

CDIO 模式以项目驱动促进网络工程 教学改革和实践^①

高原, 符涛, 孙毅

成都中医药大学 医学信息工程学院, 成都 611137

摘要: 针对传统网络工程课程教学过程对学生工程实施能力培养存在的弊端, 成都中医药大学医学信息工程学院在自身三位一体的组织架构下, 以 CDIO 教学模式为指导, 结合网络教学课程规划, 依托真实网络建设项目, 整合企事业单位项目建设规范, 设计了一套较为完整的操作、实践和评价方案. 以真实网络建设项目为驱动, 在培养学生网络建设工程实施能力方面取得了成效.

关键词: CDIO 模式; 项目驱动; 网络教学; 教学改革

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)04-0150-07

目前, 我国高校网络工程专业的人才围绕着工程型、技术型、技能型作为学生培养和课程体系建设目标, 强调对应用型人才的培养^[1]. 众多高校的网络工程专业开始加强网络实践教学, 使学生在网络理论知识的同时, 增强计算机网络的实践应用能力. 因此, 工科高校的网络实验室不断建设和升级, 力争满足当前社会网络环境的发展和社会对网络工程应用型人才的需求. 通过开展各类型的计算机网络实验, 不单是对课堂教学中的理论进行验证, 更重要的是培养学生对计算机网络硬件设施的基本操作技能、计算机网络协议运行状况的分析能力、大型企业级计算机网络的设计和管理能力, 拓宽了学生的知识面, 加强了学生对课程的理解^[2]. 随着信息化环境的飞速发展, 网络通信设备和网络安全设备不断升级和更新换代, 高校网络实验室提供的实验环境不免陷入尴尬之境: 不少高校网络实验室设备陈旧落后, 与当前社会实际网络环境存在很大差距; 为保障实验室配置与时俱进, 在实验室建设和设备更新方面需要投入高额经费, 造成不少高校网络专业经济负担过重; 在网络实验室中能使用的网络设备有限, 有的实验室仅有网络仿真实验系统; 受网络实验室建设规模的限制, 对于大型网络、无线网络的组网和性能测试等实践教学开展条件有限; 计算机网络专职教师对于网络理论教学经验丰富, 但缺乏从事大型网络项目建设和实施经验; 在网络实验室中开展的实验, 与现实网络建设存在较大差距等. 因此, 本文探讨以真实网络建设项目为驱动的网络工程专业课程教学改革, 对于提高工程应用型人才培养具有迫切和重要的现实意义.

CDIO 代表构思(Conceive)、设计(Design)、实施(Implement)和运行(Operate). CDIO 工程教育模式自 2005 年引入中国以来, 在短短几年内, 就对中国工程教育产生了深远的影响^[3]. CDIO 改革的主要目标

① 收稿日期: 2018-04-19

基金项目: 四川省高校人文社会科学重点研究基地科研项目(CJF14057); 成都中医药大学实验技术项目(024071037); 成都中医药大学教改建设项目(JGYB2018042).

作者简介: 高原(1984-), 男, 讲师, 硕士, 主要从事医学信息化、计算机网络、物联网等方面的研究.

是以 C-D-I-O 的产品生命周期为教育背景, 以工程实践为载体, 培养学生掌握基础工程技术知识及提高动手操作能力, 在新产品的开发过程中引导创新, 并理解和研究技术发展对社会的重要影响, 承担起培养工程科技人才的社会责任。它是“做中学(Learning through Doing)”和“基于项目教育和学习(Project based Educationand Learning)”的集中概括和抽象表达^[4]。2013 年, 俄罗斯成立了 CDIO 学会, 旨在推动以项目为导向的教育方法, 促进教育过程按照世界 CDIO 倡议的标准开展相关工作^[5]。事实上, 就连一些科研密集型大学, 在将学生培养成为实践工程师或工程研究人员的过程中, 都将 CDIO 理念强化于他们的系统教育里^[6]。

网络工程专业非常适合采用 CDIO 工程教育模式^[7-9]。成都中医药大学医学信息工程学院在网络工程师培养方面, 结合自身集学院、数字医药研究所、信息与教育技术中心“三位一体”的组织架构特点, 以 CDIO 教学模式作为指导, 将实施中的网络信息化建设项目、学校网络建设工程等作为 CDIO 教学项目载体, 参照企事业单位对项目的运作和管理模式重新构思符合工程实施的实践教学计划, 根据网络项目建设的全生命周期设计实践环节, 组织网络建设工程实施, 跟踪建设项目的完整运行, 整个过程让学生组建团队全程参与, 培养学生的创新思维能力、工程实施能力和综合问题分析处理能力, 毕业生的专业理论水平和工程实施能力受到了用人单位的好评。

1 “三位一体”的组织架构

应用型网络工程师是成都中医药大学医学信息工程学院的培养目标之一, 对应用型网络工程人才的培养, 要求在教学过程中加强工程管理和实施能力培养, 并强化网络建设过程中的规划、分析、设计、实施、部署、运行与维护等工程技能。在培养网络应用型人才方面, 成都中医药大学具有得天独厚的优势。现有的组织架构中, 医学信息工程学院与数字医药研究所、信息与教育技术中心 3 个部门统一管理、三位一体。由于是一套班子管理 3 个部门, 因此可以最大限度地调集 3 个部门的资源, 整合教学、科研和网络建设的优势, 集中服务于网络应用型人才的培养。

“三位一体”的组织架构对网络应用型人才的培养如图 1 所示, 其中: 医学信息工程学院作为教学主体部门, 承担了学生的教学和师资的管理工作; 信息与教育技术中心作为学校信息化建设和管理部门, 承担学校信息化及校园网的规划与设计、建设与管理、运行与维护等工作; 数字医药研究所承担学校在中医中药信息化领域的科学研究和项目管理职能。3 个部门在同一套班子的带领下, 在网络应用工程师的培养过程中, 学院提出 CDIO 教学要求和培养目标, 研究所组织学生进行

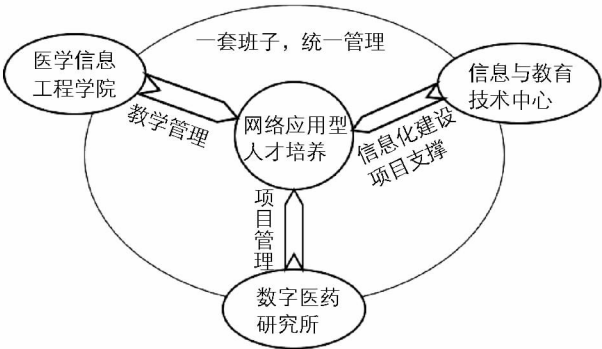


图 1 “三位一体”的组织架构

CDIO 项目的申报、实施和评价, 信息中心从每年承担的学校网络建设专项中选择适当的项目作为 CDIO 的实践内容。实践能力是大学生未来从事工作的职业能力, 是衡量大学生是否具备良好职业素养的根本标志, 如何培养大学生实践能力, 是高校进行高等教育的重要问题^[10]。成都中医药大学医学信息工程学院将人才培养、项目运行和项目管理进行有机结合, 让学生参与到真实工程的实施过程中, 增强感性认识, 提高解决实际网络建设工程的实践能力。

2 专业培养目标

成都中医药大学现有医学信息工程专业, 以“互联网+中医药”为特色, 以培养中医药信息化复合型人才

才为目标, 重点培养五方面的人才: 数字医药软件工程师; 医疗硬件及网络工程师; 科研、医药企事业单位数据分析及网络建设、运维及安全管理人才; 产品设计和项目管理人才; 医药行业大数据、人工智能高级研究人才等. 以能力培养为核心, 坚持知识、能力、素质协调发展和综合提高的原则, 将 CDIO 教学纳入学院培养方案与教学进程安排, 适当压缩课堂学时, 精选教学内容, 充分发挥 CDIO 教学作用. 加强 CDIO 课外指导和学生自主学习能力, 强化实践教学, 注重培养学生的创新能力, 努力提高大学生的学习能力、创新能力、实践能力、交流能力和社会适应能力. 本文重点介绍成都中医药大学 CDIO 模式下对网络建设项目实施和管理人才培养的实践和探索.

3 以网络信息化建设项目为驱动的 CDIO 教学模型

为实现我校医学信息工程学院对信息化主管及网络建设、运维及安全管理人才的培养目标, 将 CDIO 教学模式改革融入网络教学过程中, 围绕 CDIO 教学改革重新制定了政策实施、组织保障、课程规划、项目驱动和评价反馈等系列措施, 如下图 2 所示.

3.1 CDIO 教学政策实施

1) 将 CDIO 项目纳入人才培养方案. 要求学生参与 CDIO 项目, 并纳入学院人才培养方案和教学进程安排中, 分配 CDIO 必修学分. 学生须参加完整的项目, 通过考核方能取得成绩和学分.

2) 给予经费支持, 建立激励措施, 确保 CDIO 项目长效开展. 通过学校、学院、教师科研经费等多种途径给予 CDIO 项目指导老师劳务费, 提供 CDIO 项目日常运行和管理经费. 同时制定 CDIO 项目管理制度, 加强项目考核, 并对优秀项目进行奖励.

3.2 CDIO 项目组织保障

医学信息工程学院建立了 CDIO 项目协同管理机制. 学院设教学科、学生科 2 个 CDIO 项目管理机构, 教学科负责组织 CDIO 项目的申报、立项、考评和管理. 学生科负责对参与 CDIO 项目的学生进行组织和管理.

3.3 网络系列课程的规划与改革

为保障 CDIO 项目的顺利开展, 成都中医药大学医学信息工程学院提出“两支撑、一融合、全贯通”的思路, 即: 以中医药类课程、计算机类课程为 CDIO 模式两大理论支撑, 重点夯实学生掌握基础科学知识, 提高思维、文化、态度素养等个人能力; 按照循序渐进和不断提升计算机网络专业能力原则, 在不同学期分别开设以网络技术与应用、网络规划与建设、局域网建设为代表的不断进阶的计算机网络系列课程, 逐步强化学生对计算机网络理论知识的学习, 系统掌握计算机网络综合知识体系; 同期开展以校园网络信息化建设为驱动的 CDIO 项目, 将教学理论和项目实践相融合, 实行学生在校期间的全贯通教学, 重点培养学生网络工程的实施、团队协作、工程运用和管理能力, 从而实现将学生培养成网络应用型人才的目标. 理论教学对 CDIO 网络项目的支撑如下图 3 所示.

3.4 以项目驱动的网络实践教学

成都中医药大学在计算机网络 CDIO 教学改革中, 以信息中心承担的学校网络信息化建设项目为驱动, 结合学校对网络信息化建设的要求和工作流程, 要求学生组建 CDIO 团队, 参与到项目的完整实施过程中. 参与式教学能够促进个体参与到群体教学活动当中, 并能最大限度地发挥自身的潜能, 从而达到个体和个体之间、个体与教学群体之间的积极互动, 对当前深化教学改革、培养创新人才具有积极的现实意

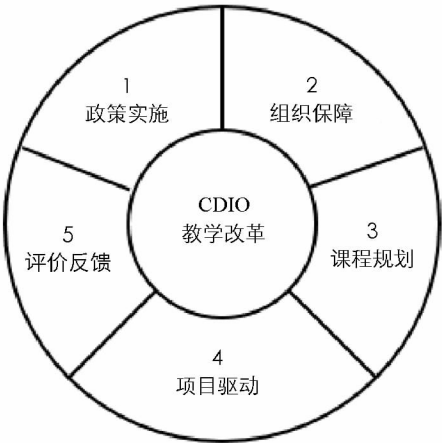


图 2 CDIO 教学改革系列措施

义^[11]。在参与式教学的开展过程中, 对照 CDIO 模式中的核心内容: 构思、设计、实施和运行, 对网络建设项目从需求、实施、运行和废弃等全生命周期的关键环节进行统筹设计, 建立一体化的相互支撑和有机联系的项目运作体系, 让学生以主动的、实践的、角色扮演的学习方式学习网络建设工程的实施和管理方法。

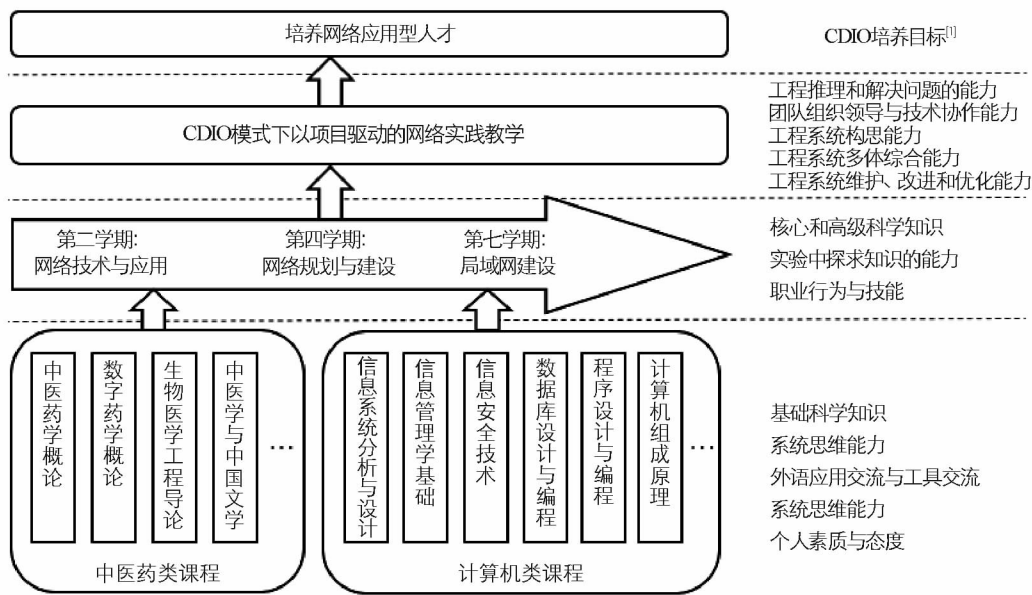


图 3 理论教学对 CDIO 网络项目的支撑

为将网络 CDIO 项目与实际工程建设结合起来, 在项目设计过程中参照了我校信息化建设管理办法。根据《成都中医药大学关于信息化建设的实施办法》、《成都中医药大学采购招标管理办法》和《成都中医药大学经济类合同管理办法(试行)》相关规定, 我校对信息化建设项目的管理和实施流程为: 制定项目方案→组织项目论证→项目申报审批→项目招标采购→签订项目合同→项目建设和实施→组织项目验收→项目运行和服务→启动项目报废。该流程描述了我校信息化建设的完整执行和管理过程, 是企事业单位对项目规范化管理的典型代表, 且具有很强的项目操作性和指导性。在此基础上, 筛选适合的校园网络建设项目, 按照 CDIO 项目的生命周期中各个环节的具体要求, 构思和设计以校园网络建设项目为驱动的 CDIO 教学模式。组建的学生 CDIO 团队, 分组扮演项目实施流程中甲方和乙方的角色, 实际参与项目建设, 从撰写项目需求分析、项目参数, 参加项目论证, 组织项目实施, 实现和运作工程项目, 监督项目进度, 参与项目验收, 跟踪项目运行和维护, 直至项目完成使命申请报废等实践环节, 让学生真实体验项目的全过程, 在专业技能得到提升的同时, 培养学生的综合管理及协调能力。基于我校对项目管理和实施流程而建立的 CDIO 教学模式如下图 4 所示。

3.5 教学评价与反馈

成都中医药大学医学信息工程学院制定了教学质量考核规范, 建立了横向、纵向和拓展的教学质量评估体系^[12]。从横向考核的角度, 在 CDIO 实践教学过程中, 建立了《学院 CDIO 专业技能训练教师考核指标》、《学院 CDIO 专业技能训练团队考核指标》、《学院 CDIO 专业技能训练学生考核指标》等考核体系, 分别对教师和学生进行教学质量评价。从纵向考核的角度, 建立了《学生能力评价体系》, 按学年提出学生应达到的专业能力水平要求, 为学生每个年级的专业能力水平提供一个基准线, 制定了每个阶段应具有的能力水平。从拓展的角度, 学院密切关注学生能力适应区域行业发展要求的情况, 对实习生和毕业生用人单位进行调研, 获得第一手的社会对学生能力的评价资料。通过开展以上教学考核工作, 将教学评价结果分层次、分类别在各分管院领导和教研室、学生科进行反馈, 以此作为调整教学目标、专业教学培养目标和学生学习方法的依据。通过以评促建、评建结合的方式, 不断改进、优化和提升教学计划, 促进和监管日常

教学运行. 建立的 CDIO 教学评价模型如下图 5 所示.

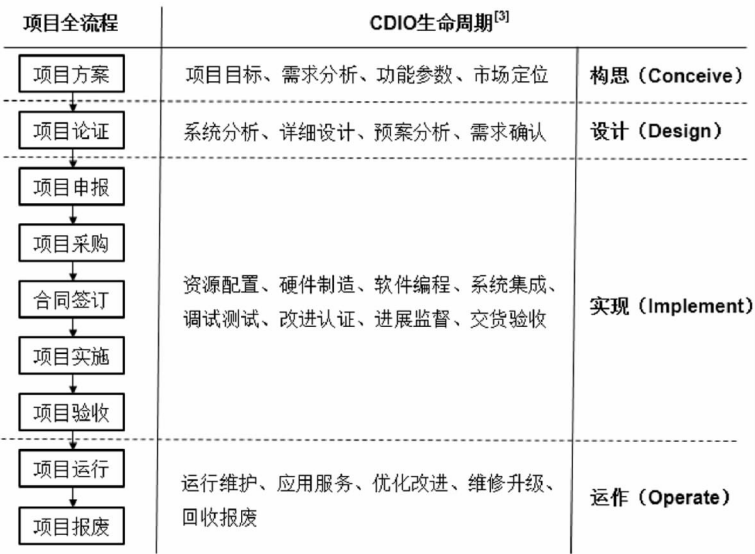


图 4 CDIO 项目教学模型

4 CDIO 模式下以项目驱动的教学实施

成都中医药大学医学信息工程学院 CDIO 模式下以项目驱动的网络工程实践教学,按照上述 CDIO 模式的教学模型开展相关教学实施. 根据学校信息化建设“十三五”规划要求,进一步加强学校网络基础设施建设是其中一项重要工作. 笔者所在的信息与教育技术中心作为学校信息化建设主管部门,在推进学校网络基础建设的同时,结合医学信息工程学院网络课程以项目为驱动的 CDIO 教学要求,构思设计网络建设实践项目,并报学院党政联席会审定,组建学生 CDIO 团队开展教学实践.

校园无线网络二期建设是我校 2018 年信息化建设的重要内容. 该项目的目标为在现有网络基础设施上进行扩容和整合,建成后我校无线网络覆盖率达到 80%,所有楼宇及主要公共区域均实现无线网络接入,实现校园内行政办公、教学科研、后勤保障等数字化工作的正常稳定开展,同时要作为建设智慧校园的重要基础设施. 由于该项目的建设和实施具有很强的操作性和实践性,同时切合网络教学要求,具备工程项目的系统性、全面性等特点,笔者同学院网络与硬件教研室主任共同设计了校园无线网络建设 CDIO 项目,于 2016 年秋季学期获学院批准立项后,在组建的 CDIO 学生团队中启动实施教学. 该项目参考我校无线网络一期建设进度和学生的实践情况进行优化设计,项目进展甘特图如下图 6 所示.

该 CDIO 项目根据学校无线网络的建设计划,实施周期为一学年,要求学生参与到学校无线网络的实际建设过程中,根据不同环节组建 3~5 人团队开展实践工作. 其中,在需求分析环节中,要求学生调查学校当前网络的基本情况,了解 IP 地址规划情况,绘制学校网络结构拓扑图,记录网络接入层、汇聚层、核心层使用的交换机及路由器的型号、功能、参数以及基本配置情况,同时调研市场主流网络设备品牌及其特点,撰写调查报告;在制定方案和参数环节中,要求学生进行设备选型,设计无线网络部署方案,撰写实践报告;在组织论证及采购环节中,要求学生按团队提供的方案进行交叉讨论,提出意见并进行修订;在

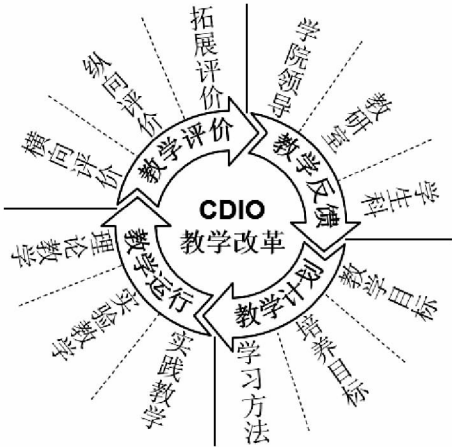


图 5 CDIO 教学评价模型

合同签订环节中, 要求学生角色扮演甲方和乙方, 模拟商讨合同、审批合同、签订合同; 在无线网络建设环节中, 要求学生分组跟随建设单位工程实施人员, 在网络设备部署现场进行观摩学习, 了解工程实施进展, 查看设备情况, 绘制 AP 点位图等; 在无线网络调试环节中, 要求学生跟随中标单位网络工程师进行现场实施, 对交换机、路由器、AP、AC 等通信设备使用命令进行配置, 并进行设备测试和网络性能调试; 在项目验收环节, 要求学生以团队为单位, 结合学校对信息化建设项目的验收要求和标准, 对实践参与的无线网络建设质量进行检验; 在试运行环节中, 要求学生定期对网络运行情况进行测试, 并做记录和情况反馈. 在整个实践过程中, 笔者和承建单位网络工程师共同作为 CDIO 项目指导老师, 每周进行一次工作例会, 对学生实践内容进行检查, 分析实践中存在的问题并布置下次实践要求.

时间周期 \ 实践内容	30天	30天	15天	15天	120天	30天	15天	30天
需求分析								
制定方案和参数								
组织论证及采购								
合同签订								
无线网络建设								
无线网络调试								
项目验收								
试运行								

图 6 “校园无线网络建设 CDIO 项目”进展甘特图

实践项目完成后, 学生将个人和团队成果装订成册, 参加学院 CDIO 项目汇报, 学院组织专家进行评审, 项目通过验收后学生方可获得相应学分.

5 教学体会和取得的成效

在以学校无线网络建设为驱动的 CDIO 网络教学实践中, 学生参与热情高, 对实践过程充满了兴趣, 并能在实践过程中发现问题, 解决问题, 达到了培养学生工程实践能力的目的. 通过实际操作, 学生不仅对课堂中学到的理论知识有了深刻理解, 还能在实践过程中固化操作技能, 并激发他们的创新意识. 在网络建设的实践过程中, 学生在网络工程师的指导下, 丰富了项目实施经验, 拓展了专业知识. 通过团队实施促进了学生间相互交流和讨论, 提高了团队合作能力, 有利于学生毕业后从事工程实施类相关工作.

如今, 成都中医药大学医学信息工程学院已经连续 5 年实施了以项目为驱动的 CDIO 教学改革, 取得了成效: 对学生实践能力的提高和教师改进教学方法均有促进作用; 学生在竞赛和实践中取得了优异的成绩, 如: 网络技术挑战赛、全国中医药院校 ACM 比赛、下一代互联网技术创新比赛、大学生计算机设计大赛、大学生 IT 技能大赛等; 通过第三方调查, 用人单位对毕业生工作整体评价较高, 毕业生社会责任感强, 基础知识扎实, 实践能力强, 综合素质高, 在所从事信息技术、医药、管理等专业领域里, 得到了社会和单位的广泛认可, 部分毕业生已经成长为相关行业骨干.

参考文献:

[1] 陈琳. 基于 CDIO 模式的网络工程专业“工程能力”培养 [J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(2): 211-216.

[2] 王盛邦, 李晓宁, 陈立文. 基于网络技术的计算机网络实验课程体系 [J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(4): 49-51, 111.

[3] 顾佩华, 包能胜, 康全礼, 等. CDIO 在中国(上) [J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 24-40.

[4] 左远志, 蒋润花, 杨小平. 以创新设计为导向的 CDIO 工程教育培养模式 [J]. 东莞理工学院学报, 2010, 17(3): 118-122.

[5] DANEYKIN Y, DANEIKINA N, SADCHENKO V. Implementation of CDIO Approach in Training Engineering Specialists for the Benefit of Sustainable Development [J]. MATEC Web of Conferences, 2016, 48: 06003.

- [6] CRAWLEY E F, MALMQVIST J, ÖSTLUND S, et al. The CDIO Syllabus: Learning Outcomes for Engineering Education [M]// Rethinking Engineering Education, Cham: Springer International Publishing, 2014: 47-83.
- [7] 单家凌. 基于 CDIO 理念的网络工程专业教学改革 [J]. 计算机教育, 2012(7): 45-49.
- [8] 吴许俊. 基于 CDIO 理念的网络工程教学改革研究 [J]. 计算机教育, 2011(22): 40-42.
- [9] 史苇杭, 李翠霞. CDIO 模式在网络工程专业 Linux 课程教学中的应用 [J]. 计算机教育, 2014(11): 95-98.
- [10] 禹华平, 郑瑞伦. “三实三练, 教学做合一”实践能力培养体系研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(2): 157-163.
- [11] 陈时见, 谢梦雪. 参与式教学的形态特征与实施策略 [J]. 西南大学学报(社会科学版), 2016, 42(6): 91-95.
- [12] 高原. 中医药院校医学信息工程专业 CDIO 实训课程教学评价研究 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2016, 14(4): 13-15.

On CDIO Mode Promotes Network Engineering Teaching Reform and Practice with Project Driven

GAO Yuan, FU Tao, SUN Yi

College of Medical Information Engineering, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China

Abstract: In view of the drawbacks of the traditional network engineering course teaching process for the training of students' engineering implementation ability, the College of Medical Information Engineering of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, under the structure of its own trinity, guided by the CDIO teaching model, combined with the network teaching curriculum planning, and relies on the actual network construction projects, and integrated the project construction specification of enterprise and institution. A set of relatively complete operation, practice and evaluation plans have been designed. Driven by the real network construction project, the project implementation ability of students in network construction has been achieved.

Key words: CDIO Model; project driven; network teaching; teaching reform

责任编辑 崔玉洁