

机械制造工艺 及设备

机械电子工业部
机电行业专业管理人员岗位培训教材

唐胜治 主编

(主管专业管理人员)

16

机械工业出版社

1

本书根据机电工业企业专业管理人员岗位培训教学计划（大专层次）中的“机械制造工艺及设备”教学大纲（40学时）编写。

主要内容包括：公差配合与技术测量、切削加工基础、机械加工工艺与装配技术、机床夹具、机械加工设备、液压传动技术、机械加工自动化及通用机械等。

本书作为机电行业企业专业管理人员岗位培训教材，也可作为职工大学、业余大学、夜大学及函授大学管理类专业教材，中等专业学校（全日制）非机类专业也可选用。

机械制造工艺及设备

（主管专业管理人员）

唐胜治 主编

*

责任编辑：王世刚 版式设计：罗文莉

封面设计：姚毅 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社经销

*

开本 787×1092 1/16·印张 10 3/4·字数 256 千字

1990年4月北京第一版·1990年4月北京第一次印刷

印数 00,001—13,200·定价：5.90 元

*

ISBN 7-111-02075-8/TH·346

前 言

把提高从业人员本岗位需要的工作能力和生产技能作为重点，广泛地开展岗位培训，这是成人教育的一项重大改革，也是提高劳动生产率和工作效率的重要手段。

为了搞好机械电子行业的岗位培训，我们首先抓了岗位培训的基础建设工作，即制定和编写了机械电子行业企业生产经营系统十四类主管专业管理人员和一般专业管理人员的岗位规范（《机械工业企业专业管理人员岗位业务规格》 机械工业出版社 1987年11月出版）、培训计划和教学大纲（《机电工业企业专业管理人员培训计划和教学大纲》 机械电子工业部教育司1989年7月印发）。

在此基础上，我们聘请了二百多位专家、教授及有丰富实际工作经验的同志编写了相应的培训教材。这套教材分中专（对应一般专业管理人员）、大专（对应主管专业管理人员）两个层次编写，共85种，其中基础课和专业基础课20种，专业课65种。

这套教材的编写体现了岗位培训直接有效地为经济建设服务的指导思想，突破了普教教材编写模式的束缚，符合成人教育的特点，突出了岗位培训的特色。

这套教材也可用于“专业证书”培训。

编写这套岗位培训教材是一项巨大的工程，值此教材出版之际，谨向参加这套教材编写、审稿工作的同志及为这套教材出版付出辛勤劳动的同志表示衷心感谢！同时，真诚地希望关心和应用这套教材的单位和同志提出批评和建议，以便今后修改时参考，使之更加适应岗位培训的需要。

机械电子工业部教育司

1989年5月

编 者 的 话

本书是根据机电行业企业专业管理人员岗位培训教学计划（大专层次）中的“机械制造工艺及设备”教学大纲编写的。该教学计划与大纲已经机械电子工业部教育司审定。因此，本书可作为机电行业专业管理人员岗位培训用的基础课教材。

本书系统介绍了工厂机械加工车间的生产过程。较详细地描述了有关机械加工工艺、工夹具及加工设备方面的内容；对有关的加工原理、技术标准、自动化知识及基础理论知识作了介绍。

在编写中，力求联系生产技术实际与企业管理实际。论述时，既要讲清有关的基本概念，又要避免不必要的严密理论计算与公式推导，力求有关管理人员，能在其文化与技术水平的基础上，顺利地学好本门课程，并能将有关的知识用于自己的业务实践，提高组织生产与改善经营管理工作的能力，切实做到为生产服务，支持技术改造工作，提高经济效益。

本教材的主要内容包括四个方面：

1) 机械加工基础知识与基本原理 介绍机械加工的制作标准与检测技术、制作原理与各种加工方法。

2) 加工工艺与工艺装备 根据生产过程，介绍工程技术人员解决技术问题的思路及制定的各种工艺文件。

3) 加工设备与自动化 介绍完成各种加工时所使用设备的构造、工作原理、性能与型号。在此基础上提出进行技术改造的途径。

4) 通用机械 介绍起重运输机械、泵和风机的一般知识。

本书共分八章。第一、二、八章由张武农编写，第三、四章由饶华球编写，绪言、第五、六、七章及附录由唐胜治编写。本书由郝广发主审。

本书也适用于职工大学、业余大学。中等专业学校非机类专业也可选用，也可供工业企业管理人员参考。

本书在编写过程中，得到兄弟院校同志热情帮助与大力支持。韩克筠同志、周栋隆同志和张乃照同志参加了审稿会，对本书的编写提供了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于本书内容较为广泛，编者水平有限，难免有不妥之处，恳请读者给予指正。

编 者

1989年8月

目 录

绪言	1
第一章 公差配合与技术测量	5
§ 1-1 互换性的基本概念	5
§ 1-2 公差与配合的基本概念	5
§ 1-3 公差与配合的国家标准	8
§ 1-4 新旧国标变换	10
§ 1-5 配合的种类及其应用	11
§ 1-6 形状与位置公差	11
§ 1-7 工件表面质量简介	13
§ 1-8 量具与量规及其使用	16
§ 1-9 近代测量方法简介	19
思考题	21
第二章 切削加工基础	22
§ 2-1 金属切削过程	22
§ 2-2 车刀及刀具材料	24
§ 2-3 金属切削加工的基本形式	27
§ 2-4 特种加工知识	41
思考题	43
第三章 机械加工工艺及装配技术	44
§ 3-1 工艺过程的基本知识	44
§ 3-2 机械加工工艺规程的制订	50
§ 3-3 装配工作	68
思考题	81
第四章 机床夹具	83
§ 4-1 夹具的功用、分类与组成	83
§ 4-2 定位与定位件	85
§ 4-3 夹紧装置	89
§ 4-4 专用夹具举例	94
思考题	95
第五章 机械加工设备	96
§ 5-1 金属切削机床的分类	96
§ 5-2 机床传动系统	99
§ 5-3 常用机床	108
§ 5-4 组合机床	116
§ 5-5 机床的安装与维护	119
思考题	119

第六章 液压传动与磨床	121
§ 6-1 液压传动技术概论	121
§ 6-2 磨床	127
思考题	131
第七章 机械加工自动化	132
§ 7-1 概述	132
§ 7-2 伺服控制	134
§ 7-3 程序控制	135
§ 7-4 数字控制	138
思考题	144
第八章 通用机械	145
§ 8-1 起重运输机械	145
§ 8-2 泵	151
§ 8-3 风机	155
思考题	157
附录 机械制造厂现场参观指导书	158
参观之一 机械加工设备及其他	158
参观之二 机械加工工艺、工艺装备及工艺文件	160
参观之三 机械加工专用设备及自动化	161
参考文献	163

绪 言

机械制造通常包括毛坯制造、切削加工与装配三个阶段。为获得几何形状、尺寸精度、表面质量及配合运转性能均能符合技术要求的机器零件，切削加工是不可少的手段。用刀具从毛坯上切去多余部分，从而获得合格零件的工艺称为切削加工。切削加工一般分为机械加工与钳工两部分。装配是机械制造的最后一个过程，它包括安装、调整、检验、试验、油漆及包装等工作。图1表示了一个机械制造厂机械产品生产过程。

一、机械加工在产品生产过程中的地位

在国民经济各部门中，使用着各式各样的机器。任何庞大或复杂的机器都是由各种零件所组成的。这些零件在制造时，大部分经过机械加工。

这是由于现代机器的大部分零件的精度与性能要求都很高，对组成机器所用的大部分零件的加工质量也相应地有很高的要求。为了满足这些要求，在目前条件下，除少数零件可以使用精密铸造、精密锻造或冲压方法获

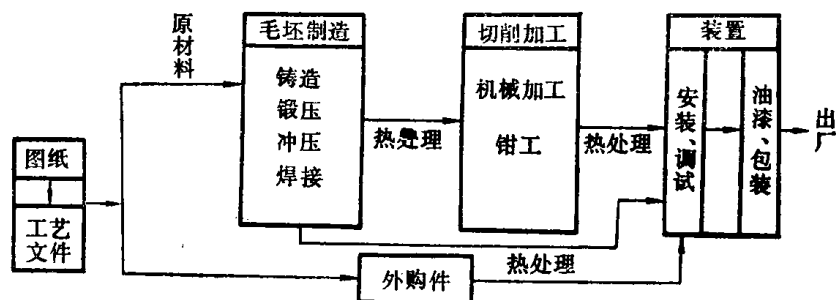


图1 机械产品生产过程示意图

得外，大部分零件的制造还要靠机械加工来保证其最终形状与尺寸。当电子计算机技术进入机械加工领域后，不但提高了它的劳动生产率，还使它在根据设计计算制造形状特别复杂，尺寸精度特别高的零件方面，取得了技术突破，从而为国民经济提供更好的装备创造了条件。

从目前我国机械制造厂的设备来看，60%~80%是机床，其中除少量木工机床与锻压机床外，绝大多数是切削加工机床。它们是制造机器的机床，有人称它们是工作母机。据统计，我国目前各类金属切削加工机床总数超过300万台，它们在一般机械厂中承担着最大的工作量。经估算约占40%~60%。由此可知，生产中除原材料消耗及机器折旧外，一台产品的价值有一半左右是在机械加工工作中创造出来的。

机械制造厂中，从事机械加工生产的工人与技术人员在人数上也是机械行业中最多的一批。一般占生产第一线人数的70%左右。这一方面说明机械加工在生产中的举足轻重地位，另一方面也暴露出我国当前机械加工劳动生产率不够高的弱点，因而急需进行技术改造。

电火花加工、激光加工及超声波加工技术进入机械加工领域之后，进一步强化了它的加工能力。为更多的新材料用于机械制造业及其他行业提供了条件，从而使人类征服自然的能力大大加强了。

因此，我们认为：一个国家的工业水平与其制造业水平密切相关，而制造业水平又与其机械加工的技术水平联系着的。

二、我国机械加工工业的现状与发展方向

回顾我国机械加工工业的历史,建国初期,从旧中国接收过来的机械工业是一个殖民地型的工业。它仅能对正在运行的进口设备进行简单的修理。只能生产一些最简单的机器与工具。当时机械加工工业生产的目的是维持各行业进口机械设备的运转。经过两个五年计划的建设,重点发展了我国的机器制造业,初步建立了一个独立自主的机械工业体系。在60年代,我国的机械加工工业水平与当时的日本相当接近。70年代,我国自行建设的第二汽车制造厂,98%的设备是国产的。当“六五”计划结束的时候,我国的机械工业已经显示出这样的水平:能够集中一定的力量,攻克某些技术难关,造出对国民经济建设有重大影响的成套设备。例如世界上最大的17万kW低水头水电机组,年产30万t合成氨及24万t尿素的成套化工设备、先进的小方坯连铸机等。在齿轮全误差测量技术方面,我国居国际领先地位。

但从整体来看,我国机械工业及其加工水平还是不高的。以我国目前拥有的机床数量来看,占世界第二位,但其中2/3质量较差。从品种来看,普通的、低水平机床占有很大的比例,当今新型机床生产比例仍不高。1980年,我国生产的机床中50%为普通车床。与此对应,美国的机床年产量中,普通车床仅9%。目前美国机床总数的20%与5%为自动机床与数控机床,我国只有4%与0.24%。因此,当1970~1980年期间,我国机械工业部产值增加202%的同时,机床拥有量不得不增加204%。而美国1983年机床拥有量比1973年减少了20%,机械工业仍保持一定的增长速度。为此,我国当前的产业政策规定,严格限制普通低效机床的生产。

近年来,我国航空、电站、电子、汽车等工业部门引进了许多具有70年代末、80年代初国际先进水平的产品与技术,急需相应的工作母机和加工技术,以形成生产能力。目前我国消化与改进这些技术尚有不少困难,特别是关键设备仍需进口。因此可以说我国机械加工工业的独立自主的水平还不能达到当前的国际水平,有待于迅速提高。

机械加工时,选用好的刀具十分重要,所谓“欲善其工,必先利其器”就是这个道理。在60年代,我国的高速钢刀具与硬质合金曾畅销国外,居于先进水平。对群钻的理论与实践研究,曾在世界上产生过很大的影响。然而在今天,我国的刀具已不能应付新型切削加工机床的需要。常常在进口一台机床的同时,进口成套的刀具。有时因为缺少一把合适的刀具,使价值几十万元的设备不能充分发挥作用。

在工艺方面,近年来我国机械加工工业接触到不少高、大、精、尖产品的加工任务。我国的工厂与国外工厂进行联合制造时,确实完成了不少符合国外技术要求的设备。但不能不看到,在制造中,技术经济指标是不够理想的,普遍是成本过高,不少还处于试制成功的水平上。还有一些产品,尽管已经在国内形成生产能力,但其中不少零部件需要依赖进口。而生产这些零部件的国外厂家则乘机提价,给我们造成不少困难。作为一个大国,全面消化引进技术给工艺人员提出了艰巨的任务。

在今后的若干年内,我国的机械制造业将出现一个崭新的发展阶段。国家将集中必要的财力、物力和技术力量,高质量、高效率地建设一批能源、交通、通讯和原材料的重点工程。把汽车制造业作为重要的支柱产业,争取有一个较大的发展,这些部门都需要机械制造业提供装备。另外,对现有企业的技术改造,用先进技术武装国民经济各部门,也需要机械制造业为此作出贡献。国家为这些工作投入了大量资金。单汽车工业就需要新增设备1万台以上,每台平均单价为8万元(按1984年价格计算,当年我国机床平均单价为1.5万元)。这些机床在

效率、精度及自动化程度上远高于我国目前使用的机床,这样才能生产出 80 年代的汽车产品。在制成这些设备的过程中,将大大促进我国机械加工工业水平的提高,也将为我国高、中档机械产品出口打好基础。

在发展机械工业的过程中,必须树立“以质取胜”的思想,做好以下工作:

- 1) 积极采用国际标准,健全标准体系,不断提高标准化、系列化、通用化的水平,建立完善的质量保证体系,有重点地推行产品许可证制度和优质产品认证制度。
- 2) 优先发展技术先进、质量可靠的基础件工业,有重点地扶植与改造这些企业。
- 3) 大力加强基础技术的研究与开发。
- 4) 提高基础机械的技术水平,发展精密、高效的热加工设备和精密数控机床及自动线,研制采用柔性加工系统。
- 5) 积极发展机、电一体化技术,发展和采用适合我国国情的机器人。加快电子计算机在设计、制造、测试和管理方面的应用。
- 6) 优先发展节能型新产品,重点是面广量大、节能潜力大的工业锅炉与工业窑炉。
- 7) 提高单机成套、单元成套和系统成套水平。
- 8) 加速发展专业化生产与协作。

三、本课程的任务与学习方法

《机械制造工艺及设备》是一门全面介绍机械加工车间生产技术的课程。包括以下内容:

- 1) 机械加工基本知识及有关标准。
- 2) 机械加工方法与刀具。
- 3) 机械加工工艺与工艺装备;
- 4) 机械加工设备与自动化;
- 5) 通用机械知识。

在机械工业企业中的专业管理人员,虽然不直接参加生产技术工作,但是要做好计划、财会、统计、安全技术、科技情报、劳动工资及物资供应工作,仍需要对工厂的生产有一个全面、深刻的了解。也就是对机械设备、原材料、生产过程、工艺方法及技术法规有一定的知识。这样才能做到结合实际进行管理。

管理人员要与工人和技术人员一起研究如何使用各种合理方法,保证提高劳动生产率,确保产品质量、改善劳动条件等。同时也需要熟悉生产情况,本课程就有这方面的内容。

因此,对本课程的学习重点是:

- 1) 了解机械产品生产过程中所采用的设备与工艺原理,以期与技术人员在讨论生产问题时能有共同的语言。
- 2) 了解与零件加工有关的加工工艺、工艺装备和工具,以做好技术后勤工作。
- 3) 了解新工艺与新技术的应用情况,便于参予决策工厂的技术改造项目。
- 4) 熟悉机械加工过程中所遵循的技术法规及标准,以及工厂制订的各种工艺文件,便于在工作中收集原始资料,实行有根据的科学管理。

为了在短时间内掌握本课程所介绍的,如此丰富的内容,对于任何一个学习者来说都是不轻松的。然而,来自工厂的学员有其特殊的有利条件,那就是他们天然地与生产实践密切联系。在学习本课程时,可以利用生产现场条件,从中深刻体会教材中所讲的理论知识。观

察各种设备的动态工作情况，迅速掌握其基本动作原理。可以对照有关工艺文件与技术资料进行学习，做到一方面学习，一方面改进工作。这也是我们学习本课程的目的之一。

教材中根据内容的发展，补充了若干机械零件与技术管理方面的内容。这一方面可以提高学员对此的探索能力，另一方面也可以吸引学员对本课程的注意，希望确实能做到这样。

思 考 题

1. 以本厂机械产品为例，描述一下它的生产全过程。
2. 以本厂发展史说明机械加工水平提高的过程，并指出与先进工厂的主要差距。
3. 我市（县）机械行业主要为哪些行业服务？经济效益如何？我厂情况怎样？
4. 在考虑提高产品质量时，我厂的重点工作是什么？
5. 专业管理人员需要哪些机械加工方面的专业知识？你认为应该怎样学习？

第一章 公差配合与技术测量

§ 1-1 互换性的基本概念

一、互换性的实质

在机械制造业中，零、部件的互换性是指在同一规格零、部件中，不需作任何挑选，或附加加工，或再调整就能装在机器上，并能达到原定使用性能的要求。例如，一批规格为M12的螺母，如果都能与相配的M12螺栓自由旋合，并能满足原定的连接要求，则这批螺母就具有互换性。除螺栓、螺母外，销、键、滚动轴承，乃至液压部件、汽车发动机、电动机也都具有互换性。

零、部件的互换性应包括其几何参数、机械性能和理化性能等方面的互换性。本章仅讨论几何参数方面的互换性。

二、互换性对现代生产的意义

现代的社会化生产，企业的专业化程度越来越高。当零、部件具有互换性时，才可能分工进行生产，然后进行装配。这样零、部件本身就可以用高效益的加工方法进行生产。

对于装配性加工的产品，零、部件有了互换性，装配时就不需辅助加工，就能确保流水作业的工作节拍，从而提高了劳动生产率。

大多数有相对运动的零、部件，使用中要发生磨损，有互换性的备件就可以直接更换报废的零、部件，最为方便。

在设计工作中，采用有互换性的零件、部件与总成，可以简化计算与绘图，缩短设计与制造的周期，对产品改型也有其特殊的方便性。在此基础上，也有利于进行计算机辅助设计。另外，有了互换性的要求，才推动了标准化的工作。

§ 1-2 公差与配合的基本概念

在机械制造行业中，“公差”用来协调零件使用要求与制造经济性之间的矛盾；“配合”是反映机器零件间有关要求的相互关系，互换性要求它们标准化。1959年我国颁布了GB159—59~GB174—59，统一了国内的零、部件生产。随着生产的发展，1979年，我国重新制订并颁布了新的公差与配合标准，GB1800—79~GB1804—79，向国际标准（ISO）靠拢。

一、公差的术语和意义

1. 基本尺寸

设计时给定的尺寸称为基本尺寸。互相配合的轴与孔，它们的基本尺寸相同。

2. 实际尺寸

通过测量所得的零件尺寸称实际尺寸。由于加工误差，这个尺寸不等于基本尺寸。当有一组零件时，这个尺寸在一定范围内变动。

3. 极限尺寸

为了使实际尺寸的变动范围不致过大，需要有两个限制变动范围的尺寸，称极限尺寸。大的一个称最大极限尺寸；小的一个称最小极限尺寸。

4. 尺寸偏差

某一尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差，简称偏差。其中最大极限尺寸减得的代数差称为上偏差；最小极限尺寸减得的代数差称为下偏差。偏差的数值可以是正值、也可以是负值或零值。合格的零件偏差值应该在上、下偏差之间。

5. 尺寸公差（简称公差）

允许的尺寸变动量称尺寸公差。它的数值等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值。这是一个恒为正值。零件的尺寸公差愈小，制造起来就愈困难，因此在确定零件尺寸公差时要实事求是。

图1-1表示了以上五个尺寸在轴和孔上的位置。

6. 公差带

由于实际公差数值远小于零件尺寸，为了能清楚地表示公差的特性，通常将其公差部分放大画出。称为公差带位置图（图1-2）。图中零线表示基本尺寸，正偏差位于零线上方，负偏差位于零线下方。一个公差带相对于零线基本上可以有五种不同的位置：实际尺寸均大于基本尺寸1；实际尺寸最大时可大于基本尺寸一个公差值2；实际尺寸靠近基本尺寸3；实际尺寸最小时比基本尺寸小一个公差值4；实际尺寸比基本尺寸小5。

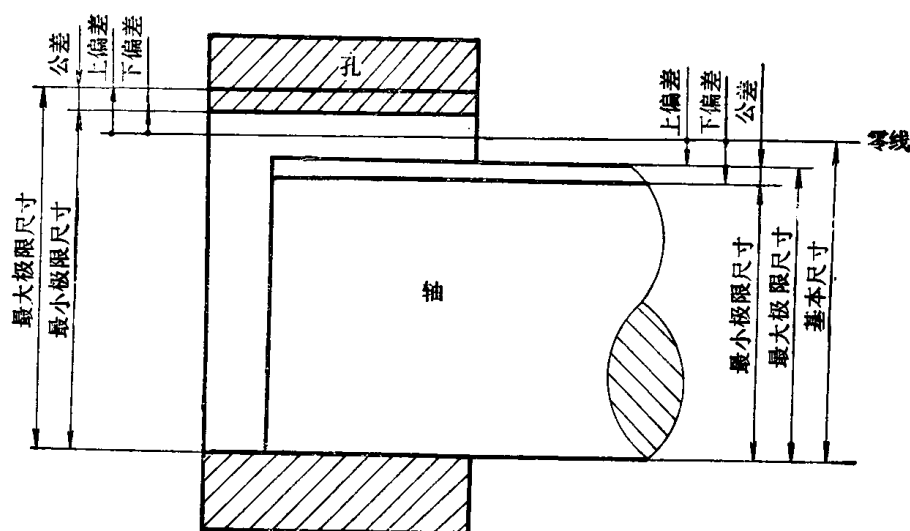


图1-1 孔和轴的尺寸

二、配合的术语和意义

1. 轴与孔

以一个零件的表面包容另一个零件的表面，形成结合表面。外边的称包容面，里边的称被包容面。凡有包容面者称孔，有被包容面者称轴。通常用于圆柱体，但广义而言，也适用于非圆柱形表面。

2. 配合

基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的关系称为配合。孔和轴实际尺寸不同

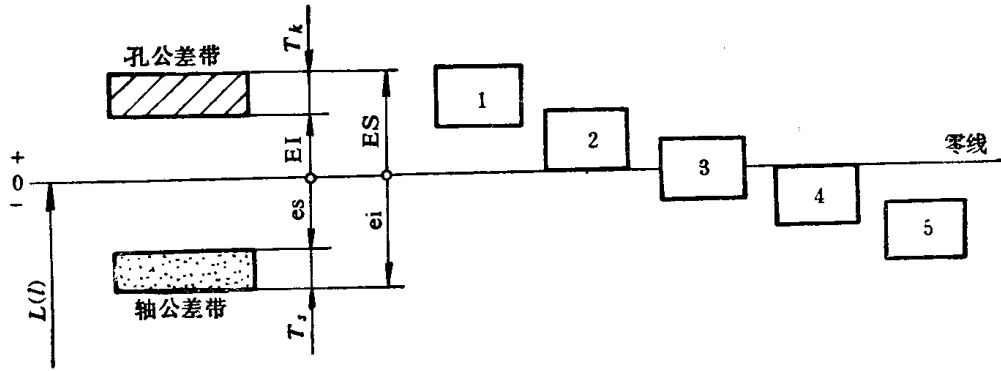


图1-2 公差带位置图及其分布

构成了不同性质的配合。

3. 间隙与间隙配合

孔的实际尺寸大于轴的实际尺寸，其代数差为正值时称为间隙。其数值前要标注“+”号。具有间隙的配合称为间隙配合。其最大间隙 (X_{max}) 与最小间隙 (X_{min}) 可以在图1-3中看出。

4. 过盈与过盈配合

孔的实际尺寸小于轴的实际尺寸，其代数差为负值时称为过盈。其数值前应标注“-”号。具有过盈的配合称为过盈配合。其最大过盈 (Y_{max}) 与最小过盈 (Y_{min}) 可以在图1-4中看出。

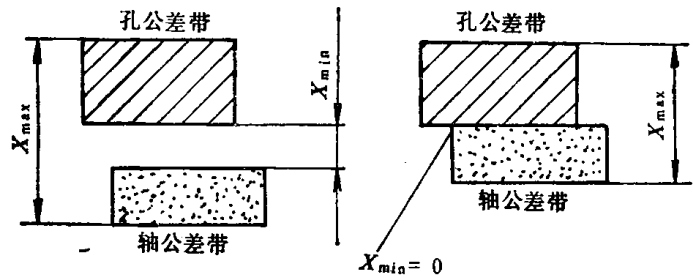


图1-3 间隙配合

5. 过渡配合

可能具有间隙或过盈的配合称为过渡配合。图1-5列出了三种性质不同的配合情况，它们都有最大过盈与最大间隙。随最大过盈增加，最大间隙减小，配合将由松变紧。

在过盈配合与间隙配合中，其配合公差 ($Y_{max}-Y_{min}$ 及 $X_{max}-X_{min}$) 都为孔公差与轴公差之和。如果要求高的配合精度，就必须降低孔和轴的公差，也就要提高零件的加工精度。要做到这一点并不容易。

以上研究配合时，只考虑了尺寸因素。当孔与轴的形状不正常时，例如轴有一点弯曲时，很可能使原来的间隙配合因“卡住”而变为另一种情况，这也是要注意的。

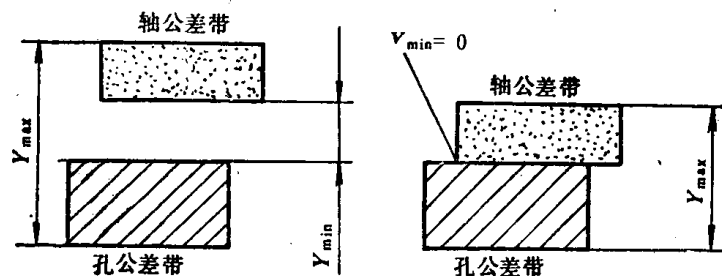


图1-4 过盈配合

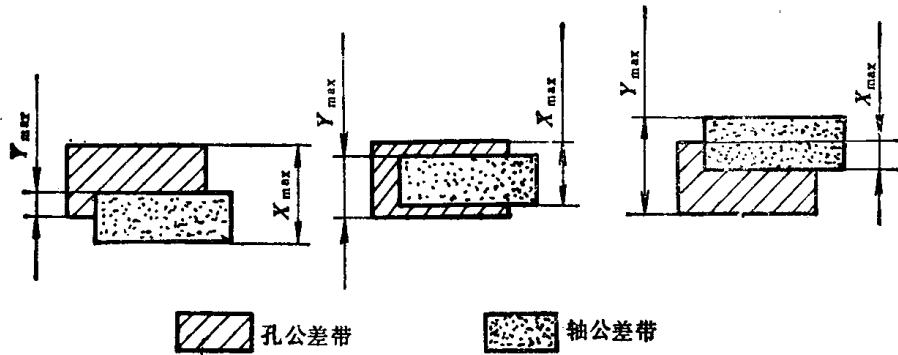


图1-5 过渡配合

§ 1-3 公差与配合的国家标准

一、公差等级

GB1800—79规定标准公差分为20级，即IT01、IT0、IT1至IT18。IT表示标准公差。反面的数字越大，精度越低。IT01~IT13用于配合尺寸，其余用于非配合尺寸。各级精度的大概应用范围如下：

IT6~IT5 在一般机器制造中用得较少。它主要用于一些精密零件、精密机器和精密仪器中，如高级滚动轴承的轴与孔，活塞销与活塞销孔等。

IT7~IT6 在机床和一般较精密的机器和仪器制造中用得最普遍。例如车床的主轴与轴承，尾架与套筒；又如动力机械的活塞与气缸，曲轴与轴承等。

IT9~IT8 在机械制造中属于中等精度。应用于重型机床等的次要部分；农机、重型机械等的较重要部分。

IT11~IT10、IT13~IT12 用于机车车辆、农业机械等的不重要部分，后者还用于铆钉和铆钉孔，螺栓与螺栓孔等。

IT01~IT5 一般用于量块及其他精度尺寸标准块。其中IT2~IT5也用于特别精密零件的配合。

二、基本偏差系列

设置基本偏差的目的是为了将公差带相对于零线的位置加以标准化，以满足各种配合性质的要求。标准共设置了28个基本偏差（图1-6）。图中大写字母代表孔，小写代表轴。当公差带位于零线上方时，基本偏差为下偏差；当公差带位于零线下方时，其基本偏差为上偏差。总是以靠近零线的那个偏差为准。

三、配合制度及选择

标准规定了两种配合制度：基孔制与基轴制（图1-7）。

基本偏差为一定孔的公差带，与不同基本偏差的轴公差带形成各种配合的一种制度，称为基孔制。基本偏差为一定轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成的各种配合的一种制度，称为基轴制。配合的基准件，基准孔用“H”为代号，基准轴用“h”为代号。国家标准采用单向制，基准孔的公差带位于零线上侧，并规定下偏差为零；而基准轴的公差带位于零线下侧，并规定上偏差为零。

两种配合制度是平行系统，都能满足配合的要求。在选用基准制时，主要考虑工艺上的

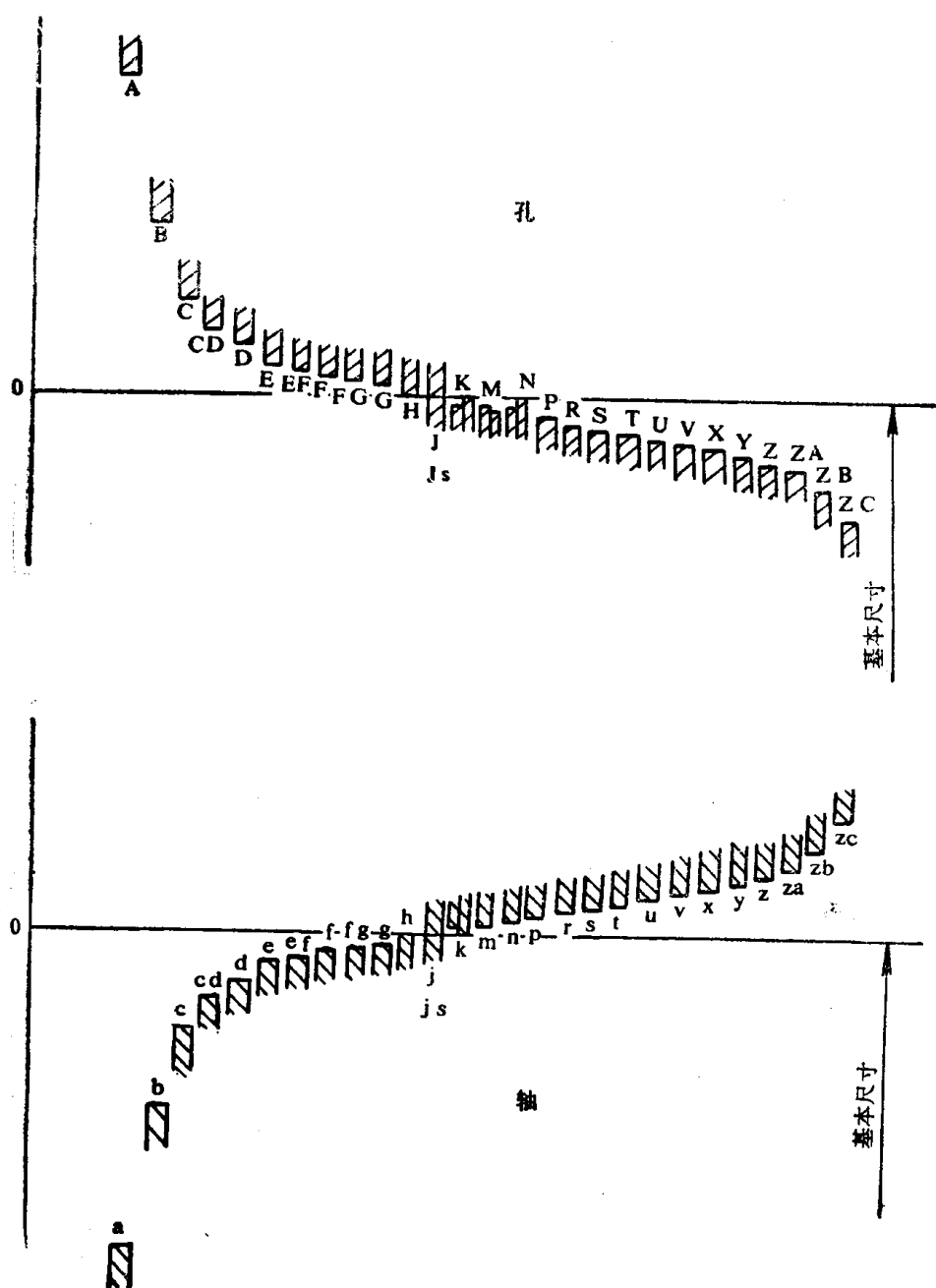


图1-6 基本偏差系列

经济性。在一般情况下尽可能采用基孔制，以减少定尺寸的孔所用的刀具与量具的种类和数量。而加工各种尺寸的轴，可以使用通用刀具与量具。如果轴采用的是标准件（如冷拔圆钢）或结构上特殊需要，则可根据具体情况采用基轴制。在与滚动轴承配合时，轴承的外圈与内孔都是标准的，配合时要以它们为基准件。

四、公差与配合在图上的标注

在图上标注极限偏差时，上偏差标注在基本尺寸数值的右上角，下偏差标注在基本尺寸数值的右下角。偏差数值为正值时，在偏差数值前加注“+”号；偏差数值为负值时，在偏差数值前加注“-”号；偏差数值为零时，也要注上“0”。上、下偏差数值相同，符号相反时，可在偏差数值前加注“±”号。如：

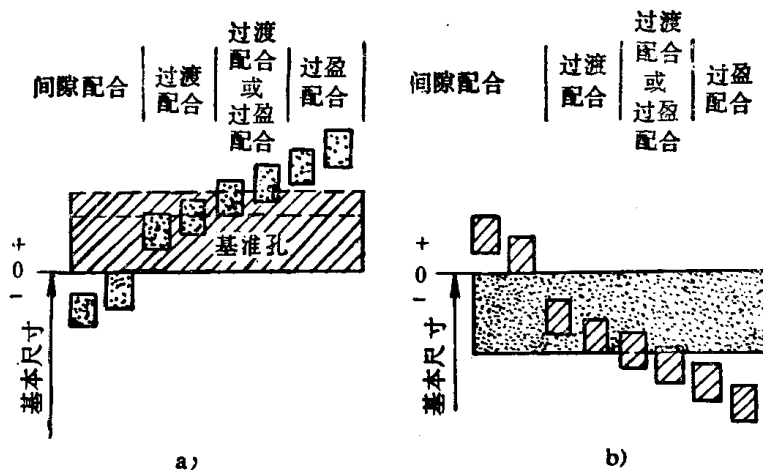


图1-7 基准制

a) 基孔制 b) 基轴制

$$\phi 35 \pm 0.010 \quad \phi 20^{+0.045}_0 \quad \phi 50^{+0.064}_{+0.025} \quad \phi 10^{-0.056}_{-0.071}$$

孔和轴的配合用孔、轴公差带代号的组合表示,写成分数形式。分子为孔的公差带代号,分母用轴的公差带代号。如7级公差基孔制中,f配合的符号为 $\frac{H}{f} 7$,7级公差基轴制中,F配合的符号为 $\frac{F}{h} 7$ 。又如 $\frac{H}{f} 7$ 表示基孔制7级基准孔与6级f配合符号的轴相配合。对某一具体孔与轴的配合,尚需在配合代号前标注基本尺寸,如 $\phi 50 \frac{H}{f} 8$ 等。

§ 1-4 新旧国标变换

GB159—59我国已明令停止执行,但工厂中还有一些技术资料是按旧国标标注的。为便于使用者参考,这里对GB159—59作一简介。

GB159—59尺寸精度分为12级。1级精度为最高,孔相当于IT6,轴相当于IT5。各级对照见表1-1。

表1-1 新、旧国标公差等级对照表

新 国 标		IT01	IT0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	
旧 国 标		无 相 应 等 级						
新 国 标		IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT10	IT11
旧 国 标	轴	1	2	3	3 ~ 4	4	5	6
	孔		1	2	3			
新 国 标		IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
旧 国 标		6 ~ 7	7	8	9	10	11	12

GB159—59中基准孔代号为“D”，基准轴代号为“d”。轴与孔的配合分三类：动配合相当于新国标中的间隙配合；过渡配合新旧名称一致；静配合相当于过盈配合。

§ 1-5 配合的种类及其应用

配合种类的选择，要根据配合件的结构特点、工作条件以及对配合的要求，应用计算、类比和试验等方法，加以确定。

一、间隙配合

这是一种适用于需要相对运动的配合件连接，或是需要方便装拆的静止件的连接。不同的间隙配合，对间隙大小的要求不一样。作定位配合的间隙很小；在作相对转动件的配合时，就需要一定的间隙，以便轴与孔之间形成层流油膜，使摩擦、磨损减少。

二、过渡配合

这种配合产生的间隙或过盈都比较小，不适用于活动连接，但作定位用时，精度较高。过盈较小，拆卸还比较方便。如果要传递转矩，必须与键一起使用。与电动机输出轴的配合均属这一类。安装时可以使用木锤，拆卸时可以用拉出器，一般不会损坏配合面。

三、过盈配合

配合件配合时具有一定的过盈，装配后孔的尺寸被胀大，而轴的尺寸被压缩，由于两者变形而引起的应力，在轴与孔的结合面之间产生很大的正压力。当有转矩存在时，摩擦力矩就与其平衡，防止了孔与轴间的转动。生产上就用它来紧固零件及传递载荷。为了保证能传递足够大的转矩，需要一定的过盈量，这过盈量还不应破坏零件本身的完整性。因此也常有过盈配合与键共同使用的情况。轻微的过盈配合可以用手锤与压力机装配。较紧的过盈用热胀法或冷缩法装配，很紧的过盈则用孔加热、轴冷缩联合作用法装配。

§ 1-6 形状与位置公差

形状和位置公差简称形位公差，它是对构成零件的几何形状和这些几何形状相互位置的要求。它按更严格的条件，保证零件的装配互换性和使用要求。对保证工作精度、连接强度、密封性、运动平稳性、耐磨性、寿命及降低噪声有一定的影响；对高速，高温，高压，重载条件下工作的精密机械和仪器十分重要。如检验用的块规，如果表面不平，或上下两面不平行，就会影响到被检产品的质量。GB1182—80～GB1184—80对我国形位公差标准作了规定。我国形位公差共有14个项目，其中形状公差6项，位置公差8项。各个项目的名称和对应的符号见表1-2。

一、形位公差的公差带

尺寸公差的公差带与形位公差的公差带（图1-8）有不同之处。前者与所给定的基本尺寸方向是一致的，是一个长方形。后者的公差带虽然也是一个区域、一个范围。但形状与位置本身不是一个方向上的问题，因此形位公差的公差带一般来说是一个空间的区域或一个空间的范围。在特殊的情况下，也可能是一个平面的区域或一个平面的范围。因此有可能在表示范围公差值时出现几个数值（图1-8 a、b、c等）。

公差值是设计时给定的，公差带是一个区域，其大小由公差值决定。公差带用来限制实