

《区域重力调查规范》
(报批稿)

编制说明

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

二〇二〇年七月八日

《区域重力调查规范》 (报批稿) 编制说明

任务书编号：2016-1.11.10.2-05

物化探所[2017] 0079-05

子项目编码：121201108000150012-05

DD20160096-05

编写单位：中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

子项目负责人：杨亚斌 龚胜平

主要编写人：杨亚斌 龚胜平 韩革命 徐梦龙

单位负责人：彭轩明

提交单位：中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

提交时间：2020年7月8日

目 录

一、工作简况	1
(一) 任务来源	1
(二) 负责起草单位及人员	1
(三) 标准编制起草过程	2
(四) 取得主要成果	8
二、标准修订原则、主要内容修订依据、新旧标准水平对比	10
(一) 修订原则	10
(二) 主要内容修订依据	11
(三) 新旧标准水平的对比	13
三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果	14
(一) 技术指标的修订说明	14
(二) 方法技术内容修订补充的实验验证与分析说明	14
(三) 主要的技术经济论证	16
四、与国际、国外同类标准水平的对比情况	17
五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系	17
(一) 与《标准化工作导则》相适应	17
(二) 与相关技术标准相协调	17
六、重大分歧意见的处理经过和依据	18
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	19
八、贯彻标准的要求和措施建议	19
(一) 组织措施	19
(二) 技术措施	19
(三) 过渡办法	20
九、废止现行有关标准的建议	20
十、其它应予说明的事项	20
内 容 摘 要	21

《区域重力调查规范》编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

修订《区域重力调查规范》系中国地质调查局下达的“地质调查标准修订与升级推广项目”之子项目“《区域重力调查规范》修订”。内容如下：

子项目任务书编号：2016-1.11.10.2-05、物化探所[2017]0079-05

子项目编码：121201108000150012-05、DD20160096-05

工作任务：系统总结区域重力调查方法技术及国家测绘成果对采用大地坐标系新要求，修订《区域重力调查规范》，满足当前地质调查勘查工作的需要。

所属二级项目：地质调查标准制修订与升级推广（中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所）

所属工程名称：地质矿产调查战略与规划支撑工程

所属九大计划：国土资源开发与保护基础地质支撑计划

实施单位：中国地质调查局发展研究中心

归口管理部室：中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所（科学技术处）

承担单位：中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

列入标准制修订工作计划情况：本标准是推荐性行业标准，行业标准类别：方法类；该标准列入2018年自然资源标准制修订工作计划，计划编号2018025，见《自然资源部办公厅关于印发2018年度自然资源标准制修订工作计划的通知》（自然资办发〔2018〕14号）。

(二) 负责起草单位及人员

本《规范》送审稿由中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所（简称物化探所）负责起草完成，参加人员由表1所示。

(三) 标准编制起草过程

1、 设计书编制、审查

根据 2016 年 3 月根据“地质调查标准制修订与升级推广(中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所)”二级项目设立的子项目逐步开展“《区域重力调查规范》修订”的设计编制工作;随后根据中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所子项目任务书(2016-1.11.10.2-05)完善设计书,5月设计书通过归口管理部室的评审。

2017 年根据二级项目工作方案及中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所子项目任务书(物化探所[2017] 0079-05)编写 2017 年工作方案,4月工作方案通过归口管理部室的评审。

表 1 修订《区域重力调查规范》主要起草及参加人员一览表

姓名	专业	职务/职称	单位	职责
杨亚斌	地球物理	教授级高工	物化探所	子课题负责,主要编写人。
龚胜平	地球物理	高级工程师	物化探所	子课题第二负责,主要编写人。负责研究各种类型仪器试验资料。
韩革命	地球物理	高级工程师	物化探所	主要编写人,负责方法研究及技术指标的测试。
徐梦龙	地球物理	工程师	物化探所	主要编写人,负责资料的整理及实测数据的试验比较与分析。
吴新刚	地球物理	教授级高工	物化探所	参与修订、研讨。
陈亮	测绘	工程师	物化探所	参与修订、研讨。
郝国江	地球物理	教授级高工	物化探所	参与修订、研讨。
张光之	地球物理	高级工程师	物化探所	参与修订、研讨。
王振亮	地质	工程师	物化探所	参与修订、研讨。
蔡永文	地质	工程师	物化探所	参与修订、研讨。
荆磊	地球物理	工程师	物化探所	参与修订、研讨。

2、 调研 DZ/T0082-1993 应用情况

就《区域重力调查规范》(DZ/T0082-1993)应用情况,编制了《采用情况调研表》,分别向地调局系统的部分管理单位(南京、沈阳、西安地质调查中心)及其所属的部分生产单位(地调院)、大学、测绘系统等单位进行了调研。向 14 个单位发出并收回调研表共 21 份(中国地质调查局天津地质调查中心、中国地质调查局华北地区项目办、

中国地震局地震研究所、北京勘察技术工程有限公司、北京中勘迈普科技有限公司、河北省地球物理勘查院、黑龙江省地质调查研究总院、吉林省勘查地球物理研究院、内蒙古自治区地质调查院、陕西省地矿局第二综合物探大队、湖北省地质局地球物理勘探大队、贵州省地质调查院、云南省地质调查院、广东省地球物理探矿大队、广西壮族自治区地球物理勘察院），见专家意见汇总表。

3、 收集 DD、DZ、GB 标准，研究区域重力调查工作新要求

共收集到修订《区域重力调查规范》的相关标准 38 部，除《区域重力调查规范》(DZ/T 0082-1993)外,收集研究的相关主要标准列于如下：

(1) 重力调查

重力调查技术规程（1：50000）DZ/T 0004-2015

大比例尺重力勘查规范 DZ/T 0171-2017

区域重力调查野外工作细则（DD2014-07）

地面重力勘探技术规程 SY-T5819-2002

(2) 磁法勘查

古地磁测试技术要求 DD2006-04

地面高精度磁测技术规程 DZ/T 0071-1993

航空磁测技术规范 DZ/T 0142-2010

地面磁勘查技术规程 DZ/T 0144-1994

地面磁法勘探技术规程 SY/T 5771-2011

(3) 测绘

全球定位系统（GPS）测量规范 GB/T 18314-2009

区域似大地水准面精化基本技术规定 GB/T 23709-2009

国家大地测量基本技术规定 GB/T 22021-2008

国家重力控制测量规范 GB/T 20256-2006

加密重力测量规范 GB/T 17944-2000

国家基本比例尺地图图式第:4 部分 1:250000 1：500000

1:1000000 地形图图式 GB/T 20257.4-2017

物化探工程测量规范 DZ/T 0153-2014

大地测量控制点坐标转换技术规定 CH/T 2014-2016

全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规定 CH/T 2009-2010

(4) 电法勘查

时间域激发极化法技术规程 DZ/T 0070-2016

可控源音频大地电磁法勘探技术规程 DZ/T 0280-2015

激发极化仪校准方法 SY/T 6532-2002

时频电磁法勘探技术规程 SY/T 6688-2013

(5) 地震勘查

垂直地震剖面法勘探技术规程 SY/T 5454-2010

地震勘探数据处理成果验收规程 SY/T 6441-2000

地震勘探资料解释技术规程 SY/T 5481-2009

多道瞬态面波勘察技术规程 JGJ/T 143-2004

陆上地震勘探数据处理技术规程 SY/T 5332-2011

陆上石油地震勘探资料采集技术规范 SY/T 5314-2011

(6) 工程物探

城市工程地球物理探测规范 CJJ7-2007

公路工程物探规程 JTGT C22-2009

水利水电工程物探规程 SL 326-2005

铁路工程物理勘探规程 TB 10013-2010

岩土工程勘察技术规范 GB50021-2009

(7) 放射性测量

地面 γ 能谱测量技术规程 DZ/T 0205-1999

地面伽玛能谱测量规范 EJ/T 363-2012

铀矿地质勘查规范 DZ/T 0199-2002

(8) 其他

地质矿产术语分类代码_固体矿产普查与勘探 GB/T9649. 32-2009

地球物理勘查技术符号 GB/T 14499—1993

4、 收集区域重力勘查最新研究成果，阅读重力勘查工作中的方法技术文献。

(1) 区域重力勘查研究成果文献

收集了区域重力勘查研究成果的文献 20 份，其中的 5 份如下：

[1]杨亚斌，吴新刚，等，重点成矿带 1：25 万区域重力调查成果文集，2015，地质出版社

[2] 孙文珂，区域重力调查的进展，2007，物探与化探

[3] 施兴, 区域重力调查在冀西北地区侵入岩体勘探中的应用, 2007, 物探与化探

[4] 陕西省地质调查院, 青藏高原中东部 1: 100 万区域重力调查成果与进展, 2005, 沉积与特提斯地质

[5] 张玄杰, 陈斌, 朱卫平, 等, 大连周边海域航空重力调查方法及重要成果, 2016, 中国地质调查

(2) 重力勘查方法技术的文献

收集了 30 篇有关重力勘查方法技术的文献. 其中代表性的文献约 11 篇列于如下:

[1] 杨亚斌, 韩革命, 区域重力调查中正常重力公式对比, 2012, 物探与化探

[2] 张国利, 赵更新, 匡海阳, 等, 近几年地面重力调查工作方法技术的一些进展, 2015, 地球物理学进展

[3] 吕华, 李秋红, 罗长青, 等, 区域重力调查中使用 2000 国家大地坐标系的意义和方法, 2010, 吉林地质

[4] 杨亚斌, 韩革命, 等, 2000 国家大地坐标系在区域重力调查中应用探讨, 2011, 物探与化探

[5] 冯治汉, 区域重力调查中的中区地形改正方法及精度, 2007, 物探与化探

[6] 梁学堂, 区域重力调查_3S_集成初探, 2007, 物探与化探

[7] 张文博, 王守兴, 王向丽, 等, RGIS 软件重磁联合反演在 1_20 万区域重力调查中的应用, 2013, 吉林地质

[8] 杜好强, 吕华, 秦学虎, 等, 提高 1_50000 重力调查中测地工作精度的几种方法, 2012, 测绘与空间地理信息

[9] 滕龙, 倪四道, 张宝松, 等, CORS 系统在重力调查中的应用, 2013, 物探与化探

[10] 秦学虎, 李志成, 张震, GPS 高程控制网在 1_5 万重力调查高程异常改正问题中的应用, 2015, 吉林地质

[11] 汤桦, GPS 在 1: 20 万区域重力调查中的应用, 2006, 矿产与地质

5、 《区域重力调查规范》（征求意见稿（初稿））

已根据《区域重力调查规范》（DZ/T0082-1993）情报调研、物探

领域新技术标准体系中对重力勘查工作的新要求，完成了《区域重力调查规范》（征求意见稿（初稿））的编制工作。

6、召开了《区域重力调查规范》（征求意见稿（初稿））研讨会

2016年12月2日至5日，中国地质科学院物化探研究所在西安组织召开了《区域重力调查规范》（征求意见稿（初稿））研讨会。

由中国地质调查局、中国地质调查局发展研究中心、中国地质调查局沈阳地质调查中心、中国地质调查局天津地质调查中心、中国地质调查局西安地质调查中心、中国地质调查局武汉地质调查中心，安徽省勘查技术院、陕西省地质矿产勘查开发局第二综合物探大队云南省地质调查院、中国地震局地震研究所、陕西省地质矿产勘查开发局物化探队、青海省第三地质矿产勘查院、河北省地球物理勘查院、西安测绘信息技术总站、北京勘察技术工程有限公司、中国海洋大学、西安石油大学、军委联参测绘信息技术总站、甘肃地质调查院、贵州省地质调查院以及项目承担单位中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所等20个单位的26名专家与会，会上征集了意见，见专家意见汇总表。

与会专家教授就初稿的内容进行了热烈的交流发言。

会议认为，《区域重力调查规范》应适应新的勘查需要，统一采用2000国家重力基本网系统；统一采用2000国家坐标系和椭球高程基准。另外，需要严格定义“高精度重力仪”。会议为“规程”征求意见稿的编写指明了方向。

7、编制了《区域重力调查规范》（征求意见稿）

根据《区域重力调查规范》（征求意见稿（初稿））研讨会成果，2017年3月完成了《区域重力调查规范》（征求意见稿）的编制工作。

8、对《区域重力调查规范》（征求意见稿）进行了函询

在浙江地调院等单位，对《区域重力调查规范》（征求意见稿）进行了调研；对4个单位的4位专家进行了书面意见征集，专家共提出了79条意见，见专家意见汇总表。

9、修订了《区域重力调查规范》（征求意见稿）

根据《区域重力调查规范》（征求意见稿）函询成果，对79意见逐一进行讨论形成处理意见（见专家意见汇总表），于2017年10月

完成了《区域重力调查规范》（征求意见稿（修订版））的编制工作。

10、对《区域重力调查规范》（征求意见稿（修订版））进行了研讨

2017年9月11日至12日，中国地质科学院物化探研究所在北京西郊宾馆召开了《区域重力调查规范》（征求意见稿（修订版））研讨会。

会议由中国地质调查局发展研究中心、武汉地质调查中心、天津地质调查中心、西安地质调查中心，沈阳地质调查中心、中国海洋大学、61365部队、陕西省地质矿产勘查开发局第二综合物探大队、长安大学、河北省地球物理勘查院、中国测绘科学研究院、东方地球物理公司，以及项目承担单位中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所等13个单位的15位从事管理、物探、地质等领域的专家与会。

会议由项目负责袁桂琴主任主持。与会专家教授就规程征求意见的内容与技术指标进行了热烈的交流研讨。会议收到专家意见表15份，提出意见建议计131条（专家意见汇总表）。

会议认为，《区域重力调查规范》（征求意见稿（修订版））已根据2016年12月召开的研讨会会议精神修订。该规程还应根据本次研讨会专家提供的意见认真修改，形成该规程的送审稿。

11、编制《区域重力调查规范》（送审稿）

根据《区域重力调查规范》（征求意见稿（修订版））研讨会成果，对131条意见逐一进行讨论形成处理意见（见专家意见汇总表），于2017年12月完成了《区域重力调查规范》（送审稿）的编制工作。

12、单位组织对子项目成果进行初审

2018年5月4日，中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所组织专家对“《区域重力调查规范》修订”子项目成果进行了初审。专家提出意见115条（见专家意见汇总表），编制组对专家意见进行梳理、论证后，进一步对送审稿进行了修改。

13、单位组织对子项目成果进行评审

2018年5月24日，中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所组织专家对“《区域重力调查规范》修订”子项目成果报告进行了评审，专家组一致同意项目成果通过评审。专家提出意见（见专家意见汇总表），编制组对专家意见进行梳理、论证后，进一步对送审稿

进行了修改。

14、 标准升级审查会

2018年9月12日，全国国土资源标准化技术委员会地质勘查技术方法分技术委员会和有关专家在北京队《区域重力调查规范》(送审稿)进行了审查，经汇报、质询、讨论形成会议纪要，专家组一致同意通过审查，尽快报批。根据专家组提出的修改意见（见专家意见汇总表）进行了修改，对送审稿进行了修改。

（四）取得主要成果

1、 解决能源、资源、环境和基础地质问题

区域重力调查属基础性、公益性、战略性基础地质调查，主要用于追索、圈定与围岩有明显密度差异的隐伏、半隐伏岩体或岩层，以及两侧岩石密度有明显差异的断裂等；研究基底的起伏和构造，研究火山构造，圈定沉积盆地范围，研究沉积岩系各密度界面的起伏和内部构造；研究区域地质构造格架，划分构造单元、勘查油气、固体矿产等目标；研究地壳均衡，地壳结构、地壳厚度变化和深大断裂的可能部位；研究重力场与矿产分布、地热、环境地质、水文地质、城市地质及地质灾害等的关系，并解决相关问题；区域重力调查还可为地球形状研究、空间技术、地震预报等提供重力场资料。而这些问题正是能源、资源、环境和基础地质需要解决的问题，修订规范将更好指导区域重力调查工作。

2、 成果转化应用和有效服务

区域重力调查是基础性和战略性的地质调查，对重点成矿带找矿突破和解决矿产资源评价的基础地质问题具有重要作用。本次修订《区域重力调查规范》，利用新方法、新技术完善了区域重力调查方法技术，优化了工作程序，提高了调查精度，使成果符合国家的相关要求，服务于区域地质调查、能源资源调查、重要矿产资源调查及环境调查、地球系统科学等工作。因此，本标准的使用，将提高区域重力调查工作效率和地质效果的同时获得经济效益。

3、 科学理论创新和技术方法进步

（1）坐标系统采用 2000 国家大地坐标系和大地高程基准

新规范坐标系统采用 2000 国家大地坐标系和大地高程基准，符合

2008年7月国家测绘局发布的《关于印发启用2000国家大地坐标系实施方案的通知》通知的要求，符合自然资源部《关于加快使用2000国家大地坐标系的通知》（国土资发[2017]30号）相关要求。

用椭球面作为重力测点的垂直基准面，将消除在现有方法中存在的长波长误差；避免了由于局部或区域垂直基准面的一致引起的问题；现在重力观测的定位通常用GNSS，而GNSS固有地参考了相对椭球面的高度；不再需要进行地球物理间接影响校正。

总之，2000国家大地坐标系和大地高程基准，优化了野外测地工作方法和工作流程，提高了重力点定位及高程精度，使得成果资料更加规范，精度更高。

（2）采用2000椭球面正常重力公式计算正常重力值

国际大地测量及地球物理联合会(IUGG)推荐的最新椭球面是1980年大地测量参考系统(GRS80)。新规范结合坐标系统2000国家大地坐标系和大地高程基准新参数，利用椭球面上南或北纬度处的理论重力值的Somigliana精确公式，研究并修改了适用于CGCS2000坐标系统重力异常计算公式，并通过实测数据进行了试验结果比较与分析。新规范采用2000椭球面正常重力公式计算正常重力值，使得规范中的相关计算方法精确，统一协调。

（3）修改完善了近区地形改正的方法

新规范要求近区地形改正应使用仪器实测测点0m~50m范围内的地形坡度角或相对高差(高程)，采用八方位圆域法或方域法进行，并根据地形特点选用相应的公式计算地形改正值；增加了利用DEM高程数据进行地形改正的技术精度评价。严格了地形改正的方法，保证了地形改正精度。

（4）提高了布格重力异常总精度

收集梳理近年来50余份区域重力调查报告，整理所用仪器种类、测程、读数精度等，分析比较各个项目II级基点网精度、重力观测均方误差、测点重力值均方误差、布格改正均方误差、正常重力值均方误差，研究总结GNSS测量方法技术及地形改正方法等。在此基础上，提高了布格重力异常总精度。

4、 人才培养和标准化团队建设

通过标准项目实施，培养勘查技术标准化优秀人才2名。

二、标准修订原则、主要内容修订依据、新旧标准水平对比

（一）修订原则

本标准的修订编制坚持以下基本原则：

“需求与问题导向，继承与创新结合，广泛性与先进性结合，符合规范言简意赅”

1、需求与问题导向

通过发放调查表、邮件、电话等方式，针对地质调查需求、区域重力调查工作中存在问题、新方法新技术等向不同地调局所属单位、省级地调院、地球物理勘查院、石油行业、大学等单位进行调研。梳理问题与需求。

2、继承与创新结合

进行广泛调研，掌握最新最全的资料基础上，继承旧规范的基本框架不变，以充实完善为主。以问题导向、需求导向为宗旨，剔除《区域重力调查规范》（DZ/T0082-1993）中不适宜的、不适应当前基础地质调查要求技术形势的数据和内容；在方法技术上，增加通过试验验证的，可提高区域重力调查精度及工作效率的新方法、新技术、新仪器，适应新形势下新需求、新问题对区域重力调查的新要求，修订成技术新规范。

3、广泛性与先进性结合

提升勘查水平和促进技术进步为目的，针对我国区域重力调查现状，提高调查精度为手段，兼顾工作效率，优化调查工作各环节，在充分调研的基础上，采用新方法、新技术、新仪器广泛性与先进性结合。

4、符合规范言简意赅

将严格按照国家《标准化工作导则》、《标准化工作手册》和标准化工作导则第1部分《标准的结构和编写》（GB/T 1.1-2009）有关规定的程序和方法进行编制，其成果应符合《物探化探遥感勘查技术规范编写规定》（DZ/T0195-97）的等要求。力求条理清晰，易读，可操作性强。

（二）主要内容修订依据

1、 主要内容修订依据

（1）2008年7月国家测绘局发布的《关于印发启用2000国家大地坐标系实施方案的通知》通知，称自2008年7月1日起，我国开始启用2000国家大地坐标系（简称CGCS2000），2008年7月1日后新生产的各类测绘成果应采用2000国家大地坐标系。

（2）《标准化工作导则》（GB/T1.1—2009），《物探化探遥感勘查技术规程规范编写规定》（DZ-T 0195-1997）。

（3）93年颁发的《区域重力调查规范》（DZ/T0082-93）。随着科学技术的进步与发展，其已不能适应技术发展的要求测地技术的进步。GPS测量具有较高的测量精度，目前在外业工作中已得到普及，而原有《规范》中缺乏相应的技术标准。原《规范》中未包含解释推断及报告编写（含说明书）等内容。

（4）收集梳理近年来50余份区域重力调查报告，整理所用仪器种类、测程、读数精度等，分析比较各个项目Ⅱ级基点网精度、重力观测均方误差、测点重力值均方误差、布格改正均方误差、正常重力值均方误差，研究总结GNSS测量方法技术及地形改正方法等。

2、 总体布局与内容

由封面、目次、正文和12个附录组成。正文和附录具体有：

（1）正文

- 前言；
- 1 范围；
- 2 规范性引用文件；
- 3 术语和定义、缩略语；
- 4 总则；
- 5 技术设计；
- 6 重力仪；
- 7 野外工作；
- 8 资料整理、精度评价；
- 9 基础图件编制；
- 10 资料处理与解释推断；

11 成果报告编写与提交。

(2) 附录

附录 A (资料性附录) 重力基本网和重力仪格值标定场

附录 B (资料性附录) 重力仪检查与调节

附录 C (规范性附录) 重力仪观测值计算方法

附录 D (规范性附录) 密度测定方法

附录 E (资料性附录) 地形改正和均衡改正

附录 F (规范性附录) 表格样式

附录 G (规范性附录) 两点间多台重力仪多次观测结果的精度统计方法

附录 H (规范性附录) 重力固体潮改正

附录 I (规范性附录) 重力基点网平差

附录 J (规范性附录) 图件编制及样式

附录 K (资料性附录) 主要地质目标的识别标志

附录 L (资料性附录) 区域重力调查成果报告编写提纲

(3) 修改的主要内容

根据工作环节情况调整、增补了以上章节等内容后,本《规范》的完整性和适用性得到全面提升。

- a) 增加了“前言”章节。前言中说明了新标准与原标准的技术变化及标准编写人员。
- b) “1 主要内容与适用范围”更名为“1 范围”。
- c) “2 引用标准”更名为“2 规范性引用文件”。
- d) 增加了“3 术语和定义、缩略语”。其中包括“3.1 术语和定义”,“3.1.1 区域重力调查”,“3.1.2 重力系统”,“重力格值标定”(3.1.3),“3.1.4 非独立增量”,“3.1.5 独立增量”,“3.1.6 联测精度”,“3.1.7 基点网的精度”,“3.1.8 大样法”,“3.1.9 定性解释”,“3.1.9 定量解释”,“3.2 缩略语”,“3.2.1 GNSS 全球卫星导航系统”。
- e) 增加“4 总则”,新设立“4.1 应用条件”和“4.2 应用范围”,并将原“五统一技术要求”调整为“4.3 基本要求”,并下设 5 个条款。
- f) “5 技术设计”中增加了“5.1 资料收集和分析”、“5.2

- 野外踏勘”、“5.10 设计书编写”、“5.11 设计书的审查与变更”，并下设若干条款。将“4.6 密度工作”更名为“5.8 物性工作”。
- g) 增加了“6 重力仪”，原“6 野外工作”变更为“7 野外工作”，并删除原“6.2 省（区）级重力仪格值标定场的建立”、“6.3 基点选择与重力联测”，增加了“7.2 重力基点布设与联测”。
- h) “7 资料整理、精度评价、成果提交”更名为“7 资料整理、精度评价”及“11 成果报告编写与提交”两章，下设若干条款。
- i) “8 基础图件的编制”更名为“9 基础图件编制”，优化了下设条款。
- j) 增加了“10 数据处理和解释推断”，下设相关内容与条款。
- k) 由原来的 11 附录增加到 12 个附录。原部分附录局部修订后给予保留，删除了部分附录。

（三）新旧标准水平的对比

1、 整体水平对比

我国重力勘探从上世纪 50 年代 70 年代参照前苏联的标准，80 年代初制定了《区域重力调查技术规定》，1993 年颁发了《区域重力调查规范》（DZ/T0082-93）。2008 年 6 月国家测绘局发布公告，称自 2008 年 7 月 1 日起，我国开始启用 2000 国家大地坐标系（简称 CGCS2000），CGCS2000 与现行国家大地坐标系相比有着明显的优越性，其与现行国家大地坐标系的转换、衔接的过渡期为 8 年至 10 年。在过渡期内，现有各类测绘成果可沿用现行国家大地坐标系，2008 年 7 月 1 日后新生产的各类测绘成果应采用 2000 国家大地坐标系。

新规范提高了布格重力异常总精度：将其分为 1:100000 为 $0.200 \times 10^{-5} m/s^2$ 和 1:250000 为 $0.400 \times 10^{-5} m/s^2$ ；修改了五统一技术要求中坐标系要求，统一采用 2000 国家大地坐标系和椭球高程基准；1:200 000 测量比例尺改为 1:250 000 比例尺；修改了近区地形改正方法。增加了使用 GNSS 实时动态测量方法定位的技术要求，淘汰了航片定点法及综合法定点内容；增加了利用 DEM 高程数据进行地形改正的技术精度评价。增加了设计编写和资料汇交的要求；删除了不合时宜的三级基点网。

2、 相对旧标准有创新的修订与新增章、条或段及其适用性。

有下列创新的修订与补充：

(1) 增加补充了区域重力调查的任务：

在国家重力基本网的控制下，取得系统误差较小、精度较高的区域性重力基础资料用于追索、圈定与围岩有明显密度差异的隐伏、半隐伏岩体或岩层，以及两侧岩石密度有明显差异的断裂等；研究基底的起伏和构造，研究火山构造，圈定沉积盆地范围，研究沉积岩系各密度界面的起伏和内部构造等项内容。

(2) 修订了五统一技术要求，以适应勘查新要求。

(3) 新增了在技术设计过程中的资料收集与分析条目，包括地形资料、地质资料、物化探资料，新增了资料分析的内容及要求。

(4) 研究并修改了适用于 CGCS2000 坐标系统重力异常计算公式，并通过实测数据进行了试验结果比较与分析。

(5) 在调研及汇集 2000 年至今开展区域重力工作所使用的仪器设备性能的基础上，研究了各种类型仪器（重力仪、GPS 接收仪）试验资料，实现了标准中相应技术指标的确定。

三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

(一) 技术指标的修订说明

区域重力调查以布格重力异常值的均方误差作为总精度。规范提高了布格重力异常总精度：将其分为 1:100000 为 $0.200 \times 10^{-5} m/s^2$ 和 1:250000 为 $0.400 \times 10^{-5} m/s^2$ 。

随着重力仪性能提高，重力观测精度也随之提高；GNSS 方法技术的引入区域重力调查工作，测点的坐标、高程精度也大幅提高；地形改正方法的优化，也有助于布格重力异常总精度的提高。

(二) 方法技术内容修订补充的实验验证与分析说明

我国自 2008 年 7 月 1 日起，启用 2000 国家大地坐标系（简称 CGCS2000）。新生产的各类测绘成果需采用 2000 国家大地坐标，即取代现行的 1954 年北京坐标系（BJS54）和 1980 西安坐标系（XAS80）。因此在区域重力调查工作中采用的坐标系统、正常重力公式等需做出相应于 CGCS2000 坐标系的修改。

1、 CGCS2000正常场公式

CGCS2000椭球即是几何大地测量中的地球椭球或参考椭球，也是物理大地测量中的正常椭球或水准椭球。根据物理大地测量理论，具备并符合水准椭球的特征和定义。因此，以地球物理、大地测量的相关理论为基础，展开对CGCS200椭球的相应公式推导。

确定正常场的方法有多种，一般以水准备椭球作为正常球体，采用斯托克斯方法确定正常重力场，基本形式如下：

$$g_{\phi} = g_e \left[1 + \beta \sin^2 \phi - \beta_1 \sin^2 (2\phi) \right], \quad \beta = \frac{g_p - g_e}{g_e}, \quad \beta_1 = \frac{1}{8} \varepsilon^2 + \frac{1}{4} \varepsilon \beta \quad \dots \quad (3.2-1)$$

式中， g_e 为赤道重力值； g_p 为地球两极重力值； β 为地球的力学扁率； ϕ 为计算点的地理纬度。水准椭球的重力场取决于水准椭球的四个基本参数：椭球的长半径、椭球的扁率、椭球的总质量和它绕短轴旋转的角速度。

原规范中规定坐标系采用1954年北京坐标系和1985国家高程基准；正常重力公式采用的是第十七届国际大地测量和地球物理联合会（IUGG）通过，由国际大地测量协会（IAG）推荐的1980年大地测量参考系统中的正常重力公式计算大地水准面上的重力值，形式如下：

$$g_0 = 978032.7(1 + 0.0053024 \sin^2 \phi - 0.0000058 \sin^2 2\phi)(10^{-5} m/s^2) \dots \quad (3.2-2)$$

采用1980年公式时，由点位误差所产生的正常重力值计算误差公式为：

$$\varepsilon_{g_{\phi}} = \pm 0.000814 \sin 2\bar{\phi} \times \varepsilon_d (10^{-5} m/s^2) \dots \dots \dots \quad (3.2-3)$$

根据CGCS2000坐标系的参数，由公式（3.2-1）推出CGCS2000的正常重力公式，形式如下：

$$g_0 = 978032.53349(1 + 0.00530244 \sin^2 \phi - 0.00000582 \sin^2 2\phi)(10^{-5} m/s^2) \dots \dots \dots \quad (3.2-4)$$

采用1980年公式时，由点位误差所产生的正常重力值计算误差公式为：

$$\varepsilon_{g_{\phi}} = \pm 0.000814 \sin 2\bar{\phi} \times \varepsilon_d (10^{-5} m/s^2) \dots \dots \dots \quad (3.2-5)$$

2、 CGCS2000正常场改正对比

计算原规范中的正常场公式与CGCS2000正常场改正公式的结果，计算差值如下图所示：

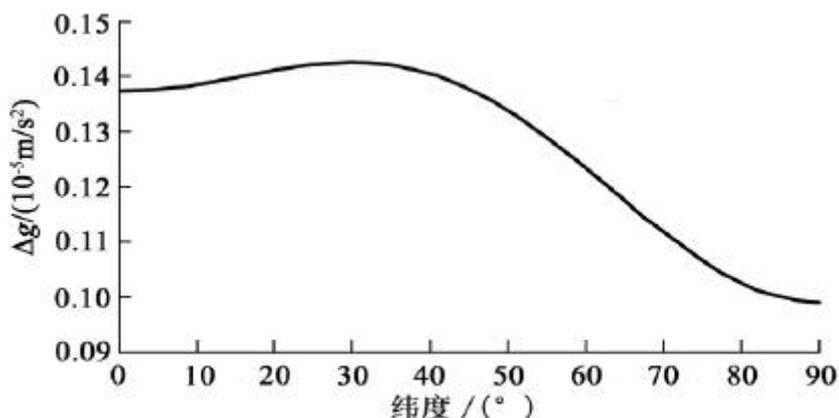


图3.2-1 CGCS2000与1980年正常重力场差值图

正常重力公式计算的参考椭球面正常重力场仅反应纬度的变化，由于参考椭球面正常重力场仅反映纬度的变化，因此其变化趋势在全球范围内近似成正弦曲线，而在小范围则可视为与纬度成正比的直线。

由引力场的定义可知，参考椭球面每个计算点的正常重力场总是大于与其对应地球表面上点的正常重力场。由上述分析可知，地球表面正常重力场与大地高成负相关性，因此两者之间的差异可以反应每个计算点大致高程效应，将其从绝对重力中减去的过程相当于进行了高程校正，去除了该点的高程效应，因此不需要单独进行高程校正，得到的直接就是自由空气重力异常。

在重力勘探过程中，利用基于WGS84世界大地坐标系的GPS在第一时间得到的测点坐标是WGS84坐标系下的坐标，高程也是测点相对于WGS84参考椭球的大地高，因此以WGS84参考椭球作为正常重力公式建立的基础，在实际工作中不仅可以省略坐标转换与高程转换，提高工作效率，还可以避免由于高程起算面不一致和椭球不一致等问题带来的误差，提高重力资料的准确性与可靠性。

（三）主要的技术经济论证

区域重力调查是基础性和战略性的地质调查，对重点成矿带找矿突破和解决矿产资源评价的基础地质问题具有重要作用。本次修订《区域重力调查规范》，利用新方法、新技术完善了区域重力调查方法技

术，使成果符合国家的相关要求，服务于区域地质调查、能源资源调查、重要矿产资源调查及环境调查、地球科学等工作。因此，本标准的使用，将提高区域重力调查工作效率和地质效果的同时获得经济效益。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

国外几个矿业发达国家都没有地面重力调查相关标准，多数是以数据库标准来要求相关重力调查工作。2005年北美四个国家相关人员组成的工作组提出了重力数据归算的新标准，并对北美重力库进行了修订，这一标准最显著地特点是重力测点高程是相对于国际上接受的椭球体，即国际大地测量及地球物理联合会（IUGG）推荐的椭球面，而不是常规应用中的大地水准面或海平面。

这次修订，根据我们国家具体情况，也做了相应修改。2000国家大地坐标系为基准，重力测点高程CGCS2000椭球体高（大地高），正常场公式为2000重力公式。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

（一）与《标准化工作导则》相适应

本《规程》的结构和内容符合GB/T1.1—2009《标准化工作导则》和《物探化探遥感勘查技术规程规范编写规定》（DZ-T 0195-1997）的有关要求。

（二）与相关技术标准相协调

本《规范》所使用的专业名词术语、符号符合《地球物理勘查技术符号》（GB/T14499）的规定；单位制符合《中华人民共和国国家计量单位标准》（GB3100—3102）要求；图件编制符合《地球物理勘查图式图例及用色标准》（DZ/T0069）及其最新版。

本标准涉及的相关技术标准如下：

GB/T 14499 地球物理勘查技术符号

DZ/T 0069 地球物理勘查图式图例及用色标准

DZ/T 0153 物化探工程测量规范

本标准与上述技术标准（或其正在修订的新版）要求不相矛盾。

本标准是在当前重力调查方法与考虑到各种精度仪器条件下较完整的一个技术标准。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

较重大的分歧意见的提出及处理与依据如下：

1、 标本应如何采集？

征求意见稿中的提法为“密度工作的设计应根据异常解释的需要来进行，一般按地质单元（系或统）布置物性工作。在 1：250 000 区域重力测量中宜按 1：250 000 区域地质图的图例单元布置，应注意标本采集的系统性和代表性。在 1：250 000 或 1：100 000 区域重力调查时，在重力异常上也应采集密度标本。”

李凤廷认为“密度标本和采集用遍布和平面相结合，更能全面完整的达到布设目的”。

宋旭峰认为“应规定每个采集点一般采集 2 至 3 块具有代表性标本，且进行横向上多点采集，以增加采集标本统计值的客观性，建议在密度工作（野外采集）条目中规定每一个采样点位可采标本不能超过几块标本。”

拟修改为：“物性工作的设计一般按岩性和地质单元布置标本采集工作。标本的采集应考虑系统性和代表性。在重力异常区上也应采集密度标本。”保留“对各层位、各期次、各种岩性的岩石都应采集足够数量的标本，一般不少于 30 块。采集点分布应合理，应考虑岩性的横向变化，有足够的代表性”的叙述。理由如下：

（1）按岩性和地质单元布置标本采集工作可以达到代表性原则，不需要遍布整个工区。

（2）在同一个采样点多采集标本无碍于分析结果，不需更多规定。

2、 近区地形改正如何做？

征求意见稿中的提法为“在地形较平坦地区（地形坡度不大于 15° ），可通过目估地形坡度确定近区地改值。当近区地形坡度超过 15° 时，应采用森林罗盘仪（或其他测绘仪器）测绘近区简易地形图或地形剖面的方法测定近区地改值”。

胡敏章认为：“地形改正，近区地形改正采用目估法，应做详细说明”。

李凤廷认为“在新形势下，重力勘探精度逐渐提高，近区地形改正采用目估不太合理，建议采用森林罗盘仪等实测方法进行”。

施兴认为：“近区地形改正，应采用仪器法，不能采用目估法”。

处理结果：拟修改为“近区地形改正应使用仪器实测测点 0m~50m 范围内的地形坡度角或相对高差（高程），采用八方位圆域法或方域法进行，并根据地形特点选用相应的公式计算地形改正值。采用方域及圆域八方位方法实测时，以正北为起始方位，按顺时针方向依次观测八个方位的地形坡度角（或相对高差），按照仰角为正、俯角为负的要求记录在地形改正原始记录本上。对于特殊地形，应测量简易地形模型，并根据地形类别选择相应的公式计算近区地形改正值。”

修改理由如下：

- (1) 使用仪器实测地形坡度角或相对高差比目估相对来说更准确。
- (2) 规定近区地改在 0m~50m 范围内显得更为严谨。
- (3) “坡度超过 15°”修改为“特殊地形”更有概括性。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性行业标准（DZ）加以贯彻。

八、贯彻标准的要求和措施建议

（一）组织措施

- 1、 由中国地质调查局以培训班的形式，每年/每两年组织举办区域重力调查技术交流培训会，应用效果与经验交流、方法技术研讨，开展全国性的区域重力调查技术规范的学习和推广工作，进一步促进重力调查工作规范化开展。
- 2、 结合相关项目中的地形改正工作，开展有针对性的应用该标准的研究，为标准的修订积累资料。

（二）技术措施

- 3、 办培训班、交流会。

4、 本《规范》上网，推广网上探讨。

5、 发挥广告宣传的作用。

(三) 过渡办法

继续执行《区域重力调查规范》（DZ/T0082-1993）。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其它应予说明的事项

无。

内 容 摘 要

本课题的任务是以原地质矿产部 1993 年发布的 DZ/T 0082-93《区域重力调查规范》为基础，结合现行工作实际，针对原规范中存在的不足和问题，修订《区域重力调查规范》。

编写人通过对实施多年的《区域重力调查规范》(DZ/T 0082-93) 进行应用情况调研，同时系统、全面地收集了相关的标准 51 部以及方法、技术、仪器、应用等文献 50 份；充分调研了方法中各个环节的现行技术、做法和经验；经研究、总结、归纳、提炼，按《标准化工作导则》(GB/T1.1—2009)、《物探化探遥感勘查技术规程规范编写规定》(DZ-T 0195-1997) 的有关要求，通过专家会议论证，修订编写形成“初稿”。采取“理论和生产实践相结合”的办法，边修订边试用边验证，以适应需求为导向进行增补，广泛征求意见，召开专家研讨会反复修改完善形成“征求意见稿”。通过二次研讨会、二次函询、一次成果报告初审，向全国有关单位的有关专家 60 余人次征求意见，收到大学、地矿、有色、煤炭、核工业、海洋等部门 30 余个单位返回的意见 45 份共 371 条，经研究采纳意见 249 条、不采纳意见 122 条，据此修改形成“送审稿”，按专家评审会审查验收意见做进一步修改后提交。

通过上述调研与专家咨询，确定原《区域重力调查规范》(DZ/T 0082-93) 主要存在的不足与问题为：1) 五统一技术要求不符合当前勘查需要；2) 区域重力调查比例尺在规范中太繁杂，不符合当前勘查需要。3) DZ/T 0082-93 标准颁布已经 24 年，应考虑补充新技术新方法。4) 由于新仪器的出现，布格重力异常总精度可适当提高。针对上述不足与问题，修订的主要内容为：1) 按 2000 国家大地坐标系重新定义五统一技术要求；2) 重新定义区域重力调查基本比例尺为：1:100000 和 1:250000。3) 增加了区域重力测量中测点的平面位置和高程的测定，宜采用 GNSS 测量方法。增加了网络 RTK 使用 CORS 服务的相关内容。4) 提高了布格重力异常总精度。

《区域重力调查规范》新标准主体内容由 12 章（范围，规范性引

用文件，术语，总则，技术设计，重力仪，野外工作，资料整理、精度评价，基础图件编制，数据处理与推断解释，调查成果报告，调查成果提交)和6个资料性附录、9个规范性附录构成。

在编制说明中对新标准主要内容确定的依据进行了详细的阐述。

主题词：区域重力调查；重力仪；规范。