

全国高等农业院校教材

互换性与技术测量

(第二版)

北京农业机械化学院主编

农 业 出 版 社

全国高等农业院校教材
互换性与技术测量 (第二版)

北京农业工程大学 主编

• • •

责任编辑 何致堂

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 15.25印张 2插图 334千字
1980年9月第1版 1986年12月第2版北京第1次印刷
印数 1—3,000册

统一书号 15144·698 定价 2.70元

第一版编者的话

根据全国高等农业院校农业机械化专业教材会议的精神和要求,我们编写了《互换性与技术测量》教材,以适应当前的教学需要。

本教材着重介绍了互换性与技术测量的基本原理、技术测量基本知识、光滑圆柱体的公差与配合、表面形状与位置公差、圆柱齿轮传动的公差等,对滚动轴承、螺纹、键与花键等常用典型零件的公差配合也作了一般的介绍。为便于自学和应用,提高分析和解决问题的能力,本书主要章节还附有应用举例和练习题。

考虑到当前新旧国家标准的过渡,在编写时,教材以介绍新国家标准为主,旧国家标准为辅,在应用手册中尽量列入新旧国家标准对照,以便于读者使用。

本教材可供高等农业院校农机类各专业使用(教学内容可根据专业要求适当取舍),也可供农机技术人员、工人参考。

除编者外,一起参加定稿工作的有河南农学院薛愈及沈阳农学院李荣发等同志,还邀请了吉林农业大学查洪庆同志参加全书的定稿工作。

此外,原北京农业机械化学院教师柏胤庆、新疆八一农学院莫之宽、北京农业机械化学院宋碧清,也参加了部分编写工作。

本书在编写工作中,曾得到一机部标准化研究所、华南农学院、华中农学院、河北农业大学等有关单位大力支持和帮助,在此特向他们表示感谢。

编 者

1979年8月

第一版编审者

主 编 北京农业机械化学院 何志刚
副主编 西北农学院 杨 青
编 者 青海工农学院 张恩纪
湖南农学院 杨忠汉
浙江农业大学 钱来根
北京农业机械化学院 申玉清

前 言

全国高等农业院校教材《互换性与技术测量》自1980年出版以来,经有关院校的使用,普遍认为:教材及时反映出新的国家标准内容,基本上满足了教学需要。通过几年的教学实践,教材不足和错误之处也逐渐地反映出来。由于科学技术的不断进步,某些基础标准又不断修订,目前基本上趋于相对稳定。因此,客观上迫切地要求教材重新改编,为了汇集几年来各兄弟院校的教学经验,1983年7月在北京召开了全国高等农业院校“互换性与技术测量”教学经验交流会。这本教材的改编,就是在重新审订教学大纲,并吸取各院校的教学经验,在原教材的基础上,由各承担任务的院校分工编写而成的。

本课程是农机类各专业的一门技术基础课程,它担负着联系设计与制造、修理工艺类课程的纽带作用。它的任务在于通过本课程的学习,使学生获得互换性、标准化与技术测量方面的基本知识,掌握各项公差标准及其应用和工厂常用计量器具的操作技能,初步了解测量误差及其处理方法。

全书根据最新颁布的各项公差标准(如“公差与配合”,“形状和位置公差”,“表面粗糙度”,“普通螺纹公差”,“渐开线圆柱齿轮精度”,“滚动轴承配合”,“光滑工件尺寸的检验”,“光滑极限量规”)并结合教学特点进行编写。在涉及有关标准的表格内容时,主要考虑在满足教学基础上作了取舍。各章之后附有思考与练习题,以作检验教学效果和推动学生思考问题之用。

本教材可供高等农业院校农机类各专业和其它院校类似专业使用,也可供从事机械工业有关的技术人员参考。

本教材在初审时,东北农学院蔡心怡副教授,青海工农学院张恩纪副教授提出了很多宝贵意见。北京农业工程大学董学珠副教授对“齿轮传动公差”作了较详细审阅。

全书的插图大部分由浙江农业大学宁波分校鲍序能同志绘制。

此外北京农业工程大学张涛同志对全书的编写做了较多的工作。

各兄弟院校对教材初稿提出了很多宝贵意见,在此向他们表示衷心感谢。

由于编者水平所限,错误和不足之处在所难免,恳请使用这本教材的师生和读者提出宝贵意见。

编 者

1984.3

第二版修订者

主编 何志刚 (北京农业工程大学)

编者 (按姓氏笔画排)

申玉洁 (北京农业工程大学)

杨 青 (西北农学院)

杨忠汉 (湖南农学院)

钱来根 (浙江农业大学)

主审 徐步垣 (新疆石河子农学院)

目 录

第一章 绪论	1
§ 1-1 互换性概述	1
§ 1-2 优先数和优先数系	5
§ 1-3 机械加工中几何参数的误差与公差	11
思考与练习题	18
第二章 光滑圆柱体的公差与配合	19
§ 2-1 公差与配合的基本概念	19
§ 2-2 孔、轴公差带的标准化——标准公差及基本偏差系列	25
§ 2-3 公差与配合的选择	40
§ 2-4 公差与配合新旧国家标准对照	51
§ 2-5 分组装配法	52
思考与练习题	55
第三章 技术测量的基本知识	58
§ 3-1 测量的基本概念	58
§ 3-2 长度基准及尺寸传递	59
§ 3-3 计量器具、测量方法的分类和测量条件	64
§ 3-4 计量器具的基本计量指标	66
§ 3-5 计量器具的几种典型读数装置	67
§ 3-6 测量误差与数据处理	72
思考与练习题	79
第四章 光滑工件尺寸的检验	81
§ 4-1 检验的一般原则	81
§ 4-2 用普通计量器具检验	82
§ 4-3 光滑极限量规	87
思考与练习题	93
第五章 形状和位置公差	94
§ 5-1 基本概念	94
§ 5-2 形位公差及形位公差带	97
§ 5-3 公差原则	112
§ 5-4 形位公差标注示例	118
§ 5-5 形位公差的选择	122
§ 5-6 形位误差的检测	128
思考与练习题	134

第六章 表面粗糙度	137
§ 6—1 概述	137
§ 6—2 表面粗糙度对零件性能的影响	137
§ 6—3 表面粗糙度的评定	139
§ 6—4 表面粗糙度的选择和标注	143
§ 6—5 表面粗糙度的测量	148
思考与练习题	151
第七章 滚动轴承的公差与配合	152
§ 7—1 概述	152
§ 7—2 滚动轴承的精度等级及选用	152
§ 7—3 滚动轴承与结合件的配合及其特点	154
§ 7—4 滚动轴承与结合件配合的选择	155
思考与练习题	161
第八章 螺纹的公差与配合	162
§ 8—1 概述	162
§ 8—2 螺纹几何参数误差对螺纹互换性的影响	163
§ 8—3 作用中径及中径合格性判断原则	165
§ 8—4 普通螺纹的公差与配合	166
§ 8—5 螺纹的测量	169
第九章 键与花键的公差与配合	173
§ 9—1 键与花键的用途和种类	173
§ 9—2 平键联结的公差与配合	174
§ 9—3 矩形花键的公差与配合	176
§ 9—4 ISO14—1982 矩形花键简介	182
思考与练习题	183
第十章 圆柱齿轮传动公差	185
§ 10—1 概述	185
§ 10—2 齿轮的误差评定指标	187
§ 10—3 齿轮副误差的评定指标	205
§ 10—4 齿轮工作图技术条件的确定	208
思考与练习题	218
第十一章 尺寸链	220
§ 11—1 尺寸链的基本概念	220
§ 11—2 线性尺寸链的计算	222
§ 11—3 尺寸链的应用	226
§ 11—4 解尺寸链的其它方法	237
思考与练习题	239

第一章 绪 论

§ 1—1 互换性概述

一、互换性及其作用

在日常生活和工作中，关于互换性的事例比比皆是。照明用的灯泡坏了，只要买一个与灯头规格一致的灯泡，即能换上。自行车的辐条断了，买一根同规格的就可装上。农业生产中使用的拖拉机、柴油机、联合收割机、水泵等，在使用了一段时间后，就需更换因磨损而性能降低或失效了的零、部件，这些零、部件可到市场购买或到备品库领取，很快就更换上，并能很好地满足使用要求。这在季节性强的农业生产是至关重要的。其所以有如此方便，都是由于这些零、部件具有互换性的缘故。

现代工业生产中，互换性已成为一个应普遍遵循的指导原则。

如现代化的拖拉机厂，每隔几分钟便可装配好一台拖拉机，每台拖拉机有数千个零件和几十种部件，分别由近百家工厂各按照规定的标准进行生产，最后集中到拖拉机厂进行部装和总装。机器产品的质量极大程度上取决于零、部件的质量，重要指标之一是它们的互换性。只有零件和部件具有互换性，才能保证总装线上按节拍进行装配。如果到装配时还需对零件进行挑选、修配或调整，将大大地增加装配时的劳动量，生产节拍将无法保证，产品质量和劳动生产率也随之下降，生产的组织管理也会产生混乱，也就根本谈不上现代化、文明生产了。

所谓互换性，是指在一批产品规格相同的零件中任取一件，不需要对零件进行辅助加工或钳工修配便可装配到机器上，且能符合装配技术要求和使用性能。因此，零件能否互换是以装入机器后满足产品性能为标志：一是零件的几何参数满足装配性和使用性要求；二是零件的物理、化学性能等参数满足产品功能要求。具有第一个条件的，称为几何参数互换，两个条件都具备的，称为功能互换。本课程只讨论几何参数的互换性。

互换性对机器设计、制造、使用和维修究竟有什么作用？

在设计时，如尽量采用按互换性原则设计标准件、通用件，就可以减少绘图、计算等工作，缩短设计时间，为产品品种多样化和产品结构性能的不断改进创造了有利的条件。

在制造上由于零件是按互换性原则设计，就可以合理地进行生产分工和组织专业化生产，采用先进的工艺方法和高效能的专用设备，实现机械化、自动化生产。因而互换性是提高生产水平和文明生产的强有力的手段。

在使用和维修时,零件具有互换性显得更为重要。随着经济体制的改革,农村中将大量使用农业机械和其它机械,当使用收割机进行收获时,一旦某种零件坏了(如收割刀片),可及时将一个按互换性原则设计的新零件换上,使收割机不误农时继续工作。在修理农机具时,用具有互换性的零件来更换那些已经磨损或损坏了的零件,将大大简化修理工艺,缩短修理周期和降低修理费用,保证机器工作的连续性,从而使机器的综合经济效益大大地提高。

总言之,互换性对改善产品的综合经济指标、提高质量、可靠性以及寿命等方面具有特别的重要意义。

二、零件互换的条件

一批零件假若它们的尺寸、形状(包括表面粗糙度)和位置等实际几何参数做成和理论几何参数完全一致时,则这些零件可以互换将是毫无疑义的。但实践证明,按同一图样加工一批零件,由于设备、材料等因素,不可能将零件做得绝对准确,即使在稳定的工艺条件下,几何参数的误差总有一定程度的变动范围,例如:市场上销售的同类型、同规格的活塞、缸套、活塞销、螺钉、螺母等零件,若对抽出若干件进行精密测量,就会发现其几何参数也并非绝对一样。它们之所以具有互换性,是因为这些零件几何参数的误差都没有超过几何参数互换性所允许的范围而已。人们通过大量的生产实践和科学研究的经验积累,认识到制造一批同类型、同规格的零件,要求它们的几何参数绝对准确不仅是不可能的,而且也没有必要,只要根据机器的功能和使用要求,将零件的实际几何参数的误差控制在一定范围内,这些零件就能实现互换。

零件的实际几何参数允许的最大变动范围,称为几何参数公差,它由尺寸公差、形状公差和位置公差等组成。

由此可见,一批同类型、同规格的零件具有互换性的条件是:把零件的实际几何参数误差控制在规定的公差范围内。

三、互换性的种类

在各种机器的生产中,根据生产的批量、零部件的通用程度以及对零件的几何参数要求的精确程度的不同,互换性的程度有高低。如大量生产的拖拉机,大部份零部件要互换,但也有些零件如发动机的活塞、缸套在装配前需按尺寸大小分组,相同组号的零件才可以装配互换。又如拖拉机后桥的螺旋锥齿轮、燃油泵的柱塞副,在制造时就考虑成对加工,装配时只能按配好的成对使用。

因此,根据互换程度的不同,零件的互换性可分为完全互换和有限互换。

完全互换是指完工后的一批零件,在装配时无需附加的分组、挑选或修配,任取其一装到机器上,即能满足规定的装配要求,如拖拉机的变速箱零件、齿轮、轴、滚动轴承、螺钉、螺母等。

有限互换是指完工后的一批零件,在装配时要经过分组和选择的手续,如上述的缸套、活塞,由于装配要求高,采用完全互换将会使零件制造公差很小,加工困难,成本增高。这时可将零件的制造公差根据生产条件,适当地放大,使之便于加工,零件完工后,通过测量将零件的实测尺寸大小按规定的要求分为若干组,装配时按相应组进行。这样做不仅能保证装配精度和使用要求,又可解决加工困难,从而提高综合经济指标。显然,这是以牺牲完全互换来达到的。这种分组装配的零件,只能在同组内互换。

倘若在装配时,还需对零件进行辅助加工或钳工修配或成对使用,则零件已无互换可言。

因此,在进行机器产品设计时,对于那些易耗件、通用件、标准件应遵循完全互换原则,当零部件结构复杂、装配要求高,经过综合评定其技术经济指标后(如产品精度、生产规模、设备条件、技术水平)再决定用完全互换或有限互换原则。

四、如何实现互换性生产

为实现互换性生产,在进行产品设计时,必须注意贯彻产品的标准化。标准化是实现互换性生产的基础,是组织现代化大生产的重要手段。搞好标准化,对发展国民经济,加快实现四个现代化有着重要的意义。

标准化是为了所有有关方面的利益,特别是为了促进最佳的全面经济,并适当考虑到产品使用条件与安全要求,在所有有关方面的协作下,进行有秩序的特定活动所制订并实施各项规则的过程。

标准则是标准化主管机关具体工作的结果。工业生产中的技术标准是为了保证社会化的生产技术活动中必要的统一协调和获得最好的经济效果,作为有关各方面共同遵守的技术标准。它是经公认的权威当局(国家标准总局)批准,以特定形式的文件,记述一整套必须达到的条件。

例如国家标准局颁布的标准:优先数和优先数系标准、标准尺寸系列标准、公差与配合标准、形位公差标准等所规定的互换性标准体系,能最有效地为互换性生产创造了先决条件。

系列化和通用化是应用标准化原理去解决专门任务所应用的一些方法。

系列化可理解为对同一用途产品的型号、种类和尺寸进行合理的规定,以尽可能少的品种规格满足各种不同条件的需要,如螺纹的直径、水泵流量、电动机的功率按大小合理分档。

通用化就是使同类机型的主要零部件在不同规格的机型中,最大限度地、合理地扩大彼此可以互换通用的零件或部件。

通过对产品最大限度实现标准化,可以简化产品品种和规格,提高生产的连续性,统一产品的互换、配套的规格尺寸,为实现专业化协作生产和国民经济各部门的协调创造了良好的条件。

五、互换性生产发展简介

任何一门学科都有它自己产生和发展的过程，互换性生产也是如此。

互换性生产的发展是和标准化产生与发展息息相关的。我们可以追溯到我国历史的那些古老的年代，如社会分工引起的直接结果是生产的发展和产品的交换，它一开始就遵循等价交换的原则。为了体现交换过程中的等价原则，就必须对交换物进行计量，或以轻重，或以多少，或以长短进行定量，这就是最初的计量器具作为分配社会产品的衡量准绳，本质上起着“标准”的作用。虽然人们在初始时建立的“标准”比较粗略，如用麦粒、竹筒、前腕、两臂等做过计量单位，但是随着生产的发展，人们不断地对计量单位进行改革和统一，这就是计量单位的标准化。特别是在秦始皇统一中国后，用政令对计量器具、文字（人同字）、货币、道路（车同轨）、兵器等进行全国的统一化，这不仅对当时经济文化的发展起了重要的促进作用，而且是中国标准化史上的重大事件。尤其是北宋时代毕昇发明的活字印刷，成功地运用了标准件、互换性、分解组合、重复利用等方法 and 原则，被称为“标准化发展的里程碑”。不过这些先进思想却被封建制度长期埋没。

近代标准化互换性生产是伴随着采用机器生产而产生的。

机器制造业发展的初期，只是将结合件成对配制，即在加工时不断试配，直至符合要求为止。由于效率很低，这种方式只适合于单件生产。随着生产的发展，产量日益增加，要求分工协作，导致标准量规的产生，即先制成一对合格的标准零件，以它作为检测工具来检验一批配合件，只要工具（标准零件）紧密通过相应的偶件，就认为配合件可用，并能互换。随着科学技术进步，新的精密计量器具的出现，人们对上述的制品进行测量，发现它们仍有差别，说明零件几何参数不必完全一样，仍然可以使用。通过生产实践的总结，人们认识到在一定的使用条件下，零件的几何参数稍有一点差异，并没反映出使用性能有多大差别，从实践—认识—再实践的过程产生了新的概念，即公差概念。由于公差概念的产生，伴随着极限量规的出现，互换性生产就迅速发展，从而开创了互换性生产的发展历史。

由于科学技术日新月异，生产突飞猛进，大工业和贸易不断发展，国际间交往也愈来愈多，标准化的重要性日益被人们所重视。1926年成立了国际标准化协会(International Federation of the National Standardization Associations)，简称ISA。在总结当时先进工业国如德国、英国、法国等国的公差制基础上，1935年公布了国际公差制ISA（草案）。到本世纪五十年代，ISA制已成为应用很广的国际公差制。

第二次世界大战后，1947年国际标准化组织重建，改名为国际标准化组织(International Organization for Standardization)简称ISO。它是目前世界上最大的国际性标准化组织。在继承和发展ISA公差制原则基础上，从1962年起，陆续颁布了新的ISO公差制，它已成为世界各国修订本国公差制的重要依据。

新中国成立以后的三十五年中，我国标准化事业和其它各项建设事业一样，取得了很

大的成就，在社会主义建设中发挥了重要的作用。

我国是 ISO 创始国之一，由于旧中国未能履行会员的义务，而被停止会籍。1978 年 9 月，我国以中国标准化协会（CAS）名义参加 ISO 为正式成员。

为进一步加强全国标准化管理工作，国务院于 1978 年批准成立了国家标准局，1979 年 7 月 31 日国务院批准颁布了《中华人民共和国标准化管理条例》。为了适应和促进我国工业发展的水平，提高我国产品在国际市场上的竞争能力，促进对外贸易的发展，目前正在以国际标准为借鉴与参考，逐步对原有标准进行修订或制订新的标准。不久，一整套符合我国工业生产发展并具有先进水平的基础标准及其它标准即将出现。

另一方面，为了使先进的标准顺利贯彻执行，技术测量则是保证互换性生产的重要手段。

解放前，我国几乎不能制造精密计量器具，解放后，在党的领导下，建立起一批技术较先进的量仪制造厂，如哈尔滨、成都和北京量具刃具厂、上海光学仪器厂、中原量仪厂等，为我国计量事业的发展奠定了基础。

为了迅速地改变我国计量的混乱落后局面，1955 年成立了国家计量局，1959 年由国务院发布了《关于统一计量制度的命令》，1977 年国务院又颁布了《中华人民共和国计量管理条例》，当前，为贯彻对外实行开放政策，对内搞活经济的方针，适应我国国民经济、文化教育事业的发展，以及推进科学技术进步和扩大国际经济、文化交流的需要，国务院决定在采用先进的国际单位制的基础上，进一步统一我国的计量单位。1984 年 2 月 27 日发布了《中华人民共和国法定计量单位》的命令，将为全国计量单位统一，促进产品质量的提高提供了可靠的保证。

可以预言，标准化、互换性与技术测量工作将在建设四化、振兴中华的进程中获得飞跃的发展。

§ 1—2 优先数和优先数系

在进行产品设计以及制定技术标准时，将涉及到各种技术参数，这些参数不仅同该产品本身的性能有关，而且还与该产品相关的一系列产品的技术特性有关。某种产品的参数将直接或间接地影响其它产品的参数，如白炽灯泡功率有 10W、15W、25W、40W……是属于产品性能参数，而连接的形式有卡口或螺口，这个参数就对绝缘制品灯头有直接影响，自行车车轮直径这个参数就对橡胶轮胎、辐条的参数有直接的影响。因此参数之间这种相互关联、不断扩散的特征叫“数值的扩散”。

不仅如此，为了满足用户的多种多样的要求，需将参数的量值合理分级，参数的量值分得科学合理，就能以较少种类的规格满足广泛的需要，将能取得最佳的经济效益。

“优先数和优先数系”就是使技术参数标准化的一项重要的基础标准，又是国际范围内公认的一个无量纲的数值分级制度，适用于各种参数量值的分级。国家标准“优先数和

优先数系” GB321—80 以及在该标准的基础上制定的“标准尺寸”标准 GB2822—81, 在确定产品的参数或参数系列时, 必须最大限度地采用。

一、优先数系和优先数的概念

优先数系是以公比为 $q_r = \sqrt[r]{10}$ 的十进等比数列。所谓十进是指项值中包括 10^n 或 $\frac{1}{10^n}$ 。

这些数。这里 n 为整数, 如 $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ 。则数列项值为 $1-10-100-1000, \dots$, 和 $1-0.1-0.01-0.001, \dots$, 称为十进段。

如设 a 为十进段内的起始项, $q_r = \sqrt[r]{10} = 10^{\frac{1}{r}}$ 为数列的公比, 则十进段内的项数排列为: $a, a \cdot (10^{\frac{1}{r}})^1, a \cdot (10^{\frac{1}{r}})^2, a \cdot (10^{\frac{1}{r}})^3, \dots, a \cdot (10^{\frac{1}{r}})^r = 10a$, 即十进等比数列的规律是每进 r 项就使项值增大为首项的 10 倍。

问题是 r 值不同, 构成的数系就不一样, 由于倍数在工程技术上广泛应用, 要求数系中含有倍数项为: $1, 2, 4, 8, \dots$ 。如照相机光圈数系其中有 $2, 4, 8, 16$ 。电动机的转速有 $375, 750, 1500, 3000$ 等, 每项相隔为 2 的倍数。

设十进等比数列中相隔 x 项, 能构成倍数系列, 则应满足:

$$(q_r)^x = (10^{\frac{1}{r}})^x = 2 \quad (1-1)$$

即

$$10^{\frac{x}{r}} = 2$$

取常用对数

$$\frac{x}{r} \lg 10 = \lg 2$$

得

$$\frac{x}{r} = 0.30103 \approx 0.3$$

满足 $\frac{x}{r} = 0.3$ 的数值组合有

$$\frac{3}{10}, \frac{6}{20}, \frac{12}{40}, \frac{24}{80}, \dots$$

以数字组合 $\frac{3}{10}$ 为例, 即公比 $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$, 当首项为 $a = 1$, 项数 $r = 10$ 时, 构成

1—10 的数列如下:

1.00, 1.25, 1.60, 2.00, 2.50, 3.15, 4.00, 5.00, 6.30, 8.00, 10.00。

上面数列每向后数三项 ($x = 3$) 取值便构成倍数系列:

1, 2, 4, 8, $\dots$ 。

在 GB321—80 (优先数和优先数系) 规定了 r 值是: 5, 10, 20, 40, 80。优先数系的系列符号用 R_r 表示, 即: $R_5, R_{10}, R_{20}, R_{40}, R_{80}$, 其中四个 $R_5, R_{10}, R_{20}, R_{40}$ 称为基本系列。 R_{80} 作为补充系列, 一般用于分级更密的场合。

各系列的公比分别为:

$$R_5 \text{ 系列: } q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$$

$$R_{10} \text{ 系列: } q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$$

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

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

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

优先数系的基本系列见表 1—1。

任一系列的项数在每一个十进段的间隔中 (1—10, 10—100, 100—1000 等, 还有 1—0.1, 0.1—0.01, 0.01—0.001 等) 都是常数。如 R_5 系列在十进段间隔中的项数等于 5 (1, 1.6, 2.5, 4.0, 6.3); R_{10} 系列项数等于 10, 而且每后一个系列的项必然包括前面系列的所有项, 即 R_{10} 系列中的项值包括 R_5 系列的所有项值, R_{20} 系列中的项值包括 R_{10} 系列的所有项值等, 优先数系列在两个方向上延伸都是无限的。用 10 乘 1—10 中的数得到 10—100 的数列, 用 100 乘 1—10 中的数得到 100—1000 的数列等; 用 0.1 乘 1—10 中的数得 0.1—1 的数列, 用 0.01 乘 1—10 中的数得到 0.01—0.1 的数列, 如此类推。

优先数系的各系列中的任一个项值均为优先数。

根据 GB321—80 的规定, 优先数和优先数系适用于各种量值的分级, 特别是在确定产品的参数或参数系列时, 必须按该标准规定, 最大限度地采用, 这就是“优先”的概念。

二、优先数系的结构

1. 基本系列与补充系列 基本系列指 $R_5, R_{10}, R_{20}, R_{40}$ 系列, 是优先数系中的常用系列。

补充系列指 R_{80} 系列, 只有当基本系列无法满足实际需要时, 才允许采用。

2. 优先数的序号 序号 N 表示优先数在 R_{40} 系列中排列的次序。从优先数 1.00 的序号 $N=0$ 开始排成一个等差数列。序号 N 实质上是优先数以 $\sqrt[40]{10}$ 为底的对数, 因而在优先数间的乘除运算可应用序号的和差运算来代替, 起着简化运算的作用。

3. 优先数的几种数值

理论值 由于数列的公比 $q_r = \sqrt[r]{10}$ ($r=5, 10, 20, 40$) 为无理数, 所以数列的项值 $(\sqrt[r]{10})^{Nr}$ (N_r 为任意整数) 一般是无理数, 不便于实际应用。

计算值 是对理论值取五位有效数字的近似值, 同理论值相比, 其相对误差小于 $\frac{1}{20000}$, 供参数精确计算之用。

表 1-1 优先数系的基本系列 (摘自GB321—80)

基 本 系 列 (常用值)				序 号 N			理论值的 对数尾数	计 算 值	常用值的相 对误差(%)
R_5	R_{10}	R_{20}	R_{40}	0.1~1	1~10	10~100			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	1.00	1.00	1.00	-40	0	40	000	1.0000	0
			1.06	-39	1	41	025	1.0593	+0.07
			1.12	-38	2	42	050	1.1220	-0.18
			1.18	-37	3	43	075	1.1885	-0.71
		1.25	1.25	-36	4	44	100	1.2589	-0.71
			1.32	-35	5	45	125	1.3335	-1.01
			1.40	-34	6	46	150	1.4125	-0.88
1.60	1.60	1.60	1.50	-33	7	47	175	1.4962	+0.25
			1.60	-32	8	48	200	1.5849	+0.95
			1.70	-31	9	49	225	1.6788	+1.26
			1.80	-30	10	50	250	1.7783	+1.22
			1.90	-29	11	51	275	1.8836	+0.87
		2.00	2.00	-28	12	52	300	1.9953	+0.24
			2.12	-27	13	53	325	2.1135	+0.31
			2.24	-26	14	54	350	2.2387	+0.06
			2.36	-25	15	55	375	2.3714	-0.48
			2.50	-24	16	56	400	2.5119	-0.47
2.50	2.50	2.50	2.65	-23	17	57	425	2.6607	-0.40
			2.80	-22	18	58	450	2.8184	-0.65
			3.00	-21	19	59	475	2.9854	+0.49
		3.15	3.15	-20	20	60	500	3.1623	-0.39
			3.35	-19	21	61	525	3.3497	+0.01
			3.55	-18	22	62	550	3.5481	+0.05
			3.75	-17	23	63	575	3.7584	-0.22
4.00	4.00	4.00	4.00	-16	24	64	600	3.9811	+0.47
			4.25	-15	25	65	625	4.2170	+0.78
			4.50	-14	26	66	650	4.4668	+0.74
			4.75	-13	27	67	675	4.7315	+0.39
		5.00	5.00	-12	28	68	700	5.0119	-0.24
			5.30	-11	29	69	725	5.3088	-0.17
			5.60	-10	30	70	750	5.6234	-0.42
			6.00	-9	31	71	775	5.9566	+0.73
6.30	6.30	6.30	6.30	-8	32	72	800	6.3096	-0.15
			6.70	-7	33	73	825	6.6834	+0.25
			7.10	-6	34	74	850	7.0795	+0.29
			7.50	-5	35	75	875	7.4989	+0.01
		8.00	8.00	-4	36	76	900	7.9433	+0.71
			8.50	-3	37	77	925	8.4140	+1.02
			9.00	-2	38	78	950	8.9125	+0.98
			9.50	-1	39	79	975	9.4406	+0.63
10.00	10.00	10.00	10.00	0	40	80	000	10.0000	0

注: ①大于10和小于1的优先数, 可按十进延伸法求得 ②N是优先数在 R_{40} 系列中序号 N_{40} 的简写 ③常用值的

$$\text{相对误差} = \frac{\text{常用值} - \text{计算值}}{\text{计算值}} \times 100\%$$

常用值 即通常所说的优先数，它是将计算值取三位有效数字进行适当圆整后统一规定的标准值。它与计算值相比最大相对误差在+1.26%和-1.01%之间。

化整值 它是对常用值作进一步圆整后所得的值，一般取两位有效数字。

为了更限度地简化和统一机械制造业中刀具、量具、毛坯以及原材料等的规格尺寸，同时照顾到已经广泛使用的习惯数值，由优先数的常用值和一部分化整值组成化整系列，分别以 R_{a5} , R_{a20} , R_{a40} 表示，以区别于 R_5 , R_{10} , R_{20} , R_{40} 。只用于参数取值受到特殊限制的场合。GB2822—81（标准尺寸，表1—2）就是选用优先数常用值及其化整值而制订的。

表1—2 标准尺寸（摘自GB2822—81）

1.0~10.0mm				10~100mm											
<i>R</i>		<i>R_a</i>		<i>R</i>			<i>R_a</i>			<i>R</i>			<i>R_a</i>		
<i>R</i> ₁₀	<i>R</i> ₂₀	<i>R_a</i> ₁₀	<i>R_a</i> ₂₀	<i>R</i> ₁₀	<i>R</i> ₂₀	<i>R</i> ₄₀	<i>R_a</i> ₁₀	<i>R_a</i> ₂₀	<i>R_a</i> ₄₀	<i>R</i> ₁₀	<i>R</i> ₂₀	<i>R</i> ₄₀	<i>R_a</i> ₁₀	<i>R_a</i> ₂₀	<i>R_a</i> ₄₀
1.00	1.00	1.0	1.0	10.0	10.0		10	10				37.5			38
	1.12		1.1		11.2			11		40.0	40.0	40.0	40	40	40
1.25	1.25	1.2	1.2	12.5	12.5	12.5	12	12	12			42.5			42
	1.40		1.4			13.2			13		45.0	45.0		45	45
1.60	1.60	1.6	1.6		14.0	14.0		14	14			47.5			48
	1.80		1.8			15.0			15	50.0	50.0	50.0	50	50	50
2.00	2.00	2.0	2.0	16.0	16.0	16.0	16	16	16			53.0			53
	2.24		2.2			17.0			17		56.0	56.0		56	56
2.50	2.50	2.5	2.5		18.0	18.0		18	18			60.0			60
	2.80		2.8			19.0			19	63.0	63.0	63.0	63	63	63
3.15	3.15	3.0	3.0	20.0	20.0	20.0	20	20	20			67.0			67
	3.55		3.5			21.2			21		71.0	71.0		71	71
4.00	4.00	4.0	4.0		22.4	22.4		22	22			75.0			75
	4.50		4.5			23.6			24	80.0	80.0	80.0	80	80	80
5.00	5.00	5.0	5.0	25.0	25.0	25.0	25	25	25			85.0			85
	5.60		5.5			26.5			26		90.0	90.0		90	90
6.30	6.30	6.0	6.0		28.0	28.0		28	28			95.0			95
	7.10		7.0			30.0			30	100.0	100.0	100.0	100	100	100
8.00	8.00	8.0	8.0	31.5	31.5	31.5	32	32	32						
	9.00		9.0			33.5			34						
10.00	10.00	10.0	10.0		35.5	35.5		36	36						

注：① R_a 系列中的黑字体为 R 系列相应各项优先数的化整值

② 标准规定的尺寸范围是0.01~20000mm

③ 标准尺寸适用于有互换性或系列化要求的主要尺寸（如安装连接尺寸，有公差要求的配合尺寸，决定产品系列的公称尺寸）。对于由主要尺寸导出的因变量尺寸和工艺上工序间的尺寸，以及已有专用标准规定的尺寸，可不受此限制

④ 优先顺序按 R_{10} 、 R_{20} 、 R_{40} ；如将数值圆整时，按 R_{a5} 、 R_{a10} 、 R_{a20} 、 R_{a40} 。只在0.01—0.1mm时规定有 R_{a5} 。

⑤ 可用派生系列和复合系列

4. 优先数的派生系列

派生系列 是从基本系列或补充系列中每隔 p 项取值导出的变形系列，以 R_p/p 表示。