第十二章

工业与民用建筑测量

第十二章 工业与民用建筑测量

主要内容

- 概述
- 大型工业厂区的控制测量和施工测量
- 市政工程测量
- 高层和高耸建筑物测量
- 文物和古建筑测量

12.1 概述

一. 目的

把图纸上已设计好的各种工程建筑物、构筑物，按照设计的要求测设到相应的地面上，并设置各种标志，作为施工的依据，以衔接和指挥各工序的施工，保证建筑工程符合设计要求。

二. 测量工作贯穿整个施工过程的各个阶段

- ✓ 场地平整
- ✓ 建立施工控制网
- ✓ 根据施工控制网进行建筑物放样
- ✓ 变形监测
- ✓ 竣工测量

12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

12.2.1 大型工业厂区控制测量

➢为施工场地建立施工专用控制网

●平面控制　建筑基线
建筑方格网
导线网
边角网
GPS网

2高程控制　布设水准网或水准点

12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

平面施工控制网

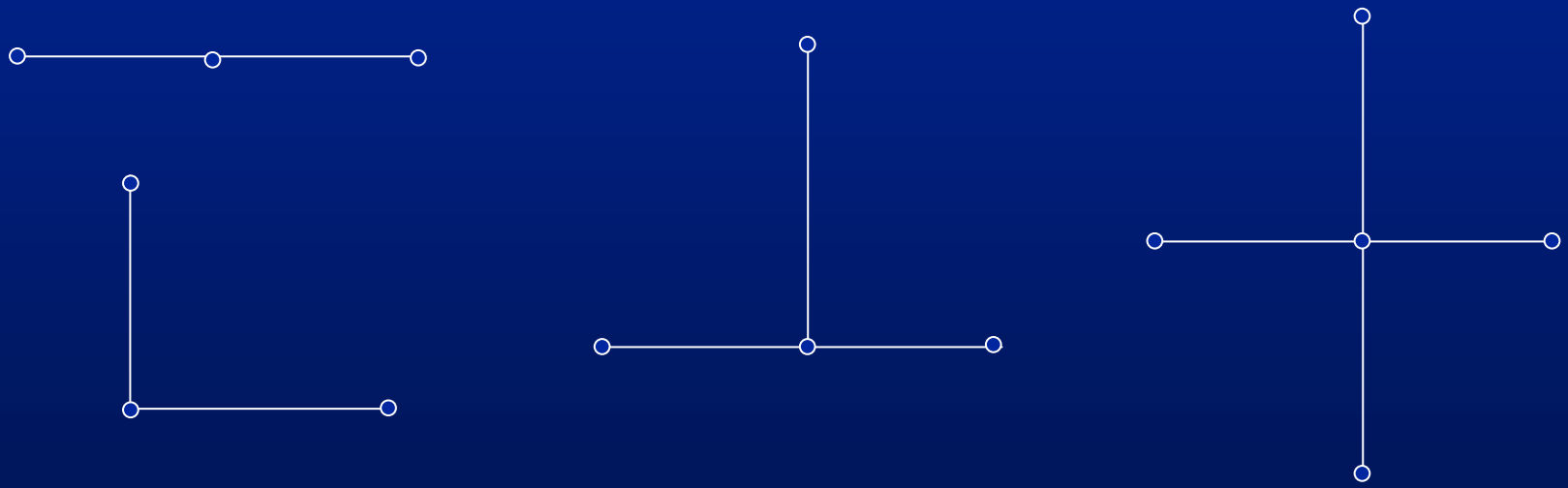
- **特点**
  - ✓ 精度要求高；
  - ✓ 采用建筑坐标系(坐标轴方向与建筑群主轴线平行或垂直)；
  - ✓ 各边相互平行或垂直，且为整数；
  - ✓ 点位便于保存(布置于设计的通道位置)；
  - ✓ 测设控制点，然后调整。
- **优点**
  - ✓ 计算简单——用加、减法计算直角坐标法放样数据
  - ✓ 使用方便——布置在待测设建筑物的就近位置
  - ✓ 放样迅速——用直角坐标法放样

12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

（一）. 建筑基线

——建筑场地较小、简单时用。

1. 基本形式



至少三点，可作检核

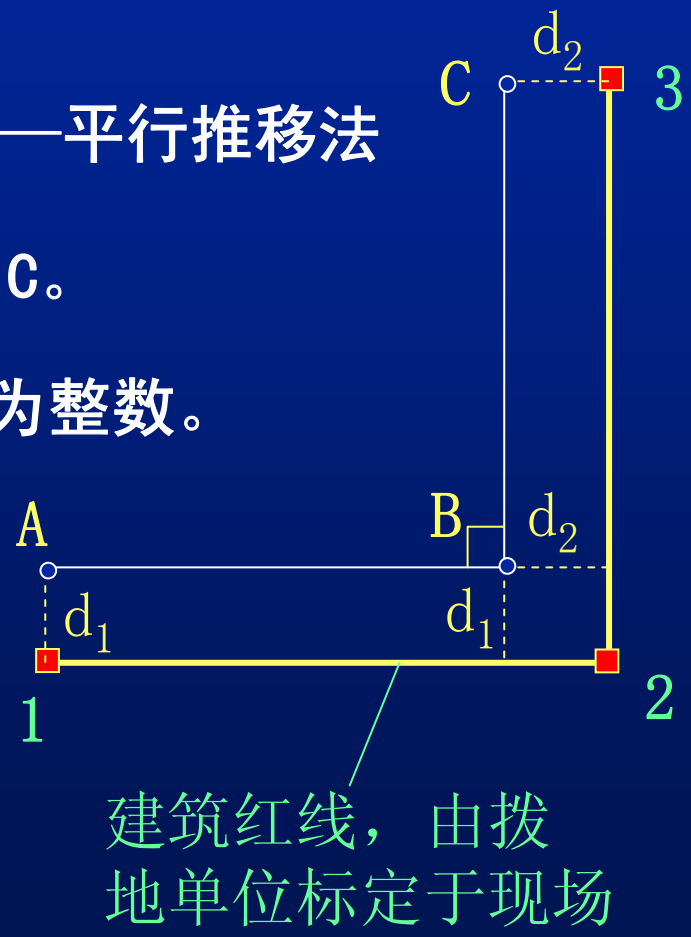
12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

2. 测设方法

(1). 根据建筑红线测设建筑基线——平行推移法

根据1、2、3点平行推移得A、B、C。

调整A、B、C使B为直角，AB、BC为整数。



一般精度要求：

∠ABC=90°±10″

AB、BC相对误差≤1/10000

12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

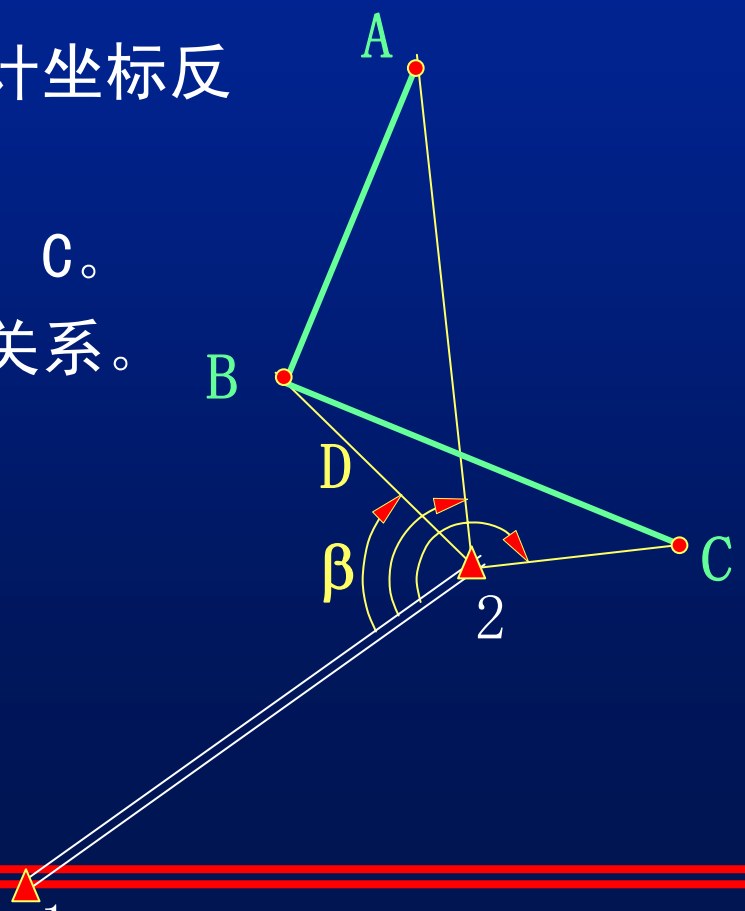
(2). 根据测量控制点测设建筑基线

◆ 根据导线点1、2，测设建筑基线点A、B、C。

根据1、2点坐标与A、B、C的设计坐标反算放样数据β_i、D_i。

在测站2，用极坐标法测设A、B、C。

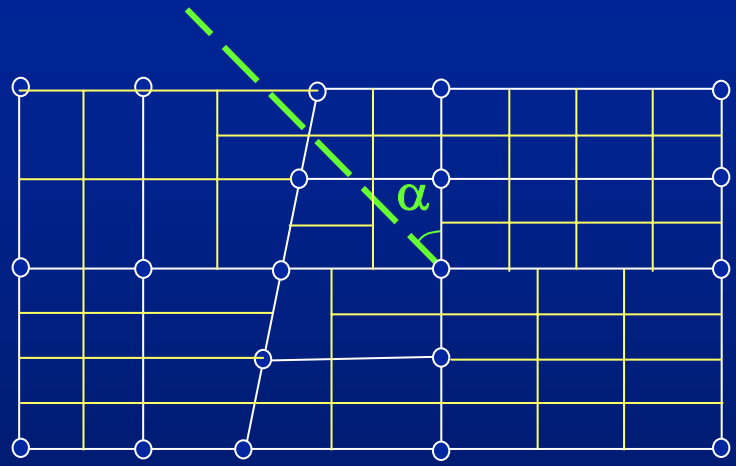
调整A、B、C，满足直角和距离关系。



（二）. 建筑方格网

——大、中型建筑场地用。

1. 建筑方格网的布置



◆主要特点

分级布置；

采用建筑坐标系；

考虑建筑群布局，边长取整数；

测设精度高，先测设，再归化；

点位须长期保存。

12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

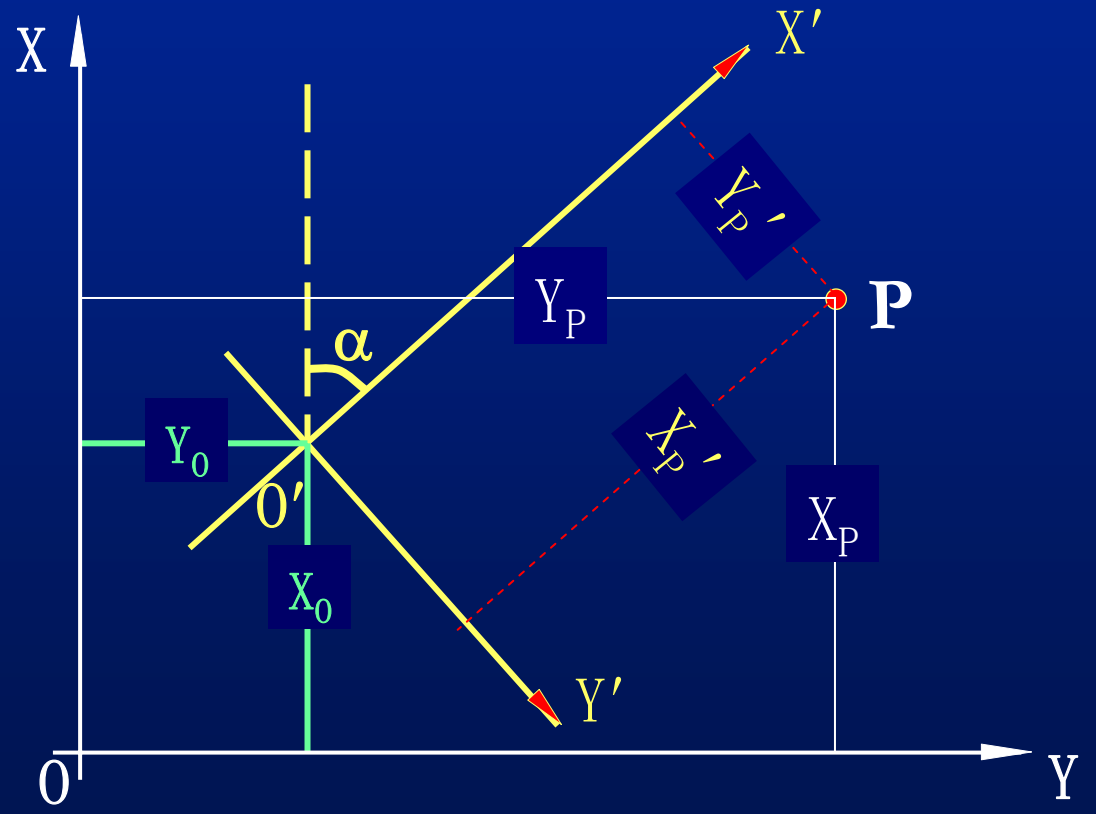
（三）. 建筑坐标与施工坐标的换算

建筑坐标系：X′O′Y′

测量坐标系：XOY

建筑坐标系原点的测量坐标：X_0Y_0

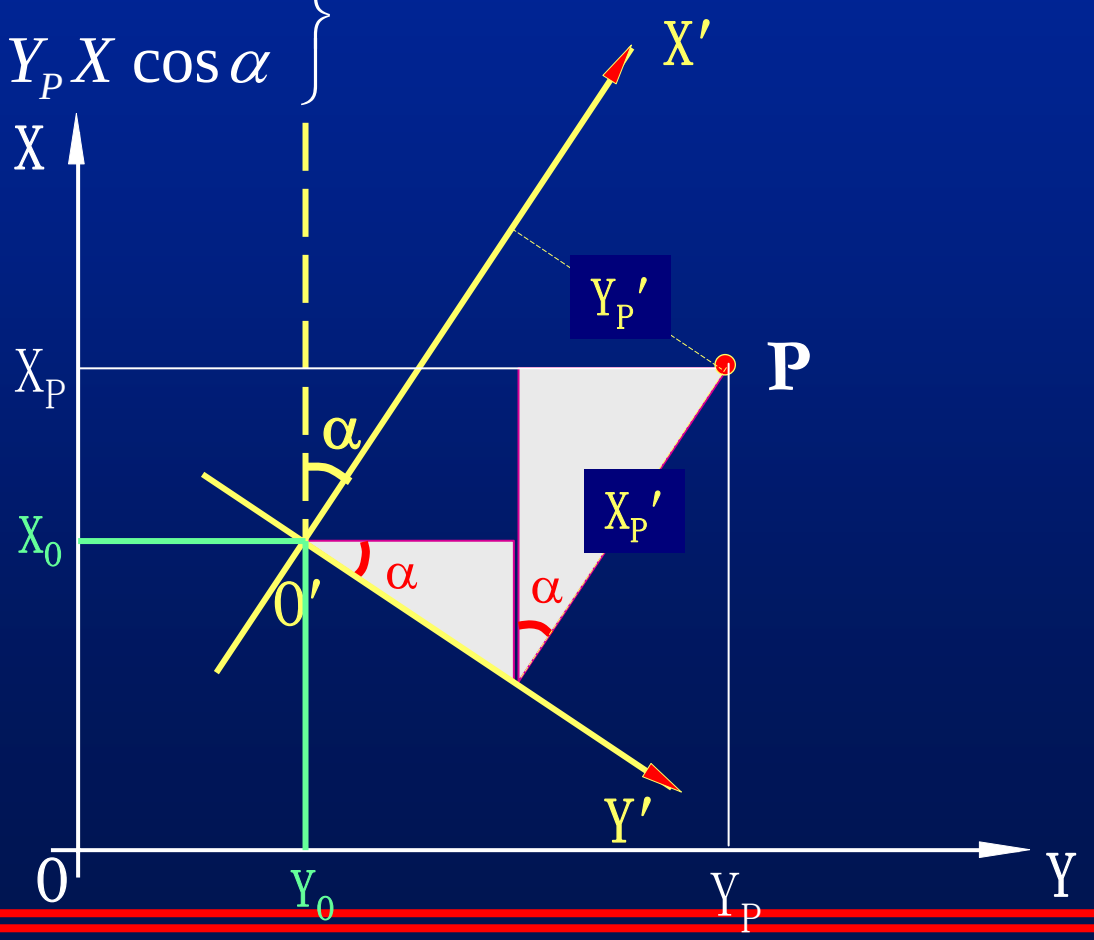
X′轴在测量坐标系中的坐标方位角α.



12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

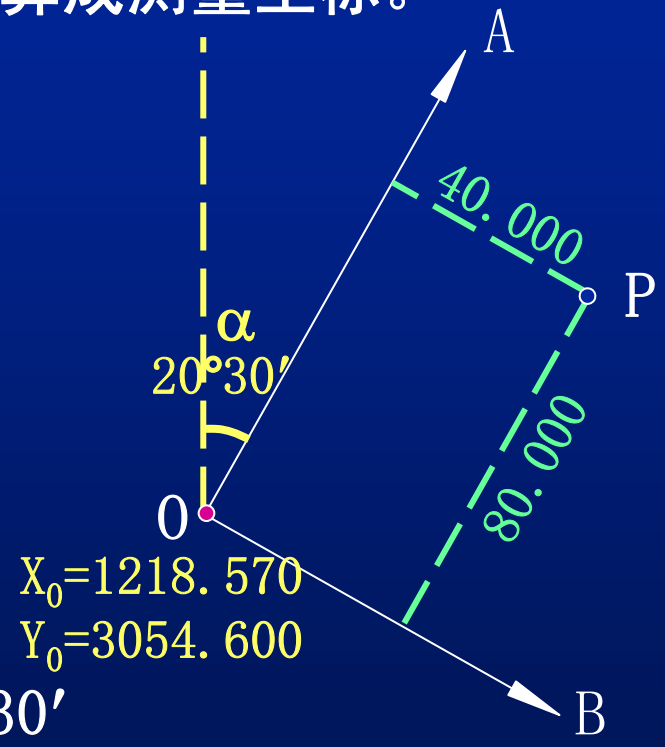
1. 建筑坐标换算成测量坐标

$$\left.\begin{aligned} X_P &= X_0 + X_P X\cos\alpha - Y_P X\sin\alpha \\ Y_P &= Y_0 + X_P X\sin\alpha + Y_P X\cos\alpha \end{aligned}\right\}$$



12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

例：某建筑坐标系如下图，P点在建筑坐标系中的坐标为P(40.000，80.000)，将其换算成测量坐标。



解：由坐标转换公式：

$$\left.\begin{aligned} X_P &= X_0 + X_P X\cos\alpha - Y_P X\sin\alpha \\ Y_P &= Y_0 + X_P X\sin\alpha + Y_P X\cos\alpha \end{aligned}\right\}$$

P点的测量坐标：

X_P=1218.570+80cos20°30′−40sin20°30′

=1279.495

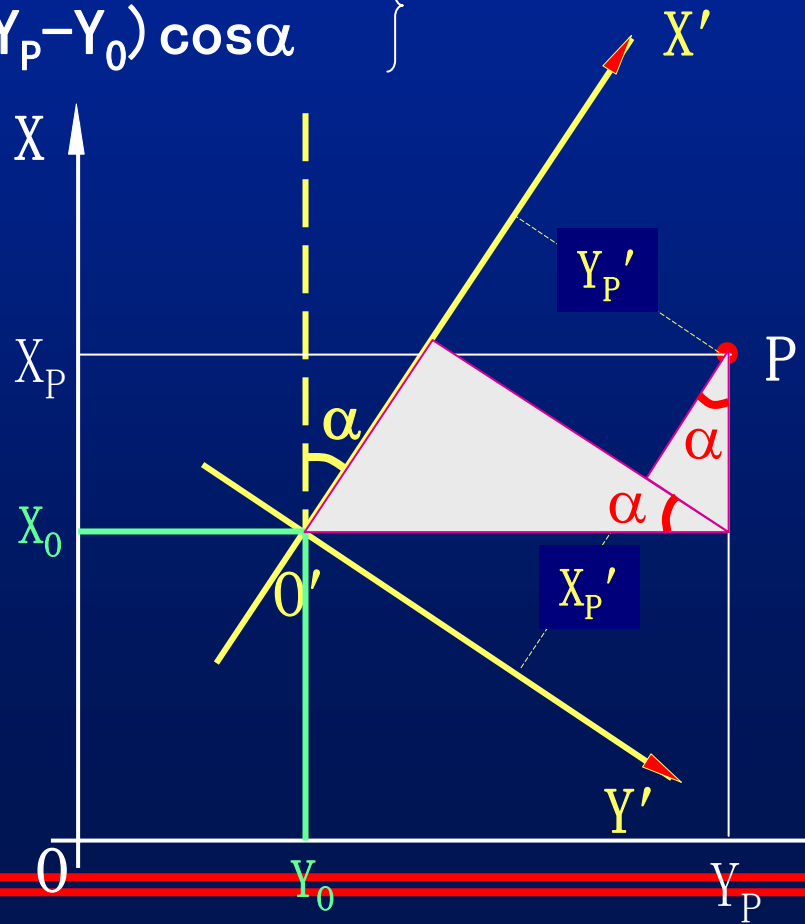
Y_P=3054.600+80sin20°30′+40cos20°30′

=3120.083

12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

2. 测量坐标换算成建筑坐标

$$\left.\begin{aligned} X_P' &= (X_P - X_0)\cos\alpha + (Y_P - Y_0)\sin\alpha \\ Y_P' &= -(X_P - X_0)\sin\alpha + (Y_P - Y_0)\cos\alpha \end{aligned}\right\}$$



12.2 大型工业厂区的控制测量和施工测量

高程施工控制网

✓预埋水准点，一个工地至少设2~3个点，定期校测；

✓点位稳固，便于保存，便于使用；

✓布设水准路线，引测新设水准点的高程。精度满足施工要求。

建筑施工测量

一. 民用建筑施工测量

- 建筑物定位
- 建筑物详细测设
- 轴线控制
- 基础施工测量

二. 工业建筑施工测量

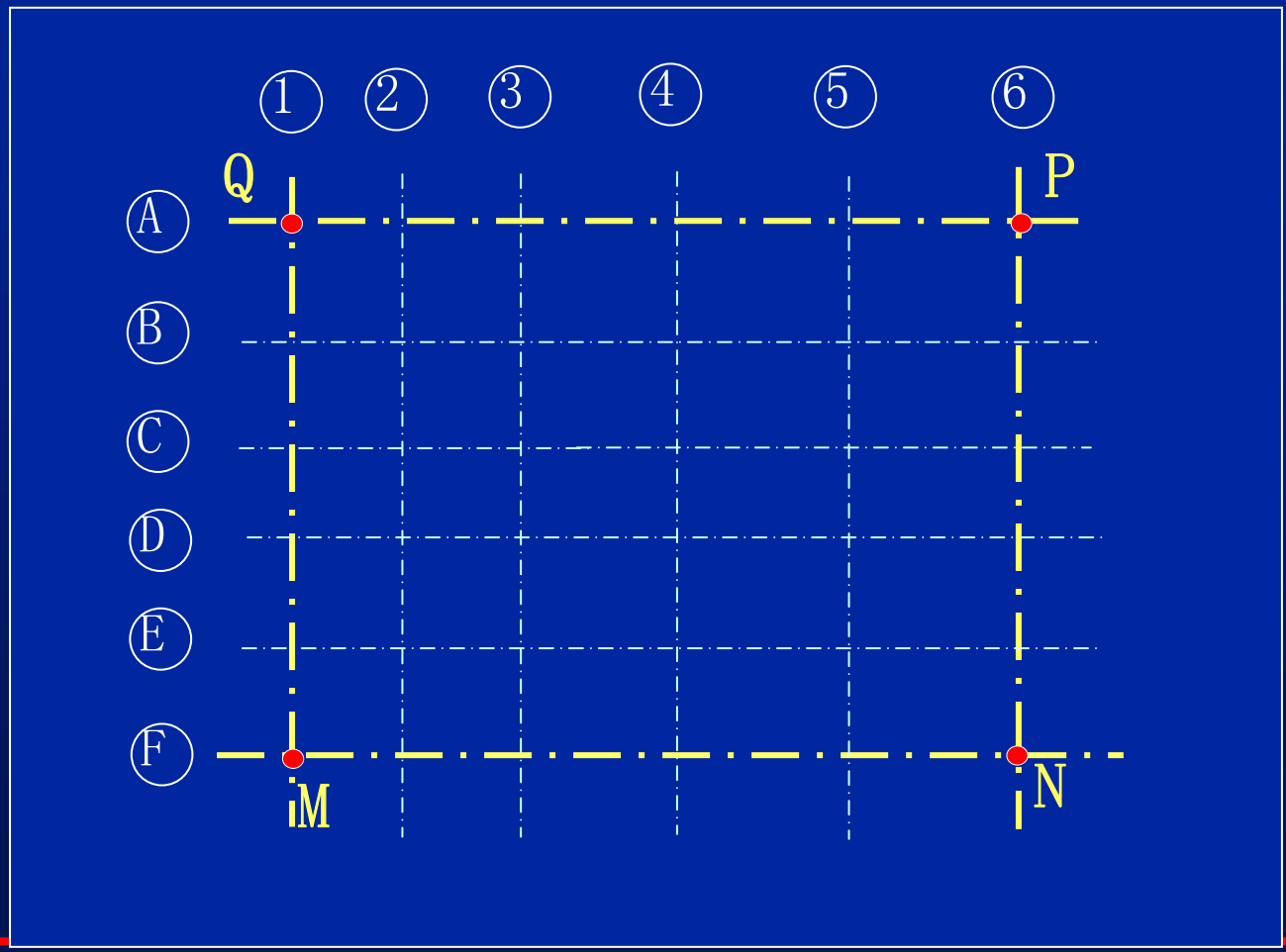
- 厂房控制网和柱列轴线测设
- 基础施工
- 建筑构件安装

一. 民用建筑施工测量

1. 建筑物定位
2. 建筑物详细测设
3. 轴线控制
4. 基础施工测量

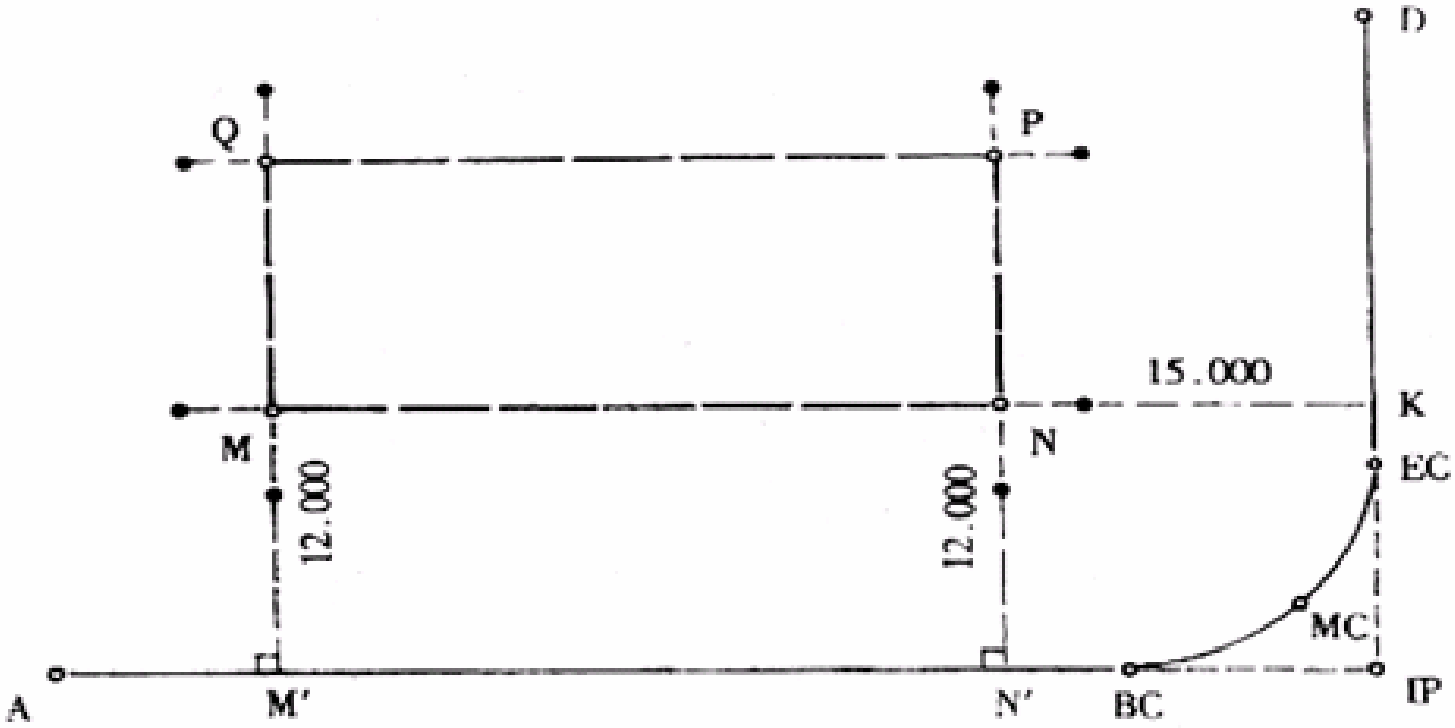
1. 建筑物的定位

测设建筑物外墙中心线交点，钉角桩。

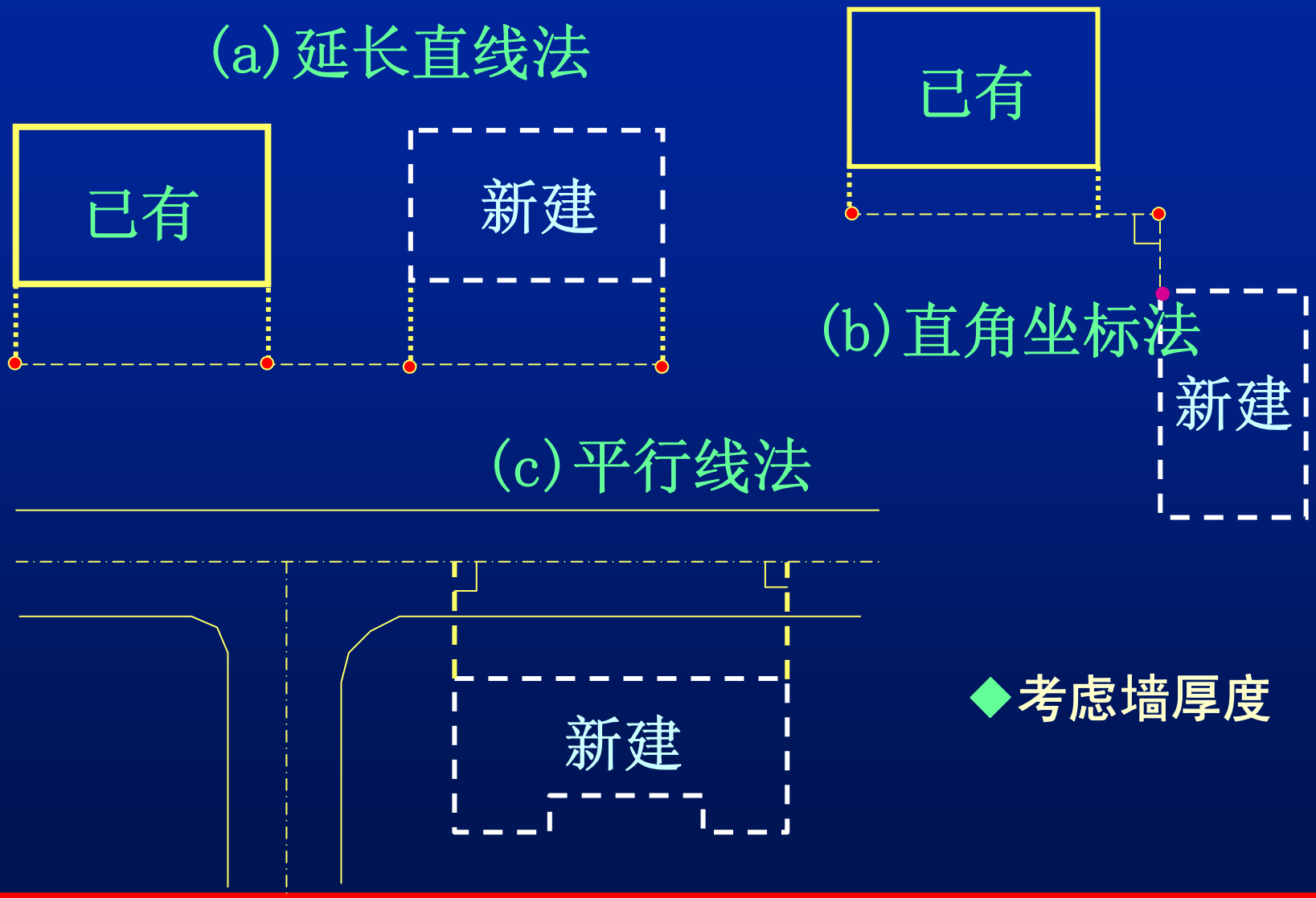


根据规划道路红线进行建筑物定位

当设计建筑物靠近规划道路时，可根据规划道路红线进行建筑物定位



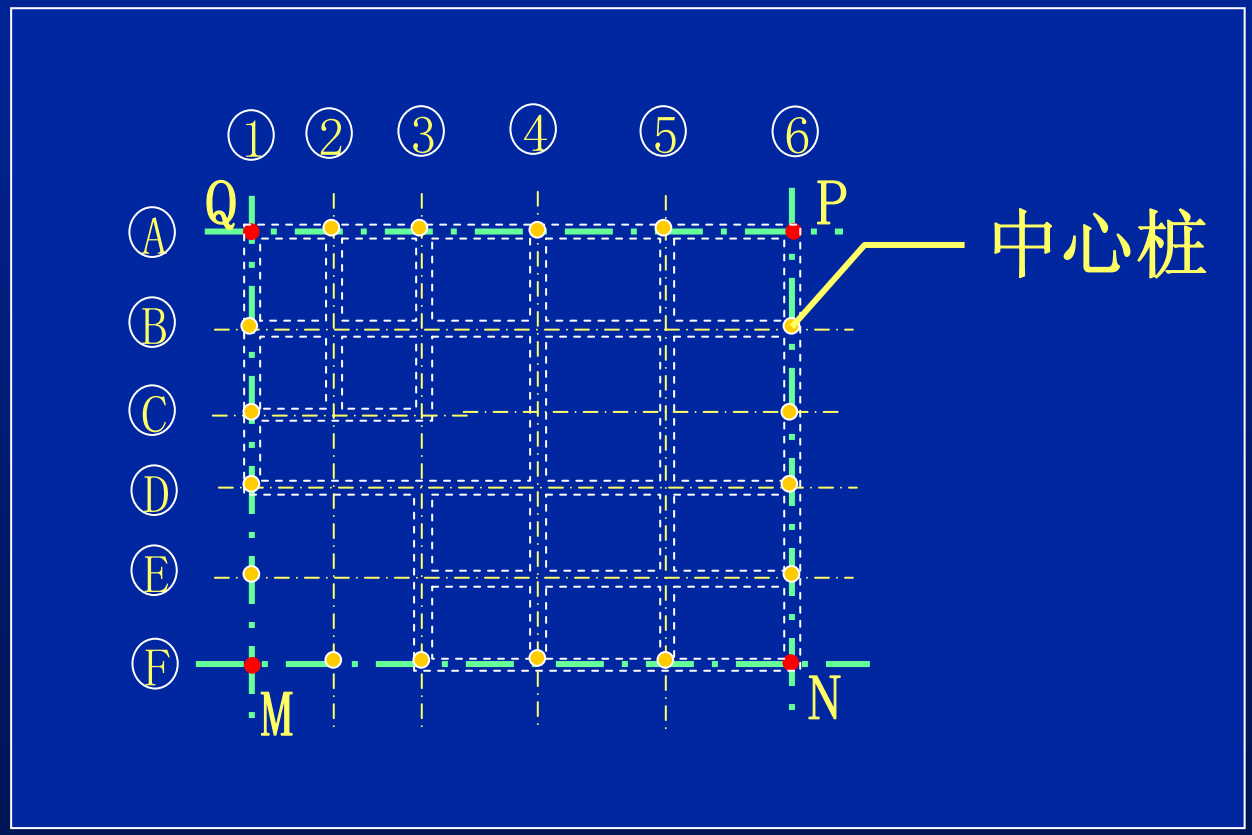
根据与原有建筑物的关系测设



◆考虑墙厚度

2. 建筑物详细测设

——根据建筑物主轴线测设各内墙(承重墙)轴线，钉中心桩。



3. 建筑物轴线控制

——钉轴线控制桩或设置龙门板，保存轴线位置，便于施工时恢复轴线。

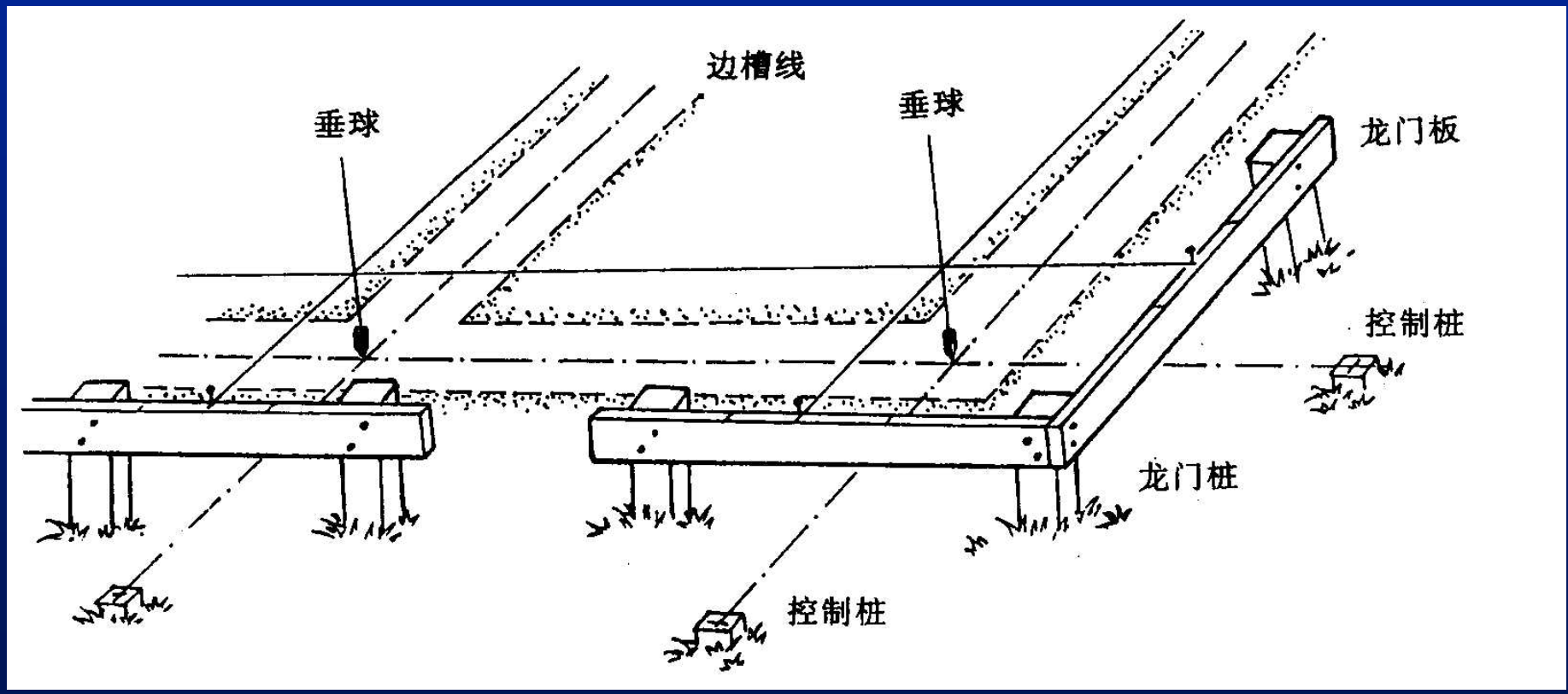
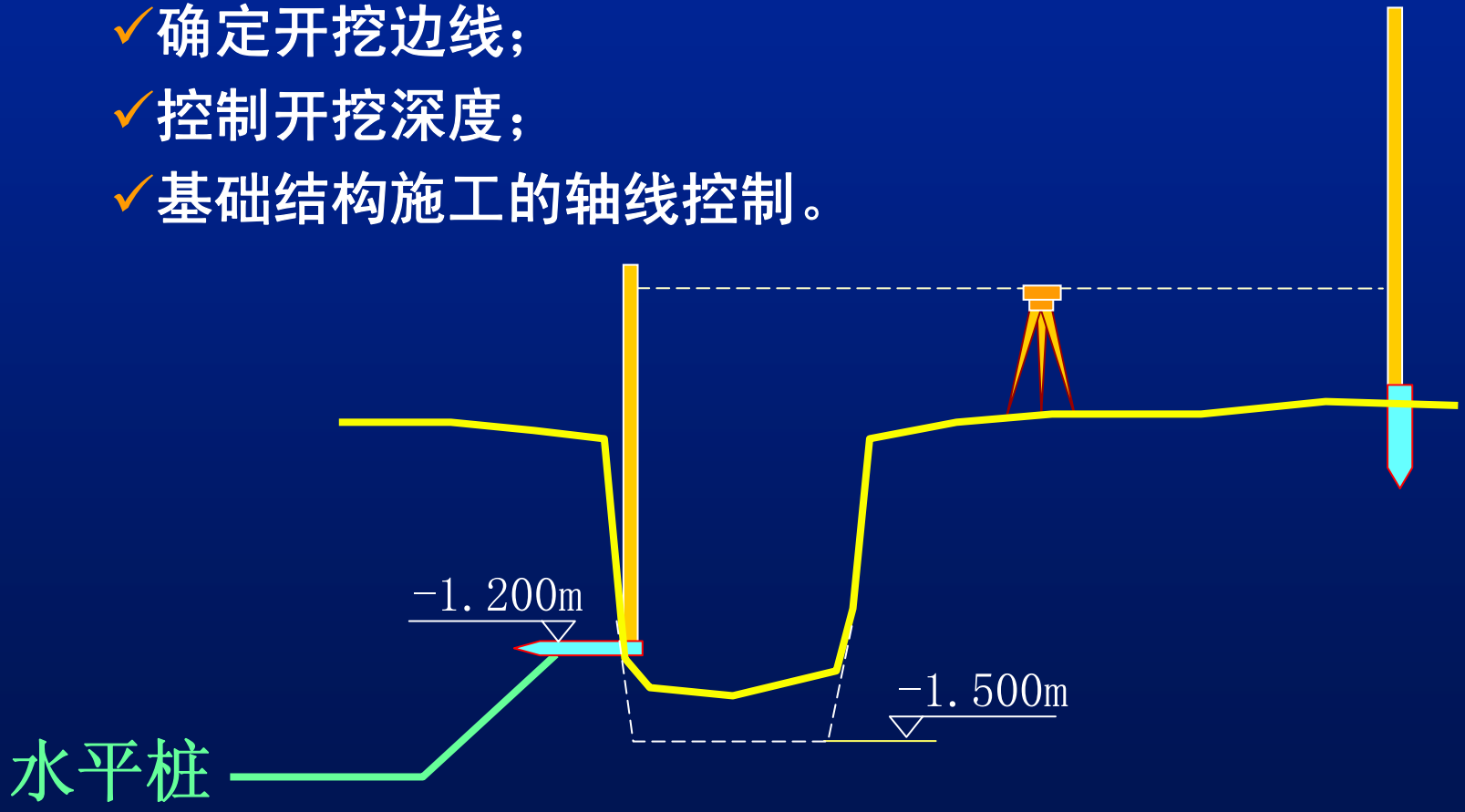


图11-25　龙门桩和龙门板

4. 基础施工测量

——开挖基槽或开挖基坑，槽底或基坑底标高控制。

- ✓确定开挖边线；
- ✓控制开挖深度；
- ✓基础结构施工的轴线控制。



二. 工业建筑施工测量

1. 厂房控制网和柱列轴线测设

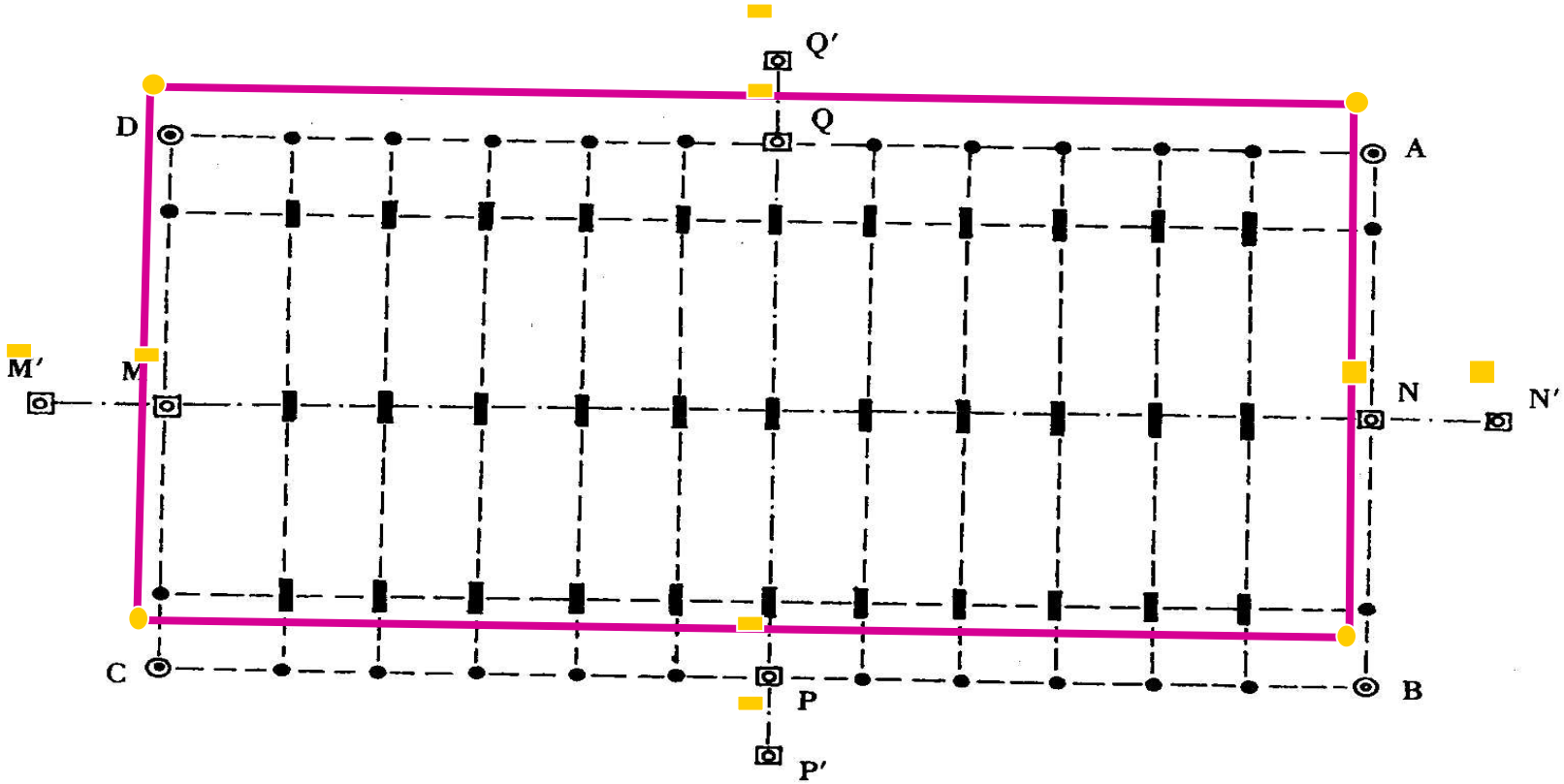
2. 基础施工

3. 建筑构件安装

1. 厂房矩形控制网和柱列轴线测设

根据建筑方格网测设厂房矩形控制网；

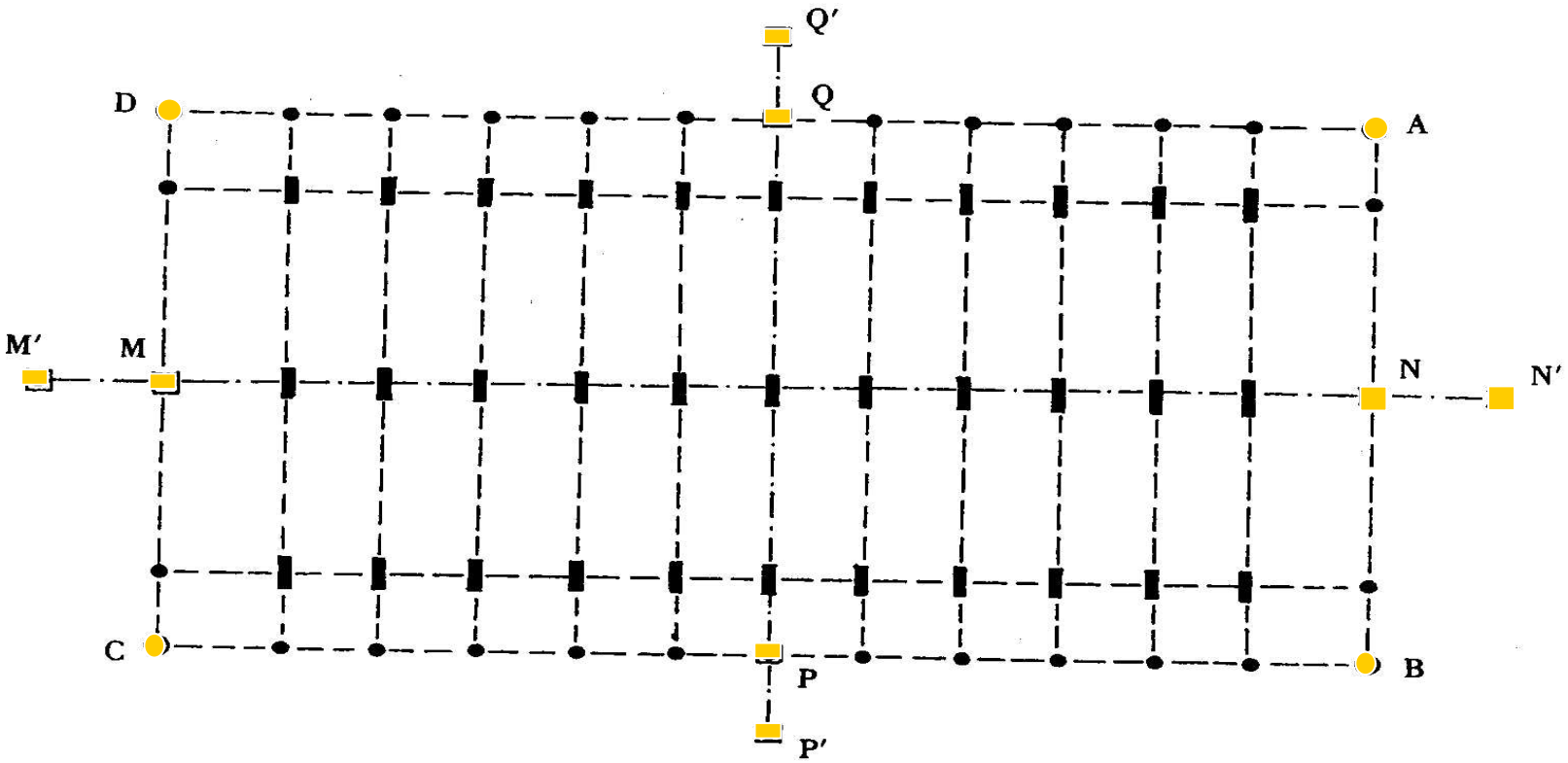
- 要求：直角误差≤±10″；距离误差≤1/10000
- 大、中型厂房的矩形控制网可分二级布置。



1. 厂房矩形控制网和柱列轴线测设

沿厂房控制网钉柱列轴线桩；

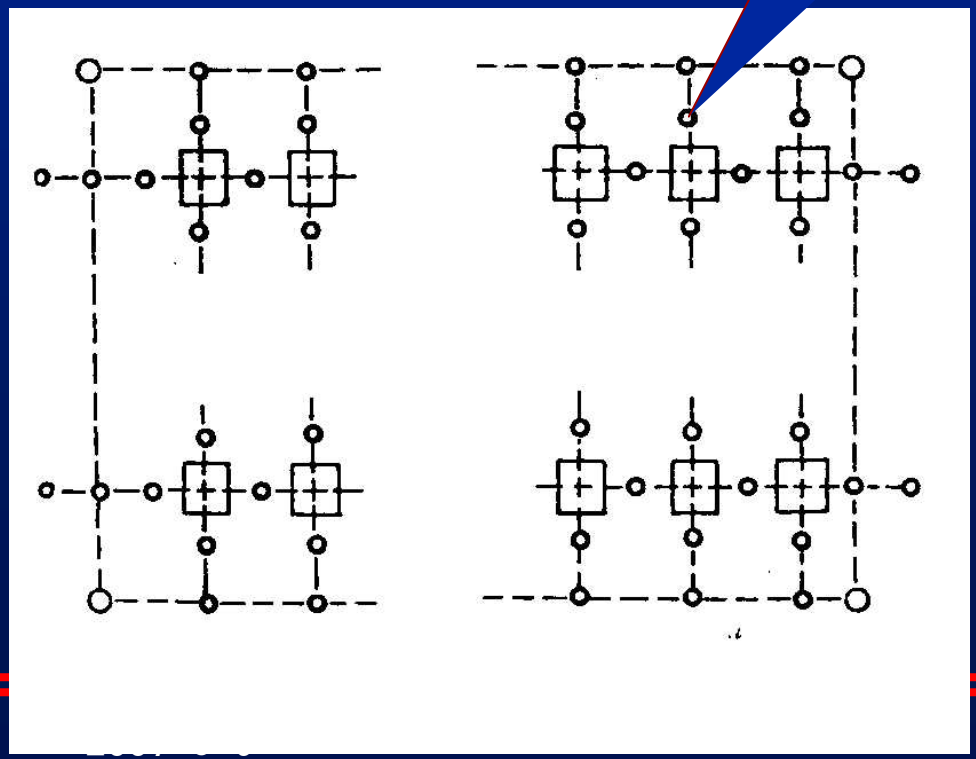
◆大、中型厂房可沿矩形控制网钉“距离指标桩”，然后根据距离指标桩钉柱列轴线桩。

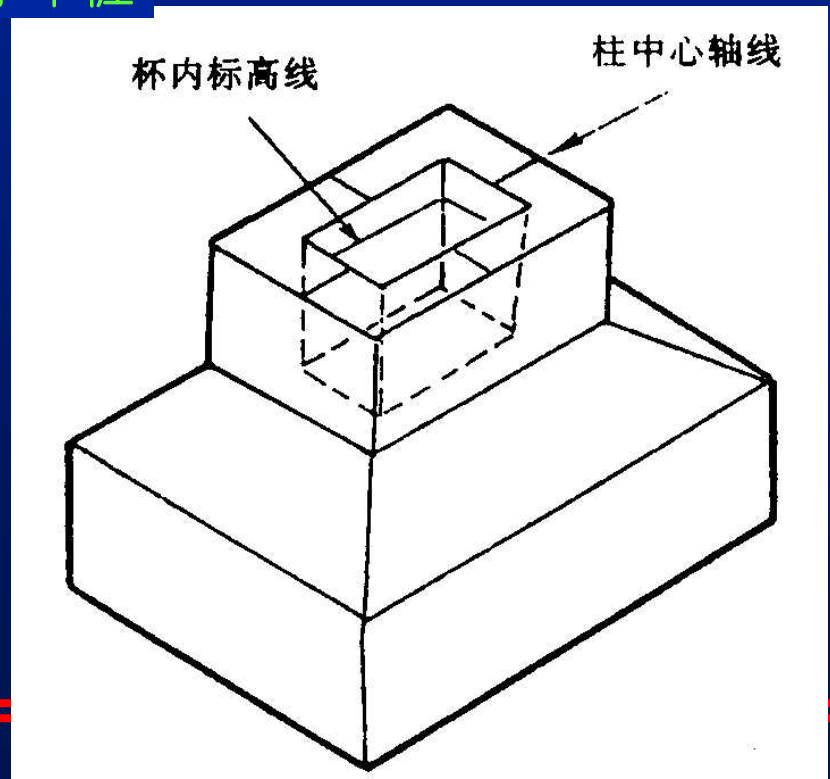


2. 柱基础施工

杯型基础施工：

1. 基坑放样——钉定位小木桩，画基坑开挖线；
2. 基坑抄平——基坑的高程测设；
3. 基础模板定位。





3. 建筑构件安装

厂房主要构件：

柱子、吊车梁、屋架、天窗架、屋面板，等。

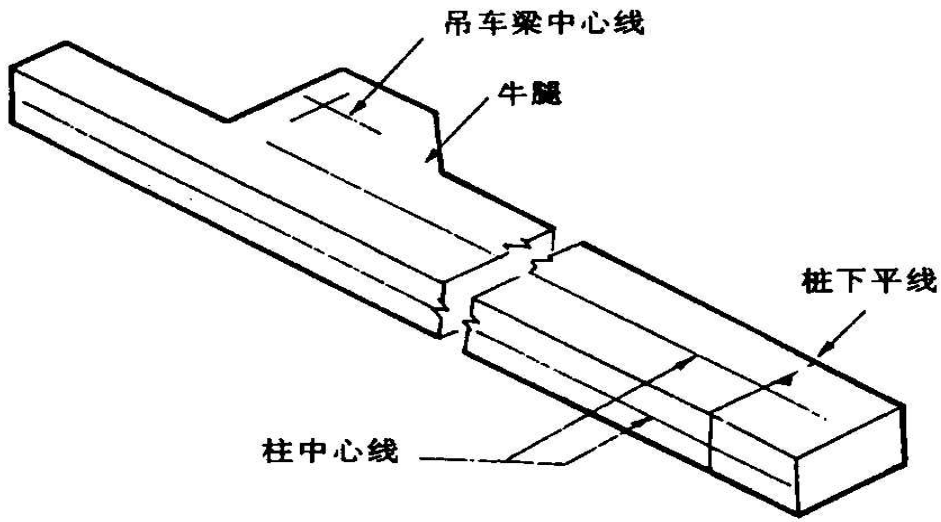
构件按设计尺寸预制，安装时应达到一定精度。

柱子安装测量三个要求：

a). 牛腿面标高等于其设计标高；

b). 柱脚中心线与柱列中心线一致；

c). 柱身垂直。



注意事项

- 经纬仪检验校正，消除横轴误差；
- 经纬仪严格整平，竖轴铅垂；
- 柱子受较大温差会产生变形，应避免。

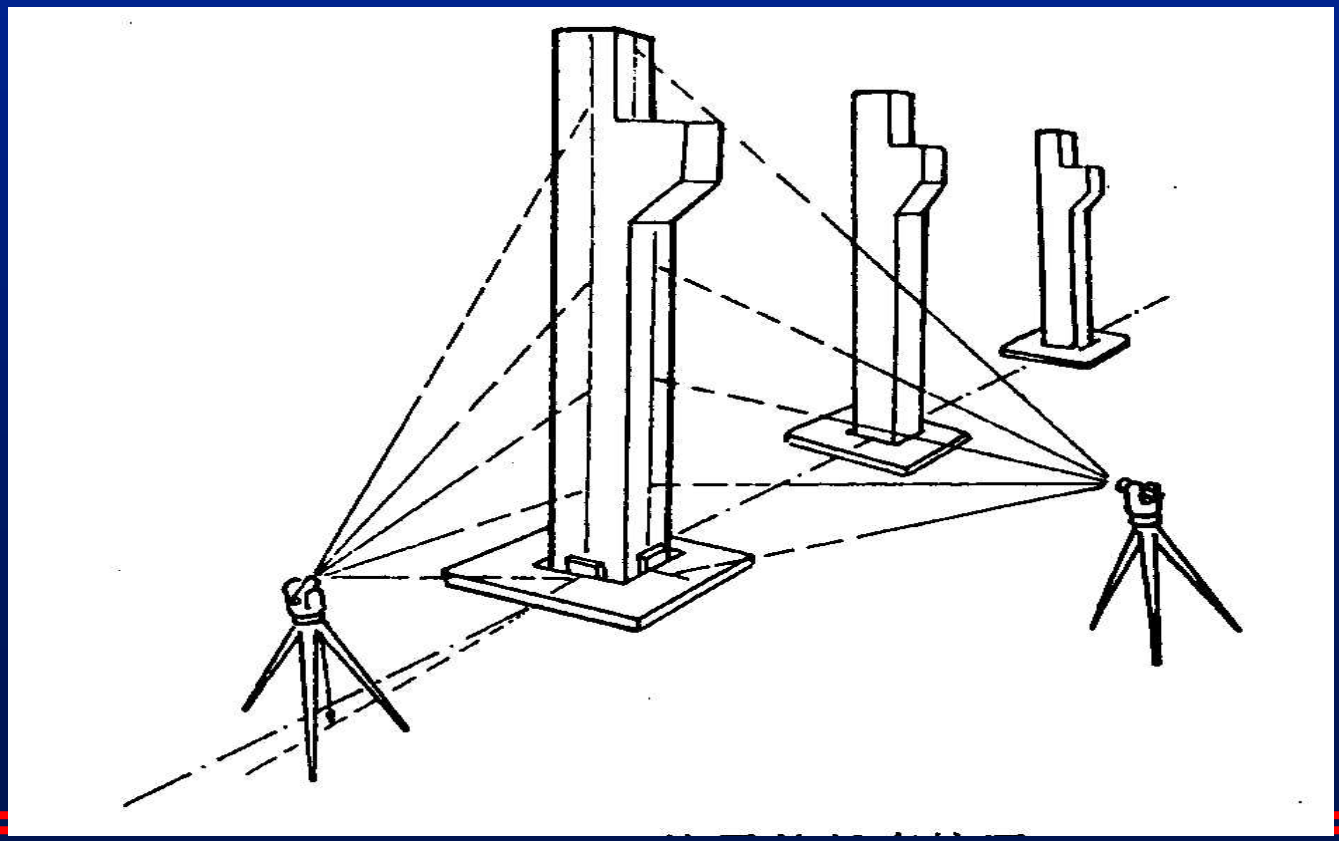


图11-30 柱子的竖直校正

吊车梁安装测量

(1). 牛腿面标高抄平

要求：标高误差≤±5mm

(修平或加垫块)

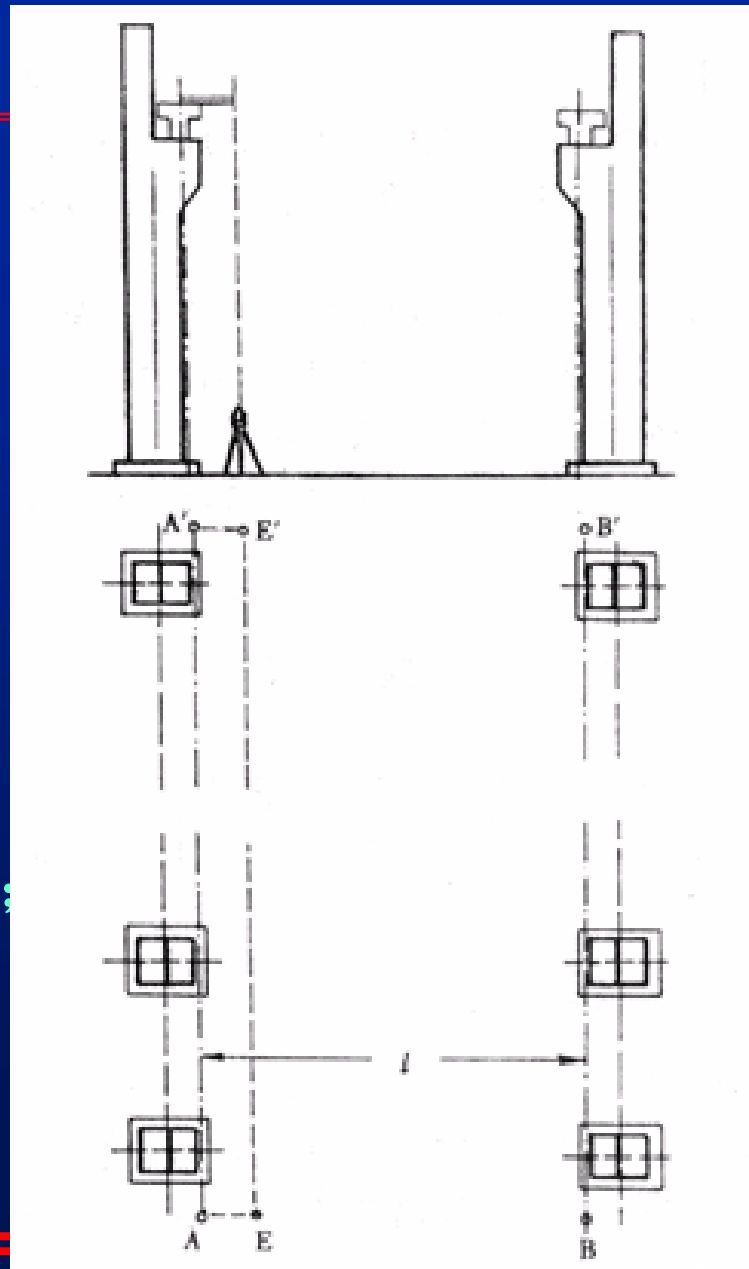
(2). 吊车梁中心线投测

吊车轨道安装测量

(1). 将轨道轴线投测到吊车梁顶面上；

(2). 轨顶标高测量，调整填块；

(3). 轨距控制；轨距误差≤±10mm。



12.3 市政工程测量

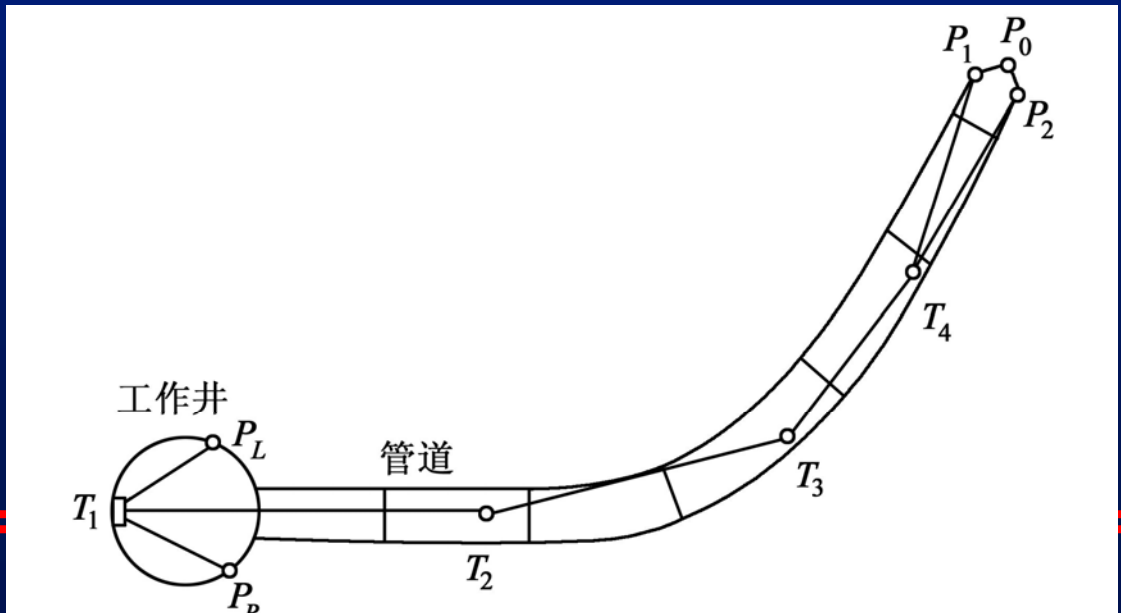
市政工程测量是指道路、桥梁、管线、地铁、轻轨、磁悬浮等城市公用设施工程在设计、施工、竣工和运营管理各阶段所进行的测量工作。

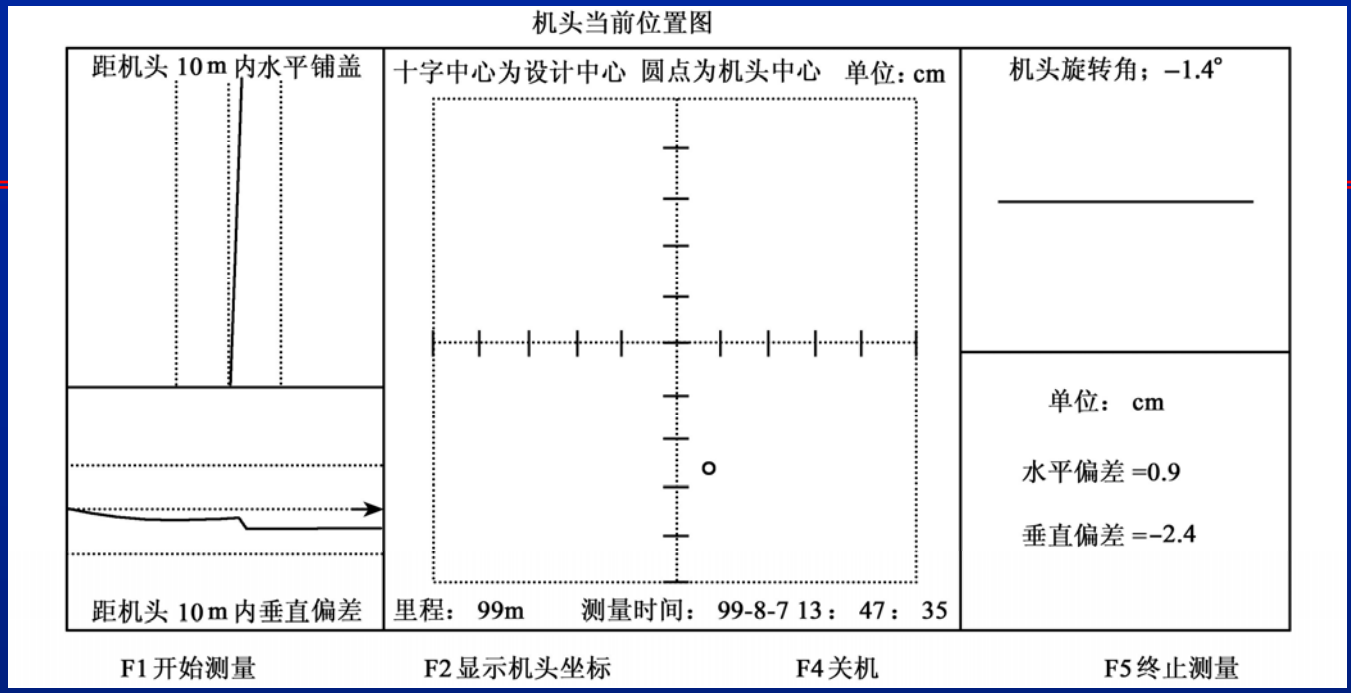
这些工程大多具有线状工程测量的特点。由于一般管线、道路、桥梁以及地铁的施工测量等内容已分别在第九章、第十章和第十三章中作了介绍，在这一节我们将以顶管自动引导测量系统作为工程实例，介绍顶管自动引导测量系统的原理、结构及其应用的情况。同时它也是解决曲线长距离顶管施工测量技术的有效方法。

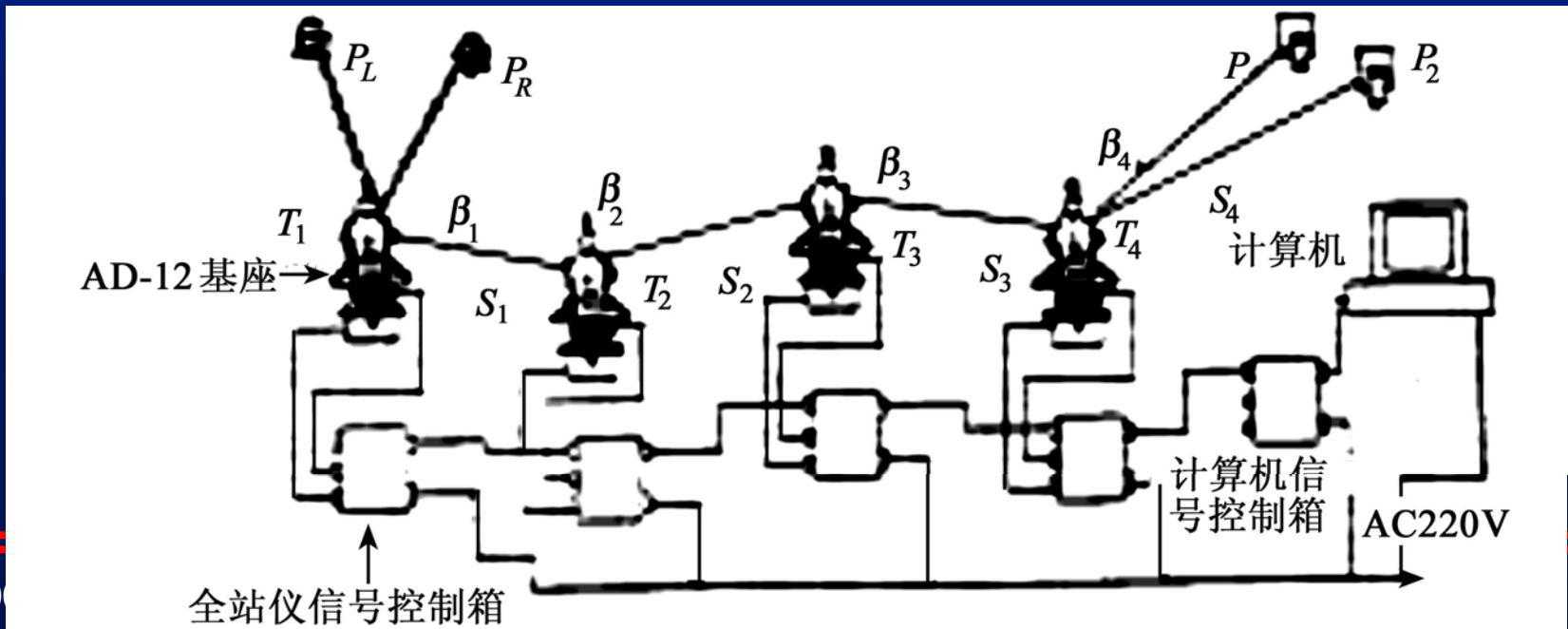
12.3 市政工程测量

顶管施工测量方法：

顶管施工测量的目的在于测量出顶管机头当前的位置，并与设计管道轴线进行比较，求出机头当前位置的左右偏差（水平偏差）和上下偏差（垂直偏差），以引导机头纠偏。为保证顶管施工质量，机头位置偏差必须加以限制，因此纠偏要及时，做到“随测随纠”。




机头当前位置图
距机头 10 m 内水平铺盖
十字中心为设计中心 圆点为机头中心 单位：cm
机头旋转角：−1.4°
单位： cm
水平偏差 =0.9
垂直偏差 =−2.4
距机头 10 m 内垂直偏差
里程： 99m 测量时间： 99-8-7 13： 47： 35
F1 开始测量
F2 显示机头坐标
F4 关机
F5 终止测量


P_L
P_R
P
P_2
β_4
β_3
β_2
β_1
T_1
S_4
计算机
AD-12 基座
T_4
T_3
S_3
S_1
T_2
S_2
计算机信号控制箱
AC220V
全站仪信号控制箱

12.4 高层和高耸建筑物测量

1. 高层建筑施工特点
2. 轴线控制点的垂直投影
3. 高程传递

1. 高层建筑施工特点

桩基础，深基坑，现浇钢筋混凝土结构(或钢结构)，垂直度控制。

(一). 基础施工测量

1. 轴线测设，设置轴线控制桩；

2. 桩位测设；

3. 基坑围护结构设计位置测设；

4. 基坑抄平，底板垫层放样；

5. 地下建筑轴线放样；

6. 至±0，基础施工结束。

（二）. 轴线控制与轴线投测

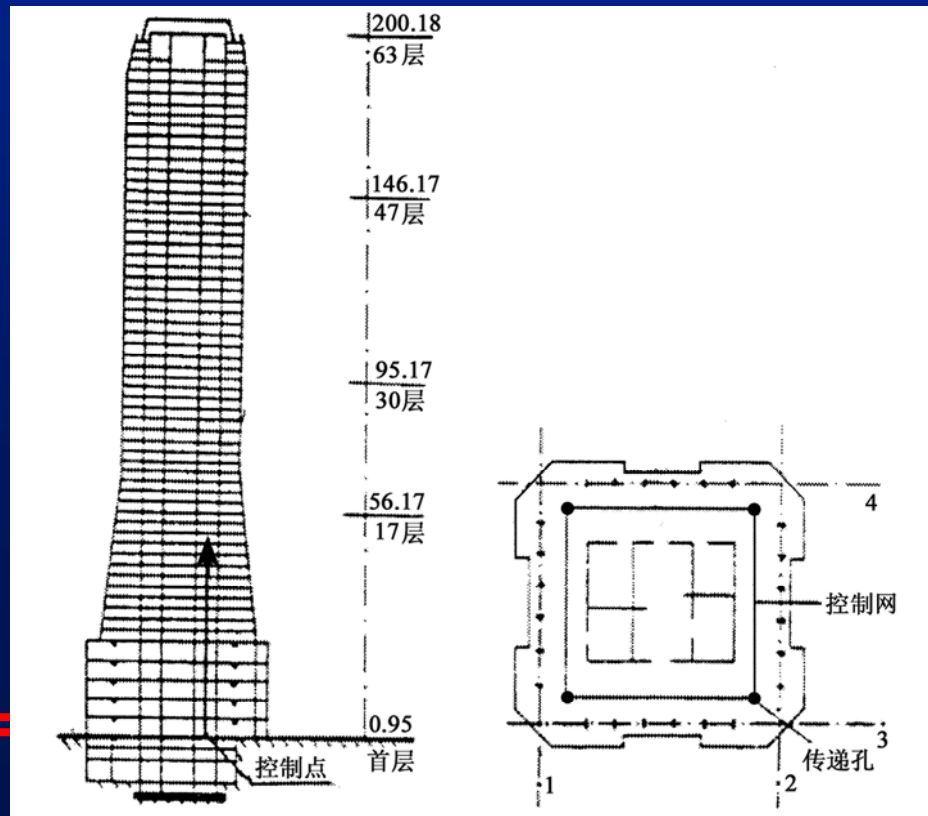
建筑物矩形控制网布置

建筑物矩形控制网布置在±0层面上，标志牢固、精确。选择点位时，应参考设计图纸，考虑以下因素：

①控制网各边应与建筑轴线平行；

②相邻控制点应通视；

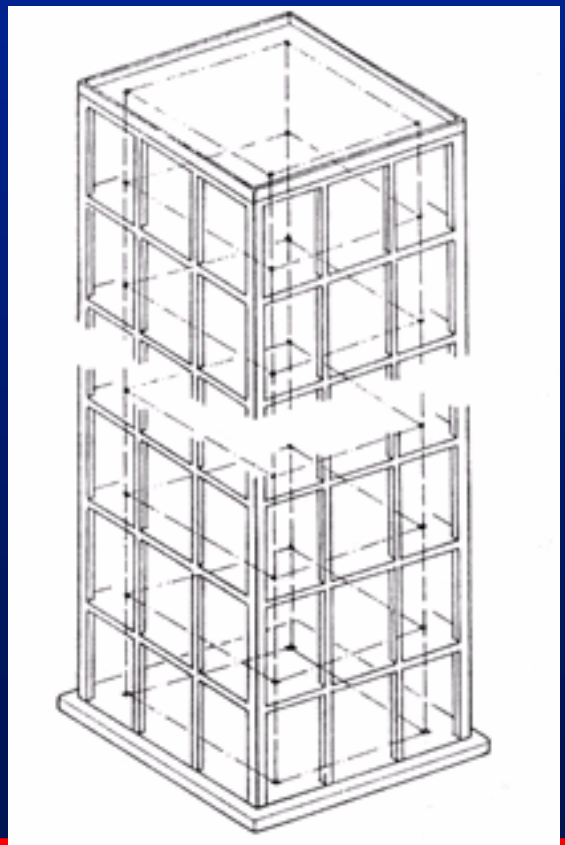
③控制点的铅垂线方向应避开横梁和主钢筋。

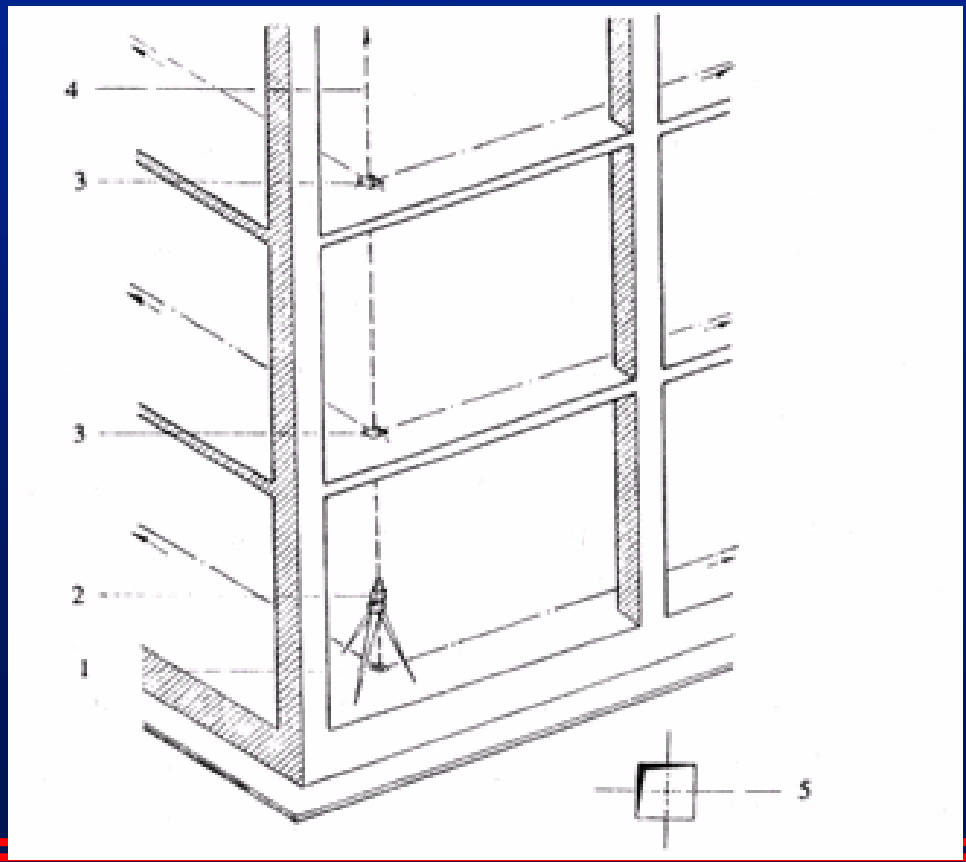


2. 平面控制点的垂直投测

①沿控制点铅垂线设预留孔(20cm×20cm~30cm×30cm)；

②用垂准仪向上投测控制点。

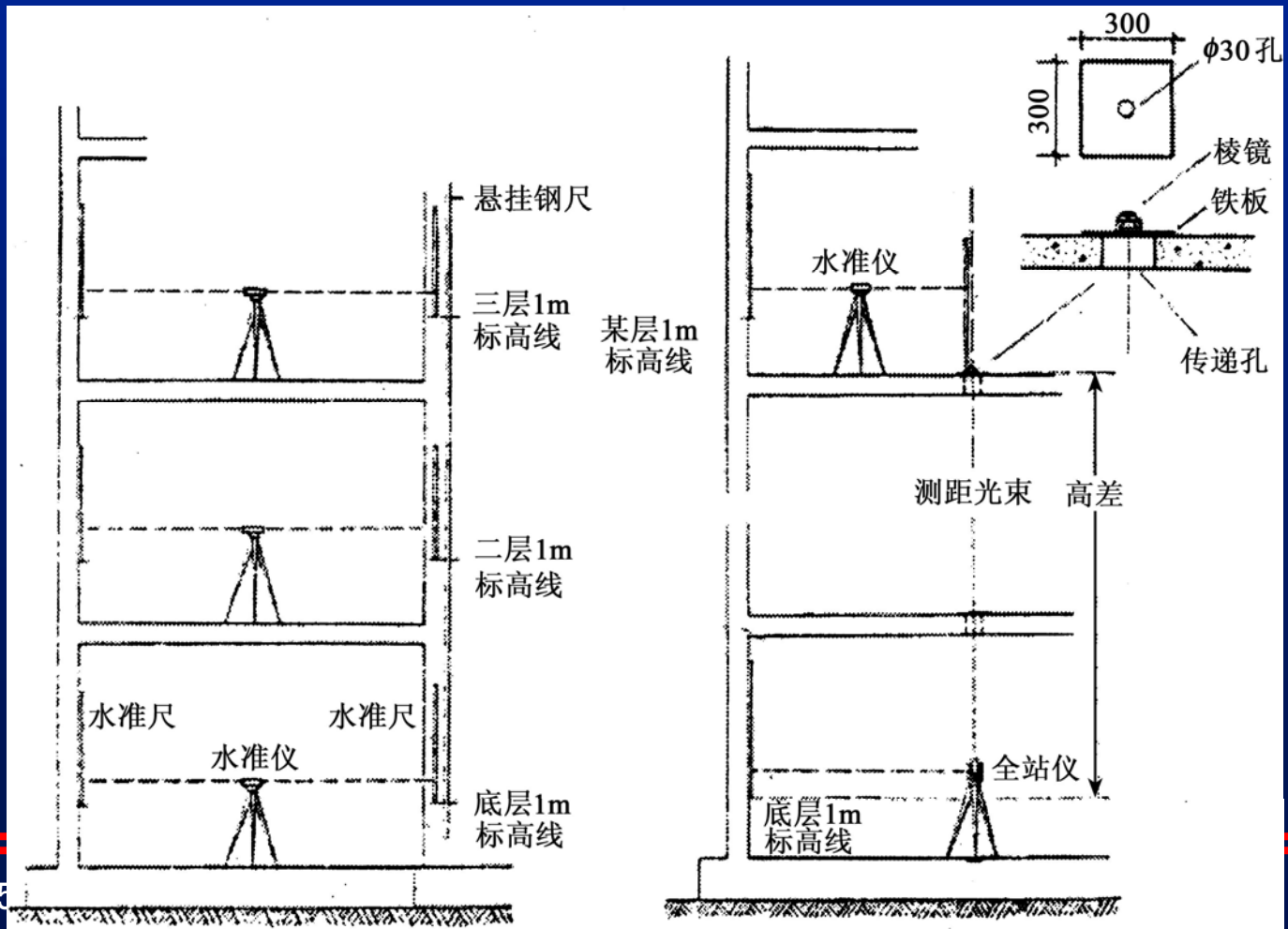




3. 高程传递

1. 利用水准仪、钢尺传递高程。考虑尺长改正、温度改正。

2. 全站仪天顶测距法。



12.5 文物和古建筑测量

主要方法：

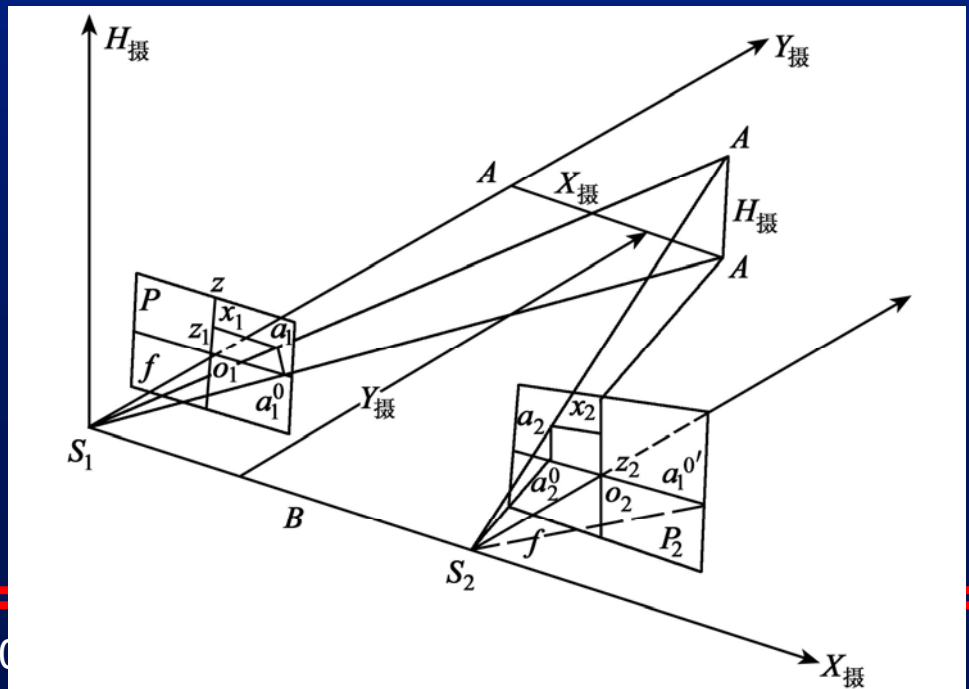
- 近景摄影测量方法
- 三维激光扫描测量方法

12.5.1 近景摄影测量方法

1. 量测摄影机的摄影方式和相应的计算原理

（1）正直摄影

S_1、S_2为两个摄影中心，S_1S_2为摄影基线B，S_1O_1为左摄影站的主光轴，S_2O_2为右摄影站的主光轴，摄影时这两个主光轴水平而且都垂直于摄影基线。



$$X_{摄} = \frac{B}{p} x_1$$

$$Y_{摄} = \frac{B}{p} f$$

$$H_{摄} = \frac{B}{p} z_1$$

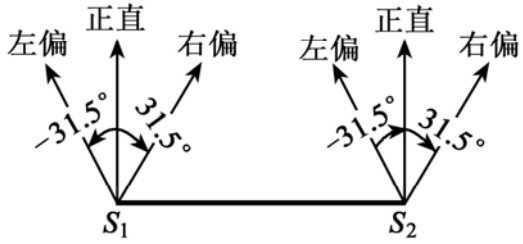
12.5.1 近景摄影测量方法

（2）等偏摄影

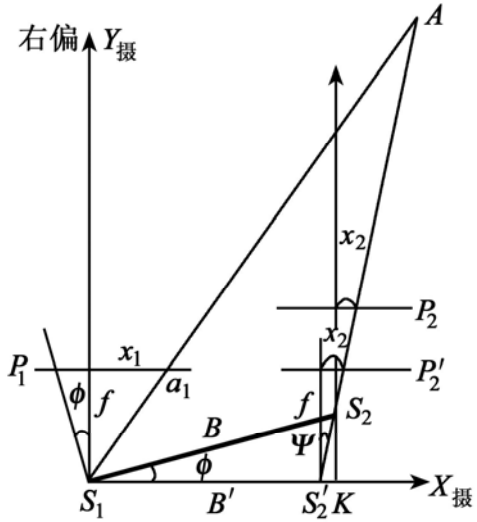
摄影机的主光轴与摄影基线不相垂直，其光轴可以向左偏，也可以向右偏，而且要使偏转的角度相等。

$$B' = S_1K - KS_2' = B\cos\phi - S_2Ktg\psi = B\cos\phi - B\sin\phi\cdot\frac{x_2}{f}$$

$$\begin{cases} Y_{摄} = \dfrac{B'}{p}f = \dfrac{Bf}{p}(\cos\phi - \dfrac{x_2}{f}\sin\phi) \\ X_{摄} = \dfrac{B'}{p}x_1 = \dfrac{B}{p}x_1(\cos\phi - \dfrac{x_2}{f}\sin\phi) \\ H_{摄} = \dfrac{B'}{p}z_1 = \dfrac{B}{p}z_1(\cos\phi - \dfrac{x_2}{f}\sin\phi) \end{cases}$$



(a)等偏摄影的偏角范围

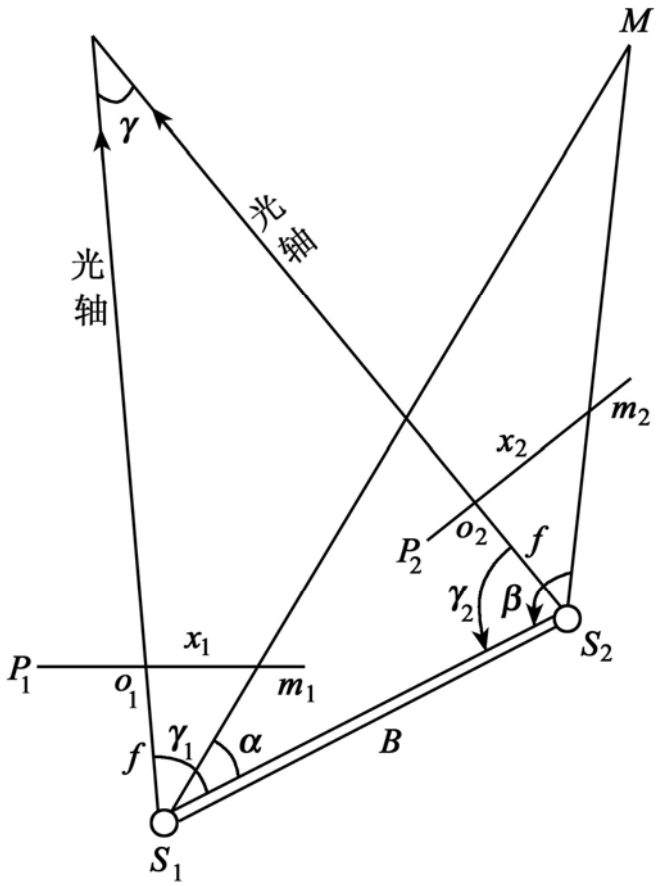


(b)右偏摄影

12.5.1 近景摄影测量方法

（3）交向摄影

按前方交会的方法选择最好的交会角对目标进行摄影。



$$\begin{cases} \alpha = \gamma_1 - tg^{-1}\dfrac{x_1}{f} \\ \beta = \gamma_2 + tg^{-1}\dfrac{x_2}{f} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_M = \dfrac{X_1 ctg\beta + X_2 ctg\alpha + (Y_2 - Y_1)}{ctg\alpha + ctg\beta} \\ Y_M = \dfrac{Y_1 ctg\beta + Y_2 ctg\alpha + (X_1 - X_2)}{ctg\alpha + ctg\beta} \end{cases}$$

12.5.1 近景摄影测量方法

2. 非量测摄影机的摄影和计算原理

$$\begin{cases}(x_i - x_0) + \Delta x_i + \dfrac{L_1 X_i + L_2 Y_i + L_3 Z_i + L_4}{L_9 X_i + L_{10} Y_i + L_{11} Z_i + 1} = 0 \\ (y_i - y_0) + \Delta y_i + \dfrac{L_5 X_i + L_6 Y_i + L_7 Z_i + L_8}{L_9 X_i + L_{10} Y_i + L_{11} Z_i + 1} = 0\end{cases}$$

$$\begin{cases}\Delta x_i = (x_i - x_0) \cdot k \cdot r_i^2 \\ \Delta y_i = (y_i - y_0) \cdot k \cdot r_i^2\end{cases} \qquad r_i^2 = (x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2$$

对称物镜畸变参数为k，此时共有12个未知参数。要求出一张像片的12个参数，在所摄物体的周围至少要有6个已知控制点，才能列出12个方程式后求--出12个参数。当多于6个控制点时，可用最小二乘法的方法求出12个参数的值。当分别求出在两个不同位置对所测物体所拍摄像片的两组参数，以及量测出两张像片上待定点的像点坐标x、y后，就可求出待定点的地面坐标。

12.5.1 近景摄影测量方法

近景摄影测量在文物和古建筑测量中的应用

地面摄影机对大雄宝殿释加牟尼佛像进行摄影，并利用Topocart B型立体测图仪绘制出该像的等值线图。



12.5.2 三维激光扫描测量方法



图 12-20　Cyra三维激光扫描系统

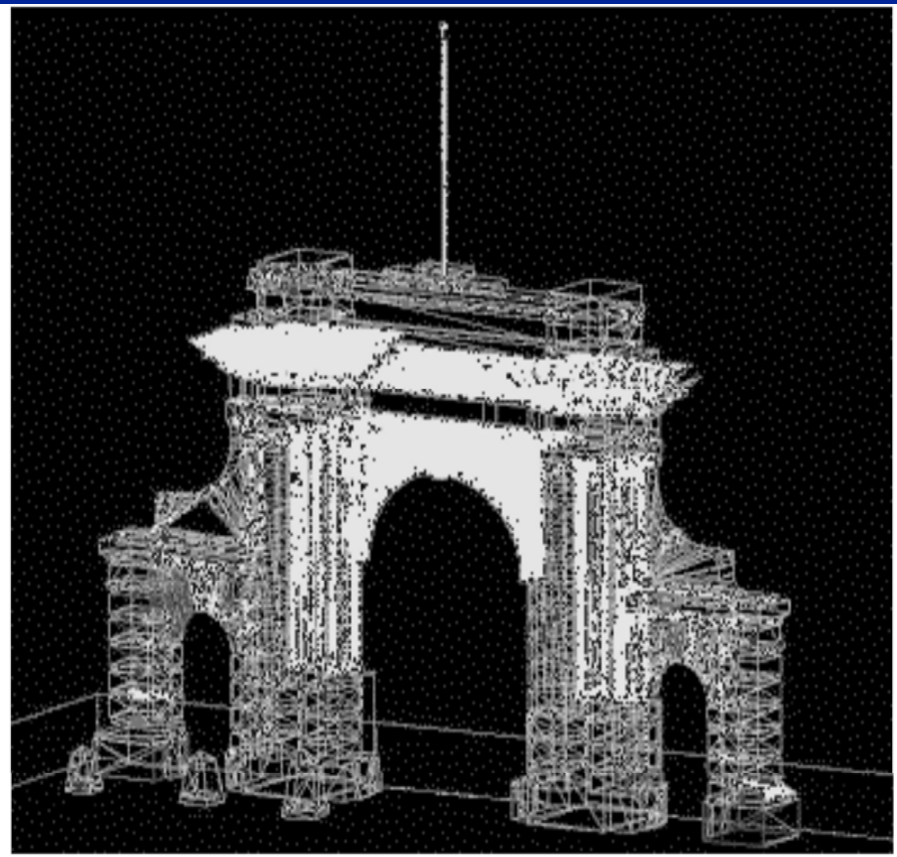


图 12-21　对清华大学校门扫描所建立的模型图

12.5.2 三维激光扫描测量方法

1、激光扫描采样

三维激光扫描仪的工作过程，实际上就是一个不断重复的数据采集和处理过程，它通过具有一定分辨率的空间点所组成的点云图来表达系统对目标物体表面的采样结果。

2、模型生成与拼接

大多数情况下，一幅扫描点云图无法建立物体的整个模型，因此，如何将多幅点云图精确地“装配”在一起，处于同一个坐标系下，是要解决的问题。通过激光扫描点云数据的合并，可完成扫描对象的拼接。数据拼接中转换精度直接影响到建立对象模型的质量和使用。

三维激光扫描与近景摄影测量的区别

（1）原始数据格式不同

扫描所得到的数据是由带有三维坐标的点所组成的点云，可量测，而摄影测量所得到的是影像照片，单张照片无法量测。

（2）拼合各测站间数据的方式不同

扫描系统采用坐标匹配方式；摄影测量则采用相对定向和绝对定向方式。

（3）测量精度不同

激光扫描得到的测点精度高于摄影测量中的解析点，且精度分布均匀。

三维激光扫描与近景摄影测量的区别

（4）对外界环境的要求不同

激光扫描在白天和黑夜都可以工作，而摄影测量夜晚无法进行摄影。

（5）模型建立方式不同

扫描可以直接进行，而摄影测量先需要用特定的软件进行相片间的匹配处理。

（6）对实物材质的获取方式不同

扫描系统由反射强度来匹配与真实色彩相类似的颜色，而摄影测量则根据影像照片直接获得真实的色彩。

谢 谢 大 家!