强网络工程意识与工程能力、良好的工程师素养与职业发展潜力，可快速适应业界需求的网络工程应用型人才。

毕业生适合在信息技术企业和其他各行各业的信息技术部门，以互联网工程、网络应用开发等为主要领域，从事现场或一线的技术支撑工程师、服务与应用开发工程师、销售工程师等工作。

四、培养标准

本专业的培养标准涉及知识、能力与素质三大方面，共计 58 条细化标准。其中，必备标准 54 条，可选标准 4 条。

1. 知识标准

1.1 公共基础知识

1.1.1 具备哲学、信息交流、法律、环境等方面的人文与社会科学基础知识。

1.1.2 具有体育、艺术等方面的基本常识。

1.1.3 具有个体、环境、社会与公共安全相关的基本常识。

1.2 学科基础知识

1.2.1 掌握工程科学基础知识。包括数学、物理、电子与电路方面的知识。

1.2.2 掌握计算机硬件基础知识。包括计算机系统的组成与工作原理，计算机体系结构、计算机硬件基础知识与硬件组成。

1.2.3 掌握计算机软件基础知识。包括程序设计理论及方法、典型程序设计语言，数据结构及算法设计、操作系统、数据库系统。

1.2.4 掌握现代通信基础知识，包括通信技术基础知识、典型通信系统基本工作原理、主流网络通信技术。

1.2.5 掌握计算机网络基础知识。包括网络分层思想与问题求解方法，计算机网络体系结构，ISO/OSI 模型的设计思想，TCP/IP 模型各层的功能及其实现原理。

1.3 专业知识

1.3.1 掌握互联网工程相关的知识。包括主流网络协议的设计思想与工作原理；局域网、城域网和广域网及其主流技术的设计思想与实现机制；TCP/IP 网络、路由与交换、网络安全、无线与移动网、IP 统一通信、数据中心、虚拟化与云计算等技术相关的基本思想、方法和相关规范或标准，网络规划与设计的基本思想、方法与规范；网络测试的基本思想、方法、规范或标准。

1.3.2 掌握网络协议与应用开发相关的知识。包括网络协议的开发与实现、计算机网络编程、Web 应用开发等相关的知识。

1.3.3 理解嵌入式系统的基本知识，移动终端应用开发的相关技术知识(可选)。

1.3.4 理解物联网相关的知识。包括物联网的层次化体系结构，感知、网络和应用等三个层次的功能、特征、关键技术以及主流技术标准。(可选)

1.4 工程管理知识

1.4.1 掌握 IT 项目管理的基本知识，包括九大项目管理域的作用、原理与方法。

1.4.2 掌握工程经济学的基本知识，包括工程成本、效益与风险分析。

1.4.3 了解企业组织、运行与管理的一般性知识，理解 IT 类企业的基本运行与管理模式。

2. 能力标准

2.1 学科基本能力

2.1.1 具有包括计算思维在内的科学思维能力。

2.1.2 具有计算机硬件、软件与网络的基本实验能力。

2.2 专业基本能力

2.2.1 具有路由器与交换机的配置与管理能力，包括典型路由协议、VLAN、NAT 的配置以及故障排除，具有园区网互连的设计、部署与实施能力。

2.2.2 具有无线局域网设备的配置与管理能力，具有无线局域网的设计、部署与实施能力。

2.2.3 具有 IP 统一通信设备的配置与管理能力，具备中小型 IP 统一通信网络的设计、部署与实施能力。

2.2.4 具有网络安全的基本配置与管理能力，包括网络设备安全、访问控制列表、防火墙、VPN、IPS 与 IDS 等的配置与管理，具有中小型园区网络安全的设计、部署与实施能力。

2.2.5 具有数据中心网络设备的基本配置与管理能力，包括数据中心网络、虚拟化与云计算平台的配置与故障排除能力，具有中小型数据中心网络的设计、部署与实施能力。

2.2.6 具有中小型园区网络的基本规划与设计能力，包括网络的层次化设计，关键技术的选择，IP、路由与 VLAN 设计，无线局域网设计，IP 统一通信网络设计、数据中心网络或云计算平台的设计，网络安全设计，和网络设备的选型。

2.2.7 具有网络测试与分析的基本能力，包括运用通用的测试方法、工具与设备对网络设备或网络系统的二层功能与性能、三层功能与性能、安全功能与性能进行测试的能力，对网络服务与应用进行功能与性能测试的能力，对网络测试结果进行分析并提出改进或优化方案的能力。

2.2.8 具有分析与实现 TCP/IP 协议栈的基本能力，包括主流的三层（IP、ICMP、ARP）、四层（TCP、UDP）和七层（HTTP、FTP、SIP、H.323 等）协议的设计

与实现能力。

2.2.9 具有使用面向连接套接字、流式套接字等进行 C/S 程序开发的基本编程能力，具有 C/S 客户端与服务器端软件开发的基本能力。

2.2.10 具有主流 Web 开发工具的使用能力，包括静态与动态 Web 功能；具有根据应用需求，进行中小型 Web 应用系统的设计与开发能力。

2.3 工程技术能力

2.3.1 具有关于中等复杂度的网络系统或网络工程项目的的需求分析能力与问题抽取能力。

2.3.2 具有根据需求，就中等复杂度的网络系统或网络工程项目提供网络工程解决方案或进行规划与设计的能力。

2.3.3 具有根据网络工程解决方案，就中等复杂度的网络系统进行部署与实施的能力。

2.3.4 具有根据行业标准与规范，就网络系统与网络产品的功能与性能进行测试的能力。

2.3.5 具有根据系统运行与维护要求，确保网络系统可靠、有效、安全运行的技术管理与维护能力。

2.3.6 具有根据公共安全规范与行业规范，对发生于网络系统或网络应用领域的涉及公共安全的危机与突发事件进行及时反应、处理与应对能力。

2.3.7 具有根据网络功能与服务，基于主流设备平台和开放应用程序接口，进行软件定义网络的设计与开发能力。

2.3.8 具有按照工程标准或行业规范，编纂网络系统需求分析报告、工程解决方案、技术实施报告、项目实施管理方案、技术合同等的工程写作与表达能力。

2.3.9 具有对网络工程领域的新理念、新技术、新产品、新应用的快速响应能力。

2.4 工程管理能力

2.4.1 具备在工程管理框架与规范下的工作能力与适应能力。

2.4.2 具有运用工程经济学知识与技能进行工程成本分析、控制与管理的能力。

2.4.3 具有运用项目管理知识与技能进行网络工程项目管理的能力。

2.5 创新创业能力

2.5.1 工程创新能力。运用工程知识、方法与能力，就网络工程与应用系统中的实际问题提出独到的、具有一定创新性的求解思路、解决方案，并付诸实施的能力。（对应于通用标准第8条）

2.5.2 创业能力。具备在职业工程师岗位上，以岗位工作及其环境为创业空间，发挥专业特长与创业精神，以岗位价值实现为载体，促进个人价值、企业价值与社会价值共同实现的岗位创业能力。

2.5.3 终身学习能力。更新与提高自我知识、能力与素质，保持和增强自我竞争力，满足个人职业发展与全面发展需求的自我学习与终身教育能力。

2.6 合作与沟通能力

2.6.1 团队合作能力。具有良好的团队意识与团队精神，充分认识团队对于职业工程师的重要作用，具备在团队框架下积极有效开展工作的能力，具备良好的团队合作、沟通与协调能力。

2.6.2 人际沟通与交流能力。具有沟通交流的基本技巧与能力，良好的口头与书面表达能力，有效表达自己思想与意愿的能力，倾听与理解他人需求和意愿的能力，快速适应工作环境与人际环境变化的能力。

2.6.3 国际化交流与合作能力。具有一门外国语的基本听、说、读、写、译的能力，较熟练阅读网络工程专业领域的外文书刊和其他技术资料的能力，与他在技术与工作层面进行国际化沟通、交流与合作的能力。

2.6.4 具有较强的信息获取能力。具有信息化社会环境中的多途径获取信息的能力，具有跟踪本领域最新技术发展趋势，收集、分析、判断、归纳和选择国内外相关技术信息的能力。

3. 素质标准

3.1 人文素养

3.1.1 具有基本的人文素养与情怀。

3.2 职业精神

3.2.1 具有追求真理、实事求是、勇于探究与实践的科学精神。

3.2.2 具有严谨踏实、一丝不苟、讲求实效的职业精神。

3.2.3 具有爱岗、敬岗、爱岗的敬业精神。

3.3 职业道德与规范

3.3.1 尊重知识产权，严格遵守网络工程和计算机领域适用的行业标准和相关法律，在法律和制度的框架下工作。

3.3.2 严格遵守网络工程相关职位的行为准则、职业规范与职业道德，具有良好的质量、安全、服务和环保意识。

3.4 社会与环境的责任

3.4.1 具有良好的公民素养、国家意识与国际化视野，遵纪守法、正直诚信，自觉维护国家和社会公共利益，具有高度的社会责任感与责任能力。

3.4.2 正确理解网络对于自然与社会环境的影响，并在工程活动过程中承担必要的环境保护责任。

五、修业年限与授予学位

基本学制四年，弹性学制三至六年，符合条件的毕业生授予工学学士学位。

四年基本学制中，包含三年的校内教育与一年的企业培养。其中，校内教育包含了通识教育、学科教育、专业教育、校企对接教育等环节，企业培养包含了专业教育、专业实习、毕业设计等环节。对于采用弹性学制的学生，企业培养时间合计不少于一年。除了课内教育(注：参见本方案“七、课内教育课程设置”)外，学生被建议参加一定量的课外教育活动(注：参见本方案“八、课外教育项目设置”)，以达到本专业的培养目标与培养标准。

六、毕业最低学分及学分构成

毕业最低学分 170，其中课内教育学分 162，课外教育学分 8，学分构成参见表 1 的规定与说明。

课内教育学分中，公共与通识课程 31 学分，学科基础课程 55.5 学分，专业必修 12.5 学分，单独设置的实践环节 30 学分，合计 129 学分；课内教育选修学分中，公共基础与通识选修课程 8 学分，专业限制性选修课程 14 学分，专业任意选修课 10 学分，实践选修课 1 学分，合计 33 学分；课内教育学分中，实践教学(包括含在课内的实践与单独设置的实践教学) 59.5 学分，占课内教育学分的 36.73%。课外教育学分中，公共必修类 4 学分，公共选修类 2 学分，专业选修类 2 学分，合计 8 学分。

表1 毕业最低学分及其构成

学分类型	学分性质	课程类别		应修学分小计	学分比例
课内教育	必修	公共基础与通识课		31	19.14%
		学科基础课(含实践)		55.5	34.26%
		专业课(含实践)		12.5	7.72%
		实践教学		30	18.52%
		小计		129	79.63%
	选修	公共基础与通识课		8	4.94%
		专业课(含实践)		14+10	14.81%
		实践教学		1	0.62%
小计		33	20.37%		
课外教育	必修	公共类	军事训练	1	
			体能测试	1	
			社会实践	2	
		小计		4	
	选修	公共类	社团活动	2	
			志愿服务		
			文体比赛		
		专业类	科研训练	2	
			学生竞赛		
			创业训练		
			专业(职业)技能训练		
小计		4			
合计		162(课内)+8(课外)			100%

七、课内教育课程设置

课内教育课程设置如表2所示。其中,标注“★”表示必须在企业中完成,标注“#”表示建议在企业中完成,“2^3”表示第2与第3学期之间的假期。

表2 课内教育课程

课程类别	课程性质	课程代码	课程名称	学分	周学时	总学时	理论学时	实验学时	开课学期	备注
公共基础与通识课	必修	172000101L	道德、法律与心理教育	3.0	3.0-0.0	48	48	0	1	无方向
		002000601L	大学生职业生涯发展与就业指导(一)	1.0	1.0-0.0	16	16	0	1	
		062133401S	自主听力(一)	0.5	2.0-0.0	16	0	16	1	
		062133301L	综合英语(一)	4	4.0-0.0	64	64	0	1	
		042140101S	大学体育(一)	0.75	2.0-0.0	32	32	0	1	
		172000201L	马克思主义基本原理概论	3.0	3.0-0.0	48	48	0	2	
		062133501L	综合英语(二)	3.5	3.0-1.0	64	48	16	0	
		042140201S	大学体育(二)	0.75	2.0-0.0	32	32	0	2	

附录4 培养方案示例

续表

课程类别	课程性质	课程代码	课程名称	学分	周学时	总学时	理论学时	实验学时	开课学期	备注
		042140301S	大学体育(三)	0.75	2.0-0.0	32	32	0	3	
		062133801L	拓展英语 I	3	3.0-0.0	48	48	0	3	
		182000201L	中国近现代史纲要	2.0	2.0-0.0	32	32	0	3	
		172000401L	中国化马克思主义概论	4.0	4.0-0.0	64	64	0	4	
		042140401S	大学体育(四)	0.75	2.0-0.0	32	32	0	4	
		002000701L	大学生职业生涯发展与就业指导(二)	1.0	1.0-0.0	16	16	0	6	
		042130601S	健身与体能(一)	0.25	0.0-1.0	16	0	16	5	
		042130701S	健身与体能(二)	0.25	0.0-1.0	16	0	16	6	
		042140601S	健身与体能(三)	0.25	0.0-1.0	16	0	16	7	
		042140701S	健身与体能(四)	0.25	0.0-1.0	16	0	16	8	
		002001101Q	形势与政策	2.0	0.0-0.0	112	112	0	8	
小计				31		720	624	96		
选修课		人文社科类		2.0						
		艺术类		2.0						
		创业类		2.0						
		心理与教育类		2.0						
小计				8						
类别小计学分				39						
学科基础课	必修	102176901L	线性代数	2.0	2.0-0.0	32	32	0	1	工程 科学 基础
		092000101L	高等数学 A(一)	4.0	4.0-0.0	64	64	0	1	
		092000201L	高等数学 A(二)	6.0	6.0-0.0	96	96	0	2	
		102000101L	大学物理	4.0	4.0-0.0	64	64	0	2	
		102000201S	大学物理实验	1.0	0.0-2.0	32	0	32	2	
		102117601M	离散数学	4.0	3.0-2.0	80	48	32	2	
		102105401L	概率论与数理统计 C	2.0	4.0-0.0	32	32	0	3	
		1021770006	计算机科学导论	1	1.0-0.0	16	16	0	1	学科导 论
		102112301M	计算机组成与体系结构	3.5	3.0-1.0	64	48	16	3	硬件与 系统基 础
		1021621006	数字电路与逻辑设计	3.5	3.0-1.0	66	48	18	3	
		102100101M	操作系统 A	3.5	3.0-1.0	64	48	16	4	
		1421222009	程序设计基础	4.5	3.0-3.0	96	48	48	1	软件基 础
		102117901M	数据结构与算法	4.0	3.0-2.0	80	48	32	2	
		1021586006	面向对象程序设计(Java)	3.0	2.0-2.0	64	32	32	3	
1021617006	数据库原理与应用	3.5	3.0-1.0	66	48	18	4			
1021662006	现代通信技术	2.5	2.0-1.0	50	32	18	3	网络与 通信基 础		
102102101M	计算机网络基础	3.5	3.0-1.0	66	48	18	4			
类别小计学分				55.5		1032	752	280		

附录4 培养方案示例

续表

课程类别	课程性质	课程代码	课程名称	学分	周学时	总学时	理论学时	实验学时	开课学期	备注
专业	必修	102182901M	Internet 开发基础	2	1.0-2.0	48	16	32	4	
		102117301L	网络工程概论#	1.0	2.0-0.0	16	16	0	4	
		1021585006	路由与交换	4.0	3.0-2.0	80	48	32	5	
		1021640006	网络协议分析与设计	2.5	2.0-1.0	50	32	18	5	
		1021571006	计算机网络编程	3.0	2.0-2.0	64	32	32	6	
		必修学分小计			12.5		258	144	114	
	限选	1021648006	无线与移动网技术	2.5	2.0-1.0	50	32	18	5	
		1021696006	计算机网络安全	2.5	4.0-2.0	50	32	18	5	
		1021642006	网络性能测试与分析	3.0	2.0-2.0	64	32	32	6	必选
		1021694006	IP 统一通信技术	2.5	2.0-1.0	50	32	18	6	12 学
		102112501M	网络测试自动化	2	1.0-2.0	48	16	32	6	分
		1021572006	计算机网络规划与设计	2.5	2.0-1.0	50	32	18	6	
		102183001M	数据中心与云计算	3	2.0-2.0	64	32	32	6	
		102112901L	企业管理实务#	2	2.0-0.0	32	32	0	6	必选 2
		1021521006	IT 项目管理	2.5	2.0-1.0	50	32	18	6	学分
	限选学分小计（要求选满 14 学分）			22.5		458	272	186		
	任选	062133901L	拓展英语 II	3	3.0-0.0	48	48	0	4	
		102120401M	Android 应用开发	3	2.0-2.0	64	32	32	5	
		1021701006	物联网技术导论	2.5	2.0-1.0	50	32	18	5	
		1021608006	软件工程 B	2.5	2.0-1.0	50	32	18	5	
		102100501M	多媒体技术 A	2.5	2.0-1.0	48	32	16	5	
		102112601M	Web 系统开发技术	3	2.0-2.0	64	32	32	5	
		102110601M	ARM 原理与应用	3	4.0-4.0	64	32	32	5	
		102183201S	Web 应用系统开发综合实践	1	+1	0	0	0	5	
		1021744006	物联网规划与部署	2.5	4.0-2.0	50	32	18	6	
		102102901M	嵌入式系统软件开发	3	4.0-4.0	64	32	32	6	
		1021531006	大型数据库系统基础	2.5	2.0-1.0	50	32	18	6	
1021568006		计算机伦理与法规	1.0	1.0-0.0	16	16	0	6		
1021745006		物联网开发技术	2.5	4.0-2.0	50	32	18	6		
102183101S		物联网应用综合实践	1	+1	0	0	0	6		
102183301L		网络与信息技术前沿	1	1.0-0.0	16	16	0	6		
任选学分要求（要求选满 10 学分）			34		634	400	234			
实践教学	必修	1021533006	大学计算机基础实践	1.0	0.0-2.0	32	0	32	1	学科
		102101401M	程序设计课程设计	1.0	0.0-2.0	32	0	32	2	基础
		102117801S	数据结构与算法课程设计	1.0	+1				3	综合
		172000301S	思政社会实践	2.0	+2				7	实践
	必修学分小计			5.0		64		64		

续表

课程类别	课程性质	课程代码	课程名称	学分	周学时	总学时	理论学时	实验学时	开课学期	备注
		102117401S	IT 企业认知实践★	2.0	+4				4^5	专业 综合 实践
		1021519006	Internet 开发课程设计	1.0	+1				4	
		102114101S	网络工程部署与实施综合实践	1	+1				5	
		102183401S	网络协议开发与设计综合实践	1	+1				5	
		102183501S	计算机网络编程综合实践	1	+1				6	
		102183601S	网络规划与设计综合实践	1	+1				6	
		102113001S	网络工程创新技能开发★	2	+4				7	
		102117701S	专业实习★	4.0	+8				7	
		1421235009	毕业设计★	12.0	+12				8	
		必修学分小计		25.0						
限选课		102183701S	数据中心与云计算综合实践	1	+1				6	
		102183801S	网络性能测试与优化综合实践	1	+1				6	
		限选学分要求（要求选满 1 学分）		2.0						
类别小计学分				31.0						
总计学分				162						

八、课外教育项目设置

1. 课外公共教育

课外公共教育项目如表 3 所示，包含必修项目 4 学分，选修项目 2 学分，完成相应的项目并达到合格要求后，给予计算课外教育学分。

表 3 课外公共教育项目及学分

项目性质	项目代码	项目名称	项目内容与要求	学分	备注
必修	002001001Q	军事训练	参加学校集中组织军事训练活动 2 周	1	
	002000701Q	体能测试	按照《学生体质健康标准》测试成绩达到 60 分以上者	1	
	002000601Q	社会实践	参加有组织的以“三下乡”和“四进社区”为主要内容的社会实践活动	2	
小计			4		

续表

项目性质	项目代码	项目名称	项目内容与要求	学分	备注
选修	002000801Q	社团活动	参加由团委等部门组织的相关社团活动和社会工作	1	任选2学分
	002000801Q	志愿服务	由团委等部门组织的相关志愿服务活动	1	
	002000801Q	文体比赛	参加文体艺术活动,在各类文体艺术比赛中获奖	1	
	002000801Q	外语能力	通过英语四/六级考试	0.5/1	
	小计			2	

2. 课外专业教育

课外专业教育项目如表4所示,其中“时间布局”表示活动的学期布局,如“0—2”表示由入学持续至第二学期,“5—6”表示由第5学期至第6学期。学生可根据自己的兴趣特长与发展需要有选择性的参加其中的某些活动。

以“*”标注的项目可根据温州大学有关课外教育学分的认定及管理办法以及表5的规定给予一定量的课外学分奖励外,其他课外教育活动不计入学分管理范畴。学生课外专业教育学分不得少于4学分。

表4 外专业教育项目

项目名称	项目目标	项目内容与形式	时间布局
大学学习指导	了解与适应大学学习	院、系、专业负责人等提供的大学学习指导讲座与研讨会	0—2
学科前沿讲坛*	了解学科领域的热点与发展	校内外专家、教授与博士提供的关于学科前沿及热点问题的报告会、论坛。	0—6
学科竞赛*	拓展学科知识与技能	学科基础类竞赛,如高等数学、数学建模、ACM程序设计等竞赛	0—4
专业学习导引	了解与适应专业学习	专业负责人、骨干教师、业界人士提供关于专业学习的指导讲座与研讨会	3—6
专业开放实践项目*	拓展专业知识,培养学习能力、实践与创新能力、团队能力、沟通交流能力	特定技术领域深化系列项目	5—6
		新兴技术领域探索系列项目	
科技开发与创新能力训练与养成*	培养学习能力、科技开发与创新能力	省、校、院三级学生科技创新项目	5—8
		企业委托或企业学习期间所涉及的科技开发项目	
		国家、省、校三级大学生“挑战杯”课外学术科技作品竞赛*	

续表

项目名称	项目目标	项目内容与形式	时间布局
网络技术与网络工程讲坛*	拓展专业视野,深化对主流技术的理解,了解最新技术发展	业界技术专家提供的领域主流技术与新技术报告、讲座	5—8
		业界工程师提供的典型工程案例研讨	
		网络工程项目管理与实践案例研讨	
网络工程专业竞赛	促进专业知识与技能发展,培养实践创新能力、团队合作能力、沟通交流能力	网络新技术报告大赛	5—8
		网络部署与实施大赛	
		网络规划与设计大赛	
		网络应用开发大赛	
		中国及亚太区“思科网院杯”大学生网络技术大赛* “H3C杯”全国大学生网络技术大赛	
企业运行与产业发展认知*	认知企业运行管理与产业发展演变	校外企业家“企业运行与管理”系列讲座	6—8
		“IT产业发展与演变”系列讲座	
职业生涯规划与职业认证	认知职业生涯、促进职业规划与职业认证、提高职业适应能力	校内导师职业生涯规划指导系列讲座	4—8
		业界工程师“我的职业工程师生涯”系列讲座	
		优秀校友“我的成长经历”系列讲座	
		职业网络工程师系列认证考试*	
		ITAT 教育工程就业技能大赛	
创业能力培养	提供创业知识与能力训练,创业资金与平台支持	大学生创业指导讲座	5—8
		“IT企业创业案例”研讨	
		大学生创业计划项目*	
		国家、省、校三级“挑战杯”大学生创业计划大赛*	

表5 课外专业教育项目学分认定

项目代码	项目名称	项目级别	项目内容与要求	学分	备注
20009000	学术讲座	院级以上	听取专题讲座10次以上	1	多余不重复计算
20012000	实验室开放	校级	完成相应的开放实践项目并通过考核	1	
20013000	考级考证	初	思科、思博伦系列的A级、工信部中级	1	同一系列就高计算1次
		中	思科、思博伦系列的P级、工信部高级	2	
		高	思科、思博伦系列的E级	3	

续表

20017000	科学研究/ 技术开发	包括课题、论文、专利、软件著作权、成果奖等，参照《温州大学大学生创新创业实践学分标准表（试行）》（行政〔2011〕73号）相关条款		同一系列 就高计算 1次	
20011000	学科竞赛	级别参照《温州大学大学生创新创业实践学分标准表（试行）》（行政〔2011〕73号）相关条款	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中国及亚太区“思科网院杯”大学生网络技术大赛 2. “H3C杯”全国大学生网络技术大赛 3. 大学生“挑战杯”课外学术科技作品竞赛 4. 大学生“挑战杯”创业计划大赛 5. 其他与专业相关的学科基础类竞赛 	学分参照《温州大学大学生创新创业实践学分标准表（试行）》（行政〔2011〕73号）相关条款	同一系列的竞赛就高计算1次，学会级竞赛降等计算
20014000	创业实践	参照《温州大学大学生创新创业实践学分标准表（试行）》（行政〔2011〕73号）相关条款		就高计算 1次	
学生从上述项目获得的学分应不少于2学分					

九、培养标准的实现矩阵

表6给出了培养标准与课内教育之间的映射关系。其中，标志“●”表示强，“◎”表示中，“○”表示弱。

续表

符号定义： 1) 教学环节中 ABCDE 表示环节的实现方式： A-讲授，B-实验，C-项目或者综合大作业，D-学习讨论，E-调研或实习，F-设计。 2) 校内教育实施方案与校企合作培养方案中各主要教学环节与培养标准之间的映射关系：“●”表示强，“◎”表示中，“○”表示弱	通识教育				专业教育														企业学习					
	通识教育				专业教育														企业学习					
	通识教育				专业教育														企业学习					
马克思主义基本原理概论	A	A	A	A	大学物理	A	A	A	A	计算机网络概论	A	A	A	A	计算机网络编程	A	A	A	A	职业规划与创业	B	A	A	B
管理类课程	A	A	A	A	程序设计基础	A	A	A	B	操作系统A	A	A	A	B	网络测试自动化	A	A	B	B	职业认证	B	A	B	B
思想政治理论课	A	A	A	A	面向对象程序设计(Java)	A	B	A	B	数据库原理与应用	A	A	B	B	计算机网络规划与设计	A	A	B	B	技术讲座与工程案例研讨	B	A	B	B
中国特色社会主义理论体系概论	A	A	A	A	数据结构与算法	A	B	C	D	Internet开发基础	A	A	B	B	IP统一通信技术	A	A	B	B	科技创新项目	B	B	A	B
中国近现代史纲要	A	A	D	D	离散数学	A	A	B	C	计算机组成与体系结构	A	A	A	B	物联网应用综合实践	B	B	C	C	专业竞赛	B	B	C	C
思想道德修养与法律基础	A	A	D	D	数字电路与逻辑设计	A	A	A	B	无线网络技术	A	A	B	B	网络性能测试与优化综合实践	B	B	C	C	网络工程创新技能开发	B	B	C	C
大学英语	A	A	D	D	现代通信技术	A	B	B	D	路由与交换	A	A	B	B	网络规划与设计综合实践	B	B	C	C	物联网应用综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	概率统计	A	B	A	B	IT企业认知实践	A	A	B	B	数据中心与云计算综合实践	B	B	C	C	网络性能测试与优化综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	程序设计课程	A	B	C	D	物联网技术导论	A	A	B	B	计算机网络编程课程设计	B	B	C	C	网络规划与设计综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	数据结构与算法	A	B	C	D	Android应用开发	A	A	B	B	WEB应用系统开发课程设计	B	B	C	C	数据中心与云计算综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	大学物理	A	B	B	D	ARM原理与应用	A	A	B	B	网络协议开发与设计综合实践	B	B	C	C	计算机网络编程课程设计	B	B	C	C
	A	A	D	D	线性代数	A	A	B	B	Web系统开发技术	A	A	B	B	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C	计算机网络编程课程设计	B	B	C	C
	A	A	D	D	高等数学	A	A	B	B	计算机网络安全	A	A	B	B	Internet开发课程设计	B	B	C	C	WEB应用系统开发课程设计	B	B	C	C
	A	A	D	D	计算机科学导论	A	A	B	B	无线与移动网技术	A	A	B	B	企业管理实务	B	B	C	C	网络协议开发与设计综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	形势与政策	A	A	B	B	路由与交换	A	A	B	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	思想政治理论课社会实践	A	A	B	B	IT企业认知实践	A	A	B	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	职业生涯规划与就业指导类	A	A	B	B	网络工程概论	A	A	A	A	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	体育	A	A	B	B	计算机网络基础	A	A	A	A	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	马克思主义基本原理概论	A	A	B	B	操作系统A	A	A	A	A	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	管理类课程	A	A	B	B	数据库原理与应用	A	A	B	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	思想政治理论课	A	A	B	B	Internet开发基础	A	A	B	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	中国特色社会主义理论体系概论	A	A	B	B	计算机组成与体系结构	A	A	B	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	中国近现代史纲要	A	A	B	B	数字电路与逻辑设计	A	A	B	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	思想道德修养与法律基础	A	A	B	B	面向对象程序设计(Java)	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D	大学英语	A	A	B	B	现代通信技术	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	概统	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	程设	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	数算	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	离散	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	大学	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	物理	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	程基	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	线代	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	高等	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	数学	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	计科	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	科学	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B	导论	A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理	A	A	A	A	网络工程部署与实施综合实践	B	B	C	C
	A	A	D	D		A	B	A	B		A	B	A	B	IT项目管理									

十、其他说明

1. 学科基础课程逻辑关系

学科基础核心课程由 10 门基础课程及 3 个实践环节组成,其逻辑关系如图 1 所示。

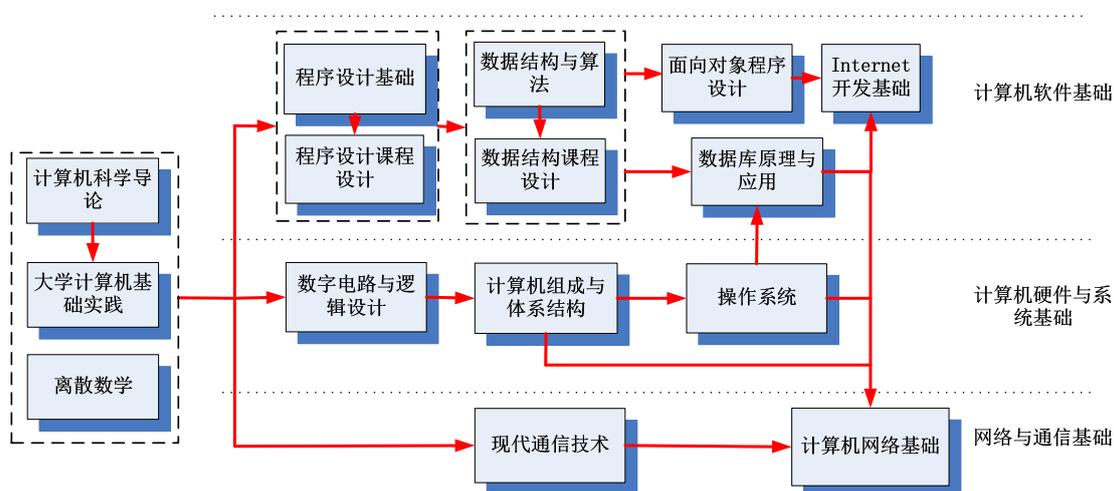


图 1 学科基础核心课程及其逻辑结构

2. 专业课程逻辑关系

图 2 给出了专业课程设置以及课程间的逻辑关系。

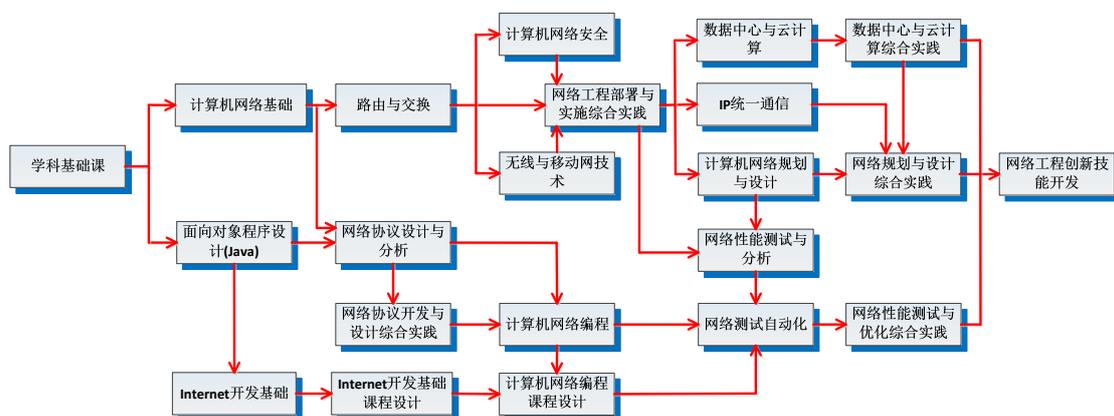


图 2 专业课程群

3. 实践与创新教育体系架构

在上述课内教育课程与课外教育项目设置中,涉及了大量与学生工程能力分层培养相关的实践与创新教育环节,各环节的作用及关系如图 3 所示。

5. 学生选课建议

表7给出了基于职业取向的专业课选修建议。其中的“职业取向”对应于网络工程师的典型岗位类型，选课建议给出的是专业限选或专业任选课程模块中至少应该修读的课程。以“职业取向”为“数据中心工程师”为例，则专业限选课模块中，至少应修读“数据中心与云计算”“数据中心与云计算综合实践”课程，但对专业任选课无特殊要求；以网络安全工程师为例，则专业限选课模块中，至少应修读“计算机网络安全”课程，专业任选课模块中至少应修读“计算机伦理与法规”课程。

学生可根据个人兴趣与毕业后的职业发展取向，参照表7做出相应的判断与选择。

表7 基于职业取向的选课建议

课程选择 职业取向	专业限选课程	专业任选课程
网络架构师	建议修读：“计算机网络规划与设计”	无指定
数据中心工程师	必须包括：数据中心与云计算、数据中心与云计算综合实践	无指定
网络安全工程师	必须包括：计算机网络安全	计算机伦理与法规
统一通信工程师	必须包括：IP 统一通信	无指定
网络测试工程师	必须包括：网络性能测试与分析、网络测试自动化、网络性能测试与优化综合实践	无指定
物联网工程师	必须包括：无线与移动网技术	物联网技术导论 物联网规划与部署 物联网开发技术 物联网应用综合实践
嵌入式移动终端 开发工程师	必须包括：无线与移动网技术	Android 应用开发 ARM 原理与应用 嵌入式系统软件开发

附录 5 课程教学大纲示例

本附录提供了温州大学网络工程专业三门典型课程的课程教学大纲，供相关院校的专业点参考。这些课程的设置及其教学大纲中所涉及的培养标准是与附录 4 中的培养方案相对应的。

附 5.1 “计算机网络基础”课程教学大纲

课程名称：计算机网络基础（Fundamental of Computer Networks）

课程代码：1421265009

学分/总学时：3.5/66 (48+18)

开课单位：物理与电子信息工程学院

面向专业：网络工程、计算机科学与技术

一、课程的性质、目的和任务

《计算机网络基础》是网络工程、计算机科学与技术等专业学生的必修课程，是一门集计算机技术与通信技术、软件与硬件、理论与实践为一体的课程。作为一门学科与专业基础性课程，本课程的学习将为学生后续从事计算机网络应用、设计与开发和进一步的专业学习打下必要的基础。本课程对接专业人才培养目标与标准的实现，重点关注学生：①对计算机网络基本知识体系与基本工作原理的掌握；②对计算机网络主流技术的了解；③计算机网络思维方法和分析网络问题能力的培养；④计算机网络基本技术实践与技术应用能力的培养；⑤跟踪新知识与新技术的学习能力培养；⑥沟通与表达能力的培养。

本课程理论教学以计算机网络体系分层模型为主线，介绍计算机网络的基本原理、组成和结构，结合主流局域网、广域网技术介绍物理层、数据链路层的功能与实现原理，结合 TCP/IP 介绍网络层、传输层和应用层的功能和主要协议，并介绍网络管理及安全基本知识。

本课程的实践教学既要帮助学生加深对计算机网络基础知识与原理的理解与掌握，又是培养学生技术实践与技术应用能力的主要途径，主要实践教学内容包括局域网组网技术、TCP/IP 应用服务的配置、管理与设计。通过该教学环节

使学生在掌握计算机网络基本理论知识和主流网络技术的基础上,具备基本的局域网组网能力和 TCP/IP 应用部署能力。

二、本课程的前设课程

计算机组成与体系结构、操作系统

三、课程学时分配

表1 学时分配与统计

类别	课内学时	课外学时(最低要求,不计开放实践项目)
理论教学	42	42
实验教学	18	24
综合讨论#	6	12
开放实践项目*(可选)	0	≥36
合计	66	≥90+36

#: 综合讨论指师生之间就本课程理论与实践内容所进行的专门性互动式综合讨论,可穿插于教学过程或在教学末期进行。

*开放实践项目是指由学生自主完成的课外实践项目,项目内容是对本课程教学内容的一些延伸与扩展,见本大纲“六、课外学习”部分,采用不做强制要求的可选方式。

四、课程内容和基本要求

1. 理论教学

表2 理论教学内容与基本要求

章次	内容	教学目标			学时数
		了解	理解	掌握	
第0章 课程导学	1. 开设此课程的背景		√		1
	2. 课程的性质与特点		√		
	3. 课程的基本内容与组织		√		
	4. 课程的教学要求		√		
	5. 课程的教学资源		√		

续表

章次	内容	教学目标			学时数
		了解	理解	掌握	

第1章计算机网络概论	1. 计算机网络的定义			√	2
	2. 计算机网络的分类		√		
	3. 计算机网络的形成与发展	√			
	4. 计算机网络组成与结构			√	
	5. 计算机网络的拓扑结构			√	
第2章网络体系结构与网络协议	1. 网络体系结构的基本概念			√	3
	2. ISO/OSI 参考模型			√	
	3. TCP/IP 参考模型			√	
	4. ISO/OSI 模型与 TCP/IP 模型的比较		√		
	5. 网络标准组织与管理机构	√			
第3章物理层	1. 数据通信基础		√		5
	2. 传输介质			√	
	3. 基带传输技术（注：网络工程专业前已学“现代通信技术”课程可不选）			√	
	4. 频带传输技术（同上）			√	
	5. 多路复用技术（同上）		√		
	6. 物理层协议与标准		√		
	7. 物理层设备与组件			√	
第4章数据链路层	1. 数据链路层概述		√		5
	2. 帧与成帧		√		
	3. 差错控制			√	
	4. 流量控制		√		
	5. 数据链路层向网络层提供的服务		√		
	6. 数据链路层协议举例		√		
	7. 数据链路层的设备与组件			√	
第5章局域网技术	1. 局域网概述		√		6
	2. IEEE802 标准		√		
	3. 介质访问控制			√	
	4. 以太网技术			√	
	5. 虚拟局域网		√		
	6. 无线局域网		√		
第6章广域网技术	1. 广域网的基本概念		√		2
	2. 典型广域网协议 PPP		√		
	3. 典型广域网技术	√			

续表

章次	内容	教学目标			学时数
		了解	理解	掌握	
第7章网络层	1. 网络层概述		√		9
	2. IP 协议		√		
	3. IP 地址及其规划			√	

	4. 地址解析协议-ARP			√	
	5. 路由与路由选择			√	
	6. 路由器在网络互连中的作用			√	
	7. ICMP		√		
	8. IPv6		√		
第8章传输层	1. 网络环境中分布式进程通信的基本概念		√		5
	2. 传输层功能概述		√		
	3. TCP/IP 的传输层			√	
	4. 传输控制协议(TCP)			√	
	5. 用户数据报协议(UDP)			√	
第9章应用层	1. 应用层的基本概念		√		5
	2. DNS 服务			√	
	3. E-mail 服务			√	
	4. FTP 服务			√	
	5. Web 服务			√	
	6. Telnet 服务			√	
	7. 应用层协议分析及示例		√		
第10章综合讨论	1. 网络体系结构与主流网络技术			√	5
	2. TCP/IP 与互联网			√	
	3. 新技术主题（可选）		√		

2. 实验教学

表3 实践教学内容与基本要求

实验项目名称	教学目的	主要教学内容	学时数
1. UTP 线缆的制作与使用	(1) 了解与布线有关的标准，掌握三类UTP线缆的作用及其制作； (2) 了解 UTP 线缆测试的主要指标，掌握简单网络线缆测试仪的使用	(1) 完成 UTP 直连线、交叉线和反转线线缆的制作与测试； (2) 给定模拟企业的网络，完成该网络的物理线缆连接设计	2

续表

实验项目名称	教学目的	主要教学内容	学时数
--------	------	--------	-----

2. IP 组网入门	<p>(1)理解网络组网中的层次化思想与方法;</p> <p>(2)理解 IP 组网中各层的基本任务;</p> <p>(3)掌握简单 IP 网络的规划、设计与配置;</p> <p>(4)掌握 ping、ipconfig 等实用程序的使用</p>	<p>(1)给定模拟的企业组网需求,按照网络组网的层次化原则,进行相应的技术设计;</p> <p>(2)以实验室中所提供的若干 PC 设备为对象,组建一个简单的 IP 网络,并掌握基本的 IP 配置与测试方法</p>	2
3. DHCP 的配置与管理	<p>(1)理解 DHCP 的基本概念和工作原理;</p> <p>(2)掌握 DHCP 服务器的配置;</p> <p>(3)进一步掌握实用程序 IPCONFIG 的使用</p>	<p>组建一个局域网,要求能在该环境中实现主机 IP 地址的动态分配,并且:</p> <p>(1)除了 IP 地址及子网掩码外,所涉及的配置参数还要包括默认网关和 DNS 服务器的信息;</p> <p>(2)除了为一般主机进行 IP 地址的动态分配外,还要为有特殊要求的机器提供保留地址</p>	2
4. 主从网与对等网	<p>(1)理解对等网的概念,掌握对等网络的应用及其配置;</p> <p>(2)掌握对等网环境下共享资源的配置与使用;</p> <p>(3)理解主从网络的概念及其应用;</p> <p>(4)理解 Windows Server 环境中关于活动目录、域和域服务器的概念;</p> <p>(5)掌握 Windows 环境下的主从网络配置</p>	<p>(1)以两台主机为例,通过组建对等网,实现两台主机之间的文件资源共享。</p> <p>(2)给定两台计算机,要求将它们组成一个主从网络,即其中一台作为域控制服务器行使网络资源的集中控制与管理功能,另一台计算机作为域中的客户机,在域控制器的管理下使用域中的共享资源;</p> <p>(3)学习主从网环境中用户管理与文件管理的基本方法与操作</p>	2
5. DNS 服务的配置与管理	<p>(1)理解 DNS 的工作原理;</p> <p>(2)掌握 DNS 服务器的配置;</p> <p>(3)掌握 nslookup 实用程序的使用</p>	<p>组建一个局域网,要求能在该环境中提供域名解析服务,从而能够让用户通过域名实现对网络资源的访问</p>	2

续表

实验项目名称	教学目的	主要教学内容	学时数
--------	------	--------	-----

6. FTP 服务的配置与管理	<p>(1) 理解 FTP 的基本概念和工作原理;</p> <p>(2) 掌握 FTP 服务器的配置与管理;</p> <p>(3) 掌握 FTP 命令交互模式的使用</p>	<p>(1) 组建一个局域网, 要求在该环境中提供 FTP 服务, 并且能够通过域名访问 FTP 服务;</p> <p>(2) 掌握 FTP 交互模式下常见命令的使用</p>	2
7. WWW 服务的配置与管理	<p>(1) 理解 WWW 服务的体系结构与工作原理;</p> <p>(2) 掌握 WWW 服务的基本配置;</p> <p>(3) Web 站点的管理</p>	<p>组建一个局域网, 要求在该环境中分别实现以下两种功能:</p> <p>(1) 一台服务器提供一个 WWW 服务, 并且能够通过域名访问该 WWW 服务;</p> <p>(2) 使用一台服务器提供两个不同的 WWW 服务, 且能够通过域名访问所需的 WWW 服务</p>	2
8. E-mail 服务的配置与管理	<p>(1) 理解电子邮件服务的体系结构与工作原理;</p> <p>(2) 掌握 E-mail 服务器的配置;</p> <p>(3) 熟悉邮件用户代理程序的使用</p>	<p>组建一个局域网, 要求能在该环境实现电子邮件的接收与发送功能</p>	2
9. TCP/IP 应用环境的设计与实现	<p>(1) 以 DHCP 服务、DNS 服务、FTP 服务、Email 服务和 WWW 服务的配置与管理为基础, 所提供的关于 TCP/IP 应用环境的综合设计性实验;</p> <p>(2) 掌握 TCP/IP 应用服务设计与实现的一般性流程, 包括需求分析、方案设计 (含应用部署、设备的选型、技术选择) 与方案实施 (含服务配置、应用测试) 三大部分;</p> <p>(3) 训练与考查学生就 TCP/IP 应用环境进行综合设计与配置的能力;</p> <p>(4) 本次实验的考核结果将作为学生的实践技能测试成绩, 按教学大纲规定的比例计入课程考核成绩</p>	<p>(1) 提供多个可选内容, 学生抽签来完成题目的选择。要求学生:</p> <p>(2) 根据所选定题目中的要求, 进行必要的规划与设计, 并将设计要点 (包括服务器部署、拓扑结构、相关的 IP 配置、应用软件环境、测试方法等) 以书面方式记录, 在完成实验时需要上交指导教师;</p> <p>(3) 根据实验室提供的设备与组件, 完成所设计的 TCP/IP 应用环境的配置, 并使之能够正常运行;</p> <p>(4) 口头回答指导教师在现场提出的相关问题</p>	2

五、教学方法

1. 关于理论教学

本课程的理论教学引入“三位一体”教学模式，如图 1 所示。

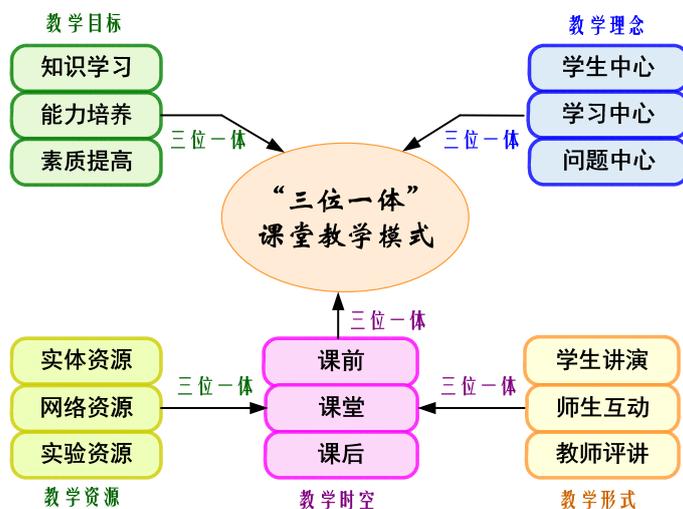


图 1 “三位一体”课堂教学模式总体框架

根据理论教学目标与内容，设计相应的问题链，以关键问题为主线，实施启发式教学，以引导学生发现问题、分析问题与解决问题的能力。问题类型可包括：

① 主题问题，此类问题来自教学大纲所要求的重点与难点，原则上其内容可以从教材或指定的教学参考资料找到，主要用于帮助学生理解与掌握基本的教学内容，并培养其基本的学习能力；② 开放问题，此类问题通常是围绕一些特殊的重难点问题，所设计的不具有绝对明确或标准答案的问题，如针对所给出的问题学生可以提出不同的解决思路与算法，主要在于引导学生多角度分析问题、解决问题的探究性学习能力；③ 案例式问题，提炼自工程实际问题或案例，涉及知识的应用，主要用于帮助学生理解知识的应用，培养其运用理论与技术知识解决实际问题的能力；④ 自主研习问题，此类问题属于超出教学大纲要求的知识范围，但与课堂拓展相关的新兴技术领域的问题，需要学生通过查阅与研读教材与指定参考资料以外的学习资源寻求答案，主要在于培养学生进一步的自主学习能力和对新事物的敏感性。

课堂教学实施上，可采取两类方式：① 教师主讲式教学：虽以教师讲课为主，但教师需要以关键问题为主线，实施启发式教学，引导学生的主动思考；讲课建议采用多媒体方式，辅以黑板板书。多媒体课件制作要充分运用多媒体的优势，特别是图形（像）与文字的有机结合、动画演示等技巧突出重点，辅助难点

教学；黑板板书要注重与多媒体的有机对接，起到画龙点睛的作用。学生在课前需要针对所提供的预习问题进行必要的准备。② 互动讨论式教学：该方式包括课前小组研讨与课堂集体讨论两个环节。课前小组研讨环节，学生4~6人组成一个讨论小组，每个小组围绕一个主题进行组内研讨，并制作用于课堂演示与讨论的PPT；课堂讨论环节，每组推选一个报告人，进行限定时间的报告演示，然后进行师生提问、开放式讨论、教师点评等互动环节。教师可根据讨论现场情况以及课堂讨论期间新出现的重点或热点适当进行时间设计与课堂教学过程的调整。

2. 关于实践教学

建议采用问题与案例驱动的分级实践教学模式，如图2所示。该模式包含两个层次：一是从基本实验到综合设计性实验为第一个层次，基本实验以掌握某个或某些个技能点为目标，综合设计性实验以课程或专业技术领域所涉及的多个或全部技能点的综合应用为目标；二是每个基本实验内部的第二个层次，由相应的驱动问题与案例出发，根据其所含的技能点，通过难度分解与分级，提供从“基本技能→进阶技能→创新活动”的分级教学，基本技能以验证或操作式的实验教学为主，进阶技能以基本技能掌握为基础，结合所给出的一些要点或难点提示由学生自行设计并完成具有一定难度或复杂度的任务，创新活动着重以初步的综合技能为目标，要求学生自主完成，创新活动中还包含了一些不能应用当前实验知识或技能所解决的技术难题，引导学生的探究精神，培养其分析与解决问题能力，同时借此引出下一个基本实验，起到承上启下的作用。关于结合问题与案例的具体分级设计参照本大纲所指定教材《网络工程实践教程》中的相关章节。

具体教学实施上，要求每个实验的基本技在实验课前实验室自由开放时间内自主完成，于实验课前网上提交基本技能的实验成果，进阶技能在课内采用项目组的形式完成，创新活动于课后以项目组自主完成，并定期进行创新活动方案及其部署的相互交流。

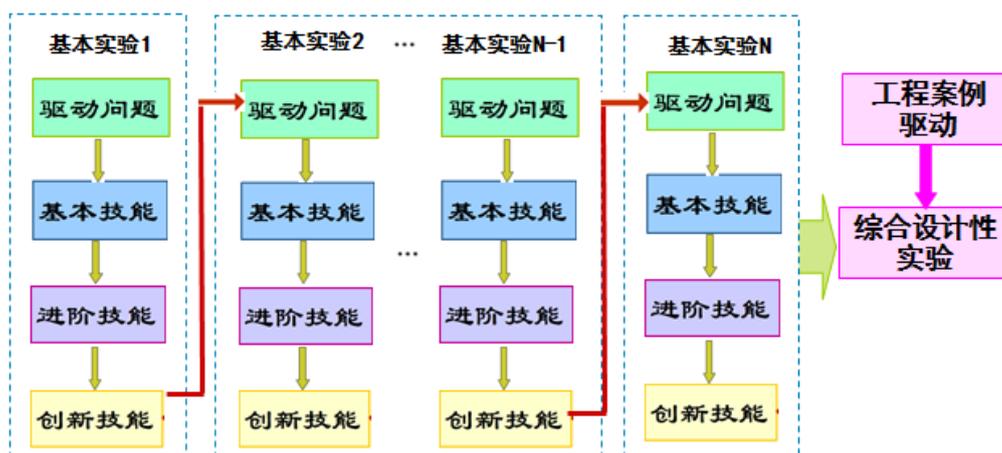


图2 问题与案例驱动的课内实践教学分级模式

3. 关于协同学习

本课程教学过程中，涉及三方面的协同：① 理论与实践教学的协同，② 课内与课外学习的协同，③ 个体与团队学习的协同。学生要有足够的认识与关注，教师则要给予必要的引导。

六、课外学习

1. 理论部分

- (1) 课前预习、课后复习。
- (2) 完成课后习题、在线测验（英文版本）。
- (3) 课外问题研讨、综合讨论、每章总结（需要制作 PPT 演示文稿）。
- (4) 完成对相关网络新技术的学习，并上交读书报告(2000 字以上，参考文献 3 篇以上)。

(5) 网络新技术讲座（可选）。

2. 实践部分

- (1) 课内实践的课外准备与总结。
- (2) 教材内指定的认知活动。
- (3) “温州大学学生网络实践与创新俱乐部”组织的相关实践活动*(可选)。
- (4) 开放实践项目——LINUX 环境下 TCP/IP 服务的配置与管理（可选）。
- (5) 参加温州大学大学生网络工程大赛之新技术报告大赛（可选）。

*注：“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”为面向网络工程学生的专业实习社团，社团实践活动的具体内容根据主流网络技术及其应用的发展演变会进行相应的调整与更新。

七、课程教学与专业人才培养标准的映射

本课程对于所涉专业的人才培养目标与培养标准实现具有多方面的支撑作用。表4以网络工程专业为例,给出了本课程教学与专业人才培养标准之间的映射关系,并给出了实现途径的说明。其中,一级目标与三级子目标来自“温州大学网络工程专业人才培养方案”之“培养标准”的相关条目。

表4 课程教学目标分解与实现途径说明

一级目标	三级子目标	教与学的方式方法
1.知识	1.2.4 计算机网络基础知识	课堂讲授与讨论、习题练习、实验实训等环节
2.能力	2.1.1 科学推理与计算思维的能力	通过课堂讲授与讨论、课内实验教学、课外理论与实践等环节
	2.1.2 计算机硬件、软件与网络的基本实验能力	通过认知实践、课内实践教学、课外实践学习活动
	2.1.3 验证计算机硬件、软件与网络工作原理的能力	通过课堂讨论、课内实践教学、课外实践学习活动
	2.3.9 网络新技术、新产品的快速响应与运用能力	通过课外读书报告、网络新技术讲座、创新活动、开放实践项目、学生网络实践与创新俱乐部实践活动等
	2.4.1 在工程管理框架与规范下的工作能力与适应能力	通过课内实践教学、开放实践项目、“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”中的项目组形式
	2.5.1 工程创新能力	通过课内外研讨、课外实践创新活动、开放实践项目、“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”相关实践活动进行培养
	2.5.3 终身学习能力	通过课内理论与实践教学、课外理论与实践学习等多个环节
	2.6.2 人际沟通与交流能力	通过小组研讨、课堂学生展示与演讲、小组讨论、项目组形式的课内外实践教学、“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”相关活动
	2.6.3 国际化交流与合作能力	通过本课程提供的双语参考教材,培养学生用英文进行专业阅读的初步能力
	2.6.4 信息获取能力	通过课外理论与实践学习,特别是读书报告、开放实践项目、“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”实践活动等进行培养
3.素质	3.1.1 勇于探究与实践的科学精神	课内外研讨、开放实践项目、读书报告、新技术报告大赛、“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”“实践活动”等环节

续表

一级目标	三级子目标	教与学的方式方法
------	-------	----------

	3.1.2 讲求实效的职业精神	通过课外讲座、企业参观、开放实践项目、“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”实践活动等环节
	3.1.3 爱岗、敬岗的敬业精神	通过课内教学、课外理论与实践学习、课外讲座、“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”实践活动中的学生实验员制度

八、教材、参考书与教学网站

教材：

1. 普通高等教育“十一五”暨“十二五”本科国家级规划教材 《计算机网络技术》施晓秋主编 高等教育出版社 2006年第1版/2013年第2版
2. 浙江省高等教育重点建设教材《网络工程实践教程》施晓秋等编著 高等教育出版社 2010年第1版

参考书：

1. Cisco System, Authorized curriculum for the Cisco Systems Networking Academy – CCNA Exploration 4.1 (Semester 1). (Note: Electronic material which is available in the specified learning website)
2. 《Computer Network》(第四版)(影印版) Andrew S. Tanenbaum 主编, 清华大学出版社 2007年出版
3. 《计算机网络》(第2版) 吴功宜主编 清华大学出版社 2007年出版

教学网站：

- <http://network.wzu.edu.cn>
- <http://www.netacad.com>

九、课程考核方式及成绩评定方法

本课程考核由期末卷面考试、实践考核和平时成绩三部分组成。其中，期末卷面考试采用闭卷形式，比例 50%~55%；平时成绩含作业（书面作业+英文版在线单元测试）、课堂表现、小组讨论报告、读书报告等内容，比例 20%~15%；实践考核实验(践)考核采用过程评价与技能考核相结合的方式进行，比例 30%~25%。

实践考核中，过程考核由个人表现与团队表现两部分组成，个人表现主要从

实验态度、实验预习、实验报告和工程日志四方面进行考核，团队表现采用项目组成员间互评分的平均分形式获得。技能考核依托综合设计性实验项目“TCP/IP应用环境的设计与实现”的成绩来评定，评定时主要考虑下列因素的结合：① 书面方案的检查与评价；② 环境配置与运行状态的测评。各部分在实验考核成绩中的比例如表5所示。

表5 实验考核成绩评定

评价因子	技能考核			个人表现				团队表现
	设计 方案	方案 部署	交流 表达	实验 预习	实验 态度	实验 报告	工程 日志	项目组成员间互评 分的平均值
比例	10%	35%	5%	10%	10%	20%	5%	5%

附 5.2 “IT 企业认知实践” 教学大纲

课程名称：IT 企业认知实践（Cognitive Practice in IT Enterprise）

课程编码：102117401S

学分/周数：4 学分/4 周

开课单位：物理与电子信息工程学院

面向专业：网络工程

一、课程性质、目标和任务

本课程为网络工程专业的专业认知实践课程，是学生进入专业课程学习之前必须修习的课程，要求在企业完成。学生以前获得的学科基本知识与技能以及初步的专业知识与技能为基础，通过对典型 IT 企业的参观、考察与工作体验，实现：① 对各类 IT 企业基本业务的了解；② 对 IT 企业管理架构与管理模式的了解；③ 对 IT 企业典型业务流程的掌握；④ 对 IT 企业人力资源需求与特点的掌握；⑤ 观察事物、发现和分析问题能力的培养；⑥ 人际沟通与交流能力。

通过本实践，学生应在表 1 所列的多个知识、能力与素质点上得到培养与提升。

表 1 专业实习与培养标准之间的映射

对应的一级培养标准	对应的二级培养标准
知识	1.1.3 理解网络应用相关的领域背景知识，知识产权与相关的法律与法规
	1.1.4 具有个体、环境、社会与公共安全的基本常识
	1.4.3 了解企业组织、运行与管理的基本知识，网络工程类 IT 企业的基本运行与管理模式
能力	2.4.1 具备在工程管理框架与规范下的工作能力与适应能力
	2.5.3 终身学习能力。更新与提高自我知识、能力与素质，保持和增强自我竞争力，满足个人职业发展与全面发展需求的自我学习与终身教育能力
	2.6.1 团队合作能力。具有良好的团队意识与团队精神，充分认识团队对于职业工程师的重要作用，具备在团队框架下积极有效开展工作的能力，具备良好的团队合作、沟通与协调能力
	2.6.2 人际沟通与交流能力。具有沟通交流的基本技巧与能力，良好的口头与书面表达能力，有效表达自己思想与意愿的能力，倾听与理解他人需求和意愿的能力，快速适应工作环境与人际环境变化的能力
能力	2.6.3 国际化交流与合作能力。具有一门外国语的基本听、说、读、写、译的能力，较熟练阅读网络工程专业领域的外文书刊和其他技术资料的能力，与他在技术与工作层面进行国际化沟通、交流与合作的能力
	2.6.4 信息获取能力。具有信息化社会环境中的多途径获取信息的能力，具有跟踪本领域最新技术发展趋势，收集、分析、判断、归纳和选择国内外相关技术信息的能力
素质	3.1.1 具有追求真理、实事求是、勇于探究与实践的科学精神
	3.1.2 具有严谨踏实、一丝不苟、讲求实效的职业精神
	3.1.3 具有爱岗、敬岗、乐岗的敬业精神
	3.2.1 严格遵守网络工程和计算机领域适用的行业标准和相关法律，在法律和制度的框架下工作
	3.2.2 严格遵守网络工程相关职位的行为准则、职业规范与职业道德，具有良好的质量、安全、服务和环保意识
	3.3.2 正确理解网络对于自然与社会环境的影响，并在工程活动过程中承担必要的环境保护责任

二、开课学期与前置课程

第四学期后一到两周开设，时间上可以延续至暑期。建议该实践环节与“网络工程专业概论”并行开设，或者在“网络工程专业概论”课程之后开设。前置课程包括本专业的计学科基础课程。

三、内容、要求与时间分配

表 2 实践内容、要求与时间

实践内容	要求	时间
------	----	----

典型网络设备与解决方案提供商企业参观与考察	选择至少一家国际或国内知名的此类企业，了解此类 IT 企业的组织架构、业务模型、运行管理	2.5~3 天
典型网络系统集成商企业参观与考察	选择至少两家不同规模的此类企业，了解其组织架构、业务模型、运行管理	2.5
典型网络系统服务提供商企业参观与考察	选择至少一家大型的网络运营商或服务提供商企业，了解此类 IT 企业的组织架构、业务模型、运行管理	1 天
参观与考察总结	上述各类参观与考察进行阶段总结	1 天
IT 企业的工作体验式实习	选定一家 IT 企业，进行工作体验式实习	2.5 周
工作体验式实习总结	实习收尾（含工作体验式实习的总结、实习汇报）	1 天

四、组织与管理

1. 单位与岗位选择

实习单位应具备与本大纲所规定的认知实践内容与要求相适应的教学环境与条件，且必须为 IT 企业；参观、考察的实习单位由学校选定，工作体验的实习单位可以是学校签约的校外实习基地、学校推荐的校外企业，也可以由学生自行联系。学生自行联系的实习单位须提前报经校内导师审核，并通过学院的资质审查。

学生在确定工作体验的实习单位后，须填写实习基本信息表，上交校内导师审定，并报学院备案。

2. 导师配备

参观与考察期间，必须由校内专业教师和班主任（或辅导员）等共同带队，企业人员主要担任介绍与讲解工作。

工作体验式实习期间，每位学生至少配备两位导师，即至少一位企业指导教师，加一位校内督导教师。企业指导教师由所在实习单位的技术或管理人员担任，校内导师以非跟班形式配合校外指导教师的工作。

3. 过程管理

就学生而言，应遵守以下规定。

(1) 遵照所在企业的相关制度与规定，严格遵守实习单位的工作纪律，严格遵守相关的行业规范，服从实习单位负责人、企业指导教师以及校内导师的管理与指导。

(2) 认真完成实习期间的学习与工作任务，及时撰写并提交实习档案（含实习日志与实习总结），并定期将电子文档上交校内导师；岗位职责；或按照工程项目的角色分工，遵照工程项目管理规范，认真履行项目角色的职责。

(3) 严格遵守所在企业的商业秘密。

(4) 切实注意实习期间的人身安全。

(5) 按时参加并通过实习汇报和答辩。

就校内导师而言，在学生工作体验实习期间至少有一次企业实地访问，或者与企业导师之间每周至少有二次以上的电话或网络沟通。

4. 变更规定

无特殊原因，参观与考察的单位由学校统一指定，不存在学生变更。就体验式实习而言，由于实习时间较短，学生在实习期间原则上不得变更实习单位。若有特殊情况，须经导师审核同意并报学院备案，并确保不因变更减少应有的实习时间；凡未经导师审核同意并报学院备案而擅自变更实习单位的学生，一律以实习成绩“不合格”处理。

五、实习指导书及参考书

不作限定。

六、考核与成绩评定

实习考核由学生自我评价、实习档案、企业考核（或企业导师评价）、实习汇报、校内导师评价等五部分组成。各部分总评分中所占的比例如表 3 所示。

表 3 实习成绩评定

评价因子	学生自评	实习档案	企业考核	汇报与答辩	校内导师评价
权重	15%	35%	20%	15%	15%

七、其他说明

1. 安全协议

每位学生在进入实习之前需要签署并提交“温州大学学生外出实习安全协

议”，协议模板请从教学网站上下载或由指导教师提供。

2. 实习档案

每位学生需要提交一份企业认知实习档案，模板请从教学网站上下载或由指导教师提供。

附 5.3 “网络工程部署与实施综合实践”教学大纲

课程名称：网络工程部署与实施综合实践（Comprehensive Practice for Network Deployment and Implement）

课程代码：1021636006

学分/周数：1 学分/1 周

开课单位：物理与电子信息工程学院

面向专业：网络工程

一、课程的性质、目的和任务

网络工程部署与实施综合实践是网络工程专业的实践必修课，其目的在于通过学生主体、工程师主导的项目式教学，着重培养学生：① 根据给定网络工程解决方案进行网络工程综合部署与实施的技术能力，涉及路由、交换、无线、接入和安全等综合性内容；② 在工程框架与规范下的初步项目管理能力；③ 团队协作能力；④ 沟通与表达能力。

二、开课学期与前设课程

本课程第五学期末开设，集中于 1 周内完成。学习本课程前学生应掌握的前设课程为：计算机网络基础、路由与交换、计算机网络安全、无线与移动网技术、IP 统一通信技术。

三、教学内容(项目)、要求与学时分配

1. 教学内容的选择

作为网络工程综合部署与实施的实践，需要以源于网络部署与实施的实际工程项目或者工程案例为载体，所选择的项目或案例应涉及路由、交换、无线、安全等技术应用，但不限于此，可以将 IP 统一通信和接入网作为扩展内容。

2. 教学内容实施的分解与要求

按照项目驱动式教学的特点,要求将每个项目或案例分解成若干个必要的环节,具体要求参照表 1。

表 1 项目案例的教学分解建议

项目环节	主要内容	目标要求
组建项目组并选择项目或案例	组建项目组,每个项目组有一位项目负责人,4~6位项目成员	分工要明确 分工要体现合作
网络设计方案的研读与交流	校外工程师根据项目背景与需求,给出项目的详细设计方案,并针对方案的关键技术进行交流	理解项目背景及需求 理解项目方案中的关键技术
方案的分解与成员任务分工	根据项目涉及的技术领域及工作量进行必要的子项目分解	明确每个子项目的任务 掌握子项目部署的关键技术 项目小组就子项目进行任务分工
子项目部署与实施	根据子项目方案进行部署与实施	成员分工明确 掌握子项目的部署实施步骤 培养解决问题的能力
系统的集成与测试	将各个子项目集成,并进行网络的测试	掌握项目的集成 培养解决问题的能力
项目组总结	项目小组成员,就子项目部署与实施的关键步骤进行内部研讨,并制出于在课堂与其他项目组进行交流时需演示与讨论的 PPT	制作交流讨论 PPT 培养相互交流沟通的能力
项目组间交流	每个项目小组的报告人汇报子项目部署实施要点,由工程师就关键实施要点上进行点评	项目组间交流学习

3. 教学案例及其分解示例 (见表 2)

表 2 教学案例分解建议

项目	项目内容	课内学时	课外学时	实验设备
1. 组建项目组,选择项目案例	选择有多个分支机构的某企业网络作为项目案例 将该项目案例技术解决方案根据功能分解为路由部署实施、安全的部署实施和无线部署实施三个子项目	4 学时	2 学时	VISIO、PC
2. 子项目 1: 路由的部署实施	完成路由子项目的部署实施	4 学时	2 学时	路由器、三层交换机、交换机

3. 子项目 2: 安全的部署实施	完成安全子项目的部署实施	4 学时	2 学时	防火墙、路由器、三层交换机、二层交换机
4. 子项目 3: 无线的部署实施	完成无线子项目的部署实施	4 学时	2 学时	无线控制器、瘦 AP、三层交换机、二层交换机、路由器
5. 项目组总结	就子项目部署与实施的关键步骤内部的研讨, 并制出于在课堂与其他项目组进行交流时需演示与讨论的 PPT	4 学时	2 学时	Visio、ppt
6. 项目组间交流	每个项目小组的报告人汇报子项目部署实施要点, 由工程师就关键实施要点上进行点评	4 学时	2 学时	ppt

四、教学方法

采用以工程师为主导, 以学生为主体的项目研讨式教学。

(1) 由网络业界大公司的资深工程师或地方 IT 企业中具有丰富工程实践经验的技术人员作为综合实践课程的主讲教师, 校内教师作为教学方法与设计上的辅导教师。

(2) 所有的项目或案例均来源于工程实际, 案例可经过工程师与校内老师的共同提炼。

(3) 学生成立项目组, 每由一名项目组长和 3 到 4 名项目成员组成, 每个项目组所有成员以合理分工和相互协作完成所给定项目或案例的工程部署与实施。

(4) 开放探究式的互动讨论, 讨论包括课前小组研讨与课堂集体讨论两个阶段。课前小组研讨阶段, 以项目组为单位围绕工程案例需求进行组内研讨, 选择合适的技术进行设计并制作用于课堂演示与讨论的 PPT; 课堂讨论阶段, 每组推选一个报告人, 进行限定时间的报告小组案例的设计实施要点, 然后进行师生提问、开放式讨论、教师点评等互动环节, 分析其方案设计实施方案的可行性、不足处及其优点。

五、课程教学目标的实现方法与途径 (见表 3)

表3 课程教学目标实现方法与途径

课程教学一级目标	三级子目标 (注: 来自本专业的培养标准)	教与学的方式方法
1.知识	1.2.4 掌握计算机网络基础知识	项目组内研讨、课堂研讨、实践教学
	1.3.1 互联网工程方向专业知识	项目组内研讨、课堂研讨、实践教学
2.能力	2.1.1 科学推理与思维的能力	项目组内研讨、课堂研讨等锻炼科学推理与思维的能力
	2.1.2 计算机硬件、软件与网络的基本实验能力	通过项目组内研讨、课堂研讨、实践教学等培养其基本实验的能力
	2.1.3 验证计算机硬件、软件与网络工作原理的能力	通过工程案例的部署、课堂案例分析的研讨等来培养学生验证网络工作原理的能力
	2.2.1 具有路由器与交换机的配置与管理能力, 初步具有小型园区网中网络互连设计与实施能力	通过项目组内研讨、工程案例的部署、课堂案例分析的研讨等培养学生对网络新技术、新产品的快速响应与运用能力
	2.2.2 具有无线网络、无线控制器、无线漫游的基本配置与管理的能力, 具有设计与部署小型无线网络能力	通过项目组内研讨、工程案例的部署、课堂案例分析的研讨等培养学生的无线实践能力

续表

课程教学一级目标	三级子目标 (注: 来自本专业的培养标准)	教与学的方式方法
	2.2.4 具有网络安全的基本配置与管理能力, 具有中小型园区网络安全的部署与初步设计能力	通过项目组内研讨、工程案例的部署、课堂案例分析的研讨等培养学生的安全实践能力
	2.2.5 具有中小型园区网络的初步设计能力	通过项目组内研讨、课堂案例分析的研讨等培养学生的初步设计能力
2.能力	2.3.3 具有根据网络工程解决方案进行网络系统部署与实施的能力	通过项目组内研讨、工程案例的部署、课堂案例分析的研讨等培养学生的部署实施能力
	2.4.1 具备在工程管理框架与规范下的工作能力与适应能力	通过项目组内研讨、案例的部署实施以及项目组间的交流培养学生在工程管理框架与规范下的工作能力与适应能力
	2.5.1 工程创新能力	通过项目组内研讨、工程案例的部署、课堂

		案例分析的研讨、学生网络实践与创新俱乐部实践活动等培养学生工程创新能力
	2.5.3 终身学习能力	通过项目组内研讨、工程案例的部署、课堂案例分析的研讨、学生网络实践与创新俱乐部实践活动等培养学生终身学习的能力
	2.6.1 团队合作能力	项目组内研讨、项目组间在课堂的分析研讨
	2.6.2 人际沟通与交流能力	项目组内研讨、项目组间在课堂的分析研讨
	2.6.3 国际化交流与合作能力	通过本课程提供的双语参考教材、外文资料,培养学生用英文进行专业阅读、交流能力
	2.6.4 信息获取能力	通过课外学习、项目组内研讨、学生网络实践与创新俱乐部实践活动培养学生信息获取能力
3.素质	3.1.1 勇于探究与实践的科学精神	通过课外学习、项目组内研讨、项目组课堂讨论、创新活动、开放项目、学生网络实践与创新俱乐部实践活动,培养学生勇于探究与实践的科学精神
	3.1.2 讲求实效的职业精神	通过课外读书报告、系列讲座、开放项目、学生网络实践与创新俱乐部实践活动,培养学生讲求实效的职业精神
	3.1.3 爱岗、敬岗的敬业精神	通过课外读书报告、系列讲座、开放项目、学生网络实践与创新俱乐部实践活动,培养学生爱岗、敬岗的敬业精神

六、课外学习

- (1) “温州大学学生网络实践与创新俱乐部”组织的相关实践活动*

*注：“温州大学学生网络实践与创新俱乐部”为面向网络工程学生的专业实习社团，社团实践活动的具体内容根据主流网络技术及其应用的发展演变会进行相应的调整与更新。

- (2) 参加温州大学大学生网络工程大赛之网络部署与实施大赛（可选）
- (3) 自主学习所需的最新网络技术
- (4) 进行 CCNA、网络工程师等认证准备（可选）

七、主要教材（指导书）及参考用书

源于实际工程的工程案例。

八、考核与成绩评定

实验考核涉及考勤情况、学习态度、实验成果和实验报告四大部分。评定时

主要考虑下列三种因素的结合：① 书面方案的检查与评价；② 环境配置与运行状态的测评；③ 口试。学习态度由平时实验出勤、实验预习和实验课内表现等因素来评定。上述各部分在实验考核成绩中的比例如表 4 所示。

表 4 实验考核成绩评定

评价因子	实验成果		实验平时成绩		
	项目总结与交流	方案部署实施	项目管理	工程日志	项目组成员互评分
比例	30%	30%	20%	10%	5%

九、其他说明