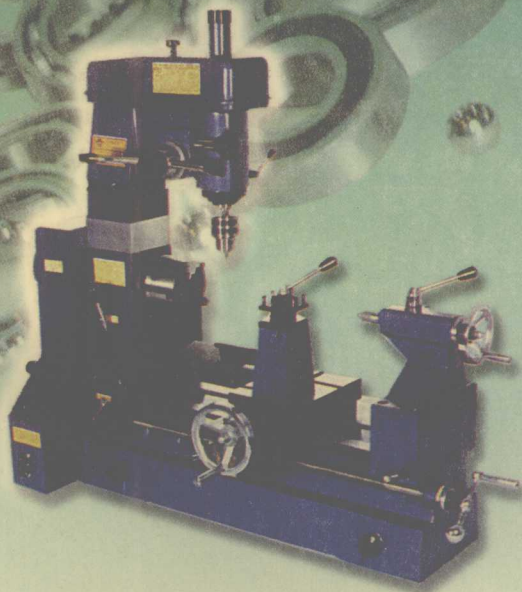


全国就业训练家用电器修理类统编教材

# 机械常识

第二版



中国劳动出版社

全国就业训练家用电器修理类统编教材

# 机械常识

(第二版)

劳动部教材办公室组织编写

中国劳动出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械常识/刘海堂主编;黎志明等编写. —2版. —北京:  
中国劳动出版社, 1998

全国就业训练家用电器修理类统编教材

ISBN 7-5045-2218-X

I. 机… II. ①刘… ②黎… III. ①机械工业-技术  
培训-教材 ②金属学-技术培训-教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 06634 号

中国劳动出版社出版

(100029 北京市惠新东街 1 号)

责任编辑 任 萍

责任校对 薛宝丽

河北省肃宁印刷厂印刷 新华书店总店北京发行所发行

1988 年 11 月第 1 版 1998 年 5 月第 2 版

1998 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 7.5

字数: 172 千字 印数: 5000 册

定价: 11.20 元

## 第一版前言

根据“先培训、后就业”的原则，全面开展就业训练工作，是贯彻“在国家统筹规划和指导下，实行劳动部门介绍就业、自愿组织起来就业和自谋职业相结合”的就业方针和提高职工素质的一项重要措施。为解决就业训练所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，原劳动人事部培训就业局于1986年7月委托部分省、市劳动人事部门（劳动服务公司），分别组织编写适合初中毕业以上文化程度青年使用的，分半年与一年两种学制的教材。

第一批组织编写的就业训练教材有：烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业营业、理发、公共交通客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械加工、纺织、丝织、幼儿保教、财会等十六个专业及职业道德、就业指导、法律常识三门公用教材。其他专业的就业训练教材，将分期分批地组织编写。这套教材，培训其他人员亦可使用。

这次组织编写的教材，是按照党和国家有关的教育方针政策，本着改革的精神进行的，力求把需要就业的人员培养成为有良好职业道德、有一定专业知识和生产技能的劳动者，突出操作技能的培训，以加强动手能力和处理实际问题的能力。

就业训练工作是一项新工作，参加编写这套教材的有关同志克服了重重困难，完成了教材的编写任务，对于他们的辛勤劳动表示由衷的感谢。由于编写时间仓促和缺乏经验，这

套教材尚有许多不足之处,请各地有关同志在使用过程中,注意听取、汇集各方面的反映与意见,并及时告诉我们,以便再版时补充、修订,使其日趋完善。

劳动部培训司  
一九八八年七月

## 第二版出版说明

自1986年以来,劳动部职业技能开发司会同中国劳动出版社已经组织编写了三批全国就业训练统编教材。这些教材,对推动就业(转业)训练工作和企业的初级技术工人培训工作发挥了积极作用,受到使用单位和广大读者欢迎。但是,通过几年的教学实践,反映出教材尚存在一些不足,如:有些教材的内容偏深、偏难,有些专业的教材分工、配合、协调不够,还有些教材存在一些差错,也不适应技术标准的不断更新。为了进一步完善教材,提高教学质量,适应新的培训工作需要,我们组织有关人员教材陆续进行了修订。

修订后的教材还会有不足之处,恳请各地有关同志,在使用过程中继续注意听取、汇集各方面的反映与意见,及时转告我们,以便进一步修订。

劳动部教材办公室

1998年3月

本书是由劳动部教材办公室委托湖南张家界市技校组织编写，供就业训练家用电器修理类各工种使用的统编教材。

本书内容包括公差与配合，常用金属材料与热处理，非金属材料与弹性元件，常用机构，机械传动，轴与轴承，联接。

本书与《家用电器原理与维修》、《电工与电子基础》（第二版）配套使用。

本书也可供职业学校、在职培训及自学使用。

本书由黎志明、黎辉莹、邹会雄编写，刘海堂主编，李水春审稿。

# 目 录

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一章 公差与配合            | 1   |
| § 1—1 公差与配合的基本概念     | 1   |
| § 1—2 公差与配合国家标准的基本规定 | 22  |
| § 1—3 公差配合的标注与识读     | 40  |
| § 1—4 形状和位置公差        | 43  |
| § 1—5 表面粗糙度          | 50  |
| § 1—6 常用测量工具与测量方法    | 56  |
| 习题                   | 63  |
| 第二章 常用金属材料与热处理       | 66  |
| § 2—1 金属的性能          | 66  |
| § 2—2 常用金属材料         | 70  |
| § 2—3 钢的热处理          | 78  |
| 习题                   | 80  |
| 第三章 非金属材料与弹性元件       | 82  |
| § 3—1 非金属材料          | 82  |
| § 3—2 弹性元件           | 86  |
| 习题                   | 90  |
| 第四章 常用机构             | 91  |
| § 4—1 平面连杆机构         | 92  |
| § 4—2 凸轮机构           | 103 |
| § 4—3 棘轮和槽轮机构        | 108 |
| 习题                   | 115 |



|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第五章 机械传动.....          | 117 |
| § 5—1 摩擦轮传动和带传动.....   | 117 |
| § 5—2 链传动和齿轮传动.....    | 128 |
| § 5—3 其他齿轮传动.....      | 144 |
| § 5—4 轮系.....          | 153 |
| § 5—5 齿轮失效与材料选择.....   | 160 |
| 习题.....                | 163 |
| 第六章 轴与轴承.....          | 167 |
| § 6—1 轴.....           | 167 |
| § 6—2 轴承.....          | 171 |
| 习题.....                | 188 |
| 第七章 连接.....            | 189 |
| § 7—1 键、销连接.....       | 189 |
| § 7—2 螺纹连接.....        | 195 |
| § 7—3 联轴器、离合器和制动器..... | 204 |
| § 7—4 其他形式的连接.....     | 215 |
| 习题.....                | 229 |

# 第一章 公差与配合

零件只有在机械加工完成后达到规定的质量要求，才能满足其安装和使用性能方面的要求。我们将零件在机械加工方面的质量要求称为加工精度，零件的加工精度通常是指尺寸精度、形状和位置精度以及表面粗糙度。为了既能满足零件功能要求，又能实现经济合理的生产，就必须给零件规定合理的加工精度，为此国家对以上三方面的精度制定了相应的国家标准，本章将根据这些国家标准，讲述有关术语、定义和基本概念。

## § 1—1 公差与配合的基本概念

### 一、互换性的概念

在现代生产中，各种类型的技术装备和日用家电产品的零件都是按照互换性原则进行生产制造的。零件互换性的含义是指同一规格的零件、部件，不需要任何挑选、调整或修配就可装到机器（或部件）上去，并完全符合规定的性能要求。例如，生活中当某一种型号的电视机显像管坏了，买一个同一规格的显像管换上即可继续收视；汽车上某个零件损坏，只要换上同一规格的配件就可恢复行驶；这种同一规格的零件之间可调换的性质就是互换性。

按照互换范围不同，有完全互换和不完全互换之分，当不限定互换范围时，就是完全互换性，它在机电产品制造中

广泛地应用。由于某种特殊原因只允许零件在一定范围内互换时，称为不完全互换性，如在装配时允许附加的挑选、调整的互换是不完全互换。

零件具有互换性在生产、使用和日常生活中有着非常重要的作用：

在使用方面，当机器或家电产品的零件具有互换性时，如出现零件突然损坏，我们只要更换上同类型零件，就可使其迅速恢复正常工作。从而可缩短维修时间、降低维修成本、提高设备的利用率和延长使用寿命。

在制造方面，当零件具有互换性，便可以实现不同车间、不同工厂乃至不同国家分别制造。这样，就有利于组织专业化协作，有利于使用现代化工艺装备，有利于采用流水线和自动线等先进的生产方式，从而达到优质、高产、低成本提供条件。

在设计方面，由于采用互换性原则设计和生产标准零、部件，可以简化绘图、计算等工作，缩短设计周期，并便于用计算机进行辅助设计。

综上所述，互换性是现代生产中的重要生产原则与有效技术措施，它不仅能显著提高劳动生产率，而且能有效保证产品质量和降低成本。所以，遵循互换性原则，有着重要的技术和经济意义。

## 二、基本术语及定义

术语及其定义是公差与配合标准的基础，也是从事机械设计、制造和维修人员在公差配合方面的技术语言。

### （一）公差的术语及其定义

1. 尺寸 用特定单位表示长度值的数字叫尺寸。

从尺寸定义可知，尺寸是指长度的值，它由数字和特定

单位两部分组成。如 10mm、20mm 等。机械工程图上规定的特定单位是毫米，而且在图样上，毫米单位都省略不标。

对长度值的概念应作广义的理解，它不仅包括圆的直径和圆弧半径，也包括一般的长度、宽度和中心距等。但是，不包括用角度单位表示的角度。

2. 基本尺寸 设计时给定的尺寸称为基本尺寸。

如图 1—1 所示  $\phi 32$  mm 和  $\phi 25$  mm 为轴套零件外圆和内孔直径的基本尺寸，而  $\phi 28$  mm 为轴套长度的基本尺寸。这些基本尺寸在设计时怎样确定呢？通常是设计员根据产品使用性能要求，通过计算、试验和类比相似零件的已有经验而确定的。基本尺寸是一个标准尺寸，它是计算

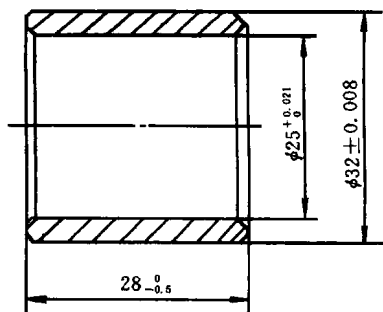


图 1—1 轴套

极限尺寸和偏差的起始尺寸。孔的基本尺寸用大写字母  $L$  来表示，轴的基本尺寸用同一字母的小写字母表示，即为  $l$ 。

为了简化刀具、量具和型材规格，国标 (GB 2822—81) 已将机械制造业中 0.01~20 000 mm 范围内的尺寸标准化，这些标准化了的尺寸称为标准尺寸。标准尺寸适合用于互换性或系列化要求的主要尺寸（如安装连接尺寸，有公差要求的配合尺寸……等），但其他结构尺寸，也应尽量采用标准尺寸。

3. 实际尺寸 通过测量所得的尺寸称为实际尺寸。孔的实际尺寸用字母  $L_a$  表示，轴的实际尺寸用字母  $l_a$  表示。

由于零件在加工过程中必然存在着尺寸和表面形状误差，这使得按同一图样所制得的各个零件或者同一零件同一表面上不同位置的 actual 尺寸往往不相同。如图 1—2 所示，故实际尺寸是具体零件上某一位置的尺寸的测得值。

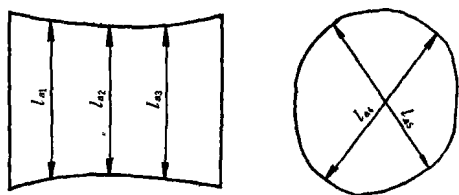


图 1—2 实际尺寸

另外，由于测量时不可避免地存在测量误差，所以实际尺寸并非尺寸真值，而是含有测量误差的尺寸近似值。

4. 极限尺寸 允许尺寸变化的两个界限值统称为极限尺寸。其中较大的一个叫最大极限尺寸，孔用  $L_{\max}$  表示，轴用  $l_{\max}$  表示；较小的一个叫最小极限尺寸，孔、轴分别用  $L_{\min}$ 、 $l_{\min}$  表示。

以图 1—3a 孔的直径尺寸为例。设计时给定的基本尺寸为  $\phi 30$  mm，在实际加工中由于各种误差因素的存在，如机床误差、刀具误差、量具误差等，要一点不差地获得这个尺寸是不可能的，从使用的角度看，也是没有必要的。因此，应在满足使用性能要求的前提下，考虑制造的经济性，给它规定一个允许的变化限度，如该例，允许其尺寸在  $\phi 30$  mm ~  $\phi 30.021$  mm 之间变化，则  $\phi 30$  mm 与  $\phi 30.021$  mm 分别是最小极限尺寸和最大极限尺寸。

由上可知，极限尺寸是以基本尺寸为基数，在设计时确定的。在生产中，可以用极限尺寸来判断零件尺寸是否合格，

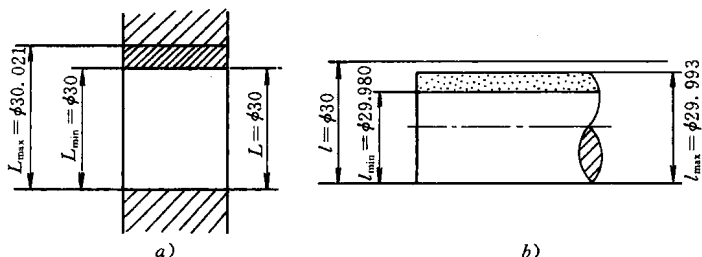


图 1—3 极限尺寸

a) 孔的极限尺寸 b) 轴的极限尺寸

即加工以后的实际尺寸在极限尺寸的范围就是合格的，反之为不合格。也可表示如下：

孔的合格条件是： $L_{\max} \geq L_a \geq L_{\min}$

轴的合格条件是： $l_{\max} \geq l_a \geq l_{\min}$

图 1—3 中尺寸可表示为：

孔的基本尺寸  $L = \phi 30 \text{ mm}$

孔的最大极限尺寸  $L_{\max} = \phi 30.021 \text{ mm}$

孔的最小极限尺寸  $L_{\min} = \phi 30 \text{ mm}$

轴的基本尺寸  $l = \phi 30 \text{ mm}$

轴的最大极限尺寸  $l_{\max} = \phi 29.993 \text{ mm}$

轴的最小极限尺寸  $l_{\min} = \phi 29.980 \text{ mm}$

5. 尺寸偏差 某一尺寸减其基本尺寸所得代数差称为尺寸偏差，简称偏差。

“某一尺寸”包含极限尺寸和实际尺寸等意思，所以尺寸偏差有极限偏差和实际偏差之分。

(1) 极限偏差 极限尺寸减其基本尺寸所得代数差称为极限偏差。其中：

最大极限尺寸减其基本尺寸所得代数差称为上偏差，代

号是 ES、es。

最小极限尺寸减其基本尺寸所得代数差称为下偏差，代号是 EI、ei。

如图 1—4 所示上、下偏差可用公式表示为：

$$\text{孔的上偏差：} ES = L_{\max} - L; \text{轴的上偏差：} es = l_{\max} - l \quad (1-1a)$$

$$\text{孔的下偏差：} EI = L_{\min} - L; \text{轴的下偏差：} ei = l_{\min} - l \quad (1-1b)$$

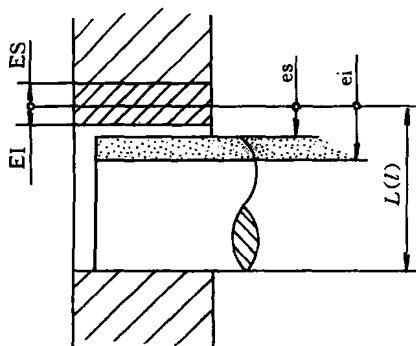


图 1—4 极限尺寸

因为极限尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸，所以极限偏差的数值可能是正值、负值或零。计算时应特别注意偏差的正负符号，要随偏差数值一起代到计算式中运算，不可以省略。

在图样上或技术文件中标注极限偏差时，标准规定，上偏差标在基本尺寸右上角，下偏差标在基本尺寸右下角。如

$$\phi 420^{+0.020}_{-0.010}$$

上偏差或下偏差为零，标准规定仍须标出零值，如

$\phi 30^{+0.015}_0$  或  $\phi 40^{+0.008}_{-0.008}$ 。当上、下偏差的数值相等而符号相反时，为简化起见，如基本尺寸为  $\phi 40$  上偏差为  $+0.008$ ，下偏差为  $-0.008$ ，可标为  $\phi 40 \pm 0.008$ 。

(2) 实际偏差 实际尺寸减其基本尺寸的代数差称为实际偏差。实际偏差值也可以是正值、负值或零值，在其前面的符号也不可省略。其代数式如下：

$$\text{孔的实际偏差: } E_a = L_a - L$$

$$\text{轴的实际偏差: } e_a = l_a - l$$

极限偏差是设计时给定的，实际偏差是加工后获得的。所以零件的合格条件也可表示为：实际偏差应在规定的极限偏差范围之内，即：

$$\text{孔的合格条件: } ES \geq E_a \geq EI$$

$$\text{轴的合格条件: } es \geq e_a \geq ei$$

例 已知某孔直径为  $\phi 50$  mm，加工后测得的实际尺寸为  $\phi 50.02$  mm，最大极限尺寸为  $\phi 50.048$  mm，最小极限尺寸为  $\phi 50.009$  mm，求该孔的上、下偏差，并判断该尺寸是否合格。

$$\text{解: } ES = L_{\max} - L = 50.048 - 50 = +0.048 \text{ mm}$$

$$EI = L_{\min} - L = 50.009 - 50 = +0.009 \text{ mm}$$

$$E_a = L_a - L = 50.020 - 50 = +0.020 \text{ mm}$$

所以  $ES \geq E_a \geq EI$  该尺寸合格

由极限尺寸、基本尺寸可以计算极限偏差，相反已知极限偏差也可以求出极限尺寸。

例 已知孔的直径为  $\phi 20$  mm，它的上偏差为  $+0.1$  mm，下偏差为  $+0.02$  mm，求该孔的最大和最小极限尺寸。

$$\text{解: } ES = L_{\max} - L \text{ 则 } L_{\max} = ES + L$$

$$L_{\max} = +0.1 + 20 = 20.1 \text{ mm}$$



又因  $EI = L_{\min} - L$  则  $L_{\min} = EI + L$

$$L_{\min} = +0.02 + 20 = 20.02 \text{ mm}$$

6. 公差 允许尺寸的变动量称为尺寸公差，简称公差。

要想将实际尺寸加工得与基本尺寸完全一致是不可能的，也是不必要的。所以设计人员根据零件使用时的精度要求，并考虑制造时的经济性，给实际尺寸规定了一个允许的变动范围，即由最大和最小极限为界限所确定的范围。这个范围就是尺寸允许的变动量。公差的数值等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值。

这里取绝对值的意思是说明表示尺寸变动范围大小的公差值是没有正负含义的。但是，在实际计算中，往往都是以最大极限尺寸减去最小极限尺寸来计算公差值。因此，为了简化起见，常省去绝对值符号，用下列公式计算公差值：

$$T_h = L_{\max} - L_{\min} \quad (1-2a)$$

$$T_s = l_{\max} - l_{\min} \quad (1-2b)$$

式中  $T_h$ ——孔的公差；

$T_s$ ——轴的公差。

由公式 1-1 可知：

$$L_{\max} = L + ES \quad L_{\min} = L + EI$$

把此公式代入公式 1-2 中可推导出：

$$\begin{aligned} T_h &= L_{\max} - L_{\min} \\ &= (L + ES) - (L + EI) \\ &= ES - EI \end{aligned} \quad (1-3a)$$

同理可推导出：

$$T_s = es - ei \quad (1-3b)$$

显然就某一尺寸来讲，给定的公差值越小，获得的尺寸