

隧洞涌水支护变形处理技术及安全管理

Deformation Treatment Technology and Safety Management of Tunnel Water Inrush

贺龙

Long He

中铁六局集团天津铁路建设有限公司, 中国·天津 300000

China Railway Sixth Group Tianjin Railway Construction Co.Ltd., Tianjin, 300000, China

【摘要】隧洞开挖施工过程中因前方地质围岩变化而造成施工处于动态变化过程中,如遇不良地质、施工措施不当等极易酿成重大事故,其中涌水在隧洞富水段施工过程中时常发生。本工程位于辽宁省境内,工程主体为引水隧洞,爆破开挖后进行出渣时,掌子面拱顶处出现涌水,主洞受涌水浸泡后,岩石遇水软化强度降低,洞内积水排出后,边墙和顶拱在孔隙水压力等多种不利组合状态下,造成局部位置坍塌、喷射混凝土开裂、支护钢支撑变形。通过采取安全排查、设置监控量测点、变形钢支撑加固逐榀换拱处理、仰拱封闭成环等措施安全快速处理完成了涌水塌方拱架变形,保证施工工期,取得了良好的经济效益,为以后类似涌水塌方拱架变形安全快速施工提供了借鉴。

【Abstract】In the process of tunnel excavation, the construction is in a dynamic process due to the change of geological surrounding rocks in front of the tunnel. If there are bad geology and improper construction measures, it is easy to cause serious accidents, among which the gushing water often occurs in the construction of water rich section of the tunnel. This project is located in Liaoning Province, the main body of the project is the diversion tunnel. When the slag is produced after blasting excavation, water gushing appears at the arch top of the face of the palm. After the main hole is soaked in water, the softening strength of rock decreases when it is in water. After the drainage of water in the hole, the side wall and the top arch under various unfavorable combination conditions, such as pore water pressure and so on, will cause local position collapse, shotcrete cracking and supporting steel support deformation. By taking the safety investigation, set monitoring point, the deformation of steel support reinforced by pin change arch, arch ring closed and some other measures, the inrush collapse arch frame deformation is completed by safe and rapid treatment. The construction period is guaranteed and good economic benefits have been obtained. It provides a reference for the safe and rapid construction of inrush collapse arch frame deformation in the future.

【关键词】隧洞;涌水;变形

【Keywords】tunnel; water gushing; deformation

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v2i2.697>

1 工程概况

本工程位于中国辽宁省境内,主体工程类型为引水隧洞,隧洞为有压隧洞,开挖断面为圆拱斜墙,成洞断面为圆形,成洞直径为 3.9m。

2 隧洞突发涌水

隧洞爆破开挖进行出渣时,掌子面拱顶处出现涌水,由于涌水量大,现场停止施工,切断供电线路,作业人员及设备撤离至洞外,经现场涌水量测定,涌水量为 2550L/min,最高涌水水位至支洞 0+775,主洞被水淹没。

主洞受涌水浸泡后,周围岩体水量呈饱和或半饱和状态,岩石遇水软化强度降低,洞内积水排出后,隧洞边墙和顶拱在孔隙水压力等多种不利组合状态下,造成局部位置坍塌、喷射混凝土开裂、支护钢支撑变形。

3 支护变形处理技术

3.1 安全检查及施工设施恢复

根据涌水影响的严重程度,首先进行安全隐患排查,重要部位专职安全员盯控,在下游挂警示带和警示标识,严禁作业人员进入。

恢复供风、供水管路,重新铺设供电线路以及照明。

3.2 监控量测

在主支洞交叉部位及主洞上下游按照设计图纸要求埋设沉降观测点,根据量测频率要求进行沉降和收敛量测,及时进行数据分析并判断围岩稳定情况,确保施工安全。

3.3 拱架变形处理

主洞下游钢支撑均有不同程度变形,局部位置已侵占衬砌断面,影响后续施工,因此对该段钢支撑进行超前加固后进行逐榀换拱施工处理,处理的原则为:如果钢支撑整体变形侵

线则需整体换拱拆除；如果钢支撑局部变形侵线则只需割除局部变形钢支撑，重新支立焊接该部位即可^[1]。

首先对下游掌子面喷射 C25W8 混凝土 3-5cm 进行封闭，然后利用挖掘机清除拱顶开裂严重易掉的喷射混凝土，重新对开裂混凝土面进行喷混。底部变形较大的钢支撑焊接临时底脚横向支撑。

对拱架变形段拱顶 180° 范围内进行 Φ32 超前小钢管施工，长度 3.5m，排距 2.1m，环向间距 30cm，外插角 10°—15°。变形钢支撑由外向内逐幅进行换拱处理，换拱逐幅进行，换拱施工工序如下。

①靠近预拆除钢支撑(I)支立临时钢支撑(A)，临时钢支撑(A)打长度 2.5m 锁定锚杆和锁脚锚杆。②在预拆除钢支撑(I)小里程侧钢支架中间开槽重新支立钢支撑(1)，钢支撑(1)根据开槽后岩面形状制作，支立后紧贴岩面，按照 V 类围岩支护参数打 Φ22 系统锚杆，长度 2500@1050×1050；③靠近预拆除钢支撑(II)支立临时钢支撑(B)，临时钢支撑(B)打长度 2.5m 锁定锚杆和锁脚锚杆；④在预拆除钢支撑(II)小里程侧钢支架中间开槽重新支立钢支撑(2)，钢支撑(2)根据开槽后岩面形状制作，支立后紧贴岩面，按照 V 类围岩支护参数打 Φ22 系统锚杆，长度 2500@1050×1050；⑤拆除钢支撑(I)，如果临时钢支撑(A)不侵占衬砌断面则作为永久支撑，如果侵占衬砌断面则需拆除，在原有位置重新支立钢支撑。按照主洞 V 类围岩支护参数进行施工。

依照上述施工工序依次逐幅拆除变形钢支撑，重新支立钢支撑，钢支撑间距 525mm。处理过程中间隔 5m 埋设监控量测点进行沉降收敛观测。换拱施工过程中，如果拱顶岩层松散，可能出现坍塌时立即停止施工，进行注浆加固施工。

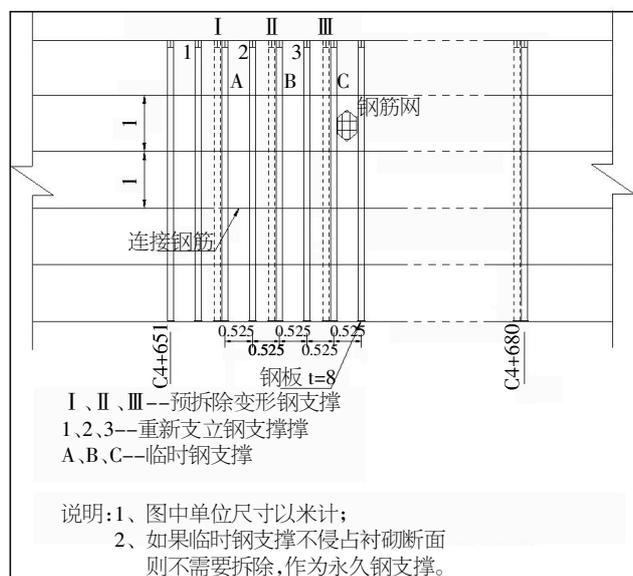


图 1 变形钢支撑拆除工序示意图

3.4 底板封闭

变形钢支撑处理完成后由内向外分段利用挖掘机进行基底清理，将混凝土、虚渣、杂物、泥浆、积水等清除干净，并用高压风吹洗干净，清至硬基岩面后，对基岩表面进行高程测量^[2]。

基底清理完成后及时采用 I12 型钢对钢支撑底脚进行正面焊接横向支撑，焊接必须牢固。经质检工程师检查合格后，进行五方联合验收，验收合格后进行下道工序。

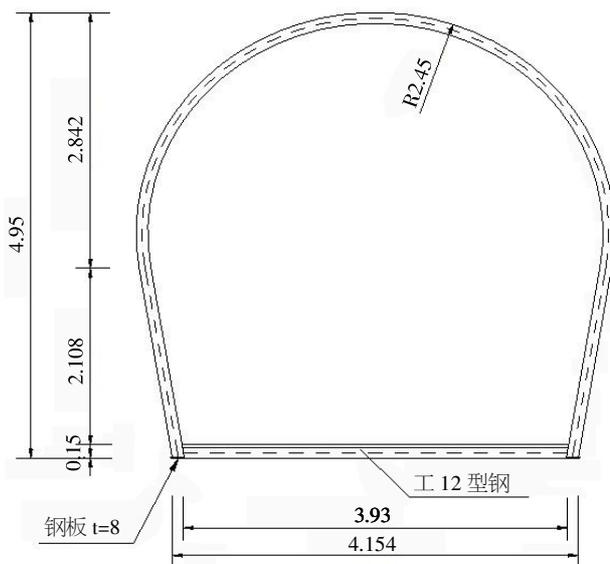


图 2 钢支撑横向支撑示意图

3.5 垫层混凝土浇筑

验收合格后按照设计要求进行 C20 垫层混凝土浇筑施工，混凝土按照批复配合比采用 HZS90 型全自动混凝土拌和系统拌制。摊铺好的砼混合料，应迅速均匀地振捣，使其表面泛浆，并赶出气泡。对不平之处，应及时以人工补填找平，补填时应用较细的混合料压浆，混凝土抹平机将混凝土表面抹面压光，横向支撑型钢处混凝土保护层厚度不小于 5cm。

混凝土养护：在砼浇筑完毕后结合洞内温度，做好混凝土养护，表面应经常保持湿润状态，养生时间不少于 14 天。

待混凝土达到设计强度且监控量测数据稳定后清除掌子面石渣，根据掌子面情况确定开挖施工方案。

4 支护变形处理安全管理

①施工过程中专职安全员全过程盯控，发现险情及时上报处理，组织人员撤离至安全部位。

②劳动保护：做好施工人员的劳动保护，进入现场必须戴安全帽，帽带系紧下颚；必须穿防电雨鞋，正确佩戴口罩，进洞必须手持强光手电，接触电线、水泵等电路设备必须佩戴绝缘手套。

(下转第 48 页)

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.