

田洪臣 主编

新型防水工程 施工工艺



Chemical Industry Press



化学工业出版社

新型防水工程施工工艺

田洪臣 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

新型防水工程施工工艺/田洪臣主编. —北京: 化学工业出版社, 2004.10
ISBN 7-5025-6176-5

I. 新… II. 田… III. 建筑防水 工程施工
IV. TU761.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 102618 号

新型防水工程施工工艺

田洪臣 主编

责任编辑: 王蔚霞

文字编辑: 张燕文

责任校对: 郑捷

封面设计: 潘峰

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 13¼ 字数 356 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6176-5/TU·63

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着我国建筑业的快速发展,各种建筑新型材料不断出现,为了减少建筑物的渗漏和提高我国新型防水材料生产、推广和应用技术水平,编者通过查阅大量的文献资料和总结建筑工程防水经验,结合施工规范,编写了这本《新型防水工程施工工艺》。本书从新型防水材料应用的角度,向广大防水工作者和设计人员介绍了近年来的防水新产品和详细的施工工艺,以帮助读者了解、熟悉并正确选用新型防水材料。

本书共分两篇,第一篇为防水材料,主要介绍防水材料的构成、成型工艺、性能特点、适用范围及注意事项;第二篇为防水材料施工工艺,主要介绍各种防水材料的施工工艺、施工方法、操作要求和施工注意事项。

本书由田洪臣担任主编,邱秀梅、汪海波担任副主编,赵武参加了编写。编写的具体分工为:田洪臣撰写(第一章、第四章、第六章、第十章),邱秀梅撰写(第二章、第七章、第九章),汪海波撰写(第三章、第五章、第八章)、赵武撰写(第十一章、第十二章)。

本书在编写过程中力求做到理论联系实际,减少防水材料的理论及原理等内容,从实际应用出发,尽量反映当前防水工程的先进水平。编写内容符合现行设计、施工的规范、规程和标准要求。并努力做到图文并茂、深入浅出、通俗易懂,以供广大基层技术人员和设计人员自学或作为参考书。

本书在编写过程中得到了山东农业大学李继业教授的大力支持和帮助,并且由他主审了全书,特在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2004年8月于泰安

内 容 提 要

选材与施工是防水工程中的两个重要环节。本书分为两篇，分别介绍了防水材料及其施工工艺。

第一篇以详实的资料为基础，汇编了五类共二十余种新型常用的防水材料，并逐一就其特点、技术性能和适用范围等方面进行介绍，具有广泛的参考价值；第二篇又以七章篇幅对各种防水工程的施工工艺、方法及要求作了详尽的介绍，具有重要的实用价值。

全书图文并茂、深入浅出、通俗易懂，是广大基层技术人员从事施工、设计的有益参考用书。

目 录

第一篇 防 水 材 料

第一章 刚性防水材料	1
第一节 刚性防水的主要组成材料	1
第二节 刚性防水的外加剂	3
第二章 卷材防水材料	11
第一节 合成高分子防水卷材	11
第二节 高聚物改性沥青防水卷材	37
第三章 新型防水涂料	49
第一节 乳化沥青和防水冷胶料	50
第二节 氯丁橡胶沥青防水涂料	54
第三节 丁苯橡胶改性沥青防水涂料	59
第四节 高聚物改性沥青防水涂料	63
第五节 有机硅防水涂料	67
第六节 丙烯酸防水涂料	71
第七节 PVC 类防水涂料	76
第八节 聚氨酯类防水涂料	77
第九节 环氧树脂类防水涂料	82
第十节 聚合物水泥基防水涂料	83
第十一节 隔热防水涂料	88
第十二节 其他防水涂料	91
第四章 新型防水密封材料	97
第一节 聚氯乙烯类密封材料	97

第二节	沥青类防水嵌缝油膏·····	102
第三节	高分子防水密封材料·····	106
第四节	其他防水密封材料·····	116
第五章	堵漏止水材料 ·····	119
第一节	防水堵漏材料·····	119
第二节	遇水膨胀止水材料·····	131
第三节	定型止水材料·····	134

第二篇 施工工艺

第六章	防水混凝土施工 ·····	143
第一节	防水混凝土概述·····	143
第二节	防水混凝土的施工工艺·····	172
第三节	防水混凝土结构的质量检查·····	178
第七章	水泥砂浆刚性抹面防水施工 ·····	189
第一节	水泥砂浆刚性抹面防水技术的要求·····	189
第二节	刚性多层做法防水层的施工工艺·····	190
第三节	掺外加剂水泥砂浆防水层施工·····	195
第八章	金属防水层施工 ·····	212
第一节	金属防水层对材料要求和构造·····	212
第二节	金属防水层的施工工艺·····	214
第九章	涂膜防水层施工 ·····	217
第一节	地下工程防水涂层的构造和要求·····	218
第二节	薄质涂料的施工工艺·····	221
第三节	厚质涂料的施工工艺·····	228
第四节	防水层的质量问题及处理方法·····	231
第十章	卷材防水层施工 ·····	236
第一节	卷材防水层的施工条件·····	236
第二节	卷材防水层的铺贴方法·····	237
第三节	冷粘法的施工工艺·····	243

第四节	自粘法的施工工艺·····	250
第五节	热熔法的施工工艺·····	253
第六节	热粘法的施工工艺·····	260
第七节	地下工程卷材防水层的质量问题与防治·····	264
第十一章	密封防水施工 ·····	271
第一节	密封防水的材料和选用·····	271
第二节	密封防水的施工工艺·····	278
第三节	密封防水的质量检查·····	294
第十二章	屋面防水工程施工 ·····	299
第一节	刚性屋面防水的施工·····	300
第二节	卷材防水屋面的施工·····	334
第三节	涂膜防水屋面的施工·····	354
第四节	其他防水屋面的施工·····	377
第五节	屋面接缝密封防水的施工·····	399

第一篇 防水材料

防水工程的质量如何，影响因素很多，如防水结构设计、防水材料质量、施工方法选择、施工质量好坏等。在众多影响因素中，防水材料质量是确保防水工程质量的重要物质基础。建筑防水工程对防水材料的统一要求是：优化设计、恰当选材、精心施工、定期维护、重视管理。这也是提高防水工程质量、延长防水工程寿命的关键所在。

土木工程上所用的防水材料的种类繁多，新型防水材料日新月异、发展极快。由于篇幅所限，这里只介绍工程上常用的和比较新型的部分防水材料，供使用者选择和参考。

第一章 刚性防水材料

刚性防水，它主要依靠混凝土自身的密实或采用收缩补偿混凝土，并采取一定的构造措施（如配筋、设置隔离层、混凝土分缝、石膏嵌缝等）以达到防水目的。刚性防水主要有普通细石混凝土防水、补偿收缩混凝土防水、块体刚性防水。它主要适用于房屋屋面防水工程和地下防水工程。

由于刚性防水伸缩的弹性小，对地基的不均匀沉降、构件的微小变形、房屋受振动、温度变化极为敏感，如果设计不合理、施工不良，极易发生漏水、渗水现象，故施工时应应对材料的质量和操作规程严格要求，才能确保防水工程的质量。

第一节 刚性防水的主要组成材料

一、水泥

水泥是刚性防水工程中的关键材料，水泥的强度等级、品种、

质量直接关系防水工程的质量。

（一）水泥强度等级

用于防水混凝土的水泥，其强度等级不宜低于 42.5MPa；用于防水砂浆的水泥，其强度等级不宜低于 32.5MPa。

（二）水泥品种选择

在不受侵蚀性介质和冻融作用时，宜用普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥。如采用矿渣硅酸盐水泥时，则必须掺入外加剂，以降低泌水率。

在受冻融作用时，应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，不宜采用火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥。如受侵蚀性介质作用时，应按设计要求选用水泥品种。

（三）水泥质量要求

水泥质量的好坏，关系到防水混凝土和防水砂浆的质量，必须高度重视。在防水工程中，不得使用过期或受潮结块的水泥；不得将不同品种或不同强度等级的水泥混合使用。对地方性小厂生产的水泥，更应当谨慎使用，必须在试验其性能指标合格后，方可采用。

二、砂石

砂石是刚性防水材料中的骨架，对其质量也不可忽视。对于砂石的质量要求，除应符合现行《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》和《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》的有关规定外，砂宜采用中砂，含泥量不大于 2%，且泥块含量不大于 1%；石子最大粒径不宜大于 40mm（屋面细石混凝土中石子最大粒径不宜大于 15mm），含泥量不宜大于 1%，且所含泥土不得呈块状或包裹石子表面，泥块含量（质量比）不得大于 0.5%，石子的吸水率不大于 1.5%。

三、水

应采用不含有害物质的洁净水，一般饮用水或天然洁净水均可。当水中含有影响水泥正常硬化的有害物质（如油脂、糖类等）时，不得采用。pH 值小于 4 的酸性水或 pH 值大于 9 的碱性水，

硫酸盐（按 SO_4^{2-} 计）超过水质量 1% 的水，以及海水、污水、工业废水等，均不得采用。

第二节 刚性防水的外加剂

外加剂主要是以吸附、分散、引气、催化或与水泥的某种成分发生反应等物理、化学作用，以改善混凝土内部组织结构，增加其密实性和抗渗性。不同的外加剂，其作用、性能各异，应根据工程结构和施工工艺等对混凝土的具体要求，慎重选用。

一、U 型混凝土膨胀剂（UEA）

普通混凝土中加入膨胀剂，可制成膨胀混凝土。膨胀混凝土可分为补偿收缩混凝土、填充用膨胀混凝土和自应力混凝土。其中补偿收缩混凝土是为了提高减少混凝土干缩裂缝，提高抗裂性和抗渗性，常用于刚性屋面防水、地下防水、防水堵漏等工程。此种混凝土常用的外加剂有明矾石膨胀剂、硫铝酸钙膨胀剂、氧化钙膨胀剂、氧化钙-硫铝酸钙复合膨胀剂等。目前，工程上应用最广泛的是 U 型混凝土膨胀剂。

U 型混凝土膨胀剂外观为灰白色粉末。其优点是对钢筋无锈蚀作用，可降低水泥水化热，与缓凝减水剂复合使用是解决大体积混凝土开裂的最佳措施之一。UEA 混凝土膨胀剂如果同其他外加剂混合掺入，应经试配后确认能达到所需性能及准确掺量后，方可使用。

二、减水剂

混凝土减水剂是指在不影响混凝土和易性的条件下，能明显减少拌和用水量的外加剂。在混凝土中掺入减水剂，可以获得如下效果：不改变混凝土的用水量，混凝土的坍落度可增大 100～200mm；保持混凝土和易性不变，可减少用水量 10%～15%，显著提高混凝土的强度；减少拌和用水后，不仅可避免混凝土的泌水、离析现象，而且可提高混凝土的抗渗性、抗冻性和耐久性；在保持混凝土强度和坍落度不变的情况下，可节省水泥 10%～15%。

刚性防水混凝土掺加减水剂，是提高抗渗性的重要措施。目

前，建筑工程上常用的减水剂有木质素系减水剂、萘系减水剂、树脂系减水剂、糖蜜系减水剂、腐殖酸减水剂和复合减水剂；按减水剂的功能不同，又可分为普通减水剂、高效减水剂、缓凝减水剂、引气减水剂和早强减水剂等。常用减水剂的性能、种类及掺量见表 1.1。

表 1.1 常用减水剂的性能、种类及掺量

减水剂类别、名称	木质素磺酸盐类 (木钙)	多环芳香族磺酸盐类 (JN、NNO、MF、建 1)	糖蜜类
性能简介	具增塑及引气作用，可明显提高混凝土的抗渗性；其缓凝作用可推迟水泥水化热高峰出现；价格低，货源足；但其分散作用不及高效减水剂；低温下应与早强剂复合作用	为高效减水剂，可显著改善和易性，提高抗渗性，其中 MF、JN 具有引气作用，抗冻性、抗渗性优于 NNO；JN 在同类减水剂中价格最低，约为 NNO 的 4%；使用时产生的气泡较大，须用高频振捣器	性能同于木质素磺酸钙，对钢筋无锈蚀，掺量少，效益高，有缓凝作用，要注意经常间断搅拌，防止沉淀
适宜掺量 (占水泥质量的)%	0.15~0.3	0.5~1.0	0.2~0.35

三、防水剂

用于建筑防水工程的防水剂，必须符合现行国家行业标准《砂浆、混凝土防水剂》的要求，常见的防水剂有三乙醇胺防水剂、氯化铁防水剂、HE 混凝土高效防水剂、氯化物金属盐类防水剂、无机铝盐防水剂和 AWA-I 型抗裂防水剂等。

1. 三乙醇胺防水剂

三乙醇胺防水剂配制的防水混凝土，具有防水、早强和增强的多种作用，特别适用于需要早强的防水工程。我国从 20 世纪 70 年代开始利用三乙醇胺配制防水混凝土，并广泛用于水塔、水池、地下室、泵房、地沟、设备基础等。在混凝土中掺入微量的三乙醇胺后，以其具有的催化作用，可以加速水泥的水化反应，使水泥在早期就生成较多的水化产物，相应地减少了游离水，也减少了由于游离水蒸发而形成的毛细孔，提高了混凝土的抗渗性。

三乙醇胺防水剂，为橙黄色透明黏稠状的吸水性液体，易溶于水，呈碱性，是一种非离子表面活性剂，它能吸收 CO_2 ，但不随 CO_2 一同蒸发，应避免光保存。它对钢筋无腐蚀作用，但对铜、铝及其合金等破坏很快。

三乙醇胺防水剂的掺量极微，一般仅为水泥质量的 0.02%~0.05%。当三乙醇胺和氯化钠、亚硝酸钠等无机盐复合使用时，氯化钠和亚硝酸钠等无机盐，在水泥水化反应过程中能分别生成氯铝酸盐和亚硝酸盐类化合物，这些化合物的生成会发生体积微膨胀，可以堵塞混凝土内部的孔隙和切断毛细管通道，增大混凝土的密实度，从而提高混凝土的抗渗性，以达到防水的目的。

配制三乙醇胺防水剂的原材料均为市场出售的成品，使用前应配好备用。配制防水剂时，将组成材料按比例溶于水中，防水剂浓度应适当。三乙醇胺防水剂配方见表 1.2。配制 100kg 三乙醇胺防水剂材料用量见表 1.3。

表 1.2 三乙醇胺防水剂配方

型号	三乙醇胺	氯化钠	亚硝酸钠	备 注
1	0.05%	—	—	表中百分数为水泥质量的百分数 1号配方适用于常温和夏季施工，2号、3号适用于冬季施工
2	0.05%	0.5%	—	
3	0.05%	0.5%	1%	

表 1.3 三乙醇胺防水剂材料用量

材 料	1号配方	2号配方	3号配方	备 注
水/kg				表中数据分子为采用100%纯度三乙醇胺的量，分母为采用75%工业品三乙醇胺的用量
三乙醇胺/kg	98.75/98.33	86.25/85.83	61.25/60.83	
氯化钠/kg	1.25/1.67	1.25/1.67	1.25/1.67	
亚硝酸钠/kg		12.5/12.5	12.5/12.5	
			25/25	

2. 氯化铁防水剂

氯化铁防水剂的主要成分为二氯化铁、三氯化铁和硫酸铝，其防水的主要机理是氯化铁防水剂加入混凝土后，在水泥水化过程中产生不溶于水的氢氧化铁、氢氧化亚铁及氢氧化铝等凝胶体，这些

凝胶体填充混凝土内的孔隙，增加混凝土的密实性，提高混凝土抗渗性。氯化铁防水剂与水泥水化析出的氢氧化钙作用，生成新物质氯化钙，对水泥熟料矿物具有激活作用，加速了水泥的水化，并与硅酸二钙、铝酸三钙合成为氯硅酸钙和氯铝酸钙晶体，从而提高了混凝土的密实性和不透水性。

氯化铁防水剂是由氯化铁和盐酸按一定比例在常温下配制而成。其配制非常简单，即称量氧化铁皮粉碎过筛（3mm）后投入陶瓷缸中，再注入为氧化铁质量两倍的盐酸，不断搅拌使其充分反应，当反应进行 2h 左右时，再继续加入质量为原氧化铁 20% 的氧化铁，继续反应 4~5h，逐渐变成深棕色浓稠的氯化铁溶液。将该溶液静置 3~4h，吸出浮在上面的清液。向清液中加入其质量 5% 的硫酸盐，搅拌均匀至完全溶解，即制成氯化铁防水剂。氯化铁防水剂配制简单，且材料来源广泛，价格较低，并具有增强、耐久、抗腐蚀等优点，是用于地下防水工程中的一种良好的防水剂，可以配制较高抗渗等级的防水混凝土或抗油渗混凝土，适用长期储水、储油的构筑物。

配制的氯化铁防水剂，其相对密度应大于 1.4。经化学分析，其中二氯化铁和三氯化铁的比例应在（1：1.1）~（1：1.3）（质量比）范围内，而且其含量不少于 400g/L。防水剂溶液的 pH 值为 1~2，硫酸铝的含量为溶液质量的 5%。

3. HE 混凝土高效防水剂

HE 混凝土防水剂集高效减水、缓凝泵送、抗裂防渗、高强耐久等功能于一体，具有掺量低（掺量为 6%~8%）、混凝土工作性能优异等特点，既可用于施工现场配制防水混凝土，亦可用于配制商品混凝土，是一种多功能兼容的高效防水剂。

HE 混凝土高效防水剂最突出的特点是具有高性能，高强、高工作性和高耐久性是高性能混凝土的三大重要特征。一般情况下，高强性能与高耐久性能两者密切相关。用 HE 混凝土高效防水剂配制的防水混凝土，不仅结构致密，而且具有抗裂能力，故侵蚀性介质不易渗入，从而使具有破坏性的化学反应不会发生；又由于防水

剂本身不含氯、碱等成分，从而消除了钢筋锈蚀以及碱骨料反应等隐患，这是使混凝土具有高强、高耐久性的切实保证。

HE 混凝土高效防水剂既可用于配制普通或高强的塑性防水混凝土，又可用于配制商品化泵送防水混凝土，且不需同其他外加剂配合使用。可使混凝土在 2h 内保持混凝土良好的工作性，这对混凝土的夏季施工以及对商品混凝土的普及应用是非常有益的。

4. 氯化物金属盐类防水剂

氯化物金属盐类防水剂，又称防水浆。它是用氯化钙、氯化铝及水配制而成的液体防水剂，呈淡黄色。把这种防水剂渗入水泥砂浆后，经化学反应生成含水氯硅酸钙、氯铝酸钙等化合物，将水泥砂浆中的空隙填充，切断毛细孔通路，提高水泥砂浆的抗渗能力。

这类防水剂市场上有成品销售。若自己配制，应按以下方法：按设计配合比准确称量；将固体破碎成粒径不大于 3cm 的块体；将水置入陶制容器中停放 30min；将防水剂放入水中搅拌至全部溶解；待溶液温度下降至 50~52℃ 时即可使用。自制氯化物金属盐类防水剂，可参照表 1.4 配合比配制。

表 1.4 氯化物金属盐类防水剂参考配合比

材料名称	质量配合比/%		备 注
	(1)	(2)	
氯化铝	4	4	固体,工业用
氯化钙(结晶体)	23	—	工业用,其中 CaCl_2 含量不小于 70%,结晶体可全用固体代替
氯化钙(固体)	23	46	
水	50	50	自来水或洁净水

5. 无机铝盐防水剂

这是用无机铝和碳酸钙为主料，与多种无机化学原料化合反应而成的防水剂。掺入水泥砂浆后，可同水泥水化产物硅酸三钙、水化铝酸三钙、铁酸三钙等发生化学反应生成难溶于水的微小胶体粒子，以及具有一定膨胀性的复盐——水化氯铝酸钙、水化氯铁酸钙、水化氯硅酸钙等晶体物质。这些微小胶体粒子和晶体物质能够

填充水泥水化过程中形成的毛细孔道和裂缝，从而增加水泥砂浆的密实度，有效地提高了防水层的抗渗性。

6. AWA-I 型抗裂防水剂

AWA-I 抗裂防水剂具有微膨胀、补偿水泥砂浆的收缩、提高砂浆的抗裂性等优良性能。此外还有快硬、早强、泌水小、施工和易性好等优点。适用于房屋地下室、储水塔，油库等建（构）筑物防水工程。AWA-I 型抗裂防水剂的性能指标符合国家建材行业标准《砂浆、混凝土防水剂》规定一等品的标准（见表 1.5）。

表 1.5 AWA-I 技术性能

名 称	项 目	性 能 指 标	名 称	项 目	性 能 指 标
物理性能	外观	微红色粉末状固体	化学成分	CaO	27.09
	细度	5~8, 0.08mm 筛余		MgO	1.46
	含水率	<3.0		SO ₃	21.54
化学成分	SiO ₂	23.5		Na ₂ O	1.00
	Al ₂ O ₃	8.46		烧失量	2.47
	Fe ₂ O ₃	1.24			

四、聚合物

用聚合物配制聚合物防水混凝土，是一种前途光明、发展迅速的新型防水材料。聚合物混凝土是一种有机、无机的复合材料。从 1930 年开始应用，其潜在用途引起了人们的重视。目前，美国、日本、德国、俄罗斯等国家，都非常重视聚合物混凝土的研究和应用，我国在这一领域也开始了试验研究工作，有的已在工程中取得良好的效果。聚合物混凝土主要分为聚合物浸渍混凝土（PIC）、聚合物混凝土（PC）和聚合物水泥混凝土（PCC）。

刚性防水工程对聚合物的要求是：掺入水泥混凝土和砂浆中的聚合物，不应影响水泥水化过程，不对水泥水化产物有不良作用；聚合物本身不会被水解或破坏；聚合物应对钢筋无锈蚀作用。刚性防水工程常用的聚合物主要有：EVA（醋酸乙烯-乙烯的共聚物）高分子乳液、有机硅防水剂、阳离子氯丁胶乳和丙烯酸酯共聚