

工程建设国家级工法汇编

(2009~2010年度)

第三分册

本书编委会 编

中国建筑工业出版社

工程建设国家级工法汇编

(2009~2010 年度)

第三分册

本书编委会 编

中国建筑工业出版社

目 录

第三分册

屋面雨水生态利用施工工法 GJEJGF132—2010	2417
沥青铜瓦坡屋面防水施工工法 GJEJGF133—2010	2426
金属屋面太阳能光电板安装施工工法 GJEJGF134—2010	2434
76m 超长自锁式防水压型彩板厂房屋面施工工法 GJEJGF135—2010	2445
屋面工程细部处理施工工法 GJEJGF136—2010	2452
饰面板嵌入式植筋与八字背槽式挂件组合挂贴施工工法 GJEJGF137—2010	2461
双层可呼吸式弧形玻璃幕墙安装施工工法 GJEJGF138—2010	2469
泡沫混凝土屋面找坡隔热抗裂施工工法 GJEJGF139—2010	2476
新型保温双叶墙体施工工法 GJEJGF140—2010	2482
ASHFORD FORMULATM 精密耐磨地坪施工工法 GJEJGF141—2010	2490
具有多层空气间层的不透明干挂外墙外保温系统施工工法 GJEJGF142—2010	2496
DKGL 硬质纤维保温吸声层喷涂施工工法 GJEJGF143—2010	2502
外墙干挂花岗岩施工工法 GJEJGF144—2010	2513
应用激光标线技术的墙面抹灰施工工法 GJEJGF145—2010	2521
超高层建筑施工临时用水设置工法 GJEJGF146—2010	2528
人工顶进长距离混凝土管道减少摩阻力施工工法 GJEJGF147—2010	2540
排水系统 UPVC 套简直埋法施工工法 GJEJGF148—2010	2549
悬吊支座一体浇筑成套技术施工工法 GJEJGF149—2010	2552
沉管式检查井施工工法 GJEJGF150—2010	2559
地源热泵 U 形垂直埋管换热系统安装工法 GJEJGF151—2010	2567
软弱土质大口径长距离钢筋混凝土管泥水平衡顶管施工工法 GJEJGF152—2010	2576
内衬不锈钢复合钢管安装工法 GJEJGF153—2010	2593
预埋套管线性与标高控制施工工法 GJEJGF154—2010	2602
太阳能辅助地源热泵空调系统施工工法 GJEJGF155—2010	2607
大面积钢筋混凝土地面地辅热供暖施工工法 GJEJGF156—2010	2619
增强型共板法兰风管制作安装施工工法 GJEJGF157—2010	2624
平屋顶柱承式安装型太阳能光伏发电系统设计与施工工法 GJEJGF158—2010	2635
光导照明施工工法 GJEJGF159—2010	2643
无电池应急灯具自动切换供电施工工法 GJEJGF160—2010	2652
防水防尘可挠性金属导管施工工法 GJEJGF161—2010	2659
住宅厨房卫生间排气道安装施工工法 GJEJGF162—2010	2671
中央空调碳钢管道内壁镀膜防腐施工工法 GJEJGF163—2010	2678
超宽大截面薄钢板风管施工工法 GJEJGF164—2010	2690

数码多联中央空调施工工法 GJEJGF165—2010	2700
快速静态 GPS 基坑水平位移安全性监测工法 GJEJGF166—2010	2719
超高层建筑 GPS 测控施工工法 GJEJGF167—2010	2731
市政排水管半开槽顶管施工工法 GJEJGF168—2010	2740
远程监控电缆敷设施工工法 GJEJGF169—2010	2750
空心钻头冲孔灌注桩施工工法 GJEJGF170—2010	2757
现浇板、梁模板支撑快拆体系工法 GJEJGF171—2010	2765
掺轻质材料改善泡沫混凝土综合性能的施工工法 GJEJGF172—2010	2771
超大面积激光整平原浆压光混凝土楼地面施工工法 GJEJGF173—2010	2777
严寒地区高强、高性能混凝土施工技术工法 GJEJGF174—2010	2782
低位少支点模块化整体顶升钢平台模架体系施工工法 GJEJGF175—2010	2791
异型双层钢管偏心支撑桁架施工工法 GJEJGF176—2010	2798
斜向多面体钢筋混凝土柱施工工法 GJEJGF177—2010	2808
倾斜单元式幕墙不规则菱形钢格构安装施工工法 GJEJGF178—2010	2818
夯实水泥土桩处理软基施工工法 GJEJGF179—2010	2826
采空区地基注浆处理施工工法 GJEJGF180—2010	2837
季节性冻土地区冰湖地基路基施工工法 GJEJGF181—2010	2845
无噪声、无振动、环保汽车坡道施工工法 GJEJGF182—2010	2852
彩色透水性混凝土路面施工工法 GJEJGF183—2010	2861
路基沉降观测与填筑同步施工工法 GJEJGF184—2010	2872
高速公路精品化预制构件施工工法 GJEJGF185—2010	2887
气泡混合轻质土路堤填筑工法 GJEJGF186—2010	2892
薄层环氧抗滑层路面 (CRM) 施工工法 GJEJGF187—2010	2903
SNS 柔性主动防护系统施工工法 GJEJGF188—2010	2912
浅埋式大断面箱涵顶推施工工法 GJEJGF189—2010	2920
温拌沥青混合料施工工法 GJEJGF190—2010	2929
钢桥面 ERS 铺装施工工法 GJEJGF191—2010	2938
橡胶沥青、胶粉双复合改性沥青混凝土路面施工工法 GJEJGF192—2010	2947
软土地基上高速公路路基拓宽施工工法 GJEJGF193—2010	2960
硅藻土改性沥青路面施工工法 GJEJGF194—2010	2967
戈壁沙漠地区水泥稳定砂砾半刚性基层施工工法 GJEJGF195—2010	2976
公路沥青路面综合表面处治施工工法 GJEJGF196—2010	2986
岩盐路基施工工法 GJEJGF197—2010	2994
彩色沥青混凝土路面施工工法 GJEJGF198—2010	3000
嵌挤式混凝土块路面现浇施工工法 GJEJGF199—2010	3006
掺降粘剂型温拌沥青混凝土路面施工工法 GJEJGF200—2010	3012
高速铁路无砟轨道路基基床施工工法 GJEJGF201—2010	3021
无砟轨道摩擦板、端刺、过渡板施工工法 GJEJGF202—2010	3029
中国列车运行控制系统 (CTCS) 3 级调试工法 GJEJGF203—2010	3038

地铁道岔支架法整体道床施工工法 GJEJGF204—2010	3051
单轨交通信号系统设备安装调试工法 GJEJGF205—2010	3059
大断面单拱单柱双层地铁车站中洞法施工工法 GJEJGF206—2010	3078
高速铁路无砟轨道滑动层预张紧铺设工法 GJEJGF207—2010	3090
高速铁路 CRTSⅢ型板式无砟轨道预应力混凝土轨道板预制工法 GJEJGF208—2010	3096
高速铁路桥梁钻孔桩“预钻法”成孔施工工法 GJEJGF209—2010	3129
时速 350km 高速道岔岔枕制造工法 GJEJGF210—2010	3137
格格式接触网硬横跨全过程施工工法 GJEJGF211—2010	3148
CRTSⅠ型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆施工工法 GJEJGF212—2010	3154
城市轨道交通先隧后站逆序施工工法 GJEJGF213—2010	3163
严寒地区铁路客运专线支座灌浆冬期施工工法 GJEJGF214—2010	3171
地铁薄壁异型护栏板的施工工法 GJEJGF215—2010	3177
复合式衬砌隧道黏土浆液背后注浆工法 GJEJGF216—2010	3186
瓦斯隧道大掏槽减振钻爆工法 GJEJGF217—2010	3193
车站风道下井盾构始发施工工法 GJEJGF218—2010	3202
分次复式楔形掏槽减振爆破施工工法 GJEJGF219—2010	3210
隧道区间风井吊筑施工工法 GJEJGF220—2010	3226
浅埋暗挖隧道超大管棚与改良袖阀管复合加固施工工法 GJEJGF221—2010	3232
地铁车站预留隧道孔洞之轮辐式支模体系施工工法 GJEJGF222—2010	3239
大断面双连拱明洞整体台架隧道拱体施工工法 GJEJGF223—2010	3250
冰川堆积体隧道开挖施工工法 GJEJGF224—2010	3260
多变径模板台车整体衬砌施工工法 GJEJGF225—2010	3268
偏压状态下明暗交界段隧道进洞开挖施工工法 GJEJGF226—2010	3277
应用 3D 激光扫描仪监控隧道围岩施工工法 GJEJGF227—2010	3284
浅滩沙层大直径竖井施工工法 GJEJGF228—2010	3291
盾构空推通过暗挖隧道或车站施工工法 GJEJGF229—2010	3301
冻土区隧道湿喷混凝土支护施工工法 GJEJGF230—2010	3310
大跨隧道拱箱双层组合结构施工工法 GJEJGF231—2010	3315
地铁盾构法隧道水下进洞施工工法 GJEJGF232—2010	3322
组合拱桥步履式平移整体顶推施工工法 GJEJGF233—2010	3335
新型锁口钢管桩基坑支护施工工法 GJEJGF234—2010	3348
大跨度预应力连续梁悬浇筑施工工法 GJEJGF235—2010	3357
拱桥加固施工工法 GJEJGF236—2010	3370
高寒地区聚酯纤维加强改性沥青混凝土桥面铺装施工工法 GJEJGF237—2010	3378
软土地区预应力管桩做箱梁支架基础桩帽施工工法 GJEJGF238—2010	3385
折线配筋预应力混凝土 50 米 T 梁先张法施工工法 GJEJGF239—2010	3394
箱形截面替代肋形主拱圈截面改造双曲拱桥施工工法 GJEJGF240—2010	3407
连续板替代拱式拱上建筑改造双曲拱桥施工工法 GJEJGF241—2010	3416
预应力混凝土预制箱梁冬期施工工法 GJEJGF242—2010	3424

高空混凝土结构物反支点预压施工工法 GJEJGF243—2010	3430
外倾式变截面预应力混凝土拱肋液压自爬模施工工法 GJEJGF244—2010	3436
大型双壁钢套箱围堰施工工法 GJEJGF245—2010	3446
波形钢腹板预应力混凝土连续箱梁现浇施工工法 GJEJGF246—2010	3457
胶结密实圆砾土层双壁钢围堰施工工法 GJEJGF247—2010	3468
深水溶蚀地质旧桥墩加固利用施工工法 GJEJGF248—2010	3476
全焊接钢桁梁斜拉桥主梁整节段安装施工工法 GJEJGF249—2010	3484
可移动式预制构件对桥梁支撑架进行加载的施工工法 GJEJGF250—2010	3500
桥梁支座端多点整体同步顶升施工工法 GJEJGF251—2010	3506
高速铁路 128m 钢箱系杆拱桥施工工法 GJEJGF252—2010	3516

屋面雨水生态利用施工工法

GJEJGF132—2010

歌山建设集团有限公司 浙江弘业建设有限公司

吕国玉 金晓华 蒋国伟 傅义峰 张明

1. 前 言

随着经济的发展，大部分城市呈现出水质型缺水的趋势。雨水作为一种可利用的宝贵淡水资源，通常白白流失，即使在干旱缺水的地方雨水也很少加以有效利用，杂用水往往用自来水，这造成了很大的水资源浪费。雨水生态利用技术是20世纪90年代开始在德国兴起的一种综合性雨水利用技术。屋面雨水污染程度较低，利用价值高，收集方便，水质相对较好，具有较大的开发利用潜力，成为城市雨水利用的重点对象，是解决城市水资源短缺、减少城市洪灾的有效途径，也是改善城市生态环境、发展绿色建筑的重要组成部分。我们本着节约水资源、变废为宝的精神，研究屋面雨水生态净化技术和配套施工方法，在多项工程中得到成功应用，总结形成了本工法。工法关键技术已通过浙江省住房和城乡建设厅组织的鉴定，达到国内领先水平。实践证明该工法在进行屋面雨水的处理和资源化利用方面，对于节水、减少水污染具有重要的意义，能有效地指导施工。

2. 工 法 特 点

2.1 符合经济、有效、简单、易管理的原则，适应雨水的突发性和流量不确定性等特点。

2.2 雨水回用过程只需要简单的贮水，并对原水进行沉淀过滤即可得到生活杂用水、景观、绿化等水质标准的要求。

2.3 在雨水收集时，采用雨水径流截污措施，在源头控制雨水污染，与在雨水调蓄过程中进行处理的方法相比，成本低，效率高。

2.4 生态净化集成装置集过滤、沉淀、生态净化于一体，突出生态理念，可根据地形、地貌等条件与城市、住宅小区内的水景、绿化、道路广场等布局有机结合。

3. 适 用 范 围

适用于学校、住宅小区等群体建筑和大型公共建筑的屋面雨水利用。

4. 工 艺 原 理

4.1 屋面雨水利用系统

屋面雨水采用雨水收集回用和雨水入渗相结合的方式生态利用。屋面雨水收集—处理—利用系统。由收集系统、传输系统、初期雨水弃流系统、储存系统（调节池）以及净化系统、入渗系统等几部分组成。屋面雨水经雨落管等收集系统进入初期弃流装置，通过初期弃流装置将初期较脏的雨水排至小区雨水管道，防止初期径流中污染物对环境的影响。经初期弃流后的雨水通过传输系统（管道、沟渠）送至调节池收集。调节池中设有溢流装置，当集雨量较多或降雨频繁时，调节池的一部分雨水通过溢流管排入城市雨水系统，并设专门的渗透设施接纳溢流雨水，经渗透以补充地下水。调节池中

的雨水经泵提升至生态净化滤池，在进入滤池之前，在出水管道上投加混凝剂，混凝形成絮体后进入净化滤池沉淀、过滤，对雨水中的SS、COD、TN、TP、浊度可以起到较好的去除效果。出水经过消毒进入清水池，用于小区各种生活杂用水，如绿化、喷洒路面、洗车等。

屋面雨水利用系统工艺流程如图4.1。

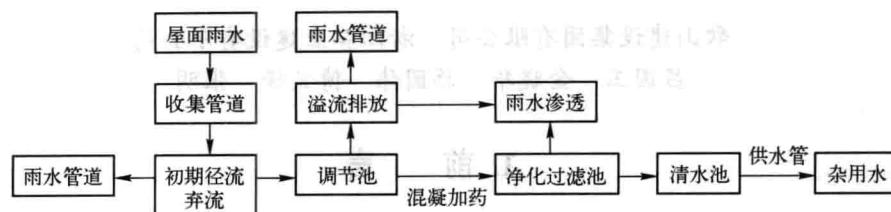


图4.1 屋面雨水利用系统工艺流程

4.2 系统构造

4.2.1 初期径流弃流装置

在弃流装置内设有浮球阀，随着水位的升高，浮球阀逐渐关闭，当收集到屋面2 mm 降雨量形成的径流后，浮球阀完全关闭。弃流后的雨水将沿旁通管流至屋面雨水收集管道，进行处理利用。对于已收集的初期弃流，降雨结束后打开放空管上的阀门使其流入小区污水管道。

4.2.2 调节池

调节池是为满足雨水利用的要求而设置的雨水暂存空间，待雨停后将储存的雨水净化后再使用。

4.2.3 净化过滤池

净化过滤池的设置应考虑整个场地规划的景观设计，与城市、住宅小区内的水景、绿化、道路广场等布局有机结合。调节池的雨水通过水泵提升进入生态净化池，先经无砂混凝土滤板过滤后进入沉淀区域，将小颗粒等杂质截留，然后进入生态净化系统。

5. 施工工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程

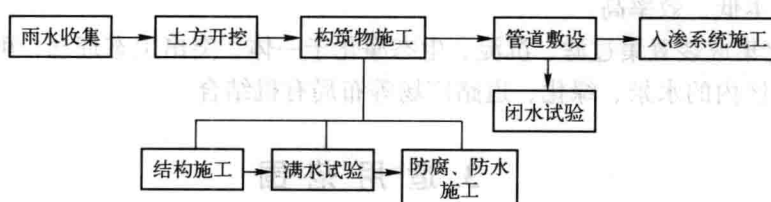


图5.1 施工工艺流程图

5.2 构筑物设置要点

5.2.1 弃流池设置：雨水初期弃流量按2mm 降雨量设计。在屋面雨水管或汇集口处按照所需弃流雨水量设置弃流池，弃流池为地下式，现浇混凝土结构，底部设置不小于0.10的坡度，使弃流雨水通过自流排出。雨水弃流排入污水管道时应确保污水不倒灌回弃流装置内。

5.2.2 调节池应设人孔或检查口，设置双层井盖，防止人员落入井内。调节池设溢流排水措施，采用重力式溢流，当集雨量较多或降雨频繁时，调蓄池的一部分雨水通过溢流管排入城市污水系统。池底设集泥坑和吸水坑，当调节池分格时，每格都应设置检查口和集泥坑。

5.2.3 净化过滤池。

无砂混凝土滤板的原材料为普通硅酸盐水泥、碎石骨料、粉体胶粘剂，其配比应经试验确定。骨料选用粒径为5～10mm和10～20mm的单一粒级的碎石，严格控制针片状颗粒。预制滤板单块上平面平

整度误差 $\leq \pm 1\text{mm}$ ；滤板厚度误差 $\leq \pm 1\text{mm}$ ；四边垂直度误差 $\leq \pm 2\text{mm}$ ，四边整齐、无翘缺。

生态净化系统自下而上依次为砾石层、细砂滤层、土壤层和景观植物组成，砾石层厚为0.5m，细砂滤层厚为1.2m，土壤层厚为0.5m。

5.2.4 清水池设置。

雨水供水系统应设自动补水，清水池内的自来水补水管出口应高于清水池内溢流水位，其间距大于2.5倍补水管直径，不得采用淹没式浮球阀补水。

5.3 施工要点

5.3.1 屋面雨水收集

屋面雨水收集的方式按雨水管道的位置分为外收集系统和内收集系统，雨水管道的位置由建筑设计确定。

1. 在屋面结构施工时，配合土建预留符合雨水斗安装孔洞，或直接将雨水斗座预埋在屋面混凝土中，预埋时应留出屋面找平层厚度。

雨水管道应按设计规定的位置安装，雨水管固定件应根据各种管材要求设置，位置准确，埋设平整，与管道接触紧密，但不得损伤管道表面。固定件宜采用屋面雨水排放系统配套的专用管道固定系统，其使用寿命不低于屋面雨水排放系统的使用寿命。雨水横管与立管、立管与排出管的连接弯头采用两个45°弯头或 $R \geq 4D$ 的90°弯头。

2. 不同楼层的集雨区域应设置各自独立的排水路径，避免混用造成低层的泛水溢流；雨水集水横管的端部或转弯处，应适当地设置清除口以利清洁维修；应确保雨水管系统中检查井设施易于维护和清洁，并避免地表水和垃圾等流入。

3. 在雨水立管的下部安装筛网过滤器，以拦截较为粗大的杂质，立管底部设置检查口。

4. 雨水管道安装后应做灌水试验，灌水高度必须到每个系统上部的雨水斗。满水15min，水面下降后，再灌满观察5min，液面不降，接口无渗漏为合格。雨水主立管、水平管及干管均应作通水试验，排水应畅通，无堵塞。

5.3.2 土方开挖

1. 施工前查明施工影响范围内的地下管线、建（构）物及其他公共设施资料，采取措施加以保护。

2. 基坑边坡应经稳定性验算确定，当地基为软弱土层、开挖深度较大或受场地限制不能放坡开挖时，应根据基坑深度、施工场地及周围环境要求，采取支护措施。

3. 按设计要求的坡度开挖沟槽和构筑物土方，坑（槽）底原状地基土不得扰动和超挖。局部扰动或超挖并超出允许偏差时，应采取下列措施：

1) 排水不良发生扰动时，应全部清除扰动部分，用卵石、碎石或级配砂石回填。

2) 岩土地基局部超挖时，应全部清除基底碎渣，回填碎石。

5.3.3 构筑物施工

1. 结构施工

1) 模板、钢筋、混凝土施工应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的相关规定执行。

2) 池壁模板施工时，设置确保墙体直顺和防止浇筑混凝土时模板倾覆的装置。池壁与顶板连续施工时，池壁内模立柱不得同时作为顶板的模板立柱；顶板支架的斜杆或横向连杆不得与池壁模板的杆件相连接。

3) 管道穿过构筑物墙体时，穿墙部位设置预埋防水套管，防水套管直径至少比管道直径大50mm。待管道穿过防水套管后，套管与管道空隙之间应进行防水处理。

固定在模板上的预埋管、预埋件的安装必须牢固，位置准确；安装前应清除铁锈和油污，安装后应作标志。

4) 模板拆除时，不应顶板形成冲击荷载；拆下的模板和支架不得撞击底板和池壁墙面。

冬期施工时，池壁模板应在混凝土表面温度与周围温差较小时拆除，温差不宜超过 15°C ，拆模后应立即覆盖保温。

5) 混凝土的底板和顶板应连续浇筑，不得留置施工缝。浇筑池壁混凝土时，应分层浇圈、连续浇筑。浇筑预留孔洞、预埋管、预埋件等周边混凝土时，应以振捣器辅以人工振捣。

2. 满水试验

1) 构筑物施工完进行满水试验，试验前应具备以下条件：预留洞口、预埋管口及进出水口以作临时封堵；试验用充水、排水系统水池内外壁缺陷修补完毕；经检查，冲水及排水阀门无渗漏。

2) 实验时向池内注水应分三次进行，每次注水为设计注水的 $1/3$ 。注水时水位上升速度不宜超过 2m/d ，相邻两次注水的间隔时间不应小于 24h 。每次注水应读 24h 的水位下降值，计算渗水量；在注水过程中和注水后，应对池体做外观和沉降量观测。如果沉降量和渗水量过大时，应停止注水，待做出妥善处理后方可继续注水。

3. 防水、防腐施工

构筑物满水试验后进行防水、防腐施工，应按照现行国家标准《地下工程防水技术规程》GB 50108、《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212等的相关规定执行。

1) 水池基层表面应平整、坚实、清洁，表面充分湿润，无积水；基层表面的孔洞、缝隙，采用与防水层相同的防水砂浆堵塞并抹平；施工前应将预埋件、穿墙管预留凹槽内嵌填密封材料。

2) 水泥砂浆防水层分层铺抹，表面压光，水泥砂浆厚度 $18\sim 20\text{mm}$ ；水泥砂浆的稠度控制在 $70\sim 80\text{mm}$ ，随拌随用；阴阳角处，应做成圆角，阴角圆弧半径为 50mm ，阳角圆弧半径为 10mm 。

水泥防水砂浆应在规定时间内用完，施工中不得任意加水。水泥砂浆防水层各层应紧密结合，每层连续施工。

5.3.4 管道施工

1. 管道安装

1) 屋面雨水系统的管道应和其他管道保持一定距离。管道的排列顺序，从上到下应为：电力管、上水给水管、雨水给水管、排水再利用管、通气管、排水管。埋设的深度应在 300mm 以上。

2) 为了将雨水利用系统的管道和其他管道区别开来，在下管前，将管子涂上制定的颜色，或将管子用指定颜色的防腐胶带缠绕，按 1m 间距，一处三圈缠绕。

3) 将管节、管件按施工方案的要求摆放，摆放的位置应便于起吊及运送。管道应在沟槽地基质量检验合格后安装，安装时自下游开始，承口应朝向施工前进的方向。

4) 下管前，要清理管坑内杂物，按设计要求做好垫层，放出管道中线，复核管道基础面标高。

5) 管道安装时，应将管节的中心及高程逐节调整正确，安装后的管节应进行复测，合格后方可进行下一工序的施工。

6) 安装过程中，随时清除管道内的杂物。暂时停止安装时，两端应临时封堵。

7) 管道安装时，表面必须顺直，管子接口平顺，符合设计流水位高程。管底不得倒流水，缝宽应均匀，管道内不得有泥土、砖石、砂浆、木块等杂物。管材不得有裂缝、破损。

2. 闭水试验

雨水收集和排放管道在回填土前应进行无压力管道严密性试验，应符合国家标准《给水排水管道施工及验收规范》GB 50268的规定。

1) 准备工作：管道及检查井外观质量已验收合格；全部预留孔已封堵，不得渗水；管道两端除进水管外，应封堵牢固，不得渗水。

2) 管道试验：试验管段灌满水后浸泡时间不应少于 24h ；试验水头达到规定水头时开始计时，观测管道的渗水量，直至观测结束时，不断向试验管段内补水，保持试验水头恒定。渗水量的观测时间不小于 30min 。

3. 回填

1) 管道铺设完毕, 经闭水试验, 并经检验合格后, 应及时进行回填。水池周围的回填, 应与管道沟槽回填同时进行; 不便同时进行, 应留台阶性接槎。

2) 雨水回用埋地管道最小覆土深度不小于土壤冰冻线以下0.15m, 车行道下的管顶覆土深度不小于0.7m。

3) 路面范围内的回填, 应采用砂、砂砾等材料回填, 回填宽度不小于400mm。

4) 槽底及管顶以上500mm范围内, 土中不得含有机物、冻土以及大于50mm的砖、石等硬块。回填材料运入槽内时不得损伤管道及其接口。

5) 管道两侧和管顶以上500mm范围内的回填材料, 应有沟槽两侧对称回填, 不能直接回填在管道上。回填压实逐层进行, 每层虚铺厚度200mm。

6) 回填土压实度应符合表5.3.4的规定。

回填土压实度

表5.3.4

检查项目	压实度 (%)	检查频率		检查方法
		范围	组数	
1 一般情况下	≥ 90	构筑物四周回填按 50 延米/层; 大面积回填按 500m ² /层	1 (三点)	环刀法
2 地面有散水等	≥ 95		1 (三点)	环刀法
3 当年回填土上修路、铺设管道	≥ 93 注 ≥ 95		1 (三点)	环刀法

注: 表中压实度除标注者外均为轻型击实标准。

5.3.5 入渗系统施工

对于溢流水采取渗透措施, 经渗透以补充地下水, 雨水渗透设施包括渗透管沟、渗水沟等。

1. 施工准备

雨水渗透设施施工前, 应根据施工场地的地层构造、地下水、土壤、周边的土地利用以及现场渗透试验得出的渗透量, 校核采用的渗透设施是否满足设计要求。

雨水渗透设施不能建在建筑物回填区域内, 距建筑物基础的最小距离不小于建筑物基础深度的1.5倍和3m, 距建筑物基础回填区域的距离不小于0.5m。

2. 渗透管沟施工

渗透管沟采用穿孔塑料管或无砂混凝土管, 管的四周填充碎石层 (图5.3.5-1)。

1) 施工顺序

挖掘→铺砂→铺土工布→充填碎石→渗透管安装→充填碎石→铺土工布→回填→残土处理→清扫处整理→渗透能力确认。

2) 渗透管检查井之间的渗透管敷设坡度采用0.01~0.02。

渗透管不宜设在车行道下, 穿越车行路段时, 道路下和道路外延1.5m处不应采用渗透管, 可用一般排水管。

3) 沟槽开挖后地面不应夯实, 应避免超挖, 超挖时不得用土回填, 应用碎石填充。

4) 沟槽开挖后, 为保护底面应立即铺砂。砂用人工铺平, 不得用机械碾压。

5) 充填碎石应全面包裹透水土工布, 土工布选用其孔隙率相当的产品, 防止砂土侵入。为便于透水土工布的作业, 对挖掘面作串形固定。

6) 为防止砂土混入碎石, 土工布从底面向上敷设; 充填碎石时为防止下沉和塌陷, 碾压应以不影响碎石的透水能力和储留量为原则, 确定碾压次数。

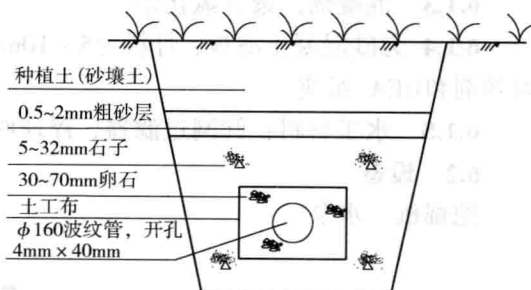


图5.3.5-1 渗透管沟结构示意图

7) 工程完工后进行渗透能力的确认, 在竣工时, 选定几处渗透管沟, 根据注水试验确定其渗透能力。

3. 渗水沟施工

渗水沟由上至下分为两层, 上层为种植草类植物的浅水洼, 下层为渗透渠 (图5.3.5-2)。

在沟渠挖到设计标高后沟底素土夯实, 铺设土工布。渗透渠采用砂子、砾石或熔岩颗粒等高渗透性的颗粒材料, 厚度不小于100mm, 渗透系数不小于 1×10^{-4} m/s; 在水洼层铺设活土, 深度不超过0.3m, 渗透系数不小于 1×10^{-5} m/s。

如果溢流管直接进入渗水沟, 应采取防止小动物进入的措施, 包括水封、防鼠网、拍门等。

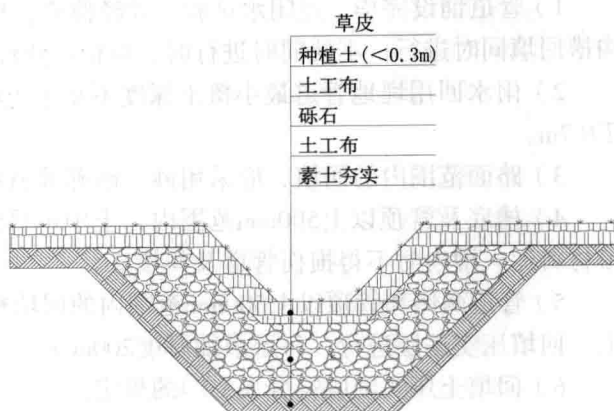


图5.3.5-2 渗水沟示意图

6. 材料与设备

6.1 材料

6.1.1 雨水入渗材料:

单级配砾石: 粒径5~20mm, 含泥量不大于2.0%。

连续级配砂砾料: 粒径5~40mm, 质地坚硬清洁、级配良好, 含泥量不大于3%。

砂料: 质地坚硬清洁, 级配良好, 含泥量不大于3%。

渗透管: 穿孔塑料管的开孔率不小于15%, 无砂混凝土管的孔隙率不小于20%, 渗透管的管径不小于150mm。

6.1.2 滤料。

砾石: 粒径5~20mm, 空隙率40%左右; 砂子: 细度模数大于2.6。

6.1.3 混凝剂: 聚合氯化铝。

6.1.4 无砂混凝土滤板: 骨料为5~10mm和10~20mm的单一粒级的碎石, 粉体胶粘剂主要由硅粉、增强剂和UEA 组成。

6.1.5 水工材料: 筛网过滤器, 浮球阀, 水管等。

6.2 设备

挖掘机, 水泵。

7. 质量控制

7.1 规范及标准

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400-2006;

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008;

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141。

7.2 质量控制措施

7.2.1 屋面雨水收集系统应单独设置, 严禁与污、废水排水连接, 不得在室内设置检查井或检查口。

7.2.2 屋面雨水收集系统施工中更改设计应经过原设计单位核算并采取相应的技术措施。

7.2.3 在弃流初期径流雨水处理中当雨水收集系统连接多个雨水斗时, 为了防止不同流程的初期

径流雨水相互混合导致冲刷效应的不均匀,雨水斗至分水井的管长宜尽量接近。

7.2.4 屋面雨水收集系统与储存设施之间的室外埋地输水管道应设检查口或检查井,间距25~40m。

7.2.5 调节池、净化池、清水池应采用耐腐蚀、易清洁的环保材料,并做好防水工作,在管道穿过位置采取严密的防水措施。

7.2.6 管道回填时根据不同的管材,采取相应措施防止管道发生位移或损伤;雨期应采取措施防止管道漂浮。

7.2.7 为了防止建筑工地中大量的污泥等排入入渗区域形成淤积,应在其外围设置截留渠道将这部分来水排走。

7.2.8 渗透施工时,现场应保持清洁,防止泥沙、石料等混入渗透设施内,影响渗透能力和设施的正常使用。

7.2.9 供水管道上不得装设取水龙头,并应采取防止误接、误用、误饮的措施:

1. 供水管外壁应涂色或标示。
2. 当设有取水口时,应设锁具或专门开启工具。
3. 水池、阀门、水表、给水栓、取水口均应有明显的“雨水”标识。

7.2.10 管道敷设应符合相应管材的管道工程技术规程的有关规定。

7.2.11 设备中的阀门、取样口等应排列整齐,间隔均匀,不得渗漏。

7.2.12 施工验收。

1. 竣工验收应在试运行一段时间后进行,验收应提供相应的试运行报告。工程试运行期安排在主汛期,试运行期间宜经历2~3场60 min降雨量在25mm以上的降雨。

2. 验收应包括下列内容:

- 1) 工程布置:屋面雨水利用系统各组成部分是否齐全、配套,布置是否合理。
- 2) 雨水入渗工程:雨水入渗性能符合要求,渗透设施布置合理、入渗工程尺寸不小于设计尺寸。
- 3) 雨水收集传输工程:收集传输管道坡度符合要求,雨水口、雨水管、渗透管沟及检查井位置正确,收集传输管道长度与大小不得小于设计值。

4) 雨水储存与处理工程:结构牢固、无损伤,防渗性能好,弃流池、调节池、沉淀池、过滤池及配套设施齐全,质量符合要求。

5) 雨水回用工程。

6) 相关附属设施。

3. 施工验收时,应具有下列文件:

- 1) 施工图、竣工图和设计变更文件。
- 2) 隐蔽工程验收记录和中间试验记录。
- 3) 管道冲洗记录。
- 4) 管道、容器的压力试验记录。
- 5) 工程质量事故处理记录。
- 6) 工程质量验收评定记录。
- 7) 设备调试运行记录。

8. 安全措施

8.1 加强职工培训工作,对参加施工的全体人员进行安全技术培训,经考试合格后发证,持证上岗。

8.2 认真执行各级安全生产岗位责任制,坚持安全检查活动,及时处理安全隐患,建设“平安工地”。

8.3 施工人员必须正确佩戴安全帽。屋面作业时采取有效措施，正确使用安全带，安全带要求高挂低用，并系在固定物上。

8.4 定期检查构筑物基坑和沟槽积水及边坡稳定性，防止基坑积水、坍塌，发现问题及时处理。

8.5 地下构筑物开挖施工时，洞口应加盖或设置围栏及警示灯。

8.6 管道吊装时起吊要由组长统一指挥，所有人员服从组长的指挥。

8.7 施工现场要加强用电管理，用电必须采用三级配电二级保护，使用手持电动工具必须戴绝缘手套、穿绝缘鞋。漏电保护开关灵敏有效。

9. 环保措施

9.1 严格遵守国家和地方有关的环境和职业安全健康的法律、法规。定期开展环保、职业健康培训，增加员工的环保和职业安全健康意识。

9.2 施工前调查对周围居民的生产、生活影响程度和对环境的影响，针对每一环节，采取有效措施加以解决。

9.3 生活污水、功能性试验废水及沟槽内下雨积水有组织地排入就近下水道，严禁随意排放，污染环境。

9.4 雨水渗透系统不对周围居民生活产生不便，不对环境造成危害。

9.5 施工渣土合理堆放并及时清运，防止泥土散落，影响道路整洁；土方施工现场的出入口铺设草袋，并安排专人清理汽车轮胎，避免车轮将泥土带入其他道路，影响周围道路清洁。

9.6 雨水处理产生的污泥应及时处理清运。

9.7 开挖施工时，严格控制淤泥的堆放及外运，避免造成二次污染。

9.8 施工过程中产生的边角废料，要集中收集，定点回收处理。

10. 效益分析

10.1 经济效益

居住区内水质相对较好的屋面雨水径流经物化工艺处理后可作为小区杂用水使用，其经济效益主要体现在节约了自来水的使用，增加了下渗，提高雨水利用率。

屋面雨水利用收益包括渗透补充地下水费用（入渗量×每立方米地下水源自来水价格）、雨水置换自来水费用（回用雨水量×每立方米自来水价格）、消除污染而减少的社会损失（投入产出比按1:3计算）、因节水而增加的国家财政收入、节省城市排水运行费用（每年利用雨水量×每立方米水的管网运行费用）、用于洗车而带来的收益等。屋面雨水利用系统的成本包括构筑物投资、清淤费、维护管理费等。经测算1m³雨水收益/成本比为1.74。

由于增加雨水收集处理装置，因此投资比传统的直接排放系统要大，短期内效益不明显，但7年左右即可收回投资，长期看能带来巨大的经济效益。

10.2 社会效益和环境效益

屋面雨水利用是一个方兴未艾的广阔领域，是现代化生态城市发展的重要内容之一，兼有节约水资源、控制径流污染和改善城市生态等多种环境效应，在城市生态环境建设中发挥着越来越重要的作用。我国是一个缺水国家，目前水资源紧张、水污染严重，屋面雨水作为一种第二水源加以开发利用，势在必行。

在城市建设中，注意发展雨水收集和利用工程，把原来被排走的雨水留下来利用，既增加了水资源，也能节约自来水的使用。同时，由于雨水被留住或回渗地下，减少了排放量，减轻了城市洪水灾害威胁，因此，地下水得以回补，水环境得以改善，生态环境得以修复。这对于有效地保护地下水资

源,缓解用水紧张,实现可持续发展具有重要意义。

11. 应用实例

11.1 昆仑西润工程位于杭州文二西路,小区建筑主要为别墅和多层住宅,总占地 29320m^2 。其中道路、停车场面积 8995m^2 ,约为29.26%;绿地面积 14400m^2 ,约为50.12%;建筑占地 5925m^2 ,约为20.32%,建筑占地积偏小。该小区是较为高档住宅小区,规划设计标准高,小区绿化面积较大,对物业和卫生要求较高。小区屋面皆采用瓦质屋面,屋面雨水水质较好,本着经济的原则,对水质相对较好又便于集中收集输送的屋面雨水进行收集、处理、回用,和绿地净化渗透相结合。考虑到降雨的间断性和随机性,通过池体构造的合理设计,将净水池和中水池合二为一,以减少占地和基建费用。屋面雨水利用工程从2007年4月进行施工,2007年7月完工,系统运行正常,水质满足要求,受到业主和物业管理的好评。

11.2 浙江省肿瘤医院二号病房大楼,位于杭州市半山桥广济路。院区绿化面积 12500m^2 ,屋面面积约 7200m^2 ,为建设节水型小区,设计了屋面雨水收集处理系统。雨水净化处理后主要用作小区道路浇洒、绿化等杂用水。雨水回用工程于2008年8月至2008年10月施工。

该工程生态净化集成装置沉淀水力条件好,净化效果稳定,且结构紧凑,施工方便,运行费低,只需定期排泥除渣,维护管理简便。出水经消毒后能达到杂用水水质标准,可用作小区绿化及浇洒用水。

11.3 彩虹城三期R6组团A标段工程位于杭州市滨江区,总占地面积为 52380m^2 ,其中建筑占地面积为 17160m^2 ,绿地面积为 26620m^2 ,绿化率为51%,道路、停车场面积为 8600m^2 。由于该小区绿地面积和道路、停车场占地面积比例较高,绿化和浇洒道路所需水量较大,将屋面雨水收集处理后作为生活杂用水,供小区绿化、浇洒路面、冲洗汽车使用。所有构筑物采用埋地式,池盖顶板上覆土并种植花草,和景观有机结合。屋面雨水工程于2009年3月开始施工,2009年5月完成。

雨水处理后,经测试表明,COD去除率为70%,SS去除率为92%,色度去除率为55%,消毒后能达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》GB/T 18920-2002。

沥青铜瓦坡屋面防水施工工法

GJEJGF133—2010

温州东瓯建设集团有限公司

周凤中 吴勇

1. 前 言

人类自古至今,屋面瓦历经变化。沥青瓦作为一种国内新型的屋面材料在国外已经有很长的历史,其独特的质感与色彩提供了与传统屋面材料完全不同的建筑风格。沥青铜瓦坡屋面防水系统是采用在基面上涂刷基层处理剂再铺设自粘卷材、沥青铜瓦,这种以铜瓦底衬防水卷材的屋面系统使屋面防水具有双重保险性,防水质量易确保。本工法在施工实践基础上总结了一套沥青铜瓦的安装工艺,有效地解决了屋面施工中存在的质量问题。

2. 工 法 特 点

2.1 防水佳,外型美观。采用在基面上涂刷基层处理剂再铺设自粘卷材、沥青铜瓦,使屋顶实际具有两道防水层面,采用此工法施工后可防止多雨季节屋面出现漏水的问题。同时基于铜自有的高价值,其使用过程中的“全铜”装饰效果大大提升建筑的价值。

2.2 重量轻, 施工简便。沥青铜瓦采用胶粘和打钉固定两种方式结合的安装方法,一个熟练工人一天时间可以快速安装 100m^2 ,从而缩短了施工周期。

2.3 环保,防尘自洁。屋面不易积灰而形成明显的污斑;采用了含铜量为99.9%的纯铜板材料,可回收再利用,且在回收过程中不会有性能或质量损耗。

2.4 柔韧性好。适用于各种形状屋面,如:弧形、圆形等,从而解决了设计和施工的难题。

3. 适 用 范 围

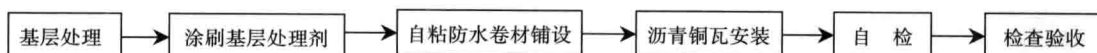
本工法适用于重要和一般防水公用设施、民用住宅、别墅等建筑的坡屋面铺设施工,设计坡度范围从 $10^\circ \sim 85^\circ$ 。特别适用于圆、锥、尖等形状的多层面屋顶。

4. 工 艺 原 理

沥青铜瓦坡屋面防水施工,是先在基面上涂刷基层处理剂再铺设自粘卷材、沥青铜瓦,这种以铜瓦底衬防水卷材的屋面系统使屋面防水具有双重保险性。沥青铜瓦是在 $3 \sim 5\text{mm}$ 的沥青层上覆盖一层 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ 的铜箔,该覆面材料的主要功能是防护涂盖层,使其免受紫外线的直接照射。覆面材料对沥青铜瓦使用寿命的延长和装饰效果的维持具有十分重要的意义。

5. 施工工艺流程及操作要点

5.1 沥青铜瓦屋面防水施工工艺如下所示:



5.2 沥青铜瓦屋面防水施工工艺流程：基层处理→涂刷基层处理剂→自粘卷材施工→沥青铜瓦铺贴（细部处理）→自检→检查验收。

5.2.1 基层处理

1. 在屋面系统施工前，应提供验收合格的工作面，以保证施工质量；防水对于混凝土基层的要求是：干净、平整、坚实、无蜂窝孔洞、无松动和突出物。

2. 不平处先找平，渗漏处须先进行堵漏处理，阴阳角应做成圆弧角。

5.2.2 涂刷基层处理剂

在已经处理好的混凝土基层上涂刷基层处理剂（冷底子油），用长柄滚刷将基层处理剂涂刷在基层表面要涂刷均匀，不得漏刷或露底。基层处理剂涂刷完毕，必须经过4h以上，达到要求干燥程度（手按不粘）方可进行卷材试铺。

如屋面基层为铝塑板，不须涂刷基层处理剂。

5.2.3 自粘防水卷材铺设

1. 弹线

卷材采用垂直天沟沿口位置施工，先根据每个作业面的情况弹线，然后将卷材根据弹线情况，按照屋面防水卷材施工规范进行施工。

2. 卷材试铺

在已处理好并干燥的基层表面，按照所选卷材的宽度，留出搭接缝尺寸，将铺贴卷材进行试铺，以便按此基准线进行卷材铺贴施工。

3. 铺贴卷材

大面积满粘采用“滚铺法”为佳，先铺粘大面，后粘结搭接缝，铺贴卷材时，应由下往上推滚卷材进行粘铺（图5.2.3）。滚铺法施工工艺如下：

1) 自粘卷材

先将整卷卷材展开置于铺贴部位，视其合适后，把卷材从两头对卷，方可滚铺。二个人将卷材两头根据所弹基准线放置好，另一人将自粘卷材的底膜拆除，旁边副手立即将卷材铺牢压实，并采用喷灯将自粘卷材激活。

2) 卷材搭接缝施工

搭接缝及收头的卷材必须沿边端封严。同时要求卷材施工时，长边搭接不小于80mm，短边搭接不小于100mm，其误差不大于10mm。

4. 卷材收口

1) 女儿墙立面卷材的收口应用防水涂料或卷材挤出来的沥青条进行封闭处理；

2) 出屋面构件卷材的收口采用密封膏密封。

5.2.4 沥青铜瓦安装

1. 弹线

由于每片铜瓦均会存在很小的尺寸偏差，但对于整个屋面来讲，这种细小偏差累积的结果，可能会导致瓦底边或装饰缝的歪斜。自天沟位置放出水平及中心线，从中心线开始，沿水平线向两头铺贴自下而上沥青铜瓦，铜瓦弧形边朝下，每片铜瓦在叶片位置钻钉6个不锈钢自攻螺钉，且钉帽用道康宁中性硅酮密封胶密封，沥青铜瓦的叶片上部刷上沥青胶给予粘结。铺设顺序也应遵循此原则以减小误差来达到更好的铺设效果（图5.2.4-1）。

2. 铺设檐口底瓦

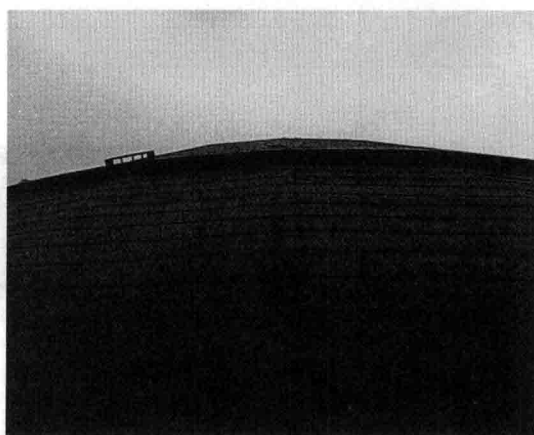


图5.2.3 卷材搭接