

国家教委规划教材

中等职业学校机械专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

公差配合与技术测量

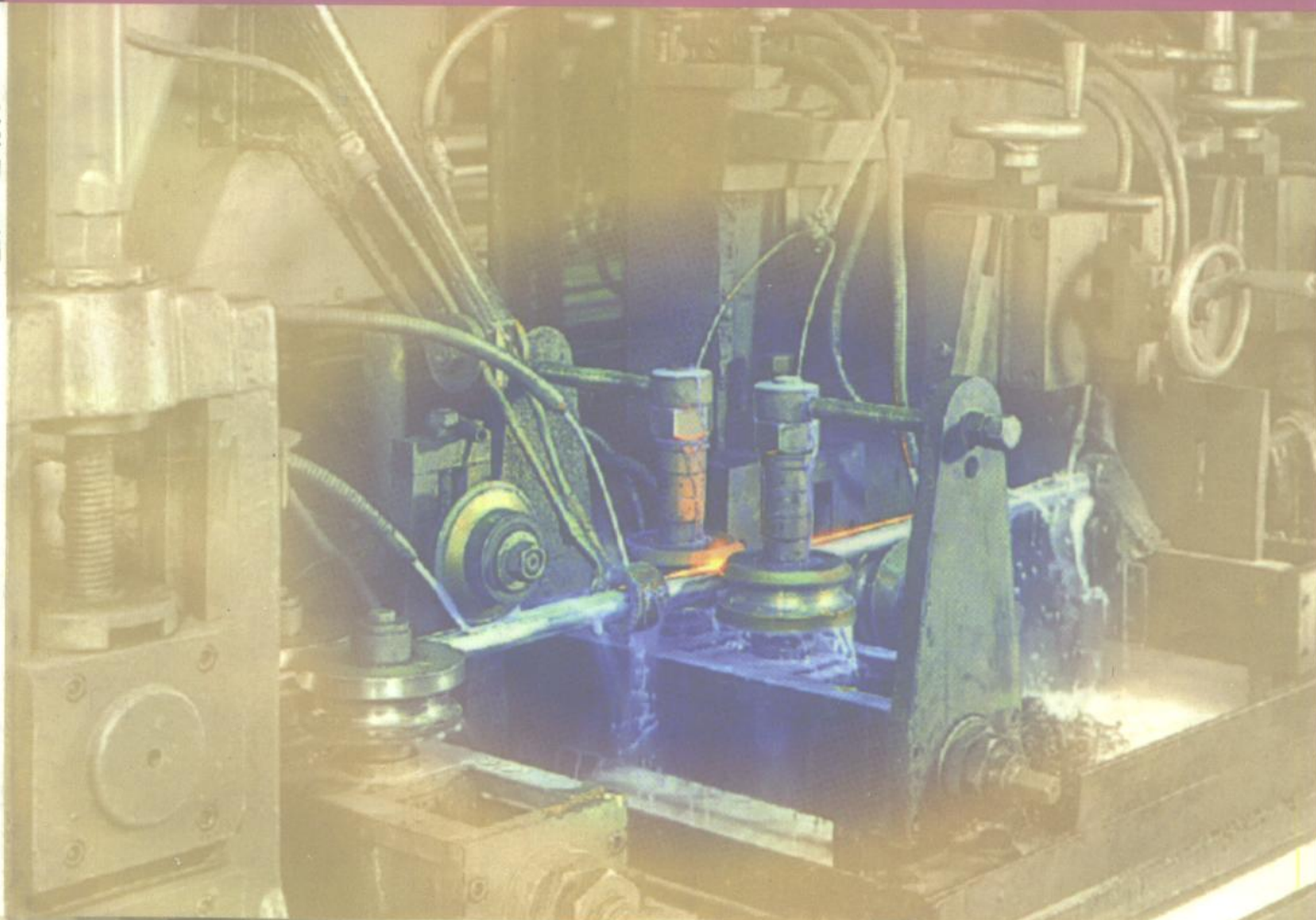
全国中等职业学校机械专业教材编写组 编

沈学勤 主编

公差配合与技术测量

沈学勤
主编

高等教育出版社



高等教育出版社

国家教委规划教材

中等职业学校机械专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

公差配合与技术测量

全国中等职业学校机械专业教材编写组 编

· 沈学勤 主编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 简 介

本书是国家教委职教司组织编写的全国中等职业学校机械类专业教材，是国家教委规划教材。

本书由四章组成，主要内容有：尺寸公差与配合、形位公差和位置公差、表面粗糙度、技术测量。

本书根据劳动部颁发的中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范，结合中等职业学校教学特点编写，可作为中等职业学校机械类专业教材，也可作为机械工人岗位培训教材及自学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

公差配合与技术测量/沈学勤主编；全国中等职业学校机械专业教材编写组编. —北京：高等教育出版社，1998
ISBN 7-04-006554-1

I. 公… II. ①沈… ②全… III. ①公差：配合-专业学校-教材②机械元件-专业学校-教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 00366 号

2166/24

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码：100009 传真：64014048 电话：64054588

新华书店总店北京发行所发行

北京印刷二厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 9.75 字数 240 000

1998 年 5 月第 1 版 1998 年 5 月第 1 次印刷

印数 00 001—40 120

定价 11.90 元

凡购买高等教育出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者，请与当地图书销售部门联系调换

版权所有，不得翻印

出版说明

国家教委职业技术教育司于1996年4月在北京召开了全国职业高中机械类通用工种教学计划及部分专业课程教学大纲审定会,辽宁、黑龙江、山东、江苏、湖北、河南等省教委派出专业教师 and 教学研究人员出席了会议,机械工业部教育司应邀派代表及专家也参加了会议。

机械行业是我国国民经济的支柱产业,其通用技术工种有49个。此次制订的教学计划紧密结合我国机械行业的实际,以机械部、劳动部1995年颁发的《工人技术等级标准》(通用部分)和《职业技能鉴定规范》(考核大纲)为依据,确定职业高中机械专业的培养目标为机械行业通用工种中级技术工人,充分体现“宽专业”的特点,培养学生一专多能,成为复合型人才。

课程设置是实现培养目标的保证,也是教学计划的主体,机械专业教学计划以培养高素质的劳动者为出发点构筑课程体系,其中,政治课和文化课、专业课、实习的比例按2.5:2.5:5设置,总学时为3000学时。政治课按国家教委要求开设;文化课开设语文、数学、体育,物理和化学作为选开课(冷加工专业可选开物理,热加工专业可选开化学);专业基础课开设机械基础、机械制图、公差配合与技术测量、电工与电子技术基础、金属加工常识、微机应用、企业管理等。专业技术课可根据当地经济发展情况和人才市场需求选开车工、钳工、铣工、加工中心操作工、电焊工、气焊工、锻造工、铸造工等。

高等教育出版社受国家教委职业技术教育司的委托,根据此次制订的教学计划与教学大纲,编辑出版职业高中机械专业国家教委“九五”规划教材及教学辅助用书。为保证教材质量,由地方教委推荐,在全国范围内遴选具有丰富教学经验和较强实际操作能力的教师和专家参加教材编写和审稿工作。辽宁、黑龙江、山东、江苏、湖北、河南、四川、陕西、湖南、广西、福建、吉林等十几个省教委职教部门和有关学校,对本套教材的编写和审稿给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

本套教材自1997年秋季陆续出版发行,欢迎全国设有机械专业的中等职业学校选用,并提出宝贵意见。

高等教育出版社

1996年9月

前 言

本书是根据国家教委职业技术教育司于1996年4月在北京召开的全国职业高中机械类通用工种教学计划及部分专业课程教学大纲审定会审定的公差配合与技术测量教学大纲,结合全国职业高中(三年制)机械专业教学计划的要求、目的和特点,本着职业教育教材改革的精神编写的。

“公差配合与技术测量”是一门实践性较强的专业基础课,技术含量较高。在编写时本着少而精原则,力求用最少篇幅,使用通俗易懂的语言,深入浅出地说明术语、定义和公式。教材在内容上是采用国家新标准,着眼于理论联系实际,注重于运用。

全书共四章,建议课时分配如下,供参考使用。

章 序	课 程 内 容	课 时
	绪 论	1
第一章	尺寸公差与配合	14
第二章	形状和位置公差	14
第三章	表面粗糙度	4
第四章	技术测量	13
	机 动	2
	合 计	48

本书的绪论、第一章和第二章由沈学勤编写。第三章和第四章由赵志兴编写。全书由沈学勤主编,陈万钟主审。辽宁教育学院李世维、大重集团职业中专石峰参加了本书编写的组织和指导工作。

本书在编写过程中,得到了辽宁教育学院职教部、大连大重集团职业中专的大力支持,在此深表谢意。

由于我们的教学经验不足,水平有限,又缺乏编写教材的经验,缺点和错误在所难免,诚望使用本书的教师和广大读者批评指正,以便修改完善。

编者

1997年9月

目 录

绪论	1	(尺寸 ≤ 500)	53
第一章 尺寸公差与配合	3	五、配合种类的选择	55
第一节 公差与配合的术语及定义	3	六、公差配合应用实例	56
一、孔和轴的术语及定义	3	第八节 未注公差尺寸的极限偏差	57
二、尺寸的术语及定义	4	一、未注公差尺寸的极限偏差	57
三、偏差的术语及定义	5	二、未注公差尺寸的应用范围	57
四、公差的术语及定义	6	复习题	60
五、配合的术语及定义	7	第二章 形状和位置公差	61
第二节 标准公差系列	15	第一节 形位公差的符号	61
一、概述	15	一、形位公差特征项目符号	62
二、标准公差	15	二、形位公差的框格和指引线	62
三、尺寸分段	17	三、形位公差的数值和有关符号	63
第三节 基本偏差系列	17	四、基准	63
一、基本偏差	17	第二节 形位公差的标注方法	64
二、基本偏差代号	18	一、被测要素的标注方法	64
三、基本偏差表	19	二、基准要素的标注方法	66
第四节 公差带代号	26	三、形位公差数值的标注	66
一、孔、轴公差带组成	26	四、形位公差有关附加符号的标注	67
二、孔、轴公差带中另一极限偏差的确定	26	五、形位公差的识读	67
三、配合公差带代号	27	第三节 基本概念	68
四、标注方法	27	一、零件的要素	68
第五节 基准制	29	二、要素的分类	68
一、基孔制	29	三、零件几何误差的概念	69
二、基轴制	29	四、形位公差带	69
三、极限偏差表	30	五、理论正确尺寸和几何图框	71
第六节 公差与配合代号的识别	49	六、延伸公差带	72
一、概述	49	七、基准目标	73
二、公差与配合代号的意义	50	第四节 公差原则	73
三、配合性质的识别	50	一、独立原则	73
四、配合等级	51	二、相关要求	74
五、基准件的配合	51	第五节 形状公差	78
第七节 公差与配合应用简介	51	一、概述	78
一、标准温度	51	二、直线度	79
二、公差等级的选用	51	三、平面度	80
三、基准制的选用	52	四、圆度	80
四、常用尺寸段的公差与配合的应用		五、圆柱度	81

第六节 形状或位置公差	81	数值	106
一、概述	81	一、表面粗糙度的选用	106
二、线轮廓度	82	二、常用机械加工方法所能达到的表面粗糙度 R_a 值	106
三、面轮廓度	82	三、表面粗糙度的检测	107
第七节 位置公差	83	复习题	108
一、概述	83	第四章 技术测量	109
二、平行度	83	第一节 测量基础知识	109
三、垂直度	85	一、长度单位	109
四、同轴度	87	二、选用量具原则	110
五、对称度	87	第二节 常用长度量具	113
六、倾斜度	88	一、钢板尺	113
七、位置度	89	二、卡钳	113
八、圆跳动	92	三、游标卡尺	114
九、全跳动	93	四、螺旋测微量具	119
第八节 形位公差的解释	94	五、百分表	125
复习题	95	六、量块	131
第三章 表面粗糙度	98	七、塞尺	134
第一节 概述	98	八、其他量具	134
一、表面轮廓的术语与定义	98	第三节 常用角度量具	137
二、表面粗糙度的评定参数	99	一、I 型万能角度尺	137
第二节 表面粗糙度对零件功能的影响	102	二、II 型万能角度尺	137
一、对磨损和接触变形的影响	102	三、万能角度尺的读数	137
二、对配合性质的影响	102	第四节 极限尺寸判断原则和极限量规	139
三、对密封性的影响	102	一、概述	139
四、对抗腐蚀性的影响	103	二、作用尺寸	140
五、对耐疲劳强度的影响	103	三、极限尺寸判断原则	140
第三节 表面粗糙度的标注	103	四、塞规和卡规	141
一、表面粗糙度代号(符号)	103	复习题	146
二、表面粗糙度在图样上的标注方法	104	参考文献	147
第四节 常用机械加工方法达到的粗糙度			

绪 论

“公差配合与技术测量”是一门技术性、实践性较强的专业基础课，主要讲授零件制造精度与测量方法。它包括公差配合与技术测量两部分，并将公差配合与技术测量有机地结合在一起。

“公差配合与技术测量”课程的主要任务是学习和研究互换性，围绕零件的制造误差和公差概念及其使用要求之间的关系，合理地解决生产成本、产品质量与效益之间的矛盾。零件制造精度是机械产品的基础。因为任何一台机器都由成百上千个零件构成，如果其中某一个零件的精度达不到要求，就必然会影响到产品质量，影响企业的声誉。而要保证产品质量，出优质产品，创名牌，就要保证零件的制造精度。这是每个生产者的责任。本课程的内容正是使学生懂得制造精度与测量方法的基础知识，为学习后继专业课、参加实习和生产活动打下必要的基础。

“公差配合与技术测量”课程包括公差配合、形位公差，表面粗糙度和技术测量四部分。虽然每一个部分都具有一定的独立知识内容，但在整体上是互换性内容为主线。所谓互换性，是指在制成的同一规格的零件中，不需要作任何挑选或附加加工（如钳工修配或选配等）就可以组装成部件或整机，并能达到设计性能要求。例如，在更换自行车轴上的 M8 螺母时，只要在相同规格（M8）的螺母中任选一个就可以旋入使用。因为这批螺母具有互换性。此外，互换性也用在标准件生产中，比如滚动轴承就具有较高的互换性。根据互换范围不同，互换性分完全互换性和不完全互换性两种。完全互换性是指零、部件在装配时不需作任何附加加工和选择；而不完全互换性则是指零、部件在装配时允许进行附加加工、选择和调整。其中，完全互换性通用性强，装配方便，减少修理机器的时间和费用，利于专业化生产。所以完全互换性在机器制造中被广泛采用。但是，在有些情况下不便使用完全互换性。如在装配的机器精度要求较高时，若采用完全互换性，则相配合零件的精度也必须较高。高精度的要求往往会受到加工条件的限制。制造也比较困难，即使可以制造，而加工的成本也很高。为解决加工困难和装配精度要求之间的矛盾，在装配时根据装配件实际尺寸的大小分成若干组，使同组零件的相配尺寸相差很小，然后再用相对应的组内零件进行装配。这种把零件的互换性范围限制在同一组内的方法，称为分组装配法。此种方法所具有的互换性属于不完全互换性。使用此种方法既可以解决零件加工时控制零件尺寸的困难，又能保证装配精度。

遵循互换性原则，不仅能提高生产率，而且还能有效地保证产品质量，降低生产成本。所以，互换性是机械和仪器制造中的重要生产原则。

公差是零件具有互换性的保证。零件存在加工误差是必然的、不可避免的。但是对于合格的零件，其制造误差必须在允许的范围内，否则就是不合格品。这个允许误差变动量就是公差。零件的精度是由误差体现的，而误差是由公差控制的，即误差越小，精度就越高。对于同一尺寸，公差大者，就是允许加工误差大，精度就低，显然加工就容易，制造成本也低；反之，公差小者，就是加工误差小，精度高，加工就困难，制造成本也高。

对零件加工误差及控制范围所制定的技术标准，称为公差配合标准。它是标准化的一部分。所谓标准化，是指制定标准、贯彻标准和修改标准的全过程。在现代化生产中，标准化是一项

重要的技术措施。标准化是实现互换性的重要技术措施。这是因为，在实际生产中往往涉及许多部门和企业，如果没有制定和贯彻统一的技术标准，就不可能达到统一的效果。

技术标准是一种技术文件，即为技术上的法规，它对产品质量、规格和检测方法等都作出明确的规定和要求，是从事生产的共同依据。目前，我国参照国际标准对建国以来所制定和试行的技术标准，进行了修改和完善。

技术测量措施是实现互换性的一个必备条件。如果只有公差配合标准，而缺乏相应的检测措施，互换性生产是不可能实现的。正确地选择和使用量具是制造和检测的必备技术和技能。本书只介绍企业生产中常用量具的使用、维护和保养。

“公差配合与技术测量”是一门技术性和实践性都较强的课程，要求学生在完成本课程学习后，能够熟练地使用标准公差表、基本偏差表和极限偏差表，并能识读图样上的尺寸公差、形位公差和表面粗糙度的含义。通过实践和实习操作掌握量具的实际操作过程和方法。根据教材内容，建议学生在学习过程中或者在每章结束后随时到生产现场，识读工作图样中的公差配合，并给予正确地解释，最后用量具对产品进行检测，评定是否合格。有条件的学校最好在测量实验室授课。

总之，在学习本课程后，如能运用所学的知识解决生产实际问题，就达到了学习本课程的目的。

第一章 尺寸公差与配合

在机器制造中,圆柱形的孔和轴应用范围很广,而且有的形状比圆柱形还要复杂。在图样上,除了用一组视图表达零件外,还要表达零件的各组成尺寸的大小、几何形状、相互位置关系和表面粗糙度等。这就要用到国家标准《公差与配合》。《公差与配合》是一项涉及面广,影响又大的国家标准,是实现互换性生产和提高产品质量的一个基本条件。

《公差与配合》是一项重要的技术基础标准,我国于1959年颁布国家标准《公差与配合》(GB159~174-59),但随着科学技术和国际交流的进展,这个国标已不能满足生产发展的需要,根据“在立足我国生产实际的基础上,考虑到生产发展的需要,采用国际公差制”的修订原则,在1979年颁布新的国家标准《公差与配合》(GB1800~1804-79)。本章介绍的有关术语和定义,都取源于GB1800~1804-79标准。

第一节 公差与配合的术语及定义

为了正确地理解和应用《公差与配合》标准,首先必须清楚地掌握公差与配合的基本术语和定义。这些基本术语和定义不仅仅是公差与配合的基础,也是技术上一种共同语言。

一、孔和轴的术语及定义

在国标《公差与配合》中,主要是规范孔、轴的尺寸公差,以及由孔和轴组成配合的规定,而孔、轴在公差与配合标准中是有其特定规定的含义,这是关系到公差与配合制度的应用范围。

1. 孔

主要是指圆柱形的内表面,也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分。所以,孔的概念不仅是圆柱形内表面,而且也包括其他非圆柱形内表面,如图1-1所示。

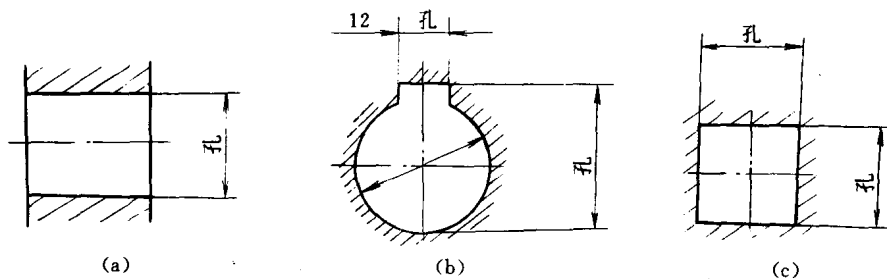


图 1-1 孔

图1-1中方形孔和键槽两个非圆柱形内表面都视为孔。因为方形孔是由两个单一尺寸(长度和宽度)确定的;键槽是由两个平行面所构成的内表面,也是孔,它是由单一尺寸12来确定的。

孔的特点是:

(1) 装配后孔是包容面。

(2) 加工过程中, 零件实体的材料变少, 而孔的尺寸由小变大。

2. 轴

主要是指圆柱形的外表面, 也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分。所以说轴的概念不仅是圆柱形外表面, 而且还包括其他非圆柱形外表面, 如图 1-2 所示。

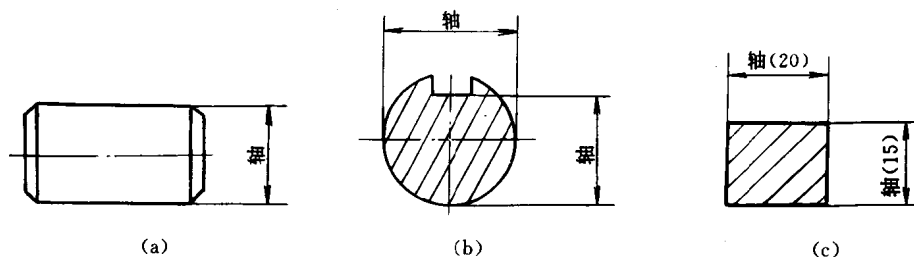


图 1-2 轴

图 1-2 中横截面为长方形的轴是非圆柱形外表面, 也视为轴, 它是由两个单一尺寸 (20 和 15) 确定的。

轴的特点是:

- (1) 装配后轴是被包容面。
- (2) 加工过程中, 零件实体的材料变少, 而轴的尺寸由大变小。

二、尺寸的术语及定义

1. 尺寸

用特定计量单位表示长度值的数字称为尺寸。国标中规定: 在机械加工中, 一般情况下均采用毫米 (mm) 作为尺寸的特定单位。如: 一个孔的直径是 50mm, 深为 200mm, 则 50 和 200 都叫作尺寸。图样上的尺寸标注, 凡是采用特定计量单位的均不标注单位。除孔、轴直径外, 像半径、长、宽、高和中心距等都叫尺寸。

2. 基本尺寸

设计给定的尺寸称为基本尺寸 (图样上标注的尺寸)。基本尺寸是根据使用要求, 通过计算、试验或经验确定的。设计时尽量把基本尺寸圆整成标准直径或标准尺寸。基本尺寸的标准化可以减少刀具、量具、夹具的规格数量。

孔的基本尺寸用 “ L ” 表示; 轴的基本尺寸用 “ l ” 表示。

3. 实际尺寸

指通过测量得到的尺寸。由于测量有误差, 零件的实际尺寸并不是零件尺寸的真值。又因为有形状误差等因素的影响, 零件同一表面不同部位的实际尺寸也不一定相同。所以, 从理论上讲, 尺寸的真值是难以得到的, 但是随着量具精度的提高, 测量尺寸就越接近实际尺寸。

孔的实际尺寸用 “ L_a ” 表示; 轴的实际尺寸用 “ l_a ” 表示。

4. 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值称为极限尺寸。两个极限尺寸中, 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。对于最大极限尺寸, 孔用 “ $L_{\max}$ ” 表示, 轴用 “ $l_{\max}$ ” 表示; 最小极限尺寸, 孔用 “ $L_{\min}$ ” 表示, 轴用 “ $l_{\min}$ ” 表示。合格零件的实际尺寸必须大于或等于最小

极限尺寸，且小于或等于最大极限尺寸。

在机械加工中，由于各种误差的存在，要把所有同一规格的尺寸准确地加工成同一数值是不可能的，从使用角度看也没这种必要。所以说极限尺寸是为了方便加工和满足某些使用要求上的需要来确定的。

三、偏差的术语及定义

1. 尺寸偏差（简称偏差）

某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差。定义中的“某一尺寸”指的是最大极限尺寸、最小极限尺寸或实际尺寸。

2. 上偏差

最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。孔的上偏差用“ES”表示，轴的上偏差用“es”表示，见图 1-3。

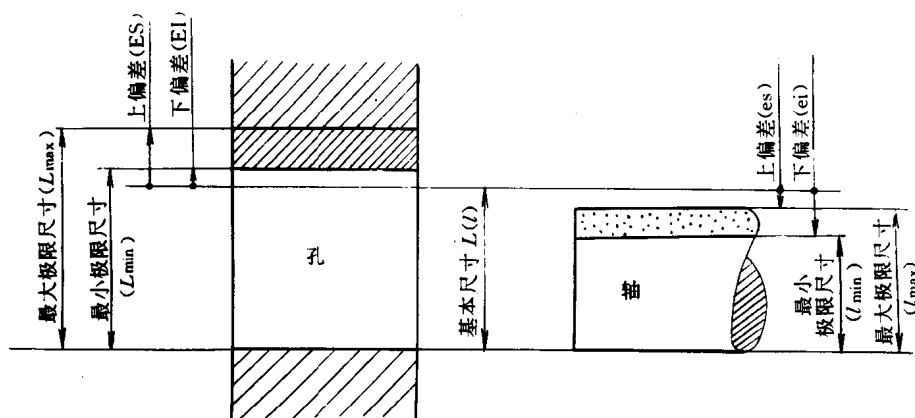


图 1-3 尺寸与偏差

其计算公式为：

$$ES = L_{\max} - L$$

$$es = l_{\max} - l$$

3. 下偏差

最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。孔的下偏差用“EI”表示，轴下偏差用“ei”表示，见图 1-3。

其计算公式为：

$$EI = L_{\min} - L$$

$$ei = l_{\min} - l$$

4. 极限偏差

上偏差与下偏差统称为极限偏差。

5. 实际偏差

实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。

由于极限尺寸和实际尺寸有可能大于、小于或等于基本尺寸，所以极限偏差和实际偏差可以为正值、负值或零。显然，合格零件的实际偏差应控制在极限偏差范围内。

在实际生产中，一般在图样上只标注基本尺寸和极限偏差。标注形式为：

基本尺寸+₋偏差，如： $\phi 30^{+0.036}_{+0.015}$ ， $\phi 50^{+0.036}_{-0.062}$ 。

由于图样上给定的是基本尺寸和极限偏差，而生产中经常要计算极限尺寸，其计算公式如下：

$$L_{\max} = L + ES \quad l_{\max} = l + es$$

$$L_{\min} = L + EI \quad l_{\min} = l + ei$$

例 1 某孔、轴分别按 $\phi 50^{+0.025}_0$ 和 $\phi 50^{+0.009}_{-0.025}$ 加工，试求基本尺寸、极限偏差和极限尺寸。

解 $\phi 50^{+0.025}_0$ 的孔：

$$L = 50$$

$$ES = +0.025$$

$$EI = 0$$

$$L_{\max} = L + ES$$

$$= 50 + 0.025$$

$$= 50.025$$

$$L_{\min} = L + EI$$

$$= 50 + 0$$

$$= 50$$

$\phi 50^{+0.009}_{-0.025}$ 的轴：

$$l = 50$$

$$es = -0.009$$

$$ei = -0.025$$

$$l_{\max} = l + es$$

$$= 50 + (-0.009)$$

$$= 49.991$$

$$l_{\min} = l + ei$$

$$= 50 + (-0.025)$$

$$= 49.975$$

四、公差术语及定义

1. 尺寸公差（简称公差）

允许尺寸的变动量称为尺寸公差。零件在制造过程中，不可能准确的加工成基本尺寸，不是大于基本尺寸，就是小于基本尺寸，零件的实际尺寸与基本尺寸总是有一个差值。但这个差值应在允许范围内变化，这个允许范围就是允许尺寸的变动量，它的大小应等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。

孔的公差用“ T_h ”表示；轴的公差用“ T_s ”表示。上述定义可以写成下列计算式：

$$T_h = L_{\max} - L_{\min} = ES - EI$$

$$T_s = l_{\max} - l_{\min} = es - ei$$

例 2 有一孔的尺寸为 $\phi 50^{+0.048}_{+0.009}$ ，求孔的直径尺寸公差 T_h 。

解 根据公式得：

$$L_{\max} = L + ES = 50 + 0.048 = 50.048$$

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

$$T_h = L_{\max} - L_{\min} = 50.048 - 50.009 = 0.039$$

或

$$T_h = ES - EI = 0.048 - 0.009 = 0.039$$

由上述计算可知：公差和偏差二者是有区别的，公差没有负值，也不可能是零，永远是表示范围大小的正数。而偏差可以是正值，也可以是负值或零，它是一个极限的界限值，见图 1-4。

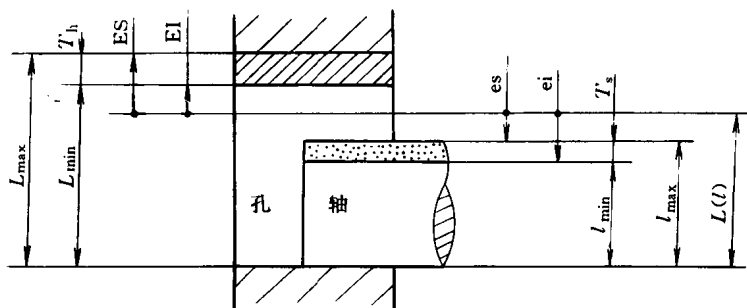


图 1-4 公差与配合示意图

2. 尺寸公差带 (简称公差带)

公差带如图 1-5 所示,由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域,这个限定的区域就称为公差带。在国标中规定:公差带包括公差带的大小和公差带的位置两个部分内容。公差带的大小是由标准公差确定;公差带的位置是由基本偏差确定^①。

3. 零线

在公差与配合图解 (公差带图) 中,确定偏差的一条基准线,即零偏差线。通常零线表示基本尺寸的位置。画公差带图时,先画出一条水平横线代表基本尺寸,这条线就是零线,然后根据上、下偏差的大小分别画出孔、轴的公差带。正偏差位于零线的上方,负偏差位于零线的下方。因为公差数值与零件尺寸的数值相差很大,难以用相同比例画出,为了简化起见和方便分析,通常只将公差部分按比例放大画出来,而不必画出孔、轴的全部,这对研究零件尺寸公差带和分析零件的配合性质是十分方便和清晰。

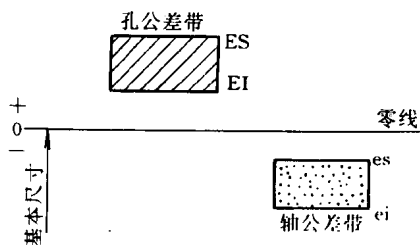


图 1-5 公差带图

五、配合的术语及定义

配合是指基本尺寸相同、相互结合的孔和轴公差带之间的位置关系。零件加工后进行组装时,常使用配合这一概念来反映零件组装后的松紧程度。根据孔、轴公差带相对位置的不同,配合可分为:间隙配合、过盈配合和过渡配合三大类。

1. 间隙配合

指有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。此时孔的公差带在轴的公差带上方,如图 1-6 所示。

在间隙配合中,孔、轴之间配合总是存在间隙,但其大小是随孔、轴实际尺寸不同而变化。其变化只能在最大和最小极限尺寸之间,也就是说配合间隙只能在最大间隙和最小间隙之间。

(1) 最大间隙 对间隙配合的孔、轴,最大间隙是孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差。它也等于孔的上偏差减轴的下偏差的代数差,并用 $X_{\max}$ 表示。

上述定义可用公式表达为:

^① 基本偏差是用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差,一般为靠近零线的那个偏差。基本偏差是使公差带位置标准化的唯一指标,原则上与公差等级无关。

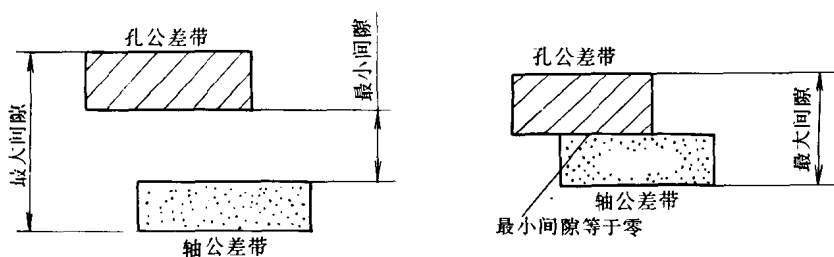


图 1-6 间隙配合

$$X_{\max} = L_{\max} - l_{\min} = ES - ei$$

(2) 最小间隙 对间隙配合的孔、轴, 最小间隙是孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差。它也等于孔的下偏差减轴的上偏差的代数差。并用 $X_{\min}$ 表示。

上述定义可用公式表达为:

$$X_{\min} = L_{\min} - l_{\max} = EI - es$$

例 3 有一相配合的孔、轴零件, 孔的尺寸为 $\phi 80^{+0.030}_0$, 轴的尺寸为 $\phi 80^{+0.030}_{-0.049}$, 求最大间隙和最小间隙各是多少?

解 按极限尺寸计算:

$$L_{\max} = 80 + 0.030 = 80.030$$

$$L_{\min} = 80 + 0 = 80$$

$$l_{\max} = 80 + (-0.030) = 79.97$$

$$l_{\min} = 80 + (-0.049) = 79.951$$

$$X_{\max} = L_{\max} - l_{\min} = 80.03 - 79.951 \\ = +0.079$$

$$X_{\min} = L_{\min} - l_{\max} = 80 - 79.97 \\ = +0.03$$

则

按偏差计算, 则:

$$X_{\max} = ES - ei = 0.030 - (-0.049) = +0.079$$

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

上述两种方法计算出结果是相同的, 在使用时可任选其中一种。相对比较还是用偏差进行计算简单, 但必须注意偏差的数值是连同正负号一起使用的。

(3) 间隙配合公差 它是配合公差的一种, 即为间隙的允许变动范围。就其数值而言, 等于最大间隙与最小间隙的代数差, 用 T_f 表示

上述定义可用公式表达为:

$$T_f = X_{\max} - X_{\min}$$

由上式可得:

$$T_f = X_{\max} - X_{\min} \\ = (L_{\max} - l_{\min}) - (l_{\min} - l_{\max}) \\ = (L_{\max} - L_{\min}) + (l_{\max} - l_{\min}) \\ = T_h + T_s$$

所以, 间隙配合公差又等于相互配合的孔公差与轴公差的代数和。

例 4 求图 1-7 所示的间隙配合公差 T_i 。

解 从图 1-7 中可以看出:

$$T_i = X_{\max} - X_{\min} = 0.079 - 0.03 = 0.049$$

或

$$T_i = T_h + T_s = 0.03 + 0.019 = 0.049$$

公式 $T_i = T_h + T_s$ 所反映的配合关系, 对装配工作至关重要, 它说明孔、轴本身公差值越大, 配合公差越大、装配精度就越低。

(4) 平均间隙 平均间隙就是中间位置。在数值上等于最大间隙与最小间隙之和的一半, 用 X_a 表示。

上述定义可用公式表达为:

$$X_a = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

图 1-7 中的平均间隙为:

$$X_a = \frac{0.079 + 0.030}{2} = 0.0545$$

实践经验证明, 通过测量孔和轴的实际尺寸, 并可由其实际尺寸, 计算出实际间隙。最佳的实际间隙值应是平均间隙值, 这样才能保证配合不紧不松。

2. 过盈配合

指有过盈 (包括最小过盈等于零) 的配合。这时孔的公差带在轴的公差带下方, 如图 1-8 所示。

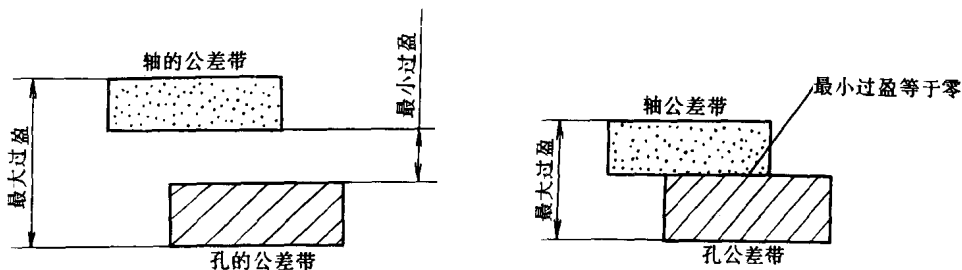


图 1-8 过盈配合

同理, 过盈配合与间隙配合一样, 过盈配合中过盈量的大小是在最大过盈和最小过盈之间变化。实际的过盈量也是随着孔和轴的实际尺寸的变化而变化。

(1) 最大过盈 对过盈配合的孔、轴, 最大过盈是孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差。它也等于孔的下偏差与轴的上偏差的代数差, 并用 $Y_{\max}$ 表示。

上述定义可用公式表达为:

$$Y_{\max} = L_{\min} - l_{\max} = EI - es$$

(2) 最小过盈 对过盈配合的孔、轴, 最小过盈是孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差。它也等于孔的上偏差与轴的下偏差的代数差, 并用 $Y_{\min}$ 表示。

上述定义可用公式表达为:

$$Y_{\min} = L_{\max} - l_{\min} = ES - ei$$

例 5 有一相配合的孔、轴零件，孔的尺寸为 $\phi 100_{-0.093}^{-0.058}$ ，轴的尺寸为 $\phi 100_{-0.022}^0$ ，求最大过盈和最小过盈各是多少？

解 按极限尺寸计算：

$$L_{\max} = 100 + (-0.058) = 99.942$$

$$L_{\min} = 100 + (-0.093) = 99.907$$

$$l_{\max} = 100 + 0 = 100$$

$$l_{\min} = 100 + (-0.022) = 99.978$$

则

$$Y_{\max} = L_{\min} - l_{\max} = 99.907 - 100 = -0.093$$

$$Y_{\min} = L_{\max} - l_{\min} = 99.942 - 99.978 = -0.036$$

按偏差计算，则：

$$Y_{\max} = EI - es = -0.093 - 0 = -0.093$$

$$Y_{\min} = ES - ei = -0.058 - (-0.022) = -0.036$$

两种方法计算结果相同，但用偏差计算比较方便。

(3) 过盈配合公差 它也是配合公差的一种，即为过盈允许变动范围。就其数值而言，等于最小过盈与最大过盈的代数差，也用 T_f 表示。

上述定义可用公式表达为

$$T_f = Y_{\min} - Y_{\max}$$

由上式可得：

$$\begin{aligned} T_f &= Y_{\min} - Y_{\max} \\ &= (L_{\max} - l_{\min}) - (L_{\min} - l_{\max}) \\ &= (L_{\max} - L_{\min}) + (l_{\max} - l_{\min}) \\ &= T_h + T_s \end{aligned}$$

所以，过盈配合公差也等于相配合的孔公差与轴公差的代数和。

例 6 在例 5 中， $Y_{\max} = -0.093$ ， $Y_{\min} = -0.036$ ，求过盈配合公差 T_f ？

解 由公式

$$\begin{aligned} T_f &= Y_{\min} - Y_{\max} = -0.036 - (-0.093) \\ &= 0.057 \end{aligned}$$

因为

$$T_h = -0.058 - (-0.093) = 0.035$$

$$T_s = 0 - (-0.022) = 0.022$$

或由

$$T_f = T_h + T_s = 0.035 + 0.022 = 0.057$$

(4) 平均过盈 平均过盈与平均间隙在概念上基本相似。在数值上平均过盈等于最大过盈与最小过盈之和的一半，用 Y_a 表示。

上述定义可用公式表达为

$$Y_a = \frac{Y_{\max} + Y_{\min}}{2}$$

例 7 在例 5 中， $Y_{\max} = -0.093$ ， $Y_{\min} = -0.036$ ，求其平均过盈 Y_a 。

解 根据公式可得

$$Y_a = \frac{Y_{\max} + Y_{\min}}{2} = \frac{-0.093 + (-0.036)}{2}$$