

仪器仪表工人技术培训教材

公差配合与技术测量

机械工业部仪器仪表工业局 统编

机械工业出版社

本书是为仪器仪表机械装调类工人中级技术理论教学需要而编写的。

本书内容有：光滑工件的公差与配合，技术测量基础，形状和位置公差，锥度、角度系列与公差，光滑极限量规，尺寸链等，每章末均附有复习题。

本书由天津市微电机厂主编，由郑克法、王春林、吕占达等同志参加编写，赵国权、胡馨午、夏淑珞同志参加审稿。

公差配合与技术测量

机械工业部仪器仪表工业局 统编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $12^{1/8}$ · 字数 265 千字

1985年12月北京第一版·1985年12月北京第一次印刷

印数 00,001—10,500 · 定价 2.30 元

*

统一书号：15033·5922

前 言

贯彻中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对广大工人进行系统的技术培训，是智力开发的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地开展这项工作，教材是关键。有了教材才能统一教学内容；才能逐步建立起正规的工人技术教育体系，提高工人的技术素质，以适应四化建设的需要。为此，我们在全国仪器仪表行业有关的重点企业中，组织了有长期从事技术、教育工作经验的工程技术人员和教师，编写了这套仪器仪表专业工种的初级、中级工人技术培训教材，共七大类四十六本。

这套教材编写的依据是原国家仪器仪表工业总局一九八一年颁发的《工人技术理论教学计划、教学大纲（仪器仪表专业工种初、中级部分）》。学员学完初级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到部颁《工人技术等级标准》中本工种三级以下的“应知”要求；学完中级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到本工种六级以下的“应知”要求。在教材编写过程中，注意了工人培训和仪器仪表行业的特点，力求做到既要理论联系生产实际，学以致用，又要循序渐进。考虑到工种工艺学的特殊性，避免不必要的重复，对工种工艺学初级、中级教材采用合一册或上、下册的形式。通过教学计划和大纲，体现初级、中级培训的阶段性和连续性。

这套教材的出版，得到了北京、天津、上海、江苏等省市仪表局、机械厅和有关企业、学校、研究单位的大力支持。

IV

持，在此特致以衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们在使用中提出批评和指正，以便进一步修订。

机械工业部仪器仪表工业局
工人技术培训教材编审领导小组
一九八二年十二月

目 录

绪言	1
第一章 光滑工件的公差与配合	4
1-1 公差配合的基本概念	4
一、国家标准的构成	4
二、公差配合的基本概念	7
1-2 标准公差	12
一、公差单位	12
二、尺寸分段	13
三、公差等级	13
四、尾数化整规则	17
1-3 基本偏差	18
一、基本偏差的意义及代号	18
二、轴的基本偏差	20
三、孔的基本偏差	22
四、公差带与配合的标注及计算	24
1-4 孔与轴公差和配合的确定	29
一、基准制	29
二、常用尺寸段公差与配合的确定	30
三、大尺寸段的公差与配合	33
四、小尺寸段的公差与配合	33
五、未注公差尺寸的极限偏差	39
1-5 公差与配合的选择	42
一、基准制的选择	43
二、标准公差等级的选择	44
三、配合种类的选择	50

VI

1-6 极限尺寸判断原则	58
一、最大实体状态和最大实体尺寸	58
二、最小实体状态和最小实体尺寸	59
三、作用尺寸	59
四、极限尺寸判断原则	60
五、作用尺寸与实际尺寸的关系和检验	60
1-7 滚动轴承的公差与配合	63
一、概述	63
二、滚动轴承的精度等级及内外径公差	64
三、滚动轴承配合的选择	66
复习题	68
第二章 技术测量基础	70
2-1 技术测量概述	70
一、测量概述	70
二、长度单位	70
三、计量器具的分类	74
四、计量器具的主要度量指标	75
五、测量方法的分类	77
2-2 测量误差基本概念	78
一、测量误差	78
二、测量误差来源	79
三、测量误差的分类	82
四、减小测量误差的方法	83
2-3 螺旋测微量具	90
一、外径千分尺	91
二、其他千分尺	91
2-4 机械量仪	92
一、百分表	92
二、内径百分表	92

三、杠杆百分表	92
四、杠杆齿轮比较仪	93
五、扭簧比较仪	93
2-5 气动量仪	93
一、工作原理	94
二、量仪调整工作原理	96
三、测量头	98
四、校对规	100
五、使用方法	100
六、注意事项	106
2-6 光学量仪	106
一、自准直仪	106
二、立式光学计	111
三、万能测长仪	116
四、工具显微镜	120
2-7 光滑工件尺寸的检验	124
一、检验标准的适用范围	124
二、验收极限	125
三、计量器具的选择	126
四、选择计量器具和确定验收极限实例	130
复习题	132
第三章 形状和位置公差	134
3-1 形位公差的基本概念	134
一、简述	134
二、形位公差各项目的符号	134
三、几何要素	134
四、形位误差	136
五、基准的建立	141
六、形位公差概念	147

七、公差带概念	147
八、延伸公差带概念	150
3-2 形位公差及误差的检测	152
一、概述	152
二、形位误差的检测规定	152
三、形状公差的检测规定	154
四、位置公差	170
五、轮廓度	212
3-3 公差原则及其应用	220
一、概述	220
二、独立原则和相关原则	226
三、最大实体原则(MMP)	229
四、包容原则(EP)	245
五、公差原则的应用	251
3-4 形位公差的选用	252
一、形位公差与尺寸公差的关系	252
二、形位公差项目选择	255
三、形位公差等级的选择	260
四、位置度的应用	261
复习题	272
第四章 锥度、角度系列与公差	274
4-1 概述	274
4-2 锥度与锥角系列	275
一、术语及定义	275
二、锥度与锥角系列	276
4-3 角度和斜度系列	279
一、术语及定义	279
二、角度和斜度系列	281
4-4 圆锥公差	283

一、术语及定义	283
二、适用范围	286
三、圆锥公差	287
4-5 圆锥体配合	292
一、圆锥配合的特点	292
二、圆锥配合的方法	292
三、对圆锥配合的要求	294
4-6 锥度和角度的测量	294
一、锥度和角度的相对测量	294
二、锥度和角度的绝对测量	298
三、锥度与角度的间接测量	299
复习题	303
第五章 光滑极限量规	304
5-1 基本知识	304
一、概述	304
二、塞规和卡规	305
三、量规的种类	306
5-2 量规公差带	307
一、工作量规的基本尺寸	307
二、工作量规的公差	308
三、工作量规公差带分布	309
四、校对量规公差带	314
5-3 量规工作尺寸的计算	315
一、量规工作尺寸的计算	315
二、量规的型式和结构	318
三、量规的技术要求	323
5-4 量规的正确使用	324
复习题	327
第六章 尺寸链	328

X

6-1 尺寸链的基本概念	328
一、尺寸链的定义及特征	328
二、尺寸链的分类	330
三、尺寸链的确定	330
四、最短尺寸链原则	331
6-2 尺寸链的计算	332
一、极限法	332
二、分组装配法	350
三、修配法	355
四、调整法	357
复习题	362
附表	363
1. 轴的基本偏差数值	363
2. 孔的基本偏差数值	369
3. 1~500mm轴的新旧国家标准对照表	373
4. 1~500mm孔的新旧国家标准对照表	374
5. 圆锥长度为100mm时由圆锥直径公差 T_D 所限制的最大 圆锥角偏差	375
6. 圆锥角公差	376

绪 言

公差配合与技术测量是一门重要的技术基础课，它是工厂中产品设计、工艺加工和检验工作的基础，是确定产品质量技术要求、规格等级及验收标准的依据；也是组织专业化生产、协作和实现互换性原则的基本条件。

任何零件在加工中，不可能使零件尺寸和形状、位置都做到绝对正确，总是有误差的，都会产生实际尺寸和形状、位置相对其理想尺寸和形状、位置的偏离，这就是误差的来源。公差是相对于误差而建立的，是为了控制误差变动范围的大小而制订的。因此，公差这一术语，不仅代表尺寸公差，而且也包括形状公差和位置公差等的内容。

公差配合国家标准的建立、产生和发展，是适应我国四化建设的需要，也有利于国际间的技术交流及进出口贸易、援外与引进新技术和经济协作。

在工厂企业中，为了满足四化建设和人民的需要，所生产的一切产品，首先应是高质量的，而产品的高质量具体应由零件的加工质量及装配质量这两个方面来保证。当前，工业生产正向着专业化和广泛协作方面发展，经济结构正在发生深刻的变化，对于一切产品，必须是按照一定的技术标准进行设计、工艺加工和测量检验，使成批生产的零件具有高的装配精度，以满足产品各项性能指标的要求，这首先要求产品零件要具备装配的互换性，即符合互换性原则。

所谓互换性原则，是指在同一尺寸规格的零件中，按规定的技术标准和技术文件的要求来制造，在装配时，可不经

任何挑选和钳工修配或其它的辅助调整，就可装在主机或部件上，并完全符合技术条件的规定和使用性能要求。按照这种原则生产的零件、部件和主机，就具有互换性。在设备维修中，某些作更换的备件，不需钳工做任何修配就能装在维修的机器上，并能完全满足规定的性能要求，这样的备件也属于具有互换性的零件。完全符合上述要求的零部件称为具有完全互换性的零部件。

在生产中，往往对某些零件的使用性能要求很高，若按完全互换性原则进行生产，这将使零件的加工精度太高，加工费用太大，很不经济。这时可用不完全互换方式进行生产，即将有关零件加工公差放大，提高零件加工的经济性，工艺性，减少不合格品数量，降低加工费用，但为了保证使用要求，在装配时零件允许进行少量的钳工修配加工，这样的生产方式称为不完全互换性。

互换性生产的主要优点是使装配工作易于组织自动化专业流水生产线，有利于社会化的大协作，也有利于机器的维修保养。

互换性原则的技术基础是品种规格的系列化，产品结构的标准化和零部件的通用化，而它的生产基础是零部件生产的专业化。实现了这些条件，生产中就会提高效率，就会取得更大的经济效益。

实施互换性原则的技术保证手段，是对零件的尺寸误差、几何形状及相对位置误差加以控制。为此目的，我国已制订了许多国家标准，这些标准大都直接采用了国际标准的原则和内容，这对加速我国的四化建设和国际间的交往都是十分有利的。如果单有完善的公差与配合标准，而缺少相应的技术测量手段，互换性生产还是不可能实现的。为了保证各技

术标准的实施，我国还建立了各种计量系统，统一了计量单位，应用了许多计量新技术，并制成了多种进行精密测试的仪器，进而完善了各种计量手段和增强了检测能力，确保了各技术标准的贯彻和互换性生产的顺利进行。

随着我国四化建设的深入发展，各行各业对仪器仪表的需要量越来越大；对新品种的需求越来越多；对产品功能的要求越来越高。为满足上述要求，零件的生产应按照互换性原则进行。我们学好本课程的目的，在于掌握各公差配合制度的应用和有关技术测量的基本知识，以便更好地为四化建设作出贡献。

第一章 光滑工件的公差与配合

1-1 公差配合的基本概念

一、国家标准的构成

我国旧国家标准“公差与配合”GB159~174-59自1959年颁发以来，在生产中发挥了应有的作用。为满足生产发展的需要，国家标准总局于1980年发布了新国家标准“公差与配合”GB1800~1804-79（以下简称国家标准）。

1. 国家标准的优点

(1) 基本上适应我国生产发展的需要。在旧国家标准中，存在的主要问题是精度等级偏低，配合种类偏少。国家标准采用国际公差制后，基本上解决了这一问题。从精度等级来看，目前各单位提出的要求，还没有超过国际公差制范围。从配合来看，国家标准的配合种类比旧国家标准多得多，能够满足各种仪器仪表产品的广泛要求。

(2) 国家标准比旧国家标准先进、合理，概念比较明确、严密，规律性比较强，基本上公式化了，因此便于掌握，也便于发展。

(3) 国家标准增加了极限量规与检验部分的国家标准，使“公差与配合”国家标准的贯彻有了技术保证，能进一步提高产品质量和互换性。

(4) 由于采用国际公差制，有利于国际间的技术交流，并能满足出口、援外和引进新技术的需要。

2. 国家标准的结构 国家标准的基本结构如图1-1，其中“公差与配合”部分包括以下五项标准：

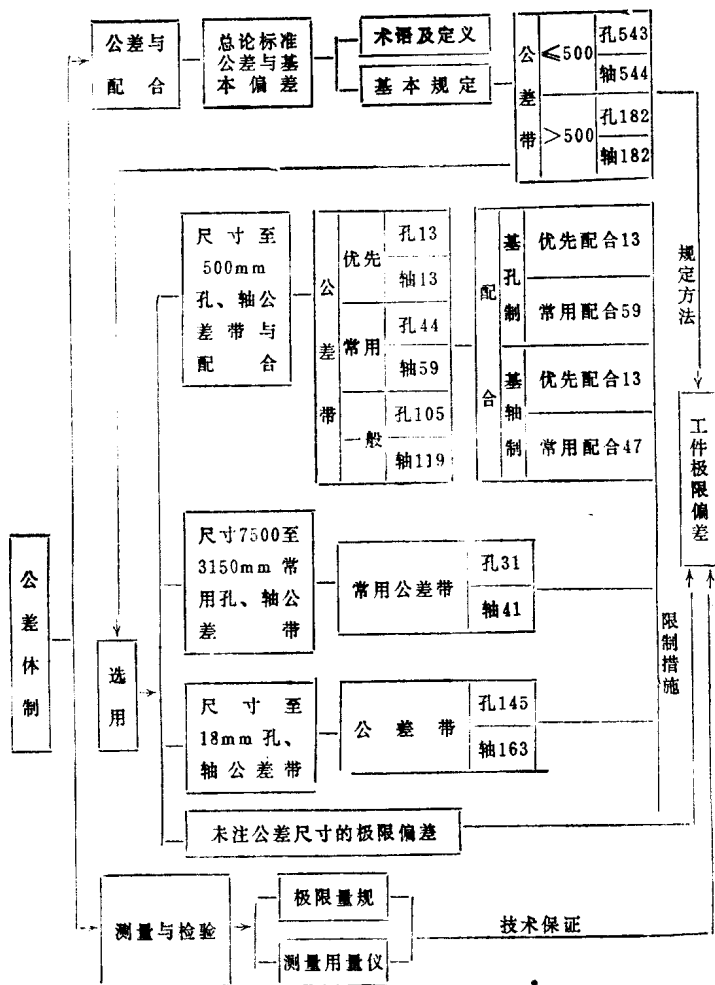


图1-1 国家标准的基本结构

- (1) 总论、标准公差与基本偏差 (GB1800-79);
- (2) 尺寸至500mm 孔、轴公差带与配合 (GB1801-79);
- (3) 尺寸大于500mm 到3150mm 常用孔、轴公差带 (GB1802-79);
- (4) 尺寸至18mm 孔、轴公差带 (GB1803-79);
- (5) 未注公差尺寸的极限偏差 (GB1804-79)。

3. 国家标准的结构特点及适用范围 国家标准的一个重要特点是不仅包括公差与配合制,而且还包括测量与检验制,前者是工件极限偏差的规定,后者是其技术保证措施,从而形成了一个比较完整的体制。国家标准的另一特点是“公差与配合”的基本结构是由“标准公差系列”和“基本偏差系列”组成的。前者代表公差带的大小,后者代表公差带的位置,两者结合构成孔与轴的不同公差带,而配合则由孔轴公差带相结合而成。旧国家标准的结构是基于配合的标准化,对于每一类配合,从间隙或过盈的标准化入手,进行配合系列的标准化。而国家标准则是以“公差带大小”和“公差带位置”两个构成公差带的独立要素分别标准化,这是国家标准的主要特点。

国家标准的适用范围比旧国家标准有所扩大,它不仅适用于圆柱表面,而且也适用于其他表面或结构的尺寸公差,以及由它们所组成的配合。

国家标准明确规定,“本标准所规定的数值均以标准温度(20℃)时的数值为准”。这一规定含义有二:一是指国家标准中和图样上规定的公差与配合,都是指20℃时的数值,二是检验时,测量检验结果都是以工件和测量器具的温度在20℃时为准。

二、公差配合的基本概念

1. 基本尺寸 设计给定的尺寸，过去叫公称尺寸或名义尺寸。孔的基本尺寸用 L 表示；轴的基本尺寸用 l 表示。

2. 实际尺寸 即通过测量所得的尺寸。由于零件在加工中存在着形状误差，而在测量时，由于测量方法和测量器具本身的误差，必然影响测量结果，因而实际尺寸不一定是零件尺寸的真值。

3. 极限尺寸 允许尺寸变化的两个界限值，它以基本尺寸为基数来确定。两个界限值中较大的一个称为最大极限尺寸；较小的一个称为最小极限尺寸。孔的最大极限尺寸用 L_{max} 表示；轴的最大极限尺寸用 l_{max} 表示。孔的最小极限尺寸用 L_{min} 表示；轴的最小极限尺寸用 l_{min} 表示。

4. 尺寸偏差（简称偏差） 某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。孔的上偏差用 ES 表示；轴的上偏差用 es 表示。最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。孔的下偏差用 EI 表示；轴的下偏差用 ei 表示。实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。偏差值可以为正值，也可以为负值或零。因而：

$$ES = L_{max} - L$$

$$es = l_{max} - l$$

$$EI = L_{min} - L$$

$$ei = l_{min} - l$$

5. 尺寸公差（简称公差） 允许尺寸的变动量。公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值；也等于上偏差与下偏差代数差的绝对值。孔公差用 Th 表示；轴公