

中 等 专 业 学 校 教 材

公差配合与机工工艺基础

(上 册)

陈克嵩、于哲明編



國 防 工 業 出 版 社

中 等 专 业 学 校 教 材

公差配合与机工工艺基础

(上 册)

陈克嵩、于哲明編



国防工业出版社

1965

内 容 简 介

本书是为船舶工业学校船舶动力装置专业“公差配合与机加工工艺基础”课程而编写的。

本书内容包括二部分：公差配合部分(第二章到第十章)。主要叙述精度的概念，配合的性质及国家标准的应用，尺寸链的计算，另外对一些标准件，如螺纹、滚动轴承、齿轮的公差与配合也略叙述。

金属切削加工部分(第十一章到第十七章)。主要叙述切削过程产生的物理现象，刀具的基本知识，船厂常用机床特点及加工对象，相应机床所使用的刀具类型及附件的结构与使用。

本书除可作为船舶动力装置专业“公差配合与机加工工艺基础”教材外，还可作为船舶制造非机械加工专业之参考书，并可供工厂有关技术人员参考。

公差配合与机加工工艺基础

(上 册)

陈克嵩、于哲明 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张 9 7/8 228 千字

1965 年 12 月第一版 1965 年 12 月第一次印刷 印数：0,001—4,840 册

统一书号：K15034·1003 定价：(科四) 1.10 元

目 录

第一章 緒論	5
§ 1-1 公差配合与机加工工艺基础的基本任务	5
§ 1-2 公差配合与机加工工艺在祖国解放后的辉煌成就	5
第二章 互换性概論	7
§ 2-1 互换性生产的实质	7
§ 2-2 标准化的概念	7
第三章 公差配合的基本术语	9
§ 3-1 零件制造时的公差和偏差	9
§ 3-2 配合时的間隙和过盈	10
§ 3-3 公差与配合的图解	11
§ 3-4 配合公差	12
第四章 技术測量	13
§ 4-1 长度刻綫量具	13
§ 4-2 指示式量具	16
§ 4-3 角度量具	17
第五章 加工精度	19
§ 5-1 概述	19
§ 5-2 宏观几何形状誤差	19
§ 5-3 表面光洁度	22
§ 5-4 表面相对位置誤差	23
第六章 圆柱形零件的公差与配合制度及其应用	28
§ 6-1 公差与配合制度及国家标准(GB)	28
§ 6-2 公差与配合表格	30
§ 6-3 公差与配合制度的应用	31
第七章 滚动軸承的公差与配合	42
§ 7-1 概述	42
§ 7-2 滚动軸承内外环的公差特点	42
§ 7-3 配合的选择	43
第八章 螺紋公差	46
§ 8-1 螺紋的互换性要求	46
§ 8-2 螺紋各主要参数的誤差对互换性的影响	46
§ 8-3 螺紋的精度与配合	47
第九章 齿輪傳动的公差	50
§ 9-1 概述	50
§ 9-2 运动精度	50
§ 9-3 工作平稳性精度	52
§ 9-4 接触精度	52
§ 9-5 齿側間隙	52

§ 9-6 圆柱齿轮的公差标准	53
§ 9-7 齿轮精度、轮坯精度、齿面光洁度及侧隙的选择	54
第十章 尺寸链	56
§ 10-1 尺寸链的概念	56
§ 10-2 尺寸链计算的基本公式	57
§ 10-3 尺寸链在几何分析计算时的应用	58
第十一章 金属切削过程的基本知识	62
§ 11-1 切削加工的基本方式及其基本运动	62
§ 11-2 切削用量 f , s , V 的定义及单位	62
§ 11-3 基本刀具的几何形状及刀具材料	65
§ 11-4 切削过程中的物理现象	67
§ 11-5 冷却润滑液的作用、分类和选择	71
第十二章 车削加工	72
§ 12-1 车床类机床概述	72
§ 12-2 万能螺絲车床的构造	74
§ 12-3 车床的工作及其所用的刀具与附件	76
§ 12-4 车削加工零件的结构工艺性要求	82
第十三章 钻、扩、铰及镗削加工	83
§ 13-1 钻床类机床	83
§ 13-2 钻床附件及夹具	84
§ 13-3 钻床能完成的工作及使用的刀具	85
§ 13-4 钻削加工零件结构工艺性的要求	91
§ 13-5 镗削加工	92
第十四章 刨削加工	95
§ 14-1 刨床类机床	95
§ 14-2 刨削加工法	96
§ 14-3 刨削加工对零件结构工艺性的要求	99
第十五章 铣削加工与齿轮加工	100
§ 15-1 铣床的分类	100
§ 15-2 几种典型表面铣削的方法及使用的刀具和附件	101
§ 15-3 分度头	104
§ 15-4 铣削加工对零件结构工艺性的要求	106
§ 15-5 齿轮的加工	106
§ 15-6 齿轮结构的工艺性	109
第十六章 磨削加工及光整加工	111
§ 16-1 砂轮的种类及其选用原则	111
§ 16-2 磨削方式及设备	113
§ 16-3 光整加工	115
第十七章 不同精度要求的表面加工顺序	117
§ 17-1 外圆表面的加工	119
§ 17-2 孔的加工	120
§ 17-3 平面的加工	122
§ 17-4 成型面的加工	123

第一章 緒 論

§ 1-1 公差配合与机工工艺基础的基本任务

一台机器的制造，必須经过設計与施工两个基本阶段。

在設計阶段，除了必須进行热力的計算（指热功机械），构件强度与剛度的計算，构件形态与材料等的选择与設計工作外，还必须进行零件、部件以至整台机器的几何尺寸的分析計算，而其中最基本的问题是如何确定零件的制造偏差，它不仅影响到机器的性能与质量，并且也关系到加工成本的高低，因此合理地确定零件尺寸的制造偏差，是机器設計中一个极重要的問題。

在施工阶段，必須正确地理解图紙上规定的各种制造偏差，合理地规定工艺措施，才能多快好省地把机器制造出来。

本课程的第一部分，主要是叙述公差配合的基本理論；公差标准及其应用方面的知識。这一部分的内容能满足我們在确定零件偏差与有关加工精度时所必需的基本理論与应用技能上的要求。

本课程的第二部分，主要是叙述各种加工方法；机床的工作原理与用途；刀具的型式与結構等方面的基本知識。本课程的第三部分，主要是叙述船舶机器主要零件的典型加工方法。第二与第三部分的内容，能使我們具备从事于机器零件的加工与修理时必要的基础知識。

因此，掌握本课程范围内的各种知識，对从事于机器制造的設計与工艺工作的工作者來說具有极重要的关系，对提高产品质量、降低产品成本、加速祖国的社会主义建設有极其重要的意义。

§ 1-2 公差配合与机工工艺在祖国解放后的輝煌成就

旧中国是一个官僚，地主及买办资产阶级統治下的半封建半殖民地社会，国内經濟受到帝国主义及反动統治阶级的摧殘，工业基础极其薄弱，机器制造业更是落后，仅有一些修配性质的小規模工业，机床設備陈旧，零件加工时也沒有严格规定其公差和偏差，如解放前的昆明中央机器厂，是当时官僚資本企业中唯一兼营生产机床的工厂，却只能生产少数的皮帶式車床，曾經試制一台鐘杆直徑为 75 毫米的臥式鐘床，用了三年多的時間，終归失敗。关于船舶动力机的生产，則几乎空白，如当时設計的一台“伯先”号船用蒸汽机，設計完成的图紙要送到美国去审查，即使这样还不能制造出来。

自从中华人民共和国成立后，才为我国机械工业的发展开辟了广闊的前途。

党和政府不仅对殘破不堪的旧企业进行了大量的改建与扩建工作，进行了一系列的技术改造，并且还集中了力量建設了一批现代化的新型工厂。这些旧企业的改造和新企业的建立都是在党的领导下，在自力更生、奋发图强、艰苦奋斗、勤儉建国的方針指导下，全国人民经过艰苦的努力而取得的成績。例如前面提到的昆明机器厂，目前不仅能生产各种銑床、

鐘床，而且已經能够生产具有国际水平的座标鐘床。又如我們自行設計并建設起来的生产各种大型机床的齐齐哈尔第一机床厂，生产各种銑床的北京第一机床厂，以及上海工具厂，成都量具刃具厂等都具有較大的生产能力与較先进的生产水平。目前我国机械工业的新产品还在迅速地增加，例如我国在 1962 年自行設計試制成功的 12000 吨压力的自由鍛造水压机，这类水压机世界上包括我国在內，仅有五个国家能制造。又如重型机床方面，已能生产加工直徑达 6.3 米，工件重量达 80 吨的重型立式車床，机床长度达 34.9 米，能钻 12 米深的深孔钻床。在精密机床方面有精密齒輪磨床、光学座标鐘床、螺旋伞齒輪机床等。

此外为了适应机械制造业的蓬勃发展，第一机械工业部于 1955 年制訂了我国第一个公差配合标准——部頒标准，对促进我国机器制造的互换性生产起到重要的作用。在此基础上，国家科学技术委员会于 1959 年頒布并于 1960 年 7 月 1 日起实施了公差与配合的国家标准。

从上面簡要的說明中，可以看到我国机械工业的巨大成就，这些成就的取得是我国机械工业部門的广大工人和技术人員，在党的领导下，发揚了自力更生的革命精神的结果。特别是最近几年生产的这些大型、复杂、精密的机械，絕大多数都是我国自行設計，依靠我国自己的原材料和技术力量生产的，其中很多产品都是在外国对我国实行技术封鎖的情况下制造成功的。这些成就充分地証明了社会主义制度的优越性，証明了全国人民奋发图强的偉大力量，証明了社会主义建設总路綫的正确，証明了馬克思列宁主义、毛澤东思想是战无不胜的。

我国的机械工业在短短的时期內虽取得了如此輝煌的成就，但按照国内的需要来看，同国际上先进的水平来比，都还有一定的距离，所以摆在我們面前的任务还是十分艰巨的。为了在一个不太长的历史时期內，把我国建設成为一个具有现代农业、现代工业、现代国防和现代科学技术的社会主义强国，我們必須繼續发揚自力更生、奋发图强、艰苦奋斗、勤儉建国的革命精神，充分发挥我們每一个人的創造性和积极性，在党中央和毛主席的领导下，在总路綫的光輝照耀下，使我国的机械制造工业以巨大而稳重的步伐向前迈进。

第二章 互換性概論

§ 2-1 互換性生產的實質

一、互換性的基本概念

互換性生產，不僅廣泛地用於機器製造業中，即使在日用品的生產中，也常見到。如鋼筆的筆尖或筆套損壞時，可配換同牌號同規格的新零件，這些零件不要經過任何加工或修正，立即可以裝上，並且具有相同的使用效果。又如任何一個燈泡和任何一個燈頭，不論它們分別由那一個工廠製造的，只要型式相同都可裝在一起，這些零件我們稱為具有互換性的零件。

現代機器製造中，大部分零件（或部件），是具有互換性的，即同一型號，相同規格大小的零件（或部件），不經過任何挑選或修正，均可互換。

機器零件的互換性，應同時符合以下兩個要求：

1. 零件的可配合性——即不需要進行挑選，修正或任何的附加加工，就可以將它們順利地裝配到部件或機器中去。

2. 零件的等價性——即裝配後，在工作過程中完全符合規定的技術要求及性能指標。

應用互換性生產具有一系列的優點，如可以進行專業化生產；在裝配時減去了鉗工修正，縮短裝配週期，並可按流水作業法裝配，提高勞動生產率；此外還有利於修理時使用預製件，從而可以簡化修理工作，縮短修理週期。但某些單件生產或修配工作中，為了易於控制尺寸，也可採用單配，有時由於設備條件限制，加工精度達不到要求時，也可採用修正後裝配，這種情況就不屬於互換性生產了。

二、實現互換性的保證條件

為了達到零件在裝配時的可配合性，並且運行時能符合技術要求，故在加工時必須對零件的幾何尺寸、物理性能及其他質量參數加以控制。在生產中雖然不可能將一批同一型式的零件都做得絕對準確而絲毫不差，但它們間的誤差是不能不加限制的，因此在設計時應按照零件的裝配情況與使用要求，規定出各種參數的允許變動量，在製造時使它們間的誤差，限制在這個允許的變動範圍內。

凡幾何尺寸的最大允許變動量，我們稱為公差。本篇各章內所討論的僅限於幾何尺寸的公差。

為了使零件在製造時尺寸不致超出允許的公差，因此在設計時必須將選定的公差數值標注在施工圖紙上。在製造時採取一系列工藝措施來保證。

§ 2-2 標準化的概念

提起標準化，也許有人對它感到陌生，其實，在我們生產、生活的活動中早已有之。譬如，我們穿的衣服，有個長寬尺寸和形式，穿的鞋、戴的帽子，也有大小尺寸和形狀。這

里就已經反映了标准化的概念。

現在我們所說的标准化，它存在于国民經济的各个部門，是对工农业产品和工程建設的质量，規格及其檢驗方法等方面作出的技术規定。标准化还包括着系列化及通用化。系列化是要求一些同类型的产品，对它的品种、規格、根据技术經济的要求，作出合理的安排作为生产和合理发展品种的一项技术依据。通用化是要求同一类型、不同規格或不同类型的产品所使用的部分或大部分的零件、部件，尽量达到彼此通用。

标准化有什么好处呢？

首先，标准化对增加产品品种和合理发展品种有重要意义，許多新产品，特别是机电产品，在設計制造中，采用标准的零件、部件，对于节约設計力量，加速新品种的設計試制起着极为重要的作用。有不少产品，为了发展新品种，必須制訂出系列化，淘汰那些落后的或不必要的品种，指出品种的发展方向，以便于集中力量发展那些迫切需要而目前还没有的品种，避免盲目发展，造成品种重复、杂乱等现象。例如柴油机，使用面很广，有拖拉机用、汽車用、船舶用的；有小馬力，也有大馬力。把它的一部分零件、部件通用化，只要增加部分或减少部分的零件、部件、就可以試制出新的品种。把它的品种、規格制訂出系列标准，按系列規定来生产，在品种和規格上就可能滿足农业，交通，运输，国防等各方面的需要。据专家們的研究，初步认为我国柴油机的系列、型号，只要有 21 个系列，76 种型号就可以滿足这些方面的需要。

其次，标准化是国家一项极为重要的技术經济政策，是多、快、好、省的建設社会主义的一个有效措施。它对于保証和提高产品质量，合理发展新品种，整頓和簡化老品种，便利設備維修配套，提高劳动生产率，巩固科学研究成果在生产中的应用推广，合理利用本国資源，以及加强各部門的协作，解决生产和使用之間的矛盾，促进工农业的現代化都起着重要的作用。

第三章 公差配合的基本术语

本章叙述公差配合基本术语的定义及其代号，这些定义及代号是根据国标 (GB) 159-59 规定的。

§ 3-1 零件制造时的公差和偏差

一、公称尺寸(A) 在设计机器时，根据机器的工作条件，构件及零件的受力情况，运用有关各种机器的专门知识，进行设计计算；或根据经验数据与试验结果所决定出的构件或零件的尺寸称为公称尺寸。这种尺寸大多为整数。

二、极限尺寸($A_{\max}$, $A_{\min}$) 零件制造时，不可能准确地做成指定的公称尺寸，所以规定最大与最小两个极限尺寸；零件制造时，凡做成这两个尺寸间的任何尺寸，便认为合格。

三、实际尺寸 零件制成后所量得的尺寸，称为实际尺寸。凡合格的零件，其实际尺寸必须在两个极限尺寸之间；一批相同的零件，它们具有相同的公称尺寸及相同的极限尺寸，但它们的实际尺寸大都是不同的。

为了进一步明确以上三个基本术语的定义，兹举例如下：

例 3-1

公称尺寸	$A = 50$ 毫米
最大极限尺寸	$A_{\max} = 50.008$ 毫米
最小极限尺寸	$A_{\min} = 49.992$ 毫米
实际尺寸	49.995 毫米 (合格件)
实际尺寸	49.980 毫米 (不合格)

公称尺寸 (A) 极限尺寸 ($A_{\max}$, $A_{\min}$)，可用图 3-1 形象地表示。

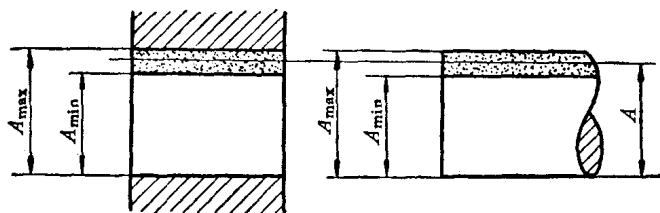


图 3-1

四、偏差与公差 (B_s , B_x 及 B) 零件的实际尺寸，既然不一定与公称尺寸相同，我们就把实际尺寸与公称尺寸之差，称为偏差。极限尺寸与公称尺寸之差，称为极限偏差；其中最大极限尺寸与公称尺寸之差，称为上偏差 (B_s)，最小极限尺寸与公称尺寸之差，称为下偏差 (B_x)。

零件制造时允许的尺寸变动范围，称为公差 (B)。它数值上等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差。由图 3-2 中，我们也不难看出，公差也可以等于上偏差与下偏差之差。

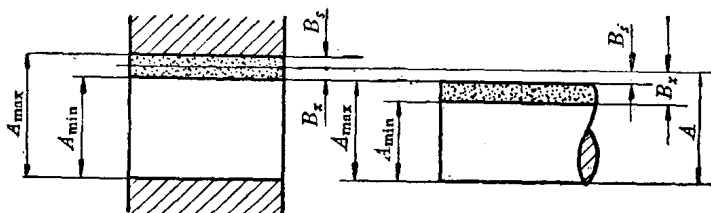


图 3-2

为了进一步明确偏差与公差的概念，兹举例如下：

例 3-2

上偏差：

$$B_s = A_{\max} - A = 50.008 - 50 = +0.008 \text{ 毫米}$$

下偏差：

$$B_x = A_{\min} - A = 49.992 - 50 = -0.008 \text{ 毫米}$$

公差：

$$B = A_{\max} - A_{\min} = 50.008 - 49.992 = 0.016 \text{ 毫米}$$

$$\text{或 } B = B_s - B_x = +0.008 - (-0.008) = 0.016 \text{ 毫米}$$

由于最大极限尺寸总是大于最小极限尺寸，或上偏差总是大于下偏差，故公差必为正值。

§ 3-2 配合时的间隙和过盈

一、轴和孔的概念 两个零件相结合时，其中一个零件的结合表面，被另一个零件的结合表面所包容，我们称里面那个被包容的零件为“轴”，外面那个零件为孔；例如轴在轴承内的结合，前者是“轴”，后者是“孔”，这是很明显的。又如六角扳手与六角螺帽（图 3-3 a），其中六角螺帽两平面间的尺寸 b 是“轴”的尺寸，六角扳手两平面间的尺寸 B 则属“孔”的尺寸。又如活塞环装入活塞上的槽内（图 3-3 b），其中环的高度 h ，是“轴”的尺寸，活塞上槽的高度 H ，则是“孔”的尺寸。

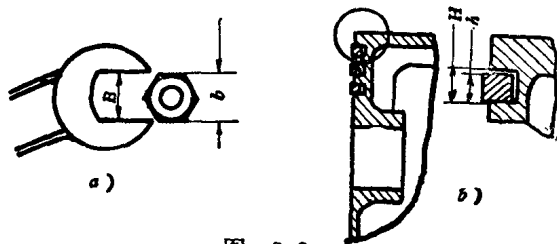


图 3-3

国标中孔的代号为 K ，轴的代号为 Z 。

二、间隙与过盈 一定公称尺寸的轴，装入相同公称尺寸的孔内，称为配合。孔轴公称尺寸虽同，但实际尺寸是不同的，若：

1. 孔的实际尺寸总是大于轴的实际尺寸，这种配合总是产生间隙 (x)，称为动配合（图 3-4 a）。

在动配合中，若孔做成最大极限尺寸，轴做成最小极限尺寸，则配合时产生最大间隙 $X_{\max}$ 。若孔做成最小极限尺寸，轴做成最大极限尺寸，那末配合时产生最小间隙 ($X_{\min}$)。

例 3-3

孔轴公称尺寸

$$A = 50 \text{ 毫米}$$

孔的最大极限尺寸

$$KA_{\max} = 50.027 \text{ 毫米}$$

孔的最小极限尺寸

$$KA_{\min} = 50.000 \text{ 毫米}$$

轴的最大极限尺寸

$$ZA_{\max} = 49.990 \text{ 毫米}$$

軸的最小極限尺寸

$$ZA_{\min} = 49.973 \text{ 毫米}$$

最大間隙

$$X_{\max} = KA_{\max} - ZA_{\min} = 50.027 - 49.973 = 0.054 \text{ 毫米}$$

最小間隙

$$X_{\min} = KA_{\min} - ZA_{\max} = 50 - 49.990 = 0.010 \text{ 毫米}$$

2. 孔的实际尺寸总是小于軸的实际尺寸的, 这种配合总是产生过盈 (Y), 称为靜配合。(图 3-4 b)

例 3-4

孔軸公称尺寸

$$A = 50 \text{ 毫米}$$

孔的最大極限尺寸

$$KA_{\max} = 50.027 \text{ 毫米}$$

孔的最小極限尺寸

$$KA_{\min} = 50.000 \text{ 毫米}$$

軸的最大極限尺寸

$$ZA_{\max} = 50.052 \text{ 毫米}$$

軸的最小極限尺寸

$$ZA_{\min} = 50.035 \text{ 毫米}$$

最大过盈

$$Y_{\max} = ZA_{\max} - KA_{\min} = 50.035 - 50.027 = 0.008 \text{ 毫米}$$

3. 軸的实际尺寸可能大于也可能小于孔的实际尺寸, 即在配合时, 可能产生过盈, 也可能产生間隙, 这样的配合, 称为过渡配合 (图 3-4 c)。

例 3-5

孔軸公称尺寸

$$A = 50 \text{ 毫米}$$

孔的最大極限尺寸

$$KA_{\max} = 50.027 \text{ 毫米}$$

孔的最小極限尺寸

$$KA_{\min} = 50.000 \text{ 毫米}$$

軸的最大極限尺寸

$$ZA_{\max} = 50.008 \text{ 毫米}$$

軸的最小極限尺寸

$$ZA_{\min} = 49.992 \text{ 毫米}$$

可能产生的最大过盈 $Y_{\max} = ZA_{\max} - KA_{\min} = 50.008 - 50.000 = 0.008 \text{ 毫米}$

可能产生的最大間隙 $X_{\max} = KA_{\max} - ZA_{\min} = 50.027 - 49.992 = 0.035 \text{ 毫米}$

我們仔細研究上例后可以看出: 凡过渡配合, 則必有

$$ZA_{\max} > KA_{\min}$$

$$KA_{\max} > ZA_{\min}$$

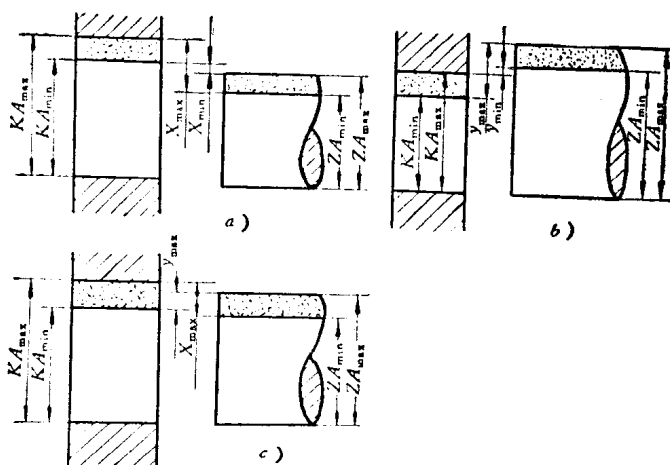


图 3-4

§ 3-3 公差与配合的图解

我們利用图 3-1 表示了公称尺寸与極限尺寸的概念, 利用图 3-2 表示了公差与極限尺寸, 公差与偏差間的关系, 利用图 3-4 表示了三类配合的概念。利用这些图, 既能形象地

表示,又有利于掌握和记忆,是说明公差与配合的一种很好的方法。但是零件的两个极限尺寸之差是很小的,为了使表达清晰起见,我们可以只画出上面各图中的公差范围部分,并且加以放大(如图3-5);其中公称尺寸的上边线,称为零线,由零线向上属正值,向下属负值,因此图3-4中的三类配合,可以用图3-5来表示,显然较图3-4要清晰一些。

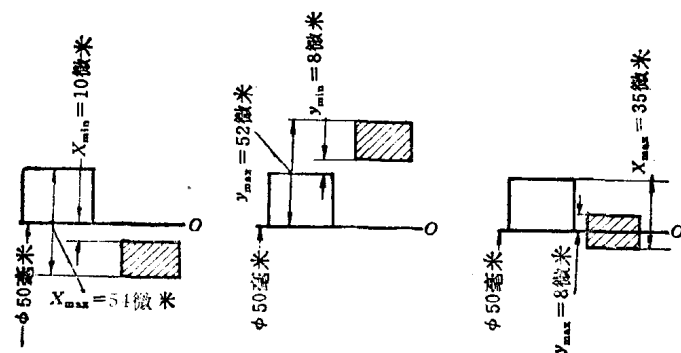


图 3-5

利用图3-5可以清楚地看出公称尺寸、极限尺寸、公差、偏差、间隙、过盈等之间的关系,以下各关系式,均可直接由图3-5中看出。

1. $B_s = A_{\max} - A$
2. $B_x = A_{\min} - A$
3. $B = A_{\max} - A_{\min} = B_s - B_x$
4. $X_{\max} = KA_{\max} - ZA_{\min} = KB_s - ZB_x$
5. $X_{\min} = KA_{\min} - ZA_{\max} = KB_x - ZB_s$
6. $Y_{\max} = ZA_{\max} - KA_{\min} = ZB_s - KB_x$
7. $Y_{\min} = ZA_{\min} - KA_{\max} = ZB_x - KB_s$

§3-4 配合公差

我们将间隙的变动范围(即最大间隙与最小间隙之差),称为间隙公差。过盈的变动范围(即最大过盈与最小过盈之差),称为过盈公差。

过盈公差或间隙公差,均表示配合时的松紧变动情况,故统称为配合公差。

利用图3-5,我们还可求得配合公差与孔轴公差间的关系:

1. 间隙公差 $XB = X_{\max} - X_{\min} = KB + ZB$
2. 过盈公差 $YB = Y_{\max} - Y_{\min} = KB + ZB$
3. 过渡配合的配合公差 $= Y_{\max} + X_{\max} = KB + ZB$

总之,不论何种性质的配合,配合公差之值总是等于孔轴公差之和。读者应牢记。

第四章 技术测量

在机器的制造过程中,为了控制零件的加工尺寸和装配精度,经常要进行测量。在测量时必须选用合适的量具,同时要有正确的测量方法,才能获得正确的测量结果。要达到这个要求,我们首先应了解各种常用量具的结构、测量原理,同时还应掌握其使用方法。兹将各种常用的长度量具和角度量具,对它们的结构、测量原理和使用方法逐一说明如下。

§4-1 长度刻线量具

一、游标尺 游标尺是较常用的一种量具,根据用途不同,可分为三种。图 4-1 所示是测量内径和外径用的一种游标尺,我们通常称为游标卡尺,测量外径时,工件放在卡脚 2、5 之间,对圆柱表面的环形凹槽进行测量时,为了使卡脚和测量表面能紧密接触,可以使用 3、6 两个刀口卡脚。测量内径时则利用 2、5 卡脚下端的两个外侧测量面,但读得的数值必须加上 2、5 卡脚下端宽度才是内孔的实际直径。图 4-2 所示是测量高度或供划线用的游标尺,我们称为游标高度尺。图 4-3 所示是用来测量深度用的游标尺,我们称为游标深度尺。

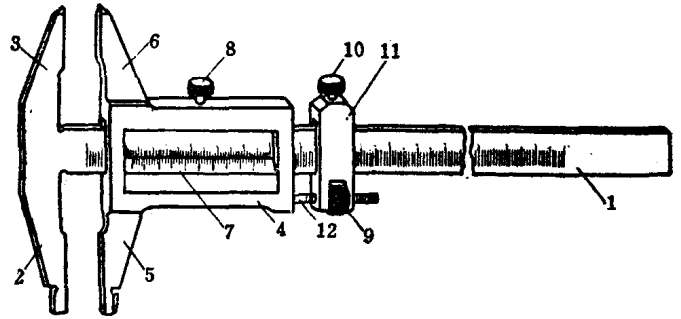


图 4-1

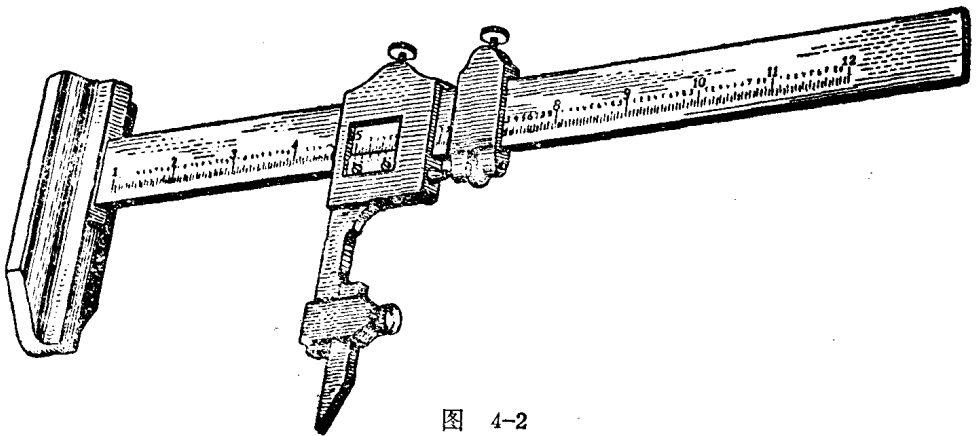


图 4-2

任何一种游标尺的读数装置都是由主尺（图 4-1 中的 1）和游标（图 4-1 中的 7）两部分组成。主尺上两刻线的间距为 1 毫米，游标上两刻线的间距视读数精度而不同。一般用的游标尺读数精度有 0.1、0.05 及 0.02 毫米三种，它们的读数原理是一样，现把读数精度为 0.1 毫米的游标尺读数原理说明如下。

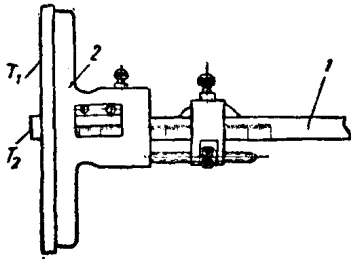


图 4-3

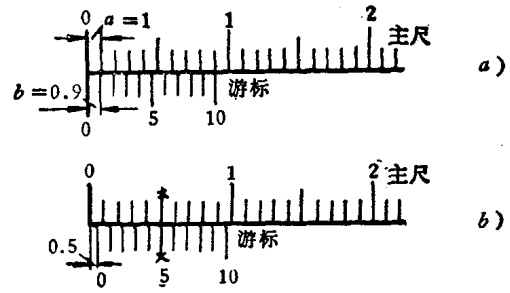


图 4-4

在图 4-4 a 中主尺刻度间距为 1 毫米，游标刻度间距为 0.9 毫米，两者相差 0.1 毫米。当游标零线（即第十根刻线）与主尺零线（即主尺上第九根刻线）重合，而游标的其他刻线都不与主尺刻线重合。但若将游标向右移动 0.1 毫米，则游标零线后的第一根刻线将与主尺刻线重合，若将游标向右移动 0.2 毫米，则游标的第二根刻线将与主尺刻线重合，依次类推，若将游标向右移动 0.5 毫米（见图 4-4 b），则游标上第五根刻线将与主尺刻线重合，因此可知，游标向右移动不足 1 毫米的距离虽不能直接从主尺读出，但可以由游标的某一根刻线与主尺刻线重合时该游标刻线的次序数而能读出其小数值。

不难设想，若把游标尺刻度的间距增大至 1.9 毫米，使主尺刻度两格与游标刻度一格宽度之差为 0.1 毫米（见图 4-5 a）则上述决定读数的原则并未改变，但却使读数更加方便。

零	位	讀	數	舉	例
a)		b)		60.5 毫米	
c)		d)		80.35 毫米	
e)		f)		64.18 毫米	

图 4-5

其余两种读数原理完全一样，唯游标的刻度间距不同，图 c)，间距为 1.95，故能读出 0.05 毫米，而图 e)，为 0.98 故能读出 0.02 毫米。

在图 4-5 b 中，我们知道读数的整数部分可由主尺上看出，其值为 60 毫米，小数部分则从游标第五根线与主尺某根刻线重合而知道是 0.5 毫米，故读数为 60.5 毫米。

使用游标尺测量工件时应注意以下事项：

1. 在进行读数时，应首先根据游标零线所对的主尺刻度，从主尺上读出整数部分，其次应仔细观察游标上哪一根刻线与主尺刻线重合，根据游标上刻线的次序数乘上游标的读数值（分为 0.1 毫米，0.05 毫米，0.02 毫米三种），即可得到小数部分，整数与小数相加的总值，就是被测零件的读数。

2. 在测量前应将两脚并合, 观察游标零线是否与主尺零线是否重合, 若不重合, 则可用游标读出差值, 以便修正。例如游标零线偏在主尺零线的右方, 游标的第三根线与主尺刻线重合, 若游标读数值为 0.05 毫米, 故知差异值为 0.15 毫米, 今后在测量时应从读数中减去 0.15 毫米, 才能获得零件的真实尺寸。

3. 在测量内径时利用游标尺两脚的外侧, 故应将读数加上两脚外侧的距离, 才能获得孔径。

4. 测量时两脚的工作表面及零件的被测部分应揩净, 测量不可夹得太紧或太松。

5. 观察游标究竟是第几根刻线与主尺刻线重合时, 必须仔细, 要连续观察三根线方为妥当。例如在图 4-5 中, 已初步判断第五根线和主尺刻线重合, 这时还需看第四根及第六根是否与主尺刻线重合, 若不重合, 这时才能判断确是第五根线, 而得小数值为 0.5 毫米。

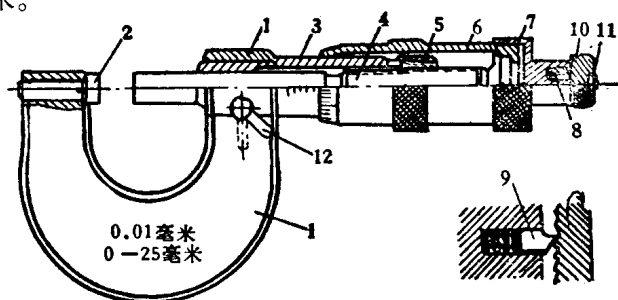


图 4-6 外径百分尺

- 1—弓架; 2—固定量砧; 3—固定套筒; 4—微动螺杆;
5—调节螺母; 6—转筒; 7—端盖; 8—弹簧; 9—肖子;
10—棘轮; 11—螺钉; 12—偏心锁紧手把。

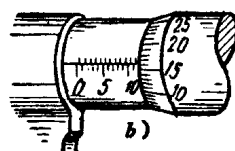
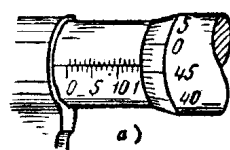


图 4-7

二、百分尺 百分尺俗称分厘卡, 分为测量内径与外径两种。图 4-6 是外径百分尺, 与弓架 1 相固定的套筒 3 上刻有刻度两排, 刻度间距都等于微动螺杆 4 的螺距的两倍, 其值是 1 毫米, 但两排刻度彼此错开 0.5 毫米, 因此从固定套筒上最小可以读到 0.5 毫米, 和微动螺杆一起旋转的转筒 6 上沿圆周刻为 50 个等分刻度, 微动螺杆转过 $\frac{1}{50}$ 转 (即转筒转过一格), 则向前推进 $\frac{1}{50}$ 个螺距即 0.01 毫米, 因此从转筒上最小可以读到 0.01 毫米。利用这个原理我们可以使测量读数的精确度达到 0.01 毫米。图 4-7a 的读数为 14.06 毫米, 图 4-7b 的读数为 11.06 毫米 (读者必须注意不要将 11.06 毫米误读为 11.16 毫米, 这种错误, 很容易发生, 应引起重视)。

图 4-8a 所示为内径百分尺的构造图, 其读数方法与外径百分尺相同。内径百分尺的读数范围为 75~88 毫米, 为了扩大测量范围, 可以接上延长杆 (图 4-8b), 连接时, 只须将保护螺帽 6 旋去, 将延长杆的右端 (具有内螺纹) 旋在百分尺的左端即可。延长杆可以一个接一个地连接起来, 测量范围最大可达到 4000 毫米。

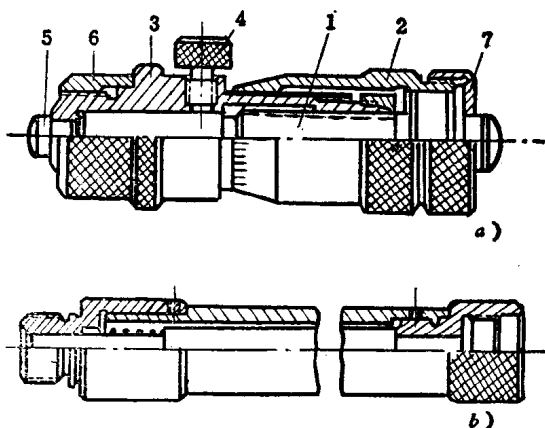


图 4-8

§ 4-2 指示式量具

一、百分表 百分表是利用齿輪傳动（或杠杆傳动）的原理，将測量头的伸縮距离放大后，由指針指示出讀数值的一种測量仪器，由于讀数范围較小，故大多用于相对測量。

图 4-9 所示是一种利用齿輪傳动的百分表，当量头 1 与工件接触使量杆伸縮时，通过量杆上的齿条傳动小齿輪，带动大齿輪，由大齿輪再傳动中央小齿輪带动指針旋轉，当量杆伸縮 0.01 毫米时，指針偏动一格。

百分表使用时固装在支架上（见图 4-10）。

二、内径百分表 内径百分表俗称汽缸表，它的构造见图 4-11 所示，其中 2，3 两端是測量头，依靠定心桥板 14，使量具在測内孔时能正好置于直径上而不致偏于一边，为了使兩測量端的联綫能垂直于內孔表面，故在測量时应该将量具作左右摆动（图 4-12），百

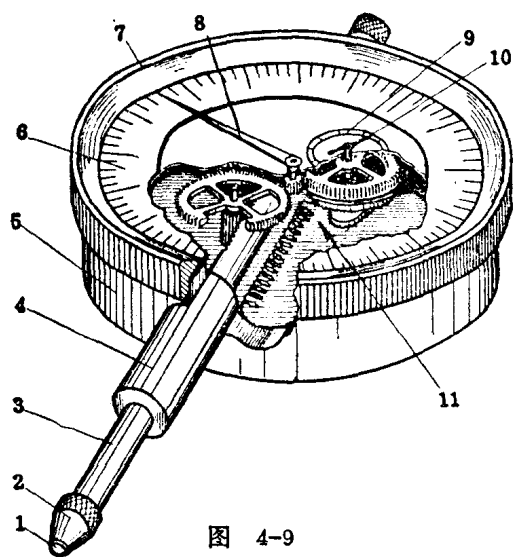


图 4-9

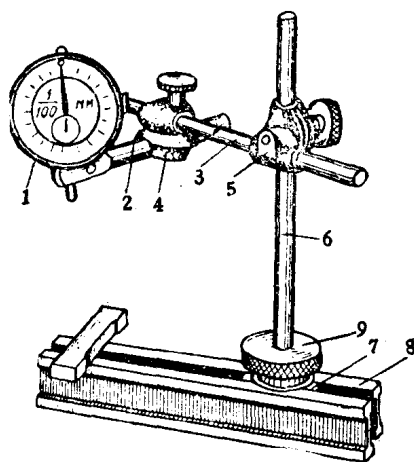


图 4-10

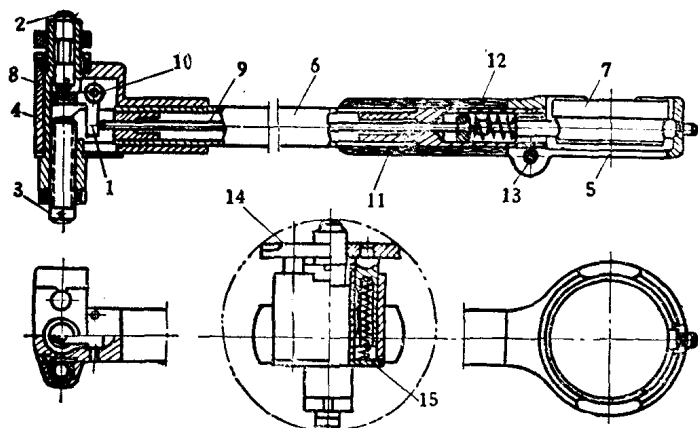


图 4-11

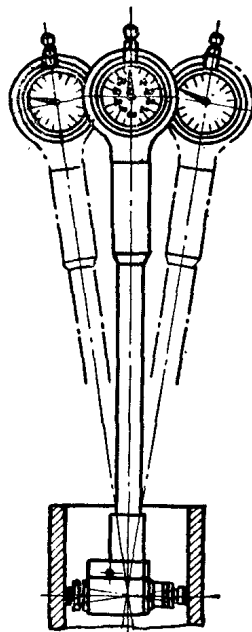


图 4-12