

# 新建铁路工程测量规则

铁道第四勘测设计院  
2004 年

# 前 言

本规则（试行）根据院经计处三标及业建项目设计任务通知单 三标（2004）71Y04038 号项目要求，进行研究和编制。

由于现行《新建铁路工程测量规范》和《京沪高速铁路测量暂行规定》在精度要求上有较大差别，至使我院勘测 160～250km/h 速度目标值范围的项目依据的规范不尽一致。为统一该范围项目的测量方法、精度，需要制订《新建铁路工程测量规则》（试行）。

规则（试行）共分六章，主要内容为：总则、术语和符号、控制测量、航空摄影测量、初测、定测，和附录。

规则（试行）的基本测量精度和选用的测量方法，充分考虑到设计和施工对测量精度的需要，并以《工程测量规范》（GB50026—93）、《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314—2001）、《全球定位系统（GPS）铁路测量规程》（TB 10054—97）、《新建铁路工程测量规范》（TB10101—99）、《新建铁路摄影测量规范》（TB10050—97）、《京沪高速铁路测量暂行规定》（铁建设[2003]13 号）为依据。

2002 年以来经调研提出一次布网、GPS 测中线、航模测纵、横断面等若干测量新技术，通过检验和试行推广这些新技术是可行的。为了进一步提高勘测质量和工作效率，在规则（试行）中列入这些新技术并附以严格的条件。

采用新技术部分要求整体精度不低于现行测量规范、规定，但对个别具体项目测量精度适当放宽。待使用一段时间后再行总结更改。测量规范、规定中施工测量篇幅与勘测设计无直接关系，在本暂行规则中没有转述。但留出了适当接口保证勘测、设计、施工的一致性和对精度的不同要求。

条文说明部分只对不易直接理解的新增内容条款进行推论和解释。

本规则（试行）仅限院内使用请注意保密。

在执行过程中，希望各部门结合工作实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见和有关资料交技术中心。

规则（试行）由技术中心负责解释。

规则（试行）编写单位：技术中心、线站处、航测处。

主要起草人：宋建恩、李学文、王海潮、郭志勇、徐立、刘云东、梁旺、刘锦、冯光东、郭良浩、夏艳萍、周芳洪。

# 目 次

1	总则	3
2	术语和符号	4
2.1	术语	4
2.2	符号	4
3	控制测量	5
3.1	平面控制测量	5
3.2	高程控制测量	6
3.3	控制测量成果计算及整理	9
4	航空摄影测量	10
4.1	一般规定	10
4.2	航空摄影	11
4.3	航外控测量	12
4.4	航测内业测图	12
4.5	航测模型测量断面	12
5	初测	13
5.1	勘测准备	13
5.2	线路测量	13
5.3	桥涵测量	15
5.4	隧道测量	17
6	定测	18
6.1	勘测准备	18
6.2	中线测量	18
6.3	高程测量	20
6.4	断面测量	21
6.5	桥涵测量	21
6.6	隧道测量	23
6.7	交桩和施工控制	24
	附录 控制点埋石图及标志注字方法	25
	暂行规则用词说明	27
	条文说明	28

# 1 总 则

1.0.1 为统一新建铁路工程测量技术要求，保证工程测量质量，依据现行部颁诸测量规范制定本规则（试行）。

1.0.2 本规则（试行）仅限于我院承担的新建铁道工程测量试用。

1.0.3 铁路测量平面坐标宜采用 1954 年北京坐标系。用测区中部子午线作为中央子午线的  $1^\circ$  带高斯直角坐标系；桥梁和隧道控制测量，也可采用独立直角坐标系。

1.0.4 高程系统宜采用 1985 国家高程基准。当个别地段无 1985 国家高程基准但有黄海高程的水准点资料时，应在原黄海高程数值上减去 0.0286 米，换算为 1985 国家高程基准。其它高程基准不宜使用。

1.0.5 长大干线接受勘测设计任务后技术主管部门（或授权总体组）应组织对该项目测绘工作进行策划，确定各阶段测绘方法，协调各阶段测量。

1.0.6 正线 100 公里以上的铁路测量项目应作总量 3% 的抽检；100 公里以下的铁路测量项目应作总量 5% 的抽检。

1.0.7 测量精度应以中误差衡量。极限误差(简称限差)规定为中误差的 2 倍。

1.0.8 使用满足本规则（试行）精度指标的高新技术作业方法进行勘测。必须经院技术主管部门批准。

1.0.9 测量记录、计算成果和图表，应书写清楚，签署完整，并应复核和检算，未经复核和检算的资料严禁使用。提供的各种电子文件，必须附有提供者签名的纸质文件并以纸质文件为依据。

各种测量原始记录(含磁卡等电子记录)、计算成果和图表应妥善保存。

1.0.10 铁路测量工作必须认真贯彻安全生产的方针，结合各阶段工作的特点和具体情况，制订相应的安全生产措施。

1.0.11 各种测量仪器和工具应做好保养和维修工作，并定期检校。

1.0.12 铁路工程测量除应符合本规则（试行）外，尚应符合国家、行业现行有关强制性标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

2.1.1 一次布网 将各阶段控制点一次布设成同一个等级、统一平差的测量控制网。

2.1.2 插点 在高等级测量控制网中插入一个或两个待定控制点。

2.1.3 插网 在高等级测量控制网中插入两个以上的点构成加密控制网。

2.1.4 摄影比例尺 摄影机焦距与相对航高之比值或像片上两点长度与实地长度之比。

2.1.5 中线控制桩 根据纸上定线，把线路主要控制点测设到地面上，这些控制线路走向的控制点为中线控制桩。

### 2.2 主要符号

$m_\beta$ ——测角中误差以秒计

$w$ ——角度闭合差以秒计

$f$ ——坐标方位角

$D$ ——平距

$X$ ——纵坐标、纬距

$Y$ ——横坐标、经距

$\Delta$ ——增量

$n$ ——连续自然数的一个数值

$R$ ——地球平均曲率半径取 6371km

$Y_m$ ——测边距中央子午线的平均距离，取位至整公里。

$H_m$ ——测边到大地水准面平均高程，取位至 0.1 公里。

$L$ ——测量线路(导线、GPS、水准等)长度

表格中表示中误差、较差、闭合差、限差、精度等量的数值前面都缺省了±号。

表示长度的英文字母以公里为单位时大写，以米、厘米或毫米为单位时小写。本规则计算结果凡未特别说明的长度取位至 0.001 米；角度单位取位至整秒。

### 3 控制测量

#### 3.1 平面控制测量

3.1.1 平面控制测量应采用初测、定测一次布网，在航外控阶段完成。平面控制相对闭合精度必须高于 $\pm 1/20000$ 。平面控制宜在航测阶段采用 GPS、导线等方法完成。

3.1.2 GPS 一次布网测量应采用 E 级网，每 3~5 公里一对点，点对的两点距离应在 600~1500 米并相互通视。桥、隧等重点工程独立控制网按设计施工对精度的要求选择相应等级的 GPS 控制网。各等级 GPS 控制网布网技术要求如表 3.1.2。

表 3.1.2 GPS 布网技术要求

项 目 \ 级 别	A	B	C	D	E
闭合环或附和路线的边数	$\leq 5$	$\leq 6$	$\leq 6$	$\leq 8$	$\leq 10$
平均距离(km)	300	70	10~15	5~10	0.4~5

1 GPS 控制测量内、外业依据《全球定位系统（GPS）铁路测量规程》执行。

2 GPS 控制测量除按《全球定位系统（GPS）铁路测量规程》提供所有成果资料外，在基线向量检核符合要求后，应以一个点的 WGS-84 系三维坐标作为起算依据，进行 GPS 网的无约束平差，并提供各点的 WGS-84 系三维坐标。

3 GPS 与国家控制点联测，点上有钢标时宜采用偏心法观测，并按《全球定位系统（GPS）铁路测量规程》附录 K 进行归心改正计算。若是简易钢质寻常标可以先放倒标架，观测完后再恢复。

3.1.3 一次布网导线测量采用一级导线。10 公里以内联测困难时宜用 GPS 加密四等控制点（D 级 GPS）；条件不具备时也可以加长平均边长，控制

边数  $n$  小于 15 的办法进行 10 公里以上距离的联测。导线操作按照《新建铁路工程测量规范》3.1.1~3.1.5 条执行。各等级导线技术要求如表 3.1.3。

表 3.1.3 导线测量的主要技术要求

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(")	相对闭合差
						DJ <sub>1</sub>	DJ <sub>2</sub>	DJ <sub>6</sub>		
三等	30	3	1.8	20	$\leq 1/150000$	6	10	—	$3.6\sqrt{n}$	$\leq 1/55000$
四等	20	1.5	2.5	18	$\leq 1/80000$	4	6	—	$5\sqrt{n}$	$\leq 1/35000$
一级	10	0.7	4	10	$\leq 1/70000$	—	2	4	$8\sqrt{n}$	$\leq 1/20000$
二级	6	0.3	8	10	$\leq 1/30000$	—	1	3	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	—	—	12	15	$\leq 1/7000$	—	1	2	$24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$

3.1.4 一次布网应选择在线路两侧距线路 50 米以上开阔、稳固可靠、相互通视、易于保存、寻找，能保证后续 GPS—RTK 参考站和全站仪设站工作的地方布点。

3.1.5 一次布网控制点（含插网、插点）应全部按附录规格埋石并作点之记。

3.1.6 大型构造物施工控制网，可以大型构造物两端的控制点连线为基线建立假定坐标系，其精度可依据构造物本身对设计、施工的要求，选择相应的控制等级，布设独立控制网。当其等级高于线路控制网时，应保持其自身的精度。

### 3.2 高程控制测量

3.2.1 铁路高程控制测量（基平测量）应按国家五等水准测量技术要求实施，并与国家四等或四等以上水准点，或者相当于国家四等或四等以上水准点联测。联测距离不宜超过 30km，形成附合水准路线。联测困难距离超过 30km 时高程闭合差不能超过  $\pm 165\text{mm}$ 。各等级高程测量技术要求如表 3.2.1

表 3.2.1 水准测量的主要技术标准

等  级	每千米高 差全中误 差 (mm)	路线长度 (km)	水准仪的 型号	水 准 尺	观 测 次 数		往返较差或闭合差	
					与已知点 联测	附和或环 线	平地 (mm)	山地 (mm)
二等	2	—	DS <sub>1</sub>	因瓦	往返	往 返	4 √ L	—
三等	6	≤50	DS <sub>1</sub>	因瓦	往 返	往测	12 √ L	4 √ n
			DS <sub>3</sub>	双面		往 返		
四等	10	≤16	DS <sub>3</sub>	双面	往 返	往测	20 √ L	6 √ n
五等	15	—	DS <sub>3</sub>	单面	往 返	往测	30 √ L	—

注： n 为测站数。

3.2.2 基平测量应在航测阶段结合平面一次布网，对控制点按五等水准进行高程联测。

3.2.3 与既有铁路连接时，宜采用统一的高程系统。

3.2.4 水准基点应沿线路布设，一般地段每隔 2km 距线路中线 100~150m 设一个，重点工程地段应根据需要增设水准点。

1 水准点宜与平面控制点共用，如平面控制点密度不够应另补设水准基点。

2 水准基点应选在土质坚实，安全僻静，观测方便和利于长期保存的地方埋设。

3 水准基点的埋石和式样应符合附录的规定。

3.2.5 大型构造物施工高程控制，应以就近的 1~2 个水准基点为基准，依据构造物本身对设计、施工要求的精度，选择相应的高程控制等级，布设独立高程控制网。当其等级高于五等时应保持其自身的精度。

3.2.6 基平测量根据地形情况，在平原地区宜采用水准测量，在山岳、丘陵地区可采用电磁波测距三角高程测量方法。

3.2.7 基平测量应符合《新建铁路工程测量规范》3.2.4 条规定。

3.2.8 采用电磁波测距三角高程测量应符合下列要求：

1 电磁波测距三角高程测量，可结合平面控制测量同时进行。闭合限差及检测限差应符合第 3.2.1 条的规定。

2 高程转点间的距离和竖直角必须往返观测，转点间高差采用往返观测平均值。

1)所用的测距仪标称测距精度不宜低于  $5\text{mm}+5\text{ppm}$ ，距离测量取位至毫米。

2)竖直角测量应采用中丝法，往返各观测 2 个测回，并应符合表 3.2.8 的规定。

表 3.2.8 电磁波测距三角高程测量的主要技术要求

等级	仪器	测回数	指标差较差 (″)	垂直角 较差 (″)	对向观测 高差较差 (mm)	附和或环形 闭合差(mm)
四等	DJ <sub>2</sub>	3	$\leq 7$	$\leq 7$	<b>20D</b>	$20\sqrt{L}$
五等	DJ <sub>2</sub>	2	$\leq 10$	$\leq 10$	<b>30D</b>	$30\sqrt{L}$

3 前后视的棱镜应安置在支架上。仪器高、棱镜高应在测量前、后分别量测 1 次，取位至毫米。2 次量测的较差不大于  $\pm 2\text{mm}$  时，取用第一次量测值。两次量测值均应记录在册。

4 三角高程测量高差值应进行球差改正，改正值为：

$$\delta = 78D^2 \text{ (mm)}$$

5 球差改正后，当往返测高差较差超过  $\pm 30D$  时，应重测。重测仍然超过  $\pm 30D$  但与原测高差较差不足  $\pm 20D$  时，其结果取原测和重测 2 组高差的平均值。

3.2.9 线路跨越江河、深沟，其视线长度大于 200m 时，应用五等跨河水准测量方法和精度施测，或采用电磁波测距三角高程测量方法施测。跨河水准测量技术要求应符合表 3.2.9 的规定。

表 3.2.9 五等跨河水准测量双测回数和组数

跨河视线长度(m)	双 测 回 数	组 数
$\leq 500$	2	2
501~1000	2	2
1001~1500	3	2
1051~2000	3	3
$> 2000$	4	3

### 3.3 控制测量成果计算及整理

3.3.1 一次布网采用附和导线时，应对资料完成以下整理计算。

**1 应按下列公式逐边将平距改化至大地水准面和高斯平面：**

$$d = (1 + Y_m^2 / 2R^2 - H_m / R) d_0 \quad (3.3.1-1)$$

式中  $d_0$  为实测边长； $d$  为改化后边长

**2 控制点坐标应换算到和地形图同一投影带。**

**3 导线水平角闭合差应按式计算，并满足表 3.1.3 的要求。**

$$w = \alpha_0 - \sum (A \pm 180) - \alpha_k \quad (3.3.1-4)$$

式中  $\alpha_0$  —— 导线起始坐标方位角；

$\alpha_k$  —— 导线闭合坐标方位角；

$A$  —— 右角。

**4 导线宜在全线测量贯通后进行整体平差。**

3.3.2 GPS 测量的资料整理，应符合铁道部现行《全球定位系统(GPS)铁路测量规程》的规定。

3.3.3 水准路线或三角高程路线的高程闭合差，在限差以内时应按距离比例平差。

## 4 航空摄影测量

### 4.1 基本规则

**4.1.1** 平面坐标计算应采用高斯—克吕格投影，以测区中部子午线为中央子午线的1度带分带计算平面直角坐标。

**4.1.2** 地形等级应按表4.1.2规定划分。

表4.1.2 地形等级

地形等级	I	II	III	IV
地面坡度(°)	<6	6~14	14~26	>26
地面高差(m)	<50	50~150	150~350	>350

**4.1.3** 基本等高距应根据用图需要和地形等级按表4.1.3的规定选用。

表4.1.3 基本等高距

地形图比例尺	基本等高距(m)
1: 500	0.5; 1
1: 1000	1; 2
1: 2000	1; 2
1: 5000	2; 5

**4.1.4** 地形图的精度应符合下列规定：

1 地物点在图上点位中误差应符合表4.1.4—1规定

表4.1.4—1 地物点的点位中误差

地形图比例尺	点位中误差(mm)	
1： 500、1： 1000	1.6	
1： 2000	I 、 II 级地形： 1.0	困难时： 1. 6
	III、IV级地形： 1.2	
1： 5000	0.8	

2 高程注记点、等高线的高程中误差不应大于表4.1.4—2的规定。

表4.1.4—2 高程注记点、等高线的高程中误差

地形等级	I		II		III		IV	
误差类别 地形 图比例尺	高 程 注记点 (m)	等高线 (m)	高 程 注记点 (m)	等高线 (m)	高 程 注记点 (m)	等高线 (m)	高 程 注记点 (m)	等高线 (m)
1: 500	0.20	0.25	0.40	0.50	0.60	0.75	0.80	1.00
1: 1000	0.40	0.50	0.60	0.75	0.80	1.00	1.20	1.50
1: 2000	0.60	0.75	0.96	1.20	1.60	2.00	2.00	2.50
1: 5000	0.90	1.00	1.20	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50

## 4.2 航空摄影

4.2.1 航摄仪应用23cmX23cm像幅，焦距宜采用150mm或88mm。

4.2.2 在航模上量测断面时应按下表4.2.2高程精度确定航空摄影比例尺：

表4.2.2 航摄相片比例尺与高程精度的关系

摄影比例尺	航高 H (m)	高程精度 (m)		
		I级地形 H/5000	II级地形 H/3000	III级地形 H/1500
1: 4000	600	0.12	0.20	0.40
1: 5000	750	0.15	0.25	0.50
1: 6000	900	0.18	0.30	0.60
1: 7000	1050	0.21	0.35	0.70
1: 8000	1200	0.24	0.40	0.80
1: 9000	1350	0.27	0.45	0.90
1: 10000	1500	0.30	0.50	1.00
1: 11000	1650	0.33	0.55	1.10
1: 12000	1800	0.36	0.60	1.20

注 摄影焦距系150mm镜头

4.2.3 测图所需的航摄像片比例尺应在表4.2.3规定范围内根据地形图比例尺、测图精度布点方案、测区地形、仪器装备等情况合理选择。

表4.2.3 航摄相片比例尺与地形图比例尺的关系

地形图 比例尺	航摄像片比例尺	正射影像 地图比例尺	航摄像片比例尺
1: 1000	1: 4000~1: 10000	1: 1000	1: 4000~1: 6000
1: 2000	1: 8000~1: 18000	1: 2000	1: 8000~1: 12000
1: 5000	1: 10000~1: 30000	1: 5000	1: 10000~1: 30000

4.2.4 摄影范围宜保证预可研阶段所定线路方案两侧各1000~1500米，特殊要求根据情况增减。

### 4.3 航测外控测量

4.3.1 航测外控阶段，应依据本规则3.1节完成线路整体一次布网测量。并按3.2.1条五等水准标准，测量各平面控制点高程。

4.3.2 像控点的布设宜采用全野外布点。像控点高程允许偏差 $\pm 0.15\text{m}$ 。当不采用航测模型测量纵横断面时，本条规定仍按《新建铁路摄影测量规范》4.2节执行。

4.3.3 航测外控测量其他实测工作按《新建铁路摄影测量规范》4.2节执行。

### 4.4 航测内业测图

4.4.1 航测内业测图除按《新建铁路摄影测量规范》4.3~4.8节执行外应注意

- 1 一次布网控制点应参与航测模型定向。并在模型和图中标注控制点。
- 2 在测图时对6m以上房屋注“楼”；20m以上房屋注“高楼”。

### 4.5 航测立体模型测断面

4.5.1 航测模型测断面应满足后文6.4.3条规定。

4.5.2 应充分利用初、定测成果修正航测模型。

4.5.3 航测断面点高程中误差允许值为一般地区 $\pm 0.35\text{m}$ ，困难地区放宽1.5倍。

4.5.4 航测横断面密度应较6.5.1条规定的实测横断面密度增加一倍。纵断面点位密度根据各专业勘测和设计要求加密。

4.5.5 断面上和各专业设计直接关联的点位应根据专业技术人员要求现场实测。

## 5 初测

### 5.1 勘测准备

5.1.1 根据预可研（项目建议书）审批意见，进行现场勘测，搜集编制可行性研究所需的勘察资料，初步确定采用方案。

5.1.2 勘测前应搜集和掌握下列基本资料：

- 1 本次勘测适用的勘测设计规范、细则、任务书。
- 2 各种比例尺的地形图、航测像片、航测影象图、航测阶段完成的一次布网资料、五等水准测量资料。
- 3 国家及有关部门设置的三角点、导线点、GPS 控制点、水准点等资料。
- 4 各专业平差、计算、工作软件；各种工作、统计、交接、和质检图表。

5.1.3 应根据初拟方案，针对下列主要内容进行现场核查、了解。

- 1 核查所搜集的地形图与沿线地形、地物有无变化，对拟定的线路方案有无干扰，并研究相应的线路调整方案。
- 2 核查沿线居民的分布、农田水利设施、主要建筑设施并研究相应的线路调整方案。
- 3 核查沿线各种地上、地下管线、重要历史文物、名胜古迹、旅游风景区、自然保护区、景观区点等，应注意研究线路布设后，对环境和景观的影响。
- 4 对沿线重点工程和复杂的大、中桥、隧道、互通式立体交叉等，应逐一核查落实其位置与设置条件。
- 5 了解沿线主要建筑材料的产地、质量、储量和采运条件，对缺乏的筑路材料应提出解决的途径。
- 6 与当地政府或主管部门取得联系，对重要的线路方案、同地方规划或设施有干扰的方案，应征求相关部门的意见。

5.1.4 现场踏勘后，应根据实际情况对初拟的线路方案和比较方案进行调整或修正，确定线路走向后进行初测。

### 5.2 线路测量

5.2.1 线路平面控制测量应按本规则第 3.1 节的有关规定执行。当方案变化造成线路走向超出控制范围或不能满足补测地形需要时应采取如下措施：

- 1 线路整段偏离新设计中线 1.5 公里以上，应在该段重新进行一次布网。

2 线路整段偏离新设计中线 0.5~1.5 公里，应在该段进行插网加密控制点。插网宜用 GPS 施测，每 5 公里和原网联测一次。没有条件使用 GPS 时，用一级导线，一级导线测量和原控制网附和，每附合段转点不得超过 3 个。

3 线路只有 0.5 公里以内零星偏离，应进行插点加密控制点。

4 以上 1~3 款加密的控制点应按附录要求埋桩。

5.2.2 当一次布网控制点密度不够，不能满足各专业收集资料时应按下文补设控制点。补设控制点应满足桥梁、隧道、地质、站场等各专业搜集资料的要求。

1 若一次布网是使用 GPS 按 5 公里一对布设的点对，那么应在控制点之间按表 3.1.3 施测三级导线。

2 若一次布网是布设的一级导线，点位已经较密，可以在需要的地方加密测设支导线点。

3 以上 1、2 款应按《新建铁路工程测量规范》附录 A 桩橛、水准点和标旗中 A.1、A.2 中规定钉设方桩。

5.2.3 线路高程控制测量应按本规则第 3.2 节的有关规定执行。并做如下补充和检查。

1 航测阶段高程控制点密度不够时应按 3.2.4 条规定加密五等水准基点，加密水准基点可以闭合在航测设置的水准基点或平面一次布网控制点上。

2 水准点加桩和补设的埋石式样应符合附录的规定。

5.2.4 线路地形图测量宜采用航测成图。只在方案变化致使线路偏出原航测图时实地测图补充。地形图可以采取各种方法测量，但其各项技术、精度指标必须和航测图一致。保证可以接边或混用。具体要求按照第 4.4 节《航测内业测图》相关规定执行。野外实测地形按照《新建铁路工程测量规范》3.3 节的有关条文执行。

5.2.5 在受地形、建筑物限制，线路通过困难或需对不同方案做比较地段应作控制横断面，控制横断面测量方法、技术和精度要求见本规则第 6.4 节。

5.2.6 应按下列规定对地形原图检核、整理。

1 导线点应按导线里程前进方向从左至右绘于地形原图上。

2 水准点的高程和位置标注正确。

3 清绘地形原图(白纸测图)所用的颜色规定如下：

- 1)坐标格网用红色；
- 2)平面控制点、水准点等资料及注字用红色；
- 3)等高线及天然悬崖、陡坡、沙漠、河滩等用棕色；
- 4)公路用黄色；
- 5)农田植被等用绿色；
- 6)河流、湖泊、水塘、泉源、沟渠等用蓝色；
- 7)其他用黑色。

5.2.7 线路平面透明腊纸图应按地形原图的内容描绘，并满足下列要求：

- 1 应减少图纸的折叠次数；
- 2 比较线应标明起终点里程并注明接线关系；
- 3 线路中线上的等高线高程应与线路中平相符；
- 4 图上宜每隔 0.4m 注记一排计曲线的高程，等高距改变处应加注高程；
- 5 在悬崖上下，山顶、洼地、鞍部、沟底应加注地形点高程，平坦地区适当加注。

5.2.8 全站仪数字化测图应提供数字化地图软盘和计算机输出的线划图。

### 5.3 桥涵测量

5.3.1 桥涵控制测量直接采用线路高程控制、平面控制及加密点测量成果。

5.3.2 桥渡（滨河、改河沟）水文测量应按《铁路工程水文勘测设计规范》和《新建铁路工程测量规范》5.2～5.6 节执行。

#### 5.3.3 新线小桥涵勘测

1 一般小桥涵不做全面勘测工作。但应沿纸上定线勘察一遍，参照汇水面积大小、形状、沟形并密切注意农田排灌系统、交通情况，全面估定小桥涵位置、孔径类型。平原河网化地区，应搜集地方对小桥涵布置的要求和一般原则，作为勘测估算小桥涵的参考。

2 小桥涵估定应按《铁路工程水文勘测设计规范》3.2.14 条执行。

3 在长大限坡地段对控制线路高程影响较大的小桥涵，应做必要的水文、河沟及流域特征调查，通过水文分析，提出可靠的控制高程。

4 结合全线桥涵分布情况及自然条件，初测中应选几个典型河沟，对选用的

流量计算公式(包括地区性计算公式)进行验证。

#### 5.3.4 大、中桥勘测

##### 1 资料搜集

大、中桥勘测前的资料搜集工作除应符合本规范第 5.1.2 条的要求外，勘测过程中还应搜集水文、气象、漂流物、通航、交通等资料。

##### 2 现场踏勘应按照 5.1.3 条执行并着重注意以下内容：

1) 核查研究工程预可行性研究报告所推荐的桥位方案。

2) 配合路线总体布局和河段特点、地形、地貌、工程地质及环境等条件，进行比较分析，确定桥位方案和比较方案。

3) 调查桥位附近是否埋有管线和其它构造物，及其对桥位的影响。

3 特大桥、水文地形复杂及控制线路方案的大桥均应绘制桥位方案平面图。桥位方案平面图的比例尺宜为 1:2 000~1:50 000，其测量方法和精度应按《新建铁路工程测量规范》3.3 节的有关条文执行，也可以用线路平面图缩放。测绘范围应满足选定桥位、桥头引线、桥渡建筑物和施工场地的轮廓布置的需要。在有几个桥位方案时，宜测绘在同张图上，测绘范围应涵盖洪水泛滥范围、主要水流方向、新旧河道变迁情况、引流堤水工建筑物、桥梁附属工程和不良地质等。图上应绘制各方案的线路导线、中线、水文断面位置、航标和船筏走行线及所跨道路等。

4 大中桥应在线路平面图基础上适当加宽测绘桥址平面图。桥址平面图的比例尺宜为 1:500—1:5 000，其测量方法和精度应符合《新建铁路工程测量规范》3.3 节的有关条文的规定。线路平面图精度、范围能满足要求也可用线路平面图缩放。

5 大中桥沿线路位置的桥址纵断面测绘范围，受地形控制的桥梁应测至两岸线路路肩设计高程以上。当河滩过宽、洪水漫流时，则必须满足

设计桥梁孔跨、导流建筑物和桥头路基的需要。地面横坡大于 1:3、地质复杂的桥址，应在桥址中线上、下游各 3~10m 处增测辅助纵断面。根据需要在桥墩台基础范围内增测辅助横断面。

桥址纵断面图上应注明里程、高程、桥名、中心里程、线路方向、各种水位及地质资料。比例尺为 1:100~1:1000，纵横一致。

当地形陡峻或实测桥址纵断面有困难时，可利用实测的 1/500 桥址平面图点绘桥

址纵断面。当航测相片比例尺大于等于 1/8000 时也可用航测模型点绘桥址纵断面。桥址处地形、地质条件复杂，或桥址附近已成桥梁与铁路桥梁关系密切时，应同时收集或丈量已成桥梁主要尺寸，实测各主要部位高程等，并摄取必要的桥址照片和既有桥梁的照片，

5.3.5 应编写桥涵勘测总说明书，内容应满足《铁路基本建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法》可行性研究文件编制的需要，力求简明扼要。当滨河(江)水文勘测区段较长或水文情况较复杂时，应单独编写滨河(江)水文勘测说明书。滨河(江)水文勘测说明书应突出重点。其内容应包括概况、历史洪水及水面坡水害成因、水文勘测方法及主要成果等。

对大中桥应分桥编写勘测说明书，其主要内容如下：

- 1 河流水系及流域特征；
- 2 水文勘测方法、成果分析及孔径计算；
- 3 工程地质概况；
- 4 桥址、桥式方案比较及初步选择意见；
- 5 与有关单位联系情况及有关协议或会议纪要；
- 6 存在问题及可行性研究中应注意事项。

#### 5. 4 隧道测量

5.4.1 隧道控制测量直接采用线路高程控制、平面控制及其加点测量成果。

5.4.2 洞口纵断面、横断面和洞口地形可以利用 1/2000 数字化地形测量和缩放。但复杂、困难和植被浓密覆盖的洞口和辅助坑道应实测。

## 6 定测

### 6.1 勘测准备

6.1.1 根据项目可行性研究报告批复意见进行现场勘测。搜集编制初步设计所需的勘察资料，确定采用方案。

#### 6.1.2 资料准备

- 1 可行性研究报告审批意见及有关文件；
- 2 检查核实初测有关的记录，计算及设计资料。

#### 6.1.3 勘测准备

- 1 控制桩的保存情况；
- 2 沿线地形、地貌及地物的变化情况；
- 3 影响路线走向的控制点及站场、桥隧等工程方案情况；
- 4 局部改移和调整方案的意见。

### 6.2 中线测量

6.2.1 检查一次布网桩位分布情况,如果过稀不能满足测设中线需要时应进行插点或插网加密控制。不得采用初测三级导线或初测支导线测设中线。

**6.2.2 中线控制桩、中线桩、地形图、和一次布网必须采用同一分度带和同一坐标系统。**

6.2.3 中线控制桩间距宜控制在 400~600m，最小不能小于 100m。特大桥两端、大桥、隧道口、车站应布设中线控制桩。中线控制桩至少和一个相邻中线控制桩通视。中线控制桩应钉设方桩，其规格应按照《新建铁路工程测量规范》附录 A 桩橛、水准点和标旗中 A.1、A.2。并按本文附录要求进行包固桩。

6.2.4 铁路引入既有线接轨站应注明里程关系。

6.2.5 中线上应钉设公里桩、百米桩和加桩。直线上中桩间距不应大于 50m；曲线上中桩间距宜为 20m。在地形变化处或专业设计需要，应另设加桩，加桩宜设在就近整米处。中线桩应钉设扁桩，其规格应按照《新建铁路工程测量规范》附录 A 桩橛、水准点和标旗中 A.1、A.2。

隧道顶每 100m 测设一个中桩。隧道、地质等专业设计有特殊要求的地方按专业设计要求加桩。

6.2.6 断链应设在百米标处，困难时可以设在整 10m 桩上。不应设在车站、桥梁、

隧道和曲线范围内。

6.2.7 铁路定测中线，在左右线并行时，应以左线钉设桩橛，并标注贯通里程。在绕行地段，两线可分别钉桩，并分别标注左右线里程。

6.2.8 中线可以采用控制点直接放线（全站仪、GPS—RTK），也可以采用交点控制放线（拨角、支距），以及电子手簿辅助计算两种方法组合放线。

1 当控制点离中线平均距离在 300m 以内且相邻控制点在 1 公里以内可以采用全站仪直接放线。

1)采用全站仪直接放线，可不测设交点桩，其偏角、间距和桩号均以计算资料为准。放线时，应一次放出整桩与加桩，直线段亦可只放中线控制桩，其余用拉链法测定，再抄平。

2) 采用全站仪直接放线应对设计长度作两化改正逆运算。即

$$d = (1 - Y_m^2 / 2R^2 + H_m / R) d_0 \quad (6.2.8-2)$$

式中  $d_0$  为设计长度； $d$  为逆改化后边长

3)供各专业测量、收集资料和供拉链法测设中线的中线控制桩应观测一测回，其两半测回点位允许偏差±20mm。

4)测站转移前，应观测核对相邻控制点的方位角；测站转移后，应对前一测站所放中桩重放 1~2 个桩点以资校核，点位允许偏差为±150mm，超限则前一测站成果必须重测。采用支导线敷设中桩，只限于两次传递，超过两次应与控制点闭合,点位闭合允许偏差为±100mm，超限必须从起始控制点开始重测。

5) 采用支导线敷设中桩时转点桩宜和中线控制桩重合，通视困难时可以钉设在中线外。

2 当控制点离中线在 1500m 以内,相邻控制点在 5000m 以内应采用 GPS—RTK 直接放线。

1) 用 GPS—RTK 直接放线可依照本条 1 款 1) 项全站仪直接放线法执行。

2) 流动站测设中线控制桩应在 3 分钟以上。流动站、参考站换站测设时起点和终点都应布设中线控制桩

3) 流动站、参考站换站测设中线时应对前站测设的中线桩和中线控制桩重放 1~2 点校核，中线桩点位允许偏差为±150mm；中线控制桩点位允许偏差为±50mm。若超限应重测验证，确实超限，前段应重测。

3 交点控制测设中线（拨角、支距）应按照《新建铁路工程测量规范》中 3.4.、3.5 节执行。

### 6.3 高程测量

6.3.1 应对初测水准点逐一检测，检测可以单程测量，和初测成果闭合时允许闭合差 $\pm 30\sqrt{L}$  mm，不超限采用初测成果，若超限重测往返，证实该点高程确实错误，再延续测量到下一水准基点（也需往返测量）如果不超限在三个点间重新平差计算，否则继续往前延续测量。

6.3.2 补设和新设水准基点应往返测量，两头应和原初测水准基点闭合并平差。

6.3.3 中平往返测量起闭于基平水准基点，采用三角高程测量往返各一测回，也可以采用 GPS—RTK 测量，允许闭合差 $\pm 50\sqrt{L}$  mm。

1 中平测量可以和检查初测水准基点合并进行，合并进行时其允许闭合差为 $\pm 30\sqrt{L}$  mm

2 中平测量每个加桩测量两次,两次测量不宜连接进行，采用三角高程测量不便分开测量时应改变棱镜高。两次加桩测量允许较差 $\pm 100$ mm。

3 隧道顶加桩高程采用 GPS—RTK 测量带高程时允许偏差 $\pm 1000$ mm。

6.3.4 采用航测模型测量纵断面应满足后文 6.4.3 条件和精度要求。并宜使中线控制桩参与定向。纵断面上有中线控制桩的里程、大中桥头、涵洞、隧道洞口等重点工程地段以及和线路交叉的既有铁路、公路、高压线、沟渠、渡槽等高程应采用实测值。

### 6.4 横断面测绘

6.4.1 横断面施测宽度和密度，应根据地形、地质情况和设计需要确定。在曲线控制桩、百米桩和线路纵、横向地形明显变化处应测绘横断面。在大中桥头、隧道洞口、挡土墙等重点工程地段及不良地质地段，横断面应按专业设计需要适当加密。

6.4.2 横断面测量采用水准仪、皮尺；经纬仪、皮尺；电子经纬仪或全站仪实测。其检测限差：

同一平面点高程允许较差  $\pm (1/1000+h/100+0.2)$  m；

明显地物距中线距离允许较差 $\pm (1/100+0.1)$  m。

式中 h—检测点至线路中桩的高差(m)；

l—检测点至线路中桩的水平距离(m)。

#### 6.4.3 采用航测地面立体模型或数字化地形测量横断面应满足如下条件：

1 采用航测、初测、定测一次布网并且由控制点直接测设中线、纵断面（也可以在航测地面立体模型或数字化地形上测量纵断面）工艺。

2 I、II类地形航空摄影比例尺大于、等于 1/8000；III、IV类地形航空摄影比尺大于、等于 1/5000

3 植被覆盖地带、设计特殊要求地带应补充实测。

采用航测地面立体模型或数字化地形测量横断面。横断面间距应较实测缩小一半。其点位高程限差取 $\pm 0.35\text{m}$ ，困难地段扩大到 1.5 倍；距离限差与实测相同。

#### 6.4.4 对采用航测地面立体模型或数字化地形测量的横断面检核应实地测量。

### 6.5 桥涵测量

#### 6.5.1 新线大中桥测绘

1 一般大中桥的设计流量和相应水位，基本利用复查落实后的初测水文成果，不再进行全面的水文调查及计算，如遇初测后发生过较大洪水、水利规划或实际情况有变更时，应根据变化后的情况，进行必要的水文勘测，补充修正初测成果。如定测桥位变动较大，应修正初测成果，并根据需要加测水文断面，建立水文曲线，计算修正初测水文成果。

2 一般大中桥桥址平面图可利用初测资料，范围不够应适当增加，在地形复杂、桥式布置及其附属建筑物设置有困难时，应实测 1: 500~1: 1000 的桥址平面图，当线路中线测设符合 6.4.3 条要求时可以用航测图缩放后使用；如附属建筑物距桥址较远时，可另行测绘局部附属建筑物平面图，但附属建筑物应在桥位方案平面图上作总体布置设计，具体要求按《新建铁路工程测量规范》5.6.2 条执行。

3 桥址纵断面应沿定测中线按《新建铁路工程测量规范》5.6.4 及 5.6.5 条进行实测，当线路测设符合 6.4.3 条要求时也可以在航测模型或地形数模上量测，但是和工程结构直接相关的墩台，控制高程的铁路轨顶、公路路面、渡槽、高压线等点位应现场施测，现场实测的点应满足《新建铁路工程测量规范》5.6.4~5.6.6 条的精度规定。

定测线路中线时，应在大中桥两岸设置桥位中线控制桩。在曲线上测量桥

址水下纵断面有困难时，可采用施测水下地形图等办法以保证断面的连续性、准确性。桥址纵断面应测出地形地貌变化点，并加绘工程地质资料。

4 当桥址河床两岸山坡的横向坡度较陡或地形、地质复杂时，为正确确定墩台布置、基础埋置深度及桥头锥体位置，应根据地形及地质情况施测全部或局部平行线路中线的辅助桥址纵断面。其位置在墩台基础横向边缘附近，一般距桥梁中心左右各 3.0m(单线)~10.0m(双线)(辅助纵断面可用不同线条与桥址纵断面点绘在同一张图上)。当横向坡度变化较大时，应在墩台基础范围附近测绘 1~3 横断面，必要时在桥台前后适当范围内增加横断面的数量。

5 各种防护建筑物纵横断面的测绘，如为简单的导流设备或防护建筑物，现场能确定设计方案者，应在现场放出中线桩后，实测纵断面、横断面并填绘必要的地质资料。如情况较为复杂，设计方案难以肯定者，可实测大比例尺的防护建筑物局部平面图(1: 500~1: 1000)。

6 分桥勘测说明书的主要内容如下：

- 1)定测中补充和修改初测有关资料说明；
- 2)工程地质概况；
- 3)存在问题及在初步设计中应注意的事项。

### 6.5.2 小桥涵测量

1 小桥涵水文测量应按《新建铁路工程测量规范》5.4 节有关规定执行。汇水面积图一般可利用既有地形图进行圈绘，并沿线核对汇水面积形状、主沟及分水岭位置，予以必要的修正。当汇水面区较小，在地形图上不能勾绘时，可在现场目测估定。

2 复杂情况应测量小桥涵址平面图：

小桥涵址平面图的测绘，宜采用 1: 200~1: 1000 比例尺，测量方法和精度应符合《新建铁路工程测量规范》3.3 节规定，勘测范围应满足桥涵位置、改沟、集水井、排洪槽、拦挡设施等山坡建筑物或导流堤等附属工程设计需要。

3 小桥涵各种断面的测量，应符合《新建铁路工程测量规范》5.6.4~5.6.6 条规定。现场难以确定设置小桥或涵洞时，应同时测绘小桥桥址纵断面及涵洞轴向断面；当线路测设符合 6.4.3 条要求时也可以在航测模型或地形数模上量取；但是和工程结构直接相关的排洪、灌溉涵出入口流水面、顺接既有交通桥涵路面等点位标高须现场施测确定，现场实测的点精度应符合《新建铁路工程测量

规范》5.6.4～5.6.6 条规定。

4 小桥桥址纵断面要求与大中桥相同，位于陡坡上的小桥亦应施测上、下游平行桥址纵断面的辅助纵断面及桥台附近加测若干线路横断面，当有局部顺沟时还应施测顺沟方向的纵断面，上游测至原沟中心，下游测至原沟中心或延伸至水流有出路处。

5 涵洞轴向断面图应注明水流方向、斜交角度。有明显沟槽者，应测量沟形断面。

6 采用泄水隧洞时，应具有泄水隧洞 1: 500～1: 2000 平面图、纵断面及出口横断面，以便确定洞口位置。平面图、纵断面测图范围应包括洞身长度及必要的附属建筑物所需空间。

6.5.3 立交桥平面、纵断面、横断面测绘按一般桥梁测绘做工作。

6.5.4 滨河线水位、改移河沟及其他

1 滨河线水位资料，基本上利用初测成果，必要时进行补充修正。

2 改移河沟可现场实测放线，也可以在航测模型上量测。实测改移河沟中线纵剖面及改沟起点至终点间所有百米桩及加桩的横断面。

6.5.5 改移公路或其他道路引起的定测工作，其要求与铁路桥涵定测相同。有关公路或道路的设计标准、桥涵类型及设计流量的频率等，均按有关规范办理。

6.5.6 应编写桥涵勘测总说明书，内容应满足《铁路基本建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法》编制初步设计文件的要求，力求简明扼要，其主要内容如下：

1 概述勘测经过及沿线桥涵分布情况。

2 对可行性研究确定的原则和审批意见的执行情况。

3 桥涵水文勘测及补充、复查、验证情况。

4 沿线农田水利、航道、立交、城市规划等的变化及有关要求对桥涵影响。

5 建筑材料的选用。

6 存在问题及初步设计中应注意事项。

## 6.6 隧道测量

6.6.1 隧道线路方案平面图用于表示隧道线路各方案地形、地貌、地质并附方案比较说明及采用方案理由等。可以用线路平面图直接缩放。

6.6.2 用于表示隧道地区地质构造，岩层产状、地质分界线，水文地质、地貌、

与隧道有关的测量标桩，辅助坑道、风道位置的平面图。比例尺为 1：2000～1：5000，隧道顶可用 1：10000。隧道平面图也可以用线路平面图缩放。

6.6.3 隧道纵断面图应测绘整个隧道包括洞口外挖方零点或适当距离。比例尺为：

横 1：500～1：5000 ； 竖 1：200～1：2000

也可横竖一致。地形地质变化处、埋藏浅薄地段均应加桩测绘，其余洞身部分直接采用线路纵断面或从线路平面图上量取。

6.6.4 洞口纵断面测绘包括洞口挖方零点，或洞外适当距离～仰坡天沟外 20 米，比例尺为 1:200。洞口纵断面应加桩实测。

6.6.5 在洞口、辅助坑道口四周各 40 米内，若洞口有可能变化时还应加大范围测绘 1：500 洞口地形图。

6.6.6 中线两侧到堑顶截水沟以外 10 米，如有其他需要酌情加宽测绘 1:200 洞口、辅助坑道口横断面。每个洞口测绘 3～5 个，间距 5 米。

6.6.7 明洞或洞身覆盖浅薄或穿过不良地质地段时，应根据设计需要测设 1：200 横断面图。

6.6.8 隧道辅助坑道、运营通风道及道口的平面、纵断面、横断面测图比例尺及精度和隧道规定相同。

当本规则第 6.4.3 条成立时，以上 6.6.4～6.6.8 条也可以直接从航测模型上量测，但是和工程结构直接相关的点位应按照专业技术人员要求现场施测。

## 6.7 交桩和施工控制

6.7.1 施工前勘测设计部门应向施工单位现场移交一次布网桩及插网、插点的加密控制桩和沿线五等水准基点。施工单位根据设计资料提供的线路、桥隧、车站等建筑物的里程和坐标布设施工控制网。

6.7.2 施工控制网坐标和高程系统按照 3.1.4 和 3.2.5 条所述方法设立。

6.7.3 若干桥隧相连其间隔不足 1 公里应视为一个整体，布设一个控制网。

6.7.4 施工控制、施工和竣工测量依照《新建铁路工程测量规范》第 4 章、第 5 章 5.7～5.11 节、第 6 章 6.6～6.10 节测设。

6.7.3 中线控制桩作为施工控制，交桩前应用静态 GPS 复测。并以复测经纬距为准。三级导线点是供初测各专业测绘和搜集资料用不宜纳入施工控制系统。

附录 控制点埋石图及标志注字方法

1 埋 石

1.1 控制点在一般地层上的埋石(图 1.1)。

1.2 控制点在岩石上的埋石（图 1.2）。



图 1.1 一般地层埋石示意



图 1.2 岩石上埋石示意

1.3 控制点在沙漠地区的埋石示于图 1.3。

1.4 控制点在严寒地区的埋石示于图 1.4。

1.5 设在坚硬岩石或墓碑上的水准点，以修凿成直径大于 5cm 的圆顶作标志(图 1.5)。

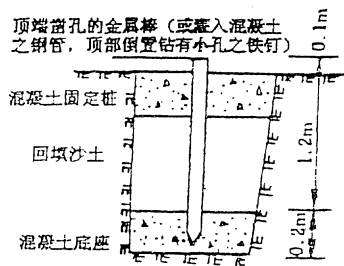


图 1.3 沙漠地区埋石示意

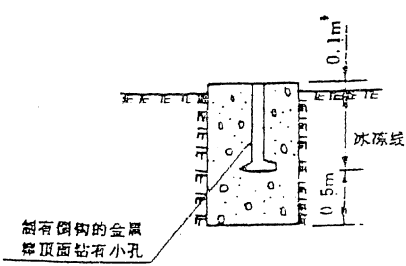


图 1.4 严寒地区埋石示意

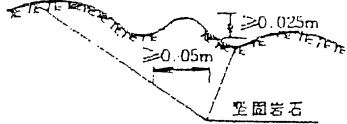


图 1.5 修凿水准点示意

1.6 混凝土包圆头铁心水准点标石示于图 1.6。

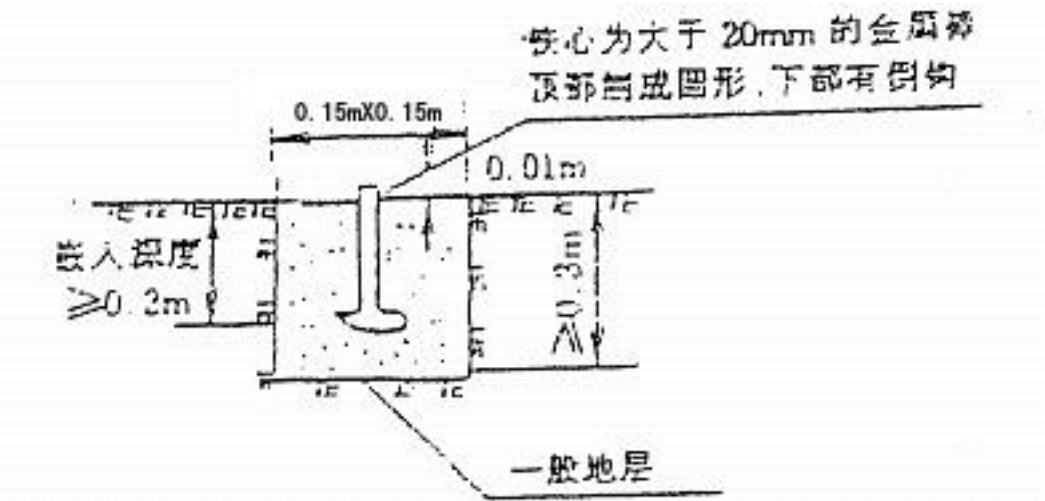


图 1.6 埋设水准点示意

## 2 三角点、GPS 点、导线点、水准点的标志注字

2.1 采用混凝土埋石的桩点，应在混凝土的表面上压印下列标志  
 $\triangle$  (表明三角点)、 $\odot$  (表明 GPS 点)、 $\bullet$  (表明导线点)、 $\bullet$  (表明水准点)、点的编号、“勿动”、测设单位、测设时间等项如图 2.1。

当在岩石上设水准点则应用红油漆将点全部涂红，并标注上述项目。

三角点	GPS 点	导线点	水准点
<div>7</div> <div>勿 <math>\triangle</math> 动</div> <div>××院××队</div> <div>×年×月×</div>	<div>GPS</div> <div>(×) - ××</div> <div><math>\odot</math></div> <div>××院××队</div> <div>×年×月×</div>	<div>6 支 1</div> <div>勿 <math>\bullet</math> 动</div> <div>××局××队</div> <div>×年×月×</div>	<div>BMS</div> <div>勿 <math>\bullet</math> 动</div> <div>××院××队</div> <div>×年×月×</div>

图 2.1 标志注字示意图

## 暂行规则用词说明

执行本规则条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

# 《新建铁路工程测量暂行规则》

## 条文说明

### 1 总则

1.0.3 1980 西安坐标系和 1985 国家高程基准是我国公布的最新平面坐标和高程系统。但目前搜集 1980 西安坐标系资料有困难，且和 1954 北京坐标系之间没有简单转换关系，既有资料难以利用，因此 1954 北京坐标系仍然是大型工程测量使用最多的平面坐标系统。

为缩小地形图和地面实测差别、充分利用航测模型和航测数模提供的信息，采用任意中央子午线的 1 度带投影直角坐标。这样即使在分带最边缘，高斯平面投影和实测长度较差也达 1/3.5 万，每公里较差仅 3 公分。

1.0.7 本规则提出的测量方法和过去使用过的方法实质性的差别在于过去铁路测量以实地桩为准；而现在提出的方法以图上理论坐标为准，实地和地形图保持一致。因此两种方法混用时应注意二者的差别。

### 3 控制测量

3.1.1 一次布网目的就是为保证实地测量和航测图一致,并使测绘程序、资料简化。使得航测→初测→定测→施工各阶段测量都在同一控制网控制之下，不会错乱，且减少工序、提高效率。五公里一对精度 1/20000 的点已经满足航测、放中线、和施工控制对控制点密度和精度的需要，一次布网取代了《京沪高速铁路暂行规则》中加密国家四等控制点、1/20000 导线以及后面交点测量三重控制。

控制桩间 1/2 万的相对误差最坏的情况是全部误差都是横向的这时两控制

桩连线偏离角如图 1:

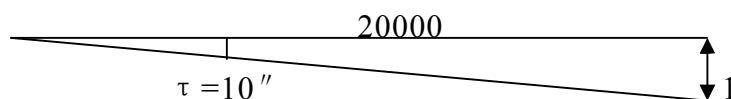


图 1

$$\tau = \rho \times 1/20000 \approx 10''$$

当考虑连续三点两线偏角按误差传播定律如图 2:

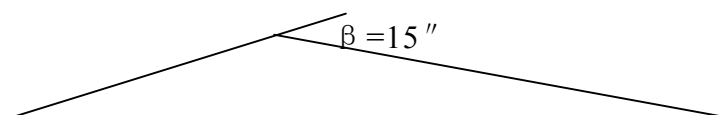


图 2

$$\beta = \sqrt{2} \times \tau \approx 15''$$

按现行设计规范 12' 以下偏角圆曲线长度不足 20m 不设曲线，当作直线处理，所以说 1/20000 的精度对于控制铁路线路精度足够。

### 3.1.2

2 本条规定是因为定测放中线需要控制点的 WGS—84 系三维坐标。

3.1.3 由于线路测量呈长条型特性，导线测量和国家标准套不上，这里参考了《新建铁路工程测量规范》和《公路勘测规范》。由直伸导线横向相对闭合差估算公式：

$$\frac{m_u}{l} = \pm \frac{m_\beta}{\rho} \sqrt{\frac{n+1.5}{3}} \quad 1$$

式中  $\rho = 206265''$

当测站数  $n=15$ ，测角中误差  $m_\beta=4''$  时可算得导线横向闭合差  $m_u/l=1/22000$ ；考虑纵向影响取  $m_t/l=1/50000$  可得：

$$m/l = \pm \sqrt{\frac{m_u^2 + m_t^2}{l^2}} = 1/20000。 \quad 2$$

3.1.4 大型构造物施工控制网较线路控制网精度高，但没有必要按大型构造物施工控制网的精度来布设一次控制网。

3.2.1 基平测量对于线路设计的作用就是拉坡定线，五等水准测量限差  $30\sqrt{L}$  按 2 公里往返闭合一次，对坡度的增量：

$$\Delta i = \pm 30\sqrt{2/2000000} = \pm 0.00002$$

按 30 公里和国家水准点闭合一次对坡度的增量：

$$\Delta i = \pm 30\sqrt{30/30000000} = \pm 0.000005$$

线路设计坡度最高精度 1/10000， $30\sqrt{L}$  足够， $20\sqrt{L}$  没有必要。

考虑水准点寻找困难可能联测距离超过 30km，但距离增长引起绝对误差过大是不适宜的，因此只允许距离增长，绝对误差不能超过 165mm。我院多次碰到联测距离超过 30km 都能闭合，只有武广线九峰山段水准联测距离 80 km 误差超过 165mm 是个特例。

3.2.8 表 3.2.8 《电磁波测距三角高程测量的主要技术要求》中对向观测高差较差，由武汉测绘科技大学编著《测量学》中推导

$$dh = \pm 2\sqrt{2}\mu \times S \quad 3$$

式中  $dh$ —高差较差； $\mu$ —每公里高差中误差； $S$ —距离以公里计

显然对向观测高差较差和距离成正比而不是和距离平方根成正比，因此表中四等、五等分别用  $20D$  和  $30D$ 。而不是原规范中的  $20\sqrt{D}$ 、 $30\sqrt{D}$ 。这也和我院多年导线带基平测量成果吻合。

### 3.2.8

#### 4 由三角高程测量球差改正公式

$$\delta = D^2/2R$$

式中  $D$ —平距； $R$ —地球半径 6371 公里

当  $D$  取 1 公里时：  $\delta = 0.000078\text{km}=78\text{mm}$

$$\text{所以有 } \delta = 78 D^2 \text{ mm} \quad 4$$

### 3.3.1

1 当以地面实测桩为准时可以整条导线一起计算改正量  $\Sigma \Delta_x$ 、 $\Sigma \Delta_y$  用以检查闭合差。以理论坐标为准时必须改正到每一个点上。

2 是为保证控制点的实地位置和地形图上一致。

4 为保证在不同闭合段上测设中线时不会断链。

## 4 航空摄影测量

### 4.2.2 据武汉大学遥感信息学院张祖勋院士推导：

1 焦距（摄影机）的大小与高程精度成反比，即摄影机焦距越小高程精度越高。但焦距小于一定值以后又会产生植被遮挡等问题。所以按常规来讲一般有 88、152、200、300mm 等几种规格的焦距镜头可以选择。作图比例尺 2000 的航摄一般可用 152（150）的镜头。

2 焦距为 150 时

航摄相片比例尺与高程精度的关系

摄影比例尺	航高 H (m)	高程精度 (m)		
		H/5000: 0.15m	H/3000: 0.25m	H/1500: 0.5m
1: 5000	750	0.15	0.25	0.50
1: 8000	1200	0.24	0.40	0.80
1: 12000	1800	0.36	0.60	1.20

3 利用像元算法的计算公式：

$$\frac{\Delta h(\text{高程误差})}{H(\text{航高})} = \frac{\delta p(\text{像元差})}{b(\text{相片基线长})} = \frac{0.025mm}{100mm} = \frac{1}{4000}$$

(一个像元差为 25 μ = ±0.025mm)

$$\Delta h = \pm H/4000 \qquad \qquad \qquad 5$$

所以,理论上两种计算方法均可得出高程精度在 H/5000~H/3000 之间是可靠的。

4.3.1 航外控阶段完成平面一次布网测量是为地形图和以后中线测设一致的必要措施。五等水准是为了提高航测高程精度。

4.5.4 在航测模型上测量横断面，个点精度较地面实测精度略差，利用航测模型连续特点加密断面和断面上的测点数可以有效提高精度。加上后面 4.5.5 条规定，断面精度可以保证。

5 初测

5.2.1

1 线路整段偏离原设计中线 1.5 公里以上，一般已经超出航测测图范围重外控需重测，一次布网随之重测不可避免。

2 插网和附和导线不同，一般联测的已知点不少于新增控制点才能使原一次

布网点不降低精度并保证插网和原网构成一个整体，从而达到一次布网的目的。

3 插点应从不同的原一次布网控制点测量，点位坐标取平均值。

5.2.2 三级导线和原《新建铁路工程测量规范》中三级导线作用已经不同，它不起控制作用，是为各专业调查、搜集资料标明位置，只需在终点检核坐标达到 1/5000 即可不必平差。三级导线桩只在初测阶段有用不须包桩。

## 6 定测

6.2.2 进一步细分高斯投影带能提高的精度是有限的，而且造成资料混乱、断链增多，后续设计、施工容易出错。

6.2.3 采用控制点直接放线（全站仪、GPS—RTK）中线控制桩较最近的一次布网控制点相对误差 1/20000，绝对误差不得超过±50mm 是考虑到：若是 GPS—RTK 测设最远可离一次布网控制点三公里，据国内多家机构研究成果中误差小于±25mm；若是全站仪每次转点±15mm 两次转点后为  $15 \times \sqrt{2} = \pm 21\text{mm}$  综合二者并取二倍中误差±50mm 为限差。

### 6.2.8

1，3）在近距离通视条件下不一定要用 GPS，全站仪也可以从控制点直接测设中线。要注意的是转点不能超过两个这是因为由导线误差估算公式：

$$\Delta s = l \frac{m\beta}{\rho} \sqrt{\frac{n+1.5}{3}} \quad 6$$

式中  $\Delta s$  一点位误差； $l$  一支导线长（该式和 1 式区别在于乘上 1 后相对误差转化成绝对误差）

取  $l=800\text{m}$ ； $n=3$ ；由于边长较短，观测条件差取  $m\beta=10''$  可得：

$$\Delta s = \pm 47\text{mm}$$

这说明两次转点后点位误差已接近 $\pm 50\text{mm}$  再往前测的中桩和中线控制桩有可能超限因此必须闭合到下一个控制点上。

2, 3) 据国内多项 GPS 研究成果, 用 GPS-RTK 测设点位坐标中误差可达 $\pm 15\sim 25\text{mm}$  , 取二倍中误差为限差得:  $\pm 50\text{mm}$ 。

附录 控制点埋石图及标志注字方法

埋石尺寸  $0.3\times 0.3\times 0.3$  改为  $0.15\times 0.15\times 0.3$ , 原埋石太重达 180 斤, 故改小。