

斜塔动力头旋挖钻机中的应用前景

刘家荣^{1,2}

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 中国地质科学院勘探技术研究所钻头中心, 河北 廊坊 065000)

摘要:重点介绍了旋挖钻机的工艺特点和斜塔动力头旋挖钻机在复杂多变地层钻进的优势;斜塔动力头旋挖钻机其所用工艺多样化,可采用孔底加压的方式钻进桩孔,成孔精度高,事故率低,可在场地狭小的工地施工,适合我国国情。

关键词:斜塔动力头;立塔动力头;旋挖钻机;孔底加压钻进;钻杆折断;孔斜;无循环钻进

中图分类号:P634.3⁺1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)09-0082-03

1 概述

目前,我国在大口径桩孔施工中,尤其在高速铁路、高速公路的桥桩孔施工中,普遍采用旋挖钻机和无循环钻进工艺,它不需泥浆循环除渣,对环境的污染小,工作效率高,劳动强度低。我国使用的绝大多数为立塔动力头旋挖钻机,总数已超过 1000 台;国内生产厂商众多,且已部分出口国外,而斜塔动力头旋挖钻机只有 100 台左右,国内几乎没有厂家生产。

2 我国旋挖钻机应用的基本情况

斜塔动力头旋挖钻机(见图 1)在我国常见的多为从日本进口的小吨位旧钻机,其总吨位在 30~40 t,扭矩只有 50~90 kN·m,给人的印象是能力小,不能在硬地层钻进。事实上大吨位的斜塔动力头钻机应用范围更广,可解决我国目前旋挖钻机无法解决的很多问题。



图 1 斜塔动力头旋挖钻机

国产旋挖钻机大多仿意大利、德国立塔动力头钻机(见图 2),其吨位在 50~80 t,扭矩 150~290 kN·m,除了具有旋挖钻机一般的施工优势(如无需泥浆循环除渣)外,尚存在许多不足,主要表现在以下几个方面:



图 2 立塔动力头旋挖钻机

(1) 机锁式钻杆在深孔和坚硬地层钻进的故障率较高。

首先,国产旋挖钻机的关键件,如钻杆,特别是机锁式加压钻杆,还不能满足主机的要求,在加压钻进时经常发生断裂事故。主要原因:一是国产钢管材质与国外有差距,在加工时,直线度达不到设计要求;二是强度和精度难以满足要求;三是钻杆的加工工艺还处在摸索之中,焊接后热处理质量不能保证,焊后易变形。

其次,在钻进过程中,用机锁式钻杆进行孔口加

收稿日期:2007-08-01

作者简介:刘家荣(1965-),男(汉族),吉林白山人,中国地质大学(北京)博士研究生在读,中国地质科学院勘探技术研究所钻头中心副主任、教授级高级工程师,地质工程专业,从事钻孔设备和钻具的研制工作,河北省廊坊市金光道 77 号。

压钻进具有 2 大缺点:孔斜和钻杆折断。在钻进过程中,随着孔深的增加(40 m 以深),钻杆有 3~4 处可活动的关节,机锁式钻杆在动力头的压力下,在孔内是弯曲的,在弯矩和扭矩的复合作用下易造成孔斜和钻杆折断,产生孔内事故。在青藏铁路施工中,在冻土层和岩石层钻进时采用机锁式钻杆进行孔口加压钻进,虽然钻速提高了,但要另用筒式钻头修正孔斜,在施工的 100 多台进口钻机中,共发生机锁式钻杆断裂事故 100 多起,大多为进口钻杆。因此,在钻进硬地层深孔时,采用机锁式钻杆进行孔口加压钻进易造成孔斜和钻杆折断,是不可取的;在孔内有泥浆的情况下,处理断钻事故的成本是非常高昂的,施工工期也无法控制。

在南方工地用立塔式旋挖钻机钻进 $\varnothing 1200$ mm、单轴抗压力 100 MPa 花岗岩桩孔时,采用专用刀具在不加压的条件下钻进效率 < 5 mm/h,采用动力头加压 100 kN 的条件下钻进效率 > 50 mm/h,在钻进到 30 m 处时,钻杆在扭矩和弯矩的复合作用下断裂,而此种事故在施工中经常发生。如采用孔底钻头及配重加压可避免此类事故的发生。

(2)立塔动力头旋挖钻机悬在底盘前的有立塔架(5~7 t)、钻杆(7~9 t)、动力头(5~7 t),悬出底盘的重力太大,而底盘重力有限,限制了主卷扬提升能力(200 kN 左右)。为保证钻机的稳定性,立塔一般在 20 m 左右,钻杆的工作深度不超过 70 m,能安装的钻具的高度和质量受到限制,无法与多种钻具配套使用,不能进行冲击钻进,造成施工工艺不完善。在同一孔中遇到多种地层时,钻具单一,钻进方法单一,使工作效率低下,成本上升。

3 解决方法

斜塔动力头旋挖钻机是在履带吊车的前端上加有活动支架,支架滑道上加有上下行程 1 m 左右的动力头带动钻杆回转,主、副卷扬机安装在钻机底盘上,另有斜塔加装在钻机底盘上,利用通过斜塔上的主副卷扬起吊钻杆和钻头,斜塔高度一般在 30 m 左右,框架式结构,抗弯强度高,质量轻。工作时悬在前端的重力只占总重力的 15% 左右,稳定性好。伸缩钻杆单根有效工作长度可达 20 m,其钻进深度可超过 100 m。日本旋挖钻机动力头下大多配有与液控钻头(如扩底钻头)有关的油管盘架(见图 3),使用扩底桩可节省砼 50%,因此日本的桩孔 95% 为扩底桩。我国使用的旋挖钻机没有配有此项装备。



图 3 配有油管盘架和液压回转接头的旋挖钻机

日本国内大多使用斜塔动力头旋挖钻机,可进行回转钻进,也可进行冲击钻进。钻机配有计算机,显示钻机目前的工作状态,提供钻进各种地层时应采用的钻具型号、钻进工艺、钻进参数,日本的旋挖钻机与中国生产的(实际上是仿意大利)旋挖钻机在技术参数上有很大的区别,见表 1。

表 1 中国与日本旋挖钻机技术参数表

国别	钻机类型	功率 /kW	底盘质量 /t	动力头扭矩 /(kN·m)	主卷扬提升力 /kN	塔高 /m	钻孔直径 /mm	动力头行程 /m
中国	立塔动力头式	246/(2100 r/min)	70	200	180	21	2000	5
日本	斜塔动力头式	221/(2000 r/min)	90	100	280	27	3000	1.6

表中所列钻机参数的不同反映了两国的国情和施工理念的不同,我国在桩工机械生产中重钻机轻钻具,日本国内山地多,地层复杂,斜塔动力头旋挖钻机更注重钻具的研制和多种工艺的配合使用,钻机仅提供一个工作平台。同一动力级别的斜塔动力头旋挖钻机的扭矩只有立塔动力头旋挖钻机扭矩的 50%,而主卷扬提升力却高出 50%,底盘也较重。

(1)日本的旋挖钻机主卷扬提升力大,底盘也较重,反映出日本桩基施工所用钻具和工艺比我国要复杂,日本桩孔 95% 为扩底桩,施工时多品种钻

具组合使用(见图 4),可进行回转钻进,也可进行冲击钻进。液控扩底钻头为钻机的必备钻具,钻具本身具有扩底孔径检测和清渣功能,且已标准化、规范化;开孔时用动力头加压钻进,开孔后用大吨位钻具的自重和配重进行孔底加压钻进,主卷扬吊直钻杆,钻进效率高,钻孔垂直度高,从而避免了施工时孔斜事故的发生。如 $\varnothing 1000$ mm 扩至 $\varnothing 2000$ mm 和 $\varnothing 2000$ mm 扩至 $\varnothing 4000$ mm 的扩底钻头质量在 4~10 t 之间,钻杆质量在 8~11 t 之间,这个质量是大多数国内钻机主卷扬无法承受的,从而限制了扩底钻

具在我国的使用。



图 4 与旋挖钻机配套使用的钻头

度的弊端,这实际上是一种很大的浪费。



图 5 全套管全圆周回转钻机

(2) 日本钻机大多使用摩阻钻杆,完全能满足工作要求,表中所列钻机扭矩只有 $100 \text{ kN} \cdot \text{m}$,却可钻进 $\text{Ø}3000 \text{ mm}$ 的桩孔,钻进时钻杆只给钻具提供扭矩和拉升力,受力合理,避免了钻杆断裂事故的发生。立塔动力头旋挖钻机扭矩过大也是造成钻杆断裂事故的原因。

(3) 用斜塔动力头旋挖钻机在建筑物密度大、施工场所狭窄的地区施工时,可不再配吊车来配合下钢筋笼、吊运钻具和配套钻机,由旋挖钻机的主卷扬来完成,降低了施工成本。

(4) 在复杂地层中钻进和一孔中遇到多种地层时(如有漂石、卵砾石),为避免发生事故,提高钻进效率,采用全套管全圆周回转钻机与旋挖钻机配合使用(见图 5),根据地层情况,选用适合的钻具,选择回转钻进工艺或冲抓钻进工艺钻进,从而有效地控制施工过程、施工工期;避免目前我国在旋挖钻进施工中,钻具及钻进方法单一,施工过程粗放、施工工期无法控制、多采用增加钻机数量来完成工程进

我国地域辽阔,地层差异性较大,地质条件复杂多变,施工单位钻机品种及数量较少,工程预算成本低,一机多功能式钻机适合我国国情。

4 结语

按我国高速铁路和客运专线铁路建设的“十一五”规划,2006~2010 年 5 年内,计划建成 9800 km 客运专线(高速铁路),其中桥隧占比约为 54%,则桥隧里程约为 5000 km,还有高速公路和城市轨道交通的桥桩孔有相当一部分孔孔深超过 70 m。其中跨越大江大河的桩孔要求垂直度较高,在南方工地桩孔大多需要入岩,立塔动力头旋挖钻机无法解决这些问题,大吨位斜塔动力头旋挖钻机适用范围广,能用多种钻进工艺施工,可在深孔和坚硬地层钻进,钻孔垂直度高,工作中事故少,施工成本低,可解决立塔旋挖钻机目前无法解决的问题,国内生产厂商和施工单位应看到其应用前景。

勘探技术研究所非开挖中心简介

非开挖中心成立于 1993 年,是中国非开挖技术协会(CSTT)常务理事单位、国际非开挖技术协会(ISTT)会员单位。另外,中国非开挖技术协会培训中心设在该中心。

该中心于 1993 年在国内率先研究开发了非开挖钻进铺管技术,1996 年两项成果通过部级鉴定,工艺技术评价为“国内领先,接近国外同类技术先进水平”,设备评价为“达到国外九十年代前期同类产品先进水平”;1996 年列为国家科委“九五”科技成果重点推广计划,编号为:97070201A。曾荣获中央国家机关青年实用技术成果优秀奖、原地矿部科技成果二等奖、河北省第九届发明展览会金奖(河北科委等颁发),并获多项专利。

该中心在完成非开挖钻机系列化的同时,还相继开发了微型隧道铺管、管道原位更换、岩石非开挖导向钻具等新技术与设备。

该中心以推动中国非开挖事业的发展为己任;加强同国际国内技术的交流与合作,坚持走技术领先的道路,真诚的为广大用户服务,为非开挖事业做出贡献。