

中华人民共和国铁道部建设管理司

建技〔2010〕13号

关于印发《铁路隧道 防水板铺设工艺技术规定》的通知

各铁路局，投资、集装箱公司，各铁路公司（筹备组）：

为进一步规范铁路隧道防水板铺设工艺，提高防水板铺设质量，满足大规模、高标准铁路建设的需求，现印发《铁路隧道防水板铺设工艺技术规定》（以下简称“本规定”），请各参建单位按以下要求认真贯彻执行。

一、本规定总结了近年来铁路隧道防水板的铺设经验，收集并整合了《铁路隧道防排水施工技术指南》（TZ331-2009）及《铁路隧道工程施工技术指南》（TZ204-2008）等标准中关于防水板铺设的相关规定，对进一步加强防水板施工质量控制和管理具有重要作用，必须严格执行。

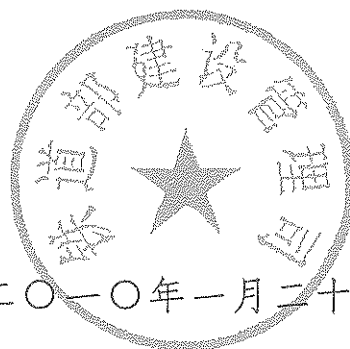
二、各建设单位应紧密结合工程实际，严格按照本规定对管理人员和施工人员进行教育与培训，使实施工作落实到位。

三、各施工、监理单位应严格按本规定进行作业，使防水板铺设工艺有突破性的提高，杜绝施工缝、变形缝质量通病的发生。

四、执行过程中，请总结经验，积累资料，及时将需改进和

补充意见反馈铁道部建设管理司。

本标准由铁道部建设管理司负责解释。



二〇一〇年一月二十日

铁路隧道防水板铺设工艺技术规定

一、一般规定

第一条 为规范铁路隧道防水板施工工艺，保证防水板铺设质量，制定本技术规定。

第二条 本技术规定适用于高速铁路、客运专线铁路、客货共线铁路新建隧道的防水板铺设工程。

第三条 采用复合式衬砌的隧道，在初期支护与二次衬砌之间应采用分离式防水层。分离式防水层应由防水板和缓冲层组成。防水板和缓冲层的选材、铺设工艺和质量标准均应符合设计要求，并考虑隧道的工程地质、水文地质和环境条件等综合因素。

第四条 防水板铺设应超前二次衬砌施工 1~2 个衬砌段长度，并与开挖工作面保持一定的安全距离，铺设完防水板的地段应采用可靠的保护措施防止损伤防水板。

第五条 防水板铺设应采用专用台车（架）铺设，台车（架）应满足下列要求：

- 1 防水板铺设专用台车（架）宜采用轮轨式。
- 2 台车（架）前端应设有检查初期支护表面及二次衬砌内轮廓的刚架，并有整体移动（上下、左右）的微调机构。
- 3 台车（架）上应配备能达到隧道周边任一部位的作业平台。
- 4 台车（架）上应配备辐射状的防水板支撑系统。
- 5 台车（架）上应配备提升（成卷）防水板的卷扬机和铺放防

水板的设施。

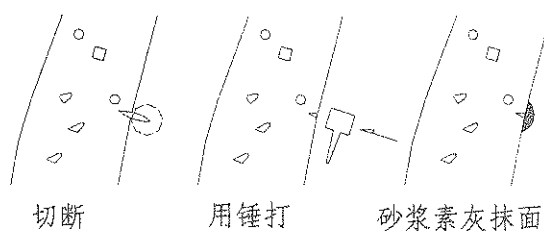
二、基面处理

第六条 在铺设防水层之前应对基面(初期支护表面)的渗漏水、外露的突出物及表面凸凹不平处进行检查处理。初期支护为喷钢纤维混凝土时,基面应补喷一层水泥砂浆保护层,以保护防水板不受损伤。

1 渗漏水处宜采用注浆堵水或排水盲管、排水板将水引入侧沟,保持基面无明显渗漏水。

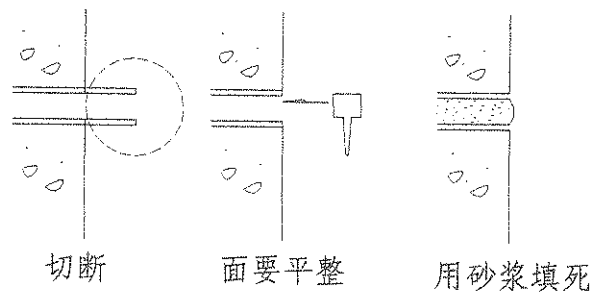
2 对于基面外露的锚杆头、钢管头、钢筋头、螺杆钉头等突出物应予切除后妥善处理。

(1) 钢筋网等凸出部分,先切断后用锤铆平,抹砂浆,示意见下图。



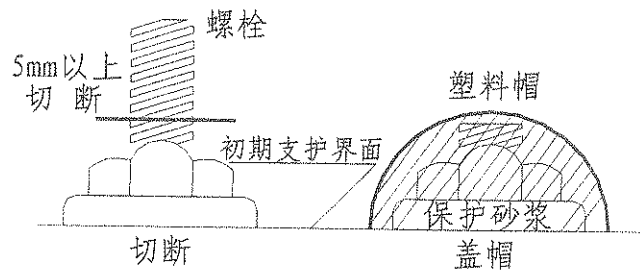
初期支护面处理示意图

(2) 有凸出的注浆钢管头时,先切断,并用锤铆平,后用砂浆填实封平,示意见下图。



初期支护面处理示意图

(3) 锚杆有凸出部位时，螺头顶预留 5mm 切断后，用塑料帽遮盖，示意图见下图。



初期支护面处理示意图

(4) 通过补喷或凿除使初期支护表面平整圆顺。

3 基面应平整，无空鼓、裂缝、松酥，表面平整度应符合下式要求，否则应进行喷射混凝土或抹水泥砂浆找平处理。

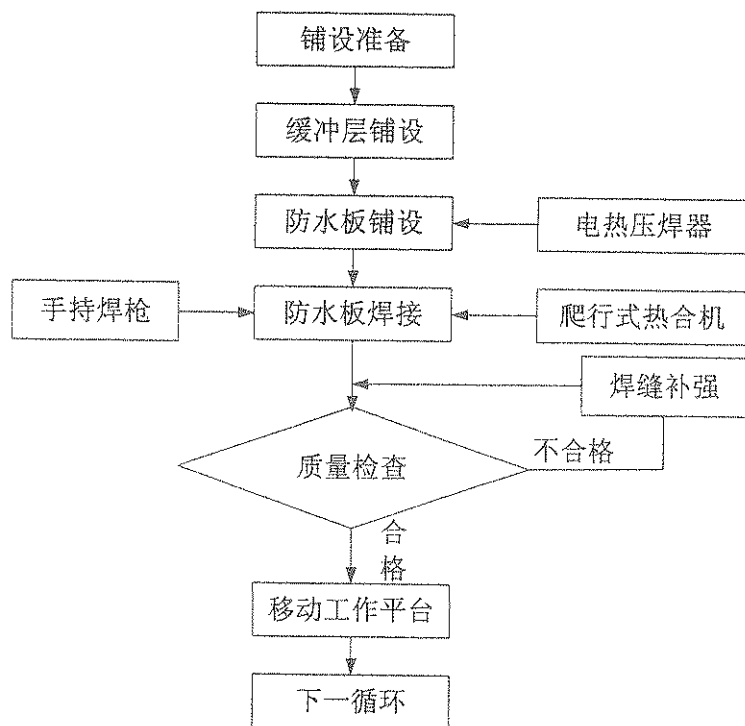
$$D/L \leq 1/10$$

式中：L—基面相邻两凸面间的距离 ($L \leq 1\text{m}$)；

D—基面相邻两凸面间凹进去的深度。

三、防水板铺设工艺

第七条 防水板铺设包括铺设准备、缓冲层铺设、防水板铺设、防水板焊接、质量检验等环节。其施工工艺流程见下图。



防水板施工工艺流程图

第八条 防水板的铺设准备工作主要包括下列内容：

- 1 洞外检验防水板及缓冲层材料质量。
- 2 对检验合格的防水板，用特种铅笔画出焊接线及拱顶分中线，并按每循环设计长度截取，对称卷起备用。
- 3 铺设防水板的专用台车就位。缓冲层（土工布）和防水板，放在台车的卷盘上。
- 4 铺设前进行精确放样，进行试铺后确定防水板一环的尺寸，尽量减少接头。
- 5 在铺设基面标出拱顶线，画出每一环隧道中线及垂直隧道中线的横断面线。

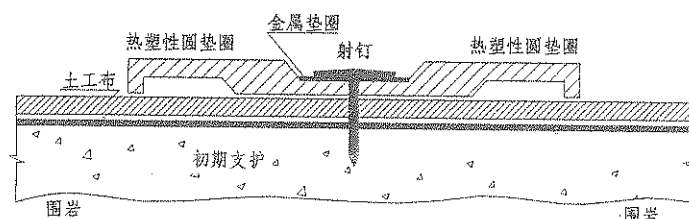
第九条 缓冲层铺设应满足下列要求：

- 1 铺设缓冲层时先在隧道拱顶部位标出纵向中线，并根据基面凹

凸情况留足富余量，宜由拱部向两侧边墙铺设。

2 用射钉将热塑性垫圈和缓冲层平顺地固定在基面上（示意见下图），固定点间距宜为拱部 0.5~0.8m、边墙 0.8~1.0m、底部 1.0~1.5m，呈梅花形排列，基面凹凸较大处应增加固定点，使缓冲层与基面密贴。

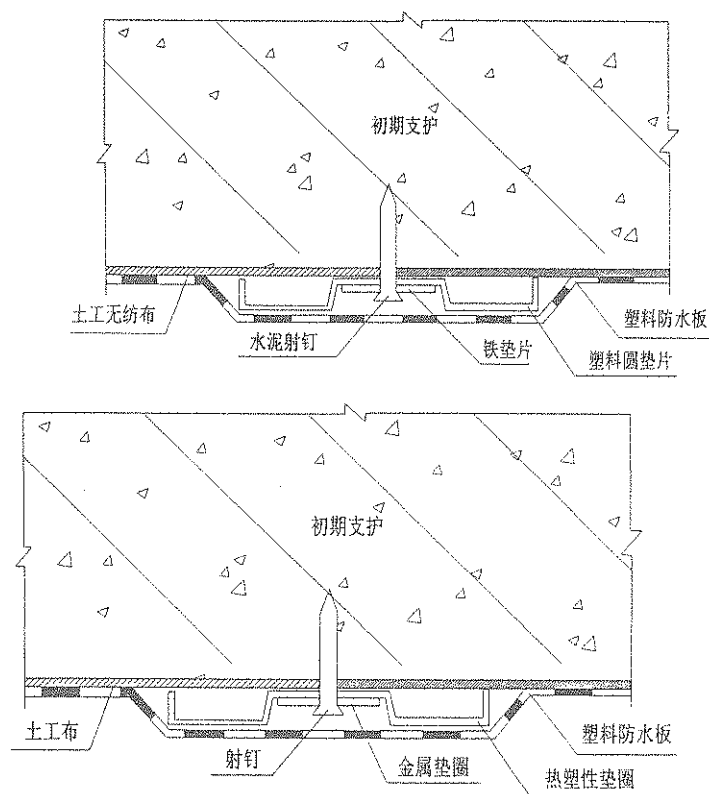
3 缓冲层接缝搭接宽度不得小于 5cm。一般仅设环向接缝，当长度不够时，设轴向接缝应确保上部（靠近拱部的一张）应用下部（靠近底部的一张）缓冲层压紧，并使缓冲层与基面密贴，铺设的缓冲层应平顺，无隆起，无皱褶。



热塑性垫圈固定缓冲层示意图

第十条 防水板的铺设应采用专用台车从拱部向两侧边墙悬挂进行。下部防水板必须压住上部防水板，铺设松紧应适度并留有余量。实铺长度与初期支护基面弧长的比值为 10:8，以确保混凝土浇筑后防水板表面与基面密贴。

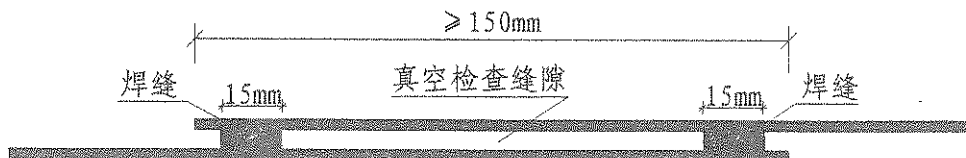
第十一条 防水板的固定应采用电热压焊器热熔缓冲层热塑性垫圈，使防水板与热塑性垫圈融化粘结为一体；加固后的防水板用手上托或挤压，防水板不会产生绷紧或破损现象，以保证混凝土浇筑后与初期支护表面密贴。防水板固定设置见下图。



防水板设置示意图

第十二条 防水板的搭接应符合下列要求：

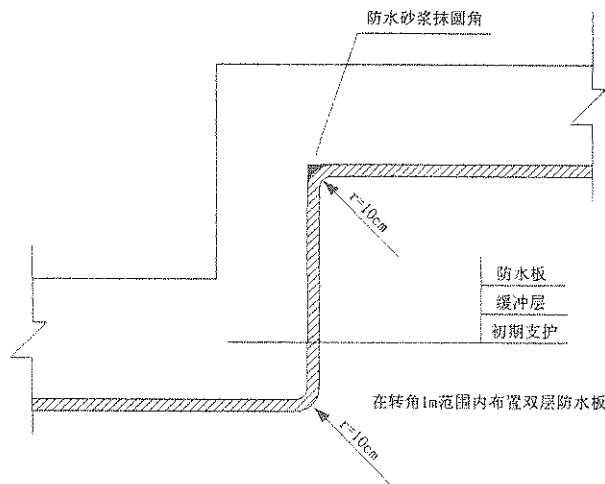
- 1 两幅防水板的搭接宽度不应小于 15cm，分段铺设的防水板的边缘部位应预留至少 60cm 的搭接余量，并对预留边缘部位进行有效的保护。
- 2 热合机不易焊接的部位可采用手持焊枪焊接，并确保搭接质量。
- 3 防水板的接缝应与衬砌施工缝错开 1.0~2.0m。



防水板搭接示意图

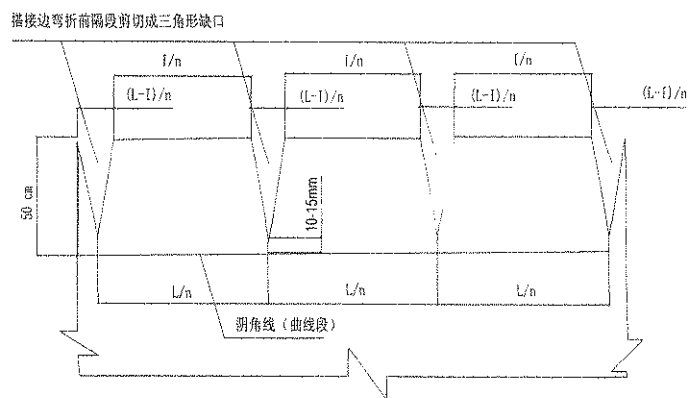
第十三条 隧道与避车洞或其他坑道相交处会出现曲线阳角，避

车洞与后墙相交处会出现曲线阴角，隧道衬砌大小断面衔接时，堵头墙与衬砌会形成曲线阴角和阳角衔接。对阴、阳角处防水层铺设宜按下图施作。



阴、阳角处防水层施作示意图

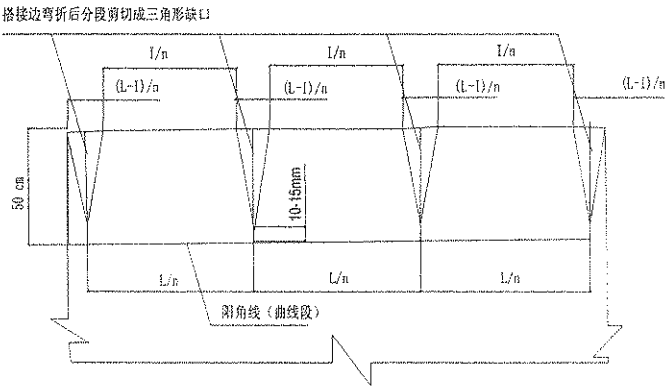
1 阴角时防水层施作：防水板弯折前的搭接边 L 大于弯折后的焊贴边 I ，为使弯折后搭接平展，可在弯折前分成 n 段并于分段处剪成口宽为 $(L-I)/n$ 的三角形缺口，则弯折后缺口能平展闭合，达到平顺焊接防水板的目的（示意见下图）。



阴角处防水板搭接平面展示图

2 阳角时防水层施作：防水板弯折前的搭接边 I 小于弯折后的焊贴边 L ，为使弯折后搭接平展，可在弯折前分成 n 段并于分段处剪

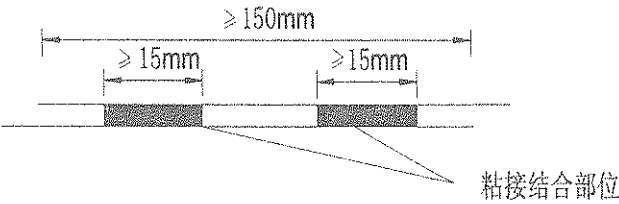
成一条缝，弯折后缝边张开成口宽为 $(L-I)/n$ 的三角形缺口，则防水板才得以平顺焊接（示意见下图）。



阳角处防水板搭接平面展示图

第十四条 防水板的焊接应符合下列要求：

- 1 焊接时，接缝处必须擦洗干净，且焊缝接头应平整，不得有气泡褶皱及空隙。
- 2 应由专业人员负责防水板的焊接以保证焊缝质量。热焊机操作手应经过专业培训，并且人员相对固定。
- 3 开始焊接前，应在塑料片上试焊，以掌握焊接温度和焊接速度。
- 4 防水板的焊接应采用双焊缝，以调温、调速热楔式自动爬行式热合机热熔焊接，细部处理或修补可采用手持焊枪焊接；自动爬行式热合机有“温度”和“速度”两个控制因素，焊楔温度高时，焊机行走速度应快；焊楔温度低时，焊机行走速度应慢。
- 5 单条焊缝的有效焊接宽度不应小于 15mm。

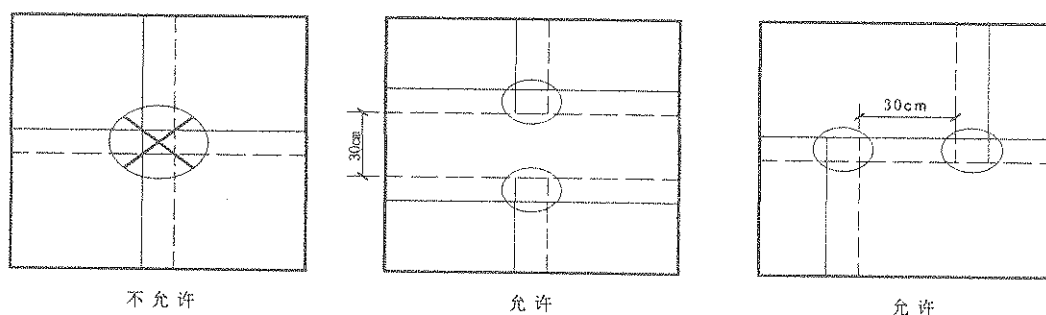


有效焊缝宽度示意图

6 洞内焊接时,应先将两幅防水板铺挂定位,端头各预留 20cm,由一人在焊机前方约 50cm 处将两端防水板扶正,另一人手握焊机,将焊机保持在离基面 5~10cm 的空中,以试调好的恒定的速度向前行走,中途不能停顿,整条焊缝的焊接应一气呵成。

7 防水板纵向搭接与环向搭接处,除按正常施工外,应再覆盖一层同类材料的防水板材,用热熔焊接法焊接;环向搭接时,下层防水板应压住上层防水板进行焊接。

8 多层防水板焊接时,搭接部位的焊缝必须错开,不得有三层以上的接缝重叠,如下图。



防水板搭接示意图

9 焊缝若有漏焊、假焊应予补焊,若有烤焦、焊穿处,以及外露的固定点,必须用塑料片覆盖焊接。

10 附属洞室处铺设防水板时,先按照附属洞室的大小和形状加工防水板,并与边墙防水板焊接成一个整体。如附属洞室成形不好,须用同级混凝土使其外观平顺后,方可铺设防水板。

第十五条 防水板的保护应符合下列要求:

- 1 已铺好防水板地段严禁用爆破法捡底或处理欠挖。
- 2 材料、工具严禁在已铺好防水板的地段堆放。

- 3 挡头板的支撑物在接触到防水板处必须加设衬垫。
- 4 绑扎钢筋、安装模板和衬砌台车就位时，应在钢筋保护层垫块外包土工布防止碰撞或刮破防水板。
- 5 钢筋焊接作业时，防水板要用阻燃材料进行覆盖，避免焊接火花损伤防水板。
- 6 浇筑混凝土时应避免混凝土直接冲击防水板，必要时可在混凝土输送泵出口处设置防护板。
- 7 捣固时，应避免振捣器与防水板直接接触。
- 8 对受到损伤的防水板，要在损伤处进行标志，并及时修补。
- 9 全封闭防水地段，应在隧道底部防水板上采取可靠的保护措施，防止衬砌钢筋等施工破坏防水板。

第十六条 防水板的防火管理应符合下列规定：

- 1 防水板应保管在没有火气的地点，保管场所应有注意防火的标志并设置灭火器。
- 2 防水板施工作业中，应对火源及可燃物进行严格管理，火源和可燃物应分开。
- 3 钢筋焊接作业中，当防水板附近使用火气时，施工计划中应有明确的管理措施，并指定防火负责人。
- 4 防水板施工场所应有禁止吸烟的标志并设置灭火设备。

第十七条 防水板的铺设质量检查应符合下列规定：

1 目测及尺量检查：

- (1) 检查防水板有无烤焦、焊穿、假焊和漏焊；

(2) 检查焊缝宽度是否符合设计;

(3) 检查焊缝是否均匀连续, 表面平整光滑, 有无波形断面。

2 充气检查: 防水板的搭接缝焊接质量检查应按充气法检查, 将 5 号注射针与压力表相接, 用打气筒进行充气, 当压力表达达到 0.25MPa 时停止充气, 保持 15min, 压力下降在 10% 以内, 说明焊缝合格; 如压力下降过快, 说明焊缝不严。用肥皂水涂在焊缝上, 有气泡的地方应重新补焊, 直到不漏气为止。检查采取随机抽样方法, 环向焊缝每衬砌循环抽试 2 条, 纵向焊缝每衬砌循环抽试 1 条。现场检测时, 可根据需要抽取完整的环向或纵向焊缝进行检测, 充气检测的长度不宜大于 40m。防水板焊缝检查示意图如下。



防水板焊缝检查示意图

3 对防水板补焊处可采用负压检查方法 (即真空罩) 进行检验, 如焊缝密封性不合格应进行再次修补直到检测合格。

4 防水板手工焊缝可采用目测方法检查, 即观察沿焊缝外边缘是否有溶浆均匀溢出, 若有溢出, 需进行机械检测; 机械检测方法是 用平口螺丝刀沿焊缝外边缘 (没有溶浆均匀溢出的部位) 稍用力, 检查是否有虚焊、漏焊部位, 若有漏点, 应做好标记并及时修补。

5 防水板所有破损修补处都应再次进行质量检测。

四、施工缝和变形缝防水工艺

第十八条 施工缝和变形缝的设置应符合下列规定：

1 施工缝设置

(1) 边墙纵向施工缝不应留置在剪力与弯矩最大处或底板与边墙的交接处，而应留置在高出底板顶面不小于 30cm，且宜在水沟盖板底面以下的墙体上；

(2) 当墙体有预留孔洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于 30cm；

(3) 设置止水条的环向施工缝，宜在端面预留浅槽，槽应平直，槽宽应比止水条宽 1~2mm，槽深应为止水条厚度的 1/2；

(4) 施工缝采用中埋式止水带时，应确保其位置准确、牢固可靠；

(5) 施工中应保证待贴止水条或预设止水带的混凝土界面洁净。

2 变形缝设置

(1) 变形缝的位置、宽度、防水构造形式应符合设计要求；

(2) 用于沉降的变形缝的宽度宜为 20~30mm，用于伸缩的变形缝的宽度宜小于此值，用于沉降的变形缝允许沉降量差值不应大于 30mm；

(3) 变形缝的两侧应平整、清洁、无渗水；

(4) 变形缝底应先设置与嵌缝材料无粘接能力的背衬材料或遇水膨胀止水条；

(5) 变形缝嵌缝应密实。

第十九条 施工缝（变形缝）的施工应符合下列规定：

1 先浇混凝土表面必须凿毛，并凿除先浇混凝土表面的水泥砂

浆和松软层，用水冲洗干净。凿毛时，混凝土必须达到的强度：人工凿毛时，2.5MPa，风动机凿毛时，10MPa。

2 纵向施工缝后浇混凝土前，应在凿毛后的先浇混凝土面上，铺一层厚 25~30mm、水胶比较混凝土略小的 1:1 水泥砂浆，或铺一层厚约 30cm 的混凝土，其粗骨料宜比后浇混凝土减少 10%，然后按设计要求设置止水条或止水带，再涂刷水泥净浆或混凝土界面处理剂，及时浇筑混凝土；

3 环向施工缝后浇混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除后，设置制品型遇水膨胀止水条或中埋式止水带，涂刷水泥净浆或混凝土界面处理剂，并及时浇筑混凝土。

4 浇捣靠近止水带附近的混凝土时，应严格控制浇捣的冲击力，避免力量过大而刺破止水带，同时还必须充分振捣，保证混凝土与止水带紧密结合，施工中如发现有破裂现象应及时修补。

5 二次衬砌脱模后，若发现施工中有走模现象，致使止水带过分偏离中心，则应适当凿除或填补部分混凝土，对止水带进行纠偏。

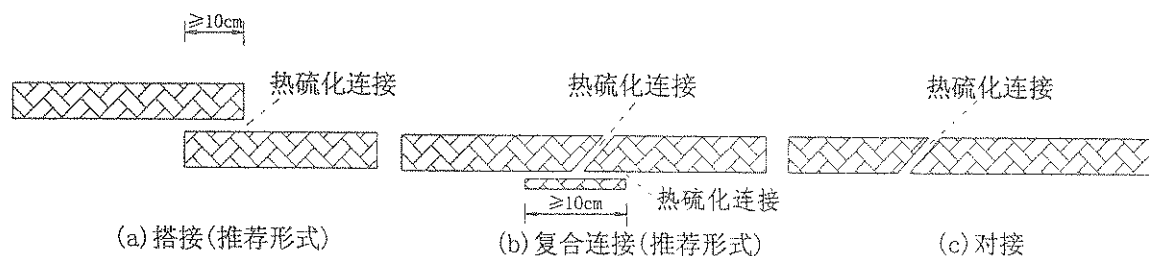
第二十条 止水带安装位置应符合下列要求：

1 止水带埋设的位置宜按衬砌厚度的一半确定，其安装的径向位置，较设计允许偏差为±5 cm，安装的纵向位置允许偏离中心为±3cm。

2 止水带应与衬砌端头模板正交，以确保止水带安装方向和质量。

第二十一条 止水带的施工应符合以下规定：

1 止水带的长度应根据施工要求事先向生产厂家定制（一环长），尽量避免接头，当确需接头时，应采取搭接、复合连接、对接等形式，如图所示。



橡胶止水带常用接头形式示意图

2 止水带连接前应做好接头表面的清刷与打毛，搭接长度不得小于 10cm，宜采用小型热焊机进行焊接，焊缝宽度不得小于 50mm。

3 止水带接头必须焊接良好，接头外观应平整光洁。

4 塑料止水带宜采用止水带塑料焊接机进行焊接。

5 橡胶止水带接头宜采用热压机硫化搭接胶合，接头强度不应低于母材的 80%。

6 采用以冷接法专用粘结剂连接时，搭接长度不得小于 20cm，粘结剂涂刷应均匀（按照产品说明书指示顺序操作）并压实。

第二十二条 中埋式止水带的施工应符合下列规定：

1 采用中埋式止水带时，应确保位置准确、固定牢靠，其中间空心圆环应与变形缝的中心线重合。

2 中埋式止水带的安装应利用附加钢筋、卡子、铁丝、模板等将止水带固定，宜采用专用钢筋套或扁钢固定，采用扁钢固定时，止水带端部应先用扁钢夹紧，并将扁钢与结构内钢筋焊牢，固定扁钢用的螺栓间距宜为 50cm。

3 中埋式止水带在转弯处应做成圆弧形，橡胶止水带的转角半径不应小于 200 mm，钢片橡胶止水带不应小于 300 mm，且转角半径应随止水带的宽度增大而相应加大。

4 中埋式止水带应固定在挡头模板上，中埋式止水带先施工一侧混凝土时，其端模应支撑牢固，严防漏浆。固定止水带时不能在止水带上穿孔打洞，不得损坏止水带本体部分，应防止止水带偏移，以免单侧缩短，影响止水效果。安装止水带时，沿衬砌环线每隔 0.5~1.0m，在端头模板上钻一个 $\phi 12\text{mm}$ 的钢筋孔，将预制的钢筋卡穿过挡头模板，内侧卡紧止水带的一半，另一半止水带平靠在挡头板上，待混凝土凝固后拆除挡头板，将止水带拉直，然后弯钢筋卡紧止水带。浇筑另一端混凝土时应用箱形模板保护。

5 止水带定位时，应使其在界面部位保持平展，不得使橡胶止水带翻滚、扭结，如发现有扭结不展现象应及时进行调正。

6 固定中埋式止水带的方法见示意图 1~3 如下。

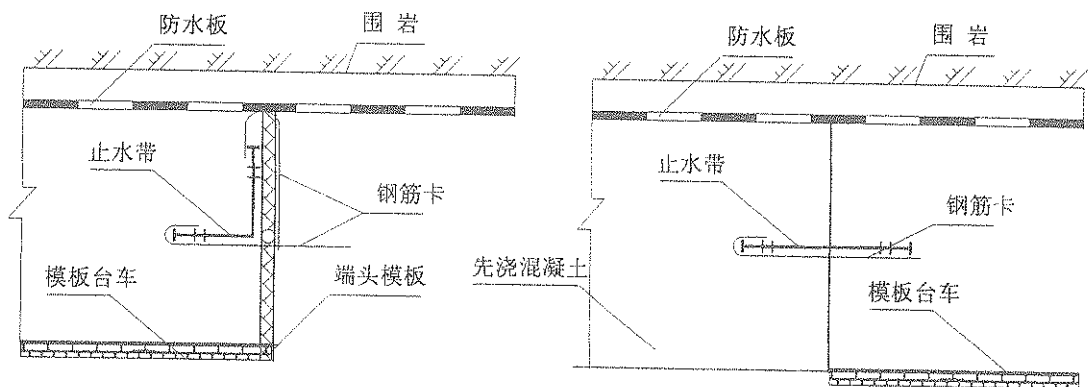


图 1 固定中埋式止水带方法

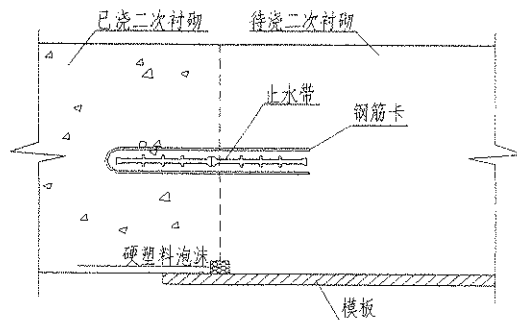


图 2 在混凝土中固定中埋式止水带

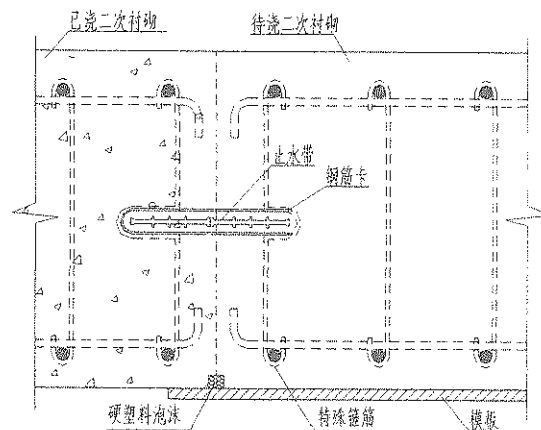
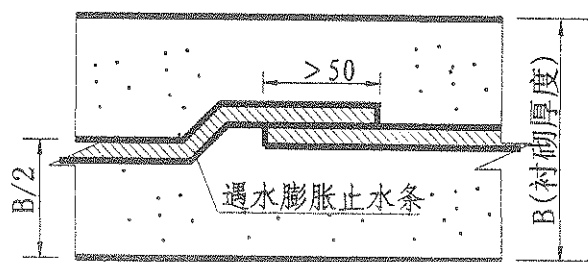


图 3 在钢筋混凝土中固定中埋式止水带

第二十三条 制品型遇水膨胀止水条的施工应采用预留槽嵌入法，并符合下列规定：

- 1 挡头板制作时应考虑预留安装止水条的浅槽。
- 2 拆除混凝土模板后，修整预留槽，将止水条嵌入槽内，并用配套的胶粘剂或水泥钉固定止水条，再浇筑下一环混凝土。
- 3 遇水膨胀止水条接头处应重叠搭接后再粘接固定，沿施工缝形成闭合环路，其间不得留断点，搭接长度不应小于 50mm，如图所示。



遇水膨胀止水条搭接示意图

4 止水条定位后至浇筑下一环混凝土前，应避免被水浸泡，必要时应加涂缓膨剂，防止其提前膨胀。

第二十四条 分区隔离防水施工缝应安设全断面出浆预埋注浆管和带注浆孔遇水膨胀止水条，其施工应符合下列要求：

1 全断面出浆预埋注浆管的安装应符合下列规定：

(1) 在安装模板的同时，将注浆管安装在混凝土表面上，注浆管间的空隙用快凝水泥填补。

(2) 注浆管应紧贴混凝土用固定夹固定，固定夹的间距不得大于 25cm。

(3) 注浆管的末端套入喇叭接口，并与封闭的聚氯乙烯（PVC）增强注浆导管连接。

(4) PVC 增强注浆导管必须暴露在混凝土外面并应注意保护。

(5) 注浆管必须覆盖施工缝的整个长度，两根相邻的注浆管末端必须重叠约 10~15cm。

(6) 衬砌边墙下边的管路应超出混凝土端头 20cm，以利于仰拱混凝土浇筑后的补充注浆。

(7) 注浆材料可用聚氨酯、丙烯酸盐等。

2 带注浆孔遇水膨胀止水条的安装应符合下列规定：

(1) 安装止水条界面的处理及止水条的固定方法同第二十三条要求。

(2) 将止水条上的预留注浆连接管套入另一条止水条上。

(3) 止水条每 30m 处安装一个三通，三通的直通部分一头插入止水条内，另一头插入注浆连接管内。丁字端头插入备用注浆管内，以备接缝渗漏水时注浆。

(4) 注浆连接管与三通连接件应粘结牢固，保证注浆管畅通。安装在三通上的备用注浆管，引入二次衬砌内侧。

第二十五条 变形缝嵌缝施工应符合下列规定：

1 应保证缝内两侧平整、清洁、无渗水、无积水，并涂刷与嵌缝材料相容的基层处理剂。

2 先设置与嵌缝材料无粘结力的背衬材料，背衬材料的设置应符合设计要求。

3 嵌缝材料与混凝土表面宜留有一定的距离，一般视温度高低宜留 5~10mm，嵌填应密实，与两侧粘接牢固。

主题词：基本建设 标准 通知

抄送：中铁工程、建筑公司，中交集团，中建总公司，中水电集团，新疆建设兵团建工集团，各设计院，铁五院，中铁设计咨询集团，铁科院，铁道出版社，地方铁路协会，经规院，工管中心，部内政法、计划、财务、科技、安监司，运输局。

铁道部建设管理司

2010年1月21日印发

