

# 潜孔锤跟管钻进方法的开发及应用

汪彦枢

(中国地质科学院探矿工艺研究所 四川 成都 610081)

**摘 要** 介绍了潜孔锤跟管钻进方法在我国近年来的应用情况。该技术涉及到许多岩土工程领域。从基础勘察、城市建筑的基坑支护到水电的帷幕注浆,从公路的高边坡和高填方处理,到铁路建设的隧道塌方管棚支护的应用。

**关键词** 跟管钻进 潜孔锤 旋喷 锚索 管棚 卵石层

中图分类号 P634.5<sup>+</sup>6 文献标识码 B 文章编号 1000-3746(2003)S1-0201-03

潜孔锤跟管钻进工艺在我国的最初应用是钻凿山区基岩水井上部覆盖层。在我国北方,干旱缺水的山区在钻井时需从外地大量拉水配制泥浆护壁钻进第四系覆盖层。一口深 300 m 左右的水井,20 m 左右的第四系覆盖层用回转钻进需 1 周时间,而 200~300 m 基岩用空气潜孔锤钻进仅需 2~3 天。为了减少用水量,降低成本提高工效,人们寻找既能利用空气潜孔锤的高速钻进特点,又能使松散的第四系覆盖层在高速气流冲刷下能保持孔壁稳定的方法。潜孔锤跟管钻进方法是与空气潜孔锤相结合的扩底钻进并同步跟下套管的一种钻进技术。它的机具由潜孔冲击器、跟管钻具(偏心扩孔式或同心式,还有双偏心、三偏心)、套管靴和套管柱组成。一般说来,跟管钻具有一凸台,与之相应的套管靴也有上一凸台。钻进时,偏心钻头随着钻具的转动偏出套管靴(或是同心钻头带动管靴上的外钻头)钻出大于套管外径的孔,随之跟管钻具上的凸台压住管靴上的凸台并将冲击功传到管靴上迫使管靴带动套管柱随钻头同步前进以保护孔壁。当钻进至预定层位,可将钻杆柱、冲击器及跟管钻具从留在地层内保护孔壁的套管柱中提出,然后下入普通空气潜孔锤钻具钻进。用此方法 20 多米的覆盖层一天以内可以钻穿,节约了大量水的运输成本及时间,跟进的套管可直接作为井管,也可在完井后拔出。

潜孔锤跟管钻进方法也应用于我国南方的一些地区,例如成都市,供水井多在卵石层成井,钻井的方法多用冲击钻(即顿钻),钻进时用黄泥护壁,成孔后又必须把黄泥洗尽,才能使单井出水量大。使用潜孔锤跟管钻进方法在卵石层直接钻水井,钻井速度快,成井质量好。1993 年在成都水文地质工程

地质中心,用潜孔锤跟管钻进方法钻进了一口深 21 m,跟管直径 245 mm 的水井。钻进时间为一天,机械钻速为 6.76 m/h。第二天下花管填砾、洗井 2 h 后水清砂净,出水量达 50 m<sup>3</sup>/min 以上。该方法是对常规钻凿水井方法的一个突破。

在保护地下水资源,禁止开采和限量开采城市地下水的时代,潜孔锤跟管钻进方法寻找它新的应用市场,20 世纪 90 年代中期至今,又开辟了许多应用领域。现介绍如下。

## 1 河漫滩、江河中桥基、坝基的勘探

在用基本建设拉动国民经济发展的过程中,有大量新建公路、铁路的路基、桥基勘察,水库大坝和江河堤坝的坝基勘探工作,这些基础如果位于卵石层覆盖地区,钻探工作是非常困难的。为了解决这一难题,重庆南江水文队用潜孔锤跟管钻进方法为重庆北碚的嘉陵江大堤进行工程地质勘探,取得了很好的效果。嘉陵江北碚段河床卵石层厚达 20 m 以上,卵石主要由火成岩、变质岩组成,可钻性达 8~10 级,无胶结。以往用吊锤顶击成孔,施工速度慢,效率低,工程质量差,孔内事故多,不能满足工期要求,采用了潜孔锤跟管钻进方法后,台月效率比传统的跟管方法提高 4.75~10 倍,甚至更高;管材消耗减少 80%~90%,并且工程质量好,判定卵石层厚度极为准确。卵石层以下从套管中下入硬质合金弹簧钻头取心,采取率达 90% 以上,满足了地质设计要求。钻进速度和取心、取样效果均得到地质人员和甲方现场代表的好评。现在,有几个铁道勘察院引用这一技术进行一些桥基路基勘察。而且,用潜孔锤跟管钻进卵石层直接取心的技术正在研究之

收稿日期 2003-04-30

作者简介 汪彦枢(1953-) 云南昆明人,中国地质科学院探矿工艺研究所教授级高级工程师,探矿工程专业,从事潜孔锤跟管钻进技术的普及和推广应用工作,四川省成都市一环路北二段 1 号(028)83172932, wangyanshu@china-iet.com。

中,相信不久会取得突破。

## 2 渗流井江底取水和集水井取水,滑坡滑面泄水孔施工

随着国民经济建设飞速发展,中小城市的生活和工业用水日益增加,汲取地面河水也由于污染的日趋严重及季节性洪水的影响而使水处理费用大大增高。因此,一种占地面积小,水处理成本低的取水新方法——渗流井取水方法应运而生。

渗流井取水(江底取水)是一种新型的取水方式,它应用了探矿工程的多种工艺,在江边挖掘伴岸集水和引水竖井,到达一定深度后掘进江底输水平巷,按照最优取水面积布置洞室,在江底洞室里安装钻机,以大仰角向上钻取水孔,钻穿基岩后换用潜孔锤跟管钻具将取水花管跟入江底卵石层取水。此外,渗流井施工的关键工程之一是在江边挖掘集水井,在江边建集水井或导流井,采用的是沉井法施工或预支护顺序施工。一些地方江边水位高,流沙层厚,漂石大,用沉井施工的方法出现过一些问题。如有的地方挖沉井时突然涌砂埋死过工人,有些地方控制不好沉降速度使沉井偏斜。为保证有比较好的井身质量,使用在有水的砂卵石层用潜孔锤跟管钻进的方法先施工预支护棚(垂直管棚),注浆隔离流沙层后再往下挖,然后用现浇灌井筒的方法成井。也可以在卵石层非常厚的地区,如宜宾、西昌等地,建成集水井后直接用跟管的方法向河床方向钻辐射孔取水。此方法取水高效可靠,现已在四川广元、眉山、江油、夹江、都江堰、江津、巫溪、松番,和西藏拉萨等十多个地区施工渗流井20余口,为国家和地方节约了大量投资,为地方经济的发展做出了很大贡献。

以大仰角向上用潜孔锤跟管钻进的方法跟进花管的工艺同样可用于滑坡面的泄水孔施工。

## 3 卵石层帷幕高压旋喷造孔

潜孔锤跟管钻进也应用于修建电站和水库的帷幕高喷孔的钻进。一些地区由于卵石层太厚,或是爆抛回填料太散,进行高压旋喷或摆喷作防渗帷幕时遇到的最大问题就是造孔极其困难。在洪雅城东电站、遂宁白禅寺电站、金口河永乐电站、温州珊溪水库、赵三渡水利工程等都有同样问题。采用钢粒钻进、金刚石加植物胶钻进成本高,效率极低,完全达不到工程的最低要求,采用潜孔锤跟管钻进成孔,效率高,成孔质量好,解决了这些工程的难题。

## 4 城市高层建筑卵石层深基坑支护和复杂地层钻进长大锚索孔

随着城市建设的发展,高层建筑和市政工程大量涌现,产生了大量的基坑工程。在城市中,由于相邻建筑物和场地的限制,基坑工程一般采用支护开挖。在卵石地层开挖地基,以桩锚或喷锚的方式支护基坑比较经济,但安全性能取决于锚杆(索)的效能。

卵石层锚索孔钻进是一项困难而复杂的工作。重庆朝天门的基良商业广场,开挖后裸露的是胶结的卵石,为保证旁边交通要道陕西路的安全,要做锚杆挡墙支护。锚杆孔的施工从1994~1995年6月,先后进场的几支施工队,用了多种钻进方法,连一个完整的孔都未钻成,最后都知难而退。重庆南江水文队引进了潜孔锤跟管钻进方法,用XU-300型油压立轴钻机,6/7电动空压机,DP102偏心跟管钻具,跟进 $\varnothing 127$  mm套管,孔位选择卵石较大而密实的层位作试验。试验过程中尽管操作者不熟练,钻机和空压机不配套,但还是跟管钻成了深17 m的锚杆孔,纯钻时间 $> 7$  h。这一试验,填补了重庆市卵石层锚杆施工的空白。紧接着,该队用潜孔锤跟管钻进方法完成了协信广场、海韵大厦等卵石层基坑的施工,取得了非常好的效果。

成都市的许多地段卵石层深度达40多米,多数高层建筑的基坑都建在卵石层上,卵石层基坑的边坡支护,特别是12 m以上深度的卵石层边坡支护,多数采用桩锚结合的方法。一些超深基坑,如中银大厦、民兴金融大厦的基坑,深度在18 m左右,都在卵石层采用了潜孔锤跟管钻进成孔,安放预应力锚索的技术。此外,在四川国信大厦还利用跟管钻进技术施工钢管桩负向支护基坑,以保证在基坑之上的2层楼不发生沉降开裂,节约了150万元的拆除费用。

在强调保护环境、预防和治理地质灾害变得很重要的今天,预应力锚索的应用范围大大增加,它具有结构简单、质量轻等优点,被广泛应用于防治滑坡、稳定高边坡、建筑物的抗浮锚定等方面。现在,各大型水电站、高速公路,重要铁路的边坡加固都离不开预应力锚索。要把预应力锚索锚固段安放在预定位置,钻孔工作是最重要的。由于许多锚索孔要穿过坡积层,弃渣或破碎带,用常规方法往往由于地层太破碎而不能钻出有效的锚孔。潜孔锤跟管钻进方法在钻进垮塌破碎岩土体方面提供了一种安全的方法。随着大吨位、50 m以上长度的长大锚索需求

量的增加,伴随潜孔锤跟管钻进方法的潜孔锤扩底钻进技术也在发展之中。

## 5 隧道塌方大管棚支护

大断面隧道施工中,由于地质情况复杂,偏压大,加上施工中未及时支护、放炮的震动等都可能引起塌方。用超前小导管注浆、施工小管棚等不能解决大断面破碎带的坍塌。只能采用刚度和强度都足以抵挡巨大坍体压力的大口径( $\varnothing 127$  mm)钢套管超前预支护。潜孔锤跟管钻进的方法可将钢套管连续跟入坍体,一次跨过 30~40 m 的长坍体段,跟进多根管子形成长大管棚,使下部的工作能够顺利进行。

此方法曾用于重庆渝黔公路真武山隧道、雅安丁村坝水库引水隧道、海南环岛高速公路青岭隧道、怀化株六复线新屋场隧道、蓝田西南线北坪隧道、宝兴硗碛电站五号支洞、鹧鸪山隧道等隧道塌方大管棚支护,所处理的地层有花岗岩断层破碎带,古河道卵石堆积体,遇水软化垮塌的锅巴岩、千枚岩等,都使施工能在短时间内穿过坍体,取得较好的效果。

## 6 高填方路基沉降的处理

修筑高速公路为了道路的平顺需填方,但有些地方的填方太高会影响道路的使用。广元某段高速公路有 210 m 的高填方路堤,顶部宽 25 m,底宽 58 m,边坡比 1:0.5,最大填方高度 30 m。该路堤在填筑结束一年后,路基产生沉降,地面出现裂缝。虽然采用压力灌浆、土钉结合框架梁锚索对路基进行加固,但路堤中部因填方高,其边坡上部监测点的水平位移继续增加,路面裂缝及沉降仍在继续。考虑采用对锚的方法。将路基“夹”起来,控制侧面变形(水平位移)。

对锚框架梁加固路段的填方主体是开挖回填的

强风化~中风化泥质砂岩和泥岩碎块,块碎石含量大。亦有注浆的凝固块,且孔隙较多。为了框格梁的美观,在 32.5 m 的水平钻孔中,钻孔偏斜率 < 2%,即 0.6 m。用普通钻进方法是难以达到这一效果的。采用潜孔锤跟管钻进方法,利用钢套管刚度大易保直,且能防止碎石段垮塌的功能,圆满地解决了这一工程施工难题。在所完成的 60 个对锚孔中,除一个对锚试验孔超限,其余的 59 个对锚孔的孔向偏差都在规定范围内,其平均值为:水平方向  $x = 28.1$  cm,垂直方向  $y = 32.0$  cm。

据变形监测资料,路堤上部监测点数组的水平位移月变化率在实施对锚加载期间即出现显著衰减。而在对锚加载全面完成之后,处治路段范围内的监测点就再也没产生水平位移,路面沉降也出现显著缓解,并由不规则沉降转变为整体性、均匀性的沉降,路面裂缝无新的发展。

## 7 结语

潜孔锤跟管钻进方法在我国的基本建设中发挥了很好的作用,随着国家经济建设的发展,该方法一直在钻具结构上针对不同工程用途作针对性更强的变更,相信不久的将来,新型的潜孔锤跟管钻进钻具和适应潜孔锤跟管钻进工艺的配套钻机也将不断推出,以满足更多的工程需求。

## 参考文献:

- [1] 陈六一. 偏心跟管潜孔锤钻进在河床卵石层中的应用[J]. 探矿工程, 1998(4).
- [2] 陈台智, 周志彰. 开拓供水新领域[J]. 探矿工程, 1995(1).
- [3] 张杰. 重庆真武山隧道大型管棚施工技术[J]. 探矿工程, 2000(1).
- [4] 徐坤申, 李永丰. 青岭隧道采用长大管棚处理断层破碎带塌方[J]. 世界隧道, 2000(1).
- [5] 汪彦枢. 应用于复杂地层锚索孔施工的机具[J]. 地质灾害与环境保护, 2000, 11(2).