

高等职业教育机电类专业规划教材

# 机械制造基础(I)

(公差配合材料热加工分册)

主编 梁旭坤 焦建雄

副主编 刘劲松

主审 刘舜尧



中南大学出版社



摇高等职业教育机电类专业规划教材摇摇机械制造基础( I)

高等职业教育机电类专业规划教材  
国家技能型紧缺人才培养教材  
编写委员会

主摇任：金潇明

副主任：(以姓氏笔画为序)

李建跃摇肖智清摇钟振龙摇梁摇勇摇曾宪章

委摇员：(以姓氏笔画为序)

王志泉摇摇王定祥摇摇王凌云摇皮智谋摇许文全

刘茂福摇摇肖正祥摇摇汤光华摇汤忠义摇李绪业

张导成摇摇欧阳中和摇张秀玲摇张若峰摇胡智清

晏初宏摇摇徐政坤摇摇郭紫贵摇黄红辉摇梁旭坤

董建国摇摇曾霞文摇摇管文华摇谭海林摇樊小年

.....  
图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础 援员, 公差配合材料热加工分册 梁旭坤等

主编 鄧一长沙 :中南大学出版社 源年源月

摇 I 梁旭坤等编 梁旭坤

摇 I 梁旭坤等 II 梁旭坤等 III 机械制造 原高等学校 原教材摇 IV 梁旭坤

摇中国版本图书馆 CIP 数据核字(源年)第 源号

.....  
机械制造基础( I )

(公差配合材料热加工分册)

主 编 梁旭坤 焦建雄

副主编 刘劲松

主 审 刘舜尧

□责任编辑 周兴武

□责任印制 汤庶平

□出版发行 中南大学出版社

社址 :长沙市麓山南路 邮编 源年源月

发行科电话 源年源月 传真 源年源月

□印装 中南大学湘雅印刷厂

□开本 源年源月 印张 源千字

□版次 源年 远月第 员版 源年 远月第 员次印刷

□书号 梁旭坤等编 梁旭坤等 源年

□定价 源年源月

.....  
图书出现印装问题,请与经销商调换



## 总 序

加入世贸组织后,我国机械制造业迎来了空前的发展机遇,我国正逐步变成“世界制造中心”。为了增强竞争能力,中国制造业开始广泛使用先进的数控技术、模具技术,世纪机械制造业的竞争,其实是数控技术的竞争。随着数控技术、模具技术的迅速发展及数控机床的急剧增长,我国机械企业急需大批数控机床编程、操作、维修技术人才及模具设计与制造技术人才,而目前劳动力市场这种技术应用型人才严重短缺。为此,教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合启动了“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,明确了高等职业教育的根本任务就是要从劳动力市场的实际需要出发,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才。并在全国选择确定了 100 所高职院校、100 所中职院校作为数控技术技能型紧缺人才培养培训工程示范院校,推荐 100 个企事业单位作为校企合作数控培养培训基地。计划 2004 年~2007 年向社会输送数控专业毕业生数十万人,提供短期培训数十万人次,以缓解劳动力市场数控技能型人才紧缺的现状。

大量培养技能型人才中的一个重要问题就是教材。在机电类专业高等职业教育迅速发展的同时,具有高职特色的机电类专业教材极其匮乏,不能满足技能型人才培养的需要。为了适应机电类高职教育迅速发展的形势,在湖南省教育厅职成处,湖南省教育科学研究院的支持、指导和帮助下,湖南省高等职业教育机电类专业教学研究会和中南大学出版社进行了广泛的调研,探索出版符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革的新教材的路子。他们组织全国 100 多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会,充分交流了教学改革、课程设置、教材建设的经验,把教学研究与教材建设结合起来。并对机电类专业高职教材的编写指导思想、教材定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证,统一了思想,明确了思路。在此基础上,由湖南省高等职业教育机电类专业教学研究会牵头,成立了“湖南省机电类专业规划教材编委会”,组织编写出版了高等职业教育机电类专业系列教材,这套教材包括机电类所有专业的公共专业基础课教材及数控、模具专业的核心专业课教材。教材的编委会由业内权威教授、专家、高级工程师技术人员组成,作者都是具有丰富教学经验、较高学术水平和实践经验的教授、专家及骨干教师、双师型教师。编委会通过推荐、招标、遴选确定了每本书的主编,并对每本书的编写大纲、内容进行了认真的审定,还聘请了中南大学、湖南大学等高校的教授、专家担任教材主审,确保了教材的高质量及权威性和专业性。

根据高职教育应用型人才培养目标,这套教材既具有高等教育的知识内涵,又具有职业教育的职业能力内涵,主要体现了以下特点。

(1) 以综合素质为基础,以能力为本位。

本套教材把提高学生能力放在突出的位置,符合教育部机电类专业教学基本要求和人才

培养目标,注重创新能力和综合素质培养。尽量做到理论与实践的零距离,教材的编写注重技能性、实用性,加强实验、实训、实习等实践环节,力求把学生培养成为机电行业一线迫切需要的应用型人才。

(圆) 以社会需求为基本依据,以就业为导向。

适应社会需求是职业教育生存和发展的前提,也是职业教育课程设置的基本出发点。本套教材以机电企业的工作需求为依据,探索和建立根据企业用人“订单”进行教育与培训的机制,明确职业岗位对核心能力和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。教材选用了技术先进、占市场份额最大的云梯(法那科)、杂梯(西门子)和华中典型数控系统,既具针对性,又兼适应性,使学生具有较强的就业岗位适应能力。

(猿) 反映了机电领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。

本套教材充分反映了机电行业内最新发展趋势和最新研究成果,体现了数控、模具领域的新知识、新技术、新工艺、新方法,克服了以往专业教材中存在的內容陈旧、更新缓慢的弊端,选择了目前最新的数控系统为典型实例,采用了最新的国家标准及相关技术标准。

(源) 贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神。

本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行捆绑,设计了与数控(车、铣)等工种技能考证基本相同的教材体系和标准板块,安排了相应的考证训练题及考证模拟题,使学生在获得学分的同时,也能较容易地获得职业资格证书。

(缘) 教材内容精炼。

本套教材以工程实践中“会用、管用”为目标,理论以“必需、够用”为度,对传统教材内容进行了精选、整合、优化和压缩,能更好地适应高职教改的需要。由于作了统一规划,相关教材之间内容安排合理,基础课与专业课有机衔接,全套教材具有系统性、科学性。

(远) 教材体系立体化。

为了方便老师教学和学生学习,本套教材提供了电子课件、电子教案、教学指导、教学大纲、考试大纲、题库、案例素材等教学资源支持服务平台。

教材的生命力在于质量,而提高质量是永恒的主题。希望教材的编委会及出版社能做到与时俱进,根据高职教育改革和发展的形势及机电类专业发展的趋势,不断对教材进行修订、改进、完善,精益求精,使之更好地适应高等职业教育人才培养的需要,也希望他们能够一如既往地依靠业内专家,与科研、教学、产业第一线人员紧密结合,加强合作,不断开拓,出版更多的精品教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。



摇摇(序作者为湖南省教育厅副厅长,教授、博士生导师)

摇摇(序作者为湖南省教育厅副厅长,教授、博士生导师)

## 内容提要

全书分为公差与配合及工程材料与热加工两篇，分别介绍了尺寸公差、形状与位置公差、表面粗糙度、工程材料的主要性能、工程材料的组织结构、钢的强韧化、常用工程材料及热加工方法。

本书语言精简、通俗易懂，在每章节都精选了相应的实例及思考与练习题，突出了应用性、实用性和综合性，便于教学及自学。

本书可作为机械设计与制造、模具设计与制造及机电类相关各专业高职教材，也可供从事机械设计与制造的工程技术人员参考。



## 前 言

本书总结近几年各职业院校的实际教学与教改情况,以“够用、实用、好用”为原则,由具有丰富专业教学经验及生产实际经验的双师型教师编写,博取众家之长,有不少独特之处。

本书充分体现了“理论够用,能力为本,应用型人才培养”的新世纪应用型人才培养的思想,对机械制造基础的相关知识进行了必要的整合;语言精简、表述明确,将教材的深度与广度有机地结合起来,并在各章节都精选了相应的思考与练习题,便于教学及自学。

本书由湖南信息职业技术学院梁旭坤、湖南化工职业技术学院焦建雄担任主编,由长沙航空职业技术学院刘劲松担任副主编。全书由中南大学刘舜尧教授担任主审。全书分两篇,共 10 章,第 1 章、第 2 章、第 3 章由湖南信息职业技术学院梁旭坤、李青云编写,第 4 章、第 5 章由湖南科技职业技术学院龚定平编写、第 6 章、第 7 章、第 8 章由长沙航空职业技术学院刘劲松编写,第 9 章由湖南化工职业技术学院焦建雄编写,第 10 章、第 11 章由湖南机电职业技术学院刘贵普编写。感谢以上院校对本书编写的大力支持。

因教材涉及内容广,编者水平有限,书中不足之处,恳请读者和专家批评指正。

编 者  
二〇一〇年 月



# 目 录

## 第 1 篇 公差与配合

第 1 章 概述	1
互换性	1
互换性及其意义	1
互换性的分类	1
公差与检测	1
标准化	1
标准	1
标准化	1
优先数和优先数系	1
思考与练习	1
第 2 章 尺寸公差	2
基本术语及定义	2
尺寸、公差和偏差的术语及定义	2
配合的术语及定义	2
尺寸的公差与配合	2
标准公差系列	2
基本偏差系列	2
一般、常用和优先公差带与配合	2
尺寸公差与配合的选用	2
基准制的选用	2
公差等级的选用	2
配合种类的选用	2
选用实例	2
尺寸的检测	2
概述	2
验收极限与量器具的选择原则	2
思考与练习	2

第 8 章 形状与位置公差 .....	(80)
8.1 概述 .....	(80)
8.2 基本概念 .....	(80)
8.3 形位公差带 .....	(80)
8.4 形状公差与误差 .....	(80)
8.5 形状公差与公差带 .....	(80)
8.6 轮廓度公差与公差带 .....	(80)
8.7 形状误差及其评定 .....	(80)
8.8 位置公差与误差 .....	(80)
8.9 定向公差与公差带 .....	(80)
8.10 定位公差与公差带 .....	(80)
8.11 跳动公差与公差带 .....	(80)
8.12 位置误差评定与基准 .....	(80)
8.13 形位公差与尺寸公差的关系 .....	(80)
8.14 有关术语及定义 .....	(80)
8.15 独立原则 .....	(80)
8.16 相关原则 .....	(80)
8.17 零形位公差 .....	(80)
8.18 公差检测原则 .....	(80)
8.19 与理想要素比较的原则 .....	(80)
8.20 测量坐标值原则 .....	(80)
8.21 测量特征参数的原则 .....	(80)
8.22 测量跳动的原则 .....	(80)
8.23 控制实效边界原则 .....	(80)
8.24 形位公差的选择 .....	(80)
8.25 形位公差特征的选择 .....	(80)
8.26 形位公差数值的选择 .....	(80)
8.27 公差原则和公差要求的选择 .....	(80)
8.28 未注形位公差的规定 .....	(80)
8.29 思考与练习 .....	(80)
第 9 章 表面粗糙度 .....	(80)
9.1 表面粗糙度国家标准 .....	(80)
9.2 表面粗糙度概念 .....	(80)
9.3 表面粗糙度国家标准 .....	(80)
9.4 表面粗糙度的评定 .....	(80)
9.5 表面粗糙度的选用 .....	(80)
9.6 评定参数的选用 .....	(80)



第 8 章 工程材料的组织结构 .....	( 158 )
8.1 纯金属的晶体结构与结晶 .....	( 158 )
8.1.1 纯金属的晶体结构 .....	( 158 )
8.1.2 纯金属的结晶 .....	( 159 )
8.2 合金的晶体结构与结晶 .....	( 160 )
8.2.1 合金的晶体结构 .....	( 160 )
8.2.2 合金的结晶 .....	( 160 )
8.3 铁碳合金及相图 .....	( 160 )
8.3.1 铁碳合金的相及组织 .....	( 160 )
8.3.2 铁碳合金相图分析 .....	( 163 )
8.3.3 铁碳合金相图的应用 .....	( 163 )
8.4 非金属材料简介 .....	( 163 )
8.4.1 高分子材料 .....	( 163 )
8.4.2 陶瓷材料 .....	( 163 )
8.4.3 复合材料 .....	( 163 )
8.5 思考与练习 .....	( 163 )
第 9 章 钢的热处理与表面处理 .....	( 163 )
9.1 概述 .....	( 163 )
9.1.1 热处理的定义及工艺曲线 .....	( 163 )
9.1.2 热处理的分类 .....	( 163 )
9.1.3 钢在加热(冷却)时发生组织转变的临界点 .....	( 163 )
9.1.4 钢在加热时的组织转变 .....	( 163 )
9.1.5 钢的奥氏体化 .....	( 163 )
9.1.6 奥氏体晶粒的长大及其控制 .....	( 163 )
9.1.7 钢在冷却时的组织转变 .....	( 163 )
9.1.8 过冷奥氏体的等温转变 .....	( 163 )
9.1.9 过冷奥氏体的连续冷却转变 .....	( 163 )
9.2 钢的退火与正火 .....	( 163 )
9.2.1 钢的退火 .....	( 163 )
9.2.2 钢的正火 .....	( 163 )
9.2.3 退火与正火的选用 .....	( 163 )
9.3 钢的淬火与回火 .....	( 163 )
9.3.1 钢的淬火 .....	( 163 )
9.3.2 钢的回火 .....	( 163 )
9.4 钢的表面热处理 .....	( 163 )
9.4.1 表面淬火 .....	( 163 )
9.4.2 钢的化学热处理 .....	( 163 )

摇钢的渗氮 .....	( 员员)
摇热处理工艺设计 .....	( 员圆)
摇热处理零件的结构设计 .....	( 员圆)
摇热处理工序位置设计 .....	( 员猿)
摇热处理技术条件设计 .....	( 员源)
摇工程材料的表面处理 .....	( 员四)
摇表面强化处理 .....	( 员四)
摇表面防护处理 .....	( 员五)
摇表面装饰处理 .....	( 员五)
摇思考与练习 .....	( 员五)
<b>第 员章 常用的工程材料 .....</b>	<b>( 员六)</b>
摇钢铁材料概述 .....	( 员六)
摇非合金钢 .....	( 员圆)
摇低合金钢 .....	( 员缘)
摇合金钢 .....	( 员六)
摇合金钢的分类体系 .....	( 员六)
摇合金元素对钢性能的影响 .....	( 员六)
摇合金结构钢的编号与应用 .....	( 员七)
摇铸铁 .....	( 员七)
摇铸铁的分类 .....	( 员七)
摇铸铁的性能及选用 .....	( 员八)
摇有色金属 .....	( 员八)
摇铝和铝合金 .....	( 员八)
摇铜和铜合金 .....	( 员九)
摇其他材料 .....	( 员缘)
摇粉末冶金材料 .....	( 员缘)
摇非金属材料 .....	( 员四)
摇复合材料 .....	( 员四)
摇刀具材料 .....	( 员四)
摇概述 .....	( 员四)
摇工具钢 .....	( 员六)
摇高速钢 .....	( 员六)
摇硬质合金 .....	( 员六)
摇其他刀具材料 .....	( 员六)
摇思考与练习 .....	( 员六)
<b>第 员章 热加工方法 .....</b>	<b>( 员七)</b>
摇铸造成形 .....	( 员七)

摇砂型的制造 .....	(页码)
摇铸铁的熔炼与浇注 .....	(页码)
摇铸造的缺陷 .....	(页码)
摇铸件的结构工艺性 .....	(页码)
摇锻压成形 .....	(页码)
摇锻压成形工艺基础 .....	(页码)
摇自由锻造 .....	(页码)
摇模型锻造 .....	(页码)
摇板料冲压 .....	(页码)
摇焊接成形 .....	(页码)
摇常用焊接方法 .....	(页码)
摇焊接方法的选择 .....	(页码)
摇常用的焊接设备与焊接材料 .....	(页码)
摇焊接接头与坡口形式 .....	(页码)
摇常用金属材料的可焊性 .....	(页码)
摇焊接工艺简介 .....	(页码)
摇思考与练习 .....	(页码)
参考文献 .....	(页码)



高等职业教育机电类专业规划教材 机械制造基础( I)

# 第 1 篇

## 公差与配合



## 第 1 章 概述

### 1.1 互换性

#### 1.1.1 互换性及其意义

在日常生活和生产中,经常使用可以相互替换的零部件。例如汽车、缝纫机、手表等机器或仪表的零件坏了,只要换一个相同规格的新零件即可。同一规格的零部件不需要作任何挑选、调整或修配,就能装配到机器上去,并且符合使用性能要求,这种特性就叫互换性。

互换性给产品的设计、制造、使用和维修都带来很大的方便。

从设计方面看,按互换性进行设计,就可以最大限度地采用标准件、通用件,大大减少计算、绘图等工作量,缩短设计周期,并有利于产品品种的多样化和计算机辅助设计。

从制造方面看,互换性有利于组织大规模专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专用设备,以至用计算机辅助制造;有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化,从而减轻工人的劳动,提高生产率;有利于保证产品质量,降低生产成本。

从使用方面看,零部件具有互换性,可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件,因此减少了机器的维修时间和费用,保证机器能连续而持久地运转,提高设备的利用率。

综上所述,互换性对保证产品质量、提高生产效率和增加经济效益具有重大意义,它不仅适用于大批量生产,即使是单件生产,也常常采用已标准化了的具有互换性的零部件。因此,互换性已成为现代机械制造业中一个普遍遵守的原则。

#### 1.1.2 互换性的分类

按互换的范围,可分为几何参数互换和功能互换。几何参数互换是指零部件的尺寸、形状、位置、表面粗糙度等几何参数具有互换性。零部件的物理性能、化学性能以及力学性能等参数都具有互换性,称为功能互换。本课程主要研究几何参数的互换性。

按互换程度,可分为完全互换与不完全互换。若一批零件或部件在装配时不需分组、挑选、调整和修配,装配后即能满足预定的要求,这些零部件属于完全互换。当装配精度要求较高时,采用完全互换将使零件制造精度要求很高,加工困难,成本增高。这时可适当降低零件的制造精度,使之便于加工,而在零件完工后,通过测量将零件按实际尺寸的大小分为若干组,按对应组进行装配,这样既可保证装配的精度,又能解决加工难的问题。此时,仅组内零件具有互换性,组与组之间不能互换的零部件,属于不完全互换。装配时需要进行挑选或调整的零部件也属于不完全互换。

一般地说,使用要求与制造水平、经济效益没有矛盾时,可采用完全互换;反之采用不完全互换。不完全互换通常用于部件或机构的制造厂内部的装配,而厂外协作往往要求完全

互换。

## 员源摇公差与检测

零件在加工过程中,不可避免地会产生各种误差。要想把同一规格一批零件的几何参数做得完全一致是不可能的。实际上,那样做也没有必要。只要把几何参数的误差控制在一定的范围内,就能满足互换性的要求。

零件几何参数误差的允许范围叫做公差。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差和角度公差等。

完工后的零件是否满足公差要求,要通过检测加以判断。检测包含检验与测量。几何量的检验是指确定零件的几何参数是否在规定的极限范围内,并作出合格性判断,而不必得出被测量的具体数值;测量是将被测量与作为计量单位的标准量进行比较,以确定被测量的具体数值的过程。检测不仅用来评定产品质量,而且用于分析产生不合格品的原因,及时调整生产,监督工艺过程,预防废品产生。检测是机械制造的“眼睛”。无数事实证明,产品质量的提高,除设计和加工精度的提高外,往往更有赖于检测精度的提高。

综上所述,合理确定公差与正确进行检测,是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的条件和手段。

## 员缘摇标准化

现代化生产的特点是品种多、规模大、分工细和协作多。为使社会生产有序地进行,必须通过标准化使产品规格品种简化,使分散的、局部的生产环节相互协调和统一。

几何量的公差与检测也应纳入标准化的轨道。标准化是实现互换性的前提。

## 员远摇标准

标准是对重复性事物和概念所作的统一规定,它以科学、技术和实践经验的综合成果为基础,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。

标准的范围极广,种类繁多,涉及到人类生活的各个方面。本课程研究的公差标准、检测器具和方法标准,大多属于国家基础标准。

标准按不同的级别颁发。我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

对需要在全国范围内统一的技术要求,应当制定国家标准,代号为 GB,对没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求,可制定行业标准,如机械行业标准(JB)等;对没有国家标准和行业标准而又需要在某个范围内统一的技术要求,可制定地方标准或企业标准,它们的代号分别用 DB 和 Q 表示。

我国于 1988 年发布的《中华人民共和国标准化法》中规定,国家标准和行业标准又分为强制性标准和推荐性标准两大类。少量的有关人身安全、健康、卫生及环境保护之类的标准属于强制性标准。国家将用法律、行政和经济等各种手段来维护强制性标准的实施。大量的标准(GB 22819 以上)属于推荐性标准。推荐性国标的代号为 GB/T。推荐性标准也应积极采用。

标准是科学技术的结晶，是多年实践经验的总结，它代表了先进的生产力，对生产具有普遍的指导意义。

在国际上，为了促进世界各国在技术上的统一，成立了国际标准化组织（简称 ISO）和国际电工委员会（简称 IEC），由这两个组织负责制定和颁发国际标准。我国于 1978 年恢复加入 ISO 的组织后，陆续修订了自己的标准。修订的原则是，在立足我国生产实际的基础上向 ISO 靠拢，以利于加强我国在国际上的技术交流和产品互换。

## 1.1 标准化的意义

标准化是指在经济、技术、科学及管理等社会实践中，对重复性事物和概念通过制定、发布和实施标准，达到统一，以获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。

标准化是组织现代化生产的重要手段，是实现互换性的必要前提，是国家现代化水平的重要标志之一。它对人类进步和科学技术发展起着巨大的推动作用。

## 1.2 优先数和优先数系

工程上各种技术参数的简化、协调和统一，是标准化的重要内容。

在机械设计中，常常需要确定很多参数，而这些参数往往不是孤立的，一旦选定，这个数值就会按照一定规律，向一切有关的参数传播。例如，螺栓的尺寸一旦确定，将会影响螺母的尺寸、丝锥板牙的尺寸、螺栓孔的尺寸以及加工螺栓孔的钻头的尺寸等。这种技术参数的传播扩散在生产实际中是极为普遍的现象。

正是因数值的相互关联与不断传播，所以，机械产品中的各种技术参数不能随意确定，否则会出现规格品种恶性膨胀的混乱局面，给生产组织、协调配套以及使用维护带来极大的困难。

为使产品的参数选择能遵守统一的规律，使参数选择一开始就纳入标准化轨道，必须对各种技术参数的数值作出统一规定。《优先数和优先数系》国家标准（GB 3171—1982）就是其中最重要的一个标准，要求工业产品技术参数尽可能采用它。

GB 3171—1982 中规定以十进制等比数列为优先数系，并规定了五个系列，它们分别用系列符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示，其中前四个系列作为基本系列，R80 为补充系列，仅用于分级很细的特殊场合。各系列的公比为：

R5 的公比： $\sqrt[5]{10} \approx 1.2589$

R10 的公比： $\sqrt[10]{10} \approx 1.0965$

R20 的公比： $\sqrt[20]{10} \approx 1.0471$

R40 的公比： $\sqrt[40]{10} \approx 1.0233$

R80 的公比： $\sqrt[80]{10} \approx 1.0116$

优先数系的五个系列中任一个项值均为优先数。按公比计算得到的优先数的理论值，除 10 的整数幂外，都是无理数，工程技术上不能直接应用。实际应用的都是经过圆整后的近似值。根据圆整的精确程度，可分为：

① 计算值：取五位有效数字，供精确计算用。

② 常用值：经常使用的通常所称的优先数，取三位有效数字。