海外工程项目循环经济赋能下风险管控与成本优化策略研究

朱　林

中冶南方都市环保工程技术股份有限公司　湖北　武汉　430205

摘　要：随着国内对外工程承包业务持续拓展，循环经济理念逐步应用于海外工程项目，通过资源能源高效协同利用、废料资源化、属地物料循环实现降本增效与绿色建设双赢，但跨国场景下政策、技术、供应链等新增风险也随之凸显。本文结合马来西亚、印尼、越南等东南亚海外基建项目实测数据，梳理循环经济模式实施过程中的主要风险类型，构建风险识别评估表格，剖析循环模式下成本变化逻辑，从前期策划、过程风险防控、资源循环利用、属地化管理多维度提出管控与优化策略。合理落地循环经济可实现项目直接成本下降 7%-14%，但必须配套完善风险管控体系，才能避免技术适配不足带来的额外损失，可为同类海外项目实施提供实践参考。

关键词：海外工程项目；循环经济；风险管控；成本优化；属地化建设

引言：当前我国对外工程承包业务规模持续扩大，大量基建项目落地马来西亚、印尼、越南等东南亚地区，当地普遍存在建材供应不足、物流成本高、建筑垃圾处置困难等现实难题。循环经济以资源减量化、再利用、资源化为核心，通过资源能源高效协同利用，为海外项目破解物料短缺、控制造价、满足东道国环保法规提供新路径。但海外项目受地缘政策、技术标准差异、供应链不稳定制约，盲目推行循环改造，反而会引发工期延误、成本超支等问题。部分项目实践显示，未开展风险评估直接采用废料再生方案，会带来最高约 18% 的额外试错成本。本文结合工程实例识别循环模式下的关键风险，探究风险管控与成本协同优化路径，提升海外项目综合效益。

1 海外工程项目循环经济主要实践模式与实施效果

海外工程项目循环经济主要分为三类应用模式：一是建筑固废资源化，将施工弃渣、废旧混凝土破碎筛分，加工为路基水稳层骨料。印尼某公路项目，回收现场混凝土废料加工再生集料，减少外购碎石约 1.2 万 m^3，材料采购与弃渣处置综合节约成本约 11.2%。二是资源能源协同利用，依托循环经济产业园模式，将固废处理、能源回收与建材生产统筹布局，实现资源与能源的高效协同。马来西亚某产业园配套项目，将施工废料与周边工业固废集中处理，生产再生建材用于场区建设，综合成本下降约 9%。三是属地替代材料循环利用，依托当地砂石、弃渣石料替代进口建材，减少远洋运输成本[1]。

统计马来西亚、印尼、越南等东南亚国家共 11 个采用循环经济举措的海外基建项目，实施效果参差不齐：7 个项目实现直接成本下降 7%-14%；4 个项目因前期风险评估缺失，再生料指标不达标、合规许可受阻，不仅未实现降本，反而增加 5.3%-17.6% 额外成本。由此可见，循环经济本身具备降本潜力，但必须配套完整风险管控体系，否则会产生反向效果。

2 循环经济赋能下海外项目主要风险识别与评估

循环经济在海外项目落地，除传统海外工程地缘、汇率风险之外，新增大量由资源循环利用衍生的技术、供应链、合规类风险。本文从技术实施、供应链保障、政策合规、经济投入、属地管理 5 个维度建立风险评估表，结合项目实践判定风险发生概率与影响等级，为后续管控提供依据（如表 1 所示）。

表 1　海外工程项目循环经济模式风险识别评估表

风险类别	风险因素	风险描述	发生概率	影响等级
技术实施风险	再生建材技术适配不足	再生骨料、弃渣混合料达不到东道国设计规范，需要反复试验，造成工期与成本损耗	中	高
供应链风险	循环物资供应链不稳定	当地缺少固废破碎加工设备、配件短缺，再生料运输遭遇港口拥堵、清关延误	中	中
政策合规风险	环保与劳工政策变动	东道国建筑垃圾回收、固废加工许可要求变化，循环作业劳工法规、ESG 合规约束升级	低	高
经济投入风险	前期投入回报错配	固废处理设备投入高，循环利用产生收益无法覆盖前期投入，投资回收期拉长	中	中

续表：

风险类别	风险因素	风险描述	发生概率	影响等级
属地管理风险	属地技术人才缺失	本地缺少循环建材检测、再生工艺操作技术人员，过度依赖国内外派人员，管理沟通成本上升	高	中

风险分析：技术实施风险是出现频率最高的直接风险，部分项目直接照搬国内固废再生工艺，忽略东道国建筑标准差异，导致再生料无法通过监理验收，产生返工损失。政策合规风险虽然发生概率偏低，但一旦爆发，会面临停工、罚款，属于高等级风险；属地人才缺失属于普遍现实问题，会持续推高循环工艺运行成本。

3 循环经济模式下风险与成本之间的内在逻辑

3.1 循环经济对项目成本的正向降本逻辑

循环经济能够从物料、资源、处置等多个维度压缩海外项目开支。通过建筑固废回收再利用，可直接减少外购原材料采购支出；通过资源能源协同利用，将固废处理与建材生产统筹布局，能够降低能源消耗与加工成本；推广属地替代物料，可以大幅削减远洋物流运输以及海关关税成本。与此同时，现场建筑垃圾就地资源化处理，还省去了废渣外运处置产生的各项费用，多重效应叠加，实现项目直接建设成本的下降[2]。

3.2 循环经济带来的反向增本逻辑

推行循环方案同样会催生各类新增成本，这些成本若未在前期充分测算，极易造成项目预算失衡。落地固废资源化工艺，需要投入破碎、筛分等加工设备，设备采购或租赁费用不容忽视；资源能源协同利用需要配套建设相应的处理设施，前期建设投入较大；再生建材投入使用前，还需要开展多批次试验与性能检测，试验费用和时间成本叠加。另外，循环工艺对操作人员技术水平要求较高，人员培训成本也会相应增加。若风险防控工作缺位，还会衍生出返工整改、工期延误、合规处罚等隐性成本，这些隐性成本往往远超前期投入，反而会推高项目整体造价，使原本预期的降本效果大打折扣。

3.3 风险与成本的耦合制衡关系

风险和成本之间具备较强的耦合制衡特征。如果压缩前期风险管控投入，虽能短暂节约管理开支，但极易引发后期返工、停工事故，带来远高于管控成本的经济损失。适度加大前期风险评估、试验检测方面的投入，尽管会小幅抬高项目初期成本，却可以规避后期大额损失，实现全生命周期层面的成本最优。部分项目实践数据显示，前期增加 1.5%-2.2% 评估试验投入，能够规避最高 17% 左右的潜在损失。

4 循环经济赋能下风险管控与成本协同优化策略

4.1 项目前期开展循环方案与风险一体化策划

项目投标及开工前期，不能直接套用国内成熟循环方案，需要结合东道国标准、当地资源条件开展一体化策划。第一，开展属地资源摸底调研，摸清当地建筑垃圾储量、砂石材料价格、固废加工设备租赁市场情况；第二，对标东道国建筑规范、环保许可要求，提前开展再生料配比试验，验证弃渣、再生骨料性能是否满足设计监理要求，避免施工阶段才发现指标不达标；第三，做循环方案全周期经济测算，测算设备投入、物流、试验检测全部成本，对比传统方案，只有净收益为正的方案才予以实施，杜绝为追求绿色指标盲目上马循环工艺[3]。

4.2 分类分级落实循环衍生风险防控

针对表 1 识别的风险，实施分类分级管控。针对高影响的技术风险，建立“小试 - 中试 - 规模化应用”三级试验流程，再生建材必须经过第三方检测、监理确认后大规模使用；针对清关、港口拥堵等供应链风险，提前准备全套单证，制定备选物流路径，预留 15-20 天清关缓冲工期；针对政策合规风险，聘请当地法务咨询机构，确认固废加工、建筑垃圾处置相关许可，跟踪东道国 ESG 环保政策变化；针对人才短板，采用国内技术骨干 + 属地技术人员联合模式，开展本地人员技能培训，降低外派人员成本。

4.3 多路径挖掘循环经济降本空间，严控无效投入

一是因地制宜推进固废资源化，优先利用现场开挖弃渣、废旧混凝土，尽量依托当地租赁破碎设备，减少设备一次性采购投入，条件不足时不强行自建加工厂；二是推进资源能源协同利用，借鉴国内循环经济产业园经验，探索固废处理、能源回收与建材生产统筹布局的可行路径，核算协同利用的综合成本，当协同利用综合成本低于传统方案 10% 以上再实施；三是优化物料供应链，优先选用经过验证的属地替代材料，压缩远洋进口物料占比。杜绝片面追求循环指标，对于试验成本过高、收益为负的循环举措，及时调整方案，避免资源浪费。

4.4 建立动态监测与纠偏机制，平衡风险与成本

建立循环经济专项动态监测台账，对再生材料合格率、循环举措推进进度、各项循环举措实际发生成本进行月度统计，对比前期测算目标。当出现再生料合格率持续偏低、循环举措实际成本超出测算 10% 阈值时，及时启动方案纠偏，部分工艺退回传统施工方案。同时将循环工艺风险点纳入项目应急预案，针对许可变更、物流受阻、试验失败设置备选施工方案，防止单一循环工艺失效造成整体项目瘫痪[4]。

5 案例实证分析

5.1 项目概况与循环经济实施方案

本次研究选取马来西亚某新建公路基建工程为实证案例，项目线路总长度达 82km，整体施工周期长、土

石方工程量大。该区域基建物资配套薄弱，本地优质碎石资源匮乏，外购建材运输距离远、市场报价偏高，同时施工现场大量弃渣、建筑废料外运处置费用昂贵，进一步抬高了项目建设成本。为实现降耗增效、绿色施工目标，项目在前期策划阶段制定循环经济实施方案。依托现场固废资源，将施工产生的大量开挖弃渣进行破碎、筛分加工，制备可用于路基填筑的再生骨料；同时探索资源能源协同利用路径，将固废处理与周边建材生产统筹布局，有效减少全新设备采购和能源消耗的资金投入，契合海外项目降本提质的建设需求。

5.2 项目前期暴露的问题与损失

在循环经济方案初步落地阶段，项目存在属地化调研不足、风险预判缺失的问题，未系统梳理东道国建筑施工规范与材料验收标准，直接套用国内成熟的再生骨料配比参数开展试生产作业。由于中外建材性能指标、监理验收体系存在明显差异，批量生产的再生集料压实度、级配等核心指标不满足当地施工规范，连续两次试验调试均未达标，无法通过监理验收。反复的试配整改、物料损耗与工期滞后，给项目造成 86 万元的直接经济损失。该问题充分暴露了海外项目盲目照搬国内工艺、忽视属地合规风险、未建立前置风险评估机制的突出弊端。

5.3 优化调整措施与实施成效

针对前期试验失败、成本损耗的问题，项目结合属地施工条件全面优化循环施工方案。首先加大试验检测资源投入，联合当地具备资质的第三方试验室开展协同试验，结合东道国规范要求迭代优化骨料配比方案，保障再生材料性能合规。其次重新核算资源能源协同利用的综合成本，剔除低效资源调配方式。同时优化弃渣破碎、筛分、成型全套加工工艺，建立标准化生产流程。优化后再生骨料顺利通过监理审批并大规模投入路基施工，累计消纳弃渣 7.6 万 m^3，完全替代外购碎石资源。扣除各项新增投入后，项目整体建设成本下降 9.7%，实现了资源化利用与成本管控的双向收益。

5.4 案例启示

本次马来西亚公路项目的实践成果充分印证，循环经济模式虽具备显著的降本增效潜力，但并不适用于直接照搬国内施工经验。海外工程项目受属地规范、监理标准、供应链条件、合规要求等多重因素制约，盲目推行资源化工艺极易引发试验失败、成本超支、工期延误等风险。项目唯有建立完善的前期风险评估机制，结合属地工况与行业标准定制专属循环施工方案，同时搭建全过程动态纠偏体系，及时优化工艺参数与资源配置，才能有效规避各类潜在风险，最大化发挥循环经济的应用价值，实现海外工程绿色建设与成本优化的协同发展。

结束语

海外工程项目引入循环经济模式，依靠固废资源化、资源能源协同利用、属地物料替代具备可观的降本潜力，但同时衍生技术适配、供应链、政策合规等多重跨国特有风险，管控缺位会带来显著的额外损失。本文梳理循环经济的实践模式，识别评估各类风险，分析风险与成本耦合关系，提出前期一体化策划、分级风险防控、挖掘合理降本路径、动态监测纠偏等协同优化策略，结合马来西亚公路项目案例证实管控措施实践价值。未来，伴随 ESG 合规要求持续升级，需要进一步完善海外循环方案的量化评估工具，助力中资海外工程实现绿色与效益双向提升。

参考文献

[1] 苏丽丽. 审计赋能央企海外工程价值创造路径研究 [J]. 中外企业文化,2026(2):128-130.

[2] 李懿. 海外工程承包项目全生命周期审计风险识别与防控策略研究 [J]. 财经界,2026(11):156-158.

[3] 张神民. 海外工程项目财务风险管控的探索与思考 [J]. 品牌研究,2025(21):208-210.

[4] 段国瑞. 海外工程项目的合同履约风险及保障措施 [J]. 居业,2025(3):112-114.