

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2016 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2015〕274 号）的要求，标准编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了本标准。

本标准的主要技术内容是：总则，术语、符号和缩略语，平面控制测量，高程控制测量，地形测量，线路测量，地下管线测量，施工测量，竣工总图的编绘与实测，变形监测等。

本标准修订的主要技术内容是：

1. 增加了对测绘软件的测试验证要求；
2. 增加了卫星定位动态和自由设站控制测量方法，将原 GPS 拟合高程测量修订为卫星定位高程测量；
3. 增加了地面三维激光扫描、移动测量系统、低空数字摄影、机载激光雷达扫描、多波束水域测深系统等数字测图方法；
4. 增加了数字正射影像图和数字三维模型的技术要求；
5. 增加了输电线路的交叉跨越和平断面测量等内容；
6. 增加了管线要素分类与代码的规定；
7. 增加了核电厂施工测量和综合管廊施工测量等内容，对隧道施工中的陀螺经纬仪定向技术进行了修订；
8. 增加了自由设站、地面三维激光扫描、光纤光栅传感器和地基雷达干涉测量等基本监测方法，增加了核电厂变形监测和变形监测信息系统等内容；
9. 对图根平面、高程控制测量进行了合并修订；
10. 删除了方向观测法度盘和测微器位置变换计算公式，简化度盘配置要求。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业协会负责日常管理,由中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司(地址:陕西省西安市西影路46号,邮编:710054)。

本标准主编单位:中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司

中国有色工程有限公司

本标准参编单位:深圳市建设综合勘察设计院有限公司

广州市城市规划勘察设计院

长江空间信息技术工程有限公司(武汉)

武汉大学

中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司

化学工业岩土工程有限公司

机械工业勘察设计院有限公司

中交第二航务工程勘察设计院有限公司

西北综合勘察设计院

中国能源建设集团湖南省电力设计院有限公司

建设综合勘察研究设计院有限公司

西安长庆科技工程有限责任公司

深圳市勘察测绘院有限公司

本标准主要起草人员:王百发 王双龙 张 潇 林 鸿

徐亚明 胡大为 郝埃俊 刘广盈

洪 剑 丁吉峰 杨雷生 石成岗

曹玉明 曾德培 常君锋 王树东

傅晓珊 史阿亭 何 军 褚世仙

本标准主要审查人员:李建成 刘东庆 田洪楦 付宏平
曹智翔 焦素朝 燕樟林 张周平
周国成 姜雁飞 张凤录

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

目 次

1	总 则	(1)
2	术语、符号和缩略语	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
2.3	缩略语	(7)
3	平面控制测量	(8)
3.1	一般规定	(8)
3.2	卫星定位测量	(9)
3.3	导线测量	(18)
3.4	三角形网测量	(26)
3.5	自由设站测量	(31)
4	高程控制测量	(33)
4.1	一般规定	(33)
4.2	水准测量	(33)
4.3	电磁波测距三角高程测量	(38)
4.4	卫星定位高程测量	(39)
5	地形测量	(41)
5.1	一般规定	(41)
5.2	图根控制测量	(47)
5.3	测绘方法与技术要求	(51)
5.4	一般地区地形测图	(67)
5.5	城镇建筑区地形测图	(68)
5.6	工矿区现状图测量	(69)
5.7	水域地形测量	(71)

5.8	数字线划图	(76)
5.9	数字高程模型	(86)
5.10	数字正射影像图	(88)
5.11	数字三维模型	(90)
6	线路测量	(92)
6.1	一般规定	(92)
6.2	铁路、公路测量	(93)
6.3	架空索道测量	(97)
6.4	自流和压力管线测量	(98)
6.5	架空输电线路测量	(100)
7	地下管线测量	(106)
7.1	一般规定	(106)
7.2	地下管线探查	(107)
7.3	地下管线施测	(110)
7.4	地下管线图绘制	(111)
7.5	地下管线信息系统	(112)
8	施工测量	(115)
8.1	一般规定	(115)
8.2	场区控制测量	(116)
8.3	工业与民用建筑施工测量	(119)
8.4	水工建筑物施工测量	(125)
8.5	桥梁施工测量	(128)
8.6	核电厂施工测量	(132)
8.7	隧道施工测量	(140)
8.8	综合管廊施工测量	(145)
9	竣工总图的编绘与实测	(148)
9.1	一般规定	(148)
9.2	竣工总图的编绘	(148)
9.3	竣工总图的实测	(150)

10 变形监测	(152)
10.1 一般规定	(152)
10.2 水平位移监测基准网	(155)
10.3 垂直位移监测基准网	(156)
10.4 基本监测方法与技术要求	(159)
10.5 工业与民用建筑变形监测	(169)
10.6 水工建筑物变形监测	(173)
10.7 地下工程变形监测	(178)
10.8 桥梁变形监测	(183)
10.9 滑坡监测	(185)
10.10 核电厂变形监测	(187)
10.11 数据处理与变形分析	(188)
10.12 变形监测信息系统	(190)
附录 A 精度要求较高工程的中误差评定方法	(192)
附录 B 平面控制点标志及标石的埋设规格	(194)
附录 C 高程控制点标志及标石的埋设规格	(198)
附录 D 建筑方格网点标石规格及埋设	(203)
附录 E 建(构)筑物主体倾斜率和按差异沉降	(204)
附录 F 基础相对倾斜值和基础挠度计算公式	(205)
本标准用词说明	(207)
引用标准名录	(208)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms,symbols and abbreviations	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
2.3	Abbreviations	(7)
3	Horizontal control survey	(8)
3.1	General requirements	(8)
3.2	Satellite positioning	(9)
3.3	Traverse survey	(18)
3.4	Triangular control network survey	(26)
3.5	Free station	(31)
4	Vertical control survey	(33)
4.1	General requirements	(33)
4.2	Leveling	(33)
4.3	EDM-trigonometric leveling	(38)
4.4	GNSS-leveling	(39)
5	Topographic survey	(41)
5.1	General requirements	(41)
5.2	Mapping control survey	(47)
5.3	Plotting methods and technical requirements	(51)
5.4	Topographic mapping of general area	(67)
5.5	Topographic mapping of building area of the town	(68)
5.6	Survey of the current map of industrial and mining area	(69)
5.7	Topographic survey of water area	(71)

5.8	Digital line graphic	(76)
5.9	Digital elevation model	(86)
5.10	Digital orthophoto map	(88)
5.11	Digital 3D model	(90)
6	Route survey	(92)
6.1	General requirements	(92)
6.2	Survey for the railway and road	(93)
6.3	Survey for aerial cableway	(97)
6.4	Survey for gravity flow and pressure piping	(98)
6.5	Measurement of overhead power transmission line	(100)
7	Underground pipeline measurements	(106)
7.1	General requirements	(106)
7.2	Underground pipeline exploration	(107)
7.3	Underground pipeline survey	(110)
7.4	Underground pipeline mapping	(111)
7.5	Underground pipeline information system	(112)
8	Construction survey	(115)
8.1	General requirements	(115)
8.2	Field zone control survey	(116)
8.3	Industrial and civil building construction survey	(119)
8.4	Hydraulic structures construction survey	(125)
8.5	Bridge construction survey	(128)
8.6	Nuclear power plant construction survey	(132)
8.7	Tunnel construction survey	(140)
8.8	Municipal tunnel construction survey	(145)
9	Compilation general layout drawing and as-built survey	(148)
9.1	General requirements	(148)
9.2	Compilation general layout drawing	(148)

9.3	As-built survey	(150)
10	Deformation monitoring	(152)
10.1	General requirements	(152)
10.2	Horizontal displacement monitoring reference net	(155)
10.3	Vertical displacement monitoring reference net	(156)
10.4	Basic monitoring method and technical requirements	(159)
10.5	Industrial and civil building deformation monitoring	(169)
10.6	Hydraulic structures deformation monitoring	(173)
10.7	Underground engineering deformation monitoring	(178)
10.8	Bridge deformation monitoring	(183)
10.9	Landslide monitoring	(185)
10.10	Nuclear power plant deformation monitoring	(187)
10.11	Data processing and deformation analysis	(188)
10.12	Deformation monitoring information system	(190)
Appendix A	Evaluation method for mean square error of engineering with higher precision requirements	(192)
Appendix B	Specification for mark of horizontal control point and burying monument	(194)
Appendix C	Specification for mark of vertical control point and burying monument	(198)
Appendix D	Specification and burying for monument of building grid points	(203)
Appendix E	Formula for calculating tilt rate of building's (structure's) main body and formula for reckoning tilt value of main body according to differential settlement	(204)
Appendix F	Formula for calculating relative tilt value of foundation and foundation deflection	(205)

Explanation of wording in this standard (207)

List of quoted standards (208)

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

1 总 则

1.0.1 为了统一工程测量的技术要求,做到技术先进、经济合理,使工程测量成果满足质量可靠、安全适用的原则,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于工程建设领域的通用性测量工作。

1.0.3 工程测量应以中误差作为衡量测绘精度的标准,并应以二倍中误差作为极限误差。对于精度要求较高的工程,可按附录 A 的方法评定观测精度。

1.0.4 工程测量的区域类型宜划分为一般地区、城镇建筑区、工矿区和水域。

1.0.5 工程测量使用的计量器具,应加强使用管理、制定相应的规章制度、按规定周期进行检定。使用的软件,应通过测试或验证。

1.0.6 对工程中所引用的测量成果资料,应进行检核。

1.0.7 工程测量除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号和缩略语

2.1 术 语

2.1.1 卫星定位测量 satellite positioning

利用卫星定位接收机接收卫星导航系统的多颗定位卫星信号,确定地面点位置的技术和方法,简称为卫星定位。

2.1.2 卫星定位测量控制网 satellite positioning control network

利用卫星定位测量技术和方法建立的测量控制网,简称为卫星定位控制网或卫星定位网。

2.1.3 卫星定位实时动态控制测量 real time kinematic control survey

利用载波相位实时动态差分测量技术测设控制点的方法。

2.1.4 三角形网 triangular network

由一系列相联系的三角形构成的测量控制网,观测元素为角度和距离,是对已往三角网、三边网和边角网的统称。

2.1.5 三角形网测量 triangular control network survey

通过测量三角形网确定控制点位置的方法,是对已往三角测量、三边测量和边角网测量的统称。

2.1.6 2"级仪器 2" class instrument

标准环境下一测回水平方向观测中误差标称为 2" 的测角仪器。

2.1.7 5mm 级仪器 5mm class instrument

当测距长度为 1km 时,按测距的标称精度公式计算的测距中误差为 5mm 的测距仪器。

2.1.8 自由设站测量 free station

任意设站后,测量至周围少量已知点的边长和角度,依据边

角后方交会原理获取设站点坐标,进而测设其他点位的测量方法。

2.1.9 卫星定位高程测量 GNSS-leveling

采用卫星定位拟合高程测量或利用区域似大地水准面精化成果获取点位正常高的方法。

2.1.10 纸质地形图 paper topographic map

以纸张或聚酯薄膜为初始载体的地形图。

2.1.11 变形监测 deformation monitoring

对监测对象的形状或位置变化及相关影响因素进行监测,确定监测体随时间的变化特征,并进行变形分析的过程。

2.1.12 三维激光扫描 three dimensional laser scanning technology

通过发射激光获取被测物体表面三维坐标、反射光强度等多种信息的非接触式主动测量技术,主要包括地面三维激光扫描、车载三维激光扫描和机载激光雷达扫描等方式。

2.1.13 点云 point cloud

通过测量方式获取三维空间中目标表面特性的海量点集合。

2.2 符 号

A ——卫星定位测量控制网主要技术指标的固定误差;

a ——全站仪标称的固定误差;

B ——卫星定位测量控制网主要技术指标的比例误差系数、隧道开挖面宽度;

b ——全站仪标称的比例误差系数;

C ——照准差;

D ——测距边长度、卫星定位高程检查路线长度、RTK 测量基准站到检查点的距离、方格网边长、测量斜距;

D_g ——测距边在高斯投影面上的长度;

D_H ——归算到测区平均高程面上的测距边长度;

D_P ——测线的水平距离;

- D_0 ——归算到参考椭球面上的测距边长度；
- d ——基线平均长度、桩径、边长往返测距较差；
- DS05、DS1、DS3——光学水准仪级别；
- DSZ05、DSZ1、DSZ3——自动安平光学水准仪、数字水准仪级别；
- f_β ——导线环的角度闭合差或附和导线的方位角闭合差；
- H ——水深、建(构)筑物的高度、柱子高度、安装测量管道垂直部分长度、桥梁索塔高度、隧道埋深；
- H_m ——测距边两端点的平均高程；
- H_p ——测区的平均高程；
- h ——高差、建筑施工的沉井高度、地下管线的埋深、隧道高度；
- h_d ——基本等高距；
- h_m ——测区大地水准面高出参考椭球面的高差；
- i ——水准仪视准轴与水准管轴的夹角、点号、边号、三角形编号；
- K ——大气折光系数；
- K_M ——修正系数；
- L ——水准测段或路线长度、外廓主轴线长度、天车或起重机轨道长度、桥的总长、桥的跨径、预埋件长度、隧道两开挖洞口间长度、隧道长度、视准线长度、监测体或监测断面距隧道开挖工作面的前后距离；
- l ——测点至线路中桩的水平距离、自交点起算的横向中心线长度的米数、桥梁所跨越的江(河、峡谷)的宽度；
- M ——测图比例尺分母；
- M_w ——高差全中误差；

M_{Δ} ——高差偶然中误差、检核点的点位中误差；

M_h ——数字高程模型的高程中误差；

m ——中误差；

m_D ——测距中误差；

m_{Di} ——第 i 边的实际测距中误差、平均测距中误差；

m_H ——地下管线重复探查的平面位置中误差；

m_V ——地下管线重复探查的埋深中误差；

m_{α} ——方位角中误差；

m_{β} ——测角中误差；

m_S ——位移中误差；

m_g ——固定角的角度中误差；

N ——附和路线或闭合环的个数、控制网中异步环的个数、闭合环及附和导线的总数；

n ——测站数、测段数、边数、基线数、异步环或附和线路中基线边的条数、三角形个数、建筑物结构的跨数、测站圆周角闭合差的个数、检查点个数、高差个数；

P ——先验权；

P_i ——第 i 边距离测量的先验权；

Q ——权系数；

R ——地球平均曲率半径；

R_A ——参考椭球体在测距边方向法截弧的曲率半径；

R_m ——测距边中点处在参考椭球面上的平均曲率半径；

S ——边长、斜距、两相邻细部点间的距离、转点桩至中桩的距离经气象及加乘常数等改正后的斜距；

- T ——边长相对中误差分母；
- W ——闭合差、异步环环线全长闭合差、异步环或附合线路全长闭合差；
- W_X —— X 坐标分量闭合差；
- W_Y —— Y 坐标分量闭合差；
- W_Z —— Z 坐标分量闭合差、边—极条件自由项的限差；
- W_f, W_g, W_j, W_b ——分别为方位角条件、固定角条件、角—极条件、边(基线)条件自由项的限差；
- W_r ——观测角与计算角的角值限差；
- y_m ——测距边两端点横坐标的平均值；
- α ——垂直角、地面倾角、比例系数；
- α_z ——与极点相对的外围边两端的两底的余切函数之和；
- α_f ——中点多边形中与极点相连的辐射边两侧的相邻底角的余切函数之和、四边形中内辐射边两侧的相邻底角的余切函数之和以及外侧的两辐射边的相邻底角的余切函数之差；
- δ_h ——对向观测的高差较差；
- $\delta_{1,2}$ ——测站点 1 向照准点 2 观测方向的方向变化值；
- μ ——单位权中误差；
- σ ——基线长度中误差；
- β ——求距角；
- Δ ——测段往返高差不符值、导线测站观测左右角的圆周角闭合差、平差值较差的限值；
- Δd ——长度较差；
- Δ_h ——高差较差的限值；

ΔH ——隐蔽管线点探查的埋深较差；
 ΔH_i ——复查点位与原点位的埋深较差；
 Δh_i ——检测高程与模型高程的较差；
 ΔS ——隐蔽管线点探查的水平位置偏差；
 ΔS_i ——复查点位与原点位间的平面位置偏差；
 Δy ——测距边两端点横坐标的增量；
 $\Delta\alpha$ ——补偿式自动安平水准仪的补偿误差。

2.3 缩 略 语

BDS	BeiDou Navigation Satellite System	北斗卫星导航系统
CORS	Continuously Operating Reference Station System	连续运行基准站系统
IMU	Inertial Measurement Unit	惯性测量单元
PDOP	Position Dilution of Precision	空间位置精度因子
POS	Positioning and Orientation System	定位定姿系统
RTD	RealTime Differential	实时码差分
RTK	RealTime Kinematic	实时动态

3 平面控制测量

3.1 一般规定

3.1.1 平面控制网可按精度划分为等与级两种规格,由高向低依次宜为二、三、四等和一、二、三级。

3.1.2 平面控制网的建立,可采用卫星定位测量、导线测量、三角形网测量等方法。

3.1.3 卫星定位测量可用于二、三、四等和一、二级控制网的建立;导线测量可用于三、四等和一、二、三级控制网的建立;三角形网测量可用于二、三、四等和一、二级控制网的建立。

3.1.4 平面控制网的布设应符合下列规定:

1 首级控制网的布设应因地制宜且兼顾网的拓展;当与国家坐标系统联测时,还应统筹联测方案;

2 首级控制网的等级应根据工程规模、控制网的用途和精度要求确定;

3 加密控制网可越级布设或同等级扩展。

3.1.5 平面控制网的坐标系统,应在满足测区内投影长度变形不大于 25mm/km 的要求下,做下列选择:

1 可采用 2000 国家大地坐标系,统一的高斯正形投影 3° 带平面直角坐标系;

2 可采用高斯投影 3° 带,投影面为测区抵偿高程面或测区平均高程面的平面直角坐标系;或任意带,投影面为 1985 国家高程基准面或测区平均高程面的平面直角坐标系;

3 小测区或有专项工程需求的控制网,可采用独立坐标系;

4 在已有平面控制网的区域,可沿用原有的坐标系;