

基于CDIO理念和线上线下混合教学模式的 《程序管制》课程建设探索

孙博, 魏明, 张健, 刘昕

中国民航大学空中交通管理学院, 天津
Email: mingtian911@163.com

收稿日期: 2020年9月28日; 录用日期: 2020年12月28日; 发布日期: 2021年2月3日

摘要

在分析目前教学改革趋势的基础上, 提出基于CDIO理念和线上线下混合教学模式的《程序管制》课程建设思路。课程建设过程主要从教学资源 and 教学方式方法两个方面论述。在教学资源建设方面, 线下注重教材及系列资源建设, 线上充分利用教学平台, 同时加强与空管岗位的交流协作; 在教学方法和手段上, 从总体设计和具体实施两方面阐述了如何将CDIO理念融入到课程教学。

关键词

CDIO, 线上线下, 混合式, 程序管制, 课程建设

Exploration on the Construction of “Procedural Control” Course Based on Concept of CDIO and Online-Offline Hybrid Teaching Mode

Bo Sun, Ming Wei, Jian Zhang, Xin Liu

School of Air Traffic Management, Civil Aviation University of China, Tianjin
Email: mingtian911@163.com

Received: Sep. 28th, 2020; accepted: Dec. 28th, 2020; published: Feb. 3rd, 2021

Abstract

Based on the analysis of the current teaching reform trend, this paper puts forward the course construction idea of “Procedural Control” based on CDIO concept and mixed online and offline

teaching mode. The course construction process is mainly discussed from two aspects: teaching resources and teaching methods. In terms of teaching resources construction, offline focus on teaching materials and series of resources construction, online full use of teaching platform, and strengthen communication and cooperation with air traffic control positions. In terms of teaching methods and means, this paper expounds how to integrate CDIO concept into the course teaching from the aspects of overall design and concrete implementation.

Keywords

CDIO, Online and Offline, Hybrid, Procedural Control, Course Construction

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《程序管制》课程是交通运输专业管制运行与技术方向的核心课程之一，本课程以培养学生理解和掌握程序管制的管制程序和方法为目的，使学生能够正确应用标准术语和程序，在程序管制环境下掌握标准管制程序，帮助学生综合运用所学知识分析和解决各种现实情况下的航空器进离场问题，并合理配备间隔，在避免飞机冲突的前提下最大程度提高运行效率。显然地，为了使学生通过该门课的学习到达管制岗位的实际工程创新能力，亟待建立、丰富和完善真实程序管制情景模拟项目，除了让学生扎实掌握和运用相关课堂知识解决实际问题之外，还需要增强学生飞行安全责任大于天的职业道德感，以及侧重培养学生的组织协调与沟通、团队合作能力。课程组老师在多年的授课过程中，不断从课程的教学内容与条件，教学方法与手段等方面进行持续课程建设和改革。尽管本课程已获批校级精品课程称号，但课程建设和完善工作没有休止符，课程组老师始终探索新理念新模式在本课程中的应用。通过多次与空管单位领导、一线管制单位的教员、师生等相关人员座谈与调研，并结合自身体会，对课堂教学过程及效果进行深刻分析，还存在以下几个问题：

1.1. 理论内容的讲解与实践能力的培养协同性不足

本课程主要讲述程序管制中涉及到的相关规则和程序，航空器离场、进场以及在航线飞行的一般程序和规则，飞行间隔的配备(包括水平间隔，垂直间隔等)，进程单的填写以及陆空通话等内容，重难点是管制规则程序，间隔的配备，理论内容讲授是按照章节顺序进行的，重难点内容讲完之后没有及时进行操作，学生容易遗忘，等模拟机训练时需要重新讲解。

1.2. 学生自身对课程的重视程度不足

随着科技进步，出现了新的管制设备和技术，雷达管制是目前主导的管制方式，导致很多管制单位只看重雷达管制技能，忽略了程序管制这个基础技能的重要性，这种用人方向的发展趋势促使学生形成了这样一种观念：“程序管制这门课学了也没机会用到，没什么价值”，学生在这种价值导向下没有学习的热情和动力，仅仅以通过考试为目的完成学习。

1.3. 部分内容较抽象，学生较难建立起情景意识

程序管制不同于雷达管制或机场管制，能够从场监雷达或塔台室看到飞机的实时位置，因此学生在

学习过程中需要在大脑中形成一个场景，如飞机之间的相对位置，飞机与导航台之间的位置等，而且有些同学可能很难建立起情景意识。

由上可知，本课程教学目标的有效达成，离不开“以学生为中心”课堂教学理念的深刻践行，利用真实情景模拟项目将相关知识点串接起来，建立明确的复杂程序管制的目标、思路和操作流程。在此基础上，开展面向模块化知识点的的一个或多个情景程序管制过程教学实践，突破传统的按照单知识体系构建的层级式课程结构，从而学生对多知识点融合工程规律的认知得以增强，解决复杂工程问题的能力得以提升[1]，激发了学生的学习兴趣。新时代需要有新作为，在本课程建设探索中，本文积极学习和引入新的教育理念和教学模式，以着力提升课程建设和水平和授课效果，主要有二：

一方面，将 CDIO 教育理念融入《程序管制》课程改革。CDIO 是一种工程教育理念，由麻省理工学院、瑞典皇家工学院等大学创立[2]-[8]。围绕程序管制的真实情景模拟项目，将该理念贯穿了从构思(C)、设计(D)、实施(I)直到运行(O)的整个生命过程，期望学生能够主动学习并实践，同时关注其涉及知识点之间的有机联系。CDIO 理念下，分析不同知识点组合和拓展对真实情景模拟项目的作用和成效，掌握如何协作将它们运用到解决实际程序管制难点和问题，从而训练学生参与、熟练和掌握程序管制环境下的控制流程、沟通协调和团队管理。

另一方面，积极开展《程序管制》的线上线下混合教学模式。疫情的发生促进了线上教学的发展，钉钉等各种在线学习平台为线上教学提供了诸多便利，教师通过录课或直播的方式，运用丰富多样的教学方式方法，旨在促进学生的自主学习。而纯粹线上教学过程，师生之间，学生之间无法面对面交流，缺乏必要的监督、指导和研讨，学生对知识的接收可能似懂非懂，其主动思考的能力培养欠缺等，随着疫情防控形势的好转，线下教学逐步恢复，线上教学和线下教学相互补充，既能保证学生接收知识的广度和深度，又能提供适时的监督和指导，随时掌握学生的学习动态。线上线下混合教学模式成为未来课程建设与授课模式新趋势。

综上所述，本课程对学生理论应用于实践的能力要求很高，与 CDIO 理念中工程实际能力的培养目标是非常契合的，而线上线下混合的教学模式有助于 CDIO 理念的实施。基于此，以本学期线上线下教学为实践基础，融合 CDIO 教育理念和线上线下混合教学模式[9]，有效推动《程序管制》课程建设工作，相信《程序管制》课程建设必将迈上新台阶。

2. 课程改革研究现状

2.1. 教学方法与手段现状分析

正常情况(非疫情期间)是线下授课，教师通过板书，PPT 演示等方式授课，并结合案例教学，问题导向，任务导向等方式，通过跟学生的面对面互动了解知识掌握的薄弱点，有的放矢，及时解决困惑。疫情期间实行线上教学，主要模式为教师录播+腾讯会议答疑。教师布置任务，学生先在超星平台完成相关课程内容的学习，教师在腾讯会议等通信工具强调本堂课的重难点内容，为学生答疑解惑。线下教学或线上教学都在一定程度上促进了学生的学习兴趣，但是作为核心课程，《程序管制》课程现有的教学方法与手段在支撑课程目标的达成上略显不足，需要探索新方法，新理念。

2.2. 教学资源现状分析

在教学实施中，主要教材是采用任成锁老师编著的《程序管制》英文教材，为了保证知识结构的完整性，教学过程中同时参考国际民航组织颁布的空中交通服务程序之空中交通管理(4444 文件)，空中规则(附件 2)，空中交通服务(附件 11)等规章，《空中交通无线电电话用语》，《民用航空空域使用

办法》(编号 CCAR-71TM), 2018 年 5 月 1 日施行的民用航空空中交通管理规则(编号 CCAR-93TM)等国内法规和规章。但由于所用教材是英文版, 存在学生理解偏差的问题, 所以后续的课程建设需要完善教材内容, 更新教学资源。此外, 建立很多知识点和实验项目的动画资源, 包括通用运行规则、垂直间隔理论、放行间隔类、横向(NDB/VOR/地理位置点)间隔类、目视/仪表飞行规则下尾流调配、侧向偏置程序等。

2.3. 课程改革研究现状

国内针对《程序管制》这门课的教学改革, 多集中在模拟机训练环节, 如甘肃空管分局康东祥等建议将典型考核方法应用到模拟机训练中, 云南空管分局尚玉磊从教员的角度对程序管制模拟机训练的教学提出几点建议。在实际教学中, 课程组老师也尝试了较多的教学方式与手段, 但并未及时梳理, 归纳和总结教学成果, 因此针对该课程教学改革的理论研究尚未形成体系。

综上所述, 本文拟在 CDIO 理念的指引下, 结合线上线下混合教学模式, 展开《程序管制》课程的课程建设的探究工作。

3. 基于 CDIO 的课程教学模式改革

为使课程教学目标到达程序管制岗位的技能 and 知识要求, 基于 CDIO 理念, 打造真实情景模拟项目的各模块知识点, 以系统的观念优化将相关知识点串联起来, 对学生进行真实情景模拟项目的构思, 设计, 实施、运行四阶段的锻炼, 培养其主动思考的能力, 并帮助其建立良好的管制意识。

显然地, CDIO 驱动下课程教学内容整合为线下线上教学资源建设提供素材和方向, 线下线上混合教学模式反哺提升 CDIO 的教学效果。

3.1. 真实情景模拟项目构建

项目驱动是 CDIO 的核心。为了突出培养学生的程序管制创新工程能力, 以一线管制单位人才需求为导向, 对课程全部知识点进行梳理, 分析知识点之间的衔接关系, 开展面向模块知识点的真实情景模拟项目教学实践, 如图 1 所示, 主要可以分为空域划分、间隔配备、管制移交、陆空通话四个项目, 涉及空域、航空器、间隔理论、通用运行规则、避让规则、航空器超越规则、交叉滑行规则、进离场流程、管制协调与移交、管制方式等知识点, 多种情况的真实情景模拟项目运行规则差异, 以系统的观念优化将相关知识点串联起来, 给学生呈现出的是具有科学性、应用性、系统性的课程体系。以仪表飞行水平间隔配备理论教学为例, 该任务设计到航空器运行的一般规则和程序, 围绕放行间隔的配备, 先后学习相遇避让、穿越等间隔规定, 然后同时使用航路、航线上的同一测距台测距时间间隔配备, 最后进行交叉飞行的纵向间隔配备。

一方面, 让学生理解和掌握每个知识点的基本概念和原理; 另一方面, 突出教会学生每个知识点在真实项目中的地位和作用, 以及如何运用每个知识点解决工程难题。在此基础上, 开发基于项目驱动的线上线下程序管制课程资源, 突破传统以章节组织教学内容的缺陷, 根据相关知识点的前后衔接关系, 通过一或多个项目涉及若干个知识点组织教学内容。该方式的优势显而易见, 学生获得自主学习的环境, 能够充分地自主学习和个性化学习, 既可查缺补漏, 又能强化巩固知识[10]。

基于 CDIO 模式, 将教与学的思路 and 过程贯穿程序管制生命周期各个环节, 通过 C 和 D 阶段分析不同知识点组合 and 拓展对程序管制真实情景模拟项目的作用 and 成效, 以及 I 和 O 阶段的具体不同情形实操 and 效果评估, 掌握如何协作将它们运用到解决实际管制难点 and 问题, 从而训练学生参与、熟练 and 掌握一线单位实际环境下程序管制的控制流程、沟通协调 and 团队管理(图 1)。

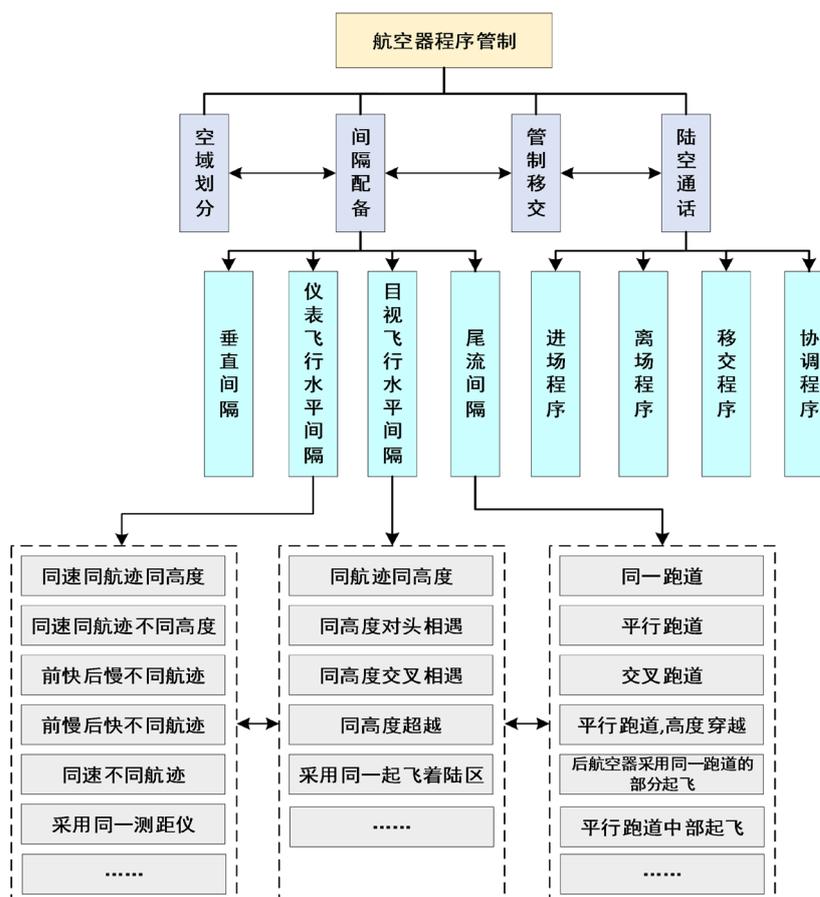


Figure 1. Framework of real scenario simulation project based on knowledge points of modules
图 1. 模块知识点的真实情景模拟项目框架

3.2. 针对真实情景模拟项目的任务特点，细化实施过程设计

以仪表飞行水平间隔配备理论教学为例，以目标任务为导向，将 CDIO 融入项目驱动的《程序管制》课程教学环节，具体实施过程如下图 2 所示，学生通过构思设计实施运行，彻底激发学生学习的主动性。为了保证 CDIO 四个阶段的顺利进行，分成三个阶段。

1) 教师提出任务。教师通过线上在线平台(如：超星)发布飞行间隔配备项目任务书相关资料，设定任务的目标和场景，并提出完成任务必备的技能条件和条件。3~5 名学生为一组，各组推选组长一名，负责任务的内外协调。学生自行组织定期或不定期讨论，完成项目构思，并进一步明确本组项目任务的内容和目标，完成任务的方法，学习相应的软件，做好前期的准备工作。通过本阶段的锻炼，培养学生主动思考，团队协作，交流沟通的能力。

2) 学生完成设计。各小组通过讨论逐步分解飞行间隔配备任务，包括同速同航迹同高度、同速同航迹不同高度、前快后慢不同航迹、前慢后快不同航迹[11]、同速不同航迹等教学项目等，给出每个子任务的详细设计思路，按照任务分解模块，充分发挥学生的主观能动性，各组组长内协调，合理分工，团队协作，完成详细设计报告。学生作为整个过程的主体，通过做学结合完成项目，遇到困惑或困难时，教师可以通过腾讯会议，微信等通信工具，随时引导，给予必要的指导和帮助。

3) 教师点评作品。学生完成设计，演示作品，教师验收考核。教师通过腾讯会议，钉钉，微信等通信手段答疑，提供线上线下教学资源，给予学生适当的帮助和引导，力求实现教学目标。

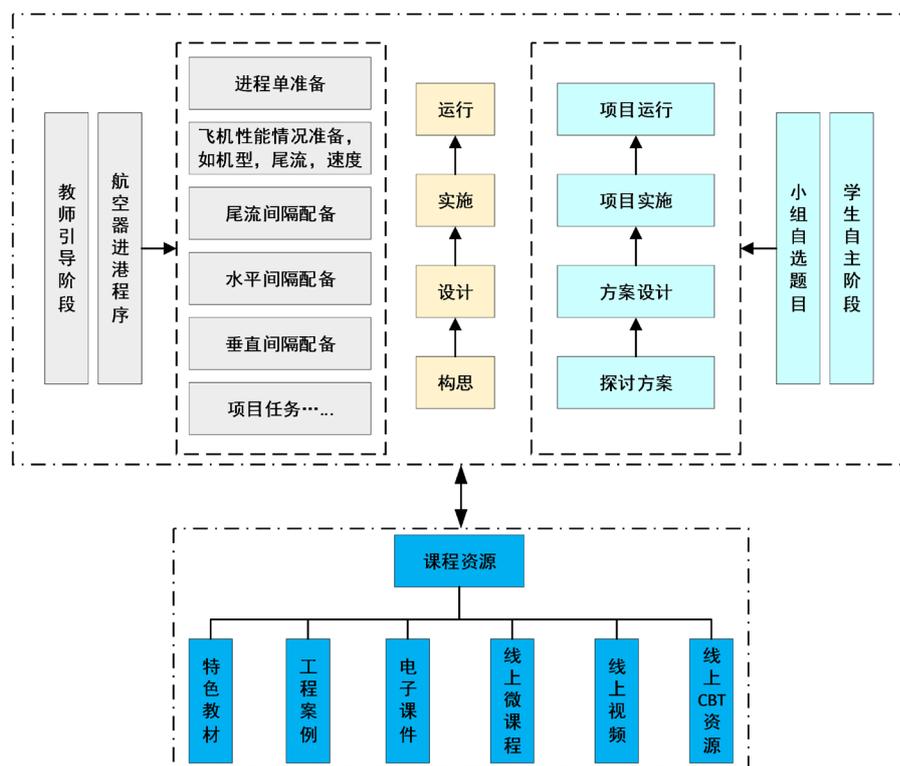


Figure 2. Framework of instructional design based on CDIO concept
图 2. 基于 CDIO 理念的教学设计框架图

4. 完善与 CDIO 匹配的线上线下教学资源建设

亟待打造与 CDIO 理念匹配的教学资源，构建线上线下混合式的教学模式，对学生进行 CDIO 四阶段的锻炼。其中，线下教学资源拟围绕真实情景模拟项目的模块知识点教学，开发完善 PPT、视频和动画演示，从而降低纯理论课程的枯燥乏味，晦涩难懂，给学生一个崭新的呈现，同时学生也能够有效利用线上资源，进行充分的自主学习。线上教学教案和线下传统教案，相互支撑。线上线下两种教学方式的应用需做到有效衔接，上下贯通，首尾呼应。

4.1. 线下强化教材及系列资源建设

围绕面向模块知识点的真实情景模拟项目教学实践，通过对课程知识点进行梳理、归类、分配，将一个项目分解成若干任务，涉及多个知识点及其能力达成教学。在项目驱动下教材和资源建设过程中，将 CDIO 理念贯穿任务的描述、解析、相关知识学习、实施、总结和实训思路，引入选题、设计、验收和评价的教学各环节[12]，以最终实现真实情景模拟项目为目标分步骤、按计划高质量完成这些任务，基于教和学紧密融合构建课程资源知识为项目任务服务。

以进场航空器运行程序为例，如表 1 所示，给出了任务的能力与知识，注意前后知识点之间衔接关系，按照如下思路整理教学内容，编写教材和教案。

任务介绍：给定一个区域的航图和进港航空器的航班信息，应用所学的飞行间隔标准，对航空器进行进场次序排列，管制员正确发布指令，最终完成管制移交。

任务解析：该任务的完成思路为：进场航空器进场排序 - 指挥航空器安全高效地进场 - 管制移交。其中涉及到空域信息，管制移交，飞行间隔配备，陆空通话，进程单填写，等待程序，通用管制规则等

知识点,需要学生具备运用所学的知识完成所有航空器进场的能力,熟知航图,预估到达导航台的时间,对航空器的动态位置做出判断,发布正确的管制指令。各小组在教师的引导下,学生组团对工作任务进行分析(C),并提出针对性的解决方案。

相关知识:空域信息,通用管制规则,飞行间隔配备,陆空通话,进程单填写,等待程序,管制移交等知识点,如果前面内容没有学好,无法完成该部分任务。

任务实施:介绍完成进场航空器运行程序的具体步骤,鼓励学生具体操作知识点(D),对每一操作的上述知识点,如:空域信息,重点介绍知识点的基本概念和运行原理,模拟空域变化对进场总任务完成效果的影响,以及重点关注空域变化这个知识点的上一个知识如何影响其变化,以及它对下一个知识点的作用和影响程度。

任务总结和拓展:由于某个具体任务仅针对某个特定场景的实际操作,主要介绍进场航空器运行的更多复杂场景,组合不同知识点的变化,拓展任务目标和内容,弥补基于项目驱动的教学内容实施步骤无法覆盖全部知识点及其组合(I和O)。此外,主要介绍进场航空器运行的前沿技术、新规章制度和运行标准,进一步提升项目任务和内容的难度和宽度,提升学生的创新能力(I和O)。

Table 1. Ability and knowledge of arrivals operation procedures

表 1. 进场航空器运行程序任务的能力与知识

序号	任务	能力	知识
1	进场代号及飞行路径	进场航空器排序	空域分布图,包括导航台的基本信息,如距离,方位角
2	进程单准备	填写进程单是否规范	进程单的填写规范
3	管制指令发布	熟练掌握指令的中英文规范用语	陆空通话,管制规则与程序
4	飞行间隔配备	利用所学知识,合理配备高度层,航空器无冲突报警	垂直间隔标准,水平间隔标准,尾流间隔标准
5	预计进近时间	正确预估航空器到达导航台的时间,以作出相应的管制指令	空域分布图,飞行间隔标准
6	等待程序	同时进港航空器间隔不符合 4 min 要求时,要及时作出预判,使后进港的航空器做等待程序(HOLD)	等待程序,进近时间计算,陆空通话
7	进近许可	航空器达到进近许可条件,如到达进近高度,可以 ILS 进近,管制员能及时发布进近指令	进近许可条件,陆空通话
8	管制移交	航空器建立航向道,管制员及时发布指令,将航空器移交给塔台,并将塔台信息告知飞行员	管制移交程序,陆空通话

4.2. 线上课程教学资源

4.2.1. 在线学习平台

利用现有的学习平台,如超星-学习通软件(图 3),雨课堂等,向学生提供面向模块知识点的真实情景模拟项目教学资源 and 条件,包括 ppt、视频和动画 Flash、CBT 资源,为学生提供个性化学习内容,安排不同任务,通过团队合作和任务分工,落实到每个子项目和每个人应该完成的任务,调动学生的学习积极性,为课程 CDIO 改革提供平台支撑。例如:飞行高度层的合理配备部分,选择相应的工程实际案例,演示如何配备高度层,避免冲突,节省燃油,保证起飞或降落的时间点符合要求,实践证明,学生往往对直观形象的工程案例表现出较高的兴趣,此时的学习效果最佳。



Figure 3. The course group relies on the online course resources created by the Chaoxing platform
图 3. 课程组依托超星平台打造的线上课程资源

4.2.2. 课程专属公众号

通过建立“程序管制”课程专属公众号，定期向学生定制化推送某个知识点相关的真实情景模拟项目，或者某真实情景模拟项目涉及的多个知识点，并更新最新行业标准，鼓励学生利用碎片时间不断进行自主学习，与教师、同学以及同行业进行交流，从而最终全面理解和熟练掌握程序管制知识点，了解行业发展趋势，也为课程 CDIO 改革提供平台支撑。

5. 基于 CDIO 和线上线下混合教学模式的质量监控与评价体系

围绕程序管制人才的知识、能力培养达成培养目标，基于 CDIO 理念建立项目驱动的多知识点融合教学质量监控与评价体系，通过线上线下混合教学模式的监控，根据不同真实情景模拟项目对不同模块知识点的素质、知识、能力点达成指标要求差异，采用可量化的评分表，将不同学生针对若干知识点或完整项目的完成程度映射到考核评分表中，评价其具体能力指标和达成情况。显然地，线上线下混合教学模式可

Table 2. The matching relationship between knowledge teaching and project ability

表 2. 知识点教学对项目能力达成匹配关系

考核指标/课程		进近程序管制模拟模块知识点			
		进程单填写	飞行间隔配备	...	管制移交
1.素质类	管制意图	■			
	沟通		■		
	...		■		
2.知识类	正确率				■
	熟练程度				■
	...			■	
3.能力类	效率			■	
	安全			■	
	节能			■	
	...			■	
权重		10%	70%	10%	10%

以支撑将 CDIO 融入质量监控与评价是可行的, 可以定量地分析不同知识点的教学环节与项目完成度能力培养之间内在关系。如表 2 所示, 以进近程序管制模拟为例, 包括安全间隔、移交、天气等 10 多个知识点, 当学生完成进近雷达管制模拟项目, 将每个知识点完成情况填入表格, 根据量化指标的权重, 可以定量评判知识点教学对项目能力达成匹配关系, 为逆向反推持续改进和完善考核和教学方法设计打下坚实的基础。

6. 总结

本文首先深刻剖析了目前教学改革趋势, 提出基于 CDIO 理念和线上线下混合教学模式的《程序管制》课程建设新思路。课程建设过程主要从教学资源 and 教学方式方法两个方面论述。在教学资源建设方面, 线下注重教材及系列资源建设, 线上充分利用超星学习通等教学平台, 同时加强与空管岗位的交流协作; 在教学方法 and 手段上, 从总体设计和具体实施两方面阐述了如何将 CDIO 理念融入到课程教学。在课程组的共同努力下, 集思广益, 力争把本课程建设成为教学内容新颖、教学条件丰富, 教学方法灵活、教学手段先进、教学质量一流、教学效果显著的, 符合双语教学校级示范课程标准的, 在国内同类课程中具有领先地位的优质课程。

参考文献

- [1] 钟德明, 金鑫, 杜静, 等. 多学科交叉融合的先进制造新工科工程人才培养模式探索与实践研究[J]. 创新教育研究, 2019, 7(5): 9.
- [2] 倪龙, 姚杨, 姜益强, 等. CDIO 工程教育模式下空调冷源课程教学改革[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(6): 81-84.
- [3] 郭付龙. 基于 CDIO 理念的一体化教学模式在“气压传动”课程教学中应用[J]. 科技与创新, 2020(10): 72-73+76.
- [4] 成娅辉. 基于 CDIO 工程理念的“数据结构”课程教学改革初探[J]. 物联网技术, 2020, 10(5): 115-116.
- [5] 孙宇超, 王艳红, 邢达. 基于“雨课堂”和 CDIO 的飞机机体与系统课程建设初探[J]. 教育教学论坛, 2020(21): 224-225.
- [6] 柳燕子, 向敏. 基于 CDIO 模式的《包装设计》课程实践与探索[J]. 包装工程, 2019(S1): 162-167.
- [7] 任顺. 基于 CDIO-OBE 工程教育模式的 C 语言程序设计课程教学改革研究[J]. 物联网技术, 2020, 10(4): 116-117.
- [8] 陈文辉. 运用 CDIO 的应用型本科课程改革——以《单片机原理及应用》课程为例[J]. 福建师大福清分校学报, 2020(2): 39-43.
- [9] 李丹, 王丽. 基于智慧教育云平台的项目式微课程建设与应用研究——以《C 语言》课程为例[J]. 湖北函授大学学报, 2017, 30(9): 134-135.
- [10] 孟秋. “微”时代下数学教学的双赢探析[J]. 创新创业理论研究与实践, 2018, 1(23): 28-29.
- [11] 孔金凤, 黄龙杨. 空中交通管理基础[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2016.
- [12] 屈微, 于泓, 黄晓璐, 等. 项目驱动的计算机实践课程探索——结合竞赛和 SRTP 的 CDIO-OBE 模式[J]. 教育现代化, 2019(7): 6-9.