

建筑工程机械

JIANZHU GONGCHENG JIXIE

(第三版)

张清国 主编



重庆大学出版社

建筑工程机械

(第三版)

张清国 高春林 主编

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书扼要地介绍了常用机构、通用零件和液压传动的基本知识,并比较详细地介绍了起重机械、土方机械、混凝土机械、钢筋和预应力机械、装修机械和桩工机械等的构造、特点、工作原理和使用要点。

本书力求精选内容,利于教学,联系实际,通俗易懂,反映我国建筑工程机械的新成就。书末附有七类常用建筑工程机械产品型号及技术性能表,便于读者查用。

本书可作为高等工科学学校工业与民用建筑、道路桥梁、市政工程、国际工程承包、军事工程、水利水电等建设类专业的教材,也可供现场施工管理人员和其他有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程机械/张清国,高春林主编. —3版. —重庆:重庆大学出版社,2004.2
ISBN 7-5624-0584-0

I. 建... II. ①张...②高... III. 建筑机械 IV. TU6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 008540 号

建筑工程机械

(第三版)

张清国 高春林 主编

责任编辑:梁 涛 版式设计:梁 涛

责任校对:何建云 责任印制:张立全

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:381千

2004年2月第3版 2004年2月第6次印刷

印数:18 001—22 000

ISBN 7-5624-0584-0/TU·20

定价:22.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

前言

本书是根据 1982 年城乡建设环境保护部制订的工业与民用建筑专业“机械零件及建筑机械”教学大纲,遵循“打好基础,精选内容,逐步更新,利于教学”的原则编写而成的。

本书在编写体系上是按“机械基础—液压传动—建筑工程机械”展开论述的。本着加强基础,开拓知识的精神,本书在内容上着重基本知识、基本理论、基本方法的介绍。为了紧密配合建筑施工、钢筋混凝土等专业课学习,搞好课程设计、毕业设计和现场施工管理,本书对建筑工程机械部分补充了许多新的内容,比较详细地介绍了一些具有国际、国内水平的典型机械。本书中的材料代号、带传动、链传动、蜗杆传动、滚动轴承以及名词、术语等均采用了最新标准和最新提法。本书采用了国家法定计量单位。书末附有七类常用建筑工程机械产品型号及技术性能表,便于读者查用。

参加本书编写的有:吴群伟(第 1, 11, 12 章),高春林(第 3, 5, 13 章),高春林和吴群伟(第 10 章),罗志国(第 6, 9 章),张清国(第 2, 4, 7 章及附录),张清国、沈小利和屈放(第 8 章)。全书由张清国、高春林主编。

本书由重庆大学洪昌银教授和柳州工程机械厂张沛高级工程师主审,并承重庆大学冯端清教授仔细审阅。

在编写过程中,柳州工程机械厂、重庆建筑机械厂、四川建筑机械厂、贵阳矿山机械厂等单位为本书提供了许多宝贵的资料。定稿时,柳州工程机械厂刘铸健、王晓华、林成唐、杨一川,重庆建筑机械厂夏天振、陈渝、周常文等同志,以及重庆大学土木工程学院施工教研室全体教师对本书提出了许多宝贵意见。在此谨致诚挚谢意。

由于编者水平有限,本书不当之处望读者给予批评指正。

编 者

2003 年 6 月

目 录

第1章 基础知识	1
1.1 概述	1
1.2 公差和表面粗糙度	3
1.3 钢的热处理及金属的表面处理	10
第2章 平面机构	13
2.1 运动副及平面机构运动简图	13
2.2 平面四杆机构的类型	16
2.3 凸轮机构及棘轮机构	21
第3章 带传动与链传动	25
3.1 普通V带传动	25
3.2 滚子链传动	37
第4章 齿轮传动	40
4.1 概述	40
4.2 标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸及其 啮合传动条件	43
4.3 轮齿的失效形式及齿轮材料	45
4.4 直齿圆柱齿轮的强度计算	47
4.5 渐开线斜齿圆柱齿轮和直齿圆锥齿轮传动	54
4.6 蜗杆传动	57
4.7 轮系	59
4.8 齿轮的结构	61
第5章 轴及轴系零部件	64
5.1 轴	64
5.2 轴毂连接	69
5.3 轴承	71
5.4 联轴器和离合器	75
第6章 液压传动与液力传动	80
6.1 概述	80
6.2 液压传动的基本概念	83
6.3 液压泵和液压马达	91
6.4 液压缸	98
6.5 液压阀	101

6.6	液压基本回路	109
6.7	典型液压系统	116
6.8	液力传动简介	119
第7章	起重机零部件	122
7.1	钢丝绳	122
7.2	滑轮、滑轮组和卷筒	126
7.3	制动器	132
7.4	卷扬机	133
第8章	起重机械	136
8.1	概述	136
8.2	桅杆起重机和施工升降机	138
8.3	流动式起重机	141
8.4	塔式起重机	144
第9章	土方工程机械	165
9.1	装载机	165
9.2	单斗挖掘机	168
9.3	推土机	170
9.4	铲运机	172
9.5	压实机械	174
第10章	钢筋和预应力机械	177
10.1	钢筋强化机械	177
10.2	钢筋加工机械	178
10.3	预应力千斤顶	183
10.4	钢筋焊接机械	185
第11章	混凝土机械	189
11.1	混凝土搅拌机	189
11.2	混凝土搅拌楼和搅拌站	196
11.3	混凝土搅拌输送车和输送泵	198
11.4	混凝土振动器	201
第12章	装修机械	206
12.1	灰浆制备机械	206
12.2	灰浆喷涂机械	208
12.3	涂料喷涂机械	210
12.4	地面修整机械	212
第13章	桩工机械	214
13.1	打桩机	214
13.2	钻孔机	220
附录		225
参考文献		237

第 1 章

基础知识

1.1 概 述

1.1.1 机械系统的组成

机械是帮助或代替人们进行生产劳动的工具,如自行车、洗衣机、电动机、内燃机、机床、起重机、装载机、钢筋切断机、混凝土搅拌机等。其中,在建筑工程施工中使用的机械称为建筑工程机械。建筑工程机械对于提高建筑工程质量、缩短施工工期、提高劳动生产率等具有重要意义。

现代机械通常为一个机械系统,它主要由动力机、传动装置和工作机三部分组成。

1. 动力机

它是机械系统的动力部分。动力机将自然界的能源或其他形式的能转变为机械能。常见的动力机有交流电动机、直流电动机、汽油发动机、柴油发动机等。

2. 工作机

它是机械系统的执行部分。工作机利用机械能来改变材料或工作对象的形状和位置,以进行生产或达到其他的预定目的。建筑工程机械中的工作机,如装载机上由铲斗、动臂等组成的工作装置,钢筋切断机上由活动切刀和固定切刀组成的切断装置,钢筋弯曲机上由工作盘、中心轴、成型轴和挡铁轴组成的弯曲装置,起重机上由吊钩、滑轮组、钢丝绳、卷筒等零部件组成的起升装置等。

3. 传动装置

它是将动力机输出的机械能传递到工作机的部分。在传动过程中,传动装置能改变动力机输出的转矩、转速和运动形式,以满足工作机不同工况的要求。传动装置的类型很多,按其工作原理可分为机械传动、流体传动、电力传动和磁力传动。

(1) 机械传动

它是利用机械传动零件之间的摩擦、啮合等作用或机构中构件的推、拉等作用,驱动工作机的动力传递形式。在传动过程中,机械传动能起增大转矩、减小转速或增大转速、将转动变

为摆动或直线往复移动、调节运动速度、改变运动方向的作用。常见的机械传动有摩擦轮传动、带传动、链传动、齿轮传动以及四杆机构、凸轮机构、组合机构等传动。

(2) 流体传动

它分为液压传动、气压传动、液力传动等。

液(气)压传动是一种由动力机驱动液(气)压泵,以液(气)体为介质驱动液(气)压马达或液(气)压缸,再以液(气)压马达或液(气)压缸直接驱动工作机的动力传递形式。液力传动是一种由动力机驱动液力耦合器或液力变矩器,再通过液力耦合器或液力变矩器驱动工作机的动力传递形式。

液压传动及气压传动能较方便地实现增矩、有级调速、无级调速、将转动变为摆动或直线往复移动。液力传动很容易实现无级调速、自动变速、自动变矩等。

液压传动或液力传动常与机械传动组合成液压机械传动或液力机械传动。

上述传动广泛应用于建筑工程机械中,如装载机上驱动工作装置的液压传动、驱动行走机构的液力机械传动、汽车起重机上驱动起升装置的液压机械传动等。

(3) 电力传动

它分为交流电力传动和直流电力传动。电力传动是由内燃机驱动发电机发电,把电能传送到电动机上,再转换为机械能驱动工作机的动力传递形式。电力传动常与机械传动组合成电力机械传动,如大型桁架臂轮胎式起重机就是采用电力机械传动来驱动上车的工作装置。

现代机械系统除包括动力机、传动装置和工作机之外,常带有控制-操纵单元及辅助单元。控制-操纵单元包括手柄、拉杆、踏板、自动控制元件以及起动、离合、制动、调速、换向等装置。该装置可由人工操作或自动控制,以改变机械系统的工作状况。辅助单元包括机械系统中的冷却、润滑、计量、照明、消声、除尘等装置。辅助单元可保证机械系统的正常工作,改善操作条件,延长使用寿命等。

1.1.2 零件与部件

若干零件经组合装配成为部件,若干部件经总体装配成为机械。

1. 零件

它是组成机械的基本单元。在各类机械中经常使用的叫做通用零件,它具有通用性。如用于传动的带、带轮、链、链轮、齿轮、蜗杆、蜗轮等,用于支承的轴,用于连接的螺栓、螺母、键、销等。只适用于某一类机械使用的叫做专用零件,如装载机的铲斗、钢筋剪切机的切刀、起重机的卷筒、钢丝绳、滑轮、吊钩等。零件中按国家标准由专业厂家生产的叫做标准零件,如带、链、螺栓、螺母、钢丝绳等。

2. 部件

它是为同一目的而协调工作的若干零件的组合物,也同样分为通用部件(如齿轮减速器)、专用部件(如吊钩滑轮组)、标准部件(如电动机、发动机、滚动轴承等)。

1.1.3 标准化、通用化和系列化

标准化是对产品(零件、部件、机械)的型号、规格、构造、尺寸、材料、加工质量、检验标准和画法等制定的统一规定和要求。有了标准化,对按标准生产的标准零部件无须重复设计和自行制造,只需选购专业厂家的产品;并可使机械设计师简化零部件中标准结构的设计,把精

力集中在对非标准结构的创造性设计上;又能保证零部件的生产质量和生产批量,降低生产成本;还能实现零部件的互换性,给装配及在维修中更换零部件带来方便。

通用化是指同一种形式和规格的零部件能在机械的不同部位乃至在不同的机械中通用。例如,某轴上的两个轴承,其规格按承载能力要求为一大一小,但根据通用化原则统一选用大的规格,从而既满足了承载能力的要求,又便于轴上相关部位的加工和轴承的拆装。又如, BJ492Q 型汽油发动机,既是北京牌 BJ212 轻型越野汽车的原动机,也是成都牌 CPQ2 型叉车的原动机;而东风牌 EQ140 型 5 吨载重汽车与长江牌 QY8 型汽车起重机,则通用第二汽车制造厂生产的 EQ140 型汽车底盘。至于螺栓、螺母在各类机械中的不同部位上通用的例子就相当普遍了。

系列化是指同一类型产品的规格按一定规律分档,形成系列化产品,以减少产品的规格,且能满足各种不同的需要。如某一类型的塔式起重机,其型号规格分别为 QT16、QT25、QT40 (即塔式起重机的额定起重力矩分别为 $160\text{kN}\cdot\text{m}$ 、 $250\text{kN}\cdot\text{m}$ 、 $400\text{kN}\cdot\text{m}$),可在一定范围内满足不同建筑工程规模的需求。

1.1.4 机械图

1. 零件工作图

它是表达单个零件的结构、形状、尺寸、加工精度及热处理等要求的图样,是加工、检验零件的技术资料。简称零件图或工作图。

2. 部件装配图

它是表达部件中零件的相互位置、装配关系、技术要求等内容的图样。

3. 总体装配图

它是表达机器的工作原理、传动路线、装配关系、部件的相互位置、安装方式、技术要求等内容的图样。

1.2 公差和表面粗糙度

在机械制造中,常常有两个零件相互结合的情形。如果加工的零件具有互换性,则可从一批的两种零件中任取一对,无须修配,就能顺利结合,并满足使用要求。当组成一部机械的所有零部件都按互换性原则进行生产时,就能在不同车间、工厂甚至不同的国家等范围内组织专业化协作生产,以利于采用先进的工艺装备、流水线、自动线等进行加工和装配,提高生产效率,保证机械产品的质量,且便于机械维修时零件的更换。由此可见,互换性原则对机械的生产和使用具有十分重要的意义。

加工零件时,如要求每个零件的尺寸、形状等必须准确无误,当然就能保证互换性。但这要求既无必要,又难做到——因加工误差是不可避免的。事实上,只要零件的尺寸、形状等能保持在允许的误差变动范围内,同样也可实现互换性。这允许的误差范围就是公差。公差包括尺寸公差与尺寸配合(简称公差与配合)、形状公差和相互位置公差(简称形位公差)。

表面粗糙度是指加工痕迹在零件表面形成的微观几何形状特性,它对零件的使用性能影响较大。

1.2.1 公差与配合

“公差”主要解决零件的使用要求与加工成本的矛盾,“配合”则决定了零部件相互配合的状况和有关的工作性能。

1. 孔与轴

(1)孔 主要指圆柱形的内表面,也包括其他形式的,由单一尺寸确定的内表面。

(2)轴 主要指圆柱形的外表面,也包括其他形式的,由单一尺寸确定的外表面。

2. 尺寸

用特定单位表示长度值的数字。在机械制造中,一般以毫米(mm)为单位。

(1)基本尺寸

设计给定的尺寸。该尺寸应符合标准直径或标准长度系列。 D 、 d 分别表示孔、轴的基本尺寸。

(2)实际尺寸

通过测量所得的尺寸。由于存在测量误差,故实际尺寸并不是尺寸的真值。

(3)极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值。大的一个称为最大极限尺寸,用 $D_{\max}$ (孔)、 $d_{\max}$ (轴)表示;小的一个称为最小极限尺寸,用 $D_{\min}$ (孔)、 $d_{\min}$ (轴)表示。

3. 尺寸偏差(简称偏差)

尺寸偏差是某一尺寸减去其基本尺寸所需的代数差,可以为正值、负值或零。

(1)实际偏差 实际尺寸减去其基本尺寸的代数差。

(2)极限偏差 上偏差与下偏差的统称。其定义可用公式表达如下:

上偏差

$$ES = D_{\max} - D$$

$$es = d_{\max} - d$$

下偏差

$$EI = D_{\min} - D$$

$$ei = d_{\min} - d$$

4. 尺寸公差(简称公差)

允许尺寸的变动量。其定义可用公式表达如下。

孔的公差

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = |ES - EI|$$

轴的公差

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = |es - ei|$$

5. 尺寸公差带(简称公差带)

图 1.1 综合表达了相互结合的孔与轴及其尺寸、偏差、公差等的几何意义和相互关系。

实用中,往往以更简洁的公差带图来表达上述关系,如图 1.2 所示。因基本尺寸比公差大得多,故用基本尺寸的一条尺寸界线作为零线,而代表上、下偏差的两条水平直线所限定的区域即是公差带。零线上方的偏差为正值,零线下方的偏差为负值。图中偏差以 μm 为单位。

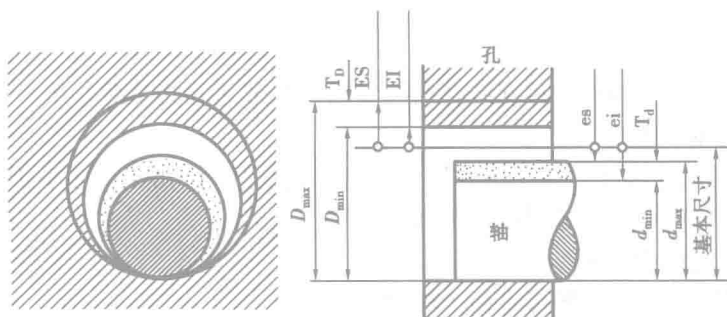


图 1.1 公差与配合的示意图

6. 标准公差系列与基本偏差系列

GB1800~1804—79 是公差与配合的新国家标准。新国标中,公差带包括“公差带大小”和“公差带位置”两个要素,并按标准化的原则制订了相应的标准公差系列和基本偏差系列。

(1) 标准公差

它是用以确定公差带大小的标准值,以 IT 表示。IT 按尺寸精确程度,由高到低共分 20 个公差等级:IT01, IT0, IT1, IT2...IT18。T_D、T_d 分别表示孔、轴的标准公差。

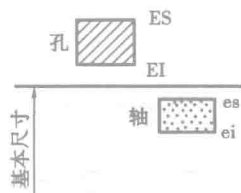


图 1.2 公差带图

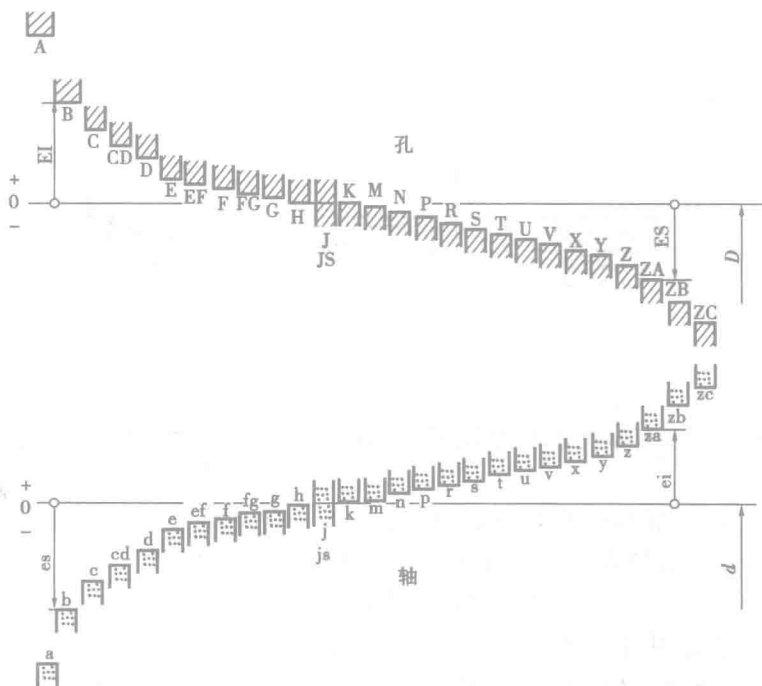


图 1.3 基本偏差系列

(2) 基本偏差

它是用以确定公差带位置的标准值,在公差带图中是靠近零线的那个偏差。基本偏差代号用一个或两个拉丁字母表示。孔用大写字母,轴用小写字母。孔和轴各有 28 个基本偏差,

如图 1.3 所示。

7. 配合

配合是指基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的关系。

(1) 间隙与过盈

间隙是指孔的尺寸大于或等于轴的尺寸的状态,过盈是指孔的尺寸小于或等于轴的尺寸的状态。其中,孔与轴尺寸相等时称为零间隙或零过盈。

(2) 配合性质与配合极限

配合性质分为三种,每一种都有两个配合极限。

1) 间隙配合 它是仅具有间隙(含零间隙)的配合。配合极限为最大间隙($X_{\max}$)和最小间隙($X_{\min}$),其计算公式如下

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

2) 过渡配合 它是可能具有间隙也可能具有过盈的配合。配合极限为最大间隙($X_{\max}$)和最大过盈($Y_{\max}$),其计算公式如下

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

3) 过盈配合 它是仅具有过盈(含零过盈)的配合。配合极限为最小过盈($Y_{\min}$)和最大过盈($Y_{\max}$),其计算公式如下

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

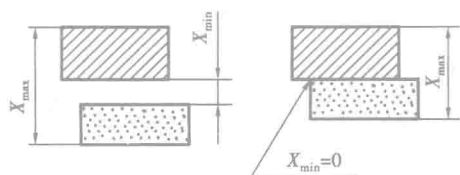


图 1.4 间隙配合

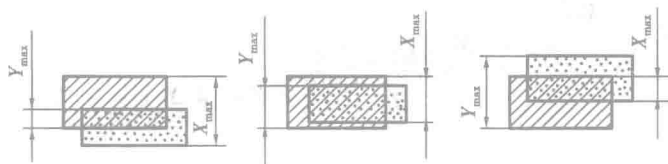


图 1.5 过渡配合

(3) 基准制

新国标对配合规定有基孔制和基轴制作为配合的基准制。

1) 基孔制 它是基本偏差为一定(代号为 H, $EI=0$)的孔公差带分别与不同基本偏差的轴公差带相结合,形成不同松紧程度的各种配合的一种制度。

2) 基轴制 它是基本偏差为一定(代号为 h, $es=0$)的轴公差带分别与不同基本偏差的孔公差带相结合,形成不同松紧程度的各种配合的一种制度。

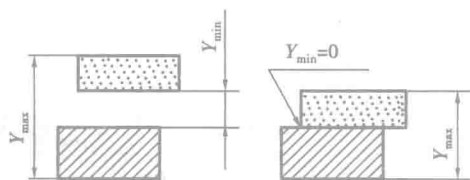


图 1.6 过盈配合

8. 公差与配合的代号和极限偏差表

(1) 公差带代号

它由基本尺寸、基本偏差代号、公差等级代号组成。如 $\phi 25K7$ 、 $\phi 30f6$ 。代号中的“ ϕ ”为直

径的符号。

(2) 配合代号

它由孔、轴的公差带代号按照分数形式组合而成。如 $\phi 60H8/f7$ 。

(3) 极限偏差表

在新国标中,由零件的基本尺寸和公差等级,可确定标准公差值;由零件的基本尺寸、基本偏差代号和公差等级,又可确定基本偏差值。因此,由零件的公差带代号即可确定相应的极限偏差值。据此原则制成的极限偏差表是《机械零件设计手册》中的一个重要内容,可用于公差带代号与极限偏差的互查。

9. 公差与配合在图样上的标注

在图 1.7 中,图 a)、图 b)、图 c) 分别表示孔的零件图、轴的零件图、孔与轴的装配图中尺寸公差与配合的标注方法。

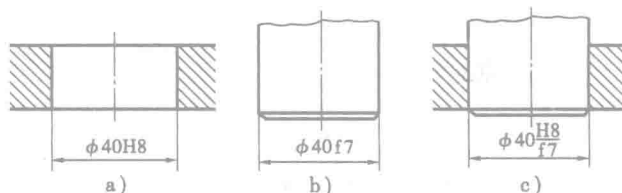


图 1.7 公差与配合的标注

10. 公差与配合的选用

公差与配合的正确选用,对提高机械产品的质量、保证机械产品的使用性能、降低生产成本和对企业生产的经济效益等具有重要意义。选用时主要应综合考虑以下三个方面:

(1) 基准制的选用

一般应优先选用基孔制,这样可减少定值刀具、量具的规格和数量,降低孔的加工成本。但有时如用冷拉钢制造光轴,在同一基本尺寸的轴上要装配几个零件以形成不同的配合,与滚动轴承的外圈相配合等情况下,采用基轴制较为适宜。在特殊情况下,允许采用混合制配合。

(2) 公差等级的选用

公差等级直接影响零件的尺寸精度和配合性能以及加工成本,应在满足工作要求的前提下,尽量选用较低的公差等级。IT01 ~ IT2 用于高精度的测量工具,IT3 ~ IT5 用于特别精密的配合,IT5 ~ IT10 用于较重要的配合及一般的配合,IT11 ~ IT18 用于不重要的配合、无配合关系的结合、粗糙连接等。

(3) 配合的选用

选配合主要是按照基孔制或基轴制,确定孔或轴的基本偏差代号。选用的方法有类比法、经验法和计算法。新国标中规定了优先配合、常用配合及一般用途的公差带,以作为选用配合的原则之一。实际选用时,可按《机械零件设计手册》中各种配合的应用举例,也可参考同类机械相似配合的设计经验,并综合考虑配合零件的相对运动、承受负荷的情况及装拆特点、温度影响等来选用配合。

例 1.1 已知一对孔与轴的配合代号为 $\phi 60H8 \left(\begin{smallmatrix} +0.046 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) / f7 \left(\begin{smallmatrix} -0.030 \\ -0.060 \end{smallmatrix} \right)$ 。试指出其尺寸、

偏差、公差、配合等有关概念,并画出公差带图。

解	孔(mm)	轴(mm)
(1)基本尺寸	60	60
(2)极限尺寸	$D_{\max}=60.046$	$d_{\max}=59.970$
	$D_{\min}=60$	$d_{\min}=59.940$
(3)极限偏差	$ES=+0.046$	$es=-0.030$
	$EI=0$	$ei=-0.060$
(4)基本偏差	$H=0$	$f=-0.030$
(5)标准公差	$T_D=0.046$	$T_d=es-ei=0.030$
(6)基准制	基孔制	
(7)配合性质	间隙配合	
(8)配合极限		

$$X_{\max}=ES-ei=+0.046-(-0.060)=+0.106$$

$$X_{\min}=EI-es=0-(-0.030)=+0.030$$

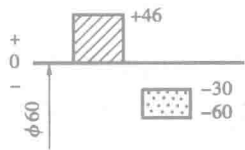


图 1.8 φ60H8/f7 的公差带图

1.2.2 形位公差

1. 形位公差的概念

仅控制尺寸公差,不一定能保证零件的加工精度、机械的装配质量、机械的使用性能等要求。

例如,某一圆柱形的轴,其直径的尺寸误差在公差范围内,但其形状并不一定是理想的圆柱体,而可能出现两端大中间小,或两端小中间大,或一端大一端小,或轴心线弯曲,或横截面为椭圆等形状。该轴的这些实际形状与理想形状的误差就属于形状误差。

再如,拟在某轴的圆柱面上加工一个平面,要求该平面与轴心线平行、对轴心线的距离为给定值。但实际的加工结果与上述要求总会有一定的误差。该平面的实际方向与理想方向的误差以及该平面对轴心线的实际距离与理想距离的误差均属于位置误差。

形状和位置误差对机器、仪器、仪表、量具及刀具等各种机械产品的工作精度、连接强度、运动平稳性、密封性、耐磨性、使用寿命和噪声大小等均有较大的影响。为合理地限制这两种误差,国家标准规定了形状误差和位置误差的最大允许值——形状公差和位置公差(简称形位公差),其项目和符号如表 1.1 所示。

2. 形位公差代号及标注

如图 1.9 所示,形位公差框格分为两格或多格。左起第一格为形位公差项目的符号,第二格为相应的形位公差值,以后各格为表示基准代号的字母。框格由箭头指引线指示出加工面,带圆圈的基准代号由指引线指示出测量基准。

表 1.1 形位公差的项目和符号

公差 分类	形状公差						位置公差							
	平面形		圆形		轮廓		定向			定位			跳动	
项 目	直线度	平面度	圆度	圆柱度	线轮廓度	面轮廓度	平行度	垂直度	倾斜度	同轴度	对称度	位置度	圆跳动	全跳动
符号	—													

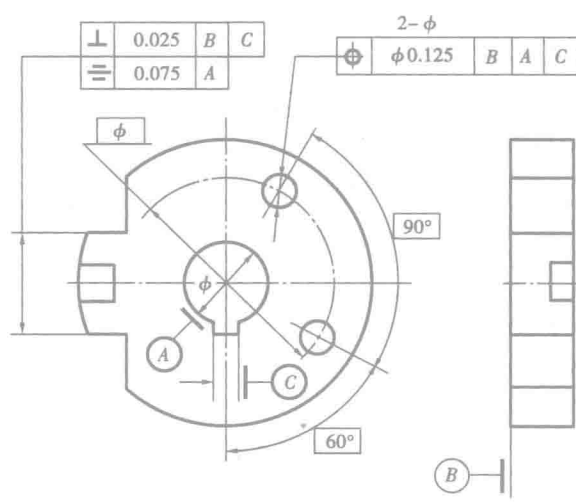


图 1.9 形位公差的标注

1.2.3 表面粗糙度

1. 概念

零件经切削加工后,由于刀具与零件表面的摩擦、切屑分离时的塑性变形及加工系统中存在的高频振动等因素,导致零件表面产生切削的痕迹。这些痕迹呈现出具有较小间距的微小峰谷,使本应光滑的表面显得粗糙不平。在磨削加工后,磨料也会使零件表面留下痕迹,不过要比切削的痕迹平滑得多。这种由加工痕迹在零件表面形成的微观几何形状特性,在旧国标中称为表面光洁度,在新国标中称为表面粗糙度。

表面粗糙度对于机械零件表面的疲劳强度、耐磨性能、配合性能、密封性能、接触刚度、耐腐蚀性、流体阻力以及外观质量等均有较大的影响,并直接关系到机械的使用性能和使用寿命。因此,它是衡量零件及机械质量的重要指标之一。

2. 表面粗糙度的评定参数

评定表面粗糙度的参数较多,其中应用最为普遍的是轮廓算术平均偏差 R_a 。 R_a 的概念比较直观,易于理解,在仪器上进行处理运算也较为简便,目前的轮廓仪一般是测 R_a 的。

在图 1.10 中, l 是测量表面粗糙度时所规定的一段基准线长度,中线是按最小二乘法确定的轮廓中线(它与被测表面宏观的几何形状一致), $Y_1, Y_2, \dots$ 是轮廓上各点至轮廓中线的偏

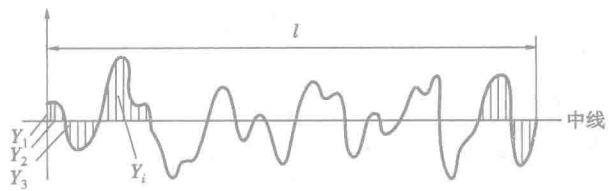


图 1.10 轮廓的取样长度、最小二乘中线和偏距
距, R_a 是在 l 长度内各偏距绝对值的算术平均值。近似计算时

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i|$$

旧国标规定了 14 个表面光洁度等级,其符号如表 1.2 下行所示,新国标亦规定了近似对应的表面粗糙度等级,一般是将 $R_a(\mu\text{m})$ 的数值直接标在表面粗糙度的符号上,如表 1.2 上行所示。 R_a 的数值越小,零件的表面质量越高,加工的费用也越高。

表 1.2 表面粗糙度与表面光洁度的近似关系

$\sqrt{50}/$	$\sqrt{25}/$	$\sqrt{12.5}/$	$\sqrt{6.3}/$	$\sqrt{3.2}/$	$\sqrt{1.6}/$	$\sqrt{0.8}/$	$\sqrt{0.4}/$	$\sqrt{0.2}/$	$\sqrt{0.1}/$	$\sqrt{0.05}/$	$\sqrt{0.025}/$	$\sqrt{0.012}/$	$\sqrt{0.008}/$
$\nabla 1$	$\nabla 2$	$\nabla 3$	$\nabla 4$	$\nabla 5$	$\nabla 6$	$\nabla 7$	$\nabla 8$	$\nabla 9$	$\nabla 10$	$\nabla 11$	$\nabla 12$	$\nabla 13$	$\nabla 14$

1.3 钢的热处理及金属的表面处理

1.3.1 钢的热处理

钢的热处理就是将钢在固态下加热、保温和冷却,以改变其内部组织,从而获得所需的机械性能和工艺性能的一种方法。热处理的合理运用能使零件便于加工,可提高零件的工作能力,延长零件的使用寿命,还能降低成本、节约钢材。按加热、冷却及组织的不同变化,钢的热处理可分为普通热处理和表面热处理。

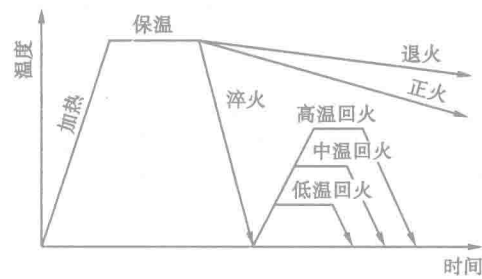


图 1.11 普通热处理工艺曲线

1. 普通热处理

如图 1.11 所示,它包括退火、正火、淬火、回火等工艺过程。

(1) 退火

将钢加热(700 ~ 900℃),保温一定时间,然后缓慢冷却(一般是随炉冷却)的过程称为退火。退火能细化晶粒、均匀组织,提高钢的机械性能;降低钢的硬度,便于切削;消除内应力,防止钢件的变形与开裂;为淬火做好组织准备。

(2) 正火

将钢加热(700 ~ 900℃),保温一定时间,然后置于空气中冷却的过程称为正火。正火又

叫常化,是退火的一种特殊形式。与退火相比,正火的冷却速度较快,生产周期较短,也能使低碳钢、中碳钢和渗碳钢的组织晶粒细化,便于切削和加工。正火可用在低碳钢中以代替退火,可为重要的结构零件做好淬火前的组织准备。但钢件正火后,硬度和强度比退火后要高,消除内应力不如退火彻底。

(3) 淬火

将钢加热($700 \sim 900^{\circ}\text{C}$),保温一定时间,然后在水中或油中急速冷却的过程称为淬火。淬火能使钢得到较高的硬度、强度和耐磨性,但同时也会在钢件中产生一定的内应力和脆性,且冷却时易使钢件变形和开裂(尤其在水冷时)。淬火应用于刀具和冲模,能保证其硬度和强度;应用于量具可保证其耐磨性;应用于中碳钢零件可得到高强度。

(4) 回火

将淬火后的钢件重新加热(低于淬火温度),保温一定时间,然后在空气或油中冷却的过程称为回火。回火一般是淬火后必须的热处理工序,它能减少或消除淬火带来的内应力,稳定钢件尺寸,能降低脆性,提高塑性和韧性,但也会使强度和硬度稍有降低,从而获得零件所需的综合机械性能。

按加热温度的不同,回火可分为低温回火($150 \sim 250^{\circ}\text{C}$),应用于刀具、量具等;中温回火($350 \sim 500^{\circ}\text{C}$),应用于弹簧、锻模等;高温回火($500 \sim 650^{\circ}\text{C}$),应用于连杆、齿轮、主轴等重要的机器零件。高温回火通常叫做调质,能获得较好的综合机械性能。

2. 表面热处理

它包括表面淬火和化学热处理等。

(1) 表面淬火

它是将钢件表面迅速加热至淬火温度,而在心部温度仍旧较低的情况下用水喷射钢件表面,使之急冷的过程。表面淬火能使零件表面具有高的硬度和耐磨性,心部保持足够强度和韧性。它常应用于动载荷和摩擦条件下工作的零件,如齿轮、曲轴、销轴等。表面淬火后,常用低温回火来消除内应力。表面加热可采用氧炔焰、高频电流或中频电流。

(2) 化学热处理

它将钢件置于某种介质中加热、保温,使介质通过化学反应,分解出一种或几种元素的活性原子渗入零件表层,改变表层的化学成分和组织,从而使零件获得所需的表面组织和性能。此热处理方法称为化学热处理。

按渗入原子的不同,化学热处理分为渗碳(碳原子)、氮化(氮原子)、氰化(碳、氮原子共渗)。低碳钢或低碳合金钢经渗碳后,其表层的含碳量可达 $0.7\% \sim 1.1\%$;渗碳后还需进行淬火和低温回火。合金结构钢经氮化后,无须淬火便具有较高的硬度、耐磨性、耐蚀性和疲劳强度,内应力和变形也较小。氰化适用于低、中碳钢及合金结构钢,还可用于高速钢刀具。

1.3.2 金属的表面处理

机械的制造大量采用金属为材料。在机械的制造、运输和使用过程中,金属零件的表面往往因大气引起腐蚀。金属的表面处理能避免或减缓金属的腐蚀。常用的表面处理方法有金属的电化学镀膜、金属的化学转化膜、热喷涂、有机涂层、油漆等。

1. 金属的电化学镀膜

金属的电化学镀膜简称电镀。电镀时,零件在表面经仔细清理后,置于含有镀膜金属的电