

基建行业ESG白皮书

摘要

基础设施是城市脉动的基石，更是经济发展的骨架，从纵横的交通路网到运转的能源管网，它无声支撑着每一个日常。如今，“可持续”已成为基建行业的新命题，ESG是保障项目长效价值、抵御气候与政策风险的核心能力。



PREFACE

前言

基础设施与我们的日常生活、经济活动紧密交织，是社会运转的核心支撑。如今，这个行业正面临新的发展要求，在高效履行交通、能源、通信等传统功能之外，还需更主动地管控环境影响、践行社会责任、优化治理水平——这正是 ESG（环境、社会和治理）理念的核心关切。

对基建行业而言，聚焦 ESG 不仅是响应时代要求，更能切实管理长期风险，比如应对气候变化引发的物理风险，以及政策调整带来的转型风险。同时，这也有助于赢得社区、投资者、监管机构等利益相关方的信任，为项目落地与企业稳健发展筑牢基础。

本白皮书旨在为基建行业提供一份实用的 ESG 参考指南。我们将先梳理行业发展全貌与核心 ESG 议题，再结合国内外企业的披露实践，剖析当前 ESG 发展的实际状况与重点方向。

希望这份白皮书能为行业从业者及相关人士，带来切实的启发与助力。

ANALYST

研究员

杨帆

国际通用ESG高级分析师：SH703XFBA0491

汤切云

CFA ESG证书：0000000099910753

碳管理师：CHINAETSCM20240010155

张雷和

高级注册ESG分析师：24RZQLKC002561A

国际通用ESG策略师：SH0011FCA0477

碳管理师：CHINAETSCM20250010013

李琳

高级注册ESG分析师：24RZQLKC602462A

王秀生

CFA ESG证书：106296557

CONTENTS

目录



第一章 基建行业的基本情况

- 07 基建行业的发展现状
- 14 基建行业价值链
- 22 基建行业的ESG发展
- 32 基建行业的核心议题

第二章 铁路轨交的建设

- 41 铁路轨交建设的价值链
- 55 铁路轨交行业的ESG发展

第三章 公路桥梁的建设

- 61 公路桥梁建设的价值链
- 62 公路桥梁行业的ESG发展

第四章 市政设施的建设

- 69 市政设施建设的价值链
- 70 市政设施行业的发展现状和趋势

第五章 企业的ESG实践案例

- 75 华设设计
- 78 中国交建



第一章 基建行业的基本情况

作为支撑经济社会运行的先行部门，基建行业具有投资规模大、产业链条长、公共属性强等显著特点。本章将首先剖析其产业价值链，并聚焦日益重要的 ESG 表现与核心议题，为理解行业的现状与未来奠定基础。

第一节 基建行业的发展现状

全球建筑业在经历疫情冲击后已进入稳健增长阶段，但呈现出明显的区域分化特征。根据麦肯锡全球研究所 2024 年发布的《全球建筑业展望》报告，2024 年全球建筑市场规模达到 15.97 万亿美元，占全球 GDP 的 15.38% (2024 年全球 GDP 总量 103.8 万亿美元)，其中基础设施建设成为核心驱动力，规模高达 9.4 万亿美元，基建占全球 GDP 比重 9.06%，占据建筑业总规模的 58.8%。这一结构表明，各国正通过扩大基建投资对冲经济不确定性，同时折射出新兴市场城市化与发达经济体更新改造的差异化需求。未来行业增长需重点关注区域政策协同与可持续技术应用，以应对分化挑战。

从区域基建规模可以看出，亚太地区起到了主导的作用。其中，中国凭借规模、技术与理念“三位一体”的卓越实力，已然崛起为国际基建领域的关键力量。作为规模主导者，中国 2023 年对外基建投资额达 1,460 亿美元，在全球交通基建投资中占比高达 32%，位居全球首位，也正因如此，中国在亚太市场稳稳占据主导地位。作为技术输出者，中国的高铁、智慧港口等领域的技术标准得到了国际社会的广泛采纳；而作为规则塑造者，中国通过亚洲基础设施投资银行、丝路基金等平台，不断重构区域投融资体系，为全球基建发展注入了新的活力与秩序。值得一提的是，在工程承包领域，中资企业同样表现亮眼，2023 年在全球交通工程承包市场的份额达到 31%，进一步印证了中国在国际基建领域的核心竞争力。

表 1: 全球基建行业核心数据

指标	数据
全球建筑业总规模	15.97 万亿美元
基建总投资规模	9.4 万亿美元 (占建筑业 58.9%)
- 交通基础设施	4.2 万亿美元 (26.3%)
- 能源基础设施	2.8 万亿美元 (17.5%)
- 水利与环保设施	1.5 万亿美元 (9.4%)
- 数字新基建	0.9 万亿美元 (5.6%)

来源：麦肯锡《全球基础设施洞察 2024》

表 2: 区域基建规模占比

区域	基建投资额	占全球基建比重
亚太地区	4.23 万亿美元	45.0%
北美	1.98 万亿美元	21.1%
欧洲	1.69 万亿美元	18.0%
中东	0.76 万亿美元	8.1%
拉美及非洲	0.74 万亿美元	7.8%

来源：麦肯锡《全球基础设施洞察 2024》

一、中国基建的发展沿革

中国基建行业历经 70 年发展，取得了瞩目的成就，对国家经济发展、社会进步和民生改善起到了关键支撑作用。

表 3：中国基建行业的发展规模

类别	具体指标	2024 年数据
交通基建	铁路营业里程	16.2 万公里
	高铁营业里程	4.8 万公里
	公路通车里程	535 万公里
	高速公路通车里程	17.9 万公里
	民用运输机场数量	250 个
能源基建	发电装机容量	28.1 亿千瓦
	其中：火电装机容量	14.7 亿千瓦
	水电装机容量	4.2 亿千瓦
	风电装机容量	4.4 亿千瓦
	太阳能发电装机容量	4.9 亿千瓦
	天然气管道长度	12.6 万公里

类别	具体指标	2024 年数据
水利基建	水库数量	9.8 万座
	水库总库容	9566 亿立方米
市政基建	城市道路长度	55.9 万公里
	城市轨道交通运营里程	10307 公里

来源：根据中国国家铁路集团有限公司、交通运输部、中国民用航空局、国家能源局、水利部、住房和城乡建设部、中国城市轨道交通协会的数据整理

中国基建 70 年发展可划分为四个主要阶段。

基础体系建立期（1949-1978 年）：新中国成立初期，百废待兴，国家集中力量开展基础设施建设，重点构建交通、能源、水利等基础体系。这一时期，主要依靠人力和简单机械设备，建设速度相对较慢，但为后续发展奠定了坚实基础。例如，成渝铁路于 1952 年建成通车，成为新中国成立后自主修建的第一条铁路，结束了四川没有铁路的历史。

全面快速发展期（1979-2008 年）：改革开放后，经济快速发展，对基建需求大增。国家加大投资力度，引入先进技术和设备，基建行业进入全面快速发展阶段。公路、铁路、机场、港口等基础设施建设规模不断扩大，建设速度显著提升。如 1988 年，中国大陆第一条高速公路沪嘉高速建成通车，拉开了中国高速公路建设的序幕。

“四万亿”后爆发增长及逆周期调控工具时期（2009-2019 年）：2008 年全球金融危机爆发，中国推出四万亿投资计划，刺激经济增长，基建行业迎来爆发式增长。此后，基建作为逆周期调控工具，在稳定经济增长方面发挥重要作用。期间，高铁、特高压、5G 等新型基础设施建设开始布局并快速发展。2008 年，京津城际高铁开通运营，标志着中国进入高铁时代；2010 年，向家坝-上海±800 千伏特高压直流输电示范工程投运，引领全球特高压输电技术发展。

平稳低增长时期（2020 年至今）：随着经济发展进入新常态，基建行业增速逐渐放缓，进入平稳低增长阶段。此时，更加注重基建项目的质量和效益，强调绿色、智能、可持续发展。新基建成为发展重点，与传统基建相互融合，推动基建行业转型升级。如 5G 网络建设加速推进，数据中心、人工智能等领域投资不断增加。

二、中国基建行业的发展特征

我国基建行业市场竞争激烈，市场对外开放进度加快，整体研发与技术水平快速提高。大型企业相继成立技术研发中心，大力开发具有自主知识产权的技术创新项目，努力发展自有核心技术和专有技术。现阶段，我国大型、领先建筑企业的建造技术和施工能力已经达到或接近国际先进水平，完成了大量规模大、技术复杂的工程。

同时，我国基建市场开放程度较高，市场集中度较低，参与企业数量众多。业内企业类型多样，包括大型中央企业、地方国有基建企业和民营企业等。国有企业如中国交建等大型央企具有显著的规模优势和技术实力，在多个领域具有领先地位。民营企业则以中小型规模居多，经营机制更加灵活，能够迅速适应市场变化，并在某些细分领域取得突破。此外，海外企业也积极参与中国基建市场竞争，带

来了先进的技术和管理经验，促进了中国基建行业的整体水平提升。

近年来，随着我国城镇化率持续提升，对公共服务设施、住房等方面形成了巨大的投资建设增量需求。同时，深入推进以人为核心的新型城镇化战略，持续优化城镇化空间布局和形态，也推动了基建行业的发展。尽管近两年我国经济增速从高速增长转向中速发展，固定资产投资增速有所放缓，但基础设施建设投资仍然保持在较高水平。

在海外市场，中国基建企业的表现较为突出。在港口运营领域，全球前 10 大集装箱港口中，有 7 个都有中国企业参与建设或运营，上海港、宁波舟山港、深圳港等知名港口均位列其中，希腊比雷埃夫斯港便是典型例证，自中远海运接手运营后，其吞吐量从 68 万 TEU 大幅攀升至 580 万 TEU，实现了跨越式发展。在高铁输出领域，中国高铁总里程已达 4.5 万公里，占据全球高铁总里程的 70%，技术成功输出至 12 个国家，印尼雅万高铁就是标志性项目——作为东南亚首条时速 350 公里的高铁，该项目的技术与资金支持均由中方提供，为当地交通发展注入了强劲动力。

技术标准输出方面，铁路领域，中国铁路技术标准（如 CTCS 信号系统）已成功被泰国、马来西亚等 8 个国家采用，为当地铁路建设提供了优质的技术参考；数字基建领域，华为承建了亚太地区 42% 的智慧城市交通管理系统，新加坡、曼谷等城市的相关项目均在其列，助力区域交通智能化升级。

与此同时，中国在国际基建项目中积极践行可持续发展理念。绿色港口建设领域，中国援建的柬埔寨西哈努克港采用“光伏+岸电”创新技术，将碳排放降低 35%，实现了港口运营与生态保护的协同发展；生态铁路建设领域，中老铁路专门设置了 23 处野生动物通道，凭借生态保护举措获得了世界自然保护联盟（IUCN）的生态保护认证，成为基建与生态和谐共生的典范。

案例：中国交建承建蒙内铁路

蒙内铁路连接东非第一大港口城市蒙巴萨和肯尼亚首都内罗毕，是肯尼亚百年来修建的首条新铁路，也是东非铁路网的起始段，由中国交建承建运营。该项目全部采用中国标准、装备、技术、管理，开启了中国铁路全产业链境外合作的新模式，正线全长 472 公里，是肯尼亚 2030 年远景规划的旗舰项目，也是肯尼亚历史上最大的基础设施工程。

建设过程中，考虑到铁路要穿越肯尼亚最大的野生动物保护区——察沃国家公园，中交集团项目部特意聘请专业公司咨询环保业务、开展环评工作，以此将项目对公园环境的负面影响降到最低。在设计线路时，工作人员“见缝插针”，把铁路尽量限定在既有交通走廊内，还专门设计出 14 处大型动物通道，桥梁架设高达 7 米，方便长颈鹿等大型动物安全通过。同时，在沟渠处设置 100 多个涵洞，既方便斑马等动物饮水，也便于小型野生动物穿过铁路，构建起“野生动物廊道”体系。

社会层面，蒙内铁路建设和运营都重视当地就业问题。项目进场初期，肯尼亚就业率仅有 50%，随着施工的展开，为当地直接创造工作岗位超过 4.6 万个，累计培训当地员工超过 4.5 万人次，当地员工占比超过 90%。并且，项目方在铁路全线建立蒙内铁路人才培养试验基地，采用现场操作和理论学习两种方式培养当地雇员，既为企业解决人才匮乏问题，也为肯尼亚储备铁路施工的可用之才。从经济角度来看，蒙内铁路使当地运输成本降低 58%，还拉动肯尼亚 GDP 增长 2%。另外，中交集团还发布了中资企业在非洲的首份五星级 ESG 报告，为其他企业在非洲践行 ESG 提供了参考和示范，成为国际基建合作的典范。

第二节 基建行业价值链

基础设施行业是国民经济的重要支柱，其建设与运营对促进经济增长和提升民生福祉具有重要作用。该行业的项目通常具有规模大、周期长、涉及环节多的特点。系统化管理项目全生命周期各环节的可持续性问题是实现绿色转型的关键路径之一。从行业视角看，基础设施项目的价值链可划分为前期规划、设计与采购、施工建设、运营维护及退役与再利用五个主要阶段。每个阶段都伴随着独特的资源投入、组织协调以及环境、社会和治理（ESG）风险与机遇。

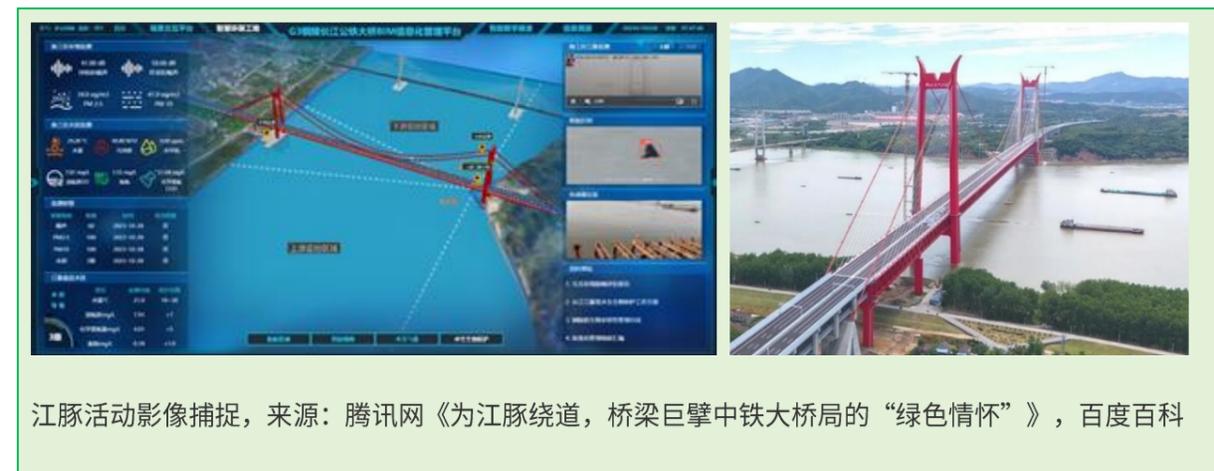
项目启动阶段作为全生命周期的起点，其科学性与前瞻性至关重要。该阶段主要包括立项决策、可行性研究、环境影响评价（EIA）、社会影响评估（SIA）与融资筹措等关键环节。在立项与可行性研究阶段，项目需依据国家及地方规划进行多维度论证，并严格遵循生态保护红线等空间管控要求。环境影响评价旨在评估项目对自然环境的潜在影响并提出减缓措施，而社会影响评估则聚焦于征地拆迁、社会公平及文化遗产保护等议题。此外，绿色信贷、绿色债券等融资工具的应用日益普遍。在“双碳”战略背景下，部分企业开始在项目启动阶段引入碳核算与科学减碳目标，并探索通过公众参与机制优化项目方案，以提升社会接受度。

表 4：项目启动阶段的主要 ESG 关注点

ESG 维度	关键议题	典型挑战	应对路径
环境 (E)	土地使用、生态扰动、初期碳排放评估	项目选址涉及自然保护区、林地破坏、水体干扰	强化生态红线识别、开展专项环评、引入项目早期碳足迹计算
社会 (S)	拆迁补偿公平性、弱势群体保护、社区沟通机制	征地矛盾、公众抵触、信息不对称	建立公众参与平台、开展社会影响评估 (SIA)、优化安置机制
治理 (G)	决策透明度、前期审批合规性、责任分担机制	流程复杂、职能交叉、责任不明	引入第三方评审机制、明确责任主体、加强信息披露

案例

在长江经济带 G3 铜陵长江公铁大桥项目中，项目建设方中铁大桥局于项目早期阶段识别到该区域涉及长江江豚的迁徙与觅食路径。为减少工程对水生生物的影响，项目单位编制了专项环保方案，并采取了包括加强区域巡逻、建立噪声监测与淡水豚声学报警系统在内的多项措施。项目还自主研发了“BIM 信息化管理平台—江豚保护模块”，通过在栈桥设置高速变焦摄像头，利用 AI 技术实时监测江豚出水情况，并依据生态红线及水生生物通道数据优化了线路走向与功能布局，有效避让了江豚核心活动区。桥梁设计方面，桥位选址于江豚不活跃水域，采用“斜拉—悬索协作体系双层多功能桥”实现一跨过江，减少对中华鲟等珍稀物种的影响。主墩施工采用围堰挡水工艺，科学规划用地，栈桥采用扩大基础与低噪声旋挖钻机，并在枯水期及中华鲟幼鱼洄游期前完成关键施工，以降低生态干扰。



江豚活动影像捕捉，来源：腾讯网《为江豚绕道，桥梁巨擘中铁大桥局的“绿色情怀”》，百度百科

在**设计与采购阶段**，可持续理念被前置嵌入工程决策。设计环节强调采用绿色设计策略，如优先选用低碳建材、集成光伏建筑一体化 (BIPV) 方案，并利用 BIM 等数字化工具进行碳排放估算和能效模拟。采购环节则鼓励选用再生混凝土等绿色建材和节能设备。在承包商遴选方面，越来越多的业主将供应商的 ESG 绩效、绿色履约能力纳入评审体系。

表 5：设计与采购阶段的主要 ESG 关注点

ESG 维度	关键议题	典型挑战	应对路径
环境 (E)	建材碳排放、材料可循环性、能源模拟能力	原材料碳强度高、信息不透明、设计工具碎片化	引入 BIM 协同平台、绿色建材认证制度、碳排放建模机制
社会 (S)	工程安全性、使用便捷性、设计阶段公众反馈机制	忽视多样性需求、无前期沟通平台	开展人群差异化出行模拟、无障碍标准集成、图纸公示
治理 (G)	承包商遴选机制透明度、招标采购过程合规性	低价中标、绿色履约能力不足	引入 ESG 评分体系、设置绿色采购条款、设定能耗排放指标作为考核项

案例

在上海内环高架“年轻化”工程三期中，隧道股份系统引入绿色设计与智能采购理念，为传统基础设施改造项目提供了可持续转型路径。

设计阶段，该项目充分运用数字孪生平台，对施工现场布置进行建模模拟，并据此优化工序安排与物资布控，确保在压缩施工时段的前提下实现效率最大化。同时，桥面设立景观绿化槽与智慧灌溉系统，结合实时环境参数进行自动灌溉管理，实现节水、节能、降碳等多重效益。

在材料与设备采购方面，项目团队采用新型降噪伸缩缝、加装声屏障，并通过优化施工设备与工艺，有效控制施工扰动与环境污染。特别是在水射流破除混凝土过程中的噪声与废水处理上，运用防护隔音与废水过滤系统，将噪音降低 10%，并有效收集与净化废水，确保邻近社区生态安全。

来源：隧道股份《打造交通更新“样板桥”！隧道股份设计建造内环高架“年轻化”三期主体结构完工》

施工建设阶段是资源消耗和环境扰动的集中环节，也是落实 ESG 责任的重要阵地。该阶段的核心任务包括进度、质量、安全与成本管理。从 ESG 视角，需重点控制扬尘、噪声、废水等环境影响，并通过部署物联网传感器与智慧工地平台实现实时监测。在社会层面，需保障工人职业健康与安全，并开展相关培训。推广使用模块化预制、装配式构件等绿色施工工法，是降低施工期碳足迹的有效路径。

表 6：施工建设阶段的主要 ESG 关注点

ESG 维度	关键议题	典型挑战	应对路径
环境 (E)	碳排控制、固废减量、施工噪声	多源扰动、数据不透明	IoT 监测、绿色建材、现场处理
社会 (S)	工人安全、权益保障、ESG 意识	流动性高、规范缺失	实名制系统、健康关怀、专项培训
治理 (G)	供应链透明、绿色合规力	跨项目差异大、标准分散	绿色认证+招采评级+智慧管理系统

案例

在推进绿色低碳施工的背景下，建筑渣土的高效处置与资源化利用正成为基础设施项目的重要 ESG 着力点。鄞州职高新校区项目位于宁波鄞州区，是一项新建公共教育基础设施工程。项目地处城市郊区，周边配套施工条件相对有限，传统渣土外运路径长、成本高、扰民风险大。

为破解上述难题，项目团队创新性地引入“就地固化+资源化回用”技术路线，针对软基土体开展原位固化处理，使其满足基础承载标准，并将施工过程中产生的部分渣土进行现场改良拌合，作为基层回填材料使用。此举有效避免了传统“开挖—外运—填埋—再回填”模式所带来的资源浪费和运输扰动。该项目累计实现就地固化消纳渣土约 2.9 万方，改良回填约 3 万方，为宁波市绿色施工和可持续建造提供了有力实践样本，也为后续同类项目提供了可借鉴的技术路径和管理经验。



鄞州职高施工现场，来源：宁波城建投资集团有限公司 2024 年社会责任报告

运营维护阶段管理周期长，是落实全生命周期 ESG 管控的关键。该阶段的管理正从“保障运行”向“绿色运行、韧性服务”转变。对于道路与桥梁，运营内容主要包括日常养护、结构检测与应急处置等。核心 ESG 议题包括通过数字化平台提升运维能效、管理碳排放数据、保障公共服务质量与安全，以及明确 ESG 责任归属并加强信息透明度。

当基础设施进入生命期末期，将面临**退役与再利用**的抉择。此阶段需进行安全评估，以决定设施是延寿加固还是拆除。对于需拆除的设施，应采用绿色拆除工艺，并推动建筑垃圾资源化利用。拆除后的场地可进行生态修复或再开发，以实现城市功能更新。

表 7：运营维护阶段的主要 ESG 关注点

ESG 维度	关键议题	典型挑战	应对路径
环境 (E)	运维节能管理、碳排放数据管理	运维阶段碳排放分散，改造成本高、难以统一监测与核算	布设 IoT 传感设备，建立数字化管养平台，探索碳资产开发机制
社会 (S)	公共服务质量与安全、特殊人群可达性	服务水平波动、路网、轨交设施未充分考虑老幼病残群体出行便利	建立用户反馈机制；优化突发事件响应流程；强化智能化预警系统；提升无障碍设计标准
治理 (G)	ESG 责任归属、信息透明与问责	责任边界不清晰、运维绩效与 ESG 指标缺乏公开机制，公众监督不足	明确设施权属与运营主体 ESG 责任；建立运维绩效公开平台

表 8：退役与再利用阶段的主要 ESG 关注点

ESG 维度	关键议题	典型挑战	应对路径
环境 (E)	拆除作业绿色化、建筑废弃物资源化	拆除过程中扬尘、噪音、废弃物污染严重，影响生态系统与周边居民	采用低扰动、低噪施工技术；设置围挡降尘；建立现场分拣与破碎系统，推广再生骨料使用
社会 (S)	社区功能重构与公平	原有设施退役可能影响周边社区功能与生活便利性	在前期规划中引入公众参与机制，统筹考虑老年人、弱势群体通行与生活需求
治理 (G)	土地再开发的多方协调	土地转型涉及多方利益主体，目标分歧易导致效率低下	强化政府引导、平台统筹；引入绿色城市更新导则，设置生态红线与开放空间比重要求

案例

西雅图 Alaskan Way 高架桥因在 2001 年地震中严重受损且存在较高地震风险，由华盛顿州交通部联合多家机构启动了替代工程。项目核心是修建一条近两英里长的地下双层隧道以承接原 State Route 99 高速的交通功能，并将释放的滨水区域用于“Waterfront Seattle”公共空间建设。在环境方面，拆除过程中通过实时监测控制影响，钢结构部件大多回收或捐赠博物馆；在社会方面，通过公众参与和开放日提升市民认同，未来滨水空间将转型为家庭友好型区域；在治理方面，项目采用 BIM/VDC 等数字化技术实现协同管理，并有效应对施工挑战。该工程曾获 ACEC “国家交通工程卓越大奖”，成为城市基础设施更新范例。



图为西雅图 Alaskan 高架桥原貌，来源：Cityobservatory。

第三节 基建行业的 ESG 发展

基建行业的 ESG 发展水平不仅关乎行业自身的可持续发展，更对全球生态环境、社会治理及经济结构优化有着深远影响。

一、基建行业的 ESG 政策

国际上已形成一系列与基建相关的成熟标准及评价体系。

国际 ESG 评价体系中，美国的 Envision 与德国的 DGNB 体系，将环境指标权重设定在 40%-50%，凸显对基建生态保护的重视；而 GRESB 则依据基建资产开发与运营阶段差异，着重考察碳排放与社区影响等关键维度。

在基建认证体系建设方面，欧盟通过 EN15978 标准强制要求基建项目开展全生命周期碳核算，有力推动绿色基建认证普及。目前，英国 BREEAM 认证的基建项目占比达 45%，美国 LEED 认证的基建项目覆盖率也达到 38%，绿色基建发展态势强劲。从各个国家/地区的发展情况来看，日本和欧洲的基建发展在全球处于引领者水平，尤其在基建政策框架系统性、基建技术创新深度及基建领域国际标准制定方面具有显著优势。

例如，欧洲的风电互联技术成果显著，北海海上风电集群（涵盖丹麦、德国等国家）为欧洲供应了 7% 的电力，其度电碳强度仅为 $12\text{gCO}_2/\text{kWh}$ ，远低于欧盟 230g 的平均水平；同时在循环材料应用上表现突出，荷兰道路工程中再生材料的利用率达到 73%，大幅超越全球不足 30% 的平均水平。日本则

在氢能基建规模上处于全球领先地位，已建成全球最大的加氢站网络，共计 161 座，占全球总数的 35%，且氢能列车实现商业化运营后，减碳效果达到 50%。

又如，日本通过《国土强韧化法》明确要求，基建项目的防洪标准需达到 200 年一遇，这一标准高于中国现行的 50-100 年一遇的标准；欧盟推行的社会影响评估（SIA）强制规定，基建项目需将区域就业率提升 10% 以上，例如德国柏林-勃兰登堡机场项目成功创造了 1.2 万个就业岗位。

全球基建可持续指数（GSSI2023）显示，排名前五的国家分别是丹麦、荷兰、瑞典、德国、日本，该排名主要从政策完备性、碳足迹追踪、社区参与机制三个维度进行评价。联合国 ESG 基建治理评分中，欧盟平均分达 88/100，位列治理维度得分第一，日本则以 85/100 的成绩拿下环境技术应用得分第一。

由此可见，日本与欧洲都处于全球 ESG 基建的“规则制定者”层级，其中欧洲强在系统性制度设计，其欧盟分类法已成全球 ESG 基建认证的事实标准，被韩国、新加坡等国直接采用。日本则强在技术场景化落地，在灾害管理、氢能应用等垂直领域的技术已输出至东南亚及拉美地区。

表 7：全球 ESG 基建水平梯次划分

梯队	代表地区	ESG 基建成熟度特征
第一梯队	欧盟、日本	强制性 ESG 立法、全生命周期碳管理、创新融资工具普及
第二梯队	美国、加拿大	市场化 ESG 驱动、部分州/省立法
第三梯队	新兴市场国家	ESG 以合规为主，缺乏系统性整合

来源：世界银行&全球基础设施中心（GI Hub）

从国内基建行业的 ESG 政策来看：

2017 年，国家发展改革委、外交部、环境保护部等部门联合发布《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》，提出加强生态环保合作，推动基础设施绿色化建设，促进可持续发展。

2019 年，国家发展改革委、科技部、工业和信息化部等部门出台《绿色产业指导目录（2019 年版）》，明确了绿色产业的范围和分类，为基建行业绿色发展提供指导。

2020 年，中国人民银行、国家发展改革委、生态环境部等部门印发《关于促进应对气候变化投融资的指导意见》，鼓励金融机构加大对应对气候变化领域的投融资支持，推动基建项目低碳转型。

2021 年，中共中央、国务院发布《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》，强调加快基础设施绿色升级，推进能源、交通、市政等基础设施绿色化改造。

2024 年 6 月，中国对外承包工程商会发布《对外承包工程企业 ESG 管理指引》（T/CHINCA4-2024），引导会员企业改进 ESG 管理工作、规范企业境外基础设施项目 ESG 实践。该指引形成了兼具国际理念与中国企业特色的管理框架，建立了覆盖决策、管理、考核、披露全流程的协同体系。

2024 年 12 月，中国电力建设企业协会发布《电力工程项目环境、社会和治理（ESG）评价》（T/CEPCA 1004—2024），这是我国首个工程项目 ESG 层面的标准，涵盖火电、水电等工程领域，综合考虑项目全生命周期内容，设置了工程项目 ESG 四级指标体系及评价规则，为电力基建项目 ESG 评价提供了具体依据。

二、基建行业 ESG 披露情况

基础设施行业的项目建设通常具有投资金额大、实施周期长、环境效应显著等特征。在此背景下，环境、社会和治理（ESG）信息披露逐渐成为投资者、监管部门及社会公众重点关注的内容。目前，该领域的 ESG 信息披露整体呈现持续改进态势，但在地域分布、企业类型和项目阶段等方面仍存在明显的不平衡现象。

从国际视角观察，ESG 信息披露发展水平存在区域性差异。欧洲和北美等发达地区依托完善的监管制度，已建立较为系统的信息披露机制。以欧盟《公司可持续发展报告指令》（CSRD）和美国证券交易委员会（SEC）的气候信息披露草案为例，这些规定为当地企业提供了明确的披露标准。相较而言，中国等新兴市场国家虽然起步相对较晚，但在碳中和碳达峰目标引领下，正通过证券交易所指引和相关政策文件加快推进 ESG 信息披露体系建设。

企业规模与性质对信息披露质量产生显著影响。大型上市企业和国有企业凭借完善的管理架构和充足的资源保障，通常能够建立系统化的 ESG 信息披露机制。而中小企业和民营企业在专业人才和资金支持方面相对欠缺，其 ESG 信息披露实践仍处于发展阶段。从项目阶段来看，新建项目由于需要接受融资审核和政府监管，其 ESG 信息披露通常比已投入运营的存量项目更为全面和深入。

尽管存在这些差异，全球基建行业的 ESG 信息披露正朝着规范化和专业化的方向演进。这一发展趋势主要受到以下因素推动：首先是各国监管政策的持续完善，其次是绿色金融体系的快速发展，第三是

利益相关方对可持续发展要求的不断提高。特别是在供应链管理领域，工程总承包企业正逐步承担起管理和披露上游 ESG 风险的责任。

根据专业研究机构的数据分析，国内外基建企业在 ESG 信息披露方面存在显著差距。一份 2023 年研究报告显示，通过对 40 家中外企业的比较研究发现，中国基建企业在 ESG 信息披露的完整性和深度方面仍需大幅提升。研究显示，近半数国内企业在报告中倾向于回避负面信息的披露，整体内容更注重满足监管要求，而在“双重重要性”分析和信息可靠性方面表现欠佳。

图 1：基建行业 MSCI ESG 评级情况



图片来源：德勤，《基建行业 2023 年 ESG 表现及发展建议》

图 2：ESG 报告编制标准参考情况



图片来源：德勤，《基建行业 2023 年 ESG 表现及发展建议》

从具体披露内容来看，国内企业在环境维度需要完善管理体系建设和绩效数据披露；在社会维度，员工权益保障、供应链管理和社区沟通等方面的信息披露仍需加强；在治理维度，反腐败和商业道德等议题的信息披露完整性有待提升。

当前，中国基建企业正在积极借鉴国际主流信息披露框架。全球报告倡议组织（GRI）标准、可持续发展会计准则委员会（SASB）标准以及气候相关财务信息披露工作组（TCFD）建议等国际框架的应用范围不断扩大。在项目层面，部分企业开始采用 CEEQUAL、Envision 等行业专业评估体系，为项目全生命周期的 ESG 管理提供量化依据。

随着国际财务报告准则基金会（IFRS）发布 S1 和 S2 准则，全球 ESG 信息披露标准正趋于统一。在

中国，随着 2025 年中央企业 ESG 专项报告全覆盖的政策要求，以及证券交易所《上市公司可持续发展报告指引》的实施，行业信息披露水平有望提升。当前，中国基建企业的 ESG 实践正在经历从被动合规向战略融合的重要转变，领先企业已在环境数据量化和治理架构建设方面取得进展，但在范围 3 排放追溯和供应链 ESG 管理等环节仍需加强。

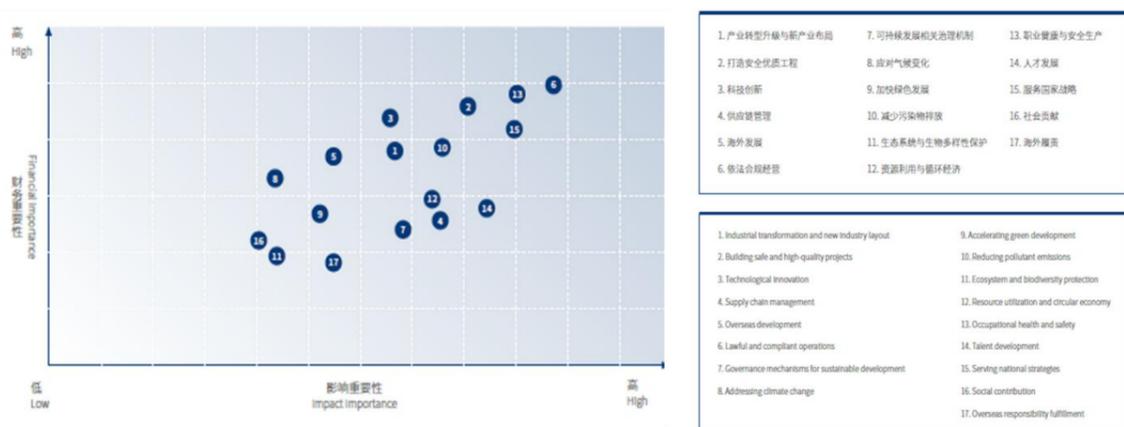
三、中国及国外基建企业 ESG 披露案例

中国基建企业在 ESG 信息披露实践中展现出鲜明的本土特征。这些企业普遍表现出政策驱动明显的特点，央企在响应“双碳”目标方面发挥带头作用，但在目标设定科学性方面仍存在提升空间。在环境数据披露方面，能耗、碳排放和固废利用率等指标普遍实现量化披露，但范围 3 排放计算和生物多样性影响评估仍是薄弱环节。社会议题聚焦于农民工权益、乡村振兴和安全生产等本土化议题，但在海外项目社区沟通和供应链人权尽责方面有待加强。治理架构方面，90%的央企已设立董事会 ESG 监督机制，但中小国企的 ESG 管理职能仍较为分散，数据收集系统建设相对滞后。为提升报告可信度，中国建筑、光大环境等企业已开始引入第三方审计，但目前鉴证范围主要限于环境数据，社会指标验证相对较少。

在当前全球 ESG 披露标准尚未统一的背景下，许多基建企业选择参考联合国可持续发展目标（SDGs）作为补充框架。通过将 ESG 战略与 SDGs 目标进行对接，企业不仅提升了可持续发展路径的全球适配性，也强化了在实现全球可持续议程方面的责任担当。这一做法有助于增强中国基建企业报告在国际投资者和评级机构中的可读性和认可度，为企业对接绿色金融和责任投资提供了更多机遇。

中国交通建设股份有限公司作为全球领先的基础设施综合服务商，在 2024 年 ESG 报告中展现了较为完善的披露体系。在实质性议题识别方面，中国交建展现出前瞻性，将“产业转型升级与新兴产业布局”“海外发展”等议题纳入双重重要性评估范畴。企业围绕服务国家发展战略、引领科技自立自强和助力世界互联互通三个重点领域系统展开实践。在服务国家战略方面，企业成立了“交通强国办”统筹推进改革试点任务，支撑发布了 4 项国际标准和 76 项国家及行业标准。在科技创新方面，企业出台了《关于加快实现高水平科技自立自强的意见》等制度文件，推动产业向高端化、智能化、绿色化升级。在国际化发展方面，企业积极参与“一带一路”建设，推动中国标准国际化。

图 3：中国交建双重重要性及实质性议题



图片来源：中国交建，《2024 年环境、社会及治理报告》

中国交建的 ESG 治理架构全面贯彻了治理、战略、影响风险和机遇管理以及指标和目标的四要素披露框架。在环境维度，企业构建了“董事会—管理层—执行层”的气候变化治理架构，明确了各层级职责。企业设定了成为“中国及全球交通基建领域绿色设计、施工与运营全生命周期碳中和解决方案的

引领者”的愿景，并针对气候变化带来的物理风险和转型风险制定了系统的应对措施。在环境风险管理方面，企业编制了生态环境保护监督、检查、奖惩等 9 项环保管理制度，通过专业团队开展全面风险评估。资源高效利用方面，企业制定了《节约能源监督管理办法》等制度，构建了覆盖全生命周期的资源管理体系。绿色建造领域，企业推动绿色工程体系建设，明确要求主要施工单位在新开工项目中打造绿色项目驻地示范工程。生态系统保护方面，企业通过制定专项工作方案，在环境敏感区域开展生态环保督查。

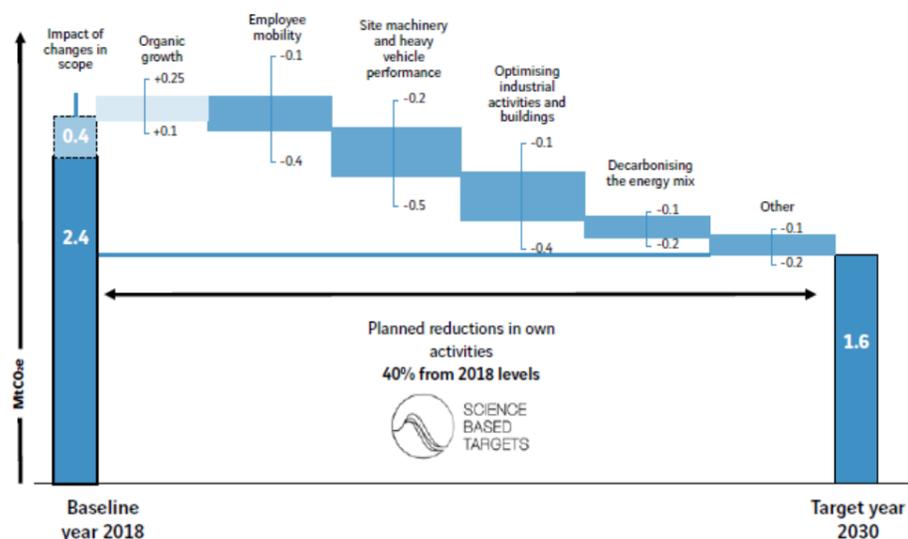
法国万喜集团 (Vinci SA) 作为全球领先的建筑和基础设施集团，在其 2024 年可持续发展报告中展现了符合国际标准的披露实践。在双重重要性评估中，企业确定了光和噪音污染及振动、在生物多样性敏感地区作业、土地用途改变以及对当地社区的负面影响等四个具体议题。

万喜集团的环境愿景聚焦于三个核心支柱：为气候而行动、利用循环经济优化资源和保护自然环境。企业承诺到 2030 年将范围 1 和范围 2 温室气体排放减少 40%，范围 3 排放减少 20%。在落实欧盟可持续金融分类法时，企业系统遵循“不得造成重大损害原则” (DNSH)，确保业务实践在实现可持续目标的同时兼顾环境整体平衡性。报告结构严格遵循“重大影响、风险与机遇识别—政策、目标与行动计划—绩效监测”的三步框架，针对各项环境议题展开全面阐述。

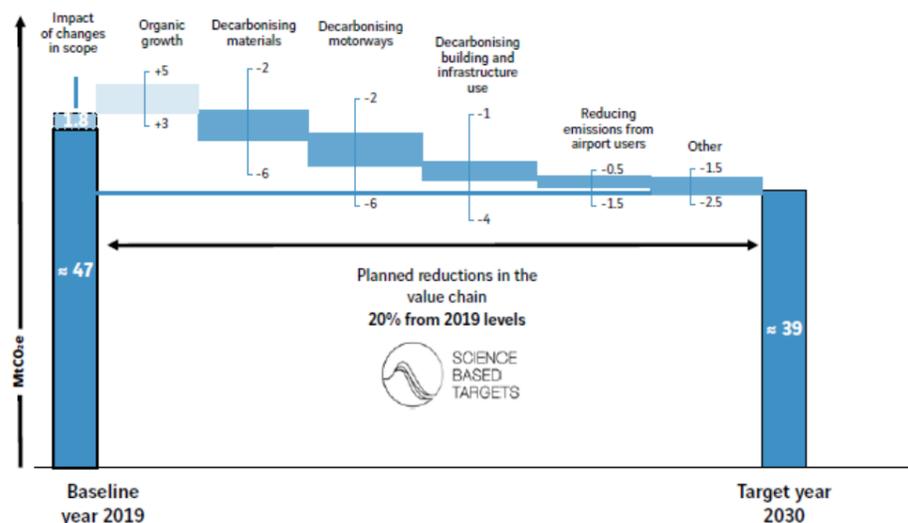
在温室气体排放管理方面，万喜集团系统展示了覆盖范围 1、范围 2 和范围 3 的减排路径，并分别基于市场法和基于地点法进行双重核算披露。这种披露方式有助于客观反映企业在不同能源结构与采购策略下的碳足迹表现。企业对比展示了 2024 年与 2023 年的排放变化趋势，为评估减排绩效提供量化依据。

图 4：万喜集团 VINCI 的温室气体排放（范围 1、2 和 3）

Greenhouse gas emissions reduction levels – Scopes 1 and 2



Greenhouse gas emissions reduction levels – Scope 3



图片来源：VINCI: REPORT OF THE BOARD OF DIRECTORS 2024

在社会责任方面,万喜集团将企业社会责任深度融入集团战略与运营,对照欧洲可持续报告准则(ESRS)中社会领域的前三项议题进行系统性披露。企业采用“部署—管理—反馈”的闭环管理模式,从策略制定、措施执行到效果评估的全过程进行透明披露。在员工相关议题方面,企业细致分析了工作条件、健康与安全、平等机会等议题的双重重要性,既阐述了可能引发的负面社会影响,也展示了积极应对带来的潜在正向财务反馈。

通过对比中国交建和万喜集团的 ESG 披露实践,可以观察到两家企业在遵循不同市场规范基础上的差异化表现。中国交建在社会维度更加强调对国家战略的响应,充分体现央企在促进区域协调发展和公共服务提升方面的使命担当。万喜集团则更侧重于通过标准化、量化的方式系统呈现企业治理绩效,展现出在社会影响管理方面的专业性与透明度。这种差异反映了中欧企业在 ESG 管理理念、信息披露成熟度及监管驱动力方面的本质特征,为全球基建行业的可持续发展实践提供了有益的互鉴参考。

第四节 基建行业的核心议题

随着基建行业在环境保护与可持续发展方面的压力不断增加,低碳转型、环境保护和劳工权益等问题逐渐成为行业关注的核心议题。本节将深入探讨基建行业中与 ESG 相关的关键议题及其挑战。

1. 全过程碳排放管理

随着“双碳”目标持续推进,基建行业面临明确的减碳要求。作为资源消耗与碳排放的重要领域,基建全生命周期中包含大量显性与隐性的碳足迹。从原材料开采运输到建设过程的能源消耗,再到后期运

维与退役环节，碳排放总量不容忽视。特别是建材、设备等产品在生产过程中带来的“隐含碳”尚未被系统纳入核算体系，增加了行业转型难度。

当前行业绿色转型面临多重制约。碳排放核算基础薄弱，许多项目未开展系统碳排查，隐含碳部分长期被忽略。绿色设计推进缓慢，设计阶段往往优先考虑工期和安全，绿色理念未能充分前置。绿色建材应用受限，虽然品类不断丰富，但由于价格高、替代性弱、供应链不稳定，项目方采用意愿不足。政策激励与招采导向仍显不足，地方政府和业主单位在项目采购中对低碳要求不强，导致绿色转型动力缺乏。

这些问题背后存在结构性根源。标准体系不完善，缺乏统一的“隐含碳评估标准”和“计算工具”，碳排放难以精准量化。机制建设不到位，绿色设计缺乏有效约束与激励机制，设计单位创新动力不足。成本压力较大，绿色建材价格偏高，企业为控制成本倾向于选择传统材料。市场信号不明确，绿色建筑、绿色基建尚未与融资、审批、评优等关键环节充分挂钩。

改进方向需要多管齐下，推动“技术—标准—机制”三位一体的低碳转型路径。建立全过程碳排放核算体系，在项目各阶段引入碳核算要求，加强隐含碳量化评估。制定绿色建材目录并与招采挂钩，将建材碳足迹作为项目评标重要参考指标。推广 BIM 与 LCA 等数字工具的融合应用，在设计阶段预测碳排放总量，优化结构方案与材料选择。探索绿色基础设施 REITs 等创新融资机制，支持低碳基建项目获得成本更低的融资支持。

例如，湖南建投六建集团通过构建数字化碳管理体系推进绿色建造。企业自主研发建设工程碳排放定

额计算分析管理系统，将碳排放因子嵌入工程计价数据，覆盖建材消耗、运输、施工建造等关键环节，实现“一键算碳”。该系统已支撑 300 余个项目开展碳排放核算与减排管理，在石碑中学项目中实现近 8000 吨减碳，创造 200 万元经济效益。

图 5：湖南省建设工程碳排放计算分析管理系统



来源：湖南省住房和城乡建设厅官网，《湖湘建造改革创新实践⑦湖南六建：算碳减碳，助力建筑业绿色低碳发展》

2. 全周期环境扰动防控

基建项目在推动经济增长和改善民生的同时，也对生态环境带来多方面压力。从早期选址、勘察到施工建设、长期运营，各阶段均存在环境扰动风险。管理缺位可能对水体、土壤、空气等自然要素造成不可逆破坏，引发公众对项目绿色属性的质疑。

尽管环保政策持续趋严，但部分项目仍存在环保管理薄弱现象。前期选址评估滞后，生态影响评估流于形式，未能充分识别红线区域和生态敏感带。施工过程扰动控制不到位，扬尘、噪声、水土流失问

题突出。运营期节能管理粗放，能源管理机制缺失，建筑设备能效低、数据监测手段落后。

这些问题与多环节联动不足及技术监管缺位密切相关。规划与生态红线协调不足，基建选址未能与生态保护空间规划有效耦合。环保管理责任不清晰，项目施工由多家承包商分段负责，责任难以压实。运营阶段技术滞后，存量项目缺乏节能改造的技术与资金支持。缺乏闭环管控平台，渣土运输、建筑垃圾处理等领域仍以分散式管理为主。

改进方向需要从源头规划、过程管控与运营节能三方面发力。强化生态敏感区预警与前期评估机制，在项目可研阶段引入生态敏感区识别系统。推行绿色施工评价与第三方环境监理制度，强化对扬尘、噪声、废水排放等指标的量化考核。运营期引入数字化能源管理系统，实时掌握能耗情况，试点应用 CCER 机制与合同能源管理模式。推动渣土回收与资源化平台建设，通过就地固化、二次利用等路径实现减量化与价值化管理。

在企业案例方面，国家深海基地项目将海洋生态保护作为施工全过程的核心要求。项目部针对海上挖泥、石料抛填和船舶污水排放三大风险源实施精细化控制，严格控制石料含泥量，优化挖泥作业速度，设置排水沟与沉淀池。项目绕开自然礁石和岛屿，保留自然风貌，获得当地居民支持。

重庆高新区通过建立建筑资源业务管理平台，实现建筑垃圾“集中—分类—处理—利用”闭环。在装修垃圾分选场，废混凝土块、废砖等材料经分类分解后转化为再生骨料，制成透水砖、混合料等建材。全区每年处置 3500 万吨建筑垃圾，实现资源化利用近百万吨。

3. 劳工保障与社区共建

基建项目作为密集用工与高扰动行业，其对劳工权益与社区关系的管理水平直接影响企业的社会形象与风险管控能力。然而在实际执行中，这些议题常被视为“软性要求”，未纳入项目核心管理流程，导致问题易发、矛盾积压。尽管政策层面已有基本要求，但部分项目仍存在突出问题。劳工保障落实到位，农民工安全培训流于形式、职业健康体检缺失、实名制执行不严等问题频发。工地扰民事件频繁，夜间施工噪音扰民、交通封闭通知滞后、建筑扬尘影响周边生活等情况常引发居民投诉。公众参与机制薄弱，多数项目仅停留在前期“信息公示”，缺乏持续沟通机制。

这些问题反映出行业内普遍存在的管理薄弱与责任不清问题。分包链条长、管理责任分散，总包、劳务、分包之间缺乏统一的用工合规监管体系。安全教育与福利标准参差不齐，不同施工队伍执行标准不一。公众参与机制滞后，沟通多为“单向公示”，缺少互动反馈渠道。

改进方向需要从制度建设与机制创新两方面同步推进。落实总包用工合规责任，推动实名制、职业健康体检、安全教育等要求标准化、常态化。建立社区沟通与回应机制，设置工地级联络窗口，公开施工计划、接受居民投诉。创新公众参与形式，推广“工地开放日”、线上问卷等参与式工具。试点“劳工福利提升项目”，推动劳工权益保障从合规底线迈向价值共建。

例如，漳州市住建局建立主城区市政基础设施工程施工预告协商机制，由多部门组成工作小组，在施工前通过网络公告和现场张贴向市民公开工程信息，并就复杂项目召开群众代表座谈会。在建元路排水箱涵项目中，该机制实现了多渠道预告和现场民意调查，结合居民反馈优化交通导改方案。

4. 多主体治理协同与能力提升

大型基建项目的治理结构往往跨越多个主体与层级，涵盖政府部门、平台公司、业主方、总包及分包单位等。这种多层治理模式虽然有助于资源调配和风险分摊，但在 ESG 落地过程中容易造成目标分散、执行脱节与信息失真。

当前基建领域在治理与合规方面存在明显短板。治理链条冗长、ESG 信息碎片化，不同层级间信息传递效率低，缺乏统一的数据口径与格式。目标约束力不足，项目层面的 ESG 目标多为软性指标，缺少与合同、绩效挂钩的硬性约束。这些问题主要源于多主体各自为政，各方在 ESG 管理上缺乏协同机制，信息壁垒明显。项目级 ESG 能力滞后，多数项目尚未建立完整的管理制度，专门人才、培训体系与评估工具匮乏。缺少标准化评价体系，行业缺乏统一的 ESG 评价与披露标准。

改进方向需要在制度统一、机制协同与能力建设三方面发力。推动行业 ESG 评价体系统一化，实现可比、可追溯的 ESG 信息管理。建立多方协同治理机制，明确职责分工、信息共享与决策流程。引入独立第三方 ESG 评估，确保评价结果客观公正。强化项目级能力建设，配备 ESG 专员，引入数字化管理平台。

例如，汕尾市广投建设工程有限公司率先引入 ESG 管理体系，成为国内基建领域首家获得 ICAS 英格尔认证的企业。企业通过多项国际管理体系认证，推动绿色施工、节能减排及资源可持续利用，实现基建项目绿色高质量发展。

5. 投融资机制的 ESG 融合与创新

在基建行业，投融资机制不仅是资源配置的“闸门”，更是引导产业向绿色、低碳、可持续方向转型的重要杠杆。然而，目前 ESG 理念在基建投融资环节的嵌入程度仍有限，绿色资金的引导效应未能充分释放。

当前基建领域在投融资机制与可持续导向结合方面面临挑战。ESG 权重不足，在政府投资项目立项、商业银行贷款审批等环节缺乏实质性影响力。绿色金融产品覆盖有限，绿色债券、转型债、绿色贷款等工具在基建领域的应用范围较窄。金融机构风险识别能力不足，缺乏针对基建项目的 ESG 风险评估模型。

这些问题的形成与制度设计、信息共享和回报机制等因素密切相关。部门壁垒明显，金融监管部门与建设主管部门之间信息流通不畅。缺乏量化支撑，项目 ESG 表现指标缺少统一的量化方法。绿色资产回报机制不完善，缺乏稳定的长期收益保障。

改进方向需要多措并举。将 ESG 纳入政府投资项目评估体系，建立“经济+可持续”双重门槛。鼓励 PPP 项目引入 ESG 绩效支付机制，将环境、社会绩效达成度与财政支付挂钩。扩展绿色 REITs 试点范围，优先支持绿色低碳基础设施。强化金融机构 ESG 风险管理能力，建立风险识别、监测与投后管理体系。

第二章

铁路轨交的建设



第一节 铁路轨交建设的价值链

铁路轨交建设是一项高度复杂、涉及多领域协同的系统工程，其流程通常包括前期规划、设计、施工、验收与运营维护四大阶段。

一、规划和设计

1. 生态评估

在项目规划初期开展系统性生态调查与影响预判，通过科学手段识别生态敏感区域、评估开发风险，并将结果嵌入规划决策。

生态本底调查

- 多源数据整合：利用“空天地一体化”技术，获取规划区域的高精度地形、植被、水系、生物多样性等数据，构建三维生态本底数据库。如成渝中线高铁项目根据《成渝地区双城经济圈综合交通发展规划》，利用无人机对金佛山自然保护区等敏感区进行倾斜摄影，生成三维实景模型；在地面布设红外相机网格持续追踪川金丝猴活动轨迹，结合声纹识别记录鸟类分布。
- 生态敏感区识别：分析并划定水源涵养区、珍稀物种栖息地、地质灾害易发区等敏感区域。如成渝中线高铁项目应用 GIS（地理信息系统）叠加水利部门划定的取水口保护范围划定水源保护区；依据红外相机数据圈定金佛山川金丝猴核心活动区；整合 20 年地质勘探记录，标记岩溶发育高风

险带。形成“生态一张图”，明确禁止建设区与优化避让区。

- 历史数据比对：分析区域过去 10-20 年的生态演变趋势（如湿地萎缩、森林覆盖率变化），预判未来生态承载力阈值。如成渝中线高铁项目在划定地质灾害点时通过整合 20 年地质勘探记录，标记岩溶发育高风险带。

多维度影响预测模型

- 情景模拟技术：构建数字孪生平台，模拟不同规划方案对生态系统的切割效应（如动物迁徙阻断、地下水系扰动）；噪声传播仿真。如成渝中线高铁项目使用 SoundPLAN 软件建模，模拟 400km/h 列车噪声在安岳繁殖区的衰减曲线，结果显示，距轨道 150 米处噪声峰值达 68dB，从而增设 4.5 米高声屏障后降至 42dB。
- 生态系统服务价值评估：量化拟开发区域在碳汇、水土保持、生物多样性维护等方面的生态价值，对比工程经济效益，支撑科学决策。如深圳地铁 6 号线在生态优化中，规划部门利用 InVEST 模型评估，发现高架方案将导致羊台山森林公园碳汇损失约 1200 吨/年，故采用地下线+地面复绿设计。
- 累积效应分析：评估项目与周边已有开发活动的叠加影响（如工业区污染扩散、城市热岛效应加剧）。如成渝中线高铁项目基于乐至县工业污染源清单（COD 排放量 12.6 吨/年），模拟施工废水（峰值 200m³/天）与面源污染叠加效应，预测涪江支流氨氮浓度上升 0.8mg/L，从而采用“微纳米曝气+人工湿地”处理工艺。

生态廊道预留

- 利用相关技术识别关键生态节点（如野生动物迁徙路径、水源地、湿地），结合动物活动追踪数据（如卫星项圈、红外相机）划定生态廊道范围。如成渝中线高铁项目依据红外相机数据圈定金佛山川金丝猴核心活动区（半径 3 公里）。
- 最小宽度计算：根据目标物种生态习性（如大型哺乳动物的活动半径）确定廊道宽度。如亚洲象迁徙廊道需预留至少 500 米宽度。

案例

2006 年，思小高速公路穿进西双版纳热带雨林，与周边扩张的橡胶林一起，将勐养、勐仑两大亚洲象核心栖息地切成三块“孤岛”。象群世代迁徙的路径被阻断，原本自由交流的象群被隔离成小种群，基因交换彻底中断。

失去栖息地的象群不得不走进人类农田觅食。2013-2018 年间，人象冲突导致 73 人死亡，经济损失超 2 亿元。农田里被踏平的稻穗、象群受惊的嘶吼，成了人与象之间最沉重的矛盾。

2015 年起，科研团队给 17 头大象戴上 GPS 项圈。数据显示象群穿越公路的“习惯路线”集中在关坪区域；日常活动半径约 480 米，受惊时需要至少 350 米的安全距离。

借助 GIS 地图技术，科学家把象群活动轨迹、人类活动热点（如村庄、公路车流）叠在一起分析，画出一条宽 500-1000 米的绿色走廊——这是平衡象群需求与工程可行性的“黄金宽度”。

给象群建三层“私家通道”

- 核心通道（200-300 米）：种满野芭蕉、象草，模拟热带雨林生境，让象群边走边吃；
- 缓冲带（150-200 米）：混合种植樟树、楸树，用树叶遮挡人类视线，减少象群紧张感；
- 外围隔离带（150-500 米）：挖壕沟、架脉冲电网，搭配声光装置——像给象群贴了“请勿打扰”的告示，温柔隔开人与象的活动区。

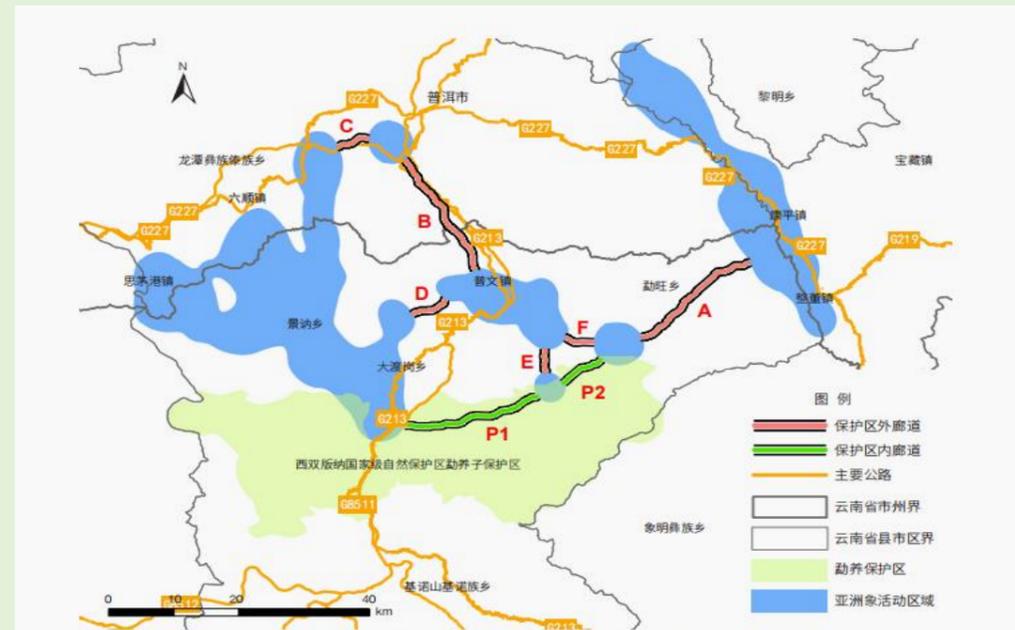


图3 基于生态廊道规划技术流程识别的亚洲象生态廊道

Figure 3 Asian elephant corridors based on proposed technical process

图中字母所在地图位置标识不同生态廊道，A 标记处为勐旺—江城生态廊道，B 标记处为普文—南屏生态廊道，C 标记处为南屏—六顺生态廊道，D 标记处为普文—景讷生态廊道，E 标记处为普文—班竹林生态廊道，F 标记处为普文—勐旺生态廊道，P1 标记处为景讷—班竹林生态廊道，P2 标记处为勐旺—班竹林生态廊道
The location of the letters in the map identifies the different ecological corridors, A marks Mengwang—Jiangcheng corridor, B marks Puwen—Nanping corridor, C marks Nanping—Liushun corridor, D marks Puwen—Jingne corridor, E marks Puwen—Banzhulin corridor, F marks Puwen—Mengwang corridor, P1 marks Jingne—Banzhulin corridor, and P2 marks Mengwang—Banzhulin corridor

关键工程部分，对思小高速进行改造，拆除部分护栏并建设下沉式通道，路面铺设特殊材料模拟泥土震动，确保象群能够安心通行；同时修复橡胶林，砍除部分橡胶树，补种柚木、榕树等乡土树种，重建象群熟悉的森林生态环境；此外，安装“智能监控”系统，利用红外相机、声波传感器实时监测象群动向，可通过手机 APP 随时查看象群位置，实现对生态保护的精准管理。

2020 年廊道建成后，勐养与勐仑象群每年互访从 3 次增加到 12 次；通过粪便 DNA 检测发现，隔离的象群开始“联姻”，让基因重新流动起来；象群也不再频繁闯入农田。

来源：中国网《中国亚洲象生态廊道建设构想及相关保护建议》

2. 低碳节能

规划设计是低碳成效的决策原点，铁路轨交建设从规划设计环节就与顶层战略对标，进行低碳节能技术集成，实践中已取得显著成果。

- 大幅提升电气化水平：中国铁路电气化率由 2012 年的 52% 显著提升至 2022 年的 73%。这一结构性转变，直接推动了牵引动力的清洁化转型，年均减少柴油消耗量超过 200 万吨。
- 可再生能源就地利用：京雄城际铁路大兴机场站创新应用光伏发电系统，年发电量达 580 万千瓦时，可满足车站约 20% 的用电需求，有效降低了运营期对传统电网的依赖及间接碳排放。

- 设计优化降低全周期能耗：成渝中线高铁项目在规划设计阶段深度应用 BIM（建筑信息模型）技术，对线路坡度进行精细化优化设计，有效减少了隧道工程占比。这一设计优化显著降低了列车运营期的牵引能耗，降幅达 12%。
- 全生命周期成本控制：伦敦伊丽莎白线（Crossrail）项目在规划建设阶段即融入系统性节能设计理念（如高效通风空调、智能照明、再生制动能量利用等），经评估，其全生命周期运营成本较传统设计降低了 15%，体现了节能设计与经济效益的统一。

除上述实践案例所涉及的技术（电气化、光伏发电、BIM 优化设计）外，铁路轨交领域还在广泛应用和探索更多低碳节能技术手段。

- 再生制动能量回收利用技术：列车制动时会产生大量可回收的电能。通过车载或地面设置的储能装置（如超级电容、飞轮、电池）或逆变回馈装置，将这部分原本以热能形式耗散的能量回收储存，并在列车启动或加速时重新释放利用，或直接回馈至接触网供相邻列车使用，这样可以显著降低牵引能耗，尤其在地铁等启停频繁的系统中效果更为突出。据测算，应用良好的系统可节能 15%-30%。这项技术已成为现代地铁、动车组的标配技术。
- 智能能源管理系统（EMS）：基于物联网、大数据和人工智能技术，构建覆盖车站、车辆段、线路等所有用能单元的综合性平台。实现能耗实时监测、分析诊断、预测优化和智能控制。通过精细化管理和系统优化，消除能源浪费，大幅提升整体能效，降低建筑和设备能耗。深圳地铁、京港地铁等已建成或在建智能 EMS 平台。

- 高效牵引供电与变电技术：采用高效等级的牵引变压器、应用有源滤波装置提高功率因数、优化供电臂设计和无功补偿策略，减少电网侧的电能损耗，从而降低电能从电网传输到列车过程中的损耗，提高整个供电系统的效率。
- 地源热泵/空气源热泵技术（车站暖通）：利用地下浅层地热资源或空气中的热能，通过热泵机组为车站提供供暖和制冷。相较于传统燃煤/燃气锅炉和电制冷空调，能效比（COP）更高，显著降低车站暖通空调系统的化石能源消耗和碳排放。
- 智能照明控制系统：在车站、车辆段等场所，采用 LED 等高效光源，结合光感、时控、人感（微波/红外）传感器及智能控制系统，实现按需照明、自动调光、分时分区控制，大幅降低照明能耗，避免长明灯浪费。是新建和改造车站的标准配置。

铁路轨交的低碳节能规划、设计与建设，是实现国家交通领域碳中和目标的核心引擎，通过持续应用和创新上述多元化技术手段，铁路轨交将在全球绿色交通转型中发挥更为重要的引领作用。

二、施工

1. 原材料溯源

根据中国城市轨道交通协会 2023 年的数据，其材料供应链占全生命周期碳排放的 70% 以上。材料来源的绿色化、社会责任履行及供应链治理已成为铁路轨交建设的核心议题。

国内铁路轨交建设对原材料的溯源要求聚焦于质量安全、供应链责任、环保合规三大核心维度，并针对关键材料实施全生命周期管控。

表 8：双碳目标下的环保合规要求

要求类型	具体内容	实施层级
碳排放核算	水泥、钢材等需提供全生命周期碳足迹 (kgCO ₂ e/t)	试点央企（如中国铁建）
有毒物质控制	重金属（铅、铬）、VOCs 含量符合 GB 18582-2020	全国强制
再生材料应用	轨枕掺 30%再生骨料、站房建筑用再生混凝土	地方鼓励（深圳/江苏）

核算碳排放。 国务院国资委《关于推进中央企业高质量发展做好碳达峰碳中和工作的指导意见》要求央企率先披露重点产品全生命周期碳足迹。国家铁路局《绿色铁路客站评价标准》要求核算钢材、水泥等主材碳排放。如中国铁建在雄安高铁（雄安-商丘）试点应用“铁路工程碳足迹云平台”，核算钢材碳足迹为 1.8t CO₂e/t（低于行业均值 2.2t）。

控制有毒物质。 现行强制标准为 GB18582-2020《建筑用墙面涂料中有害物质限量》，其中规定重金属铅含量需≤90mg/kg、铬含量需≤60mg/kg，内墙涂料的 VOCs 含量需≤80g/L。根据国家铁路局 2023 年技术指南补充说明，该标准已扩展应用至铁路站房装饰材料领域。同时，相关检测工作需依据中铁检验认证中心（CRCC）发布的《铁路工程材料环保检测规程》（CRCC/JC-2023-09）执行，确保有毒物质控制符合规范要求。

再生材料应用。部分地区已出台明确的政策要求并开展实践探索。2024 年，深圳市修订的《深圳市“无废城市”建设条例》规定，政府投资项目的再生骨料掺量需不低于 30%，且到 2025 年该指标的覆盖率要达到 100%。江苏省通过《江苏省交通建设工程废旧材料再生利用技术规范》（JSG/T2025-001）明确，铁路轨枕的再生骨料替代率需控制在 30%-50%之间，同时要求其抗压强度不低于 40MPa。实际应用中，沪苏湖铁路苏州南站的站台地坪使用了 12.8 万吨再生混凝土，占总混凝土用量的 35%。

2. 施工模式

从单一设备减排转向资源闭环体系。以中国京雄城际铁路为例，根据《中国智能建造发展报告 2023》的数据，其应用预制构件 3D 打印技术减少建材浪费率达 40%；并且，在中铁十四局施工日志中显示实现盾构渣土 100%再生为路基材料。

将社区参与纳入施工过程。英国 HS2 高铁项目通过数字化平台实时公示施工噪音、粉尘数据，并建立居民补偿基金，使社区投诉率下降 65%。

区块链技术赋能透明化。新加坡汤申线地铁应用智能合约自动执行环保条款履约，碳排放数据上链率达 100%。

3. 科技赋能

技术升级和创新驱动现代铁路轨交建筑工程变革，数字化技术赋能工程的全生命周期。

数字化技术赋能项目管理

采用项目管理信息系统（PMIS）建立标准化流程框架，整合建筑信息模型（BIM）实现 5D 可视化管控（3D 模型+时间+成本），应用数字孪生技术构建虚拟建造系统，实现精准化、全方位的管控。

开发定制化工作流实现跨部门数据实时交互，搭建云端协作平台，打通设计、施工到运维全周期环节，利用智能合约优化供应链谈判流程，有效缩短采购周期，提升整体协同效率。

案例

新加坡跨岛线（CRL）一期工程采用数字孪生全周期管控。搭建集成 BIM(建筑信息模型)+GIS（地理信息系统）+IoT（物联网）的平台，实现施工进度、成本、安全的 5D 实时模拟，设计变更响应速度提升 60%。

- 3D（几何与属性）：建筑物的三维数字化模型，包含构件几何尺寸、材料属性、设备信息等。
- 4D（时间/进度）：在 3D 模型上关联施工进度计划（如甘特图），实现施工过程的可视化模拟（4D 施工模拟）。可直观展示“什么时间该建什么部分”。
- 5D（成本）：在 3D 模型构件上关联工程量清单、造价信息（单价、总价），实现成本与模型的动态挂钩。可自动计算工程量、实时跟踪造价变化。



BIM+GIS 设计施工运维平台，来源：bilibili 图新地球

案例

在京雄城际铁路雄安站建设中，项目方对站房核心区跨度 78 米的拱形钢桁架实施全过程质量溯源。单根钢构件出厂时，其材质报告（Q345D 钢材）、焊缝探伤数据（UT 检测合格率 100%）、三维尺寸偏差（ $\leq 2\text{mm}$ ）等 12 项关键参数通过 BIM 模型自动提取，并实时加密上链。施工中通过物联网传感器记录吊装应力（监测值 $< 120\text{MPa}$ ）和螺栓预紧力（达标率 98.7%），数据每秒同步至区块链节点。

该项目实现从材料进场到竣工验收的 356 项质量验评点全自动判定，消除人工填报误差；质量纠纷追溯时间从平均 14 天缩短至 2 小时；累计存证 2.1TB 施工数据，包含 18,742 个构件溯源记录。获 2023 年度中国建筑业协会“建设工程 BIM 大赛一等奖”。

工业化建造技术突破

工业化建造技术的突破，包括综合运用预制装配式建筑（PPVC）、钢结构及 3D 打印等技术，形成模块化建造的创新模式；借助激光扫描与三维成像技术实时校准施工精度，结合机器人自动化施工，大幅降低施工误差；依托 PMIS 平台，实现跨境供应链的高效协同，构建智能化采购体系，等等。

例如，中老铁路万象枢纽站作为中老铁路关键节点，创新采用全装配式建造技术。其钢结构模块化率达 95%，关键承重节点通过 3D 打印技术制造，实现现场拼装误差 $\leq 1.5\text{mm}$ ，较传统工法缩短工期 40%。同时，项目部署智能采购系统（PMIS），跨境联动中老两国供应商，使道岔等关键设备采购周期从 70 天压缩至 12 天，大幅提升供应链效率。沪苏湖高铁项目全线采用 CRTSIII 型板式无砟轨道系统，实现 98% 轨道板工厂化预制。通过标准化模具流水线生产，轨道板尺寸误差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 内，现场铺设效率达 1.2km/天，较现浇工艺提升 50%。

又如，中老铁路万象枢纽站作为中老铁路关键节点，创新采用全装配式建造技术。其钢结构模块化率达 95%，关键承重节点通过 3D 打印技术制造，实现现场拼装误差 $\leq 1.5\text{mm}$ ，较传统工法缩短工期 40%。同时，项目部署智能采购系统（PMIS），跨境联动中老两国供应商，使道岔等关键设备采购周期从 70 天压缩至 12 天，大幅提升供应链效率。

再如，英国 HS2 高铁伯明翰段项目在隧道工程中启用激光扫描机器人系统。机器人搭载高精度激光扫描仪（扫描频率 $\geq 1\text{MHz}$ ），通过实时点云建模自动校准管片位置，实现 $\pm 0.8\text{mm}$ 安装精度。该技术将管片安装效率提升至每日 25 环，较人工操作提升 3 倍。

另外,京雄城际铁路雄安站在全球首次大规模应用 3D 打印钢结构节点技术。通过金属增材制造工艺,将传统钢构节点材料损耗率从 12%降至 4.7%,减少焊接工序 30%。车站主拱 78 个关键节点均采用此法制造,单节点打印耗时仅 36 小时。

人本化安全管理体系

人本化安全管理的方法包括,运用北斗定位安全管控与立体化监测,部署物联网传感器网络实时采集施工数据,构建 AI 预警模型可预测 85%以上安全隐患;通过电子围栏与智能穿戴设备实现人员动态管理,并应用隧道施工有毒气体监测系统,形成全方位安全监测体系。开发 BIM 质量验评系统,可自动核查 200 余个验收节点;运用区块链技术建立质量溯源体系,保障质控标准化落地。采用 UWB 定位技术划定电子安全禁区,部署智能监控系统自动识别危险区域,配置集成 SOS 紧急呼叫功能的智能安全帽。开发 VR 安全实训系统,覆盖 20 类高危作业场景;建立岗位能力矩阵,推行分级认证制度,完善专业化培训体系。

例如,英国 HS2 高铁一期在伯明翰段部署了 UWB 超宽带定位系统与 AI 计算机视觉监控的组合方案。施工人员佩戴内置 UWB 芯片的安全帽,系统实时追踪其位置(精度达 30 厘米)。同时,现场摄像头通过 AI 算法自动识别未佩戴安全装备(如安全帽、反光衣)的行为,一旦发现违规,立即触发声光警报并通知管理人员。据 HS2 官方报告,该系统使工地事故率下降 55%,主要归功于对高风险区域(如重型机械作业区)的实时人员管控和自动化违规干预。

又如,京雄城际铁路雄安站,在施工期间应用北斗卫星定位系统建立动态电子围栏,划定 200 余个实时更新的安全禁区(如高空作业区、大型设备操作区),人员佩戴北斗定位终端;一旦未经授权人员接近禁区,系统通过声光报警器+管理平台弹窗双重预警,响应时间<2 秒;结合 BIM 模型可视化展示人员位置与禁区状态。据中国铁建公开数据,该系统实现施工全程“零闯入事故”,人员违规行为减少超 80%。

健康保障措施

设置环境监测系统,对粉尘、噪音污染进行实时预警;配置移动式智能休息舱,帮助调节作业人员生理指标;建立职业健康电子档案,实施全过程监护;研发防震施工鞋具,减轻隧道作业中的振动伤害。例如,在深圳地铁 14 号线隧道施工过程中,为保障高风险环境下作业人员的健康安全,项目方引入了一套基于物联网的智能健康监测系统。该系统核心为集成多类传感器的智能安全帽。安全帽内置高精度粉尘传感器(PM2.5/PM10)与三轴振动传感器,可实时采集隧道内的粉尘浓度、机械作业产生的振动强度等数据。当粉尘浓度超过中国《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ 2.1-2019)规定的阈值(总粉尘短时间接触容许浓度限值 10mg/m³),或振动强度超限时,系统自动发出预警。

第二节 铁路轨交行业的 ESG 发展

铁路轨交建设行业在早期政策框架基础上逐步深化 ESG 要求，遵循的核心政策主要集中在项目审批、低碳转型、技术标准及区域融合等方面。

表 9：铁路轨交行业的 ESG 政策

政策名称	发布时间	发布单位	核心目标
《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》	2020 年	中国城市轨道交通协会	城轨行业首部智慧化发展纲领性文件，为地方智慧城轨规划提供国家层面的指导框架
《绿色城轨发展行动方案》	2022 年	中国城市轨道交通协会	行业首个绿色低碳发展顶层设计文件，为各地城轨企业制定具体实施方案提供指导框架，要求企业制定全流程绿色方案，推广光伏发电等技术
《关于加快建立产品碳足迹管理体系的意见》	2023 年	国家发展和改革委员会、工业和信息化部、市场监管总局、住房城乡建设部、交通运输部等	要求企业量化产品全生命周期碳排放；铁路装备企业披露关键产品碳足迹数据并接入国家数据库
《融合城轨发展指南》	2024 年	中国城市轨道交通协会	推动技术可持续和装备低碳化
《推动铁路行业低碳发展实施方案》	2024 年	国家铁路局	加快机车更新换代，优化调整运输结构，完善铁路集疏运系统，提高铁路承运比重，加强铁路与其他运输方式衔接，大力推进多式联运发展

绿色认证方面，为量化行业可持续发展表现，轨交行业对接国际权威认证体系，如 EN 17485、ISO 37101、LEED for Transit 等，以此推动行业向低碳、智慧、可持续的方向稳步发展。

EN 17485 作为铁路基础设施可持续性评估标准，由欧洲标准化委员会（CEN）制定，是铁路行业首个系统性的可持续性评估标准。该标准于 2020 年发布后，已逐步被中国高铁及城轨项目借鉴应用，其内容全面覆盖铁路基础设施的全生命周期，涵盖规划、建设、运营、退役等关键阶段。其核心评估维度主要包括以下四个方面：

- **资源效率**：明确要求在项目实施中使用再生材料（如回收钢轨、低碳混凝土等），同时优化施工过程中的能耗水平。
- **生态保护**：重点评估线路设计方案对区域生物多样性产生的影响，助力生态友好型铁路建设。
- **碳排放管理**：强制要求开展全生命周期碳足迹计算工作，并推进清洁能源替代，降低碳排放强度。
- **社会包容性**：涵盖噪音控制、无障碍设施建设及社区参与等内容，兼顾项目社会效益与公众需求。

国际标准化组织制定的 **ISO 37101**（可持续城市与社区管理体系），适用于轨交系统与城市可持续发展的协同规划，其重点内容包括多式联运整合（评估轨交站点与公交、自行车系统的衔接效率），气候韧性（要求基础设施适应极端天气，如防洪设计、耐高温轨道技术），社区参与（强制要求利益相关方协商）等。

LEED for Transit（交通枢纽绿色认证）由美国绿色建筑委员会（USGBC）制定，是 LEED 体系的专项认证，适用于轨交枢纽，评估要点包括能源利用效率，如通过安装光伏玻璃幕墙，提升能源利用效率；水管理，如通过雨水收集系统提升水资源循环利用率；室内环境质量，如通过增加自然通风减少空调能耗，等等。

案例

北京大兴国际机场轨道交通线是中国首条 LEED for Transit 铂金级认证线路，全球仅 3%交通项目获此评级。

在大兴新城站的地下 20 米，密布 1200 根 U 型换热管道，将 15-18°C 的土壤恒温层转化为站厅的冷暖源，这一系统每年减少 2800 吨碳排放。同时，管道埋深设计避开了北京地下水饮用水层，实现生态保护与能源利用的双重安全。

全线 23 公里隧道的照明系统采用动态调光，即通过毫米波雷达监测客流，高峰时段（如早 7-9 点）亮度自动调至 100%，低峰期降至 40%，无人区段仅保留 10% 应急照明。这套系统比传统照明省电 75%。

施工时，部分混凝土块被破碎成 0-30mm 的再生骨料，直接用于路基填筑，替代 30% 外购砂石；木质模板周转使用 8 次后，被粉碎成生物质颗粒，供给现场锅炉燃烧，减少 300 吨燃煤消耗；塑料隔离桩清洗再造为施工围挡，循环使用至工程结束。

CEEQUAL（土木工程环境质量评估）由英国建筑研究院（BRE）制定，CEEQUAL 专注于线性基础设施的可持续性，铁路项目需满足土地复用（如将开挖土方用于湿地重建），低碳施工（如限制重型机械排放，推荐电动工程车辆），等等。

案例

奥斯陆至卑尔根铁路是挪威最繁忙的铁路线之一，1909 年通车。然而，传统内燃机车带来的碳排放与山区脆弱的生态系统形成矛盾。2018 年启动的电气化改造项目，在北欧最复杂的地质条件下（穿越海拔 1200 米的哈当厄尔高原）成为全球首个 CEEQUAL “杰出”评级的绿色铁路系统（全球前 5%）。

挪威的水电资源非常充沛，全国 95% 的供电来源于水电。铁路直接接入挪威国家电网，通过特高压线路获取清洁水电。新型电力机车采用再生制动系统，将刹车时产生的动能转化为电能回馈电网，使列车整体能耗降低 18%。项目采用“工厂预制+现场组装”的模块化施工，道岔、轨枕等部件在卑尔根的工厂完成标准化生产，运输至现场后通过 GPS 定位系统精准拼装，使现场施工时间缩短 40%，建筑垃圾减少 75%，噪音污染降低 60 分贝以上。在铁路沿线设置 12 处生态廊道，供驯鹿、北极狐等迁徙；采用声屏障和植被缓冲带，对挪威旅鼠栖息地的干扰降低 90%。位于海拔 1000 米的洛达尔隧道，采用“岩石本体保留”技术，通过 3D 扫描规划隧道走向，减少山体开挖。施工中产生的废石经破碎后直接用于路基填筑，实现 100% 废弃物循环利用。全线部署光纤传感器，实时监测轨道形变、温度变化和电力消耗。研发的“低温超导供电系统”在 -30°C 环境下仍能保持 99.8% 的输电效率，获国际铁路联盟（UIC）“年度可持续技术奖”。



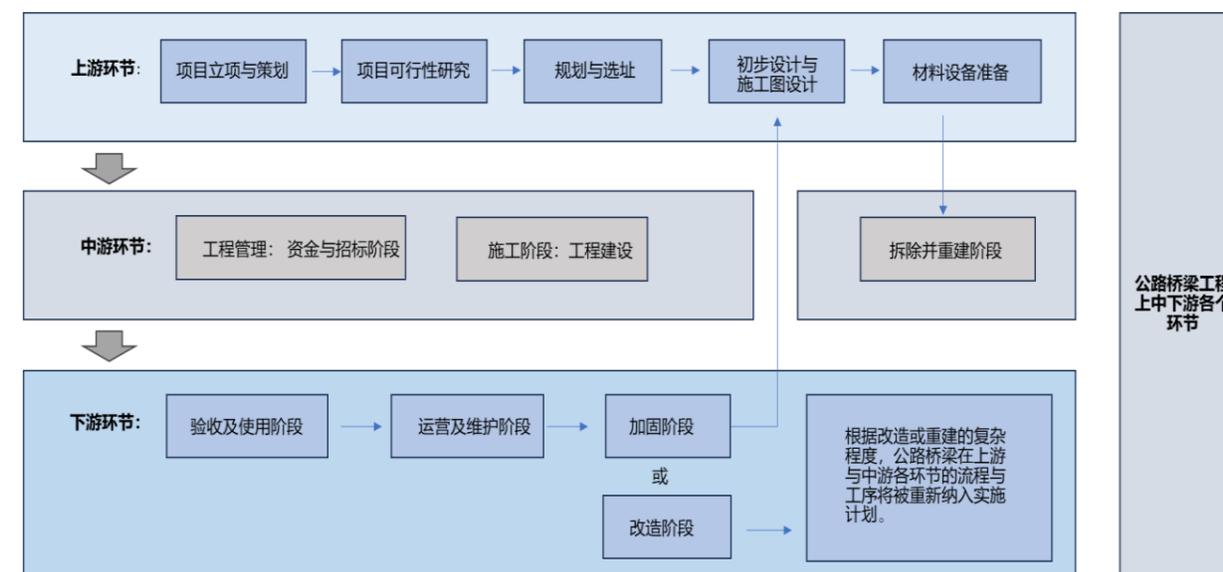
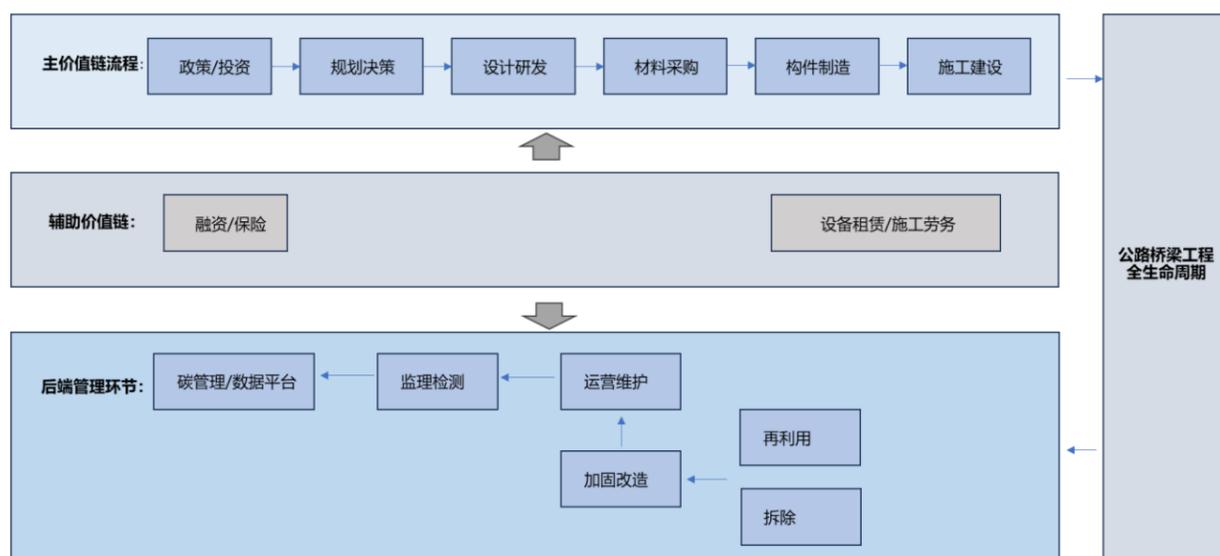
第三章 公路桥梁的建设

第一节 公路桥梁建设的价值链

公路桥梁建设作为基础设施建设的重要组成部分，其价值链涵盖从前期规划到后期运维管理的全生命周期，是一项涉及多环节的系统性工程。

价值链的上游环节主要包括规划与设计阶段以及资金与招标阶段，涉及政策制定、勘察设计及材料设备供应等任务，由政府、设计单位和供应商等关键参与方主导。中游环节集中于施工建设与工程管理，涵盖施工阶段和招标管理，并在改造加固或拆除重建工程量较大时转化为新的施工周期。下游环节则负责公路桥梁的日常运维与资产更新，跨越验收投入使用、运营维护及常规改造加固等阶段，周期最长，并依托现代检测与养护技术实现长期稳定运营。

图 6：公路桥梁的价值链



第二节 公路桥梁行业的 ESG 发展

一、行业 ESG 的披露状况

公路桥梁建设行业中，约 70% 的特大桥梁和高速公路项目的主导权掌握在头部基建央企手中，如中国交建、中国中铁和中国铁建等。这些企业凭借其全产业链布局和特级资质的垄断优势，长期以来承接了众多国家级重大工程。与此同时，地方国有龙头企业则更多专注于本地市场，特别是在区域性项目的承接上占据重要地位。典型的地方企业包括山东路桥（000498.SZ）和四川路桥（600039.SH），前者深耕山东省高速公路建设，后者则在西南地区的复杂地形中发挥着主导作用，二者在地方路网建设中具有不可替代的战略支撑作用。

这些企业大多在境内证券交易所（A 股）和香港联合交易所（H 股）上市，且遵循国际主流的 ESG 框

架，因此在编制其 ESG 报告时，主要参考了多个标准，包括《上海证券交易所上市公司自律监管指引第 14 号——可持续发展报告（试行）》，香港联合交易所的《环境、社会及管治报告守则》，以及中国企业改革与发展研究会发布的《中国企业可持续发展报告指南（CASS-ESG6.0）》等。此外，全球报告倡议组织的《GRI 可持续发展报告标准（GRI Standards）》和联合国的可持续发展目标（SDGs）等国际标准也是编制 ESG 报告时的重要依据。这些规范和标准为企业提供了详细的指引，确保其 ESG 报告的编制既符合国内监管要求，又与国际标准接轨，确保透明性和合规性。

二、行业 ESG 相关政策

为响应全球气候变化挑战并落实碳减排目标，中国在交通运输领域，包括公路桥梁行业，正积极推动能源结构的转型与基础设施的绿色升级。依据由交通运输部等十部门联合发布的《关于推动交通运输与能源融合发展的指导意见》，该领域已设定了明确的阶段性目标。

1. 2027 年目标

到 2027 年，基本形成多部门协同的交通运输与能源融合发展机制，交通运输行业电能占行业终端用能的比例达到 10%。交通基础设施沿线非化石能源发电装机容量不低于 500 万千瓦，就近就地消纳比例稳步增加。

2. 2035 年目标

到 2035 年，交通运输与新型能源体系将实现全面融合互动，初步建立以清洁低碳能源消费为主、科技创新为关键支撑的交通运输用能体系。交通运输行业电能占终端用能比例保持高位，依托交通基础

设施开发的绿色电力以就地就近消纳为主。纯电动汽车成为新销售车辆主流，新能源营运重卡规模化应用，交通运输绿色燃料供应体系基本建成。

该指导意见着重强调了加强交通与能源基础设施在规划层面的协同必要性，这为包括新建、改建和扩建在内的公路桥梁工程项目，及其配套建设与未来运营服务的低碳转型，提供了清晰的方向指引。

在微观企业层面，部分行业领先的公路桥梁企业，已将内部制度作为其环境风险管理的核心工具，用以监督环境承诺的履行、管理政策的实施并持续改善环境绩效。这些企业在制定环境政策时，严格遵循《中华人民共和国环境保护法》中关于污染防治、生态保护及环境监管的规定，并全面落实《中华人民共和国环境影响评价法》对建设项目开展全周期环境影响评价的强制性要求。一些龙头企业正展现出前瞻性的管理思维，它们不仅系统性地识别和评估了气候变化所带来的物理风险（如极端天气事件）与转型风险（如政策法规变化），还将这些风险因素全面纳入企业和产业链的全生命周期管理框架之中。通过深入分析气候变化对市场需求、资产安全、供应链稳定及长期发展战略的潜在影响，这些企业同步制定了具有针对性的应对策略，力求在增强自身发展韧性的同时，把握住绿色转型所带来的新发展机遇。

而循环经济作为一种旨在实现可持续发展的经济增长模式，其核心在于提升资源的高效利用与循环再生水平，并遵循“减量化、再利用、资源化”三项基本原则，以期最终达成低资源消耗、低污染排放和高经济效率的发展目标。将循环经济的理念引入公路桥梁建设领域，能够有力地促进建筑资源在整个施工过程中的节约与高效配置。通过推行材料的再生利用、资源的循环使用以及废弃物的减量化处理，不仅可以显著提升工程的资源利用效率，还能有效降低对周边环境的负面影响。这种发展模式不

仅有助于实现工程项目在全生命周期内的绿色管理目标，也与国家层面倡导的绿色可持续发展战略高度契合，充分体现了现代基础设施建设向生态友好型和资源节约型转型的内在要求与发展趋势。相关企业在实践过程中，严格遵守《中华人民共和国节约能源法》《中华人民共和国水法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等国家法律法规。在此基础上，企业积极鼓励并在其项目和运营中广泛采纳先进的技术、工艺、设备及科学的管理方法，旨在全面提升建筑垃圾的资源化利用水平。通过强化在源头减量、过程控制和末端处置等关键环节的协同管理，致力于推动形成一个布局合理、管理规范且技术先进的建筑垃圾资源化利用体系。该体系的建立与完善，不仅是为了实现建筑垃圾的资源化、减量化和无害化处理目标，更能有效降低环境污染风险，提升全社会的资源循环利用效率，从而进一步推动整个建筑行业朝着绿色、低碳和可持续的方向健康发展。

三、行业碳排放情况

公路桥梁在全生命周期内的碳排放主要来源于三个核心环节。

首先是建材生产阶段，此阶段作为碳排放最高的环节，约占总量的 60%至 70%，其排放主要来自于钢材、水泥和沥青等主要原材料的生产。其次是施工过程，该阶段碳排放主要来自以柴油为动力的架桥机、起重机等大型工程机械的能耗，以及砂石、钢结构等建材的运输。施工环节碳排放约占全生命周期的 10%至 15%。最后是运营维护阶段，作为周期最长的环节，其因周期性维修产生的材料替换和机械使用所带来的碳排放，约占全生命周期年均碳排放的 5%至 8%。

为应对上述碳排放，我国已在各环节推行针对性措施。在建材方面，推广低碳材料以减少生产碳足迹。例如，水泥行业正探索碳捕集与封存（CCS）及碳捕集利用与封存（CCUS）技术，据麦肯锡报告指出，CCUS 是水泥行业实现深度减排的关键路径，预计到 2050 年将贡献约 50%的碳减排，当前应用可使单位水泥碳排放降低 10%至 15%。钢铁行业则通过工艺革新降碳，如宝武钢铁集团采用“全废钢电炉炼钢”工艺，将吨钢碳排放大幅下降，并在新疆试点结合绿电，打造零碳示范产线。在施工技术方面，通过采用装配式桥梁等创新工艺，如深中通道沉管隧道预制率超 90%，可减少碳排放约 20%；同时，中交集团试点项目利用光伏供电，满足工地约 50%的临时用电需求。在运营阶段，通过完善车路协同系统（如杭绍甬智慧高速试点 ETC 动态限速）以及采用自修复混凝土等长效材料，有效降低运营与维护过程中的碳排放。

具体桥梁建设案例印证了新技术、新材料与新工艺的减排成效。港珠澳大桥全长约 55 公里，通过应用高性能混凝土与优化施工方案，较传统模式减排 15%，全生命周期碳排放约 450 万吨二氧化碳，并在设计中主动避开中华白海豚保护区核心区，采用低噪音设备以保护海洋生态。沪苏通长江公铁大桥全长 11,072 米，通过采用 Q500qE 高强度钢材减少用钢量 10%，对应减排约 5 万吨二氧化碳，施工期推广岸电替代柴油发电机，减排约 1.2 万吨二氧化碳，同时在设计中减少桥墩数量以降低对长江生态的影响。



第四章 市政设施的建设

第一节 市政设施建设的价值链

市政设施建设的价值链完整覆盖了从前期规划到后期运营的全部生命周期，其各个环节相互关联，构成了一个有机的整体。

在规划与设计阶段，核心的参与者包括政府规划部门、设计院以及咨询机构。政府规划部门负责从城市发展的宏观视角出发，依据城市的整体战略、人口趋势与产业布局等因素，制定具有前瞻性的规划方案。设计院的任务是将这些宏观的规划理念转化为具体、可执行的设计方案。咨询机构则提供包括市场分析与风险评估在内的专业服务，以确保项目的可行性。这一阶段的关键活动涵盖了城市需求分析、可行性研究、针对交通及水利能源等领域的项目规划，以及环境评估。其核心价值在于通过应用诸如 BIM 技术等智能化设计手段，实现资源的优化配置，从而有效降低项目后期成本。

在融资与投资环节，资金主要来源于政府财政、社会资本（通过 PPP 模式引入）、政策性银行（例如国开行）以及国际贷款。近年来，一些创新融资模式得到了应用，例如专项债、旨在加速资金流动的 REITs（基础设施公募基金），以及专门支持环保项目的绿色债券。

建设与施工阶段的主体企业包括中国建筑、中国中铁等大型国有企业、地方建工集团，以及专注于管道或电力等领域的专业分包商。在技术应用层面，装配式建筑、3D 打印技术以及依托物联网进行施工安全监测的智能工地管理，正日益普及。

设备与材料供应构成了产业链的上游，其供应品包括钢材与水泥等传统建筑材料，也涵盖碳纤维及透

水混凝土等新兴材料，同时还涉及传感器与监控系统等智能化设备。值得注意的是，中国企业在盾构机、污水处理设备等领域已经实现了技术突破，推动了国产替代的进程。

在运营与维护阶段，承担运营任务的主体多样，包括政府下属的市政公司、威立雅水务等专业运营商，以及“城市大脑”这类智慧平台。在维护技术上，利用人工智能进行管道泄漏检测等预测性维护，以及使用无人机巡检桥梁裂缝，已成为提升效率与安全性的的重要手段。

最后的升级与改造环节，主要涉及两大方向。其一是对老旧设施的更新，例如中国在 2023 年推动的“城市更新行动”，该行动旨在改造大量老旧小区以改善居民生活环境。其二是智慧化改造，具体措施包括加装集成了 5G 基站与环境监测功能的智能路灯，以及实现地下管廊的数字化管理。

第二节 市政设施行业的发展现状和趋势

当前，全球市政设施建设呈现出若干显著趋势。在绿色基建领域，欧盟推出的“绿色新政”设定了明确目标，要求到 2030 年实现建筑能耗降低 50%，以此推动建筑行业的绿色转型。与此同时，美国通过的《基础设施法案》计划投入大量资金用于清洁能源领域，旨在优化能源结构并促进可持续发展。

在智慧城市方面，新加坡正在积极建设“虚拟新加坡”数字孪生项目，通过数字化技术提升城市管理的科学性与运行效率；日本则在全国范围内推广先进的抗震改造技术，以增强城市的防灾减灾能力。

然而，全球基建发展也面临挑战，据世界银行数据显示，发展中国家每年存在高达 1 万亿美元的基础设施融资缺口，这严重制约了其基础设施的完善与经济发展。

在中国，市政设施建设展现出鲜明的本国特点。投资规模持续扩大，2023 年基础设施投资实现了 8.1% 的增长，其在固定资产投资中的占比超过了四分之一。投资重点集中于几个关键领域：在交通方面，中国高铁总里程已达 4.5 万公里，占据全球总里程的 60%，并且每年新增城市轨道交通运营里程 500 公里；在水利领域，2023 年完成水利投资高达 1.2 万亿元，着力推进国家水网骨干工程建设；在“新基建”方面，中国正大力建设数据中心（如“东数西算”工程），计划到 2025 年使充电桩数量超过 2000 万个，已建成的 5G 基站数量占全球总量的 70%。此外，中国基础设施发展存在区域差异，东部地区如长三角智慧城市群发展水平领先，而中西部地区则侧重于补齐基础设施短板，例如建设川藏铁路等重大工程。

尽管发展迅速，行业仍面临诸多挑战与瓶颈。债务风险方面，地方政府隐性债务问题对 PPP（政府与社会资本合作）项目的可持续性造成了制约。技术层面，高端传感器以及核心建筑软件（如 BIM）等仍依赖进口，存在明显的技术短板。运营效率上，部分设施如地下综合管廊存在空置现象，且整体维护成本较高，影响了投资效益。

未来，市政设施建设可能呈现以下发展趋势。在智能化与数字化领域，数字孪生城市技术得到应用，

如在杭州亚运会期间利用“城市大脑”对交通和能源系统进行实时调度；人工智能（AI）技术也开始赋能市政管理，例如北京市政部门利用 AI 预测暴雨期间的积水点，以便提前部署排水力量。在绿色低碳转型方面，近零碳建筑成为发展方向，上海临港新片区已开展光伏一体化道路的试点；循环经济理念逐步落地，深圳正大力推行建筑垃圾的 100% 资源化利用。在韧性城市构建方面，通过建设海绵城市（全国已有 130 余个试点）来提升应对极端气候的能力；在基础设施规划中强调冗余设计，如构建多水源供应系统和双回路电网，以增强城市的整体抗风险能力。在市场化 and 国际化方面，中国企业积极拓展海外业务，如中国交建承建肯尼亚蒙内铁路，并参与沙特 NEOM 智慧城等项目；在国内，通过混合所有制改革吸引民营资本进入污水处理、停车设施运营等领域。

总结而言，市政设施建设的价值链正在从注重工程建设，向覆盖规划、投资、建设、运营、维护及升级改造的全生命周期管理转变。技术驱动（如智能化、绿色化）与政策导向（如双碳目标、城市更新行动）已成为行业发展的核心动力。企业未来需要在数字化能力、低碳技术和运营效率方面构建核心竞争力；政府则需要优化对 PPP 项目的监管，并推动公共数据的开放共享，从而共同促进行业的高质量发展。

第五章

企业的ESG实践案例



企业 ESG 实践案例部分，将分享两家代表性企业在 ESG 方面的具体做法和成效，以期为行业提供实践参考和启发。

第一节 华设设计

华设设计集团股份有限公司起源于 1960 年成立的江苏省交通厅测设队，其后历经改制成为江苏省交通规划设计院。集团于 2005 年完成事业单位改企，并于 2014 年在上海证券交易所挂牌上市。其发展历程中的重要节点包括在 2016 年更名为中设设计集团，以及在 2020 年 9 月再次更名为现用的华设设计集团。

作为一家综合性工程咨询集团，华设设计持有行业顶级的工程设计综合甲级资质，业务范围遍及公路、铁路、水运、民航等交通全行业。集团能够提供从战略规划、工程咨询、勘察设计到科研开发、检测监测、系统集成、运营维护的全生命周期一体化解决方案。在市政领域，集团依托其深厚的技术底蕴与丰富的项目经验，为城市基础设施建设与市政公用设施升级提供全面服务，有力助推了城市发展及其品质提升。

ESG 理念包含环境、社会和治理三大维度。环境维度核心在于评估企业运营对自然环境的影响，涵盖能源使用、温室气体排放、水资源管理、废弃物处理及生态保护等议题。社会维度侧重于企业与其员工、客户、社区等利益相关方的关系与责任，涉及员工权益、职业健康安全、多元包容、客户满意度及社区参与等方面。治理维度则关注企业内部的管理架构、决策机制、合规运营与风险控制，例如董事会的独立性与有效性、信息透明度、反腐败措施及战略执行等。该理念倡导企业在追求经济利润的

同时，需综合考量环境可持续性、社会福祉与良好治理，以期实现长远稳定发展并创造综合价值。

华设设计集团将“让世界更通达，让城市更宜居”作为企业使命，将 ESG 理念深度融入其战略规划与日常运营之中。集团以“高质牵引、合规经营、国际拓展”为指引，积极响应国家双碳等政策，顺应市场对绿色与可持续发展的需求。在具体的市政业务中，集团将 ESG 要素贯穿于项目全过程，从规划设计伊始即考量如何最小化环境影响、最大化社会福祉，并实现项目全生命周期的有效治理。实例包括在城市道路规划中优先建设生态廊道以减少生态干扰，以及在项目管理中建立严格的合规审查机制以确保进程合法。通过此种深度融合，集团旨在提升自身市场竞争力，塑造良好企业形象，并推动整个行业的可持续发展。

在市政项目设计中，华设设计将绿色低碳理念置于优先位置，积极推动基础设施的低碳化转型。于城市道路设计中，采用如透水性路面材料等新型材料与结构，以减少路面积水、降低内涝风险，同时促进雨水下渗与水资源循环。通过优化道路线形，减少不必要的弯道与坡度，有效降低了车辆行驶能耗。例如在某一城市快速路设计中，通过精准的路线规划，实现了车辆行驶里程约 15% 的缩减，进而降低了能源消耗与尾气排放。在市政桥梁设计中，则引入 LED 节能灯具等节能照明设备，相较传统灯具可实现约 70% 的节能效果，显著降低了运营能耗。同时，选用高强度、耐腐蚀的新型钢材与混凝土材料，提升了结构耐久性，减少了因频繁维修或重建导致的资源消耗与环境压力。某大型跨江桥梁项目通过使用新型高性能混凝土，成功将其设计使用寿命从 100 年延长至 120 年以上。

在水资源管理方面，华设设计于市政给排水系统规划中，高度重视水资源的可持续利用与循环。大力

推广雨水收集利用系统，在城市的广场、公园、学校及住宅小区等场所合理布设雨水蓄水池、雨水花园等设施。收集后的雨水经适当处理后，被用于道路冲洗、绿化浇灌及景观补水，从而提高了水资源的利用效率。某新建城区在规划中全面引入了雨水收集系统，预计每年可收集雨水约 50 万立方米，能够满足约 30% 的非饮用水需求。集团还积极参与污水处理设施的升级改造与优化设计，采用生物处理、膜处理等先进技术以提高处理效率与出水水质。在污水处理厂的设计中，注重能源回收与资源循环，例如通过厌氧发酵工艺将污水中的有机物转化为沼气，用于发电或供热，逐步实现能源的自给自足。某污水处理厂经升级改造后，其处理能力提升了 20%，能源回收量增加了约 30%，实现了环境效益与经济效益的协同增长。

在生态保护领域，华设设计在市政项目建设中实施了一系列旨在促进生物多样性的措施。在进行城市公园、湿地等生态景观项目的规划设计时，注重尊重并保护原有生态系统，通过保留和修复自然植被与水系，为野生动植物提供适宜的栖息环境。例如，在某城市湿地公园的建设中，项目团队在详细调研原有湿地生态后，制定了针对性的保护与修复方案，成功保留了 80% 以上的原生湿地植被，并合理规划了鸟类栖息地与鱼类洄游通道，最终吸引了多种珍稀鸟类前来栖息，显著提升了区域的生物多样性。对于市政道路、桥梁等线性基础设施，则设置了生态鱼巢、生态鱼道等设施。特别在跨越河流的桥梁设计中，会专门设计鱼道以保障鱼类的正常洄游，维护水生生态的平衡。道路沿线的绿化优先选用本地乡土植物，此举不仅降低了后期的养护成本，也为本地野生动物提供了食物来源和栖息地，进而促进了生物多样性的保护与发展。

第二节 中国交建

中国交建是经国务院批准，于 2006 年 10 月 8 日由中交集团整体重组改制并独家发起设立。该公司于 2006 年 12 月 15 日在香港证券交易所主板首发 H 股上市，成为首家实现整体海外资本市场上市的特大型国有基建企业。随后于 2012 年 3 月 9 日在上海证券交易所首发 A 股并成功回归 A 股市场。

作为全球领先的特大型基础设施综合服务商，中国交建在多个领域位居世界前列，包括港口、公路与桥梁的设计建设、疏浚业务、集装箱起重机制造以及海上石油钻井平台设计，同时也是中国最大的国际工程承包公司。公司在国资委年度考核中多次获评优秀，连续多年位居全球最大国际承包商中国企业首位，并在 2021 年《财富》世界 500 强中排名第 61 位。其承建的港珠澳大桥、上海洋山深水港、蒙内铁路、科伦坡港口城等工程享誉世界。公司的业务已遍及全球 157 个国家和地区，累计投资建设的基础设施项目超过 3000 个，修建的公路和铁路总里程超过 1.8 万公里。公司的突出亮点在于成功打造了港珠澳大桥、深中通道等超级工程，在全球基建领域树立了卓越声誉。同时，公司构建了 160 余个科技创新平台，并研发出“天鲲号”等代表国家实力的重大装备，展现出强大的科技创新能力。

中国交建制定了名为“134568”的总体发展思路，旨在持续提升其绿色低碳的品牌影响力，并与全社会共同推动绿色转型，探索一条高质量、低碳、科学且融合创新的央企实现“双碳”目标的路径。该总体思路涵盖了一个引领愿景，即立志成为“中国及全球交通基建领域绿色设计、施工与运营全生命周期碳中和解决方案的引领者”。设定了三个阶段的战略目标：到 2025 年，减排降碳工作取得突破性进展；展望 2030 年，取得实质性进展；展望 2060 年，为实现国家碳中和目标做出应有贡献，并成

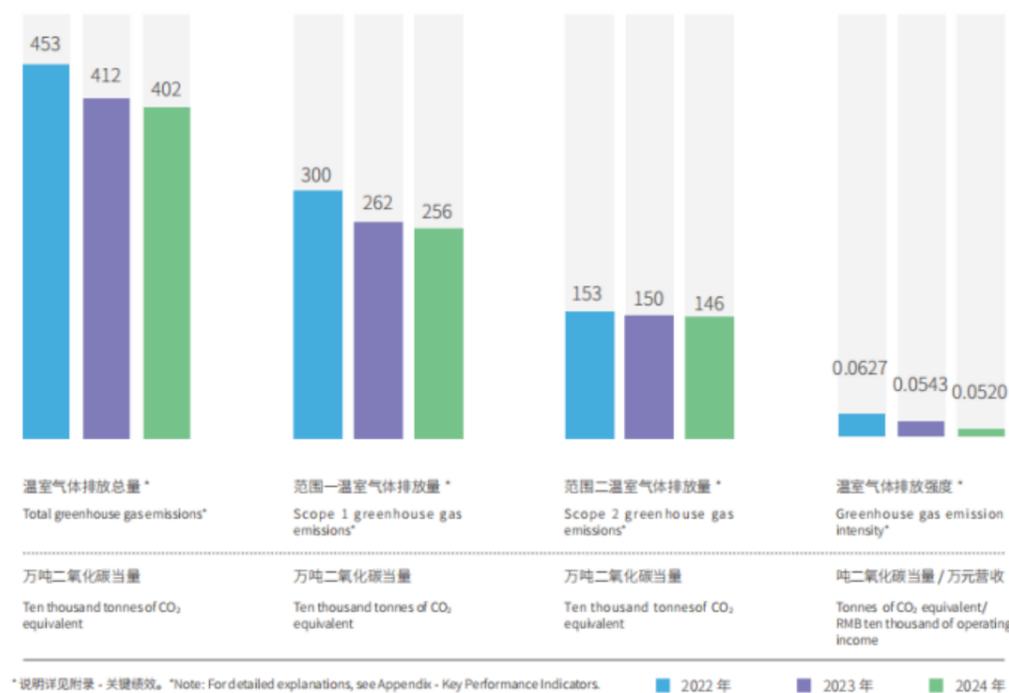
为全球领军企业。规划了四大实施手段，包括战略引领、考核推动、金融支持和市场机制。聚焦于五大业务领域，推动传统产业绿色转型、发展绿色装备与产业、开拓绿色金融、管理碳资产以及履行社会责任。构建了六大工作体系，覆盖战略规划、标准规范、技术创新、产业布局、金融工具和碳管理。部署了八项重大战略举措，从顶层设计、基础设施转型、绿色产业构建到国际合作与能力提升等方面系统推进。

在绿色低碳发展基础方面，公司持续推动传统交通基础设施业务的绿色转型，在绿色公路、航道、港口、机场及环境治理等领域累计完成数百个项目。同时，积极拓展流域治理、生态修复、海上风电、光伏发电等绿色新兴产业，近三年相关合同额、营业额和利润总额均实现显著增长。公司注重科技创新引领，在低碳施工技术、装配式建筑、绿色材料及环保装备等领域进行技术攻关。并积极参与构建绿色标准规范体系，累计主参编国家、行业及企业标准 18 项。特别地，公司于 2024 年 12 月发布《项目 ESG 评价指南（公路运营项目）》，并于 2025 年 2 月 19 日首次集中发布了 5 项绿色低碳企业标准，系统构建了港口工程和城市开发领域的碳排放测算技术体系。此外，公司通过设立多个国家级工程研究中心及专业化环保公司，不断完善绿色低碳发展的支撑体系。

在具体行动上，中国交建通过顶层规划进行引领，将“双碳”目标融入公司“三核五商”战略布局，并制定专项规划和行动方案。在基础设施绿色低碳转型行动中，公司致力于在全产业链推动绿色升级，具体措施包括：在设计咨询前端强化绿色引领；巩固水运业务的智能建造与运营；推进公路设施的低碳建设与运营，推广 BIM 等新技术、新工艺及装配化技术；推广轨道交通的绿色解决方案；探索机场业务的投建营绿色发展模式；促进低碳综合交通产业集群的融合，推动交通与能源基础设施协同发展；

加快在大城市业务中的绿色产业布局，推广装配式建筑；以及开展各类绿色低碳典型工程示范。

图 7：中国交建的碳排放表现



数据来源：中国交建 2023、2024 ESG 报告

在绿色新兴产业拓展方面，公司重点发展环境综合治理产业，打造水系统治理新模式，其中内蒙古乌梁素海工程被列为国家级典型案例。全面布局新能源基础设施的建设与运维，发展海上风电、光伏及配套储能业务。大力培育碳汇市场，参与林业碳汇，并深度参与编制了交通运输领域首个 CCER 方法学——《温室气体自愿减排项目方法学 公路隧道照明系统节能》。同时，探索开展绿色金融服务，设立转型基金，探索发行绿色债券。

在绿色低碳装备研发制造领域，公司致力于打造“中交绿色制造”品牌，研发节能低碳的施工装备，升级改造工程船舶以实现绿色智慧化，并智能提升港口机械的全生命周期低碳水平。科技创新驱动行动则聚焦于攻克零碳交通、新能源、碳捕集等关键核心技术，建立相关标准规范体系，并推动创新技术的成果转化与应用。

在碳资产管理与交易方面，公司通过开展碳资产盘点、建立碳资产管理平台，对碳足迹进行全过程监管。其标志性实践包括：于 2023 年 9 月完成中国交建首单、广西首单蓝碳交易；于 2024 年 11 月成功实现国内基建行业首笔公路施工阶段碳排放额度的内部交易。在全球绿色发展升级行动中，公司服务“一带一路”倡议，优化海外绿色产业布局，并致力于打造绿色低碳的国际品牌。最后，通过节能减排管理提升行动，公司致力于增强全员绿色意识、打造绿色供应链、开展绿色产品服务认证以及倡导绿色的生产生活方式。

为保障上述行动的落实，公司采取了多项措施：加强组织领导，成立由主要领导挂帅的领导小组；保障资金投入，鼓励各单位加大研发投入；加强人才队伍建设，完善“双碳”人才培养机制；强化责任落实，建立健全监督考核机制；并深化与国际国内机构的交流合作。

在社会责任履行方面，中国交建积极促进全球范围内的就业与人才培养。公司在全球创造就业超过 15 万人次，其海外项目的本地化雇佣率超过 80%。以肯尼亚蒙内铁路项目为例，该项目为当地培养了 100 多名留学生、1000 多名铁路运营管理人才及 5000 多名熟练技术工人。公司还实施了“铁路人才培养合作计划”，全额资助了 400 余名“一带一路”沿线国家的留学生。在助力社区发展方面，公司在国内积极投身于乡村振兴等事业，改善当地基础设施与生活条件。在海外，如秘鲁钱凯港项目，预

计每年将为秘鲁带来 45 亿美元收入，节约 20% 以上的物流成本，并创造 8000 多个直接就业岗位。

在文化交流与融合方面，公司坚持“心联通”的互联互通方式。2024 年，公司邀请了 300 余名外国记者访问中交总部或项目现场，并承办了中拉媒体合作论坛。同年，关于深中通道通车的报道总曝光量超过 90 亿人次，而以平陆运河为主题的全球直播活动触达了超过 6 亿粉丝。

在公司治理层面，中国交建建立了完善的 ESG 治理结构。在集团层面成立了社会责任与 ESG 工作委员会，在股份公司层面成立了董事会战略与投资及 ESG 委员会，由公司主要领导担任主任，形成了在党委会和董事会领导下，由委员会统筹推进，相关部门各司其职、协同落实的工作格局。在制度体系建设上，公司自 2021 年起陆续制定并印发了《中交集团社会责任管理办法》、《“中交助梦”行动方案》，并于 2023 年修订了社会责任管理办法，新制定了《中交集团 ESG 报告编制发布实施细则》、《中国交建 ESG 建设改进提升方案》。一个关键的治理举措是将社会责任和 ESG 工作绩效与高级管理人员的薪酬相挂钩，以推动 ESG 与业务的深度融合。在信息披露与沟通方面，公司在官网设立了专门栏目，不定期发布信息，召开业绩说明会，并积极参与高端论坛。自 2008 年起，公司已连续 17 年发布社会责任报告（连续 4 年获最高“五星佳”评级），并连续 4 年发布 ESG 报告（均获“五星”评级），期间还两次发布了“一带一路”专题社会责任暨 ESG 报告。

在供应链上游，中国交建对供应商实施绿色采购要求，倾向于选择提供环保材料、注重节能减排和清洁生产的供应商，并鼓励使用可回收、可降解的材料。公司还对供应商进行社会责任审查，确保其遵守劳工权益和安全生产等法规。此外，公司与主要供应商共同开展 ESG 培训，以提升整个产业链的 ESG 意识和实践能力。

在下游客户方面，中国交建致力于提供绿色解决方案，例如在港口建设中融入智能环保设备以降低能耗和排放。公司建立了客户反馈机制，积极收集客户关于项目环境和社会影响的意见，并以此优化项目实践。凭借其在行业内的领导地位，公司通过提供高质量、可持续的服务和产品，带动了整个行业对 ESG 因素的重视与标准提升。

中国交建通过系统化的 ESG 实践，在环境治理、社会责任和公司治理等领域取得了显著成效。公司以“134568”总体发展思路为指引，将可持续发展理念深度融入企业战略和日常运营，展现了大型央企在推动绿色低碳转型、促进社会和谐发展方面的责任担当。

写在最后

随着全球对可持续发展和社会责任关注度的提升，ESG（环境、社会、治理）理念已逐渐成为基建行业的重要议题。无论是在项目规划、建设过程，还是在长期运营中，基建行业的每一个环节都深受 ESG 因素的影响。实现更加绿色、负责、透明的运营，已成为行业发展不可或缺的一部分。

通过本白皮书的简要探讨，我们看到了基建行业在 ESG 领域的初步实践与努力。尽管挑战依然存在，但随着技术创新的不断推动和监管要求的逐步加强，我们相信基建行业将在环境保护、社会责任和良好治理方面取得更多进展。

在未来的发展中，基建行业应继续重视 ESG 的长期价值，不断优化相关策略和措施。只有在社会、环境和经济三者平衡的基础上，才能实现真正的可持续发展。

参考资料

1. WSP Global. Transforming Transportation in Seattle. 2019-2-14.
<https://www.wsp.com/en-us/insights/alaskan-way-viaduct-replacement-program#:~:text=The%20nearly%20two-mile-long%2C%20double-decked%20road%20tunnel%20replaces%20the,65%20years%20that%20is%20soon%20to%20be%20demolished.>
2. 德勤. 基建行业 2023 年 ESG 表现及发展建议.2024.
3. 工人日报. 暖心举措筑家园 凝心聚力促生产. 2025-3-22.
<https://www.workercn.cn/c/2025-03-22/8484568.shtml>.
4. 九派新闻. 为江豚绕道，桥梁巨擘中铁大桥局的“绿色情怀”. 2024-11-8.
<https://news.qq.com/rain/a/20241108A089QD00>.
5. 普华永道. 中国基础设施 REITs 可持续发展行动调研报告.2023.
6. 张菁, 高星林, 张苏娟, 郭峰超,李永奎. 从可持续发展到 E S G:重大交通基础设施的可持续性评价与研究展望.项目管理技术 (项目管理技术), 2025: 5-12.
7. 中华人民共和国生态环境部. 专家解读 | 在交通运输业和能源需求领域为何首推公路隧道照明系统节能方法学? . 2025-1-1.
<https://ccer.cets.org.cn/notice/noticeDetail?bulletinInfold=1339180433300131840>.
8. 中国重大工程建设项目 ESG 信息披露报告（2024）发布，凤凰网，2025-04-22
9. VINCI: REPORT OF THE BOARD OF DIRECTORS 2024
10. ICAS 英格尔认证. 绿色基建新潮流！汕尾广投率先获 ESG 认证，引领行业转型 . 2024-8-29.
https://www.sohu.com/a/804595243_121293412.

11. LyuYuelong. Life Cycle Carbon Emission Analysis of Buildings with Different Exterior Wall Types Based on BIM Technology. Buildings, 2025: 15.
12. 德勤. 基建行业 2023 年 ESG 表现及发展建议.2024.
13. 湖南省住房和城乡建设厅. 湖湘建造改革创新实践⑦湖南六建:算碳减碳,助力建筑业绿色低碳发展. 2024 年 6 月 18 日. https://zjt.hunan.gov.cn/zjt/gzdt/dfdt/202406/t20240618_33329779.html.
14. 西部重庆科学城. 多管齐下, 锚定建筑垃圾治理“小切口”, 撬动科学城建设环境“大提升”. 2024-11-8. https://admin.cq.gov.cn/ywdt/zwhd/bmdt/202411/t20241108_13781571.html.
15. 政府采购信息网. 北京: 探索政府采购项目将供应商 ESG 评级水平作为评审加分因素. 2024-6-26. <https://caigou2003.com/web/news/20240626/858275528308686849.html>.
16. 交通运输部办公厅发布.绿色交通标准体系.2022
17. 中国建筑. 国家深海基地保护海洋生态环境绿色施工案例. 2025. https://www.cscec.com.cn/whpc_new/shzr_new/zrsj_new/hjzr/201801/2790072.html.
18. 华强森、许浩、汪小帆、廖绪昌, 中国加速迈向碳中和水泥篇: 水泥行业碳减排, McKinsey & Company, 2024-10-26
19. 国务院安委会办公室.国务院安委会办公室关于印发《“十四五”全国道路交通安全规划》的通知.2022-7-21.https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgknr/202207/t20220728_419231.shtml?utm_source=chatgpt.com
20. 交通运输部,发展改革委.关于印发《绿色出行创建行动方案》的通知.2020-07-23
21. 牛津大学史密斯企业与环境学院,GIIA.牛津大学&全球基建协会 Global Sustainable Infrastructure Index.2021
22. 世界银行.Global Infrastructure Governance Report.2023
23. 欧洲环境署 (EEA) .Renewable Energy in Europe 2022
24. 2025 年全球建筑行业发展前景展望.《国际工程观察》2024 年第 55 期.2024-12-12.https://m.sohu.com/a/835902310_121123791/?pvid=000115_3w_a
25. 复杂山区铁路生态选线技术研究.中铁工程院.2023
26. 成渝中线高铁生态保护专章.国家林草局.2022
27. 成渝中线高铁地质灾害危险性评估报告.中铁科研院.2021
28. 中国亚洲象保护行动计划.国家林草局.2021
29. 京张高铁生态保护专项规划.中国铁路设计集团.2019
30. 中老铁路万象枢纽站工程建设报告.中国国家铁路集团.2023
31. Robotic Tunnelling in Bromford: Technical Specifications.Doc. HS2-RT-2024-11, pp.15-17.
32. Align JV Consortium (2023). HS2 Phase One Tunnelling Accuracy Report. Appendix B: Robotic System Performance.
33. 京雄城际铁路智能建造白皮书.中国国家铁路集团有限公司.2023-11
34. 张伟等 (中国铁建研究院) .基于北斗的铁路施工电子围栏系统设计与应用,铁道科学与工程学报.2023-08
35. 中国交通建设集团有限公司 2024 年环境、社会及管治报告
36. 中国中铁股份有限公司 2024 年环境、社会及管治报告暨社会责任报告
37. 中国铁建股份有限公司 2023 年社会责任报告

INTRODUCTION



关于上海现代服务业联合会

上海现代服务业联合会，是由本市主要从事服务业的行业协会、学会、商会等社会组织及企事业单位自愿组成的跨行业、跨领域的综合性枢纽型非营利社团组织。拥有会员单位1500余家，其中200余家为行业协会、学会、商会等社会组织，覆盖了金融、信息、科技、商务、生产、公共、专业服务等多个领域，基本囊括上海市服务业的所有行业。

以联合会为主发起设立了上海现代服务业企业促进中心、上海经贸商事调解中心、上海现代服务业发展研究院、上海现代服务业发展基金会、上海现代服务业标准创新发展中心等五个民非实体机构，并牵头成立长三角现代服务业联盟，具有全面服务社会、助推经济发展的综合实力和核心竞争力。

2024年3月，上海市商务委关于印发《加快提升本市涉外企业环境、社会和治理（ESG）能力三年行动方案（2024-2026年）》，明确上海现代服务业联合会承担着“加大对ESG理念的宣传力度”的主要任务。



关于荣续ESG智库研究中心

荣续ESG智库研究中心，致力于推动“绿色共赢”的可持续发展理念，成为企业ESG发展的长期伙伴。我们通过ESG行业研究、优秀案例研究、政策和标准研究、热点和趋势分析等，解决气候变化、环境、社会、公司治理等领域的信息缺乏或信息不对称的问题，为企业提供可落地、可复制、可持续的ESG解决方案，帮助企业践行ESG理念，创造长期价值。

荣续智库研究中心汇聚了各行业的ESG专家和研究员，他们在各自领域拥有丰富经验和卓越能力。这些专家大部分是来自品职教育的ESG持证学员。品职教育拥有超过百万的活跃ESG学习社群，以及超过3万名ESG人才组成的人才库，是荣续智库坚实的人才资源。

荣续智库将继续发挥行业经验，秉持深刻洞察力和强大执行力，帮助企业将ESG有效整合到核心战略中，助力企业在ESG领域实现突破，创造社会和经济双重价值。

ESG白皮书系列

- | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|--|
| 01 纺织服装行业ESG白皮书 | 13 包装印刷行业ESG案例白皮书 | 25 银行绿色金融行业ESG白皮书 | 37 酒旅行业ESG白皮书 | 49 基建行业ESG白皮书 |
| 02 食品饮料行业ESG白皮书 | 14 家电行业ESG白皮书 | 26 跨境电商行业ESG白皮书 | 38 零碳产城融合项目发展白皮书 | 50 气候金融ESG白皮书（基础篇） |
| 03 汽车行业ESG白皮书 | 15 美妆行业ESG白皮书 | 27 光储充行业ESG白皮书 | 39 零碳产城融合项目案例白皮书 | 51 气候金融ESG白皮书（实务篇） |
| 04 化工行业ESG白皮书 | 16 钢铁行业ESG白皮书 | 28 电子元器件分销行业ESG白皮书 | 40 白酒行业ESG白皮书 | 52 新能源汽车行业ESG白皮书（电池类） |
| 05 环保行业ESG白皮书 | 17 物流及航运物流行业ESG白皮书 | 29 建筑材料行业ESG白皮书 | 41 电力行业ESG白皮书 | 53 新能源汽车行业案例白皮书（电池类） |
| 06 新能源行业ESG白皮书 | 18 航空物流行业ESG白皮书 | 30 通信服务行业ESG白皮书 | 42 物业行业ESG白皮书 | 54 新能源汽车行业ESG白皮书（氢能·
甲醇·生物质·天然气·太阳能类） |
| 07 半导体行业ESG白皮书 | 19 建筑行业ESG白皮书 | 31 通信设备行业ESG白皮书 | 43 有色金属行业ESG白皮书 | 55 医养康行业ESG白皮书 |
| 08 医药行业ESG白皮书 | 20 储能行业ESG白皮书 | 32 家居装饰行业ESG白皮书 | 44 零碳物流园区发展白皮书 | 56 公共建筑行业ESG白皮书 |
| 09 财会行业ESG白皮书 | 21 机械储能行业ESG白皮书 | 33 互联网教育行业ESG白皮书 | 45 零碳园区发展白皮书 | 57 智能制造行业ESG白皮书（航空航天） |
| 10 金融“一带一路”ESG白皮书 | 22 电化学储能行业ESG白皮书 | 34 医疗器械行业ESG白皮书 | 46 传媒行业ESG白皮书 | 58 微电网与虚拟电厂行业ESG白皮书 |
| 11 包装行业ESG白皮书 | 23 化学储能行业ESG白皮书 | 35 医疗卫生行业ESG白皮书 | 47 造纸行业ESG白皮书 | 59 中国企业出海ESG白皮书（更新版） |
| 12 印刷行业ESG白皮书 | 24 出海欧盟 行业ESG白皮书 | 36 康复辅具行业ESG白皮书 | 48 煤炭行业ESG白皮书 | 60 零碳园区案例白皮书（系列） |

合作咨询请联系
(扫码添加联系人)



欢迎关注荣续ESG智库研究中心
为您提供最新的ESG资讯
共同探索可持续发展的未来

