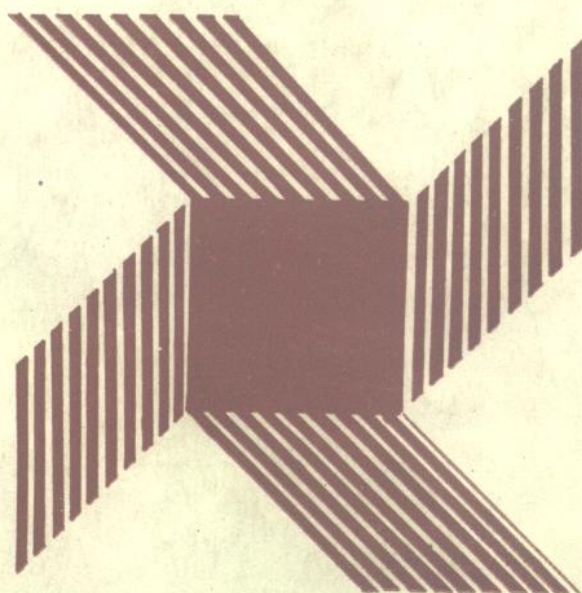


高等院校教材



主编 胡炎林 黄士基 李道应

机械基础 及 建筑机械

JIXIEJICHUJI
JIANZHUJIXIE



武汉工业大学出版社

机械基础及建筑机械

主 编 胡炎林 黄士基 李道应

武汉工业大学出版社

内 容 简 介

此书由本书编写组根据该学科研究会1987年青岛会议讨论的基本教学内容撰稿。机械基础部分包括基础知识、平面四连杆机构、螺旋传动、带传动、齿轮传动、轴及轴系零部件和液压传动；建筑机械部分包括起重运输机械、钢筋机械、混凝土机械、土方机械、装饰机械和桩工机械。特别是后者，它介绍了许多新产品，反映了我国建筑机械的时代风貌。

本教材前后两部分并重，各占30学时，全书共十三章，是工业与民用建筑专业本科和专科的教材，也可供有关专业技术人员参考。

机械基础及建筑机械

主 编 胡炎林 黄士基 李道应

武汉工业大学出版社出版

江西省瑞昌县印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：16 字数：380000

1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷

印数 1—10000

ISBN 7—5629—0262—3/TH·0006

定价：5.50元

前 言

本教材根据全国高等学校建筑机械（工民建专业）学科研究会1987年青岛会议上制订的工业与民用建筑专业《机械基础及建筑机械》课程的基本教学内容，由吉林建工学院、上海城建学院、北方工业大学、山东工业大学、衡阳工学院、大连大学、重庆建工学院、华中理工大学、武汉工业大学等九所高等院校所组成的教材编写组撰稿并完成。

教材的机械基础部分包括：机械基础知识、平面四连杆机构、螺纹及螺纹联接、带传动、齿轮传动、轴及轴系零件和液压传动；建筑机械部分包括：起重及运输机械、土方机械、钢筋加工机械、混凝土机械、建筑装饰工程机械和桩工机械。上述两部分共十三章，教学时数各半，共计60学时。

编写分工：第二章：胡炎林，第一章、第四章：李道应，第三章：钱丽清，第五章：刘玉如，第六章：杨玉兰，第七章：陈鑫和钱丽清，第八章：李维仁、胡炎林、黄士基，第九章：朱品章和黄茵，第十章、第十一章：张清国和黄士基，第十二章：张逢文和黄士基，第十三章：黄士基。

本教材由胡炎林、黄士基、李道应主编、吉林建工学院机械系高永顺负责主审“机械基础”，湖北省建筑机械施工公司杨桂林负责主审“建筑机械”。

湖北省建筑机械厂、武汉市建筑工程机械厂、河南省经济研究所附属厂、上海基础公司、上海工程机械厂、铁道部大桥工程局、扬州建筑机械厂等企业为我们提供了许多宝贵的编写资料。定稿过程中，部分稿件承湖北省建筑总公司张肖峰、湖北省建筑机械厂姚恒钊和舒晓、湖北省建筑机械施工公司罗邦法、武汉建筑机械厂王拯等同志，对采用现行国家标准和新产品系列等提供了许多有益的意见；部份章节稿件的改正工作承武汉工业大学机械系张元祯协助；全书的描图工作由单树滋和周昌两位同志承担；全书校稿工作由朱乃龙负责，在此特一并致谢。

鉴于编者水平有限，错误或不妥之处，敬请读者批评指正。

全国高等院校建筑机械（工民建专业）
学科研究会教材编写组

1988年9月

目 录

第一章 机械基础知识	(1)
§ 1—1 机械的组成.....	(1)
§ 1—2 建筑机械常用材料及其选择.....	(2)
§ 1—3 钢的热处理.....	(7)
§ 1—4 标准化.....	(9)
§ 1—5 公差与配合.....	(9)
§ 1—6 表面粗糙度及形状位置公差简介.....	(16)
第二章 平面四连杆机构	(20)
§ 2—1 运动副及机构简图.....	(20)
§ 2—2 平面四连杆机构基本型式.....	(22)
§ 2—3 曲柄滑块机构和偏心轮机构.....	(26)
§ 2—4 间隙运动机构.....	(28)
第三章 螺纹联接和螺旋传动	(33)
§ 3—1 螺纹与螺旋副.....	(33)
§ 3—2 螺纹联接.....	(37)
§ 3—3 螺旋传动.....	(44)
第四章 带传动和链传动	(49)
§ 4—1 带传动的理论基础.....	(49)
§ 4—2 三角带传动的设计.....	(54)
§ 4—3 带传动的张紧装置.....	(61)
§ 4—4 其他带传动简介.....	(63)
§ 4—5 链传动.....	(64)
第五章 齿轮传动	(68)
§ 5—1 齿轮传动的类型及特点.....	(68)
§ 5—2 渐开线齿廓的啮合传动.....	(69)
§ 5—3 标准直齿圆柱齿轮.....	(71)
§ 5—4 齿轮失效与齿轮材料.....	(75)
§ 5—5 直齿圆柱齿轮的设计.....	(77)

§ 5—6	斜齿圆柱齿轮传动	(87)
§ 5—7	直齿圆锥齿轮传动	(89)
§ 5—8	蜗杆传动	(89)
§ 5—9	轮系	(93)
第六章	轴及轴系零、部件	(99)
§ 6—1	轴的类型和材料	(99)
§ 6—2	轴的设计	(100)
§ 6—3	滑动轴承	(106)
§ 6—4	滚动轴承	(110)
§ 6—5	联轴器和离合器	(117)
第七章	液压传动与液力传动	(122)
§ 7—1	液压传动的原理和特点	(122)
§ 7—2	液压传动系统的组成及图形符号	(125)
§ 7—3	液压元件	(127)
§ 7—4	液压传动的基本回路	(139)
§ 7—5	建筑机械的典型液压系统	(143)
§ 7—6	液力传动概述	(144)
第八章	起重运输机械	(147)
§ 8—1	起重装置的零部件	(147)
§ 8—2	起重机械的分类和主要性能参数	(154)
§ 8—3	起重机的工作机构	(155)
§ 8—4	塔式起重机	(158)
§ 8—5	履带式及轮式起重机	(179)
§ 8—6	连续运输机械	(182)
第九章	土方机械	(185)
§ 9—1	单斗挖掘机	(185)
§ 9—2	装载机	(187)
§ 9—3	推土机	(189)
§ 9—4	铲运机	(191)
§ 9—5	压实机械	(193)
第十章	钢筋加工机械	(197)
§ 10—1	钢筋拉拔机	(197)
§ 10—2	钢筋切断机	(200)
§ 10—3	钢筋调直机	(201)
§ 10—4	钢筋弯曲机	(202)
§ 10—5	钢筋焊接机	(203)

第十一章 混凝土机械..... (207)

- § 11—1 混凝土配料设备..... (207)
- § 11—2 混凝土搅拌机..... (208)
- § 11—3 混凝土搅拌站..... (214)
- § 11—4 混凝土输送机械..... (216)
- § 11—5 混凝土振动器..... (222)
- § 11—6 混凝土挤压成型机..... (225)

第十二章 建筑装饰机械..... (227)

- § 12—1 灰浆搅拌机械..... (227)
- § 12—2 喷涂机械..... (228)
- § 12—3 磨光机械..... (234)
- § 12—4 钻切机具..... (237)

第十三章 桩工机械..... (240)

- § 13—1 锤击式打桩机..... (240)
- § 13—2 振动式沉桩机..... (242)
- § 13—3 静力式压桩机..... (244)
- § 13—4 灌注桩成孔机..... (245)
- § 13—5 桩架..... (249)

第一章 机械基础知识

§ 1—1 机械的组成

一、机器 它是人们用来进行生产劳动的工具。我们在日常生活和生产劳动中所接触的许多机器，如电动机、起重机和各种机床等，它本身不能创造能量，只能将一种能量转换为另一种能量或利用能量作出有用的功。例如电动机是将电能转换成机械能的一种机器；起重机、金属切削机床等则是利用机械能来完成有用的功。总之，任何一种机器在工作时，总要输入或输出机械能，因此组成机器的各个构件之间必定能发生相对运动。根据上述分析，机器具有下列特征：（1）机器是由许多构件所组成，单一构件决不能称为机器；（2）各构件之间必定能产生确定的相对运动；（3）凡属机器都能利用机械能来完成有效功或把机械能转换成其他形式的能量，或作相反的转换。

机器按其作用可分为三类：一类是原动机，它是将某种能量转变为机械能的机器，如蒸汽机、内燃机、电动机等；一类是转换机，它是将机械能转换成其他形式的能的机器，如发电机、空气压缩机；再一类是工作机，它是利用机械能来完成有用的功的机器，如起重机，各式机床及各类土方机械。

二、机构 它是具有确定相对运动的许多构件的合体。通常认为，机构只具备机器前两个特征，不考虑机械能的问题，因此可以认为机构的主要功能是传递或改变运动的方向、大小、形式，而机器的主要功能则是利用和转变机械能。

一部机器可能由一种机构或几种机构所组成，例如内燃机（图1—1）是由曲柄滑块机构（构件1、2、3、4）、凸轮机构（构件5、6）及其它机构所组成。

三、机械 它是机器和机构的总称。

四、机械零件 组成构件的元件，称为零件，故构件是运动的单元，而零件是制造的单元。

零件分两类，凡在各种机器中经常使用、并具互换性的零件，称为通用零件（常用零件），如三角胶带、螺栓、齿轮及轴承等；只在某种机器中使用的零件，称为专用零件，如钢丝绳、滑轮、吊钩等。

五、部件 是为完成同一工作任务而协调工作的若干个机械零件的合体。如轴承、联轴器、离合器等。

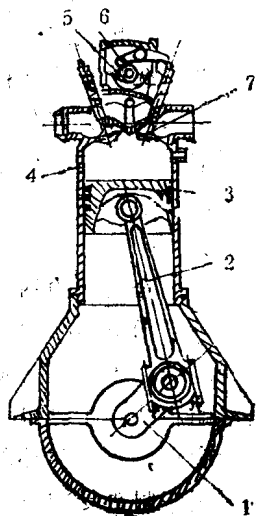


图1—1

§ 1—2 建筑机械常用材料及其选择

建筑机械常用的材料有：钢和铸铁、有色金属合金、非金属材料等，其中钢和铸铁的应用最为广泛。

一、钢

钢是含碳量为0.025~2%的铁基合金的总称。具有高的强度、塑性和韧性，并可用热处理的方法改善其机械性能和工艺性能。

钢的品种很多（碳钢有100多种，合金钢有300多种），分类较细。例如，按化学成分，钢可分为碳素钢和合金钢，也可分为低碳钢（含碳量小于0.25%），中碳钢（含碳量为0.25~0.6%）和高碳钢（含碳量大于0.6%）。含碳量增高，钢的强度和硬度增高，塑性和韧性降低；又如，按用途，钢可分为结构钢（用于制造机械零件和工程结构件）、工具钢（制造刀具、量具和模具）和特殊性能钢（如不锈钢、耐热钢、耐磨钢等）等等，以下仅介绍几种最常用的钢。

1. 普通碳素结构钢

这类钢含硫、磷等有害杂质较多，一般轧制成各种型钢、棒料和板材。按供应条件不同，分为甲类钢、乙类钢和特类钢三种。

甲类钢按机械性能供应，使用时不再进行热处理。其钢号有A1~A7共七种，随钢号增大，钢的强度增加，塑性降低。这类钢常用于制造不重要的机械零件和建筑、桥梁的结构件。其中A2、A3、A5最为常用。

乙类钢按化学成分供应，使用前可通过适当的热处理提高其性能。这类钢也有七种钢号，用B1~B7表示，钢号愈大，钢中含碳量愈高。

特类钢既能按机械性能又能按化学成份供应。

2. 优质碳素结构钢

这类钢含有害杂质硫、磷量较少，机械性能优于普通碳素结构钢。在机械制造中广泛用来制造较重要的机械零件，使用时需要进行热处理。

按钢中含锰量不同，又可分为普通含锰量优质碳素结构钢和较高含锰量优质碳素结构钢两种。

3. 合金结构钢

碳素钢虽然品种多、用途广，但它缺乏良好的综合机械性能，强度高的韧性差，韧性好的强度低，热处理性能也较差，淬火时不易淬透且易变形和开裂。此外，碳素钢不能满足耐磨、耐腐蚀、耐热和抗氧化等特殊要求。为此，在碳素钢中加入一定的其它金属元素，就成为合金钢，可以弥补碳素钢的上述不足。但加入合金元素后，钢的成本提高了，故合金结构钢仅用于制造受力较大、工作情况复杂、热处理要求较高的重要机械零件。

加入钢中的其它金属元素常用的有：铬、镍、锰（大于1%）、硅（大于0.5%）、铝、钨、钼、钒、钛、硼等。铬能提高钢的强度、硬度和淬透性，是不锈钢的主要成分。镍能提高

高钢的强度、韧性和耐热性能，是制造耐热钢的主要成分。锰能提高钢的强度、硬度、耐磨性和冲击韧性，常用锰钢制造耐磨零件和弹簧。硅能提高钢的强度、硬度和弹性，增加疲劳强度，常用在弹簧钢中。钨和钼主要是提高钢的耐热性能，铝能提高钢的高温抗氧化能力。

必须指出，为了充分发挥合金钢的作用，合金钢零件一般都需要经过热处理。

合金钢的编号，采用二位数字+元素符号+数字的方法来表示。前面的数字表示钢中平均含碳量的万分数。元素符号表示所含的合金元素，符号后面的数字，表示该合金元素平均含量的百分数。合金元素的含量少于1.5%时，编号只标元素，不标明含量。例如，20Mn2V，表示钢中平均含碳量为0.2%，平均含锰量为2%，平均含钒量小于1.5%的合金结构钢。若为优质钢，在钢号末尾附加A，如20CrNi4A，38CrMoAlA等。

滚动轴承钢，在钢号前冠以G，含碳量（ $\approx 1\%$ ）不标出。含铬量以千分数表示，例如GCr9，表示平均含铬量为千分之九（即0.9%）的滚动轴承钢。

4. 铸钢

铸钢是将钢水浇注到铸模中获得具有一定形状和尺寸的毛坯的材料。铸钢的应用较广，主要用来制造一些形状复杂、体积较大，难以进行锻造或切削加工而又要求强度和塑性较高的零件。

铸钢的编号方法，采用相应的钢号前冠以ZG符号。如ZG45，ZG40Mn2，ZG2CrV1₃等。

二、铸铁

铸铁是含碳量大于2.0%的铁碳合金，是现代工业中极其重要的材料。工业上使用的铸铁，一般含碳量为2.5~4%。

与钢相比，铸铁所含的杂质较多，机械性能较差，性脆，不能进行碾压和锻造，但它有良好的铸造性能，可铸出形状复杂的零件。此外，它的减震性、耐磨性和切削加工性能较好，抗压强度高，成本低，因而在机械行业中应用甚广。常用的铸铁有：灰口铸铁、球墨铸铁。另外，由于可锻铸铁生产周期长、成本高，故在实际生产中很少应用。

1. 灰口铸铁

灰口铸铁断口呈灰色。铸铁中的石墨呈片状。它具有熔点低、铸造性能好、硬度不高、易于切削加工等优点，适宜制作机座、支架及各种形状复杂的零件。但灰口铸铁性脆、抗拉强度低，不宜制作受拉或受冲击载荷的零件。

灰口铸铁的代号为HT，后面的数字表示其最低抗拉强度极限。例如HT200的最低抗拉强度极限为 $\sigma_b=200\text{MPa}$ 。

2. 球墨铸铁

球墨铸铁是在浇注前往灰铸铁水中加入球化剂（如镁、铜）和墨化剂（如硅铁、硅钙合金），使其中的石墨成球状。

球墨铸铁由于石墨呈球状，其抗拉强度比灰口铸铁高一倍， σ_b 可达700MPa，和中碳钢相近。此外，它还具有较高的塑性和耐磨性，减震性也较钢好且价廉。因此它不仅广泛地代替了灰口铸铁和可锻铸铁，而且在一定程度上代替了钢来制造那些承受冲击载荷的高强度铸件，如齿轮、曲轴等。

球墨铸铁的代号为QT，后面的两组数字，分别表示其最低抗拉强度极限和最低延伸率。例如QT700-2的最低抗拉强度极限为 $\sigma_b=700\text{MPa}$ ，最低延伸率为 $\delta=2\%$ 。

机械零件常用的钢、铁牌号及其机械性能见表1-1。

机械零件常用钢、铁牌号及其机械性能

表 1-1

牌 号		抗拉强度极限	屈 服 极 限	延 伸 率	硬 度	
		σ_b (MPa)	σ_s (MPa)	σ (%)	HB(正火、回火)	HRC (表面淬火)
普通碳素结构钢A3		410~430	230	26	126~159	
优质碳素结构钢	08F	320	180	35	≤ 131	
	20	400	220	24	103~156	
	35	520	270	18	149~187	35~45
	45	600	300	15	170~217	40~50
	55	660	330	12	187~229	45~55
合金结构钢	35SiMn	800	520	15	229~286	45~55
	40Cr	750	550	15	241~286	48~55
	42SiMn	800	520	15	217~269	45~55
	40MnB	750	550	12	241~286	
	20CrMnTi	1100	850	10		58~62(渗碳)
	38CrMoAlA	1000	850	14		HV>850(氮化)
铸 钢	ZG35	500	280	16	≥ 143	40~45
	ZG45	580	320	12	≥ 153	40~50
	ZG55	650	350	10	169~229	45~55
	ZG42SiMn	600	380	12	163~217	40~53
灰 铸 铁		抗拉强度极限 σ_b	抗弯强度极限 σ_B	抗压强度极限 σ_c	硬 度 HB	弹性模量E(GPa)
	HT200	200	400	750	170~220	80~100
	HT250	250	470	1000	175~240	100~130
	HT300	300	540	1100	180~250	130
球 墨 铸 铁		抗拉强度极限 σ_b	屈服强度极限 σ_s	延伸率 δ (%)	硬 度 HB	弹性模量E(GPa)
	QT400-10	400	300	10	156~197	175
	QT450-5	450	360	5	170~207	175
	QT500-1.5	500	380	1.5	187~255	175

三、有色金属合金

钢铁(黑色金属)以外的金属统称为有色金属。有色金属具有黑色金属所不具备的某些特性，特别是在某些物理和化学性能方面比黑色金属优越。如铝合金坚硬而重量轻，铜合金耐磨、耐腐蚀等。因此在机械零件中，有色金属合金的应用也相当广泛。但有色金属产量

少，成本高，使用时应注意节约。

1. 铜合金

纯铜呈紫红色，又称紫铜，具有良好的导电性、导热性、耐蚀性和塑性，但强度低，故在机械制造中应用有限，主要使用铜合金。

(1) 黄铜 是铜和锌的合金。具有较高的耐蚀能力和良好的塑性，可用压力加工的方法制成各种型材且价格较纯铜便宜，因此广泛用来制造机械零件。如螺钉、衬套、管接头等。

黄铜的代号为H，后面的数字表示平均含铜量的百分数。例如H62，表示平均含铜量为62%，余者为锌的含量。

黄铜根据成分不同可分为普通黄铜和特殊黄铜两类。铜和锌的合金也称普通黄铜。为了进一步提高普通黄铜的机械性能，可在黄铜中再加入一些其他化学元素（如铝、锰、硅、铁等）就形成特殊黄铜。

特殊黄铜的编号方法是：代号H+主加元素符号+铜的含量+主加元素的含量。例如，HPb59-1表示平均含铜量为59%，含铅为1%，其余含量为锌的黄铜。铸造黄铜则在牌号前冠以Z。不加Z的表示是用压力加工方法制造的。如ZHA1F67-2.5表示平均含铜量为67%，含铝为2.5%，余者为锌的铸造黄铜。

(2) 青铜 是铜与锡的合金。青铜熔点较紫铜低，易于铸造和加工，强度和硬度都比较大。古时候的刀剑、器皿、钱币、炮身、镜等都是用青铜铸造的。青铜是人类发明最早的一种合金。青铜的另一个优点是对于腐蚀的抵抗性较大。一般的青铜铸件中含铜约80~90%，含锡2~12%。有时为了在铸造时增加流动性而加入1~6%的锌，或为了易切削而加入2~10%的铅等。

常用的青铜有炮金（又叫机械青铜），镍青铜、磷青铜、锰青铜等。

炮金 是由于从前多用做大炮的炮身材料而得名，但现在炮金并不用来铸造大炮，而是用于制造一般机械零件，如齿轮、阀、水泵零件、水管、轴承等。所以也叫机械青铜。炮金也有几种，一种含铜约90%，含锡约10%；另一种海军炮金，含铜88%，锡10%，锌2%，这种炮金能耐海水腐蚀。

镍青铜 含镍3~10%，具有很强的耐腐蚀性，而且强度、硬度、延伸性、韧性都较高，可以用作经受高温的机械零件。

磷青铜 是因熔炼青铜时，常用磷作为脱氧剂，如果加入过多的磷就成磷青铜，具有耐磨的特性，可用于制作齿轮、阀、涡轮叶片、轴套、弹簧等。但如磷含量超过1%则会使青铜过脆，且凝固时收缩增大，使铸造工作发生困难。

锰青铜 含锰0.3~6%，也能耐海水的腐蚀，可用作船舶的推进器等机件。

2. 轴承合金

轴承合金（又称巴氏合金），主要是锡、铅、锌、铜的合金。它可分为锡基和铅基两大类。分别在锡或铅的软基体中夹杂着锡和铜的硬晶粒。晶粒起抗磨作用，软基体增加材料的塑性。受载后，硬晶粒嵌陷在软基体里，使承载面积增大。因此，这种材料塑性高，耐磨性和耐蚀性好。主要用于制造滚动轴承的轴承衬和轴瓦。

(1) 锡基轴承合金 是锡和锑、铜的合金。最常用的锡基轴承合金是 CuSnSb11-6 。

Ch表示轴承合金，其中主加元素锑的平均含量为11%，辅加元素铜的含量为6%；余者为基体锡的含量。

锡基轴承合金的硬度适中（HB=30），基体塑性好、减磨性和耐磨性均较理想。另外，还具有好的导热性和耐蚀性，常用来制造重要的滑动轴承。如发动机、汽轮机上的轴承。

（2）铅基轴承合金 又称铅基巴氏合金，最常用的铅基轴承合金是ChPbSb16—16—2，其中含主加元素锑为16%，含辅加元素锡和铜分别为16%与2%，余者为基体铅的含量。

铅基轴承合金的性能不及锡基轴承合金，但价格低廉，常用来制造中等负荷的轴承。

四、非金属材料

非金属材料在机械制造中的应用范围日益广泛，常用的有塑料和橡胶等。

1. 塑料

塑料是非金属材料中发展最快、前途最广的材料。其品种很多，性能差异较大。按其热性能，分为热塑性和热固性两类。热塑性塑料受热后软化或熔化，冷却后又坚硬，例如聚乙烯、尼龙、聚甲醛等。热固性塑料经加工成型后，受热也不软化，例如酚醛，有机树脂等。

塑料不仅具有重量轻、减摩性好、耐蚀和易于加工等性能，而且可用注射成型的方法制成各种形状复杂、尺寸精确的零件。因此应用非常广泛。

2. 橡胶

橡胶是一种有机高分子化合物。它富有弹性，能减少冲击和振动，常用来制造弹性联轴器中的弹性元件和传动用的橡胶带、输送带，还可用来制造各种密封元件和用水润滑的轴承等。

五、材料的选择原则

选择材料是机械设计过程中的一个重要环节。同一零件如采用不同材料制造，则零件尺寸、结构、加工方法，工艺要求等都会有所不同。

选择材料考虑的主要问题有：使用要求、制造工艺要求和经济要求。

1. 使用要求

满足零件的使用要求是选择材料的基本原则。使用要求一般包括：（1）零件的工作环境和受载情况；（2）对零件尺寸和重量的限制；（3）零件的重要程度等。

2. 工艺要求

材料对工艺的要求包括：（1）毛坯制造；（2）机械加工；（3）热处理等。

大型零件且大批量生产时，应用铸造毛坯；大型零件只小批量生产时，可用焊接毛坯；形状复杂的零件应用铸造毛坯；形状简单的中小型零件可采用锻造毛坯；大批量生产的锻件用模锻，小批量生产的锻件可用自由锻。

铸件应选用铸造性能好的材料（如铸钢、铸铁等）；焊件应选用焊接性能较好的材料（如低碳钢、低碳合金钢等）；锻件应选用塑性好的材料。

在自动机床上进行大批量加工的零件，应考虑材料具有良好的切削性能（如易断屑、加工表面光滑、刀具磨损小等）。

热处理是提高钢材性能的有效措施，对于需要进行热处理的零件，在选择材料时，还必须考虑热处理的工艺性，如可淬性、淬透性及淬火的变形倾向等。

3. 经济要求

经济性首先表现为材料的相对价格。当用价格低廉的材料能满足使用要求时，就不应选价格较高的材料。

其次还应从材料的加工费用来考虑。如某些箱体零件虽然铸铁比钢相对价格低廉，但在单件或少量生产时，选用钢板焊接反而比铸造经济，因可省去制造木模费用。

此外，影响经济性的因素还有材料的利用率和零件的结构等等。

一般地说来，零件的不同部位对材料有不同要求，如蜗轮的轮齿必须具有较强的耐磨性和较高的抗胶合能力，其他部分只需要一般的强度即可，故对于尺寸较大的蜗轮，可用青铜作齿圈套装在铸铁轮芯上，以节省贵重的青铜。又如在滑动轴承中，和轴颈接触的表面，需要选用减磨性好的材料浇铸在轴瓦上形成轴承衬，而不必都用减磨材料来制造整个轴承。

利用热处理方法，可以使同一材料在不同部位具有不同的性能以满足不同的工作要求。例如要求钢制齿轮，齿面硬而齿芯韧时，可对齿面进行热处理，提高其硬度，而保留齿芯的韧性。

材料选择还应考虑国家资源和供应情况，所选钢种应尽量少而集中，以便采购和生产管理。

§ 1—3 钢的热处理

钢的热处理是利用钢在固态范围内的加热、保温和冷却来改变钢的内部组织，从而获得所需性能的一种工艺方法。通过热处理可以充分发挥钢材的潜力，延长机械零件的使用寿命和节约钢材。因此，重要的机械零件绝大多数都要经过热处理。

根据加热温度和冷却方法不同，热处理分为退火、正火、淬火、回火和表面热处理。

一、退火和正火

退火是将钢加热到一定温度，经保温后，随炉冷却的热处理方法。其目的是（1）消除经铸、锻、焊以及冷加工等以后所产生的内应力，以防零件的变形或开裂；（2）降低材料的硬度，便于切削加工；（3）细化晶粒，改善组织，提高钢件毛坯的机械性能。

正火是将钢加热到一定温度，经保温后，放在空气中冷却的热处理方法。

正火实质上是退火的一种特殊形式，具有与退火相似的目的。所不同的是正火的冷却速度比退火快，因而钢的强度和硬度高于退火钢且生产周期短，比退火经济。正火主要用于低碳、中碳结构钢的预先热处理。

二、淬火

淬火是将钢加热到一定温度，经保温后，放入水或油中快速冷却的热处理方法。其目的是提高钢的硬度和耐磨性。

油的冷却速度较水慢，冷却速度快时，淬硬层深度大，但变形和开裂的倾向也大。

三、回火

回火是将淬火后的钢重新加热到某一温度，经保温后，放入空气或油中冷却的热处理方法。其目的是消除淬火钢的内应力、降低脆性，提高其塑性和韧性，获得所需要的机械性能。

回火按温度范围分为低温回火（150~250℃），中温回火（300~350℃），高温回火（500~650℃）三种。生产中常把淬火后再经高温回火称为调质。调质后的钢能获得较好的综合机械性能。所以调质被广泛用于用中碳钢、合金调质钢生产的重要机械零件（如连杆、齿轮、轴等）的热处理。

四、表面热处理

在机械中，有许多零件既在动载荷下工作，又在磨损的条件下工作（如齿轮、曲轴等）。因此要求零件表面具有较高的硬度和耐磨性，而心部具有一定的强度和足够的韧性。若只单独采用上述热处理方法，就无法满足这些零件的性能要求。为此工业上广泛采用了表面热处理的方法。

表面热处理通常分为二类：一类是只改变零件表层组织而不改变表层化学成分的热处理，称为表面淬火；另一类是同时改变零件表层化学成分和组织的热处理，称为化学热处理。

1. 表面淬火

表面淬火是将零件表面迅速加热到淬火温度，不等热量传到心部就立即冷却，使零件表面被淬硬而心部不发生组织变化。

表面淬火一般用于中碳钢或中碳合金钢零件。零件表面淬火前应先经调质处理，以使其内部具有较好的综合机械性能。表面淬火后常用低温回火消除内应力并保持较高的硬度。

2. 化学热处理

化学热处理是将零件放在某种介质中加热和保温，使介质中的活性原子渗入零件表层，以改变表层的化学成分，从而达到使零件表面层具有特定的组织和性能的热处理方法。

常用的化学热处理方法有渗碳、渗氮（又称氮化）、碳氮共渗（又称氰化）以及渗金属（铬、铝）等。

（1）渗碳：是碳原子渗入到零件表层，使表层的含碳量增加的一种化学热处理。需要渗碳的零件其含碳量一般为0.15~0.25%的低碳钢或低碳合金钢。渗碳后表层为高碳钢、经淬火后，可使表面具有很高的硬度和耐磨性而中心仍保持良好的韧性。一些受冲击和耐磨的零件，如齿轮、凸轮、活塞销等就常需要进行渗碳处理。

（2）氮化：是氮原子渗入零件表层的过程。氮化多用于含铬、钼、铝等元素的中碳合金钢。氮原子渗入零件表层后，与合金元素铬、钼、铝等极易化合形成硬度很高且非常稳定的氮化物，从而大大提高了零件表层的硬度、耐磨性、耐蚀性和疲劳强度。

此外，由于氮化处理温度较低，内应力和变形都较小，故广泛用于工作中有强烈摩擦并承受冲击载荷或交变载荷的精密零件，如高速精密齿轮、高精度机床主轴，高速柴油机曲轴等。

(3) 氰化 是在零件表层同时渗入碳和氮原子的过程。氰化不但适用于低、中碳钢或合金钢,还可用于高速钢刀具。零件经过氰化处理后,表层同时具有渗碳和氮化的特性,硬度高、耐磨、抗蚀性较好和疲劳强度高。

氰化时间比渗碳和氮化都短,但由于氰化剂有剧毒,所以操作时必须特别注意安全。

§ 1—4 标准化

一、标准化及其意义

标准化是指对产品的型号、规格(如尺寸)、材料和质量等统一定出一些强制性的规定和要求。在机械行业中,标准化具有重要意义:在设计中,采用标准零、部件,可以节省设计时间,使设计者集中精力从事创造性设计;在制造上,可以使通用零、部件用最先进的工艺方法进行专业化大量生产,这样既可提高产品质量,又能降低生产成本;在管理和维修方面,标准零、部件具有互换性且可外购,这既可大大减少库存量,又便于更换损坏零件。

二、通用化和系列化

与标准化密切相关的是通用化和系列化,通常称为“三化”。通用化是尽量减少和尽量合并产品的型式、尺寸和材料等,使标准零、部件尽可能在不同规格的产品中通用。目前,已经标准化的通用零部件有键、销、铆钉、螺纹零件、传动带、链条、弹簧、滑动轴承、滚动轴承、联轴器等。系列化是对产品的尺寸和结构拟定出一定数量的原始模型,然后根据需求,按一定规律优化组合成系列产品,如齿轮减速器。

随着工业的发展,我国颁布了许多标准。我国现行的标准有国家标准,简称国标(GB)、部颁标准(如JB、JZ、JC等)及企业标准。出口产品应采用国际标准(ISO)。目前,国家标准已逐步靠近国际标准。设计人员在设计产品时应充分了解有关的标准,并应尽可能遵守。只有当标准与设计要求发生矛盾,并有充分理由说明不按标准更合理时,才可以不采用标准。

§ 1—5 公差与配合

一、互换性

什么叫互换性?从日常生活中就可以找到答案。例如规格相同的任何一个灯泡和灯头,不论它们是由哪一家工厂生产的,都可以装配在一起;又如缝纫机和自行车的零件坏了,买个新的换上,缝纫机和自行车又能正常地运转和使用了。其所以能这样方便,就是因为灯泡、灯头、缝纫机和自行车的零件都具有互换性。

从一批规格相同的零件中,任意取出一件,不经任何修配或辅助加工,就能立即装到机器上去,并能完全符合规定的使用性能和技术要求,这种性质叫做互换性。

零件具有互换性,有利于进行专业化、大批量生产,提高生产效率,保证产品质量,降

低生产成本，同时给机器的维修带来极大方便。

二、公差配合的基本术语和定义

零件在制造过程中，由于机床精度、刀具磨损、测量误差和技术水平等诸多因素的影响，加工的尺寸总是有些误差的。为了满足零件具有互换性，就必须把零件的制造误差，控制在一个适当的范围内，这个尺寸允许的最大误差的范围称为公差。

对于相互配合的两个零件，有时要求装得松一些，有时要求装得紧一些。两个零件这种相互结合起来时所要求的松紧程度，称为配合。为了满足零件互换性，还要规定两个零件结合时的配合性质。公差与配合是相互有联系的。

目前，许多国家都制定了公差与配合的国家标准。我国早在1959年就制定颁布《公差与配合》的国家标准（GB159~174-59），简称旧国标，1979年又颁布了《公差与配合》新的国家标准（GB1800~1804-79）。

基本尺寸 设计给定的尺寸。它是设计人员根据实际使用要求，通过计算或类比方法决定的尺寸。如图1-2所示的圆柱销中 $\phi 20$ 和40就是圆柱销直径和长度的基本尺寸。

实际尺寸 零件加工后，通过测量所得的尺寸。

极限尺寸 允许尺寸变化的两个界限值。

两个界限值中较大的一个称为最大极限尺寸，较小的一个称为最小极限尺寸。零件加工后的实际尺寸，如果介于两者之间，就是合格的零件，否则就是不合格的。

尺寸偏差（简称偏差） 某一尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。

最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为上偏差；最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为下偏差；上偏差和下偏差统称为极限偏差。实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。偏差可以为正值、负值或零值。

国际上对孔、轴极限偏差的规定如下：

ES ——孔的上偏差， EI ——孔的下偏差；

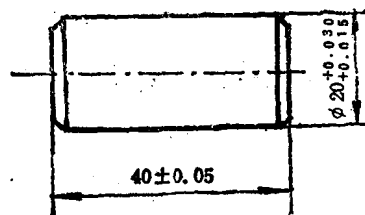


图1-2 圆柱销

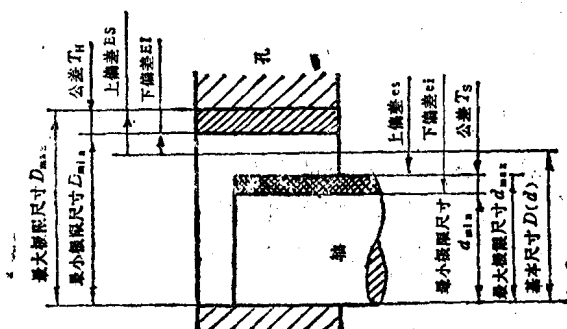


图1-8 公差与配合示意图

es ——轴的上偏差， ei ——轴的下偏差。

尺寸公差（简称公差） 允许尺寸的变动量。

公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。故公差为正值。孔公差用 Th ，轴公差用 Ts 表示。

上述术语及其相互关系如图1-3所示。

例1-1 已知孔的基本尺寸 D =轴的基本尺寸 $d=30\text{mm}$ ，孔的最大极限尺寸 $D_{\max}=$