

隧道衬砌弹簧盲管防排水施工工法

(97—13 工字 03 号)

铁道部第十三工程局 李海峰 于占彪

一、前言

随着我国现代化铁路和公路建设的进展,对隧道的防水等级要求越来越高。防排水系统施工质量的好坏,直接影响隧道工程整体质量和运营使用。近几年来,聚乙烯塑料板防水材料在地下防水工程的推广及应用,使国内隧道防排水系统设计与施工达到了一个新水平,提高了防水等级和防水效果。

该技术是以聚乙烯塑料(PE)板为主要防水结构,以综合立体通道为排水结构的系统防排水体系。这项技术在沈本公路大峪隧道施工中得到了成功的应用,经过总结完善,形成本工法。

二、工法特点

1. 排水通道畅通。无论是隧道拱部还是边墙的渗漏水,都可以通过环向排水管和衬砌防水板背后的无纺布,汇流入纵横向排水管排出洞外,而不会渗出混凝土衬砌。

2. 防水严密。塑料防水板具有变形性好,焊接密实等特点,使渗漏水不容易通过防水板渗入洞内。

3. 工序简单,施工用时少,技术易于掌握。弹簧排水管、纵横向排水管和无纺布施工,一经指导即可掌握。

三、适用范围

本工法适用于地下水丰富的各种岩石类型的山岭隧道和地下工程建筑的施工。

四、施工工艺

(一)基本原理

岩石裂隙水或地下水沿隧道洞身防水层(防水板及无纺布)和弹簧盲管(又称软式渗水盲沟)汇流至墙底纵向排水管,再由与其连接的横向排水管引至中心水沟,由中心水沟排出洞外。防水原则是以排为主,堵排结合,从而形成一个空间立体防排水体系。

此体系由两部分构成:一是初期支护期间的排水系统,包括弹簧盲管,纵、横向排水管和中心水沟。二是二次衬砌的防水系统,包括防水板和无纺布。系统见图 1。

(二)工艺流程(见图 2)

(三)材料

1. 塑料防水板

聚乙烯塑料防水板一般采用高密度聚乙烯(HDPE)和普通聚乙烯(PE)制成。其中前者

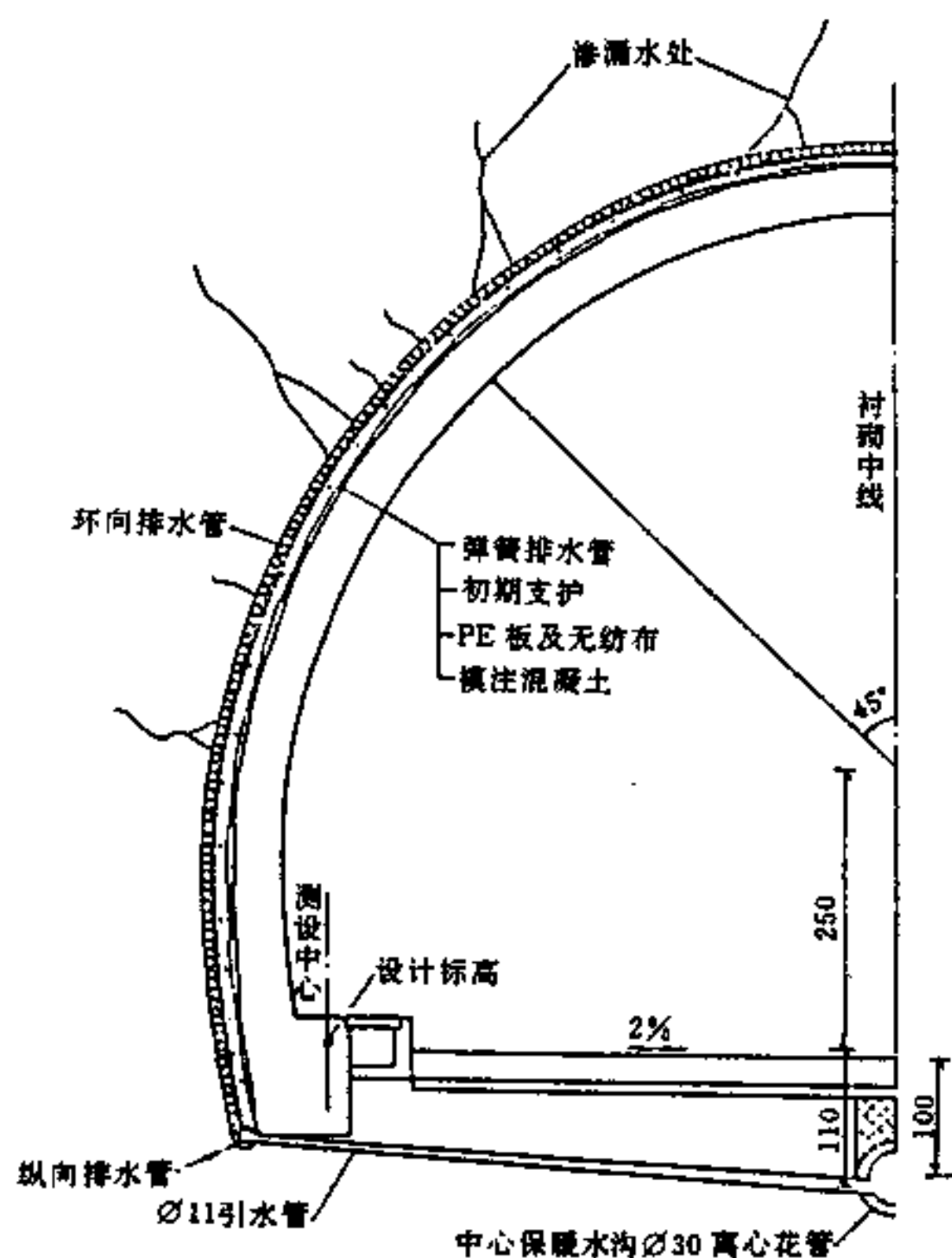


图1 防排水系统

含杂质少,透明度好,材质轻,便于施工。防水板主要物理机械性能指标如下:

比重 0.91~0.93

拉伸强度 7.0~16.2MPa

伸长率 90%~65%

吸水率 <0.01%

硬度 邵氏 D41~48

毒性 无

防水板厚度一般采用 0.8~1.5mm,越厚,强度越高,防水性能越好,但施工时焊接操作难度越大。幅宽 1~4m,幅宽越小,焊缝越多渗漏水机率和工作量都会增大;幅宽越大,单卷重量越大,增加施工难度。一般以宽 2m 左右为宜。

2. 无纺布(又称土工布)

一般采用 150~300g/m²,其主要性能指标如下:

拉伸强度 横向≥380N/5cm,纵向≥350N/5cm

撕裂强度 横向≥200N,纵向≥300N

延伸率 横向 40±10%,纵向 50±10%

拉破强度 2800N。

3. 弹簧排水管

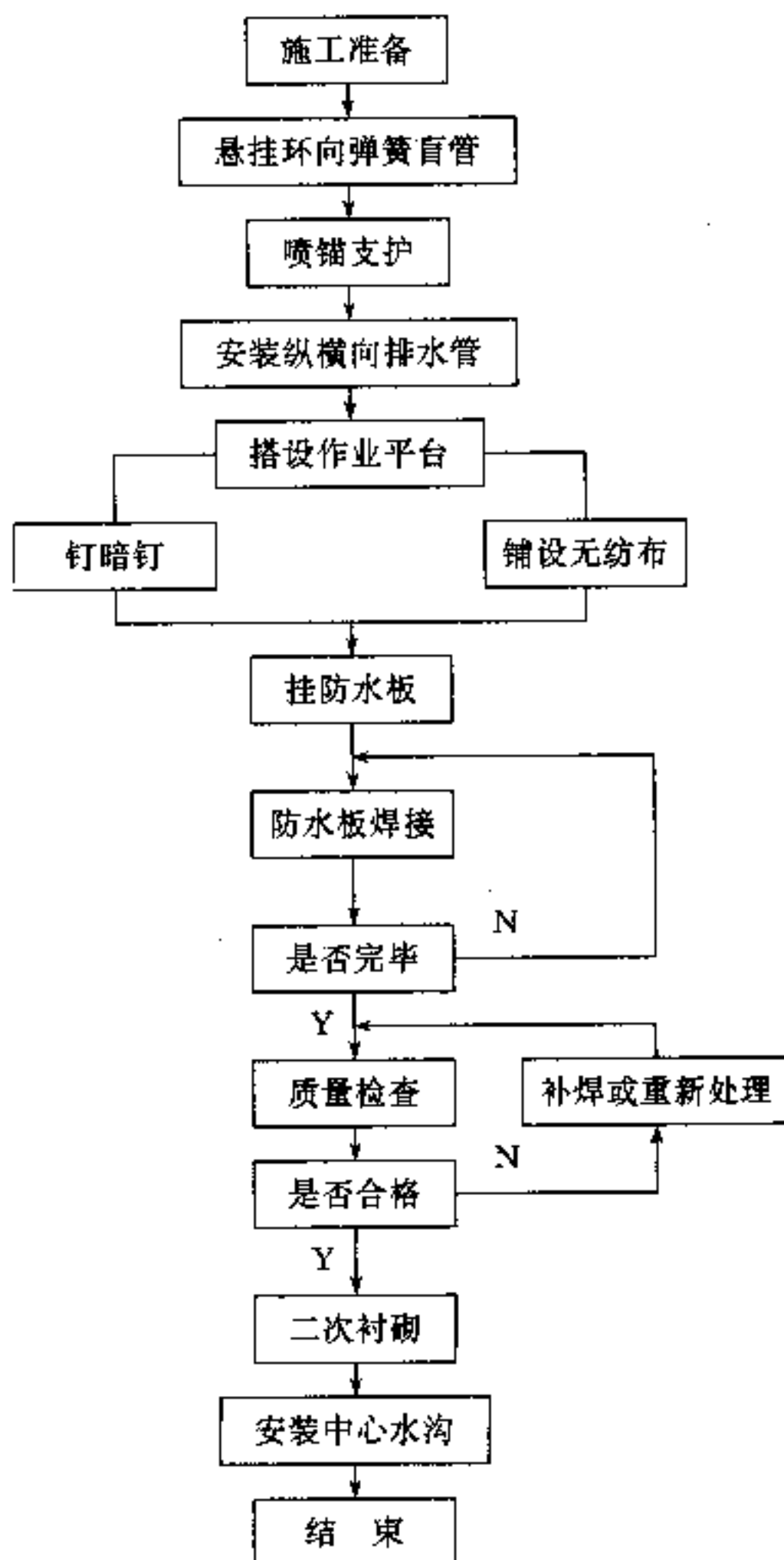


图2 工艺流程

以 $\varnothing 3$ 钢丝绕制成 $\varnothing 60$ 、螺距 1cm 的弹簧圈。

4. 纵横向排水管

纵向排水管采用直径 11cm、壁厚 4.2mm 的聚乙烯管,上半部呈梅花形布置间距 5cm 的 $\varnothing 3$ 孔,以便使隧道周边水渗入管内。

横向排水管为直径 49cm、壁厚 3.5mm 的聚乙烯管,不钻眼。

5. 中心水沟

内径 50cm、壁厚 6cm 的预制 C25 级钢筋混凝土花管,上半部梅花形布置间距 10cm $\times$ 10cm 的 $\varnothing 10$ 孔。

(四)操作要点

1. 环向弹簧盲管施工

(1)安装

安装前要把岩面处理平整,以免喷混凝土时背后产生空洞,降低汇、排水效果,影响衬砌结构受力。在地面将 3 根弹簧盲管并排用无纺布包好绑在 50cm 宽的细格铁丝网上,然后在所要安装弹簧盲管的岩面部位,每隔 1m 钉间距为 50cm 的两枚悬挂锚钉,锚钉露出岩面的部位一般不能高于弹簧盲管的直径,接着利用操作平台,从一侧向另一侧用铁丝将绑好的弹簧盲管密贴岩面固定在悬挂锚钉上(如图 3 所示)。因其有弹性,长度长,重量大,故应避免不当的操作造成不安全。每道弹簧盲管的端头要有 10cm 左右的富余量,以便与纵向排水管搭接。

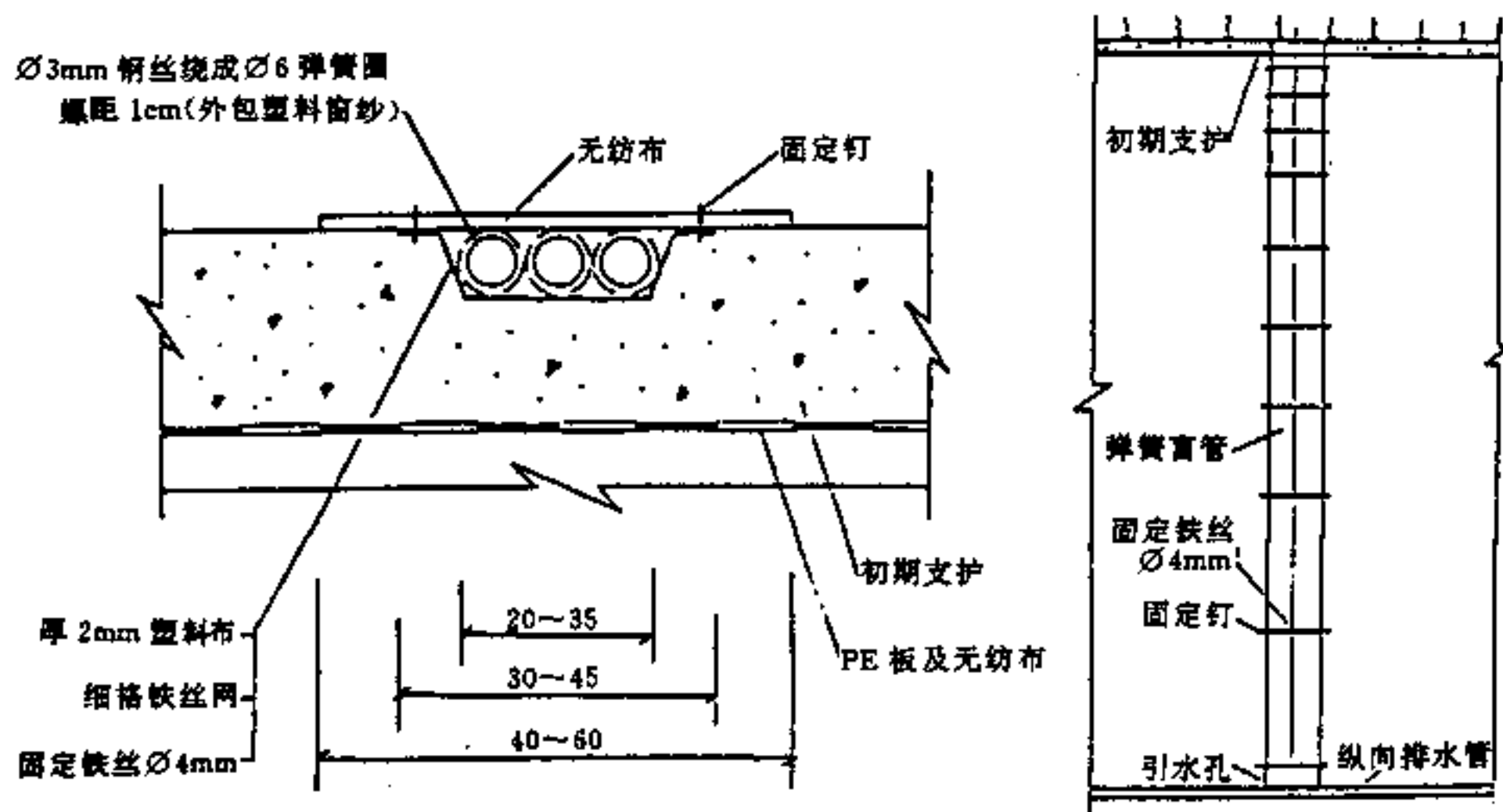


图 3 弹簧盲管安装

(2)弹簧盲管的间距,Ⅱ类围岩中为 10m,Ⅲ类围岩中 15m,Ⅳ类围岩中 20m,施工中,应根据地下水的实际情况进行调整,地下水丰富处可增加 1~2 道。

2. 纵、横向排水管和中心水沟的施工

(1)在衬砌施工前,将基底清理干净后,把纵向排水管连接好,每隔 10m 用三通接管与横向排水管的另一端连接在中心水沟处。弹簧盲管的两端头贴岩壁放在纵向排水管的梅花眼处。最后在无纺织物和防水板施工时一并将纵向排水管半包围扣在墙脚基底处(如图 4 所示),以保证裂隙水很顺畅地汇入排水管中。

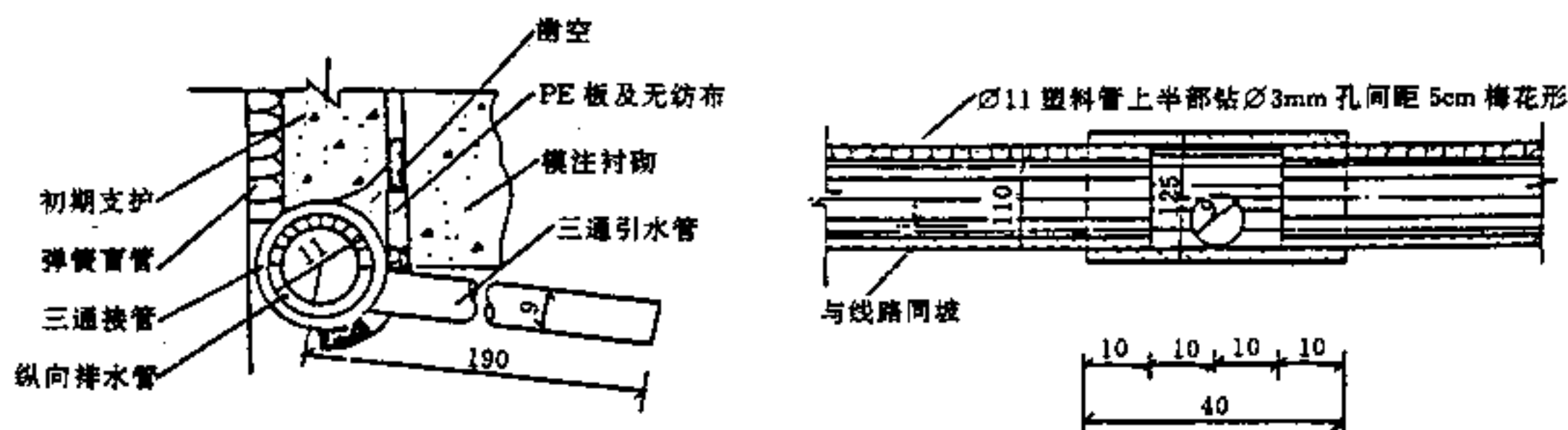


图4 纵横向管道连通布置

(2)中心水沟的各节接缝间用沥青麻布或橡胶垫全周密闭。上部铺一层无纺布,无纺布上铺一层5cm厚、粒径2~4cm的碎石,再铺30cm厚的煤渣,最后为填充混凝土。

中心水沟每隔50m要设一处沉砂井,以便定期清除砂泥,保证排水畅通。

3. 无纺布和防水板的施工

(1)防水板焊接质量好坏直接影响洞身防水效果。通过高温加热,使所要焊接的两片塑料防水板局部熔化,加压力将两片塑料板粘合在一起,焊接密实。

(2)施工前要做好操作人员的岗位培训工作。对各种机具设备进行检查调试,配齐、配足各种需用材料。

(3)要检查初期支护净空,提前处理岩面欠挖,否则待衬砌台车就位后再处理欠挖,既影响施工进度,又容易损坏防水板,降低防水效果;检查岩面平整度,凸出岩石的喷射混凝土要凿除,用砂浆填平,防止硌坏防水板;凸出的锚杆及钢筋头等要割掉,用大锤砸平,防止刺破塑料防水板。

(4)铺设无纺布。无纺布要环向铺设,用射钉枪将无纺布(加防水板暗钉粘结块)钉在初期支护混凝土表面。也可根据实际情况,将暗钉块改为暗钉条,即将防水板裁成宽5cm的条形,沿隧道纵向将无纺布钉牢(如图5),以此增加防水板铺设时粘结点,防止防水板塌落。防水板暗钉条环向间距:拱部0.5~0.7m,边墙1.0~1.2m,暗钉点间距30~50cm,在凸凹不平处应增加固定点。相邻两环之间搭接宽度不小于10cm,其接头不能在同一截面上。无纺布必须紧密钉牢在初期支护上,不得脱落、松动或留下空白。

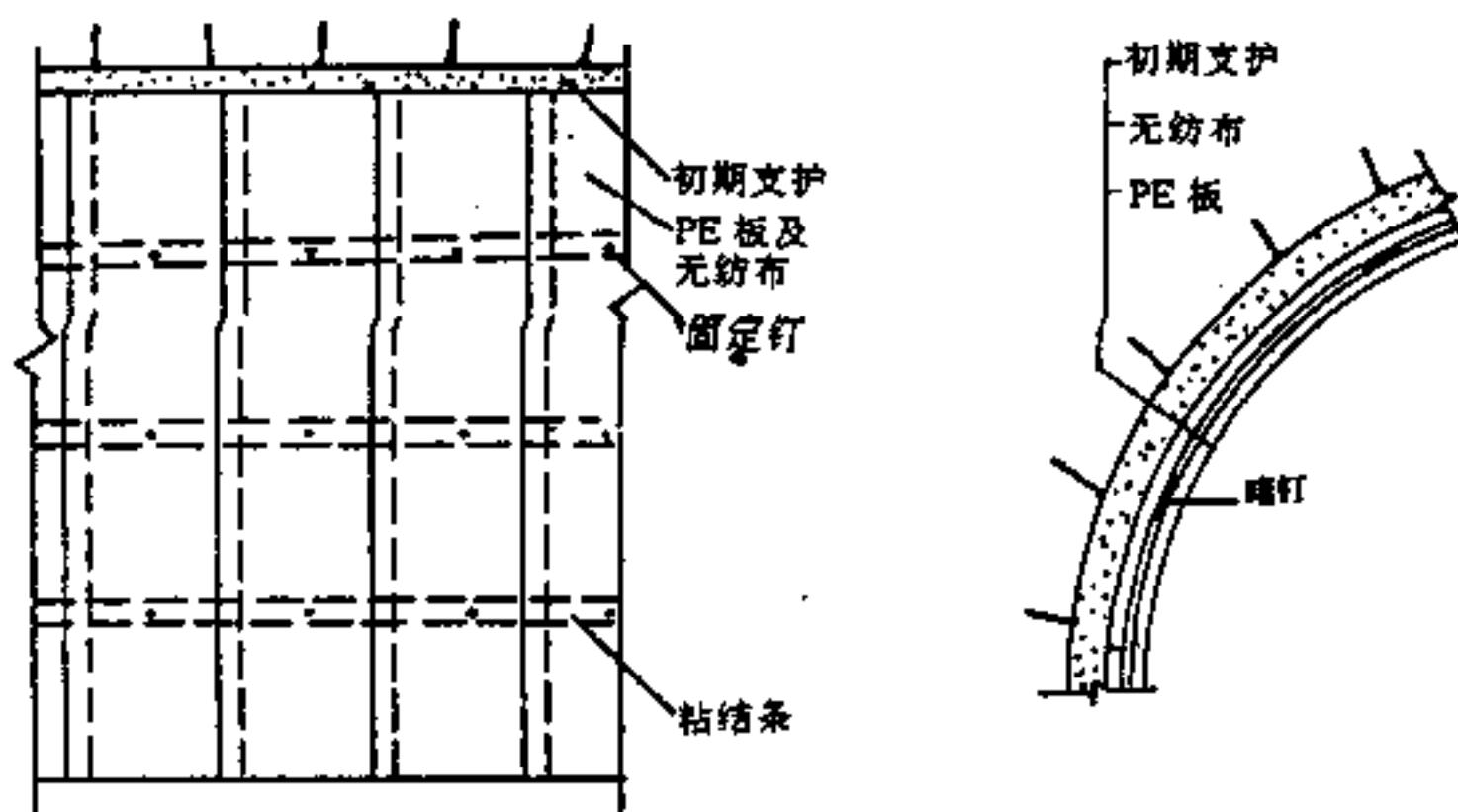


图5 铺设无纺布

(5) 铺设塑料防水板

铺设防水板应采用暗钉法,逐环顺序进行。铺设前根据防水板的宽度,用粉笔在无纺织布上沿环向划出每幅防水板的位置,然后将整卷防水板沿环向从侧面开始自上而下进行铺设,边铺设边用塑料焊枪将防水板焊于暗钉块上。

防水板铺设要求平整,并保证防水板要有一定的松弛系数(一般为 1.2),防止混凝土施工中将防水板绷紧拉坏;

要保证相邻两环防水板搭接宽度在 10~15cm,搭接不够或过宽都不好,过宽焊机吃不去,导致焊机行走困难,会产生皱折,影响焊接质量。

每次铺设的防水板要伸出二次衬砌外 50cm,以保证与下一组防水板有足够的搭接宽度,也便于操作。衬砌混凝土施工中要注意保护好防水板,防止损坏拉伤,尤其是有钢筋段,焊接钢筋时需对防水板加以保护,以防止烤焦、损坏。

(6) 防水板焊接

采用热楔焊接法,用塑料自动焊接机将铺设好的塑料防水板焊接到一起,其操作方法是:

做好开机前的准备工作,然后开启电源;

调整焊接机速度指示器,焊接机速度可根据具体情况通过实验来确定,采用 1.5mm 防水板时,焊接速度为 0.2~0.3m/min;

按下温度开关,调节温度指示器到需要的温度值,待 10~20s 后,红色指示灯亮,即达预定温度,采用 1.5mm 防水板时,焊接温度为 250~300℃;

将要焊接的防水板沿焊接机行走方向分别由左侧和右侧插入热楔的下部,待温度达到要求后,搬动加压手柄使滚轮自动压紧防水板,焊接机前进,热楔将防水板表层熔融粘合。

五、机具设备(见表 1)

表 1 机具设备

序号	机具	型号	单位	数量	备注
1	翻斗车		台	2	运输材料
2	安装平台		台	1	挂排水管
3	锚具机		台	2	钉悬挂钉
4	钢锯		把	2	截排水管
5	电钻		把	2	
6	射钉枪		把	2	
7	塑料焊枪		把	4	
8	塑焊机	E01-10	台	2	或韩国 star-cok

六、劳动组织

排水系统施工中,打锚钉 2 人,安装弹簧盲管 3 人,安装纵横向排水管 2 人,钻水管梅花眼 1 人。以上人员可先用于作业平台的安装就位。

防水系统施工中,焊锚钉块 2 人,悬挂防水板 4 人,焊接防水板 2 人,补焊防水板 4 人,焊接自检 1 人。以上工种可重叠或兼顾。

七、质量标准

1. 整个防水板焊接完毕后,必须逐环逐道进行检查,以直观检查为主。检查内容有:防水板材质、规格、性能是否符合标准要求;焊接完毕后,防水板搭接宽度和焊缝宽度是否满足

要求,焊缝强度是否达到防水板本身强度的 70%以上,焊缝有无假焊、漏焊、烤焦、损坏及出现孔洞现象;防水板与喷射混凝土表面是否密贴,防水板与暗钉块是否有粘结不牢现象等等。注意不要绷得太紧。

检查方法:洞身拱圈与小直墙相接处、两组衬砌防水板相接和等难度大的部位为检查的重点,除目测外,还可根据要求,采用检查设备进行充气打压,检查其密封牢固程度(韩国焊接机有配套检查设备)。

发现后用红油漆或彩笔将焊接不合格或孔洞处画出,裁好同材料相应的好防水板块将孔洞盖住(防水板块最好是圆角),用焊枪补好。

2. 质量保证措施

(1)各工序施工人员应有较强的责任心,关键技术由专人负责。

(2)一定要按严格的程序检查。项目部应设专门检查人员,发现问题及时处理,逐级检查合格后方可申请混凝土施工。

(3)混凝土施工中不能堵塞各排水管道,并随时检查防水板的质量状况,发现损坏,立即补好。

(4)衬砌混凝土封顶时,防水板易绷紧,并容易产生封顶厚度不够等情况,处理时要将防水板切开,加条连接补焊严密。

八、安全措施

1. 悬挂弹簧盲管时,台车一定要稳固,锚钉锚于岩石或喷混凝土表面要牢固,以免弹簧管掉下砸伤人。

2. 悬挂防水板时,由于塑料卷材较重,因此要逐步悬挂,与粘块焊牢,防止脱落。

3. 射钉枪由专人使用,以免伤人。

九、效益分析

沈本公路大峪隧道采用本工法,与采用以往方法相比,仅整治渗漏水一项,就节约资金约 150 万元。

十、工程实例

1993 年 4 月至 1996 年 4 月,在沈本公路大峪隧道 A 线 1520m、B 线 1470m 的暗洞施工中应用了本工法。大峪隧道净高 5.5m,净宽 10.5m,通过地层呈单斜状产出,构造片理发育,在隧道进出口附近稳定性差。由于采用先进的工艺技术,施工高标准、严要求,取得了理想的防水效果,在近 3000m 暗洞施工中,无一处渗漏,洞内干燥整洁,排水系统通畅,受到各有关方面好评。

巴彭公路铁山隧道地处川东地区,岩性主要为砂岩、碳质泥页岩夹煤。隧道位置较高,地表无河流及水系干扰。此隧道防水工程施工中采用本工法,在已完成衬砌的 1000 多 m 隧道中,几乎无渗漏水现象,受到甲方和监理的好评。