

滚刀钻头在温州世贸中心大厦桩基工程中的应用

詹龙和,张青平,陈雪峰

(江西省昌水建设工程有限公司,江西 南昌 330012)

摘 要 介绍了滚刀钻头在温州世贸中心大厦桩基工程中的应用情况,阐述了镶齿、焊齿两种滚刀钻头适应的地层和各自耐磨情况,并对各自的优缺点进行了分析、对比。

关键词 温州世贸中心大厦 钻孔灌注桩 滚刀钻头 镶齿 焊齿 中风化残留体 耐磨性

中图分类号 :TU473.1⁺4 **文献标识码** B **文章编号** :1672-7428(2004)10-0006-03

1 工程概况

由我公司组织施工的温州世贸中心大厦钻孔灌注桩工程,工程地质条件特别复杂,主要有石英闪长岩,其次为辉绿岩、霏细岩、石英斑岩、安山玢岩,其中中、微风化残留体的一般强度值达到 47.8 ~ 109.6 MPa,强度值最高达到 330 MPa,由于钻孔超深(120 m),桩身垂身度要求比一般工程高($\leq 0.5\%$)。我们采用的主要破岩工法是滚刀回转钻进方法,结合我公司成熟的泵吸反循环钻进工艺,在施工中较好地解决了施工难题,提高了成孔效率,圆满完成了施工任务。

2 场地工程地质条件

拟建场地主要由杂填土、粘土、淤泥及淤泥质粘土、深部粘性土、坡残积粉质粘土混碎石、风化基岩等 9 个工程地质层和 18 个亚层组成。基岩风化不均,风化带界面起伏较大,全风化带中夹有中、微风化残留体,厚度在 0.5 ~ 45 m,一般强度值达到 47.8 ~ 109.6 MPa,最高达到 330 MPa,给钻进带来极大的困难。

3 施工工艺及设备选型、配套机具

本工程采用了泵吸反循环成孔工艺,上覆松散层采用三翼锥形刮刀钻头钻进,钻遇残留体改换滚刀钻头破岩钻进至符合设计要求终孔。

主要施工设备及机具具有 GPS-20HA 钻机, GPS-30A 型钻机, 3PNL 型泥浆泵, 4PNL 型泥浆泵(配 GPS-30A 型钻机), 6BSA 型砂石泵, $\phi 1100$ mm 滚刀钻头。

4 滚刀钻头的类型和工作机理

4.1 滚刀钻头的类型

滚刀钻头分为镶齿滚刀钻头和焊齿滚刀钻头两种。 $\phi 1100$ mm 钻头底部焊有 7 把 8 in 滚刀,根据滚刀在钻头上的不同位置和作用分为中心刀(1 把)、正刀(3 把)、边刀(3 把),中心刀的作用是破碎桩孔中心部分岩石,但由于制造困难、价格高,多用正刀代替,边刀起保护作用,边刀刀座的倾角比正刀的倾角大。

镶齿滚刀钻头的刀体采用优质合金钢,刀齿为钨钴硬质合金齿,硬质合金齿的形状分为球形、楔形、尖卵形等几种。焊齿滚刀钻头的刀齿为钢齿,是由毛坯经铣削加工而成,主要是楔形齿,刀齿韧性好、耐磨、耐冲击、具有良好的焊接性能。

4.2 滚刀钻头的工作机理

钻头在工作时,固定在滚刀上的硬质合金刀齿随钻头一起绕钻头轴线作顺时针方向的旋转运动作公转,刀齿的自转与钻头公转的速度对孔底的作用有关,自转是碎岩时刀齿与地层岩石之间的相互作用力的结果。

(1) 钻头的纵向振动对地层产生冲击、压碎作用。钻头工作时,钻压经刀齿作用在岩石上,滚刀刀齿与孔底的接触是单齿和双齿交错进行,使钻头产生纵向振动,钻头在孔底纵向振动不断压缩与伸张,产生一个冲击荷载以破碎岩石,与钻压产生的静载压力一起形成了钻头对地层岩石的冲击和压碎作用。

(2) 刀齿对地层的剪切作用。剪切作用主要是通过滚刀在孔底滚动时产生刀齿对孔底的滑动来实

收稿日期 2004-09-14

作者简介 詹龙和(1953-),男(汉族),江西婺源人,江西省昌水建设工程有限公司高级工程师,水文地质专业,从事水文地质与工程地质、大口径桩基施工工作,江西省南昌市罗家镇北省水文地质大队院内(0791)8195006, jzxx@jxgky.com;张青平(1970-),男(汉族),江西兴国人,江西省昌水建设工程有限公司高级工程师,探矿工程专业,从事大口径桩基施工工作(0791)8195015, zhqingping@sohu.com。

现。

5 滚刀钻头的应用技术要求和操作注意事项

5.1 滚刀钻头的应用技术要求

- (1)布刀时应合理安排滚刀的破岩量 ,使不同切削层的滚刀破岩量大致相等 ,保证滚刀寿命相当。
- (2)滚刀的布置应使滚刀在钻头上位置均衡 ,同时还注意避免发生谐振。
- (3)相邻切削层上的滚刀应有部分重叠的破岩量 ,避免相邻两层滚刀之间出现岩墙损坏滚刀 ,边刀与相邻正刀重叠量应加大 ,边刀一般不少于 3 把。
- (4)为了能有效碎岩 ,必须对滚刀钻头施加足够的钻压 ,保证一把滚刀有 10 ~ 20 kN 压力。

(5)吸渣口的位置设在一边半径的中心点 ,吸渣口的高度比滚刀的高度低 120 mm 左右为宜。

5.2 滚刀钻头的选型

- (1)对研磨性 9 级以上的硬岩地层(强度值 150 ~ 250 MPa) ,如中风化残留体地层 ,宜采用镶齿滚刀钻头。
 - (2)对软硬交错地层应采用焊齿滚刀钻头 ,应加高楔形齿 ,钻进软岩时提高转速、降低钻压 ,钻进硬岩时降低转速、提高钻压。
 - (3)钻进研磨性小的中硬岩地层(强度值 60 ~ 150 MPa) ,如强、中风化地层 ,宜采用焊齿滚刀钻头。
- 5.3 滚刀钻头钻进工艺参数的选择(见表 1)

表 1 滚刀钻头钻进参数及泥浆性能参数表

孔径 /m	钻机型号	钻进参数			泥浆性能			适用地层
		转速/(r · min ⁻¹)	孔底钻压/kN	泵量/(m ³ · h ⁻¹)	密度/(kg · L ⁻¹)	漏斗粘度/s	固相含量/%	
1. 1	GPS - 20HA	8 ~ 21	70 ~ 100	108 ~ 180	1. 15 ~ 1. 2	18 ~ 22	8 ~ 10	中硬岩
1. 1	GPS - 30A	6 ~ 15	80 ~ 200	180	1. 15 ~ 1. 2	18 ~ 22	8 ~ 10	硬岩

5.4 滚刀钻头操作注意事项

- (1)下钻速度不要太快 ,严禁猛蹶猛放。特别是钻头接近孔底时钻具下放速度不能快 ,不允许突然刹车。
- (2)钻头下入孔底后必须用低转速钻进 0. 2 m 以上 ,才能使用正常钻进参数。
- (3)钻进过程加压必须均匀 ,不允许间断加压。
- (4)控制转速 ,选择中低转速。
- (5)钻头上部扶扶正器 ,保证钻孔的垂直度。
- (6)防止孔底掉物 ,当发现孔底有铁件等异物时 ,应处理好后才可继续钻进。

6 镶齿、焊齿滚刀钻头的应用对比

6.1 在强、中风化地层中的钻进效率对比(见表 2)

- 从表 2 可以看出：
- (1)焊齿滚刀钻头在中 ~ 强风化及残留体地层的钻进效率(0. 28 ~ 0. 41 m/h)明显高于在微 ~ 中风化地层的钻进效率(0. 06 ~ 0. 16 m/h)；
 - (2)在中 ~ 强风化地层中 ,焊齿滚刀钻头的钻进效率(0. 28 ~ 0. 41 m/h)高于镶齿滚刀钻头(0. 16 ~ 0. 28 m/h)；
 - (3)在微 ~ 中风化地层中 ,镶齿滚刀钻头钻进效率(0. 10 ~ 0. 27 m/h)高于焊齿滚刀钻头(0. 06 ~ 0. 016 m/h) ,且使用寿命长。
- 6.2 滚刀钻头的磨损情况对比
- 6.2.1 镶齿滚刀钻头的主要磨损情况

表 2 镶、焊齿滚刀钻头在强、中风化地层中的钻进效率统计表

桩号	中 ~ 强风化残留体			微 ~ 中风化地层				钻头类型
	钻入厚度	钻进时间	钻速	钻入深度	钻入厚度	钻进时间	钻速	
	/m	/h	/(m · h ⁻¹)	/m	/m	/h	/(m · h ⁻¹)	
B07C	28	98	0.28	90.1	1.1	10	0.11	镶齿
B08C	24.43	127.5	0.19	85.1	1.1	24.5	0.05	镶齿
B016	34.42	218	0.16	103.91	1.11	11	0.10	镶齿
B17C	28.4	172	0.17	100.84	1.1	105	0.10	镶齿
B087	6.71	31.67	0.21	97.31	1.1	4.08	0.27	镶齿
B082	10.23	51	0.20					镶齿
B028	34.57	84.5	0.41	104.57	1.33	15	0.09	焊齿
B102	8.3	29.67	0.28	95.3	1.16	7.83	0.15	焊齿
B100	6.87	23.92	0.29	91.96	1.1	20	0.06	焊齿
B115	10.04	26.25	0.38	94.2	1.1	7.08	0.16	焊齿
B098	10	36.33	0.28					焊齿
B122	8.73	31.67	0.28	89.92	1.1	12.5	0.09	焊齿
B115	10.04	26.25	0.38	94.2	1.1	7.08	0.16	焊齿

- (1)崩刃。崩刃主要是由于钻头在下放的过程中过猛或操作不当及加压不均匀 ,个别硬质合金齿受到重冲击而碎裂 ,另外由于孔内有铁件等异物而强行钻进也会造成该现象。
- (2)掉齿。一个原因是厂家加工存在缺陷 ,硬质合金齿与刀体配合不紧密 ;另一个原因是滚刀体(胎体)严重磨损 ,致使硬质合金齿出刃太多而脱落。造成硬质合金齿脱落的主要原因是地层偏软 ,钻进过程中刀体入岩过深直接与岩体接触磨损。
- (3)滚刀座、螺杆和滚刀锥体两端磨损。主要原因是个别滚刀严重磨损 ,对附近滚刀失去保护作用

用,从而在滚刀之间形成岩墙,该部分岩墙磨损锥体两端。

(4)滚刀轴承损坏。由于密封圈受到磨损,致使泥浆渗入,从而导致轴承损坏。

6.2.2 焊齿滚刀钻头的主要磨损情况

主要是操作钻头不当,下放过猛或岩体过硬而造成楔形钢齿断裂、滚刀座、螺杆和滚刀锥体两端磨损、滚刀轴承损坏。

7 镶齿、焊齿滚刀钻头的优缺点

(1)镶齿滚刀选用高强度的钨钴硬质合金,比焊齿滚刀所用的钢质硬质合金耐磨性高 2~3 倍,适用于 9 级以上的硬岩和坚硬岩层,在坚硬的中风化残留体地层和强度值 150 MPa 以上的硬岩地层的钻进效率明显高于焊齿滚刀钻头,使用寿命较长。但不适宜软岩层,易磨损钻头胎体。

(2)镶齿滚刀成本比焊齿滚刀高,且不可修复,成本投入大。

(3)焊齿滚刀钻头适宜强度值在 60~150 MPa 之间的中硬岩地层,在钻进硬岩地层时,易造成焊齿

滚刀钢齿碎裂。

(4)焊齿滚刀钻头在钻进抗压强度高、完整性好的岩层时,刀刃很难压入岩层中,不能依靠剪切力整块地破碎岩石,只是挤压碾碎岩石,钻进速度缓慢。

(5)焊齿滚刀韧性好,耐磨,具有良好的可焊性,刀齿选用高强度钢质硬质合金,成本较低,可修复。

8 结语

通过温州世贸中心大厦钻孔桩的施工,对滚刀钻头应用有如下体会:

(1)针对复杂地层的超深孔,选用滚刀钻头钻进,钻头上加上配重和扶正器,采用减压钻进,能有效预防孔斜。

(2)在超深桩孔中,采用滚刀钻头施工坚硬的中风化残留体或坚硬岩石是行之有效的办法。

(3)在坚硬岩层中采用滚刀钻头施工,应区分相对软、硬的岩石,从而选定合适的镶、焊齿滚刀钻头,以取得更佳的效果。

(上接第 9 页)

3.1 制作过程

采用钢板卷成 $\varnothing 1060$ mm、高 1500 mm 的圆筒,上端用厚度 25 mm 的钢板与 $\varnothing 245$ mm 心管焊接,下端用三块翼板垂直焊接于圆筒和心管之间,仰角约 45° ,筒体底端均布焊接 6 个牙轮,筒体内三翼板上呈内阶梯形交错焊接金刚石复合体或钎头,在筒体外侧增焊保径块,减小回转阻力,防止钻头筒体磨损。

3.2 钻进机理

钻头在遇到软硬不均或岩面倾角大的地层时,筒体底端的 6 个牙轮可以先行切入岩层形成环状槽,钻头中心形成岩柱,岩柱反过来导正钻头垂直钻进。同时,因筒体高,增加了导向性,防止了桩孔偏斜。该钻头既起到了超前导正的作用,又增加了钻头破碎岩石的自由面,对预防孔斜和纠正孔斜有很好的效果。筒状钻头整体刚度大、强度高,钻进过程

中使孔底岩石形成多个自由面,破岩效率提高,在较破碎的中风化残留体中钻进时,筒体上部可接纳上部掉块,避免了岩块掉入孔底从而进入心管造成堵管。另外因心管垂直,进入心管的岩块回落时也不会造成堵管,很好地克服了成孔过程中出现的堵管问题。

4 筒状内锥三翼钻头的应用效果

通过实践,该筒状内锥三翼钻头制作简单,成本低,使用效果明显,很好地解决了温州世贸中心大厦工地经常出现的孔斜和堵管两大难点。该钻头主要用于施工难度大的地层和复杂的桩孔,成孔质量好,钻进效率相对较高,特别是在破碎地层,有效地防止了掉块,保证了桩孔的垂直度。缺点是该钻头不适合完整坚硬岩层的钻进,回转阻力大,钻进效率偏低。