

课程思政背景下《大学物理》教学案例设计与实施

——以“火箭飞行原理”为例

韩佳佳, 张 辉, 麻晓敏, 张连庆, 王保明

陆军炮兵防空兵学院基础部, 安徽 合肥
Email: hjaza@mail.ustc.edu.cn

收稿日期: 2021年4月17日; 录用日期: 2021年5月13日; 发布日期: 2021年5月20日

摘 要

以火箭飞行原理为例, 对课程思政背景下大学物理的课程教学进行案例研究。采用启发式教学方法, 由观察现象入手, 基于我国2020年发射的长征五号B运载火箭, 逐步深入探究火箭飞行过程中的运动特点, 提高学生解决工程实际问题的能力, 通过展现我国在火箭发射领域取得的成就与存在的不足, 弘扬科学家精神, 增强学生的民族自信心、自豪感、责任感和时代使命感, 实现知识传授和价值引领的有机融合。

关键词

火箭飞行原理, 动量定理, 动量守恒定律, 课程思政

Design and Implementation of the Teaching Case of College Physics under the Background of Curriculum Ideological and Political Education

—Illustrated by the Case of “Rocket Flight Principle”

Jiajia Han, Hui Zhang, Xiaomin Ma, Lianqing Zhang, Baoming Wang

PLA Army Academy of Artillery and Air Defense, Hefei Anhui
Email: hjaza@mail.ustc.edu.cn

Received: Apr. 17th, 2021; accepted: May 13th, 2021; published: May 20th, 2021

Abstract

Taking the principle of rocket flight as an example, this paper makes a case study of College Physics teaching under the background of Curriculum Ideological and Political Education. Based on the long march 5B launched in 2020, the heuristic teaching method is adopted to gradually explore the movement characteristics of the rocket flight process, improve the students' ability to solve practical engineering problems, carry forward the spirit of scientists and enhance the students' national self-confidence by showing the achievements and shortcomings in the field of rocket launch Sense of pride, sense of responsibility and sense of mission of the times, realize the organic integration of knowledge imparting and value leading.

Keywords

Principle of Rocket Flight, Theorem of Momentum, Law of Conservation of Momentum, Curriculum Ideological and Political Education

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

课程思政,是将思想政治教育元素,包括思想政治教育的理论知识、价值理念以及精神追求等元素融入到各门课程中去,潜移默化地对学生的思想意识、行为举止产生影响[1]。在2016年12月7日至8日召开的全国高校思想政治工作会议上,习近平总书记明确提出,“各门课都要守好一段渠、种好责任田,使各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应”[2]。这一重要指示为课程思政的发展提供了有力支持。2019年8月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》,提出要“推出一批课程思政示范课程,选树一批课程思政教学名师和团队”[3]。为贯彻落实文件精神,全面推进高校课程思政建设,2020年5月,教育部印发《高校课程思政建设指导纲要》,提出要在所有学科专业开展课程思政,促使课程思政的理念形成广泛共识[4]。

大学物理是一门理论性和实践性都很强的学科,作为高校理工科类专业的基础课程,在高校人才培养体系中具有十分独特的地位。其科学实践性强、开设范围广,内容丰富等特点使这门课程具有开展思政教育的天然优势,从课程思政的地位上来看,大学物理课程属于思想政治教育中的隐性课程,主要侧重在知识传授的过程中以润物细无声的形式对学生进行思政教育[5]。本文以大学物理课程中的火箭飞行原理为例,在进行理论讲解的基础上,通过挖掘课程的思政元素,把课程思政融入具体的课堂教学过程,设计了“火箭飞行原理”课程思政教学案例,用于教学实践。

2. 教学设计

2.1. 教学目标

本节内容选自高等教育出版社出版的《大学物理学》第三版上册[6],是动量定理和动量守恒定律在具体物理问题中的应用,其主要内容包括火箭的运动学特征,火箭的动力学特征以及火箭推力的计算。学生通过分析火箭在三个不同飞行阶段的动力学和运动学特性,理解火箭的飞行原理,掌握用动量定理

和动量守恒定律分析问题的方法。教师在教学过程中要处理好“知识与技能”、“过程与方法”和“情感态度与价值观”三种教学目标之间的关系(表 1)，倡导自主、探究与合作的学习方法。

Table 1. Teaching objectives

表 1. 教学目标

项目	内容
知识与技能	理解提高火箭飞行速度的计算方法，理解火箭的推力计算过程，了解火箭技术的发展。
过程与方法	培养学生系统化的思想方法，抓住所研究对象的主要因素，对研究对象进行合理的简化，建立相应的系统进行分析。
情感态度与价值观	把立德树人融入教学过程，树立学生探索疑难问题的信心和勇气，通过了解我国火箭技术的发展，弘扬科学家精神，增强学生的民族自信心、自豪感、责任和时代使命感。

2.2. 思政元素与教学内容的融合

对宇宙千百年来探索与追问，是中华民族矢志不渝的航天梦想，而运载火箭技术是开展宇宙航天事业的基石。我国的运载火箭技术于 20 世纪 60 年代起步，经过近 60 年的发展，共研制了 17 种运载火箭，形成了较完整的长征运载火箭型谱系列[7]，具备了在不同轨道上发射不同有效载荷质量的能力，有力支撑了以“载人航天”、“嫦娥奔月”和“北斗导航”为代表的国家重大航天工程，取得了辉煌的成就。近年来，随着新一代运载火箭的成功研制，我国火箭技术的综合性能有了显著提升，大幅提高了国际竞争力，加速了我国由航天大国向航天强国迈进的步伐。因此，火箭技术在我国航天事业中有着重要的地位。

火箭是利用燃料燃烧时产生的大量高温高压气体，从尾部以高速向后喷出，获得反冲力而飞行。根据受力特征，可以将其飞行过程分为垂直起飞阶段、自由空间飞行阶段与星箭分离阶段。

在垂直起飞阶段，火箭需要尽快摆脱稠密的大气层。以处于世界一流水平，在全球现役火箭中排名前列的我国长征五号 B 为例，火箭要在 174.7 秒时要完成助推器分离，在 227.3 秒抛掉整流罩。该阶段火箭受到空气阻力和重力的作用，由于火箭速度相对较小，可以忽略空气阻力的影响，火箭发动机的推力主要用来克服重力。以 t 时刻的火箭体和其中的燃料作为研究系统(图 1)。

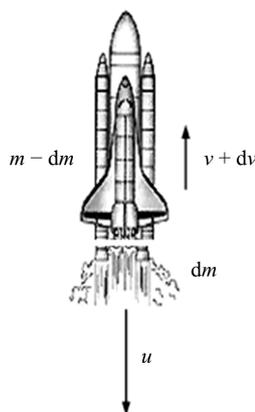


Figure 1. Rocket flight system [6]

图 1. 火箭飞行系统[6]

由于火箭不断向后喷射燃料, 在 dt 时间内, 系统的动量变化为

$$dp = mdv + udm \quad (1)$$

其中 v 为火箭的速度, dm 为火箭向后喷射燃料的质量, u 为燃料燃烧后喷出的气体相对于火箭体的速度, 根据动量定理

$$-mgdt = mdv + udm \quad (2)$$

对上式两边积分, 得到火箭在垂直起飞阶段的速度为

$$v_0 = u \ln \frac{m_0}{m} - gt \quad (3)$$

当火箭进入大气层后, 飞行姿态逐渐由竖直转为水平, 此时进入自由空间飞行阶段。在该阶段, 可以认为火箭在运动方向上不受外力作用[6], 因此在运动方向火箭系统的动量守恒, 即

$$mdv + udm = 0 \quad (4)$$

该式表示火箭喷出质量为 dm 的燃料, 其速度增加 dv , 对该式积分可以得到火箭在该阶段的速度为

$$v = v_0 + u \ln \frac{m_0}{m} \quad (5)$$

经过自由空间飞行阶段, 当运载火箭飞行达到预定高度和速度并经姿态调整后, 航天器将以一定的相对速度与火箭分离, 这一阶段称为星箭分离阶段[8]。该阶段主要利用弹簧和反推火箭, 以弹射式分离的方式进行, 其作用是使航天器进入预定轨道。2020年7月23日, 长征五号遥四运载火箭将“天问一号”探测器发射升空, 飞行2000多秒后, 成功完成了星箭分离, 将探测器送入预定轨道, 开启火星探测之旅, 迈出了中国自主开展行星探测的第一步。这一过程中可以根据动量守恒定律计算出火箭与航天器分离后的速度。

我国火箭技术的发展, 离不开几代航天人的接续奋斗。包括世界著名科学家, 空气动力学家, 中国载人航天奠基人, “中国科制之父”和“火箭之王”钱学森在内的中国航天人, 在艰苦创业、顽强拼搏的过程中, 他们形成了“自力更生、艰苦奋斗、大力协同、无私奉献、严谨务实、勇于攀登”的航天传统精神, “热爱祖国、无私奉献、自力更生、艰苦奋斗、大力协同、勇于登攀”的“两弹一星”精神和“特别能吃苦、特别能战斗、特别能攻关、特别能奉献”的载人航天精神[9]。航天精神是我国航天事业的文化标志和软实力, 不仅反映了时代本身的发展和演进, 更具有面向未来的价值意义。

3. 教学实施

本次课程教学实施按照课程引入、课堂教学与课后思考三个环节展开。

3.1. 课程引入

本次课在开始之前首先播放长征五号B的成功发射新闻视频, 详细介绍长征五号B的主要特性与先进性能指标, 通过分析讨论, 激发学生对火箭飞行原理的学习兴趣, 提升他们的民族自信心和自豪感。

3.2. 课堂教学

课堂教学主要采用启发式教学方法, 教师首先向学生展示运载火箭飞行时序图(图2), 说明火箭各个飞行阶段的划分, 引导学生通过受力分析定性得出火箭在各个阶段的飞行特征。

在垂直飞行阶段, 教师首先引导学生建立由火箭体和向后喷射的燃料组成的质点系, 学生分析质点系的受力情况, 根据动量定理自主计算得到火箭在该阶段的速度, 然后通过课堂讨论, 根据牛顿第二定

律得到火箭推力的表达式。最后以长征五号 B 运载火箭为例，根据起飞重量与气体喷射速率，通过计算可以得出该型火箭每分钟向外喷射气体的质量达 200 吨。

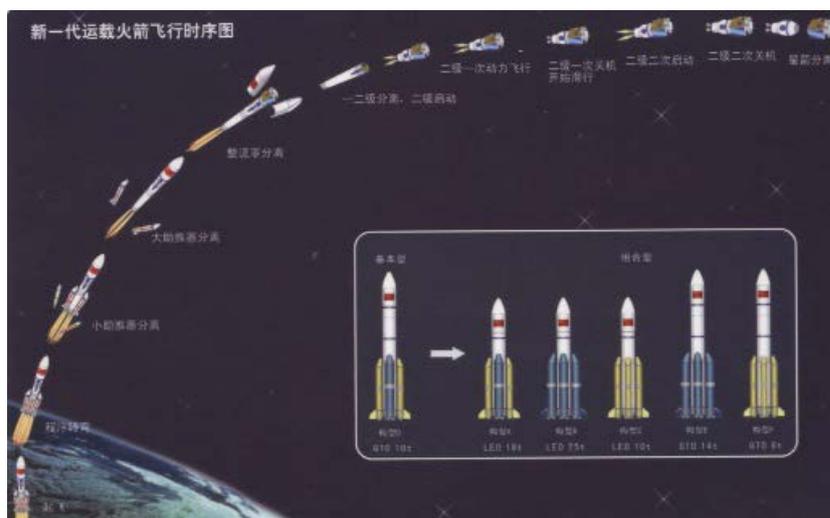


Figure 2. Flight sequence diagram of launch vehicle [10]

图 2. 运载火箭飞行时序图[10]

在自由空间飞行阶段，通过对火箭系统的受力分析，引导学生根据动量守恒定律自主得出火箭的飞行速度关系式，进而得出火箭飞行速度取决于气体喷射速度与质量比的结论。在此基础上向学生介绍多级火箭技术。由于多级火箭技术能够提高火箭的连续飞行能力与最终速度，具有独特优势，因此在航天科技中占有重要地位。在 20 世纪 60 年代的艰苦环境下，我国科研人员发扬“热爱祖国、无私奉献、自力更生、艰苦奋斗、大力协同、勇于登攀”的“两弹一星”精神，突破了其中的所有技术问题，于 1970 年成功利用三级运载火箭长征 1 号将中国第一颗人造卫星东方红 1 号发射升空。

在此基础上提出问题：我国的多级火箭技术已经非常成熟，但长征五号 B 运载火箭为什么没有采用多级火箭技术？在充分进行课堂讨论的基础上，对学生的观点进行总结分析，向其介绍工程应用中系统复杂度与可靠性的概念。该问题的设计意图在于向学生说明工程应用与理论分析之间的关系，提高学生理论联系实际解决问题的能力。

星箭分离阶段是火箭发射过程中的最后一个阶段。由于此时的系统受力与自由空间飞行阶段相同，教师以长征五号 B 为例，引导学生自主分析得出星箭分离时航天器与火箭体的飞行速度。

在课堂教学的最后，在学生理解火箭飞行原理的基础上，教师向学生介绍近年来国际上火箭发射现状以及我国运载火箭发射领域的成就。2020 年，虽然受到新冠疫情的影响，但我国的航天事业未曾间断，全年共进行了 39 次的运载火箭发射任务，位列全球第二，并成功实施了以嫦娥五号地外天体采样、北斗三号卫星导航系统部署、天问一号火星探测器为代表的航天任务[11]，有力地推动了航天强国建设。随后提出问题：我国火箭技术的发展，离不开哪一位科学家的开创性贡献？通过这一问题引出钱学森的事迹介绍。钱学森是我国航天科技的重要开创者和主要奠基人，作为爱国知识分子的杰出代表，他一生秉持“初心为国、科学报国”使命担当，以炽热的家国情怀和崇高的民族气节，将个人的爱国之心、报国之志、效国之行、强国之情融入党和国家的伟大事业之中，向祖国和人民递交了一份爱国科学家的时代答卷[12]。通过这一环节在学生中弘扬钱学森事迹中所体现出的以“爱国、创新、求实、奉献、协同、育人”为核心的新时代科学家精神，勉励青年学生牢记初心使命、永葆奋斗精神，在新时代建功立业。

在课堂教学的最后设置课堂讨论：为什么我国火箭发射技术能够不断实现重大进展，背后蕴含了哪些航天精神？通过对包含航天传统精神、“两弹一星”精神和载人航天精神在内的我国航天三大精神的讨论，进一步增强学生的民族自信心和自豪感。

3.3. 课后思考

利用在线教学平台展开讨论：我国运载火箭技术虽然取得了一系列重大进展，但也存在一些不足，如材料、工艺等基础技术薄弱，重复使用、智能控制等先进技术与世界航天强国存在差距等[7]，为了迎头赶上，我们应该怎么做？在学生充分讨论的基础上，教师鼓励学生要努力学习、把创新作为最大政策，奋起直追，迎头赶上，激励起学生建设祖国的责任感和时代使命感。

4. 总结

作为大学教育中的一门重要的公共基础课，大学物理中蕴含着丰富的课程思政素材。本文以火箭飞行原理为例，对大学物理中的课程思政进行了案例研究。在立足于课程本身知识内容的基础上，提炼出了以钱学森事迹为代表的科学家精神、民族自信心、自豪感、责任感和时代使命感等思政要素，实现了课程思政和教学内容的有机融合。从教学效果来看，课程思政提升了学生的学习积极性，有利于充分发挥思政教育与课程教学的联合育人作用，具有较高的推广应用价值。

基金项目

2020 高等学校教学研究项目(DJZW202025hd)、安徽省高等学校质量工程项目(2020jyxm1883)。

参考文献

- [1] 王学俭, 石岩. 新时代课程思政的内涵、特点、难点及应对策略[J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2020, 41(2): 50-58.
- [2] 新华网. 习近平: 把思想政治工作贯穿教育教学全过程[EB/OL]. <http://www.xinhuanet.com/>, 2016-12-08.
- [3] 新华网. 中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》[EB/OL]. http://www.xinhuanet.com/2019-08/14/c_1124876294.htm, 2019-08-14.
- [4] 中央政府门户网站. 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL]. <http://www.gov.cn/>, 2020-05-28.
- [5] 戴晔, 白丽华, 张萌颖, 张义邴. “课程思政”在大学物理教学中的探索与实践[J]. 大学教育, 2019(8): 84-86.
- [6] 吴王杰. 大学物理学[M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2019: 60-63.
- [7] 龙乐豪, 李平岐, 秦旭东, 牟宇. 我国航天运输系统 60 年发展回顾[J]. 宇航总体技术, 2018, 2(2): 1-6.
- [8] 百度百科. 星箭分离[EB/OL]. <https://baike.baidu.com/item/星箭分离/4228352>, 2021-01-28.
- [9] 中国运载火箭技术研究院. 以“三大精神”为根基的航天文化[J]. 中外企业文化, 2020(Z1): 30.
- [10] 搜狐新闻. 长征二号 F 型运载火箭飞行时序图[EB/OL]. <http://news.sohu.com/20070530/n250308308.shtml>, 2007-05-30.
- [11] 蒋文梅, 宋泽滨. 中国航天 2020 年发射成绩单[J]. 中国航天, 2021(1): 49-57.
- [12] 求是网. 弘扬钱学森精神建功立业新时代[EB/OL]. http://www.qstheory.cn/llwx/2019-10/21/c_1125130167.htm, 2019-10-21.