



- 01 1K417011 施工测量主要内容与常用仪器
- 02 1K417012 场区控制测量
- 03 1K417013 竣工图编绘与实测



二、场区控制测量

一、特点与规定

(1)工程施工过程中，为满足施工控制测量要求，以国家坐标控制网为依据建立起来的一个坐标控制网（含坐标、轴线、水准点）。

(2)市政公用工程现场可分为场区、沿线两种形式，施工控制测量应依据工程特点和实际需要，在施工现场范围内建立测量控制网，选择若干有控制意义的点（称为控制点），按一定的规律和要求构成网状几何图形（称为控制网）。控制网分为平面控制网和高程控制网，场区控制网按类型分为方格网、边角网和控制导线等。



二、场区控制测量

(3) 设定场区控制点位置的工作，称为场区控制测量。

测定场区控制点平面位置(x 、 y)的工作，称为场区平面控制测量；测定场区控制点高程(H)的工作，称为场区高程控制测量。



二、场区控制测量

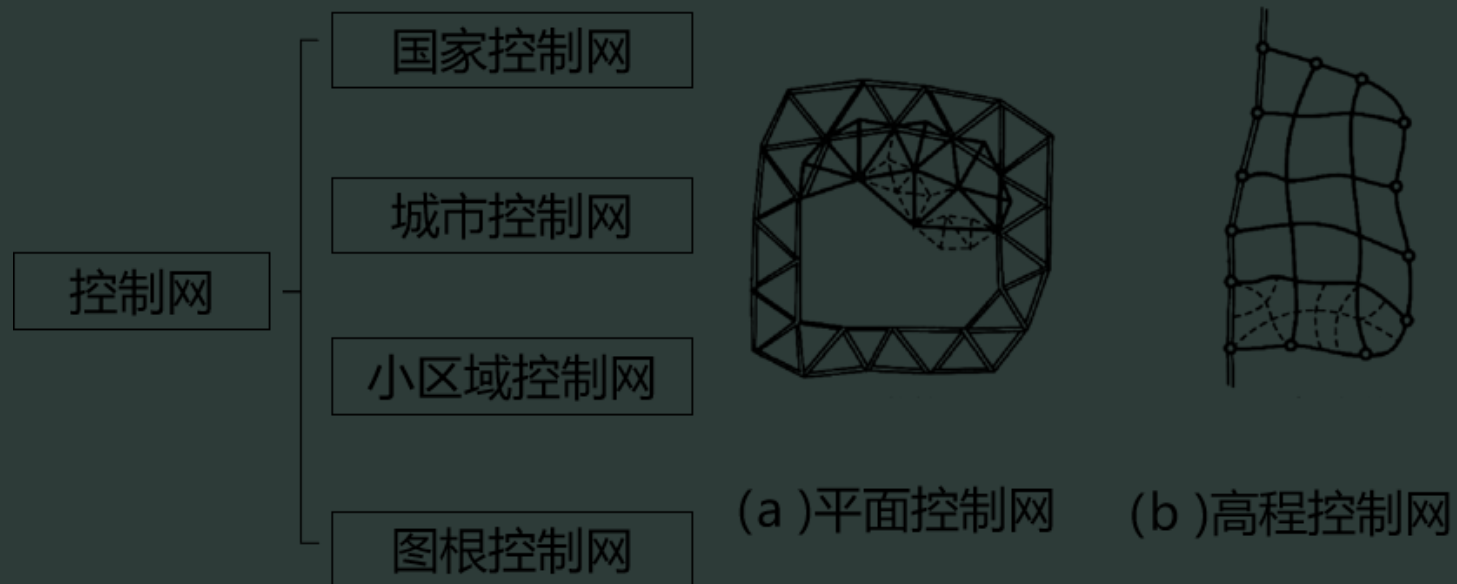


图 国家（基本）控制网



二、场区控制测量





二、场区控制测量

(4)在设计总平面图上，场区的平面位置系用施工坐标系统的坐标来表示。坐标轴的方向与场区主轴线的方向相平行，坐标原点应虚设在总平面图西南角上，使所有构筑物坐标皆为正值。施工坐标系统与测量坐标系统之间关系的数据由设计给出。有的场（厂）区建筑物因受地形限制，不同区域建筑物的轴线方向不相同，因而要布设相应区域的不同施工坐标系统。

测量坐标系统，系平面直角坐标。一般有国家坐标系统、城市坐标系统等。若总平面图上设计是采用测量坐标系统进行的，则测量坐标系统即为施工坐标系统。



二、场区控制测量



1980西安坐标系



2005 2 12



二、场区控制测量





二、场区控制测量





二、场区控制测量

(5)当施工控制网与测量控制网发生联系时，应进行坐标换算，以便统一坐标系；如图1K417012-1所示，两坐标系的旋向相同，设 a 为施工坐标系($AO'B$)的纵轴在测量坐标系(XOY)内的方位角，坐标系原点 O' 在测量系内的坐标值为 (a, b) ，则 P 点在两坐标系统内的坐标 X 、 Y 和 A 、 B 的关系式为：

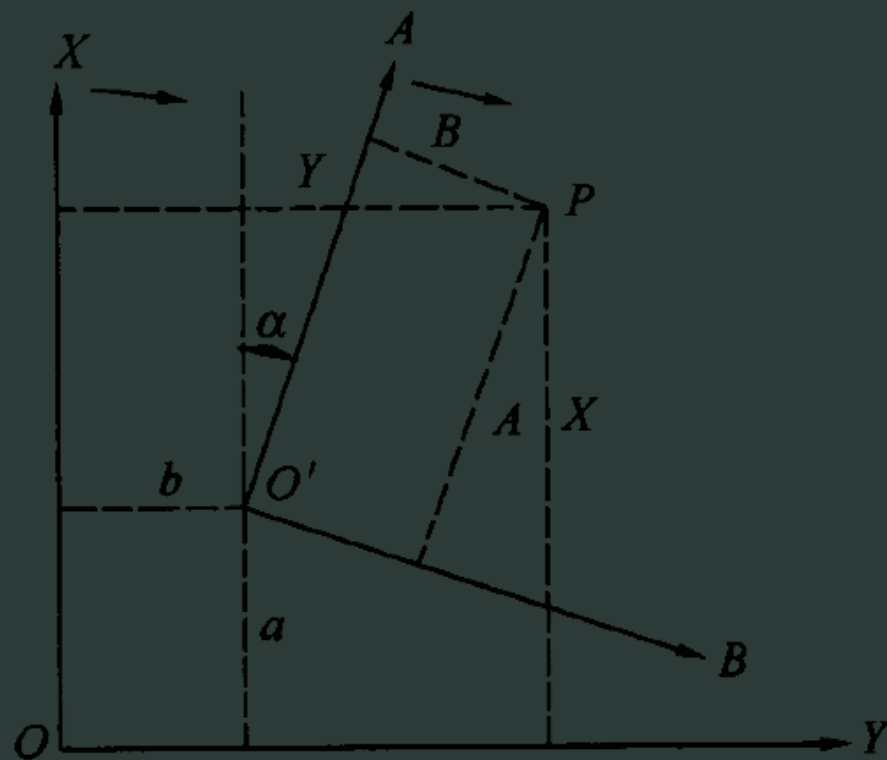


图1K417012-1 坐标系转换



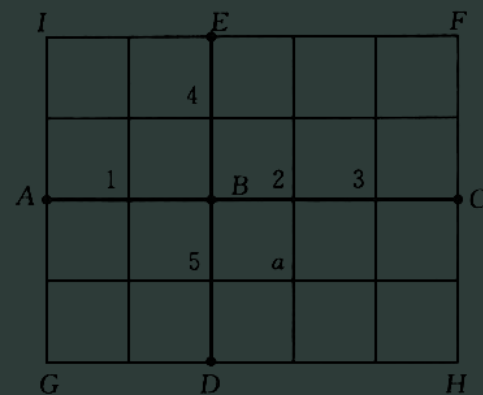
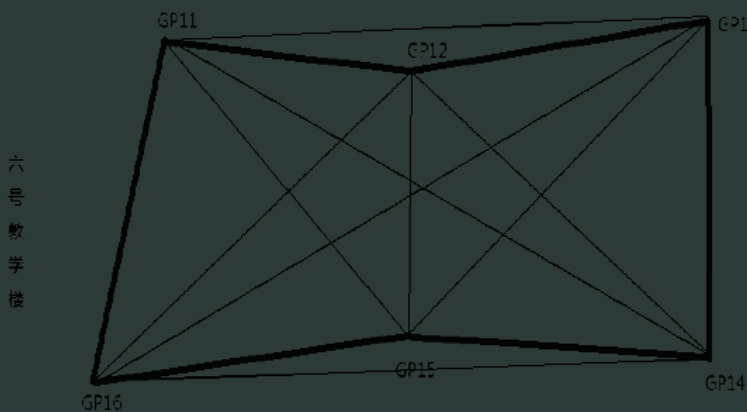
二、场区控制测量

二、场（厂）区平面控制网

（一）控制网类型选择

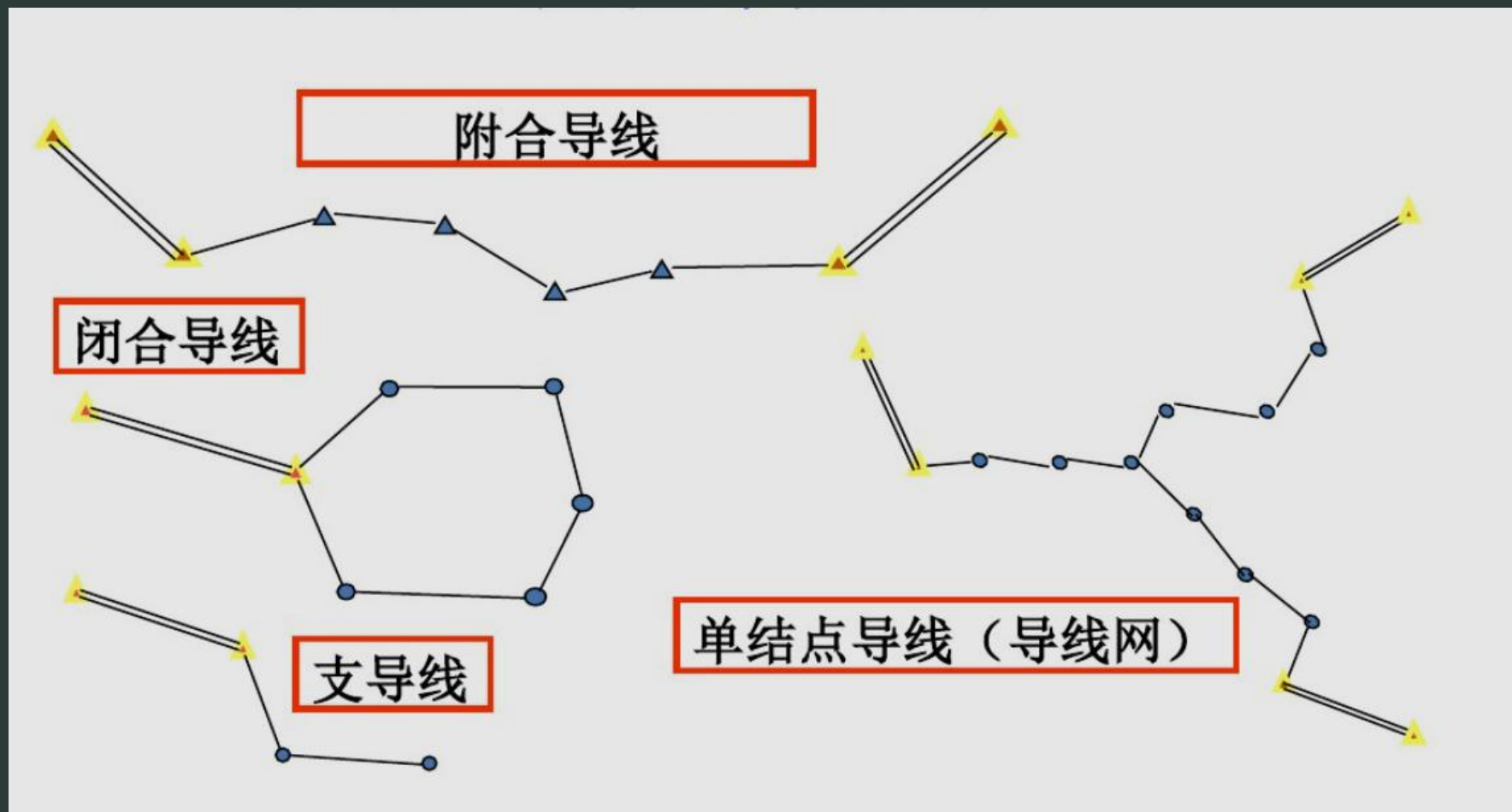
应根据场区建（构）筑物的特点及设计要求选择控制网类型。

一般情况下，建筑方格网，多用于场地平整的大型场区控制；边角网，多用于建筑场地在山区的施工控制网；导线测量控制网，可视构筑物定位的需要灵活布置网点，便于控制点的使用和保存。导线测量多用于扩建或改建的施工区，新建区也可采用导线测量法建网。





二、场区控制测量





二、场区控制测量

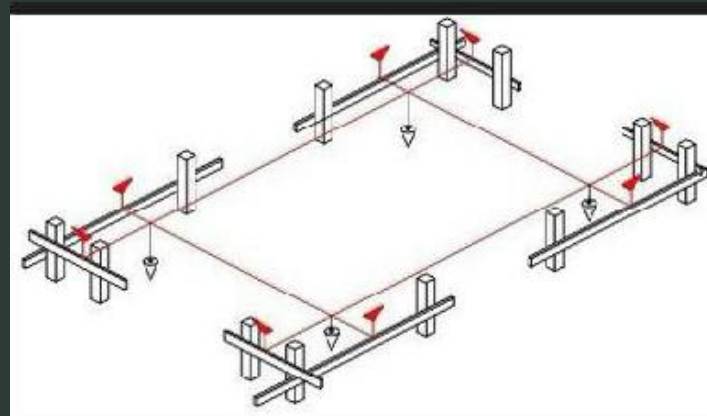
二、场（厂）区平面控制网

（二）准备工作

(1)根据施工方案和场区构筑物特点及设计要求的施测精度，编制工程测量方案。

(2)办理桩点交接手续，桩点应包括：各种基准点、基准线的数据及依据、精度等级，施工单位应进行现场踏勘、复核。

(3)复核过程中发现不符或与相邻工程矛盾时，应向建设单位提出，进行查询，并取得准确结果。





二、场区控制测量

(三) 作业程序

以导线测量控制网为例简介控制测量作业程序：

(1)对于一般场区，通常采用导线法在地面上测定一条**附合在已知控制点**（一般采用大地控制点或GPS控制点）**坐标上的主导线**，作为首级控制（见图1K417012-2）导线，**再根据施工顺序和需求**布置加密导线。

(2)以主导线上的已知点作为起算点，用导线网来进行加密。加密导线可以按照建筑物施工精度不同要求或按照不同的开工时间，来分期测设。



图1k417012-2 导线控制网



二、场区控制测量

(三) 作业程序

(3) 导线布置原则：

1) 根据构筑物本身的重要性和工程施工系统性适当地选择导线线路，**各条导线应均匀分布于整个场区，每个环形控制面积应尽可能均匀。**

2) 各条导线尽可能布成直伸导线，导线网应构成互相联系的环形，构成严密平差图形。

3) 各级导线的总长和边长应符合表1K417012-2的有关规定。



二、场区控制测量

各级导线技术指标

表1K417012-2

等级	导线长度 (km)	平均边长 (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 (")	导线全长 相对闭合差
						1"级 仪器	2"级 仪器	6"级 仪器		
一级	4	0.5	5	15	1/30000	—	2	4	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
二级	2.4	0.25	8	15	1/14000	—	1	3	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	1.2	0.1	12	15	1/7000	—	1	2	$24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$

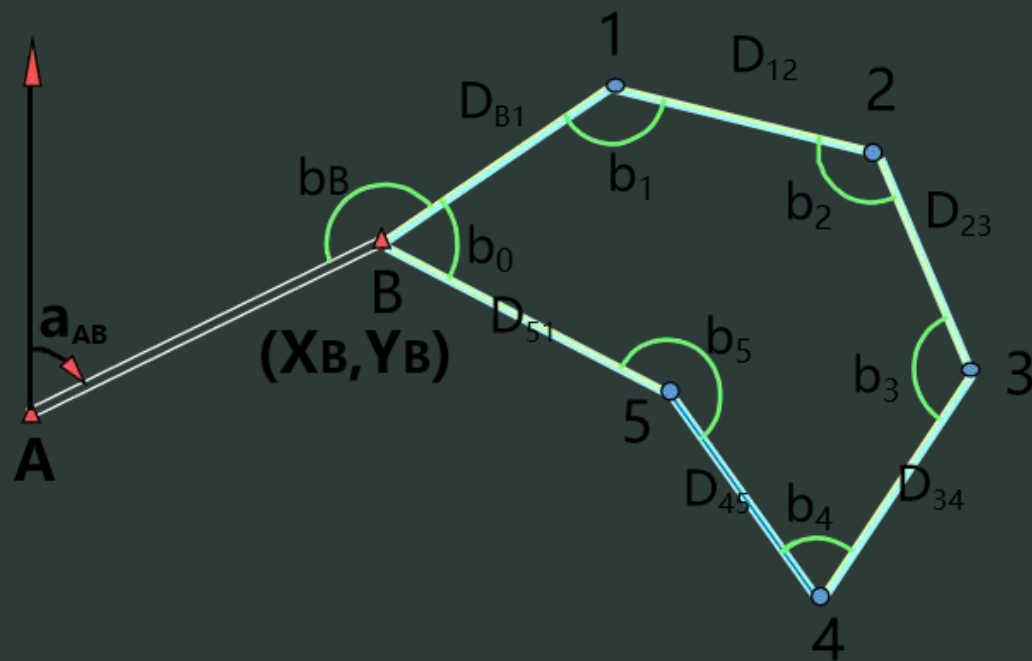
注：①表中 n 为测站数。

②当测区测图的最大比例尺为1：1000时，一、二、三级导线的导线长度，平均边长可适当放长，但最大长度不应大于表中规定相应长度的2倍。



二、场区控制测量

A、B为已知点，1、2、3、4、5为新建导线点。



已知数据: a_{AB} , X_B , Y_B

观测数据: 连接角 b_B ;

导线转折角 b_0 , b_1 , b_5 ;

导线各边长 D_{B1} , D_{12} ,, D_{51} 。

闭合导线图

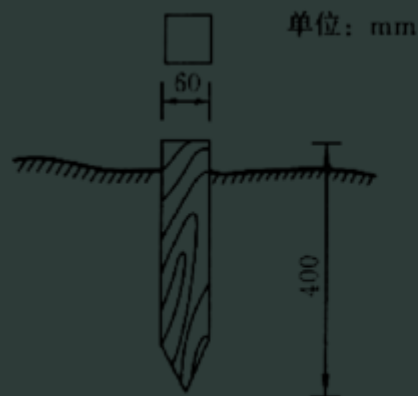


二、场区控制测量

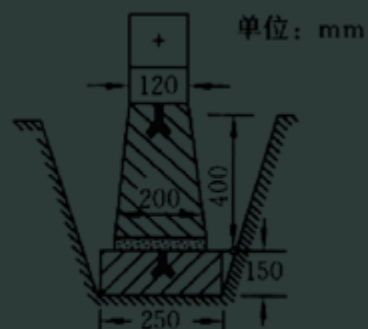
(三) 作业程序

(4) 测量步骤：

1) **选点与标桩埋设**。对于新建和扩建的场区，导线应根据总平面图布设，改建区应沿已有道路布网。**点位应选在人行道旁或设计中的净空地**带。所选之点要便于使用、安全和能长期保存。导线点选定之后，应及时埋设标桩。



图：临时标志



图：永久性标志



二、场区控制测量

(三) 作业程序

(4) 测量步骤：

2) 角度观测。 角度观测采用测回法进行。各级导线的测回数及测量限差与方格网角度观测要求相同，参照下表1K417012-1的规定。

测回数及测量限差的规定

表1K417012-1

等 级	仪器类别	测角中误差 (")	测回数	半测回归零 差 (")	一测回内2C互 差 (")	各测回方向较 差 (")
I 级	J_1	5	2	6	9	6
	J_2	5	3	8	13	9
II 级	J_2	8	2	12	18	12



二、场区控制测量

(三) 作业程序

3)边长测量。一般采用全站仪光电测距法测量导线边长，边长测量的各项要求及限差，与方格网边长测量要求相同，参照各级导线技术指标中边长的规定，见表1K417012-2。

4)导线的起算数据。在扩建、改建厂区，新导线应附合在已有施工控制网上（将已有控制点作为起算点）；原有的施工控制网点已被破坏或依照设计要求既有控制点不能满足布网要求，则应根据大地测量控制网点或主要建筑物轴线确定起算数据。新建厂区的导线网起算数据应根据大地测量控制点测定。



二、场区控制测量

各级导线技术指标

表1K417012-2

等级	导线长度 (km)	平均边长 (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 (")	导线全长相对闭合差
						1"级仪器	2"级仪器	6"级仪器		
一级	4	0.5	5	15	1/30000	—	2	4	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
二级	2.4	0.25	8	15	1/14000	—	1	3	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	1.2	0.1	12	15	1/7000	—	1	2	$24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$

注：①表中 n 为测站数。

②当测区测图的最大比例尺为1：1000时，一、二、三级导线的导线长度，平均边长可适当放长，但最大长度不应大于表中规定相应长度的2倍。



二、场区控制测量

(三) 作业程序

5)导线网的平差。一级导线网采用严密平差法，二级导线可以采用分别平差法。关于导线网平差方法的选择，必须全面考虑导线的形状、长度和精度要求等因素，导线构成环形，应采用环形平差。附合在已知点上的导线，由于已知点较多，可以采用结点平差法。对于具有2~3个结点的导线，则采用等权代替法。只有一个结点的导线，可以按照等权平均值的原理进行平差计算。

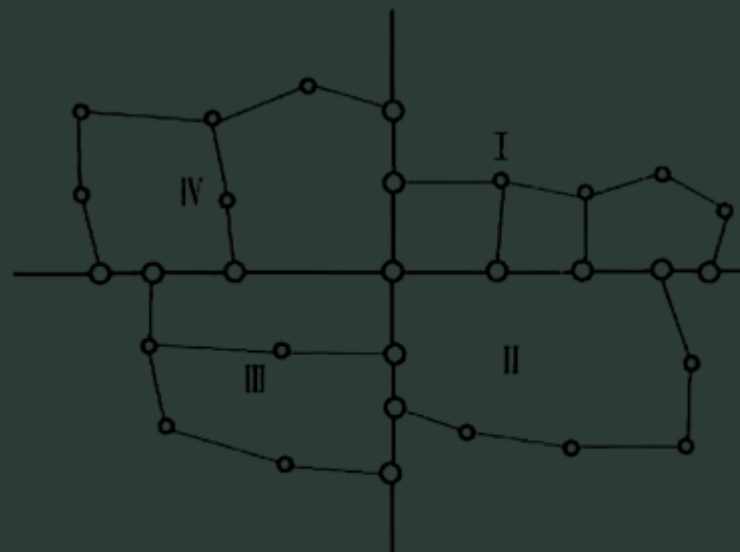


图1k417012-2 导线控制网



二、场区控制测量

(四) 主要技术要求

(1) 坐标系统应与工程设计所采用的坐标系统相同。当利用原有的平面控制网时, 应进行复测, 其精度应符合需要; 投影所引起的长度变形, 不应超过 $1/40000$ 。



二、场区控制测量

(2) 当原有控制网不能满足需要时，应在原控制网的基础上适当加密控制点。网的等级和精度应符合下列规定：

1) 场地大于 1km^2 或重要工业区，宜建立相当于一级导线精度的平面控制网。

2) 场地小于 1km^2 或一般性建筑区，应根据需要建立相当于二、三级导线精度的平面控制网。

(3) 导线测量的主要技术指标见表1K417012-2。

(4) 施工现场的平面控制点有效期不宜超过一年，特殊情况下可适当延长有效期，但应经过控制校核。



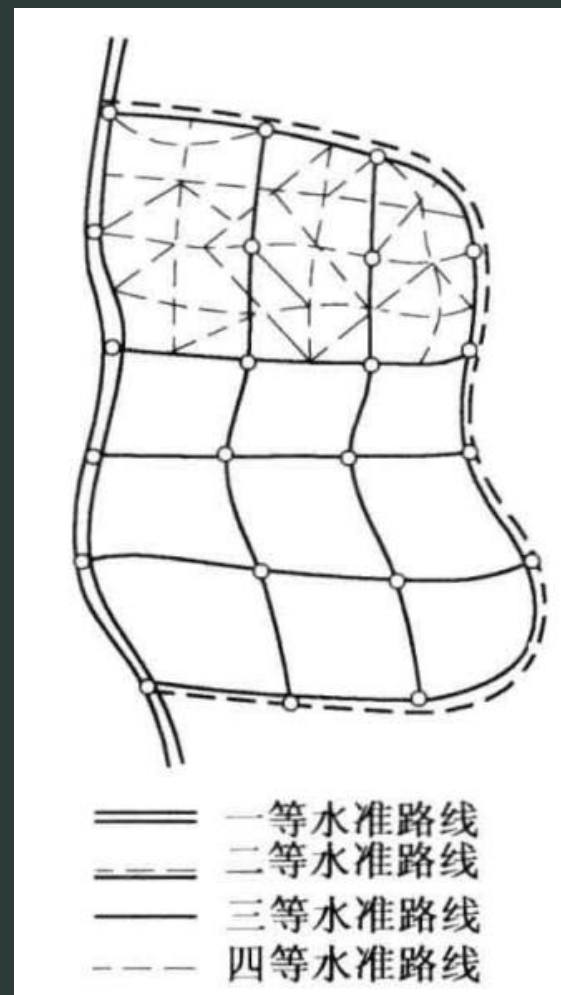
二、场区控制测量

三、场区高程控制网

(一)测量等级与方法

(1)场区高程控制网系采用Ⅲ(三)、Ⅳ(四)等水准测量的方法建立，大型场区的高程控制网应分两级布设。首级为Ⅲ等水准，其下用Ⅳ等水准加密。小型场区可用Ⅳ等水准一次布设。

(2)为保证水准网能得到可靠的起算依据和检查水准点的稳定性，应在场地适当地点建立高程控制基点组，其点数不得少于三个，点间距离以50~100m为宜，高差应用Ⅰ等水准测定。





二、场区控制测量

三、场区高程控制网

(一)测量等级与方法

(3)各级水准点标桩要求坚固稳定。

IV等水准点可利用平面控制点，点间距离随平面控制点而定。Ⅲ等水准点一般应单独埋设，点间距离一般以600m为宜，可在400~800m之间变动。Ⅲ等水准点一般距离厂房或高大建筑物应不小于25m，距振动影响范围以外应不小于5m，距回填土边线应不小于15m。水准基点组应采用深埋水准标桩。





二、场区控制测量

三、场区高程控制网

(一)测量等级与方法

(4) II、III、IV等水准测量的仪器应符合表1K417012-3中的要求。

(5)应在水准点埋设两周后进行水准点的观测，且应在成像清晰、稳定时进行。

水准仪技术要求

表1K417012-3

水准等级	望远镜放大倍率不小于	水准管分化值不大于	备注
II	40	12"/2mm	有符合水准器的为30"/2mm
III	24~30	15"/2mm	
IV	20	25"/2mm	



二、场区控制测量

(二) 观测程序

1. 选点与标桩埋设

水准点的间距，宜小于1km。水准点距离建（构）筑物不宜小于25m，距离填土边线不宜小于15m。建（构）筑物高程控制的水准点，可单独埋设在建（构）筑物的平面控制网的标桩上，也可利用场地附近的水准点，其间距宜在200m左右。

施工中使用的临时水准点与栓点，宜引测至现场既有建（构）筑物上，引测点的精度不得低于原有水准点的等级要求。



二、场区控制测量

(二) 观测程序

2. 水准观测

Ⅲ等水准测量宜采用铟瓦水准尺，Ⅳ等水准测量所使用的水准尺为红黑两面的水准尺，其观测方法宜采用中丝测高法，三丝读数。具体方法如下。

Ⅳ等水准测量：视线长度不超过100m为宜。每一测站上，按下列顺序进行观测：

- (1) 后视水准尺的黑面，读下丝、上丝和中丝读数。
- (2) 后视水准尺的红面，读中丝读数。
- (3) 前视水准尺的黑面，读下丝、上丝和中丝。
- (4) 前视水准尺的红面，读中丝读数。



二、场区控制测量

(二) 观测程序

2. 水准观测

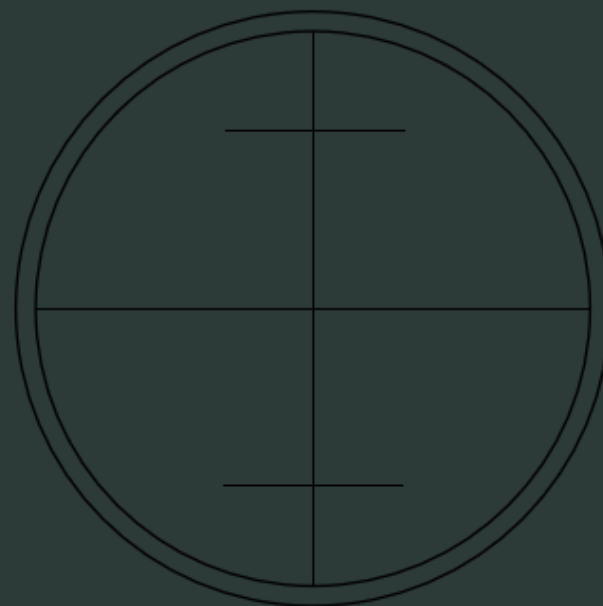
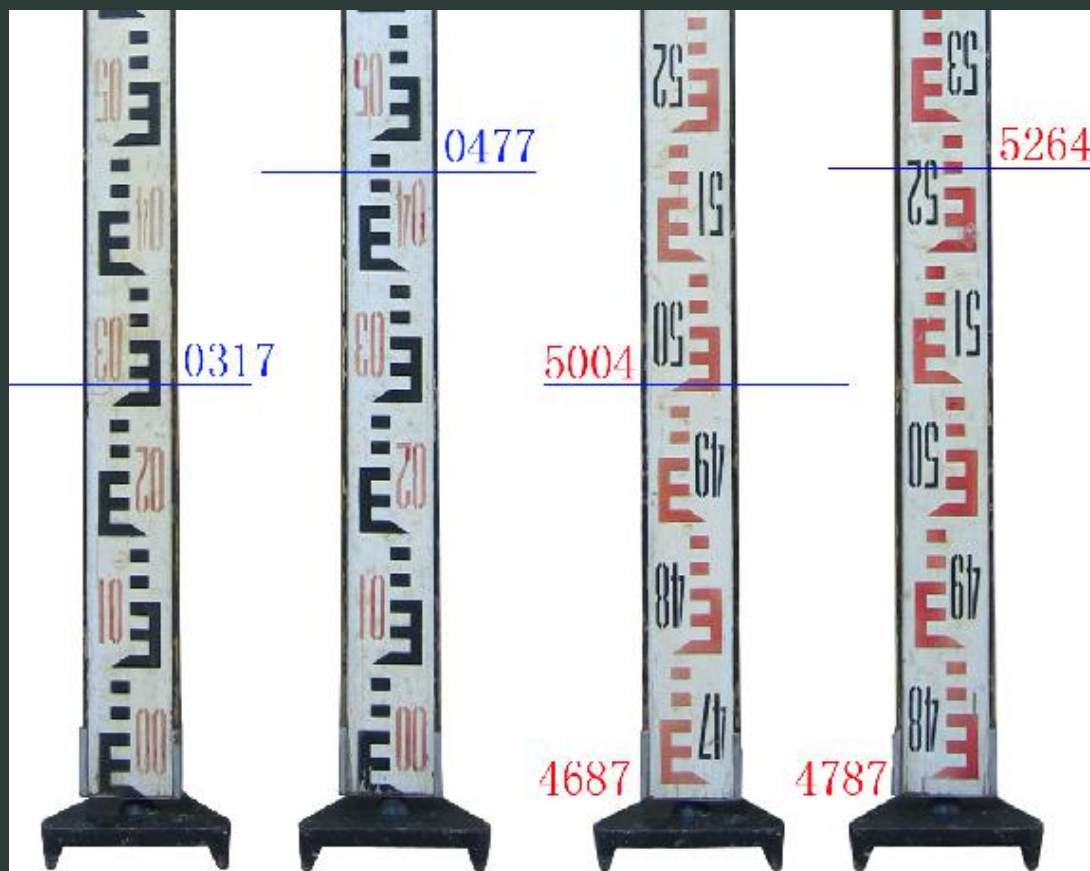
以上的观测顺序为“后—后—前—前”，在后视和前视读数时，均先读黑面再读红面，读黑面时读三丝读数，读红面时只读中丝读数。

Ⅲ等水准测量：视线长度75~100m。观测顺序应为“后—前—前—后”。

- (1) 后视水准尺的黑面，读下丝、上丝和中丝读数；
- (2) 前视水准尺的黑面，读下丝、上丝和中丝读数；
- (3) 前视水准尺的红面，读中丝读数；
- (4) 后视水准尺的红面，读中丝读数。



二、场区控制测量



望远镜十字丝



二、场区控制测量

(二) 观测程序

3.水准测量的限差

水准测量的关键技术要求即是水准测量的限差要求，不符合限差要求的水准测量成果不得使用。

Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ等水准测量均应进行往返测，或单程双线观测，其测量结果应符合表 1K417012-4 的规定。

水准测量结果限差

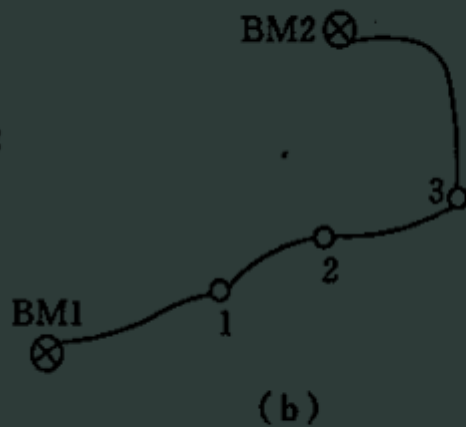
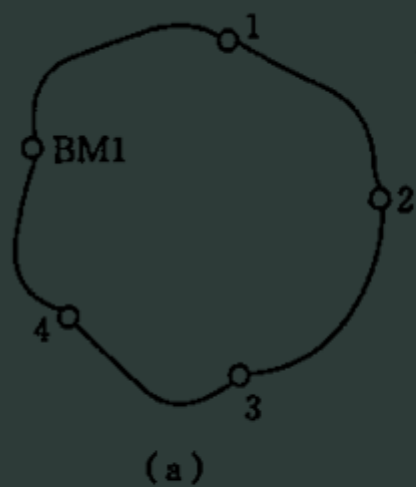
表1K417012-4

等 级	往返较差、附合或环线闭合水准线路允许闭合差 (mm)	
	平地	山地
Ⅱ等	$4\sqrt{L}$	—
Ⅲ等	$12\sqrt{L}$	$4\sqrt{n}$
Ⅳ等	$20\sqrt{L}$	$6\sqrt{n}$

注：L为往返段、附合或环线的水准路线长度 (km)；n为测站数。



二、场区控制测量



图：单一水准路线



图：水准网



二、场区控制测量

(二) 观测程序

4. 水准测量的平差

水准网的平差，根据水准路线布设的情况，可采用各种不同的方法。附合在已知点上构成结点的水准网，采用结点平差法。若水准网只具有2~3个结点，路线比较简单，则采用等权代替法。作为厂区高程控制的水准网，一般都构成环形，而且网中只具有唯一的高程起算点，因而多采用多边形图解平差法。这种方法全部计算都在图上进行，可迅速求得平差结果。



二、场区控制测量

(三) 主要技术要求

(1)场区高程控制网应布设成附合环线、路线或闭合环线。高程测量的精度，不宜低于三等水准的精度。

(2)施工现场的高程控制点有效期不宜超过半年，如有特殊情况可适当延长有效期，但应经过控制校核。

(3)矩形建（构）筑物应据其轴线平面图进行施工各阶段放线；圆形建（构）筑物 应据其圆心施放轴线、外轮廓线。



- 01 1K417011 施工测量主要内容与常用仪器
- 02 1K417012 场区控制测量
- 03 1K417013 竣工图编绘与实测



三、竣工图编绘与实测

市政公用工程项目施工完成后，应编绘或实测竣工图。竣工图主要是如实反映设计和施工的实际情况，**以编绘为主**。为了使实测竣工图能与原设计图相协调，**其坐标系统、高程基准、测图比例尺、图例符号等应与施工设计图相同**。

一、竣工图编绘

市政公用工程因其固有特点，施工过程中常会因现场情况变化而致使设计变更，导致构筑物的竣工位置与设计位置存在偏差；市政公用工程（如地下隧道或地下管线工程竣工）投入运行后，为了安全运行、方便维修及日后改（扩）建，需要其保存完整竣工资料。因此，市政公用工程竣工测量是十分重要。



所有设计图以最终版为准,如有修改,



三、竣工图编绘与实测

(一)工程竣工测量特点

(1)市政公用工程竣工图编绘具有边竣工、边编绘，分部编绘竣工图，实测竣工图等特点。需要在施工过程中收集一切有关的资料，加以整理，及时进行编绘。

(2)工程开工前应考虑和统筹安排竣工测量。

(3)测图方法应灵活，在传统测绘方法基础上引用新型的测图技术；以实测现状图为主，以资料收集为辅，并有编制、测绘相结合的特点。



三、竣工图编绘与实测

(二)竣工图编绘基本要求

(1)市政公用工程竣工图应包括与施工图（及设计变更）相对应的全部图纸及根据工程竣工情况需要补充的图纸。

(2)各专业竣工图应符合规范标准以及合同文件规定。

(3)竣工总图编绘完成后，应经施工单位项目技术负责人审核、会签。



三、竣工图编绘与实测

二、编绘竣工图的方法和步骤

(一)准备工作

1.竣工图的比例尺

竣工图的比例尺，宜选用1:500；坐标系统、高程基准、图幅大小、图上注记、线条规格，应与原设计图一致，图例符号应符合现行国家标准《总图制图标准》GBAT 50103— 2010的规定。



三、竣工图编绘与实测

2. 绘制竣工图

竣工测量应按规范规定补设控制网。受条件制约无法补设测量控制网时，可考虑以施工有效的测量控制网点为依据进行测量，但应在条件允许的范围内对重复利用的施工控制网点进行校核。控制点被破坏时，应在保证施测细部点的精度下进行恢复。对已有的资料应进行实地检测、校核，其允许偏差应符合国家现行有关施工验收规范的规定。





三、竣工图编绘与实测

(二) 竣工图的编绘

1. 绘制竣工图的依据

(1) 设计总平面图、单位工程平面图、纵横断面图和设计变更资料。

(2) 控制测量资料、施工检查测量及竣工测量资料。

编绘前应对所收集的资料进行实地对照检核，不符之处应实测其位置、高程及尺寸。

2. 根据设计资料展点成图

凡按设计坐标定位施工的工程，应以测量定位资料为依据，按设计坐标(或相对尺寸)

和标高编绘。若原设计变更，则应根据设计变更资料编绘。



三、竣工图编绘与实测

3.根据竣工测量资料或施工检查测量资料展点成图

在市政公用工程施工过程中，在每一个单位（体）工程完成后，应该进行竣工测量，并提出其竣工测量成果。

对凡有竣工测量资料的工程，若竣工测量成果与设计值之间相差未超过规定的定位允许偏差时，按设计值编绘；否则应按竣工测量资料编绘。

4.展绘竣工图的要求

(1)对于各种地上、地下管线，应绘出其中心位置，注明转折点及井位的坐标、高程及有关注明。

(2)当平面布置改变超过图上面积 $1/3$ 时，不宜在原施工图上修改和补充，应重新绘制竣工图。



三、竣工图编绘与实测

(二) 竣工图的编绘

(3)对于大型和较复杂的工程，如将场区地上、地下所有建筑物和构筑物都绘在一张总平面图上，将会使图面线条密集，不易辨认。为了使图面清晰醒目，便于使用，可根据工程的密集与复杂程度，按工程性质分类编绘竣工图。

(4)综合竣工图即全场性的总体竣工图，包括地上地下一切建（构）筑物和竖向布置及绿化情况等。如地上地下管线及运输线路密集，一般只编绘主要的。



三、竣工图编绘与实测

5.场区、道路、建（构）筑物工程竣工的编绘

(1)场区道路工程竣工测量包括中心线位置、高程、横断面形式、附属构筑物 and 地下管线的实际位置（坐标）、高程。

(2)新建地下管线竣工测量应在覆土前进行。当不能在覆土前施测时，应在覆土前设置管线待测点并将设置的位置准确地引到地面上，做好栓点。新建管线应按有关规定完成地下管线探查记录表。



三、竣工图编绘与实测

(3)场区建（构）筑物竣工测量，如渗沥液处理设施和泵房等，对矩形建（构）筑物应注明两点以上坐标，圆形建（构）筑物应注明中心坐标及接地外半径；建（构）筑物室内地坪标高；构筑物间连接管线及各线交叉点的坐标和标高。

(4)应将场区设计或合同规定的永久观测坐标及其初始观测成果，随竣工资料一并移交建设单位。



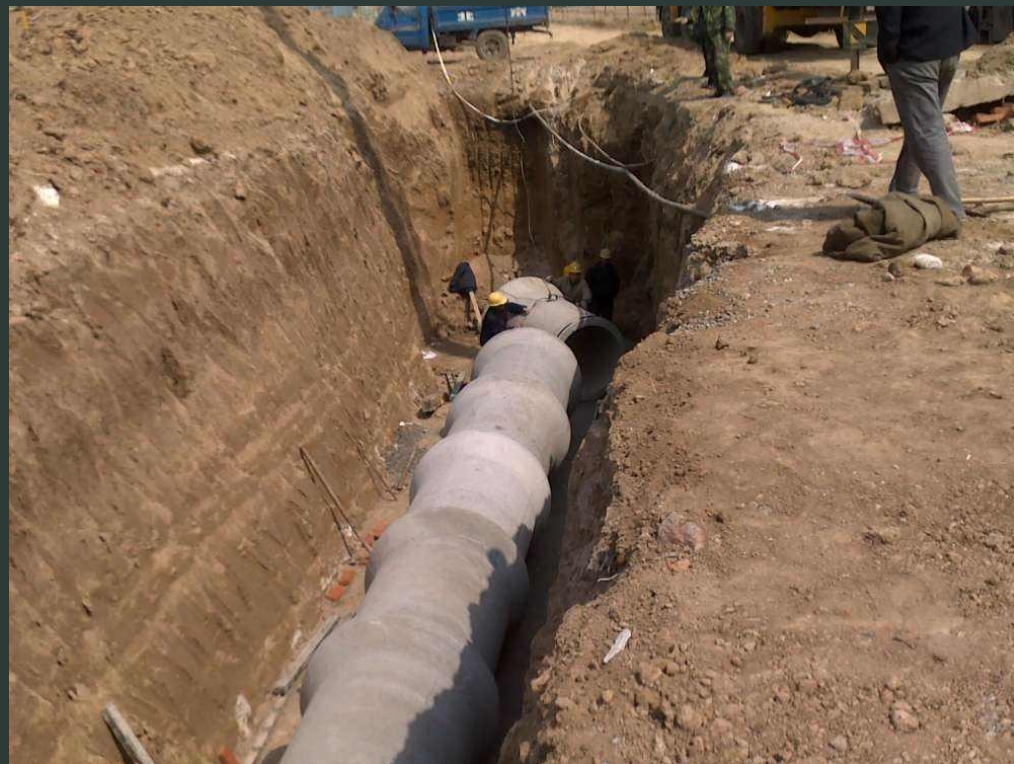
三、竣工图编绘与实测

6.城市道路工程竣工的编绘

(1)道路工程竣工图应根据实际情况进行测量。道路中心直线段应每25m施测一个坐标和高程点；曲线段起终点、中间点，应每隔15m施测一个坐标和高程点；道路坡度变化点应加测坐标和高程。

(2)过街管道、路边沟道以及立交桥附属的地下管线等设施的竣工测量应在施工过程中进行。

(3)过街天桥应测注天桥底面高程，并应标注与路面的净空高。





三、竣工图编绘与实测

7.城市桥梁工程竣工的编绘

(1)在桥梁工程竣工后应对桥墩、桥面及其附属设施进行现状测量。

(2)每个桥墩应按地面实际大小施测角点或周边坐标和高程。

(3)桥面测量应沿梁中心线和两侧，并包括桥梁特征点在内，以20 ~ 50m间距施测坐标和高程点。

(4)桥梁工程竣工测量提交的资料宜包括1：500桥梁竣工图、墩台中心间距表、桥梁中心线中桩高程一览表、桥梁竣工测量技术说明。



三、竣工图编绘与实测

8.地下管线工程竣工的编绘

(1)地下管线竣工测量宜在覆土前进行，主要包括交叉点、分支点、转折点、变材点、变径点、变坡点、起讫点、上杆、下杆以及管线上附属设施中心点等。

(2)地下管线检修井及起终点、转折点、三通等特征点的位置宜测定，井盖、井底、沟槽、井内敷设物、管顶等处的高程宜测定。

9.地下建筑工程竣工的编绘

(1)地下建筑竣工测量主要包括起点、终点、转折点、交叉点、分支点、变坡点、断面变化点、材料分界点、地下管道穿越点、轮廓特征点及细部尺寸。

(2)竣工测量应按横断面和路面线型进行测量，横断面测量的间隔宜为20~50m，路面线型测量的点位宜设置在道路中心。



三、竣工图编绘与实测

(三) 竣工图的附件

为了全面反映竣工成果，便于运行管理、维修和日后改（扩）建，**下列与竣工图有关的一切资料，应分类装订成册，作为竣工图的附件保存。**

(1) 地下管线、地下隧道竣工纵断面图。

(2) 道路、桥梁、水工构筑物竣工纵断面图。工程竣工以后，应进行路面（沿中心线）水准测量，以编绘竣工纵断面图。



三、竣工图编绘与实测

(3)建筑场地及其附近的测量控制点布置图及坐标与高程一览表。

(4)建筑物或构筑物沉降及变形观测资料。

(5)工程定位、检查及竣工测量的资料。

(6)设计变更文件。

(7)建设场地原始地形图。



三、竣工图编绘与实测

（四）随工程的竣工相继进行编绘

市政公用工程上道工序的成品会被下道工序隐蔽，或工程未验收已投入使用，工程持续时间长，过程变化因素多，**必须随着分项、分部工程的竣工，及时编绘工程平面图，并由专人汇总各单位工程平面图编绘竣工图。**

这种方法可及时利用当时竣工测量成果进行编绘，如发现问题，能及时到现场实测查对，同时由于边竣工、边编绘竣工图，可以考核和反映施工进度。

读一书
增一智

