

化工专业人才培养中的知行观探析

周永华, 卢红梅, 王 晖, 孔江榕, 王 帅, 钟 宏
(中南大学 化学化工学院, 湖南 长沙 410083)

摘要:“知行合一”观是辩证唯物主义认识论的重要内容。化学工程学来源于长期的生活和生产实践,是在理论和实践的双重作用下建立起来的,其发展历程、教学内容及毕业要求,无不渗透着知行并举的光芒。通过对化工原理课程中“知与行”繁简关系的辨析、与学生人格养成关系的探讨,有助于化工专业的教育工作者运用课程中蕴含的认识论元素,培养优秀人才。

关键词:知行合一;认识论;化学工程;化工原理;人才培养

中图分类号:G641 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-8874(2021)02-0088-05

The Unity of Theory and Practice in the Cultivation of Talents Specializing in Chemical Engineering

ZHOU Yong-hua, LU Hong-mei, WANG Hui, KONG Jiang-rong, WANG Shuai, ZHONG Hong
(Chemistry and Chemical Engineering College, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: “The unity of theory and practice” is a significant part of the dialectical materialism epistemology. Chemical Engineering arises from the long-term life experience and production is established under the dual function of theory and practice, which practices the unity of theory and practice as reflected in the developmental history, teaching content and graduation requirement. It is beneficial for educators to utilize the epistemology theory to cultivate talents, via discriminating the relationship between theory and practice and exploring its effect on students’ moral personality in the course of Principles of Chemical Engineering.

Key words: unity of theory and practice; epistemology theory; chemical engineering; principles of chemical engineering; talents cultivation

一、前言

党的十八大以来,习总书记多次在重要讲话中倡导“知行合一”,强调以马克思主义的立场、观点、方法,结合时代发展要求和客观具体实际,对“知”与“行”的辩证关系进行深刻的理论阐述和实践探索。2014年,习总书记在北京大学师

生座谈会上指出,青年学生一定“要笃实,扎扎实实干事,踏踏实实做人。道不可坐论,德不能空谈。于实处用力,从知行合一上下功夫,核心价值观才能内化为人们的精神追求,外化为人们的自觉行动。”^[1]2016年,习总书记在北京市八一学校考察时又强调,“教育要注重以人为本、因材施教,注重学用相长、知行合一,着力培养学生的创新精神和实践能力”^[2]。从古至今的教育思想

收稿日期:2021-03-17

基金项目:湖南省学位与研究生教育改革项目(2019JGYB025);中南大学教学改革项目“2019年化工原理(一)‘中南金课’建设”;中南大学教学改革项目“2020年化工原理(二)‘中南金课’建设”;中南大学研究生教育教学改革项目(2021JGA006)

作者简介:周永华(1976-)女,山西侯马人,中南大学化学化工学院教授,博士,博士研究生导师,主要从事化学工程与工艺研究。

体系中, 知行观都占有十分重要的地位。这是因为知行观关系着教育的内容、方法以及人才培养的价值取向等诸多问题, 尤其是教育目的如何通过“知”和“行”与对象性世界有机融合的问题。早在先秦时代, 知行观就被诸子百家进行过不同的阐述, 后经多次争论、不断完善, 在中国古代哲学史上占有重要地位^[3]。宋明理学的代表人物朱熹强调“知难行易、知先行后”; 明代王守仁反对“将知行分先后轻重”, 提出了“知行合一”的理论, 认为“知是行之始, 行是知之成”, 只有把“知”和“行”统一起来, 才能寻得真理。1937年, 毛泽东同志在《实践论: 论认识和实践的关系——知和行的关系》中强调, “通过实践而发现真理, 又通过实践而证实真理和发展真理。从感性认识而能动地发展到理性认识, 又从理性认识而能动地指导革命实践, 改造主观世界和客观世界。实践、认识、再实践、再认识, 这种形式, 循环往复以至无穷, 而实践和认识之每一循环的内容, 都比较地进到了高一级的程度。这就是辩证唯物论的全部认识论, 这就是辩证唯物论的知行统一观”^[4]。因此, 顺应新时代的要求, 如何更好地倡导“知行合一”观, 是高等教育人才培养的必然要求。

化学工业是影响国计民生的重要产业, 化学工程学来源于长期的生活和生产实践。从 18 世纪“三酸两碱”等基本化工原料的作坊式生产到 19 世纪中叶各种生产工艺的优化, 特别是随着高等数学、经典物理、普通化学、传热学、流体力学、化学动力学研究的发展, 化学工程学终于在理论和实践的双重作用下建立起来, 并逐渐形成“化工原理”和“化学反应工程”两大分支, 分别涉及物理过程和化学过程。其中, 化工原理在科学体系的建立方面为其他工程学科树立了典范。“动量传递、热量传递、质量传递”反映出包括流体力学、热量传递、分离过程、热质同时传递、热力

过程、粉体过程 6 大类近 30 个单元操作的共同规律 (如图 1 所示), 渗透着知行并举的光芒。因此, “知行合一”的内涵、深远的历史和现实意义, 应当在化工原理课程教学中得到很好的阐述。

二、“知行合一”在化工专业人才培养目标上的体现

2014 年, 根据教育部的要求, 中南大学呈报了《中南大学章程》, 明确了中南大学校训为“知行合一、经世致用”, 并在中南大学报上进行了解读。“知”是认识, 即对于万物事理的思维省察; “行”是实践, 即运用和落实所明白的道理^[5]。大致来说, “知”包括道德意识和科学知识; “行”包括道德行为和专业技能。“知行合一”就是强调认识和实践的统一, 体现为道德意识上的知行合一与科学知识上的知行合一。

从化工专业认证 12 条毕业要求的知行属性 (如表 1 所示) 不难看出, “知行合一”在人才培养中的重要导向。12 条毕业要求中, 属于“知”的层面上的道德意识有: 环境和可持续发展 (毕业要求 7)、职业规范 (毕业要求 8) 及个人与团队 (毕业要求 9); 属于科学知识的有: 工程知识 (毕业要求 1) 及使用现代工具 (毕业要求 5)。属于“行”的层面上的道德行为有: 工程与社会 (毕业要求 6)、沟通 (毕业要求 10); 属于专业技能的有: 问题分析 (毕业要求 2)、设计/开发解决方案 (毕业要求 3)、研究 (毕业要求 4) 及项目管理 (毕业要求 11)。

要强调的是, 我们这里进行的是大致归纳。仔细推敲可以发现, 几乎每一个毕业要求都有“知中有行, 行中有知”。例如, 环境和可持续发展 (毕业要求 7) 就明确对“知”与“行”提出了双重要求, 不仅要求学生能够理解针对化工复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响, 而且能够对其做出评价。职业规范 (毕业要求 8) 不仅要求学生具有人文科学素养、社会责任感, 而且能够在化工工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范, 履行责任。终身学习 (毕业要求 12) 要求学生不仅具有自主学习和终身学习的意识, 而且具有不断学习和适应发展的能力。实际上, 化工专业的核心毕业要求都以“知行合一”为最终目的。

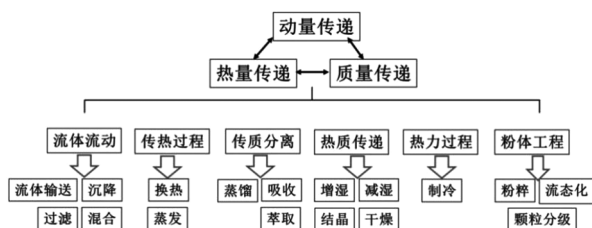


图 1 化学工业中 6 大类近 30 个单元操作

表1 化工专业认证12条毕业要求的知行属性

| | 毕业 要求1 | 毕业 要求2 | 毕业 要求3 | 毕业 要求4 | 毕业 要求5 | 毕业 要求6 | 毕业 要求7 | 毕业 要求8 | 毕业 要求9 | 毕业 要求10 | 毕业 要求11 | 毕业 要求12 |
|-----|-----------|-----------|-------------------|-----------|------------|-----------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| | 工程 知识 | 问题 分析 | 设计/ 开发解 决方案 | 研究 | 使用现 代工具 | 工程 与社会 | 环境 和可持 续发展 | 职业 规范 | 个人 与团队 | 沟通 | 项目 管理 | 终身 学习 |
| 知 | √ | | | | √ | | √ | √ | √ | | | |
| 行 | | √ | √ | √ | | √ | | | | √ | √ | |
| 知与行 | | | | | | | √ | √ | | √ | | √ |

三、“知行合一”在化工原理课程发展历程及章节内容中的体现

化工原理最初也称为“单元操作”。化工原理课程的由来是随着化学工程学科的发展而诞生的,大致可分为三个阶段,即化学工艺发展阶段、单元操作阶段及传递过程发展阶段。前已述及,从18世纪到19世纪末,主要是无机化工和基本有机化工工艺的发展阶段,这个阶段主要是“行”的层面的积累,如图2所示。诸多化工产品的生产工艺的逐渐成熟,使得高等教育中出现了化学工程的课程与专业。20世纪初进入单元操作阶段,“知”的层面快速发展,“单元操作”的研究愈发完善,并形成了较为系统的专著,如图3所示。与此同时,更加苛刻条件下的工艺过程出现,如高

压反应、流态化技术,并出现了新的化学工艺,如石油化工、高分子化工。20世纪中叶进入传递过程的发展阶段,如图4所示,这个阶段的主要特点是理论研究的水平稳步提高,并最终形成了化学工程学科的支柱之一——动量传递、热量传递和质量传递,简称“三传”。由此可以看出,化工原理课程的发展史很好地体现了“行是知之始、知是行之成”。特别是现代工业的发展,出现了诸如生物化学工程、电化学工程及微通道反应工程等新的课题,这将引发新一轮的探索,并最终形成新的理论。除此以外,化工原理课程的每一章中都有相关内容很好地体现着这一思想(如表2所示)。因此,在化工原理课程的教学,讲清学科及课程的历史沿革,贯彻“知行合一”的观点,对于学生解决未来的新型化学工程问题具有重要意义。

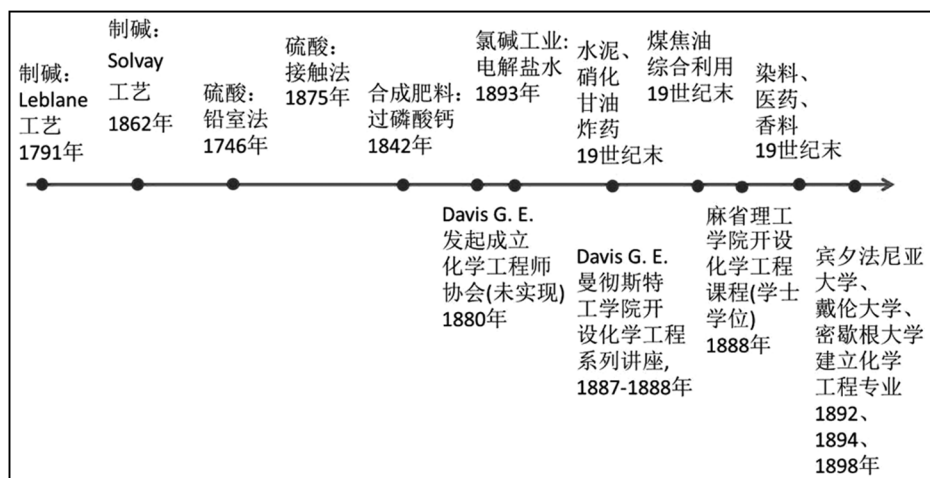


图2 化学工艺发展阶段的重大事件

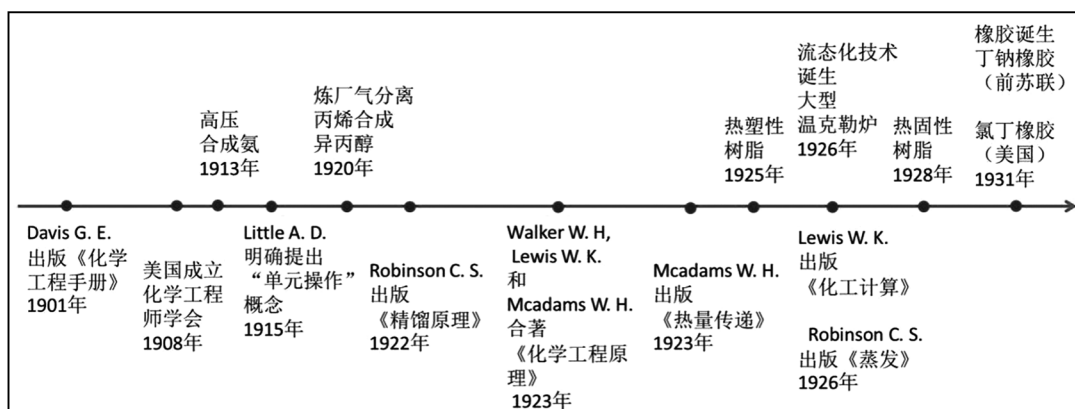


图3 单元操作发展阶段的重大事件

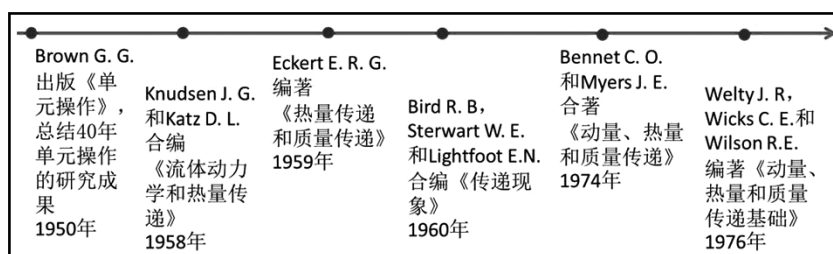


图4 传递过程发展阶段的重大事件

表2 “知行合一”在化工原理课程内容中的体现

| 知 (理论层面的认识) | 行 (化工原理中的实践应用) | 章节 |
|---|--|------------|
| 利用古典流体力学难以对工程实际中的诸如湍流、边界层分离等问题求解, 必须和工程流体力学相结合, 才能解决实际流体力学问题。 | 边界层理论的提出, 将“古典流体力学”与“工程流体力学”统一起来, 是对复杂工程问题的科学简化, 对于流线型结构以及稳定桥梁的设计等起到直接的指导作用。采用时均化的方法, 比较合理地解释了脉动对时均速度的影响, 为解决湍流中的速度分布及阻力计算奠定了基础。 | 流体流动 |
| 质量守恒与能量守恒是马克思主义的自然科学基础。基于质量守恒与能量守恒, 进行节能措施与工程设计。 | 复杂管路的计算和间壁式换热器新旧工况的调节问题, 是综合考虑质量和机械能守恒的典型例子。精馏是最耗能的单元操作, 关于其操作参数如回流比的调节范围及节能效果, 受全塔物料守恒式制约。 | 流体流动、传热、蒸馏 |
| 平衡关系是一切过程进行的终点。传递的方向与速率, 是矛盾的体现, 抓住主要矛盾解决速率问题。 | 水分与湿空气的接触, 所推演的湿球温度和绝热饱和温度, 重点考虑热量与水分传递的方向与平衡态。过滤速率的计算, 实际上重点是受限空间内流体流动阻力的描述和转化。 | 干燥、过滤、萃取 |
| 相似理论是说明自然界和工程中各相似现象、相似原理的学说, 是研究自然现象中个性与共性及内部矛盾与外部条件之间关系的理论。 | 在结构模型试验研究中, 由模型试验结果推算原型结构的相应结果。离心泵中流体的流动过程十分复杂, 难以依靠理论方程进行描述和计算, 一般采用实验方法进行研究, 需相似理论指导实验并应用于离心泵的设计和性能换算。 | 流体输送机械 |
| 数学的平均值问题主要涉及两个数的平均值究竟想表达什么? 是如何平均的? | “单层圆筒壁的平均面积”“间壁式换热的平均温差”“稳定分子扩散的平均分压”及“吸收塔填料层高度的平均推动力”, 对数平均问题相比于算术平均, 更能够表达高值与低值之间的悬殊程度。 | 传热、吸收 |

四、化工原理教学中“知行合一”与“繁简关系”的辨析

从技术层面上讲,化工原理中的“知”是理论基础,“行”是工业实际。尽管二者的先后和轻重很难界定清楚,但繁简程度是有区别的,此处可以加以辨析,以增强学生的体会。

化工原理中的“行”是复杂的,体现为所处理物系的复杂、所研究过程的复杂以及研究方法的复杂。首先,与自然科学研究相比,化工原理针对的混合物体系,包括固固、液液、气气、汽液、气液等。其次,化工原理分为近30个单元操作,每个单元操作的工作原理都差别很大。第三,与自然科学如化学学科相比,化工原理不仅要解决热力学、动力学问题,还要解决每一类设备的设计、选择和操作问题。

化工原理中的“知”则是简化的、简明的与简捷的。首先,在化工原理中,简就是合理的简化。可以说,每一章都有简化的体现。比如,重力沉降中,沉降终端速度用99%代替100%,使问题得到简化。过滤基本方程的推导中,为了解决滤饼压降的问题,将滤饼的细小颗粒间隙内的流动,按照直管中的层流来处理。精馏塔的工作原理中,将冷凝器部分冷凝蒸汽、加热器部分汽化液体,整合成一块塔板的功能。其次,在化工原理中,简就是简明的表达。简明体现为参数的分类。例如,因次分析关联式起到“由此及彼、以小见大”的作用,涵盖了千差万别的物料和设备。再如,对流传热系数的参数有7个,经过量纲分析,得到了4个准数的关联式,每个准数显示出明确的物理含义,摒弃了研究对象外在差别造成的干扰。第三,在化工原理中,简就是简捷的计算。例如,莫迪图(Moody Chart)的诞生,就是为了方便管道工及管道设计者快速确定流体流经各种材质管子的流体阻力,避免复杂的公式选择和运算。又比如,干燥过程的H-I图可以快捷查找湿空气性质。

化工原理中“知与行”的繁简关系,体现了辩证唯物主义认识论的本质,即透过现象看本质。由繁入简才能把握事情的本质。只有当学生在课程学习中真切体会到了这一点,才能真正培养起该思维方式,并主动加以运用。

五、化工原理教学中“知行合一”与“学生人格养成”的关系

前已述及,“知”包括道德意识和科学知识,但实际上,不应限于这两方面,还涉及到人格特征。人格是个人在社会生活中呈现的整体状况与方式,是人的心理与行为特质的总和^[6]。健全的人格是每个人的立身之本,也是社会主义核心价值观培养的应有之义。

课程学习是学生认识世界、理解世界的重要途径,是人格养成的重要载体。课程学习中如何贯彻正确的认识论,对于人格养成意义重大。化工原理课程中蕴含的认识论元素,对于化工专业学生在以下几方面的人格养成具有直接的影响。

1. 简单纯粹的生命底色。老子在《道德经》中说过,“万物之始,大道至简,衍化至繁”。宇宙的表象是复杂的,而本质却是简单的。对于工程学科的学生而言,做一个简单纯粹的人,显得尤其重要。因为我们面对的是化学工业中及相关工业中涉及到不同流程、不同设备的纷繁复杂的工程实际。从前文关于化工原理课程中繁简关系的论述中,我们可以看出,对于工程问题,不论多么复杂的研究对象,最后都能够通过若干简化的假设,落脚到一个简单的表述和一个简捷的计算。自然科学与人文科学是相通的,对于从事工程学科的教师和学生来说,自然会映射到我们对工作和对生命的态度上。浸润日久,就将内化为人格素养,伴随一生。

2. 孜孜以求的精神传承。热量传递是化工原理中的重要章节,延续了两个多世纪的热量传递研究,就是“知”与“行”相互促进的历程。冷暖寒热的现象人们早已熟知,但什么是温度?热量如何传递?这些问题一直困扰着18世纪之前的人们。直到1701年,牛顿提出了“牛顿冷却定律”,才些许开创了“热量传递”定量表达的先河。但“牛顿冷却定律”只是在实验的基础上提出了一种数学表达。实际上,“牛顿冷却定律”停留于知的层面,其比例系数(称为热传递系数)的求取仍难度重重。之后,又经历了214年的找寻,特别是德国人努塞尔对影响对流传热系数的重要因素进行因次分析,在1909、1915年先后发表两篇论文,在“传热的基本定律”一文中导出了

(下转第99页)