

2

059
173

物理学与应用技术 50 讲

刘 璞 编 著

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书简要介绍物理学与物理技术在工业、农业、国防和日常生活方面的应用。本书的特点是:(一)现代化。本书介绍了物理学原理在三峡水利枢纽工程、航空航天、热机、家用电器、光纤通信、激光、红外技术、B超、CT扫描、核磁共振、多媒体电脑以及互联网等方面的应用。(二)通俗化。尽量避免用高等数学进行公式推导和论证,而尽量用物理概念说明问题,使本书易学、易懂。(三)专题化。适合于教师选讲。本书从50个方面提供了通俗易懂的科普知识供教师选读,使物理学的基本理论与现代科学技术紧密结合在一块,使学生学以致用,提高学生学习与应用物理学和物理技术的兴趣。因此,本书也是大、中学生进行素质教育的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物理学与应用技术 50 讲/刘璞编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2001.9
ISBN 7-81012-445-5

I. 物... II. 刘... III. ①物理学 普及读物②物理学—应用—普及读物 IV. O4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 064748 号

物理学与应用技术 50 讲

编著者 刘璞

责任编辑 刘宝俊

北京航空航天大学出版社出版发行

*

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:82317024

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail:pressell@publica.bj.cninfo.net

北京宏文印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:31.5 字数:806 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷 印数:4000 册

ISBN 7-81012-445-5/O·026 定价:40.00 元

序

《物理学与应用技术 50 讲》，今天与读者见面了，这是物理界同行们的大喜事！在此，首先让我向我的同行表示热烈的祝贺。

我是从事中学物理教学四十多年的老教师。记得四十多年前，我还在原国立十一中（现岳阳市一中）读书时，我的物理老师刘大栋先生曾给我们作了一个终生难忘的学术报告——《原子弹的破坏因素及其防护》。当时正是第二次世界大战末期，美国在日本的广岛、长崎丢下了两颗原子弹，其威力被报界炒得沸沸扬扬，广大学生对原子弹既害怕又迫切希望了解。刘老师的报告，正好满足同学们的求知欲望，激发了他们的学习兴趣，从这时起，我就认识到物理学是一门神秘、深奥但又十分有用、充满乐趣的学科，决心像刘老师那样学好物理，终生献身于中学物理教学工作。

几十年的物理教学实践使我深深体会到，要教好物理，就必须理论联系实际，把物理学中学到的物理知识应用于实践，做到学以致用、学用结合、开发思维、培养创新能力。但过去，这方面的书籍不多，想介绍一些应用技术知识，资料来源缺乏，现在《物理学与应用技术 50 讲》一书的出版，正弥补了这一缺陷。这本书的特点是现代化、通俗化、专题化，重点介绍现代科学技术基础知识，并以通俗易懂的语言，以专题讲座的形式向师生介绍，这就方便了广大教师和学生。我衷心希望广大教师把这本书作为一本重要参考书，把它作为课堂教学和课外辅导的内容，介绍给我们的学生，激发学生的学习兴趣，引导学生联系实际，学以致用，提高创新能力。也希望广大学生利用这本书，开阔视野，丰富应用技术内容，培养自己成为技术革新能手、发明家、未来的科学家。科教兴国、振兴中华。

湖南省首批物理特级教师 游新金

为培养和造就新一代高素质创造性人才 所做的一点尝试 (代前言)

现在,举国上下都在贯彻执行党的十五大提出的科教兴国战略。为此,全国各地正在掀起教育改革浪潮。教育改革中的一个重要问题是如何实现教材现代化,以适应“三个面向”和提高学生素质的要求。本书就是想在这方面作一点尝试。

本书的特点是:1. 现代化。突出物理学在工业、农业、科技、国防和日常生活中的应用,如三峡水利枢纽工程、水力发电、火力发电、核能发电、航天技术、无氟冰箱、溴化锂空调、超导技术、激光技术、红外技术、光纤通信、B超、CT、核磁共振成像、电磁灶、微波炉等。通过这些现代化的应用实例,介绍物理学的基本原理,使理论紧密联系实际,启迪开发智力,培养创新能力。2. 通俗化。具有中学以上文化程度的学生、干部、工人都能阅读学习。3. 专题化。以科学技术内容为中心,以讲座形式分专题讲授,每讲自成体系,不受知识系统化的制约,适合自由选读。

本书是一本教学工具书,主要是供在大学和中学从事物理教学的同志们教学参考用。物理教学必须理论联系实际,帮助学生学以致用,开发智力。本书提供较多的应用实例,供大家选用讲授。

这本书也是一本教学辅导书,是供中学和大学学生学习物理的辅导教材。将来的高考命题,将不拘泥于教学大纲,更不拘泥于统编教材,目标单一、功能单一、考知识的标准化选择题比例减少,增加能力型、综合型、应用型的主观题;而且可能出现多学科的综合题。本书正是为了适应高考命题改革而编写的应用技术教学辅导书。

这本书也是一本供干部、职工学习“现代科技基础知识”的重要参考书。1994年江泽民同志指示国家科委宋健同志组织一大批专家教授编写了《现代科学技术基础知识》并指示凡县市以上干部都要选学,以推进传统产业现代化。大学文科学生也要开设此类课程。本书正是开设此类课程的重要参考书。

本书第一至四十八讲,由刘璞编写,第四十九和五十讲由刘力编写。

在本书编写过程中得到了谭先锋、周平阶、游新金、王群善、瞿素青、任人杰、刘卫科等教授、高级教师、工程师的鼎力支持,在此一一致谢。

本书还是一种尝试,由于资料和学术水平有限,问题一定很多,敬请批评指正。

编 者

2001年4月

目 录

第一讲 汽车的驱动力与阻力	1
一、汽车行驶中的驱动力	1
二、汽车行驶中的阻力	2
第二讲 弹簧和弹簧秤	4
一、螺旋弹簧的形变与外力的关系	4
二、手提式袖珍弹簧秤	5
三、弹簧式案秤	6
第三讲 摩擦力与摩擦式离合器、车轮制动器	7
一、摩擦式离合器	7
二、车轮制动器	8
第四讲 杠杆与秤	10
一、杠 杆	10
二、杠杆系	12
三、杆 秤	13
四、案 秤	14
第五讲 滑轮、轮轴和起重机械	16
一、滑轮和滑轮组	16
二、手拉葫芦	17
三、轮轴和卷扬机	18
四、井架式双吊篮垂直升降机	18
第六讲 物体的转动和机械传动	20
一、转动中的几个物理量	20
二、机械传动基础知识	21
三、车床的机械传动系统	26
第七讲 离心现象及其应用	32
一、离心转速计	32
二、离心式甩干机	33
三、离心泵	33
四、车用柴油机离心式全速调速器	34
五、离心铸造	36
第八讲 帕斯卡定律与液压传动	38
一、帕斯卡定律	38
二、摇臂式液压千斤顶	38
三、液压传动系统的基本组成	39
四、几种常见的液压传动装置	42
第九讲 伯努利原理与汽车化油器	46
一、连续性原理和伯努利原理	46

二、简单化油器的构造和工作原理	47
三、汽油机各种工况对混合气成分的要求	48
第十讲 船闸与升船机	50
一、三峡水利枢纽工程简介	50
二、船 闸	51
三、升船机	51
第十一讲 潜水艇、深海探测与深海探测艇	54
一、潜水艇	54
二、深海探测与深海探测艇	55
三、“深海 2000”与“深海 6500”	60
四、深海飞机	61
五、深海救生艇和智能机器人	62
第十二讲 万有引力定律和人造卫星	63
一、万有引力定律	63
二、人造地球卫星和第一宇宙速度	63
三、第二宇宙速度	65
四、第三宇宙速度	66
五、我国航天事业的发展概况	66
第十三讲 同步轨道卫星	69
一、什么是同步轨道卫星	69
二、同步轨道卫星发射的高度、速度和发射方法	69
三、同步轨道卫星的优点及其应用	71
四、太阳同步轨道	73
第十四讲 运载火箭和航天飞机	74
一、火箭推进原理	74
二、现代火箭的基本组成	76
三、我国运载火箭研制概况	79
四、航天飞机	80
五、空天飞机	83
第十五讲 导 弹	85
一、导弹的分类	85
二、导弹飞行中的几个力学问题浅析	85
三、制导方法	87
四、二战和海湾战争中使用过的几种主要导弹	88
五、我国研制的几种导弹	91
第十六讲 雷达、遥感技术与声纳	93
一、雷 达	93
二、遥感技术	95
三、声 纳	96
第十七讲 能源的开发与利用	98

一、能源的分类和利用	98
二、新能源的利用与开发	100
第十八讲 热 机	103
一、热机的物理基础	103
二、蒸汽发动机	105
三、蒸汽轮机	108
四、内燃机	110
五、燃气轮机、空气喷气发动机和火箭喷气发动机	113
第十九讲 制冷机、家用电冰箱与空调器	116
一、热力学的基本概念	116
二、几种主要制冷方式和工作原理	122
三、家用电冰箱	125
四、家用空调器	132
第二十讲 静电实用技术	138
一、静电除尘	138
二、静电喷涂	139
三、静电植绒	140
四、静电纺纱	142
五、静电复印	143
第二十一讲 电磁铁	150
一、起重电磁铁	151
二、制动电磁铁	152
三、接触器	153
四、电 铃	154
第二十二讲 直流稳压电源	155
一、晶体二极管整流电路	155
二、可控硅整流电路	159
三、几种常见的直流稳压电源	168
第二十三讲 电热和电阻式家用电热器具	171
一、电热和电热转换的基本形式	171
二、电热材料和电热元件	173
三、电阻式家用电热器具	177
第二十四讲 高频感应加热与电磁灶	187
一、电磁感应与涡流	187
二、电磁灶	188
第二十五讲 微波介质加热与微波炉	193
一、电磁场的基本知识	193
二、微波炉	200
第二十六讲 单相电动机与家用电风扇	206
一、单相交流电容式感应电动机	206

二、电风扇	207
三、家用排气扇和抽油烟机	212
第二十七讲 洗衣机	214
一、洗衣机的洗涤原理	214
二、几种常用洗衣机的性能、结构和原理	215
第二十八讲 从磁石电话到移动电话	222
一、从磁石电话谈起	222
二、共电式电话机	225
三、自动电话机	226
四、无绳电话机	235
五、移动电话	237
第二十九讲 传真机	239
一、相片传真机	239
二、三类传真机	241
第三十讲 火力发电	253
一、火力发电系统的基本组成	253
二、锅炉系统	255
三、汽轮机	265
四、汽轮发电机	266
第三十一讲 水力发电	271
一、水力发电的特点和意义	271
二、水轮机	272
三、水轮发电机——同步发电机	275
第三十二讲 农村小水电与柴油发电	282
一、小型水电站的发电设备	282
二、小型柴油发电机组	285
第三十三讲 音频信号基础知识与收录机、CD 机、扩音机	289
一、音频信号基础知识	289
二、收录机	294
三、CD 唱片与 CD 唱机	298
四、扩音机	302
第三十四讲 卡拉 OK 和 VCD	306
一、话 筒	306
二、扬声器和音箱	312
三、卡拉 OK 伴唱机	317
四、VCD	320
第三十五讲 视频图像信号与黑白电视	322
一、视频信号基础知识	322
二、黑白电视系统组成原理	328
三、电视扫描与同步	331

四、黑白全电视信号的组成	338
五、黑白电视机的组成及其使用常识	341
第三十六讲 色度学与彩色电视	343
一、彩色及人眼的视觉特性	343
二、彩色电视信号的形成与发送	349
三、电视图像的基本参量	355
四、彩色电视机的组成及选购	356
第三十七讲 电子计算机	358
一、电子计算机的基本结构和工作原理	358
二、二进制计数法和计算机的程序系统	360
三、电子计算机的发展历程、应用领域和发展方向	363
第三十八讲 超导电现象	369
一、超导体的特性	369
二、三类超导体	370
三、超导电性的起因——BCS 理论	372
四、高温超导	373
五、超导电性的应用	373
第三十九讲 红外技术	375
一、热辐射的基本定律	375
二、辐射测温	378
三、红外辐射的传输	379
四、红外探测器	380
五、红外技术的应用	384
第四十讲 激 光	389
一、激光器的发明	389
二、激光的产生机理和激光器的发展概况	390
三、激光器的模式	392
四、常用激光器	395
五、激光的特性与应用	401
第四十一讲 光纤与光缆	415
一、光纤的结构和分类	415
二、光纤导光原理	417
三、光 缆	419
第四十二讲 光纤通信	422
一、光纤通信的发展概况	422
二、光纤通信的特点	422
三、光纤通信的基本组成	423
四、光纤通信的发展动向	424
第四十三讲 光缆电视	425
一、无线电波的分类和传播	425

二、从无线电视到有线电视	427
三、光缆电视	428
第四十四讲 原子能发电	430
一、核电站系统的基本组成	430
二、反应堆的物理基础	434
三、反应堆材料	442
四、核电站的安全措施	447
第四十五讲 磁流体发电	452
一、磁流体发电的基本原理	452
二、磁流体发电的特点和应用范围	454
第四十六讲 B 超	456
一、超声诊断的物理基础	456
二、超声诊断仪的构造原理和种类	457
三、B 型超声诊断仪及其临床应用	461
第四十七讲 X 射线与 CT 扫描	463
一、X 射线及其特性	463
二、CT 系统的组成	463
三、CT 的物理原理	464
四、CT 检查的临床应用	465
第四十八讲 核磁共振成像装置	467
一、什么是核磁共振	467
二、核磁共振成像原理	469
三、核磁共振成像系统的基本组成	469
四、核磁共振成像装置的临床应用	471
第四十九讲 多媒体计算机与多媒体通信	473
一、概 说	473
二、多媒体计算机	474
三、数据压缩	475
四、VCD 与 MPEG	476
五、多媒体通信网络系统	479
六、结 语	480
第五十讲 信息社会与宽带互联网络	482
一、信息社会	482
二、因特网	483
三、宽带网络的建设	485
四、宽带网络的信息交换技术	489
五、宽带网络的接入	492
六、结 语	493
主要参考文献	494

第一讲 汽车的驱动力与阻力

在力学中,我们经常要分析物体的受力和运动情况,研究力与运动的关系。如汽车的拖车,在水平方向受的力有使拖车前进的牵引力、阻碍拖车前进的摩擦阻力和空气阻力等;又如在水中由汽轮拖着的货船,在水平方向受到汽轮的牵引力和水与空气给予的阻力等。这两种情况中,使拖车和货船前进的动力都是挂钩或缆绳对它的牵引力,其特征都是本身没有外力。但就汽车本身而言,并没有其它物体对它牵引,是什么力驱动汽车前进?这种力是不是外力?

在力学中,我们也经常提到阻力,如摩擦阻力、空气阻力等等。汽车车轮也受到地面的摩擦作用。汽车受到的摩擦阻力,是不是也是阻碍它运动的阻力?汽车受到的阻力有哪几种?下面分别就汽车受到的驱动力和阻力作简单的分析讨论。

一、汽车行驶中的驱动力

汽车的驱动力来源于发动机,没有发动机或发动机不工作,汽车是无法行驶的。汽车发动机工作时,发动机内的燃料燃烧产生的热能通过曲轴连杆机构,转化为机械能。由飞轮经过离合器、变速器、传动轴、减速器、差速器及半轴传到驱动轮上,形成一个增大了的扭矩 M_k ,其方向如图 1.1 所示。驱动轮对路面作用一个圆周力 F_0 ,其方向与汽车行驶方向相反。由于路面与车轮之间的摩擦,车轮边缘与路面接触点之间有相对滑动的趋势,路面与车轮之间产生静摩擦力。这个力阻碍车轮与路面之间的相对滑动,并使接触点 A 成为驱动车轮的瞬时转动中心。圆周力对车轮产生的力矩:

$$M_0 = F_0 R$$

式中, R 为车轮半径。摩擦力对车轮产生的反力矩:

$$M_A = fr$$

由于 $M_A = M_0$

$$f = F_0$$

所以,此反力矩的力臂 $r=R$,即等于车轮半径。

由于 A 点为瞬时转动中心,此力矩的作用点将平移至车轮中心的轴上。因此,车轮轴受到一个与 f 大小相等、方向一致的力 F_k 作用,此力即为推动车架向前移动的驱动力。

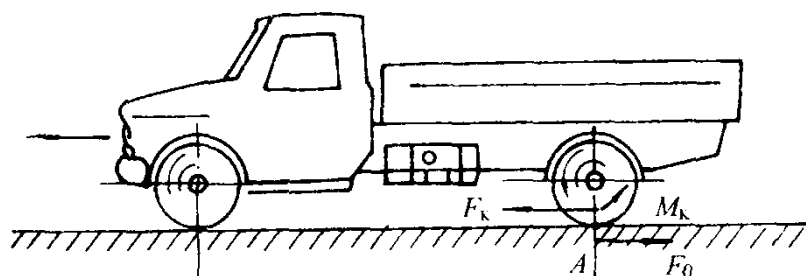


图 1.1 汽车驱动力

由以上分析可知,作用在驱动轮上的扭矩 M_0 越大,则圆周力 F_0 与摩擦力也越大,作用于轮轴上的驱动力 F_K 也愈大。只要 F_0 或 f 小于车轮与接触面间的最大静摩擦力并大于汽车静止时的受到的阻力,汽车便能启动行驶。

根据汽车行驶理论,用下面的公式可以计算出作用于驱动轮轴上的驱动力:

$$F = \frac{M_0 i_1 i_2 \eta}{r} \quad (1.1)$$

式(1.1)中: M_0 为发动机的输出扭矩; i_1 为变速箱选用的档位的变速比; i_2 为主减速器的减速比; η 为传动效率; r 为驱动轮的滚动半径。

设东风 EQ1090 汽车的传动效率为 0.9,发动机转速在 1 200~1 400 转/分时,输出扭矩为 352 牛顿·米,则各档驱动力如表 1.1 所示。如果改变发动机转速,这些数据会相应发生变化。

表 1.1 东风 EQ1090 型汽车各档驱动力参数表

选取用档位	一档	二档	三档	四档	五档	倒档
驱动力/牛顿	30 400	18 000	10 000	6 500	4 200	3 200

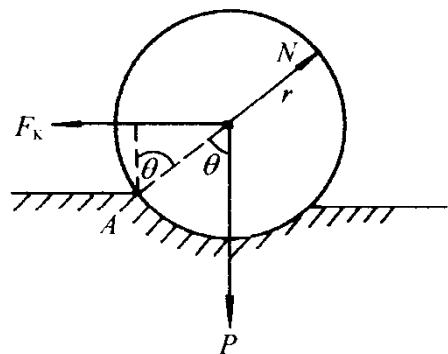
二、汽车行驶中的阻力

汽车行驶时受到的阻力主要有以下几种。

1. 滚动阻力

汽车在平坦的道路中行驶时,最大的阻力是滚动阻力,在物理学上叫做滚动摩擦力。产生滚动阻力的因素很多,主要是由于车轮与地面变形引起的。

滚动阻力可以用图 1.2 来进行分析。在汽车行驶时,前轮与后轮在与地面接触时,地面和轮胎都会变形,地面对车轮的支持力由瞬时转动中心 A 垂直于地面并通过车轮中心,驱动力产生的驱动力矩使车轮向前转动,驱动力矩 $M_A = F_K \cdot r \cos \theta$,重力产生的阻碍车轮转动的力矩



$$M_t = Pr \sin \theta \quad (1.2)$$

由图可知,轮胎与地面变形越大, θ 越大, $r \sin \theta$ 越大。

令 $r \sin \theta = \mu_t$

则式(1.2)变换为

$$M_t = \mu_t P \quad (1.3)$$

图 1.2 滚动阻力的产生

式(1.3)中的 $\mu_t = r \sin \theta$,叫做滚动阻力系数。由式(1.3)可知,滚动阻力实质上是一种阻碍车轮向前滚动的力矩。

轮胎充气不足,道路不够坚实,车轮与道路变形大, $\mu_t = r \sin \theta$ 就大,滚动阻力就大。另外,车轮承受的重力 P 越大,则 M_t 越大。由此可知,汽车的总质量以及轮胎气压与路面的结构,决定了滚动摩擦力的大小。比如在普通路面上总质量为 8 吨的汽车,受到的滚动阻力约为 1 568 牛顿,而在冰雪路面上,总质量 4 吨的汽车受到的滚动阻力只有 588 牛顿。

2. 空气阻力

汽车在空气中运动,会受到空气阻力的影响。空气阻力的大小,取决于汽车正面投影面

积、行驶速度、车体的流线型程度和风速等。

在无风的环境中行驶的大型客车,当车速为 10 公里/小时时,空气阻力为 30 牛顿;车速为 70 公里/小时时,空气阻力为 1 568 牛顿,如果车速超过 90 公里/小时,空气阻力将超过 2 548 牛顿。

3. 坡道阻力

汽车上坡时,由于重力作用,汽车会受到一个指向下坡方向的运动阻力,这就是坡道阻力。

设计时,各种型号的汽车,都有最大的爬坡度,如东风 EQ1090 汽车的最大爬坡度为 28%,北京 BJ1040 汽车为 36%。在设计范围内,决定坡道阻力大小的因素是:汽车的总质量、滚动阻力系数和坡度*。在普通沥青路面上,对满载的东风 EQ1090 型汽车来说,上 10%坡度的道路,坡道阻力约为 1 万牛顿,对于 28%的坡道,坡道阻力约为 2.7 万牛顿。

4. 加速阻力

汽车同任何物体一样,具有保持原来运动速度不变的特性,这就是惯性。当启动加速时,汽车的惯性阻碍加速,这就是加速阻力。

加速阻力由两部分组成:一是机械旋转部件在加速旋转中消耗的力;二是汽车整体质量加速时所消耗的力。汽车匀速行驶时,加速阻力为零;汽车减速行驶时,加速阻力为负值。

以上四种行驶阻力,并不经常同时作用于汽车,在不同的行驶环境中,它们的主次地位不同。一般说,坡道阻力和加速阻力所消耗的能量,大都以势能和动能的形式储存起来,在下坡滑行和惯性滑行中又重新释放出来,故可称为有偿阻力。而空气阻力和滚动阻力则属于纯消耗能量的阻力,故称为无偿阻力。

车辆行驶时,由于行驶阻力不断发生变化,驾驶员应根据实际情况,控制加速踏板和制动器踏板,随时调整汽车的驱动力大小。

加速器踏板和制动器踏板是驾驶员调整汽车牵引力和控制行驶阻力的主要机件,驾驶员应熟练掌握,灵活运用。另外,开车时不能让发动机全负荷运转,应该留有一定的后备功率,并且注意充分利用储备的势能和动能,节约用油,降低燃料的消耗。

* 物理学中,坡度 $= \sin \theta = \frac{h}{r}$,坡道阻力 $= mg \sin \theta$ 。

第二讲 弹簧和弹簧秤

弹簧具有受外力作用后产生与外力相应的形变的特性,因而被用来作为一种称量物体质量或测量力的大小的器具。利用弹簧制成的称量物体质量的秤叫做弹簧秤。

弹簧秤上用的弹簧有两种:一种是螺旋卷弹簧;一种是平卷弹簧。螺旋卷弹簧使用得最多。下面简要介绍螺旋卷弹簧的形变与外力的关系,以及用螺旋卷弹簧制作的手提式袖珍弹簧秤和弹簧式案秤。

一、螺旋弹簧的形变与外力的关系

我们知道,弹簧形变时要产生反抗形变的弹力。弹力的大小与形变大小有关系:形变越大,弹力越大;形变消失,弹力消失。对拉伸形变来说,伸长的长度越大,产生的弹力就越大。定量地研究表明,弹簧的拉伸形变,弹簧的弹力 f 的大小与弹簧的伸长(或缩短)的长度 x 成正比:

$$f = kx \quad (2.1)$$

式中, k 是比例系数,叫做弹簧的倔强系数。它与弹簧的长度、弹簧的材料、弹簧丝的粗细等有关系。这个规律,叫做胡克定律。

胡克定律有它的适用范围。物体的形变加大,超过一定限度,上述正比关系不再成立,这时,即使撤去外力,物体也不能完全恢复原状,这个限度叫做弹性限度。胡克定律只在弹性限度内适用。

螺旋卷弹簧是一个拉伸弹簧,其构造如图 2.1 所示。这种弹簧在其中心轴方向受拉力 F 时,弹簧在其轴向伸长 Δl ,在弹性限度内,其伸长量与外力关系由实验测得

$$\Delta l = \frac{4R^3 n}{Gr^4} F \quad (2.2)$$

式中: F 为拉力(牛顿); R 为弹簧圆半径(米); n 为弹簧圆的有效圈数; r 为弹簧丝的截面半径(米); G 为弹簧材料的切变模量(帕斯卡)。

由式(2.2)可知,螺旋卷弹簧在弹性限度内,其轴向伸长量与外力大小、弹簧卷的有效圈数的多少、弹簧半径大小的三次方成正比,而与弹簧钢丝的横截面半径大小的四次方成反比。因为一个成型的弹簧,它的有效圈数 n 、弹簧卷半径 R 、钢丝半径 r 以及弹簧的切变模量互为恒量,弹簧在形变时产生的弹力 f 与外力 F 平衡,由式(2.2)得:

$$F = \Delta l / \frac{4R^3 n}{Gr^4} = f$$

$$k = \frac{1}{\frac{4R^3 n}{Gr^4}} = \frac{Gr^4}{4R^3 n}$$

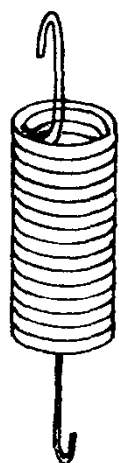


图 2.1 螺旋卷弹簧的构造

令

则
$$f = k\Delta l \quad (2.3)$$

式(2.3)表明,在弹性限度内,螺旋卷弹簧产生的弹力与伸长量成正比,符合胡克定律。倔强系数 $k = Gr^4 / 4R^3n$ 表明,弹簧钢丝的半径越大,弹簧的切变模量越大,越难伸长;弹簧圈的半径越小,有效圈数越多,越容易伸长。式(2.3)中的倔强系数 k 叫做弹簧的刚度。弹簧刚度的倒数叫做弹簧的柔度。

在制作弹簧秤时,为了读数比较明显,所用弹簧需要有较大的柔度,通常选用具有高弹性限度的材料制作。这种材料的许用应力约为 $0.3 \sim 0.4 \text{ kPa}$ 。常用的材料有高碳钢、镍铬钢、铬钒钢、镍锰铜合金和高磷钢等。

二、手提式袖珍弹簧秤

手提式袖珍弹簧秤是一种适合小商店和家庭用的便携式弹簧秤。它体积小,质量轻,称量灵敏度高,便于携带。下面介绍广东佛山现代衡器厂生产的 BTZ—2 型袖珍弹簧秤的构造和工作原理。

BTZ—2 型袖珍式弹簧秤的外形如图 2.2(a)所示。它的正面是刻度盘 1,中央有指针 2,顶上有提环 3,刻度盘上方有指针零点调节手轮 4,下方有挂钩 5,此外还有秤壳 6。它的称量范围为 10 千克。

BTZ—2 型袖珍式弹簧秤的内部构造如图 2.2(b)所示。在指针调节手轮 4 的下方有一横梁 7,两平行安装的平行弹簧 8 的上端固定在此横梁上。平衡弹簧 12 的上、下方与 Y 字形金属片 9 连接。Y 形金属片的叉口中央有一齿条 10,与秤壳正中央圆柱形齿轮 11 啮合。圆柱齿轮的中心轴上,装置指针 2。Y 形金属片的下端与秤钩 5 连在一起。平衡弹簧 12 的作用是稳定齿轮条位置。旋动指针零点调节手轮 4,通过它下面的杠杆,带动横梁 7 上下微动,从而

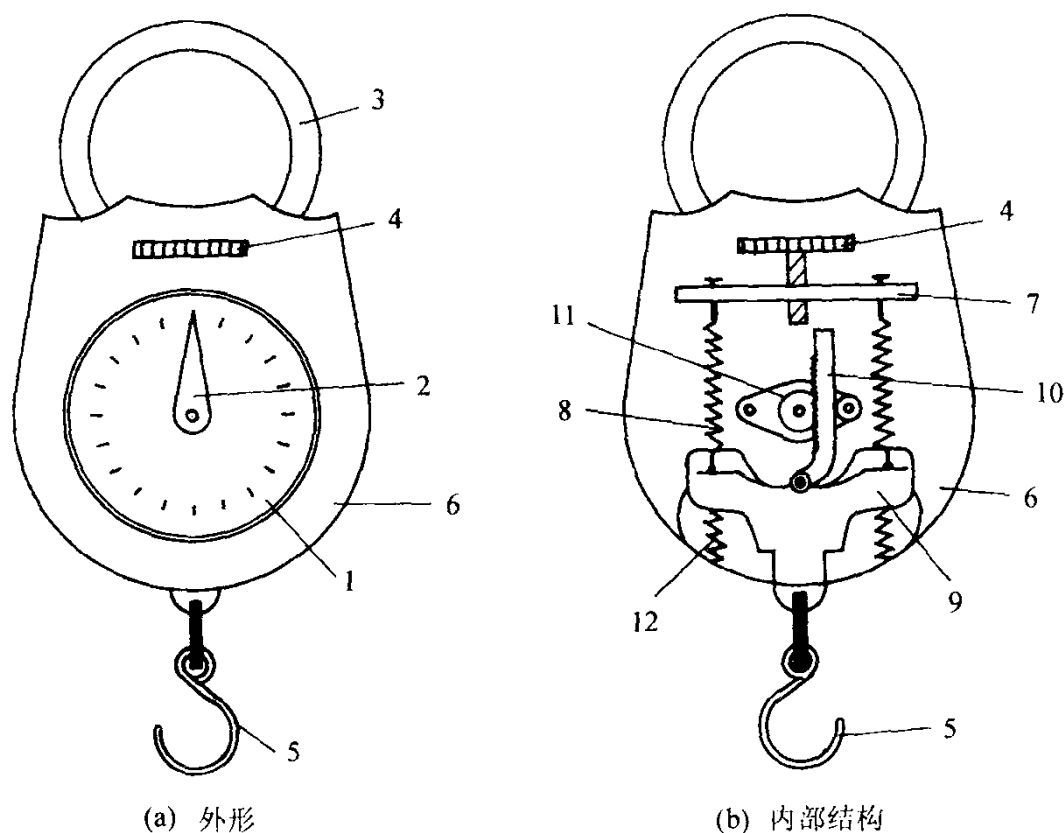


图 2.2 BTZ—2 型袖珍式弹簧秤

属片 9 连接。Y 形金属片的叉口中央有一齿条 10,与秤壳正中央圆柱形齿轮 11 啮合。圆柱齿轮的中心轴上,装置指针 2。Y 形金属片的下端与秤钩 5 连在一起。平衡弹簧 12 的作用是稳定齿轮条位置。旋动指针零点调节手轮 4,通过它下面的杠杆,带动横梁 7 上下微动,从而

调整指针的零点。

用此袖珍秤称物时,手拉提环,在挂钩上挂上被称重物。两平行弹簧 8 同时伸长,Y 形金属片带动齿条 10 下移,齿条 10 带动齿轮 11 转动,从而带动指针 2 转动,指示读数。

三、弹簧式案秤

弹簧式案秤是利用弹簧原理制成的一种指针度盘式案秤。这种秤具有构造简单、体积小、体格便宜等优点,应用十分广泛。

图 2.3 所示为目前用得最普遍的一种弹簧式案秤的构造示意图。秤盘 1 利用秤盘杆 2 和辅助杆装置 3 安装在秤壳的上方。秤盘杆的下方,通过联接装置 4 与螺旋弹簧 5 相连,以使作用在秤盘上的重力能被秤的主要称量元件螺旋弹簧所平衡,弹簧的上端,则固定在秤壳 13 上。

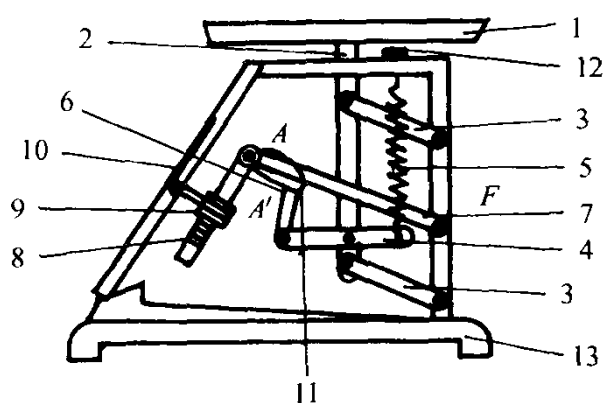


图 2.3 弹簧式案秤

在温度和其它条件一定的情况下,被称物的重量使弹簧具有一定的伸长量,弹簧的这一伸长量通过与联接杆 6 相连的杠杆 7 予以放大,并传给装在上部的齿条 8 带动安装在指针轴上的齿轮 9 转动,从而使指针 10 在度盘上指出相应的刻度。

为了防止环境温度变化时,由于螺旋弹簧弹力的变化而使秤产生误差,在秤上装有温度补偿装置。温度补偿装置由双金属片制成,双金属片 11 的上端,固定在杠杆 7 的 A 点上,下端连接在联接杆 6 的 A' 点上。在温度升高时,双金属片弯曲,A' 点向外侧移动,使杠杆 7 的 FA' 臂增长;温度下降时,双金属片变直;A' 点向内侧移动,使杠杆 7 的 FA' 缩短,以抵消由于温度的变化引起的弹簧秤所产生的误差。

弹簧式案秤的指针零点值的调整是利用安装在秤壳上方的调节钮 12 来进行的。调节弹簧的固定点,通过弹簧下端联结杆 6,带动杠杆 7,再通过齿条 8 带动齿轮产生微小转动,从而使指针 10 指在度盘的零点。

这种案秤的缺点是:温度补偿装置用的双金属片,受到冲击和振动后产生永久变形,造成误差;同时由于所有联结杆都是转轴联结,其摩擦阻力较大,所以秤的精度较低。

第三讲 摩擦力与摩擦式离合器、车轮制动器

当一个物体在另一个物体表面上做相对滑动的时候,要受到一个阻碍它相对运动的力,这种力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力的方向,总跟接触面相切,并且跟物体的相对运动的方向相反。实验表明,滑动摩擦力的大小与正压力成正比。用 f 表示滑动摩擦力的大小,用 N 表示正压力的大小,那么

$$f = \mu N$$

式中, μ 是比例常数,叫做滑动摩擦系数。

滑动摩擦系数是由制成物体的材料决定的,材料不同,两物体间的滑动摩擦系数也不同;滑动摩擦系数还与接触面的粗糙程度有关。在相同的压力下,滑动摩擦系数越大,滑动摩擦力就越大。

除了滑动摩擦外,还有滚动摩擦。滚动摩擦是一个物体在另一个物体表面上滚动时产生的摩擦。相同条件下的滚动摩擦比滑动摩擦小得多。

由于摩擦力总是阻碍物体之间的相对运动,其方向与相对运动的方向相反。因此,对运动物体来说,摩擦力是运动物体的阻力,它要消耗运动物体的机械能;但在某些特殊情况下,摩擦力却给人们的生活和工作带来很大的好处。汽车上的摩擦式离合器和车轮制动器,就是利用摩擦来传动和制动的。下面简要介绍摩擦式离合器和车轮制动器的构造和工作原理。

一、摩擦式离合器

离合器是汽车传动系的一个重要组成部分,装在发动机的飞轮上,连接变速器。它的主要功用是:

- (1) 在汽车起步时,使发动机与传动系平顺地接合,使扭矩的传递逐渐增加,以保证起步平稳。
- (2) 在换档时,使发动机与传动系迅速、彻底地分离,以减轻齿轮冲击,保证换档平稳。
- (3) 当汽车紧急制动时,因发动机与传动系相连而急剧降低转速,会产生比发动机扭矩大若干倍的惯性力矩,此时离合器的主动部分与从动部分可相对地滑移,以吸收部分能量,防止传动系过载而损坏机件。

对离合器的基本要求是:

- (1) 能传递发动机发出的最大扭矩而不打滑。
- (2) 分离迅速、彻底,接合柔和平顺。
- (3) 具有良好的散热能力,工作可靠。
- (4) 操作轻便,减轻驾驶员的疲劳。

目前,摩擦式离合器在汽车上应用比较广泛,它是利用摩擦作用传递动力的。其结构原理,如图 3.1 所示。

发动机飞轮 1 与压盘 5 是离合器的主动部分。带有摩擦衬片的从动盘 4 与从动盘毂 3