



“十四五”职业教育国家规划教材



“十四五”职业教育河南省规划教材

建筑工程测量

主 编 马潇潇 张萍丽

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书内容包括工程测量基础认知、建筑施工控制测量、施工测量、建筑工程地形图测绘、建筑物变形观测及竣工测量、测绘新技术应用等，共六大模块。

本书适用于建筑工程技术、工程造价、市政工程、工程管理、环境工程等建筑、测绘相关专业的测量教学，也可以作为其他专业测绘类课程的教学用书或相关技术人员的参考用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

建筑工程测量 / 马潇潇，张萍丽主编. —北京：电子工业出版社，2023.12

ISBN 978-7-121-47152-0

I. ①建… II. ①马… ②张… III. ①建筑测量IV. ①TU198

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 014862 号

责任编辑：张 豪

印 刷：中国电影出版社印刷厂

装 订：中国电影出版社印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：20 字数：486 千字

版 次：2023 年 12 月第 1 版

印 次：2023 年 12 月第 1 次印刷

定 价：59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：qiyuqin@phei.com.cn。

前 言

《建筑工程测量》是按照高等职业教育建筑类专业核心课程“十四五”规划教材的相关要求编写的，重点讲解建筑工程测量的基本知识、测量仪器的使用、建筑工程实地测设、施工测量、建筑工程地形图测绘、无人机测绘新技术应用等内容，对培养学生的专业能力和岗位技能具有重要的作用。本书适用于建筑工程技术、工程造价、市政工程、工程管理、环境工程等建筑、测绘相关专业的测量教学，各个专业可根据专业的性质和特点在教学中合理地进行选择。

本书的编写严格依据教育部行指委（全称为全国行业职业教育教学指导委员会）最新制定的专业教学标准，将标准制定与教材编写紧密结合起来，吸收标准制定过程中的相关调研和研究成果，体现最新的专业教学要求。结合实际工作岗位（测量员），参照《国家职业技能标准—工程测量员》，对接“1+X”证书（测绘地理信息数据获取与处理、不动产数据采集与建库）、“全国职业院校技能大赛—工程测量赛项”考核要求，采用能力本位和CDIO工程教育理念构思（Conceive）、设计（Design）、实现（Implement）和运作（Operate），进行课程内容模块化重构，实现“岗课赛证”融通。本书共分为六大模块，模块设置遵循建筑工程测量贯穿工程实践岗位一线工作的周期安排，从工程测量准备、建筑施工控制测量、建筑施工测量、建筑工程地形图测绘，到建筑物变形监测及竣工测量，最后融入测绘新技术，将无人机新技术、BIM（建筑信息模型）行业新应用等融入工程实践。每个模块包含若干项目，每个项目设置项目导入、学习目标（知识目标、技能目标、素质目标）、思维导图、项目准备、项目实施以及项目成果检核等栏目。每个项目包含若干任务，全书共有31个任务，任务由行业企业调研真实项目案例而来，任务的选择和排列由简单到复杂、由单一到综合，由浅入深，循序渐进，遵循学习者的认知规律；每个项目结束后，设置知识测试、综合实训模块，注重对学生理论知识和实操技能的考核，培养学习者知识技能的迁移能力。

本书以“适用”“实用”“够用”为原则，结合职业院校人才培养规划和教学内容改革要求，突出专业培养的针对性和实用性，联合企业依据真实工作过程共同设计实训项目，涵盖典型测量工作任务，与社会生活、实际生产相关联，反映能体现中国智慧的新知识、新技术和新方法。同时，注重挖掘课程思政元素，凝练出“科技动态”“工程规范”等教学素材，将职业技能与职业素养融为一体，实现育训结合，德技并修，工匠精神养成和思政育人。本书融合现代信息技术手段，提供配套课程教学资源（PPT、微课、视频、动画、虚拟仿真、图片、文本等），题库系统，课程思政案例库等数字化教学资源。学习者可通过扫描书中的二维码，阅读与教材内容关联的课程资源，使教材内容更加生动化、形象化，教与学更便捷化、趣味化。

本书由郑州信息科技职业学院马潇潇、河南测绘职业学院张萍丽担任主编；河南交通职业技术学院黄艳和郑州信息科技职业学院宋贤萍、豆叶青、范锬担任副主编；郑州信息科技职业学院王珮、中赉国际工程有限公司张磊、福建金创利信息科技发展股份有限公司田品参与了部分内容的编写工作。具体分工如下：马潇潇、张萍丽编写模块一、模块二的项目一；宋贤萍编写模块二的项目二；范锬编写模块三；豆叶青编写模块四；张萍丽、宋贤萍、王珮编写模块五；王珮、黄艳编写模块六。另外张磊、田品参与实训案例甄选、虚拟仿真环境建设。全书由马潇潇负责统稿。在此对以上编者的辛勤努力深表感谢！

本书参阅了大量的文献资料，引用了同类书刊中的部分内容，在此一并表示衷心感谢！尽管我们在探索教材特色建设方面做出了许多努力，但由于编者水平有限，书中难免有一些不足之处，恳请各教学单位和读者在使用本书时提出宝贵意见，以便下次修订时改进。

编者
2023年11月

目 录

模块一 工程测量基础认知	1
项目一 测量学的认知	1
任务一 测量学的定义及分类认知	3
任务二 测量误差认知	4
实训 认知报告	8
项目二 工程测量任务及基本原则认知	10
任务一 地面点位的确定	11
任务二 测量工作基本原则认知	22
实训 认知报告	25
模块二 建筑施工控制测量	28
项目一 平面控制测量	28
任务一 经纬仪的认识与使用及角度测量	29
任务二 距离测量	37
任务三 全站仪的认识与使用	46
任务四 施工平面控制测量	49
实训一 经纬仪的认识与使用及角度测量	52
实训二 距离测量	70
实训三 全站仪的认识与使用	81
实训四 施工平面控制测量	91
项目二 高程控制测量	106
任务一 水准仪的认识与使用及水准测量	108
任务二 水准路线测量	115
任务三 施工高程控制测量	121
实训一 普通水准测量	124
实训二 水准路线测量	131
实训三 施工高程控制测量	137
模块三 施工测量	147
项目一 民用建筑施工测量	147
任务一 建筑物的定位与放线	148
任务二 建筑物的基础与主体施工测量	155

实训 框剪结构住宅主体平面结构放样	160
项目二 工业建筑施工测量	165
任务一 工业建筑控制网测设	166
任务二 工业厂房施工测量	168
任务三 场地测量	175
实训一 场地平整测量	179
实训二 道路曲线测设	186
模块四 建筑工程地形图测绘	193
项目一 图根控制测量	193
任务一 图根控制测量基本认知	194
任务二 GNSS-RTK图根控制测量	196
任务三 全站仪图根控制测量	201
实训 GNSS-RTK 图根控制测量	204
项目二 碎部测量	210
任务一 碎部点的采集	211
任务二 碎部测量	214
实训一 全站仪碎部点采集	218
实训二 GNSS-RTK碎部点采集	222
项目三 内业编绘	229
任务一 地形图基本知识认知	230
任务二 内业编绘	233
实训 内业编绘	237
模块五 建筑物变形观测及竣工测量	245
项目一 建筑物变形观测	245
任务一 建筑物沉降观测	246
任务二 建筑物倾斜、裂缝与位移观测	248
实训一 建筑物沉降观测	252
实训二 建筑物倾斜、裂缝与位移观测	257
项目二 竣工总图的编绘与实测	264
任务一 竣工总图的编绘	265
任务二 竣工总图的实测	266
实训一 竣工总图的编绘	269
实训二 竣工总图的实测	272
模块六 测绘新技术应用	279
项目一 无人机航空摄影测绘	279

任务一 无人机组装	280
任务二 无人机航空摄影测绘技术	281
实训一 航空摄影测绘外部作业实施	283
实训二 航空摄影测绘影像数据处理	289
项目二 智慧建造	295
任务一 GIS与BIM的认知	296
任务二 基于GIS与BIM融合的智慧校园建设	299
实训 GIS与BIM融合	303
参考文献	311

模块三 施工测量

项目一 民用建筑施工测量



民用建筑施工
测量

【项目导入】

民用建筑，包含住宅楼、商场、学校、医院、食堂、办公楼、宾馆等，其施工测量包括建筑物的定位与放线、基础施工测量、主体施工测量、高层建筑施工测量。施工测量的过程犹如我们用尺子，在纸上绘图一样，它运用各类测量仪器，精确地指导建造过程，让图纸给出的要求，真真切切地落实在地面上。本模块主要讲述的是在民用建筑施工过程中的测量技术。

【学习目标】

1. 知识目标

- (1) 理解坐标体系的空间位置，掌握建筑物定位与放线。
- (2) 熟悉基础施工测量、主体施工测量、高层建筑施工测量的工作内容。

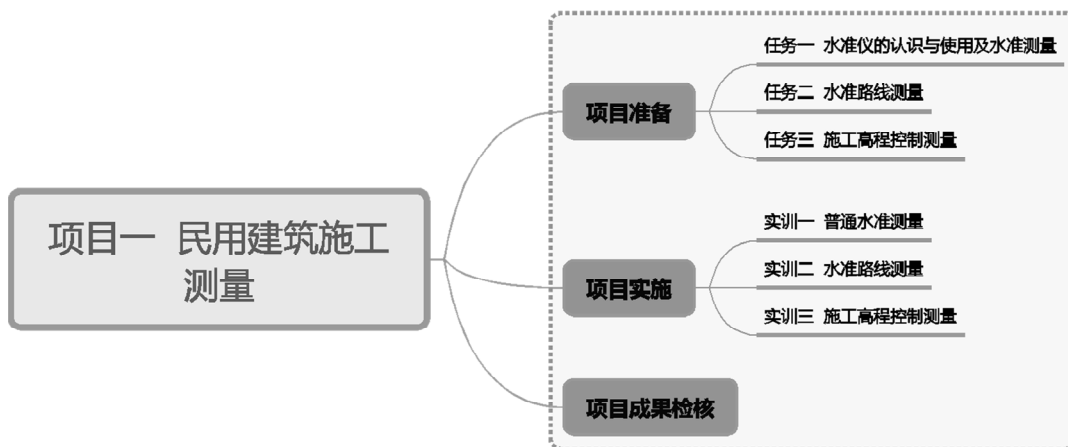
2. 能力目标

- (1) 能进行轴线控制桩的测设工作。
- (2) 能进行基础施工测量、主体施工测量、高层建筑施工测量。

3. 素质目标

- (1) 具备精益求精、认真严谨的科学态度。
- (2) 具有自主学习、团队协作、探究知识的能力。
- (3) 具备理论联系实际的思维习惯，学会将理论和实际结合去解决问题。
- (4) 具备分析问题的能力，学会通过分析问题从而选取处理问题的方法。

【思维导图】



❖ 项目准备

任务一 建筑物的定位与放线

一、施工测量概述

施工测量的目的是，把设计的建（构）筑物的平面位置和高程，按设计要求以一定的精度测设在地面上，作为施工的依据，并在施工过程中进行一系列的测量工作，以便衔接和指导各工序间的施工，保证施工质量符合设计和规范要求。民用建筑是指住宅、办公楼、学校和医院等建筑物，可分为单层、多层和高层建筑。随着现代化城市的发展和建筑工艺的进步，高层和高耸建筑物的不断涌现，这对民用建筑施工测量技术提出了更高的要求。

在施工中，测量贯穿其整个过程，从场地平整、建筑物定位、基础施工，到建筑物构件的安装、竣工测量，交付使用后还要定期进行观测。施工测量和测绘地形图一样，也要遵循“由整体到局部”“先控制后碎部”的原则。主要包括以下三点。

（1）施工场地平整测量：各项工程建设开工时，首先要进行场地整平。整平时可以利用勘测阶段所绘制的地形图计算场地的设计高程并估算土石方量。如果没有可利用的地形图或计算精度要求较高，也可以采用方格水准测量的方法来计算土石方量。

（2）建立施工控制网：为了把规划设计的建筑准确地在地面标记出来，以及便于各项工作的平行施工，施工测量时要在施工场地建立平面控制网和高程控制网，作为建筑定位及细部测设的依据。

（3）施工放样与安装测量：施工前，要按照设计要求，利用施工控制网把建筑和各种管线的平面位置和高程在地面标记出来，作为施工的依据。在施工过程中，要及时测设建

筑的轴线和标高位置，并对构件和设备安装进行校准测量。

二、点的测设



角度距离测设

(一) 角度距离测设

测设是测定的反向工作。在前面的模块中我们学习了使用水准仪、经纬仪、钢尺等仪器进行高程、角度、距离的测定方法，那么在施工过程中，我们就需要将图纸上的信息，投射到实地上，进而开展施工工作。对于建筑物等工程实体来说，其建造的第一步就是定位，此时就要进行角度和距离的测设。

1. 已知水平角的测设

从地面上一点，可向两个方向添加投射线，在工程实践当中，测设水平角是现场定向的常用手段，用垂直投影法投影到水平面上的角称为水平角。测设已知水平角，即以地面一点为顶点，以其中一个方向的投射线为水平角的已知边，按照已知的角度数值，将另一条边测设到地面上，即这条边是我们需要测设的方向。

按照精度要求的不同，角度测设所用到的仪器和方法也有所不同。

(1) 一般方法（分中法）。

在对测设水平角精度要求不高的情况下，可以采用经纬仪盘“左盘右分中法”测设，如图3-1所示，具体步骤如下。

① 在A点架设经纬仪并对中整平，首先，将盘左照准已知点B，置盘至 $0^{\circ}00'00''$ 附近（电子经纬仪、全站仪直接置零）；

② 旋转照准部至度盘读数为响应的 β 数值，在此视线方向上定出C'点；

③ 然后，盘右重复上述工作，定出C''；

④ 取C'C''连线的中点C钉桩，此时 $\angle BAC$ 就是我们测设的角度值为 β 的已知水平角，AC即为得到的测设角值为 β 的另一条方向线。

(2) 精确方法。

如果需要更高的测设精度，则可在前述方法的基础上做检验修正，采用测设端点的垂线改正方法，如图3-2所示，具体步骤如下。

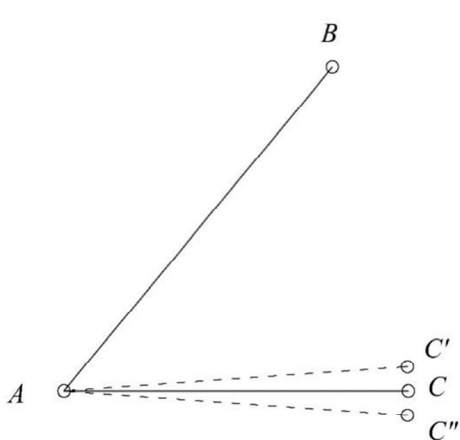


图 3-1 已知水平角的测设一般方法

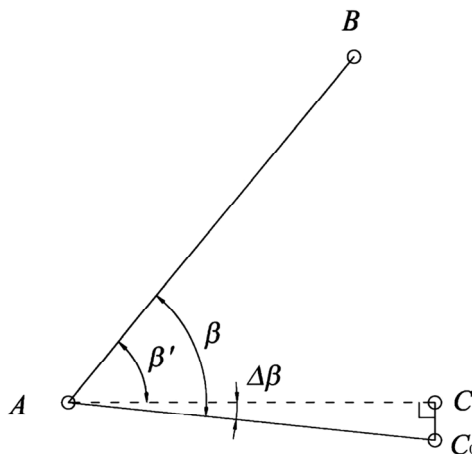


图 3-2 已知水平角的测设精确方法

- ① 按照分中法操作流程测设出AC方向线，在实地标出C点的位置；
- ② 用经纬仪对 $\angle BAC$ 进行多测回（测回数视具体情况而定）的水平角观测，设观测值为 β' ；
- ③ 垂直改正距离按下式计算。

$$\Delta\beta = \beta - \beta', CC_0 = D_{AC} \cdot \tan\Delta\beta = D_{AC} \cdot \frac{\Delta\beta''}{\rho''} \quad (3-1)$$

- ④ 从C点起，沿AC边的垂直方向量出垂距 CC_0 ，定出 C_0 点，则 AC_0 即为修正后的目标方向。从C点起，向内还是向外修正方向，取决于 $\Delta\beta$ 的正负号，正值向外改正，负值则向内改正。

2. 已知水平距离的测设

已知水平距离的测设，是从地面一点，向一个给定的方向，量出已知水平长度而得到地面上的一点的过程。

水平距离测设按照精度要求、工具及仪器的不同，采用的方法也各有不同。如图3-3所示，识图测设水平距离 $AB = D$ ，其中A点为已知点，并在地面上设有固定标志， D 为已知的水平距离，在地面上沿已知给定的方向量出水平距离 D ，即可在实地定出要求的点 B 。

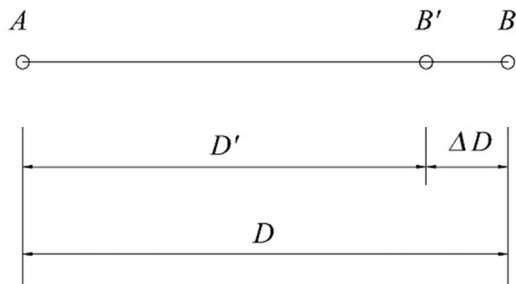


图 3-3 已知水平距离测设

(1) 一般方法。

如果精度要求不高，则可以直接采用钢尺量距，步骤如下。

① 从A点开始，沿AB方向用钢尺拉平丈量，此时应在A点架设经纬仪，用照准部定出AB的方向。按照已知距离D，在实地上定出B'点，做出标记；

② 对AB'进行两次丈量或往返测，若两次丈量的数值之差在限值之内，则可直接取平均值D'；

③ 求出改正数 $\delta = D - D'$ ；

④ 根据改正数 δ 对端点B'加以修正，即得出B点的最终位置。若 δ 为正，应向前修正；若 δ 为负，则向后修正。

(2) 精确方法。

若精度要求高，亦可在上述方法的基础上，做进一步校核修正。在按照一般方法在地面上初步定出B'点后，再精确测量出AB'的距离，并加钢尺的尺长改正、温度改正和倾斜改正等，求出AB'的精确水平距离D'。则其长度差值 $\delta = D - D'$ 即为沿AB方向，以B'点为基准进行改正的值。若 δ 为正，应向前修正； δ 为负，则向后修正。

(3) 光电测距仪器测设水平距离。

光电测距仪器以全站仪最为常用。以全站仪为例，测设已知水平距离，步骤如下。

① 在A点架设全站仪，照准部瞄准B点方向，使用反射棱镜对中杆按照已知距离D粗略定出地面点B'并做好标记；

② 再用全站仪精确测出AB'的水平距离D'，求出改正数 $\delta = D - D'$ ；

③ 根据 δ 的符号对B'进行修正，最终定出B点；

光电测距仪器测设距离是一种方便、快捷并且精度很高的方法，在距离测设工作中应用较为普遍。



点的平面位置测设

(二) 坐标法与交会法

1. 极坐标法测设点的平面位置

极坐标法是由角度、长度两个要素来确定一个点的一种方法。极坐标法适用于便于量距且保证通视的场地，是施工现场常用的一种点位测设方法。

如图3-4所示，用极坐标法测设P点的实地位置。已知P点坐标为 (x_P, y_P) ，A、B为已知的两个控制点，在地面上均有位置标记，坐标分别为 (x_A, y_A) 、 (x_B, y_B) ，根据给出的设计坐标值，反算出水平角 β 及水平距离D，用任务一的角度、距离测设方法在实地测设出P点点位。

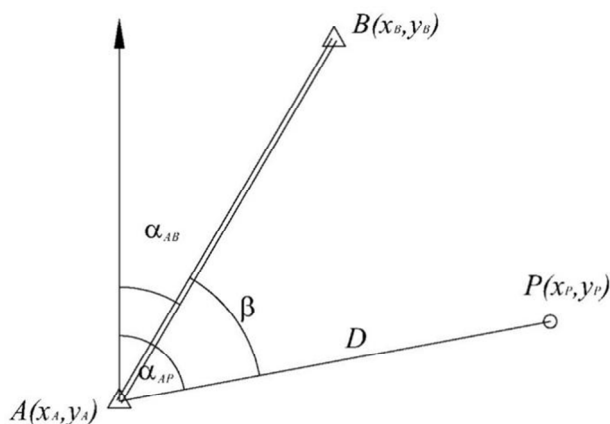


图 3-4 极坐标法测设点的平面位置

极坐标法使用方便，也契合测量仪器的结构原理，安置一次仪器可以测设多点，适用于对各种复杂形状的建筑物进行定位，当使用全站仪测设时，因仪器兼具测角与测距功能，优势更加明显。

2. 直角坐标法测设点的平面位置

直角坐标法是根据被测设点给定的设计坐标值，计算出设计坐标，设计坐标与已布设好的控制轴线点之间的纵横坐标之差，即 x 、 y 坐标之间的差值 Δx 、 Δy ，从而测设出地面点的平面位置。

当建筑场地的施工控制网为方格网或轴线网时，采用直角坐标法放线最为方便，但需要注意的是，直角坐标法放线仅适用于短距离测设，距离稍长难以控制精度。

如图3-5所示，I、II、III、IV为方格网点，需要在地面上测设出A点，其中方格网点坐标均已知且在地面上有标志，A点坐标已知位置待测设，在坐标系中计算出差值 Δx 、 Δy ，用直角坐标法测设A点。

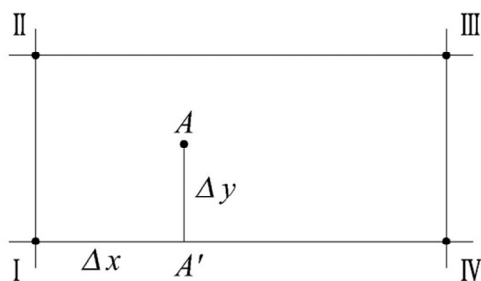


图 3-5 直角坐标测设点的平面位置

测设方法：

(1) 坐标增量按下式计算。

$$\Delta x = x_A - x_I, \Delta y = y_A - y_I。 \quad (3-2)$$

(2) 在I点架设经纬仪(如果轴线已经在地面上标出,则可直接用钢尺由I点向IV点量取 Δx ,得到点A'。

(3) 在A'点架设经纬仪,后视I点后,使用盘左、盘右分中法测设 $90^{\circ}00'00''$ (顺时针),测得I~IV边的垂线,在垂线方向上量取 Δy ,得到A点,此时A点即为所求。

由此可见,直角坐标法测设点位,仅需按照两个坐标差值量取距离和测设直角,过程直观,并便于检查,常用于建筑平面碎部放样。

3. 角度交会法测设点的平面位置

角度交会法是根据两个或两个以上已知角度的方向线交会处的点的平面位置。当待定点距离控制点距离较远(超出钢尺长度),或者地形复杂难以施测时,可以采用角度交会法。

如图3-6所示,用前方交会法测定P点,其中M、N为控制点,坐标已知且地面有标志,P点坐标已知,位置待测设,则可以反算出方位角 α_{MP} 、 α_{NP} 、 α_{MN} ,再计算出夹角 α 和夹角 β ,通过角度交会测设出P点。

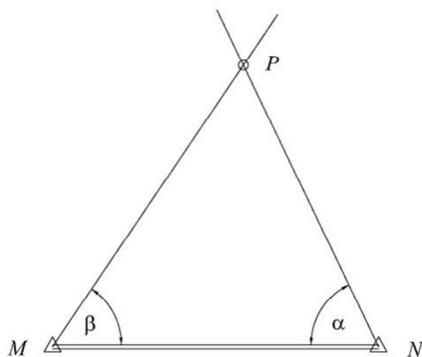


图 3-6 角度交会法测设点的平面位置

4. 距离交会法测设点的平面位置

距离交会法是根据两个或两个以上的已知平面距离交会处点位的一种测设方法。如图3-7所示,A、B为控制点,坐标已知且地面有标志,P为待测点,已知坐标,位置待测设。距离 $D_{AP} = b$ 、 $D_{BP} = a$,可以通过点的坐标计算得出。

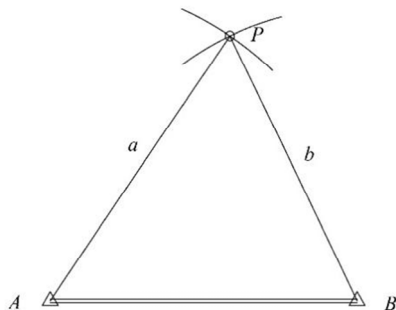


图 3-7 距离交会法测设点的平面位置

(1) 类似于制图中的尺规法画图，以 A 、 B 为圆心，在场地上画弧线，两弧线的交点就是 P 点。由于精度稍差，在实际工作中应采用第三个控制点做距离校核。

(2) 距离交会法测设点位，不需要使用复杂仪器，仅需钢尺即可，操作简便，测设速度快，但是精度稍差。在使用钢尺测量距离时，要求场地平整，交会距离不大于钢尺整尺长度，交会角度应在 $30^\circ \sim 120^\circ$ 能达到理想的效果。



建筑物的定位与放线

三、建筑物的定位与放线

(一) 建筑物的定位

建筑物的定位是指，把建筑物的外廓各轴线交点测设到地面上，即根据设计要求在地面上标出拟建建筑物的准确位置，它是进行碎部放样的依据。根据控制网的形式及分布、放线的精度要求及施工现场的条件来选用，建筑物的定位主要有以下几种测设方法：

(1) 根据测量控制点的测设。

根据建筑物附近的导线点、三角点等测量控制点和建筑物各角点的设计坐标用极坐标或交会法测设建筑物的位置。

(2) 根据建立的方格网和建筑基线测设。

当建筑场地已经建立方格网或建筑基线时，可以采用直角坐标放样法，使用经纬仪和钢尺测设定位点。

(3) 根据与原有建筑物的关系测设。

即根据设计图纸上新建建筑物与附近原有建筑物的相对位置关系，进行测设。

建筑物的定位就是将建筑物外廓各轴线交点（简称角桩，即图3-8中的 M 、 N 、 P 和 Q ）测设在地面上，作为基础放样和碎部放样的依据。

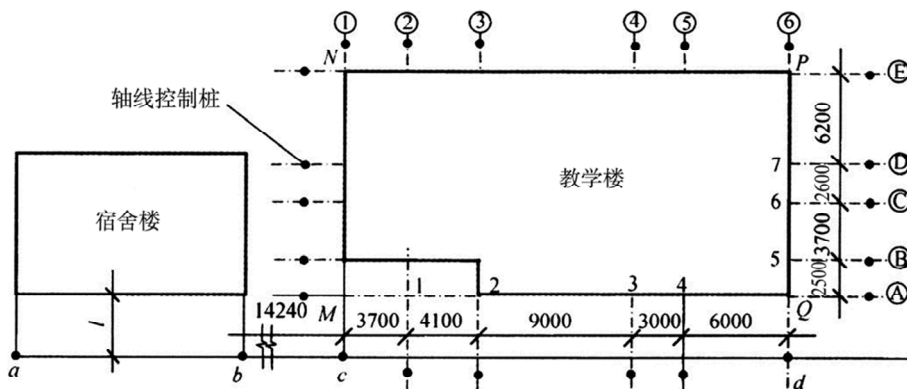


图 3-8 建筑物的定位和放线

由于定位条件不同，定位方法也不同，下面介绍根据已有建筑物测设拟建建筑物的方法。