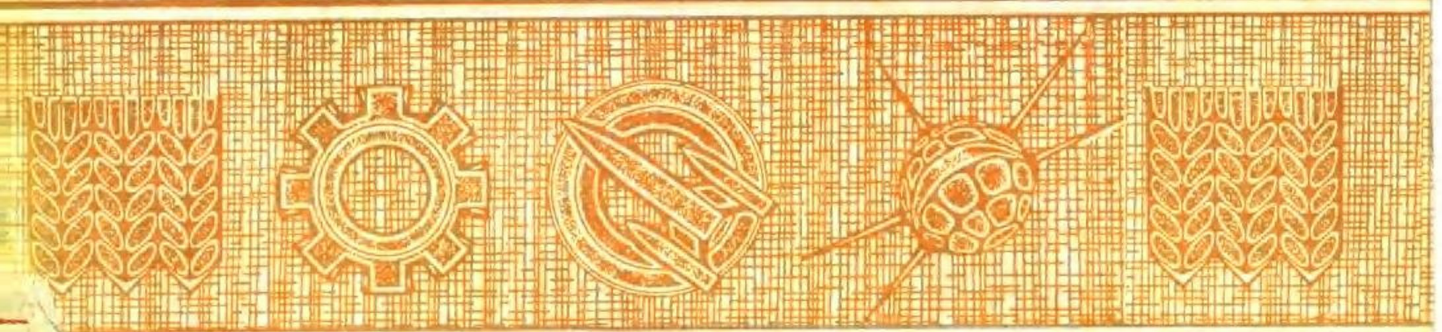


中等专业学校试用教材

公差配合与技术测量

福建机电学校 主编



人民教育出版社

中等专业学校试用教材
公差配合与技术测量

福建机电学校 主编

*

人民教育出版社出版
新华书店上海发行所发行
上海中华印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张 17 8/16 字数 400,000

1978年10月第1版 1979年3月第1次印刷

印数 1-350,000

书号 15012·095 定价 1.45 元

前 言

本书是根据第一机械工业部一九七八年三月在上海召开的中等专业学校机械制造专业教材会议制订的《公差配合与技术测量》教学大纲而编写的。其中齿轮传动公差和测量一章,该大纲没有列入,但为了全书的完整性,也编入本教材。

全书共十章:第一章至第四章介绍有关公差配合与技术测量的基础知识,其中包括:光滑圆柱形结合的公差与配合、表面光洁度、表面形状和位置公差、技术测量基础和光滑极限量规等内容;第五章至第八章介绍圆锥、键、花键、螺纹及齿轮等典型表面的公差及测量;第九章介绍尺寸链的基本知识;第十章简要介绍两种新量仪。

本书以现行的公差与配合国家标准或部颁标准为依据,有些章节也适当介绍国际公差制度。对有关量具和量仪,仅介绍其工作原理、主要结构和选用原则。

本书可作为中等专业学校机械制造专业的试用教材,也可供有关技术人员和工人参考。

本书由福建机电学校陈泽民和忻良昌两同志主编,参加编写的还有上海机器制造学校金骥伟、咸阳机器制造学校张元琛、南京机器制造学校李志荣和桂林无线电学校沈曦等同志。

本书由沈阳冶金机械学校朱杭发、镇江船舶工业学校于哲明和吉林工业学校成淑云等三位同志主审,并有十七所学校和一家工厂共二十七位同志参加审稿。在编写过程中,还得到有关单位和同志的大力支持和帮助。在此,我们表示衷心的感谢。

由于我们政治思想水平不高,业务知识有限,缺乏编写教材的经验,加上编写的时间仓促,因此,一定会有不少缺点和错误,欢迎读者给予批评指正。

编 者

一九七八年八月

目 录

前言

绪言	1
§ 1 互换性概述	1
§ 2 加工误差	2
§ 3 公差与配合标准	2
§ 4 技术测量	3
思考题	3
第一章 光滑圆柱形结合的公差与配合	4
§ 1-1 基本术语及定义	4
§ 1-2 国家标准公差与配合制度	10
§ 1-3 国际公差制度	30
§ 1-4 滚动轴承的公差与配合	38
习题	43
第二章 技术测量基础	45
§ 2-1 技术测量的基本知识	45
§ 2-2 量块	49
§ 2-3 游标量具	52
§ 2-4 螺旋测微量具	54
§ 2-5 机械式量仪	57
§ 2-6 光学量仪	60
§ 2-7 气动量仪	65
§ 2-8 电动量仪	67
§ 2-9 测量工具的选择原则	68
§ 2-10 测量工具的维护和保养	71
第三章 表面光洁度与表面形状和位置公差	73
§ 3-1 表面光洁度	73
§ 3-2 表面形状和位置公差的技术条件及定义	81
§ 3-3 表面形状和位置公差的选择	105
习题	108
第四章 光滑极限量规	109
§ 4-1 基本概念	109
§ 4-2 光滑量规的公差制度	110
§ 4-3 光滑量规的结构型式及技术条件	115
§ 4-4 国际量规公差简介	118
习题	125
第五章 角度、圆锥结合的公差与测量	126
§ 5-1 圆锥结合的基本概念	126
§ 5-2 圆锥结合的误差	127
§ 5-3 锥度和角度标准及其公差	129
§ 5-4 角度和锥度的测量	132
习题	140
第六章 键、花键联结的公差和配合	142
§ 6-1 概述	142
§ 6-2 平键、半圆键的公差、配合及测量	142
§ 6-3 矩形花键联结的公差、配合及测量	147
习题	155
第七章 螺纹结合的公差与测量	157
§ 7-1 普通螺纹的基本几何参数	157
§ 7-2 螺纹的互换性与几何参数对其影响	158
§ 7-3 普通螺纹公差带的配置和精度等级	165
§ 7-4 丝杠及丝杠螺母的公差	168

§ 7-5 螺纹的检验.....	170	习题.....	179
第八章 圆柱齿轮传动的公差与测量			180
§ 8-1 齿轮传动的精度要求.....	180	§ 8-3 圆柱齿轮传动公差标准及其选用.....	198
§ 8-2 评定齿轮传动精度和侧隙的常用指标与测量.....	181	习题.....	204
第九章 尺寸链			205
§ 9-1 尺寸链的概念.....	205	习题.....	212
§ 9-2 用极限法计算尺寸链.....	206		
第十章 新量仪简介			214
§ 10-1 激光比长仪简介.....	214	误差)检查仪简介.....	219
§ 10-2 齿轮单面啮合(截面整体			
附录 I 制件及量规的公差表			225
附表 1 标准直径(摘录).....	225	附表 20 自由角度和自由锥度公差(JB7-59).....	255
附表 2 国家标准(GB 159-59)基准件公差.....	226	附表 21 工具圆锥公差 (GR3-60).....	256
附表 3 国家标准(GB)基孔制配合.....	227	附表 22 定心直径 D 或 d 的尺寸偏差及综合公差的极限偏差.....	257
附表 4 国家标准(GB)基轴制配合.....	229	附表 23 键(或槽)宽 b 的尺寸偏差及综合公差的极限偏差.....	257
附表 5 尺寸到 500 毫米, ISO 制标准公差数值.....	231	附表 24 花键不等分累积误差的允许偏差.....	258
附表 6 ISO 制轴的基本偏差的数值.....	232	附表 25 键对定心直径轴心线的偏移的允许偏差.....	258
附表 7 ISO 制孔的基本偏差的数值.....	234	附表 26 键侧对定心直径轴心线的不平行度(包括螺旋度)的允许偏差.....	258
附表 8 不直度、不平度公差.....	236	附表 27 粗牙普通螺纹公差(GB 197-63).....	259
附表 9 不圆度(棱圆度)公差.....	237	附表 28 细牙普通螺纹公差(GB 197-63).....	260
附表 10 椭圆度、不柱度公差.....	238	附表 29 丝杠中径、内径、外径公差及丝杠螺母外径、内径公差 (GB785-65).....	262
附表 11 不同轴度、不对称度公差.....	239	附表 30 丝杠螺距公差 (GC101-60).....	263
附表 12 径向跳动公差.....	241	附表 31 丝杠牙形半角公差(GC 101-60).....	263
附表 13 不平行度、不垂直度、端面跳动公差.....	243	附表 32 丝杠中径椭圆度公差	
附表 14 孔用光滑工作量规尺寸的极限偏差.....	245		
附表 15 轴用光滑工作量规尺寸的极限偏差.....	247		
附表 16 ISO 制量规的制造公差等级.....	250		
附表 17 ISO 制量规公差带位置及最大允许磨损极限.....	251		
附表 18 标准锥度 (GB157-59).....	254		
附表 19 锥度和角度公差(JB1-59).....	255		

(GC101-60)	263
附表 33 丝杠外径径向跳动公差 (GC101-60)	263
附表 34 丝杠外径尺寸相等性公差 (GC101-60)	263
附表 35 丝杠配合表面光洁度 (GC101-60)	264
附表 36 5~9 级精度丝杠螺母 中径公差(GC101-60)	264
附表 37 10 级精度丝杠螺母中 径公差(GC101-60)	264
附表 38 丝杠螺母内径尺寸相等 性公差(GC101-60)	265
附表 39 丝杠螺母配合表面光洁 度(GC101-60)	265
附表 40 圆柱齿轮运动精度规范	

(JB179-60)	265
附表 41 圆柱齿轮工作平稳性精 度规范(JB179-60)	266
附表 42 圆柱齿轮接触精度规范 (JB179-60)	267
附表 43 保证最小侧隙和中心距 偏差(JB179-60)	267
附表 44 原始齿形最小位移(JB 179-60)	268
附表 45 原始齿形位移公差(JB 179-60)	269
附表 46 齿顶圆直径极限偏差 ΔD_e	269
附表 47 以齿顶圆作测量基准时 顶圆的径向跳动 E_D	269
附表 48 齿轮基准端面跳动公差 $E_{T\pm}$	270
附表 49 齿轮主要表面光洁度	270

附录 II 滚动轴承配合的建议271

附表 50 向心轴承和向心推力轴 承与轴的配合	272
附表 51 向心轴承和向心推力轴 承与外壳的配合	273

附表 52 建议向心轴承和向心推 力轴承与轴的配合	274
附表 53 建议向心轴承和向心推 力轴承与外壳的配合	274

绪 言

§ 1 互换性概述

在我国实现四个现代化的宏伟目标中,机械工业担负着为国民经济各部门提供现代化技术装备的重要任务。而各种技术装备都是由各种零件所组成,在现代化生产中,这些零件的制造必须符合互换性原则。

零件的互换性就是指在制成的同一规格零件中,不需作任何挑选或附加加工(如钳工修配)就可装配在机器(或部件)上,而且达到原定性能的要求。例如,一批 M10 的螺母,如果都可以旋上 M10 的螺栓,并且也能满足连接强度的要求,则这批螺母就是具有互换性。

互换性原则也可应用到有些部件的生产中去,滚动轴承的互换就是一个明显的例子。

按照互换范围的不同,可以分为完全互换性与不完全互换性两种。上面所指的互换性,由于没有范围的限制,称为完全互换性。它在机器制造中得到广泛的采用。但是,在有些情况下完全互换并不都适用。例如,当机器的装配精度要求很高时,若采取完全互换,则相配零件的精度也要很高,这样高的精度有时受到加工条件的限制而无法制造,即使能够制造但其成本过高。为了解决这个矛盾,生产中常常把零件的精度适当地降低,以便于制造。待零件制成后,根据实测尺寸的大小,把相配件各分成若干组,使每组内的尺寸差别比较小,然后再把相应组的零件进行装配。这样,既解决了零件加工的困难,又保证了装配精度的要求。但是,零件的互换范围却限制在同一分组内。这样的方法称为分组装配法,这种方法所具有的互换性属于不完全互换性,也称有限互换性。

由于零件具有互换性,因此可以分别制造。这样,就有利于组织专业化协作,有利于使用现代化的工艺装备,有利于采用流水线、自动线等先进生产方式,从而为达到优质、高产、低成本的要求提供了可靠的保证。

互换性在装配上的效果更是显而易见。例如,一辆汽车有成万个零件和部件,这些零件和部件分别由成百家工厂制成后集中到汽车厂的装配线上,由于它们具有互换性,所以当装配运输带按一定的速度移动时,则装配岗位上的工人就能顺利地给汽车装上零件或部件,这样,每隔几分钟就可以装出一辆新的汽车来。如果没有互换性,高效率地组织装配工作是无法实现的。

另外,在机器的维护和修理方面,互换性也有重要的意义。机器零件损坏了,立即可以用同一规格的备件更换,从而提高了机器的使用效率和寿命。

综上所述,说明了零件和部件的互换性,具有重要的技术和经济意义。

零件的互换性应当包括零件的几何参数、机械性能和理化性能等方面的互换性。本教材仅就零件几何参数方面的互换问题加以研究。

§ 2 加工误差

具有互换性的零件,其几何参数是否必须制成绝对准确呢?事实上不但不可能,而且也不必要。

零件在加工过程中,由于种种因素的影响,其几何参数不可避免地会产生误差,称为加工误差。以轴套零件为例,加工误差包括有如下几个方面:

- (1) 表面尺寸误差:如轴套内、外圆直径尺寸误差和长度尺寸误差;
- (2) 表面形状误差:如轴套内、外圆柱面的不圆误差;
- (3) 表面位置误差:如轴套内、外圆柱面间不同轴误差;
- (4) 表面微观不平误差:即表面光洁度。

另外,介于表面形状误差和表面微观不平误差之间尚有表面波纹度。这些误差的存在,都将影响零件的互换,本书将在有关章节加以详细论述。

实践证明,虽然几何参数不是绝对准确的一批零件,只要加工误差控制在一定范围内,就能具有互换性。例如,内孔直径为 27 毫米同一规格的盘状铣刀,只要孔径在 27~27.023 毫米范围内,单就铣刀与刀杆的配合来讲,可以达到互换的目的。也就是不但铣刀能顺利地装上刀杆或从刀杆上拆下,同时又能保证铣刀与刀杆同轴程度的要求。

总之,研究零件的加工误差及其控制范围,是实现互换性的重要课题。

§ 3 公差与配合标准

在现代化生产中,标准化是一项重要的技术措施。例如,一种机械产品的制造,往往涉及许多部门和企业,如果没有制订和执行统一的技术标准,就不可能收到“多、快、好、省”的效果。技术标准(简称标准)就是对产品和工程建设的质量、规格及其检验方法等方面所作的技术规定,是从事生产、建设工作的一种共同技术依据。

技术标准分为三级:国家标准(GB);部门标准,如第一机械工业部部分标准(JB)和企业标准。

对零件的加工误差及其控制范围所制订的技术标准,称为公差与配合标准。它是实现互换性的基础,也是标准化工作的一部分。

解放前,由于国民党的反动统治,我国在标准化工作方面也呈现半殖民地的特征,严重地阻碍着国民经济的发展。解放后,党和人民政府十分重视标准化工作,一九五五年成立国家计量局,一九六二年十一月十日国务院颁布了《工农业产品和工程建设技术标准管理办法》,将标准化列为国家重要的技术政策。在公差与配合标准方面,一九五六年第一机械工业部颁发了部颁标准《公差与配合》,一九五九年国家科学技术委员会审查并批准了国家标准《公差与配合》,随后又陆续制订了各种结合件、传动件、表面光洁度以及表面形状和位置等公差标准,对国民经济的发展起了重要的作用。当前,我国社会主义建设进入了新的发展时期,对公差与配合制度提出了新的要求,国家正在组织力量对一些标准加以修订或增订,可以预计,一整套现代化的公差与配合标准将在我国出现。

§ 4 技术测量

如果单有完善的公差与配合标准,而缺乏相应的技术测量措施,互换性生产还是不可能实现的。

首先是计量单位问题。解放初期,我国的计量单位是很混乱的。一九五九年,国家统一了计量制度,在长度方面以米制作为计量单位。一九七七年,国务院又颁布了《中华人民共和国计量管理条例》,在国家计量局,省、市计量所和工厂计量室等一整套机构管理下,我国计量单位的统一工作得到了贯彻。

其次,研究各种测试技术,设计、制造和正确使用各种量具和量仪,也是贯彻公差与配合制度的重要手段。解放以来,随着生产的发展,在“一穷二白”的基础上,我国已初步建立了研究和制造各种量具和量仪的完整体系。随着象齿轮全误差理论及其测量仪器和激光比长仪等的研制成功,我国在技术测量方面也进入了新的发展时期。

总之,现代化的机器制造必须符合互换性原则。由于加工误差的存在,制订公差配合标准和采用相应的技术测量措施是实现互换性的必要条件。因此,研究公差配合制度和学习技术测量知识,以学好本门课程具有重要的意义。

思 考 题

1. 试比较完全互换性与不完全互换性的异同点。
2. 互换性原则对机械工业有什么意义?
3. 什么叫加工误差?它包括哪些内容?
4. 实现互换性的基本条件是什么?

第一章 光滑圆柱形结合的公差与配合

§ 1-1 基本术语及定义

基本术语及定义是公差配合制度的基础，也是机械制造者共同的技术语言。GB 159-59 对此作了统一的规定。

一、有关公差的术语及定义

1. 公称尺寸(A)

设计机器时，零件上所标定的尺寸称为公称尺寸。如图 1-1 所示， $\phi 32$ 和 $\phi 25$ 分别为轴套外圆和内孔直径的公称尺寸，而 25 为轴套长度的公称尺寸。

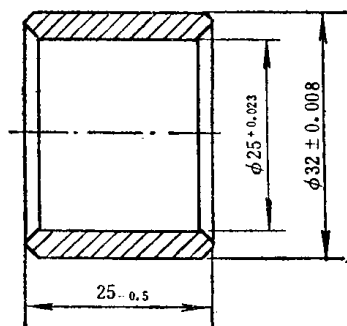


图 1-1 轴套

按照零件使用性能的要求，公称尺寸可通过计算或凭经验来确定。

为了简化切削工具(如钻头、铰刀)、测量工具(如塞规、卡规)和型材等规格，应对公称尺寸的数值加以标准化。为此，第一机械工业部制订了直径与长度标准 JB 176~177-60。其中，1~500 毫米的标准直径见附表 1。决定公称尺寸时，应优先从标准内级数较大的系列中选用，即 5 系列先于 10 系

列，10 系列先于 20 系列，20 系列先于 40 系列。

2. 实际尺寸

完工后的零件，通过测量所得的尺寸称为实际尺寸。实践表明：由于加工误差的影响，即使在同样条件下加工，各零件的实际尺寸往往不相同。但是，如前所述，只要实际尺寸控制在一定范围内，就能达到互换的目的。

3. 极限尺寸

允许零件实际尺寸变化范围的两个界限尺寸统称为极限尺寸。如图 1-2 所示，其中大的叫最大极限尺寸($A_{\max}$)，小的叫最小极限尺寸($A_{\min}$)。在这两个尺寸之间的任何实际尺寸都是合格尺寸。图 1-1 轴套外圆直径的极限尺寸为：

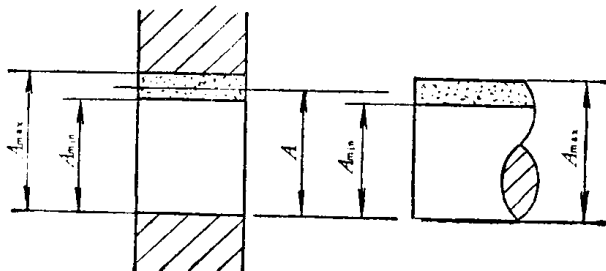


图 1-2 极限尺寸

$$A_{\max} = 32.008 \text{ 毫米}$$

$$A_{\min} = 31.992 \text{ 毫米}$$

4. 尺寸偏差(简称偏差)

(1) 极限偏差: 极限尺寸与公称尺寸的差称为极限偏差。如图 1-3 所示, 其中, 最大极限尺寸与公称尺寸的差称为上偏差(B_S); 最小极限尺寸与公称尺寸的差称为下偏差(B_X)。用公式表示为:

$$B_S = A_{\max} - A \quad (1-1)$$

$$B_X = A_{\min} - A \quad (1-2)$$

因为极限尺寸可能大于、小于或等于公称尺寸, 所以上偏差和下偏差的数值可能是正值、负值或零值。

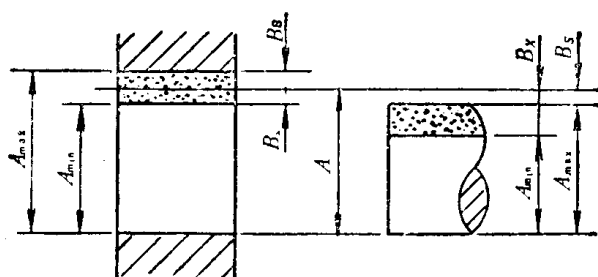


图 1-3 极限偏差

图 1-1 轴套外圆直径的上、下偏差为:

$$B_S = 32.008 - 32 = +0.008 \text{ 毫米}$$

$$B_X = 31.992 - 32 = -0.008 \text{ 毫米}$$

公式(1-1)和(1-2)也可用于从极限偏差求极限尺寸。以图 1-1 轴套长度尺寸为例:

$$A_{\max} = A + B_S = 25 + 0 = 25 \text{ 毫米}$$

$$A_{\min} = A + B_X = 25 + (-0.5) = 24.5 \text{ 毫米}$$

用极限偏差标注图纸(如图 1-1)和制订表格比用极限尺寸显得方便。

(2) 实际偏差: 实际尺寸与公称尺寸的差称为实际偏差。只要实际偏差在上、下偏差范围内, 零件的尺寸就算合格。

5. 尺寸公差(简称公差 B)

最大极限尺寸与最小极限尺寸的差称为公差。它是零件实际尺寸变化范围大小的允许值。用公式表示为:

$$B = A_{\max} - A_{\min} \quad (1-3)$$

因

$$A_{\max} = A + B_S$$

$$A_{\min} = A + B_X$$

故

$$\begin{aligned} B &= (A + B_S) - (A + B_X) \\ &= B_S - B_X \end{aligned} \quad (1-4)$$

例如图 1-1 轴套外圆直径的公差为:

$$B = 32.008 - 29.992 = 0.016 \text{ 毫米}$$

或

$$B = +0.008 - (-0.008) = 0.016 \text{ 毫米}$$

对于一个具体尺寸,其公差愈大,则精度愈低,制造愈易;反之,公差愈小,精度愈高,制造则愈难。

在图 1-2 和图 1-3 中,零件上最大极限尺寸和最小极限尺寸之间或上偏差和下偏差之间的区域称为公差带。合格的实际尺寸,允许在公差带内变动。

二、有关配合的术语及定义

1. 配合

一定公称尺寸的轴装入相同公称尺寸的孔称为配合。配合时,虽然轴与孔的公称尺寸相同,但因为两者的实际尺寸不同,所以装入后表现出不同的配合性质。因此,配合可分为动配合、静配合和过渡配合三类。

2. 间隙与动配合

孔的尺寸大于轴的尺寸时,则前者减后者的差称为间隙(X)。

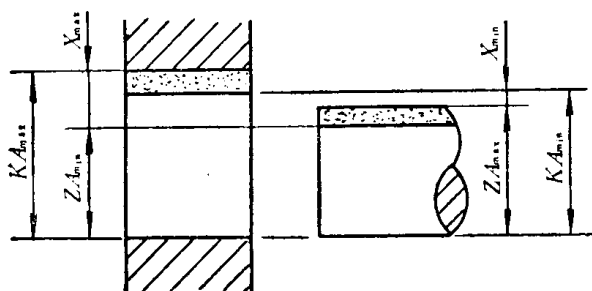


图 1-4 动配合示意图

当孔的公差带完全在轴的公差带上方,如图 1-4 所示,任取其中一对孔与轴相配都应具有间隙的配合称为动配合。动配合由于间隙的存在,孔与轴允许产生相对的运动。

孔的实际尺寸与轴的实际尺寸的差称为实际间隙。

孔的最大极限尺寸和轴的最小极限尺寸的差称为最大间隙 ($X_{\max}$),孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸的差称为最小间隙 ($X_{\min}$)。若以 K 代表孔,以 Z 代表轴,则上述定义可表示为:

$$X_{\max} = KA_{\max} - ZA_{\min} \quad (1-5)$$

$$X_{\min} = KA_{\min} - ZA_{\max} \quad (1-6)$$

而

$$A_{\max} = A + B_S$$

$$A_{\min} = A + B_X$$

代入公式(1-5)和(1-6)后得

$$X_{\max} = KB_S - ZB_X \quad (1-7)$$

$$X_{\min} = KB_X - ZB_S \quad (1-8)$$

例如 $\phi 25^{+0.023}$ 的孔和 $\phi 25_{-0.022}^{-0.008}$ 的轴配合,其极限间隙为:

$$X_{\max} = +0.023 - (-0.022) = 0.045 \text{ 毫米}$$

$$X_{\min} = 0 - (-0.008) = 0.008 \text{ 毫米}$$

最大间隙与最小间隙的算术平均值称为平均间隙(X_p)。正常情况下,一批孔与轴配合间隙的数值,多在平均间隙附近。平均间隙的计算公式为:

$$X_p = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} \quad (1-9)$$

上例平均间隙可计算为:

$$X_p = \frac{0.045 + 0.008}{2} = 0.0265 \text{ 毫米}$$

最大间隙和最小间隙的差称为间隙公差(XB)。用公式表示为:

$$XB = X_{\max} - X_{\min} \quad (1-10)$$

以式(1-5)和(1-6)代入式(1-10)得

$$XB = KB + ZB \quad (1-11)$$

式中: KB ——孔公差(毫米);

ZB ——轴公差(毫米)。

上例孔与轴配合的间隙公差可计算为:

$$XB = X_{\max} - X_{\min} = 0.045 - 0.008 = 0.037 \text{ 毫米}$$

或

$$XB = KB + ZB = 0.023 + 0.014 = 0.037 \text{ 毫米}$$

3. 过盈与静配合

轴的尺寸大于孔的尺寸时,则前者减后者的差称为过盈(Y)。

当轴的公差带完全在孔的公差带上方,如图 1-5 所示,任取其中一对孔与轴相配合都应具有过盈的配合称为静配合。静配合由于过盈的存在,将轴压入孔后,两者便连成一体,不能发生相对运动。

和动配合相似,静配合也有实际过盈、最大过盈($Y_{\max}$)、最小过盈($Y_{\min}$)、平均过盈(Y_p)和过盈公差(YB)等术语。其公式分别为:

$$Y_{\max} = ZA_{\max} - KA_{\min} \quad (1-12)$$

$$\text{或 } Y_{\max} = ZB_S - KB_X \quad (1-13)$$

$$Y_{\min} = ZA_{\min} - KA_{\max} \quad (1-14)$$

$$Y_{\min} = ZB_X - KB_S \quad (1-15)$$

$$Y_p = \frac{Y_{\max} + Y_{\min}}{2} \quad (1-16)$$

$$YB = Y_{\max} - Y_{\min} \quad (1-17)$$

或

$$YB = ZB + KB \quad (1-18)$$

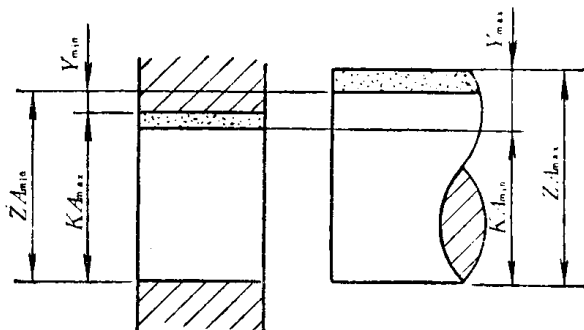


图 1-5 静配合示意图

间隙公差与过盈公差总称为配合公差(PB)，其数值等于轴公差与孔公差之和。它表示一批孔与轴相配后,可能产生松紧不一致的程度。配合公差大即配合精度低,配合公差小即配合精度高。

例如直径为 $\phi 32^{+0.027}$ 的孔与 $\phi 32^{+0.047}_{+0.030}$ 的轴配合时,其极限过盈、平均过盈和过盈公差可计算如下:

$$Y_{\max} = +0.047 - 0 = 0.047 \text{ 毫米}$$

$$Y_{\min} = +0.030 - (+0.027) = 0.003 \text{ 毫米}$$

$$Y_p = \frac{0.047 + 0.003}{2} = 0.025 \text{ 毫米}$$

$$YB = 0.047 - 0.003 = 0.044 \text{ 毫米}$$

$$YB = 0.017 + 0.027 = 0.044 \text{ 毫米}$$

或

4. 过渡配合

当孔和轴的公差带相互交迭, 任取其中一对孔和轴相配, 可能具有间隙, 也可能具有过盈的配合称为过渡配合(图 1-6)。

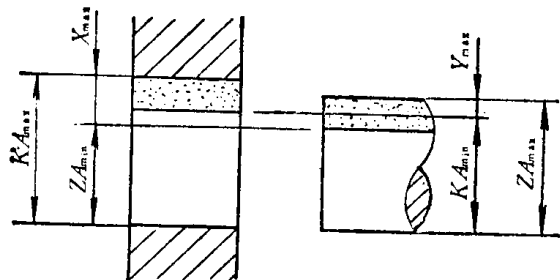


图 1-6 过渡配合示意图

最大过盈表示过渡配合中最紧的状态, 其数值按式(1-12)或式(1-13)计算。最大间隙表示过渡配合中最松的状态, 其数值按式(1-5)或式(1-6)计算。

在过渡配合中, 配合的平均值可能是过盈(当最大过盈大于最大间隙时); 也可能是间隙(当最大间隙大于最大过盈时)。其计算的公式如下:

$$\text{当 } Y_{\max} > X_{\max} \text{ 时 } Y_p = \frac{Y_{\max} - X_{\max}}{2} \quad (1-19)$$

$$\text{当 } X_{\max} > Y_{\max} \text{ 时 } X_p = \frac{X_{\max} - Y_{\max}}{2} \quad (1-20)$$

过渡配合的配合公差既可以按间隙公差计算, 也可以按过盈公差计算。因为间隙可以看成是负的过盈, 过盈可以看成是负的间隙, 所以, 最小间隙可认为就是负的最大过盈, 而最小过盈也可认为是负的最大间隙。这样, 过渡配合的配合公差可计算为:

按间隙公差计算时:

$$\begin{aligned} XB &= X_{\max} - X_{\min} \\ &= X_{\max} - (-Y_{\max}) \\ &= X_{\max} + Y_{\max} \end{aligned}$$

$$\text{因 } X_{\max} = KA_{\max} - ZA_{\min}$$

$$Y_{\max} = ZA_{\max} - KA_{\min}$$

代入上式得

$$XB = KB + ZB$$

同理, 按过盈公差计算时:

$$\begin{aligned} YB &= Y_{\max} - Y_{\min} \\ &= Y_{\max} - (-X_{\max}) \\ &= Y_{\max} + X_{\max} \end{aligned}$$

或

$$YB = ZB + KB$$

总之

$$PB = Y_{\max} + X_{\max} = ZB + KB \quad (1-21)$$

例如直径尺寸为 $\phi 35^{+0.027}$ 的孔与 $\phi 35_{+0.003}^{+0.020}$ 的轴配合, 其最大间隙、最大过盈、配合的平均值及配合公差可计算为:

$$Y_{\max} = +0.020 - 0 = 0.020 \text{ 毫米}$$

$$X_{\max} = +0.027 - (+0.003) = 0.024 \text{ 毫米}$$

因 $X_{\max} > Y_{\max}$

故 $X_p = \frac{0.024 - 0.020}{2} = 0.002 \text{ 毫米}$

$$PB = 0.020 + 0.024 = 0.044 \text{ 毫米}$$

5. “孔”与“轴”的概念

机器中的零件, 除前面所述的圆柱形表面结合外, 还采用其他形式的表面结合。如键与键槽采用两平行平面结合, 螺母与螺栓采用螺纹面结合等等。尽管上述结合表面的形式不同, 但总是一个零件的表面包容着另一个零件的表面, 起包容作用的表面统称为“孔”, 被包容的表面统称为“轴”。上述有关公差配合的术语及定义, 适用于各种形式的“孔”与“轴”。

三、公差与配合图解

自图 1-2 至图 1-6 各图中, 由于公差的数值比公称尺寸的数值小得多, 因此不能采用同一比例画出来。显然, 其中公差部分被放大了。其实, 如果仅为图解上述公差配合的状况, 可不必画出轴与孔的全形, 只要将轴与孔的公差带及其相对于公称尺寸的位置画出来, 就能达到目的了。这种表示法, 称为公差与配合图解(图 1-7)。

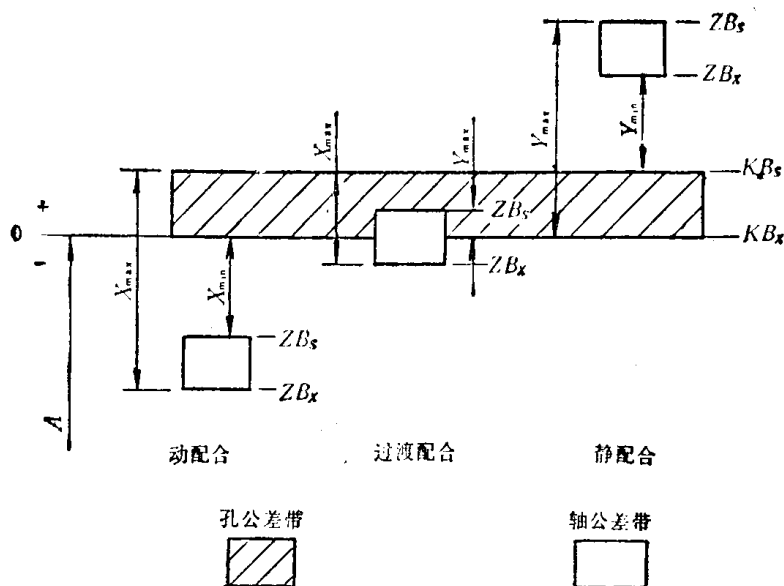


图 1-7 公差与配合图解

图解中的零线, 就是公称尺寸的尺寸界线, 也是确定偏差位置的起始线。当零线画成水平位置时, 如偏差为正值, 则偏差线在零线上方; 为负值, 在零线下方; 为零值, 则与零线重合。上、下偏差线为公差带的两个界线, 两个界线间的区域表示公差带。从图 1-7 中可以清楚地看出,

当轴与孔的公差带之间,其相对位置的不同便表示不同性质的配合。

用公差与配合图解,可直观地分析、计算和表达有关公差与配合的问题,应当熟练地掌握它。

例如直径尺寸为 $\phi 35^{+0.027}$ 的孔,分别与直径尺寸为 $\phi 35^{+0.047}_{+0.030}$, $\phi 35^{+0.020}_{+0.003}$ 和 $\phi 35^{-0.025}_{-0.050}$ 三根轴配合,画公差与配合图解。

作图的步骤如下(图 1-8):

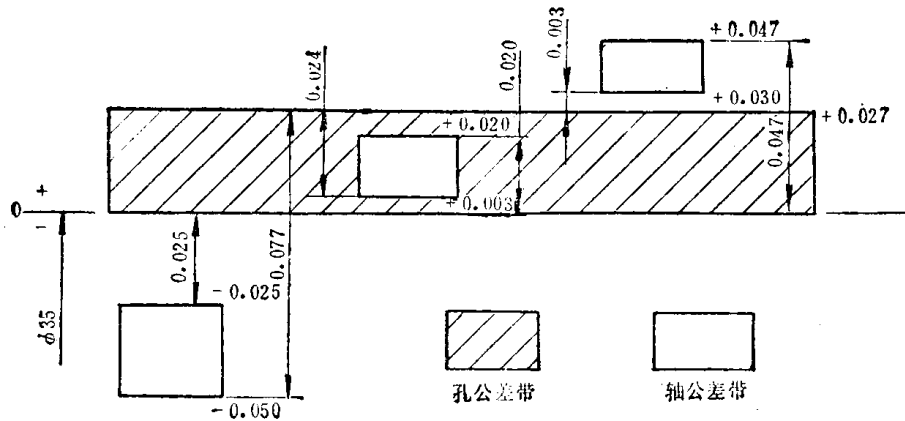


图 1-8 图解示例

- (1) 画零线。在零线上方标“+”号,在零线下方标“-”号。公称尺寸的尺寸线以单箭头指向零线,标上公称尺寸值,其单位为毫米。
- (2) 按适当的比例画出孔与轴的公差带。
- (3) 根据需要标出孔与轴的上、下偏差值和极限过盈或极限间隙值。其单位为毫米或微米。
- (4) 必要时,在轴或孔的公差带部分画以影线,以利区别。

§ 1-2 国家标准公差与配合制度

GB 159~174-59 是我国现行的公差与配合标准。它颁布于一九五九年,规定从一九六〇年七月一日开始实行。这个标准不但适用于光滑圆柱形结合,而且也适用于平行平面的结合。

一、制度的构成

1. 精度等级

实际尺寸制造的精确程度称为精度,也是实际尺寸允许变动的程度。零件上由于使用性能的不同,其尺寸精度要求也不同。为此,在公差配合制度中,将精度定为若干级称为精度等级。

GB 159-59 把精度定为 12 级,其级别用阿拉伯数字 1 2 3 4... 12 来表示,从 1 级到 12 级,精度依次降低,公差依次增大。其中 1~7 级用于配合尺寸;8~12 级用于非配合尺寸。当尺寸大于 500~10000 毫米间,1~12 级齐全;尺寸自 1~500 毫米间,只规定 1 级到 10 级;尺

寸自 0.1 到小于 1 毫米范围内,只规定 1 级到 8 级。

2. 公差单位

国标中各级精度由相应的各种加工方法来实现。试验表明(图 1-9),在 1~500 毫米范围内,当生产条件不变时,对于某种加工方法,零件直径尺寸的加工误差与直径尺寸的关系,近似按立方抛物线函数关系而变化。而公差是误差的允许值,因此,相应于某种加工方法的精度等级,其公差数值也应与直径尺寸成立方抛物线函数关系。例如,当制订 4 级精度的公差时,以精车方法来试验,其公差值近似为 $15\sqrt[3]{A}$ 。而轴的 2 级精度,用精磨轴的外圆来试验,其公差数值近似为 $5\sqrt[3]{A}$ 。从上述两级精度公差数值的对比来看,所不同的仅是 $\sqrt[3]{A}$ 前面的系数。因此,对任一级精度的公差数值,其通用的经验计算式可表示为

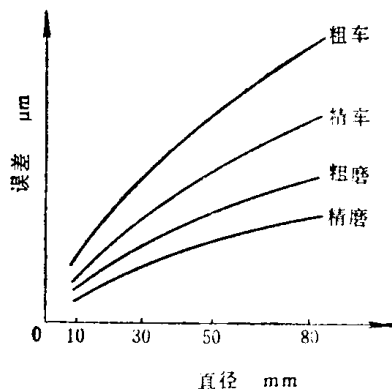


图 1-9 误差与直径关系

$$B = C \sqrt[3]{A} \quad (1-22)$$

式中: B ——公差(微米);
 A ——零件直径(毫米);
 C ——随精度变化的系数。

如上所述,公差数值的大小,不但取决于精度等级的高低,而且与尺寸本身的大小有关。在计算公差数值时,为了区分上述两个因素,把公式(1-22)改写成

$$B = a \cdot i \quad (1-23)$$

式(1-23)中, i 为与尺寸大小有关的因素,它包含 $\sqrt[3]{A}$ 成份。由于它和精度等级无关,即各级精度中,同一尺寸的 i 都一样。因此,公差制度中,把它作为计算各级公差共同单位,简称公差单位。国标在 1~500 毫米范围内,对大多数的孔与轴,以 2 级精度轴公差的十分之一作为公差单位,即

$$i = 0.1 \times 5 \sqrt[3]{A} = 0.5 \sqrt[3]{A}$$

式中: A ——零件的直径(毫米);
 i ——公差单位(微米)。

式(1-23)中, a 为与精度等级有关的因素,它表示各级精度的公差所包含公差单位的数目,简称公差单位数。因此, a 是精度高低的标志: a 愈大,精度愈低; a 愈小,精度愈高。

国标在 1~500 毫米范围内,各级精度轴与孔的公差单位数列于表 1-1 中。应当指出,对

表 1-1 公差单位数(1~500 毫米)

精度等级		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
公差单位数 a	轴	7	10	16	30	64	100	200	400	640	1000
	孔	10	16	25							