

摘要:通过具体工程实例,介绍了地铁车站复杂地质条件下的人工挖孔桩的应用,归纳了人工挖孔桩的特点,提出了人工挖孔桩的施工步骤,重点对人工挖孔桩护壁施工、孔内开挖施工、成孔检查和浇筑桩身混凝土等进行了阐述,以完善人工挖孔桩施工工艺。

关键词:复杂地质条件,挖孔桩,护壁,混凝土

1 工程概况

广州地铁二八号线延长线工程会江站设计里程:YCK3+850.700~YCK4+10.300,全长 159.600 m,基坑深度 17.5 m,南往石壁站,北往南浦站。车站主体围护结构设计为直径 1.2 m 的人工挖孔桩,桩间距为 1.35 m,采用 15 cm 厚的混凝土护壁,护壁咬合,桩两侧采用搅拌桩加固软弱地层。场地地质条件复杂。

2 人工挖孔桩的特点

1)施工操作工艺简单,施工方便,不需要大型机械设备。2)单桩承载力高,可直接检查桩外形尺寸和持力层情况,受力性能可靠,抗震能力强。3)可多桩同时进行,施工速度相对较快,节省设备投资,降低工程造价。4)井下作业条件差,环境恶劣,劳动强度大,安全和质量措施特别重要。

3 人工挖孔桩的施工步骤

挖孔桩采用跳桩分四批开挖,前批桩成桩后,后批桩才能施工。同批相邻桩孔开挖时保持不小于 2 m 的高差,施工顺序如图 1 所示。

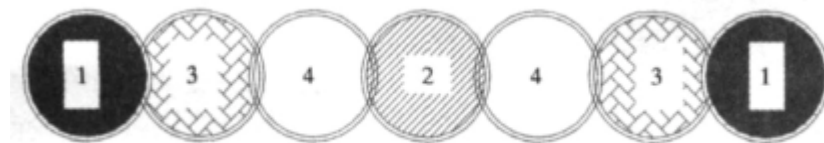


图 1 施工顺序

4 人工挖孔桩护壁的施工技术

1)淤泥、流砂层厚度不大于 2 000 mm 地段人工挖孔桩护壁的施工技术。根据试桩的经验,对于淤泥、流砂层厚度不大于 2 000 mm 地段的人工挖孔桩,采用常规的混凝土护壁来施工,容易成孔,节约护壁成本。**a.**混凝土护壁模板采用厚度 $\delta=4$ mm 的组合式钢模板拼装组合而成,拆上节而支下节,循环周转使用,上下设两对半圆组合的钢圈顶紧,不另设支撑,钢圈之间用专用扣扣紧。**b.**每一施工段高度,一般取 0.8 m~1.0 m 左右,护壁中插入 $\Phi 14\sim\Phi 16$ 的竖向钢筋,间距取 500 mm;横向则用 $\Phi 14\sim\Phi 16$ 的圆钢来加固,间距取 300 mm。**c.**混凝土用搅拌机搅拌,采用 C20 混凝土,坍落度取 60 mm~80 mm,混凝土用吊桶运入人工浇筑,用钢管振捣密实。

2)淤泥、流砂层厚度大于 2 000 mm 地段人工挖孔桩护壁的施工技术。淤泥、流砂层厚度大于 2 000 mm 地段,地下水极为丰富,采用常规护壁方法来施工,流砂塌孔严重,施工进度相当缓慢,或根本无法成孔,只能采用成本较高、施工技术要求高的钢护筒来护壁。**a.**钢护筒的制作。根据现场的实际情况和理论计算,需要下钢护筒的地段,淤泥、流砂层的厚度一般为 4 m 左右。因此,钢护筒一律采用 $\delta=10$ mm 厚的 A3 钢板卷制而成,按 2 m 的标准长度定尺加工。**b.**钢护筒与振动锤的连接。钢护筒与 75 kW 电动振动打桩锤的连接采用“法兰+焊接”的刚性连接方式,用 50 t 履带吊作为起吊设备。**c.**钢护筒的测量定位。桩位放样完毕,经复核无误后,应进行人工或机械的预挖孔,孔径略大于护筒外径,挖深 1 m~2 m,然后垂直起吊第一节钢护筒到预挖的孔位中。**d.**钢护筒的下沉。钢护筒下沉前,做好一切准备工作,以保证钢护筒下沉工作的连续进行,保证钢护筒能顺利下沉到岩层之中去,尽量减少中途的停顿时间,防止淤泥、流砂层的固结,加大下沉的阻力,从而增加下沉的难度。下沉过程中,注意检查钢护筒的中心线和垂直度,以免中心线和垂直度偏差超过允许标准而返工。**e.**孔内挖土过程中,当挖到淤泥、流砂层时,分段高度一般为 0.4 m~0.5 m,以最快的速度通过,防止淤泥、流砂的渗入。

5 孔内开挖施工

5.1 黏土、淤泥、流砂的开挖方法



对于孔内的黏土、淤泥、流砂层,可用铁铲、锄头开挖。孔内挖土采用分段开挖方式,对于黏土层,一般 0.8 m~1.0 m 为一个施工段,做完混凝土护壁,待混凝土护壁有一定强度后,才能进入下一施工段;对于淤泥、流砂层,一般 0.4 m~0.5 m 为一个施工段。混凝土护壁一般施工至中风化岩面,微风化岩层不需另加混凝土护壁,可以自身稳定。

5.2 强风化岩层、中风化岩层的开挖方法

由于强风化岩层、中风化岩层的厚度较厚,为了加快施工进度,采用风镐来开挖,由燃油空压机或电动空压机供应压缩空气。

5.3 坚硬致密微风化岩层的开挖方法

人工挖孔桩进入微风化岩层后,由于基岩致密、坚硬,若采用风镐来开挖,进度相当缓慢,每天只能下挖 100 mm~200 mm,难以满足工期要求。根据实践经验和充分论证,决定采用小型爆破方案。

5.3.1 爆破方案

挖孔桩爆破采用竖井爆破法进行设计。1)孔眼的布置。炮眼呈同心圆布置,同心数目为 2 圈,靠近开挖中心的为掏槽眼,外圈为周边眼。a.掏槽眼。采用圆锥形掏槽眼,圆锥形掏槽眼与工作面夹角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$,掏槽眼比其他炮眼深 0.2 m~0.3 m,在孔内 $r=50\text{ cm}$ 的环向布置 4 个。b.周边眼。在孔内半径 $r=100\text{ cm}$ 的周边布置 9 个,眼距取 0.4 m~0.6 m。2)爆破参数的确定。a.爆眼直径:采用手持式凿岩机钻孔,钻孔孔径取 $\Phi=35\text{ mm}\sim 40\text{ mm}$ 。b.炮眼深度:周边眼 1.0 m,掏槽眼 1.2 m。c.单位炸药量,采用类比法,q 取值 1.8 kg/m^3 。

5.3.2 炸药选用

由于工作面有水,选用乳化炸药,炸药药卷直径 32 mm,每卷重 100 g。

5.3.3 装药结构与堵塞

掏槽眼和周边眼均采用连续反向装药结构。炮孔填塞是很重要的工序,填塞可以使炸药爆炸完全,改善爆破效果。填塞材料用砂、黏土或砂和黏土的混合物,其配比是砂:黏土:水=4:5:1;填塞材料应事先拌好,做成泥条备用。

5.3.4 起爆网络

1)引爆方式和连线方式。运用塑料导爆管起爆法施工爆破,采用孔内毫秒起爆网络。孔外采用火雷管起爆塑料导爆管,孔内采用不同段别非电毫秒雷管依次起爆。非电毫秒雷管用并联方式连接。2)起爆顺序。起爆顺序按先掏槽眼后周边眼进行,掏槽眼采用瞬爆非电毫秒雷管,周边眼采用 3 段非电毫秒雷管。

5.3.5 安全防护

在孔顶覆盖钢板,再在上面堆砂包,有效防止飞石。

6 成孔检查和浇筑桩身混凝土

1)检查验收:成孔后必须对桩身直径、孔底标高、桩位中心线、井壁垂直度等报监理验收,合格后做好施工记录。2)吊放钢筋笼:钢筋笼按设计制作、运输、吊装,应防止扭转变形,根据规定加焊内固定筋,钢筋笼放入前,应绑好砂浆垫块,吊放钢筋笼时,要对准孔位,直吊扶稳,缓慢下沉,避免碰撞孔壁,钢筋笼放到设计位置时,应立即固定。3)浇筑桩身混凝土:清除孔底积水,用溜槽向孔底浇筑混凝土,当高度超过 3 m 时,应用串筒,串筒末端离孔底高度不大于 2 m,桩孔深度超过 12 m 时,宜采用混凝土导管浇筑,浇筑混凝土时应连续进行,分层浇捣密实,混凝土浇筑 12 h 后进行浸水养护。4)混凝土浇筑到桩顶时,应适当超过桩顶设计标高,以保证在剔除浮浆后,桩顶标高符合设计要求。

7 结语

会江站的人工挖孔桩自 2007 年 1 月 20 日开工,到 2007 年 5 月 20 日全部顺利结束,历时 4 个月,共计完成 319 根桩。虽然地质条件复杂,但由于采用了切实可行的施工技术,克服了诸多困难,安全、优质地完成施工任务,成功的经验可供今后类似工程借鉴。

参考文献:

[1]张海泉.浅谈如何搞好人工挖孔桩工程[J].山西建筑,2008,34(9):158-159.

