

建筑防水施工技术

JIAN ZHU FANGSHUI
SHIGONG JISHU

杨永起 主编



中国建材工业出版社

防水工培训教材

建筑防水施工技术

杨永起 主 编
金惠荣 王翠芬 副主编

北京市建设工程物资协会防水分会
中国建筑学会施工与建材分会防水技术专业委员会 组编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑防水施工技术/杨永起主编. —北京: 中国
建材工业出版社, 2015. 10

防水工培训教材

ISBN 978-7-5160-1295-6

I. ①建… II. ①杨… III. ①建筑防水—工程施工—
职业教育—教材 IV. ①TU761.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 229787 号

建筑防水施工技术

杨永起 主 编

金惠荣 王翠芬 副主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 20.5

字 数: 443 千字

版 次: 2015 年 10 月第 1 版

印 次: 2015 年 10 月第 1 次

定 价: 68.00 元

本社网址: www.jccbs.com.cn 公众微信号: zgjcgycbs

广告经营许可证号: 京海工商广字第 8293 号

本书如出现印装质量问题, 由我社网络直销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

组编单位：北京市建设工程物资协会防水分会
中国建筑学会施工与建材分会防水技术专业委员会

主编单位：北京东方雨虹防水技术股份有限公司
北京世纪洪雨防水工程有限责任公司
北京市建国伟业防水材料有限公司
北京圣洁防水材料有限公司
北京中联天盛建材有限公司

参编单位：北京远大洪雨防水材料有限公司
北京龙阳伟业科技股份有限公司
广西金雨伞防水装饰有限公司
北京中建友建筑材料有限公司
唐山德生防水股份有限公司
北京建海中建国际防水材料有限公司
北京普石防水材料有限公司
北京万宝力防水防腐技术开发有限公司
常熟市三恒建材有限责任公司
北京金盾建材有限公司
国家建筑工程质量监督检验中心
北京建筑材料检验研究院

编委会主任：祝根立

编委会副主任：叶林标 邹仲元 刘斌 孙哲 李勇 杜昕 王天星

编委会委员：曹征富 孙志宁 王辰悦 卢振才 吴进明 李德生 卫向阳 孙双林
王力 吴建明 阎志刚 檀春丽 杨晔 罗跃东 黄家文 吴明

编写人员：赵育军 许宁 梁白玉 范增昌 赵春荣 韩陪亮 胡京波 孙莉
邹陪刚 弭明新 彭方灵 孙侃 赵平 侯明杰 杨昆 罗跃东
刘利峰 朱国林 王鹏程 孙锐 宋虹燕 唐景坤 孙平刚 陈龙
孙卿 殷兴华 甘云浩 贾兰琴 江玉民 谷守国 卫向龙 张小宁
侯燕军 赵大国 邵增峰 肖峰 田瑞霞 廉平

前 言

建筑防水工程、建筑保温隔热工程是整个建筑工程中十分重要的分项工程，它关系到整个建筑工程质量，关系到人身安全的生活质量，关系到和谐社会的建设。国家住房和城乡建设部在防水施工企业取得一级、二级施工资质时，要求每个企业必须有一定数量的技术人员和防水施工人员，以确保防水工程质量。

本书是按照2014年颁发的国家技能标准“防水工”标准规定，对应防水初级工、中级工、高级工、技师和高级技师的技术等级要求编制的，做到理论知识同实际施工操作相结合，体现了本书的科学性、实用性和可操作性的特点。

建筑防水施工技术是随着社会的发展和需求、随着相关材料、建筑部品和建筑构造的发展在不断发展，本书是以新型防水材料和新型防水系统为依据，对传统的和新的施工技术进行较为全面的介绍，包括识图、理论知识、操作技能、安全防护以及新标准、新规范等。

目前，全国防水施工企业约有4000家，涉及到的施工人员有数万人之多。为保证建筑防水的施工质量，对施工人员进行培训，编辑出版《建筑防水施工技术》一书作为培训教材是十分必要的。本书对各种新型防水材料、新型保温绝热材料和实用技术，对室内、屋面、地下、外墙防水工程施工技术进行介绍，本书可作为防水工职业培训的教材，并可供设计、施工、教学人员参考。

本书是北京市建设工程物资协会防水分会、中国建筑学会材料与施工分会防水技术专业委员会共同组织北京市相关专家和企业技术人员在认真总结国内建筑防水施工技术的基础上编写而成的。在编写本书的过程中，尽最大的努力、选取最新的技术及标准、规范，并介绍了将绿色建筑施工和建筑信息模型BIM的概念等新理念。

本书在编写过程中得到很多国内防水专家和防水企业的支持，尤其是北京东方雨虹防水技术股份有限公司大力协助，在此表示感谢。因水平有限，难免有不妥之处，请给予批评指正。

主 编

2015.9

目 录

第一章 概述	(1)
一、防水工程在国民经济发展中的作用	(1)
二、建筑防水工程	(2)
三、建筑防水施工选材和质量	(5)
四、建筑防水行业新理念	(9)
第二章 建筑识图与建筑构造	(11)
第一节 建筑识图基本知识	(11)
一、房屋建筑施工图的种类	(11)
二、识图方法	(12)
三、识图要点	(15)
第二节 建筑结构与防水结构	(16)
一、概述	(16)
二、基础与地下室	(20)
三、墙体	(22)
四、楼地面	(23)
五、屋顶与顶棚	(24)
第三章 建筑防水工程用材料	(35)
第一节 防水卷材	(35)
一、概述	(35)
二、防水卷材的分类及特点	(35)
三、高聚物改性防水卷材	(37)
四、合成高分子防水卷材	(47)
第二节 防水涂料	(57)
一、防水涂料概述	(57)
二、沥青类防水涂料	(58)
三、高聚物改性沥青防水涂料	(59)
四、合成高分子防水涂料	(60)
五、聚合物水泥防水涂料	(62)

六、非固化橡胶沥青弹性防水涂料	(63)
七、喷涂速凝橡胶沥青弹性防水涂料	(64)
八、环氧防水涂料	(65)
九、聚脲防水涂料	(65)
第三节 建筑堵漏灌浆止水材料	(67)
一、技术综述	(67)
二、无机防水堵漏灌浆材料	(68)
三、止水灌浆材料	(69)
四、聚氨酯类堵漏材料	(72)
五、制品类止水密封材料	(73)
第四节 新型建筑密封材料	(75)
一、密封材料分类	(75)
二、密封材料性能特点	(78)
三、密封材料适用范围	(78)
第五节 刚性防水材料	(80)
一、砂浆、混凝土防水剂	(80)
二、聚合物水泥防水砂浆	(81)
三、无机防水堵漏材料	(82)
四、水泥基渗透结晶型防水材料	(83)
第六节 保温绝热材料	(84)
一、有机类绝热材料	(84)
二、无机绝热材料	(88)
第四章 建筑防水设计	(93)
第一节 屋面防水工程的设计	(93)
一、屋面防水工程设计概述	(93)
二、屋面工程种类和防水设计	(98)
第二节 地下防水工程施工设计	(106)
一、地下工程防水设计内容	(106)
二、地下工程的防水等级和设防要求	(107)
第三节 地下防水工程细部构造做法	(110)
一、变形缝	(110)
二、后浇缝	(110)
三、穿墙管(盒)	(111)
四、埋设件	(111)
五、孔口	(111)
六、坑、池	(111)

七、桩头·····	(112)
第四节 室内防水工程设计·····	(112)
一、室内防水设计原则·····	(112)
二、防水设计·····	(112)
第五节 外墙防水工程设计·····	(114)
一、防水设计原则·····	(114)
二、防水设计·····	(115)
第五章 建筑防水施工技术·····	(117)
第一节 防水卷材施工概述·····	(117)
第二节 沥青类防水卷材施工·····	(118)
一、概述·····	(118)
二、高聚物改性沥青卷材屋面防水工程施工·····	(119)
三、自粘聚合物改性沥青防水卷材施工·····	(124)
四、预铺/湿铺防水卷材施工·····	(127)
五、反应粘结型(交叉膜)防水卷材施工·····	(132)
第三节 高分子防水卷材施工·····	(133)
一、概述·····	(133)
二、TPO 防水卷材单层屋面系统施工·····	(134)
三、合成高分子卷材防水工程施工·····	(142)
四、高分子自粘型卷材防水施工·····	(146)
五、三元乙丙橡胶卷材施工·····	(148)
六、聚乙烯复合防水卷材和非固化橡胶沥青防水涂料复合地下 防水工程施工·····	(152)
第四节 防水涂料施工·····	(155)
一、概述·····	(155)
二、厕浴间、厨房涂膜防水施工·····	(155)
三、聚脲防水涂料施工·····	(160)
四、丙烯酸涂料施工·····	(162)
五、聚合物水泥防水涂料施工·····	(165)
六、非固化橡胶沥青防水涂料施工·····	(167)
七、喷涂速凝橡胶沥青防水涂料施工·····	(169)
第五节 防水堵漏、灌浆密封施工·····	(171)
一、化学灌浆综述·····	(171)
二、防水灌浆、密封施工·····	(172)
三、地下注浆防水工程灌浆堵漏施工·····	(180)
四、建筑密封防水施工·····	(183)

五、改性沥青防水密封膏施工	(186)
六、内置钢片式自粘丁基橡胶止水带密封施工	(188)
第六节 建筑防水保温一体化	(191)
一、概述	(191)
二、正置屋面保温防水工程施工 (防水保温一体化)	(193)
三、倒置屋面保温防水工程施工	(195)
第七节 种植屋面工程施工	(198)
一、屋顶绿化的概况	(198)
二、屋顶绿化种植区构造层	(199)
三、屋面绿化施工操作程序	(199)
四、系统构造层次常用材料及施工工法	(200)
第八节 刚性防水材料施工	(204)
一、概述	(204)
二、防水砂浆地下防水工程施工	(210)
三、水泥基渗透结晶型防水材料施工	(213)
四、聚合物水泥防水砂浆施工	(216)
五、室内防水砂浆施工	(219)
第六章 防水施工机具	(223)
第一节 常见防水施工机具	(223)
一、一般施工机具	(223)
第二节 热熔卷材施工机具	(224)
第三节 涂料喷涂施工机具	(226)
一、防水涂料喷涂机	(226)
二、使用方法	(226)
三、设备及操作要点	(227)
第四节 灌浆施工机具	(229)
一、止水灌浆设备	(229)
第五节 防水卷材焊接设备	(230)
一、设备	(230)
二、设备操作要点	(231)
三、手持焊接机的设定	(231)
四、焊接设备	(231)
第七章 防水施工质量和修补	(232)
第一节 屋面防水工程渗漏和修补	(232)
一、防水卷材防水层渗漏	(232)

二、涂料防水层渗漏·····	(235)
第二节 地下防水工程渗漏和修补·····	(236)
一、地下室渗漏工程治理的基本要求·····	(236)
二、现浇混凝土结构渗漏治理·····	(236)
第三节 室内防水工程渗漏和修补·····	(239)
一、调查渗漏的原因·····	(239)
二、穿过楼板的管道部位修补的措施·····	(239)
三、楼地面与墙面交接部位渗漏的维修·····	(239)
四、墙面渗漏的维修·····	(240)
五、卫生洁具与给排水管连接处渗漏的维修·····	(240)
六、维修操作方法·····	(240)
第四节 金属屋面渗漏修补·····	(242)
一、质量问题·····	(242)
二、维修操作方法·····	(242)
第五节 外墙防水工程·····	(243)
一、防水质量及维修·····	(243)
二、建筑工业化制品混凝土墙板接缝渗漏的维修·····	(244)
三、现浇混凝土墙体渗漏的维修·····	(244)
四、清水墙面渗漏维修·····	(244)
五、抹灰墙面渗漏的维修·····	(245)
六、面砖与板材墙面的维修·····	(245)
七、墙体细部渗漏的维修·····	(245)
第八章 建筑防水施工组织设计及施工方案·····	(246)
第一节 建筑防水工程施工的组织设计·····	(246)
一、建筑防水工程施工组织设计概述·····	(246)
二、建筑防水工程施工组织设计的分类和内容·····	(247)
三、建筑防水工程施工组织设计的编制·····	(248)
四、建筑防水工程施工进度计划的编制·····	(249)
五、建筑防水工程施工组织设计的技术经济分析·····	(249)
第二节 建筑防水工程施工方案编制·····	(250)
一、建筑防水工程施工方案的重要性·····	(250)
二、防水企业如何编制施工方案·····	(250)
第九章 防水施工安全和防护·····	(255)
第一节 高处作业·····	(255)
一、基本定义·····	(255)

二、分类	(255)
三、防护用具	(258)
第二节 建筑施工安全技术临时用电规定	(260)
第三节 建筑机械使用安全技术规程	(262)
第十章 新型防水材料施工典型案例	(265)
第一节 彩色热塑性聚烯烃 (TPO) 防水卷材的工程应用	(265)
第二节 朝阳外国语学校屋顶绿化防水施工案例	(269)
第三节 低温配套胶粘剂与交叉膜反应型自粘类卷材冬季施工	(271)
第四节 GFZ 聚乙烯复合卷材与非固化橡胶沥青防水涂料 复合防水体系施工案例	(275)
第五节 丁基橡塑防水涂料在北京西客站防水工程施工	(277)
第六节 FS101、FS102 地下刚性 (复合) 防水技术	(281)
第七节 地下室底板防水构造做法工程案例	(283)
第八节 ZJYCPS 强力密封反应粘防水卷材湿铺法施工案例	(286)
第九节 北京市润泽庄苑小区 B06 地块二期防水工程工程案例	(288)
第十节 CPS 反应粘结型高分子防水卷材湿铺工程	(291)
第十一节 水貂三元乙丙橡胶防水卷材 SDG 地下、SDC 混凝土屋面 防水系统在西门子 (中国) 总部办公楼工程中的应用	(292)
第十二节 水貂 EPB 反应性丁基橡胶自粘卷材 SDC 混凝土屋面 防水系统在上海同普路厂房翻新工程中的应用	(296)
第十三节 单组分聚氨酯在青龙湖防水工程应用	(298)
第十四节 TPO 自粘卷材在华北理工大学屋面防水工程中的应用	(301)
第十五节 防水堵漏工程高压灌浆施工案例	(304)
第十六节 自粘聚合物改性沥青瓦施工	(306)
附录 1 建筑防水工程标准目录	(314)
附录 2 建筑防水材料标准目录	(315)

第一章 概述

一、防水工程在国民经济发展中的作用

我国防水工程近年来有较快的发展,随着建筑业、工业、交通运输业及国防工业的发展和需求,防水行业为适应这一市场,发展成门类齐全、数量可观、特性齐备的局面。据不完全统计,全国约有 4000 家大中小规模企业,防水施工人员达到数万人之多,成为国民经济不可缺失的行业。

防水工程作为保护建筑安全和使用寿命的分项工程是必不可少的,建筑防水工程是建筑工程中十分重要的组成部分,是重要的分项工程,应用于建筑地下、屋面、顶板、墙体、厨房、卫生间以及地铁、铁路、水利及工业建筑。建筑防水是为了保证建筑物或构筑物防水防潮、不渗漏和节能保温的重要技术措施,从而提高建筑物和构筑物的使用寿命。同时关系到建筑安全,关系到人身健康,更关系到社会的和谐和稳定。防水工程中的防水材料 and 施工是整个防水工程系统中的最关键因素,防水施工质量也关系到整体工程质量。建筑物渗漏是建筑物较为突出的质量通病,屋面漏水、墙壁渗水、装饰层脱落、长期渗漏潮湿而发霉有异味,直接影响着老百姓的身体健康。公用建筑、办公室、机场候机厅、车站候机厅、生产车间等生产场所长期渗漏,可导致办公设备、生产设备损坏,甚至电器短路而引发火灾。构筑物、水库大坝、铁路隧道、公路桥梁等渗漏,更会造成十分严重的后果,给国家带来巨大损失。由此可见,防水工程对建筑物、构筑物本身质量是至关重要的。本书系统地介绍各类防水系统和施工做法,涉及防水卷材、防水涂料、防水灌浆材料、防水密封材料和刚性防水材料等。以及建筑构造防水系统,如屋面工程、地下工程、室内工程、外墙工程以及地铁、高铁、隧道、水利等工程。为适应国民经济各部门需求,防水企业已发展形成不同类型、不同防水系统的新技术,适用国民经济的发展。

我国建筑业近年来也快速发展壮大起来,成为全世界工程量最多的国家。随着各项工程质量尤其是新型构造工程、水利工程、城市轨道交通工程、高速铁路、公路工程等的蓬勃发展,对在建筑防水中起重要作用的防水材料和施工技术提出了高的质量要求。鉴于此,本书详细介绍防水材料和系统以及各种施工技术、施工机具。施工质量的关键之一是防水工职业的技术能力。本书依据国家有关部门颁布的防水工职业技能标准、理论知识和施工实际操作这两方面内容而撰写,适用于各级防水工的培训。

建筑防水工程是绿色建筑工程中十分重要的组成部分,是重要的分项工程,建筑防水保温是保证建筑物或构筑物防水防潮、不渗漏和节能保温的重要的技术措施,从而提高建筑物的构筑物的使用寿命。

二、建筑防水工程

建筑防水工程分为两个部分，一部分是建筑结构自身的构造防水和保温，依靠结构作用的混凝土、砂浆，各种砌体材料自身密实性，防水设计要从构造上来达到防水保温的效果。另一部分是依靠各种防水材料（卷材、涂料、密封材料等）达到防水的目的，实际上是对整个建筑物或构筑物的防水及保温起到辅助、增强的作用，目前所指的建筑防水工程实际上是指各类防水材料在不同建筑部位进行的防水施工。

（一）建筑防水材料施工分类

1. 防水卷材防水施工；

- 1) 沥青类防水卷材施工；
- 2) 聚合物改性沥青防水卷材施工；
- 3) 自粘型聚合物改性沥青防水卷材施工；
- 4) 预铺/湿铺防水卷材施工；
- 5) 橡胶类防水卷材施工；
- 6) 橡塑类防水卷材施工；
- 7) 高分子类防水卷材（TPO、PVC、PE 等）施工；
- 8) 耐根穿刺类防水卷材施工。

2. 防水涂料防水施工

- 1) 水乳型沥青类防水涂料施工；
- 2) 聚合物沥青防水涂料施工；
- 3) 聚氨酯防水涂料施工；
- 4) 聚脲防水涂料施工；
- 5) 聚合物乳液防水涂料施工；
- 6) 树脂类防水涂料施工；
- 7) 橡胶类防水涂料施工；
- 8) 聚合物水泥—树脂类卷材复合施工；
- 9) 喷涂速凝橡胶沥青防水涂料施工；
- 10) 非固化橡胶沥青防水涂料施工；
- 11) 聚合物水泥-树脂类卷材复合施工；
- 12) 非固化橡胶沥青防水涂料/聚氨酯防水涂料-防水卷材复合施工。

3. 刚性防水材料施工

- 1) 防水混凝土施工；
- 2) 掺防水剂防水水泥砂浆施工；
- 3) 聚合物防水砂浆施工；
- 4) 水泥渗透结晶型防水材料施工。

4. 灌浆、密封材料施工

- 1) 各种灌浆材料施工；

- 2) 各种密封材料施工;
- 3) 刚性堵漏止水材料施工。

以上各种材料施工可以单纯成为一个系统,又可相互复合采用成为一个施工系统,如刚性复合施工技术形成各种构造防水系统。上述防水施工技术系统要在国家一系列施工标准的指导和规范下组织实施。

(二) 建筑防水构造系统防水施工技术规范

1. 《屋面工程技术规范》(GB 50345)
2. 《屋面工程质量验收规范》(GB 50207)
3. 《地下工程防水技术规范》(GB 50108)
4. 《地下防水工程质量验收规范》(GB 50208)
5. 《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范》(GB 50404)
6. 《坡屋面工程技术规程》(GB 50693)
7. 《种植屋面工程技术规程》(JGJ 155)
8. 《建筑外墙防水工程技术规程》(JGJ/T 235)
9. 《住宅区内防水技术规程》(JGJ 298)
10. 《倒置屋面工程技术规程》(JGJ 230)
11. 《地下工程渗漏治理技术规程》(JGJ/T 212)
12. 《房屋渗漏修缮技术规程》(JGJ/T 53)

(三) 防水新技术系统

随着防水材料自身的发展和国外新产品、新技术不断进入建筑市场,涌现出很多新型建筑防水施工,下面举例简要介绍。

1. 新型防水涂料施工技术

近年来新型防水涂料大多采用机械喷涂法施工,质量优异、施工速度快。

1) 喷涂橡胶沥青防水涂料施工。

喷涂橡胶沥青防水涂料是双组分产品(A组分是橡胶改性的乳化沥青,B组分以水乳为主的添加剂),是水性、环保、无污染产品。其特征是粘结牢固,底膜不固化,具有一定弹性和愈合性。喷涂厚度0.1~100mm。耐久性好,与建筑同寿命,是一种绿色建材。

施工采用专用设备,施工速度快,并可在低温条件下施工。曾在中国水科院冷冻室中进行(-10℃)了实体试验,标志着其产品的优异的低温施工性能。APEC会议中心施工时,是在0℃左右喷涂,其效果很好,验证了水性产品可在低温下施工这一新的做法。现已成功应用于地上、地下、室内、隧道、地铁、水利等部门。

2) 非固化橡胶沥青防水涂料

该种涂料在SBS改性沥青中掺加有功能性的外加剂,是一种溶剂型涂料。施工时必须采用加热(降低稠度)喷涂施工。最近正在研制水性涂料。

该涂料主要用于混凝土的接触密封,当前主要用于同防水卷材,尤其是同聚乙烯丙纶防水卷材和其他防水卷材相匹配的复合,形成柔性复合防水层。无缝防水层已在建筑地下、地铁、地上等工程取得成功。在北京已成功用于屋面、地下、厨卫等工程中,正在全

国范围内大力推广,尤其是与各类卷材复合施工取得良好效果。

2. 用于绿色建筑的防水工程技术

1) 与绿色建筑相配套的防水材料及其绿色施工技术

即在防水工程施工过程中,尽量减少污染的排放,施工环境清洁、系统合理、采用新技术新材料,如自粘型系列卷材、自粘型聚合物沥青防水卷材、自粘型高分子防水卷材、三元乙丙自粘卷材、EVA 自粘卷材等。高分子自粘型封边卷材、环保型密封材料等都是采用冷施工,没有明火,保证了安全。其中,湿铺反应粘结型防水卷材,是一种可以同基层水泥浆发生物化反应的三合一卷材。中间层为强力密封胶,上表面为 45 度角交叉叠层而成的强力膜,下表面为易于揭除的隔离膜(纸)。施工时揭去隔离膜,使中层的反应密封胶同基层水泥浆粘贴,反应形成一层牢固的防水层。是当前发展最快的防水卷材。采用湿铺法这种环保施工方法,广泛应用于地下、隧道、地铁、水利、高速公路、港口等建筑和构筑物。

2) 防水保温施工技术

防水保温一体化体现在屋面工程之中,既是传统技术,又是一项新的技术。由于各种新型保温材料、新型防水材料不断涌现,与之相应的施工技术,随着构造防水形式的发展而发展,尤其是建筑节能要求不断提高屋面和外墙的系统,而带来防水保温一体化技术提高,现做以介绍。

SPUA/喷涂聚氨酯泡沫复合防水保温系统有如下优点:

(1) 将防水和保温技术有效地结合为一体,在大屋面施工时可简化至三道工序:底涂、保温、防水。

(2) 整体性强、无裂缝,防水保温性能提高,形成一个整体防水保温的屋面或顶板。

(3) 施工速度快,每天可做 1000m^2 以上。

(4) 对于异型的工程部位如阴阳角、管根、女儿墙等复杂曲面、立面工程最合宜。

(5) 与基层附着好,点面施工无流挂。

(6) 无毒、无污染,使用寿命长,耐久性好。

3. 单层屋面防水保温技术(以 TPO 为例)

当前在全世界得到广泛认同的是一种橡塑料的新型材料,即 TPO 单层屋面卷材施工技术。TPO (Thermoplastic polyolefin) 热塑性聚烯烃实际上是一种橡塑共聚技术的卷材,是聚丙烯、乙丙橡胶共聚合成,具有很高的弹性、拉伸强度和良好的施工性能。

TPO 聚合物不含氯,生产也不掺入增塑剂,所以是一种环保型的产品,施工时可使用机械固定法和热焊接技术安装,保证接焊处质量稳定和快速施工。同时此种从绿色建筑技术和节能减排观点看,可以循环使用,又可调配成彩色产品和反射太阳光的白色产品,起到隔热作用。

TPO 卷材在美国和欧洲得到了广泛的应用,大多用于与保温材料相复合的单层屋面防水工程,2007 年美国单层屋面系统采用的三大单层防水卷材分别是 TPO 为 8300万 m^2 , EPDM (三元乙丙) 8500万 m^2 , PVC 为 3200万 m^2 。而单层防水保温层面占美国屋面市场总额的 55%。使用相配套的保温材料是聚苯乙烯泡沫板 (EPS 或 XPS) 和聚异氰脲酸酯板

以及膨胀珍珠岩制品。全球市场上 TPO 达到 1 亿 m^2 以上。国标《热塑性聚烯烃 (TPO) 防水卷材》(GB 27789) 将 TPO 分为四种型号。其特点如下: 标准为

(1) PL 型。TPO 卷材是由 TPO 聚合物和聚酯纤维胎复合而成的, 拉伸强度高, 表面光滑, 厚度均匀, 容易保证施工质量。

(2) TOP 卷材通常先用机械固定件固定, 再用专用的行走式热空气焊接设备, 施工时焊接头的强度要高于卷材自身的拉伸强度, 同时进行细部构造的防水处理。焊接机的行走速度为 $5\text{m}/\text{min}$ 。

(3) TPO 卷材可生产白色或彩色产品, 做成彩色屋面和防水保温一体化屋面工程, 由于卷材本身阳光反射率高达 65%, 是一种很好的隔热节能材料。

(4) TPO 卷材加工时掺入了阻燃剂使之成为一种难燃材料, TPO 卷材可以做到幅宽 3.5m, 有利于降低安装的成本。

(5) TPO 卷材安装程序: 首先将 TPO 卷材采用机械紧固件和金属固盘固定, 随后再进行 400°C 热空气焊接, 焊接 4cm。在做保温屋面时, 是将保温板以机械锚固固定在屋面上, 再在其上用冷胶粘剂将 TPO 卷材粘附在保温材料上, 最后在卷材搭接处进行焊接, 以保证对风掀力的抵抗。最后在上面铺设豆石混凝土或做屋顶花园铺设种植土。

上述 TPO 卷材屋面单层防水技术, 同样也适用于 PVC、PMED 和建筑防水保温复合屋面是一种建筑节能技术的新趋势, 在金属屋面广泛地采用。

北京奥运工程大都采用之, 如北京五棵松体育馆屋面工程等。

4. 种植屋面施工技术

建筑屋顶花园也成为一种时尚和节能环保的施工做法, 屋顶花园可以明显降低城市的热岛效应。为此我国也颁布了国家行业标准, 《种植屋面工程技术规程》(JGJ 155)。该标准对种植屋面的材料 (防水、保温)、设计、施工及验收都做出了明确规定。为增加城市绿化面积, 北京、上海、重庆等地也都分别制定了地方标准, 同时发布政府文件强制加以实施。

5. 桥面防水施工技术

桥面防水工程也引起界内人士的重视, 国家有关部门颁发了一系列卷材、涂料等用于桥面防水的材料的标准。北京已制定了《桥面防水工程施工技术规程》于 2007 年正式实施。

6. 建筑外墙防水施工

建筑外墙防水防护是保证建筑结构安全、使用寿命、提高功能、营造舒适的室内环境、保证人们生命财产安全的必要的技术手段。现行国家行业标准《建筑外墙防水工程技术规程》(JGJ/T 235), 对外墙防水工程设计要求、施工做法做了明确的规定, 外墙防水工程分为有保温和无保温外墙防水工程, 二者各有特点。

三、建筑防水施工选材和质量

建筑防水工程的施工是建筑施工技术的关键组成部分, 建筑物渗漏问题是建筑物较为突出的质量通病。渗漏产生的原因是多方面的, 在防水行业一直有: 材料是基础, 施工是

关键之说。这是因为目前建筑防水施工多以手工作业为主，稍有疏忽便可能出现渗漏。国内外渗漏工程的调查结果都证明了这一点。在统计调查中，造成渗漏的原因，施工占45%，材料占22%，设计占18%，管理占15%。因此，施工是确保建筑防水工程质量的关键。

（一）防水材料的选择原则

建筑防水工程可根据工程部位、使用环境、工程施工条件、建筑功能等选择防水材料。

1. 按工程条件不同进行选材

根据工程条件进行选材就是按照使用部位、设防等级等条件合理进行选材。

1) 工程等级：对重要、有特殊要求的建筑和高层建筑，其屋面的防水设防为一级，而一般建筑屋面防水设防为二级。在防水一级设防中，应选用两道高聚物改性沥青防水卷材、一道改性沥青防水涂料（高分子防水涂料）与一道改性沥青防水卷材复合、一道 $\geq 1.5\text{mm}$ 的高分子防水卷材防水做法。在二级防水设防中，可选用一道4mm厚改性沥青防水卷材、一道 $\geq 1.5\text{mm}$ 的高分子防水卷材、一道 $\geq 2.0\text{mm}$ 的高分子防水涂料等。

2) 斜屋面：斜屋面由于排水性好，饰面层通常为各种材质的瓦，瓦不仅对建筑有装饰作用，同时还具有良好的防水性能，因此在坡屋面瓦下面只需设置一道柔性防水层，即可到达一级防水设防。

3) 倒置屋面：倒置屋面系指防水层在下，保温层在上的屋面做法。防水层可受到保温层的保护，使其不受阳光、温度、风雨雪的侵蚀。但倒置屋面一旦发生渗漏，维修难度增大，因此，对防水材料要求严格，不宜做刚柔结合的防水设防，而应采用柔性复合材料。同时由于防水材料长期处于潮湿环境，不宜选用胶粘剂粘结的防水材料，应选用热熔型改性沥青防水卷材或耐水性较高的合成高分子防水涂料，如聚氨酯防水涂料等。

2. 按建筑功能不同进行选材

1) 种植屋面：为了绿化屋面，在屋面上要种植花草，因此对防水层要求除具有较好的防水性能之外，还需要耐腐蚀性好、耐根穿刺能力强，能防止植物根系穿透防水层，因此在多道防水设防时，应至少有一道具有耐根穿刺的防水材料。

2) 钢结构金属屋面：大跨度、轻型、钢结构金属屋面，这种建筑在使用过程中由于屋面受温度影响较大，导致其结构变形大于混凝土结构建筑，因此在这类工程的单层屋面系统中，防水材料应选用延伸性好、抗拉强度高、耐候性好的高分子防水材料，如：聚氯乙烯（PVC）防水卷材、热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材、三元乙丙防水卷材等。

3. 按工程使用部位不同选材

1) 屋面：屋面由于长期暴露，受阳光、雪雨直接侵蚀，严寒酷暑温度变化大，昼夜之间屋面板会发生伸缩相变，因此防水材料在外露使用时，应选用耐老化性能好且具有一定延伸性和耐温的材料。如应选用矿物粒面、聚酯胎改性沥青防水卷材、PVC防水卷材、TPO防水卷材、三元乙丙等防水卷材。

2) 地下室：由于地下工程长期处于潮湿状态，且维修困难，但使用环境温度变化较小、结构变形大等特点，应采用刚柔结合、多道设防等手段进行防水设防，即除通过在混