

高等学校试用教材

机械精度设计与检测技术

陈隆德 赵福令 主编



机械工业出版社
China Machine Press

高等学校试用教材

机械精度设计与检测技术

主编 陈隆德 赵福令
参编 赵 阳 高世春
主审 卢杰持 王续跃



机械工业出版社

“机械精度设计与检测技术”课程即“互换性与测量技术”课程。

本书是根据全国高校“互换性与测量技术”课程教学大纲编写的教材,系统地介绍了机械精度设计与检测技术的基本知识,分析与介绍了公差、配合与检测技术方面的最新技术标准。零件的精度设计与几何量的检测技术是本书的主线。思路新颖,内容简明,联系实际,每章后附有精选的练习,并于书后附有参考答案与思考题,便于自学。

本书内容包括:绪论,尺寸公差、圆柱体结合的精度设计与检验(含滚动轴承结合的精度设计与光滑极限量规设计),几何量测量技术基础,形状、位置公差与误差的检测,表面粗糙度与其检测,圆锥体结合、棱体结合的精度设计与检测,圆柱螺纹结合的精度设计与检测,键、花键结合的精度设计与检测,圆柱齿轮传动的精度设计与检测,尺寸链的精度设计等,共十章。

本书可供高等工业院校机械类专业在校学生和成人教育大学、业余大学学生学习,也可作为机械工程技术人員或计量人員自学和参考用書。

图书在版编目(CIP)数据

机械精度设计与检测技术/陈隆德,赵福令主编. —北京:机械工业出版社,2000.8

高等学校试用教材

ISBN 7-111-08211-7

I. 机… II. ①陈…②赵… III. ①零部件-精度设计-高等学校-教材②零部件-测量-高等学校-教材 IV. TG8

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第66732号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:王世刚 倪少秋 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:李雨桥 责任印制:郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年10月第1版·第1次印刷

1000mm×1400mmB5·9印张·345千字

0 001—5000册

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

前 言

“机械精度设计与检测技术”课程即“互换性与测量技术”课程。本书属于工学学科领域。本课程是1993年7月国家教育委员会列为普通高等学校本科机械制造工艺与设备、机械设计及制造、汽车拖拉机、热力发动机、精密仪器、光学技术与光电仪器等专业的主要课程。本书根据全国高校“互换性与测量技术”课程教学大纲,系统地介绍了机械精度设计与检测技术的基本知识,分析与介绍了公差、配合与检测技术方面的最新技术标准。零件的精度设计与检测技术是本书的主线。内容主要有:尺寸公差、圆柱体结合的精度设计与检验,(含滚动轴承结合的精度设计与光滑极限量规设计),几何量测量技术基础,形状、位置公差与误差的检测,表面粗糙度与其检测,圆锥体结合、棱体结合的精度设计与检测,圆柱螺纹结合的精度设计与检测,键、花键结合的精度设计与检测,圆柱齿轮传动的精度设计与检测,零件尺寸链与装配尺寸链的精度设计等。

近期,国家的最新技术标准逐渐取代了以往的旧标准,对我国的经济、技术 & 社会生活起到了极深刻的影响。为主动适应我国加快改革开放与现代化建设步伐的需要,本书内容和体系作了较大的改革。全部采用最新技术标准及其指导思想,结合几十年的教学经验,将机械精度设计与检测技术的内容进行扩展,而且在深度上、内容的提炼上、论例与练习的选择上都作了精细的安排。对重点章节的内容都进行过深入研究。同时,还收集了大量国内外有关书刊、文献资料,进行加工整理。教材的内容遵循人们的思维认识过程,由浅入深,循序渐近,思路新颖而且清晰,概念阐述严谨,避免了名词概念的罗列及标准原文的展示,对学生有良好的启发作用。内容简明,密切联系生产实际。每章后附精选的练习,并于书后附有参考答案与思考题,便于自学。

“机械精度设计与检测技术”是专业技术基础课,应在“金属工艺学”、“机械制图”、“机械原理”课程之后讲授。本课程是由基础课及技术基础课教学过渡到专业课教学的桥梁和纽带,既是机械设计的基础,又是机械制造的基础。设计机器或仪器,除了总体方案设计、运动设计、结构设计、强度和刚度计算之外,还必须进行精度设计,规定合理的几何参数公差;在零件加工的全过程中还必须进行测量或检验,才能确保完工零件符合设计时所规定的精度要求,才能使设计的机器或仪器达到预定的使用要求。因此,精度设计及检测技术是保证产品质量的两个重要技术环节,也是学习本门课程的主线。通过本课程的学习,应获得如下几个方面的知识:

建立本学科精度设计与标准化的基本概念, 正确识别与运用公差、配合符号, 正确理解其含义;

掌握极限与配合标准的结构、规律、特征及其基本内容, 使之达到举一反三的效果;

学习机械精度设计的原则和方法, 初步掌握公差、配合的制订, 并通过后续课程设计、毕业设计等教学环节进一步理解和运用;

了解机械产品质量技术保证的过程, 学习检测技术的基本知识, 掌握检测的基本概念; 学习测量误差的形成与处理方法; 通过检测技术实验和生产实习掌握常用检测方法; 按照误差定义能对被测几何参数作出合格与否的正确判断。

公差标准是技术法规, 名词概念比较多, 又都是机械制造业中常用的技术“语言”, 读者应注意它们的严谨性, 正确理解, 联系实际, 准确应用。

全书共分十章, 教材内容按课内 50 学时编写。书中各章节内容, 根据教学计划具体安排, 以集中课堂讲授为主, 结合实验课、生产实习、课程设计等实践教学环节, 联系实际, 深入学习。带“*”号的章节可不在课堂上讲授。练习内容也应根据讲授内容选做或补充。

本课程有检测技术实验, 考虑到有关计量器具的原理、结构及操作方法等在实验指导书中已有详细介绍, 故这里不再赘述。

本书经过十多年的教学实践和一些兄弟学校在使用本教材过程中提出的宝贵意见, 内容作了适当调整、修改、更新, 重新出版。

本书由大连理工大学陈隆德、赵福令主编, 参加编写的还有大连大学赵阳, 大连轻工学院高世春等。

本书由大连理工大学卢杰持、王续跃主审。参加审阅的还有大连水产学院李玉梅, 大连理工大学梁延德、方加宝、刘欣、张元良, 大连海事大学刘一梅。

本书在编写过程中, 得到了许多兄弟院校有关同志的热情支持和帮助, 谨此表示谢意。

由于编者水平有限, 时间仓促, 书中难免存在错误和不当之处, 欢迎广大读者批评指正。

编者

2000 年 5 月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 互换性的概念	1
第二节 标准化和计量工作的发展	2
练习 1	3
第二章 尺寸公差、圆柱体结合的精度设计与检验	4
第一节 标准公差	4
第二节 基本偏差	8
第三节 公差带与配合代号的识别	25
第四节 圆柱体结合的精度设计（含滚动轴承结合的精度设计）	29
第五节 尺寸的检验	44
练习 2	54
第三章 几何量测量技术基础	58
第一节 几何量测量的基本概念	58
第二节 长度传递系统	59
第三节 计量器具与测量方法的分类	63
第四节 计量器具与测量方法的基本度量指标	66
第五节 标准量及其细分	67
第六节 测量误差	68
第七节 计量器具的选择和验收极限的确定	85
练习 3	89
第四章 形状、位置公差与误差的检测	90
第一节 概述	90
第二节 形状公差和轮廓度公差的标注与公差带、形状误差的检测与评定	93
第三节 定向公差的标注与公差带、定向误差的检测与评定	122
第四节 定位公差的标注与公差带、定位误差的检测与评定	126
第五节 跳动公差的标注与公差带、跳动的测量与评定	132
第六节 形位公差与尺寸公差的关系	134
* 第七节 形位误差的检测方案	147

第八节 形状和位置公差的选择	149
练习 4	157
第五章 表面粗糙度及其检测	161
第一节 表面粗糙度的评定	162
第二节 表面粗糙度参数及其允许值的选择	165
第三节 表面粗糙度的标注方法	168
第四节 表面粗糙度的检测	169
练习 5	172
* 第六章 圆锥体结合、棱体结合的精度设计与检测	173
第一节 圆锥的锥角与锥度	173
第二节 棱体的角度与斜度	180
第三节 未注公差角度的极限偏差	182
第四节 角度和锥度的检测	182
练习 6	183
第七章 圆柱螺纹结合的精度设计与检测	185
第一节 螺纹的分类及使用要求	185
第二节 普通螺纹的基本牙型和基本几何参数	185
第三节 螺纹基本几何参数对螺纹互换性的影响	190
第四节 普通螺纹的公差带与配合	193
第五节 机床梯形螺纹丝杠、螺母的公差	198
第六节 螺纹的检测	210
练习 7	211
* 第八章 键、花键结合的精度设计与检测	212
第一节 键的公差带、配合与检测	212
第二节 花键的公差带、配合与检测	214
练习 8	217
第九章 圆柱齿轮传动的精度设计与检测	218
第一节 概述	218
第二节 评定齿轮传动质量的常用(单项检测)指标及检测方法	219
第三节 齿轮误差的综合测量及其评定指标	226
第四节 齿轮副误差的评定指标	231
第五节 渐开线圆柱齿轮的精度设计	233
练习 9	243
第十章 尺寸链的精度设计	245

第一节 基本概念	245
第二节 极值法解尺寸链的基本计算	246
第三节 极值法解零件尺寸链	248
第四节 极值法解装配尺寸链	253
* 第五节 大数互换法解尺寸链	260
练习 10	264
练习参考答案	267
思考题	270
参考文献	276

第一章 绪 论

第一节 互换性的概念

在机械制造业中，同一规格的一批零件或部件，任取其一，不需任何挑选或辅助加工就能装在机器上，并达到预定的使用性能要求，这样的一批零件或部件就称为具有互换性的零、部件。例如日常生活中经常遇到的自行车或手表零件损坏以后，修理人员很快就可用同样规格的零件换上继续使用。

机械制造业中的互换性，通常包括几何参数（如尺寸、几何形状等）和力学性能（如硬度、强度、弹性等）的互换性。本课程仅讨论几何量的互换性。

为了满足互换性要求，最好是相同规格的零、部件做得完全一致。但实际上零件实际几何参数相对于理想几何参数的变动（误差）总是客观存在的。实际几何参数完全一致是不可能的，也是没有必要的。

例如图 1-1 中所示零件，尺寸 $\phi 50$ ， $\phi 30$ 和 80 为设计要求。外圆柱面的直径尺寸实际偏差、内圆柱面的直径尺寸实际偏差、圆柱体长度尺寸实际偏差等为尺寸实际偏差；圆柱面的圆度误差、端面的平面度误差、轴心线的直线度误差等为形状误差；两端面的平行度误差、端面对轴心线的垂直度误差、内外圆柱面轴心线的同轴度误差等为位置误差；零件加工表面微观几何形状特性误差为微观几何形状误差。

考虑到零件的使用功能要求，加工、装配及综合的经济效果，通过一定的检测手段和工艺措施把这些误差控制在一定范围，是完全可能的。这些允许的零件几何参数的变动量，就称为公差。与上述几何量误差相对应的公差类型有尺寸（角度）公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度。零件几何量在规定的公差范围内，即可满足其互换性要求。

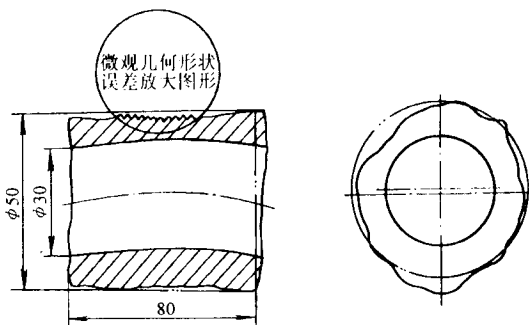


图 1-1 常见几何量误差类型

互换性生产对我国四个现代化的建设具有非常重要的意义。互换性生产是协

调零件使用要求与制造经济性之间矛盾的有力保证；不但可以缩短设计、制造时间，而且由于常备件的存在，可以使零、部件达到快换的目的；可以将机器中成千上万个零、部件分散到不同的车间、工厂进行生产，然后再集中到一起进行装配；给零、部件的专业化生产创造了有利条件，促进了自动化生产的发展，有利于降低成本、提高产品质量；同时，也促进国内、外的技术交流。

零、部件的互换性，按互换的程度，可分为完全互换和不完全互换。单件生产的机械或高精度的机械中，有时采用不完全互换（如分组装配），甚至非互换（如配制配合）生产。

零件的互换性具体体现在几何量方面的极限与配合的标准化。必须在制订标准、组织实施标准和在标准的实施中进行监督的社会活动全过程进行规范。为了实现互换性生产，还必须建立几何量的统一计量单位和基准。为了保证量值的统一，必须对基准的传递、保存、使用，以及测量方法、计量器具、测量精度、观测者的能力、计量法制与管理等方面进行规范。

第二节 标准化和计量工作的发展

标准是指在一定范围内作为共同遵守的准则。标准化是指在制订标准、组织实施标准和对标准实施进行监督的社会活动的全过程。

解放前，我国是半封建半殖民地的经济，生产落后，没有也无法实现统一的国家标准。全国解放后，随着社会主义建设事业的不断发展，建立起了各种机器制造工业。1955 年成立了国家计量局，1959 年统一了全国的计量制度，还颁布了光滑圆柱体结合的公差与配合国家标准。随后又陆续制订了各种结合件如螺纹、键和花键、齿轮传动等国家标准，表面粗糙度的国家标准，表面形状和位置公差的国家标准，基本上适应了国民经济发展的需要。另外还建立了全国的各种计量基准器及其传递系统。1977 年 5 月国务院颁布了《中华人民共和国计量管理条例》，1984 年国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，1989 年又颁布了《中华人民共和国标准化法》，这使全国计量单位及标准的统一，有了更好的保证，从而进一步促进了各种产品质量的提高。

世界上最权威的标准化机构有三个。一个是国际标准化组织（ISO），它是由各个国家从事标准化工作的机构组成的世界范围内的标准化机构，成立于 1947 年。ISO 的工作领域主要是信息技术、质量管理、环境管理、职业安全和卫生、与世界贸易组织的合作等方面的标准化。我国于 1978 年加入 ISO 组织。另一个是国际电工委员会（IEC），它是由各个国家从事标准化工作的机构组成的世界范围内的标准化机构，成立于 1906 年。IEC 的工作领域包括电工和电子技术的标准化。我国于 1957 年加入 IEC 组织。再一个是国际电信联盟（ITU），它是世界

各国政府的电信主管部门之间协调电信事务的一个国际组织，成立于 1865 年。主要工作领域是电信和无线电通信技术的标准化。

虽然我国已制订了不少国家标准，但从实现四个现代化的要求来看，这些已建立的国家标准，不论在数量上还是在质量上，都远不能满足生产发展的需要。考虑到今后我国和国际上技术交流的日益增多，我国标准化法指出：国家鼓励积极采用国际标准，国家鼓励企业制订严于国家标准或者行业标准的企业标准，在企业内部使用。

为了实现互换性生产，检测技术是进行质量管理的重要手段，是贯彻几何量公差标准的技术保证。检测技术的水平在一定程度上也反映机械加工精度的水平。从生产发展的历史来看，机械加工精度水平的提高与检测技术水平的提高是相互依存、相互促进的。根据国际计量大会的统计，零件的机械加工精度大约每十年提高一个数量级，这都与测量技术的发展密切相关。例如，1940 年由于有了机械式比较仪，使加工精度从过去的 $3\mu\text{m}$ 提高到 $1.5\mu\text{m}$ ；到了 1950 年，有了光学比较仪，使加工精度提高到 $0.2\mu\text{m}$ ；到了 1960 年，有了圆度仪，使加工精度提高到 $0.1\mu\text{m}$ ；到 1969 年，由于出现了激光干涉仪，使加工精度提高到 $0.01\mu\text{m}$ 的水平。随着工业生产的发展，我国逐步建立起了独立的计量测试仪器制造业，激光、光栅等新技术在精密计量器具中已得到广泛的应用与发展。

本书主要介绍几何量方面的最新国家技术标准及检测技术。考虑到新旧标准的过渡，对有些新旧标准作了必要的对比说明。

练 习 1

- 1-1 什么是互换性？互换性生产有何重要意义？
- 1-2 “零、部件的互换性”分为几种？各有何特点？
- 1-3 公差的含义是什么？为什么机械零件要制订公差？几何参数方面常用公差类型有几种？
- 1-4 什么是标准、标准化？标准与标准化的作用是什么？
- 1-5 几何量检测的目的与作用是什么？
- 1-6 机械加工精度水平的提高与检测技术水平的提高有何关系？

第二章 尺寸公差、圆柱体结合的精度设计与检验

国家标准“极限与配合”GB/T 1800.1, GB/T 1800.2, GB/T 1800.3, GB/T 1800.4, GB/T 1801, 是一项涉及面广、影响大的重要基础标准。极限与配合的标准化是实现互换性生产和提高产品质量的一个基本条件, 它的应用涉及各工业部门。本标准适用于圆柱表面和由单一尺寸确定的几何形状的内、外表面的尺寸公差, 以及由它们组成的配合。

国家标准标记符号中的 T 表示“推荐性标准”。推荐性标准是技术文件; 用户根据需要进行“剪裁”, 可以收到“统而不死, 活而不乱”的效果; 可以推动标准化更好地适应经济发展, 不断提高标准化的质量。而强制性标准, 国家标准的标记符号中没有 T, 内容比较详尽、具体, 具有法律约束力, 如安全、卫生、环保方面的标准都是强制性标准。

第一节 标准公差

一、有关术语和定义

(1) 基本尺寸 (D, d) 是设计给定的尺寸。孔的基本尺寸用 D 表示, 轴的基本尺寸用 d 表示。它是设计零件时根据使用要求, 经过刚度、强度计算或结构等方面的考虑, 并按标准直径或标准长度圆整后所给出的尺寸。相配合的孔、轴的基本尺寸相同。

(2) 实际尺寸 (D_a, d_a) 是通过测量得到的尺寸。由于存在测量误差, 所以实际尺寸并非尺寸的真值, 对零件同一表面同一部位采用不同的测量器具进行测量时, 其实际尺寸是有差异的。由于零件形状误差的影响, 零件同一表面不同部位的实际尺寸往往也是不等的, 所以又称为局部实际尺寸。

(3) 实际偏差 (E_a, e_a) 实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差 (简称偏差)。

(4) 尺寸公差 (T) 是指允许尺寸的变动量。它是一个理论值, 在不致引起概念混淆时, 可以将“尺寸公差”简称为“公差”。公差数值常用单位为毫米 (mm)、微米 (μm)。孔的公差代号为 T_h , 轴的公差代号为 T_s 。

(5) 标准公差 (IT) 是标准中极限与配合制中表列的, 用以确定公差带大小的任一公差。

二、标准公差的分级

标准公差等级代号是用标准公差符号“IT”和等级数字组成。国家标准正文中给出 IT1 至 IT18, 共 18 个等级。公差等级依次降低, 公差数值依次增大。规定和划分公差等级的目的是为了简化和统一对公差的要求, 使规定的等级既能满足广泛的不同的使用要求, 又能代表各种加工方法的精度。这样有利于设计, 也有利于制造。公差等级在零件的加工中表示零件要求的加工精确程度, 在机械装配中表示装配要求的精确程度。零件的公差等级要求高时, 加工也较困难。

三、公差等级与公差大小、尺寸大小的关系

在基本尺寸小于或等于 500mm、公差等级 IT5 至 IT18 的范围内, 经过长期生产实践和大量的调查统计、测试分析归纳, 得到标准公差值的计算公式为:

$$IT = a \times (0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001D) = ai \quad (2-1)$$

式中 a 称为公差等级系数, 从 IT6 ($a = 10$) 开始, 按 R5 优先数系排列, 公比为 $r = \sqrt[5]{10} = 1.6$, 即每降 5 个等级, a 增加 10 倍, 也即公差数值增加 10 倍, 如表 2-1 所示。为了照顾习惯, 有的 a 值和 R5 优先数系有差异。公差等级系数 a 表示公差等级的高低, a 越小公差等级越高, a 越大公差等级越低。

表 2-1 IT5 至 IT18 的标准公差 (尺寸至 500mm)

公差等级	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
公差值	7 <i>i</i>	10 <i>i</i>	16 <i>i</i>	25 <i>i</i>	40 <i>i</i>	64 <i>i</i>	100 <i>i</i>	160 <i>i</i>	250 <i>i</i>	400 <i>i</i>	640 <i>i</i>	1000 <i>i</i>	1600 <i>i</i>	2500 <i>i</i>

上式中 i 称为标准公差因子, $i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001D$ 。直径 D 的数值单位为 mm, 标准公差因子的数值单位为 μm 。基本尺寸一定时, i 是个常数, 每一种尺寸对应一个 i 值。标准公差因子包括两项, 第一项主要反映加工误差; 第二项用于补偿和直径成正比的误差, 主要是由于测量时温度不稳定和对标准温度有偏差引起的测量误差, 以及量规变形误差等。当直径小时, 第二项所占比例很小, 该式基本上是立方抛物线关系, 如图 2-1 所示。当直径较大时, 第二项所占比例较大, 公差相应加大, 也比较符合实际。

由标准公差值计算公式中可以看出, 每一种基本尺寸都对应 18 个公差等级, 而每一种基本尺寸的每一公差等级都对应一个公差数值。由于尺寸繁多, 公差表就会很复杂; 又由于相邻基本尺寸相差不大时, 相应的公差值相差很小, 因此, 为了简化公差与配合的表格, 便于应用, 需要将基

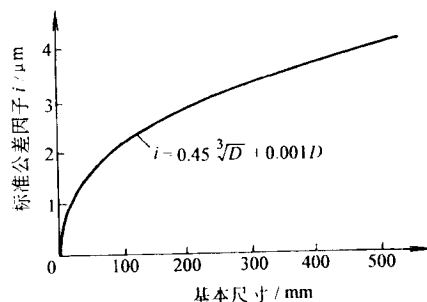


图 2-1 公差单位和直径尺寸 D 的关系

本尺寸进行分段。尺寸段的分法为: ≤ 3 , >3 至 6, >6 至 10, >10 至 18…。同

一尺寸段，同一公差等级，只用一个标准公差值。尺寸段分得过细，公差表复杂；分得太粗，不能满足生产要求。尺寸段间隔大致呈几何级数变化。

公式中的 D 代表几何平均尺寸，其值为尺寸段中始、末两尺寸的乘积的开方，并非算术平均尺寸。在各尺寸段内，几何平均尺寸比算术平均尺寸偏小，更具有代表性。

$$D = \sqrt{D_{\text{始}} \times D_{\text{末}}}$$

式中， $D_{\text{始}}$ ， $D_{\text{末}}$ 分别表示某尺寸段的起始尺寸和末尾尺寸。例如， >30 至 50 尺寸段的几何平均尺寸为：

$$D = \sqrt{30 \times 50} = 38.73\text{mm}$$

标准公差值计算公式应用如下：

例 2-1 基本尺寸为 55mm ，求 $\text{IT}9 = ?$ $\text{IT}10 = ?$

55mm 属于 >50 至 80mm 尺寸段，其基本尺寸的计算值为尺寸分段的始、末两个尺寸的几何平均值，即

$$D = \sqrt{50 \times 80} \approx 63.25\text{mm}$$

标准公差因子 i 为

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001 D = 0.45 \times \sqrt[3]{63.25} + 0.001 \times 63.25 \approx 1.86\mu\text{m}$$

由此可得

$$\text{IT}9 = 40i = 40 \times 1.86 = 74.4\mu\text{m}$$

$$\text{IT}10 = 64i = 64 \times 1.86 = 119\mu\text{m}$$

其值经过尾数化整， $\text{IT}9$ 的标准公差数值取为 $74\mu\text{m}$ ， $\text{IT}10$ 的标准公差数值取为 $120\mu\text{m}$ 。如此，将所有尺寸段、所有公差等级对应的标准公差值，进行计算和尾数化整、数字排列，即得标准公差数值表，如表 2-2 所示。

由式 (2-1) 及表 2-2 可知，公差等级的高低不仅与公差大小有关，而且与尺寸大小有关，它们之间的关系，可以近似地表示为：

$$\text{公差等级高低} \propto \frac{\text{尺寸大小}}{\text{公差大小}}$$

因此，不能单纯从公差大小来判断公差等级的高低或零件尺寸的加工难易。若两种零件尺寸的公差大小相同，尺寸大的公差等级高，难加工，尺寸小的公差等级低，易加工；若零件尺寸的公差等级相同，尺寸大的给出的公差大，尺寸小的给出的公差小，两种尺寸的加工难易相同；若两种零件的尺寸大小相同，公差大的公差等级低，易加工，公差小的公差等级高，难加工；若两种零件的尺寸大小与公差大小都不相同时，这两种零件尺寸哪一种容易加工，应由它们对应的公差等级的高低来确定。

例如，有一种零件的基本尺寸为 $\phi 15\text{mm}$ ，公差要求为 0.018mm ；另有一种零

件的基本尺寸为 $\phi 150\text{mm}$ ，公差要求 0.025mm ，这两种零件的尺寸哪一种容易加工呢？查表 2-2 可知，前一种零件尺寸对应的公差等级为 IT7，后一种零件尺寸对应的公差等级为 IT6。虽然前一种零件的尺寸公差小，但是由于公差等级较低，所以容易加工。

表 2-2 标准公差数值

基本尺寸/mm		公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	(μm)											(mm)						
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7
500	630	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.8	4.4	7.0	11.0
630	800	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0.80	1.25	2.00	3.2	5.0	8.0	12.5
800	1000	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0.90	1.40	2.30	3.6	5.6	9.0	14.0
1000	1250	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.2	6.6	10.5	16.5
1250	1600	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.10	5.0	7.8	12.5	19.5
1600	2000	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1.50	2.30	3.70	6.0	9.2	15.0	23.0
2000	2500	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.80	4.40	7.0	11.0	17.5	28.0
2500	3150	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2.10	3.30	5.40	8.6	13.5	21.0	33.0

注：基本尺寸小于或等于 1mm 时，无 IT14 至 IT18。

零件尺寸的加工难易，最终取决于公差等级的高低，公差等级低时容易加工，公差等级高时难加工。