

煤矿测量手册

下册

(修订本)

煤矿测量手册

下 册

(修 订 本)

中国统配煤矿总公司生产局组织修订

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本手册全面系统地阐述了煤矿矿井(露天)基建、施工、生产各个阶段的测绘工作方法和基本理论,内容比较实用,可作为煤矿测量技术人员的工具书。本手册分上、下两册出版,本书为下册。

本书共分三篇,内容主要介绍井巷及硐室施工测量、特殊凿井工程测量、露天矿测量、地表及岩层移动与变形的观测与预计、“三下”采煤及地面保护等。

本书供煤矿测量技术人员、有关院校师生及其它矿山的测量技术人员使用。

责任编辑:吕代铭 牟金锁

煤 矿 测 量 手 册

下 册

(修 订 本)

中国统配煤矿总公司生产局组织修订

煤炭工业出版社 出版

(北京安业门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092\text{mm}^{1/16}$ 印张 $32^{3/4}$

字数785千字 印数 I—15,100

1979年12月第1版

1990年12月第2版 1990年12月第2次印刷

ISBN 7-5020-0398-3/TD·364

书号 3188

定价 16.10元

前 言

《煤矿测量手册》自1979年问世以来,受到广大矿山测量工作者的欢迎,书刚出版很快就销售一空,很多单位和个人纷纷来函要求再版重印。为此,我们在原版的基础上,做了较大的增删、修改,重新出版,以满足广大读者的迫切要求。

随着测量科学的发展,新理论、新技术、新仪器的出现,特别是计算机在测量工作中的应用,对传统的测量和计算方法提出了新的要求。因此,在这次《手册》修改中,对原书的多数章节做了较大改动,删掉了典型图形平差等目前已经不太适用的平差方法,对某些计算部分做了相应的变动。在平差理论阐述和公式推导中尽量运用数理统计和矩阵代数理论知识,增补了测边网和边角网的平差方法和利用误差椭圆估算近井点的精度等内容。此外,还增加了地面导线测量、光电测距仪的检测与应用、陀螺经纬仪定向测量、特殊凿井工程测量等。地表岩层移动部分也做了较大的修改,增加了“井筒及工业广场煤柱开采”一章。这次修编,还改正了原书中的个别错误,并删减和增补了附录部分。

参加本《手册》修编的有:桑光灿、何滔、王绍林、周国铨、陆飞伟、田佩俊、张鸣权、罗志亦、张达学、简传鲁、朱仁诒、邢永昌、石锦昌同志。由桑光灿、何滔、王绍林同志统校。

本书蒙中国矿业大学、煤炭科学研究总院唐山分院、吉林省煤炭工业局、阜新矿业学院、焦作矿业学院、煤炭科学研究总院北京开采所、淮南矿务局、兖州矿务局、抚顺矿务局、铜川矿务局等单位的大力支持,派人参加修编工作,通化矿务局和吉林省浑江市煤炭工业管理局为本书修编在工作上和物质上给予了支持,在此一并表示感谢。

中国统配煤矿总公司生产局

1990年8月

目 录

第四篇 施 工 测 量

第一章 井口位置的标定和地面建筑物施工测量	2
§ 1-1 基本标定方法	2
§ 1-2 井筒中心和井筒十字中线的标定	5
§ 1-3 工业广场建筑物施工测量	8
§ 1-4 工业广场的平整测量	12
§ 1-5 建筑物的变形观测	14
第二章 井巷及硐室的施工测量	18
§ 2-1 立井井筒掘砌时的施工测量	18
§ 2-2 马头门及装载硐室的施工测量	29
§ 2-3 井底车场巷道的施工测量	37
§ 2-4 巷道中腰线的标定方法	45
§ 2-5 激光指向仪在井巷施工测量中的应用	52
第三章 提升设备安装时的测量工作	61
§ 3-1 概述	61
§ 3-2 罐道梁和罐道安装时的测量工作	62
§ 3-3 井架安装和井塔施工时的测量工作	64
§ 3-4 绞车安装时的测量工作	73
第四章 特殊凿井工程测量	78
§ 4-1 冻结法凿井时的测量工作	78
§ 4-2 注浆法凿井时的测量工作	88
§ 4-3 帷幕法凿井时的测量工作	89
§ 4-4 钻井法凿井时的测量工作	90
§ 4-5 沉井法凿井时的测量工作	96
第五章 立井井筒延深时的测量工作	101
§ 5-1 测定原井筒中心坐标和十字中线方位角	102
§ 5-2 延深井筒中心和十字中线的标设方法	107
第六章 矿区铁路专用线测量	111
§ 6-1 定线测量	112
§ 6-2 曲线的测设	113
§ 6-3 线路纵、横断面的测绘	124
§ 6-4 线路施工测量	129
§ 6-5 铁路连接线和站场的测量	134

第五篇 露 天 矿 测 量

第一章 露天矿控制测量	142
§ 1-1 露天矿基本控制测量方法和要求	142
§ 1-2 露天矿独立平面坐标系统与矿区坐标系统的换算	142

§ 1-3 露天矿平面工作控制测量	145
§ 1-4 露天矿高程控制测量	167
第二章 露天矿采剥场测量	170
§ 2-1 采剥场验收测量	170
§ 2-2 露天矿技术境界测量	185
§ 2-3 开掘沟道测量	188
§ 2-4 爆破工作测量	189
§ 2-5 露天矿提升绞车道和阶段栈桥的测量	194
§ 2-6 露天矿防排水工程测量	197
第三章 排土场测量	200
§ 3-1 排土场测量的主要任务	200
§ 3-2 排土场排弃面积的计算和境界标定	200
§ 3-3 排土场测图	202
§ 3-4 排土场贫矿储存区验方测量	203
§ 3-5 排土场杂煤回收区的测量	205
§ 3-6 排土场下沉观测	206
第四章 露天矿开拓煤量和回采煤量的管理	208
§ 4-1 开拓煤量和回采煤量的计算范围和方法	208
§ 4-2 回采率及其计算方法	214
§ 4-3 开拓煤量和回采煤量的可采期限	214
第五章 露天矿测绘资料	216
§ 5-1 矿图种类和矿图绘制的基本要求	216
§ 5-2 测量原始资料与成果计算资料	221

第六篇 地表与岩层移动及“三下”采煤

第一章 基本概念与我国部分煤矿的地表移动参数	224
§ 1-1 基本概念	224
§ 1-2 我国部分煤矿的地表移动参数	228
第二章 地表与岩层移动及“三下”采煤观测	234
§ 2-1 地表移动观测	234
§ 2-2 岩层内部观测	252
§ 2-3 建筑物下采煤观测	254
§ 2-4 铁路下采煤观测	257
§ 2-5 水体下采煤观测	262
第三章 地表移动与变形预计及参数的确定	264
§ 3-1 地表移动与变形最大值的计算	264
§ 3-2 典型曲线法和负指数函数法	267
§ 3-3 概率积分法	312
第四章 建筑物下采煤	361
§ 4-1 地下开采对建筑物的影响	361
§ 4-2 建筑物破坏等级	362
§ 4-3 建筑物保护类型	366

§ 4-4 砖墙承重建筑物的保护	367
§ 4-5 高耸构筑物的保护	379
§ 4-6 管道的保护	381
§ 4-7 采动区新建建筑物设计要点	383
§ 4-8 我国建筑物下采煤实例	384
第五章 铁路下采煤	390
§ 5-1 路基的移动及其处理	390
§ 5-2 线路上部建筑的移动和维修	395
§ 5-3 铁路桥涵下采煤	401
§ 5-4 通讯和信集闭线路下采煤	405
§ 5-5 安全措施	405
§ 5-6 我国铁路下采煤实例	408
第六章 水体下采煤	412
§ 6-1 地质采矿条件和导水裂缝带高度的关系	412
§ 6-2 导水裂缝带高度的计算	415
§ 6-3 水体下采煤的技术措施	418
§ 6-4 水体下采煤实例	422
第七章 井筒及工业广场煤柱开采	424
§ 7-1 概述	424
§ 7-2 井筒煤柱开采方法	425
§ 7-3 井筒煤柱开采引起的井筒变形	429
§ 7-4 井筒变形计算	432
§ 7-5 保护措施	435
§ 7-6 井筒煤柱开采的观测工作	440
第八章 减小地表移动与变形的措施	444
§ 8-1 防止地表突然下沉的措施	444
§ 8-2 减小地表下沉的措施	444
§ 8-3 减小地表变形的措施	448
第九章 保护煤柱的留设方法	451
§ 9-1 保护煤柱设计原则	451
§ 9-2 设计保护煤柱的方法	453
§ 9-3 保护煤柱设计实例	460
第十章 露天矿边坡滑动观测	470
§ 10-1 观测站设计与设置	470
§ 10-2 观测工作	472
§ 10-3 观测成果的整理分析	473
§ 10-4 图纸资料	478
§ 10-5 滑落面及其倾角的求解方法	479
§ 10-6 滑坡观测工作总结报告提要	479

附 录

附录一 误差积分表	481
-----------------	-----

附录二 常用数学公式	482
附录三 字母表	516

第 四 篇
施 工 测 量

4

第四篇 施工测量

第一章 井口位置的标定和地面建筑物施工测量

§ 1-1 基本标定方法

在实地标定长度、角度、直线、点的平面位置和高程位置，是施工放样中的基本测量工作。具体标定方法见表4-1-1。

表 4-1-1

标定项目	标定示意图	标定方法
水平角 β 的一般标定		已知：实地A、B两点 方法：在A点安置经纬仪，后视B点，用正倒镜分别拨 β ，标出C'、C''点，取C'C''的中点C ₁ ，则 $\angle BAC_1$ 为标定角
水平角 β 的精确标定		已知：实地A、B两点 方法：依上法标定 $\angle BAC_1$ 后，用经纬仪实测 $\angle BAC_1$ ，并用钢尺量AC ₁ 长度 l 。然后计算 $\Delta\alpha = \beta - \angle BAC_1$ 和 $l_{CC_1} = l \frac{\Delta\alpha''}{\rho''}$ 。沿C ₁ A的垂线方向量 l_{CC_1} 定出C点，则 $\angle BAC$ 为标定角
水平距离L的标定		已知：A点的实地位置和AC'方向 方法：（1）沿AC'方向标出1、2两点，使A1、12小于整尺长，并用钢尺量出其长度，加入各项改正数后，求得其实地距离 l_{A1} 、 l_{12} ，计算 $l_{2C} = L - (l_{A1} + l_{12})$ （2）沿2C'方向用钢尺施加标准拉力丈量 $2C = l_{2C} - (\Delta l_R + \Delta l_t + \Delta l_A)$ ，标出C点，AC即为标定距离
内插归化法标定直线		已知：A、B两点，在AB方向上标定若干点 方法：（1）将经纬仪置于A点，瞄准B点并固定照准部。按简单定线法由A向B或由B向A标定出AB直线上的1'至(n-1)'点 （2）经纬仪在A点上，分别测出 $\Delta\beta_i$ ，再计算归化值 ϵ_i ，即 $\epsilon_i = \frac{\Delta\beta_i}{\rho} \cdot \frac{i}{n} \cdot L$ （设n-1点均匀分布） （3）根据各点归化值标出直线AB中间各点1、2、……、n-1

标定项目	标定示意图	标定方法
侧方交会法标定 点C的平面位置		已知: (同上) 方法: (1) 根据A、B坐标和待定点C的设计坐标, 计算数据β_B、γ和距离l_{AC}及系数$K = \frac{l_{AC}}{\sin \gamma}$ (2) 标定时, 先在B点(或A点)测设一个前方交会角β_B(或β_A), 在待定点附近标定一个过渡点C'。然后在C'点上安置经纬仪测定$\angle BC'A = \gamma'$。若C'点偏离设计点的位置, 则$\gamma' \neq \gamma$, 此时$\Delta\gamma = \gamma - \gamma'$ (3) 计算归化值$\epsilon = K \frac{\Delta\gamma}{\rho}$, 利用$\epsilon$值沿$C'B$方向标出C点位置
线交会法标定 C点的平面位置		已知: (同上) 方法: 分别以A、B点为圆心, l_{AC}和l_{BC}为半径作圆弧, 两圆弧交点C为标定点
直角坐标法标定 P点的平面位置	第一种情况 第二种情况	已知: 实地两互相垂直的轴线Ox'、Oy'及P点至两轴的垂距l_{OP1}、l_{OP2} 方法: (1) 分别沿Ox'和Oy'量l_{OP1}和l_{OP2}, 在轴线上标出P_1和P_2两点 (2) 在P_1和P_2点安置经纬仪, 后视O点, 分别按角270°和90°, 在方向线上标1、2和3、4点。12和34的交点P为标定点 已知: 实地Oy'轴及P点至两轴的垂距$\Delta x'$和$\Delta y'$ 方法: 沿Oy'轴量$\Delta y'$标出P_0, 在P_0用极坐标法标定P点
标定高程点B	第一种情况 第二种情况	已知: 实地A点高程H_A和待定点高程H_B 方法: (1) 计算A、B两点高差$h_{AB} = H_B - H_A$ (2) 在A、B点间安置水准仪, 后视A点水准尺取读数a, 前视B点水准尺, 上下移动水准尺, 使读数$b = a - h_{AB}$, 此时B水准尺底面线为所求高程位置 已知: (同上) 方法: (1) 计算A、B两点高差$h_{AB} = H_B - H_A$ (2) 地面安置水准仪, 在A水准尺取读数a, 钢尺上读数c (3) 在坑内安置水准仪, 在钢尺上读数d, 此时, 使B水准尺读数$b = (a - (c - d)) - h_{AB}$, 此时B尺底面线为所求高程位置

§ 1-2 井筒中心和井筒十字中线的标定

立井井筒中心就是立井井筒水平断面的几何中心。通过井筒中心且互相垂直的两条方向线称为井筒十字中线，其中一条与井筒提升中线相平行或重合的，称为井筒主十字中线。通过井筒中心的铅垂线称为立井井筒中心线。立井提升中线是一条通过提升中心且垂直于提升绞车主轴中线的方向线。在井筒的水平断面图上，双罐笼提升的两钢丝绳中心连线 midpoint 位置称为提升中心。通过绞车主轴线的方向线称为主轴中线。见图4-1-1。

斜井井筒中心线就是斜井巷道的中心线。在斜井中心线上的设计变坡点（掘进井筒的起点）称为斜井井口中心点。见图4-1-2。

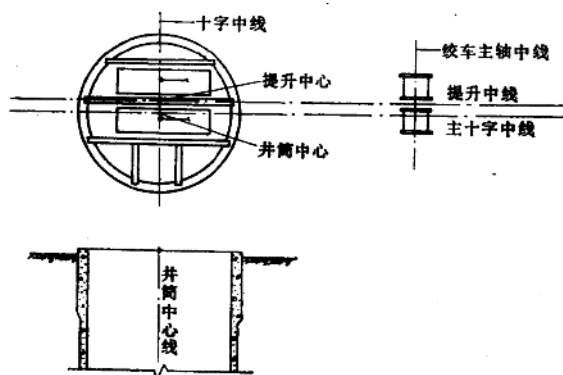


图 4-1-1

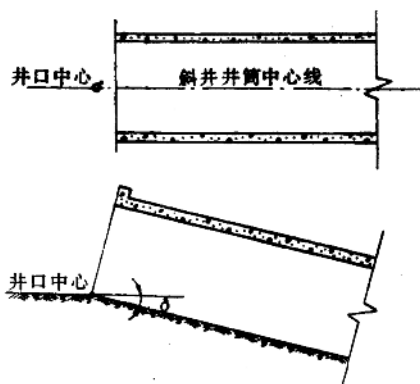


图 4-1-2

一、标定井筒中心和十字中线时需图纸和资料

图纸：矿井工业广场总平面图、施工总平面图和工业广场煤柱设计图等。

测量资料：井筒中心的坐标和井筒十字中线坐标方位角；井口和工业广场的设计高程；以及标定所需的井口附近测量控制点成果。

二、标定井筒中心和十字中线的精度要求

《规程》规定，标定井筒实际中心坐标和十字中线的坐标方位角应按地面一级导线的精度要求实地测定。两条十字中线垂直度的允许误差为 $\pm 10''$ 。

三、井筒中心和十字中线的标定方法

井筒中心和十字中线的标定工作应在井筒破土前进行。

(一) 标定井筒中心点

井筒中心通常是根据近井点用极坐标法标定的，如图4-1-3a。如果标定之前尚未测设近井点，可依井口附近控制点用经纬仪导线或交会法建立临时近井点，然后再标定井筒中心点，如图4-1-3b。标定的井筒位置应用大木桩固定，并在木桩上钉小钉作为井筒中心标志。标定后算出井筒中心点的坐标。对于上述第二种情况应及时建立永久近井点，并重测井筒中心点坐标和十字中线方位角，作为最后的测量成果。

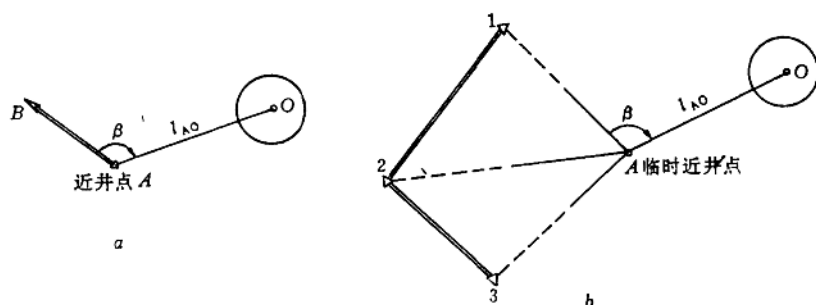


图 4-1-3

(二) 标设井筒十字中线基点

以图4-1-4为例, 介绍一种常用的标设方法。

(1) 井筒中心点 O 标设后, 将经纬仪置于 O 点, 后视已知点 A , 依次拨角 β ($\beta = \alpha_{OB}' - \alpha_{OA}$, α_{OB}' 为设计给定的十字中线方位角)、 $(\beta + 90^\circ)$ 、 $(\beta + 180^\circ)$ 和 $(\beta + 270^\circ)$, 并分别在各方向线上钉一大木桩, 桩位距井中 100m 左右。再以正倒镜位在桩顶上精确标出井筒十字中线点 A' 、 A'' 和 B' 、 B'' 。

(2) 在十字中线方向上, 按设计的基点位置挖基坑、浇筑混凝土基桩, 在基桩中埋设铁心——“点心铁”。

(3) 将经纬仪安于井中 O 点上, 以四个测回检查十字中线 $A'A''$ 和 $B'B''$ 的垂直程度。如果垂直误差超过 $\pm 10''$ 时, 应重新标定 A' 、 A'' 和 B' 、 B'' 点。然后用经纬仪分别瞄准 A' 、 B'' 、 A'' 、 B' 点, 在各方向基桩的点心铁上精确标出十字中线点位, 以钻小孔或锯十字作为标记。

根据《煤矿测量规程》(以下简称《规程》) 的规定, 井筒中心和十字中线点的实际位置测定后, 应绘制井筒十字中线点位置图, 图上注明点的高程, 点间距离, 设计和实际的井筒中心坐标及主十字中线的坐标方位角, 并绘出十字中线点附近的永久建筑物位置。

四、井筒十字中线基点的埋设要求

(1) 基点位置应便于使用和长期保存。为此, 应尽可能避开地面临时和永久建筑物, 并设在不受采动影响的区域内。当在十字中线的某方向上有临时和永久建筑物, 且影响基点通视和保存时, 可平行于这条十字中线建立辅助中线, 见图4-1-5。

(2) 井筒每侧的基点不得少于 3 个。点间距离一般应不小于 20m, 距井口边缘最近的十字中线点以不小于 15m 为宜, 用沉井法, 冻结法施工时应不小于 30m。部分十字中线点可设在墙上或其它建筑物上。当主十字中线在井口与绞车房之间不能设置三个点时, 可以少设, 但须在绞车房后面再设三个点, 其中至少有一个点能瞄视井架天轮平台。建立井塔时, 地面十字中线点的布置, 应保证每侧至少有一个点能直接向每层平台上标定十字中线。

(3) 基点顶面高程应大致等于工业广场设计高程。

(4) 基点的类型可根据表土层结构, 冻结深度和基点的总高度等来确定。基点露出表土比较高时, 基点顶面应能安置仪器。点心铁的头部最好用不锈钢或铜制成。

$$y_E = y_O + (x_E - x_O) \cdot \tan \alpha_{W_2W_1}$$

然后根据 E 点和 2、3 点坐标反算求得 l_{2E} 、 l_{3E} ，在导线点 2、3 上标出 E 点。在 E 点安置经纬仪根据角 $\beta = \alpha_{W_2W_1} - \alpha_{23}$ ，标出 E_1 、 E_2 、 E_3 点的新位置。

§ 1-3 工业广场建筑物施工测量

矿井工业广场内有些建筑物，如主井井棚、胶带走廊、储煤仓等，彼此间的位置是互相联系的，标定时要求严格保证相互的几何关系。另一些建筑物，如办公大楼、福利楼、机械电气修造厂等，彼此间位置要求并不严格，放样时只需保证该建筑物本身几何关系的正确性。

工业广场内的建筑物的尺寸，在工业广场总平面图上相对于井筒十字中线给出。因此，井筒十字中线基点是建筑物施工放样的基础。必要时，也可测设放样导线或施工放样方格网。放样导线点应部分埋设永久标桩，并按地面 10'' 导线和四等水准的精度要求施测。

建筑施工之前，应该首先熟悉和校核设计图纸，了解设计意图。将图上主要尺寸摘抄于施测记录本上，以便随时查找使用。

一、建筑物主轴线的测设

建筑物主轴线是指外墙中心线，如图 4-1-7 中 AB 和 CD ，或建筑物的中心十字轴线，如图 4-1-11 中 $(B) - (B)$ 和 $\textcircled{5} - \textcircled{5}$ 。

(一) 根据井筒十字中线测设主轴线

图 4-1-7 中 AB 和 CD 是办公楼主轴线，可根据井筒十字中线基点 N_1 、 N_2 、 E_1 、 E_2 和设计给出的尺寸，用直角坐标法标定。并在 A 、 B 、 C 、 D 处埋设“轴线桩”。

(二) 根据放样导线点测设主轴线

图 4-1-8 中建筑物主轴线 AB 和 CD 用放样导线点 I、II 测设时，先用极坐标法或角交会法标设 A 、 B 两点，然后以 A 、 B 点为基础用直角坐标法标设另一条主轴线 CD 。在主要建筑物建成之后，次要建筑的主轴线可以依据原有建筑的主轴线或外墙线进行测设。

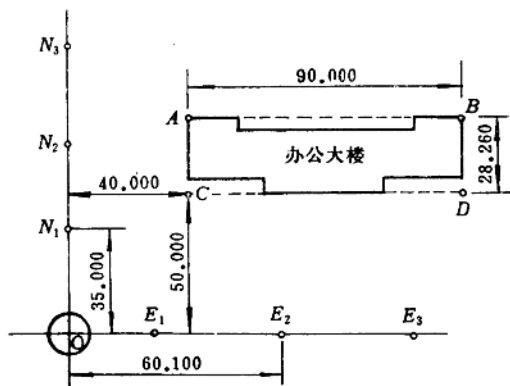


图 4-1-7

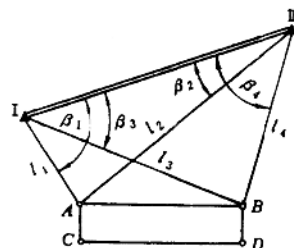


图 4-1-8

二、建筑物放样

根据已测设的主轴线详细测设建筑物各轴线称为建筑物放样。各轴线交点要设“中心

桩”。但由于在施工开槽时中心桩要被挖掉，因此应在基槽外各轴线的延长线上设置“控制桩”（也称保护桩），控制桩的布设见图4-1-9。控制桩是各阶段施工中确定轴线位置的依据。在大型建筑物放样时常用控制桩法。在一般民用建筑中，常采用龙门板放样，见图4-1-9。龙门板设在建筑物四角与隔墙两端基槽外约1.0~1.5m处。龙门板顶面一般应同高，并且等于室内地坪高程。龙门板设好后，用经纬仪将墙、柱中心线转设到龙门板顶面上，并钉“中心钉”作标志。

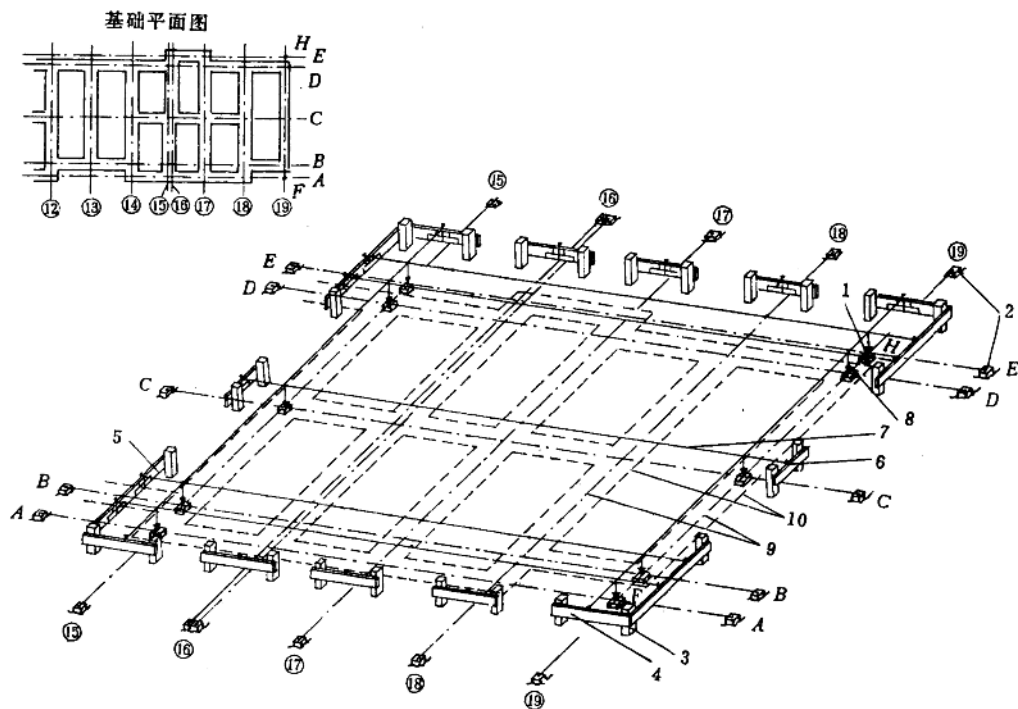


图 4-1-9

1—轴线桩；2—控制桩；3—龙门桩；4—龙门板；5—跨槽龙门板；6—中心钉；7—小线；8—垂球；9—墙中心线；10—槽边线

三、施工过程中的测量工作

(一) 基础施工测量

基槽快挖到槽底设计高程时，可根据工程需要在槽壁上测设距槽底设计高程为某一整数的“水平桩”，用以控制槽深，见图4-1-10。基础垫层打好后，利用控制桩或龙门板上的中心钉在垫层上标出墙中心线和基础边线，然后砌筑基础。

(二) 多层建筑物的轴线转设和高程传递

1) 轴线转设 在墙身砌筑过程中，常用垂球线将轴线逐层传递上去。在外界条件干扰较大或建筑物较高时，可用经纬仪把轴线逐层投到楼板边缘或柱顶部。转设时，将经纬仪安置在控制桩上，瞄准墙底部已标出的轴线点，用正倒镜位往上转设，如两点不重合而误