

中华人民共和国交通行业标准

# 公路勘测规范

Specifications for Highway Reconnaissance Survey

JTJ 061—99

主编单位：交通部第一公路勘察设计院

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：1999年12月1日

## 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长,天津市市政工程师局,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JTJ 061—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》(JTJ 061—85)以及1991年发布的《公路桥位勘测设计规范》(JTJ 062—91)、1985年发布的《公路隧道勘测规程》(JTJ 063—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

## 前 言

根据交通部《关于下达一九九一年公路、水运工程建设标准、规范、定额任务的通知》[(91)工技字 290号]和《关于下达一九九五年公路、水运工程建设标准、规范、定额任务的通知》(交公路发[1995] 1150号),由交通部第一公路勘察设计院主持并成立了编制组。

为统一路线、桥梁、隧道等的勘测工作,便于使用,这次修订将原《公路路线勘测规程》(JTJ 061—85)、《公路桥位勘测设计规范》(JTJ 062—91)、《公路隧道勘测规程》(JTJ 063—85)中的勘测部分合并为《公路勘测规范》。本规范增补了高速公路勘测所需的内容,在拟定各项技术指标、精度和作业方法时,遵照了既要适用于高速公路和一级公路,也要兼顾二、三、四级公路,还要使各级设计部门都具有可操作性这一原则,因之能符合国情和适应公路建设发展的需要。

在使用过程中如遇有问题或有修改意见,请随时函告交通部第一公路勘察设计院(地址:陕西省西安市友谊西路87号,邮编710068),以便再次修订时参考。

### 主编单位和主要起草人名单

**主 编 单 位:**交通部第一公路勘察设计院

**参 编 单 位:**交通部第二公路勘察设计院

吉林省公路勘测设计院

贵州省交通规划勘察设计院

**主要起草人:**王溯先 陈永耀 熊 剑 吕永泽

汪荣麒 冷曦晨 曾启发 先开基

黄文元 王守彬 吴歆莹

## 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,制定本规范。
- 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、水准测量及其他有关的测量,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,以及其他有关测量资料不全,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、断链桩以及其他构造物控制桩等。控制桩为 $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times (30 \sim 50\text{ cm})$ 或直径为 $5\text{ cm}$ 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 $1 \sim 5\text{ cm}$ ,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 $15 \sim 25\text{ cm}$ ,其桩顶面应露出地面 $5\text{ cm}$ 。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

25~30 cm,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5 cm)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“⊠”(8 cm×10 cm)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。定测时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40 cm×40 cm×40 cm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、路线起终点桩及其他控制点桩,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2 m。

## 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、隧道及其他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、隧道及其他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。

表 4.1.1 平面控制测量等级

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	—	>5 000 m 特大桥	>6 000 m 特长隧道
三等三角、导线	—	2 000~5 000 m 特大桥	4 000~6 000 m 特长隧道
四等三角、导线	—	1 000~2 000 m 特大桥	2 000~4 000 m 特长隧道
一级小三角、导线	高速公路、一级公路	500~1 000 m 特大桥	1 000~2 000 m 中长隧道
二级小三角、导线	二级及二级以下公路	<500 m 大中桥	<1 000 m 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2.5 cm/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2.5 cm/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2.5 cm/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》(JTJ 066)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。

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)。

表 4.1.2 三角测量的技术要求

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 <sub>1</sub>	DJ <sub>2</sub>	DJ <sub>3</sub>
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

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。

表 4.1.3 三边测量的技术要求

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。

表 4.1.4 导线测量的技术要求

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 <sub>1</sub>	DJ <sub>2</sub>	DJ <sub>3</sub>
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	1/35 000	$\pm 5 \sqrt{n}$	4	6	—
一级	10	0.5	17	5.0	1/15 000	$\pm 10 \sqrt{n}$	—	2	4
二级	6	0.3	30	8.0	1/10 000	$\pm 16 \sqrt{n}$	—	1	3
三级	—	—	—	20.0	1/2 000	$\pm 30 \sqrt{n}$	—	1	2

注:表中 $n$ 为测站数。

2. 导线应尽量布设成直伸形状,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 13 cm;如果点位中误差要求为 20 cm 时,不应大于 52 cm。

#### 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 1.3 m 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 50 m 且小于 300 m,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 DJ<sub>6</sub> 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, DJ<sub>1</sub> 型经纬仪不得超过两格; DJ<sub>2</sub> 型不得超过一格。
- 2) 光学测微器行差与隙动差, DJ<sub>1</sub> 型经纬仪不得大于 1"; DJ<sub>2</sub> 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, DJ<sub>1</sub> 型经纬仪不得超过 0.3"; DJ<sub>6</sub> 型不得超过 1.0"。

5) 水平轴不垂直于垂直轴之差, DJ<sub>1</sub> 型经纬仪不得超过 10"; DJ<sub>2</sub> 型不得超过 15"; DJ<sub>6</sub> 型不得超过 20"。

6) 光学对点器的对中误差不得大于 1 mm。

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, DJ<sub>1</sub> 型经纬仪不得大于 20"; DJ<sub>2</sub> 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 5 mm;对于照准圆筒中心的投影不应大于 10 mm。投影完毕后,除标石中心外,其他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 1 mm。

5. 水平角方向观测法各项限差应符合表 4.1.6 的规定。

表 4.1.6 水平角方向观测法的各项限差

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 <sub>1</sub>	1	6	9	6
	DJ <sub>2</sub>	3	8	13	9
一级及以下	DJ <sub>2</sub>	—	12	18	12
	DJ <sub>6</sub>	—	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： $m_{\beta}$ ——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： $f_{\beta}$ ——附和导线或闭合导线环的方位角闭合差(")；

$n$ ——计算  $f_{\beta}$  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： $\Delta$ ——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

表 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 1.3 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。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 1.5 m 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。

表 4.1.7-2 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		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	±√2(a+bD)
	II			8	≤10	≤15	
四等	I	1	1	4~6	≤5	≤7	
	II			4~8	≤10	≤15	
一级	I	1	—	2	≤10	≤15	
	II			4	≤20	≤30	
二级	I	1	—	1~2	≤10	≤15	
	II			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：

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

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

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)；

$\alpha$ ——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： $\mu$ ——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  $1/\delta_D^2$ ， $\delta_D$  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：

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

式中： $m_{Pi}$ ——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。

表4.1.7-3 普通钢尺丈量基线的技术要求

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)		
			30 m	50 m			30 m	50 m		尺长	改正	高差
一级	5	4	4	5	0.5	1.0	2.0	3.0	$30\sqrt{k}$	0.1	0.1	1.0
二级												

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。

表4.1.7-4 普通钢尺丈量导线边长的技术要求

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

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

2) 基线条件自由项的限值

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

3) 方位角条件自由项的限值

$$W_l = \pm 2 \sqrt{m_{\alpha_1}''^2 + m_{\alpha_2}''^2 + nm_{\alpha_3}''^2} \quad (4.1.8-3)$$

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： $m_\beta''$ ——相应等级规定的测角中误差(″)；

$\rho$ ——传距角(°)；

$m_{S_1}/S_1, m_{S_2}/S_2$ ——起始边边长相对中误差；

$m_{\alpha_1}'', m_{\alpha_2}''$ ——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  $\mu$  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,

$$W''_r = \pm 2 \sqrt{\left(\frac{m_D}{h_c} \rho''\right)^2 (\cos \alpha^2 + \cos \beta^2 + 1) + m''_{\beta}} \quad (4.1.8-5)$$

当已知各边平均测距相对中误差时,

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

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;

$\alpha, \beta$ ——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:

$$D = D_0 \left( 1 + \frac{H_P - H_m}{R_A} \right) \quad (4.1.8-8)$$

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:

$$D_1 = D_0 \left( 1 - \frac{H_m + h_m}{R_A + H_m + h_m} \right) \quad (4.1.8-9)$$

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);

$\Delta y$ ——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。

表 4.1.8 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(″)
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。

表 4.2.2 公路及构造物水准测量等级

测 量 项 目	等 级	水准路线最大长度(km)
4 000 m 以上特长隧道、2 000 m 以上特大桥	三等	50
高速公路、一级公路、1 000~2 000 m 特大桥、2 000~4 000 m 长隧道	四等	16
二级及二级以下公路、1 000 m 以下桥梁、2 000 m 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。

表 4.2.3 水准测量的精度

等级	每公里高差中数中误差(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 $M_{\Delta}$	全中误差 $M_w$	平原微丘区	山岭重丘区	
三等	±3	±6	±12 $\sqrt{L}$	±3.5 $\sqrt{n}$ 或 ±15 $\sqrt{L}$	±20 $\sqrt{L_i}$
四等	±5	±10	±20 $\sqrt{L}$	±6.0 $\sqrt{n}$ 或 ±25 $\sqrt{L}$	±30 $\sqrt{L_i}$
五等	±8	±16	±30 $\sqrt{L}$	±45 $\sqrt{L}$	±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50~300 m 范围之内。水准点间距宜为1~1.5 km;山岭重丘区可根据需要适当加密;大桥、隧道口及其他大型构造物两端,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0.10 mm,对于区格式木质标尺不应大于0.5 mm。

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 4.1.6 和 4.1.7 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。

表 4.2.5-1 水准测量的观测方法

等级	仪器类型	水准尺类型	观测方法		观测方法
三等	DS <sub>1</sub>	因瓦	光学观测法	往	后-前-前-后
	DS <sub>3</sub>	双面	中丝读数法	往返	后-前-前-后
四等	DS <sub>3</sub>	双面	中丝读数法	往返、往	后-后-前-前
五等	DS <sub>3</sub>	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。

表 4.2.5-2 水准测量的技术要求

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 <sub>1</sub>	100	3	6	0.3	1.0	1.5
	DS <sub>3</sub>	75				2.0	3.0
四等	DS <sub>3</sub>	100	5	10	0.2	3.0	5.0
五等	DS <sub>3</sub>	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  $M_{\Delta}$  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。

$M_{\Delta}$  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:  $\Delta$ ——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1 km,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。

表4.2.7 光电测距三角高程测量的技术要求

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 <sub>2</sub>	往返各1	—	3	≤7	≤7	40√D	20√ΣD
五等	DJ <sub>2</sub>	1	1	2	≤10	≤10	60√D	30√ΣD

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1 mm,当较差不大于2 mm时,取平均值;五等取值精确至1 mm,当较差不大于4 mm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1 mm。

#### 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200 m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7 mm,取两次结果的中数。若视线长度超过200 m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、1 km水准测量高差中数的偶然中误差 $M_{\Delta}$ 以及1 km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。

表4.2.9 水准测量计算数字取位

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)
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。

表 5.1.2 地形图的基本等高距

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)及其他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 0.07~0.10 mm、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 0.2 mm。图廓格网的对角线、图根点间的长度误差,不应大于 0.3 mm。

5.1.7 地形图的精度应符合表 5.1.7 的规定。

表 5.1.7 地形图的精度

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	$\frac{1}{3}H_d$	$\frac{1}{2}H_d$	$\frac{2}{3}H_d$	$1H_d$

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 5 mm,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 0.1 mm,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 0.2 mm。

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。

表 5.2.4 图根三角水平角观测技术要求

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 <sub>6</sub>	24	1	±20	±60	±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。

表 5.2.5 图根导线测量的技术要求

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
≤1.5M	1	±30	±60 $\sqrt{n}$	≤1/2 000

注：① M 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 1/1 000。

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 1/3 000。

钢尺丈量边长时，当坡度大于 2%，温度超过钢尺鉴定温度 ±10℃ 或尺长修正大于 1/10 000 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，并应进行本站校核。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 0.1 mm，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°~150° 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。

表 5.2.11 图根水准测量的技术要求

仪器 类型	1 km 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 <sub>10</sub>	±20	≤5	≤100	往返各一次	往一次	±40 $\sqrt{L}$	±12 $\sqrt{n}$

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 DJ<sub>6</sub> 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、视标高观测值应取至 1 mm,三角高程附和环线闭合差不应大于  $40\sqrt{\Sigma D}$ 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。

表 5.2.13 图根三角测量的主要技术要求

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 <sub>6</sub>	1	≤400S	$0.1H_d\sqrt{n}$

注:①  $S$  为边长(km);

②  $H_d$  为基本等高距(m), $n$  为边数;

③ 边长大于 400 m 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 1 cm。

### 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,应符合表 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。

表 5.3.2 测记法测距最大长度

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  $(100\pm 0.1)$  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  $\pm 0.2$  mm;
4. 量角器半径不应小于 0.1 m,其偏心差不应大于 0.2 mm。

5.3.4 测绘法测距最大长度,应符合表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 测绘法测距最大长度

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%。

② 1:500、1:1000 比例尺施测主要地物时,测距读数应读至 0.1 m。

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

表 5.3.6 丘陵地区高程注记点的间距

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、水涯线上以及其他地面倾斜变化处,均应测高程注记点。

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

### 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 0.5 mm 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 0.1 m(山区公路 0.05 m)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1 mm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2 mm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、雨袭沟底宽在图上小于3 mm时用单点线表示沟中心,大于3 mm时应分别测出坡脚,其间距大于10 mm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2 mm时,应实测坎脚,小于2 mm可注比高。当两坎间距在图上小于5 mm(1:500图上小于10 mm)或坎高小于1/2等高距时可适当取舍。当两坎间距在图上大于20 mm时应绘等高线。

水田应测代表性高程,田埂宽在图上小于1 mm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到计算机,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、水中滩地等均应以划线连接完整。

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 $0.1\text{ mm}$ 。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 $0.3\sim 1.0\text{ mm}$ 之间或以两点间线段与曲线之间的矢距小于 $0.15\text{ mm}$ 。

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、点号、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(1:10 000~1:50 000)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、村庄和其他建筑物的关系,路线应短捷、舒畅,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. 山脊线应对分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4.2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. 对原水准点应进行逐一检测;
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 200~400 m;采用“现场定线法”初测时,路线中线两侧测绘宽度可减窄为 150~250 m。

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 5.2 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,必须避让的建筑物或地质不良地带,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) 滞洪区、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/30 min)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 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最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他构造物,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) 桥位选择应避免地面、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) 桥位应选择在地基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 $5^\circ$ ,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5 min 航程之和;六、七级航道不小于船队长度加船队下水3 min 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100 m,距中桥不应小于50 m。
  - 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,应避免扇腰、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) 应避免强岩溶地区,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) 应避免巨大洞室和大竖井。
- 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,应避免漏斗、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) 应避免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) 桥位应避免黄土陷穴、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 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 4.2 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 100 m 的桥梁可只在一岸设置一个,桥头接线部分宜每隔 1 km 设置一个。
5. 跨越大河(水面宽大于 200 m)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、其他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2 m或洪水泛滥线以外50 m,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6~20 m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1/2 000,横向偏距不应大于0.1 m。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3 m或流速超过1.5 m/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1/2 000,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。

表 6.10.9 测深垂线最大间距

水面宽(m)	<5	50~100	100~300	300~1 000	>1 000
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2 m时,不应大于0.1 m;当水深大于2 m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。

表 6.11.2 相邻隧道洞口纵向间距

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,应综合考虑路隧线形的配合,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,并应避免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) 沿褶皱构造布置时,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0.5 m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) 隧道应避免流砂地段;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) 隧道应避免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) 隧道应尽量避免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,应避免有地下水活动,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,隧道洞身应避免穿过地下冰及地下水发育的地带。

14) 水库地区的隧道位置,应避免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. 洞口应选择在边坡稳定、地质条件较好处,应避免沟谷低洼处。

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,无落石或坍塌可能时,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3~5 m。

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. 隧道洞口应避免居民点,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,应避免易产生热融滑坍、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 $25^{\circ}$ ,井长不宜超过200 m。竖井位置以设在隧道一侧为宜,与隧道中线的间距一般为15~20 m,其深度不宜超过150 m。

#### 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4.1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200 m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200 m,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/T 006)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、护柱、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,应测绘比例尺为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/T 006)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,以及其他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 其他勘测与调查

#### 6.15.1 沿线筑路材料调查

包括砂、石、粘土、石灰、砖瓦、粉煤灰、水及其他路用材料。

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1:1 000~1:5 000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(1:500~1:2 000),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、除草的疏密程度及其长度。

#### 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、砖、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他杂费和附加费。

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、构筑物和其他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. 其他费用资料

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4.1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、调整与完善线形线位及构造物位置，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2 cm,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50~500 m之间;当点间距离小于50 m时,应设置远视点。

2. 正倒镜的点位横向偏差每100 m不应大于5 mm;当点间距离大于400 m时,最大点位差不应大于20 mm。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100 m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、直接定交点法钉设交点时,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5 km,特殊情况不高于10 km,应与初测控制点联测,其闭合差不应超过表7.3.7的规定。

表 7.3.7 中线闭合差

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	1/2 000	1/1 000

注：n 为交点数。

#### 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 500 m 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) 路线交叉处；
- 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、构造物和路面面层类型变化处。

加桩应取位至米，特殊情况可取位至 0.1 m。

7.4.3 路线中桩间距，不应大于表 7.4.3 的规定。

表 7.4.3 中桩间距

直 线(m)		曲 线(m)			
平原微丘区	山岭重丘区	不设超高的曲线	$R > 60$	$30 < R < 60$	$R < 30$
$\leq 50$	$\leq 25$	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。

表 7.4.4 中线量距精度和中桩桩位限差

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	1/2 000	$S/2 000 + 0.05$	$S/2 000 + 0.1$	5	10
二级及以下公路	1/1 000	$S/1 000 + 0.10$	$S/1 000 + 0.1$	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。

表 7.4.5 曲线测量闭合差

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	1/2 000	1/1 000	10	10	60
二级及以下公路	1/1 000	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 50~200 m,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 4.2 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  $\pm 5$  cm;二级及二级以下公路为  $\pm 10$  cm。

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  $\pm 2$  cm。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 0.1 m,检测限差应符合表 7.6.3 的规定。

表 7.6.3 横断面检测限差(m)

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他固定点上进行。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高。

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100~200 m,下游测50~100 m。

#### 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 6.9.6 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。

表 7.10.2 桥轴线相对中误差

测量等级	桥轴线相对中误差
二等	1/130 000
三等	1/70 000
四等	1/40 000
一级	1/20 000
二级	1/10 000

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 4.1 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、地势较高、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 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、调治防护构筑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 6.10.9 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 7.6 的规定进行测量。

#### 7.10.7 大型调治构筑物应实地放桩,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人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 7.3、7.4 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 50 m;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 5~10 m。

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。

表 7.11.4-1 贯通极限误差

类别	两开挖洞口间长度 (m)	贯通极限误差(mm)
横 向	<3 000	150
	3 000~6 000	200
	>6 000	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。

表 7.11.4-2 贯通中误差

测量部位	两开挖洞口间长度(m)			高程中误差 (mm)
	<3 000	3 000~6 000	>6 000	
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200 m。

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:

$$m = \pm \sqrt{\left(\frac{m_{\beta}}{\rho}\right)^2 \sum R_i^2 + \left(\frac{m_l}{l}\right)^2 \sum d_i^2} \quad (7.11.6)$$

式中:  $m$ ——由测角误差和测边误差引起的横向贯通误差(mm);

$m_{\beta}$ ——测角中误差(");

$R_i$ ——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;

$\frac{m_l}{l}$ ——边长相对中误差;

$d_i$ ——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:  $\varphi$ ——以半轴为起始方向时坐标轴Y的方位角,  $\varphi = \alpha_G - \varphi_0$  或  $\varphi = \alpha_G + 180^\circ - \varphi_0$ ;

$\alpha_G$ ——给定的隧道贯通面的方位角;

$E, F, \varphi_0$ ——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);

$m_{\Delta}$ ——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4.2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60~100 m;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10~20 m,曲线段为5~10 m,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3.1.1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. 应核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,被交叉公路的路线勘测,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5~10 m,分道转弯式交叉按路线中线测量要求,加铺转角式交叉为10 m。

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6.13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 其他勘测与调查

##### 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1:1 000~1:5 000,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. 需拆迁的建筑物,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,调查线杆或塔架的类型、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6.2和6.3的规定。

#### 8.3 路线定线

8.3.1 路线定线应符合本规范6.7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30 km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合或闭合导线时,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1/1 000。
- 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 $2^\circ$ 。
- 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 中线测量的其他有关要求与精度,应符合本规范7.4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4.2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7.5的规定。
- 8.6 横断面测量
- 8.6.1 横断面测量,应符合本规范7.6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1:2 000~1:5 000。
- 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7.8的规定。
- 8.9 桥涵勘测
- 8.9.1 小桥涵勘测,应符合本规范7.9的规定。
- 8.9.2 大、中桥勘测,应符合本规范7.10的规定。
- 8.10 隧道勘测
- 8.10.1 隧道勘测,应符合本规范7.11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7.12的规定。
- 8.12 其他勘测与调查
- 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7.13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7.14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7.15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7.16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		$\Delta$	
左转角		$\Delta_L$	
右转角		$\Delta_R$	
缓和曲线角		$\beta$	
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	$L_c$	$L_y$	(L 圆)
缓和曲线长	$L_h$	$L_h$	
平、竖曲线切线长(包括设置缓和曲线所增切线长)	T	T	

续表

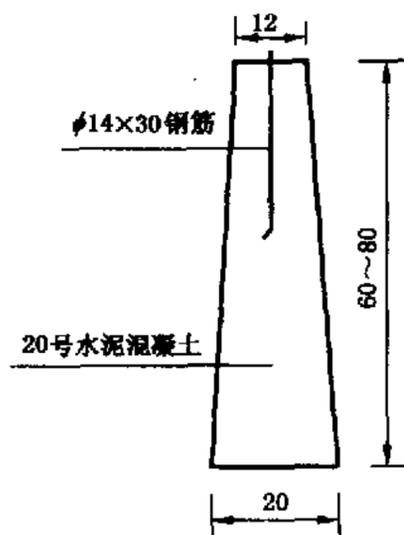
名 称	英文符号	汉语拼音或 国际通用符号	备 注
平曲线外距(包括设置缓和曲线所增外距)、竖曲线外距	E	E	
校正值(两切线与曲线长度的差值,包括设置缓和曲线所引起的变动)	D	J	(校)
超高值	$h_s$ (或 $e$ )	$h_c$	
超高缓和长度	$l_r$	$l_c$	
加宽缓和长度	$l_w$	$l_j$	
横坐标	X	X	
纵坐标	Y	Y	
方位角		$\theta$	
计算方位角		$\theta_c$	
方向角	Z	$\psi$	
计算方向角	$Z_c$	$\psi_j$	
水准点	B. M.	B. M.	
高程	EL.	EL.	
设计高程	D. EL.	D. EL.	
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	

续表

名称	英文符号	汉语拼音或国际通用符号	备注
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,l	L	
宽	B,b	B,b	
高	H,h	H,h	
厚	d, $\delta$	d, $\delta$	
直径	D,d	D, $\phi$	
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

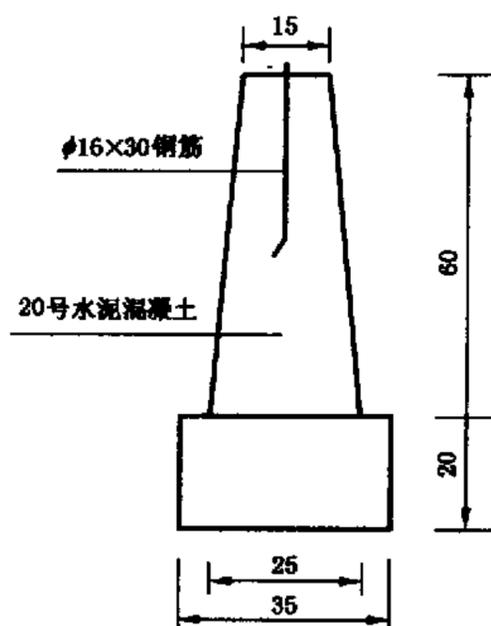
#### 一、主要控制桩图(附图B1)



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他有关标准、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他有关标准、规范的规定执行,其写法为“可参照……”。

# 附件 公路勘测规范

JTJ 061—99

条文说明

## 1 总则

1.0.1 为统一公路勘测技术要求,特编制本规范。为统一路线、桥梁、隧道等的勘测工作,便于使用,本规范将原来的《公路路线勘测规程》(JTJ 061—85)、《公路隧道勘测规程》(JTJ 063—85)与《公路桥位勘测规程》(JTJ 062—91)中的勘测部分,合并为《公路勘测规范》并增加了路基、路面及排水勘测与调查、沿线设施勘测与调查、环境保护勘测与调查等内容。

1.0.2 本规范适用于《公路工程技术标准》(JTJ 001)规定的各级公路的新建与改建的勘测。在拟定技术要求、精度和作业方法时,既适用于高速公路,也适用于二、三、四公路,同时还考虑到了甲、乙级勘察设计单位同丙、丁级勘察设计单位都能操作使用。

桥梁、隧道、立体交叉等独立工程,系指国家单独立项的工程。随路线同时进行测设的,不属独立工程。

1.0.4 公路设计阶段根据《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》的规定,其勘测分为初测、定测、一次定测。

两阶段初步设计,为初测;

两阶段施工图设计,为定测;

一阶段施工图设计,为一次定测;

三阶段技术设计及三阶段施工图设计,采用定测或补充定测。

1.0.5 同深度比较,应是在范围、内容、方法及精度方面都一致。不能正线采用1/10 000地形图作方案,而比较方案采用1/2 000地形图作方案;或正线实测,而比较线不是实测;正线工程数量为计算,比较方案为估算等等。

1.0.6 现在勘测设计方面的新技术、新设备、新方法很多,如航测、数字地面模型、GPS定位测量、GPS高程测量、全站仪测量等,应该积极推广,逐步总结经验为我所用。实践证明,既先进又能提高质量和效率的一切先进手段与方法,都应鼓励使用,以提高公路勘测水平。

1.0.7 测量精度评定标准通常有三种,即中误差、平均误差及或然误差。当观测次数 $n$ 相当大时,用三种标准来评定精度都是同样可靠的;但当 $n$ 不大时,用中误差评定精度比较可靠,因为它能明显反映出测量中较大误差的影响。因此本规范规定“测量精度以中误差衡量”。

根据或然理论及统计表明,大于两倍中误差的偶然误差,其出现的可能性约为5%;大于三倍中误差的偶然误差出现的可能性为0.3%。在实际工作中,由于观测次数有限,因此,取中误差的两倍为极限误差。

1.0.8 建立健全质保体系,加强工序管理,进行事先指导、中间检查与成品验收等项管理方法,实践证明是提高公路测设质量的重要保证。因此,各测设单位必须坚持下去,形成制度,以保证勘察成果的质量。

1.0.9 测量仪器的完好程度是测量工作的基础,各测设单位一般都制订有仪器管理、保养、维修办法,应认真坚持执行。各种仪器的检校的内容与要求,在有关条文中已有规定。

## 2 术语、符号

2.1 本节只选编了本规范中部分术语,其余术语应按《公路工程名词术语》(JTJ 002—87)及有关技术标准术语的规定采用。

2.2 测量符号,基本上采用《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》所规定的符号。使用时,对需引进外资或国际投标的项目,采用英文字母;国内投标的项目,可采用汉语拼音字母。也可以根据习惯,任意采用一种字母,但在一个地区内的一条路线,宜采用同一种字母符号。

### 3 测量标志与测量记录

#### 3.1 测量标志

3.1.1 公路勘测工作具有阶段性、重复性,要为后续工作和施工服务。根据实践,一般控制桩和指示桩丢失以后,可以很容易地由主要控制桩为依据放出;但主要控制桩丢失,恢复就比较困难,而且影响路线的设计质量,因此,凡各测设阶段和施工都要重复使用的桩志,应坚固牢实,一般桩志可从简。测量标志基本上分为三种,即主要控制桩、一般控制桩和标示桩。

主要控制桩,为各测量阶段和施工都要重复多次使用的桩志,如初测的导线点、三角点、GPS点、桥隧立交控制桩等。此种桩志丢失,会给后续阶段的测量和施工带来困难或返工浪费,且影响设计质量。因此应采用混凝土桩。

一般控制桩,主要用于“现场定线法”的初测、定测和一次定测的导线点、交点、路线起终点、桥隧控制桩、断链桩等。

标示桩,为中线桩或作为控制桩的指示桩之用,很容易丢失。但它丢失以后,可以由控制桩补放出来,只要满足测量过程的使用就行了,所以采用较薄的板桩。有的地方木材短缺或成本很高时,也可采用竹制品。

若定测采用极坐标法配合链距法测定中线时,极坐标法所放的供链距测量的控制性中桩或曲线起终点桩,可采用一般控制桩。若定测采用拨角法、支距法、直接定交点法等方法放线时,交点桩及转点桩可根据情况采用主要控制桩或一般控制桩。

3.1.4 水准点标石,一般情况下应埋设混凝土桩,混凝土桩应选择地质条件较好、无下沉可能的地方;底座一般应设在冰冻深度以下0.2 m,当冻土深度较深时,应加大标石长度。当沿线有稳固坚实的整体岩石或建筑物时,也可设置。

#### 3.1.5 桩志的保护

主要控制桩、水准点桩、一次定测的转角桩等应进行固定。初测、定测、施工、运营各工序之间应进行交桩。

3.1.6 标旗主要是为测量时寻找目标使用,也可采用设置彩色纸或塑料旗等寻找方便的其他方法。

#### 3.2 测量记录

3.2.1 为了统一规范勘测记录格式,应采用专用记录簿。

### 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,其目的是测绘地形图,同时将图纸上的设计转放到实地上。这两项工作都要通过控制测量的“控制点”来实现,因此控制测量的“控制点”是地面与图上相互转换的桥梁。

公路平面控制测量,应尽量接近国家《工程测量规范》的要求。但公路勘测有其特殊性,如路线控制测量,是一条较窄的带;而大型构造物,如桥梁、隧道为一个点,其控制网的布设、边长、方法与精度指标,还需要根据实际情况和公路勘测设计特点,进行必要的调整。

2. 公路控制测量,本规范规定可采用GPS测量、三角测量、三边测量和导线测量。各种测量方法,可视工程需要及测量设备条件选择采用,力争做到可靠、经济、高效。

3. 一条公路的路线控制测量,分段勘测时,在两段的接合处必然产生误差,因此应全线贯通,统一平差。但有的公路很长,而且分期实施,全线贯通也不现实,但应对一次实施的工程全线贯通,实在有困难时应减少分段,并在分段处作妥善的处理。

4. 路线平面控制测量的精度和平面控制测量、等级与路线控制网的用途,一是测绘1:2 000的地形图(有时也测量1:500或1:1 000的工点地形图);二是供定测放线和施工放样使用。前者的最弱点

中误差只要求达到图解精度0.1 mm、化为实地精度20 cm即可。对于定测和施工中桩放线,中桩桩位精度虽受测站误差与测设误差的联合影响,但中桩放线的桩位误差规定为横向±10 cm,纵向1/1 000。这一误差是相对闭合差,即各点之间的相对偏离程度,并非点位的绝对误差大小,是中桩点位相对于邻近导线点的点位精度,与导线点间的相对点误差有关,与点位中误差无直接关系。因此,一级及以下控制测量的最弱点点位中误差采用20 cm作为平面控制网的基本精度规格。

对于独立大型构造物的平面控制测量,若地形测图为1:500~1:1 000时,其最弱点点位相对中误差采用5 cm作为平面控制网的基本精度规格。

5. 根据上述平面控制网最弱点点位相对中误差,并使本规范采用的指标接近于《工程测量规范》的要求,经计算本规范将一级小三角、导线作为高速公路和一级公路的基本控制;二级小三角、导线作为二级及二级以下公路的基本控制;三级以下公路,由于公路等级低,担负勘察设计任务的单位的水平、设备条件不高,可采用三级导线测量(链距导线),以供地、县(市)或养护单位在里程较短及旧路改建工程测设时使用。

桥梁控制测量等级,除应符合本规范表4.1.1的规定外,还应考虑施工时对桥轴线中误差的要求,即桥轴线间的距离及桥轴线相对中误差,确定控制网的等级。对施工放样要求特别高的桥梁,应根据桥梁跨度、结构等计算相应需要的桥轴线长度相对中误差,确定控制测量的等级。

隧道平面控制测量,除应符合本规范表4.1.1的规定外,还应考虑隧道在贯通面上的贯通横向误差要求,以确定控制测量等级。

6. 坐标系统的选择。根据国家规定,结合公路工程特点,提出了满足测区内投影长度变形值应不大于2.5 cm/km的要求。只有当投影长度变形值在此范围内,才有可能采用统一的高斯正形投影3°带平面直角坐标系。

1 km的长度变形为2.5 cm,即相对误差为1/40 000。这样的长度变形,能满足施工放样测量精度不低于1/20 000的要求,并与之相适应。

#### 4.1.2 三角测量的主要技术要求

1. 公路路线及隧道控制测量的范围为一条300~500 m较窄的带,三角网(锁)的平均边长过长不但增加勘测的困难,也没什么意义;对于大桥,由于受河宽的限制,边长过长、过短都不符合实际。因此对三角网(锁)的平均边长分别规定为3.0 km、2.0 km、1.0 km、0.5 km、0.3 km比较符合公路实际;其余指标仍采用《工程测量规范》的规定,虽边长有所减短,但三角网的精度影响不大。

2. 水平角观测的测回数是根据控制网水平角中误差与测回数的统计资料所采用的指标。同时,同一型号的仪器达到某一精度的测回数,有一定的波动范围,如T1经纬仪对二等网的测角精度,计算的测回数为9,但实际有近半数的三角网6测回也达到了±1.0"的精度;《工程测量规范》规定为12回,留有一定的余地,因此当边长有所减短时,无需再增加测回数。

3. 最弱边相对中误差,对加密网而言,三角网的边长精度主要取决于测角的精度,即与测角相匹配,且有如下关系式:

$$\frac{T_{Q_i}}{T_i} = \frac{m''_{\beta_i}}{m''_{\beta_{i-1}}} \quad (4.1.2-1)$$

式中:  $T_{Q_i}, T_i$ ——第*i*级三角网起始边、最弱边的边长相对于中误差的分母;

$m''_{\beta_i}, m''_{\beta_{i-1}}$ ——第*i*级和第*i-1*级三角网测角中误差。

独立的首级三角网,其最弱边的边长中误差,应与加密网的系列一致,因此,本规范规定二、三、四等及一、二级小三角仍分别为1/120 000、1/70 000、1/40 000、1/20 000、1/10 000。

4. 三角网(锁)的布设,应注意以下事项:

- (1) 当测区内没有高级控制网或高级网的精度不能满足要求,应布设成独立网。
- (2) 当测区内有高级控制网,且精度满足要求时,可用插点、插网、线形网等形式加密。
- (3) 当采用线形锁形式加密控制点时,线形锁的最弱点点位中误差按下式进行验证:

$$m_{\mp} = \tau \frac{m'_{\beta}}{\mu \times 10^6} \sqrt{\frac{(n+1)^2 + 20}{70(n+1)}} (4.43 + R_{\mp}) \quad (4.1.2-2)$$

式中： $\tau$ ——两高级点间实际距离(或称大基线长度)；

$R_{\mp}$ ——为三角形图形强度系数(以对数第六位为单位)，

$$R_{\mp} = \frac{\sum R}{n}$$

$n$ ——三角形的个数；

$\mu = 0.4343$ 。

由式(4.1.2-2)知,线形锁中间点的点位中误差  $m_{\mp}$  与大基线长度成正比。偏离大基线愈远,  $m_{\mp}$  就愈大,故线形锁的布设宜近于直伸。又由公式(4.1.2-3)计算线形锁最弱边边长中误差:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{M''_{\beta}}{\mu \times 10^6} \sqrt{\frac{2}{9} \sum R} \quad (4.1.2-3)$$

$$R = \delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B$$

式中： $\delta_A, \delta_B$ ——传距角的正弦对数的秒差。

可知当传距角过大或过小时,相对中误差将迅速增大,因此,本规范规定传距角应大于  $40^\circ$  且小于  $100^\circ$ 。

#### 4.1.3 三边测量的主要技术要求

1. 三边网的边长参照三角网的边长采用,并尽量使图形结构坚强。

2. 三边网的图形结构,根据理论公式验证。三边网的一个三角形的内角误差,根据图形结构及边长误差的关系,按下式计算:

$$m_r = \pm P'' \sqrt{(\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\beta)^2 \frac{m_{S_c}^2}{S_c^2} + \text{ctg}^2\alpha \frac{m_{S_b}^2}{S_b^2} + \text{ctg}^2\beta \frac{m_{S_a}^2}{S_a^2}} \quad (4.1.3)$$

如各内角相差过大,则由上式计算出的角度误差变化亦较大,所以规定了三角形内角不应大于  $100^\circ$  和小于  $30^\circ$ ,个别角也不应小于  $25^\circ$ 。

3. 角网、边网的误差传播规律不完全相同,角网相邻点位的精度随网的扩展降低的较快,而边网则相对均匀稳定。考虑到目前测距仪的实测精度,在重视图形结构的条件下,四等网的测边中误差为  $1/100\,000$ ,是完全能满足所需的测距精度的;这个精度所需测距仪精度,也是目前一般中、短程测距仪具有的。实践证明,实测的测距边的精度大多比仪器的标称精度高,即测距边的精度可比规范规定的数字要高。

#### 4.1.4 导线测量的主要技术要求

1. 为了减少导线的横向闭合差,应减少转折角的个数,即导线边长应长一些。但导线边过长,施测时测站与前后点联系困难,影响工作进度;同时导线边过长,在进行地形测量时,需要增设图根点或地形转点,这将会影响地形测绘的速度与精度;导线点过少,会影响桥涵、地质、路基、立体交叉等专业的外业调查测绘;导线点过少,定测放线时,还需增加控制点。因此,导线边长原则上不宜大于  $500\text{ m}$ ;采用光电测距仪时,不宜超过  $1\,000\text{ m}$ 。因此本规范的平均边长分别为  $2.0\text{ km}$ 、 $1.0\text{ km}$ 、 $0.5\text{ km}$ 、 $0.3\text{ km}$ 。

2. 关于附和导线长度,由于公路测量所在的地区、线路位置要求同国家点附和,会有一些困难,故应适当调整。若附和长度分别采用  $30\text{ km}$ 、 $20\text{ km}$ 、 $10\text{ km}$ 、 $6\text{ km}$ ,按最弱点点位中误差小于  $20\text{ cm}$  及上述平均边长推算出各等级的技术要求如表 4.1.4-1。

表 4.1.4-1

等 级	附和导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)
三 等	30	2.0	2.2	46.1
四 等	20	1.0	2.9	42.7
一 级	10	0.5	5.9	44.2
二 级	6	0.3	9.9	44.5

独立的大型工程,需测绘1:500~1:1000地形图,最弱点点位中误差为5cm,且导线总长与平均边长亦减短的情况,推算的技术指标如表4.1.4-2。

表 4.1.4-2

等 级	附和导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)
三 等	10	1.0	1.8	12.5
四 等	5	0.5	2.5	15.0
一 级	3	0.3	5.0	15.0

综合上述分析计算,考虑本规范与国家《工程测量规范》相接近,并不降低勘测要求,又有可能达到并能满足各种条件的情况下,调整后采用的技术指标如表4.1.4-3。

表 4.1.4-3

等 级	导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	测距相 对中误差 (km)	导线全长 相对闭合差	方位角 闭合差	DJ <sub>2</sub> 经纬仪 测回数
三 等	30	2.0	1.8	13	1/150 000	1/55 000	$3.6\sqrt{n}$	10
四 等	20	1.0	2.5	13	1/80 000	1/35 000	$5\sqrt{n}$	6
一 级	10	0.5	5.0	17	1/30 000	1/15 000	$10\sqrt{n}$	2
二 级	6	0.3	8.0	30	1/14 000	1/100 000	$16\sqrt{n}$	1

3. 关于三级导线。本规范的三级导线与《工程测量规范》中的三级导线的含义不相同,乃为链距导线,它主要用于低等级公路及缺乏设备的低等级设计单位对较短公路,改、扩建工程等采用。其技术指标主要参照原《公路路线勘测规程》中有关的内容制定。

4. 附和导线长度小于表4.1.4规定的1/3时,导线全长的最大闭合差,不能达到规范的最低要求,此时则以导线全长的绝对闭合差来衡量。导线中点的点位中误差和导线终点的点位中误差的关系式为:

$$m_{\text{中}} = \frac{1}{K} m_{\text{终}} \quad (4.1.4-1)$$

取  $K = \sqrt{7}$ ,  $m_{\text{中}} = 0.05, 0.20$ , 则

$m_{\text{终}} = 13 \text{ cm}$  及  $52 \text{ cm}$ 。

#### 4.1.5 平面控制网的设计、选点与埋石

1. 平面控制网的设计,应根据图上与现场设计,采用估算的方法;对特殊工程、精度要求很高的特大桥、特长隧道的控制网设计,应充分利用计算机技术,进行优化设计,确定既满足工程精度又经济合理的控制网方案。

2. 平面控制点位置的选择,除符合测角、测距的要求外,还根据公路使用特点,规定了控制点距路线中线应在50m以外、300m以内,以便于定测和施工放线使用,且不易被施工所破坏。

大型桥、隧构造物的两侧布设控制点的要求,是便于定测及施工放样或大型构造物的联测方便。

3. 为测图而布设的控制网,应使网的精度均匀。最弱部分的精度,应满足测图要求;而对特殊工程的控制网,应提高主要部位的精度。

#### 4.1.6 水平角观测

1. 水平角观测所使用的经纬仪应不低于DJ<sub>6</sub>型,是兼顾到低等级公路勘测和测设单位仪器装备状况而规定的。作业前对仪器的检验,根据DJ<sub>1</sub>、DJ<sub>2</sub>和DJ<sub>6</sub>三种仪器的精度不同,分别规定出不同的指标。

2. 当采用方向观测法,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. 测定归心元素所规定的各项精度指标,是在保证水平角观测精度,测定时容易办到而规定的。

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“2*c*”的影响为2*i*·tgΔ*a*(Δ*a*为垂直角)。如果当*i*=10″,各方向垂直角互差达到10°~15°时,仅*i*角引起的2*c*变化就可达到3.6″~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2*c*较差可按相邻测回进行比较。

#### 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。当施测的测距边明显高于对应等级的三角网的要求时,可作为无误差的固定基线处理,否则只能作为一般观测边长处理。一、二级小三角的基线边或二、三级导线的边长,当设备受限制时,方可采用普通钢尺进行测量,这是根据低等级公路的实际情况和测设单位的装备情况规定的。

2. 测距仪中、短程的划分,短程为3 km以下,中程为3~15 km。仪器精度分级,当测距长度为1 km时,仪器精度分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个级别,分别代表了当前生产的红外测距仪的高、中、低三个等级的仪器水平。

3. 测距边的误差可用下式计算:

$$m_s^2 = m_D^2 + \left(\frac{h}{S} \cdot m_h\right)^2 \quad (4.1.7-1)$$

$$m_h = \sqrt{E^2 + F^2 + G^2 + H^2} \quad (4.1.7-2)$$

式中: *m<sub>s</sub>*——测距边中误差;

*m<sub>h</sub>*——高差中误差;

*m<sub>D</sub>*——测距中误差;

*E*——垂直角观测的偶然误差;

*F*——仪器系统误差;

*G*——地面大气折光差;

*H*——垂线偏差及水准面不平行影响。

如测距边倾角小,则*E*、*F*、*H*三项均相应减小,所以本规范规定测距边两端点高差不宜过大;而高差采用水准测量方法测定时,上式中*E*、*F*、*G*均为0,只有*H*有一定影响,但影响不大,故规定高差采用水准测量方法测定时,高差的大小可不受限制。

4. 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 $\sqrt{2}$ ;往返较差是各往、返测回间取平均值后,按仪器标称精度的极限值(两倍)作为限差的;仪器等级、测回数是依据该等级距离要求达到的测距精度而作出的规定。

5. 普通钢尺测距目前已较少使用,但对于低等级公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。横基尺测距已不再采用。

#### 4.1.8 成果整理与计算

1. 一级以上平面控制网,必须采用严密平差法,才能保证质量要求。二级以下平面控制网,由于网的质量要求比较低一些,可使用严密平差法,也可采用近似平差法。

2. 三角网条件方程式自由项的限值和三边测量的检核限差,在进行整体平差计算之前,应注意网的方程式自由项,按公式计算其限值是否满足要求;不满足时,应及时检查处理,然后才能进行整体的解算。

3. 测距长度的归化投影计算,是对测距长度归化在不同的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。

4. 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 高程控制测量

### 4.2.1 一般规定

#### 1. 1985 国家高程基准

国测〔1987〕365号文规定采用“1985国家高程基准”,其高程起算点是位于青岛的“中华人民共和国水准点”,其高程值为72.2604 m。原来采用的1956年黄海平均海面及水准原点高程值72.289 m将被代替,两系统相差0.0289 m。

2. 本规范规定除水准测量外,还可以采用光电测距三角高程测量;在有设备条件时,也可采用GPS水准测量,但由于缺乏实践,故未列入。

### 4.2.2 公路水准测量等级

公路水准测量,每公里高程中数的偶然误差 $M_{\Delta}$ ,据统计一般在3.5~10.5之间,平均值为6.5,此值大于国家四等水准测量的值(其值为5.0),故二、三、四级公路水准测量,应列为五等较为合适。同时根据以往的习惯和长期的实践,二、三、四级公路水准测量采用五等水准测量。

考虑到高速公路和一级公路行驶速度快、路基宽度较宽(有4车道、6车道及8车道等)、工程大、纵面高程要求高,根据《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071)规定的纵面横向平整度和纵面高程允许偏差,分为高速公路、一级公路和二、三、四级公路两种标准。高速公路和一级公路标准较高,如水泥混凝土路面的纵面高程,高速公路和一级公路为 $\pm 10$  mm,二、三、四级公路为 $\pm 15$  mm。由于高速公路和一级公路在设计、施工、营运使用等方面要求都比较高,因此本规范将初测水准控制测量等级提高一个等级,采用四等水准测量。

4.2.3 水准测量的精度要求,根据国家对各等级水准每千米高差中误差的统一规定,其中三等为 $\pm 6$  mm,四等为 $\pm 10$  mm,五等为 $\pm 16$  mm。附和路线的长度,按线路最弱点的高程中误差不超过3 cm进行估算确定。

山地水准测量限差可适当放宽为:

$$\text{三等} \quad \pm 15 \sqrt{L} \text{ mm}$$

$$\text{四等} \quad \pm 25 \sqrt{L} \text{ mm}$$

其限差也可以测站数( $n$ )来控制,为此将上述限差转换为每站中误差的限差(每千米16站计),则得:

$$m_{\text{三}} = \frac{15}{\sqrt{16}} = 3.75$$

$$m_{\text{四}} = \frac{25}{\sqrt{16}} = 6.25$$

因此,规定以站计的往返高差较差,附和路线或环线闭合差为:

$$\text{三等: } \pm 3.5 \sqrt{n} \text{ mm}$$

$$\text{四等: } \pm 6 \sqrt{n} \text{ mm}$$

### 4.2.4 水准点的布设

1. 水准点的布设间距一般以1~1.5 km为宜,山岭地区应适当加密为1 km左右。大桥、隧道洞口应按大桥、隧道的要求增设水准点,同时应设在距路线50~300 m范围之内。其目的是便于定测和施工使用方便,且不易被破坏。

2. 水准点的设置,基本上采用工程测量四等水准测量标准。三等与五等水准测量,可根据地区情况

以及保存条件和时间,适当增大或减少其尺寸,以既能满足使用要求,又能降低成本。

#### 4.2.5 水准观测

1. 水准测量所使用的仪器与水准尺,是根据水准仪型号和水准尺刻度精度等不同而分别规定了必须满足的指标,以达到水准测量的技术要求。

2. 水准观测的主要技术指标,是根据各等级水准测量所使用的水准仪和标尺,参照国家标准和实践经验规定的。

3. 水准测量的内业计算,应按公式(4.2.6-1)及(4.2.6-2)计算;区段往返测高差较差、附和路线环形闭合差以及高差中误差  $M_{\Delta}$  或高差中数的全中误差  $M_w$  超限时,应认真分析原因,先从可靠性较小的测段进行重测,直到达到要求为止。

4.2.6 式(4.2.6-1)是利用测段高差不符值来推求的,反映了测段间偶然误差的影响,因此称为水准测量1 km 高差的偶然中误差。式(4.2.6-2)是利用环线的闭合差来推求的,反映了偶然误差和系统误差的综合影响,因此,称为水准测量1 km 高差的全中误差。

#### 4.2.7 光电测距三角高程

1. 光电波测距三角高程测量,应采用高一级的水准测量联测一定数量的控制点,即四等起迄于不低于三等水准的高程点上,五等应起迄于不低于四等水准的高程点上。

2. 对向观测高差中数的中误差  $m$  与边长  $D$  大体上有如下关系:  $m = \pm 0.025D(\text{km})$ 。由此可见,三角高程对向观测高差中数的中误差随边长的增加而增加,因此本规范规定视距长度不得大于1 km,同时与平面控制网的位置相适应。

3. 根据误差传播定律,可得对向观测高差中数的中误差计算公式为:

$$m_h^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{d \cdot \cos \alpha}{\rho} \right)^2 m_a^2 + \frac{1}{2} \sin^2 \alpha \cdot m_s^2 + \frac{1}{2} m_i^2 \quad (4.2.7-1)$$

式中:  $m_a$ ——垂直角测角中误差;

$m_i$ ——觇标测高中误差。

从上式可见,影响高差中误差的主要因素为测角中误差。因此,垂直角不宜太大,且在观测时应尽量提高垂直角的测角精度。

4. 单向计算高差的公式为:

$$h_{12} = S \cdot \text{tg} \alpha_{12} \left( 1 + \frac{H_m}{12} \right) + C \cdot S^2 + i_1 - v_2 \quad (4.2.7-2)$$

式中:  $C$ ——大地折光系数。

由此可见,高差的观测受大地折光的影响,而大地折光系数  $C$  是一个不稳定值,很难求得一个精确值,一般情况下,只能根据观测时的气候情况取一平均值。因此,即使采用对向观测,两次测距的折光系数亦不相同而不能相互抵消,所以对向观测宜在较短的时间内进行。

## 5 地形测量

### 5.1 一般规定

5.1.1 公路地形图测图比例尺,应根据公路设计部门多年使用的经验和《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》确定。1:2 000 地形图是公路设计的基本用图,主要用于初步设计和施工图设计。平原地区,地形地物十分简单时,也可以采用1:5 000 比例尺地形图。工程可行性研究阶段,一般采用1:10 000~1:50 000 地形图。1:500 及1:1 000 地形图主要是大型构造物的工点地形图。地形图的比例尺的选择,应以满足公路设计各阶段的需要而定。

5.1.2 地形图基本等高距的选取,采用《工程测量规范》的标准。为了满足某些设计的需要,基本等高距可以适当加密。

5.1.6 绘制坐标网格,其顶点的位置中误差为0.1 mm,展点误差为0.15 mm,则图廓格网线绘制和控

制点展绘误差:

$$m = \pm \sqrt{0.10^2 + 0.15^2} = \pm 0.18 \text{ mm}$$

所以本规范规定不应大于 0.2 mm; 图根点间的长度误差为  $\sqrt{2}$  倍, 则为  $0.2 \times \sqrt{2} = 0.28 \text{ mm}$ , 所以规定为不超过 0.3 mm。

### 5.1.7 地物点相对于邻近图根点的点位中误差

地物点平面位置误差来源主要有解析图根点的展绘误差、图解图根点的测定误差、测定地物点的视距误差、测定地物点的方向误差、地形图上的刺点误差。

根据上述各项误差统计分析, 区别主要地物和一般地物求得的地物点平面位置误差见表 5.1.7。

本规范规定地物点位置的中误差, 主要地物点为 0.6 mm, 一般地物点为 0.8 mm。

表 5.1.7

1 : 1 000	主要地物	0.59
	一般地物	0.78
1 : 2 000	主要地物	0.58
	一般地物	0.79
1 : 5 000	主要地物	0.55
	一般地物	0.66

等高线高程中误差主要受以下五方面的影响, 即: 图根控制点的高程中误差 ( $m_K$ ); 测定地形点的高程中误差 ( $m_C$ ); 地形概括误差 ( $m_G$ ); 地形点平面位移引起的高程误差 ( $m_Y$ ); 内插和勾绘等高线的误差 ( $m_H$ )。

$$m_D = \sqrt{m_K^2 + m_C^2 + m_G^2 + m_Y^2 + m_H^2} \quad (5.1.7)$$

式中:  $m_K = \frac{1}{10} H_d$  ( $H_d$  为等高距)

$$m_C = m_s^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + S^2 \frac{1}{\cos^4 \alpha} \left( \frac{m_a}{\rho} \right)^2 + m_i^2 + m_u^2$$

$$m_G = \mu \sqrt{L} \quad (L \text{ 为地形点间的最大视距, } \mu \text{ 为影响系数})$$

$$m_Y = m_p N \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (m_p \text{ 为地形点平面误差, } N \text{ 为测图比例尺分母})$$

$$m_H = 1.0 N \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$m_s$ ——视距误差;

$S$ ——视距;

$m_a$ ——测定倾角误差;

$m_i, m_u$ ——测量仪器高误差和读数误差。

按上述各式估算出的高程中误差, 一般为平原区等高距的 1/3、丘陵区的 1/2、重丘区的 2/3、山岭区的 1。

5.1.8 每幅图测出图廓外 5 mm, 是为了接图的需要, 太大没有必要, 太小接图不方便, 也不准确。两幅图接边时都含有误差, 以两倍误差作为极限误差, 故为  $2\sqrt{2}$  倍。

## 5.2 图根控制测量

5.2.2 图根点的精度, 相对于等级控制点的点位中误差不应大于所测比例尺图上的 0.1 mm, 这也是在展点误差范围之内。高程中误差不应大于测图基本等高距的 1/10, 这是为了使图根点高程误差对等高线不产生显著的影响。

5.2.3 图根点的密度, 除应考虑测图比例尺和地区难易程度及测图的最大视距外, 还应考虑测图方法, 如采用光电测距仪测记法时, 可适当放宽。

5.2.4 图根三角的各项规定,是根据最弱点点位中误差,图上精度0.1 mm推算的。

5.2.5 图根导线的各项技术指标,是根据最弱点的点位中误差,为图上0.1 mm计。

5.2.7 图根导线采用支导线形式时,由于支导线可靠性及精度较差,所以规定支导线的边数不宜多于4条,边长应往返丈量,并分别测左右角。

当采用光电测距仪极坐标测记法时,边长可适当放大。

5.2.9 图根解析补点采用交会补点时,当交会角在 $30^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 之间时,交会误差最小,交会补点的质量最高。图解交会点的精度,可低于解析点。交会点的高程较差,可适当放宽。

5.2.11 图根水准测量的技术要求,是根据图根水准测量每1 km高差中误差为20 mm进行设计,并根据实际经验制定的。

5.2.12 光电测距三角高程图根测量,其精度相当于 $40\sqrt{L}$  mm。

5.2.13 图根经纬仪三角高程测量的技术指标,是按边长不小于0.5 km,对向观测高差较差小于0.2 m,附和或闭合差为等高距的1/10考虑的。

### 5.3 地形测图

5.3.3 测绘法所使用的仪器和工具的误差,直接影响测图的精度,故对仪器、工具的误差应有所控制,以保证主要地物0.6 mm、一般地物0.8 mm的要求。

5.3.4 测绘法测距长度是根据地形点点位中误差确定的,当垂直角超过 $10^{\circ}$ 时,长度应适当缩短;平坦地形成像清晰时,可放长20%。地形点间距根据公路用图要求而定,山地、丘陵、地形变化复杂地段,应适当加密,尤其一些主要变化控制处应测注高程。

5.3.6 各种地形、地物的表示方法和取舍原则,除一般应符合国家测绘局制定的规定外,还应着重显示公路规划、建设等有关要素。公路地形图根据使用要求,带状图中心的精度、注记、建筑物、居民区等要求较高,应详细测绘,带的边缘可适当放宽。

### 5.4 数字化机助成图

#### 5.4.1 一般规定

1. 标识地物、地貌属性的特征代码设计应符合:

- (1) 以现有地形图图式为依据,根据机助成图的特点,可增删与修改,保证代码的唯一性。
- (2) 代码应简单明了,便于转换、使用、扩充、少占内存。
- (3) 地物、地貌的特征代码分为点、线、面几大类,以便分层处理,为建立地形图数据库奠定基础。
- (4) 特征代码由分类码、名称码、拓扑信息码等部分组成,其字符数宜为3~5个。
- (5) 标志数据属性的数据代码,可用汉语拼音缩写表示,也可采用国际惯用的符号表示。

2. 数字化机助成图的硬件配置,其计算机的机型应顾及计算机的运行速度、内存容量、字长、外设能力等技术指标;打印机宜配置宽行打印机;绘图仪的量测分辨率、动态与静态定位误差、速度与加速度、绘图的图面等应能满足绘制大比例尺地形图的技术要求。

3. 机助成图的软件系统,宜采用汉字化菜单,应具有较好的兼容性、使用性与查错、修改功能。

#### 5.4.2 野外测量采集数据

1. 野外数据采集的图根控制测量、碎部测量与本规范地形测量基本相近,故不作规定,可按照本规范5.2及5.3规定执行。

2. 碎部测量与图根测量,可分开进行,也可同时进行。观测值与有关信息应输入记录器或电子手簿生成数据文件。

3. 数据文件的格式可自行规定,但应具有通用性,便于交流与转换。数据文件应包括:

- (1) 管理块:记录测量员、测量日期、时间、测区号、仪器类型等信息。
- (2) 测站块:记录测站点号、代码、仪器高、温度、气压等信息。
- (3) 测量块:记录视点号、视点代码、视牌高、斜距、水平角、垂直角、偏差值信息。

4 数据采集,无论采用哪种方法,采集数据时,应将视点的点号代码、观测值,包括水平角、垂直角、

斜距、视牌高、偏差改正等记入电子手簿或记录器。

5. 测站草图应包括如下项目:测站点号、测区号、仪器高、测量日期、视点号、视点代码、汉字注记等内容及其对应的草图。草图绘制的内容与电子手簿记录应一致。

#### 5.3.4 原图数字化采集数据

1. 原图数字化的软件系统,可采用目前通用的软件包(如ARC/INFO、AUTOCAD)或者自行设计并经鉴定过的软件系统。

2. 原图资料的检查,应特别注意对图廓边长的检查,以保证图幅定位的精度。并应检查比例尺、等高距、四周接边情况等。

3. 对原图进行预处理的目的是便于数据采集作业,减少工作中的查找麻烦,浪费机时和发生差错。

4. 数据采集应分层进行,先采集图根控制点,后采集细部点。在采集细部点时,先采集主要地物,后采集次要地物。

采集坐标时,应严格按图式符号的定位点进行采集,其点位差不应大于0.1 mm,以保证其图形输出时平面位置的正确性。

每幅图的数字化宜分段进行,作业时应实时采集、实时显示、实时检查。每幅图宜当天完成,避免图纸伸缩与位移。

#### 5.4.5 数据处理

##### 1. 基本软件与功能

(1) 数据通讯软件:应实现电子手簿、记录器与计算机之间的数据通讯,并具有显示、编辑、存取等功能。

(2) 数据转换软件:对不同型号的电子手簿、记录器所生成的数据文件进行转换处理,建立起符合处理要求的数据文件。

(3) 坐标计算软件:应具有图根测量平差、碎部点的三维坐标计算,自动确定测图范围、统计测区信息量、生成相应的数据文件等功能。

(4) 数据编辑软件:应具有对图根测量、碎部测量以及各种属性的碎部点进行分类、排序、分层存贮等功能。

2. 数据分层,可参考表5.4.5。

表 5.4.5 数据分层

层 名	层号	缩写	几何特征	备 注
方格网、内廓图及测量控制点	0	NET	点、线(弧形)	
居民地和垣栅(面)	1	RES1	多边形	
居民地和垣栅(点、线)	2	RES2	点、弧形	可与1层合并(RES)
工矿建(构)筑物及其他设施(面)	3	IND1	多边形	
工矿建(构)筑物及其他设施(点、线)	4	IND2	点、线(弧段)	可与3层合并(IND)
交通及附属设施(面)	5	TRA1	多边形	
交通及附属设施(点、线)	6	TRA2	点、线(弧段)	可与5层合并(TRA)
管线及附属设施	7	PIP	点、线(多边形)	
水系及附属设施(面)	8	HYD1	多边形	
水系及附属设施(点、线)	9	HYD2	点、线(弧段)	可与8层合并(HYD)
境 界	10	BOU	点、线(弧段)	
地貌和土质(面)	11	TER1	多边形	

续表 5.4.5

层名	层号	缩写	几何特征	备注
地貌和土质(点、线)	12	TER2	点、线(弧段)	可与11层合并(TER)
植被(面)	13	VEG1	多边形	
植被(点、线)	14	VEG2	点、线(弧段)	可与14层合并(VEG)
地名注记	15	ANO	点	
地名说明	16	ANN	点	

### 3. 数据处理的主要成果

- (1) 原始数据文件:数据采集所生成的文件;
- (2) 图根点成果文件:测区范围内所有图根点、三维坐标成果;
- (3) 碎部点成果文件:全部碎部点三维坐标成果;
- (4) 绘图信息处理文件:按地物、地貌分类分层存贮的排列有序的数据文件;
- (5) 窗口数据文件:确定测区的范围与绘图信息的数据文件。

### 5.4.6 图形处理软件系统的功能要求

1. 图廓整饰软件:图廓整饰内容包括图廓线、方格网、图廓坐标注记、比例尺、坐标系统、测量单位与日期、图名等。应根据需要选择整饰内容。

2. 绘制线状符号软件:线状符号包括境界、公路、电力线、通讯线、各种管线、水系、垣栅、围墙、坡坎等,绘制线状符号软件应具有余部处理、内插、曲线拟合等功能。

3. 绘制面状符号软件:面状符号包括建筑物、植被等,应具有晕线绘制、直角图形的误差调整等功能。

4. 绘制等高线软件:大比例尺地形图的等高线绘制宜采用三角网法。其软件应能将地形特征线、断裂线、特征点及离散点连成三角形网络,并具有内插、跟踪、曲线拟合等功能,所绘制的等高线应满足计曲线加粗、高程注记、等高线遇地物自动断开处理的要求。

5. 绘制独立符号软件:符号软件可用批量式处理,调子程序绘制,也可用交互式采用菜单符号绘制;要求独立符号库符号要齐全、规范,定位点要准确,便于修改和扩充。

6. 图幅剪裁软件:应具有自动剪裁图幅,实现图边解析拼接的功能。

## 6 初测

### 6.1 目的与任务

6.1.1 应根据批准的《工程项目可行性研究报告》及其审查意见所确定的修建原则和路线基本走向方案,进行实地勘测与调查,包括平面控制测量、高程、地形、桥涵、隧道、路线交叉及其他资料的测量调查工作,并进行纸上定线和有关内业工作。其基本要求是:

1. 不遗漏可行的方案。
2. 有比较方案的路段,应进行同深度的勘测调查和比较,确定推荐方案。
3. 所搜集的资料应能满足编制初步设计的需要。

6.1.2 公路初测应经过平面控制测量、水准测量、地形测量之后,在地形图上进行纸上定线,然后根据纸上定线的线位,进行调查与勘测,这种方法可简称“纸上定线法”。

公路等级之间技术标准相差较大,同一等级公路还存在技术复杂程度、方案难易和地形、地物等情况不同,以及测设单位人员、技术、装备等的不同,因此初测方法还不能一律都采用纸上定线法。如有的公路工程简单、方案不复杂;密灌、原始森林无法进行平面控制和地形测量的地段等;当采用纸上定线法初测有困难时,可采用“现场定线法”。

“现场定线法”即现场直接选定路线中线或导线,钉设加桩,测量水准和横断面。然后根据所测资料,

绘制地形图和纸上移线进行初步设计。定测时再根据纸上移线进行实地放线。这种方法简称“现场定线法”。

## 6.2 准备工作

6.2.1 资料搜集是掌握情况、进行方案研究的必不可少的工作。本条内容仅是一个原则性提示,还应根据该项目的地理位置、性质与环境增加有关的资料搜集。资料搜集可自上而下进行,不齐全的资料,还应在踏勘阶段及勘测过程中补充搜集。

6.2.2 室内方案研究,主要在于理解“工可”所确定的修建原则、技术标准的掌握与应用,熟悉各个方面的情况及地形、地理、地质等条件,拟定各种可行的方案,制定对策,做到心中有数,有利于勘测工作的实施。室内方案研究宜在1/10 000地形图上进行,三级及三级以下公路宜在更小比例尺地形图上进行。

## 6.3 现场踏勘

6.3.1 现场踏勘是勘测前必不可少的程序。由于搜集到的地形图一般比例小且成图时间较早,同时,国家建设发展很快,地形图与实际地物之间变化很大,单从图上研究方案不十分可靠,还必须在现场作必要的调查,然后才能进一步落实路线方案。

核查工作,应邀请地方政府派员参加,对沿线主要干扰问题,应与有关方面协调。

6.3.2 对各种地形的布线,应根据《公路路线设计规范》(JTJ 011)5.2和5.3的要求,进行路线规划与布设。尤其应注意重点工程,如互通式立体交叉、桥梁、隧道等的位置和设置条件,与各种建筑物的干扰等应逐一落实。

三、四级公路上的特大、大、中桥桥位原则上应路、桥综合考虑,在总走向的适当范围内根据河段水文、地形、地质、通航要求、施工条件综合比较确定。一般桥位宜选择在河道顺直、稳定、滩地较高、较窄、河道变迁小、轴线与中、高水位正交、两岸有山嘴或高地、河岸牢固或有岩石外露、地质情况简单以及两岸便于接线之处。

隧道位置应从地形、地貌、工程地质、水文地质、隧道轴线、洞口位置和洞外接线以及施工场地布置、出渣处理、工期长短、营运养护条件综合考虑确定。

互通式立体交叉、大型分离式立体交叉,应以现有公路网或已批准的规划为依据,选择在地势平坦开阔、地质条件好、拆迁较少、用地方便,以及两相交公路都具有较高的平、纵线形指标之处。

6.3.3 室内研究的可行方案可能是比较多的,但不可能都进行初测比较,有些通过踏勘调查其优劣比较明显的,可以舍弃;只有不能确定其优劣时,方可作为比较线进行初测比较。初测的比较线不宜过多,要有比较价值的才作比较,否则,测设工作量会很大。纸上研究确定的方案,实际上有可能行不通;纸上没有的方案,实际上有可能存在。因此踏勘时,还有可能发现新的可行方案,亦应进行分析比较。

## 6.4 路线平面控制测量

6.4.1 控制测量的目的,一是控制地形,二是作为定测时放线的依据。因此,平面控制测量等级,应满足上述两项要求。高速公路、一级公路应采用一级导线或小三角;二级及二级以下公路应采用二级导线或小三角;三级导线实际为原规程规定的链距导线,是在测量设备等受限制时,方可采用。

6.4.2 采用“现场定线法”测量导线或中线,是在采用上述导线或小三角有困难的情况下,其目的是要求用横断面控制路线两侧的地形。因此应钉设加桩,增测横断面,用横断面控制其地形,以便定线和移线之用。

6.4.3 路线经过地区已有国家或其他部门设置的平面控制网时,宜予以利用,坐标系统不一致时应进行换算。

## 6.5 路线高程测量

6.5.2 利用沿线已有的水准点时,必须符合公路水准测量精度。所以,应对其水准点进行逐一检测,高程系统与本路线使用的系统不一致时,应进行换算。

6.5.3 路线高程测量,除水准控制测量外,外于路线沿线设置的中线桩、导线桩和设计需要进行控制的高程及有关建筑物、水位等,都应测量其高程。有些高程点,对路线纵坡设计的要求很严,不能在地形图

上判读,而应实测,点绘总断面图。

## 6.6 路线地形图测量

6.6.1 路线地形图的测绘宽度,应以设计需要为准。路线有可能摆动较大,应测绘得宽一些。有比较线时,包括比较线及其中间地带都应测绘地形图,如正线与比较线过远或中间有山或河流、中间带可以不测。采用“现场定线法”初测时,线位移动量不会很大,地形测绘宽度可减窄。

6.6.2 路线地形测绘的图根点,应利用平面控制点作图根点。采用“现场定线法”时,用导线或中线点作图根点。只有当不能满足测图要求时,才进行图根控制测量。

6.6.4 路线经过地区有国家或其他部门提供的地形图可资定线时,可利用;但需进行现场核对,并进行必要的补测与修测,方可使用。

## 6.7 路线定线

6.7.1 路线定线分为纸上定线和现场定线。现场定线包括采用“现场定线法”测量,也包括一次定测的现场定线。因此本节的现场定线除适用初测外,还适用于一次定测。

我们国家很大,各种地形情况复杂,而公路等级也相差很大,因此初测不可能采用一种方法和模式进行,而要根据情况采用多种形式,但又能满足测量精度与要求的方法进行,因此我们大致概括为“纸上定线”与“现场定线”两种初测方法。

6.7.2 定线工作首先要做好整体安排,并需吸收地质、桥涵、立体交叉及有关专业人员意见,考虑沿线有关工程情况,统筹兼顾,反复推敲、论证、修改。

6.7.3 纸上定线的一般步骤与要求。纵断面高程除在地形图上采集外,对需重点控制地段应以实地资料为准。如大桥、隧道进出口、与公路立交、与铁路立交、重要通道、河堤、水库、淹没区、滞洪区以及其他构造物密集、工程很大和路线通过村镇等建筑群地段,都应根据实测标高点绘纵断面图,否则全从地形图采集的高程进行纵坡设计,是难以保证质量的。

纸上定线需要实测调查资料,而实测调查又需要纸上定线的线位。纸上定线应在1/2 000或1/5 000地形图上,根据“工可”及初拟的路线,结合地形图上的地形地物,初定线路。然后根据所定线路位置进行现场勘测与调查,再根据现场勘测调查资料修正路线位置。重点工程地段可能要经过几次反复,才能把路线定好。所以第一次定出的平面与纵面,仅作为现场勘测调查的参考,还要根据勘测调查资料修正平面、纵面。

关于实地放线问题,一般地形可不放线,现场勘测调查,可根据纸上线位与实际的地形地物确定位置进行勘测调查。但对重点工程地段、桥梁、隧道、互通式立体交叉,以及需要进行控制与检验的地段,最后确定线位后,还应进行实地放线,以便进行有关的结构物测量、钻探和调查,从而保证重点工程设计的可靠性。

6.7.4 初测的现场定线,一般只适用于不能按纸上定线方法进行的地段,如密灌、原始森林地区等,不能取得平面地形图时,方可采用现场定线;有的地区为荒山戈壁、人烟稀少,地形十分简单的路线也可采用“现场定线法”。

初测的现场定线,可采用导线法(加桩导线)与中线法(相当于一次定测),然后按照地形加桩,测量水准和横断面。根据所测资料,配合平板仪,测绘地形图,进行初步设计。定测时,根据纸上移线,再进行实地放线。

## 6.8 路基、路面及排水勘测与调查

6.8.1 公路所处的地理位置、地质、水文气候等条件不同,影响路基稳定的因素也不尽相同,因此,应广泛收集影响路基、路面及排水设计的有关资料。交通部部颁标准《公路自然区划标准》(JTJ 003--86)将我国公路自然区划分为三个等级,各自然区划均列出了气候、地形、地质等特征和公路工程的自然条件特点、常见的公路病害及路基、路面设计的技术要求,是路基、路面及排水等设计的重要依据。

### 6.8.2 一般路基勘测与调查

1. 水是影响路基、路面稳定和强度的关键因素。地表水来源于天然水沟、人工的排、灌沟渠以及降

雨、融冰、融雪等形成的地表径流,地下水包括孔隙水、岩溶水、层间水、裂隙水、毛细水、气态水、薄膜水等形成的潜流。调查地下水可用挖探、钻探、物探及观察附近井、泉水位测定地下水位及水流特征。

2. 原有公路和附近工程开挖后的边坡坡度及自然山坡横坡坡度,是路基边坡坡度设计的重要参考资料。

3. 沿线附近的既有工程,受了多年风吹、雨蚀以及受地震影响、洪水冲刷等,使用情况得到了实践的检验,调查既有工程的现状、结构型式与建筑材料,可为路基及人工构造物设计提供资料。

4. 植被能使地表免遭雨水直接冲刷,起着固结表土、保护山坡土体稳定的作用。但植被越密,地表蓄水量增大、水流流速减慢,会使路基和边坡浸湿的时间增长。

6.8.3 浸水路基包括沿河路基、水库路基、沿湖、海路基和滞洪区路基。在公路勘测中,还可能遇到其他形式的浸水路基,其勘测与调查的内容可参照本条执行。

#### 1. 沿河路基勘测与调查

(1) 沿河路基的设计高度,受洪水水位的影响,应按公路等级和相应的洪水设计频率为路线设计提供设计水位,以便确定路基设计高度。

(2) 河岸地形、地质条件、河岸是否受洪水冲蚀等,都是公路定线和路基设计需加以考虑的重要因素。

(3) 河流性质、发育阶段是指河流是否为季节性河流,有无断流情况,河流在历史上有无改道及主河槽摆动周期与规律。河流飘浮物是洪水期、融冰融雪期飘浮的树木、杂物、冰棱等阻塞河道或冲刷河岸。查明以上各种情况,以确定河岸防护工程方案及河道疏通措施。

(4) 河面宽度,包括高低水位时的水面宽度及河槽和河滩宽度。路线布线时,应考虑是否可侵占或部分侵占河床,河床被压缩后水流和水位的变化以及对上下游两岸居民的生活及生产、建筑物、农田等的影响程度。

#### 2. 湖、海地区路基勘测与调查

(1) 路线沿水库库岸通过以及跨越水库支流时,路基设计高主要受水库设计水位高度和回水高度控制。如果水库设计洪水频率低于路基设计洪水频率,则路线应提高或绕行。

(2) 路线通过湖(塘)、海地区,路基设计主要受湖(塘)和海水位高度控制。湖、海地区沉积的软土地层较普遍,塘底淤积、水深等与路基设计关系较大。

(3) 滞洪区、分洪区蓄水后,水流流速减小,部分泥沙在上游回水区范围内下沉淤积,使水位提高影响路基。因此应调查滞洪期、分洪期和洪水滞留时间。

6.8.4 特殊地质、不良地质包括岩堆、岩溶、崩塌、滑坡、泥石流、多年冻土、雪崩、流沙以及黄土、盐渍土、软土、膨胀土等特殊岩土。这些地质与土壤条件,会给路基、路面带来各种病害,应作全面调查,必要时进行地质勘探,并加以论证,提出处理和防护的措施。

6.8.5 因路基挤占河道或沟渠导致河(沟)改移。改移河(沟)的位置应根据河(沟)势,选择平稳地段,使水流顺畅流向新河道或沟渠。改移河道应正确选择起终点位置,并测量河底高程,改移河(沟)应力求顺河(沟)势,符合自然河(沟)势特征和断面形状,有足够的深度和流水断面,以保证水流顺畅通过,并注意与农田水利互相配合,不致影响农田排灌及自然水流排出。改河后,有可能使河流缩短,河床纵坡增大,加大流速,导致壅水和冲刷现象,因此,应注意因改河带来的不利影响。新开河的废方,应妥善处理,不应随意废弃及影响两岸居民的正常生产和生活。

6.8.6 原有公路已使用多年,重要病害得到暴露,如水毁、翻浆、滑坡、坍塌等,应查明病害形成的原因,总结原有公路路基、路面、排水、防护等设计的成功经验及存在的问题。对桥梁、涵洞、支挡结构等应进行技术鉴定或测试。对路面,应查明不同路段路面的结构和各层厚度及损坏程度。原有公路路基边坡,经多年雨水冲刷和自然沉陷,已基本稳定,其边度高度和边坡坡度均可作为公路路基边坡设计的参考依据。

6.8.7 路基、路面排水调查,应查明地表水、地下水对路基、路面稳定性的影响。为使路基含水量保持在

正常范围内,应对影响路基稳定的各种水系、水源、水流进行调查后,采取相应的排水措施。公路通过农田或其他积水地段,路基将受到积水的浸泡而使路基土含水量增加,因此应有保证路基稳定的措施和路基排水系统,并使其与桥涵排水相配合,最终引接至天然河沟。降雨量的大小随地区而异,降雨量的大小对路面排水设施有不同的选择,搜集沿线地区的降雨强度资料,为路面排水设计提供依据。

山坡岩(土)体稳定,对路基稳定起决定作用。山坡岩(土)体稳定不仅与地质构造有关,也受地表水、地下水冲蚀的影响。因此,应查明水流情况,合理设置截、排水设施,防止水流冲刷路基边坡。对不稳定的山坡岩(土)体、地面横坡陡峻的路堤或受河水冲刷的路基进行勘测与调查,设置必要的防护工程设施,确保路基的坚固稳定。

6.8.9 路基填方用料主要是土,多来源于废方和线外借土。土作为填料应符合有关强度等的规定。因此,对土源均应取土试验,测定其各项物理及力学指标,供设计选择。取土坑(场)应选择在少占耕地、良田、交通条件较好、上路距离较短的位置。调查的取土坑(场)可取土数量除满足要求外,尚应有一定的富余量。路线两侧取土,一般占用耕地较多,取土深度和范围应根据用土量而定,深度不宜太大,应与沿线桥涵和排水相配合,并应同周围环境、土地开发、水利建设、复垦、养殖场开发等综合考虑。取土时间应能满足施工组织计划的要求,尽量避开多雨季节和冰冻季节。

工业废渣、如矿渣、粉煤灰以及其他废料,近年来作为路基填料和路面材料逐年增多,这对于取土困难的地区,既可减少当地环境污染和占用土地,又有利于节省造价,应加以利用。

弃土的地点应选择不占或少占耕地、农田且交通便利、运输距离短、便道、便桥等临时工程少的位置。不论外运或就地弃土,均不应损害周围景观或造成环境污染,并不应影响居民的正常生产和生活。沿河弃土不应阻塞河道,应将废方填于附近低洼地或围堤造地。

## 6.9 小桥涵勘测

6.9.1 确定小桥涵位置时,要注意使全线的排水构造物组成一个完整的系统,合理安排水流路径,保证上游的地表径流和被路线拦截集中的水流迅速无害地排离路线。

高速公路设计时,为沟通公路两侧的交通,设置了大量的车行、人行通道,在布置小桥涵时,应注意过水和通行的关系,合理确定孔径和结构形式。

6.9.3 初测采用纸上定线时,小桥涵位置可在大比例尺地形图上拟定,但应到现场进行核对和调查。地形图上小沟渠及农田灌溉、排涝渠道等的位置和流向有时不十分准确,同时公路修建后往往引起两侧农灌体系或排洪体系变化,不进行现场调查,小桥涵的数量很难控制。

## 6.10 大中桥勘测

6.10.1 资料收集除符合本规范 6.2 的要求外,还应根据桥梁的特点,收集桥位设计的有关资料。

6.10.2 现场踏勘工作,可同路线一起进行。应认真研究工程可行性研究报告的相应部分,对河流概况、工程地质、水文、气象、地震烈度、桥位选择、桥型方案进行认真的研究。

### 6.10.3 桥位选择的一般规定

大、中桥桥位选择应注意农田水利、环境保护及其他部门发展规划的影响与关系,并应征求地方政府和有关部门的意见。

桥位选定应在符合路线走向的原则下,路、桥综合考虑,避免顾此失彼;不但要考虑路线平面线形的舒顺,还要考虑桥梁在营运中的安全,以及减少桥梁设计、施工的复杂性和工程造价等。

路线上的一般大、中桥,基本上是按照路线的方向来定桥位,具体到每个桥位,可在适当的范围内通过对水文、地形、工程地质条件的比较确定。

跨越大江大河的特大桥,往往工程巨大,是公路运输的要害部位。选择一个水文、工程地质条件比较优越的桥位,对保证建桥质量、节约投资、发展经济和公路运输具有决定性的作用,因此,有必要在已定路线大方向的前提下,在较大的范围内作全面的综合比较,择优选择。

当路线采用纸上定线,可在现场踏勘时,确定桥位的大致范围,然后在大比例尺地形图上综合考虑确定桥位。初测时应实地放线、现场调查,并进行桥址勘测。

#### 6.10.4 一般地区的桥位选择

##### 1. 桥位选择在水文方面的要求

桥梁轴线要求与水流流向正交的目的在于为了提高泄洪能力、减轻基础冲刷和改善通航条件。而实际河流往往是高、中、低水位的流向不一致,要求桥梁轴线与各种水位主流正交是不可能的,但要求桥轴线的法线与高、中水位的主流交角一般不宜大于 $5^\circ$ 。在桥梁孔径与基础设计中要考虑不能正交的影响,必要时,应考虑加大孔径和增加基础埋深或使重力式墩台轴线与水流流向平行。

##### 2. 桥位选择在通航方面的要求

通航河流的桥位应选在航道比较稳定的河道上,并应充分估计到河床演变对通航的影响。

在通航河流上,桥轴线与主流斜交,洪水期容易因水流推压下行船队,影响船舶航行方向而发生撞击桥墩的事故。根据航运部门的意见,桥轴线的法线与主流的夹角不宜大于 $5^\circ$ ,以利通航。

##### 3. 各类河段上桥位选择的特点

选择桥位,必须对桥位所在河段的形态特征与变化有充分的认识,才能合理布设桥孔与墩台位置。

每种河段的形态、地质和水文条件等,具有一定的共同特征。故在同一类河流上选择桥位、布置桥孔和调治构造物以及水文计算等方面,均有其共同的客观规律性。研究河段分类就是为了认识和掌握这些规律,以便在不同的河段上建桥时采用合理的措施。为了更好地判别河段类型,河段长度应有定量的概念。一般河段在桥位上游应有3~5倍河床宽度。对于弯曲河段,除满足上述条件外,还应包括至少一个河湾;对于冲积漫流河段和平原宽滩河段,可参照上述原则并结合实际情况确定其应考虑的范围。

判断河段稳定性和变形度,通常以50年演变作为衡量标准。

河床滩、槽划分准确与否,对桥孔长度计算影响极大,勘测设计时必须结合河段平面形态、植被分布情况,在桥位现场认真研究划定。河床在横断面的滩、槽划分见图1。

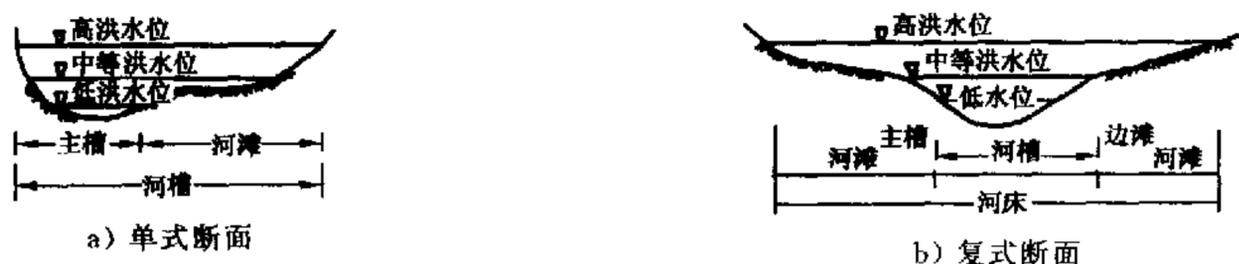


图1 河床断面

##### 1) 河床滩、槽划分

(1) 按河床有、无推移质运动划分滩、槽。河槽内一般不长草,河滩上长有杂草、灌木丛或农作物等。但不能仅以河床植被来划分,而应以调查判断在洪水期有、无推移质运动为准,有推移质运动的部分为河槽;无推移质运动的部分为河滩。

(2) 按河床断面形态并结合河段平面情况来划分滩、槽。当桥位布设在葫芦形的宽阔地段上时,可参照桥位附近上、下河槽宽度来划分。当桥位布设在岸坡上有小树丛或有茅草的河段上时,其岸坡部分应划分为河滩。

(3) 在分汊河段上,如汊间的沙洲稳定不变,50年一遇的洪水不淹没,则可划分为河滩;如沙洲不稳定,中等洪水即淹没,洪水期推移变位,则不能定为河滩。

##### 2) 各类河段上桥位选择的特点

(1) 山区峡谷河段。由于水深流急,在河槽中修建桥墩施工困难,基础也易被冲毁,故桥位宜选择在可以一孔跨越处。

(2) 平原弯曲河段。由于河流弯曲,河湾经常演变,凹冲凸淤,威胁路堤、墩台、调治结构物的安全,故在弯曲河段上,桥位设计应考虑其影响。对于自由弯曲河段,还应考虑裁弯取直对桥位设计的影响。

(3) 山间冲积漫流河段。在冲积漫流河段的上游狭窄处,河床较窄且稳定,水流顺畅集中,是水文、地质条件优越的河段,路线在此跨越只需设一河一桥,且桥长短,线位较高,河滩路堤短,调治工程量少,

养护也方便。

下游收缩段,河道收缩成一股或数股稳定的河槽,变形较小,水流平稳,路线在此段跨越,需要在各大支汊河槽内设桥,各桥流量分配和桥孔布设也比较容易确定,不需长大导流工程。但河床泥沙为细沙、粉沙或淤泥互层,河滩上又往往有沼泽地或盐碱地时,桥梁基础比较复杂,河滩路堤有时需要特殊处理。但与中游扩散相比,此河段还是桥位工作条件较好的河段。

中游扩散段,河道宽阔,河床极不稳定,局部变形剧烈,洪水时水流紊乱、湍急,携带大量沙石,河床逐年淤积抬高,水流摆动扩散,常产生局部集中冲刷和股流涌高。这种河段上桥位布设、桥长确定、桥下净空和导流工程都很难作到确切可靠;桥位处往往需要设长大导流工程,受冲面积大,养护非常困难,工程造价昂贵,是桥位工作条件最差的河段。

#### 4. 既有桥附近的桥位选择

1) 既有桥附近的桥位是选择在桥上游还是下游,其原则是:

- (1) 尽量利用既有建筑物,减少拆迁,节约投资。
- (2) 应尽量避免与现有的地下、地面设施冲突。
- (3) 方便施工,减少对既有桥的影响,以保证正常营运。

从上述原则出发,经过技术经济比较确定。

2) 关于两桥间距,对于重要特大桥,应满足国防要求。通航河流上两桥间距,一般应满足条文规定的要求;如有困难,应避免两桥墩间的水流干扰而影响通航。根据通航等级,按照规定的通航标准与航运部门协商确定。在城市附近桥梁,要考虑新建桥上游的壅水对城市防洪的影响,同时还要不影响既有桥的工作状态。

3) 改建既有路线时,既有路线上的桥梁已经过多年洪水考验而又未发生水害,且桥梁、引道在平纵断面上和荷载标准方面又无缺陷时,应充分利用既有桥梁,节约投资。如经过调查,既有桥梁在平纵配合方面,需要作较大变动,河床演变到难以整治,需另选桥位时,应考虑因建桥而引起的对上、下游交通、城镇、防洪的影响,征求有关部门的意见。

#### 5. 桥位与管线之间的关系

1) 桥位与油、气管道关系的规定,系根据交通部(78)交公路字第698号和石油工业部(78)油化管道字第452号联合通知《关于处理石油管道和天然气管道与公路相互关系的若干规定(试行)》中的规定。

2) 桥位与高压线塔架轴线间距离的规定,系从交通安全角度出发,并参照部分省市实施情况拟定的。如距离不能满足时,可向供电部门了解塔架的安全程度;若塔架的安全不可靠,可与供电部门协商加固塔架,以确保交通安全。

6.10.5 特殊地区的桥位选择,只给出了一般原则,对于典型的特殊地区,如泥石流地区、水库地区等,除应遵循条文中的一般原则外,还应根据具体工程的特点,深入调查,综合分析,结合当地的工程经验,慎重确定。

##### 1. 泥石流地区的桥位选择

1) 在有泥石流的河沟上,桥位不宜选在沟床纵坡由陡变缓的地段,可选在沟床由缓变陡有利于泥石流排泄的地段。

2) 在泥石流地区采用挖沟设桥,建成后容易淤积,清淤工作量大,养护困难。

3) 在泥石流沟的弯道转折处,容易形成弯道泥石流超高和泥石流龙头爬高,故此处不宜设桥。

##### 2. 岩溶地区的桥位选择

1) 岩溶地区的构造破碎带,岩层断裂破碎,地下水丰富,地表与地下径流循环交替频繁,岩溶极易发育,常分布有岩溶大厅、巨大洞穴和竖井、多层溶洞、地下河等,因此,桥位应避开构造破碎带。

2) 可溶岩层与非可溶岩层接触带,是地表水滞留、溶蚀强烈和地质动力现象最活跃的地带,常有落水洞、塌陷漏斗和网状洞穴分布,也可能有与接触带走向一致的地下河或者有通道与横向地下河相连而形成纵、横交错的地下洞穴,故桥位应避开可溶岩层与非可溶岩层接触带。

3) 岩溶坍塌区,地势平缓,覆盖层薄,土层松散,地下水位高,不稳定,且因洞穴、漏斗、溶槽内未被充填的空洞或者填充不密实,洞穴和顶板不稳定,经洼地积水、渗水、岩溶水浸蚀易形成地表坍塌,故桥位应避免岩溶坍塌区。

### 3. 潮汐河段的桥位选择

1) 桥位不宜选在涌潮区段,如不可避免,则应考虑涌潮压力和涌潮过后的高速水流对桥墩的影响。

2) 桥位不宜选在受潮汐影响的凹岸和滩岸较长的多变地段,如不可避免,应考虑:

(1) 潮流和径流相互作用区,易形成拦门沙。

(2) 盐水和淡水交汇易产生泥沙颗粒絮凝现象,促进泥沙淤积。

(3) 桥梁轴线应与泥沙运动方向和波浪的作用方向垂直,如果两者不一致,应考虑与泥沙运动方向垂直。

3) 桥位不宜选在挡潮闸门附近,如不可避免时,应考虑:

(1) 因关闸而造成的海、陆相泥沙在闸上、下游河段淤积的影响。

(2) 开闸造成的水流集中和引起闸下段的极其复杂的冲淤变化对桥梁所产生的不利影响。

### 6.10.6 桥位平面控制测量

桥位平面控制测量,一是控制桥位地形,为选择桥位和桥位设计服务;二是控制桥轴线,为施工图设计和施工放样服务。与路线同步测量的桥梁,初测时已进行了路线控制测量,可不再另作。对桥轴线控制测量,由于初测至施工可能有较长的时间才使用,对测量成果的使用会困难一些,因此桥轴线控制测量放在定测阶段比较合适。

独立桥梁工程,因不存在路线控制测量,初测时,也可以先作地形控制测量,定测时再作桥轴线控制测量;也可以一次进行桥轴线控制测量,定测时只进行复查和补充测量。

### 6.10.7 桥位高程控制测量

桥位水准测量包括桥位高程控制测量和桥位中线水准测量。

桥位高程控制测量是确定桥位各控制点的垂直位置,它与平面控制测量一起,对桥轴线和施工放样起全面的控制作用。

为避免初、定测都重复进行测量,减小工作量,初测时应按轴线和施工放样的要求进行一次水准控制测量。

桥位水准测量等级与精度要求,是根据施工图设计的需要和满足施工放样要求按桥长确定的。对大跨径T型刚构、斜拉桥和其他超静定桥梁,为保证按设计要求安全架设,其水准测量等级可根据误差要求确定。

### 6.10.8 桥位地形图是选择桥位和布置桥孔、引道、调治构造物的重要基础资料和设计依据。

桥位平面控制网的布点,一般不能满足测绘地形图的图根控制点密度的要求,因此测图时需桥位平面控制网的基础上扩展和加密,以适应测绘地形图的需要。

地形图要充分反映地形特征,沿桥轴线两侧和河流两岸的地形应认真测绘。当地形限制,或在地形边部,或倾角较小时,在读数清晰的情况下,亦可适当放长视距。

### 6.10.9 桥位桩之间的总距离以平面控制测量所确定的水平距离为准。

限于测量条件,对桥址纵断面水下部分距离测量的精度要求较低。为满足桥梁设计的要求,应在水下部分起、终点处设置控制桩,用钢尺或光电测距仪直接测量控制桩间的距离(也可采用三角网等间接测量),测量相对误差不大于 $1/2000$ 。水下部分的总距离应以此为准,对各测点间的距离应进行平差改正,避免桥址水平距离测量误差的积累。

## 6.11 隧道勘测

6.11.2 公路布线由于受地形限制,在某一路段内连续修建几座隧道,且有时相邻隧道之间的距离很短,因此从勘测的角度宜将他们作为一个整体加以考虑。确定隧道群的主要因素是汽车司机对眩光的感受。当汽车行经隧道进、出洞口时,无论洞内有无照明设备,司机总会受到眩光的影响,其缓解时间一般

需3~4s。当相邻隧道洞口间距所需行驶时间小于缓解时间的两倍(7.5s)时,此时司机尚未处于明线行车状态。由于眩光作用的大小随外界条件的变化较大,本规范取用两倍安全系数,其缓解时间的作用值为15s。表6.11.2的数值就是在此条件下,按各级公路山岭重丘区行车速度制定的,故条文规定隧道洞口之间的长度等于或小于表中规定之值时,应按隧道群考虑。

汽车通过隧道群间的明线长度小于表中规定的间距时,在线形布设及平面控制测量和高程测量、贯通误差计算时,将隧道群作为一座隧道加以考虑。

6.11.3 隧道调查包括自然地理概况、环境调查和地质调查,其目的是为隧道位置的选择和设计提供资料。

测区存在有害气体或矿体时,按劳动保护、环境保护等条例,查明含量、预测释放程度,以对人体、环境不发生危害为限;超出规定允许值时,应采取必要的防护措施。

气体和矿体调查可与专业技术单位协作进行,对其分布范围、成分、含量及对隧道施工、运营的影响作出判断,并作出相应的措施。

6.11.4 由于两相邻左、右隧道的间距相对而言是极小的,如布设反向平曲线与整体路基衔接,而又要保持圆曲线半径及平曲线长度的规定要求,势必采用小偏角。具有小偏角的反向曲线,司机在视觉上易产生两种错觉:一种是小偏角平曲线长度易被看成比实际的短而产生急转弯;另一种是由于反弯点不明显,曲线易被看成是直线。这在高速行驶下的车辆极易发生行车事故,因此,规定了禁用小转角反向曲线与整体式路基衔接,而应在隧道前后的平曲线处分开或汇合。

在汽车行近或离开隧道一段时间内,由于视野中景物有很大的变化,司机心态一般处于较紧张状况。在连接凸形竖曲线处,为使司机能尽早预见到前方车辆情况,减轻司机心理压力,宜保持有一段视觉距离,即发生障碍物时,不用紧急刹车,而只要控制油门减速就可使车慢慢停下。因此,规定了各级公路隧道洞外连接线勘测时,其凸形竖曲线的布设应满足视觉距离的要求。

## 6.12 路线交叉勘测与调查

### 6.12.1 路线交叉调查

#### 1. 公路与公路交叉

1) 公路等级及在路网中的作用、交通量与交通组成等,是确定交叉的形式、规模、技术标准的依据。被交叉公路在路网中的作用是指该路在政治、经济、军事等方面所起的作用及地区与境外的关系和作用。

2) 被交叉公路在交叉处的原有工程设施需重建或改建,原有公路的路基宽度、路面宽度、路面结构及各层厚度、排水防护工程等情况,均应查明,作为交叉设计的依据。

3) 工程可行性研究虽提供了交通量资料,但随着时间的推移,经济、社会的不断发展,交通量及其增长会出现差异,因此应进行补充调查。交通量的补充调查除向交通主管部门搜集资料外,还可选择部分观测点观察核查。

2. 公路与铁路交叉涉及的问题较多,主要是交叉位置、交叉形式、交叉角度、交叉处的净宽、净高及道口设岗、照明、通讯、安全管制的设置等。应征求铁路部门的意见。

3. 公路与乡村道路交叉,应按照乡村道路的性质、用途、通行车辆数量和类型确定交叉形式和技术标准。通道或人行天桥的宽度应以原有道路为基础。乡村道路密集的路段,在不致影响居民生产、生活的前提下,可考虑适当合并交叉点。如通道在横向排水沟渠附近,也可与小桥合并设置。

4. 公路与管线交叉,悬空管线应测量其对应路中心地面净空高度;埋置式管线应开挖测量其埋置深度及走向,并标示于地形图中。

管线种类较多,涉及的部门也很广,正规管线均设有标志和编号,较易识别,应调查清楚。

### 6.13 沿线设施勘测与调查

6.13.1 管理机构包括管理局(处)、收费站(所)等。养护设施包括公路养护处、养护道班等。公路等级不同,其管理机构和养护设施的规模、设备等也不同。应在调查研究的基础上,综合确定其规模与内容。

6.13.2 安全设施是为预防交通事故的发生、保证行车安全在沿线设置的警告、禁令标志及防护设施。因此,应查明公路急弯、陡坡、人口稠密、视距不良等路段,以便确定设置必要的护栏等安全设施及标志、标线的类型与位置。高速公路应调查设置隔离设施的位置与长度。公路两侧可替代隔离设施功能的地物有水渠、池塘、湖泊、河流、高坡、陡坎等天然屏障及高的路基挡土墙等。

6.13.3 服务设施包括服务区、停车场、公共汽车站,均应进行相应调查,以便总体确定其规模与内容。

6.13.4 管理、服务、养护区内的有关照明、联络道路、绿化及其相应的工程亦应进行调查和必要的勘测,作为设计的依据。

#### 6.14 环境保护勘测与调查

6.14.1 根据《中华人民共和国环境保护法》的规定,“建设项目的环境影响报告书,必须对建设项目产生的污染和对环境的影响作出评价,规定防治措施,经项目主管部门预审,并依照规定程序报环境保护行政主管部门批准。环境影响报告书经批准后,计划部门方可批准建设项目设计任务书”。因此,公路环境保护的工程勘察,应以环境影响报告书和项目主管部门的要求为依据,并结合公路实际及《公路环境保护设计规范》(JTJ/T 006)进行。因此应对《建设项目环境保护影响评价报告书》进行认真的核对和补充调查,以确定环保工程项目与内容。

6.14.2 环保工程方案确定后,对沿线的环境保护工程,都应进行相应的调查和必要的勘测,以便确定环保设计方案、具体位置和规模,以满足设计要求。

#### 6.15 其他勘测与调查

##### 6.15.1 沿线筑路材料调查

1. 有些地区的部分筑路材料,已进行商品化生产,不允许自采加工生产,因此应调查当地的有关规定。既可由厂、场供应,又可自采加工生产的材料,应进行比较分析调查,以确定是由厂、场供应,还是自采加工生产。

2. 料场的勘探,可根据情况设置勘探线、坑探、槽探、钻探等进行勘探。

3. 开采条件与料场的产状条件和水文条件关系很大,故应着重调查。

6.15.4 占用土地调查,应按《公路工程技术标准》(JTJ 011)所规定的设计用地界线范围内的用地进行调查。由于各级地方政府都有一些规定,调查内容除按《中华人民共和国土地管理法》外,还应按地方政府的有关规定进行。

土地应调查土地类别(旱地、水田、草地、林地、荒地)、属于集体所有或国家所有土地及地上附着物或青苗等,以及使用单位和个人。

##### 6.15.5 拆迁建筑物,构筑物调查

所有建、构筑物的位置与路线的关系应准确,以确定是否需拆迁。并调查需拆迁建、构筑物的结构状况,楼房层数和面积,以及需拆迁建、构筑物与其他建、构筑物的关系,并进行整体考虑研究,同时应取得单位或使用人的同意。

与铁路、公路、水利、电力设施以及各种管线的干扰,应在现场测定准确位置及与公路的关系和干扰的情况,提出初步意见后,与主管部门协商研究解决处理方案和措施。

##### 6.15.7 临时工程调查

临时工程包括施工道路、施工场地、房屋、电力、电讯等。

利用原有公路作施工便道,除调查公路状况可否利用外,还应调查已有的交通量和公路主管部门的意见。有的公路由于交通量已较大或靠近城市,由于市容与卫生方面的要求,可能不准施工车辆通行。

6.15.8 概、预算资料调查,应按交通部颁现行的概、预算编制办法和定额的规定以及地方政府和主管部门的有关规定进行。

#### 6.16 内业工作

内业工作内容与应提交的成果,为在外业期间至少应完成的工作;除此之外,还应完成主管部门及业主要求的其他有关工作内容;当进行外业验收时,还应制作有关验收的设计图表。

## 7 定测

### 7.1 目的与任务

7.1.1 定测应为两阶段(或三阶段)施工图设计提供资料。根据批准的初步设计(或技术设计),结合地形、地物、地貌、气候、水文、地质等自然条件和社会人文、生态、景观、文物等环境,通过现场核对后,对所确定的方案(包括路线及人工构造物)进行优化,做到合理利用地形、平面顺适、纵面均衡、横面合理的连续流畅的空间线形后,再实地放线定桩和确定人工构造物位置。

7.1.2 高速公路、一级公路采用分离式路基时,包括等宽的或不等宽的中央分隔带、两侧行车道不等高的公路,都应按各自的中线进行测量。测量的起终点,应为左、右行车道的分开与汇合点,或曲线的起终点上。测量桩号应以左侧路线为连续桩号,并应冠以左右(L、R)字样。

7.1.3 定测工作的内容,包括路线中线、高程、横断面、桥涵、隧道、支挡结构、路基、路线交叉、沿线设施、环境保护等的测量和资料调查,为施工图设计提供详细可靠的资料。

### 7.2 准备工作

准备工作包括资料搜集、方案研究和现场核查,是定测前的重要环节,其目的是弄清初设的意图及其各种变化情况,以便进一步的优化线形和调查路线及局部构造物的设计方案,保证定测工作的质量。只有经过充分的方案研究和现场核查,才能进一步做好优化设计方案工作。

### 7.3 路线放线

7.3.1 平面控制点是放线的依据必须满足放线要求。当平面控制点丢失较多,不能满足放线要求时,应增设或补设。

7.3.2 平面控制点的坐标精度是放线质量的重要保证。初测时的控制点是否有位移?精度是否合乎规定要求?为了保证放线的可靠性,应对原控制点进行检测,对新增的控制点进行联测。

检测应符合原控制测量的等级要求,当精度符合规定时,采用原初测成果;超出限差时,应重新测量并平差,放线时以重测的坐标为依据。当补设或增设个别点时,可与前后的路线控制点闭合,其限差应符合闭合导线的规定。

7.3.3 经过审定的初设方案,由于时间的变化和现场地形地物的变化,以及方案本身仍有不尽完美的地方,应结合现场核查,对方案作更深入的优化,以使路线布设更加合理、组合更加得当,与各种构造物更加协调。

经优化设计后,重新计算纸上定线成果的坐标,然后进行放线。

7.3.4 定测放线可采用极坐标法;拨角法和直接交点法等。原则上高速公路和一级公路采用极坐标法;二、三、四级公路可采用极坐标法,也可采用拨角法、支距法或直接定交点法。

7.3.5 正倒镜分中延长直线,其精度规定为每100 m 横向偏差为5 mm,约为长度的1/20 000,横向偏离角约0.5",这对于公路没有什么影响,而且是能够做到的。如果偏离很大,则会影响路线质量、路线视觉和曲线的设置与闭合,低等级公路可以放宽两倍。因此,为了减少照准误差和目标偏斜误差,规定了点间长度和对点目标的要求。仪器对中误差和水平度盘气泡偏离值也应符合经纬仪的规定。

7.3.6 交点水平角观测,采用极坐标法放线时,偏角由设计计算得。采用其他放线方法时,应在钉设交点桩后测量偏角。

水平角观测限差,根据有关理论分析和文献资料得表7.3.6-1所列各项数值。

表 7.3.6-1

仪 器	读数误差	照准误差	对中误差	目标偏心误差	度盘分划误差	上盘偏心误差
DJ <sub>2</sub> 经纬仪	1.7"	1.4"	1.0"	7.0"	1.5"	0
DJ <sub>6</sub> 经纬仪	9.0"	1.7"	2.0"	7.0"	1.5"	4.2"

$$\text{一测回误差 } m_s = \pm \sqrt{\frac{1}{2}(m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2)} \quad (7.3.6-1)$$

式中:  $m_1$ ——度盘分划误差;

$m_2$ ——上盘偏心误差;

$m_3$ ——目标偏心误差;

$m_4$ ——读数误差;

$m_5$ ——照准误差;

$m_6$ ——对中误差。

根据表 7.3.6 所列各项误差,按式(7.3.6-1)求算一个全测回的测角中误差为:DJ<sub>2</sub> 经纬仪为 5.4", DJ<sub>6</sub> 经纬仪为 9.0"。

求两半测回间角值较差的限值时,对中误差在盘左、盘右具有同样的符号和数值,故不计入。DJ<sub>6</sub> 经纬仪不考虑上盘偏心误差的影响,因此:

$$m_{\neq} = \pm \sqrt{2(m_1^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2)} \quad (7.3.6-2)$$

式中各项意义同式(7.3.6-1)。

将表 7.3.6-1 所列数值代入上式得表 7.3.6-2。

表 7.3.6-2

仪 器	两半测回间角值较差的中误差(")
DJ <sub>2</sub>	10.6
DJ <sub>6</sub>	16.4

取整后,统一规定为 ±20" 并取平均值。

为计算取值方便,在不影响曲线测设精度的条件下,可取整。高速公路和一级公路取至 1", 二级及二级以下公路取至 30"。

#### 7.4 中桩测量

7.4.1 高速公路、一级公路一般应采用极坐标法测定中桩,二、三、四级公路除极坐标法外,还可采用经纬仪、钢卷尺或竹尺等测定中桩。对不通视或特别困难的少数桩志,可采用交会法、基线法测定。

7.4.2 采用极坐标法放线时,不应发生断链。如发生断链,应设于整桩上,并避免设在桥梁、隧道、立体交叉等大型构造物范围内。

加桩必须能控制地形、地物,以保证其设计质量。

7.4.3 中桩间距系指相邻中桩之间的最大距离。整桩的采用,山岭重丘以 20 m 为宜;平原微丘区可采用 25 m。一般 50 m 整桩桩距应少用或不用,桩距太大会影响纵坡设计质量和工程数量计算;当曲线桩或加桩距整桩较近时,整桩可省略不设,但百公尺桩不应省略。

7.4.4 采用极坐标法放桩应进行闭合。采用其他方法放桩和钢(竹)尺量距,都应符合:高速公路、一级公路 1/2 000,二、三、四级公路 1/1 000;在实际工作中是容易达到的,且能满足设计要求,如果定的较低,定测中线放到地形图上的误差就较大。

采用拨角法、支距法或直接定交点法等进行中线测量,量距一般应丈量两次,并取两次丈量的平均值。

桩位的纵、横向误差,主要是钉桩时所产生的桩位位移误差,尤其是斜坡上误差较大,本次仍保留了原《规程》的数值。根据实践统计资料,平原地区容易达到的,山岭地区较难达到,故将平原地区的高速公路和一级公路予以适当提高,山岭区公路适当调低。

7.4.5 曲线测设的纵向闭合差,主要由偏角的测角误差、切线和弦长的丈量误差等构成。一般情况下,测角误差将使计算的曲线要素产生同方向的误差,这种误差在曲线测设中相互抵消。切线及弦长丈量时

的系统误差,在纵向闭合差中影响甚微,偶然误差是影响纵向闭合差的主要因素。根据多年实践经验,纵向闭合差采用1/2 000的规定是能够达到的。

根据原《规程》,一般公路为1/1 000,同时山岭区由于地形起伏较大,量距较困难,故高速公路、一级公路平原微丘区规定为1/2 000,山岭重丘区为1/1 000,二、三、四级公路平原微丘区为1/1 000,山岭重丘区为1/500是符合实际需要与可能的。

曲线横向闭合差,主要由切线丈量误差、弦长丈量误差、拨角误差以及置镜点和对点误差构成。根据多年质量检查资料统计,曲线横向闭合差在10 cm以内的占90%以上,超过10 cm的主要分布于山岭重丘地区。因此,仍保留原《规程》中的10 cm的规定,并对二、三、四级公路的山岭重丘区放宽至15 cm。

切线长度误差、曲线起终点设置误差、拨角误差和丈量误差对曲线测设的闭合差影响很大。一般在测设时,切线的长度应丈量两次取平均值,起终点必须用经纬仪对点。偏角法不宜从起点测到终点,应先用经纬仪放出曲线主要控制点之后再行曲线测量,或采用辅助切线法分段测量。

## 7.5 高程测量

7.5.1 水准点的设置,应能满足施工放样的需要,并不会被施工破坏,故不宜距路线太近,也不宜过远。

7.5.2 水准点检测符合初测的等级精度时采用初测成果,超出限差应进行复测;检测与复测应按初测时的相应等级与要求,不能用中平测量代替复测和检测。

7.5.4 中桩高程测量的闭合差,原《规程》规定的 $50\sqrt{L}$ ,实践证明是合适的。由于高速公路和一级公路设计要求高,水准路线起闭于四等水准点,故高速公路和一级公路的中桩高程测量的闭合差采用 $30\sqrt{L}$ 。

中桩高程检测限差,原《规程》规定为10 cm。根据质量检查资料统计,小于5 cm的约占80%,5~10 cm的约占17%,10 cm以上的约占3%。故二、三、四级公路仍采用10 cm;高速公路由于要求较高,对标高的控制较严,规定为5 cm。

## 7.6 横断面测量

7.6.1 横断面主要供路基设计和计算土石方及路基施工放样使用。

横断面测量方法很多,除7.6.1中的方法之外,还有交会法、经纬仪斜距法等,各地做法不太一致,应根据仪器设备条件和精度要求选用,关键是要实测,选点恰当。

7.6.3 横断面的检测限差,仍采用原《规程》的规定。横断面的测量宽度应根据设计,满足路幅及排水沟设计需要5 m以上;当为路侧取土时,还应包括路侧取土坑以外5 m以上。

## 7.7 地形测量

7.7.1 当地形、地物变化的范围超过1/5以上时,应重测。补测是指变化范围较小的情况下才进行,具体情况应具体分析。

补测时,应根据原有的邻近图根点或测有坐标的地物点进行。局部地区地物变动不大时,可利用经过校核、位置准确的地物点进行。

地物变动面积较大或周围地物关系控制不足,新建的住宅楼群或独立高大建筑物、已变化的复杂地貌等均应先补设图根控制,再进行补测。

## 7.8 路基、路面及排水勘测与调查

7.8.2 路基边坡防护的类型很多,应根据地形、地质、气候等条件,本着根除病害、保护路基、就地取材、节约投资的原则,确定路基防护的措施。在可能情况下,应采用植物防护与绿化相结合。

7.8.3 调治构造物的结构形式、坝址的选定,应根据河流趋势、河道宽窄、水流特性、地质条件、材料来源等综合考虑。调治构造物应在现场布设,并实地进行勘测,取得准确完整资料。

7.8.4 受洪(潮)水位控制的路基,应核查或补充搜集历年最高水位、常水位、最低水位及波浪高。必要时进行水文勘测与计算,以满足路基设计的要求。

7.8.5 挖方路基边坡坡度和高度,应根据地质条件确定;对于深挖路堑,必要时进行地质钻探,查明

地层构造及岩土成分。

7.8.6 影响路基、路面稳定的因素和病害类型很多,危害程度也不尽相同,大型的地质病害可能导致路线改移。因此,对沿线的各种病害的性质、根源、影响范围和埋藏深度,特别是隐蔽性病害应认真调查。对于性质复杂的大型地质病害应进行物探、钻探或挖探,以查明病害情况,采取相应的防治措施。

7.8.7 因路基挤占河床或沟渠而导致人工改移工程。改移河道通常是将原河道外移或裁弯取直,因而改变了河流的一些特性,故应尽量在小范围、短距离改移。河道改移,应使新河道水流不直接冲刷路基,力求顺河势,符合自然河流特征,同时应考虑与农田水利相配合。河道改移应测量纵断面、横断面及地形图。

7.8.8 路基、路面排水设施,包括各种类型的边沟、排水沟、急流槽、截水沟、暗沟及排水管等,都应根据初步设计方案,作进一步的补充调查,核实各类排水设施设置的位置、长度、形式及断面尺寸。对于排水沟,应使水流通过沟渠流入天然河道或湖塘。大型排水沟渠应实地放出轴线桩,并进行水准测量和横断面测量。

### 7.9 小桥涵勘测

7.9.2 定测时应根据初步设计的排水系统确定小桥涵的布局,并局部修改和完善初步设计的排水系统。

在山岭、丘陵区应避免强行改沟合并。平原和河网地区,除在明显沟渠处设置小桥涵外,沿线排洪桥涵不宜过稀,并保持原河网排灌系统的完整性。当路线通过各类漫流地区时,对于较大的集中水流,可分别设置小桥涵;对于无明显沟渠的平坦地形,应在低洼处设涵分片宣泄。应避免不顾当地水文、地貌、地质条件,利用调治工程过分集中水流,或强行改沟合并以减少小桥涵数量。

平原区的公路用土、排水沟与小桥涵的设置应综合考虑,避免路基两侧取土坑或排水沟的标高低于桥涵入口标高,造成水流宣泄不畅。

7.9.3 小桥涵设计流量的计算方法较多,常用的有暴雨径流法、形态法、直接类比法等。

从桥渡水文观点上看,对小桥涵的划分,通常以流域面积来确定。虽然产流与流域面积成正比关系,但气候条件、地形条件、土壤、植被等均对产流有很多影响。如南方多雨、潮湿,单位面积产流大,因此南方的小桥涵其流域面积宜小些,流域面积 $50\text{ km}^2$ 以上一般就归属为中桥。北方由于气候条件干燥,土壤渗透大,单位面积产流小,所以小桥涵的流域面积相应要大些,一般以 $100\text{ km}^2$ 划为中桥。

我国公路部门在小流域暴雨洪峰流量计算方法方面做过大量工作,取得了许多成果和资料,是目前我国公路设计部门计算小桥涵设计流量的主要方法,具体可参考有关资料。

7.9.4 小桥涵址的测量一般应使用袖珍经纬仪、水准仪、钢尺配合施测,以保证资料的可靠性。

### 7.10 大、中桥勘测

7.10.1 大、中桥桥位定测主要是在初测的基础上进行局部调整和补充。应认真研究初测的资料,进行必要的补充、完善和验证。

7.10.2 桥位平面控制测量主要用以确定桥轴线间距离、位置和方向,为此,桥位平面控制网应有足够的精度。控制测量等级,应满足施工对桥轴线中误差的要求,但施工对控制网的要求随桥长、结构形式、材料、孔径大小、施工方法等因素而定。一般定测时可按表4.1.1中的桥长确定控制网等级,同时应符合表7.10.2中桥轴线相对中误差确定控制网的等级。对特殊桥梁,其需要的桥轴线相对中误差与表4.1.1的等级不一致时,应采用桥轴线中误差所需的控制网等级。如施工放样是三角网的任意边时,可将三角网等级提高一级;如施工中采取措施(如现浇湿接缝等)弥补测量和施工误差时,亦可降低三角网的等级。

对于要满足施工放样要求,特别是精度要求很高的桥梁,应根据桥梁的结构、跨度等估算相应需要的桥轴线长度相对中误差,确定控制测量等级。

桥位平面控制测量,由于采用三角锁、大地四边形、三角形等,测绘范围比较小,有时不能满足测绘地形图的布网范围和图根控制点的密度要求。因此,必须在上述平面控制网的基础上扩展和加密,以适

应地形测绘的需要。桥轴线间距离愈大,精度要求愈高,对于测绘地形图来说,这样的精度要求便显得高了一些。因此,三角网的扩展部分,可适当降低等级,按地形图测绘的要求进行;对加密的图根控制点,应符合本规范第5章的规定。

对桥轴线桩间距离,当施测时河流干涸或水较浅,同时两岸地形平坦便于丈量时,可用检定过的钢尺直接测定。采用光电测距仪测定时,则不受水深和地形条件的限制。不能直接丈量或直接丈量达不到相对中误差要求,又无光电测距仪时,则应布设三角网间接测定。

对独立桥梁工程,初测阶段已按其要求进行了控制测量时,定测时就不再重新测量,只对其进行检查校核即可。

## 7.11 隧道勘测

### 7.11.4 洞外控制测量

由于贯通误差是两相向开挖的隧道中线在贯通面处交会时,因不可避免的测量误差的影响,两中线不会交于预定的贯通点,从而产生空间点位差。这一空间点位差可分解为纵、横、高三个方向的误差。其中,纵向误差影响纵坡的长度,但其值甚微,可不予考虑;横向贯通误差对隧道工程的质量及其行车条件有很大的影响。对于横向贯通误差的处理,一般将贯通面前后一段长度内的中线作适当的调整,使已完成的洞身不返工,又能使调整后的线形符合设计要求并保证行车安全。

对于隧道贯通误差的规定仍采用1985年《公路隧道勘测规程》所列值。近年来,我国修建了不少高速公路隧道,从已建成的隧道来看,隧道贯通误差的要求是合理的;但是对于隧道的营运、行车状况,特别是车辆通过贯通面前后这一路段的行车情况,目前未有实践经验、总结资料的报道,因此还有待于进一步研究和积累经验。

考虑到施工放样的特点,仅对隧道洞口控制点的数量和位置进行了相应的规定。洞口投点因在施工阶段常被破坏需重设或改移,因此,本规范对洞口投点工作中的有关要求未作具体的规定。

隧道控制网一般为独立控制网,平差计算时宜采用隧道一端与路线连结的控制点为起算点,以一条边的方位作控制网平差计算的起算方位。考虑到施工测量,规范规定了控制网平差计算的基准面宜为隧道纵面设计标高的平均高程面。

7.11.5 隧道控制测量应根据隧道长度、形状和路线通过地区的地形、仪器设备等情况,采用GPS测量、三角测量、三边测量和导线测量等方法。控制测量等级及各种方法的具体要求除符合第4章中的规定之外,还应满足贯通误差的要求。

1. 当采用GPS测量方法时,可只在每一洞口布设3个控制点,并直接实现点与点之间、洞口与洞口之间的相对定位。

GPS隧道控制网平差时应根据式(7.11.7)估算隧道洞外GPS测量误差对隧道横向贯通误差的影响值。

#### 2. 导线网法

导线网宜由若干个多边形环组成并沿两端洞口连线方向敷设,其形状以直伸为佳。两端洞口及辅助坑道的投点最好为控制网点的组成部分,以方便隧道施工时引测进洞。

导线网观测完毕后应按第4章中有关导线测量的要求进行观测精度的估算。在采用以导线点坐标为变量的间接平差时,宜假定与路线相连的隧道一端洞口投点为固定点,该投点与其相连的控制点的方位角为已知方位进行平差计算,求得各待定未知数的最或然值、协因数矩阵以及方差因子,据此按式(7.11.7)计算测量误差对隧道横向贯通误差的影响值。

#### 3. 主副导线法

一般采用主、副导线组成的若干个导线环构成的控制网。主导线应沿两洞口连线方向敷设,每1~3个主导线边应与副导线联测。主导线边长视地形及测量仪器而定,一般不宜短于300m,且相邻边相差不宜过大。水平角及边长均需施测。副导线应按测角方便选点,只测水平角而不测边长。导线角度观测及边长测量的作业方法与技术要求,应符合本规范第4章的规定。

此时隧道洞口的主导线点宜为洞口投点。

#### 4. 三角网法

应配合地形及隧道平面线形选择三角网点,邻近隧道中线一侧的三角网各边宜尽量垂直贯通面,力求图形简单刚强。起始边宜设在三角网的中部,增列基线条件时,起始边宜设于三角网的两端。

为便于隧道施工引测进洞,洞口投点(包括辅助坑道口)最好作为三角点;如地形不允许,洞口三角点的位置应是便于施工时放样隧道洞口投点的位置。

三角网观测完毕后,应按第4章中有关三角测量的要求进行观测精度的估算。将计算的测角中误差、边长相对中误差,结合隧道贯通面的位置及其三角网的图形,利用式(7.11.6)进行测量误差对隧道横向贯通误差影响值的估算。

三角网平差后,应根据隧道两端洞口控制点计算出贯通点相对误差椭圆参数,并根据给出的贯通面方向按式(7.11.7)求得洞外控制测量误差对横向贯通精度的影响值。

7.11.6 为说明问题简单且不失一般性,在假设洞身与X坐标轴平行、Y坐标轴为隧道贯通面方向的前提下进行式(7.11.6)的推导。

##### 1. 测角误差引起的横向贯通误差

首先,以单个的测站为独立的结构单元进行测角误差所引起的横向贯通误差的讨论。

如图7.11.6-1所示,当在A点测角时,产生一个测角中误差 $m_{\beta A}$ ,这时使得导线在贯通面上的K点产生一个 $\overline{KK'}$ 而移至 $K'$ ,这个位移在贯通面上的投影为:

$$m_{y\beta A} = \overline{KN} = \overline{KK'} \cdot \cos\theta \quad (7.11.6-1)$$

$$\overline{KK'} = \frac{m_{\beta A}}{\rho} \cdot S \quad (7.11.6-2)$$

故

$$M_{y\beta A} = \frac{m_{\beta A}}{\rho} \cdot R_{xA} \quad (7.11.6-3)$$

上式即为测站点A上测角误差对横向贯通的影响。实际测量过程中,每个测站都有测角中误差 $m_{\beta}$ ,应用误差传播定律,我们可得出公式:

$$m_{y\beta} = \pm \frac{m_{\beta}}{\rho} \sqrt{\sum R_x^2} \quad (7.11.6-4)$$

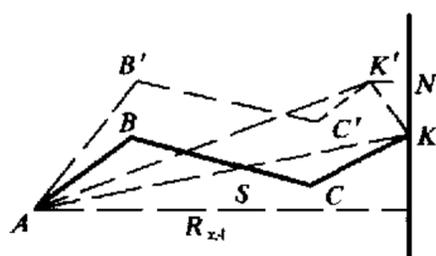


图 7.11.6-1

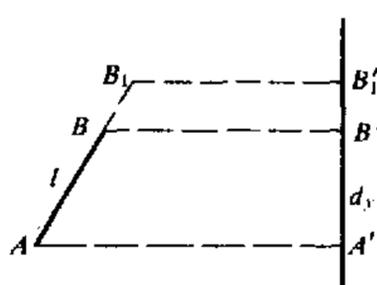


图 7.11.6-2

##### 2. 测边误差引起的贯通误差

如图7.11.6-2所示,如果在测量导线边 $l$ 时产生了误差 $m_l$ ,从图中可以看出,这一误差所引起的横向贯通误差为:

$$m_{yl} = \overline{B'B'} = \frac{m_l}{l} \cdot d_y \quad (7.11.6-5)$$

采用处理上述问题同样的方法,设边长测量的相对中误差均为 $\frac{m_l}{l}$ ,则对隧道横向贯通的总影响为:

$$m_{yl} = \pm \frac{m_l}{l} \sqrt{\sum d_y^2} \quad (7.11.6-6)$$

##### 3. 测角误差和测边误差引起的隧道横向贯通误差

将测角和测边视为相互独立,采用误差传播定律,由式(7.11.6-4)和式(7.11.6-6)可得:

$$m = \pm \sqrt{\left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 \sum R_i^2 + \left(\frac{m_l}{l}\right)^2 \sum d_i^2}$$

上式即为本规范中的式(7.11.6)。

7.11.7 无论隧道洞外控制测量采用的方法与控制测量网形如何,在施工阶段所用到的隧道洞外控制测量的成果一般为隧道进口、出口附近的控制点的坐标。这些点的坐标精度及其相对精度,在一定程度上集中体现了测量方法的影响和控制网的成果质量。现假设在任意两洞口附近有J、C、A、B四个控制点,它们分别表示洞口控制点和进、出口附近的定向点,G点表示贯通点(图7.11.7)。显然,G点的横向贯通误差是由J、C、A、B的误差引起的。

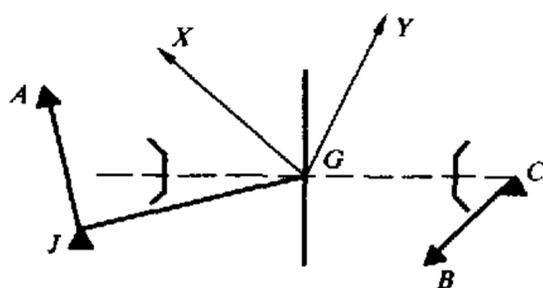


图 7.11.7

在讨论时,不考虑隧道洞口的投点误差和洞内的测量误差。由间接平差原理,按求未知数函数的权倒数的方法,可以得到贯通点分别由进、出口计算的纵横坐标增量为:

$$\Delta X_G = X_J + S_{JG} \cos(T_{JA} + \beta_J) - X_C - S_{CG} \cos(T_{CB} + \beta_C) \quad (7.11.7-1)$$

$$\Delta Y_G = Y_J + S_{JG} \sin(T_{JA} + \beta_J) - Y_C - S_{CG} \sin(T_{CB} + \beta_C) \quad (7.11.7-2)$$

对两边取微分,因不考虑 $S_{JG}$ 、 $S_{CG}$ 、 $\beta_J$ 、 $\beta_C$ 和误差,且有:

$$dT_{JA} = a_{JA} \cdot dX_J + b_{JA} \cdot dY_J - a_{JA} \cdot dX_A - b_{JA} \cdot dY_A \quad (7.11.7-3)$$

$$dT_{CB} = a_{CB} \cdot dX_C + b_{CB} \cdot dY_C - a_{CB} \cdot dX_B - b_{CB} \cdot dY_B \quad (7.11.7-4)$$

其中:

$$a_{JA} = \frac{\Delta Y_{JA}}{S_{JA}^2} \quad b_{JA} = \frac{-\Delta X_{JA}}{S_{JA}^2} \quad (7.11.7-5)$$

最后可得 $\Delta X_G$ 、 $\Delta Y_G$ 的权函数式:

$$\begin{aligned} d(\Delta X_G) &= (1 - a_{JA} \cdot \Delta Y_{JG}) dX_J - b_{JA} \cdot \Delta Y_{JG} \cdot dY_J + a_{JA} \cdot \Delta Y_{JG} \cdot dX_A + b_{JA} \cdot \Delta Y_{JG} \cdot dY_A \\ &\quad - (1 - a_{CB} \cdot \Delta Y_{CG}) dX_C + b_{CB} \cdot \Delta Y_{CG} \cdot dY_C - a_{CB} \cdot \Delta Y_{CG} \cdot dX_B - b_{CB} \cdot \Delta Y_{CG} \cdot dY_B \end{aligned} \quad (7.11.7-6)$$

$$\begin{aligned} d(\Delta Y_G) &= a_{JA} \cdot \Delta X_{JG} \cdot dX_J + (1 + b_{JA} \cdot \Delta X_{JG}) dY_J - a_{JA} \cdot \Delta X_{JG} \cdot dX_A + b_{JA} \cdot \Delta X_{JG} \cdot dY_A \\ &\quad - a_{CB} \cdot \Delta X_{CG} \cdot dX_C - (1 + b_{CB} \cdot \Delta X_{CG}) dY_C + a_{CB} \cdot \Delta X_{CG} \cdot dX_B - b_{CB} \cdot \Delta X_{CG} \cdot dY_B \end{aligned} \quad (7.11.7-7)$$

设未知数函数线性化的权函数式为:

$$dF(x) = f^T dX \quad (7.11.7-8)$$

由误差传播定律可得:

$$\frac{1}{P_F} = f^T Q_{XX} f \quad (7.11.7-9)$$

因此, $\Delta X_G$ 、 $\Delta Y_G$ 的权倒数为:

$$\frac{1}{P_{\Delta X}} = f_{\Delta X}^T Q_{XX} f_{\Delta X} \quad (7.11.7-10)$$

$$\frac{1}{P_{\Delta Y}} = f_{\Delta Y}^T Q_{XX} f_{\Delta Y} \quad (7.11.7-11)$$

$$\frac{1}{P_{\Delta X \Delta Y}} = f_{\Delta X \Delta Y}^T Q_{XX} f_{\Delta X \Delta Y} \quad (7.11.7-12)$$

乘以方差因子 $\delta$ ,即可得到贯通点 $G$ 的坐标差的方差和协方差。由它们可计算一个误差椭圆,该误差椭圆在贯通面上的投影即为洞外控制测量对隧道横向贯通精度的影响值;它的长短半轴的计算公式为:

$$E^2 = \frac{1}{2} \sigma_0^2 \{ (q_{\Delta X} + q_{\Delta Y}) + K \} \quad (7.11.7-13)$$

$$F^2 = \frac{1}{2} \sigma_0^2 \{ (q_{\Delta X} + q_{\Delta Y}) - K \} \quad (7.11.7-14)$$

其中  $K = [(q_{\Delta X} - q_{\Delta Y})^2 + 4q_{\Delta X \Delta Y}]^{\frac{1}{2}}$

长半轴方位角可根据 $q_{\Delta X \Delta Y}$ 和下式计算判断:

$$\sin 2\varphi_0 = \pm 2 \cdot \frac{q_{\Delta X \Delta Y}}{K} \quad (7.11.7-15)$$

若给出隧道贯通面的方位角 $\alpha_G$ ,则横向贯通精度的影响值为:

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

这就是本规范中的式(7.11.7)。

## 7.12 路线交叉勘测与调查

7.12.1 初设所拟定的立体交叉方案,由于设计阶段和深度不同,以及随时间的推移,地形、地物、社会、经济、规划等会有不同程度的变化,因此,对初测拟定的各种交叉道路等级、交叉形式等应进一步核查,并调整交叉的布设方案。

7.12.3 互通式立体交叉的匝道和连接线,应实地放线,并进行水准测量和横断面测量。当立体交叉型式或方案未最后确定,有可能作进一步修改或未作审批等,匝道和连接线可不实地放线,但应设置施工放样控制桩。

7.12.5 通道或天桥应核查地形及排水条件、交叉道路现状及发展情况,确定通道位置与技术标准。通道的设置应与路线平纵面总体设计相协调,可根据情况与桥涵合并或移位。需下挖的通道,应充分考虑通道内积水能迅速自然排除,应避免采用水泵抽水。通道或天桥两端应考虑路线的衔接,应进行纵横断面测量。

7.12.7 平面交叉一般为环式交叉、分道转弯式交叉和加铺转角式交叉。环式及分道转弯交叉按等级公路规定进行测量;加铺转角式交叉,被交叉道路中线测量长度一般为50 m或满足设计要求。

## 7.13 沿线设施勘测与调查

根据公路等级和批复的初步设计,进一步核查确定沿线设施的总体布局、项目、内容、形式等,并对实施方案进行有关的勘测。对沿线安全设施应实地调查,逐一落实。

## 7.14 环境保护勘测与调查

7.14.1 应根据《环境影响评价报告》及初设审核意见核查环保设计的原则和方案。

7.14.2 设置声屏障及为防止水土流失而设计的结构工程等都应测量其纵横断面,以满足施工图设计的需要。对排水沟、线外涵闸等应实地调查其位置。

7.14.3 沿线绿化,应调查绿化种类、起讫桩号。

## 7.15 其他勘测与调查

### 7.15.1 沿线筑路材料调查

1. 除对初设的料场进行核查外,还应补充调查,不可遗漏有价值的料场。

2. 对所有的料场,应从材料品质、藏量、运距、开采条件等方面进行全面的经济技术比较,采用品质好、距离近、开采条件好的料场。

7.15.3 改移公路、铺道、支线或连接线应按相应公路等级进行设计,故应按相应等级进行勘测与调查,以满足施工图设计的要求。

7.15.4 占地勘测与调查,占地图可利用路线地形图制作,如路线地形图不能满足土地分类和占地数量计算时,应测绘占地图。

7.15.5 凡拆迁工程,都应调查其位置、范围、尺寸、结构类型及产权单位或个人。对管道、电力、电讯设施,应调查其杆或塔架的类型、编号和数量以及高度和埋置深度。各项拆迁应调查测绘清楚后与有关主管部门联系,协商拆迁事宜和落实处理方案。

#### 7.16 内业工作

7.16.2 内业工作是综合性的总体工作,各专业收集的资料与设计是否符合总体要求、是否合理,都要经过内业工作的综合比较论证,是检验各项设计的手段。因此除核查专业资料外,同时检验总体设计,以便进一步修改完善各项设计。

7.16.3 对复杂的路线、大型结构物工程地段,包括桥梁、隧道、互通式立体交叉、不良地质以及高填、深挖地段等,应进行现场核实。核对的目的是发现问题,以便及时修改和调整设计。

7.16.4 外业应完成的图表,规定中乃是一般需完成的成果,应根据该路的等级、性质及有关的特殊要求予以增加,如特殊地段的横断面设计、桥涵布置等。

### 8 一次定测

1. 一次定测是根据《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》2.0.1的规定,“对技术简单、方案明确的小型建设项目,可采用一阶段设计,即一阶段施工图设计”。一阶段施工图设计应相应采用一次定测。

一次定测,即不经过初测初设,在现场直接进行定测。即根据工程可行性研究报告或计划任务书所确定的修建原则与路线走向方案,在现场进行方案比选与优化,按本规范6.7.4的要求进行现场定线,并进行中线、高程、横断面、地形、桥涵、隧道、立体交叉勘测与调查,为一阶段施工图设计提供资料。

2. 一次定测的路线定线,是靠经纬仪及其他简单机具在现场进行路线布设;对地形的控制主要靠定线人员的经验判断;对路线的平面设计、纵面设计和平纵面组合,很难一次定好,所以需在工地及时根据测量资料进行纵坡等的设计,并综合检查路线布设的合理性。对平、纵、横配合不当或地形复杂的地段,应进行纸上移线,然后再实地放线。对地形十分复杂、现场定线很困难的地段,也可先测导线,测绘地形图进行纸上定线后再实地放线。

3. 一次定测的中线测量,应与国家或其他有关部门的平面控制点联测;条件受限制时,可采用假定坐标和磁方位角校核,或采用GPS测量定位,坐标可不投影在平面上直接进行计算。

中线联测闭合差、偏角测量的角度取值、中线测量与桩位要求等,仍按原《公路路线勘测规程》(JTJ 061)及传统方法确定。

4. 凡需进行纸上定线的地段和工点地形图测绘的地段,按本规范6.6的有关规定办理。其余地形图的测绘方法和精度可以适当降低。因为路线已在现场确定,不需进行纸上定线,地形图的使用目的仅是标示路线走向及供上级审查而已。路线地形图的测绘宽度,一般在路线中线两侧各测150~250 m即可。测量方法,可利用中线上的转角桩、转点桩或其他中线桩作图根点,并利用中线桩的高程及横断面配合平板仪或经纬仪现场测绘。

5. 一次定测的内业工作与两阶段设计不同之处在于,一次定测是现场一次定线,其准确性较差,尤其是地形的利用及平、纵、横向配合上,难以像两阶段设计那样,经过多方研究、优化与比较。因此,一次定测应及时完成纵面设计、横断面设计以及桥涵、防护等工程的布置,以便及时综合检查所定路线是否经济、合理,发现问题以便及时改移和改线。因此,一次定测在外业阶段应完成的内业工作比两阶段定测为多。