

编者按:2025年6月,自然资源部办公厅印发了《新一轮找矿突破战略行动先进适用勘查技术推广清单(第一批)》,鼓励各单位选用新技术、新方法,提升勘查工作效率,更大程度实现绿色勘查。为使广大钻探工程技术人员更好地了解清单中的先进适用钻探技术,择优使用,本刊特此推出“技术快报”专栏,对清单中的相关钻探技术进行介绍,以飨读者。本期介绍“铝合金钻杆技术”“全液压地质岩心钻机”“井底动力高效取心技术”3项先进适用钻探技术。

《新一轮找矿突破战略行动先进适用勘查技术推广清单(第一批)》之钻探技术介绍

铝合金钻杆技术

完成单位:中国地质科学院勘探技术研究所

供稿人:尹浩,梁健

中图分类号:P634 文献标识码:C 文章编号:2096-9686(2025)06-0152-02

1 技术背景

随着我国深部资源勘探、科学钻探及复杂地质条件钻井工程的不断推进,传统钢制钻杆在深孔、超深孔及难进入地区作业中暴露出质量大、耐蚀性差、摩阻大、抗疲劳性能不足等问题。

铝合金钻杆是通过螺纹连接将铝合金管体与钢接头连接而成的钻杆,相较于钢钻杆,密度小、质量轻、比强度高、钻进深度大、所需能耗小,广泛应用于难进入地区、大位移井、定向井、超深井及科学钻探井中,在提升钻探效率、降低能耗、实现绿色勘查等方面,成为一种成熟可靠的钻探工具。中国地质科学院勘探技术研究所依托国家自然科学基金及地质调查项目,多年致力于铝合金钻杆技术研发,系统开展了铝合金钻杆材料研发、结构设计、防护技术与工程应用研究,并已具备了高强度管材研发、高性能钻杆加工、钻探工程应用的技术能力,形成了具有自主知识产权的铝合金钻杆技术,为我国深部资源勘探、海洋钻井及特殊地理环境钻探提供了轻量化、高性能的钻杆解决方案。

2 技术内容

铝合金钻杆的结构如图1所示,包括钢制公接头、铝合金管体、钢制母接头。铝合金钻杆技术集成高强韧比管材研发、钻柱承载特性分析、连接结构设计、钢接头/铝管装配、耐磨抗蚀表面处理等关键技术,实现了多规格、多场景铝合金钻杆的成套研制与示范应用。研发的“地质勘探用高性能铝合金钻杆”(Ø52、60、73、90、114 mm)和“石油钻探用铝合金钻杆”(Ø147 mm)具有高强韧比、大抗扭力和强耐蚀性等特

点,适用于深孔、超深孔、海洋钻井及难进入地区的地质勘查与科学钻探工程。该技术基于“高性能薄壁绳索取心钻杆研制”“科学超深井铝合金钻杆的腐蚀防护机制研究”“高温环境下铝合金钻杆磨损失效及防护机制研究”等多项国家级课题,形成了从管材制备、结构设计到工程应用的全链条技术体系,具备规模化生产能力。

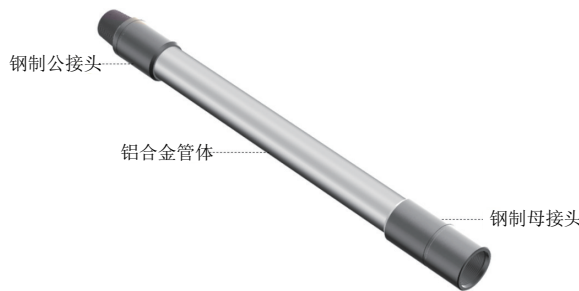


图1 铝合金钻杆结构示意图

3 技术特点

相关系列铝合金钻杆技术参数详见表1,铝合金钻杆有如下技术特点。

- (1)轻质高强:铝合金钻杆平均线重为3.5~26.3 kg/m,较钢制钻杆减轻30%~50%,有效降低钻机负荷,提升钻探效率。
- (2)耐蚀抗疲劳:具备优异的耐腐蚀性和抗疲劳性能,在高腐蚀性地层和长期循环载荷工况下的使用寿命显著延长。
- (3)高结构性能:抗拉能力达471.8~3957.3 kN,抗扭能

表 1 系列铝合金绳索取心钻杆技术参数								
参数规格	接头尺寸/mm		管体尺寸/mm		定尺长度/m	抗拉能力/kN	抗扭能力/ (kN·m)	平均线重/ (kg·m ⁻¹)
	外径	内径	外径	内径				
Ø50ADP	65	34	52	37	4.5	471.8	5.3	3.5
Ø60ADP	75	50	60	50	4.5	388.8	5.7	2.7
Ø73ADP	78	63	73	63	4.5	480.7	6.6	3.6
Ø90ADP	94	77	90	79	4.5	657.0	11.3	4.9
Ø114ADP	117	101	114	101	4.5	987.8	21.8	7.3
Ø147ADP	194	112.7	147	114	9.5	3957.3	100.9	26.3

力为 5.3~100.9 kN·m,满足深孔、超深孔及大位移井的强度需求。

(4)多规格适配:涵盖 Ø52~147 mm 多种规格,适配地质勘查、石油钻探、科学深钻等多种口径需求。

(5)绿色高效:轻量化设计降低能耗,减少辅助时间,符合绿色勘查技术要求,在深井、海洋钻井等场景中表现突出。

4 应用案例

4.1 科学深井应用

Ø147 mm 石油钻探用铝合金钻杆应用于“松科 2 井”工程(图 2),在井段 2966.11~3199.24 m 和 4862.94~4963.05 m 成功钻进,最大使用深度达 4963.05 m,累计井下工作时间 970 h。与钢钻杆相比,功耗降低、劳动强度减轻、辅助时间减少,钻进效率显著提升。

4.2 中深孔地质勘查应用

Ø52 mm 钢接头连接铝合金钻杆在安徽淮北彭桥矿区完成 2 个钻孔的野外生产试验,累计进尺近 2000 m,最大孔深 1010 m。该型钻杆表现出回转功耗低、卸扣力小、操作便捷等优势,开创了我国地质钻探铝合金钻杆在中深孔应用的先河。

5 应用建议

铝合金钻杆技术作为一项成熟、高效的钻探器具,已在深部科学钻探、矿产资源勘查、海洋钻井等领域取得显著成效,建议在以下场景中优先推广应用:

- (1)深孔与超深孔钻探:适用于孔深超过 3000 m 的科学钻探与资源勘探,可有效降低钻机负荷,提升钻探效率。
- (2)难进入地区勘查:适用于西部偏远地区、高原、林地等通行困难区域,轻量化钻具便于运输与快速部署。
- (3)海洋与复杂地层钻井:适用于海洋平台、大位移井、定向井等对钻具轻量化、低摩阻和耐蚀性要求高的工况。



图 2 Ø147 mm 铝合金钻杆支撑服务“松科 2 井”

(4)绿色勘查项目:适用于强节能降耗、环境保护的勘查工程,符合绿色钻探技术发展方向。

铝合金钻杆技术以其轻质、高强、耐蚀、抗疲劳等综合优势,为我国深部资源勘探与复杂条件钻井提供了可靠的技术支撑,推广应用前景广阔。