



理论力学与大学物理力学知识点的关系分析

杨怡^{1*}, 张晓晴¹, 周昊¹

(华南理工大学 土木与交通学院, 广东广州 510641)

摘要: 大学物理与理论力学是理工科专业的两门重要的基础课程, 前者的力学部分有相当部分内容与后者相重合, 让人产生内容重复的错觉, 学生容易对后学课程产生轻视, 这就要求任课教师对这两门课的教学目标和要求有正确认识, 理解其差别与原因, 引导学生正确对待这两门课程。为正确认识理论力学与大学物理力学知识点的关系, 本文对这两门课的知识点设置进行了梳理, 针对静力学、运动学和动力学的内容做比较, 找出两门课知识点相重合及提高的部分, 并从两门课程不同的教学目标去分析这些知识点设置上的考量。

关键词: 理论力学, 大学物理, 教学分析, 教学目标

1. 前言

《大学物理》是普通高校理工科专业学生在大学第二、三学期要学习的一门公共基础课。通过《大学物理》课程的学习, 学生可以对自然界物质运动的基本形式和运动规律, 以及各种运动形式之间的相互联系有一个全面系统的认识了解。《理论力学》是力学、航空、航天、航海、机械、机电、土建、水利、材料和动力与能源等专业相关的一门理论性较强的专业基础课。通过《理论力学》的学习, 学生可以掌握物体机械运动的基本规律, 能够初步运用这些基本规律去分析解决工程实际中的力学问题。《理论力学》通常都会在《大学物理》之后

基金资助: 广东省高等教育教学改革项目(C9213029)

*通讯作者: 杨怡, 华南理工大学。通讯地址: 广东省广州市天河区五山路 381 号, 510641。

邮箱: yiyang@scut.edu.cn

2789-5521/© Shuangqing Academic Publishing House Limited All rights reserved.

Article history: Received July 31, 2023 Accepted August 9, 2023 Available online August 11, 2023

To cite this paper: 杨怡, 张晓晴, 周昊 (2023). 理论力学与大学物理力学知识点的关系分析
.教育研究前沿进展, 第 3 卷, 第 2 期, 37-43. Doi: <https://doi.org/10.55375/jerp.2023.3.10>

开课，学习这两门课的学生发现，《大学物理》力学部分的内容似乎与《理论力学》课程中内容有重复。因此，有的同学产生这样的疑问：物理反复讲力学，为什么还要学理论力学(李复&安宇, 2004)？理论力学的任课老师需要对这两门课的关系有正确的认识，理解这两门课在教学目标与特点上的相同之处与不同之处，在课堂上进行教学比较，才能引导学生学好理论力学。

从中学物理到大学物理，力学都是重要教学内容，是各个物理教学阶段的开篇章节，同时也是中学物理、大学物理与理论力学教学内容重复最多的部分。出于研究问题要简单并让学生容易理解的考虑，中学物理只处理恒定条件下接近理想状态的物理问题，学生们对质点运动规律只作一般性的认识和了解，涉及的概念、公式、原理都较少且简单。大学物理则利用高等数学的微积分思想和矢量代数来研究物理概念和规律，涉及的知识量大，概念、原理多且相对复杂。理论力学是大学物理力学部分的深入、提高和扩展，更注重课程内容的系统性与实用性。李世远阐述了两门课程在力学内容上的相近和不同点(李世远, 2019)；李策等分析了两门课程的内容衔接问题，提出了衔接教学方案(李策, 2013)；苏昱景针对机构运动分析，探讨了大学物理方法和理论力学方法的区别(苏昱景, 2014)。这些研究都对两门课程的内容作了简单的对比，但要让学生正确理解它们的教学目标和特点，还需要对其知识点设置的出发点和关系进行讨论。

本文根据理论力学课程教学指导委员会(教育部高等学校力学教学指导委员会力学基础课程教学指导分委员会, 2012)与大学物理课程教学指导委员会(教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会, 2006)发布的这两门课的课程教学基本要求，以华南理工大学在使用的《大学物理》(邓文基&郑立贤, 2017)和《理论力学》(哈尔滨工业大学理论力学教研室, 2023)两本教材为例，分析了理论力学与大学物理力学部分在教材内容设置上的目标、原因与联系。

2. 差异性分析

2.1 静力学部分

大学物理的静力学与理论力学的静力学部分都讲述了物体受力分析和利用平衡条件求解平衡问题，它们的区别在于：大学物理中的受力分析主要是分析物体的重力、支持力、摩擦力，且研究对象多为质点，因此物体的受力大多是平面汇交力系；而理论力学中的受力分析主要是分析各种主动力与约束力的关系，且研究对象是多个物体组成的系统，物系的受力包括平面的和空间的一般力系，汇交力系只是其中的一种特殊情况。比较两者教学重点，我们发现，大学物理静力学研究的内容比较基础，主要是为了加深学生对各力学定理的理解，而理论力学学习的难度相对较大，需要对实际工程问题进行力学简化和建模，更重要的是培养学生对物系进行受力分析的能力。

同时，大学物理可以算是高中物理的升级版，教学内容在高中物理的基础上并没有加深太多，只是将高等数学的若干方法加了进去，所以要学好大学物理的静力学部分相对比较容易。而理论力学的静力学和大学物理相差甚远，比如，大学物理没有涉及到的多刚体，对于多个刚体之间的作用力与反作用力分析问题，大学物理就束手无策；理论力学则先从静力学

公理、约束与约束力讲起，接着介绍了平面力系、空间力系的简化和平衡问题，为学生们构建了静力学的结构系统。因此，学生在学习了理论力学静力学后，对物体系统复杂受力状况的分析更加透彻，而这也正是大学物理和理论力学在静力学部分最大的不同之处。

静力学部分的内容差异对比见表 1。

表 1 静力学部分的内容差异对比

| | 大学物理 | 理论力学 |
|------|------------------------|----------------|
| 研究对象 | 质点 | 物体系统 |
| 力的类型 | 平面汇交力系 | 平面、空间一般力系 |
| 教学重点 | 力学定理的理解 | 力系简化、建模，物系受力分析 |
| 最大差异 | 理论力学更注重对物体系统复杂受力状态进行分析 | |

2.2 运动学部分

大学物理和理论力学的运动学部分都介绍了点的运动以及刚体运动的几何性质，包括点运动的位移、速度、加速度，刚体的平移和定轴转动等。

在点的运动学中，大学物理与理论力学都介绍了微积分在点的运动中的运用，从微积分的角度去理解点的位移、速度和加速度之间的关系。而理论力学更加注重位移、速度和加速度在各种坐标系中的描述和应用，虽然点的运动的描述方法——矢量法、自然坐标法、直角坐标法，在大学物理中虽然也有所涉及，但都仅是作了解性的要求，没有进行具体系统的学习；而理论力学则系统地介绍了这几种方法以及极坐标法和球坐标法，包括各自的使用范围、应用和相互关系，这为在理论力学中处理各种点的运动问题提供了充分的数学工具。

在刚体的简单运动中，大学物理和理论力学都介绍了刚体平移与定轴转动的运动特征，强调平移最终可以归结为点的运动，分析了定轴转动刚体上各点的速度、加速度分布规律及角运动与点运动之间的关系。在这一点上，两者的教材内容基本是重复的。

差异在于，点的合成运动和刚体的平面运动这两点内容在大学物理中几乎没有提及，而这两点内容却是理论力学运动学部分的核心部分。这两部分内容可以将点的运动、刚体的简单运动和平面运动等几大块内容结合起来，从而形成运动学的综合问题。在这一部分，理论力学的难度比起大学物理上升了好几个档次。尤其是一个动点的三种运动描述部分，在大学物理中没有过多介绍，因此，即使已经学完了大学物理中的运动学部分，在理论力学课上听到相对运动、牵连运动这些概念时，很大一部分学生候也还是云里雾里，不能马上领会，必须要提前预习、课后复习才能勉强掌握。这一部分的难点是科里奥利力、牵连运动为定轴转动时的运动分析，大学物理中只是给出了科里奥利力的定义，并没有做过多的解释，因为缺乏牵连运动的概念，无法解释其产生的原因；而在理论力学中，对科氏加速度作出了理论推导，对其科里奥利力进行了解释，并给出了其在实际工程中的应用。

大学物理运动学部分的考题大多偏向于对基础概念，如位移、速度和加速度之间关系的计算，一般为已知其中几个量，通过微积分的演算就可得出所求量；而理论力学的题目就偏向于实际问题的应用，问题更加复杂，通常需要作出质点或刚体的速度分析图和加速度分析图进行辅助分析，这种能力的培养也是为动力学部分的学习做好铺垫；而大学物理中没有给出运动分析图的概念。

如上差异也是大学物理和理论力学的教学目标不同导致的。大学物理的目标是普及力学知识，传授点的基本运动和刚体的简单运动规律；而理论力学则担负着培养系统分析能力的任务，必须对点的运动、刚体的运动作全面的理解，才能在动力学部分开展相应难度的教学。

运动学部分的内容差异对比见表 2。

表 2 运动学部分的内容差异对比

| | 大学物理 | 理论力学 |
|---------|----------------------|-------------------------------------|
| 点的运动学 | 位移、速度、加速度之间的微分关系 | 位移、速度、加速度在各坐标系中的描述 |
| 刚体的简单运动 | 几近相同 | |
| 点的合成运动 | 甚少涉及，给出了科里奥利力的定义 | 一个动点的三种运动分析，速度、加速度的合成定理，科里奥利力的推导与应用 |
| 刚体的平面运动 | 没有涉及 | 平面运动刚体内各点速度、加速度之间的运动关系分析 |
| 最大差异 | 理论力学强调点的速度分析图、加速度分析图 | |

2. 3 动力学部分

在动力学部分，大学物理和理论力学都介绍了牛顿三大运动定律和动力学三大普遍定理。动力学三大普遍定理包括：动量定理、动量矩定理和动能定理。其中，动量定理与牛顿三大运动定律在高中物理课程已有介绍，大学物理与理论力学这一部分也没有对内容进行过多的扩展。因此，学生在学习对应知识的时候不会额外的难度，这两门课的内容和难度相差无几。

对于刚体定轴转动状态的描述，大学物理用的概念是“角动量”，而理论力学则用了“动量矩”。并且，理论力学还增加了质点系相对于质心的动量矩定理的内容，将动量矩定理与平面运动联系了起来，并推导出了刚体相对质心的动量矩定理。同时，大学物理只建立了刚体绕定轴的转动微分方程，理论力学还增加了绕质心和绕速度瞬心的转动微分方程，并与由动量定理推导得到的质心运动微分方程联系到一起，构成了刚体平面运动微分方程。

在动能定理一章，两门课都介绍了重力、弹性力和摩擦力等这些生活中常见力作的功，理论力学还增加了定轴转动刚体上作用力的功和平面运动刚体上力系的功，并将重力、弹性力和万有引力作功与物体的势能相联系，给出了有势力作功与势能的关系。两门课也都介绍了质点运动的动能和绕定轴转动刚体的动能表达式，理论力学增加了作平面运动刚体的动能。于是，大学物理能推导出质点运动和刚体绕定轴转动的动能定理，而理论力学除此之外，还

建立了刚体作平面运动的动能定理。

由此可见，大学物理动力学部分的内容相对比较简单，动力学三大普遍定理之间的联系也不强，考题大多偏于简单，一般给出几个物理量，选择合适的定理就可以进行求解。理论力学则要学生将普遍定理结合在一起，既有分工又有合作，才能处理复杂的动力学综合问题：一道动力学的题目里可能包含静力学、运动学和动力学的知识，可以有多种解法，因此对学生的综合分析能力要求更高。

动力学部分的内容差异对比见表 3。

表 3 动力学部分的内容差异对比

| | 大学物理 | 理论力学 |
|----------|-------------------------------|--|
| 牛顿三大运动定律 | 几近相同 | |
| 动量定理 | 几近相同 | |
| 刚体定轴转动 | 角动量，定轴转动微分方程 | 动量矩，增加绕质心的转动微分方程 |
| 动能定理 | 重力、弹性力、摩擦力作功，质点、定轴转动刚体的动能 | 增加定轴转动刚体、平面运动刚体上力的作功，势能的概念，平面运动刚体的动能定理 |
| 最大差异 | 理论力学将动力学普遍定理结合在一起来处理复杂动力学综合问题 | |

2.4 分析力学基础

在动力学部分之后，理论力学增加了达朗贝尔原理（动静法）与虚位移原理，这两章内容构成了分析力学的基础。达朗贝尔原理引入惯性力和惯性力矩，根据受力分析图对运动刚体建立平衡方程，将动力学问题变为形式上的静力学问题，实质上是平面运动微分方程的另一种表达形式。大学物理也引入了惯性力的概念，但仅限于让学生了解，并没有强调惯性力的应用，因此，学生对为什么要引入惯性力、惯性力有什么用理解不深。

理论物理中的虚位移原理是将约束解除，建立主动力与虚功的关系，从而将平衡问题转换成动力学问题进行分析。而大学物理中完全没有给出虚位移的概念。达朗贝尔原理与虚位移原理分别是针对动力学问题和静平衡问题的两种求解方法，使得理论力学的知识体系更加完备。

分析力学基础的内容差异对比见表 4。

表 4 分析力学基础的内容差异对比

| | 大学物理 | 理论力学 |
|--------|------|------------------|
| 达朗贝尔原理 | 惯性力 | 引入惯性力、惯性力矩，建立动静法 |
| 虚位移原理 | 没有涉及 | 引入虚位移，建立虚功方程 |

3. 结论

大学物理力学部分与理论力学的知识点众多，都谈及了静力学、运动学和动力学。但大学物理的知识点挖掘深度不够，缺乏系统的归纳，知识点是分散的、独立的；理论力学的每一章都能紧凑地衔接在一起，知识点环环相扣，前面内容若掌握不好会影响后续知识的学习，课程学完后所有知识点能归纳成一个完整的系统，每一块知识都可以相互帮助相互影响。

我们认为，大学物理力学部分是理论力学的理论基础，它提供了研究动力学问题的基本方法；理论力学是大学物理力学部分的延续和提高，将力学分析方法更具体地应用于工程实际中，为专业课学习打下基础(于捷等, 2023)。另一方面，大学物理是面向绝大部分理工科学生的公共基础课，肩负着普及其力学、光学、热力学、电磁学等多个物理领域知识的重任，其任务是传授这些领域的一些基本概念和规律，不需要对每个领域都作深入了解，学生可以通过这门课的学习在广阔的物理海洋中找到自己感兴趣的那片去深入研究。

综上所述，大学物理的知识点为学生筑起了一个物理领域的框架，将每一层的内容及其相关性都展示在学生面前；理论力学是往其中的某一个框架壳里填充物件，让其充实。没有大学物理的学习，理论力学就缺乏足够的土壤，不但学起来困难，而且也不利于跨学科研究视角的培养。理清理论力学从概念、理论、教学内容到分析方法上，在大学物理的基础上有哪些深入与提高(胡海岩, 2022)，理解这两门课的性质、任务上的差别，在课堂上进行教学比较，才能引导学生学好理论力学。

参考文献:

- [1] 李复, 安宇 (2004). 普通物理力学和理论力学的整合[J]. 大学物理, (12) : 51–55.
- [2] 李世远 (2019). 理论力学教学中与大学物理的异同点及关系把握 [J]. 教育教学论坛, (29) : 61–62.
- [3] 李策, 丛红璐, 王宝丽, 等 (2013). 处理好工科物理与理论力学的衔接和支撑问题 [J]. 物理通报, (12) : 32–34.
- [4] 苏昱景 (2014). 大学物理和工程力学在机构运动分析中的应用 [J]. 物理与工程, 24 (05) : 45–46+50.

- [5] 教育部高等学校力学教学指导委员会力学基础课程教学指导分委员会(2012). 高等学校理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求[M]. 北京:高等教育出版社.
- [6] 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会(2006). 非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求(正式报告稿)[J]. 物理与工程, 16(5):1-8.
- [7] 邓文基, 郑立贤 (2017). 大学物理(上)[M]. 北京: 高等教育出版社.
- [8] 哈尔滨工业大学理论力学教研室(2023). 理论力学(I), (II), 第9版[M]. 北京: 高等教育出版社.
- [9] 于捷, 王铁彬, 曹宇, 等(2023). 工程认证下“理论力学”课程的教学思考——以梧州学院机械类专业为例[J] 梧州学院学报, 33(03):44-49.
- [10] 胡海岩(2022). 对理论力学课程改革的期盼[J]. 力学与实践, 44(04):914-917.

A Study on the Relationship Between Theoretical Mechanics and the Mechanics Section in College Physics

Yi Yang^{1}, Xiaoqing Zhang¹, Hao Zhou¹*

1 School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology,
Guangzhou 510641, China

* Corresponding author: Yi Yang, yiyang@scut.edu.cn

Abstract: College Physics and Theoretical Mechanics are two important foundational courses in science and engineering. The mechanics portion of the former overlaps considerably with the latter, creating an illusion of content repetition, which may lead students to underestimate the importance of the subsequent course. This requires instructors of these two courses to have a correct understanding of their teaching objectives and requirements, as well as an understanding of their differences and reasons, to guide students in treating these courses correctly. To gain a proper understanding of the relationship between Theoretical Mechanics and College Physics, this article categorizes the knowledge points covered in these two courses, compares them in terms of statics, kinematics, and dynamics, identifies areas of overlap and improvement between the two courses, and analyzes them based on the different teaching objectives of the two courses.

Keywords: *Theoretical Mechanics, College Physics, Teaching analysis, Teaching aim*