

# 工程测量通用规范

(征求意见稿)

# 目次

|          |                     |           |
|----------|---------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>总则</b> .....     | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>基本规定</b> .....   | <b>2</b>  |
| 2.1      | 测量基准 .....          | 2         |
| 2.2      | 测量精度 .....          | 2         |
| 2.3      | 过程管理 .....          | 2         |
| 2.4      | 成果管理 .....          | 4         |
| 2.5      | 测量安全 .....          | 4         |
| <b>3</b> | <b>控制测量</b> .....   | <b>7</b>  |
| 3.1      | 一般规定 .....          | 7         |
| 3.2      | 平面控制测量 .....        | 7         |
| 3.3      | 高程控制测量 .....        | 8         |
| <b>4</b> | <b>现状测量</b> .....   | <b>10</b> |
| 4.1      | 一般规定 .....          | 10        |
| 4.2      | 地面现状测量 .....        | 11        |
| 4.3      | 地下空间设施测量 .....      | 13        |
| 4.4      | 水域现状测量 .....        | 14        |
| <b>5</b> | <b>测设放样</b> .....   | <b>15</b> |
| 5.1      | 一般规定 .....          | 15        |
| 5.2      | 工程规划条件测设 .....      | 15        |
| 5.3      | 工程施工放样 .....        | 16        |
| <b>6</b> | <b>变形监测</b> .....   | <b>18</b> |
| 6.1      | 一般规定 .....          | 18        |
| 6.2      | 施工期间变形监测 .....      | 20        |
| 6.3      | 使用期间变形监测 .....      | 22        |
|          | <b>附：起草说明</b> ..... | <b>23</b> |

# 1 总则

**1.0.1** 为在工程建设中保障生命财产安全、公共安全、生态环境安全，满足经济社会管理基本需要，规范工程测量基本要求，依据国家有关法律法规，制定本规范。

**1.0.2** 工程规划、设计、施工和使用中的测量活动必须遵守本规范。

**1.0.3** 本规范是工程测量技术设计、作业实施、质量控制、成果检验和监督管理的基本要求。当工程测量中采用的技术方法、技术措施与本规范的规定不一致，但经合规性评估符合本规范基本技术指标要求时，应允许使用。

**1.0.4** 工程测量活动除应遵守本规范外，尚应遵守国家法律法规和现行有关规范的规定。

## 2 基本规定

### 2.1 测量基准

**2.1.1** 工程测量空间基准应符合下列规定：

1 大地坐标系统应采用 2000 国家大地坐标系；当确有必要采用其他坐标系统时，应与 2000 国家大地坐标系建立联系。

2 高程基准应采用 1985 国家高程基准；当确有必要采用其他高程基准时，应与 1985 国家高程基准建立联系。

3 深度基准在沿岸海域应采用理论最低潮位面，在内陆水域应采用设计水位。深度基准和高程基准之间应建立联系。

**2.1.2** 工程测量时间系统应采用公历纪元和北京时间。

**2.1.3** 对同一工程的地上地下测量、隧道洞内洞外测量、水域陆地测量，应采用统一的测量基准。对同一工程的不同区段测量或不同期测量，应采用或转换为统一的测量基准。

### 2.2 测量精度

**2.2.1** 工程测量应采用中误差作为精度衡量指标，并应以 2 倍中误差作为极限误差。

**2.2.2** 工程测量项目实施中应对成果实际精度进行评定或检测，并应符合下列规定：

1 精度评定应通过测量平差计算项目关注的平面坐标、高程或其他几何量的中误差。

2 精度检测应使用高精度或同精度检测方法，并应利用检测数据与原测量数据间的较差计算项目关注的平面坐标、高程或其他几何量的中误差。

3 当精度评定或精度检测获得的中误差不大于项目技术设计或所用技术标准规定的相应中误差时，应判定成果精度符合要求；否则，应判定成果精度不符合要求，并应按本规范第 2.3.4 条第 3 款、第 4 款的规定处理。

### 2.3 过程管理

**2.3.1** 工程测量项目实施前，应进行技术设计。技术设计应根据项目需求和成果用途规定项目工作内容和成果的形式、规格、质量等技术指标，并应确定项目执行的技术标准、采用的测量方法和仪器设备以及质量控制要求等。

**2.3.2** 工程测量所用仪器设备及软件系统应符合下列规定：

1 需计量检定的仪器设备，应按要求检定，并在检定的有效期内使用。

2 仪器设备应在使用说明书给定的作业条件下使用，并应避免受机械振动和光电干扰等影响。当仪器设备发生异常时，应停止测量。

3 测量软件系统应通过专业测评或试验验证。

**2.3.3** 工程测量过程应进行质量控制，并应符合下列规定：

1 观测和平差计算应采用项目技术设计或所用技术标准规定的方法。

2 原始观测数据应现场记录，并应及时备份、安全可靠地存储。原始观测数据不得修改。

3 对观测数据应及时进行检查校核、平差计算和数据处理。当观测限差或项目关注的中误差超出项目技术设计或所用技术标准的规定时，应立即返工处理。

4 当前一工序成果未达到规定的质量要求时，不得转入下一工序。

**2.3.4** 工程测量成果的质量检查、验收应符合下列规定：

1 项目承担方应实行过程检查和最终检查两级检查制度，过程检查应由生产部门进行，最终检查应由质量管理部门进行。最终检查不合格的，成果不得交付。

2 当项目合同规定成果需要进行验收时，验收应由项目委托方或其委托的机构进行。验收不合格的，成果不得使用。

3 当出现下列情形之一时，应判定成果不合格：

1) 控制点和变形监测的基准点、监测点设置不符合项目技术设计或所用技术标准的规定；

2) 所用仪器设备不满足项目技术设计或所用技术标准规定的精度要求，或未经检定，或未在检定有效期内使用；

3) 成果精度不满足项目技术设计或所用技术标准的规定；

4) 原始观测数据不真实。

4 当质量检查、验收不合格时，应退回整改。整改后的成果，应

按与原成果相同的质量检查、验收方式进行验证确认。

5 质量检查、验收应保留记录。

## 2.4 成果管理

2.4.1 工程测量成果应符合下列规定：

1 成果内容、形式、规格、质量等应符合项目技术设计或所用技术标准的规定。

2 对数字形式的成果，应采用可共享、可交换的数据格式存储。

3 项目技术报告应完整准确地描述测量项目的基本情况、技术要求、作业方法、实施过程、质量控制措施和成果实际达到的技术指标等。

2.4.2 工程测量成果管理应符合下列规定：

1 应设置可识别、可追溯的标识。

2 应按专业档案管理规定进行测量成果归档。

3 需要汇交的成果，应执行测绘成果汇交管理规定。

2.4.3 当采用数据库系统对工程测量成果进行管理时，应符合下列规定：

1 数据库系统应安全可靠。

2 数据入库前，应对数据内容的正确性和完整性进行检查。

3 数据入库后，应对数据库内容的完整性和逻辑一致性进行检查。

4 对建立的成果数据库，应进行数据备份及安全管理。

## 2.5 测量安全

2.5.1 工程测量作业应执行安全生产管理制度，避免测量人员受到伤害、仪器设备受到损毁。对大型或特殊工程测量项目，应建立安全生产应急预案，并应能针对突发事件有效实施。

2.5.2 工程测量现场作业应符合下列规定：

1 当现场不具备安全作业条件时，严禁测量人员进入。

2 在道路、轨道交通、工业厂矿、施工工地及其他危险区域测量时，必须正确佩戴安全帽、警示服等安全防护用品。

3 在带电区域作业时，应使用绝缘性能良好的测量设备。人员应佩戴绝缘防护用品，距带电体应保持最小安全距离。

4 在可能出现瓦斯气体处测量时，应使用防爆型测量仪器设备。

5 在远离城市、村镇、厂矿地区测量时，应有可靠的通讯、交通等安全保障措施。

**2.5.3** 水域测量应符合下列规定：

1 使用的船只应安全可靠。

2 应配备救生装备。

3 应掌握测量区域的水流、礁石、险滩、沉船等情况。

4 当风浪危及船只和作业安全时，不得进行水上测量。

**2.5.4** 地下管线调查测量，或在狭窄地下空间进行测量，应符合下列规定：

1 在窨井口周围、狭窄地下空间入口处，应设置安全防护围栏，并应有专人看管。作业完毕，应立即盖好窨井盖或关好入口防护设施。

2 地下管线的开挖、调查，应在确保安全的情况下进行。电缆和燃气管道的开挖，应有权属单位指派人员配合。

3 在井下作业或施放探头、电极导线时，严禁使用明火，并应进行有害、有毒及可燃气体的浓度测定，超标的管道应采取安全保护措施后方可作业。

4 严禁在氧气、燃气、乙炔等助燃、易燃、易爆管道上作充电点，进行直接法或充电法作业。严禁在塑料管道、燃气管道和高压电力管线使用钎探。

5 当使用的探测仪器工作电压超过 36V 时，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，并应有专人看管。井下作业的探测设备外壳应接地。

6 在隧道、井巷贯通测量中，当两相向工作面的警戒距离接近 20m 时，应立即报告施工方。

**2.5.5** 夜间现场测量，应在工作区域周边显著位置设置安全警示灯和临时地面安全导引墩标，人员应穿戴高可视警示服。

**2.5.6** 使用无人机等飞行器进行低空航摄，必须符合下列规定：

1 无人机等飞行器应安全可靠。

2 飞行器飞行必须执行低空空域管理规定。

3 必须制定飞行器失控的应急预案，并应能针对应急事件立即启动实施。

**2.5.7** 工程测量安全保密应符合下列规定：

- 1 当对涉密工程进行测量时，应执行国家有关保密的规定。
- 2 当工程测量中涉及涉密测量成果时，成果使用、保管、销毁以及管理和处理所用软硬件系统，应符合国家有关保密的规定。

## 3 控制测量

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 控制测量应为现状测量、测设放样和变形监测建立起算基准和控制框架。控制测量的精度等级应满足细部测量的要求。控制测量的成果应包括控制点分布图及点之记、平面坐标和高程成果表、技术报告等。

**3.1.2** 控制测量前，应收集测区已有国家、地方基础控制成果资料，并应对已有控制点的平面坐标、高程及相邻点间的距离、夹角、高差等进行检核测量。在未确认其点位标志稳固、成果可靠之前，不得作为起算点使用。

**3.1.3** 控制点的数量和分布应根据测量目的、工程规模和测区情况进行设计。控制点应选在坚固稳定、便于观测、易于保护的位置，并应在其标志埋设稳固后使用。

**3.1.4** 当需要进行地下或隧道洞内测量时，应实施联系测量将地面或隧道洞外控制测量成果传递至地下或隧道洞内，实现地上地下或隧道洞内洞外测量基准的统一。联系测量应有校核。

**3.1.5** 当同时进行陆地和水域测量时，应以陆地测量为主布设统一的控制网。

**3.1.6** 相互接驳的工程，当分别建立控制网时，应通过联测确定不同控制网间的转换关系。

### 3.2 平面控制测量

**3.2.1** 平面控制网的等级应根据工程规模、控制网用途和精度要求确定。平面控制网等级应按精度由高到低分为二等、三等、四等和一级、二级、三级。

**3.2.2** 平面控制网的投影长度变形值不应大于  $25\text{mm/km}$ ；对特殊工程应满足项目技术设计的要求。投影方式应采用高斯—克吕格投影。

**3.2.3** 当采用卫星定位测量方法建立二等、三等、四等和一级、二级平面控制网时，应符合下列规定：

- 1 卫星定位测量的主要技术指标不应大于表 3.2.3 的规定。

表3.2.3 卫星定位测量主要技术指标

| 等级 | 所用设备标称精度     |                   | 平差后边长<br>相对中误差 |
|----|--------------|-------------------|----------------|
|    | 固定误差<br>(mm) | 比例误差系数<br>(mm/km) |                |
| 二等 | 5            | 2                 | 1/120000       |
| 三等 | 5            | 2                 | 1/70000        |
| 四等 | 10           | 5                 | 1/40000        |
| 一级 | 10           | 5                 | 1/20000        |
| 二级 | 10           | 5                 | 1/10000        |

2 控制点视场内障碍物的高度角不应超过 15°。

3 采用静态测量模式进行各等级控制网测量时，位置精度因子不应大于 6。采用动态测量模式进行一级、二级控制网测量时，开始作业或重新设站后，应至少联测 1 个已知平面控制点进行检核。

3.2.4 当采用导线测量方法建立三等、四等和一级、二级、三级平面控制网时，应符合下列规定：

1 导线测量的主要技术指标不应大于表 3.2.4 的规定。

表3.2.4 导线测量主要技术指标

| 等级 | 附和导线<br>长度(km) | 测角中误差<br>(") | 测距相对<br>中误差<br>(mm) | 平差后方位角<br>闭合差<br>(") | 平差后附和<br>导线全长<br>相对闭合差 |
|----|----------------|--------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| 三等 | 14.0           | 1.8          | 1/150000            | $3.6\sqrt{n}$        | 1/55000                |
| 四等 | 9.0            | 2.5          | 1/80000             | $5\sqrt{n}$          | 1/35000                |
| 一级 | 4.0            | 5.0          | 1/30000             | $10\sqrt{n}$         | 1/15000                |
| 二级 | 2.4            | 8.0          | 1/14000             | $16\sqrt{n}$         | 1/10000                |
| 三级 | 1.2            | 12.0         | 1/7000              | $24\sqrt{n}$         | 1/5000                 |

注：n 为测站数。

2 当附和导线长度大于表 3.2.4 的规定值时，应增加结点。结点之间、结点与附和导线控制点之间的导线段长度不应超过表 3.2.4 相应等级附和导线长度的 0.7 倍。

### 3.3 高程控制测量

3.3.1 高程控制网的等级应根据工程规模、控制网用途和精度要求确定。高程控制网的等级应按精度由高到低分为二等、三等、四等、五等。

**3.3.2** 采用水准测量建立高程控制网时，应符合下列规定：

**1** 水准测量的主要技术指标不应大于表 3.3.2 的规定。

表3.3.2 水准测量主要技术指标

| 等级 | 每千米高差偶然中误差<br>(mm) | 每千米高差全中误差<br>(mm) | 往返测较差、附和或环线闭合差<br>(mm) |
|----|--------------------|-------------------|------------------------|
| 二等 | 1                  | 2                 | $4\sqrt{L}$            |
| 三等 | 3                  | 6                 | $12\sqrt{L}$           |
| 四等 | 5                  | 10                | $20\sqrt{L}$           |
| 五等 | 7.5                | 15                | $30\sqrt{L}$           |

注： $L$  为往返测段、附和或环线的水准路线的长度 (km)。

**2** 水准网应布设成附和水准路线或闭合水准环。

**3.3.3** 当水准测量需跨越超过 200m 的水域时，应采用双水准路线过河方式。双水准路线应形成闭合环，往返测较差、环线闭合差应符合表 3.3.2 的规定。

**3.3.4** 当采用卫星定位测量方法进行四等、五等高程控制测量时，应符合下列规定：

**1** 所用高程异常模型或精化似大地水准面模型的精度不应低于 30mm。

**2** 卫星定位高程控制测量应在所用高程异常模型或精化似大地水准面模型覆盖的区域内进行。

**3** 应至少联测 1 个已知高程控制点进行检核。

## 4 现状测量

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 现状测量应根据项目需要在一定的作业时点采集处理工程所在区域的地理信息数据，制作相应的测量成果。现状测量成果应包括数据、图件及技术报告等。

**4.1.2** 现状测量的作业时点应根据成果用途、现势性要求及测区地形变化特征确定，并应符合下列规定：

1 用于工程规划、设计或扩建改造的现状测量，应在工程规划、设计或扩建改造开始前进行。

2 用于工程竣工验收的现状测量，应在工程竣工交付前进行。对地下工程、隐蔽工程，必须进行竣工测量。

3 用于专项调查的现状测量，应反映专项调查时测区的地形状况。

**4.1.3** 现状测量中的控制测量应符合下列规定：

1 应根据测区规模和成果用途等确定控制测量等级及测量方法。控制测量应符合本规范第3章的规定。

2 当已有等级控制点不满足细部测量要求时，应扩展图根控制点。图根控制点相对于邻近等级控制点的平面位置中误差不应大于图上0.1mm，高程中误差不应大于相应比例尺地形图基本等高距的1/10。

**4.1.4** 现状测量成果应符合下列规定：

1 数字线划图、数字正射影像图的比例尺应根据用途按表4.1.4的规定选择。对工程局部或特殊应用，当需要测绘大于1:500比例尺图时，应通过项目技术设计确定其精度及其他技术指标。当需要使用小于1:10000比例尺图时，应收集已有国家基本比例尺地形图成果；当现有成果不满足要求需新测或修测时，应执行国家基本比例尺地形图测绘的相应规定。

表 4.1.4 数字线划图、数字正射影像图比例尺及主要用途

| 比例尺     | 主要用途                           |
|---------|--------------------------------|
| 1:500   | 工程项目初步设计、施工图设计、施工建造、竣工验收及工程管理  |
| 1:1000  |                                |
| 1:2000  | 工程项目可行性研究、概念设计、初步设计、施工图设计及工程管理 |
| 1:5000  | 工程项目前期策划、可行性研究、概念设计            |
| 1:10000 |                                |

2 其他形式成果的规格及要求应根据项目需求和成果用途确定。

## 4.2 地面现状测量

4.2.1 工程所在区域数字线划图的测绘，应符合下列规定：

1 基本等高距应按表 4.2.1-1 的地形类别进行选择，并不应大于表 4.2.1-2 的规定。一幅图内应采用一种基本等高距。

表4.2.1-1 地形类别划分

| 地形类别 | 划分原则                     |
|------|--------------------------|
| 平地   | 大部分地面坡度在2°以下（不含）的地区      |
| 丘陵地  | 大部分地面坡度在2°（含）~6°（不含）的地区  |
| 山地   | 大部分地面坡度在6°（含）~25°（不含）的地区 |
| 高山地  | 大部分地面坡度在25°（含）以上的地区      |

表4.2.1-2 数字线划图基本等高距

| 比例尺     | 基本等高距（m） |     |     |     |
|---------|----------|-----|-----|-----|
|         | 平地       | 丘陵地 | 山地  | 高山地 |
| 1:500   | 0.5      | 0.5 | 1.0 | 1.0 |
| 1:1000  | 0.5      | 1.0 | 1.0 | 2.5 |
| 1:2000  | 1.0      | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 1:5000  | 1.0      | 2.5 | 5.0 | 5.0 |
| 1:10000 | 1.0      | 2.5 | 5.0 | 5.0 |

2 平面精度应采用明显地物点相对于邻近控制点的平面位置中误差衡量，不应大于表 4.2.1-3 的规定；对隐蔽和其他困难地区，不应大于表 4.2.1-3 规定值的 1.5 倍。

表4.2.1-3 数字线划图平面精度

| 比例尺     | 明显地物点平面位置中误差（m） |      |      |      |
|---------|-----------------|------|------|------|
|         | 平地              | 丘陵地  | 山地   | 高山地  |
| 1:500   | 0.30            | 0.30 | 0.40 | 0.40 |
| 1:1000  | 0.60            | 0.60 | 0.80 | 0.80 |
| 1:2000  | 1.20            | 1.20 | 1.60 | 1.60 |
| 1:5000  | 2.50            | 2.50 | 3.75 | 3.75 |
| 1:10000 | 5.00            | 5.00 | 7.50 | 7.50 |

3 高程精度应以高程注记点、等高线插求点相对于邻近控制点的高程中误差衡量，并应符合下列规定：

1) 建筑区 1:500、1:1000 比例尺地形图高程注记点的高程中误差不应大于 0.15m；

- 2) 等高线插求点高程中误差不应大于表 4.2.1-4 的规定；对隐蔽和其他困难地区，不应大于表 4.2.1-4 规定值的 1.5 倍。

表4.2.1-4 数字线划图等高线插求点高程精度

| 地形类别 | 等高线插求点高程中误差           |
|------|-----------------------|
| 平地   | $1/3 \times \Delta H$ |
| 丘陵地  | $1/2 \times \Delta H$ |
| 山地   | $2/3 \times \Delta H$ |
| 高山地  | $1 \times \Delta H$   |

注： $\Delta H$ 为基本等高距。

4 数字线划图的测绘内容应根据项目特点和成果用途通过项目技术设计确定；图式符号应符合国家基本比例尺地图图式的规定。

4.2.2 工程所在区域数字正射影像图的制作，应符合下列规定：

- 1 影像的地面分辨率不应大于表 4.2.2 的规定。

表4.2.2 数字正射影像图影像地面分辨率

| 比例尺     | 影像地面分辨率 (m) |
|---------|-------------|
| 1:500   | 0.05        |
| 1:1000  | 0.1         |
| 1:2000  | 0.2         |
| 1:5000  | 0.5         |
| 1:10000 | 1.0         |

2 平面精度应采用影像上地面明显地物点相对于邻近控制点的平面位置中误差衡量，应与同比例尺数字线划图的平面精度要求一致。

- 3 影像应清晰、连续、无变形、无漏洞、无重叠。

4.2.3 工程所在区域数字高程模型和数字表面模型的建立，应符合下列规定：

1 模型应采用规则格网数据或点云数据的形式表达，其规格等级应符合表 4.2.3-1 的规定。

表4.2.3-1 数字高程模型、数字表面模型规格等级

| 规格等级 | 规则格网数据   | 点云数据      |                        |
|------|----------|-----------|------------------------|
|      | 格网间距 (m) | 平均点间距 (m) | 密度 (点/m <sup>2</sup> ) |
| I级   | 0.5      | ≤0.25     | ≥16                    |
| II级  | 1.0      | ≤0.5      | ≥4                     |
| III级 | 2.5      | ≤1.0      | ≥1                     |
| IV级  | 5.0      | ≤2.0      | ≥1/4                   |

2 模型精度应采用格网点或点云点相对于邻近控制点的高程中

误差衡量，不应大于表 4.2.3-2 的规定；对隐蔽和其他困难地区，不应大于表 4.2.3-2 规定值的 1.5 倍。

表4.2.3-2 数字高程模型、数字表面模型精度

| 规格等级 | 格网点或点云点的高程中误差 (m) |      |      |      |
|------|-------------------|------|------|------|
|      | 平地                | 丘陵地  | 山地   | 高山地  |
| I级   | 0.25              | 0.50 | 0.75 | 1.25 |
| II级  | 0.50              | 0.75 | 1.50 | 2.50 |
| III级 | 0.50              | 1.25 | 2.50 | 3.50 |
| IV级  | 0.75              | 1.75 | 3.50 | 5.00 |

**4.2.4** 道路、轨道交通、桥梁、架空线路、沟渠等线状工程断面图测绘应满足工程设计或管理的要求，并应符合下列规定：

1 纵断面图应沿线状工程的中线进行测定，测定的纵断面点应真实完整地描述中线的地形起伏特征。

2 横断面图的间隔应与线状工程中线的地形特征相适应。每一横断面图应与中线垂直，测定的横断面点应自中线点向两侧延伸，其位置和数量应真实完整地描述该横断面的地形起伏特征。

### 4.3 地下空间设施测量

**4.3.1** 对地下管线设施，应测定管线特征点及附属设施的平面坐标和高程，调查管线基本属性信息，编绘综合图，并应符合下列规定：

1 管线特征点应包括管线起讫点、分支点、交叉点、转折点、管线附属设施中心点等。明显管线特征点相对于邻近控制点的平面位置中误差不应大于 50mm，高程中误差不应大于 30mm。测定高程时，应区分管线外顶高程或内底高程。

2 管线基本属性信息应包括管线的类型、权属、断面形状尺寸、材质等。

3 综合图应反映地下管线及其与周边道路、绿地、建筑等的关系。建筑区综合图的比例尺不应小于 1:500。

**4.3.2** 对地下综合体、交通设施、建筑物、综合管廊等其他地下空间设施，应测定其特征点的平面坐标和高程，并应测绘平面图、综合图和断面图。当工程建设或管理需要时，应建立三维模型。相应技术要求应符合下列规定：

1 特征点相对于邻近控制点的平面位置中误差不应大于 100mm，

高程中误差不应大于 30mm。

2 平面图应表达地下空间设施的完整布局及类型、位置、形状和大小等，并应测注高程点和地下空间净空高度。出入口、通风口、通道以及消防和其他应急设施必须测绘。对多层地下空间，应测绘分层平面图。平面图比例尺不应小于 1:500。

3 综合图应在平面图基础上增加与地下空间设施相关的地面建筑、道路、绿地等，比例尺不应小于 1:2000。

4 断面图测绘时，断面位置及方向的选择应反映地下空间设施的相应立面特征，比例尺不应小于 1:500。

5 当需要建立三维模型时，应通过项目技术设计确定模型的精细度和表达方式。

## 4.4 水域现状测量

4.4.1 水域现状测量应测定水上建筑、水下地形、水位或水面高程以及水域与陆地交界处的沿岸地形。水域现状测量应与陆地测量相衔接。水上建筑及沿岸地形测量应符合本规范第 4.2 节的规定。

4.4.2 水下地形测量应符合下列规定：

1 测深点的间距不应大于所测比例尺图上 10mm。

2 测深点的平面位置中误差，当测图比例尺小于或等于 1:5000 时，不应大于图上 1.0mm；当测图比例尺大于 1:5000 且小于 1:500 时，不应大于图上 1.5mm；当测图比例尺大于或等于 1:500 时，不应大于图上 2.0mm。

3 测深点的深度中误差，当水深在 20m 内时，不应大于 0.2m；当水深超过 20m 时，不应大于水深的 1.5%。

4.4.3 水位或水面高程测量应符合下列规定：

1 水位或水面高程测量成果应与水深测量相协同，测定时间及频率应根据水情、潮汐变化等确定。

2 水位或水面高程测量精度不应低于五等水准测量精度。

## 5 测设放样

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 测设放样应利用工程规划、设计资料和拟用的控制点成果，计算放样特征点平面坐标、高程及有关几何量，并应按技术标准或项目技术设计规定的精度进行放样特征点的实地测设和标定。

**5.1.2** 测设放样应符合下列规定：

- 1 拟用控制点应进行检核，并应确认其点位及成果可靠。
- 2 测设放样曲线时，应根据曲线类型、曲线要素计算曲线主点、其他曲线点等放样特征点的平面坐标和高程。
- 3 计算的放样特征点平面坐标、高程及有关几何量应在正确性检查确认无误后，方可用于测设放样。
- 4 实地测设放样的各种点、线等标识应准确、清晰，原始数据记录应真实、完整。
- 5 测设放样后，应利用相邻点、线间的几何关系进行校核。校核符合要求后，方可交付或用于施工。

### 5.2 工程规划条件测设

**5.2.1** 建筑或市政工程的定线测量、拨地测量、规划放线测量、规划验线测量及规划条件核验测量，应以工程规划条件或经审批的图件为依据，其成果应为工程规划的实施管理提供支持。

**5.2.2** 定线测量和拨地测量应符合下列规定：

- 1 定线测量测定的中线点、轴线点和拨地测量测定的定桩点相对于邻近控制点的点位中误差不应大于 50mm。
- 2 测定道路中心线、边线及其他地物边线的条件点应均匀分布，其测量范围不应小于规划条件中指定范围的 2/3。

**5.2.3** 规划放线测量应符合下列规定：

- 1 拟建工程的主要角点、涉及规划条件的角点、规划路中点或边线点、建设用地界线点应实地放线。
- 2 放线测量应确保规划条件达到完全满足。

**5.2.4** 规划验线测量应进行灰线验线测量和正负零验线测量，并应符合下列规定：

1 灰线验线测量应在工程施工开始之前进行。应检测对工程位置起重要作用的轴线、中线、边线交点坐标，以及涉及四至关系的细部点位坐标，并应与规划条件和工程设计图等资料进行比对。

2 正负零验线测量应在工程主体结构施工到正负零时进行。应检测工程的条件点坐标、四至距离和正负零地坪高程。

**5.2.5** 规划条件核验测量应在工程已竣工且现场状况符合验收条件后进行，并应符合下列规定：

1 应测绘竣工区域 1:500 比例尺图件，地物点相对于邻近控制点的点位中误差、高程中误差以及地物点之间的间距中误差不应大于表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 地物点点位、间距和高程中误差

| 地物点类别      | 点位中误差<br>(mm) | 间距中误差<br>(mm) | 高程中误差<br>(mm) |
|------------|---------------|---------------|---------------|
| 涉及规划条件的地物点 | 50            | 70            | 40            |
| 其他地物点      | 70            | 100           | 40            |

2 对建筑工程，应测定工程四至距离、高度、层数、室内外地坪高程以及总建筑面积、分栋建筑面积和每栋分层建筑面积。

### 5.3 工程施工放样

**5.3.1** 工程施工放样应符合下列规定：

1 应根据工程施工给定的建筑限差，确定放样测量精度要求。

2 应根据工程的类型、规模、布局和放样测量精度要求，进行施工控制网的布设与测量。

3 应根据工程的施工进度，适时进行工程的轴线、曲线、细部点放样和高程传递等作业，并应及时对放样的正确性进行检测。

4 对隧道和其他地下空间工程施工放样，应根据需要进行联系测量、贯通测量。

**5.3.2** 放样测量精度应符合下列规定：

1 应在分析工程施工影响因素的基础上，根据建筑限差按等影响原则确定放样测量精度。

2 应根据控制网施测和实际放样作业的难易程度，由放样测量精度分别确定施工控制网点精度和放样测设精度。控制网点的平面位置和高程中误差分别不应大于放样测量平面位置和高程中误差的 1/3。

**5.3.3** 施工控制网除应符合本规范第 3 章规定外，尚应符合下列规定：

- 1 平面坐标系应与工程的施工坐标系一致，投影面应与工程的平均高程面一致。
- 2 网点密度及分布应满足工程不同部位施工放样的要求。
- 3 最弱网点精度不应低于本规范第 5.3.2 条第 2 款要求。
- 4 工程施工过程中，应定期复测，复测精度不应低于原测精度。

**5.3.4** 放样应符合下列规定：

1 对多层建筑或地下空间，应将工程设计图纸上的轴线投测到施工平台上。投测前，应校核轴线控制桩。轴线投测至各施工层后，应按闭合条件对投测的轴线进行校核，符合项目技术设计的限差要求时，方可进行该施工层的其他放样，否则应重新投测。

2 放样曲线时应测设曲线主点和其他曲线点，并应进行曲线中线和边线的放样。

3 应对工程设计图纸及计算出的特征点进行放样标定。对异型复杂建筑，应利用三维坐标点放样。点位放样误差不应大于项目技术设计的规定。

4 对多层建筑或地下空间，应通过高程传递将工程设计的高程传递至各施工层上。一般建筑应从两处分别传递，大型及特殊建筑应从三处分别传递。当传递的高程较差不大于项目技术设计的限差时，应取其均值作为该施工层的高程基准，否则应重新传递。

**5.3.5** 隧道等工程相向施工中的贯通测量应符合下列规定：

1 应根据两开挖洞口长度、贯通误差的限差，确定洞外洞内平面和高程控制测量的精度等级。

2 洞外控制网应沿两开挖洞口的连线方向布设。各个洞口均应布设 3 个及以上相互通视的平面控制点。

3 两开挖洞口、竖井、平洞口的高程控制点应与有关洞外高程控制点组成闭合或往返路线。

4 贯通后应测定贯通误差，并应在调整段内进行中线调整。

## 6 变形监测

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 工程施工和使用期间进行变形监测时,应根据需要对工程场地、地基、基础、上部结构受荷载作用而产生的形状或位置变化进行观测,对观测数据进行处理、分析和表达,并进行预警预测。当监测对象对周边道路、地面、管线或其他建筑产生影响时,应将受影响的对象纳入变形监测中。

**6.1.2** 变形监测项目的具体监测内容、精度等级、监测频率、变形预警值、监测方法和仪器设备等应根据项目特点和工程设计、施工与管理要求通过项目技术设计确定。对需要进行多期监测的项目,每期监测后应及时提交本期及累计监测成果;全部监测完成后,应提交项目技术报告。

**6.1.3** 变形监测的精度应符合下列规定:

- 1 对沉降类监测,应采用监测点测站高差中误差作为精度指标;对位移类监测,应采用监测点坐标中误差作为精度指标。
- 2 各等级变形监测的精度不应大于表 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 变形监测等级与精度指标

| 等级 | 监测点测站高差中误差<br>(mm) | 监测点坐标中误差<br>(mm) |
|----|--------------------|------------------|
| 特等 | 0.05               | 0.3              |
| 一等 | 0.15               | 1.0              |
| 二等 | 0.5                | 3.0              |
| 三等 | 1.5                | 10.0             |
| 四等 | 3.0                | 20.0             |

**6.1.4** 变形监测的基准点布设应符合下列规定:

- 1 基准点应设置在监测对象变形影响范围以外且位置稳定、易于长期保存的地方。
- 2 基准点应埋设标志,标志稳固后方可进行测量。
- 3 基准点应构成基准网。对特等和一等沉降类、位移类监测,基准点不应少于 4 个;对其他等级沉降类、位移类监测,基准点不应少于 3 个。
- 4 当基准点与监测对象距离较远,为方便作业需要设置工作基点时,工作基点应设在相对稳定且便于作业的地方。

### 6.1.5 变形监测点的布设应符合下列规定：

1 监测点位置应根据工程结构、形状和场地地质条件等确定，结构重要节点、荷载突变部位、变形敏感部位应布设监测点。当工程结构、形状或地质条件复杂时，应加密布点。

2 沉降监测点应布设在施工后浇带和沉降缝的两侧、荷载差异大交接处、基础埋深相差悬殊处、人工地基与天然地基接壤处等位置。

3 位移类监测点应布设在监测对象的顶端角点、轴线点、结构特征点及其下部对应点等位置。

4 监测点应设置标志，并应便于观测和点位保护。

5 当出现监测点被破坏或不能被观测时，应重新布点。

### 6.1.6 基准网测量及稳定性分析应符合下列规定：

1 基准网应每期检测；用于长期监测的基准网应定期复测。

2 当某期检测发现基准点有可能变动时，应立即进行基准网复测。

3 当测区受到地震、洪水、爆破等外界因素影响时，应立即进行基准网复测。

4 当某期变形监测中监测点观测成果出现系统性异常时，应立即进行基准网复测。

5 基准网复测后，应对基准点的稳定性进行检验分析，并应在剔除不稳定基准点后，重新进行数据处理；对不稳定的基准点，应予以舍弃；当基准点数不满足本规范第 6.1.4 条第 3 款的规定时，应补充布设新基准点。

6 基准网测量及基准点与工作基点之间联测的精度等级不应低于所选变形监测的精度等级，但对四等变形监测不应低于三等精度。

### 6.1.7 变形监测点测量应符合下列规定：

1 应利用稳定可靠的基准点作为起算点。当设有工作基点时，每期应先进行工作基点与基准点的联测，再利用工作基点对监测点进行观测。

2 水平位移监测、垂直度监测和倾斜监测应避开风速大的时间段。对于高层和超高层建筑的水平位移监测、挠度监测、垂直度监测及倾斜监测，应避开强日照的时间段。

3 日照变形监测应选在昼夜温差大的时候进行，一次监测的时长不应小于 24h，监测频率不应低于 2 次/h，并应同步测定监测点水平位移、监测对象向阳面和背阳面的温度、湿度以及风速和风向。

4 风振变形监测应选在受强风作用的时间段进行，一次监测的时长不应小于 1h，监测频率不应低于 1Hz，并应同步测定监测点水平位移、风速和风向。

**6.1.8** 变形监测的预警应符合下列规定：

1 应设置变形预警值。变形预警值应根据变形允许值确定，并应满足工程设计、施工或管理的要求。

2 当监测过程中发生下列情况之一时，应立即进行预警，同时应提高监测频率或增加监测内容：

- 1) 变形量或变形速率出现异常变化；
- 2) 变形量或变形速率达到或超出变形预警值；
- 3) 工程开挖面或周边出现塌陷、滑坡；
- 4) 工程本身或其周边环境出现异常；
- 5) 由于地震、暴雨、冻融等自然灾害引起的其他变形异常情况。

**6.1.9** 当利用多期监测成果进行变形预测时，应符合下列规定：

1 应建立反映变形量与变形因子关系的数学模型。对所建立的数学模型，应进行有效性检验。

2 当不同监测点变形状况差异大或某些监测点变形状况特殊时，应分别对不同的监测点建立对应的数学模型。

3 当需要对变形发展趋势进行预测时，应使用经检验有效的数学模型，并应给出预测结果的误差范围及适用条件。

## **6.2 施工期间变形监测**

**6.2.1** 施工期间应对下列监测对象进行变形监测：

1 深基坑或特殊基坑。

2 地基基础设计等级为甲级或软弱地基上地基基础设计等级为乙级的建筑。

3 处理地基上的建筑。

4 采用新型基础或新型结构的建筑。

5 加层或扩建的建筑。

6 体型狭长且地基变化明显的建筑。

7 长大跨度的建筑。

8 受邻近施工影响或受场地地下水等环境因素变化影响的建筑。

9 大型基础设施。

#### 6.2.2 施工期间变形监测内容应符合下列规定：

1 对基坑工程，应进行基坑及其支护结构变形监测和周边环境变形监测。

2 对本规范第 6.2.1 条各监测对象应进行沉降监测。

3 对已发生裂缝的监测对象，应进行裂缝监测。

4 对高层、超高层建筑及设施和其他已发生倾斜、挠曲的监测对象，应进行水平位移、垂直度、倾斜、挠度监测。

5 对隧道、涵洞等拱形设施，应进行收敛变形监测。

6 对超高层、大跨度建筑及设施，应进行日照变形监测、风振变形监测。

#### 6.2.3 建筑基坑工程监测应符合下列规定：

1 应至少进行围护墙（边坡）顶部水平位移、沉降以及周边建筑沉降、裂缝和管线变形的监测，并应根据基坑安全等级对围护墙或土体深层水平位移、支护结构内力、土压力、孔隙水压力等进行监测。

2 监测点应沿基坑围护墙顶部周边布置，周边中部、阳角处应布点。

3 基坑监测变形预警值应满足基坑工程设计、地下结构设计以及周边环境中被保护对象的控制要求，并应由基坑工程设计方确定。

4 当基坑监测达到变形预警值，或基坑出现流沙、管涌、隆起、陷落，或基坑支护结构及周边环境出现大的变形时，应立即预警并采取应急措施。

#### 6.2.4 施工期间建筑沉降监测应符合下列规定：

1 监测应在基础完工后或地下空间施工时开始进行。

2 监测频率应根据工程结构特点及加载情况确定，应至少在荷载增加到 25%、50%、75%和 100%后各观测 1 次。对大型、特殊监测对象，应提高监测频率。

3 施工期间中若工程暂时停工，在停工时及重新开工时应各观测 1 次；停工期间及工程主体封顶至竣工验收期间，应按工程设计、施工或管理要求进行监测。

#### 6.2.5 施工期间建筑垂直度及倾斜监测应符合下列规定：

1 监测频率应根据倾斜速率每一个月至三个月观测 1 次。

2 当出现基础附近因大量堆载或卸载、场地降雨长期积水等导致

倾斜速度加快时，应提高观测频率。

**6.2.6** 施工期间变形监测的同时，应对监测对象及周边环境进行人工巡视检查，当发现异常情况时，应立即预警。

### **6.3 使用期间变形监测**

**6.3.1** 当本规范第 6.2.1 条各监测对象在使用期间未达到稳定状态前，应继续对其进行变形监测。监测内容应符合本规范第 6.2.2 条的规定。

**6.3.2** 当使用中的建筑、基础设施或其场地出现裂缝、沉降、倾斜等变形，或当工程管理、安全保障需要时，应实施变形监测。监测内容应根据工程结构特点和实际变形特征确定。

**6.3.3** 使用期间变形监测的频率应符合下列规定：

1 监测频率应根据监测对象、监测内容、变形速率、场地地质条件、工程结构特点、自然环境和工程管理要求等确定。

2 对自施工期间延续的建筑沉降监测、倾斜监测或水平位移监测，工程竣工使用后第一年应观测 3 次~4 次，第二年应至少观测 2 次，第三年后每年应至少观测 1 次，直至变形达到稳定状态为止。

3 当发生重大自然灾害或监测对象的变形趋势加大时，应提高监测频率，并应立即预警。

**6.3.4** 监测对象变形达到稳定状态应以所有监测点最后 100d 的最大变形速率不超过变形速率阈值为依据判定。对具体项目，变形速率阈值应结合场地地质条件、工程结构特点等在项目技术设计中予以规定。

## 附：起草说明

### 一、起草单位及人员

| 序号 | 姓名  | 职称职务                              | 工作单位              |
|----|-----|-----------------------------------|-------------------|
| 1  | 王丹  | 研究员<br>副总经理<br>(全国工程勘察设计大师)       | 建设综合勘察研究设计院有限公司   |
| 2  | 王长进 | 教授级高级工程师<br>副总工程师<br>(全国工程勘察设计大师) | 中国铁路设计集团有限公司      |
| 3  | 杨伯钢 | 教授级高级工程师<br>常务副院长<br>(全国工程勘察设计大师) | 北京市测绘设计研究院        |
| 4  | 王树东 | 教授级高级工程师                          | 建设综合勘察研究设计院有限公司   |
| 5  | 耿丹  | 高级工程师                             | 建设综合勘察研究设计院有限公司   |
| 6  | 杨永兴 | 高级工程师                             | 建设综合勘察研究设计院有限公司   |
| 7  | 李化  | 高级工程师                             | 建设综合勘察研究设计院有限公司   |
| 8  | 段红志 | 教授级高级工程师<br>副总工程师                 | 北京市测绘设计研究院        |
| 9  | 张志刚 | 高级工程师                             | 中国铁路设计集团有限公司      |
| 10 | 林鸿  | 教授级高级工程师<br>副院长                   | 广州市城市规划勘测设计研究院    |
| 11 | 杨光  | 教授级高级工程师                          | 广州市城市规划勘测设计研究院    |
| 12 | 马全明 | 教授级高级工程师<br>副总工程师                 | 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 |
| 13 | 汪福来 | 教授级高级工程师<br>副总工程师                 | 中冶集团武汉勘察研究院有限公司   |
| 14 | 王双龙 | 教授级高级工程师<br>总经理                   | 深圳市建设综合勘察设计院有限公司  |
| 15 | 谢征海 | 教授级高级工程师<br>副院长                   | 重庆市勘测院            |
| 16 | 郭春生 | 教授级高级工程师<br>副总工程师                 | 上海勘察设计院(集团)有限公司   |
| 17 | 张坤  | 教授级高级工程师<br>所长                    | 自然资源部测绘标准化研究所     |

|    |     |                   |                           |
|----|-----|-------------------|---------------------------|
| 18 | 王厚之 | 教授级高级工程师<br>总工程师  | 武汉市测绘研究院                  |
| 19 | 江贻芳 | 教授级高级工程师<br>技术总监  | 星际空间（天津）科技发展<br>有限公司      |
| 20 | 程渭炎 | 高级工程师             | 长江空间信息技术工程<br>有限公司（武汉）    |
| 21 | 周美玉 | 教授级高级工程师          | 中国电力工程顾问集团华北<br>电力设计院有限公司 |
| 22 | 李奎强 | 教授级高级工程师          | 中国电力工程顾问集团华北<br>电力设计院有限公司 |
| 23 | 王百发 | 教授级高级工程师<br>副总工程师 | 中国有色金属工业西安<br>勘察设计院       |
| 24 | 杨永林 | 教授级高级工程师<br>总经理   | 机械工业勘察设计研究院<br>有限公司       |
| 25 | 崔同建 | 高级工程师<br>副总工程师    | 中国建筑西南勘察设计院<br>有限公司       |
| 26 | 王守彬 | 教授级高级工程师<br>副总工程师 | 中国公路工程咨询集团<br>有限公司        |
| 27 | 刘保国 | 高级工程师             | 深圳市市政设计研究院<br>有限公司        |
| 28 | 陈发波 | 高级工程师             | 深圳市市政设计研究院<br>有限公司        |
| 29 | 王孟和 | 教授级高级工程师          | 南京市测绘勘察研究院<br>股份有限公司      |
| 30 | 徐亚明 | 教授                | 武汉大学测绘学院                  |
| 31 | 邢 诚 | 讲师                | 武汉大学测绘学院                  |
| 32 | 霍 亮 | 教授                | 北京建筑大学测绘与<br>城市空间信息学院     |
| 33 | 杨耀东 | 讲师                | 北京建筑大学测绘与<br>城市空间信息学院     |

## 二、术语

### （1）测量

对自然地理要素或者地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性等进行测定、采集、表述，以及对获取的数据、信息、成果进行处理和提供的活动。也称测绘。

### （2）工程测量

工程规划、设计、施工和使用中的测量活动。按工作内容和特点，可分为控制测量、现状测量、测设放样和变形监测等。

### **(3) 控制测量**

为满足细部测量需要而实施的基础性、框架性测量工作，包括测量基准实现、平面和高程控制网点布设、控制网观测及数据处理等。

### **(4) 测量标志**

建设在地上、地下或者构筑物上的各种等级的三角点、基线点、导线点、军用控制点、重力点、天文点、水准点的木质觇标、钢质觇标和标石标志，卫星定位测量控制点，以及用于地形测量、工程测量的固定标志和海底大地点设施等永久性测量标志；测量中正在使用的临时性测量标志。

### **(5) 现状测量**

在特定时点，获取地面、地下或水域地物、地貌要素的地理信息，并按一定规则对其进行可视化表达的工作。现状测量的作业时点可以是工程规划、设计、竣工或扩建改造工作开始前以及某专项调查开始前。现状测量的成果形式可包括线划地形图、正射影像图、数字高程模型、数字表面模型、工程断面图、三维模型、特征点平面坐标与高程以及有关几何量值（如长度、高度、面积、土方量等）。

### **(6) 地理信息**

描述自然地理要素或者地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性等的信息，通常分为几何信息和属性信息。

### **(7) 测设放样**

将工程规划条件和设计图纸在实地进行测设和标定，为工程定线、拨地、放线、验线或工程施工建造提供测量依据和技术支持的工作。

### **(8) 规划条件**

政府主管部门对建设用地及建设工程提出的引导和控制依据。在规划条件测设及核验测量中，主要体现为条件点和规划指标。其中，条件点指的是对实现规划条件有制约作用的点位，如道路中心线点、边线点及地块角点等；规划指标包括总用地面积、总建筑面积、建筑高度、容积率、绿地率等。

### **(9) 四至**

一个地块在东西南北四个方向上的界限。

### **(10) 变形监测**

对工程（监测对象）在施工期间和使用期间受荷载作用而产生的形状或位置变化进行监测，对监测数据进行处理、表达和分析，并根

据需要进行预警、预测的工作。也称变形测量、变形观测。变形监测可分为沉降类监测和位移类监测，前者指的是垂直方向上变形的监测，后者指的是除沉降外其他变形（如水平位移、倾斜、挠度变形、日照变形、风振变形等）的监测。

#### **(11) 基准点**

为进行变形监测而布设的稳定的、长期保存的、作为变形参照的控制点。

#### **(12) 监测点**

布设在监测对象的敏感位置上能反映其变形特征的测量点。

#### **(13) 变形允许值**

为保障监测对象正常使用而确定的变形控制值。

#### **(14) 变形预警值**

在变形允许值范围内，根据监测对象变形的敏感程度，由工程设计方给定的或以变形允许值的一定比例计算的警示值。

### **三、条文说明**

#### **1 总则**

**1.0.1** 本条给出本规范制定的目的。本规范属于工程建设强制性标准体系框架中的通用类规范，以保障生命财产安全、公共安全、生态环境安全，维护公共利益，满足社会经济管理基本需要，保障工程建设质量安全为目的，对工程测量的通用技术要求和措施作出规定。

**1.0.2** 本条给出本规范的适用范围。本规范适用于各类工程测量活动，是国家工程建设控制性底线要求，具有技术法规效力，必须严格遵守。本规范所称工程测量是指工程规划、设计、施工和使用中的测量活动，按其工作内容和特点，可分为控制测量、现状测量、测设放样和变形监测等。

**1.0.3** 本条对规范的合规性评估作出规定。本规范规定工程测量的主要技术指标和生产实践通用性的技术要求及措施。由于新一代信息技术、地球观测与导航技术的迅速发展，工程测量新方法不断涌现，为鼓励创新，同时保证工程质量安全，对于规范中没有规定的技术方法、措施，应由工程测量及工程建设与管理有关专家依据研究成

果、验证数据和实践经验等进行论证评估。当经论证评估能满足本规范各章关于工程测量及其成果的技术指标要求时，应允许使用。

**1.0.4** 本条是规范的通用写法。本规范属于国家工程规范体系框架中的通用类规范，主要规定工程测量的通用技术要求及技术措施。各类工程特有的测量技术要求及技术措施，应执行相关规范的规定。当本规范规定与国家法律法规或更严格的强制性标准规定不一致时，应执行国家法律法规和更严格的强制性标准的规定。

## 2 基本规定

**2.1.1** 平面基准、高程基准和深度基准是工程测量的空间基准，是控制测量和其他各种测量的参照与基础。按照《中华人民共和国测绘法》的规定，测量应采用国家统一的基准，目前我国分别采用 2000 国家

大地坐标系（CGCS2000）和 1985 年国家高程基准。但工程测量，特别是工程施工放样、变形监测具有特殊性，有时需要使用其他基准（如施工坐标系、独立坐标系、独立高程基准等），目前一些城市在工程建设中仍延续使用不同基准（如地方坐标系、地方高程基准等）。因此，本规范规定当确有必要使用非国家统一的基准时，应与国家统一的基准建立联系。

**2.1.2** 时间系统也是工程测量的重要基准，应使用公历纪元和北京时间作为统一的时间系统。一些测量作业（如利用 GPS 进行卫星定位测量）中，当原始观测数据使用其他时间系统（如协调时 UTC 或 GPS 时）时，数据处理后需将计算的测量成果转换为本规范规定的统一时间系统。

**2.1.3** 工程测量的服务范围和涉及对象十分广泛。一些工程涉及地上地下、隧道洞内洞外、水域陆地，还有一些工程规模大、技术复杂、实施周期长，涉及到不同区段、不同期的测量。为确保不同测量成果之间的有机衔接和协同使用，需要采用或将其转换为统一的测量基准。

**2.2.1** 精度是工程测量中反映观测数据和测量成果质量的基本特征以及判断数据和成果是否满足应用需求的最重要定量指标。精度衡量

有不同方式，其中使用中误差和极限误差最为普遍，但不同规范对此规定不完全一致。为统一工程测量精度指标，有必要对此作出明确规定。根据概率论正态分布理论，在大量同精度观测的一组误差中，误差绝对值落在 2 倍中误差值区间内的概率为 95.5%。也就是说，绝对值大于 2 倍中误差的偶然误差出现的概率仅为 4.5%，出现概率较小，可以视为统计上的小概率事件。大量测量生产实践表明，以 2 倍中误差作为极限误差是合理可行的。

**2.2.2** 对具体工程测量项目，其最终成果实际达到的精度应按一定方式进行评价，从而判断测量成果是否达到了预期的精度要求。本条的规定在工程测量实践中被普遍采用，具有科学性、实用性。通过精度评定或精度检测计算项目关注的平面坐标、高程或其他几何量（如长度、高度、坐标差、变形量、面积等）的精度后，需要判定其是否符合项目技术设计或所用技术标准的要求。对于不符合要求的成果，需按本规范第 2.3.4 条第 3 款和第 4 款的规定处理。

**2.3.1** 工程测量作为一种获取、测设、监测和提供自然或人工目标地理信息的活动，主要为工程的规划建设管理提供直接支撑和服务保障，其政策性、专业性和技术性都很强。项目技术设计是工程测量活动的一个重要环节。由于工程测量的服务对象类型、规模、结构、场地条件差异较大，测量内容、成果用途等会有很大不同，具体工程项目实施前应进行技术设计，确定项目基本技术指标及其他主要技术要求，规定项目实施中需要执行的技术标准、采用的测量方法和仪器设备以及质量控制要求等，形成技术设计文档。对小型常规或简单测量项目，可用简化的测量任务单作为技术设计文档。

**2.3.2** 仪器设备和软件系统是工程测量必不可少的技术工具，其基本功能性能及状态将直接决定着观测数据获取和测量成果处理的可靠性与正确性。对于卫星定位测量接收机、水准仪、全站仪等仪器及附属设备（如天线、水准标尺等），需要按照计量检定的要求定期进行检定，并在检定的有效期内使用。同时，所有测量仪器设备需按其使用说明书给定的作用条件正确使用，包括进行必要的常规检验。测量软件系统的测试可按现行有关专业软件测试技术标准规定进行。

**2.3.3** 工程测量项目实施过程需要进行有效的质量控制，以保障最终

成果的质量。过程控制主要涉及观测和平差计算方法、原始观测数据记录存储、观测数据检查校核、平差计算、数据处理以及工序成果质量等，这些都与工程测量成果质量关系密切。由于工程测量项目的特殊性，质量控制以项目技术设计为主要依据；当项目技术设计未做明确规定时，则以项目技术设计中确定的项目应执行的技术标准规定为依据。

**2.3.4** 成果质量检查和验收是工程测量生产过程十分重要的环节。本条对检查和验收工作的实施、不合格成果处置等作出规定。成果检查由项目承担方实施。其中，过程检查采用全数检查；最终检查一般采用全数检查，涉及野外检查部分的可采用抽样检查，样本以外的实施内业全数检查。工程测量项目规模差别很大，一些规模较小的常规项目通常不进行专门的验收。对合同规定需要进行验收的项目，验收由项目委托方或其委托的机构实施，一般采用抽样检查，对抽取的样本则进行详查。本条规定的严重影响工程测量成果质量及可用性、应判定为不合格的几种情形，参照了国家有关部门多次组织的全国范围的变形测量、工程测量成果质量监督检查方案及结果公告等。由于工程测量项目的特殊性，成果质量检查和验收主要以项目技术设计为依据；当项目技术设计未做明确规定时，则以项目技术设计中确定的项目应执行的技术标准规定为依据。

**2.4.1** 工程测量成果是工程测量活动的产物。工程测量服务的对象种类多、差别大，不同项目成果要求不同。项目技术设计是确定工程测量工作、成果内容及技术指标的主要依据。当项目技术设计未做明确规定时，则以项目技术设计中确定的项目应执行的技术标准规定为依据。对于数字形式的测量成果，需要使用通用的计算机辅助设计（CAD）、地理信息系统（GIS）等数据存储格式，以便于成果的共享、交换和更广泛应用（如工程管理系统建立、城市信息系统建设等）。工程测量项目技术报告是成果的重要组成部分，应完整准确地描述项目的基本情况、技术要求、作业方法、实施过程、质量控制措施和成果实际达到的技术指标等。对小型常规或简单测量项目，技术报告内容可以简化。

**2.4.2** 工程测量成果不仅是重要的测量档案资料，也为工程建设和管

理提供服务，因此需对其进行有效的管理。所有测量成果需按档案管理要求进行归档管理，其中一些测量成果需按国家和地方测绘成果汇交管理规定进行成果或其目录的汇交。

**2.4.3** 采用数据库系统对工程测量成果进行管理是目前较为普遍的方式。数据库系统、数据入库前后检查、数据备份及维护管理等是其中需要重点关注的方面。

**2.5.1** 工程测量现场作业涉及人身生命及财产安全，需要依据国家安全生产相关法律法规和技术标准，制定并执行安全生产规章制度，建立可靠的安全措施及有效的应急预案，以预防人员及仪器设备受到危险物、障碍物、坠落物、往来车辆、恶劣天气等带来的伤害或损毁。

**2.5.2** 工程测量现场作业时，需要采取有效措施保障测量人员安全。本条的一系列具体规定主要是针对工程测量工作特点提出的，必须严格执行。

**2.5.3** 水域测量特别是沿海水域测量危险源较多，风险较大。水域测量的装备配置、作业准备及测量过程都要以保障作业人员安全为出发点和落脚点。当遇大风大浪危及船只及测量作业安全时，应停止水上测量作业。

**2.5.4** 地下管线测量及狭窄地下空间测量由于其特殊性，现场作业安全尤其重要，需采取相应的安全措施保障作业人员安全。隧道、井巷等工程施工过程中，随着两个相向工作面的距离逐渐缩小，隧道或井巷随时可能发生突变，容易造成坍塌，引起重大安全事故。在这些工程施工中，测量担负重要的控制、监测、检测作用，当接近警戒距离时，需要立即报告施工方。

**2.5.5** 夜间能见度低、通视条件差、安全隐患多，现场测量作业时需使用有效的安全装备，以保障作业人员的安全。

**2.5.6** 目前无人机等飞行器低空航摄已经成为工程测量中经常使用的一种技术手段。由于飞行器本身及飞行器飞行的特殊性，必须使用安全可靠可控的装备，遵守无人机作业及相关空域管理规定，并建立应急预案以保障飞行区域人员安全。

**2.5.7** 本条对工程测量的安全保密做出规定。主要涉及两个方面，一是由于涉密工程对保守国家秘密有严格的要求，当对其进行测量时，

应执行国家有关保密的规定；二是工程测量中，经常需要使用国家和地方基础控制点、卫星定位测量基准站、不同测量基准转换数据以及国家基本比例尺地形图等成果资料，这些成果资料涉及国家秘密的，其使用、保管、销毁以及管理和处理所用的软硬件系统应符合国家保密的规定。

### 3 控制测量

**3.1.1** 控制测量是工程测量的重要内容，是现状测量、测设放样、变形监测等方面细部测量必不可少的基础工作，也是保证最终测量成果质量的一个关键环节。控制网的精度等级与细部测量要求密切相关。对现状测量，需按本规范第 3.2 节、第 3.3 节的规定选择合适的精度等级；对测设放样和变形监测，需结合项目场地布局、工程规模与特点等，确定控制网的精度等级。

**3.1.2** 控制测量实施前，需要收集已有控制测量成果资料，但需通过检核测量等方式确认其可靠后，才可以作为起算点使用。

**3.1.3** 控制点是工程测量的重要参照点，对于具体项目，需要根据用途、工程规模等确定控制点的数据和分布。控制点在测量过程中需要长期使用，因此位置稳定、标志牢固是其基本要求。新埋设标志需要经过一定时间达到稳定后才能用于测量。

**3.1.4** 联系测量是建立地上地下测量之间空间基准联系的基本方式，对于保障地上地下测量基准的一致性、工程的整体性和地下空间公共安全具有重要意义。随着地下空间开发利用的不断增加，联系测量越来越多。联系测量是一种特殊形式的测量，为保障基准传递的可靠性，需要采取冗余措施进行校核。

**3.1.5** 对一个同时涉及陆地和水域的工程测量项目，以陆地测量为主布设统一的控制网，可以保障测量成果基准的一致性，保障工程建设和管理的统一性。

**3.1.6** 相互接驳的工程，其建设时间、设计与施工单位等经常不一致，需要进行控制网联测，以避免发生工程搭接不上、甚至造成工程变更或返工的严重情况。

**3.2.1** 平面控制网等级是工程测量重要而基本的性能指标之一。工程测量中，平面控制网分为二等、三等、四等、一级、二级和三级（一等只在建立国家平面控制网时采用）。本节关于平面控制网的规定主要针对现状测量控制网，对于施工控制网和变形监测基准网，还要分别符合本规范第 5 章、第 6 章的规定。

**3.2.2** 平面控制网投影长度变形是选择和确定工程测量平面坐标系统的核心参数。对于大多数城市及工程测量项目，投影长度变形值要求不大于 25mm/km。对于高速铁路等项目，投影长度变形值要求更高，如不大于 10mm/km。

**3.2.3** 卫星定位测量是当前建立平面控制网的主要技术方法之一，用于建立二等、三等、四等和一级、二级网。本条规定其主要技术要求，以确保成果质量。利用卫星定位测量建立控制网可采用静态测量或动态测量模式，前者可用于各等级控制网测量，后者主要用于一级及以下等级控制网测量。位置精度因子（PDOP）是衡量卫星与接收机相对位置关系几何强度的重要参数。采用动态测量模式进行控制测量时，需要利用已知平面控制点进行检核，检核限差可根据控制网等级参照有关技术标准规定。考虑到工程测量的特殊性和卫星定位测量技术的特点，本规范未对控制网边长作出规定，作业中可结合项目具体情况参照有关技术标准实施。

**3.2.4** 导线测量是当前建立平面控制网的主要技术方法之一，用于建立三等及以下等级控制网。本条规定其主要技术要求，以确保成果质量。考虑到工程测量的特殊性，本规范未对单个导线的边长作出规定，作业中可结合项目具体情况参照有关技术标准实施。

**3.3.1** 高程控制网等级是工程测量重要而基本的性能指标之一。工程测量中，高程控制网分为二等、三等、四等和五等（一等只在建立国家高程控制网时采用）。本节关于高程控制网的规定主要针对现状测量控制网，对于施工控制网和变形监测基准网，还要分别符合本规范第 5 章、第 6 章的规定。

**3.3.2** 水准测量是当前高程控制测量最主要的手段。本条规定其主要技术指标，以确保成果质量，其他技术要求可参照有关技术标准规定。

**3.3.3** 工程测量中经常需要跨越水域进行水准测量。为削弱不同地形及气象条件的影响，需要采取专门的措施，以保障水准测量成果精度和可靠性。

**3.3.4** 工程测量中越来越多地采用卫星定位测量方法进行高程控制测量。目前该方法可用于建立四等及以下等级高程控制网。高程异常模型或精化似大地水准面模型是影响该方法精度的关键，为确保成果精度和可靠性，需对所用模型精度及覆盖范围作出规定。这里的精度指的是模型的外符合精度，即利用检查点对所建模型进行检测计算的精度。需要注意的是，卫星定位高程控制测量只能在所用高程异常模型或精化似大地水准面模型覆盖的区域范围内进行，也就是说模型可内插，但不得外推。为确保可靠性，实际作业时，需要至少联测 1 个已知高程控制点进行检核，检核限差可根据控制网等级参照有关技术标准规定。

## 4 现状测量

**4.1.1** 现状测量是为工程的可行性研究、规划、勘察、设计、施工、竣工及使用等各阶段提供真实反映地物地貌及景观特征的地理信息，应用非常广泛。对现状测量获取、处理的地理信息，要根据项目需要制作相应的测量成果。现状测量成果的主要形式有数字线划图(DLG)、数字正射影像图(DOM)、数字高程模型(DEM)、数字表面模型(DSM)、断面图、三维模型以及特征点坐标、高程数据等。对一个具体项目，测量成果内容、形式、规格及其他技术要求需要在技术设计中规定。

**4.1.2** 为现势地反映项目所需区域地理特征，现状测量的作业时点要根据成果的用途和现势性要求、测区地物地貌变化特点等确定。确定作业时点的目的是使现状测量的成果能现势地反映测区的地形状况，从而满足成果使用的有效性。当成果用于工程规划、设计、扩建改造时，要在工程规划、设计或扩建改造开始前进行测量。当成果用于工程竣工验收时，要在工程竣工交付前进行测量。而对于其他应用，如用于专项调查或普查时，则要在调查或普查确定的时点前进行测量。

**4.1.3** 现状测量通常需要进行控制测量，其要求按本规范第 3 章的规

定执行。图根控制点指的是为细部测量而设置的精度相对低一些的控制点，其精度指标与成图比例尺及地形图基本等高距相关。如对于基本等高距为 1m 的 1:2000 比例尺地形图，图根控制点平面位置中误差不应大于图上 0.1mm 即实地 0.2m、高程中误差不应大于基本等高距的 1/10 即 0.1m。

**4.1.4** 工程测量主要使用 1:500~1:10000 比例尺的现状测量成果。本条给出了不同比例尺数字线划图和正射影像图的主要用途，对具体项目需在技术设计中进行规定。工程建设和管理中，有时也用到大于 1:500 或小于 1:10000 比例尺的地形图。前者通常针对工程的部分区域测绘更大比例尺（如 1:200）的地形图，此时在项目技术设计中需对地形图的平面和高程精度、基本等高距、测绘内容及表达方式等作出规定；后者通常可收集国家基本比例尺（如 1:25000、1:50000、1:100000 等）地形图成果资料，如需要新测或修测，则执行现行国家基本比例尺地形图测绘相应技术标准的规定。其他形式成果（包括本规范为规定的成果）的规格及要求，则应根据项目需求和成果用途通过技术设计确定。

**4.2.1** 数字线划图（DLG）是以矢量形式表达的反映地物地貌特征的地理信息成果，是工程测量最重要的一种成果形式，应用十分广泛。本条对其基本技术规格、精度指标、测绘内容、图式符号等作出规定。需要说明的是，对具体项目，如测绘内容及要求与现行技术标准规定不完全一致（如某些测绘内容的取舍与表达、需测定特征点坐标高程等）时，需要在项目技术设计中明确提出。这里的其他困难地区主要指森林密集覆盖地区及施测困难的其他地区。

**4.2.2** 数字正射影像图（DOM）是利用航空或卫星遥感影像通过正射纠正获得的能直观反映地形特征的一种地理信息成果，也是工程测量重要的成果形式之一，目前应用非常广泛。本条对其精度指标及基本技术要求作出规定。

**4.2.3** 数字高程模型（DEM）是描述地面高程起伏状况的一种测量成果，而数字表面模型（DSM）则是描述地面地物地貌起伏状况的另一种测量成果。两者的不同在于，前者只包括地面的高程数据，后者则包括地面的各种地物地貌（如建筑物、其他设施等）高程（高度）

数据。这两种模型都以规则格网（通常为正方形格网）或点云（即巨量点的集合）数据集的形式表达和存储，目前已成为工程测量的重要成果形式，得到广泛应用。

**4.2.4** 断面图是工程测量的重要成果形式，更是线状工程（如道路、轨道交通、桥梁、架空线路、沟渠等）的基本成果形式，应用非常广泛。断面图主要包括纵断面图和横断面图。测量时，选择的纵、横断面点要能真实完整地反映地形起伏状况，当地形起伏大时，需要增加横断面和纵横断面上的点。

**4.3.1** 地下管线调查测量是一种特殊而重要的地下空间设施现状测量，本条对其基本技术要求作出规定，其中借鉴了现行有关技术标准中经实践检验有效的方面。为了保证地下管线测量的精度，完整地表达管线及其与其他对象的关系，本规范对建筑区综合图的比例尺做了规定，其他地区及长输管线综合图的比例尺可根据项目特点和需要确定。

**4.3.2** 随着城市地下空间开发利用的不断发展，地下综合体、交通设施、建筑物、综合管廊等地下空间设施测量工作日益增多。地下空间设施测量涉及出入口、通道、消防应急设施、隐蔽空间等特殊对象以及地下与地面连接关系，需要对其基本技术要求作出规定。此外，与地面相比，地下空间的三维表达更具有意义，地下空间三维模型的具体精细度和表达方式取决于项目需求。

**4.4.1** 水域现状测量是工程测量中经常开展的工作，其任务是测定水上建筑物、水下地形、水位或水面高程以及水域与陆地交界处的沿岸地形等。本规范中的水域包括沿岸海域和内陆水域。水下测量中，与地面测量相关的可按本规范第 4.2 节的规定实施。

**4.4.2** 水下地形测量主要是测定测深点的平面位置和深度，并制作水下地形图。

**4.4.3** 水位或水面高程测量是水域测量的重要工作，与水下地形测量关系密切，需要协同作业。

## 5 测设放样

**5.1.1** 测设放样可以看成是现状测量的逆过程，它是将工程规划、设计资料在实地测设并标定，测设标定的结果将直接作为规划拨地、放线及工程施工等的依据，因此具有很强的政策性、专业性，对于支撑工程建设行政管理、市场监管，维护公共利益具有重要意义。

**5.1.2** 放样测设过程涉及一系列影响成果可靠性的因素，需要按规范要求做好检查、校核、确认等工作，以保障工程规划、设计资料的准确落地。校核方式根据具体情况选择，如图形校核、坐标校核、间距校核、周边关系校核等。

**5.2.1** 建筑工程和市政工程的定线测量、拨地测量、规划放线测量、规划验线测量和规划验收测量也统称为规划测量，其任务是依据是政府主管部门下达的规划条件或经审批的建设工程放线附图进行规划条件测设及规划监督测量。规划测量直接服务于规划的实施，具有很强的政策性、专业性，是维护规划实施严肃性、保护公共利益、支撑工程建设行政管理的重要支撑。由于规划测量的核心是规划条件测设，工作内容主要属于测设放样，因此本规范将其纳入本章。

**5.2.2** 定线测量指的是确定规划道路的平面位置的测量工作，拨地测量指的是标定建设用地范围的测量工作，它们都是将政府主管部门下达的定线、拨地条件在现场予以测设和标定，具有很强的政策性和专业性。

**5.2.3** 规划放线测量是将政府主管部门审批的建设工程放线附图及工程施工图上的条件点在现场进行放线定桩，具有很强的政策性和专业性。

**5.2.4** 规划验线测量包括灰线验线测量和正负零验线测量。灰线验线测量是根据政府主管部门审批的建设工程放线附图和工程施工图，结合测量单位或施工单位实地已放线位置进行验线，以判断已放线的拟建工程的位置是否满足规划管理的要求。正负零验线测量为政府主管部门判断基础部分是否占压建筑红线或道路红线、是否需要移动批准的位置、建筑间距是否符合要求、是否有其他违法建设行为等提供依

据。规划验线测量要求测量时点准确及时，测量数据准确可靠，政策性、专业性强。

**5.2.5** 规划条件核验测量是政府主管部门判定所批准建设的已竣工工程是否符合规划条件的主要技术支撑和依据，关系到政府主管部门能否有效依法进行管理，关系到能否维护公共利益，具有很强的政策性和专业性。本条规定的是核心技术要求。

**5.3.1** 施工放样是工程施工过程中一项重要的测量工作，其任务是将工程设计的轴线、曲线、特征点、高程等实地测设放样至施工现场，为工程的开挖和施工建造提供依据。施工放样工作要与工程施工进度相适应，施工控制网要在施工开始前建立，轴线投测、曲线放样、细部点放样、高程传递等需随施工的推进而逐步展开。对于隧道及其他地下空间工程，施工放样会涉及联系测量和贯通测量工作。其中联系测量按本规范第 3.1.4 条的规定执行。

**5.3.2** 施工放样测量精度取决于建筑限差。建筑限差也称设计或施工允许的总误差，一般在工程施工规范中有规定。施工测量精度包括施工控制网点精度和放样测设精度。对于具体项目，通常要分析施工影响的因素，按照测量误差“等影响原则”根据建筑限差先确定施工测量精度；进而按照测量误差“忽略不计原则”，根据施工测量精度确定控制点精度和放样测设精度。

**5.3.3** 施工控制网是一种特殊的控制测量网，是工程施工放样的基础，直接服务于工程施工。施工控制网的质量和可靠性对于放样结果将产生直接影响，也将影响工程的放线、放点、高程传递和工程施工质量。施工控制网建立除符合本规范第 3 章的规定外，还要顾及工程类型、规模、结构及施工现场条件等，满足放样测量精度要求，方便测量作业。施工控制网平面坐标系与工程的施工坐标系一致、投影面与工程的平均高程面一致，是施工测量特殊性决定的。施工控制点可能会受工程施工的影响而变动，因此需要定期复测，以确定其点位是否稳定可靠。

**5.3.4** 工程轴线投测、曲线放样、细部点放样及高程传递是细部放样的具体内容。放样测设后需要进行必要的校核，以确保其正确可靠。

**5.3.5** 贯通测量对于保障隧道等地下工程的正确贯通和施工安全具

有重要意义，需要根据隧道及开挖洞口长度及贯通误差要求确定控制测量的精度等级，布设平面和高程控制网。

## 6 变形监测

**6.1.1** 变形监测是工程测量的重要内容之一，其目的是获取关于监测对象形状或位置随荷载、时间变化的信息，并根据需要进行预警、预测，从而为工程设计、施工和管理提供数据支持，为工程建设行政管理和市场监管提供技术支撑。这里的监测对象也包括受其变形影响的周边环境，如道路、管线、地面及其他建筑等。

**6.1.2** 由于监测对象类型广泛、差异较大，对于一个具体项目，其监测内容及要求等需要通过技术设计作出规定。变形监测不同于其他测量，对于要求进行多期监测的项目，每期监测后，需要及时提交本期及截止本期累计的监测成果，以为工程施工和管理等及时提供高现势性的成果支持。项目技术报告可在完成项目全部工作后提交。

**6.1.3** 精度等级是变形监测的最基本技术要求，也是工程测量基本的技术指标之一，对于保证监测成果质量起关键作用。本规范将变形监测精度等级分为特等、一等、二等、三等、四等 5 个等级，给出其主要适用范围。本规范所称沉降类监测主要是指垂直方向的位移监测；位移类监测指的是水平方向的位移监测，包括水平位移、垂直度、倾斜、风振变形、日照变形等的监测。需要说明的是，变形监测测定的是相对变形而不是绝对位置，因此本规范采用更适合衡量变形监测结果精度的监测点测站高差中误差、监测点坐标中误差（而未采用监测点高程中误差、监测点平面位置中误差）分别作为沉降类、位移类变形监测的精度指标。其中，监测点测站高差中误差指的是沉降监测点测站高差中误差或相邻沉降监测点间的等价高差中误差；监测点坐标中误差指的是位移监测点相对于基准点或工作基点的坐标中误差、位移监测点相对于基准线的偏差中误差、监测对象上某点相对于其底部对应点的水平位移分量中误差等，坐标中误差为其点位中误差的  $1/\sqrt{2}$  倍。各等级变形监测的主要适用范围可参见表 1。其中地基基础设计等级划分见《建筑地基基础设计规范》GB 50007、基坑安全等级划分见《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202。

表 1 各等级变形监测的主要适用范围

| 等级 | 主要适用范围  |
|----|---|
| 特等 | 特高精度要求的变形监测   |
| 一等 | 地基基础设计为甲级的建筑的变形监测；重要古建筑、历史建筑的变形监测；重要基础设施的变形监测                       |
| 二等 | 地基基础设计为甲、乙级的建筑的变形监测；重要场地的边坡监测；一级基坑监测；重要管线的变形监测；地下工程变形监测；重要基础设施的变形监测 |
| 三等 | 地基基础设计为乙、丙级的建筑的变形监测；一般场地的边坡监测；二级、三级基坑监测；地表、道路及一般管线的变形监测；一般基础设施的变形监测 |
| 四等 | 精度要求低的变形监测  |

**6.1.4** 基准点是所有变形监测工作的基础和参照，其稳定性及数量直接影响变形监测成果的可靠性。基准点应构成具有一定几何关系的基准网，以便对其稳定性进行检测分析。设置工作基点的目的是为了方便较大规模变形监测项目每期的现场观测作业。

**6.1.5** 变形监测点是布设在监测对象敏感位置上能反映监测对象变形特征的测量点。其布设位置对可靠、全面地获取监测对象的变形信息非常重要。

**6.1.6** 基准点是为多期变形监测提供统一可靠的基准而建立的。基准点检测、复测的目的是为了检验基准点的稳定性和可靠性，以保障变形监测成果的可靠可用。

**6.1.7** 本条对变形监测点测量作业提出要求。对水平位移监测、垂直度监测、倾斜监测规定环境条件，是为了保证变形监测成果的可靠性。规定日照变形、风振变形监测时要同步监测温度、湿度、风速、风向等气象数据，主要是为了进行变形分析及建立变形模型。

**6.1.8** 预警是变形监测的重要任务之一。变形预警值通常由工程设计方根据变形允许值确定，并在项目技术设计中给定。当变形监测中出现异常情况时，要按照应急预案立即进行预警，并提高监测频率或增加监测内容。

**6.1.9** 变形预测的目的是利用多期变形监测成果，通过分析变形量与变形因子之间的相关性，对变形发展的趋势作出预测。变形预测基于所建立的数学模型，因此需要对数学模型进行有效性检验。变形预测时，需要同时给出预测结果的误差范围及适用条件，以避免预测结果的不恰当使用。

**6.2.1** 现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 等规定了施工期间需要进行变形监测的工程对象类型。本规范基本上参照了其规定。需要说明的是本规范使用建筑作为建筑物和构筑物的统称。

**6.2.2** 不同监测对象，监测内容不同。对具体项目，应根据工程结构特点和实际变形特征确定监测内容。其中，建筑基坑监测、沉降监测以及高层、超高层建筑的垂直度或倾斜监测是普遍的变形监测内容，对于获取工程施工中的变形特征、支撑工程质量管理具有重要意义，许多地方建设主管部门都已将其作为工程竣工验收、安全监管等必备的基础工作。

**6.2.3** 建筑基坑指的是为进行建构筑物基础、地下建构筑物施工所开挖形成的地面以下空间。基坑工程危险性大，通过监测和必要的预警，以及时发现安全隐患，为保护基坑及周边环境的安全提供测量数据支持。此外，基坑监测还可为基坑工程的信息化施工和设计优化等提供资料。

**6.2.4** 建筑沉降监测从基础完工或地下空间施工一开始就进行是为了获取完整的监测资料。为发挥沉降监测对工程安全监管的作用，并顾及监测成果的完整性，本条对正常施工情况下沉降监测的最低监测频率、施工期间暂时停工及重新开工时的监测等作出规定。

**6.2.5** 高层、超高层建筑工程施工过程、竣工验收时，需要对其进行垂直度及倾斜监测，获取上部结构在不同高度或建筑墙面、立柱等相对于其底部对应位置的垂直度及倾斜量、倾斜方向，为工程施工及质量安全监管提供基础资料。

**6.2.6** 工程施工过程中，现场条件及影响因素复杂，变形监测时不仅要利用专业仪器设备进行测量，也要对监测对象及周边环境进行人工巡视检查，发现异常情况时需及时预警以便处置。

**6.3.1** 变形监测不仅要在工程施工期间进行，工程竣工投入使用后如变形仍在发展中，需继续进行监测，直至达到稳定状态为止。稳定状态的判定见本规范第 6.3.4 条规定。

**6.3.2** 使用中的建筑、基础设施及其场地当已发生变形，或根据工程安全、管理维护需要时，应该进行变形监测。鉴于监测对象及其变形特征不同，具体监测内容及要求需通过项目技术设计确定。一般情况

小，当发生沉降时，应进行沉降监测；当出现裂缝时，应进行裂缝监测；当发生水平位移、倾斜、挠曲或收敛（隧道、涵洞等拱形设施）变形时，应分别进行水平位移、倾斜、挠度或收敛变形监测；对超高层、大跨度建筑及设施，根据情况还应进行日照变形监测、风振变形监测。

**6.3.3** 工程使用期间，变形监测的频率需要根据变形速率及工程所在地地质条件、工程结构特点等确定。对自施工期间延续至使用期间的建筑沉降监测、倾斜监测、水平位移监测等，本条给出较为明确的监测频率。使用期间，当发生重大自然灾害或变形趋势加大时，需要提高监测频率，并立即预警。

**6.3.4** 变形监测中，每期监测后需要根据监测内容计算相应的变形量、累计变形量和变形速率等。基于现有有关技术标准规定和工程实践，本规范规定，当最后 100 天所有监测点的最大变形速率值均小于变形速率阈值时，可认为监测对象的变形已达到稳定状态，可终止监测。变形速率阈值的确定，需要考虑工程所在地的地基土压缩性能和工程结构特点等。例如，对使用期间的沉降监测，该值可取 0.01mm/d~0.04mm/d，目前许多地方取 0.02mm/d。