

土
木
工
程
系
列
丛
书

建筑工程 施工

徐 伟 吴水根 主编
叶可明 王美华 主审



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



建筑工程施工

主编 徐 伟 吴水根
主审 叶可明 王美华



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书介绍了不同类型建筑结构的施工方法及施工技术,内容包括混凝土结构、钢结构、钢-钢筋混凝土混合结构、建筑工程基础的深基坑及地下结构等,并深入浅出地介绍了建筑施工过程中的专业知识及不同种类建筑结构的施工流程。

本书为土木工程专业本科学生的教学用书,也可作为其他专业学生的参考用书,以及土木工程施工领域专业技术人员的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程施工/徐伟,吴水根主编. —上海:同济大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-5608-5239-3

I. ①建… II. ①徐…②吴… III. ①建筑工程—工程施工—高等学校—教材 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 178159 号

建筑工程施工

主编 徐 伟 吴水根

责任编辑 季 慧 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 18.5

印 数 1—3100

字 数 461000

版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5239-3

定 价 39.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

“建筑工程施工”是土木工程专业一门重要的专业课程,主要研究建筑工程的施工方法及施工技术,可帮助学生将理论知识与工程实践有机地结合起来,培养学生对所学专业知识的实际应用能力。

本书是在土木工程专业教学改革的基础上,根据面向 21 世纪土木工程类人才培养目标和“卓越工程师”的培养要求组织编写。编写过程中,本书收集引用了当前土木工程领域新的施工技术,并结合工程实践进行深入浅出的讲解,帮助学生实现从课本知识到实际工程的过渡。同时,引入了现行各相关建筑结构及施工规范的内容,使学生的专业学习在贴近实际的同时,达到标准化、规范化要求。

本书作为《土木工程施工基本原理》的后续篇,主要侧重于介绍各类工业与民用建筑工程的施工技术,作者所编著的《桥梁施工》、《地下工程施工》等相关后续篇将分册出版。本书所编内容结合我国建筑工程施工领域技术发展的现状,具有一定的深度和针对性,并力求做到图文并茂,所讲内容与工程实际紧密结合,使读者能够初步掌握建筑工程的施工技术。每章开头设有摘要和专业词汇的英汉对照,便于读者掌握各章的主要内容。本书可作为全日制院校土木工程专业建筑结构方向学生的教材,也可作为高等院校相关专业师生及专业技术人员的参考书及工具书。

本书沿用了同济大学版的《土木工程施工》(下册)在多层、高层及工业厂房方面的部分内容,并向深基坑工程、大跨结构、超高层建筑等新领域进行了拓展。吸收了近年来在土木工程施工领域的各项新工艺及新技术,力求向读者展现建筑施工领域最新、最全面的技术成果。

本书第一章由徐伟、吕凤梧、钟铮、朱小军、黎奎奎、黄丁编写,第二章由徐伟、孙坚、李响、梁穉稼编写,第三章由吴水根、黄丁编写,第四章由徐伟、李洋洋、吕凤梧编写,第五章由徐伟、胡潇帆、马锦明编写,第六章由吴水根、代鑫、马锦明编写,第七章由黄軼、顾靖、谷志旺、黄丁编写。隋振国、李洋洋、代鑫、黄丁、孙坚、胡潇帆等人为本书绘制了部分插图,胡晓依为各章编写了中英文摘要及专业词汇的英文翻译。徐伟对全书进行了校审和统一加工,并邀请叶可明、王美华对全书做了审阅指导。

建筑工程施工技术发展迅速,日新月异。限于作者的水平,以及新技术的不断出现,本书内容难免出现滞后及不足之处,欢迎广大师生及读者批评指正。

作 者

2013 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 建筑工程施工基础知识	(1)
1.1 建筑测量与定位放线	(1)
1.1.1 建筑工程中的常用仪器	(1)
1.1.2 平面控制网	(3)
1.1.3 高程控制网	(7)
1.1.4 建筑物平面轴线放线	(8)
1.1.5 建筑物轴线投测	(13)
1.1.6 建筑物高程控制方法	(18)
1.1.7 变形观测和竣工测量	(20)
1.2 施工过程中临时结构的设计	(22)
1.2.1 概述	(22)
1.2.2 临时结构的计算方法	(23)
1.2.3 模板结构设计	(30)
1.2.4 悬挑卸料平台设计	(43)
1.2.5 简支钢筋桁架	(47)
1.2.6 桁架结构内力计算	(50)
1.2.7 水平支撑受力分析	(52)
1.3 地基处理施工	(53)
1.3.1 概述	(53)
1.3.2 复合地基	(58)
1.3.3 水泥土搅拌桩法	(64)
1.3.4 高压喷射注浆法	(68)
1.3.5 注浆法	(73)
1.3.6 地基加固新方法	(76)
第 2 章 建筑施工部署	(82)
2.1 多层建筑	(82)
2.2 高层建筑	(85)
2.3 单层大跨结构	(91)
2.4 网架与网壳结构	(96)
2.5 连体结构	(102)
2.6 超高层建筑	(106)

第3章 结构构件的吊装设计	(108)
3.1 概述	(108)
3.1.1 吊装机械的选择	(108)
3.1.2 吊装过程	(109)
3.1.3 吊装方法	(109)
3.1.4 构件的吊装验算	(109)
3.2 起重机械和索具设备	(115)
3.2.1 起重机械的选择	(115)
3.2.2 绳索	(119)
3.2.3 吊索及其附件	(120)
3.2.4 滑轮与滑轮组	(122)
3.2.5 卷扬机及地锚	(124)
3.3 双机抬吊	(128)
3.3.1 双机抬吊适用的工程类型	(128)
3.3.2 双机抬吊的设计	(128)
3.3.3 双机抬吊在超长构件中的应用	(130)
第4章 基础工程施工	(135)
4.1 桩基础施工	(135)
4.1.1 灌注桩	(135)
4.1.2 混凝土预制桩与钢桩施工	(149)
4.1.3 环境影响	(155)
4.2 基槽验收	(159)
4.3 基坑支护	(159)
4.3.1 支护方案	(159)
4.3.2 支撑(拉锚)的设置	(160)
4.4 顺作法和逆作法施工概念	(163)
4.4.1 顺作法	(163)
4.4.2 逆作法	(165)
4.5 地下结构施工	(166)
4.5.1 混凝土的裂缝	(167)
4.5.2 大体积混凝土的温度裂缝	(169)
4.5.3 温度应力	(171)
4.5.4 大体积混凝土裂缝的控制	(176)
4.5.5 地下室墙及楼(顶)板的施工	(180)
4.6 顺逆结合地下结构施工	(181)
第5章 钢筋混凝土结构工程	(188)
5.1 现浇钢筋混凝土结构施工	(188)

5.1.1	垂直运输体系和水平运输体系	(188)
5.1.2	模板工程	(197)
5.1.3	脚手架工程	(207)
5.1.4	现浇钢筋混凝土结构的相关施工技术要求	(209)
5.1.5	混合结构施工	(213)
5.2	装配式钢筋混凝土结构	(214)
5.2.1	全装配式混凝土框架结构施工	(214)
5.2.2	装配-整体式框架结构施工	(216)
5.2.3	装配板式结构施工	(217)
5.2.4	升板法施工	(219)
第 6 章	钢结构施工	(221)
6.1	钢结构工程常用材料	(221)
6.1.1	建筑钢结构用钢材	(222)
6.1.2	结构钢材的品种、规格和标准	(223)
6.1.3	焊接材料及其工艺	(224)
6.1.4	螺栓连接	(226)
6.2	重型钢结构的安装工艺	(229)
6.2.1	钢结构构件的预拼装	(230)
6.2.2	钢结构构件的堆放	(232)
6.2.3	构件吊装方法	(232)
6.2.4	构件安装工艺	(233)
6.3	轻型型钢结构的安装工艺	(236)
6.3.1	材料的卸货与堆放	(236)
6.3.2	轻钢结构安装机械选择	(237)
6.3.3	刚架的吊装	(237)
6.3.4	屋面檩条、墙面梁的安装	(238)
6.3.5	屋面和墙面压型钢(金属)板安装	(238)
6.4	钢结构网架的安装	(238)
6.4.1	高空散装法	(239)
6.4.2	分条(分块)安装法	(240)
6.4.3	高空滑移法	(242)
6.4.4	整体吊装法	(244)
6.4.5	整体提升法	(245)
6.4.6	整体顶升法	(246)
6.5	特大跨钢结构施工技术的发展	(247)
第 7 章	钢和钢筋混凝土混合结构超高层施工	(249)
7.1	概述	(249)

7.1.1	钢和钢筋混凝土结构体系简介	(249)
7.1.2	常用施工方案	(250)
7.2	核心筒施工方法	(251)
7.2.1	整体提升钢平台体系	(251)
7.2.2	钢平台穿越加强层	(252)
7.2.3	钢平台的高空拆分	(256)
7.3	外框结构施工方法	(256)
7.3.1	整体升降脚手架	(256)
7.3.2	平面设计及提升机位的布置	(256)
7.3.3	施工流程设计	(256)
7.3.4	附着节点设计	(260)
7.3.5	整体升降脚手架的安装及拆除	(265)
7.3.6	结构缺失处的补缺	(266)
7.3.7	整体升降脚手架的高空拆分	(269)
7.4	巨型桁架安装方法	(270)
7.4.1	加强层桁架体系	(270)
7.4.2	加强层施工工艺	(271)
7.5	屋顶巨型天线桅杆安装方法	(273)
7.5.1	天线桅杆施工工艺	(274)
7.5.2	桅杆天线安装主要机械	(274)
7.6	塔式起重机的布置	(278)
7.6.1	底部结构塔吊布置	(278)
7.6.2	顶部结构塔吊布置	(279)
7.7	混凝土的高程泵送	(280)
7.7.1	泵送设备的选择	(280)
7.7.2	垂直管布置	(281)
7.7.3	水平管布置	(281)
7.7.4	泵送施工控制	(281)
7.7.5	特殊情况处理	(282)
参考文献		(284)

第1章 建筑工程施工基础知识

摘要:测量工程、临时结构设计和地基处理是建筑工程施工的基础知识。测量工程主要介绍了施工控制网的建立、建筑物轴线、高程的投测以及变形观测和竣工测量。施工中临时结构的设计主要包括模板工程、支架工程、卸料平台及钢筋桁架的设计。地基处理中详细介绍了工程中常用的复合地基法、水泥土搅拌桩法、高压喷射注浆法和注浆法。

专业词汇:水准仪;经纬仪;全站仪;激光准直仪;平面控制网;高程控制网;基准水准点;外控法;内控法;高程控制;变形观测;竣工测量;临时结构;对拉螺栓;模板支架;卸料平台;地基处理;复合地基;换填垫层法;预压法;真空预压法;强夯法;振冲法;水泥土搅拌法;高压喷射注浆法;注浆法

1 Basic Knowledge of Building Engineering Construction

Abstract: Surveying engineering, design of temporary structure and ground treatment are basic knowledge of building engineering construction. Establishment of construction control network, axis projection surveying, height control, deformation measurement and completion measurement are introduced in this chapter. Designation of temporary structure includes formwork, supporting engineering, analysis of discharge platforms and the calculation of steel bar truss. Composite foundation, cement deep mixing, jet grouting and grouting method are widely used in actual engineering which are also described in detail in this chapter.

Specialized vocabulary: leveling instrument; theodolite; total station; laser collimator; horizontal control network; height control network; reference benchmark; outer controlling method; inner controlling method; vertical control; deformation observation; completion measurement; temporary structure; split bolt; formwork support; discharge platforms; ground treatment; composite foundation; cushion; preloading; vacuum preloading; dynamic consolidation; vibro-replacement; cement deep mixing; jet grouting; grouting method

1.1 建筑测量与定位放线

测量工程贯穿于建筑工程施工、管理、竣工验收等各个阶段,它是确保工程质量和工程进度的重要工作之一。其主要任务是:建立施工控制网;建筑各平面轴线的定位与放线;各层轴线的投测与竖向控制;各层高程的传递与抄平;变形观测与竣工测量等。

1.1.1 建筑工程中的常用仪器

1.1.1.1 水准仪

水准仪(图 1-1)是能够精确提供一条水平视线的仪器,其主要功能是测量两点之间的高差,但不能直接测量待定点的高程 H 。水准仪按其构造的不同分为微倾式水准仪、自动安平水准仪和电子水准仪。按其精度由高到低又分为 DS05, DS1 和 DS3 三个等级,其中“D”为大地测量仪器的总代码,“S”为“水准仪”汉语拼音的第一个字母,后面的数字是指该水准仪所能

达到的每千米返测高差平均值的中误差(单位: mm)。其中,DS3 型水准仪称为普通水准仪,用于国家三、四等水准测量及一般工程水准测量;DS05 和 DS1 型水准仪称为精密水准仪,用于国家一、二等水准测量及其他精密水准测量。

水准仪在建筑工程中的主要功能是标高测量和高程传递测量。诸如,控制网基准点标高测量、沉降观测、门窗洞及室内装饰工程的高程传递测量等。

1.1.1.2 经纬仪

经纬仪(图 1-2)的主要功能是测量两个方向之间的水平夹角 β 或竖直角 α ;辅以水准尺,并利用视距测量原理,还可以测量两点间的水平距离 D 和高差 h 。经纬仪按构造原理的不同分为光学经纬仪和电子经纬仪。按其精度高低又分为 DJ07,DJ1,DJ2 和 DJ6 四个等级,其中“D”为大地测量仪器的总代码,“J”为“经纬仪”汉语拼音的第一个字母,后面的数字指该经纬仪所能达到的一测回方向观测的中误差(单位:”)。

经纬仪的主要功能是测量纵、横轴线(中心线)以及垂直度的测量控制等。诸如,建筑物平、立面控制网的测量、厂房柱安装垂直度测量以及设备安装全过程测量等。

1.1.1.3 全站仪

随着大规模集成电路的推广应用,单体的测距仪和电子经纬仪已逐步为全站仪所取代。全站仪(图 1-3)全称为全站型电子速测仪(Electronic Total Station)。它将光电测距仪、电子经纬仪和微处理器合为一体,具有对测量数据自动进行采集、计算、处理、存储、显示和传输的功能,不仅可完成测站上所有的距离、角度和高程测量以及三维坐标测量、点位的测设、施工放样和变形监测,还可用于控制网的加密、地形图的数字化测绘及测绘数据库的建立等。

全站仪在测站上一经观测使用,必要的观测数据如斜距、竖直角、水平角等均能自动显示,而且几乎是同一瞬间内得到平距、高差、点位坐标和高差。通过传输接口把全站仪采集的数据与计算机连接起来,配以数据处理软件和绘图软件,即可实现自动化测量。全站仪主要应用于建筑工程平面控制网的测设、安装控制网的测设以及建筑安装过程中水平距离的测量等。

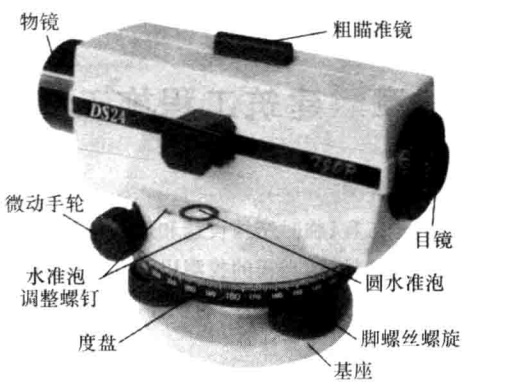


图 1-1 水准仪结构图

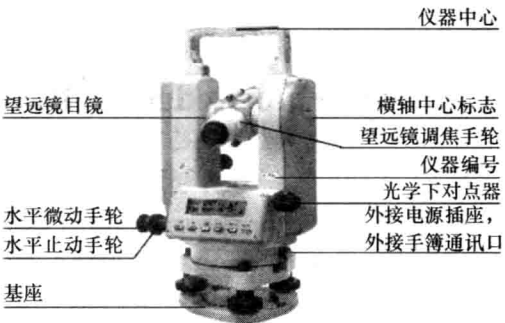


图 1-2 经纬仪结构图



图 1-3 全站仪结构图

1.1.1.4 激光准直(铅直)仪

激光准直(铅直)仪(图 1-4)是一种比光学经纬仪更为先进的精密测量仪器。其主要功能除具有光学经纬仪的功能之外,还可进行精度较高的角度坐标测量和定向准直测量等。在建筑工程中主要应用于大直径、长距离、回转型设备同心度的找正测量以及高塔体、高塔架安装过程中同心度的测量控制。



图 1-4 激光准直仪

1.1.2 平面控制网

现代建筑平面、立面形式变化较多,结构形式复杂,施工测量难度大,特别是竖向投点精度要求高。因此,在施工前必须建立施工控制网,以便在基础、结构、装饰等各施工阶段做好测量定位及复测工作。建立施工控制网,对提高测量精度也有很大作用。

施工控制网的建立应考虑到施工全过程,包括打桩、基坑支护、土方开挖、地下室施工、主体结构施工、裙房及辅助用房施工、装饰工程等,应保证控制网在各施工阶段均能发挥作用。此外,施工控制网的标桩还应设在施工影响范围之外,特别应设在打桩、挖土等影响区外,以防止标桩破坏,保证测量的精度。

施工控制网一般包括平面控制网及高程控制网两类。前者多采用建筑方格网、多边形网和建筑基线等;后者则采用水准网。在此先介绍平面控制网的相关知识。

1.1.2.1 平面控制网的布设原则

平面控制的建立,可采用卫星定位测量、导线测量、三角形网测量等方法。平面控制网的布设应遵循下列原则:

(1) 首级控制网的布设应因地制宜,且适当考虑发展;当与国家坐标系系统联测时,应同时考虑联测方案。

(2) 首级控制网的等级,应根据工程规模、控制网的用途和精度要求合理确定。

(3) 加密控制网可越级布设或同等级扩展。

施工平面控制网的形式应根据建筑总平面图,建筑场地的大小和地形、施工方案、桩位的保护等因素综合考虑。应在便于施测、使用和长期保留的原则下,尽量组成平行于建筑物主要轴线的闭合图形,以便校核。控制网中应包括场地定位依据的起始点和起始边,建筑物的主要轴线,主要几何中心点、直径方向、切线方向、电梯井的主要轴线和施工分段轴线等。控制线的间距以 30~50m 为宜,控制点之间应通视良好。控制桩的顶面标高应略低于场地设计标高,桩底应低于冰冻层,以便长期保留。

1.1.2.2 平面控制网的坐标系选择

平面控制网的坐标系,应在满足测区内投影长度变形不大于 2.5cm/km 的要求下,作下列选择:

(1) 采用统一的高斯投影 3°带平面直角坐标系。

(2) 采用高斯投影 3°带,投影面为测区抵偿高程面或测区平均高程面的平面直角坐标系;或任意带,投影面为 1985 国家高程基准面的平面直角坐标系。

(3) 小测区或有特殊精度要求的控制网,可采用独立坐标系。

- (4) 在已有平面控制网的地区,可沿用原有的坐标系。
- (5) 厂区内可采用建筑坐标系。

高斯投影假设有一椭圆形柱面横套在地球椭球体外,并与中央子午线相切,圆柱的中心轴线通过椭球体中心,然后用一定的投影方法,将中央子午线两侧一定经差范围内的地区投影到圆柱面上,再将此柱面展开即为投影面。在投影面上,中央子午线和赤道的投影都是直线,以中央子午线和赤道的交点 O 作为坐标原点,以中央子午线的投影为纵坐标 X 轴,以赤道的投影为横坐标 Y 轴,即为高斯投影。

为了解决投影带来的长度变形,即针对高斯投影“离中央子午线越远,变形越大”的特点,国际上普遍采用投影分带的方法。把地球 360° 经度按 6° 或 3° 进行分割,这样整个地球就有多条中央子午线,任何一点都不会因离中央子午线太远而产生过大变形。用 3° 划分后的投影带称为高斯投影 3° 带。

1.1.2.3 平面控制网施测
1. 建筑方格网

建筑方格网又称矩形网。通常用于按正方形或矩形布置的建筑群或大型、高层建筑场地。建筑方格网轴线与建筑轴线平行或垂直。因此,可用直角坐标法进行建筑物的定位,放样较为方便,且精度较高。图 1-5 为某工程施工场地的矩形控制网。

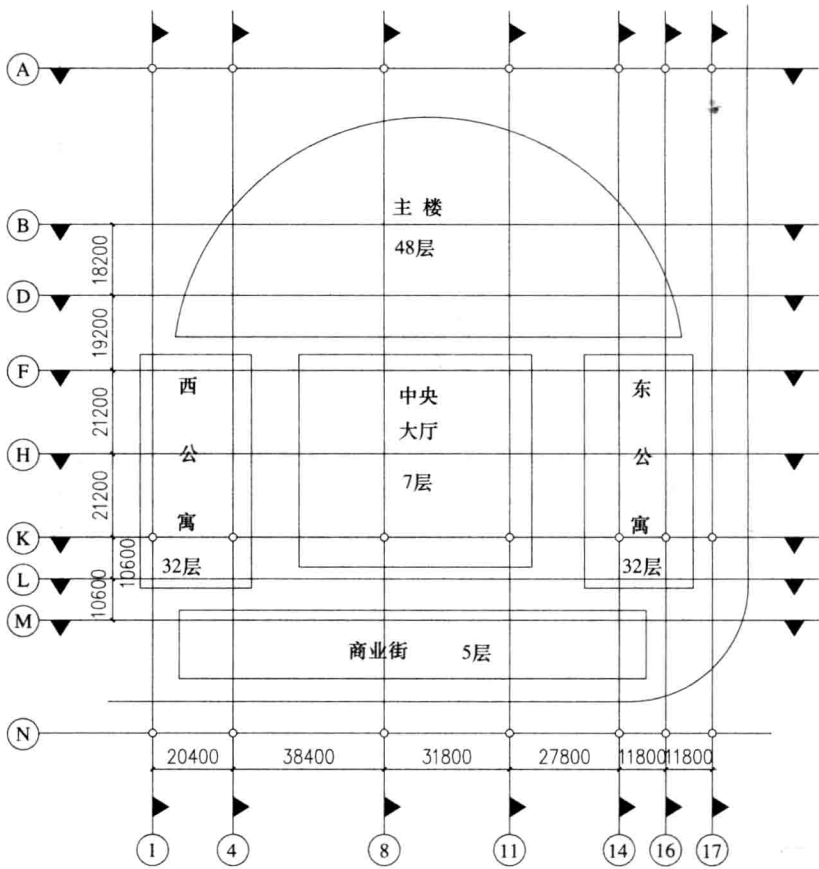


图 1-5 某工程平面控制网

1) 建筑方格网的主要技术要求(表 1-1)

表 1-1 建筑方格网的主要技术要求

方格网等级	边长/m	测角中误差	边长相对中误差	仪器分级	总测回数
1 级	100~300	$\pm 5''$	$\leq 1/30\,000$	1,2 级精度	4
2 级	100~300	$\pm 8''$	$\leq 1/20\,000$	2 级精度	2

2) 其他要求

建筑方格网的首级控制,可采用轴线法或布网法。当采用轴线法时,轴线宜位于场地中央,与主要建筑物轴线平行;长轴线上的定位点,不得少于 3 个;轴线点的点位中误差,不应大于 5cm;放样后的主轴线点位,应进行角度观测,检查直线度;测定交角的测角中误差,不应超过 2.5";直线度的限差,应在 $180^\circ \pm 5''$ 以内;轴线交点,应在长轴线丈量全长后确定;短轴线应在长轴线定向后测定,其测量精度应与长轴线相同,交角的限差应在 $90^\circ \pm 5''$ 以内。当采用布网法时,宜增测对角线的三边网格,其测量精度应满足:平均边长 $\leq 2\text{km}$,测距中误差 $\leq 20\text{mm}$;测距相对中误差 $\leq 1/100\,000$ 。

2. 多边形网格

对于非矩形的建筑场地,可按其主轴线的情况,布置成多边形平面控制网。场地内有两套或多套轴线时,宜选其公共点以组成一套共用的平面控制网。图 1-6 为某机场标准层平面图。

该机场的平面控制网是根据 60° 的柱网轴线和近似于矩形的场地情况综合考虑后确定的。其夹角有 30° , 60° 及 120° 等几种,中间为 Y 形轴线,四周为闭合十边形。图 1-7 为该机场施工平面控制网布置图。多边形网格的测设方法与导线网的测量方法相同,其精度与同等级的导线要求一致。

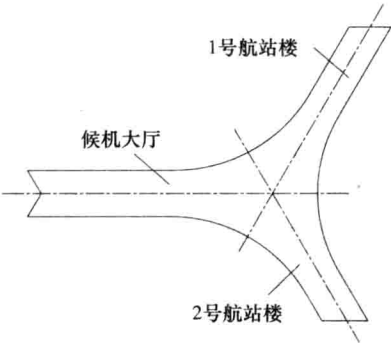


图 1-6 某机场大厅标准层平面

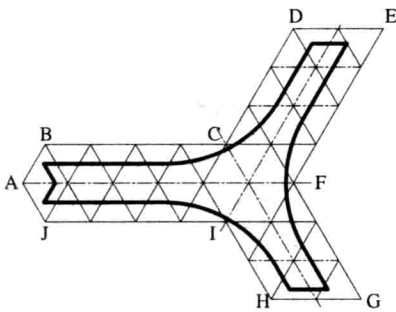


图 1-7 某机场大厅场地平面控制网

1) 多边形网格的主要技术要求(表 1-2)

表 1-2 多边形网格导线测量的主要技术要求

等级	导线长度/km	平均长度/km	测角中误差/''	测距中误差/mm	测距相对中误差	测回数			方位角闭合差/''	相对闭合差
						DJ1	DJ2	DJ6		
三等	14	3	± 1.8	± 20	$\leq 1/150\,000$	6	10	—	$\pm 3.6\sqrt{n}$	$\leq 1/55\,000$
四等	9	1.5	± 2.5	± 18	$\leq 1/80\,000$	4	6	—	$\pm 5\sqrt{n}$	$\leq 1/35\,000$

续表

等级	导线 长度/ km	平均 长度/ km	测角中 误差/ "	测距中 误差/ mm	测距相对 中误差	测回数			方位角 闭合差/ "	相对闭 合差
						DJ1	DJ2	DJ6		
一级	4	0.5	±5	±15	≤1/30 000	—	2	4	±10√n	≤1/15 000
二级	2.4	0.25	±8	±15	≤1/14 000	—	1	3	±16√n	≤1/10 000
三级	1.2	0.1	±12	±15	≤1/7 000	—	1	2	±24√n	≤1/5 000

注:①表中 n 为测站数。
②当测区测图的最大比例尺为1:1 000时,一、二、三级导线的平均边长及总长可以适当放长,但最大长度不应大于表中规定值的2倍。

- 2) 其他要求
- (1) 当导线平均边长较短时,应控制导线边数不超过表 1-2 相应等级导线长度和平均边长算得的边数;当导线长度小于表 1-2 规定长度的 1/3 时,导线全长的绝对闭合差不应大于 13cm。
- (2) 导线网中,结点与结点、结点与高级点之间的导线段长度不应大于表 1-2 中相应等级规定长度的 0.7 倍。

- 3) 导线网的设计、选点与埋设
- (1) 导线网的布设原则
- ① 导线网用作测区的首级控制时,应布设成环形网,且宜联测 2 个已知方向;
 - ② 加密网可采用单一附和导线或结点导线网的形式;
 - ③ 结点间或结点与已知点间的导线宜布设成直线形状,相邻边长不宜相差过大,网内不同环节上的点也不宜相距过近;
- (2) 导线点位的选定
- ① 导线点位应选在土质坚实、稳固可靠、便于保存的地方,视野应相对开阔,便于加密、扩展和寻找。
 - ② 相邻点之间应通视良好,其视线距障碍物的距离应满足以下条件:三、四等不宜小于 1.5m;四等以下宜保证便于观测,以不受旁折光的影响为原则。
 - ③ 当采用电磁波测距时,相邻点之间视线应避开烟囱、散热塔、散热池等发热体及强电磁场。
 - ④ 相邻两点之间的视线倾角不宜过大。
 - ⑤ 充分利用旧有控制点。

- (3) 平面控制点标志及标石的埋设规格
- 二、三、四等平面控制点标志可采用磁质或金属等材料制作,其规格如图 1-8 和图 1-9 所示。一、二级平面控制点及三级导线点、埋石图根点等平面控制点标志可采用 $\phi 14\sim 20\text{mm}$ 、长度为 30~40cm 的普通钢筋制作,钢筋顶端应锯有“十”字标记,距底端约 5cm 处应弯成钩状。
- 二、三等平面控制点标石规格及埋设结构图,如图 1-10 所示,柱石与盘石间应放 1~6cm 厚粗砂,两层标石中心的最大偏差不应超过 3mm。四等平面控制点可不埋设盘石,但柱石高度应适当加大。一、二级平面控制点标石规格及埋设结构图,如图 1-11 所示。三级导线点、埋石图根点的标石规格及埋设,可参照图 1-11 略微缩小或自行设计。

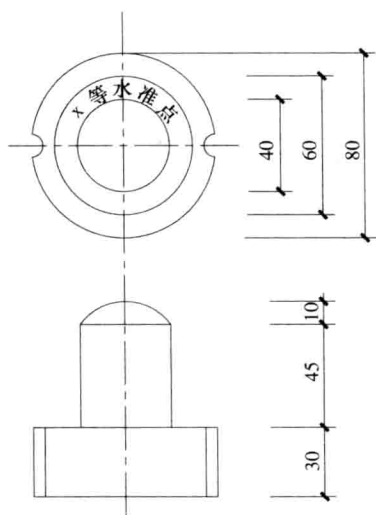


图 1-8 磁质标志图

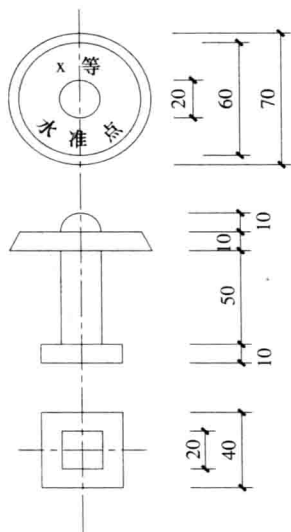


图 1-9 金属标志图

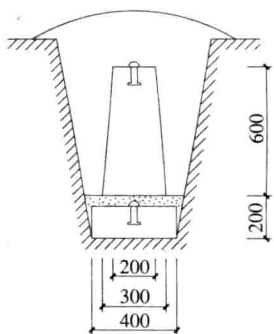


图 1-10 二、三等平面控制点标石埋设图

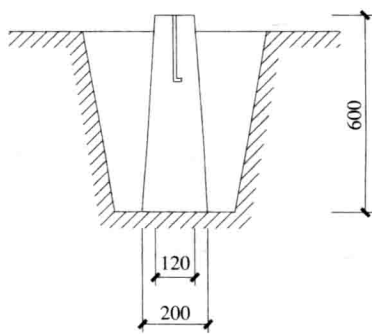


图 1-11 一、二级平面控制点标石埋设图

3. 建筑基线

在便于布置成建筑方格网或闭合多边形的场地,可测设一条长轴及若干条与其垂直的短轴线,或平行于建筑物的折线,常称为建筑基线。由于各轴线间不一定组成闭合图形,所以是一种不甚严密的施工控制。建筑基线的布设是根据建筑物形状,场地地形等因素确定的。常用的形式有“十”字形、“L”形、“T”形等。图 1-12 为某宾馆的场地平面控制轴线,由于场地窄小,只能测定一条建筑物轴 26 的基准主轴线 A-2[#]-7[#]-6[#]-5[#]-1[#],作为整个施工定位的控制轴线。

1.1.3 高程控制网

高层建筑施工中水准测量的工作量很大,因而周密地布置高程控制水准点,建立高程控制网,对结构施工、立面布置及管道敷设的顺利进行具有重要的意义。

施工场地高程控制网常采用水准测量的方法建立。高程控制测量的精度等级依次划分为二、三、四、五等,各等级高程控制宜采用水准测量,四等及以下等级可采用电磁波测距三角高程测量,五等也可采用 GPS 拟合高程测量。高程控制网可分为首级网和加密网两级布设,相应的水准点称为基本水准点和施工水准点。首级高程控制网的等级,应根据工程规模、控制网的用途和精度要求合理选择。首级网应布设成环形网,加密网宜布设成附合路线或结点网。

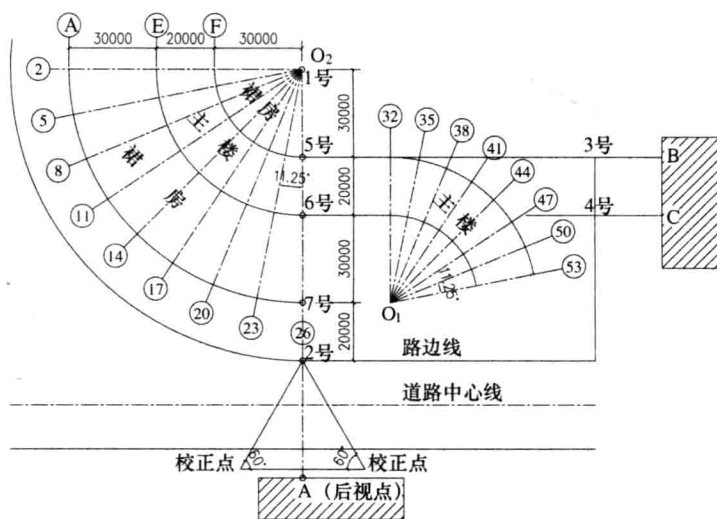


图 1-12 某宾馆场地平面控制轴线

高程控制点间的距离,一般地区应为 $1\sim 3\text{km}$,工业厂区、城镇建筑区宜小于 1km 。但一个测区及周围至少应有 3 个高程控制点。

1.1.3.1 基本水准点

基本水准点主要用来检核其他水准点是否变动,其位置应设在不受施工影响,无震动,不受地面下沉影响,便于施测和能永久保存的地方,桩底应低于冰冻层。一般至少应埋设三个基本水准点,布设成闭合水准路线,其闭合差应小于 $\pm 5\text{mm}\sqrt{n}$ (n 为测站数)或 $\pm 20\text{mm}\sqrt{L}$ (L 为测线长度,单位:km)。

1.1.3.2 施工水准点

施工水准点用来直接测设建筑物的高程。为了测设方便和减少误差,水准点应靠近建筑物,通常可设置在平面控制网点的桩顶钢板上,焊上一个小半球体作为水准点之用。高层建筑附近至少要设置 3 个栋号水准点或 ± 0.000 水平线;一般建筑物附近应设置 2 个栋号水准点或 ± 0.000 水平线。所有施工水准点应布设成闭合或附合水准路线,其精度不得低于 5 等水准测量的要求。

1.1.4 建筑物平面轴线放线

1.1.4.1 一般建筑物主轴线测量

主轴线是建筑物细部位置测设的依据。施工前,应在整平后的建筑场地上测设出建筑物的主轴线。建筑物主轴线的定位条件一般有两种:一是根据现有建筑物或构筑物定位;二是利用测量控制点、建筑红线、建筑基线、建筑方格网等定位。

1. 根据现有建筑物测设主轴线

在现有建筑群内新建或扩建建筑物时,设计图上通常会给出拟建建筑物与现有建筑物或道路中心线的位置关系数据,拟建建筑物的主轴线可根据给出的位置关系数据在现场测设。图 1-13(a)表示拟建建筑物主轴线 AB 在现有建筑物轴线 MN 的延长线上。现场测设主轴线 AB 的方法如下:

先作 MN 的垂线 MM' 和 NN' , 使 $MM' = NN' = 1 \sim 2\text{m}$, 然后在 M' 点安置经纬仪, 做 M'

N' 的延长线 $A'B'$, 并使 $N'A' = d_1$ (设计间距), 再在 A' 和 B' 安置经纬仪, 分别测设直角, 沿它们的垂线方向退回 $1 \sim 2\text{m}$, 即得 A 和 B 两点, 主轴线 AB 位置即可确定。

图 1-13(b) 为按上述方法定出 O 点后, 再顺转测设 90° , 然后根据有关数据定出 AB 轴线。

图 1-13(c) 为拟建建筑物主轴线平行于现有道路的中心线, 其测设方法是先定出有道路中心线位置, 再用经纬仪和钢尺测设垂线并量距, 定出建筑物的主轴线。

2. 根据建筑红线测设主轴线

在城市建设中, 城市规划部门会给设计或施工单位规定新建建筑物的边界位置, 这种由城市规划部门批准并经测定的具有法律效应的建筑物位置边界线, 称为建筑红线。

建筑红线一般与道路中心线平行, 它是由一系列红线桩的连线组成, 如图 1-14 点 I, II, III 为红线桩, 其连线 I-II, II-III 为建筑红线。

建筑物的主轴线 AO 和 BO 可根据建筑红线来测设。由于图 1-14 中建筑物主轴线与建筑红线平行或垂直, 故采用直角坐标法测设主轴线较为方便。当 A, O, B 三个轴线点在地上标出后, 应在 O 点安置经纬仪, 检测 $\angle AOB$ 是否等于 90° (限差为 $\pm 5''$), AO 和 OB 的长度用测距仪检测 (限差为 $1/10000$)。

具体操作方法为: 以 I, II, III 三点建立直角坐标系, I-II 为 X 轴, II-III 为 Y 轴, II 为原点, 根据图纸确定 A, O, B 三点在该坐标系中的坐标 $A(x_a, y_a), O(x_o, y_o), B(x_b, y_b)$, 安置经纬仪于 II 点, 瞄准 I 点, 沿 II-I 方向测设长度 $|x_o|$, 定出 m 点, 再搬仪器至 m 点, 瞄准 I 点, 向右测设 90° , 得 $m-O$ 方向, 在该方向上测设长度 $|y_o|$, 即得 O 点在地面上的位置。用同样的方法可测设建筑物主轴线其余各点的位置。

3. 根据建筑方格网测设主轴线

在施工现场有建筑方格控制网时, 可根据建筑物各角点的坐标, 应用直角坐标法测设主轴线。

4. 根据施工控制网测设主轴线

当建筑物附近已经布设以导线与导线网为主要形式的施工控制网时, 可根据建筑物各角点的坐标, 应用极坐标法或角度交会法测设主轴线。

1) 极坐标法

如图 1-15 所示, 1 和 2 是建筑物轴线交点, A 和 B 为附近的控制点。1, 2, A, B 点的坐标均为已知, 欲测设 1 点, 需按坐标反算公式求出测设数据 β_1 和 D_1 :

$$\alpha_{A1} = \arctan \frac{y_1 - y_A}{x_1 - x_A} \quad (1-1)$$

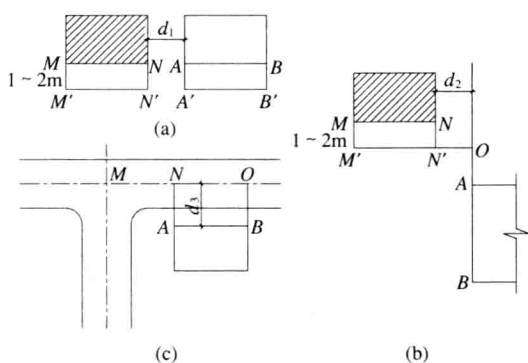


图 1-13 根据现有建筑物测设主轴线

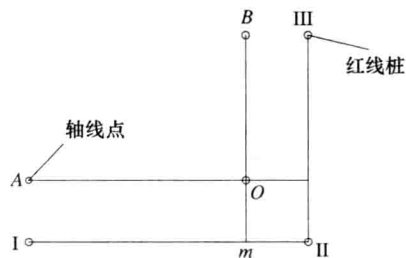


图 1-14 根据建筑红线测设主轴线