

严寒地区隧道施工

在高海拔寒冷地区修筑隧道,最棘手的技术难题是防止围岩冻结及冻胀的产生,保证隧道衬砌不被破坏。因此采取保温,排水方案,结合一定的供热措施是避免严寒地区隧道冻胀及结冰病害的有效方法。

1 施工方法

1.1 按常规隧道开挖方法挖开隧道后,立即作喷射砼初期支护,并在初期支护层表面及时涂喷厚5cm的硬质聚氨脂泡沫塑料,然后再施作厚1cm的稀土复合绝热材料。

1.2修筑防寒排水系统,在隧道的初期支护和二次衬砌之间加强防排水设施,施作竖向泄水孔,将洞内的渗水引入泄水洞。

1.3修筑二次衬砌,并在二次衬砌外表面设置5cm厚的硬质聚氨脂泡沫塑料,内表面(行车道一侧)涂喷厚3cm的稀土复合绝热材料。

1.4修筑仰拱,并在隧道仰拱上面施作3cm厚的稀土复合绝热材料。

7. 5在隧道口修建全自动保温门。在夜间,尤其在冬令期车流量少时,可以减少冷能进入隧道,并在洞口段用多台小型供热装置以热风吹刷隧道壁,改集中补偿热能为分区段补充,减少气流自耗,提高热能利用率。

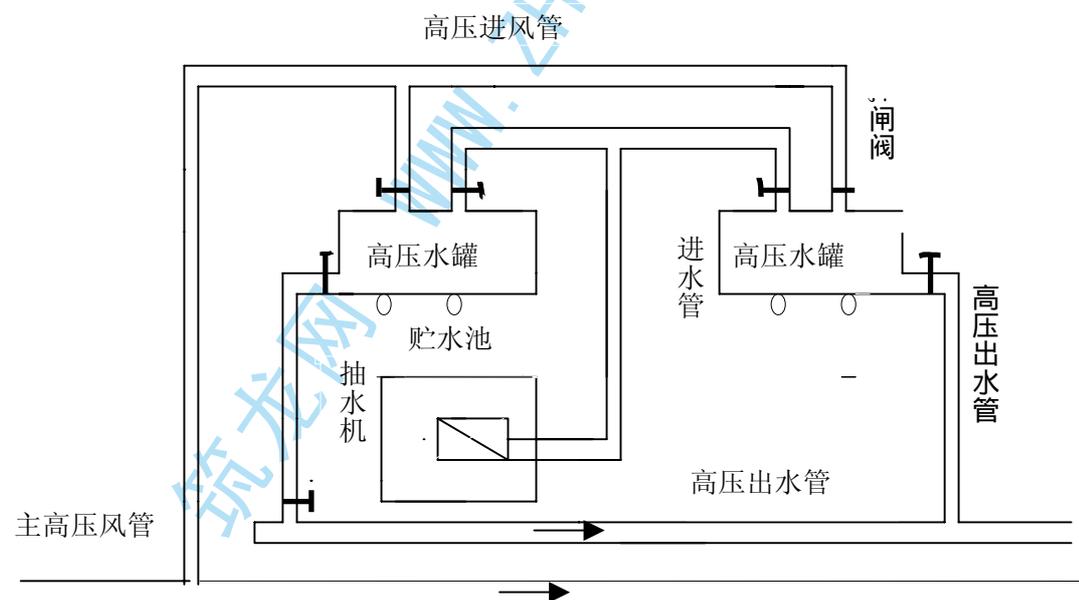
1.6气温不低于-20℃时,在距洞顶80m高处建造容积为100m³的高位水池,池底用C₁₅级砼浇筑,池壁厚80-120cm,用M10水泥砂浆砌片石、(池内用)M10砂浆(抹3遍)作防渗处理。

1.7为了防冻和供水畅通,在水池周围覆盖麦草(1.5m以上),外

罩塑料布，供水管路用 100钢管，置于深2.5m，宽1.5m的槽内，管底铺80cm的牛粪，上盖1.5m的麦草保温，槽壁用2层塑料布防潮。洞口段不用麦草，用石棉管包覆外缠电热丝加热。

1.8 气温低于-20℃，地下水又较丰富时，利用20 m³电动空压机的高压贮风罐（容积3 m³）作储水罐，在其上加设进水、进气、出水三个闸口，安装闸阀，按上管路后开动空压机对水加压，使水压力达到0.6Mpa左右，即可满足凿岩机钻孔和喷射砼的需要。

1.9 洞内适当位置挖一尺寸为60cm × 60cm × 100cm的集水坑将水集中起来，用抽水机抽入储水罐，不必再由洞外供水，从而省去了洞外水源化冰的麻烦。其供水系统如图：



风压供水系统布置图

1.10 钻孔用水选用2个3m³并联的高压水罐，总储水量为6m³。每台7655风钻湿式钻孔时耗水量为0.24m³/h，供水系统可同时满足25台风

钻一小时的需要，能打100个孔。

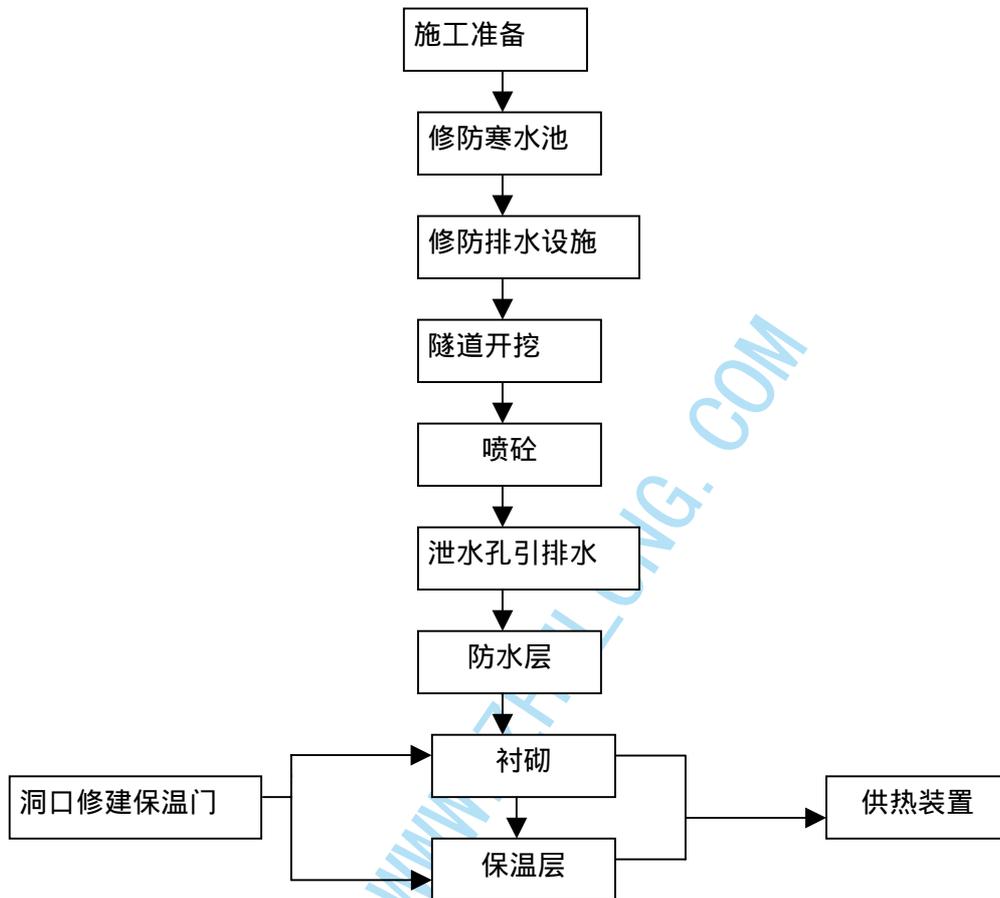
1.11一般喷砼的水泥用量按 $450\text{kg}/\text{m}^3$ 考虑，水灰比按0.4考虑，照此计算，每 m^3 砼的用水量为 0.18 m^3 ，加上损耗（按 0.25 m^3 计算），每罐水能满足喷射 24 m^3 砼的需要。

1.12低温条件下砼衬砌施工：将砂、石料预热到 10°C 左右，先与不高于 60°C 的热水拌和1 - 2分钟，再加入水泥及外加剂充分拌合，出机温度不低于 10°C ，浇筑温度不低于 5°C 。这样砼的抗压、抗冻、抗渗均能达到规范要求。

1.13隧道砼衬砌采用人工和砼输送泵机械化施工相结合的方法采用自制简易钢拱架，安装企口组合钢模板，模筑砼。

1.14机械灌注砼采用中联HBT50B型砼输送泵，砼泵放置在洞内会车线上。洞外设电脑控制的自动化配料机，对水泥、砂、石骨料进行干料拌和，运输干拌料，洞内设滚筒式拌和机，加水二次拌和后，直接进入砼输送泵。

8. 施工工艺流程图



3. 劳动力组织及进度指标

除按一般隧道施工的劳动力组织外，增加防寒保温层施工班。

保温层施工日进度为： 100 - 300 m² / 日

4. 机械设备配置

除按一般常规隧道施工配置机械设备外，另增加保温层施工模具2套、膜法富氧发生器2台、自制水幕降尘器2台、空气指标检测仪器（毕托管、压力计、微压表、大气压力计、干温计、温度计）1套、WTP电脑自动化配料机1台。

5. 质量控制要点

5.1 由于高压水罐安装在隧洞一侧，如果隧洞断面偏小，则需将放置水罐处进行局部扩大，位置距掌子面30m以外（以防被飞石打坏），但也不要超过200m，以减少水管用量和水压损失。

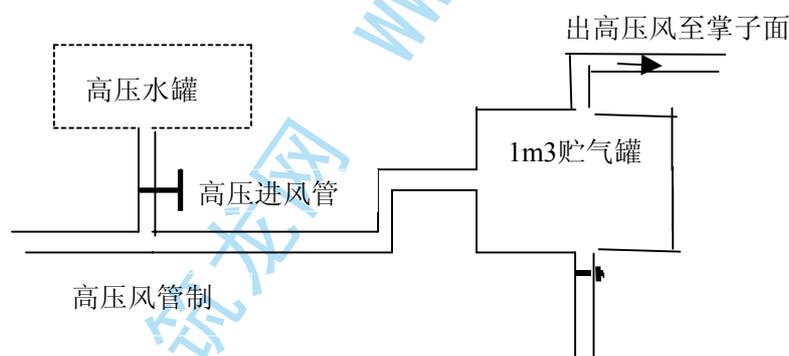
5.2 所有闸阀、联接件必须牢靠，焊口应确保质量。

5.3 抽水机的进水口必须加过滤装置，以免杂物进入高压罐。

5.4 定期清洗水罐，以免因泥沙过多而堵塞管路。

5.5 由于风水相通，部分水汽进入高压风管，所以喷射砼应干一些，以防堵管，也可以在水罐后面风管的适当位置加设过滤装置。

5.6 由于高压风中有水汽，所以在贮风罐底部应设泄水装置，定期排水，以免水汽倒流入压风机内。（见图）：



贮风罐泄水装置图

5.7 根据喷射砼的施工要求，在工作面处的水压应稳定在0.4Mpa以上，以利混合物充分水化。如果实用中水压力偏低（表现为粉尘增大），可增加水罐内风压和适当加长料管长度。

5.8施作保温层前要严格检查保温材料的导热系数、密度、强度、闭孔率、体积吸水率、粘结性等指标是否符合规定要求。

6. 劳动卫生及劳动保护措施

6.1由于自然环境和施工环境恶劣、缺氧、寒冷、强紫外线照射等直接影响人的生命规律、劳动效率及健康水平,严重者将导致疾病,因此必须坚持对参加严寒地区施工人员每半年进行一次健康检查。患严重疾病者最好不要进入施工。

6.2 注意劳动卫生,合理安排劳动时间和劳动强度,严格防止感冒和过劳。

6.3施工期间,隧道作业的劳动日以六小时为宜,洞内作业工时不应超过四小时,严格实行湿式作业,加强通风,保证粉尘浓度不超过国家卫生标准($2\text{mg}/\text{m}^3$)

6.4施工过程中应尽量采用机械化,体力劳动强度保持在中等强度以下。

6.5加强劳动保护,凡进入严寒地区施工人员,除配备足够的防寒装备外,还应配备皮褥垫、短皮上衣或皮背心,室内要保证常年取暖,室温应保持不低于 12°C 。

6.6注意饮食卫生及营养,为增强施工人员的身体健康,使其适应严寒地区低氧、寒冷的特点,膳食组成应遵守“高糖、低脂肪、少增加蛋白质”的原则,以提高机体对缺氧的耐力,要尽可能保证蔬菜的供应,补充足够的维生素。

6.7卫生医疗人员要经常掌握施工人员的健康状况，建立健康档案，健全发病登记、统计报告制度。

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM