



高等院校机械电子应用技术系列规划教材

互换性与技术测量

(第3版)

◎魏斯亮 李时骏 主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校机械电子应用技术系列规划教材

互换性与技术测量

(第3版)

主 编 魏斯亮 李时骏
副主编 秦春明 冯永平 丁阳喜
主 审 李伟光

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了互换性与技术测量的基础知识,包括:互换性、标准与标准化,极限与配合标准,几何公差标准,表面粗糙度标准,技术测量基础知识,普通螺纹的公差与配合,滚动轴承的公差与配合,键与花键的公差与配合,渐开线圆柱齿轮精度标准,尺寸链计算方法等,共计10章。

本书第3版根据2014年5月底之前颁布的最新国家标准和国家标准化指导性技术文件GB/Z 20308—2006《产品几何技术规范(GPS)总体规划》进行编写,全书突出对公差带特点的分析与应用,突出对重点、难点问题的讨论,在各章基本内容之后均附有习题,在各章中均有解题所需的公差表格,以方便教学与读者自学。

本书可作为高等院校机械类、机电类、材料成型类、仪器仪表类、机电设备类等各专业“互换性与技术测量”课程的教学用书,也可供机械设计制造工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量/魏斯亮,李时骏主编.—3版.—北京:北京理工大学出版社,2014.6

ISBN 978-7-5640-6609-3

I. ①互… II. ①魏…②李… III. ①零部件-互换性-高等学校-教材
②零部件-测量技术-高等学校-教材 IV. TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第195774号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京高岭印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/16.75

字 数/386千字

版 次/2014年6月第3版 2014年6月第1次印刷

印 数/1~3500册

定 价/35.00元

责任编辑/陈莉华

文案编辑/陈莉华

责任校对/周瑞红

责任印制/马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

第3版前言

本书自2007年出版以来,受到广大师生和相关技术人员的欢迎,前两版市场销售量已达38 000册,取得了较好的社会效果。根据读者反映和目前收集到的宝贵意见,结合我国最新国家标准的修订现状,现对本书再次修订,出版《互换性与技术测量》(第3版)。

本书第3版修订的重点是:(1)根据2014年5月底之前颁布的我国最新国家标准文本资料,修订更新了本书有关章节的内容;(2)根据我国国家标准化指导性技术文件GB/Z 20308—2006《产品几何技术规范(GPS)总体规划》,介绍了GPS标准体系的基本概念和定义,从总体上介绍了GPS标准的体系框架,介绍了一系列现行GPS国家标准在GPS通用标准矩阵模型中的分布情况;(3)根据我国国家标准的最新文本,全面介绍了《产品几何技术规范(GPS)极限与配合》《产品几何技术规范(GPS)几何公差》《产品几何技术规范(GPS)表面结构》等现行GPS国家标准的主要内容。

本书第3版由魏斯亮、李时骏担任主编,秦春明、冯永平、丁阳喜担任副主编。华东交通大学理工学院特聘教授魏斯亮编写第1、3章,江西科技师范大学副教授李时骏编写第2、8章,南昌航空大学秦春明编写第4、6章,南昌大学科技学院冯永平编写第5、7章,井冈山大学高芝、华东交通大学理工学院特聘教授熊翔辉、华东交通大学教授丁阳喜共同编写第9、10章。魏斯亮负责全书统稿。华东交通大学理工学院黎旭初参加了本书的编写工作。

本书由华南理工大学博士、博士生导师、教授李伟光担任主审。

本书第3版修订过程中参考了若干已出版的同类教材,均已列入本书“参考文献”中,谨向这些同类教材的作者表示衷心感谢。由于笔者的水平有限,本书难免存在错误和不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

第2版前言

本书自2007年8月出版后，已使用了两年。在此期间，我国的互换性基础标准又在不断更新。为了在教材中能及时反映这些成果，特此进行修订。

本次修订的重点是第1章互换性与标准化、第2章极限与配合公差、第3章形状和位置公差、第4章表面粗糙度标准、第9章渐开线圆柱齿轮传动公差，特别是关于几何要素的一系列术语和定义、公差原则、技术产品文件中表面结构的表示法等内容，根据新国标几乎全部重新编写。

本书第2版由魏斯亮、李时骏担任主编，秦春明、郭纪林、丁阳喜担任副主编。华东交通大学理工学院魏斯亮编写第3章，熊翔辉编写第2、6章，洪家娣编写第4、10章；南昌航空大学秦春明编写第1、5、8章；江西科技师范学院李时骏编写第7、9章。魏斯亮负责全书统稿。

本书由华南理工大学博士、博士生导师、教授李伟光担任主审。

本书第2版修订过程中参考了若干已出版的同类教材，均已列入本书“参考文献”中，谨向这些同类教材的作者表示衷心感谢。由于笔者的水平有限，本书难免存在错误和不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

第1版前言

“互换性与技术测量”是高等院校机械类、机电类、材料成型类、仪器仪表类、机电设备等各专业学生必修的一门重要技术基础课程，是联系基础课学习、实践课学习和专业课学习之间的纽带和桥梁，涉及多方面的专业技术基础理论和实践知识。本课程将互换性的基本原理、标准化的生产管理思想、几何量计量测试技术手段等相关知识融合在一起，与机械设计、机械制造、产品质量控制等多方面问题密切相关，是机械工程技术人员和管理人员必备的专业基础知识和技能。

本书根据2005年年底之前颁布的最新国家标准进行编写，在编写过程中参考了许多已出版的同类教材，融入了编者多年教学实践中积累的心得体会和教学经验。在保证教材内容的全面性和系统性的前提下，本书取材力求少而精，重点讲清基本概念和有关标准的选用方法，介绍几何误差的测量原理，结合实例分析重点、难点问题，以便通过教学使学生掌握本课程的基本内容，为后续课程的学习或学生今后从事机电产品的设计、制造、维修、管理打下坚实的技术基础。

本书由魏斯亮、李时骏担任主编，秦春明、郭纪林、丁阳喜担任副主编。华东交通大学魏斯亮编写第3、5、9章，丁阳喜编写第4、7章；南昌大学郭纪林编写第1、6、8章；江西科技师范学院李时骏编写第2、10章。南昌理工学院顾吉仁、李玉满、钟良伟、黎旭初和湖南普来得机械有限公司王玉琢、鲁祖荣参加了本书的编写工作。

本书由华南理工大学博士、博士生导师、教授李伟光担任主审。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 互换性、标准与标准化	(1)
1.1 互换性的意义和作用	(1)
1.2 标准与标准化	(2)
1.3 产品几何技术规范 (GPS)	(4)
1.4 优先数和优先数系	(8)
1.5 零件几何误差、公差及检测	(11)
1.6 本课程学习方法指导	(12)
习题	(13)
第 2 章 极限与配合标准	(14)
2.1 基本术语及定义	(14)
2.2 标准公差系列	(22)
2.3 基本偏差系列	(23)
2.4 配合种类的标准化	(30)
2.5 一般公差——未注公差的线性和角度尺寸的公差	(34)
2.6 大尺寸段、小尺寸段公差与配合简介	(37)
2.7 极限与配合标准的选择应用	(42)
习题	(50)
第 3 章 几何公差标准	(52)
3.1 概述	(52)
3.2 形状公差	(56)
3.3 方向、位置和跳动公差	(60)
3.4 公差原则	(74)
3.5 几何公差的选择方法	(89)
3.6 几何公差的标注	(98)
3.7 几何公差选择举例	(102)
3.8 几何误差的检测	(104)
习题	(115)
第 4 章 表面粗糙度标准	(119)
4.1 概述	(119)
4.2 表面粗糙度标准	(121)

4.3	表面粗糙度参数选用及标注方法	(126)
4.4	表面粗糙度的测量	(136)
	习题	(140)
第5章	技术测量基础知识	(141)
5.1	技术测量概述	(141)
5.2	计量器具与测量方法	(144)
5.3	测量误差及数据处理	(151)
5.4	光滑工件尺寸的检验	(159)
5.5	光滑极限量规设计	(163)
	习题	(170)
第6章	普通螺纹的公差与配合	(171)
6.1	普通螺纹的基本牙形和几何参数	(171)
6.2	普通螺纹几何参数对螺纹互换性的影响	(176)
6.3	普通螺纹的公差与配合	(180)
6.4	普通螺纹的测量	(187)
	习题	(189)
第7章	滚动轴承的公差与配合	(190)
7.1	概述	(190)
7.2	滚动轴承精度等级及其应用	(190)
7.3	滚动轴承公差带的特点	(191)
7.4	滚动轴承与轴颈及外壳孔的配合	(193)
	习题	(201)
第8章	键与花键的公差与配合	(202)
8.1	单键连接的公差与配合	(202)
8.2	矩形花键的公差与配合	(204)
8.3	键与花键的检测方法	(210)
	习题	(211)
第9章	渐开线圆柱齿轮精度标准	(212)
9.1	概述	(212)
9.2	影响齿轮传递运动准确性的偏差及其测量	(215)
9.3	影响齿轮传动平稳性的偏差及其测量	(219)
9.4	影响齿轮载荷分布均匀性的偏差及其测量	(222)

9.5 影响齿轮副侧隙的偏差及其测量	(224)
9.6 渐开线圆柱齿轮精度标准	(229)
习题	(238)
第 10 章 尺寸链计算方法	(240)
10.1 尺寸链的基本概念	(240)
10.2 尺寸链的计算方法	(243)
习题	(252)
参考文献	(255)

第1章

互换性、标准与标准化

1.1 互换性的意义和作用

1.1.1 互换性的意义

互换性是指同一种类同一规格的零、部件，能够彼此互相替换的性能。

互换性的概念在现代社会中随处可见。例如，家里的灯泡坏了，可以去任何一家商店任意买个新的；汽车上的螺钉、螺母、滚动轴承等零件坏了，也可以购买换新。这些更新配换工作之所以这样方便，是因为这些产品和零件在尺寸、外观、功能等方面具有可以互相替换的性能。也就是说，这些产品和零件具有互换性。

由不同的工厂或车间、在不同的时间或地点、按同一图纸制造出来的零部件，进行装配或维修时任取其一，不经选择或调整、不需任何辅助加工，就可顺利地安装到机器上，并可达到图纸规定的性能要求，零部件的这种性能，称为完全互换性。

互换性在机械制造业中具有重大意义。按互换性要求进行生产既可保证产品质量，又能提高劳动生产率和降低成本。所以说，互换性是机械制造业中一项重要的生产原则。

1.1.2 互换性的种类

1. 完全互换性和不完全互换性

按照互换性的程度不同，互换性可分为完全互换性和不完全互换性两种。

(1) 完全互换性：完全互换性简称为互换性。完全互换性以零部件装配或更换时不需要修配或挑选，就能够顺利装上去且能够达到预定的装配精度要求为前提条件。在大批大量生产方式中，往往采用完全互换性，如常见的螺栓、螺母、滚动轴承等标准件的互换性等。

(2) 不完全互换性：不完全互换性又称为有限互换性。不完全互换性允许装配之前将零部件预先分组，对应组内采用互换装配；或允许装配时进行少量修配调整，以达到图纸规定的精度要求。在装配精度要求特别高的场合（例如，内燃机活塞销与活塞销孔组装时的分组装配法）为了降低配合偶件的制造难度，或者在单件、小批量、多品种、高精度生产方式的场合（例如，减速器轴承盖装配时的调整垫片厚度装配法）为了增加经济效果，往往采用不完全互换性。

此外，为了便于进行生产组织管理，零部件需要厂际协作时应当采用完全互换性；部件

或构件在同一个厂家制造和装配时,可以允许采用不完全互换性。

2. 内互换性和外互换性

对标准部件,互换性还可分为内互换性和外互换性。

(1) 内互换性:组成标准部件的各种零件系统内部的互换性,称为内互换性。例如:滚动轴承外圈的内滚道与多个滚动体、多个滚动体与滚动轴承内圈的外滚道之间要求配合精度极高,为了降低制造难度并考虑到是在同一个专业厂家内完成制造和装配,通常采用有限互换性的分组装配法,这些零件所具有的互换性称为内互换性。

(2) 外互换性:标准部件与配合偶件的互换性,称为外互换性。例如:滚动轴承外圈的外径与壳体孔、滚动轴承内圈的内径与轴颈之间所应具有互换性,称为外互换性。通常情况下,外互换性应当采用完全互换性。

1.1.3 互换性的作用

互换性在机械制造业中具有十分重要的作用。

在设计方面,零部件具有互换性,就可以最大限度地采用标准件、通用件和标准部件,大大简化了绘图和计算工作,缩短了设计周期,有利于计算机辅助设计和产品品种的多样化。

在制造方面,互换性有利于组织专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专用设备,有利于采用计算机辅助制造,有利于实现加工过程和装配过程的机械化、自动化,从而可以提高劳动生产率和提高产品质量,降低生产成本。

在使用和维修方面,具有互换性的零部件在磨损及损坏后可及时更换,因而减少了机器的维修时间和维修费用,保证机器可靠连续运转,从而提高了机器的使用价值。

总之,互换性在提高产品质量、可靠性和提高经济效益等方面具有重要意义,对我国的现代化建设起着重要作用。互换性已经成为现代机械制造业中一项普遍遵守的原则。

1.2 标准与标准化

1.2.1 标准化的思想方法

标准化是伴随现代工业而发展起来的一门新兴学科,标准化包括制定标准、发布标准、贯彻标准和修订标准的全过程。在现代化工业生产中,大力推行标准化是实现互换性的基础和前提。

为了发展互换性生产,必须将原材料、零部件、产品、刀具、工具、量具,以及机床的类型、规格、质量指标、产品检测方法等进行统一和简化,制定相互协调的标准,并按照统一的术语、符号、计量单位,将它们的几何参数和公差数值标注在图样上,在生产过程中加以贯彻,以扩大互换范围和取得最佳的经济效果,这就是标准化的思想和方法。

1.2.2 标准与标准化的定义

所谓标准,是指为了取得最佳整体效益对重复性事物和概念所做的统一规定。标准以科学、技术和实践经验的基础,经有关方面协商一致,由主管机构批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。标准在一定范围内具有约束力。

所谓标准化,是指为了在一定范围内获得最佳秩序和效果,对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的条款的活动,上述活动主要包括编制、发布、实施和修订标准的全过程。标准化是以标准的形式体现的,它是一个不断循环、不断提高的过程。

1.2.3 标准的分类

按照标准化的对象领域,标准分为技术标准、管理标准和工作标准3大类,本书仅介绍技术标准。

技术标准是指对标准化领域中需要协调统一的技术事项,如科研、设计、制造、检验和工程技术、产品、技术设备所制定的标准,其涉及面广、种类繁多,主要有:

(1) 基础标准:是指在一定范围内可作为其他标准的基础并普遍使用、具有广泛指导意义的标准,如计量单位、术语、符号、优先数系、机械制图、极限与配合等标准。

(2) 产品标准:是指为保证产品的适用性,对产品必须达到的某些或全部要求所制定的标准,如品种、规格、技术性能、试验方法、检验规则等。

(3) 方法标准:是指以试验、检查、分析、抽样、统计、计算、测定和作业等各种方法为对象制定的标准,如设计计算方法、工艺规程、测试方法等标准。

(4) 安全卫生 and 环境保护标准:是指有关人们生命财产安全和保护环境可持续性发展的标准。

1.2.4 标准的分级、代号和管理体制

根据我国标准化法的规定和按照标准的适用范围,我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准四个级别,且下一级标准不得与上级标准的有关内容相抵触。

我国的国家标准代号为 GB、GB/T 或 GB/Z。代号 GB 表示强制性国家标准,国家要求“必须执行”。代号 GB/T 表示推荐性国家标准,国家“鼓励企业自愿采用”;如果推荐性国家标准已经被接受并被采用,或各方商定同意将推荐性国家标准纳入经济合同中,就成为各方必须共同遵守的技术依据,具有法律上的约束性。代号 GB/Z 表示国家标准指导性技术文件,它是作为对国家标准的补充文件,仅供使用者参考和自愿采用,既不具有强制性也不具有法律上的约束性,只是相关各方约定参照的技术依据。

行业标准为原部颁标准或专业标准,代号有多种,主要指全国性的各专业范围内统一的标准,如原机械工业部的机械标准(JB)、原冶金工业部的冶金标准(YB)、原航空航天工业部的航空标准(HB)、原轻工业部的轻工标准(QB)等。

地方标准是指省、直辖市、自治区制定的各种技术经济规定。例如,“沪 Q”“京 Q”分别表示上海、北京的地方标准。

对于尚未制定国标、部标的产品,各生产企业应当自行制定企业标准,企业标准的代号为 Q。通常鼓励企业标准严于国家标准或行业标准,以提高企业的产品质量。

从全世界范围看,更高级别的标准还有国际标准和区域标准。国际标准是指国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)和国际电信联盟(ITU)制定的标准,以及国际标准化组织确认并公布的其他国际组织制定的标准。国际标准在世界范围内统一使用。区域标准是指由世界某一区域标准化团体所制定的标准,例如:欧洲标准化委员会的欧洲标准(EN)、泛美技术标准委员会的泛美标准(PAS)、非洲地区标准化组织的非洲地区标准

(ARS), 阿拉伯标准化与计量组织的阿拉伯标准 (ASMO), 等等。

我国 2001 年 11 月 21 日颁布的《采用国际标准管理办法》规定: 中国标准采用国际标准的程度, 分为等同采用 (IDT) 和修改采用 (MOD) 两种。等同采用 (IDT), 指与国际标准在技术内容和文本结构上相同, 或者与国际标准在技术内容上相同, 只存在少量编辑性修改; 修改采用 (MOD), 指与国际标准之间存在技术性差异, 并清楚地标明这些差异以及解释其产生的原因, 允许包含编辑性修改, 在文本结构上应当对应。我国《采用国际标准管理办法》还规定: 中国标准与国际标准的对应关系还包括非等效 (NEQ) 的情况, 非等效 (NEQ) 不属于采用国际标准, 只表明中国标准与相应国际标准有某种对应关系, 但与相应国际标准在技术内容和文本结构上不同, 文本中它们之间的差异没有被清楚地标明。

由于国际标准集中反映了众多国家的现代科技水平, 因此, 在国际标准的基础上修订或制定我国国家标准, 其结果必将有力地促进我国科学技术的进步, 进一步开拓国际市场, 增强我国在国际市场上的竞争力。

1.3 产品几何技术规范 (GPS)

产品几何技术规范 (Geometrical Product Specification and Verification, 简称 GPS) 是针对所有几何产品建立的一个几何技术标准体系, 它覆盖了从宏观到微观的产品几何特征, 涉及产品开发、设计、制造、验收、使用以及维修、报废等整个产品生命周期的全过程, 它由涉及产品几何特征及其特征量的诸多技术标准所组成。GPS 系列国家标准不仅是产品信息传递与交换的基础标准, 也是产品市场流通领域中合格性评定的依据, 是工程领域必须依据的技术规范和交流沟通的重要工具。

我国国家标准化指导性技术文件 GB/Z 20308—2006《产品几何技术规范 (GPS) 总体规划》给出了 GPS 标准体系的基本概念和定义, 从总体上给出了 GPS 标准的体系框架, 包括一系列现行的 GPS 国家标准在 GPS 总体规划中的分布情况。

在 GPS 系列标准体系中, 将影响同一几何特征的一系列相关标准称为标准链。标准链按其规范要求分成多个链环, 每个链环至少包括一个标准, 它们之间相互关联, 并与其他链环形成有机的联系。缺少任一链环的标准, 都将影响该几何特征功能的实现。

GPS 标准体系包含四类标准, 即: GPS 基础标准、GPS 综合标准、GPS 通用标准、GPS 补充标准。其中, GPS 基础标准确定 GPS 的基本原则, 是协调和规划各标准的依据, 也是其他三类标准的基础; GPS 综合标准给出综合概念和规则, 起着统一各 GPS 通用标准链和补充标准链技术规范的作用; GPS 通用标准是 GPS 标准的主体, 它们为各种类型的几何特征建立了从图样标注、公差定义、检验要求、检验设备的计量校准等方面的规范; GPS 补充标准分为特定工艺 (如车、铸造等) 的公差标准和典型的机械几何要素标准, 它们是基于制造工艺和要素本身类型对 GPS 通用标准中各要素在特定范畴的补充规定。

GPS 标准体系的四类标准涵盖了各种几何特征 (如尺寸、距离、半径、角度、形状、位置、方向、表面粗糙度等), 包括工件的特定工艺公差标准和典型的机械零件几何要素标准, 涉及产品生命周期的多个阶段 (如设计、制造、计量、质量检验等)。GB/Z 20308—2006《产品几何技术规范 (GPS) 总体规划》将这四种类型 GPS 标准按其功能, 建立了 GPS 总体规划的矩阵模型 (参见表 1-1)。该矩阵模型又称为 GPS 体系框架, 它是四类 GPS

标准总和的有序排列。

表 1-1 GPS 总体规划的矩阵模型 (GPS 体系框架)

GPS 基础 标准	GPS 综合标准 影响部分或全部的 GPS 通用标准链环的 GPS 标准或相关标准
	GPS 通用标准矩阵 GPS 通用标准链 1. 有关尺寸的标准链 2. 有关距离的标准链 3. 有关半径的标准链 4. 有关角度的标准链 5. 有关线的形状的标准链 (与基准无关) 6. 有关线的形状的标准链 (与基准相关) 7. 有关面的形状的标准链 (与基准无关) 8. 有关面的形状的标准链 (与基准相关) 9. 有关方向的标准链 10. 有关位置的标准链 11. 有关圆跳动的标准链 12. 有关全跳动的标准链 13. 有关基准的标准链 14. 有关轮廓粗糙度的标准链 15. 有关轮廓波纹度的标准链 16. 有关原始轮廓的标准链 17. 有关表面缺陷的标准链 18. 有关棱边的标准链
	GPS 补充标准矩阵 GPS 补充标准链 A 特定工艺公差标准 - A1. 有关机加工公差的标准链 - A2. 有关铸造公差的标准链 - A3. 有关焊接公差的标准链 - A4. 有关热切削公差的标准链 - A5. 有关塑料模具公差的标准链 - A6. 有关金属有机镀层公差的标准链 - A7. 有关涂覆公差的标准链 B 机械零件几何要素标准 - B1. 有关螺纹的标准链 - B2. 有关齿轮的标准链 - B3. 有关花键的标准链

GB/Z 20308—2006《产品几何技术规范 (GPS) 总体规划》还定义了 GPS 通用标准矩阵和 GPS 补充标准矩阵。其中, GPS 通用标准矩阵如表 1-2 所示, 它由一系列 GPS 通用标准有序排列而成。为了阐明 GPS 通用标准之间的联系与区别, 矩阵“行”表征不同的几何特征, 矩阵“列”表征不同的技术环节和要求, 矩阵中的“单元”对应特定的几何特征和规范要求, 且应至少包含一个标准。同理, GPS 补充标准矩阵的构成模式与表 1-2 类似。

表 1-2 GPS 通用标准矩阵 (简图)

链 环		1	2	3	4	5	6
要素的几何特征		产品文件 表示 (图样 标注代号)	公差定义 及其数值	实际要素 的特征或 参数定义	工件偏差 评定	测量器具	测量器具 校准
1	尺寸						
2	距离						
3	半径						
4	角度						
5	与基准无关的线的形状						
6	与基准相关的线的形状						
7	与基准无关的面的形状						
8	与基准相关的面的形状						
9	方向						
10	位置						
11	圆跳动						
12	全跳动						
13	基准						
14	轮廓粗糙度						
15	轮廓波纹度						
16	原始轮廓						
17	表面缺陷						
18	棱边						

根据 GB/Z 20308—2006《产品几何技术规范 (GPS) 总体规划》, GPS 的标准化工作应遵循三大原则, 即明确性原则、全面性原则和互补性原则, 以确保工件几何特征要求在图样上表达的准确性和唯一性, 使各标准链中的每一个实际要素的特征参数都可测量并且使测得的特征值具有可溯源性, 使 GPS 通用标准矩阵中每一个独立的标准链与其他标准链是互补的, 以保证图样上相互独立的每个要求在出现多要求交叉的情况下不会产生冲突。

《产品几何技术规范 (GPS) 总体规划》以资料性附录的形式 (参见表 1-3) 列出了对应 ISO/TC 213 范围的我国现行 GPS 国家标准在 GPS 矩阵模型中的分布位置, 明确显示出了我国需要填补的 GPS 国家标准空白。《产品几何技术规范 (GPS) 总体规划》还规定: 我国未来的 GPS 国家标准应在 GPS 总体规划 (矩阵模型) 下制定, 并且应在标准文本附录中明确表示该标准在 GPS 矩阵模型中的位置以及该标准与其他标准的关系。

表 1-3 现行 GPS 国家标准在 GPS 矩阵模型中的分布位置

	GPS 综合标准					
	JJF 1101,JJF 1059,18776,16892,18779.1~18779.2,18780.1~18780.2,19765					
	GPS 通用标准					
链环	1	2	3	4	5	6
要素的几何特征	产品文件表示	公差定义及其数值	实际要素的特征或参数定义	工件偏差评定	测量器具	测量器具校准
尺寸	1800.1~1800.3, 16671,1804	1800.1~1800.4, 1803,1801, 16671,1804, 5847,18776, 12471	3177,1958, 18780.1~ 18780.2,16671, 5371	3177,1958, 18779.1~18779.2	3177,1957, 16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
距离				18779.1~18779.2	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
半径				18779.1~18779.2	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
角度(以度为单位)	157,4096, 11334,15754	11334,1804	12360,15755	18779.1~18779.2	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
与基准无关的线的形状	1182,1184, 17852,16671	1182,17852, 16671,1184	16671,7234	11336,7235, 1958,4380, 18779.1~18779.2	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
与基准有关的线的形状	1182,17852	1182,17852	18780.1, 18780.2	11336,1958, 18779.1~18779.2	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
与基准无关的面的形状	1182,16892, 17852,15754, 16671,1184	1182,17852, 15754, 16671,1184	18780.1, 18780.2,16671	11337,1958, 18779.1~18779.2	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
与基准有关的面的形状	1182, 17852,15754	1182, 17852,15754		11337,1958	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
方向	1182,16671, 17773,1184	1182,17773, 16671,1184	18780.1, 18780.2,16671	1958	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
位置	1182,16671, 13319,17773	1182,13319, 17773,16671	18780.1, 18780.2,16671	1958	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
圆跳动	1182	1182		1958	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
全跳动	1182	1182		1958	16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
基准	1182, 16671,17851	17851	17851,16671		16857.1~16857.2, 16857.4~16857.6	18779.1~18779.2
粗糙度轮廓	131	18777,18618, 18778.1,1031, 12472,18778.2, 3505	10610,18777, 18618,18778.2	10610,18618, 18778.1	6062,18777	18779.1 ~ 18779.2, 6062, 19600,19067.1~19067.2
波纹度轮廓	131	18777, 18618,16747	18777,18618	10610,18618, 18778.1~18778.2	6062,18777	18779.1 ~ 18779.2, 6062, 19600,19067.1~19067.2
原始轮廓	131	18777	10610	18778.1~18778.2	6062,18777	18779.1 ~ 18779.2, 6062, 19600,19067.1~19067.2
表面缺陷	15757	15757		18778.1~18778.2		18779.1~18779.2,6062
棱边						18779.1~18779.2
	GPS 补充标准					

1.4 优先数和优先数系

1.4.1 数值的传播性

在制定技术标准和从事机械设计、机械制造时,经常要涉及许多技术参数。当选定某个数值作为某产品的基本技术参数之后,该数值将按照一定的规律向该产品的一切有关技术参数广为传播与扩散。技术参数的这种传播扩散特性,称为“数值的传播性”。

例如,设计时某个螺栓的直径尺寸一旦确定,与之相配合的螺母尺寸、加工用的丝锥和板牙尺寸、检验用的塞规和环规尺寸等也就随之而定,继而又传向垫圈、扳手等专用件的尺寸,再进一步传向攻丝前的钻孔直径和钻头的尺寸等。所以在设计和生产过程中,确定技术参数的数值就不能随随便便,即便是数值微小差异经过反复传播扩散之后,也会造成尺寸、规格、品种的恶性膨胀混乱局面。显然,这种数值的传播性牵涉许多部门和领域,如果没有一定的规则或标准来加以协调引导,单靠一般的协商办法,即使是花费大量的人力、物力和时间,也很难做到及时而有效地解决。

为了协调解决这一类问题,在生产实践的基础上,人们总结了一整套科学统一的数值标准——优先数和优先数系。

1.4.2 优先数和优先数系

优先数和优先数系是国际通用的科学、统一、经济、合理的量值分级制度,我国国家标准 GB/T 321—2005《优先数和优先数系》等同采用 ISO3:1973《优先数和优先数系》,规定了该量值分级制度的主要内容。国标规定:在确定产品的参数或参数系列时,应最大限度地选用优先数和优先数系,以便使产品的参数选择及其后续工作一开始就纳入标准化的轨道。

1. 优先数系

优先数系是公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 和 $\sqrt[80]{10}$,且项值中含有10的整数幂的几何级数。其中,前4个系列为基本系列,分别采用系列符号R5、R10、R20、R40表示;最后一个系列为补充系列,采用系列符号R80表示。国标规定:补充系列仅在参数分级很细或基本系列中的优先数不能适应实际情况时才考虑采用。

优先数系的公比 $q_r = (\sqrt[5]{10})$,在优先数系中,各系列的公比分别为:

$$\text{R5 系列: } q_5 = (\sqrt[5]{10}) \approx 1.60$$

$$\text{R10 系列: } q_{10} = (\sqrt[10]{10}) \approx 1.25$$

$$\text{R20 系列: } q_{20} = (\sqrt[20]{10}) \approx 1.12$$

$$\text{R40 系列: } q_{40} = (\sqrt[40]{10}) \approx 1.06$$

$$\text{R80 系列: } q_{80} = (\sqrt[80]{10}) \approx 1.03$$

2. 优先数

符合R5、R10、R20、R40和R80系列优先数系中的任何一个项值的常用圆整值,均称