



中国机械工程学科教程配套系列教材
教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会推荐教材

互换性与测量技术

王益祥 陈安明 王雅 编著
袁军堂 主审

中国机械工程学科教程研究组
China Mechanical Engineering Curricula
中国机械工程学科教程

清华大学出版社

清华大学出版社



中国机械工程学科教程配套系列教材
教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会推荐教材

互换性与测量技术

王益祥 陈安明 王雅 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是为了适应现代生产和科学技术发展的需要,深入改革教学内容而编写的一本教材。全书以互换性原理为主线,以产品几何技术规范(GPS)相关标准为基础,遵循内容精选、加强应用、注意更新、便于教学、便于自学的原则,系统地阐述互换性与测量技术的基本内容。

本书可作为高等学校机械类各专业的教材,并可供工程技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术/王益祥,陈安明,王雅编著.--北京:清华大学出版社,2012.9

(中国机械工程学科教程配套系列教材暨教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会推荐教材)

ISBN 978-7-302-29655-3

I. ①互… II. ①王… ②陈… ③王… 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. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 184247 号

责任编辑:庄红权

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:张雪娇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21 字 数:506 千字

版 次:2012 年 9 月第 1 版 印 次:2012 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.00 元

产品编号:035946-01

中国机械工程学科教程配套系列教材暨教育部高等学校
机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会推荐教材

编 委 会

顾 问

李培根院士

主 任 委 员

陈关龙 吴昌林

副主任委员

许明恒 于晓红 李郝林 李 旦 郭钟宁

编 委(按姓氏首字母排列)

韩建海 李理光 李尚平 潘柏松 芮执元
许映秋 袁军堂 张 慧 张有忱 左健民

秘 书

庄红权

丛书序言

PREFACE

我曾提出过高等工程教育边界再设计的想法,这个想法源于社会的反映。常听到工业界人士提出这样的话题:大学能否为他们进行人才的订单式培养。这种要求看似简单、直白,却反映了当前学校人才培养工作的一种尴尬:大学培养的人才还不是很适应企业的需求,或者说毕业生的知识结构还难以很快适应企业的工作。

当今世界,科技发展日新月异,业界需求千变万化。为了适应工业界和人才市场的这种需求,也即适应科技发展的需求,工程教学应该适时地进行某些调整或变化。一个专业的知识体系、一门课程的教学内容都需要不断变化,此乃客观规律。我所主张的边界再设计即是这种调整或变化的体现。边界再设计的内涵之一即是课程体系及课程内容边界的再设计。

技术的快速进步,使得企业的工作内容有了很大变化。如从 20 世纪 90 年代以来,信息技术相继成为很多企业进一步发展的瓶颈,因此不少企业纷纷把信息化作为一项具有战略意义的工作。但是业界人士很快发现,在毕业生中很难找到这样的专门人才。计算机专业的学生并不熟悉企业信息化的内容、流程等,管理专业的学生不熟悉信息技术,工程专业的学生可能既不熟悉管理,也不熟悉信息技术。我们不难发现,制造业信息化其实就处在某些专业的边缘地带。那么对那些专业而言,其课程体系的边界是否要变?某些课程内容的边界是否有可能变?目前不少课程的内容不仅未跟上科学研究的发展,也未跟上技术的实际应用。极端情况甚至存在有些地方个别课程还在讲授已多年弃之不用的技术。若课程内容滞后于新技术的实际应用好多年,则是高等工程教育的落后甚至是悲哀。

课程体系的边界在哪里?某一门课程内容的边界又在哪里?这些实际上是业界或人才市场对高等工程教育提出的我们必须面对的问题。因此可以说,真正驱动工程教育边界再设计的是业界或人才市场,当然更重要的是大学如何主动响应业界的驱动。

当然,教育理想和社会需求是有矛盾的,对通才和专才的需求是有矛盾的。高等学校既不能丧失教育理想、丧失自己应有的价值观,又不能无视社会需求。明智的学校或教师都应该而且能够通过合适的边界再设计找到适合自己的平衡点。

我认为,长期以来,我们的高等教育其实是“以教师为中心”的。几乎所有的教育活动都是由教师设计或制定的。然而,更好的教育应该是“以学生

为中心”的,即充分挖掘、启发学生的潜能。尽管教材的编写完全是由教师完成的,但是真正好的教材需要教师在编写时常怀“以学生为中心”的教育理念。如此,方得以产生真正的“精品教材”。

教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会、中国机械工程学会与清华大学出版社合作编写、出版了《中国机械工程学科教程》,规划机械专业乃至相关课程的内容。但是“教程”绝不应该成为教师们编写教材的束缚。从适应科技和教育发展的需求而言,这项工作应该不是一时的,而是长期的;不是静止的,而是动态的。《中国机械工程学科教程》只是提供一个平台。我很高兴地看到,已经有多位教授努力地进行了探索,推出了新的、有创新思维的教材。希望有志于此的人们更多地利用这个平台,持续、有效地展开专业的、课程的边界再设计,使我们的教学内容总能跟上技术的发展,使我们培养的人才更能为社会所认可,为业界所欢迎。

是以为序。



2009年7月

前言

FOREWORD

本课程是机械类各专业的技术基础课,其任务是使学生获得互换性与测量技术的基本知识及一定的工作能力。“互换性”属标准化范畴,即研究如何通过规定公差与配合合理地解决其使用要求与制造工艺之间的矛盾;“测量技术”属计量学范畴,即研究如何运用测量技术手段保证国家公差标准的贯彻实施。

本书是根据机械工程对“互换性与测量技术”课程教学的基本要求,在总结最近几年教学经验的基础上编写而成的一本技术基础课教材,书中全部采用最新的国家标准。

本书以互换性原理为主线,以产品几何技术规范(GPS)相关标准为基础,遵循“内容精选、加强应用、注意更换、便于教学、便于自学”的原则,力求简要、系统、通俗地阐述各章的基本内容,以使读者建立互换性的基本概念,了解误差与公差标准及其应用。对于测量技术,本书重点阐述测量对象、测量单位、测量方法和测量精度等基本概念,其目的仍在加深读者对互换性原理的理解,培养读者的应用能力。本书最后简明阐述了质量工程下的互换性设计方法,系统介绍了从顾客需求→系统功能设计→参数设计→公差设计→关键指标管理的演绎方法。

全书共分8章,其中第1~5章介绍了公差配合与测量技术的基础知识,包括孔、轴体的公差与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、测量技术基础等内容;第6章介绍了轴承、螺纹、键、花键、圆锥齿轮等典型零件的公差与配合;第7章介绍了基本几何参数与典型零件测量;第8章简明阐述了质量工程下的互换性设计方法。各章均附有习题,以帮助读者自我检查与复习。

全书由王益祥负责统稿,由袁军堂负责全书的审查与校订工作,全书具体分工如下:第1章、第2章及第6、7章中的齿轮部分、第8章中的质量部分由王益祥编写;第3章及第6、7章中的几何参数测量、圆锥部分由陈安明编写;第4章、第5章由王雅编写;第6、7章中的螺纹部分由张卫编写;第6、7章中的轴承、键与花键由方峻编写;第8章中的尺寸链部分由曹春平编写。

由于我们的理论水平和教学经验所限,本书的缺点和错误在所难免,恳请读者指正和帮助。

编者

2012年7月

目 录

CONTENTS

第 1 章 互换性概论	1
1.1 互换性	1
1.2 标准化	2
1.2.1 标准	2
1.2.2 标准化	3
1.2.3 产品几何技术规范	3
1.3 公差与配合的基本概念	8
1.3.1 有关尺寸的术语及其定义	8
1.3.2 有关偏差与公差术语及其定义	9
1.3.3 有关配合的术语及其定义	10
1.3.4 有关基准制配合的术语及其定义	14
习题	15
第 2 章 孔、轴的公差与配合	17
2.1 概述	17
2.2 标准公差系列	18
2.2.1 公差单位	18
2.2.2 公差等级	19
2.3 基本偏差系列	21
2.3.1 基本偏差系列及其代号	21
2.3.2 轴的基本偏差数值	22
2.3.3 孔的基本偏差数值	24
2.3.4 计算举例	29
2.4 常用尺寸段的公差带与配合	30
2.4.1 一般、常用和优先的公差带与配合	30
2.4.2 公差带与配合及在图样上的标注	33
2.4.3 一般公差	33
2.5 公差与配合的选择	34
2.5.1 公差与配合的选用方法	35
2.5.2 基准配合制度的选择	36

2.5.3 公差等级的选择	38
2.5.4 配合的选择	39
2.5.5 公差带与配合选择实例	46
习题	47
第3章 几何公差	50
3.1 基本概念	51
3.1.1 几何要素及其分类	51
3.1.2 几何公差的几何特征及其符号	53
3.1.3 几何公差带的概念	55
3.1.4 几何公差的标注方法	55
3.2 形状误差与形状公差	61
3.2.1 形状误差及其评定	61
3.2.2 形状公差及公差带的定义、标注和解释	63
3.2.3 轮廓度公差及公差带的定义、标注和解释	64
3.3 基准和基准体系	66
3.3.1 定义	66
3.3.2 基准的建立	66
3.3.3 基准的体现	69
3.3.4 综合示例	74
3.4 定向误差与方向公差	75
3.4.1 定向误差及其评定	75
3.4.2 方向公差及公差带的定义、标注和解释	76
3.5 位置误差与位置公差	81
3.5.1 定位误差及其评定	81
3.5.2 位置公差及公差带的定义、标注和解释	83
3.5.3 复合位置度公差注法	86
3.6 跳动误差与跳动公差	87
3.6.1 跳动误差及其评定	87
3.6.2 跳动公差	88
3.7 公差原则	91
3.7.1 概述	91
3.7.2 独立原则	93
3.7.3 包容要求	94
3.7.4 最大实体要求	96
3.7.5 最小实体要求	105
3.7.6 可逆要求	108
3.7.7 公差原则的比较和总结	109
3.8 零件的几何精度设计	110

3.8.1	几何精度设计的方法	110
3.8.2	几何公差项目的选择	110
3.8.3	几何公差基准的选择	111
3.8.4	公差原则的选择	112
3.8.5	几何公差等级(或公差值)的选择	112
3.9	功能量规设计	118
3.9.1	概述	118
3.9.2	功能量规设计	121
3.9.3	功能量规的设计示例	126
习题		127
第4章	表面结构	132
4.1	基本概念	132
4.1.1	表面粗糙度轮廓的界定	132
4.1.2	表面粗糙度轮廓对零件使用性能的影响	133
4.2	表面粗糙度的评定	134
4.2.1	基本术语(GB/T 3505—2009)	134
4.2.2	表面粗糙度轮廓的评定参数(GB/T 3050—2009)	135
4.2.3	表面粗糙度的参数值(GB/T 1031—2009)	137
4.2.4	表面结构的符号及标注	138
4.3	表面结构参数和参数值的选用	143
4.3.1	表面粗糙度轮廓参数的选择	143
4.3.2	表面粗糙度轮廓参数值的选择	143
4.4	检测表面结构的方法	145
习题		147
第5章	测量技术基础	149
5.1	测量技术概述	149
5.2	长度基准与尺寸传递	150
5.3	测量器具和测量方法	153
5.4	测量误差及数据处理	156
5.4.1	测量误差的定义	156
5.4.2	测量误差与测量精度	157
5.4.3	测量误差的来源	158
5.4.4	测量误差的数据处理	159
5.5	光滑极限量规	165
5.5.1	光滑极限量规的基本概念	165
5.5.2	泰勒原则及光滑极限量规公差带	166
5.5.3	量规形式的选择	171

5.5.4 量规的技术要求	173
习题	173
第6章 典型零件的公差与配合	174
6.1 滚动轴承的公差与配合	174
6.1.1 滚动轴承的分类及公差特点	174
6.1.2 滚动轴承配合件公差及选用	176
6.2 螺纹结合的公差与配合	183
6.2.1 螺纹种类及标准	183
6.2.2 普通螺纹结合的公差与配合	184
6.2.3 梯形螺纹结合的公差与配合	198
6.3 键和花键连接的公差与配合	210
6.3.1 普通平键连接的公差、配合	211
6.3.2 矩形花键连接的公差、配合	212
6.4 圆锥结合的公差与配合	216
6.4.1 概述	216
6.4.2 圆锥公差	219
6.4.3 圆锥配合	222
6.4.4 圆锥的公差注法	228
6.5 渐开线圆柱齿轮公差	231
6.5.1 概述	231
6.5.2 齿轮误差项目及其检测	232
6.5.3 渐开线圆柱齿轮精度标准及其应用	243
习题	253
第7章 几何量测量	256
7.1 几何参数误差的测量	256
7.1.1 几何参数误差的测量一般规定	256
7.1.2 几何参数的检测原则	256
7.1.3 几何参数误差的测量方法	258
7.2 普通螺纹的检测	282
7.3 键、花键测量	282
7.3.1 普通平键键槽的检测	282
7.3.2 矩形花键的检测	284
7.4 齿轮测量	286
习题	290
第8章 质量工程与互换性设计	292
8.1 质量工程概述	292

8.2 质量功能展开	295
8.2.1 质量屋	296
8.2.2 QFD 展开	297
8.2.3 质量屋与并行工程结合运用	297
8.3 容差与公差设计	303
8.4 尺寸链	306
8.4.1 概述	306
8.4.2 尺寸链的建立与分析	310
8.4.3 尺寸链的计算	312
习题	320
参考文献	321

互换性概论

1.1 互 换 性

随着现代生产技术和生产力的发展,对产品质量要求和复杂程度的提高,大量生产的出现,特别是商品生产的发展,已经不能只有一个工厂来完成某一产品的全部生产过程,必须组织专业的协作生产。

例如,一辆东风牌卡车,由上万个零件、部件组成,并由上百个工厂、车间协作生产,然后集中到主装配厂进行装配。若以年产量十二万辆计算,一分多钟就可以装配一辆汽车。至于像滚动轴承那样的精密部件,每天在一个工厂中将近生产几十万套。由此可见,现代化生产具有规模大、分工细、协作广的特点,这就要求在生产活动中必须遵循一定的生产原则,这个原则就是现代工业生产的互换性原则。

所谓互换性是指:在规格相同的一批零件中,不需任何挑选或辅助加工(如钳工修配)或调整就可装上机器(或部件),并满足技术标准规定的质量指标和使用性能。例如,一批规格为 M12-6H 的螺母,如果都能与其相配的 M12-6g 螺栓自由旋合,并且满足原定的连接强度要求,则这批螺母就具有互换性。

互换性原则也可用于某些部件上,滚动轴承作为部件而互换,就是一个例子。

零(部)件的互换性应包括几何参数、机械性能和理化性能等方面的互换性。根据本课程的教学任务,我们仅讨论零(部)件的尺寸、形状和位置等几何参数方面的互换性。

1. 互换性的种类

按照互换范围的不同,有完全互换性和不完全互换性之分。当不限定互换范围时,称为完全互换性,它在机械制造中得到广泛的应用。由于某种特殊原因只允许零件在一定范围内互换时,称为不完全互换性,也称有限互换性。例如,当机器上某些部位的装配精度要求很高时,若采用完全互换性,则相配零件的精度要求也要高,这将导致加工困难(甚至无法加工)或制造成本过高。为此,生产中往往把零件精度适当降低,以便于制造。然后,再根据实测尺寸的大小,将制成的相配零件各分成若干组,使每组内的尺寸差别比较小。最后,再把相应组的零件进行装配,这样既解决了零件加工困难,又保证了装配的精度要求。但是,这时零件的互换范围,就被限定在各分组内。

2. 互换性的作用

互换性是现代工业生产发展的客观需要,是实际标准化的保证,在社会化分工生产中具

有十分重要的意义。

从生产的设计上看,在进行产品设计和产品系列设计时,由于零、部件具有互换性,有利于最大限度的采用标准件、通用件,因而可以大大简化设计、计算、绘图等工作,缩短设计周期,做到用尽可能多的标准件、通用件装配成不同品种的产品,以满足社会的需求。

从产品的制造上看,互换性是提高生产水平和文明程度的强有力的手段。因为,只有当零件具有互换性后,才能在标准化的基础上,合理地进行生产分工和组织专业化生产,并尽可能地采用先进的工艺方法和高生产率的专用设备;装配时,则无需任何附加的挑选和修配,易于实现机械化、自动化。例如,汽车装配流水线。

在机器的维护和维修方面,互换性也有其重要意义。当机器零件在磨损或损坏、丢失后,可立即用另一新的储备件换上,使机器或仪器的维修时间或费用显著减少,保证了机械产品工作的连续性和持久性,亦即提高了产品的使用价值。在某些情况下,互换性起的作用很难用价值计算。例如在战场上要求立即更换武器中损坏的零件,使武器迅速地重新投入战斗;发电厂要求迅速地派出机器故障继续发电等。

总之,在改善产品的制造和使用的经济指标,提高质量、可靠性以及寿命等方面,互换性具有特别的意义。

1.2 标 准 化

在机械制造中,标准化是广泛实现互换性生产的前提,而公差与配合等互换性标准都是重要的基础标准。

1.2.1 标准

标准是指为了取得国民经济最佳效果,在总结实践经验和充分协商的基础上,有计划地对人类生活和生产活动中具有多样性和重复性的事物,在一定范围内作出统一规定,并经一定的标准程序,以特定的形式颁发的技术法规。

简单说来,标准就是评定一切产品质量好坏的技术依据。

按标准化对象的特征,标准大致可分为以下几类。

(1) 基础标准:以标准化共性要求和前提条件为对象的标准,如计量单位、术语、符号、优先数系、机械制图、公差与配合、零件结构要素等标准。

(2) 产品标准:以产品及其构成部分为对象的标准,如机电设备、仪器仪表、工艺装配、零部件、毛坯、半成品及原材料等基本产品或辅助产品的标准。产品标准包括产品品种系列标准和产品质量标准,前者规定产品的分类、形式、尺寸和参数等,后者规定产品的质量特征和使用性能指标等。

(3) 方法标准:以生产技术活动中的重要程序、规划方法为对象的标准,如设计计算方法、工艺规程、测试方法、验收规则及包装运输方法等标准。

(4) 安全与环境保护标准: 专门为安全与环境保护目的而制订的标准。

为了保证基层标准和上级标准的统一、协调一致,我国标准按使用范围分为: 国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

1.2.2 标准化

现代工业生产的特点是生产社会化程度越来越高,分工越来越细,仅依靠孤立的产品标准,难以保证产品的质量,只有形成产品质量整个系统的各个方面都遵循标准、准则、规章、计划等,才能保证和提高产品质量。

标准化是制定标准、贯彻标准,以促进经济全面发展的整个过程。

标准化的目的,是要通过制订标准来体现的。所以,制订标准和修订标准是标准化的最基本的任务。

标准化所起的作用是多方面。标准化是组织现代化大生产的重要手段,是实现专业化协作生产的必要前提,是科学管理的重要组成部分。标准化同时是联系科研、设计、生产、流通和使用等方面的技术纽带,是整个社会经济合理化的技术基础。标准化也是发展贸易,提高产品在国际市场上的竞争能力的技术保证。搞好标准化,对于高速度发展国民经济,提高产品和工程建设质量,提高劳动生产率,搞好环境保护和安全卫生,改善人民生活等,都有着重要作用。

由上述可知,现代工业都是建立在互换性原则基础上的。为了保证机器(或兵器)零件几何参数的互换性,就必须制订和执行统一的互换性公差标准。其中包括公差与配合、几何公差、表面结构、各种典型的连接件和传动件的公差与配合标准等。这类标准是用保证一定的制造公差的办法来保证零件的互换性和使用性能的。所以,公差标准被认为是机械制造中最重要的技术基础标准。

1.2.3 产品几何技术规范

随着经济全球化,产品的设计、生产往往在国际间进行,中国是制造业大国,在制定国家标准时需引进消化相关国际标准(ISO),其中互换性的相关标准就参照产品几何技术规范。

产品几何技术规范(Geometrical Product Specification and Verification, 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,包括工件尺寸、几何形状和位置以及表面形貌等方面的标准。产品几何技术规范原隶属三个国际标准化组织的技术委员会(ISO/TC)负责的标准领域: ISO/TC 3“极限与配合”; ISO/TC 57“表面特征及其计量学”; ISO/TC 10/SC 5“尺寸和公差的表示法”。三个技术委员会分别有其各自的标准体系,由于各自工作的独立性,造成各技术委员会之间的工作出现了重复、空缺和不足,同时产生术语定义的矛盾、基本规定的差别以及综合要求的差异,使得产品几何标准之间出现众多不衔接和矛盾之处。

1993 年成立了 ISO/TC 3-10-57/JHG“联合协调工作组”,对三个委员会所属范围的尺寸和几何特征领域内的标准化工作进行了协调和调整,提出了 GPS 的概念,并决定根据一个总体规划建立 GPS 标准结构。1995 年 TC 3 颁布了 ISO/TR 14638“GPS 总体规划(Masterplan)”,正式提出了 GPS 概念和标准体系的矩阵模型。1996 年 ISO/TMB“技术管理局”采纳了联合协调工作组(JHG)的建议,撤销了 TC 3, TC 10/SC 5 和 TC 57 三个技术委员会,将其合并成立了 ISO/TC 213,其工作任务是根据 ISO/TR 14638“GPS 总体规划(Masterplan)”负责建立一个完整的 GPS 国际标准体系。

GPS 包括以下概念:

- (1) 分为 4 类标准,即 GPS 基础标准、GPS 综合标准、GPS 通用标准和 GPS 补充标准;
- (2) 涵盖各种几何特征,如尺寸、距离、角度、形状、位置、方向、表面粗糙度等(见图 1.1 中 GPS 通用标准矩阵的第 1~18 标准链);
- (3) 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(见图 1.1 中 GPS 补充标准链的 A1~A7 和 B1~B3);
- (4) 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。将四种类型 GPS 标准按其功能建立了 GPS 总体规划的矩阵模型(又称体系框架)。

图 1.1 给出了 GPS 总体规划(GPS 矩阵模型)框架。

图 1.2 为 GB/Z 20308—2006 给出的 GPS 通用标准矩阵简图。其中链环定义如下:

链环 1——产品文件表示(图样标注代号)。本链环所包含的 GPS 通用标准规定了为处理或表达工件特征,图样标注中使用的代号。

链环 2——公差定义及其数值。本链环所包含的 GPS 通用标准定义了用相关代号表示的公差及其规范值、代号转换规则(即如何把公差代号转化为“使用者能够理解”和“计算机能够理解”的数值表达,例如:SI 单位制中的长度尺寸单位 mm,反之亦然)和具有关联公差的理论正确要素及其几何特征。

链环 3——实际要素的特征或参数定义。本链环所包含的 GPS 通用标准补充、扩展了理想要素的含义,以准确定义对应于公差标注(代号)的非理想几何要素(实际要素的特征或参数)。本链环中,实际要素特征的定义基于一系列数值点。为帮助使用者对定义的理解和实现计算机计算,实际要素的特征或参数应以文字描述和数学表达的方式分别予以定义。

链环 4——工件偏差评定(与公差极限比较)。本链环所包含的 GPS 通用标准在兼顾链环 2 和链环 3 定义的同时,定义了工件偏差评定的详细要求。

链环 5——测量器具。本链环所包含的 GPS 通用标准,描述了特定的或各种类型的测量(计量)器具,并定义了测量(计量)器具的特性。这些特性影响着测量过程及测量(计量)器具本身带来的不确定度。标准中还包括测量(计量)器具已定义特性的最大允许误差。

链环 6——测量器具校准。链环所包含的 GPS 通用标准,描述并规定了测量(计量)器具的计量、校准和校准程序,以及链环 5 中涉及的测量(计量)器具特性的技术要求(最大允许误差)。特征的符号和代号的定义、使用、组合规则、代号之间的差异以及含义上的变化。

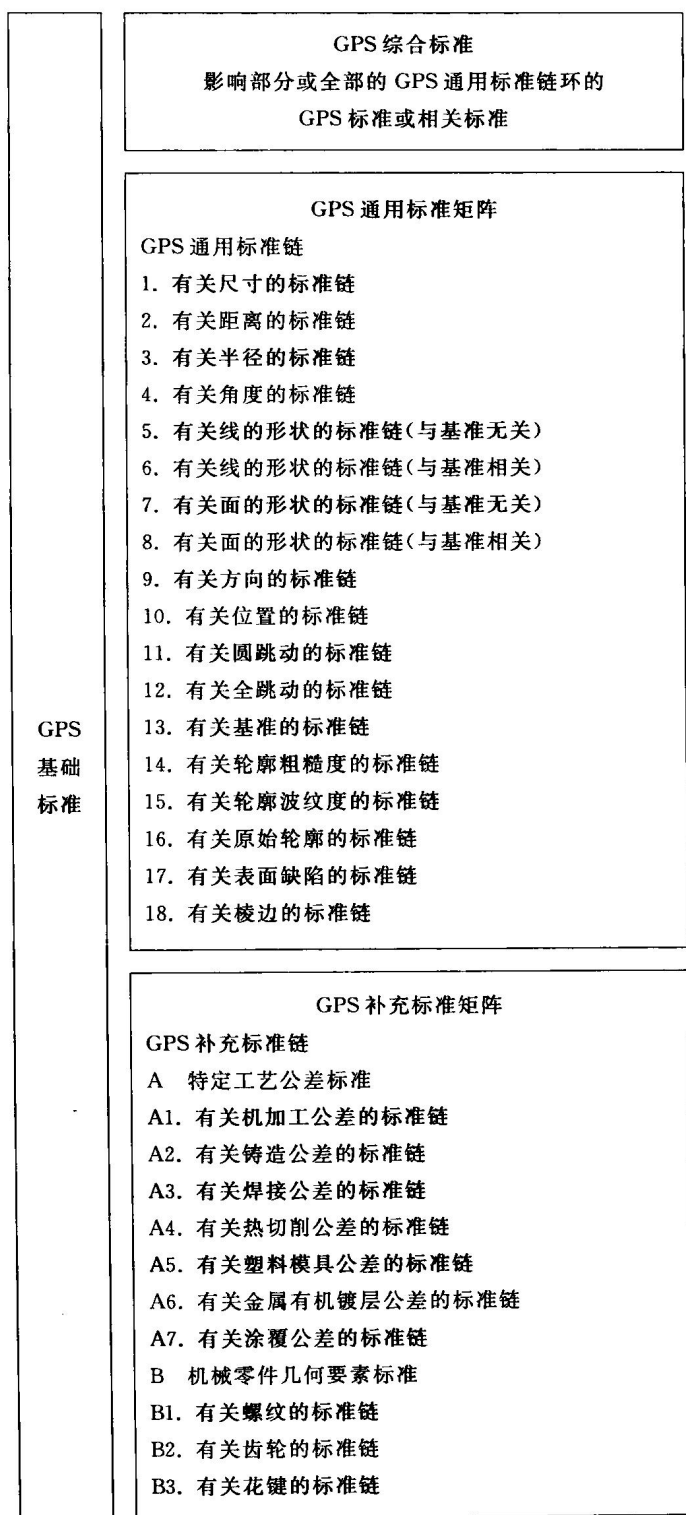


图 1.1 GPS 总体规划(GPS 矩阵模型)框架