

高等学校适用教材

第五版

互换性与技术测量

HUHUANXING YU JISHU CELIANG

(获第三届机械工业部优秀教材一等奖)

廖念钊 古莹菴 莫雨松
李硕根 杨兴骏 编著



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

高等学校适用教材

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

第五版

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量

HUHUANXING YU JISHU CELIANG

(获第三届机械工业部优秀教材一等奖)

廖念钊 古莹菴 莫雨松
李硕根 杨兴骏 编著

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据

互换性与技术测量 (CIP) 数据



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量/廖念钊等编著. —5版. —北京:中国计量出版社,2007.6

ISBN 978-7-5026-2599-3

I. 互… II. 廖… III. ①零部件—互换性—理论—高等学校—教材 ②零部件—测量—高等学校—教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 026660 号

内 容 提 要

本书系统地论述了“互换性与技术测量”的基本知识,分析介绍了我国公差与配合方面的新标准,阐述了技术测量的基本原理,反映了一些新的测试技术。主要内容包括绪言、孔与轴的极限与配合、长度测量基础、形状和位置公差及检测、表面粗糙度及检测、光滑极限量规、滚动轴承的公差与配合、尺寸链、圆锥的公差配合及检测、螺纹公差及检测、键和花键的公差与配合、渐开线圆柱齿轮精度及检测等。书后附有各章练习题,供读者复习和巩固知识。

本书可作为高等院校机械类各专业“互换性与技术测量”(互换性与测量技术基础)课教材,也可供机械制造工程技术人员及计量、检验人员参考。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲2号(邮编100013)

电 话 (010)64275360

网 址 <http://www.zgjl.com.cn>

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 北京市密东印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15.625

字 数 378千字

版 次 2008年6月·第5版·第41次印刷

印 数 711601—732600

定 价 25.00元

如有印装质量问题,请与本社联系调换

版权所有 侵权必究



前 言

本书是在重庆大学 1980 年和 1981 年两次印刷的《互换性与技术测量》讲义的基础上,根据两届教学实践和一些兄弟院校在使用本讲义中提出的宝贵意见修改而成的,可作为高等学校机械类各专业“互换性与技术测量”课程的教材。本书在内容上注意加强基础,力求反映国内外的最新成就。公差方面尽量按新标准(或草案)编写;测量技术方面也介绍了一些新技术和新仪器。在使用本教材时,可根据各专业对本课程的不同要求对内容加以取舍,对第二章中的一些内容可结合实验课进行讲授。本书也可供机械制造工程技术人员及计量、检测人员参考。学生在学完本课程以后,欲进一步学习有关长度测量方面的知识,可自学中国计量出版社组编的《长度计量测试丛书》。

本书由廖念钊、古莹菴、莫雨松、李硕根和杨兴骏编写。

中国计量出版社成都站编委会对本书进行了初审,并由四川省计量测试研究所邓秀儒和成都科技大学王继平同志对本书做了全面复审。在出版前,特请吉林工业大学许金钊教授最后审阅修正定稿。

在编写过程中,西安交通大学赵卓贤、南京工学院范德梁、华中工学院李柱、河北工学院何贡、天津大学陈林才、东北工学院李纯甫、中国科学院成都光电技术研究所陈国勋、中国计量科

学研究院徐孝恩和王轼铮、山东工学院许定奇、重庆工具厂胡德贵等同志提了许多宝贵意见。

在本书的编写和出版过程中，汤永厚、刘瑞清、朱桂兰等同志曾给了热情的指导和帮助，我校钟先信、罗先才等同志也做了不少工作。另外，还有一些兄弟单位为本书的编写提供了不少宝贵资料，在此一并致谢。

由于我们的水平有限，加之时间紧迫，书中定有不少缺点和错误，希望读者批评指正。

编者

1981年12月于重庆

本书是根据1981年12月18日在重庆召开的“1981年12月于重庆”会议的精神，由重庆工具厂、重庆工学院、重庆大学等单位共同编撰的。本书共分五章，第一章为绪论，第二章为材料的选择，第三章为材料的热处理，第四章为材料的热处理工艺，第五章为材料的热处理设备。本书可作为机械、冶金、材料等专业的教材，也可供从事材料工作的工程技术人员参考。

本书由重庆工具厂、重庆工学院、重庆大学等单位共同编撰。其中，第一章由重庆工具厂编写，第二章由重庆工学院编写，第三章由重庆大学编写，第四章由重庆工具厂编写，第五章由重庆工学院编写。本书在编写过程中，得到了许多同志的支持和帮助，在此一并致谢。

本书在编写过程中，得到了许多同志的支持和帮助，在此一并致谢。本书可作为机械、冶金、材料等专业的教材，也可供从事材料工作的工程技术人员参考。

修订附言

本书自1982年5月出版后,经各院校选作教材使用至今,普遍反映在学时分配及章节安排上比较适用于教学,但对本书的进一步完善也提出了一些宝贵建议。同时,近几年来,国家陆续颁布了一些新标准;国务院发布《中华人民共和国法定计量单位》的命令。有鉴于此,特对本书下列几个方面的内容进行了修订。

1. 用新的标准替换了过时的旧标准。
2. 书中一律采用了中华人民共和国法定计量单位。
3. 对某些重复的或不够确当的内容进行了修改和删减,也补充了一些必要的内容。
4. 书末增列了习题。这些习题均与修订本的内容紧密配合,以便于学生使用。

第二次修订附言

本书自1985年5月第一次修订以来,已使用5年。在此期间我国公差标准又在不断更新。为了在教材中能及时反映这些成果,特此进行第二次修订。

这次修订的重点是第二章、第七章、第八章、第十章、第十一章和有关的习题。对其他章节的内容也做了一些删减和补充。本书经修订后仍保持了原书便于教学和使用的特点。

在此对使用本书并对本书修订提出宝贵意见的同志,表示衷心的感谢。

编者

1990年12月

第三次修订附言

本书自1990年12月第二次修订以来,已使用8年。在此期间我国公差标准又在不断更新,教学改革也在不断深入。为了在教材中能及时反映这些成果和跟上教学改革的步伐,特进行第三次修订。

此次修订重点在于更新和精简教学内容,使这本教材既适用于集中讲授,也可作为分散教

学的参考书。对第二、三、四、八、九、十和十一章均做了较大的改动。本书经修订后仍保持了原书便于教学和使用的特点。

在此对使用本书和对本书的修订提出宝贵意见的同志,表示衷心的感谢。

本书自出版以来,受到广大师生的好评,在教材评比中多次获奖。2000年1月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2007年5月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2010年12月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2013年12月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。

第四次修订附言

这本教材自2000年1月第三次修订以来,又使用了6年,在这期间我国公差标准又陆续进行了审定,其内容已不断更新。同时随着教学改革的发展,教材应适应多专业的需要。为此,进行本教材的第四次修订。

本次修订的重点是:第一、二、三、四、六、八、九和十一等章节,其余章节和习题也进行了少量的修改,并保持原教材便于教学和使用的特点。

在此,向使用本教材的老师、同学们以及对本教材提出宝贵意见的朋友们表示深深的谢意。

第三次修订附言

编者

本书自出版以来,受到广大师生的好评,在教材评比中多次获奖。2000年1月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2007年5月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2010年12月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。

本书自出版以来,受到广大师生的好评,在教材评比中多次获奖。2000年1月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2007年5月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2010年12月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。

本书自出版以来,受到广大师生的好评,在教材评比中多次获奖。2000年1月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2007年5月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2010年12月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。

本书自出版以来,受到广大师生的好评,在教材评比中多次获奖。2000年1月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2007年5月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2010年12月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。

编者

2010年12月

第二次修订附言

本书自出版以来,受到广大师生的好评,在教材评比中多次获奖。2000年1月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2007年5月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2010年12月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。

本书自出版以来,受到广大师生的好评,在教材评比中多次获奖。2000年1月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2007年5月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。2010年12月,本书经教育部审定,作为全国通用教材。

目 录

绪 言	/ 1
一、互换性概述	/ 1
二、公差与配合标准发展简介	/ 2
三、计量技术发展简介	/ 3
四、优先数和优先数系	/ 4
第一章 孔与轴的极限与配合	/ 6
第一节 概 述	/ 6
第二节 极限与配合的基本词汇	/ 6
第三节 极限与配合国家标准	/ 13
第四节 国家标准规定的公差带与配合	/ 27
第五节 公差与配合的选用	/ 31
第六节 线性尺寸的未注公差	/ 37
第二章 长度测量基础	/ 39
第一节 测量的基本概念	/ 39
第二节 尺寸传递	/ 39
第三节 测量仪器与测量方法的分类	/ 43
第四节 测量技术的部分常用术语	/ 45
第五节 常用长度测量仪器	/ 46
第六节 坐标测量机中的光栅与激光测量原理	/ 54
第七节 探针扫描显微镜简介	/ 57
第八节 测量误差和数据处理	/ 58
第九节 计量器具的选择	/ 68
第三章 形状和位置公差及检测	/ 73
第一节 概 述	/ 73
第二节 形位公差的标注	/ 74
第三节 形状公差	/ 77
第四节 位置公差	/ 80
第五节 公差原则	/ 88

目 录

第六节	形位公差的选择	/ 95
第七节	形位误差检测原则	/ 96
第四章	表面粗糙度及检测	/ 110
第一节	表面粗糙度	/ 110
第二节	零件表面粗糙度参数值的选择	/ 115
第三节	表面粗糙度的测量	/ 116
第五章	光滑极限量规	/ 120
第一节	基本概念	/ 120
第二节	泰勒原则	/ 121
第三节	量规公差带	/ 122
第四节	量规设计	/ 125
第六章	滚动轴承的公差与配合	/ 128
第一节	概 述	/ 128
第二节	滚动轴承的公差等级	/ 128
第三节	滚动轴承内径和外径的公差带及其特点	/ 129
第四节	滚动轴承与轴和外壳孔的配合及其选择	/ 133
第七章	尺寸链	/ 141
第一节	概 述	/ 141
第二节	尺寸链的计算	/ 145
第三节	解装配尺寸链的其他方法	/ 153
第八章	圆锥的公差配合及检测	/ 154
第一节	锥度与锥角	/ 154
第二节	圆锥公差	/ 157
第三节	圆锥配合	/ 162
第四节	锥度的测量	/ 173
第九章	螺纹公差及检测	/ 176
第一节	概 述	/ 176
第二节	普通螺纹公差及基本偏差	/ 178
第三节	标准推荐的公差带及其选用	/ 182
第四节	螺纹标记	/ 184
第五节	梯形螺纹简述	/ 184
第六节	螺纹检测	/ 186

第十章 键和花键的公差与配合 / 191

第一节 键联结 / 191

第二节 花键联结 / 195

第十一章 渐开线圆柱齿轮精度及检测 / 198

第一节 概述 / 198

第二节 齿轮加工误差及其检测 / 198

第三节 齿轮副误差及其评定指标 / 210

第四节 渐开线圆柱齿轮精度标准 / 212

第五节 渐开线圆柱齿轮新国家标准简介 / 221

习 题 / 231

互换性与公差配合

绪言

互换性生产对我国的现代化建设具有非常重大的意义。现代化的机械工业,首先要求机械零件具有互换性,从而才有可能将一台机器中的成千上万个零、部件,分散到不同的车间、工厂进行高效率的专业化生产,然后又集中到一个工厂进行装配。因此零、部件的互换性为生产的专业化创造了条件,不但促进了自动化生产的发展,也有利于降低产品成本,提高产品质量,为现代化建设做出贡献。

所谓几何参数,一般包括尺寸大小,几何形状(宏观、微观),以及相互的位置关系等。为了满足互换性的要求,似乎在同规格的零、部件间,其几何参数都要做得完全一致。但在实践中这是不可能的。实际上,只要零、部件的几何参数保持一定的变动范围,就能达到互换的目的。允许零件尺寸和几何参数的变动量就称为“公差”。

互换性生产对我国的现代化建设具有非常重大的意义。现代化的机械工业,首先要求机械零件具有互换性,从而才有可能将一台机器中的成千上万个零、部件,分散到不同的车间、工厂进行高效率的专业化生产,然后又集中到一个工厂进行装配。因此零、部件的互换性为生产的专业化创造了条件,不但促进了自动化生产的发展,也有利于降低产品成本,提高产品质量,为现代化建设做出贡献。

互换性生产对我国的现代化建设具有非常重大的意义。现代化的机械工业,首先要求机械零件具有互换性,从而才有可能将一台机器中的成千上万个零、部件,分散到不同的车间、工厂进行高效率的专业化生产,然后又集中到一个工厂进行装配。因此零、部件的互换性为生产的专业化创造了条件,不但促进了自动化生产的发展,也有利于降低产品成本,提高产品质量,为现代化建设做出贡献。

所谓几何参数,一般包括尺寸大小,几何形状(宏观、微观),以及相互的位置关系等。为了满足互换性的要求,似乎在同规格的零、部件间,其几何参数都要做得完全一致。但在实践中这是不可能的。实际上,只要零、部件的几何参数保持一定的变动范围,就能达到互换的目的。允许零件尺寸和几何参数的变动量就称为“公差”。

互换性生产对我国的现代化建设具有非常重大的意义。现代化的机械工业,首先要求机械零件具有互换性,从而才有可能将一台机器中的成千上万个零、部件,分散到不同的车间、工厂进行高效率的专业化生产,然后又集中到一个工厂进行装配。因此零、部件的互换性为生产的专业化创造了条件,不但促进了自动化生产的发展,也有利于降低产品成本,提高产品质量,为现代化建设做出贡献。

互换性生产对我国的现代化建设具有非常重大的意义。现代化的机械工业,首先要求机械零件具有互换性,从而才有可能将一台机器中的成千上万个零、部件,分散到不同的车间、工厂进行高效率的专业化生产,然后又集中到一个工厂进行装配。因此零、部件的互换性为生产的专业化创造了条件,不但促进了自动化生产的发展,也有利于降低产品成本,提高产品质量,为现代化建设做出贡献。

零、部件在几何参数方面的互换性体现为公差标准。而公差标准又是机械和仪器制造业中的基础标准,它为机器的标准化、系列化、通用化提供了技术条件,从而缩短了机器设计时间,促进新产品的高速发展。

互换性生产可以减少修理机器的时间和费用。

零、部件的互换性,按其互换程度,可分为完全互换和不完全互换。在单件生产的机器中(特重型机器,特高精度的仪器),往往采用不完全互换。如对机器中的某个零件的某个尺寸进行配做或进行修配,或进行调整等。

在大批大量生产中,为了放宽零件尺寸的制造公差,有时用概率法来计算装配尺寸链。用这种算法给定的零件尺寸,在装配后的产品中,合格率就不能保证 100%,但能保证 99.73%,即绝大多数的产品是合格的,这时的互换就叫大数互换。

又如在滚动轴承生产中,由于滚动轴承外圈的内滚道和内圈的外滚道与滚动体配合的准确度要求很高,这时若采用完全互换法进行生产,则制造厂的工艺难于达到。因而只能采用分组装配的方法,即组内零件可以互换,这时滚动轴承生产厂内的这种互换就叫内互换。而滚动轴承内圈内径和轴径的配合,以及滚动轴承外圈外径与机壳孔之间的配合的互换就叫外互换。

二、公差与配合标准发展简介

随着资本主义生产的发展,要求企业内部有统一的公差与配合标准,以扩大互换性生产的规模和控制机器备件供应。1902年英国伦敦以生产剪羊毛机为主的纽瓦(Newall)公司编辑出版了“极限表”,即是最早的公差制。

1906年,英国颁布了国家标准 B. S. 27。1924年,英国又制定了国家标准 B. S. 164。1925年,美国出版了包括公差制在内的美国标准 A. S. A. B 4a。上述标准即为初期的公差标准。

在公差标准的发展史上,德国的标准 DIN 占有重要位置,它在英、美初期公差制的基础上有了较大发展。其特点是采用了基孔制和基轴制,并提出公差单位的概念,将公差等级和配合分开,规定了标准温度(20℃)。1929年,苏联也颁布了一个“公差与配合”标准。

由于生产的发展,国际间的交流也愈来愈多,1926年,成立了国际标准化协会(ISA),其中第三技术委员会(ISA/TC3)负责制定公差与配合,秘书国为德国。在总结 DIN(德国),AFNOR(法国),BSS(英国),SNV(瑞士)等国公差制的基础上,1932年,提出了国际制 ISA 的议案。1935年,公布了国际公差制 ISA 的草案。直到1940年,才正式颁布国际公差标准 ISA。

第二次世界大战以后,1947年2月,国际标准化组织重建,改名为 ISO,仍由第三技术委员会(ISO/TC3)负责公差配合标准,秘书国为法国。在 ISA 公差的基础上制定了新的 ISO 公差与配合标准。此标准于1962年公布,其编号为 ISO/R 286:1962 极限与配合制。以后又陆续公布了 ISO/R 1938:1971(光滑工件的检验);ISO 2768:1973(未注公差尺寸的允许偏差);ISO 1829:1975(一般用途公差带选择)等;即形成了现行国际公差标准。

在半封建半殖民地的旧中国,由于工业落后,加之帝国主义侵略,军阀割据,根本谈不上统一的公差标准。那时所采用的标准非常混乱,有德国标准 DIN、日本标准 JIS、美国标准 A. S. A、英国标准 B. S 以及国际标准 ISA。1944年,旧经济部中央标准局,曾颁布过中国标准 CIS(完全借用 ISA),实际上也未执行。

解放以后随着社会主义建设的发展,我国在吸收了一些国家在公差标准方面的经验以后,于1955年,由第一机械工业部颁布了第一个公差与配合的部颁标准。1959年,由国家科委正式颁布了“公差与配合”国家标准(GB 159~174—59)。接着又陆续制定了各种结合件、传动件、表面光洁度以及表面形状和位置公差等标准。此后,我国的公差标准随着国际标准的不断更新,并结合我国的生产实际也在不断地审定、修改着。如将原有的“公差与配合”国家标准 GB/T 159~174—59 修订为 GB 1800~1804—79 标准。1996年,又将该标准更名为《极限与配合》,并不断修订有关标准,如 GB/T 1800.1—1997、GB/T 1800.2~3—1998、GB/T 1800.4—1999、GB/T 1801—1999、GB/T 1803—2003、GB/T 1804—2000 等;其他公差标准,例如:形状与位置公差标准 GB/T 1182—1996、GB/T 1184—1996、GB/T 4249—1996、GB/T 16671—1996;表面粗糙度标准 GB/T 1031—1995;滚动轴承公差标准 GB/T 307.1—2005;圆锥公差标准 GB/T 11334—2005;普通螺纹公差标准 GB/T 197—2003;矩形花键公差标准 GB/T 1144—2001 以及圆柱齿轮传动公差标准 GB/T 10095.1~2—2001、GB/Z 18620.1~4—2002 等等,均不断地进行修订,以适应我国飞速发展的需要。

为了和国际标准化组织 ISO/TC 213 的工作对口,我国也成立了“全国产品尺寸和几何技术规范标准化技术委员会”(SAC/TC 240),其工作范围包括:修订极限与配合、形状和位置公

差、粗糙度以及技术制图在内的技术标准,并制定检验这些几何量的技术规范。即称为“产品几何量技术规范与认证”,简称 GPS。这项工作标准化工作适应新时代发展的必然。它有利于当代制造技术的发展,也有利于计算机辅助公差设计(CAT)和计算机辅助测量的进一步完善。

随着微型计算机的发展应用,20世纪70年代末,国际上已出现了“计算机辅助公差设计”(CAT)的研究,近几年来该研究更成了热门课题,我国部分高等院校和科研院所也积极开展了这方面的研究,并已取得可喜成绩,可以预计,随着该研究的进一步深入,传统的、以经验为主的公差设计方法,将由 CAT 所代替。

三、计量技术发展简介

要进行测量,首先就需要有计量单位和计量器具。长度计量在我国具有悠久的历史。早在我国商朝时期(至今约 3100~3600 年)已有象牙制成的尺。到秦朝我国已统一了度量衡制度。公元九年,即西汉末王莽始建国元年已制成铜质的卡尺,它可测车轮轴径、板厚和槽深,其最小读数值为一分。但是由于我国长期的封建统治,科学技术未能得到发展,计量技术也停滞不前。

18 世纪末期,由于欧洲工业的发展,要求统一长度单位。1791 年法国政府决定以通过巴黎的地球子午线的四千万分之一作为长度单位“米”。以后又制成 1 米的基准尺,称为档案尺。该尺的长度由两端面的距离决定。

1875 年国际米尺会议决定制造具有刻线的基准尺,并用铂铱合金制成(含铂 90%,铱 10%)。1888 年,国际计量局接收了一些工业发达的国家制造的共 31 根基准尺,并经与档案米尺进行比较,以其中 No.6 最接近档案米尺。于是在 1889 年召开的第一届国际计量大会上规定该尺作为国际米原器(即米的基准)。

由于科学技术的发展,发现地球子午线有变化,米原器的金属结构也不够稳定,因而提出要从长期稳定的物理现象中找出长度的自然基准。1960 年 10 月召开的第十一届国际计量大会规定采用氪的同位素 ^{86}Kr 在真空中的波长定义米,即米等于 ^{86}Kr 原子的 $2p_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁所对应的辐射,在真空中的 $1\,650\,763.73$ 个波长的长度。准确度为 1×10^{-8} 。

随着科学技术的发展,已发现稳频激光的波长,比 ^{86}Kr 波长更稳定、误差更小(甲烷稳定的激光系统,波长 $3.39\mu\text{m}$,其准确度为 1×10^{-11})。因此,以它作为米的新定义似乎更理想。但是,为了避免今后发现一种更稳定的光波又更改一次米的定义,在 1983 年第十七届国际计量大会上通过了以光速定义米的新定义,即:米是光在真空中于 $1/299\,792\,458\text{s}$ 时间间隔内的行程长度。这就是目前所使用的米的定义。

伴随长度基准的发展,计量器具也在不断改进。1926 年,德国 Zeiss 厂制成了小型工具显微镜,1927 年,该厂又生产了万能工具显微镜。从此几何参数计量的准确度、计量范围,随着生产的发展而飞速发展。误差由 0.01mm 提高到 0.001mm 、 $0.1\mu\text{m}$ 甚至 $0.01\mu\text{m}$;测量范围由二维空间(如工具显微镜)发展到三维空间(如三坐标测量机);测量的尺寸范围从集成元件上的线条宽度到飞机的机架;测量自动化程度从人工对准刻度尺读数,发展到自动对准,计算机处理数据,自动打印或自动显示测量结果。

这里还应提到的是在 20 世纪 80 年代初期由 Bining 和 Rohrer 研制成功并于 1986 年获诺

贝尔奖的隧道显微镜,该仪器的分辨率可达 0.01nm (nano-meter),可测原子或分子的尺寸或形貌。这就为微尺寸的测量打开了新的篇章。

解放前,我国没有计量仪器制造厂。解放后,随着生产的迅速发展,新建和扩建了一批量仪制造厂。如哈尔滨量具刃具厂、成都量具刃具厂、上海光学仪器厂、新添光学仪器厂、北京量具刃具厂以及中原量仪厂等。这些厂为我国成批生产了诸如万能工具显微镜、万能渐开线检查仪、触针式粗糙度检查仪、接触式干涉仪、干涉显微镜、电感测微仪、气动量仪、圆度仪、三坐标测量机以及齿轮单啮仪等,满足了我国工业生产发展的需要。

为了做好计量管理和开展科学研究工作,1955年我国成立了国家计量局(现为国家质量监督检验检疫总局)。以后又设立中国计量科学研究院,各省、市、县也相应地成立了从事计量管理、检定和测试的机构。

解放以后,我国在计量、测试科学的研究工作中也取得了很大的成绩。自1962~1964年建立了 ^{86}Kr 长度基准以来,又先后制成了激光光电光波比长仪、激光二坐标测量仪、激光量块干涉仪,从而使我国的线纹尺和量块测量技术达到世界先进水平。此外,我国研制成功并进行小批生产的激光丝杆动态检查仪、光栅式齿轮全误差测量仪等,均进入了世界先进行列。近年来,我国又相继开发出了隧道显微镜和原子力显微镜,在纳米测量技术方面也紧跟世界先进水平。

可以预言,随着现代化建设事业的推进,我国的计量测试技术将得到更大的发展。

四、优先数和优先数系

在生产中,为了满足用户各种各样的要求,同一种产品的同一个参数还要从大到小取不同的值,从而形成不同规格的产品系列。这个系列确定得是否合理,与所取的数值如何分档、分级直接有关。优先数和优先数系是一种科学的数值制度,它适用于各种数值的分级,是国际上统一的数值分级制度。目前我国的国家标准为GB 321—2005,国际标准为ISO 3,ISO 17,ISO 497(1973年)。

优先数系之所以要给它制定标准,是因为它有一系列的优点。工程技术上所采用的各项参数指标,特别是需要分等分档的参数指标,采用它可以防止数值传播的紊乱。它不仅适用于标准的制定,也适用于标准制定前的规划、设计,从而把产品品种的发展一开始就引向科学的标准化轨道。因此,优先数系是国际上统一的一个重要的基础标准。

优先数系由一些十进制等比数列构成,代号为Rr(R是renard的第一个字母,r取5,10,20,40,80等),其公比为 $q_r = \sqrt[r]{10}$,它的含义是在每个十进制数的区间(如 $1.0 \sim 10, 10 \sim 100, \dots$ 或 $1.0 \sim 0.1, 0.1 \sim 0.01, \dots$)各有r个优先数,也就是说在数列中,每隔r个数时其末位数与首位数之比增大10倍,如R5,当第一个数为a,公比为 q_5 时,其数列依次为 $a, aq_5, aq_5^2, aq_5^3, aq_5^4, aq_5^5$,则 $aq_5^5/a = 10, q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$,若首位数为1,则在 $1.0 \sim 10$ 区间的数为 $1, 1.6, 2.5, 4.0, 6.3$ 。同理,当为R10时,若首位数为a,则末位数就是 $aq_{10}^{10}, q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$,若首位数是1,则在 $1.0 \sim 10$ 区间R10的数列为 $1, 1.25, 1.6, 2.0, 2.5, 3.15, 4.0, 5.0, 6.3, 8.0$,以此类推。R20, R40和R80的公比将分别为: $q_{20} \approx 1.12, q_{40} \approx 1.06, q_{80} \approx 1.03$ 。其相应的数列列于表绪—1中。由于优先数的理论值多为无理数,表中的数是经过圆整的数(R80未列出)。

另外,优先数系还可在分母中应用,即任何优先数系的倒数所组成的数列仍是优先数系,只是项值增大的方向相反,例如,R10的倒数系列: $\frac{1}{1}, \frac{1}{1.25}, \frac{1}{1.6}, \frac{1}{2.0}, \frac{1}{2.5}, \frac{1}{3.15}, \frac{1}{4.0}, \frac{1}{5.0}, \frac{1}{6.3}, \frac{1}{8.0}$,其值分别为1,0.8,0.63,0.5,0.4,0.315,0.25,0.2,0.16,0.125等。

此外,由于生产的需要,还有 R_r 的变形系列,即派生系列和复合系列。派生系列是指从 R_r 的系列中按一定的项差 p 取值所构成的系列,如 $R_r/p = R10/3$,则其公比 $q_{r/3} = (\sqrt[10]{10})^3 = 2$,其数系为1,2,4,8,等等。复合系列是指由若干个等公比系列混合构成的多公比系列,如10,16,25,35.5,50,71,100,125,160就是由R5,R20/3,R10三个系列构成的复合系列。

数系应用的实例很多,如照相机的光圈就是采用R20/3,而曝光时间采用R10/3的倒数系列,渐开线圆柱齿轮模数第I系列采用R10。在公差标准中尺寸分段(250mm以后)、形位公差、粗糙度参数等等,均采用优先数系。

表绪—1 优先数系的基本系列

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00		3.15	3.15	3.15
			1.06				3.35
		1.12	1.12			3.55	3.55
			1.18				3.75
	1.25	1.25	1.25	4.00	4.00	4.00	4.00
			1.32				4.25
		1.40	1.40			4.50	4.50
			1.50				4.75
1.60	1.60	1.60	1.60		5.00	5.00	5.00
			1.70				5.30
		1.80	1.80			5.60	5.60
			1.90				6.00
	2.00	2.00	2.00	6.30	6.30	6.30	6.30
			2.12				6.70
		2.24	2.24			7.10	7.10
			2.36				7.50
2.50	2.50	2.50	2.50		8.00	8.00	8.00
			2.65				8.50
		2.80	2.80			9.00	9.00
			3.00	10.0	10.0	10.0	10.0

第一章 孔与轴的极限与配合

第一节 概述

圆柱结合的“极限与配合”(公差与配合)是一项应用广泛、涉及面大的重要基础标准。

在机器制造业中,“极限”是用于协调零件的使用要求与制造经济性之间的矛盾;“配合”是反映机器零件之间有关功能要求的相互关系。“极限与配合”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技术标准。“极限与配合”标准,不仅是机械工业各部门进行产品设计、工艺设计和制定其他标准的基础,而且是广泛组织协作和专业化生产的重要依据。“极限与配合”标准几乎涉及国民经济的各个部门,在机械工业中具有重要的作用。

1959年,我国颁布了“公差与配合”国家标准(GB 159~174—59 以下简称旧国标)。这个标准是参照苏联标准(ГОСТ)制定的。

由于科学技术飞跃发展,产品精度不断提高,国际技术交流日益扩大,旧国标已不能适应生产技术发展的要求。原国家标准总局对该标准进行了修订,并于1979年颁布了“公差与配合”新国家标准(GB/T 1800~1804—79),这个标准是参照国际标准(ISO)制定的。

随着时间的推移、技术的进步以及与国际标准接轨,按照等效采用国际标准原则,于20世纪90年代后期,对上述标准进行了修订。将原订的“公差与配合”国家标准(GB/T 1800~1804—79)改名为“极限与配合”国家标准(GB/T 1800, GB/T 1801 和 GB/T 1803)。其中,“极限与配合”国家标准(GB/T 1800)包括下述四部分内容:

- 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》;
- GB/T 1800.3—1998《极限与配合 基础 第3部分:标准公差与基本偏差数值表》;
- GB/T 1800.4—1999《极限与配合 标准公差等级和孔轴的极限偏差表》。

另外,“极限与配合”国家标准(GB/T 1801 和 GB/T 1803)对尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 、尺寸 $> 500 \sim 3150\text{mm}$ 和尺寸至 18mm 范围的公差带与配合做了规定。

“极限与配合”国家标准(GB/T 1804—2000)对一般公差、未注公差的线性和角度尺寸做了规定。

本章主要阐述极限与配合的构成规则和特征。

第二节 极限与配合的基本词汇

为了正确理解和应用“极限与配合”国家标准,必须了解以下基本词汇和定义。

一、有关“尺寸”的术语和定义

1. 尺寸

尺寸是以特定单位表示线性值的数值。

广义地说,尺寸也可以包括以角度单位表示角度尺寸的数值。

2. 孔和轴

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)。

轴:通常指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由两平行平面或切面形成的被包容面)。

如图 1—1 所示的各表面中,图中由 D_1, D_2, D_3 和 D_4 各尺寸确定的包容面,均称为孔,由 d_1, d_2, d_3 和 d_4 各尺寸确定的被包容面,均称为轴,而由 L_1, L_2 和 L_3 各尺寸确定的表面,则不是孔或轴。

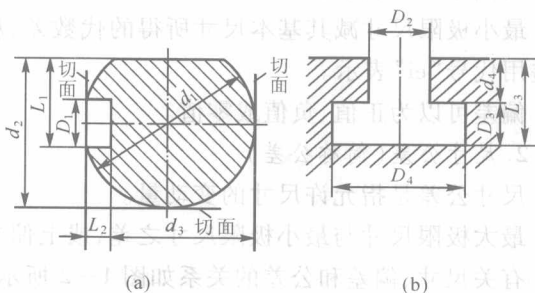


图 1—1 孔和轴

3. 基本尺寸

基本尺寸是设计给定的尺寸。

基本尺寸是设计零件时,根据使用要求,通过刚度、强度计算或工艺结构等方面的考虑,并按标准直径或标准长度圆整后所给定的尺寸。它是计算极限尺寸和极限偏差的起始尺寸,孔、轴配合的基本尺寸相同。

4. 实际尺寸

实际尺寸是通过测量获得的尺寸。

由于测量误差的存在,所以,实际尺寸并非是被测尺寸的真值。同时,由于被测工件形状误差的影响和测量误差的随机性,零件同一表面不同部位的实际尺寸,往往是不相同的。

5. 极限尺寸

极限尺寸是指允许尺寸变化的两个极限值。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(图 1—2)。

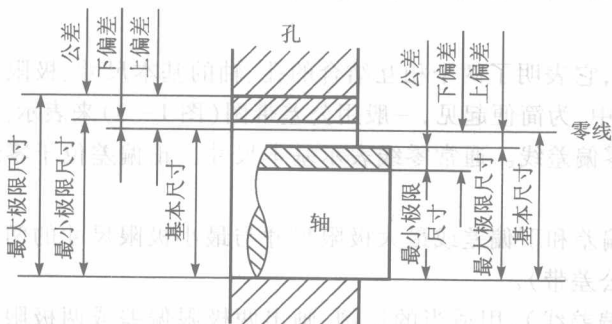


图 1—2 公差与配合示意图

6. 最大实体状态(MMC)最大实体尺寸(MMS)

孔或轴在尺寸极限范围内,具有材料量为最多时的状态,称为最大实体状态(MMC)。在此状态下的尺寸,称为最大实体尺寸(MMS)。它是孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸的统称。