



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 17944—2018  
代替 GB/T 17944—2000

---

## 加密重力测量规范

Specifications for the dense gravity measurement

2018-12-28 发布

2018-12-28 实施

---

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... I

引言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 总则 ..... 2

    4.1 原则 ..... 2

    4.2 精度要求 ..... 2

    4.3 测量基准 ..... 2

    4.4 检查验收、质量评定和技术总结 ..... 2

5 布设原则 ..... 3

    5.1 基本原则 ..... 3

    5.2 加密点命名 ..... 4

    5.3 技术设计 ..... 4

6 重力测量仪器 ..... 4

    6.1 相对重力仪的选用 ..... 4

    6.2 相对重力仪的检验与调整 ..... 4

    6.3 相对重力仪的性能试验 ..... 5

    6.4 一次项比例因子标定和检验 ..... 6

7 重力测量 ..... 6

    7.1 基本技术规定 ..... 6

    7.2 重力观测 ..... 7

    7.3 观测记录 ..... 8

8 坐标和高程测定 ..... 9

9 数据处理 ..... 9

    9.1 测线计算 ..... 9

    9.2 重力异常计算 ..... 10

10 资料整理与上交 ..... 11

    10.1 资料整理 ..... 11

    10.2 上交资料 ..... 11

附录 A（资料性附录） 相对重力仪观测记录格式示例 ..... 12

附录 B（资料性附录） 加密重力测量元数据示例 ..... 14

附录 C（资料性附录） 加密重力测量成果表示例 ..... 15

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 17944—2000《加密重力测量规范》。与 GB/T 17944—2000 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 删除了 2000 年版中的天文测量内容;
- 增加了“术语和定义”;
- 修改了加密重力测量的主要原则;
- 修改了 2000 年版采用的基准;
- 修改了加密重力测量的精度要求;
- 修改了相对重力仪的技术要求;
- 增加了 BURRIS、CG5、CG6 型相对重力仪的观测程序、观测要求及注意事项;
- 增加了观测记录的要求;
- 修改了坐标和高程测定的技术要求;
- 修改了数据处理中的公式。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

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:国家测绘地理信息局测绘标准化研究所、国家测绘地理信息局第一大地测量队。

本标准主要起草人:张庆涛、何志堂、康胜军、张坤、邢乐林、张敏利、严竞新、吴桐。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 17944—2000。



## 引 言

加密重力测量的主要目的是测定地球重力场的精细分布,为大地测量学、地球物理学、地质学、地震学、海洋学和空间技术等领域所需的重力异常、高程异常和空间扰动引力场等提供地球重力场数据。本标准中加密重力测量的主要手段是采用相对重力仪进行地面联测,加密重力测量采用航空重力测量手段时另行规定。



# 加密重力测量规范

## 1 范围

本标准规定了在陆地上进行加密重力测量的总则、布设原则、重力测量仪器、重力测量、坐标和高程测定、数据处理、资料整理与上交的要求。

本标准适用于在陆地上进行的加密重力测量,其他领域的加密重力测量可参照执行。

## 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 12897 国家一、二等水准测量规范
- GB/T 20256 国家重力控制测量规范
- GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收
- CH/T 1001 测绘技术总结编写规定
- CH/T 1004 测绘技术设计规定

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 重力测量 gravity measurement

测定重力加速度的测量技术和方法。

[GB/T 17159—2009,定义 5.59]

### 3.2

#### 相对重力测量 gravity measurement

利用摆仪或相对重力仪测定重力加速度的重力测量。

[GB/T 17159—2009,定义 5.61]

### 3.3

#### 重力点 gravity point

已测定重力加速度的点位。

[GB/T 17159—2009,定义 7.11]

注:重力点按照等级从高到低可依次划分为:基准点、基本点、基本引点、一等点、一等引点、二等点、加密点。

### 3.4

#### 重力控制点 gravimetric control point

提供起算重力值的重力点。

[GB/T 17159—2009,定义 7.12]

### 3.5

#### 段差 segment difference

相对重力测量中,相邻两重力点间的重力差值。

### 3.6

#### 测线 gravimetric line

相对重力测量中,由两个以上重力点构成的重力联测线路。

注:测线分闭合测线和附和测线两种。从一个起始重力点开始观测,联测一个或数个重力点,返回到起始点的重力联测,称为闭合测线;从一个已知重力控制点开始观测,联测一个或数个重力点,附和到另一已知重力控制点的重力联测,称为附和测线。

### 3.7

#### 测段 gravimetric section

相对重力测量中,相邻两重力点间的测线。

### 3.8

#### 往返对称观测 observations from symmetry

测量方法的一种,是指从起始点开始依次观测若干点后,再按倒序观测,直至起始点。

### 3.9

#### 零漂改正 correction of zero drift

对弹簧重力仪的零点漂移引起的重力观测值变化所施加的改正。

[GB/T 17159—2009,定义 5.84]



### 3.10

#### 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。

[GB/T 17159—2009,定义 5.64]

## 4 总则

### 4.1 原则

4.1.1 建立国家、地区平均重力异常模型应实施加密重力测量。

4.1.2 确定(似)大地水准面格网平均重力异常时,可实施加密重力测量。

4.1.3 为精密水准测量正常高系统改正而进行的水准路线中水准点上的重力测量宜实施加密重力测量。

4.1.4 为满足其他行业需求可实施加密重力测量。

### 4.2 精度要求

4.2.1 加密点的联测中误差一般应优于  $0.60 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ,困难地区可放宽到  $1.00 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;若需要布设二等点,则二等点的联测中误差应优于  $0.25 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ 。

4.2.2 对于  $5' \times 5'$  国家基本格网的平均重力异常中误差一般应优于  $5.00 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ,困难地区可放宽至  $10.00 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;对于  $30' \times 30'$  格网的平均重力异常中误差应优于  $3.00 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ 。

### 4.3 测量基准

加密重力测量重力基准采用国家重力基准,坐标系统采用国家大地坐标系,高程基准采用国家高程基准,正常椭球采用 CGCS2000 参考椭球。

### 4.4 检查验收、质量评定和技术总结

所有资料均应按照 GB/T 24356 和 CH/T 1001 的要求进行检查验收、质量评定和技术总结。

5 布设原则

5.1 基本原则

- 5.1.1 加密点的布设方案应根据不同用途和不同地形类别进行确定。
- 5.1.2 重力异常代表误差系数是反映重力场等位面起伏变化的特征之一,是加密点布设方案的重要依据,重力异常代表误差系数按式(1)计算。

$$C = \Delta H / (90 \sqrt{d}) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$C$  ——重力异常代表误差系数;

$\Delta H$  ——最小格网中的最大高差,单位为米(m);

$d$  ——最小格网的边长,单位为千米(km)。

对于 30'×30'的格网,也可划分成 5'×5'的分格网,分别计算出各分格网的重力异常代表误差系数,取平均值作为 30'×30'格网的重力异常代表误差系数。

- 5.1.3 地形类别与重力异常代表误差系数的对应关系按表 1 执行。

表 1 地形类别与代表误差系数

地形类别	重力异常代表误差系数
平原	0.5
丘陵	0.8
小山地	1.4
中山地	2.3
大山地	3.5
特大山地	5.0

- 5.1.4 加密点宜均匀布设在重力场特征点和已有的大地控制点、水准点上。
- 5.1.5 加密点宜选择在地基稳定,远离人工震源或强磁场源的地点,同时点位要有良好的观测条件,便于重力、坐标和高程的观测。
- 5.1.6 加密点可不用埋设标石。
- 5.1.7 在条件允许的情况下,对丘陵和山地等地形变化剧烈地区宜增大加密点的布设密度。
- 5.1.8 对于在国家一、二等水准路线上布设加密点应按照 GB/T 12897 中的规定执行。
- 5.1.9 在山地对于 30'×30'国家平均重力异常模型格网进行加密重力测量的最低布点密度按表 2 执行,并且应均匀布设在格网不同高程的地点,布设点的平均高程与格网平均高程互差不大于 200 m。

表 2 山地布点密度

类别	地区	布设点数			
		小山地	中山地	大山地	特大山地
一	交通方便、大地点多	6	9	12	16
二	青藏、沙漠边境等交通困难地区	6	9	9	12
三	特殊困难地区	4	6	9	9

## 5.2 加密点命名

5.2.1 加密点应以该点位所在地命名,无法区分时可在点名后加注“(一)、(二)”等予以区别。少数民族地区使用规范的音译汉语名。

5.2.2 点名书写应准确、正规。

5.2.3 当对加密点编制点号时,应整体考虑,统一编号,点号应唯一,且适于计算机管理。

## 5.3 技术设计

5.3.1 加密重力布测前应进行技术设计。技术设计要求、内容和审批程序按照 CH/T 1004 执行。

5.3.2 技术设计前应搜集以下资料,并对资料进行分析研究,必要时应进行实地踏勘:

- a) 测区范围内既有的大地点资料,包括点之记、网图、成果表、技术总结等;
- b) 测区范围内有关的地形、交通资料及测区总体建设规划和近期发展方面的资料;
- c) 测区范围内的地质、地震资料。

5.3.3 技术设计完成后应编写并上交技术设计书。

## 6 重力测量仪器

### 6.1 相对重力仪的选用

加密重力测量和二等重力测量应使用标称精度优于  $0.02 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$  的相对重力仪。适用的相对重力仪类型有 LCR 型、BURRIS 型、CG5 型和 CG6 型等。

### 6.2 相对重力仪的检验与调整

#### 6.2.1 基本要求

为确保相对重力仪的最佳工作状态,作业前及作业中每月应对仪器进行检验与调整,简称为测前检验与调整;同时,在每条测线开始前也应对仪器进行检验与调整,简称为观测过程中日常检验与调整。

#### 6.2.2 相对重力仪测前检验与调整

6.2.2.1 LCR 型相对重力仪测前检验与调整内容如下:

- a) 光学位移灵敏度的测定与调整;
- b) 正确读数线(纵水准器)的检验与调整;
- c) 横水准器的检验与调整;
- d) 电子读数零位与检流计零位的检验与调整;
- e) 电子灵敏度的测定与调整;
- f) 光学位移线性度的检验;
- g) 电子读数线性度的检验。

以上各项的检验与调整按照 GB/T 20256 执行,其中 d)、e)、g) 项只针对采用电子读数的相对重力仪。

6.2.2.2 BURRIS 型相对重力仪测前检验与调整内容如下:

- a) 正确读数线的检验与调整;
- b) 纵、横水准器的检验与调整,检验与调整的方法按照 GB/T 20256 中 LCR 型相对重力仪的检验与调整执行。

6.2.2.3 CG5 型、CG6 型相对重力仪测前检验与调整内容如下:



- a) 24 h 静态测试检查；
- b) 纵、横水准器的检验与调整，检验与调整的方法按照 GB/T 20256 中 LCR 型相对重力仪的检验与调整执行；
- c) X、Y 方向的倾斜改正检查。

6.2.3 相对重力仪观测过程中日常检验与调整

6.2.3.1 LCR 型相对重力仪观测过程中日常检验与调整内容如下：

- a) 光学位移灵敏度的测定与调整；
- b) 纵、横水准器的检验与调整，检验与调整的方法按照 GB/T 20256 执行。

6.2.3.2 BURRIS 型、CG5 型、CG6 型相对重力仪观测过程中日常检验与调整进行纵、横水准器的检验与调整，检验与调整的方法按照 GB/T 20256 中 LCR 型相对重力仪的检验与调整执行。

6.2.4 其他类型相对重力仪的检验与调整

其他类型相对重力仪的检验与调整应按照 GB/T 20256 中的检验与调整原则执行，确保仪器能处于最佳的工作状态。

6.3 相对重力仪的性能试验

6.3.1 试验内容

实施加密重力测量或二等重力测量的相对重力仪测前应进行静态试验、动态实验和一致性试验。

6.3.2 静态试验

静态试验的要求包括：

- a) 试验应在无电、磁及震动干扰、地基稳定、温度变化小的室内进行；
- b) 在整个试验过程中仪器处于读数状态，待仪器稳定后每间隔 30 min 读一次数，连续观测时间长于 16 h；
- c) 经固体潮改正后，绘制静态零漂曲线。

6.3.3 动态试验

动态试验的要求包括：

- a) 试验应在段差不小于  $50 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$  的两点间按往返对称观测法进行，且不少于三个往返。
- b) 经固体潮改正及零漂改正，计算出各台仪器的段差观测值，按式(2)分别计算各台仪器的联测中误差。

$$m_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $m_{\Delta}$  ——为一台仪器的联测中误差，单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ；
- $v$  ——重力段差与该仪器的段差平均值之差，单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ；
- $n$  ——段差个数。

- c) 仅实施加密重力测量仪器的联测中误差优于  $0.60 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ 。
- d) 实施二等重力测量仪器的联测中误差优于  $0.25 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ 。

6.3.4 一致性试验

一致性试验的要求包括：

- a) 一致性试验可与动态试验一并进行。仪器间一致性中误差按式(3)计算。

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$m$  ——为一台仪器的一致性中误差,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$v$  ——某台相对重力仪的平均重力段差与各台相对重力仪平均重力段差之差,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$n$  ——相对重力仪台数。

- b) 仅使用一台仪器完成所有加密重力测量或二等重力测量时,不计算一致性中误差,其他情况应按以下要求计算一致性中误差:

1) 仅实施加密重力测量的仪器一致性中误差优于  $0.60 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

2) 参与实施二等重力测量的仪器一致性中误差优于  $0.25 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ 。

## 6.4 一次项比例因子标定和检验

6.4.1 对于新出厂和经过修理的相对重力仪应进行一次项比例因子标定。一般情况下,一次项比例因子成果的有效使用期为 5 年。

6.4.2 一次项比例因子标定选取的基准点或基本点间的段差宜覆盖测区相对重力仪的读数范围,避免一次项比例因子外推。

6.4.3 一次项比例因子标定采用往返对称观测法,每台仪器应测定 2 个段差,联测中误差优于  $20 \times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$ 。

6.4.4 一次项比例因子标定的测线一般在 24 h 内闭合,特殊情况可放宽到 48 h。

6.4.5 一次项比例因子成果超过 5 年的,允许该成果进行检测。当检测结果与成果互差与成果之比不大于  $2 \times 10^{-4}$  时,该一次项比例因子成果的有效期可延长 2 年。

6.4.6 一次项比例因子成果的检测宜在具有较新成果的国家短基线场的两点间进行。

6.4.7 一次项比例因子成果的检测采用往返对称观测法,每台仪器应测定 4 个段差,联测中误差优于  $5 \times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$ 。每条测线应在 24 h 内闭合。

6.4.8 一次项比例因子按式(4)计算。

$$C = C' \times \Delta G / \Delta g \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$C$  ——相对重力仪一次项比例因子;

$C'$  ——近似一次项比例因子;

$\Delta G$  ——已知重力值之差,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$\Delta g$  ——测定的段差平均值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ 。

6.4.9 超限处理方法如下:

a) 联测中误差超限时可补测;

b) 舍去的段差数不大于该测段总段差数的 1/3,否则该测段以前观测无效,重新开始观测。

## 7 重力测量

### 7.1 基本技术规定

7.1.1 进行加密重力测量应满足以下要求:

a) 加密重力测量的重力控制点为基准点、基本点、基本引点、一等点、一等引点、二等点;

b) 加密重力测线应形成闭合或符合测线,且闭合或者符合时间一般不大于 60 h,困难地区可放宽

到 84 h；

c) 加密重力测量的仪器台数和段差数按表 3 执行。

7.1.2 进行二等重力测量应满足以下要求：

- a) 二等重力测量的重力控制点为基准点、基本点、基本引点、一等点、一等引点；
- b) 二等重力测线应形成闭合或符合测线，且闭合或者符合时间一般不大于 36 h，困难地区可放宽到 48 h；
- c) 二等重力测线中的待测二等点数不大于 4 个；
- d) 二等重力测量可以采用三程循环法，即按：重力点 1—重力点 2—重力点 1—重力点 2 的方式测量时，可按：重力点 1—重力点 2—重力点 1，重力点 2—重力点 1—重力点 2 作为两条测线计算；
- e) 在困难地区，二等重力测线中可加测加密点；
- f) 二等重力测量的仪器数和段差数按表 3 执行。

表 3 仪器台数和段差数

等级	仪器台数	段差数
加密	≥1	≥1
二等	≥1	≥2
注：只有 1 个合格段差数时，不计算联测中误差。		

7.1.3 重力测量超限处理方法同 6.4.9。

7.2 重力观测

7.2.1 观测前的准备

相对重力仪的测前准备事项包括：

- a) 应在观测前 48 h 接通仪器充电电源，并给电池充电、检查仪器稳定情况；
- b) 至少在观测前 30 min 切断充电电源，换上电池电源；
- c) 检查仪器的光学读数系统、水准器及照明是否正常；
- d) 静止 2 h 以上的仪器应运动 5 min 后方可观测；
- e) 各种工具及有关资料、函件是否齐全。

7.2.2 测站观测程序

测站观测程序如下：

- a) 清理场地；
- b) 安置仪器，使仪器横水准器与磁北方向平行；
- c) 精确整平仪器，尽量保持仪器某一脚螺旋不动，使得仪器高在同一测线中变化不大；
- d) 整平后的仪器在测站环境中停放 5 min 后，再按下面程序进行读数：
  - LCR 型仪器的测站读数：
    - 1) 松摆，转动读数轮，使读数线到达预设位置；
    - 2) 读数：确保读数轮沿同一方向归零；
      - (1) 顺时针(或逆时针)转动读数轮，亮线精确对准读数线(或使检流计、数字电压表归零)，读取计数器和读数轮读数；
      - (2) 反方向转动读数轮半圈，再顺时针(或逆时针)转动读数轮归零，读取第二次读数；

(3) 重复上面(2)操作,读取第三次读数。

- BURRIS 型仪器的测站读数:

- 1) 松摆,转动读数轮,使 FBK 读数在  $-25 \sim +25$  之间;
- 2) 读数:使用随机携带的 PDA 读取一组(三个)合格读数。

- CG5 型、CG6 型仪器的测站读数:

按下测量按钮,仪器开始自动读数,选取一组(三个)合格读数。

- e) 每次读数后,立即记录读数和时,时间记录至整分;
- f) 如果读数超限,应增加一次读数;增加一次读数仍超限的,应重测;
- g) 锁摆(LCR 型、BURRIS 型)或关闭(CG5 型、CG6 型)仪器并装箱;
- h) 检查手簿记录;
- i) 观测结束。

### 7.2.3 测站观测要求

测站观测应满足的要求包括:

- a) 观测过程中的各项操作应谨慎,严禁碰撞仪器;
- b) 仪器在工作过程中应保持连续恒温,不得断电,如需更换电池,至少在观测前 30 min 更换;
- c) 一条测线中,不得进行仪器调整;
- d) 测线中仪器静止 2 h 以上时,应在静止点重复观测,以消除静态零漂;
- e) 测线闭合观测前,若发现读错、记错或仪器受到猛烈震动时,应返回前一站重测,按静态零漂计算;
- f) 在重力控制点上观测时,仪器宜置于标志中心,多台仪器同时观测时,应尽量靠近标志中心;
- g) 仪器不能置于标石上时,可以在标石旁观测,但应在记录中注明仪器至标石的高度,仪器高是指标石或标志顶面至仪器上面板的距离;
- h) LCR 型和 BURRIS 型相对重力仪观测中,读数轮转动一圈以上时应先锁摆,禁止在松摆时挪动仪器;
- i) 测站上各类仪器的读数均估读到  $0.001 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ,三次读数的互差不得大于  $0.005 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ,若超过限差可补测一次,仍超限时,需重新整平仪器后重测;一组读数的时间不得超过 8 min。

## 7.3 观测记录

### 7.3.1 记录方式

加密重力测量野外观测采用观测手簿记录或电子记簿记录,观测记录格式示例参见附录 A。

### 7.3.2 观测手簿记录规定

观测手簿记录应满足下列要求:

- a) 手簿中的各项记录应当场填写,不得追记和转抄;
- b) 各项记录的字体应该清楚、端正,严禁涂改;
- c) 读数的小数部分及观测时分的记录均严禁划改;其他错误,可将错误的记录用横线划去,并在其上方记上正确内容,但不允许连环更改。

### 7.3.3 电子记簿记录规定

电子手簿记录应满足下列要求:

- a) 电子记簿使用的软件应具有数据防伪能力；
- b) 电子记簿软件应具有观测数据记录、各项改正数的计算、测线计算及联测精度计算等功能；
- c) 测站的各项观测数据应在现场输入并不得更改。

8 坐标和高程测定

- 8.1 重力点均需测定坐标和高程,利用已有大地点的点位可采用原点位的坐标和高程成果。
- 8.2 重力点的点位相对于大地控制网点的平面点位中误差优于 100 m,相对于精度不低于国家四等水准点的高程中误差一般优于 1.0 m,困难地区可放宽到 2.0 m。
- 8.3 重力点的坐标测定可采用卫星定位系统的方法或其他方法。
- 8.4 重力点的高程测定可采用常规方法或卫星定位结果与(似)大地水准面模型相结合的方法。
- 8.5 重力点坐标和高程测定的方法以及对观测仪器的检验等按 GB/T 20256 执行。

9 数据处理

9.1 测线计算

9.1.1 测站观测值的固体潮改正按式(5)计算。

$$\begin{aligned} \delta t = & -1.16[165.17F(B)(C/r)^3(\cos^2 Z - 1/3) \\ & + 1.37 F^2(B)(C/r)^4 \cos Z(5 \cos^2 Z - 3) \\ & + 76.08F(B)(C_s/r_s)^3(\cos^2 Z - 1/3)] + 4.83 \\ & - 15.73 \sin^2 \phi + 1.59 \sin^4 \phi \end{aligned} \dots\dots\dots (5)$$

且:  $F(B) = 0.998\ 327 + 0.001\ 67 \cos 2B$

式中:

- $\delta t$  ——固体潮改正值,单位为  $10^{-8}\ \text{ms}^{-2}$ ;
- $B$  ——测站大地纬度;
- $C、C_s$  ——分别为地心至月心和至日心的平均距离,单位为千米(km);
- $r、r_s$  ——分别为地心至月心和至日心的距离,单位为千米(km);
- $Z、Z_s$  ——分别为测站点对月亮和对太阳的地心天顶距;
- $\phi$  ——测站地心纬度。

9.1.2 测站观测值的仪器高改正按式(6)计算。

$$\delta h = \theta h \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- $\delta h$  ——仪器高改正值,单位为  $10^{-5}\ \text{ms}^{-2}$ ;
- $\theta$  ——重力垂直梯度,单位为  $10^{-5}\ \text{s}^{-2}$ ;
- $h$  ——测站点的仪器高,单位为米(m)。

9.1.3 测站观测归算值按式(7)计算。

$$g' = RC + \delta t \times 10^{-3} + \delta h \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- $g'$  ——测站观测归算值,单位为  $10^{-5}\ \text{ms}^{-2}$ ;
- $R$  ——测站观测值,单位为  $10^{-5}\ \text{ms}^{-2}$ ;
- $C$  ——一次项比例因子;
- $\delta t$  ——固体潮改正值,单位为  $10^{-8}\ \text{ms}^{-2}$ ;

$\delta h$ ——仪器高改正值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ 。

9.1.4 测站观测归算值的零漂改正按式(8)计算。

$$g_i = g'_i + K(t_i - t_A) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{且: } K = \frac{(G_B - G_A) - [(g'_B - g'_A) - \sum (g'_D - g'_C)]}{(t_B - t_A) - \sum (t_D - t_C)}$$

式中:

$g_i$  ——测站观测归算值的零漂改正;

$G_A, G_B$  ——测线始、末点已知重力值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$g'_A, g'_B, g'_i$  ——测站始、末、待定点观测归算值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$g'_C, g'_D$  ——各静态观测点的始、末观测归算值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$t_A, t_B, t_i$  ——测线始、末、待定点的观测时间;

$t_C, t_D$  ——各静态观测点的始、末观测时间。

9.1.5 重力段差和测线各待定点重力值按式(9)计算。

$$G_i = G_A + \Delta g_i \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{且: } \Delta g_i = g_i - g_A$$

式中:

$G_i$  ——待定点重力值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$G_A$  ——测线始点已知重力值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$\Delta g_i$  ——重力段差,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$g_i$  ——测站观测归算值的零漂改正;

$g_A$  ——测站始点的观测归算值。

9.1.6 重力联测中误差按式(10)计算。

$$m_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$m_{\Delta}$  ——重力联测中误差;

$v$  ——重力段差与平均值之差,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$n$  ——段差个数。

## 9.2 重力异常计算

9.2.1 重力异常计算中的正常重力按式(11)计算。

$$\gamma_0 = 978\,032.533\,61(1 + 0.005\,302\,44\sin^2 B - 0.000\,005\,82\sin^2 2B) \quad \dots\dots (11)$$

式中:

$\gamma_0$  ——计算点在正常椭球面上的正常重力值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$B$  ——计算点的大地纬度。

9.2.2 空间重力异常按式(12)计算。

$$\Delta g_h = G - \gamma_0 + [0.308\,6(1 + 0.000\,7\cos 2B) - 0.72 \times 10^{-7} H] H \quad \dots\dots (12)$$

式中:

$\Delta g_h$  ——空间重力异常;

$G$  ——计算点的实测重力值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$\gamma_0$  ——计算点在正常椭球面上的正常重力值,单位为  $10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ ;

$H$  ——计算点的正常高,单位为米(m)。

9.2.3 布格重力异常按式(13)计算。

$$g_b = \Delta g_b - 0.111\ 9H \dots\dots\dots (13)$$

式中：  
 $g_b$  ——布格重力异常,单位为  $10^{-5}\ ms^{-2}$ ；  
 $\Delta g_b$  ——计算点的布格重力异常,单位为  $10^{-5}\ ms^{-2}$ ；  
 $H$  ——计算点的正常高,单位为米(m)。

10 资料整理与上交

10.1 资料整理

10.1.1 加密重力测量资料可按点位布设、平面和高程测定、仪器检验与调整、仪器性能试验、一次项比例因子标定、重力测量等工序按年度进行整理并提交检查、验收。  
10.1.2 外业测量的各种手簿(含电子记簿)、检验资料、验算手簿应逐页编码,并按类别进行统一编号。施测单位按照年度编制上交资料目录和联测路线图。

10.2 上交资料

- 加密重力测量作业完成后应上交下列资料：
- a) 观测元数据(示例参见附录 B)、仪器检验与调整、仪器性能试验、一次项比例因子标定等记录和计算资料；
  - b) 各种观测手簿、计算手簿、重力成果表(示例参见附录 C)等；
  - c) 坐标和高程测定资料；
  - d) 技术设计、技术总结；
  - e) 检查验收报告。

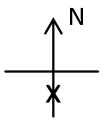

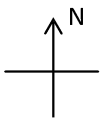
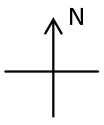
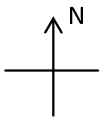


附 录 A  
(资料性附录)  
相对重力仪观测记录格式示例

### A.1 LCR 型相对重力仪的观测记录

LCR 型相对重力仪的观测记录格式示例参见表 A.1。

表 A.1 LCR 型相对重力仪的观测记录格式

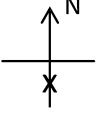

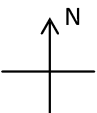
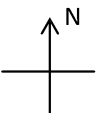
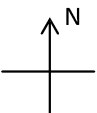
仪器编号	G796			内温	49.2 °C	日 期	2016.1.12	观测者	××	天 气	阴
点 名				点号		仪器高	212 mm	记录者	××	检查者	××
运输工具	步行 <input type="checkbox"/> 汽车 <input type="checkbox"/> 火车 <input type="checkbox"/> 飞机 <input type="checkbox"/>				灵敏度	仪器读数	分划/mV	备 注			
横 气 泡	上	中	下	2 918.351		7.4					
	2.1	0.0	2.2	.251		—7.5					
纵 气 泡	左	中	右	.351		7.4					
	1.5	0.0	1.5	Q=14.9 mV							
点 名	西安		时 间	读 数		外 温	2.4 °C	备 注	气压表号:0038 温度表号:25026 读数写错		
点 号	SHXA		9:02	1 234.561		气 压	97 200 Pa				
仪器高	212 mm		:03	.590		仪器 位置 					
等 级			9:04	1 234.560							
			:05	.560							
中数			9:04	1 234.560							
点 名			时 间	读 数		外 温	°C	备 注			
点 号			:	.		气 压	Pa				
仪器高	mm		:	.		仪器 位置 					
等 级			:	.							
			:	.							
中数			:	.							
点 名			时 间	读 数		外 温	°C	备 注			
点 号			:	.		气 压	Pa				
仪器高	mm		:	.		仪器 位置 					
等 级			:	.							
			:	.							
中数			:	.							
点 名			时 间	读 数		外 温	°C	备 注			
点 号			:	.		气 压	Pa				
仪器高	mm		:	.		仪器 位置 					
等 级			:	.							
			:	.							
中数			:	.							



A.2 BURRIS 型、CG5 型等相对重力仪的观测记录

BURRIS 型、CG5 型等相对重力仪的观测记录格式示例参见表 A.2。

表 A.2 BURRIS 型、CG5 型等相对重力仪的观测记录格式

仪器编号	B70	内温	55.0℃	日期	2016.1.12	观测者	××	天气	晴
点 名		点号		仪器高	247 mm	记录者	××	检查者	××
横气泡	上	中	下	运输工具	步行 <input type="checkbox"/> 汽车 <input type="checkbox"/> 火车 <input type="checkbox"/> 飞机 <input type="checkbox"/>				
	3 038.813	3 038.833	3 038.812	备 注					
纵气泡	左	中	右						
	3 038.811	3 038.832	3 038.812						
点 名	西安	时间	读数		外温	2.4℃	备 注	气压表号:0038 温度表号:25026	
点 号	1005	9:02	2 345.678		气压	97 000 Pa			
仪器高	247 mm	:03	.679		仪器 位置 				
等 级		:04	.680						
		:	.						
中数		9:03	2 345.679						
点 名		时间	读数		外温	℃	备 注		
点 号		:	.		气压	Pa			
仪器高	mm	:	.		仪器 位置 				
等 级		:	.						
		:	.						
中数		:	.						
点 名		时间	读数		外温	℃	备 注		
点 号		:	.		气压	Pa			
仪器高	mm	:	.		仪器 位置 				
等 级		:	.						
		:	.						
中数		:	.						
点 名		时间	读数		外温	℃	备 注		
点 号		:	.		气压	Pa			
仪器高	mm	:	.		仪器 位置 				
等 级		:	.						
		:	.						
中数		:	.						

附 录 B  
(资料性附录)  
加密重力测量元数据示例

加密重力测量元数据参见表 B.1 的示例。

表 B.1 加密重力测量元数据

名称	元数据内容
加密重力测量元数据	点号、点名、年、月、日、时间、读数、气压、仪器高、外温、高程、仪器号、观测者、记录者、内温、天气、经度、纬度、等级、运载工具、位置、测静、读数 1、读数 2、读数 3、读数 4、时间 1、时间 2、时间 3、时间 4、备注



附 录 C  
(资料性附录)  
加密重力测量成果表示例

加密重力测量成果表参见表 C.1 的示例。

表 C.1 加密重力测量成果表

序号	点名	点号	等级	经度	纬度	高程	起算点	起算点 重力值	段差	加密点 重力值

\_\_\_\_\_