

复杂地层深孔钻进关键技术的 探讨与实践

舒 智

四川华锋钻探工程有限责任公司

内 容 摘 要:

随着我国浅部矿产资源开发的日趋枯竭，危机矿山将不断增加，为了延长矿山的服务年限，开发深部蕴藏的矿产资源，就必须加强深部地质找矿工作。而复杂地层深孔钻探施工难度将会越来越大。这将给钻探施工工艺技术提出更高的要求。现根据我们多年来深孔钻探施工中的经验和教训，就复杂地层深孔钻进关键技术：钻探设备的配置、钻探机具的选择、钻进工艺的优化等方面进行较深入的探讨；并对以后复杂地层深孔钻进技术发展方向和有待解决的技术难题，提出相应的看法和建议。

一、复杂地层深孔钻进关键技术

1、钻探设备的配置

2、钻探机具的选择

3、钻进工艺的优化

二、施工案例

1、吉林壳牌油页岩勘探项目YTG-sdz-05井钻探施工

2、云南澜沧铅锌多金属矿接替资源勘探项目ZK14827钻孔施工概况

三、建议与探讨



一、复杂地层深孔钻进关键技术

1、钻探设备的配置：

钻探设备的配置是深孔钻进关键技术之一，因此必须根据钻孔设计深度和地层情况合理配置钻机、泥浆泵、钻塔、泥浆配制和处理设备等。深孔钻进的设备必须保证足够的提升能力和回转扭力。满足金刚石绳索取心钻进的需要和深孔钻进的其他工艺要求。

Atlas copco CS-14



Boart Longyear LF-230



Boart longyear LM75



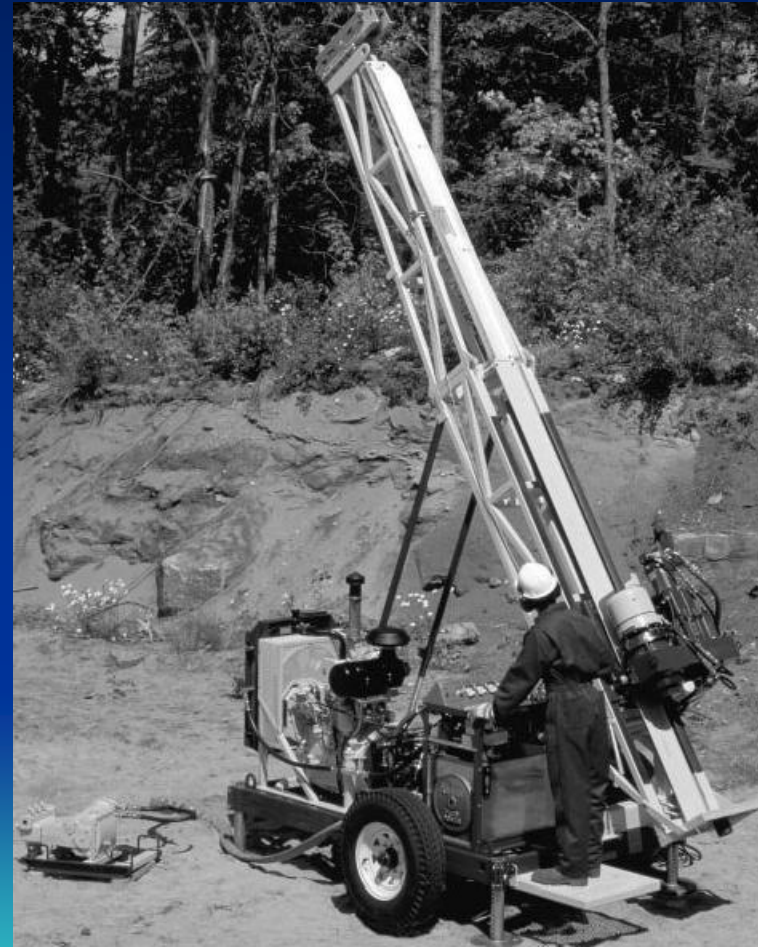
JKS BOYLES B—30H



Boart Longyear LF—90



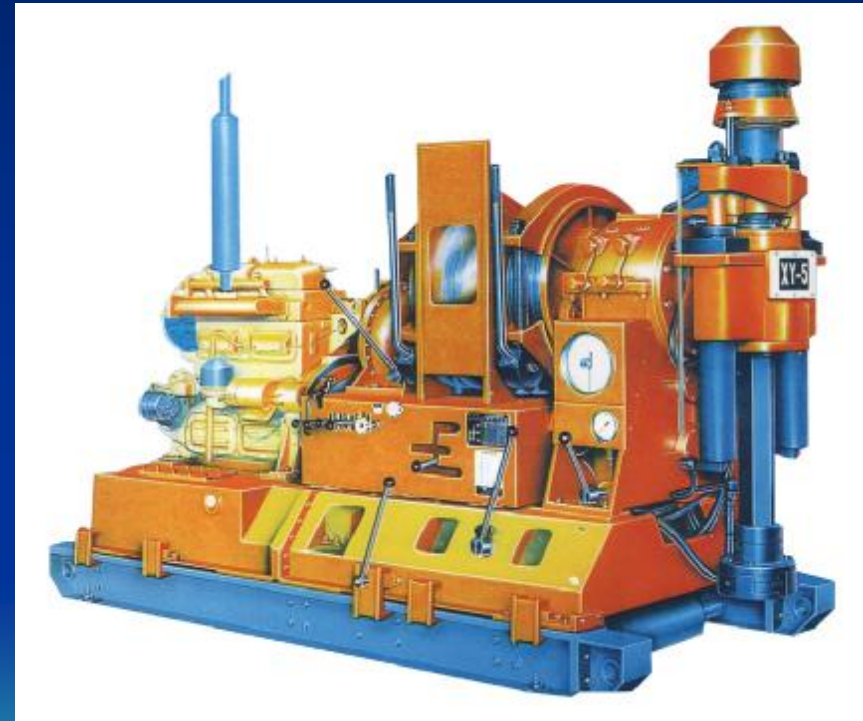
Boart Longyear LF—70



澳大利亚万通公司多功能深孔钻机 UDR1200, UDR3000, UDR5000



YDX-3 YDX-1800 XY-5 XY-6

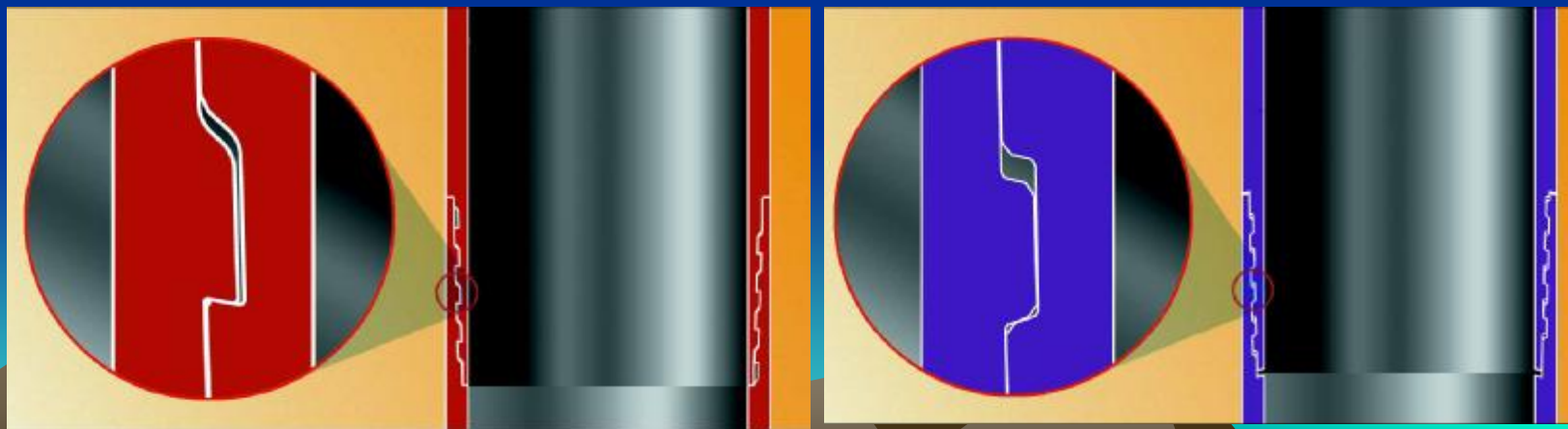
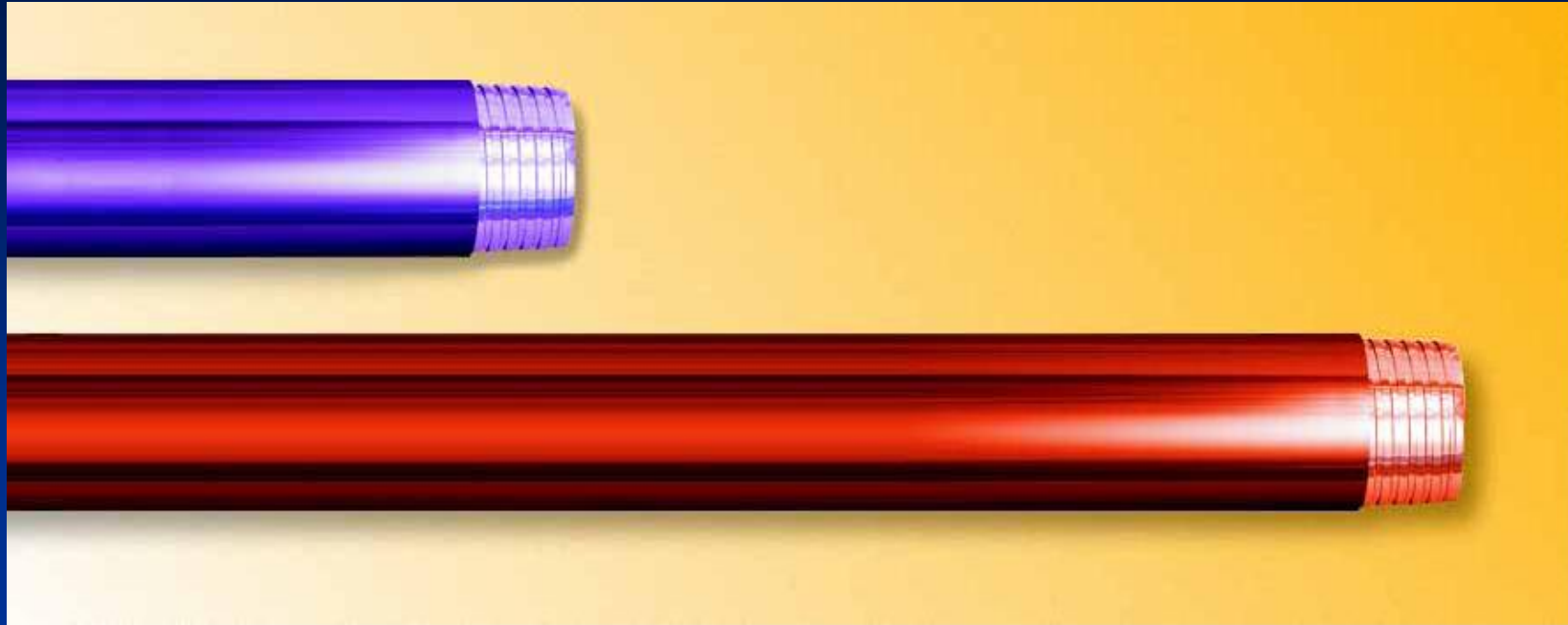


2、钻探机具的选择

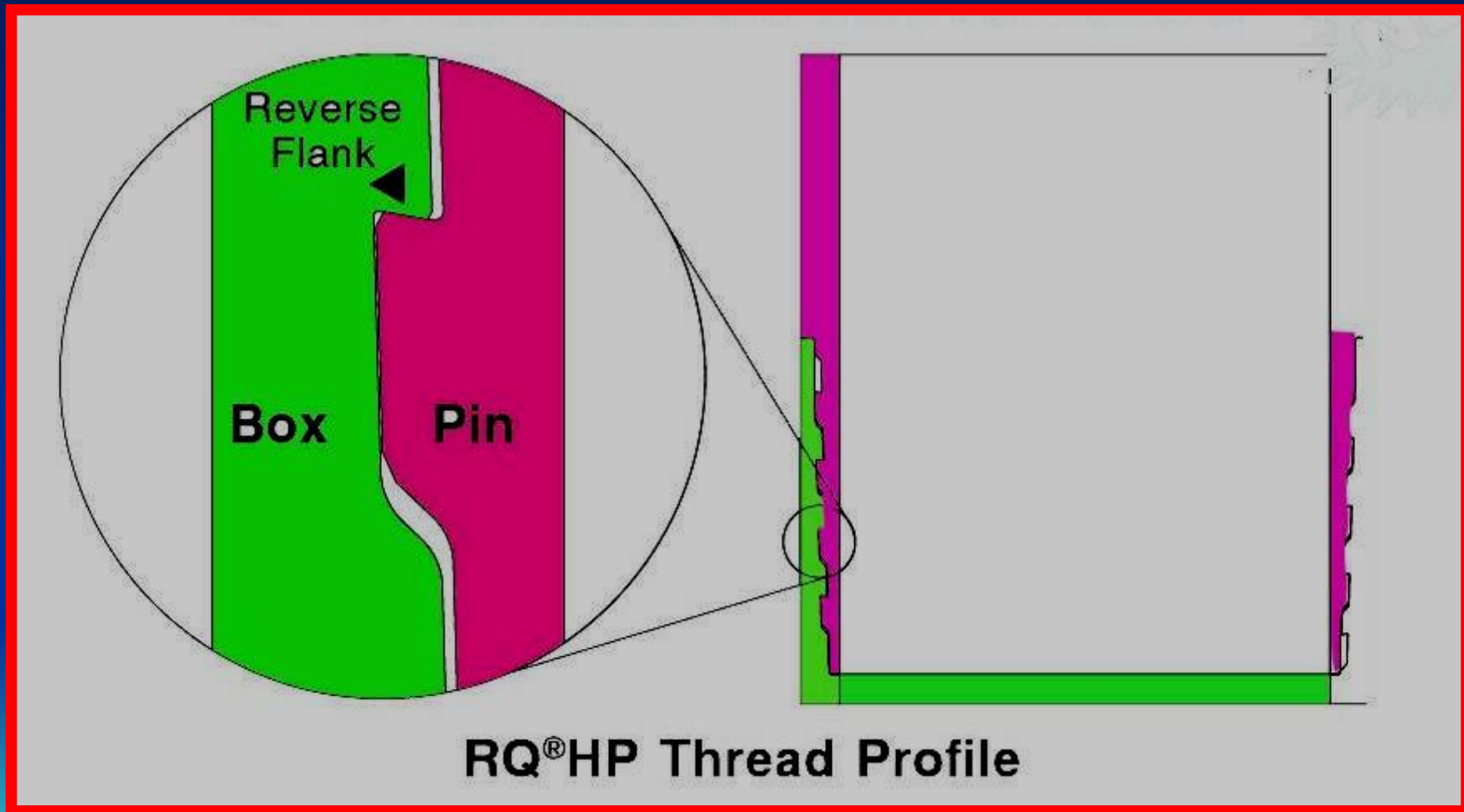
工欲善其事，必先利其器。深孔钻进对钻杆和取心工具的要求比浅孔更高，为了保证深孔钻进的需要，我们必须选择使用性能稳定可靠的高效率的钻探机具。深孔钻进最好采用直接式进口钻杆或铝合金钻杆，取心工具可采用国内外金刚石绳索取心钻具。

- 破碎地层或坚硬打滑地层可采用金刚石液动潜孔锤绳索取心钻具
- 可采用多技术集成的“三合一”（螺杆马达+液动锤+绳索取心）钻进工艺
- 采用不提钻换钻头绳索取心钻具（套管钻进技术）
- 可以采用反循环连续取心（样）钻探技术（RC）

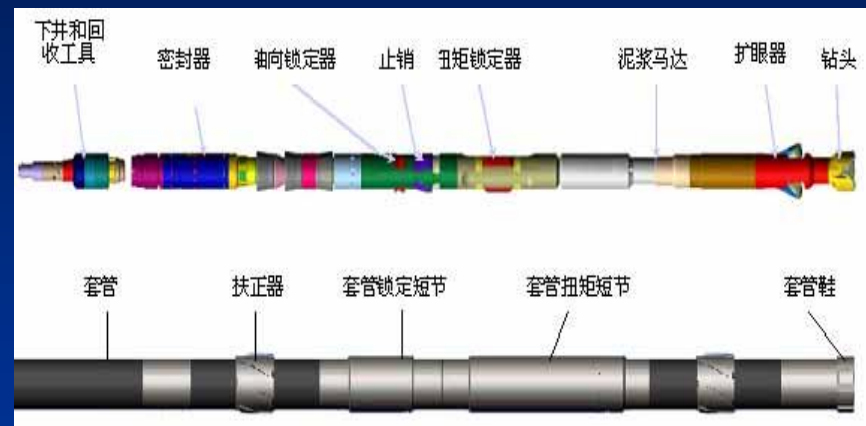
BOART-LONGYEAR公司QHP/RQHP绳索取心钻杆



BOART-LONGYEAR公司新开发的防脱扣绳索钻杆螺纹



Atlas 绳索取心钻具 TSDco(亿万奇公司)套管钻具 勘技所SYZX系列绳索取心液动潜孔锤



3、钻进工艺的优化

1、钻孔结构

确定钻孔结构时，要根据地质条件、钻孔深度、终孔直径、钻进方法、护孔方法和钻探设备等情况，合理选择开孔直径、换径次数与深度、下套管程序、终孔直径等。以确保钻孔质量和钻探施工顺利进行。地层较复杂的深孔钻进，孔深小于1000米的可以采用PW（ $\phi 146$ ）开孔，而1000米以上的钻孔必须采用 $\phi 168$ 开孔，不同口径的钻进深度和换径次数要根据地层情况、钻探设备能力和综合经济效益来确定。终孔直径可根据施工情况和地质要求来确定。

2、钻进方法

应根据岩石的可钻性、研磨性、完整程度来选择钻进方法。可钻性**1-6**级和部分**7**级岩石宜选用硬质合金、聚晶金刚石、复合片钻进；可钻性**4-12**级岩石宜选用普通金刚石回转钻进或绳索金刚石钻进；可钻性**7-12**级岩石特别是弱研磨性岩石，可选用金刚石冲击回转钻进。松散破碎地层可采用跟管钻进，钻孔深度超过**500**米的可采用不提钻换钻头绳索取心钻具（套管钻进技术）或反循环连续取心（粉）钻进方法。

3、钻头的选择与使用

应根据岩石的可钻性、研磨性和完整程度来选择钻头、扩孔器的类型、金刚石粒度和浓度及胎体硬度。随着钻孔深度增加，岩石就越硬越致密，其可钻性级别就越高。再加上深孔钻进打捞岩心和提钻换钻头所需的时间都较长，那么就要求钻头具有较高的钻进效率和使用寿命。建议选用国外生产的高效率长寿命金刚石钻头，虽然钻头的价格较高，但钻进的综合经济效益还是较好的。另外还可以考虑采用天然金刚石钻头。

4、钻进参数选择与优化组合

深孔钻进时必须根据岩石的可钻性、研磨性、完整程度、钻进速度、钻头直径、钻头底唇面积、金刚石粒度、品级和数量来合理选择钻压、转速、泵量。以取得最佳的钻进效率和综合经济效益。

5、钻孔护壁与堵漏

(1)护壁方法:

①冲洗液护壁

②套管护壁

③灌注水泥浆护壁

(2)复杂地层深孔钻探对冲洗液的要求:

(3)钻孔冲洗液的选择

(4)钻孔漏失的处理

(2)复杂地层深孔钻探对冲洗液的要求:

- ①具有良好的护壁性能。冲洗液具有较低的滤失量和较强的造壁性，具有吸附、粘结孔壁作用，形成的泥皮薄而韧性强，能有效保护孔壁稳定。
- ②具有良好的润滑性能。粘附系数小，能有效降低摩擦阻力，降低回转阻力，防止粘附卡钻等，减少动力和材料消耗，延长钻具寿命。
- ③能防止钻具结垢。冲洗液应具有超低固相和极细分散性，流变性能好，能有效防止钻具结垢，避免内管打捞失败。
- ④具有良好的携带岩粉、清洗孔底和冷却钻头的性能。冲洗液的粘度、切力、动塑比等应适中。

(3)钻孔冲洗液的选择

- ①上部较松散、易坍塌的覆盖层应采用护壁性能较好的泥浆。
- ②钻进较长孔段硬脆碎地层和松散的易坍塌掉块地层时应采用护壁性能较好的优质低固相泥浆。
- ③钻进水敏性地层时应采用低固相钾盐泥浆。它能有效地控制水敏性地层的膨胀缩径和坍塌水化现象。

(4) 钻孔漏失的处理

- ◆ Aus-plug堵漏剂堵漏:用于中、大裂隙堵漏。
- ◆ 801随钻堵漏: 孔隙性漏失及小裂隙的堵漏
- ◆ 803堵漏剂: 可封堵中大裂隙
- ◆ 混凝土纤维+水泥:可封堵最大直径为9mm的孔洞
- ◆ 水泥球、粘土球堵漏: 可封堵大裂隙和溶洞
- ◆ 水泥网袋堵漏: 钻孔遇到溶洞、老坑道或老隆等较大的洞穴
- ◆ 用套管可隔离各种漏失层

6、事故预防与处理

- (1)加强责任心，树立精益求精的工作态度，提高业务技术水平，预防避免或减少孔内事故的发生；
- (2)严格实行岗位责任制，加强对机械和钻具检查，发现问题及时处理。
- (3)认真仔细观察钻机、水泵、柴油机的各种仪表指针的变化情况，精心操作，防止烧钻、卡埋钻、跑管等孔内事故发生。
- (4)发生井故后，要及时报告机长和项目经理，共同研究确定处理方案，处理事故时要按研究好的处理方案分步进行，并作好事故处理记录。重大复杂的事故,应由项目经理主持制定处理方案，报公司有关部门审批后，然后由项目经理监控,机长主持处理。
- (5)事故排除后,由机长召集全机人员详细分析造成事故的原因、总结经验、吸取教训、拟定防范措施、避免类似事故发生。

二、复杂地层钻探工程深孔施工案例

1、吉林壳牌油页岩勘探项目 YTG-sdz-05井钻探施工

(1)地层情况：

岩层主要有玄武岩、泥岩、砂岩、页岩四种。地层情况大致如下：0~70米表层主要为粘土覆盖层；70~200米以玄武岩为主，夹砂岩、泥岩；200~700米以胶结不好的中粗粒砂岩、泥岩为主，夹页岩。层位厚薄不均，频繁互换。且为较软的、强水敏性地层。700~1000米为泥岩、页岩，极易水化膨胀、缩径。

(2)施工概况：

该孔钻进深度1000米，施工历时27天。
台效：1052米/台月；时效：3.65米/小时；
在松散地层采用绳索取心三层管钻具保证了取心率在98%以上。并使用低固相优质泥浆护壁；在强水敏性地层采用钾盐聚合物泥浆体系有效地抑制了页岩水化膨胀；再加上科学地管理维护泥浆。从而确保了该孔的顺利施工和工程质量。

四川华锋◆吉林壳牌项目施工



2、云南澜沧铅锌多金属矿接替资源勘探项目 ZK14827(1500m)钻孔施工

(1)地层情况：

0~278米覆盖层及白云岩夹泥质条带，部分松散、软、破碎，该孔段还有多处裂隙溶洞发育。278~292.7米为松散硫化矿，292.7~315米为较硬凝灰岩、夹约5米多的软质凝灰岩；440.8~475米大部分为软、破碎凝灰岩；475~555.9米为易膨胀缩径和坍塌水化的凝灰岩，555.9~574.5米大部分为完整、坚硬玄武岩，夹少量破碎凝灰岩。574.5米以下基本为完整、致密安山岩、玄武岩、花岗岩。

(2)施工概况:

我们采用宝长年公司生产的LF90D型全液压钻机，采用美国百瑞得公司生产的泥浆材料和泥浆技术方案，我们采用EZMUD钾盐泥浆体系，顺利通过200多米厚的水敏性凝灰岩地层，最终孔深达1490米。而且在500米以下还探明了较大储量的铅锌矿，还在800米以深发现了品位和储量都相当可观的钼矿。由此可见深孔钻探技术对复杂地层深部找矿尤为重要，而可靠的钻探设备又是深孔钻探施工的前提和保障。钻孔护壁与堵漏、事故预防与处理、钻杆的润滑与减阻是确保深孔顺利施工和工程质量的关键技术。

四川华锋◆云南澜沧项目施工



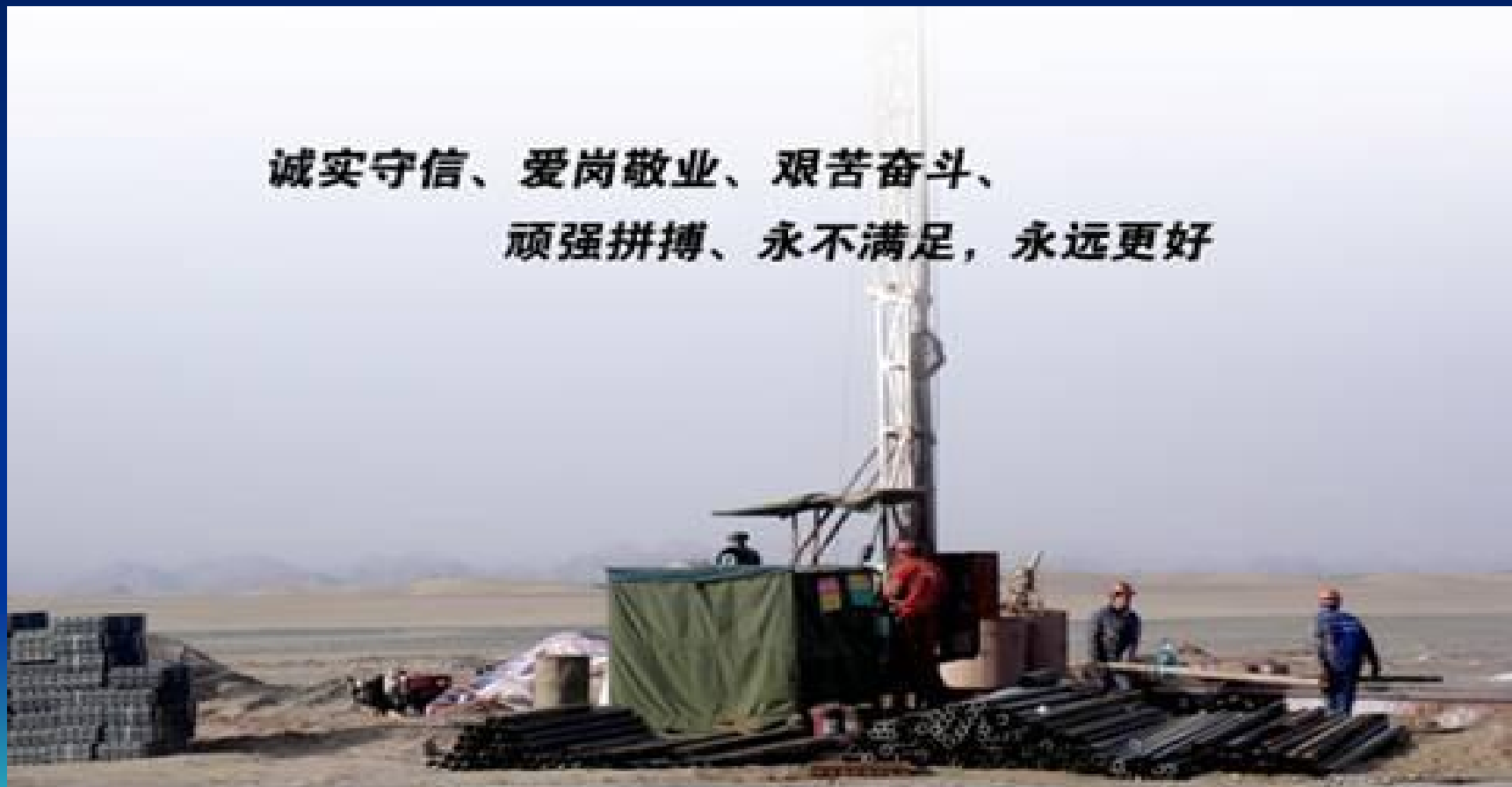
三、建议与探讨

- 1、加强新技术新工艺在复杂地层深孔钻进中的应用推广工作。
- 2、积极开展技术攻关和关键技术的研究工作，彻底解决复杂地层深孔钻进施工中的技术难题。
- 3、加强钻探专业技术培训与岗位练兵。不断提高工人技术素质和技能。
- 4、加强深孔钻探工程的技术管理和项目施工管理。
- 5、增强我国复杂地层深孔钻进的施工能力，加大先进的深孔钻机的开发和引进力度。
- 6、加快地质岩心钻探施工单位体制创新的步伐，按商业化运作走专业化道路，不断提高我国岩心钻探技术水平和国际市场竞争能力，力争早日步入世界钻探先进行列。



四川华锋钻探工程有限责任公司

**诚实守信、爱岗敬业、艰苦奋斗、
顽强拼搏、永不满足，永远更好**



四川华锋◆钻探施工☆技能培训



四川华锋◆钻探施工☆安全环保



华锋公司被国内外同行专家誉为 中国最好的钻探专业公司之一



四川华锋◆专业体现价值 创新成就未来



四川华锋◆立足国内 走向世界



四川华锋★钻探施工项目分布图





四川华锋钻探工程有限责任公司

中国四川 华锋钻探

现拥有当今世界先进的各种全液压岩心钻机26台套（CS1000，CS1000P6/P6L，CS10，CS14，Hydracore-2000，LM75，LF70，LF90，LF230，B-30H等进口钻机），设备净资产已超过一亿元。具有高难度复杂地层深孔钻探施工能力和对外承包工程的经营资格。年生产已达到20万平方米以上，可为国内外矿业公司和地勘单位提供全天候全方位任意角度，孔深在2000米以内任何复杂地层的地表和坑道钻探工程施工服务，并保证岩矿心采取率在95%以上。钻探台月实进尺可达到800~2000米。为业主提供优质高效的、更好的钻探施工服务是华锋公司永恒的追求。我们将永不满足，永远更好。