

摘要:通过上海轨道交通7号线23B标段隧道盾构机进洞的实践,介绍了地铁盾构施工中盾构机在⑤₂层地质条件下安全顺利进洞的技术和经验,完善了盾构施工工艺,保证了隧道施工的顺利进行。

关键词:地铁,盾构机,地质条件,进洞技术

上海轨道交通7号线23B标段云台路站—耀华路站区间隧道,盾构机从云台路站西端头井始发,沿浦东南路东行,最后由耀华路东端头井接收。耀华路站隧道中心标高为-16.183 m,该土层位于⑤₂层,土体含水量高、孔隙比大、呈流塑状态,且强度低、压缩性较高、渗透性弱,含有微承压水,盾构进洞时存在涌砂涌水的风险,诸多盾构施工单位在类似地质条件下盾构机进洞,发生盾构机被淹埋事故。

耀华路车站正处于浦东南路下方,该路车流量大,属于交通主干道,且周边建筑物密集,如果盾构机进洞时洞门涌砂涌水问题不能得到有效控制,造成地面塌陷,主干道中断,房屋沉陷倒塌,其后果不堪设想。云耀区间地面交通、建筑物简图见图1。

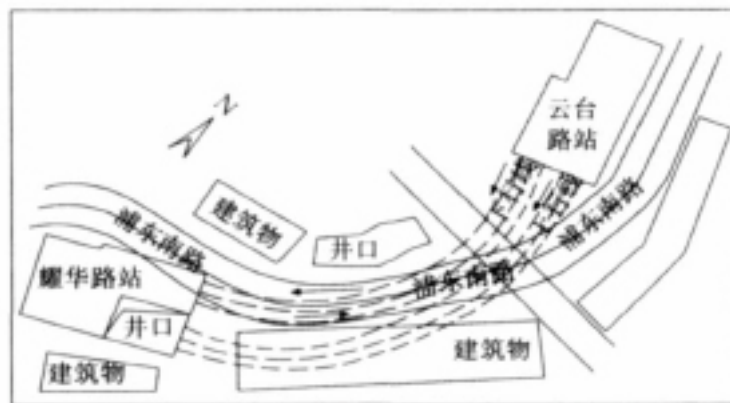


图1 云耀区间地面交通、建筑物简图

为确保安全顺利进洞,采取以下技术措施有效控制盾构机进洞时涌砂涌水现象,确保安全顺利进洞。

1 采用工法桩加固

根据现场条件和地质条件,耀华路端头井在道路改移前采用工法桩加固,车站围护结构在搅拌桩加固后施工,但由于搅拌桩、注浆、旋喷等方法存在对土体加固不均匀的缺陷,造成连续墙与加固区有近0.5 m的结合间隙,且这些工法桩加固对砂质含水地层不能起到很好的封水作用。

2 井点降水

由于盾构机进洞端头井位于浦东南路下方路,没有条件施工降水井,且周边靠近民房较近,过度降水对地面沉降影响较大。综合考虑后,在端头井左侧施工两眼降水井,以适当缓解洞门涌水压力,并在降水过程中实施全程监控,防止降水不当引起地面沉降,真正做到洞门处有效降水。降水井请专业单位设计、施工。

3 冻结法加固

耀华路车站正处于浦东南路下方,该路车流量大,属于交通主干道,从地面对井口地段垂直钻孔冷冻加固没有足够的作业空间,故盾构机进洞土体冻结加固采用水平冻结方案。

3.1 主要技术参数

水平冻结孔32个,测温孔3个,内圈1个,外圈2个,深度与冻结孔相同;冻结孔布置圈径7.34 m;冻结孔深度进入加固土体2.5 m。具体布置见图2。

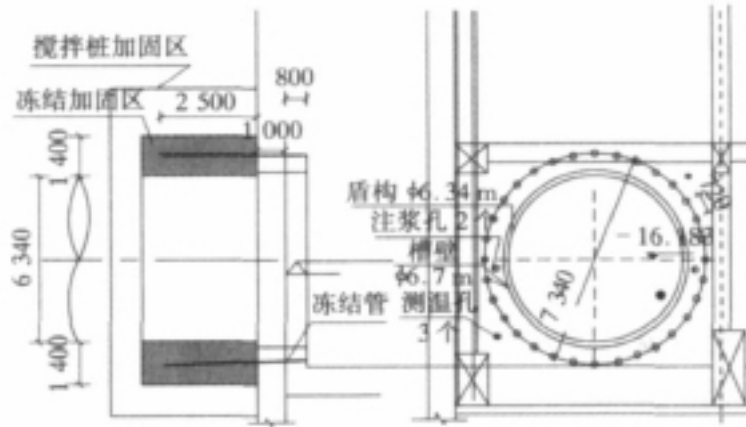


图2 冻结孔布置图

3.2 冻结效果监测及完成指标

在设计的积极冻结期间内,盐水去路温度应稳定地保持在 -28°C 以下,积极冻结期运转时间应保证超过 30 d;设计要求各冻结孔组的回路温差不超过 1.2°C ,盐水循环系统去回路温差不超过 1°C ;通道冻结壁有效冻土平均温度要达到 -10°C 及以下,开挖区外围冻结孔布置圈上冻结壁与管片交界处温度不高于 -8°C 。

4 加强洞门密封

由于洞门直径大于盾构机直径,为了消除盾构与洞门钢圈之间的间隙,在洞门钢圈上焊接两道 5 mm 厚圆环形钢板。圆环形钢板的内径小于盾构直径,为保证盾构机能顺利通过圆环形钢板,在圆环形钢板上沿内弧侧每隔 200 mm 顺直径方向割 160 mm 长缝,以便盾构机通过时能使钢板弯折。各部分装置示意图见图 3。

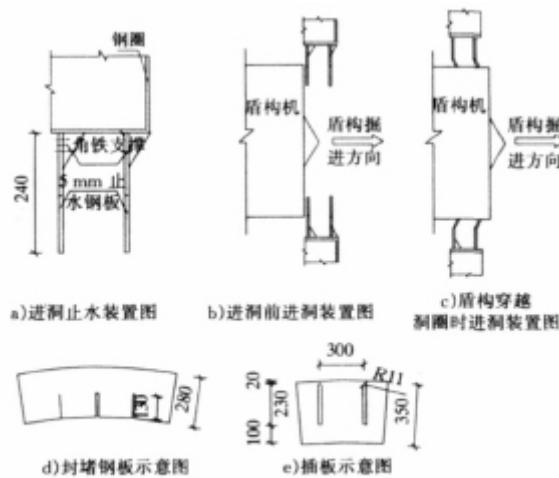


图3 各部分装置示意图

5 加强盾尾密封

为了防止盾构机尾部的地下水涌向洞门。在盾构机进洞前 20 m,盾构同步注浆采用可硬性浆液,及时将衬砌管片和开挖面之间的间隙填充密实并且保证浆液有一定强度。注浆量控制在理论间隙 150%左右,以免注浆对地层形成劈裂,扰动地层。

当盾尾行进至加固区和非加固区接缝处时,暂停推进。采用二次注浆注射水泥—水玻璃双液浆,同步注浆适当减少。通过注射双液浆将衬砌管片与开挖面之间的间隙填充密实并迅速凝固,彻底将地下水阻挡在加固区以外。

6 盾构机进洞过程控制



在盾构机进洞的过程中,盾构机在机体同步注浆管穿出圆环形密封钢板时,此时,盾尾尚未到达加固区。非加固区的承压水沿盾构外壳与开挖面之间的狭小间隙从洞门涌出,立即采用注射聚氨酯的方法进行有效封堵,盾构机尾部到达加固区后,停止推进,采用二次注射双液浆对衬砌管片与加固区之间的间隙进行了封堵,并从管片处打孔检查封堵效果,确认不漏水后,盾构机迅速脱离洞圈,立即采用焊接封堵钢板将衬砌管片前端面与洞门钢圈焊接牢固,彻底封闭洞门,安全完成了盾构进洞工作。

7 结语

耀华路的盾构出洞作业由于作业面狭小,地层复杂,风险极大,是上海在建盾构隧道进洞难度最大的洞口之一,此次进洞做到盾构机脱离洞门后,滴水不漏。上海盾构施工以来,在⑤2层进洞做到滴水不漏,尚属首例,得到业主和监理的高度肯定。

参考文献:

- [1] 何小兵.盾构机进出洞技术[J].山西建筑,2008,34(10):309-310.

