

奋斗的足迹

——献给北京科技大学天津学院建院十五周年论文集

北京科技大学天津学院 编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

奋斗的足迹

编委会

主任：王 斌 丁煦生
副主任：宋存义 王鹏文 刘淑娥
主 编：王瑞存 彭 鹏
副主编：郭雅娟 罗富臣 王鹏文
编 委：(排名不分先后)
丁煦生 王 斌 王宾容
冯爱兰 田 勇 许学东
叶振楠 刘 立 刘胜富
刘淑娥 陈 弘 宋存义
汪群慧 吴俊升 张国敬
张建华 张 群 范玉妹
段文斌 胡宝嘉 殷 实

序 言

正值北京科技大学天津学院创建十五周年之际，谨向天津学院全体师生致以热烈祝贺和美好祝福！

十五年来天津学院坚持特色办学宗旨，秉承“明德励学、效实致新”的校训，发扬团结拼搏、甘于奉献的精神，将学院建设成学科门类众多、办学特色鲜明、教学秩序井然、校园文化丰富、校园环境优美、教研成果斐然的万人高校。

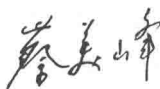
汗水浇灌收获，实干笃定前行。天津学院拥有一支高素质的教学科研师资队伍和创优管理团队，为国家和社会培养输送了一大批品学兼优、知识能力兼备、勇于实践创新、乐于奉献的专业高级技术人才，为国家实现现代化和经济建设发展做出了卓越贡献。在高质量完成教学工作的同时，天津学院教师的教学和科研水平稳步提升，取得丰硕科研成果。

跬步至千里，耕耘香满园。这本论文集汇聚了天津学院在多学科教学、科研方面取得的成果和进展，体现了广大教师勇于探索、刻苦钻研的科学精神，映射了天津学院教师严谨治学、精益求精的风貌，和勤思善辩、勇于创新的思想内涵，记载了天津学院教职工发扬新时代科学精神、教书育人和科学管理的奋斗历程。

让思想的火花绽放精彩，让实践的成果积淀希望。这本论文集凝聚了全院教职工潜心教学和科研的心血，展现了十五年的学术探索和研究成果，反映了求真务实、不懈追求、奋进创新的时代风采，将激励全院教职工在提高教学和科研能力的氛围里不断成长、成才。

不忘初心，牢记使命。十五载耕耘，硕果累累；憧憬未来，更加美好！祝愿在学院领导和全体教职工的共同努力下，北京科技大学天津学院越办越好。

北京科技大学天津学院学术委员会名誉主席

中国工程院院士 

2020年1月16日

目 录

独立学院土木工程专业学生 CDIO 综合实践能力培养研究	王邵臻 (1)
The Development and Dilemma of BIM Technology in China	XU Zhaohe (7)
浅谈高校民用水输水相关问题	李敏 (21)
新工科背景下一般高校结构力学教学改革探索	杨建功 路维 (26)
应用型本科土力学“金课堂”建设研究方法讨论	路维 杨建功 (33)
基于 GIS 的教育地理信息系统研究	李瑾杨 石晓娟 (41)
含氯挥发性有机物的脱除研究	梁宝瑞 徐水洋 张丽荣 刘俊杰 王万清 宋娜 柳明慧 (46)
基于 BIM 的土木工程专业创新培养体系构建	石晓娟 李瑾杨 (53)
提高独立院校工科专业课程教学效率的研究	柳明慧 梁宝瑞 王 堃 (58)
本科生环境化学教学内容和模式的探索	宋娜 张丽荣 王万清 梁宝瑞 汪群慧 (63)
基于 OBE 理念的应用型本科计算机专业人才培养模式改革探索	于静 陈儒敏 杨灿 (68)
船舶侧推电动机软起动器系统研究与设计	张洪峰 陈儒敏 杨灿 (73)
电磁学中媒质的介电性的讨论	冯天树 (78)
信息化背景下高校计算机教育教学的改革与探究	冯瑶 顾玲芳 于静 (85)
一种实验室考勤登记系统的设计与实现	陈儒敏 于静 张鸿博 王芳 张洪峰 (90)
基于微信公众平台的应用型本科院校混合式教学模式的研究	张虹 顾鸿虹 杨娜 (97)
针对程序设计基础课程的研究与改革	杨娜 张虹 顾鸿虹 (101)
高校专业教育中融入思想政治教育的措施	杨宇 刘俊培 (105)
项目式教学在 PLC 教学中的应用分析	杨宇 杨灿 乔泽鹏 (108)
C++面向对象程序设计课程教学探索	顾玲芳 刘俊培 杨灿 (111)
C++构造函数的教学初探	顾玲芳 冯 瑶 杨灿 (115)
电力电子技术课程教学改革探究	刘俊培 杨宇 张燕 (122)
基于 IEC 61850 的 IED 模型构建	刘俊培 顾玲芳 张燕 (125)

浅谈电工电子虚拟实验室的建设	乔泽鹏 王芳 杨宇 杨灿 (130)
基于 MATLAB 的指纹识别系统设计	乔泽鹏 杨灿 杨宇 王芳 (134)
新时期电子电路实验教学改革探索	王芳 张燕 乔泽鹏 陈儒敏 (139)
高校安全用电——电路故障危害演示仪设计	王芳 彭建明 (143)
应用型本科院校信息类专业教学项目化、项目教学化实施方法的探究	杨灿 于静 杨宇 (148)
数字电子技术在通信网络中的应用	张燕 王芳 刘俊培 (152)
浅析数字电子技术的应用与发展	张燕 王芳 刘俊培 (156)
激光 SLAM 在机器人导航中的应用研究	李豫新 于静 杨宇 (159)
基于微处理器应用类实践课程的项目分析能力的培养研究	张鸿博 陈儒敏 于静 (163)
矿用汽车行星齿轮液力变速箱的研究	焦万铭 李金英 徐妍 张超 (167)
基于 MATLAB 的数控机床工作台位置控制系统的优化与研究	徐江燕 马立坤 迟欢 张超 徐妍 陶恒熠 (173)
一种定向传感器骨架设计	徐江燕 刘军 焦万铭 班岚 迟欢 张超 马立坤 (178)
食品检测仪及部件三维打印设计与解谱算法研究	张超 焦万铭 迟欢 徐江燕 (183)
基于实践能力培养的应用型本科课程建设与科研训练	王洪涛 王斌 宋存义 张建华 王鹏文 吴俊升 (192)
基于应用能力的材料工程专业创新训练	王洪涛 吴俊升 许志龙 张飞鹏 黄云汉 刘振红 (197)
高等数学教学中的美学应用浅议	杨淑荣 (201)
独立学院线性代数课程的教学探讨	鲍勇 徐美林 李强 (206)
独立学院大学物理分专业教学的探索	穆春燕 (211)
两个混沌系统的自适应有限时间容错同步控制	张悦娇 鲍勇 李强 (215)
Motzkin 路上峰的计数	梁登星 王娟 孔敏 (224)
谈数学的思想方法在概率教学中的应用	李丹 (228)
浅谈高校教学管理中的情感管理	徐婕 (232)
条件极值的几种常见解法和应用	路云 徐美林 张艳君 (236)
关于无机化学课堂互换教学法的探索	贺亚飞 (245)
氯化钠胁迫对向日葵幼苗叶片的膜透性及几种渗透调节物质的影响	张汪结 (249)
试谈营销在企业人力资源管理中的应用	谭冬旭 米岩 (255)
新形势下金融服务“三农”的研究	佟巧一 (260)
独立学院转型背景下金融专业校企合作研究	
——以北京科技大学天津学院为例	万波琴 张娜 佟巧一 张名素 (264)
基于自由现金流折现法的华润三九价值评估	严骏 张小云 贾伟 (269)
恒大集团投资性房地产采用公允价值计量的影响研究	周小靖 张小云 张华兰 (277)

第三方支付对商业银行盈利的影响研究	张小云 陈芊芊 (285)
“互联网+”时代下财务管理专业人才培养策略	任洁 张媛 (294)
合生创展集团有限公司偿债能力分析	许春意 卢靳盼 戴璐璐 (298)
管理学原理的课程思政切入点研究	邵帅 (303)
独立学院学生管理工作探析	戴璐璐 许春意 (308)
我国人工智能企业运营能力研究	
——以科大讯飞股份有限公司为例	刘新月 闫祉璇 任洁 (312)
天津老字号名称翻译现状研究	马波 (316)
基于赖斯文本类型理论的公示语翻译原则	张晓宇 (323)
应用型高校大学英语课程思政学生主体模式实践探索	安传达 秦丽波 (328)
应用型高校如何打造大学英语“金课”研究	姜艳丽 (337)
浅谈寻路设计在人与环境中的沟通作用	郭沛青 (342)
被人遗忘的艺术家	
——杜赛克在钢琴领域中的历史地位及贡献	曹旻 (347)
树立正确的声乐学习观念	刘心纯 (354)
论李斯特三首《彼特拉克十四行诗》动机的表现意义	郑梦雨 (357)
普罗科菲耶夫第四首钢琴练习曲 (Op. 2 No. 4) 的演奏与教学实践	雷晴 (369)
UI 图标设计的分析与运用	艾锦超 李文红 冯紫薇 (375)
浅析袖子在《踏歌》中的运用价值	姜楠 (380)
浅谈“丑角”在昌黎地秧歌中的独特性和作用	白宇 (385)
高校实验室标准化管理的必要性分析	
——以北京科技大学天津学院为例	毕会英 张欣 孙大志 陈宝江 (390)
实验室安全工作的实践与思考	张欣 毕会英 (396)
高校实验系统危险源管理体系的开发与研究	裴阳 (400)
天津成年女性阅读现状调研主报告	王妙丽 (405)
纸质阅读指标影响因素回归模型的构建	王妙丽 (416)
大学生阅读状况研究综述	吴素舫 常楨 (423)
全民阅读背景下京津冀地区独立学院学生阅读现状与应对策略	郭小光 (429)
基于 VMware 技术的独立学院图书馆服务器架构研究	刘景军 (436)
深化服务理念, 创新服务模式	
——开创高校图书馆读者服务新局面	王瑞存 (444)
浅议如何切实发挥“青马学员”在当代大学生中的模范带头作用	张汪结 (449)
新媒介文化环境下母语高等教育之转型思考	张颖 梁素芹 (453)
附录 1: 北京科技大学天津学院科研成果简介	(462)
附录 2: 北京科技大学天津学院教职工 2005—2019 年发表核心论文统计表	(465)

独立学院土木工程专业学生 CDIO 综合实践能力培养研究

王邵臻

(北京科技大学天津学院城市建设学院, 中国 天津 301830)

摘要: 独立学院工程教育引入 CDIO 模式, 结合土木工程专业培养目标, 以 CDIO 综合实践能力培养为理念, 提高学生综合素质和创新能力, 加强学生专业基础知识和优化基本理论知识结构, 培养学生从事土木工程设计、施工与管理等应用方向的能力。本研究立足于应用型土木工程专业人才培养, 从优化课程结构体系、建设双师型师资队伍和深化校企合作办学模式三大方面展开了一系列的研究, 顺利地完成了土木工程专业学生 CDIO 综合实践能力培养研究项目。

关键词: 土木工程; CDIO; 实践能力

Research on CDIO Comprehensive Practical Ability Training of Civil Engineering Major Students in Independent College

WANG Shaozhen

(School of Civil Engineering, Tianjin College,
University of Science and Technology Beijing, Tianjin 301830, China)

Abstract: The introduction of CDIO engineering education mode of independent colleges, with civil engineering professional training objectives, training of the concept of the comprehensive practice ability training to CDIO ability, improve the students' comprehensive quality and innovation ability, strengthen students' basic knowledge and professional knowledge structure optimization theory, cultivating students engaged in the direction of civil engineering design, construction and management etc. application. Based on the training objectives of applied civil engineering professionals, this study has carried out

基金项目: 天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划项目 (171389801E) 资助

a series of studies from three aspects: optimizing the curriculum structure system, building double-qualified teachers and deepening the school-enterprise cooperation mode. The CDIO comprehensive practical ability training research project for civil engineering students has been successfully completed.

Key words: Civil Engineering; CDIO; Practical ability

1 项目研究的基本观点

当前,教育界越来越重视大学生实践能力的培养,企业的效率、效益、成本和竞争力与大学生解决实际问题的能力和创新思维意识有直接影响。因此,高校必须对学生实践能力的培养给予高度重视,积极建设培养学生实践能力的体系。

独立学院体现了我国高等教育办学体制的成功改革。现在我们国家有三百多所独立学院,这些独立学院承担了我们国家 20% 以上的本科生培养教育工作。独立学院设置的专业需要满足市场的需求,在现今高速城市化发展的背景下,土木工程专业在 70% 的独立学院都已开设,学生数量已达到全国土木工程专业的 20%。因此独立学院土木工程专业的人才培养质量会极大程度影响整个土木工程专业的人才水平。多年以来,独立学院的人才培养模式基本上根据一本、二本的学校培养,重理论而轻实践,人才培养目标定位不准确,各项实验和实训设施不到位,导致学生欠缺实践动手能力,缺乏创新意识,这是影响土建行业快速发展的瓶颈所在^[1]。

自 2000 年起,美国麻省理工学院与瑞典皇家工学院等四所大学组成跨国研究团队,并获得 Knut and Alice Wallenberg 基金会近 2000 万美元的巨额资助,通过四年的探索,提出并创立 CDIO 工程教育理念,同时成立了以 CDIO 命名的国际合作组织。CDIO 工程教育理念是近年来国际工程教育改革的重大成果。CDIO 的英文字母分别代表构思、设计、实现和运作。CDIO 工程教育理念以项目研发到运营的生命周期作为载体,让学生能够通过积极实践以及课程之间的有机联系的方式来学习工程^[1]。CDIO 工程教育理念最主要的就是让学生亲身参与真实项目的研发过程,从而让学生在学校的学习中更好地掌握专业基础知识和相应的技术,锻炼学生的实际应用能力,培养学生的创造力和想象力,使学生内在的能动性和创造力得到调动和激发,从而能够更好地培养社会真正需要的人才。

2010 年 6 月,中华人民共和国教育部联合中华人民共和国住房和城乡建设部,以及中国土木工程协会,在天津召开了“卓越工程师教育培养计划”会议,共同对土木工程卓越工程师计划开始实施,目的是培养学生的动手能力以及创新意识,使其成为更好适应社会发展的高级应用型人才^[1]。北京科技大学天津学院紧跟时代的步伐,加快人才培养模式改革,通过开展土木工程专业学生 CDIO 综合实践能力培养研究项目,在教育教学理念、课程体系、培养方案、师资队伍、教材体系、实验实训基地建设、校企合作培养等各个方面不断尝试进行改革并取得了成果。

2 构建独立学院土木工程专业学生基于 CDIO 综合实践能力培养的体系

2.1 课程结构体系重构

2.1.1 基于 CDIO 综合实践能力培养的教学培养方案制定

独立学院的人才培养目标是培养适应社会发展需要的高级工程专业技术人才，以学习动手能力为主，并且学生要具有一定创新意识。如何实现这一目标，其根本就在于教学培养方案的制定。对于教学培养方案的制定，目前已经反复调整了多次，其中对于土木工程专业来说，专业基础课与专业课的衔接顺序是调整的关键。为了构建 CDIO 综合实践能力培养的完整知识结构体系，还要设置通识课，达到培养学生的人文情怀，提升沟通交流，以及外语表述能力的目的。专业基础课的设置以数学类、物理类相关课程为主，且针对不同专业设置了不同的学时，为专业课的顺利讲授打下坚实的基础。专业课的设置应体现其与专业基础课的接续，还要注重专业课之间的接续性，让学生学习专业课程具备一定的连贯性，根据不同的专业课程培养能力的要求集中设置课程设计或实习，让学生及时地查缺补漏。

2.1.2 强化工程案例教学法，着力提升学生的动手能力

为了让学生学以致用，能更好地了解行业的发展需求，学院应引入工程实际案例进行教学，工程实际案例可以在很大程度上吸引学生的关注，且容易被学生所接受，可以将原有的被动教学转化为主动学习。一个大的工程实际案例，一般需要多个学生共同完成，这样可以锻炼学生的沟通能力，所以强化工程案例教学法的应用，可以大大提升学生的学习兴趣，同时锻炼学生的动手能力。

2.1.3 工程实训是检验学生学习成果的关键

工程实训一般都是被安排在课程体系的最后，或者被安排在一些实践类课程后面，可以起到检验学生学习成果的作用，因此，在培养方案设置上面应体现工程实训。工程实训可以安排学生到工程现场，也可以请现场一线的工程师来学校给学生进行培训讲座，提升学生的实践能力。

2.2 师资队伍建设

CDIO 综合实践能力培养要求教师具备丰富的工程实践经验和较高的创新意识。师资队伍建设一直都是困扰独立学院发展的关键问题，其主要原因是新引进的教师多半是博士或者硕士刚毕业，缺乏工程实践经验，因此必须加强师资队伍的建设，主要的方法如下。

2.2.1 多举措帮助新进教师转型，加大培训和培养

新进教师刚步入教师行列，首先面临的问题就是角色的转型，博士或硕士期间都是以参与导师的科研项目为主，在专业上有较深的理解，但是对于如何教学，如何把所学的知识讲授给学生还需要一定的时间。因此，独立学院通过开展岗前培训和专业教师针对性培训等举措，很好地帮助了新进教师转型，邀请多名教学名师从自身经历出发，定期针对性地指导新进教师教学工作，培养新进教师上好课。

2.2.2 着力打造双师型师资队伍

双师型师资队伍建设是目前社会对于高等学校教学的要求，双师型即要求教师要在工程

实践上进行挂职锻炼一年以上,这种做法更有助于学生在课堂教学过程中把理论与实践结合起来,同时也有利于教师根据社会和工程实际来制定课堂教学任务,使得平平淡淡的书本知识变得生动形象,大大提升教学效果,让学生由被动学习转化为主动学习^[2]。

2.2.3 丰富外聘教师队伍

外聘教师队伍也是教学过程中不可缺少的,主要是因为外聘教师多为生产一线的工程师,他们对于工程上面的专业技术更加熟悉,且对于社会需要更加清晰,但是他们因为没有参加系统的教师培训,所以在授课上不能很好地显示他们的优势,因此,独立学院对于外聘教师应该进行简单的培训,主要就是针对课堂教学上如何让学生听懂,同时,要让新进教师多与外聘教师交流沟通,跟外聘教师学习工程实践的知识,充分发挥外聘教师的作用。

经过北京科技大学天津学院和土木工程系的不断努力,目前天津学院土木工程专业已基本形成了一支专业扎实、人员固定、工程能力强、学历层次高、创新意识强的以专任教师为主,外聘高工为辅的教师队伍。

2.3 实验室建设

北京科技大学天津学院在建校之初就确定了以培养“技术应用型人才”为主的办学方向,重视学生实践能力的培养,此办学方向和 CDIO 综合实践能力培养的要求一致。目前我院土木工程专业有 1 个实验中心,下设 8 个实验室:建筑材料实验室、结构测试实验室、结构力学实验室、工程测量实验室、道路和桥梁检测实验室、结构模型实验室、建设工程软件实训中心、建筑仿真模拟实验室。

通过开展土木工程专业学生 CDIO 综合实践能力培养的研究,土木工程专业实验室率先采用了实验室开放教学,即允许学生根据自己对于专业知识的学习,对自己尚未理解或者想要尝试的实验项目到实验室进行实验,这一举措的实施培养了学生的创新性,提高了学生对于专业课程的学习兴趣^[3]。土木工程专业实验室还设定了一些无固定条件的实验项目,由学生自主完成,充分发挥学生的创造性和主观能动性。此外,天津学院安排了一些与课程相关的比赛项目,例如建筑模型大赛、BIM 设计大赛、工程测量大赛、创新创业大赛等,这些比赛项目的实施可以大大提升学生的动手能力,锻炼学生的团队合作能力,提高学生的相互沟通意识,培养学生的独立创新精神。

2.4 校企合作办学模式

校企合作办学模式是近年来大多数应用型高校培养学生的模式,主要强调学校与企业合作,以企业的需要为目标,商讨制定教学大纲和教学方案,这种办学模式更有助于学生今后就业,让企业的工程师到高校进行讲座,让学生到企业去进行工程训练,使得学校与企业更紧密地联系在一起,教与学更有针对性。

天津学院一直非常重视与企业之间的合作,并且将产学研看作天津学院未来发展的长青之树。从 2012 年开始,天津学院土木工程系一直与中国建筑科学研究院、广联达公司、思维尔公司、维启科技公司、远大住工集团、合生创展集团、珠江地产集团等多家单位进行合作交流。2017 年 6 月,CDIO 综合实践能力培养项目开展后,校企合作办学取得了显著成果。例如,2017 年 7 月,天津学院土木工程系与天津市宝坻区公安消防支队共建实践教学基地;2017 年 9 月,天津学院土木工程系与合生创展集团开启“合生班”对口人才培养模

式；2018年4月，天津学院土木工程系与远大住宅工业（天津）有限公司签订校企合作协议书；2017年12月，天津学院土木工程系在山海关五佛山景区建立实践教学基地，等等。校企合作办学为CDIO综合实践能力培养奠定了扎实的基础。目前天津学院土木工程系已和企业合作，建立了3个稳定的实践教学基地，可以满足学生的认识实习、技能实训、生产实习和毕业实习等各种专业培养的需求^[4]。

3 独立学院土木工程专业 CDIO 综合实践能力培养改革的突破性进展

CDIO综合实践能力培养的目标在于培养高层次应用型人才，既要强调课程体系的制定，又要突出实践教学。尤其对于独立学院，如何做到既保证课堂教学效果，又提高实践教学水平，这是影响土木工程专业CDIO综合实践能力培养的关键。经过与天津市其他高等学校的同行座谈，就目前独立学院土木工程专业CDIO综合实践能力培养的改革，提出以下具体建议和措施。

3.1 优化教学课程内容，构建与独立学院土木工程专业相适应的实践教学体系

根据人类对科学知识的理解层次，将教学内容进行分解。第一步，以学生认识和了解专业知识为主，开展认识实习，让学生对土木工程专业有一定程度的了解，提高学生对专业知识学习的积极性；第二步，以专业知识为主体，通过科学的方法对其进行分解，例如开展力学课程，通过专业基础课为学生掌握专业课知识打下坚实的基础；第三步，安排学生参加工程实训，让学生从工程实训中对所学知识进行有效的反馈，进而对已有的教学体系进行有效的调整。

3.2 推进实践教学信息化改革

随着信息化程度的加深，一些新的教学信息手段不断出现。我们必须对已有的教学方式改革，利用互联网等手段全面展示教学内容，例如，在工程现场拍摄工艺视频或拍摄新型材料的照片，放入教学过程中，这比语言描述更加生动形象，学生爱学，教师讲授起来也方便。信息化的展示是目前教育教学发展的前端，天津学院教师将一些力学类的课程制作成了一些内容丰富的动画，例如，土力学中的主动土压力和被动土压力的含义，结构力学的结构受力变形，混凝土结构产生裂缝的变化情况，他们的授课方式得到了广大师生的好评。

3.3 加大对青年教师工程实践能力的培养

青年教师是一个学校发展的源泉，也是学校未来走向的主导，因此，必须加大对青年教师的培养力度，特别是有关青年教师的工程实践能力的培养，因为对于以培养应用型学生为主的高校来说，实践教学应该占有主导地位，课堂教学的制定要紧紧围绕着实践教学展开，实践教学工作的增大，迫切地需要青年教师能够胜任这一任务。学院通过双师型师资队伍建设和措施，加大了对青年教师工程实践能力的培养力度，使得青年教师在具备扎实的专业知识的同时，还拥有丰富的工程实践能力。

3.4 加快实习基地的建设

实习基地的建设是发挥学生能动性的关键。实习基地承担着学校的分散实习和集中实习任务。根据学生对于学习的兴趣不同，一般一个专业至少应建立多个实习基地，例如施工单位、监理单位、设计单位。实习基地的建设应由独立学院出面联系，并每年委派教师到实习

基地进行锻炼,充分发挥实习基地的作用,既满足学生实习的需要,又达到锻炼专业教师工程实践能力的目的。

4 结论

现在社会竞争日趋激烈,如何培养满足社会需求、同普通本科有相同竞争力、有创新精神和实际工作能力、能够独立分析解决问题、能够适应高科技发展的高级专业人才是独立学院的追求目标。可见探索如何根据独立学院自身的特点结合土木工程专业实践教学方法的具体要求,独立学院土木工程专业实践教学方法的改革对于培养毕业走上工作岗位后适应快、理论扎实、动手能力强、受用人单位欢迎的人才具有重要的意义。

CDIO 综合实践能力培养是独立学院结合自身优势,联合社会力量,大力提高人才培养质量的有利契机,培养目标是实践和创新能力,关键在于实验实践教学环节,途径是校企联合培养。CDIO 综合实践能力培养研究项目结合天津学院土木工程专业培养过程中的部分改革尝试,从教学宗旨、人才培养方案、课程体系、师资队伍、实验室和专业教材建设及校企合作等方面,给 CDIO 综合实践能力培养研究提供一些借鉴^[5]。当然,基于 CDIO 工程教育理念培养大学生综合实践能力的任务仍然十分艰难,需要我们在实践中不断地改革和学习,并付诸实践。今后天津学院土木工程系将进一步探索 CDIO 综合实践能力培养的有效途径和方法,培养掌握现代化专业工程技术并具有创新实践能力的卓越工程师。

参考文献

- [1] 韩俊强,周家纪.独立学院卓越工程师培养模式研究与实践——以土木工程专业为例 [J].赤峰学院学报(自然科学版),2016(16):206-208.
- [2] 张洪.基于 CDIO 模式培养国际化航空工程师 [J].航空维修与工程,2010(6):87-89.
- [3] 景吉.人力资源管理课程实践教学改革探索 [J].中国电力教育,2013(5):111-112.
- [4] 徐春林.CDIO 与工作过程导向的课程比较研究 [J].职业技术教育,2012(20):27-29.
- [5] 陈利科,高添添.高职院校计算机应用型人才培养模式研究 [J].科技创业家,2012(21):165.

(作者简介:王邵臻,女,1980年7月出生,山东临沂人,城市建设学院土木工程教研室主任,副教授,硕士研究生毕业,主要研究方向为土木工程,2008年9月至今在北京科技大学天津学院工作。)

The Development and Dilemma of BIM Technology in China

XU Zhaohe

(School of Civil Engineering, Tianjin College,
University of Science and Technology Beijing, Tianjin 301830, China)

Abstract: BIM (Building Information Model) brings the second leap technology revolution for civil engineering industry after CAD (Computer Aided Design). BIM Technology has been widely spread and developed in China, and has been applied in many projects, but there are still many dilemmas. BIM technology has brought new ways and new ideas to engineering technology and engineering management, but most people still don't have a good understanding of its status and value, the distribution management system of traditional design institutes also limits the development of BIM design work. The requirements of collaborative work for each link of engineering construction make the weak link form a short board, and so on. For the above problems, we must pay attention to them.

Key words: Building Information Model; BIM technology application; BIM application dilemma

1 Origin and Dissemination of BIM Technology

Affected by the 1973 global oil crisis, American industries began to pay more attention to improve their efficiency. In 1975, Chuck of Georgia institute of technology majoring in architecture and computer^[1]. In a paper based on his research topic "Building Description System", Hysmans proposed: "Building Information Model integrates all geometric model information, functional requirements and component performance, integrates all information in the whole life cycle of a building project into a single building model, and also includes process information of construction progress, construction process, maintenance and management, etc." The concept of BIM (Building Infor-

Fund projects: The Fifth Batch of Undergraduate Education and Teaching Reform and Key Research Projects in Tianjin College, University of Science and Technology Beijing "Research on T-type Talents Training Mode of Civil Engineering Specialty Based on School-enterprise Cooperation".

mation Model) came into being.

In 1994, 12 U. S. enterprises led by Autodesk cofounded the IAI(International Alliance for Interoperability) association, which aims to integrate industry standards, coordinate and formulate a set of industry standards that are commonly needed and observed in the whole life cycle of the industry and the whole industry chain, and spread them to the world. This is the famous IFC(Industry Foundation Class) standard^[2]. BIM technology has begun to form a wave of technology worldwide.

In 2002, Autodesk Company acquired Revit Technology Company. Based on Revit software platform, according to the actual engineering and design requirements, as well as the functions of the original Architecture module, Autodesk Company has integrated and added the structure module and MEP(Mechanical, Electrical, Plumbing) module, and can realize the cooperative management of different stages and different work, making the functions of Revit software platform more perfect. Autodesk Company vigorously promoted the application of BIM technology and Revit software platform. After that, Autodesk Company successively acquired a series of software to integrate and enrich BIM product lines, and gradually abandoned its efforts to BIM its CAD(Computer Aided Design) product line. BIM technology gradually became the mainstream technology^[3]. In 2004, Autodesk released Autodesk Revit 5. 1 software platform in China, and BIM fechaology began to develop in China.

2 Connotation and Development of BIM Technology

With the continuous development of BIM technology, the industry's interpretation of the connotation of BIM has also been deepening, gradually developing from the most Building Information Model to Building Information Modeling^[4]. Both interpretations were included in the national standard of the People's Republic of China "Application Standard for Construction of Building Information Models (GB/T 51235—2017)", which was issued in 2017 and formally implemented on January 1, 2018. The standard explains the building information model as: "during the life of construction projects and facilities, the physical and functional characteristics are expressed digitally, and the process and results of design, construction and operation are collectively referred to in sequence." Wu Huijuan, deputy director of the Department of Engineering Quality and Safety Supervision of the Ministry of Housing and Urban - Rural Development, also explained BIM. She said: "BIM technology is a data-based tool applied to engineering design and construction management. It integrates relevant information of various projects through parameter models, and shares and transmits it during the whole life cycle of project planning, operation and maintenance. It enables engineers and technicians to correctly understand and efficiently respond to various building information, provides a basis for collaborative work for design teams and all construction entities including construction operation units, and plays an important role in improving production efficiency, saving costs and shortening construction periods."

In order to understand the meaning of BIM, we can start with the meaning represented by the three words B, I and M.

B is Building, usually translated directly into architecture, but this translation is not very accurate. The meaning of Building is not only architecture, but also the construction industry, that is, the whole construction field of civil engineering^[5].

The so-called civil engineering refers to the planning, construction, operation and maintenance of all infrastructure related to soil, water and culture, including civil engineering, urban planning, traffic engineering and other disciplines, including civil engineering, architecture, urban planning, urban underground space engineering, engineering management, historical building protection engineering, traffic engineering, road bridge and river crossing engineering, science and engineering of water supply and drainage, water engineering, environmental engineering, building environment and equipment engineering, building energy-saving technology and engineering, building facilities intelligent technology, building electricity and intelligence, agricultural engineering, facilities agricultural science and engineering, landscape architecture design, landscape architecture, etc.

With the development of the industry and the application of BIM technology, we can see that BIM technology has played or will play a crucial role in the above fields.

I is Information, which refers to all kinds of information involved in the work in the field of engineering construction, such as the parameters of various components, engineering data and instructions, etc. At the same time, I also refer to the informatization of working methods and means in the field of engineering construction, such as the use of computers, the Internet, big data, artificial intelligence and other information and intelligent technologies and means to improve the overall level of engineering construction.

We often say that BIM technology plays a very important role in the whole life cycle of engineering construction (Fig. 1). To some extent, this also reflects the broad scope of I.

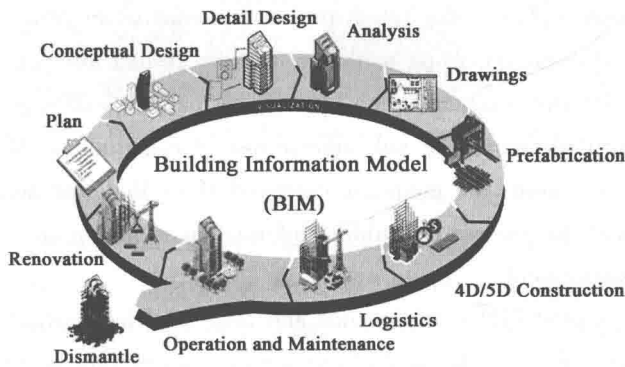


Fig. 1 Application of BIM Technology in the Whole Life Cycle of Construction Engineering

The project sites selection analysis, visual display and other work that we need in the conceptual design phase of the project; Topographic mapping and simulation, geological analysis and scheme design are required in the survey and mapping stage; Parameterized design, structural analysis, traffic line planning, pipeline arrangement, environmental analysis, sunshine analysis and other work are re-

quired in the project design stage; In the bidding stage, the project demonstration, cost analysis, roaming simulation, green and energy-saving work are required. Construction simulation, site layout, schedule control, supply chain management and other work are required in the construction phase; The intelligent building facilities, big data analysis and logistics management are required in the project operation phase; Maintenance testing, cleaning and trimming, escape simulation and other work are required in the maintenance phase of the project; Plan design, structural analysis, simulation and demonstration are required in the project renewal phase; BIM technology can be applied to carry out information integration and optimization for environmental protection, demolition simulation, waste disposal and other work required in the demolition phase of the project.

The use of information technology to guide the construction of the project may not show obvious advantages in a certain period of time, and may even cause a certain decline in work efficiency in some aspects. However, these are all pains that must be experienced in the process of development. Information and intelligence have become the inevitable trend of the development of human society in the future. It can help people greatly reduce the time, energy and wrong attempts required for personal judgment. After we can fully understand and correctly use information technology and methods, it will definitely bring huge benefits to the construction industry.

M is Model or Modeling. In the process of BIM technology development, Management is gradually extended.

In my understanding, Model is not only a model, but also a mode. We can understand it as a working mode similar to IPD(Integrated Product Development), which is a concept and method to improve working efficiency. We can bring together the owners, designers, constructors, supervisors, suppliers and other personnel to integrate the work requirements and restrictions of all parties and jointly create a building model. After that, all parties will try their best to carry out the work according to the established plan in the actual project construction process, and revise the building model and project construction according to the negotiation results after encountering actual problems. This can ensure effective communication between all parties, reduce project delay and rework caused by errors and misunderstandings, and improve project construction efficiency.

Based on the above reasons, we gradually extended M to Modeling and Management. We pay more attention to the working process of building information modeling and the working concept of building information management.

To sum up, the so-called BIM is the method and process of informatization based on the whole life cycle of engineering projects in the field of engineering construction, which is what we call building informatization. Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China in 2016 issued the "Outline for the Development of Informatization in the Construction Industry 2016-2020", which places great emphasis on the popularization and application of BIM technology. As one of the three major development trends in the construction industry, building informatization, also represented by BIM technology, will have more and more intersection with the other two major development trends of building modularization and green environmental protection, bringing

more leaps for the development of the construction industry^[6].

3 Typical Application Cases of BIM Technology

The winter sports management center's comprehensive training hall "bing tan" (Fig. 2) is located in the north courtyard of the capital gymnasium, on No. 54 zhong guancun south street, Hai dian district, Beijing. The planned land area for the project is 15 439 m², with a planned total on struction area of 33 200 m², including 24 057 m² on the ground and 9 163 m² under the ground. The comprehensive training hall has 6 floors above the ground and 1 floor(part of 2 floors) below the garage, with a building height of 32. 550 m. The comprehensive training hall adopts beam - slab raft foundation, the main body is a frame shear wall structure, and the local part is a mixed structure of steel reinforced concrete columns and steel beams^[7].

The main difficulties of the comprehensive training hall project include:

(1) As a venue for the Winter Olympics, the project has a great social impact, and people from all walks of life pay more attention to the project. It is difficult to manage and organize the project, and requires high safety and civilized construction.

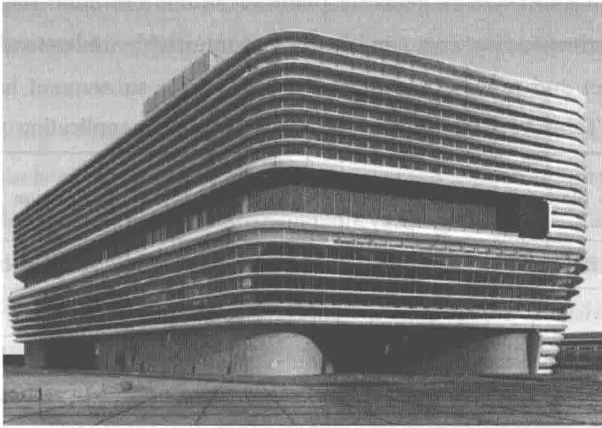


Fig. 2 Effect chart of the Winter Sports Management Center's Comprehensive Training Hall

(2) As a venue for the Winter Olympic Games, it is stricter than ordinary venues in terms of air conditioning efficiency, equipment parameter deviation and construction quality. In particular, the air conditioning system in this venue adopts the form of "all air & dehumidification system", which makes it extremely difficult to realize the control requirements for wind speed and temperature on the ice surface.

(3) The construction site of the project is extremely limited, Only in the west and north sides people can drive vehicles, and there is no space on the site for stacking engineering materials, which has a great impact on the construction organization and management and seriously affects the engineering efficiency.

(4) The project aims to win the Great Wall Cup, Beijing Installation Engineering Quality Award, Luban Award and other awards. The requirements for the project quality and refinement are high.