



全国高职高专规划教材

互换性与测量技术

(含实验指导)

○ 主编 徐奎照

HUHUANXINGYUCELIANGJISHU

北京出版集团公司
北京出版社

内 容 简 介

教材编写以职业能力培养为重点,进行基于工作过程的开发和设计。教材内容的选取与职业岗位工作任务高度吻合,达到教学过程与工作过程的结合,做到了学生学习过程与行动过程的一体化。

全书以项目为载体构建教学内容,分两大部分 12 个项目:通用零件和典型零件的标准和技术测量,体现职业性、实践性和开放性的课程特点。项目一介绍了我国标准化历程,互换性与合格的条件和实现的意义;项目二介绍了图纸中的尺寸、偏差、公差的含义;项目三介绍了装配图中孔、轴二者之间的装配关系的分析方法;项目四介绍了公差配合标准的应用;项目五介绍了尺寸测量的方法;项目六介绍了形状和位置公差及其误差的测量;项目七介绍了表面粗糙度和测量;项目八介绍了键与花键的公差配合及测量;项目九介绍了轴承的公差配合;项目十介绍了螺纹的公差与配合;项目十一介绍了圆锥的公差配合及测量;项目十二介绍了齿轮零件图中齿轮的公差配合及测量。

本书是高职高专数控加工、模具、汽车、计算机辅助设计、港口机械技术、物流机械与自动控制和机电一体化等专业的必修课教材,配套实验指导书供学习者培养测量技能使用。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术:含实验指导/徐奎照主编. —北京:
北京出版社, 2009.8
ISBN 978-7-200-07935-7

I. 互… II. 徐… III. ①零部件—互换性②零部件—测量—技术 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 144118 号

互换性与测量技术:含实验指导

HUHUANXING YU CELIANG JISHU: HAN SHIYAN ZHIDAO

主 编 徐奎照

*

北京出版集团公司
北 京 出 版 社 出版

(北京北三环中路 6 号)

邮政编码: 100120

网址: www.bph.com.cn

北京出版集团公司总发行

北京市通县华龙印刷厂印刷

*

787×1092 16 开本 13 印张 300 千字

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-200-07935-7

TG.1 定价: 20.00 元

质量监督电话: 010-82684553 010-58572393

前 言

本书是根据高等职业院校的特点及教育部的要求编写的，贯彻“少而精”的原则，并尽量反映互换性与测量技术的最新理论和国家标准。

针对机械类专业的培养目标和对本毕业生的基本要求，本书在编写过程中遵循了“理论教学、应用为主”的原则，本着理论以必需、够用为度，注重加强实用性内容，突出了常见几何参数公差要求的标注、查表、解释以及对几何量的一般常见检测方法和数据处理的内容。全书采用了最新的国家标准，内容尽可能做到少而精。表述力求通俗、新颖，方便读者自学。本书突出的几个特点：

1. 基于学生就业岗位的工作过程，以项目为导向创建教学内容，集中体现工作实际、实用的特点。

2. 拓宽教材的使用范围。本教材主要面向高职学生，也可作为职工大学、业余大学机械类专业的教材，也可供一般从事机械设计与制造的工程技术人员、工人学习参考。

3. 教材内容难易适度，改变了以往教材内容偏多、偏深、偏难的现象，注重理论联系实际，便于学生自学。

4. 在教材内容的取舍和主次的选择方面，照顾广度，控制深度，力求针对专业，服务专业，对与专业密切相关的内容予以足够的重视。

本书主编是青岛港湾职业技术学院徐奎照副教授；副主编是孙素梅副教授和刘春文；主审是港口应用技术专业带头人周灌中。本书在编写过程中，得到了青岛港湾职业技术学院港口机械系各位老师的大力协助，提出了许多好的改进意见，在此表示衷心感谢。由于编者水平有限，经验不多，诚恳希望广大读者在使用过程中，对本书的不足之处提出宝贵意见和建议。

编 者

目 录

项目一 合格与互换性	1
项目二 看懂图纸中的尺寸、偏差、公差	7
任务一 认识有偏差要求的尺寸	7
任务二 认识偏差	8
任务三 认识尺寸公差	10
任务四 一般公差——线性尺寸的未注公差	11
任务五 轴、孔基本偏差数值的查表和另一极限偏差确定	12
项目三 看懂装配图中孔、轴二者之间的装配关系	18
任务一 看明白图中的配合关系	18
任务二 学会公差配合在图样上的标注方法	22
项目四 公差配合标准的应用	27
项目五 尺寸的测量	40
任务一 长度测量的基本概念	40
任务二 熟悉常用测量器具的测微原理及基本结构	45
任务三 测量误差及数据处理	50
项目六 形状和位置公差及其误差的测量	63
任务一 术语与定义	63
任务二 形位公差的符号及其标注(GB/T1182-1996)	64
任务三 形状公差项目公差带的定义、标注、解释(GB/T1182-1996)及形状误差的检测方法	70
任务四 位置公差带的定义、标注、解释(GB/T1182-1996)及位置误差的检测方法	80
任务五 公差原则	90
任务六 形位公差的选择	93
项目七 表面粗糙度和测量	101
任务一 熟悉表面粗糙度的术语	101
任务二 表面粗糙度的选用及标注	103
任务三 表面粗糙度检测	107



项目八 键和花键的公差配合及测量	110
任务一 熟悉键和花键的作用与分类	110
任务二 学会键的公差与配合及测量	110
项目九 轴承的公差与配合	115
任务一 轴承的作用、分类及组成	115
任务二 学会滚动轴承的公差配合	116
项目十 螺纹的公差与配合	123
任务一 熟悉螺纹的参数及用途	123
任务二 熟悉螺纹几何参数偏差对互换性的影响	125
任务三 掌握螺纹公差带的特点	128
任务四 学会螺纹的测量	130
项目十一 学会圆锥的公差配合及测量	133
任务一 掌握圆锥公差的术语及标注(GB/T11334-1989)	133
任务二 掌握角度和锥度的测量	138
项目十二 看懂齿轮零件图中齿轮的公差配合并能熟练地进行测量	144
任务一 熟悉对齿轮传动的基本要求	144
任务二 掌握齿轮精度的评定指标及检测	145
任务三 掌握齿轮副和齿坯的精度	152
任务四 学会齿轮零件图中的参数表的填写	153
附录 1 实验指导	157
实验(训)守则	157
实验(训)报告包含的内容	157
一、孔、轴径的测量	158
二、形状位置误差的检测	160
三、表面粗糙度检测	181
四、角度的检测	184
五、螺纹的检测	189
六、齿轮的检测	191
附录 2	196
参考文献	202

项目一 合格与互换性

能力目标

一、知识要求

1. 熟悉我国标准化的历程;
2. 理解互换性的概念。

二、技能要求

1. 熟悉文字的录入, 排版的技能;
2. 能列举出日常生活中的互换性的案例。

项目的任务和要求

合格与互换性

合格是指零件的误差在零件的公差范围内。只有合格的零件才有互换性。

在机械工业中, 互换性是指制成的同一规格的零(部)件, 在装配或更换时, 不作任何选择、附加调整或修配就能达到预定使用性能的要求。这样的零(部)件称为具有互换性的零件。能够保证零(部)件具有互换性的生产, 就称为遵循互换性原则的生产。

互换性是现代化生产的基本技术经济原则。它普遍应用于机床、拖拉机、家用电器、自行车和缝纫机等产品的零件生产中, 在使用、维修方面也被广泛采用。例如: 自行车或缝纫机的零(部)件坏了, 可以迅速更换一个新的, 更换后仍能满足使用要求。之所以这样方便, 是因为这些零(部)件都具有互相替换的性能。

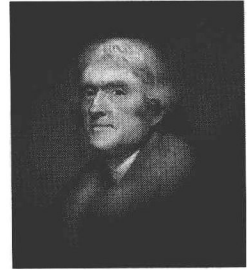
为实现互换性生产, 必须对机器零件的有关尺寸等几何参数, 规定出合适的公差和配合标准, 即制定可行的标准是实现互换性的基础。

为实现互换性生产, 必须保证长度计量单位的统一, 这就需要在全国范围内规定严密的尺寸传递系统。所以, 必要的检测也是实现互换性的手段。

标准化、互换性的问世

美国南北战争期间, 政府急需大批军火。伊莱·惠特曼与副总统杰弗逊签订了两年内为政府提供 10 000 支来复枪的合同, 可由于当时制枪方法落后, 每支枪的全部零部件均出自同一个熟练工匠之手, 由于熟练工匠人数有限, 导致枪支的生产效率极低, 第一年仅生产了 500 支, 受到政府责备。惠特曼急得像热锅上的蚂蚁一样, 数日彻夜难眠,

猛然间想出一个好主意：既然一支枪的零部件与其他枪的零部件是一样的，多次重复出现的技术问题也是相似的，为什么非要一个人造一支枪而不是一个人制造一个零件，然后再进行组装呢？他为此高兴得发疯。不久惠特曼的兵工厂改为流水作业，批量生产。整个造枪工作统一简化为若干工序：每一组成员只负责整个进程中的一道工序，每个零件都按一支选定的标准枪进行仿制，可彼此互换。结果，效率和质量大为提高，成本急剧下降，惠特曼因此如期完成了合同，而且因为首创标准化、互换性原则，促进了美国工业的迅速发展，被称为“美国的标准化之父”。



互换性的种类

互换性按其程度可分为完全互换性和不完全互换性。

一、完全互换性

当零(部)件在装配或更换前，不作任何选择；装配或更换时，不作调整或修配；装配或更换后，能满足预定的使用要求。这样的零(部)件属于完全互换性或称绝对互换性。

二、不完全互换性

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但不允许修配；装配后能满足预定使用要求。这样的零(部)件属于不完全互换性或称有限互换性。

分组装配法即属于不完全互换性。例如：当装配精度要求很高时，若采用完全互换将使相配零件的尺寸公差很小，导致加工困难，成本提高，甚至无法加工。为此，生产中往往把零件的尺寸公差适当放大，以便加工。而在加工后再根据实测尺寸的大小，将制成的相配零件各分成若干组，使同组的尺寸差别比较小。然后，按对应组进行装配，这样既保证了装配精度的要求，又解决了零件的加工困难。此时，仅组内零件可以互换，组与组之间不可互换，故称不完全互换性。

上述两种互换性的使用场合不同。一般来说，不完全互换性常用于部件或机构的制造厂内部的装配。至于厂际协作，往往要求完全互换性。例如：滚动轴承内、外圈滚道直径与滚珠直径的配合，由于精度要求高，加工困难，采用分组装配，所以是不完全互换性；滚动轴承内圈内径与轴的配合，外圈外径与轴承座孔的配合，为完全互换性。

实现互换性的意义

互换性原则被广泛采用,因为它不仅仅对生产过程产生影响,而且还涉及产品的设计、使用、维修等各个方面。

在设计方面,由于采用具有互换性的标准件、通用件,可使设计工作简化,缩短设计周期,并便于用计算机辅助设计。

在制造方面,若零件具有互换性,可以采用分散加工、集中装配。这样有利于组织专业化协作生产,有利于使用现代化的工艺装备,有利于组织流水线和自动线等先进的生产方式。装配时,不需辅助加工和修配,既减轻工人的劳动强度,又缩短装配周期,还可使装配工作按流水作业方式进行。从而保证产品质量,提高劳动生产率和经济效益。

在使用、维修方面,互换性也有其重要意义。当机器的零件突然损坏或按计划定期更换时,便可在最短时间内用备件加以替换,从而提高了机器的利用率和延长机器的使用寿命。

在某些方面,例如战场上使用的武器,保证零部件的互换性是绝对必要的。在这些场合,互换性所起的作用很难用价值来衡量。

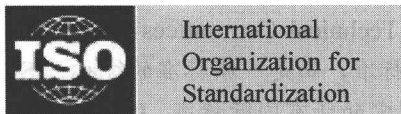
综上所述,在机械工业中,遵循互换性原则,对产品的设计、制造、使用和维修具有重要的技术经济意义。



小知识

一、标准化组织的含义

国际标准化组织(International Organization for Standardization)简称 ISO,是一个全球性的非政府组织,是国际标准化领域中一个十分重要的组织。许多人会注意到,ISO 与国际标准化组织全称(International Organization for Standardization)的缩写并不相同,为什么不是 IOS 呢?其实,ISO 并不是其全称首字母的缩写,而是一个词,它来源于希腊语,意为“相等”,现在有一系列用它做前缀的词,诸如 isometric(意为“尺寸相等”),isonomy(意为“法律平等”)。从“相等”到“标准”,内涵上的联系使 ISO 成为组织的名称。



二、ISO 的主要功能

ISO 的主要功能是为人们制定国际标准达成一致意见提供一种机制。其主要机构及运作规则都在一本名为 ISO/IEC 技术工作守则的文件中予以规定,其技术结构在 ISO 由技术委员会和分委员会组成,它们各有一个主席和一个秘书处,秘书处由各成员团体分别担任,各秘书处与位于日内瓦的 ISO 中央秘书处保持直接联系。

我国标准化和计量工作的发展

采用互换性原则的生产要靠标准化与计量工作来保证。

标准简言之即技术上的法规。标准一经主管机关颁布生效后,即具有一定的法制性,不得擅自修改或拒不执行。我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级。标准化是指制订标准和贯彻标准的全部活动过程。公差与配合的标准化是标准化的一个重要组成部分。

新中国成立前,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。新中国成立后,随着社会主义建设的不断发展,我国建立起了各种机器制造业。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。随后又陆续制定了各种结合件如螺纹、齿轮、键和花键等国家标准和行业标准,表面光洁度的国家标准,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,保证了全国长度计量单位的统一。1977年5月国务院又颁布了《中华人民共和国计量管理条例》,1984年颁布了中华人民共和国法定计量单位。1985年颁布了《中华人民共和国计量法》。这为全国计量单位的统一提供了良好的保证,从而进一步促进了各种产品质量的提高。同时随着生产的发展,我国逐步建立起了独立的计量测试仪器制造业。近年来还利用激光、光栅等新技术制成了进行精密测试的多种测量仪。在齿轮测量中,我国首创了齿轮整体误差测量新技术,为发展齿轮误差理论提供了新手段。

现在虽然我国已经制定了不少国家标准和行业标准,这些已建立的标准不论从数量上还是质量上,都还不能满足生产发展的需要,因此,我国正在对一些原有标准进行修订。例如很重要的“公差与配合”国家标准,已经修改成新的国家标准。有的已拟订出草案,正在征求各方面意见,以便最后定稿。考虑到今后我国和国际上技术交流的日益增多,以及1978年我国已正式参加国际标准化组织(简称ISO),所以今后修订的标准一般都采用ISO相应标准中的原则和内容。因此,学习公差理论和有关标准,掌握几何量测量的基本知识,对从事机械工程方面的研究、设计、制造和管理的人员都具有重要意义。

什么叫 ISO9000?

ISO标准由技术委员会(Technical Committees,简称TC)制定。ISO9000是指质量管理体系标准,它不是指一个标准,而是一族标准的统称。ISO9000是由TC176(TC176指质量管理体系技术委员会)制定的所有国际标准。ISO9000是ISO发布的12000多个标准中应用最广泛的标准。ISO对9000族系列标准进行“有限修改”后,于1994年正式颁布实施,即94版。在广泛征求意见的基础上,又启动了修订战略的第二阶段,即“彻底修改”。1999年11月提出了2000版ISO/DIS9000、ISO/DIS9001和ISO/DIS9004国际标准草案。此草案经充分讨论并修改后,于2000年12月15日正式发布实施。ISO规定自正式发布之日起三年内,94版标准和2000版标准将同步执行,同时鼓励需要认证的企业现在按2000版申请认证。

什么叫认证?

“认证”一词的英文原意是一种出具证明文件的行动。ISO对“认证”的定义是：“由可以充分信任的第三方证实某一经鉴定的产品或服务符合特定标准或规范性文件的活动。”

举例来说，对第一方(供方或卖方)提供的产品或服务，第二方(需方或买方)无法判定其品质是否合格，而由第三方来判定。第三方既要对方负责，又要对第二方负责，不偏不倚，出具的证明要能获得双方的信任，这样的活动就叫做“认证”。



知识拓展——优先数和优先数系

优先数和优先数系标准是重要的基础标准。由于工程上的技术参数值具有传播特性，如造纸机械的规格和参数值会影响印刷机械、书刊、报纸、复印机、文件柜等的规格和参数值，因此，对各种技术参数值协调、简化和统一是标准化的重要内容。优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的科学数值制度。

国家标准(GB321-2005)规定的优先数系是公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 、 $\sqrt[80]{10}$ ，且项值中含10的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。各数列分别用符号R5、R10、R20、R40、R80表示，称为R5系列、R10系列……R5、R10、R20、R40四个系列是优先数系中的常用系列，称为基本系列(见表1-1)。

表 1-1 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	1.60	1.12	2.50	2.50	2.50	2.50	6.30	6.30	6.30	5.60	
			1.18				2.65				6.00	
			1.25				2.80				2.80	6.30
			1.32				3.00				3.00	6.70
			1.40				3.15				3.15	7.10
			1.50				3.35				3.35	7.50
			1.70				3.75				3.75	8.00
			1.80				4.00				4.00	8.00
			1.90				4.25				4.25	9.00
			2.00				4.50				4.50	9.50
		2.00	2.00			4.50	4.50	10.00	10.00	10.00	10.00	
		2.12				4.75						

优先数系中的任一个项值称为优先数。

采用等比数列作为优先数系可使相邻两个优先数的相对差相同，且运算方便，简单



易记。在同一系列中，优先数的积、商、整数幂仍为优先数。因此，这种优先数系已成为国际上统一的数值分级制度。

附：本课程的研究对象及要达到的目标

本课程是高等职业院校机械类、机电类各专业必修的主干技术基础课程。它包含几何量公差与误差检测两大方面的内容，把标准化和计量学两个领域的有关部分有机地结合在一起，与机械设计、机械制造、质量控制等多方面密切相关，是机械工程技术人员和管理人员必备的基本知识技能。

本课程的研究对象就是几何参数的互换性。即研究如何通过规定公差合理解决机器使用要求与制造要求之间的矛盾，及如何运用技术测量手段保证国家公差标准的贯彻实施。通过本课程的学习，学生应达到以下知识目标和技能目标：

知识目标：

1. 建立互换性的基本概念，掌握各有关公差标准的基本内容、特点和表格的使用；
2. 建立技术测量的基本概念，了解常用测量方法与测量器具的工作原理。

技能目标：

1. 能根据零件的使用要求，选用其公差等级、配合种类、形位公差及表面质量参数值等。并能在图样上进行正确的标注。
2. 学会测量操作技能，并分析测量误差与处理测量结果。

总之，本课程的任务是使学生获得互换性与测量技术的基本理论、基本知识和基本技能，了解互换性和测量技术学科的现状和发展，具有继续自学并结合工程实践应用、扩展的能力。



想一想、议一议

1. 请举出日常生活中使用互换性的例子。
2. 互换性原则有何重要的技术和经济意义？
3. 实现互换性的基本条件是什么？

项目二 看懂图纸中的尺寸、偏差、公差

能力目标

一、知识要求

1. 熟悉各种和尺寸有关的术语。
2. 熟悉各种和偏差有关的术语。
3. 熟悉各种和尺寸公差有关的术语。
4. 熟悉标准公差的符号及含义。
5. 熟悉尺寸未注公差的术语。
6. 熟悉偏差、公差之间的换算方法。

二、技能要求

1. 能读懂图纸中的所有尺寸。
2. 能读懂图纸中的各种偏差。
3. 能读懂图纸中的尺寸公差。
4. 能读懂图纸中的未注公差尺寸，并能确定未注公差尺寸的未注公差。
5. 会公差表、基本偏差的查表方法。
6. 会极限偏差的确定方法及步骤。

任务一 认识有偏差要求的尺寸

例 2-1: $\phi 14_{-0.011}^0$

结论: 14 是轴的基本尺寸;

14 是轴的最大极限尺寸; 13.989 是轴的最小极限尺寸。

过程如下:

一、尺寸

尺寸是指用特定单位表示长度值的数字。从尺寸的定义可知, 尺寸由数字和特定单位所组成。在机械零件上, 长度值通常是两点之间的距离, 如直径、长度、中心距、圆弧半径、高度、深度等(不包括角度)。在机械制图中, 尺寸的单位明确用 mm。所以标准规定图样上的尺寸仅标数字, mm 省略不标, 而当采用其他单位时, 则必须标出单位。



二、基本尺寸(D 、 d)

(标准规定: 大写字母表示孔的有关代号, 小写字母表示轴的有关代号, 后同)由设计给定的尺寸, 一般要求符合标准的尺寸系列。如 14 就是轴的基本尺寸。

三、实际尺寸

通过测量所得的尺寸。包含测量误差, 且同一表面不同部位的实际尺寸往往也不相同。用 D_a 、 d_a 表示。

还应指出, 同一零件的相同部位用同一量具重复测量多次, 由于测量误差的随机性, 其测得的实际尺寸也不一定完全相同。

四、极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值。两者中大的称为最大极限尺寸, 小的称为最小极限尺寸。孔和轴的最大、最小极限尺寸分别为 D_{\max} 、 d_{\max} 和 D_{\min} 、 d_{\min} 。

如轴的尺寸 14 是轴的最大极限尺寸, 13.989 是轴的最小极限尺寸。

注: 最大极限尺寸=基本尺寸+上偏差

最小极限尺寸=基本尺寸+下偏差

上述尺寸中, 基本尺寸和极限尺寸是设计给定的。如前所述, 几何测量误差客观存在, 任何尺寸不可能也没有必要作为绝对准确的唯一数值, 所以设计时必须根据零件的使用要求和加工经济性, 以基本尺寸为基数确定其尺寸允许的变化范围。这个变化范围以两个极限尺寸为界限。由此可知, 基本尺寸不能理解为加工后要获得的最理想的尺寸。加工完后的零件通过测量获得的实际尺寸, 若不计形状误差的影响, 实际尺寸在两极限尺寸所确定的范围之内, 则零件合格。所以极限尺寸是用来控制实际尺寸的。

任务二 认识偏差

例 2-2: $\phi 14_{-0.011}^0$

结论: 0 是上偏差; -0.011 是下偏差。

过程如下:

一、尺寸偏差

尺寸偏差(简称偏差): 是指某一尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。

1. 实际偏差: 实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。

2. 极限偏差: 最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为上偏差(ES, es); 最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为下偏差(EI, ei)。上、下偏差统称为极限偏差。极限偏差用以控制实际偏差。

根据定义，上、下偏差用公式：

$$\text{对孔：} ES = D_{\max} - D$$

$$EI = D_{\min} - D$$

$$\text{对轴：} es = d_{\max} - d$$

$$ei = d_{\min} - d$$

偏差可以为正、负或零，分别表示其尺寸大于、小于或等于基本尺寸。所以不等于零的偏差值，在其值前必须标上相应的“+”或“-”号，偏差值为零时，“0”也不能省略。如例 2-2 轴的尺寸中的上偏差=0，下偏差=-0.011。

技术文件上标注极限偏差时，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。如当上、下偏差数值相等符号相反时，则标注如 14 ± 0.011 。

三、基本偏差

基本偏差是指用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般是靠近零线或位于零线的那个极限偏差(有个别公差带例外)。如基轴制中轴的直径尺寸中的极限偏差是上偏差 0。

如前所述，基本偏差是确定公差带的位置参数，原则与公差等级无关。为了满足各种不同配合的需要，必须将孔和轴的公差带位置标准化，为此，对应不同的基本尺寸，标准对孔和轴分别规定了 28 个公差带位置，分别由 28 个基本偏差来确定。

1. 代号

基本偏差代号用拉丁字母表示。小写代表轴，大写代表孔。以轴为例，它的基本偏差代号排列顺序基本上从 a 依次到 z，拉丁字母中，除去与其他代号易混淆的 5 个字母 i、l、o、q、w，增加了 7 个双写字母代号 cd、ef、fg、js、za、zb、zc 共 28 个。其排列顺序见图 2-1。孔的 28 个基本偏差代号，除大写外，其余与轴完全相同。

2. 基本偏差系列图及其特征

图 2-1 是基本偏差系列图，它表示基本尺寸相同的 28 种轴、孔基本偏差相对零线的位置。图中画的基本偏差是“开口”公差带，这是因为基本偏差只表示公差带的位置，而不表示公差带的大小。图中只画出公差带的基本偏差的一端，另一端开口则表示将由公差等级来决定。

由此图可以看出，轴、孔的基本偏差图形是基本对称的。

3. 基本偏差数值

(1) 轴的基本偏差数值的确定

轴的基本偏差数值是以基孔制配合为基础，按照各种配合要求，再根据生产实践经验和统计分析结果得出的一系列公式经计算后圆整成尾数而得出的列表值。轴的基本偏差数值见附表 A。

(2) 孔的基本偏差数值的确定

孔的基本偏差是按一定规则换算后得到的，见附表 B。

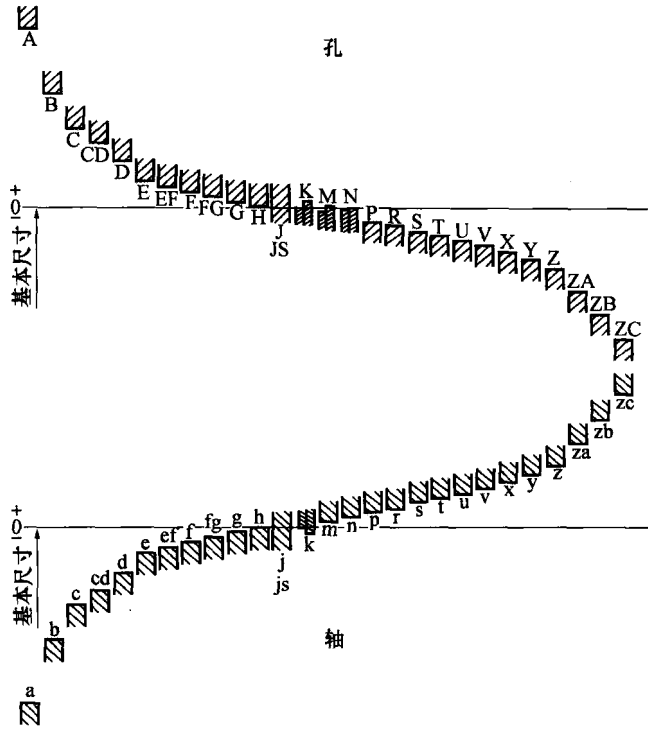


图 2-1 基本偏差系列图

任务三 认识尺寸公差

例 2-3: $\phi 14_{-0.011}^0$

结论：尺寸公差是 0.011；

过程如下：

一、定义

尺寸公差(简称公差)是指允许尺寸的变动量。孔和轴的公差分别以 T_D 和 T_d 表示。

二、大小

公差数值等于最大极限尺寸与最小极限尺寸的代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。用公式表示为：

$$T_D = | D_{\max} - D_{\min} | = | ES - EI |$$

$$T_d = | d_{\max} - d_{\min} | = | es - ei |$$

三、公差与极限偏差的区别与联系

公差和极限偏差是两个既有联系又有区别的重要概念。两者都是设计时给定的。在数值上,极限偏差是代数值,正、负或零是有意义的;而公差是允许尺寸的变动范围,所以是没有正负号的绝对值,也不能取零值(零值意味着加工误差不存在,是不可能的)。实际计算时,由于最大极限尺寸大于最小极限尺寸(上偏差大于下偏差),故可省去绝对值符号。

从作用上看,极限偏差用于控制实际偏差,是判断完工零件尺寸是否合格的根据;而公差则用于控制一批零件实际尺寸的差异程度。

从工艺上看,对某一具体尺寸,公差大小反映的是加工难易程度,即加工精度的高低。它是制定加工工艺、选择机床、刀具、夹具、量具的主要依据;而极限偏差则是调整机床时决定切削工具与工件相对位置的依据。

应当指出:由于公差是上、下偏差之代数差的绝对值,所以确定了两极限偏差也就确定了公差。

四、标准公差系列

公差带大小进行标准化后,确定了一系列标准公差值并列成表格。如附表 C 所列。表列中任一公差都称为标准公差,用以确定公差带的大小。设计时,在满足使用要求的前提下,尽量采用标准公差。

1. 公差等级

公差等级是指确定尺寸精确程度的等级。由于不同零件和零件上不同部位的尺寸,对精确程度的要求往往不相同,为了满足生产的需要,国家标准设置了 18 个公差等级,因 IT01、IT0 精度很高,很难实现,现已不被采用。各级标准的代号为 IT1 至 IT18,其中 IT1 精度最高,其余依次降低,IT18 精度最低。其相应的标准公差在基本尺寸相同的条件下,随公差等级的降低而依次增大,见附表 C。

2. 尺寸公差带代号

基本偏差代号+公差等级代号,如 H6 等。

任务四 一般公差——线性尺寸的未注公差

在车间普通工艺条件下,机床设备一般加工能力可保证的公差称为一般公差。

对机器零件上各要素提出的尺寸、形状或各要素间的位置等要求,取决于它们的功能。无功能要求的要素是不存在的。因此,零件在图样上表达的所有要素都有一定的公差要求。但是,对某些在功能上无特殊要求的要素,则给出一般的公差。新颁布的 GB/T1804-2000《一般公差、线性尺寸的未注公差》用以代替 GB1804-79《公差与配合 未注公差尺寸的极限偏差》。新标准所规定的一般公差可应用于线性尺寸、角度尺寸、形



状和位置等几何要素。

国家标准 GB/T1804-2000 对线性尺寸的一般公差规定了 4 个公差等级，它们分别是精密级 f、中等级 m、粗糙级 c、最粗级 v。

f、m、c、v 四个等级分别相当于 IT12、IT14、IT16、IT17。

当零件上的要素采用一般公差时，在图样上不单独注出公差，而是在图样上、技术文件或标准中作出总的说明。

任务五 轴、孔基本偏差数值的查表和另一极限偏差确定

例 2-4：查表确定 $\phi 35j6$ 、 $\phi 72K8$ 、 $\phi 90R7$ 的基本偏差与另一极限偏差。

解：

$\phi 35j6$ ：查附表 C IT6 时 $T_d=16 \mu\text{m}$

查附表 A $ei=-5 \mu\text{m}$ ，则 $es=ei+T_d=11 \mu\text{m}$

即 $\phi 35j6$ —— $35_{-0.005}^{+0.011} \text{mm}$

$\phi 72K8$ ：查附表 C IT8 时 $T_D=46 \mu\text{m}$

查附表 B $ES=-2+\Delta=(-2+16) \mu\text{m}=14 \mu\text{m}$

$EI=ES-T_D=(14-46) \mu\text{m}=-32 \mu\text{m}$

即 $\phi 72K8$ —— $\phi 72_{-0.032}^{+0.014} \text{mm}$

$\phi 90R7$ ：查附表 C IT7 时 $T_D=35 \mu\text{m}$

查附表 B $ES=-51+\Delta=(-51+13) \mu\text{m}=-38 \mu\text{m}$

$EI=ES-T_D=(-38-35) \mu\text{m}=-73 \mu\text{m}$

即 $\phi 90R7$ —— $\phi 90_{-0.073}^{-0.038} \text{mm}$



知识拓展

拓展一 尺寸公差带图

为了清晰地表示上述术语及其相互关系，我们作尺寸公差带示意图。由于零件的基本尺寸和公差、极限偏差相比较，其值相差悬殊，所以示意图中仅将公差与极限偏差部分放大，且不考虑形状误差的影响，如图 2-2 所示。从图上可以直观地分析、推导上述计算关系式。

为了方便起见，实用时对尺寸公差带图进行简化，不画孔和轴的全形且仅取纵截面视图的一部分，称尺寸公差带图，简称公差带图。

(1) 零线：在公差带图中，代表基本尺寸并确定偏差坐标位置的一条基准直线，即零偏差线。

通常将零线画成水平位置的线段，正偏差位于零线上方，负偏差位于零线下方，零偏差重合于零线。公差带图中的偏差用 mm 为单位时，可省略不标；如用 μm 为单位，

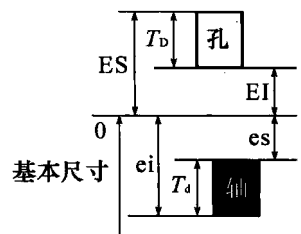


图 2-2 尺寸公差带图