

Construction Safety Risk Control by Freezing Method of Contact Channel

Hongwei Li

CCCC Tunnel Engineering Bureau Co., Ltd., Beijing, 100102, China

Abstract

Contact channel freezing construction is generally in poor hydrogeological conditions, the greater safety risk in the construction process, the paper according to engineering examples, for China Foshan metro line 3 creative park station to sand station interval 2 contact channel construction safety risks are analyzed and identified, and put forward the corresponding safety risk prevention and control measures, so as to complex construction risk of freezing channel prediction and control.

Keywords

contact channel; freezing method; risk analysis; preventive measures

联络通道冷冻法施工安全风险控制

李红伟

中交隧道工程局有限公司, 中国·北京 100102

摘要

联络通道冷冻法施工一般处于较差的水文地质条件, 在施工过程中存在较大的安全风险, 论文根据工程实例, 针对中国佛山地铁三号线创意园站至逢沙站区间2号联络通道施工存在的施工安全风险进行了分析辨识, 并提出相应的安全风险防控措施, 从而对复杂地层联络通道冷冻法施工风险进行超前的预判和控制。

关键词

联络通道; 冷冻法; 风险分析; 防范措施

1 工程概况

1.1 工程地质

中国佛山市轨道工程三号线创意园站至逢沙站区间, 共设3座联络通道, 均采用冷冻法施工, 其中2号联络通道及废水泵房采用复合式衬砌结构型式。联络通道拱顶覆土厚度约为22m, 拱顶主要位于②_{1B}淤泥质土层, 洞身主要位于②_{1B}淤泥质土层、③₁粉细砂层及③₂中粗砂层; 泵房③₂中粗砂层, 在钻孔、冻结和开挖施工过程中存在较大的安全施工风险。

1.2 施工工艺

本联络通道采用在隧道内钻挖水平孔和倾斜孔, 安装冷冻管进行冻结加固开挖面周边地层, 冻结联络通道及集水井外围土体, 使其形成封闭的高强度冻土帷幕, 再采用矿山法在冻土中进行开挖和构筑施工^[1]。

2 安全风险分析及技术防范措施

2.1 冻结孔施工风险分析及技术防范措施

2.1.1 冻结孔施工风险分析

①开挖地层为粉细砂层及中粗砂层, 在钻孔作业时易出现空口涌水涌砂现象, 造成对周边土层的失水以及扰动, 严重时造成地表沉降。

②冻结管发生渗漏或接缝不密实, 在进行地层冻结过程中, 可能使冷冻盐水渗入周边地层从而影响冻结效果, 直接影响冻结帷幕的质量。

③在冻结孔钻孔施工时, 钻杆角度和方向可能出现偏移, 导致冻结帷幕质量出现薄弱环节。

④在盾构区间联络通道施工开挖断面范围内, 分布有砂性土, 易出现“打孔涌水涌砂”风险发生^[2]。

2.1.2 冻结孔施工风险技术防范措施

①为控制钻孔时泥沙涌出, 冻结孔开孔分二次进行。首先使用金刚石取芯钻钻入管片25cm, 不要开透, 先安装好孔口管和密封装置, 然后再在密封装置的保护下钻穿整个管

【作者简介】李红伟(1987-), 男, 中国河北石家庄人, 本科, 工程师, 从事地铁施工安全技术研究。

片,孔口管必须用 $\Phi 12$ 的膨胀螺栓固定在管片上,固定点不得少于4点,用不小于5mm的连接钢板与孔口管采用焊接连接,冻结孔钻进前安装好孔口密封、防喷装置,安装完毕确认无误后,再进行开孔钻进,孔口密封装置结构见图1。在钻孔时若存在涌水涌砂现象立即压紧密封装置,封闭孔口管,通过孔口旁通阀注浆^[3]。

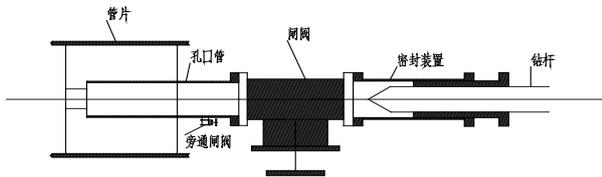


图1 孔口管安装示意图

②为控制钻孔过程中水土流失严重导致出现土体扰动和沉降,将出土量控制在不大于所有冻结管的占用体积量,如果在钻孔过程中水土流失过多,在成孔后,立刻利用密封盒上的注浆管进行压注单液水泥浆^[4]。

③在钻孔前严格校核冻结孔的长度及角度,钻机调整后必须固定牢固。在钻进过程中严格控制冻结管的焊接质量。钻孔完成后及时进行测斜、打压检漏试验,并复测孔深,若孔位发生偏斜要绘制各孔的偏斜图,以便于对冷冻效果进行估测。进行检漏试验时压力控制在大于等于0.8MPa,要保持压力稳定不小于45min。若终孔间距超出设计要求则需打补孔。

④冻结孔施工时,现场配备木楔、棉絮、水泥、双快水泥等应急物资。

⑤电焊工优先选用有焊接压力容器经验或长期进行类似焊接作业的焊工进行焊接,在进行焊接前进行培训和专项安全技术交底。焊缝焊两遍且饱满,不得漏焊或欠焊、夹渣和气孔。焊条采用E43系列,对拔除区域内冻结管均采用整根超长冻结管,无焊缝连接,有效防止断管。

2.2 冻结施工风险分析及技术防范措施

2.2.1 冻结施工风险分析

①在冻结过程中可能发生断水断电货冷冻机组发生机械故障导致冷冻施工中断,使冻结帷幕的温度发生回升或融化,冻结强度降低。

②在冻结过程中可能发生冻结管供冷不平衡,导致冻结帷幕冷冻不平衡。

③在冻结过程中可能存在地下水流动过快,从而影响冻结壁的形成,延长冻结时间。

④冻结壁周边地层原始地温过高,在冻结时影响冻结帷幕发展速度,强度降低。

⑤隧道内温度比较大,造成冻结管法兰周围冰融化,影响冻结速度。

⑥冻结盐水浓度过小时可能会发生结晶导致冷冻管堵管,造成盐水循环减慢或中断,甚至可能导致盐水管发生胀

裂。致使冻结盐水渗入周边加固的土体内,影响冻结效果和强度。

⑦冻结施工中,土体发生冻胀可能对隧道及土体周围环境产生影响,严重时可能造成管片发生变形等^[5]。

2.2.2 冻结施工技术防范措施

①冷冻施工用水和用电的保障。

在现场设置应急蓄水池,保障在发生供水中断时满足冷却用水需要。

现场配备应急发电机,一般为200~300kW,同时联络通道冷冻施工用电负荷按照二级负荷考虑。冷冻施工的变电所采取双电源供电模式,从变电所至冷冻机组处采取双回路供电模式。

②冷冻设备保障。

设置应急冷冻机组,冻结站安装两套冷冻机组,其中一台备用。在冷冻机组发生故障停运时可立即备用冷冻机组维持冻结施工,同时现场配备专业维修人员,及时消除设备故障^[6]。

③控制冻结串联支路温差。

在冻结过程中,将各冻结串联支路的温差控制在2℃范围内,若发生温差较大,则通过支路盐水出、入口阀门调节各支路的盐水流量,从而调控各支路的温差直至满足要求。

④冻结施工周围隧道管壁的保温。

在冻结孔副孔面隧道(冻结管的末端处)布置冷冻排管;并对冻结区域的隧道管片铺设保温层进行保温。

⑤冻结盐水浓度的控制。

盐水的比重控制要不小于1.26(29.8Be),盐水的结晶温度控制在-38.6℃,在冻结施工过程中加强对盐水的检测,一旦盐水浓度降低时及时补充CaCl₂对盐水浓度进行调节。

⑥冻结盐水液面监测。

冻结过程中要密切监测盐水箱的液面,若盐水液面发生异常降低,则必须对现场所有盐水管路进行漏液检查和修复,若盐水渗漏至冻结土体内,则要筛查发生渗漏的冻结管,采用下套管方式修复渗漏再恢复冻结。

⑦土体冻胀力控制。

在冻结施工前,在钢管片安装预应力支架,控制管片的变形,同时在联络通道冻结帷幕内,左、右线各设置2个卸压孔,加强对卸压孔内压力的观测,若孔内当压力上升至0.3MPa时,及时打开卸压孔泄压。

2.3 开挖与构筑施工风险分析及技术防范措施

2.3.1 开挖与构筑施工风险源分析

①土体的开挖会破坏地层中原有的应力平衡,应力的重新分布可能导致冻结帷幕及冻结管产生蠕变,从而可能引起冻结管发生断裂,冷冻中断,冻结帷幕失效。

②因冷冻管孔位发生偏移、冻结帷幕周边地下水存在流动、冷冻管渗漏导致盐水侵入土体等,均有可能影响冷冻帷幕的质量,在通道开挖时,有可能会引起涌水涌沙、土体坍塌现象。

2.3.2 开挖与构筑施工技术防范措施

①在打开钢管片前,对测温孔温度监测情况进行系统分析,对冻结可能存在的薄弱位置进行探孔确定土体冻结程度,确保强度满足设计要求。

②在打开钢管片前,在隧道两侧各设置两幅8个支点的预应力钢支架,以防止隧道发生变形和破坏,如图2所示。

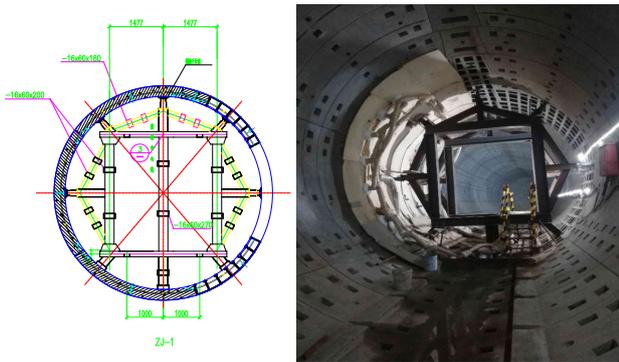


图2 预应力支架安装示意图与实际效果图

③在开挖前,开挖洞口必须安装安全应急门,并进行气密性试验。

④在开挖施工前,应配备冻结备用电源、注浆泵、应急沙袋、水泥、双快水泥、棉絮、木板等应急物资。

⑤开挖时临时支护层与冻结壁必须保证充填密实。

⑥在开挖过程中,每天不少于4次对冻结帷幕进行变形监测。当发现冻结帷幕变形过大时,则需加强冻结,同时开挖作业减少开挖步距,缩短临时支护间距。

⑦开挖过程中,若发生涌水涌沙现象,立即用棉絮、双快水泥、应急沙袋等应急物资及时封堵和反压回填,必要时用液氮加强局部冻结,控制事故的扩大;若涌水涌沙无法控制时,立即关闭安全应急门,并通过应急门预留管道向内进行注水或打气,保持冻土帷幕内外压力平衡,防止土体塌陷。之后继续进行冻结。

2.4 融沉注浆施工风险分析及技术防范措施

2.4.1 融沉注浆施工风险分析

联络通道冷冻法施工时,若在冻结孔钻孔时发生水土流失、开挖作业时冻结帷幕发生较大变形、支护构筑施工时与冻结壁存在空洞等,冻结壁在融化后土体收缩可能引起地

层的沉降,给地表周边建筑物和管线等造成破坏。

2.4.2 融沉注浆施工技术防范措施

①融沉注浆期间加强对联络通道周边隧道管片、地下管线、地表构筑物的沉降和变形监测,若监测数据发生预警时立即组织专家会商议并采取应对措施。

②加强对联络通道结构和通道周边隧道管片结构的观测,若发生破坏、严重变形情况,立即制定加固处理方案。若存在渗漏水现象,则采用填注化学浆液或双液浆进行封堵^[7]。

③若地层发生较大沉降时,采用注浆方法控制地层沉降。采用地面注浆和隧道内注浆同时进行。注浆顺序为沉降先大后小,地层先深后浅,根据实际情况浆液可采用水泥:水玻璃为1:1的双液浆和水灰比为0.8~1:1水泥浆,注浆压力一般为0.3~0.4MPa。注浆时要分层、多次、均匀注浆,注浆前和注浆过程中做好该段地面隆沉监测,发现隆沉明显变化时暂停注浆,经多次注浆使其稳定为止。

3 结语

在地铁联络通道冷冻法施工地质条件差,安全风险高,在施工前对其进行风险辨识分析,制定相应的安全技术防范措施,同时要加强施工过程中的技术控制,同时提前做好安全防控措施,以达到有效控制联络通道冷冻法施工中的各种安全风险。

参考文献

- [1] 张文利.冷冻法地层加固施工技术在地铁区间联络通道工程中的应用[J].广东水利电力职业技术学院学报,2021(3):45-46.
- [2] 沈国伟.盾构联络通道冷冻法施工中混凝土的质量控制[J].地基处理,2021(1):78-79.
- [3] 史楠,左朋,王黎钧,等.滇池湖相沉积区地铁联络通道冷冻法施工技术[J].云南水力发电,2020(9):68-69.
- [4] 侯鹰鹏,王敏,宋生阳.联络通道冷冻法加固施工信息化施工监测[J].工程技术研究,2020(11):67-68.
- [5] 毕欣.盾构区间联络通道冷冻法施工技术[J].城市住宅,2020(5):89-90.
- [6] 赵彬.地铁区间冷冻法联络通道融沉注浆施工技术探讨[J].现代城市轨道交通,2020(3):56-57.
- [7] 向亮.黄河岸滩强透水卵石层动水条件下冷冻地铁隧道联络通道修建技术[J].城市轨道交通研究,2020(3):46-47.