

一种室温转化 CO₂ 实验在本科教研中的实践思考

康晓民¹ 李月昊¹ 聂宇涵²

(1. 南华大学机械工程学院能源与动力系, 湖南 衡阳 421001;

2. 南华大学国际学院, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 科技强国战略下, 青年科技人才已逐步成为国之栋梁, 而大学生作为科研型人才的后续储备力量, 我们应加以重视, 在本科期间培养他们对科研的兴趣。此外, 在双碳政策及能源危机背景下, 全球人类对环境保护的意识不断提高, 节能减排已经不能满足人类日常活动的碳排放需求了, 如何有效减少二氧化碳(CO₂)并转化成为具有附加值的化学品成为当下一大热点。据此, 我们设计了一种工业级 CO₂ 转化装置, 针对电厂煤炭发电的尾气处理及转化。将教学 and 实际相结合, 从科研的角度分析实际问题, 寓教于学, 充分调动了学生的主观能动性和积极性, 直观地表明教研结合的优势所在。

关键词: 科技强国; 双碳政策; CO₂ 转化; 教研结合

联合国于 1992 年专门制订《联合国气候变化框架公约》, 截止 2004 年已有 189 个国家正式批准了上述公约。我国也于 2020 年正式提出“力争于 2030 年前二氧化碳排放达到峰值, 努力争取 2060 年前实现碳中和”。而我国虽然幅员辽阔, 资源丰富, 但是由于东西部资源分配不均, 80% 人口集中在东部, 长期的西气东输, 西电东送, 中途传输带来的损耗也巨大。如何降低大气中 CO₂ 浓度成为工业革命以来的历史遗留问题, 减少温室气体的排放迫在眉睫。当下处理 CO₂ 的方法有很多, 比如提高能源利用效率, 调整能源结构, 发展可再生能源及电催化还原法等。

为了达成目标, 研究如何将 CO₂ 转化为具有高附加值的新能源是我们迫在眉睫需要解决的问题。结合《新能源发电技术》这门课, 如何缓解温室气体 CO₂ 的大量排放作为当下研究热点, 计划以此为契机开展相关科研实践与本科教学结合, 思维导图如图 1 所示。

一、CO₂ 还原装置的设计及实验的教研设计

针对国内电厂等大型企业产生的 CO₂, 带领学生设计了一种能源装备, 其应当具备如下创新点: 1) 网格状多孔电极; 2) 进气提纯模块; 3) 超大的阴极室; 4) 阴极室产物分离模块; 5) 阳极室氧气收集提纯模块。总体反应条件简单, 仅仅只要室温室压即可, 并且其催化剂种类广泛, 结构可控, 反应过程可控, 相较于光催化转化效率更高反应条件更简单。使用该装置处理 CO₂ 不仅可以消耗尾气中产生的过量 CO₂, 同时能够缓解化石燃料日益减少的危机, 并能减缓环境恶化, 从而实现 CO₂ 再利用及能源的可持续发展。

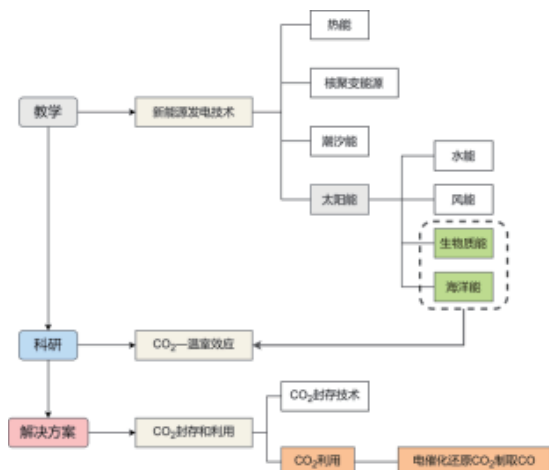


图 1. 思维导图

当工厂排放尾气进入装置时, 首先到达进气处理单元, 通过杂质腔的石棉网, 活性炭等吸附、过滤掉尾气中的颗粒物; 随后, 进入净化装置排除一些硫氧化物和氮氧化物; 通过进气管进入阴极室, 在内部充分溶于电解液中; 随后在电催化剂的作用下, 通过外部电源施加电压被还原成气相和液相产物; 气相产物走排气管进入气相产物分离室, 此时具有附加值的一些气相产物在此处和 CO₂ 进行分离, CO₂ 继续从尾气回流装置进入阴极室循环; 此外, 液相产物则通过分离室, 将其中所含有的甲酸甲醇乙醇等具有高附加值的液相产物分离出去, 电解液则可以继续循环使用。通过 7 定期更换阴极电解液, 然后将废弃的电解液妥善处理。杂质腔的滤网也应定期更换, 防止堵塞灰尘。阳极室产生的氧气可以收集提纯后用于诸多场合, 如实验室、工厂等。图 2b 为我们设计的三维模型示意图。

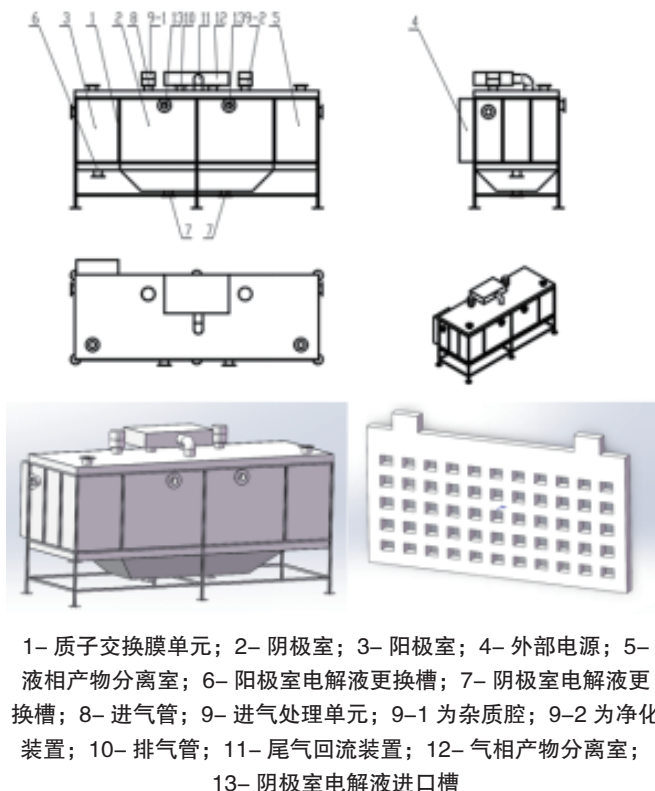


图 2.CO₂ 尾气处理装置三视图及三维模型; 阴极框架结构三维模型

通过本次课程设计,引导学生针对目前当下大环境趋势,提出一些可能的用于解决电催化还原 CO_2 的措施,逐步从结构设计,材料选取,材料制备,一步步探究验证设想的方案的可行性,大大培养了他们动手能力、逻辑思维能力,查阅文献资料的能力,自我质疑的能力以及质疑后并解决问题的能力。这些能力都会在今后大大帮助他们接触社会,了解科研为何物,并以一定的成就感激励他们发奋前行,遇到再困难再艰险的难题,也会第一时间想到查阅资料,而非坐以待毙。

二、 CO_2 还原装置的设计及实验在教研过程中的实践总结

(一) 国外的变革

大学生作为科研青春力量的后背储蓄人才,无疑是一座巨大的隐形宝库,我们不应该忽视他们的潜在价值,而应牢牢把握,在大学的萌芽阶段就培育其科研信心。这亦是美国科学教育发展迅速崛起的一大原因所在,在20世纪美国就已经将传统的中高等教育中的书本教学模式(“授课-听课-考试”),转变为以实验为主的教学模式,他们从实物研究,到自然研究、野外考察、实验室工作,试验和实验数据成为一个重要的知识源泉,挑战了以教科书和教师为真理权威的传统。自那时起,所有的美国高中均采用学生做实验的方式来学习物理,并进而颠覆了传统的美国教学顺序:所有的课程均建立在实验基础之上进行教学。后来,由美国大学牵头带动中小学教育相衔接,并凭借学生的物理成绩、植物学成绩等来作为部分高校的入学资格,这不仅引发了孩子从小对自然科学的好奇,而非是传统的接受书本知识的灌输。

作为科学教育的发源地,英国早在1989年就正式提出《国家科学教育课程标准》,并于此后多次修订,2000年出版新版本。英国教师的教学必须要有针对性,依据个性化、灵活性为原则,针对不同社会文化背景和个性差异,并在一定程度上,降低对学生成绩评价的要求。早在17世纪,英国中学教育就出现了自然科学的思想,而在18-19世纪,政府就鼓励科学教育课程的开设。长达几个世纪的科学教育使得英国的学生在小时候便拥有不俗的科学视野,并具备学习新知识、对问题思辨的能力。

(二) 科教正确的价值观导向

培养大学生们的科研兴趣,不仅帮助他们养成科研的好习惯,亦是一种对他们的文化价值的教育。科学教育观念包含一种社会文化—技术理性的双重职能观。全国教育协会曾不止一次提出这样一个问题:“科学教育的目的是培育一个更善良的公民,还是仅仅培育一个高效地赚钱机器。”我认为科学的本质就是为了方便人民的生活,规范人类的行为,使得人人收到公平公正的对待。而生活则是一个观察、总结、归纳、行动的过程。科学是人们用来观察探索发展世界的手段,科学的功能是发现宇宙的真实属性,目的则是为了消除真理中的人差方程和人类因素。总而言之,科学教育能帮助公正社会的产生,归根结底就是因为科学教育促进了正义文化的产生,构建人类和谐社会。

教育、科技、人才的关系,此三者三位一体,与“科教兴国战略、人才强国战略创新驱动发展战略”三者一一对应、有机统合,准确把握教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动的相互关系,全面认清教育优先发展重在夯实人力资源深度开发基础、科技自立自强重在坚持独立自主持续开拓创新、人才引领驱动重在巩固发展优势赢得竞争主动。

(三) 大学教育模式需变革

当下有不少中小学的学者认为教研不能脱离课堂范畴,要基于课堂,基于教学,我认为这是大错特错。教研不应以授课为基

础,更不应只局限于课堂范畴,教师在学生成长之路的作用只应是适时促进学生的思想火花迸发,而非纠正其思维的方向。发散的思维才是进步的来源。天马行空的想象,敢于提问,勇于质疑,大胆尝试,这才是一个合格的创新型人才所具备的科研精神,倘若从最初就只能基于课本,不跳出现有知识的框架,何来19-20世纪的思维碰撞,哪会出现工业革命。任何一次对世界产生大冲击的改变均不是老老实实稳扎稳打的课本里出现的,都是“疯子”们把自己世界的幻想搬到现实中的写照。因此,让学生从自己的角度发现问题,提出问题,解决问题,这是让他们在国内现有教育体系下,脱离中小学课本教育后,第一次大胆的却又合理的,并且非常有必要的尝试。

此外,在这一过程中,还需要教师承担一定的作用。教师理解的课程转化为学生经验的课程取决于课程的运作。很多时候,往往会出现这样一个情况,教师在台上自顾自地讲,台下学生自顾自地玩儿,主打一个各干各的。这是大学生本科教育的普遍情况,单一的书本授课早已不能满足学生在接受中小学压迫式教育十二载后对大学生活的向往了。唯有变革,深化动手动脑的地方,减少书面授课形式的课程占比才是唯一路径。教师对于课本的理解,通常是不可能到达学生脑子里的,通过观察当下大学生上课现状,一个班级中最多也就第一排的学生会和老师上课互动,第二排的学生偶尔互动,第三排往后,基本均是以刷手机为主。因此,与其改变学生的上课观念,不如调动他们积极性,改变授课形式,从传统的讲解PPT,变换成为实验形式为主的教学课,从实际案例讲解课本中出现的知识,让学生更有课堂参与感,让优秀者更为优秀,而非统一拔苗助长。人才从来都不是使用模板复印出来的。

(四) 本项目在教研结合中的体现

本次项目的课题选择在基于《新能源与发电技术》的基础上,部分感兴趣的学生自己提出“温室效应的解决手段”这样一种环保角度的科学问题,在老师的指导下,查阅文献资料参考并设计出一种新型装置用于工业级大型 CO_2 排放设施的尾气处理装置,并从电化学角度选择催化剂的种类,进行性能评估,经实验室级验证研究判断该装置在工业级尾气处理中的可行性。

通过本次课程实践,笔者发现在实验室中的教学环节效果远胜于教室里讲解PPT,学生的互动有明显的提升,课堂活跃程度大幅提升,学生们也会为了各自的好奇心,课堂任务等等目的,或多或少参与一部分课堂教学环节,总体听课效果远高于课堂教学。此外,上课环节认真听讲的学生也较过去有所提升。部分学生能通过自己的思考对当下存在的一些问题提出自己的见解,或者对一些结构提出自己的理解。并有一些学生能够更早一步参与模型搭建,图纸设计,方案改良,最后参与一些创新比赛。这也调动了他们对大学生活的积极性,有助于他们培养健康的心理,积极的生活态度,面对困难问题主动积极思考,迎难而上,不畏艰苦的学习精神。因此,大学生教育实施实验(实践)至上是非常切实可行的,值得推崇。

参考文献:

- [1] 高玲,曹春平.论美国科学教育的发展及其逻辑[J].教育科学,2023,39(03):15-22.
- [2] 蒲厚金,李鸣.支撑高质量课堂的主题教研范式建构与实践[J].教育科学论坛,2023(28):65-69.

基金项目:南华大学2024年网络教育资源建设项目—一般项目-2024-13《能动专业〈新能源与发电技术〉网络资源建设》