

A 关于我们 SurMap.com

bout [SurMap.com](http://www.SurMap.com) (Surveying and Mapping)

[SurMap.com](http://www.SurMap.com) 是一个新生的测绘专业网站，域名来自测绘英文 Surveying and Mapping 各取前三个字母组成，现已有注册会员 7200 多人(2005 年 7 月 9 日)，并以每天注册近 40 名的速度增长。办站宗旨为免费提供测绘软件下载、测绘论文阅读、测绘源代码共享、发布测绘行业动态和软件信息等。自办站以来，受到广大测绘同行的支持，在此表示感谢！如果您需要什么测绘资料，请经常访问我们的网站。

站名：工程测量员

地址：<http://www.SurMap.com>

站长：覃东（网名：土人），男，土家族，1974 年生。

单位：中国水利水电第十二工程局第三分局测量队

联系：QQ:[61902475](#) MSN:tsindong@hotmail.com

E-mail:admin@surmap.com

免责声明：

本规范内容来源于互联网，源文件为 WORD 文档(.DOC 格式)，由 SurMap.com 整理制作为 PDF 文档，内容部分未作任何改动。SurMap.com 不保证此文档的正确性，本 PDF 格式电子文档只作参考，实际工作中请以标准印刷物规范为准，使用者自行检验此电子文档的正确性。现声明：使用本电子文档以及 SurMap.com 提供的其它软件、文档、教程等所造成的一切责任均由使用者自己承担，与 SurMap.com 无关！其它规定请查阅 SurMap.com 《用户注册条款》。

中华人民共和国行业标准

公路勘测规范

Specifications for Highway Reconnaissance Survey

JTJ061-99

关于发布《公路勘测规范》的通知

交公路发[1999]269号

各省、自治区交通厅，北京市交通局，上海市市政工程管理局，天津市市政工程局，重庆市交通局，部属公路设计、施工、科研、监督、监理单位，公路院校：

现批准发布《公路勘测规范》（编号 JTJ061-99），作为行业标准，自 1999 年 12 月 1 日起施行。1985 年发布的《公路路线勘测规范》（JTJ061-85）以及 1991 年发布的《公路桥位勘测设计规范》（JTJ062-91）、1985 年发布的《公路隧道勘测规程》（JTJ063-85）中有关勘测的内容同时废止。

《公路勘测规范》由交通部第一公路勘察设计院主编，人民交通出版社出版。希望各单位在实践中注意积累资料，总结经验，及时将发现的问题和修改意见函告交通部第一公路勘察设计院，以便修订时参考。

中华人民共和国交通部

1999 年 6 月 4 日

1 总 则

- 1.0.1 为统一公路勘测的技术要求、精度和作业方法，提高公路勘测水平和质量，适应公路工程建设需要，制订本规范。
- 1.0.2 本规范适用于新建和改建公路项目，以及桥梁、隧道、互通式立体交叉等独立建设项目的勘测。
- 1.0.3 公路勘测除应符合本规范外，还应符合国家现行的有关强制性标准的规定。
- 1.0.4 公路勘测应按《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》所规定的设计阶段进行相应的勘测工作，本规范按**初测、定测及一次定测**编制。
- 1.0.5 各设计阶段，当需对路线、桥梁、隧道、互通式立体交叉等进行方案比较时，应对各方案进行同深度的勘测与调查。
- 1.0.6 公路勘测作业方法除应使用本规范规定的各种方法外，亦可运用高新技术采用符合本规范精度规定的其它勘测方法，不断提高公路勘测质量与水平。
- 1.0.7 本规范的测量精度以中误差为衡量指标，极限误差为中误差的两倍。
- 1.0.8 公路勘测工作，应按有关规定对全过程进行质量控制。各设计阶段的勘测工作完成后，应由主管单位或项目主持单位进行验收。
- 1.0.9 各种勘测仪器，必须按规定进行检测，使用过程中应经常保养、维护和校正，使其处于正常工作状态。
- 1.0.10 公路勘测成果资料提供使用时，必须按程序执行保密制度中的有关规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 分离式路基公路

左、右行车道分开修建的公路，包括中央分隔带不等宽的和左、右两侧行车道不等高的公路。

2.1.2 公路 GPS 控制测量

利用全球定位系统（GPS）测量公路各控制点坐标的测量。

2.1.3 三边测量

由选定的一系列点构成连续三角形，通过测定各三角形的边长，根据起始点坐标推求各点坐标的测量方法。

2.1.4 高斯平面坐标系

根据高斯-克吕格投影所建立的平面直角坐标系，各投影带的原点是该带中央子午线与赤道的交点，X 轴方向为该带中央子午线北方向，Y 轴方向为赤道东方向。

2.1.5 独立坐标系

任意选定原点和坐标轴的直角坐标系。

2.1.6 数字化机助成图

利用电子计算机及外围设备和相应软件，进行地形图信息的采集、存储、处理、管理、显示、绘图和制版的技术与方法。

2.1.7 插点

在两个或更多的等级高的控制点下，加密一个点所构成的图形。

2.1.8 插网

在三个或更多的等级高的控制点下，一次加密几个点所构成的图形。

2.1.9 纸上定线法

先获取大比例尺地形图，然后在地形图上选定路线方案的方法，称为“纸上定线法”。

2.1.10 现场定线法

采用现场直接测量路线导线或中线，然后据以测绘地形图等以确定路线线位的方法，称为“现场定线法”。

2.1.11 导线

在公路沿线布设若干平面控制点，构成以直线段连成的折线，据以作为测量公路地形图或公路的控制线。

2.1.12 中线

在公路线形设计中所定出的公路中心线。

2.1.13 检测

对平面控制测量、水准测量及其它有关的测量，进行同精度的检查测量。

2.1.14 重测

公路测量有关项目不符合规定精度的要求，或检测成果不符合规定，须重新进行的测量。

2.1.15 联测

新设或补设的平面控制点、水准点等，与已知的平面控制点、水准点进行联系测量，或引测国家的平面控制点、水准点测量。

2.1.16 补测

地形图的范围、宽度不够，地形地物有所变化，以及其它有关测量资料不全，不能满足设计要求时的补充调绘或测量。

2.2 测量符号

2.2.1 测量符号可采用英文（包括国家标准或国际通用）字母或汉语拼音（包括国家标准或国际通用）字母。当该项工程需引进外资或为国际招标项目时，应采用英文字母；为国内招标时，可采用汉语拼音字母。

2.2.2 一条公路宜使用一种符号。公路测量符号如附录 A。

3 测量标志与测量记录

3.1 测量标志

3.1.1 桩志的种类与用途

1. 主要控制桩

主要控制桩是指需要保留较长时间、各设计阶段以及施工等都需要重复使用的控制性标志。主要用于平面控制测量的 GPS 点、三角点、导线点、桥隧控制桩、互通式立体交叉控制桩等。主要控制桩应为混凝土桩，其材料及规格要求见附录 B。混凝土桩可预制或就地浇筑，当有整体坚固岩石或建筑物时，可设在岩石或建筑物上。

2. 一般控制桩

主要用于交点桩、转点桩、平曲线控制桩、路线起终点桩、断链桩以及其它构造物控制桩等。控制桩为 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ (30~50cm) 或直径为 5cm 的木质桩。

3. 标志桩

主要用于路线中线上的整桩、加桩和主要控制桩、一般控制桩的指示桩。标志桩为 $(4 \sim 5\text{cm}) \times (1 \sim 1.5\text{cm}) \times (25 \sim 30\text{cm})$ 的木质或竹质板桩。

3.1.2 桩志的埋设

1. 主要控制桩应选在基础稳定且易于长期保存的地点，埋入地下，其桩顶面应高出地面 1~5cm，并加设指示桩。

2. 一般控制桩应打入地下，其顶面与地面齐平，并加设指示桩。

3. 标志桩打入地下 15~25cm，其桩顶面应露出地面 5cm。标志桩作为中线桩时，书写桩号面应面向路线起点方向；作为交点桩、导线桩、三角点和曲线控制桩的指示桩时，应钉设在控制桩外侧 25~30cm，书写桩号面应面向被指示桩。

4. 主要控制桩为混凝土桩时，应设中心标志，中心标志顶面用精细十字线刻成中心点；位于岩石或建筑物上时，应凿成坑穴，埋入中心标志并浇灌混凝土。一般控制桩的木质方桩顶面应钉小钉，表示点位。位于岩石或建筑物上的中桩，应用红油漆标注“○”（直径 5cm）记号。

5. 改建公路测量时，柔性路面地段可用铁钉打入路面与路面齐平；刚性路面可用红油漆作标记，并在路肩上钉设指示桩。

3.1.3 桩志的书写

1. 所有桩志应采用黑色或红色油漆书写桩志名称及桩号。

2. 位于岩石或建筑物上的桩志，应将岩石或建筑物表层刮干净，在其点位符号的旁边用红色油漆书写桩志的名称及桩号。


3. 交点桩、转点桩、曲线控制桩、公里桩、百米桩的指示桩等应写出里程号，不得省略。

4. 导线桩、交点桩、三角点桩、GPS 点桩等应按各自的顺序连续编号。所有中线桩的背面应按 1~10 循环编号。

5. 有比较方案时，按比较方案的顺序，桩号前应冠以 A、B……字样。分离式路基测量，其左右侧路线桩号前应冠左右字母符号，并以左侧路线为全程连续计算桩号。

3.1.4 水准点桩

1. 水准点桩应为混凝土桩，其材料与规格要求见附录 B。混凝土桩可预制，也可就地浇筑。

2. 位于山区岩石地段时,水准点桩也可利用坚硬稳固的整体岩石凿成凸面;在有牢固永久性建筑物可利用时,可在建筑物的顶面凸出处设置,点位应用红油漆画上“”(8cm~10cm)记号。混凝土水准点桩顶面的钢筋应锉成球面,水准点桩与主要控制桩共用时,宜按水准点桩要求设置,其球形顶面应刻成“+”字记号。

3. 水准点桩应按顺序编号,用红油漆书写。定测是尽量利用初测水准点,如初测水准点丢失或需迁移而新设水准点时,前面应冠以D;如同一编号水准点需增加,增加的水准点后应冠A、B……。

4. 水准点应写明测设单位及埋设的年月。

3.1.5 测量桩志的保护

1. 主要控制桩、水准点桩,测量完毕后应埋设40cm×40cm×40cm土堆或石堆并利用明显参照物作为指向标志,现场绘制固定桩志简图。

2. 一般控制桩的交点桩、转点桩、路线起终点桩及其它控制点桩,可采用标明附近的建筑物、电线杆、大树、岩石等方向及距离方式填写固定桩志表,也可采用堆土堆、石堆,或采用混凝土包桩方式予以保护。

3.1.6 在测量作业过程中,凡导线点、三角点、交点、转点、水准点等,应设置标旗。标旗可采用红白旗,或根据不同用途的桩志,采用不同颜色的标旗,标旗设置的高度一般为2m。

3.2 测量记录

- 3.2.1 公路勘测的各种记录簿，应采用专用记录簿。
- 3.2.2 测量记录应现场立即记录，字迹要清楚、整齐，不得擦改转抄。
- 3.2.3 当记录发生错误时，应用横道线整齐划去原记录的错误数字或文字，重新记录正确的数字或文字。如测站发生错误，应划去该页，另页记录，并在划去页中加注说明。
- 3.2.4 统一的标准记录簿中所规定的项目，应逐项记录齐全。说明及草图要精练、准确。
- 3.2.5 采用电子计算机记录时可按现行的《测量外业电子记录基本规定》执行，并应打印输出与手簿相同的内容及各项计算成果附于记录簿中。
- 3.2.6 测量结束后，应及时整理、检查所有成果和计算是否符合各项限差及技术要求，经复核人员复核无误并签署后，方能交付使用。计算工作采用电子计算机计算时，对输入的数据应进行核对，计算的打印成果亦应进行校验。
- 3.2.7 测量完毕后，各种记录簿应编页、编目、整理，并由测量、复核及主管人员签署。

4 控制测量

4.1 平面控制测量

4.1.1 一般规定

1. 公路平面控制测量，包括路线、桥梁、隧道及其它大型建筑物的平面控制测量。平面控制网的布设应符合因地制宜、技术先进、经济合理，确保质量的原则。

2. 路线平面控制网是公路平面控制测量的主控制网，沿线各种工点平面控制网应联系于主控制网上，主控制网宜全线贯通，统一平差。

3. 平面控制网的建立，可采用全球定位系统（GPS）测量、三角测量、三边测量和导线测量等方法。平面控制测量的等级，当采用三角测量、三边测量时依次为二、三、四等和一、二级小三角；当采用导线测量时依次为三、四等和一、二、三级导线。

4. 各级公路、桥梁、隧道及其它建筑物的平面控制测量等级的确定，应符合表 4.1.1 的规定。

平面控制测量等级

表 4.1.1

等 级	公路路线控制测量	桥梁桥位控制测量	隧道洞外控制测量
二等三角	—	>5000m 特大桥	>6000m 特长隧道
三等三角、导线	—	2000~5000m 特大桥	4000~6000m 特长隧道
四等三角、导线	—	1000~2000m 特大桥	2000~4000m 特长隧道
一级小三角、导线	高速公路、一级公路	500~1000m 特大桥	1000~2000m 中长隧道
二级小三角、导线	二级及二级以下公路	<500m 大中桥	<1000m 隧道
三级导线	三级及三级以下公路	—	—

5. 平面控制网坐标系的确定，宜满足测区内投影长度变形值不大于 2.5cm/km。根据测区所处地理位置和平均高程，可按下列方法选择坐标系：

1) 当投影长度变形值不大于 2.5cm/km 时，采用高斯正形投影 3° 带平面直角坐标系。

2) 特殊情况下，当投影长度变形值大于 2.5cm/km 时，可采用：

① 投影于抵偿高程面上的高斯正形投影 3° 带平面直角坐标系。

② 投影于 1954 年北京坐标系或 1980 西安坐标系椭球面上的高斯正形投影任意带平面直角坐标系。

3) 投影于抵偿高程面上的高斯正形投影任意带平面直角坐标系。

4) 二级和二级以下的公路、独立桥梁、隧道等，可采用假定坐标系。

6. 大型构造物控制网与国家或路线控制网进行联系且其等级高于国家或路线控制网时，应保持其本身的精度。

7. 采用 GPS 测量平面控制网时，应符合《公路全球定位系统（GPS）测量规范》（JTJ066）的规定。

4.1.2 三角测量的主要技术要求

1. 三角测量的技术要求应符合表 4.1.2 的规定。

三角测量的技术要求

表 4.1.2

等 级	平均边长 (km)	测 角 中误差 (")	起始边 边长相对 中 误 差	最弱边 边长相对 中 误 差	三角形 闭合差 (")	测 回 数		
						DJ ₁	DJ ₂	DJ ₃
二等	3.0	±1.0	1/250 000	1/120 000	±3.5	12	—	—
三等	2.0	±1.8	1/150 000	1/70 000	±7.0	6	9	—
四等	1.0	±2.5	1/100 000	1/40 000	±9.0	4	6	—
一级小三角	0.5	±5.0	1/40 000	1/20 000	±15.0	—	3	4
二级小三角	0.3	±10.0	1/20 000	1/10 000	±30.0	—	1	3

2. 各等级控制网应布设为近似等边三角形的网(锁), 三角形内角一般不小于 30°, 受限制时亦不应小于 25°。

3. 加密网可采用插点的方法。交会插点点位应在高等三角形的中心附近。同一插点各方向距离之比不得超过 1:3。对于单插点, 三等点应有六个内外交会方向测定, 其中至少有两个交角为 60°~120° 的外方向; 四等点应有五个交会方向, 图形欠佳时其中应有外方向。对于双插点, 交会方向数应两倍于上述规定(其中包括两待定点间的对向观测方向)。

4. 一、二级小三角可采用线形锁, 线形锁宜近于直伸, 传距角应大于 40° 且小于 100°, 三角形的个数不得多于 8 个, 超过 8 个时, 应增加基线边。

4.1.3 三边测量的主要技术要求

1. 三边测量的技术要求应符合表 4.1.3 的规定。

三边测量的技术要求

表 4.1.3

等 级	平均边长 (km)	测距相对中误差
二 等	3.0	1/250 000
三 等	2.0	1/150 000
四 等	1.0	1/100 000
一级小三角	0.5	1/40 000
二级小三角	0.3	1/20 000

2. 各等级三边网的起始边至最远边之间的三角形个数不宜多于 10 个。

3. 三边网宜布设为近似等边三角形, 各三角形的内角不应大于 100° 和小于 30°, 受限制时也不应小于 25°。

4. 四等以上的三边网, 宜在网中选择接近 100° 的角, 以相应等级三角测量的测角精度进行观测作为检核。其检核的限差, 应符合本规范第 4.1.8 条的规定。

4.1.4 导线测量的主要技术要求

1. 导线测量的技术要求应符合表 4.1.4 的规定。

导线测量的技术要求

表 4.1.4

等级	附和导线长度 (km)	平均边长 (km)	每边测距中误差 (mm)	测 角 中误差 (")	导线全长 相对闭合差	方位角 闭合差 (")	测 回 数		
							DJ ₁	DJ ₂	DJ ₆
三等	30	2.0	13	1.8	1/55 000	$\pm 3.6\sqrt{n}$	6	10	—
四等	20	1.0	13	2.5	1/35000	$\pm 5\sqrt{n}$	4	6	—
一级	10	0.5	17	5.0	1/15000	$\pm 10\sqrt{n}$	—	2	4
二级	6	0.3	30	8.0	1/10000	$\pm 16\sqrt{n}$	—	1	3
三级	—	—	—	20.0	1/2000	$\pm 30\sqrt{n}$	—	1	2

注: 表中 n 为测站数。

2. 导线应尽量布设或直伸形状, 相邻边长不宜相差过大。

3. 当导线平均边长较短时, 应控制导线边数。当导线长度小于表 4.1.4 规定长度的 $1/3$ 时, 导线全长的绝对闭合差不应大于 13cm; 如果点位中误差要求为 20cm 时, 不应大于 52cm。

4.1.5 平面控制网的设计

1. 平面控制网的设计, 应搜集公路沿线已有的测量资料, 在现场踏勘和周密调查研究的基础上进行。

2. 平面控制点位置的选定应符合下列要求:

1) 相邻点之间必须通视, 点位能长期保存;

2) 便于加密、扩展和寻找;

3) 观测视线超越(或旁离)障碍物应在 1.3m 以上;

4) 平面控制点位置应沿路线布设, 距路中心的位置宜大于 50m 且小于 300m, 同时应便于测角、测距及地形测量和定测放线;

5) 路线平面控制点的设计, 应考虑沿线桥梁、隧道等构造物布设控制网的要求。在大型构造物的两侧应分别布设一对平面控制点。

4.1.6 水平角观测

1. 水平角观测应采用不低于 DJ₆ 型的经纬仪。使用前应进行下列检验:

1) 照准部旋转轴正常, 各位置气泡读数较差, DJ₁ 型经纬仪不得超过两格; DJ₂ 型不得超过一格。

2) 光学测微器行差与隙动差, DJ₁ 型经纬仪不得大于 $1''$; DJ₂ 型不得大于 $2''$ 。

3) 垂直微动螺旋使用时, 视准轴在水平方向上不得产生偏移。

4) 照准部旋转时, 仪器底座位移所产生的系统误差, DJ₁ 型经纬仪不得超过 $0.3''$; DJ₆ 型不得超过 $1.0''$ 。

5) 水平轴不垂直于垂直轴之差, DJ₁ 型经纬仪不得超过 $10''$; DJ₂ 型不得超过 $15''$; DJ₆ 型不得超过 $20''$ 。

6) 光学对点器的对中误差不得大于 1mm。

2. 水平角方向观测的作业要求:

1) 水平角观测方向数不多于 3 个时可不归零。各测回应均匀地分配在度盘和测微器的不同位置上。

2) 水平角方向观测应在通视良好、成像清晰稳定时进行。全部测回宜在一个时间段内测完。

3) 观测过程中, 气泡中心位置偏离不得超过 1 格; 气泡偏离接近 1 格时, 应在测回间重新整置仪器。

4) 在观测过程中, 两倍照准差 ($2c$) 的绝对值, DJ₁ 型经纬仪不得大于 $20''$; DJ₂ 型不得大于 $30''$ 。

5) 当方向总数超过 6 个时, 可分两组观测, 每组方向数应大致相等, 且包括两个共同方向(其中一个为共同零方向)。其共同方向之间的角值互差应不超过本等级测角中误差的两倍。

6) 当观测方向多于 3 个, 在观测过程中某些方向的目标不清晰时, 可以先放弃, 待清晰时补测。一测回中放弃的方向数不得超过应观测方向数的 $1/3$, 放弃方向补测时, 应在原基本测回测完后进行, 可只联测零方向。如全部基本测回测完, 有的方向一直没有观测过, 对这些方向的观测应按分组观测处理。

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° , 其误差值不应大于测角中误差的两倍, 一级以下导线可只测右角。

4. 当联测高标架或不稳固的控制点时, 应测定归心元素。测定时, 投影示误三角形的最

长边,对于标石,仪器中心的投影不应大于 5mm;对于照准圆筒中心的投影不应大于 10mm。投影完毕后,除标石中心外,其它各投影中心均应描绘两个观测方向。角度元素应量至 15',长度元素应量至 1mm。

5. 水平角方向观测法各项限差应符合表 4.1.6 的规定。

水平角方向观测法的各项限差

表 4.1.6

等 级	经纬仪 型 号	光学测微器两 次重合读数差 (")	半测回归零差	一测回中两倍 照准差 (2c) 较 差 (")	同一方向各 测回间较差 (")
四等及以上	DJ ₁	1	6	9	6
	DJ ₂	3	8	13	9
一级及以下	DJ ₂	—	12	18	12
	DJ ₆	—	18	—	24

注: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。

6. 水平角观测不符合表 4.1.6 要求时,应进行重测,并应遵守下列规定:

1) 2c 较差或同一方向各测回较差超限时,应重测超限方向,并联测零方向。

2) 零方向的 2c 较差或下半测回的归零差超限时,该测回应重测。

3) 若一测回中重测方向数超过本站方向数的 1/3 时,该测回应重测。重测的测回数超过总测回数的 1/3 时,该站应重测。

4) 因三角形闭合差、极条件、基线条件、方位角条件自由项等超限而重测时,应进行认真分析,择取测站整站重测。

7. 水平角观测结束后,测角中误差应按下列公式计算:

1) 三角网测角中误差

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{[WW]}{3n}} \quad (4.1.6-1)$$

式中: m_{β} ——测角中误差 (");

W ——三角形闭合差 (");

n ——三角形的个数。

2) 导线测角中误差

按方位角闭合差计算测角中误差:

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{f_{\beta} f_{\beta}}{n} \right]} \quad (4.1.6-2)$$

式中: f_{β} ——附和导线或闭合导线环的方位角闭合差 (");

n ——计算 f_{β} 时的测站数;

N ——附和导线或闭合导线环的个数。

按左、右角观测的导线测角中误差:

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{\Delta\Delta}{2n}} \quad (4.1.6-3)$$

式中: Δ ——测站圆周角闭合差 (");

n ——三角形的个数。

4.1.7 距离测量

1. 三角网的基线边、测边网及导线网的边长,应采用光电测距仪施测。一、二级小三角的基线边或二、三级导线的边长测量,受设备限制时,可采用普通钢尺进行测量。

2. 光电测距仪按精度分级如表 4. 1. 7-1

4. 1. 7-1

测距仪精度等级	每公里测距中误差 $m_D(mm)$
I 级	$m_D \leq 5$
II 级	$5 < m_D \leq 10$
III 级	$10 < m_D \leq 20$

仪器的标称精度 m_D 表达式为:

$$m_D = \pm (A + BD) \quad (4. 1. 7-1)$$

式中: m_D ——测距中误差 (mm);

A ——标称精度中的固定误差 (mm);

B ——标称精度中的比例误差系数 (mm/km);

D ——测距长度 (km)。

3. 光电测距仪及辅助工具的检校, 应符合下列规定:

1) 新购置的仪器或大修后, 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气压计时, 宜送当地气象台(站)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。

4. 选择测距边应符合下列要求:

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 1.3m 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。当采用水准测量测定高差时, 高差的大小可不受限制。若采用对向三角高程测定, 则高差的限值按下式计算:

$$h \leq \frac{8D}{T} \times 10^3 \quad (4. 1. 7-2)$$

式中: h ——测距边两端点的高差 (m);

D ——测距边边长 (m);

T ——测距边要求的相对中误差分母。

5. 测距的作业要求

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。当观测数据出现成群时, 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 1.5m 以外的地方。气压表应置平, 指针不应受阻。

7) 当测距边用三角高程测定的高差进行倾斜修正时, 垂直角的观测和对向观测较差要求, 可按本规范表 4.2.7 中五等三角高程测量的有关规定放宽 1 倍执行。

6. 光电测距的技术要求, 应符合表 4. 1. 7-2 的规定。

光电测距的技术要求

表 4.1.7-2

平面控制网等级	测距仪精度等级	观测次数		总测回数	一测回读数较差 (mm)	单程各测回较差 (mm)	往返较差
		往	返				
二、三等	I	1	1	6	≤ 5	≤ 7	$\pm\sqrt{2}(a+bD)$
	II			8	≤ 10	≤ 15	
四等	I	1	1	4~6	≤ 5	≤ 7	
	II			4~8	≤ 10	≤ 15	
一级	II	1	—	2	≤ 10	≤ 15	
	III			4	≤ 20	≤ 30	
二级	II	1	—	1~2	≤ 10	≤ 15	
	III			2	≤ 20	≤ 30	

注：测回是指照准目标一次，读数 2~4 次的过程。

7. 测距边的水平距离计算，应符合下列要求：

- 1) 气象改正，应按所给定的图表或公式进行。
- 2) 加、乘常数的改正，应根据仪器检测结果进行。
- 3) 测距仪与反光镜的平均高程面上的水平距离应按下列公式计算：

用测定两点间的高差计算：

$$D_p = \sqrt{s^2 + h^2} \quad (4.1.7-3)$$

用观测垂直角计算：

$$D_p = s \cdot \cos(a + f) \quad (4.1.7-4)$$

$$f = (1 - K) \rho'' \frac{s \cdot \cos a}{2R} \quad (4.1.7-5)$$

式中： D_p ——测距边两端点仪器与棱镜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)；

a ——垂直角观测值 (")；

f ——地球曲率与大气折光对垂直角的改正值，不论仰角或俯角， f 恒为正值；

K ——当地的平均大气折光系数；

R ——地球平均曲率半径。

8. 测距边的精度评定，应按下列公式计算：

- 1) 往返测距单位权中误差：

$$\mu = \sqrt{\frac{[pdd]}{2n}} \quad (4.1.7-6)$$

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 $1/\delta_D^2$ ， δ_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

$$m_{Di} = \mu \sqrt{\frac{1}{p_i}} \quad (4.1.7-7)$$

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。

9. 采用普通钢尺丈量基线长度时, 应符合表 4.1.7-3 的规定。

普通钢尺丈量基线的技术要求

表 4.1.7-3

等级	定向 偏向 (cm)	最大 高差 (m)	每尺段往返高差 之差 (mm)		最小 读数 (mm)	三组读 数之差 (mm)	同段尺长差 (mm)		全长各 尺之差 (mm)	外业手簿计算 单位 (mm)		
			30m	50m			30m	50m		尺长	改正	高差
一级 二级	5	4	4	5	0.5	1.0	2.0	3.0	$30\sqrt{k}$	0.1	0.1	1.0

注: 表中 k 为基线全长的公里数。

10. 一级、二级导线采用普通钢尺丈量导线边长时, 其技术要求应符合表 4.1.7-4 的规定。

普通钢尺丈量导线边长的技术要求

表 4.1.7-4

等级	定线偏差 (cm)	每尺段往 返高差之 差 (cm)	最小 读数 (mm)	三组读数 之差 (mm)	同 段 尺长差 (mm)	外业手簿计算取值 (mm)		
						尺长	各项改正	高差
一级	5	1	1	2	3	1	1	1
二级	5	1	1	3	4	1	1	1

注: 每尺段指两根同向丈量或单尺往返丈量。

4.1.8 成果的记录、整理和计算

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

2. 一级以上的平面控制网的计算, 应采用严密平差法。二级以下平面控制网可采用近似平差法。

3. 三角网条件方程式自由项的限值应按下列公式计算:

1) 极条件自由项的限值

$$W_j = \pm 2 \frac{m\beta''}{\rho''} \sqrt{\sum ctg^2 \beta} \quad (4.1.8-1)$$

2) 基线条件自由项的限值

$$W_b = \pm 2 \sqrt{\frac{m_{\beta}''^2}{\rho''^2} \sum ctg^2 \beta + \left(\frac{m_{s1}}{S_1}\right)^2 + \left(\frac{m_{s2}}{S_2}\right)^2} \quad (4.1.8-2)$$

3) 方位角条件自由项的限值

$$W_f = \pm 2 \sqrt{m_{a1}''^2 + m_{a2}''^2 + nm_{\beta}''^2} \quad (4.1.8-3)$$

4) 固定角条件自由项的限值

$$W_g = \pm 2 \sqrt{m_g''^2 + m_{\beta}''^2} \quad (4.1.8-4)$$

式中: m_{β}'' ——相应等级规定的测角中误差 (");

ρ ——传距角 ($^{\circ}$);

m_{s1}/S_1 、 m_{s2}/S_2 ——起始边边长相对中误差；

m''_{a1} 、 m''_{a2} ——起始方位角的中误差（″）；

n ——推算路线所经过的测站数；

m''_g ——固定角的测角中误差（″）。

4. 三边测量应按以下各项进行检核和计算限值：

1) 距离测量的单位权中误差 μ 和测距中误差 m_D ，应按本规范公式（4.1.7-6）及（4.1.7-7）计算。

2) 观测角与由边长计算角间的限值按下列公式进行检核：

当已知各边平均测距中误差时，

$$W_r'' = \pm 2 \sqrt{\left(\frac{m_D}{h_C} \rho'' \right)^2 (\cos \alpha^2 + \cos \beta^2 + 1) + m_{\beta}''^2} \quad (4.1.8-5)$$

当已知各边平均测距相对中误差时，

$$W_r'' = \pm 2 \sqrt{2 \left(\frac{m_D}{D} \rho'' \right)^2 (\operatorname{ctg} \alpha^2 + \operatorname{ctg} \beta^2 + \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta) + m_{\beta}''^2} \quad (4.1.8-6)$$

式中： m_D ——各边的平均测距中误差；

m_D/D ——各边的平均测距相对中误差；

h_C ——观测角顶点至对边的垂线长度；

α, β ——三角形中除观测角外的另两个角度。

3) 三边网角条件（含圆周角条件与组合角条件）自由项的限值按下式计算：

$$m_w = \pm 2m_D \sqrt{[aa]} \quad (4.1.8-7)$$

式中： m_D ——观测边的平均测距中误差；

a ——圆周角条件与组合角条件方程式的系数。

5. 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：

$$D = D_o \left(1 + \frac{H_p - H_m}{R_A} \right) \quad (4.1.8-8)$$

式中： D_o ——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) 归算到参考椭球面上的测距边长度，按下式计算：

$$D_1 = D_o \left(1 - \frac{H_m + h_m}{R_A + H_m + h_m} \right) \quad (4.1.8-9)$$

式中： D_1 ——归算到参考椭球体面上的测距长度（m）；

h_m ——测区大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：

$$D_2 = D_1 \left(1 + \frac{Y_m^2}{2R_m^2} + \frac{\Delta y^2}{24R_m^2} \right) \quad (4.1.8-10)$$

式中： D_2 ——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）。

6. 内业计算中数字取值精度应符合表 4.1.8 的规定。

内业计算数字取位

表 4.1.8

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（″）
四等及以上	0.1	0.001	0.001	0.1
一级及以下	1	0.001	0.001	1

4.2 高程控制测量

4.2.1 一般规定

1. 公路高程系统,宜采用 1985 国家高程基准。同一条公路应采用同一个高程系统,不能采用同一系统时,应给定高程系统的转换关系。独立工程或三级以下公路联测有困难时,可采用假定高程。

2. 公路高程测量采用水准测量。在进行水准测量确有困难的山岭地带以及沼泽、水网地区,四、五等水准测量可用光电测距三角高程测量。

4.2.2 各级公路及构造物的水准测量等级应按表 4.2.2 选定。

公路及构造物水准测量等级

表 4.2.2

测 量 项 目	等 级	水准路线最大长度 (km)
4000m 以上特长隧道、2000m 以上特大桥	三等	50
高速公路、一级公路、1000~2000m 特大桥、 2000~4000m 长隧道	四等	16
二级及二级以下公路、1000m 以下桥梁、 2000m 以下隧道	五等	10

4.2.3 水准测量的精度应符合表 4.2.3 的规定。

水准测量的精度

表 4.2.3

等 级	每公里高差中数误差 (mm)		往返较差、附和或环线闭合差 (mm)		检测已测测段 高差之差 (mm)
	偶然中误差 M_{Δ}	全中误差 M_W	平原微丘区	山岭重丘区	
三等	± 3	± 6	$\pm 12\sqrt{L}$	$\pm 3.5\sqrt{n}$ 或 $\pm 15\sqrt{L}$	$\pm 20\sqrt{L_i}$
四等	± 5	± 10	$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 6.0\sqrt{n}$ 或 $\pm 25\sqrt{L}$	$\pm 30\sqrt{L_i}$
五等	± 8	± 16	$\pm 30\sqrt{L}$	$\pm 45\sqrt{L}$	$\pm 40\sqrt{L_i}$

注: 计算往返较差时, L 为水准点间的路线长度 (km); 计算附和或环线闭合差时, L 为附和或环线的路线长度 (km)。 n 为测站数。 L_i 为检测测段长度 (km)。

4.2.4 水准点的布设

水准路线应沿公路路线布设, 水准点宜设于公路中心线两侧 50~300m 范围之内。水准点间距宜为 1~1.5km; 山岭重丘区可根据需要适当加密; 大桥、隧道口及其它大型构造物两端, 应增设水准点。

4.2.5 水准观测

1. 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 i , 在作业开始的第一周内应每天测定一次, i 角稳定后可每隔 15 天测定一次, 其值不得大于 $20''$ 。

2) 水准尺上的米间隔平均长与名义长之差, 对于线条式因瓦标尺不应大于 0.10mm, 对于区格式木质标尺不应大于 0.5mm。

2. 导线点高程测量及跨河水准测量的光电测距仪和经纬仪的检验, 除按本规范第 4.1.6 条和 4.1.7 条规定的项目检验外, 还须进行下列检验:

1) 垂直度盘测微器行差不得大于 $2.0''$ 。

2) 一测回垂直角观测中误差不得大于 $3.0''$ 。

3. 水准测量的观测方法应符合表 4.2.5-1 的规定。

水准测量的观测方法

表 4.2.5-1

等 级	仪器类型	水准尺类型	观 测 方 法		观 测 方 法
三等	DS ₁	因瓦	光学观测法	往	后-前-前-后
	DS ₃	双面	中丝读数法	往返	后-前-前-后
四等	DS ₃	双面	中丝读数法	往返、往	后-后-前-前
五等	DS ₃	单面	中丝读数法	往返、往	后-前

4. 水准测量的技术要求应符合表 4.2.5-2 的规定。

水准测量的技术要求

表 4.2.5-2

等级	水准仪的型号	视线长度 (m)	前后视较 差 (m)	前后视累积差 (m)	视线离地面最低高度 (m)	红黑面读数差 (mm)	黑红面高差较差 (mm)
三等	DS ₁	100	3	6	0.3	1.0	1.5
	DS ₃	75				2.0	3.0
四等	DS ₃	100	5	10	0.2	3.0	5.0
五等	DS ₃	100	大致相等	—	—	—	—

4.2.6 观测结果的重测和取舍

1. 观测结果超限必须进行重测。
2. 测站观测限差超限必须立即重测，否则从水准点或间隙点起重测。
3. 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。如重测结果与原测结果分别比较，较差均不超过限差时，取三次结果的平均值。

4. 每条水准路线按测段往返测高差较差，或附和路线的环线闭合差在计算高差中误差 M_{Δ} 或高差中数的全中误差 M_W 超限时，应先对路线上闭合差较大的测段进行重测。

M_{Δ} 和 M_W 按式 (4.2.6-1) 和式 (4.2.6-2) 计算：

$$M_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{\Delta\Delta}{R} \right]} \quad (4.2.6-1)$$

$$M_W = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{WW}{F} \right]} \quad (4.2.6-2)$$

式中： Δ ——测段往返高差不符值 (mm)；

R ——测段长 (km)；

n ——测段数；

W ——水准路线经过各项修正后的环线闭合差 (mm)；

N ——水准环数；

F ——水准环线周长 (km)。

4.2.7 光电测距三角高程

1. 光电测距三角高程测量应采用高一级的水准测量联测一定数量的控制点，作为三角高程测量的起闭依据。

2. 光电测距三角高程测量，视距长度不得大于 1km，垂直角不得超过 15°。高程导线的最大长度不应超过相应等级水准路线的最大长度。

3. 光电测距三角高程测量的技术要求应符合表 4.2.7 的规定。

光电测距三角高程测量的技术要求

表 4.2.7

等级	仪器	测距边 测回数	垂直角测回数		指标差 较差 (")	垂直角 较差 (")	对向观测 高差较差 (mm)	附和或环 线闭合差 (mm)
			三丝法	中丝法				
四等	DJ ₂	往返各 1	—	3	≤7	≤7	$40\sqrt{D}$	$20\sqrt{\sum D}$
五等	DJ ₂	1	1	2	≤10	≤10	$60\sqrt{D}$	$30\sqrt{\sum D}$

注：D 为光电测距边长度。

4. 对向观测宜在较短时间内进行，计算时应考虑地球曲率和大地折光差的影响。

5. 仪器高度、反射镜高度或觇牌高度，应在观测前后量测。对于四等测量应采用量杆量测，其取值精确至 1mm，当较差不大于 2mm 时，取平均值；五等取值精确至 1mm，当较差不大于 4mm 时，取平均值。

6. 内业计算时，垂直角度的取值应精确至 0.1"，高程的取值应精确至 1mm。

4.2.8 跨河水准测量

当水准路线跨越江河（或湖塘、宽沟、洼地、山谷等），视线长度在 200m 以内时，可用一般观测方法进行。但在测站上应变换一次仪器高度，观测两次，两次高差之差应不超过 7mm，取两次结果的中数。若视线长度超过 200m 时，应根据跨河宽度和仪器设备等情况，选用相应等级的光电测距三角高程测量或跨河水准测量方法进行观测。

4.2.9 外业成果的整理

1. 水准测量观测结束经全面检查确认无误后，编制高差表，计算正常位水准面不平行的改正数、水准路线（或环线）闭合差、1km 水准测量高差中数的偶然中误差 M_{Δ} 以及 1km 水准测量中数的全中误差 M_w 。

2. 各等水准网的计算，应采用条件观测平差或间接观测平差，平差后应求出最弱相对于起算点的高程中误差。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，并应作精度评定。

3. 水准测量计算时数字取位，应符合表 4.2.9 的规定。

水准测量计算数字取位

表 4.2.9

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)
各等	0.1	0.1	0.1	0.1	1	1

5 地形测量

5.1 一般规定

5.1.1 测图比例尺应符合《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》的规定。

5.1.2 地形图的基本等高距应符合表 5.1.2 的规定。

地形图的基本等高距 表 5.1.2

地形类别	不同比例尺的基本等高距 (m)			
	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000
平原区	0.5	0.5	1.0	2.0
微丘区	0.5	1.0	2.0	5.0
重丘区	1.0	1.0	2.0	5.0
山岭区	1.0	2.0	2.0	5.0

注：①基本等高距可视工作需要在此表基础上适当加密；

②一个测区同一比例尺，宜采用一种基本等高距。

5.1.3 地形图的图式应符合国家测绘局制定的现行地形图图式的规定。对图式中没有规定符号的地物、地貌，可另作补充规定，但应在技术总结中注明，或编印成册。

5.1.4 地形图可选用大平板仪测绘法、经纬仪小平板联测法、电子速测仪机助成图法、航空摄影测量、GPS 实时动态差分定位 (RTK) 及其它符合本规范测量精度要求的方法。

5.1.5 地形图原图宜选用厚度为 0.07~0.10mm、热处理后伸缩率小于 0.4‰的聚酯薄膜。

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

5.1.7 地形图的精度应符合表 5.1.7 的规定。

地形图的精度 表 5.1.7

图上地物点位置中误差 (mm)		等高线的高程中误差 (mm)			
主要地物	一般地物	平原区	微丘区	重丘区	山岭区
± 0.6	± 0.8	$\frac{1}{3}H_d$	$\frac{1}{2}H_d$	$\frac{2}{3}H_d$	$1 H_d$

注：①主要地物是指外廓明显的坚固建筑物；

②森林、隐蔽或困难地区，可按表中要求放宽 0.5 倍；

③ H_d 为基本等高距。

5.1.8 每幅图应测出图廓外 5mm，图幅的接边误差不应超过本规范表 5.1.7 规定值的 $2\sqrt{2}$ 倍，超过规定值时，应进行实地检查和修改。

5.2 图根控制测量

5.2.1 图根平面控制测量应采用图根三角、图根导线、光电测距仪极坐标或交会点等方法。条件受限制时，可布设支导线。

5.2.2 图根点的精度，应不大于所测比例尺图上 0.1mm，高程中误差应不大于测图基本等高距的 1/10。

5.2.3 图根点的密度（含平面控制点）应按测图比例尺和地区难易程度等级确定。当视距长度超过表 5.3.2 或表 5.3.4 规定值，或地形复杂、隐蔽及建筑群密集等，不能满足测图要求时，应进行图根控制测量。

5.2.4 图根三角的边长应不超过测图最大视距的 1.7 倍，传距角不应小于 25° ，线形锁三角形个数应不超过 13 个，且应布设检查边，其较差的相对误差应不大于 1/1500。用重合点检查时，其点位较差不应大于图上 0.2mm。

图根三角测量的水平角，采用方向观测法，各项要求应符合表 5.2.4 的规定。

图根三角水平角观测技术要求

表 5.2.4

仪器类型	半测回归零差 (")	测回数	测角中误差 (")	三角形最大闭合差 (")	方位角闭合差 (")
DJ ₆	24	1	± 20	± 60	$\pm 40\sqrt{n}$

注：n 为测站数。

5.2.5 图根导线测量的技术要求，应符合表 5.2.5 的规定。

图根导线测量的技术要求

表 5.2.5

附和导线长度 (m)	经纬仪的测回数	测角中误差 (")	方位角闭合差 (")	导线相对闭合差
$\leq 1.5M$	1	± 30	$\pm 60\sqrt{n}$	$\leq 1/2000$

注：①M 为测图比例尺的分母，n 为测站数；

②隐蔽或施测困难地区导线相对闭合差可放宽，但不应大于 1/1000。

5.2.6 图根导线的边长，宜采用光电测距仪单向施测，也可用普通钢尺往返丈量，其较差的相对误差不应大于 1/3000。

钢尺丈量边长时，当坡度大于 2%，温度超过钢尺鉴定温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 或尺长修正大于 1/10000 时，应分别进行坡度、温度、尺长的修正。

5.2.7 图根导线布设成支导线时，平均边长不应超过测图最大视距长度，边数不应多于 4 条。边长应往返丈量，角度应分别测左、右角各一测回，其圆周角闭合差不应超过 $40''$ 。

5.2.8 采用光电测距仪用极坐标法布设图根控制点时，水平角及边长测量采用一测回，并进行本站校核。方向较差不应超过 $40''$ ，高程较差不应大于等高距的 1/5，测距较差不应超过图上 0.1mm，边长不得超过测图最大视距长度。

5.2.9 当解析图根点不能满足测图需要时，可增补少量图解交会点或视距支点。

1. 图解交会点，前、侧方交会均不得少于三个方向，后方交会不得少于四个方向。交会角应在 $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 之间。

2. 由图根点上可支出一个视距支点，支点边长不宜大于地形点最大视距长度 2/3，并应往返测定，其较差不应大于 1/150。

5.2.10 图根高程一般采用图根水准测量和光电测距三角高程测量。图解交会点或视距支点可采用经纬仪三角高程测量。

5.2.11 图根水准测量应起讫于不低于五等的水准点上,图根水准测量的技术要求应符合表 5.2.11 的规定。

图根水准测量的技术要求

表 5.2.11

仪器 类型	1km 高差 中误差 (mm)	附和路 线长度 (km)	视线 长度 (m)	观 测 次 数		往返较差、附和或环 线闭合差 (mm)	
				与已知点联测	附和或闭合 路线	平原微丘区	山岭重丘区
DS ₁₀	±20	≤5	≤100	往返各一次	往一次	±40√L	±12√n

注: L 为水准路线长度,以 km 计; n 为测站数。

5.2.12 图根光电测距三角高程路线应起闭于高级控制点,其边数不应超过 12 条。垂直角应采用不低于 DJ₆ 型经纬仪,中丝法两测回测定,指标差较差和垂直角较差均不应大于 25",测距边可单向观测、仪器高、觇标高观测值应取至 1mm,三角高程附和或环线闭合差不应大于 $40\sqrt{\sum D}mm$ (D 为光电测距边长度,以 km 计)。

5.2.13 图根三角高程测量,应起讫于不低于图根水准精度的高程点上。图根三角测量的主要技术要求应符合表 5.2.13 的规定。

图根三角测量的主要技术要求

表 5.2.13

边长 (km)	仪 器	测回数	对向观测高差 较差 (mm)	附和或环形 闭合差 (m)
≤0.5	JD ₆	1	≤400S	$0.1H_d\sqrt{n}$

注: ①S 为边长 (km);

②H_d 为基本等高距 (m), n 为边数;

③边长大于 400m 时,应考虑地球曲率和折光差的影响。

5.2.14 图根控制测量一般采用近似平差的方法,成果取位至 1cm。

5.3 地形测图

5.3.1 实测地形图,可选用测绘法、测记法等方法。

5.3.2 采用速测仪或测距仪极坐标测记法时,应符合下列要求:

1. 应绘制草图。对各种地物、地貌特征应分别指定代码。测站上,宜按地物分类顺序施测。

2. 测点时,水平角、垂直角的读数应精确至 $1'$,归零检查时,不宜大于 $1.5'$ 。测记法测距最大长度,宜符合表5.3.2的规定。

3. 内业可采用计算机辅助成图,也可用坐标展点成图。

测记法测距最大长度

表 5.3.2

比 例 尺	地形点间距 (m)	测距最大长度 (m)
1 : 500	15	300
1 : 1000	30	450
1 : 2000	50	700
1 : 5000	100	1000

5.3.3 测绘法测图所用的仪器和工具,应符合下列要求:

1. 视距常数值应在 $100 \pm 0.1\text{m}$ 以内;
2. 垂直度盘指标差不应超过 $\pm 2'$;
3. 比例尺尺长误差不应超过 $\pm 0.2\text{mm}$;
4. 量角器半径不应小于 0.1m ,其偏心差不应大于 0.2mm 。

5.3.4 测绘法测距最大长度,应符合表5.3.4的规定。

测绘法测距最大长度

表 5.3.4

比 例 尺	地形点间距 (m)	测距最大长度 (m)	
		地 物 点	地 形 点
1 : 500	15	60	100
1 : 1000	30	100	150
1 : 2000	50	180	250
1 : 5000	100	300	350

注: ①垂直角超过 $\pm 10^\circ$ 时,测距长度应适当缩短;平原微丘区成像清晰时,测距长度可按上表规定放长20%。

②1 : 500、1 : 1000比例尺施测主要地物时,测距读数应读至 0.1m 。

③地形点间距在山岭重丘区及地貌变化处应适当加密。

5.3.5 地形测图时,仪器的设置及测站上的检查应符合下列要求:

1. 采用平板仪测绘时

(1) 仪器对中误差:平板仪不应大于图上 0.5mm 。

(2) 以较远一点标定方向,其它点进行检核。平板仪测绘时,检核偏差不应大于图上 0.3mm 。

(3) 检查另一测站高程,其较差不应大于 $1/5$ 基本等高距。

2. 采用经纬仪和光电测距仪测绘时,其各项限差宜适当减小。

5.3.6 高程注记点的分布

1. 地形图上高程注记点应分布均匀,丘陵地区高程注记点的间距宜符合表5.3.6的规定。

丘陵地区高程注记点的间距

表 5.3.6

比 例 尺	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000
高程注记点间距 (m)	15	30	50

注：平坦及地形简单地区可放宽至 1.5 倍，地貌变化较大的丘陵地，山地与高山地应适当加密。

2. 山顶、鞍部、山脊、山脚、谷底、谷口、沟底、沟口、凹地、台地、河川湖池岸旁、水涯线上以及其它地面倾斜变化处，均应测高程注记点。

3. 基本等高距为 0.5m 时，高程注记点应注至 0.01m；基本等高距大于 0.5m 时，可注至 0.1m。

5.3.7 地形测绘内容与取舍

地形图应标示居民地、独立地物、管线及境界、公路、水系、植被等各项地物、地貌要素以及各类控制点、地理名称等，并突出公路规划、设计、建设、管理等有关各项要素。

地物、地貌各项要素的标示方法和取舍原则除应符合现行国家测绘局制定的图式外，还应遵守下列各项规定：

1. 各种比例尺地形图上均应展绘或测出各等级三角点（包括各等级平面控制点）、图根点、水准控制点等测量控制点，并按规定符号表示。

2. 各类建筑物、构筑物及其主要附属设施均应进行测绘，房屋外廓以墙角为准。1 : 500、1 : 1000、1 : 2000 的测图，居民区房屋应详细测绘，房屋应加注层数及建筑材料。建筑物、构筑物轮廓凸凹在图上小于 0.5mm 时，可用直线连接。独立地物能按比例尺表示的应实测外廓，填绘符号；不能按比例尺表示的，应准确表示其定位点或定位线。

3. 各种比例尺地形图的线状地物，如管线、高低压线等应实测其支架或电杆的位置。高压线路应注明千伏安；同高压线交叉时，应实测其悬垂线与地面的最小垂直距离。线路密集或居民区的低压电线、通讯线可根据用途需要测绘，管线转角均应实测。测区范围内有重要的通讯电缆等地下管线时，必须详细测定其位置。

4. 公路及其附属物应按实际形状测绘。测绘已建公路应施测路肩边缘，并标注路面类型；公路里程碑应实测其点位，并注明里程数；公路交叉口处应注明每条公路的走向；人行小道可视需要测绘。

铁路应标注轨面高程，曲线段标注外轨面高程。

铁路与公路图应在图上分别每约 0.1m（山区公路 0.05m）及地形起伏变换处、桥隧建筑物等处测注高程点。

5. 水系及其附属物应按实际形状测绘。

海洋应测绘海岸位置，海岸线按当地多年大潮、高潮所形成的实际痕迹施测，并测标测时水面高程。

水渠应测注水渠底及渠顶边的高程；堤坝测注顶部及坡脚高程；水井测注井台高程；水塘应测注塘顶边及塘底高程。

河沟、水渠在地形图上的宽度小于 1mm 时，可用单线表示。

6. 地貌以等高线表示为主，明显的特征地貌（如陡崖、冲沟等）以符号表示。从零米起算每隔四根首曲线应绘一根计曲线，并在计曲线上注记高程。山顶、鞍部凹地及斜坡方向不易判读的等高线上，应加绘示坡线。

居民区内除大片自然地表外，可不绘等高线。

当等高线密集，两根计曲线间距在图上小于 2mm 时，首曲线可略去不绘。

露岩、独立石、土堆、冲沟坑穴、陡坎等应分别测注高程或比高。

冲沟、雨裂沟底宽在图上小于 3mm 时用单点线表示沟中心，大于 3mm 时应分别测出坡脚，其间距大于 10mm 时应勾绘沟底等高线。

7. 植被的测绘应按其经济价值和面积大小适当取舍。

农业用地施测时按实地作物类别绘示在地形图上。

地界类与线状地物重合时应绘线状地物符号。

梯田坎等地物、地貌，其水平投影在图上大于 2mm 时，应实测坎脚，小于 2mm 可注比高。当两坎间距在图上小于 5mm（1：500 图上小于 10mm）或坎高小于 1/2 等高距时可适当取舍。当两坎间距地图上大于 20mm 时应绘等高线。

水田应测代表性高程，田埂宽在图上小于 1mm 时可用单线表示。

居民地、厂矿、机关、学校、医院、山岭、水库、河流和道路干线等应按现有的名称注记。

5.4 数字化机助成图

5.4.1 一般规定

1. 地形图符号绘制应符合国家现行地形图图式。对机助成图难以绘制的符号,可适当修改或简化。对图式中没有规定的地物、地貌符号,可作补充规定。

2. 标识地物、地貌属性的特征代码设计,应具有可扩展性、通用性、实用性。

5.4.2 野外测量采集数据

1. 野外测量采集数据应包括图根控制测量与碎部测量。

2. 数字化机助成图的图根控制测量及碎部测量按本规范 5.2 节及 5.3 节的有关规定执行。

3. 碎部测量可采用极坐标法、视距法与交会法等。

4. 数据文件应便于检索、查询、修改、增删、输出与通讯。

5. 数据采集可用顺序法、断点法、信息码法。在采集数据的同时,应绘制测站草图。

6. 数据的传送、检查与存贮应符合下列规定:

1) 当天或一个阶段采集的数据,应使用通讯的方式将其传送至计算机,进行预处理,并对照草图进行检查。超限的数据必须重测,丢漏的数据应及时补测。

2) 经检查修改后的数据应及时存盘或录带。采用录带存贮数据时,应录两次,避免录错与丢漏数据。

3) 数据存贮后,记录器上的数据应及时清除。

5.4.3 原图数字化采集数据

1. 对原图资料的基本要求

薄膜、刻膜、纸质等地形原图应清晰、平整、无褶皱。图廓、方格网长度误差以及图纸的变形情况,应满足用图要求。

2. 数据采集前的预处理

1) 检查工作底图的接边情况、线状要素的连续性(如公路、河流、境界走向)、面状地物(如水域、植被、房屋及大型工矿建筑物等)是否闭合以及等高线是否连续、相接等。

2) 对线状目标的起讫点、平面交叉点、线状目标之间及其与面状地物边线之投影交叉点、同一线状目标上具有不同属性内容线段的分界点、闭合曲线上的节点、线状目标和面状目标的边线与图边的交点、将目标划分为子目标时的划分点等应进行节点标识。

3) 添补不完整的划线,如被注记符号等压盖而间断的划线;没有明确界线的面状要素部分;境界线以及双线河、湖泊分界的部分;道路、等高线等遇居民地、房屋时的中断部分;水系中的沼泽、水中滩地等均以划线连接完整。

4) 增补的重要地物,删除已废除和消失的地物符号。

5) 对于图上不便于区分的要素类别和属性应在预处理图上予以标识。如标明同一线状地物的属性变化和具有多重性的地物之编码等。

3. 图纸定向应符合下列规定:

1) 图纸定向不应少于 4 点,定向点应分布均匀、合理,并宜选用图廓坐标或方格点作为定向点。

2) 图纸定向后,应选择若干格网点作为检查点。其数字化坐标值与理论坐标值较差不应超过图上 $\pm 0.3\text{mm}$,超限时应检查原因或重新定向。

4. 数据采集应符合下列规定:

1) 数据采集时应分层进行。

2) 根据各要素的几何特征,选择线型输入坐标采集点,采集点的点位误差不得大于

0.1mm。采集线状符号或面状边界坐标时，应根据曲率大小调整采点步距，并将其控制在0.3~1.0mm之间或以两点间线段与曲线之间的矢距小于0.15mm。

3) 各数据层均应存放内图廓线。内图廓线及其余坐标网格应采用理论值生成。

4) 面状要素的每个多边形内必须有一个标识点，其分类码为该多边形所代表的面状目标的分类代码。

5) 图上不得用地类界表示其确切范围，复合植被、土质类型在预处理图上已绘出范围线的，应按辅助线采集。

6) 线状要素应用实线数字化并保持连续性（如被桥梁符号切断的公路、铁路、河流、管线；双线河及湖泊水面上的境界线等）。在线状目标或与面状目标相交（如桥梁）或重叠（如隧道）处附近，应将线状目标或面状目标分段进行采集。

7) 具有多重性的公共边，只可数字化一次，存放在其主属性所属的层中，其分类代码应为主属性的编码。该公共边在次属性层中的位置可用拷贝的方法生成。

8) 要素中应隐含有高程信息的数字化目标，并正确地将高程信息输入其所属目标。

9) 图面文字注记应准确地输出其定位坐标；对于建立图形数据库，则应根据图式规定输入其字体、字号及定位点。

10) 采集数据完成后，应对其数据进行存贮、编辑处理，生成数据文件。

5.4.4 利用已有测量资料采集数据

应充分利用已有测量资料，建立数据文件。

5.4.5 数据处理

1. 数据处理的软件系统应包括：

- 1) 数据通讯软件；
- 2) 数据转换软件；
- 3) 坐标计算软件；
- 4) 数据编辑软件。

2. 数据的分层，应根据所采集的图形数据按地形图要素的类别进行。

3. 图形数据库的名称不得与其他库名相同，并符合作业区域的统一规定。图形数据库的文件目录名，宜采用相应的地形图图幅号加系统所要求的扩展名。

4. 数据处理宜采用批量方式，实现数据通讯、转换、分类、计算、编辑数据流连续化。

5. 数据处理的主要成果应包括：

- 1) 原始数据文件；
- 2) 图根点成果文件；
- 3) 细部点成果文件；
- 4) 绘图信息处理文件；
- 5) 窗口数据文件。

5.4.6 图形处理

1. 图形处理软件系统，应有下列功能齐全的软件：

- 1) 图廓整饰软件；
- 2) 绘制线状符号软件；
- 3) 绘制面状符号软件；
- 4) 绘制等高线软件；
- 5) 绘制独立符号软件；
- 6) 图幅剪裁软件。

2. 图形处理应采用批量式与人机交互相结合的方法；实现数据处理、图形处理、图形输出数据流连续化。

3. 图形处理前应检查图形处理软件系统与数据处理后所生成的文件。
 4. 汉字注记宜采用交互式汉字注记方法；在计算机屏幕上显示图形，应用图形编辑的方法注记汉字。
 5. 图形编辑软件应具有图形显示、缩放、剪裁、修改、插入、旋转、移位、增删、叠加、拷贝、曲线拟合等功能。
 6. 图形处理的成果应符合下列要求：
 - 1) 图形处理所生成的图形文件与数据处理所生成的相关数据文件应一一对应。
 - 2) 图形处理所生成的各要素信息应分层存贮，文件格式兼容性要好，便于相互轮换。
- 图形文件应包括：属性、定号、三维坐标值、层号等信息。

6 初 测

6.1 目的与任务

- 6.1.1 根据批复的《工程项目可行性研究报告》所拟定的修建原则和设计方案，进行现场勘测，确定采用方案，并搜集编制初步设计所需的勘察资料。
- 6.1.2 初测中路线方案选定应采用“纸上定线法”，当受地形、地物及设备条件限制时，可采用“现场定线法”。

6.2 准备工作

6.2.1 搜集资料

勘测前应搜集和掌握下列基本资料：

1. 各种比例尺的地形图、航测像片，国家及有关部门设置的三角点、导线点、水准点等资料。
2. 搜集沿线自然地理概况、地质、水文、气象、地震基本烈度等资料。
3. 搜集沿线农林、水利、铁路、公路、航运、城建、电力、通讯、文物、环保等部门与本路有关系的规划、设计、规定、科研成果等资料。
4. 对改建公路除上述资料外，还应搜集原有公路的测设、施工、养护、路况等档案资料。

6.2.2 室内方案研究

根据工程可行性研究报告拟定的路线基本走向方案，在地形图（1：10000～1：50000）或航测像片上进行室内研究，经过对路线方案的初步比选，拟定出需勘测的方案（包括比较线）及需现场重点落实的问题。

6.3 现场踏勘

6.3.1 应根据初拟方案，针对下列主要内容进行现场核查。

1. 核查所搜集的地形图与沿线地形、地物有无变化，对拟定的路线方案有无干扰，并研究相应的路线调整方案。
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路线调整方案。
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，应注意研究路线布设后，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. 核查工作应与当地政府或主管部门取得联系，对重要的路线方案、同地方规划或设施有干扰的方案，应征求相关部门的意见。

6.3.2 根据不同地形特点，进行路线总体方案的布设。

1. 平原微丘区路线，应处理好路线与农田水利、道路、村庄和其它建筑物的关系，路线应短捷、舒顺，并注意整体线形的协调和连续性。
2. 越岭路线，应选择好垭口和坡面，需要展线时，应充分利用自然坡面展线，不得已时可采用回头展线。
3. 沿河线应根据河岸两侧自然条件、农田、水利、居民分布及洪水淹没等情况，确定所走河岸及跨河换岸位置；应注意洪水调查，合理控制路线高程。
4. 山腰线应布设于地形、地质、水文情况良好的一侧山坡，并应通过纵坡调整，避开支沟发育、剥蚀严重的“鸡爪”地形和悬岩陡坡。
5. 山脊线应对水岭各垭口进行放坡试线，确定垭口控制点，尽量利用平顺、开阔的山脊布线；如需沿分水岭侧面布设时，应按山腰线的要求处理。
6. 改建公路的路线应着重调查原有路基、路面、桥涵、防护和排水系统与主要病害情况，以及原有道路的平、纵面情况，提出对原路的利用、改善和另择新线方案。

6.3.3 现场踏勘过程中，应对可行性研究报告或室内拟定的各种局部比较方案进行研究比较，对优劣较为明显的方案，通过现场踏勘可确定其取舍；若不能确定其优劣时，应作为比较线，进行初测比较。

6.3.4 经过现场踏勘，应根据实际情况对初拟的路线方案和比较方案进行调整或修正，确定路线走廊带后进行初测。

6.4 路线平面控制测量

- 6.4.1 路线平面控制测量，应按本规范第 4.1 节的有关规定执行。
- 6.4.2 采用“现场定线法”进行初测的导线或中线，应根据地形变化钉设加桩，以供测绘地形图使用。
- 6.4.3 应利用路线经过地区已有国家或其他有关部门的平面控制资料，但应进行以下工作：
1. 对原有控制点应进行检测；
 2. 控制测量的坐标系统与本路的坐标系统不一致时，应进行换算；
 3. 原有平面控制点不能满足公路放线要求时，应按规定予以加密。

6.5 路线高程测量

- 6.5.1 路线高程测量，应按本规范第 4.2 节的有关规定执行。
- 6.5.2 应利用路线经过地区已有国家或其他部门设置的水准点，但应进行下列工作：
 - 1. 对原水准点进行逐一检测；
 - 2. 原高程系统与本路线使用的高程系统不一致时，应进行换算。
- 6.5.3 路线上设置的平面控制桩、中线桩和设计需要高程控制的点，如干渠、水坝、河堤、管线、铁路等都应测量其高程。

6.6 路线地形图测量

6.6.1 路线地形图的测绘宽度,当采用“纸上定线法”初测时,路线中线两侧应各测绘 200~400m;采用“现场定线法”初测时,路线中线两侧测绘宽度可减窄为 150~250m。

6.6.2 路线地形测绘的图根点,应利用已有的平面控制点或中线控制桩作测站;当不能满足要求时,应按本规范第 5.2 节规定进行图根控制测量。

地形测绘的技术要求,应符合本规范第 5 章的有关规定。

6.6.3 采用“现场定线法”初测时,可采用小平板配合经纬仪或大平板仪测量;也可利用纵、横断面资料,配合仪器测量现场勾绘。

6.6.4 应利用国家或其他有关部门所测的地形图,但使用时应进行现场核查,对有变化的地形、地物进行补测。

6.6.5 高速公路和一级公路采用分离式路基时,地形图测绘宽度应覆盖两条分离路线及中间带的全部地形;当两条路线相距很远或中间带为大河与高山时,中间地带的地形可不测。

6.7 路线定线

6.7.1 各级公路应在地形测量之后,进行纸上定线;受条件限制或地形、方案较简单,也可采用现场定线。

6.7.2 路线定线应符合《公路工程技术标准》(JTJ 001)、《公路路线设计规范》(JTJ 011)的规定,正确掌握和运用技术标准。定线工作应作好总体布局,根据各类地形特点,结合人工构造物的布设,进行路线平、纵、横面的协调布置,定出合理的线位。对地形、地质、水文条件复杂、工程艰巨的路段,应拟定出可能的比较方案,进行反复推敲、比较,确定采用方案。

6.7.3 纸上定线

1. 应将有特殊要求或控制的地点,必须避让的建筑或地质不良地带,地下建筑或管线等标注于地形图上。

2. 山岭地区的越岭路线,需进行纵坡控制的地段应在地形图上进行放坡,将放坡点标示于图上。

3. 在地形图上选定路线曲线与直线位置,定出交点,计算坐标和偏角,拟定平曲线要素,计算路线连续里程。

4. 沿路线中线按一定桩距从图上判读其高程,点绘纵断面图。河堤、铁路、立体交叉等需要重点控制的地段或地点,应实测高程点绘纵断面图,并据以进行纵坡设计。

5. 应根据路线中线线位,在地形图上测绘控制性横断面,并按纵坡设计的填挖高度进行横断面设计,作为中线横向检验和计算路基土石方数量的依据。

6. 依据纸上定线的线位及实地调查资料,初步确定人工构造物的位置、交角、类型与尺寸。

7. 综合检查路线线形设计及有关构造物的配合情况与合理性。线形设计可采用透视图法检验平、纵、横组合情况。

8. 纸上定线后,对高填深挖地段、大型桥梁、隧道、立体交叉以及需要特殊控制的地段,应进行实地放线检验、核对,并作为各专业工程勘测调查的依据。

9. 所确定的线位应总体配合恰当、工程经济合理、线形连续顺适。对需进行比较的方案,应按上述步骤方法定出线位、计算工程量,进行技术经济比较。

6.7.4 现场定线

1. 现场踏勘前应在 1/50 000 地形图上对路线进行总体布局,拟定主要技术措施,确定控制点、绕避点,选择路线合适的通过最佳位置。

2. 越岭路线或受纵坡控制的路段,应选择好坡面与展线方式,进行放坡试线,作出分段安排。

3. 根据《公路路线设计规范》(JTJ 011)中各种地形的定线要点和放坡点进行布线,穿线定点钉设交点和转点。

4. 测定交角,进行中桩、水准、横断面和地形等测量。

5. 通过内业工作,对路线进行平、纵、横面综合检查,确定线位。

6.8 路基、路面及排水勘测与调查

6.8.1 路基、路面及排水勘测与调查，应搜集以下基本资料：

1. 沿线地形、地貌、地质构造、地震基本烈度、水文及水文地质等特征。
2. 沿线气象资料，包括气温、风速、风向、降水量、日照期、年蒸发量、无霜期、冰冻期及冻结深度、积雪期及积雪厚度，以及风吹雪和风吹沙对路基、路面的影响。
3. 沿线水系分布基本特征、相互关系及对路基、路面的影响。
4. 沿线农田水利设施的现状、特点、发展规划、农田耕地表土的性质及厚度等对路基、路面的影响。
5. 路线所在地区的公路自然区划及其特征。

6.8.2 一般路基勘测与调查

1. 沿线地表积水，地表径流，地下水的水位、流量、流速、流向、移动规律、季节性变化及其对路基、路面稳定性的影响。
2. 高填、深挖路基的位置、地形地貌特征及山体的稳定性。
3. 原有公路路基及附近工程开挖边坡坡度、高度及自然山坡的现状。
4. 路线附近既有工程的现状。
5. 路线所经地区植被的主要种类、茂密程度等。

6.8.3 浸水路基勘测与调查

1. 沿河路基
 - 1) 沿河水位、水流特性及对路基的影响。
 - 2) 河岸地形、地貌、地质构造、岩土特征。
 - 3) 河流性质、发育阶段、河滩堆积物质及其颗粒组成、漂浮物、冲淤等及对路基稳定性的影响。
 - 4) 河面宽度、河床能否压缩及压缩河床后对河流上、下游和河流两岸的影响。
2. 湖、海地区路基
 - 1) 水库库区应查明水库类型、等级、设计水位、水深、设计库容量、设计洪水频率、水库修建时间、库坝建筑材料及现状、水库淹没范围、水库泄洪对下游的影响、库区风向、风速、浪高、淤积等，测量坝顶高程。
 - 2) 湖（塘）、海地区应查明湖（塘）、海常（潮）水位、最高水位、水深、浪高及湖、海岸变迁、淤积等情况。
 - 3) 带洪区、分洪区应查明淹没时间、最高洪水位、浪高、洪水流动方向和规律。

6.8.4 特殊地质、不良地质地段路基、路面勘测与调查

1. 特殊地质、不良地质地段的位置、特征、地形地貌生成原因、性质、发展规律、影响范围及对路基、路面的影响。
2. 软土、膨胀土等特殊岩土以及含水量高的粘土埋藏深度、土质及颗粒组成、含水量、液限、塑限等指标。
3. 特殊地质、不良地质和特殊岩土地段应进行地质勘探。

6.8.5 改河（沟）工程勘测与调查

1. 改河（沟渠）的河段起终点及河道两岸的地理地质环境。
2. 现有河（沟渠）道的水位（包括最高水位、中水位、低水位）、水深、流向、流速、宽度、横断面形状、河床纵坡坡度以及冲刷与淤积的情况。
3. 改移河道后对河流上、下游及两岸的影响。
4. 改河（沟渠）产生的废方废弃的位置及运距，原河道（沟渠）的处理措施或复垦的

可能性。

5. 改河工程应进行必要的地质勘探, 查明地质条件、土石成分, 并拟定防护及导流的措施。

6.8.6 改建公路路基勘测与调查

1. 原有公路的等级、技术指标、修建年分和历次改建情况、路基宽度、路面宽度、路面结构及各层厚度、交通类型及交通量、历年交通增长率的调查。

2. 原有人工构造物的位置、结构型式, 路基、路面排水状况、作用和现状。

3. 原有公路病害路段的位置, 病害的类型、性质、范围及对路基、路面的影响。

4. 原有公路路基填、挖方边坡高度、稳定的边坡值。

5. 原有公路使用状况和养护资料。

6. 对原有公路路面、桥涵、排水及防护等人工构造物进行现场观测或技术鉴定, 拟定利用或改造的措施。

6.8.7 排水与防护工程勘测与调查

1. 排水调查

1) 沿线水系的分布及相互关系, 地表水、地下水、裂隙水等的位置、流量、流向, 拟定设置排水沟(渠)的形式、进出水口的位置、排水沟渠的加固措施。

2) 公路通过农田、洼地, 应调查地表的积水深度、积水时间, 拟定路基排水和加固措施。

3) 搜集路面设计重现期内降雨量强度(mm/30min)资料, 拟定路面排水措施。

2. 防护工程勘测与调查

1) 调查山坡土体的稳定性, 坡面、坡脚受水流冲刷及地下水出露情况。

2) 山坡坡面变形特征(包括坡面滑移、剥落、坍塌等)。

3) 防护构造物设置位置、形式和长度。

4) 根据设计要求进行地质勘探, 查明基底地质条件。

6.8.8 路面调查

应调查分析路线附近已有同类工程的路面结构类型、结构组合、材料级配组成以及路面使用状况, 分析已有同类型工程路面损坏、破坏的原因、机理。

6.8.9 取土(料)及弃土勘测调查

1. 取土(料)勘测调查

1) 路侧取土或线外取土坑的位置、土壤种类、工程性质、取土坑(场)表面覆盖物及厚度、取土深度及范围、取土方式、取土季节, 估计可取土数量, 占地及赔偿办法。

2) 沿线可供筑路的工业废渣、工程性质、储量、购买价格、路用价值等。

3) 路侧取土或线外取土后对路基、路面、农田灌溉和周围环境的影响及综合开发与利用的可能性。

4) 取土坑(场)、工业废渣料场至上路桩号的距离、运输条件, 修建便桥、便道的长度。

2. 弃土调查

1) 路基开挖产生弃方的起讫桩号及弃方数量, 可否运至附近低洼地废弃或就地废弃。

2) 弃方集中堆弃的位置, 可堆弃的数量, 占地及赔偿办法。

3) 远运弃方的运输条件、方式及运距, 修建便桥、便道的长度, 占地数量及赔偿办法。

4) 弃土场堆置弃土后对地表排水、农田灌溉和周围环境的影响及采取的措施。

6.9 小桥涵勘测

6.9.1 小桥涵（包括漫水桥、过水路面、倒虹吸、渡槽）的勘测，应按本规范第 6.2.1 条的规定搜集资料，并实地调查和研究该区域排水体系、农田排灌、地形、地质、水文及路基综合排水系统，合理拟定小桥涵位置。

6.9.2 小桥、漫水桥以及复杂的涵洞、改沟工程、人工排灌渠道等的高程与断面测量，应符合本规范第 5 章的有关规定。

6.9.3 采用纸上定线确定线位，并拟定小桥涵交角以及结构类型、孔径、涵长、进出口形式等，均应进行现场核对。

6.9.4 改建公路的小桥涵，应查明原有桥涵的位置、结构形式、荷载标准、跨径、高度、长度、基础形式及埋置深度、修建年代、损毁修复等情况，并通过现场鉴定，以确定其利用的程度。

6.10 大、中桥勘测

6.10.1 资料搜集

大、中桥勘测前的资料搜集工作除应符合本规范 6.2 节的要求外，还应搜集下列资料：

1. 水文资料

流域水系图、桥位以上流域面积、桥位所在河段河床及河岸变迁资料、桥位附近水文站历年实测量大流量及相应的水位、流速、糙率、水面比降、测流断面、含沙量和水位-流量、水位-面积、水位-流速关系曲线以及特殊河段所需资料等。当桥上、下游有大型水利工程时，应搜集其设计、建设和使用情况的资料。

2. 气象资料

桥位附近有关气象台、站历年最大风速和主要风向及频率；年、月、日平均气温和极端最高、最低气温；历年降水量、多年平均降水量、日最大降水量、最大 1h 降水量和最大 24h 降水量、降水天数，以及相对温度和最大冻土深度等资料。

3. 流冰、流木资料

桥位河段最高和最低流冰水位、封冻最高水位；冰厚、冰块最大尺寸、冰块的密度、流冰的速度、冰坝抬高水位的高度；流木最大长度以及漂流物类型、大小尺寸等资料。

4. 通航资料

桥位河段通航等级、通航船舶、船队长度、排筏最大宽度和长度、航运密度和发展情况；航道图、航迹线位置图；最高、最低通航水位、封冻停航水位；通航净空和通航孔数，以及航道整治、规划和船舶上、下行限制速度等资料。

6.10.2 现场踏勘

1. 核查研究工程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. 调查桥位附近筑路材料分布概况。

4. 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。

6.10.3 桥位选择的一般规定

1. 桥位选择应对可能的桥位方案进行调查和勘测，经全面分析论证，确定推荐方案。

2. 桥位选择应从整体布局考虑，做好同相关规划的协调配合。

3. 高速公路、一级公路的特大、大、中桥桥位线形应符合路线布设要求。一般公路上的桥位，应桥、路综合考虑，注意位于弯、坡、斜处的桥梁设计和施工的难度。

4. 对水文、工程地质和技术复杂的特大桥桥位，应根据河流的形态特征、水文、工程地质、通航要求和施工条件以及地方工农业发展规划等，在较大范围内作全面的技术、经济比较。

5. 跨河位置、布孔方案等应征求水利、航运等部门的意见。

6.10.4 一般地区的桥位选择

1. 水文方面的要求

1) 桥位应选择在河道顺直、稳定、滩地较高、较窄且河槽能通过大部分设计流量的河段上。

2) 桥位选择应注意河道的演变和避免因建桥对天然河道的影响。

3) 桥位轴线宜与中、高洪水位时的流向正交。

4) 桥位与水流斜交，应避免在引道上游形成水袋。

2. 地形、地物、地貌等方面的要求

- 1) 桥位应尽量选在两岸有山嘴或高地等河岸稳固便于接线的较开阔的河段。
- 2) 桥位上、下游不应有山嘴、石梁、沙洲等以免影响水流畅通。
- 3) 桥位选择应避开地面、地下既有重要设施。
- 4) 桥位选择应考虑施工现场布置、材料运输等方面的要求。
3. 工程地质方面的要求
 - 1) 桥位应选择在基岩和坚硬土层外露或埋藏较浅、地质条件简单、地基稳定处。
 - 2) 桥位不宜选在活动性断层、滑坡、泥石流、强岩溶等不良地质发育的地段。
4. 通航方面的要求
 - 1) 桥位应选在通航比较稳定、顺直且具有足够通航水深的河段上，并应考虑河道变迁的影响。
 - 2) 桥位应离开险滩、浅滩、急弯、卡口、汇流口或水工设施、港口作业和船舶锚地。
 - 3) 桥轴线宜与主流正交，如斜交时，桥轴线的法线与主流交角不宜大于 5° ，否则应增大通航孔的跨径。
5. 不同河段上的桥位选择
 - 1) 山区峡谷河段桥位宜选在可以一孔跨越处；否则，宜选在水深较浅、流速较缓的开阔河段上。
 - 2) 平原顺直微弯河段应选在河槽与河谷方向一致、槽流量较大处。
 - 3) 平原弯曲河段上应选在主槽流向和河流的总趋势一致的比较长的河段上。
 - 4) 平原分岔河段应选在分岔点以上；若江心洲稳定，可选在江心洲或洲尾两岔深泓线汇合点以下。
 - 5) 平原宽滩河段桥位宜选在河滩地势较高、河槽居中、稳定、顺直和滩槽流量比较小的河段上；当滩、槽流量比较大且滩内汊流距主槽较远时，宜选在河滩地势有利于分流的河段上，采用一河多桥方案。
 - 6) 平原游荡河段桥位宜选在两岸有固定依托的较长束窄河段上。
 - 7) 山前变迁河段桥位宜选在两岸与河槽相对比较稳定的束窄河段上；若必须跨越扩散段时，应选在摆动范围比较小的河段上，桥轴线宜与洪水总趋势正交。
 - 8) 山前冲积漫流河段桥位宜选在上游狭窄段或下游收缩段上；如必须通过中游扩散段时，宜采用一河多桥方案，且使各桥桥位大致在同一等高线上。
6. 城镇附近的桥位选择
 - 1) 桥位选择要考虑城镇规划要求。
 - 2) 桥位宜与治河、防洪、环保相配合。
 - 3) 桥头接线应避免拆迁有价值的建筑物。
7. 既有桥附近的桥位选择
 - 1) 既有桥上游设置有调治构造物、破冰棱，且桥头河滩路堤防护设施可以利用时，应选在既有桥下游侧。
 - 2) 建新桥能改善既有桥工作状态，宜将新桥设在既有桥的上游。
 - 3) 非通航河流两桥间距应考虑城市防洪要求与既有桥工作状态。
 - 4) 通航河流两桥间距一般为：一至五级航道不小于船队长度加船队下水 5min 航程之和；六、七级航道不小于船队长度加船队下水 3min 航程之和。
 - 5) 在铁路附近的桥位，宜选在公路路线总方向的一侧，以免反复跨越铁路。
8. 桥位与管线之间的关系
 - 1) 桥位宜选在油、气管道上游一侧，管道距大桥不应小于 100m，距中桥不应小于 50m。
 - 2) 油、气管道在既有桥梁上游跨河，或在现有跨河管道上游建桥时，其设计洪水频率标准不应低于该桥或该管道的设计洪水频率标准。

3) 桥位与高压线跨河塔架轴线间距离不应小于 1.2~1.5 倍塔架高; 钢结构桥梁以及在电压高、塔架跨距大且风力大的地区宜用较大值。

6.10.5 特殊地区的桥位选择

特殊地区桥位选择除应满足一般地区桥位选择的要求外, 还应满足特殊条件下的有关要求。

1. 泥石流地区桥位选择

- 1) 在强烈泥石流地区, 应采取绕避方案。
- 2) 必须通过泥石流地区时, 应选在沟床稳定的流通区的直线上, 且桥轴线应与主流正交。
- 3) 在泥石流区, 严禁开挖设桥, 亦不得改沟并桥。
- 4) 通过泥石流堆积扇时, 应避开扇腰、扇顶部位, 宜选在扇缘尾部, 沿等高线布线, 分散设置桥梁。
- 5) 通过泥石流堆积扇群时, 宜选在各沟出山口处或各扇缘尾部。

2. 岩溶地区桥位选择

- 1) 应避开强岩溶地区, 当必须设桥时, 则应在岩层比较完整、洞穴顶板厚度尺寸足够处。
- 2) 路线跨越岩溶地区时, 应从构造破碎带最弱处, 且尽量垂直通过。
- 3) 应避开巨大洞室和大竖井。
- 4) 宜设在非可溶岩层上, 避开可溶岩层与非可溶岩层的接触带。
- 5) 路线跨越岩溶峰间谷地时, 应避开漏斗、落水溶洞、岩溶泉、地下通道及地下河出露处等。
- 6) 岩溶塌陷区应选在地下水位下降漏斗范围以外, 以及覆盖层较厚、土层稳固、洞穴和地下水位稳定处。
- 7) 地下河范围内不应设桥。当路线与地下河走向平行, 桥位应垂直或以较小斜交角通过。

3. 潮汐河段的桥位选择

- 1) 不应选在涌潮区段。
- 2) 应避开滩岸和凹岸多变地段。
- 3) 应离开既有挡潮闸。

4. 河网沼泽地区桥位选择

- 1) 应选在两岸地势较高, 河槽顺直稳定, 且断面流速分布均匀的河段。不宜选在地势低洼的蓄洪、滞洪和分洪区。
- 2) 桥位不宜选在水闸、引水或分洪口门等水利工程附近。
- 3) 桥头引道应尽量避免通过淤泥、软土、古河道等不良地质地段。

5. 水库地区桥位选择

- 1) 应考虑因修建水库而引起的河流状态的改变, 以及可能产生的不利因素。
- 2) 在水库上游(水库回水影响范围以内), 桥位应选在库面较窄、岸坡稳定、泥沙沉积较小的地段。
- 3) 在水库下游, 桥位应选在下游集中冲刷影响范围以外。

6. 黄土高原沟谷地区桥位选择

- 1) 应选在沟岸较低、冲沟较窄、抗冲性强、比较稳定的地段, 并注意沟底冲刷和沟岸防护。
- 2) 桥位应避开黄土陷穴、溶洞和易于崩解、潜蚀、顶冲以及发育不稳定的地段。

6.10.6 桥位平面控制测量

1. 桥梁一般应随路线控制测量布设桥位控制测量。
2. 独立桥梁的控制测量，应符合本规范 4.1 节的规定。

6.10.7 桥位高程控制测量

1. 大桥的高程控制测量应随路线水准测量布设；独立大桥的高程控制测量，应同国家或路线水准点联测。
2. 桥位高程控制测量的等级与精度应符合本规范第 4.2 节的规定。
3. 桥位高程控制测量等级高于国家或路线水准测量等级时，应保持其本身的精度。
4. 水准点应在两岸各设置 1~2 个；河宽小于 100m 的桥梁可只在一岸设置一个，桥头接线部分宜每隔 1km 设置一个。
5. 跨越大河（水面宽大于 200m）的水准测量，应符合跨河水准测量的规定。
6. 桥位平面控制三角点、导线点、桥位控制桩和水面比降点的高程应读至毫米。水文基线断面和桥位纵断面、洪水调查点、其它特征水位和建筑物的高程等可读至厘米。

6.10.8 桥位地形测量

1. 桥位地形测量范围，上游为桥长的 2~3 倍，下游为桥长的 1~2 倍，顺桥轴线应测至两岸历史最高洪水位或设计水位以上 2m 或洪水泛滥线以外 50m，且应能满足桥梁孔径、桥头引道和调治构造物的设计需要。
2. 桥位地形图除应符合第 5 章的规定外，还应包括桥轴线、路线平面控制点、引道接线、水文断面、洪水调查点、历史最高洪水泛滥线、测时流向、航标和船筏走行线、桥梁和建筑物平面布置等内容。

扩建和改建桥梁的地形图测绘范围可酌情缩小，测绘内容应增加既有桥梁墩台和调治构造物的位置和高程。

6.10.9 桥轴纵断面和引道测量

1. 桥轴纵断面与引道的测量，应与路线接线部分一次完成。
2. 桥轴纵断面的测绘范围应测至两岸路线设计高程以上；当河滩过宽、洪水漫流时，必须满足设计桥梁孔径、桥头引道、调治构造物的需要。
地表起伏较大、地质复杂的桥址，应在桥轴线上、下游各 6~20m 测辅助纵断面，并在墩台基础范围内增测辅助横断面。
3. 桥轴纵断面陆上部分和引道、接线纵断面测量，各测点与起点间量距误差不应大于测段距离的 1/2000，横向偏距不应大于 0.1m。测点高程应用水准仪或三角高程测量，中间点的地面高程读至厘米。
4. 桥轴纵断面水下部分的测量包括测量水深、测深垂线的起点距和测深期间的水位。对水深超过 3m 或流速超过 1.5m/s 的河流，应记录测量方法、测时风向和风力等有关资料。
测深垂线起点距和各测深垂线间距，应采用直接丈量或光电测距，也可采用经纬仪视距、交会法等方法测定，其限差不应大于距离的 1/200。采用交会法测定距离时，基线长度丈量的限差不应大于基线长度的 1/2000，交会角不小于 30°，并不大于 120°。
断面测深开始及終了时的水面高程，应用水准仪施测，读数至厘米。当水深涨落较快时，应定时测定水面高程，并记录断面上各测点的测深时间。
测深垂线的布置，应能控制河床断面变化，主槽部分应较河滩为密，河床地面变化急剧地段应加密。测深垂线的间距应不超过表 6.10.9 的规定。

测深垂线最大间距

表 6.10.9

水面宽 (m)	<5	50~100	100~300	300~1000	>1000
最大间距 (m)	3~5	5~10	10~20	20~50	50

测深方法应根据水深、流速大小及河床地质情况，选用测深杆、测深锤或回声仪等工具。

用测深杆或测深锤测深时，两次测深的不符值：当水深小于 2m 时，不应大于 0.1m；当水深大于 2m 时，不应大于水深的 1/20。

6.11 隧道勘测

6.11.1 隧道勘测结合公路等级、地形、地质、水文、气象、地震等条件，并考虑施工、营运等条件，进行多方案的技术、经济比较，以确定隧道的位置。

6.11.2 相邻隧道洞口纵向间距等于或小于表 6.11.2 规定的隧道群，勘测时宜作为一整座隧道进行线形设计。

相邻隧道洞口纵向间距

表 6.11.2

公 路 等 级	高速公路、一	二	三	四
相邻隧道洞口纵向间距 (m)	250	160	120	80

6.11.3 自然地理、环境调查

1. 自然地理概况包括地形、地质、水文、气象、地震等既有资料的搜集与调查。
2. 环境调查包括隧道所在地场地环境、生态环境以及隧道修建、营运可能对环境的影响。

6.11.4 隧道位置选择及线形设计

1. 对控制路线方案的特长隧道、长隧道，应对较大区域进行调查，凡确有比较有价值的方案，均应按同等深度进行勘测比较，并提出推荐意见。

2. 隧道位置的选择，应根据地形、地貌、工程地质、水文地质及当地开发规划等状况，结合隧道轴线、埋深、洞口位置及洞外接线、施工场地布置、出渣处理、工期长短、营运养护等综合考虑。

3. 隧道线形设计

1) 高速公路、一级公路的隧道和二、三、四级公路的短隧道的线形与公路的衔接应符合路线布设的有关规定。

2) 二、三、四级公路特长及长、中隧道位置对路线线形设计有影响时，应综合考虑路线线形的配合，使之视线诱导良好。

3) 隧道宜采用直线线形，必须设置在曲线区段时，应采用不设超高的平曲线半径，并应满足停车视距要求。

4. 隧道洞外连接线应考虑下列要求：

1) 隧道外的连接线应与隧道洞身线形相一致。

2) 高速公路、一级公路隧道连接线（即分离式路基）应在平曲线处分开或汇成整体式路基，不应采用小转角反向曲线与整体式路基相接。

3) 公路隧道洞外连接线上的凸形竖曲线的半径应满足视距的要求。

6.11.5 不同地形条件下隧道位置的选择

1. 越岭隧道

1) 越岭隧道应结合路线可能穿越的部位，以不同的限制纵坡、不同的进出口标高及不同的展线方式，综合分析找出合理的隧道位置及连接线方案。

2) 隧道位置应尽量避免选在复杂工程地质、水文地质和严重不良地质地段。

2. 沿河傍山隧道

1) 沿河傍山隧道，应特别注意山体的稳定性，避开严重的滑坡、崩塌、错落、岩堆等不良地质，并应考虑河流冲刷及偏压的影响。

2) 上下行分离的中、短隧道，视地形、地质情况可采用不同设计标高的路基连接线方案。

3) 对洞顶覆盖薄难以修建隧道的地段，受坍方、落石、泥石流或雪害等威胁的洞口地

段，以及公路、铁路、沟渠等必须通过隧道上方，又不宜做暗沟或立交桥时，可设置明洞。

4) 对傍山的高陡边坡半路堑，路基工程艰巨且处理困难时，可将路线内移采用隧道或明洞方案；但滑坡地段不宜修建明洞。

6.11.6 不同地质条件下隧道位置选择

1. 隧道位置应选择在地层单一、构造简单、岩体完整、地质条件较好的地段。

2. 隧道通过下列地段时，应采取相应措施：

1) 穿过断裂或其接触带时，应使隧道轴线以大角度通过，并应避开其中严重破碎的地段。

2) 地层为单斜构造时，隧道轴线宜与岩层走向大体正交。

3) 通过水平岩层，或平行于垂直岩层走向时，隧道宜选择在岩性较好的地层内。

4) 沿褶曲构造布置时，宜沿其向斜或背斜的两侧翼部通过，不宜将隧道设在向斜轴部。

5) 地下水发育地段，隧道宜选择在地下水少、岩性较好、透水性弱的地层中通过。

3. 特殊地质或严重不良地质地段的隧道位置选择

1) 穿过滑坡、错落体内时，应使洞身埋置在错落体或滑动面以下一定深度的稳固地层中。

2) 陡岸斜坡严重张裂不稳或者山坡有严重崩塌时，隧道位置宜往里靠，置于稳固地层中。当崩塌地段短，崩落石块小，情况不严重，可采用明洞方案，或与路基防护工程作比较。

3) 隧道应避免通过严重不良地质、地下水极为发育的低洼部位。

4) 通过岩堆地段时，若岩堆紧密稳定，可修建隧道，但应避免洞身置于岩堆与基岩接触面处；若为不稳定岩堆，隧道应内移置于基岩中，并留有足够的安全厚度。

5) 隧道穿过泥石流沟床下部时，应使洞身置于基岩中或稳定的地层内，并保证拱顶以上有一定的安全覆盖厚度。

6) 明洞基础应置于基岩或牢固可靠的地基上，明洞洞顶回填应考虑河床下切或上涨以及相互转化的可能性，并加不小于 0.5m 的安全覆盖厚度。

7) 通过岩溶地区时，宜选择在难溶岩的地段和地下水不发育的地带。应避免穿越岩溶严重发育的地下溶蚀大厅、溶洞群及地质构造破碎带等地段；不能避开时，宜选择在较狭窄，影响范围最小处，以垂直或大角度穿过。

8) 隧道应避开流砂地段；无法避开时，应选择其范围最小且相对稳定地段以短距离通过。

9) 隧道应避开松软易坍的第四纪堆积层；当其部分洞身无法避开时，应选择影响范围最小的地段通过。

10) 隧道应尽量避开结构松散的冰碛层；必须通过冰碛层时，宜选择结构相对紧密的、影响范围最短的地段通过。

11) 隧道宜避开穿越富煤区和瓦斯含量最高的地带；当必须通过煤系地层时，隧道应有一定厚度的隔层，或以大角度横穿，尽量减少其影响长度。

12) 黄土地区隧道，应避开有地下水活动，陷穴密集，冲沟发育，地层不稳和滑坡、泥石流等地段。

13) 多年冻土地区，由于受冻胀、融沉、热融滑坍等多种特殊物理地质现象影响，隧道洞身应避开穿过地下冰及地下水发育的地带。

14) 水库地区的隧道位置，应避开受水库充水及消水影响易于发生滑塌病害的松散、破碎地带，选择在稳定的基岩或坍岸范围以外的稳固地层内。

15) 隧道通过基本烈度在七度以上的地震区时，必须避开发震断层带。

6.11.7 隧道洞口位置的选择

1. 洞口应选择在山坡稳定、地质条件较好处，应避开沟谷低洼处。

2. 洞口位于悬岩陡壁时,不应切削原山坡,当坡面及岩顶稳定,无浇石或坍塌可能时,可贴壁进洞。应避免在不稳定的悬岩陡壁下进洞,否则应延伸洞口接以明洞,其长度宜延伸到坍塌的范围以外 3~5m。

3. 岩层面不稳定、开挖后容易引起顺层滑动或坍塌的地段,应提早进洞。

4. 隧道洞口应避开居民点,当不能避开时,应考虑施工时对人体及房屋等的影响和采取环境保护措施。

5. 黄土地区隧道洞口,应避免设在冲沟、陷穴附近。对无地下水、密实、稳定的老黄土,除经全面研究可适当地深挖进洞外,一般不宜深挖进洞。

6. 隧道洞口的边坡、仰坡必须保证稳定,其高度应根据工程地质和水文地质条件确定。

7. 隧道洞口的中线宜与地形等高线正交或接近正交;条件受限制时宜以大角度斜交进洞并按下列规定执行:

1) 围岩为 IV 类以上时,可采用斜交进洞,其洞口端墙与路线中线交角不应小于 45° 。

2) 岩石坚硬完整、不易风化者,可随地势进洞。

3) 在松软地层中,不宜采用斜交洞口。

4) 对岩层破碎、整体性差、斜交角度小的地段,应考虑延长隧道修建明洞口。

8. 根据隧道洞口地形、地质条件及排水等要求,需修建明洞接长时,洞口应尽量设在山坡无病害的地方,不得在滑坡、岩堆、泥石流等地段内修建。

9. 严寒地区(包括多年冻土和积雪地区)的洞口,应避开易产生热融滑坍、冰堆、冰丘、风雪多方向、第四纪覆盖层及地下水发育的不良地质地段。宜早进洞,尽量少破坏自然山坡。

6.11.8 辅助坑道的选择

1. 傍山、沿河隧道宜根据施工需要考虑选设横洞。横洞与隧道中线的平面交角以 $40^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 为宜,并向洞外设不小于 3% 的下坡。

2. 平行导坑的位置宜设在施工方便的一侧,与隧道的净距应按地质条件、施工方法等因素确定。

3. 长隧道在埋置较浅和地质条件较好的地段,可考虑采用斜井或竖井,并应注意井口排水。斜井与隧道中线平面交角宜采用 $40^{\circ} \sim 90^{\circ}$,其倾角视所采用的提升方式而定,不宜大于 25° ,井长不宜超过 200m。竖井位置以设在隧道一侧为宜,与隧道中线的间距一般为 15~20m,其深度不宜超过 150m。

6.11.9 隧道平面控制测量

1. 隧道应随路线控制测量布设隧道控制测量。

2. 独立隧道或特长、长隧道的控制测量应符合本规范第 4.1 节的规定。

6.11.10 隧道高程控制测量

1. 隧道的高程系统应随路线水准测量布设。独立隧道的控制测量应同国家或路线水准点联测。

2. 隧道高程测量的等级与精度应符合本规范 4.2 节的规定。

6.11.11 隧道地形测量

隧道地形测量范围,横向应为中线两侧各 200m 左右,当辅助工程需要或地质情况复杂时,可适当增宽;纵向为估计挖方零点以外不小于 200m,分离式隧道应测至整体式路基汇合点以外。

6.11.12 隧道定线

1. 隧道定线应在实测的地形图基础上与路线纸上定线同时进行。短隧道可采用现场定线。

2. 应在拟定的概略位置范围内对不同的隧道轴线及相应连接线进行多方案比较。

3. 根据纸上定线线位，在实地上放出洞口附近的中线，并现场核查和测绘洞口纵横断面。

6.11.13 弃渣场地的勘测与洞渣的利用除应符合《公路环境保护设计规范》(JTJ/T006)的规定外，还应调查：

1. 场地容量及弃渣运输条件。
2. 场地的生态环境以及地下水径流条件。
3. 场地附近各种设施情况及应采取的安全措施。

6.12 路线交叉勘测与调查

6.12.1 路线交叉应调查以下资料：

1. 公路与公路交叉

1) 被交叉公路的名称、交叉位置、地名及里程、修建时间、公路等级及其在路网中的作用。

2) 被交叉公路的技术标准、交叉角度、纵坡坡度、路基宽度、路面宽度、路面结构类型及厚度、排水和防护工程情况。

3) 补充调查被交叉公路近期交通量、交通组成，以及今后的转向车流交通量、交通组成。

4) 被交叉公路的发展规划。

2. 公路与铁路交叉

1) 铁路名称、等级、轨道数、运行情况、交叉位置地名、公路与铁路交叉处里程。

2) 铁路的技术标准、发展规划和可能的交叉形式。

3. 公路与乡村道路交叉

1) 被交叉道路的性质、路基宽度、路面宽度、路面结构、排水条件、交通量及发展规划。

2) 拟定的交叉位置、形式、交叉角度和采用的技术标准。

4. 公路与管线交叉

1) 管线与公路交叉的位置、长度、交叉角度、悬空高度或埋置深度。

2) 管线的种类、型号、规格、用途、编号、敷设时间。

6.12.2 互通式立体交叉、分离式立体交叉、复杂的平面交叉应实地放出交叉桩，测量交叉桩号、交叉角度、地面高程或铁路轨顶高程，测绘比例尺为 1：500~1：2000 的地形图。

6.12.3 各种交叉的位置、交叉形式、技术标准、被交叉道路改移方案等均应征求地方政府或主管部门的意见。

6.13 沿线设施勘测与调查

6.13.1 管理及养护设施勘测与调查

1. 管理及养护设施的位置和规模。
2. 管理机构所管理的项目和内容。

6.13.2 安全设施勘测与调查

1. 沿线地区性冰冻、雾障、积沙、积雪等小气候的位置和季节性特点。
2. 沿线的急弯、陡坡、傍山险峻等行车安全事故易发地段，设置警告标志、禁令标志的位置。
3. 行政区划界、城市、村镇、大型企业、厂矿、医院、学校、路线交叉口等需设置地名牌、指示标志、指路标志的位置。
4. 需设置公路轮廓标的路段或位置。
5. 沿线需设置隔离设施及安全护栏、护墙的地段或位置，拟定隔离设施的形式和安全设施的种类。
6. 需设防眩设施、配置路灯或采用局部照明等保证行车安全的路段或位置。
7. 由于积雪、积沙、坠石等而妨碍交通安全需要设置防护设施的地点或路段。

6.13.3 服务区勘测与调查

1. 服务区的设置位置和规模。
2. 服务区所提供的服务项目和内容。

6.13.4 管理、服务、养护等设施的其他调查

1. 管理、服务、养护等设施的用电量、供电位置、电路接入方式、电荷等级、电流质量。
2. 管理、服务、养护设施的生活、生产所需物资供应，抢险车辆出入的联络道路及其附属工程调查。
3. 管理机构、服务设施、养护设施等区域内地表的土质条件，适应种植的树种、草种等。

6.13.5 管理、服务、养护设施等，应测绘比例尺 1：500～1：2000 的地形图。

6.14 环境保护勘测与调查

6.14.1 应调查和核实本项目《环境影响评价报告书》所提出的沿线环境影响敏感点，并根据《公路环境保护设计规范》(JTJ/T006)拟定相应防治对策。

6.14.2 环境保护调查与勘测内容

1. 沿线及互通立交区、服务区及取、弃土区等的绿化方案，以及树种、适应性、产地等。
2. 公路建设中因挖损、塌陷、压占、取土、弃土造成的水土流失、侵占河道等情况；建筑垃圾、工业废渣、废弃物的地点、范围、数量及处理方案等。
3. 噪声源至建筑物的距离、标高、地形、植被、风向等；设置声屏障的种类与类型、范围、长度、规模等。
4. 应调查由于修建公路切割了原有的田间道路、排灌网络，以及其它地上的设施修建的项目、内容和数量。
5. 施工和营运中的废水、油污水、服务区的排污水等的排放方案及相应的工程。
6. 公路沿线景观以及需遮蔽的工程。

6.15 其它勘测与调查

6.15.1 沿线筑路材料调查

包括砂、石、粘土、石灰、砖瓦、粉煤灰、水及其它路用材料。

1. 向当地主管部门调查各种材料产、供、销有关规定，确定由厂、场供应或自采加工生产。

2. 由厂、场供应时，应调查

- 1) 厂、场生产规模与生产能力；
- 2) 厂、场生产的材料品质；
- 3) 厂、场位置、供应地点、距路距离、运输方式；
- 4) 材料价格。

3. 自采加工材料料场调查

- 1) 料场位置、材料品质、储藏量、成料率；
- 2) 料场覆盖层厚度、种类、开采范围；
- 3) 料场水文地质条件、产状条件和地质条件，地下水深度；
- 4) 开采方式与开采季节。

4. 材料供应调查

- 1) 供应范围、上路位置及运距；
- 2) 便桥、便道长度及工程数量；
- 3) 运输方式。

5. 自采加工材料料场，应作必要的勘探，各种材料均应取样试验。

6. 大型料场应测绘 1:1000~1:5000 地形图及纵、横断面图。

7. 料场占地、便道占地及覆盖层废土的堆置场地及其处理办法；料场取料后，对环境的影响及处理办法调查。

6.15.2 渡口码头勘测调查

1. 渡口码头调查

- 1) 河道地形、河滩横坡、河流特性、通航情况；
- 2) 最高水位、最低水位、通航水位、常水位；
- 3) 河流流向、流速、水位变差幅度、河流回淤及冲刷情况；
- 4) 冰冻期及冰冻厚度、气温、雨量、风向、风速等。

2. 渡口码头勘测

1) 地形测量 (1:500~1:2000)，应包括公路连接线、停车场及管理设施、陆上及水下地形等高线、地物和水流方向等；

2) 河床横断面测量。

6.15.3 改移公路、辅道、连接线的勘测调查

改移公路、辅道、连接线等应按相应的道路等级进行地形及路基、排水、路面、桥涵等工程的勘测调查。

6.15.4 占用土地调查

公路占地、包括公路工程用地、管理服务设施用地、安置用地和施工用地，应按设计的用地范围，以行政乡为单位进行土地的种类、数量、所有人或单位、常种作物和产量调查。

6.15.5 拆迁建筑物、构筑物调查

1. 需要拆迁的各类建筑物、构筑物的位置、结构状况和数量。必要时，应进行路线中线放线，测量路线距建筑物的距离、建筑物的尺寸等。

2. 与铁路、公路、水利、电力、电讯各种管道等发生干扰时,应会同主管部门现场查看,协商处理方案。

6.15.6 调查沿线伐树、挖根、除草的疏密程度及长度。

6.15.7 临时工程调查

1. 沿线可供利用的已有公路、桥梁和应修建的施工便桥、便道等的位置及长度。

2. 沿线施工场地,包括预制场、拌和场、施工单位住地等场地,以及可供施工利用的房屋。

3. 调查沿线电力、电讯线路情况并向有关部门了解路线附近的原有电力、电讯设施和架设公路临时电力、电讯线路的可能性,并估计其长度。

6.15.8 概(预)算资料调查

概(预)算资料调查,应符合《公路基本建设工程概算、预算编制办法》的有关规定。应调查的资料及要求如下:

1. 概(预)算编制的原则及依据

1) 建设项目经审批控制的投资额度、资金来源、国内外贷款额度、利率和年度安排计划。

2) 施工组织及招、投标形式,施工期限及有关的计划与要求。

3) 概(预)算编制的依据文件,包括交通部颁发的现行概、预算编制办法和定额及省(自治区、直辖市)制定的相应的补充规定。

4) 概(预)算文件的分段、分期修建及主线、支线、连接线、辅道等的编制原则与要求。

5) 有关合同、协议、纪要、技术经济法规性文件。

2. 工资标准

搜集工程所在地区现行人工基本工资标准和各项工资性补贴费标准。

3. 外购材料价格及采运条件

1) 主要外购材料的供应价格及供应地点,包括材料出厂价格和可能发生的包装费和供销部门手续费。

2) 地方性外购材料,如砂、石、瓦、石灰、工业废料等应调查当地规定或市场供应价格,以及主要厂、场的生产能力。

3) 材料的运输方式、运距。

4) 当地运输条件及可能承运的能力。

5) 各种运输方式的运杂费,包括运费、装卸费及可能发生的其它杂费和附加费。

6) 进口材料的种类、进口口岸、价格及税费。

4. 机械使用费

1) 所在省(市、区)对机械台班单价的调整系数标准;

2) 所在省(市、区)征收施工机械养路费和车船使用税标准。

5. 水、电价格及其供应情况

1) 调查可供施工用的电源、电价和电价中的地方附加费率标准等,以及电源至工地的临时线路架设条件。

2) 调查水源到工地的里程、道路情况、采运方式。

6. 征用土地和拆迁设施的补偿费用

1) 当地政府关于土地补偿费、青苗补偿费、安置补偿费,被征用土地上的建、构筑物、坟墓、水井、树木等附着物,文物保护、土地征收管理费、菜地开发基金及耕地占用税等应交税费的标准和文件。

2) 搜集拆迁建筑物、构筑物和其它设施等的补偿费用标准和办法。

3) 拆迁电力、电讯设施或与铁路、水利等工程干扰所发生的工程费用, 应与主管单位协商, 通过现场勘察确定拆迁的规模数量及补偿标准, 或拆迁补偿费用的概(预)算。

7. 主、副食运费补贴

工地距最近的粮食、燃料、蔬菜、水供应地点的运距。

8. 气温、雨量等资料

路线所经地区的海拔高度、气温、雨量、雨季和施工季节等有关资料。

9. 其它费用资料

工程所在地区可能发生并符合规定的地方性应纳入概(预)算费用的资料。

6.16 内业工作

6.16.1 初测内业工作内容

1. 复核、检查、整理外业资料；
2. 进行纸上定线或移线及局部方案比选；
3. 初步拟定各种构造物设计方案并综合检查定线成果；
4. 编制勘测报告及有关图表制作与汇总。

6.16.2 应逐日复核、检查外业原始记录资料，如有差错、遗漏，必须及时纠正或弥补；对于向其他部门搜集资料，应根据测设需要，检查、分析其是否齐全、可靠和适用，做到正确取用。

6.16.3 综合检查、协调路线设计与有关专业及结构物布设的合理性，并进行现场核对。

6.16.4 初测应提交的成果

1. 各种调查、勘测原始记录及检验资料；
2. 纸上定线或移线成果及方案比较资料；
3. 各种主要构造物设计方案及计算资料；
4. 路基、路面、桥梁、交叉、隧道等工程设计方案图及比较方案图；
5. 沿线设施、环境保护、筑路材料等设计方案；
6. 平纵面缩图，主要技术指标表，勘测报告及有关协议、纪要文件。

7 定 测

7.1 目的与任务

- 7.1.1 定测应根据批准的初步设计文件及确定的修建原则和工程方案，结合自然条件与环境，通过优化设计后进行实地定桩放线，准确测定路线线位和构造物位置。
- 7.1.2 高速公路、一级公路采用分离式路基时，应按各自的中线分别进行定测。
- 7.1.3 定测应进行路线中线、高程、横断面、桥涵、隧道、路线交叉、沿线设施、环境保护等测量和资料调查，为施工图设计提供资料。

7.2 准备工作

7.2.1 资料搜集

1. 工程可行性研究报告及有关文件；
2. 初步设计文件及审批意见；
3. 初测有关的记录，计算及设计资料；
4. 检查核实初步设计阶段所收集的资料。

7.2.2 现场核查

1. 初测控制桩的保存情况；
2. 沿线地形、地貌及地物的变化情况；
3. 初设路线的走向、控制点及桥隧、立交等工程方案情况；
4. 局部改移和调整方案的意见。

7.3 路线放线

7.3.1 检查初步设计阶段设置的测量控制点，如有丢失不能满足放线要求时，应增设或补设。

7.3.2 应对原有测量控制点进行检测，其成果与初测成果的较差在限差以内时，采用原成果作为放线的依据；超出限差时，应予重测。

对新增或补设的测量控制点，应予联测。

检测、重测与联测的技术要求，必须符合本规范第 4.1 节的规定。

7.3.3 根据批复的初步设计方案，结合现场地形、地物条件进一步优化、调整与完善线形位及构造物位置，确定定测路线，并重新进行纸上定线成果的计算与复核。

7.3.4 实地放线

1. 根据测量控制点和纸上定线计算成果，可采用极坐标法、拨角法、支距法、直接定交点法放线。

高速公路、一级公路应采用极坐标法放线；二、三、四级公路可采用拨角法、支距法或直接定交点法放线。

2. 极坐标法放线

1) 采用极坐标法放线，可不设置交点桩，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，亦可只放直、曲线上的控制桩，其余用链距法测定。

2) 供链距法测定中桩的控制桩（公里桩，曲线起、中、终点桩等）应读数两次，其点位差不得大于 2cm，并于桩顶钉小钉以示点位。

3) 测站转移前，应观测核对相邻控制点的方位角；测站转移后，应对前一测站所放桩位重放 1~2 个桩点，以资校核。采用支导线敷设个别中桩，只限于两次传递，并应与控制点闭合。

3. 拨角法放线

1) 根据纸上定线，采用经纬距计算各线段的方向、距离、交角等资料，在现场拨角量距，定出路线转点和交点。

2) 拨角法放线，应重新实测偏角和距离，并据以敷设中线，其数据以实测值为准。

3) 一般每隔 3~5 个交点与导线点闭合一次，必要时调整线位，消除实地放线与纸上定线间的累积误差。

4. 支距法放线

1) 根据纸上定线线位与控制点位置的相互关系，采用量取支距的办法放出路线上的特征点，并据此穿线定出交点和转点。

2) 实地放线后，应结合地形、地物复查线位与线形，必要时予以现场修改，使之完善。

3) 放线后，应实测交角、距离，并据以测定中桩，其数据以实测值为准。

5. 直接定交点法

1) 利用图纸上和地面上明显特征点的位置，直接在现场定出路线交点，并测角量距，敷设中线，其数据以实测值为准。

2) 直接定交点法，通常用于地形平坦，路线受限不严，地面目标明显，或公路改建等定测放线。

7.3.5 延长直线钉设转点或交点

1. 交点至转点或转点间距离，一般控制在 50~500m 之间；当点间距离小于 50m 时，应设置远视点。

2. 正倒镜的点位横向偏差每 100m 不应大于 5mm；当点间距离大于 400m 时，最大点位

差不应大于 20mm。二级及二级以下的公路，点位差值可放至两倍。符合以上偏差范围时，可分中定点。

3. 延长直线时，前后视距离宜大致相等。当距离小于 100m 时，应用测针或垂球对点；当距离较远时，可用花杆对点，并以杆脚为照准目标，如有困难时至少应照准花杆长度的一半以上。

4. 采用拨角法、支距法、直接定点法钉设交点时，宜采用设骑马桩的方法定出交点桩。

7.3.6 交点水平角观测

1. 高速公路、一级公路应使用精度不低于 J6 经纬仪，采用全圆测回法测量右测角，观测一测回。两半测回间应变动度盘位置，角值相差的限差在 $\pm 20''$ 以内取平均值，取位至 $1''$ 。

2. 二级及二级以下公路角值相差的限差在 $\pm 60''$ 以内取平均值，取位至 $30''$ （即 $10''$ 舍去， $20''$ 、 $30''$ 、 $40''$ 取为 $30''$ ，50 进为 1）。

7.3.7 采用拨角法、支距法、直接定交点法等方法放线时，中线一般每隔 5km，特殊情况不远于 10km，应与初测控制点联测，其闭合差不应超过表 7.3.7 的规定。

中 线 闭 合 差

表 7.3.7

名 称	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路
水平角闭合差（''）	$\pm 30\sqrt{n}$	$\pm 60\sqrt{n}$
长度相对闭合差	1/2000	1/1000

7.4 中 桩 测 量

7.4.1 中桩测量，可采用极坐标法，链距法，条件受限制时亦可配合基线法、交会法测定路线中桩。

1. 高速公路、一级公路应采用极坐标法，二、三、四级公路宜采用极坐标法，条件受限制时，方可采用链距法。链距法宜采用经纬仪对方向，钢卷尺或竹尺量距。

2. 平曲线上中桩，宜采用极坐标法、支距法和偏角法敷设。采用支距法或偏角法时，当圆曲线长度大于 500m 时，宜用辅助切线或增设控制桩分段测定。

7.4.2 中桩钉设

1. 断链桩宜设于直线段，不得设在桥梁、隧道、立交等构造物范围之内。断链桩上应标明换算里程及增减长度。

2. 凡下列位置应设加桩：

- 1) 路线纵、横向地形变化处；
- 2) 路线交叉点；
- 3) 拆迁建筑物处；
- 4) 桥梁、涵洞、隧道等构造物处；
- 5) 土质变化及不良地质地段起、终点处；
- 6) 省、地（市）、县级行政区划分界处；
- 7) 改建公路变坡点、构造物路面面层类型变化处。

加桩应取位至米，特殊情况可取位至 0.1m。

7.4.3 路线中桩间距，不应大于表 7.4.3 的规定。

中 桩 间 距 表 7.4.3

直 线 (m)		曲 线 (m)			
平原微丘区	山岭重丘区	不设超高的曲线	R>60	30<R<60	R<30
≤50	≤25	25	20	10	5

注：表中 R 为曲线半径，以米计。

7.4.4 中线量距精度和中桩桩位限差，不得超过表 7.4.4 的规定。

中 线 量 距 精 度 和 中 桩 桩 位 限 差 表 7.4.4

公路等级	距离限差	桩位纵向误差 (m)		桩位横向误差 (cm)	
		平原微丘区	山岭重丘区	平原微丘区	山岭重丘区
高速公路、一级公路	1/2000	S/2000+0.05	S/2000+0.1	5	10
二级及以下公路	1/1000	S/1000+0.10	S/1000+0.1	10	15

注：表中 S 为转点或交点至桩位的距离，以米计。

7.4.5 曲线测量闭合差，应符合表 7.4.5 的规定。

曲 线 测 量 闭 合 差 表 7.4.5

公路等级	纵向闭合差		横向闭合差 (cm)		曲线偏角 闭合差 (″)
	平原微丘区	山岭重丘区	平原微丘区	山岭重丘区	
高速公路、一级公路	1/2000	1/1000	10	10	60
二级及以下公路	1/1000	1/500	10	15	120

7.5 高程测量

7.5.1 水准点设置

1. 高程测量前，应对初测水准点逐一检查，如丢失或损坏，应恢复或补设水准点。
2. 水准点距定测中线应为 50~200m，过小或过大时，应予迁移设置。

7.5.2 对初测水准点，应逐一进行检测，符合精度要求时采用初测高程；超出精度时，应复测，并予以更正。

7.5.3 对恢复、补设、迁移的水准点，均应进行联测，并与相邻的初测水准点闭合，其技术要求与精度应符合本规范第 4.2 节的规定。

7.5.4 中桩高程测量应起闭于水准点，其允许误差：高速公路、一级公路为 $\pm 30\sqrt{L}mm$ ；二级及二级以下公路为 $\pm 50\sqrt{L}mm$ ；中桩高程可观测一次，读数取位至厘米。

中桩高程检测限差：高速公路、一级公路为 $\pm 5cm$ ；二级及二级以下公路为 $\pm 10cm$ 。

中桩高程应测量桩志处的地面标高。对沿线需要特殊控制的建筑物、管线、铁路轨顶等，应按规定测出其标高，其检测限差为 $\pm 2cm$ 。相对高差悬殊的少数中桩高程，可用三角高程测量或单程支线水准测量。

7.6 横断面测量

- 7.6.1 横断面测量，高速公路、一级公路应采用水准仪-皮尺法、横断面仪法、全站仪法或经纬仪视距法；二级及二级以下公路可采用手水准皮尺法。
- 7.6.2 横断面测量应逐桩施测，其方向应与路线中线垂直，曲线路段与测点的切线垂直。
- 7.6.3 横断面中的高程、距离的读数取位至 0.1m，检测限差应符合表 7.6.3 的规定。

横断面检测限差 (m)		表 7.6.3
路 线	距 离	高 程
高速公路、一级公路	$\pm (L/100+0.1)$	$\pm (h/100+L/200+0.1)$
二级及以下公路	$\pm (L/50+0.1)$	$\pm (h/50+L/100+0.1)$

注：① L ——测点至中桩的水平距离 (m)；
② h ——测点至中桩的高差 (m)。

- 7.6.4 横断面施测宽度应满足路基及排水设计需要。
- 7.6.5 横断面测量应反映地形、地物、地质的变化，并标注相关水位、建筑物、土石分界等位置。
- 7.6.6 高速公路、一级公路的分离式路基和二、三、四级公路的回头弯路段，应测出连通上、下路线横断面，并标注相关关系。
- 7.6.7 横断面应在现场点绘成图并即时核对；采用测记法室内点绘时，必须进行现场核对。

7.7 地形测量

7.7.1 定测应利用初测地形图，并进行现场核对。地形、地物出现明显变化时，应予补测；如有错误或地形地物变化很大时，应进行重测。

7.7.2 地形图的补测，宜用实测图或等精度复制图在原有的图根点、导线点或有坐标的其它固定点上进行。局部地区地物变动不大时，可利用位置准确的地物点调绘修正；地物变动太多、范围较大、情况复杂时，应补设图根点，再行补测。

7.7.3 补测或重测地形图的技术要求和精度，应符合本规范第 5 章的规定。

7.8 路基、路面及排水勘测与调查

7.8.1 应对初测收集的资料进行补充、深化、完善，并进行必要的勘测与实地核查。

7.8.2 路基边坡防护地段，应现场确定防护工程的位置、起讫桩号、防护长度和型式。

1. 采用种草、铺草皮、撒播草籽、植树等边坡防护的路段，应调查边坡土质的适种性，适宜种植的草种、树种、种植季节及种植方式。

2. 设置防护工程的路段，应根据设计要求，实地放出构造物轴线，进行水准测量和横断面测量。

7.8.3 调治构造物勘测与调查

1. 应调查河水流向、水位、河势，确定调治构造物的具体位置、长度和型式。

2. 实地放出调治构造物轴线，轴线应与路线或导线联测，测量坝头、坝身、坝根横断面及轴线水准高程。

7.8.4 沿河、湖（塘）、海、水库等地段路基，应核实洪水位、潮水位、波浪高，岸、滩的冲刷和淤积情况。

7.8.5 根据沿线地形、地质、水文等条件，提供路基挖方、填方边坡的高度和坡度。

7.8.6 地质不良地段应调查核实其具体位置、范围、地质病害类型及对路基、路面的影响，确定路基病害整治措施。复杂的地质不良地段应测绘比例尺为 1：500～1：2000 的地形图。

7.8.7 改移河道（沟渠）、道路勘测与调查

1. 应调查改移的位置，确定改移方案

2. 实地放出改移工程的轴线桩和起讫桩，并进行水准测量和横断面测量。改移工程轴线应与路线或导线联测。

3. 改移河道、等级公路及主干沟渠工程，应测绘比例尺为 1：500～1：2000 的地形图，测绘范围应满足设计要求。

7.8.8 路基、路面排水勘测与调查

1. 应实地核查、确定排水设施设置的具体位置、起讫桩号、长度、型式、横断面尺寸、加固措施及进出口位置。

2. 需进行特殊设计的集水、排水、输水工程设施，应实地放出轴线，进行水准测量和横断面测量，根据设计要求，测绘比例尺为 1：500～1：2000 的地形图。

7.9 小桥涵勘测

7.9.1 应根据批准的初步设计文件所确定的原则和方案，在初测资料的基础上，进行详细的调查、勘测、分析和补充，确定小桥涵的位置、孔径、墩台高度、结构类型、基础形式及埋置深度和必要的附属工程等，为施工图提供所需资料。

7.9.2 小桥涵的布设，应与路线平、纵面和路线排水系统相配合，同时注意附属工程的设置，保证水流顺畅，不致造成后患。

7.9.3 小桥涵水文调查和测量，应根据所选用的设计流量计算方法进行所需资料的补充调查，并进行必要的形态断面、河床比降、特征水位和汇水面积等测量工作。小桥涵河床比降测量，一般上游测 100~200m，下游测 50~100m。

7.9.4 小桥涵址测量

1. 小桥涵沿路线中线方向的断面测量，应与路中线测量同步完成，并注意适当加密中桩、实测沟渠与路线的交角。

地形复杂的小桥涵，应在路线中线两侧或河床两侧各施测一个或几个断面，其测量范围和精度应能满足涵底纵坡和进、出水口设计、布置桥孔、调治防护工程、计算开挖土石方数量等的需要。

2. 小桥涵位于地质、地形复杂，布置小桥涵及其附属构造物困难或兼有改河、改道工程及环境协调等综合处理要求地段时，应测绘 1:500~1:2000 工点地形图。

改河工程应按布设要求进行纵、横断面测量，并相应测量原河道相关范围内的河床纵坡和河床横断面。

7.9.5 改建公路利用原有小桥涵的勘测调查要求，应符合本规范第 6.9.6 条的规定。

7.10 大、中桥勘测

7.10.1 定测阶段大、中桥的勘测工作，应根据批准的初步设计方案和审批意见，在初测的基础上进行详细调查、测量和分析计算，对初步设计的有关资料进行补充验证，解决初步设计留待定测解决的问题，为施工图设计和编制工程预算提供可靠资料。

7.10.2 桥位平面控制测量

1. 桥位平面控制测量等级，应根据初设的桥长，按本规范表 4.1.1 条确定，并同时满足表 7.10.2 桥轴线相对中误差的要求。对特殊的桥梁结构，应根据结构特点，确定桥轴线控制测量等级与精度。

桥轴线相对中误差 表 7.10.2

测 量 等 级		桥轴线相对中误差
二	等	1/130000
三	等	1/70000
四	等	1/40000
一	级	1/20000
二	级	1/10000

2. 桥位平面控制测量，宜采用大地四边形、双大地四边形、边角网或导线网。测量方法与要求应符合本规范第 4.1 节的规定。

3. 在桥轴线方向上，每岸应设置 1~2 个桥轴线控制桩；桥位桩应设于土质坚实，稳定可靠，不被淹没和冲刷、地热较高、通视良好处。一般应设混凝土方桩，山区有岩石露头处，可利用坚固的岩石设置，荒漠戈壁、森林、人烟稀少地区也可设置木质方桩。

4. 桥轴线控制桩间的距离，应根据测量设备和跨河条件，采用光电测距仪、简易三角网和直接丈量等方法测定。

5. 初测阶段已按上述规定与要求进行了控制测量时，应补充下列工作：

1) 检查和校核初测阶段的勘测资料和成果，各项精度和要求应符合本规范 4.1 节的规定。

2) 现场逐一检查平面控制点、三角点、导线点等。

3) 当检查确认所有标志完好时，进行检测，检测成果在限差以内时，采用初测成果。

4) 只恢复补设个别标志时，可进行联测。当恢复或补设的标志较多，或检测成果超出限差时，必须进行重测并重新平差。

7.10.3 桥位高程控制测量

1. 应对初测的水准点进行检查，丢失或损坏以及水准点的位置距桥位太远或很近时，应恢复、补测或迁移水准点。

2. 新设置的水准点和原有水准点应进行联测及检测。初测水准点高程如有误，必须经过不少于两次往返观测，方能更正。

7.10.4 桥位地形图测量

地形图的范围应能满足桥梁孔径、桥头引道、调治防护构造物设计和施工场地布置的需要。初测地形图或原有地形图不能满足要求时应重测；对地形、地物有明显变化的，应进行补测。

7.10.5 桥轴线纵断面测量

桥轴线（包括桥头引道）无论位置变动与否，都应按本规范第 6.10.9 条规定重新进行测量。

7.10.6 桥轴线横断面测量

桥轴线（包括桥头引道）的横断面测量，应按本规范第 7.6 节的规定进行测量。

7.10.7 大型调治构造物应实地放桩，测绘纵横断面。

7.11 隧道勘测

7.11.1 隧道方案的核查与落实

- 1. 对隧道所在位置的地理概况、环境和地质等内容进行补充调查与核实，并对工程地质特征和水文地质作出评价与结论。
- 2. 隧道轴线、洞口、辅助坑道口的位置是否合理、正确，洞内中线及其连接线的技术标准是否符合规定，平、纵、横面是否协调。
- 3. 隧道排水、附属设施、施工方案是否经济合理。
- 4. 检测初测所设的控制点，如有丢失或损坏应补设并联测。
- 5. 核查地形图是否满足设计要求。

7.11.2 隧道洞顶及连接线路线定测

隧道洞顶路线及其连接线的放线和中桩测量，除应符合本规范第 7.3 节、第 7.4 节有关规定外，还应满足下列要求：

- 1. 左、右行分离的隧道连接线起讫点，宜测至分离式路基与整体式路基汇合处以外 50m；当为较长的分离式路基时，则每幅路基测至一个平曲线以外。
- 2. 洞顶路线中线桩，除公里桩、转点桩、平曲线基本桩、地形加桩、地质加桩外，可不设加桩。在洞口附近，应按地形、地质情况适当多设，桩距为 5~10m。

7.11.3 横断面测量

- 1. 洞身地段，当洞顶或洞身外侧覆盖层较薄或穿越地质不良地段时，可实测横断面。
- 2. 洞口地段，中线上加桩均应施测其横断面。
- 3. 连接线横断面测量同路线测量要求。

7.11.4 洞外控制测量

- 1. 中、长、特长隧道，必须进行平面控制测量。
- 2. 贯通面上的极限误差及误差值分配
 - 1) 隧道内相向施工中线的贯通极限误差应符合表 7.11.4-1 的规定。

贯通极限误差 表 7.11.4-1

类 别	两开挖洞口间长度 (m)	贯通极限误差 (mm)
横 向	<3000	150
	3000~6000	200
	>6000	300
高 程	不 限	70

- 2) 由洞外设置洞口投点桩时，测量误差和洞内支导线放样测量误差引起在贯通面产生的中误差应不大于表 7.11.4-2 的规定。

贯通中误差 表 7.11.4-2

测量部位	两开挖洞口间长度（m）			高程中误差 （mm）
	<3000	3000~6000	>6000	
	贯通中误差（mm）			
洞 外	45	60	90	25
洞 内	60	80	120	25
全部隧道	75	100	150	35

- 3. 在定测阶段应作平面贯通控制测量，并预计横向贯通中误差是否符合规定。

1) 各洞口应设置 3 个平面控制点, 以便于施工时放样。隧道洞口投点应纳入控制网内, 当条件受限制时, 可采用插点形式与控制网联系。洞口投点位置的选定应便于引测进洞且不影响施工。

2) 位于直线上的短隧道可于洞门前后各设一个平面控制点, 其间距不宜小于 200m。

4. 贯通平面控制测量的一般规定

1) 贯通平面控制测量, 除地形简单的短隧道外, 应在洞顶路线定测及纵面设计完成后进行。

2) 控制网的选点, 应结合隧道平面线形及施工时放样洞口 (包括辅助坑道口) 投点的需要布设; 结合地形、地物, 力求图形简单坚强; 在确保精度的前提下, 充分考虑观测条件, 测站稳固, 交通方便等因素。

3) 采用插点方式与主网联系时, 选点应考虑洞口投点能组成较佳的插网图形。

4) 特长隧道及长隧道预先应作贯通测量设计。应先在地形图上选点, 用几种网形作比较, 并估算其贯通误差, 经实地校核落实后, 选用合理图形。

5) 平面贯通测量应采用独立网控制, 且用网的一条边与路线控制点联测, 并作为控制网的数据起算边。

6) 控制网的数据运算及平差计算的基准平面, 宜采用隧道纵面设计标高的平均高程面。

7.11.5 隧道平面控制测量可采用 GPS 测量、三角测量、三边测量、导线测量等方法, 其测量等级及技术要求应符合本规范第 4 章的规定。

7.11.6 由测角误差和测边误差引起的隧道横向贯通误差按下式计算:

$$m = \pm \sqrt{\left(\frac{m\beta}{\rho}\right)^2 \sum R_x^2 + \left(\frac{m_1}{l}\right)^2 \sum d_y^2} \quad (7.11.6)$$

式中: m ——由测角误差和测边误差引起的横向贯通误差 (mm);

m_β ——测角中误差 (");

R_x ——测角、测边网中邻近隧道中线的一条侧边上的各点至隧道贯通面的垂直距离;

$\frac{m_1}{l}$ ——边长相对中误差;

d_y ——测角、测边网中邻近隧道中线的一条侧边上的各边相对于隧道贯通面上的投影长度;

$$\rho = 206\,265''。$$

7.11.7 隧道贯通控制测量平差时所计算的测量误差对横向贯通误差的影响值按下式计算。

$$m_q = \pm \sqrt{E^2 \cos^2 \varphi + F^2 \sin^2 \varphi} \quad (7.11.7)$$

式中: φ ——以半轴为起始方向时坐标轴 Y 的方位角,

$$\varphi = \alpha_G - \varphi_0 \text{ 或 } \varphi = \alpha_G + 180^\circ - \varphi_0$$

α_G ——给定的隧道贯通面的方位角;

E, F, φ_0 ——贯通点相对误差椭圆参数。

7.11.8 由洞外高程控制测量误差的影响所产生的贯通面上的高程贯通中误差按下式计算。

$$m_{\Delta h} = \pm m_{\Delta} \sqrt{L} \quad (7.11.8)$$

式中: $m_{\Delta h}$ ——贯通面上的高程中误差 (mm);

L ——洞外两开挖洞口间水准路线长度 (km);

m_{Δ} ——每公里高差中数偶然中误差 (mm)。

7.11.9 隧道轴线与洞外连接线的衔接,应以隧道贯通控制测量为准,适当调顺洞外连接线。

7.11.10 隧道高程控制测量

1. 应对初测高程控制点进行检测,其高差不符值在规定限差以内时,采用初测成果;超出限差应不少于两次观测,并取各测次算术平均值为测段高差。

2. 不同长度隧道的高程测量等级与要求应符合本规范第 4.2 节的规定。

3. 原水准点位置设置不当时,应改移或增设。在隧道洞口附近(包括辅助坑道口),应各设 1~2 个水准点,两点之间的高差,以水准仪一次置镜即可联测为宜。

7.11.11 隧道地形测量

1. 初测地形图应进行现场核对,地形图的范围应能满足地质调绘和其他设计需要;地形、地物发生变化或地形图范围不足时应进行补测。

2. 按最终确定的洞门位置测绘洞口地形图,比例尺为 1:500,其范围一般为前后左右各宽 60~100m;当有引桥、改沟(防护)等工程处理措施时,应根据设计需要扩大测绘范围。

7.11.12 拟定通风、照明、供电、通讯、信号、标志、营运管理设施等方案,并进行相应的工程调查。

7.12 路线交叉勘测与调查

7.12.1 对批准的初步设计及初测资料进行认真分析研究,并现场核对、检查初测所搜集的资料及交叉的总体布设方案。

7.12.2 现场核查三角点、导线点、水准点等,若被损坏、丢失或距设计线位过近时,应补设或迁移,并进行联测;当地形、地物等有变化或地形图范围不能满足设计要求时,应修测或补测地形图。

7.12.3 互通式立体交叉勘测与调查

1. 应核查和补充调查以下内容:

1) 被交叉公路的路基宽度、路面宽度、路面结构及各层厚度、路面现有状况、病害类型与程度、公路养护周期及提高等级的计划。

2) 核查被交叉公路交通组成与交通量。

3) 互通式立体交叉处的自然地理位置、经济开发、地区规划与要求。

4) 互通式立体交叉范围内的工程地质、水文地质条件、建筑物和管线的拆迁、防护、排水、改移工程及照明、绿化、环保、占地等调查。

2. 被交叉公路的路线勘测,应根据被交叉公路等级、互通式立体交叉的技术要求,符合本规范路线定测有关规定,测量长度应满足设计要求。

3. 互通式立体交叉的匝道和连接线,应在实地放桩,中桩间距:直线段为 10~20m,曲线段为 5~10m,并符合本规范水准测量和横断面测量的规定。

4. 互通式立体交叉范围内应设置施工放样控制桩,控制桩设置的数量应视互通式立体交叉的规模、型式而定,应在施工放样时不加密测站,或在布置匝道的象限内各设置一个。控制点桩采用本规范第 3.1.1 条中的主要控制桩,测量精度与坐标系统应与路线导线相一致。

7.12.4 分离式立体交叉勘测与调查

1. 应该查被交叉公路提高等级的计划及交叉处的地区发展规划,路面宽度、路面结构及各层厚度,地形、地物、排水等情况。

2. 主线上跨被交叉公路,当不改建被交叉公路时,可只测量交叉点的位置、交叉角度、交叉点高程;当需改建被交叉公路时,被交公路的路线勘测,应按相应等级公路进行勘测与调查,测量长度应满足设计要求。

3. 分离式立体交叉范围内需设置排水设施或改移水渠时,应确定改移位置,测量纵、横断面;当地形图不能满足设计要求时,应修测或补测地形图。

7.12.5 通道与人行天桥勘测与调查

1. 核查落实乡村道路的用途及发展规划,总体研究通道及人行天桥的布局、设置位置和型式。

2. 与主线公路交叉的乡村道路间距较密或路线在丘陵或山地通过的路段,应调查乡村道路合并与移位或修建天桥的可能性。

3. 进行被交叉道路中线、水准、横断面和交叉角度等测量,被交叉道路测量长度应满足设计要求;当被交叉道路下穿主线时,应调查排水条件和确定工程防护措施。

7.12.6 公路与铁路立体交叉勘测与调查

1. 应测量铁路每股道的桩号、交叉角度,每股道的内外侧轨顶高程、纵坡,股道间的距离和铁路路基宽度。

2. 当公路下穿铁路,应调查地下水位排水条件及地质条件,拟定排水措施;当采用泵站抽水或开挖沟渠排水时,应进行有关的工程测量。

7.12.7 平面交叉勘测与调查

1. 根据定测路线与原有道路交叉的位置，实地测量交叉点桩号、交叉角度、被交叉路中线及水准测量和横断面测量，被交叉道路的测量长度应满足被交叉道路平、纵面设计的要求。被交叉公路中桩间距，环式交叉为 5~10m，分道转弯式交叉按路线中线测量要求，加铺转角式交叉为 10m。

2. 公路与铁路平面交叉，应测量交叉处的桩号，交叉角度、铁路股道的内外侧轨顶高程、路基宽度及铁路路线纵坡坡度；调查并拟定铁路道口看守的位置，照明、通讯、信号等设施线路接入的方式和位置。

7.12.8 公路与管线交叉

1. 调查各种被交叉管线的位置、交叉角度、桩号、管线种类、用途、结构型式、跨越或平行公路的长度、悬空高度或埋置深度。

2. 重要的管线，应测量其纵、横断面图，并与路线或导线联测，拟定必要的防护和加固措施。

7.12.9 互通式立体交叉、分离式立体交叉、公路与公路及公路与铁路平面交叉、复杂的管线交叉均应测绘比例尺为 1:500~1:2000 的地形图。

7.12.10 各种交叉的位置、型式、标准等方案均应征求地方政府或主管部门的意见。

7.13 沿线设施勘测与调查

7.13.1 沿线设施勘测与调查除应符合本规范第 6.13 节的规定外，还应调查以下内容：

1. 调查和实地核实沿线设施的总体布局、项目、型式、规模及设置的位置。
2. 实地放出管理机构、服务设施的连接路线、进出口处车道的中线并进行水准测量和横断面测量。
3. 管理机构、服务设施处的地形、地物如有变化，应修测或补测地形。
4. 调查沿线安全设施的位置、类型、起讫桩号或长度。

7.14 环境保护勘测与调查

7.14.1 环境保护的勘测与调查，应按批准的《环境影响评价报告》和初步设计及其审查意见，进一步补充核实，确定环保措施和工程方案。

7.14.2 声屏障、油水分离池、蒸发池等应实地放桩，并测绘 1：500～1：2000 平面图。线外涵洞、水闸等亦应实地调查，并测量纵、横断面等。

7.14.3 调查沿线需绿化地段起讫桩号及绿化种类、方法与内容；取土坑、弃土堆的位置、范围与面积，土地复垦工程量及绿化面积。

7.15 其它勘测与调查

7.15.1 沿线筑路材料调查

1. 初步设计的料场应逐一核查，并进一步补充调查。
2. 对所有调查的料场应进行比较，根据材料需要量，最后确定采用料场。
3. 对大型料场应进行必要的勘探与试验。

7.15.2 渡口码头勘测与调查

1. 对初步设计方案作进一步补充、核实。
2. 渡口连接线应按相应等级公路进行中线、水准及横断面等测量。
3. 所有建筑设施应测量纵、横断面并进行相关的资料调查。

7.15.3 改移公路、辅道、支线或连接线，应按相应等级公路实地钉桩，进行中线、水准、横断面以及桥涵、路基、路面、排水和其他工程的勘测与调查。

7.15.4 占地勘测与调查

1. 沿线土地应测绘用地图，结合设计需要提供永久性占地和临时占地数量。用地图比例尺为 1:1000~1:5000，图中应标出中线、桩号、各类土地（水田、旱地、菜园、鱼塘、果园等）的分界线、用地宽度、使用人或单位。

2. 应调查各类土地常种作物和近 3 年平均产量，调查统计独立果树和价值较高的树木的株数、直径、数量及产量。

7.15.5 拆迁建筑物以及砍树、挖根、除草等的调查

1. 拆迁建筑物应调查其位置、范围尺寸、结构类型（房屋应注明层数）。

2. 需拆迁的建筑设施，如管道、电力和电讯设施，应调查所属单位及位置和拆迁影响长度，调查线杆或搭架的类型、编号和数量以及管道架设高度或埋设的深度等。与重要管线、铁路、水利等工程及文物古迹等重要设施发生干扰引起的拆迁工程，应与其主管部门协商，落实处理方案和工程措施。

3. 调查沿线伐树、挖根、除草的路段长度，并结合工程设计的需要确定工程数量。

7.15.6 对初测临时工程调查进行补充、核实。

7.15.7 预算资料调查，应在初测调查的基础上进行补充调查和核实。

7.16 内业工作

7.16.1 应随外业工作进程,逐日复核、检查外业记录资料,如有遗漏或错误应及时纠正或弥补;对于向有关部门搜集的资料,应根据设计的需要,检查、分析其是否齐全、可靠、适用、正确。

7.16.2 随外业工作进程及时进行路线设计和局部方案的研究、比选和取舍工作,并根据路线总体设计进行路基、路面、桥涵、立体交叉等工程的方案论证和比较,同时综合检验路线设计和各专业设计的配合与合理性。

7.16.3 对地形复杂的路线、不良地质地段、大型桥隧、立体交叉等地段,必须进行现场核对。

7.16.4 定测阶段应完成和提交的成果

1. 各种调查、勘测原始记录、图纸及资料;
2. 各专业勘测调查的质量检查及分析评定资料;
3. 路线平、纵面设计及各种底图底表;
4. 各专业主要计算分析论证资料;
5. 各专业主要设计布置图及设计底表;
6. 外业勘测说明书及有关协议和文件。

7.16.5 外业完成后,应经过主管部门的检查验收,经认可后方可离开现场或开展设计工作。

8 一次定测

8.1 目的与任务

8.1.1 对于技术简单、方案明确的小型建设项目，宜采用一次定测。

8.1.2 一次定测应根据批准的《工程项目可行性研究报告》及审批意见所确定的修建原则和路线基本走向方案，进行现场勘察落实，并通过定线、测角、中桩、高程、横断面、地形、桥涵、隧道、路线交叉和其他勘测资料的测量、调查及内业工作，提供一阶段施工图设计所需资料。

8.2 准备工作

8.2.1 一次定测的准备工作及现场踏勘，应符合本规范第 6.2 节和第 6.3 节的规定。

8.3 路线定线

- 8.3.1 路线定线应符合本规范第 6.7 节的规定，并钉设交点或转点桩。
- 8.3.2 通过地形、地质复杂或工程艰巨的局部路段，可布设导线、实测地形，进行纸上定线，然后放线定测。
- 8.3.3 一次定测应通过内业工作进行综合检查；必要时应进行纸上移线，纸上移线后应实地放线测量。

8.4 中线测量

- 8.4.1 路线起终点距国家或其他部门的平面控制点不远于 30km 时应予以联测;联测受条件限制时,可观测磁方位角或采用 GPS 测量确定和校核方位。
- 8.4.2 中线与国家或其他控制点形成附和或闭合导线时,其角度闭合差不得超过 $\pm 60\sqrt{n}$ (n 为置镜点总数),距离相对闭合差不得大于 1/1000。
- 8.4.3 采用磁方位角定位,应每天观测一次以上,并与计算方位角校核,其较差不得大于 2° 。
- 8.4.4 中线测量的交点桩、转点桩和桥隧控制桩,应采用一般控制桩,其余可用标志桩,一般控制桩应予固定。
- 8.4.5 中线测量的其它有关要求与精度,应符合本规范第 7.4 节的有关规定。

8.5 高程测量

- 8.5.1 水准点设置与测量，应符合本规范第 4.2 节水准测量的规定。
- 8.5.2 中桩高程及其精度要求应符合本规范第 7.5 节的规定。

8.6 横断面测量

8.6.1 横断面测量，应符合本规范第 7.6 节的规定。

8.7 地形测量

8.7.1 一次定测应全线测绘地形图，其测图比例尺可用 1：2000～1：5000。

8.7.2 路线地形图宜以路线交点及转点作图根点，采用经纬仪、小平板、大平板仪测绘，也可利用纵、横断面资料辅以仪器测量并现场勾绘成图。

8.7.3 局部路段需作纸上定线或测工点地形图时，其技术要求与精度应符合本规范第 5 章的规定。

8.8 路基、路面及排水勘测与调查

8.8.1 路基、路面及排水勘测与调查，应符合本规范第 7.8 节的规定。

8.9 桥涵勘测

- 8.9.1 小桥涵勘测，应符合本规范第 7.9 节的规定。
- 8.9.2 大、中桥勘测，应符合本规范第 7.10 节的规定。

8.10 隧道勘测

8.10.1 隧道勘测，应符合本规范第 7.11 节的规定。

8.11 路线交叉勘测

8.11.1 路线交叉勘测，应符合本规范第 7.12 节的规定。

8.12 其它勘测与调查

- 8.12.1 沿线设施应视公路等级、设计原则及工程内容，符合本规范第 7.13 节的规定。
- 8.12.2 环境保护工程应视公路等级、设计原则及工程设施，符合本规范第 7.14 节的规定。
- 8.12.3 征地、拆迁、临时工程、筑路材料及概、预算基础资料等的勘测与调查，应符合本规范第 7.15 节的规定。

8.13 内业工作

8.13.1 内业工作的内容与要求，应符合本规范第 7.16 节的规定。

8.13.2 一次定测中的内业，应完成路线平、纵面设计、桥涵布置与路基横断面设计，并进行综合检查，及时调整、改移路线。

附录 A 公路测量符号

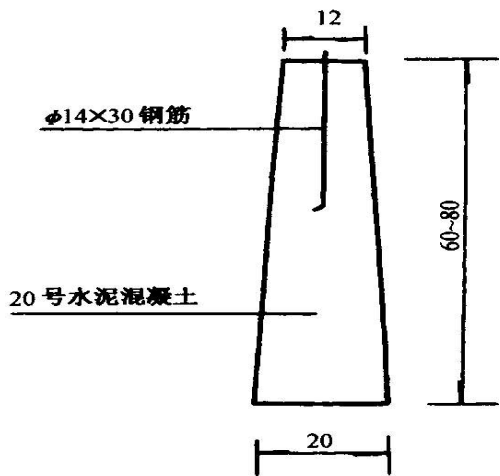
名 称	英文符号	汉语拼音或 国际通用符号	备 注
交点	I. P	JD	(交点)
转点	T.P.	ZD	(转点)
导线点	R.P.	DD	(导点)
圆曲线起点	B.C.	ZY	(直圆)
圆曲线中点	M.C.	QZ	(曲中)
圆曲线终点	E.C.	YZ	(圆直)
复曲线公切点	P.C.C.	GQ	(公切)
第一缓和曲线起点	T.S.	ZH	(直缓)
第一缓和曲线终点	S.C.	HY	(缓圆)
第二缓和曲线终点	C.S.	YH	(圆缓)
第二缓和曲线起点	S.T.	HZ	(缓直)
反向平曲线点	P.R.C.	FGQ	(反拐曲)
变坡点	P.V.I.	SJD	(竖交点)
竖曲线起点	B.V.C.	SZY	(竖直圆)
竖曲线终点	E.V.C.	SYZ	(竖圆直)
竖曲线公切点	P.C.V.C.	SGQ	(竖公切)
反向竖曲线点	P. R. V. C.	FSGQ	(反竖拐曲)
比较线标记	A. B. C. ...	A、B、C...	冠在比较线里程桩号前和 B.M.点号后
改线、改移差错改正	R	G	冠在里程桩号前
公里标	K	K	符号书写在里程桩号前
转角		Δ	
左转角		Δ_L	
右转角		Δ_R	
缓和曲线角		β	
缓和曲线参数	A	A	
平、竖曲线半径	R	R	
曲线长(包括缓和曲线长)	L	L	
圆曲线长	L_e	L_y	(L 圆)
缓和曲线长	L_s	L_h	
平、竖曲线切线长(包括设置缓和曲线所增切线长)	T	T	
平曲线外距(包括设置缓和曲线所增外距)、竖曲线外距	E	E	
校正值(两切线与曲线长度的差值,包括设置缓和曲线所引起的变动)	D	J	(校)
超高值	H_s (或 e)	h_e	
超高缓和长度	l_r	l_c	
加宽缓和长度	l_w	l_j	
横坐标	X	X	

续上表

名 称	英文符号	汉语拼音或 国际通用符号	备 注
纵坐标	Y	Y	
方位角		θ	
计算方位角		θ_c	
方向角	Z	ψ	
计算方向角	Z_e	ψ_j	
水准点	B.M.	B.M.	
高程	EL.	EL.	
设计高程	D.EL.	D.EL.	
路基宽度	B	B	
用地界	R/W (或 R.O.W)	YDJ	(用地界)
路面宽度	B	b	
路基加宽度	B_w	B_j	
路面加宽度	b_w	b_j	
流量	Q	Q	
流速、计算行车速度	V	V	
设计水位	D.W.L	SW	(设位)
历年最高洪水位	H. W. L	GW	(高位)
多年平均洪水位	M. F. L.	PW	(平位)
历史最高流冰水位	H.I.W.L	BW	(冰位)
历史最高潮水位	H.T.W.L.	CW	(潮位)
通航水位	N.W.L.	HW	(航位)
普通水位	O.W.L.	TW	(通位)
测量时水位	S.W.L.	LW	(量位)
地下水位	U.W.L.	DW	(地位)
东	E	E	
南	S	S	
西	W	W	
北	N	N	
左	L	L	(左)
右	R	Y	(右)
面积	A	A	
填高	F	T	(填)
挖深	C	W	(挖)
填面积	AF	AT	
体积	V	V	
长	L, I	L	
宽	B, b	B, b	
高	H, h	H, h	
厚	d, δ	d, δ	
直径	D, d	D, ψ	
半径	R, r	R, r	
三角点	\triangle	\triangle	
GPS 点	\odot	\odot	

附录 B 主要控制桩、水准点桩的规格及埋设

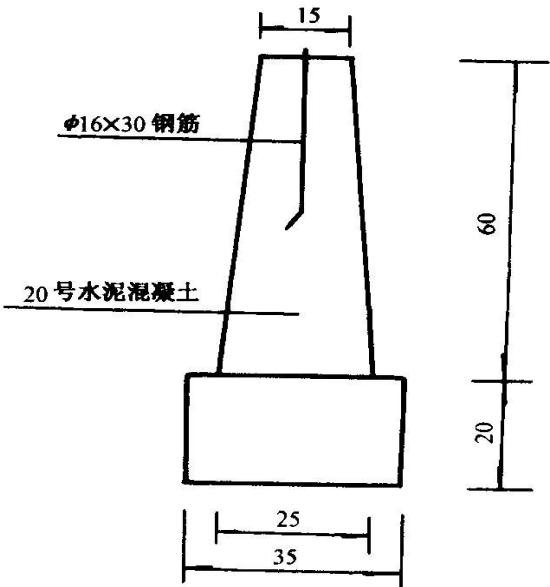
一、主要控制桩图（附图 B1）



附图 B1 （单位：cm）

- 注：1.冻土地区，尺寸可加长并埋深；
2.四等以上控制点，尺寸可适当加大；
3.三级导线，可自行设计。

二、水准点桩图（附图 B2）



附图 B2（单位：cm）

- 注：冻土地区，尺寸可加长，并埋入冻土深度线以下。

附录 C 本规范用词说明

一、对执行条文严格程度的用词采用以下写法：

1. 表示很严格，非这样不可的用词：
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，在条件许可时首先这样做的用词：
正面词采用“宜”或“可”；
反面词采用“不宜”。

二、条文中应按指定的其它有关标准、规范的规定执行，其写法为“应按……执行”或“应符合……要求（或规定）”。

如非必须按指定的其它有关标准、规范的规定执行，其写法为“可参照……”。