



中华人民共和国国家标准

GB 22021—2008

国家大地测量基本技术规定

Basic specifications for national geodesy

2008-06-20 发布

2008-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

引言 II

1 范围 1

2 术语和定义 1

3 总则 1

4 大地基准与大地控制网 2

4.1 大地基准 2

4.2 大地控制网 2

5 高程基准与高程控制网 3

5.1 高程基准 3

5.2 高程控制网 3

5.3 似大地水准面 4

6 重力基准与重力测量控制网 4

6.1 重力基准 4

6.2 重力测量控制网 4

6.3 加密重力测量 5

7 深度基准 5

附录 A (规范性附录) 2000 国家大地坐标系统定义和参考椭球常数 6

附录 B (规范性附录) 1985 国家高程基准的定义和参数 7

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准由国家测绘局提出。

本标准由全国地理信息标准化技术委员会归口。

本标准的附录 A 和附录 B 为规范性附录。

本标准起草单位：国家测绘局测绘标准化研究所，国家基础地理信息中心，国家测绘局第一大地测量队，中国测绘科学研究院。

本标准主要起草人：肖学年、章磊、岳建利、张燕平、章传银。



引 言

为了满足国家经济建设、国防建设和社会发展的需求,加强我国大地测量工作,规范大地测量行为,依据《中华人民共和国测绘法》,制定本标准。

本标准所称的大地测量是指为建立和维持测绘基准与测绘系统而进行的确定位置、地球形状、重力场及其随时间和空间变化的测绘活动。其任务是建立与维持大地基准、高程基准、深度基准和重力基准;确定与精化似大地水准面和地球重力场模型。

本标准明确了我国大地测量的基本技术规定,是制定与修订相关大地测量具体技术标准的主要依据。对于建立与维持我国大地控制网、高程控制网和重力控制网的具体技术方法与技术要求,将另行制定相应的技术标准,用于指导和规范测量工作。



国家大地测量基本技术规定

1 范围

本标准规定了建立与维持大地控制网、高程控制网和重力控制网,确定似大地水准面的基本技术指标和技术要求,以实现全国陆海统一的大地基准、高程基准以及与其相应的深度基准、重力基准。

本标准适用于在中华人民共和国领域和管辖的其他海域从事的大地测量活动。

2 术语和定义

以下术语和定义适用于本标准。

2.1

大地坐标系 geodetic coordinate reference system

用于表述地球上任意点位置的一种坐标系统,它通过地心、尺度、坐标轴指向、地球旋转速度以及参考椭球常数(椭球几何参数和物理参数)等定义。

2.2

大地坐标框架 geodetic coordinate reference frame



大地坐标系统的具体实现,它通过固定在地球表面上的一组特定的测量标记及其在参考系统下的坐标和其他参数体现。

2.3

大地基准 geodetic datum

由大地坐标系统和大地坐标框架构成。

2.4

卫星定位连续运行基准站 continuously operating reference stations

由卫星定位系统接收机(含天线)、计算机、气象设备、通讯设备及电源设备、观测墩等构成的观测系统。它长期连续跟踪观测卫星信号,通过数据通信网络定时、实时或按数据中心的要求将观测数据传输到数据中心。它可独立或组网提供实时、快速或事后的数据服务。

2.5

加密重力测量 dense gravity measurement

为各种科学目的对有关区域在各级重力控制点的基础上加密一定的重力点所进行的重力测量。

3 总则

3.1 在遵循本标准的前提下,从事大地测量和相应的测量活动,作业过程应以国家规定的大地测量技术规范和指导性技术文件作为统一的作业依据。

3.2 采用边角测量、天文测量等方式进行控制测量,其技术要求和作业过程应以国家规定的大地测量技术规范和指导性技术文件作为统一的作业依据。

3.3 大地测量采用中误差作为精度的技术指标,以2倍中误差作为极限误差。

3.4 大地测量使用的仪器应经过法定计量检定合格后,方可使用。

3.5 大地测量控制点均应埋设固定的标石或标志,其结构和埋设方法应以稳固和适于永久保存为原则。

4 大地基准与大地控制网

4.1 大地基准

4.1.1 大地基准由大地坐标系统和大地坐标框架组成。国家采用地心坐标系统作为全国统一的大地坐标系统。大地坐标框架由实现大地坐标系统的大地控制网具体体现。

4.1.2 国家采用 2000 国家大地坐标系统,其定义和参考椭球常数见附录 A。过渡期内,可采用 1954 年北京坐标系和 1980 西安坐标系。

4.1.3 大地控制点坐标应以大地坐标(大地经度 B 、大地纬度 L 和大地高 H)或空间直角坐标(X 、 Y 、 Z)表示。

4.2 大地控制网

4.2.1 一般规定

4.2.1.1 大地控制网按照精度和用途分为一、二、三、四等大地控制网。

4.2.1.2 大地控制网在保证精度、密度等技术要求时可跨级布设。

4.2.1.3 天文大地控制网成果被正式废止前,在保证精度的前提下,可根据需要继续使用。

4.2.1.4 陆地困难地区和远离大陆岛(礁)的大地控制网布测,确因条件限制无法满足本标准规定时,经省级以上测绘行政主管部门批准,其技术指标可根据实际情况适当放宽。

4.2.2 大地控制网

4.2.2.1 国家一等大地控制网

4.2.2.1.1 国家一等大地控制网由卫星定位连续运行基准站构成,它是国家大地基准的骨干和主要支撑,以实现和维持我国三维、动态地心坐标系统,保证大地控制网点位三维地心坐标的精度和现势性。

4.2.2.1.2 国家一等大地控制网的卫星定位连续运行基准站地心坐标各分量年平均中误差应不大于 ± 0.5 mm,相对精度应不低于 1×10^{-8} ,坐标年变化率中误差水平方向应不大于 ± 2 mm,垂直方向应不大于 ± 3 mm。

4.2.2.1.3 国家一等大地控制网点应均匀分布,覆盖我国国土。在满足条件的情况下,宜布设在国家一等水准路线附近和国家一等水准网的结点处。

4.2.2.1.4 地方或部门建立的卫星定位连续运行基准站,符合国家统一建站技术标准和本标准所规定的技术指标的,经认证后,可纳入国家一等大地控制网。

4.2.2.2 国家二等大地控制网

4.2.2.2.1 国家二等大地控制网布测目的是实现对国家一、二等水准网的大尺度稳定性监测;结合精密水准测量、重力测量等技术,精化我国似大地水准面;为三、四等大地控制网和地方大地控制网的建立提供起始数据。

4.2.2.2.2 国家二等大地控制网相邻点间基线水平分量的中误差应不大于 ± 5 mm,垂直分量的中误差应不大于 ± 10 mm;各控制点的相对精度应不低于 1×10^{-7} ,其点间平均距离应不超过 50 km。

4.2.2.2.3 国家二等大地控制网点应在均匀布设的基础上,综合考虑应用服务和对国家一、二等水准网的大尺度稳定性监测等因素。

4.2.2.2.4 国家二等大地控制网复测周期为 5 年,每次复测执行时间应不超过 2 年。

4.2.2.3 三等大地控制网

4.2.2.3.1 三等大地控制网布测目的是建立和维持省级(或区域)大地控制网,满足国家基本比例尺测图的基本需求。结合水准测量、重力测量技术,精化省级(或区域)似大地水准面。

4.2.2.3.2 三等大地控制网相邻点间基线水平分量的中误差应不大于 ± 10 mm,垂直分量的中误差应不大于 ± 20 mm;各控制点的相对精度应不低于 1×10^{-6} ,其点间平均距离应不超过 20 km。

4.2.2.3.3 三等大地控制网点的布设应与省级基础测绘服务、现有技术状况、应用水平及似大地水准面精化等目标相一致,并应尽可能布设在三、四等水准线路上。

4.2.2.3.4 三等大地控制网应根据需要进行复测或更新。

4.2.2.4 四等大地控制网

4.2.2.4.1 四等大地控制网是三等大地控制网的加密。

4.2.2.4.2 四等大地控制网相邻点间基线水平分量的中误差应不大于 ± 20 mm,垂直分量的中误差应不大于 ± 40 mm;各控制点的相对精度应不低于 1×10^{-5} ,其点间平均距离应不超过 5 km。

4.2.2.4.3 四等大地控制网应根据需要进行复测或更新。

5 高程基准与高程控制网

5.1 高程基准

国家高程系统采用正常高系统。国家采用 1985 国家高程基准定义的黄海平均海水面作为全国统一的高程起算面。国家高程基准由高程控制网和似大地水准面具体体现。1985 国家高程基准的定义和参数见附录 B。

5.2 高程控制网

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 水准测量按照精度分为一、二、三、四等。高程控制网主要采用水准测量方式布设,按逐级控制的原则,分为一、二、三、四等水准网。水准点的点间距离为 4 km~8 km,在通行困难地区经批准可适当放宽。

5.2.1.2 远离大陆的岛(礁)的国家高程基准传递和高程控制网布设,确因条件限制无法满足本标准规定时,其技术指标经批准可适当放宽。

5.2.2 国家一等水准网

5.2.2.1 国家一等水准网是国家高程控制网的骨干,其主要目的是实现国家高程基准的高精度传递。

5.2.2.2 国家一等水准网的布设应充分顾及地质构造背景,选择最适当的路线。国家一等水准路线应闭合成环形,并构成网状。环的周长在我国东部地区应不超过 1 600 km,西部地区不超过 2 000 km。

5.2.2.3 国家一等水准测量用往返测量不符值计算的每千米偶然中误差应不大于 ± 0.45 mm,用环闭合差计算的每千米全中误差应不大于 ± 1.0 mm。

5.2.2.4 国家一等水准网每 15 年复测一次,每次复测执行时间不超过 5 年。

5.2.3 国家二等水准网

5.2.3.1 国家二等水准网是国家一等水准网的加密,在国家一等水准网内布设成附和路线或环形。国家二等水准环线的周长,在平原和丘陵地区应不大于 750 km,山区和困难地区经批准可适当放宽。

5.2.3.2 国家二等水准测量用往返测量不符值计算的每千米偶然中误差应不大于 ± 1.0 mm,用环闭合差计算的每千米全中误差应不大于 ± 2.0 mm。

5.2.3.3 国家二等水准网应根据需要进行复测,复测周期最长不超过 20 年。

5.2.4 三等、四等水准网

5.2.4.1 三、四等水准网是国家一、二等水准网的进一步加密。三等水准路线一般应构成环形,或闭合于高等级水准路线间。四等水准路线应闭合于高等级水准路线间或形成支线。

5.2.4.2 三、四等水准测量用往返测量不符值计算的每千米偶然中误差应分别不大于 ± 3.0 mm 和 ± 5.0 mm,用环闭合差计算的每千米全中误差应分别不大于 ± 6.0 mm 和 ± 10.0 mm。

5.2.4.3 三、四等水准测量应根据需要进行布测、复测或更新。

5.3 似大地水准面

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 在满足应用要求的条件下,似大地水准面模型与卫星定位技术相结合,可以作为确定高程的一种方式。

5.3.1.2 似大地水准面以一定分辨率的格网平均高程异常来表示,其精度和分辨率由格网平均高程异常相对于本区域内各高程异常控制点的高程异常平均中误差及其格网间距表示。

5.3.1.3 似大地水准面的精度应采用相应精度的外业测量方法进行检核和评定。

5.3.1.4 我国似大地水准面按范围、精度和用途的不同,分为国家似大地水准面、省级似大地水准面和城市似大地水准面。

5.3.2 国家似大地水准面

5.3.2.1 国家似大地水准面的分辨率应不低于 $15' \times 15'$,其精度:平地、丘陵地应不低于 ± 0.3 m,山地及高山地应不低于 ± 0.6 m。

5.3.2.2 国家似大地水准面的高程异常控制点,其坐标和高程精度应不低于国家二等大地控制网点和国家二等水准网点的精度。

5.3.3 省级似大地水准面

5.3.3.1 省级似大地水准面的分辨率应不低于 $5' \times 5'$,其精度:平地、丘陵地应不低于 ± 0.1 m,山地、高山地应不低于 ± 0.3 m。

5.3.3.2 省级似大地水准面的相邻高程异常控制点,其高程异常差的精度在平地、丘陵地不低于 ± 0.1 m,在山地、高山地不低于 ± 0.3 m。

5.3.4 城市似大地水准面

5.3.4.1 城市似大地水准面的分辨率应不低于 $2.5' \times 2.5'$,其精度应不低于 ± 0.05 m。

5.3.4.2 城市似大地水准面的相邻高程异常控制点,其高程异常差的精度不低于 ± 0.05 m。

6 重力基准与重力测量控制网

6.1 重力基准

6.1.1 国家重力基准由 2000 国家重力基本网体现。

6.1.2 各种加密重力测量均应与国家重力基准中的重力点进行重力联测以获得测点的重力值。

6.2 重力测量控制网

6.2.1 国家重力测量控制网的目的是建立和维持国家重力基准,为各类重力测量提供统一的重力起算值。遵循逐级控制原则布设,分为重力基本网、一等重力网和二等重力点。

6.2.2 重力基本网由重力基准点、基本点及其引点组成,并包括一定数量的重力仪格值标定基线。其密度应有效覆盖国土范围,以满足控制一等重力点相对联测的精度要求和国民经济及国防建设的需要。基准点绝对重力值的测定中误差应不大于 $\pm 5 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。在重力基准点与基本点及其引点之间进行相对重力测量,相对重力测量重力段差联测中误差应不大于 $\pm 10 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

6.2.3 一等重力网是重力基本网的扩展,应布设成闭合环线。一等重力点与重力基本网点的重力段差联测中误差应不大于 $\pm 25 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

6.2.4 二等重力点是一等重力网的加密。二等重力点根据不同时期不同地区加密重力测量的实际需要布设,其联测中误差应不大于 $\pm 250 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

6.2.5 重力仪格值标定基线用于建立国家相对重力测量尺度基准,包括长基线和短基线。长基线沿南北方向布设,基线两端重力值之差应大于 $2\,000 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,每个基线点应为重力基准点;短基线可

按区域布设,短基线两端点重力值之差应大于 $150 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,重力段差相对误差应小于 5×10^{-5} 。

6.2.6 重力基本网应每 15 年复测一次,每次复测执行时间不超过 2 年。

6.3 加密重力测量

6.3.1 加密重力测量通过测定地球重力场的精细结构,为建立国家基本格网平均重力异常模型、确定大地水准面、内插大地控制点的天文大地垂线偏差以及精密水准测量正常高系统改正等提供地球重力场数据。加密重力点的布设密度可根据工程需要、地理状况、似大地水准面精度等因素而定。

6.3.2 加密重力点相对于起算点的重力联测中误差不得超过 $\pm 0.60 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,困难地区可放宽到 $1.00 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;当需要联测二等重力点(包括引点)时,二等重力点相对于起算点的重力联测中误差不得超过 $\pm 0.30 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

6.3.3 对于 $5' \times 5'$ 国家基本格网的平均空间重力异常中误差一般不应超过 $\pm 5.0 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,困难地区可放宽至 $\pm 10 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,对于 $30' \times 30'$ 格网的平均空间重力异常中误差一般不应超过 $\pm 3.0 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

7 深度基准

7.1 深度基准在沿岸海域采用理论最低潮位,在内陆水域采用设计水位。

7.2 深度基准与国家高程基准之间通过验潮站的水准联测建立联系。



附录 A
(规范性附录)

2000 国家大地坐标系统定义和参考椭球常数

2000 国家大地坐标系统(英文名称 China Geodetic Coordinate System 2000,简称 CGCS2000)的定义和常数是:

2000 国家大地坐标系统是右手地固直角坐标系。原点在地心; Z 轴为国际地球自转局(IERS)定义的参考极方向, X 轴为国际地球自转局定义的参考子午面与垂直于 Z 轴的赤道面的交线, Y 轴与 Z 轴和 X 轴构成右手正交坐标系。

地心:整个地球(包括陆地、海洋和大气)的质量中心。

尺度单位:广义相对论意义下局部地球框架中的米。

Z 轴定向:定向的初始值是由国际时间局(BIH)给出的 1984.0 的方向,其时间变化是在整个地球板块水平运动无净旋转条件下所确定的值。

2000 国家大地坐标系的参考历元为 2000.0。

大地测量基本常数采用无潮汐系统,具体数值如下:

长半轴: $a=6\,378\,137\text{ m}$

地心引力常数: $GM=3.986\,004\,418\times 10^{14}\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-2}$

地球动力形状因子: $J_2=0.001\,082\,629\,832\,258$

地球旋转速度: $\omega=7.292\,115\times 10^{-5}\text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$



附 录 B
(规范性附录)

1985 国家高程基准的定义和参数

1985 国家高程基准定义为利用青岛大港验潮站 1952 年至 1979 年的观测资料所计算的黄海平均海平面(高程起算面)。中华人民共和国水准原点位于青岛市观象山,高程为 72.260 m。
