

大型养路机械职工培训系列丛书

机械 基础

主编 毛必显 程 立
主审 江 河



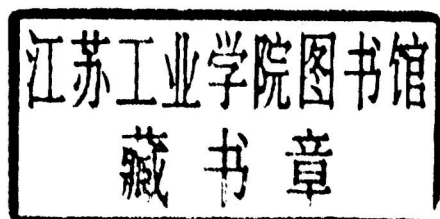
西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

机械职工培训系列丛书

机 械 基 础

主 编 毛必显 程 立

主 审 江 河



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

机械基础 / 毛必显, 程立主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2008.2

(大型养路机械职工培训系列丛书)

ISBN 978-7-81104-912-1

I. 机… II. ①毛…②程… III. 机械学—技术培训—教材
IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 015987 号

大型养路机械职工培训系列丛书

机 械 基 础

主 编 毛 必 显 程 立

*

责任编辑 孟 苏 成

封面设计 翼虎书装

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川锦祝印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 15.5

字数: 386 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-912-1

定价: 24.80 元

图书如有印装问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

大型养路机械职工培训系列丛书

编写委员会

主任委员 许建明

副主任委员 马云昆 王尊贤

编委 胡跃进 于家和

江 河 任延军

张宝明 毛必显

前言

科学技术的迅猛发展和我国社会主义市场经济体制的建立与深入,整个工业生产对现代化设备的需求和依赖程度愈来愈高。实践表明,工业企业生产设备的技术状态对劳动生产率、产品质量、生产成本、安全和环保等,在一定意义上可以说有着决定性的作用,这也是现代科学技术和社会经济互相渗透、互相促进、互相结合的一种必然趋势。

铁路行业也不例外。自 1984 年从国外引入大型养路机械进行线路维修、大修以来,铁路工务系统的作业方式和维修体制已经发生了根本性的变革,线路养护修理的质量、效率得到极大提高,施工与运行的矛盾得到很大程度缓解,施工生产中的事故明显减少。特别是在铁路大提速工程中,大型养路机械更是发挥出了不可替代的作用,已成为确保线路质量、提高既有线路效能,保证高速、重载、大密度铁路运输必不可少的现代化装备。

正是由于大型养路机械设备为铁路建设事业的发展作出的巨大贡献,所以,大型养路机械事业正以飞跃的速度向前发展。全路大型养路机械设备的品种和装备数量快速增加,大型养路机械使用人员的队伍正不断壮大。由此,在管理、安全、生产、使用等各方面又带来许多问题。大型养路机械是资金密集、技术密集的现代化设备,具有结构复杂、生产率高、价格昂贵等特点,并且,大型养路机械使用集运行、施工、检修于一身,所以,如何用好、管好、修好这些设备,不仅关系到设备本身的寿命,而且直接关系到大型养路机械施工企业的生产计划、施工质量、市场信誉、经济效益,甚至关系到企业的兴衰成败。要用好、管好、修好大型机械设备,人的因素是最关键的,这在铁道部、铁路局、机械化段都有着同样的共识和紧迫感。要得到与大型养路机械运用相适应的高素质的职工队伍,就需要对职工队伍进行不断的培养和教育,对各种培训的需求也就与日俱增,培训的要求也越来越高。面对文化程度相对较低、专业知识匮乏、基本素质参差不齐的人员队伍,不仅要开展一时一项、短期的各种培训,诸如新进人员的岗前培训、工班长的提高培训、技术人员的专业培训、检修人员的技术培训、管理人员的业务培训,更应该进行长期的、系统的、全面的基础培训和技能培训,以提高从业人员的综合素质和技术水平,发挥大型机械设备的最佳效能。

然而,迄今还没有一套系统、全面、完整的培训教材,无疑,给各种培训工作的开展带来一定的困难。为此,昆明中铁大型养路机械集团有限公司、铁路大型养路机械培训中心根据大型养路机械发展的需要,结合大型养路机械设备的技术及使用人员的基本情况,组织技术人员陆续编写出一套大型养路机械职工培训丛书,以填补这方面的空白,从而为推动大型养路机械事业的向前发展作出贡献。

本书由铁路大型养路机械培训中心毛必显高级工程师、程立高级工程师主编,昆明中铁大型养路机械集团有限公司江河副总经理主审。在编写过程中得到了铁路大型养路机械培训中心沈萍工程师、淮玉芬工程师以及郑鑫蓓等许多同仁的支持和帮助,在此表示感谢。

限于我们的知识水平和实践能力,书中难免有纰漏和错误,恳请专家与读者批评指正。

编者

2008 年 1 月

目 录

第一章 概 述	1
复习思考题	6
第二章 机械工程材料基础	7
第一节 金属材料的性能	7
第二节 铁碳合金	16
第三节 钢的热处理常识	22
第四节 常用金属材料	29
第五节 有色金属及其合金	38
第六节 非金属材料	44
复习思考题	50
第三章 公差配合与表面粗糙度	53
第一节 公差与配合	53
第二节 形位公差简介	59
第三节 表面粗糙度	69
复习思考题	74
第四章 常用机构	77
第一节 平面机构的运动简图	77
第二节 平面连杆机构	80
第三节 凸轮机构	92
第四节 螺旋机构	100
第五节 间歇运动机构	106
复习思考题	111
第五章 机械传动	114
第一节 带传动	114
第二节 链传动	127
第三节 齿轮传动	136
第四节 蜗杆传动	155
第五节 齿轮系	164
第六节 齿轮变速、变向机构	173

第七节 齿轮减速器简介.....	176
复习思考题.....	180
第六章 机械零件	184
第一节 螺纹联接	184
第二节 键联接	191
第三节 销联接和成形联接	196
第四节 轴	197
第五节 轴承	205
第六节 联轴器和离合器	227
第七节 制动器	236
复习思考题	237
参考文献	240

第一章 概述

一、“机械基础”课程的性质与学习内容

机械是人类进行生产劳动的主要工具，也是社会生产力发展水平的重要标志。早在古代，人类就知道利用杠杆、滚子、绞盘等简单机械从事劳动，借以减轻体力劳动，提高生产效率。18世纪中叶，随着蒸汽机的发明而促进了产业革命，出现了由原动机、传动机、工作机组成的近代机器，从此，机械有了迅猛的发展。

在现代工业生产中，广泛地使用着各式各样的机器，利用机器可以有效地提高劳动生产率，减轻人们的劳动强度，完成人力所不能完成的工作。可是机器是由人来操作使用的，因此，作为一个操作工人，必须熟悉所操纵的机器结构、性能、传动形式、运动规律，以便合理地使用、维护机器，使它能发挥出应有的效能。

我们现在所使用的大型养路机械就是一种最具现代化的铁路线路维修设备，涵盖了多门学课的知识，但最基本的还应该是机械工程知识，这就是我们所要学习的“机械基础”课程，它是研究机械的入门学科。

“机械基础”是一门很重要的基础技术课程，有承上启下的作用。通过学习，可以了解现代机械工程中采用的材料；知道为了满足使用要求，对机械零件的精度及它们之间的配合关系、零件的表面粗糙度都有一定的要求；懂得分析现有机械的基本方法，熟悉常用机械的工作原理、结构、作用、性能及其应用，为进一步学习专业技术知识和今后进行技术革新提供必要的基础知识和能力，也为适应生产技术发展的需要打下良好基础。

“机械基础”课程的学习内容有：机械工程材料基础、公差配合及表面粗糙度、常用机构、机械传动以及常见的机械零件。学习时，应注意理论联系实际，从感性认识出发，联系具体实例，提高到理论上进行分析，培养分析问题和解决问题的能力。

二、机械、机器和机构

1. 机械

机械工程的研究对象是机械。机械是机器与机构的总称。

2. 机器

机器是用来变换或传递能量、物料和信息，能减轻或替代人类劳动的工具。

“机器”这个概念，人们在日常生活和生产实践中已经形成，机器也被人们所广泛地使用着，例如缝纫机、洗衣机、汽车、机床、电动机、起重机等。尽管这些机器的结构、性能和用途各不相同，但它们都具有一些共同的特征。

图 1.1 所示为单缸四冲程内燃机，它由气缸体 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、连杆 5、曲轴 6、凸轮 7、顶杆 8、齿轮 9 和 10 等组成。燃气推动活塞移动，经过连杆使曲轴作连续转动，从而将燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。

图 1.2 所示为牛头刨床，它由电动机 1 通过带传动 3 和齿轮传动装置 2 实现减速，又通过摆动导杆机构 9 改变运动形式，使滑枕 5 带动刨刀 7 作往复移动来实现刨削。

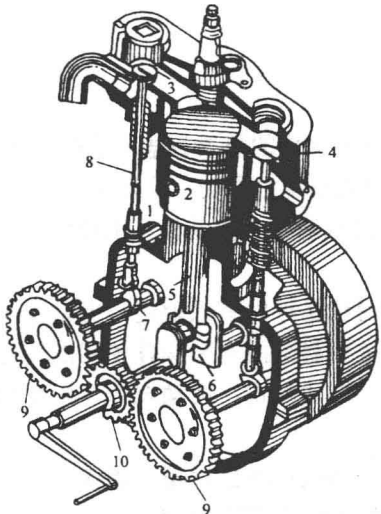


图 1.1 单缸四冲程内燃机

- 1—气缸体；2—活塞；3—进气阀；4—排气阀；
5—连杆；6—曲轴；7—凸轮；8—顶杆；
9、10—齿轮

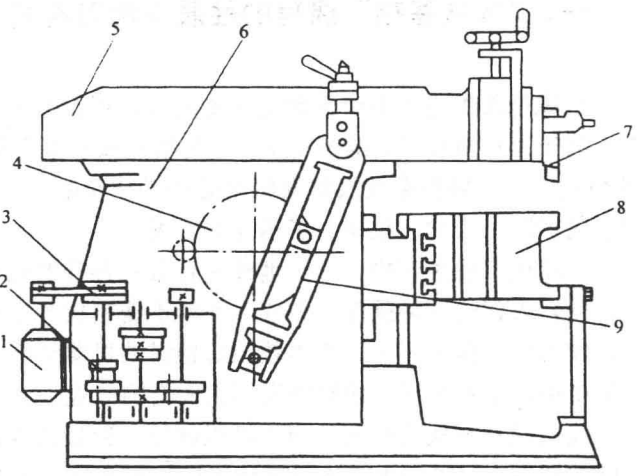


图 1.2 牛头刨床

- 1—电动机；2—齿轮传动装置；3—带传动；
4—大齿轮；5—滑枕；6—床身；7—刨刀；
8—工作台；9—导杆

对各种机器进行分析可知，机器具有以下三个共同的特征：

① 任何机器都是由许多构件组合而成的。所谓构件是指机器中每一个独立运动的单元体，如图 1.1 所示单缸内燃机中气缸体 1、活塞 2、连杆 5、曲轴 6 等都是构件（气缸体 1 相对活塞 2 也是运动单元体）。

② 各构件之间都具有确定的相对运动。图 1.1 中活塞相对气缸体作往复移动，曲轴相对气缸体作相对转动。

③ 组合体能变换或传递能量、物料和信息。例如，电动机、内燃机用来变换能量；金属切削机床用来改变工件的尺寸、形状；颚式破碎机用来传递能量；起重运输机用来传送物料；计算机用来交换信息等。

因此，我们可以说：机器是一种人为的构件组合体，各构件之间具有完全确定的相对运动，并且能用来代替人的劳动以完成有用的机械功、转换机械能或传递信息。

3. 机构

机构仅具有机器的前两个特征，即机构也是人为的构件组合体，各构件之间均具有完全

确定的相对运动。反过来说，机构是由两个以上的构件按一定形式连接起来，并且相互之间具有确定相对运动的构件组合。图 1.3 所示为实现滑枕运动的摆动导杆机构，它由若干构件（大齿轮 6，滑块 1、3，导杆 2，滑枕 4）组合而成。

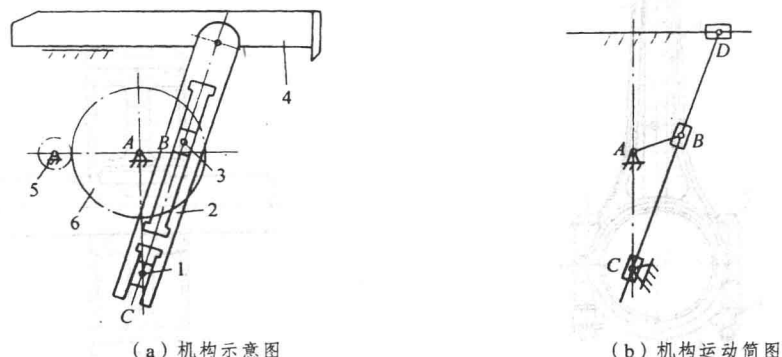


图 1.3 摆动导杆机构

1、3—滑块；2—导杆；4—滑枕；5—小齿轮；6—大齿轮

由于机构不具备机器的最后一个特征，所以它不能作机械功，也不能转换机械能。

显然，机构与机器的区别是：机构的主要功用在于传递运动或转变运动的形式，而机器的主要功用是利用机械能作功或能量转换。但仅从结构和运动方面来看，机器和机构两者之间并无区别，而从传递力和运动的角度来分析，机器是由机构所组成。图 1.1 所示的内燃机中，活塞 2、连杆 5、曲轴 6 和气缸体 1 组成一个曲柄滑块机构，可将活塞的往复移动变为曲轴连续转动；凸轮 7、顶杆 8、气缸体 1 组成凸轮机构，将凸轮的连续转动转换为顶杆有规律的往复移动；凸轮轴与曲轴上的齿轮 9、10 和气缸体 1 组成齿轮机构，使两轴保持一定的转速比，以保证进、排气阀 3、4 和活塞 2 之间具有协调动作。可见，内燃机主要由曲柄滑块机构、凸轮机构和齿轮机构三个机构组合而成。图 1.2 所示的牛头刨床也包含了带传动机构、齿轮机构、曲柄滑块机构、螺旋传动机构等机构。一台机器常包含几个机构，至少也有一个机构。

机器的种类很多，但是组成机器的机构种类却是有限的。机器中普遍使用的机构称为常用机构，如连杆机构、齿轮机构、凸轮机构和间歇运动机构等。

组成机构的各个相对运动的单元称为构件，构件是运动的机件。构件由零件组成，构件可以是单一的零件，如内燃机中的曲轴。也可以是由几个零件装配而成的刚性结构，如图 1.4 所示的连杆是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 以及螺母 3 等几个零件组合起来的构件，图 1.5 所示的齿轮构件由轴、键和齿轮连接而成。构件在运动时，属于同一构件中的零件，其相互之间是没有相对运动的。

零件是不可拆的最小制造单元。机器零件根据使用的范围又分通用零件和专用零件两类，凡在各种机器中普遍使用的零件称为通用零件，如齿轮、螺钉、轴等；只在某些机器中使用的零件称为专用零件，如汽轮机中的叶片、内燃机中的活塞、起重机中的吊钩等。另外，把为完成共同任务而结合起来的一组零件称为部件，它是机器装配的单元，如联轴器、滚动轴承、减速器等。

关于机械、机器、机构、构件、零件之间的关系可归纳如下：

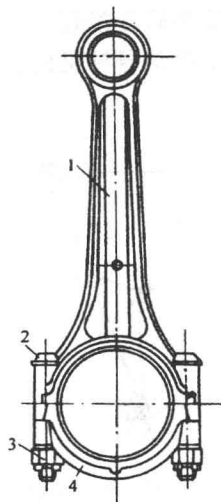


图 1.4 连杆

1—连杆体；2—螺栓；3—螺母；4—连杆盖

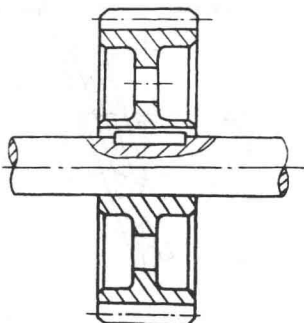
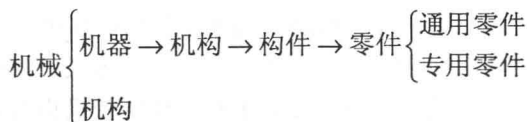


图 1.5 齿轮构件



三、机器的组成

各种机械的功用、工作原理、结构和外形等都各不相同，各有各的特殊性，往往差别也很大，但是大多数机器的主体是由以下四大部分所组成：

1. 原动机

原动机是机器工作的动力部分，机器之所以能够运动、作功都是靠原动机提供动力。

机器上的原动机一般有两种：由电能转变为机械能的，如电动机，它是应用最普遍，最常见的原动机；另一种是由化学能转变为机械能的，如内燃机，它常用在汽车、工程机械等移动式的机器上。

2. 工作机构

工作机构是机器的工作部分，处于整个传动路线的终点，完成机器预定的功能，其结构形式完全取决于机械本身的用途。如车床上的刀架、卷扬机的滚筒、汽车的轮子、冲床上的冲头、造型振动工作台、洗衣机的洗衣桶和波轮等。

3. 传动部分

传动部分是机器中原动机输出的运动和动力传递给工作机构的中间联系环节,也称为传动装置。

在现代机器中，根据传动的原理不同，传动部分主要有机械传动、液压传动、气压传动

和电传动等四种传动方式。各种不同的传动形式都有其共同点，即都是通过一定的介质来传递能量和运动的，而由于传递介质的不同，形成了其传动的特点及不同的适用范围。

(1) 机械传动

机械传动是利用带轮、齿轮、链轮、轴、蜗杆与蜗轮、螺母与螺杆等机械零件作为介质来进行功率和运动的传递，即采用带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动和螺旋传动等装置来进行功率和运动的传递。机械传动具有传动准确可靠、操纵简单、容易掌握、受环境影响小等优点，但传动装置存在笨重、效率低、远距离布置和操纵困难、安装位置自由度小等缺点。

(2) 液压传动

液压传动是利用处于密封容积内的液体作为工作介质，以其压力能进行功率和运动的传递。液压传动具有传递动力的距离、空间方位不受限制；液压元件结构紧凑、体积小、重量轻、反应灵敏、传动比大，它可以把原动机的高速旋转运动直接变为执行元件的低速直线往复运动或回转运动；操纵控制简单，能无级调速，工作平稳。但有易漏油，影响传动效率和机构的准确定位；液压元件制造维修较困难；液压油黏度受温度影响变化大，往往引起工作机构运动的不稳定等缺点。液压传动在大型养路机械上获得广泛应用。

(3) 气压传动

气动传动是利用压缩空气作为工作介质，以其压力进行运动和功率的传递。气压传动近年来在国内外都得到很快发展，这是因为它不仅可以实现单机自动化，而且可以控制流水线和自动线的生产过程，是实现自动控制的一种重要方法。由于空气介质取之不竭，在管道中流动压力损失小，所以，气动传动具有构造简单、传递和变换讯号方便、反应快、容易实现无级调速等优点。但空气的压缩性较大，使之无法获得均匀稳定的运动，空气传动的气动系统工作压力也不宜过高，一般在 $0.7 \sim 0.8 \text{ MPa}$ ，不能用于大功率传动。

(4) 电传动

电传动是利用电作为工作介质，依靠调整其电压、电流、电阻参数的方式来传递运动和改变运动速度。如收录机中拖动磁带的小电机，机床电气控制装置，直流电机，变频电机等。电传动具有反应灵敏、传递方便、容易做到远距离操纵、省力、易于实现自动化、可实现无级调速、噪音小、干净等特点，但造价较高。

在现代化的传动装置中，这四种传动方式往往综合使用。本书着重介绍机械传动，对于液压传动、电传动、气压传动在其他系列教材中作专题论述。

4. 控制部分

对于较复杂和自动化程度较高的机器，往往还包括各种动作的操纵控制系统和信息处理、传递系统。

四、机械传动在机器中的应用

我们仍以图 1.2 所示牛头刨床的传动简图为例，来说明机械传动在机器中的作用。

1. 机械传动可以改变运动速度和转矩

原动机转速高、力矩小、转速变化范围小，而工作装置则一般要求低转速、大扭矩，有

时还需要变换速度才能满足要求,故需要有变速箱、减速箱等传动装置来进行调速与变矩。图 1.2 中电动机 1 轴上的小带轮,通过胶带带动装在齿轮传动箱输入轴上的大带轮,这时输入轴的转速已经降低,再通过输入轴上的滑移齿轮啮合位置的改变能获得几种不同的转速。这样,通过带轮和齿轮传动使电动机的单一输入转速变为齿轮传动箱的多种输出转速,从而使滑枕能够获得多种不同的移动速度。

2. 机械传动可以改变运动形式

原动机一般只能作旋转运动,不能做直线往复运动;只能连续转动或停止转动,不能做间歇运动。而工作装置工作时,则往往需要能够直线往复移动,有时还需要能做间歇运动,故需要有曲柄滑块机构来变旋转运动为直线往复运动、需要有凸轮机构来变连续转动为间歇移动或摆动。例如,牛头刨床的原动机是电动机,输入齿轮箱的是旋转运动,经过带轮和齿轮传动后,齿轮传动箱输出轴仍为旋转运动,但经过曲柄滑块机构后,使牛头刨床的滑枕变成往复直线运动。

3. 机械传动可以传递动力

机械传动机构在变换运动速度和变换运动方向的同时,还实现了动力的传递。电动机的输出功率通过带传动和齿轮传动及曲柄滑块机构把动力传给滑枕,然后使装在刀架上的刨刀有足够的切削力完成刨削工作。

4. 改变旋转的方向与空间方位

原动机的旋转运动一般只能正转,不能反转,而且其旋转运动只能限定在一定平面内旋转。而工作装置工作时往往需要能够反转,有时还需改变空间旋转方位,故需要有换向器来改变旋转方向,需要空间齿轮装置来改变旋转的方位。

复习思考题

- 1.1 机器与机构的共同特征有哪些?它们的区别是什么?
- 1.2 辨别自行车、机械式手表、汽车、台虎钳、洗衣机等是机器还是机构?
- 1.3 试述机器通常由哪几部分组成?各部分各起什么作用?
- 1.4 以自行车为例,列举一二个构件,说明其主要由哪几个零件组装而成?并说明构件和零件的区别。
- 1.5 常用的传动方式有哪几种?
- 1.6 机械传动在机器中的应用有哪些方面?

第二章 机械工程材料基础

材料是人类用来制作各种产品的基本物质。人类生活与生产都离不开材料，它的品种、数量和质量是衡量一个国家现代化程度的重要标志。现代材料品种繁多，据粗略统计，目前世界上的材料品种之和已超过 40 万种，并且每年还以约 5% 的速度不断递增。

在机械工程中，材料是制造各种机器设备的物质基础。选用合理的材料制造机器设备，可降低设备成本，满足高标准的工作要求，延长设备使用寿命。制造机器设备所采用的材料主要是金属材料和非金属材料，其中金属材料约占 90% 以上。本章将对机械制造中经常遇到的材料及热处理方法进行基本的介绍。

第一节 金属材料的性能

虽然现代工业中新型非金属材料的应用范围不断扩大，并在工程材料中占据了越来越重要的地位，但工业生产中应用最广泛的仍然是金属材料。这是由于金属材料不仅来源丰富，而且具有优良的使用性能和加工工艺性能。优良的使用性能可满足生产和生活中的各种需求；优良的加工工艺性能则便于采用不同的加工方法，将金属材料制作成不同形状和尺寸的零件或工具。

那么，什么是金属材料呢？金属材料是具有良好导电性、导热性、展延性并具有特有光泽的一类物质的统称，包括纯金属及其合金。机械工业生产中使用的金属材料种类很多，性能各异，为了正确合理地选用金属材料，应当对金属材料的性能有一定的了解。

金属材料的性能包括使用性能和加工工艺性能两大类。使用性能有物理性能、化学性能和机械性能；加工工艺性能有铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削性能及热处理性能等。

一、物理性能

金属材料的物理性能包括密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性和磁性，等等。常用金属材料的物理性能见表 2.1 所示。

1. 密度

密度是单位体积内材料的质量，可用下式表示：

表 2.1 常用金属材料的物理性能

名称	元素符号	密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	线膨胀系数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	热导率	电阻系数 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	色泽
镍	Ni	8.9	1 452	13.7	0.14	0.13	白
钨	W	19.3	3 370	4.0	0.476	0.068	钢灰
钼	Mo	10.2	2 620	5.49	0.35	0.048	银白
铅	Pb	11.34	327.3	29.5	0.083	0.204	苍灰
铜	Cu	8.94	1 083	16.42	0.923	0.017	红
铁	Fe	7.86	1 537	11.9	0.19	0.921	灰白
锰	Mn	7.44	1 242	23.0	—	0.044	灰白
锡	Sn	7.3	232	22.4	0.157	0.124	银白
铬	Cr	7.14	1 550	8.1	0.165	0.026	灰白
锌	Zn	7.14	419.4	32.6	0.268	0.062	苍灰
锑	Sb	6.62	630	11.29	0.044	0.427	银白
钒	V	5.68	1 710	—	—	—	淡灰
钛	Ti	4.5	1 813	7.14	—	3.571	暗灰
铝	Al	2.7	658	24.0	0.52	0.027	银白
镁	Mg	1.74	651	25.7	0.37	0.047	银白
铍	Be	1.85	1 285	12.3	0.385	0.25	—
铌	Nb	8.57	1 950	7.2	—	0.187	——
钴	Co	8.9	1 490	12.08	0.165	0.104	钢灰
镉	Cd	8.65	320.8	29.8	0.217	0.108	—

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

式中： G 为材料的质量（g）； V 为材料的体积（ cm^3 ）； γ 为材料的密度（ g/cm^3 ）。

在体积相同的情况下，材料的密度越大，质量也越大。实际工作中，常用上式来计算零件的质量。

按照密度大小，金属材料可分为轻金属和重金属。密度小于 $5 \text{ g}/\text{cm}^3$ 的金属叫做轻金属；密度大于 $5 \text{ g}/\text{cm}^3$ 的金属叫做重金属。例如，铜的密度为 $8.94 \text{ g}/\text{cm}^3$ ，铁的密度为 $7.86 \text{ g}/\text{cm}^3$ ，属于重金属；铝的密度为 $2.7 \text{ g}/\text{cm}^3$ ，属于轻金属。

密度是金属材料的一个重要物理性能，直接关系到构件的质量。在不少精密机械中，某些高速运转的零件，要求能尽量减轻重量，因而采用强度高、密度小的金属材料。在飞机、导弹、宇航飞船、人造卫星设计和制造中，为了增加有效载重量，密度更是需要考虑的重要因素。

2. 熔点

熔点是材料从固体变成液体的临界温度，即金属材料从固体状态向液体状态转变时的熔化温度。熔点一般用摄氏温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）表示。

每一种金属材料都有固定的熔点（见表 2.1），如铅的熔点为 327.3℃，属于易熔金属，可以用来制成闸刀开关的熔断器和防火安全阀等零件；而钨的熔点为 3370℃，属于难熔金属，则用来制作灯丝等耐高温的零件。合金材料的熔点一般低于纯金属的熔点。

熔点对于热加工，尤其是冶炼、铸造、焊接、配制合金等都很重要，如果金属的熔点低就可以大大改善铸造和焊接工艺，使铸造和焊接都较容易进行。

3. 热膨胀性

热膨胀性是指金属材料受热后温度升高，体积随之增大，当冷却时体积又会随温度下降而收缩的性能。热膨胀性的大小可用线膨胀系数或体膨胀系数来表示。

线膨胀系数是指温度升高 1℃ 时，1 mm 长的材料所膨胀的长度。线膨胀系数的计算公式如下：

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 t}$$

式中： α 为线膨胀系数（1/℃）； l_1 为膨胀前的长度（mm）； l_2 为膨胀后的长度（mm）； t 为温度的升高量（℃）。

材料的体积膨胀用体膨胀系数表示，体膨胀系数等于线膨胀系数的三次方。

热膨胀性也是金属材料的一个重要性能，在实际工作中，往往要考虑材料的热膨胀系数。例如，一些精密的测量工具（千分尺、块规等），为了保持其高度准确性，就要用线膨胀系数很小的金属材料来制造，以减少因温度变化而引起的测量误差；材料的热膨胀对精密加工的影响甚大，所以高精密度工件通常需要在 20℃ 的恒温条件下加工；在使用不同的金属材料制成零件时（如异种零件焊接），就要考虑它们的热膨胀系数是否接近，否则会因热膨胀量不等而使零件变形甚至损坏。

在电工方面则利用热敏感材料的热膨胀性能来制成热继电器，实现温度对开关的功能控制。图 2.1 所示为热继电器中的双金属片，受热后下片金属伸长量大于上片金属，使双金属片向上弯曲推动脱钩器脱钩，在弹簧作用下，三相触点开关便能切断电路。

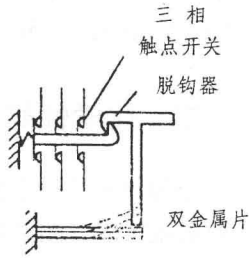


图 2.1 热继电器

4. 导热性

导热性是指金属材料受热后传递热量的能力，一般以热导率表示金属材料导热性能的优劣。比较金属导热性时，通常规定导热性最好的银的热导率为 1，那么铜的热导率为 0.9、铝为 0.5、铁为 0.15、汞为 0.02 等。

金属越纯，导热性越好。在金属中，杂质含量对金属材料的导热性影响很大，由于这个原因，金属材料中加入合金元素后，就会使材料的导热性能降低，因此，合金钢的导热性就比碳素钢的导热性差。导热性好的金属散热性也好，在制造散热器、热交换器等零件时，就要注意选用导热性好的金属。

温度的高低对导热性没有显著的影响。导热性好的金属导电性也好。

金属材料的导热性能对于热加工有一定的影响，在进行焊接、铸造、热处理或锻造时，由于导热性的缘故，金属材料在加热或冷却过程中，会使工件或坯料产生内外温度差，从而

导致内外不同的膨胀或收缩,此时,金属材料内部产生内应力,引起金属材料的变形或破裂。因此,对于导热性差的金属材料,应采取适当措施,避免急剧的加热或冷却,以防止金属材料产生裂纹。

5. 导电性

导电性是指金属材料传导电流的能力。导电性的优劣用电阻系数表示,所谓电阻系数是长1 m、截面1 mm²的物体所具有的电阻数,单位为 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。电阻系数越小,导电性就越好。

所有的金属材料都具有导电性,并且金属越纯,导电性越好。银的导电性最好,但价格昂贵;铜和铝的导电性较好,价格也较低,常用来制作电器元件或导线。用导电性较差(即电阻系数很大)的合金材料制作电热元件或零件。

温度升高时金属材料的导电性降低。导电性好的金属导热性也好。

6. 磁性

磁性是指金属材料在磁场中能够被磁化或吸引的性能。常见的磁性材料有硬磁材料和软磁材料两种,硬磁材料中有铁、镍、钴等高磁性材料,可作成永久磁铁;软磁材料中有电工硅钢和电工纯铁等,这类材料容易退磁。

由于机械零件的用途不同,对金属材料的物理性能要求也有所不同,所以在设计零件时,应选择具有相应性能的金属材料。例如,飞机零件要选用密度小的铝合金来制造,电机、电器零件要选择金属材料的导电性。同时,金属材料的一些物理性能对于热加工工艺性能有一定的影响,所以在制造零件时应采用相应工艺方法和措施。例如,高速钢的导热性较差,在锻造和热处理时就应该采用较慢的加热速度,以防止产生裂纹;锡基轴承合金、铸铁和铸钢的熔点各不相同,铸造时三者的熔炼工艺就存在很大的差别。

二、化学性能

金属材料的化学性能是指金属及其合金在室温或高温条件下抵抗各种化学作用的能力,也就是抵抗氧气和腐蚀性介质对其化学侵蚀的能力。金属材料的化学性能一般包括耐腐蚀性、抗氧化性和化学稳定性。

1. 耐腐蚀性

金属材料与周围环境中的氧、水蒸气、酸、碱、盐等介质发生作用,而逐渐损坏的现象叫做腐蚀,常见的铁生锈、铜发绿、铝表面出现白点等,就是腐蚀现象。金属材料在自然情况下对腐蚀的抵抗能力称为耐腐蚀性。

金属材料的耐腐蚀性是一个重要的性能,尤其对在腐蚀性介质中工作的机械零件,选用材料时,就不仅要考虑材料的机械性能,而且还要考虑材料的耐腐蚀性。

2. 抗氧化性

金属材料在加热时抵抗氧气氧化作用的能力称为抗氧化性。加热时,金属材料的氧化作