

教育部高职高专制浆造纸技术专业
教学指导分委员会规划教材

制浆造纸设备安装与维修

李向华◎主编 李向华 邓正民◎编 冯铭杰◎主审

(第二版)

CONTENT

PREFACE

第一章 绪论

第二章 制浆造纸设备

第三章 制浆造纸设备

教育部高职高专制浆造纸技术专业教学指导分委员会规划教材

制浆造纸设备安装与维修

(第二版)

李向华 主编

李向华 邓正民 编

冯铭杰 主审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸设备安装与维修/李向华主编. —2版. —北京: 中国轻工业出版社, 2009.9

教育部高职高专制浆造纸技术专业教学指导分委员会
规划教材

ISBN 978-7-5019-7041-4

I. 制… II. 李… III. ①制浆设备-设备安装-高等学校: 技术学校-教材②造纸机械-维修-高等学校: 技术学校-教材 IV. TS73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 118467 号

内 容 简 介

全书共分为八章, 分别叙述测量安装工具和起重运搬机具; 摩擦、磨损和润滑基础知识; 设备安装和维修基础知识; 主要专业设备、管道的安装和维修; 设备防腐的基础知识。本书深入浅出地介绍了制浆造纸设备安装与维修的基础理论知识和基本技术, 实用性较强。本书适用于职业技术学院造纸专业学生的学习, 也可供造纸企业工程技术人员和管理人员等学习参考。

责任编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王超男 责任校对: 李 靖 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13

字 数: 316 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7041-4 定价: 28.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

90237J2X201ZBW

前 言

《制浆造纸设备安装与维修》(第二版)是制浆造纸专业的主干课程。通过本课程的学习,使学生了解机械设备安装与维修的基本理论和基本知识。培养学生具有对制浆造纸厂生产线上有关设备的安装、维修和管理的能力。为从事制浆造纸技术工作打下良好的基础。

《制浆造纸设备安装与维修》(第二版)是教育部高职教育制浆造纸技术专业教学指导分委员会规划教材。本教材为适应职业技术教育培养目标及教学的需要,结合制浆造纸专业生产特点,在《制浆造纸机械安装与维修》(边贵主编)的基础上修订、编写而成。

《制浆造纸设备安装与维修》(第二版)在加强实践性教学的基础上,以造纸厂的主要设备安装与维修为主,内容力求简洁、实用及具有可操作性。本教材深入浅出地介绍制浆造纸设备安装与维修的基础理论知识和基本技术。为了便于读者理解和掌握所学内容,每章均附有复习题。

教材共分为八章,第一、二、四、五章由广东轻工职业技术学院李向华编写,第三、六、七、八章由广州市质量管理协会邓正民编写。全书由广州造纸有限公司冯铭杰主审。

本教材可供高等职业技术学院制浆造纸专业“制浆造纸设备安装与维修”课程教学之用,也可供造纸企业工程技术人员和管理人员学习参考。

由于编者水平所限,书中难免存在缺点和错误,敬希读者给予批评指正。

编者

2009年6月

目 录

第一章 测量安装工具和起重搬运工具	1
第一节 测量安装工具	1
一、量块和角度块	1
二、塞尺	2
三、游标卡尺	2
四、千分尺	3
五、百分表和千分表	3
六、平尺	4
七、90°角尺	5
八、水平仪	6
九、水准仪	8
十、经纬仪	9
第二节 安装维修常用起重与搬运工具	10
一、挠性件	10
二、滑轮和滑轮组	14
三、吊具	16
四、起重机械	18
五、锚桩	23
复习题	25
第二章 摩擦、磨损和润滑	26
第一节 摩擦与磨损	26
一、摩擦的基本特征	26
二、摩擦的种类	27
三、磨损的种类	28
四、磨损的规律	29
第二节 影响磨损的因素和减少磨损的措施	30
一、零件表面层材料性质对磨损的影响	30
二、零件的加工质量	31
三、润滑对磨损的影响	31
四、配合件运动情况的影响	31
五、温度的影响	31
第三节 润滑	32
一、润滑剂的作用	32
二、润滑剂的种类	32
三、润滑油脂的选择和使用	38
四、润滑方法与润滑系统	40

复习题	42
第三章 设备维修基础知识	43
第一节 机械故障	43
第二节 机械零件的失效	43
一、零件的磨损	43
二、零件的变形	43
三、零件的断裂	44
四、蚀损	45
第三节 机械故障的修复方法	45
一、恢复配合性质的修理方法	45
二、恢复配合性质和零件形状、尺寸的修理方法	46
三、选择修复工艺的基本原则	59
第四节 机械的拆卸、清洗、装配和检验	59
一、机械的拆卸	59
二、机械的清洗	60
三、机械的装配	61
四、机械的检验	61
第五节 零部件的平衡	63
一、旋转零件不平衡的种类	64
二、零部件的平衡	64
三、动平衡的简易实用例子	68
第六节 设备的整体检验	69
一、空载试运转	70
二、负荷试运转	70
三、试运转后检查	70
四、设备的压力试验与致密性试验	70
复习题	71
第四章 设备安装基本过程	72
第一节 设备安装前的准备工作	72
一、设备的开箱	72
二、清点检查	72
三、设备及零部件的保管	73
四、进口设备的验收与管理	73
第二节 设备基础	74
一、设备基础的作用	74
二、基础的验收	74
三、基础的处理	75
四、地脚螺栓	75
五、垫铁	79
第三节 设备的放线就位	82
一、基础放线	82

二、设备划线	84
三、设备就位	84
第四节 设备的找平	86
一、设备的找正与找平	86
二、设备的初平和精平	87
三、常见的水平度测量面	87
四、找平的基本方法	87
五、设备找平时的注意事项	88
第五节 设备拆卸、清洗和装配	89
一、拆卸	89
二、设备的清洗	91
三、设备的装配	96
第六节 二次灌浆	97
一、二次灌浆前的准备工作	97
二、二次灌浆	97
三、二次灌浆的注意事项	98
第七节 机械设备试压与安装竣工验收	99
一、设备的试压	99
二、设备试运转	102
三、工程验收	104
复习题	105
第五章 典型机械零部件安装工艺	106
第一节 螺纹联接、键联接的安装	106
一、螺纹联接的安装工艺	106
二、键联接的安装	109
第二节 滑动轴承的安装	111
一、整体式滑动轴承的安装	111
二、对开式滑动轴承的安装	111
第三节 滚动轴承的安装	115
一、安装前的准备工作	115
二、滚动轴承的安装	116
第四节 齿轮传动装置的安装	120
一、圆柱齿轮传动装置的安装	120
二、圆锥齿轮传动装置的安装	123
三、蜗轮蜗杆转动装置的安装	125
第五节 联轴器的安装	127
一、联轴器安装时的偏移情况	127
二、联轴器找正时的测量方法	128
三、联轴器找正时的计算和调整	130
第六节 过盈配合件的安装	131
一、过盈联接的特点及形式	131
二、过盈联接的安装工艺	131

复习题	133
第六章 制浆造纸典型设备的安装和维修	134
第一节 概述	134
第二节 制浆设备的安装与维修	134
一、概述	134
二、碎浆机的安装	135
三、碎浆机的保养与维修	138
第三节 造纸机的安装与维修	138
一、概述	138
二、安装前的准备工作	140
三、标定安装基准线和核对设备基础	140
四、基础板的安装	141
五、横向基准线参照物的安装	144
六、网部的安装	145
七、压榨部的安装	146
八、干燥部的安装	146
九、压光机的安装	147
十、卷纸机的安装	148
十一、传动部和附属设备、部件的安装	148
十二、纸机的试运转	149
十三、安装工程的验收及交付使用	151
第四节 造纸机的维修和保养	152
一、造纸机的日常保养与维修	152
二、造纸网的维修	152
三、真空吸水箱板面的黏接	156
四、陶瓷面脱水板的维护	157
五、辊子的维修与保养	157
六、烘缸的维修	161
第五节 纸机附属设备的安装与维修	161
一、离心泵的安装	162
二、离心泵的维护与修理	162
复习题	164
第七章 制浆造纸管道的安装与维修	166
第一节 管子及其附件	166
一、标准的概念	166
二、公称直径和公称压力	166
三、管子的分类	167
四、管件	168
五、阀门	169
第二节 管道的敷设	171
一、管道的敷设原则	171
二、管架的架设	172

三、管道的联接	175
第三节 管道的热胀冷缩及应对办法	178
一、管道的热胀冷缩	178
二、应对办法	178
三、补偿器的安装	180
第四节 管道的安装验收和启用准备	181
一、管道的验收	181
二、管道的吹洗	182
三、管道的保温、涂漆和最后检查	182
第五节 管道的维护和检修	182
一、管道的维护	182
二、管道的维修	183
复习题	184
第八章 设备的防腐	185
第一节 概述	185
一、腐蚀机理	185
二、金属的腐蚀	186
三、金属腐蚀的原理	187
四、金属的防腐	188
第二节 设备的防腐	189
一、硫酸盐制浆系统的防腐蚀	190
二、亚硫酸盐法制浆系统的防腐蚀	191
三、造纸机部分	192
复习题	192
参考文献	193

第一章 测量安装工具和起重搬运工具

第一节 测量安装工具

在机械安装与维修工作中，使用的测量工具种类很多，现仅就常用的一些工具作一简单介绍。

一、量块和角度块

1. 量块

量块用作长度单位的复制、保持和尺寸的标准传递，检定与校准长度测量仪器和量具的刻度，调整精密机床，以及测量某些精度高的工件尺寸。

如图 1-1 所示，量块通常制作成矩形截面的长方块，它有上、下 2 个测量面和 4 个非测量面。2 个测量表面经过超精密加工，十分光洁和平整，当用少许压力推合 2 块量块，使它们的测量面互相紧密接触时，2 块量块便研合在一起，这种特性称为研合性。利用其研合性，把许多尺寸不同的量块组合成量块组，用于尺寸测量。

量块组的拼凑方法如下：在成套量块中缺少所需尺寸的量块时，就需从成套量块中选择合适尺寸的量块拼成所需的尺寸。但由于每套量块的块数有限，所以，要拼凑成任何尺寸的量块组是不可能的。

选择量块的原则：在满足所需尺寸的前提下，块数越少越好。

选择量块的方法：从所需尺寸的最小位数选取，即选取的第一块应按量块组尺寸的最后 1 个或最后 2 个数字选取，第二块及以后几块的选择方法可依此类推，使得每选取一块量块要使所要组成的尺寸至少减少 1 位或 2 位数，直至余数等于 0 为止。

例如，有一套总块数为 83 块的 2 级量块，在校对某量具时需要 83.535mm 的量块，请拼凑量块组。选取量块的过程如下：

所需量块的尺寸 83.535mm

选第一块量块尺寸 1.005mm

余数 82.530mm

选第二块量块尺寸 1.03mm

余数 81.50mm

选第三块量块尺寸 1.5mm

余数 80.0mm

选第四块量块尺寸 80.0mm

余数 0

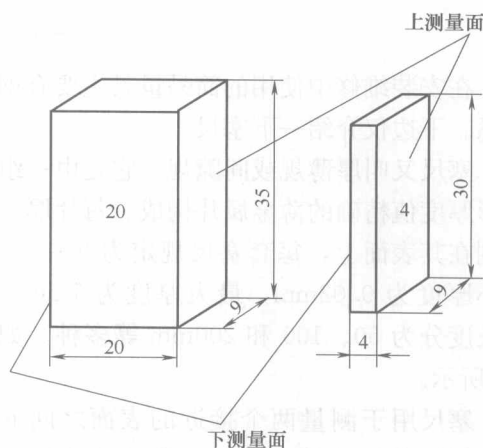


图 1-1 量块 (单位: mm)

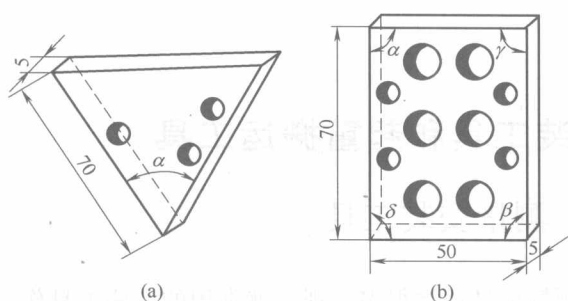


图 1-2 角度块 (单位: mm)

(a) 三角形 (b) 四角形

将选取的 4 块量块组成尺寸为 $80+1.5+1.03+1.005=83.535$ (mm) 的量块组。

2. 角度块

角度块是角度测量的基准量具, 一般用来校验或校正测量角度的量具。也可以直接测量精密工件的角度。它们的构造如图 1-2 所示。有三角形和四角形两种形式, 可组合成组合角度, 并附有不同的夹持架和楔形销等附件。

其中三角形的角度块有 1 个工作角 (α), 工作边长为 70mm, 角度范围 $10^\circ \sim 90^\circ$; 四角形的角度块有 4 个工作角 (α 、 β 、 γ 、 δ), 工作边长为 70mm×50mm, 4 个工作角的角度范围为 $80^\circ \sim 100^\circ$, 而其厚度均为 5mm。角度块的选用原则与长度量块的选用原则相同, 尽可能选用最少的块数, 从秒、分、度逐级递减进行组合。

二、塞 尺

在安装维修中使用的简易量具主要有钢直尺、卷尺、卡钳、塞尺等。前 3 种大家都已熟悉。下边仅介绍一下塞尺。

塞尺又叫厚薄规或间隙规。它是由一组长条形厚度值精确的薄金属片构成。每片厚度值均刻在其表面上, 每套塞尺规定为 9~21 片, 最小厚度为 0.02mm, 最大厚度为 1mm。塞尺长度分为 50、100 和 200mm 等多种。如图 1-3 所示。

塞尺用于测量两个接近的表面之间的间隙, 可以单片使用, 也可以挑选几片组合使用。使用时, 应先擦净表面上的油污, 轻轻地、均匀地把塞尺插入被测间隙内, 不得过松过紧。若过松, 测量结果不准确; 若过紧, 容易磨损塞尺。在修理及安装中, 轴承间隙、齿轮啮合间隙、水泵叶轮和壳体的间隙均可用塞尺来测量。

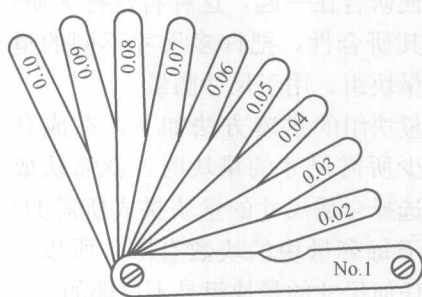


图 1-3 塞尺

三、游 标 卡 尺

游标卡尺的构造如图 1-4 所示。卡尺上带刻度的称为主尺和游标尺, 其中主尺每一刻度长 1mm, 主尺上还有两个固定量足 2 和 3, 活动框架 6 上有另外两个活动量足 1 和 4, 能一同沿主尺 8 滑动, 框架上的锁紧螺钉 5 能把其紧固在需要的位置上。量足 1 和 2 用来测量零件的外部尺寸, 量足 3 和 4 用来测量零件的内部尺寸, 框架一端与量条 9 连通, 用来测量深度。框架上还有游标 7, 若游标总长为 9mm, 分成 10 刻度, 则每刻度为 0.9mm, 因此主尺上每小格与游标尺上每小格的差为 0.1mm, 则此游标卡尺的精度即为

0.1mm。测量时,先在主尺上读出被游标0线所对的主尺上的整数值(如35),然后,从游标上找出与主尺上刻线重合的一条刻线,设刻度线为5,根据这条刻线读出零件尺寸的尾数[即尾数 $=5 \times 0.1$ (mm)],则主尺上的读数加上游标上的读数 $[35 + 0.5 = 35.5$ (mm)]便是该零件的实际尺寸。

要得到更精确的读数,可把游标刻度的总长19mm或49mm分别刻成20刻度或50刻度,便可使精确度达到0.05mm或0.02mm。

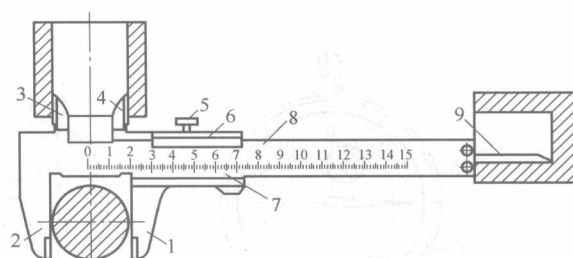


图 1-4 游标卡尺

1、4—活动量足 2、3—固定量足 5—锁紧螺钉
6—活动框架 7—游标 8—主尺 9—量条

四、千 分 尺

千分尺也叫螺旋测微器或分厘卡,其测量精度可以达到0.01mm,依用途不同又分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺等多种类型,每种类型又分成不同规格。

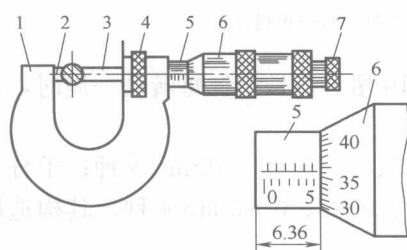


图 1-5 外径千分尺

1—弓形架 2—砧座 3—测杆 4—锁紧夹环 5—套管 6—外套 7—棘轮

外径千分尺(规格为0~25mm)的结构如图1-5所示。

外径千分尺由铸铁或钢制的弓形架、砧座、测杆、固定套管、转动套管和棘轮等构成。固定套管沿轴向有刻度值为0.5mm的刻线,等于测杆上的螺距,外套管上沿圆锥面一周刻有50等分的小格。因此,当外套管转动一小格时其测杆轴向移动0.01mm,外套管后面装有棘轮7,测量时,棘轮用以防止转动测杆3对工件产生过大的测量压力而影响测量精度。锁紧夹环用来夹紧测杆以固定测量结果。测量时,当测杆即将与工件接触时,继续转动棘轮至听到棘轮有“咯……咯”的空转声为止,拧紧夹环4便可在套管上读出工件的整数尺寸,再在外套管6上找出与基线对准的刻度,读出工件的小数尺寸,两数相加即得工件的实际尺寸。如图1-5中的读数为6.36mm。

五、百分表和千分表

百分表和千分表均是用来测量零件几何形状、相互位置偏差的测量工具,如图1-6为百分表的外形和结构示意图。由测杆、齿条、齿轮、弹簧、指针及表壳等构成。图中所示,百分表上测量杆7可以上下移动,并经过杆上的齿条1、小齿轮2、大齿轮3和小齿轮4使长指针转动。当测量杆上升1mm时,长指针即转动一周。表盘9被等分为100个刻度。长指针转一个刻度,即相当于测量杆上升或下降0.01mm。为了消除齿轮之间的间隙,在与小齿轮4相啮合的大齿轮5上,装有盘香形状的弹簧6。螺旋弹簧8的作用是形成一拉力使测量杆永远向下,以保证测量杆上触头总与零件相接触。

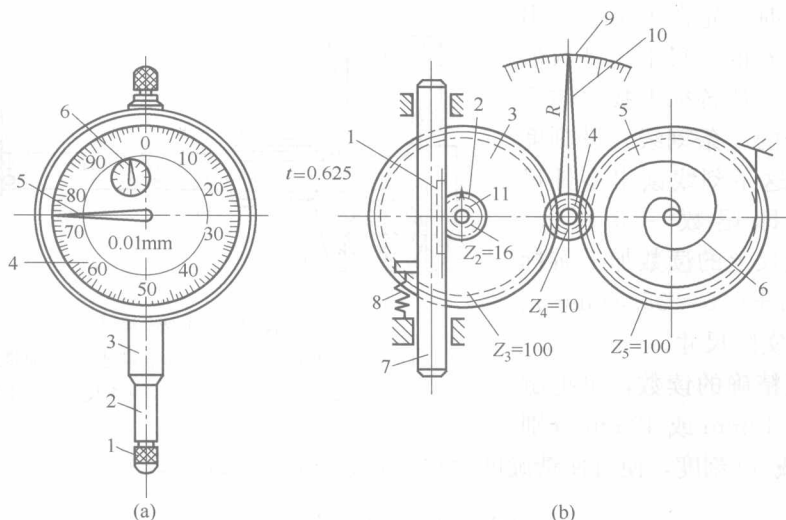


图 1-6 百分表外形图和结构示意图

- (a) 外形图 1—触头 2—测量杆 3—套筒 4—表盘 5—长指针 6—短指针
 (b) 结构示意图 1—齿条 2、4—小齿轮 3、5—大齿轮 6—盘香状弹簧
 7—测量杆 8—螺旋弹簧 9—表盘 10—长指针 11—短指针

表盘上的短指针刻度盘，其刻度值为 1mm，共有 10 格。当长指针每转动一周时，短指针即转动 1 小格。读数值应为两指针的总和。

百分表的测量精度为 0.01mm。测量范围分为 0~3、0~5、0~10mm 3 种；千分表的测量精度为 0.001mm，其测量范围分为 0~1、0~2、0~3、0~5mm 4 种，其构造原理与百分表相似。

六、平 尺

平尺又叫检验平尺。在机械几何精度检验中平尺作为测量基准来检验直线度、平面度和平行度；而在造纸设备安装过程中与水平仪和塞尺等配合可用来检测跨度水平。

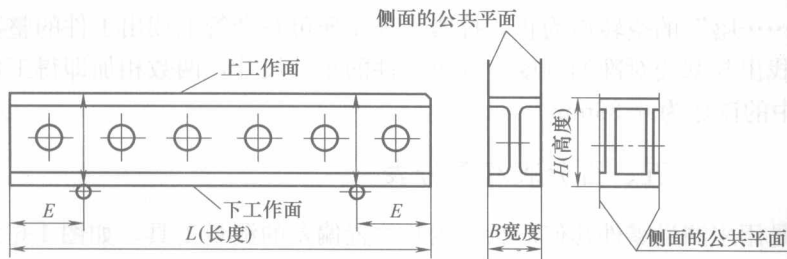


图 1-7 I、II 字型平尺

平尺的型式分为 I 字型、II 字型（见图 1-7）和桥型 3 种，规格由 300mm 至 6300mm 共 13 种，精度分为 00、0、1、2 共 4 级，如表 1-1 所示。

平尺使用注意事项：在测量跨度水平时，因有挠度存在，注意水平仪放置的位置应在平尺正中间；使用前先擦净尺面，用后涂薄层润滑脂后放入特制木盒中。木盒应以硬木制成，垫木间距不超过 1m，加上毡垫，防止碰撞；使用中不便放进木盒时则需用足够强度的钢丝垂直吊挂。

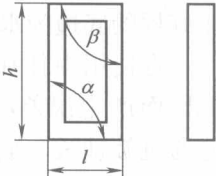
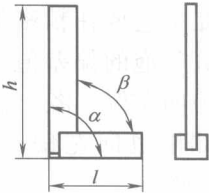
表 1-1 平尺的规格和精度

规格/mm			工作面规格/ μm						侧面对工作面的垂直度/ μm		
			直线度			平行度					
长	宽	高	00 级	0 级	1 级	00 级	0 级	1 级	00 级	0 级	1 级
400	30	75	1.6	2.6	5	2.4	3.9	8	8	13	25
500	30	75	1.8	3.0	6	2.7	4.5	9	9	15	30
630	35	80	2.1	3.5	7	3.2	5.3	11	11	18	35
800	35	80	2.5	4.2	8	3.7	6.3	12	13	21	40
1000	40	100	3.0	5.0	10	4.5	7.5	15	15	25	50
1250	40	100	3.6	6.0	12	5.4	9.0	18	18	30	60
1600	45	150	4.4	7.4	15	6.6	11.1	23	22	37	75
2000	45	150	5.4	9.0	18	8.1	13.5	27	27	45	90
任意 200			1.1	1.8	4						

七、90°角尺

90°角尺主要用来测量垂直度。有圆柱形、矩形和宽座角尺 3 种，精度和基本尺寸见表 1-2。

表 1-2 90°角尺的精度等级及基本尺寸

型式	简 图	精度等级	基本尺寸/mm	
圆柱角尺		00、0	h	d
			200	80
			315	100
			500	125
			800	160
矩形角尺		00、0、1	h	l
			200	125
			315	200
			500	315
			800	500
宽座角尺		0、1、2	h	l
			200	125
			315	200
			500	315
			800	500

角尺一般由合金工具钢或碳素工具钢制成并经稳定性处理，淬硬工作面，宽座角尺的挠度不得超过 $0.7\sqrt{h}\mu\text{m}$ 。

八、水 平 仪

水平仪用来测量设备的直线度、水平度、平面度、垂直度和微小倾角。常用的有钳工水平仪（又称条形水平仪）、框式水平仪、合像光学水平仪（精度为 0.01mm/m ），还有电子水平仪（精度更高）。另有连通管水平仪（多为自制的用来检测跨度水平）。

（一）水平仪的构造

框式水平仪和钳工水平仪的结构如图 1-8 和图 1-9 所示，其主要水平管为一弧形封闭的透明玻璃管，管内装满热的凝固点低的液体（酒精或乙醚），待液体凉后管内空出一部分空间被液体的饱和蒸气充满。玻璃管上端外部刻有刻度，间距为 2mm ，管的内壁是一曲率半径为 R 的圆弧形，若刻线距离为 L ，气泡移动所对应的角弧度为 φ ，则 $R=L/\varphi$ ，如图 1-10（a）（b）所示。 φ 不变时， R 越大，则水平仪的灵敏度越高。一般取 $L=2\text{mm}$ ，若 $\varphi=2''$ ，可求得 $R=206\text{m}$ ，相当于精度为 0.01mm/m 的一格刻度值。而对应于精度为 0.02mm/m 的水平仪其玻璃管曲率半径 R 为 103m 。

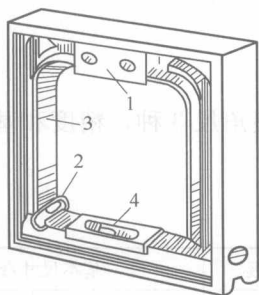


图 1-8 方框形（框式）水平仪

- 1—手捏块 2—辅助水平管
3—金属框架 4—主水平管

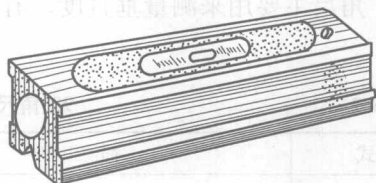


图 1-9 长方形（钳工式）水平仪

在制造时将制好的玻璃管放于铸铁或合金钢做成的金属框中，调整至管中气泡居中时将玻璃管固定。

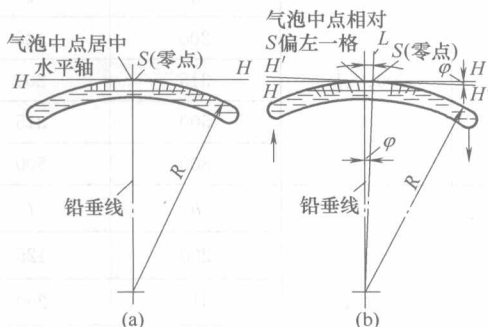


图 1-10 水平仪的工作原理

水平仪的规格尺寸如表 1-3 所示。

水平仪按分度值分为 3 组，Ⅰ组精度为 0.02mm/m ，Ⅱ组精度为 $0.03\sim 0.05\text{mm/m}$ ，Ⅲ组精度为 $0.06\sim 0.15\text{mm/m}$ 。

在使用中往往由于制造或使用上的原因而产生误差，导致测量不准，此时应通过旋动玻璃管顶端的偏心螺钉予以调整。检验水平仪误差最简单的方法，是把它放在精密的标准水平平台上，视其气泡的偏差值。如果在标准平台上气泡向左偏一格，然后放在被测量表面上，如果也向左偏一格，说明被测量表面是水平的。

表 1-3

条式和框式水平仪的外形尺寸 (GB/T 16455—2008)

单位: mm

名称	长 L	宽 B	高 H	V 形工作面角度	名称	长 L	宽 B	高 H	V 形工作面角度
框式水平仪	100	25~35	100	120°或 140°	条式水平仪	100	30~35	30~40	120°或 140°
	150	30~40	150			150	35~40	35~45	
	200	35~45	200			200	40~45	40~50	
	250	40~50	250			250	40~45	40~50	
	300	40~50	300			300	40~45	40~50	

(二) 水平仪的读数方法

由于水平仪气泡有零位偏差及温度影响会使气泡的长短发生变化, 因此常用以下一些读数方法。

1. 绝对值读数法 (平均读数法)

由水准气泡两端分别读数, 取两端气泡偏离基准线的读数平均值作为测量结果。如图 1-11 所示。图中左端右偏 1 格, 右端右偏 2 格, 则其平均值为 1.5 格, 即被测面右边高 1.5 格。这样知道水平仪的精度即可求出某长度范围内实际偏差值。一般在需要测出被测面与理想平面的夹角或测量精度要求高时均可用绝对值法。

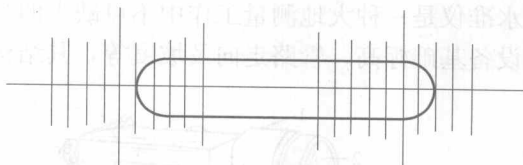


图 1-11 水平仪水准泡位置

2. 相对值读数法

用来测量大型零件的直线度。测量时先把零件全长等分为若干等分

(节距), 从一端起对每节距依次测量, 所以又叫节距测量法。以第一个节距读数为 0 (不论水准泡偏离的格数为多少), 第二个节距检测时只记录水准泡同端偏离第一个节距时所在位置的格数, 若水准泡偏移方向相同时读数为“+”值, 若方向相反则记“-”值, 依次类推, 直至测完为止, 因第二节距以后各节距均与第一节距读数相比较, 所以称为相对读数法。此法优点是可避免水准气泡零位偏差的影响, 而且读数方便。因此常用于导轨等长大零件平直度检查。若增加某些限制条件亦可扩大应用范围, 如纵向水平度检查。

3. 读数算法

在使用误差比较小的水平仪测量设备的水平度时, 可在被测量面上测量一次后, 再在原位置旋转 180°测量第二次, 利用两次读数的结果加以计算修正。其测量结果可能有如下 4 种情况:

(1) 测量时, 水平仪第一次读数为零, 第二次读数也为零, 则说明被测量表面呈水平状态, 水平仪的误差为 0。

(2) 第一次读数为零, 第二次读数不为零, 则说明被测表面和水平仪都有误差, 并且两者的误差值相等, 都等于第二次读数值的一半。

(3) 两次读数都不为零, 而且气泡都向一个方向偏移, 这时被测平面的偏差为两次读数值的和除以 2; 而水平仪误差为两次读数值的差除以 2。

(4) 两次读数都不为零, 但气泡偏移方向相反, 这时被测面的偏差为两次读数值的差

除以 2；水平仪本身误差是两次读数的和除以 2。

此法除了可现场检验水平仪偏差外，也可用于要求精密调整的设备水平度的检查。

(三) 水平仪的使用维护

(1) 使用水平仪测量前，必须将被测量表面与水平仪工作表面擦干净，以防测量不准确或擦伤工作表面。

(2) 使用水平仪时，必须手握仪器的握手，不要用手触动气泡玻璃管，也不要对着玻璃管呼吸，以防影响水平仪的读数精度。看水平仪时，视线要垂直对准气泡玻璃管，否则读数不准。

(3) 测量过程中，对水平仪要轻拿轻放。水平仪应放置在加工平面上测量，且不得在被测面上拖拉，在撬动设备或敲打垫铁时，必须将水平仪移开。

(4) 使用前应使水平仪与被测件等温，并避免手温及其他热源影响测量精度。

(5) 安装跨距大，无合适平尺测量时可自制连通管水平仪测量，也可达到一定的精度要求。

九、水准仪

水准仪是一种大地测量工作中不可缺少的光学仪器，在机械设备安装过程中经常用来测量设备基础标高、管路走向及坡度等，其结构如图 1-12 所示。

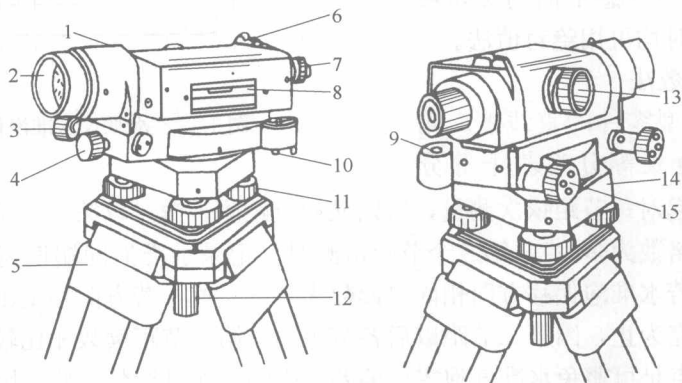


图 1-12 水准仪构造

1—准星 2—物镜 3—微动螺旋 4—制动螺旋 5—三脚架 6—照门 7—目镜 8—水准管 9—圆水准器 10—圆水准器校正螺钉 11—脚螺旋 12—连接螺旋 13—对光螺旋 14—基座 15—微倾螺旋

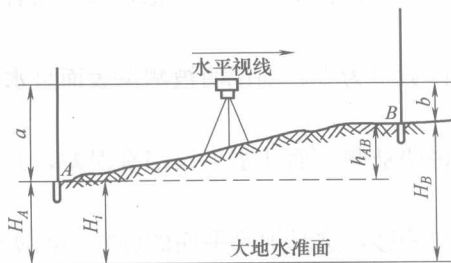


图 1-13 水准仪测量原理

(一) 水准仪测量原理

利用水准仪提供一条水平视线，借助于带有刻度的标尺来测量地面两点之间的高差，从而由高差和已知点的高程推算未知点的高程。

如图 1-13 所示，若已知 A 点的高程 H_A ，欲确定 B 点的高程 H_B ，则可在 A、B 两点各竖立标尺，将水准仪安置在 A、B 两点中间。当视准轴水平时得 A 点标尺上读数 a ，B 点上标尺读数 b ，A、B 两点高差为：