

**青岛市雨水控制与利用工程施工与
质量验收技术导则
(试行)**

青岛市城乡建设委员会

青岛市雨水控制与利用工程施工与
质量验收技术导则
(试行)

前言

根据《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发[2015]75号）、住建部《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》及我省关于贯彻国办发〔2015〕75号文件推进海绵城市建设的实施意见的要求，认真总结国内外科研成果和实践经验，在广泛征求意见的基础上，首次制订了本导则。

本导则的主要内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.施工准备与测量；5.施工与安装；6.质量检验与验收。

本导则由青岛市城乡建设委员会组织编制。

本导则由青岛市城乡建设委员会负责管理，由北京清控人居环境研究院有限公司、青岛市市政工程设计研究院有限责任公司负责具体技术内容的解释。请各单位在使用过程中，总结实践经验，提出意见和建议，执行过程中如有意见和建议，请反馈至青岛市市政工程设计研究院有限责任公司（地址：青岛市深圳路222号天泰金融广场A座13层，邮政编码：266061）

主编单位：北京清控人居环境研究院有限公司

青岛市市政工程设计研究院有限责任公司

主要起草人：李王峰、郭林、赵冬泉、马洪涛、王磊、周丹、康彩霞、王江磊、王建富、潘芳、张超、国小伟、唐博雅、许美玲、江靖、王钦、张国栋、何梅璐、马伟青

主要审查人：陈勇、于洋、王元斌、辛克刚

目录

前言	3
1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 施工准备与测量	5
5 施工与安装	6
5.1 透水砖铺装	6
5.2 透水混凝土路面	7
5.3 透水沥青路面	8
5.4 绿色屋顶	13
5.5 生物滞留设施	14
5.6 植草沟	16
5.7 渗排管	17
5.8 蓄水模块	18
5.9 雨水塘/湿地	18
6 质量检验与验收	20
6.1 一般要求	20
6.2 主要设施的验收要求	20
6.2.1 透水铺装	20
6.2.2 绿色屋顶	25
6.2.3 下沉式绿地	25
6.2.4 生物滞留设施	26
6.2.5 渗透塘	26
6.2.6 调节塘	27
6.2.7 湿塘	27
6.2.8 雨水湿地	27
6.2.9 调蓄池	28
6.2.10 植草沟	28
6.3 工程综合验收	29

1 总则

1.0.1 为加强海绵城市低影响开发雨水控制与利用工程的施工管理,确保海绵城市建设工程质量,提高经济效益,统一和规范雨水控制与利用工程的施工与验收,特制定本导则。

1.0.2 本导则适用于《青岛市城市总体规划(2011-2020年)》中所定青岛市中心城区范围内所有新建、改建及扩建项目的雨水控制与利用工程项目的施工及验收,青岛市其他地区参照执行。

1.0.3 青岛市中心城区新建、改建、扩建建设项目的规划和设计应包括雨水控制与利用的内容。雨水控制与利用设施应与项目主体工程同时规划设计、同时施工、同时投入使用。

1.0.4 雨水控制与利用工程应在不断总结科研和生产实践经验的基础上,推广应用行之有效的新技术、新方法、新材料、新设备。

1.0.5 雨水控制与利用工程的施工与验收除执行本导则外,还应符合国家及地方现行相关标准、规范的规定。

2 术语

2.0.1 绿化屋顶 **green roof**

指在各类建筑物、构筑物的屋顶以及天台、露台等进行绿化，本导则中主要指以雨水径流减排控制为主要目的的绿色屋顶。

2.0.2 透水铺装 **pervious pavement**

可渗透、滞留和渗排雨水并满足一定要求的地面，主要包括透水砖、透水水泥混凝土和透水沥青混凝土三种形式。

2.0.3 植草沟 **grass swale**

在地表沟渠中种植植被，收集、输送（一般通过重力流）雨水并利用沟内的植物和土壤截留、净化径流雨水的措施。

2.0.4 下沉式绿地 **depressed greenbelt**

下沉式绿地也称下凹式绿地，指低于周边铺砌地面或道路的绿地，通常将雨水口（或其他溢流设施）设置于绿地内，且雨水口高程高于绿地高程，低于周边路面。

2.0.5 生物滞留设施 **bio-retention**

生物滞留设施指具有一定蓄水深度，通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水的设施。生物滞留设施按形态不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。生物滞留设施一般由蓄水层、覆盖层、种植土层（人工介质或自然土壤）、隔离层（土工布后砂层）、砾石层（可设置渗排管）及防渗层（可选）构成。

2.0.6 雨水塘 **stormwater detention or retention pond**

以蓄渗、储存回用、削减峰值流量为主要功能或具有综合调蓄功能的塘体，包括渗透塘、湿塘、调节塘、延时调节塘等。

2.0.7 雨水湿地 **stormwater wetland**

通过模拟天然湿地的结构和功能，人工建造的具有径流雨水总量减排和水质净化等功能的工程设施。

2.0.8 渗透井 **infiltration well**

雨水通过侧壁和井底进行入渗的设施。

2.0.9 渗透管渠 **infiltration trench**

具有渗透和转输功能的雨水管或渠。

2.0.10 渗排管 perforated pipe

PE、PP、PVC-U 等管材，在管身上打孔，包裹透水土工布后敷设于地下，主要用于收集下沉式绿地或透水地面的雨水，收集的雨水可引入雨水储存设施内利用、直接渗透到土层中补充地下水或排放。

2.0.11 储水模块 storage module

以聚丙烯为主要材料，采用注塑加工成型的能承受一定外力的矩形镂空箱体。

2.0.12 雨水调蓄池 stormwater detention or retention tank

具有雨水调节或储蓄功能的蓄水池，通常是由钢筋混凝土、石砌或其他材料构建的人工水池。

3 基本规定

3.0.1 雨水控制与利用工程的管理应按照《建设工程项目管理规范》GB/T50326-2001 进行项目管理。施工单位、监理单位必须具备相应资质，施工人员应具有相应的资格。

3.0.2 施工现场必须有健全的工程质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。

3.0.3 雨水控制与利用工程的规模、竖向、平面布局、材料规格与类型等应按照批准的工程设计文件和施工技术标准进行施工。修改设计应有设计单位出具的设计变更通知单。

3.0.4 施工单位应在工程开工前编制施工组织设计，对关键的分项、分部工程应分别编制专项施工方案。施工组织设计、专项施工方案必须按规定程序审批后执行，有变更时应办理变更手续。

3.0.5 工程施工中，在质量检查、验收中使用的计量器具和检测设备，必须经法定计量单位的检定，检校合格后方可使用。

3.0.6 低影响开发雨水设施工程的验收宜在整个工程经过一个雨季运行检验后进行。

3.0.7 管道、检查井、透水铺装等的施工安装与验收管理应满足本导则的要求，本导则未做出规定的，应满足相关规范的规定。

3.0.8 施工现场应做好水土保持措施，防止施工过程中对雨水控制与利用设施、排水管渠设施及周边环境功能的扰动和破坏。

3.0.9 冬、雨季施工时应制定相应的施工技术措施。

4 施工准备与测量

4.0.1 施工前，施工单位应熟悉施工图纸，了解设计意图和要求，实行自审、会审（交底）和签证制度；发现施工图有疑问、差错时，应及时提出意见和建议。

4.0.2 施工前，施工、安装单位应按照合同文件、设计文件和有关规范、标准要求，根据建设单位提供的施工界域内及相关外部环境地下管线等建（构）筑物资料、工程水文地质资料，组织有关施工技术管理人员深入沿线调查，掌握现场基础资料。

4.0.3 施工前应做好量具、器具的检定工作与相关原材料的检验。

4.0.4 施工前，施工单位应编制施工组织设计，确定质量保证计划，确定工程质量控制的单位工程、分部工程、分项工程和检验批，报监理工程师批准后执行，并作为施工质量控制的基础。

4.0.5 施工前，施工单位应做好施工场地内、外市政雨水口、检查井等既有、新建设施的防护工作，防止施工场地水土流失造成的管渠系统堵塞、下游水体污染等。

4.0.6 施工前，应结合工程特点对现场作业人员进行技术安全培训，对特殊工种进行资格培训。

4.0.7 施工前，施工单位应在合同规定的期限内向建设单位提交测量复核书面报告。经监理工程师签字批准后，方可作为放线测量、建立施工控制网、线、点的依据。

4.0.8 高程控制测量应做好与上下游雨水管渠、生态沟渠、河湖水系、周边道路控制网的关系。

5 施工与安装

5.1 透水砖铺装

5.1.1 透水砖铺装应按下列工序施工：

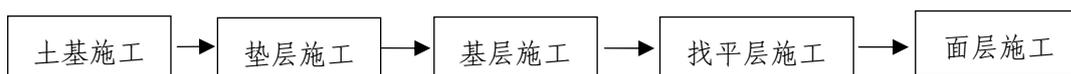


图 5.1.1 透水铺装施工流程图

5.1.2 透水砖铺装施工应满足《透水砖路面技术规程》CJJ/T188-2012 的规定，并符合下列规定：

1 土基层施工应符合下列规定：

土基碾压应遵循先轻后重、先稳后振、先低后高、先慢后快、轮迹重叠的原则，从边缘向中央进行，达到设计要求压实度。当不适合采用压路机碾压时，应用小型机械夯实。

2 垫层压实度不应小于 95%。

3 基层施工应符合下列规定：

1) 透水混凝土基层应设置纵横温度缝（膨胀缝和收缩缝）和施工缝。温度缝和施工缝间距可为 4.5m-5.5m，不宜超过 6m。

2) 基层透水混凝土夯实成型后，方可在其上铺筑找平层、面层。

3) 面层施工完成后，应及时洒水养护、保持湿润状态，必要时可采取覆盖措施。

4 透水粘结找平层施工应符合下列规定：

1) 透水砖找平层用砂与粘结剂重量比宜为 8:1，再加入少量水拌和，每罐料搅拌时间应保证 2min 以上，搅拌均匀后应达到手握成团，松手即散的状态。

2) 透水粘结找平层的摊铺厚度：人行道应为 30mm-40mm；停车场及车行道应为 40mm-50mm。

5 透水砖面层铺装应符合下列规定：

1) 面层施工控制标志设置应满足下列条件：

➤ 铺装控制网格不应大于 6.0m×6.0m。

- 设置标高控制点，控制点间距不应超过 10m。
 - 相邻标志点间应拉通线。
- 2) 直线或规则区域内两块相邻透水砖的接缝宽度不宜大于 3mm。

6 填缝应符合下列规定：

1) 透水砖铺砌完成后，直接用填缝砂进行扫缝处理，分多次进行，直至缝隙饱满，同时将余砂清理干净。

2) 缝宽应符合设计要求。

7 清理及养护应符合下列规定：

1) 填缝完成后应及时洒水养护，同时保证砖面整洁。

2) 铺装完工后养护时间不得小于 7d。

3) 严禁在已完成铺装的路面上拌合砂浆、堆放材料或遗撒灰土。

5.2 透水混凝土路面

5.2.1 透水混凝土路面应按下列工序施工：



图 5.2.1 透水混凝土路面施工流程图

5.2.2 透水混凝土路面施工应符合下列规定：

1 透水混凝土拌合物摊铺时，均匀摊铺，找准平整度与排水坡度，摊铺厚度应考虑其摊铺系数，松铺系数宜为 1.1~1.25。

2 透水混凝土宜采用专用低频振动压实机，或采用平板振动器振动和专用滚压工具滚压。

3 透水混凝土压实后，宜使用机械对透水性混凝土面层进行收面，必要时配合人工拍实、抹平。整平时必须保持模板顶面整洁，接缝处板面平整。

4 透水混凝土拌制浇筑注意避免地表温度在 40℃ 以上施工，同时不得在雨天和冬季施工。

5 透水混凝土面层施工后，宜在 48 小时内涂刷保护剂。涂刷保护剂前，面层应进行清洁。

6 道路工程施工时，每 5m 左右应设一道小胀缝，缝宽 10~15mm；当施工长度超过 30m 时，应设宽度为 10-15mm 的伸缩缝。施工中施工缝可代替伸缩缝。

7 广场的接缝，应不大于 25m² 的分隔，以小胀缝方式设置，缝宽 15-20mm。胀缝中均嵌入定型的橡树塑胶材料，厚度和宽度按设计要求定。

5.3 透水沥青路面

5.3.1 原材料要求

1 沥青应符合以下规定：

1) 普通沥青

普通沥青应符合交通部现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）及《城镇道路路面设计规范》（CJJ 169-2012）中的有关规定。

2) 直投式透水沥青改性剂

为保证透水沥青混凝土的使用性能，提高生产施工的便捷性，减少运输储存的繁琐环节，生产过程宜采用直投式透水沥青改性剂。采用直接投放透水沥青改性剂的生产工艺可对普通沥青进行改性。

直投式透水沥青改性剂的技术要求应符合表 5.3.1-1 的要求。

表 5.3.1-1 直投式透水沥青改性剂技术要求

项目	单位	技术要求
粒径	mm	≤4mm
密度	g/cm ³	0.90~1.10
300%定伸应力	MPa	≥1.0
伸长率	%	≥800
熔体指数（190℃，2.16kg）	g/10min	≥3.0
含水率	%	≤0.5

直投式透水沥青改性剂与普通沥青均匀混溶后，应达到表 5.3.1-2 的技术要求。

表 5.3.1-2 掺加直投式沥青改性剂后的透水沥青胶结料技术指标

项目	单位	技术要求
针入度 25℃	0.1mm	40~60
软化点	℃	≥80
延度 5℃	cm	≥30
闪点	℃	≥260
60℃动力黏度	Pa·s	≥50000
黏韧性	N·m	≥20
韧性	N·m	≥15

薄膜加热质量损失	%	±1.0
薄膜加热针入度比	%	≥65

3) 彩色透水沥青

彩色透水性沥青混凝土应采用明色沥青，其技术要求应符合表 5.3.1-3 的规定。

表 5.3.1-3 明色沥青的技术要求

项 目	单 位	技术要求
针入度	0.1mm	60~80
软化点	℃	≥55
延度 5℃	cm	≥30
闪点	℃	≥230
薄膜加热质量损失	%	≤1.0
薄膜加热针入度比	%	≥60

2 集料技术要求

常规透水性沥青混凝土粗集料宜采用轧制碎石。彩色透水性沥青混凝土粗集料应采用与设计颜色相近的彩色骨料。粗集料的技术要求应符合表 5.3.1-4 的规定，其粒径规格应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 及《沥青路面施工及验收规范》GB 50092 的规定。

表 5.3.1-4 粗集料技术要求

项 目	单 位	技术要求	
石料压碎值	%	高速公路、一级公路	≤26
		二级公路	≤30
		三、四级公路	≤35
洛杉矶磨耗损失	%	≤28	
表观相对密度	—	≥2.6	
吸水率	%	≤2	
坚固性	%	≤12	
针片状颗粒含量	%	≤12	
水洗法 <0.075mm 颗粒含量	%	≤1	
软石含量	%	≤3	

高等级道路透水性沥青混凝土粗集料磨光值及与沥青的黏附性应符合表 5.3.1-5 的规定。

表 5.3.1-5 粗集料磨光值及与沥青的黏附性

项 目	磨光值 PSV	黏附性
技术要求	≥42	5 级

透水性沥青混凝土细集料技术要求应符合表 5.3.1-6 的规定。

表 5.3.1-6 细集料的技术要求

项 目	单 位	技术要求
表观相对密度	—	≥2.50
坚固性 (>0.3mm 部分)	%	≥12
含泥量 (<0.075mm 的含量)	%	≤1
砂当量	%	≥60
棱角性 (流动时间)	s	≥30

3 填料 透水性沥青混凝土中掺加的填料宜采用石灰岩矿粉、消石灰或水泥，技术要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的规定。

4 稳定剂 透水性沥青混凝土中掺加的纤维稳定剂可采用木质素纤维、矿物纤维、化学纤维等，技术要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的规定。

5 颜料 彩色透水性沥青混凝土用无机颜料应符合国家现行有关标准的要求。

6 透水管

透水管分为透水弹簧钢管和透水盲管两类。透水沥青混凝土结构层中宜布设透水弹簧钢管，碎石层中宜布设透水盲管。

7 透水沥青混合料技术要求

透水沥青混凝土和大孔隙沥青稳定碎石其技术要求符合表 5.3.1-7 和表 5.3.1-8 的规定。

表 5.3.1-7 透水沥青 (PAC) 混凝土技术要求

试验项目	单 位	技术要求
马歇尔试件击实次数	次	两面各击实 50 次
空隙率	%	18~25

马歇尔稳定度	kN	≥4.0
流值	mm	2~4
浸水残留稳定度	%	≥85
析漏损失	%	<0.3
飞散损失	%	<10
透水系数	ml/15s	≥900
动稳定度	次/mm	≥5000
冻融劈裂强度比	%	≥85

直投式改性剂与普通沥青质量比宜为 12:88~16:84，约占混合料总质量的 0.6%-0.8%。

表 5.3.1-8 大孔隙沥青稳定碎石 (ATPB) 基层技术要求

试验项目	单 位	技术要求
马歇尔试件击实次数	次	两面各击实 50 次
空隙率	%	≥18
动稳定度	次/mm	≥3000
透水系数	ml/15s	≥900
冻融劈裂强度比	%	≥75

大孔隙沥青稳定碎石中直投式改性剂掺量约占混合料总质量的 0.4~0.8%。

5.3.2 施工要求

1 一般规定

1) 透水性沥青路面开工前，宜铺筑单幅长度为 100~200m 的试验路段，进行混凝土的试拌、试铺和试压，确定合适的施工工艺。

2) 当遇到雨天或气温低于 10℃时，不得进行透水性沥青路面的施工。

3) 铺筑透水性沥青混凝土前，应对下层结构的质量进行检查，符合要求后方可进行面层施工。

4) 透水性沥青路面密实度应符合设计及施工规范要求，且坡度与路面设计坡度一致；透水性沥青路面施工前应均匀喷洒 0.6 L/m²~1.0L/m²的改性乳化沥青粘层。粘层油的喷洒应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）中的规定。

5) 透水性沥青混凝土的拌制、运输、摊铺、压实及成型应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）的规定。

2 透水性沥青混凝土生产温度控制应符合表 5.3.2-1 的规定，大孔隙沥青稳定碎石生产施工温度应符合表 5.3.2-2 的规定。

表 5.3.2-1 透水性沥青混凝土施工温度控制（℃）

工序	沥青品种	
	石油沥青	明色沥青
沥青加热温度	160-165	
集料加热温度	190~220	175-190
混合料出厂温度	165~180	160-175
混合料最高温度（废弃）	190	
混合料贮存温度	拌和出料后降低不超过 10℃	
摊铺温度，不低于	160	150
初压开始温度，不低于	150	130
碾压终了的表面温度，不低于	90	
开放交通时的路表温度，不高于	50	

表 5.3.2-2 大孔隙沥青稳定碎石基层施工温度控制

工序	施工稳定（℃）
沥青加热温度	155-160
集料加热温度	175-190
混合料出厂温度	155-165
混合料贮存温度	拌和出料后降低不超过 10℃
摊铺温度，不低于	135
初压开始温度，不低于	120
碾压终了的表面温度，不低于	80

3 透水性沥青路面与普通沥青路面衔接处，应做好封水、防水处理。

4 透水性沥青混凝土人行道压实成型宜采用小于 12t 钢轮压路机。压路机的轮迹应重叠 1/3~1/4 碾压宽度。不得向压路机轮表面喷涂柴油类或油水混合液，需要时可喷涂清水或皂水。

1) 压路机应以匀速碾压，宜采用以下碾压组合方式：

初压 两台 12 吨左右双钢轮压路机碾压 2 遍（第一遍前静后振，第二遍全面振压）；

复压 一台双钢轮压路机静压 2 遍；

终压 一台双钢轮压路机静压 1 遍以上，直至消除轮迹。

压路机适宜的碾压速度随初压、复压、终压及压路机的类型而变，可参照表 5.3.2-3 确定，具体宜根据施工效果作调整。

表 5.3.2-3 压路机碾压速度 (km/h)

压路机类型	初压	复压	终压
静载钢轮压路机	2~3	2.5~5	2.5~5

2) 对松铺厚度、碾压顺序、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专人检查。透水沥青路面应严格控制碾压遍数，防止过度碾压。如碾压过程中发现有沥青胶浆上浮或石料压碎、棱角明显磨损等过碾压的现象时，碾压即应停止。

3) 压实完成待温度降至常温后，方能允许车辆通行。

5 大孔隙沥青稳定碎石基层压实时，应根据设计要求选择钢筒式压路机与轮胎压路机或多台钢筒式组合的方式压实。

5.4 绿色屋顶

5.4.1 绿色屋顶应按下列工序施工：

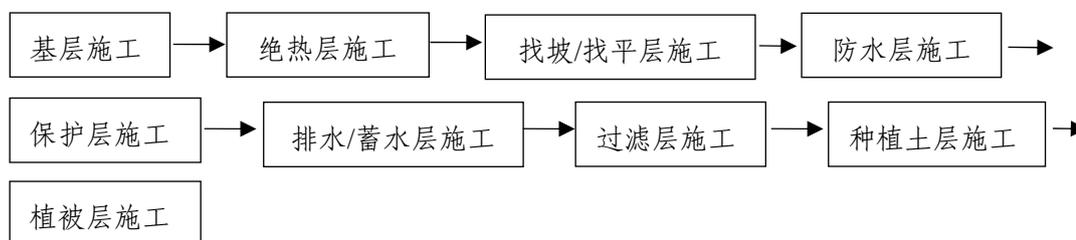


图 5.4.1 绿色屋顶施工流程图

5.4.2 绿色屋顶施工应符合下列规定：

1 施工前应通过图纸会审，明确细部构造和技术要求，并编制施工方案、技术交底和安全技术交底。

2 进场的防水材料、排（蓄）水板、绝热材料和种植土等材料应规定抽样复验，并提供检验报告。非本地植物应提供病虫害检疫报告。

3 新建、既有建筑屋面覆土种植施工宜按《种植屋面工程技术规范》（JGJ 155）的要求进行。

4 种植屋面找坡（找平）层和保护层的施工应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB50345、《地下工程防水技术规范》GB50108 的有关规定。

5 种植屋面用防水卷材长边和短边的最小搭接宽度均不应小于 100m。

6 卷材收头部位宜采用金属压条钉压固定和密封材料封严。

7 喷涂聚脲防水涂料的施工应符合现行行业标准《喷涂聚脲防水工程技术规程》JGJ/T200 的规定。

8 防水材料的施工环境应符合下列要求：合成高分子防水卷材冷粘法施工，环境气温不宜低于 5℃；采用焊接法施工时，环境气温不宜低于-10℃；高聚物改性沥青防水卷材热熔法施工环境温度不宜低于-10℃；反应型合成高分子涂料施工环境温度宜为 5~35℃。

9 种植容器排水方向应与屋面排水方向相同，并由种植容器排水口内直接引向排水沟排出。

10 种植土进场后应避免雨淋，散装种植土应有防止扬尘的措施。

11 现场的植物宜在 6h 栽植完毕，未栽植完毕的植物应及时喷水保湿，或采取假植措施。

5.4.3 绿色屋顶的基层、绝热层、找坡（找平）层、防水层、保护层、排水/蓄水层和过滤层、种植土层、植被层的做法应符合《种植屋面工程技术规范》（JGJ 155）的要求。

5.5 生物滞留设施

5.5.1 生物滞留设施的施工工序应根据设施构造、场地条件等合理确定，一般工序为：

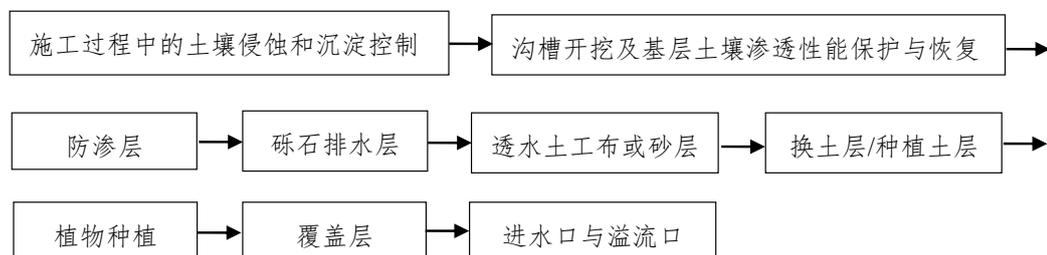


图 5.5.1 生物滞留设施施工流程图

5.5.2 施工过程中的土壤侵蚀和沉淀控制

生物滞留设施宜在其汇水面施工完成后进行，如周边绿地种植、道路结构层等施工均已完成。

生物滞留设施沟槽周边应设置挡土袋、预沉淀池等，防止周边水土流失对沟槽渗透性能、深度造成影响。已完工的入水口设施应进行临时封堵。

5.5.3 沟槽开挖及基层土壤渗透性能保护与恢复

入渗型生物滞留设施沟槽机械开挖、水泥混凝土拌合与挡墙砌筑作业等宜在沟槽外围进行，避免沟槽因重型机械碾压、水泥混凝土拌合作业等降低基层土壤渗透性能。

已压实土壤可通过对不小于 300mm 厚度范围内的基层土壤进行翻土作业，尽量恢复其渗透性能，有条件的，应对施工前后的土壤渗透性能进行监测，以确定翻土厚度；应及时清理沟槽底部已板结的水泥混凝土。土壤渗透性能无法恢复时，设计单位应调整设计渗透值，重新校核设施设计渗透量。

生物滞留设施边坡应进行压实以防止坍塌及水土流失。

具有转输功能的生物滞留设施（如生物滞留带），为防止冲刷，沟底一般间隔设置挡水堰，沟槽开挖完成后，设计挡水堰的位置应设置临时挡水坝/袋，防止沟槽内土壤流失。

5.5.4 防渗层

防渗膜作为防渗材料时，应将沟槽内的石块、树枝等尖锐材料清理干净。

5.5.5 砾石排水层

砾石层应为洗净的碎石、砾石等材料，不含杂土。砾石层内穿孔排水管的开孔孔径应小于砾石粒径，开孔率不小于 2%，穿孔排水管端头和侧壁应用透水材料（如滤网等）进行包裹。砾石排水层应采用土工布包裹的方式，避免换土层/种植土层内土壤随雨水流失进入排水层。

5.5.6 透水土工布或砂层

透水土工布的作用为防止种植土随雨水流入砾石排水层，透水土工布搭接宽度不应小于 200mm，并防止尖锐物体损坏。

5.5.7 换土层/种植土层

土壤或人工过滤介质应分层回填至设计高度。换土层四周用土工布包裹时，土工布搭接宽度不应小于 200mm，以避免周边土壤进入换土层。换土层/种植土层回填到设计高度后一段时间内发生沉降时，应进行补充回填。

5.5.8 植物种植

植物种植应按种植设计图纸施工，也可按照实际景观效果最优的原则进行适当调整；进水口及溢流口处的种植密度可适当加密，利用植物拦截较大颗粒物及垃圾。

5.5.9 覆盖层（树皮、碎石等）

覆盖层主要作用为初步过滤细颗粒物，避免设施换土层/种植土层过早堵塞，同时具有防止冲刷的作用。覆盖层应根据植物种植，按照不漏土的原则进行铺设，还应考虑景观效果。

5.5.10 进水口

利用地表有组织汇流方式收集汇水面径流雨水时，进水口的设置应根据施工图纸施工，实际施工过程中，应按照便于雨水汇入生物滞留设施的原则，对进水口位置进行适当调整，汇水面上高程最低点应设置进水口。

5.5.11 溢流口。

溢流口高程对于控制生物滞留设施的调蓄高度起到非常关键的作用，溢流口顶与生物滞留设施种植面间的空间为生物滞留设施有效调蓄空间，结构层回填高度应与设计高度一致，保证有效调蓄深度。溢流口顶一般应预留不小于 50mm 的超高。

5.6 植草沟

5.6.1 植草沟施工一般工序为：

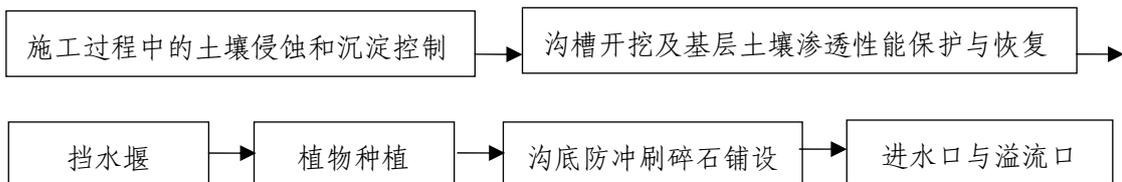


图 5.6.1 生物滞留设施施工流程图

5.6.2 施工过程中的土壤侵蚀和沉淀控制

植草沟宜在其汇水面施工完成后进行，如周边绿地种植、道路结构层等施工均已完成。植草沟周边应设置防止泥土侵入的设施，如挡土袋、预沉淀池等，防止周边水土流失对深度和纵坡造成影响。

已完工的入水口设施应进行临时封堵。

植草沟沟槽开挖完成后，设计挡水堰的位置应设置临时挡水坝/袋，防止沟槽内土壤流失。

5.6.3 沟槽开挖及基层土壤渗透性能保护与恢复

植草沟边坡应进行压实以防止坍塌及水土流失。

兼顾入渗的植草沟沟槽应避免因重型机械碾压、水泥混凝土拌合作业等造成的基层土壤渗透性能降低。已压实土壤可通过对不小于 300mm 厚度范围内的基层土壤进行翻土作业，尽量恢复其渗透性能，有条件的，应对施工前后的土壤渗透性能进行监测，以确定翻土厚度；应及时清理沟槽底部已板结的水泥混凝土。

5.6.4 挡水堰

挡水堰可起到增加植草沟滞蓄水量，降低水流流速，防止沟底冲刷的作用，挡水堰顶高程一般根据植草沟纵坡及沟深确定，应严格按照图纸施工。

5.6.5 植物种植

参照 5.5.8。

5.6.6 沟底防冲刷碎石铺设（可选）

沟底防冲刷碎石覆盖层应根据植物种植，按照不漏土的原则进行铺设，还应考虑景观效果。

5.6.7 进水口与溢流口

参照 5.5.10。

5.7 渗排管

5.7.1 渗透管敷设时应在其四周设置 100mm 厚碎石层，渗透层外包土工布的搭接宽度不小于 200mm。

5.7.2 渗透管回填时可在其渗透层顶部设置 100mm 厚粗砂保护层。

5.7.3 渗透管的回填土密实度应符合具体设计要求，密实度检验可用环刀法检验。

在设计无要求时，可按以下要求执行：

- 1 渗透管顶面上部 0.5m 覆土内为 85%；
- 2 渗透管顶面上部 0.5m 外至地面为 80%；
- 3 沟槽回填的密实度为 90%。

5.7.4 渗透管应按设计坡度及标高进行敷设，敷设坡度宜在 0.01-0.02。

5.8 蓄水模块

5.8.1 塑料蓄水模块水池开挖基坑和管道开挖沟槽底边应留出不小于 500mm 的安装尺寸。

5.8.2 塑料蓄水模块水池采用两布一膜的复合土工膜，布为无纺布（机织储水编织布），基布 200g/m²；膜为 PE 材质，膜厚为 1.0mm。

5.8.3 塑料蓄水模块的铺设和安装从最下层开始，逐层向上进行。在安装底层模块时，应同时安装鼓风通气管、水池出水管。当有水池井室占位时应将井室就位。

5.8.4 塑料蓄水模块应使用连接件进行相互连接。

5.8.5 塑料蓄水模块水池基础工程完成后，在基础面上满铺中砂 50-100mm，其范围应大于基础面每边 500mm，沙层喷水压实。

5.8.6 塑料蓄水模块水池池顶以上 500mm 内，应先在土工膜上铺 100mm 厚的中砂层，再向上的回填材料可用中砂，碎石屑或土质良好的原土，共分 2 层，每层厚度不大于 200mm。要求人工回填，不得采用机械推土回填；从水池池顶以上 500mm 外，一般分层回填原土，可采用机械回填、碾压。

5.8.7 水池位于广场、城市道路或公路下，水池顶面 500mm 以上的密实度要求按工程设计及相关规范要求确定。

5.9 雨水塘/湿地

5.9.1 开挖时应清除区域内及护坡的树根、石块杂物。

5.9.2 建造进水出水设施时，应严格按照施工要求实施：

- 1 出水设施应进行浮力校核；
- 2 出水管穿过岸体时应采取防渗措施。

5.9.3 底部应采用小型机械夯实。宜采用双环法测试其土壤渗透率，如果土壤渗透率不满足设计要求，应设置防渗层。

5.9.4 雨水湿地应按照种植物要求铺设种植土，并按照设计要求设置深水区和浅水区。

5.9.5 护坡上部铺设草皮宜优先采用草皮移植。当采用喷草种时，应先刨松表层 20mm 土壤，然后喷草种，并设置防护网。

5.9.6 种植水生植物应符合下列要求：

- 1 优先选择移栽水生植物；

- 2 划分种植区，每个区种植以一种水生植物；
- 3 应按照种植区水深及景观要求确定种植物；
- 4 种植物种类不宜少于 5 种；
- 5 水生植物应覆盖 50%的种植区域；
- 6 水生植物种植间隔宜为 40×40cm。

6 质量检验与验收

6.1 一般要求

6.1.1 工程所用原材料、半成品、成品、构（配）件、设备等产品质量应满足国家相关技术标准规定和设计文件要求，并应具有出厂合格证、性能检验报告等质量保证证明和设备说明书，新产品应有适合工程应用的鉴定证明。

6.1.2 进入施工现场的各类原材料、半成品、成品、构（配）件、设备应进行进场验收，并应经监理工程师确认，监理工程师应按规定进行见证取样检测和平行检验，经检验、验收合格后方可投入使用。

6.1.3 施工所用的施工设备、机具以及仪表仪器应按有关规定进行检验、校正和校验。

6.1.4 雨水控制与利用工程选用的材料及关键工序或重要部位宜拍摄照片或进行录像，作为实态记录及保存资料的一部分。

6.1.5 各工序应按施工技术标准、规范进行质量控制，每道工序完成应进行施工检验，凡检验不合格的不得通过验收。

6.1.6 上下道工序之间应进行交接检验，所有隐蔽的分项工程应进行隐蔽验收；未经检验或验收不合格不得进行下道工序或分项工程施工。

6.1.7 产品进场验收、工序交接检验、隐蔽验收应有记录，并应经监理工程师检查确认。

6.1.8 设备安装前应对有关的设备基础、预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核，且土建工程质量经验收应合格。

6.1.9 监理工程师应按规定对涉及结构安全和使用功能的主要工程材料和施工质量进行平行检测。

6.1.10 雨水控制与利用工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

6.2 主要设施的验收要求

6.2.1 透水铺装

1 透水砖铺装

验收应满足《透水砖路面技术规程》CJJ/T188-2012 的规定，并符合下列要求：

(1) 土基、基层等工序应分部、分项工程验收，质量检验和验收标准应符合本规程及现行行业标准《城镇道路工程施工及验收规范》CJJ1 的规定。

(2) 透水砖路面分部验收时应提供下列资料：

1) 工程采用的主要材料、半成品、成品的质量证明文件，透水砖性能检测报告及结构层的配合比报告；

2) 施工或试验记录；

3) 各检验批的主控项目、一般项目的验收记录；

4) 施工质量控制资料；

5) 修改设计的技术文件；

6) 其它资料。

(3) 透水砖地面铺装验收应满足以下要求：

1) 透水砖铺装外观不应有污损、空鼓、掉角及断裂等缺陷。

检查方法：观察。

2) 透水砖规格、颜色、强度应符合设计要求。

检查方法：检查出厂质量合格证明、性能检测报告和有关复验报告。

3) 透水砖以同一规格，同一颜色，同一强度且以 20000 块为一验收批：不足 20000 块按一批计。每一批中应随机抽取 50 块试件。

4) 接缝、找平层、垫层用砂分别以 200m² 或 300t 为一验收批，不足 200m² 或 300t 按一批计。

5) 透水砖铺装地面施工主控项目允许偏差应符合表 6.2.1-1 的规定。

表 6.2.1-1 透水砖路面施工主控项目允许偏差

项目		频率	规定值或允许偏差	检查方法
土基	压实度	每 1000m ² ，2 点	≥90%且≤93%	环刀法或灌砂法
底基层	压实度	每 1000m ² ，2 点	≥95%	环刀法或灌砂法
级配碎石基层	压实度	每 1000m ² ，2 点	≥95%	灌水法
透水砖	抗压强度	每批，1 组	符合设计要求	按《砂基透水砖》JG/T 376
	抗折强度			
	透水性能			按《砂基透水砖》JG/T 376
透水混凝土	透水性能	每 1000m ² ，3 点	符合设计要求	按《透水水泥混凝土路面技术规

土				程》CJJ/T 135
	强度	每 1000m ² ，3 点	符合设计要求	按《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135
	厚度	每 1000m ² ，3 点	≤5mm	钢尺测量

2 透水混凝土路面

透水水泥混凝土路面质量检验应满足下列要求：

(1) 透水混凝土路面弯拉强度应符合设计规定：

检查数量：每 100m³ 同配合比的透水混凝土，取样 1 次；不足 100m³ 时按 1 次计。每次取样应至少留置 1 组标准养护试样。同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定，最少 1 组。

检验方法：检查试件强度试验报告。

(2) 透水混凝土路面抗压强度应符合设计规定。

检查数量：每 100m³ 同配合比的透水混凝土，取样 1 次；不足 100m³ 时按 1 次计。每次取样应至少留置 1 组标准养护试样。同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定，最少 1 组。

试验方法：检查试件强度试验报告

(3) 透水混凝土路面面层透水系数应达到设计要求。

检查数量：每 500m³ 抽测 1 点。

检验方法：查试验报告、复测。

(4) 透水混凝土路面面层厚度应符合设计规定，允许误差±5mm。

检查数量：每 500m³ 抽测 1 点。

检验方法：查试验报告、复测。

(5) 透水混凝土路面面层应板面平整，边角应整齐、无裂缝，不应有石子脱落现象。

检查数量：全书检查。

检验方法：观察、量测。

(6) 透水混凝土路面面层允许偏差应符合 6.2.1-2 的规定。

表 6.2.1-2 透水混凝土路面面层允许偏差

	允许偏差	检验范围	检 验	检验方法
--	------	------	-----	------

项目		(mm)				点数	
		道路	广场	道路	广场		
高程 (mm)		±15	±10	20m	施工单元①	1	用水准仪测量
中线偏位 (mm)		≤20	-	100m	-	1	用经纬仪测量
平整度	最大间隙 (mm)	≤5	≤7	20m	10m×10m	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺，取较大值
宽度 (mm)		0-20		40m	40m②	1	用钢尺量
横坡 (%)		±0.30%且不反坡		20m		1	用水准仪测量
井框与路面高差(mm)		≤3	≤5	每座		1	十字法，用直尺和塞尺量，取最大值
相邻板高差 (mm)		≤5		20m	10m×10m	1	用钢板尺和塞尺量
纵缝直顺度 (mm)		≤10		100m	40m×40m	1	用 20m 线和钢尺量
横缝直顺度 (mm)		≤10		40m	40m×40m		

注：①在每一单位工程中，以 40m×40m 定方格网，进行编号，作为量测检查的基本施工单元，不足 40m×40m 的部分以一个单元计。在基本施工单元中再以 10m×10m 或 20m×20m 为子单元，每基本施工单元范围内只抽一个子单元检查：检查方法为随机取样，即基本施工单元在室内确定，子单元在现场确定，量取 3 点取最大值计为检查频率中的 1 个点。

②适用于广场与停车场。

3 透水沥青路面

(1) 透水沥青混合料质量应符合下列规定：

1) 道路用普通沥青的品种、标号应符合国家现行有关标准有关规定。

检查数量：按同一生产厂家、同一品种、同一标号、同一批号连续进场的沥青（石油沥青每 100t 为 1 批，改性沥青每 50t 为 1 批）每批次抽检 1 次。

检验方法：查出厂合格证，检验报告并进场复验。

2) 透水沥青混合料所用粗集料、细集料、矿粉、纤维等材料的质量及规格应符合第五章的有关规定。

检查数量：按不同品种产品进场批次和产品抽样检验方案确定。

检验方法：观察、检查进场检验报告。

3) 透水沥青混合料生产温度应符合本规程第五章节的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：查测温记录，现场检测温度。

4) 透水沥青混合料品质应符合第五章节的技术要求。

检查数量：每日、每品种检查 1 次。

检验方法：现场取样试验。

(2) 透水沥青混合料面层质量检验应符合下列规定：

1) 透水沥青混合料面层压实度，对城市快速路、主干路不应小于 96%；对次干路及以下道路不应小于 95%。

检查数量：每 1000m² 测 1 点。

检验方法：查试验记录（马歇尔击实试件密度，试验室标准密度）。

2) 透水沥青面层厚度应符合设计规定，允许偏差为+10~ - 5mm。

检查数量：每 1000m² 测 1 点。

检验方法：钻孔或刨挖，用钢尺量。

3) 弯沉值，应满足设计规定。

检查数量：每车道、每 20m，测 1 点。

检验方法：弯沉仪检测。

4) 透水沥青面层渗透系数应达到设计要求。

检查数量：每 1000m² 抽测 1 点。

检验方法：查试验报告、复测。

5) 透水沥青路面表面应平整、坚实，接缝紧密，无枯焦；不应有明显轮迹、推挤裂缝、脱落、烂边、油斑、掉渣等现象，不得污染其他构筑物。面层与路缘石、平石及其他构筑物应接顺，不得有积水现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6) 透水沥青混凝土面层允许偏差应符合表 6.2.1-3 的规定。

表 6.2.1-3 透水沥青混凝土面层允许偏差

项 目	允许偏差	检验频率	检验方法
-----	------	------	------

		范围	点 数				
纵断高程(mm)		±15	20m	1		用水准仪测量	
中线偏位(mm)		≤20	100m	1		用经纬仪测量	
平整度 (mm)	标准差σ 值	≤1.5	100m	路宽 (m)	<9	1	用测平仪检测
					9~15	2	
					<15	3	
	最大间隙	≤5	20m	路宽 (m)	<9	1	用3m直尺和塞尺连续量取两尺,取最大值
9~15					2		
>15					3		
宽度(mm)		不小于设计值	40m	1		用钢尺量	
横坡		±0.3%且不反坡	20m	路宽 (m)	<9	2	用水准仪测量
			9~15		4		
			>15		6		
井框与路面高差(mm)		≤5	每座	1		十字法,用直尺、塞尺量取最大值	
抗滑	摩擦系数	符合设计要求	200m	1		摆式仪	
				全线连续		横向力系数车	

注：1 测平仪为全线每车道连续检测每 100m 计算标准差 σ ；无测平仪时可采用 3m 直尺检测；表中检验频率点数为测线数；

2 平整度、抗滑性能也可采用自动检测设备进行检测；

3 底基层表面、下面层应按设计规定用量洒泼透层油、粘层油；

4 中面层、下面层仅进行中线偏位、平整度、宽度、横坡的检测；

5 十字法检查井框与路面高差，每座检查井均应检查。十字法检查中，以平行于道路中线，过检查井盖中心的直线做基线，另一条线与基线垂直，构成检查用十字线。

6.2.2 绿色屋顶

绿色屋顶的质量验收应符合《种植屋面工程技术规范》（JGJ 155）的要求。

6.2.3 下沉式绿地

验收应满足《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ 82-2012）的规定，并符合下列要求：

（1）绿地应低于周边铺砌地面或道路 100mm 以上

检查方法：尺量检查；

（2）溢流口顶部应高于绿地 50-100mm

检查方法：水准仪；

(3) 排水管流水畅通。

检验方法：观察检查；

(4) 草坪覆盖率达到 100%，绿地整洁，无杂物

检查方法：观察检查。

6.2.4 生物滞留设施

生物滞留设施应在每项隐蔽工程施工完毕后，由承包方组织施工、监理、设计三方进行验收，验收合格后进行下一工序的施工。验收应符合下列要求：

(1) 砾石层厚度应大于 250mm，砾石直径不超过 50mm

检查方法：尺量检查和网格筛选；

(2) 人工填料层其渗透系数不小于 10^{-5} m/s

检查方法：查试验报告、复测；

(3) 种植土层主要成分检查，厚度不应小于 200mm

检查方法：查试验报告和尺量检查；

(4) 砾石层和填料层之间铺设土工布或厚度不小于 100mm 的砂层

检查方法：观察检查和尺量检查；

(5) 植物具有净化功能，耐旱耐涝，搭配合理

检查方法：检查园林部门确认的植物特性书；

(6) 水流顺畅，无短流

检查方法：观察检查；

(7) 设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1 m 及距离建筑物基础小于 3 m（水平距离）的区域，应设防渗措施

检查方法：查地勘报告和观察检查。

6.2.5 渗透塘

渗透塘施工质量验收应符合下列要求：

(1) 进水口、前置塘、主塘、出水口的高程应符合设计规定，允许误差 ± 20 mm

检查方法：水准仪；

(2) 渗透塘放空时间不应大于 24 h

检查方法：现场灌水试验；

(3) 塘体底部滤料层厚度应大于 300mm

检查方法：尺量检查；

(4) 种植土和滤料层之间应铺设一层不小于 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的土工布

检查方法：查出厂质量检验报告、复验报告和观察检查；

(5) 渗透塘边坡坡度（垂直：水平）一般不大于 1:3，塘底至溢流水位一般不小于 0.6 m；渗透塘深度要求不超过 1m。

检查方法：尺量检查。

6.2.6 调节塘

调节塘施工质量验收应符合下列要求：

(1) 进水口、前置塘、主塘、出水口的高程应符合设计规定，允许误差 $\pm 20\text{mm}$

检查方法：水准仪；

(2) 调节区深度应符合设计规定，允许误差 $\pm 20\text{mm}$

检查方法：尺量检查；

(3) 水力停留时间不大于 24h

检查方法：现场灌水试验；

(4) 塘底设计为可渗透时，设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1 m 及距离建筑物基础小于 3 m（水平距离）的区域，应设防渗措施

检查方法：查地勘报告和观察检查。

6.2.7 湿塘

湿塘施工质量验收应符合下列要求：

(1) 进水口、前置塘、主塘、出水口的高程应符合设计规定，允许误差 $\pm 20\text{mm}$

检查方法：水准仪；

(2) 前置塘边坡应为 1:2~1:8，主塘边坡不宜大于 1:6

检查方法：水准仪和尺量检查；

(3) 调节容积的排空时间不应大于 48 h

检查方法：现场灌水试验。

6.2.8 雨水湿地

雨水湿地施工质量验收应符合下列要求：

(1) 进水口、前置塘、沼泽区、出水溢流出水口的高程应符合设计规定，允许误差 $\pm 20\text{mm}$

检查方法：水准仪；

(2) 高沼泽区深度范围为 0~300mm，低沼泽区为 300~500mm

检查方法：尺量检查；

(3) 出水池的深度范围为 0.8~1.2m

检查方法：尺量检查；

(4) 调节容积的排空时间不应大于 24 h

检查方法：现场灌水试验；

(5) 植物具有净化功能，耐旱耐涝，搭配合理

检查方法：检查园林部门确认的植物特性书。

6.2.9 调蓄池

蓄水塑料模块水池质量检验应满足下列要求：

(1) 蓄水模块规格正确，外观完好无损坏，水池闭水试验。

(2) 码放整齐，连接可靠。

(3) 按设计要求安装。

(4) 蓄水塑料模块水池骨架安装允许偏差见表 6.2.9。

表 6.2.9 蓄水塑料模块水池骨架安装允许偏差表

序号	一般项目	允许偏差 mm	检查概率		检查方法
			范围	点数	
1	轴线	≤30	20m	1	挂中心线用尺量
2	高程	±20	20m	1	水准仪测量

6.2.10 植草沟

植草沟施工质量验收应符合下列要求：

(1) 植草沟顶宽范围为 500mm~2000mm，深度范围为 50mm~250mm

检查方法：尺量检查；

(2) 最大边坡（水平：垂直）宜为 3:1，纵向坡度宜为 0.3%~5%，沟长不宜小于 30m。

检查方法：水准仪和尺量检查；

(3) 植草沟最大流速应小于 0.8m/s

检查方法：明渠流量计实测。

6.3 工程综合验收

工程综合验收应按照工程当地的市政工程验收程序进行，绿色屋顶工程应按照工程当地的建筑工程验收程序进行，验收应注意以下内容：

(1) 透水砖的抗压、抗折强度、透水性能应满足规范要求；透水砖应具有优良的耐污性。

(2) 混凝土路面的抗滑性、耐久性必须满足在设计使用年限内各项要求。

(3) 绿色屋顶验收时应检查其对屋面结构是否有影响，防水层、防根系穿刺的保护措施是否符合要求。

(4) 下沉式绿带绿地应低于周边铺砌地面或道路 100mm 以上。

(5) 渗透塘的放空时间不应大于 24h，放空管应设防淤泥堵塞的措施。

(6) 调节塘的多级出水口应满足设计要求，放空时间不大于 24h。

(7) 湿塘的进水口、前置塘、主塘、出水口的高程应符合设计规定；调节容积的排空时间不应大于 48 h。

(8) 雨水湿地的进水口、前置塘、沼泽区、出水溢流出水口的高程应符合设计规定；调节容积的排空时间不应大于 24 h；沼泽区深度、面积满足设计要求，所种植物应具有净化功能。

(9) 蓄水池在车行道下或停车场下时应满足车辆荷载要求，覆土厚度不应小于 700mm；有雨水回用要求时应设置相应的水质处理装置及水量计量装置。

(10) 调节池的放空时间不应大于 12h。

(11) 植草沟最大流速应小于 0.8m/s。

(12) 渗管/渠应有出厂合格证明。