

## 基于 CDIO 工程教育理念的《化学导论》课程多样化考核探索

纪秀林\* 郭嘉楠 程西云

汕头大学工学院机械工程系, 广东 汕头 515063

**[摘要]**随着新工科背景下工程教育的不断改革, 高校课程的考核方式也在逐步转型。化学导论课程作为机械设计与自动化专业的基础课程, 亟需打破传统的单一考核模式, 实现更加多元化的课程考评体系。文中基于 CDIO 工程教育理念, 探讨了《化学导论》课程在理论知识与实践能力方面的多元化考核方法, 包括理论考核、个人项目、小组项目以及工艺项目实践等, 旨在全面提升学生的知识应用能力、团队协作能力和工程实践能力。通过实施这一改革方案, 可以有效提高学生的学习积极性和职业素养, 推动机械工程专业基础课程的教育质量提升。

**[关键词]**工程教育; 课程; 考核; CDIO

DOI: 10.33142/fme.v6i1.14958

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

### Exploration on Diversified Assessment of Introduction to Chemistry Course Based on CDIO Engineering Education Concept

Ji Xiulin\*, Guo Jianan, Cheng Xiyun

Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Shantou University, Shantou, Guangdong, 515063, China

**Abstract:** With the continuous reform of engineering education under the background of new engineering disciplines, the assessment methods of university courses are also gradually transforming. As a fundamental course in the field of mechanical design and automation, the Introduction to Chemistry course urgently needs to break the traditional single assessment mode and achieve a more diversified course evaluation system. Based on the CDIO engineering education philosophy, this article explores the diversified assessment methods for theoretical knowledge and practical ability in the course of Introduction to Chemistry, including theoretical assessment, individual projects, group projects, and process project practice, aiming to comprehensively enhance students' knowledge application ability, teamwork ability, and engineering practice ability. By implementing this reform plan, students' learning enthusiasm and professional competence can be effectively improved, and the quality of education for basic courses in mechanical engineering can be promoted.

**Keywords:** engineering education; course; assessment; CDIO

#### 引言

《化学导论》是针对工学院机械设计制造及其自动化专业学生所开设的一门基础性课程, 旨在使学生具备基础化学知识, 并初步了解机械、能源、环境等领域中的化学原理。它在中学化学的基础上, 使学生对化学反应的基本规律以及变化过程中的能量关系和物质组成、结构及其变化规律有一个比较系统、全面、深入的认识, 掌握化学变化的宏观规律, 化学热力学、化学动力学、物理化学等基本知识, 并了解化学对现代科技的贡献和化学与能源、材料、环境保护、生命的联系, 为学习后续课程、新理论、新工艺、新技术和进行气体实验与研究奠定必要的化学基础。同时, 课程力求与机械工程实际的联系, 起到化学与机械工程之间的桥梁作用。本课程在课堂教学和实际案例分析过程中, 促进学生理解工程师的技术职责, 接受工程师的社会责任; 增强自我认识, 了解个人的能力、兴趣、强项与弱点, 讨论个人的能力范围以及在自我改善主要弱点方面的责任; 并在时间和资源的管理方面, 强化任务安排的协调能力和任务的执行力, 进而培养学生的社会责任

感及提高职业素养。

然而, 长期以来, 该课程主要采用传统的讲授模式和单一的考试方式进行考核, 导致学生的学习积极性不高, 实践能力未能得到充分锻炼<sup>[1]</sup>。化学导论课程在大学本科教学过程中秉承了传统教育模式, 其课堂教学也以传统的讲授式为主, 即以教师的主动灌输、学生的被动接受为主。这种教学模式以其目的明确、便于操作等优点得以广泛使用。但是也暴露出来一些不容忽视的弊端, 主要包括: ①侧重知识传授, 能力培养方面则不够突出; ②师生之间、同学之间互动不足, 课堂授课效果不理想; ③学生课堂学习被动, 不能充分激发学生的积极性、主动性等。因此常有教师花费极大精力讲解, 学生仍旧一知半解的情况存在, 很难完全实现教学目标。在这种教学模式下, 学生学习缺乏主动性, 容易产生厌学心理, 导致学生实践能力得不到很好的开发<sup>[2]</sup>。

在教育部积极推动的新工科改革背景下, 高校的工程教育正面临着向创新型人才培养转型的巨大挑战, 尤其是对学生能力的全面评估与提升显得尤为重要。新工科改革

作为中国积极应对新一轮科技革命而采取的战略教育变革,是我国工程教育在新时期发展的新方向,其目的在于培养和造就多元化、创新型的卓越工程科技人才,为我国产业发展和国际竞争提供智力和人才支持<sup>[3]</sup>。新工科专业学生所修基础课程范围更广,而这意味着像《化学导论》(之前为《大学化学》或者《工科化学》)这类基础课程的课时会受到进一步的压缩。在这样的大背景下,如何能够更有效地构建化学基础的课程体系,清楚了解大学化学的多元复杂知识体系,同时引入更多新思想、新理念、新策略实现教学质量提升,是该课程当前所面临的挑战。

此外,高校课程考核不只是检测学生学习成绩的方法,更是学校办学理念及课程建设水平的集中体现。目前,我校《化学导论》课程考核方式主要分为考试和考查两种,考查又分为:试卷、大作业、小论文等形式,最终成绩按照平时和卷面成绩综合评定。考核作为督促学生学习的指挥棒,应当是一种手段,而非目的。传统应试教育的产物是,绝大多数课程的考核仍停留在最后的期末考试一张试卷上,学生突击背复习题应付考试,其弊端越来越为人们所认识。这种考核方式不能完全反映一个人学习的好坏,更不能反映一个人的技能应用水平,对于不认真学习的学生有可能通过不正常的手段而取得较好的成绩,失去考核的公正和真实性,更谈不上创新型、实用型人才的培养,因而课程考核方式改革势在必行。

CDIO (Conceive、Design、Implement、Operate) 教育理念是当前国际上先进的工程教育模式之一<sup>[4]</sup>。它旨在将工程教育与实践相结合,通过培养学生的技术能力和综合素质,使学生能够从学校顺利过渡到工作岗位。CDIO 教育理念特别注重以下四个方面的能力:构思(Conceive): 学生需具备构思技术方案和产品开发的能力。设计(Design): 学生需能够根据要求进行产品设计并解决相关技术问题。实现(Implement): 强调学生的实践动手能力,包括如何将设计转化为现实。运作(Operate): 培养学生的项目管理与运营能力,能够在现实环境中高效运作系统或产品。CDIO 理念不仅关注学生的知识储备,还注重培养他们的工程实践能力、团队协作精神和社会责任感。CDIO (构思、设计、实现、运作) 工程教育理念作为一种创新的教育模式,强调理论与实践的结合,倡导以项目为导向,通过实际操作培养学生的综合能力<sup>[5]</sup>。CDIO 理念为高校课程考核改革提供了理论依据和实践框架。本文旨在基于 CDIO 工程教育理念,依托汕头大学机械工程系,探索如何通过多样化的考核方式,推动《化学导论》课程在知识传授和能力培养方面的双向提升。

### 1 多样化考核内容

改变传统导论类课程单纯以报告为主的课程考核形式,以 CDIO 工程教育理念开展全新课程考核体系设计。CDIO 工程教育模式强调学生的基本个人能力和人际能力,

重点研究产品、过程和系统构建能力以及学科知识如何融入专业考核之中,并以项目设计为导向,强调学习评估方法和学习成果相结合。因此,本课题的重点体现在多样化考核学生的理论知识应用能力。

课程考核改革依据 CDIO 模式培养目标的四个层面的能力。《化学导论》作为机械工程的重要基础课程之一,申请人拟在该门课程中重点培养四个层面能力中的个人与职业能力以及在企业与社会环境下构思——设计——实现——运作能力。其中,个人与职业的技能包括工程推理和问题解决、实验与知识发现、系统思维等;构思——设计——实现——运作能力也是一种解决工程实际问题的实操能力的体现。因此,在考核模式改革设置中,除了基础理论知识的考核,重点增加这两方面能力的培养和考核,最终构建兼有理论知识考核和实践能力考核的多样化导论类课程考核方案。

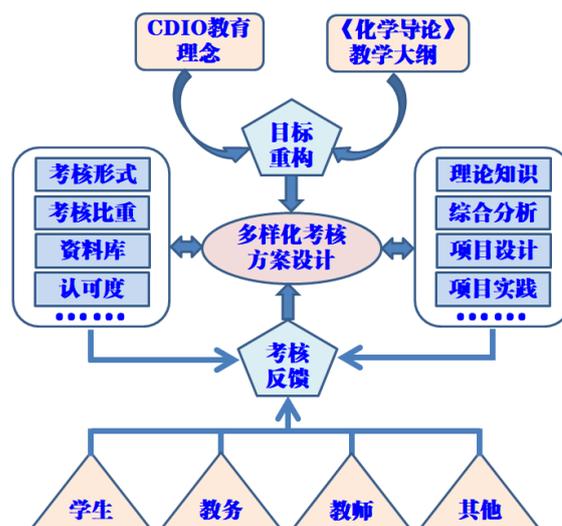


图1 基于 CDIO 教育理念的多元化考核实施方案

#### 1.1 理论知识考核

化学作为一门理论性较强的学科,学生对基础化学知识的掌握情况是课程考核的重要内容之一。因此,必须注重理论知识测试的卷面考核,重在考查学生基础知识掌握的熟练程度,检验学生的理论学习效果。理论知识考试以考核本课程的基本概念、基本原理和方法为主,其主要目的是为了使学生系统地掌握本课程的基础知识和基本理论。通过闭卷考试的方式来考查学生对这些基本内容的掌握程度。在多样化考核体系中,理论知识考核仍然保留,但不再仅限于期末一次闭卷考试,而是通过阶段性测试和课堂小测的形式进行,目的是评估学生在学习不同时期的学习掌握程度。

##### 1.1.1 阶段性测试

阶段性测试主要考核学生对基本概念、原理和方法的理解情况。通过分阶段的小测验,教师可以及时发现学生在学习过程中出现的问题,并进行有针对性的辅导和调整。

这种考核方式不仅能够促使学生在日常学习中保持较高的学习积极性，还能够有效降低学生临时抱佛脚的现象。在阶段性测试中，注重能力测试的综合分析题，重在考查学生对所学知识综合运用的灵活性，检验其对知识的综合应用能力。

### 1.1.2 闭卷考试

作为理论知识考核的重要组成部分，期末闭卷考试依然占据一定的比重。考试内容主要包括化学的基本原理、化学反应过程中的能量变化、物质组成和结构变化的规律等。通过系统化的考试设计，能够保证学生对课程知识的全面理解和掌握。

## 1.2 个人项目设计考核

个人项目设计考核是基于 CDIO 理念下提出的一个新考核形式，旨在通过实践环节考查学生对理论知识的综合运用能力。在化学导论课程教学改革中，个人项目设计被设定为学生从课程的案例库中随机抽取机械工程领域中涉及化学原理的案例，并通过分析与设计，独立完成相关的制造工艺设计任务。

### 1.2.1 个人项目内容

学生根据抽取的案例设计相应的化学工艺流程，并解释工艺实现的理论基础。该过程不仅要求学生具备扎实的理论知识，还需要他们能够运用所学知识解决实际问题。例如，学生可能需要设计一种能够高效节能的化学反应装置，或优化某一化学反应的工艺过程，以满足机械制造中的具体需求。

### 1.2.2 个人项目的考核标准

考核标准包括学生的理论应用能力、分析问题的思维方式、项目的设计创新性及其对实际问题的解决效果。通过个人项目的设计与实施，学生能够更好地将课堂所学的化学理论与实际工程问题结合，增强其解决问题的能力。

## 1.3 小组项目考核

团队协作能力是 CDIO 工程教育理念中的重要培养目标之一。为了考核学生的团队合作能力，小组项目考核被设定为化学导论课程多样化考核中的核心部分。学生被分为 3~5 人的小组，共同完成化学与机械工程相结合的综合项目。

### 1.3.1 小组项目的内容

小组项目通常围绕化学与机械制造过程的交叉领域进行设计，例如设计一种应用于机械设备的环保型润滑剂，或开发一种具有特殊功能的机械零件表面处理工艺。小组成员需通过分工协作，共同完成项目设计、实施与总结报告。

### 1.3.2 小组项目的考核方式

为检验学生的团队协作能力，设计了小组项目进行考核<sup>[6]</sup>。小组项目的设计是以本课程教改中化学导论教学内容为依据，结合机械加工工艺设计的具体项目，针对项目化教学的单元设计内容，在实践过程中由学生分组完成。

要求每个课题的参与学生 3~5 人一组，学生之间可以自由组合。学生在这段时间内可有针对性地查阅有关资料，强化学生的“做中学”的能力，编制工艺流程框架，有目的地去研究所学的授课内容，进而在这过程中学生便能主动消化并掌握课程内容。小组中每个成员分工不同，但是需要小组中所有人合作来共同完成。这样使得学生在项目完成过程中不仅仅只关心自己的工作内容，还需与小组中其他同学共同探讨、团结协作，使项目得以顺利完成，从而培养学生良好的沟通能力和团队协作精神。项目完成后团队需提交的成果资料主要有：化学流程图，工作原理介绍，项目工作总结或课程论文等。小组项目的考核不仅仅关注最终成果，还包括项目的过程管理、团队协作情况及每个成员的个人贡献。考核结果由自评、互评和教师评价相结合得出，确保每位学生在团队中的实际表现得到公正评价。这种考核方式有助于培养学生的沟通能力和团队协作精神，帮助他们更好地适应未来的工作环境。

## 1.4 工艺项目实践考核

工艺项目实践考核是多样化考核体系中实践环节的重点部分。该部分通过真实的工程项目模拟，考察学生的实际动手能力和解决工程问题的能力。工艺项目实践总体评分由导师评定，采用团队成员之间互评、团队间互评及导师评定的考评方式。每个学生的成绩取决于其所在团队的最终成绩和个人在团队工作中的参与程度，参与程度由每个团队成员之间互相打分。团队的最终成绩由团队间互相打分及导师根据团队成员综合表现给分，评分时应综合考虑各团队在制作过程中的表现，主要观察的方面有：成员之间是否分工合作，是否有详细的工作计划，项目总结答辩时的表现等。工艺项目实践总成绩的组成：团队的综合成绩 50%，个人表现成绩 50%。在综合成绩中，工艺项目工作总结或论文 40%，答辩 30%，团队协作度 30%。其中，工作总结或论文的成绩评定分为优 (>90 分)、良 (80~89 分)、中 (70~79 分)、及格 (60~69 分)、不及格 (<60 分) 五档。个人表现主要考核个人在团队工作中的参与程度和个人在口头表达能力、书面表达能力、沟通协作能力、工程创新能力、领导能力等方面的提高程度。课程总成绩的评定。最后，课程总成绩由理论和工艺项目实践两部分组成，其中理论成绩占 60%，工艺项目实践占 40%，由此得出课程总成绩。

### 1.4.1 工艺项目的实施

学生在教师的指导下，选择一个与化学导论课程内容相关的工艺项目，并根据具体要求完成工艺设计、设备选型、实验操作等一系列任务。该环节要求学生独立进行信息搜集、实验设计与数据分析，从而提高他们的实践能力和创新能力。

### 1.4.2 工艺项目的评分标准

工艺项目的评分标准包括团队的整体表现、个人在项

目中的贡献、实验结果的准确性及创新性、项目报告的质量和答辩表现等。通过工艺项目实践考核,学生能够将理论知识与实际操作相结合,培养工程师必备的实践能力和职业素养。

### 1.5 综合考核成绩评定

在多样化考核体系中,课程最终成绩由理论考核和实践考核两部分组成。理论成绩占60%,包括阶段性测试和闭卷考试;实践考核占40%,包括个人项目和小组项目的综合评分。这样既能够全面衡量学生对基础知识的掌握情况,又能够反映他们在实践中的应用能力。因此,通过卷面考核,了解学生对理论知识的理解和掌握程度。个人项目考核是在平时的实践过程中进行。通过个人项目的完成,侧重考察每个学生对大学化学基本原理的掌握情况并作为评分。小组项目考核以团队方式进行,验收方式包括演讲演示、书面总结等多种形式。对个人项目和小组项目考核评分时,从项目完成质量、汇报答辩和学习态度等方面,通过自评、互评、教师评价等方面综合评定。可见,多样化的考核方式,更加注重学生的过程学习和应用能力的培养,克服了“一考定成绩”的传统考试方式的弊端,更加注重学生的素质培养和能力测试。

## 2 多样化考核的实施及效果

基于CDIO工程教育理念的《化学导论》课程多样化考核方案具备较高的可行性。首先,该方案的设计充分考虑了机械工程专业学生的培养目标与实际需求,注重理论与实践的结合,符合新工科教育改革的总体方向。其次,方案中的个人项目、小组项目和工艺项目的考核环节能够有效激发学生的学习兴趣,促使他们主动参与到课程学习中,提高课堂教学效果。此外,学校的硬件设施和实验室资源也为实施该方案提供了坚实的基础。

### 2.1 多样化考核的实施背景

《化学导论》等导论类基础课程是机械设计与自动化专业的必修课,但由于课程的大幅压缩,传统的教学工作在兼顾全面性和突出重点之间很难权衡。同时,从学生的角度看,如果课程考核完全按照闭卷考试,学生难以接受;但如果只是提交课程报告走形式,又很难反映学生的学习差异。在此背景下,教师和学生都有改革该课程考核的动力。汕头大学是广东省高等教育体制改革试验示范校CDIO国际工程教育合作组织成员,教务和系室对CDIO教育理念的深入理解更深刻。同时,汕头大学机电系现为广东省重点学科,已通过中国工程教育认证中心的专业认证,是国家级和省级一流专业建设点,还拥有智能制造教育部重点实验室、汕头轻工装备研究院等广东省重点产业科技创新平台。这为本项目的实施奠定了坚实的组织基础。

本项目适用于CDIO教学理念的考核方式能很好地支撑课程目标,并能用考核结果来反馈教学,让教学不断改进,从而进一步达到课程目标,有一个很好的反馈机制。

具体实施方法包括理论考核和工艺项目实践考核两部分。理论考核重点在理论知识点的掌握方面的考察;工艺项目实践考核涵盖知识运用、信息搜集、团队协作等综合能力考察。项目组内老、中、青任课教师分布均匀,对于各类教学方法驾轻就熟,课程内容与汕头实体经济方向接轨,实施方法已经过校内和企业的小范围讨论。因此,本项目的实施方法稳中求进,能够保证项目内容顺利开展。

### 2.2 多样化考核的教学改革效果

在引入CDIO理念并实施多样化考核改革后,《化学导论》课程的教学效果得到了显著提升。首先,传统的“应试教育”模式中,学生的学习动力往往集中在期末考试阶段,学习过程较为被动。然而,在多样化考核模式下,学生被要求在半个学期中参与多种形式的学习评估,如个人项目、小组项目、阶段性测验和课堂讨论。这种全程化、综合化的考核方式极大地激发了学生的学习积极性,促使他们更加主动地掌握化学理论和相关工程知识,并在实践中加以应用。

其次,多样化的考核方式不仅重视学生的理论知识掌握情况,更加关注实践能力的培养和提升。通过参与个人项目和小组项目,学生们有机会将化学原理应用于机械工程领域的实际问题中。这不仅提高了他们的问题解决能力和系统思维能力,还培养了他们的团队协作和沟通能力。在小组项目的实施过程中,学生们通过讨论、分工合作和共同完成任务,不仅加深了对理论知识的理解,还提高了动手实践的能力。同时,项目设计中要求学生提交化学流程图、工艺设计和项目总结等,这一过程提升了他们的书面表达能力和逻辑思维能力。

此外,多样化考核方式对学生的综合素质和职业能力也有积极的影响。通过参与真实的工程项目,学生得以提前接触到工程实践中的复杂问题,增强了对未来职业环境的适应能力。导师评估和团队互评的评分机制,不仅有助于提高学生的责任感和自我管理的能力,也为他们提供了反馈和改进的机会。这种以过程为导向的考核模式,让学生从单一的成绩评估中解放出来,关注知识的应用和能力的提升,真正体现了CDIO教育理念下人才培养的核心目标。

最终,教师在这一改革过程中也得到了教学能力的提升。由于多样化考核涉及到复杂的项目设计和动态的教学调整,教师在指导学生的过程中需要更加灵活地应用教学方法,激励学生自主学习并提供个性化的反馈。通过与学生共同参与项目实施,教师能够更好地了解学生的学习进度和需求,从而不断改进教学内容和方法,提高了教学质量。整体而言,多样化考核的教学改革不仅达到了课程目标,提升了学生的知识水平和工程实践能力,也推动了教师教学理念的更新,实现了多方共赢的效果。

## 3 结论

基于CDIO工程教育理念的《化学导论》课程多样化

考核方案是一项切实可行的改革措施,它在提升学生理论知识掌握能力的同时,注重对其实践能力和团队协作能力的培养。通过理论考核、个人项目、小组项目和工艺项目实践等多元化考核形式,学生能够更加全面地发展其工程师素质和综合能力。该方案的实施不仅有助于《化学导论》课程的教学质量提升,也为新工科背景下其他基础课程的考核改革提供了有益的参考。

基金项目:广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目(2024670)。

#### [参考文献]

- [1] 张晓报,柴亚玲. 高等教育高质量发展背景下高校课程考核的“放水”现象及其治理[J]. 高等理科教育,2024(2):91-99.
- [2] 郑孝遥,罗永龙,孙丽萍,等,接标. 工程教育认证背景下计算机专业课程考核方式研究[J]. 高教学

刊,2024(10):63-66.

[3] 王超,徐学忠,胡朝斌. 工程教育专业认证背景下“N+1”考核的《机械原理课程设计》教学改革实践[J]. 当代教育实践与教学研究,2020(4):178-179.

[4] 刘洪博,黄志勇,李青云,等. 新工科背景下基于 CDIO 工程教育理念的实践教学探索——以北京理工大学珠海学院化工专业实验为例[J]. 广东化工,2024(51):158-160.

[5] 贾冠伟,彭茂军,何宇轩,等. 基于 OBE-CDIO 教育理念的新型课堂教学探索——以“精密机械设计”课程为例[J]. 教育教学论坛,2022(1):88-91.

[6] 张孟佳,王晓达,蔡国辉,等. 支撑工程教育专业认证的化工原理实验考核内容设计[J]. 化工高等教育,2023(40):111-115.

作者简介:纪秀林,男,博士,教授,机械表界面技术。