

复杂建筑 施工放线

(第三版)

邓学才 主编



中国建筑工业出版社

复杂建筑施工放线

(第三版)

邓学才 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

复杂建筑施工放线/邓学才主编. —3版. —北京:

中国建筑工业出版社, 2007

ISBN 978-7-112-09448-6

I. 复… II. 邓… III. 施工放线 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 095214 号

复杂建筑施工放线

(第三版)

邓学才 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京密云红光制版公司

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 字数: 487 千字

2007 年 11 月第三版 2007 年 11 月第九次印刷

印数: 64191—68190 册 定价: 40.00 元

ISBN 978-7-112-09448-6

(16112)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书总结了我国近年来造型各异的复杂建筑平面和高层建筑的施工测量放线技术。书中既有传统的施工放线计算方法，也介绍了目前最先进的施工放线测量定位方法。全书共计9章内容，介绍了圆弧形、扇形、螺旋形、椭圆形、双曲线形、抛物线形、正三角形、正五边形、正六边形、正七边形、正八边形等复杂平面及螺旋形楼梯等的施工放线方法，以及 Auto CAD 辅助放线技术和 GPS 技术应用于高层建筑的测量放线内容，书中还列举了大量放线实例，技术内容新颖、丰富、实用性强。

本书可供建筑施工工程技术人员、工长、放线工使用。

* * *

责任编辑：余永祯

责任设计：董建平

责任校对：孟楠 刘钰

第三版前言

自古以来，在人们的心目中，建筑总是与艺术联系在一起。建筑被赞誉为凝固的音乐、立体的诗。当今世界的建筑，犹如一部雄壮优美的交响乐，它优美动听，富有韵律感和节奏感。本书向读者展示了一个个平面和立体造型各异、高低错落有致的建筑形体，它们千姿百态，生动的构成了立体的美、线条的美和和谐的美，像是一个微缩的建筑艺术世界。这些复杂形体的建筑既给人以艺术享受，增添人们的生活情趣，但亦给建筑施工增加了相应的难度，尤其困难的是施工放线测量定位工作。

今天，《复杂建筑施工放线》第三版和读者见面了。本书自1988年出版以来，已走过了20个年头了，先后已印刷8次，总印刷量已达6.4万余册，成为广大读者喜爱的一本技术应用书籍，这主要归结于它的通俗易懂，详尽实用的内容。

本着与时俱进的精神，本书在第三版修订时，增加了AutoCAD辅助放线测量技术和GPS技术在建筑施工放样中的应用两部分内容。具体编写人员为：祝寿均（江苏扬建集团有限公司高级工程师）编写了第八章AutoCAD辅助测量放线技术；姜晨光（无锡江南大学教授）编写了第九章GPS技术在建筑施工放样中的应用。这样，本书既有传统的施工放线计算方法，也有目前最先进的施工放线测量定位方法，使之更具有广泛的实用性和先进性。

与前二版一样，在第三版修订过程中，参考应用了很多单位的技术资料，得到了很多同志的帮助。值此第三版出版之际，谨向这些单位和个人，向本书的新老读者和出版、编辑、编排设计、校对、发行的同志们表示诚挚的感谢！

限于作者水平，不妥和错误之处，敬请读者多加批评和指教。

作者

2007年4月于江苏镇江

第二版前言

《复杂建筑施工放线》一书自 1988 年出版以来，由于内容通俗易懂、详尽实用，受到建筑业广大工程技术人员的欢迎，是一本实用性较强的书。

自第一版至今已有 10 多年了，这 10 多年正是我国改革开放不断深入，国家建设阔步向前发展的年代，建筑技术、建筑艺术进入了一个新的时代，各种形式的建筑象一朵朵艳丽的鲜花，开遍祖国大地，使“凝固的音乐”再展出时代的强音。及时总结这方面的经验，使施工放线技术水平向前提高一步，是本书再版的目的。

本书第二版保留了第一版的编写风格，力求深入浅出，举例全面。内容上增添了多个复杂平面图形的施工放线实例，如成都银都花园地下车库工程、无锡市体育中心工程、常州中华恐龙馆工程等。充实了扇形平面、蝶形平面图形的施工放线实例。装饰工程施工中，也常遇到复杂平面图形的施工放线问题，这次修订时，也充实了扇形顶棚、椭圆形地面和圆形屋面、墙面等复杂图形的施工放线实例。考虑到复杂建筑施工放线前的内业计算中，大量使用三角函数，故在附录中增添了三角函数的基本公式和三角函数表内容。对近几年来在施工测量中应用的新设备、新技术，如电子全站仪、光电测距仪等，在附录中也作了简要介绍。因此，第二版内容更全面、更丰富、更实用。

与第一版一样，本书在编写过程中，参考引用了很多单位的技术资料，得到了很多同志的帮助，赵诚凯同志帮助提供了中华恐龙馆工程施工放线实例初稿。在此，谨向这些单位和同志表示衷心感谢。

限于作者水平，错误之处在所难免，敬请读者多加批评和指正。

作者

2000 年 9 月

第一版前言

· 建筑施工放线，是建筑施工的第一道工序，也是一道极为重要的工序。不仅要符合设计图纸本身的平面位置、尺寸、标高等，而且要符合城市规划的要求。建筑施工放线的基本知识和技能，是每个工程技术人员乃至技工应该熟悉和掌握的。

在土木和建筑工程的施工中，经常碰到的建筑物和构筑物的平面图形是比较简单的，如矩形、方形等。这类工程的建筑施工放线工作比较简单。随着近年来旅游建筑、公共建筑的发展，还常遇到各种平面图形比较复杂的建筑物和构筑物，例如圆弧形、椭圆形、双曲线形、抛物线形平面图形以及各种正多边形平面图形等。这些平面图形的建筑施工放线工作，比起矩形等简单几何图形来要复杂得多。但是，这些图形毕竟还是由有规律的平面曲线所组成的，所以只要掌握其曲线变化的基本原理，通过适当的数学计算，还是能够顺利地完成施工放线任务的。

高层建筑的兴起，对正确进行轴线的竖向传递测量和楼面定位放线也提出了新的要求，放线的精确度直接影响到高层建筑施工的质量。

本书主要介绍各种复杂平面的建筑施工放线和高层建筑的轴线竖向传递测量与楼面定位放线方法。为便于读者理解和掌握，对每一种平面曲线首先作了基本数学知识的介绍，然后叙述各种不同的施工放线方法，并列举放线实例。对高层建筑的轴线竖向传递测量，则简要介绍了目前国内常用的几种方法。

本书编写力求通俗易懂、图文并茂、计算简便、举例全面。写作过程中，参考引用了“建筑学报”、“建筑技术”、“建筑施工”和“施工技术”等杂志的有关图例和资料。浙江省第一建筑工程公司的谢介言、周辛如同志帮助提供了椭圆形平面施工放线的有关资料，北京市第一建筑工程公司的陈克明、陈滇生同志帮助提供了北京国际饭店工程施工放线的实例初稿，安徽省安庆石化总厂的陈鸿来同志帮助提供了双曲线冷却塔的有关施工资料，在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中会有不少缺欠和错误之处，恳切希望读者多加批评和指正。

作者

1986年8月

目 录

第一章 概述	1
第一节 复杂平面图形施工放线特点	1
第二节 复杂平面图形施工放线要点	1
第三节 复杂平面图形施工放线的基本准则	3
第四节 复杂平面图形施工放线程序和准备工作	4
第二章 圆弧形平面图形的施工放线	11
第一节 圆弧形平面曲线的数学方程式	22
第二节 圆弧形平面曲线图形的现场施工放线	28
第三节 扇形平面图形的施工放线	86
第四节 蝶形平面图形的施工放线	115
第五节 圆弧形楼梯的施工放线	122
第三章 椭圆形平面图形的施工放线	130
第一节 椭圆形平面曲线的数学方程式	135
第二节 椭圆形平面曲线的作图方法	137
第三节 椭圆形平面图形的施工放线	140
第四章 双曲线形平面图形的施工放线	189
第一节 双曲线形平面曲线的数学方程式	190
第二节 双曲线形平面曲线的作图方法	192
第三节 双曲线平面图形的施工放线	194
第五章 抛物线形平面图形的施工放线	201
第一节 抛物线形平面曲线的数学方程式	203
第二节 抛物线形平面曲线的作图方法	204
第三节 抛物线平面图形的施工放线	206
第六章 正多边形平面的施工放线	213
第一节 正三角形平面图形的施工放线	213
第二节 正五边形平面图形的施工放线	220
第三节 正六边形平面图形的施工放线	225

第四节	正七边形平面图形的施工放线	231
第五节	正八边形平面图形的施工放线	233
第七章	高层建筑的轴线测量及楼面定位放线	240
第一节	经纬仪投点测量法	240
第二节	激光测量法	243
第三节	经纬仪天顶测量法	250
第四节	经纬仪俯视测量法	251
第五节	挂吊线坠测量法	252
第八章	Auto CAD 辅助测量放线技术	254
第一节	Auto CAD 辅助放线	254
第二节	全站仪 Auto CAD 辅助放线	266
第三节	用全站仪进行轴线点垂直传递测量	270
第四节	全站仪及 Auto CAD 实际工作中的有关问题	273
第九章	GPS 技术在建筑施工放样中的应用	277
第一节	GPS 技术及其发展	277
第二节	GPS 的基础知识简介	279
第三节	应用 GPS - RTK 技术进行建筑施工放样	286
第四节	应用 GPS 技术进行高层或超高层建筑施工放样	289
附录		292
附录一	三角函数基本公式及三角函数表	292
附录二	常用平面图形面积、重心表	303
附录三	放线测量中的新设备、新技术介绍	306
主要参考文献		312

第一章 概 述

第一节 复杂平面图形施工放线特点

按图施工,是工程建设中的一个基本原则。建筑施工放线,则是工地施工人员把设计人员设计的工程平面形状,按施工图纸的尺寸,实地测设到地面上去的一项工作,是工程施工的第一道工序,也是十分重要的一道工序。有些复杂结构图形的模板工程和装饰工程,施工前也需要先进行施工放线(样),以保证施工实体尺寸符合图纸设计尺寸和施工质量。

在工程建设中,特别是各类房屋工程建设中,经常碰到的建筑物和构筑物的平面图形是比较简单的,如矩形或由矩形变化而得的折线形、丁字形、工字形、转角形以及凹凸形等。这类工程的施工放线工作相对讲比较简单,按照图纸尺寸或参照物(如已建建筑物)能直接进行放线测设工作。

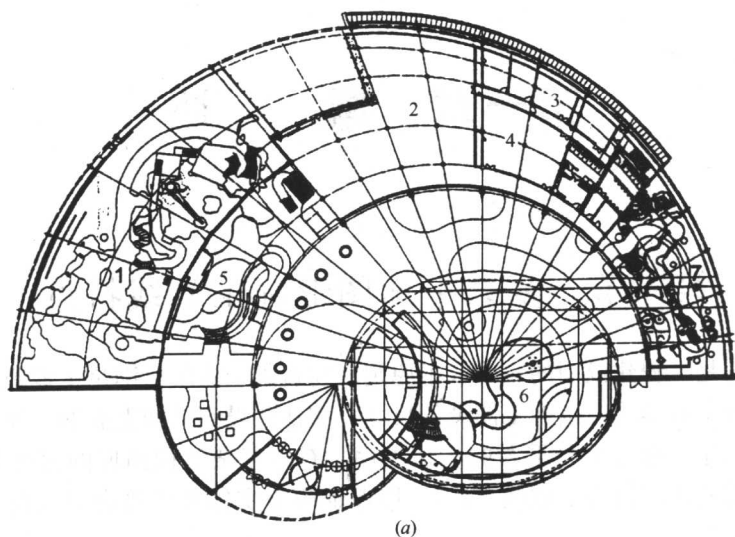
平面图形比较复杂的一些工程,如各种圆弧形、椭圆形、双曲线形、抛物线形、螺旋线形以及其他各种曲线形平面图形等,它们的施工放线工作就复杂得多,难以按设计图纸的形状和尺寸直接进行放线测设工作,通常要运用一定的数学知识,进行一定的测设数据计算,将设计图纸上的尺寸,变换成放线测量所需要的数据,必要时,还须绘制放线测量简图。有些较复杂的平面图形,还须设置放线测量用的基准轴线和基准点,然后进行放线测设工作。在实地测设中,对测量仪器的使用和测量操作也有较高的要求,这就是复杂平面图形施工放线的特点。

第二节 复杂平面图形施工放线要点

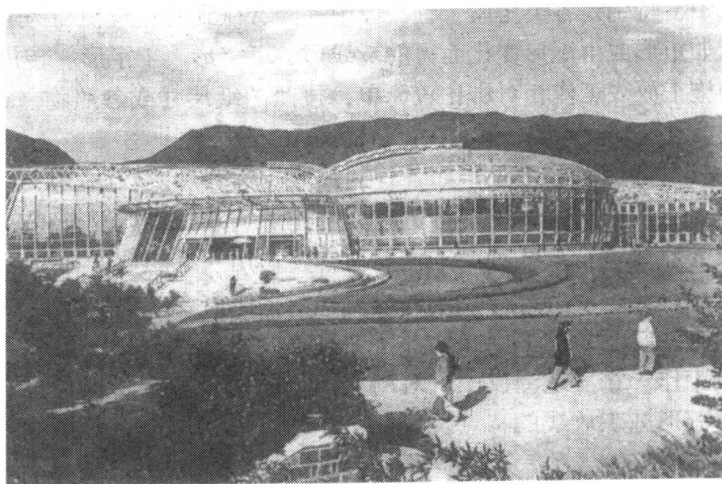
复杂平面图形的施工放线工作,有以下几个要点:

1. 复杂平面图形施工放线前,首先应充分学习图纸,熟悉图纸设计意图,弄清各种曲线图形的性质。在有多种曲线图形组成的平面图形中,应弄清不同曲线圆弧的分界点、各自的圆心、半径,有关的角度以及相互之间的关系等各种因素。如图 1-1 所示为被评为北京市 20 世纪 90 年代十大建筑的北京植物园的展览温室,屋顶采用的是大型全玻璃屋面,整个平面图形象一条螺旋线,由中心逐渐向外展开,而实际上是由圆形、圆弧形、椭圆形等几种曲线组成的。又如 [例 39] 的中华恐龙馆平面图形,它是由圆形、圆弧形、椭圆形和扇形等几种曲线组成的仿生建筑,有 A、B、C、D、E、F、G7 个圆心和不同半径产生的圆弧曲线组成(见图 3-48)。只有熟悉了图纸,放线测设工作就迎刃而解,顺利进行。

2. 对复杂平面图形的施工放线,应确定几根基准控制线及基准控制点,并由其基本



(a)



(b)

图 1-1 北京植物园展览温室

(a) 平面图; (b) 外形图

1—热带雨林展区; 2—茶室; 3—办公; 4—接待; 5—棕榈展区;

6—四季花园; 7—专类植物展区

控制线和控制点逐步导出其他各点、线的位置。[例 13] 中以 O_1O_4 和 O_2O_3 两条十字线和 a_1a_2 、 $a_1a'_2$ 两条斜交线为基本控制线 (见图 2-72), 尽管平面图形较为复杂, 而最终的施工放线图 (见图 2-74) 却较为简单, 放线测设工作也较为容易。

3. 对各种不同性质的曲线图形, 应建立合适的计算坐标体系, 运用相应的数学公式, 对施工放线测设时所需的数据进行计算, 将复杂的图形、众多的数字进行计算、整理、简化, 最终绘制成放线测设简图和有关数据表格, 供实地放线测设时使用。

4. 复杂平面图形的施工放线检查和校核工作十分重要。在计算放线测设所需的有关

数据时，应同时计算检查、校核所需要的相应数据，以便实地放线测设时随时进行检查、校核之用。复杂平面图形的施工放线，由于计算、操作、气候等多种因素的影响，极易发生差错，放线测设中应及时进行检查、校核，一旦发现误差，应及时分析，合理调整，避免误差积累，提高测设精度。应该注意的是，放线测设所用的数据与检查、校核所用的数据应用不同的计算方法所得的数值。例如，圆弧段的放线若是用圆心角和半径作控制时，在检查、校核时则宜用圆弧段的弦长值来检查，这样做能及时发现是否存在差错。

当施工现场没有已建建筑物或构筑物作参照物，需按规划测绘部门提供的城市测量坐标及相应基准点进行施工放线时，在放线操作前，应对图纸上相应点位的坐标值、距离、角度等进行校核、防止原始差错给施工放线工作带来不必要的麻烦。

5. 复杂平面图形的施工放线，应尽可能使用高精度的仪器进行测设，并定期检验，保持测设仪器的高精度。测设仪器的高精度是获得高质量放线测设的基础和保证。同时，测量人员应由专人负责，建立完整的测设资料。

第三节 复杂平面图形施工放线的基本准则

复杂平面图形的施工放线，应遵循以下几个基本准则。

1. 复杂平面图形的施工放线，是工程的一个环节，放线质量的优劣，直接影响到工程的施工质量。因此，在施工组织设计中，施工放线测量应有专门的章节叙述，并有专人负责，各级有关领导和部门，都应重视施工放线测量工作。对于测量项目较多的工程，应建立施工测量管理系统，如表 1-1 所示。做到各司其职，各负其责。

施工测量管理表 表 1-1

工作序号	工 作 内 容	测量工程师	项目副经理	测量技术员	测工班长	测工
1	测量方案编制			●		
2	测量方案批准和特殊决策处理	●				
3	测量方案实施保证		●	●	●	
4	测量设备的购置和检测			●		
5	测量设备的安装			●	●	
6	测量设备的保管、保养			○	●	●
7	测量培训			●		
8	测量设备正常使用			○	●	●
9	测量方法掌握				●	●
10	测量条件完善		●	●		
11	中途听取测量报告	●	●	●		
12	测量记录签字			●	●	●
13	测量表格、图文、归档			●		
14	研制纠偏方案、测量终值分析	●	○	●	○	

注：●直接负责，○间接负责。

2. 应遵守先整体后局部、高精度控制低精度的程序（即先测设场地整体的平面和标高控制网，再以控制网为依据进行局部建筑物的定位、放线和抄平）。

3. 实地测设工作要坚持科学、简捷，精度要合理、相称的工作原则。在测量精度满足工程需要的前提下，力争做到省工、省时、省费用。

4. 坚持计算工作和测量作业步步有校核的工作方法, 随时消除误差, 避免误差积累。

5. 严格按规程作业, 观测误差必须小于限差。观测中应提出预防性要求, 对系统误差要采取措施进行改正 (如量距中的尺长、温度和倾斜改正; 又如经纬仪作竖向投测时, 取盘左、盘右观测的平均位置, 以抵消视准轴和横轴的误差)。

6. 检查、校核与放线测设分开的原则 (主要指观测人员、计算方法、所用仪器、测设方法和观测路线等)。

7. 认真积累原始资料, 做好观测记录, 及时总结经验教训, 不断提高测设水平。

第四节 复杂平面图形施工放线程序和准备工作

认真做好施工放线前的准备工作, 并按程序操作, 不仅能使施工放线工作顺利进行, 而且对确保施工放线质量, 有着重要的影响。

测设程序和施工准备主要有以下几个方面:

1. 确定放线测量人员

进行复杂平面图形施工放线的测量人员, 应是专业测量人员, 并根据工程平面设计的复杂程度, 确定合适的放线测量人员。根据表 1-1 所示, 落实施工放线管理责任制, 做到测设工作专人负责, 各负其责, 各司其职, 使整个放线测量工作始终处于有组织受控状态。

2. 学习和校核设计图纸

放线测量人员应认真学习工程设计图纸。学习工程设计图纸应从总说明、总平面开始, 直至对图纸的平、立、剖面形状、结构情况等, 全面了解施工放线测量时需要掌握的有关尺寸、标高以及相互之间的位置关系, 确定建筑物主要轴线的位置、方向以及和其他轴线的关系等。

图 1-2 所示为北京国际饭店平面控制网图。由图可知, A 、 B 、 C 、 D 是控制的建筑红线, A 点为控制桩位, 且 $\angle A = 90^{\circ}00'00''$ 。建筑物定位条件是以 A 点点位和 AB 、 AD 两直线方向为准, 按图示尺寸确定的。

同时, 由图可知, 圆弧形平面主楼的中心轴 OO_1 , 平行于 AB 线, 与 AB 线距离为: $63.450 + 28.216 + 20.000 = 111.666\text{m}$ 。此外, 主楼北墙边横向轴线 100 平行于 AD 线, 与 AD 线相距尺寸为: $44.600 + 56.100 = 100.700\text{m}$ 。这样, 南北向的中轴线 OO_1 和东西向的主轴线 O_2O_3 , 即 100 轴线, 位置就很容易确定了。

在学习图纸的基础上, 要对图纸上的主要尺寸以及角度、间距等进行

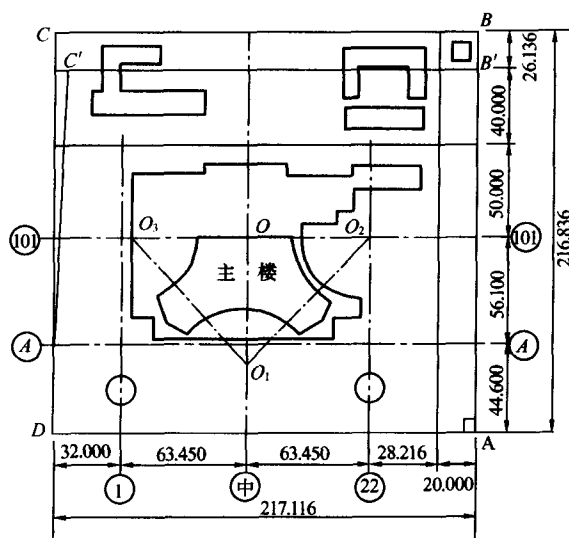


图 1-2 北京国际饭店场地控制网

校核，如分尺寸与总尺寸是否吻合，多边形平面的夹角是否交圈等。当采用城市规划测绘部门提供的城市测绘网坐标及测量基准点进行施工放线时，亦应认真校核其相应点位的有关数值，防止因设计图纸的原始差错给施工放线造成不利影响。对于复杂平面图形的施工放线工作，防止原始差错更有重要意义。

图 1-3 所示为某大楼建筑总平面图，A、B、C、D 四点为建筑物四角轴线控制点，并给出了各点坐标值。点 1、2 为城市测绘部门为工程施工放线提供的城市测量导线点，相应坐标值也已明确。从平面图上可知，AB 之间距离为 120.05m，AC 之间距离为 83.03m，建筑物朝向为南偏东 15°。现根据 A、B、C 三点的坐标值，校验其点间距离及朝向方位的正确性。

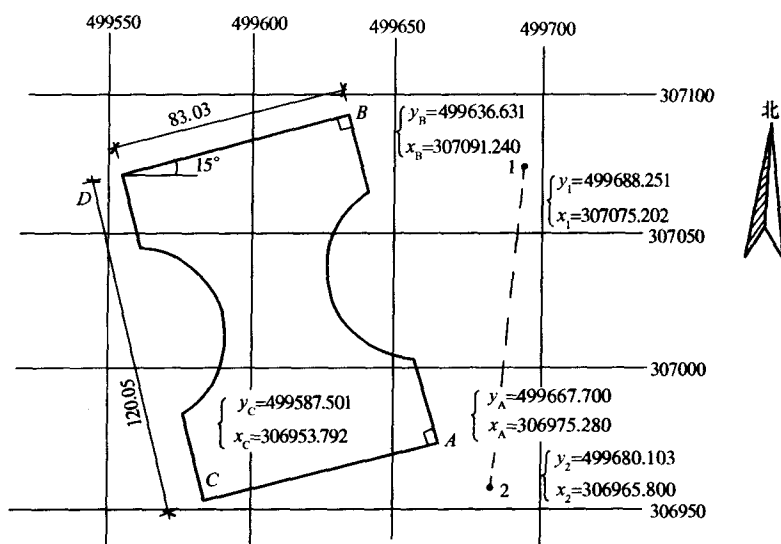


图 1-3 建筑总平面设计图

(1) 校验 AB 点间距离及朝向方位：见图 1-4，将 A、B 两点的坐标增量值作为两直角边，作一直角三角形 ABE。

$$AE = x_B - x_A = 307091.24 - 306975.28 = 115.96$$

$$BE = y_A - y_B = 499667.7 - 499636.631 = 31.069$$

$$AB = \sqrt{AE^2 + BE^2} = \sqrt{115.96^2 + 31.069^2} \\ \approx 120.05$$

$$\tan \angle A = \frac{BE}{AE} = \frac{31.069}{115.96} = 0.2679 \quad \angle A = 15^\circ$$

$$\angle B = 90^\circ - 15^\circ = 75^\circ$$



图 1-4 AB 间距离计算图

(2) 校验 AC 点间距离及朝向方位：同样作一直角三角形 ACF，见图 1-5。

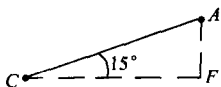


图 1-5 直线 AC 计算图

$$AF = x_A - x_C = 306975.28 - 306953.792 = 21.488$$

$$CF = y_A - y_C = 499667.7 - 499587.501 = 80.199$$

$$AC = \sqrt{AF^2 + CF^2} = \sqrt{21.488^2 + 80.199^2} \\ \approx 83.028 = 83.03$$

$$\operatorname{tg} \angle C = \frac{AF}{CF} = \frac{21.488}{80.199} = 0.2679 \quad \angle C = 15^\circ$$

通过以上校验,证明设计总平面图上提供的 A、B、C 三点坐标值与相应的点间距离和朝向方位角是正确的。

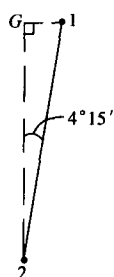
3. 实地考察施工场地

通过学习图纸,在了解工程设计意图和图纸各部位相互关系的基础上,施工放线人员应到施工场地作实地考察,进一步了解工程所在地的位置、周围环境及与已有建筑物的关系,了解现场拆迁情况,了解城市规划(测绘)部门提供的建筑红线及红线桩位置、测量基准点的位置以及实际测设时的通视情况等等,为下一步制订放线测设方案提供可靠的依据。

4. 进行放线数据计算

对放线操作中涉及的主要轴线、主要控制点位的坐标值进行计算,必要时将计算结果列成表格,以供实地测设操作时使用。

现以图 1-3 所示工程为例,导线点 1、2 为本工程放线测量的主要依据,可将 1、2、A、B 四点组成一个闭合的测控四边形,只要计算出点 A、B 与点 1、2 之间的距离以及与 1-2 直线之间的方位角,放线测设工作就能顺利进行。



(1) 计算导线 1-2 点间的距离和方位角

用上面同样的方法作一直角三角形 1-2-G,如图 1-6 所示,1G 为 y 方向的坐标增量,2G 为 x 方向的坐标增量。

$$2G = x_1 - x_2 = 307075.202 - 306965.8 = 109.402$$

$$1G = y_1 - y_2 = 499688.251 - 499680.103 = 8.148$$

$$12 = \sqrt{(2G)^2 + (1G)^2} = \sqrt{109.402^2 + 8.148^2} = 109.705(\text{m})$$

图 1-6 直线
12 计算图

$$\operatorname{tg} \angle 2 = \frac{1G}{2G} = \frac{8.148}{109.402} = 0.0744$$

$$\angle 2 = 4^\circ 15'$$

$\angle 2$ 亦是导线 2—1 的方位角 α_{21}

(2) 计算 1-B 直线的距离和方位角,如图 1-7 所示,作直角三角形 B1K:

$$1K = x_B - x_1 = 307091.24 - 307075.202 = 16.038$$

$$BK = y_1 - y_B = 499688.251 - 499636.361 = 51.62$$

$$1B = \sqrt{(1K)^2 + (BK)^2} = \sqrt{16.038^2 + 51.62^2} = 54.054(\text{m})$$

$$\operatorname{tg} \angle B1K = \frac{BK}{1K} = \frac{51.62}{16.038} = 3.2186$$

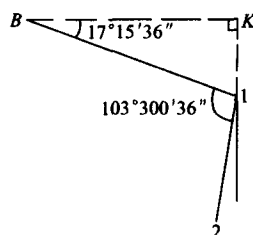
$$\angle B1K = 72^\circ 44' 24'' \quad \angle B = 90^\circ - 72^\circ 44' 24'' = 17^\circ 15' 36''$$

$$\text{直线 } 1B \text{ 的方位角 } \alpha_{1B} = 360^\circ - 72^\circ 44' 24'' = 287^\circ 15' 36''$$

$$1 \text{ 点处左角 } \beta_1 = \angle B12 = 180^\circ - 72^\circ 44' 24'' - 4^\circ 15' = 103^\circ 00' 36''$$

由图 1-4 中 $\angle B = 75^\circ$ 可得 B 点处左角 β_B 为:

$$\beta_B = \angle 1BA = 75^\circ - 17^\circ 15' 36'' = 57^\circ 44' 24''$$



(3) 计算 A-2 直线的距离和方位角,如图 1-8 所示,作直角三

图 1-7 直线 1B 计算图

解形 A2H:

$$2H = x_A - x_2 = 306975.28 - 306965.8 = 9.48$$

$$AH = y_2 - y_A = 499680.103 - 499667.7 = 12.403$$

$$A2 = \sqrt{(2H)^2 + (AH)^2} = \sqrt{9.48^2 + 12.403^2} = 15.611(\text{m})$$

$$\text{tg} \angle 2 = \frac{AH}{2H} = \frac{12.403}{9.48} = 1.3083, \angle 2 = 52^\circ 36'$$

$$\angle A = 90^\circ - \angle 2 = 90^\circ - 52^\circ 36' = 37^\circ 24'$$

直线 A2 的方位角 $\alpha_{A2} = 180^\circ - \angle 2 = 180^\circ - 52^\circ 36' = 127^\circ 24'$

A 点处左角 $\beta_A = 127^\circ 24' + 15^\circ = 142^\circ 24'$

2 点处左角 $\beta_2 = 52^\circ 36' + 4^\circ 15' = 56^\circ 51'$

将上述计算数据列成表格, 如表 1-2 所示, 并作成简图, 如图 1-9 所示。以供实地放线测量操作时使用。

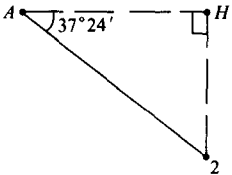


图 1-8 直线 A2 计算图

计算数据汇总表

表 1-2

测点	y 坐标 x 坐标	坐标增量		边长 (m)	方位角 (α)	左角 (β)	附注
		y	x				
1	2	3	4	5	6	7	8
2	499680.103 306965.800	8.148	109.402	109.705	4°15'00"	56°51'00"	城市导线点
1	499688.251 307075.202	51.620	16.038	54.054	287°15'36"	103°00'36"	城市导线点
B	499636.631 307091.240	31.069	115.960	120.050	165°00'00"	57°44'24"	轴线控制点
A	499667.700 306975.280	12.403	9.48	15.611	127°24'00"	142°24'00"	轴线控制点
2	499680.103 306965.800					$\Sigma\beta = 360^\circ$	

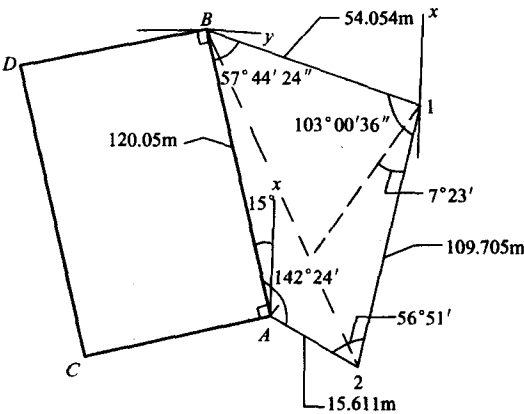


图 1-9 放线测量简图

(4) 计算 1A 和 2B 距离及夹角, 做实地放线测量时校核之用:

$$\begin{aligned}
1A &= \sqrt{(x_1 - x_A)^2 + (y_1 - y_A)^2} \\
&= \sqrt{(307075.202 - 306975.280)^2 + (499688.251 - 499667.7)^2} = 102.013(\text{m}) \\
\text{tg}\angle 1 &= \frac{499668.251 - 499667.7}{307075.202 - 306975.280} = 0.2057 \\
\angle 1 &= 11^\circ 38' \\
\angle A12 &= 11^\circ 38' - 4^\circ 15' = 7^\circ 23' \\
2B &= \sqrt{(x_B - x_2)^2 + (y_2 - y_B)^2} \\
&= \sqrt{(307091.240 - 306965.8)^2 + (499680.103 - 499636.631)^2} \\
&= 132.759(\text{m}) \\
\text{tg}\angle 2 &= \frac{499680.103 - 499636.631}{307091.240 - 306965.8} = 0.3466 \\
\angle 2 &= 19^\circ 06' 48'' \\
\angle 12B &= \angle 2 + 4^\circ 15' = 19^\circ 06' 48'' + 4^\circ 15' = 23^\circ 21' 48''
\end{aligned}$$

5. 制订放线测量方案

通过上面各项工作之后，就可着手制订放线测量方案。根据工程测设工作的复杂程度，分别制订繁简不同的书面测设方案。放线测设方案主要包括以下几方面内容：

- (1) 工程概况：简要说明工程所在地位置、占地面积、周围环境、建筑面积、层数、高度以及平面、立面方面的特点等；
- (2) 对放线测设的基本要求：拟建建筑物与规划红线的关系，定位条件，工程对测设精度的要求以及场地平面控制网和标高控制网设置情况等；
- (3) ± 0.000 以下施工放线方法；
- (4) ± 0.000 以上施工放线方法；
- (5) 工程特殊部位（或特殊构件）的施工放线方法；
- (6) 列出每次放线后需要进行校验的方法和人员（校验时所用的方法和数据应和测设时所用的方法和数据不同）；
- (7) 对测设人员和测设仪器的名称、数量及有关方面的基本要求。

放线测设方案制订好后，应组织放线测设人员进行充分讨论，既能集思广益，又能明确各自的工作职责，有利于放线测设工作的顺利进行和保障放线测设质量。

6. 测量仪器和测量器材的准备

常用的放线测量仪器有水平仪、经纬仪、光电测距仪、全站仪等，与其配合使用的测设器材有标杆、标尺、钢尺、木桩、铁桩、太阳伞以及必要的斧、锯等器具。

根据我国计量法实施细则有关条文规定：“任何单位和个人不准在工作岗位上使用无检定合格印、证或者超过检定周期以及经检定不合格的计量器材。”根据仪器的特点、使用频率和作业特点等分别进行年度检核（年检）、投入工期前检验（期检）和出收测检核（日检）三种。在正常情况下，对全站仪、测距仪可进行年检；对普通仪器，如经纬仪、水准仪、普通钢尺可进行期检；对普通水准仪等常规仪器，则应每天出测后第一站及收测前一站进行日检。年检是在使用前将仪器送国家有关职能部门或正规的测绘仪器鉴定机构等单位，参照国家或行业规范进行系统、全面的检验与校正，并提供完整的鉴定参数。期检一般在本期工程投入前对仪器进行重要项目的检验，可由有经验的老测工或有关测绘部门进行，以保证仪器的正常工作。日检是对仪器的一些重要的、易变的参数进行简单的测