

21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材



公差配合与技术测量

主 编 庄佃霞

- 9个项目，体现教材实践性
- 19个学习任务，再现完整工作过程



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材

公差配合与技术测量

主 编 庄佃霞
副主编 刘玉娥 刘新玲
参 编 李淑君 解永辉 陈 娟



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书采用项目教学法模式进行编写,打破了先理论后案例的常规程序,而是先提出任务,分析任务,再介绍相关知识,增加了实训内容,体现了教材的实践性、应用性和创新性。

本书内容分为9个项目,主要包括零件外圆和长度的测量、工件内孔和中心高的测量、形状和位置公差检测、表面粗糙度的测量、光滑极限量规的使用、滚动轴承公差与配合的选择、螺纹公差配合及测量、键与花键的公差配合及测量、圆柱齿轮传动的公差及测量。

本书内容简明扼要,理论联系实际,采用最新国家技术标准和法定计量单位,既可作为高等职业技术教育相关专业教材,又可作为企业技术人员和工人的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量 / 庄佃霞主编. —北京:北京大学出版社,2011.8

(21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19374-7

I. ①公… II. ①庄… III. ①公差—配合—高等职业教育—教材②技术测量—高等职业教育—教材
IV. ①TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第164007号

书 名:公差配合与技术测量

著作责任者:庄佃霞 主编

策划编辑:赖青 张永见

责任编辑:李娉婷

标准书号:ISBN 978-7-301-19374-7/TH·0257

出版者:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区成府路205号 100871

网 址:<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱:pup_6@163.com

印刷者:河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者:北京大学出版社

经 销 者:新华书店

787mm×1092mm 16开本 13印张 300千字

2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

定 价:26.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024

电子邮箱:fd@pup.pku.edu.cn

前 言

“公差配合与技术测量”是高职高专院校机械类专业一门实践性很强的专业基础课，为后续课程的学习起着关键性作用。随着高职高专教育的快速发展，职业教育教学改革不断深化，对职业院校学生的实践能力和技能培养提出了更高的要求。本书采用项目教学法模式进行编写，打破原来先理论后案例的常规程序，而是先提出任务，分析任务，再介绍相关知识，增加了实训内容，体现了教材的实践性、应用性和创新性。

本书内容分为9个项目，建议课时如下。

序 号	项 目	课 时
1	项目1 零件外圆和长度的测量	14
2	项目2 工件内孔和中心高的测量	10
3	项目3 形状和位置公差检测	12
4	项目4 表面粗糙度的测量	4
5	项目5 光滑极限量规的使用	2
6	项目6 滚动轴承公差与配合的选择	4
7	项目7 螺纹公差配合及测量	4
8	项目8 键与花键的公差配合及测量	2
9	项目9 圆柱齿轮传动的公差及测量	4
合 计		56

本书由潍坊职业学院庄佃霞任主编，潍坊职业学院刘玉娥和刘新玲任副主编，潍坊市农业机械研究所高级工程师董英奎任主审。本书具体编写分工如下：庄佃霞编写项目1、项目7；刘新玲编写项目2、项目3、项目9；刘玉娥编写项目4；潍坊职业学院李淑君编写项目5；潍坊职业学院解永辉编写项目6；潍坊职业学院陈娟编写项目8。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者
2011年5月

北京大学出版社高职高专机电系列规划教材

序号	书号	书名	编著者	定价	出版日期
1	978-7-301-10371-9	液压传动与气动技术	曹建东	28.00	2006.1
2	978-7-5038-4868-1	AutoCAD 机械绘图基础教程与实训	欧阳全会	28.00	2007.8
3	978-7-5038-4866-7	数控技术应用基础	宋建武	22.00	2007.8
4	978-7-5038-4937-4	数控机床	黄应勇	26.00	2007.8
5	978-7-301-13258-6	塑模设计与制造	晏志华	38.00	2007.8
6	978-7-301-12181-8	自动控制原理与应用	梁南丁	23.00	2007.8
7	978-7-5038-4861-2	公差配合与测量技术	南秀蓉	23.00	2007.9
8	978-7-5038-4865-0	CAD/CAM 数控编程与实训(CAXA 版)	刘玉春	27.00	2007.9
9	978-7-5038-4869-8	设备状态监测与故障诊断技术	林英志	22.00	2007.9
10	978-7-301-13260-9	机械制图	徐 萍	32.00	2008.1
11	978-7-301-13263-0	机械制图习题集	吴景淑	40.00	2008.1
12	978-7-301-13264-7	工程材料与成型工艺	杨红玉	35.00	2008.1
13	978-7-301-13262-3	实用数控编程与操作	钱东东	32.00	2008.1
14	978-7-301-13261-6	微机原理及接口技术(数控专业)	程 艳	32.00	2008.1
15	978-7-301-13383-5	机械专业英语图解教程	朱派龙	22.00	2008.3
16	978-7-301-13574-7	机械制造基础	徐从清	32.00	2008.7
17	978-7-301-13573-0	机械设计基础	朱凤芹	32.00	2008.8
18	978-7-301-13582-2	液压与气压传动技术	袁 广	24.00	2008.8
19	978-7-301-13662-1	机械制造技术	宁广庆	42.00	2008.8
20	978-7-301-13653-9	工程力学	武昭晖	25.00	2008.8
21	978-7-301-13652-2	金工实训	柴增田	22.00	2009.1
22	978-7-301-14470-1	数控编程与操作	刘瑞己	29.00	2009.3
23	978-7-301-13651-5	金属工艺学	柴增田	27.00	2009.6
24	978-7-301-12389-8	电机与拖动	梁南丁	32.00	2009.7
25	978-7-301-13659-1	CAD/CAM 实体造型教程与实训 (Pro/ENGINEER 版)	诸小丽	38.00	2009.7
26	978-7-301-13656-0	机械设计基础	时忠明	25.00	2009.8
27	978-7-301-15692-6	机械制图	吴百中	26.00	2009.9
28	978-7-301-15676-6	机械制图习题集	吴百中	26.00	2009.9
29	978-7-301-17122-6	AutoCAD 机械绘图项目教程	张海鹏	36.00	2010.5
30	978-7-301-17148-6	普通机床零件加工	杨雪青	26.00	2010.6
31	978-7-301-17398-5	数控加工技术项目教程	李东君	48.00	2010.8
32	978-7-301-17573-6	AutoCAD 机械绘图基础教程	王长忠	32.00	2010.8
33	978-7-301-17557-6	CAD/CAM 数控编程项目教程(UG 版)	慕 灿	45.00	2010.8
34	978-7-301-17609-2	液压传动	龚肖新	22.00	2010.8
35	978-7-301-17679-5	机械零件数控加工	李 文	38.00	2010.8
36	978-7-301-17608-5	机械加工工艺编制	于爱武	45.00	2010.8
37	978-7-301-17707-5	零件加工信息分析	谢 蕾	46.00	2010.8
38	978-7-301-18357-1	机械制图	徐连孝	27.00	2011.1
39	978-7-301-18143-0	机械制图习题集	徐连孝	20.00	2011.1
40	978-7-301-18470-7	传感器检测技术及应用	王晓敏	35.00	2011.1
41	978-7-301-18471-4	冲压工艺与模具设计	张 芳	39.00	2011.3
42	978-7-301-18630-5	电机与电力拖动	孙英伟	33.00	2011.3
43	978-7-301-18852-1	机电专业英语	戴正阳	28.00	2011.5
44	978-7-301-19272-6	电气控制与 PLC 程序设计(松下系列)	姜秀玲	36.00	2011.8
45	978-7-301-19297-9	机械制造工艺及夹具设计	徐 勇	28.00	2011.8
46	978-7-301-19319-8	电力系统自动装置	王 伟	24.00	2011.8
47	978-7-301-19374-7	公差配合与技术测量	庄佃霞	26.00	2011.8

北京大学出版社高职高专电子信息系列规划教材

序号	书号	书名	编著者	定价	出版日期
1	978-7-301-11566-4	电路分析与仿真教程与实训	刘辉珞	20.00	2007.2
2	978-7-301-12182-5	电工电子技术	李艳新	29.00	2007.8
3	978-7-301-12181-8	自动控制原理与应用	梁南丁	23.00	2007.8
4	978-7-301-12180-1	单片机开发应用技术	李国兴	21.00	2007.8
5	978-7-301-09529-5	电路电工基础与实训	李春彪	31.00	2007.8
6	978-7-301-12392-8	电工与电子技术基础	卢菊洪	28.00	2007.9
7	978-7-301-12386-7	高频电子线路	李福勤	20.00	2008.1
8	978-7-301-12384-3	电路分析基础	徐 锋	22.00	2008.5
9	978-7-301-13572-3	模拟电子技术及应用	刁修睦	28.00	2008.6
10	978-7-301-13575-4	数字电子技术及应用	何首贤	28.00	2008.6
11	978-7-301-14453-4	EDA 技术与 VHDL	宋振辉	28.00	2009.2
12	978-7-301-14469-5	可编程控制器原理及应用(三菱机型)	张玉华	24.00	2009.3
13	978-7-301-12385-0	微机原理及接口技术	王用伦	29.00	2009.4
14	978-7-301-12390-4	电力电子技术	梁南丁	29.00	2009.4
15	978-7-301-12383-6	电气控制与 PLC(西门子系列)	李 伟	26.00	2009.6
16	978-7-301-12391-1	数字电子技术	房永刚	24.00	2009.7
17	978-7-301-12387-4	电子线路 CAD	殷庆纵	28.00	2009.8
18	978-7-301-12382-9	电气控制及 PLC 应用(三菱系列)	华满香	24.00	2009.9
19	978-7-301-16898-1	单片机设计应用与仿真	陆旭明	26.00	2010.2
20	978-7-301-16830-1	维修电工技能与实训	陈学平	37.00	2010.7
21	978-7-301-17324-4	电机控制与应用	魏润仙	34.00	2010.8
22	978-7-301-17569-9	电工电子技术项目教程	杨德明	32.00	2010.8
23	978-7-301-17696-2	模拟电子技术	蒋 然	35.00	2010.8
24	978-7-301-17712-9	电子技术应用项目式教程	王志伟	32.00	2010.8
25	978-7-301-17730-3	电力电子技术	崔 红	23.00	2010.9
26	978-7-301-17877-5	电子信息专业英语	高金玉	26.00	2010.10
27	978-7-301-17958-1	单片机开发入门及应用实例	熊华波	30.00	2011.1
28	978-7-301-18188-1	可编程控制器应用技术项目教程(西门子)	崔维群	38.00	2011.1
29	978-7-301-18322-9	电子 EDA 技术(Multisim)	刘训非	30.00	2011.1
30	978-7-301-18144-7	数字电子技术项目教程	冯泽虎	28.00	2011.1
31	978-7-301-18470-7	传感器检测技术及应用	王晓敏	35.00	2011.1
32	978-7-301-18630-5	电机与电力拖动	孙英伟	33.00	2011.3
33	978-7-301-18519-3	电工技术应用	孙建领	26.00	2011.3
34	978-7-301-18770-8	电机应用技术	郭宝宁	33.00	2011.5
35	978-7-301-18520-9	电子线路分析与应用	梁玉国	34.00	2011.7
36	978-7-301-18622-0	PLC 与变频器控制系统设计与调试	姜永华	34.00	2011.6
37	978-7-301-19310-5	PCB 板的设计与制作	夏淑丽	33.00	2011.8
38	978-7-301-19326-6	综合电子设计与实践	钱卫钧	25.00	2011.8
39	978-7-301-19302-0	基于汇编语言的单片机仿真教程与实训	张秀国	32.00	2011.8

请登录 www.pup6.com 免费下载本系列教材的电子书(PDF 版)、电子课件和相关教学资源。

欢迎免费索取样书, 并欢迎到北京大学出版社来出版您的大作, 可在 www.pup6.com 在线申请样书和进行选题登记, 也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱, 我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。

联系方式: 010-62750667, laiqingbeida@126.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信。

目 录

绪论	1	项目 5 光滑极限量规的使用	125
项目 1 零件外圆和长度的测量	4	任务 5.1 光滑极限量规的设计	126
任务 1.1 认识尺寸、偏差	5	项目小结	134
任务 1.2 认识尺寸公差	14	思考题与习题	134
任务 1.3 测量零件的外圆和长度	18	项目 6 滚动轴承公差与配合的选择 ...	135
测量知识拓展	26	任务 6.1 滚动轴承公差与配合的 选择	136
项目小结	33	项目小结	145
思考题与习题	34	思考题与习题	145
项目 2 工件内孔和中心高的测量	36	项目 7 螺纹公差配合及测量	146
任务 2.1 认识配合相关术语	37	任务 7.1 螺纹公差与配合的选择	147
任务 2.2 公差与配合选用	44	任务 7.2 螺纹参数测量	155
任务 2.3 零件内径的测量实验	56	项目小结	158
项目小结	60	思考题与习题	158
思考题与习题	60	项目 8 键与花键的公差配合及测量 ...	160
项目 3 形状和位置公差检测	63	任务 8.1 键配合的选择	161
任务 3.1 形位公差的标注识读	64	项目小结	170
任务 3.2 公差原则及形位公差选择	83	思考题与习题	170
任务 3.3 形位公差测量	95	项目 9 圆柱齿轮传动的公差及测量 ...	172
项目小结	103	任务 9.1 圆柱齿轮传动精度的选择 和确定	173
思考题与习题	103	任务 9.2 齿轮检测	192
项目 4 表面粗糙度的测量	106	项目小结	199
任务 4.1 熟悉表面粗糙度的术语	107	思考题与习题	199
任务 4.2 表面粗糙度符号及标注	112	参考文献	200
任务 4.3 表面粗糙度测量	118		
项目小结	124		
思考题与习题	124		

绪论

“公差配合与技术测量”是机械类各专业的一门技术基础课，是联系机械设计课程与工艺课程的纽带，是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。

为了保证从零、部件加工到装配成机器的过程中，实现要求的功能，必须对零、部件和机器进行精度设计。即根据使用要求和制造的经济性，正确地给出零件的尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度数值，以便将零件的制造误差限制在一定的范围内，使机械产品装配后能按预期的要求正常工作，这是本课程的主要研究内容。

加工后的零件是否符合精度要求，必须通过检测才能知道，所以检测是精度要求的技术保证，是本课程所研究的另一问题。

本书将从互换性角度出发，围绕公差与配合这两个基本概念，研究如何解决使用性能与制造工艺的矛盾。通过学习本书内容，机械工程技术人员获得必备的公差配合与检测方面的基本知识和基本技能。

1. 互换性相关知识

1) 互换性定义

所谓互换性是指机械产品中同一规格的一批零件或部件，任取其中一件，不需作任何挑选、调整或辅助加工，就能进行装配，并能满足机械产品使用性能要求的一种特性。

2) 互换性分类

在生产中,按互换性的程度可分为完全互换(绝对互换)与不完全互换(有限互换)。

若零件在装配或更换时,不需选择、调整或辅助加工(修配),则其互换性为完全互换性。如螺母、螺栓、圆柱销等标准件的装配都属于此类装配。

若零件在装配或更换时,需要经过适当的选择、调整或辅助加工才能具有相互替换的性能,称为不完全互换。常用的方法有分组法、修配法、调整法。机器上某部位的精度愈高,对相配合零件的精度要求就愈高,加工困难,制造成本高,为此,在生产中往往将零件的精度适当降低,以便于制造,然后再根据实测尺寸的大小,将制成的相配零件分成若干组,使每组内的尺寸差别比较小,最后,再将相应的零件进行装配,此方法为分组法;修配法是指待零件加工完成以后,在装配时对某一规定的零件按所有需要的尺寸进行调整,以满足装配和使用要求;调整法是指待零件加工完成以后,装配时用调整的方法,改变某零件在机器中的尺寸和位置,以满足其功能要求。

对标准部件或机构来说,互换性又分为外互换与内互换。外互换是指部件与其装配件间的互换性,例如,滚动轴承内圈内径与轴的配合,外圈外径与轴承孔的配合。内互换是指部件或机构内部组成零件间的互换性,例如,滚动轴承的外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体的装配。

不完全互换方式限于被加工零件在制造厂内部装配时使用,对于厂外协作则往往使用完全互换方法。究竟采用哪种方式,要根据产品精度、生产规模、设备条件及技术水平等一系列因素综合决定。

3) 互换性作用

从设计方面看,互换性有利于最大限度地采用标准件和通用件,可以大大简化绘图和计算工作,缩短设计周期,便于进行计算机辅助设计,对发展系列产品十分重要。例如,手表在发展新品种时采用了具有互换性的机芯,不同品种只需要进行外观的造型设计,使设计与生产周期大大缩短;从制造方面看,有利于组织专业化生产,采用先进工艺和高效率的专用设备,提高生产效率和产品质量,降低生产成本;从使用、维修方面看,可以减少机器的维修时间和费用,保证机器能连续持久的运转,提高机器的使用寿命。

总之,互换性原则是发展现代化机械工业、提高生产效率、保证产品质量、降低成本的重要技术经济原则,是工业发展的必然趋势。

2. 标准与标准化相关知识

现代化生产的特点是规模大、协作单位多、分工细、协作广,为了达到互换性要求,必须有一种协调手段,使分散的局部生产部门和生产环节保持必要的技术统一,成为一个有机的整体。标准与标准化正是保持这种联系的主要途径和手段,是实现互换性的基础。

1) 标准

标准是指为在一定的范围内获得最佳秩序,对活动或结果规定的共同的和重复使用的规则、守则或特性的文件。标准以科学、技术和经验的综合成果为基础,经协商一致,制定并由公认机构批准,以特定形式发布,获得最佳社会效益为目的。

标准的范围极其广泛,涉及人类生产、生活的各个领域。按照标准的适用区域、发布作用范围和发布权利不同,一般分为:国际标准,如 ISO、IEC 分别为国际标准化组织和国际电工委员会制定的标准;区域标准,如 EN、ANST、DIN 分别为欧共体、美国和德

国制定的标准；国家标准(GB)；行业标准(机械标准，如JB)；地方标准和企业(或公司)标准。

按照法律属性的不同，可以将标准分为强制性标准和推荐性标准。代号为GB的为强制性标准，颁布后严格强制执行，如涉及人身安全、健康、卫生及环境之类的标准；代号为GB/T的为推荐性标准。

2) 标准化

标准化是指为在一定的范围内获得最佳秩序，对实际或潜在的问题制定共同的和重复的使用规则的活动。标准化是一个活动过程，即制定、贯彻标准的全过程。它是组织现代化生产的重要手段，是国家现代化水平的重要标志之一。机械制造中的几何量测量公差与检测是建立在标准化基础上的，标准化是实现互换性的前提。

3. 优先数和优先数系

在进行机械产品设计时需要确定许多技术参数。由于工程上的技术参数值具有传播特性，如动力机械功率和转速确定以后，将会传播到机器本身的轴、轴承、齿轮和键等一系列零、部件的尺寸和材料特性参数上，同时还会传播到加工和检验工件的刀具、夹具、量具等相应参数上，因此，对各种技术参数值进行协调、简化和统一是标准化的重要内容。优先数和优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的一种科学的数值标准。

国家标准规定5个不同公比的十进制等比数列为优先数系，分别用R5、R10、R20、R40、R80表示，依次称为R5系列、R10系列、R20系列、R40系列和R80系列。其中前4个系列为基本系列，R80系列为补充系列，它们的公比分别为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 、 $\sqrt[80]{10}$ 。优先数系的任一项值均为优先数。按公比计算得到的优先数均为无理数，工程上不能直接使用，实际中应用的都是经过圆整后的近似值，见表1。

表1 优先数系的基本系列

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
1.60	1.60	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	1.25			2.80	2.80	6.30	6.30	6.30
								1.32			3.00
		1.40	1.40	1.40		3.15	3.15	3.15		7.10	7.10
								1.50			3.35
	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	1.80	4.00	4.00	4.00	4.00		9.00	9.00
								1.90			4.25
2.00	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50	10.00	10.00	10.00	
			2.12				4.75			10.00	

国家标准规定的优先数系分档合理、疏密均匀，有广泛的使用性。常见的量值基本上都按优先数系选用。

项目1

零件外圆和长度的测量

知识目标

熟悉尺寸、偏差相关术语；能读懂图纸中的尺寸和偏差；掌握基本偏差数值表的使用方法；掌握游标卡尺、外径千分尺的使用方法并能进行正确的操作；掌握机械式比较仪测量原理及操作方法；掌握零件外圆和长度的测量方法。

能力目标

能力要求	知识要点	权重/%	自测分数
能读懂图纸中的尺寸和偏差	尺寸与偏差的概念、分类	30	
能够根据图纸标注计算相关数据	基本偏差数值表的使用	30	
正确使用外径测量仪器	外径测量仪器的原理与使用方法	40	

引例

为了实现零件的互换性，必须保证零件尺寸、几何形状、相对位置以及表面特征技术要求的一致性。零件尺寸准确加工到一个具体的数值是不可能的，也是没有必要的。一般而言，将尺寸误差控制在一定范围内即可满足互换性要求，因此在加工过程中必须对零件进行测量，以保证所加工零件的尺寸在允许误差范围之内。

加工误差分为尺寸误差、几何形状误差。通过本项目将学习尺寸误差基本知识，掌握与尺寸相关的术语。下面以齿轮轴为例加以介绍。

任务 1.1 认识尺寸、偏差

在机械加工中，同一规格零件的几何参数不可能完全一致，而是满足使用性能后在一定范围内变动，以满足互换性要求，这个几何参数的允许变动量就是公差。加工零件时，由于各种因素的影响，零件的实际几何参数与理想几何参数不可能完全一致，二者之间的差异称为加工误差。加工误差是客观存在的，随着制造技术水平的提高，误差可以减小，但永远不可能消除。

任务导入

任何机械零件都有一定的尺寸要求，随着技术的发展，对零件形状和精度的要求越来越高，要加工出合格的零件首先需要读懂图纸。某齿轮轴加工图纸如图 1.1 所示，在该零件标注中 $\phi 20js6(\pm 0.007)$ 的含义是什么？

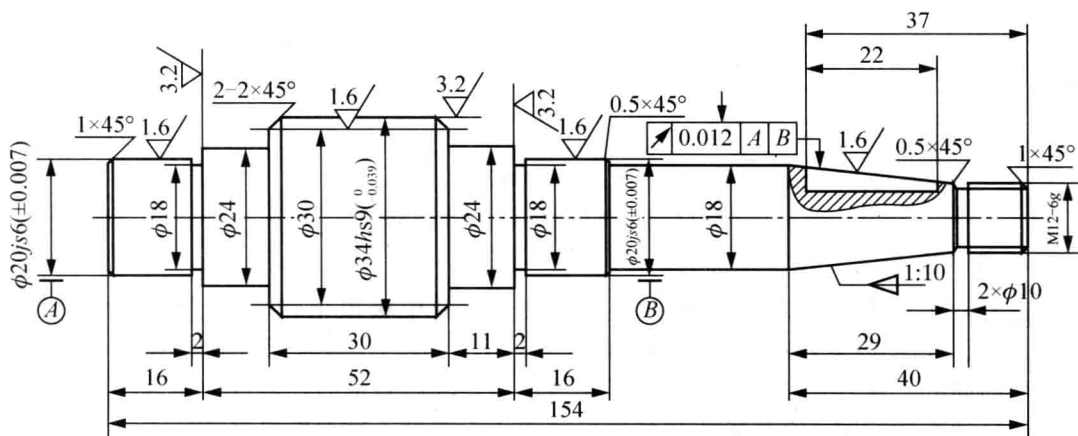


图 1.1 齿轮轴加工图

任务分析

从图 1.1 所示的零件图中可以看出，图中尺寸较多，并且每个尺寸并不是由单一的数据组成。图中的每个数字和字母都有其特殊的含义。

相关内容

1.1.1 认识尺寸

1. 尺寸

尺寸是指用特定单位表示长度值的数字。

长度值包括直径、半径、宽度、深度、高度和中心距等。在机械制造中常用毫米(mm)作为特定单位,在标注时常将单位省略,仅标注数字。当以其他单位表示尺寸时,则应注明相应的长度单位。

2. 基本尺寸

基本尺寸是设计时给定的尺寸(孔 D , 轴 d)。基本尺寸是在设计中根据强度、刚度、结构等要求经计算、化整后确定的。基本尺寸一般按照标准尺寸系列选取。它是尺寸精度设计中用来确定极限尺寸和偏差的一个基准,图 1.2(a)中轴的基本尺寸为 $d=20\text{mm}$ 。

3. 实际尺寸

实际尺寸是指通过测量所得到的尺寸(孔 D_a , 轴 d_a)。由于加工误差的存在,按同一图纸要求加工的一批零件,其实际尺寸也各不相同。即使是同一零件,由于测量位置不同,方向不同,其实际尺寸也不一定相同,如图 1.2(b)所示。实际尺寸是零件上某一位置的测量值,并非零件尺寸的真值。

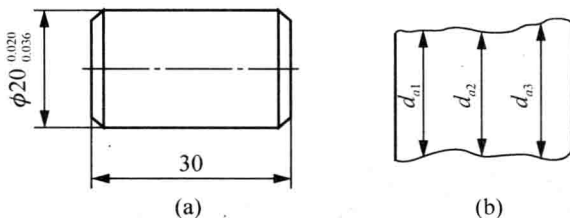


图 1.2 实际尺寸

(a)零件尺寸要求; (b)零件轴截面

4. 极限尺寸

极限尺寸是指允许尺寸变化的两个极限值。其中极限值较大者为最大极限尺寸(D_{\max} , d_{\max}),极限值较小者为最小极限尺寸(D_{\min} , d_{\min})。极限尺寸是在设计中确定基本尺寸的同时,考虑加工经济性并满足某种使用要求而确定的,其目的是为了限制加工零件的尺寸变动范围。合格的零件实际尺寸应小于或等于最大极限尺寸,大于或等于最小极限尺寸。

1.1.2 认识偏差

尺寸偏差(简称偏差)为某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差(孔 E , 轴 e)。偏差可能为零。

1. 实际偏差

实际偏差为实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差(孔 E_a , 轴 e_a)。用公式表示如下。



孔的实际偏差： $E_a = D_a - D$

轴的实际偏差： $e_a = d_a - d$

2. 极限偏差

极限偏差为极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。其中最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差 (ES 、 es)；最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差 (EI 、 ei)。用公式表示如下。

孔的上偏差： $ES = D_{\max} - D$

孔的下偏差： $EI = D_{\min} - D$

轴的上偏差： $es = d_{\max} - d$

轴的下偏差： $ei = d_{\min} - d$

上、下偏差都可能为正值、负值或零，因为最大极限尺寸总是大于最小极限尺寸，所以，上偏差总是大于下偏差。极限偏差用于控制实际偏差，完工后零件尺寸的合格条件常用偏差如下关系式表示。

孔合格的条件： $EI \leq E_a \leq ES$

轴合格的条件： $ei \leq e_a \leq es$



特别提示

标注和计算偏差时，在极限偏差前面必须加注“+”或“-”号（零除外）。在技术文件上标注极限偏差时，国家标准规定：上偏差标在基本尺寸右上角，下偏差标在基本尺寸右下角。

3. 基本偏差

基本偏差是用来确定公差带相对于零线位置的，一般是指靠近零线或位于零线上的极限偏差（个别公差带例外）。当公差带位置在零线以上时，其基本偏差为下偏差；当公差带位置在零线以下时，其基本偏差为上偏差。基本偏差是用来确定公差带的位置参数，原则上与公差等级无关，其数量将决定配合种类的数量。

1) 基本偏差代号及其规律

基本偏差代号用拉丁字母表示，小写字母代表轴，大写字母代表孔。在 26 个字母中，除去易与其他含义混淆的 I(i)、L(l)、O(o)、Q(q)、W(w) 5 个字母外，采用了 21 个单写字母和 7 个双字母 CD(cd)、EF(ef)、FG(fg)、JS(js)、ZA(za)、ZB(zb)、ZC(zc)，共组成 28 个基本偏差代号。它们分别构成孔、轴基本偏差系列。如图 1.3 所示，孔 A~H 基本偏差为下偏差 EI ，轴 a~h 基本偏差为上偏差 es ，它们的绝对值依次减小，其中 H 和 h 的基本偏差为零。

孔 JS 和轴 js 的公差带相对于零线呈对称分布，故基本偏差可以是上偏差，也可以是下偏差，偏差值为标准公差的一半，即 $ES(es) = +IT/2$ ， $EI(ei) = -IT/2$ 。

孔 J~ZC 基本偏差为上偏差 ES ，轴 j~zc 基本偏差为下偏差 ei ，其绝对值依次增大。

孔和轴的基本偏差原则上不随公差等级变化，只有极少数基本偏差 (j、js、k) 例外。



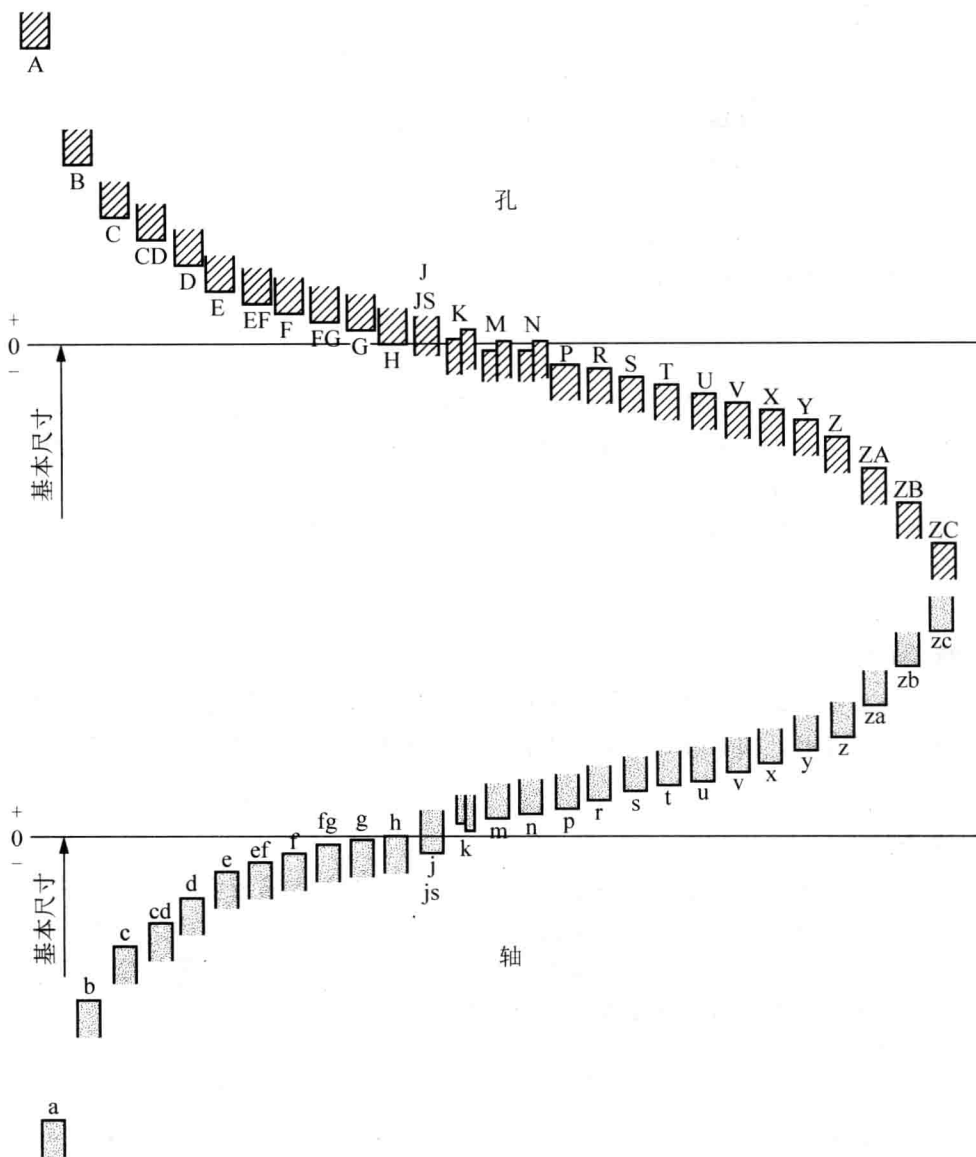


图 1.3 基本偏差系列图

图 1.3 中各公差带只显示了由基本偏差决定的一端，另一端取决于基本偏差与标准公差值的组合。

2) 基本偏差数值

基本偏差数值是使用经验公式计算得到的，实际使用时可查表 1-1 和表 1-2。

从表 1-1、表 1-2 中可以看到，代号为 H 的孔的基本偏差为下偏差，等于零，称为基准孔；代号为 h 的轴的基本偏差为上偏差，也等于零，称为基准轴。

拓展阅读

孔：通常指零件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面部分（由两平行平面或切面形成的包容面）。在加工过程中，孔的尺寸越加工越大。在如图 1.4 所示的零件的各内表面上， D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 各尺寸都称为孔。

轴：通常指零件的圆柱形外表面，也包括非圆柱形外表面部分（由两平行平面或切面形成的被包容面）。在加工过程中，轴的尺寸越加工越小。在如图 1.4 所示的零件的各外表面上， d_1 、 d_2 、 d_3 各尺寸都称为轴。

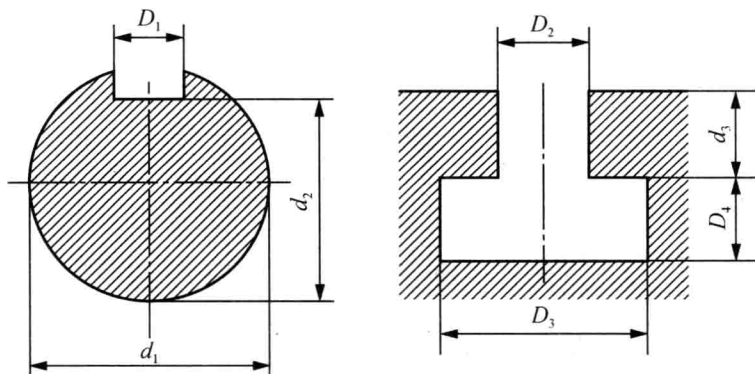


图 1.4 孔与轴

孔和轴具有广泛的含义，不仅表示通常概念所指圆柱体的内、外表面，而且也表示由两平行平面或切面形成的包容面和被包容面。由此可见，除孔、轴以外，类似键的联结也可归纳为孔与轴的配合。

任务实施

根据以上所学内容，下面以 $\phi 20js6(\pm 0.007)$ 为例说明图中尺寸标注的含义。

通过分析得：

基本尺寸为： $d=20\text{mm}$

最大极限尺寸： $d_{\max}=20+0.007=20.007(\text{mm})$

最小极限尺寸： $d_{\min}=20-0.007=19.993(\text{mm})$

基本偏差：代号为 js 的公差带相对于零线呈对称分布，因此其基本偏差可以为上偏差，也可以为下偏差。

上偏差： $es=d_{\max}-d=20.007-20=+0.007(\text{mm})$

下偏差： $ei=d_{\min}-d=19.993-20=-0.007(\text{mm})$

表 1-1 尺寸 $\leq 500\text{mm}$

基本尺寸 /mm	基本偏差																
	上偏差 es											下偏差 ei					
	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j			k	
	所有公差等级											5~6	7	8	4~7	≤ 3 > 7	
≤ 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	偏差 等 于 $\pm \frac{IT}{2}$	-2	-4	-6	0	0
$> 3 \sim 6$	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	-	+1	0
$> 6 \sim 10$	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5	-	+1	0
$> 10 \sim 14$ $> 14 \sim 18$	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0		-3	-6	-	+1	0
$> 18 \sim 24$ $> 24 \sim 30$	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0		-4	-8	-	+2	0
$> 30 \sim 40$ $> 40 \sim 50$	-310 -320	-170 -180	-120 -130	-	-80 -50	-	-25	-	-9	0	-5		-10	-	+2	0	
$> 50 \sim 65$ $> 65 \sim 80$	-340 -360	-190 -200	-140 -150	-	-100 -60	-	-30	-	-10	0	-7		-12	-	+2	0	
$> 80 \sim 100$ $> 100 \sim 120$	-380 -410	-220 -240	-170 -180	-	-120 -72	-	-36	-	-12	0	-9		-15	-	+3	0	
$> 120 \sim 140$ $> 140 \sim 160$ $> 160 \sim 180$	-460 -520 -580	-260 -280 -310	-200 -210 -230	-	-145 -85	-	-43	-	-14	0	-11		-18	-	+3	0	
$> 180 \sim 200$ $> 200 \sim 225$ $> 225 \sim 250$	-660 -740 -820	-340 -380 -420	-240 -260 -280	-	-170 -100	-	-50	-	-15	0	-13		-21	-	+4	0	
$> 250 \sim 280$ $> 280 \sim 315$	-920 -1050	-480 -540	-300 -330	-	-190 -110	-	-56	-	-17	0	-16		-26	-	+4	0	
$> 315 \sim 355$ $> 355 \sim 400$	-1200 -1350	-600 -680	-360 -400	-	-210 -125	-	-62	-	-18	0	-18		-28	-	+4	0	
$> 400 \sim 450$ $> 450 \sim 500$	-1500 -1650	-760 -840	-440 -480	-	-230 -135	-	-68	-	-20	0	-20		-32	-	+5	0	