

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育“双证课程”培养方案规划教材·机电基础课程系列



# 公差配合与 测量技术

高等职业技术教育研究会 审定

娄琳 主编

赵丽玮 李顺江 副主编

Tolerance Fit and  
Measurement Technology

- ◆ 贯彻应用为主的教学思想,
- ◆ 内容深入浅出, 理论联系实际,
- ◆ 突出加强基本技能的培养

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育“双证课程”培养方案规划教材·机电基础课程系列



# 公差配合与 测量技术

高等职业技术教育研究会 审定

娄琳 主编

赵丽玮 李顺江 副主编

Tolerance Fit and  
Measurement Technology

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术 / 娄琳主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 10

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果. 高等职业教育“双证课程”培养方案规划教材. 机电基础课程系列

ISBN 978-7-115-20604-6

I. 公… II. 娄… III. ①公差—配合—高等学校: 技术学校—教材②技术测量—高等学校: 技术学校—教材  
IV. TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第114109号

## 内 容 提 要

本书按照高等职业教育的培养目标和教学特点, 从应用角度出发, 按照最新国家标准, 以光滑圆柱体的公差与配合为基础, 阐述了各种零件公差与配合的特点及实际应用, 介绍了测量技术的基本知识及误差检测的原则与方法。本书在力求用浅显易懂的方式阐明基本概念和原理的同时, 突出实用性, 尽量做到重点突出。本书各章均设有适量的习题, 以培养学生的实际应用能力。

本书可作为高职高专、高级技师学院机械类及机电类专业的教材, 也可供从事机械设计与制造的工程技术人员和技术工人参考。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

高等职业教育“双证课程”培养方案规划教材·机电基础课程系列

### 公差配合与测量技术

◆ 审 定 高等职业技术教育研究会

主 编 娄 琳

副 主 编 赵丽玮 李顺江

责任编辑 潘新文

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 11.75

字数: 283千字

印数: 1—3000册

2009年10月第1版

2009年10月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-20604-6/TN

定价: 22.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

# 职业教育与职业资格证书推进策略与 “双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

李秀忠 周明虎 林 平 韩志国 顾 晔 吴晓苏 周 虹 钟 健  
赵 宇 冯建东 散晓燕 安宗权 黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林  
吴新佳 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

# 高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”

## 培养方案规划教材编委会

主任：李秀忠

副主任：吴晓苏 孙慧平

委员：	徐小增	郭建尊	王诗军	李艳霞	王金花	蔡冬根	林党养
刘树青	娄琳	金文兵	朱强	霍苏平	周玮	周兰	孙小捞
张伟林	贾俊良	陈万利	杨占尧	郑金	黄中玉	李辉	赵宏立
华满香	周建安	孙卫锋	林宗良	金英姬	黄义俊	董小金	戴晓东
牛荣华	丁如春	冯锦春	刘岩	赵仕元	张雪梅	申晓龙	文学红
毛好喜	李本红	任成高	余慰荔	周旭光	苏玮	刘宏	吕永峰
王雁彬	邵萍	郭宏彦	何全陆	张念淮	姜庆华	张江城	冯宁
吴灏	阮予明	李振杰	李英	燕居怀	谢海良	王浩	张中明
陈桂芳	宋雪臣	楚忠	王双林	王广业	刘慧	孟庆平	

### 审稿委员会

主任：彭跃湘

副主任：胡进德

委员：	米久贵	卜燕萍	徐立娟	陈忠平	庄军	谭毅	谢响明
汤长清	高荣林	卜新民	罗澄清	王德发	王德山	栾敏	谢伟东
李学	张鑫	吕修海	王达斌	周林	熊江	王军红	邓剑锋
杨国生	周信安	叶立清	雷云进	谷长峰	向东	葛序风	李建平
刘战术	魏东坡	肖允鑫	李丹	张光跃	陈玉平	林长青	王玉梅
戴晓光	罗正斌	刘晓军	张秀玲	袁小平	李宏	张凤军	孙建香
陈晓罗	肖龙	何谦	周玮	张瑞林	周林	潘爱民	徐国洪
张国锋	陈孝先	夏光蔚	李燕林	刘一兵	田培成	刘勇	冯光林
魏仕华	曹淑联	孙振强	罗伦	田晶	卜燕萍	王少岩	山颖
温钢云	蔡超强	刘建敏	吴京霞	张海筹	张森林	范恒彦	朱庚生
丁明成	李华楹	孟华峰	范恒彦	高荣林	杨亚辉	鞠加彬	白福民
宋丽华	王世桥	孙岩	彭跃湘	李明	吴春玉	吴民	张华忠
牟志华	申凤琴	孙佳海	黎川林	孟平	杨强	麦崇裔	胡进德
吴德平	赵红毅	王观海	公相	王朝红	姬红旭	吕品	李凡
李江							

本书主审：张景耀 高荣林

## 丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育，提出要全面贯彻党的教育方针，以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合的发展道路，为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此，以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施，教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）中也明确提出，要推行“双证书”制度，强化学生职业能力的培养，使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是，由于基于双证书的专业解决方案、课程资源匮乏，双证书课程不能融入教学计划，或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程，因此，“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施双证书制度工作，推进示范校建设，中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上，联合向中国职业技术教育学会申报了职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践课题（中国职业技术教育学会科研规划项目，立项编号 225753）。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来，使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书，拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头，邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家，以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校，一起进行课题研究，目前已召开多次研讨会，将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类，按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务，进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能，再将这些核心技能进行分解，进而推出各专业的专业核心课程与双证课程，最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果，课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究，拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的，每个专业各门课程的教材内容既相互独立，又有机衔接，整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中，使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势，专业核心课程、双证

课程按照工作过程导向及项目教学的思路编写，较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究与探索，本套教材终于正式出版了，我们希望通过本套教材，为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案。也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，并积极与我们联系，共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 [panchunyan@ptpress.com.cn](mailto:panchunyan@ptpress.com.cn)。

# 前 言

“公差配合与测量技术”与机械设计、机械制造、质量控制、生产组织管理等许多领域密切相关，是机械工程技术人员和管理人员必须掌握的基本知识和技能。因此，很多高职院校机械、机电类专业都将该课程列为一门重要的技术基础课。为了使高职院校的老师更好地讲授这门课程，我们几位长期在高职院校从事教学的教师，根据当前高职高专教学改革的精神，在总结多年来的教学心得，吸取多所兄弟院校的教学经验和成果的基础上，共同编写了本书。本书贯彻“理论够用、应用为主”的指导思想，大胆舍弃实用性较弱的内容，尽量做到理论叙述深入浅出，理论联系实际，重点加强常用几何量检测等方面基本技能的培养。本书采用目前较新的国家标准，各章之间既有联系，又保持内容上的相对独立性，以适应不同专业教学的需求。

本教材的参考学时为 30 学时，各章的学时分配可参考下表。

章 号	章 名	讲 课	实 验	合 计
	绪论	1		1
1	极限、配合与检测	4	1	5
2	形状和位置公差及其检测	5	1	6
3	表面粗糙度及评定	2		2
4	测量技术基础	3	1	4
5	量块与量规	2		2
6	键与花键的公差配合及检测	2		2
7	普通螺纹的公差及检测	3	1	4
8	滚动轴承的公差与配合	2		2
9	直齿圆柱齿轮的公差配合与检测	2		2
	合 计	26	4	30

本书由漯河职业技术学院姜琳任主编，赵丽玮、李顺江任副主编，张景耀和高荣林任主审。其中第 1、3、6 章由姜琳编写，第 2、4 章由沈阳理工大学赵丽玮编写，第 5 章由漯河银鸽周文晋编写，第 7、8 章由漯河职业技术学院李顺江编写，绪论和第 9 章由吉林工业职业技术学院王茂辉编写。漯河职业技术学院数控实训中心的王海江和曾庆华参加了本书的资料整理工作，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平所限，书中难免存在错误与疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 7 月



# 目 录

绪论 .....	1	2.1.1 形位公差的研究对象 .....	40
练习与思考 .....	4	2.1.2 形位公差的特征项目和 符号 .....	43
第 1 章 极限、配合与检测 .....	5	2.2 形位公差及形位公差带 .....	43
1.1 极限与配合的基本概念 .....	5	2.2.1 形状公差 .....	43
1.1.1 孔和轴 .....	5	2.2.2 位置公差 .....	44
1.1.2 有关尺寸的术语 .....	5	2.2.3 形位公差带 .....	44
1.1.3 尺寸偏差与公差 .....	7	2.3 形位公差的标注 .....	54
1.1.4 公差带图 .....	8	2.3.1 被测要素的标注 .....	54
1.1.5 配合与配合公差 .....	9	2.3.2 基准要素的标注 .....	56
1.2 尺寸公差与配合标准 .....	11	2.3.3 公差标注中的有关问题 .....	57
1.2.1 标准公差系列 (公差带大小) .....	11	2.4 公差原则 .....	58
1.2.2 基本偏差系列 (公差带位置) .....	12	2.4.1 独立原则 .....	58
1.2.3 配合制 .....	18	2.4.2 与相关原则有关的术语及 定义 .....	59
1.2.4 极限与配合在图样上的 标注 .....	19	2.4.3 相关原则 .....	63
1.2.5 优先和常用的公差带与 配合 .....	19	2.5 形位公差的选用 .....	70
1.2.6 线性尺寸的一般公差 (国标 GB/T1804—2000) .....	21	2.5.1 形位公差值及有关规定 .....	70
1.3 公差的选择 .....	22	2.5.2 形位公差项目选择 .....	73
1.3.1 基准制的选择原则 .....	23	2.5.3 基准的选择 .....	74
1.3.2 公差等级的选用 .....	24	2.5.4 形位公差等级(公差值)的 选择 .....	74
1.3.3 配合的选择原则 .....	27	2.6 形位误差的检测 .....	76
1.4 尺寸检测 .....	30	2.6.1 形位误差的评定 .....	76
1.4.1 普通计量器具的选择 .....	31	2.6.2 形位误差的检测原则 .....	78
1.4.2 常用计量器具的使用 .....	34	2.6.3 形位误差的检测 .....	79
练习与思考 .....	39	练习与思考 .....	85
第 2 章 形状和位置公差及其检测 .....	40	第 3 章 表面粗糙度及评定 .....	87
2.1 概述 .....	40	3.1 表面粗糙度的概念 .....	87
		3.2 表面粗糙度的评定标准 .....	88
		3.2.1 基本术语 .....	88

3.2.2	评定参数	91
3.3	表面粗糙度参数值的选择及标注	92
3.3.1	表面粗糙度评定参数的选择	93
3.3.2	类比法选择表面粗糙度评定参数	93
3.3.3	表面粗糙度的标注	95
3.4	表面粗糙度的评定	99
	练习与思考	101
<b>第4章</b>	<b>测量技术基础</b>	103
4.1	技术测量的基本知识	103
4.1.1	基本概念	103
4.1.2	长度基准与尺寸传递	104
4.2	计量器具与测量方法	106
4.2.1	计量器具及其技术性能指标	106
4.2.2	测量方法的分类	108
4.3	测量误差和数据处理	110
4.3.1	测量误差的概念及其来源	110
4.3.2	测量误差的分类	111
4.3.3*	测量列中各类测量误差的处理	112
4.3.4*	等精度测量列的数据处理实例	117
4.4	计量器具选择原则与维护保养	120
	小结	120
4.4.1	计量器具的选择原则	120
4.4.2	计量器具的维护保养	120
	练习与思考	121
<b>第5章</b>	<b>量块与量规</b>	122
5.1	量块的基本知识	122
5.1.1	量块的结构	122
5.1.2	量块的精度	123
5.1.3	量块的应用	124
5.2	光滑极限量规	125
5.2.1	量规的用途及分类	126
5.2.2	量规的尺寸公差带	126

5.3	工作量规的设计	128
5.3.1	量规的设计原则与结构形式	128
5.3.2	量规的技术要求	129
5.3.3	工作量规的设计	130
	练习与思考	132
<b>第6章</b>	<b>键与花键的公差配合及检测</b>	133
6.1	单键联接的公差配合与检测	133
6.1.1	概述	133
6.1.2	平键联接的公差与配合	134
6.1.3	平键联接的形位公差和表面粗糙度	136
6.1.4	平键的测量	137
6.2	花键联接的公差配合及检测	139
6.2.1	矩形花键的几何参数	139
6.2.2	矩形花键联接的公差配合	140
6.2.3	矩形花键联接的形位公差及表面粗糙度	142
	练习与思考	143
<b>第7章</b>	<b>普通螺纹的公差及检测</b>	145
7.1	几何参数对螺纹配合的影响	145
7.1.1	螺纹的牙型与几何参数	145
7.1.2	螺纹几何参数对螺纹互换性的影响	146
7.2	普通螺纹的公差与配合	148
7.2.1	螺纹的公差等级	149
7.2.2	螺纹的基本偏差	150
7.2.3	螺纹的旋合长度	151
7.2.4	螺纹的公差带选用	152
7.3	螺纹的测量	152
	练习与思考	154
<b>第8章</b>	<b>滚动轴承的公差与配合</b>	155
8.1	滚动轴承的精度等级及其应用	155
8.1.1	滚动轴承的精度等级	155
8.1.2	滚动轴承内外径公差带及特点	156

8.2 滚动轴承与轴和外壳孔的 配合.....158	9.2.2 影响运动平稳性的误差.....167
8.2.1 轴和外壳孔的公差带.....158	9.2.3 影响载荷分布均匀性的 误差.....167
8.2.2 滚动轴承与轴和外壳孔配合的 选择.....158	9.2.4 影响齿轮副侧隙合理性的 误差.....167
8.2.3 配合表面的形位公差和表面 粗糙度.....161	9.3 齿轮精度评定.....168
8.2.4 应用举例.....162	9.3.1 齿轮精度评定指标.....168
练习与思考.....163	9.3.2 齿轮精度等级.....169
<b>第9章 直齿圆柱齿轮的公差配合与 检测.....164</b>	9.3.3 精度等级的选用.....169
9.1 齿轮传动的基本要求.....164	9.4 齿轮精度检测.....170
9.2 齿轮误差分析.....165	9.4.1 单个齿轮的精度检测.....170
9.2.1 影响传递运动准确性的 误差.....166	9.4.2 齿轮副精度检测.....173
	练习与思考.....174
	<b>参考文献.....176</b>

# 绪论

“公差配合与测量技术”是职业技术学院机械类各专业的一门专业基础课。它比较全面地讲述了机械加工中有关尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度等技术要求,以及有关各种测量技术的基础知识。

## 1. 互换性及其意义

互换性是指同一规格的一批零部件,任取其一,不需要任何挑选和修配就能装在机器上,并能满足使用要求。也就是说,零部件所具有的不经任何挑选和修配便能在同一规格范围内互相替换使用的特性即为互换性。在日常生活中有不少这样的例子,如自行车或电视机的某个零件损坏之后,买个相同规格的零件,装好后就能照常使用。

互换性在制造业中具有以下几方面的意义。

(1) 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,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。

(2) 在制造方面,有利于组织专业化生产,有利于采用先进的工艺和高效率的专用设备,有利于计算机辅助制造和实现加工过程及装配过程的自动化、机械化,提高劳动生产率和产品质量,降低生产成本。

(3) 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费用,保证了机器的连续运转,提高机器的使用价值。

## 2. 互换性的分类

互换性按互换程度可分为完全互换和不完全互换。完全互换是指对同一规格的零件,不加挑选和修配就能满足使用要求的互换性。不完全互换是指同一规格的零件在装配时,需要进行挑选或调整才能满足使用要求。

完全互换多用于大量、成批生产的标准零件,如齿轮、滚动轴承、普通紧固螺纹制件等。这种生产方式效率高,也有利于各生产单位和部门之间的协作。

不完全互换多用于生产批量小和要求精度高的零件。当装配精度要求很高时,每个零件的精度要求也相对较高,这样会给零件的制造带来一定的困难。为了解决这一矛盾,在生产中经常采用分组装配法和修配法,以保证装配精度的要求。这种生产方式效率低,但能获得高精度的产品,因此这种生产方式在精密仪器和精密机床的生产中被广泛应用。

对标准部件,互换性还分为内互换和外互换。组成标准部件的零件的互换称内互换;标准部件与其他零部件的互换称外互换。例如,滚动轴承的外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体的互换称为内互换;滚动轴承的外圈外径、内圈内径及轴承宽度和它们相配的机壳孔、轴颈和轴承端盖的互换称为外互换。

### 3. 加工误差

加工误差是指零件加工后的实际几何参数(几何尺寸、几何形状和相互位置)与理想几何参数之间偏差的程度。零件加工后,实际几何参数与理想几何参数之间的符合程度即为加工精度。加工误差越小,符合程度越高,加工精度就越高。加工精度与加工误差是一个问题的两种说法。所以,加工误差的大小反映了加工精度的高低。

研究加工误差的目的,就是要分析影响加工误差的各种因素及其存在的规律,从而找出减小加工误差、提高加工精度的合理途径。

零件的机械加工是在由机床、刀具、夹具和工件组成的工艺系统内完成的。零件加工表面的几何尺寸、几何形状和加工表面之间的相互位置关系,取决于工艺系统间的相对运动关系。工件和刀具分别安装在机床和刀架上,在机床的带动下实现运动,并受机床和刀具的约束。因此,工艺系统中各种误差就会以不同的程度和方式反映为零件的加工误差。在完成任意一个加工过程中,由于工艺系统各种原始误差的存在,如机床、夹具、刀具的制造误差及磨损,工件的装夹误差、测量误差,工艺系统的调整误差及加工中的各种力和热所引起的误差等,使工艺系统间正确的几何关系遭到破坏而产生了加工误差。

### 4. 公差

允许零件几何参数的变化量称为公差,工件的误差只要在公差范围内,就为合格件;超出公差范围就为不合格件。误差是在加工过程中产生的,而公差是设计人员给定的。设计者的任务就在于正确地确定公差,并把它在图样上明确地表示出来,即互换性要用公差来保证。显然在满足功能要求的前提下,公差应尽量规定得大些,以获得最佳的技术经济效益。

### 5. 检测

完工后的零件是否满足公差要求,要通过检测加以判断。检测包括检验与测量。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具进行比较,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,从而及时调整生产,监督工艺过程,预防废品产生。检测是机械制造的眼睛,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。

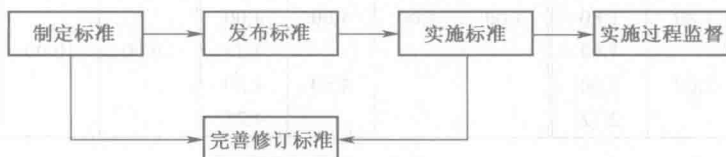
### 6. 标准化

制定公差标准及设计零件的结构参数时,都需要通过数值表示。任何产品的参数值不仅与自身的技术特性有关,还直接、间接地影响与其配套系列产品的参数值。例如,螺母的直径数值,影响并决定螺钉的直径数值及丝锥、螺纹塞规、钻头等系列产品的直径数值。由于参数值间的关联产生的扩散称为数值扩散。

为满足不同需求，产品必然会出现不同的规格，形成系列产品。产品数值的杂乱无章会给组织生产、协作配套、使用维修带来困难。所以，需要对数值进行标准化。

标准的范围很广，涉及人们生活的各个方面。按照针对的对象，可以分为基础标准、产品标准、方法标准和安全与环境保护标准等。人们讨论的制造精度标准属于基础标准。

标准化是制定、贯彻标准的过程。标准化的工作过程如下：



## 7. 优先数

在产品设计和制定技术标准时，涉及很多技术参数，这些技术参数在生产各环节中不是孤立的。当选定一个数值作为某种产品的参数指标后，这个数值就会按一定的规律向一切相关的制品、材料等的有关参数指标扩散。例如，螺栓的尺寸一旦确定，将会影响螺母的尺寸、丝锥和板牙的尺寸、螺栓孔的尺寸及加工螺栓孔的钻头的尺寸等。工程技术上的参数数值即使只有很小的差别，经多次传播后，也会造成尺寸规格的繁多和杂乱。

为使产品的参数选择能遵守同一的规律，必须对各种技术参数值作出同一规定。国家标准 GB/T321—2005《优先数和优先数系》就是其中的一个重要标准，使参数的选择从一开始就纳入了标准化轨道。

优先数系是一种十进制的几何级数。我国标准（以下简称国标）与国际标准 ISO 推荐 R5、R10、R20、R40、R80 系列，前四项为基本系列，R80 为补充系列。其公比如下。

R5 系列： $q_5 \approx 1.60$

R20 系列： $q_{20} \approx 1.12$

R80 系列： $q_{80} \approx 1.03$

R10 系列： $q_{10} \approx 1.25$

R40 系列： $q_{40} \approx 1.06$

R5 系列相值包含在 R10 中，R10 系列相值包含在 R20 中，R20 系列相值包含在 R40 中，R40 系列相值包含在 R80 中。范围为 1~10 的优先数的基本系列见表 0-1，所有大于 10 的优先数均可按表中所列数乘以 10、100 等求得，所有小于 1 的优先数均可按表中所列数乘以 0.1、0.01 等求得。

表 0-1 1~10 的优先数的基本系列（摘自 GB/T321—2005）

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00			2.24	2.24		5.00	5.00	5.00
			1.06				2.36				5.30
		1.12	1.12	2.50	2.50	2.50	2.50			5.60	5.60
			1.18				2.65				6.00
	1.25	1.25	1.25			2.80	2.80	6.30	6.30	6.30	6.30

续表

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
			1.32				3.00				6.70
		1.40	1.40		3.15	3.15	3.15			7.10	7.10
			1.50				3.35				7.50
1.60	1.60	1.60	1.60			3.55	3.55		8.00	8.00	8.00
			1.70				3.75				8.50
		1.80	1.80	4.00	4.00	4.00	4.00			9.00	9.00
			1.90				4.25	10.00	10.00	10.00	10.00
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50				
			2.12				4.75				

## 8. 本课程的研究对象及任务

本课程是工科机械类专业的一门重要技术基础课程,上承机械制图、机械设计基础等课程,下启机械制造技术、制造工艺、夹具等课程,对工程识图、领会产品设计理念、确定零件加工制造方法和保证产品制造质量尤为重要。本课程由几何量公差与几何量检测两部分组成。前一部分的内容主要通过课堂教学和课外作业来完成,后一部分的内容主要通过实验课来完成。

学生在学完本课程后应达到下列要求。

- (1) 掌握标准化和互换性的基本概念及有关的基本术语和定义。
- (2) 基本掌握本课程中几何量公差标准的主要内容、特点和应用原则。
- (3) 初步学会根据机器和零件的功能要求,识读零件的几何量公差与配合。
- (4) 能够查用本课程介绍的公差表格,正确识读各种图样。
- (5) 掌握常用测量仪器的使用方法,能对典型零件的几何参数进行简单测量。
- (6) 了解常用量规的设计原理。



## 练习与思考

- (1) 什么是互换性?互换性的优越性有哪些?
- (2) 互换性的分类有哪些?完全互换和不完全互换有什么不同?
- (3) 误差、公差、检测、标准化与互换性有什么关系?
- (4) 什么是标准和标准化?
- (5) 为什么要采用优先数系?R5、R10、R20、R40系列各代表什么?

# 第 1 章

## 极限、配合与检测

现代化的机械工业,要求机械零件具有互换性。为了使零件具有互换性,必须保证零件的尺寸、几何形状和相互位置以及表面粗糙度等的一致性。既要保证互相结合的尺寸之间形成一定的关系,以满足不同的使用要求,又要在制造上经济合理,因此就形成了“极限与配合”的概念。

极限与配合是机械工程方面的基础标准,它不仅用于圆柱体外表面的结合,也用于其他结合中由单一尺寸确定的部分,如键结合中键宽与槽宽,花键结合中的外径、内径及键齿宽与键槽宽等。

尺寸公差与配合的标准化是一项综合性的技术基础工作,是推行科学管理,推动企业技术进步和提高企业管理水平的重要手段。

### 1.1

## 极限与配合的基本概念

### 1.1.1 孔和轴

孔是指零件的圆柱形内表面,也包括其他形式的内表面。孔径用大写字母  $D$  表示。

轴是指零件的圆柱形外表面,也包括其他形式的外表面。轴径用小写字母  $d$  表示。

从装配关系来看,孔是包容面,轴是被包容面,如图 1-1 所示。从加工过程来看,随着余量的切除,孔的尺寸由小变大,轴的尺寸由大变小。被加工出来的孔和轴装配在一起叫做孔和轴的配合。

### 1.1.2 有关尺寸的术语

尺寸是用特定单位表示线形几何量大小的数值。机械加工中一般常用  $\text{mm}$  作为特定单位,在图样上标注尺寸时可将单位省略,只标注数值。当以其他单位标注时,则应注明相应的尺寸单位。



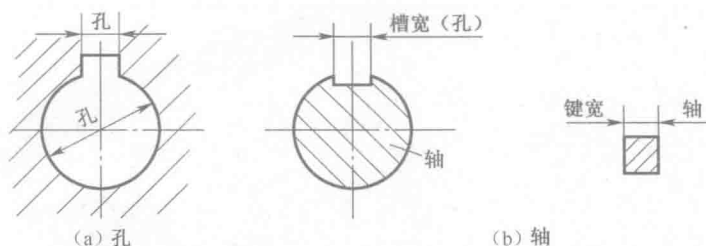


图 1-1 孔和轴

## 1. 基本尺寸 ( $D, d$ )

基本尺寸是由设计给定的,通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸。孔的基本尺寸用  $D$  表示,轴的基本尺寸用  $d$  表示。基本尺寸是设计时根据零件使用要求,通过对刚度、强度计算及结构工艺等方面的考虑,并按标准值圆整后确定下来的尺寸,如图 1-2 中  $D(d)$  所示。

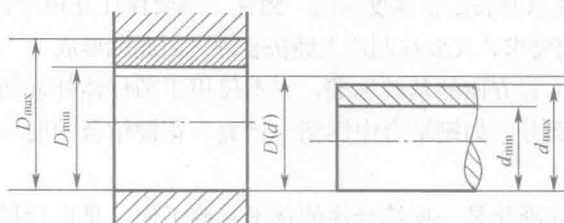


图 1-2 基本尺寸与极限尺寸

## 2. 实际尺寸 ( $D_a, d_a$ )

实际尺寸是加工后通过测量所得的尺寸。孔的实际尺寸以  $D_a$  表示,轴的实际尺寸以  $d_a$  表示。由于存在误差,所以实际尺寸并非尺寸的真值。同时零件同一表面不同部位的实际尺寸也往往不等,称为局部实际尺寸。

## 3. 极限尺寸 ( $D_{\max}, d_{\max}, D_{\min}, d_{\min}$ )

极限尺寸是允许尺寸变化的两个界限值。两个极限尺寸中较大的一个称为最大极限尺寸 ( $D_{\max}, d_{\max}$ ),较小的一个称为最小极限尺寸 ( $D_{\min}, d_{\min}$ ),如图 1-2 所示。

## 4. 最大实体状态 (MMC)

最大实体状态指孔和轴具有允许的材料量为最多时的状态。

## 5. 最大实体尺寸 (MMS)

最大实体尺寸指在最大实体状态下的极限尺寸,又称最大实体极限,也是孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸的统称。

## 6. 最小实体状态 (LMC)

最小实体状态指孔和轴具有允许材料量为最少时的状态。