

地铁联络通道冻结法施工风险分析

——以合肥轨道交通1号线区间联络通道为例

Construction Risk Analysis on the Freezing Method of the Metro Communication Passage
——Taking the Interval Communication Passage of Hefei Rail Transit Line 1 As an Example

张斌

Bin Zhang

中铁十六局集团北京轨道交通工程建设有限公司, 中国·北京 101100

China Railway 16 Bureau Group Beijing Metro Engineering Construction Co.Ltd., Beijing, 101100, China

【摘要】随着科技的不断发展和提高,现如今地铁隧道联络通道普遍采用的是冻结法施工,虽然这种施工方法在现阶段铁路隧道的施工当中技术已经很成熟,但仍然是一项风险系数非常高的施工工作。以合肥轨道交通1号线的修建为例,这种高风险的施工作业贯穿在施工过程的每一个环节当中。施工过程中必须要严格遵守冻结法的特殊性能来操作施工,对于风险事故和风险因素的发展和变化要随时随地做好严密的监工和重视。对于有可能会发生的事故要提前做好预防准备,并且要在第一时间内采取可靠和必要的防范措施,以确保工程施工的安全。

【Abstract】With the continuous development and improvement of science and technology, freezing construction is widely used in the communication channel of metro tunnel nowadays, although this construction method is very mature in the construction of railway tunnels at this stage, it is still a construction work of very high risk. Taking the construction of Hefei Rail Transit Line 1 as an example, this high risk construction operation runs through every link of the construction process. The special performance of freezing method must be strictly observed in the construction process. Strict supervision and attention should be paid to the development and change of risk accidents and risk factors at any time and place. We should prepare for the possible accidents in advance, and take reliable and necessary preventive measures in the first time, so as to ensure the safety construction of the project.

【关键词】合肥地铁;联络通道;冻结法;施工风险

【Keywords】Hefei metro; communication passage; freezing method; construction risk

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v2i2.698>

1 冻结法施工原理探究

这里提到的轨道交通联络通道中所采用的冻结法来源于自然界的冻结现象,通过自然解冻的方式与人工制冷方法的相互结合,能使一定温度较低的冷媒传输到开挖需要建设地铁的土层附近,并且将周围的土层进行解冻,将其解冻成连续性的冰冻贴墙,通过这样的方法来加强土层周围的压力的抵抗能力,并且将附近的地下水进行切断,减少了地下水对土层开挖的影响。当需要修建的土层冻结达到一定的要求程度后才可以进行地铁开挖施工。修建地铁隧道进行土层的冻结施工时,低温冷媒通过进路管道和回路管道被输送到周围的地层中,冻结管道把其中的热量进行相互间的交换,在冻结管道中完成冷热能量的过渡,简单来讲就是利用冻结管道把冷能传送到需要开挖修建的土层中,再把土层施工时产生的相应热量通过管道输送出去,从而将施工的实际环境变成施工需

要的冷冻环境,冷冻的程度要达到地下水结冰状态,周围的涂层和间隙土层还要借助于形成的冰胶作用生成抗水的冻土柱。隧道施工进行时这样的用于冷热传输进行温度相互循环的管道需要安装很多,大量的管道将生成的冻土柱集中成整体,最终形成封闭的冻土墙,来达到能够进行隧道修建施工的特殊环境^[1]。

2 冻结加固施工

2.1 施工准备

地铁隧道施工前首先需要在隧道内铺设两根2#的钢管或塑料管,这两根管道主要是用于冻结空的打钻供水、排污以及在冻结施工时的供水和排水。除此之外还要在端头井和施工工作面各安装一台潜水泵,潜水泵流量需要达到40m³/h,之后要按照每一位置的冻结孔钻进的不同标准,使用1.5#钢管搭建冻结孔施工脚手架,之后在对升降平台进行安装、钻孔施工。

2.2 冻结钻孔的施工

2.2.1 定位开孔及孔口管安装

根据施工的基准点,按照冻结孔施工设计图布置冻结孔。然后根据各孔的孔位位置确定砼管片上的开孔位置进行开孔。首先在砼管偏上开孔时,由于会受到钢筋的干涉,所以需要注意砼管片内的受力状况,根据受力情况来调整孔位。一般情况是选用 J-200 型金刚石钻机,配以 $\Phi 133\text{mm}$ 金刚石取芯钻头,按照设计角度进行开孔操作,当孔深开到 300mm 的时候停止开孔操作进度,注意在开孔时要在管片上保留 50mm 以上的保护层,然后用钢楔楔断岩心,之后安装孔口管。孔口管采用 $\Phi 133\times 5\text{mm}$ 号无缝钢管进行加工,头部为 250mm 长的鱼鳞扣。以下是孔口管的安装步骤:首先凿平孔口,安装上四个膨胀螺丝,在孔口管的鱼鳞扣上缠上麻丝或其他密封物品用以密封接口,然后砸进孔口管上紧膨胀螺丝,去掉螺母,安装上 DN125 闸阀,将闸阀打开后,用 $\Phi 110\text{mm}$ 金刚石钻头从闸阀内开孔,开穿砼管片,如果地层内水砂流量过大及时将闸阀门关好即可。

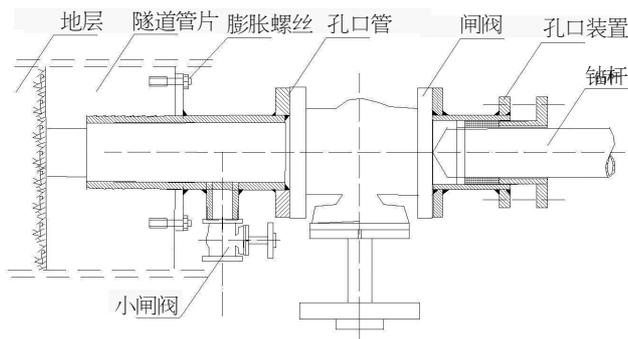


图 1 孔口管及孔口装置示意图

2.2.2 孔口装置安装

空口的装置是安装在闸阀上的,用螺丝把孔口装置在闸阀上进行安装时需要注意一定要加装密封垫片,防止密封不严影响施工。在进行第一个开孔作业时如果没有出现涌水和涌砂现象则可以继续钻进,如果出现涌水涌砂的现象且比较严重,那么就需要往里面注入水泥浆来防止水、砂的涌出。每一次钻孔都要安装孔口装置,用以预防突发的涌水、涌砂现象。

2.2.3 钻孔与冻结器安装

在这次隧道建设的施工中采用的是 MD-60A 型钻机,扭矩 $3000\text{N}\cdot\text{M}$,推力 25KN ;BW-200/50 泥浆泵,流量为 $200\text{l}/\text{min}$ 。钻机和泥浆泵总功率为 45kW 。施工开始首先采用的是干式钻进,直到钻进不进尺后,开始往钻机内注水进行钻进。与此同时需要打开小阀门来随时观察钻进是出水或出砂的情况,通过阀门开关控制好进出的泥浆,确保地面的施工安全,防止沉降事故发生。钻机钻进作业开孔位置非常关键,在钻进前 2m 时,要反复校核冻结管方向,调整钻机位置,检测偏斜没有任

何问题后,才可以继续进行钻进作业。冻结管的同心度也要做好配管的安装。冻结管安装之后用经纬仪灯光测斜法进行检测,还要做好最后的冻结孔深度复测工作,并且还要进行打压试漏测试。冻结孔试漏压力要控制在 $0.8\sim 1.0\text{MPa}$,压降 $< 0.05\text{MPa}$ 不在继续下降的则试压合格。冻结管内供液管的安装:用 150mm 长的支架链接供液管底端,用钢筋将其焊接。装上去路和回路羊角以及冻结管的端盖。冻结管安装结束后后将密封管冻结管和孔口管之间的间隙用堵漏材料进行密封。

3 地铁联络通道冻结法施工安全风险分析

3.1 冻结孔施工阶段风险识别

在对冻结孔进行施工时,先要透孔,之后从上到下开始用动向钻机把钢管打进土层当中,采用低温盐水进行冻结。在这个施工过程中有可能会发生如下风险情况:打孔冻结过程中的涌水、涌砂现象;打孔时涌水、涌砂严重会使水土流失严重,导致土层受到干扰,影响到钻孔的质量,同时也可能会产生地表沉降过大现象。冻结管如果焊接质量不好,在冷冻运转进行时容易产生管道破裂;钻机钻孔时也会导致主题隧道的管片受到损伤;孔口管上鱼鳞扣没有做好密封准备和膨胀螺丝没有拧紧会导致孔口密封装置脱落;冻结管位置偏斜、钻孔精度不够导致冻结薄弱从而延长土层的冻结时间,延长施工工期;钻孔时施工架搭建不合格造成施工人员和施工设备俱损隐患。

3.2 积极冻结施工阶段风险识别

当冻结施工进入到积极冻结的时期就能形成冻结帷幕。而工作人员在进行积极冻结施工的时候,应该按照实际的温度来判别冻结帷幕是否能够交圈以便可以达到相应的设计厚度。除此之外还需要做好监测工作,对于冻结帷幕和隧道的胶结状况做到严格地检测。因为在这个阶段冻结设备出现故障或者冻结时对隧道的结构产生了破坏、施工人员操作不当等都有可能造成施工风险,其风险主要表现为:冻结设备在运行过程中突发故障、施工人员操作失误会使冻结壁不均匀,冻结效果下降,由此影响到地下水的冻结情况,影响冻土的形成;安装的各个冻结管道如果供冷不能达到相互的平衡状态,就会使冻结帷幕的发展速度不是十分得均衡,非常容易出现冻结帷幕生产薄弱的问题,而在主体隧道混凝土管片的散热性能也可以让施工附近的土层冻结的速度减缓,导致冻结帷幕和管片的胶结效果降低,也很容易出现薄弱环节;冻结施工过程中必然会导致土体受冻膨胀,也就是冻胀,冻胀力直接影响着隧道及其周围的环境,很容易造成管片变形;冻结施工中采用的冻结盐水浓度过小容易产生盐水结晶,堵塞冻结管,冻结管受堵就会影响到循环效果,最终产生盐水管胀裂事故;冻结管一旦胀裂,盐水流进周围土层当中,因为盐水降低冰点,导

致土层不会极易出现冻结的问题,使冻结效果失败,最终会影响到开挖环节,一旦出现问题就会使开挖阶段出现涌泥、涌砂等危害安全的事故;而供电供水的中断就会让冷冻环节中断,使冻结帷幕温度有回升、融化及强度降低的现象。

3.3 开挖构筑施工阶段风险识别

通道全断面开挖冻土会直接暴露,如果土层冻结效果不好,就会产生突发的涌水、涌砂现象;开挖过程当中冻结帷幕收敛的速度快、变形大的会使冻结壁稳定性下降;新生的附加荷载又很容易形成蠕变,一旦变形过大就会造成冻结管断裂,盐水渗漏,冻结帷幕遭受破坏;开挖过程中冻结帷幕局部水流增大,流砂地层也会破坏隧道的稳定性;在上部通道施工结束以后,流砂层的集水井施工失误就会产生淹井事故;施工过程中产生的热源,会使周围的冻土溶解;管片变形过大也会导致稳定性能下降,在破镜作业时,施工机械设备容易导致冷冻管破裂,隧道的结构位移控制容易失误;不规范作业,不严格工序操作都会造成时程延误;开挖时如果停止冻结超出24小时,冷冻管阀组操作失误,造成冷冻管破裂。

3.4 融沉注浆施工阶段风险识别

隧道土体的冻胀和融沉现象都会引发冻结管的断裂、地下结构变形,冻胀过量融沉增多使得工程的风险程度加大,主要风险表现为:冻胀和融沉致使联络通道的地面沉降量过大或者地面隆起,地面的建筑物以及地下建筑乃至一些相关的

管线会遭受一定程度的破坏;冻胀和融沉还会引发区间隧道的主体结构遭受相应程度的破坏和渗漏现象;冻胀和融沉过量的情况还会加大工程的风险度,高压气体导致冷冻管破裂引起对止水钢板的挤压力度过大;不及时撤除冻结管就会出现涌砂现象,地层中的沼气在拆除冻结管时,很容易产生火苗,威胁施工安全。所以,论文以地铁联络通道施工事故作为出发点,进行相关的分析,对安全事故发生的因素进行分析,分析和辨别运用冻结法进行施工不同的施工环节可能会发生的事故,对每一个环节隐藏的风险进行归纳和总结,为日后的工作提供帮助,降低风险、降低损失,从而提升地铁联络道路的安全性能,缩短施工时间,给各相关企业带来更多的经济效益。

4 结语

在运用冻结法对地铁联络通道进行施工的过程当中会出现许多不确定的原因,对整个施工过程造成影响。在运用冻结法进行施工时,施工的安全与否直接决定着地铁联络通道是否能够不受其他因素的影响,另外施工的安全还与隧道的安全性有关。假设在施工过程当中对于某一问题的处理存在不足,将会对整个施工过程造成影响,甚至会对已经完成的项目造成影响。

参考文献:

[1]冯硕,王保贵.地铁盾构区间联络通道冷冻法施工[J].低碳世界,2016(09):208-209.

(上接第45页)

③施工机械设备:施工作业前必须对施工机械进行安全检查;各种机械设备操作人员和车辆驾驶员,必须取得操作合格证,不准操作与证不相符的机械,不准将机械设备交给无本机操作证的人员操作;严禁酒后操作机械,严禁机械带病运转或超负荷运转。

④用电安全防护:逐一恢复现场施工用电线路,由能力较强的电工师做,穿戴好绝缘鞋、绝缘手套等防护设备,保证施工安全。

⑤对全体施工人员进行安全技术交底;制定具有针对性的安全检查制度,并安排专职安全员进行全程盯控,重要部位重点盯控。

⑥施工过程注意事项

a 加强对洞内用电设备的检查、维修,保证施工用电安全。

b 排水设备、人员,设专人指挥,形成规律、有序作业,加快抽水进度。

c 做好进出洞人员登记工作,保证实时盯控洞内工作人员数量,保证施工现场安全。

d 进洞施工的机械设备进行系统的检查、维修,保证施工机械安全、可靠。

e 对洞内进行系统安全排查,对已喷混凝土面出现裂缝处、避车洞、集水井、交叉口、掌子面等关键部位进行重点检查,发现安全隐患及时记录、上报,并制定具体处理方案,隐患排除后方可进行施工。

f 对洞内集水井清淤、排除洞内混凝土掉块等作业时设专人指挥、盯控,保证施工安全。

g 施工前应拉好警戒带,禁止人员进出。

5 结语

通过工程施工实践证明隧洞涌水支护变形处理技术及安全管理是行之有效的,具有技术可靠、操作方便、安全可靠、经济效益好的特点,为以后类似涌水塌方拱架变形安全快速施工提供了借鉴。

参考文献:

[1]关宝树.隧道工程施工要点集[M].北京:人民交通出版社,2011.
[2]王梦恕.中国隧道及地下工程修建技术[M].北京:人民交通出版社,2012.