

生态砌块质量检验技术及性能评价体系研究

龚小飞^{1*} 蒋元海² 刘红飞² 熊厚仁² 梁菊明³ 梁玲琳³

1. 嘉善县产品质量监督检验所; 2. 嘉兴大学; 3. 嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司

摘要: 为规范生态砌块质量检验流程, 提高检验结果准确性, 建立科学合理的性能评价体系, 基于《挡墙护坡用混凝土生态砌块》(T/ZZB 0775-2018)、《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)等标准, 系统研究生态砌块质量检验关键技术。从尺寸偏差、外观质量、物理力学性能、生态性能、可浸出重金属含量五个维度, 构建全指标检验体系, 优化各指标检验试验方法, 明确试验步骤、设备要求及结果判定标准, 最终建立三级质量评价体系并开展应用验证。研究表明: 尺寸偏差采用钢直尺测量, 每组10块试样, 单个试样尺寸偏差 $\leq \pm 4$ mm且不合格试样 ≤ 2 块为合格; 外观质量采用目测+工具测量, 平整度 ≤ 3 mm、无蜂窝、麻面面积占比 $\leq 5\%$ 等为合格标准; 物理力学性能中, 抗压强度采用取芯法(芯样直径70 mm, 高径比1.0), 抗冻等级采用冻融循环试验(F50), 吸水率采用烘干-饱和称重法; 生态性能中, 生态空间率采用排水法, 可持土体积率采用注水法; 可浸出重金属含量按GB 5085.3-2007规定方法检测。该检验技术及评价体系已应用于嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司产品质量控制, 检验结果准确率 $\geq 98\%$, 有效解决了当前生态砌块检验指标不全面、方法不统一、评价不明确等问题, 为生态砌块质量评定提供科学依据, 助力绿色建筑材料产业规范化发展。

关键词: 生态砌块; 质量检验; 物理力学性能; 生态性能; 评价体系

DOI: 10.65976/3078-8145.2026.03.017

引言

生态砌块作为一种新型环保建筑材料, 广泛应用于生态护岸^[1-3]、河道整治、景观绿化等工程, 其质量直接影响工程的结构安全、使用寿命和生态效益, 质量检验是保障产品合格出厂、规范工程应用的关键环节。随着绿色建筑理念的普及, 生态砌块的应用日益广泛, 对其质量检验的全面性、准确性和规范性提出了更高要求, 但当前生态砌块质量检验仍存在诸多问题: 一是检验指标不全面, 部分检验仅关注抗压强度等传统物理力学性能, 忽视了生态空间率、可持土体积率等生态性能, 以及可浸出重金属含量等环保指标, 难以兼顾对环境与生态的影响^[4]; 二是试验方法不统一, 不同检验机构采用的抽样方式、测试步骤和设备参数存在差异, 导致检验结果缺乏可比性, 不利于产品质量的统一评定; 三是评价体系不完善, 缺乏明确的质量分级标准和规范的评价流程, 难以全面、客观反映产品质量水平。

为解决上述问题, 嘉善县产品质量监督检验所、嘉兴大学与嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司开展产学研合作, 结合三方优势开展生态砌块质量检验技术研究: 嘉兴大学长期从事混凝土材料检验技术研究, 专注于结构性能检测方法优化和生态性能评价

指标创新; 嘉善县产品质量监督检验所具备专业的检测团队和完善的检测条件, 主要从事混凝土及混凝土预制构件等产品的检测, 能严格依据产品标准和检验方法开展检测工作; 嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司拥有丰富的生态砌块产业化生产和质量控制实践经验。三方依据T/ZZB 0775-2018^[5]、GB 5085.3-2007^[6]等相关标准, 构建涵盖结构、外观、生态、环保等多维度的全指标检验体系, 优化各指标检验试验方法, 建立科学合理的性能评价标准, 通过产业化应用验证检验技术的可行性和准确性, 为生态砌块质量检验提供技术支撑, 推动生态砌块产业高质量发展。

1 质量检验指标体系构建

基于生态砌块的结构功能(承载、抗冻等)和生态功能(保土、透气、环保等)双重要求, 结合相关标准规定和产业化应用需求^[7-8], 构建涵盖尺寸偏差、外观质量、物理力学性能、生态性能、可浸出重金属含量五个维度的质量检验指标体系, 全面覆盖产品生产、应用过程中的关键质量控制点, 各指标的具体要求、单位及检验依据如表1所示。

该指标体系由嘉兴大学团队主导构建, 嘉善县产品质量监督检验所参与完善, 结合嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司在实际质量检验中的数据反馈, 经

作者简介: 龚小飞(1975—), 男, 本科, 工程师, 研究方向为混凝土预制构件等检测。

表 1 生态砌块质量检验指标体系

指标类别	具体指标	单位	标准要求	检验依据
尺寸偏差	长度	mm	± 4	T/ZZB 0775-2018
	宽度	mm	± 4	T/ZZB 0775-2018
	高度	mm	± 4	T/ZZB 0775-2018
外观质量	平整度	mm	≤ 3	T/ZZB 0775-2018
	裂缝	mm	单条投影长度 ≤ 40, 每面 ≤ 2 条	T/ZZB 0775-2018
	蜂窝	-	不允许	T/ZZB 0775-2018
	麻面	%	迎水面和上表面面积占比 ≤ 5	T/ZZB 0775-2018
物理力学性能	抗压强度	MPa	平均值 ≥ 强度等级值, 最小值 ≥ 85% 强度等级值	T/ZZB 0775-2018
	抗冻指标	-	≥ F50	T/ZZB 0775-2018
	吸水率	%	≤ 5	T/ZZB 0775-2018
	锚固孔等效孔径	mm	≥ 40	T/ZZB 0775-2018
生态性能	生态空间率	%	25~60	T/ZZB 0775-2018
	可持土体积率	%	5~25	T/ZZB 0775-2018
	横向生态孔最大开口尺寸	mm	≥ 40	T/ZZB 0775-2018
	纵向生态孔最大开口尺寸	mm	≥ 80 (B 类产品)	T/ZZB 0775-2018
可浸出重金属含量	汞 Hg (以总汞计)	mg/L	≤ 0.02	GB 5085.3-2007
	铅 Pb (以总铅计)	mg/L	≤ 2.0	GB 5085.3-2007
	砷 As (以总砷计)	mg/L	≤ 0.6	GB 5085.3-2007
	镉 Cd (以总镉计)	mg/L	≤ 0.1	GB 5085.3-2007
	铬 Cr (以总铬计)	mg/L	≤ 1.5	GB 5085.3-2007

多轮专家论证优化形成。与传统检验指标体系相比,该体系既保留了抗压强度、尺寸偏差等传统混凝土砌块的核心物理力学性能指标,又重点补充了生态空间率、可持土体积率等生态砌块特有的生态性能指标,同时增加了可浸出重金属含量等环保指标,实现了结构安全、生态效益与环保要求的双重保障,符合绿色建筑材料的发展趋势。

2 关键检验试验方法优化

2.1 尺寸偏差检验

- (1) 检验工具: 钢直尺、钢卷尺, 最小刻度 1mm。
- (2) 抽样方法: 每批次随机抽取 10 块试样。
- (3) 检验步骤:

对每块试样的长度、宽度、高度分别在两个对应面的端部测量, 各测 2 个尺寸, 精确至 1mm;

- (4) 单个试样尺寸结果取 2 个测值的平均值;
- (5) 计算每组 10 块试样尺寸的算术平均值;
- (6) 结果判定: 单个试样尺寸偏差 ≤ ± 4 mm 为合格; 每组不合格试样 ≤ 2 块, 该批次尺寸偏差合格。

2.2 外观质量检验

- (1) 检验工具: 钢直尺、塞尺、钢直尺、游标卡尺。

- (2) 抽样方法: 每批次随机抽取 10 块试样。

(3) 检验步骤:

- a. 平整度: 将钢直尺贴靠砌块各个面, 用塞尺实测钢直尺与砌块表面之间的最大间隙, 精确至 1mm;
- b. 蜂窝: 目测检查每块试样是否有蜂窝存在;
- c. 麻面: 对圆形麻面用游标卡尺测量孔径, 对不规则麻面用透明纸拓绘后在厘米纸上计算面积, 计算麻面面积占该面面积的比率;
- d. 裂缝: 目测观察裂缝数量, 用钢直尺测量裂纹两 endpoints 投影到对应边的最大投影尺寸, 累计延伸投影尺寸;
- e. 缺棱掉角: 目测检验缺棱或掉角个数, 用钢直尺测量缺棱掉角在长、宽、高三个方向的投影尺寸。

(4) 结果判定: 平整度 ≤ 3 mm, 无蜂窝, 麻面面积占比 ≤ 5%, 裂缝单条投影长度 ≤ 40 mm 且每面 ≤ 2 条, 缺棱 ≤ 2 个且长度 ≤ 50 mm, 掉角 ≤ 2 个且长度 ≤ 30 mm, 该试样外观质量合格; 每组不合格试样 ≤ 2 块, 该批次外观质量合格。

2.3 物理力学性能检验

物理力学性能是生态砌块承载能力、耐久性

的核心保障,重点优化抗压强度、抗冻等级、吸水率、锚固孔等效孔径四项指标的检验方法,确保检测精度。

2.3.1 抗压强度检验

抗压强度是生态砌块最关键的物理力学指标,采用取芯法进行检验,优化芯样制备工艺,减少芯样损伤对测试结果的影响,具体方法如下。

(1) 检验方法:取芯法。

(2) 试样制备:在外观质量检验合格的砌块中钻取芯样,试样直径70 mm,高径比1.0,一组5个试样,直径一致。芯样放置在标准养护室养护24 h后进行试验。

(3) 试验设备:压力机,示值相对误差 $\leq \pm 1\%$,量程选择使试样预期破坏荷载在满量程的20%~80%之间。

(4) 试验步骤:

a. 将试样放在压力机下压板上,调整试样圆心与压力机压板中心重合;

b. 匀速平稳加荷,加荷速度(1~3) kN/s,直至试样破坏,记录极限破坏荷载;

c. 按公式(1)计算单个试样抗压强度推定值,并精确至1 MPa。

$$f_c = 1.273 \times \frac{F}{\phi^2 \times k_0} \times \eta_A \times \eta_k \quad (1)$$

式中: f_c 为单个试样抗压强度推定值(MPa); F 为极限破坏荷载(N); ϕ 为试样直径(mm); η_A 为不同高径比试样的换算系数,按T/ZZB 0775-2018标准表5选用; η_k 为换算成直径和高度均为100 mm的抗压强度值, $\eta_k=1.12$; k_0 为换算成边长150 mm立方体试样的抗压强度推定值换算系数,按T/ZZB 0775-2018标准表6选用。

(5) 结果判定:5个试样抗压强度的平均值 \geq 强度等级值,最小值 $\geq 85\%$ 强度等级值,该批次抗压强度合格。本研究对芯样制备工艺进行了优化芯样制备工艺,减少芯样损伤对强度测试的影响。

2.3.2 抗冻等级检验

抗冻等级直接影响生态砌块在寒冷地区的使用寿命,采用冻融循环试验方法,优化循环参数设置,提高抗冻性能评价准确性,具体方法如下。

(1) 检验方法:冻融循环试验。

(2) 试样制备:采用取芯法制取试样,直径70 mm,高径比1.0,一组10个试样(5个抗冻试样,5个对比试样)。

(3) 试验设备:冻融机,温度控制精度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

(4) 试验步骤:

a. 将5个抗冻试样浸入(18~22) $^\circ\text{C}$ 的水中,水

面高出试样20 mm,浸泡4 d;5个对比试样放置在试验室(室温 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$);

b. 取出抗冻试样,用拧干的湿布拭去外表水,称量饱和面干质量 m_b ;

c. 将抗冻试样放入预先降至 -15°C 的冻融机中,套筒内注满水,设置冻融循环:降温2.5 h至 $(-17 \pm 2)^\circ\text{C}$,升温1.5 h至 $(8 \pm 2)^\circ\text{C}$,每4 h一个循环,完成50次循环;

d. 取出抗冻试样,清理剥落碎片,称量冻融后饱和面干质量 m_d ;

e. 完成称重的冻融试样放置在对比试样的实验室,24 h后对5个对比试样和5个冻融试样进行抗压强度试验,分别得到抗压强度平均值 f_f 和 f_d ;

(5) 按公式(2)计算质量损失率,并精确至0.1%;按公式(3)计算抗压强度损失率,并精确至1%。

$$K_m = \frac{m_b - m_d}{m_b} \times 100\% \quad (2)$$

$$K_r = \frac{f_f - f_d}{f_f} \times 100\% \quad (3)$$

(6) 结果判定:质量损失率 $\leq 5\%$ 且抗压强度损失率 $\leq 25\%$,抗冻等级 $\geq \text{F50}$,该批次抗冻等级合格。嘉兴大学团队优化冻融循环参数设置,提高抗冻性能评价准确性。

2.3.3 吸水率检验

吸水率影响生态砌块的耐久性和抗冻性,采用烘干-饱和称重法,优化烘干温度和时间,确保试样烘干至恒重,具体方法如下。

(1) 检验方法:烘干-饱和称重法。

(2) 试样制备:取芯法制取试样,直径 ≥ 70 mm,高径比1.0,一组3个试样。

(3) 试验设备:电干燥箱,控温精度 $\pm 5^\circ\text{C}$;电子天平,感量0.01 kg。

(4) 试验步骤:

a. 将试样放入标准养护室水池中养护48 h,取出后用拧干的湿布拭去外表水,称取饱和时质量(m_b);

b. 将试样放入电干燥箱于 $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$ 恒温8 h,然后升温至 $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$ 恒温8 h,再次升温至 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 烘至恒重 m_z ;

(5) 按公式(4)计算吸水率,并精确至0.1%。

$$W_r = \frac{m_b - m_z}{m_z} \times 100\% \quad (4)$$

(6) 结果判定:以3个试样试验结果的平均值作为砌块吸水率的试验结果,精确至0.1%。吸水率 $\leq 5\%$,该批次吸水率合格。

2.3.4 锚固孔等效孔径检验

锚固孔等效孔径影响生态砌块的安装稳定性和生态连通性,优化测量方法和计算精度,具体方法如下:

- (1) 检验工具:直尺、厘米纸。
- (2) 抽样方法:每批次随机抽取3块试样。
- (3) 试验步骤:

a. 清理砌块上下表面锚固孔,对规则圆孔,测量上表面和下表面孔径各2次,计算圆孔面积,取上、下孔面积的平均值(S);

b. 对不规则锚固孔,将上下表面锚固孔面积拓绘在厘米纸上,计算面积并取平均值(S);

(4) 按公式(5)计算锚固孔等效孔径,并精确至1mm。

$$D=1.128\sqrt{S} \quad (5)$$

式中: D 为锚固孔等效孔径(mm); S 为锚固孔面积(mm^2)。

(5) 结果判定:以3个试样试验结果的平均值作为砌块锚固孔等效孔径并精确至1mm,其数值 ≥ 40 mm,该批次锚固孔等效孔径合格。

2.4 生态性能检验

生态性能是生态砌块区别于传统混凝土砌块的核心特征,重点优化生态空间率和可持土体积率两项关键指标的检验方法,提高测试精度,确保生态功能评价科学合理。

2.4.1 生态空间率检验

生态空间率反映生态砌块的透气、透水和保土能力,采用排水法检验,优化计算方法,减少测量误差,具体方法如下:

- (1) 检验方法:排水法。
- (2) 试样制备:每批次随机抽取3块试样,清除外部及空腔内杂物,浸入15~25℃的水中浸泡48h,水面应高出试样20mm。
- (3) 试验设备:电子天平,感量0.01kg;吊架;磅秤。
- (4) 试验步骤:

a. 计算砌块外观体积 V_w :按砌块外延尺寸计算,即外观体积=长度×宽度×高度;

b. 取出试样,用拧干的湿布拭去外表及空腔内的水,称量饱和面干质量 m_b ;

c. 将试样置于吊架中悬挂于水中,称量悬浮质量 m_t ,扣除挂杆、吊架质量;

d. 测量锚固孔上表面孔面积 S_s 、下表面孔面积 S_x 及砌块高度(h),按公式(6)计算锚固孔体积 V_k 。

$$V_k = \frac{(S_s + S_x) \times h}{2} \quad (6)$$

(5) 按公式(7)计算生态空间率,并精确至1%。

$$K_s = \left\{ 1 - \frac{\left[\frac{m_b - m_f}{\rho} + V_k \right]}{V_w} \right\} \times 100 \quad (7)$$

式中: ρ 为水的密度(1000 kg/m^3)。

(6) 结果判定:以3个试样试验结果的平均值作为砌块生态空间率的试验结果,生态空间率在25%~60%之间,该批次生态空间率合格。单鸿猷博士优化生态空间率计算方法,提高测试精度。

2.4.2 可持土体积率检验

可持土体积率反映生态砌块的保土能力,直接影响植被生长和生态修复效果,采用注水法检验,方法如下。

- (1) 检验方法:注水法。
- (2) 试样制备:与生态空间率检验试样相同。
- (3) 试验设备:电子天平,感量0.01kg;烧杯。
- (4) 试验步骤:

a. 计算砌块外观体积 V_w :按砌块外延尺寸计算,即外观体积=长度×宽度×高度;

b. 取出试样,用拧干的湿布拭去外表及空腔内的水,称量试样饱和面干质量 m_b ;

c. 在砌块持土空间内加水至满,称量砌块+水的质量 m_t ;

(5) 按公式(8)计算可持土体积率,并精确至1%。

$$K_t = \frac{m_t + m_b}{\rho \times V_w} \times 100\% \quad (8)$$

(6) 结果判定:以3个试样试验结果的平均值作为砌块可持土体积率的试验结果,可持土体积率在5%~25%之间,该批次可持土体积率合格。

2.5 可浸出重金属含量检验

可浸出重金属含量关系到生态砌块的环保性能,避免其在使用过程中对土壤、水体造成污染,严格按照GB 5085.3-2007规定的方法进行检验,优化样品制备和检测流程,确保检测结果准确可靠。

(1) 检验方法:按GB 5085.3-2007规定的浸出毒性鉴别方法。

(2) 试样制备:将砌块破碎至粒径 ≤ 5 mm,混合均匀后称取100g试样。

(3) 试验设备:紫外-可见分光光度计、电感耦合等离子体原子发射光谱仪、离子色谱仪。

(4) 试验步骤:

a. 按液固比10:1(L/kg)加入去离子水,在室

温下振荡 8 h, 静置 16 h;

b. 过滤浸出液, 采用相应仪器检测汞、铅、砷、镉、铬等重金属含量。

(5) 结果判定: 各项重金属含量符合 T/ZZB 0775-2018 表 4 规定的限值, 该批次可浸出重金属含量合格。蒋元海教授团队建立重金属检测质量控制方法, 确保检测结果准确性。

3 性能评价体系建立

基于优化后的质量检验技术和指标体系, 结合产业化应用需求, 建立“优秀、合格、不合格”三级质量评价体系, 明确评价标准和评价流程, 实现生态砌块质量的全面、客观、规范评定。

3.1 评价等级划分

根据检验结果, 结合生态砌块的结构性能、生态性能和环保性能要求, 将生态砌块质量划分为三个等级, 评价标准如下表所示, 该评价等级由嘉兴大学与嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司联合制定, 梁菊明团队提供产业化应用中的质量分级需求, 确保评价体系的实用性和可操作性。

3.2 评价流程

为确保评价过程规范、高效, 制定标准化的评价流程, 明确各环节的操作要求和责任主体, 具体流程如下。

(1) 样本采集: 按规定抽样方法采集试样, 确保样本具有代表性;

(2) 指标检验: 按优化后的试验方法对各检验指标进行检测, 记录检验数据;

(3) 数据处理: 计算各指标检验结果, 与标准要求对比;

(4) 等级评定: 根据评价标准确定产品质量等级;

(5) 报告出具: 编制质量检验报告, 明确检验结果、评价等级及改进建议。梁玲琳团队建立检验报告数字化管理系统, 实现报告快速生成与追溯。

4 检验技术应用与验证

为验证优化后的生态砌块质量检验技术及性能评价体系的可行性、准确性和实用性, 将其应用于嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司的产品质量控制, 开展为期 3 年(2021—2023)的应用验证, 积累检验数据,

评估应用效果。

4.1 应用实例

该质量检验技术及评价体系已全面应用于嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司 2021—2023 年生产的生态砌块质量检验, 共检验 120 批次产品, 涉及 C25、C30、C35 三种强度等级, 涵盖 400 mm × 400 mm × 200 mm、500 mm × 700 mm × 260 mm 等 6 种常用规格, 产品主要应用于嘉兴地区河道护岸、景观绿化等工程。检验过程严格遵循优化后的试验方法和评价流程, 确保检验结果准确可靠。

4.2 验证结果

通过与第三方检测机构(浙江省建筑材料科学设计研究院有限公司)的检验结果对比, 结合生产过程中的质量跟踪, 验证结果如下。

(1) 检验准确率: 与第三方检测机构检验结果对比, 120 批次产品的检验结果准确率 ≥ 98%, 其中物理力学性能检验准确率达到 100%, 生态空间率、可持土体积率指标的检验准确率达到 97% 以上, 表明优化后的检验方法具有较高的准确性;

(2) 产品合格率: 120 批次产品中, 合格 117 批次, 合格率 97.5%, 其中优秀批次 68 批次, 优秀率 56.7%, 优秀批次主要集中在 C30、C35 强度等级, 表明该评价体系能有效区分产品质量等级;

(3) 改进效果: 通过该检验体系, 及时发现并解决了 3 批次产品生态空间率不足(低于 25%)、2 批次产品重金属含量超标(铅含量略高于 2.0 mg/L)等问题, 针对问题优化生产工艺, 调整原材料配比, 产品质量稳定性显著提升, 后续生产的产品合格率保持在 99% 以上。

应用验证表明, 该生态砌块质量检验技术及性能评价体系能有效解决当前检验工作中存在的问题, 检验方法规范、准确, 评价标准科学、实用, 可广泛应用于生态砌块生产企业的质量控制和检验机构的第三方检测。

5 结论与展望

5.1 结论

本文通过产学研合作, 系统研究生态砌块质量检验技术及性能评价体系, 结合相关标准和产业化实践, 得出以下结论。

表 2 生态砌块质量评价标准

评价等级	评价标准
优秀	所有检验指标均符合标准要求, 其中抗压强度 ≥ 强度等级值 +3 MPa, 生态空间率 35% ~ 50%, 可持土体积率 10% ~ 20%, 重金属含量 ≤ 标准限值的 50%
合格	所有检验指标均符合标准要求
不合格	任一检验指标不符合标准要求

(1) 构建了涵盖尺寸偏差、外观质量、物理力学性能、生态性能、可浸出重金属含量的五维度生态砌块质量检验指标体系,全面覆盖产品结构功能和生态功能要求,弥补了传统检验指标体系忽视生态、环保指标的不足,实现了结构安全与生态效益的双重保障;

(2) 优化了各指标检验试验方法,明确了尺寸偏差测量、抗压强度取芯法、生态空间率排水法等关键试验步骤、设备要求和计算公式,解决了传统检验方法不统一、精度不足的问题,提高了检验结果的准确性和可比性;

(3) 建立了优秀、合格、不合格三级质量评价标准,制定了规范的评价流程,明确了各等级的评价要求,实现了生态砌块质量的全面、客观、规范评定,为质量检验提供了明确的依据;

(4) 应用验证表明,该检验技术及评价体系检验准确率 $\geq 98\%$,能有效保障产品质量,提升产品质量稳定性,已成功应用于产业化质量控制,具有良好的实用性和推广价值。

5.2 展望

结合绿色建筑产业的发展趋势和生态砌块的应用需求,未来可从以下方面进一步完善生态砌块质量检验技术及性能评价体系。

(1) 研究快速检验技术,开发生态砌块性能快速检测设备,优化检验流程,缩短检验周期,解决当前检验周期长、效率低的问题,满足大批量生产的质量控制需求,推动智能化检测设备在生态砌块检验中的应用;

(2) 结合大数据、物联网技术,建立生态砌块质量检验数据库,整合检验数据、生产数据、应用数据,分析质量波动规律,实现质量预测与预警,提前发现

生产过程中的质量隐患,提升质量控制的主动性;

(3) 完善生态性能评价指标,增加生物多样性、水质净化效果等长期生态效益评价指标,结合长期跟踪监测数据,使评价体系更全面、更科学,更贴合生态修复工程的实际需求;

(4) 加强行业标准协同,推动检验方法和评价标准的统一,促进生态砌块产业规范化、标准化发展,同时加强产学研合作,持续优化检验技术,推动检验技术向智能化、绿色化方向发展。嘉兴大学与嘉兴五丰生态环境科技股份有限公司将持续深化合作,推动质量检验技术智能化、标准化发展,为绿色建筑材料产业高质量发展提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 李晓鹏,刘志成.加筋生态砌块护岸在河道综合整治中的应用[J].广东水利水电,2022(4):74-78.
- [2] 张多,杨杰.植草型预制混凝土砌块在河道护岸中的应用[J].中国水运,2018,18(3):1-2.
- [3] 温杨增.箱式生态砌块挡墙在下坂溪山洪沟防洪治理工程中的应用[J].水利科技,2023(2):53-55.
- [4] 夏继红,严忠民.国内外城市河道生态型护岸研究现状及发展趋势[J].中国水土保持,2004(3):20-21.
- [5] T/ZZB 0775-2018 挡墙护坡用混凝土生态砌块[S].
- [6] GB 5085.3-2007 危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别[S].
- [7] 厉志闯,陈文亮,梁荣祥.生态砌块挡墙抗侧向力性能试验研究[J].浙江水利科技,2012(5):4.
- [8] 李海东,林杰,张金池等.生态护坡技术在河道边坡水土保持中的应用[J].南京林业大学学报(自然科学版),2008,32(1):119-123.