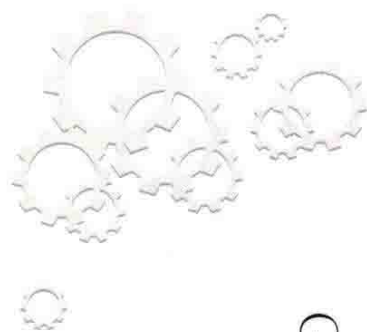


职业教育『十三五』规划课程改革创新教材

公差配合与测量技术

GONGCHA PEIHE YU CELIANG JISHU

韩祥凤 马永杰 李新德 主编



● 基于企业生产实际

● 新标准 新内容

● 强调基础 突出应用

● 培养柔性适应技术技能人才



科学出版社

职业教育“十三五”规划课程改革创新教材

公差配合与测量技术

韩祥凤 马永杰 李新德 主编

王冬梅 王 丽 王 振 吴卫刚
张志鹏 辛 燕 袁文革 董学勤 副主编

科学出版社

内 容 简 介

本书以“必需”“够用”为编写原则,注重培养学生的实践能力。本书共6个单元,其中课程导入主要讲述了互换性和标准化的相关知识,后5个单元分别介绍了极限与配合的相关知识、测量技术基础、几何公差及其检测的相关知识、表面粗糙度的相关知识、其他常用零件检测的相关知识。

本书内容翔实、图文并茂,既可作为高职院校机械类、机电类、近机类专业的通用教材,也可供职工大学、函授大学、中等专业学校的师生及有关工程技术人员等参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术/韩祥凤,马永杰,李新德主编. —北京:科学出版社,2017

(职业教育“十三五”规划课程改革创新教材)

ISBN 978-7-03-050745-7

I. ①公… II. ①韩… ②马… ③李… III. ①公差—配合—职业教育—教材 ②技术测量—职业教育—教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第284460号

责任编辑:张振华 / 责任校对:马英菊

责任印制:吕春珉 / 封面设计:曹来

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017年1月第一次印刷 印张:13 1/4

字数:290 000

定价:32.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<骏杰>)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135120-2005 (VT03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书主要根据高职高专“公差配合与测量技术”课程的教学大纲进行编写，在编写内容的选择上以“必需”“够用”为度，注重学生实践能力的培养，并配有相应的实训教材，即《公差配合与测量技术实训》（科学出版社，韩祥凤、陈爱荣、张艳玲主编）。

编者在编写本书的过程中力求突出高职特色，以强调基础、突出应用、力求创新为原则，减少了一些重理论、轻实践或与专业培养目标关系不大的内容。例如，根据专业的培养目标删去或减少了公差原则、尺寸链计算等内容，突出了光滑圆柱的公差与配合、几何公差、表面粗糙度等基础理论和相关国家标准的使用等内容，同时介绍了平键与花键连接的公差、普通螺纹结合的公差、滚动轴承的公差、圆柱齿轮传动精度与检测等实用内容，本书的每个单元都配有单元导读和相关习题，以供读者了解所要学习的内容，巩固所学的知识。

本书共 6 个单元，主要介绍了互换性、标准化的相关知识，极限与配合的基础知识，测量技术基础，几何公差及其检测的相关知识，表面粗糙度的基础知识，以及其他常用零件的检测。

本书由韩祥凤、马永杰、李新德担任主编，王冬梅、王丽、王振、吴卫刚、张志鹏、辛燕、袁文革、董学勤担任副主编。李新德负责全书的框架设计及统稿工作。

在编写本书过程中，编者参考了大量的文献，在此对相关作者一并表示感谢！

尽管在编写过程中做出了很多的努力，但是由于编者的水平有限，书中难免有疏忽和不当之处，恳请各位读者多提宝贵的意见和建议。

编 者

2016 年 9 月

目 录

课程导入 互换性与标准化	1
0.1 互换性	2
0.2 标准化	4
习题	6
单元 1 圆柱体结合的极限与配合	8
1.1 极限与配合的基本术语和定义	9
1.1.1 基本术语和定义	9
1.1.2 有关配合的术语和定义	13
1.2 极限与配合国家标准	16
1.2.1 配合制	17
1.2.2 标准公差系列	18
1.2.3 基本偏差系列	20
1.2.4 公差带代号、配合代号及其在图样上的标注	26
1.2.5 一般、常用及优先公差带和配合	27
1.2.6 一般公差	29
1.3 极限与配合的选择	30
1.3.1 基准制的选择	31
1.3.2 公差等级的选择	32
1.3.3 配合种类的选择	34
习题	40
单元 2 测量技术基础	43
2.1 测量技术的基本概念	44
2.1.1 测量技术的概念、测量要素	44
2.1.2 长度单位、基准、量值传递与量块	44
2.2 计量器具与测量方法	47
2.2.1 计量器具的分类	47
2.2.2 计量器具的基本技术指标	48
2.2.3 测量方法的分类	49
2.2.4 常用测量器具的测量原理、基本结构与使用方法	50
2.3 测量误差	55
2.3.1 测量误差的基本概念	56
2.3.2 测量误差产生的原因	56

习题	57
单元 3 几何公差及其检测	58
3.1 几何公差概述	59
3.1.1 几何公差的研究对象	59
3.1.2 几何公差的分类、项目、符号	60
3.1.3 几何公差的标注	61
3.1.4 几何误差的评定原则——最小条件	66
3.1.5 基准	68
3.2 形状公差和形状误差检测	69
3.2.1 形状公差与公差带	69
3.2.2 形状误差的测量	72
3.3 方向、位置、跳动公差及其误差检测	75
3.3.1 方向、位置、跳动公差与公差带	75
3.3.2 方向、位置、跳动误差的测量	83
3.4 公差原则与公差要求	84
3.4.1 有关术语及定义	84
3.4.2 独立原则	89
3.4.3 相关要求	90
3.4.4 可逆要求	93
3.5 几何公差的选择	95
3.5.1 几何公差项目的选择	95
3.5.2 几何公差值（或公差等级）的选择	96
3.5.3 公差原则和公差要求的选择	97
3.5.4 未注几何公差的规定	98
3.6 几何误差的检测原则、标注及识读	99
3.6.1 几何误差的检测原则	100
3.6.2 几何公差的标注及识读示例	100
习题	102
单元 4 表面粗糙度	106
4.1 表面粗糙度概述	107
4.1.1 表面粗糙度的概念	107
4.1.2 表面粗糙度对零件使用性能的影响	107
4.2 表面粗糙度的评定	108
4.2.1 表面粗糙度的主要术语和定义	108
4.2.2 表面粗糙度的主要评定参数	110
4.2.3 表面粗糙度国家标准	111

4.3 表面粗糙度符号及其标注	111
4.3.1 表面粗糙度符号	112
4.3.2 表面粗糙度的代号及其标注	112
4.3.3 表面粗糙度代号在图样上的标注	113
4.4 表面粗糙度的参数选用和测量	114
4.4.1 表面粗糙度的参数选用	115
4.4.2 表面粗糙度的测量	117
习题	118
单元 5 其他常用零件的检测	121
5.1 滚动轴承的公差与配合	122
5.1.1 滚动轴承的组成及分类	122
5.1.2 滚动轴承的精度等级	122
5.1.3 滚动轴承内径、外径的公差带及其特点	123
5.1.4 滚动轴承与轴和外壳孔的配合及其选择	123
5.1.5 滚动轴承配合的选择	124
5.1.6 配合表面及端面的几何公差和表面粗糙度	128
5.2 键与花键的公差与配合	130
5.2.1 平键连接的公差与配合	131
5.2.2 矩形花键的连接	134
5.2.3 键的检测	138
5.3 螺纹结合的公差与配合	140
5.3.1 概述	140
5.3.2 普通螺纹的公差与配合	147
5.3.3 螺纹的检测	154
5.4 圆柱齿轮传动精度与检测	156
5.4.1 概述	157
5.4.2 齿轮精度的评定指标及检测	158
5.4.3 齿轮副和齿坯的精度	167
5.4.4 渐开线圆柱齿轮精度标准及其应用	171
5.4.5 齿轮在图样上的标注	172
习题	173
附录	177
参考文献	202

课程 导入

互换性与标准化



◎ 单元导读

对于有配合要求的零件，最初都是按“配作”方式制造的，即以孔配轴或以轴配孔，装配时必须对号入座。显然，在这种情况下是无互换性可言的，生产效率也极低。

互换性的发展是随着极限量规的产生而开始的。有了标准量规以后，生产效率大为提高，更主要的是从此零件有了互换性。

从有了互换性起，便相继产生了不同的标准。标准化是以标准的形式来体现的。

0.1

互 换 性

◎ 学习导读

互换性是什么？在工厂装配车间，工人对同一规格的一批零（部）件，不需做任何挑选、调整或辅助加工（如钳工修配），任取一件就能进行装配，并能达到规定的使用性能要求。这是因为零件具有互换性。例如，自行车有上百个零件，熟练的工人用较短的时间就可以将它们装配到一辆车上（见图 0-1）。可以想象，如果零件没有互换性，高效率的装配就无法实现。

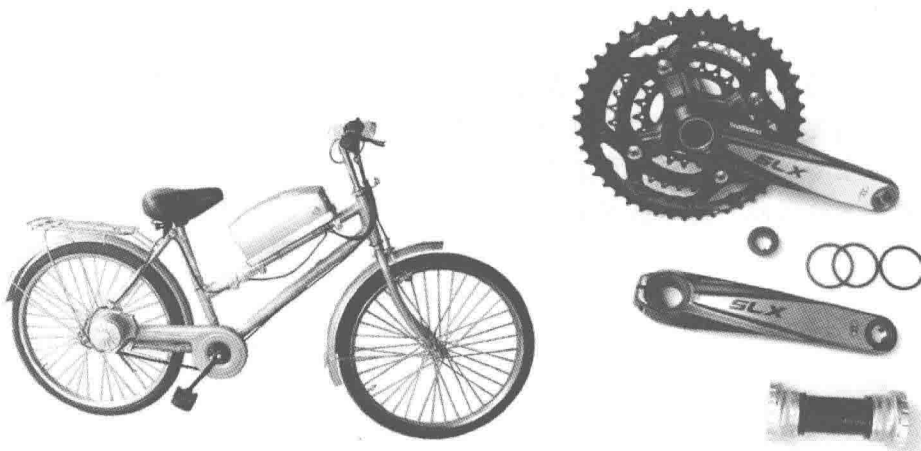


图 0-1 自行车及其配件

◎ 知识目标

掌握互换性、公差、检测的基本概念。

◎ 技能目标

掌握公差在实际工作中的应用。

1. 互换性的含义

互换性是现代化生产的一个重要技术经济原则，普遍应用于机械设备和家用机电产品的生产中。随着现代化生产的发展，以及专业化、协作化生产模式的不断扩大，互换性原则的应用范围也越来越大。

在机械工业中，互换性是指制成的同一规格的一批零（部）件，不需做任何挑选、调整或辅助加工（如钳工修配），就能进行装配，并能达到机械产品使用性能要求的一种特性。具有这种特性的零（部）件称为具有互换性的零（部）件。能够保证零（部）件具有互换性的生产，称为遵守互换性原则的生产。例如，一批螺纹标记为 M10-6H 的螺母，如果都

能与 M10-6g 的螺栓自由旋合, 并且满足设计的连接强度要求, 则这批螺母就具有互换性。又如车床上的主轴轴承, 磨损到一定程度后会影响车床的使用, 在这种情况下换上代号相同的另一个轴承, 主轴就能恢复到原来的精度且满足使用性能的要求, 这里轴承就是一个具有互换性的部件。

2. 互换性的分类

互换性按其程度和范围的不同可分为完全互换性和不完全互换性。

1) 完全互换性是指一批零(部)件在装配或更换时, 不做任何选择、不需调整或修配, 装配后即可满足预定使用要求的特性。螺栓、圆柱销等标准件的装配大多属于此类情况。

2) 不完全互换性是指一批零(部)件在装配前允许有附加的选择, 装配时允许有附加的调整或辅助加工, 装配后能满足预期使用要求的特性。不完全互换性可以用分组装配法、调整法、修配法等不同形式来实现。分组装配法即属于典型的不完全互换性。当机器上某些部位的装配精度要求较高时, 此时如采用完全互换性, 则零(部)件的加工精度要求就很高, 这样将导致加工困难, 制造成本过高, 甚至无法加工。在实际的生产中, 往往把零件的精度要求适当降低, 以便于加工。加工完后根据零件实测尺寸的大小, 将制成的零件分为若干组, 使每组内的尺寸差别较小, 然后对相应组的零件进行装配, 这样, 既解决了零件的加工困难问题, 又保证了部件的装配精度要求。采用此方法进行装配时, 仅组内的零件可以互换, 而组与组之间的零件不可互换, 即限定了互换的范围。例如, 柴油机喷油器柱塞的装配, 滚动轴承内、外圈与滚动体的装配, 采用的就是分组装配法。

上述两种互换性的使用场合不同, 一般说来, 不完全互换性仅限于部件或机构的制造厂内部的装配, 厂际协作或配件的生产往往要求使用完全互换性。

3. 互换性的技术经济意义

互换性原则广泛用于机械制造中的产品设计、制造、机器的使用和维修等各个方面。在设计方面, 采用互换性强的标准和通用件, 可以简化设计工作, 缩短设计周期, 并便于计算机辅助设计, 这对发展系列产品十分有利。

在制造方面, 零(部)件具有互换性时, 可以采用分散加工、集中装配的方式进行制造。这样有利于组织跨地域的专业化厂际协作生产; 有利于使用现代化的工艺装备, 并可以提高设备利用率; 有利于采用自动化生产线等先进的生产方式; 还有利于减轻劳动强度、缩短装配周期, 从而保证装配质量, 提高劳动生产率和经济效益。

在使用和维修方面, 互换性有其不可取代的优势。当机器的零(部)件突然损坏或按计划定期更换时, 可迅速用同规格的零(部)件装上, 既缩短了维修时间, 又保证了维修质量, 从而提高机器的利用率, 延长机器的使用寿命。

互换性生产是随着产品大批量生产的需求而逐步发展和完善起来的。随着数控技术和计算机技术的发展, 机械制造业由传统的生产方式向现代化的生产方式转化, 在多品种、小批量的生产中, 互换性的应用越来越广泛, 对互换性的要求将越来越高。因此, 互换性原则是组织现代化生产极为重要的技术经济原则。

4. 互换性生产的实现

具有互换性的零(部)件, 其参数是否要求必须绝对精确呢? 事实上, 这不但不可

而且也没必要。

零(部)件在加工过程中,由于机床系统误差、机床振动、刀具磨损等原因,其几何参数不可避免地会产生误差。例如,单个零件尺寸不可能制造得绝对正确,一批零件尺寸不可能完全一致等。具有互换性的零(部)件,尺寸并不是完全一致的。实践证明,只要将这些误差控制在一定的范围内,零(部)件的使用功能和互换性都能得到保证。换句话说,我们会对零(部)件的各个参数规定公差,加工时只要将零(部)件产生的误差严格控制公差范围内,零(部)件就具有互换性。

公差是零(部)件几何参数允许的变动量,包括尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度等。公差是用来控制误差的,以保证零(部)件的互换性,因此研究几何误差及其控制范围,需要建立公差标准,这是科研生产中的一个重要课题,是保证互换性的基础。

完工后的零(部)件是否满足公差要求,要通过检测加以判断。通过检测,零(部)件的几何参数误差控制在规定的公差范围内,该零(部)件就合格,就能满足互换性要求;反之,零(部)件就不合格,也就不能达到互换的目的。

5. 检测

对零(部)件的测量是保证互换性生产的一个重要手段。加工后的零(部)件是否满足公差要求,只有通过技术检测才能加以判断。检测包含检验与测量两个方面的内容。检验是确定零(部)件的几何参数是否在规定的极限范围内,并作出合格性判断的过程,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。

检测不仅可以用来评定产品质量,而且可以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”。产品质量的提高,除了设计和加工精度的提高外,也有赖于检测精度的提高。

综上所述,合理地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。

0.2 标 准 化

◎ 学习导读

现代制造业的特点是规模大、分工细、零(部)件互换性高,必须有一种手段使生产部门统一起来,标准化正是这种手段。

◎ 知识目标

掌握标准和标准化、优先数和优先数系的概念。

◎ 技能目标

掌握优先数系的应用要点和原则。

1. 标准和标准化的含义

国家标准 GB/T 20000.1—2014 规定标准的定义如下：通过标准化活动，按照规定的程序经协商一致制定，为各种活动或其结果提供规则、指南或特性，供共同使用和重复使用的文件。标准以科学、技术和经验的综合成果为基础，以促进最佳社会效益为目的，由有关方面协调制定。

国家标准 GB/T 20000.1—2014 规定标准化的定义如下：为了在既定范围内获得最佳秩序，促进共同效益，对现实问题或潜在问题确立共同使用和重复使用的条款以及编制、发布和应用文件的活动。实际上标准化是指在经济、技术、科学及管理等社会实践中，对重复性的事物和概念通过制定、发布和实施标准来达到统一，以获得最佳秩序和社会效益的活动。由此可见，标准化包括制定、发布、贯彻实施及不断修订标准的全部活动过程，其核心是贯彻实施标准。

标准是标准化的主要体现形式。我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

2. 公差标准和标准化的意义

在现代化生产中，标准化是一项重要的技术措施。一种产品的制造，往往涉及许多部门和企业，为了适应各个部门与企业之间在技术上相互协调的要求，必须有一个共同的技术标准，使独立、分散的部门和企业之间保持必要的技术统一，使相互联系的生产过程形成一个有机的整体，以保证互换性生产的实现。因此，标准是保证互换性的基础，标准化是实现互换性生产的基础。

综上所述，现代化的机械生产，必须遵循互换性原则，随着生产技术的提高，对互换性的要求也越来越高，而要保证互换性的实现，必须保证零（部）件加工精度。由于加工中各种因素的影响，不可避免地存在零（部）件的几何量误差，但只要将几何量的误差控制在一定范围内，就能实现互换性。要确定这“一定范围”的大小，就必须制定相应的公差标准；要知道零（部）件的几何量误差是否控制在公差范围内，即零（部）件是否合格，就必须具有相应的技术测量措施和检测规定。

3. 优先数和优先数系

优先数系是由公比分别为 10 的 5、10、20、40、80 次方根，且项值中含有 10 的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。19 世纪末，法国的雷诺为了对气球上使用的绳索规格进行简化，作出这样的规定，简化后形成的尺寸规格系列，每进 5 项值增大 10 倍（十进几何级数）。

各数列分别用符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示，称为 R5 数系、R10 数系、R20 数系、R40 数系和 R80 数系。

基本系列和补充系列 R80 表中列出的 1~10 这个范围与其一致，这个优先数系可向两个方向无限延伸，表中值乘以 10 的正整数幂或负整数幂后即可得其他十进制项值。

优先数系中任一个项值均称为优先数。优先数系是国际上统一的数值分级制度。目前我国的国家标准为 GB/T 321—2005，国际标准为 ISO 3、ISO 17、ISO 497。

优先数系有很多优点，工程技术上的各种参数指标，特别是需要分档分级的参数指标，采用优先数系可以防止数值传播的紊乱。

优先数系不仅适用于标准的制定,而且适用于标准制定以前的规划、设计阶段,从而把产品品种的发展,从一开始就引导到合理的标准化的轨道上。

优先数系由一些十进制等比数列构成,数列的符号为 R_r 。

按国家标准 GB/T 321—2005《优先数和优先数系》的定义,优先数是符合 R5、R10、R20、R40 和 R80 系列的圆整值。其具体数值如下:

R5 系列为 1.00、1.60、2.50、4.00、6.30、10.00。

R10 系列为 1.00、1.25、1.60、2.00、2.50、3.15、4.00、5.00、6.30、8.00、10.00。

R20 系列为 1.00、1.12、1.25、1.40、1.60、1.80、2.00、2.24、2.50、2.80、3.15、3.55、4.00、4.50、5.00、5.60、6.30、7.10、8.00、9.00、10.00。

R40 系列为 1.00、1.06、1.12、1.18、1.25、1.32、1.40、1.50、1.60、1.70、1.80、1.90、2.00、2.12、2.24、2.36、2.50、2.65、2.80、3.00、3.15、3.35、3.55、3.75、4.00、4.25、4.50、4.75、5.00、5.30、5.60、6.00、6.30、6.70、7.10、7.50、8.00、8.50、9.00、9.50、10.00。

R80 系列为 1.00、1.03、1.06、1.09、1.12、1.15、1.18、1.22、1.25、1.28、1.32、1.36、1.40、1.45、1.50、1.55、1.60、1.65、1.70、1.75、1.80、1.85、1.90、1.95、2.00、2.06、2.12、2.18、2.24、2.30、2.35、2.43、2.50、2.58、2.65、2.72、2.80、2.90、3.00、3.07、3.15、3.25、3.35、3.45、3.55、3.65、3.75、3.85、4.00、4.12、4.25、4.37、4.50、4.62、4.75、4.87、5.00、5.15、5.30、5.45、5.60、5.80、6.00、6.15、6.30、6.50、6.70、6.90、7.10、7.30、7.50、7.75、8.00、8.25、8.50、8.75、9.00、9.25、9.50、9.75。

应用优先数系的要点和原则如下:

1) 在确定产品的参数或参数系列时,如果没有特殊原因而必须选用其他数值的话,只要能满足技术经济上的要求,就应当力求选用优先数,并且按照 R5、R10、R20、R40 和 R80 的顺序,优先用公比较大的基本系列;当一个产品的所有特性参数不可能都采用优先数时,应使一个或几个主要参数采用优先数;即使单个参数值,也应按上述顺序选用优先数。这样做既可在产品发展时插入中间值仍保持或逐步发展成为有规律的系列,又便于跟其他相关产品协调配套。

2) 当基本系列的公比不能满足分级要求时,可选用派生系列。选用时应优先采用公比较大和延伸项中含有项值 1 的派生系列。移位系列只宜用于因变量参数的系列。

3) 当参数系列的延伸范围很大,从制造和使用的经济性考虑,在不同的参数区间,需要采用公比不同的系列时,可分段选用最适宜的基本系列或派生系列,以构成复合系列。

4) 按优先数常用值分级的参数系列,公比是不均等的。在特殊情况下,为了获得公比精确相等的系列,可采用计算值。

5) 如无特殊原因,应尽量避免使用化整值。因为化整值的选用带有任意性,不易取得协调统一,而且由于误差较大带来一些缺点,如系列中含有化整值,就使以后向较小公比的系列转换变得较为困难,化整值系列公比的均匀性差,化整值的相对误差经乘、除运算后往往进一步增大等。



题

一、判断题(正确的打√,错误的打×)

1. 具有互换性的零件,其几何参数必须绝对精确。

()

2. 零件不经挑选或修配,便能装配到机器上去,则该零件具有互换性。 ()
3. 当零件的装配精度要求很高时,宜采用不完全互换生产。 ()
4. 现代科学技术虽然很发达,但要把两个尺寸做得完全相同是不可能的。 ()
5. 不完全互换性是指一批零件中,一部分零件具有互换性,而另一部分零件必须经过修配才有互换性。 ()

二、填空题

1. 实行专业化协作生产必须采用_____原则。
2. 从零件的功能看,不必要求零件制造得_____,只要求在某一规定范围内变动,该允许变动的范围称为_____。
3. 标准化是指_____。
4. 互换性按其程度和范围可分为_____和_____。

三、思考题

1. 什么是互换性?
2. 互换性的种类有哪些?
3. 加工误差与公差的关系是什么?
4. 什么是标准?它与互换性有何联系?我国技术标准分哪几级?
5. 什么是优先数系?它有何特点?

1

单元

圆柱体结合的极限与配合



◎ 单元导读

图 1-1 所示是轴、孔及其装配图。 $\phi 50g6$ 和 $\phi 50H7$ 分别体现了轴、孔的尺寸精度； $\phi 50H7/g6$ 体现了轴与孔的配合状态。掌握极限与配合的专业基础知识和相关国家标准是本单元的主要任务。

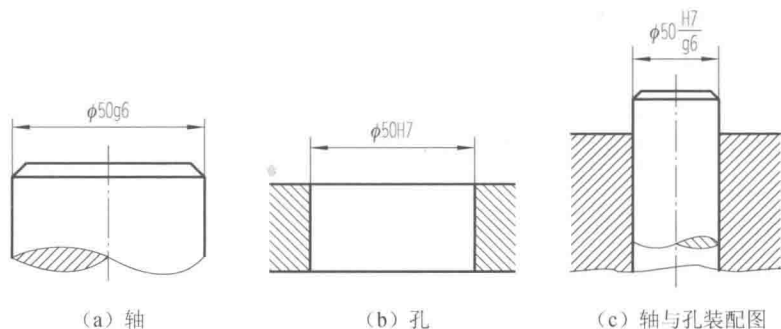


图 1-1 轴、孔及其装配图

圆柱体结合是机械产品广泛采用的一种结合形式，通常指孔与轴的结合。为了满足使用要求、保证互换性，应对尺寸公差与配合标准化。因此，圆柱体结合的极限与配合标准是一项最基本、最重要的标准，必须对标准的基本概念、术语及定义作出统一的规定。

1.1

极限与配合的基本术语和定义

◎ 学习导读

为了满足互换性的要求,零件的几何参数必须保持在一定的范围内。加工精度的要求通常由设计者按照国家标准,根据零件的功能要求标注在零件图样上,如图 1-2 所示,图中所标尺寸都有精度要求。

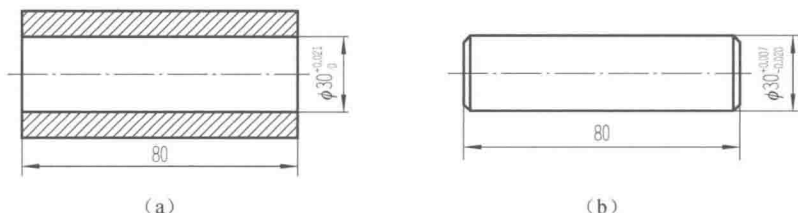


图 1-2 轴与轴套

◎ 知识目标

1. 了解孔和轴的定义。
2. 掌握有关尺寸、偏差、公差及配合的相关术语和定义。
3. 了解公差与极限偏差的区别。
4. 掌握公差带图的画法。
5. 掌握三类配合的特征参数计算公式和配合公差的计算公式。

◎ 技能目标

能够利用极限与配合术语之间的区别与联系进行问题分析。

1.1.1 基本术语和定义

1. 孔和轴

孔通常指圆柱形内表面及其他内表面中(由两平行平面或切平面形成的包容面)由单一尺寸确定的部分。

轴通常指圆柱形外表面及其他外表面中(由两平行平面或切平面形成的被包容面)由单一尺寸确定的部分。

从装配关系讲,孔为包容面,轴为被包容面;从加工的角度看,孔之内无材料,且越加工越大;轴之外无材料,且越加工越小。

由此可见,孔、轴具有广泛的含义,不仅表示通常理解概念,即圆柱形的内、外表面,而且包括由平行平面或切平面形成的包容面和被包容面。图 1-3 所示的各表面,如 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 尺寸确定的各组平行平面或切平面所形成的包容面都称为孔;如 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4

尺寸确定的圆柱形外表面和各组平面或切平面所形成的被包容面都称为轴。因此，孔、轴分别具有包容和被包容的功能。

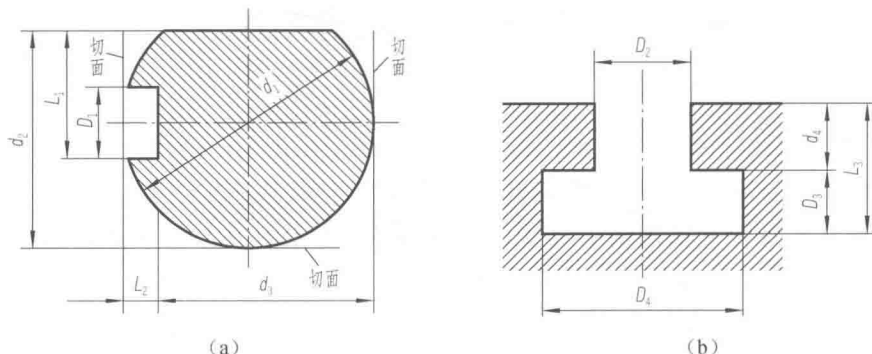


图 1-3 孔和轴

2. 有关尺寸的术语

(1) 尺寸

尺寸是用特定单位表示长度值的数值，如直径、长度、宽度、高度、中心距等。在机械制造中，常用 mm、 μm 作为特定单位。

(2) 公称尺寸

设计给定的尺寸标称值称为公称尺寸，一般要符合标准尺寸系列。孔的公称尺寸用 D 表示，轴的公称尺寸用 d 表示。

公称尺寸可以在设计中根据强度、刚度、运动、工艺、结构、造型等的不同来确定。它只表示尺寸的基本大小，是用来确定极限尺寸和偏差的一个基准，并不一定是在实际加工中要求得到的尺寸。

(3) 实际尺寸

通过测量获得的某一孔、轴的尺寸称为实际尺寸。由于存在测量器具、方式、人员和环境等因素造成的测量误差，因此实际尺寸并非尺寸的真值，且同一表面不同部位的实际尺寸往往也不相同。孔的实际尺寸用 D_a 表示，轴的实际尺寸用 d_a 表示。

(4) 极限尺寸

极限尺寸是孔或轴允许的两个极端尺寸。其中，较大的一个称为上极限尺寸（最大极限尺寸），较小的一个称为下极限尺寸（最小极限尺寸）。孔的上极限尺寸和下极限尺寸分别用 $D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 表示，轴的上极限尺寸和下极限尺寸分别用 $d_{\max}$ 和 $d_{\min}$ 表示。

设计时规定极限尺寸是为了限制工件尺寸的变动，以满足使用要求。在一般情况下，完工零件的合格条件是实际尺寸均不得超出上极限尺寸和下极限尺寸。其表达式如下：

对于孔：

$$D_{\max} \geq D_a \geq D_{\min}$$

对于轴：

$$d_{\max} \geq d_a \geq d_{\min}$$