

空气潜孔锤取心跟管钻进技术

李子章^{1,2}, 李政昭², 张道云³, 钱 锋²

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院, 四川 成都 610059;

2. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734; 3. 成都水电勘测设计研究院, 四川 成都 61000)

摘 要:把潜孔锤钻进、跟管钻进和取心钻进结合在一起, 获得了一种在复杂地层取心钻进的新方法。

关键词:潜孔锤; 跟管钻进; 取心

中图分类号: P934.5*6

文献标识码: A

文章编号: 1672-7428(2009)SI-0158-03

1 引言

在地质钻探中, 经常遇到由风化和搬运等地质现象形成的堆积地层, 如风化、河床、冰川冰水、滑坡、工程回填等堆积地层, 特别是在水利水电和滑坡等地质勘察中, 堆积层成为钻探工作的主要地层对象, 其所占钻探工作的比重高达 50%。这类地层普遍为砂卵石、块石、碎石和沙泥等充填物的堆积体, 地层松散, 胶结性差, 砾石或块石大小不均、硬度悬殊, 可钻性 1~10 级且无规律分布。

这类地层主要采用金刚石和硬质合金回转钻进, 泥浆护壁, 单动双管(包括半合管)钻具取心, 但由于地层结构及其岩性复杂, 普遍存在岩心采取困难、钻孔漏失和孔壁坍塌掉块等技术难题。国内一些单位采取“取心钻进-孔底爆破-锤击跟管”的工艺方法, 结合植物胶泥浆, 在含粘性泥质充填物(如粘土、亚粘土、轻亚粘土等)的堆积地层中钻进, 使岩心采取率提高到 70% 以上, 而对钻进效率则无明显提高; 对于含松散泥沙充填物(如淤泥、耕土和河床泥沙等)的堆积地层, 采取岩心仍然很困难, 采取率一般低于 60%。

岩土基础工程中广泛采用的潜孔锤跟管钻进, 实现了同步跟管, 钻进速度一般为 4~10m/h, 但不能采取岩心。

潜孔锤取心跟管钻进技术正是针对堆积地层钻探技术现状而提出来的, 目的是将潜孔锤钻进与传统的回转取心钻进技术进行组合, 发挥前者钻进速度快, 后者具有采取岩心能力的技术优势, 研究一

种新的岩心钻进方法。

2 潜孔锤取心跟管钻具

2.1 钻具结构原理

钻具结构如图 1 所示, 潜孔锤取心跟管钻具主要由潜孔锤 1、中心取心钻具 2、套管靴总成 3; 包括实现具体功能的超前钻进机构 I、空气分流机构 II、传扭机构 III、传压机构 IV、分动机构 V、取心装置 VI。其中, 潜孔锤 1、中心取心钻具 2 直接连接, 组成可提升部分, 可通过套管柱 23 下到孔底, 进行潜孔锤取心钻进, 岩心随钻进入岩心管 14; 钻进回次结束, 随钻杆被提升到地面, 取心后, 再次下钻到位进行下一回次钻进; 其上部连接套管柱 23 的套管靴总成 3 属搁置在钻孔内的部分, 随取心钻具钻进向孔底延深, 靠其和套管柱隔离保护钻孔孔壁, 实现潜孔锤取心跟管钻进。

中心取心钻具 2 由上接头 6、防扭紧垫圈 7、16、O 形橡胶圈 8、11、17、分流接头 9、销 10、半合管座 12、外管 13、岩心容纳管(内管 14、半合管 15)、内管短节 18、卡簧 19 和中心取心钻头 4 组成。

潜孔锤 1 采用英格索兰 DHD 系列中风压冲击器。中心取心钻具 2 通过上接头 6 的接口 39 与潜孔锤 1 的标准接口 40 连接, 属于可随钻杆升降的中心钻具。

套管靴总成 4 由套管 20、套管靴 21、卡环 22、套管钻头 5 组成, 其上部连接套管柱 23。套管钻

收稿日期: 2009-08-30

作者简介:李子章(1965-), 男(汉族), 贵州习水人, 成都理工大学在读博士研究生, 中国地质科学院探矿工艺研究所勘查技术研究中心主任、教授级高级工程师, 主要从事钻探技术研究和开发工作, 四川省成都市郫县现代工业港港华路 139 号, lizizhang@263.net。

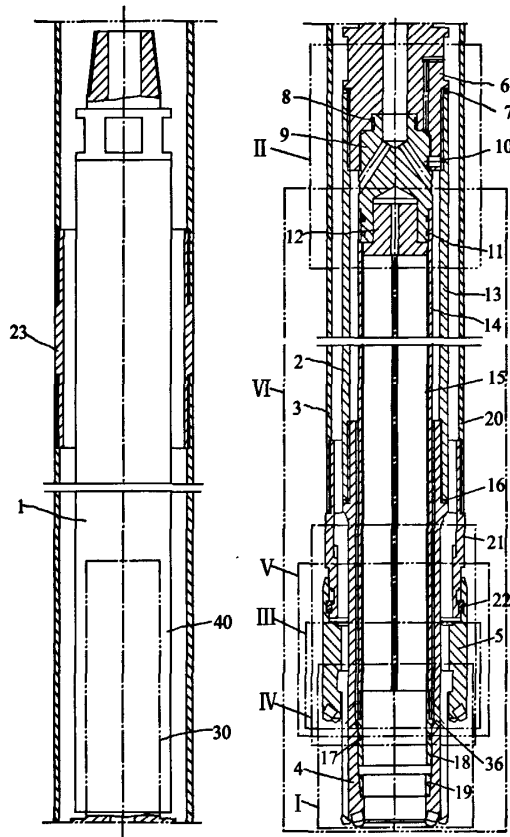


图1 潜孔锤取心跟管钻具结构原理图

- 1 - 潜孔锤；2 - 中心取心钻具；3 - 套管靴总成；
4 - 中心取心钻头；5 - 套管钻头；6 - 上接头；
7 - 防扭紧垫圈；8 - O形橡胶圈；9 - 分流接头；
10 - 销；11 - O形橡胶圈；12 - 半合管座；
13 - 外管；14 - 岩心管；15 - 半合管；
16 - 防扭紧垫圈；17 - O形橡胶圈；18 - 内管短节；
19 - 卡簧；20 - 套管；21 - 套管靴；22 - 卡环；
23 - 套管柱。功能机构：I、超前钻进机构；
II、分流机构；III、传扭机构；IV、传压机构；
V、分动机构VI、取心装置。

头随中心钻具钻进时，套管靴及其上部的套管和套管柱不旋转，只沿轴向随钻同步延深。

超前钻进机构 I 包括中心取心钻头、套管钻头，前者底端超前后者 80 ~ 120mm。取心钻头的出风口设置为一组距底端面 80 ~ 120mm 的侧通孔 36，高压空气完全经该孔，直接冲洗套管钻头底部后上返，并形成负压，通过抽吸作用排出钻屑，消除空气对钻头底部的冲刷，避免岩心流失。

空气分流机构 II 设置高压空气和低压回风两个通道，两个通道各自独立，互不串通，避免高压空

气串入内管的内腔冲刷岩心。高压空气通道：潜孔锤 - 上接头的中心孔 - 分流接头的斜孔 - 内管与外管的环状间隙 - 取心钻头侧通孔 - 套管钻头的底部 - 中心钻具与套管的环状间隙。低压回风通道：内管的内腔 - 分流接头的一组垂直孔 - 钻具与套管的环状间隙。

传扭机构 III 由取心钻头和套管钻头的花键付构成，用于带动套管钻头旋转。

传压机构 IV 由取心钻头和套管钻头的台阶组成。钻压和冲击力传递路线：潜孔锤 - 上接头 - 外管 - 取心钻头，然后一部分用于直接破碎岩石；另一部分由取心钻头经台阶传压付传到套管钻头，除满足套管钻头破碎岩石要求外，同时通过卡环下拉套管靴和套管柱，带动套管随钻同步向孔底延深。

取心装置 VI 采用传统的双动双管钻具结构原理，主要由内、岩心容纳管和取心钻头组成。钻进时，取心钻头超前钻进，冲洗介质（空气）被隔离在内管之外，并且转速仅为 20 ~ 40r/min，扰动较小，岩心采取率高。一般情况下，岩心容纳管采用内管即可；对岩心有特殊要求时，同时采用内管与半合管。

套管靴总成上的分动机构 V 包括套管钻头和套管靴、卡环。套管钻头和套管靴采用插入方法连接，并采用弹性卡环悬挂，两者可相对转动，从而消除套管柱旋转的因素。

图 2 是 $\Phi 127\text{mm}$ 潜孔锤取心跟管钻具的外貌。

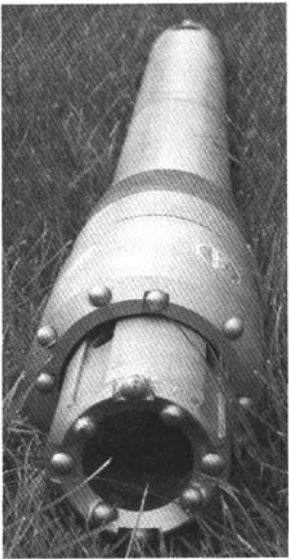


图2 潜孔锤取心跟管钻具外貌

2.2 钻具特点

(1) 将空气潜孔锤跟管钻具与传统的双动双管取心钻具进行有机组合, 既有潜孔锤跟管护壁效果好、钻进速度快的优势, 又具有并使其更好的取心能力, 形成一种全新的钻进方法, 适应于各种堆积地层的岩心钻探。

(2) 采用同心跟管钻进原理, 钻具具有较好的钻进稳定性, 有利于采取岩心和避免孔斜。

(3) 采用空气作为冲洗介质, 可避免液态冲洗介质对地层的影响, 特别在滑坡地质勘察中尤为重要。

(4) 采用超前钻进, 高压与低压回风通道分流, 消除了高压气流的冲刷孔作用, 岩心始终处于岩心管的屏蔽保护下, 所以, 能够取得层位清晰的岩心, 岩心采取率高。

(5) 钻具结构简单, 整套钻具主要零件不超过 10 个, 取心钻具主要零件 6 个, 装配和使用非常简便。

2.3 钻具主要技术参数 (表 1)

表 1 钻具主要技术参数表

钻具类型	潜孔锤取心跟管钻具		
钻具规格/mm	Φ127	Φ146	Φ168
套管规格/mm	Φ127	Φ146	Φ168
中心钻头外径/mm	92	104	131
岩心直径/mm	54.5	68	75
套管跟进深度/m	>30	>30	>30
岩心采取率/%	>95	>95	>95
配套冲击器	DHD340A	DHD340A	DHD350R

3 钻进工艺技术

3.1 钻进设备、配套管材

钻机: 要求具有 20~50r/min 转速的钻机, 可直接使用锚固钻机, 如 MG、MGY 和 MD 三个类型的锚固钻机; 立轴钻机可根据转速要求选择使用。

空压机: 中风压空压机, 如 VHP750E、VHP700、VHP700E。

钻杆: 锚固钻机使用的 Φ73mm 或 Φ89mm 钻杆; 也可使用直径 < Φ50mm 的普通钻杆。

3.2 钻进工艺

3.2.1 开孔

采用潜孔锤取心跟管钻具直接开孔。开孔时, 套管容易错位, 应采取扶正措施维持套管方位, 直

至套管能够依靠孔壁摩擦力维持方位。

3.3.2 钻具到位判断

下钻距孔底大约 200mm 时, 采用极限低的转速, 或采用管钳搬动钻具旋转, 使中心取心钻头与套管钻头处于配合状态。其表现是下放钻具遇阻, 搬动钻具旋转, 钻具瞬间往下大约 200mm, 说明钻具到位, 可进行钻进操作。(表 2)

3.3.3 钻进规程参数

表 2 潜孔锤取心跟管钻进钻进规程参数

钻具规格/mm	Φ168	Φ127	Φ146
钻压/kN	4~6	2~4	3~5
转速 (r·min ⁻¹)	20~30	20~40	20~40
风量/(M ³ ·min ⁻¹)	18~20	9~20	18~20
风压/MPa	1.2	1.2	1.2
回次进尺长度/m	1.2 (1.7)	1.2 (1.7)	1.2 (1.7)

3.3.4 控制回次进尺

由于在堆积层钻进, 为了保证岩心取心质量, 需要控制回次进尺长度; 同时也是为了冲击功能有效传到孔底钻头。一般采用 1m 或 1.5m 长的岩心管 1m 长的岩心管, 控制回次进尺为 1.20m, 1.5m 长的岩心管控制为 1.7m。

4 生产应用情况

4.1 地层和设备条件

主要在滑坡和河床堆积地层使用。滑坡堆积体主要由松散岩块、碎石和角砾组成; 河床堆积层主要为砂卵砾石地层, 地层结构松散, 岩石软硬悬殊且变化频繁。

使用设备: VHP750E 空压机; 先后使用 XY-2 钻机 (配 JD1A-40D 电磁调速控制器、MGY-80 锚固钻机、XY-2PB 钻机等; 先后使用 Φ73、Φ89 和 Φ50mm 钻杆。

4.2 生产应用概况

Φ168mm 和 Φ127mm 潜孔锤取心跟管钻具, 先后在昌都加林村滑坡、昌都夏通街滑坡、大渡河泸定桥电站和日喀则南郊水厂的勘察工程中进行试验和应用, 完成加林村 GK-13、GK-04、夏通街 GK-1、日喀则 GK-3 等钻孔的施工任务, 完成大渡河 SBZK7、SBZK13 两个钻孔上部孔段的施工任务, 取得了满意的跟管取心钻进技术效果。跟管取心钻进时速 ≥ 3m; 岩心采取率 ≥ 90%; 回次进尺 0.80~1.70m。

(下转第 166 页)

6 建议与探讨

(1) 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。目前深孔施工存在以下问题:

①孔内事故处理时钻机能力不足,打捞处理工具还欠缺。

②大的溶洞、裂隙和长孔段破碎带的钻进技术和护壁堵漏工艺。

③地层应力较强的水敏性凝灰岩地层钻进技术与卡埋钻故事的预防和处理。

④强研磨性硬脆碎地层钻进工艺技术和长寿命钻头的研制。

⑤薄壁轻型高强绳索取心钻杆和铝合金钻杆的研制。

(2) 加强新技术新工艺在复杂地层深孔钻进中的应用。

①螺杆马达+液动锤+绳索取心钻进工艺。

②不提钻换钻头绳索取心钻具(套管钻进技术)。

③反循环连续取心(样)钻探技术(RC)。

④定向钻进技术。

⑤空气泡沫钻进技术。

(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。以提高深孔钻进技术水平。

(4) 加强深孔钻进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,打造我国钻探工程专业施工企业的航空母舰,力争步入钻探世界先进行列。

(上接第 160 页)

图 3 为试验孔 SBZK13 取得的松散地层的岩心。

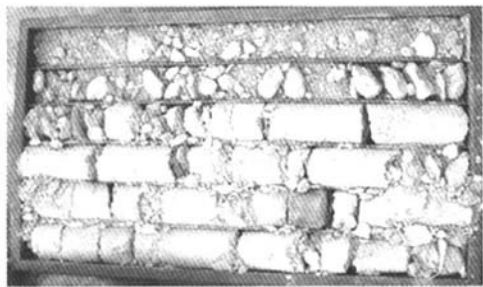


图 3 在 SBZK13 孔取出的岩心

试验初期,外管比较容易断,工作寿命不到 10m。后来经过结构改进,采用优质钢材和采取相应的热处理,工作寿命大大提高,断裂现象较少。

5 结语

(1) 采用空气钻进原理,将潜孔锤与取心钻进技术结合,研究了一种用于河床、滑坡等各种堆积地层的、钻进速度快和取心质量好的潜孔锤取心跟管钻进新技术。

(2) 研制了 $\Phi 127$ 、 $\Phi 146$ 和 $\Phi 168\text{mm}$ 三种直径规格的潜孔锤取心跟管钻具。

(3) 在滑坡和河床堆积地层的 8 个钻孔进行了试验和应用,取得满意的取心跟管钻进效果,钻进效率提高 100% 以上,岩心采取率大于 90%。

(4) 适用于滑坡勘察、水利水电勘察、铁路和公路等工程地质勘察以及地质找矿的覆盖层钻探。