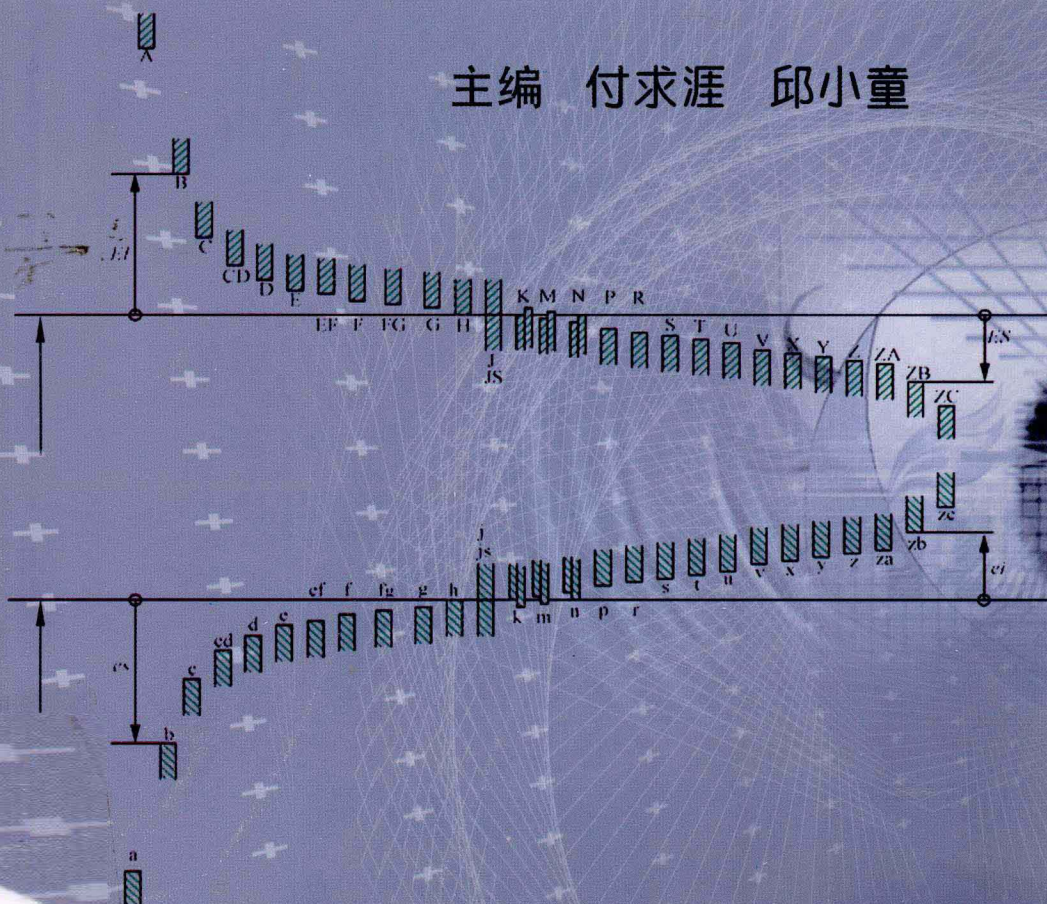




普通高等教育“十二五”规划教材

互换性与技术测量

主编 付求涯 邱小童



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

互换性与技术测量

主 编 付求涯 邱小童
副主编 王平山 黄晓东
参 编 孙 伟 邹 伟

常州大学图书馆
藏书章

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书系统而精炼地阐述互换性与技术测量的基本知识。全书内容包括绪论,孔、轴的极限与配合,几何量基础,几何公差与检测,表面粗糙度与检测,光滑工件尺寸的检测,常用结合件的互换性,圆柱齿轮传动的公差与轮检测以及尺寸链共9章。各章后有复习思考题和作业。

全书采用最新标准,侧重讲清概念和标准的应用,并对重要概念的发展历史进行介绍,以利于读者更好把握和理解。另外,结合实例分析重点难点问题。同时本书注意突出应用型特色,并兼顾适合科技发展的趋势。

本书可作为高等院校机械类和近机类各专业互换性与技术测量课程的教材,也可供机械制造工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量 / 付求涯, 邱小童主编. -- 北京:
北京航空航天大学出版社, 2011.7

ISBN 978-7-5124-0456-4

I. ①互… II. ①付… ②邱… III. ①零部件—互换性
②零部件—测量技术 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 091448 号

版权所有,侵权必究。

互换性与技术测量

主 编 付求涯 邱小童

副主编 王平山 黄晓东

参 编 孙 伟 邹 伟

责任编辑 李 欣

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpess@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京市彩虹印刷有限责任公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×1 092 1/16 印张: 16.25 字数: 416 千字

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷 印数: 3 000 册

ISBN 978-7-5124-0456-4 定价: 32.50 元

机械设计制造及其自动化专业系列教材

编写委员会

总顾问

傅水根

顾问

袁军堂 李春峰

主任

童幸生

委员 (排名不分先后)

赵延永 王 华 孙德勤 李喜武 肖庆和 赵丽萍(女) 谭晓东
桂兴春 袁祖强 黄晓鹏 谢忠东(女) 董鹏敏 韩泽光 王景立
侯祖飞 张克义 符春生 京玉海 罗军明 易 军 付求涯
吴 军 解念锁

本书编写人员

主 编

付求涯 邱小童

副主编

王平山 黄晓东

参 编

孙 伟 邹 伟

总 序

针对我国科学技术和国民经济发展的需要,以及我国高等理工科院校人才培养中出现工程能力比较薄弱,学生毕业后难以很快适应企业和社会的需求等问题,教育部提出了“卓越工程师培养计划”。就是要在大学培养的整个过程中,逐步扭转过去那种偏于系统理论而轻视工程实践的倾向,要更多地增加工程实践的教学内容和时间,使学生在知识、素质和能力三个方面得到全面和综合的发展,培养学生的创新设计能力和创新实践能力,尽快将我国由“制造大国”发展为“制造强国”。因此,尽管在大学的教学体系中,需要做好的工作涉及方方面面,但编写或选用一套优秀的系列教材是非常基本和非常重要的。

在我们为机械设计制造及其自动化专业编写的系列教材中,为了实现教育部卓越工程师的培养计划,针对应用型人才培养,准备采取下列重要措施:

1. 在系列教材编写中,适当的理论知识仍然是不可缺少的。因为理论知识仍然是工程应用中的重要基础。但问题在于,必须把理论知识的学习更多地与工程实践、工程应用结合起来,使学生不仅能够掌握比较丰富的理论知识,而且由于有一系列为理论知识配套的教学实验、工程实践和工业实践,使学生能有机会增强工程实践能力和提高工程素养,有利于将知识学好、学活和用好、用活。这样,就可能将学生的学习积极性最大限度地调动起来。

2. 编写一套优秀的教材,必须选好编写教材的作者。我们所选择的主编、参编和主审,除了必须具有高度的育人责任感、较高的学术造诣和丰富的教学经验外,还必须具有较强的解决工程实际问题的能力,有些作者本身就有发明创造。他们懂得培养一名优秀的工程师应该编写出什么样的教材。这样编写出的教材,可更好地贯彻终身学习的理念,培养学生的自学能力,因此具有更好的实用价值。

3. 机械设计制造及其自动化,是国家科技和国民经济发展的一个非常重要的专业领域,属于机电一体化的范畴。本专业培养出的人才,在我国有着极其广泛的应用领域。因此,我们编写出的教材,在考虑适当的基础理论知识的同时,特别强调工程实现的方法论,要采用多样化的案例教学,使理论知识和工程实际

立的两个体系,而本课程正是将公差标准与计量技术有机地结合在一起的一门技术基础学科。本学科的基本理论是误差理论,基本数学研究方法是数量统计,研究中心是机器使用要求与制造要求的矛盾,解决方法是规定公差,并用计量测试手段保证其贯彻实施。

本书根据最新国家标准,参考了许多同类教材,专门为应用型工科院校(包括独立的技术学院)的互换性与测量技术基础课程而编写。本教材具有以下特点:

- (1)依据教学大纲基本要求,注重基础内容和标准应用,以方便自学;
- (2)适用于应用型工科院校的机械类专业,计划授课 40 学时左右,教师可根据需要对课时进行调整;
- (3)理论联系实际,结合零件精度设计实例对公差标准应用问题进行分析;
- (4)对重要概念的发展历史及演变进行介绍,激发学习兴趣;
- (5)对重点术语提供了英文相应术语,以利于读者对外技术交流和进入外企公司。

本书由江西理工大学的付求涯、邱小童担任主编,黑龙江科技学院的王平山、江西理工大学的黄晓东担任副主编,甘肃农业大学的孙伟、江西理工大学的邹伟也参与了编写工作。全书由付求涯、邱小童负责统稿和定稿。

由于编者的水平、时间有限,书中难免存在错误和不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 4 月

前言

现代科学技术已进入以计算机科学、信息技术、光电子技术、机器人技术、航空航天技术、纳米技术、生物工程等学科为标志的新的发展时期。制造业正处于由劳动密集、资本密集逐步向科学技术密集、智力密集方向发展,由单一品种、大批量生产逐步进入多品种、小批量综合生产系统发展的阶段。由此可见,制造业是国民经济的基础,过去是这样,现在是这样,将来也是这样。互换性与技术测量是与机械、电子、仪器等制造工业发展紧密联系的基础学科,它不仅将涉及制造业的标准化领域与计量领域的有关知识等紧密地结合在一起,而且涉及机械设计、机械制造、质量控制、生产组织管理等许多方面,因此本学科实际上是一门综合性应用技术基础学科,内容涉及机械产品及其零部件的设计、制造、维修、质量控制与生产管理等多方面标准及其技术知识。

在教学计划中,本课程有联系设计类课程与制造工艺类课程的纽带作用,也有从基础课及其他技术基础课教学过渡到专业课教学的桥梁作用。

本课程的任务在于使学生获得互换性与技术测量方面的基本知识与一定的工作能力,为进一步应用公差标准及掌握测试技术打下基础。具体要求有:

(1)建立互换性的基本概念,了解公差配合标准及其应用。明确本学科的基本观点,确切了解并熟悉互换性方面的基本术语,能看懂并绘制公差与配合图解,熟悉圆柱体公差与配合制的结构、规律、特征及基本内容,知道其他公差制的特点与主要内容,知道选择公差与配合的原则与方法,会应用公差表格,能正确进行图样标注。

(2)建立技术测量的基本概念,了解基本测量的原理与方法。具备一般技术测量的基本知识,了解车间常用测量方法与测量器具的原理,有初步的测量操作技能,知道分析测量误差与处理测量结果,会设计检验圆柱形工件的量规。

为达到教学目的,建议本课程安排在“机械原理”课之后,而稍后于“机械零件”或与之并行,但宜在“机械零件”课程设计结束之前讲完。同时,在学习本课程之前,要求学生通过“金属工艺学”教学及工程实习获得机械加工的一般感性认识。

本课程由“公差配合”与“技术测量”两部分组成,这两部分有一定的联系,但又自成体系。其中“公差配合”属标准化范畴,而“技术测量”属计量学范畴,是独

应用紧密结合,要提高教材的实用性、可读性和趣味性,并配以规范而丰富的插图。与此同时,充分运用好学校的校园网络,将教师授课的课件,以及其他课程资源充分利用起来。

无论对国家,还是对个人,“卓越工程师”都是个努力奋斗的目标。除了在大学阶段教师和学生的共同努力外,还需要学生毕业后经历若干年工程实际项目的历练和洗礼,不断积累工程经验、增长才干,甚至遭遇挫折,才能得以实现。我们希望,通过覆盖本专业课程中本系列教材的使用,将学生的学习潜力充分调动起来,使理论学习不仅是与作业练习,而且与实验教学、工程实践、工业实践和创新实践紧密结合起来,在大学的工程教育与社会需求之间架起一座宽广的桥梁。这样,我们培养出来的学生将能较快地适应企业和社会的需要,并在未来的发展中开创更加辉煌的未来!

傅水根

2011年3月于北京

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 互换性的意义与作用	1
1.2 标准化与优先数系	7
1.3 几何量精度设计与测量技术	12
+-----+	
第 2 章 孔、轴的极限与配合	14
2.1 概 述	14
2.2 基本术语与定义	15
2.3 极限与配合的国家标准	26
2.4 极限与配合选择的综合分析	45
2.5 线性与角度尺寸的未注公差	54
+-----+	
第 3 章 几何量测量基础	56
3.1 测量与检验的概念	56
3.2 长度和角度计量基准与量值传递	57
3.3 计量仪器和测量方法分类	63
3.4 测量误差	68
3.5 各类测量误差的处理	73
3.6 直接测量列的数据处理	76
+-----+	
第 4 章 几何公差与检测	80
4.1 概 述	80
4.2 几何公差及其功能要求	85
4.3 公差原则	102
4.4 几何公差的选择	114
4.5 几何公差的标注	122
4.6 几何误差的检测	125
+-----+	
第 5 章 表面粗糙度与检测	134
5.1 表面粗糙度的概念及其对零件使用性能的影响	134
5.2 表面粗糙度的评定	136
5.3 表面粗糙度的选用	143
5.4 表面结构的标注	146
5.5 表面粗糙度的测量	151

第 6 章 光滑工件尺寸的检测	156
6.1 基本概念	156
6.2 光滑极限量规设计	161
第 7 章 常用结合件的互换性	170
7.1 滚动轴承与孔轴结合的公差与配合	170
7.2 螺纹联接的公差与配合	181
7.3 键与花键结合的公差与配合	192
7.4 圆锥结合的公差与配合	202
第 8 章 圆柱齿轮的公差与检测	210
8.1 齿轮的使用要求及加工误差分类	210
8.2 单个齿轮的评定指标及其检测	214
8.3 齿轮副的评定指标及其检测	225
8.4 渐开线圆柱齿轮精度标准	228
第 9 章 尺寸链	235
9.1 尺寸链概述	235
9.2 尺寸链的建立与分析	238
9.3 完全互换法	240
9.4 大数互换法	245
参 考 文 献	250

学习要点

目的:使学生初步了解本门学科的任务与基本内容,调动学习积极性。

内容:

- (1)掌握互换性概念的基本内容、互换性的作用、互换性的种类及其应用;
- (2)了解在机械产品的制造、装配、维修和使用过程中,一般遵循“互换性”原则的理由;
- (3)掌握实现互换性的条件;
- (4)掌握优先数和优先数系构成的特点;
- (5)了解标准化意义及标准化与互换性的关系;
- (6)明确本课程的性质与基本要求。

1.1 互换性的意义与作用

1.1.1 互换性的概念

互换(interchange)是一个有时空内涵的广义的概念,字面上的含义并不难理解。它应包括在一定时空条件下的“等价”、“等质量”、“等尺寸”甚至“等利益”等广泛的社会意义。当然,这里的“等”并不是数学式子中的严格符号。

互换性(interchangeability),广义上说,是指一种产品、过程或服务能够代替另一种产品、过程或服务,并且能满足同样要求的能力。一般地,是特指在机械设计和制造中为了在一定的时间和空间条件下(如全球,国家,地区,行业,企业等)尽量满足用方和产方的利益而提出的一个概念。这个概念的前提是必须按约定的标准或规定的技术条件进行设计和制造。在这个前提下生产出来的同规格的合格产品(主要指零件和部件),在机器装配时,在随机取样条件下是可互换的。

互换性在日常生活中随处可见。例如,灯泡坏了换个新的,自行车的零件坏了也可以换新的,计算机中的同一张磁盘可在不同品牌的计算机上使用。这里提到的灯泡、自行车零件和计算机磁盘,同一规格内可以互相替换使用,它们都是具有互换性的零件。进一步考察各种机器产品,就会发现更多具有互换性的零部件,如齿轮、变速箱、液压元件、发动机活塞、连

杆和曲轴等,只要是同规格的合格产品,无论哪个厂家生产,都可互换。这是因为合格的产品和零部件都具有在材料性能、几何尺寸、使用功能上彼此互相替换的性能,即具有互换性。

制造业生产中,经常要求产品的零部件具有互换性。制造业的产品或者机器由许多零部件组成,而这些零部件是由不同的工厂和车间制成的。在装配时从加工制成的同一规格的零部件中任意取一件,不需要任何挑选或修配,就能与其他零部件安装在一起而组成一台机器,并且达到规定的使用功能要求。因此,零部件的互换性就是指同一规格零部件按规定的技术要求制造,能够彼此相互替换使用而效果相同的性能。显然,互换性应同时具备三个条件:

- ①装配或维修更换前,不用挑选;
- ②装配或维修更换时,不需调整、不经修配;
- ③装配或维修更换后,能满足使用(性能)要求。

具有互换性的零件或部件,实际是由它们的质量参数所决定的,如几何参数(尺寸参数、形状参数、位置参数和表面粗糙度参数等)、物理参数(硬度、强度和刚度等)和化学参数(构成材料的成分)等。本课程只讨论几何参数的互换,后面互换性分类中还会提及。

零件 A 与零件 B 可互换,并不意味着零件 A=零件 B,众所周知,数学理论中的“等于”是用于不存在误差的两者之间的,如果两者之间存在误差则应该是近似等于。制造零件的过程中,由于各种因素(机床、刀具、温度等)的影响,零件的尺寸、形状和表面粗糙度等几何量难以达到理想状态,总是有或大或小的误差。但从零件的使用功能角度看,不必要求零件几何量绝对准确,只要求零件几何量在某一规定的范围内变动,即保证同一规格零部件(特别是几何量)彼此接近。这个允许几何量变动的范围叫做几何量公差。这也是本课程所讲公差的范畴。

为了保证零件的互换性,要用公差来控制误差。设计时要按标准规定公差,而加工时不可避免会产生误差,因此要使零件具有互换性,就应把完工的零件误差控制在规定的公差范围内。设计者的任务就是要正确地确定公差,并把它在图样上明确表示出来。在满足功能要求的前提下,公差值应尽量规定得大一些,以便获得最佳的经济效益。

1.1.2 互换性的作用

现代机械工程的含义应该涵盖设计、制造、销售、使用和维修几个方面。那么,互换性原则无论在哪个方面都体现了它的技术意义和经济意义。

1. 互换性原则的技术意义

(1)在设计方面,有利于最大限度采用标准件和通用件,大大简化绘图和计算工作,缩短设计周期,有利于产品更新换代和计算机辅助设计(CAD)技术应用,对发展产品的多样化、系列化,促进产品结构、性能的不断改进都起着重大作用。

(2)在制造方面,有利于组织专业化生产,采用先进工艺和高效率的专用设备,以及采用计算机辅助制造(CAM)技术,提高生产效率。

值得一提的是,互换性生产是随着大批量生产而发展和完善起来的,它不仅在大批量生产中广泛采用,而且在生产由单一品种的大批量生产,逐步向多品种、小批量生产发展中,以及由传统的生产方式向现代化的数字控制(NC)、计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)及柔

性制造系统(FMS)和更先进的计算机集成制造系统(CIMS)的逐步过渡中也发挥重要的作用,并且往往提出更加严格的要求。

(3)在装配方面,由于零件有互换性,不需辅助加工和修配,故能减轻装配工的劳动量,缩短装配周期,并且可以使装配工作按流水作业方式进行,使装配的生产率大大提高。

(4)在使用和维修方面,可以减少机器的维修时间和费用,保证机器能连续持久的运转。提高了机器的使用寿命。

2. 互换性原则的社会意义

互换性原则不仅是机械制造中的一种技术措施,而且是一个社会技术进步的标志。它为现代制造业奠定了基础,而制造业在整个国民经济中所占的比例很大,它是社会财富的主要来源。

总之,互换性在提高产品质量和可靠性,提高经济效益等方面均具有重大意义。互换性原则是机械工业生产的基本技术经济原则。

应当注意的是,互换性原则不是在任何情况下都适用。有时,只有采取单个配置才符合经济原则,这时零件虽不能互换,但也存在公差与检测要求。

1.1.3 互换性的种类

根据使用要求及互换程度、参数、部位和范围的不同,互换性可分成不同的种类。

1. 按互换的程度分类

按不同场合对于零部件互换的形式和程度的不同要求,可以把互换性分为完全互换性(绝对互换)和不完全互换性(有限互换)两类。

(1)完全互换性简称互换性,以零部件装配或更换时不需要挑选或修配为条件。孔和轴加工后只要符合设计的规定要求,就具有完全互换性。

特点:不限定互换范围,以零部件装配或更换时不需要挑选或修配为条件。

(2)不完全互换性,在零部件装配时允许有附加条件的选择或调整。不完全互换又可分为大数互换(概率互换)、分组互换、调整互换与修配互换等。

特点:因特殊原因,只允许零件在一定范围内互换。如机器上某部位精度愈高,相配零件精度要求就愈高,而且加工困难,制造成本高。

为此,生产中往往把零件的精度适当降低,以便于制造,然后再根据实测尺寸的大小,将制成的相配零件分成若干组,使每组内的尺寸差别比较小,最后,再把相应的零件进行装配。适用范围主要是批量和单件生产。

1) 大数互换

如果说完全互换是同批量零部件中100%可互换的话(即危率 $\alpha=0$),那么大数互换是根据实际加工误差(随机误差)分布的规律,在大批量生产中,绝大多数尺寸均趋向它们的期望值(平均值),而分布于极限位置附近(即公差带两端)的尺寸是很少的,为此根据需要,人为规定一个小于1的危率 α (我国以及世界上大多数国家通常规定 $\alpha=0.0027$),使互换性概率控制在 $p=1-\alpha$ 范围内,这种互换称为大数互换。

2) 分组互换

误差具有传递性,也就是说一个系统中的总误差是组成该系统的各分误差的合成。若总误差要求控制在很小的范围(即精度要求很高),那么组成该系统的各分误差就应更小(即精度更高)。对于一个机械产品(如滚动轴承的内外圈与滚动体,发动机的活塞与活塞销、连杆和曲轴等)由多个零件所组成,部件的精度要求高,根据误差合成的原理,各零部件的精度要求就更高,这势必要增加零件的加工成本,有的甚至用常规的加工方法还难于达到其精度要求。为此可增大零件的加工误差,然后将相关的零件尺寸一一测量出来,根据零件的实际尺寸分成若干组(装配精度要求越高,分组数就越多),按组进行装配,仅组内零件可互换,组与组之间不可互换。这种方法就称其为分组互换法。滚动轴承等精度要求高的产品,都是按这种方法生产的。

3) 调整互换

由于受装配精度的要求或受装配误差累积的影响,有些机械产品(如机床,齿轮箱等),在装配过程中除留下某一个零件或零件位置作为装配环中的精度调整或累积误差的补偿外,装配环中的其他各零件仍按互换性原则生产。因为有调整环存在,所以在不改变调整环尺寸的条件下,装成的机械产品的零件是不能互换的。除非重新设置调整环零件的尺寸。这种采用更换零件或改变零件位置(如增减或更换垫片、垫圈等)来改变补偿环尺寸大小的方法称为调整互换。

4) 修配互换

与调整互换原理类似,只是将补偿环的零件用钳工或其他方法精确的修配(通常是去除多余的材料),以期达到装配精度的要求。

2. 按互换的部位分类

对标准零部件或机构来讲,其互换性又可分为内互换性和外互换性。

①内互换性是指部件或机构内部组成零件间的互换性。

②外互换性是指部件或机构与其相配合件间的互换性。

例如,滚动轴承内、外圈滚道直径与滚动体(滚珠或滚柱)直径间的配合为内互换性;滚动轴承内圈内径与传动轴的配合、滚动轴承外圈外径与壳体孔的配合为外互换性。

3. 按互换的参数分类

按互换的参数或参数的功能分,互换性可分为几何参数互换性与功能参数互换性。

①几何参数互换性是指通过规定几何参数的极限范围以保证产品的几何参数值充分近似所达到的互换性。此为狭义互换性,即通常所讲的互换性,有时也局限于反映保证尺寸配合或装配要求的互换性。

②功能互换性是指通过规定功能参数的极限范围所达到的互换性。功能参数既包括几何参数,也包括其他一些参数,如力学性能参数、化学参数、物理参数。此为广义互换性。

1.1.4 互换性生产简史

互换性的发展与工业生产相联系,与机械工程学科的发展密切相关,如图1-1所示。在互换性生产出现以前,配合零件都是通过“以孔配轴”或“以轴配孔”的方式在手工作坊中

靠“配作”方式制造,装配时必须对号入座,生产效率低,零配件没有互换性。

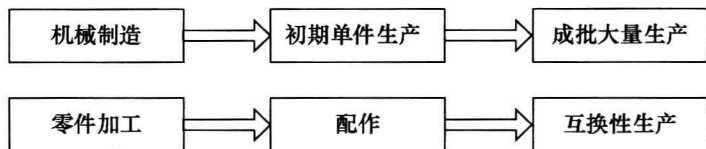


图 1-1 互换性的发展

实际上互换性原理始于兵器制造。在中国,早在战国时期(前 476—前 222)生产的兵器便能符合互换性要求。西安秦始皇陵兵马俑坑出土的大量弩机(当时的一种远射程的弓箭)的组成零件都具有互换性。这些零件是青铜制品,其中方头圆柱销和销孔已能保证一定的间隙配合。

互换性生产是从出现的第一个标准量规开始的。最早是按一个标准的轴或孔来制造孔或轴,不久将这种标准的孔或轴做成卡规或塞规。标准量规是单个使用的,对零件要求过高(要求恰好紧密地通过零件),因此其使用受到限制。

事实上,使用要求不是绝对的,间隙略有变动(不超过一定范围),也能满足使用要求,因此允许孔、轴实际尺寸在一定的范围内变动。这就产生了按公差制造的思想,与其相适应,在计量手段上出现了极限量规,即按孔、轴允许的最大尺寸和最小尺寸分别做成的两套量规。

互换性最早体现在 H. 莫兹利与 1797 年利用其创制的螺纹车床所生产的螺栓和螺母上。同时期,美国工程师 E. 惠特尼用互换性生产方法批量生产火枪实现了零件互换,形成了所谓的“美国生产方法”。随着织布机、缝纫机和自行车等新的机械产品的大批量生产的需要,又出现了高精度工具和机床,促使互换性生产由军火工业迅速扩大到一般机械制造业。20 世纪初,汽车工业迅速发展,H. 福特在汽车制造上又创造了流水装配线。大量生产技术加上 F. W. 泰勒在 19 世纪末创立的科学管理方法,使汽车和其他大批量生产的机械产品的生产效率很快达到了过去无法想象的高度。

最早使用极限量规检验工件的国家集中在欧洲的英、法、德和俄等几个国家。后来日本引进了德国的步枪制造技术,也同时引进了其“极限量规”的检验方法,这使日本的造枪技术自 20 世纪初以来长期在亚洲处于领先地位。由此也可以看出,互换性原理对机械工业的发展是有着极大促进作用的。正是由于这种有目共睹的实际效果,世界各国纷纷效仿。我国对互换性原理的采用最早也是出现在兵器工业中,如 1931 年的沈阳兵工厂和 1937 年的金陵兵工厂也引进了国外先进的制造和检测技术,其结果是这两个兵工厂生产了当时中国最好的枪炮。后来,各国逐渐将这一原理推广到民用产品中。

由于批量大和零部件品种多,就更加要求组织专业化集中生产和广泛的协作。要实现互换性,除了上面提到的计量技术以外,还需要制定标准。工业标准是实现生产专业化与协作的基础。圆柱体结合的极限与配合制(简称公差制)是机械工程方面特别重要的互换性基础标准。公差制的发展和变革不仅影响机械制造工业的兴衰,甚至影响国家整个标准体系的格局。

初期公差制以 1902 年英国纽瓦尔(Newall)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”为最早的代表,也是最简单的公差制。1906 年,英国颁布了国家标准

B. S. 27, 1924 年英国又制定了国家标准 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。初期公差只有基孔制, 配合数目很少, 比较简单。主要特点是用一个符号或名称代表一对极限偏差, 其公差带的大小与位置是联系在一起的, 同时用一个代号或名称标识。

在公差制的发展史上, 德国标准 DIN 占有重要的地位, 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定的, 最初的报告出版于 1932 年, 内容只包括尺寸 1~180 mm 范围的提案。后来的报告将尺寸范围扩大到 500 mm, 以草案形式发表于 1935 年。最后以《ISA 公差与配合制》公布于 ISA 25 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、英国和美国等 18 个国家, 为加强反法西斯战争的战斗力的, 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。

1988 年, ISO/TC3 将 ISO/R286 修订为两个标准: ISO 286—1: 1998《ISO 极限与配合制, 第一部分: 公差、偏差与配合基础》, ISO 286—2: 1998《ISO 极限与配合制, 第二部分: 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表》。ISO/R 1938 也被修订为 ISO 1938。

1996 年, 一个新的技术委员会 ISO/TC213 正式建立, 将原来分属于 ISO/TC3 (极限与配合)、ISO/TC10/SC5 (尺寸和公差的表示方法, 包括形位公差) 及 ISO/TC57 (表面特征及其计量学) 三个委员会的技术标准统一协调, 提出了 GPS (几何产品技术规范, geometrical product specification) 的概念和 GPS 标准体系, 这些 GPS 标准也称为第一代 GPS 语言。之后为了适应计算机的表达、处理和数据传输, 以及先进的数字化制造方法和技术等, GPS 又

发展到新一代,也称之为第二代 GPS,形成了国际公差制并得到发展。

我国的公差标准也在随着国际标准的变化不断地更新。1958 年发布第一批 120 项国家标准。从 1959 年开始,陆续制订并发布了公差与配合、形状和位置公差、公差原则、表面粗糙度、光滑极限量规、渐开线圆柱齿轮精度、极限与配合等许多公差标准。我国在 1978 年恢复为 ISO 成员国,承担 ISO 技术委员会秘书处工作和国际标准草案的起草工作。从 1979 年开始,我国制订并发布了以国际标准为基础的新的公差标准。从 1992 年开始,我国又发布了以国际标准为基础进行修订的“/T”类新公差标准。1996 年,我国又将公差与配合标准改名为《极限与配合》。同年,一套基于计量数学的 GPS 标准开始陆续制定。2008 年,新修订的 GB/T 1182 发布,其名称由《形状和位置公差 通则、定义、符号和图样表示法》更名为《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注》。2009 年,GB/T 4249《产品几何技术规范(GPS) 公差原则》、GB/T 16671《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》发布。极限与配合标准 GB/T 1800.1、GB/T 1800.2、GB/T 1801 和表面结构、表面粗糙度标准 GB/T 131、GB/T 3505 以及 GB/T 1031 修订后也于 2009 年发布。

1.2 标准化与优先数系

1.2.1 标准与标准化

现代制造业生产的特点是规模大、分工细、协作单位多和互换性要求高。为了适应生产中各部门的协调和各生产环节的衔接要求,必须有一种手段,使分散的、局部的生产部门和生产环节保持必要的统一,成为一个有机的整体,以实现互换性生产。标准与标准化正是联系这种关系的主要途径和手段。实行标准化是互换性生产的基础。

1. 标 准

标准(standard)是为了在一定的范围内获得最佳秩序,经协商一致并由公认机构批准,对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件。标准对于改进产品质量,缩短产品生产制造周期,开发新产品和协作配套,提高社会经济效益,发展社会主义市场经济和对外贸易等有很重要的意义。

标准一般以文字、图表的形式出现。如机械工程中的制图标准,各种公差标准等。标准有的也以实物形式出现,通常称其为实物标准,如各种计量标准中的标准质量(砝码),标准长度(标准米尺),标准电阻等。

2. 标准化

标准化(standardization)是指为了在一定的范围内获得最佳秩序,对实际或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动。标准化是社会化的重要手段,是联系设计、生产和使用方面的纽带,是科学管理的重要组成部分。标准化对于改进产品、过程和服务的适用性,防止贸易壁垒,促进技术合作方面具有特别重要的意义。