

在砂质粉土地层成功钻进冻结孔的一种施工工艺

姚 克

(煤炭科学研究总院西安分院,陕西 西安 710054)

摘 要:介绍了一种在易产生塑性流变的砂质粉土地层采用无循环液不排渣—冻结管跟管钻进冻结孔的工艺方法,并结合施工设备介绍分析了施工的过程和采取的措施。

关键词:砂质粉土地层;冻结孔;工艺

冻结法施工不仅仅局限在矿建凿井工程中,近几年来在国内外城建、地铁、市政等软土地质条件下的工程中有所应用。

1 工程概况

上海市共和新路高架工程新客站至中山北路站区间隧道联络通道(以下简称联络通道)位于两站区间隧道中部里程 SK15+001.000 处,距中山北路站(里程)338.819m,其上方地面为人工填土。联络通道由与左右线隧道正交的水平通道及通道中部的集水井组成。工程包括联络通道土层的冻结加固和开挖构筑施工两部分内容。

2 工程地质条件

根据地质剖面图,联络通道位置距地面标高为 13m,隧道上覆土层约为 11.3m,自地表向下的土层分布为:

人工填土层;

灰色砂质粉土,密实度松散中等,土质不均匀,压缩性中等。

联络通道施工范围内土层主要为砂质粉土,该地层含水丰富,孔隙比大,承载力低,容易压缩、灵敏度高,且处于承压水中,在动力作用下极易发生塑性流变和固结沉降,不具备自立性。开挖后天然土体本身难以自稳,一旦漏水涌砂,就会产生土体坍塌和流失,势必造成地面沉降,对地面建筑物和地下管线造成极大的危害。

此前同类土层采用盾构法施工和常规钻探工艺方法钻进成孔时均多次发生过涌砂、坍塌沉降的事故,也正因此该地段的施工不得不多次延期,以至给工程承包方造成大量的经济损失。

参照有关资料,结合室内试验的情况,先后有 6 个矿区进行 10 多次的野外现场试验,取得了良好的效果。现场使用 DTR 封堵漏失孔段的实例介绍如下:

104[#] 培丰矿区 8—2 孔,设计孔深 840m,注浆前孔深 650.02m,钻孔全漏,孔内水位为 216.00m 深。该孔在 32 号煤孔深 575.00m 处孔深消耗大,钻进到 33 号煤层孔深 587.40m 处,钻孔全漏。在灌注 DTR 前,从孔口先灌注隋性材料锯末 20kg、核桃壳 20kg,开泵压送到孔内,然后用清水、DTR100kg、花生壳 25kg,配制 DTR 浆液 0.7m³,泵送到漏失孔段 550~600m 处,灌注完毕后注水静压 4h30min。扫孔后孔内钻进正常,直到终孔钻进时泥浆消耗都比较正常。

102[#] 坑柄南 2—3 孔,设计孔深 740m,钻进到孔深 233.27m 处发生全漏,漏失孔段的岩性为细砂岩裂隙发育,拌有水锈现象,孔内水位 50m,漏失孔段为 209~249.51m,用清水配制 DTR75kg、花生壳 10kg,配制浆液 520L 灌注后,注水静压 4h 后扫孔孔内返水,消耗正常。

该孔钻进到孔深 294.47m,因这段岩性较破碎,翠屏山砂岩裂隙发育,水蚀现象明显,钻进时孔内泥浆消耗大,孔口返水约有三分之一。用清水、DTR87.5kg、花生壳 13kg,配制 0.5m³ 浆液,泵送到漏失孔段 249~295.56m 处,注水静压 5h 后扫孔,孔内返水正常。

此外,在西湖山 7—3 孔、东中 2—5 孔等其它钻孔中使用,都取得良好的效果。但在牛坑头 9—1 孔、顶峰山 3—2 孔孔内遇到

老洞、大的裂隙等原因未能堵住。

6 结论

(1) DTR 堵剂使用安全、方便、易掌握,无毒、不污染冲洗液等优点,是一种良好的新型堵漏材料。

(2) 高失水 DTR 堵剂,对中、小裂隙和渗透性漏失地层,堵漏是有效的,它可以深入其缝隙中,大面积复盖渗漏面,封堵的成功率高。

(3) DTR 堵剂具有渗透性好,堵漏见效快,影响时间短等优点。

(4) DTR 堵剂可以单独配成浆液,可以与惰性材料复配进行堵漏。单独使用适合在渗透性漏失地层,复配使用适宜于缝隙性漏失地层。

(5) 灌注 DTR 后,应尽量减少或避免提大钻,以免影响堵漏效果。

(6) DTR 堵剂材料用量少,成本低,每立方米为 114 元,水泥每立方米为 255 元。

(7) 对于渗透性、小裂隙地层,灌注好 DTR 后,最好采用孔口憋压装置,保压一定的时间,则封堵效果将更好。

(8) DTR 堵剂不适合在大的裂隙、溶洞性漏失的地层中使用。

参考文献:

- [1] 余学经,陈国壁,陈金照,等.福建煤田绳钻钻孔护壁与堵漏的研究报告[R].福建省煤田地质勘探公司,1992,11.
- [2] 汤松然.绳索取芯钻探冲洗液[R].地矿部探矿工程研究所,1990,8.

3 施工工艺和设备

3.1 施工工艺

根据上述施工条件,经充分技术、经济比较,并结合地铁二号线联络通道施工经验,拟采用“隧道内水平冻结加固土体,隧道内开挖构筑”的全隧道内施工方案,即:在隧道内采用冻结法加固地层,使联络通道外围土体冻结,形成强度高、封闭性好的冻土帷幕,然后在冻土帷幕中采用矿山法进行通道及集水井的开挖构筑施工。用人工冻结法先对施工影响范围内的土体进行稳妥、可靠的加固处理,完全达到封水、抵抗地压的要求,而且对冻胀量、融沉量得到足够的控制,尽量减少不良影响。

3.2 施工工序

水平地层加固和开挖构筑的主要施工工序:施工准备 隧道管片开孔和安装孔口装置 对透水砂层位置进行壁后双液注浆固结 冻结孔钻进与安装冻结器,同时安装冻结制冷系统安装冻结盐水系统和检测系统 冻结运转,同时进行隧道支撑 探孔试挖,拆钢管片 通道掘进与初衬 集水井开挖与初衬 集水井内衬 停止冻结,封孔 壁间注浆和壁后充填注浆。冻结孔施工和联络通道初衬施工为本工程的关键工序,联络通道内衬施工为特殊工序。

钻进冻结孔是此施工中的重要一步工序,是后期加固开挖工序得以实现的基础。钻进冻结孔要求:钻孔不得用水排渣;不得造成涌砂、土体坍塌及地面沉降。

3.3 施工设备

由于在隧道内施工受到场地、空间和环保的限制,大型设备无法进驻,施工设备应具备体积小重量轻,易于搬迁固定的特点。煤科院西安分院研制的 MKD-5S 型全液压坑道钻机因现场工艺适应性强被选为首用设备。

4 施工措施及过程分析

4.1 钻孔施工措施

(1)采用逆止钻头,冻结管跟管钻进。冻结管冻结后不再进行拔管,以保证地层的稳定性。

(2)采用非套管施工的全回转钻进,首先纯无循环液钻进(干钻),边回转边给进;当转不动时不回转,直接给进硬顶或冲击顶;再不进尺时泵入小量高压水而不排渣,利用外加水抗衡地表压力和地下水压,边回转边给进至成孔。

4.2 前期准备

(1)钻机及泥浆泵运至施工现场后将主机、泵站、操纵台、泥浆泵合理布置,在钻机机身后端挡板上焊接两顶杆撑紧在隧道拱壁,并将钻机底座通过两地锚加压板螺栓固定,使其在钻进过程中不翻转、不前后窜位;

(2)冻结管前端底锥由三翼钻头改制而成,在三翼钻头的豁口处焊接三小块钢板,并将钻头的三翼分别少许外露,使其外形形成锥形,让它具备两项功能:回转时钻头有切削刃,给进时其锥状外形阻力小,易于钻进;

(3)直接在长 1m 或 1.5m 的 $\varnothing 95 \times 7\text{mm}$ 的无缝钢管两头车制岩管管螺纹丝扣,连接时在螺纹丝扣处缠绕生胶带,连接后成外平钻杆来代替钻杆和冻结管,使冻结管的耐压为 0.7~1MPa,而不是在现场将两钢管对焊,这样现场施工比较节省时间,只须将一部分精力投入到前期的准备工作中;

(4)加工安装孔口装置,孔口装置主要由阀门组件和带盘根密封的法兰盘组件构成。它主要用来封闭孔口,冻结时与冻结器相连,阻止隧道外侧水土流失。

4.3 施工过程及分析

(1)依据地质资料,作好钻孔开孔和钻进中合理参数的选择,保证钻孔质量。需要钻进成孔的冻结孔中最大角度 $<38.6^\circ$,最深 13m。开孔位置偏差应 $\leq 100\text{mm}$;钻孔偏斜允许误差为 1%,冻结管终孔控制间距为 1.0m。对钻孔定点测斜,即时了解其偏斜方向和偏距大小,以便采取有效措施,防止和纠正孔斜,保证钻进的顺利进行;

(2)将带底锥钻头的第一根冻结管穿过孔口装置后上好盘根密封,并用螺栓将两法兰盘可靠连接,保证冻结管通过且在回转钻进过程中即使泵入高压水(1MPa)时也不涌砂。冻结管钻杆与主动钻杆之间连接过渡接头;

(3)计算并根据经验合理选用使钻杆在刚能回转而不被抱死的临界状态时反承压循环液水的压力和流量是实施此种工艺施工的关键,它的前提是注入的少量高压水不破坏地层的压力平衡,且钻杆在比较小的摩擦阻力条件下实现回转和给进;

(4)钻进按计划进行,首先开孔后采用纯无循环液钻进(干钻),边回转边给进,并来回给进起拔钻具以松动土层减少摩擦阻力,由于地层本身为含水地层,而并不是真正意义上的干钻,钻机的回转和给进主要用来克服粉砂土层抱紧钻杆时对钻杆的挤压张力和相互之间的摩擦阻力。一般当钻机在钻深至 7~8m 后不能再继续向前回转钻进,由于地层本身的含水性、粉砂质等多方面的综合因素制约,其施工难度本身很大;然后当给进压力达到 21MPa,给进力达 10kN 时,带冲击性的硬顶也只能在无循环液钻进的深度基础上顶进 1~2m,而不能继续大量的进尺;当转不动也顶不动时将钻机回转手把置于正转档位并打开泥浆泵,调小排量至 20 L/min,泵压 1MPa 左右,持续数秒当钻杆能转动后停泵边回转边给进继续钻进,钻进速度明显加快。当钻深至要求孔深 13m 时回转压力和给进压力为 5MPa 左右,钻机能力尚有富余;

(5)成孔后作冻结管试漏试验,证明不漏水;

(6)此种工艺方法以文字形式上报上级工程部门并经过监理机构的实地仔细考察检验后被认可为合理可行的工艺,以后的此类地层均以此法实现冻结孔的钻进成孔。联络通道冻结孔成孔之后的冻结、开挖、砌衬工序均在意料中顺利进行。

5 结论

(1)该无循环液不排渣—跟管钻进工艺方法完全能解决此类地层钻进成孔难的问题,在平衡地层压力和不破坏原地层土质结构的假设前提下选择合理压力流量的高压水,来平衡地层压力并且改善钻杆回转给进时的工作条件,以尽量减小土层和地面静压水对钻进钻杆的约束。

(2)由于气介质和水介质的相似性,富含瓦斯煤层的成孔可借鉴此工艺方法。

参考文献:

- [1] 韩广德. 中国煤炭工业探矿工程学[M]. 北京:煤炭工业出版社, 2000.
- [2] 李世忠. 钻探工程学[M]. 北京:地质出版社, 1989.