

建筑安装工程施工细节详解系列

刘书玲 主编

高层建筑



细节详解

建筑安装工程施工细节详解系列

高层建筑施工细节详解

刘书玲 主编



机械工业出版社

本书内容主要包括高层建筑施工测量、高层建筑施工机具、基础工程施工和主体工程施工。内容丰富,资料翔实,结构严谨,实用性强、方便查阅,可供高层建筑施工技术人员、现场管理人员以及相关专业的中专院校的师生学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑施工细节详解/刘书玲主编. —北京:机械工业出版社, 2009.3

(建筑安装工程施工细节详解系列)

ISBN 978-7-111-26201-5

I. 高… II. 刘… III. 高层建筑—工程施工—施工技术 IV. TU974

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第014660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:范秋涛 版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京富生印刷厂印刷

2009年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm · 12.75印张 · 312千字

标准书号:ISBN 978-7-111-26201-5

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68327259

封面防伪标均为盗版

前 言

近年来随着我国国民经济的快速发展和人民生活水平的提高,各项建设工程以前所未有的规模和速度发展,一座座高层、超高层建筑如雨后春笋般拔地而起。高层建筑作为城市经济繁荣、科学发展和社会进步的重要标志,建造业主实力雄厚的象征,受到广泛关注。针对高层建筑施工的特点,我国近年来在高层建筑施工实践中摸索了很多经验,积累了丰富的工艺技术,创造了许多先进水平的成果。为适应目前高层建筑结构的发展需要,我们根据国家最新颁布实施的相关规范、规程及行业标准,并结合有关方面的著述,编写了这本《高层建筑施工细节详解》。

本书内容主要包括高层建筑施工测量、高层建筑施工机具、基础工程施工和主体工程施工。内容丰富,资料翔实,结构严谨,实用性强,方便查阅,可供高层建筑施工技术人员、现场管理人员以及相关专业大中专院校的师生学习和参考。

本书在编写过程中参阅和借鉴了许多优秀书籍、专著和有关文献资料,并得到了有关领导和专家的帮助,在此一并致谢。由于作者的学识和经验所限,虽经编者尽心尽力但书中仍难免存在疏漏或未尽之处,敬请有关专家和读者予以批评指正。

编 者

目 录

前言

1 高层建筑施工测量	1
细节：建立施工测量控制网	1
细节：建筑物定位放线	1
细节：高层建筑标高测量	3
细节：高层建筑竖向控制	4
细节：高层建筑轴线引测	7
细节：高层建筑变形观测	11
2 高层建筑施工机具	16
细节：塔式起重机的选择	16
细节：附着式自升塔式起重机	17
细节：内爬式塔式起重机	20
细节：塔式起重机的操作要点	22
细节：施工电梯的分类	23
细节：齿条齿轮驱动施工电梯	23
细节：绳轮驱动施工电梯	25
细节：施工电梯的选择和使用	25
细节：混凝土搅拌运输车	26
细节：混凝土泵	27
细节：混凝土泵车	29
细节：混凝土泵的故障及处理	30
细节：扣件式钢管脚手架构造要求	32
细节：扣件式钢管脚手架搭设要求	33
细节：碗扣式钢管脚手架	34
细节：门式组合脚手架	35
细节：附着式升降脚手架	36
细节：悬挑式脚手架	40
细节：升降平台	42
细节：吊篮脚手	43
3 基础工程施工	45

VI 高层建筑施工细节详解

细节：支护结构的类型	45
细节：基坑工程设计内容	48
细节：基坑工程勘察	49
细节：桩墙式支护结构的施工	50
细节：重力式水泥挡土墙的施工	63
细节：锚杆的施工	66
细节：土钉墙的施工	67
细节：基坑工程监测	69
细节：大体积混凝土基础的特点	73
细节：大体积混凝土基础的施工	74
细节：大体积混凝土结构温度裂缝	84
细节：地下工程防水混凝土施工	85
细节：地下工程水泥砂浆防水层施工	89
细节：地下工程涂膜防水层施工	93
4 主体工程施工	97
细节：大模板施工概述	97
细节：大模板的构造	98
细节：大模板的类型	99
细节：大模板的制作加工	101
细节：大模板的维修保养	103
细节：大模板的安全技术	103
细节：液压滑升模板组成	104
细节：液压滑升模板施工准备工作	107
细节：墙体滑模的一般施工工艺	108
细节：滑框倒模施工方法	111
细节：逐层空滑楼板并进法	112
细节：先滑墙体楼板跟进法	113
细节：楼板降模法	114
细节：体外滑模	115
细节：爬升模板构造	115
细节：模板与爬架互爬施工工艺	117
细节：模板与模板互爬施工工艺	119
细节：台模施工	120
细节：永久模板施工	122
细节：电渣压力焊	123
细节：气压焊	125
细节：水平钢筋窄间隙焊接	126
细节：钢筋机械连接	128

细节：钢结构材料和结构构件·····	142
细节：钢结构安装前的准备工作·····	152
细节：钢结构构件的连接·····	157
细节：钢结构构件的安裝工艺·····	160
细节：高层钢框架的校正·····	161
细节：高层钢结构的楼面工程及墙面工程·····	163
细节：高层钢结构施工的安全措施·····	167
细节：高层钢结构的防腐·····	167
细节：高层钢结构的防火·····	174
细节：高层钢结构的涂装施工·····	178
细节：型钢混凝土结构的构造·····	184
细节：型钢混凝土结构的施工·····	186
细节：钢管混凝土结构的构造·····	188
细节：钢管混凝土结构的施工·····	189
参考文献·····	193

1 高层建筑施工测量

细节：建立施工测量控制网

平面控制网和高程控制网的桩位，是整个场地内各栋建筑物平面和标高定位、高层建筑竖向控制的基本依据；是确保场地内整体施工测量精度和分区或分期施工相互衔接的基础。因此，控制网的设计、测试及桩位的保护等工作，应与工程施工方案、现场布置统一考虑确定。

1. 平面控制网

平面控制测量，以城市规划的建筑红线、高层建筑主要构筑物轴线为主控方向，将其作为区域控制的主轴线。建立矩形控制网或方格网，控制高层建筑群其他各相关建筑，涵盖全部施工区域。控制网一般都建成与主建筑物一致的直角坐标系，即建筑坐标系统。便于日常施工放线定位尺寸换算，确保精度。测量人员使用方便，也较容易进行复测，自检闭合。平面控制网建立还应考虑高层建筑的地下设施，如地下室、地下车库、深基础等，还应为高层竖向测量内控制网的建立留出空间。平面控制网布设应与工程总平面图相配合，要避开道路、管网等外围设施，以便在施工过程中能够保存较多数量的测量控制点标志。

2. 高程控制网

高程控制是测量建筑所处城市的海拔高程，以及城市的高程基准点的标高。必须建立有相应精度和控制范围的水准网点，控制高层建筑区域与城市道路、管网、通信、给排水等相互连接，因此施工场地的高程控制点要联测到国家水准网点和城市水准点上。高层建筑的水准点标高系统与城市水准点标高系统必须统一。水准测量在整个高层建筑工程施工期所占比重很大，也是施工测量工作的重要部分。正确、周密地布设和建立高程控制水准网点，一是要方便施工测量，二是要永久保存。点位宜选择在建筑区域内通视条件好、不容易被碰到和破坏的地方。也可以根据施工需要建立一些半永久性水准点作补充，方便施工。但水准点的测量精度和误差范围必须符合规范要求，与水准网基准点保持一个等级。

细节：建筑物定位放线

1. 建筑物基槽放线

基础坑土方开挖之前，定位放线一般测量建筑物的主要轮廓线。土方开挖时在建筑物设计轴线外施工。挖土过程中，定期测量检查基础挖土方的边线和标高，挖至挖土深度和基础边坡，满足设计尺寸。一般用小木桩钉在土方工程施工所需要的位置供施工人员引线检查。平面轴线位置可沿基坑外边缘投测。大型基础可将测量经纬仪设置在基坑底部，用串镜法（又称正倒镜法）引测轴线至深基坑底部。由于受施工场地各种偶然因素的影响，直线两端点之间不能直接通视时，可将经纬仪置于两端点之间的任何位置，用串镜法进行定位放线测

量。此法能克服施工现场障碍物的限制,解决通视困难。测量人员应熟练掌握串镜法操作,灵活方便,减少仪器架设次数和照准、对中误差,提高测量精度和工效。

(1) 串镜法具体操作方法

1) 如图 1-1 所示, 将经纬仪架设在不通视的 A 、 B 两点之间 C' 点。 C' 点的位置满足与 A 、 B 两点通视且前视观测点通视良好。目测估计 C' 点位置尽量靠近 A 、 B 两点连线, 大致整平仪器。

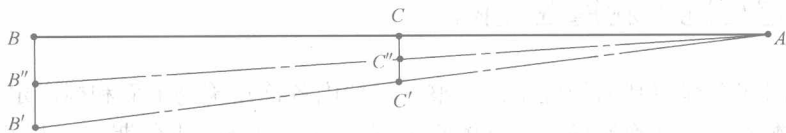


图 1-1 串镜法图解

2) 照准 A 点, 倒转望远镜观测 B 点, 由于仪器位置不在 AB 直线上, 仪器视线落在 B' 方向; 估测 B 点与 B' 点方向的垂直距离, 根据相似三角形的理论, 将仪器自 C' 点垂直向 AB 直线方向移动, 如图 1-1 所示。移动的距离依据仪器设置的位置距 A 、 B 两点的距离远近比例而定。如 C' 点在 A 点与 B 点的 $1/2$ 处, 则移动仪器位置 C'' 点为 B' 点、 B 点之间距离的 $1/2$ 。

3) 重复上述操作, 逐步趋近仪器由 C' 点到 C'' 点最终到 C 点, 仪器的位置就重合于 AB 直线上了。后视 A 点或 B 点即可进行测量投点放线。

4) 为了消除经纬仪本身的正倒镜误差, 串镜时一定要用正倒镜观测, 取中定位, 以消除仪器系统误差, 提高测量精度, 也同时进行了自检。

(2) 基坑水准测量 高层建筑深基坑挖土,一般都采用机械开挖和人工清理配合。为了控制挖土标高,测量人员要观测标高点。用普通水准仪将水准网控制点沿土方施工坡道向基坑内引测。在坑底进行土方标高测量,将标高引测到四周钉小木桩固定,检查土方深度。土方工程清边、清底的测量允许误差,中心线和标高约为 $\pm 10\text{mm}$ 。

2. 建筑物基础放线

当基础垫层浇筑后，在垫层上测定建筑物各轴线、边界线、墙宽线和柱位线等基础放线工作（俗称撂底），这是具体确定建筑物位置的关键环节，施测中必须严格确保精度，严防出现错误。建筑物基础放线的基本步骤如下：

(1) 检测轴线控制桩 根据建筑物矩形控制网的四角桩,检测各轴线控制桩位没有碰动和位移后方可使用。当建筑物轴线较复杂时,如 60° 柱网或任意角度的柱网的工程中,或测量放线使用平行借线时,都要特别注意防止用错轴线控制桩。

(2) 投测四大角与主轴线 根据基槽边上的轴线控制桩用经纬仪向基础垫层上投测建筑物四大角、四廊轴线和主轴线,经闭合校核后,再详细放出细部轴线。

(3) 测定基础细部线位 根据基础图以各轴线为准,用墨线弹出基础施工中所需要的边界线、墙宽线、柱位线、集水坑线等。

(4) 验线 首先要检查各轴控制桩有无用错和位移,再用经纬仪检查各轴线的投测位置(即基础的定位),然后再实量四大角和各轴线的相对位置,以防止整个基础在基槽内移动错位。

3. 高层建筑物定位测量允许偏差

高层建筑物定位测量后应及时做好整理工作，填写高层建筑物定位测量记录表，其测量结果应符合下列要求：

平面控制网桩位间距不应大于所有钢尺长度，并应组成闭合图形，其测量允许偏差应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 场地平面控制网允许偏差

等 级	适 用 范 围	边长/m	测角允许偏差/(")	边长相对允许偏差
一级	重要高层建筑	100 ~ 300	± 15	1/15000
二级	一般高层建筑	50 ~ 200	± 20	1/10000

细节：高层建筑标高测量

1. 高层建筑标高测量的允许误差

层间标高测量偏差不应超过 ±3mm，建筑全高（H）测量偏差不应大于：

$H \leq 30\text{m}$	± 5mm
$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	± 10mm
$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	± 15mm
$90\text{m} < H \leq 120\text{m}$	± 20mm
$120\text{m} < H \leq 150\text{m}$	± 25mm
$H > 150\text{m}$	± 30mm

通常，测量允许误差等于 2 倍测量中误差。建筑物标高误差由测量误差、施工误差组成，而建筑物标高误差的允许值，可查相关结构施工规范。

2. ±0.000 以下标高测法

为控制基础和 ±0.000 以下各层的标高，在基础开挖过程中，应在基坑四周的护坡钢板桩或混凝土桩（选其侧面竖直且规正者）上各涂一条宽 10cm 的竖向白漆带。用水准仪根据附近栋号的水准点或 ±0.000 水平线，测出各白漆带上顶的标高；然后用钢尺在白漆带上量出 ±0.000 以上，各负（-）整米数的水平线；最后，将水准仪安置在基坑内，校测四周护坡桩上各白漆带底部同一标高的水平线，当误差在 ±5mm 以内时，则认为合格。在施测基础标高时，应后视两条白漆带上的水平线以作校核。

3. ±0.000 以上标高测法

±0.000 以上标高测法，主要是用钢尺沿结构外墙、边柱或楼梯间等向上竖直测量。一般高层建筑至少要有三处向上引测，以便于相互校核和适应分段施工的需要。引测步骤是：

1) 先用水准仪根据两个栋号水准点或 ±0.000 水平线，在各向上引测处准确地测出相同的起始标高线（一般多测 +1.000m 标高线）。

2) 用钢尺沿铅直方向向上量至施工层，并画出正（+）米数的水平线，各层的标高线均应由各处的起始标高线向上直接量取。高差超过一整钢尺长时，应在该层精确测定第二条起始标高线，作为再向上引测的依据。

《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)规定:标高的竖向传递,应从首层起始标高线竖直量取,且每栋建筑应由三处分别向上传递;当三个点的标高差值小于3mm时,应取其平均值;否则应重新引测。

3) 将水准仪安置到施工层,校测由下面传递上来的各水平线,误差应在 $\pm 6\text{mm}$ 以内。在各层抄平时,应后视两条水平线以作校核。

为了提高竖向传递标高的精度,近些年来使用全站仪加弯管目镜直接测得较长竖向高差,取得良好的效果。如图1-2所示,将全站仪安置在首层,以水平视线后视已知点高程(H_A),求出视线高($H_A + a$),然后用铅直视线测出施工层上水平旋转的棱镜的铅直距离(即高差 h),最后在施工层上用水准仪测出棱镜至欲求点高程(H_B)。

4. 标高施测要点

1) 观测时尽量做到前后视线等长。测设水平线时,最好采用直接调整水准仪的仪器高度,使后视时的视线正对准水平线,前视时则可直接用铅笔标出视线标高点,然后用铝合金直尺以硬铅笔画水平线。这种测法比一般在木板上标记出视线再量反数的测法能提高精度1~2mm,但只能测出各层在+1.300m或+1.400m处的标高线。

2) 由 ± 0.000 水平线向下或向上量高差时,所用钢尺应经过检定,量高差时尺身应铅直并用标准拉力,同时要要进行尺长和温度改正(钢结构不加温度改正)。

3) 采用预制构件的高层结构施工时,要注意每层的高差不要超限,同时更要注意控制各层的标高,防止偏差积累使建筑物总高度偏差超限。为此,在各施工层标高测出后,应根据偏差情况,在下一层施工时对层高进行适当的调整。

4) 为确保竣工时 ± 0.000 和各层标高的正确性,应请建设单位和设计单位明确:在测定 ± 0.000 水平线和基础施工时,如何对待地基开挖后的回弹与整个建筑在施工期间的下沉影响;在钢结构工程中,钢柱负荷后对层高的影响。不少高层建筑在基础施工中将总下沉量在基础垫层的设计标高中预留出来,取得了较好的效果。

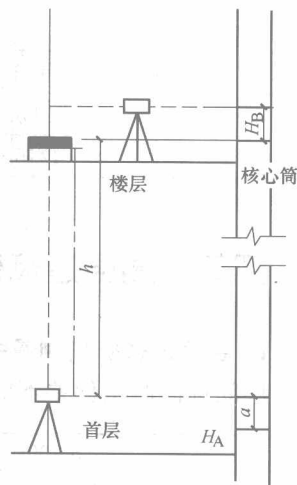


图1-2 全站仪传递标高的原理图

细节：高层建筑竖向控制

当高层建筑施工到 ± 0.000 后,随着结构的升高,要将首层轴线逐层向上投测,用以作为各层放线和结构竖向控制的依据。其中,以建筑物外廓轴线和控制电梯井轴线的投测更为重要。《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)规定以下轴线应向上投测:建筑物外廓轴线;伸缩缝、沉降缝两侧轴线;电梯间、楼梯间两侧轴线;单元、施工流水段分界轴线。

高层建筑轴线的竖向投测,常采用下列两类方法:外控法、内控法;另外还可用内外控综合法。无论使用哪类方法向上投测轴线,都必须在基础工程完成后,根据建筑场地平面控制网,校测建筑物轴线控制桩后,将建筑轮廓和各细部轴线精确地弹测到 ± 0.000 首层平面

上,作为向上投测轴线的依据。

1. 高层建筑竖向投测允许偏差

层间竖向测量偏差不应超过 $\pm 3\text{mm}$, 建筑全高 (H) 竖向测量偏差不应大于:

$H \leq 30\text{m}$	$\pm 5\text{mm}$
$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	$\pm 10\text{mm}$
$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	$\pm 15\text{mm}$
$90\text{m} < H \leq 120\text{m}$	$\pm 20\text{mm}$
$120\text{m} < H \leq 150\text{m}$	$\pm 25\text{mm}$
$H > 150\text{m}$	$\pm 30\text{mm}$

2. 外控法

当施工场地比较宽阔时,多使用此法。施测时主要是将经纬仪安置在高层建筑附近进行竖向投测,因此此法也叫经纬仪竖向投测法。由于场地情况的不同,安置经纬仪的位置不同,又分为三种投测方法:延长轴线法,侧向借线法,正倒镜挑直法。

(1) 延长轴线法 此法适用于场地四周宽阔,能将高层建筑轮廓轴线延长到建筑物的总高度以外,或附近的多层或高层建筑物顶面上,并可在轴线的延长线上安置经纬仪,以首层轴线为准,向上逐层投测。如图 1-3 所示的甲仪器安置在轴线的控制桩上,后视首层轴线后,抬起望远镜将轴线投测到施工层上。

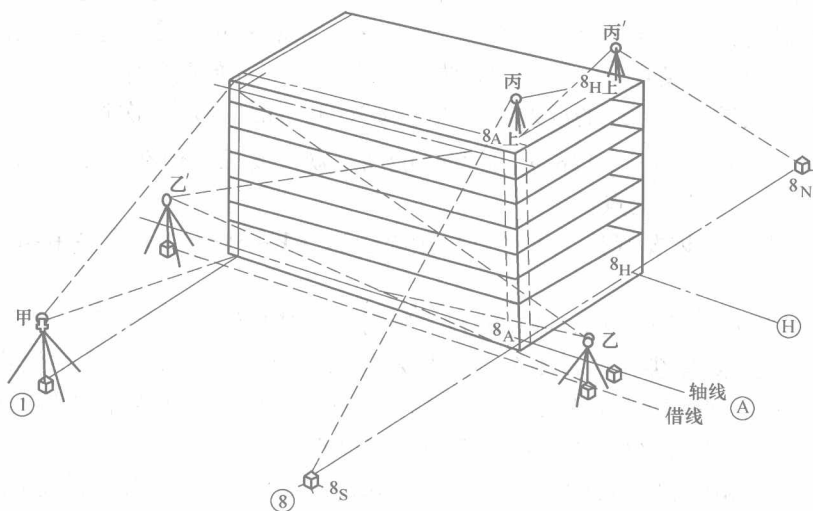


图 1-3 延长轴线法

此法误差由照准目标误差、投点标志误差、经纬仪竖轴不铅直的影响误差,以及现场振动、风吹、日晒等影响组成。在正倒镜投测取中时,该误差不得超过以上精度要求,说明此法可用。

(2) 侧向借线法 此法适用于场地四周较小,高层建筑四廓轴线无法延长,但可将轴线向建筑物外侧平行移出,俗称借线。移出的尺寸应视外脚手架的情况而定,尽量不超过 2m 。如图 1-3 所示的乙仪器和乙'仪器是先后安置在借线上,以首层的借线点为后视,向上

投测并指挥施工层上的人员,垂直视线横向移动水平尺,以视线为准向内量出借线尺寸,即可在施工层上定出轴线位置。

(3) 正倒镜挑直法 此法适用于四廓轴线虽可延长,但不能在延长线上安置经纬仪的情况。如图 1-3 所示的丙仪器安置在施工层 $8_{A上}$ 点,向下后视地面上的轴线点 8_s 后,纵转望远镜定出 $8_{H上}$ 点;然后将仪器移到 $8_{H上}$ 点上,后视 $8_{A上}$ 点后,纵转望远镜,如果前视正照准地面上的轴线点 8_N ,则两次安置仪器的位置就都正在 8_s8_N 轴线上。

如图 1-4a、b 所示分别为图 1-3 的侧面图和平面图,用正倒镜挑直法在施工层上投测⑧轴。施测时先在施工层面上估计 8_A 点向上投测的点位如 $8'_{A上}$ 。在其上安置经纬仪,后视 8_s ,用正倒镜延长直线取分中定出 $8'_{H上}$,然后移仪器到 $8'_{H上}$,后视 $8'_{A上}$,仍用正倒镜延长直线取分中定出 $8'_N$,量出 $8_N8'_N$ 间距后,根据相似三角形相应边成正比原理,计算两次镜位偏离⑧轴的垂距,然后可以在施工层定出 $8_{A上}$ 、 $8_{H上}$ 。再在 $8_{A上}$ 、 $8_{H上}$ 安经纬仪,用正倒镜延长直线法检测 $8_{A上}$ 、 $8_{H上}$ 、 8_N 、 8_s 应在一条直线上;如果有误差,按两次 $8_{A上}$ 、 $8_{H上}$ 取中,作为最后结果。

此法精度高于前两种方法。因此,当用前两种方法时,可每隔几层用正倒镜挑直法较测一次,以提高精度。

3. 内控法

当施工场地窄小,无法在建筑物之外的轴线上安置仪器施测时,多使用此法。施测时在建筑物的首层测设室内控制网,用垂准线原理进行竖向投测,因此此法也叫垂准线投测法。

(1) 吊线坠法 吊线坠法是使用较重的特制线坠悬吊,以首层靠近建筑物轮廓的轴线交点为准,直接向各施工层悬吊引测轴线。施测中,如果采取的措施得当,使用线坠引测铅直线是既经济、简单,又直观、准确的方法。一般在 3~4m 层高的情况下,只要认真操作,由下一层向上一屋悬吊铅直线的误差不会大于 $\pm 3\text{mm}$ 。如果采取依次逐层悬吊 16 层,其总误差不会大于 $\pm 3\text{mm} \sqrt{16} = \pm 12\text{mm}$,此精度能满足规范要求。但在使用吊线坠法向上引测轴线中,要特别注意以下几点:

- 1) 线坠的几何形体要规整,质(重)量要适当(1~3kg)。吊线要用编织线或没有扭曲的细钢丝。

- 2) 悬吊时要上端固定牢固,线中间没有障碍,尤其是没有侧向抗线。

- 3) 线下端(或线坠尖)的投测人,视线要垂直结构面,当线左、线右投测小于 3~4mm 时,取其平均位置,两次平均位置之差小于 2~3mm 时,再取平均位置,作为投测结果。

- 4) 投测中要防止风吹和受振动,尤其是侧向风吹。

- 5) 在逐层引测中,要用更大的线坠(如 5kg)每隔 3~5 层,由下面直接向上放一次通线,以作校测。

- 6) 如果用铅直塑料管套住吊线,下端用专门的观测仪器,其精度还可提高。

(2) 天顶准直法 天顶方向是指测站点正上方、铅直指向天空的方向。天顶准直法就是使用能测设天顶方向的仪器,进行竖向投测,因此也叫仰视法。常用侧设天顶方向的仪器有以下五种:配有 90°弯管目镜的经纬仪、激光经纬仪、激光铅直仪、自动天顶准直仪、自动天顶-天底准直仪。

天顶法仪器均安置在施工层的下面。因此,施测中要注意对仪器的安全采取保护措施,防止落物击伤,并经常对光束的竖直方向进行检校。观测时间最好选在阴天又无风的时候,

以确保精度。

(3) 天底准直法 天底方向是指过测站点、铅直向下所指的方向。天底准直法就是使用能测设天底方向的仪器,进行竖向投测,因此也叫俯视法。测设天底方向的仪器,除自动天顶-天底准直仪外,常用的有以下两种:

1) 垂准经纬仪。测法是先在首层地面上精确地测定了方形控制网,各点预埋铁板,面上画线,并用红漆标记。在每层楼面的方形网基准点处,均预留孔洞(洞口处用砂浆做成20mm高的防水斜坡),以便进行投测。

2) 自动天底准直仪。此种仪器用法同前。由于天底准直法是将仪器安置在施工层上,将底层轴线铅直投测上来,因此适用于现浇钢筋混凝土工程,既安全又能确保精度。

4. 内外控综合法

由于受场地的限制,在高层建筑施工中,尤其是超高层建筑施工中,多使用内控法进行竖向控制,但由于内控制法所用内控网的边长均较短,一般多在20~50m之间,每次向施工面上投测后,虽可对内控网各边长及各夹角的自身尺寸进行校测与调整,但检查不了内控网在施工面上的整体位移与转动。为此近年来,在一些超高层建(构)筑物的施工中,多使用内外控互相结合的测法,以互相校核。

细节: 高层建筑轴线引测

1. 吊线坠轴线引测

可根据建筑物的设计高度决定线坠的质(重)量,一般50~80m以内的高层建筑施工,可采用10~12kg的特别线坠,用0.1~1mm的钢丝为吊线。超高层建筑可采用数层为一分段垂吊控制,能克服吊线钢丝过长不稳定。有条件则可以采用垂直塑料管沿垂直方向套着吊线,减少外部因素影响,效果会更理想,精度更高。具体方法可视建筑物平面结构和竖向布置,确定起吊原点,架设固定吊架。一般均采用建筑物平面控制轴线平行内移,建立内控制轴线,在需要垂吊的轴线交点上方相应位置,垂准预留200mm×200mm或圆孔形吊线孔洞。吊线钢丝逐层穿过预留孔洞将内控制轴线交点向上引测到施工层面,配合普通工程经纬仪进行定位放线测量。

2. 双站四点串镜法轴线引测

一般的高层建筑,如场地较宽,四周没有其他障碍物限制,仅用普通工程经纬仪施测放线,但建筑物的高度与地面建立的平面控制桩的距离不能小于1:0.8。可采用常规方法,将轴线投影测量到施工层面上。如果建筑物施工场地不能满足1:0.8的要求,经纬仪受仰角限制(无弯管目镜的仪器)。可采用高层双站四点方向串镜测量方法(也有称正倒镜法)。利用直线方向控制建筑物主要轴线进行逐层测量放样,如图1-4所示。这种测量方法利用普通工程经纬仪观测,不需要投资专用设备,经济适用。

测量程序如下:

1) 与施工管理人员共同协商,制订建筑物轴线控制测量方案,如十字、双十字。在建筑物底层施工时,选择通视条件好的位置,测设平面控制网的同时建立高层轴线引测方向桩,埋设半永久性标志,观测时点位设置坐标和挂线坠均可。

2) 当高层建筑楼层逐渐升高,地面投影测量受仰角限制,一台经纬仪已不可能同时观

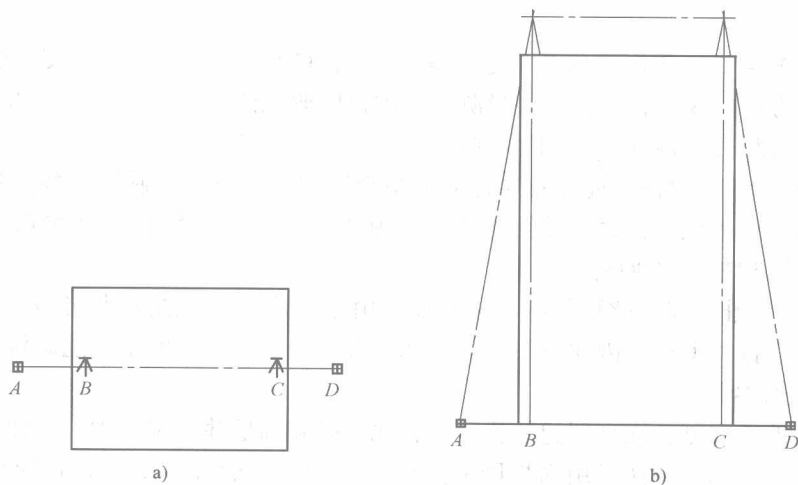


图 1-4 双站四点串镜法

a) 平面 b) 立面

测到 A 、 D 两点时, 设置两台经纬仪于高层楼面端部, 估测近于 AD 轴线的 B 、 C 两点, B 、 C 两点位置可参照与建筑物外边设计尺寸, 此数一般为常数, 每一楼层均相同。两台仪器操作人员照准各自方向的地面 AB 方向目标, 再倒转望远镜, 相互观测 B 、 C 两测站点。此时两台仪器可能都不在 AB 直线上。按串镜法测量调整仪器, 使测站点 B 、 C 归到与 AD 线段重合。 B 、 C 两点由于有建筑外边参照, 变量不会很大, 熟练掌握串镜法的测量人员, 仅调整数次可满足要求。

3) 为了减少测量仪器的系统误差, 施测中应定期严格检查校正仪器各轴系间的几何关系, 以提高测量投点精度。

4) 轴线投测到高层施工层面后, 精测轴线间的正交角和距离, 检验引测成果, 分析精度, 处理投点误差。

3. 天顶法与天底法轴线引测

高层建筑垂准测量, 传统的方法是用吊线坠, 普通经纬仪投影。随着科技进步, 新一代的垂准测量仪器问世, 各种高层建筑日益增多且造型复杂、超高层空间发展, $100 \sim 300\text{m}$ 高度的建筑已不少见。国内厂家已先后研制、引进生产激光垂准仪和激光经纬仪, 主要技术指标同轴度误差不大于 $5''$, 精度 $1/40000$ 以上, 100m 光斑直径仅 5mm , 且结构简单, 操作方便。国内还有些工厂已研制生产与普通短望远镜管经纬仪相配的 90° 弯管折光目镜棱镜, 还配有 JF1、JF5 对点器。折光对点器在目标有良好照明设施时可清楚照准 150m 以内的目标。利用上述设备, 可进行垂准测量和天顶、天底测量, 如图 1-5、图 1-6 所示。

测量程序如下:

1) 根据高层建筑的结构形式、施工方法和环境条件, 与工程施工管理人员共同协商, 制定出切实可行的测量方案, 做好各项准备工作, 在底层依据平面控制系统, 建立竖向测量控制点。一般可布设为方形、十字轴线形、工字形、丁字形等作为内控制。但必须布设三条以上纵横轴线。测量精度不能低于底层平面控制网系统, 建立半永久性标桩, 作为竖向测站点。测站上方垂直方向相应位置各楼层应预留 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 的通视孔。

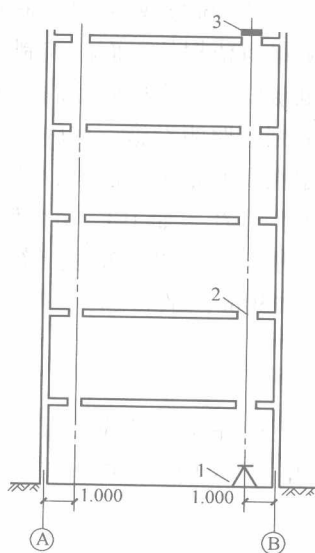


图 1-5 天顶垂直测量

1—垂准仪 2—通视孔 3—接收靶

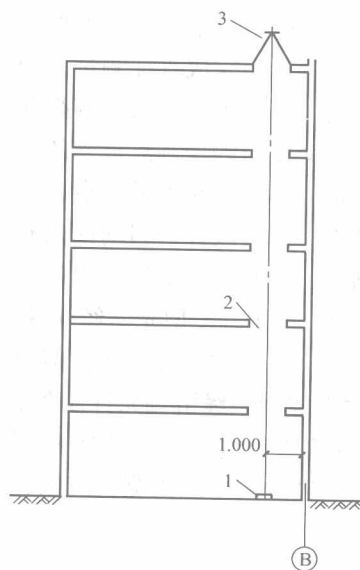


图 1-6 天底铅垂测量

1—地面视标 2—通视孔 3—装有点对器的仪器

2) 测量工作前必须检查校正仪器,具体方法可按测量仪器检查与校正要求进行,或送有关专职检测部门检校。经纬仪轴系间必须满足下列条件:水准管轴应垂直于竖轴;视准轴应垂直于横轴;横轴应垂直于竖轴;十字丝竖丝应垂直于横轴;光学对中器视准轴应与仪器竖轴重合;垂直度盘指标差调整。

3) 施工配合测量。激光垂准仪是用于垂直测量的专用仪器,适用于高层建筑的垂直定位测量。观测时将仪器架设在地面首层控制点上,对中、整平仪器,启辉激光电源开关,向天顶垂直方向发射红色激光束,通过各楼层预留的通视孔,激光束穿过通视孔向上投射准直光斑,所需测量楼层设置有机玻璃接收靶,接收靶刻划有各种半径的目标圆,前视人员通过移动电话,指挥仪器操作者调节调焦距,使激光斑在接收靶呈最小直径圆点,随后仪器操作者缓慢平转仪器作 360° 旋转,观察光斑轨迹,微调仪器使光斑轨迹至最小或归于一点。移动靶标,使靶心与仪器激光斑中心重合,固定中心点十字方向于施工层,其他控制交点用同样方法向高层投测。用普通经纬仪配合在施工层测量放样。

激光经纬仪天顶测量,仍需先标定地面控制中心坐标点在地面设置测站,将仪器对中、整平。纵转望远镜呈天顶位置观测。通过弯管直角目镜观测竖直度盘,使照准轴与仪器竖轴重合,起动电源。同时在施工层设目标接收靶,操作仪器者调焦使靶标呈像清晰,接收人员通过有机玻璃靶标观察光斑,指示仪器操作者调节光斑焦距,直至光斑直径最小为止,随后仪器操作者再将仪器左右缓慢平转 180° 。上层接收信号人员观察光斑轨迹,同时通知操作者轻微调节望远镜垂直角度,直到光斑轨迹归于一点。这时由激光经纬仪射出的激光束与基准点重合,移动施工层预留孔上平置的接收靶,使靶心与光斑重合,在施工层画线刻点。重复观测自检,结果在允许范围内,即可以此点进行作业层施工放样。

经纬仪天底垂直测量也称俯视测量,施工中由于首层交叉施工干扰地面不能架设经纬仪,用 JC100 型全自动激光垂准仪和经纬仪配置对点器进行天底测量,从上至下引测施工层

轴线。将一个点向另一个高度面上作垂直投影，再利用地面上的测微分划板测量垂准线和测点之间的偏移量从而完成垂准测量。操作程序是利用天顶测量所依据的平面内控制点及各楼层预留通视孔，作为天底测量的俯视孔。施测时将目标分划板安置在底层内控制点上，使目标分划板中心交点与内控制点标志的刻点重合。开启目标分划板照明设施，在施工层俯视孔的位置上安置经纬仪，对中基准点，仪器垂准中心即可标定在所测量施工层面，利用中心点作为测站可进行测量放样。目前国内有些工厂已作为仪器附件生产，如 JF1、JF5 型对点器。在底层控制点上安装有效的照明设施，将光学经纬仪置于高层楼面，以折光对点器照准底层光亮目标，如 THEO₀₁₀A 型光学经纬仪的折光对点器能照准 150m 内的目标，可在高层直接进行天底测量施工层的放样工作，能收到同样的效果。

4. 高层建筑物轴线引测允许偏差

1) 首层放线验收后，应将控制轴线引测至结构外表面上，并作为各施工层主轴线竖向投测的基准。轴线的竖向投测，应以建筑物轴线控制桩为测站。竖向投测的允许偏差应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 轴线竖向投测允许偏差

项 目		允许偏差/mm
每层		3
总高 H/m	$H \leq 30$	5
	$30 < H \leq 60$	10
	$60 < H \leq 90$	15
	$90 < H \leq 120$	20
	$120 < H \leq 150$	25
	$H > 150$	30

2) 控制轴线投测至施工层后，应组成闭合图形，且其间距不应大于所用钢尺长度。

施工层放线时，应先在结构平面上校核投测轴线，再测设细部轴线和墙、柱、梁、门窗洞口等边线，放线的允许偏差应符合表 1-3 的规定。

表 1-3 施工层放线允许偏差

项 目		允许偏差/mm
外廓主轴线长度 L/m	$L \leq 30$	± 5
	$30 < L \leq 60$	± 10
	$60 < L \leq 90$	± 15
	$L > 90$	± 20
细部轴线		± 2
承重墙、梁、柱边线		± 3
非承重墙边线		± 3
门窗洞口线		± 3

建筑物维护结构封闭前，应将控制轴线引测至结构内部，作为室内装饰与设备安装放线