

陆地节点仪器高密度施工技术适应性分析

刘 鹏

(中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司大庆物探一公司 2122 地震队, 黑龙江 大庆 163000)

摘要: 在地球物理勘探工作不断向单点和高密度的方向进行发展时, 生产作业逐渐向复杂区域进行延伸, 通过应用 GPS 授时技术节点, 地震仪器得到了良好发展, 并在地震勘探仪器装备市场中占据了一席之地。以此为基础, 对陆地节点仪器应用于高密度勘探施工中存在的问题, 并分析其中的适应性。

关键词: 陆地节点仪器; 高密度施工技术; 适应性

近几年 GPS 芯片技术、电池技术和存储技术均得到了良好发展, 地震仪器厂商在此支持下推出了更多节点仪器产品, 这一系列产品不再使用传统形式的传输电缆, 而是使系统结构得到简化, 以便于开展野外施工, 且地球物理相关工作人员认为, 节点仪器系统更加符合开展物探工作对于技术的要求。所以, 对陆地节点仪器高密施工技术适应性进行分析具有重要意义。

1 数据质量及安全方面

开展高密度采集工作的主要目的, 即为促使目的层分辨率得到提升, 所以要求数据具有较高的信噪比, 以此为基础, 所应用的仪器必须具备对实时数据进行质量监控的能力, 特别是处于信噪比相对较低的区域, 对外界背景噪音的状态信息进行实时获取极为重要, 而此正为节点仪器发展过程中的重要瓶颈之一。并且, 为了保障数据的完整性以及提高数据质量, 也就必须提升数据的安全性。传统上对有线仪器进行应用, 即可采取实时回收的方式保障数据具有较高的完整性, 而节点仪器应用的数据采集方式, 为首先进行本地存储, 再开展集中收集工作。因为多数系统并不具有现场设备监控的功能, 所以发生设备丢失情况的可能性较大, 若未及时发现设备丢失, 则有可能导致数据丢失, 并无法恢复。当前主流节点仪器主要依靠外置检波器串开展工作, 若检波器串被拔出或是被损坏, 则能够导致数据质量严重下降^[1]。

2 系统重量方面

高密度采集工作的道数较多, 所以需要系统具有轻便、灵活的特点, 以切实提升在野外的布设效率。节点仪器所具有的特点看似可以满足野外工作需求, 但是这一结论的获取条件为“与仪器电缆以及 55m 工具相对比”, 或是使用集成检波器的节点仪器对比使用常规检波器串的有线仪器。但是在实际上, 有线、无线两个系统所具有的重量需要由不同作业情况所决定, 虽然传统形式的 55m 电缆有线系统重量大于节点系统, 但是因为地震勘探技术不断向高密度和小道距的方向进行发展, 所以有线仪器所需的电缆长度必然逐渐缩短, 其重量也就可以逐渐下降^[2]。

若在某一高密度采集项目之中, 应用 5 万道采集设备, 同时应用不同电缆配置类型的系统单道, 主流有线仪器的重量各不相同, 并且将其重量与主流的节点仪器进行对比, 结果如表 1 所示:

表 1 主流有线仪器与主流节点仪器重量对比 (kg)

仪器类型	名称	电缆抽头配置		
		55m	35m	15m

有线	G3i	4.39	2.57	1.48
	428XL	3.00	1.82	1.11
无线	Hawk		4.21	
	HDR		2.42	
	GSR		2.41	
	Zland		2.17	

根据表 1, 在开展高密度采集工作时, 若施工道具长度为 25m, 有线仪器系统的抽头间距为 30m, 单道设备的平均重量与节点仪器相似或更小; 若施工道具长度为 10m, 有线仪器系统的抽头间距为 15m, 单道设备的平均重量为节点仪器的 50%–75%。所以, 在开展高密度施工工作的过程中, 节点仪器并不具有显著的重量优势, 甚至有可能存在重量更重、且需更多人员及车辆进行运输的情况。

3 电池方面

目前全部节点系统均以锂电池为电源, 其性能能够大幅度受到温度影响, 且在低于 10℃ 或高于 50℃ 的极端温度环境下, 电池的电压、容量均降低, 且电池寿命缩减, 也就需要频繁更换节点系统的电池, 由此, 数据丢失风险大幅度增加, 勘探成本同样增加。一般来说, 陆地无线节点仪器所应用的锂电池, 其重量为仪器总重量的 40%–90%, 如果野外地震队所应用的 30000 道节点系统与有线系统均开展高密度作业, 每日工作 24h, 连续开展工作三个月, 对二者的模拟预估配置进行对比, 结果如表 2 所示。

表 2 主流有线仪器与主流节点仪器电池设备配置对比

项目	有线	节点
充电器	40 台	500 个
电池充电时间 (h)	4-8 个	4-8
更换电池数量 (块 / 天)	130	1000
电池总重量 (kg)	18850 (29kg/ 块)	72000 (2kg/ 块)
电池总数量 (块)	650	36000 (20% 备余)
电池持续工作时间 (天)	5	30

注: 每个充电器均可在 24h 内充电 2 块电池

根据表 2 可以了解到, 在开展高密度施工工作的过程中, 锂电池供电周期之后, 节点仪器需每日进行维护, 更换电池的频率大幅度高于传统有线仪器, 并且在电池性能持续下降的过程中, 还可能出现随机更换电池的情况, 如果不能对生产进行科学合理的规划, 野外采集工作将会受到严重影响, 不仅设备的有效供电难以保障, 且可能出现数据丢失的情况。

4 成本方面

开展高密度采集工作, 需要地球物理承包商投入大量的人工成本以及设备成本, 所以在工作过程中, 需要尽量降低采集设备的成本, 同时提高工作效率。当前物探采集工作主要应用的有线仪器单道设备的采购(下转第 169 页)

①将传感器装回拆卸工作螺柱前端（如清理传感器时未将传感器从拆卸工具上拆下，可省略护步骤）；②用拆卸工具将传感器送回安装孔，用力将传感器送至能推进的最深处以保证安装到位；③反向旋转拆卸工具，将工具与传感器分离；④装回限位柱及挡片；⑤拧紧紧固螺丝。紧固螺丝外表面会有出厂时做的位置标识，装回时注意对准护位置标识（红色漆块）；⑥将传感器连接电缆装回对应的传感器。位置浅的可以徒手装回，位置深的需借助传感器电缆连接工具；⑦将传感器连接工具拔出，并从电缆上取下；⑧将传感器罩盖密封端面上抹上密封硅脂以帮助密封；⑨将传感器罩盖装回。注意装回时传感器传感器电缆的位置，避免罩盖压到传感器电缆。

2.3 更换模拟板

①拧下表头前罩盖下方锁紧螺栓；②逆时针旋转表头前罩盖，直至取下前罩盖；③拧下 LCD 显示面板上四个紧固螺栓；④取下 LCD 显示面板；⑤拔下 LCD 显示面板与

（上接第 167 页）成本在 600-700 美元之间，而包含站体、电池单元在内的节点仪器，其单道设备的采购成本在 1000 美元左右。另外，通过节点仪器开展施工工作，经常需要配置数量更多的节点单元以及电池，且如果外部检波器或是检波器串实施同样配置，则节点仪器的设备使用成本远高于有线仪器。

部分节点仪器的用户认为，对于设备的成本投入可以与所减少的人工成本相抵消，但从实际上来看，“应用节点仪器可以起到节约人工成本作用”这一结论，仅在单点检波器与传统检波器串之间进行对比可获得，并不具有实质的可比性。

5 结束语

根据上文，在高密度施工过程中，节点仪器的适应性尚可，但是若开展常规的地震勘探工作，或是处于复杂勘探环境之中，应用节点仪器则能够显示出较大的优势，所以对其进行评价，应客观展示其所具有的优势和劣势。在地球物理勘探工作不断趋于高密度方向时，地震勘探装备

（上接第 166 页）量。比如，穿过不同材料的长输管道，通过 X 射线的强弱可以判断材料性质和具体情况。X 射线技术通常用于检测长输管道内部有无气泡、漏洞和夹渣，以此来判断长输管道的整体性，根据材料的厚度层级调节射线能量。但 X 射线存在一定的衰减度，所以检测太厚的物体效果欠佳，在明确管道结构、T 型结构、焊接层的检测中也存在一定缺陷，无法准确定位质量缺陷的部位。

3.2 TOFD 衍射时差超声检测

该技术主要用于检测管道内部气泡、裂纹、焊接失败、坡口熔合度不足等缺陷，而且可以定位缺陷，检测的精准度、灵敏度、成功率较高，可获得详细的检测数据，并且实现无距离限制的数据传输。检测过程中，如果遇到结构复杂的粗晶体物体，则会出现检测盲区，所以针对此类物体的质量检测，TOFD 衍射时差超声技术并不适用。

3.3 磁粉检测

技术原理为：对物体进行磁化后，磁力线在磁性物体的内部会因结构的不同而出现不同的分布特点，通过不同

SPU 电路板的连接线；⑥逐根拔下 SPU 单元右侧八根传感器连接电缆。此时可借助小一字扳手，但应小心不要伤及电路板；⑦用内六角扳手卸下右上及左下两处固定螺栓；⑧双手握持电路板，用力取出，拆卸模拟板情况见图 4；⑨拧下模拟板最外面 3 个螺丝，取下模拟板最外层，注意轻轻插拔插针；⑩用扳手拧松 3 个螺栓柱，取下模拟板内板，注意轻轻插拔插针，拔出针脚需小心，拔针脚操作见图 5。⑪按照拆卸顺序，反向安装新的模拟板。修改模拟板参数，将新的模拟板 4 对探头时间参数写入流量计，点击对应探头参数，在右侧修改区域修改时间，保持到流量计；⑫维修后运行测试，上电诊断流量计，重点检查每个声道相位。检查发现 4 声道零相位偏左，调小零相位参数（偏左调小，偏右调大）；⑬完成维修后与维修前组态进行对比，修改参数为模拟板时间参数和 4 声道零相位参数，修改参数无异常，流量计投用诊断正常，维修结束。

市场也越来越细化，各承包商均已将传统的粗放型配置升级成为节约型的市场配置，不同类型的地震仪器在不同规模、不同项目周期的施工过程中，均具有不同的适应性，在当前电池技术和无线技术尚未取得显著突破时，地理物理承包商仍将有线仪器系统作为首选，而节点仪器自身具有良好的灵活性和较强的环境适应性，在复杂的作业环境之中具有良好的发展前景。

参考文献：

- [1] 孟剑秋. 试析陆地节点仪器在滩浅海地震勘探中的应用 [J]. 中国地名, 2019(6).
- [2] 岩巍, 陈洪斌, 崔红英, 赵雷, 宋智国. 基于时间槽分隔的井炮独立激发节点仪器采集技术及质控方法讨论 [J]. 物探装备, 2020,30(01):5-8.

作者简介：

刘鹏（1980-），男，大学本科文化程度，助理工程师，现就职于中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司大庆物探一公司 2122 地震队，从事陆地节点仪器相关工作。

数据之间的对比来获得检测结果。比如，通过漏磁方式可以检测成熟管道表面的连接情况。磁粉检测主要用于检测铁磁材料表面开口部位是否存在缺陷，还可以检测铁磁性材料相邻表面的结构。但磁性材料本身具有局限性，所以该检测技术并不能检测非磁位置。

4 结束语

总而言之，合理选择和应用长输管道焊接技术，做好防腐处理以及质量检测，能够避免材料浪费，减少质量隐患，提高长输管道的安全系数，对于促进油气管网的长远发展具有积极意义。

参考文献：

- [1] 雷凯元. 天然气长输管道焊接质量的无损检测技术研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020,40(3):54-55.
- [2] 李兵. 长输管道焊接技术的进展与发展方向 [J]. 南方农机, 2020,51(14):159-160.
- [3] 张汝潺. 分析长输管道焊接施工常见的焊接缺陷及防治要点 [J]. 冶金与材料, 2020,40(6):163-164.