《机载重力测量成果质量检验技术规程》

编制说明

行业标准项目名称：机载重力测量成果质量检验技术规程

行业标准项目编号：201932001

送审行业标准名称：

（此栏送审时填写）

报批行业标准名称：

（此栏报批时填写）

承担单位：国家测绘产品质量检验测试中心

当前阶段：☑ 征求意见　　☐送审稿审查　　☐报批稿报批

编制时间：2021 年 6 月

《机载重力测量成果质量检验技术规程》
编制说明

一、 工作简况

1. 任务来源

我国在航空重力测量成果质量检验标准在领域内一直处于空白，为完善航空重力测量领域标准体系、推动测绘地理信息产品质量检验工作向前迈进，保证今后航空重力测量项目成果质量、推进航空重力测量的发展与成果应用。国家测绘产品质量检验测试中心（简称国检中心）牵头联合自然资源部陕西测绘产品监督检验站、自然资源部第一大地测量队、自然资源部测绘标准化研究所、中国测绘科学研究院五家单位提出制定《机载重力测量成果质量检验技术规程》的申请，于 2019 年年底根据《自然资源部办公厅关于印发 2019 年度自然资源标准制修订工作计划的通知》，该标准立项成功，标准计划号为 201932001。该标准在对航空重力测量作业流程规范性客观评价的同时，确保对航空重力测量成果的客观评价，为航空重力测量成果在相关工程中的应用奠定坚实的质量基础。

2. 目的意义

虽然航空重力测量作为一种新型技术在多个行业得到广泛应用，但我国在航空重力测量成果的质量检验方面缺乏相应的检验技术规程或规范，为确保航空重力测量成果质量检验工作的规范性和可靠性，提高航空重力测量成果质量检验水平，亟需研制与现行航空重力测量作业及其成果相适应的航空重力测量成果质量检验标准。

通过《机载重力测量成果质量检验技术规程》的制订，能够对航空重力测量作业流程规范性客观评价的同时，确保对航空重力测量成果的客观评价，为航空重力测量成果在相关工程中的应用奠定坚实的质量基础；能够完善航空重力测量领域标准体系的同时，填补我国航空重力测量领域质量检验标准领域的空白，推动测绘地理信息产品质量检验工作向前迈进；能够与 GJB 6561-2008《航空重力测量作业规范》相辅相成，保证今后航空重力测量项目成果质量的同时，推进航空重力测量成果在我国的应用。

3. 起草单位及主要起草人

1）承担单位和协作单位

本标准的牵头单位为国检中心，是我国唯一的国家级测绘产品质量检验检测机构，隶属自然资源部，具有中国国家认证认可监督管理委员会批准的国家级资质（证书编号：2013003381Z）。

本标准的参编单位自然资源部陕西测绘产品监督检验站、自然资源部第一大地测量队、自然资源部测绘标准化研究所、中国测绘科学研究院，均在机载重力测量领域具备丰富的生产经验或质检经验，为本标准的制定奠定了良好的基础。

2）主要起草人及其所做工作

本标准的主要起草人员有张莉、章磊、田宗彪、彭凯笛、杨绪峰、王小军、王炜、刘占科、聂晶、赵鑫、蒋涛，工作分工如下表所示。

序号	姓名	主要工作
1	张莉	标准编制负责人，标准整体把关
2	章磊	负责标准编制组织及参编单位协调分工
3	田宗彪	标准草案编制，负责标准具体内容编制
4	彭凯笛	协助标准草案编制，负责标准具体内容编制
5	杨绪峰	协助标准草案编制，负责标准具体内容编制
6	王小军	完善错漏类别划分，联合开展验证标准
7	王炜	完善错漏类别划分，联合开展验证标准
8	刘占科	标准适用性验证，标准适用性论证
9	聂晶	标准适用性验证，标准适用性论证
10	赵鑫	标准格式及形式内容调整
11	蒋涛	检查内容梳理及补充完善，技术理论严谨性论证

4. 主要工作过程

1）立项启动

机载重力测量作为一种新型技术在区域重力测量、矿产普查及极地地质考察中取得了较好的应用效果，并在测绘、地震、地质、军测等多个行业得到广泛应用。目前，我国在航空重力测量成果的质量检验方面缺乏相应的检验技术规程或规范，为确保航空重力测量成果质量检验工作的规范性和可靠性，提高航空重力测量成果质量检验水平，亟需研制与现行航空重力测量作业及其成果相适应的航空重力测量成果质量检验标准。

根据《自然资源部办公厅关于征集2019年度自然资源标准制修订工作计划建议的函》的精神，国检中心组织技术人员，协同相关单位，根据行业质检实际需求，编制标准立项申报材料。同年11月，收到《自然资源部办公厅关于印发2019年度自然资源标准制修订工作计划的通知》，随机国检中心开始实施方案制定等标准筹备制订工作。

2）起草阶段

标准立项后，项目组积极开展准备工作。依托1606工程，我中心承担该项目中机载重力测量成果的检查验收工作，为保障工作科学、有效开展，组织技术人员编制了《1606工程机载重力测量成果质量评定办法(试行)》，并征求了中国测绘科学院、中国地质调查局自然资源航空物探遥感中心、战场环境保障局等部分单位的意见并在项目中推广使用，指导该项目中机载重力测量成果质量检查工作顺利实施，为本标准的制定提供了技术上的准备。

陕西测绘产品监督检验站、自然资源部第一大地测量队、自然资源部测绘标准化研究所、中国测绘科学研究院在理论研究、国家基准站建设、测绘成果质量评定等领域均具备颇高的水平，为协同完成本标准的制定提供了必备的支撑。

在编写完成《1606工程机载重力测量成果质量评定办法（试行）》后，项目组成员开展起草工作。在起草阶段，搜集了国内外相关资料、研究成果，进行了系统的分析、研究，在已有工作的基础上，充分结合现阶段国内各系统的建设运行情况，完成本标准草案的起草工作。并于2021年6月通过自然资源部标准化研究生形式审查，形成征求意见稿。

3）征求意见

在完成标准征求意见稿后，项目组于2021年6月X日开始，按照《关于征求<机载重力测量成果质量检验技术规程>（征求意见稿）意见的函》

（自然资标研函[2021]6 号）文件要求，开始在各有关单位全面征求意见，截止到 2021 年 8 月 X 日，先后收到 XXXXXX 等省的反馈意见，以及领域内相应专家的意见和建议，项目组随后逐条对照完成了标准的修改，编制了《征求意见及处理意见汇总表》，对标准内容进行了进一步完善，并最终形成送审稿。

4）送审阶段

5）报批阶段

二、 标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据；修订标准时，应增列新旧标准水平的对比。

1. 编制原则

（1）本标准不与现行法律、规范矛盾；

（2）符合强制性国家标准 GB22021-2008《国家大地测量基本技术规定》的要求；

（3)与相关的规范标准(GB/T24356-2019《测绘成果质量检查与验收》、GJB6561-2008《航空重力测量作业规范》）协调一致；

（4）标准制定后，技术指标和检验评定方法要确实可行，具有灵活的可操作性，评定方法要可行，质检组（人员）能够参考本标准对相应成果进行检查验收，推动相应成果质量控制的规范化。

2. 确定标准主要内容的论据

本标准在制定过程中，广泛收集了相关的国家标准、行业标准和地方标准，作为本标准制定的参考和借鉴依据，主要包括：

（1）GB22021-2008 国家大地测量基本技术规定；

（2）GB/T24356-2009 测绘成果质量检查与验收；

（3）GB/T20256-2006 国家重力控制测量规范。

三、 主要试验(或验证)的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

本标准适用于机载重力测量成果的检查验收与质量评定。

标准规定了机载重力测量成果检查验收与质量评定的方法和要求，详细规定机载重力测量成果质量检查的检查内容，规定了成果的质量元素和错漏的分类以及检验的方法，对航空重力测量作业的规范性、数据处理的可靠性和成果正确性等方面进行科学判定和客观评价。

（1）成果抽样与检查内容

1）批量及样本量确定

批量及样本量确定参考 GB/T24356-2009，按照成果数量划分检验批，根据检验批的批量确定样本量，以测线为单位划分单位成果。

2）抽样

机载重力测量成果的检验主要是基于软件开展检查，考虑到其检查的自动化和高效性，延续了大地测量成果数据处理检查验收的全检要求，不再单独抽样。

3）检查内容

航空重力测量成果检查内容包括数据质量（数学精度、观测质量、计算质量）和资料质量（整饰质量、资料完整性）。

（2）质量评定

质量评定方法参考 GB/T24356-2009，划分出质量元素及质量子元素，将质量子元素中的错漏划分为四个类别，按类别在 100 分的基础上进行扣分，最后累积加权得分，根据分值划定出四个等级。以下对涉及的 A 类错漏进行详细说明：

1）数学精度

a）扰动重力交叉点不符值比例超限

交叉点不符值是进行航空重力测量精度评估的依据。在航空重力测量中，测线呈纵横交错的网状布设，根据测线交叉点的符合程度来评估测区的测量精度，故将“扰动重力交叉点不符值比例超限”定为 A 类错漏。检查过程中，应分别计算样本内扰动重力交叉点不符值，判断是否超限。

b）重力基点、地面基准站点联测精度超限

重力基点、地面基准站点作为重力基本网的一部分，是测绘基准体系的重要组成部分，长期提供精确的地面重力场参数，可作为衡量样本的重要参数，故将“重力基点、地面基准站点联测精度超限”定为 A 类错漏。检查过程中，应对样本内重力点与重力基点或地面基准站点联测。

2）观测质量

观测质量是质量评定的重要内容，主要通过对观测过程的检查，评定数据的成果质量准确性、可靠性。检查过程中应着重关注观测准备阶段、观测方法等对观测结果有重大影响的部分，下面展开详细说明。

a）观测准备阶段

为确保重力仪、GNSS 仪器的最佳工作状态，作业前及作业中应对重力仪、GNSS 仪器进行检验与调整。对重力仪应进行性能试验（包括静态试验、动态试验），如有多台重力仪还应对多台仪器一致性试验，只有当试验均满足要求时，方可投入使用。对 GNSS 仪器应进行测前检定，并确保各项检定指标均在限差内，方可投入使用。故将“无仪器检验资料、机载重力仪器和 GNSS 仪器检验关键技术指标超限”定为 A 类错漏。检查过程中，应对相关仪器检验资料给予重点核查。

b）观测方法

测量过程应按照技术设计书及有关技术规定执行，尤其对关键环节（如数据采集软件、作业方案、机载重力仪参数等可直接影响测量成果的节点）应重点把控，确保数据采集过程合理、方法可控、结果可靠。故将“采用未经批准使用的数据采集软件、未经批准擅自更改作业方案、机载重力仪参数设置错误”定为 A 类错漏。检查过程中，应对照相关文件逐项核实。

3）计算质量

数据计算应按照技术设计书及相关技术规定计算，保证数据计算过程理论严谨、参数正确、结果可靠，一切可导致结果有误的环节应重点核查，故将“采用未经批准使用的数据处理软件进行数据处理、数据处理采用的各参数值错误及数据处理过程中计算方法、结果错误”定为 A 类错漏。检查过程中，应对处理软件、参数设定重点核查，并加强对结果正确性的验证。

4）整饰质量

上交成果应在文字、数字上确保无误，确保成果正确性、可用性、完整性。

5）资料完整性

上交成果应资料完整，重点核查可判断成果正确性的资料完整程度，不可出现缺、漏等现象。如机载重力测量观测手簿。

四、 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

地球重力场是地球的一种基本物理场，它反映了地球内部物质的空间分布、运动和变化状态，并制约地球本身及其邻近空间的一切物理事件。高精度的地球重力场及其时变信息对大地测量学、地球物理学、地球动力学、海洋学、空间科学、资源勘探及军事和国防建设的研究具有重要意义。

航空重力测量技术是一种新型的技术，以飞机为载体，综合应用重力仪（或加速度计）、INS、GNSS 和测高、测姿等设备快速测定近地空中重力加速度的重力测量方法。能够在一些难以开展地面重力测量的特殊区域如沙漠、冰川、沼泽、高山、森林等进行作业，可以快速经济地获取分布均匀、精度良好、大面积的地球重力场高频信息，较之经典的地面重力测量方法，无论是在人力、物力，还是在作业便利性方面均具有一定的优越性。

许多发达国家和发展中国家航空重力的应用越来越广泛和活跃，继而成为地球的重力研究最热门的技术，对地球的重力测量领域做出了重大的贡献。瑞士、英国、加拿大、美国已在区域重力测量、矿产普查及极地地质考察中取得了较好的应用效果。基于实际应用，很多学者从作业过程、数据处理、数据检核等方面对航空重力测量成果质量控制进行了研究，在精度估算、精度评定等方面做了大量的实验和研究工作。

在我国，航空重力测量工作研究和应用开始与上世纪 90 年代后期，近几年在测绘、地震、地质、军测等多个行业的相关领域发挥着不可替代的作用。

标准制定过程中，查阅了国外相应的理论技术发展现状，鉴于暂无国外相关机载重力测量成果质量检验标准，本标准制定主要基于国内发展现状以及已有质检工作基础。

五、 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准符合我国有关的现行法律、法规要求，符合强制性国家标准GB22021-2008《国家大地测量基本技术规定》的要求。

作为机载重力测量成果检验验收规程，在制定过程中保持与GB/T24356-2009《测绘成果质量检查与验收》、GJB6561-2008《航空重力测量作业规范》相适应，并充分利用其它领域内相关的资料成果。

六、 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编写过程中未出现重大分歧意见。

七、 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

本标准建议作为行业内推荐性标准，作为机载重力相应成果质量检查依据，指导相应工作的标准化、规范化开展。

八、 贯彻标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)

在机载重力测量相应项目实施过程中，建议在采用测绘成果“两级检查、一级验收”制度时，各级检查均按照本标准实施，从成果抽样、质量检查、质量评价等多方面保障各项工作的规范化。

在项目启动阶段，对生产人员、质检人员均需准确把握本标准内容，鉴于之前无相关标准规范的情况，本标准贯彻实施前，应开展广泛的标准宣贯工作，尤其是错漏划分的基本原则和尺度把握层面要有针对性的指导说明，以确保标准的准确应用。

九、 废止现行有关标准的建议

无废止现行有关标准的建议。

十、 其他应予说明的事项

该标准制订后，在指导行业内相应质检工作规范化开展的基础上，可作为其他行业，如地调、军测等行业的机载重力测量成果检验的参考依据，并注意根据实施过程中不同行业的特点和差异适当调整。

该标准完善了测绘质检标准体系建设，可有效指导机载重力成果质量检查工作，保障成果可靠、准确，进而在国民经济建设、国防建设等方面发挥更大的作用。