

基于生态绩效下建设工程机械拆除的影响因素研究

卢旺¹ 马艺玮² 许晓阳²

1 济南大学, 山东济南, 250022;

2 山东建筑大学 管理工程学院, 山东济南, 250100;

摘要: 为破解“双碳”目标与新型城镇化建设背景下, 建设工程机械拆除作业面临的高能耗、扬尘污染突出、建筑垃圾资源化率低等生态问题。本研究结论揭示, 建设工程机械拆除的生态优化需构建“源头设备升级-过程作业规-外部监管保障”的协同体系, 可为推动拆除环节向低耗、环保、高效转型, 助力“双碳”目标落地提供科学依据与实践指导。

关键词: 生态整体主义; 建设工程机械拆除; 生态绩效; 多元线性回归

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 12. 066

引言

“双碳”目标与新型城镇化推进背景下, 建设工程存量更新加速, 工程机械拆除作为工程生命周期最终环节, 其生态影响已成为行业可持续发展的核心制约^[1]。Mohammadi 等^[2]综述全球拆除技术指出, 机械拆除、爆破等常规方法环境扰动大且易造成资源浪费。国内杨庆华^[3]研究旧桥拆除发现, 机械拆除的扬尘控制与固废处置仍存短板, 张建伟等^[4]在城区高层异形建筑拆除中提到, 作业规范执行不到位会导致生态绩效下滑。虽然学界对工程机械拆除的研究虽有积累, 但现有研究多聚焦单一技术改进或局部污染治理, 未系统整合设备、作业、监管间的协同关系, 且缺乏生态整体主义理论支撑^[8]。

鉴于此, 本研究以生态整体主义为理论框架, 以选取的建设工程拆除项目为样本, 构建多元线性回归模型。量化分析设备环保等级、作业规范执行度、监管检查频次对生态绩效的影响。可为实践提供优化策略, 助力拆

除环节向低耗、环保、高效转型。

1 理论基础与变量设计

1.1 生态整体主义理论

生态整体主义强调生态系统中土壤、植被、大气、水文等自然要素与人类生产活动之间存在不可分割的联动关系^[9]。因此评估人类活动的生态影响需从整体视角审视各要素的协同适配性。

生态整体主义对工程机械拆除的理论价值主要有三方面: 一是推动拆除作业从聚焦单一目标转向区域生态系统框架下综合考量, 避免局部治理引发新失衡; 二是明确设备、作业、监管三位一体协同, 缺任一环节均会限制生态绩效提升; 三是限定拆除作业在生态承载阈值内, 推动其从高污染转向“低耗、环保、高效”。

1.2 变量设计

基于生态整体主义的“设备-作业-监管”协同逻辑, 设计 1 个因变量与 3 个核心自变量。

表 1. 变量设计

变量类型	变量名称	变量定义
因变量	生态绩效指数 (Y)	综合反映拆除工程的扬尘控制、固废回收、能耗节约水平
自变量 1	设备环保等级 (X ₁)	拆除工程机械的环保合规程度
自变量 2	作业规范执行度 (X ₂)	拆除作业中生态保护措施的落实情况
自变量 3	监管检查频次 (X ₃)	监管部门对拆除项目的生态合规检查频率

2 数据来源与描述性统计

2.1 数据来源

本研究以山东省 2023-2024 年已完成的建设工程拆除项目为样本, 共选取了 42 个有效样本。数据来源于

当地住建厅和生态环境管理相关部门公示的官方数据。

2.2 描述性统计分析

对 42 个样本的核心变量进行描述性统计, 结果如表 2 所示:

表 2. 统计结果

变量名称	观测值 (N)	均值 (Mean)	标准差 (Std. Dev.)	最小值 (Min)	最大值 (Max)
生态绩效指数 (Y)	42	68.35	12.47	42.00	92.00
设备环保等级 (X ₁)	42	2.17	0.73	1.00	3.00
作业规范执行度 (X ₂)	42	1.89	0.81	1.00	3.00
监管检查频次 (X ₃)	42	1.52	0.68	0.00	3.00

从整体来看,生态绩效指数均值为 68.35,表明整体处于“中等偏上”水平,但 12.47 的较大标准差反映出不同项目间生态管理水平差异显著,部分项目已实现高生态绩效,而部分项目仍存在明显短板;

在影响生态绩效的核心要素中,设备端的设备环保等级均值为 2.17,这一数据表明多数企业已响应政策淘汰高排放设备,但结合变量赋值规则可知,仍有部分项目使用国三及以下设备,源头控污仍需强化。作业执行端的作业规范执行度均值为 1.89,低于“部分执行”与“完全执行”的中间值 2,说明即便设备达标,作业环节中湿法作业、围挡设置、建筑垃圾分类等生态措施的落实仍存在明显短板,过程管控力度不足。监管端的监管检查频次均值为 1.52 次/月,整体监管力度处于适中水平,但数据中存在部分项目月检查 0 次的情况。同时也有部分项目月检查 3 次的高强度监管情况,监管资源分配不均的问题客观存在。

3 模型构建与结果分析

3.1 研究假设

基于生态整体主义“设备-作业-监管”协同逻辑,提出三个研究假设:

H1: 设备环保等级对生态绩效指数有显著正向影响,

高等级设备污染物排放更低、能源利用效率更高,能从根源减少拆除作业的污染与能耗。

H2: 作业规范执行度对生态绩效指数有显著正向影响,规范执行越彻底,越能降低扬尘扩散范围与固废污染程度,契合生态整体主义的过程协同要求。

H3: 监管检查频次对生态绩效指数有显著正向影响,高频次检查可及时纠正设备不达标、规范落实不到位等问题,保障生态绩效提升。

3.2 模型设定

设定多元线性回归模型如下:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

其中, Y 为生态绩效指数(因变量); X₁、X₂、X₃ 分别为设备环保等级、作业规范执行度、监管检查频次(自变量); β_0 为常数项, β_1 、 β_2 、 β_3 为回归系数, ε 为随机误差项。

3.3 回归结果分析

对各个指标进行回归结果分析,由表 3 可得, $R^2=0.8665$,表示解释效果较好。F 值=19.47, $P<0.001$,表明模型整体通过显著性检验,三个自变量对因变量的联合影响显著。

表 3. 基准回归检验

变量名称	系数 Coefficient	标准误差 Std.err.	t 值 (t)	P 值 (P> t)	95%置信区间
常数项 (β_0)	35.28	4.61	7.65	0.000***	[26.01,44.55]
设备环保等级 (X ₁)	8.72	1.53	5.69	0.000***	[5.64,11.80]
作业规范执行度 (X ₂)	7.35	1.61	4.57	0.000***	[4.11,10.59]
监管检查频次 (X ₃)	5.12	1.74	2.98	0.005**	[1.68,8.70]
R-squared	0.8665				
Adjusted R-squared	0.8560				
F 值	19.42			0.000***	
观测值 (N)	42				

注: ***表示 $P<0.01$, **表示 $P<0.05$, 均为统计显著。

设备环保等级 (X₁) 的系数为 8.72 ($P<0.01$),表明在控制其他变量后,设备环保等级每提高 1 级,生态绩效指数平均提高 8.72 分。即低排放设备从源头减少扬尘与能耗,是生态绩效提升的核心基础。

作业规范执行度 (X₂) 的系数为 7.35 ($P<0.01$),表明作业规范每提升 1 个等级,生态绩效指数平均提

高 7.35 分。这体现“过程管控”的重要性,即使设备达标,若作业中无降尘、分类措施,仍会破坏生态系统平衡。

监管检查频次 (X₃) 的系数为 5.19 ($P<0.05$),表明每月监管检查每增加 1 次,生态绩效指数平均提高 5.19 分。即监管作为外部约束,能推动企业落实设

备与作业环节的生态要求,形成“源头-过程-外部”的协同效应。

3.4 模型合理性检验

由图 1 可见,纵轴生态绩效指数的预测值与实际值整体呈现比较契合的时间序列走势,表明三个核心自变量能够有效解释生态绩效指数的变异,模型对生态绩效的预测能力较强。

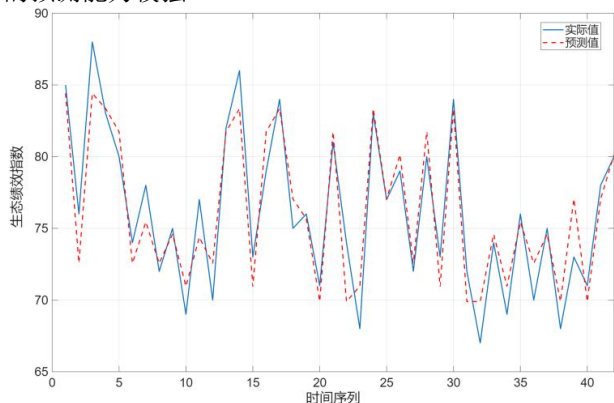


图 1. 预测值与实际值对比图

4 建设工程机械拆除生态优化策略

4.1 推动环保设备普及

通过政策杠杆降低设备更新成本,对企业购置国五及以上标准的拆除设备给予专项补贴;另一方面建立“设备环保等级备案制”,明确要求所有拆除项目开工前,需提交设备型号、排放等级及对应的排放证书,经审核确认符合环保要求后方可入场作业,从源头切断高污染设备对生态绩效的负面影响。

4.2 强化规范执行落地

细化各项生态措施的量化标准,让企业有清晰的执行依据。推行“作业规范承诺制”,要求企业在项目开工前签署《生态作业承诺书》,明确自身需落实的具体措施及违约责任,监管部门后续按承诺书内容开展针对性检查,对未达标的项目立即下达暂停施工通知,直至整改符合规范要求。

4.3 优化检查频次与方式

对生态绩效低于 60 分的项目,将现场检查频次提升至每月 2-3 次。对生态绩效高于 80 分的项目,将检查频次适当降低至每月 1 次。在监管方式上要求企业每日通过监管平台上传降尘装置运行状态、围挡完整性等关键环节视频,监管人员通过线上抽查替代部分线下检查,一旦发现问题可快速响应处置,提升监管效率与时效性。

5 结论

本研究以生态整体主义为理论框架,构建多元线性

回归模型。从实证结果来看,三个核心自变量均对生态绩效指数(Y)产生显著正向影响,且影响程度存在明确差异。设备环保等级是影响生态绩效的首要因素,表明低排放设备能从源头减少扬尘与能耗,为生态绩效提升奠定核心基础。作业规范执行度是过程管控的关键环节,湿法作业、围挡设置、建筑垃圾分类等措施的全面落实,可有效降低拆除作业对区域土壤、大气的扰动。监管检查频次作为外部约束机制,高频次检查能倒逼企业落实设备与作业环节的生态要求,形成“源头控污-过程减污-外部督污”的协同效应。

本研究以生态整体主义为视角构建分析框架,明确了各要素的联动关系,可为地方政府与拆除企业提供操作指南,助力解决当前部分项目设备落后、作业不规范、监管不均等痛点。

参考文献

- [1] 蒋婧博. 建筑拆除废弃物循环利用路径及环境效益研究[D]. 天津: 南开大学, 2022.
- [2] Mohammadi M, Mostafa Mohammad S, Roshanbin M, et al. Advances in Concrete Demolition Technologies: A Review of Conventional and Emerging Methods for Sustainable Waste Management[J]. Eng, 2024, 5 (4):
- [3] 杨庆华. 某旧桥拆除方案比选[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(22): 70-73.
- [4] 张建伟, 郑海山, 江明龙. 城区中心某 55m 高层异形建筑机械拆除施工关键技术研究[J]. 价值工程, 2023, 42(21): 135-137.
- [5] 俞庆彬, 杨光旭, 张驰骋, 等. 某改建工程局部结构拆除施工技术[J]. 重庆建筑, 2021, 20(09): 51-53.
- [6] 徐润杰, 翟胜锋, 李永福. 建筑工程机械拆除施工技术探析[A]. 《建筑科技与管理》组委会. 2021 年 7 月建筑科技与管理学术交流会论文集[C]. 北京: 北京恒盛博雅国际文化交流中心, 2021: 26-27.
- [7] 王成武, 郭世国, 李永福. 机械拆除建筑工程施工管理研究[A]. 北京恒盛博雅国际文化交流中心. 2021 年 9 月建筑科技与管理学术交流会论文集[C]. 北京: 北京恒盛博雅国际文化交流中心, 2021: 27-28.
- [8] 栾健, 王成武, 李永福. 建筑工程机械拆除现状及改进[A]. 北京恒盛博雅国际文化交流中心. 2021 年 9 月建筑科技与管理学术交流会论文集[C]. 北京: 北京恒盛博雅国际文化交流中心, 2021: 13-15.
- [9] 周旭. 整体主义视域下长江流域横向生态补偿的法治优化[J]. 理论月刊, 2025, (09): 144-157+160.
- [10] 杨庆华. 某旧桥拆除方案比选[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(22): 70-73.