

团 体 标 准

T/CSGPC XXX-202X

市政道路交通工程测量规范

Specifications for surveying and mapping of municipal road traffic
engineering

(征求意见稿)

(本稿完成时间：2026 年 3 月 5 日)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国测绘学会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 总体要求 2

 5.1 时空基准 2

 5.2 测量精度 2

 5.3 测绘对象与内容 2

 5.4 项目实施 2

 5.5 质量控制 2

 5.6 安全与保密 3

6 控制测量 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 平面控制测量 3

 6.3 高程控制测量 4

 6.4 复测 5

 6.5 控制测量成果检查与验收 6

7 现状测绘 6

 7.1 一般规定 6

 7.2 陆域地形测绘 6

 7.3 水域地形图测绘 7

 7.4 断面测绘 7

 7.5 地下管线测绘 8

 7.6 专项调查与测绘 9

 7.7 现状测绘成果检查与验收 10

8 施工测量 10

 8.1 一般规定 10

 8.2 道路工程 10

 8.3 桥梁工程 10

 8.4 隧道工程 11

9 竣工测量 13

 9.1 一般规定 13

 9.2 全要素地形测量 13

 9.3 规划资源验收专业要素测量 13

 9.4 交通专业要素测量 14

 9.5 兼顾设防专业要素测量 14

 9.6 消防专业要素测量 14

 9.7 绿地专业要素测量 14

 9.8 桥梁专业要素测量 15

10 运营期监测 15

 10.1 一般规定 15

 10.2 监测基准 16

10.3 监测方法 16

10.4 桥梁工程监测 16

10.5 隧道工程监测 17

10.6 运营期监测成果检查与验收 18

11 资料管理 18

12 证实方法 18

附录 A（资料性）深埋水准点结构及埋设 20

参考文献 21

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专利的责任。

本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件起草单位：XXXXX。

本文件主要起草人：XXX。

市政道路交通工程测量规范

1 范围

本文件规定了市政道路交通工程测量的总体要求和控制测量、现状测绘、施工测量、竣工测量、运营监测等内容，描述了对应的证实方法。

本文件适用于市政道路交通工程测量工作。

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 12897 国家一、二等水准测量规范

GB/T 12898 国家三、四等水准测量规范

GB/T 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB/T 15314 精密工程测量规范

GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式 第1部分：1:500、1:1 000、1:2 000 地形图图式

GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收

GB/T 35636 城市地下空间测绘规范

GB 50446 盾构法隧道施工及验收规范

GB 55018 工程测量通用规范

GB 50026 工程测量标准

CH/T 1004 测绘技术设计规定

CH 1016 测绘作业人员安全规范

CH/T 1036 管线要素分类代码与符号表达

CJJ/T 8 城市测量规范

CJJ 61 城市地下管线探测技术规程

JGJ 8 建筑变形测量规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

市政道路交通工程 urban road and transportation engineering

以市政道路及其公共交通设施为对象而进行的建设（包括规划、勘察、设计、施工）、养护与管理等全过程的技术活动，其工程实体包括道路、桥梁(涵洞)、隧道、交通设施、公共交通场站、客运枢纽、广场、停车场及相关附属设施。

3.2

联系测量 connection survey

将地面的测量坐标和高程系统传递到地下，使地上、地下坐标与高程系统相一致的测量工作。

[来源：GB/T 50308-2017，2.1.8]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CGCS2000: 2000 国家大地坐标系 (China Geodetic Coordinate System 2000)
CORS: 连续运行基准站系统 (Continuously Operating Reference Station System)
DEM: 数字高程模型 (Digital Elevation Model)
DLG: 数字线划图 (Digital Line Graphic)
DOM: 数字正射影像图 (Digital Orthophoto Map)
DSM: 数字表面模型 (Digital Surface Model)
GNSS: 全球卫星导航系统 (Global Navigation Satellite System)
RTK: 实时差分定位 (Real-Time Kinematic)
IMU: 惯性测量单元 (Inertial Measurement Unit)
POS: 定位定姿系统 (Position Orientation System)

5 总体要求

5.1 时空基准

- 5.1.1 坐标系统采用 CGCS2000。当采用其他坐标系时, 应与 CGCS2000 建立联系。
- 5.1.2 高程基准采用 1985 国家高程基准。当采用其他高程基准时, 应与 1985 国家高程基准建立联系。高程系统应采用正常高。
- 5.1.3 日期应采用公元纪年, 时间应采用北京时间。
- 5.1.4 不同测量阶段的时空基准应保持一致。

5.2 测量精度

市政道路交通工程测量以中误差作为精度的技术指标, 以 2 倍中误差作为极限误差。

5.3 测绘对象与内容

- 5.3.1 市政道路交通工程测量应为市政道路及其公共交通设施建设提供服务与保障, 测绘对象不包含城市轨道交通。
- 5.3.2 市政道路交通工程测量的工作内容包括控制测量、现状测绘、施工测量、竣工测量和运营期监测等。

5.4 项目实施

- 5.4.1 市政道路交通工程测量工作内容应包括资料搜集、现场踏勘、技术设计、仪器校验、外业测量、数据处理、成果编制、技术总结编写、质量检查、成果验收、资料归档等。
- 5.4.2 市政道路交通工程测量所用的计量仪器应在检校有效期内。数据处理软件应在试验验证有效后使用。
- 5.4.3 测量作业前, 应编写项目设计书或技术设计书, 并经审核、批准后实施。项目设计书的编写应依据 CH/T 1004 进行。
- 5.4.4 测量作业全过程应执行技术设计和规范的技术要求, 进行全过程质量控制。
- 5.4.5 测量作业结束后应及时整理资料、编写技术总结。技术总结宜包括: 项目概况、技术设计执行情况、仪器设备与软件版本、观测与处理统计、质量/精度评定、坐标与高程转换参数、成果清单与数据字典、归档与移交情况等。

5.5 质量控制

- 5.5.1 测量成果检查验收应优先采用经项目方审批通过的专业技术设计书设定的技术指标, 未标明的依据引用的相关标准规范执行。
- 5.5.2 测量成果检验使用的测量设备精度指标应不低于规范及专业技术设计书对仪器设备精度指标的要求。
- 5.5.3 各类测量成果应满足 GB 55018 的要求。

5.5.4 各类测量成果质量评价依据 GB/T 24356 进行。

5.6 安全与保密

5.6.1 市政道路交通工程测量的作业安全应按照 CH 1016 相关规定执行。

5.6.2 市政道路交通工程测量过程和成果中，有关测绘地理信息数据的管理和使用，应符合国家测绘地理信息和信息安全保密管理的相关规定。

6 控制测量

6.1 一般规定

6.1.1 控制测量应满足不同类型测量工作的精度要求，并在实施前需进行技术设计。

6.1.2 平面坐标系统应符合投影长度变形的要求。对一般市政道路交通工程测量，投影长度变形值不应大于 25mm/km；对其他精密工程测量，投影长度变形值应符合项目技术设计的要求。

6.1.3 对已有成果的利用，应符合下列要求：

a) 当已有城市基础控制测量成果资料能满足应用需要时，应利用其成果。

b) 当利用已有控制点，或在其基础上加密扩展其他控制点时，应对已有控制点的平面坐标、高程进行检核测量。

6.1.4 控制网等级和布设应符合以下规定：

a) 控制网的等级应根据项目规模、精度要求合理确定，同一工程中不同阶段、不同部位可选用不同的精度等级，施工测量、变形监测控制网的内符合精度应符合现场使用需求。

b) 控制网应具有满足可靠性要求的多余观测，并剔除粗差、削弱偶然误差、降低系统误差的影响。

c) 地下控制测量宜采用与地面控制测量统一的平面坐标系统和高程基准，若采用独立坐标系统或高程基准时应进行联测，主要技术要求应符合 GB/T 35636 的要求。

6.1.5 工程特殊部位的精密工程测量，应符合 GB/T 15314 的要求。

6.1.6 测量控制点使用前应进行检核，确认其正确可靠后方能使用。作业周期较长时，控制测量成果应定期复测，复测应不低于原测精度，宜采用与原测相同的测量方法。

6.1.7 不同阶段的控制测量应保持控制测量的基准一致。

6.2 平面控制测量

6.2.1 平面控制测量精度等级的划分，依次为二、三、四等及一、二、三级。不同等级平面控制测量的精度，应符合表 1 的规定。平面控制测量可根据测量等级和工程实际情况，选用卫星定位测量、导线测量等方法实施。

表 1 各等级平面控制测量的精度要求

等级	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	边长相对 中误差	平均边长 (km)
二等	≤1.0	≤30	≤1/100000	3.0
三等	≤1.8	≤20	≤1/70000	2.0
四等	≤2.5	≤18	≤1/40000	1.0
一级	≤5.0	≤15	≤1/20000	0.5
二级	≤8.0	≤15	≤1/10000	0.3
三级	≤12.0	≤15	≤1/6000	0.1

6.2.2 控制点间的边长可根据实际工程需要进行调整；观测量的测角中误差、测距中误差、边长相对中误差应符合表 1 规定。

6.2.3 平面控制点的选埋应符合以下规定：

a) 应选在坚固稳定的地点，且应便于观测和保存；

b) 控制点应设置明显的标志；

c) 屋顶的固定仪器架应做好接地防雷措施。

6.2.4 卫星定位平面控制测量

6.2.4.1 卫星定位平面控制测量可采用静态测量或 RTK 测量方法施测。卫星定位静态平面控制测量可施测二、三、四等和一、二级平面控制网，卫星定位 RTK 平面控制测量可施测一级、二级、三级平面控制网。

6.2.4.2 卫星定位测量控制网的布设应根据工程项目的实际情况、精度要求、卫星状况、接收机的类型和数量以及测区已有的测量资料进行设计，有特殊精度要求的工程项目应进行控制网专项设计，估算的精度尚无法满足要求时，应进行控制网优化设计。

6.2.4.3 卫星定位平面控制测量的主要技术要求应符合 GB 50026 的相关规定。

6.2.5 坐标转换

6.2.5.1 卫星定位平面控制测量成果转换成当地平面坐标系时，应采用合适的坐标转换模型。成果转换应在坐标转换模型覆盖区域内进行。坐标转换模型的建立和使用应符合以下规定：

- a) 坐标成果转换宜采用空间七参数转换模型，小面积区域可采用平面四参数转换模型。
- b) 坐标成果转换关系求取点观测等级以及转换后各坐标分量残差应符合表 2 的规定。

表 2 坐标转换关系建立的主要技术要求

转换点等级	转换关系求取点观测等级	转换关系求取点观测方式	平面坐标分量残差（mm）	大地高分量残差（mm）
一级	一级及以上	静态	≤10	≤20
二级	二级及以上	静态	≤20	≤40
三级	三级及以上	静态或动态	≤20	≤40

6.2.5.2 转换参数的计算应符合下列要求：

- a) 计算转换参数的控制点点位均匀分布于测区范围内及周边；
- b) 根据测区具体情况及工程应用需要选取合适的数学模型；
- c) 采用平面四参数模型计算转换参数选取的控制点宜不少于 3 个，采用空间七参数模型计算转换参数选取的控制点宜不少于 4 个，其中一个作为检核点；
- d) 计算转换参数的控制点观测等级、观测方式、转换后各坐标分量残差应符合表 2 的规定。

6.2.5.3 低等级控制点计算的转换参数不能用于高等级卫星定位测量成果的转换。

6.2.6 导线测量

6.2.6.1 采用导线测量时，可施测三等、四等和一、二、三级平面控制网。不同等级的导线测量，主要技术要求应符合表 3 的规定。

表 3 导线测量主要技术要求

等级	导线长度（km）	导线全长相对闭合差
三等	≤15	≤1/60000
四等	≤10	≤1/40000
一级	≤4.0	≤1/14000
二级	≤2.4	≤1/10000
三级	≤1.5	≤1/6000

6.2.6.2 导线的布设、观测和数据处理应符合现行行业标准《城市测量规范》CJJ/T 8 中“导线测量”的相关要求。

6.2.7 图根平面控制测量

6.2.7.1 图根平面控制点宜在已有的城市各等级控制点或工程控制点基础上加密布设。

6.2.7.2 图根平面控制测量可采用图根导线测量、卫星定位 RTK 测量等方法。

6.2.7.3 相对于邻近等级控制点，图根点平面坐标中误差不应大于±30mm。

6.2.7.4 图根平面控制测量的主要技术要求应符合 GB 50026 的有关规定。

6.3 高程控制测量

6.3.1 一般规定

6.3.1.1 高程控制网精度等级的划分，依次为二、三、四、五等。各等级高程控制网的精度应符合表 4 的规定：

表 4 高程控制网的精度等级划分

等级	每千米高差	每千米高差
----	-------	-------

	偶然中误差 (mm)	全中误差 (mm)
二等	≤1	≤2
三等	≤3	≤6
四等	≤5	≤10
五等	≤7.5	≤15

- 6.3.1.2 高程控制测量应采用水准测量、三角高程等测量的方法进行。
- 6.3.1.3 同一个项目应采用同一个高程系统，并应与相邻项目高程系统相衔接。
- 6.3.1.4 各等级高程控制网最弱点高程中误差不得大于±20mm；用于穿越水域等复杂区域的高程控制网最弱点高程中误差不得大于±10mm。
- 6.3.2 水准测量
- 6.3.2.1 水准测量精度等级的划分，依次为二、三、四、五等。各等级高程控制网的精度应符合表 5 的规定：

表 5 水准测量的精度等级划分

等级	每千米高差 偶然中误差 (mm)	每千米高差 全中误差 (mm)	附和或环线水准线路长度 (km)
二等	±1	±2	600
三等	±3	±6	60
四等	±5	±10	25
五等	±7.5	±15	10

- 6.3.2.2 水准测量的主要技术要求应符合 GB/T 12897 和 GB/T 12898 相关规定。
- 6.3.3 三角高程测量
- 6.3.3.1 基于全站仪的三角高程测量，应布设成三角高程网或高程附和导线，也可与水准测段组合构成闭合或附和路线。
- 6.3.3.2 可采用中间设站法、对向观测法或单向观测法，但单向观测法应变化仪器高观测两次。
- 6.3.3.3 当三角高程测量路线跨越江河、湖泊时，跨河三角高程测量技术要求应符合 GB/T 12897 和 GB/T 12898 的规定。
- 6.3.4 卫星定位高程测量
- 6.3.4.1 卫星定位高程测量可适用于五等高程测量。若需采用卫星定位技术进行更高等级的高程测量，特别是较大区域范围的高程测量或跨河高程传递，则应进行专项设计与论证，并应符合本标准高程精度的相关要求。
- 6.3.4.2 卫星定位高程测量作业宜与平面控制测量一起进行，并应符合本文件 6.2 节规定。
- 6.3.4.3 卫星定位高程测量的主要技术要求应符合 GB 50026 的相关规定。
- 6.3.5 图根高程控制测量
- 6.3.5.1 图根高程控制点宜在已有的城市各等级控制点或工程控制点基础上加密布设。
- 6.3.5.2 图根高程控制测量可采用图根水准测量、三角高程测量、卫星定位 RTK 测量等方法。
- 6.3.5.3 相对于邻近等级控制点，高程中误差不应大于±30mm。
- 6.3.5.4 图根高程控制测量的主要技术要求应符合 GB 50026 的相关规定。

6.4 复测

- 6.4.1 对规模大、工程复杂、施工周期长等类型的项目，应开展控制网复测。一般在开工前进行第一次复测；之后宜不超过 6 个月复测 1 次，并根据控制点稳定情况增加或减少复测频次。
- 6.4.2 平面控制网复测要求如下：
- a) 复测时采用的起算点和控制网观测方案宜与原测量一致；
 - b) 复测采用的仪器设备、观测方法、观测精度、数据处理和成果精度宜与原测量一致；
 - c) 同一控制点的复测与原测量成果坐标分量较差应小于 2σ ；

- 注：σ 为复测控制点的点位中误差；
- d) 当复测与原测量成果坐标分量较差分别小于 2σ 时，应采用原测量成果；大于 2σ 时，应查明原因及时补测或修测，并应满足与相邻控制点的相对点位中误差要求；
- 6.4.3 高程控制网复测要求如下：
- a) 复测时采用的起算点和高程控制网观测方案应与原测量一致；
- b) 复测采用的仪器设备、观测方法、观测精度、数据处理和成果精度应与原测量一致；
- c) 同一控制点的复测与原测量成果高程较差应小于 $2\sqrt{2}\sigma$ ，σ 为复测控制点高程中误差；
- d) 复测与原测量成果高程较差小于 $2\sqrt{2}\sigma$ 时，应采用原测量成果；大于 $2\sqrt{2}\sigma$ 时，应查明原因及时补测或修测。

6.5 控制测量成果检查与验收

- 6.5.1 控制测量成果应包括控制网布设图、控制点平面坐标和高程成果表以及项目技术报告。
- 6.5.2 控制测量成果的质量元素、权重划分、错漏分类应按照 GB/T 24356-2023 中 7.6.1、7.6.2 规定执行。
- 6.5.3 同一受检成果中包含不同类型平面控制测量成果时，应对不同类型成果分别进行质量检验及质量评定。
- 6.5.4 平面控制测量成果检验的基本要求、工作流程、检验方法等应按照 CH/T 1022 规定执行。

7 现状测绘

7.1 一般规定

- 7.1.1 现状测绘应根据市政道路交通工程项目的规划、建设和管理需求，开展现状测绘工作，现状测绘内容包括陆域地形测绘、水域地形测绘、断面测绘、地下管线测绘、专项调查与测绘五类。
- 7.1.2 现状测绘可采用全站仪测量、卫星定位测量、数字摄影测量、机载激光雷达测量等技术方法。
- 7.1.3 当采用无人机低空航测、机载激光雷达等方法测绘时，像控点的布设、测量精度宜参照图根控制测量的技术要求执行。

7.2 陆域地形测绘

- 7.2.1 地形测量的比例尺宜采用 1: 500、1: 1000、1: 2000，可根据工程的设计阶段、建设规模及运营管理需求按表 6 选用。

表 6 地形图比例尺选用要求

比例尺	用途
1: 2000	可行性研究、初步设计等
1: 1000	初步设计、施工图设计、施工放样、竣工测量等
1: 500	

- 7.2.2 地形图的等高距、采集点的精度、地形点的最大间距及高程注记的取位应符合下列要求：
- a) 1: 500、1: 1000 地形图采用 0.5m 等高距，1: 2000 采用 1m 等高距；
- b) 相对于邻近图根点或等级控制点，建（构）筑物细部坐标点的点位中误差不应大于 ±70mm，施测困难地区不应超过 ±100mm；相邻建（构）筑物边长或间距中误差不应大于 ±100mm，施测困难地区不应大于 ±150mm；

- c) 相对于邻近图根点或等级控制点，城镇建筑区非建筑地物点的点位中误差不应大于图上±0.6mm，其他地区地物点的点位中误差不应大于图上±0.8mm，隐蔽或施测困难时可放宽 0.5 倍；
- d) 地面高程注记点的高程中误差：在稳固坚实地面不应大于±50mm，其他地面不应大于±100mm，等高线插求点的高程中误差不应大于±d/3（d 为等高距）；
- e) 地形点的最大点位间距：1：500、1：1000 地形图不应大于图上 30mm，1：2000 不应大于图上 25mm；
- f) 高程注记取位：0.5m 等高距时注记到 0.01m，1m 等高距时注记到 0.1m。

7.2.3 地形图的分幅和编号应符合 GB/T 13989 的有关规定。

7.2.4 地形图的图式应符合 GB/T 20257.1 的有关规定。

7.2.5 地下空间的测绘应符合 GB/T 35636 的相关要求。

7.2.6 市政道路交通工程陆域地形图测绘可采用全站仪极坐标法、GNSS RTK 测量、低空数字航空摄影测量、机载激光雷达测量等，不同测量方法的技术要求应符合国家现行标准的规定。

7.3 水域地形图测绘

7.3.1 水域地形测量比例尺选用应符合 7.2.1 的规定。

7.3.2 水域地形测量内容主要包括水工建（构）筑物测量、水深测量。

7.3.3 水域地形测量应利用经检查合格的陆域控制点，并符合下列要求：

- a) 若控制点密度不能满足工程需要，应按本标准第 6.2 节的规定增补。
- b) 水深测量应明确深度基准面，并建立其与 1985 国家高程基准或地方独立高程系的转换关系。

7.3.4 水工建（构）筑物的测量应符合 7.2 相关技术要求。

7.3.5 水深测量包括测深点定位与测深，应根据水域地形、水深、流速等现场条件，选用下列方法：

- a) 测深点定位可采用卫星定位测量法、交会法、极坐标法、断面索法等；
- b) 浅水区宜采用测深锤或测深杆；沿海和感潮河段浅水区可在低潮位时采用机载激光雷达测量滩涂；水域条件允许时，宜采用无人船搭载测深仪测量；
- c) 当现场深度处于仪器的测深范围时可采用单波束或多波束测深仪系统；多波束测深系统适用于水深不大于 500m 的水域；测深作业应同步设置水尺观测水位；
- d) 可采用 RTK 三维水深测量方式，同步完成测深点定位与测深，无需单独观测水位。

7.3.6 水深测量宜布设测深线，测深线布设应符合 GB 50026 的规定。

7.3.7 在水域环境不明的区域作业时，必须查明测区礁石、沉船、水流和险滩等情况；遇大风、大浪，应停止水上作业。

7.4 断面测绘

7.4.1 基本要求

7.4.1.1 断面测量包括道路纵断面测量、道路横断面测量和河床断面测量，精度应符合表 7 的规定。

表 7 陆域断面测量精度要求

线路闭合差 mm	中桩点测量(mm)		横断面测量(mm)		
	一般路面	硬化路面	横向距离	一般路面	硬化路面
$\pm 30\sqrt{L}$	$\leq \pm 100$	$\leq \pm 50$	$\leq \pm 100$	$\leq \pm 100$	$\leq \pm 50$
注：L 为纵横断面测量的水准线路长度（单位：km）。					

7.4.1.2 纵、横断面测量宜基于实地测设的道路中心线桩位开展；纵断面沿道路中线逐桩测量；横断面直线段垂直于道路中线，曲线段与道路中线法线一致。

7.4.1.3 纵、横断面测量应起闭于各等级高程控制点，可采用水准测量法、三角高程测量法或 RTK 法施测，并符合以下规定：

- a) 采用水准测量法时，断面高程测量应布设附和路线；
- b) 采用三角高程法时，设站点高程引测宜采用水准测量实施；每测站数据采集前、迁站前均应在等级控制点上检测，检核高程与理论值较差不应大于 $\pm 30\text{mm}$ ；硬质路面断面点测量不应进行高程支站；
- c) 采用 RTK 法时，数据采集前、测量结束前均应在高程控制点上检核，检核高程与理论值较差不应大于 $\pm 30\text{mm}$ 。

7.4.1.4 纵断面点位根据道路工程设计线位确定，包括：

- a) 线路主点（起点、终点、曲线特征点）；
- b) 与横向现状道路、规划道路、铁路的交点；
- c) 百米桩、千米桩；
- d) 直线桩号间距 20m~25m，曲线段间距一般为 20m，小半径、回头曲线根据工程设计要求加密；
- e) 地形变化较大处加密采集，满足纵坡设计要求。

7.4.1.5 明挖法施工的道路工程应测量横断面，测量应符合土方量计算要求，并符合下列规定：

- a) 横断面宽度应根据道路工程的规划红线确定，不宜小于规划红线外 10m；
- b) 穿越河、浜、塘、坑等水系时，应加测水系处横断面，并在水系前后位置增补横断面；
- c) 横向遇到浜、塘，横断面宽度不能完全穿越时，应加大测量宽度，测至浜、塘最深处或地势稳定位置；
- d) 符合工程设计文件的其它具体要求。

7.4.2 基于数字高程（表面）模型的断面测量

利用无人机摄影测量、机载激光雷达、车载移动激光雷达等方法生成的高精度 DEM 或 DSM 进行断面测量时，应符合国家现行标准的相关规定。

7.4.3 水域断面测量

道路穿越水域时应测量水域断面，符合下列要求：

- a) 水域断面应平行道路中线测量，宜沿中线、两侧规划红线处测量断面。应沿道路中线、道路两侧红线或绿线位置处测量河床断面。当相邻断面间距大于 30m，应在中线两侧加测河床断面；
- b) 水域宽度小于 20m 时，水域部分可采用测绳配合测深锤，两岸同步作业；水域宽度大于 20m 时，水域部分可采用 RTK 配合测深仪作业；
- c) 水域断面测量作业开始和结束时应测量水面高程；
- d) 水域断面测量两岸陆地部分的测量范围宜超出断面线 10m。

7.5 地下管线测绘

7.5.1 对埋设在设计线路和附近的地下管线，除管径小于 50mm 的给水管道、管径小于 200mm 的排水管道或横截面小于 200mm×200mm 的管沟外，均应进行调查与测绘。位于道路下方的所有管线均应进行调查与测绘。

7.5.2 隐蔽地下管线宜采用物探方法查明位置、走向、埋深。

7.5.3 地下管线测绘内容应包括管线特征点及附属设施的平面位置与高程测量、管线剖面图及窰井平面图绘制。

7.5.4 综合地下管线图除绘制地下管线外，还应标注道路、街坊及与地下管线有参照作用的建筑物；偏距大于 0.2m 的管线应按实际位置绘制；综合管线图宜分色表示，其图例、符号应符合 CH/T 1036 的规定。

7.5.5 当地下综合管线过于密集无法按比例尺表达时，图上可将次要管线偏移 0.2mm 绘制，但电子数据不得改动实际位置。

7.5.6 综合地下管线点成果表应包含以下内容：管线点号、管线连接点号、管线类型、管径或断面尺寸、材质、埋深、管线点坐标、高程、压力或电压、电缆根数或总孔数及已用孔数、权属单位、埋设日期。

7.5.7 地下管线数字化成图应符合 CJJ 61 的规定，各类管线和设施应分图层存储，并根据设计需求输出专业管线图或综合管线图。

7.6 专项调查与测绘

7.6.1 一般规定

7.6.1.1 专项调查与测绘应涵盖设计线路中线两侧及区间段范围内的跨越线路的建（构）筑物、桥梁细部结构测绘、绿化乔木调查测绘、格网散点测绘、三维建模等内容。

7.6.1.2 专项调查与测绘的成图比例尺应符合下列规定：

a) 平面图比例尺宜与线路地形图一致；局部详细图应以完整表达细部特征为原则，宜选用 1:50~1:200 比例尺；

b) 纵断面图比例尺：水平方向宜为 1:500~1:1000，垂直方向宜为 1:100；

c) 横断面图比例尺应根据建筑复杂程度和地形起伏变化确定。

7.6.1.3 专项调查与测绘细部点的坐标、高程测量应符合 7.2 节的相关要求。

7.6.2 跨越线路的建（构）筑物测绘

7.6.2.1 应对跨越线路的人行天桥、高架道路、立交桥、栈桥、架空管线（电力、通信、燃气等）等建（构）筑物进行全面测绘。

7.6.2.2 跨越线路建（构）筑物测绘宜采用极坐标法，也可结合 GNSS RTK、三维激光扫描等技术提高效率。

7.6.2.3 架空管线的平面位置可通过测定其支架、杆、塔支撑结构位置推算，或采用极坐标法直接测定；应计算管线与道路中线的交角及交叉里程。

7.6.2.4 桥梁、栈桥应测定其底面与地面的净空高度；架空管线应测量与道路中线相交处的悬高，以及管线支架的高程、间距等参数。

7.6.2.5 在平面图、纵断面图中应按设计要求以表格形式标注建（构）筑物的坐标、高程、宽度、净空高度、结构类型、权属单位等关键信息。

7.6.3 桥梁细部结构测绘

7.6.3.1 市政道路交通工程更新改造、拓宽改建涉及桥梁拼宽或改造时，应开展现状桥梁细部结构测量。

7.6.3.2 桥梁细部结构测量内容主要包括：桥梁内外边线、分孔线位置、梁底标高、盖梁顶标高、盖梁底标高、支座位置及标高、桥墩/桥台轮廓尺寸等。

7.6.3.3 桥梁结构边线及标高测量可采用全站仪免棱镜方式，技术要求应符合本标准第 7.3.2 节的相关规定；关键部位（如梁底、支座）测量应进行多次观测复核，确保数据准确。

7.6.4 绿化乔木调查测绘

7.6.4.1 绿化乔木调查测量应覆盖工程沿线现状绿化乔木，明确其分布及关键属性信息。

7.6.4.2 成片灌木丛、规模化绿地植被等，应实地测量其范围与面积，在地形图上按相应图示符号表示；行道树等单株绿化树木，应测量平面位置、种类、数量、胸径等信息，并标注于地形图上。

7.6.4.3 乔木胸径测量位置为树干离地面 1.3m 处的直径，测量精度应至 0.1cm。

7.6.5 格网散点测绘

7.6.5.1 格网散点测量宜采用几何水准法施测，确保高程测量精度。

7.6.5.2 散点测量范围应包括：工程范围内需与现状道路、建筑物平顺衔接的区域，周边已有的重要特征点标高，以及设计要求的其他关键区域。

7.6.5.3 散点测量应以已布设的高等级水准点为起讫点，在工程测量范围内布设若干条工程水准线路。

7.6.5.4 沿线道路散点宜按 20m 间隔测量一排；交叉路口及衔接部位宜采用网格散点测量，网格间距一般为 5m；特殊复杂区域可根据设计要求加密。

7.6.5.5 应测量路面雨水口、沿线单位出入口的高程，确保衔接部位高程数据完整。

7.6.6 三维建模

7.6.6.1 三维建模应满足市政道路工程三维正向设计、施工模拟、运营管理等需求，模型精度与细节应匹配设计深度。

7.6.6.2 三维模型测量可采用倾斜摄影测量、三维激光扫描等数字化测绘方法。

7.6.6.3 三维模型精度要求：平面位置点位中误差不应大于 $\pm 100\text{mm}$ ，高程点位中误差不应大于 $\pm 100\text{mm}$ ；硬化道路区域高程点位中误差不应大于 $\pm 50\text{mm}$ 。

- 7.6.6.4 三维模型应结构完整、位置准确、纹理清晰，与实地现状一致；不得存在明显变形、漏洞、扭曲、纹理拉花、悬浮物等质量问题。
- 7.6.6.5 不同分区、不同批次的三维模型成果合并后，形体、纹理、坐标系统应一致，无冲突；模型与现状地物、地形的匹配度应满足设计使用要求。
- 7.6.6.6 三维模型成果应输出通用格式（如 OSGB、FBX、OBJ 等），成果分块大小应与设计软件兼容性相适应，便于后续设计应用。

7.7 现状测绘成果检查与验收

- 7.7.1 现状大比例尺地形图成果的质量元素、权重划分、错漏分类应按照 GB/T 24356 规定执行。
- 7.7.2 现状大比例尺地形图成果范围应距结构外边线不宜不小于 50m。

8 施工测量

8.1 一般规定

- 8.1.1 施工测量实施前应搜集和分析规划、设计、施工等相关资料，编制测量方案。
- 8.1.2 施工测量前，应组织平面、高程首级控制点交桩工作，复核无误后方可使用。
- 8.1.3 施工控制网应与相邻在建或既有道路、桥梁等控制网进行联测。
- 8.1.4 依法取得建设工程规划许可证的道路建设项目，应进行现场开工放样情况的检查，以保证新建道路工程的位置满足规划设计要求。

8.2 道路工程

- 8.2.1 道路工程施工测量工作内容，包括控制测量、道路纵横断面测量及道路施工放验线。
- 8.2.2 道路纵横断面测量应符合本规范 7.4 节的相关规定。
- 8.2.3 道路施工放验线应符合以下要求：
- a) 道路施工平面位置放验线宜采用全站仪导线法、极坐标法或卫星定位动态 RTK 法；高程放验线应采用水准测量方法；
- b) 施工前应对道路中线桩进行加密测量，施工放验线点位允许偏差相对于相邻控制点，平面误差不应超过 3cm，高程误差不应超过 2cm；
- c) 高程加密测量成果必须进行必要的检核，高程引测路线宜采用附和水准路线，计算闭合差，并符合表 8 的规定。在闭合差符合要求的情况下，平差计算各点位高程；

表 8 高程引测的精度要求

等级	每公里高差中误差（mm）	附和水准路线闭合差（mm）
四等	±10	$\pm 20 \sqrt{L}$
五等	±16	$\pm 30 \sqrt{L}$

注：L——水准线路长度。

- d) 道路施工前应测设护桩、里程桩、道路边桩及路面高程桩；
- e) 道路中心桩间距宜为 10m-20m。平曲线和竖曲线桩应在道路中线桩边桩的测设中完成，并标出设计高程，当曲线长度大于 40m 时，曲线桩间距宜小于等于 10m；当曲线长度小于等于 40m 时，曲线桩间距宜小于等于 5m；
- f) 交叉口路面高程作业测量应按设计规定的高程方格网、等分圆网等分层测定。

8.3 桥梁工程

- 8.3.1 桥梁工程施工测量工作内容，包括控制测量、桥梁施工放验线及桥梁施工监控测量。
- 8.3.2 桥梁施工控制网测量
- 8.3.2.1 桥梁施工平面控制网应符合以下规定：
- a) 桥梁平面控制网等级的选用和桥位轴线测量的精度，应符合表 9 的规定：

表9 桥梁平面控制测量等级

多跨桥梁总长(m)	单跨桥长(m)	控制测量等级	桥位轴线相对中误差
$L \geq 3000$	$L \geq 500$	二等	1/130000
$2000 \leq L < 3000$	$300 \leq L < 500$	三等	1/70000
$1000 \leq L < 2000$ 及高架桥	$150 \leq L < 300$	四等	1/40000
$500 \leq L < 1000$	$L < 150$	一级	1/20000
$L < 500$		二级	1/10000

b) 对特殊的桥梁结构，应根据结构特点确定桥轴线控制测量的等级与精度；

c) 桥梁施工平面坐标系，四等及以上投影长度变形值应不大于 10mm/km；

d) 平面控制网可采用导线网、边角网或卫星定位控制网，三等及以上控制网宜布设成大地四边形或双大地四边形，每岸宜设立 2 个轴线控制点。控制点的数量和密度应能符合桥梁施工的要求，当控制网跨越江河时，每岸控制点不应少于 3 点；

e) 控制点埋设、控制网测量应符合本规范第 6 章的相关规定。

8.3.2.2 桥梁施工高程控制测量应符合下列规定：

a) 不同规模桥梁的高程控制测量等级的选用，应符合表 10 的规定；

表 10 桥梁高程控制测量等级

多跨桥梁总长(m)	单跨桥长(m)	控制测量等级
$L \geq 3000$	$L \geq 500$	二等
$1000 \leq L < 3000$	$150 \leq L < 500$	三等
$L < 1000$ 及城市高架桥	$L < 150$	四等

b) 每岸水准点不应少于 3 个。两岸的水准测量路线，应组成一个整体的水准网；

c) 水准测量应符合本规范第 6 章的相关规定，跨河水准测量应符合 GB/T 12897、GB/T 12898 的相关规定。

8.3.3 桥梁施工放验线

8.3.3.1 桥梁施工平面放验线可根据现场具体情况选用极坐标法、方向交会法、距离交会法、导线法等。

8.3.3.2 高程放验线可根据现场具体情况选用水准测量法或三角高程法等。

8.3.3.3 桥梁施工测量的允许偏差应符合 GB 50026 的相关规定。

8.3.4 桥梁施工监控测量

8.3.4.1 符合下列条件之一的桥梁，施工过程宜进行监控测量：

a) 主跨大于 60m 且采用悬臂施工的梁式桥；

b) 主跨大于 60m 的拱桥；

c) 斜拉桥；

d) 悬索桥；

e) 采用预制节段拼装施工的桥梁；

f) 设计要求进行监控测量的其他类型的桥梁。

8.3.4.2 桥梁施工监控宜重点监测以下构件或节点：

a) 应力变化明显或者应力水平较高的构件；

b) 施工期间发生显著变形的构件或节点；

c) 承受较大施工载荷的构件或节点；

d) 控制几何位形的构件或节点；

e) 其他反映结构内力以及变形特征的重要受力构件或节点。

8.3.4.3 桥梁施工监控测量的内容包括沉降监测、变形监测、应变监测、环境效应监测。监测应在温度稳定的时间段进行，测量时还宜记录温度、风力等环境参数。

8.4 隧道工程

8.4.1 一般规定

8.4.1.1 隧道工程施工阶段测量的工作内容应包括：地面施工控制测量、联系测量、地下施工控制测量、施工放样、变形监测和贯通测量等。

8.4.1.2 隧道工程相向施工中线在贯通面上的贯通测量中误差和隧道控制测量对贯通误差影响值的限值应符合 GB 50026 的相关规定。

8.4.1.3 暗挖法隧道工程导线应采取多次独立观测、布设双导线等技术措施保证精度，水准点应往返观测。地下工程贯通后应及时进行贯通测量，形成附合路线，保证后续工序的测量精度。

8.4.1.4 隧道贯通后，应对其贯通误差进行测定，并应在调整段内进行中线调整。

8.4.1.5 隧道单项贯通距离大于 1500m 时，宜在隧道每掘进 1000m 处，宜通过钻孔投测坐标或加测陀螺方位角等方法提高控制网精度。

8.4.2 地面施工控制测量

8.4.2.1 地面平面施工控制测量应符合以下规定：

- a) 区间的控制网宜布设成自由网，并与工程整体控制网联测；
- b) 平面控制网可采用卫星定位测量或导线网等形式布设；
- c) 隧道的各洞口应布设不少于 3 个控制点，并不少于两个通视方向，控制点应分布在洞口便于使用的地方；

d) 贯通段两端的洞口（或井口）控制点之间，应进行直接联测；当受地形、施工条件限制无法直接联测时，应通过竖井、斜井或平洞的联系测量建立统一的高精度控制网，确保贯通精度；

- e) 隧道洞外平面控制测量的其他技术要求应符合第 6 章相关规定。

8.4.2.2 地面高程施工控制测量应符合以下规定：

- a) 区间的高程控制网宜布设成自由网，应与工程整体控制网联测。
- b) 高程控制网宜采用水准网形式布设。洞口、斜井、竖井、平洞口水准点和临近的洞外水准点，应组成附合水准路线。

c) 隧道工程各洞口应布设不少于 2 个水准点；长度超过 3000m 的隧道，至少 1 个应为深埋式水准点。深埋式水准点的埋设深度应综合地质条件、施工周期及运营维护需求确定，其桩底应埋入稳定含水层以下，标石规格参照附录 A。

- d) 高程控制测量的其他技术要求应符合第 6 章的有关规定。

8.4.3 竖井联系测量

8.4.3.1 竖井联系测量应包括地面近井平面测量和地面近井高程测量、竖井平面定向测量和高程传递测量，以及地下近井平面测量和地下近井高程测量。

8.4.3.2 地面近井平面和高程路线应采用附合路线形式，技术要求应符合第 6 章的相关规定。

8.4.3.3 施工期间，竖井联系测量次数不宜少于 3 次，宜在隧道掘进至 100m、1/3 贯通长度和距贯通面 150m 前分别进行一次。当地下起始边方位角较差不大于 12"、地下高程点高程中误差不大于 5mm 时，可取各次测量成果的平均值作为后续施工测量的起算数据，指导隧道掘进与贯通。当贯通长度超过 1.5km 时，应采取增加联系测量次数、两井定向或加测陀螺定向边等措施，提高地下控制网精度。

8.4.3.4 竖井联系测量的方法应根据竖井的大小、深度和结构确定，竖井联系测量的平面控制，宜采用联系三角形法、导线直传法、两井定向法、陀螺仪定向法或投点法；竖井联系测量的高程控制，宜采用悬挂钢尺或钢丝导入的水准测量方法，技术要求应符合 GB 50026 的相关规定。

8.4.4 盾构法隧道地下控制测量、施工测量

8.4.4.1 地下控制测量起算点应采用直接从地面通过联系测量传递到井下的平面和高程控制点。盾构法隧道地下控制测量包括地下施工导线测量、施工控制导线测量和地下施工水准测量、施工控制水准测量。地下工程纵向长度较短时，地下平面、高程控制可一次全面布设。

8.4.4.2 控制点应埋设在隧道结构上，避开洞内各种设施位置，保证能尽量久留置使用，位于隧道两侧或顶、底板位置，并宜埋设强制对中装置。平面控制点应避开强光源、热源、淋水等地方，控制点间视线距隧道壁及洞内设施应大于 0.5m。

8.4.4.3 隧道地下控制测量、施工测量的技术要求应符合 GB 50026 的相关规定。

8.4.5 隧道变形监测

8.4.5.1 隧道施工期变形监测内容，宜根据隧道结构类型按下表 11 选择。

表 11 隧道施工期变形监测项目

类型	施工期主要监测内容
盾构法隧道	工作井基坑围护体系监测、隧道结构的沉降、收敛、地表沉降、周边环境监测
沉管法隧道	隧道结构的沉降、水平位移
明挖法隧道	基坑围护体系监测、地表沉降、周边环境监测

8.4.5.2 隧道结构施工期的监测应符合 GB 50446 等相关规范的规定。

8.4.5.3 隧道施工期和运营期变形监测的等级划分，应根据隧道的类型、结构、用途等因素综合确定。城市重大基础设施隧道结构的监测等级不宜低于二等，其他隧道的监测精度不宜低于三等。

9 竣工测量

9.1 一般规定

9.1.1 市政道路交通工程竣工平面控制测量应采用 GNSS 测量和导线测量等方法施测。平面控制点密度应满足 CJJ/T 8 的规定要求，地形复杂、隐蔽地区应适当加大密度。平面控制测量的主要技术要求需满足 6.2 章节的要求。

9.1.2 市政道路交通工程竣工高程控制测量应采用水准测量、电磁波测距三角高程测量和 GNSS 高程测量等方法。当采用水准测量、电磁波测距三角高程测量时，应以城市高等级控制点成果作为高程控制起算依据，主要技术要求需满足 6.3 章节的要求。

9.1.3 竣工测量的主要工作内容包括：全要素地形测量、竣工规划资源验收专业要素测量、交通专业要素测量、兼顾设防专业要素测量、消防专业要素测量和绿地专业要素测量工作。

9.1.4 竣工测量采用的坐标系统和高程基准应与原施工测量一致。

9.1.5 竣工地形图测量应符合 GB 55018 的规定，宜选用 1: 500 比例尺；当建（构）筑物密集且 1: 500 比例尺不能满足要求时，可选用 1: 200 比例尺。

9.1.6 竣工测量采用中误差作为测量精度的衡量标准，以二倍中误差作为极限误差。

9.1.7 点位精度应符合下列规定：

- a) 重要地物点（建构筑物 and 起境界作用的围墙、栅栏等）相对于邻近控制点的中误差不得大于 5cm；
- b) 一般地物点相对于邻近控制点的中误差不得大于 7cm；
- c) 开工放样复验阶段，对有明显标记的放样点进行坐标检测时，坐标检测中误差不得大于 7cm。

9.2 全要素地形测量

9.2.1 道路全要素地形测量是指对道路用地范围内地形、地物等要素的测绘活动。

9.2.2 道路全要素地形测量应真实、准确反映道路工程用地范围内地形地物的三维坐标、尺寸、高度以及其他附属信息。

9.2.3 地形测量的范围除包含规划用地许可证核定的范围外，还应包括工程建设实际起讫范围内道路两侧第一排建（构）筑物。如两边无建（构）筑物或建（构）筑物离道路较远时，则测量至路基线或排水沟外 10m。线路两端宜测量至施工范围线外 10m。

9.2.4 地形测量的重点内容宜包括工程建设范围内道路桥梁边线、人行道、机非分隔带、中央隔离带、路面不同铺装材料的分界线等。

9.3 规划资源验收专业要素测量

规划资源专业竣工验收要素测量包括道路(包括主线、桥梁、人行天桥、隧道、人行地道等)的边线、中心线、长度、纵横断面等测量内容。

- a) 道路边线应实测，道路中心线应由道路边线拟合而成，道路长度按照中心线进行计算。
- b) 道路纵断面测量间距应为 20m，遇变坡点或其他特征点应加密测量，并按照相关要

求拟合纵断面竖曲线；道路横断面测量的位置和数量应反映设计方案中标准段的断面尺寸，标准段断面间距宜小于 150m；

c) 道路中桥梁、人行天桥应实测桥梁结构外边线、桥台桥墩、桥梁分跨线、桥梁长度、宽度以及桥梁梁底标高等，人行天桥应计算天桥净宽。在桥梁、人行天桥竣工后应对桥面及其附属设施进行现状测量，桥梁边线、人行道、机非分隔带、中央隔离带相交处各点高程并注记在桥梁竣工图上；

d) 道路中隧道、人行地道应实测结构内边线、洞口分界线、净空高度以及地道楼梯踏步位置的最小净高以及附属地下建构筑物，结构外边线根据结构设计厚度推算，隧道、人行地道内应测量洞口、最低点、特征位置顶、底标高；

e) 人行天桥与人行地道每端梯道、坡道、桥面、通道、自行车推车带(如有)应进行宽度测量，其净宽应满足相关设计要求。

9.4 交通专业要素测量

道路交通专业要素测量包括交通附属设施测量、道路标志标线测量以及沿线地块出入口测量。

a) 交通附属设施测量包括交通指示标志、交通警告标志、交通禁令标志、交通指路标志、公益类导向牌、龙门架、红绿灯、交通信号灯、探头、交通情报板、公交候车厅(棚)、出租车临时停车区、道路分隔设施、人行分隔设施、立柱、减速带等测量；

b) 道路标志标线测量包括车行道分界线、非机动车道线、路口导向线、导流线、停止线、人行横道线、停车位标线、导向箭头等测量；

c) 沿线地块出入口测量包括实测沿线小区、单位的出入口位置。

9.5 兼顾设防专业要素测量

道路兼顾设防专业竣工验收要素测量一般包括基本情况调查、内部空间测量、战时出入口地面位置测量。

a) 根据兼顾设防工程战时图纸，判别兼顾设防工程各类空间的性质，调查兼顾设防工程基本情况（战时功能、抗力级别），明确防护单元以内的各功能房间、区域（范围划分、战时出入口和战时风井位置等）；

b) 内部空间测量包括兼顾设防掩蔽面积、结构面积、口部面积、辅助面积、底板标高、管底或梁底净高测量；

c) 兼顾设防工程战时出入口和战时风井等位置应实测。

9.6 消防专业要素测量

道路消防专业要素测量一般需要测绘消防车道、消防救援口消防管线、人行横道、联络通道、逃生楼梯、逃生滑梯以及道路侧消火栓等消防设施。

a) 消防车道测量包括车道的净高、净宽、坡度、转弯半径和回车场尺寸；

b) 消防救援口应实测其位置、尺寸和间距；

c) 人行横道测量包括通道的位置、净宽、净高、长度；

d) 联络通道测量包括通道的位置、净宽、净高、长度；

e) 逃生楼梯测量包括位置、楼梯净宽、净高、地面出入口位置，逃生滑梯-应测量其位置；

f) 消火栓等消防管线设施应实测其位置，对消火栓有编号的应采集相关编号信息。

9.7 绿地专业要素测量

道路绿地专业竣工验收要素测量包括道路绿化隔离带面积测量以及树穴平面坐标测量。

a) 行道树需测量并标注树的位置及胸径、覆土深度、统计树种及数量；

b) 绿地下有地下设施或地库的，在确保满足以下条件时可计入绿地面积：

1) 绿化种植的地下空间顶板标高应当低于地块周边道路地坪最高点标高 1.0m 以下；

2) 地下空间顶板上覆土厚度应当不低于 1.5m(特殊项目方案审核时准许外)，确保符合植物种植条件；

- c) 高架下的绿化区域，应将高架垂直投影范围内的绿化用不同颜色标注，与项目红线内配套绿化予以区分；
- d) 绿地面积可通过测量绿地边线，经计算机绘图软件计算得出。

9.8 桥梁专业要素测量

- 9.8.1 跨线桥、过街天桥应测注桥底高程，并测量桥底与路面的净空高度。
- 9.8.2 桥梁工程规划土地综合验收测量应符合下列规定：
 - a) 在桥梁工程竣工后应对桥梁伸缩缝、桥面及其附属设施进行现状测量；
 - b) 测量桥梁伸缩缝位置与桥梁边线、人行道、机非分隔带、中央隔离带相交处各点高程，并注记在桥梁工程竣工图上；
 - c) 桥梁工程测量时，应由甲方提供或到相关单位调查搜集最高洪水位、常年洪水位、常年枯水位、最低枯水位、通航水位等资料，并应标注在桥梁工程竣工图上。

10 运营期监测

10.1 一般规定

- 10.1.1 本章适用于道路、桥梁、隧道等设施运营期的变形监测。
- 10.1.2 工作实施前应根据工程需求，搜集水文地质、工程地质资料和设计图纸，并根据工程地质条件、工程类型、工程规模、基础埋深、建筑结构、周边环境和施工方法等因素，进行变形监测方案设计。
- 10.1.3 监测方案宜包括工程特点、监测目的、监测等级、监测项目、监测方法、监测基准网的布设和精度估算、监测点布置、观测周期、项目预警值、使用的仪器设备等内容。
- 10.1.4 变形监测的等级划分及精度要求，应符合表 12 的规定。

表 12 变形监测的等级划分、精度要求及适用范围

等级	竖向位移		水平位移监测	适 用 范 围
	变形监测点的高程中误差(mm)	相邻变形监测点的高差中误差(mm)	变形监测点的点位中误差(mm)	
一等	0.3	0.15	1.5	精密工程设施、特别重要的城市基础设施、已有较大变形或病害的结构设施等
二等	1.0	0.5	3.0	特大型和大型桥梁重要工程设施、重大地下工程、重要的城市基础设施的变形监测
三等	3.0	1.5	10.0	一般地下工程、危害性一般的大型桥梁等
四等	5.0	3.0	20.0	普通滑坡监测、中小型桥梁等
注 1：高程中误差指相对于邻近的控制点的中误差。				
注 2：特定方向的位移中误差，可取表中相应等级点位中误差的 $1/\sqrt{2}$ 作为限值；				
注 3：沉降监测，可根据需要按变形监测点的高程中误差或相邻变形监测点的高差中误差，确定监测精度等级。				

- 10.1.5 变形监测网点，宜分为基准点、工作基点和变形监测点，其布设应符合 GB 50026 的相关规定。
- 10.1.6 变形监测的基准点、工作基点和监测点的初始值，应在点位稳定后连续独立观测不少于两次，较差不大于极限误差时取均值确定，否则应重测。
- 10.1.7 历次观测应在较短的时间内完成，应采用相同的观测网形、观测路线和观测方法，采用相同的数据处理方法,还宜固定观测人员、仪器和设备、在相近的环境条件下观测，观测时还宜记录荷载工况、天气等相关环境因素。
- 10.1.8 各类市政交通设施和建(构)筑结构受到邻近施工作业影响时，宜对其受影响的程度和影响过程进行工程影响监测。

10.2 监测基准

- 10.2.1 水平位移监测基准网，可采用边角网、卫星定位控制网和视准线等方法布设。
- 10.2.2 水平位移监测基准宜采用独立坐标系统，必要时可与 CGCS2000 联测。直线形建（构）筑物的主轴线或其平行线，应纳入网内。
- 10.2.3 沉降监测基准网应布设成环形网，并应采用水准测量的方式进行。
- 10.2.4 水平位移监测基准网和沉降监测基准网测量的主要技术要求应符合 GB 50026 的相关规定。

10.3 监测方法

- 10.3.1 变形监测的方法，应根据监测体特点、精度要求、变形速率以及监测体的安全性等指标，按表 13 选用。也可同时采用多种方法进行监测。

表 13 变形监测方法的选择

类 别	主要监测方法
水平位移监测	视准线法（活动觇牌法、小角度法、自由设置基准线法）、极坐标法、交会法、激光准直法、机器视觉法等
沉降监测	水准测量法、三角高程法、静力水准法、机器视觉法、电水平尺法等
倾斜观测	投点法、全站仪坐标法、差异沉降法、垂线法、倾斜仪（计）等
挠度观测	投点法、差异沉降法、垂准法等
收敛测量	固定测线法、断面扫描法等
裂缝、接缝	精密量距尺具（游标卡尺、千分尺）、测缝计、读数显微镜等
三维位移监测	全站仪坐标测量法、摄影测量法、三维激光扫描、卫星定位测量法等

- 10.3.2 采用不同监测方法的主要技术要求应符合 GB 50026 的相关规定。
- 10.3.3 采用新技术、新方法代替传统方法时，应进行新技术、新方法与传统方法的对比验证，其观测精度应符合本规范相应的要求。

10.4 桥梁工程监测

- 10.4.1 桥梁变形监测内容，应根据桥梁结构类型按表 14 选择。

表 14 桥梁变形监测内容选择

类型	运营期主要监测内容
梁式桥	桥墩垂直位移、水平位移、倾斜 桥面水平位移、挠度（垂直位移）
拱桥	桥墩垂直位移 桥面水平位移、垂直位移
悬索桥 斜拉桥	索塔倾斜、索塔摆动（塔顶水平位移），塔基垂直位移 桥面线形（水平位移、垂直位移）、挠度（垂直位移）
桥梁两岸边坡	桥梁两岸边坡水平位移、垂直位移
注：大型、特大型桥梁的变形监测，必要时应同步观测梁体和桥墩的温度、水位和流速、风力和风向。	

- 10.4.2 桥梁变形监测的等级划分，应根据桥梁的类型、结构、用途等因素综合确定，特大型桥梁的监测等级不宜低于二等，大型桥梁不宜低于三等，中小型桥梁可采用四等。

- 10.4.3 水平位移和沉降监测基准网的布设和观测应符合 10.2 节的相关要求。
- 10.4.4 大型和特大型桥梁变形监测，必要时应同步观测梁体和桥墩的温度、水位和流速、风力和风向。
- 10.4.5 桥梁运营期的监测周期应符合以下规定：
- a) 对自施工期间延续的沉降监测、垂直度及倾斜监测、水平位移监测、工程竣工使用后第一年应观测 3 次或 4 次，第二年应至少观测 2 次，第三年每年应至少观测 1 次，也可在每年的夏季和冬季各观测 1 次，直至变形达到稳定状态；
 - b) 桥梁监测应在相对固定的季节和气象条件下进行外业观测；
 - c) 遇到突发情况或异常情况时应增加监测频率，必要时进行自动化监测。
- 10.4.6 每期观测后应及时整理成果。监测成果表达方式应包括监测报表和相应的变形曲线，整理分析应包括以下内容：
- a) 计算各监测点的坐标或高程的变化量；
 - b) 桥墩、桥面沉降监测点、线形点的高程及变化量；
 - c) 桥面水平位移观测点的横向位移。

10.5 隧道工程监测

10.5.1 隧道运营期变形监测内容，宜根据隧道结构类型按表 15 选择。

表 15 隧道变形监测项目

类型	运营期主要监测内容
盾构法隧道	沉降、收敛、水平位移； 裂缝、错台等
沉管法隧道	沉降、水平位移； 裂缝、错台等
明挖法隧道	

- 10.5.2 隧道变形监测的等级划分，应根据隧道的类型、结构、用途等因素综合确定。城市重大基础设施隧道结构的监测等级不宜低于二等，其他隧道的监测精度不宜低于三等。
- 10.5.3 隧道沉降监测点布设应符合以下规定：
- a) 隧道段监测点应结合地质条件、结构形式、使用要求、健康状况等参数合理布设。监测点的标志宜选用不锈钢或铜质材料制作，顶部立尺部位呈半球形；
 - b) 隧道监测点布设，宜符合以下要求：
 - 1) 矩形段应在每条伸缩缝位置两侧各设置 1 点；
 - 2) 盾构隧道按每 100m 均匀设置 3 点，整 100m 处与收敛测点共断面布设；
 - 3) 每个工作井在四角设置 4 点；
 - 4) 工作井与隧道结合处等特殊部位增加布置监测点；
 - c) 环条件变化或差异沉降较大时，可根据需要加密布设监测点；
 - d) 沉降监测点应统一编号、并具备唯一性，应确定监测点里程，监测点里程应取位到 0.1m，盾构法隧道段的监测点还应明确其所在环号。
- 10.5.4 沉降监测一般采用水准测量方法实施，测量内容应包括高程基准网测量和变形点的监测，基准网测量和沉降观测应符合 10.2、10.3 相关规定。
- 10.5.5 收敛监测点的布设应符合以下规定：
- a) 收敛监测点间距不宜大于 100m；
 - b) 工作井与区间隧道分隔处（盾构隧道区间隧道的第一环、最后一环）、结构薄弱处应布设收敛断面；
 - c) 收敛监测点应统一编号、并具备唯一性，应确定断面里程，里程应取位到 0.1m，盾构法隧道段的监测点还应明确其所在环号。
- 10.5.6 当区间隧道、车站侧墙等结构出现明显裂缝时，应进行裂缝监测。当要监测盾构隧道相邻管片的错动或结构缝两侧相对位移变化时，可进行接缝监测。
- 10.5.7 隧道运营期的监测周期应符合以下规定：

- a) 隧道变形监测频率，宜根据地质条件、结构型式、环境复杂程度确定，并符合相关养护标准或委托要求；
- b) 历年的监测应在相对固定的季节和气象条件下进行外业观测；
- c) 结构变形大、变形速率大、地质条件复杂、受外部作业影响等情况发生时，应增加监测点密度、观测频率，必要时还应进行在线监测。

10.6 运营期监测成果检查与验收

- 10.6.1 运营期监测成果的质量检验应符合 JGJ 8-2016 中第 9 章的规定要求。
- 10.6.2 运营期监测成果验收质量元素、权重划分、错漏分类应按照 GB/T 24356 规定执行。
- 10.6.3 运营期监测成果检查与验收如果存在 JGJ 8-2016 中 10.1.3 列出的问题之一，成果应判定为质量不合格。

11 资料管理

11.1 市政道路交通工程测量的成果资料应及时整理和归档，确保成果正确、资料完整、管理有效。成果资料主要包括以下内容：

- a) 测量技术方案或技术设计书；
- b) 各类原始观测手簿。原始观测手簿信息应填写完整、字迹清楚；
- c) 原始电子数据。原始观测电子数据应包含仪器型号编号、观测日期、观测员、记录员、检查员等信息；
- d) 数据处理过程资料和成果资料。测量成果报告应与测量工作同步生成、搜集与整理，确保资料真实、系统、完整、准确；
- e) 仪器检验和期间核查资料；
- f) 质量检查验收资料；
- g) 技术总结报告；
- h) 其他测量相关技术文件。

11.2 测量资料应以文件形式提交或保存。测量资料应适当地辅以表格、图片，并加以说明，失效成果应明确标注识。并应符合以下规定：

- a) 观测记录内容完整、齐全，有相关责任人签字；
- b) 平差计算过程及成果、图表和各种检验、分析资料应完整、清晰；
- c) 图式符号应规格统一、注记清楚；
- d) 按归档要求装订成册。

11.3 测量归档资料的储存和保管，应符合下列要求：

- a) 纸质文件资料储存环境应满足防火、防潮、防盗、防尘、防渍、防有害生物、温湿度控制等条件，防止文件损坏、变质和丢失。
- b) 电子资料可采用移动硬盘、光盘等介质存储；原始观测电子数据应刻录光盘保存拷贝件。电子介质存储的数据资料应有安全防护和备份，防止未经授权的复制或修改。电子数据需定期校验并按规定时间间隔迁移至新介质以防技术淘汰。
- c) 涉密测量成果资料应统一编号、登记造册，按相关保密规定配备专用设备存储，并指定专人管理。

12 证实方法

市政道路交通工程测量采用以下方法进行证实：

- a) 资料收集与技术设计，应通过设计书评审进行证实。
- b) 市政道路交通工程测量过程，应通过过程作业记录、过程质量检查记录、最终检查记录、技术总结进行证实。
- c) 市政道路交通工程测量成果，通过质量检验报告进行证实。

d) 采用新技术、新方法进行的测量工作，应通过验证测量或重复测量比对等方法，对其可行性与成果稳定性进行专项证实。

附 录 A

(资料性)

深埋水准点结构及埋设

A.1 深埋水准点的结构及埋设应符合图 A.1 的要求。

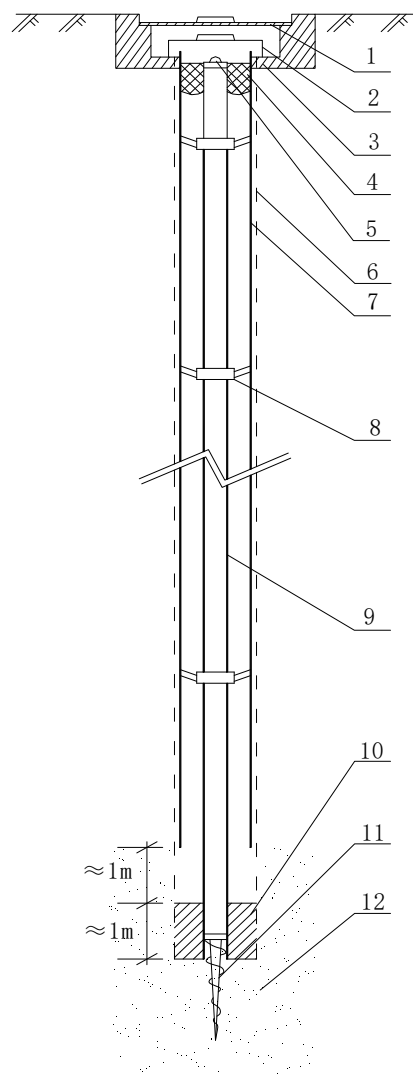


图 A.1 深埋水准点结构及埋设图

- 1—盖板；2—铁箱；3—砌体；4—无阻力柔性垫料(浸油麻丝等)；5—不锈钢标头；
6—孔壁(Φ120)；7—套管(Φ70)；8—扶正器；9—基准杆；10—水泥浆；
11—标底（彩花钢钻头）；12—⑦₂层密实砂层（标贯击数 N>30）

参 考 文 献

- [1] GB/T 27919 IMU/GPS辅助航空摄影技术规范
 - [2] GB/T 39612 低空数字航摄与数据处理规范
 - [3] GB/T 50308 城市轨道交通工程测量规范
 - [4] JTG/T 3650-02 特大跨径公路桥梁施工测量规范
 - [5] CJJ/T 73 卫星定位城市测量技术标准
 - [6] CH/T 8023 机载激光雷达数据处理技术规范
 - [7] DGTJ 08-2312 城市工程测量标准
 - [8] DGTJ 08-2170 城市轨道交通结构监护测量规范
-