|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 点击此处添加ICS号 |
| CCS  |

|  |
| --- |
| D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png       |

点击此处添加CCS号 |

中国地球物理学会团体标准

T/CGS XXX—2021

直升机时间域航空电磁测量技术规范

Specification helicopter time domain airborne electromagnetic survey

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国地球物理学会  发布

目次

[前言 II](#_Toc80801945)

[1 范围 1](#_Toc80801946)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc80801947)

[3 术语和定义 1](#_Toc80801948)

[4 总则 2](#_Toc80801949)

[5 技术设计 2](#_Toc80801950)

[6 仪器设备安装与测试 6](#_Toc80801951)

[7 野外工作方法 7](#_Toc80801952)

[8 质量评价 9](#_Toc80801953)

[9 数据处理、编图与异常选编 11](#_Toc80801954)

[10 资料解释与成果报告编写 13](#_Toc80801955)

[附录A（资料性） 直升机时间域航空电磁测量技术设计书编写提纲 15](#_Toc80801956)

[附录B（资料性） 直升机时间域航空电磁测量成果报告编写提纲 17](#_Toc80801957)

[附录C（资料性） 直升机时间域航空电磁测量记录表格 20](#_Toc80801958)

[参考文献 21](#_Toc80801959)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件参考Q/CNNC JB 63-2017《航空时间域电磁测量技术要求》及EJ/T 20239-2020《时间域航空电磁测量技术要求》起草，一致性程度为非等效。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国地球物理学会提出。

本文件由中国地球物理学会归口。

本文件起草单位：核工业航测遥感中心

本文件主要起草人：李怀渊、王志宏、骆燕、孙栋华、陈伟、彭莉红。

本文件为首次发布。

直升机时间域航空电磁测量技术规范

* 1. 范围

本文件确立了直升机时间域航空电磁测量的总体原则和要求，并规定了直升机载时间域航空电磁测量的技术设计、仪器设备安装、测试、野外工作方法、质量评价、数据处理、图件编制、异常选编、资料解释、成果报告编写等内容和技术要求。

本文件适用于基础地质调查、矿产地质勘查、水文地质、工程地质、环境地质调查等的时间域航空电磁测量。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 14499 地球物理勘查技术符号

DZ/T 0069 地球物理勘查图图式图例及用色标准

DZ/T 0142 航空磁测技术规范

DZ/T 0187-2016 地面磁性源瞬变电磁法技术规程

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

直升机时间域航空电磁法 helicopter time domain airborne electromagnetic method

将测量系统搭载在直升机上，通过机载发射线圈向下发射脉冲电磁波（一次场），机载接收线圈接收地下导电介质产生的感应磁场（二次场），分析感应磁场异常随时间衰减特征来研究地下介质的一种电磁测量方法。

测试线 testing line

用于检查直升机时间域航空电磁系统工作状态的一条测试带。每套测量系统安装完成后应进行测试线测量。测试线一般为一条实际测量线或在测区附近与实际测线方向相同、地质条件相近且远离干扰的测试带。

磁感应强度 magnetic induction

描述磁场强弱和方向的物理量，是矢量，用符号B表示，本文件中指地质体在脉冲电磁波的激励下产生涡流场，其衰减过程产生的二次磁场磁感应强度。

[来源：DZ/T 0187-2016，3.2]

磁感应强度B关于时间的导数 time derivative of magnetic induction

磁感应强度随时间的变化率，用符号dB/dt表示。

[来源：DZ/T 0187-2016，3.2]

时间常数 time constant

磁感应强度时间导数的衰减速率，用符号τ表示。

背景场噪声 backgrounds noise

测量系统自身因素产生的电磁噪声，包含机载平台颤动引起的噪声及零漂、温漂等。用dB/dt的晚期道数据的标准偏差表示。

* 1. 总则
		1. 应用领域

金属矿床、非金属矿床普查找矿；浅层水资源调查；不同盐渍化和颗粒度土壤分布范围的国土资源调查；土壤和水体环境地质评价；海水入浸、海冰厚度探测；铁路、公路选线和水库堤坝渗漏等工程勘察。

* + 1. 测量仪器

直升机时间域航空电磁测量使用吊舱式发射、接收系统，配备导航定位、自动数据收录系统、高度计等必要辅助设备。

* + 1. 系统测试

在野外数据采集之前，应对直升机时间域航空电磁测量系统进行安装与测试，确保系统技术指标合格。

* + 1. 数据采集

每一架次数据采集均包括背景场测量和测线测量，在确保安全的条件下，应采取措施控制飞行高度，满足技术设计要求。

* + 1. 数据预处理

对测量数据进行背景场去除、天电去除、叠加抽道等。

* + 1. 数据处理

对数据进行位移校正、调平、时间常数计算、电阻率计算等。

* + 1. 资料解释

应充分利用直升机时间域航空电磁测量资料，结合地质、矿产、航磁、钻探和地面物化探等资料，进行综合推断解释。

* 1. 技术设计
		1. 资料收集与飞行条件考察
			1. 资料收集

技术设计前，应收集资料，包括：

1. 测区的区域地质、水文地质、物探、化探、遥感、矿产及岩矿（石）电性等资料；
2. 测区的主要电磁干扰源；
3. 测区的地形、地貌和气候资料；
4. 若收集不到现有的相关电性资料，可参考相邻地区相同或相近地质条件下的相关电性资料代替，或实地测量获取探测对象及围岩的电性资料。
	* + 1. 实地考察

实地考察包括：

1. 测区的空域管制、作业机场或临时起降点及其保障条件；
2. 生活保障和交通条件；
3. 气候与气象条件。
	* 1. 测区选择与布置
			1. 测区选择

测区选择应遵循以下原则：

1. 测区内探测对象相对围岩应具有明显的电性差异；
2. 基础地质调查：应注意地层或岩性的差别、构造单元的完整性、地质体的规模等因素；
3. 矿产地质勘查：应优先选择成矿条件有利和工作程度较低的地区；
4. 水文地质、工程地质、环境地质调查等：应根据具体任务、工作性质和探测对象等情况选择。
	* + 1. 测区范围

测区范围应遵循以下原则：

1. 一般按测量任务、测区地形和工作量等因素确定测区的拐（角）点坐标；
2. 测区范围应略大于地质任务所要求的范围，有条件时应包含典型的已知矿床、矿点、矿化点；
3. 测区形状应尽可能规则，在与相邻测区衔接时，应与相邻测区重复2～3条测线；测线两端与相邻测区至少重复3km；
4. 在确定测区前，应事先对测区及周围有可能的电磁干扰源和危险障碍物进行全面的调查，包括高压线、微波发射塔、雷达站的发射频率及波段等，必要时需要调整测区范围。
	* 1. 技术参数
			1. 测量比例尺

具体要求如下：

1. 根据具体测量任务要求，探测对象大小以及经济上的合理性等因素，合理选择测量比例尺。测线间距与测量比例尺相关，其对应关系如表1。
2. 线距与测量比例尺关系表

| 测量比例尺 | 线距（m） |
| --- | --- |
| 1:100000 | 1000 |
| 1:50000 | 500 |
| 1:25000 | 250 |
| 1:20000 | 200 |
| 1:10000 | 100 |
| 1:5000 | 50 |

1. 对局部成矿有利地段或有找矿有意义的地区，可加密测线；对于有多组不同走向构造时，可布置交叉测线。
2. 对有特殊要求的直升机时间域航空电磁测量，应综合考虑自然地理、地质、地球物理、地球化学等，以突出测量地质效果为主，选择合理的测量比例尺。
	* + 1. 测线布置
				1. 测线方向

应符合如下原则：

1. 测线方向应尽量垂直于测区内主要地质构造走向或探测对象的总体走向；
2. 地形高差较大且测区内地质构造走向与山系走向一致时，测线方向可与地质构造走向斜交，但交角应大于45°；
3. 水文地质、工程地质、环境地质调查等工作应根据工作任务、性质和探测对象等具体情况选择测线方向。
	* + - 1. 测线编号

应符合如下原则：

1. 按从西到东、从北到南顺序对测线进行编号；
2. 一般按“L-线号（4位）”顺序编号，前三位代表线号，最后一位代表完成该测线的飞行架次；如L-1000线100代表线号，最后一位0表示100线第一架次测量。
	* + 1. 飞行速度

应以小于100 km/h的速度飞行。在复杂地形条件下，飞行速度应保证飞行安全。

* + - 1. 飞行高度

飞行高度的确定应符合以下原则：

1. 基础地质调查和矿产勘查时，在确保安全的前提下，应尽量沿地形起伏飞行；
2. 高差不大于100m/km的地区，测线上线圈平均离地高度45～75m；高差为100～300m/km的地区，测线上线圈平均离地高度65～110m；在高差大于300m/km的地区，应在设计书中明确飞行高度；
3. 高差不大于100m/km的地区，超高率不大于10%；高差为100～300m/km的地区，超高率不大于25%；高差大于300m/km的地区，应在设计书中明确超高率；
4. 在技术设计书中应根据具体任务和特殊要求明确线圈平均离地高度和超高率。
	* + 1. 导航定位
				1. 导航定位质量以每条测线平均偏航距和测网疏密度来衡量。不同测量比例尺的最大偏航距、允许超过最大偏航距的连续长度见表2。
5. 不同测量比例尺最大偏航距和允许超过最大偏航距的连续长度

| 测量比例尺 | 最大偏航距（m） | 允许超过最大偏航距的连续长度（km） |
| --- | --- | --- |
| ≤1:100000 | ≤150 | 10 |
| 1:50000 | ≤100 | 5 |
| 1:25000 | ≤50 | 2.5 |
| ≥1:10000 | ≤1/3测线距 | 1.0 |

* + - * 1. 当最大偏航距连续长度超过要求时，应进行补测。补测线段两端与合格测线重复长度不应少于1km。
				2. 不同比例尺的测网疏密度要求见表3。
1. 不同比例尺的测网疏密度指标要求

| 测量比例尺 | 测网疏密度（m） |
| --- | --- |
| ≤1:100000 | 线距±80 |
| ≤1:50000 | 线距±50 |
| ≤1:25000 | 线距±30 |
| ≥10000 | 线距±25 |

* + - 1. 数据收录内容

数据收录应包括（但不限于）以下内容：磁感应强度数据、雷达（或激光）高度计数据、卫星定位经纬度、卫星定位高度、卫星定位时间、采样点号等。

* + - 1. 背景场噪声

背景场噪声水平应小于1nT/s。

* + 1. 仪器设备
			1. 直升机平台选择

应选择低空性能好、舱内有足够空间安装相关测量设备的直升机，要求飞机供电系统稳定、电磁辐射低，要求数据中不存在飞机供电系统噪声。

* + - 1. 机载测量系统
				1. 系统组成

直升机时间域航空电磁测量系统由下列设备组成：

1. 直升机时间域航空电磁系统；
2. 高度测量设备；
3. 导航定位设备；
4. 数据收录设备；
5. 辅助设备。
	* + - 1. 机载系统技术要求

直升机时间域航空电磁系统

主要技术要求如下：

1. 系统噪声不超过1nT/s；
2. 供电脉冲大于3ms，占空比高；
3. 发射基频可选。

雷达（或激光）高度计

主要技术要求如下：

1. 雷达（或激光）高度计的测量范围应在0m～450m，其指示误差不应超过±2m；
2. 高度计测量与卫星定位结果进行对比，线性度应优于99%；
3. 测区飞行前，雷达（或激光）高度计应该校准合格。

导航定位设备的静态定位精度应优于1m。

数据收录设备

主要技术要求如下：

1. 应有多通道数据采集功能，可配合模拟记录进行监视；
2. 显示屏应实时显示电磁监控数据道及飞行航迹、速度、离地高度、时间和线号等；
3. 数据记录的错漏码率应不超过0.1%。
	* + - 1. 机载系统

装机技术要求如下：

1. 电磁发射、接收系统需配备应急脱钩装置，吊挂在飞机下方，应确保发射、接收信号电缆屏蔽良好，有足够的松驰度避免承受拉力作用；
2. 数据收录系统安装于机舱内，并安装避震设备，以减少震动干扰；
3. 导航定位天线安装位置应保证在仰视角大于10°的范围内无遮挡物；
4. 吊挂系统应保证飞行状态时线圈保持水平状态；
5. 灵敏度与出厂时的相对变化值应在±10%的范围内（附录C）；
6. 接收线圈的基准零值稳定，背景场数据校正处理后的中晚期时间道的标准差应小于0.04nT/s；
7. 测试线上不同方向观测到的电磁响应波形一致；
8. 不同时间段分别以不同的速度飞行或空中盘旋，系统电磁噪声变化范围在0.15nT/s～1nT/s之间。
	* + 1. 地面基站设备组成

地面基站设备应包括：

1. 数据处理计算机；
2. 数据处理软件；
3. 打印与绘图设备；
4. 数据存储备份设备；
5. 通讯设备；
6. 其他辅助设备。
	* 1. 技术设计书编制与审批
			1. 技术设计书编制

项目承担单位应按任务书或合同规定的目标任务收集各类资料、实地考察测区情况，确定使用机载平台、仪器设备的相关技术参数，在此基础上编写项目技术设计书。技术设计书编写提纲参见附录A。

* + - 1. 技术设计书审批

技术设计书经项目主管部门审批后实施。

* 1. 仪器设备安装与测试
		1. 系统装机
			1. 系统设备需由专业技术人员安装在飞机上。
			2. 装机后的系统应满足5.4.2.3。
		2. 装机后测试与校准
			1. 系统测试
				1. 灵敏度测试

在系统组装完成或大修后，需进行灵敏度测试，技术要求如下：

1. 测试地点应远离干扰源（车辆距离线圈至少50m）；
2. 将专用铝板放在发射线圈任意拐角处，观测“零耦合”（铝板与地面垂直）和“全耦合”（铝板与地面平行）状态下的电磁响应；
3. “零耦合”和“全耦合”各测3次，每次不少于10s；
4. 测试结果应符合5.4.2.3.f
	* + - 1. 系统延迟测试

在测量飞行前或仪器主要部件更换后需进行系统延迟测试，确定系统定位数据与实际地面位置之间的差异，技术要求如下：

1. 在测试线上以相反的方向飞过同一地面电性异常目标体；
2. 飞行高度应接近设计高度；
3. 根据不同方向的异常响应特征进行延迟校正。
	* + 1. 高度计校准

高度计的校准方法和要求如下：

1. 校准飞行应在地形平坦地区进行；
2. 校准飞行高度应不少于5个，飞行高度范围应涵盖测区最大和最小测量飞行高度；
3. 校准飞行中高度变化不应超过±5%；
4. 校准结果应符合5.4.2.2.2.a、b。
	* + 1. 导航定位设备测试

应在测量工作开始前对导航定位设备进行静态测试，方法和要求如下：

1. 对导航设备进行定点连续观测，测量时间不少于2h；
2. 结果应满足5.4.2.2.3。
	* + 1. 数据收录系统检验

应按系统说明书的要求对数据收录系统进行检验，结果应满足5.4.2.2.4。

* + - 1. 测试线测试

系统安装测试完成后，进行测试线飞行，飞行时包括前后两个背景场，中间以相反方向飞行测试线，测试线测试应符合以下技术要求：

1. 接收线圈基值、校正效果符合5.4.2.3.g；
2. 测试线波形符合5.4.2.3.h；
3. 系统噪声符合5.4.2.3.i。
	1. 野外工作方法
		1. 野外测量前的准备

工作包括但不限于以下内容：

1. 测区申报和各种保障工作；
2. 建立临时起降点。要求至少50m×50m的平整空地，周围视野相对开阔，地表较为硬实或平整，尘土较少。临时起降点要求中型运油车可方便出入，同时考虑方便出航和返航；
3. 拟定详细的飞行计划，向机组人员介绍工作任务，并提供测线布置图、测线坐标数据；
4. 为了解测区地形、地物、水系、危险障碍物及人文干扰源（工业高压线、微波发射塔、高大建筑物）等，测区开始测量飞行前均应安排视察飞行，必要时组织有关人员参加视察飞行；
5. 准备操作员记录、飞行记录、质量统计记录等班报。
	* 1. 野外测量飞行
			1. 仪器检查

每架次飞行前，应检查仪器工作状态，包括但不限于以下内容：

1. 检查并清理飞机上与测量无关的物品；
2. 确认系统电缆线、电缆与直升机连接、直升机脱钩满足生产安全；
3. 接通电源前，检查机舱内各种仪器开关位置和电缆连接是否正确；
4. 检查数据收录系统是否正常，并输入需要人工设置的参数；
5. 检查导航定位设备是否正常；
6. 检查收发系统是否正常；
7. 检查高度计是否正常。
	* + 1. 背景场测量
				1. 每个架次进入测线飞行前，首先进行背景场飞行，然后进行测线飞行；每飞行约1h再进行一次背景场飞行，最后以背景场飞行结束。
				2. 背景场测量应远离干扰源，根据实际情况确定飞行离地高度，建议800~1000m，飞行速度80~100km/h，飞行时间2min~3min。
			2. 测线测量

测量的方法和要求如下：

1. 测线飞行一般沿地形起伏飞行，尽量保持离地高度一致；
2. 在局部地形复杂地区，可采用下滑飞行法；
3. 飞行时线圈姿态宜平稳，每个方向角度变化应小于20°；
4. 飞行速度、高度和偏航应分别按5.3.3、5.3.4、5.3.5的要求控制；
5. 当采用接线分段测量时，接线重复段应不小于1km；
6. 在测线上飞行作业时，应避免使用无线电对讲机和手机；
7. 仪器出现故障或发现质量达不到标准要求时，应对仪器状态进行观察和检查，若无法及时排除故障，立即返航；
8. 架次飞行结束后，及时检查仪器工作状态、备份原始数据，整理和编录好各种记录（附录C），及时移交给资料处理人员。
	* 1. 数据预处理
			1. 数据预处理

数据预处理包括日常资料的编录与整理、测量数据分析与统计、废品数据确定与处置等。

* + - 1. 日常资料的编录与整理

对当天产生的各类资料进行编录与整理，内容包括：

1. 整理当天的飞行报表；
2. 架次空中数据文件名称和飞行报表架次号一致；
3. 同一测区的测线号应按位置顺序，从小到大依次编录，不得出现重复测线号；一条测线分段飞行时，应使用不同测线号加以区别；
4. 记录表填写应完整、准确无误。记录表应分类成册，并编制资料的技术说明。
	* + 1. 测量数据分析与统计

应对当天的测量数据进行分析与统计，内容如下：

1. 对数据预处理，生成可供进一步处理的数据库，并模拟显示或绘制成图；
2. 统计测线数据收录错漏码率，检查基点号和时间连续性；
3. 统计飞行高度、偏航、飞行速度等，对高度、偏航或飞行速度超出设计要求的线段，分析原因，给出是否补飞的建议；
4. 统计电磁数据噪声；
5. 评价测线高压线信号强度及干扰情况；
6. 统计本架次实际工作量。
	* + 1. 更新工作进度图、航迹图和飞行高度图，填报工作日志。
			2. 废品数据确定与处置

废品测量数据的确定与处置如下：

1. 数据质量未达到设计要求的数据均为废品数据。
2. 对废品数据引起原因进行分析；
3. 对废品数据的测线，应安排重飞；
4. 对废品数据不编录但应严格标注并保存。
	* + 1. 晚期道数据出现负值时，对其原因进行分析。
		1. 资料整理、检查与验收
			1. 资料整理

整理如下相关资料：

1. 工作日志；
2. 原始记录及各类统计报表；
3. 质量检查记录；
4. 实际材料图和初步成果图件；
5. 工作总结；
6. 其它相关资料。
	* + 1. 检查与验收

原始资料的检查应贯穿原始资料整理的全过程，检查方法如下：

1. 日常资料的自检和互检；
2. 项目组的定期检查；
3. 承担单位的阶段检查；
4. 应对各阶段检查发现的问题，分析原因，提出具体整改措施，及时实施整改、追踪整改情况，并留有记录。
	* + 1. 原始资料验收

原始资料的验收流程和要求如下：

1. 野外测量结束，应向项目主管单位提出野外验收申请；
2. 原始资料验收合格后，方可转入数据处理成图阶段。
	1. 质量评价
		1. 测量仪器性能
			1. 定位精度

定位精度的质量评价方法：根据地面某固定点位连续观测的坐标数据(＞30 min)，求出静态定位精度。

定位精度计算见公式(1)

 $S\_{p}=\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum\_{i=1}^{N}\left(X\_{i}-\overbar{X}\right)^{2}}$ ()

式中：

$S\_{p}$———静态定位精度，单位为m；

$X\_{i}$——固定点上第*i*次定位系统的坐标观测值，单位为m；

$\overbar{X}$———固定点观测期间所有$X\_{i}$坐标观测值的算术平均值，单位为m；

*N*——观测期间观测总数；

$i$——观测次数，*i*=1，2，3，…，*N*。

根据计算结果，评价所使用的导航定位设备是否符合5.4.2.2.3。

* + - 1. 系统灵敏度

系统灵敏度的质量评价方法：根据灵敏度的测试结果求出实际测量响应值与出厂标准响应值的相对变化值，

计算见公式(2)

 $S\_{i}=\frac{X-X\_{0}}{X\_{0}}×100\%$ ()

式中：

$S\_{i}$——灵敏度相对变化值，无量纲；

$X$——实际测试平均值，单位为nT/s；

$X\_{0}$——出厂标准测试值，单位为nT/s；

根据计算结果，评价所使用的航电系统灵敏度是否符合5.4.2.3.f。

* + 1. 测量质量
			1. 飞行质量
				1. 飞行高度

飞行高度的评价由平均离地高度衡量，并统计全区的超高率。

1. 平均离地高度计算见公式（3）

 $\overbar{∆h\_{R}}=\frac{1}{N}\sum\_{i=1}^{N}∆h\_{Ri}$ ()

式中：

$\overline{Δh\_{R}}$——平均离地高度，单位为m；

$Δh\_{Ri}$——采样点*i*上的离地高度值，单位为m；

$N$——采样点总数，单位为个。

1. 超高率计算见公式（4）

 $W=\frac{M}{N}100\%$ ()

式中：

$W$——超过设计要求的高度百分比；

$N$——飞行高度采样数；

$M$——高于设计临界高度出现的次数。

1. 全区平均离地高度、超高率应符合5.3.4。
	* + - 1. 导航质量

导航质量用平均偏航距和测网疏密度指标评价，方法如下：

1. 平均偏航距按公式（5）计算：

 $A=\frac{1}{N}\sum\_{i=1}^{N}\left|δ\_{i}\right|$ ()

式中：

$A$——平均偏航距，单位为m；

$δ\_{i}$——第*i*个采样点上的实际偏航距，单位为m；

$N$——采样点总数；

1. 全测区的测网疏密度$D$按公式（6）计算：

 $D=∆\pm \frac{1}{N}\sum\_{i=1}^{N}\left|d\_{i}-∆\right|$ ()

式中：

$D$——测网疏密度，单位为m；

$d\_{i}$——第*i*个采样点的实际测线间距，单位为m；

$N$——参加疏密度计算的采样点总数；

$Δ$——为设计预定的测线间距，单位为m。

1. 平均偏航距和测网疏密度应符合5.3.5。
	* + 1. 噪声水平评价

架次噪声水平采用背景场噪声来评价，计算见公式（7）

 $S=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum\_{i=1}^{n}\left(X\_{i}-\overbar{X}\right)^{2}}$ ()

式中：

$S$——噪声水平，单位为nT/s；

$ n$——参加计算的观测点数；

$X\_{i}$——采样点*i*上的z分量的磁感应强度时间导数晚期道数值，单位为nT/s；

$\overbar{X}$——参加计算的z分量的磁感应强度时间导数晚期道平均值，单位为nT/s。

根据统计结果，评价是否符合5.3.7。

* 1. 数据处理、编图与异常选编
		1. 数据预处理
			1. 数据检查

检查数据与原始记录是否一致。

* + - 1. 坐标转换
				1. 数据转换

应将坐标数据转换为选定坐标系的坐标值。

* + - * 1. 坐标系及投影方式

根据成图比例尺的不同，使用国家规定的相应比例尺的地理坐标系，投影方式如下：

1. 成图比例尺为不小于1:50000时，一般采用高斯投影；
2. 成图比例尺大于1:50000时，可以根据需要自定义坐标系。
	* + 1. 背景场去除和零漂校正

利用每架次前后两个背景场数据的线性插值，对测线数据进行校正与调平，消除飞行器等金属体的影响及航电系统的漂移。

* + - 1. 组合滤波

采用组合滤波技术，消除天电、运动、VLF等噪声影响。

* + - 1. 叠加

通过加权叠加的办法将采集到的数据综合到一个物理测点上。

* + - 1. 抽道

采用对数等间隔或似对数等间隔的方法抽取部分时间道数据来描述测点信号衰减特征。

* + - 1. 数据校正

对数据进行延迟校正、线圈姿态校正及波形校正。

* + 1. 数据处理
			1. 调平

应根据相邻测线、相邻架次的情况对全区测线数据作适当调平。

* + - 1. 时间常数计算

根据实测数据采用固定窗口或滑动窗口计算时间常数。

* + - 1. 电阻率计算

根据实测数据选用不同的计算方法进行视电阻率转换计算或进行一维、三维反演。

* + - 1. 网格化

对测量数据进行网格化处理，形成网格数据文件。网格距一般不应大于测量线距的四分之一。

* + 1. 图件编制

图件类型包括基础图件、转换图件和推断解释图件。

* + - 1. 基础性图件
				1. 基础图件包括航迹图、飞行高度图、B场或dB/dt剖面平面图、对应目标体深度的2个～3个时间道B场或dB/dt等值线平面图等基础性图件。
				2. 等值线平面图着色按照高值暖色调向低值冷色调过渡的原则。
				3. 剖面平面图纵比例尺应根据数据统计分析及地质任务等因素综合确定。
				4. 图件的图式、图例应按DZ/T 0069的有关规定。
				5. 基础图件技术说明

包含以下内容（但不限于） ：

1. 数据采集时间、使用机型与机号、作业基地和测量比例尺等；
2. 测量系统型号、发射线圈直径与磁矩、数据收录方式及采样点距；
3. 导航定位方法及仪器设备型号、实际导航和定位精度；
4. 测量飞行高度及其分布情况；
5. 成图坐标系及投影参数；
6. 地理底图来源、版次等相关说明；
7. 成图数据处理使用的专业软件名称。
	* + 1. 转换图件

转换图件包括时间常数等值线平面图、不同深度视电阻率等值线平面图、视电阻率断面图等。

* + - 1. 解释图件

根据目的任务提供相应解释图件：

1. 基础地质、矿产地质勘查根据目标任务编制岩体分布图、岩性-构造图、航电异常分布及找矿远景预测图，当需要又具备有利条件时，可提交直升机时间域航空电磁测量典型异常综合信息图；
2. 水文地质、工程地质等根据项目任务编制相应的解释性图件。
	* + 1. 成图比例尺

成图比例尺应等于或小于测量比例尺。当在一个测区内采用两种比例尺时，以测量面积大的测量比例尺为成图比例尺。当两种测量比例尺所占面积接近时，也可使用其中的小比例尺成图。

* + 1. 航电异常选编

矿产地质调查时应进行航电异常选编。

* + - 1. 航电异常选编原则

航电异常选编原则如下：

1. 航电异常的筛选以Z分量的dB/dt、B场剖面图和视电阻率断面图为基础，将Z分量的dB/dt和B场曲线波形放大，突出晚期道的波形特征，根据不同的波形衰减特征筛选航电异常。
2. 选择已知矿、矿（化）点或矿化蚀变地质体上对应的航电异常；若区内没有上述对应异常，则应该选择初步认定有找矿意义或展布在成矿远景区带内航电异常。
	* + 1. 航电异常编号

按顺序对异常进行编号，原则如下：

一般按“省（市、自治区）简称HD-年份-4位序号”从西往东，从北往南顺序编号(如甘HD-2009-0001)；跨年度飞行的按测量年份编号。

* + - 1. 航电异常分类

按航电异常所处的地质环境、找矿意义，对航电异常进行分类，划分为甲、乙、丙、丁四大类。分类原则如下：

1. 甲类异常：为矿致异常，可分为两个亚类：
	1. 甲1类异常：已知矿引起、推断还有找矿潜力的异常；
	2. 甲2类异常：已知矿引起、推断进一步找矿潜力不大的异常。
2. 乙类异常：推断具有找矿意义的异常，分为三个亚类：
	1. 乙1类异常：推断矿体引起的异常；
	2. 乙2类异常：推断含矿地质体或含矿化裂隙水引起的异常；
	3. 乙3类异常：推断具有找矿意义的地质体引起的异常。
3. 丙类异常：性质不明异常。按目前工作程度和认识水平，无法判明其找矿意义地质体引起的异常；
4. 丁类异常：按目前工作程度和认识水平，认为不具备找矿意义的岩性引起的异常或地质成因不明的异常。
	1. 资料解释与成果报告编写
		1. 资料解释的基本要求
			1. 资料解释应遵循从已知到未知、从点到面的原则，定性与定量解释相结合的原则。在推断解释的基础上，编制相应的推断解释成果图件和编写成果报告。
			2. 区域地质调查、多金属矿产地质调查的直升机时间域航空电磁法测量在资料解释时，应充分收集地质、物探、化探、水文、遥感地质、钻探、已知矿床、物性等资料，并考虑到地形、飞行高度及电磁干扰因素等各种影响进行综合分析。
			3. 其它目的直升机时间域航空电磁法测量资料解释应根据工作要求采用相应的解释方法和技术。
		2. 资料解释内容
			1. 区域电磁场解释

在充分了解测区域电磁场分布特征的基础上，并根据地质任务需要，研究其所反映的地层或岩石性质、地质构造特征，进行分区解释。

* + - 1. 已知矿床航电异常特征研究

对测区内各类已知矿床，总结成矿规律及航电异常特征，条件具备时，建立该已知矿床的地球物理-地质模型，用于同类矿床的成矿预测。

* + - 1. 航电异常反演与解释

根据异常筛选结果，对重点航电异常进行反演，确定异常位置、异常范围（走向、长度、宽度）、异常类型等。对异常的找矿意义作出评价，提出是否开展进一步工作的建议。

对具有找矿意义的异常宜进行反演和解释，解释的主要内容包括：低阻地质体的空间位置、埋藏深度、产状（倾角、倾向）、规模（长度、宽度、厚度）及电性参数等。

* + - 1. 构造特征

根据航电区域电磁场和航电异常的分布特点，推断解释断裂构造或局部构造，为综合研究提供依据。

* + 1. 成果报告编写
			1. 在资料解释和综合研究的基础上，按项目任务要求编写项目成果报告。报告力求简明扼要、内容完整。
			2. 成果报告的编写提纲见附录B。
			3. 报告中使用的技术符号应符合GB/T 14499的有关规定。
			4. 成果报告中应附基础性图件、必要的解释图件和成果图件。
1.
2. （资料性）
直升机时间域航空电磁测量技术设计书编写提纲
	1. 前言
		1. 目的任务

简述项目来源、工作时间、总体目标任务、年度工作任务等。

* 1. 测区范围及地理条件

简述测区地理位置（附测区交通位置图）、行政区划、坐标范围、自然地理、气候概况等。

* 1. 测区地质及地球物理概况
		1. 地质概况

综述测区大地构造位置、地层、构造、岩浆岩分布和主要矿产分布规律；评述与探测目标、任务有关的地质信息。

* + 1. 地球物理、地球化学特征

综述测区岩（矿）石的物性参数特征，区域地球化学特征及参数，论述时间域航空电磁测量的基础和前提；预测在构造、填图及找矿方面或其他探测对象的可能效果和推断解释中存在的难点等。

* 1. 测量工作方法与质量要求
		1. 飞行条件

简述测区地形地貌特点、选用的飞机型号、测区机场或临时起降点的分布情况、飞行保障条件等。

* + 1. 测量仪器及要求

简述使用的仪器型号与主要技术指标、数据收录格式，以及配套仪器设备（如基站、异常查证）、数据处理软件等。

* + 1. 测网布置

简述测量比例尺、测线方向、测线线距与点距；切割线方向、线距（附测网布置图）及其依据。

* + 1. 测量方法及质量要求

简述装机前仪器测试方法及质量要求、装机后测试和校准方法及质量要求、野外测量飞行方法（应明确飞行高度和导航定位方式）及质量要求、测量质量评价方法及要求等。

* + 1. 资料处理及图件编制

简述原始资料和统计资料编录整理方法、各类测量数据文件命名和存储方法、模拟记录质量初步评价方法、数据处理的流程和方法及要求、异常筛选方法及要求、编制图件的种类和方法及要求。

* 1. 工作部署

根据目的任务和工作起始时间，编制工作流程与工作进度，并附工作进度表。编制总体工作计划和分年度工作计划，编制工作部署图（或测线布置图）。

* 1. 实物工作量

明确时间域航空电磁测量、物性参数测量、异常查证等方面的主要实物工作量。

* 1. 成果解释与预期成果
		1. 成果解释

简述时间域航空电磁测量资料解释的基本思路，拟采用的数据转换处理方法、解释的技术路线等。

* + 1. 预期成果

简述提交阶段性和最终成果的种类和名称，并说明提交成果报告的时间。

* 1. 组织管理

简述项目的组织管理机构，项目组人员组成、职责及分工等。

* 1. 经费预算

按照有关部门编制的项目经费预算要求，编制经费预算和预算说明。

* 1. 质量保障与安全措施

简述保障任务完成、提高工作质量的具体措施（含技术措施，各种新技术方法的应用）和提高工作人员水平所采用的技术培训措施等。简述项目全面质量管理办法及措施、安全及劳动保护措施等。

* 1. 附图

按实际需要附相应比例尺的地质图和工程部署图。

1. （资料性）
直升机时间域航空电磁测量成果报告编写提纲
	1. 前言（序言）
		1. 项目来源及目的任务

简述项目来源、工作性质及目的任务。如计划变动或未完成任务，应详细说明原因。

* + 1. 测区范围及地理条件

简述测区地理位置（附测区交通位置图）、行政区划、交通情况、坐标范围（具体角点坐标）、自然地理、气候概况等。

* + 1. 项目完成情况

按照项目实施的主要时间节点，简述项目各阶段实施情况，包括飞行测量（含使用机场或临时起降点、飞机和仪器型号）、物性测量、异常查证、数据处理、综合研究、图件编制等。

* + 1. 成果简述

简述项目取得的主要成果和认识、存在的主要问题及解决措施。

* + 1. 项目组织管理

简述项目的组织管理机构和项目组人员组成、职责及分工等。

* 1. 测区区域地质及地球物理概况
		1. 以往工作研究程度

简述测区以往基础地质、矿产、地球物理地球化学研究工作程度（附工作程度插图）以及对这些工作的评价。

* + 1. 区域地质概况

着重论述与寻找矿产或与探测对象有关的地层、火成岩、构造和主要矿产分布情况；评述与探测目标、任务有关的地质信息。

* + 1. 地球物理、地球化学特征

根据收集和项目实测的物性参数资料，论述测区岩（矿）石的物性参数特征、区域地球化学特征及参数特征。阐明完成地质任务的前提和干扰因素。

* 1. 工作方法与测量质量
		1. 测量仪器

分别简述航电测量、物性参数测量、异常查证使用的仪器型号与主要技术指标（含数据收录格式及预处理）、测试方法、数据处理软件和使用的飞机型号等。

* + 1. 测网布置

简述测网布置原则和测区实测范围（附图）、测网分布（测量比例尺、测线方向、测线线距与点距以及切割线方向、线距）、测线编号以及测区与周边测区衔接关系。简要论述使用的航电测量方法技术是否合理。

* + 1. 测量方法及测量质量评述

分别简述航电测量、物性参数测量、异常查证的详细工作方法；根据测试和实测数据分别评述航电测量、物性参数测量、异常查证的测量质量。

简述时间域航空电磁测量系统及其配套设备测试质量、资料解释质量等。

* + 1. 数据处理和编图方法

简述数据处理与编图的方法，评述编图质量及效果。

* 1. 航电资料解释
		1. 区域电场特征分析

简述测区dB/dt 、B场和时间常数分布特征、已知矿点航电特征、典型剖面视电阻率特征、不同深度视电阻率分布特征和视电阻率3D空间分布特征。根据异常特征和分布规律与地质构造分区的关系，解释引起异常的地质成因，提炼出新发现或新认识。

* + 1. 岩性构造填图

简述各类推断岩浆岩、地层的异常特征和分布规律，分析其与构造、矿产的关系；阐述断裂、褶皱、火山机构等构造的推断依据、航电特征和分布规律，解释各类构造，分析其与矿产的关系。重点分析新圈定或有新认识的构造。

* + 1. 航电异常选编与评价

简述异常选编的原则、选编方法，结合地质及其他资料，对选编的异常进行分类汇总和初步解释，分析各类异常的分布规律。

* 1. 航电异常查证与分析

根据地面异常查证资料，对异常按地质成因进行解释，分析其找矿意义，为找矿远景区和靶区圈定提供依据。

* 1. 找矿远景预测
		1. 成矿条件及已知矿床航电异常特征分析

综合收集资料和本次测量成果，分析测区成矿条件，同时分析已知矿床的地质、地球物理、地球化学特征，重点分析航电特征。对重点异常进行模型研究或3D反演，提供钻孔位置和参数。

* + 1. 找矿标志与建模

根据成矿条件的分析，归纳找矿标志，通过已知矿床的异常信息特征建立找矿预测模型。

* + 1. 找矿远景区划分

简述找矿远景区的划分原则，根据找矿预测模型预测找矿远景区，对远景区进行分类、分级。围绕新发现的矿致异常还应进一步圈定找矿靶区。

* + 1. 找矿远景区分析

对划分的主要找矿远景区和找矿靶区分别进行分析、评价。

* 1. 结论与建议

对推断解释的主要地质成果进行概括性的总结，提出对测区进一步工作的建议。具体内容应包括：

1. 针对设计书规定的各项地质任务，简述完成的主要实物工作量及项目完成情况；
2. 归纳取得的主要成果和主要地质结论，分析存在的主要问题，说明未解决的或未能得出肯定结论的地质问题，提出值得进一步探讨的问题；
3. 根据所得出的主要地质结论，提出对今后勘探工作建议，说明这些工作建议的具体任务、方法手段、施工程序和应注意的问题等。
	1. 参考文献

应列出编写成果报告参考的主要参考文献。

1. （资料性）
直升机时间域航空电磁测量记录表格
	1. 飞行记录表
	2. 飞行记录表

| 测 区 |  | 日 期 |  | 天 气 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 系统型号 |  | 系统编号 |  | 数据处理员 |  |
| 飞行架次 |  | 起飞时间 |  | 降落时间 |  |
| 测线号 | 方向（°） | 起始时间 | 结束时间 | 起始基准 | 结束基准 | 起点坐标 | 终点坐标 | 飞行时间 | 平均速度 | 测线长度 | 是否接受 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 飞行效率（km/h） |  |
| 其他飞行时间（时：分） |  |
|  |  |
|  |  |

* 1. 灵敏度测试结果表
	2. 灵敏度测试结果表

| 测 区 |  | 日 期 |  | 天 气 |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器型号 |  | 仪器编号 |  | 操 作 者 |  |
| 分量 | 测量值 | 出厂值 | 灵敏度 |
| dB/dt（中期道） |  |  |  |
| B（中期道） |  |  |  |
| dB/dt（晚期道） |  |  |  |
| B（晚期道） |  |  |  |

参考文献

[1] GB 3100～3102-1993 量和单位

[2] DZ/T 0144-1994 地面磁勘查技术规程

[3] DZ/T 0187-2016 地面磁性源瞬变电磁法技术规程

[4] 核工业航测遥感中心，航空时间域电磁测量作业指南 2018

[5] Q/CNNC JB 63-2017 航空时间域电磁测量技术要求

**《直升机时间域航空电磁测量技术规范》**

**编制说明**

**一、制定背景**

目前我国已经拥有航空磁测、航空放射性、航空电磁法及航空重力测量，已经制定了《航空磁测技术规范》（DZ/T 0142-2010）、《航空伽玛能谱测量规范》（EJ/T 1032-2005）、《航空重力测量作业规范》（GJB 6561-2008）。

航空磁测、航空伽玛能谱测量处于国际领先水平，但航空电磁法的应用相对较少。随着我国对矿产和水工环勘查需求的不断增大，也鉴于航空电磁法在矿产和水工环勘查中的独特优势，对该方法的需要也日益增加，尤其是2013年我中心引进加拿大Geotech公司的VTEM时间域航空电磁系统以来，我国的时间域航空电磁测量已经实质性地开展了工作，已经取得了显著的勘查成果。但时间域航空电磁法测量技术的行业及国家标准均未编制，该方法的技术要求主要依据行业规范《时间域航空电磁测量技术规范》（EJ/T 20239-2020）、企业规范《航空时间域电磁测量技术要求》（Q/CNNC JB 63-2017）及《航空时间域电磁测量作业指南》（ARCN/QD7.5-11）。为了在全国范围内推广该技术方法，规范该方法在国内的应用，进一步提高工作质量和应用水平，急需编制该技术方法团体标准。

**二、编制原则和确定标准主要内容的依据**

1.编制原则

编制的《直升机时间域航空电磁测量技术规范》是结合近几年我国该方法的实际应用情况，依据GB/T 1.1-2020要求编制，并符合我国相关法规要求；参考中国核工业集团公司行业规范“时间域航空电磁测量技术规范”、企业标准“航空时间域电磁测量技术要求”、核工业航测遥感中心“时间域航空电磁测量作业指南”的内容、加拿大Geotech公司时间域航空电磁测量技术指标及要求、中华人民共和国核行业标准“航空伽码能谱测量规范”、中华人民共和国地质矿产行业标准“航空磁测技术规范”及“频率域航空电磁测量技术规范（征求意见稿）”等相关标准的内容，编制了《直升机时间域航空电磁测量技术规范》。

技术规范满足现阶段各相关领域时间域航空电磁测量的要求；适用于以基础地质调查、矿产地质勘查为目的的使用机载发射线圈向地下发射基频频率脉冲电磁波的航空时间域电磁法测量，也应适用于专属性矿产、水文地质、工程地质、环境地质调查等行业的航空时间域电磁法测量。

2.编制过程

依据近几年时间域航空电磁测量成果，起草人员进行了资料收集等工作，2021年4月提出了《时间域航空电磁测量技术规范》（草案），并提交中国地球物理学会审查。

2021年4月15日，中国地球物理学会组织专家在北京对本文件草案的仪器设备测试与校准、野外工作方法、数据处理与编图、质量评价等具体条款进行专题讨论和并形成专家修改意见。

八位专家共提出了70条修改意见。在70条修改意见中，11条属于编辑性、语言表达性意见，23条属于概念疑问性意见，25条属于增加内容的建议，11条属于格式性的建议。

2.1 意见采纳情况

编写组对反馈意见进行了认真讨论，最后确定采纳其中的49条意见，未采纳21条意见。

3.编写组成员及分工

编写组成员包括：王志宏、李怀渊、骆燕、孙栋华、陈伟、彭莉红，具体分工如下：

前言：王志宏

1 范围：李怀渊

2 规范性引用文件：王志红、李怀渊

3 术语和定义：王志宏、骆 燕

4总则：李怀渊、王志红

5 技术设计：王志宏、李怀渊、骆 燕、、孙栋华、彭莉红、陈伟

6 仪器设备测试与校准：王志宏、陈 伟

7 野外工作方法：王志宏、孙栋华、陈伟

8 质量评价：王志宏、陈 伟、骆 燕

9 数据处理、编图与异常选编：王志宏、彭莉红、骆 燕、

10 资料解释与成果报告编写：王志宏、骆 燕、彭莉红、孙栋华

附录：王志宏、彭莉红

王志宏负责初稿的汇总、统稿、定稿工作。

**三、主要技术内容的说明**

《直升机时间域航空电磁测量技术规范》主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、技术设计、仪器设备测试与校准、野外工作方法、质量评价、数据处理、编图与异常选编、资料解释与成果报告编写等以及相应的附录等。

1．技术设计

需要说明的是技术参数背景场噪声水平指标。其中“背景场噪声水平应小于1nT/s”。主要理由：根据近几年使用加拿大Geotech公司的VTEM时间域电磁测量系统，背景场噪声水平一般小于0.8nT/s，中心目前几乎所有的项目均使用VTEM测量系统，但是考虑到我国相关单位新研发的航空时间域电磁法系统背景场噪声水平为1nT/s，因此放宽为“噪声水平在1nT/s以下”，便于今后的系统兼容。

2．仪器设备测试与校准

主要根据加拿大Geotech公司时间域航空电磁测量技术指标及要求，并考虑了自2013年从加拿大引进航空电磁观测系统以来野外实际作业方法所编，其中灵敏度测试和全波形系统标定试验时，技术要求规定“飞机加油车和项目组工作用车在试验期间应远离线圈”，征求意见时，专家提出“远离”应量化，根据在野外作业时的实际情况量化为 “至少距离线圈50m”。

3.飞行高度

飞行高度指标主要是根据2013年以来国内不同地区开展的时间域航空电磁法测量项目，对每个测区的地形高差及线圈离地高度进行了统计（表1），由统计结果可知，在高差不大于100m/km地区线圈离地高度平均为46m；在100m/km～300m/km地区，线圈离地高度平均为91m。考虑到将来国产设备、国内飞行员等因素，对高差不大于100m/km地区线圈离地高度放宽为75m，100m/km～300m/km地区线圈离地高度放宽为110m。对于高差大于300m/km地区，由于地形高差太大，标准中未给出明确离地高度指标。

4．野外工作方法

野外工作方法主要内容集中在背景场测量、测线测量、数据处理等，主要根据自2013年引进航空电磁观测系统以来野外实际作业方法所编。

5. 数据处理、编图与异常选编

基本按实际工作情况编制。

6. 质量评价

静态定位精度、飞行高度、导航精度基本沿用了航空伽玛能谱测量规范、航空磁测技术规范等航空物探的方法，航电磁噪声水平评价在Geotech公司时间域航空电磁测量技术指标及要求中，考虑到我国时间域航空电磁法设备噪声水平为1nT/s，因此定义该指标为>1nT/s。

7. 资料解释与成果报告编写

基本按实际工作情况编制。

**四、试验验证的情况和结果**

关于飞行高度的验证，表1为近年航空电磁法测量线圈平均离地高度统计表，表中数据证明，规范中规定的高度要求在实际生产中应该能达到。

**表1 近年航空电磁法测量线圈平均离地高度统计表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测区名称 | 飞行时间 | 工作量（km） | 高差（m/km） | 线圈平均离地高度（m） |
| 1 | 航空瞬变电磁法测量试验（新疆哈密） | 2013 | 570.9 | 130 | 50.6 |
| 2 | 黑龙江省罕达气-三道湾子快速突破区航空瞬变电磁法测量 | 2014 | 2796 | 30 | 45.8 |
| 3 | 内蒙古自治区翁牛特旗乌丹镇地区铅锌多金属矿集中勘查区航空瞬变电磁法勘查试验 | 2014 | 5410 | 47.5 | 44.3 |
| 4 | 新疆东天山阿大奇山-黑尖山一带航空TEM示范测量 | 2014-2015 | 1260 | 22 | 41.76 |
| 5 | 青海省石头坑德、五龙沟地区1：1万航空电磁法测量 | 2014-2015 | 3005.4 | 165 | 136.3 |
| 6 | 黑龙江省嘎来奥伊-塔源地区航空瞬变电磁法测量 | 2015 | 7109 | 70 | 61.6 |
| 7 | 内蒙古扎拉格阿木-道伦达坝一带航空瞬变电磁法测量 | 2015 | 3212.1 | 45 | 39.7 |
| 8 | 新疆托克逊铜花山-彩华沟一带航空电磁测量 | 2015 | 2070.5 | 40 | 43 |
| 9 | 新疆和布克赛尔蒙古自治县阿尔迪一带1：2.5万航空TEM测量 | 2015 | 1320.5 | 30 | 42 |
| 10 | 吉林省靖宇县西南岔地区航空电磁法测量 | 2015-2016 | 4869.1 | 85 | 57 |
| 11 | 甘肃省龙首山成矿带新水井-芨岭地区航空电磁测量试验 | 2016 | 603.2 | 66 | 48.4 |
| 12 | 新疆哈密市镜儿泉一带综合物探普查航空TEM测量 | 2016 | 1205 | 20 | 30.0 |
| 13 | 云南省澜沧县老厂地区航空电磁法测量 | 2017 | 305 | 160 | 86.28 |
| 14 | 辽宁省丹东市青城子矿集区航空物探测量 | 2018 | 3510.2 | 90 | 58.7 |
| 15 | 辽宁省丹东市五在矿集区航空物探测量 | 2018 | 1238.9 | 80 | 40.3 |

**五、采用国际先进标准的情况**

本规范参考了加拿大Geotech公司航空时间域电磁测量技术指标及要求、加拿大地质调查局2008年航空磁测项目技术指标要求和加拿大安大略省地质调查局航空磁测项目技术指标要求等相关标准的内容。

**六、标准涉及的知识产权情况说明**

无。

**七、与现行法律法规、标准的关系**

无。

**八、实施标准的要求和措施建议**

建议对承担直升机时间域航空电磁测量项目的地勘单位技术人员宣讲本标准，并在项目下达、设计编写和审查、项目原始资料和成果资料验收等工作中将本规范列为重要的依据。

**九、修改或废止有关标准的建议及理由**

无。

**十、标准印刷数量建议**

建议印刷300册。

**十一、其它需要说明的事项**

结构编排如下：

1范围

2规范性引用文件

3术语和定义

4总则

5技术设计

6仪器设备安装与测试

7野外工作方法

8质量评价

9数据处理、编图与异常选编

10资料解释与成果报告编写

**十二、参考资料清单**

[1] GB 3100～3102-1993 量和单位

[2] DZ／T 0144-1994 地面磁勘查技术规程

[3] DZ/T 0187-2016 地面磁性源瞬变电磁法技术规程

[4] 核工业航测遥感中心，航空时间域电磁测量作业指南 2018.

[5] 航空时间域电磁测量技术要求 Q/CNNC JB 63-2017

**中国地球物理学会团体标准《直升机时间域航空电磁测量技术规范》征求意见稿**

**征求意见反馈表**

共 页 第 页 填表日期： 年 月 日

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 专家姓名（请手签） |  | 联系电话 |  |
| 工作单位 |  | 电子邮箱 |  |
| 序号 | 章条号 | 意见内容 | 理由 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| …… |  |  |  |

注： 请务必于2021年12月2日前返回，如无意见，亦应复函说明。