

凤台化肥厂基桩施工技术

安徽省地矿局第二水文队 姚凤绵

在凤台县化肥厂扩建4万t尿素工程CO₂压缩车间,循环水、栈桥包装楼基础,进行钻孔灌注桩施工,施工区地下隐伏物很多,炉灰渣较厚,基岩较硬,施工技术难度大。我们采用了潜孔锤,拼装球齿牙轮钻头钻进;泵吸反循环清渣;泥浆及浅井掘进沉箱法护壁等综合施工技术。共施工68根嵌岩桩,φ1m的48根,φ0.8m的12根,φ0.6m的8根,共进尺534.04m,砼灌注415.49m³。工程完全符合要求,取得良好的经济、技术效果。

一、地层情况

杂填土 平均厚度6.92m,最厚达14.84m。上部以工业、生活垃圾为主,其中炉灰渣层平均厚度6.55m,最厚达7.85m,而且不含泥,结构极为松散,经轻微震动或流水冲刷即坍塌,地下水丰富,与护城河相通,水位2m。杂填土中普遍存有砖块、砼及青灰石,还有钢筋、铸铁管及下水道等。下部为硬粘土层。

基岩 强至微风化的灰黄色钙质石英粉砂岩,下部为完整基岩,硬度6—7级,隐伏基岩面起伏不平。

二、施工技术

(一) 浅井掘进沉箱法

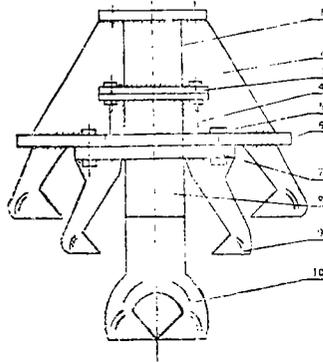
设备有潜水泵,风镐、绞车等。钢护筒(管)的壁厚3mm,用钢板卷制焊接而成,长1.25m,直径0.7、0.9、1.10m;钢护管直径为0.65、0.85和1.05m。

施工技术 定桩位,测桩位标高,进行浅井掘进至水位以下,填入0.2—0.5m厚粘土,下钢护筒,校正桩位中心,护筒高出地表0.1—0.2m,护筒外围用粘土围填,并捣实,地表用水泥封闭,严防水浸及地表水流入桩孔内。地面安装绞车,下潜水泵,进行排水、掘进、出渣、跟下钢护管,钢护管焊接连接。若地下水不太大,掘进到强风化基岩,用粘土止好水,采用风镐凿除中等风化岩石,即可干灌砼。

效果 浅井掘进204.43m,占总工作量的38.2%,每个桩位提前进行浅井施工,与钻探平行作业:钢护筒(管)沉箱,全封闭住炉灰渣层,清除桩孔内隐伏物,防止了桩孔坍塌,保证了质量,提高了工效。

(二) 牙轮钻头钻进

设备为GPS-15型钻机、泵吸反循环组(砂石泵、3PN离心泵等)附图为φ0.8m或φ1m的拼装球齿十五牙轮钻头结构示意图。拼装球齿牙轮钻头呈阶



十五牙轮钻头结构示意图

1—短截; 2—加固筋; 3—法兰盘; 4—连接筋; 5—螺栓; 6—活动盘; 7—固定盘; 8—心管; 9—牙轮掌; 10—三牙轮钻头

梯锥形结构,侧压力大,钻出来的钻孔较完整密实,适用不同地层钻进,钻头经久耐用,一只钻头施工33根桩,进尺210.1m,占总工作量39.3%,钻头仍然较好。

钻进技术 牙轮钻头钻进一段,用焊接方法加卡钢护管,用加重块冲击,进行跟管,封隔松散层。采用孔内造浆,泥浆提前护壁,然后往下钻进。十五牙轮钻头钻进技术参数:转数13—42r/min,钻压15—25kN,水量100—180m³/h,泥浆粘度23—28s,比重1.15—1.25,含砂量<7%。杂填土采用低压、慢转、中等水量。钻遇砖、砼块及青灰石等,控制进尺,反复钻磨。用慢转数、较大压力、全泵量进行泵吸反循环或正循环钻进基岩。平均时效:杂填土1.83m/h,强风化基岩0.2—0.4m/h,中等风化基岩0.1m/h,微风化及完整基岩0.06—0.02m/h,砖块、素砼0.1—0.2m/h,青灰石0.03—0.04m/h。

钻进中需准确记录返出口冲洗液颜色的变化,掌握30min进尺数,再参照钻机振动、邻孔孔深等综合技术,判断所钻层位及岩石等,满足砼设计强度20MPa的要求。

采用泥浆钻进时，孔内没有沉渣，换浆后即可进行砼灌注；跟管钻进，用泵吸反循环排渣，桩孔内干净。

(三) 潜孔锤冲击回转钻进

设备为FGC-15型大口径湿式反循环闭型风动贯通潜孔锤，配备LGY 25-17/7移动式螺杆压缩机，VW 6/7型空气压缩机，在GPS-15型钻机，泵吸反循环组中使用。钻具由 $\phi 0.8$ m球齿钻头、外径0.375m冲击器、加重块（扶正器）、钻杆、主动钻杆及气水笼头组成。

钻进技术 一般采用正循环回转钻进，若遇有隐伏物或接近基岩，则同时开动两台空压机送气，进行冲击回转钻进。共施工29个桩孔，进尺106.95m，占总工作量的20.1%，基岩进尺24.58m。采用转数13—23 r/min，钻压20—30 kN，水量100—180 m³/h，风量17—23 m³/min，风压0.5—0.6 MPa，冲击频率在200—300次/min。平均时效：杂填土7—9m/h，强风化基岩3—4 m/h，中等风化基岩0.8—1.2 m/h，微风化及完整基岩0.4—0.8 m/h。

三、水下砼灌注

配备设备有 JZ 350 C砼搅拌机2台，TC1-D翻斗车2台，BX1-220型轻便弧焊机2台，1t电动葫芦2台，JJ 2 K-1 A双筒单作用1t卷扬机2台。还有大小漏斗、导管、料斗等。

提高水下砼灌注质量的做法

1. **换浆** 终孔后进行排砂，直至孔内没有沉砂，再用22—24 s泥浆进行换浆至孔底没有沉渣，经现场质量检查验收合格后，立即下钢筋笼、导管等，及时进行砼灌注。

2. **配合比** 1 m³砼用料：水185 kg、水泥308 kg、砂821 kg、石1088 kg、减水剂3.08 kg，合计为2405.08 kg，用料严格过秤。

3. **试块** 取过两种规格（15 cm³和10 cm³）试块，静置30 h拆模，经养护28 d，平均抗压强度21 MPa；养护14 d平均18 MPa。

4. **初灌量** 大漏斗的容积一定要满足初灌量的需要，我们所用大漏斗容积为1.1—2.9 m³，若桩径为1 m，第一次灌入砼高度可达1.1—2.1 m。隔水塞高0.24 m，导管下端距孔底0.3—0.4 m为宜，第一斗砼灌入后，必须测量导管外砼上升高度，确保导管被砼埋入0.8—1.2 m。提升导管以前，必须测量砼上升高度，采用上下串动方法提升导管。严禁将导管脱离砼面，导管埋入砼中2—3 m为好。控制最后一斗砼灌注量，要超过桩头标高0.5 m，凿去浮灰，确保质量。

5. **钢筋笼防浮与导正** 我们采用两种方法：用钢筋和水管焊成的支撑架，下端套入钢筋笼的三根主筋，上部顶住钻机的孔口板；将钢筋笼的上部三根主筋加卡，将其向外均匀掰斜，与护筒焊接在一起。所以没有出现钢筋笼上浮。在钢筋笼上中下箍筋外部焊 $\phi 16$ mm、高50 mm弧形环，支撑钢筋笼，使其保持垂直，砼保护层均匀。

四、施工质量问题及处理

经“安徽省地质实验研究所桩基检测中心”桩基动测结果：1类桩57根，2类桩9根，占97.05%，3类桩、4类桩各1根。

1. **断桩** CO₂ 29号桩，桩头以下2 m、2.7 m两处发生断桩。护筒跑下2 m多，孔口坍塌10 m³左右，漏斗中砼堵塞，导管提高砼面，产生断桩。处理方法：将砼桩头打掉，直至坚硬密实段，设圆形模板，其直径比桩径大0.1—0.2 m，用泵将地下水排干，在桩头抹一层厚10—20 mm砂浆，再浇注砼，振捣密实，15 h不受水浸，30 h拆模，取样试压。

2. **严重缩颈** CO₂ 19号桩，桩头以下2.3 m发生严重缩颈，约占桩径的1/3。护筒下跑，孔口塌空，提导管过程，一侧孔壁严重坍塌，造成严重缩颈。处理办法，将一侧挖开，下护筒护壁，用潜水泵排水，清除凿去缩颈处坍塌物及砼，至坚硬密实处，设半圆形模板，其直径超出桩径300 mm，下部嵌入中等风化基岩，上部超过缩颈部位0.5 m，浇注砼，振捣密实，15 h不受水浸，30 h拆模。

3. **轻度缩颈** 有3根桩分别在桩头下3.24、1.8及4.0 m发生轻度缩颈。由于导管堵塞，提导管时的抽吸作用，产生孔壁局部坍塌及地层缩径。可不需要处理。

4. **局部松散** 有2根桩分别在桩头下2.3 m；和0.65 m，砼局部松散。砼配比在某个回次不当，加砂或水多了，振动砂石离析所致，可不需要处理。

5. **局部夹泥** 循环水8号桩，桩头下1.6 m局部夹泥。泥浆钻进换浆不彻底，局部泥浆粘度大，砼上升部分迂阻，造成局部夹泥。清除泥砂，补灌砼。

五、几点体会

(1) 经过29个桩孔的试验，证明潜孔锤冲击回转钻进是大口径硬岩层钻进最有效的技术方法，再用泵吸反循环，效果更为突出。

(2) 针对炉灰渣层厚，隐伏物多等不稳定地层，采用浅井掘进，沉箱法施工桩孔上部，是行之有效的

(下转第46页)

的环状间隙处向孔内投入按原桩砼标号配制的1—3cm的碎石和中粗黄砂,达到补强目的。为便于投料,钻孔采用 $\phi 130\text{mm}$ 。

三、施工技术措施

1. 探明断桩的真实部位 一是探明其所在方位(因所给条件只是截面的不完整程度,具体方位不知);二是测试的断桩深度往往有误差,需探明其真实深度。该工程实探深度与PDA测试深度对比见附表。为此,我们采用合金钻头全孔取心,准确性较高。

2. 对位与安装防斜 该工程桩均为通长配筋,由于自重和加工的原因,钢筋笼的垂直度可能不太理想。若1桩3孔对位不准,钻进时有可能接触钢筋笼,产生不良效果,加之开挖2m后露出的钢筋又不允许弯折,必须搭台凌空作业,更给对位造成了困难,必须十分注意。此外,设备安装要周正、平稳、不晃动;天车、立轴、孔口应三点一线,防止钻孔偏斜而钻遇钢筋笼。

3. 钻进参数 在砼中钻进,粗骨料的大小、强弱不均,易产生钻孔偏斜。应采取轻压、慢转、中等水量。

4. 密切注视进尺情况 记下进尺突然加快的深度及厚度,以便准确判断该回次缺少砼心的原因及部分心不完整的原因。同时要控制进尺速度,防止堵管、糊钻及孔斜。

5. 冲洗液性能 钻进和清孔一定要用清水,不能使用浑浊、含泥的水以及不能用拌制砼的水,避免孔壁形成泥壁而削弱新浆与原桩的粘着力和对砼的侵蚀。

6. 终孔深度 一是当穿过最底一层断桩带时,不能即刻终孔,以防假象。征得甲方同意,我们定在钻穿完整桩深1m处终孔。二是钻遇不到断桩带的孔,应超过测试深度。我们采取超过1—2m的作法。

7. 冲孔时间及泵量 断桩部位往往被其它泥土所充填,或在钻进过程中被钻屑所充填;此外,钻进过程中,钻粉也往往会粘附在孔壁上。因此,压浆前需清孔。此时的泵量应适当加大(我们用BW250/50的泵,水量全部压入孔内),对充填物和粘附物冲刷,至孔内完全返出清水为止,一般为20—30min左右。

(上接第44页)

效的好方法,能保证质量,提高效率。

(3) 采用拼装球齿十五牙轮钻头,能适应多种不同层位地层钻进,钻出来的孔壁密实完整;且适用不同桩径钻孔施工,加工方便,经久耐用,取得良好经济效益。

8. 水灰比 水灰比过大会影响砼的强度,太小会影响水泥浆的流动度,影响碎石和砂子的下沉。我们采用的水灰比为0.55。

9. 开始投料时间及速度 一般情况下,为保证最底层断桩部位能被水泥浆填满,投料时间往往选择在水泥浆面高于该层顶部后开始投料,避免因先投料后压浆造成孔底堵塞或填满最底层断桩部位而造成浆液压不下去或进不到断桩部位。投料速度以保证浆能送到孔内为原则。

10. 边压浆边回转钻具 其目的,一是将投料与浆液拌合均匀;二是破坏水泥在初凝前的网状结构,保持一定的流动度,减少对投料下沉的阻力。

11. 单桩两孔之间的施工间隙时间 断桩部位两孔之间很有可能是相通的。因此,当前一钻孔压浆结束后,应间隔一定的时间方能施工下一钻孔。间隔时间应大于水泥的凝固时间。

12. 钻杆除锈 成孔本身就可对钻杆进行除锈,若用非成孔钻杆,必须除锈,确保砼与钻杆粘接牢靠。

四、处理效果及对部分问题的看法

处理后,经PDA复测,结论是:“通过补强,桩质量得到了明显的改善。”

通过对此项工程的处理,我们有如下几点看法:

1. 投料可由砂石混合改为单一的石子,因为砂粒之间的间隙太小、重量也较轻,不易下沉,单一石子也能满足要求,且施工的难度要小得多。

2. 不论从成孔的难易程度看,还是从有利于投料乃至取心的角度来看,孔径不宜小于75mm。

3. 对于直径较小的桩,若不是真断桩,且只有一处断桩,勿需采用钻杆或其它型钢作骨架;对于大桩,若断桩不大,也不必如此,以节省钢材,降低造价。

4. 钻孔布置以4孔矩形为好,本工程采用了三角形布置是按甲方为减少费用而安排的。

以上几种断桩处理方法,只要应用得当,都能取得一定的效果,利用压力灌浆补强,相比之下较为省时、省力、省开支,值得推广。当然,尚需在实际工作中逐步摸索经验,加以完善。

(4) 在桩孔比较集中,不用吊车,采用电动葫芦起吊,进行水下砼灌注;采用双筒铰车、滑轮组及轴承滚杠等,将钻机进行前后、左右移动,方法可行,效果很好。

(5) 施工过程,只用回灌水池,没能用上回灌水泵,泵吸反循环新技术的优越性未能充分发挥出来。