第九章

线状工程测量

第九章 线状工程测量

主要内容

- 线状工程测量概述
- 铁路工程测量
- 公路工程测量
- 管线测量
- 线路勘测设计一体化

重点

- 线路工程测量的内容与方法

9.1 线状工程测量概述

一、 基本术语

线状工程：铁路、公路、石油与燃气管线、渠道、管道、城市综合管网、输电线及索道工程等。

线状工程测量：为各种线状工程勘测设计、施工安装与运营管理阶段所进行的测量工作。

9.1 线状工程测量概述

二、铁路公路工程测量的各个阶段

- ✓ 初步方案，它根据有关政治、经济、交通和自然条件进行室内选线和野外勘查，全面分析、比较、论证道路建设的意义以及技术、经济上的合理性和可行性，提出路线的初步方案；
- ✓ 初测，它是在前面工作的基础上进一步安排路线，落实路线局部方案；
- ✓ 定测，它是在初步设计基础上，将纸上定线的路线方案进行实地放线；
- ✓ 施工检查，在建设过程中进行施工检查；
- ✓ 竣工测量。

9.1 线状工程测量概述

三、线状工程测量的主要内容

- ✓ 中线测量；
- ✓ 纵、横断面测量；
- ✓ 带状地形测量；
- ✓ 施工放样；
- ✓ 竣工测量和有关调查工作等。

其主要目的是为设计、施工、运营管理提供必要的基础资料。

9.2.1 线路勘测阶段的测量工作

铁路勘测任务可分为踏勘（初测）和定测。

- ✓ 初测是为初步设计提供资料而进行的勘测工作，初步设计的主要任务是纸上定线，经过经济、技术比较提出一个推荐方案。初测对初步设计方案中认为有价值的线路进行实测，即进行实地选点，定出线路方向，沿线进行导线测量和水准测量，并测绘带状地形图。
- ✓ 定测是在初步设计批准后，结合现场的实际情况确定线路的位置，并为施工设计收集必要的资料。

9.2.1.1 线路初测

初测在线路的全部勘测工作中占有重要的位置，它决定着线路的基本方向。

1. 选点插旗

根据方案研究中在大小比例尺地形图上所选线路位置，在野外用“红白旗”标出其走向和大概位置，并在拟定的线路转向点和长直线的转向处插上标旗，为导线测量及各专业调查指出进行的方向。

在插旗的同时应进行初测导线的点位选择。

9.2 铁路工程测量

导线点选择应满足以下几项要求：

（1）点位应靠近大旗线路的位置，以便于实测之用。

（2）桥梁及隧道两端附近，严重地质不良地段以及越岭垭口处均应设点。

（3）点位应选在地势较高、视野开阔、易于保存的地方，以保证前后通视及方便地形测量。

（4）导线点间距应取用400m左右，以避免因边长过短而降低精度。使用全站仪时边长可增到1km。

2. 导线测量

（1）水平角观测

初测导线水平角，可用DJ2及DJ6级经纬仪以测回法测量右角，观测一测回。两个半测回之间应变换度盘位置，两半测回间角值较差在±20“（DJ2）或±30”（DJ6）以内时取其平均值。

（2）边长丈量

导线边长采用全站仪测量。边长测量的相对中误差不应大于1/2000。

（3）导线的联测

《新建铁路工程测量规范》规定，导线起终点及不远于30km应与国家大地点（三角点、导线点、Ⅰ级军控点）或其它单位不低于四等的大地点联测；有条件时，也可采用GPS全球定位技术加密四等以上大地点并代替初测导线测量。

3. 高程测量

（1）基平测量

沿线路布设水准点，作为线路高程控制网。

9.2 铁路工程测量

布设：

- ✓ 一般沿线路每隔2km左右设立一个，地形复杂路段可适当缩短水准点间距 ；
- ✓ 300m以上的大桥和隧道两端及车站附近应加设水准点
- ✓ 布设位置应离开线路中线一定距离，以50～100m为宜，以免线路施工时破坏。

9.2 铁路工程测量

测量方法 ：

- ✓ 采用DS3级以上的水准仪，按一组往返或两组单程的水准测量方法施测 ；
- ✓ 跨越河流和沟壑时可放宽至200m，但应尽量保持前后视距相等，当视线超过200m时，应按跨河水准测量的要求进行；
- ✓ 可用电磁波测距三角高程施测，导线点兼作水准点。

9.2 铁路工程测量

联测 ：

- ✓ 应与国家水准点或相当等级水准点联测；
- ✓ 应不远于30km联测一次，构成附合水准线路，其高程允许闭合差为 $\pm 30\sqrt{L}$ mm。

（2）中平测量

测定沿线各导线点、百米桩及加桩点的高程，用以绘制线路纵断面图和专业调查。

中平测量可采用单程水准测量，以基平测量所测水准点为基准布设成附合水准线路。中平测量允许的闭合差为 $\pm 50\sqrt{L}$ mm

（3）带状地形图测绘

表9-2 带状地形图测绘规定

测图比例尺	导线每侧的测绘宽度（m）	等高线间距（m）		最大视线长度	
		一般地段	困难地段	垂直角＜12°	垂直角≥12°
1：10000	250～500	5	10	600	600
1：5000	200～300	2	5	450	350
1：2000	100～150	1	2	400	300
1：1000	按需要	1	1	250	150
1：500	按需要	0.5	1	150	80

带状地形图的比例尺选择可参照一般平坦地区为1：5000～1：2000，困难地区为1：2000进行。

9.2.1.2 线路定测

1. 中线测量

把在带状地形图上设计好的线路中线测设到地面上，并用木桩标定出来。中线测量包括放线和中桩测设两部分工作。

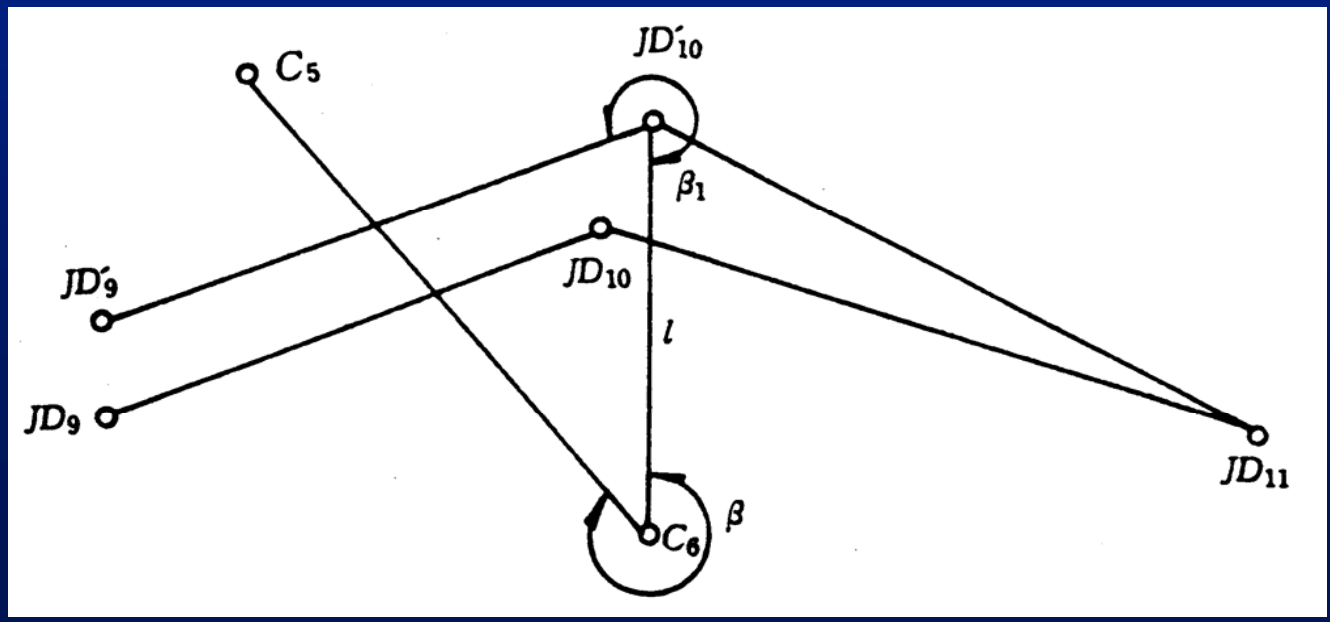
放线：把纸上各交点间的直线段测设于地面上，放线常用的方法有拨角法、支距法、极坐标法和GPSRTK法。

中桩测设：沿着直线和曲线详细测设中线桩。

（1）拨角放线法

根据纸上定线交点的坐标，预先在内业计算出两相交点间的距离及直线的转向角，然后根据计算资料在现场放出各个交点，定出中线位置。

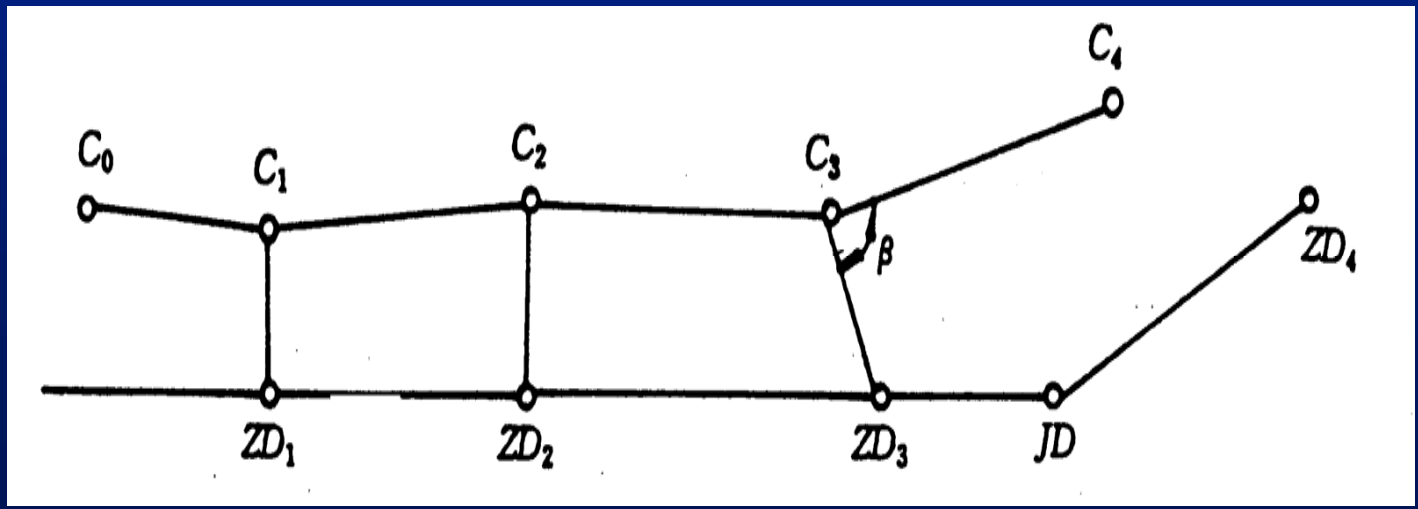
图9-1 闭合差检查



（2）支距放线法

在设计图上量出初测导线点和线路中心线点的支距，然后根据支距和实地的初测导线点点位进行实地放样。

a）获取放样数据和初设线路的相互关系；



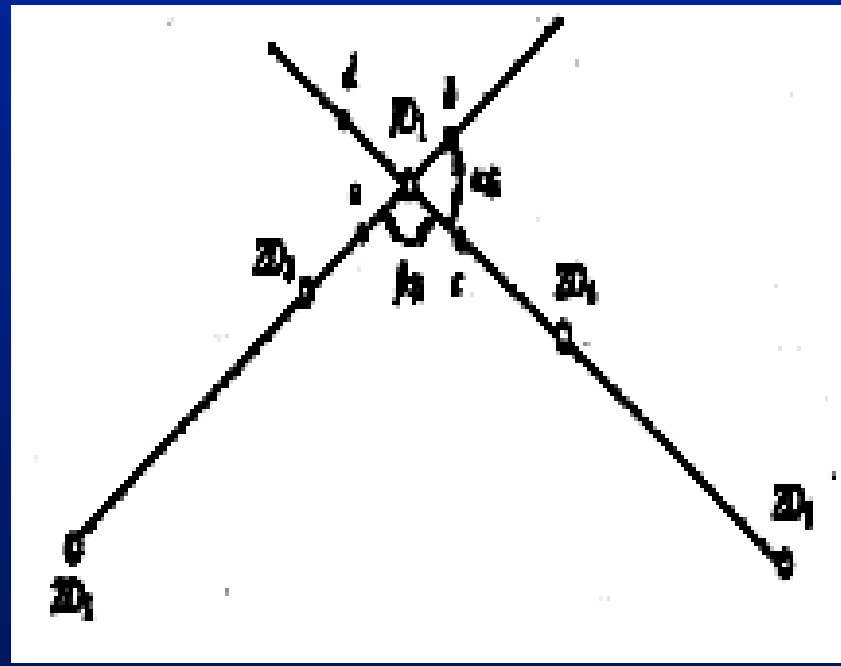
b）实地放样；

9.2 铁路工程测量

c）穿线（转点的直线性调整）；

d）线路交点的确定

交点定出后，应在交点上安置经纬仪实测转角。所谓转角又称偏角，是线路由一个方向偏转到另一方向时，所夹的角度。



（3）全站仪极坐标法

全站仪极坐标法放样简单灵活，适用于中线通视差的测区．但放样工作量大，放样到实地上的中线相对精度不高；并且由于用初测导线点直接定测各放样点，比其它放样法要求初测导线点的密度大，测量精度高，最后亦要通过穿线来确定直线段的位置。

（4）GPS RTK法

该方法的作业效率，较其他方法有了很大的提高。

2. 中桩测量及曲线测设

交点确定之后，应进行中线丈量确定里程桩。同时设置地形、地质、地物等加桩，并进行曲线测设。

9.2 铁路工程测量

中线上应钉设公里桩、百米桩和加桩。直线上中桩间距不宜大于50m；在地形变化处或按设计需要应另设加桩，加桩一般宜设在整米处。

中线距离应用全站仪往返测量，在限差以内时取平均值。百米桩、加桩的钉设以第一次量距为准。中桩桩位误差，中桩的桩位允许误差不超过：纵向为 $\frac{S}{2000}+0.1$ m；横向为10cm。

定测直线转点、交点、曲线主点桩等控制桩，一般都应固桩。固桩可埋设预制混凝土桩或就地灌注混凝土桩，桩顶埋入铁钉。

3. 水准测量及纵横断面测绘

定测阶段的水准测量作业方法及精度要求同于初测阶段，其基平测量应尽量采用初测水准点的高程数据。

9.2 铁路工程测量

中平测量的任务是测出定测时设置的各中桩高程，为绘制纵断面图提供依据。中平测量一般采用水准测量的方法进行，一般测设形式如图9-4。

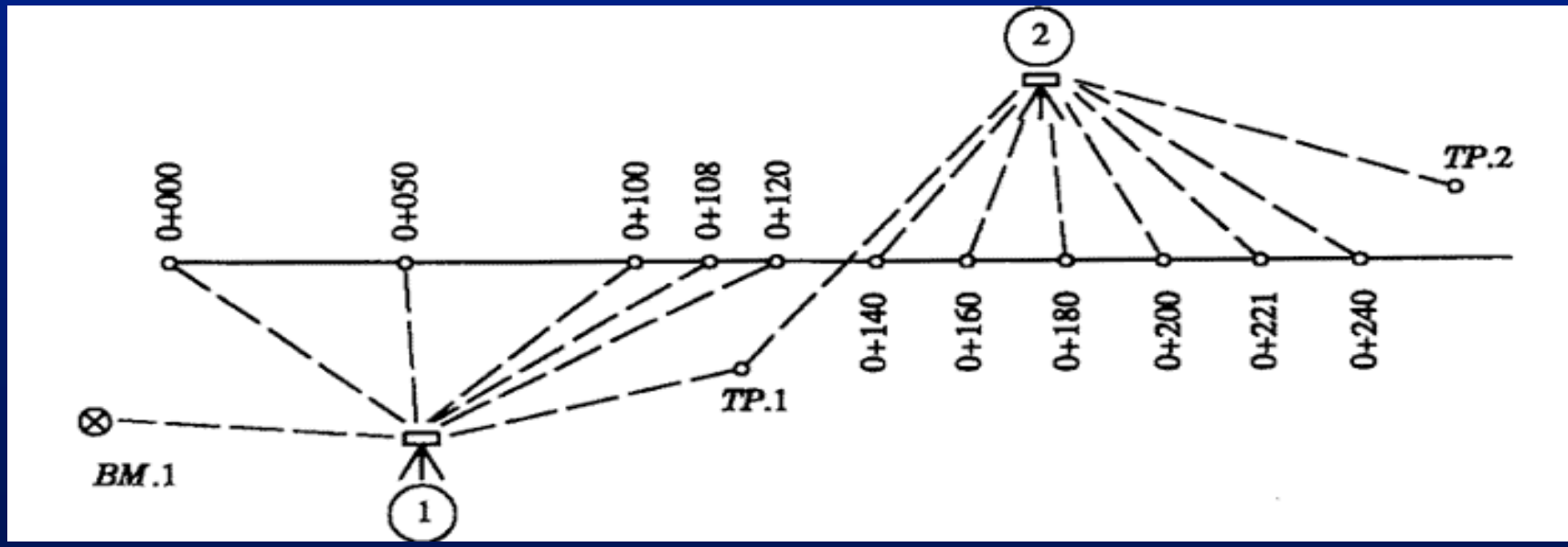
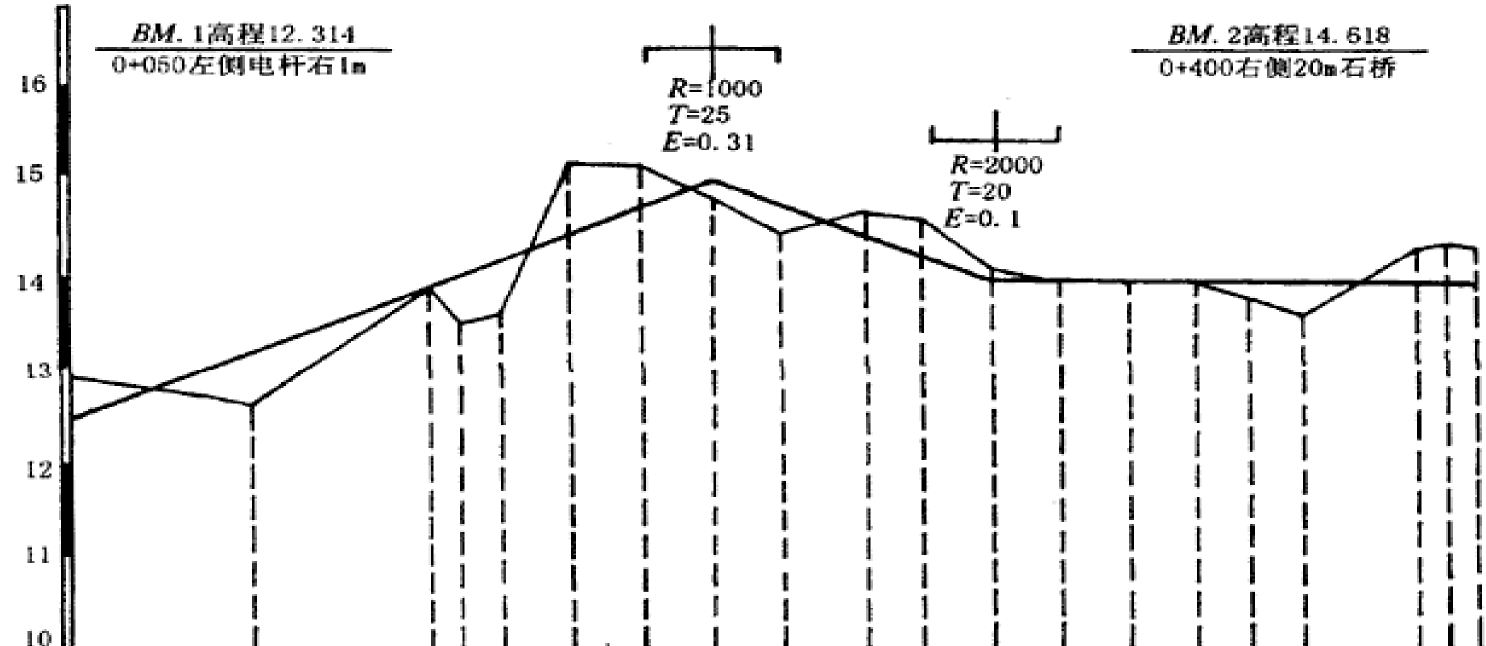


图9-4 中平测量

9.2.2 纵横断面图绘制及土方量计算

9.2.2.1 纵断面图绘制



坡度与距离：1.40 / 180；1.25 / 80；0 / 140

桩号	设计高程	地面高程	填挖土 填	填挖土 挖
0+000	12.50	12.89		0.39
+050	13.20	12.61	0.59	
+100	13.90	13.89	0.01	
+108	14.01	13.48	0.53	
+120	14.18	13.60	0.58	
+140	14.46	15.16		0.70
+160	14.74	15.14		0.40
+180	15.02	14.84	0.18	
+200	14.77	14.46	0.31	
+221	14.51	14.65		0.14
+240	14.27	14.60		0.33
+260	14.02	14.08		0.06
+280	14.02	14.01	0.01	
+300	14.02	14.00	0.02	
+320	14.02	13.99	0.03	
+335	14.02	13.79	0.23	
+350	14.02	13.59	0.43	
+384	14.02	14.32		0.30
+391	14.02	14.37		0.35
+400	14.02	14.33		0.31

直线与曲线：$JD_1$0+221.70　α=10°50′(右)　R=1200

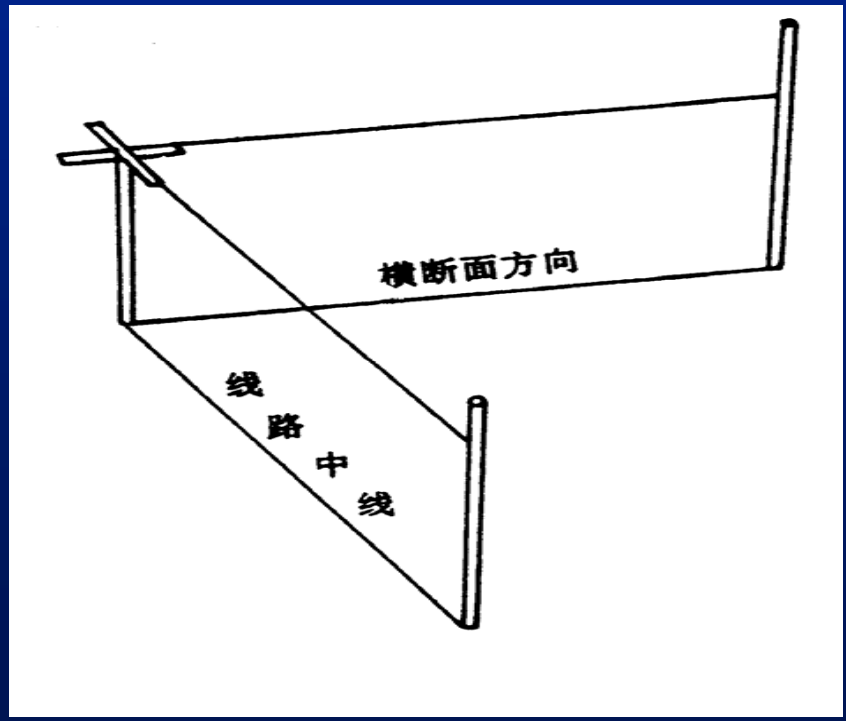
T=113.78　L=226.90　E=5.39

9.2.2.2 横断面图测绘方法

1. 横断面测绘方法与精度要求

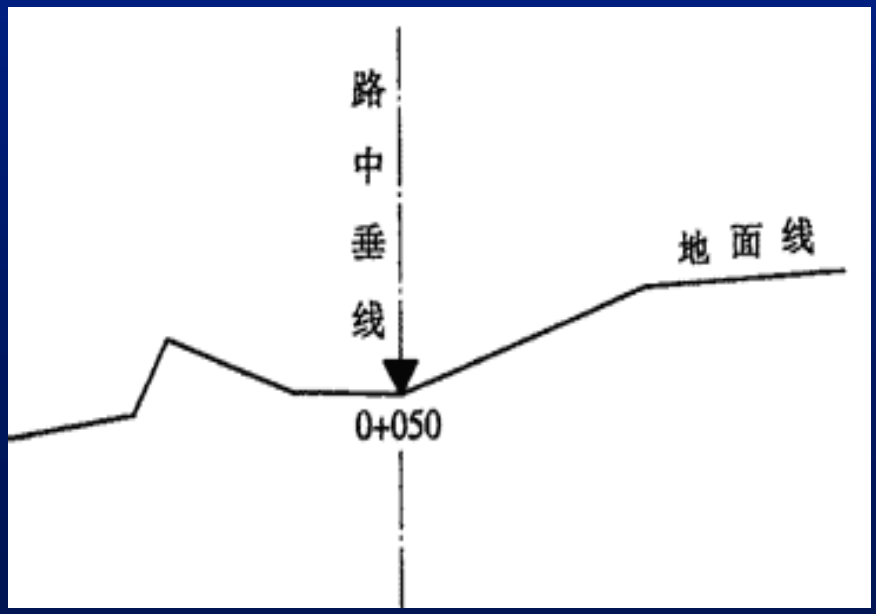
横断面方向的确定可用方向架或经纬仪等进行。

横断面测量可用经纬仪、水准仪或全站仪进行。



2. 横断面绘制

绘制横断面图时常选择纵横比例尺相同，一般采用1：200的比例尺。设计人员根据横断面图做出路基、路堑设计图，作为计算土方量的依据之一。



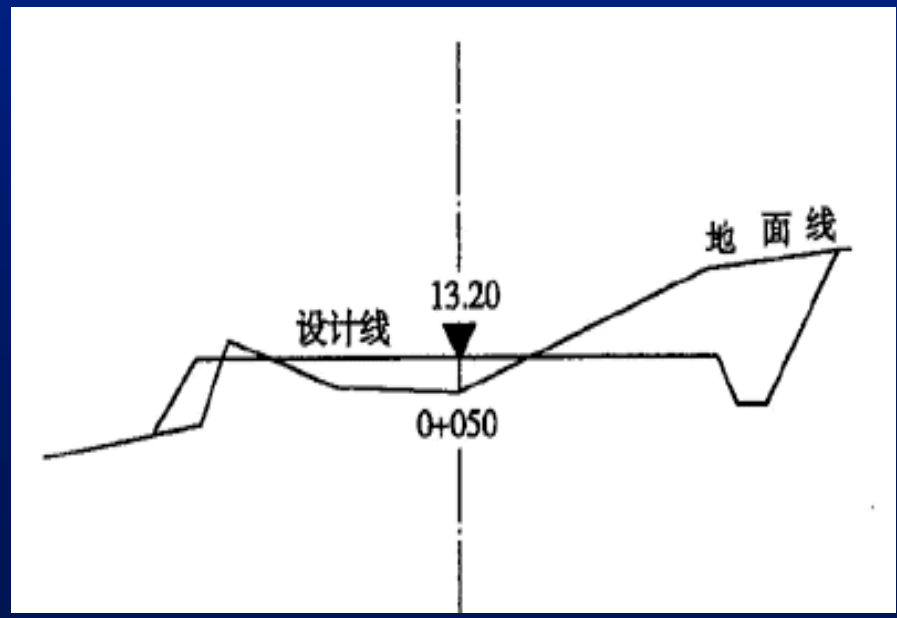


图9-7 横断面测绘

9.2.3 线路施工测量

主要任务：测设作为施工依据的桩点的平面位置和高程。

9.2.3.1 线路复测

线路复测的内容和方法与定测时基本相同。

复测内容：转向角测量、直线转点测量、曲线控制桩测量和线路水准测量。

目的：恢复定测桩点和检查定测质量，而不是重新测设，所以要尽量按定测桩点进行。若桩点有丢失和损坏，则应予以恢复；若复测和定测成果的误差在允许范围之内，则以定测成果为准；若超出允许范围，应查找原因，确定证明定测资料错误或桩点位移时，方可采用复测资料。

9.2 铁路工程测量

复测与定测成果的不符值限差为：

1．水平角：±30"；

2．距离：钢尺1：2000，全站仪1：4000；

3．桩点点位横向差：每100m不应大于5mm，当点位距离长于400m时，亦不应大于20mm；

4．曲线横向闭合差：10cm（施工时应调 整）；

5．水准点高程闭合差 ：$\pm 30\sqrt{L}$ mm；

6．中桩高程：±10cm。

9.2.3.2 护桩设置

中桩点在施工中将被填挖掉，因此在线路复测后，路基施工前，对中线的主要控制桩（如交点、直线转点及曲线五大桩）应设置护桩。

护桩位置应选在施工范围以外不易被破坏的地方。一般设两根交叉的方向线，交角不小于，每一方向上的护桩不少3个，为便于寻找护桩，护桩的位置用草图及文字作详细说明。

9.2.3.3 路基边坡放样

路基横断面是根据中线桩的填挖高度和所用材料在横断面上画出的。路基的填方称为路堤；挖方称为路堑；在填挖高度为零时，称为路基施工零点。

路基边坡放样

路基施工填挖边界线的标定。它是用木桩标出路堤坡脚线或路堑坡顶线到线路中线的距离，作为修筑路基填挖方开始的范围。设计横断面与地面实测横断面线之间所围的面积就是待施工（填或挖）的面积。根据相邻两个横断面面积和断面的间距，就可计算施工土方量。

9.2.3.4 竣工测量

路基土石方工程完工后，铺轨前应进行线路竣工测量，最后确定中线位置，作为铺轨的依据；并检查路基施工质量是否符合设计要求。内容包括中线测量、高程测量和横断面测量。

9.2 铁路工程测量

1. 中线测量

利用护桩将主要控制点恢复到路基上，进行线路中线贯通测量 。在曲线地段，应交出交点，并重新测量转向角；

中线上，直线地段每50m，曲线地段每20m测设一桩；道岔中心，变坡点、桥涵中心等处需钉设加桩。

全线里程自起点连续计算贯通，消除由于局部改线或假设起始里程而造成的里程“断链”。

2. 高程测量

竣工时应将水准点引测到稳固建筑物上，或埋设永久性混凝土水准点；其间距不应大于2km；其精度与定测时要求相同；全线高程必须统一，消除因采用不同高程基准而产生的“断高”。中桩高程按复测方法进行，路基高程与设计高程之差不应超过5cm。

3. 横断面测量

主要检查路基宽度。侧沟、天沟的深度，宽度与设计值之差不得大于5cm；路基护道宽度误差不得大于10cm，若不符合要求且误差超限应进行整修。

9.2.4 铁路既有线测量

9.2.4.1 既有线的里程丈量

1．里程丈量从车站中心或桥、隧建筑物中心的既有里程引出，按原有里程方向连续推算。

2．里程丈量，直线地段可沿左轨轨面丈量；曲线测量范围内沿线路中心丈量。车站内沿正线丈量，车站布设为鸳鸯股道时，从车站中心转入另一线连续丈量，并推算里程，如车站中心在曲线上，则在直线上换股。

3．里程使用钢卷尺丈量两次，较差在1/2000以内时，以第一次丈量的里程为准。

4．里程丈量时，设公里标、半公里标、百米标和加标。

5．在下列地点设加标，并分别规定里程取位：

（1）曲线范围内，里程为20m整倍数的点；

（2）桥梁中心、大中桥的桥台挡碴前缘和台尾、隧道进出口、车站中心、进站信号机及远方信号机等，取位至厘米；

（3）涵渠、渡槽、平交道口、跨线桥、坡度标，跨越铁路的电力线、通讯线、地下管道等中心，新型轨下基础、站台、路基防护、支挡工程等的起、终点和中间变化点，取位至分米；

（4）地形变化处，路堤和路堑边坡的最高和最低处，路堤路堑交界处，路基宽度变化处，路基病害地段，取位至米。

9.2.4.2 高程测量

1. 既有水准点的编号不变，并对遗失，损坏或水准点间距离大于2km的既有水准点进行补设，同时在大中桥头，隧道口，车站等处增设水准点，并另编号。
2. 全线水准点高程应连续测量贯通，与既有水准点高程的闭合差在$\pm 30\sqrt{K}$ mm以内时采用原高程；如确认既有水准点高程有误，可更改原有高程。
3. 中桩高程测量，直线段测左轨轨面，曲线段测内轨轨面，并量测两次，较差在20mm内以第一次为准。

9.2.4.3 横向测绘

横向测绘又称为线路调绘，是对既有线路两侧30至50米以内的地物、地貌的测绘调绘。为修改和补充既有线平面图以及拆迁建筑物、路基防护、排水系统布置、土方调配以及第二线左右侧选择等意见的依据。

9.2.4.4 站场测绘

站场平面图的比例尺为1：1000或1：2000，其测绘范围根据需要确定。站场内平面图的测量在已有控制点还存在时采用已有控制点作图根点进行站场平面测绘；不存在已有控制点时采用任意坐标法，新布设控制点进行站场平面测绘，最后将布设的控制点与国家等级点进行GPS联测。

9.2.4.5 桥涵测量

1. 既有桥涵的丈量应根据有关资料和调查的基础上进行。

2. 既有桥涵的精度要求：

a）用钢尺丈量，钢结构尺寸取至毫米，其余尺寸取至厘米。

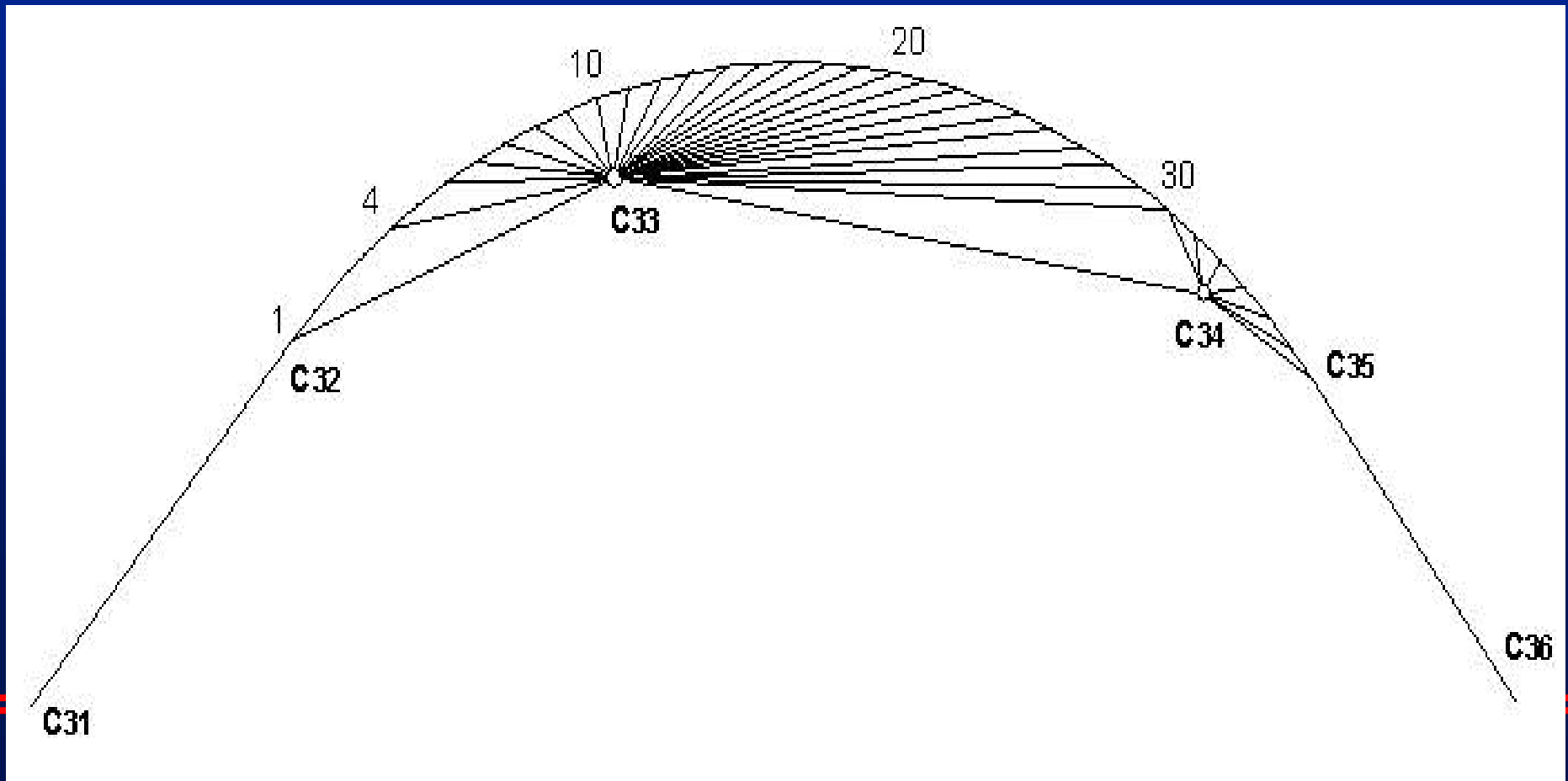
b）大中桥的桥长、跨度、桥墩中心间的长度，两尺丈量的较差不大于1/2000。

c）应绘制丈量图。比例尺为1：50～1：200。

d）高程以水准仪施测，其精度不低于水准点高程测量的精度。

9.2.4.6 既有曲线测量

既有曲线测量采用全站仪极坐标法。



步骤如下：

（1）置镜于导线点C_{32}，后视C_{31}，依次测量中线上通视的1—4各测点的偏角，距离和竖直角。后视C_{31}，前视C_{33}，观测C_{32}的水平角一测回，$C_{31}C_{32}$，$C_{32}C_{33}$两条边的边长和竖直角往返测各一测回。

（2）转镜于C_{33}，后视C_{32}观测4—30各测点的水平角和水平距离；观测对于C_{32}，C_{34}的导线水平角和导线边水平距离。依次在各导线点置镜连通导线，测完曲线测量范围各测点后，连通曲线终点端直线段，以推算$C_{35}C_{36}$方位，并用C_{35}，C_{36}两点坐标反算的方位角进行校核。

9.2.4.7 既有线设备调查测量

1. 桥梁

核对里程、桥梁名称、结构类型、孔数、跨度及全长。

2. 隧道

核对起讫里程。隧道名称、长度。

3. 涵洞

核对中心里程、结构类型、孔数、孔径、长度。

4. 道口

核对中心里程，跨越线路的条数。

5. 车站

（1）核对车站中心里程，一般中间站，区段站指运转室的中心里程，客运站、编组站指候车室或主要站房中心里程。

（2）道岔：按正线、到发线、调车线、货物线核对原有编号。

（3）警冲标，核对该警冲标属于何组道岔及其里程，若该组道岔现场无警冲标且关系到股道有效长计算，则按标准位置确定里程并加注说明。

（4）信号机：核对里程，种类（包括进站、出发、调车、复示驼峰等信号表示器，并有色灯与臂板之分），灯向（要确认该信号机灯向线路的何端）。

（5）站台、灰坑、检查坑：核对其起终点里程，并量注长度。站台还要根据台顶、台脚里程计算台顶长。

（6）车站股道：注记股道编号，一般下行方向一侧为单号，上行方向一侧为双号，枢纽站、车场股道编号按递增编号。

（7）其他设备：水鹤、灯塔、灯桥、车挡应核对里程及位置。

9.3 公路工程测量

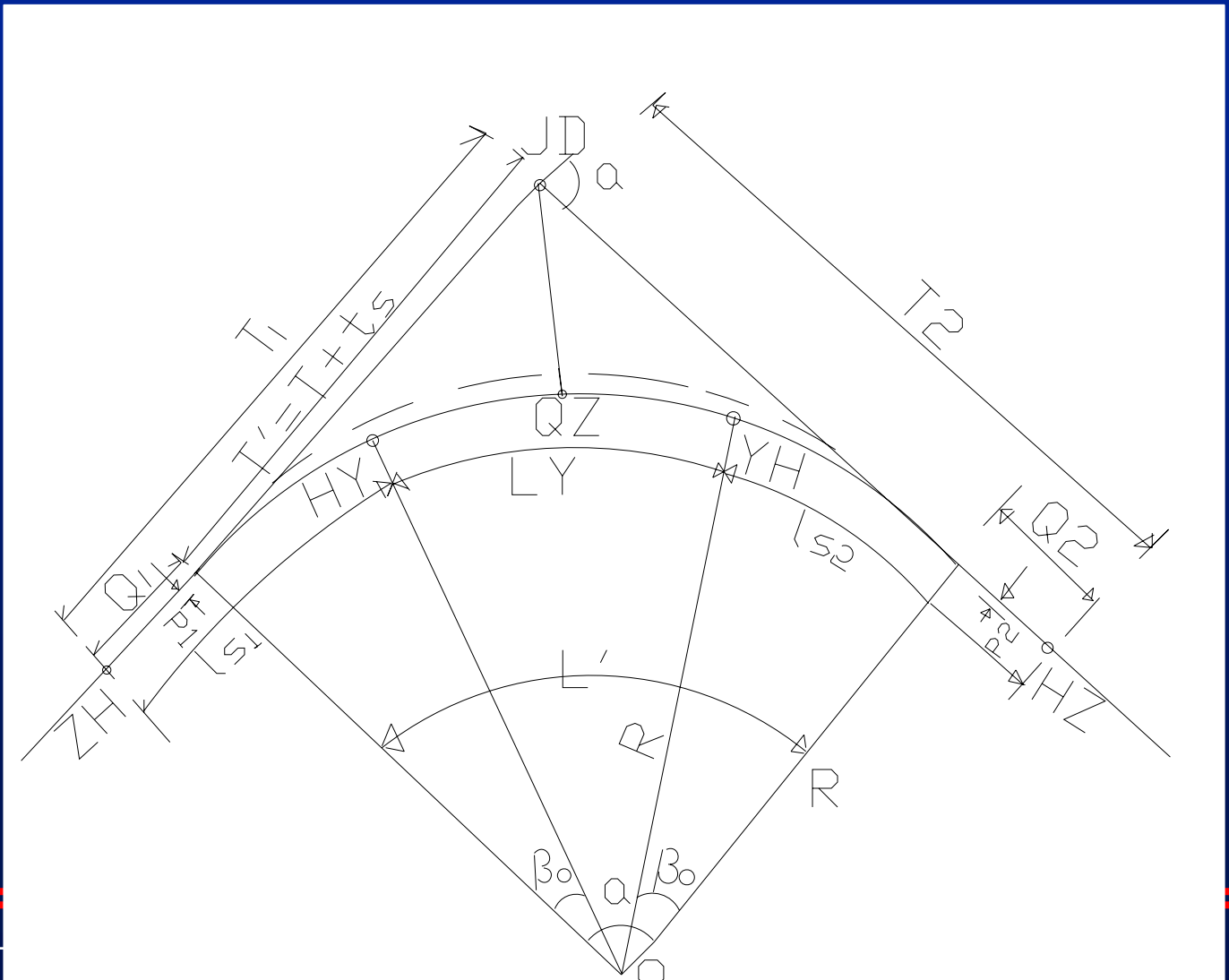
9.3.1 概况

公路勘测分两阶段勘测和一阶段勘测两种。所谓两阶段勘测，就是对路线进行踏勘（初测）测量和详细（定测）测量，而一阶段勘测则是对路线作一次定测。

公路线形设计已开始使用非对称线形（称为非一般平曲线）设计，非对称线型分为完全非对称线型和非对称非完全线型两种 。

9.3.2 非一般曲线任意桩点坐标的计算方法

9.3.2.1 非对称设置缓和曲线的平曲线切线长计算公式



9.3.2.1 非对称设置缓和曲线的平曲线切线长计算公式

$$T_1 = Q_1 + \frac{[R + P_2 - (R + P_1)\cos a]}{\sin a} \qquad (9-3a)$$

$$T_2 = Q_2 + \frac{[R + P_1 - (R + P_2)\cos a]}{\sin a} \qquad (9-3b)$$

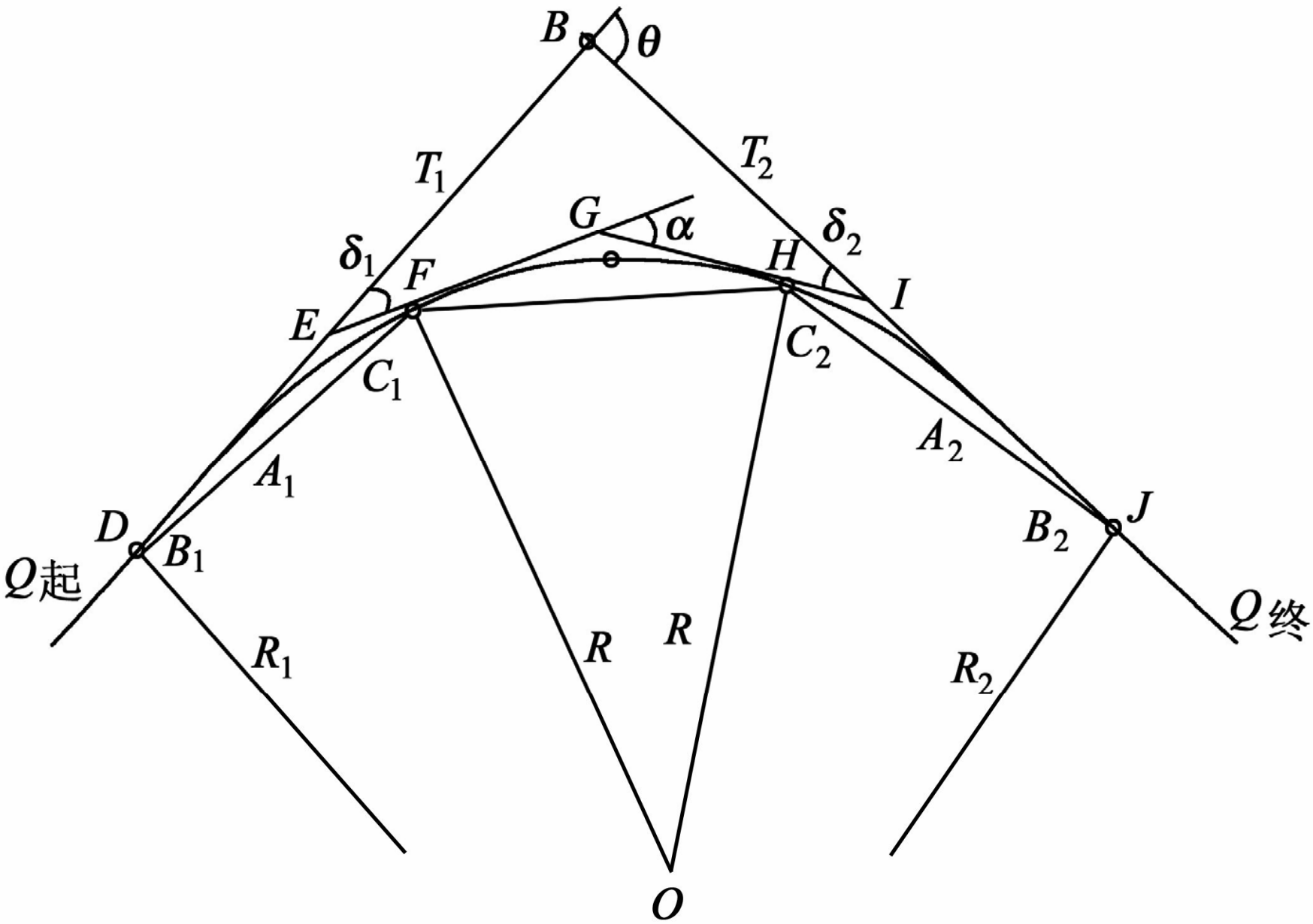
$$P_1 = \frac{l_{S1}^2}{24R} - \frac{l_{S1}^4}{2688R^3} + \cdots\cdots \qquad (9-4a)$$

$$Q_1 = \frac{l_{S1}}{2} - \frac{l_{S1}^3}{240R^2} + \cdots\cdots \qquad (9-4b)$$

$$P_2 = \frac{l_{S2}^2}{24R} - \frac{l_{S2}^4}{2688R^3} + \cdots\cdots \qquad .(9-5a)$$

$$Q_2 = \frac{l_{S2}}{2} - \frac{l_{S2}^3}{240R^2} + \cdots\cdots \qquad (9-5b)$$

9.3.2.2 非对称非完整设置缓和曲线的平曲线切线长计算公式



第一切线长、第二切线长的计算公式推导如下：

在三角形DEF中

$$B_1 = \frac{|l_F - l_D|}{6A_1^2}(2l_D + l_F)$$

$$C_1 = \frac{|l_F - l_S|}{6A_1^2}(2l_F + l_D)$$

$$DF = |l_F - l_D| - \frac{l_F^5}{72A_1^4}\left[0.8 - \frac{l_D}{T_2 l_F} - (\frac{l_D}{l_F})^2 + (\frac{l_D}{l_F})^3 + (\frac{l_D}{l_F})^4 - 0.8(\frac{l_D}{l_F})^5\right]$$

式中：$l_F = \frac{A_1^2}{R}, l_D = \frac{A_1^2}{R_1}$，解三角形DEF得：

$$EF = \frac{DF \sin B_1}{\sin(B_1 + C_1)}$$

$$DE = \frac{DF \sin C_1}{\sin(B_1 + C_1)}$$

在三角形JIH中

$$B_2 = \frac{|l_H - l_J|}{6A_2^{\ 2}}(2l_J + l_H)$$

$$C_2 = \frac{|l_H - l_J|}{6A_2^2}(2l_H + l_J)$$

$$HJ = |l_H - l_J| - \frac{l_H^5}{72A_2^4}\left[0.8 - \frac{l_J}{l_H} - (\frac{l_J}{l_H})^2 + (\frac{l_J}{l_H})^3 + (\frac{l_J}{l_H})^4 - 0.8(\frac{l_J}{l_H})^5\right]$$

式中：$l_H = \frac{A_2^2}{R}, l_J = \frac{A_2^2}{R_1}$，解三角形 JIH 得：

$$HI = \frac{HJ\sin B_2}{\sin(B_2 + C_2)}$$

$$IJ = \frac{HJ\sin C_2}{\sin(B_2 + C_2)}$$

$$\theta = \alpha + \delta_1 + \delta_2 = \alpha + (B_1 + C_1) + (B_2 + C_2),$$

$$\alpha = \theta - (\delta_1 + \delta_2)$$

$$GH = FG = Rtg\frac{\alpha}{2}$$

$$EK = EF + FG + GK$$

$$BK = \frac{EK \sin \delta_1}{\sin \theta}$$

$$EB = \frac{EK \sin(\alpha + \delta_2)}{\sin \theta}$$

$$GI = GH + HI$$

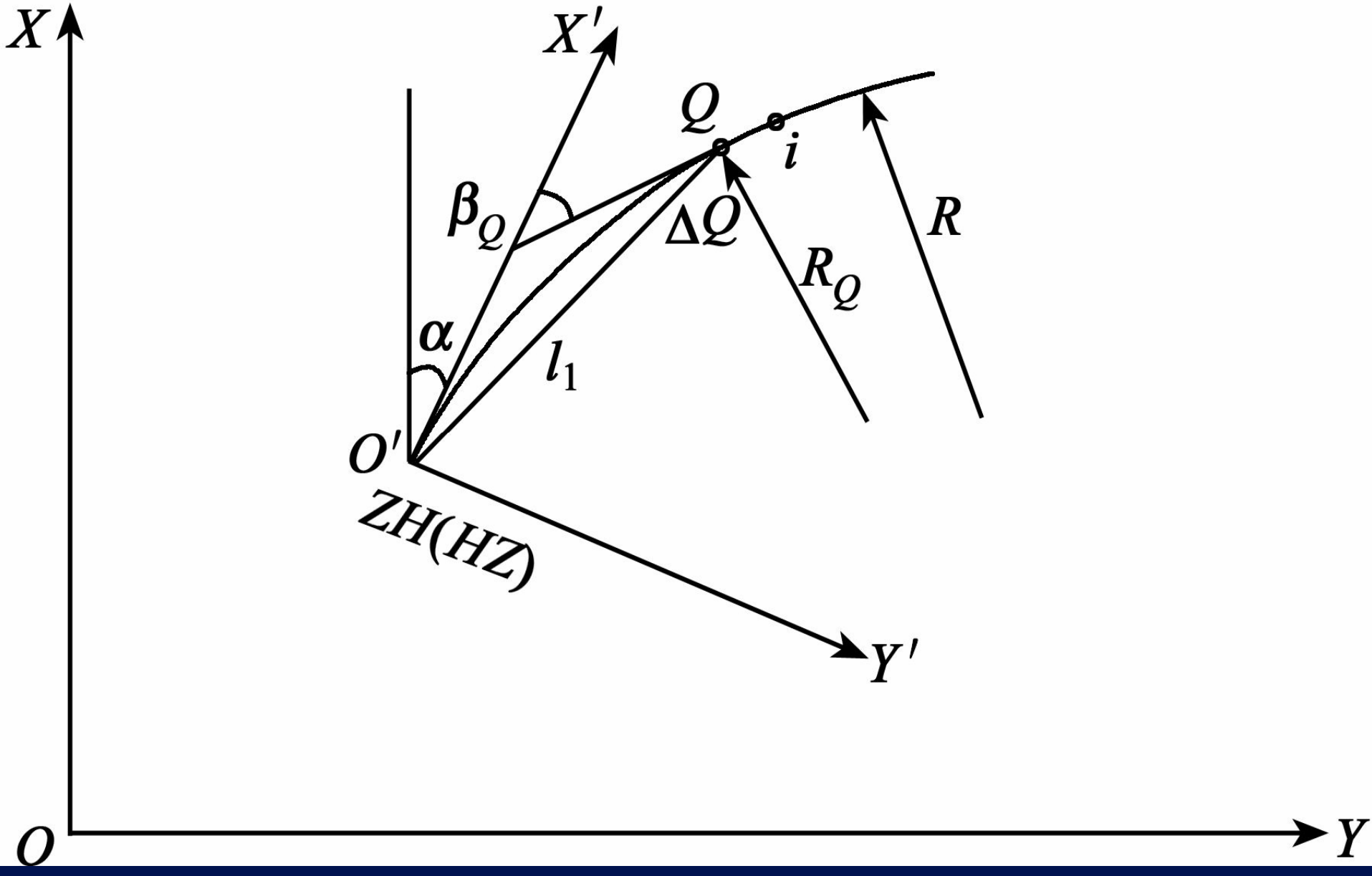
$$GK = \frac{GI \sin \delta_2}{\sin(\alpha + \delta_2)}$$

$$KI = \frac{GI \sin \alpha}{\sin(\alpha + \delta_2)}$$

$$T_1 = DB = DE + EB \qquad (9-6a)$$

$$T_2 = BJ = BK + KI + IJ \qquad (9-6b)$$

9.3.2.3 非完整缓和曲线



9.3 公路工程测量

$l_1 = \frac{A^2}{R_Q}, l_S = \frac{A^2}{R}$　　$\widehat{l_1}$ 对应的弦长 $\overline{l_1} = l_1 - \frac{l_1^5}{90A^4}$

又因为：$\beta_Q = \frac{l_1^2}{2A^2}$

$\Delta_Q = \frac{2}{3}\beta_Q = \frac{l_1^2}{3A^2}$

所以：$\alpha_{Q,ZH} = \alpha_A + 180° \pm \Delta_Q$

$X_{ZH} = X_Q + \overline{l_1}\cos\alpha_{Q,ZH}$

$Y_{ZH} = Y_Q + \overline{l_1}\sin\alpha_{Q,ZH}$

ZH点的切线坐标方位：$\alpha = \alpha_Q \pm \beta_Q$

一般平曲线是按“直线＋缓和曲线＋圆曲线＋缓和曲线＋直线”顺序连续组成完整的线形。而互通立交匝道线形中，线形单元的组合则比较复杂，没有一定的规律。坐标的计算只能分段进行。通常设计文件中提供各特征点桩号、坐标、切线方位。

9.3.3 车载GPS技术用于线路信息采集



图9-13　车载GPS技术用于线路信息采集流程图

9.4 管线测量

- 概　述
- 管线中线测量
- 管线竣工测量

9.4.1 概　述

管线工程各阶段的测量工作：

（1）收集确定区域内大中比例尺地形图、控制点资料、原有各种管线的平面图及断面图等。

（2）地形图测绘。根据初步规划的线路，实地测量管线附近的带状地形图或修测原有地形图。

（3）管线中线测量。根据设计要求，在地面上标定出管道中心线的位置。

（4）纵、横断面图测量。测绘管线中心线和垂直于中心线方向的地面高低起伏的情况。

（5）管线施工测量。根据定线成果及设计要求测设施工过程中所需要的各种标志。

（6）竣工测量。将施工成果绘制成图，反映实际施工情况，作为使用期间维修、管理的依据。

9.4.2 管线中线测量

9.4.2.1 交点桩测设

交点桩（包括转折点、起点及终点桩）的测设数据可用图解法或解析法求得。

9.4.2.2 中桩测设

中桩测设是为了测定管线长度和测绘纵、横断面图，沿管线中心线由起点开始测设里程和加桩。

9.4.2.3 转向角测量

管线工程对转向角的测设有较严格的要求，它直接影响施工质量及管线的正常使用。

9.4.2 管线中线测量

9.4.2.4 绘制管线地形图

管线地形图上应反映各交点的位置和桩号，各交点的点之记，各交点的坐标、转向角，各里程桩与加桩的位置和桩号等。

9.4.2.5 管线的纵横断面测量

管线纵横断面测量在管线中线测量和中线桩高程的水准测量基础上进行。

9.4.3 管线竣工测量

解析法管线竣工测量，用解析坐标、高程来表示地下管线的竣工位置。

9.4.3 管线竣工测量

9.4.3.1 管线竣工测量的基本内容

1．根据城市加密控制点，测量管线的起点、终点、折点（交点）、变坡点及检修井等（这些点统称为管线点）的坐标。管线点坐标的点位中误差（相对于邻近解析图根点）一般应不大于±0.05米；

2．根据城市水准点或已知高程的城市一、二级导线点，施测管线点的高程；其高程误差（指管内底或管外顶高对所测路线的起、终点而言）为：直接测定管线点高程的中误差应不大于±0.02米，通过检修井间接测定管线点高程的中误差应不大于±0.05米；

9.4.3 管线竣工测量

3．调查测量管线的规格（如管径、断面）及其相应的设施（如闸门、消火栓、抽水罐、检修井等）；

4．将所测管线的坐标、高程及其他关数据，综合成管线成果表，作为展图的依据；

5．将已测的管线展绘于相应的1：500管线带状地形图或展绘在1：500基本地形图上，成为管线竣工图或综合管线图。

9.4.3.2 管线的调查

1. 管线的取舍标准

类别	管内径	编号简称	备注
给水	100毫米及以上	水	相应地面构筑物及ø75偏消火栓应测出。
污水 雨水	300毫米及以上	污雨	污、雨水管道进出口要测。 通雨水口的支管不测。
煤气	全测	煤	小室、抽水缸要显示，注明高、中、低压。
热力	全测	热	小室要显示。
电力	全测	力	短小过街上杆者，可不测。
市话	全测	话	短小过街上杆者，可不测。
长途	全测	长	
广播	全测	广	
专用电讯	全测	专	包括：铁路、军用等。
工业管道	全测	工	包括：工业液体、气体、液体排渣等。

2. 管线调查的内容

类别	高程		管径	偏距尺寸	构筑物	备注
	管内底	管外顶				
给水		○	○	○	○	
污水 雨水	○		○	○	○	雨污合流按污水考虑。 方沟、马蹄形沟量宽×高。标流向。
煤气		○	○	○	小室尺寸 ○	抽水缸在井内者，按检修井表示。
热力	○		宽×高 ○		小室尺寸 ○	拱形沟按最高点算。
电力电缆		○	条数 ○		○	照明电力应注明。
电信电缆		○	条数 ○		○	
电信管块		○	宽×高 ○	○	○	标准检修井标明长端方向。非标准检修井量长端、短端距离并绘略图。
工业管道	○	○	○	○	○	无压自流的管道测内底高， 其它管道测外顶高。

9.4.3 管线竣工测量

3. 检修井的调查方法

对于有检修井的管线，除了测量井中心坐标及井面高程外，为了推求井下管道的位置与高程，还应进行检修井的调查，概括起来有以下三项：

（1）量比高。若为雨水或污水，则量井面至管内底的比高，如图中h1、h2和h3；若为给水或煤气，则量井面至管外顶的比高。

（2）量管径。一般多量管内径，如图9-16中，ø1=800毫米、ø2=900毫米、ø3=400毫米。

（3）量偏距。对于管中线不正对井中的情况，应量取管中线对于井中的偏距e，并应标明偏距方向。如图9-16中：e 1为西偏南0.50米，e2为东偏南0.65米，e3为南偏东0.20米。

9.4.3 管线竣工测量

4. 计算和成果整理

对于已完成测算的管线资料要综合填写管线成果表，绘出表明所测管线的概略地形和连接关系的管线略图。编写测量工作说明，其主要内容为：管线工程概况、测量经过、主要方法、需要说明的问题（如线路变更、遗漏问题）等，均作为管线竣工资料及展绘管线综合图的依据



9.4.3 管线竣工测量

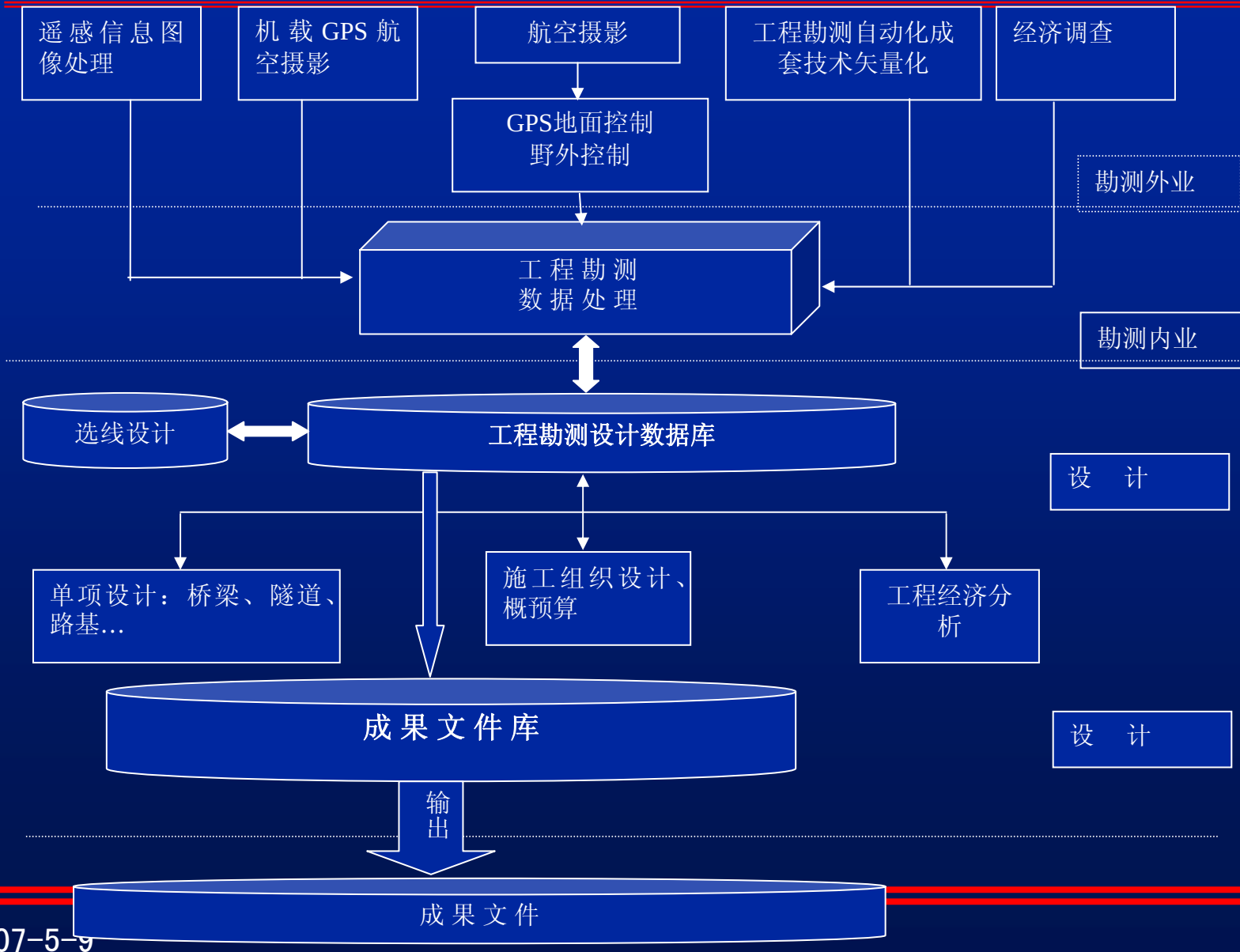
9.4.3.3 管线图的展绘

城市地下管线外业测量及调查取得的竣工管线的成果，需要按一定的规格展绘在相应比例尺管线带状地形图或分幅管线图上。

9.5 线路勘测设计一体化

- 线路勘测设计一体化的总体结构
- 现代铁路线路勘测信息系统数据采集的主要方法

9.5.1 线路勘测设计一体化的总体结构



9.5.2 现代铁路线路勘测信息系统数据采集的主要方法

阶段	传统的勘测数据类型	数字化勘测信息类型	信息尺度	生产部门	功能需求
路网规划	小比例尺地形图政治、经济信息	DEM、政治、经济数据库	1：100万 1：25万	国家基础信息中心、测绘局	土石方平衡、混凝土方计算、内插计算（纵、横断面线、任意点的高程）、由DEM快速搜寻地形特征线并计算出汇水面积、以新颖的形式量算空间信息，如：坐标、高程、距离、面积、方位角等，剖面、坡度、通视性分析等。道路、桥梁、隧道CAD设计与建模等
方案比选	中比例尺地形图区域地质图	DEM、区域地质数据库	1：5万	勘测设计院	
初步设计	大比例尺地形图工程地质图	DEM、工程地质数据库	1：2000	勘测设计院	
施工图设计	大比例尺地形图工点图工程地质图	DEM、工程地质数据库	1：2000 1：500	勘测设计院	

9.5.2 现代铁路线路勘测信息系统数据采集的主要方法

9.5.2.1 GPS技术用于线路信息采集的方案

用GPS静态相对定位法，可以为线路导线测量建立导线起闭点，进行线路导线点与国家点的联测，还可以用快速静态相对定位法，直接代替常规的线路初测和定测导线测量。

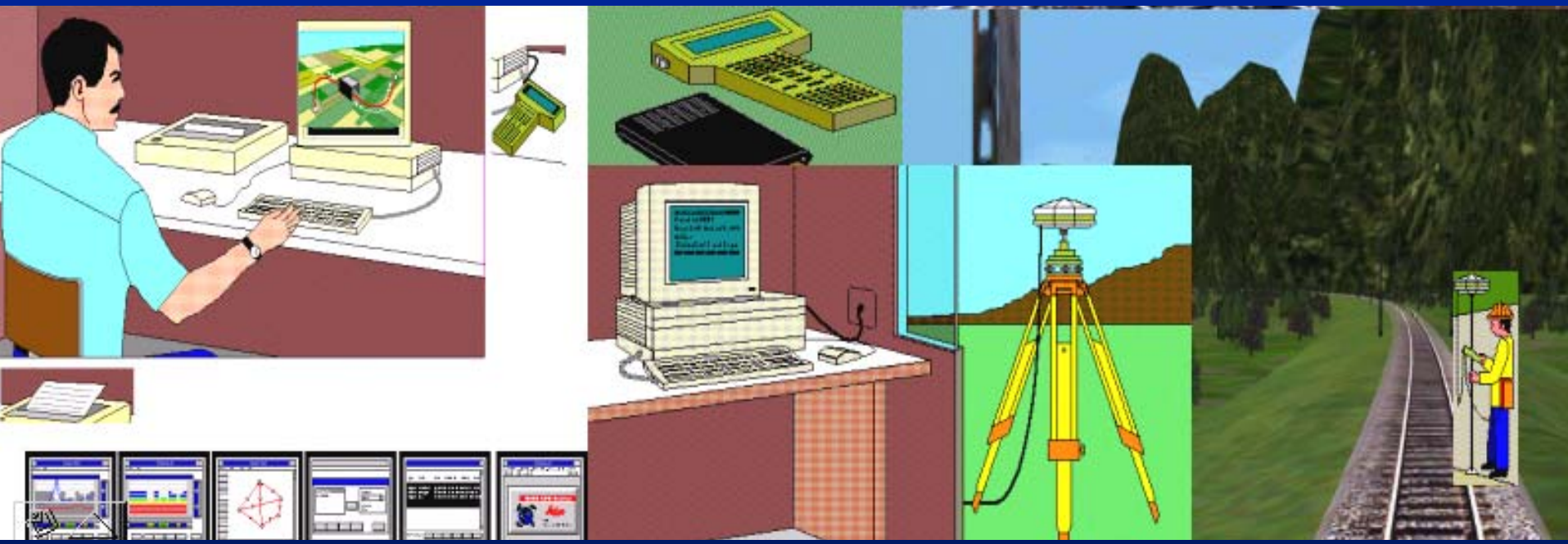
RTK技术的应用：

（1）用RTK进行线路平面控制测量

（2）RTK在线路中线测量中的应用

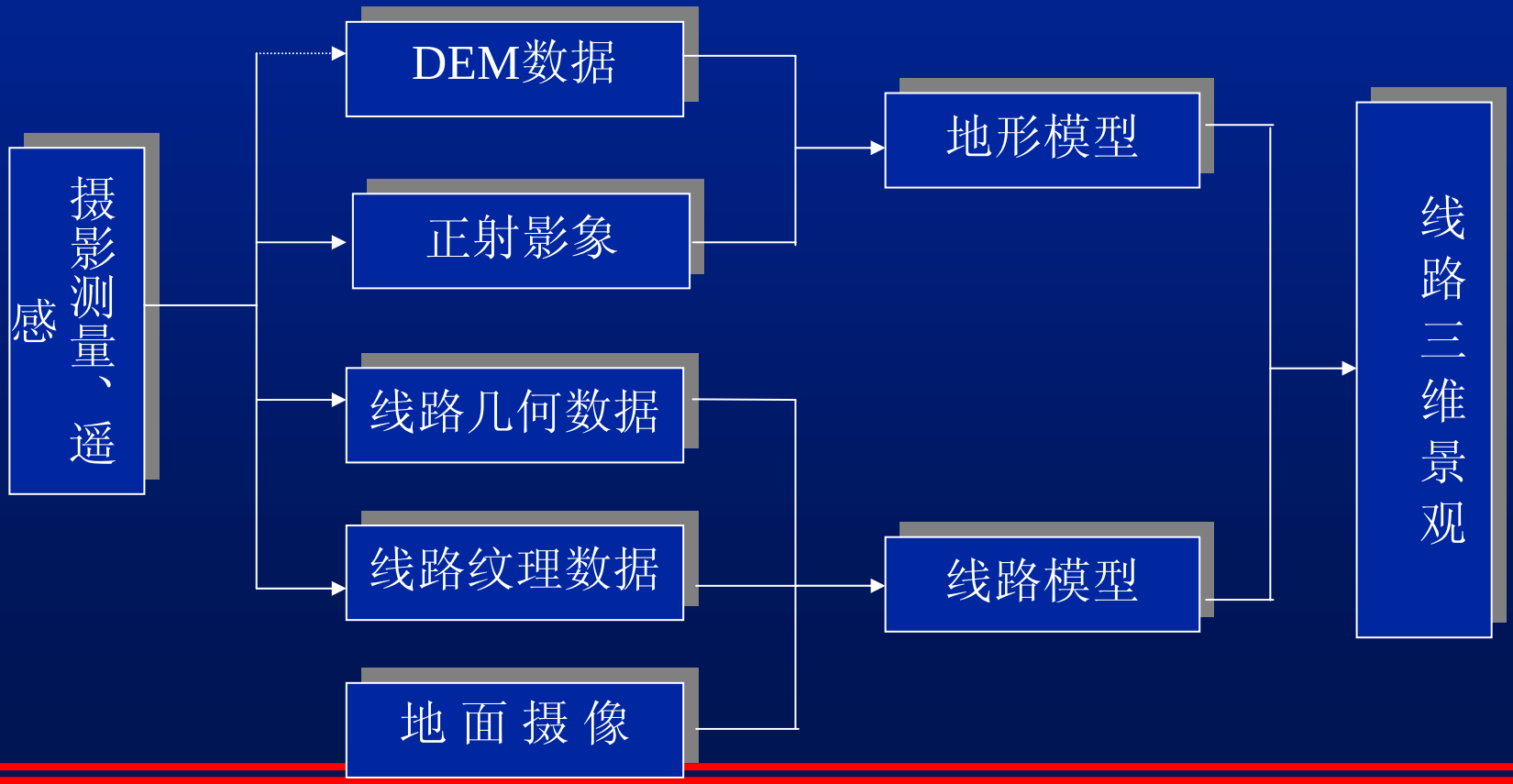
（3）RTK在铁路线路既有线测量中的应用

9.5.2 现代铁路线路勘测信息系统数据采集的主要方法



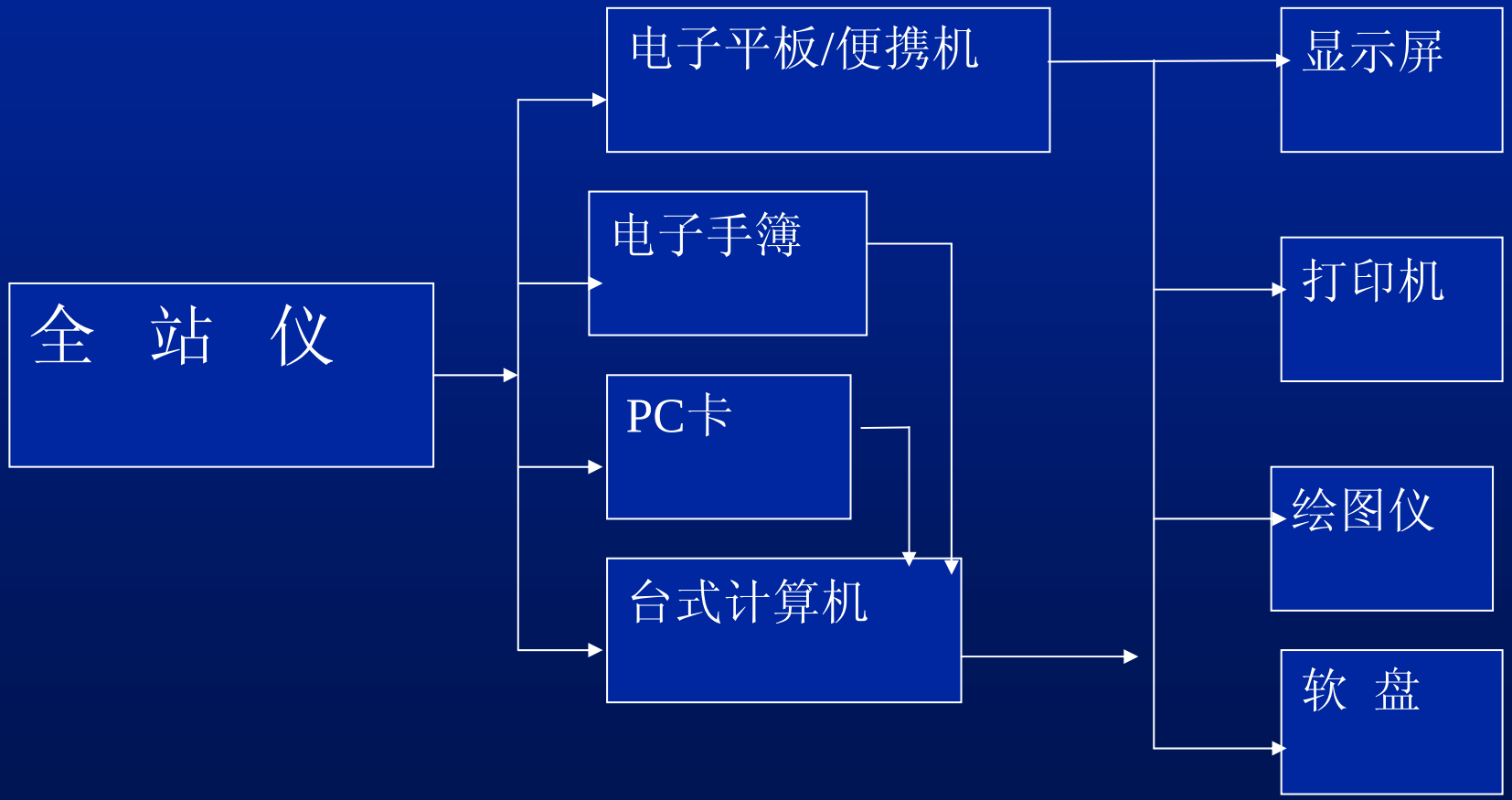
9.5.2 现代铁路线路勘测信息系统数据采集的主要方法

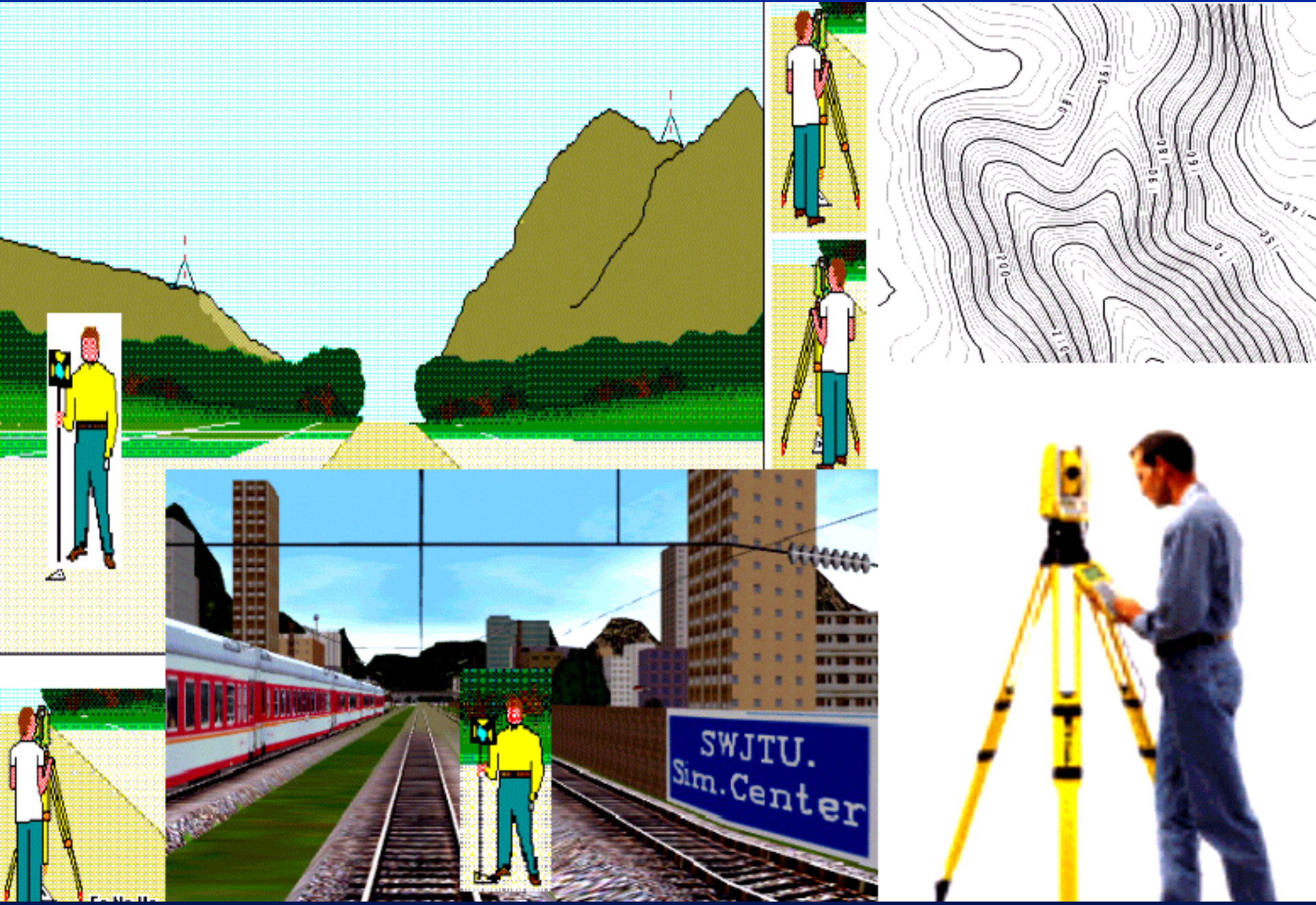
9.5.2.2 基于高分辨率卫星影像和数字摄影测量技术数据获取



9.5.2 现代铁路线路勘测信息系统数据采集的主要方法

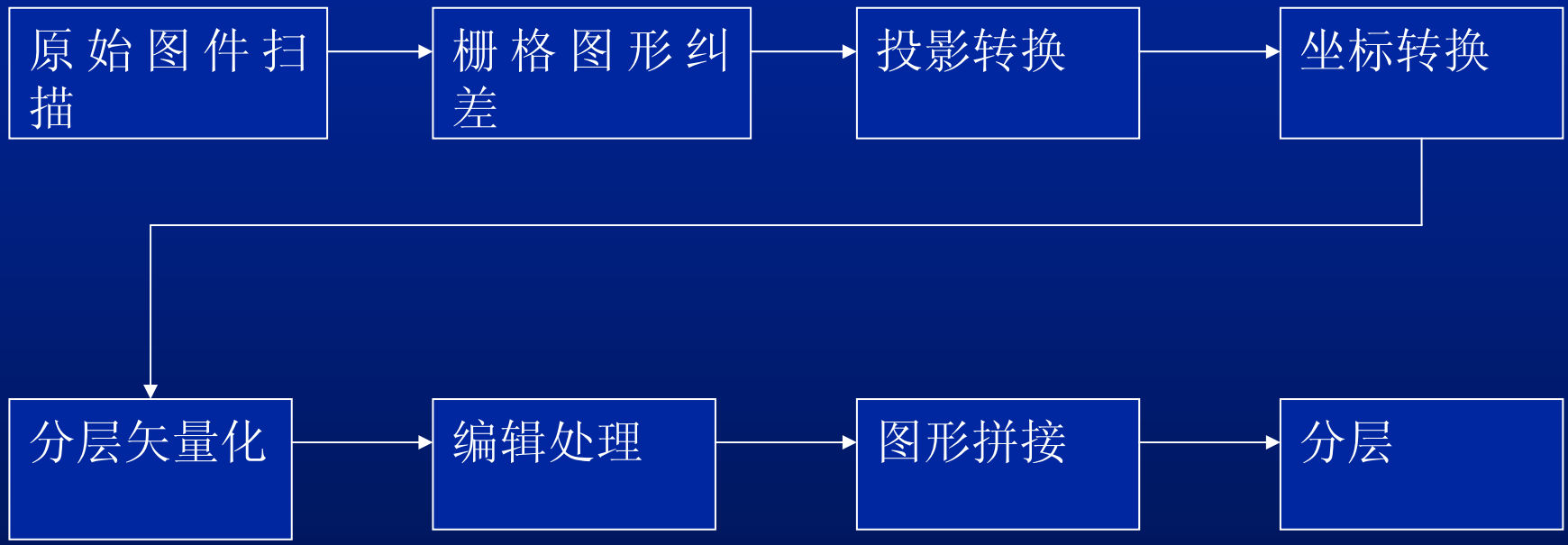
9.5.2.3 全站仪线路勘测信息数据采集技术




SWJTU.
Sim.Center

9.5.2 现代铁路线路勘测信息系统数据采集的主要方法

9.5.2.4 利用既有线路空间基础数据获取数据



谢 谢 大 家!