ICS 07.040
A 75

中华人民共和国国家标准

GB/T 35641—2017

工程测绘基本技术要求

Basic requirements for engineering surveying and mapping

2017-12-29 发布　　2018-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅳ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　基本规定 …… 2
4.1　时空基准 …… 2
4.2　测绘作业要求 …… 2
4.3　质量检验要求 …… 2
5　工程地形测绘 …… 2
5.1　一般规定 …… 2
5.2　控制测量 …… 2
5.3　地形测绘 …… 3
5.4　断面测绘 …… 6
5.5　地下空间测绘 …… 6
5.6　水下地形测绘 …… 7
5.7　土石方测绘 …… 8
6　规划测量 …… 8
6.1　一般规定 …… 8
6.2　控制测量 …… 8
6.3　定线测量 …… 8
6.4　拨地测量 …… 9
6.5　规划放线测量 …… 9
6.6　规划验线测量 …… 9
6.7　规划验收测量 …… 9
6.8　日照测量 …… 10
7　施工测量 …… 10
7.1　一般规定 …… 10
7.2　控制测量 …… 10
7.3　轴(中)线测设 …… 11
7.4　点位放样 …… 11
7.5　高程传递 …… 11
7.6　施工检测 …… 12
7.7　竣工测量 …… 12
8　变形测量 …… 12
8.1　一般规定 …… 12
8.2　控制测量 …… 13

8.3 监测点布设 …… 13
8.4 观测方法 …… 14
8.5 数据处理与变形分析 …… 14

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家测绘地理信息局提出。

本标准由全国地理信息标准化技术委员会(SAC/TC 230)归口。

本标准起草单位:北京市测绘设计研究院、建设综合勘察研究设计院有限公司、重庆市勘测院、北京中建华海测绘科技有限公司、中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、中铁十六局集团有限公司、解放军信息工程大学、天津市测绘院、武汉市测绘研究院、广州市城市规划勘测设计研究院、南京市测绘勘察研究院股份有限公司、国家测绘地理信息局测绘标准化研究所、北京中色测绘院有限公司、北京建筑大学、北京测绘学会。

本标准主要起草人:杨伯钢、王丹、贾光军、段红志、张胜良、王昌翰、李宗春、张海涛、张凤录、陈海兵、刘东庆、马全明、王暖堂、张坤、林鸿、廉光伟、王厚之、储征伟、刘艺、龙家恒、易致礼、马小计、陈宜金、邹积亭、张保钢、李翅。

引　言

为规范工程测绘工作，更好地满足工程建设与管理的需求，依据《中华人民共和国测绘法》和《中华人民共和国测绘成果管理条例》等法律法规，结合当前我国工程测绘生产实践和相关技术发展，制定本标准。

本标准中工程测绘泛指工程规划、勘察、设计、施工及使用阶段的各种测绘工作，其目的是为工程建设与管理提供支撑和保障服务。目前我国已发布多种与工程测绘有关的技术标准，分别规定了不同类型工程测绘的技术要求。本标准在对工程测绘共性要求进行分析梳理的基础上，对工程测绘的时空基准、作业实施和质量检验以及地形测绘、规划测量、施工测量、变形测量的基本技术指标等做出统一规定。

工程测绘基本技术要求

1 范围

本标准规定了工程测绘的基本规定及工程地形测绘、规划测量、施工测量和变形测量等基本技术要求。

本标准适用于工程测绘的技术设计、作业实施等工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 18316 数字测绘成果质量检查与验收

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

GB/T 20257.2 国家基本比例尺地图图式 第2部分：1∶5000 1∶10000 地形图图式

GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收

GB 50026 工程测量规范

GB/T 50353 建筑工程建筑面积计算规范

CJJ/T 8 城市测量规范

CJJ 61 城市地下管线探测技术规程

CJJ/T 73 卫星定位城市测量技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工程测绘 engineering surveying and mapping

工程测量 engineering surveying

各种工程规划、勘察、设计、施工及使用阶段测绘工作的统称，包括地形测绘、规划测量、施工测量、变形测量等。

3.2

规划文件 planning document

城乡规划管理部门出具的用于定线、拨地、规划放线、验线、验收等任务的依据。

3.3

规划测量 planning survey

依据规划文件为城乡或工程的规划设计和规划管理提供测绘保障与服务的测量工作，包括定线测量、拨地测量、规划放线测量、规划验线测量、规划验收测量、日照测量等。

3.4

定线测量 alignment survey

城市规划道路定线测量的简称，指确定城市规划道路的平面位置的测量工作。

[CJJ/T 8—2011,定义 2.1.11]

4 基本规定

4.1 时空基准

4.1.1 工程测绘宜采用2000国家大地坐标系和1985国家高程基准。当采用相对独立的平面坐标系统和高程基准时,应与国家坐标系统和高程基准建立联系。

4.1.2 深度基准在沿岸海域采用理论最低潮位面,在内陆水域采用设计水位。深度基准与国家高程基准之间通过与验潮站的水准联测建立联系。

4.1.3 工程测绘的日期应采用公元纪年,时间应采用北京时间。

4.2 测绘作业要求

4.2.1 工程测绘作业除应符合本标准外,尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

4.2.2 工程测绘应以中误差作为衡量精度的指标,以两倍中误差作为极限误差。

4.2.3 工程测绘使用的具有法定计量检定要求的仪器设备,应经法定计量检定合格,并在检定有效期内使用。工程测绘使用的软件应经测试验证。

4.2.4 工程测绘实施前应进行现场踏勘并进行技术设计。技术设计及其变更应经过审批后方可执行。

4.2.5 工程测绘实施中,应采取保障人员及装备安全的有效措施。

4.2.6 工程测绘完成后,应编写技术总结,整理资料并按要求归档。

4.2.7 工程测绘成果应符合法律法规、强制性国家标准及项目技术设计的要求。涉密成果的管理应符合国家现行规定。

4.2.8 工程测绘观测数据及其成果可通过建立信息管理系统实现数据处理、数据管理、可视化表达和应用服务。

4.3 质量检验要求

4.3.1 工程测绘成果检验应实行“两级检查、一级验收”制度。

4.3.2 检查分为过程检查和最终检查,并应独立进行。验收应由项目委托方组织实施。

4.3.3 过程成果达到规定的质量要求后方可转入下一工序。必要时,应在关键工序、难点工序设置检查点。

4.3.4 工程测绘质量检验具体要求应符合GB/T 24356、GB/T 18316的规定。

5 工程地形测绘

5.1 一般规定

5.1.1 工程地形测绘包括控制测量、地形测绘、断面测绘、地下空间测绘、水下地形测绘、土石方测绘等。

5.1.2 工程地形测绘除符合本标准规定外,还应符合GB 50026及国家其他相关标准要求。

5.2 控制测量

5.2.1 平面控制测量

5.2.1.1 平面控制网的布设应遵循从整体到局部、分级布网的原则。测区首级控制网宜一次性全面布设,加密网可逐级布网、越级布网或同等级扩展。

5.2.1.2　平面控制网的等级可分为二等、三等、四等和一级、二级、三级及图根。平面控制网测量应在本地区已有高等级平面控制网下加密布设。

5.2.1.3　各等级平面控制网可按照表1的规定采用全球导航卫星系统(GNSS)控制网测量、全球导航卫星系统实时动态(GNSS RTK)测量、三角形网测量、导线测量等方法建立。

表1　平面控制网建立方法

控制网等级	控制网建立方法			
	GNSS控制网	三角形网	导线	GNSS RTK
二等	+	+		
三等	+	+	+	
四等	+	+	+	
一级	+	+	+	+
二级	+	+	+	+
三级	+	+	+	+
图根	+	+	+	+
注：表中“+”表示该等级可使用的方法。				

5.2.1.4　各等级平面控制网的布设、观测、数据处理、精度等要求应符合GB 50026的规定。

5.2.2　高程控制测量

5.2.2.1　高程控制测量的等级可分为二等、三等、四等、五等和图根。高程控制测量宜在测区已有高等级高程控制网下加密布设。

5.2.2.2　高程加密网宜布设成附合路线或结点网。

5.2.2.3　高程控制测量可采用水准测量、三角高程测量或GNSS高程测量等方法，控制网的布设、观测、数据处理、精度等要求应符合GB 50026及国家现行相关行业标准的规定。

5.3　地形测绘

5.3.1　地形测绘产品包括数字线划图、数字正射影像图、数字高程模型、数字表面模型和三维模型等。

5.3.2　较小比例尺、较低分辨率或精细度的数字地形产品，可利用已有较大比例尺、较高分辨率或精细度的数字地形产品，通过制图综合、降低分辨率或精细度等方式加工处理获得。

5.3.3　当利用航空航天遥感影像生产数字地形产品时，原始影像数据的地面分辨率应不低于成果数据所需的地面分辨率；原始影像数据的辐射分辨率和影像质量等应符合国家现行有关标准的规定。

5.3.4　数字线划图的制作应符合下列规定：

a)　数字线划图测绘要素包括测量控制点、水系、居民地及设施、交通、管线、境界与政区、地貌、植被与土质等，可根据工程需求依比例尺进行综合取舍。数字线划图比例尺可根据城乡规划、工程设计阶段及用途确定；

b)　数字线划图的图式表达应符合GB/T 20257.1、GB/T 20257.2的规定；必要时可依据其确定的规则增加新的符号，或按照具体工程类别的行业规范引用特殊的符号；

c)　数字线划图可采用全站仪数字化测图、GNSS RTK数字化测图、激光雷达测图等全野外测量法或摄影测量成图法等方法测绘，比例尺可采用1∶500、1∶1 000、1∶2 000、1∶5 000或1∶10 000，当有特殊需求时可作调整。数字线划图的基本等高距按地形类别(见表2)进行选

择，不大于表3的规定。平坦地区可不绘等高线；

表2 地形类别划分

地形类别	大部分地面坡度 θ(°)
平地	$\theta<2$
丘陵地	$2\leqslant\theta<6$
山地	$6\leqslant\theta<25$
高山地	$\theta\geqslant25$

表3 数字线划图基本等高距

单位为米

比例尺	地形类别			
	平地	丘陵地	山地	高山地
1∶500	0.5	0.5	1	1
1∶1 000	0.5	1	1	2
1∶2 000	1	1	2	2
1∶5 000	1	2.5	5	5
1∶10 000	1	2.5	5	5

d) 数字线划图的平面精度应符合下列规定：

1) 明显地物点相对于邻近控制点的平面位置中误差不应大于表4的规定；

2) 对森林、隐蔽等特殊困难地区，明显地物点的平面位置中误差可按表4的规定值放宽0.5倍；

3) 铁路、道路等带状地形图或水利工程地形图可根据工程需要适当调整精度指标。

表4 数字线划图平面精度

单位为米

比例尺	明显地物点平面位置中误差			
	平地	丘陵地	山地	高山地
1∶500	0.25	0.25	0.375	0.375
1∶1 000	0.5	0.5	0.75	0.75
1∶2 000	1.0	1.0	1.5	1.5
1∶5 000	2.5	2.5	3.75	3.75
1∶10 000	5.0	5.0	7.5	7.5

e) 数字线划图的高程精度应符合下列规定：

1) 城市建筑区和基本等高距为0.5 m的平坦地区，1∶500、1∶1 000、1∶2 000比例尺的高程注记点相对于邻近控制点的高程中误差一般不应大于0.15 m；对测点类别有特殊要求的区域，可根据工程需要选择适用的精度指标；

2) 其他地区高程精度以等高线插求点相对于邻近控制点的高程中误差来衡量，其数值不应

大于表 5 的规定。隐蔽、困难地区，可按表 5 的规定值放宽 0.5 倍。

表 5　数字线划图等高线插求点高程精度　　单位为基本等高距

地形类别	高程中误差
平地	1/3
丘陵地	1/2
山地	2/3
高山地	1

5.3.5　数字正射影像图的制作应符合下列规定：

a）　数字正射影像图可采用摄影测量法和遥感测量法等方法测绘；

b）　数字正射影像图的比例尺宜为 1∶500、1∶1 000、1∶2 000、1∶5 000、1∶10 000，其地面分辨率不应低于表 6 的规定；

c）　数字正射影像图的平面位置中误差与同比例尺数字线划图的精度一致，平地、丘陵地不应大于图上 0.5 mm，山地、高山地不应大于图上 0.75 mm，地物影像的接边差不应大于图上 0.3 mm。

表 6　数字正射影像图的地面分辨率　　单位为米

比例尺	数字正射影像图地面分辨率
1∶500	0.05
1∶1 000	0.1
1∶2 000	0.2
1∶5 000	0.5
1∶10 000	1.0

5.3.6　数字高程模型的制作应符合下列规定：

a）　数字高程模型可采用摄影测量、矢量数据生成和激光雷达测量等方法建立；

b）　数字高程模型以高程数据的格网尺寸划分规格等级，并宜符合表 7 的规定；

c）　数字高程模型的精度应符合国家现行有关标准的规定。

表 7　数字高程模型规格等级及格网尺寸　　单位为米

规格等级	格网尺寸
Ⅰ级	0.5×0.5
Ⅱ级	1×1
Ⅲ级	2.5×2.5
Ⅳ级	5×5

5.3.7　数字表面模型的制作应符合下列规定：

a）　数字表面模型可采用激光雷达测量法建立；

b）　数字表面模型以格网尺寸、点云密度或点间距划分规格等级，并宜符合表 8 的规定；

c）　数字表面模型的精度应符合国家现行有关标准的规定。

表 8　数字表面模型规格等级及格网尺寸、点云密度和点间距

规格等级	格网数据	点云数据	
	格网尺寸 m	平均点间距 m	密度点 /m²
Ⅰ级	0.5×0.5	≤0.25	≥16
Ⅱ级	1×1	≤0.5	≥4
Ⅲ级	2.5×2.5	≤1	≥1
Ⅳ级	5×5	≤2	≥1/4

5.3.8　三维模型的制作应符合下列规定：

a）　三维模型可分为地形、建筑要素、交通要素、水系要素、植被要素、地下空间设施等模型；

b）　三维模型的几何信息、纹理信息可综合采用野外实地测量、激光雷达测量、摄影测量、倾斜摄影等方法获取，或利用大比例尺地形图、影像数据、高度数据、纹理照片等基础资料；

c）　三维模型制作的具体技术要求应符合国家现行有关标准的规定。

5.3.9　当工程地形测绘产品硬拷贝输出时，宜以图幅为单位。一般工程所用的地形测绘产品宜以规则图幅为单元输出，图幅的内图框尺寸应为 0.4 m×0.5 m 或 0.5 m×0.5 m；铁路、道路等带状地形测绘产品可依据中线或坐标格网进行分幅，并按照设计线路前进方向顺序编号。

5.4　断面测绘

5.4.1　断面测绘包括纵断面测绘和横断面测绘。

5.4.2　控制点密度不满足要求时应进行加密或重新布设。

5.4.3　断面测绘可采用水准仪、全站仪或 GNSS 接收机等设备直接外业采集，也可从满足精度要求的数字高程模型中提取。

5.4.4　纵断面测绘应在中线测量的基础上进行。设计所依据的重要纵断面高程点位（如轨顶、桥面、路中等）应提高测量精度。

5.4.5　横断面测绘时，横断面的方向，直线部分应与中线垂直，曲线部分应在法线上；横断面宽度应满足设计需要；横断面数量可根据地形变化适当增减。

5.4.6　纵、横断面测量数据宜根据设计要求绘制纵、横断面图。断面图应采用直角坐标法绘制，横坐标表示水平距离，纵坐标表示高程。纵、横断面图应根据绘制内容、测点密度、断面长度选用适当的制图比例尺，高程比例尺宜为水平比例尺的 10～20 倍，以明显表示地形的起伏状态。

5.4.7　断面测绘的成果包括纵断面数据文件、横断面数据文件、纵断面图和横断面图。

5.5　地下空间测绘

5.5.1　地下空间测绘对象包括地下建筑物、地下交通设施、综合管廊、地下管线等。

5.5.2　地下空间测绘应通过联系测量确保地面和地下空间的平面坐标系及高程基准的一致性。

5.5.3　地下平面控制测量宜采用导线测量，其精度等级可分为一级、二级、三级和图根。地下高程控制测量宜采用水准或三角高程方法进行施测，其精度等级可分为三等、四等、五等和图根。

5.5.4　地下空间测绘前宜收集并整理地下空间设施已有的各类资料，制作调查工作底图并标注地下空间设施的位置及相关信息。

5.5.5　地下空间测绘宜调查设施类型、用途、建设单位、权属单位、建筑结构、建筑形式、竣工时间、使用状态等信息。地下管线还应调查管线类别、材质、传输物质压力（电压）、自流管线的流向等属性内容，以

及管线特征点、附属物、建(构)筑物的类型。

5.5.6 应通过测定地下空间设施的特征点、特征线的平面坐标和高程,断面尺寸,采集其空间信息。

5.5.7 特征点平面坐标宜采用全站仪极坐标法或交会法测定,特征点的高程宜采用水准测量或全站仪三角高程测量方法测定。无法直接测量的地下空间点,应量取待测点到不少于两个已测点的距离,利用距离交会法计算待测点平面坐标。

5.5.8 特征线可通过测定其起点、终点、拐点、折点、交叉点等特征点来确定。

5.5.9 地下建筑物测绘包括平面图、综合图测绘,其特征线包括主体轮廓线、地下室轮廓线和内部分界线。

5.5.10 地下交通设施测绘包括平面图、综合图和纵横断面图测绘,其特征线包括主体轮廓线和道路(或隧道)中线。

5.5.11 综合管廊测绘包括平面图及横断面图测绘,其特征线包括主体轮廓线和内部分界线。入廊管线宜同时测绘。

5.5.12 地下管线测绘包括管线平面图及纵横断面图测绘,其特征线应为管道、沟道、管块或缆线的中线。

5.6 水下地形测绘

5.6.1 水下地形测绘的平面坐标系统和高程基准应与测区整体控制保持一致;水下地形测量和陆上地形测量应相互衔接、统一处理。

5.6.2 水下地形测绘应根据水域的测量范围、水深、流速、水情等状况选择测深点定位方法和水深测量设备或工具。测深点的深度中误差限值应符合表9的规定。

表9 测深点深度中误差

水深范围 m	测深仪器或工具	流 速 m/s	测点深度中误差 m
0～3	测深杆	—	0.10
0～10	测深锤	＜1	0.15
1～10	测深仪	—	0.15
10～20	测深仪或测深锤	＜0.5	0.20
＞20	测深仪	—	$0.015\times H$

注1:H 为水深,单位以米计;

注2:当作业特殊困难、用测深锤测深流速大于表中规定或水深大于20 m时,测点深度中误差可放宽至2倍。

5.6.3 测深点相对邻近图根及以上级控制点的平面位置允许中误差不应大于相应比例尺陆上地物点要求的2倍。

5.6.4 需要在地形图上标注水位时,对水深大于1 m或水面宽度大于5 m的河流,图上相距100 mm～150 mm应测绘一个水位点,并注明施测日期。水位点应分布在水位变化较大处(如滩上、滩下、拦河坝等)、河流汇合处、城镇和居民地、桥梁、渡口附近及其他特征性地点。靠近图廓处应测注水位点,小河、溪沟和渠道应测注河底、渠底高程。

5.6.5 水下地形点采集密度应反映水下地形特征。水下地形点间距为图上10 mm～30 mm,河道横向点采集宜近间距下限而纵向点可适当放宽,对河底地形复杂或涉及水工建(构)筑物区域应加密水下地形点。应绘制水下地形等高线或等深线,反映水下地形变化趋势。

5.6.6 依据水位或水面高确定测深点水底高程时,其水下地形测绘应符合下列要求:

a) 当测绘范围较大且水面存在变化时，应设置水位站或水尺；

b) 测深作业过程中受风浪影响，水面有较大起伏时，宜暂停作业。

5.6.7 水下地形测量过程中或测量结束后应对测深点水深或高程进行检查，图上 1 mm 范围内测深点的深度或高程较差应满足表 10 的规定。

表 10 深度或高程较差的限差

单位为米

水深	水深或高程检查较差的限差
$H \leqslant 20$	0.4
$H > 20$	$0.02 \times H$
注：H 为水深。	

5.7 土石方测绘

5.7.1 土石方测绘工作内容包括采集作业区域高程数据，建立数字高程模型，并根据该区域设计标高计算土石方量。高程数据采集可采用极坐标法、网格测量法、激光雷达测量法或其他满足精度要求的方法。地形三维模型建立方法可采用不规则三角网法或规则格网法。

5.7.2 土石方测绘首级平面及高程控制测量精度不应低于图根精度。

5.7.3 采用极坐标法进行高程数据采集时，应采集反映地形特征的碎部点、地形特征线、建(构)筑物边线等。采用网格测量法时，同一网格内坡度突然变化处应增加采集高程数据。采集数据范围应适当外扩。

5.7.4 土石方计算应根据工程需要选择合适格网尺寸，构建数字高程模型，并根据设计标高计算土石方量。

6 规划测量

6.1 一般规定

6.1.1 规划测量主要包括定线测量、拨地测量、规划放线测量、规划验线测量、规划验收测量、日照测量。

6.1.2 规划测量应以规划管理部门出具的规划条件为依据，并按照 CJJ/T 8、CJJ 61、GB/T 50353 等国家现行标准，以及规划管理部门的要求作业。

6.1.3 规划测量的成果资料应满足规划管理部门相关要求。

6.2 控制测量

6.2.1 地上平面控制点的等级不应低于三级，三级导线可同级附合一次；地下平面控制点等级不应低于图根，图根导线可同级附合一次。

6.2.2 高程控制点的等级不应低于图根。

6.3 定线测量

6.3.1 定线测量的工作内容包括资料收集、控制测量、条件点测量、规划道路计算及测设、资料整理等。

6.3.2 定线测量应根据定线条件收集拟定线规划道路及相关规划道路定线资料。

6.3.3 定线测量测定的中线点、轴线点与相邻控制点的点位中误差不应大于 50 mm。

6.3.4 定线测量条件点测量可采用双极坐标法、前方交会法、导线联测法、GNSSRTK 法或量距法等测

量方法。采用双极坐标法、前方交会法时，点位较差不应大于 50 mm。测定地物边线的条件点宜均匀分布，其测量范围不应小于规划文件中指定范围的 2/3。

6.3.5 定线测量应依据规划文件的要求，计算规划道路中线起点、终点、折点及与各相关规划路交点坐标或立交红线点坐标；当折点设曲线时，应计算曲线元素。

6.4 拨地测量

6.4.1 拨地测量的工作内容包括前期准备、控制测量、条件点测量、桩点坐标计算及测设和规划用地测量资料整理等。

6.4.2 拨地测量应根据拨地规划条件，收集有关资料并核实与规划道路、已有拨地测量成果的关系。

6.4.3 拨地测量定桩点与相邻控制点的点位中误差不应大于 50 mm。

6.4.4 拨地测量应根据规划文件的要求，计算各桩点的坐标和用地面积；各桩点应实地测设并进行校核，点位较差不应大于 50 mm。

6.4.5 条件点测量方法及精度要求应符合 6.3.4 的规定。

6.5 规划放线测量

6.5.1 规划放线测量的工作内容包括前期准备、控制测量、条件点(验测点)测量、放线桩点坐标计算、实地钉桩、校核测量等。

6.5.2 规划放线测量的前期准备应收集拟建项目及周边相关资料，明确项目规划指标和设计条件。

6.5.3 条件点和验测点应依据规划文件(含附图)和现场实际情况选定，条件点和验测点测量应符合6.3.4的规定。

6.5.4 建筑工程应根据拟建工程总平面图、施工图及规划文件，结合建筑几何构型及现场实际情况选定放线点；市政道路放线点应选择拟建道路起点、终点、曲线特征点(直缓点或直圆点、缓圆点、曲中点、圆缓点、缓直点或圆直点)、道路交叉点；市政管线放线点应选择拟建管线的起点、终点、转角点、检查井等特征点。

6.5.5 桩点放线后应进行校核测量，校核测量内容包括图形校核、坐标校核、间距校核、周边关系校核。

6.6 规划验线测量

6.6.1 规划验线测量包括灰线验线测量和正负零验线测量，灰线验线测量应在施工开始之前进行，正负零验线测量应在建(构)筑物主体结构施工到正负零时进行。

6.6.2 规划验线测量工作内容包括前期准备、控制测量、条件点和验测点测量、建(构)筑物四至距离测算等。

6.6.3 灰线验线测量应依据规划管理部门审批的放线附图和建筑施工图，结合拟建项目与四周主要建筑物、道路中心线的距离，测量建设项目主要角点、特征点，以及涉及有四至距离的点位，判断建设项目位置与总平面图位置是否一致。

6.6.4 正负零验线测量应在建(构)筑物基础完工后进行，工作内容包括条件点测量、验测点测量、四至距离计算、正负零地坪高程测量。

6.6.5 条件点和验测点应依据规划文件(含附图)和现场实际情况选定，条件点和验测点测量应符合6.3.4的规定。正负零验线测量条件点可利用灰线验线测量成果。

6.6.6 建(构)筑物与四至的距离应与规划文件标注的数据对应。四至距离可解析计算相关尺寸，也可实地量测。

6.7 规划验收测量

6.7.1 规划验收测量应在建设项目竣工且相关附属设施依据规划文件实施完成后进行，其工作内容包

括条件点和验测点测量、建(构)筑物四至距离测算、建(构)筑物高度测量、建筑面积测量、竣工区域地形测量及管线探测、其他测量。

6.7.2 竣工验收测量应收集控制点、建设工程规划许可证、经规划批准的设计变更书、总平面图、施工图或竣工图以及管线施工进度计划等资料。

6.7.3 条件点和验测点应依据规划文件(含附图)和现场实际情况选定,条件点和验测点测量应符合6.3.4的规定;条件点未发生变化时可利用灰线验线测量和正负零验线测量成果。

6.7.4 竣工区域地形测量宜采用数字成图的方法施测,比例尺为1∶500或规划管理部门认可的其他比例尺。涉及规划条件的地物点相对邻近控制点的点位中误差不应大于50 mm,地物点之间的间距中误差不应大于70 mm;其他地物点相对邻近控制点的点位中误差不应大于70 mm,地物点之间的间距中误差不应大于100 mm。地物点的高程中误差不应大于40 mm。

6.7.5 竣工区域宜进行地下管线探测,探测管线宜与周边市政管线衔接。

6.7.6 建(构)筑物四至距离测算应符合6.6.6的规定。

6.7.7 建(构)筑物高度测量包括建(构)筑物的高度、层高和建(构)筑物室内外地坪高程的测量,并绘制楼高示意图。

6.7.8 建筑面积测量包括建设工程总建筑面积、分栋面积和每栋分层面积测量,以及绘制每栋分层外框示意图。

6.7.9 规划验收测量可对竣工区域进行低空摄影测量、激光雷达测量、三维实景测量,保存建设项目竣工第一手资料,或建立三维地形及建(构)筑物三维模型。

6.8 日照测量

6.8.1 日照测量的工作内容包括收集资料、图根控制测量、地形图及立面细部测绘、总平面图、层平面图和立面图绘制、日照分析等。

6.8.2 日照测量应测量建筑物平面位置、建筑物室内外高程、每层层高、建筑物高度、建筑物向阳面的窗户及阳台位置等。

6.8.3 日照测量成果应能满足日照分析的三维建模需要。

7 施工测量

7.1 一般规定

7.1.1 施工测量包括控制测量、轴(中)线测设、点位放样、高程传递、施工检测和竣工测量等内容。

7.1.2 施工测量前,应根据工程任务的要求,收集和分析有关资料、熟悉和校核设计图纸、制定测量技术设计方案。

7.1.3 施工测量放线,应在施工单位自检合格后,按有关规定申请验线,验线合格后,方可进行下一步施工。

7.2 控制测量

7.2.1 施工控制网应依据建设单位提供的起算点按工程设计的坐标系和高程基准建立,可采用GNSS网、三角形网和导线网等方法施测。

7.2.2 施工控制网的网点数量、位置分布应满足工程各部位施工放样对测量控制的要求,并依据施工放样点的测量精度指标综合确定施工控制网最弱点点位精度、施测方法和测设等级。

7.2.3 施工控制网的布设可考虑变形测量对点位精度、位置和稳定性的要求兼做变形监测控制网。

7.2.4 各类施工控制网测设的主要技术要求执行GB 50026及相关规范的规定;特大型工程及特殊工程的测量技术要求应通过系统论证做出专项设计。

7.2.5 地上与地下的平面联系测量宜根据现场条件进行，可采用一井定向法、两井定向法、陀螺全站仪和铅垂仪组合法、导线直接传递法和投点定向法等方法。贯通前，各类联系测量次数不应少于3次。

7.2.6 工程施工控制网应加强维护与管理，随工程进展和使用情况应定期、不定期开展复测工作，复测的图形结构、测量方法和精度指标应遵循建网时的设计要求。

7.3 轴(中)线测设

7.3.1 建筑、水工工程的主控线宜为轴线，线状工程的主控线宜为中线。

7.3.2 轴线测设前应校测轴线控制桩，采用正倒镜投点法测设，轴线测设由外控法向内控法转换时，内控控制点应设置在浇筑完成的预埋件或预埋的测量标志上。

7.3.3 轴线竖向传递宜采用激光投点闭合圆取中的方法进行，各阶段传递误差应满足GB 50026及相关规范的要求。传递至施工部位后，应组成闭合图形并及时进行校核。当传递距离超出仪器量程时宜进行接力投测。

7.3.4 高层、超高层建筑±0.000以上施工测量宜采用内控法，轴线竖向传递所使用的仪器精度不应低于1/10万且在100 m处投测误差圆的直径不应大于10 mm。

7.3.5 安装轴线可一次测设完成，也可随安装部位的逐渐形成及时分层布设，对于每一独立的安装单元，安装轴线点不应少于3点，高程点不应少于2点。

7.3.6 线路中线桩包括百米桩和各种加桩。根据地形复杂情况，直线地段加桩间距不宜大于50 m。曲线地段加桩间距不宜大于20 m。中线桩纵、横向偏差，应分别小于20 mm和15 mm。测设完成后应对其进行加固，并应建立护桩。

7.3.7 测设前应对中线数据进行验算，发现问题应及时通知设计方调整。中线测设宜沿线路中线进行，当遇障碍或大部分落入水中时，应将中线平行移轴至适当位置钉轴线桩，轴线桩号应换算为中线里程。

7.3.8 线路中线控制点应进行归化改正，直线段转折角与180°较差应小于±6″，曲线段转折角与设计值较差应小于±8″；当控制点间距小于60 m时较差应小于$\pm 5'' \times 100/s$，s为控制点间距，单位为米(m)。

7.4 点位放样

7.4.1 点位放样可采用GNSS接收机、全站仪、经纬仪、钢尺等设备。

7.4.2 点位放样应有两个以上的控制点，可采用极坐标法、交会法、直角坐标法等直接放样法，精密放样点位宜采用归化法。

7.4.3 点位放样误差不应大于平面点位允许误差的$1/\sqrt{3}$。放样后应使用不同的测量方法或测量定位点的间距进行校核，其差值应小于施工测量允许误差的$\sqrt{2/3}$。

7.4.4 路线的交点、转点，曲线的主点测设应有多余的测设数据作为检核条件，无法取得多余测设数据时，应采用重复量测的方式。

7.5 高程传递

7.5.1 根据现场条件，高程传递测量可采用悬挂钢尺法、三角高程法、水准测量法和天顶测距法。

7.5.2 高程竖向传递应满足下列要求：

a) 悬吊钢尺进行高程传递测量应上下两端同时读数，并应对高差进行温度、尺长和拉力改正。当传递高度超过钢尺长度时，应设置新的标高基准点接力传递；

b) 采用光电天顶测距传递时应观测至少1测回，宜沿测量洞口、管线洞口垂直向上传递；

c) 高程传递应独立观测不少于3次。

7.5.3 建(构)筑物楼层高程控制线水平传递时宜将水准仪安置在待测点范围的中心位置。

7.5.4 对于高程精度要求较高的工程，细部高程点测量的限差应为施工测量高程允许误差的 $1/\sqrt{3}$。

7.6 施工检测

7.6.1 施工检测开始前应根据现场调查结果和委托方要求，明确检测内容和范围，确定检测方法，结合资料收集情况制定检测方案，检测精度不应低于施工精度。

7.6.2 当设施结构复杂、设施改变用途（改建、扩建）、设施结构非正常损坏时，检测方案应进行评审。

7.6.3 现状测量时应采用工程交付使用前设置的永久性高程基准点、平面控制点，如未设置，现状测量前应设置永久性高程基准点和平面控制点。

7.6.4 结构形位测量主要包括沉降（垂直位移）测量、倾斜测量、挠度测量、索力测试、断面测量、水平位移测量等。

7.6.5 纵、横断面测量数据应按一定比例和格式展绘成图，展图比例尺宜按设计要求确定。

7.6.6 隧道横断面测量可采用全站仪或断面仪等测量设备进行限界控制点测量。横断面里程中误差、断面限界控制点与线路中线法距的测量中误差、限界控制点高程的测量中误差均应满足相关规范的要求。

7.6.7 隧道底板纵断面上线路中线点高程测量应使用不低于 DS3 级水准仪测量，里程中误差不应大于 50 mm，高程测量中误差应小于 10 mm。

7.6.8 施工检测报告应给出所检测项目是否符合设计文件要求或相应规范的结论。

7.7 竣工测量

7.7.1 竣工测量采用的坐标系统、高程系统、图式等应与施工测量一致。

7.7.2 竣工测量成果应采用统一标准格式的图纸和电子文档，竣工图的种类、内容、图幅大小、图例符号和编绘范围应与施工总图一致，其比例尺宜选用 1∶500 或根据竣工验收项目规模确定。竣工图宜采用数字竣工图。

7.7.3 建筑工程竣工测量应测定建（构）筑物的主要细部点坐标、高程及有关元素；建筑红线桩点、表示建筑用地范围的永久性围墙外角应按实际位置测绘，并注明坐标与高程。轨道工程竣工测量包括轨道几何状态测量、线路里程贯通测量、线路纵断面竣工测量、线路横断面竣工测量。

7.7.4 编绘竣工图应在收集汇总、整理图纸资料和外业实测数据的基础上进行，如实反映竣工区域内的地上、地下建（构）筑物和管线的平面位置与高程以及其他地物、周围地形，并加注相应的文字说明。

7.7.5 编绘竣工图时，坐标与高程的编绘点数不应少于设计图上注明的坐标与高程点数。细部点坐标与高程应直接标注在图上，注记平行于图廓线。

8 变形测量

8.1 一般规定

8.1.1 变形测量应运用各种测量方法，测定观测对象的形状、位置在时间、空间中的变化特征，并进行变形分析。

8.1.2 变形测量观测对象包括建（构）筑物及其地基、一定范围内岩体及土体、邻近建（构）筑物等。

8.1.3 变形测量工作开始前，应根据任务的目的、要求和踏勘情况结合工程施工图进行设计。

8.1.4 变形监测的等级及精度要求应满足 GB 50026 或国家现行标准的要求。

8.1.5 变形测量点包括控制点和监测点，控制点分为基准点、工作基点。

8.1.6 变形测量观测周期应根据变形类型及变形速率等因素按现行标准或任务要求确定。

8.1.7 每期的变形测量，宜满足下列要求：

a) 每期观测在短时间内完成；
b) 采用相同的图形(观测路线)和观测方法；
c) 仪器、设备和观测人员相对固定；
d) 记录相关的环境因素，包括荷载、温度、降水、水位等；
e) 采用统一基准处理数据。

8.1.8 各期变形测量作业过程中，应进行现场安全巡视，并记录建筑状态、施工进展、气象和周边环境状况以及作业中出现的有关情况等。

8.1.9 每期观测结束后，应及时处理观测数据。当现场或数据处理结果出现下列情况之一时，必须即刻通知建设单位和施工单位采取相应措施：

a) 现场环境条件发生重大变化；
b) 变形量达到预警值或接近允许值；
c) 变形量出现异常变化。

8.2 控制测量

8.2.1 变形测量的基准点应稳固，宜设置在变形影响范围之外的稳定位置。工作基点应设置在便于观测且相对稳定的位置。

8.2.2 构成变形测量基准网的基准点一般不应少于3个。

8.2.3 变形测量数据处理时应采用稳定的基准点作为起算点。

8.2.4 变形测量基准网设计时，基准网的轴线宜与预计的变形方向正交。

8.2.5 变形测量基准网首次观测应独立观测两次，其差值在误差范围内，可以取平均值作为基准网成果，否则重新观测。

8.2.6 基准网应每期检测、定期复测，当检测发现疑似不稳定点时，应及时复测。应利用复测成果对基准点的稳定性和可靠性分析检验，分析检验应符合下列要求：

a) 基准网应进行整体稳定性检验；
b) 当基准网的整体稳定性检验不能通过时，宜采用平均间隙法、稳定性矩阵分析法或逐次定权迭代法等方法进行可靠性分析，筛选出不稳定的基准点，并估算不稳定基准点的位移量作统计检验。

8.2.7 水平位移测量基准网宜采用三角形网、GNSS网、导线网及基准线等布网形式一次布网。

8.2.8 垂直位移测量基准网，宜布设成环形网并采用几何水准测量方法观测。

8.3 监测点布设

8.3.1 变形测量的监测点宜布设在能反映变形体变形特征的位置上，部分变形体的监测点布设要求见表11。

表11 部分变形体监测点布设要求

变形体	布 设 要 求
基坑	针对普通建筑基坑，宜布设在基坑的顶部周边；较高安全要求的基坑，宜布设在基坑侧壁的顶部和中部；变形比较敏感的部位，应加测关键断面或埋设应力和位移传感器
建筑物	主要墙角和柱基上，高低新旧建筑交接处，沉降缝的顶部和底部，裂缝的两边，大型建筑物的顶部、中部和下部
水坝坝体	宜沿坝轴线的平行线布设，设置在坝顶和其他能反映坝体变形特征的部位

表 11（续）

变形体	布 设 要 求
桥梁	宜沿桥墩的纵、横轴线布设监测点；梁体和构件的监测点，宜布设在其顶板上；桥面监测点，应在桥墩和墩间均匀布设
滑坡	对已明确主滑方向和滑动范围的滑坡，可布设成十字形和方格形；对主滑方向和滑动范围不明确的滑坡，布设成放射形

8.3.2 标志埋设应牢固并便于识别，对易遭破坏部位的变形监测点应加保护装置。照准标志设计应反差大、亮度强、无相位差，其形状、大小应满足精确瞄准的要求。

8.4 观测方法

8.4.1 变形测量应根据监测项目的特点、精度要求、变形速率以及变形体的安全性等指标，按表 12 选用观测方法，也可同时采用多种方法进行观测。

表 12 变形观测方法

监测内容	观测方法
水平位移观测	三角形网法、极坐标法、交会法、GNSS 测量法、正倒垂线法、视准线法、引张线法、激光准直法、精密测（量）距法、伸缩仪法、多点位移计法、倾斜仪法等
垂直位移观测	几何水准测量法、液体静力水准测量法、三角高程测量法等
三维位移观测	全站仪测量法、GNSS 测量法、摄影测量法、激光雷达测量法等
主体倾斜	经纬仪投点法、差异沉降法、激光准直法、垂线法、倾斜仪法等
挠度观测	垂线法、差异沉降法、位移计法、挠度计法等
裂缝观测	精密测（量）距法、伸缩仪法、测缝计法、位移计、摄影测量法等
应力、应变观测	应力计法、应变计法

8.4.2 变形测量除使用表 12 规定的观测方法外，也可使用经论证能够满足相应技术、质量及精度要求的其他方法。

8.5 数据处理与变形分析

8.5.1 数据处理包括平差计算、编制成果报告、资料检查等，并应符合下列要求：

a） 每期变形观测结束后，应对获得的观测数据及时进行平差计算处理，并计算各种变形量；

b） 平差时应确保所用观测数据、起算数据准确无误，并利用稳定的基准点作为起算点进行计算；

c） 成果报告应包括成果说明、成果统计表、各种过程曲线图、相关线、等值线等。成果说明包括变形观测对象情况、观测情况、观测成果说明等；

d） 变形测量的资料包括观测对象的资料、观测资料、平差计算以及有关文件；

e） 资料检查包括资料是否齐全、数据是否有误、精度是否合乎要求，资料转换计算、平差计算处理是否正确，分析的结论意见是否合理等。

8.5.2 变形分析包括观测成果的可靠性、变形体的累计变形量和两相邻观测周期的相对变形量分析、相关影响因素（荷载、气象和地质等）的作用分析等内容，并符合下列要求：

a） 应根据数据整理结果，进行变形值与变形因素的关系分析，找出变形规律和原因，判断变形的

影响，并做出变形预报等；

b) 变形分析宜进行几何分析，通过对变形时间特性和空间特性的分析，确定变形体在时间和空间上的变形趋势；

c) 变形分析宜采用回归分析法、确定函数法、时间序列分析模型、灰色系统分析模型、人工神经网络模型等方法。