

防水工程质量控制要点



防水工程

- 概述
- 屋面防水工程
- 地下防水工程

中国冶建第一军



概述

防水工程作用

延长建筑物寿命



满足使用功能要求



改善使用环境



中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.



渗漏影响建筑物寿命



中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.



渗漏影响地下室使用



中国冶建第一军



渗漏影响卫生条件





防水部位

屋面防水



地下防水



用水间防水



外墙防水



阳台防水





屋面防水



中国冶建第一军



地下防水



中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.



用水间防水



中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.



外墙防水



中国冶建第一军



阳台防水



中国冶建第一军

防水工程分类



中国冶建第一军



防水工程应遵守的原则

防排结合



刚柔并济



多道设防



综合治理





防排结合



中国冶建第一军



刚柔并济



中国冶建第一军



多道设防



中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.

综合治
理



材料是基础



设计是前提



施工是关键



管理是保证

中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.

屋面防水工程

防水屋面种类

卷材防水屋面

涂膜防水屋面

刚性防水屋面

瓦屋面

中国冶建第一军

屋面防水等级和设防要求

项 目	屋面防水等级			
	I 级	II 级	III 级	IV 级
建筑物类别	特别重要或对防水有特殊要求的建筑	重要的建筑和高层建筑	一般的建筑	非永久性的建筑
防水合理使用年限	25 年	15 年	10 年	5 年
设防要求	三道或三道以上防水设防	二道防水设防	一道防水设防	一道防水设防
防水层选用材料	宜选用合成高分子防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材	宜选用高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材	宜选用高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材、三毡	可选用二毡三油沥青防水卷材、高聚物改性

中国冶建第一军

卷材防水屋面

1 卷材防水屋面构造

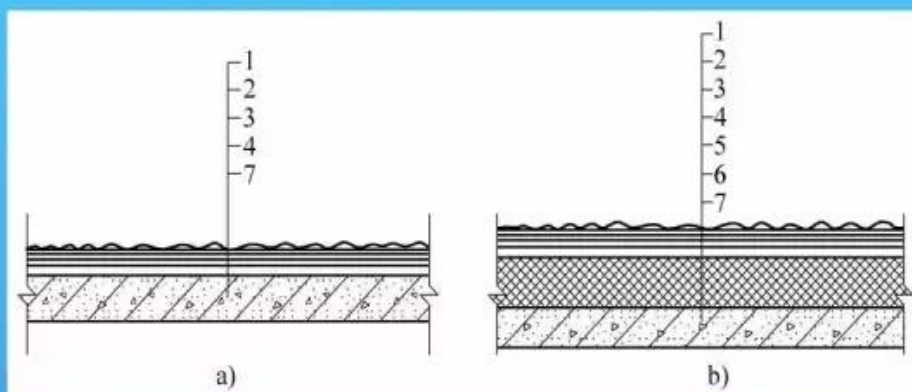


图 10.2.1. 卷材防水屋面构造层次示意图

a) 不保温卷材防水屋面 b) 保温卷材防水屋面

1—保护层 2—卷材防水层 3—结合层 4—找平层 5—保温层 6—隔汽层 7—结构层

中国冶建第一军

2 防水材料





基层处理剂选材必须与卷材的材性相匹配。

基层处理剂

冷底子油

沥青防水卷材

甲苯或二甲苯

高聚物改性沥青防水卷材

聚胺酯底胶

三元乙丙橡胶卷材
(合成高分子卷材)

404胶粘剂

氯化聚乙烯卷材
(合成高分子卷材)

BX-12粘结剂

聚氯乙烯-橡胶共混卷材
(合成高分子卷材)

中国冶建第一军



胶粘剂

沥青胶

沥青防水卷材

氯丁橡胶改性
沥青胶粘剂

高聚物改性沥青防水卷材

CX-404胶粘剂

三元乙丙橡胶卷材
(合成高分子卷材)

BX-12胶粘剂

氯化聚乙烯-橡胶共混卷材
(合成高分子卷材)

中国冶建第一军



3 找平层施工

(1) . 材料做法

1: 2.5~1: 3的水泥砂浆, 厚度20~25mm;

C20细石混凝土, 厚度为30~35mm;

1: 8沥青砂浆



(2) . 施工要求

平屋面采用结构找坡不应小于3%，采用材料找坡宜为2%；天沟、檐沟纵向找坡不应小于1%，沟底水落差不得超过200mm。

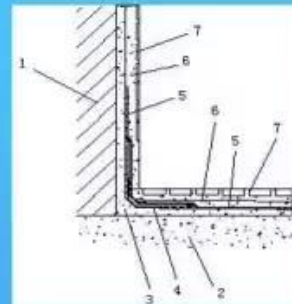
找平层宜留设分格缝，缝宽宜为20mm，并嵌填密封材料。分格缝纵横最大间距：采用水泥砂浆、细石混凝土时，不宜大于6m；沥青砂浆时，不宜大于4m。



中国冶建第一军



基层与突出层面结构（如女儿墙、立墙、天窗壁、变形缝、烟囱等）的连接处，以及基层的转角处（水落口、檐口、天沟、檐沟、屋脊等），均应做成圆弧。



细石混凝土和水泥砂浆找平层应充分养护，一是要求养护及时，二是要求养护有一定的时间，一般应在一周以上。

找平层含水率一般在12%以下铺设防水层比较适宜的。

中国冶建第一军



4 隔汽层施工

在纬度40° 以北地区且室内空气湿度大于75%，或其它地区室内空气湿度常年大于80%时，若采用吸湿性保温材料做保温层，应选用气密性、水密性好的防水卷材或防水涂料做隔汽层。防止室内的水汽渗入保温层使保温材料受潮，导致降低材料的保温性能。

隔汽层采用卷材时，可用空铺法（卷材与基层仅在四周一定宽度内粘结，其余部分不粘结的施工方法）施工，卷材搭接宽度不得小于70mm。

屋面隔汽层铺设前，基层必须干燥、干净，隔汽层必须是整体连续、封闭的整体。

中国冶建第一军



空铺法

中国冶建第一军



5 保温层施工

(1) 松散材料保温层施工

铺设松散材料有膨胀珍珠岩、膨胀蛭石等，施工前保温层的基层应平整、干燥、干净。松散保温材料应分层铺设，并适当压实，每层虚铺厚度不宜大于150mm，压实程度与厚度经试验确定。



中国冶建第一军



(2) 板状材料保温层施工

板状保温有：聚苯乙烯泡沫塑料、硬质聚氨酯泡沫塑料、泡沫玻璃、加气混凝土板、膨胀珍珠岩板等。

干铺的板状保温材料，应紧靠在需保温的基层表面上，并应铺平垫稳。分层铺设的板块上下层接缝应相互错开，板间缝隙应用同类材料嵌填密实。

板状保温材料较轻，一般用低强度等级水泥砂浆粘结，否则遇下雨会飘浮，或被大风刮走。用水泥砂浆粘贴板状保温材料时，板间缝隙应用保温灰浆填实并勾缝。

一般在施工板状保温层时，应立即做保护层。

中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.



保温板（挤塑板）



板状保温铺设



板状保温铺设



保护层施工

中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.

（3）整体现浇保温层施工

主要有沥青蛭石、沥青珍珠岩、水泥蛭石、水泥珍珠岩、现浇硬泡聚氨酯等整体现浇保温层。

水泥膨胀蛭石、水泥膨胀珍珠岩的拌合宜采用人工搅拌、应拌合均匀，随拌随铺；虚铺厚度应根据试验确定，铺后拍实抹平至设计厚度，压实抹平后应立即抹找平层。



中国冶建第一军



硬泡聚氨酯现浇喷涂施工时，气温应在 $15\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，风速不要超过 5m/s ，相对湿度应小于85%，否则会影响硬泡聚氨酯质量。喷涂时应使喷枪运行均匀，使发泡后表面平整，在完全发泡前应避免上人踩踏。



中国冶建第一军



6 卷材防水层施工

(1) 卷材防水层施工一般要求

基层处理：当基层喷涂或涂刷基层处理剂时，喷涂应均匀一致，后一遍喷、涂必须在前一遍干燥后进行，待最后一遍喷涂干燥后，方可铺贴卷材。



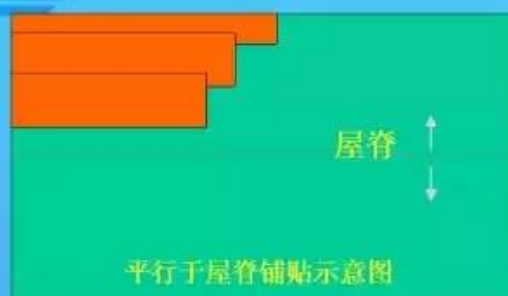
中国冶建第一军



卷材铺设方向：屋面坡度小于3%时，卷材宜平行屋脊铺贴；屋面坡度在3%~15%之内时，卷材可平行或垂直屋脊铺贴；屋面坡度大于15%或屋面受震动时，沥青防水卷材应垂直屋脊铺贴，高聚物改性沥青防水卷材和合成高分子防水卷材可平行或垂直屋脊铺贴。上下层卷材不得相互垂直铺贴。



中国冶建第一军



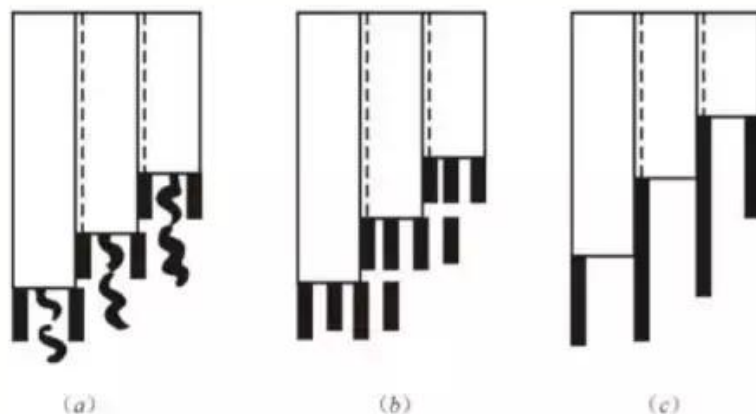
中国冶建第一军



卷材铺贴方法:

- ①卷材防水层上有重物覆盖或基层变形较大时，应优先采用空铺法、点粘法、条粘法或机械固定法，但距屋面周边800mm内以及叠层铺贴的各层卷材之间应满粘；
- ②防水层采用满粘法时，找平层的分格缝处宜空铺，空铺的宽度宜为1000mm；
- ③卷材屋面的坡度不宜超过25%，当坡度超过25%时应采取防止卷材下滑的措施。

中国冶建第一军



(a) 花铺; (b) 条铺; (c) 中空铺

中国冶建第一军



铺贴顺序: 应先做好节点、附加层和屋面排水比较集中的部位的处理, 然后由屋面最低标高处向上施工。铺贴天沟、檐沟卷材时, 宜顺天沟、檐沟方向, 尽量减少搭接。

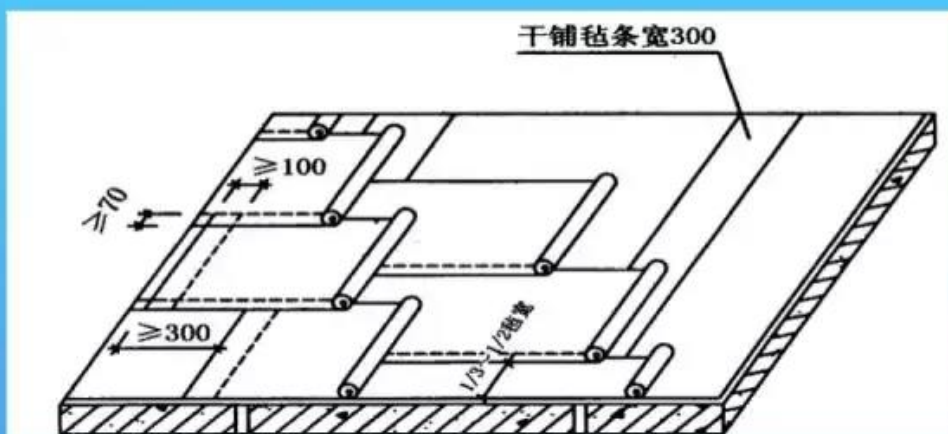


中国冶建第一军

卷材搭接:

卷材搭接的方法、宽度和要求,应根据屋面坡度、主导风向、卷材的材性决定。采用搭接法时,上下层及相邻两幅卷材的搭接缝应错开,平行于屋脊的搭接应顺流水方向;垂直于屋脊的搭接应顺主导风向。各种卷材搭接宽度应符合表10-2-1的要求。

中国冶建第一军

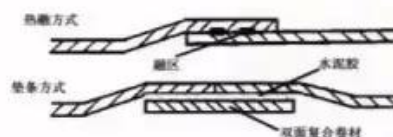
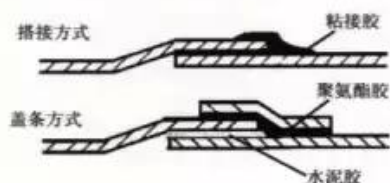


卷材搭接方法和要求

中国冶建第一军

表 10-2-1 卷材搭接宽度 (mm)

铺贴方法 卷材种类		短边搭接		长边搭接	
		满粘法	空铺、点粘、条粘法	满粘法	空铺、点粘、条粘法
高聚物改性沥青防水卷材		80	100	80	100
自粘聚合物改性沥青防水卷材		60	—	60	—
合成高 分子防 水卷材	胶粘剂	80	100	80	100
	胶粘带	50	60	50	60
	单缝焊	60, 有效焊接宽度不小于 25			
	双缝焊	80, 有效焊接宽度 $10 \times 2 + \text{空腔宽}$			



卷材搭接缝处理

中国冶建第一军

(2) 高聚物改性沥青防水卷材铺贴

① 冷粘法

是利用毛刷将胶粘剂涂刷在基层或卷材上，然后直接铺贴卷材，使卷材与基层、卷材与卷材粘结。

冷粘法施工要求：胶粘剂涂刷应均匀、不漏底、不堆积；铺贴卷材时，应排除卷材下的空气，并辊压粘贴牢固；根据胶粘剂的性能，应控制胶粘剂与卷材铺贴的间隔时间；搭接部位接缝胶粘剂应满涂、辊压粘结牢固，溢出的胶粘剂随即刮平封口。接缝口应用密封材料封严，宽度不小于10mm。

中国冶建第一军



冷粘法

中国冶建第一军



② 热熔法

是利用火焰加热器熔化热熔型防水卷材底层的热熔胶进行粘贴的方法。火焰加热器可采用汽油喷灯或煤油焊枪。

热熔法铺贴卷材要求：火焰加热器的喷嘴距卷材面的距离应适中（一般0.5m左右），卷材表面热熔后应立即滚铺卷材，排除卷材下面的空气，使之展平并应辊压粘结牢固；搭接缝部位以溢出热熔的改性沥青为度，并随即刮封接口。

中国冶建第一军



热熔法

中国冶建第一军



③ 自粘法

是采用带有自粘胶的防水卷材直接进行粘结的方法。

自粘法铺贴要求：铺贴卷材前，基层表面应均匀涂刷基层处理剂，干燥后应及时铺贴卷材；铺贴卷材时，必须将自粘胶底面隔离纸完全撤净；应排除卷材下面空气，并辊压粘结牢固；搭接部位采用热风焊枪加热，加热后随即粘贴牢固；接缝口应用密封材料封严，宽度不小于10mm；铺贴立面、大坡面卷材时，应加热后粘贴牢固。

中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.



自粘法

中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.

(3) 合成高分子防水卷材铺贴

合成高分子防水卷材可采用冷粘法、自粘法、热风焊接法等方法粘贴。

热风焊接法是利用热空气焊枪进行防水卷材搭接粘合的方法。



中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.

7 保护层施工

保护层可采用与卷材材性相容、粘结力强、耐风化的浅色涂料涂刷，或粘贴铝箔等，也可采用20mm厚水泥砂浆、30mm厚细石混凝土或块材做保护层。



中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.

涂膜防水屋面

涂膜防水屋面是通过涂布一定厚度无定形液态改性沥青或高分子合成材料（即防水涂料），经过常温固化就能形成一种具有胶状弹性涂膜层，达到防水目的。

适用于屋面防水等级为Ⅲ级、Ⅳ级的工业与民用建筑，亦可作Ⅰ、Ⅱ级屋面多道防水设防中的一道防水层。



中国冶建第一军



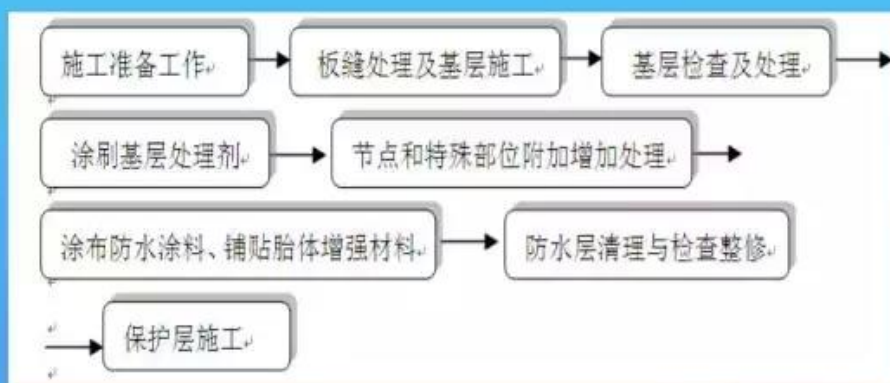
1 防水涂料



中国冶建第一军



2 涂膜防水施工工艺流程



涂膜防水施工工艺流程

中国冶建第一军



3 涂膜防水施工顺序

先高后低

先远后近

先节点后大面

顺屋脊顺胎体材料涂布



中国冶建第一军



4 涂膜防水层施工要求

涂膜厚度:

高聚物改性沥青防水涂料涂膜厚度: 2~3mm;

合成高分子防水涂料涂膜厚度: 1.5~2mm;

聚合物水泥防水涂料涂膜厚度: 1.5~2mm。

涂布方向:

防水涂膜应分层分遍涂布, 待先涂的涂层干燥成膜后, 方可涂布后一遍涂料, 且前后两遍涂料的涂布方向应相互垂直。

中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.

防水涂料涂布方法:

涂刷法——采用滚刷或棕刷将涂料涂刷在基层上的施工方法。



中国冶建第一军



中国一冶集团有限公司
China First Metallurgical Group Co., Ltd.

喷涂法——利用带有一定压力的喷涂设备使从喷嘴中喷出来的涂料产生一定的雾化作用，涂布在基层表面的施工方法。



中国冶建第一军

刮涂法——是指采用刮板将涂料涂布在基层上的施工方法。



中国冶建第一军

5 保护层施工

涂膜防水屋面应设置保护层。保护层材料可采用细砂、云母、蛭石、浅色涂料、水泥砂浆或块材等。

采用水泥砂浆或块材时，应在涂膜与保护层之间设置隔离层。

当用细砂、云母或蛭石等撒布材料作保护层时，应筛去粉料，在涂刮最后一遍涂料时，边涂边撒布均匀。

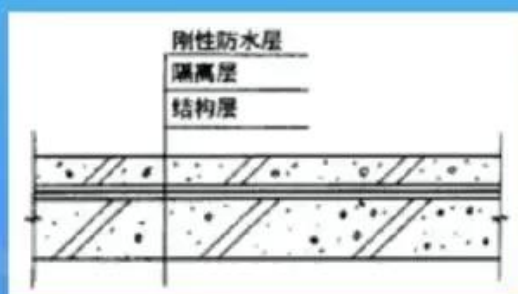
当合成高分子防水涂膜采用浅色涂料做保护层时，应在涂膜固化后进行。

中国冶建第一军



刚性防水屋面

刚性防水屋面是指用细石混凝土、钢纤维混凝土或补偿收缩混凝土等材料做防水层，主要依靠混凝土自身的密实性，并采取一定的构造措施（如增加配筋、设置隔离层、设置分格缝、油膏嵌缝等）以达到防水目的。



中国冶建第一军



刚性防水屋面主要适用于防水等级为Ⅲ级的屋面防水，也可用作Ⅰ、Ⅱ级屋面多道防水设防中的一道防水层。不适用于设有松散材料保温层的屋面以及受较大振动或冲击的屋面工程。

由于刚性防水层伸缩的弹性小，对地基的不均匀沉降、构件的微小变形、房屋受振动、温度高低变化等极为敏感，又直接与大气接触，因而容易产生变形开裂，表面碳化、风化。如设计不合理，施工不良，极易发和漏水、渗水现象。

中国冶建第一军



1 材料要求

防水层的细石混凝土宜用普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥。粗骨料的最大粒径不宜超过15 mm，含泥量不应大于1%；细骨料应采用中砂或粗砂，含泥量不应大于2%；混凝土水灰比不应大于0.55，每立方米混凝土水泥和掺合料最小用量不应小于330kg，砂率宜为35%~40%，灰砂比应为1:2~2.5。补偿收缩混凝土的自由膨胀率应为0.05%~0.1%。



中国冶建第一军



2 构造要求

- *刚性防水层与山墙、女儿墙以及突出屋面结构的交接处均应做柔性密封处理。
- *防水层与基层间宜设置隔离层。
- *应采用结构找坡，坡度宜为2%~3%。
- *天沟、檐沟应用水泥砂浆找坡，找坡厚度大于20mm时，宜采用细石混凝土。

中国冶建第一军



*细石混凝土防水层的厚度不应小于40mm，并配置 $\Phi 4 \sim \Phi 6$ 间距为100~200mm的双向钢筋网片，钢筋网片设置在细石混凝土中的上部，并在分格缝处断开，其保护层厚度不应小于10mm。

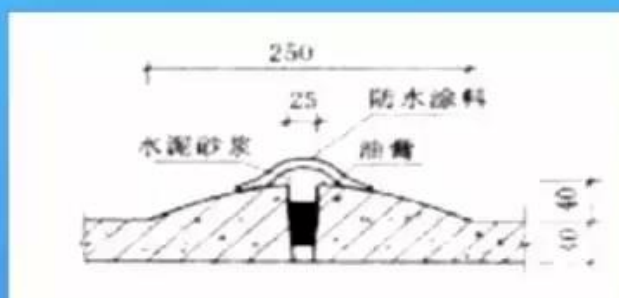


钢筋网片

中国冶建第一军



*普通细石混凝土和补偿混凝土防水层的分格缝纵横间距不宜大于6m，分格缝的宽度宜为5~30mm，分格缝内必须嵌填密封材料，上部应设置保护层。



分格缝处理

中国冶建第一军



3 刚性防水层施工

*分格缝截面宜做成上宽下窄，分格条起条时不得损坏分格缝处的混凝土。当采用切割法施工时，分格缝的切割深度宜为防水层厚度的3/4。

*普通细石混凝土中掺入减水剂或防水剂时，应准确计量，投料顺序得当，搅拌均匀。应采用机械搅拌，搅拌时间不应少于2min，混凝土运输过程中应防止漏浆和离析。

*每个分格板块的混凝土必须一次浇筑完成，严禁留施工缝。

中国冶建第一军



*抹压时严禁在表面洒水、加水泥浆或撒干水泥。混凝土收水后应进行二次压光。

*混凝土浇筑12~24h后即应进行养护，养护不应少于14d。细石混凝土防水层施工气温宜在5~35℃，应避免在负温或烈日暴晒下施工。

*用膨胀剂拌制补偿收缩混凝土时应按配合比准确称量，搅拌投料时膨胀剂应与水泥同时加入，混凝土连续搅拌时间不应少于3min。

中国冶建第一军



4 隔离层施工

在防水层下设置低强度等级砂浆、纸筋灰、无纺布、干铺卷材、塑料薄膜等材料，起隔离作用，以减少防水层产生拉应力而导致刚性防水层开裂。

(1) 石灰粘土砂浆隔离层施工

将石灰膏：砂：粘土=1：2.4：3.6配合比的材料拌合均匀，砂浆以干稠为宜，铺抹的厚度约10~20mm。

(2) 卷材隔离层施工

用1：3水泥砂浆将结构层找平，在干燥的找平层上铺一层3~8mm干细砂滑动层，再在其上铺一层卷材，搭接缝用热沥青玛帝脂胶结。

中国冶建第一军



地下防水工程

概念

地下防水工程包括工业与民用建筑地下工程、防护工程、市政隧道、山岭及水底隧道、地下铁道、公路隧道等地下工程的防水。



中国冶建第一军



地下工程的防水等级可分为四级。

表 3.2.1 地下工程防水标准

防水等级	防水标准
一级	不允许渗水,结构表面无湿渍
二级	不允许漏水,结构表面可有少量湿渍; 工业与民用建筑:总湿渍面积不应大于总防水面积(包括顶板、墙面、地面)的 1/1000;任意 100m ² 防水面积上的湿渍不超过 2 处,单个湿渍的最大面积不大于 0.1m ² ; 其他地下工程:总湿渍面积不应大于总防水面积的 2/1000;任意 100m ² 防水面积上的湿渍不超过 3 处,单个湿渍的最大面积不大于 0.2m ² ;其中,隧道工程还要求平均渗水量不大于 0.05L/(m ² ·d),任意 100m ² 防水面积上的渗水量不大于 0.15L/(m ² ·d)
三级	有少量漏水点,不得有线流和漏泥砂; 任意 100m ² 防水面积上的漏水或湿渍点数不超过 7 处,单个漏水点的最大漏水量不大于 2.5L/d,单个湿渍的最大面积不大于 0.3m ²
四级	有漏水点,不得有线流和漏泥砂; 整个工程平均漏水量不大于 2L/(m ² ·d);任意 100m ² 防水面积上的平均漏水量不大于 4L/(m ² ·d)

中国冶建第一军



表 3.2.2 不同防水等级的适用范围

防水等级	适用范围
一级	人员长期停留的场所;因有少量湿渍会使物品变质、失效的储物场所及严重影响设备正常运转和危及工程安全运营的部位;极重要的战备工程、地铁车站
二级	人员经常活动的场所;在有少量湿渍的情况下不会使物品变质、失效的储物场所及基本不影响设备正常运转和工程安全运营的部位;重要的战备工程
三级	人员临时活动的场所;一般战备工程
四级	对渗漏水无严格要求的工程

中国冶建第一军



表 3.3.1-1 明挖法地下工程防水设防要求

工程部位		主体结构					施工缝					后浇带		变形缝(诱导缝)											
防水措施		防水混凝土	防水卷材	防水涂料	塑料防水板	膨润土防水材料	金属防水板	遇水膨胀止水条(胶)	外贴式止水带	中埋式止水带	外抹防水砂浆	外涂防水涂料	水泥基渗透结晶型防水涂料	预埋注浆管	补偿收缩混凝土	外贴式止水带	预埋注浆管	遇水膨胀止水条(胶)	防水密封材料	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水密封材料	外贴防水卷材	外涂防水涂料
防水等级	一级	应选	应选一至二种					应选二种					应选	应选二种		应选	应选一至二种								
	二级	应选	应选一种					应选一至二种					应选	应选一至二种		应选	应选一至二种								
	三级	应选	宜选一种					宜选一至二种					应选	宜选一至二种		应选	宜选一至二种								
	四级	宜选	—					宜选一种					应选	宜选一种		应选	宜选一种								

中国冶建第一军



表 3.3.1-2 暗挖法地下工程防水设防要求

工程部位		衬砌结构					内衬砌施工缝					内衬砌变形缝 (诱导缝)						
防水措施		防水混凝土	塑料防水板	防水砂浆	防水涂料	防水卷材	金属防水层	外贴式止水带	预埋注浆管	遇水膨胀止水条(胶)	防水密封材料	中埋式止水带	水泥基渗透结晶型防水涂料	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水密封材料	遇水膨胀止水条(胶)
防水等级	一级	必选	应选一至二种					应选一至二种					应选	应选一至二种				
	二级	应选	应选一种					应选一种					应选	应选一种				
	三级	宜选	宜选一种					宜选一种					应选	宜选一种				
	四级	宜选	宜选一种					宜选一种					应选	宜选一种				

中国冶建第一军



防水混凝土施工

防水混凝土是以调整混凝土配合比或掺外加剂、掺合料等措施，来提高混凝土本身的密实性和抗渗性，使其具有一定防水能力（能满足抗渗等级要求）的整体式混凝土结构，同时它还能承重。



中国冶建第一军



防水混凝土的抗渗等级不应低于P6，试配抗渗等级应比设计要求提高0.2MPa。结构底板的混凝土垫层强度等级不应小于C15，厚度不应小于100mm，在软弱土层中不应小于150mm。防水混凝土结构厚度不应小于250mm；裂缝宽度不得大于0.2mm，并不得连贯，钢筋保护层厚度应根据结构的耐久性和工程环境选用，迎水面钢筋保护层厚度不应小于50mm。



中国冶建第一军



1、材料要求

- * 防水混凝土宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；
- * 防水混凝土掺用粉煤灰掺合料时，粉煤灰的级别不应低于Ⅱ级，烧失量不应大于5%，用量宜为胶凝材料总量的20%~30%；
- * 掺用硅粉时，要求硅粉比表面积 $\geq 15000\text{m}^2/\text{kg}$ ，二氧化硅含量 $\geq 85\%$ ，用量宜为胶凝材料总量的2%~5%。

中国冶建第一军



- * **骨料规定：**宜选用坚固耐久、粒形良好的洁净石子；最大粒径不宜大于40mm，泵送时其最大粒径不应大于输送管径的1/4；吸水率不应大于1.5%；不得使用碱活性骨料。砂宜选用坚硬、抗风化性强、洁净的中粗砂。
- * **外加剂和掺和料：**可掺入减水剂、膨胀剂、防水剂、密实剂、引气剂、复合型外加剂、水泥基渗透结晶型材料及合成纤维或钢纤维。防水混凝土中各类材料的总碱量(Na_2O 当量)不得大于 $3\text{kg}/\text{m}^3$ ；氯离子含量不应超过胶凝材料总量的0.1%。

中国冶建第一军



配合比规定：胶凝材料总用量不宜小于 $320\text{kg}/\text{m}^3$ ；水泥用量不宜小于 $260\text{kg}/\text{m}^3$ ；砂率宜为 $35\%\sim 40\%$ ，泵送时可增至 45% ；灰砂比宜为 $1:1.5\sim 1:2.5$ ；水胶比不得大于 0.50 ；采用预拌混凝土时，入泵坍落度宜控制在 $120\sim 160\text{mm}$ ，坍落度每小时损失值不应大于 20mm ，坍落度总损失值不应大于 40mm ；掺加引气剂或引气型减水剂时，混凝土含气量应控制在 $3\%\sim 5\%$ ；预拌混凝土的初凝时间宜为 $6\sim 8\text{h}$ 。

中国冶建第一军

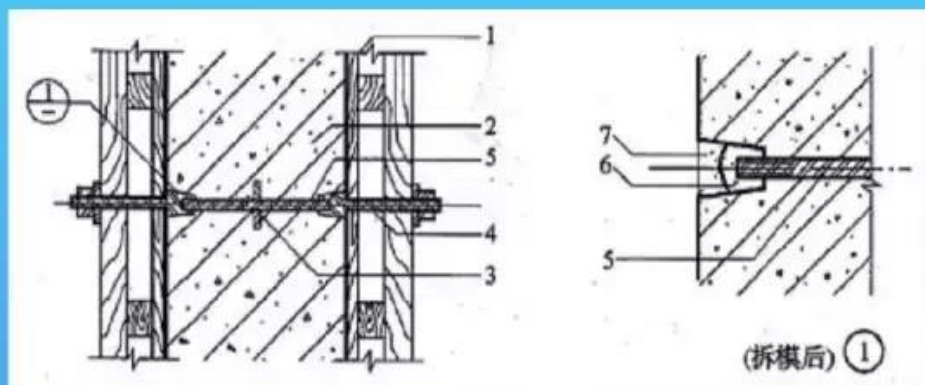


2. 防水混凝土施工

* 所用模板，应特别注意模板拼缝严密，支撑牢固。一般不宜用螺栓或铁丝贯穿混凝土墙固定模板。当墙较高需用螺栓贯穿混凝土墙固定模板时，应采取止水措施。一般可采用工具式螺栓加堵头的方法处理。如图所示。



中国冶建第一军



穿墙螺栓止水措施

1—模板；2—结构混凝土；3—止水环；4—工具式螺栓；
5—固定模板用螺栓；6—密封材料；7—聚合物水泥砂浆

中国冶建第一军



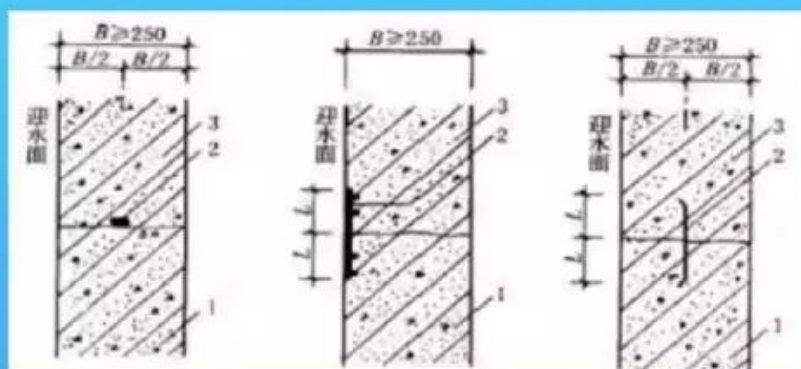
- * 采用机械搅拌，搅拌时间不应小于2min。加引气型防水混凝土搅拌时间应为2~3min。
- * 混凝土在运输、浇筑过程中，应防止漏浆、离析和坍落度损失。
- * 浇筑时严格做到分层连续进行，每层厚度不宜超过500mm，上下层浇筑的时间间隔一般不超过2h。
- * 应用机械振捣密实，振捣时间宜为10~30s，以混凝土开始泛浆和不冒气泡为准，避免漏振，欠振和超振。
- * 掺引气剂或引气型减水剂时，采用高频插入式振动器振捣。

中国冶建第一军



- * 应连续浇筑宜少留施工缝。顶板、底板不宜留施工缝，墙体需留水平施工缝时，应留在底板表面以上不小于300mm的墙体上。墙体设有孔洞时，施工缝距孔洞边缘不宜小于300mm。如必须留设垂直施工缝时，应避开地下水和裂隙水较多的地段，并宜与变形缝相结合。
- * 施工缝部位使用遇水膨胀止水条（胶）时，应与接缝表面密贴，止水条（胶）应具有缓胀性能，7d的净膨胀率不宜大于最终膨胀率的60%，最终膨胀率宜大于220%。

中国冶建第一军



施工缝防水构造

- a) 中埋遇水膨胀止水条 b) 外贴防水层 c) 中埋止水带
1—先浇混凝土 2—遇水膨胀止水条（或外贴防水层、中埋止水带） 3—后浇混凝土

中国冶建第一军



- * 防水混凝土浇筑后严禁打洞。
- * 拆模时，结构表面与周围气温的温差不应过大（一般不大于15℃）。拆模后应及时进行回填土。
- * 养护条件对其抗渗性有重要影响。在常温下，混凝土终凝后（一般浇后4~6h），就应在其表面覆盖草袋，并经常浇水养护。
- * 养护时间不少于14d。

中国冶建第一军



卷材防水层施工

1. 基层与材料要求

- * 卷材防水层应设在混凝土结构的迎水面。
- * 卷材防水层的基面应坚实、平整、清洁，阴阳角处应做圆弧或折角，并应符合所用卷材的施工要求。
- * 防水卷材施工前，基面应干净、干燥，应涂刷基层处理剂，并应与卷材及其粘结材料的材性相容。
- * 使用的卷材及其胶粘剂应具有良好的耐水性、耐久性、耐刺穿性、耐腐蚀性和耐菌性。粘贴各类防水卷材
- * 应采用与卷材相容的胶粘材料。

中国冶建第一军



卷材品种和厚度要求

卷材品种	高聚物改性沥青类防水卷材			合成高分子类防水卷材			
	弹性体改性沥青防水卷材、改性沥青聚乙烯胎防水卷材	自粘聚合物改性沥青防水卷材		三元乙丙橡胶防水卷材	聚氨酯防水卷材	聚乙烯丙纶复合防水卷材	高分子自粘胶膜防水卷材
单层厚度 (mm)	≥ 4	≥ 3	≥ 1.5	≥ 1.5	≥ 1.5	卷材: ≥ 0.9 粘结料: ≥ 1.3 芯材厚度 ≥ 0.6	≥ 1.2
双层总厚度 (mm)	$\geq (4+3)$	$\geq (3+3)$	$\geq (1.5+1.5)$	$\geq (1.2+1.2)$	$\geq (1.2+1.2)$	卷材: $\geq (0.7+0.7)$ 粘结料: $\geq (1.3+1.3)$ 芯材厚度 ≥ 0.5	—

中国冶建第一军



2、卷材铺贴方法

- 外防水 { 外防外贴法（简称外贴法）
外防内贴法（简称内贴法）

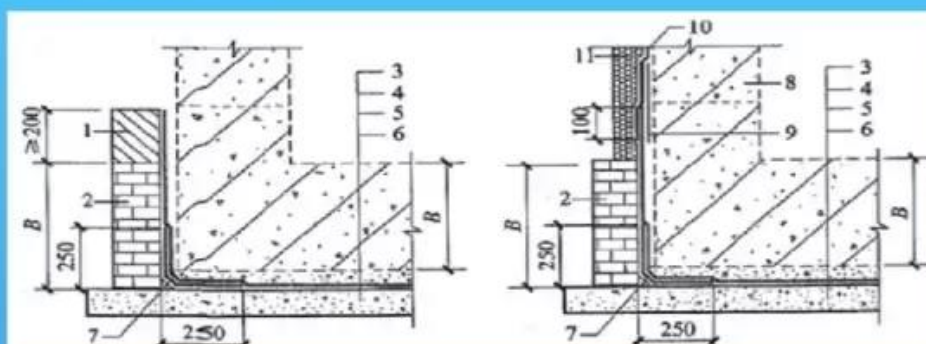


外防水

中国冶建第一军



(1) 外贴法 —— 是在地下结构外墙做好以后，把卷材防水层直接铺贴在立面上，然后砌筑保护墙。



外防外贴法示意图

- 1—临时保护墙；2—永久保护墙；3—卵石混凝土保护层；4—卷材防水层；
5—水肥砂浆找平层；6—混凝土垫层；7—卷材加强层；8—结构墙体；
9—卷材加强层；10—卷材防水层；11—卷材保护层

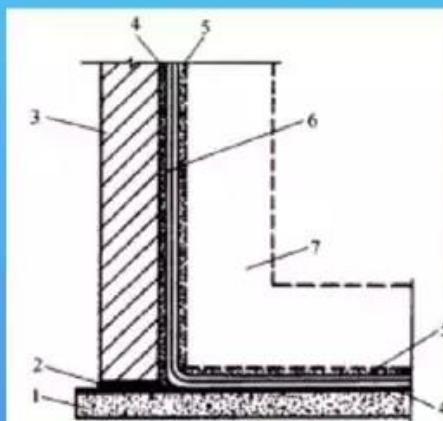
中国冶建第一军



(2)内贴法 —— 是在地下结构外墙（立面）未做之前，先砌筑保护墙，然后将卷材防水层铺贴在保护墙上，再进行地下结构底板和外墙的施工。



外防内贴法示意图



1—混凝土垫层;2—干铺油毡;3—永久性保护墙
4—水泥砂浆找平层;5—保护层;6—卷材防水层
7—需防水的结构

中国冶建第一军



3. 卷材铺贴要求

(1) 底板垫层混凝土部位的卷材可采用空铺法或点粘法施工；侧墙采用外贴法的卷材及顶板部位的卷材应采用满粘法施工。

(2) 铺贴立面卷材防水层时，应采取防止卷材下滑的措施。铺贴双层卷材时，上下两层和相邻两幅卷材的接缝应错开 $1/3 \sim 1/2$ 幅宽，且两层卷材不得相互垂直铺贴。

(3) 在阴阳角等特殊部位应增设卷材加强层，加强层宽度不应小于500mm；防水卷材的搭接宽度一般取60~100mm。

中国冶建第一军



4. 卷材铺贴工艺

热熔法

自粘法

冷粘法

焊接法



中国冶建第一军



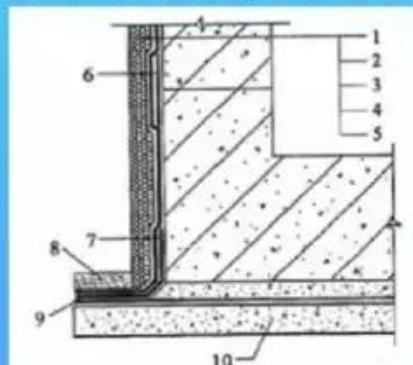
涂膜防水层施工

- * 涂膜防水层涂料包括无机防水涂料和有机防水涂料。
- * 水泥基防水涂料(无机防水涂料)厚度不得小于3.0mm；水泥基渗透结晶型防水涂料(无机防水涂料)的用量不应小于 $1.5\text{kg} / \text{m}^2$ ，且厚度不应小于1.0mm。
- * 有机防水涂料反应型、水乳型、聚合物水泥等涂料。厚度不得小于1.2mm。
- * 无机防水涂料宜用于结构主体的背水面。有机防水涂料宜用于地下工程主体结构的迎水面。

中国冶建第一军



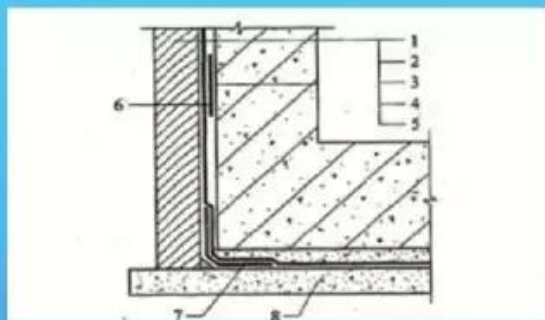
* 防水涂料宜采用外防外涂法或外防内涂法施工，如下图。



防水涂料外防外涂构造

1—保护墙；2—砂浆保护层；3—涂料防水层；4—砂浆找平层；
5—结构墙体；6—涂料防水层加强层；7—涂料防水加强层；
8—涂料防水层搭接部位保护层；9—涂料防水层搭接部位；10—混凝土垫层

中国冶建第一军



防水涂料外防内涂构造

1—保护墙；2—涂料保护层；3—涂料防水层；4—找平层；
5—结构墙体；6—涂料防水层加强层；7—涂料防水加强层；
8—混凝土垫层

中国冶建第一军



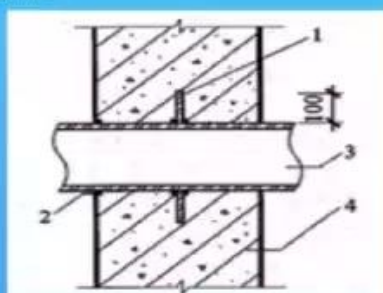
- * 防水涂料应分层刷涂或喷涂，涂层应均匀，不得漏刷漏涂；接槎宽度不应小于100mm。铺贴胎体增强材料时，应使胎体层充分浸透防水涂料，不得有露槎及褶皱。
- * 有机防水涂料施工完后应及时做保护层，底板、顶板应采用20mm厚1：2.5水泥砂浆层或40~50mm厚细石混凝土保护层，防水层与保护层之间宜设置隔离层；侧墙背水面保护层应采用20mm厚1：2.5水泥砂浆；侧墙迎水面保护层宜选用软质保护材料或20mm厚1：2.5水泥砂浆。

中国冶建第一军



地下工程细部构造防水

- * 穿墙管道防水处理下图所示。



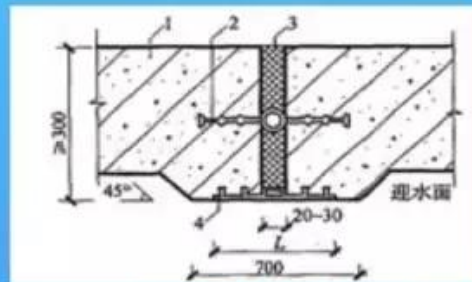
固定式穿墙管道防水构造

1—止水环；2—密封材料；3—主管；4—混凝土结构

中国冶建第一军



* 防水混凝土结构内的变形缝应满足密封防水、适应变形、施工方便、检查容易等要求。变形缝的宽度宜为20-30mm。变形缝的复合防水构造形式如图下所示。

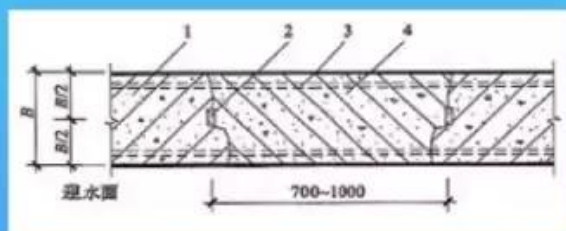


变形缝的复合防水构造

1—混凝土结构；2—中埋式止水带；3—填缝材料；4—外贴止水带



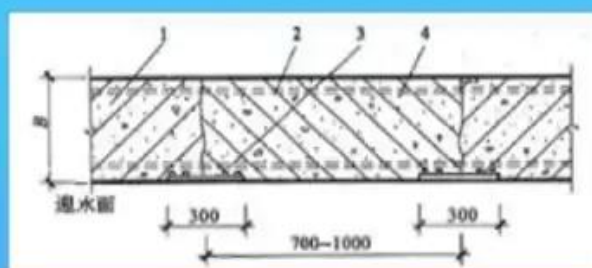
* 防水混凝土结构后浇带应设置在受力和变形较小的部位，宽度可为700~1000mm。可做平直缝或阶梯缝，如图下所示。



后浇带内设遇水膨胀止水条防水构造

1—先浇混凝土；2—遇水膨胀止水条(胶)；3—结构主筋；4—后浇补偿收缩混凝土

中国冶建第一军



后浇带处外贴式止水带防水构造

1—先浇混凝土；2—结构主筋；3—外贴式止水带；4—后浇补偿收缩混凝土

中国冶建第一军

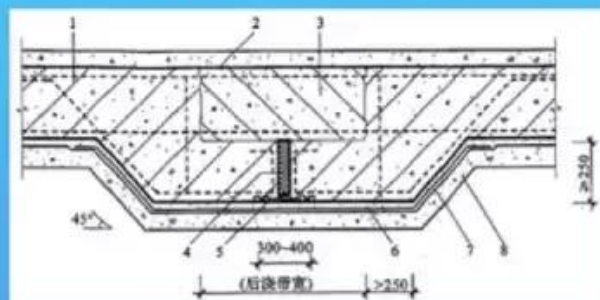


* 后浇带应在其两侧混凝土龄期达到42d后再施工；高层建筑的后浇带应按规定时间进行。施工前应将接缝处的混凝土凿毛，清洗干净，保持湿润，并刷水泥净浆，而后用不低于两侧混凝土强度等级的补偿收缩混凝土一次性浇筑，振捣密实，后浇带混凝土养护的时间不得少于28d。

中国冶建第一军



* 后浇带需超前止水时，后浇带部位的混凝土应局部加厚，并应增设外贴式或中埋式止水带，如下图。



后浇带外贴式止水构造

1—混凝土结构；2—钢丝网片；3—后浇带；4—填缝材料；
5—外贴式止水带；6—细石混凝土保护层；7—卷材防水层；8—垫层混凝土

中国冶建第一军