

声 明

本电子书由中国轻工业出版社出版,相关权利归中国轻工业出版社所有。读者、著作权人和(或)依法可以行使著作权的权利人如有疑问,请与中国轻工业出版社联系:

地址:北京市东长安街6号

邮编:100740

电话:85119838

Email: xnxtm@yahoo.com.cn

中国轻工业出版社

职业技术教育教材

轻工业机械设备安装与修理

(第二版)

陈思义 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

轻工业机械设备安装与修理/陈思义主编.—2版.—北京:中国轻工业出版社,2000.5

职业技术教育教材

ISBN 7-5019-2447-3

I. 轻… II. 陈… III. ①轻工业-机械设备-安装②轻工业-机械设备-维修 IV. TS04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 34665 号

责任编辑:龙志丹 责任终审:滕炎福 封面设计:崔云
版式设计:智苏亚 责任校对:燕杰 责任监印:崔科

*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

网 址: <http://www.chilp.com.cn>

联系电话:010—65241695

印 刷:北京市卫顺印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:2000年5月第2版 2000年5月第1次印刷

开 本:787×1092 1/16 印张:14.5

字 数:348千字 印数:1—4000

书 号:ISBN 7-5019-2447-3/TS·1490 定价:26.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

再版前言

本书是轻工业机械装备专业的教材。在原轻工业部中等专业学校轻工业机械装备专业教学研究会的组织下，曾于1990年1月编写出版了《轻工业机械设备安装与修理》一书。几年来，经全国各轻工业学校试用后，又在1996年9月召开的全国轻工中专轻工业机械装备专业建设指导委员会全体会议上进行了讨论，提出了修改意见，并决定按原轻工业部颁布的轻工业机械设备安装与修理教学大纲重新编写该书，以适应教学改革的需要。

根据中等专业学校的培养目标，本书系统地阐述了轻工业机械设备安装与修理的基本理论、基本知识和基本技能，内容包括：安装修理常用的测量工具，轻工业机械装备常用零部件的装配和修理，起重机械和起重工具、机械设备基础、机械设备安装的基本知识，管路的安装及轻工业典型机械设备的安装等。全书强调应用性和能力的培养，内容由浅入深，理论阐述清晰，实例分析简明。书中单位及工程术语均采用最新国家标准。

本书是在全国轻工业机械装备专业建设指导委员会的指导下编写的，四川省轻工业学校陈思义任主编。绪论、第一、二、六章由陈思义编写；第三章由刘福英（河南省轻工业学校）编写；第四、八章由林岩（福建集美轻工业学校）编写；第五、七章由王俊山（山西省轻工业学校）编写。全书由四川省轻工业学校马在智主审。

限于编写者的水平，书中如有缺点和错误，敬请读者批评指正。

编者 1999年10月

目 录

绪论	1
第一章 安装、修理常用的测量工具	2
第一节 塞尺和直角尺	2
第二节 游标卡尺和外径千分尺	3
第三节 百分表和千分表	4
第四节 水平仪和液体静力式水平仪	5
第五节 水准仪	7
第六节 自动准直仪	8
第七节 读数显微镜	11
第八节 经纬仪	12
习题	12
第二章 轻工机械设备常用零件的装配	13
第一节 概述	13
第二节 过盈配合的装配	14
第三节 滑动轴承的装配	18
第四节 滚动轴承的装配	21
第五节 齿轮传动机构的装配	27
第六节 普通圆柱蜗杆传动机构的装配	31
第七节 带传动机构的装配	35
第八节 联轴器的装配	37
第九节 密封装置的装配	41
第十节 转子的静平衡与动平衡	44
习题	51
第三章 轻工机械设备零件的修理	53
第一节 概述	53
第二节 磨损与润滑	54
第三节 磨损零件的修理	71
第四节 机械损伤零件的修复	81
习题	86
第四章 起重机械和起重工具	87
第一节 起重机械	87
第二节 起重工具	95
习题	105

第五章 机械设备基础	107
第一节 地基及基础设计.....	107
第二节 地脚螺栓的安装与处理.....	114
第三节 基础的施工与验收.....	118
习题.....	122
第六章 机械设备安装的基本知识	123
第一节 概述.....	123
第二节 机械设备安装前的准备.....	124
第三节 机械设备的拆卸和清洗.....	125
第四节 垫铁.....	130
第五节 机械设备的定位、放线和就位.....	133
第六节 机械设备安装位置的检测与调整.....	139
第七节 机械设备的试压与试运转.....	151
习题.....	154
第七章 管路的安装	155
第一节 管路的标准化.....	155
第二节 管子与管子的加工.....	156
第三节 管件.....	165
第四节 阀门.....	171
第五节 管路的安装.....	177
第六节 管路的保温和涂色.....	183
习题.....	185
第八章 轻工业典型机械设备的安装	186
第一节 离心泵的安装.....	186
第二节 塔类设备的安装.....	189
第三节 颚式破碎机的安装.....	195
第四节 离心机的安装.....	199
第五节 反应釜的安装.....	201
第六节 三辊式通用压榨机的安装.....	202
第七节 长网造纸机的安装.....	209
第八节 固定式胶带输送机的安装.....	218
第九节 回转圆筒设备的安装.....	220
习题.....	223
参考文献	225

绪 论

轻工业是我国国民经济的重要组成部分，而轻工业机械设备是轻工业部门各行业制造轻工产品所使用的主要技术装备。随着轻工业生产的飞速发展，对现代轻工业机械设备提出了越来越高的要求：机能高级化、高精度、高效率、高速度、耐高温高压、耐腐蚀等等。新技术的不断涌现，设备的不断更新，对安装、使用、修理各种轻工业机械设备也提出了更高更复杂的要求。

轻工业机械设备的安装与修理是保证轻工业产品优质高产的关键性技术工作之一。轻工业行业繁多，设备复杂，除一般通用设备外，还有各行业的专用设备。其中很多是大型高速联动机械和连续性生产的设备，如半自动和自动化生产的流水线、带自动上下料装置的自动化单机等。这些机械设备在安装上有严格的和特殊的质量要求，如果安装质量达不到标准，将直接影响机械设备的正常运转，降低产品的质量和产量。同时，还会引起机械设备的振动、磨损和腐蚀，降低设备的精度，缩短其使用寿命，甚至还可能发生机械设备事故。因此，在安装工作中，必须认真做好安装施工的组织和管理。包括编制施工计划，组织设计，施工准备，施工现场的计划管理和技术管理，机械设备的试运转、试压和工程验收等，以确保机械设备安装的质量和安。另外，机械设备在使用一定的周期后，一些零件会逐渐磨损，以致损坏，造成机械设备的工作性能和精度的降低。因此，加强机械设备的日常维护管理及有计划的检修，采用新技术、新工艺、新材料修复或更换零件，使机械设备恢复应有的精度和工作性能，发挥出最大的经济效益是修理工作的主要任务。

《轻工业机械设备安装与修理》是专门研究安装与修理基本理论和工艺技术的一门技术学科，是轻工业机械装备专业的一门专业课程。学习本课程的目的，在于通过轻工业机械设备安装与修理的工艺理论和机械设备安装、零部件装配及修理的工艺方法的教学，使学生掌握轻工业机械设备安装与修理所必需的基础知识、工艺理论，掌握机械设备安装修理的基本技能及常用的工艺方法。初步具有分析和解决机械设备安装修理中技术问题的能力，具有自学安装修理中新工艺、新技术的能力。

《轻工业机械设备安装与修理》课程的特点是实践性强、应用性强。其内容来源于生产实践，其理论应用于生产实践。所以，它是一门既有严密理论性，又有很强实践性的学科。学习中要密切与《机械制图》、《金属工艺学》、《机械原理与机械零件》、《互换性与技术测量》等有关课程的衔接与配合，综合运用所学知识，加强对基本概念和基本原理的理解和掌握。同时，要重视实践教学，通过教学实验和生产实习，加强实际操作技能的训练，以达到灵活运用和融汇贯通所学内容之目的。

虽然本课程只涉及到机械设备安装与修理工艺理论中最基本的内容，但不管机械设备安装修理工艺水平发展到何种程度，都和这些基本内容有着密切的联系。因此，掌握好这些基本内容，就为今后通过工作实践和继续学习，不断提高自己的分析解决安装与修理技术问题的能力打下了扎实的基础。

第一章 安装、修理常用的测量工具

在轻工业机械设备的安装、调整和修理等工作中，都需要用测量工具来检查零件和设备的尺寸与形位精度，判断其是否合乎要求。因此，熟悉各种测量工具的结构、性能及使用方法，是保证机械设备安装与修理的质量，提高安装修理的效率必须掌握的一种技能。

安装和修理工作中所用的测量工具种类很多，下面简要地介绍几种常用的测量工具。

第一节 塞尺和直角尺

一、塞 尺

塞尺是用来检验两结合面之间间隙的一种精密量具。它由一些不同厚度的薄钢片组成，每一片上都标有厚度，如图 1-1 所示。

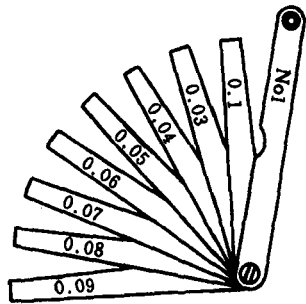


图 1-1 塞尺

塞尺是成套组合的。成套塞尺的编组和厚度尺寸由《成组塞尺的技术参数》(GB8060—87)规定。标准中塞尺的厚度范围有 0.02~0.10mm、1.00~0.75mm、0.50~0.45mm、1.00~0.95mm 和 0.50~0.45mm 五种。每种范围里的塞尺，其厚度系列有若干片。如 0.02~0.10mm 范围里的塞尺，其厚度系列有 13 片：0.02、0.03、0.04、0.05 (以上各两片)、0.06、0.07、0.08、0.09、0.10 (以上各一片，单位均为 mm)。

使用时，要将塞尺表面和要测量的间隙内部清理干净，选择适当厚度的塞尺插入间隙内进行测量（用力不要过大，松紧要适宜）；如果没有合适厚度的垫片，可同时组合几片（一般不超过三片）来测量，根据插入塞尺的厚度即可得出间隙的大小。

二、直 角 尺

直角尺是用来测量工件上的直角或在装配中检查零件间相互垂直情况的量具。

直角尺的结构型式在《90°角尺的基本尺寸和精度要求》(GB6092—85)标准中有六种，其中宽座直角尺(如图 1-2 所示)结构简单，使用方便，在生产中应用较广泛。

直角尺按制造精度有：00、0、1 和 2 四个精

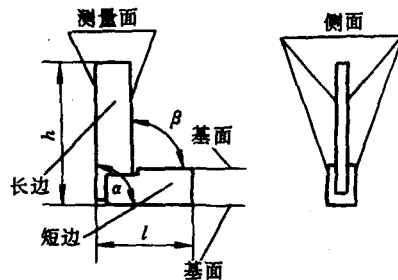


图 1-2 宽座直角尺

度级别。00级的精度最高，2级最低。00级直角尺一般作为基准，可用来检定低精度的直角量具。0级和1级直角尺用于检验精密工件，2级直角尺则用于检验一般工件。

直角尺长边的前后面为测量面，短边的上下面为基面。测量时，将直角尺的一个基面靠在工件的基准面上，使一个测量面轻轻地靠向工件的被测表面，根据透光间隙的大小，来判断工件两邻面间的垂直情况。如果想知道误差的具体数值，可用塞尺测量后，计算出角度的大小。

第二节 游标卡尺和外径千分尺

一、游标卡尺

游标卡尺是用于测量工件长度、宽度、深度和内外径的一种精密量具，其测量范围有0~125mm、0~150mm、0~200mm、0~300mm、0~500mm、0~1000mm等几种。

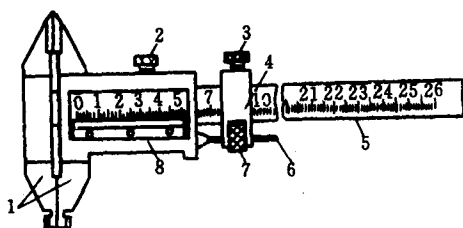


图 1-3 游标卡尺

1—内外测量爪 2、3—紧固螺钉 4—滑块
5—尺身 6—螺杆 7—微动装置 8—游标

游标卡尺的构造如图 1-3 所示。它由尺身和游标组成。

游标卡尺用膨胀系数较小的钢材制成。内外测量爪要经过淬火与充分的时效处理。

在使用游标卡尺前，首先要检查一下尺身与游标的零线是否对齐，并用透光法检查内外测量爪的测量面是否贴合。如有透光不均，说明测量爪的测量面已经磨损，这样的卡尺不能测量出精确的尺寸。

测量时，将工件放在两测量爪中间，通过游标刻度与尺身刻度的相对位置，便可读出工件的尺寸。当需要使游标作微动调节时，先拧动紧固螺钉 3，然后旋转微动装置 7，就可推动游标微动。

使用游标卡尺时，切记不可在工件转动时进行测量，亦不可在毛坯和粗糙表面上测量。游标卡尺用完后，应拭擦干净，长时间不用时，应涂上一层薄油脂，以防生锈。

二、外径千分尺

外径千分尺用于测量精密工件的外形尺寸，通过它能准确读出 0.01mm，并能估计出 0.005mm。

外径千分尺的构造如图 1-4 所示，其规格见表 1-1。

使用外径千分尺前，应先将校对量杆置于测砧和测微螺杆之间，检查它的固定套管中心线与微分筒的零线是否重合，如不重合，应进行调整。

测量时，当两测量面接触工件后，测

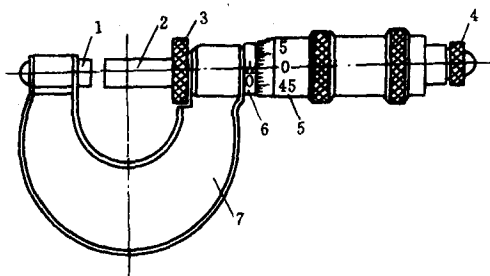


图 1-4 外径千分尺

1—测砧 2—测微螺杆 3—定位环 4—测力装置
5—微分筒 6—固定套管 7—尺架

力装置棘轮空转，发出“轧轧”声时，方可读出尺寸。如果由于空间条件限制，不能在测量工件时读出尺寸，可以旋紧定位环，然后取下千分尺读出尺寸。

表 1-1 外径千分尺的规格 (GB1216—85)

测量范围/mm	0~25,	25~50,	50~75,	75~100,
	100~125,	125~150,	150~175,	175~200,
	200~225,	225~250,	250~275,	275~300,
	300~325,	325~350,	350~375,	375~400,
	400~425,	425~450,	450~475,	475~500,
	500~600,	600~700,	700~800,	800~900,
	900~1000			
读数值/mm	0.01			

使用时，不得强行转动微分筒，要尽量使用测力装置；切忌把千分尺先固定好再用力向工件上卡，这样会损伤测量表面或弄弯测微螺杆。用完后，要擦净放入盒内，并定期检查校验，以保证精度。

第三节 百分表和千分表

百分表和千分表都是用于测量工件的各种几何形状误差和相互位置的正确性，并可借助于量块等对零件的尺寸进行比较测量。其优点是准确、可靠、方便、迅速。

百分表的测量范围有 0~3mm、0~5mm 和 0~10mm 三种，分度值为 0.01mm，精度等级有 0 级和 1 级两种。

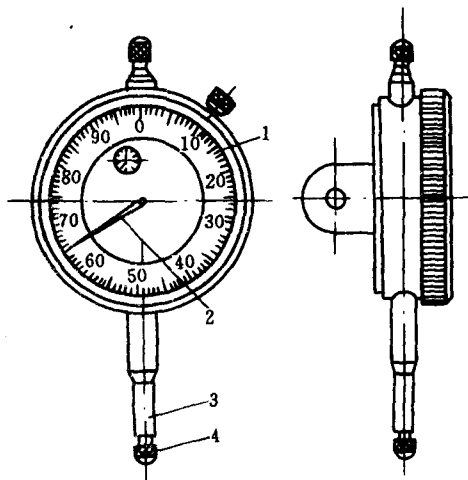


图 1-5 百分表

1—表盘 2—主指针 3—量杆 4—测量头

常见百分表的构造如图 1-5 所示。量杆 3 的下端有测量头 4。测量时，测量头触及零件的被测表面后，量杆能上下移动。量杆每移动 1mm，主指针 2 即转动一周。在表盘上把圆周分成 100 等分，因此，每等分为 0.01mm，即主指针每摆动一格，量杆移动 0.01mm。所以，百分表的测量精度为 0.01mm。

千分表的测量精度为 0.001mm，其结构与工作原理与百分表相似。

使用时可将百分表或千分表装在表架上，把零件放在平台上，使百分表或千分表的测量头压在被测零件表面上，再转动刻度盘，使主指针对准零位，然后移动百分表或千分表，就可测出零件的直线度和

平行度。将需要检测的轴装在 V 形架上，使百分表或千分表的测量头压在被测零件表面上，用手转动轴，就可测出轴的径向圆跳动。

百分表或千分表不用时，应解除所有负荷，用软布把表面擦净，并在容易生锈的表面涂一层工业凡士林，然后装入匣内。

第四节 水平仪和液体静力式水平仪

水平仪是检验平面对水平或垂直位置偏差的仪器，主要用于检查零件平面的平面度、机件相互位置的平行度和设备安装的相对水平位置等。

一、水平仪

1. 水平仪的结构和工作原理

常用的水平仪有条式水平仪和框式水平仪两种，如图 1-6 所示。其主要工作部分是水准器。条式水平仪上有一个主水准器，用来测量纵向水平度，还有一个小水准器，用来确定横向水平位置。水准器为一弧形的封闭玻璃管，表面有刻度，内装流动性好的乙醚或酒精，但不装满，留有部分空间以形成气泡，气泡总是停留在弧形玻璃管的最高位置。当水平仪的底平面准确地处于水平位置时，水准器的气泡正好处于中间位置；被测平面稍有倾斜，水准器的气泡就向高的一方移动。在水准器的刻度上可以读出两端高低相差值。刻度值为 $0.02\text{mm}/\text{m}$ 的水平仪，即表示气泡每移动一格时，被测长度为 1m 的两端上，高低相差 0.02mm 。

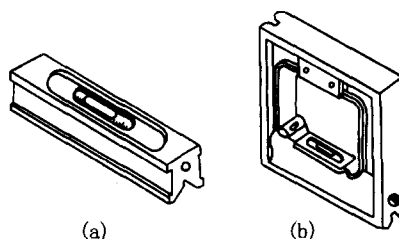


图 1-6 水平仪

(a) 条式水平仪 (b) 框式水平仪

框式水平仪的外形是正方形，有四个相互垂直的平面，每个平面均可作为工作面。它有纵向、横向两个水准器，因此，它除了能完成条式水平仪的工作外，还能检验机件的垂直度。

框式水平仪的外形是正方形，有四个相互垂直的平面，每个平面均可作为工作面。它有纵向、横向两个水准器，因此，它除了能完成条式水平仪的工作外，还能检验机件的垂直度。

2. 水平仪的使用和读数方法

测量前，须将被测表面与水平仪工作表面擦干净，以免测量不准或损坏工作表面。测量时，一般将水平仪在起端位置时的读数作为零位，然后依次移动水平仪，记下每一位置的读数。根据水准器中气泡移动的方向与水平仪的移动方向来评定被测平面的倾斜方向：如方向一致，一般读为正值，表示平面向上倾斜；如方向相反，则读为负值，表示平面向下倾斜。

水平仪由于加工制造上的原因或由于长期使用，会产生误差，使气泡指示的水平度不准确。在这种情况下读数时，要清除水平仪的读数误差，最简单的办法是：在获得第一次读数后，将水平仪在被测表面上原地旋转 180° ，进行第二次测量。利用两次读数的结果加以计算修正。一般情况下，会遇到如图 1-7 所示的四种情况，此时，可按表 1-2 所列的计算方法得到准确的读数。

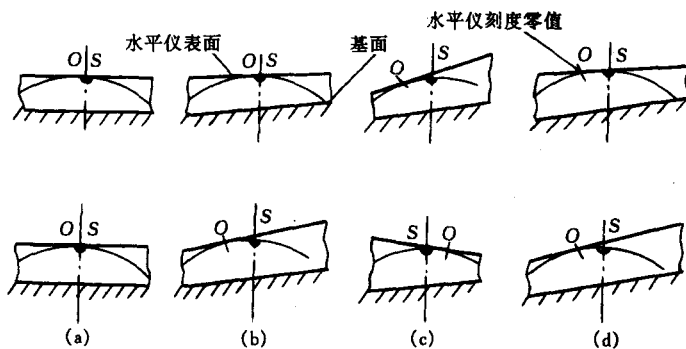


图 1-7 水平仪读数计算原理

- (a) 第一种情况 (b) 第二种情况
(c) 第三种情况 (d) 第四种情况

表 1-2 水平仪测量数据的计算方法

	水平仪读数			
	第一种情况	第二种情况	第三种情况	第四种情况
第一次测量	0	0	x_1	x_1
第二次测量 (转 180°后)	0	x_2	x_2 (方向与 x_1 相反)	x_2 (方向与 x_1 相同)
a —被测表面水平度偏差 b —水平仪误差	$a = b = 0$	$a = \frac{1}{2} x_2$ $b = \frac{1}{2} x_2$ $a = b$	$a = \frac{1}{2} (x_1 - x_2)$ $b = \frac{1}{2} (x_1 + x_2)$	$a = \frac{1}{2} (x_1 + x_2)$ $b = \frac{1}{2} (x_1 - x_2)$

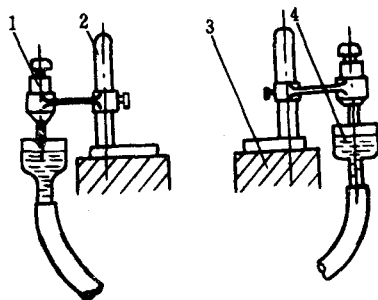


图 1-8 液体静力式水平仪
1—测微螺钉 2—支架
3—被测量物 4—液体连通器

二、液体静力式水平仪（连通管水平仪）

液体静力式水平仪是测定相隔较远的平面间水平度的。若要将很多机组安装在同一平面上，而且这些机组间又有相当大的距离，使用液体静力式水平仪来找正比较方便。液体静力式水平仪有两个水准器测头，如图 1-8 所示，用透明软管把它们连结。使用前，将水平仪装水。找平时，将水平仪放在两个被测的基面上，打开连通管的阀门，使两水准器的液体相通。当液面稳定后，用手旋转测微器的千分测杆螺钉，当触头将要接触液面时，该处液面即突然上升与触头相接触，记下此时液面的读数；然后在另一端同样进行。两点读数之差就是两个被测基面的标高差。读数相同时，说明两被测基面已在同一水平面上。为减少误差，应多观察几次。

第五节 水准仪

在机械设备安装过程中，经常用水准仪对设备的基础（或垫铁）的标高进行测定。现将水准仪（图 1-9）上主要部件和螺旋的作用分述如下。

一、水准仪的主要部件

(1) 望远镜制动扳手：制动扳手向下扳紧后，可在水平方向固定望远镜。

(2) 望远镜微动螺旋：制动扳手向下扳紧后，可转动微动螺旋，使望远镜在水平方向进行微小的转动。

(3) 微倾螺旋：转动微倾螺旋可使望远镜和长水准管一起在竖直方向进行微小的转动。

因此，转动微倾螺旋，可使望远镜的视线水平（即长水准管的气泡居中）。

(4) 对光螺旋：转动对光螺旋，可将目标的像调节清晰。

(5) 脚螺旋：用它来放平仪器。

(6) 长水准管：长气泡在水准管的中间时，说明望远镜的视线已经水平。

(7) 长水准管校正螺丝：用以校正长水准管的位置。

(8) 圆水准器：用它来粗略地放平仪器。当圆水泡居中时，说明望远镜已经大致水平。

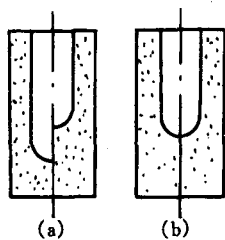


图 1-10 从观察孔中看到的气泡像

(a) 气泡不居中

(b) 气泡居中

(9) 长水准管的气泡观察孔：气泡通过棱镜的折射，可在观察孔内看到中间剖开的两个气泡头。图 1-10 (a) 所示的情况，表示长水管的气泡不居中；图 1-10 (b) 表示长气泡已经居中。

(10) 目镜：调节目镜的位置，使十字丝的像显得很清晰。

(11) 瞄准器：可用它在望远镜外面粗略地瞄准目标。

二、水准仪的使用

用水准仪测定设备基础的标高时，先把水准仪安装在三角架上，用眼睛估计将三角架的顶面大致放成水平的位置后，把三角架的三个角踩入土中（或放在混凝土的平面上），然后转动脚螺旋使圆水准器的圆气泡居中。现将圆气泡整平的方法叙述如下：

相对地转动两个脚螺旋，如图 1-11 (a) 所示，用眼睛估计使圆气泡移动到与两个脚螺旋等距离的地方（即在另一个脚螺旋与圆水准器中心延长线上），如图 1-11 (b) 所示。然后转动另一个脚螺旋使圆气泡居中。如果一次不能使圆气泡居中，可反复 2~

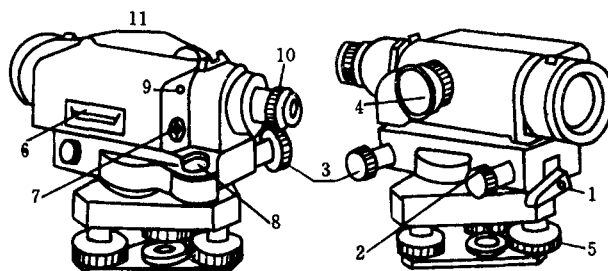


图 1-9 水准仪

1—制动扳手 2—微动螺旋 3—微倾螺旋 4—对光螺旋
5—脚螺旋 6—长水准管 7—校正螺丝 8—圆水准器
9—长气泡观察孔 10—目镜 11—瞄准器

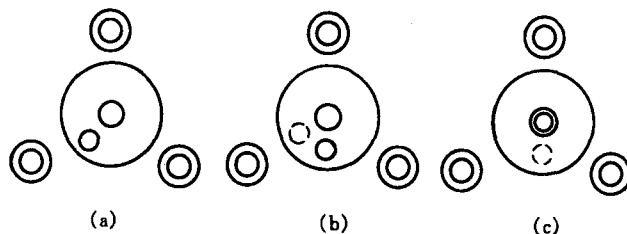


图 1-11 圆气泡整平方法

3 次，就能使圆气泡居中，如图 1-11 (c)。

三、水准仪测定设备基础标高的方法

根据机械设备基础安装图，在设备安装就位之前，应对设备基础标高进行测定。现将水准仪测定设备基础标高的方法叙述如下。

如图 1-12 所示，把水准仪 3 安放在大致水平的三角架 4 上，调整水准仪使圆气泡和长水准管的气泡居中，望远镜的视线基本处于水平位置，扳松望远镜制动扳手，使水准仪目镜能水平转动。在设备垫铁 5 上立放一根长标尺 2，用望远镜瞄准长标尺转动微倾螺旋，使观察孔中两个气泡头的像吻合，指挥立放长标尺的人在标尺上用红铅笔划一条与望远镜中十字丝相重合的水平线。然后分别测定基础上垫铁标高相差 1~2mm，待设备就位之前，使垫铁有可调高或可调低的裕量。

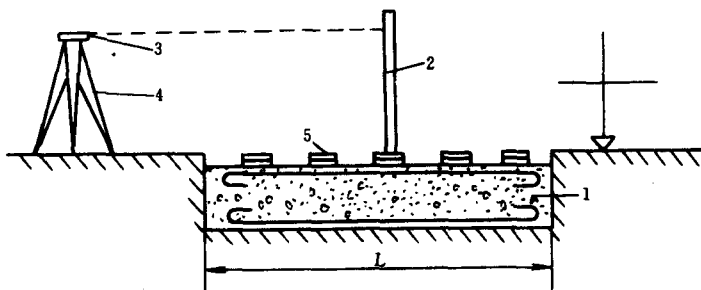


图 1-12 水准仪测定基础标高方法

1—基础 2—标尺 3—水准仪 4—三角架 5—垫铁

第六节 自动准直仪

自动准直仪或称为自准直仪、自准直平行光管，是一种高精度的光学测量仪器。

一、自动准直仪的用途

自动准直仪在工程测量中应用很广，可用于检查导轨的直线度，工作台面的平面度以及构件间的垂直度等。利用自动准直仪测量导轨直线度的原理是基于光束运动是一直

线。采用这种测量方法的优点有：

(1) 在测量过程中，仪器本身的测量精度受到外界条件（温度、振动性等）的影响较小，比一般水准式仪器使用范围广，测量精度高，使用方便。

(2) 自动准直仪既可测量导轨在垂直面内的直线度，又可测量导轨在水平面内的直线度。因此广泛应用于各种机械设备的制造和安装工作中。但对于特别长的导轨（10m以上），由于光束通过的路程较长，光能损失较大，因而呈像不够清晰，测量误差较大。

二、自动准直仪的结构和原理

自动准直仪包括仪器本体及反光镜两部分。仪器本体由平行光管和望远镜组成，如图 1-13 所示。当光源 2 射出的光线经过倾斜的玻璃 3 射入刻有十字线的分划板 4 和物镜 5 后，射在反光镜 6 上。由于分划板 4 位于物镜 5 的焦面上，因此，从分划板上一点射出的光线，经过物镜 5 后都变成平行光线。光从反光镜反射回来，再经过物镜，将分划板 4 上一点的像投影在下一点上。如果反光镜的平面与通过上一点的物镜主光轴垂直，则光线经过反光镜仍按原路返回物镜，再聚集在物镜的焦面上，使上一点与下一点相重合。像的位置取决于反光镜的位置：如果由于导轨的不平直，而使反光镜倾斜了一个 α 角，反光镜与物镜主光轴也就不垂直，十字分划板像的位置，也随之使上一点与下一点产生位移 $\Delta 2$ ，可以通过测量位移来测量出平面反光镜倾斜变化的 α 角。这时，入射的平行光线与反射的平行光线之间的夹角为 2α ，则上一点与下一点的距离 $\Delta 2$ 将等于：

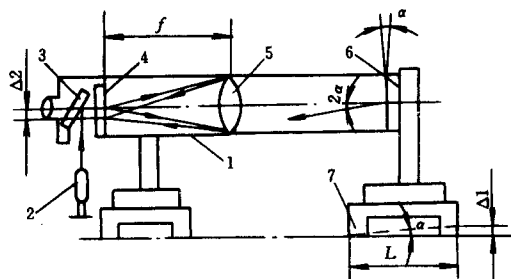


图 1-13 自动准直仪的结构

1—望远镜 2—光源 3—倾斜玻璃
4—分划板 5—物镜 6—反光镜 7—支座

光从反光镜反射回来，再经过物镜，将分划板 4 上一点的像投影在下一点上。如果反光镜的平面与通过上一点的物镜主光轴垂直，则光线经过反光镜仍按原路返回物镜，再聚集在物镜的焦面上，使上一点与下一点相重合。像的位置取决于反光镜的位置：如果由于导轨的不平直，而使反光镜倾斜了一个 α 角，反光镜与物镜主光轴也就不垂直，十字分划板像的位置，也随之使上一点与下一点产生位移 $\Delta 2$ ，可以通过测量位移来测量出平面反光镜倾斜变化的 α 角。这时，入射的平行光线与反射的平行光线之间的夹角为 2α ，则上一点与下一点的距离 $\Delta 2$ 将等于：

$$\Delta 2 \approx 2f\alpha \approx \frac{2\Delta 1}{L} \cdot f$$

式中 L ——反光镜支座的长度 (mm)

f ——自动准直仪的焦距 (mm)

$\Delta 1$ ——自动准直仪微动手轮的读数

三、自动准直仪的使用方法

用自动准直仪测量导轨水平面的直线度的情形如图 1-14 所示。测量时，必须配制两个安放仪器的支座，一个安放仪器本体，另一个安放反光镜，而且必须使二者同一高度。安放反光镜用的支座，若长度恰为 200mm，测量计算将非常方便。

在整个测量过程中，仪器本体保持固定不动。因此，可将其固定放置在导轨末端或者在导轨外边稳定的基础上，但必须与反光镜支座在同一水平面上，而且保持它们之间

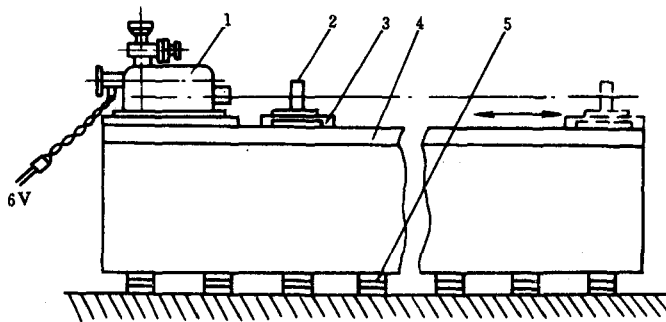


图 1-14 用自动准直仪测量导轨的直线度
1—自动准直仪 2—反光镜 3—支座 4—导轨 5—斜垫铁

刚性连接。

在测量之前，必须将被测表面仔细地擦洗干净；小心取出仪器，揩去防锈油，再用航空汽油擦净。

变压器插头一端插入仪器插座，另一端接上 220V 电源，或者直接接在 6V 的电池上。

移动反光镜支座，使它完全接近自动准直仪本体，并使读数目镜微分螺丝平行于光轴；转动反光镜，并借助反光镜背后调节螺丝，使十字分划板像出现在目镜视场中心（一般仪器出厂时已调整好）。调节反光镜位置时，必须先松开其余两个螺丝再进行调整。拧紧各螺丝时，感觉有微小的力即可，过紧都会使反光镜变形。调整必须连续进行几次，直至分划板像出现在视场中心（即十字像在中心标线上，外读数手轮位于零位）为止。

然后移动反光镜支座，离开自动准直仪本体，把反光镜放在导轨另一端；导轨越长，位置对准越要正确。先拿出反光镜，用眼睛观看平直仪物镜，找出十字分划像显示在物镜中心。然后安放反光镜在此位置，此时，物镜中心与反光镜中心的连线，一定平行于导轨。假如不平行于导轨，必须适当调整自动准直仪本体或反光镜。

通过以上调整，反光镜与自动准直仪本体两者的位置不允许再改变，在目镜视场中尽可能使粗黑线条在十字分划像的中间。

如图 1-15 (a) 所示，读取微分筒上刻度值，整数部分在目镜分划板上获得，为 10.29。

反光镜支座向着自动准直仪移动。注意在移动过程中，反光镜和支座之间不能有任何相对运动。测量前，应根据支座的长度，将被测量的导轨分为若干段，并作好记号。如果反光镜放在 200mm 长的支座上，每次移动 200mm；移动精度必须保持在 $\pm 1\text{mm}$ 。假设支座长度大于或小于 200mm，则支座必须精确按其长度的大小来移动，这个长度必须量出，这对最后计算是很重要的。

在反光镜经过移动后的位置上，从目镜视场中，调节微分筒，使黑线条放在十字分划板中间，再读取读数，如图 1-15 (b) 所示，为 10.58。

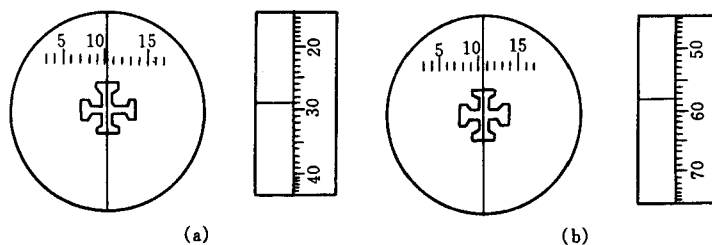


图 1-15 自动准直仪的读数方法

再次移动反光镜支座，再读取读数，重复连续进行，直至反光镜达到自动准直仪最后一个位置；再在相反方向反复测量，此时，反光镜支座的移动，每次取支座长度，逐段推离自动准直仪本体。

必须注意，在测量机床导轨垂直方向的弯曲时，应使读数目镜微分螺丝平行于光轴；若测量机床导轨水平方向的扭曲时，应使测微目镜转动 90° ，使其垂直于光轴。

第七节 读数显微镜

读数显微镜是与拉钢丝一起配合，用来测量机床 V 型导轨在水平面内的直线度。其使用原理是从显微镜中观察刻度的读数，如图 1-16 所示。

在床身 V 型导轨上放一根长度等于 $200\sim 500\text{mm}$ 的 V 形垫铁，垫铁上安装一个带有刻度的读数显微镜，垫铁上安装一个带有刻度的读数显微镜，读数显微镜的镜头应垂直放置。在 V 型导轨的两端，各固定一个小滑轮，用一根直径等于或小于 0.3mm 的钢丝，一端固定在小滑轮上，另一端用重锤吊着（或两端都吊着重锤），然后调整钢丝的两端，使读数显微镜在钢丝两端时的刻线相重合。移动 V 形垫铁，每隔 200mm 或 500mm 记录一次读数。在导轨全部长度上检验。把读数显微镜的测量数值依次排列在坐标纸上，画出垫铁的运动曲线图。由曲线图上便可看出机床 V 形导轨在水平面内的直线度。

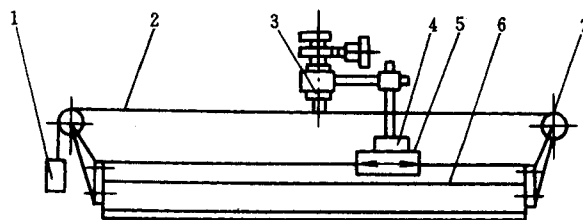


图 1-16 读数显微镜

1—重锤 2—钢丝 3—读数显微镜 4—支架
5—V 形垫铁 6—床身导轨 7—滑轮及支架

测量时应注意以下几点：

- (1) 所用拉丝（钢丝）不得有打结、弯曲等不直现象。
- (2) 检查机床导轨精度时，所用的优质钢丝的直径不超过 0.3mm ；一般拉线的钢丝直径不超过 1mm 。
- (3) 拉钢丝时，应有足够的拉紧力，一般应为线材极限强度 $30\%\sim 80\%$ 。