



電力工業技工學校教材試用本

工程力学基础

沈陽電力技工學校編

電力工業出版社

工程力学基础

沈陽电力技工学校編

中华人民共和国电力工業部教育司推荐
作为电力工業技工学校教材試用本

电力工業出版社

內 容 提 要

本書包括兩部分：第一部分是理論力學基礎，第二部分是機械原理和材料力學基礎。

第一部分簡要地介紹了物體在自然界中的最簡單的运动知識、物體运动的基本規律以及在工程中物體的平衡條件。第二部分概述了各物體运动的互相傳遞問題和物體變形與它所受力的關係，同時也介紹了組成各種不同动作的機構和各種不同性能的機器的標準零件等等。

本書為電力工業技工學校教材試用本，也可供現場工人進修之用。

工 程 力 學 基 礎

沈陽電力技工學校編

430243

電力工業出版社出版(北京市右街26號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

北京市印刷一廠排印

新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本·12 $\frac{1}{2}$ 印張·240千字·定價(第9類)1.40元

1956年11月北京第1版

1956年11月北京第1次印刷(0001—18,100冊)

序 言

“電力工業技工學校教材試用本”原是沈陽電力技工學校1955年的教材，內包括鍋爐、汽機、電氣三個專業（每一專業分運行和檢修兩班）的22種教材。沈陽電力技工學校編寫這套教材是以本校的教學計劃和教學大綱為根據，這個教學計劃和教學大綱是參照蘇聯技工學校的教學計劃和教學大綱制定，經電力工業部審查批准的。

由於電力技工學校的學員大都是初中程度的青年，他們都不懂技術，生活經驗也不豐富，因此在編寫這套教材時，盡量使內容淺顯，說理簡明，通俗易懂，並且避免了一些複雜公式的煩瑣推演和證明。另外，因為這些學員在畢業以後，經過現場短期的實習，就要投入生產，擔負火力發電廠的運行或檢修工作，所以教材的內容就特別注意到貫徹法規和規程，結合現場實際的需要，並在必要的地方作了淺近的解釋，目的是使學員到達現場以後，很快地熟悉生產過程並掌握操作技術。因此，“電力工業技工學校教材試用本”不僅可供電力技工學校的學員學習，而且也可作為各發電廠培訓技術工人的教材，還可作為工人進修的讀物。

随着国家电力工业的蓬勃发展，电力技工学校 and 现场培训工作也在迅速地前进。根据客观需要，电力工业出版社和沈阳电力技工学校共同研究，决定将1955年的教材修订出版。这套教材经中华人民共和国电力工业部教育司推荐作为“电力工业技工学校教材试用本”。

参加编写和修订这套教材的教师是很多的，其中有电气科的蔡元宇、吴修法、徐康吉、魏蔭蓀、施致中、王熹德等同志；汽机科有周礼惠、刘勘勋、楼维时、于学富、郁善同、康文秀、林虔、齐恩海等同志；锅炉科有李力夫、余立培、孙向方、蒋士征、董树文、刘少清、王景龙、張印、孙吉星、王庆翰等同志；基础技术科有李天璞、程与权、杜金祥、吴淑华、李恒章、樂学忠等同志。在修定过程中，重庆电力技工学校張盛荣同志协助编写汽机專業热工学教材，重庆、上海二校教师周基善、蔡紹勤、胡駿之等同志对修订教材提出了許多宝贵的建議，并校对了部分教材，特此对他们表示感谢。

编写本書曾参考“工程力学”、“机械零件”及“机械原理”等書，現亦謹此向著譯者致謝。

由于修订時間短促，虽然修订教材的同志們在主观上尽了最大的努力，但限于水平，因而不完善的地方無疑是存在的，我們誠懇地希望讀者提出意見和批評，以便再版时修正。

沈陽电力技工学校

1956年7月

目 录

序 言

第一部分 理論力学基础

緒 論	10
-----------	----

第一篇 运动学

第一章 点的运动規律	21
------------------	----

1. 运动学的内容
2. 軌跡及根据軌跡形式而定的基本运动形式
3. 根据一点在軌跡上的位置来求出这一点所經過的路程

第二章 点的直綫运动	25
------------------	----

1. 等速运动
2. 等速运动的速度和时间
3. 变速运动平均速度和平均加速度
4. 等变速运动, 速度和加速度
5. 在重力作用下的直綫运动

第三章 点的合成运动	41
------------------	----

1. 运动的合成
2. 速度的合成
3. 方向沿着同一根直綫的等速运动的合成
4. 速度的分解

第四章 質点的曲綫运动	50
-------------------	----

1. 点的等速曲綫运动和变速曲綫运动
2. 曲綫运动时点的速度
3. 作等速圆周运动的点的速度

4. 曲綫运动时点的加速度	57
5. 作等速圆周运动的点的向心加速度	58
第五章 剛体的最簡單运动	63
1. 剛体的平移	63
2. 物体繞固定軸的轉动角位移	64
3. 角速度和角加速度	65
4. 物体繞固定軸的等速轉动	66

第二篇 动力学

第一章 动力学的基本原理	70
1. 动力学的内容	70
2. 慣性定律(牛頓第一定律)	70
3. 动力学基本方程式(牛頓第二定律)	72
4. 物体的質量和重量之間的关系	74
5. 工程單位制和物理單位制	75
6. 作用同反作用相等定律(牛頓第三定律)	77
7. 力的作用互不相关定律	81
8. 前面所討論的力学定律的推論	83
第二章 質点动力学基础	86
1. 質点动力学概念的内容	86
2. 慣性力	87
3. 質点作直綫运动时的慣性力	88
4. 質点沿着圆周运动时的慣性力, 离心力	90
5. 慣性力在工程技术中的作用	97
6. 离心机构	99
第三章 轉动体的平衡	104
第四章 功和功率	108
1. 功的概念	108

2. 功的量度	109
3. 大小不变的力在轉动中所作的功	111
4. 功率和它的量度單位	113
5. 物体作等速平移运动时的功率	114
6. 物体作等速轉动时的功率	115
第五章 机械能	120
1. 动能的概念	120
2. 物体作平移运动时的动能	121
3. 在重力作用下运动物体的能量——势能(位能)	124
4. 繞固定軸轉动的物体的动能的概念	128
5. 关于發动机調速器的概念	131
6. 机械效率	132
7. 永动机的不可能	134

第三篇 靜力学

第一章 靜力学的基本原理	137
1. 靜力学的内容	137
2. 靜力学的基本定义	138
3. 大小相等、方向沿着兩作用点的連綫而指向相反的 两个力互相平衡	139
4. 定理——力有可移性	140
5. 方向沿着同一直綫的力的合成	141
6. 約束和約束反力	143
第二章 平面匯交力系	145
1. 方向成一交角的两个力的合成	145
2. 將一个力分解成作用在一点上而方向彼此交成一角 的两个分力	147
3. 同一平面上的匯交在一点上的几个力的合成	152

4. 匯交在一點上的平面力系的平衡	156
5. 同一平面上的三個互相平衡的不平行力交於一點	158
第三章 平面平行力系、力矩	162
1. 指向相同的平行力的合成	162
2. 把力分解為和它平行的兩個分力	164
3. 力對於一點的力矩	166
4. 力偶	169
5. 平面平行力系的平衡	170
6. 力對一個軸線的力矩	175
第四章 關於摩擦	178
1. 有害的阻力	178
2. 滑動摩擦的基本定律滑動摩擦係數	181
3. 關於干摩擦和液體摩擦的概念	185
4. 滾動摩擦	187
5. 兩種摩擦的比較	191
6. 摩擦在自然和工程上的作用	192
7. 怎樣減少摩擦	193

第二部分 機械原理和材料力學基礎

第一篇 機械原理

第一章 斜面、滑輪、絞車	199
1. 斜面	200
2. 槓桿	204
3. 定滑輪和動滑輪	210
4. 滑輪系和差動滑輪	213
5. 簡單絞車	216
第二章 平行軸間的傳動	219
1. 關於傳動的一般概念	219

2. 挠性傳动的基本概念	220
3. 皮帶傳动的原則	220
4. 挠性傳动的运动关系	222
5. 傳动用的平皮帶和三角皮帶	224
6. 皮帶傳动的优缺点	225
7. 鏈傳动的基本概念	226
8. 平行軸間、傳动比一定的摩擦輪傳动	227
9. 齿輪傳动的基本概念	231
10. 圆柱齿輪上輪齿的基本形狀	231
11. 齿輪傳动的傳动比	234
12. 齿輪系的基本概念	236
13. 齿輪系傳动的运动关系	237
14. 惰輪	241
15. 齿輪嚙合的几何要素	244
第三章 非平行轉軸間的傳动	251
1. 圓錐齿輪(傘齿輪)傳动	251
2. 螺旋的基本概念	253
3. 蜗輪傳动	257
4. 万向接头	259
第四章 旋轉运动和平移运动的互换	261
1. 齿条的傳动	261
2. 螺桿和螺母的傳动	264
3. 傳动螺旋基本形式的螺紋剖面	267
4. 曲柄連杆机构	268
5. 凸輪机构	271
第五章 旋轉运动的傳动輔助另件	276
1. 軸	276

2. 軸承	279
3. 連軸器(靠背輪)的一般概念	285
第六章 不可拆卸接合与可拆卸接合	290
1. 銲接	290
2. 鐸接	294
3. 螺栓接合	300
4. 楔連接	306
5. 鍵	307
6. 銷釘連接	309
第七章 彈簧	312
第八章 起重基本知識	315
1. 起重机械的类型	319
2. 起重机械的主要技术性能	320
3. 起重机械的簡易原理	321
4. 起重机械的組成部分	327
5. 簡單起重机械	327
6. 起重机的—般概念	344

第二篇 材料力学基础

第一章 概 論	345
1. 变形的基本概念	345
2. 內力	346
3. 应力	351
4. 强度計算和容許应力的概念	353
5. 載荷的靜止作用和动力作用	355
6. 变形的基本类型	356
第二章 拉伸和压縮	358
1. 基本公式	358

2. 拉伸和壓縮的計算方程式和許用应力·····	364
3. 受内部液体或气体压力作用时薄壁容器的計算·····	369
第三章 剪切和扭轉 ·····	376
1. 剪切变形的概念·····	376
2. 剪切变形的度量、剪切模数·····	377
3. 剪切的計算方程式、容許应力·····	380
4. 扭转变形的概念、扭轉的度量·····	382
5. 扭轉是剪切的不同型式·····	383
6. 扭轉应力在断面上的分布情况·····	384
第四章 弯曲的一般概念 ·····	387
附 录 ·····	392

第一部分 理論力学基础

緒 論

第一节 机械运动

重点:

1. 力学的基本概念。

2. 靜止的相对性。

物質的主要屬性之一，就是它处在不断的运动中；沒有这个屬性，物質的存在是不可想像的。运动是物質不可分割的屬性，是物質存在的形态。运动的物質是靠我們的感覺器官感覺出来的。

运动的方式是多种多样的。無数的物体在地球上运动着，地球环繞着地軸旋轉，并环繞着太陽运动；太陽和太陽系的行星相对于星羣而运动，就是星羣也是在宇宙空間运动，在这些情况下發生的是整个物体的运动。科学确定了很多其他的运动方式，例如热、化学現象、电、光等等。各式各样的生活，也是一种运动方式。这样，物質的不断运动，使宇宙有了無穷的形态，而产生了宇宙間的一切現象。

运动發生在空間和時間內。因此空間和時間同运动的物質是不可分割的。

由于物体的存在和运动都是在空間进行的，所以空間

是力学的基本概念之一。同样地，時間也是力学的基本概念。

地球上物体的运动和天体的运动——物体在空間的移动位置——是运动的最簡單的方式。

物体的运动，我們是根据它相对于其他物体的位移来确定的。物体相对于其他物体的位置移动，叫做机械运动。

研究机械运动規律的科学叫做力学。

在力学中常常应用物体的靜止概念，例如：設計鐵路桥梁的时候，指望它稳定而耐久，即保証它的固定性。我們說桥梁固定，意思是指桥梁对于地球來說是固定的。实际上，桥梁还是运动的，它参加地球环绕地軸和环绕太陽的运动，并参加太陽系的运动等。

絕對靜止是不存在的。在力学中談到固定的物体，就是指相对的靜止，即所研究的物体相对于另一物体（多半是相对于地球）而固定。

怎样選擇有条件地当作固定的物体，在每种个别情况下，要根据所指出的問題来决定。

在以后的叙述中，如果單用靜止兩字，就是表示物体对地球的相对固定。

問 題

1. 什么叫做机械运动？

2. 用“靜止的相对性”概念來說明汽机軸承是固定的。

第二节 力学中常用的基本量度單位

为了用数字表示不同的量，必須采用一定的量度單位。

在力学中，把以下这三个單位作为基本單位：

米——用来量度路程和距离；

千克——用来量度力；

秒——用来量度時間。

这些基本量度單位，可以求出用来量度力学中所研究的其他許多量的誘导單位。例如：用時間除路程得出的商数来量度的速度，它的因次是 $\frac{\text{長度單位}}{\text{時間單位}}$ ，即 $\frac{\text{米}}{\text{秒}}$ （換一种方式来写就是 $\text{米} \times \text{秒}^{-1}$ ）；加速度的因次是 $\frac{\text{速度單位}}{(\text{時間單位})^2}$ ，即 $\frac{\text{米}}{\text{秒} \times \text{秒}}$ 或 $\frac{\text{米}}{\text{秒}^2}$ （ $\text{米} \times \text{秒}^{-2}$ ）等等。

在合适的情况下，可以使用米、千克和秒所导出的單位。例如：小的速度以 $\frac{\text{毫米}}{\text{秒}}$ 来表示；火車和飞机的运动速度以 $\frac{\text{公里}}{\text{时}}$ 来表示；金屬切削机床的切削速度以 $\frac{\text{米}}{\text{分}}$ 来表示；大量的力以公吨来表示等等。

指示量的因次（名称）是有必要的；为了获得正确的結果，解題的时候，必須严格地遵照量的因次。

例 1 以 $\frac{\text{公里}}{\text{时}}$ 表示的速度單位比 $\frac{\text{米}}{\text{分}}$ 大多少或者小多少？

为了解答上面的問題，必須把量度單位化成同一个名称。

因为 1 公里 = 1000 米, 1 小时 = 60 分, 我們可以得出

$$1 \frac{\text{公里}}{\text{时}} = \frac{1000 \text{ 米}}{60 \text{ 分}};$$

因此

$$1 \frac{\text{公里}}{\text{时}} : 1 \frac{\text{米}}{\text{分}} = \frac{1000 \text{ 米}}{60 \text{ 分}} : 1 \frac{\text{米}}{\text{分}} = \frac{1000}{60} = 16 \frac{2}{3};$$

即

$$1 \frac{\text{公里}}{\text{时}} \text{ 是 } 1 \frac{\text{米}}{\text{分}} \text{ 的 } 16 \frac{2}{3} \text{ 倍。}$$

第三节 質点和剛体的概念

由所謂理論力学这門科学来研究它的运动的物体, 可以看成是由很大数量極微小的物質顆粒所組成的。每一顆粒的体积是这样的小: 小到同几何点差不多。每个这样的顆粒叫做質点。

因此, 物体是質点的組合(或者叫做質点系)。

在力学中研究运动的时候, 物体常常用一个質点来代替, 例如: 輪船的运动可以作为一个質点的运动来研究, 掛在長綫上的运动的小球可以作为質点来研究。

因此, “質点”的概念意味着: 或是物体中很小的顆粒, 或是作为一点来研究的物体。

在后一种情况下, 当物体的尺寸同問題中的其他几何量比較起来是極小而可以略去不計的时候, 这物体就叫做質点。

在理論力学中所指的物体是絕對剛体, 这类物体在其

他物体的作用下不改变自己的形状和大小。一个物体，在任何其他物体的作用下，它的任何兩点間的距离是始終不变的，这就叫做绝对剛体。

实际上，绝对剛体是不存在的。任何物質所構成的物体，在其他物体的作用下，或多或少总要改变它的形状，就是說会变形。如果物体的变形同它的尺寸相比較是很小的話，就可以略去不計，因为在实用上，这样得出的結果已經足够精确，例如：桥式起重机的梁在載荷的作用下要弯曲一些，但这种弯曲是很小的，因此这种变形在解理論力学的習題的时候，可以略去不計，而認為梁仍然保持着它的原来形状。

当某一个力作用在彈簧上的时候，將會得到完全不同的情况。在这种情况下，由相当數值的力所产生的变形，就非常显著，因而必須計算进去。

研究物体的变形同加在物体上的力的关系的科学，叫做材料力学。

第四节 力的基本概念

重点：1. 力的定义。

2. 力的三要素。

3. 力的圖象表示法。

下面研究几个例子：

石块落到地上。

电車从道路的直綫地段駛上曲綫地段，是铁軌对車輪