

ICS 93.080
CCS P 66

DB44

广 东 省 地 方 标 准

DB44/T 2662—2025

高速公路勘测技术规范

Technical specification for Expressway Reconnaissance

2025-05-15 发布

2025-08-15 实施

广东省市场监督管理局 发 布

目 次

前言	IV
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	4
5 控制测量	4
5.1 一般规定	4
5.2 坐标系统	5
5.3 控制网布设	5
5.4 控制点选点埋石	6
5.5 平面控制测量	8
5.6 高程控制测量	15
5.7 资料提交	21
6 地形图测绘	22
6.1 一般规定	22
6.2 测绘前准备工作	23
6.3 地形图测绘主要内容	24
6.4 全野外数字化测图	27
6.5 数字航空摄影测量	30
6.6 激光扫描测绘	35
6.7 水下地形图测绘	39
6.8 地形图编辑	39
6.9 数字高程模型	41
6.10 地形图成果检查验收	42
6.11 资料提交	43
7 实景三维测量	44
7.1 一般规定	44
7.2 数据采集	44
7.3 数据处理	46
7.4 实景三维建模	47
7.5 质量检查	47
7.6 资料提交	48
8 可行性研究测量与调查	48
8.1 一般规定	48
8.2 控制及地形图测绘	49

8.3 新建项目测量与调查	49
8.4 改扩项目测量与调查	51
8.5 资料提交	52
9 初测	52
9.1 一般规定	52
9.2 现场踏勘	54
9.3 控制测量	54
9.4 地形图测绘	54
9.5 路线测量与调查	54
9.6 路基、路面、排水及筑路材料测量与调查	56
9.7 小桥涵测量与调查	57
9.8 大、中桥测量与调查	58
9.9 隧道测量与调查	60
9.10 路线交叉测量与调查	61
9.11 交通工程和沿线设施测量与调查	62
9.12 工程经济调查	62
9.13 环境保护和景观设计测量与调查	63
9.14 施工和交通组织测量与调查	63
9.15 内业工作	64
9.16 资料提交	65
10 定测	67
10.1 一般规定	67
10.2 中桩测量	67
10.3 横断面测量	70
10.4 路线测量与调查	71
10.5 路基、路面、排水及筑路材料测量与调查	72
10.6 小桥涵测量与调查	74
10.7 大、中桥测量与调查	75
10.8 隧道测量与调查	76
10.9 路线交叉测量与调查	78
10.10 交通工程和沿线设施测量与调查	79
10.11 工程经济调查	80
10.12 环境保护和景观设计测量与调查	80
10.13 施工和交通组织测量与调查	80
10.14 内业工作	81
10.15 资料提交	82
11 地下管线探测	83
11.1 一般规定	83
11.2 地下管线探查	84
11.3 地下管线测量	86
11.4 内业数据处理	86
11.5 资料提交	86
12 施工交桩	87

附录 A（规范性）	测量控制点规格.....	88
附录 B（资料性）	控制点点之记.....	91
附录 C（资料性）	路面标靶点规格.....	92
附录 D（资料性）	外业调查记录簿.....	93
附录 E（资料性）	施工交桩记录表.....	133

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由广东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由广东省交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、广东省交通运输规划研究中心、广东省高速公路有限公司、中交第二公路勘察设计研究院有限公司、湖南远景经纬空间信息技术有限公司、广州天派测绘技术有限公司。

本文件主要起草人：邱赞富、贾绍明、汤敏、黄成造、王志明、冯心宜、李锦明、张钱松、黄湛军、曹勇、李军、韩飞、李辉、郭贵平、余志平、吴胜军、宁平、洪旋、张霄、阮睿、陈乐。

引　　言

随着测绘新技术的发展、勘测内容和方法的变化，现行行业规范部分内容和技术指标已经无法适应高速公路勘测的需要，广东省内公路领域亦无相应的地方标准规范可以借鉴。

本文件是对广东省乃至全国公路行业内的规范补充，将丰富和完善公路勘测的标准规范体系，有利于解决新时期高速公路建设对勘测技术需求的矛盾，不仅非常必要，而且十分迫切。

编制组经过对高速公路勘测的现状、发展以及现行交通行业勘测规范使用情况的广泛调查研究，认真总结实践经验，充分借鉴吸收了国内外勘测方面的先进技术，并在广泛征求意见的基础上，编制了本文件。

高速公路勘测技术规范

1 范围

本文件规定了广东省新建、改扩建高速公路工程勘测的工作要求。

本文件适用于广东省高速公路工程的可行性研究、初步设计、施工图设计等阶段的工程勘测工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 13923 基础地理信息要素分类与代码

GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式第1部分：1:500 1:1000 1:2000地形图图式

JTG/T C21-02 公路工程卫星图像测绘技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路勘测 **highway reconnaissance**

采用测量、调查等手段，采集、搜集路线所经地区的社会现状、经济发展、人文景观、地形、地质、气象等资料，进行必要的计算、绘制图表，以取得满足公路设计需要的空间数据、信息，并根据要求提供相应勘测成果的活动。

3.2

路线控制网 **control network of highway survey**

满足公路路线测量而建立的控制测量网。

3.3

首级控制网 **first order network of control survey**

建立路线控制网而施测的覆盖全路线的高等级控制测量网。

3.4

独立控制网 **independent network of control survey for structural buildings**

满足桥、隧等工点建设需要而建立的控制测量网。

3.5

2000 国家大地坐标系 **China Geodetic Coordinate System 2000**

我国建立的高精度、动态、实用、统一的地心大地坐标系，原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心。采用的地球椭球参数为：长半轴 $a=6378137\text{ m}$ ，扁率 $f=1/298.257222101$ ，地心引力常数 $GM=3.986004418\times 10^{14}\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-2}$ ，自转角速度 $\omega=7.292115\times 10^{-5}\text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ，简称CGCS2000。

3.6

1984 世界大地坐标系 **World Geodetic System 1984**

是一个协议地心大地坐标系，它的原点是地球的质心，坐标系定义和国际地球参考系统(ITRS)一致，

大地测量基本常数为：长半轴 $a=6378137\text{ m}$ ，扁率 $f=1/298.257223563$ ，地心引力常数 $GM=3.986004418\times10^{14}\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-2}$ ，自转角速度 $w=7.292115\times10^{-5}\text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ，简称WGS-84

3.7

1985 国家高程基准 National Vertical Datum 1985

采用青岛水准原点和根据青岛验潮站1952年到1979年的验潮数据确定的黄海平均海平面所定义的高程基准。其水准原点起算高程为72.260 m。

3.8

全球导航卫星系统 Global Navigation Satellite System

能在地球表面或近地空间的任何地点为用户提供全天候的三维坐标和速度以及时间信息的空基无线电导航定位系统，简称GNSS。

3.9

连续运行参考站 continuous operating reference station

以若干卫星定位参考站组成的网络为基础，利用现代通信技术，由数据处理中心为用户提供高精度实时定位和多种信息的综合服务系统，简称CORS。

3.10

偶然误差 random error

一定观测条件下的一系列观测值中，其误差大小、正负号不定，符合一定统计规律的测量误差，也称随机误差。

3.11

中误差 root mean square error

带权残差平方和的平均数的平方根，作为在一定的条件下衡量测量精度的一种数值指标。

3.12

极限误差 limit error

一定观测条件下测量误差的绝对值不应超过的最大值。

3.13

转换参数 transform parameter

建立不同坐标系统之间相互转换数学模型的相关参数，包括平移参数、旋转参数、尺度参数。

3.14

长度投影变形值 distortion of projected length

投影所呈现出的物体长度与实际物体长度之间的差值，取每公里单位差值。

3.15

抵偿高程面 compensation height plane

使地面点间的高斯投影长度改正与归算到基准面上的改正大致抵消而确定的长度归化高程面。

3.16

检测 check survey

采用某种测量手段对平面、高程控制测量点进行测量，以检查原控制测量网的精度或确认原控制测量桩是否被移动的活动。

3.17

复测 repetition survey

采用与原测量同精度的测量方法对原有平面、高程控制网进行测量，并重新平差计算提供新的测量成果的活动。

3.18

联测 connective survey

新设或补设的平面、高程控制点与已知的平面、高程控制点进行联系测量的活动。

3.19

补测 supplementary survey

由于原地形图的测绘范围不够或控制点被损坏而进行的补充测量活动。

3.20

地形图修测 revision survey of topographic map

修改原地形图中地貌、地物已发生变化部分的测量活动。

3.21

三角高程测量 trigonometric leveling

通过两点间的距离和垂直角，利用三角公式推求其高差，确定待定点高程的技术和方法。

3.22

严密平差 rigorous adjustment

按照最小二乘法原理对观测值误差进行分配的一种计算方法。

3.23

大比例尺地形图 large scale topographic map

比例尺为1: 500、1: 1000、1: 2000的地形图。

3.24

数字高程模型 digital elevation model

以规则或不规则格网点的高程值表达地面起伏的数据集，简称DEM。

3.25

贯通误差 tunnel through error

隧道(井巷)贯通后，相向(或单向)掘进的施工中线在贯通面处纵向、横向和竖向的偏离值。

3.26

地面分辨率 ground resolution

衡量遥感图像或影像有差别区分开两个相邻地物的最小距离。

3.27

影像分辨率 image resolution

记录影像数据的最小度量单位，为显示设备上所能够显示的点的数量(行、列)，或在影像中一个像元点所表示的地面积。

3.28

像片控制点 control point of photograph

影像测量加密或测图需要，实地测定坐标和高程的控制点，简称像控点。

3.29

非量测摄影机 non metric camera

无框标及定向装置，摄影物镜光学线性误差较大，外方位元素不能设置的摄影机。

3.30

激光雷达 light detection and ranging

发射激光束并接收回波获取目标三维信息的系统，简称LIDAR。

3.31

点云 point cloud

表达目标空间分布和表面特性的海量点集合。

3.32

标靶点 target point

敷设在地面上用于三维激光扫描仪定向、点云数据拼接、点云精化处理、坐标系统转换的控制点。

4 总体要求

- 4.1 本文件采用中误差作为衡量测量精度的指标，以 2 倍中误差为极限误差。
- 4.2 各种测量仪器应按计量规定进行检定，并根据需要进行现场检校。
- 4.3 高速公路勘测成果精度应符合本文件要求的前提下，宜采用新技术、新方法、新工艺，满足高速公路数字化转型的需要。

5 控制测量

5.1 一般规定

- 5.1.1 高速公路平面控制网的等级宜划分为二、三、四等和一级；高程控制网的等级宜划分为二、三、四等。
- 5.1.2 控制网布设方案应遵循从整体到局部的原则。平面、高程首级控制网均应全线布设、统一严密平差；加密控制网可分期、分段、越级布设。平面、高程首级控制网均应与附近高等级的国家控制网联测。
- 5.1.3 平面和高程控制网起算数据可通过下列方法获取：
 - a) 经 GNSS 静态观测在连续运行参考站系统服务中心解算的高精度定位成果；
 - b) 附近已有国家高等级平面控制点、高程控制点成果。
- 5.1.4 应对收集的起算控制点是否被移埋、点位置是否满足观测条件等进行实地踏勘。
- 5.1.5 应根据工作内容和测区地形、地貌、植被等情况编写技术设计书，主要应包括下列内容：
 - a) 工程概况，包括路线走向、位置、地理坐标、路线规模、主要构造物分布，测区地形、地貌、植被覆盖、通视、水网分布、交通路网、气候气象、路线方案经过路段地形起伏最大高程和最小高程等情况；
 - b) 收集的资料，包括起算数据解决方案，收集的平面和高程起算控制点以及相关工程的控制点数量、等级、类型、分布、保存、可利用情况，前期进行的测量工作情况，收集的地形图和影像资料情况，收集的路线方案和主要构造物资料情况，与有关方面协商沟通的测量方案等；
 - c) 坐标系选择分析，包括平面坐标系投影方法、投影椭球、投影高程面、中央子午线等参数；分段或分节点计算的长度投影变形值等；
 - d) 布网方案和选点、埋石要求，包括平面控制测量和高程控制测量布网方案、控制点分布原则、控制点位置要求、预计的控制点数量、控制点选点示意图、与起算点和相关工程控制点联测方案、预计的高程路线长度和节点间长度、选点要求、埋石要求和埋石方法、点之记记录内容和要求等；
 - e) 测量方法和技术要求，包括测量方法和等级，控制点联测示意图，测量技术要求、测量记录内容和要求、野外测量注意事项、各个坐标系之间衔接方法等；
 - f) 数据处理，包括数据处理方法、应达到的精度指标、应提交的精度指标内容等；
 - g) 人员安排，包括人数、人员资质、每个作业人员在本项目中担任的工作、每个工作的分组情况等；
 - h) 仪器设备安排，包括仪器设备种类、数量等；
 - i) 工期安排，包括总工期、各个分项测量工期、提交资料节点时间等；
 - j) 质量保障措施，包括质量监督和检查措施、检查记录内容和要求。检查监督程序、对不合格

- 测量项目的处理措施等;
- k) 安全保障措施,包括环境因素与危险源的识别与评价、人员和设备安全保障措施;
 - l) 职业健康与环境保护措施,包括人员健康措施、测量材料的回收、项目测量环境的保护等;
 - m) 提交的资料,包括提交资料的内容、数量、方式、相互交接手续和记录规定。
- 5.1.6 技术设计书应进行审核和签署,审核的主要内容应包括:
- a) 内容完整性;
 - b) 工作方案的可行性;
 - c) 确定的精度要求是否与项目规模、等级相适应;
 - d) 收集的资料是否能够满足工程需要;
 - e) 作业条件分析的全面性;
 - f) 人员、设备、工期安排的合理性;
 - g) 生产组织措施的合理性;
 - h) 考虑最不利条件下可能存在的问题、薄弱环节以及对策;
 - i) 质量、健康等控制措施的有效性;
 - j) 人员、设备安全保障措施的有效性。

5.2 坐标系统

5.2.1 平面控制测量坐标系宜采用投影于 2000 国家大地坐标系椭球面上的高斯正形投影平面直角坐标系。高程系统宜采用 1985 国家高程基准。同一个公路项目应采用同一个平面系统和高程系统。平面控制测量成果应同时提交 2000 国家大地坐标系成果。

5.2.2 选择平面控制测量坐标系时,测区内长度投影变形值不宜大于 25 mm/km,大型构造物长度投影变形值不宜大于 10 mm/km。应根据测区所处地理位置、平均高程按下列方法选择坐标系。

- a) 长度投影变形值满足要求时应采用高斯正形投影 3°带平面直角坐标系。
- b) 长度投影变形值不能满足要求时可采用下列方法之一:
 - 1) 投影于椭球面上的任意带平面直角坐标系;
 - 2) 投影于抵偿高程面上的 3°带平面直角坐标系;
 - 3) 投影于抵偿高程面上的任意带平面直角坐标系;
 - 4) 一个投影带不能满足要求时可分为几个投影带,投影分带位置不宜选择在大型构造物处,且相邻投影带应有公共覆盖区域。

5.2.3 施测项目的平面控制网与相关工程平面控制网未作为一个整体进行平差时,两项目平面控制网应在结合处进行联测,并提供用于平面坐标转换的公式、参数和拟合残差,拟合残差不应大于 20 mm。

5.2.4 施测项目的高程控制网与相关工程高程控制网未作为一个整体进行平差时,两项目高程控制网应在结合处进行联测,并提供用于高程转换的公式、高程差值和拟合残差,拟合残差不应大于 20 mm。

5.3 控制网布设

5.3.1 控制网布设前应收集用于选点的影像图、地形图、路线方案线位数据、大型构造物位置分布等资料。

5.3.2 平面控制点间距离宜按表 1 执行。

表1 平面控制点间距离

测量等级	首级控制网点对间距离(km)	相邻控制点间平均边长(km)	相邻通视控制点间距离(km)
二等	≤15.0	≤3.0	≥0.5

表 1 平面控制点间距离（续）

测量等级	首级控制网点对间距离（km）	相邻控制点间平均边长（km）	相邻通视控制点间距离（km）
三等	≤10.0	≤2.0	≥0.4
四等	≤5.0	≤1.0	≥0.3
一级	≤3.0	≤0.5	≥0.2

5.3.3 相邻高程控制点间距离不宜大于 3 km。

5.3.4 平面和高程控制网应根据项目需要按照下列方法选择布设：

- a) 路线方案比较明确的项目，可按每 500 m 左右布设一个测量控制点；
- b) 参考大型构造物位置分布情况先按每 3 km~5 km 布设一个或一对首级控制点，全线布设、统一严密平差；在其基础上分阶段进行加密路线控制网；
- c) 作业区域具有满足勘测需要网络 CORS 的，应沿线均匀布设且能覆盖项目范围的适量检核控制点；
- d) 高程控制网宜布设为节点网，或形成闭合、附合高程路线，不应采用支高程路线；
- e) 改扩建高速公路控制点应满足勘测设计使用、施工加密起算需要，可在两侧分别布设，并相互联测形成整体控制网。

5.3.5 分阶段或分级布网时，首级控制点间距应满足加密控制网起算点要求。加密控制点或一次性布设的路线控制点间距应满足路线、构造物放样需求。

5.3.6 精度高于路线平面、高程控制网的构造物平面、高程控制网，宜布设成平面、高程独立控制网，起算点采用应符合下列要求：

- a) 平面控制网宜以构造物一端路线控制网中一点为起算点，至构造物另一端路线控制点的方位角为起算方向；
- b) 高程控制网宜以构造物附近路线控制网中一个点作为起算点形成闭合高程路线。

5.3.7 平面控制测量和高程控制测量联测方案应根据初步选定的点位位置和收集的已知点确定，应对首级布网方案、联测方案的可行性进行评价，评价内容主要包括：

- a) 采用 GNSS 方法施测平面控制网时，拟定的首级布网和联测方案是否最大限度增加了覆盖范围；
- b) 高程控制测量各节点间观测路线长度是否满足规范要求。

5.4 控制点选点埋石

5.4.1 选点前应将路线方案位置和走向、大型构造物位置展绘于地形图或影像图上。测量控制点点位选择应符合下列要求：

- a) 首级控制网布点时应遵循“先大型构造物后路线”的原则；
- b) 点位应选在坚固稳定且便于埋石、观测和利于长期保存的地点，宜避开低洼易沉降区域；
- c) 控制点至路线中线的距离应大于 50 m，宜小于 300 m；
- d) 平面控制点和高程控制点宜共用，应按规格尺寸要求较大的埋设；
- e) 改扩建高速公路选取控制点时应考虑既有公路对通视条件的影响，宜根据需要在既有公路两侧分别布点。

5.4.2 平面控制网采用 GNSS 方法施测时，控制点选点还应符合下列规定：

- a) 点位不应选在高压线或大功率发射台附近，距离高压线不宜小于 100 m，距离大功率发射台不宜小于 400 m；
- b) 点位应对空开阔，高度角 15° 上方应无妨碍通视的障碍物；

- c) 点位应避开开阔水面、地面或其他目标反射所引起的多路径干扰的位置;
- d) 点位应避开地下强磁场干扰。

5.4.3 平面控制网采用导线方法施测时, 测距边还应符合下列规定:

- a) 测距边宜选在地面覆盖物相同地段, 不宜选在烟囱、散热塔、散热池发热体上空;
- b) 测线上不应有树枝、电线等障碍物, 测线应离开地面或障碍物 1.3m 以上。测线宜避开高压线等强电磁场干扰, 并宜避开视线后方反射物体。

5.4.4 高程控制点选点还应按下列要求进行:

- a) 高程控制点宜选择在地面平坦处, 应有利于高程联测;
- b) 采用三角高程方法施测高差时, 间距应符合三角高程测量的要求, 点位选择应符合 5.4.3 条的规定。

5.4.5 大型构造物独立控制网选点还应符合下列规定:

- a) 大型构造物每一端至少应埋设 3 个平面控制点和 2 个高程控制点。每个平面控制点至少应有一相邻点通视;
- b) 特大型构造物应根据需要进行测量控制网设计, 建立满足需要的构造物控制网。

5.4.6 控制点桩埋设应能长期保存, 并符合下列要求:

- a) 控制点可采用预制混凝土桩、现浇混凝土桩或其他可长期保存并能进行标记的固定桩志;
- b) 采用预制混凝土桩、现浇混凝土桩时, 测量控制点规格应符合附录 A 的规定, 并符合下列要求:
 - 1) 底部应清除浮渣并夯实, 坑底应现浇厚度大于 200 mm 的混凝土;
 - 2) 控制测量桩周围培土应捣实;
 - 3) 地表应在控制测量桩周围现浇厚度大于 50 mm、控制桩以外宽度大于 100 mm 的混凝土;
 - 4) 控制测量桩高出地面部分不应超过 50 mm;
 - 5) 控制测量桩位于沙丘和土层松软地区时, 应增加桩志尺寸和基坑底层现浇混凝土的面积和厚度, 直至具有足够的稳定性;
 - 6) 埋设的控制测量桩应待沉降稳定后方可使用。
- c) 控制点位于坚硬地基且上有混凝土路面、混凝土建筑物时可打入不锈钢钉作为中心标志, 路面、混凝土厚度应大于 200 mm, 表面尺寸不应小于相应等级标石顶面规格;
- d) 控制点位于不能打入不锈钢钉的物体或岩石上时, 应将表面洗净、凿毛, 浇铸高度不小于 200mm 的水泥混凝土桩, 顶面尺寸不应小于相应等级标石顶面规格, 应采取措施确保控制点稳固;
- e) 控制点应有中心标志, 中心标志应采用直径不小于 14 mm 的不锈钢钉, 长度不应小于 200 mm, 顶面应齐平, 平面控制点中心标志上应刻、锯细小的十字丝或中心点。中心标志高出标石顶面不应大于 5 mm;
- f) 不同控制测量桩共用时, 应满足各自的埋设和作业要求, 标志高、上顶面长和宽、下底面长和宽应以规格要求较高者为准;
- g) 利用既有控制测量桩时应确认标石完好;
- h) 重要构造物控制网, 控制点标志大小、高度、结构应视控制点精度和地质、通视情况和观测方便程度确定, 宜采用强制对中装置;
- i) 控制桩露出地面部分的外表应规范、整齐。

5.4.7 控制点标记应符合下列要求:

- a) 控制点标志顶面应标注点名、时间。点名名称可以汉字或字母简称标注于上部, 时间标注于下部, 标注字体应整齐、清晰可辨且能长期保存;
- b) 控制点宜顺序编号, 一个项目的控制点不得有重号;

- c) 利用既有控制测量桩时宜采用原有点名;
- d) 控制点中心标志采用不锈钢钉打入路面、混凝土建筑物上时，应在表面按相应等级标石顶面规格凿刻出可长期保存的沟槽;
- e) 控制点应现场绘制点之记，点之记中应包括项目名称、点名、等级、经纬度、所在地属性、标石周围环境照片、含有附近地名的位置示意图、埋设单位和人员、埋设时间、埋设方法、相邻通视点等，内容和格式见附录 B。

5.5 平面控制测量

5.5.1 高速公路各等级平面控制测量可采用 GNSS 静态测量、单基站 RTK 测量、网络 RTK 测量、导线测量等方法。GNSS 静态测量可用于二、三、四等和一级平面控制网的建立；导线测量可用于三、四等和一级平面控制网的建立；单基站和网络 RTK 测量可用于加密一级平面控制点。

5.5.2 高速公路各等级平面控制测量主要技术指标应符合表 2 的规定。

表2 平面控制测量主要技术指标

测量等级	约束点间边长 相对中误差	约束平差后最弱边长 相对中误差	最弱点点位中误差 (mm)	最弱相邻点相对点位中误差 (mm)
二等	$\leq 1/250000$	$\leq 1/100000$	$\leq \pm 50$	$\leq \pm 30$
三等	$\leq 1/150000$	$\leq 1/70000$		
四等	$\leq 1/80000$	$\leq 1/35000$		
一级	$\leq 1/40000$	$\leq 1/20000$		

5.5.3 高速公路路线、桥梁、隧道平面控制测量等级应符合表 3 的规定。

表3 平面控制测量等级选用

测量等级	公路类型	跨越水域、峡谷的 多跨桥梁总长L(m)	桥梁单跨长度 L _K (m)	隧道贯通长度 L _G (m)
二等	-	$L \geq 3000$	$L_K \geq 500$	$L_G \geq 6000$
三等	-	$2000 \leq L < 3000$	$300 \leq L_K < 500$	$3000 \leq L_G < 6000$
四等	改扩建高速公路、高架桥	$1000 \leq L < 2000$	$150 \leq L_K < 300$	$1000 \leq L_G < 3000$
一级	新建高速公路	$L < 1000$	$L_K < 150$	$L_G < 1000$

注1：高架桥是指中小跨径简单结构的旱地桥梁。
注2：隧道贯通长度是指相向施工的工作面之间的距离。

5.5.4 特殊结构的构造物应根据具体要求确定平面控制测量精度，单独进行控制网设计。

5.5.5 角度、长度和坐标数字取位应符合表 4 的规定。

表4 角度、长度和坐标数字取位要求

等级	角度 (")	长度 (m)	坐标 (m)
二等	0.01	0.000 1	0.000 1
三、四等	0.1	0.001	0.001
一级	1	0.001	0.001

5.5.6 GNSS 控制网测量应符合下列要求：

- a) 各等级 GNSS 控制网的测量宜采用静态作业模式，一级控制网也可采用动态作业模式，静态

观测技术要求应符合表 5 的规定。

表5 各等级 GNSS 控制网静态观测技术要求

测量等级	二等	三等	四等	一级
接收机类型	多频	多频或双频	多频或双频	双频或单频
卫星高度角	$\geq 15^\circ$			
静态时段长度 (min)	≥ 120	≥ 90	≥ 60	≥ 45
重复设站数	≥ 2	≥ 1.8	≥ 1.6	≥ 1.4
有效观测卫星数	≥ 5			
数据采样率 (s)	≤ 30			
图形强度因子 PDOP	≤ 6			

b) GNSS 构网应符合下列规定:

- 1) 首级 GNSS 控制网宜与附近高精度平面控制点联测, 联测点数不宜少于 3 个, 宜分布均匀, 且能覆盖控制网范围。控制网跨度较长时宜增加联测点;
- 2) 二、三、四等平面控制网应采用网连式、边连式布网, 一级平面控制网可采用点连式布网, 控制网中不应出现自由基线;
- 3) 控制网应由独立观测边构成闭合环或附合路线, 各等级控制网构成闭合环或附合路线边数宜符合表 6 的规定。

表6 闭合环或附合线路边数

等级	二等	三等	四等	一级
边数	≤ 6	≤ 6	≤ 8	≤ 10

c) GNSS 静态观测应符合下列要求:

- 1) 应根据项目作业需要结合已有资料编制观测外业调度计划;
- 2) 观测前应对接收机进行预热和静置, 同时检查电池的容量、接收机内存和可储存空间是否充足;
- 3) 观测时观测组应按调度计划规定的时间进行同步观测;
- 4) 天线对中误差不得大于 1mm;
- 5) 每时段观测应在测前、测后分别量取天线高, 2 次天线高之差不应大于 3mm, 取平均值作为天线高;
- 6) 观测时不应在接收机近旁使用无线电通信工具, 并应防止人员或其他物体触动天线或遮挡卫星信号;
- 7) 接收机开始记录数据后应随时注意卫星信号和信息存储情况, 出现异常时应及时通知其他接收机调整观测计划;
- 8) 观测手簿应在现场按规定作业顺序填写, 不得事后补记;
- 9) 规定作业项目全部完成且记录完整无误后方可迁站;
- 10) 每天外业测量结束后应及时下载接收机数据, 核对点号、仪器高以及仪器编号, 不得做任何剔除或删改, 绘制 GNSS 联测图, 数据应及时进行备份;
- 11) 遇雷雨等恶劣天气时, 应停止作业。

d) GNSS 数据预处理应符合下列规定:

- 1) 不同定位系统或不同品牌接收机联合作业时的观测数据, 应转换成统一的标准格式;
- 2) 应屏蔽原始数据中的无效观测值、卫星高度角小于 15° 的观测值和冗余信息;

- 3) 应汇总整理测站记录。
 - e) GNSS 数据处理应符合下列规定:
 - 1) 二等 GNSS 网宜采用卫星精密星历解算基线, 其他等级 GNSS 网可采用卫星广播星历解算基线;
 - 2) 基线解算应采用双差固定解;
 - 3) 基线解算长度中误差应小于按式(1)计算的标准差;

式中：

σ ——标准差 (mm)；

a—固定误差 (mm), 二等、三等、四等5 mm, 一级10 mm;

b——比例误差系数 (mm/km), 三等1 mm/km、三等2 mm/km、四等和一级3 mm/km;

d ——基线长度 (km)。

- 4) 同一时段观测值剔除率不宜大于 10%;
 - 5) 每个同步观测图形应选定一个基线解算起算点 WGS-84 坐标, 可按 GNSS 控制点既有坐标值、控制点转换坐标值、GNSS 单点定位观测 2h 以上平差坐标值的顺序选用;
 - 6) 同步环各坐标分量闭合差及环闭合差, 应分别满足式(2)的规定:

$$\begin{cases} W_X \leq \frac{\sqrt{n_1}}{5} \sigma \\ W_Y \leq \frac{\sqrt{n_1}}{5} \sigma \\ W_Z \leq \frac{\sqrt{n_1}}{5} \sigma \\ W \leq \frac{\sqrt{3n_1}}{5} \sigma \end{cases} \dots \quad (2)$$

式中：

n_1 ——同步环中基线边的条数；

W_X 、 W_Y 、 W_Z ——同步环各坐标分量闭合差 (mm)；

W ——同步环环线全长闭合差。

- 7) 异步环各坐标分量闭合差及环闭合差, 应分别满足式(3)的规定:

式中：

n_3 —异步环中墓线边的条数;

V_x 、 V_y 、 V_z —异步环各坐标分量闭合差 (mm);

V —异步环环线全长闭合差。

- 8) 重复基准线长度较差 d_s 应满足式(4)的规定:

- 9) 参与无约束平差的基线边应为独立基线，不应含有系统误差。网形构成应为非同步闭合环，不应存在自由基线；
 10) 无约束平差的基线向量改正数的绝对值应满足式(5)的规定：

$$\begin{cases} V_{\Delta X} \leq \sqrt{3}\sigma \\ V_{\Delta Y} \leq \sqrt{3}\sigma \\ V_{\Delta Z} \leq \sqrt{3}\sigma \end{cases} \quad (5)$$

- 11) 约束平差前应对起算数据的可靠性及精度进行检查分析，精度应满足起算点要求。约束平差基线分量改正数与无约束平差相应改正数较差绝对值应满足式(6)的规定：

$$\begin{cases} dV_{\Delta X} \leq \sqrt{\frac{4}{3}}\sigma \\ dV_{\Delta Y} \leq \sqrt{\frac{4}{3}}\sigma \\ dV_{\Delta Z} \leq \sqrt{\frac{4}{3}}\sigma \end{cases} \quad (6)$$

- 12) 一个项目的 GNSS 控制网应在选定的一个坐标系中进行整网平差，平差完成后再转换到各段选择的坐标系统中；
 13) 观测数据不能满足要求时应进行分析，对数据进行重测；
 14) GNSS 控制网无约束平差计算结果应输出重复基线较差、同步环闭合差、异步环闭合差、无约束平差基线向量改正数。约束平差计算结果应输出约束平差基线向量改正数、基线长、点位中误差、相邻点边长相对中误差。

5.5.7 GNSS 单基站 RTK 和网络 RTK 测量均可用于一级平面控制测量，施测时应符合下列规定：

- a) 宜采用动态水平方向固定误差不超过 10 mm、比例误差系数不超过 2×10^{-6} mm/km 和垂直方向固定误差不超过 20mm、比例误差系数不超过 4×10^{-6} mm/km 的双频或多频接收机；
- b) 作业前应合理制定作业计划，避开电离层、对流层活跃时段；
- c) 观测开始前应对仪器进行初始化，长时间不能获得固定解时，宜断开通信链路再次进行初始化操作；
- d) RTK 测量作业时，截止高度角 15°以上的卫星个数不应少于 5 颗、PDOP 值不应大于 6；
- e) 单基站 RTK 测量的基准站设置应符合下列规定：
 - 1) 基准站可设置在已知点上，也可任意点设站；在已知点设站时，应整平对中，天线高量取应精确至 1 mm；
 - 2) 应核对电台频率，在手簿中输入正确的基站坐标、高程并设置仪器高类型及量取位置、天线类型、仪器类型、电台播发格式、作业模式、数据端口、蓝牙端口等设备参数；
 - 3) 对测区已有的转换参数应进行现场检查，精度满足要求后可直接利用；
 - 4) 对无转换参数的测区，应在周边均匀分布的四个或以上控制测量静态观测平差成果进行配置，或现场 RTK 采点求取转换参数。转换参数的残差，平面精度应不大于 20 mm，高程精度应不大于 30 mm；
- f) 单基站 RTK 测量的作业半径应小于 3 km，作业过程中不应对基准站的设置、天线的位置和高度进行更改；
- g) 网络 RTK 测量前，应在连续运行基准站系统服务中心进行登记、注册，获取系统服务授权，并应设置通信参数、IP 地址、APN、端口、源节点等参数。测区到参考站的距离可不受限，但应在网络有效服务范围内；
- h) 网络 RTK 测量的流动站设置应符合下列规定：
 - 1) 使用三脚架对中整平，天线高度量取应精确至 1 mm，并应记录天线高类型和量取位置；

- 2) 应分别进行流动站与连续运行基站系统、电子手簿与接收机的数据通信检查；
 3) 接收机的平面精度限值宜设置为 20 mm，高程精度限值宜设置为 30 mm；
 i) RTK 测量作业应采用多测回法观测，每测回观测历元数应大于 20 个，并符合表 7 的规定，取各测回的平均值作为最终观测成果；

表7 RTK 平面控制测量主要技术要求

等级	观测测回	各次测量坐标较差 (mm)	起算点等级	
			单基站 RTK	四等及以上
一级	≥ 4	≤ 40	单基站 RTK	四等及以上
			网络 RTK	—

- j) RTK 测量的平面控制点应进行 100% 内业检查和不少于总点数 10% 的外业检测，外业检测可采用 GNSS 静态测量、全站仪边长和角度测量等方法，检测点应均匀分布于整个测区，检测结果应满足表 8 的规定；

表8 RTK 平面控制测量检测精度要求

等级	边长检核		角度检核		坐标中误差 (mm)
	测距中误差 (mm)	最弱边长相对中误差	测角中误差 ("")	角度较差 ("")	
一级	$\leq \pm 15$	$\leq 1/14000$	$\leq \pm 5$	≤ 14	$\leq \pm 50$

- k) RTK 测量的平面控制点应输出检核点坐标差值、流动站每一次测量的平面坐标、由多次观测成果计算的点位中误差、各项检测数据和差值。

5.5.8 导线测量应符合下列规定：

- a) 主要技术要求应符合表 9 的规定。导线网中节点间长度不得大于表 9 规定长度的 0.7 倍。

表9 导线测量主要技术要求

等级	附(闭)合导线长度 (km)	平均边长 (km)	导线全长相对闭合差	方位角闭合差 ("")
三等	≤ 18	2	$\leq 1/52000$	$\leq 3.6\sqrt{n}$
四等	≤ 12	1	$\leq 1/35000$	$\leq 5\sqrt{n}$
一级	≤ 6	0.5	$\leq 1/17000$	$\leq 10\sqrt{n}$

- b) 导线水平角测量主要技术应符合表 10 的规定。

表10 角度测量主要技术要求

等级	测角中误差 ("")	测回数		
		DJ ₁	DJ ₂	DJ ₆
三等	$\leq \pm 1.8$	≥ 6	≥ 10	-
四等	$\leq \pm 2.5$	≥ 4	≥ 6	-
一级	$\leq \pm 5.0$	-	≥ 3	≥ 4

- c) 导线水平角观测主要技术要求应符合表 11 的规定。观测方向的垂直角超过 $\pm 3^{\circ}$ 时，该方向 2C 互差可按同一观测时间段内相邻测回进行比较。

表11 水平角观测主要技术要求

等级	仪器精度等级	半测回归零差限差 (")	同一测回内2C互差限差 (")	同一方向值各测回较差限差 (")
四等及以上	0.5" 级仪器	≤3	≤5	≤3
	1" 级仪器	≤6	≤9	≤6
	2" 级仪器	≤8	≤13	≤9
一级	2" 级仪器	≤12	≤18	≤12
	6" 级仪器	≤18	-	≤24

d) 导线水平角观测应符合下列要求:

- 1) 观测前应严格整平对中, 对中误差应小于 1 mm; 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。
- 2) 水平角观测方向数大于 3 个时应归零, 各测回应均匀分配在度盘和测微器不同位置上。
- 3) 水平角方向观测应在通视良好、成像清晰稳定时进行。
- 4) 四等及以上导线水平角观测应在总测回中以奇数测回和偶数测回分别观测导线前进方向左、右角, 圆周角误差值不应大于测角中误差的 2 倍。

e) 导线距离测量主要技术要求应符合表 12、表 13 的规定。

表12 导线距离测量主要技术要求

等级	测距中误差 (mm)	测距相对中误差
三等	≤±14.0	≤1/140000
四等	≤±10.0	≤1/100000
一级	≤±14.0	≤1/35000

表13 导线边观测主要技术要求

等级	仪器精度等级	每边测回数		一测回度数较差 (mm)	单程各测回较差 (mm)	往返距离较差 (mm)
		往	返			
三等	5 mm 级仪器	3	3	≤5	≤7	$\leq \sqrt{2}(a+b \times D_h)$
	10 mm 级仪器	4	4	≤10	≤15	
四等	5 mm 级仪器	2	2	≤5	≤7	$\leq \sqrt{2}(a+b \times D_h)$
	10 mm 级仪器	3	3	≤10	≤15	
一级	10 mm 级仪器	2	-	≤10	≤15	-

注1: 一测回是指照准目标一次, 读数4次的过程。
注2: a为固定误差, b为比例误差系数, D_h 为水平距离 (km)。

f) 导线距离测量应符合下列要求:

- 1) 仪器应严格整平对中, 对中误差应小于 1 mm。测距应在成像清晰、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) 反光镜背景方向有反射物时应在反光镜后方遮上黑布。
- 3) 视线被遮挡出现粗差时应重新进行测量。
- 4) 观测数据超限时应重测整个测回。

- 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) 四等及其以上边长测量应量取测边两端点始末气象数据，计算时取平均值。测量温度时应量取空气温度；通风干湿温度计应悬挂在距地面和人体 1.5 m 以外的地方；气压表应置平，指针不应受阻。
 - 7) 测距边长度采用三角高程测量高差进行倾斜改正时，垂直角观测要求应符合表 14 的规定。

表14 光电测距三角高程测量主要技术要求

垂直角测回数	指标差较差 (")	垂直角较差 (")
往、返均 ≥ 2	≤ 10	≤ 10

g) 导线距离测量计算应符合下列要求:

- 1) 导线测距采用对向观测时，取对向距离平均值，可不进行大气折光计算改正。当导线测距不是采用对向观测时，应进行气象改正，气象改正应按仪器给定公式计算，按照仪器检测结果进行加、乘常数改正。折光系数 K 应根据观测时间、植被、气候及视线高出障碍物(或地面)高度按表 15 选取，一般情况下可取平均值 0.14。

表15 折光系数表

地面类型	平原、山区	森林	沼泽	水网、湖泊
平均 K 值	0.115	0.143	0.148	0.157

2) 倾斜改正应按式(7)或(8)计算。

式中：

D_p ——测距边两段点平均高程面水平距离 (m)；

s —经气象及加、乘常数等改正后斜距 (m)；

h —测距边两端点高差 (m)；

α —垂直角 (") ;

f — 地球曲率与大气折光对垂直角的改正值 (m)；

K ——当地平均大气折光系数；

R —— 地球平均曲率半径 (m)。

3) 归化和投影改正应分别按式(9)和式(10)计算。

$$D_1 = \left(1 - \frac{H_{m1} + h_m}{R_m + H_{m1} + h_m}\right) D_0 \dots \quad (9)$$

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

式中：

D_0 —— 观测边长度 (m) ;

D_1 ——归化改正后边长 (m) ;

R_m ——参考椭球体在测距边方向法截弧的曲率半径 (m)；

H_{m1} —测线平均高程 (m) ;

h_m ——测区大地水准面高出参考椭球面的高差 (m)；

D_2 ——投影改正后边长 (m)；

Y_m ——测距边两端点近似横坐标平均值 (m)；

Δ_y ——测距边两端点近似横坐标的增量 (m)。

4) 归算到测区平均高程面上的测距边长度应按式(11)计算。

式中：

D_0 ——测距边两端点平均高程面上的水平距离 (m)；

D —归算到测区平均高程面上的测距长度 (m)；

H_{m2} —测区平均高程 (m) ;

R_A ——参考椭球体在测距边方向法截弧的曲率半径 (m)；

h) 导线测量计算应符合下列规定:

1) 每天外业测量结束后应及时对点号、仪器编号、测量记录数据、角度半测回间互差和 2C 互差、角度和距离测回间互差等进行核查并签署，电子记录数据应及时下载并备份，绘

2) 每条导线应计算角度闭合差、坐标闭合差、全长相对闭合差，分别按式(12)和式(13)计算导线测角中误差。

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{1}{N_s} \left[\frac{f_\beta f_\beta}{n_s} \right]} \dots \dots \dots \quad (12)$$

式中.

f_ρ —方位角闭合差(“)：

n_3 ——计算 f_ρ 的测站数:

N_1 —附合导线或闭合导线环个数。

式中：

A_1 —测站圆周角闭合差(“):

n_1 ——角度个数。

3) 约束平差应在确认起算数据可靠性的基础上进行,应计算出单位权中误差、边长改正数、角度改正数、点位中误差、边长相对中误差,精度指标超限时应对起算点进行检查。

i) 导线网计算结果应输出单位权中误差、点位中误差、边长改正数、角度改正数、相邻点边长相对中误差、导线闭合差、全长相对闭合差。

5.6 高程控制测量

5.6.1 高程控制测量宜采用水准测量、三角高程测量等方法；高程异常变化平缓的地区可使用 GNSS 高程测量方法。

5.6.2 各等级公路高程控制网最弱点高程中误差不得大于 $\pm 25\text{ mm}$ ，用于跨越水域或深谷的大桥、特大桥高程控制网最弱点高程中误差不得大于 $\pm 10\text{ mm}$ 。

5.6.3 各等级高程控制网每千米观测高差中误差和附合(环线)水准路线长度应小于表 16 的规定，节点间长度应小于表 16 规定的 0.7 倍。

表16 高程控制测量技术要求

测量等级	每千米高差中数中误差 (mm)		附合(环线)水准路线长度 (km)	
	偶然中误差 M_A	全中误差 M_w	路线、隧道	桥梁
二等	± 1	± 2	600	100
三等	± 3	± 6	60	10
四等	± 5	± 10	25	4

5.6.4 高程控制测量路线长度不能满足 5.6.3 条要求时可采用下列方式进行布网和测量：

- a) 可采用先布设、施测高等级控制网，再在其基础上进行加密的方式；
- b) 可采用双摆站但应形成附合或闭合高程路线。每一测站应比较观测高差，高差互差不应大于按表 16 中偶然中误差计算的测站限差的 2 倍。

5.6.5 高速公路路线、桥梁、隧道高程控制测量等级选用应符合下列规定：

- a) 高程控制测量等级不得低于表 17 规定。

表17 高程控制测量等级选用

测量等级	公路类型	跨水域、峡谷多跨桥梁总长 L (m)	单跨桥梁 L_k (m)	隧道贯通长度 L_G (m)
二等	—	$L \geq 3000$	$L_k \geq 500$	$L_G \geq 6000$
三等	改扩建高速、高架桥	$1000 \leq L < 3000$	$150 \leq L_k < 500$	$3000 \leq L_G < 6000$
四等	新建高速公路	$L < 1000$	$L_k < 150$	$L_G < 3000$

b) 大型构造物测量精度较高时，应根据具体要求确定高程控制测量精度，进行控制网设计。

5.6.6 高程测量数字取位应符合表 18 的规定。

表18 数字取位要求

各测站高差 (mm)	往返测距离总和 (km)	往返测距离中数 (km)	往返测高差总和 (mm)	往返测高差中数 (mm)	高程 (mm)
0.1	0.1	0.1	0.1	1	1

5.6.7 水准测量技术要求应符合下列要求：

- a) 水准测量主要技术要求应符合表 19 的规定。

表19 水准测量主要技术要求

测量等级	往返较差、附合或环线闭合差 (mm)		检测已测段高差之差 (mm)
	平坦地、丘陵地	山地、高山地	
二等	$\leq 4\sqrt{L_1}$	$\leq 4\sqrt{L_1}$	$\leq 6\sqrt{L_1}$
三等	$\leq 12\sqrt{L_1}$	$\leq 3.5\sqrt{n} \text{ 或 } \leq 15\sqrt{L_1}$	$\leq 20\sqrt{L_1}$
四等	$\leq 20\sqrt{L_1}$	$\leq 6.0\sqrt{n} \text{ 或 } \leq 25\sqrt{L_1}$	$\leq 30\sqrt{L_1}$

表 19 水准测量主要技术要求（续）

测量等级	往返较差、附合或环线闭合差(mm)		检测已测段高差之差 (mm)	
	平坦地、丘陵地	山地、高山地		
注1：计算往返较差时， L_i 为水准点间路线长度(km)；				
注2：计算附合或环线闭合差时， L_i 为附合或环线路线长度(km)；				
注3：n为测站数；				
注4： L_i 小于1km时按1km计算。				

b) 水准测量观测技术要求应符合表 20、表 21、表 22 的规定。

表20 水准测量观测方法

等级	观测方法	水准尺类型	观测方法	
二等	光学测微法	钢瓦	往返	奇数站：后-前-前-后
	中丝读数法			偶数站：前-后-后-前
	电子水准法			
三等	光学测微法	钢瓦、双面	后-前-前-后	
	中丝读数法			
	电子水准法	钢瓦		
四等	中丝读数法	双面	往	后-后-前-前
	电子水准法	钢瓦		

表21 水准观测测站作业要求

等级	仪器类型	视线长(m)	前后视较差(m)	前后视累积差(m)	视线离地面最低高度 (m)	数字水准仪重复 测量次数
二等	DS05	≤50	≤1	≤3	≥0.3	≥2 次
三等	DS1	≤100	≤3	≤6	≥0.3	≥2 次
	DS2	≤75				
四等	DS3	≤100	≤5	≤10	≥0.2	≥2 次

表22 水准观测测站读数限差要求

等级	仪器类型	基辅(黑红)面读数差 (mm)	基辅(黑红)面高差较差 (mm)	数字水准仪测站两次观测的高差较差 (mm)
二等	DS05	≤0.4	≤0.6	0.7
三等	DS1	≤1.0	≤1.5	1.5
	DS2	≤2.0	≤3.0	3.0
四等	DS3	≤3.0	≤5.0	3.0

c) 水准测量观测过程中应符合下列要求：

- 1) 水准仪视准轴与水准管轴的夹角 i 应在作业过程中经常进行检查，作业开始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。
- 2) 尺垫应踩实，水准尺应立直，三脚架的两脚应交替平行于路线方向，一测回宜在较短时间内完成。
- 3) 后尺垫必须在全部观测作业完毕并检验合格后方可挪开。

- 4) 中间休息时应设定间歇点, 间歇点不应少于 2 个, 重新开始测量前应检测间歇点之间的高差, 其值应小于基辅(黑红)面高差较差, 否则应从上一固定点开始测量。
- d) 水准测量计算应符合下列规定:
- 1) 每天外业测量结束后应及时对点号、仪器编号、测量记录数据、视距前后差和累积差、高差互差等进行核查并签署, 电子记录数据应及时下载并备份, 绘制水准网联测示意图。
 - 2) 三等及以上水准测量应进行正常水准面不平行的改正及水准标尺长度误差的改正。
 - 3) 每条水准路线应计算出附合、闭合水准路线以及往返水准路线闭合差, 闭合差应小于各自的限差。
 - 4) 每千米观测高差中数偶然中误差 M_{Δ} 或每千米观测高差中数全中误差 M_w 应分别采用测段往返测高差较差、附合路线环线闭合差按式(14)和式(15)计算。

$$M_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{1}{4n_5} \left[\frac{\Delta_2 \Delta_2}{R} \right]} \quad (14)$$

$$M_w = \pm \sqrt{\frac{1}{N_2} \left[\frac{WW}{F} \right]} \quad (15)$$

式中:

Δ_2 ——测段往返高差不符值(mm);

R ——测段长(km);

n_5 ——测段数;

W ——水准路线经过各项修正后的环线闭合差(mm);

N_2 ——水准环数;

F ——水准环线周长(km)。

- e) 观测结果超限应按下列要求进行核查处理:
- 1) 测站观测结果超限应立即重测。
 - 2) 测段往、返测高差 9 超限必须重测, 重测后应选用往、返测合格成果。重测与原测结果较差均不超过限差时, 取 3 次结果平均值。
 - 3) 偶然中误差 M_{Δ} 和全中误差 M_w 超限时应先对闭合差较大测段进行重测。

5.6.8 三角高程测量应符合下列要求:

- a) 三角高程测量主要技术要求应符合表 23 的规定。

表23 三角高程测量主要技术要求

测量等级	测回内同向观测高差较差 (mm)	同向测回间高差较差 (mm)	对向观测高差较差 (mm)	附合或环线闭合 (mm)
四等	$\leq 6\sqrt{D_s}$	$\leq 10\sqrt{D_s}$	$\leq 40\sqrt{D_s}$	$\leq 20\sqrt{\sum D_s}$

注: D_s 为测距边长(km)。

- b) 全站仪垂直度盘测微器行差不得大于 $2.0''$, 一测回垂直角观测中误差不得大于 $3.0''$ 。
- c) 高差可采用垂直角和斜距进行计算, 观测主要技术要求应符合表 24 的规定。

表24 三角高程测量观测主要技术要求

等级	仪器	测距边测回数	边长(m)	垂直角测回数	指标差较差(“)	垂直角较差(“)
四等	DJ ₂	往、返均≥2	≤600	≥4	≤5	≤5

d) 三角高程测量观测应符合下列规定:

- 1) 三角高程测量施测时应变换一次仪器和反射镜高度, 高度变化值宜大于 30 mm, 垂直角和距离应分别于高度变换前、后各测量一半测回数。
- 2) 仪器和反射镜高度应分别于每次测前、测后各测量一次, 两次较差不得大于 2 mm。仪器和反射镜高度应使用仪器配置的测尺和专用测杆进行测量, 严禁使用钢尺斜拉。
- 3) 垂直角观测应选择在气候条件较好、成像稳定的时间内观测, 照准目标必须清晰可辨, 视线应离障碍物 1.5 m 以上, 垂直角不得超过 15°。
- 4) 气压计应置平、防爆晒, 温度计应悬挂在离地面 1.5 m 以上地方, 干湿温度计应按说明书规定使用。
- 5) 垂直角、距离均应进行对向观测, 对向观测宜在较短时间内进行。

e) 三角高程测量计算应符合下列规定:

- 1) 每天外业测量结束后应及时对点号、仪器编号、仪器高、测量记录数据、高差互差等进行核查并签署, 电子记录数据应及时下载并备份, 绘制高程网联测示意图。
- 2) 每一测段高差计算可采用光电测距的斜距按照式(16)和式(17)分别计算单向观测高差和对向观测高差, 亦可采用水平距离分别计算单向观测高差和对向观测高差。

$$\Delta h_{1,2} = S_{1,2} \cdot \sin V_{1,2} + \frac{S_{1,2}^2 \cos^2 V_{1,2}}{2R} (1 - K) + i_1 - l_1 \quad (16)$$

$$\Delta h_{1,2} = \frac{S_{1,2} \sin V_{1,2} - S_{2,1}^2 \sin^2 V_{2,1}}{2} - \frac{1}{2}(i_1 - l_2) - \frac{1}{2}(i_2 + l_1) \quad (17)$$

3) 每测段均应计算并检查对向观测高差较差, 差值应符合表 23 的要求。

5.6.9 GNSS 高程测量应符合下列要求:

- a) GNSS 高程测量数据采集应采用静态相对定位方法, 观测时间不应小于 3h。
- b) 测区周围和测区内应联测高等级水准点。
- c) 平原地区联测水准点不宜少于 6 个, 地形起伏较大区域应增加起算点; 测区面积较大时宜采用分区拟合方法; 未知点较多时联测水准点点数宜大于未知点数的 1/5, 联测点间距离不应大于 5km。
- d) 联测水准点应均匀分布于网中, 外围水准点连成的多边形应包围整个测区。测区分为几种地形时应在地形变化部位联测几何水准。
- e) 高程拟合残差不应大于±20 mm。
- f) 已知点间的高差闭合差应符合表 19 的规定。
- g) 未知点间高差应进行检测, 检测数量不应小于未知点数的 10%。
- h) 跨越高山、峡谷、水体的高程控制网, 两端不能直接进行联测时, 还应符合下列要求:
 - 1) 两端应分别布设独立高程控制网, 高程控制网应符合相关要求。
 - 2) 两岸高等级高程点包围区域在跨河处的宽度、区域纵深均应大于两岸跨河点之间长度。
 - 3) 分别拟合的两岸跨河点之间高差差值符合要求时取平均值作为测量成果。
 - 4) 两岸跨河点间的高差应采用三角高程测量等方法进行粗差检测。

5.6.10 跨河高程测量应符合下列要求:

- a) 跨河场地应选择在水面较窄、两岸土质坚实、便于设站河段。
- b) 跨河视线不得通过草丛、沙丘、沙滩、芦苇上方。

- c) 两岸仪器视线距水面高度宜等高（三角高程法除外）；两岸仪器至水边距离应近于相等，地貌、土质、植被也应相似。
- d) 仪器位置应选在开阔、通风处，不得靠近墙壁及土、石、砖堆等影响视线的发热体，过河视线方向宜避免正对日照方向。
- e) 观测宜在风力微和、气温变化较小的阴天进行，不宜在雨后初晴的大气折射变化较大时观测。
- f) 高程路线通过宽度为各等级水准测量视线长度 2 倍以下的江河、山谷时可采用水准测量观测方法，但应变换一次仪器高度各观测一次，两次高差之差应符合表 25 的规定。

表25 跨河高程测量两次观测高差之差

等级	高差之差 (mm)
二等	≤1.5
三等	≤7
四等	≤7

- g) 高程视线长度超过各等级水准测量视线长度 2 倍以上时应按表 26 选择观测方法。视线长度超过 3500m 时，观测方法和要求应进行专题设计。

表26 跨河高程测量的观测方法及跨越视线长度

方 法	跨越视线长度(m)
直接读数法	二等、三等、四等 ≤300
测距三角高程法、GNSS 高程测量	≤3500

- h) 采用三角高程测量时宜在阴天进行观测，两岸跨河对向观测位置应基本等高，垂直角观测测回数应符合表 27 的规定。

表27 跨河三角高程测量垂直角测回数

跨河距离(km)	≤1.0	1.0~2.0	2.0~3.5
测回数	4	6	9

- i) 有效测回数和组数应不小于表 28 的规定。

表28 有效测回数和组数

最大视线 长度(m)	二等		三等		四等	
	测回数	组数	测回数	组数	测回数	组数
<300	2	2	2	1	2	1
300~500	2	4	2	2	2	2
500~1000	8	6	2	2	2	2
1000~1500	12	8	4	2	3	2
1500~2000	16	8	8	3	3	3
>2000	8S	8	4S	3	4	3

注1：S为视线长度千米数，尾数凑整到0.5或1。
 注2：一测回是指两台仪器对向观测1次或1台仪器盘左盘右各测1次。
 注3：组数是指不同时间段施测规定的测回数次数。

- j) 测回高差互差不应大于式(18)计算的限差。

式中：

$M_{\text{限}}$ —测回间高差互差限差;

M_A ——水准测量等级规定的每千米观测高差偶然中误差(mm);

n ——测回数；

s ——跨河视线长度(km)。

- k) 采用 GNSS 高程测量方法时应符合 5.6.9 条的相关规定。

5.6.11 高程控制测量平差计算应符合下列要求：

 - a) 首级高程控制网应全线贯通，各等级高程控制网采用严密平差法统一平差；
 - b) 控制网形成节点水准网时，可先进行自由网平差，即假定一个点高程进行平差计算，求取每段水准路线高差改正数、偶然中误差，计算出的各项指标应小于各自限差的两倍。高差改正数超过限差要求时应对高差进行检查；
 - c) 确认起算数据可靠的基础上进行约束平差，计算出高差改正数、每千米观测高差中数全中误差、高差中误差、最弱点高程中误差、相邻点间高差中误差等精度指标；
 - d) GNSS 高程测量应计算出高程中误差、各项检测数据和差值。

5.7 资料提交

- 5.7.1 控制测量全部工作完成后应编写技术总结，技术总结应包括下列内容：

 - a) 工程概况，包括项目所处位置及地理坐标、规模和走向、主要构造物分布、路线方案经过走廊带的地形起伏等情况。
 - b) 作业情况，包括项目执行时间、人员组织、仪器设备使用、完成工作量，以及执行过程中与技术设计书的差异、造成差异的原因。
 - c) 起算资料，包括收集的平面和高程控制点的数量、等级、类型、分布以及对起算点相容性分析、利用情况，对存在的问题的解决办法等。
 - d) 采用基准，包括平面坐标系的投影方法、投影椭球、投影高程面、中央子午线等参数，每一分段长度投影变形值及对路线方案和构造物影响的计算分析，各个坐标系之间平面坐标衔接方法，高程系统，与技术设计书的差异及原因等。
 - e) 选点、埋石和布网情况，包括平面控制测量和高程控制测量布设方案、构网情况，控制点分布、数量、标石规格、埋石方法、点之记记录内容，与技术设计书的差异和原因等。
 - f) 野外测量情况，包括测量方法、记录内容、采用的技术指标，与起算点和相关工程控制点联测情况，高程路线节点间长度，与技术设计书的差异和原因等。
 - g) 数据处理情况，包括数据处理方法、流程、应用的软件，各项精度指标的实际情况，与相关工程联测情况，存在的问题和原因等。
 - h) 问题和建议，包括测量中存在的问题，建议采取的措施等。
 - i) 提交资料，包括提交资料内容、数量、方式、相互交接手续和记录。

5.7.2 控制测量应提交下列资料：

- a) 技术设计书。
 - b) 点之记。
 - c) 仪器检定证书。
 - d) 原始记录手簿、电子测量数据文件。
 - e) 控制测量计算书。

- f) 平面控制网布网及联测图。
- g) 高程控制网路线示意及联测图。
- h) 作业自检报告。
- i) 控制点成果表。
- j) 技术总结。

5.7.3 提交的资料应符合下列要求:

- a) 技术设计书和技术总结应根据具体项目和作业情况编写,应反映项目特点、难点和作业质量,应在报告中列出相应过程数据。
- b) 点之记文字阐述应简洁、清晰,宜以图文并茂的形式表示,文字说明和图表间应相互承接、对应。
- c) 平面控制网布网及联测图、高程控制网路线示意及联测图标注内容应齐全、清晰可辨、完整、方便阅读,高程控制网路线示意及联测图中应标注节点间路线长度、高差和测站数。
- d) 控制测量成果应进行自检和验收,自检应提交相应检测数据,自检抽样比例不应小于5%。
- e) 提交的资料应装订成册,完成检查和签署。
- f) 具有电子文档的资料应同时提交电子文件。

6 地形图测绘

6.1 一般规定

6.1.1 地形图测绘工作流程主要包括:测绘前准备工作、地形图测绘数据获取、地形图编辑、地形图成果检查验收和资料提交。

6.1.2 地形图测绘成果资料宜包括数字线划图、数字高程模型、数字正射影像图。

6.1.3 地形图测绘数据获取可采用全野外数字化测图、航空摄影测量、激光扫描测绘等方式。无法采用上述方法的特殊区域,可采用卫星影像测量方式,并应符合《公路工程卫星图像测绘技术规程》JTG/T C21-02 的规定。

6.1.4 地形图测绘应具有良好的现势性,内容应真实反映作业时测区的现状。

6.1.5 地形图比例尺的选用,宜根据项目设计阶段、地形图用途等因素按表 29 选用。

表29 地形图比例尺适用阶段

设计阶段	比例尺
预可行性研究	1:10000
可行性研究	1:10000、1:2000
初步设计、新建高速公路施工图设计	1:2000
改扩建高速公路施工图设计	1:2000、1:1000
重要工点	1:500

6.1.6 地形图等高距应根据测图比例尺及地形地貌状况要求确定。同一幅地形图应采用一种基本等高距。地形图基本等高距应符合表 30 的规定。地形类型划分宜符合表 31 的规定。

表30 地形图基本等高距

地形类别	不同比例尺基本等高距 (m)		
	1:500	1:1000	1:2000
平坦地	0.5	0.5	1
丘陵地	0.5	1	1
山 地	1	1	2
高山地	1	2	2

表31 地形类型划分

地形类别	地形自然坡度 i°	地形起伏相对高差 δ_h (m)
平坦地	地形平坦, 大部分地面坡度 $i < 2$	—
丘陵地	地形稍有起伏, 大部分地面坡度 $2 \leq i < 6$	$\delta_h < 200$
山 地	地形起伏较大, 大部分地面坡度 $6 \leq i < 25$	$200 \leq \delta_h < 500$
高山地	地形起伏很大, 大部分地面坡度 $i \geq 25$	$\delta_h \geq 500$

6.1.7 地形陡峭且两根计曲线间距在图上小于 1 mm 时, 可只绘计曲线。地形平坦等高距间距较大时可依据需求加入间曲线。

6.1.8 地形图地物点相对于邻近平面控制点的平面精度应符合表 32 的规定, 密林、隐蔽等困难区域, 可按表 32 中规定值 1.5 倍执行。

表32 地物点相对于邻近平面控制点点位中误差

重要地物 (mm)	一般地物 (mm)
$\leq \pm 0.6$	$\leq \pm 0.8$

6.1.9 地形图的高程精度应符合表 33 的规定, 高程注记点精度应按表 33 中规定值的 0.7 倍执行。

表33 等高线插值高程中误差

地形类别	平坦地	丘陵地	山 地	高山地	水下
高程中误差	$\leq (1/3) H_d$	$\leq (1/2) H_d$	$\leq (2/3) H_d$	$\leq H_d$	$\leq 1.2 H_d$

注: H_d 为基本等高距。

6.1.10 地形图的图式和要素分类代码的使用应符合下列规定:

- 地形图图式应符合《国家基本比例尺地图图式第 1 部分: 1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1 的规定;
- 地形图要素分类代码宜按《基础地理信息要素分类与代码》GB/T 13923 执行;
- 国家标准中没有规定的符号图式和要素分类代码可自行补充, 并应编写补充说明。对于同一个工程应采用相同的补充图式和补充要素分类代码。

6.2 测绘前准备工作

6.2.1 收集测区已有的设计文件、地形资料、影像资料、平面及高程控制点成果等, 并进行现场踏勘。

6.2.2 了解工程项目沿线气象气候条件、交通状况、生活设施、重要建筑设施、地形地貌类别等情况。

6.2.3 依据路线方案、路线走廊带以及大型构造物的分布和规模等资料, 确定地形图测绘范围。地形图测绘范围应按下列要求划定:

- a) 1: 500、1: 1000 比例尺地形图，新建及改扩建高速公路超出设计范围线外宜大于 100 m;
- b) 1: 2000 比例尺地形图，新建高速公路中心线两侧宜各大于 300 m，改扩建高速公路中心线两侧宜各大于 200 m;
- c) 工程起、终点处应沿设计线纵向向外延伸 1000 m，宜满足设计方案的比较要求;
- d) 大型互通式立体交叉、服务区、管理区、大型被交道路和河流改造等区域应超出设计范围线 100 m;
- e) 应满足方案比选的需要。

6.2.4 应根据项目规模、生产工期、测区实际情况、现有技术条件等因素制定地形图测绘技术方案，并编写技术设计书，技术设计书应包括下列内容：

- a) 项目概况，包括项目的设计规模和路线走向、沿线重要的构造物分布、设计路线经过地区的位置及地理坐标、地形起伏、交通情况、建筑及植被分布等情况;
- b) 已有资料收集情况，包括收集的平面和高程控制起算点数量、等级、分布情况，已有各种比例尺地形图，设计线位资料等;
- c) 技术依据和基本技术要求，主要采用的规范标准和相关技术要求;
- d) 平面及高程系统的相关指标：平面坐标系统的投影方法、投影椭球、投影高程面、中央子午线、沿线投影变形分析值，采用的高程系统，各个坐标系之间平面坐标衔接方法等;
- e) 工作量预估，包括像片控制点或图根点数量，地形图的外业数据采集和内业处理面积等;
- f) 人员安排及仪器设备投入，包括人员数量、相关资质、工作分配情况，测绘仪器设备种类、数量及仪器检定资料;
- g) 工期安排，包括总工期、各测量分项工期、提交资料节点;
- h) 应根据测图方法的不同，对图根点、像片控制点、基站和检校点的布设、平面和高程精度、测量方法编写相关要求;
- i) 应编写地形图数据采集方法的技术参数、质量要求、测量精度说明;
- j) 地形图测绘内容和要求，包括地形图测绘需要表示的地形、地物、地貌内容，综合取舍原则和要求;
- k) 内业数据处理、采集和编辑，包括内业数据采集、图形编辑内容和方法流程、各流程达到的精度指标;
- l) 质量保证措施与检查验收，包括质量控制组织机构和人员安排、过程控制及分级检查验收;
- m) 安全生产与环境保护措施，安全生产包括人员和设备安全保障措施、驻地安全、社交安全，职业与环境健康措施包括人员健康措施、测量材料的回收、项目测量环境的保护;
- n) 提交资料，包括提交资料内容、数量、交接手续和记录要求。

6.3 地形图测绘主要内容

6.3.1 地形图测绘内容表示应充分考虑公路工程专业特点，满足设计需要。

6.3.2 地形图测绘主要内容应包括等高线、高程注记点、水系设施、居民地、交通设施、管线设施、地类地貌、植被与土质要素。

6.3.3 地形图上应展绘各等级平面控制点和高程控制点，并表示类型、等级和点名。

6.3.4 图面上高程注记点应符合下列规定：

- a) 高程注记点间距应符合表 34 的规定；

表34 图上高程注记点间距

比例尺	1:500	1:1000	1:2000
高程注记点间距 (m)	≤15	≤30	≤50

- b) 山顶、鞍部、山脊、山脚、谷底、谷口、沟底、沟口、凹地、台地、水岸、水涯线、地物以及地形坡度变换处应标注高程注记点;
- c) 高程注记点在图面上应均匀分布;
- d) 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, 可注记至 0.1 m。

6.3.5 建筑物、居民地及境界的测绘及表示应符合下列规定:

- a) 建筑物、居民地及主要附属设施应准确测绘外围轮廓、建筑材料、层数;
- b) 政府驻地、机场、学校、医院、大型养殖场、大型变电站、厂矿等具有特殊用途场所应标注名称;
- c) 发射台、发射塔、较大的水塔和烟囱、纪念碑和纪念塔、庙宇、祠堂、文物遗址、名人故居等各类建筑物、标志物应准确测绘并标注;
- d) 工矿设施应在图上准确表示其位置、形状和性质特征; 依比例尺表示的, 应测定其外部轮廓, 并应按图式配置符号或注记; 不依比例尺表示的, 应测定其定位点或定位线, 并用不依比例尺符号表示;
- e) 城墙按城基轮廓依比例尺表示时, 城楼、城门、豁口均应测定; 围墙、栅栏、栏杆等, 可根据其永久性、规整性、重要性等综合取舍;
- f) 建筑物和围墙轮廓凸凹图上小于 0.5 mm、简单房屋图上小于 0.6 mm 可舍去;
- g) 在建的建筑物应按照现状测绘基础范围, 并标注“建”字;
- h) 地下建筑设施的进出口应准确测绘并标注;
- i) 1:500 地形图应准确测绘各类建筑物、构造物及所有附属设施, 并标注属性、建筑材料和层数;
- j) 行政区域名称应标注至村民小组;
- k) 境界应标绘至市(县)界, 有特殊需要时应标绘至镇(乡)界。

6.3.6 交通及附属设施测绘应符合下列规定:

- a) 各等级公路、大车路应按实际宽度依比例尺以双线绘出, 并在图上每隔 150 mm~200 mm 标注公路技术等级代码和编号, 有名称的加注名称;
- b) 路面铺装材料宜按其铺面材料分别以砼、沥、砾、石、砖、碴、土等注记于图中路面上, 铺面材料改变处, 应用地类界符号分开;
- c) 不依比例尺表示的乡村路和小路应以单线绘出;
- d) 铁路应准确测绘每一道轨道中心线, 测绘沿线输电线路、信号灯、水鹤及站台等附属设施;
- e) 公路的附属建筑物(如: 桥、桥墩、立交桥、平交道、涵、上下挡墙、里程碑、铁丝网等)应准确测绘, 1:500 地形图还应测绘沿线信号灯、监控摄像头、排水设施、百米桩、公里桩等附属设施;
- f) 立体交叉及高架道路多层交叉重叠时, 桥墩及立柱应根据用图需求表示;
- g) 市区街道应绘出行车道、过街地道出入口、分隔带、人行道与绿化带等。通过居民地的道路有明显边线的应按真实位置绘出;
- h) 公路中间的绿化隔离带宽度图上大于 1 mm 用双线表示, 否则用狭长灌木采单线表示;
- i) 厂矿企业内部铺装路面的道路应表示为内部道路;
- j) 建设中道路应以虚线绘出;
- k) 路堤、路堑应实地绘出边界, 坡顶、坡脚测注高程;
- l) 铁路轨顶(曲线段取外轨顶)、公路路中、道路交叉处、桥面等处应择要测注高程。

6.3.7 水系及附属设施测绘应符合下列规定:

- a) 江、河、湖、海、水库、池塘、主干渠宜依比例尺表示, 并测注水位高程及施测日期。可根据具体需要进行水下地形图测量表示;
- b) 水量较大的泉眼、独立水井及附属设施应准确测绘其范围和位置;

- c) 大型堤、坝应测注顶部及坡脚高程;
- d) 1:500 地形图测绘还应符合下列要求:
 - 1) 所有泉、井及附属设施应准确测绘。泉应测注出水口高程, 井应测注井台高程、井台至水面深度;
 - 2) 沟渠应择要测注渠顶边和渠底高程, 池塘应择要测注塘顶边高程, 时令河应择要测注河床高程, 堤、坝应择要测注顶部及坡脚高程。
- e) 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。各种干出滩应在图上用相应的符号或注记表示;
- f) 河流、溪流、湖泊、水库等水涯线, 宜按测绘时的水位测定。水涯线与陡坎线在图上投影距离小于 1 mm 时, 水涯线可不表示;
- g) 图上宽度小于 1 mm 的河流、沟渠, 可用单线表示。

6.3.8 管线及附属设施测绘应符合下列规定:

- a) 电力线、通信线和附属设施应逐杆测绘电杆、电塔, 10 KV 以上高压线应标注电压伏数, 与路线横向交叉的 110 KV 以上高压线应测量并标注高压线最低处高程;
- b) 1:500 地形图电塔基础轮廓、附属设施的实际形状应准确测绘, 应标注电压伏数和高压线最低处高程, 并标注测量时间和温度;
- c) 多种线路在同一杆、架上时可只表示主要的线路;
- d) 城市建筑区内电力线、电信线可不连线, 但应在杆、架处绘出线路方向;
- e) 地面上铺设的管线测绘应符合下列要求:
 - 1) 应准确绘出走向、拐点和附属设施;
 - 2) 1:500 地形图应测绘所有承台、承塔; 1:1000、1:2000 地形图应根据设计方案需要测绘承台、承塔;
 - 3) 重要管线应标注管线直径, 与线路相交处应标注管顶和管底高程, 其他处可择要标注。
- f) 地下埋设的管线测绘应符合下列要求:
 - 1) 地下管线应准确测绘进出口、检修井和附属设施;
 - 2) 1:500 地形图应准确绘出地面标识; 1:1000、1:2000 地形图应择要测绘地面标识。
- g) 管线设施应标注输送介质;
- h) 地物稀少地区宜测绘所有管线附属设施、地上管线, 根据地面标识绘出地下管线走向。

6.3.9 地貌和土质测绘应符合下列规定:

- a) 自然形态地貌应采用等高线表示, 崩塌残蚀地貌、坡、坎的特殊地貌应采用相应符号或采用等高线配合符号表示;
- b) 天然形成和人工修筑的坡、坎, 坡度不大于 70°时可表示为斜坡, 坡度大于 70°时应表示为陡坎, 斜坡在图上投影宽度小于 2 mm 时可以陡坎符号表示;
- c) 坡、坎比高小于 1/2 基本等高距或图上长度小于 5 mm 时可不表示, 坡、坎密集时可适当取舍;
- d) 沙地、露岩、湿地、采石场、挖土坑等可清楚表示范围的应测绘其范围并标注性质, 小面积的可均匀标注 3 个地貌符号;
- e) 坟地 1:500、1:1 000 地形图应测绘每个坟位置; 在 1:2 000 地形图上除应测绘范围外, 还应标注个数;
- f) 具有方位意义或历史价值的大型独立石块、独立陵墓等在各种比例尺地形图上应进行单独测绘, 有名称的应标注其名称;
- g) 独立石、土堆、坑穴、冲沟及陡坎等在地形图上应测注高程或比高;
- h) 陡崖、冲沟等在各种比例尺地形图上可清晰表示范围的应绘出;
- i) 山顶、鞍部、凹地、山脊、谷底等影响地形变化的重要位置处, 应测注高程;

j) 乱掘地应采集范围线（该范围线必须闭合）、测注高程点。

6.3.10 植被及相应附属设施的测绘应符合下列规定：

- a) 应按照实际情况标注分类属性信息，测绘所有附属设施。林地和经济作物应标注植物种类；
- b) 在地形图上可均匀标注 3 个植被符号，或可清楚表示范围，并标注性质的应测绘范围；
- c) 范围内植被种类繁杂时可综合取舍，标注主要植被；
- d) 具有方位意义或历史价值的独立大树在各种比例尺地形图上均应标注；
- e) 梯田应以等高线配合梯田坎表示，两坎间距在图上小于 5 mm 或坎高小于 1/2 等高距时可进行取舍；
- f) 梯田坎坡顶至坡脚宽度图上大于 2 mm 时应标注坡脚，梯田坎较缓且范围较大时可采用等高线表示；
- g) 田埂宽度图上不小于 1 mm 的应采用双线表示，小于 1 mm 的可采用单线表示。田块内应测注代表性高程。

6.4 全野外数字化测图

6.4.1 全野外数字化测图可采用 RTK 测图、极坐标（全站仪）测图等方法进行平面坐标和高程测量。

6.4.2 数据采集可采用编码法、草图法或内外业一体化的实时成图法。数据采集要求应符合下列规定：

- a) 采用草图法作业时，应依据仪器记录的测点编号和现场情况绘制草图，以反映地形要素的位置、属性和相互关系等；
- b) 采用编码法作业时，在测定定位信息的同时应输入测点的编码信息；
- c) 采用内外业一体化的实时成图法作业时，应实时确立测点的属性、连接关系和逻辑关系等，并利用软件实时编辑成图；
- d) 在建筑极为密集的困难地区作业时，可采用支距法、交会法等几何作图方法进行测量。

6.4.3 全野外数字化测图前应布设图根点，图根点测量主要技术要求应符合下列规定：

- a) 图根控制测量宜基于本项目各等级控制点进行布设；
- b) 图根点密度应根据测图比例尺、测图方法和地物地貌复杂程度确定。平坦开阔区域测图时图根点密度应符合表 35 的规定。地形复杂、隐蔽及城镇区，应根据测图需要加大图根点密度；

表35 全野外数字化测图图根点(含基础控制点) 密度

测图比例尺	1:500	1:1000	1:2000
全站仪测图图根点密度(点/km ²)	≥64	≥16	≥4
RTK 图根点密度(点/km ²)	≥32	≥8	≥2

- c) 图根点点位中误差不应大于图上 0.1mm，高程中误差不应大于测图基本等高距的 1/10；
- d) 图根点宜选在地势较高、视野开阔、易于观测的地方，应设定钢钉标志并编号；
- e) 图根点坐标和高程可采用 RTK 测量、导线测量、极坐标（全站仪）测量。基本等高距为 0.5m 时高程测量应采用水准方法进行；
- f) 采用 RTK 测量施测图根点时应符合下列要求：
 - 1) RTK 图根控制测量可采用单基站 RTK 和网络 RTK 测量模式，相关要求应符合 5.5.7 条的有关规定；
 - 2) RTK 测量图根点技术要求应符合表 36 的要求；

表36 RTK 测量图根点技术要求

等级	总测回数	观测历元数	测回间平面互差	测回间高程互差
图根	2	≥10	≤4cm	≤5cm

- 3) 每时段作业开始与结束均应对已测点、高等级或同等级已知点进行检测，坐标差不应大于图上 0.1mm，高程差不应大于测图基本等高距的 1/10；
- 4) 因卫星信号失锁，仪器重新初始化后，应对已测的图跟点进行检测。
- g) 采用导线测量方法施测图根点时应符合下列规定：
- 1) 图根导线测量主要技术要求应符合表 37 的规定；结点间或结点与起算点间长度不应大于表 37 规定的 0.7 倍；导线长度小于表中规定 1/3 时，绝对闭合差不应大于图上 0.3mm；

表37 图根导线测量主要技术要求

比例尺	导线全长(m)	平均边长(m)	测回数	测角中误差(“)	方位角闭合差(“)	导线最大相对闭合差
1:500	≤750	75	≥1	≤±20	≤±40√n	≤1/4000
1:1000	≤1500	150				
1:2000	≤3000	300				

注：n为测站数。

- 2) 条件受限制时可布设成支导线，边数不应超过 3 条，平均边长不应超过测图最大视距长度；角度应分别观测左、右角各一测回，圆周角闭合差不应超过 40“；垂直角应和水平角同步观测。
- h) 采用极坐标（全站仪）施测图根点时应符合下列要求：
- 1) 宜采用 6”级仪器，应一测回测定角度、距离；
- 2) 极坐标法图根点测量限差，应符合表 38 的规定；

表38 极坐标法图根点测量限差

半测回归零差(“)	两半测回角度较差(“)	测距读数较差(mm)	正倒镜高程较差(m)
≤20	≤30	≤20	≤H _d /10

注：H_d为基本等高距。

- 3) 在等级控制点上独立测量时，可直接测定图根点的坐标和高程，并应将上、下两半测回的观测值取平均值作为最终观测成果；
- 4) 极坐标法图根点测量的最大边长，应符合表 39 的规定。

表39 极坐标法图根点测量的最大边长 (m)

比例尺	1:500	1:1000	1:2000
最大边长	300	500	700

- i) 图根水准测量主要技术要求应符合表 40 的规定，结点间或结点与高级点间长度不应大于表 40 规定的 0.7 倍；

表40 图根水准测量主要技术要求

每公里 观测高差 全中误差 (mm)	水准路线长度(km)		视线 长度 (m)	观测次数		往返较差、附合或环线闭合差 (mm)	
	附合路线 或环线	支线长度		附合或闭合路 线	支线或与已知 点联测	平坦地、丘陵 地	山地、高山地
≤±20	≤6	≤3	≤100	往一次	往返各一次	≤±40√L	≤±12√n

注: L为水准路线长度(km), n为测站数。

- j) 采用光电测距三角高程测量施测图根点高程时应符合下列要求:
- 1) 高程路线应起闭于高级控制点, 路线长度不应大于图根水准的长度;
 - 2) 主要技术指标应符合表 41 的规定;
 - 3) 仪器高、觇标高观测值应取至 1 mm。

表41 图根三角高程测量主要技术要求

每千米观测高差 全中误差(mm)	最大边长 (m)	中丝法测回数	指标差较差 (")	垂直角较差 (")	对向观测高差较 差(mm)	附合或环线闭合 差(mm)
≤±20	600	≥2	≤25	≤25	≤±60√D _s	≤±40√ΣD _s

注: D_s为边长 (km)

- 6.4.4 采用单基站 RTK、网络 RTK 测量法进行地形图测量作业应符合下列要求:
- a) 流动站接收机天线高变换时, 应对手簿作相应更改;
 - b) 流动站作业每点观测时间不应少于 5 个历元;
 - c) 采用单基站 RTK 测量时流动站至基准站的距离应小于 5 km;
 - d) 作业开始及作业结束前, 宜检测 2 个以上不低于图根精度的已知点; 检测结果与已知成果的平面较差不应大于图上 0.2 mm, 高程较差不应大于基本等高距的 1/5;
 - e) 不同基准站作业时, 流动站应检测地物重合点, 点位较差不应大于图上 0.6 mm, 高程较差不应大于基本等高距的 1/3。
- 6.4.5 采用全站仪测量法测量地形图应符合下列要求:
- a) 测量开始前, 应确保全站仪或棱镜的温度的稳定;
 - b) 全站仪应进行对中整平。仪器的对中偏差不应大于 5 mm;
 - c) 每时段观测应在测前、测后分别量取仪器高, 2 次仪器高之差应不大于 3 mm, 并取平均值作为仪器高;
 - d) 全站仪测站定向后, 应进行测站检核, 检核点的平面位置较差不应大于图上 0.2 mm, 高程较差不应大于基本等高距的 1/5;
 - e) 测量收站前, 应检查仪器是否对中整平, 并就近选择图根点进行平面和高程检查;
 - f) 观测时应防止测站周围环境引起仪器震动;
 - g) 测站观测人员应对采集人员报告的测点点号、属性、棱镜高等信息进行反馈;
 - h) 全站仪测距长度应符合表 42 的规定。

表42 全站仪测图测距长度表

比例尺	地物点测距长度(m)	地形点测距长度(m)
1:500	≤160	≤300

表 42 全站仪测图测距长度表（续）

比例尺	地物点测距长度(m)	地形点测距长度(m)
1:1000	≤300	≤500
1:2000	≤450	≤700

6.5 数字航空摄影测量

6.5.1 采用数字航空摄影测量工作流程应包括：像片控制点测设、影像获取、空中三角测量、内业数字采集、野外调绘过程。

6.5.2 航空摄影前应收集摄区地形资料、限飞区域信息和气象资料，踏勘调查摄区内高大建筑物、高压线、无线电干扰源等影响飞行安全的信息。

6.5.3 航空摄影前应根据工程设计文件、任务书技术文件，在1:10 000~1:50 000地形图或卫星影像上进行航带设计。航带设计应符合下列规定：

- a) 1:2000及以上比例尺地形图航摄有效范围宜超出测图范围线100m；
- b) 大桥、特大桥、大型互通式立体交叉及服务区、管理区航摄范围宜超出测图范围500m；
- c) 航线布设宜沿设计线路走向敷设；
- d) 航摄范围横向每侧应覆盖成图区域以外一个航带20%以上，纵向各向外延伸2~3条摄影基线；
- e) 摄影区域含有水域时，航线应避免垂直影像像主点落水；
- f) 摄影基准面高度应依据地形起伏、飞行安全条件确定，宜选取范围内低点高程为基准面高度；
- g) 航线布设应满足测区地形最高点处影像重叠度、最低点处地面分辨率要求。难以满足要求时，应按照下列规定进行航摄分区：
 - 1) 航摄分区应综合考虑测区形状、大小、海拔高低、飞行器性能等多方面的因素；
 - 2) 航摄比例尺小于1:8 000时分区内地形高差应小于1/4摄影航高，航摄比例尺大于或等于1:8000时应小于1/6摄影航高；
 - 3) 航摄分区长度不宜短于6.0km；
 - 4) 航摄分区结合部宜设置在地形相对平坦地段，接头部分不应产生漏洞，重叠部分应延伸不少于2条摄影基线。

6.5.4 数字航空摄影飞行器基本性能应满足下列基本要求：

- a) 应具备一般气象条件下安全飞行能力，抗风能力不低于4级；
- b) 自动驾驶仪应具备定点曝光或等距曝光控制功能；
- c) 具备记录相机曝光时刻位置姿态信息功能；
- d) 镜头应定焦，焦平面应恒定无穷远，镜头与相机机身连接应稳固；
- e) 飞控、相机、云台和RTK之间时间同步；
- f) 宜加载GNSS/IMU系统，性能应符合表43规定。

表43 GNSS/IMU系统基本性能要求

项 目		性 能 (精 度)
GNSS	接收机类型	双频
	测量方式	载波相位测量
	采样间隔	≤1s

表 43 GNSS/IMU 系统基本性能要求 (续)

项 目		性能(精度)
IMU	侧滚角	≤0.015°
	俯仰角	≤0.015°
	航偏角	≤0.035°
	采样间隔	≤0.016s

6.5.5 航摄仪基本性能宜符合表 44 的要求。

表44 航摄仪基本性能要求

类别	性能
像素	≥2000 万
定焦镜头	对焦无限远
相机最高快门速度(曝光时间)	≤1/800S
辐射分辨率	≥12bit
色差校正范围(波长)	400nm~900nm
视场角(飞行方向)	≥27°
与 POS 接口框架	有

6.5.6 航摄比例尺、地面分辨率宜根据成图比例尺的不同，按照表 45 的规定选定。航摄基高比宜不小于 0.3，城镇建筑区航摄基高比宜不小于 0.5。

表45 地面分辨率与航摄比例尺选取

成图比例尺	地面分辨率(m)	航摄比例尺
1:500	≤0.05	1:2000~1:3500
1:1000	≤0.10	1:3500~1:7000
1:2000	≤0.20	1:7000~1:14000

6.5.7 数字航摄所用相机应进行下列检定：

- 检定内容应包括主点坐标、焦距和畸变差；
- 主点坐标检定中误差不应大于 $10 \mu\text{m}$ ，焦距检定中误差不应大于 $5 \mu\text{m}$ ，畸变差改正后残余畸变差不应大于 0.3 像素；
- 每次检校均应提供检校参数及检校数学模型；
- 当出现相机大修、关键部件更换、遭受剧烈震动冲击等情况，应重新检校。

6.5.8 航摄飞行质量应符合下列要求：

- 航摄影像重叠度应符合表 46 的规定。在陡峭山区、高大建筑物密集的城镇地区、海岛、道路、管线、河流等摄区航摄时、重叠度应适当加大；

表46 像片或航摄影像重叠度

方 向	个别最小值(%)	一般值(%)	个别最大值(%)
同一航带航向重叠	56	60~65	75
相邻航带旁向重叠	15	30~35	—

- b) 影像旋偏角应符合表 47 的规定, 同一摄影分区内达到或接近最大旋偏角的像片不应连续超过 3 片;

表47 旋偏角

成图比例尺	1:2000	1:1000	1:500
一般值 (°)	≤4	≤6	≤8
个别最大值 (°)	≤6	≤8	≤10

- c) 像片倾角宜小于 2°, 个别航线倾角最大不应大于 4°。采用轻型飞行器、无人飞行器摄影时个别像片大应大于 8°;
- d) 像片倾角和像片旋偏角不应同时达到最大值;
- e) 同一航带相邻像片航高差应小于 20 m, 同一航带最大航高与最小航高之差应小于 30 m;
- f) 摄影分区内实际航高与设计航高之差不应大于 50 m。如航高大于 1 000 m, 实际航高与设计航高之差不应大于设计航高的 5%;
- g) 航线弯曲度应小于 3%;
- h) 航迹线偏移应小于像幅的 10%;
- i) 航向覆盖超出分区边界线应不少于两条基线; 旁向覆盖超出整个摄区和分区边界线不应少于像幅的 50%;
- j) 对航摄漏洞补摄宜采用同型号相机, 补摄航线两端应超出漏洞之外两条基线;
- k) 影像数据应与定位定姿数据记录对应;
- l) 飞行速度选择应与相机快门速度设置相匹配。

6.5.9 影像质量应满足下列要求:

- a) 影像应清晰、层次丰富、反差适中、色调柔和;
- b) 影像上不应有云层遮挡、大面积烟雾、反光;
- c) 像点位移不应大于 1 像素, 宜不大于 0.5 像素;
- d) 不应出现振动、镜头污染、相机快门故障;
- e) 影像合并时对应点精度应小于 0.2 像素;
- f) 合并后影像不应产生质量退化;
- g) 影像色彩深度不应小于 12bit, 影像色彩饱和度等级不应小于 10 级, 幅与幅之间色调宜保持一致;
- h) 影像文件格式应采用非压缩的通用格式。

6.5.10 航摄时间选择应满足下列要求:

- a) 选择天气晴朗, 能见度好、风力小的天气进行, 其中水平能见度应大于 10 km, 垂直能见度大于 3 km;
- b) 在河流湖泊、海洋、大面积的盐滩、滩涂等区域航摄时, 不应采取正午前后 1h~2h 摄影;
- c) 在陡峭山区和高大建筑物密集的城镇地区, 宜在正午前后各 2h 内摄影;

6.5.11 像片控制点布设应符合下列规定:

- a) 应依据成图精度、航摄参数因素确定;
- b) 应控制整个成图区域, 重点工程地段应增加像片控制点;
- c) 应先进行室内初步选点, 并进行实地踏勘, 选在四周无遮挡的空旷处, 避开有阴影的区域;
- d) 布设不少于像片控制点总数 10% 的检查点用于空中三角测量检查;
- e) 无 GNSS 或 IMU/GNSS 辅助航摄情况下, 布设应符合下列规定:
- 航向相邻控制点的基线数跨度过大不宜大于下表 48 的规定, 仅用于 DOM 时, 基线数跨度过可

按照规定值 2 倍;

表48 航向相邻控制点的基线数跨度

比例尺	基线数跨度
1:500	3
1:1 000	4
1:2 000	6

2) 旁向相邻控制点的航线数跨度宜不大于下表 49 的规定;

表49 旁向相邻控制点的航线数跨度

比例尺	航线数跨度
1:500	3
1:1 000	3
1:2 000	3

3) 大面积沼泽、森林等特殊困难地区布点要求中的基线跨度和航线跨度可按照规定值 1~2 倍执行。

f) 采用 GNSS、IMU/GNSS 辅助航摄时, 应符合下列规定:

- 1) 航向相邻控制点的基线跨度可按表 48 的 3 倍执行, 旁向相邻控制点的航线跨度可按表 49 的 2 倍执行;
- 2) 采用单航线布设时, 航线两端应各布设 2 个像片平高控制点, 中部应布设不少于 1 个平高控制点;
- 3) 采用区域网布设时, 在区域四角附近和中部附近应各布设 1 个平高控制点。

6.5.12 像片控制点的选点和整饰应符合下列规定:

- a) 宜选在线状地物的交点、地物拐角、直径较小圆形地物中心。地物稀少地区可选在线状地物端点;
- b) 缺乏特征地物或者需要高精度航空摄影测量的区域, 应在航摄前铺设人工地面标志并测量三维坐标, 要求如下:
 - 1) 宜布设在便于观测的地方;
 - 2) 色彩应与周围地面反差良好, 形状、规格应能在影像上准确辨认与测量。
- c) 应对像片控制点标志进行拍照, 并制作像片控制点点位说明。点位附近有高程变化的, 应注明比高, 注至 cm;
- d) 像片高程控制点应选在高程变化较小的地方;
- e) 同一类型的像控点宜选择标志物的相同部位作为观测点位。

6.5.13 像片控制点平面坐标及高程测量应按 6.4.3 条图根控制测量的规定执行。

6.5.14 影像预处理应满足地物立体观测和属性判读要求, 宜包含下列内容:

- a) 将格式转换为非压缩 TIFF 格式或 JPG 格式;
- b) 对影像进行图像增强, 增加地物的可读性;
- c) 对阴影、云影处地物细部特征增强;
- d) 处理后的影像整体色调、饱和度宜一致。

6.5.15 空中三角测量应符合下列规定:

- a) 影像应完成畸变改正, 外业控制点文件和相机文件输入应完整、正确;
- b) 像片控制点点位量测应根据像片控制点略图及说明, 选在成像清晰、离开影像边缘 10% 的位

置；

- c) IMU/GNSS 辅助空中三角测量和 GNSS 辅助空中三角测量情况下，应导入摄站点坐标、像片姿态参数进行联合平差；
- d) 加密点在同一测段或同一区域网中应统一编号；
- e) 加密点相对最近野外控制点的平面点位中误差在平坦地、丘陵地区域不应大于图上 0.4 mm，不满足规定时，应采用全野外控制布点；山地、高山地区域不应大于图上 0.55 mm；
- f) 加密点相对最近野外控制点的高程中误差不应大于表 50 的规定。加密点的中误差采用检查点（多余像控点）的中误差进行估算；

表50 加密点对最近野外控制点高程中误差

成图比例尺	高程中误差 (m)			
	平坦地	丘陵地	山 地	高山地
1:500	±0.2	±0.2	±0.35	±0.5
1:1 000	±0.2	±0.4	±0.5	±1.0
1:2 000	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2

- g) 特殊困难地区(大面积森林、沼泽等)加密点的平面和高程中误差可按规定 1.5 倍执行；
- h) 自由网平差与影像密集匹配应满足下列规定：
 - 1) 参与解算的像片与导入的全部原始像片的比率不小于 90%；
 - 2) 影像密集匹配的连接点坐标残差中误差不应大于 0.7 个像素，最大残差不应大于 2 个像素，坐标残差大于 1 个像素而小于 2 个像素的连接点个数不大于 5%；
 - 3) 像片控制点和人工判读/量测的连接点像点坐标残差中误差不应大于 0.5 个像素，最大残差不应大于 1.5 个像素；
 - 4) 特别困难地区可按以上规定值 1.5 倍执行。
- i) 相对定向应符合下列规定：
 - 1) 相对定向连接点坐标分量观测中误差不大于 1/3 个像素，连接点上下视差最大残差不大于 4/5 个像素，特别困难资料或地区可按规定 1.5 倍执行；
 - 2) 连接点应分布均匀，每个标准点位区应有连接点。自动相对定向时，每个像对连接点数目宜不少于 30 个；
 - 3) 航线连接点宜 3 度重叠，旁向连接点宜 6 度重叠。
- j) 绝对定向与区域网平差应符合下列规定：
 - 1) 绝对定向精度指标限差应符合表 51 的规定；

表51 绝对定向精度指标

项目		精度指标
平面坐标误差	基本定向点残差	0.75M ₁
	多余控制点不符值	1.25M ₁
	公共点较差	2.0M ₁
	平坦地、丘陵地	图上 0.3 mm
	山地、高山地	图上 0.4 mm

表 51 绝对定向精度指标（续）

项目		精度指标
高程误差	平坦地、丘陵地	0.2 m
	山地、高山地	0.75M ₂
注：M ₁ 为加密点平面点位中误差，M ₂ 加密点高程中误差。		

- 2) 平差计算时应对连接点、像控点进行粗差检测，粗差点进行剔除或修测；
 3) 对于空三不合格的情况需要根据情况调整连接点、控制点刺点，重新进行空三处理。
 k) 加密成果资料应清晰、齐全，重大技术处理过程应记录。
- 6.5.16** 航测内业数字采集应符合下列要求：
- a) 地物、地貌测绘内容要求应符合 6.3 条的规定；
 - b) 测绘成果图形文件宜采用 DWG 格式；
 - c) 地物、地貌要素的表示和取舍要求应符合 6.8 条的规定；
 - d) 地物与地貌的采集应按立体判读和外业调绘资料，进行外业定性、内业定位；
 - e) 沟底、谷底、鞍部、山顶、变坡处、坎顶、坎底、公路路面、铁道轨面、道路交叉处、堤顶、堤脚及主要河流、湖泊、较大水塘水边均应测注高程注记点；
 - f) 应保证采集成果的唯一性。
- 6.5.17** 野外调绘应符合下列要求：
- a) 可采用全野外调绘和综合判读调绘法；
 - b) 可使用纸质草图或使用便携计算机设备对电子地图进行调绘；
 - c) 应采用定量定性调绘为主，定位调绘为辅；
 - d) 各类地物的属性、名称、数量、形式等应根据不同测图比例尺要求按照 6.3 条的有关规定进行调查和测量；
 - e) 同一位置不能按真实位置描绘两种以上符号时，应保证地物相对位置不变的情况下，将次要地物移位表示；
 - f) 新增、发生变化、影像模糊、被遮盖无法辨认的地形、地物，应进行补充调查和测量；
 - g) 对调绘的信息数据，应及时在计算机上对电子版地形图进行编辑。
- 6.5.18** 数字正射影像图应符合下列规定：
- a) 数字正射影像图地物点位中误差应符合 6.1.8 条的规定；
 - b) 影像处理后应能反映测区真实的细部特征，影像色调层次分明，纹理清晰；
 - c) 数字影像图应根据数字高程模型数据进行正射纠正；
 - d) 数字正射影像应根据图幅范围进行裁切；
 - e) 数字正射影像图应包括 TIFF 格式或 JPG 格式的正射影像文件和 TFW 格式的影像坐标信息。

6.6 激光扫描测绘

- 6.6.1** 激光扫描测绘包括设备选择、系统检校、航线或路径设计、基站设置、标靶点测设、数据采集、数据处理等作业流程。
- 6.6.2** 激光扫描应符合下列技术规定：
- a) 机载激光扫描相对航高应根据激光器最大测距、点云间距与密度等因素综合确定；
 - b) 高速公路激光点云密度、高程中误差应分别优于表 52、53 的规定。

表52 激光点云间距与密度

成图比例尺	1:500	1:1 000	1:2 000
激光点间距 (m)	≤0.25	≤0.5	≤1
点密度 (点/m ²)	≥16	≥4	≥1

表53 激光点高程中误差 (m)

地形类别	高程中误差		
	1:500	1:1000	1:2000
平坦地	0.15	0.2	0.3
丘陵地	0.3	0.4	0.4
山 地	0.4	0.6	1.0
高山地	0.6	1.2	1.2

6.6.3 激光扫描系统宜包括激光雷达、POS 系统、数码相机和控制装置，应满足下列基本要求：

- a) 激光安全等级应为 1 级；
- b) 激光扫描仪宜具有点云强度信息；
- c) 数字化激光扫描仪的回波次数不应小于 4 次；
- d) POS 系统应采用双频、多频 GNSS 接收机；
- e) GNSS 定位平面精度不宜大于 0.05 m，高程精度不宜大于 0.10 m；
- f) 机载激光 POS 系统侧滚、俯仰和航偏角宜符合表 54 的规定；
- g) 惯性测量单元数据记录频率不宜低于 200Hz；
- h) 机载激光扫描数据采集时应加载数码相机。数码相机可采用非量测型，像素宜大于 3000 万。

表54 POS 系统侧滚、俯仰和航偏角测量精度要求

航飞高度 h (m)	新建高速公路		改扩建高速公路	
	侧滚、俯仰角 (°)	航偏角 (°)	侧滚、俯仰角 (°)	航偏角 (°)
h≤200	-	-	≤0.005	≤0.010
200<h≤500	≤0.010	≤0.015	≤0.003	≤0.007
h≥500	≤0.005	≤0.008	-	-

6.6.4 激光扫描数据采集前，应进行系统检校。检校场宜布设在测区附近，并符合下列规定：

- a) 检校场应选择地势平坦开阔、地物明显的区域，且不应存在激光回波高吸收或弱反射地物；
- b) 车载激光扫描检校场宜包含转角规则的建筑物，且建筑四周平整，有硬化道路围绕。检校场内控制点均匀分布在目标物的四周，控制网全面控制扫描区域；
- c) 机载激光扫描检校场应含一段较直平整公路。检校场应进行重叠飞行，应包含平行与垂直交叉飞行不少于 3 条航线，每条航线长度宜为 3 km~5 km。

6.6.5 机载激光扫描数据采集应根据数据采集范围、飞行高度、扫描仪性能进行航线设计。航线设计应满足下列要求：

- a) 高速主线采集范围，新建高速公路宜满足路线方案中心线两侧共 600 m，改扩建高速公路拼宽段宜满足现有道路中心线两侧共 300m，分离式两侧宽度按照新建高速要求执行；
- b) 互通立交或服务区采集范围，宜根据设计方案用地范围外延 100 m；

- c) 航带宽度宜兼顾激光扫描数据采集和影像数据采集宽度, 旁向重叠不应小于 10%。

6.6.6 车载激光扫描应根据既有高速进出口位置、仪器性能进行路径设计, 路径设计应满足下列要求:

- a) 单次作业的持续时间不应大于 3 h;
- b) 应匀速行驶, 高速主线扫描行驶速度不应小于 20 km/h, 且不大于 60 km/h;
- c) 匝道数据采集行驶速度不大于 30 km/h;
- d) 宜在数据采集车后方 50 m 范围内安排防撞车协同作业;
- e) 应避开通行高峰期, 在不要求影像数据采集时, 宜在下半夜进行激光数据采集;
- f) 采集时, 激光扫描车辆不应超出地面基站控制范围;
- g) 为提高外业扫描效率减少扫描次数, 可综合考虑高速主线与匝道的路径设计, 不应遗漏匝道和同幅出口、入口处三角段主线。

6.6.7 激光扫描成图时 GNSS 基站设置应满足下列要求:

- a) 基站分布应能控制整个测区, 基站间距设置符合表 55 要求;

表55 激光扫描地面基站间距 (km)

扫描类别	比例尺	间距
车载	1:500	≤15
	1:1000、1:2000	≤20
无人机载	1:500	≤20
	1:1000、1:2000	≤30
无人机载	1:500	≤5
	1:1000、1:2000	≤10

- b) GNSS 基站观测数据采样间隔不宜大于 1s, PDOP 应小于 6;
- c) 地面基站成果平面及高程精度应符合四等控制测量要求。

6.6.8 激光扫描时应布设标靶点, 标靶点的布设和测量应满足下列要求:

- a) 标靶点间距应符合表 56 的要求。

表56 激光扫描标靶点间距 (km)

标靶点类型	成果类型或比例尺	间距
平面标靶点	1:500	≤3
	1:1 000、1:2 000	≤5
高程标靶点	1:500	≤1
	1:1 000、1:2 000	≤3

- b) 标靶点的布设应符合下列要求:
 - 1) 标靶点可选取清晰带转角且在激光点中易于识别的地物特征点;
 - 2) 可根据需要新敷设标靶点, 采用白色易于激光点云识别油漆如公路划线漆, 新布设的标靶点形状宜为“L”或“J”等形状。标志的尺寸应保证转角能清晰识别, 其尺寸、形状宜按照附录 C 执行;
 - 3) 高程标靶点应选择在硬化平整地面, 宜平高共点;
 - 4) 改扩建高速公路路面标靶点宜布设在硬路肩上, 其中心点距离行车道外边缘线不应小于

1.0 m, 距离硬路肩外侧边缘不宜小于 0.2 m。

- c) 标靶点的测量应按照一级平面、四等高程施测。

6.6.9 激光扫描数据采集应满足下列要求:

- a) 激光扫描数据包括激光测距数据、地面基站观测数据、平台 GNSS 观测数据、IMU 观测数据和数码影像数据;
- b) 激光扫描测量前、后应保持开机状态持续不少于 5 min;
- c) 进入测区前, 先进行“8”字路线运行;
- d) 每次扫描后点云数据应及时备份, 检查后有扫描漏洞或植被覆盖密集点云稀少时, 应补充扫描或人工补测。

6.6.10 激光扫描采集的数据处理包括数据预处理、坐标转换, 应满足下列要求:

- a) 激光数据预处理应联合 POS 数据、地面基站 GNSS 数据、轨迹记录、影像数据、激光测距数据和系统检校数据进行解算;
- b) POS 数据处理应符合下列要求:
 - 1) GNSS 天线中心位置坐标应采用基准站坐标联合激光扫描平台 GNSS 观测数据进行精密动态后差分处理;
 - 2) 数据解算应选择距离最近的基准站数据进行, 或采用多基站数据进行联合解算。
- c) 影像预处理应包括影像匀光、匀色和几何畸变校正等, 并基于数码影像数据、POS 数据、基站数据和检校参数, 解算影像外方位元素;
- d) 不同轨迹或测站间的相邻点云数据应进行拼接和系统误差改正。拼接处平面中误差不应大于平均点云间距, 高程中误差不应大于表 52 的地形图对应的高程中误差;
- e) 数据坐标转换应采用七参数转换模型。平面坐标转换精度应优于 50 mm, 高程转换精度优于 20 mm。

无已知转换参数的区域, 应选取均匀分布且覆盖数据区域的三个或以上控制点进行解算;

- f) 数据高程转换宜采用似大地水准面精化成果。无似大地水准面精化成果时, 应采用标靶点构建三角网或线性高程改正进行高程分段精化。分段长度宜小于 5km, 每个分段包含的标靶点个数不宜少于 3 个, 相邻分段公共点不宜少于 1 个。高程分段精化时, 应采用三角面或线性插值修正高程。

6.6.11 激光点云数据分类应符合下列规定:

- a) 激光点云类别宜分为原始类、地面类、非地面类;
- b) 分类前应按照绝对高程范围进行滤波处理, 去除点云中的明显噪点;
- c) 激光点云分类应先进行计算机自动粗分类, 再进行人机对话精分类;
- d) 自动分类应符合下列规定:
 - 1) 自动初始分类, 可按照地形类别分别设置坡度阈值;
 - 2) 裸露地表区域应将唯一回波的点云分类为地面点;
 - 3) 植被覆盖区域宜将最后一次回波的点云分类为地面点, 并结合周围地面坡度进行人工判读综合取舍;
 - 4) 植被、人工规则地物、水系及形状空间特征明显的地物宜根据激光点高程及点云形状、密度、坡度及空间特征等信息设置不同的参数进行点云分离。
- e) 人工分类主要针对自动分类无法完成区域, 分类过程宜结合数码影像综合分析。

6.6.12 激光点云数据分类后应进行成果可靠性、一致性及符合性检查, 并符合下列规定:

- a) 可靠性检查可采用地面点高程建模, 对模型不连续、突变处可采用剖面图进行核实检查;
- b) 一致性检查应利用点云分类结果与影像进行分类范围的对比分析, 对比分析可采用点云赋真彩色的方法进行;

c) 符合性检查应利用野外实测数据对分类后的地面点进行对比检查。

6.6.13 地形图各类要素平面位置宜采用立体影像按航空摄影测量的要求采用数字正射影像图制作,具体要求应满足 6.3 条的规定; 地貌等高线数据宜基于数字高程模型生成, 并满足下列规定:

- a) 等高线应采用激光点云地面点构建的数字高程模型内插生成;
- b) 山脊线、山谷线应位置准确, 走向分明;
- c) 高程注记采集应基于 DOM 和地面激光点进行, 并符合 6.3.4 条的规定。

6.7 水下地形图测绘

6.7.1 地形图测绘范围内对设计方案有影响的江、河、湖、海等区域, 应测绘水下地形图。

6.7.2 水下地形图的平面和高程控制系统宜与项目地形图一致, 等高距可按水底地形倾角所比照的地 形类别和测图比例尺选择。

6.7.3 水下地形图陆地部分应与项目地形图进行衔接。

6.7.4 水下地形图测绘宜采用项目已布设的控制点。新布设的控制点应与项目原有的控制点进行联测。

6.7.5 采用的测深仪应在测前、测后和测深过程中采用检查板进行检校。

6.7.6 主测深线宜垂直于等深线总方向。测深点布测宜采用断面方式, 也可采用散点形式, 间距宜符合表 57 的规定。

表57 测深线距离和断面上测深点图上间距

测量项目	重点水域、特大桥断面上	一般水域	检查测量
图上间距 (mm)	≤10	≤15	10~15

6.7.7 测点平面定位、水面高程、水深应同步观测。测深应在风浪较小的情况下进行, 当内河波浪超过 0.4m、沿海波浪超过 0.6m 时应停止作业。

6.7.8 测深点点位中误差应符合表 58 规定, 测深点深度中误差和深度比对互差应符合表 59 的规定。

表58 测深点点位中误差

测图比例尺	定位点图上点位中误差 (mm)
≤1:5000	≤±1.0
>1:5000	≤±1.5

表59 测深点深度中误差和深度比对互差

水深范围 (m)	测深点深度中误差 (m)	深度比对互差 (m)
河流深度小于 5m 的硬底质水域	≤±0.15	≤0.30
≤20	≤±0.20	≤0.40
>20	≤±0.01H	≤0.02H
注: Hs 为水深		

6.7.9 测深点应进行抽样比对, 抽样比例应大于总点数的 5%, 且应均匀分布, 深度比对超限点数大于抽样数量的 20% 时应重测。

6.8 地形图编辑

6.8.1 地形图要素取舍和表示应突出重点、内容全面、注重地物、合理避让, 应重点考虑公路设计、

规划、建设要求。

6.8.2 地形图注记符号宜以正北方向为上，计曲线注记字头应指向山顶或高地。

6.8.3 依比例尺表示的地物应准确测绘地物轮廓线并填绘符号，不依比例尺表示的地物应测绘地物定位点或定位线。

6.8.4 两个地物中心重合或接近难以同时准确表示时，应准确表示对公路建设影响较大的地物，影响较小的地物移位 0.2 mm 表示。

6.8.5 点状符号与线状要素符号重合或接近难以同时准确表示时，宜中断线状地物符号，完整绘出点状符号。

6.8.6 房屋或围墙等建筑物边线与坎坡线重合时，坎坡线应移位 0.2 mm 表示，完整绘出建筑物边线。

6.8.7 房屋外轮廓应闭合，房屋与房屋、房屋与围墙直接进行对接。

6.8.8 房屋和围墙等建筑物边线与水涯线重合时，应中断水涯线。

6.8.9 水涯线与陡坎重合时，应采用陡坎边线；水涯线与斜坡脚重合时，应采用水涯线。

6.8.10 双线道路与房屋、围墙等建筑物边线重合时，应以建筑物边线代替路边线，道路边线与建筑物接头处应间隔 0.2 mm。

6.8.11 地类界与地面上实物线状符号重合时，应省略不绘；与地面无实物线状符号重合时，应将地类界移位 0.2 mm 绘出。

6.8.12 等高线与房屋及其他建筑物、双线道路、路堤、路堑、坑穴、陡坎、斜坡、湖泊、双线河以及文字、数字注记等相交时应中断。

6.8.13 等高线压缩参数宜为 0.01~0.04。

6.8.14 在公共地形图上不宜示出的地物，宜标绘范围。

6.8.15 地物标识、地貌属性特征代码设计宜与国家标准图式编号一致，地形图数据分层宜按表 60 规定执行。

表60 地形图数据分层

层 名	层号	缩写
内、外图廓及整饰	20	NET1
方格网	21	NET2
等高线	22	C0NT
高程注记点	23	POI
测量控制点	24	C0N
独立地物	25	SIG
居民地和垣栅（面）	26	RES1
居民地和垣栅（点、线）	27	RES2
工矿建（构）筑物及其他设施（面）	28	INDI
工矿建（构）筑物及其他设施（点、线）	29	IND2
铁路及附属设施（面）	30	TRA1
铁路及附属设施（点、线）	31	TRA2
管线及附属设施	32	PIP
水系及附属设施（面、线）	33	HYD1
水系及附属设施（点）	34	HYD2

表 61 地形图数据分层（续）

层名	层号	缩写
境界	35	BOU
地貌和土质（面）	36	TERI
地貌和土质（点、线）	37	TER2
植被（面）	38	VEG1
植被（点、线）	39	VEG2
地名注记（定位点）	30	ANO
说明注记（定位点）	41	ANN
高等级公路	42	HIW1
高等级公路服务区、收费站	43	HIW2
高等级公路交通工程附属设施	44	HIW3
低等级公路	45	HIW4
乡村道路	46	ROD
公路设计要素	47	DES

6.8.16 公路地形图宜按照设计路线统一分幅。单独分幅时，宜按路线前进方向采用矩形或正方形分幅，地形图图廓整饰应按图 1 执行。除图廓应标注坐标外，还应在测图范围周围和测图范围内适当位置标注坐标。

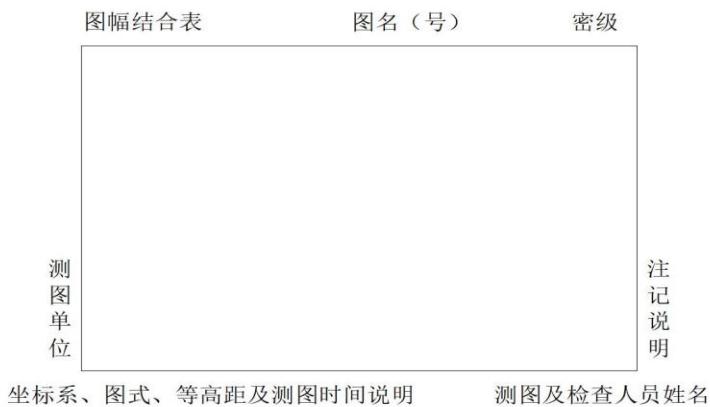


图1 地形图图廓整饰图

6.9 数字高程模型

6.9.1 作业前应按高速公路设计阶段要求，确定建立数字高程模型的精度、数据获取方式、采样点密度等。

6.9.2 数字高程模型数据可通过利用已有地图数据库数据、野外实测等手段获取。数据获取应符合下列规定：

- a) 利用地形图数据库数据生成数字高程模型数据时，应对数据库中数据的内容、属性、比例尺及精度等进行检查；
- b) 应采用统一格式的特征信息码记录采样点的地形及地物属性信息；
- c) 模型数据文件应采集地形特征线和地形特征点，不应遗漏对构建 DEM 精度起决定作用的三维

特征信息。采样点间距宜符合表 61 的规定, 野外实测采集地形点时可适当放宽, 但应符合表 34 的规定;

表61 采样点间距 (m)

地形类别	比例尺		
	1:500	1:1000	1:2000
平坦地、丘陵地	≤5	≤10	≤20
山地、高山地	≤2	≤5	≤10

- d) 每一采样单位内应采集一定数量的检查点, 检查点应均匀分布且应尽量靠近地形特征线、特征点, 检查点文件应单独存放。

6.9.3 对采集的数据进行编辑和内业处理应符合下列规定:

- a) 对多源数据应进行坐标转换、统一格式与编码、数据分类、数据文件合并与拆分、数据接边处理, 按数据类别进行数据规格化管理或建立数据库;
- b) 对原始采样数据应进行粗差检查, 可采用计算机自动挑错法、人机交互挑错法、预生成的模型分层设色法、模型内插的等高线与已有地形图等高线套合法等检查方法;
- c) 数据录入应采用文件交换方式并进行字符检校, 少量的可采用人工键入, 并应进行校核。
- d) 采用激光数据构建数字高程模型时还应符合下列规定:
 - 1) 应采用分类后的地面激光点结合野外补测数据进行建模;
 - 2) 水体及植被覆盖密集区域宜人工补测后进行建模。

6.9.4 数字高程模型构建可选择三角网模型、规则格网模型、混合模型方式构建数字高程模型, 应符合下列规定:

- a) 模型构建数据范围宜按照图上 10mm 进行外扩;
- b) 在工程施工图设计阶段及大比例尺模型构建时, 应加入地形特征线、断裂线等三维约束线;
- c) 采用三角网构建模型时, 应预生成三角网, 并消除模型内不合理的三角形;
- d) 采用规则格网构建模型时, 规则格网间距的选择宜符合表 62 的规定。

表62 规则格网间距 (m)

成图比例尺	1:500	1:1 000	1:2 000
格网间距	0.5	1	2

6.9.5 地面数字高程模型生成的等高线精度应满足表 33 的有关规定。

6.10 地形图成果检查验收

6.10.1 地形图测量过程中应进行自检和作业组间互检。

6.10.2 地形图完成后及使用前, 应对资料进行检查。地形图检查应符合下列要求:

- a) 检查内容应包括标注正确性、等高线和高程注记点之间关系正确性、图面要素完整性、图面美观程度、图幅整饰合理性等;
- b) 地形图检查流程应包括内业检查、野外抽样巡视、实测抽检和编写检查报告;
- c) 应对地形图进行 100% 内业检查, 内业检查应包括下列要求:
 - 1) 内容是否存在遗漏或与外业资料不统一;
 - 2) 等高线表示是否准确, 是否存在与实际不一致;
 - 3) 多次、不同批次测图接边处地物、地貌的性质和类别应一致;
 - 4) 地形图应统一进行整饰, 形成完整的地形图成果文件;

- 5) 图形编辑时各种符号、数字及文字注记位置应恰当，不应与重要地物、地貌重叠；
 - 6) 曲线接头处应光滑圆顺；
 - 7) 地类界、行政区划等封闭图形应进行闭合检查。
 - d) 野外抽样巡视应符合下列要求：
 - 1) 抽样比例不应少于测图里程的 20%，样本宜均匀分布；
 - 2) 检查内容应包括各类地物、地貌要素表示的正确性和完整性检查，各类标注的正确性和完整性检查等；
 - 3) 主要地物不应遗漏，属性不应出现明显错误；一般地物属性错误率和遗漏率不应大于 5%。
 - e) 实测抽检应符合下列要求：
 - 1) 抽样比例不应少于测图里程的 10%，检查样本应覆盖主要地形和植被类别，且宜均匀分布，植被覆盖比较密集和地形复杂区域应增加抽样比例；
 - 2) 实测检查应包括平面和高程精度检测。
 - 6.10.3 大型工程、特殊工程和合同或任务书约定需要验收的工程，应依据规定组织验收。
 - 6.10.4 地形图出现下列情况时，应进行重新测量：
 - a) 地形图精度不能满足规范要求；
 - b) 地形图内地物要素变化率超过 40%。
 - 6.10.5 由于设计方案调整，地形图范围不能满足使用需要时应进行地形图补测。
- 6.11 资料提交**
- 6.11.1 提交的资料应包括下列内容：
 - a) 技术设计书；
 - b) 地形图；
 - c) 地形图质量检查报告；
 - d) 技术总结。
 - 6.11.2 采用全野外数字化测图方法，还应提交下列资料：
 - a) 图根控制点成果表；
 - b) 图根点展点图。
 - 6.11.3 采用航空摄影测量方法，还应提交下列资料：
 - a) 像片控制点成果表；
 - b) 正射影像图。
 - 6.11.4 采用三维激光扫描方法，还应提交下列资料：
 - a) 检校点测量资料；
 - b) 点云分块索引图及点云分类成果；
 - c) 坐标转换和校正的各项记录。
 - 6.11.5 数字高程模型应提交下列资料：
 - a) 属性数据分类编码；
 - b) 数据记录格式说明；
 - c) 数字高程模型成果。
 - 6.11.6 提交资料应符合下列要求：
 - a) 数据资料应说明清晰、编排整洁；
 - b) 图件资料字体大小、线条宽度应适中，纸质图件资料注记应清晰可辨；
 - c) 检查、验收资料应含有检查记录数据。

7 实景三维测量

7.1 一般规定

7.1.1 实景三维测量可采用倾斜航空摄影、近景摄影、激光扫描等方式进行, 工作内容包含数据采集、数据处理、三维建模和质量检查等。

7.1.2 同一高速公路工程采用各类建模方式建立的实景三维模型应采用统一的平面和高程基准。

7.1.3 实景三维模型可用于工程设计方案比选、融合展示、辅助征拆、视距分析、可视化模拟和生产1:500、1:1 000、1:2 000基础地理信息数字成果等。

7.1.4 实景三维测量前应全面掌握测区的地形、地貌、植被、独立地物的种类和分布状况, 并根据现场踏勘情况编写详细的技术设计书。技术设计书主要内容包括:

- a) 收集符合6.2.1条、6.2.2条的资料;
- b) 各类地物、地貌建模采用的建模方法, 包括大面积地表建模、小面积地表建模、隐蔽和遮挡地区的地表及构造物建模等;
- c) 需要单体化建模的地物种类、单体化建模的方法;
- d) 各类模型的精度和分类存储的要求。

7.1.5 实景三维测量完成后, 应编写技术总结, 技术总结主要内容包括:

- a) 像控点的布设和测量情况、精度情况等说明;
- b) 各类地物、地貌建模采用的方法和数据统计;
- c) 各类模型分类、存储情况的说明;
- d) 各类模型的检测精度和检测数据。

7.1.6 用于生产不同比例尺的数字成果时, 倾斜影像下视地面分辨率精度应满足表63的规定。

表63 下视影像地面分辨率精度

成图比例尺	1:500	1:1000	1:2000
下视影像地面分辨率(m)	0.03	0.05	0.10

7.1.7 用于不同场景、不同比例尺的数字成果时, 实景三维模型成果精度应满足表64的规定。

表64 实景三维模型成果精度

成图比例尺	平面位置中误差(m)				高程中误差(m)			
	平坦地	丘陵地	山地	高山地	平坦地	丘陵地	山地	高山地
1:500	0.1	0.1	0.14	0.14	0.075	0.14	0.175	0.25
1:1000	0.2	0.2	0.275	0.275	0.075	0.175	0.25	0.5
1:2000	0.4	0.4	0.55	0.55	0.14	0.175	0.4	0.5

7.2 数据采集

7.2.1 光学实景三维数据采集宜根据实际场景选择不同的采集方式:

- a) 大面积的地表场景可选倾斜航空摄影的方式采集;
- b) 小面积、隐蔽地区的地表及构造物场景可选近景摄影的方式采集;
- c) 对公路设计方案确定有直接影响的细小地物、地貌可选常规相机进行近景数据采集。

7.2.2 数据采集范围宜按路线方案及互通式立体交叉、桥梁、隧道等工程方案进行设计,除满足6.2.3条以外,还应根据地形特点及线路沿线建筑物大小、分布情况,实际采集范围需外扩1个相对航高,保证最终成果满足项目范围覆盖。

7.2.3 倾斜航空摄影航线敷设除应符合6.5.3条的规定外,还需满足下列规定:

- a) 对建筑物低矮、稀疏区域可根据大部分建筑物分布、朝向以及地形敷设。
- b) 对建筑物高大、密集区域宜纵横交叉敷设或加大航向和旁向重叠度。

7.2.4 倾斜摄影飞行器的选择除应满足6.5.4条的规定外,还应满足采集中心城区、大片建筑区域时宜选用多旋翼无人机,采集平原、山区、大面积空地和建筑稀少区域、低地面分辨率采集时宜选用固定翼无人机。

7.2.5 倾斜相机的选择应满足下列要求:

- a) 各相机的内方位元素和相机畸变参数可精确测定。
- b) 各相机之间的相对位置和姿态关系刚性稳定。
- c) 各相机同步性控制指标不大于1 ms。
- d) 单个镜头不宜低于2000万像素,一次曝光周期内不低于1亿像素,具备定点曝光功能。

7.2.6 倾斜航摄影像重叠度应满足下列规定:

- a) 航向重叠度宜为80%,在陡峭山区、高层建筑密集区域,航向重叠度不低于60%。
- b) 旁向重叠度宜为70%~75%,在陡峭山区、高层建筑密集区域,旁向重叠度不低于50%。

7.2.7 航摄飞行质量、影像质量和航摄时间应分别满足6.5.8条、6.5.9条和6.5.10条的规定。

7.2.8 倾斜摄影像控点的布设和测量要求,应符合6.5.11条、6.5.12条、6.5.13条的规定。

7.2.9 倾斜航摄场景中部分的影像质量退化严重时,宜按下列要求进行近景补充采集:

- a) 应保证影像清晰明亮。
- b) 应同步获取影像曝光点的位置和姿态信息。
- c) 采用抵近环拍补充采集时,相邻照片重叠度应不小于60%。
- d) 采用手持相机多角度拍摄补充采集时,相邻照片重叠度应不小于30%。
- e) 采用车载全景影像补充采集时,采集间距应不大于10 m。

7.2.10 激光扫描数据采集应根据实际场景选择不同的采集方式:

- a) 大区域地形测量,宜采用机载激光扫描测绘方式进行点云与影像采集。
- b) 带状区域或廊型区域测量,宜采用机载、车载激光扫描测绘方式进行点云与影像采集。
- c) 小区域精细化测量,宜采用地面固定站式激光扫描测绘方式进行点云与影像采集。
- d) 其他平台激光雷达不便施测区域或室内无GNSS环境下的测量,采用背包式或手持式激光扫描测绘方式进行点云与影像采集。

7.2.11 激光点云密度根据实际应用场景选择:

- a) 新建高速公路机载激光点云密度不宜低于4点/m²;
- b) 改扩建高速公路机载激光点云密度不宜低于40点/m²、车载激光点云密度不宜低于400点/m²、地面激光点云密度不宜低于900点/m²。

7.2.12 机载、车载激光扫描测绘的数据采集要求应符合 6.6 条的规定。

7.2.13 采用背包式、手持式激光数据采集应符合下列规定：

- a) 扫描仪配备的数码相机像素不宜小于 500 万，影像覆盖范围不宜小于 75%。
- b) 数据采集前应对扫描路径进行清障，移除影响移动通行的障碍物。
- c) 应在扫描作业时保持设备平稳，分段采集数据时应保证分段数据间有足够的重叠区域。
- d) 应现场检查点云数据的完整性，对缺失和异常数据应及时补扫。
- e) 应保证影像清晰明亮，避免在能见度过低或光线过暗的环境中进行采集。
- f) 为避免影响全景影像拼接质量，相机与目标间的距离应合理设置。

7.2.14 采用固定站式激光数据采集应符合下列规定：

- a) 仪器宜具有双轴补偿功能。
- b) 激光扫描仪的测距范围宜不小于 150 m。
- c) 激光扫描仪的标称测距精度宜优于 5 mm。
- d) 雨雪天或强光环境下不宜进行现场扫描作业。
- e) 仪器在扫描过程中出现移位、振动、宕机、断电等异常情况时，应重启设备重新进行扫描。
- f) 数码相机无法拍摄全景时，应分幅正面拍摄。
- g) 检查点云数据覆盖范围完整性、标靶数据完整性和可用性。对缺失和异常数据应及时补扫。

7.2.15 采用激光扫描测绘方法获取实景三维地理信息数据，宜同步进行影像数据的采集。

7.2.16 采用机载、车载三维激光扫描方法进行采集时，应在地面架设基准站并符合 6.6.7 条的规定；采用固定站式三维激光扫描方法进行采集时，宜直接架设在测量控制点上。

7.3 数据处理

7.3.1 倾斜摄影数据处理包括影像预处理、像控点量测和空中三角测量等内容。

7.3.2 影像预处理应符合 6.5.14 条的规定，空中三角测量应符合 6.5.15 条的规定。

7.3.3 像控点量测除应符合 6.5.15 条的规定外，还应至少保证每个像控点每个镜头刺 5 张照片，每个镜头照片数量宜平均，像片边缘、遮挡、模糊时可每个镜头刺 3 张照片。

7.3.4 激光扫描数据处理包括数据预处理、坐标转换、点云分类等内容，应满足 6.6.10 条和 6.6.11 条的规定。背包式、手持式激光扫描数据处理还应符合下列规定：

- a) 在卫星信号较差或长期失锁的情况下，应采取点云控制点纠正的方式提高定位定姿处理精度。
- b) 不含定位模块或在隧道等地下空间作业的便携式激光扫描应结合激光、相机、惯性导航和里程计数据进行轨迹解算。

7.3.5 固定站式激光扫描包括测站间点云数据配准、点云预处理、坐标转换，并符合下列要求：

- a) 测站间点云数据配准，可选择控制点、标靶点、特征地物点进行配准。使用控制点进行点云数据配准时，应利用控制点直接获取点云坐标进行配准；使用标靶点、特征地物点进行点云数据配准时，应采用不少于 3 个同名点建立转换矩阵进行点云配准。
- b) 点云数据预处理时应采用滤波或人机交互方式对点云数据中脱离扫描目标物的异常点进行降噪处理。点云数据抽稀不应影响目标特征识别与提取，且抽稀后点数量应满足点云密度要求。
- c) 坐标转换应满足 6.6.10 条的要求。

7.3.6 应将不同条带间的点云数据进行条带拼接和系统误差改正，激光点云拼接的同名点平面位置、高程中误差应小于点云同类中误差的 $\sqrt{2}$ 倍。

7.4 实景三维建模

7.4.1 高速公路实景三维建模宜根据实际需要按照下列规定选择:

- a) 常规场景摄影测量和激光扫描分别按 7.2.1 条和 7.2.11 条的数据采集方式建模。
- b) 各类具有通用特征的地物、地表、河流等可选择通用模型。
- c) 各类测量控制点可采用符号化建模的方法。

7.4.2 实景三维建模应满足下列要求:

- a) 采用倾斜摄影的实景三维建模应在空中三角测量符合要求后，从影像中抽取更多的特征点构成密集点云精确地表达地物的细节。
- b) 采用三维激光点云进行实景三维建模，点云应能够精确地表达地物的细节。
- c) 激光点云漏洞不能表达实际情况时，应进行实地补测并进行补充摄影。
- d) 利用点云生成的模型中应剔除地面非固定的临时或移动停放物体。
- e) 水面、路面、桥面、隧道内表面等连续面，管线、路边线、公路防护栏等线状地物应进行平滑处理，出现突变的地方应实际进行检查并进行改正。
- f) 模型在测区内应无分块缺失、冗余。
- g) 除摄影死角外，模型应无纹理缺失。
- h) 多源数据融合重建时，以精度高的数据源为准。

7.4.3 实景三维模型建模参数应满足下列要求:

- a) 根据应用管理的需要和计算机内存大小，瓦块尺寸以单个瓦块占用内存不超过设备内存 1/2 为宜；可根据项目要求自定义尺寸。
- b) 瓦块命名规则为“前缀行序号列序号”。前缀宜为“Tile”，行序号、列序号根据指定原点以 X、Y 轴正方向为增长方向顺序编号，长度宜为 3 位以上，编号前加“+”代表正方向、“-”代表负方向，如“Tile-001+012”或“Tile-145-123”。
- c) 可根据项目要求自定义模型原点，模型原点宜以测区左下角坐标千位取整为原点。当测区 X、Y 轴其中一个方向长度超过 20000m 时，宜设置多个模型原点。
- d) 需要做定期更新的，应统一规定瓦块尺寸、接边距离、划块原点和模型原点，初次生产和更新生产使用同一套参数。

7.4.4 实景三维模型还应按照下列要求进行修饰和模型编辑:

- a) 应结合立体影像对生成的实景三维模型整体进行检查，分区、分段的结合处应无缝衔接、过渡自然。
- b) 面状地物应踏平，无波浪起伏和纹理拉花、塌陷现象。
- c) 线状地物应无断裂、错位现象。
- d) 点状地物从各个不同的角度显示的图像应与实际形状相符。
- e) 遮挡部分应将遮挡的影像切除，并利用相似面进行贴图、修饰。

7.5 质量检查

7.5.1 实景三维数据采集过程中应记录数据采集位置、数据采集方式等情况，应对数据采集、数据处理、实景三维建模的成果进行质量检查。

7.5.2 三维数据采集质量检查应满足如下要求:

- a) 收集的资料齐全，资料分析全面、准确，技术设计科学、合理。
- b) 基站 GNSS 数据、POS 解算数据合格。

- c) 影像清晰度、影像分辨率、影像色差和反差、纹理表现满足 6.5.9 条的规定。
- d) 激光数据的点云完整性、点云密度满足 7.2.12 条的规定。

7.5.3 三维数据处理质量检查应满足如下要求:

- a) 影像拼接和接边质量、空间位置误差等满足 6.5.15 条的规定。
- b) 区域网影像丢失率小于 2%。
- c) 区域网局部连续丢片小于 15 张。
- d) 立体相对的核线影像范围合理，分辨率设置正确，重采样的方法正确。
- e) 点云激光数据的噪声、相对精度、绝对精度、颜色信息等满足 6.6 条的规定。

7.5.4 三维模型成果质量检查应满足如下要求:

- a) 模型数据完整，不存在错漏情况。
- b) 立体不存在投影差。
- c) 模型制作准确、合理，平面和高程精度符合表 63 的规定。

7.6 资料提交

7.6.1 摄影数据资料应包括:

- a) 技术设计书。
- b) 原始影像。
- c) 像片控制点成果表。
- d) 像片控制点点之记。
- e) 航摄像片曝光中心的位置和姿态信息。
- f) IMU/GNSS、RTK、PPK 相关数据。
- g) 空中三角测量质量报告。
- h) 其他相关资料。

7.6.2 激光扫描数据资料应包括:

- a) 技术设计书。
- b) 三维激光点云数据。
- c) 影像数据。
- d) GNSS 基准站、POS 数据。
- e) 点云控制点或标靶点测量数据。
- f) 系统检校数据。
- g) 其他相关资料。

7.6.3 模型成果资料应包括:

- a) 实景三维模型成果。
- b) 坐标定义 xml 文件。
- c) 技术总结、检查报告。
- d) 其他相关资料。

8 可行性研究测量与调查

8.1 一般规定

8.1.1 可行性研究勘测包括准备工作、现场踏勘、控制地形图测绘及各专业测量与调查等工作。

8.1.2 可行性研究勘测前应收集下列资料:

- a) 沿线城镇和地区社会经济发展状况和发展规划;
- b) 沿线城镇规模和规划、人口规模和分布、重要产业现状和发展规划;
- c) 沿线及项目影响区域各类保护区、重要敏感区域位置和范围;
- d) 区域内公路、铁路、航空、水运交通组成、发展状况和发展规划;
- e) 地质和水文地质资料，包括区域地质构造、大型不良地质体和断裂带分布、沿线地层分布和组成;
- f) 区域地震烈度资料;
- g) 气象资料，包括区域平均年降水量、最大日降水量、年平均蒸发量、年平均日照时间、平均风速、年平均气温、极端最高气温、极端最低气温、年平均无霜期、风沙强度和时间等;
- h) 地下埋藏、地面建筑设施种类、范围;
- i) 沿线地形图、影像图、地形起伏情况;
- j) 沿线重要人文分布资料。

8.1.3 初步确定路线推荐走廊带和各比较方案后应根据需要补充收集、调查相关资料。

8.2 控制及地形图测绘

8.2.1 工可阶段可根据需要开展控制测量和1:2000地形图测绘工作。

8.2.2 控制测量优先采用网络GNSS-RTK技术。控制点的等级、分布应满足1:2000地形图测绘、沿线主要控制性点位测量、地质钻探放孔的需要。

8.2.3 1:2000地形图测绘应根据作业区域地形、地貌、植被状况、工程性质按第6章的要求选定地形图测绘方式、等高距、精度指标等。地形图测绘可采用航空摄影测量、三维激光扫描测量、卫片测量等方式。测绘范围应满足路线方案研究及构造物布置需要。

8.3 新建项目测量与调查

8.3.1 新建高速公路应调查项目区域的社会、经济、军事、交通、区域发展规划、社会环境、建设条件等资料。

8.3.2 项目区域内各城市、各地区行政区划、人口、城镇分布、经济水平、经济布局、经济结构、特色经济、农田水利、对外贸易等国民经济现状和发展规划调查主要包括下列内容:

- a) 沿线城市和地区范围、分布、在区域甚至全国的政治地位和影响;
- b) 沿线城镇规模、人口分布、人口成分组成、人口变化趋势等;
- c) 沿线区域内产业特点、功能定位及经济社会发展现状、规划及未来发展思路;
- d) 沿线城镇对外贸易发展现状及规划;
- e) 项目起、终点和沿线主要城镇、大型工矿企业、主要旅游景区等位置和规模;
- f) 对沿线及周围影响区域国民经济现状、发展规划调查资料进行分析和归纳，对国民经济发展规划的现实性和可持续性进行分析。

8.3.3 项目影响区域内公路、铁路、水运、枢纽场站、港口、民航等现状和发展规划应按下列要求进行调查，新增或废弃的交通设施应进行修测。主要包括下列内容:

- a) 项目影响区域综合交通运输现状及发展规划，重点调查与项目相关公路、铁路、水运、枢纽场站、港口、民航等运输资料或历史观测资料;
- b) 综合交通运输网构成、现状、运输能力历年变化、相关公路技术状况、社会客货运输变化趋势、各种运输方式占有份额及交通运输发展规划等;
- c) 调查沿线及周围影响区域路网现状并标示于地形图上，新增或废弃路线应进行修测。

8.3.4 项目区域交通量调查、交通事故统计和公路路网调查主要包括下列内容:

- a) 项目影响区域交通现状、交通组成和交通量;
- b) 与项目相关公路近3~5年交通事故统计资料，包括交通事故频数、重特大事故次数、死伤情况、经济损失等;
- c) 交通量调查方法可采用访问法、OD调查、交通流运行特性调查及旅客出行目的地调查等方法。OD调查应符合下列要求：
 - 1) OD调查时间不应少于12 h，调查时间不应在节假日;
 - 2) OD调查应重点调查交通量流量、流向、交通组成、货类以及实载情况等;
 - 3) 了解区域内全日交通量、高峰小时交通量、白天交通量比例系数(日昼比)等，进行OD调查时宜同步进行24小时断面交通量调查。

8.3.5 沿线地形、地质、气象、水文、地震、文物、矿产分布、保护区、大型构筑物分布、自然资源分布和开发情况等建设条件勘测应按下列要求进行：

- a) 核对收集的地形图、影像图、地质图等资料，规模较大的地形和地貌变化情况、图上没有标示的地质构造和地质灾害应进行补充调绘;
- b) 调查沿线水库、水源保护区、动植物保护区、自然保护区等环节敏感区域并标绘于图上;
- c) 调查沿线矿产分布、开采状况、废弃矿井年份和影响范围、计划开采规模和范围等，图上没有标示的内容应进行补绘。

8.3.6 下列影响路线方案的因素应进行充分调查、分析研究，主要包括下列内容：

- a) 沿线城镇、居民区、学校、医院、厂矿企业、大型养殖场、保护区、文物古迹、大型水利设施、水源地、敏感设施以及大型输油、输气、输电设施等分布、规模、范围及规划，与拟建项目关系;
- b) 沿线矿产分布、开采状况、废弃矿井年份和影响范围、计划开采规模和范围等，包括正在建设或计划建设项目，征求相关部门意见;
- c) 沿线土地属性的调查，基本农田的分布、范围;
- d) 区域内铁路、水运、航空、管道布局，影响路线方案起、终点及与周边路网连接方案等;
- e) 征求市(县)以上地方政府或重要城镇规划、交通、水利、电力电讯以及路线涉及的铁路、航空、军事等主管部门意见，项目与邻省(区)对接时应征求邻省(区)交通主管部门意见;
- f) 调查沿线主要控制点，制约工程方案的控制点应实测其三维坐标。

8.3.7 路基、路面调查应符合下列要求：

- a) 影响路基、路面及排水防护设计的相关因素和条件，主要应包括表土性质及厚度、地表水和地下水高度以及对路基、路面的影响;
- b) 项目区域内既有工程路基、路面、结构形式、使用情况以及常见和多发病害等;
- c) 沿线工程地质情况以及大型地质构造和地质灾害;
- d) 项目区域的筑路材料的储量、质量和开采、运输条件。

8.3.8 桥梁勘测应包括下列内容：

- a) 收集沿线流域水系图、汇水区概况、气象资料等;
- b) 调查主要河流桥位处历史最高水位、河道断面宽度、河堤堤防标准、堤防间距、流冰、流木情况，必要时应实测堤顶、堤脚平面及高程;
- c) 收集通航河道通航等级、航道图、通航净空、通航孔数、最小通航跨径以及最高、最低通航水位等资料;
- d) 调查拟建桥址处同一河流上、下游公路、铁路等已有桥梁配孔、结构及使用情况;
- e) 主要桥梁跨河位置、桥梁配孔方案等应征求水利、航道等主管部门意见。

8.3.9 隧道勘测应包括下列内容：

- a) 收集、调查隧址处的气象、水文、地质、地震等资料;

- b) 施工条件复杂的隧道应对隧道施工条件、弃渣场地条件及安全情况进行调查。

8.3.10 路线交叉勘测应按下列要求执行:

- a) 现场拟定互通式立体交叉方案及连接道路;
- b) 调查路线与主要交叉公路的等级、现状及规划情况,制约工程方案的交叉点应实测其三维坐标;
- c) 调查路线与铁路交叉处铁路的名称、等级、运行及规划情况,制约工程方案的交叉点应实测其三维坐标;
- d) 调查对项目有重要影响的各类管线、水利灌溉设施等的位置、类别、标准,制约工程方案的控制点应实测其三维坐标。

8.3.11 交通工程与沿线设施勘测应根据工程规模、服务水平、区域路网规划等调查沿线拟建服务、收费、管理、养护设施设置位置和条件。

8.3.12 环境保护调查主要包括下列内容:

- a) 声环境、水环境及空气环境等敏感区域分布及与路线方案关系;
- b) 项目影响区域内水源保护区、动植物保护区、自然保护区位置、等级;
- c) 项目区域内既有公路绿化情况。

8.3.13 社会稳定风险调查应根据项目特点和实际情况,采取公告公示、实地踏查、群众走访、会议座谈、问卷调查、网上调查以及舆情分析等方法,广泛收集沿线及周围影响区域内政府意见、居民意见和风土人情,主要包括下列内容:

- a) 项目影响区域内政府、居民对项目建设的支持程度;
- b) 项目建设对当地居民生活主要影响因素;
- c) 居民对征地、拆迁安置及补偿标准要求;
- d) 项目建设对当地社会稳定的不利影响因素及程度。

8.3.14 工程经济调查应包括下列内容:

- a) 沿线城镇、居民区、学校、医院、工矿设施、大型养殖场、文物古迹、大型水利设施、军事设施以及大型输油、输气、输电设施等结构形式、产权属性及拆迁补偿费用等;
- b) 沿线土地的类别、属性、发展规划和沿线政府发布的征地统一年产值标准和片区综合地价等;
- c) 沿线主要耕种植被、森林数量和补偿标准;
- d) 造价编制的相关规定;
- e) 征地、拆迁的相关法规、规定;
- f) 当地人工、材料与设备、施工机具价格等;
- g) 调查的地面建筑物现状和规划在地形图中没有标示的应进行测量并标示于图上。

8.3.15 施工组织调查主要包括下列内容:

- a) 沿线建设条件包括工程及生活用水、用电、通信设施、既有运输条件等;
- b) 沿线施工场地设置位置、条件;
- c) 新建、利用运输便道、便桥位置、标准等。

8.3.16 路线方案、交叉设置应征求项目区域和项目连接路段县级以上地方政府、行业主管部门意见。与相关各方进行沟通、研究,确定推荐方案和备选方案编制工可需要的专题研究报告。

8.4 改扩项目测量与调查

8.4.1 改扩建高速公路勘测应满足 8.3 条的规定外,且应调查下列内容:

- a) 既有公路技术指标和改扩建利用条件;
- b) 与项目起、终点相接或被交公路的等级、设计标准、路基宽度、路面类型等,初步拟定起终点处与已建工程的连接方案或过渡方案;

- c) 既有路基结构、支挡结构、防护工程、排水系统使用状况和存在的问题;
- d) 既有路面结构形式、技术状况、结构强度和存在的问题;
- e) 既有桥涵技术标准、结构形式、技术状况、存在的问题及可利用程度;
- f) 既有隧道技术标准、结构形式、土建结构和机电设施技术状况和存在的问题;
- g) 交叉构造物技术标准、结构形式、技术状况和存在的问题。根据功能要求和远景年交通量情况,对既有交叉工程改扩建形式进行分析;
- h) 沿线安全、管理、服务、养护、收费设施使用状况、存在的问题,并调查设施改扩建可能性。

8.4.2 既有公路设计、施工、竣工、养护和历次改建等资料收集主要包括下列内容:

- a) 施工图设计阶段的技术文件、图纸;
- b) 施工和交、竣工验收资料;
- c) 日常维护、养护、检测资料;
- d) 大修、改建的技术文件和竣工验收资料。

8.4.3 既有公路材料可以被利用时应对路面再生材料利用及建筑垃圾存放等进行分析和调查。

8.4.4 既有公路路基路面、桥梁、隧道、立体交叉和服务设施等构造物应根据需要进行结构、力学检测、分析。

8.4.5 既有公路交通安全状况、交通事故原因应在收集既有公路交通量、交通事故资料基础上进行核实、分析。

8.4.6 分离增建路段应按照新建高速公路要求进行相应勘测。

8.5 资料提交

8.5.1 提交的资料主要包括下列内容:

- a) 收集的各种资料原件或复印件;
- b) 各种协调会、座谈会和沟通会会议纪要;
- c) 有关公告公示、召开座谈会、网上调查问卷、利益相关群体的诉求等社会风险调查原始记录;
- d) 交通量调查原始记录;
- e) 市(县)以上地方政府或重要城镇的规划、交通、水利以及路线涉及的铁路、航运、大型厂矿企业、保护区、口岸、文物、旅游景区以及军事设施等主管部门意见;
- f) 调查记录本和调查记录图件;
- g) 路线方案图;
- h) 控制点成果表;
- i) 1:2000 地形图成果。

8.5.2 提交的资料应符合下列要求:

- a) 可行性研究阶段需进行测量内容的精度应符合本文件的规定;
- b) 调查深度应满足预可、工可报告的编制要求;
- c) 资料应分类装订成册。

9 初测

9.1 一般规定

9.1.1 初测包括准备工作、现场踏勘、控制测量、地形图测绘、各专业测量与调查、内业整理等工作。

9.1.2 初测工作进行前应做好下列资料准备工作:

- a) 收集项目背景、前期研究成果、预可研究报告、工可研究报告及审查和批复意见(或项目申

- 请报告）、专题研究报告及审批意见、沿线地方政府及相关部门的意见和要求；
- b) 收集沿线及影响区域内卫星影像图、航测像片、1:1 000～1:10 000 地形图、测量控制点等资料；
 - c) 收集沿线及影响区域内的交通、规划、国民经济、综合管线、地质、水文、农田水利、气象、地震、矿藏、军事、林业、社会及人文环境、文物等资料；
 - d) 改扩建项目还应收集既有公路设计、交工、竣工、养护、改建和运营等资料。
- 9.1.3** 在资料准备工作基础上应进行下列技术准备工作：
- a) 根据掌握的地形、地质、自然、水文、地物、路网等条件，在卫星影像图、航测像片、地形图、数字高程模型上对路线方案进行进一步研究，主要应包括下列内容：
 - 1) 根据前期研究成果和工可（或项目申请报告）审批意见，结合项目功能定位，从整个路网现状和规划对路线起、终点位置进行研究；
 - 2) 工可报告提出的路线方案应同步进行研究；
 - 3) 根据区域内需要绕避的控制因素重要程度、迁移难易程度等情况，补充上阶段所遗漏的路线走廊，拟定出初步的踏勘方案和现场重点核查内容；
 - 4) 结合建设条件及相关意见，对立体交叉、服务区、大型桥梁、隧道等大型构造物的布置及方案进行研究；
 - 5) 周围景观和生态协调平衡、地方政府及相关部门的诉求等对路线方案的影响。
 - b) 根据收集的资料，结合所在地区地形、植被、交通及勘测技术条件以及项目勘测特点，初步确定控制测量、地形图测绘方案以及初测阶段各专业勘测的范围、内容、深度和方法，主要应包括下列内容：
 - 1) 根据收集的资料、路线方案、大型工点及构造物的研究程度和勘测技术条件，确定控制测量方案，包括控制测量方法、范围、内容、等级等；
 - 2) 根据所在地区地形、植被、项目勘测特点和勘测技术条件确定地形图测绘技术手段，结合路线方案可能调整的范围、构造物分布位置确定地形图测绘范围。
- 9.1.4** 根据初步确定的勘测方案编写初测技术设计书，并对各专业进行技术交底，初测技术设计书主要应包括下列内容：
- a) 项目概况，应包括项目功能定位、所处位置、地形、地貌、地质、经济、植被、水系、交通以及项目规模、起终点、主要控制因素和位置、重要构造物分布等；
 - b) 项目前期工作情况，包括预可、工可研究报告和审批意见、地方政府及相关部门的意见和要求、技术准备阶段方案研究情况；
 - c) 初测要求，应包括详细工作内容和工作量、勘测方法和要求、提交资料内容和要求、针对重大技术问题采取的对策、措施和专题研究等；
 - d) 人员组织和仪器设备，应包括组织框架、人员分工、仪器设备型号和数量等；
 - e) 控制测量，应包括坐标系统选择、起算点资料、控制网布网方案、控制测量等级和方法、选点埋石要求、数据处理要求以及提交资料等；
 - f) 地形图测绘，应包括范围、比例尺、等高距、精度、方法以及提交资料等；
 - g) 路线勘测，应包括中桩放样、中桩高程测量和横断面测量的精度要求、范围、方法、提交资料等；
 - h) 路线总体、路基、路面、排水及筑路材料、桥涵、隧道、路线交叉、沿线设施、环境保护与景观绿化、交通组织、施工场地、临时工程、工程经济等勘测，应包括作品内容、程度、方法和要求，提交资料等；
 - i) 初测内业，应明确作品内容和要求；
 - j) 质量管理、安全管理和环境保护措施，应包括初测流程、质量控制流程、质量控制措施、质量控制组织框架、项目重点难点分析、勘测质量的影响因素以及采取的对策、安全隐患排除

- 及应急措施、安全管理制度和安全组织框架、环境保护措施等；
- k) 进度计划，应包括初测工期要求、时间节点划分及相应提交资料内容和要求、延误工期的因素以及采取的对策等；
 - l) 其他需要说明的问题。

9.2 现场踏勘

- 9.2.1 准备阶段收集的资料应核实日期、版本、内容及有效性。
- 9.2.2 应结合项目特点对项目所在区域的自然地理、区域地质、社会及人文环境、沿线地方政府及相关部门的意见和要求等情况进行调查和核对，现场核实重要控制点、控制性工程和控制性段落，收集的测量控制点应检查可利用情况。
- 9.2.3 拟定的路线方案、立交设置、重要构造物方案应广泛征求意见。
- 9.2.4 前期确定的工作内容、工作方案、人员组织和资源配置、安全管理和环境保护措施、进度计划等应根据现场踏勘情况进一步修改和完善。

9.3 控制测量

- 9.3.1 控制测量各项工作应按第5章的要求进行。初测阶段控制网的布设，新建项目根据实际情况可只布设首级平面和高程控制网，改扩建项目应布设首级控制网和加密控制网。
- 9.3.2 上一阶段已完成控制测量工作的，应对其平面、高程控制测量进行全面检测，并满足下列规定：
 - a) 应对上一阶段设置的平面、高程控制点分布情况进行全面检查；
 - b) 控制点分布满足初测要求时，应对其进行检测，检测成果与上一阶段成果较差在限差以内时，应采用原成果；
 - c) 由于损坏或方案变更引起的控制点分布不能控制初测范围时，应进行补测，平面和高程控制网均可进行同级补测，但起算点精度和数量应满足控制网加密需要，补测控制网的各项要求应符合第5章的规定；
 - d) 检测成果与上一阶段成果的较差超出限差或控制点的分布不能满足初测要求时，应对整个控制网进行重测。

9.4 地形图测绘

- 9.4.1 地形图测绘的各项技术要求应按第6章的规定进行。
- 9.4.2 地形图测绘范围应按6.2.3条的规定进行。
- 9.4.3 上一阶段已完成地形图测绘的，应对其进行全面核查，并满足下列规定：
 - a) 地形地物发生变化路段，应进行修测；
 - b) 地形图范围不满足初步设计需要时，应进行补测；
 - c) 地形地物变化率大于40%时，应进行重测
- 9.4.4 应结合外业调查情况完善市、县、区境界标绘。

9.5 路线测量与调查

- 9.5.1 路线定线时应研究工可推荐路线走廊方案及相关意见，掌握沿线自然条件、城镇规划、路网结构、地下埋藏、建筑设施、文物古迹、环境保护等情况。
- 9.5.2 定线过程中应综合考虑沿线规划、地形条件、重要控制构造物、不良地质、特殊性岩土、地下矿藏及采空区、环境保护，以及技术指标要求、工程难易程度、工程造价和相关各方意见等。
- 9.5.3 纸上定线应利用数字地面高程模型进行平、纵、横的综合设计，经反复对比后落实节约用地、综合利用及妥当处理路线与其他设施干扰等问题。纸上定线过程中应按下列要求进行勘测工作：

- a) 根据需要测绘 1:500 或 1:1000 地形图;
- b) 影响路线方案、立交设置、构造物方案的沿线规划、地形条件、重要控制构造物、不良地质、特殊性岩土、地下矿藏及采空区、环境保护等位置和范围应标示于地形图或卫星影像图上，结合前期研究结论初步确定各种可能的路线方案;
- c) 各路线方案均应在数字地面高程模型上进行试坡，计算出平、纵、横指标，结合技术指标要求、工程难易程度、工程造价和相关各方意见等因素综合分析后确定方案的优劣;
- d) 纸上定线时应实地核查路线方案平、纵、横布设情况，可测量控制路段和控制点位坐标、高程和横断面，根据所调查的社会及人文环境、勘测成果对路线方案进行调整，确定最终路线推荐方案、同深度比较方案和其他比较方案;
- e) 推荐方案和同深度比较方案应逐段进行现场核对下列主要内容：
 - 1) 沿线地形、地质、特殊性岩土、水文、植被覆盖情况;
 - 2) 拟定路线方案对地方规划、重要地物、农田水利、地下矿藏及采空区、环境保护、文物古迹的影响范围和程度;
 - 3) 各路线方案对应平、纵、横布置情况;
 - 4) 沿线地方政府及相关部门对路线方案的意见。

9.5.4 改扩建项目定线时还应符合下列规定：

- a) 利用收集、实测的资料拟合既有路线平、纵、横指标，并进行标准规范的符合性核查和评估。收集交通事故多发路段及安全隐患路段的分布情况并分析原因;
- b) 充分调研沿线自然条件、地质条件、地物分布、构造物分布、用地分类、用地红线及围蔽等情况，结合工程实施难度、征拆情况、交通组织、建设工期以及工程造价等信息综合确定;
- c) 路线平、纵面拟合方案应综合考虑旧桥拼接加固、路基拼宽、路面改造的实施难度;
- d) 旧路拼宽受限时或存在功能、指标性不足等缺陷时，应考虑分离增建方案，并按新建公路要求进行定线;
- e) 宜降低项目建设期的交通组织难度。

9.5.5 路线测量工作应按下列要求进行：

- a) 推荐方案和同深度比较方案均应进行纵、横断面图的测量工作;
- b) 宜进行中桩放样，现场核查人工构造物的位置、交角、类型及尺寸;
- c) 一般位置的平面和高程可从大比例尺地形图上判读，并利用数字地面高程模型进行采集；特殊控制路段宜进行实地纵、横断面测量。特殊控制路段应包括：
 - 1) 高填深挖路段;
 - 2) 陡坡地形的桥梁路段;
 - 3) 浅埋、偏压的隧道洞口、洞身段。
- d) 重要控制点应进行测量，精度要求应符合平面±5 cm、高程±5 cm。重要控制点应包括下列内容：
 - 1) 城镇规划、重要建筑物、村镇;
 - 2) 对路线平纵指标有影响的道路、桥梁和水系位置和高程;
 - 3) 既有及规划综合管线的分布;
 - 4) 农保用地、文物古迹、古树名木、矿场、采空区、保护区等位置和范围。
- e) 既有河流、水渠、道路需改移时，除应对既有河流、水渠、道路现状进行测量外，还应对拟定改移位置测绘 1:2000 地形图，改移道路应满足新建公路勘测要求;
- f) 改扩建项目不能实地放出中桩时，应测量上、下行左侧中分带边、右侧硬路肩外边缘或偏离固定距离处坐标和高程，通过拟合求取中桩坐标和高程，可测量两侧横断面。

9.5.6 路线调查应符合下列要求：

- a) 路线调查内容应满足路线方案比选、论证和初步设计需求;
- b) 受路线方案影响的农保用地区、水源保护区、动植物保护区、风景区、自然保护区、军事禁区等应进行调查，主要调查内容应包括：
 - 1) 在地形图上标注区域位置、范围和影响程度;
 - 2) 调查水源保护区分级控制范围;
 - 3) 调查保护区等级以及动植物保护区动植物种类、等级、活动及生长规律。
- c) 调查沿线受影响的构造物、建筑物、敏感点和管线属性、规模、造价、改移难易程度，影响较大时应征求意见;
- d) 收集沿线不良地质、特殊性岩土、自然灾害等资料;
- e) 改河、改渠和改路路段应调查现状情况、可改建长度、改建尺寸、用地属性、权属单位意见等主要调查内容应包括：
 - 1) 改河（沟渠）河段功能、起终点及河道两岸地理、地质环境，拟定防护及导流措施;
 - 2) 查明既有河道（沟渠）堤顶高度、断面尺寸、水位（包括最高洪水位、常水位、低水位）、水深、流向、流速、河床纵坡坡度以及冲刷与淤积情况，河流通航要求、防洪要求;
 - 3) 改移河（沟渠）道后对上、下游的影响，与周边水系及水利工程的衔接;
 - 4) 改移道路功能、道路交通量、改移难易程度、改移宽度、铺装路面结构。
- f) 调查沿线土地植被分布范围、覆盖状况、种植状况，调查重点古树名木、古树后续资源受影响范围和数量;
- g) 调查沿线声环境、水环境敏感点分布、规模和与路线相对关系，调查对象主要有医院、学校、居民区、水源保护区、取水口位置、养殖区、灌溉区等;
- h) 调查重点桥、隧、沿线便道、沿线便桥方案的通达条件、规模及可实施性。

9.5.7 改扩建项目还应调查下列内容：

- a) 收集既有道路施工图设计图纸、交工资料、竣工资料、历年养护资料、检测资料、改建增建资料、交通拥堵路段分布情况、交通事故统计资料等;
- b) 路网现状和路网规划;
- c) 既有道路可利用情况或废弃工程;
- d) 既有道路改扩建条件;
- e) 路网交通组织和路内交通组织的条件、容量。

9.6 路基、路面、排水及筑路材料测量与调查

9.6.1 路基、路面、排水及筑路材料勘测内容应满足路基、路面及排水方案比选、论证和初步设计需要。

9.6.2 一般路基、路面及排水勘测应包括下列内容：

- a) 调查沿线的自然区划、气象、水文、水系、地质、土质、植被、地震基本烈度、交通、水利设施的现状与规划等;
- b) 调查沿线地形地貌特征、自然山坡现状、不良地质、特殊性岩土、高填、深挖路基的情况;
- c) 查明沿线地表水、地下水、裂隙水等的赋存位置、流量、流向，年降水量、高峰小时降水量、极端最大日降雨量和沿线地面植被覆盖情况，地下水水位季节性变化规律，对路基、路面稳定性影响，对含水层或地下水富集带宜开展专门的勘测;
- d) 核查沿线水系分布基本特征、相互关系及潜在的防洪排涝不畅路段，调查并计算确定洪水位、内涝水位等数据;
- e) 查明沿线农田水利设施的现状及规划，邻近城镇路段的地方排水设施及规划资料，合理确定地表排水设施及地下排水设施，高填、高陡路堤等重点路段的地下渗沟及盲沟设置应逐一进

- 行核查;
- f) 调查分析路线所在区域已有工程填筑或开挖边坡坡度、高度、边坡防护形式、工作现状及常见病害;
 - g) 调查分析路线所在区域已有工程路面交通荷载状况、结构类型、结构组合、材料级配、路面使用状况、常见病害及病害机理。
- 9.6.3 沿河路基和河滩路堤勘测还应符合下列要求:**
- a) 调查河岸地形、地貌、地质构造、岩土特征，测量岸顶高程;
 - b) 查明相关水位、水流特性及对路基的影响，合理确定路基高度;
 - c) 查明河流性质、发育阶段、河道变迁历程、河流漂浮物、河滩堆积物等对路基稳定性影响;
 - d) 查明河道宽度、深度、压缩条件及压缩河道后对河道上、下游和两岸的影响。
- 9.6.4 水库路基、沿海路基、沿湖塘路基及滞洪区、分洪区路基勘测还应符合下列要求:**
- a) 查明常水位、历史最高水位、水深、浪高、洪水频率等;
 - b) 水库路基应查明水库使用状况、等级、设计库容量、设计洪水频率、设计水位、建造历史及材料、淤积情况、淹没范围、水库泄洪对下游的影响等;
 - c) 沿海路基、沿湖塘路基应查明海、湖岸变迁、淤积等情况;
 - d) 滞洪区、分洪区路基应查明淹没范围、时间、洪水流动方向和规律;
 - e) 测量堤坝、堤岸顶高程。
- 9.6.5 特殊性岩土、不良地质地段路基、路面还应进行下列勘测:**
- a) 查明特殊性岩土、不良地质地段位置、规模对路基、路面影响范围;
 - b) 查明软土等特殊土埋藏深度、厚度、土质及颗粒组成、含水率、标贯击数、液限、塑限等指标;
 - c) 查明膨胀土、高液限土、红黏土、碳质泥岩对路基的影响范围和程度;
 - d) 调查分析路线所在区域已有工程的特殊性岩土、不良地质处理的工作现状，并进行工程类比。
- 9.6.6 应根据各路段调查资料结合沿线地形、地质、水文、气象等情况，参考沿线既有防护工程防护效果，初步确定需设置防护工程位置，对高填、斜陡路段拟设重力式防护墙轴线应测量其地面三维坐标。**
- 9.6.7 沿线筑路材料应调查其种类、产地、储量、加工方式、运距、采运条件，取样后分析有关物理、化学性质。**
- 9.6.8 取、弃土场的选择应根据各路段填挖方情况、运距、通达条件、便道规模等初步确定位置，征得地方政府同意后签订初步的征用协议，同时应进行勘测并应取代表性样品进行土工试验。**
- 9.6.9 改扩建项目路基、路面还应进行下列勘测:**
- a) 调查既有公路建设历史、养护情况、路幅宽度、路面结构形式及各结构层厚度;
 - b) 调查既有公路路基承载力、工后沉降、边坡稳定性、支挡结构、防护工程、排水工程。城市化路段应补充调查周边地下管网分布和使用状况;
 - c) 既有公路路基、路面结构和破损状况应进行检测、统计和质量评定，结合既有道路实际轴载调查情况进行分析。

9.7 小桥涵测量与调查

9.7.1 收集汇水区降雨、植被、土壤等资料，应充分利用 1: 10 000 及 1: 2 000 地形图进行汇水面积圈绘，并进行现场核对、修正补充，在地形图上或现场调绘主河沟平均坡度。地形及水文条件复杂时，宜放桩并实测高程、横断面、形态断面、河床比降、特征水位、汇水面积等。

9.7.2 小桥涵的流量与孔径可通过下列方式确定或验证:

- a) 调查、收集、分析有关小桥涵的排水体系、农田排灌、水文等资料，以及适合本地区的水文计算公式，计算设计流量，确定孔径和型式;

- b) 利用搜集或绘制路线所在区域的“设计流量—汇水面积关系曲线”，确定设计流量和孔径；
- c) 利用附近已建小桥涵的调查资料，进行流量计算及孔径设计的验证。

9.7.3 根据路基排水系统，现场拟定小桥涵位置、交角、结构类型、孔径及进出口形式，全线小桥涵的布置，应统筹兼顾，除考虑现状需求外，还应收集近期和远期规划资料，并与行政村、镇签订初步桥涵协议。

9.7.4 拟建小桥涵址的上、下游附近有已建小桥涵时，应对既有小桥涵结构形式、洞口类型、各部分主要尺寸及埋置深度、修建年代、损毁修复等情况进行调查，测量桥前水深、桥下泄洪流量、桥涵址间的汇水面积等。

9.7.5 改扩建项目小桥涵还应进行下列勘测：

- a) 查明既有桥涵结构形式、交叉角、跨径、长度、基础形式及埋置深度、修建年代、荷载标准、外观状况、技术状况及使用情况；
- b) 测量表达净宽、净高、墩台、桥面伸缩缝等特征位置和结构尺寸；
- c) 应检测拟利用小桥涵的结构承载能力、耐久性和破损状况。

9.8 大、中桥测量与调查

9.8.1 桥涵专业人员应会同路线、地质专业人员共同选定大桥和特大桥桥位。初测时应收集下列资料：

- a) 水文资料主要应包括下列内容：
 - 1) 流域水系图、桥位上游流域面积；
 - 2) 桥位上、下游历史洪水位，洪水发生的时间、洪水涨落幅度及历时、浪高、多年平均洪水位、常水位、最低水位、通航水位和漂浮物等其他资料；
 - 3) 桥位附近河道变迁和上下游水工建筑物及水利规划情况。如桥位附近有水文(位)站，应尽量收集和充分利用水文(位)站既有观测资料；
 - 4) 桥位上下游水库的库容量、设计洪水频率、校核洪水频率、特征水位、泄洪量等资料；
 - 5) 相邻河流既有水文资料及本河已建桥梁的行洪、冲刷观测资料。
- b) 气象资料主要应包括下列内容：
 - 1) 大、中桥附近气象站、台主要风向及频率、历年最大风速和空气成分等；
 - 2) 年、月、日平均气温和极端最高、最低气温；
 - 3) 多年平均降水量、日最大降水量、最大24h降水量、最大1h降水量和历年降水量、降水天数。
- c) 通航资料应包括下列内容：
 - 1) 桥位河段通航等级、通航船舶、代表性船队长度、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；
 - 2) 最高、最低通航水位、通航净空和通航孔数；
 - 3) 航道现状及整治规划；
 - 4) 通航限速。
- d) 根据需要开展或收集防洪影响评价、通航论证、地震安全性评价、地质灾害评估、环境影响评价等评价、论证资料。

9.8.2 初测阶段可不布设大型桥梁平面和高程控制网，但在布设路线首级控制网时，桥梁两岸布设的控制点均不应少于1个，并纳入观测和平差。控制点应满足建立桥梁控制网起算的需要。

9.8.3 桥位地形图、水下地形图测量应满足6.6条的规定，还应符合下列要求：

- a) 桥位地形图、水下地形图测绘范围应满足方案比较和桥梁布孔需要，桥位地形图还应满足桥头引道和调治构造物布置需要，测图比例尺宜为1:500~1:2000；
- b) 测绘范围：上游宜大于1000m，下游宜大于500m，沿桥轴线方向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;
- c) 测绘内容应包括桥轴线、路线平面控制点、引道接线、洪水调查点、历史最高洪水泛滥线、测时流向、航标和航迹线;
 - d) 通航河流区域应测绘水下地形图;
 - e) 扩建桥梁地形图、水下地形图测绘应增加既有桥墩、台和调治构造物的位置和高程。
- 9.8.4 大、中桥勘测应符合下列规定:**
- a) 现场核查研究工程可行性研究推荐的桥位方案,包括拟定的桥梁位置以及地形、地物、水文、通航等情况变化对桥梁方案的影响程度;
 - b) 调查沿河路段河岸冲刷、稳定情况,洪水泛滥高度和范围,洪水流向及流速,河槽变化趋势及冲淤情况,河岸堤防现状;
 - c) 对有价值的桥位方案均应进行相应水文勘测,满足技术、经济比较及方案论证需要,水文勘测应包括下列内容:
 - 1) 水文测绘:桥址水文平面关系可利用桥位平面图绘制,内容包括简易地形、地貌、水准点、洪水位点、水文断面位置、水流流向、洪水泛滥线,堤防、河床变迁、滩槽分布和上下游水工建筑物等;
 - 2) 河段水面坡度测绘:历史最高洪水位、多年平均洪水位、测时水位的水面坡度,河床高程及比降;
 - 3) 形态断面测绘:河床断面、测时水位、各种特征水位、滩槽分界线、植被及河床地质情况等,桥位附近有水文(位)站资料可利用时,应将桥址水文基线与水文(位)站建立水文要素关系,进行联测;
 - 4) 实测桥位河段流速、流向,并测绘流向图,实测水位过程线。
 - d) 沿线行洪大、中桥应进行水文分析和计算:
 - 1) 绘制桥位断面或水文基线断面的滩、槽、全断面“面积一流速一流量曲线,采用暴雨径流法、地区经验公式、形态法、比拟法等,计算桥位处设计洪水频率的流量、流速,经分析后确定设计流量、设计水位。
 - 2) 桥孔布设及桥孔长度计算。
 - 3) 桥面最小设计高程计算。
 - 4) 有水文站的河流桥梁可采用数理统计法计算桥下流量。
 - e) 调查桥位附近各类构造物、建筑物的分布情况,确定其对桥位的影响;
 - f) 调查桥梁施工场地位置、地形条件、地质状况、通水通电状况、施工便道和通行能力,宜测绘施工场地范围 1:2 000 地形图;
 - g) 跨越峡谷和海域大桥,受风力影响较大时宜进行风向、风力、风季发生时间和频率等调查,盐碱等空气成分异常区域应对空气成分进行调查,分析其对桥梁结构的影响。
 - h) 悬索桥应对锚碇位置地形、地质状况进行勘测;
 - i) 经过水域的桥梁应调查、分析水成分对桥梁桩基础和下部结构的影响。
- 9.8.5 改扩建项目桥梁还应进行下列勘测:**
- a) 调查收集既有大、中桥的设计、施工、监测、养护检测、维修加固和运营等方面的技术资料;
 - b) 对方案和造价影响大的既有大、中桥及其附属设施结构物应进行空间特征点的勘测,测量精度应满足平面中误差不大于 $\pm 3\text{cm}$ 、高程中误差不大于 $\pm 2\text{ cm}$ 的规定,勘测内容应包括:
 - 1) 桥梁结构形式、交角、跨径、长度、基础形式等;
 - 2) 桥面、桥台两端坐标和高程、桥墩中心坐标、桥墩地面高程、桥墩尺寸等;
 - c) 对既有桥梁外观状况、技术状况、拼宽条件进行调查和评估;
 - d) 有改扩建历史的桥梁应进行梁板拼接方式及上部荷载的调查、复核和评估;

e) 拟利用的桥梁宜进行荷载试验，并开展桥梁技术状况、承载能力、耐久性的检测及评估。

9.8.6 应征求并取得水利、航运、防汛、城建、铁路、公路、规划等相关部门对大、中桥布设及方案的书面意见，与沿线村、镇签订相关意向书。

9.9 隧道测量与调查

9.9.1 现场核查研究工程可行性研究推荐的隧道方案，包括拟定的隧道位置以及地形、地物、水文等情况变化对隧道方案的影响程度。

9.9.2 隧道专业人员应会同路线、地质专业人员共同选定控制路线的特长隧道、长隧道位置，对控制路线方案的隧道进行广泛的区域调查。中、短隧道位置原则上应服从路线走向和线形要求，综合考虑地形、地质条件及路线与隧道的协同。

9.9.3 隧址区域需搜集、调查的主要内容包括：

- a) 区域地质资料：以现场调查、测绘、遥感信息、物理勘探工作为主，配合代表性钻探、测试工作，查明隧道处地形、地貌、气象、地质构造、地层岩性、水文地质、特殊地质、不良地质、地震影响等，不良地质影响控制隧道方案时应进行评价；
- b) 区域附近相关地表水系、地下水露头、水源保护区、环境保护区、采空区、矿产资源、动植物生态、地下管线、周边既有工程；
- c) 地震历史、地震动峰值加速度系数；
- d) 施工便道、施工场地、弃渣场地、供水、供电和通讯条件。

9.9.4 相邻隧道洞口纵向间距小于 250m 时，应作为一整座隧道群进行勘测。

9.9.5 初测阶段可不布设大型隧道平面和高程控制网，但在布设路线首级控制网时，隧道两端洞口、斜井口及竖井口应布设控制点，控制点应纳入观测和平差，并满足建立隧道控制网起算的需要。

9.9.6 隧道地形图测绘应符合下列要求：

- a) 地形图测绘范围应满足隧道方案比选、洞口选择、隧道附属工程及辅助工程设置等初步设计需要；
- b) 深埋隧道的洞身上方可测绘 1:2 000 地形图，特殊区域应测绘 1:2 000 地形图：
 - 1) 隧道进出口、斜井口、竖井口路段，测绘范围为各类洞口前、后、左、右不少于 200 m；
 - 2) 地质条件复杂路段，隧道洞身上方存在建筑物和构筑物、水域路段等潜在影响区域。
- c) 改扩建项目隧道测绘范围应包括既有隧道洞口部分。

9.9.7 隧道勘测应满足隧道方案比选和初步设计需要，应在下列路段进行实地纵横断面测量，每处测量范围前后不应少于 50m，测点间距不宜大于 10 m。

- a) 隧道进出口、斜井口、竖井口；
- b) 埋置深度小于 2 倍隧道开挖跨度地段，洞身地表有村庄、水塘及重要建筑物、构筑物地段。

9.9.8 影响隧道施工及运营安全的滑坡、崩塌、泥石流、冲沟、水库、岩溶、采空区，以及与隧道有相互影响的道路、矿山、建筑物等，均应进行勘测。

9.9.9 长隧道、特长隧道还应进行下列调查工作：

- a) 区域内供水、供电情况；
- b) 施工场地调查、环境保护调查及洞渣利用研究调查；
- c) 隧道消防池、进出口、竖井口及斜井等场地条件恶劣的区域应调查施工便道。

9.9.10 隧道进出口应进行综合排水系统调查，调查内容包括：

- a) 进出口排水位置地质情况；
- b) 排水沟渠与区域水系的衔接情况；
- c) 排水系统对下游污染的影响程度。

9.9.11 隧道洞渣存放场地调查主要应包括下列内容：

- a) 场地容量、运距及运输条件;
- b) 场地的地表水、地下水径流条件及生态环境;
- c) 区域附近既有工程的工程类比条件及采取的安全保护措施。

9.9.12 改扩建项目隧道还应进行下列勘测:

- a) 收集既有隧道的设计、施工、监测、运营、养护检测和历次维修加固等方面的技术资料;
- b) 现场核查隧道结构形式、隧道排水设施布置形式、洞口场地情况、边仰坡防护情况、洞口排水设施布置情况;
- c) 现场核查既有隧道结构损毁状况, 结构病害或材质劣化现象较严重时, 应开展衬砌厚度、衬砌混凝土强度、衬砌钢架、钢筋布置情况、衬砌背后空洞情况等检测;
- d) 调查既有隧道渗漏水部位、水的性质、水量及其随季节变化的关系;
- e) 调查既有隧道通风照明及其他机电设施的运营状况;
- f) 调查既有隧道消防救援机构的设置、消防设备的配置及使用情况、隧道火灾事故情况及其产生的原因等;
- g) 调查既有隧道变电所使用情况、柴油发电机等备用电源负荷及使用频率、电力监控系统配置、运营电费及节能措施、照明光源配置及运营等供配电设施情况;
- h) 调查既有隧道交通量、通行能力、营运期间交通事故情况及其产生的原因;
- i) 测量既有隧道平纵面线形、路面横坡、净空断面、进出口变宽路段、隧道内部港湾式停车带, 并进行隧道内建筑界限符合性核查。

9.10 路线交叉测量与调查

9.10.1 项目与公路互通式立体交叉勘测应符合下列要求:

- a) 从公路网布局、项目在路网中的作用、经济效益、交通安全等方面进一步分析论证互通立交的设置;
- b) 调查核实被交道路的等级、技术状况、转向交通量、车型比例、发展规划;
- c) 应结合路线布设, 选定交叉位置、交叉方式, 测量被交路交叉角度、交叉点高程、被交公路平纵线形、横断面形式, 确定立交桥的跨径和型式。复杂立交应进行多方案比选;
- d) 调查互通式立体交叉区域地形、地质、水文条件、水利设施;
- e) 被交公路测量深度应与主线相同, 测量长度应满足互通式立体交叉布置要求;
- f) 调查互通式立体交叉连接道路影响范围的用地、建筑物、路基路面现有状况;
- g) 互通式立体交叉的数量、规模和形式应征询并取得书面意见。

9.10.2 项目与公路分离式立体交叉勘测应符合下列要求:

- a) 调查被交公路远期改扩建需求, 地形、地物、排水等条件;
- b) 被交公路需改建时, 勘测内容和精度应符合相应等级公路勘测要求, 测量长度应满足改线及接线要求。被交公路不需改建时, 应测量交叉处被交公路左右不少于 100m 范围内的纵、横断面;
- c) 调查被交乡村道路性质、用途、沿线村镇及土地开发情况、综合治理和发展改造规划, 确定交叉位置、净空标准等;
- d) 分离式立体交叉范围内需新建或改建排水设施时, 应测量排水设施范围的纵、横断面;
- e) 分离式立体交叉数量、规模和形式应取得书面意见。

9.10.3 项目与铁路交叉勘测应符合下列要求:

- a) 调查交叉铁路的名称、等级、技术标准、轨道数、运行情况、交叉位置地名、交叉处铁路里程、铁路路侧附属设施及排水条件、发展规划等;
- b) 项目上跨铁路时应测量铁路轨顶高程、轨道宽度、铁路输电线及附属设施位置和高度, 测量

长度应满足上跨方案研究需求;

- c) 项目下穿铁路时应测量交叉处及左右两跨的铁路梁底高程和桥墩、桥桩、承台的位置和尺寸等;
- d) 交叉设计方案、净空需求、施工方案等内容均需征求并取得铁路主管部门书面意见。

9.10.4 项目与管线交叉勘测应符合下列要求:

- a) 调查管线种类、技术标准、型号、规格、用途、运行时间等;
- b) 项目上跨管线时应测量交叉处左右各不少于 50m 范围内的管线位置和地面标高, 宜探测地下埋置深度和管径;
- c) 项目下穿管线时应测量交叉处左右各不少于 50m 范围内的管线位置和管底高程;
- d) 与项目平行并靠近的管线应测量位置、平行项目的长度、杆和塔高度;
- e) 对重要管线交叉应取得相关管线主管部门书面意见, 明确相关管线主管部门对管线交叉设计方案的交叉位置、高程和形式的要求, 签署初步协议。

9.10.5 改扩建项目路线交叉还应进行下列勘测:

- a) 调查既有交叉形式、技术标准、技术状况、交通现状、路网规划、建筑界限、各种管线布设情况、使用状况、改扩建条件、存在的问题等;
- b) 对现状主线、被交公路、立交匝道进行勘测。

9.11 交通工程和沿线设施测量与调查

9.11.1 交通工程及沿线设施勘测应按下列要求进行:

- a) 路线平、纵面方案应充分考虑沿线设施的布局;
- b) 调查初步选址的地形地貌, 核查工程地质情况和技术条件, 拟定设置服务、养护、管理、收费设施项目规模和场地位置;
- c) 房建、机电工程应进行房建基础、供水、供电、通信的调查;
- d) 安全设施的设置应进行连续长下坡路段安全分析;
- e) 互通立交出口、匝道与地方道路交叉口的标志标牌设置, 应征求意见, 合理标示相关地名。

9.11.2 改扩建项目交通工程及沿线设施还应进行下列勘测:

- a) 收集并现场核对既有项目竣工资料、系统升级改造竣工资料、近 3 年专项改造竣工资料、设备维护更新记录;
- b) 调查既有项目交通工程与沿线设施的规格型号、功能、位置、使用效果、破损情况和存在问题;
- c) 调查电动汽车混入率和管理服务设施所在区域地方污水管网、雨污分流系统及污水处理设施情况;
- d) 调查运营管理需求及对改扩建的建议;
- e) 对既有服务、养护、管理、收费设施的扩建条件进行勘测;
- f) 对拟再利用的交通工程与沿线设施进行相关检测。

9.12 工程经济调查

9.12.1 拆迁建筑物勘测应符合下列规定:

- a) 对拆迁建筑物的行政区划、位置、数量、结构形式、归属、拆迁费用进行勘测;
- b) 与沿线管道发生干扰需迁改时, 应调查管道归属、属性和数量, 宜会同主管部门现场勘查, 协商处理方案。

9.12.2 用地调查应以行政乡、镇为单位, 对拟征用土地的范围、数量、属性和种类进行调查。

9.12.3 砍树挖根应调查沿线相应涉及范围、疏密程度、数量, 经济价值较高树木的株数、株距、直径、

数量、产量、价格等。

9.12.4 筑路材料应调查沿线料厂（场）位置、产能、品类、质量、价格、运输方式、上路桩号、运距等。

9.12.5 概算资料调查应符合下列规定：

- a) 调查建设项目审批的投资额度、资金来源、贷款额度、利率和年度安排计划；
- b) 收集施工组织及招、投标形式，施工期限及有关计划与要求；
- c) 收集概算编制依据文件，除交通运输部颁发的现行概（预）算编制办法和定额外，还应收集广东省制定的补充规定；
- d) 对采用新技术的工程项目，补充定额搜集齐全或搜集有同类工程的机械配备、人员、劳动组合情况，施工进度等资料。

9.12.6 改扩建项目还应对交通组织管理涉及的相关内容所需费用进行调查和估算。

9.13 环境保护和景观设计测量与调查

9.13.1 环境保护勘测应按下列要求进行：

- a) 调查沿线自然保护区、生态严控区、动植物保护区、森林公园、水源保护区、饮用水取水口等位置、范围、等级、规模和受影响程度，核查野生动物迁徙需求及迁徙路径；
- b) 沿线存在噪声、废气、夜间灯光敏感区域的学校、医院、机关、疗养院、居民区、养殖场等环境敏感点的范围、空间位置和受影响程度进行勘测，结合环境影响评价报告的结论初步拟定设置降噪措施的种类与类型、范围、长度、规模等；
- c) 评价项目建设中因挖损、塌陷、压占、取土、弃土等可能造成的水土流失、侵占河道等情况和程度，调查建筑垃圾、工业废渣、废弃物的地点、范围、数量，拟定预防措施和处理方案；
- d) 调查核实施工和营运中的废水、油污水、养护措施的排污水等的排放方案，根据现场地形情况、敏感区域分布情况初步拟定油水分离池、蒸发池设置位置；
- e) 调查沿线路基两侧、互通、桥下空间、隧道、房建等可绿化的区域、路段、位置。

9.13.2 景观设计应进行下列要求调查：

- a) 调查沿线本土植物的品种、种植条件、生长特性、养护管理等，合理选用树种、草种；
- b) 调查沿线景观、园林工程常用的景观设计要素；
- c) 调查沿线当地标志性地物、历史沿革、历史人物和传说、非物质文化遗产、红色革命遗产、人文风情、地方特产、文物古迹等资料。

9.13.3 改扩建项目环境保护和景观设计还应进行下列勘测：

- a) 收集既有项目环境保护与景观设计的设计文件、竣工图、管养、气候水文和环评报告等资料；
- b) 调查既有项目环境保护设施的设置位置、使用状况及存在问题，公路部门及当地政府对景观设置的诉求和规划等。

9.14 施工和交通组织测量与调查

9.14.1 施工和交通组织勘测应按下列要求进行：

- a) 沿线可供施工利用的公路、桥涵分布情况，通行能力、承载能力、公路主管部门和地方政府意见；
- b) 既有高速公路、桥梁不能满足施工需求时，应拟定扩宽、改造或新建方案，并进行勘测；
- c) 结合设计施工需要，对沿线可供利用的施工场地位置、条件及可供施工利用设施进行调查，提出施工场地的位置和要求；
- d) 调查沿线电力、电讯线路和设施的分布情况，了解架设项目临时电力、电讯线路的可行性；
- e) 调查沿线水资源分布和可利用情况，包括水资源容量、化学成分及运输方法和运距。

9.14.2 改扩建项目施工和交通组织还应进行下列勘测:

- a) 既有项目交通量、交通组成、车辆通行规律、通行管理措施等;
- b) 区域内路网状况，包括路网内道路等级、车道数、宽度、路面和桥梁状况、通行能力、实际交通量、平时和节假日通行状况和绕行距离等;
- c) 根据区域内路网状况，对路网分流进行分析，初拟改扩建项目交通组织方案和施工组织方案;
- d) 区域内路网不能满足初拟交通组织方案时，应研究修建临时通道的可能性，并对临时通道进行相应勘测。

9.15 内业工作

9.15.1 外业勘测资料应进行记录、复核、整理和归类，并应符合下列要求:

- a) 勘测野外原始记录应现场手工记录或电子手簿记录，事后不得涂改、补记或转抄，电子记录应备份;
- b) 对各项测量资料应进行复核、计算和限差检查，对测绘成果进行精度分析和评价;
- c) 对各项调查资料应进行整理、归类和图表制作;
- d) 对收集的资料应进行检查和可靠程度分析;
- e) 资料格式应符合使用需要。

9.15.2 方案调整时应相应补充各项勘测资料。

9.15.3 测量外业工作全部完成后应编写初测工程测量技术总结，工程测量技术总结应包含下列内容:

- a) 项目概况，包括项目地理位置、地形概况、地貌特征、项目来源等;
- a) 已有资料，包括上一阶段提交的测量成果、收集的控制起算点等;
- b) 引用文件，包括项目过程中引用的标准、规范、地形图比例尺、成果数据格式和其他设计要求等;
- c) 坐标系统，包括平面坐标系统和高程基准;
- d) 项目投入的资源配置，包括人力资源和测量软件、硬件设备;
- e) 测量主要内容说明，包括测量活动的工作量统计、测量过程、作业方法和技术流程、成果质量精度说明等;
- f) 安全生产与环境保护，包括风险源识别、安全作业措施等;
- g) 质量保证，包括质量保证措施和测量成果说明等;
- h) 提交成果，包括控制点成果表、地形图成果、路线放样、中桩测量和特殊控制路段横断面测量资料、影响路线方案的重要建筑物及工点测量资料、技术总结等;
- i) 附录，包括控制点点之记、平面和高程控制测量平差报告、平面控制网布网及联测图、高程控制网路线示意及联测图、仪器检定证书等。

9.15.4 勘测成果应进行内部质量检查并编写自检报告，质量检查应按下列要求进行:

- a) 测量项目是否齐全、测量方法是否正确、野外记录是否完整、各项测量成果精度是否满足要求本文件精度要求、测量技术总结内容是否齐全;
- b) 调查项目是否齐全、对象属性是否正确、范围是否满足使用需要、主要尺寸是否标注，记录是否完整、人员签署是否完备、成果表示形式是否图文并茂;
- c) 中桩放样、中桩高程测量应进行抽样检测，抽样比例为勘测里程或工点数量的 5%，样本应分段均匀分布于整个路线，应包括不同地形类别，植被覆盖密集地区应增加抽样比例;
- d) 横断面抽样比例和抽样方式与中桩放样相同，每个样本段检测横断面数量不应小于 5 个;
- e) 采用精细地面数字高程模型截取纵、横断面时，可与模型检查工作合并进行，但抽样比例不应少于 5%;
- f) 专业勘测抽样比例不应小于总工点数量的 5%;

- g) 自检报告应包括检查的人员、仪器、内容、方法、记录数据、结论等内容。
- 9.15.5 外业勘测和资料整理完成后应根据地形图、控制性地物和地形测量等资料绘制路线方案纵、横断面图，结合各专业勘测资料，对各路线方案进行分析和比选。
- 9.15.6 外业勘测成果图表应按专业分类编绘。
- 9.15.7 初测全部工作完成后应编写项目初测说明书，说明书主要应包括下列内容：
- a) 项目概述，包括项目建设意义、任务依据、执行标准及规范、项目起终点及走向、可行性研究报告批复意见执行情况、采用技术标准等；
 - b) 建设条件，包括路线所处位置地形、地貌、地质、水文、气象、地震等自然状况，沿线城镇、公路、铁路、水利、环境敏感区、土地资源、主要管线、文物等分布及规划情况；
 - c) 资料收集，包括收集的卫星影像图、航测像片、地形图、国家控制点、地质、水文、气象、地震、各相关部门规划、既有公路建设及运营等资料；
 - d) 现场踏勘，包括现场踏勘内容、成果、重要控制点及发现的问题等；
 - e) 测量过程，包括测量时间、采用仪器设备及软件、测量内容、测量工作量、平面高程控制测量方法及精度、地形图测绘方法及精度等；
 - f) 沿线工程地质概括、水系概况，包括沿线工程地质、不良地质地段、特殊性岩土地段、主要水系分布情况、对工程的影响分析等；
 - g) 路基路面及排水工程，包括沿线工程地质、不良地质、特殊性岩土、水文地质、路基路面结构、边坡防护、路基路面排水等情况；
 - h) 桥涵工程，包括地形、地貌、水文、地质、通航、防洪、环评、地震等情况；
 - i) 隧道工程，包括隧址及进出口地形、地貌、地质、水文条件、地震、隧道进出口综合排水、弃渣等情况；
 - j) 路线交叉，包括交叉区域地形、地貌、地质、水文、被交道路现状、立交间距等情况；
 - k) 交通安全设施，包括地形、地质、危险路段分布情况等；
 - l) 环保和景观设计，包括环境敏感区域的范围、等级和空间分布，景观设计要素等情况；
 - m) 交通工程和沿线设施，包括初拟服务设施位置，场区地形、地质和水文，交通工程设置方案，养护、管理、收费等情况；
 - n) 筑路材料调查，包括料场分布，材料种类、产地、储量、运距、采运条件，取样后分析有关物理、化学性质等情况；
 - o) 施工和交通组织，包括路网交通量、新建或可利用的施工场地和设施、便桥和便道、电力及水供应等情况；
 - p) 工程经济，包括工程概算资料调查情况；
 - q) 问题和建议，包括勘测遗留问题，需相关部门协助解决的问题，对提高设计质量、水平有益的建议等；
 - r) 附件，包括可行性研究报告批复意见、各专业有关书面意见、会议纪要文件、各专业主要计算分析论证资料、既有路面桥梁检测报告、通航论证等专题报告或各专项报告等。

9.16 资料提交

- 9.16.1 初测提交的资料应包括下列内容：
- a) 初测技术设计书；
 - b) 控制测量平差计算资料和成果；
 - c) 地形图测绘资料和成果；
 - d) 路线测量资料；
 - e) 初测工程测量技术总结；

- f) 各专业调查、勘测的原始记录、图纸和资料;
- g) 有关书面意见、会议纪要文件;
- h) 路线平、纵面设计及各种底图、表;
- i) 各专业主要设计布置图和设计底表;
- j) 各专业主要计算、分析、论证资料;
- k) 项目初测说明书;
- l) 自检报告。

9.16.2 提交的资料应项目齐全、内容完整、条理清晰、数据正确、说明清楚。初测提交图表和技术资料的内容宜按表 65 执行。

表65 初测应提交资料

序号	项目	内 容
1	总体设计	项目地理位置图,初测说明书,路线平、纵面缩图,主要技术经济指标表,可行性研究报告批复意见,公路平面总体设计图,公路标准横断面图,运行速度曲线图,运行速度计算表,分期修建方案设计图,总体控制因素调查记录等。
2	测量	测量技术设计书,平面和高程控制测量记录和计算资料,控制点点之记,控制点成果表,地形图测绘成果资料,路线放样、中桩高程测量和特殊控制路段横断面测量资料,影响路线方案的重要建筑物及工点测量资料、初测工程测量技术总结,仪器检定资料,质量自检报告等。
3	路线	路线平面图,路线纵断面图,直线、曲线及转角表,纵坡、竖曲线表,公路用地表,公路用地图,赔偿树木、青苗数量表,拆迁建筑表,拆迁电力电信设施表,拆迁管线数量表、工程地质平面图、工程地质纵断面图、不良地质地段表等。
4	路基、路面、排水防护	路基标准横断面图,一般路基设计图,高填深挖路基设计图表,特殊路基设计图表,路基防护工程设计图,路面结构设计图,综合排水设计图,路线附近既有工程现状调查记录,路线附近河流、水文地质调查记录,路基土石方数量估算资料,取土场、弃土场调查资料,取土场地质勘察资料,路基防护工程资料,特殊排水设施调查记录,改河工程调查记录,路基调治构造物调查记录,路基水文调查、分析、计算资料,改河(沟)、改道等工程位置及规模等。
5	桥梁、涵洞	沿线水系分布示意图,特大、大、中桥桥梁表,特大、大、中桥桥位平面图,特大、大、中桥桥型布置图,小桥表,涵洞表,附属工程设计图表,水文调查分析及计算资料,既有桥涵调查记录等。
6	隧道	隧道表,隧道(地质)平面图、隧道(地质)纵断面图、隧道建筑限界及内轮廓方案图,隧道洞门方案图,隧道衬砌断面图,隧道机电设施方案图,隧道调查记录等。
7	路线交叉	互通式立体交叉一览表,分离式立体交叉一览表,通道天桥一览表,平面交叉设置一览表,管线交叉设置一览表,连接线一览表,被交道路调查记录、被交铁路调查记录、被交管线调查记录等。
8	交通工程及沿线设施	区域路网关系图,沿线安全设施建设规模汇总表,各类机电设备及主要材料数量汇总表,房建设施用地、建筑面积汇总表,交通工程调查记录,沿线设施位置、场地条件调查记录等。
9	环境保护和景观设计	环境敏感区一览表,各类环境保护工程数量表,景观工程数量表,环境保护调查记录、景观设计调查记录等。
10	筑路材料	筑路材料料场表、沿线筑路材料供应示意图、材料料场调查记录、材料供应调查记录、材料取样试验及试验结果等。
11	施工和交通组织	便道、便桥总体规划示意图,临时工程及施工场地调查资料,交通组织调查及方案等。
12	工程经济	工程经济调查资料、概算相关价格和政策性文件等。

表 65 初测应提交资料（续）

序号	项目	内 容
13	改扩建 高速公路	既有道路、桥涵、隧道勘测资料，既有分流道路调查资料，既有交通安全设施调查资料，既有机电设施调查资料，既有供配电照明调查资料，既有高速公路平、纵、横拟合资料，既有路面、桥梁检测资料等。
14	其他资料	各类会议纪要、协议、文件，复查、自检原始记录和质量评价资料等。

10 定测

10.1 一般规定

10.1.1 定测包括准备工作、对初测控制的检测和加密、地形图修测、中桩测量、横断面测量、各专业测量与调查、内业整理等工作。

10.1.2 定测前应按下列要求进行资料收集和准备工作：

- a) 收集工可、初测、初步设计阶段成果等历次审查咨询、会议纪要、批复意见；
- b) 根据掌握的地形、地质、水文、路网、控制点和控制区域分布、地方规划、各种保护区的分布等条件和初步设计批复意见，在地形图、影像图、数字高程模型上对路线方案进一步进行优化；
- c) 结合项目所在地区地形、植被、交通、勘测技术条件以及项目勘测特点，根据任务内容、规模和仪器设备情况，确定勘测技术方案、勘测内容，编写定测技术设计书。

10.1.3 应对初测阶段施测的平面、高程控制成果进行检测，对初测阶段只布设首级控制网的项目应加密控制网，控制网点密度应满足项目建设需要。加密控制点选埋应符合 5.4 条的要求，控制点检测或加密测量应符合 5.5 条、5.6 条的规定。

10.1.4 应核对已有地形图，按第 6 章的要求对地形图进行修测、补测或重测。

10.1.5 应根据定测外业成果对路线方案进一步优化。

10.2 中桩测量

10.2.1 定测阶段应进行中桩测量，中桩位置可通过精细地面数字高程模型特征线交叉提取或野外实地放样。中桩间距应满足专业调查和纵横断面测量需要。

10.2.2 野外实地放中桩间距应满足表 66 的规定。

表66 中桩间距

高速公路主线 (m)		匝道 (m)
直线	曲线	
平坦地、丘陵地	山地、高山地	
≤40	≤25	≤20
		≤10

10.2.3 野外实地放中桩宜在下列位置加桩：

- a) 纵断面方向地形变化较大处；
- a) 与前后桩横断面方向地形变化较大处；
- b) 桥梁、涵洞、隧道等构造物处；
- c) 其他需要进行专业勘测、调查处。

10.2.4 中桩平面测量精度应符合表 67 的规定。

表67 中桩平面测量精度

公路类别	中桩平面中误差（m）	桩位检测互差（m）
改扩建高速公路	$\leq \pm 0.05$	≤ 0.07
新建高速公路	$\leq \pm 0.10$	≤ 0.14

- 10.2.5 改扩建高速公路中线宜通过既有高速公路路面特征线采集成果拟合获取。
- 10.2.6 改扩建高速公路分离增建路段中桩测量应按照新建高速公路要求进行。
- 10.2.7 新建高速公路中桩平面测量宜采用单基站 RTK 法、网络 RTK 法或极坐标法；改扩建高速公路路面测量宜采用三维激光扫描测量方法。
- 10.2.8 中桩平面测量采用单基站 RTK 方法时应符合下列规定：
- 基准站选择应符合 5.4.2 条要求，或选择在已有控制点上；
 - 应检查电台和接收机的链接，并核对电台频率，在手簿中应输入基准站坐标、高程，并设置仪器高类型及量取位置、天线类型、仪器类型、电台播发格式、作业模式、数据端口、蓝牙端口等设备参数；
 - 测区转换参数可选取测区周边均匀分布的四个或以上控制测量静态观测平差成果进行配置，或现场 RTK 采点求取转换参数；
 - 流动站应利用未参与转换参数计算的其他控制点进行检查，检查坐标与理论值之差应小于中桩平面测量中误差的 0.7 倍；
 - 基准站作业半径应小于 5 km，超出范围应重新设置基准站。作业过程中不应更改基准站设置；
 - 重新设置基准站后应对上一基准站作业的中桩重新进行检查，检查数量不少于 1 个。
- 10.2.9 中桩平面测量采用网络 RTK 方法时应符合下列规定：
- 使用网络 RTK 法进行测量作业，应在连续运行基准站系统服务中心获取系统服务授权，并设置通信参数、IP 地址、APN、端口、源节点等参数；
 - 测区转换参数的求取和控制点的检查应符合 10.2.8 条的要求。
- 10.2.10 中桩平面测量采用极坐标法时应符合下列规定：
- 设置测站时，应观测检查并记录前、后相邻控制点间角度和边长；
 - 角度和距离均观测一测回，观测值与计算值之差应满足相应等级精度；
 - 重新设站后应对连接路段所放桩位重放不少于 1 个桩点进行检查并记录差值；
 - 采用支导线敷设少量中桩时，支导线边数不得超过 3 条，应与控制点闭合，等级应与路线控制测量等级相同，观测要求应符合第 5 章的规定，坐标闭合差应小于限差。
- 10.2.11 改扩建高速公路路面测量采用激光扫描测量方法时应符合 6.6 条的要求，并满足下列规定：
- 车载激光扫描 GNSS 基准站间距设置不宜大于 15 km，无人机机载激光扫描 GNSS 基准站间距设置不宜大于 3 km；
 - 路面平面标靶点布设间隔不宜大于 600 m，路面高程标靶点间隔不宜大于 200 m；
 - 路面标靶点宜布设在硬路肩上，距行车道外边线不小于 0.75 m，距硬路肩外侧距离不小于 0.25 m；
 - 路面标靶点的标志宜采用易于激光点云识别的材质进行敷设，可直接采用硬路肩上具有明显位置特征且易于激光点云识别的拐角；
 - 路面标靶点的测量等级应满足平面一级或以上、高程四等或以上，具体技术要求按照第 5 章的规定；
 - 激光点数据处理应利用路面标靶点对路面激光点数据进行精化处理，点云处理相关要求满足 6.6.10 条的规定。高速公路路面点云拼接平面误差应小于 7 cm，高程误差应小于 3 cm；
 - 应根据精化后的激光点云提取高速路面特征线，路面特征线宜包含下列内容：

- 1) 中央分隔带两侧;
 - 2) 行车道内外侧边缘线;
 - 3) 硬路肩外边缘线;
 - 4) 桥梁伸缩缝位置;
 - 5) 路面纵向排水沟。
- h) 提取特征线时应同时准确量测其高程, 中分带两侧和硬路肩外侧宜往行车道方向偏移 0.1m 处提取高程。

10.2.12 中桩高程应基于功能性差异进行区域分类, 按表 68 分类的规定执行。

表68 基于功能性差异的区域分类

区域类别	改扩建高速路面	重要地物区域	一般地物区域	其他区域
具体位置	改扩建项目中既有高速公路路面	对路线纵向控制要求较严的铁路、公路、河堤、水坝、管线、隧道口、高填深挖路段等	作物地、荒地、山地、草地、土质堤坝和塘梗等	水域、有淤泥的水田、沼泽地等

10.2.13 中桩高程应测至中桩处地面, 中桩高程测量精度应符合表 69 的规定。

表69 中桩高程测量精度

公路等级	改扩建路面 高程中误差 (m)	重要地物区域 高程中误差(m)	一般地物区域 高程中误差(m)	其他区域高 程中误差(m)	高程检测互差 (m)	
					改扩建路面	≤0.03
高速公路	≤±0.02	≤±0.05	≤±0.15	≤±0.20	重要地物区域	≤0.07
					一般地物	≤0.21
					其他区域	≤0.28

10.2.14 中桩高程可采用单基站 RTK、网络 RTK、三角高程或精细地面数字高程模型内插等方法, 改扩建高速公路宜采用激光扫描进行测量后构建精细地面数字高程模型内插。

10.2.15 中桩高程测量采用单基站 RTK 方法时应符合 10.2.8 条的规定, 采用网络 RTK 方法时应符合 10.2.9 条的规定。

10.2.16 采用三角高程测量方法时应符合下列要求:

- a) 高程测量应与极坐标法放样同时进行, 应检查、记录测站点与方向点间高差, 高差之差应小于限差要求, 计算高差的距离和垂直角均应观测一测回;
- b) 转站数不得超过 1 站;
- c) 重新设站后应对连接路段所放桩位重放不少于 1 个桩点进行检查并记录差值。

10.2.17 采用数字高程模型内插方法获取中桩高程时应符合下列要求:

- a) 数字高程模型应包含满足设计需要的精细地面高程信息, 建模基础数据应包括三维断裂线和高程点;
- b) 三维断裂线宜包含坡坎线、既有道路路边线、沟渠边、沟渠底、鱼塘等水系边线等, 三维断裂线应野外实测采集;
- c) 所有基础数据采样点间距应不大于 5 m;
- d) 数据采集范围应超出路线起终点桩号并延长不小于 100 m;
- e) 基础数据测量精度除应满足表 10.2.13 中不同地物区域高程中误差的精度要求, 还应满足下列要求:

- 1) 改扩建高速公路路面数据宜采用激光扫描提取并满足 10.2.11 条的规定;
 - 2) 重要地物区域数据应采用人工实测获取;
 - 3) 一般地物区域和其他区域数据宜采用激光扫描或人工实测获取。
- f) 数据编辑和内业处理除满足 6.9.4 条规定外, 还应满足下列规定:
- 1) 多源数据内业处理应包括人工采集数据与激光扫描等数据的对比分析, 高程互差超过 5 cm 时应对激光数据进行再次精化;
 - 2) 各种三维断裂线可共用端点, 不应发生线段交叉;
 - 3) 改扩建高速公路路面数据应采用提取的路面三维特征线成果, 且删除路面范围的激光点云数据。
- g) 精细地面数字高程模型构建除满足 6.9.5 条规定外, 还应满足下列规定:
- 1) 构模范围应超出路线起终点桩号并延长不小于 20 m;
 - 2) 模型构建宜采用一体化建模。当分段建模时, 其分割线应平行于路线横断面方向, 衔接处基础数据应相同且重合长度不小于 20 m;
 - 3) 采用三角网时, 所有三角形不应相交或重复, 三角形的三个内角宜为锐角;
 - 4) 采用规则格网构建模型时, 模型格网间距应不大于 0.5 m, 且角点内插高程中误差应不大于 0.2 m。
- h) 精细地面数字高程模型内插中桩高程时, 除中桩间距应满足表 66 的规定外, 还应对重要地物和一般地物区域进行加桩;
- i) 采用精细地面数字高程模型内插的中桩成果应按 9.15.4 条的要求对中桩高程进行抽样检查, 每个测量分段至少应有一个抽样样本。

10.3 横断面测量

10.3.1 横断面测量应准确反映路线法线方向地形起伏变化, 改扩建项目横断面测量还应反映既有高速公路中央分隔带、硬路肩、行车道、土路肩、边坡等横断面组成的各特征点。横断面测量宽度应满足路基及排水设计、附属物设置、用地图绘制等需要。

10.3.2 横断面测量宜采用全站仪、RTK 测量、激光扫描测量、精细地面数字高程模型内插获取等方法。

10.3.3 横断面上测点平面测量精度应符合表 70 的规定。

表70 横断面测点平面测量精度

公路类别	测点平面精度 (m)	测点平面检测互差 (m)
改扩建高速	$\leq \pm 0.07$	≤ 0.10
新建高速公路	$\leq \pm 0.15$	≤ 0.20

10.3.4 横断面上测点高程测量精度应符合表 71 的规定。

表71 横断面测点高程测量精度

公路等级	改扩建路面 (m)	重要地物区域 (m)	一般地物区域 (m)	其他区域 (m)	高程检测互差 (m)	
					改扩建路面	≤ 0.04
高速公路	$\leq \pm 0.03$	$\leq \pm 0.07$	$\leq \pm 0.18$	$\leq \pm 0.25$	重要地物区域	≤ 0.10
					一般地物	≤ 0.25
					其他区域	≤ 0.35

10.3.5 地形平缓路段横断面可采用皮尺、花杆结合全站仪测量，横断面测量精度应符合表 72 的规定。

表72 横断面测点高程测量精度

路线	距离 (m)	高差 (m)
高速公路	$\leq L_2/100+0.1$	$\leq h_d/100+L_2/200+0.1$

注：表中 L_2 为横断面测点与中桩水平距离， h_d 为横断面测点与中桩间高差。

10.3.6 横断面测量读数取位，新建高速公路宜取位至 0.1 m，改扩建公路宜取位至 0.01 m。

10.3.7 采用精细地面数字高程模型内插方法获取横断面时除应符合 10.2.17 条外，还应符合下列要求：

- a) 建模基础数据范围和模型范围应满足横断面宽度需要并外延不小于 20m；
- b) 精细地面数字高程模型建模基础数据中，重要地物区域以及其他根据设计需要对横向控制要求较高的位置应实测获取；
- c) 改扩建高速公路的建模基础数据除应包括 10.2.11 中列项 g 的内容，还应包括既有高速公路的土路肩外边线、边坡坡脚线坡顶线、排水沟截水沟沟边线沟底线等；
- d) 数模内插应用时应按 9.15.2 条的要求对横断面进行抽样检查，每个测量分段至少应有一个抽样样本。

10.4 路线测量与调查

10.4.1 路线测量与调查内容应满足路线方案优化及施工图设计需要。

10.4.2 设计用地边线外侧 20m 以内的敏感地物应野外实测，测量精度应符合平面精度±5 cm、高程精度±5 cm 的规定。细部测量应符合下列规定：

- a) 地物及其附属设施位置和范围应实测；
- b) 项目上跨既有公路、铁路、构造物、建筑物、输气、输水、输油、输电、通信及其他介质输送管线和附属设施时，应测量交叉处坐标、顶面高程，根据设计需要测量坡度；
- c) 项目下穿既有公路、铁路、架空构造物、建筑物、输气、输水、输油、输电、通信及其他介质输送管线和附属设施时，应测量交叉处梁底面高程、两侧支架或墩台坐标及宽度；
- d) 与项目平行的既有公路、铁路、输气、输水、输油、输电、通信及其他介质输送管线应测量位置、高度、走向；
- e) 与项目交叉的沟渠、河流、水塘水库应测量位置、堤坝高程、水位高程、水流走向。

10.4.3 既有道路、水渠、河流对路线方案有重要影响时，应对既有道路、水渠、河流现状的初测成果进行核对，按下列要求进行勘测：

- a) 实地调查确定改移道路、水渠、河流位置，改移河道、主干沟渠及公路应根据需要测绘 1:500～1:2 000 地形图，测绘范围应满足改移工程设计需要；
- b) 对改移工程进行实地放样和纵、横断面测量。

10.4.4 初测遗漏或变化的路线调查内容应进行补充，下列内容应进行核实：

- a) 各种保护区对路线方案的可接受程度及控制要求；
- b) 影响较大的建筑物、构造物、敏感点及管线与路线总体方案的关系；
- c) 沿线不良地质、特殊性岩土、自然灾害对项目建设影响范围和程度；
- d) 重要植被分布和与路线总体方案的相对关系；
- e) 各种沿线声环境、水环境敏感点分布、规模和与路线总体方案的相对关系；
- f) 城镇规划和当地政府意见。

10.4.5 在核实、补充调查基础上，结合沿线地形、地物、自然条件与当前环境情况等情况，对路线总体方案进行进一步优化，确定最终路线总体方案。

10.4.6 需要拆迁的重要建筑物、构造物、敏感点时，应测量其位置、范围、规模及尺寸，调查征拆费

用，协商达成一致的书面处理意见。

10.4.7 路线与铁路、重要管线、通航河流、主要干渠交叉时，应按下列要求进行调查：

- a) 调查其名称、属性、结构、容许通过宽度等，协商通过方式和通过位置；
- b) 路线与通航河流交叉时，应调查最高水位、通航高度、通航宽度，协商通过跨径、桥墩位置；
- c) 线路与主要干渠交叉时，协商通过方式、通过跨径、桥墩位置；
- d) 协商意见应取得书面协议。

10.4.8 改扩建项目测量除应按新建项目要求进行测量外，还应符合下列要求：

- a) 测量既有项目左侧路缘带、硬路肩等边线位置、公里桩坐标及其他附属设施等。既有项目路面勘测宜采用激光扫描方法进行数据采集；
- b) 施工单位在进场后应及时对封闭车道内的路面特征线进行测量复核；
- c) 施工期需要交通分流的道路应对其交通容量及桥涵结构物荷载等级、承载能力，路面结构强度等进行必要检测评定；
- d) 施工期需要保通的临时道路应进行临时保通道路勘测。

10.4.9 改扩建项目应对初测阶段调查内容进行核实和补充，对分流道路进行调查。分流道路调查应包括下列内容：

- a) 现状交通量、通行能力、通行状况；
- b) 路面和桥梁使用状况、荷载水平、改扩建需求等。

10.5 路基、路面、排水及筑路材料测量与调查

10.5.1 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调查。为路基施工图设计提供依据。

10.5.2 根据路线纵断面设计拟定的路基填挖高度、地勘资料和横断面资料等，初步生成路线总体布置图，并结合现场条件逐段落实相关设计内容。

10.5.3 根据路线纵坡和行车安全要求，结合地形情况，确定避险车道、爬坡车道的位置（桩号）。

10.5.4 一般路基、路面及排水勘测应包括下列内容：

- a) 对沿线地表水、地下水、泉眼、裂隙水的赋存位置、流量、出水口等进行勘测。对沿线农田、洼地段积水深度及规律应进行调查；
- b) 调查沿线清表土的分类、特性、厚度及可利用情况；
- c) 对沿线不良地质的范围、规模、性质等进行调查，评价其对路基的影响程度；
- d) 对沿线高填、深挖路基进行勘测，调查路段所经过地区自然条件，现场核实路基边坡形式、防护形式和排水形式；
- e) 对山坳、窝口、鸡爪地形、冲沟等地表径流汇集区域的山体裂缝、断层、陷坑、孔道等地表下渗通道进行调绘，查明路界及附近地表水下渗补给情况；
- f) 对路界范围内有水库渗流场影响区时，应收集水库资料，避免水库蓄水影响路堤，或路基、隧道开挖水库周边山体造成水库水位下降。

10.5.5 浸水路基勘测应包括下列内容：

- a) 收集潮水位、波浪高、洪水位、水流流速、水的化学成分、水底地质情况、沿河山坡稳定性等资料；
- b) 调查连片鱼塘、岸或滩的冲刷和淤积情况、水深等资料；
- c) 查明河段的水文、水力特征，确定路基设计频率水位及流速，合理设计路基高程；
- d) 核实内涝设计路段是否存在局部防洪排涝不畅路段、沿线堤防的设计洪水频率；
- e) 核查初步设计沿河路基防护加固方案；
- f) 因项目引起的改河工程方案，应进行相应的水文、水力计算和分析，对改河工程所造成的不

利影响进行充分评价，采取防范处置措施，并结合防洪评价报告结论，取得水利等相关部门的意见。

10.5.6 不良地质、特殊性岩土地段路基应包括下列内容：

- a) 调查核实沿线岩堆、岩溶、滑坡、泥石流、崩坍、顺倾滑脱等不良地质的位置、范围、病害类型及其对路基、路面的影响，结合地质勘察成果，通过工程类比等手段，合理确定整治措施；
- b) 滑坡路段、地质条件特别复杂且防护工程规模较大的工点宜测绘 1:500 地形图；
- c) 调查路基范围内的岩溶漏斗、采空区等的发育情况（包括面积、深度、集雨面积、渍水时间及其发展史），提出路线跨越方式或处理措施；
- d) 充分收集软土、过湿土、膨胀土、液化土、碳质泥岩地质条件下，本地区类似工程项目的资料和经验。

10.5.7 路面调查应按下列要求进行：

- a) 根据沿线工程地质、水文地质条件，分析确定各路段原状土的类型及其干湿状态；
- b) 收集项目区已有道路的路面结构类型、厚度、材料性能、使用效果等资料；
- c) 收集气象、地质、水文等路面不利因素。

10.5.8 排水勘测应符合下列规定：

- a) 查明地下水的类型、赋存状态、埋藏深度、水位变化规律，含水层和隔水层的性质、层数、厚度、化学成分及对混凝土结构物的侵蚀性；
- b) 查明地下水的流向、流速、水力坡度、补给排泄条件，地表水与地下水的补排关系及影响，泉水出露的位置、类型、流量和动态变化；
- c) 调查当地地下水的利用和既有地下排水设施的使用情况及对公路的影响；
- d) 调查项目区域既有的典型排水设施使用状况，核实各类排水设施的位置、长度、形式及断面尺寸；
- e) 沿线水塘、饮水排灌渠路基段的排水系统应自成系统；
- f) 沿线的高填、斜陡坡路基段，应核实区域的汇水流向、汇水面积、地表径流、地下水、泉眼等情况，完善地表、地下排水设施；
- g) 路基外排水应调查路线两侧地形、地面排水情况，现场确定排水设施形式、横断面尺寸、加固措施，测量起讫桩号、长度、进出口位置；
- h) 需特殊设计的集水、排水、输水工程设施，应实地放出轴线，进行纵、横断面测量，宜测绘 1:500~1:2000 地形图。

10.5.9 设置防护工程路段应按下列要求进行勘测：

- a) 调查现场确定路基边坡防护工程位置、起讫桩号、防护长度和形式、“M 地形”条件下路堑边坡的防排水及坡面冲刷措施。必要时对地质勘察方案提出补充意见；
- b) 需要设置台阶式路基或半路半桥的路段，应现场确定其起讫桩号、台阶最大高度、合理的支挡工程型式及规模；
- c) 调查山坡土体稳定性、边坡土质、含水量、植被情况、坡面、坡脚受水流冲刷及地下水出露情况等；
- d) 采用种草、植草、植树等进行边坡防护的路段，应调查核实边坡土层的适种性，是否需要采用客土喷播，及适宜种植的草种、草皮、树种和种植季节；
- e) 调查路基防护路段边坡土质、稳定性、含水量及植被情况等。

10.5.10 沿线筑路材料应进行下列调查：

- a) 根据筑路材料使用需求，调查沿线筑路材料料厂（场）位置、上路桩号、材料种类、质量、数量、成品率，开采的运输条件、支线工程和占地等；

- b) 应根据沿线路堑和隧道开挖土石比情况, 落实石方种类、质量、数量、运输条件、利用条件等;
- c) 应调查沿线矿渣及工业废渣情况, 进行可利用程度评价;
- d) 应根据详细调查资料、试验资料、分析研究结论决定料场的取舍;
- e) 根据初步设计审批的路面结构方案, 选用沿线材料进行原材料和混合料试验, 其试验方法、内容、成果资料等应满足路面设计要求;
- f) 大型料场应进行必要的勘探与试验, 签署意向书。

10.5.11 取、弃土场的设置应在初测成果基础上, 根据各路段取、弃土需求确定, 并形成一致的取、弃土场的设置协议。大型取土场、弃土场应进行实地纵、横断面测量和设计, 线外取、弃土场应测绘 1:1000~1:2000 地形图。取、弃土勘测应符合下列要求:

- a) 取土勘测应符合下列要求:
 - 1) 调查取土场位置、土源区覆盖层厚度及性质、地表及地下水情况、土地类别、种植情况、占用土地价格;
 - 2) 应初步分析土源的物理、化学性质, 如不符合路用标准时采取的改良措施;
 - 3) 确定取土场的范围、取土量、占地面积及类别、占地补偿价格、取土运输方式、上路桩号距离、运输便道及其长度、临时工程等;
 - 4) 调查沿线可利用的工业废渣种类、特性、储量、价格、功能等。
- b) 弃土勘测应符合下列要求:
 - 1) 核实弃土数量、土质;
 - 2) 调查是否有附近低地废弃或就地废弃条件;
 - 3) 调查弃土堆附近的地形、地貌、农田水利、植被、自然山坡和景观的情况;
 - 4) 调查弃土场运输条件、方式及运距, 修建便桥、便道长度、占地赔偿等;
 - 5) 评估弃土堆置后对地表排水、农田灌溉和周围环境的影响, 确定绿化、复垦及环境保护措施。

10.5.12 改扩建项目路基、路面排水勘测还应符合下列要求:

- a) 核实既有项目等级、技术指标、建设历史、使用运行状况;
- b) 核实既有项目构造物现状、养护情况、路幅宽度、路面结构及各层厚度等。对既有构造物位置、结构形式、裂缝、变形、位移或外倾情况进行勘测, 调查排水孔、盲沟、支撑渗沟等排水构造物工作状态;
- c) 调查路基处理、填筑、防护状况, 软土地区路基应调查工后沉降情况;
- d) 对既有项目路基、锚索预应力边坡、路面结构和破损状况等进行检测和质量评定, 确定病害路段位置、病害类型、性质、范围、防治措施;
- e) 调查坡体上方自然沟槽、填平区防排水系统缺陷及积水问题;
- f) 调查高填、斜陡边坡坡面渗漏水现象或痕迹、防护受损、坡脚剪出和鼓胀变形、排水系统缺陷等病害;
- g) 调查浸水路基坡脚冲刷掏蚀、临时防护结构基础脱空、破损等病害;
- h) 调查地表径流条件的重大变化及周边建设对排水系统的影响;
- i) 调查监测系统使用状况及监测数据异常情况;
- j) 分离增建路段应按新建项目要求执行。

10.6 小桥涵测量与调查

10.6.1 应对初测的小桥涵勘测资料进行核实、补充, 根据定测方案确定过水构筑物的位置、孔径、墩台高度、结构类型、基础类型及埋置深度, 必要的附属工程等。勘测内容应满足方案评价和施工图设计

需要。

10.6.2 小桥涵勘测应按下列要求进行：

- a) 小桥涵的设置应服从总体需求，保证水流畅通及小桥涵位上、下游农田、村落、水利设施的安全，增加必要的附属工程，避免造成不利影响；
- b) 合理确定涵洞、通道方案，沿线农田排灌、小型水库、饮用水管沟的过水需求宜与项目排水涵洞分开，过人过车涵洞宜与排水涵洞分开设置；
- c) 实测拟设小桥涵纵断面，对原有河床进行形态断面、河床比降、特征水位和汇水面积等调查与测量；
- d) 小桥涵位于地形复杂路段，应在路线中线两侧或河床两侧各施测一个或多个断面，布置困难或需进行改河、改道工程及环境协调等综合处理时，宜测绘 1:500~1:2 000 工点地形图；
- e) 改河工程应实测新、旧河道的河床纵、横断面；
- f) 小桥涵、通道的设置，应与村一级签订桥涵协议。

10.6.3 改扩建项目小桥涵勘测应符合下列要求：

- a) 调查既有小桥涵设置位置、数量、尺寸、形式的合理性；
- b) 调查既有小桥涵排水状况、分析排水不畅原因；
- c) 利用既有小桥涵时，测量其位置、跨径、高度、尺寸、顶底板高程。应进一步核查荷载标准、结构形式、破损状况、技术状况和明涵接长后涵顶高程。

10.7 大、中桥测量与调查

10.7.1 定测阶段应根据路线平、纵面设计资料、初步设计方案及审批意见，在初测基础上进行详细的调查、测量和水文计算，现场检验桥孔布设的合理性及调治、防护工程设置位置、结构型式的合理性。勘测内容和深度应满足方案比选和施工图设计需要。

10.7.2 在初测调查的基础上，进一步补充河流形态调查、桥位水文调查和勘测、工程地质勘探资料，补充相应的水文分析和计算资料。

10.7.3 在初测调查的基础上，进一步收集与桥梁设计相关的规划、通航、水利、涉河工程、气象、道路等资料。

10.7.4 核查洪水分析计算资料，确定桥梁设计洪水频率对应的设计流量、设计流速、设计水位等，进行桥孔布置以及计算桥长、桥面控制高程、基础冲刷深。

10.7.5 初测时测绘的桥位地形图应按第 6 章的要求进行检查、补测、修测或重测，地形图测绘范围、内容和精度应满足施工图设计需要。

10.7.6 大桥平面控制网施测应按下列要求进行：

- a) 桥梁两端附近应各设置 2 个以上平面控制点，网中平面控制点间最少应通视其中一点，布设位置应有利于点位稳定和长期保存。当平高共点时，应进行基础处理；
- b) 桥梁平面控制测量精度和等级，应按第 5 章的要求确定，同时还应满足表 73 桥轴线相对中误差的要求。特殊结构桥梁应根据施工允许误差，确定控制测量精度和等级；

表73 桥轴线相对中误差

测量等级	桥轴线相对中误差
二等	$\leq 1/150\,000$
三等	$\leq 1/100\,000$
四等	$\leq 1/60\,000$
一级	$\leq 1/40\,000$

- c) 桥梁平面测量控制网坐标系优先选择路线网坐标，当测区长度投影变形不符合要求时应采用

独立坐标系，投影面宜采用桥墩、台顶平均设计高程面，中央子午线应采用经过桥梁轴线中心的经线；

- d) 桥梁平面控制网平差宜采用路线控制网中的一点和一个大致平行于桥轴线的长边方向作为桥梁控制网起算数据；
- e) 跨越大江大河的桥梁专用控制点宜采用具有强制对中装置的观测墩；
- f) 初测阶段已经建立桥梁平面测量控制网时，应进行下列工作：
 - 1) 检查控制点分布是否满足定测和后续施工测量起算的需要；
 - 2) 对控制网进行检测或复测；
 - 3) 控制点分布和精度符合要求时可采用初测成果，超限时应进行重测；
 - 4) 只恢复或补设个别控制点时，可采用同级加密；补设控制点较多时应进行重测。

10.7.7 大桥高程控制网施测应按下列要求进行：

- a) 桥梁两端附近应设置 2 个以上高程控制点，大桥高程控制点标志应进行基础处理。桥梁高程控制测量等级和精度，应按第 5 章的要求确定；
- b) 桥梁高程控制测量宜采用独立网形成闭合高程路线或节点网，高程系统应与路线网一致，高程起算点应采用路线网中较稳固的水准点；
- c) 桥梁高程控制测量宜按第 5 章跨河高程测量的方法进行；
- d) 初测阶段已经建立桥梁高程测量控制网时，应进行下列工作：
 - 1) 检查高程控制点的分布是否满足定测和后续施工测量起算的需要；
 - 2) 对高程控制网相邻点间的高差进行检测或复测；
 - 3) 控制点分布和精度符合要求时可采用初测成果，超限时应进行重测；
 - 4) 只恢复或补设个别控制点时，可以附近高程控制点为起算点采用同级加密形式；恢复或补设控制点较多时应进行重测。

10.7.8 桥轴线纵断面和引道测量应按下列要求进行：

- a) 桥轴纵断面和引道测量范围应满足设计桥梁孔径、桥头引道、调治构造物布置需要；
- b) 地表起伏较大、地质复杂的桥址，应在桥轴线上、下游各 6~20m 测量辅助纵断面；
- c) 桥轴纵断面水下部分测量可采用测深杆、测深仪和数模内插等方法获取，测量要求应符合 6.7 条的规定；
- d) 桥轴纵断面上部分和引道纵断面测量与路线测量要求相同。

10.7.9 桥位上、下游应各测量一个形态断面，平原宽滩河流可测至历史最高洪水线以外水平距离 50m，山区测至历史最高洪水位以上 2~5m，测量要求与桥轴线测量要求相同。

10.7.10 改扩建项目大、中桥还应按下列要求勘测：

- a) 应检测初测阶段测量的桥梁结构物，检测比例应大于 10%，检测误差大于限差要求时，应重新进行测量；
- b) 补充测量所示意的桥墩、桥台、盖梁的宽度和高度、伸缩缝两端的位置和缝宽等各种特征点、线的坐标和高程；
- c) 对既有桥梁桥面铺装、栏杆、伸缩缝、人行道、照明、排水系统、标志，上部构造承重结构形式、材料，下部结构桥墩、桥台、翼墙、墩台基础、墩台帽梁、护坡、河床、调治构造物等桥梁技术状况进行核实、补充调查和评估；
- d) 核查桥梁下游 2 倍跨河桥长范围内河道冲淤情况，分析既有桥跨泄洪功能使用状况；
- e) 核实和补充初测阶段的桥梁外观、结构和健康检测资料；
- f) 核实既有项目桥梁改扩建历史、使用运行状况，复核桥梁新旧结构整体受力状况。

10.8 隧道测量与调查

10.8.1 隧道定测应根据初步设计审查批复意见对隧道方案进行优化调整,按下列要求对初测资料进行核查与落实,最终确定隧址方案。勘测内容和深度应满足方案比选和施工图设计需要。

- a) 核实隧道位置的地形、地质、环境、水文地质条件。重大复杂地质问题,应采用有针对性的勘探方法取得定性、定量的资料,形成结论;
- b) 核查洞口、辅助坑道口、隧道中线布置的合理性;
- c) 核查隧道排水、附属设施、施工方案的经济性及合理性;
- d) 检测初测布设的控制点,如有丢失或损坏应恢复或补设;
- e) 隧道测量的地形图应满足设计要求。

10.8.2 隧道平面控制测量应符合下列规定:

- a) 各洞口(含辅助坑道口)附近应设置不少于2个且与定向点通视的平面控制点,点位应便于引测进洞,相通视平面控制点间距应大于500m;
- b) 隧道平面控制测量精度和等级应满足第5章的要求;
- c) 隧道平面测量控制网坐标系宜与路线控制测量相同,宜采用路线控制网中的一点和一个大致平行于隧道中轴线的长边方向作为隧道控制网起算数据;
- d) 特长隧道应进行横向贯通误差预计,对施工阶段使用的仪器等级、测量方法做出建议。隧道两端开挖点处平面控制点横向点位相对中误差应符合表74的规定;

表74 横向点位相对中误差

两开挖洞口间长度 L _o (m)	L _o <3000	3000≤L _o <6000	L _o ≥6000
横向点位相对中误差(mm)	≤45	≤60	≤90

- e) 初测阶段已经建立隧道平面测量控制网时应按10.7.6中列项f的规定执行。

10.8.3 隧道高程控制测量应符合下列规定:

- a) 隧道高程控制测量精度和等级应根据隧道长度和水准路线长度满足第5章的要求;
- b) 隧道每一端附近应设置不少于3个高程控制点,可平高共点;
- c) 隧道高程控制测量宜采用独立网形成闭合高程路线或节点网,高程系统应与路线网一致,高程起算点应采用路线网中较稳固的水准点;
- d) 特长隧道应进行竖向贯通误差预计,对施工阶段所使用的仪器等级、测量方法做出建议。隧道中线贯通高程误差限差应小于±70mm;
- e) 初测阶段已经建立隧道高程测量控制网时,应按10.7.7中列项d的规定执行。

10.8.4 隧道地形图测量应符合下列规定:

- a) 对初测地形图应进行现场核对,地形、地物发生变化或地形图范围不足时,应进行修测或补测,地形图测绘范围应满足地质调绘、专业勘测和设计需要;
- b) 隧道进出口、斜井口、竖井口、辅助通道口以及地面风机机房等应测绘1:500地形图,地形图测绘范围为洞口前、后、左、右各宽100m。

10.8.5 隧道路线定测应符合下列规定:

- a) 洞口、斜井口、辅助通道口、竖井口位置前后各50m实地测量中桩,桩距不应大于5m,应根据地形变化情况和地物情况进行加桩;
- b) 隧道埋置深度小于2倍隧道开挖宽度地段应实地测量中桩,中桩间距不宜大于5m;
- c) 隧道下穿重要建筑物、构造物、公路、铁路、地下管线、水塘等设施,且埋置深度小于2倍隧道开挖宽度地段,应根据地物位置测量中桩;
- d) 所有中桩应进行中桩高程测量和横断面测量,横断面测量宽度不应小于隧道开挖轮廓线外1.5倍开挖深度,且大于开挖轮廓线10m。

10.8.6 隧道调查应按下列要求进行:

- a) 根据隧道洞口及中线位置，确定洞口、洞身、隧道场地调查与施工方案；
- b) 洞口调查
 - 1) 调查洞口位置，结合地质勘察资料核查洞口附近滑坡、崩塌、泥石流、冲沟等大型不良地质的分布及古堆积体坡积体范围；
 - 2) 核实洞门形式与周边建设条件的适应性；
 - 3) 核查明洞的设置需求，拟定明洞型式、长度、与暗洞分界里程；
 - 4) 调查洞口附近地表的水文地质情况，核实地表径流、山塘水库等与地下水的连通关系，合理确定洞口附近的开挖及防护加固方案；
 - 5) 核查洞口附近冲沟的排水设计方案；
 - 6) 调查隧道洞口附近堆料区、施工工区等施工场地的设置条件；遇陡峭山体时应现场核实拟采用的进洞施工方案。
- c) 洞身调查
 - 1) 调查浅埋段的地表附着物情况、加固条件、浅埋偏压地段的分布。
 - 2) 隧道穿越村庄下方时，应加强地表水、地下水与洞身联通关系的现场调查及地质勘察，避免隧道开挖影响村民的生产生活。
 - 3) 岩溶发育地区，应加强洞顶的现场调查，联合地质勘察人员，共同商定工程地质及水文地质勘察方案。
- d) 调查补充隧道区域内气象条件及环境条件；
- e) 调查隧道通风、照明、排水、用水、通讯、救灾、消防、运营管理设施情况；
- f) 调查隧道洞口、辅助坑道洞口的施工便道引入条件及便道长度；
- g) 核实隧道弃渣场地条件和安全情况，签署书面意见；

10.8.7 长隧道、特长隧道应对初测阶段调查的施工用水、用电、便道、场地等进行核实和补充调查，签署书面协议。独立长隧道或特长隧道施工场地条件调查应包括下列内容：

- a) 施工用水距离与高差；
- b) 施工供电距离与所属管理单位；
- c) 施工场地位置及与隧道洞口关系；
- d) 施工便道布置方案及长度；

10.8.8 改扩建项目隧道还应对初测阶段既有隧道的勘测资料进行核查、补充；

10.9 路线交叉测量与调查

10.9.1 定测阶段应根据初步设计审批意见对路线交叉方案进行优化，对初测收集的资料进行核实、补充。定测内容和深度应满足方案比选和施工图设计需要。

10.9.2 应现场核查路线交叉附近的测量控制点。测量控制点损坏、丢失或控制点分布不足时应补设或重设；地形、地物等有变化或地形图范围不足时，应修测或补测地形图。

10.9.3 设计或实施的其他项目与本项目交叉时应进行控制点联测。

10.9.4 互通式立体交叉勘测应符合下列要求：

- a) 应测量被交公路路线平面、纵、横断面，并满足设计需要；
- b) 被交公路的勘测应按下列要求进行：
 - 1) 路面结构及各层厚度、路面使用状况、路面病害类型与范围、公路养护历史及远期规划。
 - 2) 互通式立体交叉处自然地理条件、区域规划与要求。
 - 3) 互通式立体交叉范围内建筑物和管线拆迁、防护、排水、改移工程及绿化、照明、占地等。
- c) 互通式立体交叉匝道和联络线应按路线测量要求进行中桩高程和横断面测量。

10.9.5 分离式立体交叉勘测应符合下列要求:

- a) 核查被交叉公路的规划设计、实施情况;
- b) 核查分离式交叉的位置、型式、桥梁孔径、标准;
- c) 分离式立交跨线桥的桥下净空应满足相应等级公路的净空标准并预留道路加铺高度;
- d) 设计与施工方案均应征求地方政府或主管部门的意见，并取得书面协议;
- e) 核查被交公路路面结构及各层厚度、路面使用状况、路面病害类型与范围、公路养护历史。

10.9.6 通道与人行天桥勘测应符合下列要求:

- a) 根据乡村道路用途及发展规划，综合研究通道与人行天桥布局、设置位置和形式;
- b) 被交的乡村公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或移位修建通道、天桥的条件;
- c) 被交公路下穿主线时，应调查排水条件，确定工程防护措施。对兼顾过水功能的通道，应核查通道净宽及独立设置过水涵洞可行性。

10.9.7 项目与铁路立体交叉勘测应符合下列要求:

- a) 测量铁路每股道桩号、交叉角度、每股道内外侧轨顶高程、纵坡、股道间距离、铁路路基宽度、铁路输电线及附属设施位置和高度;
- b) 项目下穿铁路，应调查既有水系、排水条件、地下水位及地质条件；拟定的排水措施采用沟渠排水或泵站抽水时，应进行相应勘测。测量交叉处及左右两跨的铁路梁底高程和桥墩、桥桩、承台的位置和尺寸等。

10.9.8 项目与管线交叉勘测应符合下列要求:

- a) 调查测量各种交叉管线平面位置、埋深、交叉角度、桩号、管线种类、用途、结构形式、跨越或平行项目的长度、悬空高程或埋置深度和杆柱倒伏长度;
- b) 重要管线应测量纵、横断面，拟定必要的防护加固措施，或改移方案。

10.9.9 改扩建项目路线交叉勘测还应包括下列内容:

- a) 应对初测交叉勘测成果资料进一步核查;
- b) 主线下穿的分离式立体交叉，应实测交叉桥梁梁底高程、桥梁跨径、桥墩位置、桥桩位置、承台位置和尺寸等;
- c) 主线上跨的分离式立体交叉，应按桥梁要求对主线桥梁进行勘测;
- d) 拼宽匝道的勘测，应按主线勘测标准执行;
- e) 互通式立体交叉还应分别按路线、桥梁要求对路基匝道、桥梁匝道进行勘测。

10.9.10 各种交叉位置、形式、规模、被交道路改移方案等应签署书面意见。

10.10 交通工程和沿线设施测量与调查

10.10.1 应对初测阶段交通工程和沿线设施勘测成果资料进一步核查。

10.10.2 定测阶段应按下列要求进行勘测:

- a) 对影响设施设置的地形、地质、水文等条件进行勘测，绘制的地形图应满足施工图设计要求;
- b) 调查、核实沿线设施的总体布局、项目、型式、规模及设置的位置;
- c) 核查管理、养护设施的具体位置的合理性，与当地地形、地物和环境的适应性;
- d) 应实地进行管理区、服务区、收费站、养护区连接路线、加减速车道中线的纵、横断面测量;
- e) 调查、核实与安全设施相关的沿线小气候条件，如台风、暴雨、大雾的范围和季节性特点;
- f) 调查沿线指路标志的详细地名、路名、编号，并征求相关地方主管部门意见。

10.10.3 改扩建项目沿线设施勘测还应包括下列内容:

- a) 核查既有项目交通工程、沿线设施破损情况、使用状况、存在问题;
- b) 应实地勘测既有服务、养护、管理、收费设施等沿线设施，并对扩建设施场地进行放样、勘测。

10.11 工程经济调查

10.11.1 应对初测阶段经济调查勘测成果资料进一步核查。

10.11.2 分类调查各种拆迁建筑物数量、归属、性质、到路线的距离、拆迁费用，拆迁建筑物应进行下列勘测：

- a) 拆迁建筑物应调查范围、位置、结构类型、尺寸、房屋层数、单价；
- b) 需拆迁的建筑设施，如电力、电讯设施和管道，应调查坐标位置、拆迁长度和所属单位，调查塔架或线杆类型、数量和编号、架设高度及材料、尺寸、规模等，探明管线埋设深度。

10.11.3 与高速公路、水利、铁路、重要管线等工程及重要设施发生干扰引起的拆迁工程，应与主管部门协商，落实采取的工程措施和处理方案，签署书面意见。

10.11.4 占用土地属性、种类和数量、各类土地常种作物和近3年平均产量应逐段进行核实和补充调查，编绘沿线用地图。用地勘测应符合下列要求：

- a) 用地图比例尺应为1:500~1:2 000，图中应标出各类土地(水田、草地、旱地、鱼塘、菜园、果园等)分界线、中线、桩号、用地宽度、使用人或单位、永久性用地和临时用地数量；
- b) 核实和补充调查沿线砍树、挖根、除草位置、数量和疏密程度，价值较高树木及独立果树的直径、数量、产量及相关价格等。

10.11.5 沿线筑路材料的调查应符合下列要求：

- a) 核实和补充初测调查的料场产量、质量、上路距离、价格；
- b) 调查的料场应进行优选并签订意向协议。

10.11.6 核实和补充初测调查的临时工程和改移工程的规模、数量、价格，主要包括施工便道、便桥，施工场地、输电、输水、通信设施，改路、改沟、改渠、改桥等。

10.11.7 改扩建项目还应对交通组织管理涉及的费用进行补充调查，主要内容包括改扩建费用、分流公路维护、交通组织管理费用、铁路运行管理费等。

10.11.8 预算资料调查应在初测调查基础上进行核实和补充调查，满足施工图设计预算编制需要，主要包括预算编制原则及依据、有关税额、材料价格、相关政策和费用等。

10.12 环境保护和景观设计测量与调查

10.12.1 应对初测阶段环境保护和景观设计勘测调查内容进行核实，按批准的环境影响评价报告和初步设计审批意见进行补充。

10.12.2 环境保护勘测应按下列要求进行：

- a) 核实设置声屏障、隔声窗、事故池、蒸发池的位置，对相应位置、范围进行勘测；
- b) 现场确定动物迁徙通道位置、高度、宽度、设置数量和防护措施；
- c) 项目建设对沿线声环境、水环境、光环境敏感点有影响时，应调查影响路段和影响范围，拟定保护和防护措施；
- d) 对取、弃土场应满足10.5.11条的要求，确定土地复垦措施。

10.12.3 景观设计勘测应按下列要求进行：

- a) 现场调查并确定沿线需绿化地段起讫桩号、位置及绿化种类、搭配；
- b) 现场确定景观设计位置，对场地进行勘测，核实与地方风格融合及周围环境协调情况。

10.12.4 改扩建项目环境保护和景观设计还应核实既有高速公路环境保护存在的问题，征求景观设计意见。

10.13 施工和交通组织测量与调查

10.13.1 应对初测阶段施工和交通组织内容进行核实和补充，按下列要求进行勘测：

- a) 施工便道、便桥的勘测应满足施工图设计要求;
- b) 架设的供水管道、临时电力、电讯线路应调查其相适应规格、种类，实测其长度;
- c) 落实施工场地位置和条件、签订书面协议。

10.13.2 改扩建项目勘测还应对本项目和整个走廊区域内其他道路的交通容量和通行状况进行核查，拟定详细的施工和交通组织方案。对必需的临时通道进行勘测。

10.14 内业工作

10.14.1 所有外业勘测资料应进行记录、复核、整理和归类，并按9.15.1条的要求执行。

10.14.2 测量外业工作全部完成后应编写定测工程测量技术总结，工程测量技术总结应包含下列内容：

- a) 项目概况，包括项目地理位置、地形概况、地貌特征、项目来源等;
- b) 已有资料，包括上一阶段提交的测量成果等;
- c) 引用文件，包括项目过程中引用的标准、规范、地形图比例尺、成果数据格式和其他设计要求等;
- d) 坐标系统，包括平面坐标系统和高程基准;
- e) 项目投入的资源配置，包括人力资源和测量软件、硬件设备;
- f) 测量主要工作内容说明，包括测量活动的工作量统计、测量过程、作业方法和技术流程、成果质量精度说明等;
- g) 安全生产与环境保护，包括风险源识别、安全作业措施等;
- h) 质量保证，包括质量保证措施和测量成果说明等;
- i) 提交成果，包括控制点成果表、地形图成果、中桩测量成果、横断面测量成果、工点测量资料、技术总结等;
- j) 附录，包括控制点点之记、平面和高程控制测量平差报告、平面控制网布网及联测图、高程控制网路线示意及联测图、仪器检定证书等。

10.14.3 勘测成果应进行内部质量检查并编写自检报告，内部质量检查应按9.15.4条的要求执行。

10.14.4 路线方案纵、横断面图应根据纵、横断面定测资料绘制。

10.14.5 外业勘测成果图表应按专业分类编绘。

10.14.6 定测全部工作完成后应编写项目定测说明书，说明书主要应包含下列内容：

- a) 项目概述，包括项目建设背景及意义、勘测设计任务依据、路线起终点及走向、初步设计批复意见执行情况、采用技术标准、工程规模、建设计划等;
- b) 建设条件，包括路线所处位置地形、地貌、地质、水文、气象、地震等自然状况，区域公路网、区域产业，沿线城镇、环境敏感区、综合交通、主要管线、土地资源、文物等分布及规划情况，各专项评价结论、各专题研究报告主要结论等;
- c) 勘测情况，包括测量起止时间、采用仪器设备及软件、人员组成、完成的测量工作量，控制点检测、加密情况，地形图修测、补测情况，中桩、横断面、沿线工点测量和各专业调查情况，勘测方法、达到的精度、安全生产、质量控制、提交测量及外业调查成果资料等;
- d) 沿线工程地质及水系概况，包括沿线工程地质总体情况、不良地质地段情况、沿线主要水系分布情况等;
- e) 路线方案，包括路线总体走向、沿线主要控制点、对各种影响路线走向问题的处理情况、采用平面及纵断面指标、路线方案优化情况等;
- f) 主要工程量简介，包括路线长度、路基土石方估算数量、重点防护工程及重点排水工程数量、桥涵数量及长度、隧道数量及长度、主要交通安全设施数量;
- g) 路基路面及排水工程，包括填、挖方情况及边坡坡率，不良地质路段情况及处理方案，路面结构选择情况，防护工程情况，综合排水设计情况、取土场调查和位置情况等;

- h) 桥梁工程, 包括主要桥梁设置位置、目的, 对附近构造物影响情况, 确定的方案及结构形式, 桥梁方案优化情况、施工场地调查和位置情况等;
- i) 隧道工程, 包括隧道设置位置, 进、出口选择情况, 隧道地质条件, 隧道方案优化情况、弃土场调查和位置情况、施工场地调查和位置情况等;
- j) 路线交叉, 包括主要交叉分布及设置情况、交叉方案等;
- k) 交通安全设施, 包括危险路段分布情况、拟定的安全措施等;
- l) 环保设计和景观设计, 包括环境敏感区分布情况、拟定的环保方案, 项目实施后对环境的影响情况, 拟设计的景观设计内容和说明等;
- m) 沿线设施, 包括沿线管理、养护、收费、服务设施等设置情况;
- n) 筑路材料, 包括筑路材料产量、分布情况, 供应范围及产量、可利用产量等;
- o) 施工组织及预算, 包括施工组织情况、影响工程预算的问题;
- p) 交通组织, 包括施工车辆交通路线和交通调配、改扩建公路交通控制措施和分流方案等;
- q) 遗留问题或需要重点说明问题、建议, 包括勘测遗留问题, 需业主或主管部门协助解决的问题, 对提高设计质量、水平有益的建议等。

10.15 资料提交

10.15.1 定测提交的资料应包括下列内容:

- a) 定测技术设计书;
- b) 路线控制网平差计算资料和成果;
- c) 构造物独立控制网平差计算资料和成果;
- d) 地形图修测、补测成果;
- e) 中桩、横断面测量成果;
- f) 工点细部测量资料;
- g) 定测工程测量技术总结
- h) 各专业调查原始记录、图表和资料
- i) 有关书面意见、协议、会议纪要文件;
- j) 各专业计算、分析、论证资料;
- k) 各专业主要设计布置图和设计底表;
- l) 项目定测说明书;
- m) 自检报告。

10.15.2 提交的资料应项目齐全、内容完整、条理清晰、数据正确、说明清楚, 定测提交的图表和技术资料的详细内容宜按表 75 执行。

表75 定测提交的资料

序号	项目	内 容
1	总体设计	项目地理位置图, 定测说明书, 路线平、纵面缩图, 主要技术经济指标表, 初步设计批复意见, 公路平面总体设计图, 路基标准横断面图, 工程界面划分协议, 总体控制因素调查记录等。
2	测量	定测技术设计书, 控制网检测、加密、重测、联测记录和计算资料, 控制点点之记, 控制点成果表, 地形图修测、补测资料, 路线中桩、横断面、工点等测量资料, 桥梁、隧道等独立平面、高程控制测量记录和计算资料, 定测工程材料技术总结, 仪器检定证书, 质量自检报告等。
3	路线	路线平面图、路线纵面图, 直线、曲线及转角表, 纵坡、竖曲线表, 中央分隔带开口设置一览表, 爬坡车道设置一览表, 公路用地表, 公路用地图, 赔偿树木、青苗数量表, 拆迁建筑表, 拆迁电力电讯设施表, 拆迁管线数量表等, 利用旧路时还宜包括既有道路现状调查记录等。

表75 定测提交的资料（续）

序号	项目	内 容
4	路基、路面和排水防护	路基标准横断面图,路床处理设计图,低填浅挖路基处理设计图,高填深挖路基设计图,桥头路基设计图,陡坡路堤或填挖交界处处理设计图,特殊路基设计图,取土场弃土场调查一览表,路基支挡、防护工程设计图,路面结构设计图,路基路面排水系统布置图,路基排水设计图,路面排水设计图,特殊排水设施调查记录,改河工程调查记录,控制洪水位调查记录及水文分析、计算资料,路基、路面初测资料利用情况等。
5	桥梁、涵洞	桥梁一览表,水文调查分析及计算资料,大中桥桥位平面图、桥位工程地质纵断面图、桥型布置图、主要结构设计图,小桥桥梁表,涵洞一览表,过水路面段调查记录,通航河道桥位河床平面图,既有桥涵情况调查记录,施工场地调查记录,桥涵初测资料利用情况等。
6	隧道	隧道一览表,隧道(地质)平面图、隧道(地质)纵断面图、隧道建筑限界及内轮廓方案图,隧道一般设计图,隧道结构设计图,隧道施工方案图,隧道弃渣场地图,隧道入口、通风、照明、供配电、消防、紧急救援等机电设施方案图,供水、供电调查记录,隧道初测资料利用情况等。
7	路线交叉	互通式立体交叉表,互通式立体交叉平面图、纵断面图,分离式立体交叉表,分离式立体交叉桥位平面、纵断面图,通道(天桥)一览表,平面交叉一览表,管线交叉一览表,连接线一览表,被交道路调查记录,被交铁路调查记录,管线交叉调查记录,交叉工程初测资料利用情况等。
8	交通工程及沿线设施	区域路网关系图,安全设施一览表,管理(收费)设施一览表,服务设施一览表,管理、服务设施地形图,连接路线、进出口道路勘测记录,交通工程及沿线设施初测资料利用情况等。
9	环境保护	环境保护工程一览表,典型环保工程布置图,路外环保设施平面图,景观工程数量表,取、弃土场环境调查记录,环境保护工程初测资料利用情况等。
10	筑路材料	材料料场一览表,沿线筑路材料供应示意图,地产材料料场情况调查记录,材料供应情况调查记录,材料取样试验及试验结果一览表等。
11	交通和施工组织	项目影响区域交通量分布和组成图,交通组织设计示意图,交通组织说明资料,全线便道、便桥总体规划示意图,临时工程及施工场地一览表,交通和施工组织设计初测资料利用情况等。
12	工程经济	树木、青苗、土地调查记录资料,预算相关价格和政策性文件等。
13	改扩建高速公路	既有道路、桥涵、隧道勘测资料,既有分流道路调查资料,既有交通安全设施调查资料,既有机电设施调查资料,既有供配电照明调查资料,既有高速公路平、纵、横拟合资料,既有路面、桥梁检测资料等。
14	其他资料	征地、拆迁及跨越铁路、河流、道路等协议,检查、验收原始记录和质量评价资料等。

11 地下管线探测

11.1 一般规定

11.1.1 高速公路勘测过程中根据设计需要适时开展地下管线探测工作。

11.1.2 地下管线探测包含地下管线探查、地下管线测量、内业数据处理和资料提交等内容。

11.1.3 地下管线测量的坐标系统和高程基准应采用与高速公路工程相同的平面坐标系统和高程基准。地下管线探测宜采用项目已布设的控制点。

11.1.4 作业前应收集测区已有的管线资料并进行整理、分析和现场踏勘,应根据现场踏勘情况制定工作计划。

11.1.5 地下管线探测前应对探测仪器、设备进行检校、试验,并应对作业方法进行验证。

11.1.6 地下管线探测作业应采取安全保护措施,并应符合下列规定:

- a) 打开窨井盖进行实地调查作业时，应在井口周围设置安全防护围栏，并指定专人看管；夜间作业时，应在作业区域周边显著位置设置安全警示灯，地面作业人员应穿着高可见性警示服；作业完毕，应立即盖好窨井盖；
- a) 在井下作业调查或施放探头、电极导线时，应进行有害、有毒及可燃气体的浓度测定，严禁使用明火；超标的管道应采用安全保护措施后方能作业；
- b) 严禁在氧气、燃气、乙炔等助燃、易爆管道上作充电点，进行充电法或直接法作业；严禁在塑料管道和燃气管道使用钎探；
- c) 使用的探测仪器工作电压超过 36 V 时，作业人员应使用绝缘防护用品；接地电极附近应设置明显警告标志，并应指定专人看管；井下作业的所有探测设备外壳应接地。

11.1.7 地下管线探测精度应符合下列规定：

- a) 明显管线点的埋深量测中误差不应大于 25 mm；
- b) 隐蔽管线点的平面位置探查中误差和埋深探查中误差分别不应大于 $0.05h_b$ 和 $0.075h_b$ ，其中 h_b 为管线中心埋深，单位为 mm，当 $h_b < 1000$ mm 时以 1000 mm 代入计算；
- c) 地下管线点的平面位置测量中误差不应大于 50mm（相对于该管线点起算点），高程测量中误差不应大于 30 mm（相对于该管线点起算点）。

11.1.8 地下管线探测工作结束应编制探测技术总结，技术总结应包括下列内容：

- a) 工程概况：任务的来源、目的和要求、工程的地理位置、工作环境条件、地球物理条件、管线敷设状况、作业日期、完成工作量等内容；
- b) 技术措施：作业依据、测绘基准、投入人力资源、采用仪器和检验校准记录、技术方法等；
- c) 应说明的问题及处理措施；
- d) 质量检查与评定结果；
- e) 安全生产、职业健康与环境保护措施落实情况；
- f) 结论与建议；
- g) 提交的成果清单；
- h) 附图与附表；

11.2 地下管线探查

11.2.1 高速公路项目的地下管线探查范围应包含项目的施工区域及周边有影响的区域，现场踏勘范围宜拓宽。

11.2.2 地下管线探查应查清各种地下管线的敷设状况、在地面上的投影位置和埋深，同时宜查明管线的种类、性质、规格、材质、载体、流向、电缆根数及相关附属设施等属性。

11.2.3 地下管线的探查项目和取舍标准按表 76 确定。

表76 地下管线探查项目和取舍标准

管线类别	埋设方式	埋深		断面		孔(根)	材质	附属物	偏距	其他要求	埋设年代	权属单位	取舍标准
		内底	外顶	管径	宽 X 高								
给水	管道	—	▲	▲	—	▲	▲	▲	▲	—	△	△	内径≥100 mm
	沟道	▲	—	—	▲	—	▲	▲	▲	—	△	△	
排水	管道	▲	—	▲	—	▲	▲	▲	▲	注明流向	△	△	内径≥200 mm 或 方沟≥300 mm×300 mm
	沟道	▲	—	—	▲	—	▲	▲	▲		△	△	
燃气	管道	—	▲	▲	—	▲	▲	▲	▲	注明压力	△	△	全测
	沟道	▲	—	—	▲	—	▲	▲	▲		△	△	

表76 地下管线探查项目和取舍标准（续）

管线类别	埋设方式	埋深		断面		孔(根)	材质	附属物	偏距	其他要求	埋设年代	权属单位	取舍标准
		内底	外顶	管径	宽X高								
热力	管道	—	▲	▲	—	▲	▲	▲	▲	注明流向	△	△	内径≥100 mm
	沟道	▲	—	—	▲	—	▲	▲	▲		△	△	
电力	管块	—	▲	—	▲	△	▲	▲	▲	注明电压	△	△	全测
	沟道	▲	—	—	▲	—	▲	▲	▲		△	△	
	直埋	—	▲	—	—	△	▲	▲	▲		△	△	
通信	管块	—	▲	—	▲	△	▲	▲	▲	—	△	△	全测
	沟道	▲	—	—	▲	—	▲	▲	▲		△	△	
	直埋	—	▲	—	—	△	▲	▲	▲		△	△	
工业	自流	—	▲	▲	—	▲	▲	▲	▲	注明流向	△	△	内径≥100 mm
	压力	▲	—	▲	—	—	▲	▲	▲	注明压力	△	△	
其他	综合管廊	—	▲	—	▲	—	▲	▲	▲	—	△	△	全测
	不明管线	—	▲	△	—	—	△	—	▲	—	—	—	全测

注1：▲表示应查明的项目；△表示宜查明的项目。
注2：管道材质主要包括钢、铸铁、钢筋混凝土、混凝土、石棉水泥、陶土、PVC塑料等，
注3：沟道材质主要包括砖石、管块等。

11.2.4 管线点可分为明显管线点和隐蔽管线点二类。明显管线点应进行实地调查、测量有关数据和采集信息。隐蔽管线点应采用物探或开挖方法探查其位置及埋深。

11.2.5 管线点应设置在管线的起止点、转折点、分支点、交叉点、出（入）地点、变径点、变材点、变坡点等特征点上。管线直线段的采点间距不宜大于30m；管线曲线段的采点间距应能反映管线弯曲特征。

11.2.6 下列位置应加测管线点：

- a) 工程设计的桩位（基础）邻近；
- b) 设计管线与已有管线交叉点的两侧。

11.2.7 地下管线的探查应在收集现况资料、实地调查的基础上，根据不同的地球物理条件，选用不同的物探方法进行定位、定深，并应遵循下列原则：

- a) 从已知到未知；
- b) 从简单到复杂；
- c) 宜采取实用、轻便、快速、成本低的方法；
- d) 地下管线交错密集区域应采用多种探查方式或方法，互相验证。

11.2.8 地下管线的物探探查应具备下列条件：

- a) 被探查的地下管线应与周围介质之间有明显的物性差异；
- b) 仪器应能捕获被探查的地下管线所产生的异常场；
- c) 接收信号应能从干扰背景或处理后的数据中分辨出被探管线产生的异常。

11.2.9 地下管线探查应联系权属有关单位一同进行。对无法探明的管线或探测信号明确但与收集的管线资料不符的管线，应由权属有关单位人员现场指认。

11.2.10 常规方法难以查明的管线、涉及重要工程的地下管线以及埋深大于4m的管线，建设单位应开展专项地下管线探查，宜采用钻孔逐步逼近与磁梯度测井等技术结合探测。

11.2.11 质量检查应在测区明显管线点和隐蔽管线点中分别随机抽取不少于各自总点数的5%，抽取的管线点应具有代表性且在测区内分布均匀。检查内容应包括探查的几何精度检查和属性调查结果检查。

质量检查的平面位置探查中误差和埋深探查中误差应符合 11.1.7 条规定。

11.3 地下管线测量

11.3.1 地下管线测量应在收集、分析已有的控制点和地形图资料的基础上进行。

11.3.2 管线点测量内容应包括测定并计算管线点的平面坐标和高程、提供管线点测量成果。

11.3.3 管线点的平面坐标宜采用单基站 RTK、网络 RTK 或极坐标等方法施测，管线点的高程测量宜采用单基站 RTK、网络 RTK、三角高程或水准测量等方法施测。

11.3.4 质量检查的平面位置测量中误差和高程测量中误差应符合 11.1.7 条规定。

11.4 内业数据处理

11.4.1 内业数据处理内容应包括形成管线数据文件、管线图、管线成果表。

11.4.2 数据处理使用的软件应具有数据输入、数据查错、图形编辑、属性编辑、管线图生成、查询统计、成果输出和格式转换等基本功能。

11.4.3 数据处理形成的管线数据文件应经过拓扑检查和属性检查，管线属性信息应与地下管线探测原始记录相一致。管线数据文件应符合下列规定：

- a) 完整性要求：图层无遗漏，数据范围覆盖工作区，属性项完整，必填项属性值无遗漏；
- b) 逻辑一致性要求：管线要素分类与代号、数据分层及命名、数据结构应符合要求，要素间的拓扑关系应正确；数据项的取值应在阈值范围内；
- c) 属性精度要求：管线属性项内容正确。

11.4.4 地下管线应绘制综合管线图，管线密集或工程项目需要时可绘制专业管线图。综合管线图中各类管线应分色、分层表示。成图比例尺宜选用 1:500 或 1:1 000。

11.4.5 编绘的管线图应经图面检查和实地对照检查合格，合格的管线图应符合下列规定：

- a) 不应遗漏管线；
- b) 使用的图例符号、注记应正确；
- c) 管线点坐标、高程应正确；
- d) 管线属性内容应正确；
- e) 管线连接关系应正确；
- f) 管线密集或上下重叠处应在图内以扯旗方式标注管线排列分布情况；
- g) 各类管线分色、分层规范、统一；
- h) 应绘图幅接合示意图；
- i) 工作区或图幅接边处两侧的管线类别、空间位置应一一对应，同一管线的属性内容应一致。

11.4.6 管线成果表应经过 100% 检查合格，相关信息应与地下管线探测原始记录相一致。管线成果表中的数据项内容应完整、正确。

11.4.7 管线成果表应按各类专业管线分类排序装订。

11.5 资料提交

11.5.1 提交的资料应包括下列内容：

- a) 管线数据文件、成果图、成果表；
- b) 地下管线探测总结。

11.5.2 提交资料应符合下列要求：

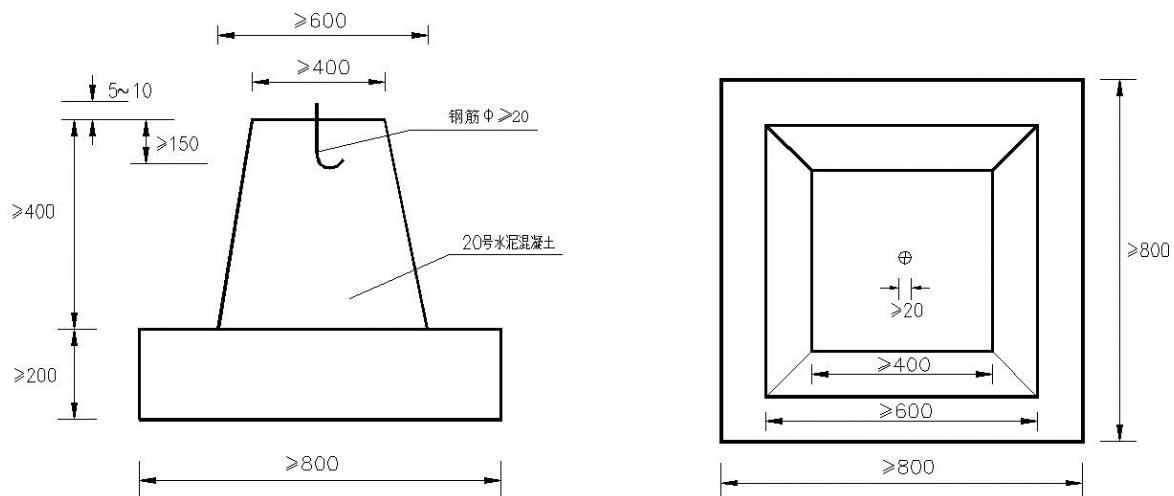
- a) 数据资料应说明清晰、编排整洁。
- b) 图件资料字体大小、线条宽度应适中，纸质图件资料注记应清晰可辨。

12 施工交桩

- 12.1.1 施工交桩工作应由项目业主单位组织，在监理单位的监理下，施工图勘测设计单位将控制测量成果移交给施工单位。
- 12.1.2 控制测量成果应包括各类等级控制点成果及现场点位信息。
- 12.1.3 交桩单位在交桩前应准备项目控制点成果表、施工交桩记录表等资料。
- 12.1.4 现场交桩工作完成后，业主、监理、设计、施工等单位代表应在项目交桩记录表签字。施工交桩记录表内容和格式宜按照附录 E 执行。
- 12.1.5 施工单位应对勘测设计单位现场交桩成果进行实地确认，并负责控制点的后续保密与保护工作。
- 12.1.6 施工单位应在原始地面未被扰动前对平面控制点、高程控制点、线位纵横断面数据进行检测。
- 12.1.7 监理单位应监督施工单位在原始地面线未被扰动前测定地面线，并对施工单位的各类检测结果进行抽测和审批。
- 12.1.8 控制点平面和高程成果检测精度限差应符合 5.5 条和 5.6 条的规定；中桩和横断面检测精度限差应符合 10.2 条和 10.3 条的规定。
- 12.1.9 检测精度满足本文件要求时，宜以原成果作为交桩成果，施工单位可进行下一步的控制加密及补充测量工作。检测精度不满足本文件要求时，在不破坏原地面前提下应及时通知原勘测设计单位进行确认。
- 12.1.10 现场控制点因各种不可控制的原因出现位移、沉降、破坏的情况，导致施工单位无法进行控制点补充和加密工作时，原施工图勘测设计单位应对路线首级控制点进行补充控制测量，在指导施工单位重新选点、埋设及沉降稳定后进场观测、重新平差，提交交桩成果。

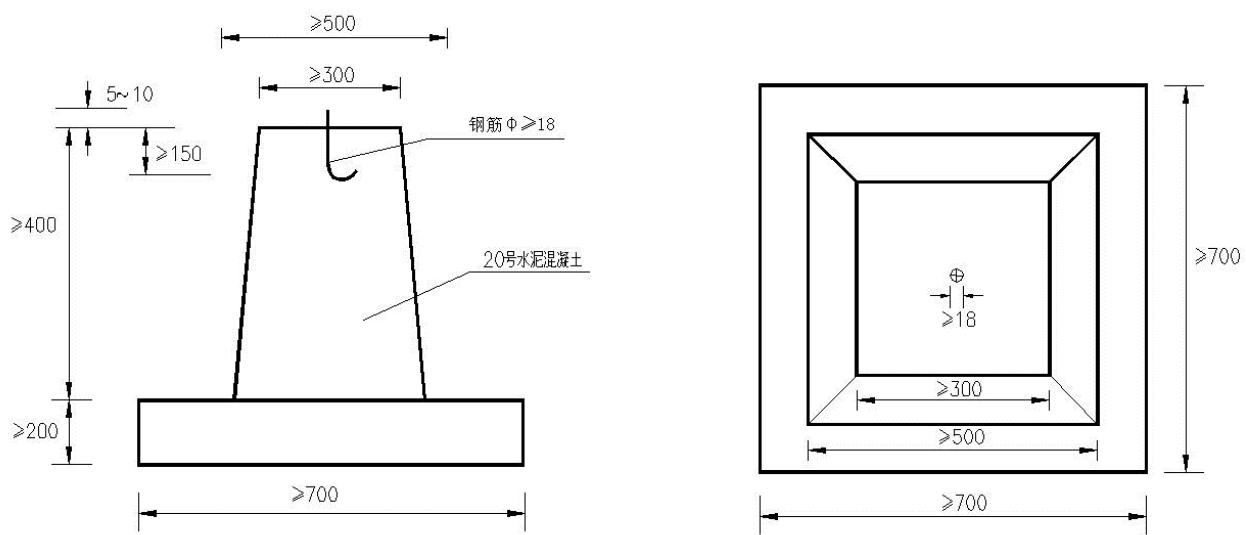
附录 A
(规范性)
测量控制点规格

A.1 二等平面、高程控制点共点用尺寸按图 A.1 的规定执行。



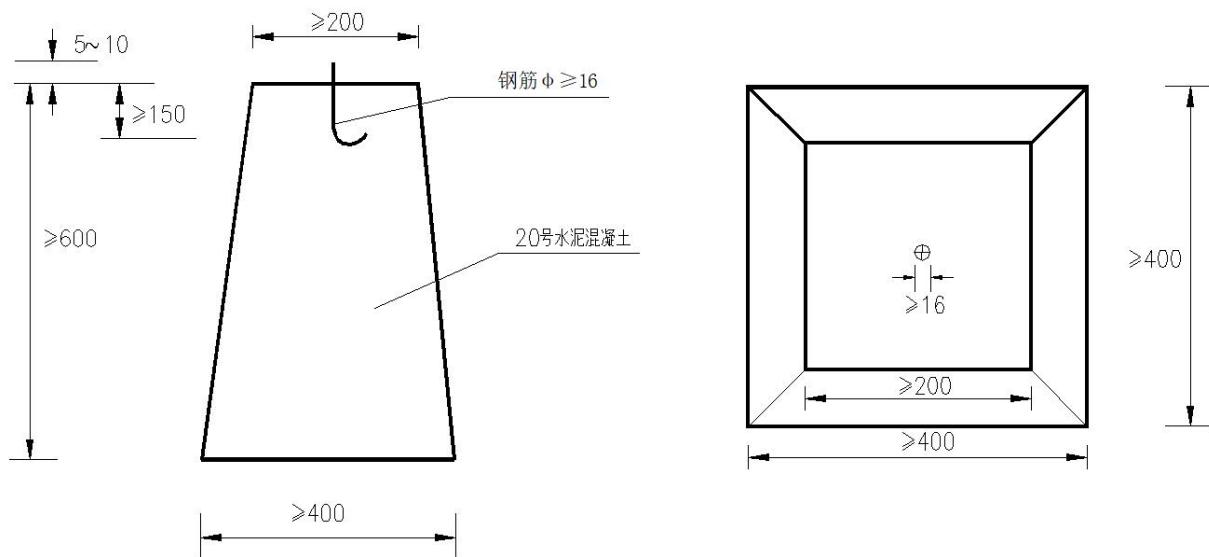
图A.1 二等平面、高程控制点示意图 (单位: mm)

A.2 三等平面、高程控制点共点用尺寸按图 A.2 的规定执行。



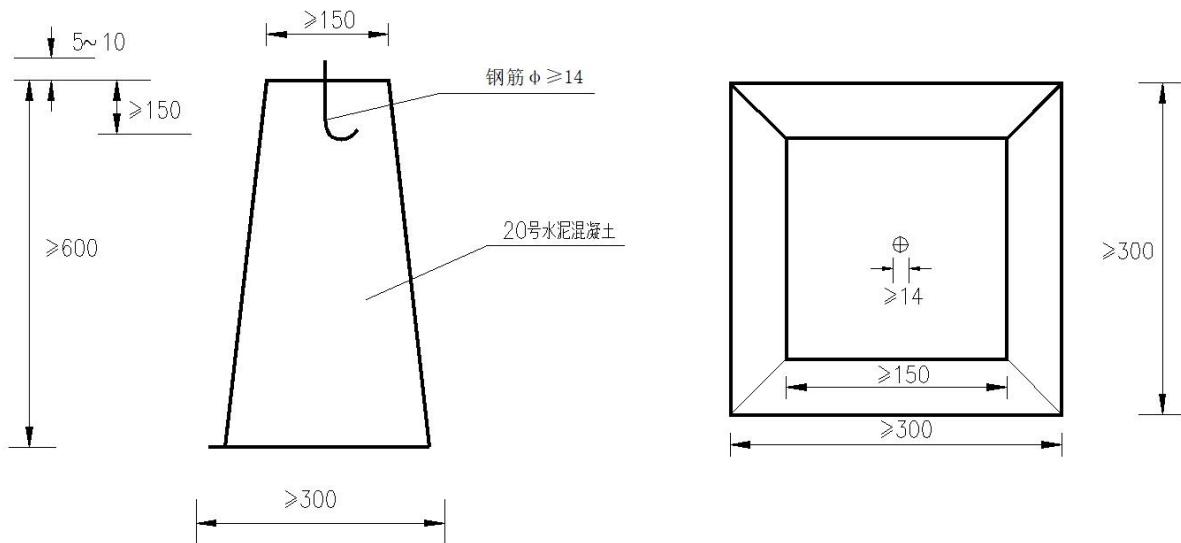
图A.2 三等平面、高程控制点示意图 (单位: mm)

A.3 四等平面、高程控制点共点用尺寸按图 A.3 的规定执行。



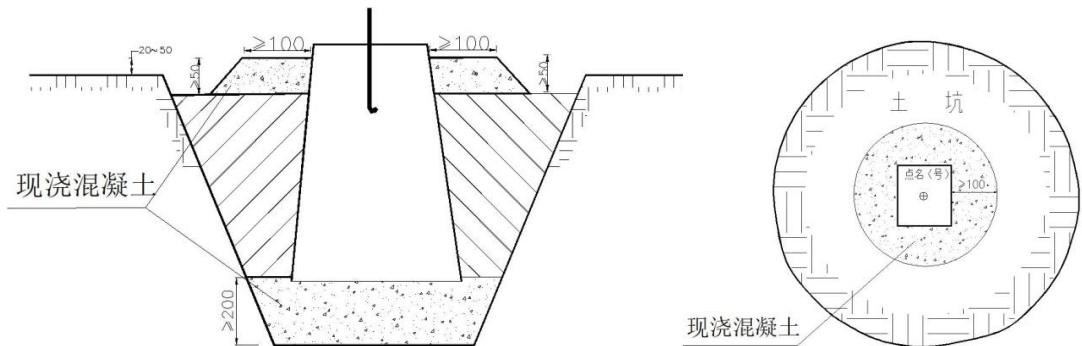
图A.3 四等平面、高程控制点示意图（单位：mm）

A.4 一级平面控制点尺寸按图 A.4 的规定执行。



图A.4 一级平面控制点示意图（单位：mm）

A.5 测量控制点埋设剖面尺寸按图 A.5 的规定执行。



图A.5 测量控制点埋设剖面图（单位：mm）

附录 B
(资料性)
控制点点之记

B.1 图 B.1 给出了控制点点之记表的示例。

控制点点之记						
项目名称						
点名		等级		概略坐标	B	
						L
点位说明	该点位于广东省 XX 县 XX 镇 XX 路与 XX 路交汇处桥面附近，水泥路边上。					
点位略图：			标石规格：			
点位远景照片：			点位近景照片：			
选点埋石情况						
勘测单位						
选点员		埋石方法				
埋石员		通视点				
日期		备注	是否平高共点			

图 B.1 控制点点之记

附录 C
(资料性)
路面标靶点规格

- C.1 路面平面标靶点尺寸应根据实际激光点间距确定, 其线宽宜大于 5cm, 且大于 3 倍激光点间距, 标线长度或块状长度宜大于 10 倍激光点间距。
- C.2 路面平面标靶点形状宜按图 C.1 的规定执行, 高速公路路面设置标靶点时, 标靶点拐角线宜与行车道方向形成 45 度交角。

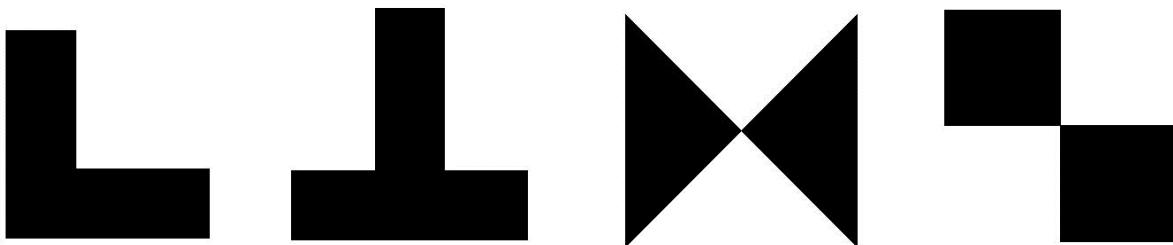


图 C.1 标靶点形状图

附录 D
(资料性)
外业调查记录簿

D. 1 高速公路外业调查记录簿通用部分

D. 1. 1 图D. 1给出了外业调查记录簿封面的格式。

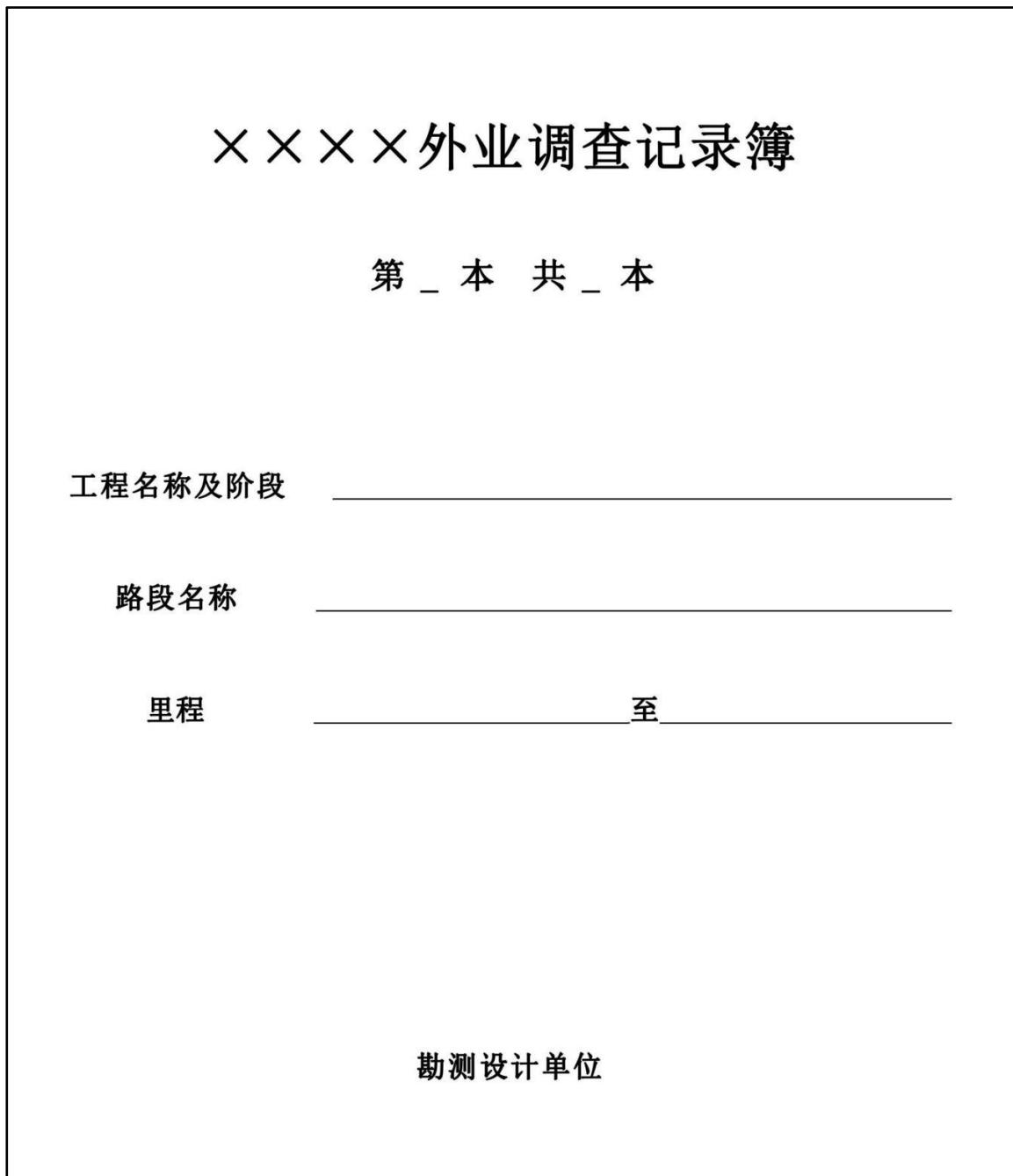


图 D. 1 外业调查记录簿封面

D. 1. 2 图D. 2给出了外业调查记录簿封二的格式。

<h1>××××外业调查记录簿</h1>	
第_本 共_本	
工程名称及阶段	_____
路段名称	_____
里程	_____ 至 _____
记录:	_____
复核:	_____
项目负责人:	_____
记录开始时间:	____年____月____日
记录结束时间:	____年____月____日

图D. 2 外业调查记录簿封二

D. 1. 3 图D. 3给出了外业调查记录簿封三的格式。

图D. 3 外业调查记录簿封三

D.2 高速公路外业调查记录簿专业部分

D.2.1 图D.4给出了总体控制因素调查记录表的格式。

总体控制因素调查记录表		
日期:	天气:	
编号	控制点类型	桩号
距中心线偏距 (m)		控制点描述
左侧	右侧	
1. 平面位置图		
2. 现场照片		

图D.4 总体控制因素外业调查记录表

D. 2. 2 图D. 5给出了不良地质外业调查记录表的格式。

不良地质外业调查记录表			
日期:			
天气:			
编号	起讫桩号	段落长度 (m)	不良地质类型
1. 现状地形地貌			
2. 水文地质条件			
3. 工程地质特征			
4. 拟采取的工程措施			
5. 平面位置示意图			
6. 现场照片			

图D. 5 不良地质外业调查记录表

D. 2. 3 图D. 6给出了清淤排水外业调查记录表的格式。

清淤排水外业调查记录表						
日期:		天气:				
序号	位置	桩号	距中线距离	淤泥深	水深	河塘类型
1. 现场照片				2. 平面示意图		

图D. 6 清淤排水外业调查记录表

D. 2. 4 图D. 7给出了沿线排水体系外业调查记录表的格式。

沿线排水体系外业调查记录表		
日期:		
天气:		
起点桩号	终点桩号	河流/湖泊/水库/湿地名称
水文情况		与本项目桥涵位置相对关系
汇水面积(m^2)		
1、水文地质描述: 		
2、汇水区域图 (1:10000或1:50000) 		
3、现场照片、视频等多媒体资料: (可描述项目附近是否有现状桥梁或其他水工构造物存在, 若有 桥梁, 应描述桥梁跨径情况)		

图D. 7 沿线排水体系外业调查记录表

D. 2. 5 图D. 8给出了路堤高填高陡外业调查记录表的格式。

路堤高填高陡外业调查记录表					
日期:	天气:				
编号	起点桩号	终点桩号	路段长度 (m)	地面高程 (m)	相对高差 (m)
1、现状地形地貌、水文地质条件、现状地物等描述:					
2、平面位置示意图					
3、现场照片					

图D. 8 路堤高填高陡外业调查记录表

D. 2. 6 图D. 9给出了路堑边坡外业调查记录表的格式。

路堑边坡外业调查记录表			
日期:	天气:		
编号	桩号	位置	路段长度
1、地形、地貌（边坡工点平面布置图（含地形图），应示出线位与自然斜坡相对位置图）			
2、地层岩性：			
3、地质结构（结构物产状）： 边坡产状： ° / ° ; 层面： ° / ° ; 结构面： ° / ° ; ° / ° ; ° / ° ;			
4、地质构造（次生断层、褶皱等）：			
5、地表水径流分布、地下水出露情况：			
6、不良地质（体）（位置、规模、病害模式等）			

图D. 9 路堑边坡外业调查记录表

D. 2. 7 图D. 10给出了挡土墙外业调查记录表的格式。

挡土墙外业调查记录表		
日期:	天气:	
编号	起点桩号	终点桩号
路段长度	最大墙高	挡墙类型
距中心线偏距 (m)	设置原因	
左侧	右侧	
结构形式		
1、挡土墙横断面示意图		
2、平面位置示意图		
3、照片		

图D. 10 挡土墙外业调查记录表

D. 2.8 图D. 11给出了筑路材料外业调查记录表的格式。

筑路材料外业调查记录表		
日期:	天气:	
编号	料场名称	联系人及联系方式
料场位置(镇、村):		运输线路:
上路桩号:	平均运距(km):	运输方式:
1、料场现场照片: 能反应砂石料岩性、品质。设备信息等		
2、砂石料岩性、品质及储量情况描述:		
3、平面位置图: 绘出百度、高德等位置示意图, 能反应相关路网, 能反应现场道路运输情况及整修工程:		
4、砂石规格、出厂合格证、营业执照等照片:		

图D. 11 筑路材料外业调查记录表

D. 2. 9 图D. 12给出了取（弃）土场外业调查记录表的格式。

日期:		天气:	
弃土场编号	上路桩号	弃土场面积 (m^2)	取弃数量 (m^3)
用于弃方路段		2. 平面示意图 (比例 1:2000)	
弃土场概述 (植被、地形、地物等概略)			
现存道路情况			
地下水位			
地表水系及汇水情况描述			
整修便道		宽度: (m)	长度: (m)
新建便道		宽度: (m)	长度: (m)
运输条件运输工具			
平均运距 (公里)			
1. 现场照片:		3. 平面区域示意图 (比例 1:10000)	

图D. 12 取（弃）土场外业调查记录表

D. 2. 10 图D. 13和D. 14给出了涉河桥涵外业调查记录表的格式。

涉河桥涵外业调查记录表一		
日期:	天气:	
一、大、中、小桥、涵洞		
结构形式: <input checked="" type="checkbox"/> 特大/大桥 <input type="checkbox"/> 中/小桥 <input type="checkbox"/> 管涵 <input type="checkbox"/> 盖板涵 <input type="checkbox"/> 箱涵 <input type="checkbox"/> 拱涵		
桥梁名称	桥梁中心桩号	河名/地名
河流中心桩号	路线与河流夹角(°)	水流方向
汇水面积(m^2)	测时水位 (m)	设计洪水位 (m)
通航等级及净空	最高通航水位 (m)	最低通航水位 (m)
河堤类型	堤顶路宽度 (m)	河堤情况描述
桥涵初拟孔数×孔径	交叉角度(°)	结构形式
1、河道(沟、渠)、交叉管线描述:		
2、地形、地貌、地质概况及桥型方案控制因素描述		
3、改河(沟、渠)方案描述		
4、带地形图的桥位平面图		
5、简图或现场照片、视频等多媒体资料		

图D. 13 涉河桥涵外业调查记录表一

涉河桥涵外业调查记录表二

日期:

天气:

临近既有桥梁调查						
既有桥名	跨径组合	建成年代				
与新桥相对位置	道路等级及桥宽	桥梁长度 (m)				
上部结构形式	下部结构形式	与水流交角(°)				
地质及冲淤情况	水中墩落墩情况	桥墩距离堤脚距离				
洪水发生年代及高程	使用情况					
临近既有涵洞调查						
涵洞尺寸 (m)	结构形式	建成年代				
与新涵相对位置	洪水发生年代及高程	使用情况				
洪水位调查记录						
姓名	年龄	住址	详细位置记录	发生年月	高程	备注
洪水访问调查情况描述:						
测量数据:						
既有桥涵现场照片、视频等多媒体资料:						

图D.14 涉河桥涵外业调查记录表二

D. 2. 11 图D. 15和D. 16给出了涉路桥涵外业调查记录表的格式。

涉路桥涵外业调查记录表一		
日期:	天气:	
结构形式: <input type="checkbox"/> 主线桥 <input type="checkbox"/> 匝道桥 <input type="checkbox"/> 天桥 <input type="checkbox"/> 通道		
桥梁名称	桥梁中心桩号	路名/地名
被交路中心桩号	路线与被交路夹角(°)	被交路结构类型
被交叉道路等级	被交路路基宽度(m)	被交路设计速度(km/h)
被交路横断面组成示意图		被交路净空要求
		主线交叉方式
		<input type="checkbox"/> 上跨 <input type="checkbox"/> 下穿
桥梁/通道初拟孔数×孔径	交叉角度(°)	结构形式
1、交叉道路(村庄分布、路面结构、排水工程、防护工程、路侧管线分布等)现状描述:		
2、被交叉道路车辆通行(车流量、车型、占比等)情况描述:		
3、地形、地貌、地质概况及桥型方案控制因素描述:		
4、改路(宽度、长度、路面形式等)情况描述:		
5、带地形图的桥位平面图		
6、简图或现场照片、视频等多媒体资料		

图D. 15 涉路桥涵外业调查记录表一

涉路桥涵外业调查记录表二

日期:

天气:

临近既有桥梁调查

既有桥名	跨径组合	建成年代
与新桥相对位置	道路等级及桥宽	桥梁长度
上部结构形式	下部结构形式	与被交路交角
中分带/侧分带落墩情况	使用情况	

临近既有通道调查

涵洞尺寸 (m)	结构形式	建成年代
与新通道相对位置	使用情况	

既有桥涵现场照片、视频等多媒体资料:

图D.16 涉路桥涵外业调查记录表二

D. 2. 12 图D. 17给出了隧道外业调查记录表的格式。

隧道外业调查记录表		
日期:	天气:	
新建隧道		
隧道分类: <input type="checkbox"/> 特长隧道 <input type="checkbox"/> 长隧道 <input type="checkbox"/> 中隧道 <input type="checkbox"/> 短隧道		
隧道名称	隧道起讫桩号	隧址区地理位置
地层, 岩性	隧道总体方向	地区地震参数
不良地质1	不良地质2	不良地质3
附近结构物1	附近结构物2	附近结构物3
附近地表径流	地表井泉	附近水体、水系
隧道施工用水调查	隧道施工用电调查	隧道施工便道(便桥)调查
1、隧道概况, 隧道平面图及附近交通草图		
2、地形、地貌、地质概况及隧道方案控制因素描述		
3、不良地质及处治方案描述		
4、附近结构物、水体及处治方案描述		
5、简图或现场照片、视频等多媒体资料		

图D. 17 隧道外业调查记录表

D. 2. 13 图D. 18给出了被交道路外业调查记录表的格式。

被交道路外业调查记录表		
日期:	天气:	
编号	道路名称	交叉桩号
交叉关系	路面结构类型	路面宽度/路基宽度 (m)
既有道路概况		
1. 平面示意图 (标出道路起讫地名、斜交角度等)		
2. 现场照片		
3. 被交路横断面示意图 (标出路基宽度、路面与中桩高差、路面与田地高差, 说明可下挖高度)		
4. 道路规划情况、地方或权属单位特殊要求:		
5. 初步拟定交叉方式, 是否需要改移 (附改移示意图)		

图D. 18 被交道路外业调查记录表

D. 2. 14 图D. 19给出了平交口外业调查记录表的格式。

平交口外业调查记录表		
日期:		
距中心线偏距 (m)		平交口描述
左侧	右侧	
被交路等级	路面形式	交通量情况
平交道路现状断面组成及宽度		平交道路规划断面组成及宽度
<p>1. 平面位置图</p> 		
<p>2. 现场照片</p> 		

图D. 19 平交口外业调查记录表

D. 2. 15 图D. 20给出了管线外业调查记录表的格式。

管线外业调查记录表			
日期:	天气:		
管线调查（包括但不限于各种电塔、电力线、电讯线、光缆、给排水、石油、燃气、热力管道等）			
管线编号	管线类型	管线名称	权属单位
交叉桩号	交叉角度	交叉点地面标高	架空高度（或埋深）
拆迁道数	拆迁长度	拆迁原因	备注
1、交叉情况描述及示意图			
2、现场照片			

图D. 20 管线外业调查记录表

D. 2. 16 图D. 21给出了拆迁建筑物、构筑物外业调查记录表的格式。

拆迁建筑物、构筑物外业调查记录表				
日期:	天气:			
拆迁调查（包含但不限于钢筋砼房、砖混房、简易棚房、养殖场、文物及风俗建筑等）				
拆迁类别	桩号、距离	层数、面积	位置、权属	备注
1. 平面位置示意（标注平面尺寸，注明拆迁类型等）：				
2. 拆迁建筑物现场照片				

图D. 21 拆迁建筑物、构筑物外业调查记录表

D. 2. 17 图D. 22给出了用地及青苗补偿外业调查记录表的格式。

图D.22 用地及青苗补偿外业调查记录表

D. 2. 18 图D. 23和图D. 24给出了概预算外业调查记录表的格式。

图D. 23 概预算外业调查记录表一

图D. 24 概预算外业调查记录表二

D. 2. 19 图D. 25给出了改扩建既有路堑边坡外业调查记录表的格式

改扩建既有路堑边坡外业调查记录表			
日期:	天气:		
编号	设计边坡桩号	位置	路段长度
既有边坡桩号	位置	路段长度	
<p>1、既有边坡（地形地貌、构造物，与线路关系）现状描述：（附工点平面布置图）</p>			
<p>2、既有边坡（坡形、坡率、加固防护措施）现状描述：</p>			
<p>3、既有边坡结构、排水系统情况：</p>			
<p>4、地层岩性、地质结构（结构物产状）： 边坡产状: ° / ° ; 层面: ° / ° ; 结构面: ° / ° ; ° / ° ; ° / ° ; </p>			
<p>5、地表水径流分布、地下水出露情况：</p>			
<p>6、不良地质（体）（位置、规模、病害模式等）</p>			

图D. 25 改扩建既有路堑边坡外业调查记录表

D. 2. 20 图D. 26给出了改扩建既有道路外业调查记录表的格式。

改扩建既有道路外业调查记录表		
日期:	天气:	
桩号范围	既有道路名称	既有道路宽度
既有道路等级	既有道路路面结构类型	路面使用状况
1、既有道路（附近村庄分布、排水工程、防护工程、路侧管线分布等）现状描述：		
2、既有道路车辆通行（车流量、车型、占比等）情况描述：		
3、既有道路病害描述：		
4、平面图		
5、照片		

图D. 26 改扩建既有道路外业调查记录表

D. 2. 21 图D. 27给出了改扩建既有桥梁外业调查记录表的格式。

改扩建既有桥梁外业调查记录表		
日期:	天气:	
旧桥名称	旧桥跨径组合	旧桥建成年代
旧桥设计荷载等级	旧桥标准宽度 (m)	旧桥梁长度 (m)
旧桥上部结构形式	旧桥下部结构形式	桥梁技术状况等级
旧桥利用情况		
<input type="checkbox"/> 利用 <input type="checkbox"/> 拆除 <input type="checkbox"/> 拼宽		
1、旧桥现状描述（包括上下部病害情况）：		
2、旧桥历年维修加固情况（包括路面大修加铺情况及桥梁维修加固情况）：		
3、带地形图的桥位平面图		
4、简图或现场照片、视频等多媒体资料		

图D. 27 改扩建既有桥梁外业调查记录表

D. 2.22 图D. 28给出了改扩建既有涵洞外业调查记录表的格式。

改扩建既有涵洞外业调查记录表		
日期:	天气:	
旧涵名称	旧涵尺寸(m)	旧涵建成年代
旧涵设计荷载等级	旧涵功能	旧涵长度 (m)
旧涵结构形式	旧涵地基	旧涵使用情况
<input type="checkbox"/> 利用 <input type="checkbox"/> 拆除 <input type="checkbox"/> 接长		
1、旧涵现状描述（包括结构病害及淤积情况）： 2、旧涵历年维修加固情况： 3、涵洞总体布置图（加载地形图） 4、涵洞现场照片、视频等多媒体资料		

图D. 28 改扩建既有涵洞外业调查记录表

D. 2. 23 图D. 29给出了改扩建既有隧道外业调查记录表的格式。

改扩建既有隧道外业调查记录表		
日期:	天气:	
既有隧道		
隧道分类: <input type="checkbox"/> 特长隧道 <input type="checkbox"/> 长隧道 <input type="checkbox"/> 中隧道 <input type="checkbox"/> 短隧道		
隧道名称	隧道起讫桩号	隧道区地理位置
地层,岩性	隧道总体方向	地区地震参数
隧道病害1	隧道病害2	隧道病害3
附近结构物1	附近结构物2	附近结构物3
附近地表径流	地表井泉	附近水体、水系
隧道所在道路标准	隧道车流量评价	隧道风机布置
1、隧道概况, 隧道平面图及附近交通草图		
2、地形、地貌、地质概况及隧道运营状况描述		
3、隧道病害及处治方案描述		
4、附近结构物、水体及处治方案描述		
5、简图或现场照片、视频等多媒体资料		

图D. 29 改扩建既有隧道外业调查记录表

D. 2. 24 图D. 30给出了改扩建既有道路标志外业调查记录表的格式。

改扩建既有道路标志外业调查记录表					
日期:		天气:			
既有道路名称		既有道路编号		既有道路编号桩号范围	
既有道路等级		车道数 (双向)		设计速度 (km/h)	
序号	桩号	上行/下行	路侧/中分带	标志结构	标志附图 (现场照片)

图D. 30 改扩建既有道路标志外业调查记录表

D. 2. 25 图D. 31给出了改扩建既有道路护栏外业调查记录表的格式。

改扩建既有道路护栏外业调查记录表						
日期:			天气:			
既有道路名称		既有道路编号		既有道路编号桩号范围		
既有道路等级		车道数 (双向)			设计速度 (km/h)	
序号	桩号	上行/下行	路侧/中分带	护栏型式	护栏等级	附图 (现场照片)

图D. 31 改扩建既有道路护栏外业调查记录表

D. 2.26 图D.32给出了改扩建既有道路隔离栅外业调查记录表的格式。

改扩建既有道路隔离栅外业调查记录表				
日期:		天气:		
既有道路名称		既有道路编号		既有道路编号桩号范围
既有道路等级		车道数 (双向)		设计速度 (km/h)
序号	桩号	上行/下行	隔离栅型式	附图 (现场照片)

图D.32 改扩建既有道路隔离栅外业调查记录表

D. 2. 27 图D. 33给出了改扩建既有通信管道外业调查记录表的格式。

改扩建既有通信管道外业调查记录表				
日期:	天气:			
通信管道调查表				
路基类型	起至点桩号	管道位置	管道类型	附图

图D. 33 改扩建既有通信管道外业调查记录表

D. 2.28 图D.34给出了改扩建既有通信管道（人手孔）外业调查记录表的格式。

图D. 34 改扩建既有通信管道（人手孔）外业调查记录表

D. 2.29 图D.35给出了改扩建既有机电外场设施外业调查记录表的格式

图D.35 改扩建既有机电外场设施外业调查记录表

D. 2.30 图D.36给出了改扩建既有机电设备外业调查记录表的格式。

图D. 36 改扩建既有机电设备外业调查记录表

D. 2.31 图D.37给出了改扩建变电所设备外业调查记录表的格式。

图D. 37 改扩建变电所设备外业调查记录表

D. 2.32 图D.38给出了改扩建照明设施外业调查记录表的格式。

图D. 38 改扩建照明设施外业调查记录表

D. 2. 33 图D. 39给出了改扩建隧道机电设施外业调查记录表的格式。

图D. 39 改扩建隧道机电设施外业调查记录表

D. 2. 34 图D. 40给出了改扩建既有分流道路外业调查记录表的格式。

改扩建既有分流道路外业调查记录表					
日期:	天气:				
既有道路名称	既有道路编号	既有道路编号桩号范围			
既有道路等级	车道数 (双向)	设计速度 (km/h)			
1、分流点上游2km范围内道路照明情况: 无 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/>					
2、分流点上游2km范围内隧道情况: 无 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/>					
3、分流点上游2km范围内标志设置情况:					
序号	标志桩号	上行/下行	路侧/中分带	标志结构	标志附图 (现场照片)

图D. 40 改扩建既有分流道路外业调查记录表

附录 E
(资料性)
施工交桩记录表

E.1 图E.1给出了施工交桩记录表的格式。

施工交桩记录表				
在XX项目业主方的组织下，测量单位在工地现场向业主、施工、监理等单位进行测量控制点桩交接。测量控制点的成果资料详见勘察设计文件中的控制点成果表。				
工程名称			业主单位	
交桩单位			接桩单位	
监理单位			交桩范围	
交接桩类别	测量控制点		交接桩日期	
交接桩点号				
交接桩意见				
会签栏	主持人	交桩人	接桩人	监理代表

图E.1 施工交桩记录表

DB44/T 2662—2025

广东省地方标准

高速公路勘测技术规范

DB44/T 2662—2025

*

广东省标准化研究院组织印刷
广州市海珠区南田路 563 号 1304 室
邮政编码：510220
电话：020-84250337