

基于PBL的新工科项目制课程实践方法研究——以“行业知识图谱与大数据智能”本科毕设课程为例

罗才喜

天津仁爱学院智算工程学院, 天津 301636

李雪威

天津大学智能与计算学部, 天津 300072

杨斯博

天津大学管理与经济学部, 天津 300072

王丰**

天津仁爱学院智算工程学院, 天津 301636

摘要 文章基于PBL项目制学习的理论, 通过将天津大学新工科项目制毕设实践与企业工程项目管理方法进行深度分析, 以工程项目管理的思维, 提出了天津大学新工科“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设实现的顶层框架、管理流程和实施路径, 提出了一种基于PBL并结合工程项目管理理念的项目制毕设管理和实施方法论。总结了天津新工科项目制毕设在多学科交叉人才培养、师生之间多对一指导关系、毕业设计过程全生命周期动态管理、毕业设计过程与工程项目管理理念的深度结合等方向的创新性理念。文章提出的项目制毕设管理和实施方法论可为其他高校的新工科建设尤其是项目制毕设提供思路和参考, 为高校探索培养卓越工程师服务社会提供经验。

关键字 PBL, 新工科, 项目制课程, 顶层框架, 管理流程, 实施路径

A Study of Practical Methodology of Project-based Courses in Emerging Engineering Education Based on PBL--by Taking the Example of Undergraduates' graduation Designs with the Topic of Industry Knowledge Graph and Big Data Intelligence

Luo Caixi

Department of Intelligent Computing Engineering
Tianjin Ren'ai College, Tianjin 301636 China;
luocaixi@tjrac.edu.cn

Li Xuewei

College of Intelligence and Computing
Tianjin University, Tianjin 300072 China
lixuewei@tju.edu.cn

Yang Sibó

College of Intelligence and Computing
Tianjin University, Tianjin 300072 China
yangsibo@tju.edu.cn

Wang Feng**

Department of Intelligent Computing Engineering
Tianjin Ren'ai College, Tianjin 301636 China
193014@tjrac.edu.cn

Abstract—After an in-depth analysis of the practice of project-based graduation designs in Emerging Engineering Education(3E) in Tianjin University and the enterprise engineering project management, this paper, based on PBL and from the aspect of engineering project management, introduces the top-level framework, management process and implementation path of their project-based graduation designs with the topic of industry knowledge graph and big data intelligence. The paper also introduces a managing and implementing methodology of project-based graduation designs based on PBL and combined with the beliefs of engineering project management. Finally it summarizes some innovative ideas, such as interdisciplinary talent training mode, the guidance of several teachers for one student, dynamic management of the life cycle of graduation design, the deep combination of graduation design and engineering project management. The methodology in this paper can provide new ideas and reference for other universities to develop emerging engineering education, especially PBL graduation designs. The practice in Tianjin University also affords universities the experience to explore the ways to cultivate excellent engineers to serve the society.

Keywords—PBL, Emerging Engineering Education(3E), project-based courses, top-level framework, management process, implementation path

* **基金资助:** 本文得到教育部产学合作协同育人项目(201802088010)、天津市教委课题(2019KJ151)资助。

** **通讯作者:** 王丰

1 引言

当前,世界范围内新一轮科技革命和产业变革加速进行,以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展,迫切需要培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才^[1]。新工科(Emerging Engineering Education, 3E)是基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势、立德树人新要求而提出的我国工程教育改革方向^[2]。2017年2月以来,教育部积极推进新工科建设,先后形成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”^[3]。

天津大学于2019年发布了《天津大学新工科建设方案2.0》,提出了融合中国特殊文理教育与多学科交叉工程教育的新型工程人才培养体系(CCII)^[4],推动了新工科建设的深化、拓展和突破。同时提出了构建以项目为主体,以课程项目、课程组项目、本科生研究计划项目、多学科团队项目和毕业设计建造与研发项目为主干的课程体系^[5],提出了基于项目的毕业设计建造与研发的理念^[6]。

基于项目的学习(PBL)是指一种基于探究的教学方法,通过让学习者完成有意义的项目和开发现实世界的产品,使他们参与知识建设^[7]。PBL教学方法关注的是学生学习的结果^[8],实现的过程由教师指导学生探究式完成,侧重点在学生的自我知识的探索与应用,因此要求学生具有很好的积极性和主动性。相对来说,PBL教学方法在中小学教育中已经逐步开展,但在高等教育中的研究已经落后了^[9]。

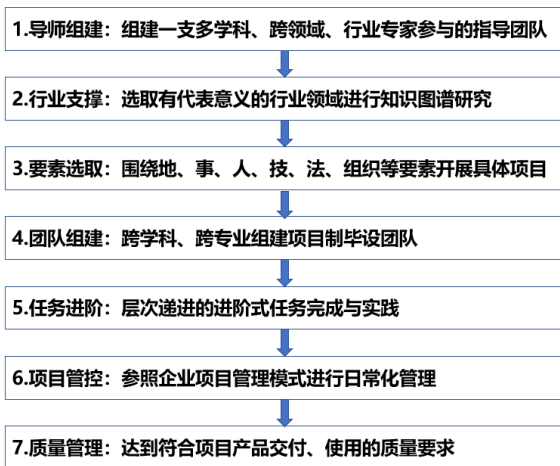


图1 天大新工科“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设顶层框架

在新工科教育背景下,如何为国家和社会培养卓越工程师,让学生学习和掌握适应社会的各种能力和素养,要求我们的老师本身需具备卓越工程师的能力和素养,拥有丰富的工程项目管理和实施的经验,并能够应用于新工科实践教学。

为此,以王文俊教授为领衔的天津大学教师团队积极响应《天津大学新工科建设方案》,积极探索多学科交叉融合的工程教育理念和方法,提出了以“行业知识图谱与大数据智能”为方向的新工科项目制毕设的理念,并协调和组织多个学院的老师、学生共同开展项目制毕设的新工科人才培养模式的探索。

2 天大新工科项目制毕设整体设计

项目制课程设计和项目制毕设是天津大学为持续打造产学研深度融合、多学科交叉融合、“教-研-学-体”的人才培养并形成新工科智能人才培养的新模式^[10]，“行业知识图谱与大数据智能”项目制教学和项目制毕设课题方向是天大新工科基于现有学科基础和行业应用经验提出的一种人才培养模式实践探索。天津大学新工科“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设(以下称天大新工科项目制毕设)通过采用PBL学习方法,并借鉴企业工程项目管理的理念和方法,将企业项目管理的项目进度、质量管理方法与2018级本科生毕业设计流程进行了融合,实现了对毕业设计的全生命周期动态管理,实现了毕业设计过程与工程项目管理理念的深度结合,提出了天大新工科项目制毕设的管理方法论和实施路径,为高校探索培养卓越工程师^[9]服务社会的教学模型提供了参考。

2.1 天大新工科项目制毕设顶层框架

在天大新工科项目制毕设的实施过程中,王文俊教授及其团队结合自身在应急管理^[11]、公共安全^[12]、舆情分析等领域的科学研究和工程实践经验,以工程项目管理的办法对“行业知识图谱与大数据智能”课题方向的项目制毕设进行了顶层设计^[13]并应用于天津大学2018级本科生的毕业设计中,经过1轮的本科生毕业设计,总结出“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设的顶层框架,从而为指导后续项目制毕设提供了理论基础。如图1所示。

在该顶层框架中,将项目制毕设的管理分为了导师组建、行业支撑、要素选取、团队组建、任务进阶、项目管控、质量管理7个部分。其中任务进阶、项目管控、质量管理采用基于工程项目的管理方法^[14],对整个项目制毕设的任务、进度、质量进行了全过程管控,是保证项目制毕设能够完成的重要手段和方法,是实际工程项目管理理念与新工科项目制毕设的深度融合与应用。“

2.2 天大新工科项目制毕设管理流程

结合图1的理论模型,我们对项目制毕设的实践情况进行了总结与归类,提出了天津大学新工科“行业知识图谱与大数据智能项目制毕设”管理流程^[15]。该流程围绕“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设

顶层框架，提出了“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设的具体管理流程和实施方法，如图2所示。

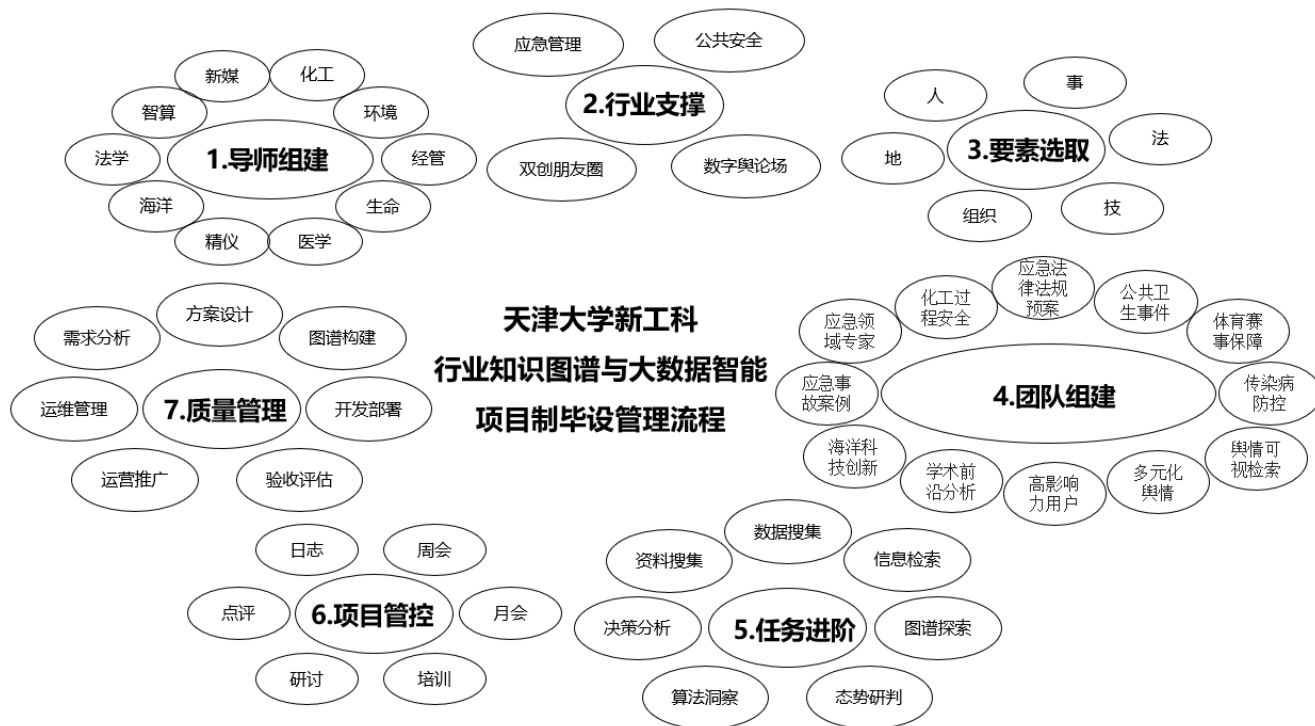


图 2 天大新工科“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设管理流程

该管理流程明确了天大新工科项目制毕设各个阶段的核心要素^[16]，是指导2018级本科生毕业设计的指导性文件。该管理流程从导师组建、行业支撑、要素选取、团队组建、任务进阶、项目管理、质量管理7个部分对“行业知识图谱与大数据智能项目制毕设管理方法论”进行了具体的阐述，也描述了他们之间的内在关系及逻辑顺序，是实施项目制毕设的具体管理流程及实现方法。

该管理流程围绕“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设的主题，在融合天大各个学院资源的基础上，以行业应用场景为支撑，通过“地、事、人、技、法、组织”等多个要素开展行业知识图谱的构建与展示。该管理流程在PBL理论基础上，结合工程项目管理^[17]的思想和方法，在“团队组建与管理、任务进阶、项目管控、质量管理”等方面提出了具体的管理办法与任务要求，从而实现了对项目制毕设的目标成果控制、任务进度控制及质量目标控制，解决了以往本科生毕业设计成果、进度、质量不可控的问题。

同时，该管理流程的各个阶段的核心要素也可根据不同的应用场景、不同的学生能力和水平、不同的毕业设计成果要求进行动态调整，以能够适应不同的业务常用要求，但其所提出的项目制毕设整体管理方法和管理流程却是经过多年的工程实践经验总结和梳理出来并经过实践检验具备可操作性的一种管理模式。

2.3 天大新工科项目制毕设实施路径

通过进一步对图1天大新工科项目制毕设顶层框架的分析与图2天大新工科项目制毕设管理流程的具体描述，结合天津大学本科生毕业设计的具体流程，我们将项目制毕设管理方法与毕业设计流程进行了融合，提出了“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设的具体实施路径，如图3所示。

首先，在该实施路径中，从整体的角度描述了行业知识图谱与大数据智能项目制毕设的每个环节的时间控制点，并在毕业设计开题报告、中期检查、预答辩、答辩的环节上增加了选题、1月报告会、2月报告会、3月报告会、4月报告会等环节，并作为下一阶段开始的里程碑事件，从而强化了对毕业设计过程的管控。

其次，在该实施路径中，进一步描述了从导师创建到学生团队组建的具体路线图，阐述了天津大学行业知识图谱与大数据智能项目制毕设前期的组织流程，即“导师出题-学生选题-行业导师参与-题目要素选取-助教团队配备-学生组队”，从而进一步明确了此管理模型前4个部分的内在关系及逻辑顺序。

再次，在该实施路径中，描述了任务进阶的具体进度要求、项目管控的具体时间点、质量管理的阶段性时间点等关键内容，从而对项目制毕设的任务、进

度和质量提出了明确的管控要求,是工程项目管理方法在项目制毕设中的具体应用。

最后,在该实施路径中,详细描述了项目管控的

具体时间节点,也描述了项目管控各个环节之间的一些先后顺序及逻辑关系,并通过时间节点的管控来控制整个项目制毕设的进度和质量,是企业工程项目管理实践与项目制毕设的最终融合与应用。

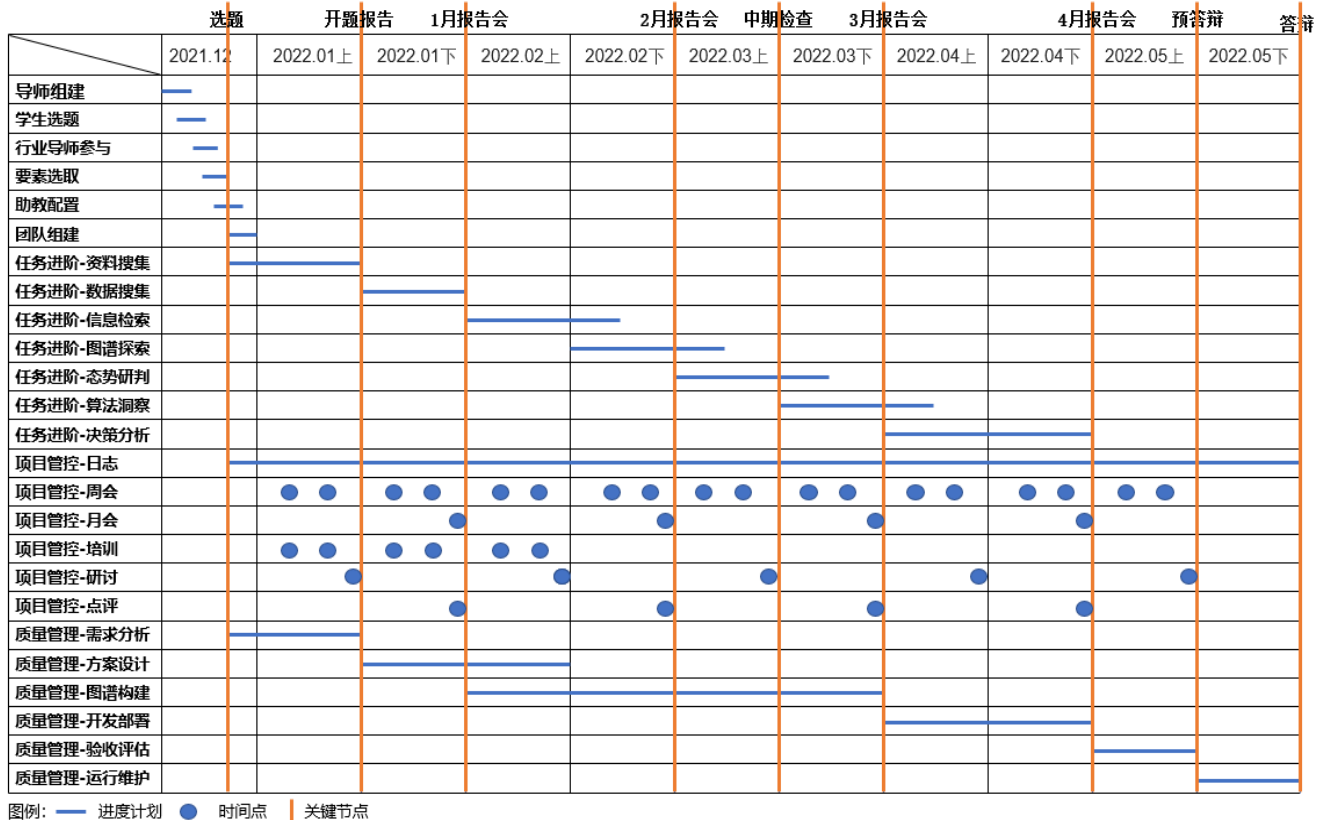


图 3 天大新工科“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设实施路径

3 成果与效益分析

3.1 体现了多学科交叉融合的人才培养理念

在天大新工科项目制毕设中,导师团队的组建由天津大学10个不同学科、不同专业的学院组成,共同围绕“行业知识图谱与大数据智能”方向开展项目制毕设,让不同学科、不同专业的学生组队共同完成一个涉及到多个学科的毕业设计课题,通过学习和探索掌握相关知识并应用于实践中,充分体现了多学科交叉融合新工科人才培养理念。

3.2 形成了学生与导师的一对多的指导关系

在天大新工科项目制毕设中,整个行业知识图谱与大数据智能项目制毕设课题组建了一个由多名指导老师、企业工程师、博士生、研究生的导师团队来指导学生解决毕设过程中遇到的各种问题,导师和学生不仅仅是一对一的指导关系,而是每一名学生都可以接触到多名导师,这将会是本科生毕业设计的一大改革方向。

3.3 实现了毕业设计的全生命周期动态管理

天大新工科项目制毕设的管理不再仅仅是简单的阶段性成果的提交,而是把日常管理和毕业设计阶段性管理进行了有效的融合。通过采用企业项目管理的方法让学生每周进行成果汇报以实现对毕业设计过程的管理,从而确保学生按时间、按质量完成阶段性工作。这样在毕业设计的管理上形成了一种周期性(日志、周汇报、月汇报、研讨等)的约束机制,有效地保证了学生毕业设计完成的有序推进。

3.4 实现了毕业设计过程与工程项目管理理念的深度结合

工程项目管理最主要的管理,是做好工程质量、工期管理以及成本/投资管理。在天大新工科项目制毕设中,重点从任务管理、进度管理、质量管理三个方面对项目制毕设进行了管控,正好对应的是工程项目管理的质量管理、工期管理两个方面,由于项目制毕设基本

不涉及成本和投资，故几乎不涉及相应内容，如图4所示。

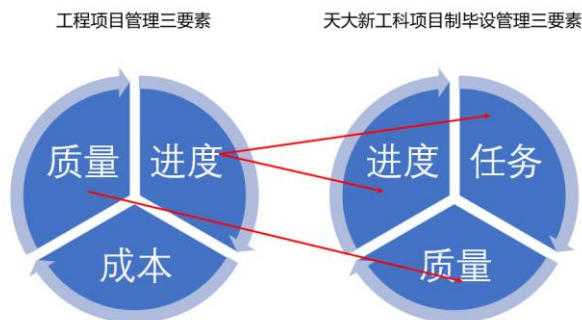


图 4 工程项目管理与天大新工科项目制毕设管理的映射关系

同时，从图3的实施路径我们也可以看出，整个项目制毕设的管理基本参照工程项目管理的理念来进行，通过将项目制毕设的管理分成任务、进度、质量三个维度的同步管理，从而保证整个项目制毕设推进进度、成果质量，实现了天大新工科项目制毕设与工程项目管理理念的深度结合。

3.5 探索和总结培养卓越工程师的教学模型

在很长一段时间，我国的高等教育与企业实际应用一直存在着脱节现象^[18]，导致企业方面总觉得高校教育与实际企业人才需求对不上，高等教育没有做到为企业培养人才的目标。其主要现象是学生到企业后发现所学知识由于知识体系落后以及没有将所学知识与专业技能提升结合起来，大学所学知识根本用不上，或者还需要进一步的在工作中不断学习才能适应工作岗位的要求^[19]。

在天大新工科项目制毕设中，通过采用PBL学习方法，结合企业项目管理的办法，由企业参与毕业设计题目的选取，并按照企业项目管理的要求对天津大学2018级本科毕业生进行项目制毕设，从而让学生在毕业设计的同时熟悉和了解企业项目管理的流程和方法，也通过项目制毕设了解并掌握今后从事相关工作应该掌握的专业技能知识和提升自己的团队合作能力，能够毕业后马上适应工作并表现十分优秀。因此，我们认为在天大新工科项目制毕设中探索和总结出为企业培养卓越工程师的教学模型，并可进行复制和推广。

4 存在的问题与改进思路

在天津大学本科生的毕业设计中，行业知识图谱与大数据智能方向的课题始终存在，也较好地满足了天大本科生毕业设计的要求，但在天大新工科项目制毕设中却是第一次使用。同时采用项目制进行毕业设计也是王文俊教授多年来一直坚持和使用的方法，但

用在不同学院、不同专业的学生身上进行实践却是第一次。

由于天大新工科项目制毕设处于起始阶段，目前仅仅在2018级本科毕业生中开展并完成整个毕业设计过程，在执行过程中也发现存在以下问题：

4.1 企业导师参与度较低，项目管理理念和方法需要进一步完善和落实。

在2018级天大新工科项目制毕设中，企业导师参与的过程较少，且主要限于前期阶段，项目制毕设的成果能否满足企业的实际需要仍需要进一步验证和探讨。在整个项目制毕设过程中，项目管理的理念和方法没有得到很好地贯穿和执行，周报、月报会的时间过长，问题没有得到充分地讨论，也没有形成问题的记录和反馈机制，导致部分学生的进度比计划的落后。后续改进计划一是引入企业导师参与天大新工科项目制毕设的具体指导工作，并对企业导师提出具体工作要求并落实；二是优化周报、月报的汇报及点评机制，让学生事先讲汇报材料发送出来，指导老师团队可事先进行查看并点评，现场重点介绍存在的问题及改进的方向，这样可以提高沟通的效率和质量。

4.2 项目制毕设的项目组团队组建、项目成员分工、项目质量管理需要进一步加强。

项目制毕设作为天大新工科的一次有益尝试，也取得了很好的实际效果，大部分学生通过项目制毕设掌握了行业知识图谱与大数据智能相关的知识，也逐步学会了如何把自己的专业知识与实际项目进行结合并应用于实践中，并完成了毕业论文的撰写。但在执行过程中也发现项目团队的组建、项目成员分工及项目质量管理等方面仍需要进一步加强，工程教育的思想、理念和方法仍需进一步深化应用，企业工程管理的的方法与项目制毕设的结合仍需要进一步优化和完善。后续改进计划是邀请有企业工程项目管理经验的老师或企业导师参与项目制毕设的项目管理工作，按照ISO9000的质量管理体系要求并结合项目制毕设的特点对项目进行质量管理，更多的让学生适应企业管理的模式和要求，提高管理的水平。

4.3 项目制毕设成果需缩小与企业实际产品之间的差距。

天大新工科项目制毕设以“真项目、真使用”、以打造满足企业实际需要的行业产品为出发点，整个项目制毕设以模块化、积木化为特点，最终打造成一个综合的行业知识图谱知识平台。但在实际执行过程中，产品化的思维仍然比较欠缺，与市场上成熟的知识平台产品存在产品模块化程度不够、数据爬取、数据分析等功能复用程度较低、界面反复修改和完善等一些

问题, 导致作为一个产品推向市场仍需要不断地优化和完善, 与市场上企业推出的知识产品存在一定的差距。后续改进计划是对项目制毕设的内容再进行细化, 采用迭代开发的模式进行项目的开发, 尽量保证学生所完成的作品能力达到原型产品、演示产品、试用产品等不同品质要求的企业实际产品需求, 在整体规划和设计上采用统一的架构和平台选型, 并可适当的安排部分同学专门从事界面优化、数据和业务接口开发设计等工作, 让项目制毕设真正的成为一个团队开发项目, 形成项目的合理分工与合作, 从而缩小与企业实际产品之间的差距。

5 结束语

文章以天津大学新工科“行业知识图谱与大数据智能”项目制毕设为例, 站在工程项目管理的视角, 总结提出了基于PBL理论的天大新工科项目制毕设管理和实施方法论, 重点阐述了其实现的顶层框架、管理流程和实施路径等核心内容, 描述了其实现的核心思想、关键内容和关键节点, 为天津大学提出的“融合中国特殊新文理教育与多学科交叉工程教育的新型工程人才培养体系”提供了实践模式, 也可为其他院校开展新工科背景下的项目制课程设计提供参考。学生通过项目制毕设的团队管理模式提高了团队协作与沟通的能力, 通过工程化项目的研究与开发提高了自我学习及复杂工程问题的能力, 通过跨学科项目制课题的研究与应用提高了学科交叉融合能力, 通过全球性的知识的获取与数据分析提高了全球化视野及创新性思维能力。参与的学生均较好的完成了自己的毕业设计并取得了较好的成绩, 其中有8名学生毕业设计成绩为优秀, 整体优秀率为约30%, 远高于天津大学本科生10%-15%的整体优秀率水平, 达到了预期的课程成果要求。

与此同时, 我们也应该看到, 天大新工科项目制毕设处于初始阶段, 在执行过程中也发现了企业参与度不够、学生作品质量不高、周会时间太长、质量过程管理不太规范等问题, 导致部分学生的设计成果没有达到预期目标, 这些都需要我们不断总结问题和经验、加强过程管理、优化管理流程和实施路径, 逐步实现培养出符合产业发展需求的卓越工程师的新工科教育^[20]的根本目的。

参考文献

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(03):1-6.
- [2] 李培根. 未来工程教育的几个重要视点[J]. 高等工程教育研究, 2019(02):1-6.
- [3] 顾佩华. 新工科与新范式:概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(06):1-13.
- [4] 李家俊. 以新工科教育引领高等教育“质量革命”[J]. 高等工程教育研究, 2020(02):6-11+17.
- [5] 曾勇, 黄艳, 向桂君, 黄廷祝. 从新生项目课开始:新工科建设“成电方案”的设计与实践[J]. 高等工程教育研究, 2020(01):14-19.
- [6] 新工科建设“天大方案”2.0发布. 天大新, [2020-06-16]. <http://www.tju.edu.cn/info/1026/3151.htm>
- [7] Katja Brundiers, Arnim Wiek. Do We Teach What We Preach? An International Comparison of Problem- and Project-Based Learning Courses in Sustainability[J]. Sustainability, 2013, 5(4).
- [8] Jean S Lee, Sue Blackwell, Jennifer Drake, Kathryn A Moran. Taking a Leap of Faith: Redefining Teaching and Learning in Higher Education Through Project-Based Learning[J]. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 2014, 8(2).
- [9] Pengyue Guo, Nadira Saab, Lysanne S. Post, Wilfried Admiraal. A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures[J]. International Journal of Educational Research, 2020, 102.
- [10] 殷朝晖, 刘子涵. 知识管理视域下新工科人才培养模式研究[J]. 高校教育管理, 2021, 15(03):83-91.
- [11] 温志强. 以新发展理念建构应急管理发展战略[J]. 中国应急管理, 2022(12):28-39.
- [12] 严佳, 张海波. 公共安全及其治理:理论内涵与制度实践[J]. 南京社会科学, 2022(12):75-85.
- [13] 赵梦. 基于DoDAF的区域卫生信息化顶层设计的研究[D]. 天津大学, 2014.
- [14] 陈群, 徐守坤, 徐高明. 能力建构、项目驱动:化工类一线工程人才培养体系的创新与实践[J]. 高等工程教育研究, 2022(05):74-79.
- [15] 聂俊. 国内近十年项目式教学研究综述[J]. 山西青年, 2022(05):33-35.
- [16] 工信部印发《关于加强和改进工业和信息化人才队伍建设的实施意见》[J]. 产城, 2022(10):5+7.
- [17] 王健菊, 常东坡, 赵时亮. 科学研究中的项目管理思想——大科学时代科研项目的管理方法论[J]. 自然辩证法研究, 2005(03):83-86.
- [18] 苏中兴, 周梦非. 实施新时代人才强国战略强化现代化建设人才支撑[J]. 中国行政管理, 2022(12):81-86.
- [19] 梁瑞仕, 马慧, 周艳明. 面向应用型人才培养的WEB应用开发新工科课程改革与实践[C]. //2021中国高校计算机教育大会论文集. 2021:84-87.
- [20] 武小平, 刘树波, 周军, 等. 面向新工科的计算机科学与技术卓越工程师培养体系探索与实践[C]. //2019年中国高校计算机教育大会论文集. 2019:5-7.