

化工工人技术理论培训教材

公差与配合

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

组织编写

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

公差与配合 / 化学工业部人事教育司, 化学工业部教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出版社, 1997

化工工人技术理论培训教材

ISBN 7-5025-1820-7

I. 公… II. ①化… ②化… III. ①公差-技术培训-教材 ②配合-技术培训-教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 01673 号

化工工人技术理论培训教材

公差与配合

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑: 李玉晖

责任校对: 麻雪丽

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京昌平振南印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 191 千字

1997 年 6 月第 1 版 1997 年 6 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7-5025-1820-7/G · 467

定价: 12.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买化工版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共 7 册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、《有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共 43 册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材 6 册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共 11 册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共 20 册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写作》、《标准化基础知

识》和《化工生产管理知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材，尚是一种尝试，由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意，为此建议：

一、各单位在组织教学过程中，应按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容，以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

本套教材的组织编写，得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

内 容 提 要

本书包括两个单元教材：公差与配合（检 023），形状、位置公差与表面粗糙度（检 025）。

公差与配合单元讲述光滑圆柱体的尺寸公差与配合的基本术语、现行标准及其选用和螺纹公差，并对旧国家标准作了简介。

形状、位置公差与表面粗糙度单元介绍形位公差和表面粗糙度的基本概念、标注、识读、公差数值、参数等。

本书在内容上以基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，通俗易懂，适合检修工人学习使用。

目 录

公差与配合 (检 023)	1
绪言	2
第一章 光滑圆柱体的尺寸公差与配合	4
第一节 基本术语及定义	4
第二节 公差与配合标准的基本规定	20
第三节 公差与配合标准的选用	46
第四节 公差与配合旧国家标准简介	52
习题	59
第二章 螺纹公差	61
第一节 概述	61
第二节 普通螺纹的公差与配合	64
第三节 螺纹的标记	73
第四节 普通螺纹公差 (GB 197—63) 简介	75
习题	78
形状、位置公差与表面粗糙度 (检 025)	79
绪言	80
第一章 形位公差	81
第一节 形位公差的术语及定义	81
第二节 形位公差的标注	119
第三节 形位公差的识读	131
第四节 形位公差值、偏差值及公差值等级	141
习题	150
第二章 表面粗糙度	154
第一节 表面粗糙度的概念及对使用性能的影响、表面粗糙度的构成	154
第二节 表面粗糙度的代号、识读及标注	163
第三节 表面粗糙度参数的选用、表面粗糙度与表面光洁度的关系	167

习题	171
附录	172
附表一 轴的极限偏差	172
附表二 孔的极限偏差	190

公差与配合

(检 023)

吉林化学工业公司职工大学 蔡连春 编
吉林化工学院 王守发 审

绪 言

公差与配合标准是一项重要的技术基础标准，它是实现零、部件互换的必备条件。

在机器和仪器制造业中，零、部件的互换性是指在同一规格的一批零件或部件中，任取其一，不需经过任何挑选或附加修配（如钳工修理），就能装在机器上，达到规定的功能要求，这样的一批零件或部件就称为具有互换性的零、部件。例如，在汽车制造业中，汽车上的成千上万个零件是由几百家工厂生产的。汽车制造厂只负责生产若干主要的零件，与其他工厂生产的零件一起装配成汽车，就能满足原定汽车的功能和使用要求。

机械制造、仪器仪表中的互换性，通常包括几何参数（如尺寸）、机械性能（如硬度、强度）以及理化性能（如化学成分）等。本单元仅讨论几何参数的互换性。

所谓几何参数，主要包括尺寸大小、几何形状（宏观、微观）以及形面间相互位置关系等。为了满足互换性的要求，最理想的是同规格的零、部件，其几何参数做得完全一致，这在实践中是不可能的，也是不必要的。实际上只要求同规格零、部件的几何参数在一定的变动范围内就能达到互换的目的，即应按“公差”来制造。允许零件几何参数的变动量就称为“公差”。

零部件在几何参数方面的互换，体现为公差标准的完善，而公差标准又是机械工业的基础标准，它为机器的标准化、系列化、通用化奠定了基础。

互换性在机械或仪器制造中的作用是很大的。可以减少修理时间和费用，是提高生产水平和进行文明生产的有力手段；能减轻装配工人的劳动强度，缩短装配周期；可以采用高效率专用设备，产量和质量必然会提高，成本降低，大大提高生产效率。

从设计方面看,采用互换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。

互换性按其互换程度,可分为完全互换和不完全互换。前者要求零、部件在装配时,不需要挑选和辅助加工;后者则允许零、部件在装配前进行预先分组或在装配时采取调整等措施。

对标准部件,互换性还可分为内互换和外互换。组成标准部件的零件的互换称为内互换;标准部件与其他零、部件的互换称为外互换。

本单元阐述的光滑圆柱体结合的公差与配合、螺纹公差是重要的技术基础标准,它对今后的生产实践工作是非常重要的。

第一章 光滑圆柱体的尺寸公差与配合

光滑圆柱体结合通常指孔和轴的结合，是机械中应用广泛的结合型式。圆柱体零件的“尺寸公差与配合”简称公差，也是一项重要技术基础标准。

在机器制造中，把零件尺寸制成某一个非常准确的值是不可能的，也是没有必要的。“公差”用于协调机器零件的使用要求与制造经济之间的矛盾；“配合”反映机器零件之间有关性能要求的相互关系。“公差与配合”是一个完整的公差制体系，且已标准化。它的标准化有利于机器的设计、制造、使用和维修，直接影响产品的精度、性能和使用寿命，是评定产品质量的重要指标。

随着我国科学技术的发展，工业产品的种类不断增多，产品的精度不断提高，特别是国际间的技术交流日益广泛，我国于1979年颁布了公差与配合标准(GB 1800~1804—79)，取代了1959年颁布的旧标准(GB 159~174—59)。新标准克服了旧标准存在的精度等级偏低、配合种类较少、大尺寸标准不符合实际以及规律性差等缺点。

第一节 基本术语及定义

一、尺寸的术语和定义

1. 尺寸

用特定单位表示长度值的数字称为尺寸。尺寸指的是长度的值，由数字和特定单位两部分组成。例如，在零件图样上标注轴或孔的直径 $\phi 30\text{mm}$ ，两轴线间距离为 50mm ，圆弧半径为 0.5mm 等都是尺寸。机械制图国家标准规定，在机械图样上标注的尺寸都是以 mm 为单位，可以在标注时将单位省略。

2. 基本尺寸

设计时给定的尺寸称为基本尺寸。它是设计者经过设计计算或根

据经验而确定的，并根据规定取标准值。孔的基本尺寸用“ D ”表示，轴的基本尺寸用“ d ”表示。

基本尺寸是一个标准尺寸，它是计算极限尺寸和极限偏差的起始尺寸。它只表示尺寸的基本大小，并不是实际加工中要求得到的尺寸。孔和轴配合时基本尺寸相同。

为了简化切削刀具、测量工具、型材和零件尺寸的规格，国标(GB 2822—21)已将机械制造业中 $0.01 \sim 20000\text{mm}$ 范围内的尺寸标准化，这些标准化了的尺寸称为标准尺寸。

3. 实际尺寸

通过测量所得的尺寸，称为实际尺寸。孔的实际尺寸以 D_a 表示，轴的实际尺寸以 d_a 表示。由于存在测量误差，所以实际尺寸并非尺寸的真值。例如，轴的尺寸真值为 29.987mm ，测量误差在 -0.001mm 至 $+0.001\text{mm}$ 以内，则实际尺寸的真值将在 29.986mm 至 29.988mm 范围之内。尺寸真值是客观存在的，但又是不知道的，因此，只能以测得的尺寸作为实际尺寸。同时，由于形状误差等影响，在零件的同一表面的不同部位上，其实际尺寸往往是不等的。

4. 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值称为极限尺寸。极限尺寸以基本尺寸为基数来确定。两个极限尺寸中较大的一个称为最大极限尺寸 ($D_{\max}$ 或 $d_{\max}$)，较小的一个称为最小极限尺寸 ($D_{\min}$ 或 $d_{\min}$)，如图 1-1 所示。

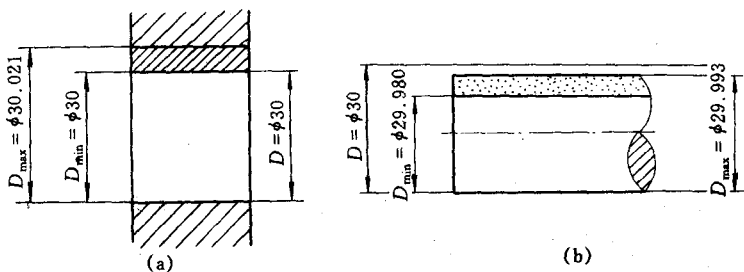


图 1-1 极限尺寸

(a) 孔的极限尺寸；(b) 轴的极限尺寸

在机械加工的实际生产中,由于各种误差的存在,如机床、刀具、量具、受热、受力等引起的误差,要想把同一种规格的零件都加工成同一尺寸是不可能的。从使用和经济角度讲,也没有必要。合格零件的实际尺寸应在该零件的极限尺寸之间。

二、偏差与公差的术语和定义

1. 尺寸偏差 (简称偏差)

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差,称为尺寸偏差 (或偏差)。

偏差包括实际偏差与极限偏差,而极限偏差又分为上偏差和下偏差。

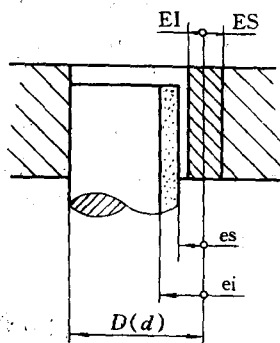


图 1-2 极限偏差

(1) 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。上偏差是最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,用代号 ES (孔)、es (轴) 表示;下偏差是最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,用代号 EI (孔)、ei (轴) 表示。上偏差和下偏差统称为极限偏差,如图 1-2 所示。

根据上述定义和图示,上、

下偏差可用公式表示:

$$ES = D_{\max} - D \quad (1-1)$$

$$EI = D_{\min} - D \quad (1-2)$$

$$es = d_{\max} - d \quad (1-3)$$

$$ei = d_{\min} - d \quad (1-4)$$

应该注意,偏差为代数值,可以为正数、负数或零。计算和标注时,除零以外必须带有正号或负号。

极限偏差的标注方法:上偏差标在基本尺寸右上角;下偏差标在基本尺寸右下角;上偏差或下偏差为零,仍需标出零值。如 $\phi 50^{+0.018}_{-0.002}$, $\phi 50^{+0.038}_0$, $\phi 50^0_{-0.007}$ 。为了简化标注,若基本尺寸为 $\phi 50$,上偏差为

$+0.008$, 下偏差为 -0.008 , 可标注为 $\phi 50 \pm 0.008$ 。

(2) 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。实际偏差值可以是正值、负值或零。合格零件的实际偏差应在规定的极限偏差之内。

例 1-1 已知孔、轴的基本尺寸 $\phi 25$, $D_{\max} = 25.021\text{mm}$, $D_{\min} = 25.000\text{mm}$, $d_{\max} = 24.980\text{mm}$, $d_{\min} = 24.967\text{mm}$ (图 1-3), 求孔或轴的上、下偏差。

解: 根据公式 (1-1) ~ (1-4), 孔的上、下偏差为

$$ES = D_{\max} - D = 25.021 - 25 = +0.021\text{mm}$$

$$EI = D_{\min} - D = 25 - 25 = 0$$

轴的上、下偏差为

$$es = d_{\max} - d = 24.980 - 25 = -0.02\text{mm}$$

$$ei = d_{\min} - d = 24.967 - 25 = -0.033\text{mm}$$

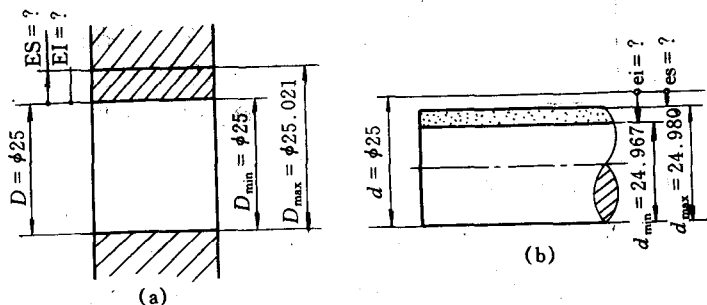


图 1-3

(a) 孔的偏差计算示例; (b) 轴的偏差计算示例

2. 尺寸公差 (T)

允许尺寸的变动量称为尺寸公差, 简称公差。公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差, 也等于上偏差与下偏差的代数差。

规定孔的公差代号为 T_D , 轴的公差代号为 T_d 。其表达式为:

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} \quad (1-5)$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} \quad (1-6)$$

根据公式 (1-1)、(1-2) 得

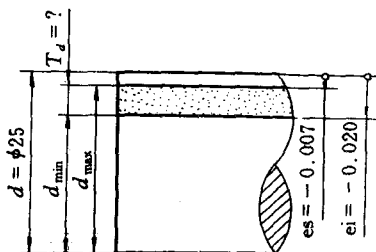
$$D_{\max} = D + ES, \quad D_{\min} = D + EI$$

把上式代入公式 (1-5)、(1-6) 可推导出

$$\begin{aligned} T_D &= D_{\max} - D_{\min} \\ &= (D + ES) - (D + EI) \\ &= ES - EI \end{aligned} \quad (1-7)$$

同理可推导出

$$T_d = es - ei \quad (1-8)$$



值得注意的是，公差与偏差是有区别的。偏差是代数值，有正负号，而公差没有正负之分，计算时决不能加正负号，而且不能为零。

例 1-2 求轴 $\phi 25_{-0.020}^{-0.007}$ 的尺寸公差 (图 1-4)。

解：根据公式 (1-3)、(1-4) 可知

图 1-4 轴的尺寸公差计算示例

$$d_{\max} = es + d = 25 + (-0.007) = 24.993\text{mm}$$

$$d_{\min} = ei + d = 25 + (-0.020) = 24.980\text{mm}$$

代入式 (1-6) 可得

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 24.993 - 24.980 = 0.013\text{mm}$$

或由公式 (1-8) 得

$$T_d = es - ei = (-0.007) - (-0.020) = 0.013\text{mm}$$

3. 零线与尺寸公差带

图 1-5 是公差与配合的一个示意图，它表明了两个相互结合的孔和轴的基本尺寸、极限尺寸、极限偏差与公差的相互关系。在工程中

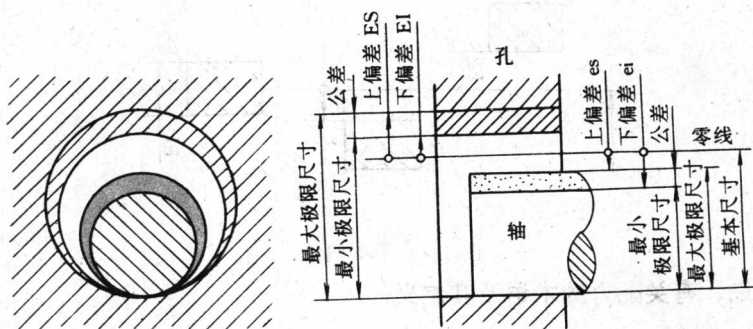


图 1-5 公差与配合示意图

常用图解法定量分析以上关系，这样比较直观。不必画出孔与轴的全形，只要按着标准的规定将有关的部分放大画出来。这种图示的方法称为公差与配合图解，简称公差带图，如图 1-6。

零线：在公差带图中，确定偏差的一条基准直线，即零偏差线。通常零线表示基本尺寸。正偏差位于零线的上方，负偏差位于零线的下方，如图 1-6 所示。

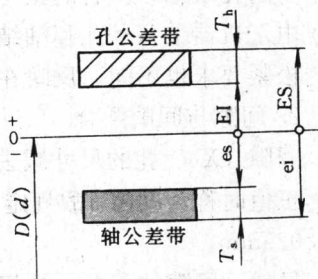


图 1-6 公差带图

公差带：在公差带图中，由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域。在国家标准中，公差带包括了“公差带大小”与“公差带位置”两个参数。前者由标准公差确定，后者由基本偏差确定，如图 1-6 所示。

4. 基本偏差

用来确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差称为基本偏差，一般指靠近零线的那个偏差。当公差带位于零线上方时，其基本偏差为上偏差；位于零线下方时，其基本偏差为下偏差，如图 1-7 所示。