

黄土隧道施工

为了预防在黄土中开挖隧道的大变形和坍塌问题，采用台阶分布开挖法（又称环形开挖留核心土法），结合喷射砼及时封闭开挖面，用超前管棚支护、钢拱支撑、挂网、打锚杆等来加强土体强度及限制围岩应力重新分布，实施短开挖，快循环来减少对土体的扰动，是目前黄土隧道施工的较完整的方法。

1. 施工方法及工艺要点

1.1 根据工地实际情况，设计并施打超前管棚。钢管真径一般为 60 mm，长 4.5m，间距 30cm，外插角 2° ，首尾相接长度不少于 1.5m。钢管内充填 20 号砼或者水泥砂浆。

1.2 上半断面人工用风镐及电铲掏槽。掏槽宽度约 1m，纵向掏槽深度每次约 0.8m。

1.3 开挖后立即喷射砼封闭断面。喷射 4cm 厚的 20 号砼，封闭开挖断面，以免孔隙水从断面处渗出，而使土体失稳。

1.4 架钢拱及挂网。钢拱规格为 20a，按设计断面计算用量。拱架之间的间距依每次开挖长度约为 0.8m，每榀钢拱纵向用 20 钢筋连接，钢筋间距 1.2m。管棚尾端焊接于拱架腹部，以增强共同支护作用。 8 钢筋网格间距为 20cm × 20cm。

1.5 喷射砼填充钢拱间空隙。拱架与开挖轮廓之间的所有空隙用 20 号砼喷射充填密实，先喷拱架与轮廓之间空隙，再喷拱架，然后再喷拱架之间，直至喷到规定的厚度。

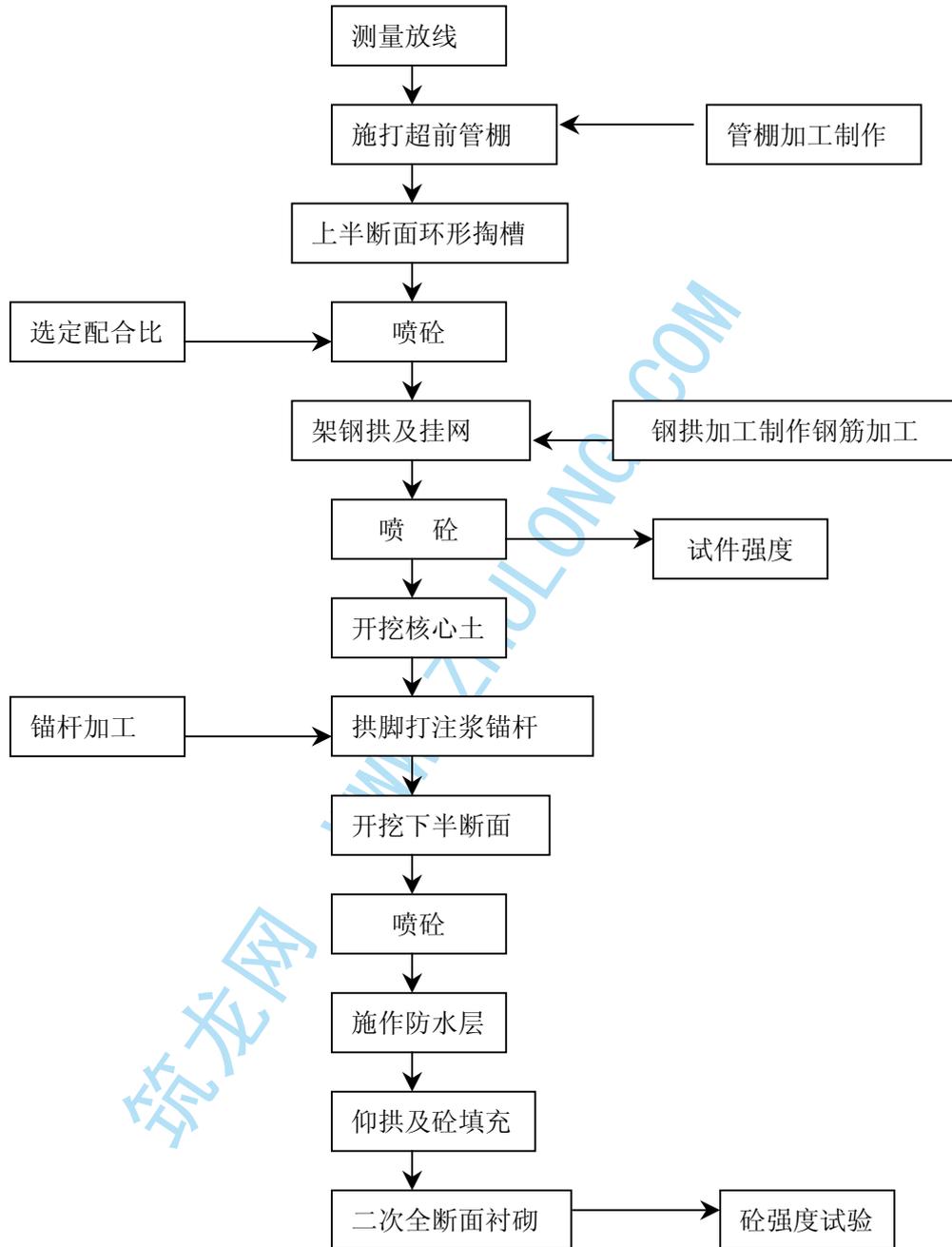
1.6 按上述 1 - 5 的方式开挖 5m 左右后，开挖支撑掌子面的核心土支持部分。

1.7 在上半断面初期支护稳定的条件下，开始开挖下半断面：首先通过在上半断面的钢拱的拱脚打注浆锚杆，以防止拱架及围岩变形与下沉。钻进后进行注浆，两侧以等间距各打 5 根锚杆。经过做试验，这样的锚杆与黄土结合后，抗拔力可达 8t 以上。

1.8 开挖出碴完成后立即喷射砼封闭围岩，然后架钢拱支撑和挂网，经分层喷射

砼直到设计厚度。再铺设土工布防水板，做二次衬砌。

2. 施工工艺流程图



3. 劳动力组织及进度指标

管棚及锚杆安装 3 - 5 人

开挖工 8 - 12 人

喷砼 13 人

架钢拱及挂网 8 人

出碴 10 人

砼衬砌 16 人

管棚、锚杆、钢拱制作 4 人

在砂粘土层无渗水时,采用每循环 1.0m 进尺,月进度可达成洞 36m 以上。

在砂粘土层有渗水及砂层中无渗水时,采用每循环 0.8m 进尺,月进度可达成洞 30m。以上。

在砂层有中渗水时,严格控制每循环 0.6m 进尺,月进度可达成洞 20-26m 以上。

4. 主要施工机械

4.1 采用国产 WES - 12A 型煤电钻改制成开挖风镐 10 台。

4.2 自制砼衬砌台车 1 台。

4.3 PC-200 挖掘机 2 台。

4.4 其余如手持风钻(锚杆)、砼喷射机、电焊机、钢筋切割机、砼搅拌机、出碴车辆、装载机、注浆机、空压机、变压器等按常规隧道施工配置。

5. 质量控制要点

5.1 严格控制管棚角度

5.2 严格喷射砼工艺,按配合比拌制砼料,特别要严格控制外加剂掺量。新旧砼面要清洗至露出砼的本色,没有泥土或杂物。分层喷射,以保证喷射砼的质量。

5.3 保证立拱质量。注意螺栓松紧程度和连接筋的焊接质量。

5.4 确保钢筋网与围岩紧密相贴,钢筋网必须连接牢固,否则喷射砼时会振动钢筋网,从而降低喷射砼质量。

5.5 保证核心土的大小和长度

5.6 清除拱脚积水与淤泥,通过打拱脚锚杆或扩大拱脚认真加固拱脚,加强纵向联结等,使初期支护与围岩形成完整体系。

5.7 尽量单侧落底或双侧交错落底,避免上半断面两侧拱脚同时悬空;控制落底长度,视围岩情况采用 1-3m,不大于 6m。

5.8 减少上、下台阶施工的相互干扰,并及时封闭成环。

5.9 找出每道工序的合理施工时间,各工序严格按标定时间进行控制,从而缩短循环作业时间,减少开挖面土体的暴露时间。

5.10 及时监控量测围岩,观察拱顶,拱脚的收剑情况,据此调整初期支护参数。

6. 安全及环保措施

6.1 首先做好洞顶、洞门及洞口的防排水系统工程,并妥善处理好陷穴、裂缝,以免地面积水浸蚀洞体周围,造成土体坍塌。

6.2 在含有地下水的黄土层施工时,洞内外排水沟应进行铺砌,必要时

应配合井点降水等将地下水位降至隧道衬砌底部以下，以保施工顺利进行。

6.3 在干燥无水的黄土层中施工，应管理好施工用水，不使废水漫流。

6.4 如发现工作面有失稳现象，应及时用喷砼封闭，加设锚杆、架立钢支撑等加强支护。

6.5 施工时要特别注意拱脚与墙脚处断面，如超挖过大，应用浆砌片石回填，如发现该处土体承载力不够，应立即加设锚杆或采取其它措施进行加固。

6.6 在开挖与灌注仰拱前，为防止边墙向内位移，宜加设横梁顶紧。

6.7 喷射机所用的压力，一般以不超过 0.2Mpa 为宜。

6.8 若拱部位于砂层时，为防止喷砼层塌落，可用 4mm 的密钢丝网紧贴开挖面作为固定初喷砼用。密网用两根 8mm，长 35cm 的锚钉加以固定；也可用 2 根 22mm 的环向钢筋将网压紧在开挖面上，以防喷砼时钢丝网脱落。

6.9 钻锚杆孔时，宜采用干钻，锚杆采用药包式或早强砂浆式锚杆。

6.10 施工中如发现不安全因素时，应暂停开挖，加强临时支护，以便取适应性的工序安排。