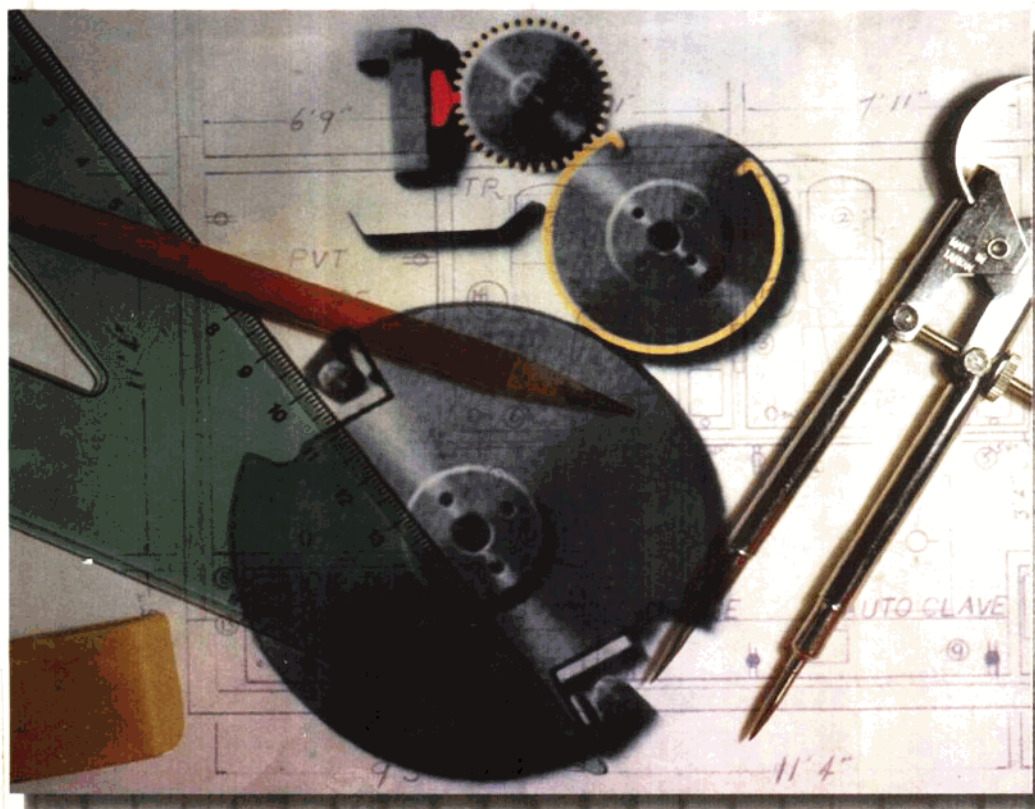


公差配合 与 质量控制

赵则祥 主编



河南大学出版社

公差配合与质量控制

主 编 赵则祥

副主编 李学新 邓大立

河南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与质量控制/赵则祥编著. - 开封:河南大学出版社,
1999.8

ISBN 7-81041-665-0

I.公… II.赵… III.①机械-公差-标准②机械-公差-质量控制③机械-配合-标准④机械-配合-质量控制 IV.TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 47090 号

河南大学出版社出版

(开封市明伦街 85 号)

中国科学院开封印刷厂电脑照排

郑州邙山书刊商标装潢厂印刷 河南省新华书店发行

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14 插页:1

字数:323 千字 印数:1-3200 册

定价:18.00 元

前 言

《互换性与测量技术基础》课程是高等工科院校机械类、仪器仪表类专业的一门重要的技术基础课。鉴于近年来有关标准化委员会对本课程所涉及的多项国家标准进行了修订以及国家教育部对机械类专业目录进行了调整,为了使本课程适应少学时大信息量的需要,扩展学生在 ISO 9000 系列标准方面的知识,在《互换性与测量技术基础》课程的基础上,增加表面波纹理度和质量体系与质量控制等内容,并将本书命名为《公差配合与质量控制》。本书全部按最新国家标准编写,并对相关内容进行了压缩和调整,将测量部分集中为一章;将螺纹、键、花键、圆锥配合并为一章;将光滑极限量规、螺纹量规、花键量规集中为一章。

本书编写分工如下:第一章,赵则祥、崔江红(§1-3)(郑州纺织工学院);第二章,邓大立(郑州纺织工学院);第三章,赵则祥;第四、五章,尚保平(郑州纺织工学院);第六章,上官同英(中州大学);第七章,付小莉、崔江红(§7-3)(郑州纺织工学院);第八章,张素香(郑州纺织工学院);第九章,崔江红;第十章,李学新、崔江红(§10-4)(郑州纺织工学院);第十一章,杨新雨、曹武军(§11-1, §11-3)(郑州轻工业学院)。全书由赵则祥主编,李学新、邓大立副主编。

本书可作为高等院校机械类和仪器仪表类专业本科生、专科生的教材,也可供机械工程技术及计量、检验与管理人员参考使用。

本书在编写过程中,得到西安交通大学赵卓贤教授的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。由于水平有限,书中难免有缺点和错误,欢迎广大读者批评指正。

编者

1999.3

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 公差与配合标准的发展及组成	(1)
§ 1-2 质量控制发展简述	(3)
§ 1-3 优先数和优先数系	(4)
第二章 公差与配合	(7)
§ 2-1 基本术语与定义	(7)
§ 2-2 标准公差、基本偏差及未注尺寸公差的确定	(12)
§ 2-3 公差带与配合的标准化	(21)
§ 2-4 公差与配合的选用	(25)
第三章 形状和位置公差	(31)
§ 3-1 概述	(31)
§ 3-2 形位公差及其标注方法	(33)
§ 3-3 形位误差的评定	(48)
§ 3-4 公差原则	(52)
§ 3-5 形位公差值的选择	(59)
第四章 表面粗糙度与表面波紋度	(64)
§ 4-1 表面粗糙度评定参数及其数值	(64)
§ 4-2 表面粗糙度的标注及参数的选择	(68)
§ 4-3 表面波紋度评定参数	(75)
第五章 滚动轴承的公差与配合	(79)
§ 5-1 滚动轴承的精度等级及应用	(79)
§ 5-2 滚动轴承与轴和外壳孔的配合及选择	(82)
第六章 螺纹、键、花键、圆锥的公差与配合	(88)
§ 6-1 螺纹的公差与配合	(88)
§ 6-2 键和花键结合的公差与配合	(94)
§ 6-3 圆锥和角度公差及圆锥配合	(99)
第七章 渐开线圆柱齿轮和齿轮副公差	(111)
§ 7-1 概述	(111)
§ 7-2 齿轮误差及其公差项目	(112)
§ 7-3 齿轮副误差及其公差项目	(119)
§ 7-4 渐开线圆柱齿轮精度标注及应用	(121)

第八章 尺寸链	(136)
§ 8-1 尺寸链的基本概念	(136)
§ 8-2 极值法解尺寸链	(139)
§ 8-3 统计法解尺寸链	(143)
第九章 量规设计	(149)
§ 9-1 光滑极限量规设计	(149)
§ 9-2 螺纹量规设计	(156)
§ 9-3 花键量规设计	(161)
第十章 机械精度测试	(166)
§ 10-1 基本概念	(166)
§ 10-2 测量误差和数据处理	(169)
§ 10-3 用通用计量器具测量工件	(174)
§ 10-4 三坐标测量机	(179)
§ 10-5 螺纹测量	(181)
§ 10-6 圆柱齿轮测量	(186)
第十一章 质量体系与质量控制	(192)
§ 11-1 概述	(192)
§ 11-2 质量体系要素与质量体系的建立	(194)
§ 11-3 质量控制统计分析方法	(202)
§ 11-4 计算机辅助质量控制	(210)

第一章 绪 论

§ 1-1 公差与配合标准的发展及组成

随着机械制造业的发展,机械制造由最初的单件生产发展到成批、大量生产,零件的加工由原始低效率的“配作”方式发展到高效率的“互换性”生产.公差与配合标准就是随着机械制造业的发展而产生、发展和逐渐完善起来的.

1902年英国伦敦以生产剪羊毛机为主的纽瓦尔(Nevall)公司为适应本企业的生产需要而编制的纽瓦尔标准“极限表”是最早的公差制,它也是最简单的公差制.1906年,英国颁布了国家标准 B.S.27,1924年英国又制订了国家标准 B.S.164,美国于1925年颁布了标准 ASA B4a,这些标准就是初期的公差制.初期公差制只有基孔制,配合数目较少,比较简单.

在公差制的发展史上,德国标准 DIN 占有重要地位.它在继承和总结英、美等国初期公差制的基础上又有了较大的发展.其主要特点是:规定了两种基准制,即基孔制和基轴制;明确提出了公差单位的概念并给出了计算公差单位的公式;将精度与配合代号区分开来,将精度分为四个等级,每一级规定若干配合;配合代号用配合名称和德文缩写字母表示;规定了标准参考温度.1929年前苏联颁布的“公差与配合”标准与德国标准 DIN 相当.德国和前苏联早期的公差与配合标准均属于中期公差制.

1926年在布拉格成立了国际标准化协会(ISA).ISA成立时,正值战后世界资本主义经济和政治相对稳定时期,当时的社会主义国家苏联也于1928年开始实行发展国民经济的第一个五年计划.由于国际贸易和科学技术交流的需要,标准化已成为国际交往的重要内容.当时各国公差制很不统一,且很不完善,发展也不平衡.因此,迫切要求制定国际公差制,以统一各国公差标准.ISA公差制是在各个国家公差的基础上制订的,它主要参考了 DIN(德)、SNV(瑞士)、AFNOR(法)、BS(英)等标准,并且吸取了许多国家公差制的经验.ISA公差制的最初提案是1928年在纽约会议上提出的,由来自捷克、德国、法国、瑞典、瑞士等国的专家组成的专门委员会负责具体工作.最初的报告只包括尺寸1~180mm范围的提案,出版于1932年.后来的报告将尺寸范围扩大到500mm,以草案形式发表于1935年.最后结果以“ISA公差和配合制”公布于ISA25号公报,于1940年用英、法、德、意四种文字出版发行.

第二次世界大战期间,中国、英国、美国等18个国家,为加强反法西斯战争的战斗力,

于1944年发起组织联合国标准协调委员会,其任务是继续ISA的工作,处理战时和战后过渡时期各国标准的统一和协调工作。1945年10月联合国标准协调委员会在纽约召开全体委员会,经一系列会议讨论后,决定成立一个新的永久性国际标准组织。该组织于1947年2月重建,更名为ISO。ISO成立后仍由第三技术委员会ISO/TC3负责“公差与配合”标准工作,秘书国为法国(现已改为澳大利亚)。1949年9月ISO决定以ISA制为基础修订新的ISO公差制,ISO公差制的草案出版于1957年,ISO/R 286-1962“极限与配合 第一部分 总论、公差和偏差”于1962年12月正式颁布。1971年、1973年和1975年又相继颁布了ISO/R 1938-1971“极限与配合 第二部分 一般工件的检验”、ISO 2768-1973“未注公差尺寸的允许偏差”和ISO 1829-1975“一般用途公差范围的选择”三个标准。R表示推荐,ISO在1971年以前的标准都以推荐形式(ISO/R)颁布。根据ISO理事会1970年决议,从1972年起,ISO的标准都以国际标准(ISO)形式颁布。

除了上述标准外,ISO又陆续制订、颁布了ISO/R 773-1969“长方形及正方形平行键及键槽”、ISO/R 1101-I-1969“形状和位置公差 通则、符号和图样表示法”、ISO 68-1973“紧固联结的圆柱螺纹标准”、ISO 1328-1975“平行轴圆柱齿轮精度制”、ISO 468-1982“表面粗糙度”等一系列标准。随着生产和测量技术水平的提高,ISO也在不断地丰富和修订ISO标准系列,ISO已对ISO/R 286-1962、ISO 2768-1973、ISO/R 1101-I-1969等标准进行了修订。如ISO/R 286-1962被修订为ISO 286-1:1988(E)“ISO极限与配合制 第1部分:公差、偏差和配合的基础”;ISO 2768-1973被修订为ISO 2768-1:1989“一般公差 第一部分:未注出公差的线性和角度尺寸公差”;ISO/R 1101-I-1969被修订为ISO 1101:1996“技术制图——几何公差——形状、定向、定位和跳动公差——通则、定义、符号和图样表示法”。

解放前,我国公差与配合虽然于1944年9月公布过CIS(ISA制)国家标准,但实际上美国标准(ASA)、英国标准(BS)、日本标准(JIS)、德国标准(DIN)以及国际标准(ISA)等均采用过。这充分反映了旧中国机械工业的落后状况。

解放以来,随着我国机械工业的不断发展,在有关部门(如原第一机械工业部、国家科委、国家标准计量局、国家标准总局和现国家技术监督局等)的领导下,根据前苏联标准(OCT)和国际标准(ISO)并结合我国机械工业发展的实际情况,相继制(修)订出了一系列公差与配合标准,这对提高我国机械产品的质量、保证零(部)件的互换性、促进我国与国际间的经济与技术交流、提高企业的经济效益都起到了极大的推动作用。下面主要介绍“公差与配合”、“形状和位置公差”国家标准的发展与组成概况。

一、“公差与配合”标准的发展与组成

1955年根据原苏联标准(OCT)制订、发布了“公差与配合”第一机械工业部部颁标准;1959年在第一机械工业部部颁标准的基础上制订、发布了GB 159-174-59“公差与配合”国家标准;1979年在等效采用ISO标准的原则下制订、发布了GB 1800-79“公差与配合 总论 标准公差与基本偏差”、GB 1801-79“公差与配合 尺寸至500mm孔、轴公差带与配合”、GB 1802-79“公差与配合 尺寸>500mm至3150mm常用孔、轴公差带”、GB 1803-79“尺寸至18mm孔、轴公差带”、GB 1804-79“公差与配合 未注公差尺寸的极限偏差”五项

国家标准以代替 GB 159174-59;1992 年根据 ISO 2768-1:1989“一般公差 第 1 部分:未注出公差的线性尺寸和角度尺寸的公差”制订、发布了 GB/T 1804-92“一般公差 线性尺寸的未注公差”以代替 GB 1804-79;1997 年根据 ISO 286-1:1988 制订、发布了 GB/T 1800.1-1997“极限与配合 基础 第 1 部分:词汇”、GB/T 1800.2-1998“极限与配合 基础 第 2 部分:公差、偏差和配合的基本规定”和 GB/T 1800.3-1998“极限与配合 基础 第 3 部分:标准公差和基本偏差数值表”以代替 GB 1800-79.

二、“形状和位置公差”标准的发展与组成

1975 年制订、发布了 GB 1183-75 和 GB 1184-75“表面形状和位置公差”国家标准;1980 年根据 ISO 标准制订、发布了 GB 1182-80“形状和位置公差 代号及其注法”、GB 1183-80“形状和位置公差 术语及定义”、GB 1184-80“形状和位置公差 检测规定”等国家标准,GB 1183-80 和 GB 1184-80 分别代替 GB 1183-75 和 GB 1184-75;1984 年根据 ISO 8015 制订、发布了 GB 4249-84“公差原则”;1996 年根据 ISO 1101:1996 制订、发布了 GB/T 1182-1996“形状和位置公差 通则 定义、符号和图样表示法”以代替 GB 1182-80 和 GB 1183-80,根据 ISO 2768-2:1989 并结合 GB 1184-80 制订、发布了 GB/T 1184-1996“形状和位置公差 未注公差值”以代替 GB 1184-80,根据 ISO 8015:1985 制订、发布了 GB/T 4249-1996“公差原则”以代替 GB 4249-84,根据 ISO 2692:1996 制订、发布了“形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求”。

§ 1-2 质量控制发展简述

现代产品随着科学技术的发展不断更新换代,技术性能和可靠性要求不断提高,生产的组织形式多样化,特别是市场竞争的加剧促进了质量控制的发展。

本世纪初到 30 年代末是质量控制的初级阶段,其特点是以事后检验为主体,主张设置专职检验人员,强调检验人员的质量监督职责,把检验作为保证质量的主要手段。质检人员根据产品的技术标准,利用各种测试手段,对零部件和成品进行检查,作出合格与不合格的判断,不允许不合格品进入下一工序或出厂,起到了质量把关的作用。但这一阶段不能对不合格品产生有效控制。

1924 年美国休哈特(W. A. Shewhart)将数理统计方法引入质量管理,发明了控制图,从而开始了统计质量控制阶段,其特点是使质量控制由单纯依靠质量事后检验发展到工序质量控制,突出了质量的预防性与事后检验相结合的质量控制方式。统计质量控制是进行生产过程控制强有力的工具。统计质量控制的应用使制造企业减少了不合格品的产生,降低了生产费用,提高了企业的经济效益。

1961 年美国通用电气公司质量经理菲根堡姆(A. V. Feigenbaum)首先提出了全面质量管理的观点和质量体系问题。质量控制是质量管理的一个重要组成部分。在全面质量管理中,制造企业的质量控制不限于制造过程和产品的事后检验,而是对诸如设计、采购、生

产、销售、服务等全过程进行控制。在制造企业中,全过程质量控制可使企业形成强有力的多层次信息反馈闭环系统。例如,根据质量信息实现过程控制可以避免和减少产品性能偏离目标值;利用外购材料和零件的质量信息可以控制供货商的质量水平;利用过程能力信息可以改进工艺过程等。

随着全面质量管理在世界范围的推广,特别是1987年国际标准化组织(ISO)颁布的系列国际标准 ISO 9000 系列(9000~9004)在工业界得到广泛承认,质量管理的理论和实践有了新的发展,全过程质量控制在企业中进一步得到加强,计算机辅助质量数据采集与质量控制在美、西欧、日本等工业发达国家和地区的企业的质量控制中已得到广泛的应用。

大约在20世纪20年代,随着近代军事工业和民用工业的发展,我国进入了质量控制的初级阶段。新中国成立以后,我国的质量控制又进入了一个新阶段,1953年引进了前苏联以检验为主的质量控制体制,到1957年,大中型工业企业都建立起从生产准备、原材料投入到成品出厂的一整套技术检验监督制度。1958年至1976年底,由于“大跃进”和“文化大革命”,质量控制工作受到冲击和削弱。自1978年我国引进全过程质量控制起,就全国推行全过程质量控制的进程来看,大致经历了三个阶段,即,1978、1979两年进行全过程质量控制的试验阶段;1980年到1985年的全过程质量控制的推广阶段;从1986年起,我国的全过程质量控制进入了巩固深化与普及阶段。全过程质量控制的实施,对提高企业的产品质量和产品的市场竞争力以及企业的经济效益,都具有重要的作用。

自90年代中期以来,随着我国经济的快速发展和与世界经济接轨的需要,许多企业根据 ISO 9000 国际标准族建立了质量体系 and 开展质量认证工作。我国在等同采用 ISO 9000 国际标准族的基础上,制订并发布了质量管理、质量保证以及质量体系国家标准族。随着我国开展 ISO 9000 国际标准族质量认证企业的不断增多和日益普及,我国的全过程质量控制将进入一个新阶段。

§ 1-3 优先数和优先数系

任何产品都有许多参数,如产品的规格、性能、型式、尺寸等,为了方便产品的设计、制造、管理、使用和维修,对有关参数的数值进行适当的分级是非常必要的。常用的数值分级方法有两种,一种是按等差级数(即算术级数)分级,如在1~500的数值范围内,可以按等差级数分为1,2,3,4,...,500,也可以按等差级数分为1,1.1,1.2,1.3,1.4,...,500,等等;另一种则是按等比级数(即几何级数)分级,如在1~500的数值范围内,可以按等比级数分为1,1.6,2.5,4,6.3,...,500,其公比为1.6,也可按等比级数分为1,1.25,1.6,2.0,3.15,4.0,...,500,其公比为1.25,等等。不管是按等差级数还是按等比级数对同一数值范围进行分级,均可分为无限多个数值序列。选用什么级数分级,分级粗细到什么程度,主要取决于生产和使用的需要。

按等差级数分级,其各相邻项的绝对差相等,而相对差不等,且变化较大。例如1,2,

3, 4, … 这个等差数列, 在 1 与 2 之间的相对差达 100%, 而在 10 与 11 之间的相对差仅为 10%, 数值越大, 相邻项的相对差越小。此外, 按等差级数分级的参数, 进行工程技术上的运算后, 其结果就不再是算术级数。例如, 直径为 d 的轴, 如果 d 按算术级数分级, 其断面积 $A = \pi d^2/4$ 的数列就不是算术级数了。

按等比级数分级, 则可避免上述不足。公比为 q 的数列的各相邻项的相对差均是 $(q - 1) \times 100\%$ 。若轴径 d 按公比 q 形成数列后, 端面积 A 则是公比为 q^2 的等比数列。

由此可以看出, 工程技术上的主要参数, 若按等差级数分级, 经过数值传播后, 与其相关的其他量值就有可能不按等差级数分级; 若按等比级数分级, 经过数值传播后, 与其相关的其他量值也有可能按同样的数学规律分级。经验和理论分析表明, 对一般的技术参数数值的分级, 为了以最少的级数满足最广泛的需要, 应考虑级间的相对差, 而不是绝对差。等比级数就是一种相对差不变的数列, 此种数列能够很好地满足工业生产的需要。

因为等比级数的 q 值可为大于零的任意值, 在一定数值范围内可产生多个数值系列, 则可导致数值分级数列繁多, 使用不便。为了简化和统一数值的分级, 人们在生产实践中总结出了一种符合科学的统一数值分级标准, 这就是以十进制等比数列对数值进行分级的优先数和优先数系。GB 321-81“优先数和优先数系”采用的优先数系与 ISO 3-1973 相同, 规定的公比值有 $q_5, q_{10}, q_{20}, q_{40}, q_{80}$ 等五种, 其系列可分别用 $R_5, R_{10}, R_{20}, R_{40}, R_{80}$ 表示。五种优先数系的公比是:

$$\begin{aligned} R_5: & \quad q_5 = 10^{1/5} \approx 1.5849 \approx 1.6, \\ R_{10}: & \quad q_{10} = 10^{1/10} \approx 1.2589 \approx 1.25, \\ R_{20}: & \quad q_{20} = 10^{1/20} \approx 1.1220 \approx 1.12, \\ R_{40}: & \quad q_{40} = 10^{1/40} \approx 1.0593 \approx 1.06, \\ R_{80}: & \quad q_{80} = 10^{1/80} \approx 1.0294 \approx 1.03. \end{aligned}$$

其中, $R_5, R_{10}, R_{20}, R_{40}$ 为基本系列, R_{80} 为补充系列。优先数系中的每一个数值即为优先数。按优先数的理论公比计算所得为优先数的理论值, 是无理数, 实际上不能应用。取理论值的五位有效数字的近似值作为计算值, 其相对误差小于 $1/20000$, 主要用于精度要求高的计算。对计算值再作调整, 保留三位有效数字的值, 称为常用值, 其对计算值的最大相对误差为 $+1.16\% \sim 1.01\%$, 表 1-1 中的值为 $R_5, R_{10}, R_{20}, R_{40}$ 优先数系从 1 到 10 的全部优先数。

此外, 为了满足生产的需要, 还可在基本系列和补充系列的基础上, 产生变形系列, 即派生系列和复合系列。 R_r 的派生系列指从 R_r 系列中按一定的项差 p 取值所构成的系列。如 $R_r/p = R_{20}/3$ 即有 1.00, 1.40, 2.00, 2.80, …, 复合系列指由若干等公比系列混合而成的多公比系列, 如 1.00, 1.60, 2.50, 3.55, 5.00, 7.10, 10.0, 12.5, 16.0 即由 $R_5, R_{20}/3, R_{10}$ 三种系列构成的复合系列。

在生产当中, 可以利用基本系列、补充系列以及派生系列, 满足疏、密分级不同的要求, 并且系列中的数值可方便地向两头延伸。如将表 1-1 中所列优先数系中的优先数乘以 10, 100, … 或 0.1, 0.01, …, 即可求得所有大于 10 或小于 1 的优先数。

表 1-1 基本系列从 1 到 10 的全部优先数

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40			
1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	2.50	2.24	2.24		5.00	5.00	5.00			
			1.06			2.36	5.30							
			1.12			1.12	2.50				2.50	5.60	5.60	
			1.18			1.18	2.65				6.00			
	1.25	1.25	1.25			2.80	2.80	6.30	6.30	6.30	6.30			
			1.32			3.00	6.70							
			1.40			1.40	3.15				3.15	7.10	7.10	
			1.50			3.35	7.50							
	1.60	1.60	1.60			3.55	3.55		8.00	8.00	8.00			
			1.70			3.75	8.50							
1.80			1.80			4.00	4.00				4.00	4.00	9.00	9.00
			1.90								4.25	9.50		
			2.00								2.00	4.50		
2.12						4.75								

习 题

- 1-1 试写出 R20 优先数系从 0.1 到 100 的全部优先数.
- 1-2 试写出 R20/3 派生数系从 0.1 到 100 的全部优先数.
- 1-3 试判断表 2-3 中的公差等级系数属于何优先数系列.

第二章 公差与配合

§ 2-1 基本术语与定义

基本术语及其定义是公差与配合的基础.为了正确理解和应用公差配合标准,就必须了解以下术语和定义.

一、尺寸

1. 轴

轴通常是指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由二平行平面或切面形成的被包容面).

2. 孔

孔通常是指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由二平行平面或切面形成的包容面).

3. 尺寸

尺寸是以特定单位表示线性尺寸值的数值.

尺寸表示长度的大小,包括直径、长度、宽度、高度、厚度以及中心距、圆角半径等,它由数字和长度单位(如 mm)组成.这一定义的含义较窄,从几何要素看,它不包括用角度单位表示的角度.

(1) 基本尺寸

基本尺寸是计算极限尺寸和极限偏差的起始尺寸,如图 2-1 所示.基本尺寸可以是一个整数或小数,例如,32,15,8.75,0.5,...

基本尺寸是根据使用要求,通过计算和结构方面的考虑,或根据试验和经验而确定的.

(2) 实际尺寸

通过测量获得的某一孔或轴的尺寸称为实际尺寸.由于存在测量误差,所以实际尺寸并非尺寸的真值.

由于形状误差的存在,工件同一表面的不同部位的实际尺寸往往是不相等的.所以,这就出现一个局部实际尺寸.局部实际尺寸就是一个孔或轴的任意横截面中的任一距离,即任何两相对点之间测得的尺寸.

(3) 极限尺寸

一个孔或轴允许尺寸的两个极端尺寸称为极限尺寸。

实际尺寸应位于极限尺寸之中,也可达到极限尺寸.孔或轴允许的最大尺寸为最大极限尺寸,孔或轴允许的最小尺寸为最小极限尺寸,如图 2-1 所示。

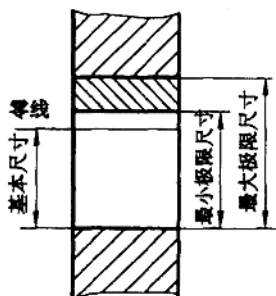


图 2-1 基本尺寸、最大极限尺寸和最小极限尺寸

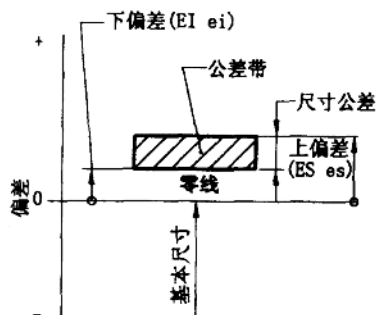


图 2-2 公差带图解

二、偏差与公差

1. 尺寸公差(简称公差)

公差是最大极限尺寸减最小极限尺寸之差的绝对值,或上偏差减下偏差之差的绝对值.它是允许尺寸的变动量。

2. 偏差

偏差是某一尺寸(实际尺寸、极限尺寸等)减其基本尺寸所得的代数差。

(1) 极限偏差

极限偏差包括上偏差和下偏差.轴的上、下偏差代号分别用小写字母 es 和 ei 表示;孔的上、下偏差代号分别用大写字母 ES 和 EI 表示,如图 2-2 所示。

① 上偏差(ES, es)——最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,如图 2-2 所示。

② 下偏差(EI, ei)——最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,如图 2-2 所示。

(2) 实际偏差

实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。

3. 零线与公差带

在极限与配合图解中,表示基本尺寸的一条直线称为零线,以其为基准确定偏差和公差,如图 2-1 所示.通常,零线沿水平方向绘制,正偏差位于其上,负偏差位于其下,如图 2-2 所示。

在公差带图解中,由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条直线所限定的一个区域称为公差带.它是由公差大小和其相对零线的位置来确定的,如图 2-2 所示。

公差带是由“公差带大小”和“公差带位置”两个要素组成的。“公差带大小”由标准公差确定,在公差带图解中指公差带在零线垂直方向的宽度;“公差带位置”由基本偏差确定,在公差带图解中指公差带沿零线垂直方向的坐标位置。

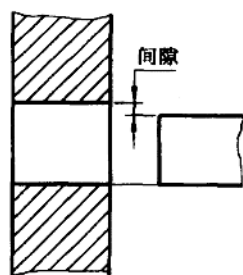


图 2-3 间隙

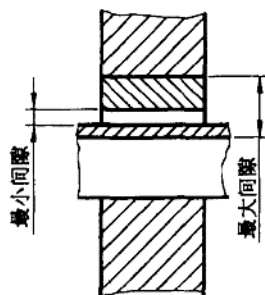


图 2-4 间隙配合

三、配合

1. 间隙

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正则表示为间隙,如图 2-3 所示。

(1) 最小间隙

在间隙配合中,孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差,如图 2-4 所示。

(2) 最大间隙

在间隙配合或过渡配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差,图 2-4 和图 2-5 所示。

2. 过盈

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负则表示为过盈,如图 2-6 所示。

(1) 最小过盈

在过盈配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差,如图 2-7 所示。

(2) 最大过盈

在过盈配合或过渡配合中,孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差,如图 2-5 和图 2-7 所示。

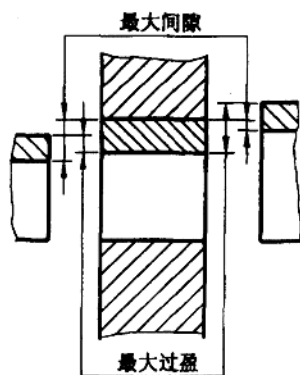


图 2-5 过渡配合

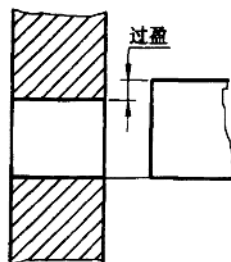


图 2-6 过盈

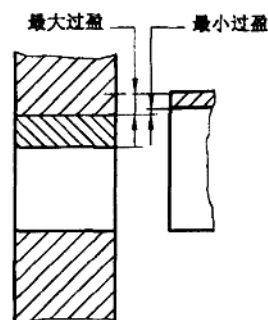


图 2-7 过盈配合

3. 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。

(1) 间隙配合

具有间隙(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之上,如图 2-8 所示。

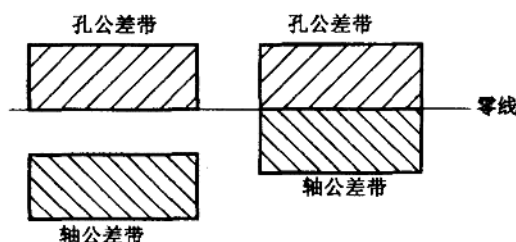


图 2-8 间隙配合的示意图

(2) 过盈配合

具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下,如图 2-9 所示。

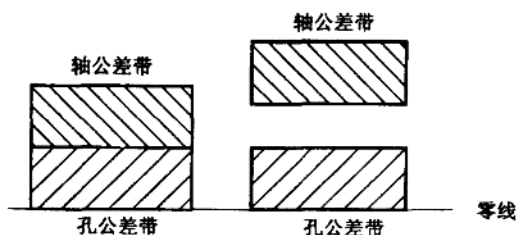


图 2-9 过盈配合的示意图

(3) 过渡配合

可能具有间隙或过盈的配合。此时,孔的公差带与轴的公差带互相交叠,如图 2-10 所示。

(4) 配合公差

配合公差等于组成配合的孔和轴的公差之和,或最大极限偏差与最小极限偏差之差的绝对值。它是允许间隙或过盈的变动量。配合公差是一个没有符号的绝对值。

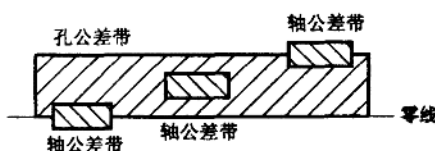


图 2-10 过渡配合的示意图

4. 配合制

配合制即同一极限制的孔和轴组成配合的一种制度。

(1) 基轴制配合

基本偏差为一定的轴的公差带,与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度称为基轴制配合。在极限与配合制中,基轴制配合是轴的最大极限尺寸与基本尺寸相等且轴的上偏差为零的一种配合制,如图 2-11 所示。

(2) 基孔制配合

基本偏差为一定的孔的公差带,与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度称为基孔制配合.在极限与配合制中,基准制配合是孔的最小极限尺寸与基本尺寸相等且孔的下偏差为零的一种配合制,如图 2-12 所示.

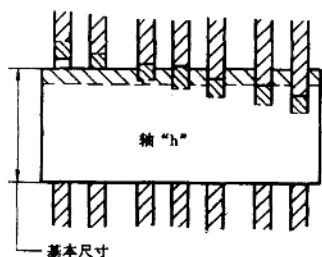


图 2-11 基轴制配合

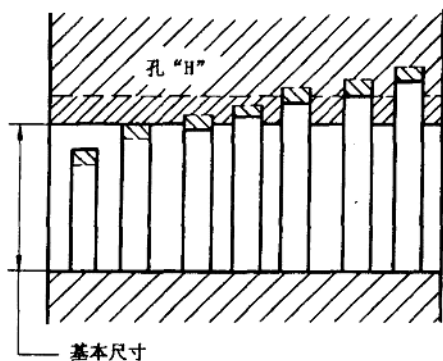


图 2-12 基孔制配合

图 2-11 和图 2-12 中,水平实线代表孔或轴的基本偏差;虚线代表另一极限,表示孔和轴之间可能的不同组合,与它们的公差等级有关.

5. 最大实体极限(MML)

最大实体极限是孔或轴具有允许的材料量为最多状态下的极限尺寸.对于孔,最大实体极限是孔的最小极限尺寸;对于轴,最大实体极限是轴的最大极限尺寸.

6. 最小实体极限(LML)

最小实体极限是孔或轴具有允许的材料量为最少状态下的极限尺寸.对于孔,最小实体极限是孔的最大极限尺寸;对于轴,最小实体极限是轴的最小极限尺寸.

例 2-1 若某配合孔的尺寸为 $\varnothing 25^{+0.021}_{-0.000}$, 轴的尺寸为 $\varnothing 25^{-0.020}_{-0.033}$. 试分别计算它们的极限尺寸、极限偏差、公差、极限间隙和配合公差. 画出公差带图解,并说明配合的类型.

解	基本尺寸	$D = d = 25\text{mm},$
	孔的上、下偏差	$ES = +0.021\text{mm} = 21\mu\text{m}, EI = 0;$
	轴的上、下偏差	$es = -0.020\text{mm} = -20\mu\text{m}; ei = -0.033\text{mm} = -33\mu\text{m}.$
	孔的极限尺寸	$D_{\max} = D + ES = 25\text{mm} + 0.021\text{mm} = 25.021\text{mm},$ $D_{\min} = D + EI = 25\text{mm} + 0 = 25\text{mm};$
或	孔的尺寸公差	$T_D = D_{\max} - D_{\min} = 25.021\text{mm} - 25\text{mm} = 0.021\text{mm} = 21\mu\text{m},$ $T_D = ES - EI = 21\mu\text{m} - 0 = 21\mu\text{m};$
	轴的极限尺寸	$d_{\max} = d + es = 25\text{mm} - 0.020\text{mm} = 24.980\text{mm},$ $d_{\min} = d + ei = 25\text{mm} - 0.033\text{mm} = 24.967\text{mm};$
或	轴的尺寸公差	$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 24.980\text{mm} - 24.967\text{mm} = 0.013\text{mm} = 13\mu\text{m},$ $T_d = es - ei = -20\mu\text{m} - 33\mu\text{m} = 13\mu\text{m};$
	极限间隙	$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 25.021\text{mm} - 24.967\text{mm} = +0.054\text{mm} = +54\mu\text{m},$