
第 1 篇 屋面工程

第 1 章 卷材防水屋面工程

卷材防水屋面是指采用粘结胶粘贴卷材或采用带底面粘结胶的卷材进行热熔或冷粘贴于屋面基层进行防水的屋面，具体构造层次根据设计要求而定。

卷材防水屋面施工方法，有采用胶粘剂进行卷材与基层及卷材与卷材搭接粘结的方法；有采用卷材底面热熔胶热熔粘贴的方法；也有采用卷材底面自粘胶粘结的方法；还有采用冷胶粘贴或机械固定方法将卷材固定于基层、卷材间搭接采用焊接的方法等。

1. 防水卷材应具备如下特性：

- (1) 水密性：即具有一定的抗渗能力，吸水率低，浸泡后防水能力降低少。
- (2) 大气稳定性好：在阳光紫外线、臭氧老化下性能持久。
- (3) 温度稳定性好：高温不流淌变形，低温不脆断，在一定温度条件下，保持性能良好。
- (4) 一定的力学性能：能承受施工及变形条件下产生的荷载，具有一定强度和伸长率。
- (5) 施工性良好：便于施工，工艺简便。
- (6) 污染少：对人身和环境无污染。

1-1 高分子复合防水卷材及其屋面防水施工技术

某工程建筑面积 5000m^2 ，屋面防水构造为水泥珍珠岩保温层上铺贴 TS-C 高分子复合防水卷材，表面为 40mm 厚 C20 细石混凝土刚性保护层（图 1-1）。屋面采用外排水方式，雨水沿屋面向女儿墙与屋面相交形成的内檐沟汇集，经水落口流入室外水落管排至地面。屋面排水坡度为 2%，内檐沟坡度为 1%。本节介绍该工程屋面 TS-C 高分子复合防水卷材施工技术。

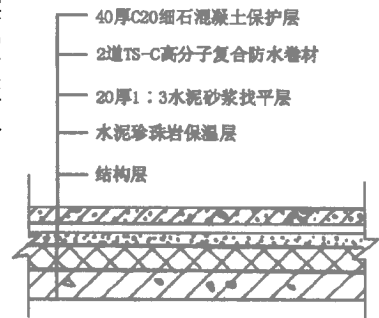


图 1-1 屋面防水构造

1-1-1 施工准备

1. 材料准备

(1) TS-C 高分子复合防水卷材

TS-C 高分子复合防水卷材，是以聚乙烯类合成高分子材料为主防水层与化纤无纺布经由自动化生产线复合而成的新型防水防渗材料，厚度仅 0.5mm ，重量为 $300\text{g}/\text{m}^2$ ，幅宽有 1120mm 、 1500mm 、 1600mm 三种规格，单卷长度从 50m 到 150m 不等。该卷材具有综合技术性能良好，抗拉强度高、抗渗能力强、低温柔性好、线胀系数小、易粘结、摩擦系数大、耐腐蚀、热稳定性好等优点。

施工前，应对进场卷材的品种、规格、型号、外观质量进行检查验收，并按规定抽样做拉伸性能、耐热度、柔性、不透水性等物理性能试验，全部合格后方准使用。

(2) 辅助材料

- 1) 聚乙烯醇胶液：用于配制防水层粘结层（水泥胶粘剂）；
- 2) 聚氨酯密封胶：水落口、排气孔等处封缝及卷材收头用；
- 3) 水泥：配制防水层粘结层、水泥砂浆保护层用；
- 4) 砂子、石子：配制混凝土保护层用。

2. 器具准备

TS-C 高分子复合防水卷材采用冷法施工，所用器具有刮板、电动搅拌机，制胶、运胶容器，舀子，剪刀，壁纸刀，扫帚，小铲等。

3. 人员准备

每个施工组宜为 7 人，其中清扫待施工屋面 1 人，制胶、运胶 3 人，铺设、压实卷材 2 人，复杂部位处理 1 人。施工前组织操作人员认真学习《屋面工程质量验收规范》（GB 50207），熟悉施工图纸，并进行技术交底。

1-1-2 施工工艺

验收基层（找平层） 清扫基层（找平层） 制备胶粘剂（随用随配制） 处理复杂部位（水落口、烟道等部位和附加层施工） 施工防水层 检验防水层 施工保护层 验收。

1-1-3 对基层的要求

1. 基层牢固，表面无明显的开裂、酥松、尖凸、凹陷、起皮、起砂现象。
2. 基层表面平整光滑，均匀一致，排水坡度符合设计要求。
3. 突出屋面结构的连接处及转角处的找平层应做成均匀一致、光滑的圆弧形，其半径为 20mm。
4. 基层无明水。

1-1-4 卷材铺贴

卷材施工适宜温度为 5℃ ~ 25℃，气温高时，水泥胶粘剂粘度应适当低些；气温低时，水泥胶粘剂粘度应适当高些。雨天禁止施工，施工中遇雨要采取防雨措施。卷材施工须在 3 级风以下进行。

1. 基层清理、弹线

- (1) 卷材施工前，须将基层上的尘土杂物认真清扫干净，并洒水保持湿润。
- (3) 弹出卷材位置的基准线。

2. 配制水泥胶粘剂

聚乙烯醇胶液与水泥的重量比为 15%，每 kg 水泥加水量控制在 0.30kg ~ 0.35kg，气温高时取偏高值，气温低时取偏低值。配置时先用水浸透水泥，然后加入聚乙烯醇胶液，用工具搅拌均匀，确认无沉淀、无凝块、无离析现象即可使用。制成的水泥胶粘剂应在 4h 内用完。

3. 附加层及节点处理

在正式铺贴卷材前，对排水集中及结构复杂的细部节点进行密封处理和附加层粘贴。密封材料采用聚氨酯密封胶，附加层使用的卷材与主防水层的卷材材料相同。

4. 铺贴卷材

- (1) 卷材平行于屋脊铺设，顺流水方向搭接。
- (2) 卷材的搭接宽度不得小于 100mm；上下两层和相邻两幅卷材接缝应错开 1/3，上下层卷材不得相互垂直粘贴。

(3) 卷材铺贴前，在铺设部位将卷材预放 3m ~ 12m，找正方向后，中间固定。将卷材一端卷至固定处，涂胶粘铺，一端粘贴完毕后，再将预放的卷材另一端卷回至已粘贴位置，连续粘贴直至整幅。铺设后的卷材下面不允许存在硬性颗粒及杂质，以免损坏卷材。涂胶铺设的具体做法是先将配制的胶用小容器倒在预粘处的找平层上，胶要连续适量用刮板刮至均匀，厚度保持在 1mm，铺卷材时用另一刮板排气压实，排出多余的胶。涂胶厚度应均匀，卷材应粘牢，无空鼓、翘边、褶皱，粘贴面积应达 85% 以上。

(4) 为防止卷材末端剥落、渗水，末端收头处须用聚氨酯密封胶封闭。封闭时必须将卷材末端处的灰尘清理干净，以免影响密封效果。

5. 特殊部位处理

在屋面防水工程中，水落口及女儿墙、管道伸出屋面等泛水处卷材施工比较困难，这些部位又极易发生渗漏。水落口处防水构造如图 1-2，女儿墙泛水处防水构造如图 1-3，管

道出屋面处防水构造如图 1-4 所示。

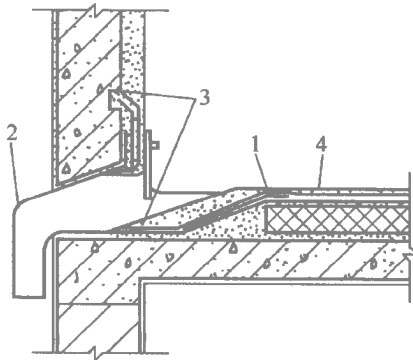


图 1-2 水落口处防水构造

1—TS-C 高分子复合防水卷材附加层；2—水落口；3—聚氨酯密封胶；4—TS-C 高分子复合防水卷材

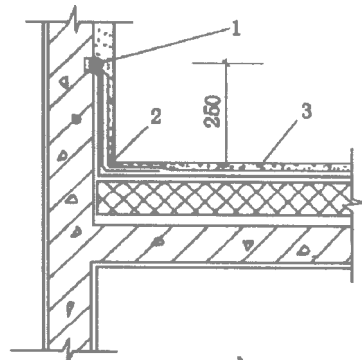


图 1-3 女儿墙泛水处防水构造

1—聚氨酯密封胶；2—TS-C 高分子复合防水卷材附加层；3—TS-C 高分子复合防水卷材

1-1-5 蓄水试验

TS-C 高分子复合防水卷材铺贴完毕并验收合格后，进行蓄水试验，在屋面蓄水 48h，经检查确认防水层无渗漏后，即可施工 C20 细石混凝土刚性保护层。

1-1-6 保护层施工

采用 40mm 厚掺 5% 微膨胀剂的细石混凝土做保护层，混凝土的配制要求是：水灰比不大于 0.55，水泥用量不小于 $330\text{kg}/\text{m}^3$ ，砂率为 35%~40%，灰砂比为 1:2.5。做 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 半缝分格，分格缝用聚氨酯密封胶嵌缝。混凝土终凝后必须立即养护，养护时间不少于 14d。

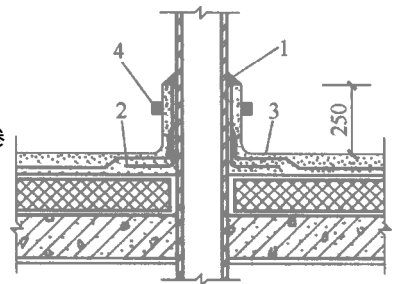


图 1-4 管道出屋面处防水构造

1—聚氨酯密封胶；2—TS-C 高分子复合防水卷材附加层；3—TS-C 高分子复合防水卷材；4—金属箍

1-1-7 成品保护措施

1. 施工人员一律穿平底鞋、胶鞋，非施工人员不得上屋面。
2. 卷材铺贴完毕后，严禁在屋面上堆放材料和工具。
3. 进行混凝土保护层施工，特别是绑扎 $\phi 4 @ 200\text{mm}$ 双向钢筋网片时，不得损坏防水卷材层。

1-1-8 技术应用效果

1. TS-C 高分子复合防水卷材施工工艺简单，工效高，在找平层潮湿的情况下，只要无明水便可施工。
2. 本工程竣工至今经 2 个雨季的考验，未发生渗漏，卷材粘贴牢固，无空鼓。

3. 价格低, 使用寿命长。该卷材的工程造价比传统的三毡四油低, 而使用寿命是三毡四油的 5~6 倍。

1-2 意大利法拉格 TPO 防水卷材的工艺特征及设计施工

TPO 是热塑性聚烯烃材料的简称, 主要由聚烯烃、软化剂 (EPR) 和各种的添加剂, 通过特殊的聚合技术加工而成。通常由橡胶组分作为软化剂。橡胶组分一般为三元乙丙橡胶 (EPDM)、丁腈橡胶 (NBR) 和丁基橡胶; 聚烯烃组分主要为聚丙烯 (PP) 和聚乙烯 (PE)。当前用得较多的是 EPDM 与 PP。

TPO 具有优异的耐候性、耐臭氧、耐紫外线及良好的耐高温和耐冲击性能, 可用普通热塑性塑料加工设备进行成型加工, 具有加工简便、成本低、可连续生产及边角余料可回收利用等优点。

目前 TPO 的生产工艺主要有机械掺混法、动态全硫化法等。机械掺混法是开发最早、技术最成熟的生产工艺。TPO 中橡胶组分根据应用领域的不同而有较大差别。动态全硫化法生产的 TPO 中, 橡胶组分含量高达 60%~70%, 制品的抗动态疲劳性能优异, 耐磨性、耐臭氧及耐候性能好, 撕裂强度高, 压缩变形及永久变形小, 综合性能优于三元乙丙硫化橡胶, 而且加工较容易, 能以较低的生产成本制得可替代热固性硫化橡胶的制品, 有较强的竞争优势和广泛的应用领域。

1-2-1 法拉格 TPO 防水卷材的生产工艺

法拉格 TPO 卷材的生产工艺, 是以多种聚烯烃混合物为主要原料, 并加入多种添加剂, 进行加热、挤压等工序而成。法拉格的独特工艺还包括:

1. 在一次成形的三角形挤压过程中压缩了一层强化网 (如图 1-5 所示), 使 TPO 形成了完全均匀的片材, 稳定性强, 抗拉强度高。

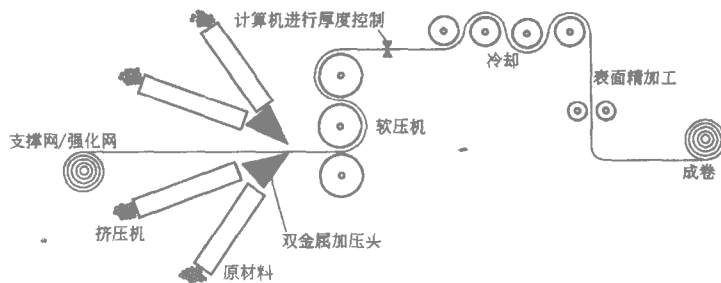


图 1-5 法拉格 TPO 生产工艺示意图

2. 强化网的两面可以是不同颜色、不同配方, 以适应卷材两面接触的不同环境。

3. 经过三次金属挤压后生产出的双色卷材, 两面具有不同的物理——化学性质, 具有预警层系统。预警层系统通过颜色的变化, 可以迅速显示出防水卷材上的所有漏洞和裂缝。

1-2-2 法拉格 TPO 防水卷材的性能和特点

1. 物理和化学性能见表 1-1。

表 1-1 TPO 防水卷材的物理和化学特性

项目	指标				
	1.2	1.5	1.8	2.0	2.5
厚度 (mm)	1.2	1.5	1.8	2.0	2.5
重量 (kg/m ²)	1.10 ± 5%	1.35 ± 5%	1.63 ± 5%	1.80 ± 5%	2.27 ± 5%
断裂强度 (N/5cm)	≥ 500	≥ 600	≥ 750	≥ 800	≥ 1000
断裂伸长率 (%)	≥ 550	≥ 550	≥ 550	≥ 550	≥ 550
撕裂强度 (N)	≥ 130	≥ 160	≥ 190	≥ 220	≥ 270
抗穿刺性 (mm)	≥ 400	≥ 700	≥ 900	≥ 1150	≥ 16505.12
冷弯 (°C)	≤ -35	≤ -35	≤ -35	≤ -35	≤ -35
抗流体静应力 (在 2 巴压强下测试 24 小时)	防水	防水	防水	防水	防水
在 80°C 温度下放置 6 小时后的空间稳定性 (%)	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1*	≤ 0.1	≤ 0.1
抗人工风蚀性	无破裂	无破裂	无破裂	无破裂	无破裂
根部防护性	无渗透	无渗透	无渗透	无渗透	无渗透
刚性底层防冰雹性能 (m/s)	≥ 17	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25

2. 法拉格防水卷材的主要特性：

柔韧性好，高极限延展率，高抗拉强度，即便发生结构运动或地面沉降，也能保持其完整性、耐久性，适用于潮湿的环境；高阻抗；抗静态穿刺；抗动态穿刺；化学防腐性；抗细菌、真菌和微生物的侵入；防火性；不污染饮用水源；优秀的可焊接性；除此之外，法拉格 TPO 防水卷材还具有如下特点：

1) 广泛的适用性和兼容性。由于法拉格防水卷材使用土工织物做找平层，且其卷材本身具有良好的柔韧性，所以法拉格 TPO 防水卷材适用于任何合理 D/L 值结构层而不会产生顶破或撕裂现象。由于法拉格防水材料中的紧固垫圈和防水层材质相同，所以特殊配件之间的紧固密封性能比较好；

2) 预警功能。TPO 防水卷材安装后，混凝土浇注前这段时间的施工非常容易给防水卷材带来损伤，从而影响整体的防水效果。法拉格防水材料的防水层表面如果产生裂痕或损伤，其下面一层颜色就会显露出来，从而直观地达到预警效果；

3) 易于进行质量检测。法拉格 TPO 防水卷材的焊接采用双焊缝焊接技术。焊接完成后可以通过气压测试对焊接质量进行检测；

4) 良好的环保性。法拉格的防水卷材均具有抗腐蚀，不污染水源、不挥发的特性。

1-2-3 法拉格 TPO 防水卷材的设计理念

下面以 TPO 为例，简单介绍法拉格一般防水体系：

1. 结构层

防水体系各层都将在这一基础上进行。国内通常用 D/L (D 为喷射混凝土两相邻凸面间凹进程度, L 为两凸面间距离值) 来表示基面凹凸度。

2. 找平层

这一层保证结构表面的光滑, 防止瑕疵、残余物或其他不光滑的地方刺穿防水层, 这一层由 $\geq 500\text{g}/\text{m}^2$ 的土工布在干燥的条件下铺设而成, 搭接 $100\text{mm} \sim 150\text{mm}$ 。土工布选用由结构层的 D/L 决定, 净重越大适应大 D/L 结构层的效果越佳。

3. 排水层

这一层为防水体系提供合适的排水系统, 由找平层的土工织物和排水管道组成, 针对隧道等工程环境。

4. 防水层

即相应的 TPO 卷材。预警层与防水层在工厂生产的过程中即结合在一起。如果防水层产生裂缝, 其下面一层的不同颜色就会显露出来。

5. 保护层

保护防水层不受后期安装工程带来的意外损害。

6. 紧固件

防水层的支撑系统, 方便防水层的施工。

7. 分隔体系

这一体系能够把防水工程分隔成多个部分, 以备将来维修时注入水活性树脂。分隔体系由同类材料 (TPO) 制成, 焊接在已有的防水层上, 每个分隔体系应 $\leq 200\text{m}^2$ 。

8. 检查和注入体系 (管道注入)

在必要的情况下, 可以通过检查和注入体系对分隔体系进行检查修复。它由预先准备好的, 同类材料 (TPO) 制成的阀门构成, 可以直接对防水层与其下一层之间的空洞部分进行填注, 从而达到在防水体系寿命期内进行监控和维修。

1-2-4 安装施工工艺

1. 存储

法拉格 TPO 卷材表面容易产生静电, 在开卷后不能马上进行焊接的情况下, 焊接前要用法拉格 TPO 清洁剂清洁卷材。

2. 焊接

法拉格 TPO 防水卷材通过热风焊自体连接, 可选用手工或自动焊接装置的焊接方式。手工焊接采用热焊枪。焊接分为预焊接和主焊接两部分。

自动焊接使用楔形热焊机。进行加热的部分是楔形焊嘴, 它能够保持 40mm 宽的焊缝, 进行连续的双焊缝焊接。即使施工现场有易燃、易爆气体, 该焊机的操作也绝不会引起爆炸。

对于厚度超过卷材厚度两倍以上地方，如 T 形结点，可以使用倒棱刀具，对前缘进行切割，处理焊缝。前缘上所有锋利的边缘，都应该用剪形夹弄钝。

3. 检测

(1) 卷材表面检测

法拉格防水层两面的颜色是对比色，损伤会明显地表现出卷材内层较深的颜色，这样可以直接看出安装好的卷材整体质量。对破损处通过焊接同材质的防水材料进行修补。

(2) 焊接质量检测

焊缝质量检测，可以采取机械检测、气密检测或破坏性检测。

1) 机械检测（手工热焊枪进行的焊接）

机械检测是在材料冷却以后把焊枪杆的钝头沿着焊缝线划过，加以足够的压力，来检查任何薄弱的地方或者结合不够紧密的地方。如果发现任何空洞或焊接不紧密处，进行清洁后重焊或用 120mm 宽的同种材料在原来的焊缝上再焊接一次。

2) 气密检测（自动焊接机的焊接）

把即将进行测试的焊缝的两头封住，用脚踏泵向两条焊缝中间注入空气，使气压接近 2pa。等候 1 分钟，以保证沟槽内部扩张完全。然后将气压稳定到 2pa 后开始测试。十分钟后，再次检测气压。气压降低 20%（由卷材自身膨胀引起）是允许的。如果使用的是法拉格的透明卷材，气流测试也可用对比色液体压力测试代替。任何不完美的焊接上，都会留下颜色。这种气流测试能够保证焊缝结合的质量，并保证对焊缝进行客观的检测。

3) 破坏性测试

破坏性测试是通过焊缝样品进行极限伸长率测试来实现的。测试时，合格的焊缝不应出现分离或表面撕裂现象。

4. 安装

(1) 水平方向

在结构层上铺上 $\geq 500\text{g}/\text{m}^2$ 的土工布找平层，可以对条件不好的结构层进行整形。铺防水层，将邻近的两个边缘焊接在一起。完成最后的安装检查后，用焊枪把分隔系统的隔水柱焊接到已有的防水层上。每一个分隔区 $\leq 200\text{m}^2$ ，否则防水体系会发生分裂。同时完成控制组件和注入组件的安装。然后，应该在 TPO 中安装防水层的机械保护层。安装方法同防水层的安装方法。保护层被焊接到分隔防水柱的“两翼”，使各个分隔区自成一體。

如果防水体系发生断裂，独立的分隔区会渗水。因此，用特殊的控制组件（注入管道）能够简化检测破损的方式，由于每个分隔区中都注满了水活性树脂，维修工作非常简单，能够轻易恢复系统的完整性。

一旦水平面上的封闭部件安装完毕，就应立即对其周边进行临时固定。这样做是为了与垂直的防水层相连接。

(2) 垂直方向

安装找平层后，用热风焊把合适数量、同种材料的热圈焊到防水层上，来支撑防水层。其他同水平方向安装。

(3) 隧道拱顶

隧道拱顶施工时垂直于纵向轴进行横向安装，其他同垂直方向安装。

(4) 屋面系统

法拉格屋面系统，需要根据屋面的结构和功能，进行系统的设计施工。如上人屋面与不上人屋面，屋顶花园，隔热，保暖，防潮要求等等。

1-3 保温防水卷材施工技术

EPDM 防水卷材具有优良的保温、耐热、防水、防腐等特点，其卷材弹性、延伸率、抗拉强度高，并且有优良的施工性能，可在波形钢板屋面、钢筋混凝土预制和现浇等屋面中应用。1999 年在厦门柯达感光厂工程中首次用于国内工程。屋面防水构造为刚性现浇钢筋混凝土板上锚贴 ISO 保温板（70mm 厚），再粘贴 EPDM 防水卷材（1.51mm 厚），表面涂刷防护剂。本节介绍该工程屋面 EPDM 保温防水卷材施工技术。

1-3-1 防水材料

1. EPDM 防水卷材是一种塑化的单层高分子聚合物薄膜，黑色。

ISO 95 + 保温泡沫板是异氰酸酯聚合保温泡沫板，有一定的抗压强度（面层有玻璃钢做保护）

2. 聚氯丁橡胶胶粘剂：粘结 EPDM 防水卷材与 ISO 保温板用，也可直接涂刷于基层粘结防水卷材。

3. 快干底漆：接缝拼接处和收口处为卷材防水层提供超强粘结力。

4. 自融化橡胶粘结带、接缝聚合橡胶密封膏、硅酮密封膏嵌填卷材收头和接缝拼接处及钢锚钉。

1-3-2 施工工艺

基层检查清扫 保温板铺设及锚固 试铺 EPDM 防水卷材 节点处理涂刷胶粘剂 滚铺卷材→滚压、排气压牢 搭接缝细部处理 收头固定、密封 钉卷材收头铝合金压条并密封 检查、清理、修整。

1-3-3 基层处理

1. 基层检查：基层表面应平整，均匀一致，排水坡度符合设计要求。表面无大于 0.3mm 的裂缝及麻面、起砂、起壳等缺陷。基层应干燥并经修整与清理。

2. 该防水卷材为干作业，由于基层已干燥，且保温泡沫板也不存在水分的散发，故无须设置排气道、排气孔。

1-3-4 ISO 保温板安装

1. 在基层上根据保温板尺寸弹出矩形方格网，保温板交错排列，接头不应列于同一线上。

2. 根据基准线排列的保温板，使用电钻（钻头为 $\phi 6 \times 150\text{mm}$ ）在保温板和基层上钻孔，用手锤将带有钢垫板的钢钉打入孔中（钢钉为 $\phi 5 \times 120\text{mm}$ ）。

3. 铺设完保温板后，粘贴防水卷材部分用塑料布覆盖，以防下雨淋湿。

1-3-5 卷材铺贴

卷材铺贴按先高后低、先远后近顺序施工。垂直屋脊方向铺贴，卷材方向与流水坡度平行，卷材搭接要上压下，顺流水方向接槎。具体铺贴工艺如下：

(1) 在保温板上根据卷材的宽度弹出卷材自身位置。

(2) 根据出屋面的各种管道孔位置在卷材上剪出孔洞。

(3) EPDM 薄膜每次铺贴面可随意控制（最大一次可铺设 $10\text{m} \times 60\text{m}$ ），需先试铺，然后沿卷材最短方向卷起，卷至本次卷材施工面积的一半即可。待此一半粘结后再卷起另一半涂刷铺贴。

(4) 将粘结剂用手持电动搅拌机搅拌均匀，用长柄大滚刷将粘结剂均匀滚涂在基层面上。在保温板滚涂粘结剂后，立即在经试铺并已卷起的 EPDM 卷材的面上滚刷上同样的粘结剂。沿卷材搭接缝一侧留出 100mm 不涂，晾晒 15min 左右。

(5) 将已涂粘结剂并已晾至适度的防水卷材由数人按等间距（ 2m 左右）抬起卷材边，轻轻抖动，再缓缓地向前铺展。操作人员用力要适度，推进速度一致，半幅铺平后立即用干净的长把滚刷从卷材的粘结半幅处向卷材的一端横向顺序滚压一遍。铺贴后，卷材表面不应有褶皱和气泡。

(6) 将搭接缝处留设的 100mm 宽的卷材卷起，使用小滚刷（ $\phi 25 \times 100\text{mm}$ ）将已搅拌均匀的快干底漆涂于上下两层， 1min 后将自硫化橡胶粘结带贴于接缝处（露出 5mm ），然后将上层卷材松开，撕去橡胶粘结带上的硬质隔离纸，用手持压辊滚压接缝，再用胶枪内聚合橡胶密封膏将接缝封严（图 1-6）。

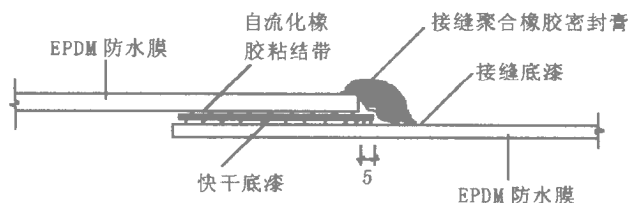


图 1-6 接缝处理示意

(7) 卷材末端收头处须按设计要求处理，并用聚合橡胶密封膏封填严密，宽度不小于 10mm ；也可用压条压住收头处，再用射钉枪或自攻螺丝按 $@ 300\text{mm}$ 左右将末端收头固定牢固，边口也用防水密封膏嵌封严密。

(8) 为检修屋面设施或其他作业，应设置人行橡胶垫板。

1-3-6 蓄水或淋水试验

EPDM 保温防水卷材铺贴完毕并经验收合格后，进行局部蓄水和大面积淋水试验，经蓄水 72h 和经 6 次中大雨后，方可检查确认防水层无渗漏。

1-3-7 涂防水层表面的着色保护剂

先将卷材表面杂物、灰尘清理干净，并用水枪冲刷一遍，表面晾干后用长柄滚刷均匀地将着色保护剂滚涂于卷材表面上，待第一遍彻底干燥后再滚涂第二遍，滚涂过的表面严禁上人，以免踩坏涂层。

1-4 三元乙丙橡胶防水卷材应用技术

三元乙丙橡胶防水卷材（简称 EPDM），在 20 世纪 50 年代早期首次应用于屋面，在今天的卷材市场中仍占据着主导地位。

美国 EPDM 标准产品有 3 种类型：Ⅰ型为无增强型，适用于各种领域防水的全粘施工；Ⅱ型为增强型，适用于屋面防水采用机械固定施工；Ⅲ型为带背衬型，适用于与各种基层粘结的需要。

EPDM 卷材应用领域广，有多种施工方法，较普遍的有全粘法、松铺法、机械固定法。

1-4-1 全粘法

采用专用胶粘剂将 EPDM100% 的与基层粘接。这是我国目前采用的方法，但在施工技术和防水体系上与国外还有很大差距。以下介绍全粘防水系统。

1. EPDM 产品规格

(1) 无增强型

黑色；标准宽度为 1.37m、3.05m、4.57m、6.09m、9.14m、12.19m、13.72m、15.24m；长度为 15m、20m、38m、45m、60m；厚度为 1mm~2mm。

(2) 带背衬型

底部衬有 1.4mm~2.54mm 厚纤维毡，标准宽 3m；长 15m。

(3) 增强型

聚酯纤维增强。

2. 配套材料

(1) 基层处理剂。

(2) 胶粘剂：高强基层胶（90-8-30A 和 B-500）和搭接胶（EP-95）。

(3) 搭接清洗剂。

(4) 密封膏：搭接密封膏和内封口密封膏。

(5) 压敏产品：非硫化胶带、压敏防水板、阴阳角和浇注密封剂套等。

(6) 泛水：硫化和非硫化型。

(7) 配件：密封紧固件、垫层和固定条、镶边板、收头条。

(8) 保护层：卷材与垫层之间用配套的水平垂直的、具有疏水功能的塑料保护板。

(9) 其他产品：顶盖、反泛水、金属件等。

3. 施工工艺

(1) 施工准备

将表面水泥沫、团聚物、突起、油脂、脏物等除去；修补混凝土空洞、粗糙表面；用密封剂修补超过6.35mm (0.25 英寸) 的伸缩缝和裂缝。

(2) 铺贴 EPDM

1) 水平部分卷材施工方法

全粘：将卷材置于施工平面，不要拖拉；粘结前让卷材自由放置 12h；将卷材一半折起，折起部分不要起皱和弯曲；用油漆滚在卷材和基面上均匀涂刷粘结剂，用量为 4.8 m/L，卷材搭接部分不涂；待粘结剂干至不粘手指；滚压卷材至基面，注意不要起皱；辊压卷材使之与基层紧密接触；重复上述步骤将另一半卷材粘结；用同样方法对其他卷材进行粘结，长边搭接至少152.4mm (6 英寸)短边至少304.8mm (12 英寸)

将卷材松铺于防水胶粘剂上（见图 1-7）。

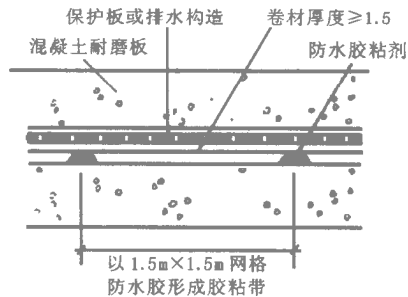


图 1-7 防水胶粘剂粘结示意

2) 垂直部分卷材施工方法

全粘。

卷材与层面接触顶部的 25% 全粘，周边 457.2mm (18 英寸) 刷胶。

3) 卷材搭接方法

一般做法：搭接边用清洗液处理，除去表面的脏物，用搭接清洗器或刷子擦洗表面；将搭接胶搅匀（至少 5min），用细毛滚涂刷 EP-95 搭接胶，涂刷量为 6.8m/L，涂刷应均匀，不允许有球状或坑状胶存在；搭接胶干后，将 1 条 3mm~6mm (0.125~0.25 英寸) 宽的密封带贴于卷材底部内边缘 1/2 处；待胶干至不粘手且用手推不移动时，将卷材翻搭进行粘结，并用手压紧，注意不要使卷材起皱，产生鱼眼；用钢滚进行滚压，朝向搭接边缘，注意不要与搭接边平行，良好的搭接，应能使密封带突出，触摸有明显感觉；至少 2h 后再进行搭接密封，将搭接头尾 25.4mm (1 英寸) 用清洗液清洗，按包装箱上的速率对搭接密封胶进行施工，要将搭接边完全遮盖，用专用工具进行薄边式铺开。

美国铁路工程协会推荐做法（用于地下隧道工程）：对搭接边进行标记，并将卷材翻起 304.8mm (12 英寸) 以方便清洁和 EP-95 搭接胶施工；除去表面杂物和脏物，用搭接扫帚进行清扫或擦除，也可用温肥皂水或清水进行洗涤；用搭接清洁剂将搭接边清理干净直至见到卷材的本色；用漆刷按安装箱上的刷漆速度对 EP-95 搭接胶进行施工，施工区应比 158.75mm (6.25 英寸) 宽的 Butyl 胶带宽 25.4mm (1 英寸) 不要出现球状或坑状胶 待胶干至不粘手且用手推不动时再进行下一步施工；将 3mm~13mm (0.125~0.5 英寸) 的

丁基胶带粘在搭接头边缘，沿胶带长向进行滚压以免进入空气；除去胶带表面的聚乙烯膜，将卷材翻折过来，注意不要拉拽；将卷材沿与搭接边垂直的方向进行压紧；用钢滚进行滚压，朝向搭接边；至少 2h 后才进行搭接密封（同一般做法）。

(3) 细部处理

卷材收头、管道根部、雨水口处理如图 1-8~1-11 所示。

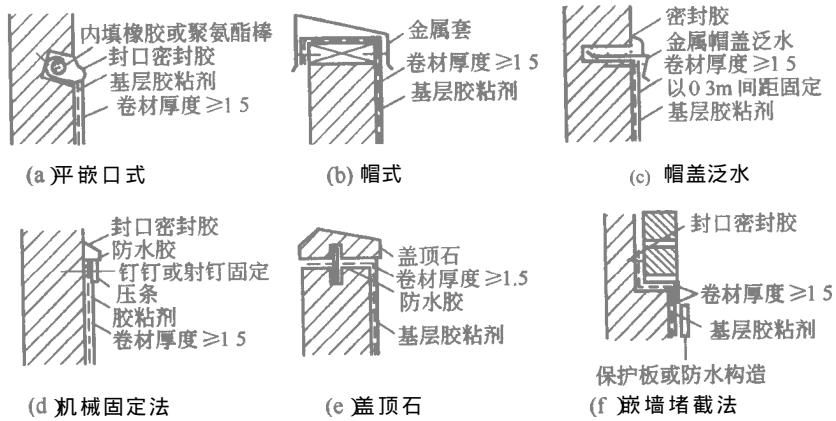


图 1-8 卷材立面收头

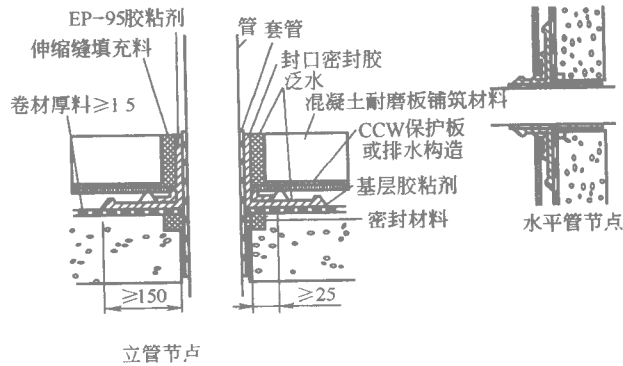


图 1-9 管道根部泛水

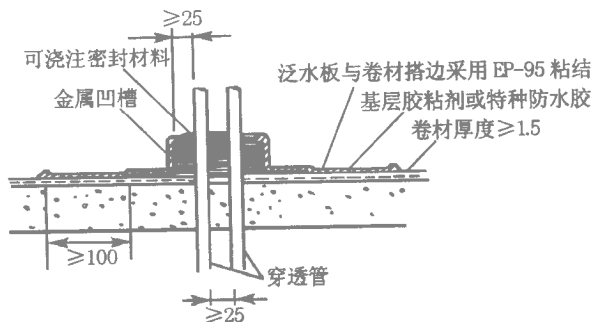


图 1-10 管束根部处理

1-4-2 松铺法

松铺主要用于合成橡胶的单层卷材。这类卷材除标准的 1m、2m 宽外，还有 4m、6m，甚至更宽的，并可在工厂或现场粘接成数百乃至上千平方米的一整块片材。施工时将片材铺在保温材料或平整的混凝土基层上，四周采用全粘的形式固定，片材上部一般用 $50\text{kg}/\text{m}^2 \sim 70\text{kg}/\text{m}^2$ 的砾石压顶，也有用混凝土板及其他材料进行压顶的。

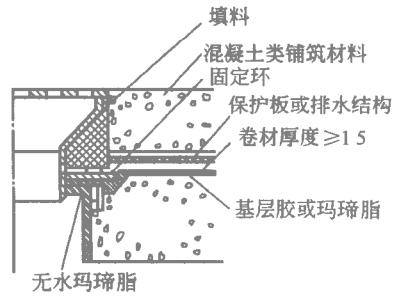


图 1-11 雨水口处理

就橡胶防水材料而言，其本身的质量已完全可以保证 25 年以上的使用寿命，渗漏一般出现在接缝及泛水、通风口等特殊部位，因此，松铺系统近几年的发展主要体现在配套材料品种的增加及粘接剂性能的提高。

松铺法较适于平屋面、低坡屋面，并要求建筑具有足够的承载力。松铺法的优点是铺装费用低，施工速度快，特别适用于大面积施工；防水材料不受屋面结构变形的影响；材料不与外界气候直接接触，耐老化性显著提高，水蒸气能够逸出。

为提高屋面的利用率，改砾石压顶为混凝土板压顶已十分普遍，即在松铺的卷材上沿一定的间距排放可调节高度或固定高度的支架，支架的顶部有一托板，在 4 个不同的方向托住混凝土板的 4 个角。这种压顶法的优点是支架简单、易做，可基本解决积水问题，在屋面为上人屋面时还可以利用。有的国家甚至规定，在屋面达到一定高度或在沿海及大风地区，若防水层为松铺就必须采用混凝土板进行压顶，以防止砾石被风吹落或刮散。

1-4-3 机械固定法

机械固定的方法有多种，通常采用的是穿透式固定法，也就是用螺栓将卷材与基层或保温材料固定在一起，然后搭上相邻的卷材。卷材的搭接多采用粘接或焊接的方法，也有使卷材对接，然后在接缝处粘接或焊接密封带的。此外，还有非穿透式机械固定和轨道式机械固定，但这种机械固定只限于合成橡胶卷材。

机械固定在西方国家发展较快，主要是因为西方国家屋面结构已大大简化，特别是工业建筑屋面中，金属板屋面占有较大比例，这类屋面在铺保温材料后十分适合用机械的方法固定防水材料。

机械固定的要求一般视不同的防水材料和基层而有所不同，如金属肋条板屋面，在上面铺保温材料和防水材料时，金属肋条板的厚度要求不低于 0.75mm 。因为考虑到施工重量，维修时人员、设备的移动，风揭力的影响，固定卷材的钉子紧固力要大于或等于 500N 。这就要求金属基层具有足够的厚度，以保证其强度。

机械固定法避免了全粘法的高铺设费用，以及一些基层对胶粘剂及卷材的特殊要求和松铺法砾石压顶对建筑承载力的要求，因而发展较快。推动机械固定法发展的一个重要原因是操作及施工机具都十分简单，主要施工机具为压板、螺钉、射钉枪等。

1-5 粘结密封胶带在防水卷材施工中的应用

硫化型橡胶防水卷材（主要包括三元乙丙橡胶防水卷材、氯化聚乙烯-橡胶共混防水卷材等）具有耐腐蚀、抗老化、回弹性好、拉伸强度高、延伸率大、对基层伸缩或开裂变形的适应性强等特点，因此，在国内外建筑防水工程中应用量较大，并呈现持续上升的趋势。但由于这类卷材特别是三元乙丙橡胶防水卷材接缝部位的粘结密封较困难，有的接缝因选用胶粘剂不当，或涂胶粘剂时厚薄不均、胶粘剂的耐水性较差等原因，造成卷材防水层因接缝粘不牢或封闭不严密而导致渗漏水事故时有发生。

为确保硫化型橡胶卷材接缝部位粘结牢固、封闭严密以及适应环境保护的要求，美国和日本等国家先后研制开发和应用了以丁基橡胶、聚异丁烯橡胶或两者的共混体为主要原料制成的双面粘密封胶带进行卷材接缝及收头的粘结密封处理，并用单面粘密封胶带对接缝边缘进行覆盖密封，不但能提高卷材防水层接缝的粘结和密封性能，确保防水工程质量，而且减少了挥发性有机溶剂对环境的污染。

1-5-1 粘结密封胶带的组成、构造和适用范围

1. 无胎体增强的双面粘密封胶带

该胶带是由异丁橡胶或丁基橡胶为主体，加入适量的增粘剂和化学助剂等，经混炼、挤出或涂覆并覆盖双面隔离纸等工序加工制成，胶带厚度为 $0.5\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ 。主要适用于硫化型橡胶防水卷材接缝和收头部位的粘结密封处理，并可用做水落口、管根和阴阳角等异形部位的附加层。

2. 聚酯纤维无纺布增强的双面粘密封胶带

该胶带是以聚酯纤维无纺布为胎体，在胎体两面复合或涂布异丁橡胶或丁基橡胶胶粘剂并覆盖双面隔离纸制成，胶带厚度 $0.5\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ 。主要适用于硫化型橡胶防水卷材接缝和收头部位的粘结密封处理。

3. 聚酯纤维无纺布覆面的单面粘密封胶带

以表面平滑的聚酯纤维无纺布为覆面材料，单面复合或涂布异丁橡胶或丁基橡胶胶粘剂，并覆盖单面隔离纸制成，胶带厚 $0.5\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ 。主要适用于卷材接缝边缘和卷材防水层收头部位进行增强密封处理，同时也可用于钢筋混凝土构件接缝的粘结和密封施工。

4. 铝箔聚酯复合膜覆面的单面粘密封胶带

以铝箔聚酯复合膜为覆面材料（聚酯薄膜厚 0.05mm 、铝箔厚 0.025mm ）单面复合或涂布异丁橡胶或丁基橡胶胶粘剂，并覆盖单面隔离纸制成，胶带厚 $0.5\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ 。主要适用于金属板材屋面接缝的粘结密封处理，也可用于外墙板缝、窗框接缝的密封防水处理，其粘结密封和耐候性能优异，施工方便。

1-5-2 粘结密封胶带的特点及主要技术性能

1. 由工厂定型生产，产品厚薄均匀，宽度一致，便于对卷材接缝粘结牢固、封闭严密，比涂刷液态胶粘剂更容易保证防水工程质量。