

航空航天背景下的化工原理课堂教学

高龙成

(北京航空航天大学 化学学院 北京 100191)

摘要 通过对化工原理课堂教学内容与方法的改革与优化,融入航空航天特色,提升学生的专业兴趣,让学生充分了解化学工业在航空航天领域的应用前景,培养学生扎实的专业基础知识,以适应社会发展和航空航天技术进步的需要,更好地为航空航天事业服务。

关键词 化工原理 航空航天 教学方法

中图分类号 G642.0

文献标志码 A

文章编号 1674-9324(2017)49-0223-02

一、引言

化工原理是化工、环境、生物、材料等专业的必修课程,是从基础课向专业课的“过渡桥梁”。化工原理中概念多、公式烦琐、设备多样和实践性强,使得大部分学生在学习过程中感觉内容枯燥、晦涩难懂。同时,在航空航天行业的大背景下,如果学生体会不到化学工程在航空航天领域的重要性,就会难以培养学生的兴趣,激发学生学习的积极性。因此,增强化工原理课堂教学的生动性,培养学生学习的兴趣,尤其是在教学过程中引入航空航天领域的案例,无疑可以增强教师和学生的交流与互动,教学由学生被动“受灌输”到教师主动“释疑”,不仅可以调节课堂氛围,寓教于乐,还可以加深学生对原理的深刻理解,达到学以致用目的。

二、从飞机的设计体会流体流动的重要性

流体流动是化工原理中非常重要的一个章节,在化学工业里面应用非常广泛,而在航空航天领域方面也是非常常见的。在这一章中,流体的机械能衡算式是贯穿整个章节的主线,从而衍生出很多重要的公式和应用。

其中一个非常典型的知识点是皮托管(Pitot tube),航空界称之为“空速管”。一般安装在机身对气流影响较少的区域,如机头正前方、垂尾或翼尖的前方。通过测量气流滞止压力与气流静压差来计算速度,是飞机上极其重要的元件,测速的准确性和可靠性直接决定了飞行的安全性。1996年2月6日,土耳其伯根航空301号航的757大型客机于多米尼加共和国首都圣多明哥起飞后5分钟,飞机“失速”坠海,机上189人无一生还。后来调查得出空难是由于飞机驾驶

舱下方的空速管被堵塞引起的。^[1]

为什么因为一个小小的空速管会引起如此大的事故?根据伯努利方程进行推导,得出飞行速度:

$$u=C\sqrt{\frac{2R(\rho'-\rho)g}{\rho}}$$

其中R是冲压头和静压头之差, ρ' 是指示液密度, ρ 是空气密度,C是系数。从公式中可以看出,如果空速管堵塞,使得R值不能真正反映冲压头和静压头之差,得出的速度值与实际速度产生很大的偏差,导致机组人员采取了错误操作,从而引起飞机失速。

结合实际案例,引导学生运用流体的伯努利方程,结合空速管的结构特点,分析和讨论空速管静压管和总压管的流动特点,使学生理解并掌握伯努利方程的应用及空速管的测速方法。

三、由宇航服理解传热机理及应用

人类进入外层空间,特别是进行舱外活动,宇航服必不可少的,它被称为太空生命的“保护神”。宇航服造价超过了所有的奢侈品牌服装,是纺织工业和服装工业高科技、高技术的象征。1983年4月,美国宇航员在出舱活动时所穿的“脐带式宇航服”,造价210万美元;俄罗斯“和平”号空间站宇航员的宇航服造价300万美元;而美国宇航员不拴绳索在太空行走时所穿的背包式宇航服更是造价高达750万美元。宇航服除了防止太阳辐射和宇宙射线的侵害,保护生命,通风换气,提供氧气,防止外物撞击等功能外,御寒防热是其中另一至关重要的功能。以月亮来说,面对太阳时,温度高达120摄氏度,背对太阳时温度低至零下140摄氏度。^[2]在宇航服的设计过程中要综合考虑各方面的因素。

收稿日期 2017-09-01

基金项目 中央高校教育教学改革专项基金(ZG211J1712)

作者简介 高龙成(1981-)男(汉族),山东莱芜人,博士,副教授,研究方向:仿生功能性高分子材料的制备及性质。

单就御寒防热功能来说,根据单层平壁稳定热传导的傅里叶定律:

$$q = \lambda \frac{t_1 - t_2}{\delta}$$

在热流密度、温度差保持恒定的情况下,宇航服的厚度 δ 与采用材料的热传导率 λ 成正比,也就是说,选用的材料热导率越低,宇航服的厚度也越低。因此,在设计宇航服的过程中,尽可能的选用低热导率的材料,减轻宇航服的重量,提高宇航服的舒适性。将行业里的最高科学技术与课堂教学结合起来,能够激发学生的学习兴趣,理解知识点的现实意义。

四、由“地沟油”变身航空燃油的案例理解精馏操作及意义

我国餐饮业发达,有大量废弃油脂资源,大家对“地沟油”回流餐桌深恶痛绝。然而,“地沟油”向航空燃油的华丽转身,是学生们非常感兴趣的话题。与石化柴油相比,“地沟油”作为航空燃油具有含硫量低、低污染、闪点高以及十六烷值高燃烧性能好等优点。如何将“臭名昭著”的“地沟油”转变为航天燃油,这里面究竟包含了怎样的化工过程?实际上,从“地沟油”向航空油的转变道路不是一马平川的,需要很多的“单元操作”。而蒸馏操作在整个环节中起着非常关键的作用。^[3]

收集到的地沟油经过初步处理,得到较为清澈的油脂,但杂质、异味没有去除,需要加入甘油发生酯化反应,得到比较纯净的甘油酯,方便进行提炼,得到较为纯净的甘油酯。之后在催化剂的作用下,加入甲醇进行酯交换反应变为甲酯,降低产物的沸点。最后采用蒸馏法得到合格的生物柴油。需要指出的是,生物柴油还不能作为航空燃油。从生物柴油变为航空燃油,还需要进行催化加氢、裂化处理,以便得到不含氧的、以碳氢成分为主的航空生物燃料。

从这个案例中可以看出,蒸馏过程能够实现提纯产品,满足更高的要求,提升附加值,变废为宝的作用。

五、从火星深空探测认识气体吸收

低成本火星登陆需要利用火星上的资源,以降低飞船的负载。火星上大气95%的是 CO_2 ,通过Sabatier反应将 CO_2 转变成 CH_4 作为火箭推进剂。而对于 CO_2 的捕

捉,不需要通过加压泵来实现,利用吸附剂床就可以实现。利用活性炭、或者沸石,在夜晚的低温下(-90摄氏度),可以吸收自身重量20%的 CO_2 ,到达白天后,把吸附剂加热到10摄氏度左右,即可溢出 CO_2 。用这种方法可以得到纯净的、压强很高的 CO_2 气体。^[4]

通过对这个案例的讲解,让学生了解吸收的重要性,以及温度对吸收过程的影响。同时,可以引导学生了解固体吸附剂的特点。

六、由空间站水循环系统认识膜分离

为了能够更长时间的在太空驻留,就必须解决饮水的问题。在水循环系统出现之前,空间站需要定期运送饮用水,费用高昂(大概12万元/公斤)。2008年底,国际空间站安装水循环系统并进行测试,将尿液加工成清洁饮用水。这套价值2.5亿美元的水循环系统是太空探索中的一个重要里程碑。在此方面,我国航天科学工作者也开始这方面的研究,取得了卓越成效的进展,为下一步的空间站建设奠定了坚实的基础。

水循环系统的关键部件是具有长寿命的聚合物膜材料。膜材料需要解决防腐蚀问题、延缓尿沉淀物、膜的污染、堵塞速度、能耗控制等问题。这些问题正是膜分离方面所面临的主要问题,通过这个案例的介绍和讲解,使学生对空间站的建设情况有刚性的认识,了解膜分离在航空航天领域的实际应用。

总之,航空航天是一个国家工业综合水平的集中体现,其中蕴含着化学工业的方方面面。在课堂上结合航空航天领域的案例,可以提升学生的兴趣,认识到化工基础在航空航天领域的重要地位,活跃课堂气氛,引导学生树立服务航空航天的信念。

参考文献:

- [1]伯根航空301号班机空难,百度百科.
- [2]曾斌平.太空生命的“保护神”——宇航服[J].世界知识,1995,(23):27.
- [3]贾怀东.“地沟油”变身航空油的困境与出路[J].中国军转民,2014,(03):17-19.
- [4]罗伯特·祖布林,理查德·瓦格纳.赶往火星:红色星球定居计划[M].科学出版社,2012.
- [5]杨松林,丁平,赵成坚,吴志强,周抗寒,董文平.中国空间站水回收系统关键技术分析[J].航天医学与医学工程,2013,26(3):221-226.

Teaching of Chemical Principles in Aerospace Background

GAO Long-cheng

(School of Chemistry, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Abstract: Based on the principles of chemical engineering teaching content and method reform and optimization, into the air and space characteristics, to improve the professional knowledge and interest of the students, let the students fully understand the chemical industrial application prospect in the field of aerospace, trains the student to solid professional knowledge, in order to meet the need of social development and the progress of aerospace technology, better services for aerospace cause.

Key words: chemical principles; Aerospace; the teaching method