



全国中等职业技术学校电工类专业通用教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANGONGLEI ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI

机械知识

(第四版)



中国劳动社会保障出版社

第11期

中国机械工业联合会 中国机械流通协会 中国机械进出口商会 中国机械工业报社 中国机械工业信息中心 中国机械工业技术信息网 中国机械工业技术市场网 中国机械工业技术市场网

机械知识

第11期



中国机械工业联合会 中国机械流通协会 中国机械进出口商会 中国机械工业报社 中国机械工业信息中心 中国机械工业技术信息网 中国机械工业技术市场网 中国机械工业技术市场网

全国中等职业技术学校电工类专业通用教材

机 械 知 识

(第 四 版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械知识/张立仁主编. —4 版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007

全国中等职业技术学校电工类专业通用教材

ISBN 978-7-5045-5440-6

I. 机… II. 张… III. 机械学-专业学校-教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 048500 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

中青印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 256 千字

2007 年 5 月第 4 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

定价: 14.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

本书封面轧有我社社标和英文缩写的暗纹

否则即为盗版, 请读者举报

举报电话: 010-64911344

前 言

为了更好地适应全国中等职业技术学校电工类专业的教学要求，劳动和社会保障部教材办公室组织全国有关学校的教师和行业专家，对中等职业技术学校电工类专业教材进行了修订（新编）工作。

这次教材修订（新编）工作的重点主要在以下几个方面。

第一，坚持以能力为本位，重视实践能力的培养，突出职业技术教育特色。根据电工类专业毕业生所从事职业的实际需要，合理确定学生应具备的能力结构与知识结构，对教材内容的深度、难度作了较大程度的调整，同时，进一步加强实践性教学内容，以满足企业对技能型人才需求。

第二，吸收和借鉴各地中等职业技术学校教学改革的成功经验，部分专业课教材的编写采用了理论知识与技能训练一体化的模式，使教材内容更加符合学生的认知规律，易于激发学生的学习兴趣。

第三，根据科学技术发展，合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，力求使教材具有较鲜明的时代特征。同时，在教材编写过程中，严格贯彻了国家有关技术标准的要求。

第四，努力贯彻国家关于职业资格证书与学生证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求使教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识和技能要求。

第五，在教材编写模式方面，尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来，力求给学生营造一个更加直观的认知环境。同时，针对相关知识点，设计了很多贴近生活的导入和互动训练等，意在引导学生参与到实践中来。

第六，我们还特别注意了教辅资源的开发，除了有配套习题册和教学参考





书外，还重点开发了多媒体教学光盘、电工专业考试组卷系统，力求为教学工作的开展构建一个更加完善的辅助平台，为教学提供方便。

这次修订（新编）的教材包括：《电工基础（第四版）》《电子技术基础（第四版）》《机械与电气识图（第二版）》《机械知识（第四版）》《电工仪表与测量（第四版）》《电机与变压器（第四版）》《安全用电（第四版）》《电工材料（第四版）》《可编程序控制器及其应用（第二版）》《电力拖动控制线路与技能训练（第四版）》《企业供电系统及运行（第四版）》《维修电工技能训练（第四版）》《电工技能训练（第四版）》《电工 EDA》。

本套教材可供中等职业技术学校电工类专业使用，也可作为职工培训教材。

本次教材的修订（新编）工作得到了北京、天津、辽宁、江苏、浙江、山东、四川、河南、广东等省、直辖市劳动和社会保障厅（局）及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

《机械知识（第四版）》的主要内容有：极限与配合、带传动和链传动、渐开线齿轮传动、定轴轮系、常用机构、轴承、联接、液压与气动基础等。

本书由张立仁、郭大辉、周健梅、张博、韩文成、张大鹏、王欣编写，张立仁主编；王玉林审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2007 年 3 月

目 录

第一章 极限与配合	(2)
§ 1—1 互换性概念	(2)
§ 1—2 极限与配合基本术语、定义	(3)
§ 1—3 极限与配合国家标准的基本规定	(9)
§ 1—4 形状和位置公差概述	(17)
§ 1—5 表面粗糙度概述	(21)
本章小结	(26)
习题	(26)
第二章 带传动和链传动	(29)
§ 2—1 带传动的基本原理和特点	(29)
§ 2—2 V带传动	(31)
§ 2—3 链传动概述	(35)
本章小结	(37)
习题	(37)
第三章 渐开线齿轮传动	(39)
§ 3—1 齿轮传动概述	(39)
§ 3—2 标准直齿圆柱齿轮传动	(41)
§ 3—3 其他类型齿轮传动	(44)
§ 3—4 齿轮的失效形式	(48)
本章小结	(50)





习题.....	(51)
第四章 定轴轮系	(53)
§ 4—1 定轴轮系的功用.....	(54)
§ 4—2 定轴轮系中各轴转向和传动比.....	(56)
本章小结.....	(59)
习题.....	(60)
第五章 常用机构	(62)
§ 5—1 铰链四杆机构.....	(62)
§ 5—2 凸轮机构.....	(71)
§ 5—3 棘轮机构和槽轮机构.....	(74)
本章小结.....	(77)
习题.....	(78)
第六章 轴承.....	(80)
§ 6—1 滚动轴承的结构与类型.....	(80)
§ 6—2 滚动轴承代号的组成及意义.....	(83)
§ 6—3 滚动轴承类型的选择原则.....	(87)
§ 6—4 滚动轴承的安装、润滑与密封.....	(88)
§ 6—5 滑动轴承概述.....	(91)
本章小结.....	(95)
习题.....	(96)
第七章 联接.....	(98)
§ 7—1 键、销联接.....	(98)
§ 7—2 螺纹联接.....	(102)
§ 7—3 联轴器.....	(108)



本章小结.....	(111)
习题.....	(112)
第八章 液压与气动基础	(114)
§ 8—1 概述.....	(114)
§ 8—2 液压泵和空气压缩机.....	(119)
§ 8—3 液压缸和气缸.....	(123)
§ 8—4 控制阀.....	(127)
§ 8—5 辅助装置.....	(140)
§ 8—6 基本回路.....	(145)
本章小结.....	(155)
习题.....	(156)
附表 1 孔的极限偏差	(159)
附表 2 轴的极限偏差	(167)

机械知识

极限与配合

1



为什么自行车的链条坏了，买一条新的换上就能使用；台灯的灯泡坏了，买一个新的换上就又能继续在灯下看书学习？



本章主要内容

1. 互换性概念、形式、意义和实现互换性的基本条件。
2. 极限与配合的概念、术语、定义和国家标准的构成以及有关表格的查阅方法。
3. 形位公差、表面粗糙度的基本概念、参数及其有关规定。

第一章 极限与配合

§ 1—1 互换性概念

一、互换性

在日常生活中，经常会遇到某些零件需要更换的情况，例如：自行车的链条坏了，买一条新的换上就能使用；台灯的灯泡坏了，买一个新的换上就又能继续在灯下看书学习了。这些都说明，规格相同的某种产品任选其一就能直接互换安装并正常使用，它为人们的生活带来了极大的方便。

在机械工业中，互换性是指同一规格的零、部件，不需经任何挑选、调整和修配就能进行装配，并完全满足产品使用性能要求的特性。

机械零、部件的互换性通常包括几何参数（尺寸、形状和位置等）、力学性能、物理性能、化学性能等方面的互换。本章研究的内容是零件几何参数的互换性。

二、互换性的基本形式

按互换程度和范围的不同，互换性分为完全互换性和不完全互换性两种形式。

完全互换性是指零、部件在装配前不作任何挑选，装配中不作任何调整和修配，装配后即能满足使用性能要求的互换。完全互换性适用于对互换程度要求较高或大批量生产的情况。

不完全互换性是指零、部件在装配时允许挑选、调整，但不允许修配，装配后能满足使用性能要求的互换。不完全互换性适用于对互换程度要求不高或单件、小批量生产的情况。

若零件在装配时需要修配，就失去了互换性的意义。

三、互换性的重要性

1. 在设计方面，可以使产品标准化、系列化，从而简化零、部件的设计计算过程，缩短设计周期。

2. 在生产制造方面，能组织自动化和专业化的高效生产，应用现代化的技术设备，有利于提高产品质量、降低成本和减轻劳动强度。

3. 在使用维修方面，可以缩短机器维修的时间、减少费用和提高机器的使用率。

总之，互换性具有广泛的技术经济意义，它是现代工业生产中重要的指导性原则与有效的技术措施。





四、实现互换性的基本条件

在生产中，把一批工件制作得完全相同是不可能的，使用中也没有这种必要；实际上，只要要求它们的加工误差保持在一定的范围内，就能达到互换的目的。因此，实现互换性的基本条件是对同一规格的零、部件按统一的技术标准制造。

§ 1—2 极限与配合基本术语、定义

术语和定义是技术标准的基础，也是工程技术人员使用的技术语言。

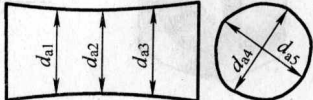
一、尺寸

用特定单位表示长度值的数值称为尺寸。在机械工程图样上，特定的单位是 mm，标注尺寸时可只写数字，“mm”省略不标；长度值在这里应作广义的理解，它包括直径、半径、长度、宽度、高度、厚度和中心距等；例如，图样上两孔轴线间的距离标注为 80，即表示两孔中心距为 80 mm。

尺寸可分为基本尺寸、实际尺寸和极限尺寸，孔和轴的尺寸定义、符号及说明见表 1—1。

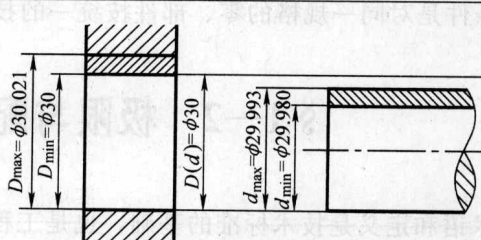
表 1—1

尺寸的定义、符号及说明

名称	定 义		符 号		说 明
			孔	轴	
基本尺寸	设计时给定的表示尺寸基本大小的数值		D	d	基本尺寸是根据产品的使用要求，经计算、试验或类比的方法，并考虑结构、工艺等方面的需要而确定的。基本尺寸应尽量采用国家标准中规定的标准尺寸 基本尺寸是确定零件尺寸偏差的基准尺寸（起始尺寸），通过它应用上、下偏差能算出极限尺寸，例如直径尺寸 $\phi 10 \pm 0.025$ mm 中的 10 就是该尺寸的基本尺寸
实际尺寸	通过实际测量获得的某一孔、轴的尺寸		D_a	d_a	 实际零件存在着形状误差，在零件的不同方位所呈现的尺寸各不相同；同时，由于测量误差的存在，实际尺寸并不是尺寸的真实值
极限尺寸	极限尺寸是指一个孔或轴允许尺寸的两个极端	允许的最大尺寸称最大极限尺寸	$D_{\max}$	$d_{\max}$	制造时，由于各种误差的存在，工件不可能绝对准确地制作成所指定的尺寸；为此，在设计确定基本尺寸的同时，还要根据技术条件确定出允许尺寸变化的界限值，即极限尺寸，以满足生产和使用上的要求 根据零件使用性能的不同要求，最大、最小极限尺寸均可大于或小于基本尺寸，也可以其中之一等于基本尺寸



续表

名称	定 义		符 号		说 明
			孔	轴	
极限尺寸	极限尺寸是指一个孔或轴允许尺寸的两个极端	允许的最小尺寸称最小极限尺寸	$D_{\min}$	$d_{\min}$	 孔、轴极限尺寸示意图



两极限尺寸可能同时大于或同时小于基本尺寸，因此，基本尺寸并不是零件在制造时一定要获得的尺寸。

零件加工后的实际尺寸未超出两极限尺寸所限定的范围时，零件尺寸为合格；否则为不合格。孔、轴尺寸合格的表达式分别为 $D_{\max} \geq D_a \geq D_{\min}$ 和 $d_{\max} \geq d_a \geq d_{\min}$ 。

孔与轴

孔与轴的结合是机械装置中最典型的装配关系，装配后，孔以其内表面包容轴的外表面。

孔通常指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面（由两平行平面或切面形成的包容面）。如图 1—1 所示，其中所注尺寸都是表示孔的尺寸。

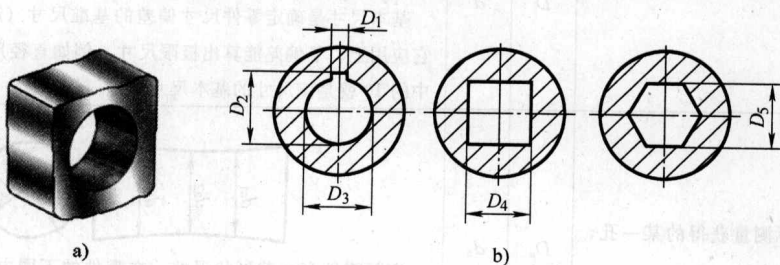


图 1—1 孔

a) 孔 b) 孔剖面示例

轴通常指工件的圆柱形外表面，也包括非圆柱形外表面。如图 1—2 所示，其中所注尺寸都是表示轴的尺寸。

二、偏差与公差

1. 偏差

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为偏差。其中某一尺寸可以是实际尺寸，也可以是极限尺寸；所以，偏差有实际偏差和极限偏差之分，孔和轴的偏差见表 1—2。

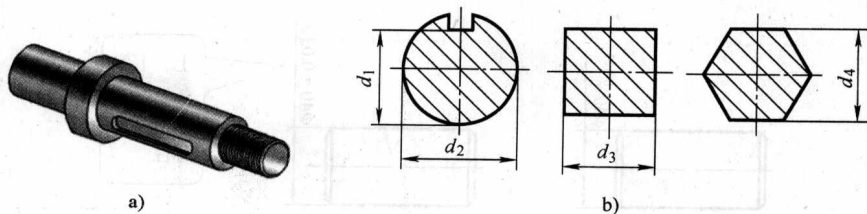


图 1—2 轴

a) 轴 b) 轴剖面示例

表 1—2

实际偏差和极限偏差

名称	定 义	符号		表达式
实际偏差	实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差		孔 E_a	轴 e_a $E_a = D_a - D$ $e_a = d_a - d$
极限偏差	极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为极限偏差	最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差		$ES = D_{\max} - D$ $es = d_{\max} - d$
		最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差		$EI = D_{\min} - D$ $ei = d_{\min} - d$



提示

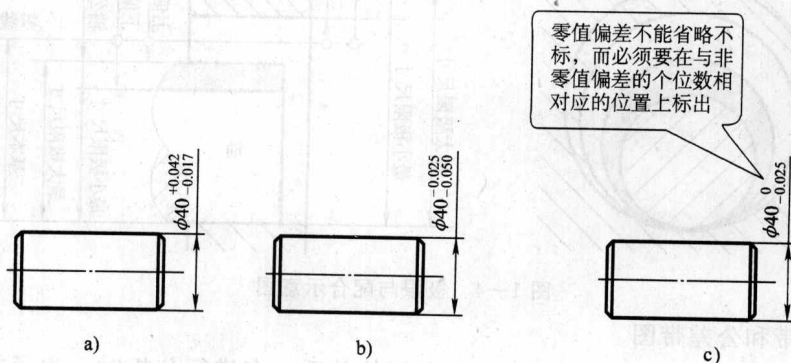
上偏差和下偏差统称为极限偏差，它是设计时确定的允许实际偏差变动的界限。

零件加工后，只要实际偏差未超出上、下偏差所限定的范围，零件的尺寸就合格。用极限偏差表示孔、轴尺寸合格条件的表达式分别为 $ES \geq E_a \geq EI$ 和 $es \geq e_a \geq ei$ 。

实际偏差和上、下偏差分别可能为正值、负值或零值，在应用中，其值前必须带“+”或“-”号（零值除外）。

极限偏差的标注形式

标准规定，零件尺寸的极限偏差在图样或技术文件上标注时，上、下偏差必须同时标注；上偏差标注在基本尺寸的右上方，下偏差标注在基本尺寸的右下方，具体标注形式如图 1—3 所示。



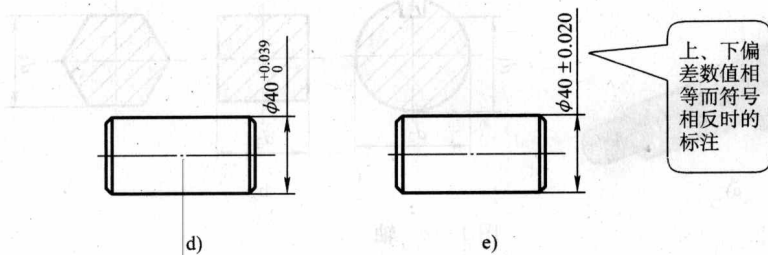


图 1—3 极限偏差的标注形式

例 1: 已知某孔的尺寸为 $\phi 40^{+0.025}_0$ mm, 加工后测得的实际尺寸为 $\phi 40.016$ mm, 试判断该尺寸是否合格。

解: 根据题意, 此孔的 $ES = +0.025$ mm, $EI = 0$

$$E_a = D_a - D = 40.016 - 40 = +0.016 \text{ (mm)}$$

由于 $ES \geq E_a \geq EI$, 所以该孔尺寸合格。

2. 公差、公差带和公差带图

(1) 公差

允许尺寸的变动量称为尺寸公差, 简称公差。公差反映的是允许尺寸变动的区域的大小, 在数值上等于最大极限尺寸减最小极限尺寸之差, 或上偏差减下偏差之差。孔和轴的公差分别用 T_h 和 T_s 表示, 其表达式为

$$\text{孔公差: } T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$\text{轴公差: } T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$



提示

公差和偏差是既有联系又有区别的两个重要概念。两者都是设计时给定的, 公差的大小等于上偏差减下偏差之差。公差值恒大于零, 是表示工件加工尺寸精度的指标; 而偏差是代数值, 是判断工件尺寸是否合格的依据。

基本尺寸、极限尺寸、极限偏差和公差之间的关系如图 1—4 所示。

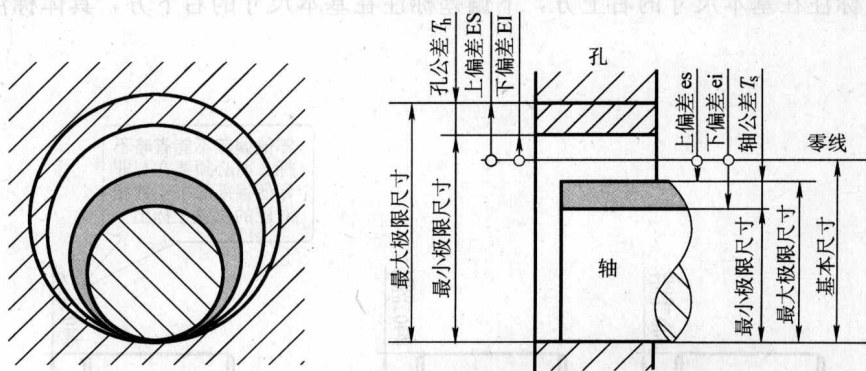


图 1—4 极限与配合示意图

(2) 公差带和公差带图

图 1—4 反映出的装配后孔、轴公差带之间的关系, 在进行分析时, 为了方便, 可不必



画出它们的全形，而是按一定的比例只把相应的公差带部分放大画出，即采用公差带图来表示，见表1—3。

表 1—3

公差带和公差带图

名称	定 义	图例及说明
公差带	在公差带图解中，代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两平行直线所限定的区域	孔公差带 ES EI 零线 基本尺寸 轴公差带 es ei 公差带图
零线	在公差带图解中，表示基本尺寸的水平直线	零线即偏差为零的线，它是确定偏差的基准。在零线左端标出“0”和“+”“—”，表示零线以上是正偏差，零线以下是负偏差



提示

由公差带图可以看出，公差带的大小和其相对零线的位置是确定公差带的两个基本要素，而前者取决于公差值的大小，后者取决于极限偏差。

例 2：根据轴尺寸 $\phi 40_{-0.050}^{-0.025}$ mm，求其公差的大小。

解：由给出的条件知 $es = -0.025$ mm， $ei = -0.050$ mm

则 $T_s = es - ei = (-0.025) - (-0.050) = 0.025$ mm

注：公差值恒大于零，公差值前不能加“+”号。

三、配合

基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的关系称为配合。

图 1—5 所示为机械装置中常用的铰链支座形式，其中回转构件 1 与圆柱销 2 之间需能相对运动；而圆柱销 2 需紧固于支座 3 上的销孔之中，两者之间不能有相对运动。

在生产实际中，要根据装配后零件间相对运动的不同需求关系，采用不同性质的配合。

1. 间隙和过盈

孔和轴配合时，由于它们的实际尺寸不同，将产生间隙或过盈，如图 1—6 所示。孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差为正时是间隙，为负时是过盈。

2. 间隙配合、过盈配合和过渡配合

在孔、轴配合中，改变它们公差带之间的相互位置关系可改变配合的松紧程度。按孔、轴公差带之间相互位置关系的不同，配合分为间隙配合、过盈配合和过渡配合三类，具体见表 1—4。

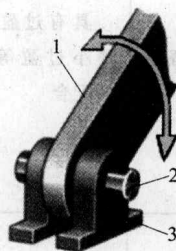


图 1—5 铰链支座

1—回转构件 2—圆柱销 3—支座

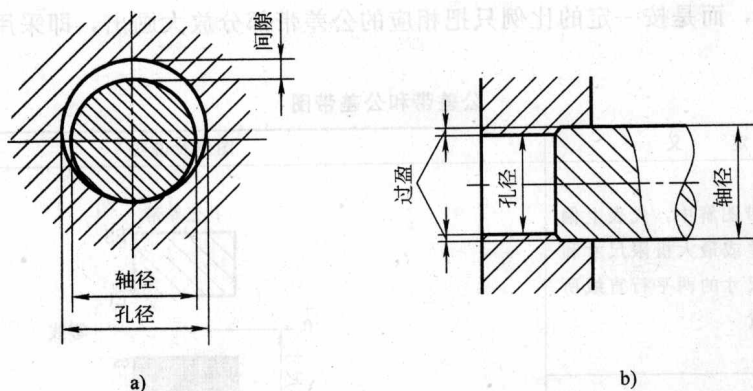


图 1—6 间隙与过盈

a) 间隙 b) 过盈

表 1—4

间隙配合、过盈配合和过渡配合

配合类型	定 义	孔轴公差带关系
间隙配合	具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合	孔的公差带在轴的公差带之上
过盈配合	具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合	孔的公差带在轴的公差带之下
过渡配合	可能具有间隙或过盈的配合称为过渡配合	