

机械工人职业技能培训教材

高级

钳工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社

机械工人职业技能培训教材

高级钳工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书是根据原劳动部、机械工业部联合颁发的《职业技能鉴定规范》中高级钳工内容而编写的。主要内容有：畸形和大型工件的划线；精密测量仪器及其应用；机械的装配与工艺规程的编制；机器运行时的振动和噪声的检测；现代制造技术等。

图书在版编目 (CIP) 数据

高级钳工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编. -北京:
机械工业出版社, 1999. 4

机械工人职业技能培训教材

ISBN 7-111-06842-4

I. 高… I. 机… III. 钳工-技术培训-教材 N.TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 02632 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 朱 华 版式设计: 张世琴 责任校对: 李秋荣

封面设计: 姚 毅 责任印制: 路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 2 月第 1 版第 3 次印刷

850mm×1168mm^{1/32}·7.375 印张·插页 1·190 千字

10 001--13 000 册

定价: 12.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

机械工人职业技能培训教材与题库 编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发	(常务)
委员	于新民	田力飞	田永康	关连英
	刘亚琴	孙旭	李明全	李玲
	李超群	吴志清	张岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			
本书主编	黄涛勋			
参编	强瑞鑫	吴志远		
本书主审	陈家芳			

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套，为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行，各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能，具备一定的包括职业技能在内的职业素质，才能胜任工作，把工作做好，为社会做出应有的贡献，实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天，更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系到行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下，企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益；才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训，重视工人培训教材等基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间，先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》149种，《机械工人操作技能培训教材》85种，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种，基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业针对性、实用性强，职业工种覆盖面广，层次齐备和成龙

配套等特点，受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1994年以来，我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》，逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求，进一步提高机械行业技术工人队伍的素质，实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标，我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》，使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时，又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核题库》，共87种，以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的，包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”（主要是“专业知识”部分）和“技能要求”分三册编写，适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用；对多个工种有共同要求的“基本知识”，如识图、制图知识等，另编写了公共教材，以利于单科培训和工人自学提高。题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点，采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语；各工种教材则更加突出了理论和实践的结合，将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体，形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此，谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！教材中难免存在不足和错误，诚恳希望专家和广大读者批评指正。

机械工业职业技能鉴定指导中心

目 录

前言

第一章 畸形和大型工件的划线	1
第一节 畸形工件的划线	1
第二节 大型工件的划线	7
复习思考题	16
第二章 精密测量仪器及其应用	17
第一节 常用精密测量仪器的基本原理	17
第二节 精密测量仪器在机械制造和装配中的应用	26
复习思考题	52
第三章 机械装配与工艺规程的编制	54
第一节 装配在机械制造中的重要性	54
第二节 T68 型卧式镗床总装配	56
第三节 工艺规程的编制	63
复习思考题	72
第四章 高速、精密和大型机械的装配调整	73
第一节 高速机械的装配调整	73
第二节 精密机械的装配调整	92
第三节 大型机械的装配和调整特点	122
复习思考题	131
第五章 机器运行时的振动和噪声的检测	133
第一节 振动的概念	133
第二节 旋转机械振动标准	140
第三节 振动测量	144
第四节 油膜振荡的概念	149
第五节 噪声的概念	151
复习思考题	156
第六章 现代制造技术	158

第一节 概述	158
第二节 成组生产技术	162
第三节 计算机的应用	172
第四节 数控加工	174
第五节 数控机床主要机械部件的结构和安装调整	181
复习思考题	224

第一章 畸形和大型工件的划线

培训要求 掌握划线的基准选择及畸形和大型工件的划线方法。

第一节 畸形工件的划线

一、传动机架的划线实例

1. 传动机架图样的工艺分析 图 1-1 所示是传动机架的零件图,从图中可知该零件外形是不规则的, $\phi 40^{+0.025}_0$ mm 孔的中心线与 $\phi 75^{+0.05}_0$ mm 孔的中心线成 45° 角度, 而且其交点在空间不在工件本体上, 由于两孔的交点在空间, 给划线尺寸控制带来一定的难度。为此, 划线时需要划出辅助基准线和在辅助夹具的帮助下才能完成。为了尽可能减少安装次数, 在一次安装中尽可能多地划出所有加工尺寸线, 因此, 可利用三角函数解尺寸链的方法来减少安装次数。

2. 传动机架的划线过程 将工件预紧在角铁上, 如图 1-2a 所示。以划线平板台面为基准, 使 A、B、C 三个凸缘部分中心尽可能调整到同一条水平线上(用划规预先找出每个孔的中心点, 减少立体划线时重复调整)。同时用 90° 角尺检查上、下两个凸台表面, 使其与划线平板台面垂直; 然后将工件和安装角铁同时转动 90° , 使角铁大平面紧贴平板台面, 如图 1-2a 所示。用划线盘找正 D、E 两凸缘部分毛坯表面与平板台面平行。经过以上找正后将工件与角铁紧固。

(1) 图 1-2a 安放位置为第一划线位置。通过 A、B、C 三个中心点划出中心线 I-I 基准线, 同时, 建立划线基准尺寸 a , 并按

尺寸 $a + \frac{364\text{mm}}{2} \cos 30^\circ$ 和 $a - \frac{364\text{mm}}{2} \cos 30^\circ$ 分别划出上、下两个

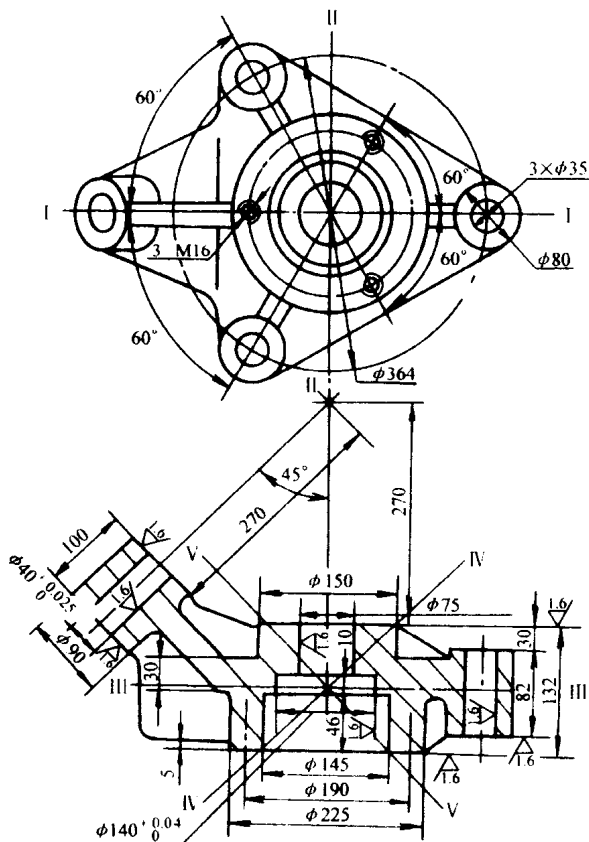


图 1-1 传动机架

φ35mm 孔的中心线。

(2) 图 1-2b 所示安放位置为第二划线位置。首先找正 φ75mm 外圆的中心点，划出 II - II φ75mm 孔的中心线为第二划线基准尺寸 b ，并按 $b + \frac{364\text{mm}}{2} \sin 30^\circ$ 和 $b - \frac{364\text{mm}}{2}$ 分别划出上、下共三个 φ35mm 孔的中心线。

(3) 图 1-2c 所示位置为第三划线位置。根据工件毛坯厚度，确定各凸台两端的加工余量，找正后划出中心线 III - III，为第三划线

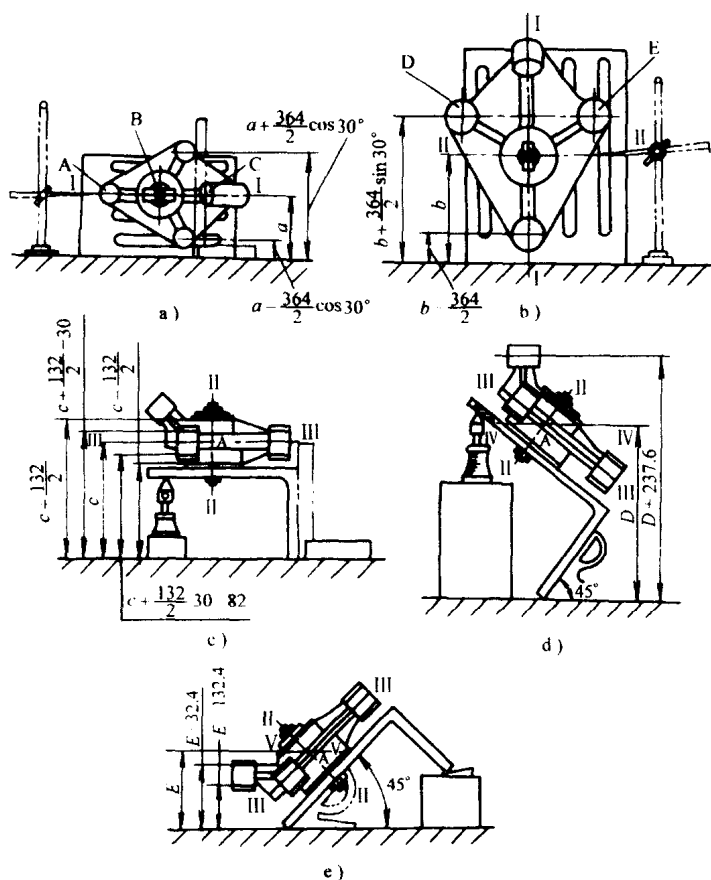


图 1-2 传动机架的划线

基准线确立与Ⅱ-Ⅱ相交点A。同时建立划线基准尺寸 c 。按尺寸 $c + \frac{132\text{mm}}{2}$ 和 $c - \frac{132\text{mm}}{2}$ ，分别划出中部 $\phi 150\text{mm}$ 凸台两端面的加工线；同时按尺寸 $c + \frac{132\text{mm}}{2} - 30\text{mm}$ 和 $c + \frac{132\text{mm}}{2} - 30\text{mm} - 82\text{mm}$ 分别划出三个 $\phi 80\text{mm}$ 凸台的两端面加工线。

(4) 将角铁斜放(图 1-2d)，并用 45° 角铁或万能角度尺进行

校正固定,按图样要求使角铁与平板表面成 45° 倾角,为第四划线位置。通过 I-I 与 III-III 交点 A,划出辅助基准 IV-IV,确立划线基准尺寸 D。按图样尺寸求出平板到 $\phi 40\text{mm}$ 孔的中心线的划线尺寸,按尺寸 $\left[\left(270\text{mm} + \frac{132\text{mm}}{2} \right) \sin 45^\circ \right] = 237.6\text{mm}$, $D + 237.6\text{mm}$ 划出 $\phi 40\text{mm}$ 孔的中心线,此中心线与已划出 I-I 中心线相交点,即为 $\phi 40\text{mm}$ 孔的圆心。

(5) 将角铁向另一方向倾斜成 45° ,用角铁或万能角度尺进行校正固定,如图 1-2e 所示,为第五划线位置。通过交点 A,划出第二辅助基准线 V-V,确立划线基准尺寸 E,按尺寸 $E - \left[\left(270\text{mm} - \left[270\text{mm} + \frac{132\text{mm}}{2} \right] \sin 45^\circ \right) \right] = E - 32.4\text{mm}$ 划出 $\phi 90\text{mm}$ 凸台毛坯孔上端面的加工线;同样按尺寸 $E - \left[\left(270\text{mm} - \left[270\text{mm} + \frac{132\text{mm}}{2} \right] \sin 45^\circ \right) \right] - 100\text{mm} = E - 32.4\text{mm}$ 划出 $\phi 90\text{mm}$ 凸台毛坯孔下端面的加工线。

(6) 从角铁上卸下工件,在 $\phi 75\text{mm}$ 孔和 $\phi 145\text{mm}$ 孔内装入中心塞铁(或嵌入铅块),用钢直尺连接已划出的中心线,作交接圆心,并用划规划出各孔的圆周加工线。

(7) 用样冲等距冲出各加工线及圆弧交接点。

二、精密凸轮的划线

凸轮机构是机械自动化控制的重要元件,通过凸轮轮廓曲线的变化,可组成各种复杂的运动,如送料、切割、冲压、包装等自动或半自动的机械运动。从动件的运动规律是通过凸轮的轮廓曲线来实现传递运动。

凸轮的形状归纳起来可分为:盘形凸轮、圆柱形凸轮和块状凸轮三种。凸轮机构中从动件与凸轮组合,能使各种机械运动按规定的程序进行周期性间歇或连续的直线往复或摆动。凸轮的轮廓曲线是根据从动件的动作要求设计的,常用的凸轮轮廓曲线有等速运动曲线、等加速、等减速运动曲线、余弦加速度运动(简谐运动)曲线及正弦加速度运动曲线等。

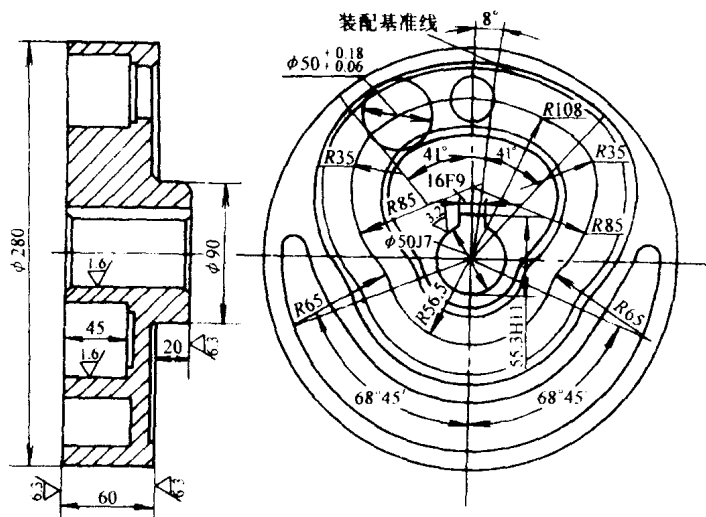


图 1-3 盘形端面沟槽凸轮

以上各种凸轮都可以通过对坯料的划线，制作出凸轮的轮廓曲线，图 1-3 所示为盘形端面沟槽凸轮。从图样中可知，凸轮的实际轮廓曲线，由内槽曲线构成。从动件滚子沿内槽曲线轨迹运动，内槽曲线有数个不同圆的弧相切组成，其每个圆弧的中心分别设在相关圆的半径线上。因此，划线时应先将内槽滚子中心运动曲线（即理论轮廓曲线）划出，然后作与滚子运动轨迹相关的圆弧相切曲线，也就是凸轮的实际轮廓曲线。

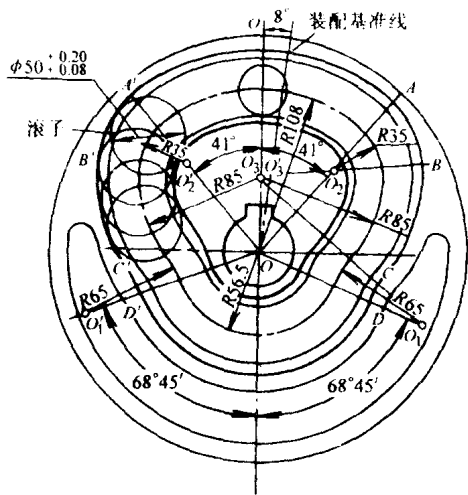


图 1-4 盘形端面沟槽凸轮划线

下面就图 1-3 所示的盘形端面沟槽凸轮为例,试作划线,其划线过程按图 1-4 方法进行。

(1) 将按图 1-3 制成的坯件装夹在分度头上,校正 $\phi 50\text{mm}$ 内孔和端面。

(2) 用高度游标卡尺确定分度头中心至平板台面尺寸 A , (系分度头中心高尺寸) 划出中心十字线及 8° 装配基准线,转动分度头分别划出 41° 及 $68^\circ 45'$ 的分度线。

(3) 转动分度头划出 $A+R108\text{mm}$ 的圆弧线,分别与两条 41° 分度线相接。

(4) 转动分度头划出 $A-R56.5\text{mm}$ 的圆弧线,分别与两条 $68^\circ 45'$ 的分度线相接。

(5) 分别将 $R65\text{mm}$ 所在 $68^\circ 45'$ 两条分度线转至分度头中心下方垂直位置,高度游标卡尺定出 $A-56.5\text{mm}-65\text{mm}$ 尺寸,划出左、右两个 $R65\text{mm}$ 圆弧的圆心 O_1 、 O_1' 。

(6) 分别以 O_1 、 O_1' 为圆心, $R65\text{mm}$ 为半径用划规分别划出两条圆弧与 $R56.5\text{mm}$ 圆弧和水平中心线相接。

(7) 转动分度头,分别将 41° 分度线转至分度头中心上方垂直位置,用高度游标卡尺定出 $A+(R108\text{mm}-R35\text{mm})$ 尺寸,在 41° 分度线上划出 $R35\text{mm}$ 的圆心 O_2 、 O_2' 。

(8) 分别以 O_2 、 O_2' 为圆心、 $R35\text{mm}$ 为半径,用划规分别划出两条圆弧与 $R108\text{mm}$ 圆弧相切的左、右两个圆弧。

(9) 划 $R85\text{mm}$ 圆弧,由于 $R85\text{mm}$ 圆弧是外切于 $R65\text{mm}$ 的圆弧、内切于 $R35\text{mm}$ 的过渡圆弧。划线时先以 O_1 为圆心, $R65\text{mm}+R85\text{mm}$ 为半径划圆弧,得交点 O_3 ,为 $R85\text{mm}$ 圆弧的圆心,以 O_3 为圆心、 $R85\text{mm}$ 为半径,用划规划出与 $R65\text{mm}$ 、 $R35\text{mm}$ 圆弧相切的过渡圆弧。

用同样方法划出另一以 O_3 为圆心相切的过渡圆弧,至此已完成凸轮的全部理论轮廓线的划线。

(10) 划凸轮实际轮廓线时,以凸轮理论轮廓曲线为中心,滚

子直径 $\phi 50^{+0.18}_{-0.06}\text{mm}$ 的 $\frac{1}{2}$ 为半径, 在已划出的理论曲线上均匀地取一系列的点为圆心, 划一系列的圆。作与这些滚子圆相切的内、外两条包络连接切线。

(11) 作凸轮轮廓曲线特殊点的标记, 作与键槽中心线偏移 8° 的装配基准线上标记。分别作 O 与 O_2 , O 与 O_2 连接延长线与轮廓曲线相交的 A 、 A' 公切点。作连接 O_3 与 O_2 , O_3 与 O_2 的延长线与轮廓曲线相交于 B 、 B' 的公切点。作连接 O_3 与 O_1 , O_3 与 O_1 的延长线与轮廓曲线相交于 C 、 C' 的公切点。作连接 O 与 O_1 , O' 与 O_1 的延长线与轮廓曲线相交于 D 、 D' 的公切点。

用样冲轻轻冲出 A 、 B 、 C 、 D 及 A' 、 B' 、 C' 、 D' 各公切点的标记。

第二节 大型工件的划线

大型工件划线不同于一般工件的立体划线, 其特点是工件的重量大、不易安放、转位困难、超长、超高是其突出的问题。无法借助平板划线, 对于一些超大机体只能就地安放在水泥基础的调整垫铁上, 另设划线用导轨。另外突出的问题是划线参照基准困难, 通常利用拉线和吊线的方法作为辅助划线基准。因此, 对于这类大型机体的划线, 需要几个人协作才能完成, 劳动强度大、效率低。

一般大型工件划线如条件允许, 尽可能安放在划线平板上进行。大型工件安放在平板上划线, 经常会遇到平板长度、宽度不够等问题。如果工件超出不多的可利用工件移位分段划线, 先将平板部分的线划完后再将工件移位找正后划出另一部分。这种方法对于不具备大型平板条件的能解决生产实际问题。

分段划线由于要将工件移位、调整, 增加了工作量, 效率较低, 而且划线误差也较大。因此, 有条件的尽可能采用平板拼接来扩大划线平板的工作范围, 能取得较好的效果。

平板拼接在大型工件划线中应用较多, 平板拼接对划线质量有很大的影响。常用的拼接方法: 如把几块平板紧密拼接成一个

大型平板，如图 1-5 所示，用长的平尺作“米”字型交接检查，（利用透光法或塞尺检查）这种方法简便有效，可在安装中快捷地将平板拼接完成，拼接精度高，可达到 0.05mm 以内。

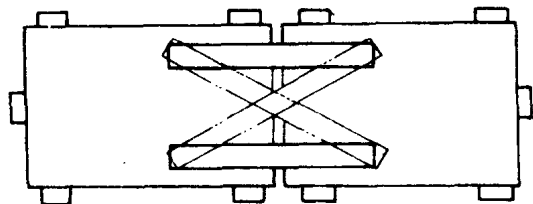


图 1-5 平尺检测拼接平板

水准法对离散平板拼接大型平板的检测，如图 1-6 所示。在拼接的大平板

附近相应高度处，放置一盛水器具，接一软胶管，另一端接带座的有刻度值的水准玻璃管（刻度值决定平板的拼接精度）。选定某一块平板为基准（预先用水平仪调整水平状态），测量其余拼接平板的等高度及平行度误差。平板的拼接精度由水准管和水平仪配合使用所决定。

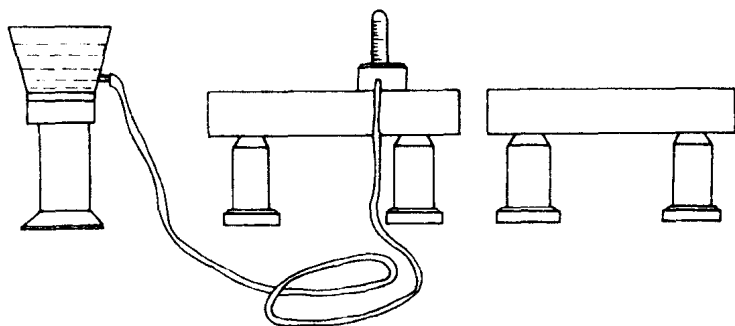


图 1-6 水准法检测拼接大型平板

在大型平板拼接工艺中，应用经纬仪进行检测，其精度和效率比传统平板拼接工艺好。平板在拼接过程中可以做到一次调整到位。如图 1-7 所示，经纬仪设在平板外任一处，标尺安放在被测平板上，调整经纬仪的高度以及垂直度盘于 90° 水平位置，望远镜分划板中十字线对准标尺上某一刻度值，如图 1-8 所示。测量时，将标尺移置被测平板任一处，均与标尺十字线重合，被测平板调整到位后再将标尺移置拼接平板上，使所有拼接平板在四角部位

都能调整到与十字线重合。

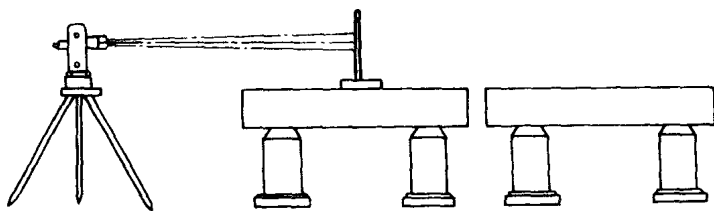


图 1-7 经纬仪检测拼接平板

拼接平板在安放调整中,利用经纬仪测距望远镜中分划板上,上、下两短线与标尺上所对应的刻度值,可求得测站点到标尺之间的距离,并可通过计算测得平板某一点的等高度调整量值。望远镜中十字线所对准的被测平板标尺上的示值,与原基准平板上标尺所确定的示值差(通过垂直度盘读数直接读出),可用平板调整量公式可求得实际调整量。

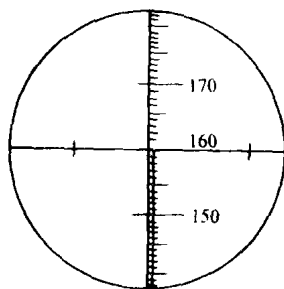


图 1-8 望远镜的十字线

经纬仪测距公式

$$D = KL + C = 100L$$

式中 D ——标尺到测站点的距离 (mm);

L ——上下视距丝在标尺上下所截长度 (mm);

K ——视距乘常数, $K=100$;

C ——视距加常数, $C=0$ 。

平板调整量公式

$$\delta = 2KL \frac{\tan(90^\circ - \alpha)}{2}$$

式中 δ ——平板实际调整量 (mm);

α ——被测平板垂直度盘读数 ($^\circ$);

K ——视距乘常数, $K=100$;

L ——上下视距线在标尺上所截长度 (mm)。