

中华人民共和国行业标准

改建铁路工程测量规范

**Code for Reconstructed
Railway Engineering Survey**

TB 10105—2009

J 963—2009

主编单位：中铁第四勘察设计院集团有限公司

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：2009年12月1日

中 国 铁 道 出 版 社

2010年·北京

中华人民共和国行业标准
改建铁路工程测量规范
TB 10105—2009
J 963—2009

*

中国铁道出版社出版发行
(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
出版社网址:<http://www.tdpress.com>

中国铁道出版社印刷厂印

开本:850 mm×1 168 mm 1/32 印张:3.125 字数:75 千字

2010年1月第1版 2010年4月第3次印刷

统一书号:15113·3085 定价:14.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

发行部电话:路(021)73170,市(010)51873172

关于发布《改建铁路工程测量规范》的通知

铁建设〔2009〕197号

《改建铁路工程测量规范》(TB 10105—2009)经修订后现予发布(单行本另发),自2009年12月1日起施行。

铁道部原发《既有铁路测量技术规则》(TBJ 105—88)(铁基〔1989〕3号)同时废止。

本规范由铁道部建设管理司负责解释,由铁路工程技术标准所、中国铁道出版社组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

二〇〇九年十月三十一日

前 言

本规范根据铁道部《关于印发〈2001 年铁路工程建设规范、定额、标准设计编制计划〉的通知》（铁建设函〔2001〕72 号）的要求，在《既有铁路测量技术规则》（TBJ 105—88）的基础上修订而成。

本规范共分十二章，主要内容包括：总则、术语和符号、平面控制测量、高程控制测量、线路测量、站场测量、桥涵测量、隧道测量、电气化改造测量、施工测量、航空摄影测量、既有线复测。

本次修订的主要内容如下：

1. 将原《既有铁路测量技术规则》更名为《改建铁路工程测量规范》。
2. 增加了平面控制和高程控制测量章节。
3. 规定了旅客列车设计行车速度 200 km/h 线路的测量技术标准和精度要求。
4. 增加了导线控制中线测量的技术要求，保留了曲线偏角测量方法。
5. 施工测量部分增加了铺轨测量的技术规定。
6. 航空摄影测量中，删除了微分法测图，增补了现行常用的数字化成图的规定及技术要求。

在执行本规范过程中，技术人员结合工程的具体情况，因地制宜，充分发挥主观能动性，积极采用安全、可靠、先进、成熟、经济、适用的新技术，不能生搬硬套标准。同时希望各单位认真总结经验，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，寄送中铁第四勘察设计院集团有限公司（武汉市

武昌区和平大道 745 号，邮政编码：430063)，并抄送铁道部经济规划研究院（北京市海淀区北蜂窝路乙 29 号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本规范由铁道部建设管理司负责解释。

本规范主编单位：中铁第四勘察设计院集团有限公司。

本规范参编单位：铁道部第三勘察设计院、中铁工程设计咨询集团有限公司。

本规范主要起草人：刘正洲、王玉泽、张忠良、刘 华、陈泽建、郭志勇、方国星、申广博、张海兵、刘云东、黄 鹰、汤文漪、俞 添、刘奎申、张振仪、韩改新、潘学英、林卫东。

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	3
2.1	术 语	3
2.2	符 号	4
3	平面控制测量	5
3.1	一般规定	5
3.2	主要技术要求	6
3.3	平面控制网设计	8
3.4	水平角观测	10
3.5	距离测量	12
4	高程控制测量	18
4.1	一般规定	18
4.2	水准测量	19
5	线路测量	22
5.1	里程测量	22
5.2	中线测量	24
5.3	高程测量	26
5.4	横断面测量	27
5.5	地形测量	28
5.6	线路调查与测绘	33
6	站场测量	34
6.1	控制测量	34

6.2	里程及中线测量	35
6.3	平面测绘	35
6.4	高程测量	36
6.5	横断面及地形测量	37
7	桥涵测量	38
7.1	水文测量	38
7.2	地形和断面测量	38
7.3	桥涵尺寸测量	40
8	隧道测量	42
9	电气化改造测量	43
9.1	一般规定	43
9.2	线路测量	43
9.3	站场测量	44
9.4	桥梁、隧道测量	45
10	施工测量	47
10.1	施工复测	47
10.2	施工放样	47
10.3	铺轨测量	48
10.4	竣工测量	49
11	航空摄影测量	52
11.1	一般规定	52
11.2	外控点的布设及选刺	53
11.3	控制测量及铁路联测	55
11.4	像片调绘	56
11.5	解析空中三角测量	57
11.6	测图	59

12 既有线复测 62

12.1 一般规定 62

12.2 资料准备及上交成果 62

12.3 里程丈量及中线测量 63

12.4 水准测量及地形测量 64

12.5 站场测量 65

本规范用词说明 66

《改建铁路工程测量规范》条文说明 67

1 总 则

1.0.1 为统一改建铁路工程测量技术要求，保证测量成果质量满足设计、施工、运营维护各阶段要求，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于旅客列车设计行车速度 200 km/h 及以下标准轨距有砟轨道改建铁路工程测量。

1.0.3 改建铁路坐标系统应采用国家坐标系或工程独立坐标系，测区内投影长度变形值不宜大于 25 mm/km。桥梁、隧道控制测量可采用施工独立坐标系。

1.0.4 改建铁路高程系统宜采用 1985 国家高程基准。当个别地段无 1985 国家高程基准的水准点时，可引用其他高程或以假定高程起算，但在全线高程测量贯通后，应消除断高，换算成 1985 国家高程基准，困难时应换算成全线统一的高程系统。

1.0.5 测量精度以中误差衡量，极限误差为中误差的两倍。

1.0.6 绕行线应按《铁路工程测量规范》（TB 10101）的规定执行。

1.0.7 国家控制点满足平面、高程控制要求的情况下，应优先采用国家控制点作为平面、高程控制点。

1.0.8 改建铁路工程测量工作应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，制定相应的安全生产措施。

1.0.9 各种测量仪器、工具除进行定期检查校正，做好日常保养和维修工作外，在测量工作开展前应进行全面的检查校正，并保证其状态良好。

1.0.10 测量记录、计算成果和图表应注记清楚、填写齐全、签署完善，并应复核和验算，未经复核和验算的资料严禁使用。

1.0.11 铁路工程测量应积极采用新技术、新材料、新设备、新工艺。测量工作中采用本标准未涉及的新技术时，应符合国家及铁道部相关规定并经铁道部主管部门审定。

1.0.12 改建铁路工程测量除应符合本规范外，尚应符合国家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 工程独立坐标系 engineering dependent coordinate system

为满足铁路工程建设要求采用的以任意中央子午线和高程投影面进行投影而建立的平面直角坐标。

2.1.2 绕行线 detour of line

改建或增建第二线中线距既有线的线间距大于 20 m，或虽等于、小于 20 m，但根据工程情况需要实测定线者。

2.1.3 基础平面控制网 (CPI) horizontal control points for basic network (CPI)

在国家高等级平面控制网的基础上，沿线路走向布设，按 GPS 静态相对定位原理建立，为线路平面控制网起闭的基准。

2.1.4 线路平面控制网 (CPII) horizontal control points for route (CPII)

在基础平面控制网 (CPI) 基础上沿线路附近布设，为勘测、施工阶段的线路平面控制和轨道控制网起闭的基准。

2.1.5 轨道控制网 (CP III) orizontal-level control points for track (CP III)

沿线路布设的三维控制网，起闭于基础平面控制网 (CPI) 或线路平面控制网 (CPII)，一般在线下工程施工完成后施测，为轨道铺设和运营维护控制的基准。

2.1.6 上线编绘 data compilation for existing line

将既有铁路复测和航测野外调绘有关内容在数字采集线划图上进行注记编绘。

2.1.7 线路联测 route connection measurement

在控制测量的同时，以测定平面控制点的同等精度联测线路中线点。

2.2 符 号

- m ——测角中误差
- f_{β} ——附和导线或闭合导线的角度闭合差
- M_{Δ} ——每千米水准测量的偶然中误差
- L ——水准测量附和路线长度
- R ——水准测量测段长度
- F ——水准测量环线长度
- Δ ——测段往返测高差不符值
- m_D ——测距中误差
- K ——相邻水准点间线路长度
- D ——光电测距边长度
- m_h ——高程中误差
- Δ_h ——高精度检查点的高程与地形图上内插高程之差
- Δ_{1h} ——同精度检查点的高程与地形图上内插高程之差
- d_h ——横断面高程检查限差
- d_1 ——横断面距离检查限差

3 平面控制测量

3.1 一般规定

3.1.1 平面控制网应根据改建铁路旅客列车设计行车速度、工程规模、控制网的用途和精度要求合理确定。

平面控制网宜按三级布设。第一级为基础平面控制网（CPI），第二级为线路控制网（CPII），第三级为轨道控制网（CPⅢ）。

加密控制网可越级布设或同等级扩展。

3.1.2 平面控制网一般采用卫星定位测量或导线测量的方法进行，在有特殊要求时也可采用其他测量方法。

卫星定位测量等级分为二、三、四、五等；导线测量等级分为三、四等和一、二级。

3.1.3 各级平面控制网布设要求及适用范围应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 各级平面控制网布设要求及适用范围

控制网 级别	设计行车速度 (km/h)	测量方法	测量等级	点间距	备 注
CPI	200	GPS	三等	≤4 km	点对间距 ≥800 m
	≤160	GPS	四等		
CPII	200	GPS	四等	400 ~ 600 m	附（闭） 合导线长 度 不 超 过5 km
		导线	四等		
	≤160	GPS	五等		
		导线	一级		
CPⅢ	200	导线	一级	150 ~ 200 m	
	≤160		二级		

注：CPII 采用 GPS 测量时，CPI 可每 4 km 设一个点。

3.2 主要技术要求

3.2.1 卫星定位测量控制网的主要技术指标应满足下列规定：

1 卫星定位测量精度应符合表 3.2.1—1 的规定。

表 3.2.1—1 卫星定位测量精度要求

级 别	二等	三等	四等	五等
固定误差 a (mm)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 10
比例误差系数 b (mm/km)	≤ 1	≤ 1	≤ 2	≤ 2
基线方位角中误差 (")	1.3	1.7	2.0	3.0
约束点间的边长相对中误差	1/250 000	1/180 000	1/100 000	1/70 000
约束平差后最弱边边长相对中误差	1/180 000	1/100 000	1/70 000	1/40 000

注：当基线长度短于 500 m 时，二、三等边长中误差应小于 5 mm，四等边长中误差小于 7.5 mm，五等边长中误差应小于 10 mm。

2 各等级控制网相邻点间基线长度中误差应小于式 (3.2.1) 计算值。

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \times d)^2} \quad (3.2.1)$$

式中 σ ——基线长度中误差 (mm)；

d ——相邻点间距离 (km)；

a ——固定误差 (mm)；

b ——比例误差系数 (mm/km)。

3 卫星定位测量作业的基本技术要求应符合表 3.2.1—2 的规定。

表 3.2.1—2 卫星定位测量作业的基本技术要求

项 目 \ 等 级		二等	三等	四等	五等
静态 测量	卫星截止高度角 (°)	≥ 15	≥ 15	≥ 15	≥ 15
	同时观测有效卫星数	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4

续表 3.2.1—2

项 目 \ 等 级		二等	三等	四等	五等
静态测量	时段长度 (min)	≥90	≥60	≥45	≥40
	观测时段数	≥2	1~2	1~2	1
	数据采样间隔 (s)	10~60	10~60	10~30	10~30
	PDOP 或 GDOP	≤6	≤8	≤10	≤10
快速静态测量	卫星截止高度角 (°)	—	—	≥15	≥15
	有效卫星总数	—	—	≥5	≥5
	观测时间 (min)	—	—	5~20	5~20
	平均重复设站数	—	—	≥1.5	≥1.5
	数据采样间隔 (s)	—	—	5~20	5~20
	PDOP (GDOP)	—	—	≤7 (8)	≤7 (8)

注：平均重复设站数 ≥1.5 是指至少有 50% 的点设站 2 次。

3.2.2 导线测量的主要技术要求应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 导线测量的主要技术要求

等级	测角中误差 (")	测距相对中误差	方位角闭合差 (")	导线全长相对闭合差	测回数			
					0.5"级仪器	1"级仪器	2"级仪器	6"级仪器
三等	1.8	1/150 000	$\pm 3.6\sqrt{n}$	1/55 000	4	6	10	—
四等	2.5	1/100 000	$\pm 5\sqrt{n}$	1/40 000	3	4	6	—
一级	4	1/50 000	$\pm 8\sqrt{n}$	1/20 000	—	2	2	—
二级	7.5	1/25 000	$\pm 15\sqrt{n}$	1/10 000	—	—	1	3

注：1 表中 n 为测站数。

2 当边长短于 500 m 时，三等边长中误差应小于 3.5 mm，四等、一级边长中误差应小于 5 mm，二级边长中误差应小于 7.5 mm。

3.3 平面控制网设计

3.3.1 平面控制网设计前应收集以下资料：

- 1 既有线线路平、纵断面图及测区 1:10 000 和 1:50 000 地形图。
- 2 线路沿线的国家或地方平面控制点资料，包括平面控制网图、点之记、成果表、技术总结等。
- 3 既有线平面控制网（CP I）、（CP II）、（CP III）的测量成果。
- 4 既有线旅客列车行车速度及改建后旅客列车设计行车速度。

3.3.2 控制网应根据改建铁路的设计行车速度确定控制网等级，控制网基准、网形和精度设计。需要增补控制点时，应进行控制网改造设计。

3.3.3 控制网的布设，应采用野外踏勘和图上设计相结合的方法，沿线路方向合理设计布网。当与国家点联测时，应同时考虑与国家点联测方案。

3.3.4 在设计和选点时，应充分利用已有点位。

3.3.5 导线控制点位的选定，应符合下列要求：

1 相邻点之间应通视良好，其视线与障碍物的距离，三、四等不宜小于 1.5 m；一级及以下，宜保证便于观测，以不受旁折光等影响为原则。

2 控制点应便于长期保存、加密和寻找。

3.3.6 控制点的埋设应符合《铁路工程测量规范》（TB 10101）的规定。当 CP II 控制桩埋设位于岩石、既有线接触网支座、挡墙顶等坚硬的稳固基底时，可只埋设不短于 0.1 m 的标芯。

3.3.7 采用卫星定位测量方法测量时，基础平面控制网 CP I 的布设及测量应满足下列要求：

1 应沿线路走向布设，采用边联结方式构网，形成由三角

形或大地四边形组成的带状网；在线路勘测设计起点、终点或与其他线路平面控制网衔接地段，必须有 2 个以上的 CP I 控制点相重合，并在测量成果中反映出相互关系。

2 控制点位宜选在离线路中心 50 ~ 500 m 范围内，且不易被施工破坏，稳定可靠，便于测量的地方。

3 控制网宜全线一次布网，统一测量，整体平差。

4 CP I 应起闭于国家高一等级平面控制点或 GPS 控制点，宜每 50 km 联测一次，当联测点数为 2 个时，宜分布在网的两端；当联测点数为 3 个及以上时，宜在网中均匀分布。

3.3.8 线路控制网（CP II）的设置应符合下列要求：

1 控制点一般选在距线路中线 50 ~ 100 m，且不易被破坏的范围内。

2 CP II 采用 GPS 测量时，相邻点之间应通视，特别困难地区在附合导线长度范围内至少应有 1 对通视点。CP II 网采用边联结方式构网，形成由三角形或大地四边形组成的带状网，并与 CP I 联测。

3 CP II 采用导线测量时，应在导线方位角闭合差及导线全长相对闭合差满足要求后，采用严密平差计算。

3.3.9 轨道控制网（CP III）的布设应符合下列要求：

1 直线地段宜设在下行线左侧路肩上，曲线部分宜设于线路外侧；采用边角交会法测量时，应设于线路两侧。

2 控制点间的距离，直线地段宜为 150 ~ 200 m。对线路特殊地段、曲线控制点、线路变坡点、竖曲线起终点及道岔区均应增设加密控制点，曲线地段加密控制点间距宜为 60 m。相邻控制点间的横向中误差，设计行车速度为 200 km/h 时不得大于 1.5 mm。设计行车速度等于或小于 160 km/h 时不得大于 2 mm。

3 控制点距线路中线的外移距离宜为 2.5 ~ 4 m，在一条线路上控制点的外移距宜相等，遇有障碍物时，外移距可按等值适

当增减。

- 4 控制点标记应反映控制点编号，并用阿拉伯数字标注。

3.4 水平角观测

3.4.1 水平角观测所用的全站仪、电子经纬仪和光学经纬仪，应符合下列规定：

- 1 照准部旋转轴正确，管水准器气泡或电子水准器长气泡在各位置的读数较差：1"级仪器不应超过二格，2"级仪器不应超过一格，6"级仪器不应超过 20"。

- 2 光学经纬仪的测微器行差及隙动差：1"级仪器不应大于 1"，2"级仪器不应大于 2"。

- 3 水平轴不垂直于垂直轴之差：1"级仪器不应大于 10"，2"级仪器不应大于 15"；6"级仪器不应大于 20"。

- 4 补偿器的补偿要求，在仪器补偿器的补偿区间，对观测成果应能进行有效补偿。

- 5 垂直微动旋转使用时，视准轴在水平方向上不产生偏移。

- 6 仪器的基座在照准部旋转时的位移指标：1"级仪器不应超过 0.3"，2"级仪器不应超过 1"，6"级仪器不应超过 1.5"。

- 7 光学（或激光）对中器的视轴（或射线）与竖轴的重合度不应大于 1 mm。

3.4.2 水平角方向观测的作业要求：

- 1 当观测方向不多于 3 个时可不归零。

- 2 水平角方向观测应在通视良好、成像清晰稳定的情况下进行。全部测回宜在一个时间段内完成。

- 3 当观测方向多于 6 个时，可进行分组观测。分组观测应包括两个共同方向（其中一个为共同零方向）。其两组观测角之差，不应大于同等级测角中误差的 2 倍。分组观测的最后结果，应按等权分组观测进行测站平差。

- 4 各测回间应均匀配置度盘，采用全站仪自动观测时可不

受此限制。

5 水平角的观测值应取各测回的平均数作为测站结果。

3.4.3 四等以上导线水平角观测，应在总测回以奇数测回和偶数测回分别观测导线前进方向的左角和右角。左角平均值与右角平均值之和应等于 360° ，其误差值应不大于测角中误差的两倍，一级以下的导线可只测右角。

3.4.4 水平角方向观测法的主要技术要求应符合表 3.4.4 的规定。

表 3.4.4 水平角方向观测法的主要技术要求

等级	经纬仪 型号	半测回归 零差 (")	一测回内各方 向 2C 互差 (")	归零后同一方向 值各测回间较差 (")
四等 及以 上	0.5"级仪器	4	6	4
	1"级仪器	6	9	6
	2"级仪器	8	13	9
一级及 以下	2"级仪器	12	18	12
	6"级仪器	18		24

注：当观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 的范围时，该方向 2C 互差可按相邻测回同方向进行比较，其值应满足表中一测回内各方向 2C 互差的限值。

3.4.5 水平角观测不符合本规范表 3.4.4 要求时，应在原来度盘位置上进行重测，重新测量时应符合下列规定：

1 一测回内 2C 互差或同一方向值各测回较差超限时，应重测超限方向，并联测零方向。

2 下半测回归零差或零方向的 2C 互差超限时，应重测该测回。

3 若一测回中重测方向数超过总方向数的 $1/3$ 时，应重测该测回。当重测的测回数超过总测回数的 $1/3$ 时，应重测该站。

3.4.6 水平角观测结束后，导线测角中误差应按下列公式计算：

1 按方位角闭合差计算测角中误差：

$$m = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{f_{\beta}^2}{n} \right]} \quad (3.4.6-1)$$

式中 m ——导线环的测角中误差 (");

f_{β} ——导线环的角度闭合差 (");

N ——导线环的个数;

n ——导线环的内角个数。

2 按左右角观测的导线测角中误差:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta\Delta}{2n}} \quad (3.4.6-2)$$

式中 Δ ——测站圆周角闭合差 (");

n ——三角形的个数。

3.5 距 离 测 量

3.5.1 光电测距仪按标称精度分级, 仪器的精度等级按表 3.5.1 划分。

表 3.5.1 测距仪精度等级划分

测距仪精度等级	每千米测距标准偏差 (mm)
I 级	$m_d \leq 2$
II 级	$2 < m_d \leq 5$
III 级	$5 < m_d \leq 10$
IV 级	$10 < m_d$

注: 表中 m_d 为测距仪出厂标称精度的绝对值, 归算到 1 km 的测距标准偏差。

3.5.2 光电测距及辅助工具的检校应符合下列规定:

1 新购置或大修后的仪器, 应进行全面检校。

2 测距仪使用的气象仪表, 应送气象部门按有关规定检测。
当在高海拔地区使用空盒计压器时, 应送当地气象台校准。

3 已经用于生产的测距仪, 其周期误差的检验及加常数、乘常数的检验至少每年应进行一次。

3.5.3 测距边选择应符合下列规定：

1 测距边应选在地面覆盖物相同的地段，不宜选在烟囱、散热塔、散热池等发热体的上空。

2 测线上不应有树枝、电线等障碍物，测线应离开地面或障碍物 1.3 m 以上。

3 测线应避开高压线等强电磁场的干扰，并宜避开视线后方的反射物体。

4 测距边的测线倾角不宜太大。

3.5.4 测距作业应符合下列规定：

1 测边时应在成像清晰、气象条件稳定时进行，雨、雪和大风天气不宜作业，不宜顺光或逆光且与太阳呈小角度观测，严禁将仪器照准头对准太阳。

2 当反光镜背景方向有反射物时，应在反光镜后方遮上黑布。

3 测距过程中，当视线被遮挡出现粗差时，应重新启动测量。

4 当观测数据超限时，应重测整个测回。当观测出现分群时，应分析原因，采取相应措施重新观测。

5 温度计宜采用通风干湿温度计，气压表宜采用高原型空盒气压表。

6 当测四等及其以上的边时，应量取两端点的测边始末的气象数据，计算时应取平均值。测量温度时应量取空气温度。通风干湿温度计应悬挂距地面和人体 1.5 m 以外的地方，其读数取值精确值至 0.2℃。

气压表应置平，指针不应受阻，其读数取值精确至 50 Pa。

7 当测高精度边或边长时，应符合下列规定：

- 1) 宜选在日出后 1 h 左右或日落前 1 h 左右的时间内观测；
- 2) 宜选用“电照准”；
- 3) 应在启动仪器后 3 min 后观测。

3.5.5 光电测距的主要技术要求应符合表 3.5.5 的规定。

表 3.5.5 光电测距的技术要求

平面控制网等级	测距仪精度等级	观测次数		一测回读数较差 (mm)	单程各测回较差 (mm)
		往	返		
三等	I	2	2	2	3
	II	4	4	5	7
四等	I	2	2	2	3
	II			5	7
	III	4	4	10	15
一级及以下	I	1	1	2	
	II			5	
	III	24	24	10	15
	IV			20	30

注：测回是指照准目标一次，读数 2—4 次的过程。

3.5.6 水平距离计算应符合下列规定：

1 斜距应进行气象改正和仪器常数改正。

气象改正应以观测记录的气压、气温按公式 (3.5.6—1) 计算。气压、气温读数精度应符合表 3.5.6 的规定。三等及以上等级测量应在测站和反射镜站分别测记，四等及以下等级可在测站进行测记。当测边两端气象条件差异较大时，应在测站和反射镜站分别测记。当测区地形平坦，气象条件差异不大时，四等及以下等级也可记录上午、下午的平均气压、气温。当使用全站仪时，也可将气象条件输入仪器，让仪器自动进行气象改正。气象改正按下列公式计算。

$$\Delta D = (n_0 - n) \cdot D \quad (3.5.6-1)$$

式中 D ——测量斜距长 (km)；

n ——实际群折射率；

n_0 ——仪器基准折射率。

表 3.5.6 气压、气温读数精度要求

测量等级	干湿温度表 (°C)	气压表 (hPa)
二等	0.2	0.5
三等	0.2	0.5
四等	0.5	1
五级及以下	1	2

2 测距仪与反光镜的平均高程面上的水平距离应按 (3.5.6—2) 式计算:

$$D_p = \sqrt{s^2 - h^2} \quad (3.5.6-2)$$

式中 D_p ——测距边两端点仪器与反光镜的平均高程面上的水平距离 (m);

s ——经气象及加、乘常数等改正后的斜距 (m);

h ——仪器与反光镜之间的高差 (m)。

3.5.7 测距边精度评定应符合下列规定:

1 往返测距单位权中误差:

$$\mu = \sqrt{\frac{[Pdd]}{2n}} \quad (3.5.7-1)$$

式中 μ ——往返测距单位权中误差 (mm);

d ——各边往返距离的较差 (mm);

n ——测距的边数;

P ——各边距离测量的先验权, 其值为 $\frac{1}{\sigma_D^2}$, σ_D 为测距的

先验中误差, 可按测距仪的标称精度计算。

2 任一边的实际测距中误差:

$$m_{Di} = \mu \sqrt{\frac{1}{P_i}} \quad (3.5.7-2)$$

式中 m_{Di} ——第 i 边的实际测距中误差 (mm);

P_i ——第 i 边距离测量的先验权。

3.5.8 成果的整理和计算应符合下列规定:

1 观测工作结束后,应及时整理和检查外业观测手簿或外业电子记录数据,确认观测成果全部符合本规范规定后,方可进行计算。

2 一级及以上导线计算,应在方位角闭合差及导线全长相对闭合差满足要求后,采用严密平差法平差,并提供单位权中误差、测角中误差、点位中误差、边长相对中误差、点位误差椭圆参数和相对点位误差椭圆参数等精度评定数据。二级导线可用近似平差法平差。

3 水平距的归算及投影变形改正,按下列公式进行:

1) 归算到测区平均高程面上的测距边长度,按下式计算:

$$D = D_0 \left(1 + \frac{H_p - H_m}{R_A} \right) \quad (3.5.8-1)$$

式中 D_0 ——测距边两端点平均高程面的水平距 (m);

D ——归算到测区平均高程面上的测距长度 (m);

H_m ——测距边两端的平均高程 (m);

H_p ——测区平均高程 (m);

R_A ——参考椭球体在测距边方向的法截弧曲率半径 (m)。

2) 归算到参考椭球体面上的测距边长度,按下式计算:

$$D_1 = D_0 \left(1 - \frac{H_m + h_m}{R_A + H_m + h_m} \right) \quad (3.5.8-2)$$

式中 D_1 ——归算到参考椭球体面上的测距长度 (m);

h_m ——测区在地水准面高出参考椭球面的高差 (m)。

3) 测距边在高斯投影面上的长度,按下式计算:

$$D_2 = D_1 \left(1 - \frac{Y_m^2}{2R_m^2} + \frac{\Delta y^2}{24R_m^2} \right) \quad (3.5.8-3)$$

式中 D_1 ——测距边在高斯投影面上的长度 (m);

R_m ——测距边中点的参考椭球平均曲率半径 (m);

Y_m ——测距边中点的横坐标 (m)；

Δy ——测距边两端点横坐标的增量 (m)。

4 内业计算中数字取值精度按表 3.5.8 的规定执行。

表 3.5.8 内业计算数字取位

等 级	观测方向值及 各项改正数 (")	边长观测值及各 项改正数 (m)	边长与坐标 (m)	方位角 (")
三、四等，一级	0.1	0.001	0.001	0.1
二级	1	0.001	0.001	1

4 高程控制测量

4.1 一般规定

4.1.1 改建铁路的高程控制测量应采用水准测量。高程控制测量的等级划分为三、四、五等水准测量。

4.1.2 改建铁路的高程控制网应沿铁路线路布设，并与1985国家水准点联测。

4.1.3 首级高程控制网的等级应根据铁路工程设计速度目标值、用途和精度要求合理选用。各等级水准测量适用范围及布点间距应按表4.1.3选用。

表 4.1.3 水准测量适用范围及布点间距

测量项目	设计行车速度 (km/h)	等级	点间距 (m)
水准基点	200	三等	≤2 000
	120 ~ 160	四等	≤2 000
	≤120	五等	≤2 000

4.1.4 首级网可布设成附和路线或环形网，加密网宜布设成附和路线或结点网。大型桥梁、隧道等独立高程控制网应根据工程规模和精度要求布设成精密水准路线。各等级高程控制网的技术要求应符合表4.1.4的规定。

表 4.1.4 高程控制网的技术要求

水准测量等级	每千米高差中数偶然中误差 M_{Δ} (mm)	每千米高差中数全中误差 M_{Σ} (mm)	附和路线或环线周长的长度 (km)	
			附和路线长	环线周长
三等	≤3	≤6	≤150	≤200
四等	≤5	≤10	≤80	≤100
五等	≤7.5	≤15	≤30	≤30

4.2 水准测量

4.2.1 水准观测应在标石埋设稳定后进行，水准测量精度应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 水准测量精度要求 (mm)

水准测量等级	测段、路线往返测高差不符值		附和路线或环线闭合差		测段、路线左右路线高差不附值	检测已测段高差之差
	平原	山区	平原	山区		
三等	$\pm 12 \sqrt{K}$	$\pm 2.4 \sqrt{n}$	$\pm 12 \sqrt{L}$	$\pm 15 \sqrt{L}$	$\pm 8 \sqrt{K}$	$\pm 20 \sqrt{Ri}$
四等	$\pm 20 \sqrt{K}$	$\pm 4 \sqrt{n}$	$\pm 20 \sqrt{L}$	$\pm 25 \sqrt{L}$	$\pm 14 \sqrt{K}$	$\pm 30 \sqrt{Ri}$
五等	$\pm 30 \sqrt{K}$		$\pm 20 \sqrt{L}$		$\pm 20 \sqrt{K}$	$\pm 40 \sqrt{Ri}$

注：1 K 为测段水准路线长度，单位为 km； L 为水准路线长度，单位为 km； Ri 为检测测段长度，以千米计； n 为测段水准测量站数。

2 当山区水准测量每公里测站数 $n \geq 25$ 站以上，采用测站数计算高差测量限差。

4.2.2 水准测量的主要观测方法应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 水准测量的主要观测方法

等级	水准仪等级	水准尺	观测次数		观测顺序
			与已知点联测	附和或环线	
三等	DS1	因瓦	往返/单程双转点/两组单程	往返/单程双转点/两组单程	偶数站：前—后—后—前 后—前—前—后
	DS3	双面			
四等	DS3	双面	往返/单程双转点/两组单程	往返/单程双转点/两组单程	后—后—前—前 或后—前—前—后
五等	DS3	单面	往返/单程双转点/两组单程	往返/单程双转点/两组单程	后—前

4.2.3 水准测量的主要技术要求应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 水准测量的主要技术要求

等级	水准仪类别	水准尺类型	视距(m)		前后视距差(m)		测段的前后视距累积差(m)		视线高度(m)		数字水准仪重复测量次数
			光学	数字	光学	数字	光学	数字	光学(下丝读数)	数字	
三等	DSZ1、DS1	因瓦	≤100	≤100	≤2.0	≤3.0	≤5.0	≤6.0	三丝能读数	≥0.35	≥1次
	DSZ2、DS2	双面木尺单面条码	≤75	≤75							
四等	DSZ1、DS1	双面木尺单面条码	≤150	≤100	≤3.0	≤5.0	≤10.0	≤10.0	三丝能读数	≥0.35	≥1次
	DSZ3、DS3	双面木尺单面条码	≤100	≤100							
五等	DS3		≤100		大致相等		—		—		

4.2.4 水准测量观测的限差应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 水准测量观测的限差 (mm)

项 目 等 级		基、辅分划〔黑红面〕读数之差	基、辅分划〔黑红面〕所测高差之差	检测间歇点高差之差	上下丝读数平均值与中丝读数之差
三等	光学测微法	1	1.5	3	—
	中丝读数法	2	3		
四等		3	5	5	—
五等		4	7	—	—

4.2.5 水准观测中,测站观测限差超限应重测。两次观测高差较差超限时应重测。测段往返测高差较差超限必须重测,重测后应选用往返合格的成果。如果重测结果与原测结果分别比较,较差均不超过限差时,可取三次结果的平均值。

4.2.6 水准测量所使用的仪器及水准尺应符合下列规定:

1 水准仪视准轴与水准管轴的夹角,DS1级不应超过 15",

DS3 级不应超过 20"。

2 水准尺上的米间隔平均长与名义长之差,对于钢瓦水准尺不应超过 0.15 mm,对于双面水准尺不应超过 0.5 mm。

3 二等水准测量采用补偿式自动安平水准仪时,其补偿误差 Δa 不应超过 0.2"。

4.2.7 水准测量作业结束后,每条水准路线应按测段往返测高差不符值计算偶然中误差 M_{Δ} ;当水准网的环数超过 20 个时,还应按环线计算全中误差 M_W 。 M_{Δ} 和 M_W 应符合表 4.1.4 的规定,否则应对较大闭合差的路线进行重测。 M_{Δ} 和 M_W 应按下列公式计算:

$$M_{\Delta} = \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{\Delta\Delta}{L} \right]} \quad (4.2.7-1)$$

$$M_W = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{WW}{L} \right]} \quad (4.2.7-2)$$

式中 Δ ——测段往返高差不符值 (mm);

L ——测段长 (km);

n ——测段数;

W ——经过各项修正后的水准环线闭合差 (mm);

N ——水准环数。

4.2.8 四等及以上水准测量应在全线测量贯通后采用严密平差,并求出各点的高程中误差。四、五等水准网和高程导线网也可采用等权代替法、逐渐趋近法、多边形法等方法进行平差,并应做精度评定。

4.2.9 水准测量计算取位应符合表 4.2.9 的规定。

表 4.2.9 水准测量计算取位

等 级	往(返)测距离总和(km)	往(返)测距离中数(km)	各测站高差(mm)	往(返)测高差总和(mm)	往(返)测高差中数(mm)	高程(mm)
三、四等	0.01	0.1	0.1	0.1	0.1	1
五等	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1

5 线路测量

5.1 里程测量

5.1.1 里程测量应从车站、桥梁中心或隧道进出口及其他永久性建筑物中心的既有里程引出，按原有里程递增方向连续推算。

量距可采用钢卷尺或其他测距方法测量。钢卷尺测距取位至厘米，全站仪或电磁波测距仪测距取位至毫米。

5.1.2 量距采用的钢卷尺应经检定或与检定过的钢卷尺比长，也可与全站仪或电磁波测距仪所测距离比长，尺长相对误差大于 $1/10\,000$ 时，应在测距时改正。

采用钢卷尺量距时，尺长还应加入温度改正值，其值应按表5.1.2的规定改正。

表 5.1.2 尺长温度改正值 (mm)

空气温度 (℃)	+40	+30	+20	+10	0	-10	-20	-30	-40
50 m 钢卷 尺改正值	-12	-6	0	+6	+12	+17	+23	+29	+35
30 m 钢卷 尺改正值	-7	-4	0	+4	+7	+10	+14	+17	+21

注：1 本表按钢卷尺检定时的气温归化为 20°C 计算；

2 如用作距离改正值，则正负号与表列相反。

5.1.3 采用钢卷尺丈量中线里程时，应符合下列要求：

1 测量方法：直线地段可沿左轨轨面丈量，曲线地段（包括曲线起、终点外 $40\sim 80\text{ m}$ ，以下同）应沿线路中心丈量，车

站内应沿正线丈量。当车站布设为鸳鸯股道时，应从车站中心转于另一线连续丈量，并推算里程，如车站中心在曲线上时，应改在直线上换股。如图 5.1.3 所示。

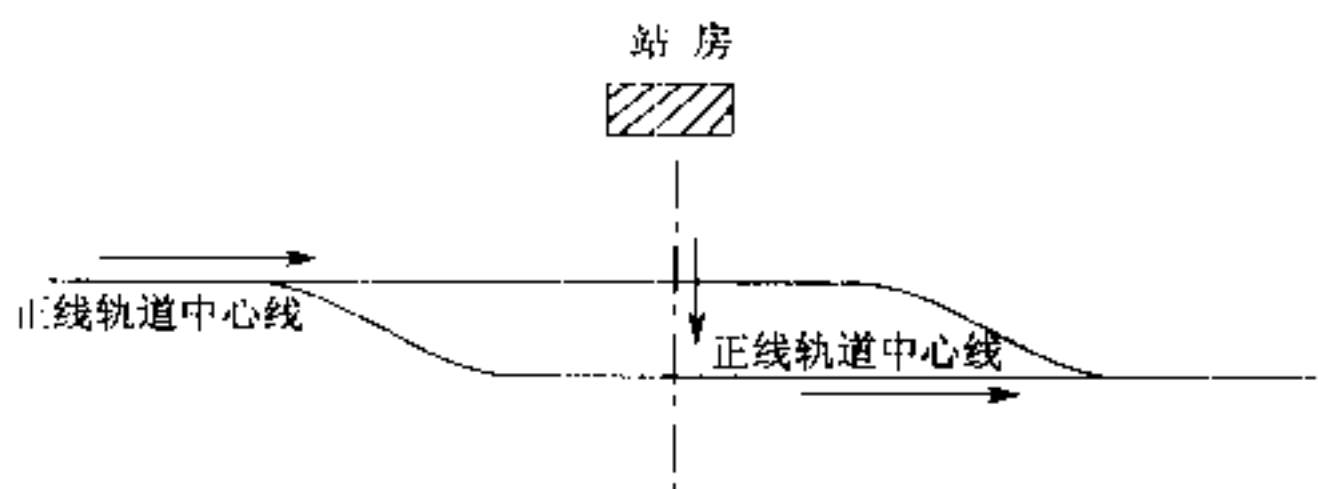


图 5.1.3 鸳鸯股道丈量示意图

2 里程应使用钢卷尺丈量两次，相对误差在 1/2 000 以内时，以第一次丈量的里程为准，同时应与既有的桥梁、隧道、车站等建筑物的里程核对，并在记录本上注明其差数。

3 在设有轨道电路的地段丈量时，应采取绝缘措施。

4 量距时所用的拉力宜与检定或比长时的拉力一致，30 m 钢卷尺丈量时，拉力宜为 98 N；50 m 钢卷尺丈量时，拉力宜为 147 N。

5.1.4 使用光电测距仪或全站仪采用导线点极坐标法测量中线里程时，应符合下列规定：

1 里程测量可与中线测量、高程测量一并进行。

2 前视棱镜可置镜在线路中心，当与中桩高程一并测量时，直线地段棱镜应置镜在左轨轨面，曲线地段应置镜在内轨轨面，但曲线地段应换算成中心里程。

3 当需测设整米标里程时，第一次测得的水平距离经推算不在整米标位置，可用钢卷尺调整。

4 当既有线纵坡大于 12‰时，用极坐标法测量推算的平距，应进行坡度改正后的斜距推算连续里程。

5.1.5 既有双线地段的里程宜沿下行线测量，当里程按上行线延伸时，也可沿上行线测量。沿下行线测量时，并行地段的上行

线里程应对应下行线里程（按下行线投影里程）。非并行地段应单独测量。断链宜设在百米标处，困难时可设在以 10 m 为单位的加标处，不应设在车站、桥梁、隧道等建筑物和曲线范围内。

5.1.6 里程测量时，应设公里标、半公里标、百米标和加标。公里标和半公里标应写全里程。

直线地段里程位置可用白油漆标注在左轨外侧腹部，曲线地段左、右轨外侧腹部均应标注。

5.1.7 加标的设置地点及里程取位应符合下列规定：

- 1 曲线范围内，里程为 20 m 整倍数的点。
- 2 桥梁中心、大中桥的桥台挡渣墙前缘和台尾、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、通信线、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、路基病害等地段。取位至米。

5.2 中 线 测 量

5.2.1 既有铁路建有 CPⅢ 时，采用既有 CPⅢ 对既有铁路中线进行测量，当既有 CPⅢ 点丢失或损坏应进行补测，补测的技术要求应按本规范第 3 章的规定执行。

既有铁路无 CPⅢ 时，既有铁路的行车速度等于 200 km/h 时，应按本规范第 3 章的规定建立 CPⅢ，当既有铁路行车速度等于或小于 160 km/h 时，可建立 CPⅢ 或布设外移桩或导线测量中线。

5.2.2 采用外移桩控制测量中线时，外移桩的设置与测量的技术要求应符合下列规定：

- 1 直线地段宜设在百米标处的左侧路肩上，曲线地段宜设在百米标处的外侧路肩上，双线曲线地段设在曲线外侧，在两线

之间时，可移设至曲线内侧。在大桥与隧道地段无法设置外移桩时，可在线路中心设桩。

2 外移桩距线路中心的距离（外移距）宜为 2.5 ~ 3.5 m，同一条线路的外移距宜为等值。遇有建筑物障碍时，外移距可增减。站场内的外移桩宜与基线桩合用。外移桩应注明里程，不编号。

3 外移距应测量两次（曲线地段第二次测量时应重新定向），差值小于 5 mm 时以第一次为准。

4 外移桩应钉设木质方桩。必要时可用水泥包桩。

5 中线转点或外移桩间的距离，直线地段不应大于 500 m，曲线地段不宜大于 200 m。两相邻曲线间的夹直线较短时，夹直线上也应有 1 ~ 2 个外移桩。

6 外移桩测量的技术要求按本规范表 3.2.2 中二级导线标准执行，外移桩应与 CP I 联测，附合长度不宜大于 5 km。

5.2.3 采用导线控制测量中线时，导线的测量主要技术要求应按本规范表 3.2.2 中一级导线标准执行，并与 CP I 联测，附合长度不宜大于 5 km。导线点的布设应符合 CP II 的规定。

5.2.4 中线的方向测量应连续贯通，直线地段可沿外移桩、线路中心或与外移桩同侧钢轨中心测量。曲线地段沿线路或外轨中心测量。由外移桩转至线路或钢轨中心进行方向测量时应在直线上换侧。

5.2.5 长直线地段产生的小偏角符合表 5.2.5 的规定时可视为直线。

表 5.2.5 直线地段允许的小偏角

设计行车速度 (km/h)	允许小偏角 $\Delta\alpha$ (')
200	6
≤ 160	12

当长直线产生的小偏角大于表 5.2.5 时宜按曲线进行测量，

圆曲线的最小长度应符合国家现行《铁路线路设计规范》(GB 50090)的规定。

5.2.6 采用导线点测量曲线时,曲线测量的起点及终点,应设在既有直缓点和缓直点以外 40 ~ 80 m 处。起、终两个置镜点应分别与直线上的控制点联测,构成附合导线。

采用偏角法测角时,应在缓圆点及圆缓点附近整 20 m 加标处设置镜点,置镜点之间的距离不宜大于 300 m。曲线测量时可沿线路中心或沿曲线外轨中心进行。

分转向角应观测一测回,当各分转向角之和与测得的总转向角不符值在 $15\sqrt{n}$ 以内时,以分转向角之和为准。曲线上加标的偏角均应正倒镜各测一次,两次较差在 30" 以内取平均值。

5.2.7 采用导线点测量中线时,距离及竖直角单向观测一测回。两次距离读数满足本规范表 3.5.5 的规定时取平均值;竖直角两半测回间较差 20" 时取平均值;水平角正倒镜各测一次,较差在 20" 以内时取平均值。

5.2.8 曲线上的桥梁、隧道或主要道口等建筑物,应设控制点予以实测。

5.2.9 既有双线并行地段的中线方向测量,直线地段可只测下行线,曲线地段应分别测量。非并行地段尚应对上行线中线方向与曲线进行施测。

线间距以下行线的里程及法线方向为准,直线地段每 100 ~ 200 m 测量一处,曲线地段每 20 ~ 40 m 测量一处,取位至厘米。

5.3 高程测量

5.3.1 改建铁路的水准测量,应根据设计铁路的行车速度,确定水准测量的等级,按本规范第 4 章的规定执行。

5.3.2 改建铁路与另一铁路连接时,应确定两铁路高程系统的关系。

5.3.3 当改建铁路利用既有铁路水准基点时，既有水准点高程应按确定的水准测量等级精度要求连续测量并贯通。当既有水准点高程闭合差符合水准测量精度要求时，应采用原有高程；精度超过限差并确认既有水准点高程有误时，可更改原有高程。

5.3.4 既有水准点的编号不宜变动；当既有水准点遗失、损坏或水准点间的距离大于 2 km 时应补设；在大桥桥头、隧道口、车站等处无水准点时应补设水准点，并另行编号。补设水准点应设在坚固稳定的建筑物上，亦可按《铁路工程测量规范》的规定埋设水准点。

补设或增设的水准点，其高程应自邻近的既有水准点引出，并与另一既有水准点联测闭合。

5.3.5 既有钢轨面高程测量，直线地段测左轨轨面，曲线地段应测内轨轨面，并应测量两次，时速在 200 km/h 时，较差在 10 mm 以内时取平均值；时速在 160 km/h 及以下时，较差在 20 mm 以内时以第一次为准。

高程路线应起闭于水准点，当闭合差在 $\pm 30\sqrt{K}$ mm 以内时，按转点个数平差后推算中桩高程，转点高程取位至毫米，既有钢轨面高程取位至厘米。

既有钢轨面高程检测限差不应大于 20 mm。

5.4 横断面测量

5.4.1 横断面测绘宽度和密度应满足设计需要，百米标和线路纵横向地形变化处、路堤（路堑）的最高（深）点、填挖分界零断面处、土石分界点、桥台桥尾和隧道进出口、挡土墙、护坡、路基病害地段、路基宽度变化处以及线间距变化控制点，均应测绘横断面。横断面每百米不应少于 3 个。

横断面的宽度宜测至路基坡脚或堑顶以外，改建线路或增建第二线一侧，可根据需要加宽。

横断面图的比例尺应为 1:200，特殊情况可用 1:100 或 1:500。

5.4.2 线路两侧的砷肩、砷脚、侧沟、平台、路基边坡变化点、路堤坡脚及路堑堑顶等均应测点，距离高程均取位至厘米。

5.4.3 横断面测量可采用水准仪皮尺、经纬仪视距、光电测距等方法。断面宜在现场点绘；当采用全站仪自动记录，亦可室内绘图或计算机成图，特殊点位和符号应现场标注在草图上。

5.4.4 检测时限差应符合下列规定：

1 在路堤的路肩、路堑的侧沟平台以内时，高程限差应为 ± 5 cm，距离限差应为 ± 10 cm。

2 在路堤的路肩、路堑的侧沟平台以外时，高程限差 d_h 及明显地物点的距离限差 d_l ，不应超过下列公式的计算值：

$$d_h = \pm \left(\frac{l}{1\,000} + \frac{h}{100} + 0.2 \right) \quad (5.4.4-1)$$

$$d_l = \pm \left(\frac{l}{100} + 0.1 \right) \quad (5.4.4-2)$$

式中 h ——检查点至线路中桩的高差，取绝对值 (m)；

l ——检查点至线路中桩的水平距离 (m)。

5.5 地形测量

5.5.1 地形测量宜采用摄影测量方法成图，其技术指标和精度应符合铁道部现行《铁路摄影测量规范》的规定。当采用全站仪数字化测图法、GPS RTK 数字化测图法、经纬仪视距法等方法测图时，应符合本节规定。

5.5.2 地形等级应按表 5.5.2 的规定划分。

表 5.5.2 地形等级表

地形等级	I (平坦地)	II (丘陵地)	III (山地)	IV (高山地)
地面坡度 (°)	<3	3 ~ 10	10 ~ 25	25 以上
地面高差 (m)	<25	25 ~ 150	150 ~ 350	350 以上

注：表内数据系指在一个测段内测图范围中的大部分地面坡度或高差而言，地面坡度与高差有矛盾时，一般以地面坡度为主。

5.5.3 地形图的基本等高距应符合表 5.5.3 的规定。

表 5.5.3 地形图的基本等高距

地形图比例尺	1:500	1:1 000	1:2 000	1:5 000	1:10 000
基本等高距 (m)	0.5; 1	1; 2	1; 2	2; 5; 10	5; 10

注：同一测区的同一种比例尺地形图，宜采用同一种基本等高距。

5.5.4 地物点在图上的点位中误差不应大于表 5.5.4 的规定。

表 5.5.4 点位中误差表

地形图比例尺	点位中误差 (mm)
1:500、1:1 000	1.6
1:2 000	I、II 级地形：1.0；III、IV 级地形：1.2；困难时：1.6
1:5 000、1:10 000	I、II 级地形：0.5；III、IV 级地形：0.8；困难时：1.2

5.5.5 高程注记点、等高线的高程中误差不应大于表 5.5.5 的规定。

表 5.5.5 高程注记点和等高线的高程中误差表

地形等级	I		II		III		IV	
误差类别 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
1:1 000	0.40	0.50	0.60	0.75	0.80	1.00	1.20	1.50
1:2 000	0.60	0.75	0.96	1.20	1.60	2.00	2.00	2.50
1:5 000	0.90	1.00	1.20	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
1:10 000	1.20	1.50	2.00	2.50	3.2	4.00	4.80	6.00

注：隐蔽和困难地区，可按上表规定放宽到 1.5 倍。

5.5.6 全线应有比例尺为 1:2 000 的带状地形图。地形图的测绘宽度可根据设计需要确定，但中线两侧均不应小于 150 m。

5.5.7 原有地形图经核对确认可以利用时可不重测，宽度不足及地貌、地物有明显变化的部分应予补测、重测。

5.5.8 补测、重测地形应符合下列规定：

1 地形图图例符号应符合国家现行标准《铁路工程制图标准》和《铁路工程制图图形符号标准》的规定。在标准中没有规定的地物、地貌可自行补充，但应在图例中说明。

2 地形点的分布及密度，应能反映地形、地貌的真实情况，满足正确插入等高线的需要。在图上的点间距，当地面横坡大于1:3时，不宜大于15 mm；地面横坡为1:3及以下时，不宜大于20 mm。地形点的高程取至分米。

3 图廓格网线绘制和控制点的展绘误差不应大于0.2 mm。图廓格网的对角线或控制点间的长度误差不应大于0.3 mm。

4 地形测量宜以外移桩点、导线点或钢轨中心作测站，必要时可设置地形转点，但不宜连续设置2个以上转点。地形转点应作记录；当只设置一个地形转点时，可直接点绘。

5 地形转点可用光电支导线法测设，亦可采用经纬仪视距法测设。用视距法测设地形转点时，其竖直角不应大于25°，距离不应大于表5.5.8—1规定观测距离的2/3。

地形转点应用正倒镜往返观测，其限差满足表5.5.8—2的规定时取平均值。

6 观测地形点时，竖直角不应大于30°，观测距离应符合表5.5.8—1的规定。

表 5.5.8—1 最大观测距离 (m)

测图比例尺	竖直角 < 12°	竖直角 ≥ 12°
1:500	100	80
1:1 000	200	150
1:2 000	350	300
1:5 000	400	350

表 5.5.8—2 地形转点正侧镜观测限差

项 目	水平角	距 离	竖直角	高 差
限 差	2'	$S/200$	2'	$S/500$

注：S 为转点间的距离，以米为单位。

7 在测站上作业前，应核对后视点的距离和高程，并应检查前站所测的明显地物点或测点，观测时间较久及移站前均应检查后视方向。

5.5.9 全站仪数字化测图应符合下列规定：

1 野外数据采集应满足下列要求：

- 1) 仪器对中误差不得大于 5 mm。
- 2) 数据采集开始前和结束后，应对后视点的距离和高程进行检核，距离较差在图上不得大于 0.1 (mm)，高程较差不得大于 1/6 基本等高距。检测结果超限时，本站已测的碎部点必须重测。
- 3) 仪器高和棱镜高均应量至厘米。施测地物点时，若棱镜偏离地物点大于 5 cm，应加偏心改正。
- 4) 一天或一阶段采集工作完成后，应对照草图检查所采集的数据。发现矛盾应按实地情况修改草图或修改数据记录中的测点编号、地形码或信息码。严禁修改记录中的观测数据，但必须删除作废记录和补充实测时来不及记录的调绘点的数据。
- 5) 检查修改后的数据应及时存盘和备份。

2 数据处理和图形编辑应符合下列规定：

- 1) 野外数据经计算机解码、分流、平差和处理后，应生成控制点坐标文件、碎部点文件和图形文件。
- 2) 图形文件中的数据应分层存放。
- 3) 图形编辑应根据编辑样图和草图，按照国家现行标准的《1:500、1:1 000、1:2 000 地形图图式》(GB 7929) 和

《铁路工程测量规范》(TB 10101) 的规定确定修改和增删内容, 进行分层编辑和相关层编辑。

- 4) 数据文件格式可根据单位内部数字化测图选定, 也可按国家现行《大比例尺地形图机助制图规范》(GB 14912) 规定执行。

5.5.10 地形图平面和高程精度的检查和质量评定应符合下列规定:

1 地物点在图上的点位中误差应符合表 5.5.4 的规定。

2 检查时点位中误差应按 (5.5.10—1)、(5.5.10—2) 式计算:

1) 当用高精度方法检查时:

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_s^2}{n}} \quad (5.5.10-1)$$

2) 当用同等精度方法检查时:

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_{1s}^2}{2n}} \quad (5.5.10-2)$$

式中 m_s ——检测时点位中误差 (mm);

Δ_s ——高精度检查点位与图上同名点位较差 (mm);

Δ_{1s} ——同精度检查点位与图上同名点位较差 (mm);

n ——同一地面横坡的检查点数。

3 等高线高程中误差应符合表 5.5.5 的规定。检查时高程中误差应按 (5.5.10—3)、(5.5.10—4) 式计算:

1) 当用高精度方法检查时:

$$m_h = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_h^2}{n}} \quad (5.5.10-3)$$

2) 当用同等精度方法检查时:

$$m_h = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_{1h}^2}{2n}} \quad (5.5.10-4)$$

式中 m_h ——检测时高程中误差 (m);
 Δ_h ——高精度检查点的高程与图上内插高程之差 (m);
 Δ_{lh} ——同精度检查点的高程与图上内插高程之差 (m);
 n ——同一地图横坡的检查点数。

5.6 线路调查与测绘

5.6.1 对既有线及其两侧的建筑物、铁路标志设备和有关地物等,在地形图上精度达不到要求或显示有困难时,应进行横向测绘。

测绘工作在里程测量之后进行,测绘的宽度及内容应满足设计要求,每侧宽度不宜小于 20 m,重点工程及用地较宽处应酌量加宽。

5.6.2 测绘时应采用以线路中心为基线,用钢卷尺或皮尺测量对象至线路中心的距离,路基以内取位至厘米,路基以外取位至分米,地貌分类(含土地类别)和行政区的分界,取位至米。

遇有跨线建筑物及平(立)交道时,应测记交叉里程、交角及道路宽度,并注明去向及有无看守等情况;跨越的电力、通信、广播线路应测记交叉里程、交角,并注明杆号,还应测出左右相邻两根电杆或塔架与铁路的平面关系及线路中心电线路至轨面的高差,并记录测量时的温度。

5.6.3 调绘结果应记录并绘示在百米标簿上。

6 站场测量

6.1 控制测量

6.1.1 既有线站场控制测量应设置基线，基线宜设在有利于测绘、设计、施工的位置。

中小站及区段站可利用正线或其外移桩作为基线，编组站的车场部分应设置中轴线作为基线。规模较大的双向系统编组站，可根据需要，设置双向中轴线作为基线。利用正线外移桩作基线时，外移桩桩位应按设置基线的精度要求进行测设。站内的场、段、所可在主基线下扩展设置基线。

直线车站的基线应与正线平行，曲线车站的基线除道岔区应与正线平行外，其余地段可布成折线，但基线的边数不宜过多。

6.1.2 基线应有各自的编号和里程，利用正线的基线应与正线的里程一致。

6.1.3 基线的数目及长度应满足平面测绘及设计的需要。在较大站场的测量中，为避免与车站作业干扰和保证平面控制精度，也可设计一条或几条辅助基线，并与基线构成基线网。

6.1.4 基线桩的间距宜为 100 ~ 300 m 为宜，布置点位时，应考虑安全、便于测绘和保护桩橛及施工放线方便等条件。

6.1.5 规模较大的区段站、编组站的基线应与枢纽内的(CP I)或(CP II)联测。设置双向基线的编组站，两条基线间应进行分段联测。

靠近城市和厂矿的站场基线，必要时应与城市或厂矿测量控制点联测。

6.1.6 基线的水平角应使用不低于 2"级精度的光电测距仪、全

站仪观测。基线的测量等级，一般车站按二级导线测量技术要求执行；较大的区段站、编组站，按一级导线的测量技术要求执行；当线路导线测量精度高于以上标准时，按线路导线测量精度标准执行。

6.2 里程及中线测量

6.2.1 既有站或枢纽内线路的里程测量，除正线外，段管线、岔线和特殊用途线等，均应单独测量里程，并以接轨道岔的岔心为起点，岔线也可以零公里标或站中心为起点，其测量终点应满足设计需要，并设在直线上。

站内的场、段、所线路的里程测量，可选择一条能控制全部既有设备的贯通线进行。

里程测量、标注的方法，精度及加标的要求，均应符合本规范第5.1节的规定，但在50 m处应设加标。

驼峰调车场中轴线里程的加标，应从驼峰线路的峰顶至加速坡末端间，每5 m设加标，压钩坡起点至峰顶和加速坡末端至中间坡末端间每10 m设加标，其余地段每20 m设加标；站内其他较短的单独线路也宜每20 m设加标；避难线每5~10 m设加标。

6.2.2 各线里程测量的起迄点，均应与正线基线或相应的线路联测，明确里程关系。

6.2.3 既有站（或枢纽）内线路的中线测量，应符合本规范第5.2节的规定，并应埋设外移桩。

道岔连接曲线或长度较短且无缓和曲线的站内线路，可采用股道导线法、正矢法等测量曲线。

6.3 平面测绘

6.3.1 站场平面测绘应以正线或基线为坐标横轴，采用极坐标法或直角坐标法进行。

6.3.2 道岔应按图6.3.2所示尺寸测量，取位至毫米。

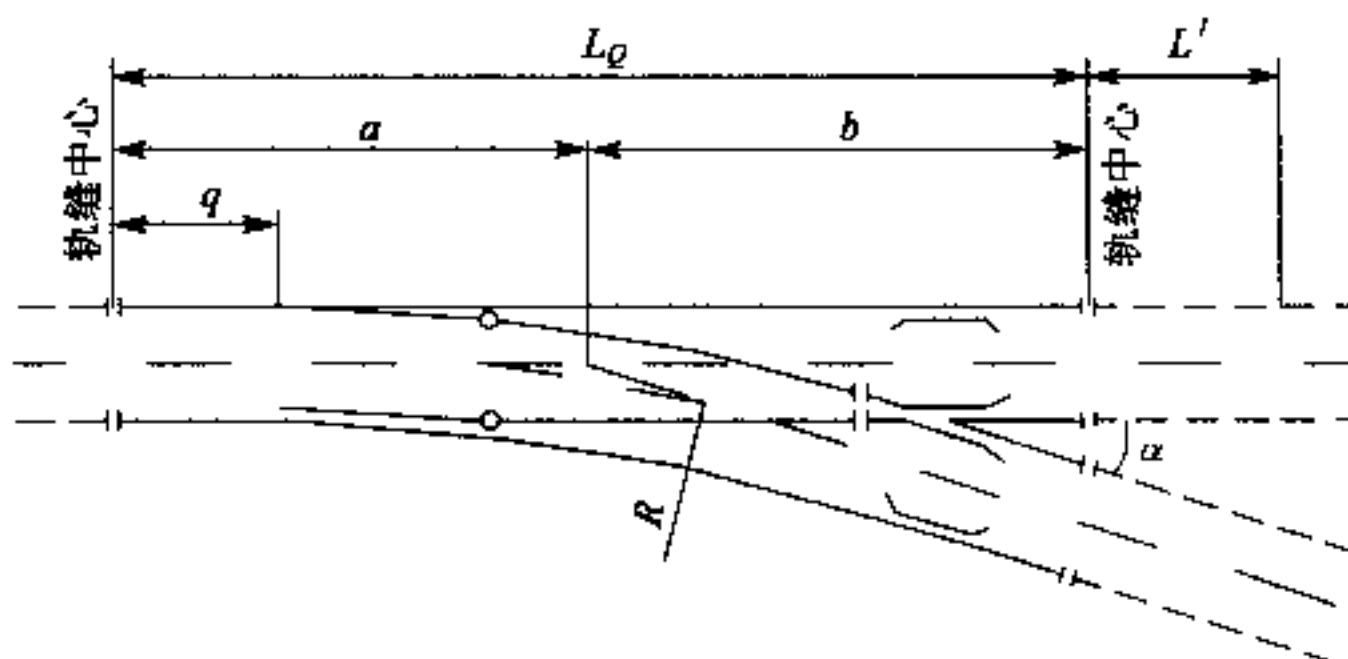


图 6.3.2 道岔尺寸示意图

q —尖轨前基本轨缝中心至尖轨尖端的长度； a —尖轨前基本轨缝中心至岔心的长度； b —岔心至辙叉跟端轨缝中心的长度； L' —辙叉跟端轨缝中心至末根岔枕的距离； L_Q —道岔全长； R —导曲线半径； α —辙叉角度

6.3.3 线间距测量应以正线的里程及法线方向为准，在百米标或加标处进行。直线地段应每 100 ~ 200 m 测量一处；曲线地段、咽喉区及线间距不规则的地段，宜每 20 ~ 40 m 测量一处。

6.3.4 采用横向测绘测设与建筑限界有关的建筑物及设备，其距离应取位至厘米，检测限差不应大于 2 cm；不影响建筑限界的建筑物及设备，其距离应取位至分米，检测限差应按本规范第 5.4.4 条的规定执行。

采用光电测距仪、全站仪极坐标法测设岔心、股道中心等重要建筑物及设备时，水平角应观测一测回，角值较差在 30" 内时，应取平均值。测距限差应为 20 mm。

对天桥、地道、跨线桥、跨越站线的电线路等与建筑限界有关的建筑物及设备，应测量与线路的交角及净高。其交角取位至分；净高取位至厘米。

6.4 高程测量

6.4.1 站内高程测量应按本规范第 5.3 节的有关规定执行。在

机务段、车辆段、货场等处及大型建筑物附近应增设水准点。

6.4.2 站场范围内，如有国家或其他单位的水准点，必要时应进行联测。

6.4.3 站内线路的中桩高程测量，除百米标、加标外，还应测量基线桩顶及重要建筑物和设备的高程，如转车盘盘顶、转车盘盘底、轨道衡等。

6.5 横断面及地形测量

6.5.1 横断面及地形测量的精度要求，应符合本规范第 5.4 节及第 5.5 节的规定。

6.5.2 站场横断面测量应满足设计要求。除百米标、地形变化处、支挡工程、护坡及路基病害地段的加桩外，还应在站房场坪两端、库房两端、驼峰平台、站场设计的平面宽度变化较大处及较宽地段的重点地形变化处加桩，施测横断面。

横断面每百米不应少于 3 个，驼峰地段从压钩坡起点附近至中间坡末端不应大于 20 m。初测时，横断面个数可适当减少。

横断面的宽度，宜测至既有或设计路基坡脚或堑顶以外。各股道的轨顶、砟肩、砟脚、路肩、侧沟及平台、纵向排水槽、路基边坡变化点、路基坡脚及堑顶均应测点。

6.5.3 横断面测量时，测量的线间距应与平面测绘里程相同地段的线间距资料校核，较差在 5 cm 以内时，应以平面测绘的线间距为准。

6.5.4 站场平面图的比例应为 1:1 000 或 1:2 000，其测绘范围应根据设计需要确定，中小站可利用线路带状图。

6.5.5 枢纽及大站的大面积地形测绘，宜采用闭合导线进行测绘。

6.5.6 收集和利用原有的地形图及使用航测地形图时，应对地形测绘内容进行现场核对、修正，必要时应进行现场补测。

7 桥涵测量

7.1 水文测量

7.1.1 改建铁路既有线的桥涵水文调查及测量工作应符合国家现行标准《铁路工程水文勘测设计规范》(TB 10017)的有关规定。

7.1.2 无水文资料的既有桥梁应补充水文资料,进行水文测量。

7.1.3 实测水面坡度和水文断面时,水文断面测量除可利用桥址断面外,还应在桥渡的上、下游水流不受既有桥影响的河段,布设1~2个水文断面;水面坡度的施测长度不应小于3倍河宽,并应与上、下游水文断面坡度联测在一起。

7.1.4 水位点高程应施测两次,其较差值不应大于2 cm,用光电测距三角高程代替水准测量时,应符合本规范第3.3节的规定,测量精度不应低于本规范表1.0.9中五等水准测量的规定。洪水位点平面位置可采用光电测距仪,经纬仪视距法或直接测量测定,其限差不应大于距离的1/50。

7.1.5 水文条件复杂的重点桥渡,应利用水文站的观测资料,并进行汛期洪水观测。当既有桥梁需要进行冲刷观测时,宜在洪峰时和洪峰前后进行。

冲刷观测内容应包括水位、流速、水深及流向、泥沙、横比降等。桥墩局部冲刷观测应在桥墩周围一定的范围内,进行水深、水位、流速的测量,施测范围应观测至局部冲刷坑以外。

7.2 地形和断面测量

7.2.1 桥涵地形测绘的方法及精度要求,应按本规范第5.5节

的规定执行。水下地形应采用断面法、前方交会法或 GPS 定位等方法测绘。

采用前方交会法时，基线长度的限差不应大于距离的 $1/2\ 000$ ，交会角不应小于 30° 。

$1:2\ 000$ 和 $1:500$ 地形图上地形点的间距宜为 $2 \sim 4\text{ cm}$ ，当相邻测点的高程有急剧变化时，应加密测点。

7.2.2 需改建的既有桥梁应测绘下列资料：桥址平面图，比例尺为 $1:500 \sim 1:5\ 000$ ；桥址纵断面图，比例尺为 $1:200 \sim 1:1\ 000$ ；辅助断面图，比例尺为 $1:50 \sim 1:200$ 。

7.2.3 桥址平面图应测绘既有桥的墩台、导流建筑物的位置和高程。水文复杂、地形地貌有变异及需要扩孔或改建者，测绘范围应包括既有桥附近的斜流、回流、死水和冲淤地段。

7.2.4 水文断面测量应测至历史洪水位以上大于 0.5 m ，断面上的起始点至各测点间的距离可采用直接测量、经纬仪视距、交会法、全站仪等方法测定，其限差应为距离的 $1/50$ 。当采用经纬仪交会法测定水中测点的距离时，基线测量的限差应为长度的 $1/200$ 。水面以上测点高程的检测限差应为 0.1 m 。水中部分应选择适当的测深工具探测，两次测深差不应大于水深的 $1/20$ 。

7.2.5 一般桥址纵断面及各种辅助断面的测点高程宜用水准仪施测，限差应为 0.1 m ，测点距离的限差应为距离的 $1/200$ ，水下断面的测量宜采用前方交会法，基线长度测量的限差应为 $1/500$ 。

水准点间高程闭合差应满足五等水准测量要求。

7.2.6 涵洞断面测量应符合下列规定：

1 测点高程限差：平原或丘陵地区应为 0.1 m ，山区应为 0.2 m 。

2 测点距离的限差应为距离的 $1/200$ 。

3 横向允许偏差应为 0.2 m 。

7.2.7 复杂特大桥、重点大桥桥址纵断面在水面以上部分的测

点里程，可根据桥址中线控制桩，采用全站仪、光电测距仪或钢卷尺测定。各测点与起点间量距误差不应大于距离的 $1/2000$ ；横向允许偏差不应大于 0.2 m 。测点高程可用水准测量或三角高程测量，其限差应为 0.1 m ，应按五等水准测量要求与水准点进行闭合。当采用光电测距仪测定里程及标高时，测站至测点的距离不宜大于 400 m 。水中测点的测量应符合本规范第 7.2.4 条和第 7.2.5 条的规定。

7.2.8 既有桥址纵断面图应标明既有桥墩台及其附属建筑物的位置、有关尺寸和高程，并应标明与线路的平面关系。增建第二线桥时，应根据需要测绘墩台辅助横断面，并标明与既有桥的关系。增建第二线涵洞时，涵洞轴向断面应标明对应的既有涵洞轴向断面位置、尺寸及高程。若两线涵洞轴线不对应，则应绘制平面关系示意图。

7.2.9 需进行桥式比选的改建立交桥及影响站、线和引道布置的立交桥、涵均应收集或测绘平面、纵断面图，并测量路面宽度及道路与铁路交角。

7.3 桥涵尺寸测量

7.3.1 既有桥涵的尺寸测量，应在收集有关既有资料和调查的基础上进行。测量的各种数据必须检查核对，在现场绘制草图，并检查判明各部位的建筑材料。

7.3.2 运营情况良好的既有桥墩台在加高 0.4 m 以内，或对增建二线桥无影响时，其基础部分可不进行挖探。除此以外缺乏竣工资料的既有桥涵，其桥涵隐蔽部分（墩台身及基础）应进行挖探，并根据墩台的结构类型、水文、地质等情况，采用开挖或钻探等方法进行。

7.3.3 既有桥涵测量的精度要求：

- 1 钢结构桥梁尺寸测量应取位至毫米，其他取位至厘米。
- 2 大中桥的桥长、跨度、桥墩中心或与桥台的挡砟墙间的

长度，两次测量的较差不应大于 $1/2\ 000$ 。

3 涵渠轴线与线路中心线的夹角，应取位至分。

4 高程采用水准测量或三角高程测量，其精度应满足五等水准测量的要求。

5 重要桥梁有特殊要求时，应适当提高测量距离、长度及高程的精度。

7.3.4 既有桥涵测量完成后，应根据测量草图、实测断面、水文地质等资料绘制测量图。特大桥及大中桥全桥测量图的比例尺为 $1:100 \sim 1:500$ ，小桥涵测量图的比例尺为 $1:50 \sim 1:200$ ，局部结构详图的比例尺为 $1:10 \sim 1:50$ 。

7.3.5 大、中桥有关尺寸的测量应符合下列规定：

1 以桥墩台顶帽边缘及梁底部两片主梁的内缘为准，分别定出中心，两中心的距离即为支承垫石中心线至墩台中心的预偏心值 M 。

2 在桥墩台处以道砟槽边缘为准，定出中心，与线路现状中心之间的距离即为线路中心线至桥梁工作线或支承垫石中心线的偏移值 E 。

3 找出轨面连线间中心高度，用线垂测出此高度至垫石顶面的距离即为轨顶至垫石的高度。

4 增建二线时新建桥涵基础开挖施工，不影响既有桥涵安全的绕行地段，其桥涵测量应符合国家现行标准《新建铁路工程测量规范》(TB 10101) 的规定。

8 隧道测量

8.0.1 洞内直线每隔 50 m、曲线每隔 20 m，应测量既有隧道中线与既有线路中线的偏距，对需要拨道的隧道，应每隔 10 ~ 20 m 测量隧道每侧的净宽。

8.0.2 洞内横断面和净空测量的距离，直线上应为 50 m，曲线上应为 20 m，突变处应加测。衬砌完整、净空能满足要求时，间距可适当放宽；未衬砌或净空不够的部分，间距应缩短为 10 m，并测记其起迄里程。

隧道净空测量应采用断面仪等新型设备。断面图上应标注里程，断面主要尺寸，内轨面、拱顶、基底、水沟底的高程，隧道中线与线路中线的关系。距离和高程应取位至毫米，检测限差应为 ± 10 mm。排水量大的隧道应测量水沟的水深、流速、流量等资料。

8.0.3 既有隧道需改造时，应进行与病害整治有关的测量，内容包括衬砌变形、开裂、渗漏水，衬砌厚度，衬砌背后回填情况，隧底翻浆冒泥等，测量结果应进行详细整理，并绘制隧道病害平面展示图。

8.0.4 当缺少竣工图、设计图等技术资料时，需改建的既有隧道，应测量拱部、边墙的衬砌厚度；需改建洞门时，应测量基础深度及端墙厚度，并测量洞门及挡墙翼墙的主要尺寸。

8.0.5 既有隧道改建需延长洞口或重新设计洞口时，应加测 1:500 的洞口地形图、1:200 的洞口纵断面图及洞口横断面图。

8.0.6 增建第二线时，应符合国家现行标准《新建铁路工程测量规范》(TB 10101) 的规定。

9 电气化改造测量

9.1 一般规定

9.1.1 需进行土建改造的既有线及增建第二线，应按本规范第3~6章的规定执行。

9.1.2 不需土建改造的区段，应收集近期的复测资料，并按电气化设计要求进行复查；如无复测资料，应结合本规范第3~8章的相关要求进行测量。

9.2 线路测量

9.2.1 全线里程测量应贯通，可不进行详细的中线测量。测量时应根据收集的既有曲线资料，现场核对曲线起、终点里程，曲线半径及缓和曲线长度等数据。

9.2.2 水准点高程应以既有的水准资料为基础，必要时可进行检测，并根据具体情况和需要补设或增设水准点。全线应作中桩（轨面）高程测量。

9.2.3 挡墙、深堑、路堤的路肩宽度，不能满足设置接触网支柱及支柱侧面限界要求时，应进行横断面测绘，测绘密度及宽度应根据需要和具体情况决定。

9.2.4 全线应收集或测绘符合现状的线路平面图及纵断面图。当利用收集的既有图时，应核补与电气化工程有关的地形地物。

9.2.5 横向测绘应符合下列规定：

1 测量通过机动车、畜力车的平交道口的中心里程、宽度（平行线路方向的宽度）、交角时，距离应取位至厘米，交角应取位至分，并调查有无看守。

2 测量养路机械化作业平台的中心里程、沿线路方向的长度，并调查在线路左右侧的位置。

3 测量距最外线路股道中心 5 m 以内各种建筑物和设备至线路中心的距离时，应取位至厘米。

4 根据设计要求，应测量既有接触网支柱里程、跨距、侧面限界，并标明线路左右侧位置。里程、跨距应取位至米，侧面限界应取位至厘米。

9.2.6 跨线管线和建筑物测量应满足下列要求：

1 跨越铁路的电力线路，电压在 10 kV 及以上时，应测出跨越处的里程、交角、电力线最低点至轨面的高度，同时测记温度，并测出杆高和两侧杆位距线路中心的距离以及杆位处地面与轨面的高差，取位至厘米。

2 跨越铁路的铁路、公路、天桥、渡槽、架空管道等建筑物，应测量跨越处的里程、交角，最低点至轨面的高度，最低点处垂直、平行线路方向的宽度及其两侧墩台内侧面与线路中心的距离，取位至厘米。

3 跨河的特大型下承式钢梁桥，应测量列车以最大速度通过时的震动幅度，取位至毫米。

9.2.7 供电线、捷接线、10 kV 电力线的线路，应测绘或利用 1:2 000 的带状地形图及横向为 1:2 000、竖向为 1:500 或 1:2 000 的纵断面图。

9.2.8 路外通信、广播等线路设备和油、气管道及其他设施，应测绘其现状，并标明与铁路的相对位置。测绘内容、测绘宽度，可根据电气化改造的具体情况和需要确定。

9.3 站场测量

9.3.1 在站中心及两端咽喉内侧临近道岔连接曲线处，应测绘横断面，并将该三处每股道的轨面高程标注在平面图上。在大站咽喉区及车站宽度变化处，宜加测横断面。

9.3.2 跨越铁路的电力线及跨线建筑物最低高度和雨棚最高高度的测量，应符合本规范第 7.2.6 条的规定。对电气化铁路有影响的装卸机械类型、吊臂回旋半径、走行轨道及范围，应予查明记录。中小站站场最外股道 3.5 m，编组站、区段站及其他较大站场最外股道 10 m 范围内，应测量房屋及其他建筑物（含灯塔、水塔、站台、通信铁塔等）的外部尺寸及距地面高度。既有接触网支柱的测量，应符合本规范第 9.2.5 条第 4 款的规定。

9.3.3 站场测量应收集或测绘站场平面图及纵断面图，区段站及其以上的大站应有 1:1 000 的平面图。站场平面图应包括以下内容：道岔编号、道岔号、道岔中心里程、岔后曲线半径、股道间距、股道曲线要素及高柱信号机位置。

9.3.4 新建供电段、牵引变电所、接触网工区的岔线及通段、所、工区的公路，应收集或测绘 1:2 000 的地形图。

新建供电段，牵引变电所，开闭所，分区所，AT 所，接触网工区及新建电力变、配电所的场坪，应测绘 1:500 的地形图。

9.4 桥梁、隧道测量

9.4.1 桥梁上需要进行接触网立柱，且无既有资料可利用时，应测量下列尺寸：

1 基本尺寸应包括下列内容：

桥梁类型、长度、中心里程、孔跨及桥台长度，桥台尾里程，多线时应测量线间距；

桥墩、台上方线路中心至人行道栏杆外侧距离；

桥墩中心至人行道栏杆外侧距离；

桥梁上既有接触网支柱安装结构尺寸，支柱侧面限界和跨距。

2 支承垫石中心与墩台中心预偏心值 M

若曲线半径、桥跨组合、墩台类型均相同时，可测一个有代表性的 M 值，否则应分别测出 M 值。

3 线路中心线至桥梁工作线（或支承垫石中心线）的偏移值 E

测量原则同 M 值，缓和曲线上只测靠近缓圆点的一个桥墩的 E 值。

4 轨面至垫石面的高度及墩台上部轮廓尺寸（测至墩台面以下 2.5 m）

测量线路轨顶至桥墩支承垫石顶及墩台顶的垂高，曲线时内外轨均应测量。同类型的墩台和桥面结构，可测一组代表性的数据，否则应分别测出，取位至厘米。墩台的外部轮廓尺寸，同类型可测一个值，并加以说明。

M 值、 E 值及轨顶至垫石顶高度的测量方法应按本规范第 5.3.5 条的规定执行。

5 梁部尺寸：下承钢梁应测量上部桁架结构的尺寸、净空、净宽以及其余有关桁架结构尺寸；上承梁应测量与电气化改造有关的尺寸，取值至厘米。

6 人行道宽度、避车台位置及尺寸，左右侧均应测该桥最宽的一个尺寸，取位至厘米。

9.4.2 接触网需要下锚的跨线建筑物，如无结构资料，应测量其主梁的有关结构尺寸及断面轮廓尺寸，取位至厘米。

9.4.3 隧道应测量横断面和净空，测量间距、高程的取位及检测限差，均应按本规范第 8.0.2 条的规定执行。

必要时，应测量洞门外形尺寸、洞门形式（注明交角、洞门坡度）及其与线路的关系。

10 施 工 测 量

10.1 施 工 复 测

10.1.1 施工前应对线路控制网（CPⅡ）或外移桩，站场基线，大型枢纽、桥隧的中线或轴线，水准点高程等进行复测。

根据施工需要，可增测横断面，辅助基线和临时水准点。

对可能被施工毁坏的控制桩橛和水准点应移设。

施工复测的精度和要求，本章未作规定的均按本规范的有关章节规定执行。

10.1.2 绕行线地段特大桥（特长隧道）施工控制测量按《新建铁路工程测量规范》（TB 10101）的有关规定执行。

10.2 施 工 放 样

10.2.1 与既有线并行的改建或增建二线的中线放样，应符合下列规定：

1 一般路基地段可按线间距放样。

2 陡坡地段可先根据路基横断面资料进行路基放样，待陡坡开挖放缓后，再进行中线放样或现地钉桩。

3 有桥梁、隧道和挡土墙等建筑物的曲线地段，应现地钉桩并与平面计算资料核对。

10.2.2 绕行线的中线放样应根据行车速度按《铁路工程测量规范》（TB 10101）的相关规定执行。

10.2.3 路基边桩可采用测量横断面的方法测设，并根据地形起伏和桩橛稳固情况，在施工范围以外设置1~2个方向控制桩。

10.2.4 路基防护工程施工放样，其位置、结构尺寸误差，基底

及顶部高程误差，应符合本规范第 5.4.4 条的规定。

10.2.5 站场股道中线应以基线为依据，与正线的线间距用直角坐标法测定。股道连接曲线的偏角应与连接道岔的辙叉角相等；平行正线的股道，其曲线偏角应与正线的曲线偏角相等，其不符值均不应大于 30″。

10.2.6 桥梁、隧道应根据工程具体情况和施工的需要，布设施工控制网，或沿第二线中线作精密导线测量。控制网或精密导线的布设、测量及桥、隧工程的细部放样，均应符合国家现行标准《铁路工程测量规范》(TB 10101) 的规定。

10.3 铺 轨 测 量

10.3.1 铺轨前应进行线下工程竣工测量，由线下工程施工单位进行线路中线测量、构筑物测量（隧道限界、桥梁墩台高程等）和路基横断面测量。

10.3.2 线下工程竣工测量完成后，建设单位应组织运营管理、施工、设计、监理单位进行验收、交接，并办理交验报告。

10.3.3 线下工程验收合格后，由轨道铺架施工单位按本规范表 3.1.3 的要求建立轨道控制网（CPⅢ）。CPⅢ控制点的高程应按表 10.3.3 的规定施测。

表 10.3.3 CPⅢ控制点高程测量技术要求

线路设计速度目标值	测量等级	相邻点高差限差
200 km/h	四 等	$20\sqrt{L}$
< 160 km/h	五 等	$30\sqrt{L}$

10.3.4 铺轨前，应根据 CPⅢ控制点进行线路中线、道岔定位测量，并应符合下列要求：

1 中线桩位限差应满足纵向 $S/10\,000 + 0.005$ （S 为转点至桩位的距离，以 m 计）、横向 $\pm 10\text{ mm}$ 的要求。

2 道岔测设值与设计值较差应满足：距离限差 $\pm 4\text{ mm}$ ，高

差的限差 ± 4 mm。

10.3.5 铺轨平面测量应满足下列要求：

1 直线上应利用 CPⅢ控制点进行轨道铺设控制测量。对于设计行车速度 200 km/h 铁路的点位横向误差的限差每 150 m 不应超过 10 mm，设计行车速度 160 km/h 及以下铁路的点位横向误差的限差每 100 m 不应超过 10 mm。线路静态平顺度应符合相关标准的规定。

2 曲线上应按 CPⅢ精度要求，在 CPⅢ点间每隔 60 m 左右设置加密基桩，曲线控制点、变坡点以及竖曲线起终点处应设加密基桩。并利用 CPⅢ控制点和加密基桩进行轨道铺设控制测量。曲线静态圆顺度应符合相关标准的规定。

10.3.6 铺轨的轨面高程测量应满足下列要求：

1 直线上以左轨、曲线上以内轨为基准面。高程施测点应按本规范第 10.3.5 条规定的加桩里程施测。

2 计算每个里程点的设计高程，曲线外轨应加上设计超高值。

3 用中平法测量每个里程点的高程，应在一个测站上完成整个竖曲线的测量。

4 施工高程与设计值之差不应大于 ± 4 mm，竖曲线范围内施工高程与设计值之差不应大于 ± 3 mm。

10.4 竣工测量

10.4.1 竣工测量应进行中线测量、高程测量和横断面测量，并贯通全线的里程和高程。

10.4.2 线路中线贯通测量的加桩设置，应满足编制竣工文件需要。曲线起终点，道岔中心，变坡点，竖曲线起终点，平、立交道中心，桥涵中心，大中桥台前及台尾，隧道进出口，隧道内断面变化处，车站中心，支挡工程的起终点和中间变化点，道砟厚度变化点，跨越线路的电力线、通信线和地下管线中心等处均应

设置加桩。

10.4.3 轨道控制基桩和线路中线贯通测量的方法、精度要求，应根据线路设计行车速度按本规范第 3.1.3、10.3.4、10.3.5 条的规定执行。

10.4.4 高程竣工测量时，应将水准基点（含施工增设的水准点）按原测设精度移设于接近线路的稳固建筑物或岩石上，如无上述条件时可结合轨道控制基桩埋设永久性混凝土水准点，其设置应符合国家现行标准《铁路工程测量规范》（TB 10101）的规定。水准基点应每隔 1~2 km 设置一个，并应绘制水准点布设平面草图及其位置描述。

10.4.5 横断面竣工测量时，路基宽度不得小于设计宽度；侧沟、天沟的深度、宽度与设计值之差不得大于 5 cm；路堤护道宽度与设计值之差不得大于 10 cm。对不符合要求且误差超限者应进行修整或重测。

10.4.6 全线竣工后，建设单位应组织施工与运营管理部门对竣工资料进行验收复测，验收合格后办理交接验收报告。验收复测内容和要求如下：

- 1 对 CP I 点、CP II 点、CP III 点、水准点等进行复测。
- 2 进行轨面高程测量和横断面测量，并贯通全线的里程和高程。
- 3 线路中线复测的允许偏差值应满足表 10.4.6 的规定。

表 10.4.6 有砟轨道中线允许偏差表

序号	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	中线		30	全站仪
2	线间距		0 ~ +20	钢尺
3	轨面 高程	路基上	±20	水平仪
		建筑物	±10	
		紧靠站台	0 ~ +20	

10.4.7 线路竣工地形图测量范围为铁路用地界外 50 m，地形图比例尺为 1:2 000，宜采用线路施工平面图进行修测。地形图测量的技术要求按本规范第 5.5 节地形测量的规定执行。

10.4.8 全线竣工后，施工单位应向运营管理单位交接下列资料：

- 1 线路竣工平、纵、横断面图。
- 2 构筑物的竣工图。
- 3 轨道静态几何状态竣工测量表。
- 4 路基表、桥涵表、隧道表、车站表等。
- 5 各种测量资料、桩橛：
 - 1) 测量资料主要包括：CPI 点、CPII 点、水准点、CPⅢ 点测量成果表及点之记，测量技术报告等。
 - 2) 桩橛应包括：CPI 点、CPII 点、水准点、CPⅢ 点等。

11 航空摄影测量

11.1 一般规定

11.1.1 本章规定适用于 1:1 000、1:2 000 比例尺测图。未作规定的应按现行标准《新建铁路摄影测量规范》(TB 10050) 的规定执行。

11.1.2 测绘地形图的基本等高距、基本精度、测绘宽度等要求执行本规范第 5.5 节的规定。

11.1.3 航空摄影比例尺, 根据地形条件、测图方式、线路及铁路建筑物和设备的复杂程度, 1:1 000 地形图测绘航空摄影比例宜为 1:4 000 ~ 1:6 000; 1:2 000 地形图测绘航空摄影比例宜采用 1:5 000 ~ 1:8 000。航摄仪的焦距 (f_k) 宜为 150 ~ 213 mm。

11.1.4 航带设计应遵循下列原则:

- 1 设计应在 1:50 000 地形图上进行。
- 2 同一站场应布设在同一航带内。
- 3 线路中线宜位于航带中央。

11.1.5 航摄资料的质量应符合现行标准《新建铁路摄影测量规范》(TB 10050) 的规定。

11.1.6 站坪及密集居民地范围内的地貌, 用高程注记点及地貌符号表示, 每方格内不应少于 8 个高程注记点。

11.1.7 航测外业控制点 (简称“外控点”) 和线路联测点, 对最近大地点的平面位置中误差不应大于 0.3 m。外控点对最近水准点的高程中误差应为:

I 级地形等于或小于 0.20 m; II 级地形等于或小于 0.30 m;
III、IV 级地形等于或小于 0.45 m。

11.1.8 内业加密控制点对最近外控点的平面位置和高程中误差不应大于表 11.1.8 的规定。

表 11.1.8 内业加密控制点的平面、高程中误差

地形等级	I		II		III		IV	
成图比例尺	1:1 000	1:2 000	1:1 000	1:2 000	1:1 000	1:2 000	1:1 000	1:2 000
平面中误差 (图上 mm)	0.4		0.4		0.5		0.55	
高程中误差 (m)	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.8	1.0	1.2

11.1.9 地物点对最近外控点的图上平面位置中误差及高程注记点、等高线对最近外控点的高程中误差，不应大于表 11.1.9 的规定。

表 11.1.9 地物点、高程注记点、等高线中误差

地形等级	I	II	III	IV
地物点图上平面位置 (mm)	1.0	1.0	1.2	1.2
高程注记点高程 (m)	0.7	1.0	1.2	1.5
等高线高程 (m)	0.75	1.2	1.5	2.0

11.1.10 开展航空摄影测量前应收集既有线复测及有关调查资料。

11.2 外控点的布设及选刺

11.2.1 外控点布设前，应收集有关测绘成果，将已知的平面和高程控制点标在 1:50 000 地形图上，并应根据线路位置、测图范围及布点方案，在像片上进行控制点设计，绘制控制测量作业示意图。

11.2.2 外控点的布设，根据航线数目可选用航线网布点或区域网布点。

11.2.3 航线网布点可采用下列两种方法：

1 网段首末和中间各布设两个平面高程控制点（简称“平高点”），称六点法，如图 11.2.3（a）所示。

2 网段除布设六个平高点外，在网段的 1/4 和 3/4 处沿线路附近各加设一个高程控制点（简称“高程点”），称双五点法，如图 11.2.3（b）所示。

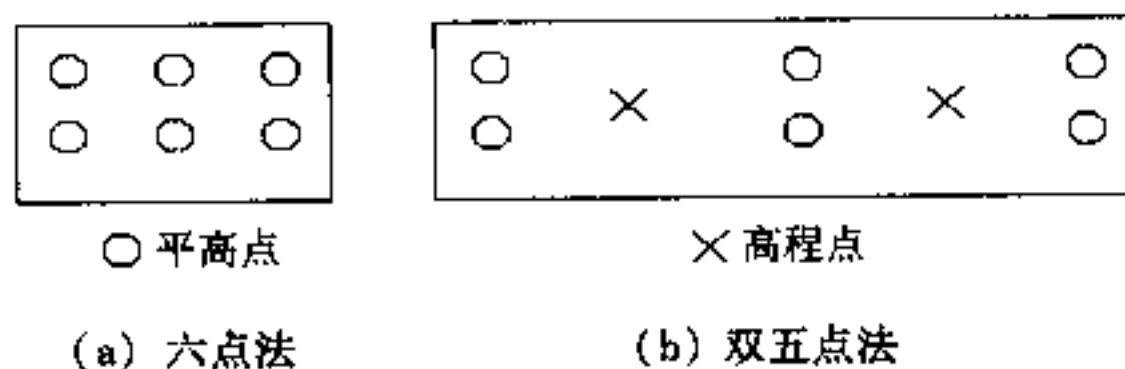


图 11.2.3 六点法、双五点法示意图

网段两端平高点间的基线数不应大于表 11.2.3 的规定。

表 11.2.3 网段两端平高点间的基线数

像幅 (cm)	航摄 比例尺	航高 (m)	焦距 (m)	I 级地形		II 级地形		III 级地形		IV 级地形	
				六点 法	双五 点法	六点 法	双五 点法	六点 法	双五 点法	六点 法	双五 点法
23 × 23	1:5 000	750	150	6	14	8	16				
		1 050	210	4	10	6	14	8	16		
		1 525	305			4	8	6	12	6	12
	1:8 000	1 200	150	4	8	6	12	8	16	8	16
		1 680	210			4	8	6	12	6	12

11.2.4 在多航线的测段，可采用区域网布点，如图 11.2.4 所示，但航线数不应大于 6 条，其航线两 endpoint 间的基线数要求同表 11.2.3。当网长少于 7 条基线时，在 1/4 和 3/4 处的两排高程点可免设。

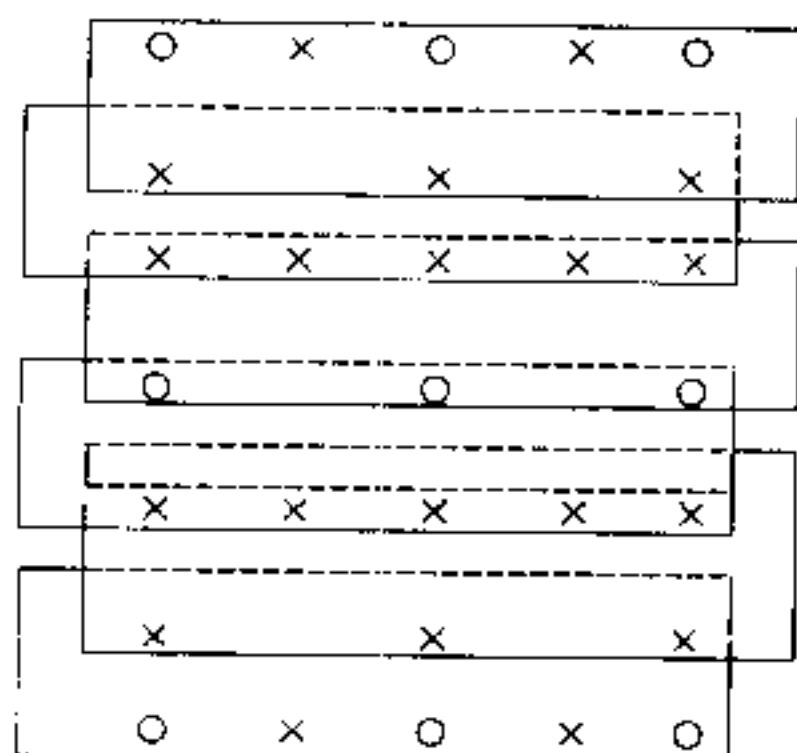


图 11.2.4 区域网布点示意图

11.2.5 外控点在航线及像片上的位置应满足下列要求：

- 1 接头处的外控点宜为共用。不能共用时，应分别布点，并不应出现控制范围漏洞。
- 2 外控点可不受距方位线远近的限制，但外控点联线必须包括测图范围，上、下两排平高点间的距离应大于 10 cm。
- 3 区域网的外控点必须考虑相邻航线共用。
- 4 外控点距像片边缘不应小于 1.5 cm。

11.3 控制测量及铁路联测

11.3.1 控制测量宜采用光电测距仪导线法、GPS 方法、水准测量等方法。

11.3.2 采用导线法时，导线等级宜采用二级导线，主导线应沿铁路线布设。测站宜设在路肩上，并在刺点片上标出和加注点位说明。

11.3.3 高程测量可采用四等水准或四等、三角高程测量。

11.3.4 在控制测量的同时，以测定平面控制点的同等精度联测线路中线点。用外移桩作主导线点时可不联测。其联测线路中线点应满足下列要求：

1 双线区段联测下行线，当上行线绕开较远不能用线间距控制时，上、下行线应分别联测。

2 线路中线联测的点位应符合下列规定：

- 1) 直线地段应每 800 ~ 1 000 m（选在桥梁、涵洞、或道口等中心）联测一点。
- 2) 曲线地段应联测曲线始、终点及曲中点，当曲线长度很长时，应增加联测点，联测点间距不应大于 800 m；当曲线长度小于或等于 300 m 时，曲中附近的联测点可省去；当反向曲线的夹直线小于 50 m 时，前一曲线终点、后一曲线始点及夹直线上的点，应联测其中一点。
- 3) 特大桥两端胸墙应各联测一点。
- 4) 隧道进出口。
- 5) 车站中心，正线两端第一副道岔的岔尖或岔心。
- 6) 站场内，当正线某侧超过 4 股道时，该侧应增加联测最外股道两端的岔尖或岔心。站场基线采用国家统一的坐标系统测定最外股道附近的铁路建筑物和设备位置时，可不作此项联测。

11.3.5 采用 GPS 方法进行控制测量时，应符合现行标准《全球定位系统（GPS）铁路测量规程》的有关规定。

11.4 像片调绘

11.4.1 地形图上表示的地物、地貌要素应由调绘确定类别、性质及在像片上的位置；一般地物、地貌的表示及综合取舍应按国家现行标准《新建铁路摄影测量规范》（TB 10050）的规定执行。

11.4.2 铁路建筑物和设备调绘，应充分利用复测资料，调绘应包括下列主要内容：

- 1** 桥梁、涵洞的位置，并注记孔数、孔径、类型及中心

里程。

2 隧道进出口的里程。

3 平交道口及跨线建筑物的位置及中心里程。

4 地物复杂的站场宜采用放大像片调绘，站场调绘应包括下列主要内容：

1) 车站名称及中心里程；

2) 候车室、运转室、信号楼、货运室、行李房均应绘出并注记名称；

3) 股道和道岔编号；

4) 出发和进站信号机的位置（调车信号机不调绘）；

5) 地道的位置和宽度；

6) 继电箱、水鹤、站台、天桥、驼峰、转车盘、龙门吊车、煤台、卸煤机、固定吊车等；

7) 灰坑（检查坑）的位置和长度。

5 天沟、侧沟。

6 跨越铁路的管线、电力线的种类及高度。

7 国家、铁路水准基点。

8 铁路生产单位的范围，并注记名称。

11.4.3 调绘面积应大于测图范围，调绘接边线应避免与线状地物重合或分割重要地物。

11.5 解析空中三角测量

11.5.1 内业加密点选刺时，当采用辅助点定向时，各片应正确刺出像主点，并在像片方位线或过像主点垂直于方位线的方向上，距像片边缘约 10 mm 处刺出辅助点。

11.5.2 外控点的转刺应符合下列规定：

1 外控点必须根据控制片的刺点位置、略图及点位说明进行转刺。

2 在控制片上圈出的主导线点，应按圈出位置刺点作为高

程控制点使用。

11.5.3 加密点的选择应符合下列规定：

1 加密点应选在航向三片重叠中线和旁向重叠中线的交点附近，且距过主点的方位线垂线不应大于 1.5 cm，距方位线不应小于 5 cm。同一条航线上下两排加密点距方位线的距离应大致相等。

2 当像主点不便于观测时，应在距像主点 1.5 cm 范围内选刺一加密点，特殊情况下可放宽至 2 cm 范围进行选刺。

3 加密点（3~6 标准点位的定向点）位于外控点连线的控制范围以外时，应在控制范围内的测图范围边缘选刺定向补充点（图 11.5.3 中 B 点）。

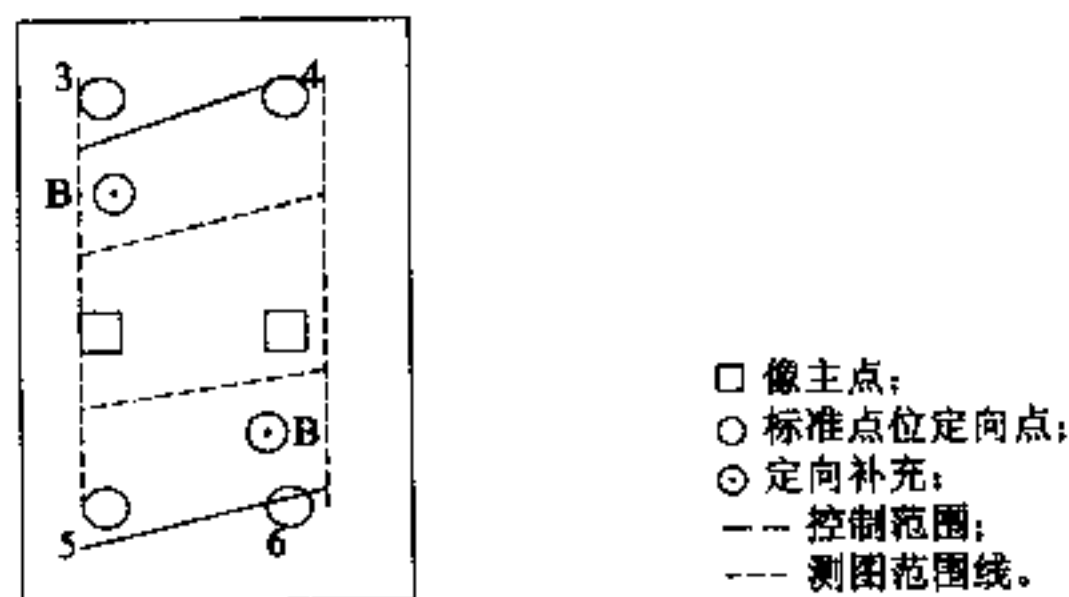


图 11.5.3 定向补充点示意图

4 加密点距像片边缘应大于 1 cm，距像片各类标志应大于 1 mm。

11.5.4 内业加密点的各项误差应符合下列规定：

1 相对定向后残余上下误差应满足下列要求：

各类点的残余上下视差不得大于 0.008 mm。

2 模型连接差应满足下列要求：

1) 平面连接差等于小于 $0.12 m$ (mm)；

2) 高程连接差等于小于 $0.05 \frac{f_k}{b} m$ (mm)；

3) 采用解析测图仪联机空中三角测量加密时：

平面连接差等于小于 $0.06m$ (mm);

高程连接差等于小于 $0.04 \frac{f_k}{b} m$ (mm)。

式中 f_k ——摄影机焦距 (mm);

b ——像片基线长 (mm);

m ——摄影比例尺分母。

3 绝对定向完成后,定向点残差不得大于加密点中误差的 0.75 倍,多余野外控制点残差不得大于加密点中误差的 1.3 倍。

4 外控主导线点作为多余高程控制点使用。

5 公共点较差不得大于加密点中误差的 2.0 倍。

11.6 测 图

11.6.1 测图方法应采用数字化测图(包括经改造后的模拟测图仪数字化测图、解析测图仪和全数字摄影测量系统测图)。

11.6.2 既有铁路数字测图数据采集应准备如下资料:

1 扫描的影像数据或数码影像数据。

2 刺点、调绘像片及调绘像片结合图。

3 外业控制测量成果文件磁盘,线路加点坐标成果文件。

4 电算加密坐标成果文件。

5 包含车站在内的测段拼接示意图。

11.6.3 内方位定向其对准误差不得大于 0.02 mm。

11.6.4 相对定向应尽量消除上下视差,残余上下视差应进行合理配赋,主点连线不应保留残差,其余各定向点的残余上下视差不应大于 0.02 mm。

11.6.5 绝对定向应满足下列要求:

1 绝对定向应利用已知的外控点、导线点、水准点、加密点、线路联测点等。当有定向补充点时,应用它替代控制范围外的加密点。

2 绝对定向的精度应按国家现行标准《新建铁路摄影测量

规范》(TB 10050)的规定执行。在绝对定向过程中,应使线路附近的点具有较高的精度,将大的误差调整到远离线路的点上。

3 线路联测点的偏差不应大于0.2 mm。

11.6.6 测绘地物、地貌应符合下列要求:

1 一般地物、地貌测绘应按现行标准《新建铁路摄影测量规范》(TB 10050)的规定执行。

2 既有铁路建筑物和设备的测绘,应结合复测资料绘出,铁路生产用房应逐栋绘出。

3 非铁路地物的表示影响到铁路要素时,可适当取舍。

4 高程注记点的字头方向应垂直于铁路线路。

11.6.7 图形编辑应遵循以下原则:

1 编辑时图形文件的层、线型、线宽等应与设计文件的技术要求一致。

2 按影像测绘的里程,与测量里程的较差在1.5 mm以内时,应以测量里程为准,并适当调整百米标及上述建筑物和设备在图上的平面位置。

3 图上各类线划符号应准确、清晰、统一,各类符号间隔不宜小于0.2 mm,各类控制点中心位置的个别移位误差不应大于0.1 mm,其他线划、符号、等高线的个别移位差不应大于0.2 mm。

各种注记位置应恰当,不得掩盖重要的地物、地貌。

11.6.8 图形编辑应准备的资料包括:

野外调绘像片、复测数据表格、站场平面示意图等。

11.6.9 图形编辑应包括以下内容:

1 各种注记:百米标、公里标的放置,线路设备设施、曲线要素及名称注记。

2 各种植被符号的配置。

3 车站、站场设备位置的核量。

4 其他编辑内容应按现行标准《新建铁路摄影测量规范》

(TB 10050) 的规定执行。

11.6.10 数据文件格式宜为 DXF、DGN、DWG。

11.6.11 接边应符合下列规定：

1 相邻像对的地物和等高线接边误差，分别不得大于地物点平面位置中误差和等高线中误差的 1.5 倍，个别不得大于 2 倍。

2 线路接边应在图上 0.2 mm 以内。

3 接边差应合理配赋，避免地物、地貌变形。

11.6.12 图形输出应符合下列规定：

1 绘图仪格网检测精度应小于 0.1 mm。

2 绘图仪绘图线划应光滑圆顺。

11.6.13 分幅编号应符合下列规定：

1 一般分幅宜按 50 cm × 90 cm 的图幅大小绘制聚酯薄膜图，车站宜布置在一幅图内，大的车站可布置在几幅图内，但车站枢纽咽喉部分应放在一幅图内。

2 图幅应按里程增长方向以左压右、上压下的原则编号，图号放在图幅的右上角。

3 图标放在图幅的右下角，图标内容应包括：单位名称、图号、成图日期、成图比例尺等。

12 既有线复测

12.1 一般规定

12.1.1 设计时速为 200 km 的既有线复测，应按本规范第 3 章的规定进行控制网的设计、观测和数据处理。

12.1.2 既有线复测的精度及要求，本章未作规定的均按本规范第 3 章的规定办理。

12.1.3 复测后，如需改变原有里程及相应的标志时，应经铁路局批准。

12.1.4 既有线的复测一般情况可不测横断面。

12.2 资料准备及上交成果

12.2.1 既有线复测工作可以收集原有的各种测量成果作为参考。

12.2.2 复测成果宜包括以下内容：

- 1 线路地形平面图
- 2 线路纵断面图
- 3 站场平面图
- 4 各种表格：
 - 1) 车站表；
 - 2) 水准基点表；
 - 3) 坡度表；
 - 4) 曲线表；
 - 5) 隧道表；
 - 6) 桥梁表；
 - 7) 涵渠表；

- 8) 平交道口表;
- 9) 立体交叉表 (包括天桥、跨线桥、渡槽、地道);
- 10) 跨线电力线表;
- 11) 新旧里程对照表;
- 12) 断链表;
- 13) 线间距表;
- 14) 车站固定桩表;
- 15) 股道表;
- 16) 道岔表;
- 17) 车站设备表;
- 18) 区间信号机表。

12.3 里程丈量及中线测量

12.3.1 里程丈量的方法可以采用钢尺丈量、测距仪、全站仪或全球定位系统测量,但时速为 200 km 线路的贯通里程丈量,必须使用测距仪、全站仪或 GPS 测量。

12.3.2 里程应从线路起点或局管界里程向线路终点方向丈量,丈量一、二链同步进行,两次丈量的较差不应大于 $1/4\ 000$,并与原有里程核对,编制新旧里程对照表。

12.3.3 采用全站仪测量时应采用无两化改正的数据计算三维空间两点距离,其相对闭合差不大于 $1/10\ 000$ 。

12.3.4 局管界内按复测里程贯通,如有断链应设在局管界终点处。

12.3.5 支线、联络线及工业企业线的里程,可以接轨道岔的尖轨尖端为起点。

12.3.6 双线并行区段的里程可沿下行线 (或原有里程方向) 丈量。直线地段采用下行线向上行线投影,使两线里程一致;曲线地段应分别丈量,并在曲线测量终点的直线上取投影断链;当曲线间夹直线很短时,可几个曲线连续丈量,在最后一个曲线测

量终点的直线上取投影断链。

12.3.7 绕行线应单独丈量，外业断链应设在绕行线终点的百米标处，困难时可设在里程为 10 m 整倍数的加标处，不应设在车站、桥隧建筑物和曲线范围内。

12.3.8 加标的位置及里程取位同本规范第 5.1.7 条，但可根据复测需要作适当增减和调整。

12.3.9 中线测量可沿线路中线或外移桩进行，并与国家大地点联测，测量精度执行本规范第 5.2 节的有关规定。如沿线路中线测量时，可不设外移桩。

12.3.10 双线并行区段的中线，可只测下行线，曲线测量应分别进行。

12.3.11 双线并行区段的线间距，以下行线的里程及法线方向为准，直线地段可 200 m 测量一处，曲线地段可 100 m 测量一处，取位至厘米。

12.4 水准测量及地形测量

12.4.1 铁路水准测量分基平测量和中平测量。水准测量一般应采用 1985 国家高程基准，根据铁路局的情况，也可以在特殊情况下采用其他高程系统。

12.4.2 基平水准测量应与国家水准点或相当于国家等级的水准点联测，形成附和路线，附和路线的长度不宜大于 30 km，基平测量按四等水准要求执行。

12.4.3 铁路水准点每隔 2 km 布设一个，当原有水准点遗失或损坏，应补设。水准点的补测应按铁路局有关规定执行。

12.4.4 中平测量起闭于基平测量水准点，可只测单程，其高程闭合差不应大于 $\pm 30 \sqrt{K}$ 。K 为中平测量水准路线长度，单位为 km；曲线地段应测超高。

12.4.5 路肩高程一般地段每 100 m 测一处，线路纵坡大于 12‰的地段，每 50 m 测一处；路肩低洼处、无砟桥面应加测路

肩高程。

12.4.6 线路平面图的测绘方式可采用航空摄影测量或其他适宜的方式。

12.4.7 线路平面图成图比例一般为：区间 1:2 000；站场 1:1 000。

12.4.8 平面图的测绘宽度：线路两侧各不小于 100 m，大桥两端应适当加宽，测量精度等要求按本规范第 3.5 节的规定执行。

12.5 站场测量

12.5.1 站场测绘范围，纵向：车站两端进站信号机外方 100 m；横向：车站最外股道外方 100 m。在上述范围内应测绘所有铁路建筑物和设备及其他地物、地貌。如该范围尚不能包括全部站房、站前广场及站内特别用途线，则应根据具体情况扩大测绘范围。

12.5.2 基线的布设及测量，执行本规范第 6.1 节的规定。铁路建筑物和设备的平面测绘，执行本规范第 6.3 节的规定。

站线、段管线、岔线及特别用途线，应以正线里程为准。其他正线平行的直线部分采用正线的垂直投影里程；曲线部分或与正线不平行的直线部分，则应分别丈量。

12.5.3 中桩高程（纵断面）测量时，中间站只测正线，区段站及以上的大站，除测正线外，尚应根据需要测量具有代表性的站线。

12.5.4 工业企业线测量时，若一条线有两个产权单位，里程仍应连续贯通，但应注明产权分界点及其里程。

工业企业线可不设永久性水准点。若线路较长，引有正线水准点不方便时，可利用桥涵端墙帽石设置临时水准点，其高程由正线水准点引测。

平面图测绘范围，纵向：起、终点外 100 m；横向：线路两侧各 50 m。

12.5.5 车站固定桩宜设置在稳固、不易破坏且通视良好的地方，每站至少设置 3 个固定桩，两两通视，并测量其三维坐标。

本规范用词说明

执行本规范条文时，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用词，采用“可”。

《改建铁路工程测量规范》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

1.0.3 关于坐标系统的选择

由于1954年北京坐标系 3° 带投影存在较大的边长投影变形，在投影带边缘的高斯投影变形值达到 340 mm/km ，在海拔 $2\,000\text{ m}$ 处的高程的投影变形值达到 312 mm/km 。其边长投影变形值已远远超过新建铁路采用坐标法测量定位的精度要求。采用坐标测量定位方法进行施工测量时，要求由坐标反算的边长值与现场实测值应尽量一致，因此本条规定采用工程独立坐标系，规定边长投影变形值不宜大于 25 mm/km ，以满足勘测设计和施工测量的要求。这一要求也是我国各行业建立工程测量控制网所采用的基本原则。

关于投影长度的变形值不大于 25 mm/km 的坐标系，可选择以下三种数学模型：

可以根据新建铁路通过地区的具体情况和要求，选择抵偿坐标系、任意中央子午线坐标系、任意中央子午线的任意较窄宽度带坐标系。

在导线测量中，观测边长 D 归化至参考椭球体面上时，其长度将会缩短 ΔD 。设归化高程为 H ，地球平均曲率半径为 R ，其近似关系式为：

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{H}{R}$$

即高程归化变形比 $\frac{\Delta D}{D}$ 与归化高程 H 成正比。今列出 H 为 50 ~ 4 000 m 时变形比 $\frac{\Delta D}{D}$ 的数值如说明表 1.0.3—1 所示。

说明表 1.0.3—1 变 形 比

H (m)	变形比 $\frac{\Delta D}{D}$
50	1/127 420
100	1/63 710
159	1/40 069
200	1/31 855
500	1/12 742
1 000	1/6 371
2 000	1/3 185
3 000	1/2 123
4 000	1/1 592

根据说明表 1.0.3—1，当不考虑高斯正投影产生的变形（中央子午线附近 $Y_m = 0$ ）时，要使长度变形小于 1/40 000，则线路的高程至归化高程面的高差不宜大于 159 m（长度变形比为 1/40 000），归化到参考椭球体面上的边长 S ，再投影至高斯平面时，其长度将会放长 ΔS 。设该边两端点的平均横坐标为 y_m ，则其近似关系式为：

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{y_m^2}{2R^2}$$

即高斯正投影变形比与该边距中央子午线的平均距离的平方 y_m^2 成正比。今列出纬度为 19°、36°、53°，带宽为 0.8°、1.0°、

1.2°、2.0°、3.0°，带边至中央子午线距离为 y_m 时，高斯正投影变形比 $\frac{\Delta D}{D}$ 数值如说明表 1.0.3—2 所示。

说明表 1.0.3—2 高斯正投影变形比 $\frac{\Delta D}{D}$ 数值表

带宽	纬度 19°		纬度 36°		纬度 53°	
	y_m	$\frac{\Delta S}{S}$	y_m	$\frac{\Delta S}{S}$	y_m	$\frac{\Delta S}{S}$
0.8	42 117	1/45 762	36 066	1/62 408	26 855	1/112 560
1.0	52 647	1/29 288	45 082	1/39 941	33 569	1/72 038
1.2	63 177	1/20 338	54 099	1/27 737	40 282	1/50 027
2.0	105 298	1/7 321	90 166	1/9 985	67 137	1/18 010
3.0	157 954	1/3 253	135 252	1/4 437	100 704	1/8 004

根据高斯投影近似公式：

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{y_m^2}{2R^2}$$

当不考虑高程投影时，若使高斯正投影变形值不大于 1/40 000，应将投影带边缘至中央子午线的距离控制在 45 km 以内，即投影带东西向的宽度应不大于 90 km。

利用高程归化时导线边长缩短，高斯正投影时导线边长伸长，两者变形符号相反的特性，就存在着一定的抵偿地带。若使高程归化变形比与高斯正投影变形比的差值不大于 1/40 000，即：

$$\frac{y_m^2}{2R^2} - \frac{H}{R} = \frac{1}{40\,000}$$

根据这一公式，可以计算出抵偿地带的高程 H 和相应的横坐标 y_m 之间的关系，如说明表 1.0.3—3 所示。

说明表 1.0.3—3 抵偿地带的高程与相应横坐标的关系

H (m)	$\pm y_m$ (km)
0	0 ~ 45
50	0 ~ 52
100	0 ~ 57
150	0 ~ 63
500	66 ~ 92
1 000	104 ~ 122
2 000	153 ~ 166
3 000	190 ~ 201
4 000	221 ~ 230

从说明表 1.0.3—3 中不难看出,对于一定的高程只存在一定
的抵偿地带,其东西宽度也随高程的增加而变得愈狭窄。

对于基本南北走向的铁路,其东西摆动在一定范围内,用人
为的方法来改变归化高程面,使它与高斯正投影变形相抵偿,但
并不改变国家统一的高斯正投影 3° 带的中央子午线,这种投影
方法称为抵偿高程面的高斯正投影统一 3° 带平面直角坐标系,
简称抵偿坐标系。

对于基本南北走向的铁路,其东西摆动在一定范围内,还可
以人为改变中央子午线的位置,不改变归化高程面,使长度变形
不大于 $1/40\,000$,这种方法称为任意中央子午线的高斯正投影平
面直角坐标系,简称任意中央子午线坐标系。

如果基本南北走向的铁路,东西摆动范围超过说明表
1.0.3—3 的数值,长度变形将会大于规定的 $1/40\,000$ 。特别对
于基本东西走向的铁路来讲,肯定不能采用国家统一的高斯正
投影 3° 带平面直角坐标系统或抵偿坐标系统或任意中央子午线
坐标系统。这时,则可以采用任意中央子午线较窄宽度带的高
斯正投影平面直角坐标系,并利用铁路通过地区的高程状况,

选定合适的归化高程面，尽可能的减小长度变形，方便测量工作。

对于基本东西走向的铁路，它既经过坐标带的中央，又穿越坐标带的边缘。在坐标带的中央子午线上高斯正投影不产生变形，只有因高程归化产生的长度变形，而在坐标带的边缘则两种变形都存在，这就需要我们选择合适的归化高程面。根据说明表 1.0.3—1，要使中央子午线附近的长度变形小于 $1/40\,000$ ，则线路的高程至归化高程面的距离不宜大于 159 m （长度变形比为 $1/40\,069$ ），根据说明表 1.0.3—2（只取纬度为 19° ，其 y_m 最大），选择带宽为 0.8° 其边缘高斯正投影变形比为 $1/20\,338$ ，与高程归化变形（按 159 m ）抵偿后的总变形比为 $1/41\,301$ ；若选择带宽为 1.0° 其边缘高斯正投影变形比为 $1/29\,288$ ，只要选择高程归化距离为 59 m ，其高程归化变形比为 $1/107\,983$ ，则抵偿后的坐标带边缘总变形比为 $1/40\,188$ 。

因此，对于基本东西走向的长大铁路，可选择中央子午线为经度的整度数，带宽取 1.0° ，其高程投影面选在线路高程以下，中央子午线附近不低于 159 m ，边缘在 $59 \sim 376\text{ m}$ 范围内，二者共有的范围为 $59 \sim 159\text{ m}$ 。这样，不论在中央子午线附近，或者在中央子午线边缘，其长度的变形比都小于 $1/40\,000$ 。桥梁和隧道施工控制测量精度要求较高，可采用桥梁、工程隧道施工独立坐标系。

1.0.4 1985 国家高程基准是全国统一使用的国家高程基准，新建铁路线路长，与道路、管线、河流及市政设施交叉频繁，为了准确测量新建铁路与交叉物的高程关系，因此本条规定高程系统采用 1985 国家高程基准。

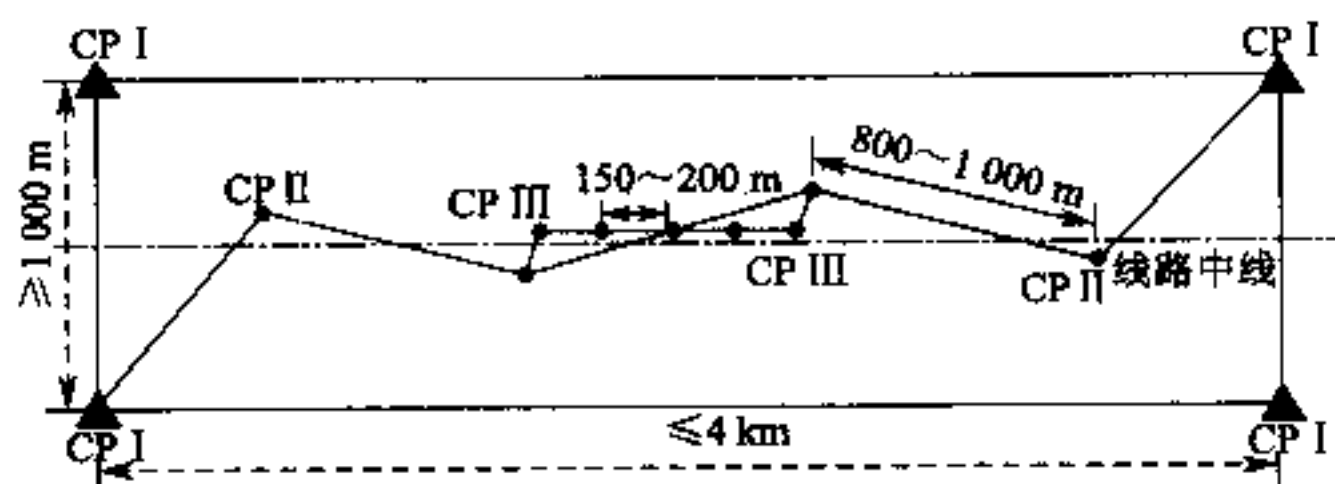
1.0.6 当线路作为绕行线实地定线时，按新建铁路进行测量，因此执行《铁路工程测量规范》的规定，本规范在内容上不再重复。

3.1.1 当列车运行速度为 200 km/h 时，按传统的测量方法与精

度要求已不能满足列车高速运行时对铁路线路的要求，为保证列车在高速状况下的运输安全，本条规定当列车运行速度在 200 km/h 时，按分级布网的原则把平面测量控制网分三级布设，同时为了便于本规范的条文编写，把各级平面控制网用英文字母和罗马数字来表示：CP I 为基础平面控制网，CP II 为线路控制网，CP III 为轨道控制网。

三级控制网之间的相互关系如说明图 3.1.1 所示。

高速铁路平面控制网按三级分类，是根据铁二院与西南交通大学共同完成的“无砟轨道控制测量理论和方法研究”和“客运专线无砟轨道铁路工程测量控制网精度标准的研究”而制定的。德国铁路标准 RIL883 把无砟轨道施工控制网分为 PS1、PS2、PS3、PS4 四级。PS1 是在国家控制点 PS0 下发展的平面控制点，沿线路方向大约 1 000 m 一个控制点；PS2 沿线路方向大约每 150 ~ 250 m 一个控制点；PS3 是水准基点；PS4 是固定在接触网杆上的控制点。在上述四种控制点中，只有前三种是可置镜的平面控制点，而 PS4 是固定在接触网杆上的只能安置反射镜的控制点。我国平面基础控制点的精度和密度均不能满足作为高速铁路平面基础控制网的需要。因此，本条把基础控制点 CP I（相当于 PS0）作为第一级平面控制网，把 CP II（相当于 PS1）作为第二级平面控制网，把 CP III（相当于 PS2）作为第三级平面控制网。



说明图 3.1.1 三级平面控制网示意图

3.1.3 改建铁路平面控制网按三级布设，第一级为基础平面控制网（CPI），第二级为线路控制网（CPII），第三级为轨道控制网（CPⅢ）。但考虑到线路和轨道控制网，如按一种测量精度标准来制定规范，就不能适应铁路在各种行车速度的情况下对测量精度的要求。对时速为 160 km 及以下的改建铁路，如果测量精度定得过高，加大了测量的工程投资，反之，对时速为 200 km 的改建铁路，测量精度标准定得过低，又不能满足行车安全的要求，因此，本规范将线路控制网规划为两个档次，即时速在 $V=200\text{ km}$ 和 $V<160\text{ km}$ 两档，使得改建铁路可以根据不同的设计行车速度确定线路的测量技术标准。

3.2.1 卫星定位测量网的精度分级是在充分考虑卫星测量精度高，布网灵活性强，相邻等级网的布网方法、测量方法和观测时间没有太大差异的前提下，根据铁路工程对测量精度的需要和铁路卫星测量网带状布设，长、短边边长悬殊大等特点划分的。

（1）控制网的精度指标是根据铁路工程对测量精度的要求确定的。

二等网主要用于无砟轨道基础平面控制网（CPI）测量、复杂特大桥一级施工控制网测量和长度 6 km 以上隧道的施工控制网测量；经过京津城际铁路、郑西、武广客运专线无砟轨道的实践，证明最弱边相对中误差 $\leq 1/170\ 000$ 能满足要求；而在桥梁施工平面控制网测量中要求 GPS 测量的最高精度为桥轴线相对中误差为 $\leq 1/175\ 000$ ，故规定二等控制网最弱边相对中误差 $\leq 1/180\ 000$ 为宜。

三等网主要用于时速 200 km 有砟轨道基础平面控制网（CPI）测量、无砟轨道线路控制网（CPII）测量、复杂特大桥二级施工控制网测量和长度 3 ~ 6 km 隧道施工控制网测量；从目前高速铁路 CPII 和时速 200 ~ 250 km 有砟轨道 CPI 测量实践来看，最弱边相对中误差 $\leq 1/100\ 000$ 是合适的。

四等网主要用于时速 160 km 及以下有砟轨道基础平面控制

网 (CPI) 测量、时速 200 km 有砟轨道线路控制网 (CPII) 测量、大桥三级施工控制网测量、长度 3 km 以下隧道施工控制网测量。时速 200 ~ 250 km 有砟轨道 CPII 测量, 要求最弱边相对中误差 $\leq 1/60\,000$, 为了适应时速 200 ~ 250 km 有砟轨道 CPII 测量的需要, 要求要有一个与之适应的测量等级。因此四等控制网的最弱边相对中误差为 $\leq 1/60\,000$ 。考虑到与三角形网测量精度要求统一, 故规定最弱边相对中误差 $\leq 1/70\,000$ 。

五等网主要用于时速 160 km 及以下有砟轨道线路控制网 (CPII) 测量, 以及线路中线、地形、施工测量时的控制点加密。并考虑到与三角形网测量精度要求统一, 故规定最弱边相对中误差 $\leq 1/40\,000$ 。

(2) 关于约束平差后最弱边方位角中误差的确定:

GPS 的测量原理与常规的导线、三角形网不同, GPS 测量的一个特点是边长测量精度很高, 但在边长较短时, 由于受固定误差的影响, 方位角精度就不如边长测量精度高。基线边长与角度之间的匹配关系也不像导线、三角形网测量的边角关系。根据我们对一些客运专线 CPI、CPII GPS 测量的基线方位角和边长精度的关系统计: 当基线方位角中误差 $\leq 1.0''$ 时, 一般对应的基线相对中误差应 $\leq 1/220\,000$; 当基线方位角中误差 $\leq 1.3''$ 时, 一般对应的基线相对中误差应 $\leq 1/180\,000$; 当基线方位角中误差 $\leq 1.7''$ 时, 一般对应的基线相对中误差应 $\leq 1/100\,000$ 。

由于上述原因, 本规范的 GPS 测量等级划分与导线、三角形网测量等级划分没有严格意义上的对应关系。

3.2.2 各等级导线测量的主要技术要求:

导线边长: 根据铁路工程的特点, 导线边长既要考虑满足测量精度的要求, 同时也要考虑测量的可操作性和使用的方便。在其他工程规范中, 四等以上的导线边长均超过 1 km, 而在铁路工程中, 多数情况下导线边长无法达到如此距离, 因此各等级导线边长是按铁路工程的实际情况制定的。

导线精度及附（闭）合长度：若以 2 倍中误差为极限误差，导线经水平角平差后，全长相对闭合差限差的计算公式为：

$$\frac{f}{D} = 2 \sqrt{\frac{m_D^2}{n \cdot d^2} + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \times \frac{(n+1)(n+2)}{12 \cdot n}}$$

式中 D ——导线附合长度；

f ——导线角度闭合差；

m_D ——测距中误差；

m_β ——测角中误差；

d ——导线边长；

ρ ——转换系数为 206 265；

n ——测站数。

三、四等及一、二级导线的测角中误差分别取 1.8″、2.5″、4″、7.5″；三、四等及一级导线测距精度取为 2 mm + 2 ppm，二级导线测距精度取为 5 mm + 2 ppm；三、四等导线平均边长分别取 800 m、600 m，一、二级导线平均边长均取 400 m，按上式可得导线精度如说明表 3.3.2—1 所示。

说明表 3.3.2—1 不同附合导线长度的精度表（以 2 倍中误差为极限误差）

附合导线长 (km) 等 级	20	18	14	12	10	5
三等	1/37 371	1/38 757	1/43 017	1/46 338	1/49 012	1/60 559
四等	1/23 453	1/24 822	1/27 411	1/29 659	1/31 753	1/40 451
一级	1/12 260	1/12 881	1/14 469	1/15 520	1/16 836	1/22 140
二级		1/6 869	1/7 716	1/8 276	1/8 977	1/11 798

若以 1.5 倍的中误差为极限误差，导线经水平角平差后，全长相对闭合差限差的计算公式为：

$$\frac{f}{D} = 1.5 \sqrt{\frac{m_D^2}{n \cdot d^2} + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \times \frac{(n+1)(n+2)}{12 \cdot n}}$$

按上式计算得导线精度说明表 3.3.2—2 所示。

说明表 3.3.2—2 不同附合导线长度的精度(以 1.5 倍中误差为极限误差)

附合导线长 (km) 等 级	20	18	14	12	10	5
三等	1/49 827	1/51 676	1/57 356	1/61 785	1/65 349	1/80 746
四等	1/31 271	1/33 096	1/36 548	1/39 544	1/42 338	1/53 935
一级	1/16 347	1/17 175	1/19 293	1/20 693	1/22 448	1/29 520
二级	1/8 718	1/9 159	1/10 288	1/11 034	1/11 969	1/15 731

综合以上分析,并结合铁路工程实际选定了导线技术要求。在条件允许情况下,为减少工作量,可延伸导线边长,增加附合导线长度,但不得降低测量等级精度要求。

3.4.2 水平角观测,当采用方向观测法观测,方向数不多于 3 个时可不归零,是根据历年的实践,方向数少,观测时间短,不归零对观测精度影响不大;相反,归零观测,增加观测工作量,没有必要。当方向超过 6 个时,方向数多,观测时间长,气象等观测条件变化较大,不容易使各项观测误差满足质量要求,因此宜分组观测。

3.4.4 水平轴不垂直于垂直轴之差的 i 值,对盘左、盘右读数之差“ $2C$ ”的影响为 $2i \cdot \operatorname{tg} \Delta a$ (Δa 为垂直角)。如果当 $i = 10''$,各方向垂直角互差达到 $10^\circ \sim 15^\circ$ 时,仅 i 角引起的 $2C$ 变化就可达到 $3.6'' \sim 5.4''$ 。因此本规范规定,当观测方向的垂直角超过 3° 时,该方向的 $2C$ 较差可按同一观测时间段内相邻测回进行比较。

3.5.5 测距的主要技术要求:一测回较差是根据不同距离各级仪器的标称精度规定的;单程测回较差为一测回较差乘以 $\sqrt{2}$;往返较差中各往、返测回间取平均值后,按仪器标称精度的极限值(两倍)作为限差;仪器等级、测回数是根据该等级距离要求达到的测距精度而作出的规定。

3.5.8 成果的整理和计算:

(1) 关于严密平差和近似平差方法的选用。根据历年来各工程测量单位的实践经验,对一级及以上精度等级的平面控制网,只有采用严密平差法才能满足其精度要求。对二级及以下精度等级的平面控制网,由于其精度要求较低一些,允许有一定的灵活性,不作严格的要求。

本条列出了一些必要的精度评定项目,需要时,还可以增加更细致的精度评定项目。

(2) 测距长度的归化投影计算,是对测距长度归化在不同投影面上列出的计算公式。作业时应根据平面控制网的坐标系统选择的不同,而采用不同的公式。

(3) 计算数字取值精度要求,是根据各等级网的边长不同,取位规定的标准不同,等级愈高,取位精度要求愈严格,否则达不到最终边长与坐标的实际有效位数的精度。

4.2.1~4.2.7 参考国家标准《国家一、二等水准测量规范》(GB 1287—91)、《国家三、四等水准测量规范》(GB 12898—91)和《工程测量规范》(GB 50026—2007)的相关规定并结合铁路工程测量的特点综合制定而成。

5.1.1 本条说明如下:

(1) 里程丈量的依据

里程丈量的起点,应由任务规定的里程开始。由于现场埋设的标桩往往误差较大,不能作为里程丈量的依据,所以必须自里程为已知的既有建筑物中心(桥或车站中心及隧道进出口)丈量至上述规定的里程,作为里程起点。还应由另一建筑物中心里程核对。

(2) 里程丈量的方向

我国运营铁路的里程,除少数铁路外,一般都是采用下行方向作为计算里程方向。为了适合各条线路的实际情况,以利既有资料的利用,因此,条文不硬性规定沿下行方向连续推算,而是

按原有里程方向连续推算。

(3) 关于车站中心问题

1971 年以前没有统一规定，各单位自行规定的车站中心位置，大致有以下几种情况：运转室中心、站房中心、旅客候车室正门中心及检票口中心等。交通部 1971 年 9 月下达的（71）交电字第 1039 号部令（附件）《铁路工务设备图表填写说明》一文中明确规定：“站名及车站中心里程（以运转室中心为准，以其他办法确定的车站中心暂不变……”。实际上运营铁路车站并不都是以运转室中心作为车站中心的，因此条文不提以运转室中心为准。

(4) 旅客设计行车速度在 200 km 时，为提高测量精度的要求，应采用任意置镜极坐标法测量里程。

5.1.2 普通钢尺测距目前已较少使用，但对于低等级铁路和设备较差的测设与施工单位，还是必不可少的，因此本规范仍予以保留。

钢卷尺的长度是随温度的变化而伸缩的，钢卷尺检定时的气温归化为 20℃，当用钢卷尺测量长度时，应根据当时测量时的气温进行温差改正值的计算，当改正值大于 1/10 000 时，所量距离应进行改正。其改正值 Δl 按下式计算：

$$\Delta l = \alpha l (t - t_0)$$

式中 α ——钢卷尺膨胀系数，即温度每变化 1℃，单位长度的变化，其值取 0.000 011 6/度；

l ——钢卷尺长度；

t ——钢卷尺量距时的温度；

t_0 ——钢卷尺在检定时温度。

5.1.3 按《铁路技术管理规程》规定轨距允许误差为 +6 mm、-2 mm，因此可以认为两股钢轨中心轴线与轨道中心线平行。为了方便丈量工作，在不影响精度的条件下，直线地段沿左轨轨面丈量，而曲线范围内两股钢轨的曲线半径不等于线路中心线的曲

线半径，如仍沿轨面丈量，则应按下式计算改正值（即弧长差）：

$$\Delta L = \pm \frac{LS}{2R}$$

式中 ΔL ——曲线上沿钢轨丈量时距离改正值（m），沿外轨丈量其值为负，沿内轨丈量其值为正；

L ——沿内轨（或外轨）丈量的尺段长（一般为20 m）；

S ——轨距（m）；

R ——曲线半径（m）。

每丈量一尺段都要改正，因而增加了工作的不便和出现粗差的机会，故曲线范围以沿线路中心线丈量为宜。

由于长期行车的影响破坏了曲线的圆顺，原有曲线的始、终点已与现状不符，为了完整地测绘出既有曲线的现状和曲线要素，因此条文规定曲线始、终点外40~80 m为曲线范围（或称“曲线测量范围”）。

本条规定以测量时的里程为准，不采用铁路局的既有里程，主要原因是：

（1）既有铁路在长期运营过程中，由于某些原因，既有线的某些段落有可能做了局部改线，而里程没有进行全线贯通丈量，仅用断链表示里程关系。或一条干线两个铁路局分管，而各自在局管处存在断链。为使既有线测量的里程连续贯通，故不采用铁路局的既有里程。

（2）里程丈量误差的积累，肯定与铁路局的里程不相等，如果采用铁路局的既有里程，则应将误差按比例分配到各百米标及公里标，这样就需改动已作好的里程标记，给丈量工作带来不便。因此，即使误差在允许范围内，也不宜采用铁路局的既有里程。

（3）丈量结果证明既有里程超过允许误差时，则必须改变既有里程，因而既有里程更不能作为依据。

5.1.4 实际测量中的里程推算都采用钢卷尺丈量，根据丈量里程放外移桩，测量外移桩右角时，同时用光电仪测量距离，计算经纬距坐标，提高中线的精度。

经多次提速后，既有线旅客列车设计行车速度已达 200 km/h，在既有线上测量安全问题更为突出。为了保证安全和提高测量精度，现采用导线控制点任意置镜极坐标法测量中线。导线测量技术要求同新线导线测量相同，而线路中桩测量，水平角测量一测回，距离读数两次，用解三角形的方法推算里程，因此本次修订增加了任意置镜极坐标法测量中线的规定。

用极坐标法测量距离是按平距来推算里程的，钢卷尺是沿线路轨面坡度丈量，当线路坡度等于 14‰ 时，斜距与平距相差 0.098 m，有 1/10 000 的相对误差（系统误差），考虑到在线路设计中，12‰ 的坡度引用较多，因此规定当线路坡度大于 12‰ 时应进行距离改正。改正后的距离 l' 按下列公式计算：

$$l' = \sqrt{l^2 + \Delta h^2}$$

式中 l ——两测点的水平距离；

Δh ——两测点的高差。

5.1.6 对任务范围内的线路里程应连续贯通，定出公里标、百米标和加标，以示线路起点距本标的距离，并表示铁路建筑物及线路设备的位置，以便对线路的平面、纵断面、横断面，车站及有关设备等，进行测绘或调绘。

5.2.2 外移桩的作用是：

- (1) 标定测量时线路的平面位置；
- (2) 可作为方向测量时的置镜点；
- (3) 便于恢复测量时的线路平面位置，作为并行地段改建或增建第二线施工定位的依据。

关于外移桩设在哪一侧的问题：

由于勘测期间尚不能确定改建或增建第二线在哪一侧，要求设在第二线的同侧是不现实的。为了减少外移桩的换侧次数，使

外移桩设置工作简单易行。故改建既有线或增建第二线，统一规定为：直线地段设在里程推算方向的左侧路肩上，曲线地段设在曲线外侧路肩上。在复线地段，无论是上行线或下行线，左侧都是落在路肩上。

外移桩的横向位置，以砟脚旁的路基面上为宜，但不宜离砟脚太远，以免行人践踏而受损坏或移动，又考虑到道床厚度等因素，故规定外移距离（外移桩距线路中心线的距离）为2.5~3.5 m。为了方便计算和设计工作，在一条线路上或一个区段内，外移距应力求一致。

外移距的误差：外移桩可用特制方向架（轨道方向架）定向，钢卷尺量距，线陀定点，或用放桩尺、插钎定点。两种方法的误差基本上是一致的，外移距的误差由下列因素组成：

轨道分中误差1 mm，对点定位误差1 mm，对准钢卷尺该划或放桩尺上的距离误差1 mm。三者综合误差为 $1 \times \sqrt{3} = 1.73$ mm，则两次的较差限值为 $2\sqrt{2} \times 1.73 = 4.9$ mm，故取整为5 mm。

外移桩间的距离：直线地段不宜大于500 m，是参照新线初测导线和定测中线对转点间的距离要求，并考虑既有线的具体条件而定；曲线地段一般为100 m，不是考虑误差的大小，而是考虑能较圆顺的标定测量时的曲线位置和便于将既有曲线恢复到测量时的平面位置。

当夹直线较短，两外移桩之间距离小于50 m时，可放远视点，以提高曲线测量的精度。

5.2.5 既有线的直线地段，由于长期运营和测量误差的影响，不可能是一条理想的直线，故可能出现小偏角，但其角值很小，一般均在5'~6'以下，最大不超过12'。测角的累积误差为 $30''\sqrt{n}$ ，当 $n=100$ 时（相当于直线全长20 km以上），累积误差为5'，加上外移距的误差和运营的影响，最大不致超过12'，根据各局（院）的实践经验，也证明了这一点。

当运营速度为 200 km 以下时,长直线所产生的累计偏角为 12' 时,按优先标准选用半径 5 000 m,圆曲线长度为 18.42 m,小于《铁路线路设计规范》规定的最短圆曲线长度的规定,且外矢距仅 8.4 mm,故当运营时速为 200 km 以下,偏角小于 12' 时,仍可视为直线(近于直线的折线),即可保持现状。当运营时速为 200 km 时,长直线所产生的累计偏角为 6' 时,按优先标准选用半径 8 000 m,圆曲线长度为 15.514 m,小于《铁路线路设计规范》规定的最短圆曲线长度的规定,且外矢距仅 3.76 mm,故当运营时速为 200 km 偏角小于 6' 时,仍可视为直线(近于直线的折线),即可保持现状。以免增加不必要的工程。且测量时又不能立即拨道和施工,即使这样做了,因距施工的时间较久,经运营后还会变动,故宜保持现状,当运营时速为 200 km 以下时和运营时速为 200 km 时,偏角分别大于或等于 12'、6' 时,则按曲线进行测量,但圆曲线长度必须大于《铁路线路设计规范》的规定。

5.2.6 偏角的理论计算公式,缓和曲线部分与圆曲线部分是不相同的,故用偏角法测量既有曲线时,亦应在缓圆点和圆缓点置镜分别测出缓和曲线及圆曲线上各点的偏角。如果由缓和曲线始点超越缓圆点直接测量圆曲线上各点的偏角,则与设计曲线按理论公式计算的偏角存在不相适应的误差,从而也影响拨正量的准确性,超越的长度愈长,曲线半径愈小,误差也就愈大。

另既有曲线控制点在现场不易确认,或不在整 20 m 标上,故实际工作中很难完全满足理论上的要求;为了使误差尽量减小,应在缓圆点及圆缓点最近的整 20 m 加标处增设置镜点。

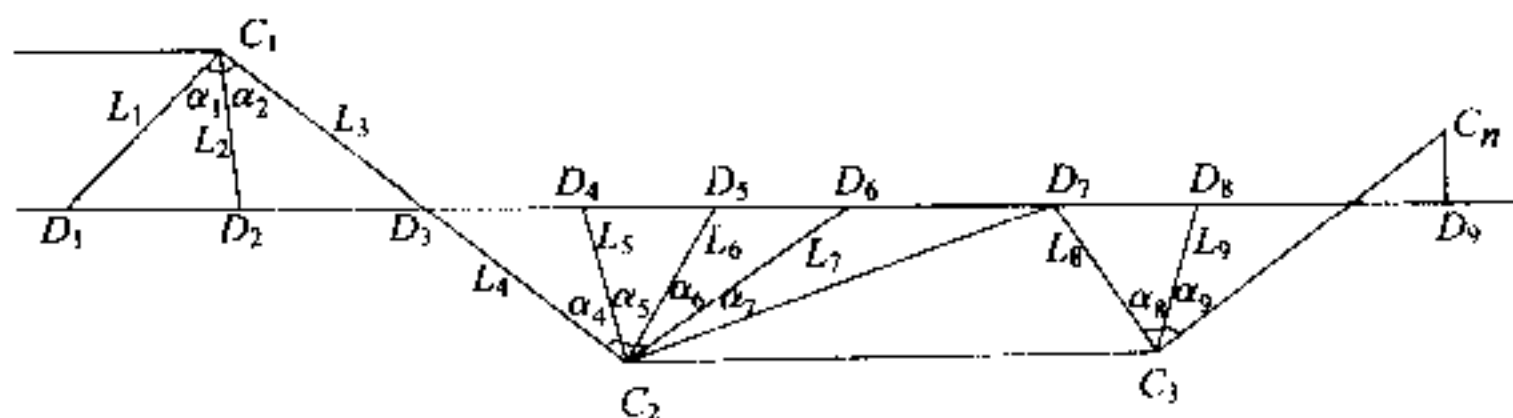
由置镜点观测测点水平角的问题:

由置镜点观测后视方向与测点方向间的水平角,按常规测法亦观测一测回,但由于测点较多且密,若硬性规定一测回,则每测一点都要后视一次,工作感到不便,有时为了工作的方便和减少后视次数,可先以正镜依次观测若干点后,再倒镜依次观测若

十点。故条文中规定正倒镜各观测一次，可包括上述两种情况，具有灵活性。

5.2.7 采用导线控制中线（极坐标法）测量既有线已有少数局（院）在既有线测量中应用，一般是将里程、中线、高程测量一同进行。其测量方法说明如下：

（1）直线地段：



说明图 5.2.7—1 导线控制测量中线示意图

如说明图 5.2.7—1 所示，图中 C_1 、 C_2 、 C_3 、…… C_n 为导线控制点， D_1 、 D_2 、 D_3 …… D_n 为既有线中线加桩，经纬仪置镜在导线点上，后视前一导线点测量的最后一个中线加桩，分别按要求测量其他加桩与后视加桩的夹角和距离，按余弦定理计算对边的长度，加后视点的已知里程，就是前一加桩的里程，其计算公式如下：

$$K_{n+1} = K_n + \sqrt{L_{n+1}^2 + L_n^2 - 2 \times L_{n+1} \times L_n \times \cos \alpha_n}$$

式中 K_{n+1} ——前一测点的里程；

K_n ——后一测点的里程；

L_n ——导线点至测点的距离；

α_n ——导线点至两测点间的夹角。

按正弦定律可计算出两个夹角，并推算出中线的方位角。

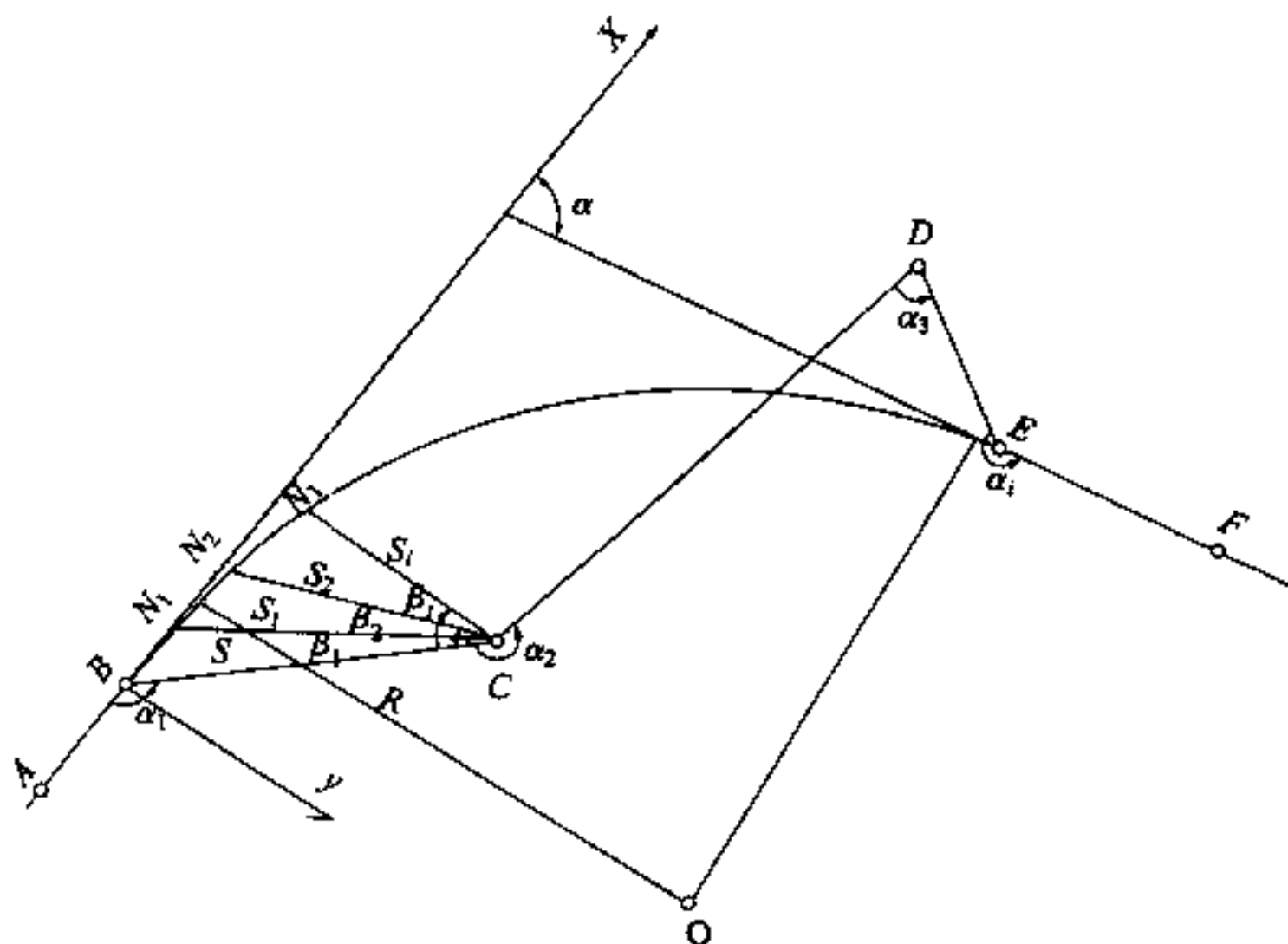
中线的里程和方位角也可按经纬距坐标计算方法推算，经纬距坐标计算方法较为普遍，在此不详细说明。

（2）曲线地段：

①外业测量

置镜点可设在曲线任一側路肩上，也可设在路基以外任一側的任一点上，以置镜次数最少和行车干扰最少为原则。

由于曲线转向角 α 要由两端方位角计算得出，为此应在曲线两端的直线（包括切线）上各设两个点，如说明图 5.2.7—2 中的 A 、 B 、 E 、 F 。曲线上 B 至 E 之间的点，均系 20 m 整倍数的点，或大型建筑物的加标，其里程已在距离测量时标出。 $A \sim B$ 及 $E \sim F$ 的间距不宜短于 100 m，且 B 点及 E 点应分别距既有的 ZH 及 HZ 不短于 40 ~ 80 m，即 B 、 E 两点分别相当于偏角法测量时，曲线测量范围的起、终点。



说明图 5.2.7—2 任意置镜测量曲线示意图

测量时先置镜于 B 点，用测量导线的方法，正倒镜观测一个测回，测出 ABC 的右角 α 和 BC 之间的距离 S ；迁站于 C 点开始测量曲线，即后视 B 点顺时针方向测量 BC 与 CN_i 的左角 β_i 及距离 S_i ，由于要将直接测出的斜距化算为平距，故需同时测量

竖直角（或天顶距）。

当设一个置镜点不能测完整个曲线时，可再设转点继续测量。测至 E 点后迁站于 E 点实测联系角 α_i ，用以推算 EF 边的方位角。

②内业计算

a. 曲线转向偏角的计算

总偏角按下式计算

$$\alpha = 180 \times n - \sum \alpha_i$$

式中 α_i ——置镜点右角；

n ——置镜点个数。

当 α 为正值时曲线为右偏，反之为左偏。

b. 坐标计算

一般设 B 点为坐标原点，可按计算导线经纬距坐标的方法计算置镜点的坐标，再按置镜点计算各观测点的坐标。

以始端直线上 B 点为原点，为计算简便，令 B 点的坐标 $x_B = 0$ ； $y_B = 0$ ，以始端切线（即 AB 方向）为纵轴，方位角 $\alpha_B = 0$ ，其垂直方向为横轴，为了与曲线坐标轴方向一致，使横坐标不出现负值，并便于各步的计算，不论曲线为左偏或右偏，横轴均以曲线内侧为正向。其各置镜点或观测点的坐标计算公式如下：

$$X_i = S_i \cos(180 - \alpha_i + \alpha) + x$$

$$Y_i = S_i \sin(180 - \alpha_i + \alpha) + y$$

式中 S_i ——置镜点至观测点间的水平距离；

α_i ——置镜点至前视观测点右角；

α ——起算方位角；

x 、 y ——置镜点横、纵坐标。

③直线与曲线同时用极坐标法测量时的总偏角计算

如直线、曲线同时用极坐标法测量，其曲线总偏角应以两端直线上的两点坐标计算曲线起、终直线上两点的方位角，两方位

角相减便是该曲线的总偏角。其计算公式如下：

$$\alpha = \arctan \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} - \arctan \frac{X_E - X_F}{Y_E - Y_F}$$

式中 α ——曲线偏角；

X 、 Y ——相应点的横、纵坐标。

5.2.8 曲线上不改建的桥、隧或主要道口及建筑物，拨距控制点如不在现场实测，而采用相邻整 20 m 点的偏角或坐标内插，是不准确的。因为被行车打乱的既有曲线各点偏角或坐标的变化是不规律的，更不是直线性的变化，故应现场设出点位实测偏角或坐标。

5.2.9 在双线并行曲线地段，原规范规定里程和偏角采用分别测量的方法，这样计算出来的两条曲线要素没有对应关系，不在一个系统范围内，计算的线间距与实测线间距不符，因此本次修订，双线曲线地段除分别测量外，曲线地段每 20 ~ 40 m 测量一处线间距，以便控制两曲线的关系。

5.3.3 既有线沿线已设有水准点，如既有水准点高程可靠，是可以不再测量的。但既有水准点埋设已久，可能丢失或发生位移。为了补设、校核及统一全线或全段的水准点高程，仍应进行测量。

5.3.5 当既有线时速为 200 km 时，既有线的轨道养护标准与轨道的平顺度高，同时要求的测量精度也高，因此规定轨面高程两次测量较差不得大于 10 mm。当既有线时速等于或小于 160 km 时，仍按原规则实行，规定轨面高程两次较差不应大于 20 mm，以免经常超限而作不必要的返工重测，且不致影响测量质量。

5.4.4 改建既有线或增建第二线的设计，对于侧沟平台以内的测点，要求有较准确的平面位置和高程，因此测量时需用水准仪（或经纬仪）测高程，用皮尺（或钢卷尺）量距。由于砟肩、砟脚等边经常无明显点位，故根据已往测量情况并参照施工允许误差，规定检测时的限差：高程 ± 5 cm，距离为 ± 10 cm。

侧沟平台以外部分及绕行线的横断面测量，检测时的限差同新建铁路。

5.5.2 一般都是按一个测区内的地形地貌将地形划分为几个等级，再分别按各个等级和测图比例尺规定测图精度。原规范按地面横坡分为 1:5 以下、1:5 ~ 1:3、1:3 ~ 1:1.5 和 1:1.5 ~ 1:1 等地形分为四种类型，本次修订参照了现行国家标准《工程测量规范》(GB 50026—2007) 的规定，按地面坡度分为 I 级（平坦地）、II 级（丘陵地）、III 级（山地）、IV 级（高山地），以便和国家标准统一。

5.5.4 地物点在图上的点位中误差，沿用原规范和《新建铁路摄影测量规范》的规定。多年实践表明，这一精度指标满足改建铁路勘测设计要求。

5.5.5 高程注记点和等高线的高程中误差，沿用《铁路工程测量规范》(TB 10101) 和引用《新建铁路摄影测量规范》的规定，按现地形分类等级进行归并。多年实践表明，这一精度指标满足新建铁路勘测设计要求。

6.1.1 基线是站场平面测绘、车站改建设计时计算道岔等各项设备及建筑物的依据，同时也是施工时标定道岔等各项设备及建筑物的基准线。中小站、一般区段站，无论是直线车站或者是曲线车站均以既有正线作为基线，其外移桩为控制桩，是目前中小站平面测绘的主要方法。但对正线长度不足以控制设计范围的直线或曲线车站，宜以正线外移桩作基线，外移桩位应按设置基线的要求进行测量，并补测延伸部分的基线。曲线车站的曲线部分宜在两条与正线切线边平行的基线边间设类似副交点一样的转折点，形成折线型基线。

6.1.4 基线桩距离测设时为减少测角误差，一般以长间距测设，但为了测绘及施工放线的方便，在长间距内补设基线桩，使基线间距以 100 ~ 300 m 为宜。

6.1.6 近年来铁路工程测量技术标准提高幅度较大，线路导线

测量精度已达到站场基线测量的精度要求，因此一般车站采用二级导线测量技术要求是能够满足站场设计要求的，大的区段站、编组站，因考虑站场复杂的咽喉区及其站场设备相对位置的准确，因此将测量要求提高到一级测量技术要求。当然，当线路导线测量精度高于以上标准时，应按线路导线标准执行。

6.2.1 站内线路坡度一般较短，特别是驼峰头部的线群，坡段长度短而且坡度陡，故加标的间距应短，以便进行中桩高程的测量，从而正确测出线路坡度的现状。

6.3.3 丈量线间距是为了控制路基宽度及拨道等的需要，并便于在图上绘制站内线路的平面位置。

6.3.4 站内与建筑有关的各种建筑物及设备位置的精度要求较高，所以在采用方向架及钢卷尺丈量时要求取位至厘米，并规定检测限差不得大于 2 cm；采用全站仪或光电测距仪测设岔心、股道中心等重要建筑物时，按仪器精度等级Ⅲ级的要求，规定其角值较差和测距限差值。

6.4.3 站内重要建筑物及设备，如转车盘顶，转车盘底、轨道衡等，是直接影响既有设备改建设计计算和施工放样的依据，故中桩高程测量时应有测点，以满足设计和施工的要求。

电线路为所有电缆、明线和光缆的总称。

8.0.2 洞内横断面及净空测量限差为 ± 3 cm，较本规范第 5.4.4 条的规定要严，因为洞内对限界的要求较高。

9.2.1 现状电化时既有线平面资料不控制设计，仅在出图时使用，为减少勘察投入，作此规定。

9.2.3 为减少现状电化地段勘察投入，满足接触网支柱设计要求，作此规定。

9.3.3 接触网设计中对区段站及其以上的大站，由于站场两端咽喉区接触网支柱密集，设计要求严格，图面及支柱明细表要上、下对应，以方便施工，因此要求应有 1:1 000 的平面图。

11.1.4 航带设计是航空摄影的重要工序，为了保证改建铁路航

空摄影测量的质量，节省航测内、外业工作量，根据多年经验和我国铁路航测的实际情况，制定了第 11.1.4 条文中的三个原则。

11.1.6 站坪及密集居民地一般位于平坦地区，仅用等高线难以很好地反映出该地段的地貌情况，因此在条文中规定每方格内不少于 8 个高程注记点。

11.3.4 在既有铁路航测中，联测线路中线点是为了在地形图上准确地反映出既有铁路的平面位置。此外在航测内业生产过程中，起到质量控制作用。

11.6.5 在改建铁路航测外业工作中，沿线路施测了各类控制点，在立体测图中，应充分利用这些点（外控点、线路联测点、导线点、水准点）以提高立体测图的精度。

条文中规定线路联测点的偏差不应大于 0.2 mm，比像对绝对定向点的要求稍高。主要考虑到：①该偏差不是点对点，而是线对点；②线路一般位于像片中部，影像质量高于靠近航片边缘的影像质量。

11.6.10 DXF 为 Data Exchange File 的缩写，为二进制数据格式；DGN 为国际通用软件 Microstation 图形格式；DWG 为 AutoCAD 辅助设计软件的图形格式。