

技 工 学 校 教 材

三年制技工学校試用教材

工程力学基础

全国技工学校教材編审委员会編

无锡轻工业学院圖

0204712



机械工业出版社

三年制技工学校試用教材

工程力学基础

全国技工学校教材编审委员会編

江南大学图书馆



91438397

11342914



机械工业出版社

本书由全国技工学校教材編审委员会組織編写和审訂，
以作为初中毕业程度适用的三年制技工学校教材。

全书共分三篇二十一章。内容包括三个部分：第一篇理論力学基础研究物体机械运动一般的規律；第二篇材料力学研究物体的变形同加在物体上的力的关系；第三篇机械原理是应用力学知識来研究机械結構和运动規律。

本书是由胥錫宝、戴尊英、呂軍声同志执笔，由夏怀心、
楊正倫、呂勤儉同志参加审定修改。

工程力学基础

全国技工学校教材編审委员会編

(根据中国工业出版社紙型重印)

*

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印張 $12 \frac{1}{4}$ ·字数 270 千字

1963 年 11 月北京第一版，共印 117,400 册

1964 年 11 月北京新一版·1964 年 11 月北京第一次印刷

印数 00,001—40,000·定价(科二) 1.00 元

*

統一书号: K15033·3613

目 录

第一章 緒論	1
--------------	---

第一篇 理論力学基础

第二章 运动学	6
1. 运动和靜止的相对性	6
2. 物体的平动、质点	7
3. 质点的运动	9
4. 运动的速度	12
5. 速度是矢量	14
6. 匀速直綫运动的公式与速度图綫	15
7. 变速直綫运动 平均速度	17
8. 即时速度	18
9. 匀变速运动	20
10. 匀变速运动的速度公式	25
11. 匀变速运动的速度图綫	27
12. 匀变速运动的路程公式	30
13. 自由落体运动	36
14. 运动的合成	42
15. 互成角度的直綫运动的合成	44
16. 速度的合成	48
17. 速度的分解	51
18. 质点的曲綫运动 曲綫运动速度的方向	54
19. 质点的匀速圆周运动 綫速度	55
20. 向心加速度	56
第三章 动力学	59

1. 动力学概述	59
2. 牛顿第一定律	60
3. 力的概念	62
4. 牛顿第二定律	65
5. 牛顿第二定律的公式	68
6. 质量和重量	72
7. 力学单位制	74
8. 牛顿第三定律	79
9. 牛顿运动定律在直线运动中的应用	82
10. 动量 动量守恒定律	86
11. 碰撞及其应用	88
12. 滑动摩擦 静摩擦	89
13. 滚动摩擦	94
14. 摩擦在工程技术中的作用	97
15. 向心力和离心力	99
16. 牛顿运动定律在圆周运动中的应用	101
17. 离心机械	103
18. 刚体的定轴转动	105
19. 匀变速转动	109
20. 力矩、刚体动力学	111
第四章 静力学	115
1. 静力学概述	115
2. 静力学的几个基本概念	115
3. 约束和约束反力	118
4. 方向成一交角的两个力的合成	124
5. 力的分解	130
6. 平面汇交力系的合成	137
7. 平面汇交力系的平衡	143
8. 同向二平行力的合成	145
9. 合力的力矩	148

10. 同向平行力系的合成	153
11. 把一个力分解成同向平行力	154
12. 方向相反的两个平行力的合成	156
13. 力偶	161
14. 平面平行力系的平衡	164
15. 重心	166
16. 物体平衡的种类 稳度	170
第五章 功和能	177
1. 功及其量度	177
2. 功的单位	181
3. 功率及其量度	183
4. 功率的单位	184
5. 转动物体的功	187
6. 转动物体的功率	190
7. 机械的功的原理(等功原理)	192
8. 机械效率	194
9. 斜面	198
10. 螺旋	199
11. 劈	203
12. 能	205
13. 动能	206
14. 势能	210
15. 功和能的关系	212
16. 机械能的转换和守恒定律	214

第二篇 材料力学基础

第六章 基本概念	219
1. 材料力学的任务	219
2. 外力及其分类	220

3. 物体的变形	222
4. 内力 截面法 应力的概念	223
5. 变形的基本类型	227
第七章 拉伸和压缩	230
1. 拉伸变形及其应力	230
2. 虎克定律	232
3. 静载荷拉伸实验	235
4. 压缩变形	240
5. 许用应力和安全系数	242
6. 拉伸或压缩时的强度条件	243
第八章 剪切	246
1. 剪切变形的概念	246
2. 剪切虎克定律	248
3. 剪切变形强度条件许用应力	249
第九章 扭转	251
1. 扭转变形的概念	251
2. 扭转时的应力及其分布	255
3. 扭转时的强度条件	257
4. 扭转应力沿横截面的分布及扭转基本方程式的推导	258
第十章 弯曲	261
1. 弯曲变形的概念	261
2. 使梁产生弯曲变形的外力	263
3. 弯曲时正应力的计算	264
4. 弯曲基本方程式的推导	267
5. 关于直梁的合理截面	268
第十一章 补充知识	271
1. 关于动载荷的概念	271
2. 关于应力集中的概念	271
3. 复合变形的概念	272

第三篇 机械原理基础

第十二章 概述	274
1. 机械原理的基本任务	274
2. 机械和机构	274
3. 运动副	277
4. 运动链	278
第十三章 机构中的摩擦	279
1. 摩擦的基本概念	279
2. 斜面上的摩擦	280
3. 螺旋中的摩擦	284
4. 楔形槽的摩擦	286
5. 转动副中的摩擦	287
第十四章 挠性传动	289
1. 挠性传动的的基本概念	289
2. 皮带传动的传动比	289
3. 皮带传动的形式	293
4. 皮带传动的优缺点	299
5. 链传动	299
第十五章 摩擦传动	303
1. 摩擦传动的的基本概念	303
2. 摩擦轮传动的形式	303
3. 摩擦传动的优缺点	307
第十六章 齿轮传动	308
1. 齿轮传动的的基本概念。齿轮传动的种类	308
2. 齿轮传动的几何要素	312
3. 正齿轮传动的传动比	318
4. 齿轮啮合的基本原理	320
5. 最小齿数和修正齿轮的基本概念	327

6. 螺旋齒輪傳動	329
7. 圓錐齒輪傳動	332
8. 蝸輪傳動	333
9. 齒輪系	336
10. 周轉輪系的基本概念	342
第十七章 螺旋机构	349
1. 螺旋綫的概念	349
2. 螺紋的形成及其类型	350
3. 螺旋机构的各種型式	352
第十八章 連杆机构	355
1. 連杆机构概述	355
2. 曲柄搖杆机构	356
3. 曲柄連杆机构	360
4. 擺杆机构	364
第十九章 凸輪机构	365
第二十章 几种特殊的传动机构	371
1. 間歇机构	371
2. 万向联轴节(虎克节)	375
第二十一章 机械的調速与平衡	375
1. 机械速度的不均勻性和調节方法	375
2. 机械平衡的概念	377
附录: 实验	381
实验一、牛頓第二定律	381
实验二、互成角度的两个力的合成	382

第一章 緒 論

整个自然界是由空气、水、土地、植物、动物、天体等各种各样的物质所組成的。

自然界的物质总是在不断地进行着各种变化。例如汽車开到学校来，宇宙火箭飞上天，这是物体間相互位置的变动；水沸騰了变成水蒸汽，冷了結成冰，还可以結成美丽的雪花，这是物态的变化；鉄放久了要生鏽，藍墨水放久了会变顏色，这是化学变化；植物与动物的生长、发育和死亡，这就是生物的变化，这些例子，不胜枚举。总之，自然界中沒有任何不随时間而变化的物质。如果把一般的变化都作为运动来看，可以說，一切物质总是在运动着的。

在物质的各种形式的运动中，我們把一个物体对于其他一些物体的位置的变化，叫做机械运动。这是最簡單的，但又是普遍的运动。

天体的运动，火車、飞机和汽車的运动，机器和各种机床的各运轉部分的运动，所有这些只不过是机械运动的一些例子而已。

机械运动也跟其他运动一样，有着一定的規律，因为自然現象都不是偶然发生的，它們相互之間存在着一定的联系和一定的制約。例如，物体的下落是由于地球的吸引；正在行走的电車，要是关上电动机，电車仍能繼續前进一段路。这是由于物体的慣性作用。

理論力学是研究物体机械运动規律的一門科学。

工程力学的内容可以分为三部分：第一部分**理論力**

学是力学中最重要的基础知識。它研究物体机械运动最一般的規律。例如，研究物体怎样运动，我們如何来控制物体的运动等等問題。理論力学的内容具体又可分为运动学，动力学，靜力学，功与能等。

第二部分材料力学是研究物体的变形同加在物体上的力的关系的科学。例如，我們在平常所看見的有些軸，为什么要做成空心的？梁为什么有工字形，L形等不同的截面？机器零件的尺寸怎样决定等問題，都是材料力学要討論的内容。

第三部分机械原理是应用力学知識来研究机械結構和运动規律的科学。例如，机器或机床中，为什么有些地方要用皮帶輪，有些地方要用齒輪？在自动化的机械中，利用那些机构来可以达到自动化的目的。这些問題，就是机械原理要討論的内容。

力学是几千年来千百万劳动人民在生产劳动中积累了經驗和知識，經過整理和总结，逐步形成的一門科学。力学的发展过程同样遵循着实践——理論——实践的辯証唯物主义的認識法則。我国的万里长城、宮殿、宝塔、桥梁和运河；埃及的金字塔，希腊的海港等都是劳动人民在长期的生产实践中积累起来的經驗和智慧的結晶。

力学在自然科学中最富有直观性，力学方面的問題也是最容易在生产劳动中和生活斗争中接触到的，所以，力学是历史最悠久的一門科学。

早在公元前三世紀，杰出的古代希腊学者阿基米德（公元前287~212）就开始研究力学，他归納出杠杆平衡原理，研究了物体的重心。由于这些成就，他被推崇为第一个較为系統地整理了古代在靜力学方面知識的人。

15世紀後半期，由於歐洲的商業、手工業、航海、軍事和機器製造業的發展，大大地推動了力學的進展。到了17世紀，偉大的意大利學者伽利略(1564~1642)，在動力學方面有許多發現，並開始對材料力學進行研究，因而使力學的內容更加豐富。尤其是他首先倡導了力學的實驗，使實驗成為研究力學的有力工具。

偉大的英國學者依薩克·牛頓(1643~1727)繼續研究動力學，總結了人類的力學知識，使動力學發展到更高的水平。

伽利略和牛頓給動力學奠定了良好的基礎以後，力學的發展可以說是一日千里，在18、19兩世紀中，許多杰出的學者在這個基礎上發揚光大，使力學發展成為一門理論嚴密，體系完整的科學，而且在其他的自然科學和工程技術各方面，獲得了廣泛的應用和光輝的成就。

19世紀以後，開始了工業與技術的蓬勃發展的時期，從這個時期起，力學在解決實際問題的同時，取得了很大的進展，分別形成了材料力學和機械原理等科學。這一時期中有俄羅斯學者，巴·里·契比雪夫(1821~1894)，他創立了40多種機構，由他的科學著作奠定了一門從理論力學分出的科學——機械原理發展的基礎。

我國有悠久的文化與歷史，在力學方面也有很大的成就，並且也是發展得最早的国家之一。我國偉大的學者墨翟(公元前468~382)比阿基米德早一百多年就對杠杆作了很多研究。公元前1700年前後就應用如圖1-1所示的取水工具桔槔。東漢王充已提出了功的概念。張衡于公元前117年發明了候風地動儀。魏人馬鈞于公元235年製造指南車，其中裝有齒輪傳動系統，是近代齒輪系及周轉輪系的雛型。隋朝李春在河北省趙縣修造了安濟橋，這種拱形橋使砌在橋上的每

一石块仅受到压力，这就充分发挥了脆性材料优良的抗压性能。砌桥方法也比欧洲早 800 年。从这些例子中可以看出，我国人民不仅勤劳勇敢，而且具有高度的智慧与才能。但是由于我国长期受到封建统治，加上近百年来的帝国主义的侵略，反动政府的腐败无能，以致生产水平未能提高，人民的创造力受到了种种束缚。



图 1-1 桔槔(从古书“天工开物”里采来)

解放后，在伟大的中国共产党和毛主席的英明领导下，工农业生产有了飞跃的发展，同时，也促进了力学这门科学的迅速发展和提高。我国优越的社会制度为我国科学研究工作开辟了广阔的道路。

我们是技工学校的学生。我们将来要参加伟大祖国的建设事业。对我们来说，工程力学是一门很重要的基础课程。

为了正确地控制各种机械的运动，我們必須懂得物体运动的規律，也就是要学习理論力学知識；为了正确理解机器零件为什么要有各种不同的截面形状和大小不同的尺寸，我們要学习材料力学知識；为了正确理解与正确掌握各种机械，我們必須学习机械原理的知識。掌握了这几方面知識，就能比較容易地掌握本专业的生产技术，成为一个优秀的技术工人。

要学好工程力学，首先必須密切联系实际。我們在学习理論时，一方面要了解这些理論是从那些生产实践中得来的，另一方面还要經常地注意把理論应用到实际中去，解决生产实际問題。其次，对于一些理論和公式的推演过程，要力求透彻了解，这样就可以在理解的基础上掌握理論，而不是死記硬背一些条文。我們还要多做一些习题，通过做题来培养正确地分析問題的能力，培养熟练地进行运算的技巧。

讓我們好好学习工程力学，做一个祖国建設事业的优秀的接班人。

第一篇 理论力学基础

第二章 运动学

1. 运动和靜止的相对性

运动学是力学的一个重要組成部分，它研究物体作机械运动时位置的变化和時間的关系。在开始研究运动学时，我們首先要了解运动和靜止的相对性概念。

各种机械运动都是相对的，我們在研究任何物体的运动时，如果只注意这个物体而不注意与其他物体的相互位置的关系，那就无法判断这个物体是不是在运动。举例來說，如果船航行很平稳，船的窗戶又被窗帘遮着，这时，船內的旅客就不可能判断船是否在运动。他必須揭开窗帘，找出一个固定在岸上的物体，根据船和物体間的距离的变化，才能确定船在运动以及怎样在运动。这个例子說明，研究物体运动时，必須假定其他一些物体是不动的。例如，当我们說火車在运动的时候，是指火車相对于我們假定为不动的房屋來說的。

一个物体对于其他一些假定为不动的物体的位置的变化叫做相对运动。

我們在緒論里說过，宇宙間一切物体都在运动，絕對不动的物体是不存在的。前面我們說房屋靜止不动，是指房屋相对地球來說是靜止的，而地球却在轉动，所以实际上房屋是随同地球一起运动着。

所以，任何靜止都是相对靜止，正象任何运动都是相对

运动一样。

在研究物体运动的时候，作为参考的，被假定为不动的物体叫做参照物。

同一个物体，如果我们在观察它的时候，所用的参照物不同，观察的结果也可能是不同的。例如，正在开行着的火车中的乘客，对火车来说，他是静止的，而对火车站或道旁的树木来说，他却在运动。

在研究物体的运动时，我们一般拿地球或其他相对于地球为静止不动的物体作为参照物。在以后学习中，提到运动和静止这两个词的时候，如果没有特别说明，我们就是指物体相对于地球来说是运动和静止的。

2. 物体的平动、质点

在自然界和工程技术中，物体的运动通常都是很复杂的。例如：行走的汽车，它的车轮一面在转动，一面又向前移动；钻头在钻孔的时候，也是一面旋转，一面向下移动，如图 2-1。要描述这些物体的运动是困难的。因此，我们先研究物体最简单的运动情况——平动（或称移动）。

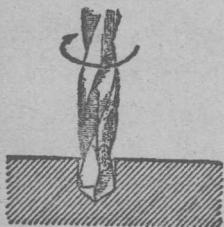


图 2-1 钻头在工作中同时作转动和平动

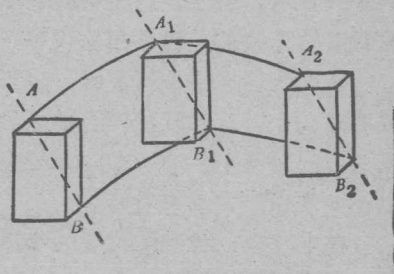


图 2-2 物体作平动运动

物体作平动的时候，在物体中所引的任何一条直线总是跟原来的方向平行的。图 2-2 就是物体作平动时的情形，此外，图 2-3 車床上刀架的运动和图 2-4 沿平面銼削物体时，銼刀的运动也是平动的例子。

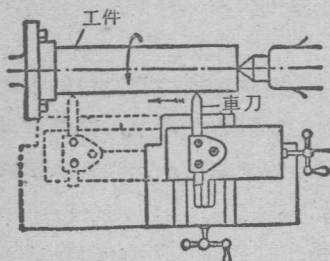


图 2-3 車床刀架的平动



图 2-4 銼刀的平动

物体平动的时候，它的各个点的运动是相同的。因此在研究物体平动时，只要研究它上面一个点的运动就行了，至于物体大小和形状可以不考虑。

在力学中，如果研究一个物体运动时，可以不考虑它的大小和形状，那么，为了使問題簡化起見，就可以用一个点来代替这个物体，这种用来代替一个物体的点，叫做质点。

研究物体作平动情形时，也可以把它当作质点来看。研究地球繞太阳运动时，因为地球的直径(約 13000 公里)比它到太阳的距离(約 150,000,000 公里)小得多，所以我們也可以把地球当作质点来看待。

在本章中，我們所討論的物体都是可以当作质点看待的那一类物体。研究了质点的运动，实际上也就研究了这类物体的运动。