

国家开发银行 2026 年第一期
绿色金融债券（第一次增发）
发行前独立评估认证报告



联合赤道环境评价股份有限公司
Lianhe Equator Environmental Impact Assessment Co., Ltd.



国家开发银行 2026 年第一期绿色金融债券（第一次增发）发行前独立评估认证

发行人



国家开发银行

CHINA DEVELOPMENT BANK

联系电话: (86-10)6830 6688

地址: 北京市西城区复兴门内大街 18 号

邮编: 100031

认证机构



联合赤道环境评价股份有限公司

Lianhe Equator Environmental Impact Assessment Co., Ltd.

绿色债券标准委员会注册的评估认证机构

中国银行间市场交易商协会会员单位

气候债券倡议组织 (CBI) 认可的核查机构

国际资本市场协会绿色债券原则 (GBP) 观察员机构

联系电话: 022-58356822

地址: 天津市和平区曲阜道 80 号联合信
用大厦

邮编: 300042

认证总结

认证对象: 国家开发银行 2026 年第一期绿色金融债券（第一次增发）

认证标准:

- 《中国人民银行关于在银行间债券市场发行绿色金融债券有关事宜的公告》（中国人民银行公告〔2015〕第 39 号）；
- 《中国人民银行关于加强绿色金融债券存续期监督管理有关事宜的通知》（银发〔2018〕第 29 号）；
- 《绿色金融支持项目目录（2025 年版）》；
- 《绿色债券评估认证行为指引（暂行）》（中国人民银行、证监会公告〔2017〕第 20 号）；
- 《中国绿色债券原则》（绿色债券标准委员会〔2022〕第 1 号）；
- 《联合赤道绿色债券评估认证方法体系》（LEIS0002-2021）。

认证结论: 本期绿色金融债券符合上述标准要求，募集资金全部用于绿色项目，绿色等级为 G1。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例对可量化部分所产生的环境效益进行折算，再累计加和，本期绿色金融债券募集资金预计可实现减排二氧化碳（当量）109.09 万吨/年、节能量（替代标煤量）53.58 万吨/年、减排氮氧化物 257.17 吨/年、减排二氧化硫 189.56 吨/年、减排颗粒物 23.07 吨/年、削减化学需氧量 897.90 吨/年、削减总氮 574.88 吨/年、削减氨氮 496.40 吨/年、削减总磷 72.45 吨/年、建设充电桩 489 根、年产绿色甲醇 945.54 吨、年产绿氢 18.30 吨、建设供热管网 9.87 千米等环境效益。

报告编号: P-2026-23475

最终签发时间: 2025 年 5 月 11 日

修订版本: 01

编制: 张逸迪

校对: 王有臣

审核: 刘斯博

审定: 刘景允

1. 基本信息

1.1. 发行人介绍

国家开发银行（以下简称“开发银行”或“发行人”）是国家出资设立、直属国务院领导、支持中国经济重点领域和薄弱环节发展、具有独立法人地位的国有开发性金融机构。

开发银行以“增强国力、改善民生”为使命，紧紧围绕服务国家经济重大中长期发展战略，充分运用服务国家战略、依托信用支持、市场运作、保本微利的开发性金融功能，坚持凝聚共识、合力共建、合作共赢的开发性金融方法，筹集、引导社会资金，加大对重点领域和薄弱环节的支持力度，积极服务经济社会高质量发展。开发银行支持的领域主要包括：（1）基础设施、基础产业、支柱产业、公共服务和管理等经济社会发展的领域；

（2）新型城镇化、城乡一体化及区域协调发展的领域；（3）传统产业转型升级和结构调整，以及节能环保、高端装备制造等提升国家竞争力的领域；（4）保障性安居工程、巩固脱贫攻坚成果、乡村振兴、助学贷款、普惠金融等增进人民福祉的领域；（5）科技、人文交流等国家战略需要的领域；（6）“一带一路”建设、国际产能和装备制造合作、基础设施互联互通、能源资源、中资企业“走出去”等国际合作领域；（7）配合国家发展需要和国家经济金融改革的相关领域；（8）符合国家发展战略和政策导向的其他领域。

开发银行贯彻新发展理念，坚持开拓创新，发挥开发性金融在实现政府发展目标、弥补市场失灵、提高资源配置效率、平抑经济周期性波动等方面的作用，践行以人民为中心的发展思想，高质量服务国家战略、规划和政策目标，致力建设成为世界一流现代开发性金融机构，为经济社会持续健康发展提供有力的金融支持。截至 2024 年末，开发银行集团总资产 18.62 万亿元。

开发银行成立于 1994 年，目前在中国内地设有 37 家一级分行和 4 家二级分行，境外设有香港分行和开罗、莫斯科、里约热内卢、加拉加斯、伦敦、万象、阿斯塔纳、明斯克、雅加达、悉尼、布达佩斯等 11 家代表处。全行员工 1.2 万余人。旗下拥有国开金融、国开证券、国银金租、中非基金等子公司。

1.2. 认证机构介绍

联合赤道环境评价股份有限公司（以下简称“联合赤道”）成立于 2015 年，主要从事绿色债券第三方评估认证、绿色金融咨询和环保咨询业务，是通过绿色债券标准委员会

市场化评议注册的评估认证机构。核心技术力量包括多位省部级资深环保专家、注册咨询师、金融分析师以及 60 多位注册环评师，拥有行业领先的绿色金融咨询服务能力。作为国内绿色金融第三方评估认证机构之一，联合赤道发挥人员技术优势，结合评估认证经验及我国绿色金融发展实际，自主开发了绿色债券评估认证、企业主体绿色评级等一系列方法体系文件，用以指导绿色金融相关工作。联合赤道以《绿色债券评估认证行为指引（暂行）》及自主开发的《联合赤道绿色债券评估认证方法体系》（LEIS0002-2021）规范具体认证工作，从绿色债券的募集资金用途、项目评估与遴选、募集资金管理和存续期信息披露四项核心要素评估绿色债券的综合表现，对绿色债券进行评估认证。

目前，联合赤道已在多省市开展了百余项可持续发展类债券评估认证服务，包括绿色金融债、绿色公司债、非金融企业绿色债务融资工具、绿色资产支持证券、绿色债权融资计划、绿色市政专项债券等绿色债券种类，产业类别涉及节能降碳产业、环境保护产业、资源循环利用产业、能源绿色低碳转型、生态保护修复和利用、基础设施绿色升级、绿色服务和绿色贸易等领域，具有丰富的评估认证工作经验。

1.3. 债券基本信息介绍

开发银行本期拟发行规模为 100 亿元人民币、期限为 3 年的“国家开发银行 2026 年第一期绿色金融债券（第一次增发）”（以下简称“本期绿色金融债券”）。本期绿色金融债券募集资金将全部用于能源绿色低碳转型、基础设施绿色升级、生态保护修复和利用、环境保护产业和资源循环利用产业五类绿色产业项目（按投放金额由大到小排序）。

2. 认证范围

此次联合赤道受开发银行的委托，为本期绿色金融债券提供发行前独立评估认证服务。本次认证工作是对本期绿色金融债券的符合性提供一个专业评估，不包括本期绿色金融债券在财务方面的任何指标以及任何在债券投资方面的价值判断。

3. 认证内容

联合赤道的认证内容为开发银行本期绿色金融债券发行过程中涉及的如下方面：

- 募集资金用途、使用计划及管理制度；
- 信息披露与报告制度；
- 绿色项目的筛选标准和决策程序；

- 绿色项目募投清单及环境效益目标。

4. 认证标准

- 《中国人民银行关于在银行间债券市场发行绿色金融债券有关事宜的公告》（中国人民银行公告〔2015〕第39号）；
- 《中国人民银行关于加强绿色金融债券存续期监督管理有关事宜的通知》（银发〔2018〕第29号）；
- 《绿色金融支持项目目录（2025年版）》；
- 《绿色债券评估认证行为指引（暂行）》（中国人民银行、证监会公告〔2017〕第20号）；
- 《中国绿色债券原则》（绿色债券标准委员会〔2022〕第1号）；
- 《联合赤道绿色债券评估认证方法体系》（LEIS0002-2021）。

5. 责任

5.1. 发行人的职责

开发银行的职责是接受联合赤道认证团队的访谈和尽职调查，为联合赤道此次认证工作提供相应的信息数据和制度文件，并确保其提供的信息数据和制度文件真实有效。

5.2. 认证方的职责

联合赤道的职责是在开发银行提供的信息数据和制度文件基础上，结合访谈和尽职调查，针对认证内容是否在所有重要方面符合认证标准实施认证，并出具认证结论，向开发银行和相关方披露本期绿色金融债券是否符合前述标准中的相关要求。

6. 认证工作

联合赤道本次认证工作主要包括以下方面：

- 评估开发银行针对本期绿色金融债券发行制定的管理政策和流程；
- 访谈相关业务部门的负责人员，了解开发银行政策和流程相关的关键事项；
- 审查与本期绿色金融债券资金使用与管理相关的政策文件；
- 审查与本期绿色金融债券募投项目评估及筛选相关的管理政策文件；

- 审查与本期绿色金融债券信息披露及报告相关的政策文件；
- 审查募投项目的相关文件，确认本期绿色金融债券募投项目清单是否合规；
- 审查相关计算的准确性；
- 获取及审查相应的证据，以支持关键性结论。

7. 认证发现

7.1. 发行人绿色信贷实施情况

联合赤道通过访谈及资料审核，全面了解开发银行在绿色产业项目贷款授信和风控方面的管理制度制定情况。

开发银行先后加入联合国全球契约、全球气候倡议等组织，并在 2013 年签署《中国银行业绿色信贷共同承诺》，倡导并坚持可持续发展和绿色信贷理念，积极参与全球应对气候变化行动。

开发银行制定了多个文件，从绿色信贷整体要求、环境和社会风险管理、重点信贷投向等方面提出了具体要求，对支持节能减排、环境保护和安全生产，特别是针对高耗能、高排放和产能过剩行业的信贷准入和退出政策、评审审批条件等有明确规定，指导全行开展低碳金融等绿色信贷业务。开发银行将环境和社会风险管理纳入全流程信贷管理，完善绿色信贷项目授信尽职调查、项目合规审查、授信审批、合同签订、资金拨付、贷后管理的要求。

近年来，开发银行大力实施绿色低碳金融战略，健全工作机制，明确工作目标，加强系统谋划，坚持创新驱动，聚焦主责主业，持续加大对绿色低碳重点领域的支持力度，积极为实现人与自然和谐共生的现代化贡献开发性金融力量。

开发银行把实施绿色低碳金融战略作为发展战略和“十五五”业务发展规划的重要内容，运用绿色贷款、碳减排贷款、绿色金融债券等多种方式，持续做好对绿色低碳循环发展重点领域的融资支持。将绿色发展理念嵌入公司治理、企业文化、业务发展、经营管理等各方面，健全绿色贷款管理机制，创新绿色金融产品，强化人才队伍建设，加强考核激励约束，开展绿色办公运营，深化绿色金融国际合作，持续推进绿色金融发展。

开发银行贯彻落实党中央、国务院关于做好绿色金融等“五篇大文章”决策部署，持续健全完善绿色金融政策体系，先后印发实施《实施绿色低碳金融战略支持碳达峰碳中和行动方案》《做好绿色金融大文章行动方案》以及《关于支持美丽中国建设的工作措施》，

系统健全绿色金融管理体制机制，持续推动环境、社会和治理（ESG）要求在全流程落地，推动绿色金融业务高质量发展。

开发银行将 ESG 管理纳入投融资活动全流程，在客户评级、项目尽调、授信审查、贷后管理等各环节均明确工作要求。持续完善 ESG 风险管理机制，加强对 ESG 风险的评估和识别。实施“有保有控”的差异化信贷管控措施，对于不符合要求的“两高一低”项目不予支持。

开发银行立足基础设施银行职能定位，聚焦促进经济社会发展全面绿色转型和美丽中国建设，助力降碳、减污、扩绿、增长协同推进。积极支持清洁能源发展和传统能源清洁低碳转型。大力支持绿色交通、环境基础设施等基础设施绿色升级。积极助力产业优化升级和绿色低碳创新，支持绿色制造和服务体系建设。推进可持续发展挂钩贷款支持高标准农田建设。探索采用用水权、排污权等资源环境权益搭建信用结构实现项目落地。持续助力深入打好污染防治攻坚战，加大对长江大保护、黄河流域生态保护等重点领域支持力度。大力支持山水林田湖草沙一体化保护修复和林草生态建设，助力提升生态系统质量和稳定性。

经审核，开发银行具有完善的绿色产业项目贷款授信和风控等制度规定，在绿色信贷方面具有良好的基础条件。

7.2. 募集资金使用与管理

7.2.1 募集资金管理

联合赤道依照认证标准对资金使用及管理的相关要求，查看了本期绿色金融债券募集说明书、《国家开发银行人民币绿色金融债券管理办法（2025 年版）》等系列文件，结合访谈，全面审查开发银行在资金使用及管理方面的政策。

在资金使用及管理方面，开发银行建立了完善的控制体系：

为指导和规范国家开发银行人民币绿色金融债券管理，明确管理职责和工作要求，进一步明确开发银行绿色金融债券募集资金内部管理要求，确保绿色金融债券募集资金用于支持绿色产业，开发银行制定了《国家开发银行人民币绿色金融债券管理办法（2025 年版）》，严格按照相关法律、行政法规和规范性文件的要求对募集资金进行管理。

总体时间安排上，开发银行承诺在募集资金到账后一年内完成所有募集资金的项目投放。具体进度上，将按照贷款的实际投放进度进行安排。另外，募集资金闲置期间，开发银行可以按照《中国人民银行公告（2015）第 39 号》和人民银行其他相关规定，将募集

资金投资于非金融企业发行的绿色债券以及具有良好信用等级和市场流动性的货币市场工具。

开发银行总行有关部门及分行对绿色金融债券募集资金的到账、拨付及资金收回加强管理，在债券存续期内全部用于绿色项目。开发银行对绿色金融债券所支持的绿色项目的资金使用情况和所支持项目的环境效益进行跟踪、监控。

本期绿色金融债券存续期间，开发银行将聘请独立第三方评估认证机构开展年度跟踪认证，对绿色金融债券支持绿色项目发展及其环境效益影响等实施持续跟踪评估，以确保债券募集资金全部投向绿色项目，资金管理要求符合相关标准，所投项目的环境和社会影响符合投资人预期。

7.2.2 募集资金使用

开发银行本期绿色金融债券拟发行规模为 100 亿元人民币，期限为 3 年期。针对本次发行，开发银行建立了合格的绿色项目清单，遴选 95 个绿色项目，拟投放规模总计 106.69 亿元，能够满足本期绿色金融债券发行额度要求。开发银行本期绿色金融债券募集资金使用计划详见表 1。

表 1 本期绿色金融债券募集资金使用计划

序号	项目类别	项目数量 (个)	拟投放金额 (万元)	
1	环境保护产业	工业厂矿大气污染物无组织排放控制	1	3,000.00
2		建设用地污染治理	1	5,000.00
3		危险废物处理处置	1	5,000.00
4		园区污染治理集中化改造	2	30,000.00
5	资源循环利用产业	矿产资源综合利用	1	10,000.00
6		水资源高效及循环利用	1	100.00
7		工业固体废弃物综合利用	1	1,000.00
8		垃圾资源化利用	1	10,000.00
9	能源绿色低碳转型	风力发电装备制造	1	5,000.00
10		新型储能产品制造	1	5,000.00
11		风力发电设施建设和运营	3	10,600.00
12		太阳能利用设施建设和运营	1	1,899.00
13		大型水力发电设施建设和运营	1	20,000.00
14		核电站及核能综合利用设施建设和运营	5	354,000.00
15		氢能基础设施建设和运营	2	2,300.00
16		热泵设施建设和运营	2	8,340.00
17		新型储能设施建设和运营	2	14,000.00
18		智能电网建设和运营	3	70,000.00

19	生态保护修复 和利用	农作物种植保护地、保护区建设和运营	5	37,000.00
20		森林资源培育和经营	2	10,000.00
21		采煤沉陷区综合治理	4	80,600.00
22		土地综合整治	8	111,552.00
23		矿山地质环境恢复治理和生态修复	1	3,000.00
24	基础设施绿色 升级	绿色建筑建设和运营	17	87,500.00
25		充电、换电和加气等设施建设和运营	3	14,000.00
26		智能交通体系建设和运营	4	13,569.15
27		城乡客运系统建设和运营	3	7,981.21
28		环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造	4	35,500.00
29		多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营	5	45,000.00
30		绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营	4	19,000.00
31		城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造	5	47,000.00
合计			95	1,066,941.36

经审核，联合赤道认为开发银行按照认证标准要求建立了完善的资金使用与管理制度流程，在募集资金使用与管理方面表现优秀。

7.3. 项目评估与筛选

7.3.1 项目评估筛选制度

联合赤道依照认证标准对项目评估及筛选的相关要求，审阅了本期绿色金融债券募集说明书、《国家开发银行人民币绿色金融债券管理办法（2025年版）》等系列文件，结合访谈，全面审查开发银行项目评估及筛选方面的政策，现场抽查了募投项目的合规性文件。

在项目筛选和决策程序上，开发银行建立了完善的控制体系：

对于绿色项目筛选，开发银行将依据《绿色金融支持项目目录（2025年版）》中的分类标准，参考绿色信贷统计标准及国际主要绿色金融标准，建立开发银行绿色产业项目判定流程及标准，并将根据实际情况对绿色金融债券项目目录进行更新。

开发银行在绿色项目决策程序方面，总体原则是：选取国家、地区重点项目，具备一定的规模效应；选取评审、合同签订等各阶段绿色债券项目，保障用款进度的同时，积极鼓励绿色项目的评审承诺，在项目类型、区域选择上坚持多元化原则。尽职调查、贷后管理、危机处理、资产保全等全过程，依据开发银行已有授信审批流程的相关规定执行。

开发银行在绿色项目决策程序方面的具体筛选标准为二级绿色评审机制，机制分为项目初选及项目复核两个阶段，项目初选由各分行负责，项目复核由总行负责。第一级初审根据《绿色金融支持项目目录（2025年版）》中的绿色产业类别进行项目初选并上报；第二级复审由相关部门复审、调整、确认最终的项目清单。

7.3.2 项目绿色属性符合性分析

开发银行本期绿色金融债券拟发行规模为 100 亿元，期限为 3 年。针对本期绿色金融债券的发行，开发银行建立合格绿色项目清单，遴选 95 个绿色项目，拟投放金额合计约人民币 106.69 亿元，能够满足本期绿色金融债券发行额度要求。募投项目涉及环境保护产业、资源循环利用产业、能源绿色低碳转型、生态保护修复和利用、基础设施绿色升级五类绿色产业项目，项目绿色属性分析如下：

(1) 环境保护产业类项目

本期绿色金融债券募集资金拟投放于工业厂矿大气污染物无组织排放控制，建设用地污染治理，危险废物处理处置，园区污染治理集中化改造类项目。

1) 工业厂矿大气污染物无组织排放控制

工业厂矿露天稀土储料场在堆存、装卸等环节易产生粉尘无组织逸散。工业厂矿大气污染物无组织排放控制类项目根据国家环保政策要求，通过采用防风抑尘网与封闭围挡相结合等方式封闭料场，并应用抑尘与粉尘监测等综合措施，从源头削减颗粒物排放，提升了粉尘收集与抑制效率，有助于改善区域大气环境质量。

2) 建设用地污染治理

建设用地污染治理类项目通过阻断污染扩散链、清除毒性物质与重构微生物群落，恢复土地原有的碳汇与蓄水等生态功能，防止污染向周边“二次扩散”。本期绿色金融债券募投项目中的此类项目紧挨松辽化工和大化污染地块，采用固化稳定化、异位氧化、淋洗等工艺对区域污染土地开展治理修复，避免挥发性有机物通过扬尘、挥发等途径威胁周边居民呼吸与接触安全，土壤中的重金属等污染物如持续下渗将污染地下水并威胁饮用水源，实现土地的安全利用，并保护区域水生态。

3) 危险废物处理处置

危险废物若未经妥善处理，其有毒有害物质将通过渗漏、扩散等途径长期污染土壤与地下水，并可能通过食物链富集，对人体健康和生态系统造成持续性、累积性危害。危险废弃物处置类项目通过专业化、集中化的技术手段，将有毒有害废弃物彻底无害化、减量化并回收资源，从而阻断其对土壤、地下水及食物链的长期、累积性污染。本期绿色金融债券募投项目通过开发低品质硫磺和脱废液焚烧制酸新工艺，可一次性解决氨法湿式氧化脱硫工艺产生的低品质硫磺的回收利用及脱硫废液的后处理问题，使得硫资源得到有效利用，脱副盐废液得到无害化有效处理。制取的硫酸可继续用作硫酸铵装置生产硫酸铵的原料，

实现了资源循环利用及环境保护的双重目标，符合国家发展绿色循环经济政策和环保要求。

4) 园区污染治理集中化改造

园区污染治理集中化改造类项目将分散治理转为集中管控，实现减污降碳的规模效益。本期绿色金融债券募投项目通过建设公共管廊统一输送物料，从源头杜绝“跑冒滴漏”；雨水管网实现清污分流，避免稀释高耗能处理；分质供水系统减少优质水资源占用。集中式设施的单位能耗与占地远低于企业分散处理，且为余热共享、废物交换等循环经济提供载体。此举以集约化替代粗放式，显著降低环境风险与碳足迹。本期绿色金融债券募投项目通过建设工业污水处理厂、铺设管网等方式，对园区污水开展集中管控与治理，改善园区环境并促进水资源循环利用。

(2) 资源循环利用产业类项目

本期绿色金融债券募集资金拟投放于矿产资源综合利用、水资源高效及循环利用、工业固体废弃物综合利用、垃圾资源化利用类项目。

1) 矿产资源综合利用

矿产资源综合利用类项目通过技术手段将传统意义上的“废石”“尾矿”或“低品位矿”转化为可用的二次资源，从而从源头上减少了对原生矿产的开采需求与生态扰动，降低了尾矿堆存所占用的土地资源及潜在的重金属、酸性水等环境风险，显著提升了单位矿产资源的环境产出效益。本期绿色金融债券募投项目采用氢基矿相转化技术，通过转化磁性铁矿物，实现对铁矿石采选环节遗留的历史陈废中贫氧化矿石的回收利用，提高了精矿产量。

2) 水资源高效及循环利用

本期绿色金融债券该类募投项目提取煤矿疏干水为工厂提供生产用水，一方面避免了疏干水直排带来的土壤与地下水污染；另一方面以再生水替代新鲜地表水或地下水开采，缓解缺水地区水资源供需矛盾。相比长距离调水或海水淡化，疏干水处理能耗更低、成本更优，整体构建了“矿井废水—工业用水—水循环体系”的绿色闭环，实现了水资源集约节约与减污降碳的协同效益。

3) 工业固体废弃物综合利用

工业固体废弃物综合利用类项目将生产过程中产生的固体“废物”重新转化为可用的资源，从源头上减少了对原生资源的开采，避免了废弃物堆存对土地和环境的占用污染，并降低了全生命周期的碳排放。本期绿色金融债券募投项目通过对煤制油气化工艺中澄清

槽底部的灰浆进行气化细渣脱水干化改造，将气化细渣进一步转化为燃烧炉原料，实现了工业固废的减量化、无害化与能源化。

4) 垃圾资源化利用

垃圾资源化利用类项目将垃圾转化为可循环资源。本期绿色金融债券该类募投项目为生活垃圾综合治理项目，对填埋场历史垃圾进行开挖筛分：轻质可燃物送焚烧厂能源化利用；合规腐殖土用于矿山复绿，不合规部分进行土壤修复；无机骨料就地回填，渗滤液达标排放，释放了被占用的土地资源，并将垃圾转化为能源与生态修复材料，实现了环境效益与资源效益的统一。

(3) 能源绿色低碳转型类项目

本期绿色金融债券募集资金拟投放于风力发电装备制造，新型储能产品制造，风力发电设施建设和运营，太阳能利用设施建设和运营，大型水力发电设施建设和运营，核电站及核能综合利用设施建设和运营，氢能基础设施建设和运营，热泵设施建设和运营，新型储能设施建设和运营，智能电网建设和运营类项目。

1) 风力发电装备制造

风力发电装备制造类项目作为清洁能源产业链的上游环节，虽然装备制造本身会消耗钢材、稀土等材料并产生一定的碳排放与工业固废，但一台风力发电机组运行 6-12 个月所发出的清洁电力，即可抵消其在原材料开采、零部件加工、整机组装及运输全过程产生的碳排放。同时，该类项目通过信息化、规模化生产，可产出更大型、更高效的风电机组配套设施，为风电场提供风电叶片等清洁能源装备，以支持能源结构从高碳向低碳转型。

2) 新型储能产品制造

新型储能产品制造类项目为可再生能源的高效消纳与稳定并网提供了关键支撑，从而在电力系统层面实现了显著的减碳与提效价值。虽然储能电池的制造过程本身会消耗锂、钴、石墨等材料，并产生一定的能耗与碳排放，但储能系统通过平抑风电、光伏的间歇性与波动性，大幅减少了弃风、弃光现象，使更多清洁电力得以替代化石能源发电。此外，该类项目通过高效热管理系统、智能化电池管理平台等技术创新持续提升储能系统的循环寿命与能量效率，降低度电存储成本与材料消耗，并推动退役电池的梯次利用与绿色回收。新能源电池生产基地则通过制造环节的绿电替代、溶剂闭环回收、余热利用及废水近零排放等技术，实现了生产过程的低碳化与资源高效循环。

3) 风力发电设施建设和运营

风力发电是由风力发电机组通过风带动涡轮叶片转动，从而产生电力，是风能转化为机械能再转化为电能的过程。风能是一种清洁无污染的可再生能源，绿色环保，且风能蕴量巨大，发展风电对于推动我国可再生能源发展有着重要意义。我国风能资源丰富，风力发电项目充分利用可再生能源发电，可以替代火电等传统发电方式，大力节约宝贵的一次能源，对调整项目区域的能源结构、降低一次能源依赖性起到重要作用。

4) 太阳能利用设施建设和运营

光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。太阳能作为清洁能源，具有就地取能、无污染、可再生的优点，清洁能源的利用对国家优化能源结构具有积极的推动作用。光伏发电项目在运营过程中几乎不产生二氧化硫、氮氧化物、烟尘等对水体、空气和土壤等自然环境造成影响的污染物，也不产生二氧化碳等温室气体，与火力发电相比，对环境产生的影响非常小，具有较好的环境效益。

5) 大型水力发电设施建设和运营

水力发电是一种利用水流运动的动能转换成电能的发电方式。首先，水力发电是一种可再生能源，其利用自然界的水循环进行发电，不产生排放物，对环境影响较小，相比化石能源，水力发电具有显著的环保优势。其次，水力发电在运行过程中，不会产生温室气体排放，这符合绿色能源低碳排放的特性。同时，水电站的建设和运行还有助于改善河流生态环境，如修建鱼道、增殖站等，保护生物多样性。此外，水力发电还具有高效、稳定的特点，水电站可以根据需要调节发电量，适应电网负荷变化，是电力系统的重要调峰电源。综上所述，水力发电是一种绿色、环保、高效的能源形式，对于促进可持续发展、保护生态环境具有重要意义。

6) 核电站及核能综合利用设施建设和运营

核电站项目在运行过程中几乎不排放二氧化碳、二氧化硫等温室气体与空气污染物，相比燃煤、燃气发电，可大幅降低能源生产环节的碳排放，助力“双碳”目标实现；同时，核电燃料能量密度极高，少量燃料即可产生大量电力，能减少对煤炭、天然气等化石能源的依赖，缓解资源消耗压力，为能源结构转型提供关键支撑。

7) 氢能基础设施建设和运营

氢能是一种理想的清洁能源，无论是直接燃烧还是在燃料电池中的电化学反应，其产物只有水，且效率高。氢能也是一种良好的能源载体，具有清洁高效、便于存储和运输的特点。通过风光、生物质能等可再生能源制取“绿氢”，制得的“绿氢”可用于合成绿色

甲醇或替代化石能源等，显著减少二氧化碳和污染物排放，并促进绿氢在制、储、输、运、加、用等全链条的商业化运营，有效促进大规模绿电就地消纳，减少弃风、弃光现象，具有显著的绿色属性。

8) 热泵设施建设和运营

热泵是一种充分利用低品位热能的高效节能装置，热量可以自发地从高温物体传递到低温物体，但不能自发地沿相反方向进行。常见的热泵有空气源热泵、地下水源热泵、地表水源热泵等。本期绿色金融债券涉及的募投项目为复合型地源热泵项目，采用水蓄冷（热）等技术手段，在具备更高效、更稳定的节能效果的同时，可实现低温位热能向高温位热能的转移，从而提供供暖和制冷服务，且不对地下水及土壤产生污染，具有较强的节能降碳以及资源循环利用等绿色属性。

9) 新型储能设施建设和运营

储能电站的建设对于推动能源转型、保障电网稳定运行和促进可再生能源消纳具有至关重要的意义。随着风电、光伏等间歇性可再生能源大规模接入电网，储能系统能够有效平抑发电波动，实现电能的“削峰填谷”，在用电低谷时储存富余绿电，在高峰或发电不足时释放电力，显著提升电网调节能力和供电可靠性。同时，它可替代部分传统化石能源调峰电站，降低系统运行成本，并为电力系统提供调频、备用等辅助服务，增强电网韧性。此外，储能电站有助于优化能源结构布局，减少弃风弃光，是构建新型电力系统、实现“双碳”目标不可或缺的核心基础设施，堪称能源系统的“稳定器”和“调节池”。

10) 智能电网建设和运营

智能电网以信息通信技术、计算机技术、自动控制技术等为驱动，依托高速双向通信网络，整合先进传感测量技术、设备技术、控制技术、决策支持等技术，重塑电力系统运行模式，推动实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全。此类项目能平抑风电、光伏的间歇性，最大限度减少弃风弃光，从源头替代化石能源发电；同时通过柔性输电、动态无功补偿等技术降低输配电损耗，并依托需求侧响应引导用户错峰用电，减少高峰时段火电调用。其本质是以系统效率提升驱动全链条减碳，是构建新型电力系统的关键绿色基础设施。

(4) 生态保护修复和利用类项目

本期绿色金融债券募集资金拟投放于农作物种植保护地、保护区建设和运营，森林资源培育和经营，采煤沉陷区综合治理，土地综合整治，矿山地质环境恢复治理和生态修复

类项目。

1) 农作物种植保护地、保护区建设和运营

农作物种植保护地、保护区建设和运营类项目主要包括农田提质改造、高标准农田建设等。

农田提质改造通过土壤改良、节水灌溉、生态防护等工程与农艺技术集成，构建涵盖耕地地力提升、资源高效利用、环境友好与生态景观优化的系统性评价体系，其核心在于改善土壤理化性状与生物多样性，减少化肥、农业面源污染，增强水土保持与碳汇能力，推动农业生产方式向绿色低碳转型，最终实现农田生态健康、稳产高产与可持续发展相统一。

高标准农田建设可以提高粮食作物的单产和总产，增加粮食综合生产能力，缓解耕地资源紧张和粮食供需矛盾，增强抵御自然灾害和市场风险的能力；促进农业基础设施建设和技术装备更新，推动农业生产方式转变和管理模式创新，提高农业生产效率和质量效益，增强农业竞争力和可持续发展能力；降低农业生产成本和劳动强度，提高农产品附加值和市场占有率，拓展多元化经营收入渠道，实现土地增值和资产保值增值，改善农民生活条件和环境质量。

2) 森林资源培育和经营

本期绿色金融债券拟投的森林资源培育和经营项目为国家储备林建设项目，均符合国家及地方储备林建设规划。植树造林、森林抚育有利于增加森林面积，吸收二氧化碳等温室气体，释放氧气，调节气候，减轻水土流失，防风固沙，减少自然灾害的发生；有利于为众多动植物提供栖息地和生存空间，促进物种的繁衍和稳定；有助于保持水土，提高水资源的涵养能力，保障水资源的供应和质量；以带动林业相关产业的发展，如木材加工、森林旅游等，创造就业机会和经济效益。

3) 采煤沉陷区综合治理

采煤沉陷区治理是通过生态修复与居民安置解决煤炭开采引发地表沉陷问题的系统工程。采煤沉陷区综合治理的绿色核心，是通过生态修复与可持续利用相结合，将生态受损区域转化为绿色空间。其通过土地平整、植被重建等措施，可修复因沉陷破坏的土壤结构与植被系统，恢复区域水土保持能力、提升生物多样性，改善局部生态环境；同时，还能结合实际将治理后的土地用于建设生态公园、发展光伏农业或恢复耕地，在修复生态的同时创造生态价值与经济价值，实现“变废为绿”“治害兴利”的双重效益，助力区域生

态可持续发展。

4) 土地综合整治

土地综合整治类项目可以有效整合分散、闲置、低效的土地资源，提高土地利用率和产出率；有利于增加耕地面积，提升耕地质量，确保粮食安全和农业可持续发展；有利于推动城乡土地资源的合理配置，缩小城乡差距，助力城乡一体化进程；有利于构建良好的农村生态格局，减少土地退化和环境污染；有利于带动相关产业发展，增加农民收入，促进农村经济振兴，打造整洁美观的乡村环境，提高农村的吸引力和宜居性。

5) 矿山地质环境恢复治理和生态修复

矿山开采活动往往对原有的生态系统造成严重破坏，导致植被破坏、土壤退化、生物多样性丧失等问题。通过矿山生态环境恢复治理，可以重建植被覆盖，改善土壤质量，恢复生态系统的结构和功能，促进生态平衡的重建。另外，矿山生态环境恢复可以将废弃的矿山土地转变为具有经济价值的土地资源，提高土地的利用效率，为当地经济发展提供了新的机遇。

(5) 基础设施绿色升级类项目

本期绿色金融债券募集资金拟投放于绿色建筑建设和运营，智能交通体系建设和运营，充电、换电和加气等设施建设和运营，城乡客运系统建设和运营，环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造，多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营，绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营，城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营类项目。

1) 绿色建筑建设和运营

绿色建筑采用高效保温材料、节能门窗、智能照明等技术，可降低建筑能耗；利用太阳能光伏、地源热泵等可再生能源，减少对传统能源的依赖。绿色建筑通过雨水收集、中水回用等技术，可减少水资源消耗；同时采用节水器具和智能灌溉系统，提高用水效率。绿色建筑通过节能设计与清洁能源利用，可减少建筑全生命周期碳排放。本期绿色金融债券涉及绿色建筑类项目，均已取得建筑施工图设计说明文件，满足1星级及以上绿色建筑标准。

2) 智能交通体系建设和运营

智能交通体系建设，运用信息监控和管理系统，提升数字化管理水平。对各个停车场（库）车位进行智能化管理，实现城市智慧停车，统一管理分配和最大限度地利用停车资源，提高出行效率和体验，保证道路交通顺畅有序，减少车辆在道路上怠速、频繁启停产

生的尾气排放，有效减少环境污染。

3) 充电、换电和加气等设施建设和运营

在整个电动汽车发展的产业链中，电动汽车充电设施是产业链的重要环节，是电动汽车产业的发展基础。加快发展电动汽车产业基础设施建设，使充电基础设施的建设比汽车发展要适度超前已成为国内外电动汽车产业发展的共识。电动汽车充电设施建设是推动新能源汽车普及的关键因素之一，也是绿色出行“赋能续航”的重要基础，能够以清洁能源替换易污染型传统能源，助力交通出行用能结构的优化，进而有助于提高民众呼吸质量和健康指标，改善城市生态环境，帮助传统型城市向智慧型能源城市转型。

4) 城乡客运系统建设和运营改造

交通运输行业是全社会三大高碳排放行业之一，随着社会经济发展，交通运输行业将持续增长，运输电动化是实现低碳目标和应对气候变化的关键途径。地铁、新能源公交车等城乡轨道交通相对于私家车、出租车、公交车等其他交通工具而言，本身在节约能源、二氧化碳减排和污染物减排等方面效果显著；另一方面由于城乡轨道交通的广泛运用，一定程度上能降低甚至完全替代出行人员对私家车、出租车、公交车等其他交通工具的依赖，进一步节约能源并降低二氧化碳和污染物的排放，从而更好地促进低碳城市发展。

5) 环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造

由于铁路运输具有显著的集约化特征，其单耗水平明显低于公路、航空、海运等其他运输途径。电力机车不涉及化石燃料的燃烧，其大气污染物的直接排放量为零，常规内燃机车虽有大气污染物的排放，但得益于规模化的输运方式，其单位货运周转量和客运周转量的污染物排放水平仍低于其他交通方式。较其他交通方式，可更好地节约能耗并减少大气污染物的排放，具有良好的生态环境效益和绿色属性。

6) 多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营

多式联运类项目通常整合两种或两种以上的运输方式，通过无缝衔接完成货物从起点到终点的全程运输服务。多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营类项目通过优化运输结构，将高能耗、高排放的公路长途货运转移至铁路、水运等低碳方式，能显著减少公路拥堵、扬尘及氮氧化物排放。此类项目通过建设铁路专用线、港口集疏运体系及换装枢纽，打通衔接瓶颈，推动大宗货物运输向规模化、集约化转型，从源头降低全社会物流活动的碳足迹，是构建绿色低碳交通体系的关键路径。

7) 绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营

本期绿色金融债券涉及的该类募投项目已列入国家物流枢纽、国家骨干冷链物流基地建设名单。此类项目通过采用绿色建筑设计、环保保温系统设计、绿色节能制冷系统设计、热回收等建筑节能手段，配置分布式光伏—储能系统、光储充一体系统等绿色能源应用设备，辅以园区微电网系统、智能能效数字化管理系统等先进技术，在提升物流效率的同时，实现物流全链条的减碳、降耗与环保，助力物流行业绿色转型。

8) 城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造

集中供热管网项目通过整合供热资源，使用大容量、高效率的锅炉进行集中供热，替代了众多小型、低效的分散供热锅炉。这种方式有效减少了燃煤消耗和污染物排放。其次，集中供热管网项目提高了能源利用率。由于集中供热用的锅炉容量大、热效率高，且配备有较完善的除尘设备，因此相比分散供热，能够更高效地利用能源资源，减少了能源浪费。这不仅降低了供热成本，还减少了因燃烧产生的污染物总量，对改善城市空气质量有积极作用。集中供热项目往往与清洁能源发展相结合，如利用天然气、生物质能等清洁能源作为热源，进一步减少燃煤产生的环境污染。

综上所述，对照《绿色金融支持项目目录（2025年版）》，本期绿色金融债券募集资金拟投项目分类对应情况详见表2。

表 2. 本期绿色金融债券募投项目绿色符合性分析

项目类别	《绿色金融支持项目目录（2025年版）》	
环境保护产业	工业厂矿大气污染物无组织排放控制	2.环境保护产业-2.2 大气污染治理-2.2.4 工业厂矿大气污染物无组织排放控制
	建设用地污染治理	2.环境保护产业-2.4 土壤污染治理-2.4.2 建设用地污染治理
	危险废物处理处置	2.环境保护产业-2.5 其他污染治理和环境综合整治-2.5.2 危险废物处理处置
	园区污染治理集中化改造	2.环境保护产业-2.5 其他污染治理和环境综合整治-2.5.7 园区污染治理集中化改造
资源循环利用产业	矿产资源综合利用	3.资源循环利用产业-3.2 资源循环利用-3.2.1 矿产资源综合利用
	水资源高效及循环利用	3.资源循环利用产业-3.2 资源循环利用-3.2.2 水资源高效及循环利用
	工业固体废弃物综合利用	3.资源循环利用产业-3.2 资源循环利用-3.2.3 工业固体废弃物综合利用
	垃圾资源化利用	3.资源循环利用产业-3.2 资源循环利用-3.2.6 垃圾资源化利用

能源绿色低碳转型	风力发电装备制造	4.能源绿色低碳转型-4.1 新能源与清洁能源装备制造-4.1.1 风力发电装备制造
	新型储能产品制造	4.能源绿色低碳转型-4.1 新能源与清洁能源装备制造-4.1.8 新型储能产品制造
	风力发电设施建设和运营	4.能源绿色低碳转型-4.2 清洁能源设施建设和运营-4.2.1 风力发电设施建设和运营
	太阳能利用设施建设和运营	4.能源绿色低碳转型-4.2 清洁能源设施建设和运营-4.2.2 太阳能利用设施建设和运营
	大型水力发电设施建设和运营	4.能源绿色低碳转型-4.2 清洁能源设施建设和运营-4.2.4 大型水力发电设施建设和运营
	核电站及核能综合利用设施建设和运营	4.能源绿色低碳转型-4.2 清洁能源设施建设和运营-4.2.5 核电站及核能综合利用设施建设和运营
	氢能基础设施建设和运营	4.能源绿色低碳转型-4.2 清洁能源设施建设和运营-4.2.8 氢能基础设施建设和运营
	热泵设施建设和运营	4.能源绿色低碳转型-4.2 清洁能源设施建设和运营-4.2.9 热泵设施建设和运营
	新型储能设施建设和运营	4.能源绿色低碳转型-4.3 清洁能源设施建设和运营-4.3.2 新型储能设施建设和运营
	智能电网建设和运营	4.能源绿色低碳转型-4.3 能源系统安全高效运行-4.3.5 智能电网建设和运营
生态保护修复和利用	农作物种植保护地、保护区建设和运营	5.生态保护修复和利用-5.1 生态农林牧渔业-5.1.5 农作物种植保护地、保护区建设和运营
	森林资源培育和经营	5.生态保护修复和利用-5.1 生态农林牧渔业-5.1.9 森林资源培育和经营
	采煤沉陷区综合治理	5.生态保护修复和利用-5.3 国土综合整治-5.3.1 采煤沉陷区综合治理
	土地综合整治	5.生态保护修复和利用-5.3 国土综合整治-5.3.3 土地综合整治
	矿山地质环境恢复治理和生态修复	5.生态保护修复和利用-5.3 国土综合整治-5.3.4 矿山地质环境恢复治理和生态修复
基础设施绿色升级	绿色建筑建设和运营	6.基础设施绿色升级-6.1 建筑节能与绿色建筑-6.1.1 绿色建筑建设和运营
	智能交通体系建设和运营	6.基础设施绿色升级-6.2 绿色交通-6.2.4 智能交通体系建设和运营
	充电、换电和加气等设施建设和运营	6.基础设施绿色升级-6.2 绿色交通-6.2.3 充电、换电和加气等设施建设和运营
	城乡客运系统建设和运营改造	6.基础设施绿色升级-6.2 绿色交通-6.2.6 城乡客运系统建设和运营
	环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造	6.基础设施绿色升级-6.2 绿色交通-6.2.8 环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造
	多式联运系统与公转铁、公转	6.基础设施绿色升级-6.2 绿色交通-6.2.9 多式联运系

	水建设和运营	统与公转铁、公转水建设和运营
	绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营	6.基础设施绿色升级-6.3 绿色物流-6.3.1 绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营
	城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造	6.基础设施绿色升级-6.5 城乡能源基础设施-6.5.3 城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造

经审核，联合赤道认为本期绿色金融债券符合认证标准要求，项目评估筛选流程严谨，项目合规性文件齐全，开发银行在项目评估与筛选方面表现优秀。

7.4. 信息披露与报告

联合赤道依照认证标准中对信息披露的相关要求，审阅了本期绿色金融债券募集说明书、《国家开发银行人民币绿色金融债券管理办法（2025年版）》等系列文件，结合访谈，评估了开发银行在绿色金融债券信息披露方面的准备情况。

在信息披露与报告方面，开发银行建立了完善的信息披露机制，真实、准确、充分、及时地披露绿色金融债券有关信息，确保募集资金使用情况等信息公开透明。开发银行将按照《中国人民银行关于在银行间债券市场发行绿色金融债券相关事宜的公告》（中国人民银行公告〔2015〕第39号）及《中国人民银行关于加强绿色金融债券存续期监督管理有关事宜的通知》（银发〔2018〕第29号）相关规定，开展如下工作：

（1）本期绿色金融债券发行前信息披露

开发银行已在募集说明书中对本期绿色金融债券发行所要求的相关信息进行了披露，包括绿色产业项目类别、项目环境效益目标等。开发银行还聘请了具有资质的独立第三方机构进行绿色债券发行前评估认证，以确保债券募集资金全部投向绿色产业项目。同时，开发银行已在募集说明书中增加了绿色产业项目筛选标准及流程、资金管理以及信息披露的相关说明。

（2）本期绿色金融债券存续期间信息披露

本期绿色金融债券存续期间，开发银行将于每年4月30日前披露上年度募集资金使用情况年度报告以及本年度第一季度募集资金使用情况报告，并于每年8月31日、10月31日前分别披露本年度第二季度、第三季度募集资金使用情况报告，并聘请具有资质的独立第三方机构对募集资金的投放及回收情况、实际募投项目的发展及环境效益进行跟踪评估。

募集资金使用情况季度报告包括但不限于募集资金管理制度建设及执行情况，聘请第

三方评估认证机构情况。募集资金使用情况年度报告将全面说明年度募集资金的整体使用情况以及预期或实际的环境效益。

经审核，联合赤道认为开发银行按照认证标准要求建立了完善的信息披露制度，并聘请第三方机构针对本期绿色金融债券出具评估认证报告，开发银行在信息披露与报告方面表现优秀。

8. 募投项目环境影响评估

8.1. 产业政策分析

本期绿色金融债券拟投放募集资金用于环境保护产业、资源循环利用产业、能源绿色低碳转型、生态保护修复和利用、基础设施绿色升级五类绿色产业项目。

(1) 环境保护产业类项目

1) 工业厂矿大气污染物无组织排放控制

2019年5月，自然资源部办公厅 生态环境部办公厅发布的《关于加快推进露天矿山综合整治工作实施意见的函》提出统筹推进全国露天矿山综合整治工作：依法开展露天矿山综合整治。依法关闭违反资源环境法律法规、规划，污染环境、破坏生态、乱采滥挖的露天矿山；对污染治理不规范的露天矿山，依法责令停产整治，经相关部门组织验收合格后方可恢复生产，对拒不停产或擅自恢复生产的依法强制关闭；对责任主体灭失的露天矿山，因地制宜加强修复绿化，减少和抑制大气扬尘。全面加强矸石山综合治理，消除自燃和冒烟现象。本期绿色金融债券拟投项目中的工业厂矿大气污染物无组织排放控制类项目通过对露天稀土储料场采取防风抑尘措施，控制向大气排放的粉尘等污染物排放量，符合国家产业政策要求。

2) 建设用地污染治理

2024年11月，生态环境部等7部门联合发布《土壤污染源头防控行动计划》（以下简称《计划》），旨在加强土壤污染源头防控，切实保障人民群众吃得放心、住得安心，以土壤生态环境质量改善助力经济高质量发展。《计划》指出：保护优先，源头预防。严格保护未污染土壤，推动污染防治关口前移，强化空间布局、产业转型、清洁生产，健全土壤污染源头预防体系。问题导向，突出重点。聚焦重点区域和行业，因地制宜采取措施，开展一批专项行动，解决一批长期积累的土壤和地下水严重污染问题。本期绿色金融债券拟投项目中的建设用地污染治理类项目具有防治土壤污染扩散的环境效益，符合国家产业

政策要求。

3) 危险废物处理处置

2025年2月，生态环境部发布的《关于进一步加强危险废物环境治理 严密防控环境风险的指导意见》指出，要深化危险废物规范化环境管理。严格落实企业主体责任。产生、收集、贮存、运输、利用、处置危险废物的单位承担危险废物污染防治的主体责任，要严格落实危险废物污染环境防治相关法律制度和标准等要求，采取有效措施，减少危险废物的产生量、促进再生利用、降低危害性，提升危险废物规范化环境管理水平。本期绿色金融债券拟投资项目中的危险废弃物处置类项目通过工艺创新，实现了危险废弃物的减排与再利用，符合国家产业政策要求。

4) 园区污染治理集中化改造

2025年9月，工业和信息化部 国家发展改革委印发的《工业园区高质量发展指引》中指出，加快园区绿色设施建设。加强屋顶光伏、分散式风电、多元储能、充电桩等新能源基础设施的开发利用，探索构建工业绿色微电网、零碳能源供给系统和园区级数字化能碳管理中心。重点加强污水、垃圾、有害物收集处理等公共设施建设，推进原生资源协同利用，加快园区内固废收集、处置和综合利用能力建设，积极推进工业固废综合利用、再生资源循环利用。积极建设绿色工业园区，探索建设零碳园区。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的园区污染治理集中化改造类项目，符合国家产业政策要求。

(2) 资源循环利用产业类项目

1) 矿产资源综合利用

2016年12月，国土资源部发布的《国土资源部关于推进矿产资源全面节约和高效利用的意见》指出，坚持高效利用。在矿产资源勘查开发中，坚定高效利用就是节约的理念，对主共伴生矿产资源进行综合勘查、综合评价、综合开采和综合利用，推进优质优用、梯级利用和循环利用，推进废石等废弃物资源化利用，提高资源、经济和生态等综合效益。本期绿色金融债券拟投资项目中的矿产资源综合利用类项目通过尾矿开发，提高了精矿产量，符合国家产业政策要求。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》指出，提升矿产资源综合利用水平，全面推进绿色勘查和绿色矿山建设。

2) 水资源高效及循环利用

2023年8月，国家发展改革委印发的《国家发展改革委等部门关于进一步加强水资源节约集约利用的意见》提出，推动海水、矿井水、雨水等非常规水源利用。推进煤炭绿色

开采、保水开采，做好地下水保护，减少矿井疏干水量。矿区生产优先利用矿井水，将满足标准的矿井水用于周边工业生产、国土绿化、生活杂用、生态补水，统筹建设处理回用设施和管网。缺水地区探索实施煤炭生产矿井水配额制。本期绿色金融债券拟投资项目中的水资源高效及循环利用类项目将矿产开采过程所产生的地下疏干水转换为工厂生产用水，实现了矿井水的活用，符合国家产业政策要求。

3) 工业固体废物综合利用

2025年12月，国务院印发的《固体废物综合治理行动计划》指出，加强工业固体废物源头减量。严格落实产业、环保、节能等政策，依法依规淘汰落后产能。强化工业园区固体废物源头管控。大力推行绿色设计，支持企业改进生产工艺和装备，强化工业生产精细化管控，降低固体废物产生强度。推动重点行业固体废物产生量与综合消纳量逐步实现动态平衡。本期绿色金融债券拟投资项目中的工业固体废物综合利用类项目将工业固体废物转化为燃料，工业固废的减量化、无害化与资源化循环利用，符合国家产业政策要求。

4) 垃圾资源化利用

2024年2月，国务院办公厅《关于加快构建废弃物循环利用体系的意见》中明确提出，推进社会源废弃物分类回收。持续推进生活垃圾分类工作。完善废旧家电、电子产品等各类废旧物资回收网络。进一步提升废旧物资回收环节预处理能力。推动生活垃圾分类网点与废旧物资回收网点“两网融合”。因地制宜健全农村废旧物资回收网络。修订建筑垃圾管理规定，完善建筑垃圾管理体系。鼓励公共机构在废旧物资分类回收中发挥示范带头作用。支持“互联网+回收”模式发展。推动有条件的生产、销售企业开展废旧产品逆向物流回收。深入实施家电、电子产品等领域生产者回收目标责任制行动。加强城市园林绿化垃圾回收利用。加快城镇生活污水收集管网建设。本期绿色金融债券拟投资项目为生活垃圾综合治理项目，符合国家产业政策要求。

(3) 能源绿色低碳转型类项目

1) 风力发电装备制造

2022年1月，国家发展改革委 国家能源局发布的《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》指出，推动构建以清洁低碳能源为主体的能源供应体系。以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快推进大型风电、光伏发电基地建设，对区域内现有煤电机组进行升级改造，探索建立送受两端协同为新能源电力输送提供调节的机制，支持新能源电力能建尽建、能并尽并、能发尽发。本期绿色金融债券拟投资项目中的风力发电装备制造类

项目，通过风电场相关系统与装备，对推动风力发电全产业链发展具有重要意义，符合国家产业政策要求。

2) 新型储能产品制造

2025年2月，工业和信息化部 国家发展改革委等8部门联合印发的《新型储能制造业高质量发展行动方案》指出，面向中短时、长时电能存储等多时间尺度、多应用场景需求，加快新型储能本体技术多元化发展，提升新型储能产品及技术安全可靠、经济可行性和能量转化效率。加快锂电池等成熟技术迭代升级，支持颠覆性技术创新，提升高端产品供给能力。推动超级电容器、铅碳电池、钠电池、液流电池等工程化和应用技术攻关。发展压缩空气等长时储能技术，加快提升技术经济性和系统能量转换效率。适度超前布局氢储能等超长时储能技术，鼓励结合应用需求开发多类型混合储能技术，支持新体系电池、智能电池、储热储冷及新型物理储能等前瞻技术基础研究。本期绿色金融债券拟投资项目中的新型储能产品制造类项目本期绿色金融债券拟投资项目中的新型储能产品制造类项目，采用智能化生产模式，通过精准控制减少材料损耗、优化能耗结构、提升良品率，从而降低单位产品碳足迹，符合国家产业政策要求。

3) 风力发电设施建设和运营

2024年10月，国家发展改革委等六部门联合印发的《国家发展改革委等部门关于大力实施可再生能源替代行动的指导意见》提到，全面提升可再生能源供给能力，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，统筹推进水风光综合开发，在具备条件的农村地区积极发展分散式风电和分布式光伏发电，稳妥推动可再生能源有序替代传统化石能源。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的风力发电设施建设和运营类项目，符合国家产业政策要求。

4) 太阳能利用设施建设和运营

2024年10月，国家发展改革委等六部门联合印发的《国家发展改革委等部门关于大力实施可再生能源替代行动的指导意见》明确提出，全面提升可再生能源供给能力，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，推动海上风电集群化开发，科学有序推进大型水电基地建设，统筹推进水风光综合开发，就近开发分布式可再生能源，稳步发展生物质发电，推动光热发电规模化发展。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的太阳能利用设施建设和运营类项目，符合国家产业政策要求。

5) 大型水力发电设施建设和运营

2024年10月，国家发展改革委等六部门联合印发的《国家发展改革委等部门关于大力实施可再生能源替代行动的指导意见》明确提出，全面提升可再生能源供给能力，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设，推动海上风电集群化开发，科学有序推进大型水电基地建设，统筹推进水风光综合开发，就近开发分布式可再生能源，稳步发展生物质发电，推动光热发电规模化发展。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的大型水力发电设施建设和运营类项目，符合国家产业政策要求。

6) 核电站及核能综合利用设施建设和运营

2024年7月，国务院发布的《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提出，大力发展非化石能源。加快西北风电光伏、西南水电、海上风电、沿海核电等清洁能源基地建设，积极发展分布式光伏、分散式风电，因地制宜开发生物质能、地热能、海洋能等新能源，推进氢能“制储输用”全链条发展。统筹水电开发和生态保护，推进水风光一体化开发。积极安全有序发展核电，保持合理布局和平稳建设节奏。到2030年，非化石能源消费比重提高到25%左右。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的核电站及核能综合利用设施建设和运营类项目，符合国家产业政策要求。

7) 氢能基础设施建设和运营

2024年7月，国务院发布的《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提出：大力发展非化石能源。加快西北风电光伏、西南水电、海上风电、沿海核电等清洁能源基地建设，积极发展分布式光伏、分散式风电，因地制宜开发生物质能、地热能、海洋能等新能源，推进氢能“制储输用”全链条发展。统筹水电开发和生态保护，推进水风光一体化开发。积极安全有序发展核电，保持合理布局和平稳建设节奏。到2030年，非化石能源消费比重提高到25%左右。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的氢能基础设施建设和运营类项目，符合国家产业政策要求。

8) 热泵设施建设和运营

2024年7月，国务院发布的《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提出，大力发展非化石能源。加快西北风电光伏、西南水电、海上风电、沿海核电等清洁能源基地建设，积极发展分布式光伏、分散式风电，因地制宜开发生物质能、地热能、海洋能等新能源，推进氢能“制储输用”全链条发展。统筹水电开发和生态保护，推进水风光一体化开发。积极安全有序发展核电，保持合理布局和平稳建设节奏。到2030年，非化石能源消费比重提高到25%左右。本期绿色金融债券拟投资项目中的热泵设施建设

和运营类项目通过开发浅层地热能为建筑供暖制冷，替代传统燃煤燃气锅炉，显著降低化石能源消耗与碳排放，符合国家产业政策要求。

9) 新型储能设施建设和运营

2025年2月，工业和信息化部等八部门《新型储能制造业高质量发展行动方案》提出：支持开展新型储能配合调峰、调频等多场景应用。推动新能源集成新型储能和智能化调控手段建设友好型新能源电站。针对沙漠、戈壁、荒漠等新能源富集且本地消纳能力较低的地区，支持新型储能支撑可再生能源大规模消纳。加快推进共享储能，提升储能对电力系统的辅助服务能力。鼓励新型储能以独立储能主体参与电力市场。加快推动构网型储能应用，提升新型储能对电力系统稳定运行支持能力，加快在土地资源紧张或偏远地区推广替代型储能，减轻输变电投资压力，提升电网末端供电能力。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的新型储能设施建设和运营类项目，符合国家产业政策要求。

10) 智能电网建设和运营

2024年7月，国家发展改革委国家能源局、国家数据局印发《加快构建新型电力系统行动方案（2024—2027年）》，文件指出：鼓励各地结合应用场景，因地制宜建设智能微电网项目。在电网末端和大电网未覆盖地区，建设一批风光储互补的智能微电网项目，提高当地电力供应水平。在新能源资源较好的地区，建设一批源网荷储协同的智能微电网项目，提高微电网自调峰、自平衡能力，提升新能源发电自发自用比例，缓解大电网调节和消纳压力，积极支持新业态新模式发展。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的智能电网建设和运营类项目，符合国家产业政策要求。

（4）生态保护修复和利用类项目

1) 农作物种植保护地、保护区建设和运营

2025年2月，中共中央国务院发布《关于进一步深化农村改革扎实推进乡村全面振兴的意见》。文件指出：在“强化耕地保护和质量提升”部分要求，高质量推进高标准农田建设，优化建设内容，完善农民全过程参与项目实施机制，强化工程质量全流程监管。稳步推进盐碱地综合利用试点，加强东北黑土区侵蚀沟、南方酸化退化耕地治理。分类推进撂荒地复垦利用。在“加强农业防灾减灾能力建设”部分要求，加强平原涝区治理，推进农田水利设施建设和沟渠整治，加快修复灾毁农田及灌排设施。加强农田防护林建设。做好农作物病虫害监测预警和统防统治。提升森林草原防灭火能力。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的农作物种植保护地、保护区建设和运营类项目符合国家产业政策要求。

2) 森林资源培育和经营

2021年，国务院办公厅印发《关于科学绿化的指导意见》（国办发[2021]19号）指出，各地要对新造幼林地进行封山育林，加强抚育管护、补植补造，建立完善绿化后期养护管护制度和投入机制，提高成林率。国有林业企事业单位要科学编制森林经营方案，科学、规范、可持续开展森林经营活动。鼓励发展家庭林场、股份合作林场等，支持国有林场场外造林，积极推动集体林适度规模经营。实施森林质量精准提升工程，加大森林抚育、退化林修复力度，优化森林结构和功能，提高森林生态系统质量、稳定性和碳汇能力。加大人工针叶纯林改造力度，开展健康森林建设，增强松材线虫病等有害生物灾害防控能力。加强森林草原防火基础能力建设。实施草原保护修复重大工程，加快退化草原恢复，提升草原生态功能和生产能力。采取有偿方式合理利用国有森林、草原及景观资源开展生态旅游、森林康养等，提高林草资源综合效益。本期绿色金融债券拟投资项目中的森林资源培育和经营类项目为储备林项目，有助于增加森林面积、提升森林质量，带动林业相关产业的发展，符合国家产业政策要求。

3) 采煤沉陷区综合治理

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》指出，推进老工业基地、资源型地区转型发展，支持资源枯竭城市发展接续替代产业，推动采煤沉陷区、独立工矿区综合治理和整合利用。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的采煤沉陷区综合治理项目符合国家产业政策要求。

4) 土地综合整治

2024年12月，自然资源部依据《自然资源部关于学习运用“千万工程”经验深入推进全域土地综合整治工作的意见》（自然资发[2024]149号）等文件要求制定的《全域土地综合整治实施指南（试行）》要求，学习运用“千万工程”经验，充分发挥全域土地综合整治的平台作用，依据国土空间规划，以县域为统筹单元、以乡镇为基本实施单元，综合运用耕地占补平衡、城乡建设用地增减挂钩、农村集体经营性建设用地入市等政策工具，促进城乡要素平等交换、双向流动，优化农村地区国土空间布局，改善农村生态环境和农民生产生活条件，助推农村一二三产业融合发展和城乡融合发展，助力建设宜居宜业和美乡村。本期绿色金融债券拟投资项目中的土地综合整治类项目为乡村土整项目，符合国家产业政策要求。

5) 矿山地质环境恢复治理和生态修复

2024年8月，自然资源部发布《关于保护和永续利用自然资源扎实推进美丽中国建设的实施意见》（自然资发[2024]150号）指出，加大历史遗留废弃矿山生态修复治理，加强生产矿山生态修复监管；推动基于自然的解决方案应用，防止生态修复过度工程化，坚决遏制生态修复形式主义问题。本期绿色金融债券募投项目主要涉及荒山整理及综合利用，通过荒山流转、荒山整治及土壤改良措施，实现矿山生态系统恢复，改善土壤质量，将废弃的矿山土地转变为具有经济价值的土地资源，提高土地的利用效率。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的矿山地质环境恢复治理和生态修复类项目符合国家产业政策要求。

（5）基础设施绿色升级类项目

1) 绿色建筑建设和运营

2024年4月，国家发展改革委、住房城乡建设部印发《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》，提出到2025年，建筑领域节能降碳制度体系更加健全，城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准，新建超低能耗、近零能耗建筑面积比2023年增长0.2亿平方米以上。加快发展装配式建筑，提高预制构件和部品部件通用性，推广标准化、少规格、多组合设计。本期绿色金融债券拟投资项目中的绿色建筑建设和运营类项目均满足1星级及以上绿色建筑标准，符合国家产业政策要求。

2) 智能交通体系建设和运营

2024年11月，中共中央办公厅 国务院办公厅印发《中共中央办公厅 国务院办公厅关于推进新型城市基础设施建设打造韧性城市的意见》，要求推动智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展。以支撑智能网联汽车应用和改善城市出行为切入点，建设城市道路、建筑、公共设施融合感知体系。加快停车设施智能化改造和建设。聚合智能网联汽车、智能道路、城市建筑等多类城市数据，为智能交通、智能停车、城市管理等提供支撑。本期绿色金融债券拟投资项目中的智能交通体系建设和运营类项目为智能停车场建设或提升改造项目，符合国家产业政策要求。

3) 充电、换电和加气等设施建设和运营

2021年10月，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》，提出“交通运输绿色低碳行动”属于“碳达峰十大行动”之一，并规划了推动运输工具装备低碳转型、构建绿色高效交通运输体系、加快绿色交通基础设施建设三项重点行动。具体任务包括：积极扩大电力、氢能、天然气、先进生物液体燃料等新能源、清洁能源在交通运输领域应用；大力推广新能源汽车，逐步降低传统燃油汽车在新车产销和汽车保有量中的占比；有序推进充电

桩、配套电网、加注（气）站、加氢站等基础设施建设，提升城市公共交通基础设施水平等。本期绿色金融债券拟投资项目中的充电、换电和加气等设施建设和运营类项目为充电桩建设项目，对于带动新能源汽车的推广使用、推动清洁能源使用具有积极意义，符合国家产业政策要求。

4) 城乡客运系统建设和运营改造

2019年9月，中共中央 国务院印发的《交通强国建设纲要》要求，提高城市群内轨道交通通勤化水平，推广城际道路客运公交化运行模式，打造旅客联程运输系统。加强城市交通拥堵综合治理，优先发展城市公共交通，鼓励引导绿色公交出行，合理引导个体机动化出行。强化节能减排和污染防治。优化交通能源结构，推进新能源、清洁能源应用，促进公路货运节能减排，推动城市公共交通工具和城市物流配送车辆全部实现电动化、新能源化和清洁化。开展绿色出行行动，倡导绿色低碳出行理念。本期绿色金融债券拟投资项目中的城乡客运系统建设和运营改造类项目为轨道交通、绿色客运项目，可以支撑城乡居民绿色出行需求，符合国家产业政策要求。

5) 环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造

2019年9月，中共中央 国务院印发的《交通强国建设纲要》要求，打造绿色高效的现代物流系统。优化运输结构，加快推进港口集疏运铁路、物流园区及大型工矿企业铁路专用线等“公转铁”重点项目建设，推进大宗货物及中长距离货物运输向铁路和水运有序转移。推进电商物流、冷链物流、大件运输、危险品物流等专业化物流发展，促进城际干线运输和城市末端配送有机衔接，鼓励发展集约化配送模式。本期绿色金融债券拟投资项目中的环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造类项目为货运铁路项目，以规模化、电气化的铁路运输替代高能耗、高排放的公路货运，从源头大幅降低单位运输量的能耗与碳足迹，符合国家产业政策要求。

6) 多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营

2019年9月，中共中央 国务院印发的《交通强国建设纲要》要求，打造绿色高效的现代物流系统。优化运输结构，加快推进港口集疏运铁路、物流园区及大型工矿企业铁路专用线等“公转铁”重点项目建设，推进大宗货物及中长距离货物运输向铁路和水运有序转移。推动铁水、公铁、公水、空陆等联运发展，推广跨方式快速换装转运标准化设施设备，形成统一的多式联运标准和规则。推进电商物流、冷链物流、大件运输、危险品物流等专业化物流发展，促进城际干线运输和城市末端配送有机衔接，鼓励发展集约化配送模

式。因此，本期绿色金融债券拟投资项目中的多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营类符合国家产业政策要求。

7) 绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营

2024年，中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《有效降低全社会物流成本行动方案》指出加快物流绿色化转型。制定绿色物流重点技术和装备推广目录，支持物流枢纽场站、仓储设施、运输工具等绿色化升级改造。开展绿色物流企业对标达标行动。支持开展物流领域碳排放核算及相关认证工作，构建物流碳排放计算公共服务平台。扩大新能源物流车在城市配送、邮政快递等领域应用。研究中重型货车零碳排放技术发展路径。持续推进物流包装绿色化、减量化、可循环。推动建立船用清洁燃料供应保障体系。本项绿色金融债券募集资金拟支持的绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营类项目为绿色物流枢纽建设、提升项目，符合国家产业政策要求。

8) 城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造

2026年4月，《中共中央办公厅 国务院办公厅关于更高水平更高质量做好节能降碳工作的意见》提出，强化工业节能降碳。全面提升钢铁、有色、石化、化工、建材等重点行业能效水平，聚焦生产工艺、主要工序、重点设备等深入实施节能降碳诊断，组织实施一批工业节能降碳工程。深化工业园区节能降碳，推动供热、制冷等基础设施共建共享，加强企业间能量交换与梯级利用，支持钢化联产、炼化集成等跨行业耦合提效，开展生态工业园区建设，推进园区能源系统整体优化和资源集约节约循环利用。加强建筑节能降碳。结合老旧小区改造、清洁取暖等工作，积极推进既有建筑节能降碳改造，加强建筑运行节能降碳管理。建立建筑能效等级制度。深入推进供热计量改革，有序理顺供热价格，支持老化供热管网等设施设备更新改造和供热系统智能化升级，着力提升供热各环节能源利用效率。本项绿色金融债券募集资金拟支持的城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造类项目为老旧小区、工业园区等城镇集中供热建设、改造项目，符合国家产业政策要求。

综上分析，本期绿色金融债券募投项目符合产业政策要求。

8.2. 环境效益分析

本期绿色金融债券募投项目共计95个，涉及能源绿色低碳转型、基础设施绿色升级、生态保护修复和利用、环境保护产业和资源循环利用产业五类（按投放金额由大到小排序）。联合赤道根据环境影响评价相关规范、标准及导则要求，对开发银行募投项目部分可量化

的环境效益进行测算，募投项目产生的环境效益主要为减排二氧化碳（当量）、节能量（替代标煤量）、氮氧化物减排量、二氧化硫减排量、颗粒物减排量、削减化学需氧量、削减氨氮、削减总氮、削减总磷等。

经测算，本期绿色金融债券部分可量化的募投项目预计将实现减排二氧化碳（当量）7,348.45 万吨/年、节能量（替代标煤量）3,743.04 万吨/年、减排氮氧化物 15,631.64 吨/年、减排二氧化硫 9,721.49 吨/年、减排颗粒物 1,608.05 吨/年、削减化学需氧量 3,591.60 吨/年、削减总氮 2,299.50 吨/年、削减氨氮 1,985.60 吨/年、削减总磷 289.81 吨/年、建设充电桩 4,509 根、年产绿色甲醇 50,000.00 吨、年产绿氢 4,509.00 吨、建设供热管网 126.27 千米、建设供排水管网 185.14 千米、固碳量 16.50 万吨/年、释氧量 12.00 万吨/年、新建林地面积 36.26 万亩、采煤沉陷区治理面积 17,900.00 亩、复垦面积 3,000.00 亩、矿产资源综合利用量 195.00 万吨/年、垃圾回收量 30.00 万吨/年、循环利用固体废物 37.50 万吨/年、处理危险废物 37.20 万吨/年、生态修复面积 151.64 亩、土壤修复治理量 430.69 立方米、土地整治面积 8.82 万亩、高标准农田建设面积 17.19 万亩、输水规模 80,000.00 立方米/日。

按照项目拟投放金额占项目总投资的比例对可量化部分的环境效益进行折算，再累计加和，本期绿色金融债券拟投放资金预计可实现减排二氧化碳（当量）109.09 万吨/年、节能量（替代标煤量）53.58 万吨/年、减排氮氧化物 257.17 吨/年、减排二氧化硫 189.56 吨/年、减排颗粒物 23.07 吨/年、削减化学需氧量 897.90 吨/年、削减总氮 574.88 吨/年、削减氨氮 496.40 吨/年、削减总磷 72.45 吨/年、建设充电桩 489 根、年产绿色甲醇 945.54 吨、年产绿氢 18.30 吨、建设供热管网 9.87 千米、建设供排水管网 24.22 千米、固碳量 0.63 万吨/年、释氧量 0.45 万吨/年、新建林地面积 1.39 万亩、采煤沉陷区治理面积 6,874.52 亩、复垦面积 439.87 亩、矿产资源综合利用量 44.30 万吨/年、垃圾回收量 4.62 万吨/年、循环利用固体废物 0.95 万吨/年、处理危险废物 7.51 万吨/年、生态修复面积 64.50 亩、土壤修复治理量 121.27 立方米、土地整治面积 1.70 万亩、高标准农田建设面积 2.40 万亩、输水规模 566.31 立方米/日。

本期绿色金融债券募集资金拟投资项目环境效益分析如下：

（1）环境保护产业类项目

1) 工业厂矿大气污染物无组织排放控制

本期绿色金融债券拟投的工业厂矿大气污染物无组织排放控制项目为某储料场封闭工程，项目通过采用防风抑尘网与封闭围挡相结合等方式封闭料场，并应用抑尘与粉尘监

测等综合措施，从源头削减颗粒物排放，提升了粉尘收集与抑制效率，减少无组织排放，有助于改善区域大气环境质量。

2) 建设用地污染治理

本期绿色金融债券拟投的建设用地污染治理项目为某土壤修复工厂建设项目，项目采用固化稳定化、异位氧化、淋洗等工艺对区域污染土地开展治理修复，避免挥发性有机物通过扬尘、挥发等途径威胁周边居民呼吸与接触安全，土壤中的重金属等污染物如持续下渗将污染地下水并威胁饮用水源，项目预计修复治理土壤 430.69 万立方米。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，则此项目募集资金预计可实现修复治理土壤 121.27 万立方米。

3) 危险废物处理处置

本期绿色金融债券拟投的危险废物处理处置项目为某煤气净化浓溶液处理利用项目，项目通过开发低品质硫磺和脱废液焚烧制酸新工艺，一次性解决氨法湿式氧化脱硫工艺产生的低品质硫磺的回收利用及脱硫废液的后处理问题，使得硫资源得到有效利用，脱副盐废液得到无害化有效处理。制取的硫酸可继续用作硫铵装置生产硫酸铵的原料，实现了资源循环利用及环境保护的双重目标，项目建成后预计年处理危废 37.20 万吨。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，则此类项目募集资金预计可实现年处理危废 7.51 万吨。

4) 园区污染治理集中化改造

本期绿色金融债券拟投的园区污染治理集中化改造项目为园区配套设施提升项目，主要建设内容包括污水处理设施建设、供水、给水、雨水、污水等管网建设，项目建成后预计实现年减排化学需氧量 3,591.60 吨、减排总氮 2,299.50 吨、减排氨氮 1,985.60 吨、减排总磷 289.81 吨、建设供排水管网 166.14 千米。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，则此类项目募集资金预计可实现年减排化学需氧量 897.90 吨、减排总氮 574.88 吨、减排氨氮 496.40 吨、减排总磷 72.45 吨、建设供排水管网 24.08 千米。

(2) 资源循环利用产业类项目

1) 矿产资源综合利用

本期绿色金融债券拟投的矿产资源综合利用项目采用氢基矿相转化技术，通过转化磁性铁矿物，实现对铁矿石采选环节遗留的历史陈废中贫氧化矿石的回收利用，提高了精矿产量。项目建成后预计实现矿产资源综合利用量 195.00 万吨/年，按照项目拟投放金额占

项目总投资的比例进行折算，则此类项目募集资金预计可实现矿产资源综合利用量 44.30 万吨/年。

2) 水资源高效及循环利用

本期绿色金融债券拟投的水资源高效及循环利用项目为疏干水综合利用工程，对疏干水进行资源化利用后为企业生产用水，项目建成后输水规模为 8.00 万立方米/日，建设输水管道 19.00 千米。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，则此类项目募集资金预计可实现输水规模 566.31 立方米/日，建设输水管道 0.13 千米。

3) 工业固体废弃物综合利用

本期绿色金融债券拟投的工业固体废弃物综合利用项目为气化细渣脱水综合利用项目，项目通过对煤制油气化工艺中澄清槽底部的灰浆进行气化细渣脱水干化改造，将气化细渣进一步转化为燃烧炉原料，实现了工业固废的减量化、无害化与资源化，项目建成后预计循环利用固体废物 37.50 万吨/年。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，则此类项目募集资金预计可实现循环利用固体废物 0.95 万吨/年。

4) 垃圾资源化利用

本期绿色金融债券拟投的垃圾资源化利用项目为某生活垃圾场综合治理项目，项目建成后预计实现年处理垃圾 30.00 万吨。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，则此类项目募集资金预计可实现年处理垃圾 4.62 万吨。

(3) 能源绿色低碳转型类项目

1) 风力发电装备制造

本期绿色金融债券拟投的风力发电装备制造项目为某风机叶片制造项目，项目通过信息化、规模化生产，可产出更大型、更高效的风电机组配套设施，为风电场提供风电叶片等清洁能源装备，以支持能源结构从高碳向低碳转型。项目建成后，将实现年产 130 米级及以下风电叶片 240 套的产能。

2) 新型储能产品制造

本期绿色金融债券拟投的新型储能产品制造项目为某新能源电池制造项目，新型储能产品制造类项目为可再生能源的发展提供了关键支撑，从而在电力系统层面实现了显著的减碳与提效价值，项目建成后年产 10GWh 锂离子电池。

3) 风力发电设施建设和运营、太阳能利用设施建设和运营、大型水力发电设施建设和运营、核电站及核能综合利用设施建设和运营、氢能基础设施建设和运营、热

泵设施建设和运营

本期绿色金融债券拟投的上述类别项目包括光伏发电项目、风力发电项目、水电项目、核电项目、可再生能源制氢项目、可再生能源制甲醇项目以及热泵项目，上述项目建成投运后预计每年可减排二氧化碳（当量）7,338.32 万吨，节能量（替代标煤量）3,739.72 万吨，减排颗粒物 1,607.52 吨，减排 SO₂ 9,721.49 吨，减排 NO_x 15,556.96 吨，年产绿氢 4,509 吨，年产绿色甲醇 50,000 吨。按照资金投放占项目总投资比例折算，则此类项目募集资金预计可实现每年减排二氧化碳（当量）108.65 万吨，节能量（替代标煤量）53.44 万吨，减排颗粒物 22.93 吨，减排 SO₂ 189.56 吨，减排 NO_x 247.35 吨，年产绿氢 18.30 吨，年产绿色甲醇 945.54 吨。

4) 新型储能设施建设和运营

电化学储能项目具有能量存储、快速响应、精确功率跟踪等特性，在电网领域应用备受业界关注。作为顺应能源革命最具发展前景的灵活调节资源，储能是实现能源电力非完全实时平衡及综合高效治理新型电力系统突出问题的最佳“缓冲器”与“减震器”，是支撑新型电力系统的重要技术和基础装备。主要表现在：一是发挥大规模储能“顶峰”作用，保障能源电力安全供应；二是发挥储能“调峰”作用，提升新能源消纳能力，支撑高比例、规模化新能源接入电网；三是发挥储能有功/无功快速响应能力，提升电力系统调频、调压能力，有力支撑电网安全稳定运行。储能作为高比例可再生能源接入条件下增强电力系统灵活性、稳定性的重要手段，与光伏、风电配套发展将成为必然的发展趋势。风力发电、光伏发电可能会因天气条件的影响，进而影响电网的稳定，储能设施可以帮助恢复电网的稳定，优化发电的出力曲线，减少弃风弃光，接纳更多的可再生能源输送给用户，提高可再生能源发电占比，优化能源结构，保障电网安全、稳定、高效、低成本运行，体现了较强的绿色属性。

5) 智能电网建设和运营

智能电网建设项目有助于构建安全、高效、可持续的新型电力系统，为经济社会发展提供坚实的电力保障。智能电网以信息通信技术、计算机技术、自动控制技术等为驱动，依托高速双向通信网络，整合先进传感测量技术、设备技术、控制技术、决策支持等技术，重塑电力系统运行模式，推动实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全。智能电网具有可靠性、自愈性、经济性、灵活性、安全性等特性。智能电网建设有利于提高智能电网能源输送效率和电网运营效率，促进清洁能源的开发利用，减少温室气体排放，

推动低碳经济发展，助力 2060 年前碳中和；推动优化能源结构，实现多种能源形式的互补，强化区域电网构架，确保能源供应的安全稳定。

(4) 生态保护修复和利用类项目

1) 农作物种植保护地、保护区建设和运营

本期绿色金融债券拟投的农作物种植保护地、保护区建设和运营项目建设内容包括高标准农田建设、耕地恢复工程、农田改造提升工程等，该类项目的建设提高了土地肥力和提升了农田的抗旱能力，有利于提高粮食作物的单产和总产，增加粮食综合生产能力。该类项目建成后，预计可实现建设高标准农田 171,900.05 亩。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，预计可实现建设高标准农田 23,971.42 亩。

2) 森林资源培育和经营

植树造林、森林抚育有利于增加森林面积，吸收二氧化碳等温室气体，释放氧气，调节气候，减轻水土流失，防风固沙，减少自然灾害的发生；有利于为众多动植物提供栖息地和生存空间，促进物种的繁衍和稳定；有助于保持水土，提高水资源的涵养能力，保障水资源的供应和质量。

本期绿色金融债券拟投的森林资源培育和经营项目建成后预计可实现年固碳量 16.50 万吨、年释氧量 12.00 万吨、新建林地面积 36.26 万亩。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，则此类项目募集资金预计可实现年固碳量 0.63 万吨二氧化碳、年释氧量 0.45 万吨、新建林地面积 1.39 万亩。

3) 采煤沉陷区综合治理

本期绿色金融债券拟投的采煤沉陷区综合治理项目预计实现采煤沉陷区综合治理面积 17,900.00 亩，土地复垦面积 3,000.00 亩。按照资金投放占项目总投资比例折算，则此类项目募集资金预计可实现采煤沉陷区综合治理面积 6,874.52 亩，土地复垦面积 439.87 亩。

4) 土地综合整治

本期绿色金融债券拟支持的 land 综合整治类项目主要涉及农用地综合整治、建设用地整治、生态保护修复等内容。该类项目建成后，预计实现土地整治面积 88,226.32 亩。按照资金投放占项目总投资比例折算，则此类项目募集资金预计可实现土地整治面积 17,044.60 亩。

5) 矿山地质环境恢复治理和生态修复

本期绿色金融债券拟投的矿山地质环境恢复治理和生态修复项目预计实现矿山生态

修复面积 151.64 亩，按照资金投放占项目总投资比例折算，则此类项目募集资金预计可实现矿山生态修复面积 64.50 亩。

(5) 基础设施绿色升级类项目

1) 绿色建筑建设和运营

绿色建筑采用高效资源循环、新能源利用、自然采光等高新技术，利用绿色建材等材料，可有效地降低建筑在运营期间消耗的能源和资源，具有显著的节能效益。本期绿色金融债券募集资金拟投放的绿色建筑项目投运后与基准建筑相比，预计可实现节约标煤 1.86 万吨/年，减排 CO₂ 6.90 万吨/年；按照资金投放占项目总投资比例折算，此类项目募集资金预计可实现节约标煤 0.08 万吨/年，减排 CO₂ 0.31 万吨/年。

2) 充电、换电和加气等设施建设和运营，智能交通体系建设和运营

电能作为优质、高效的绿色能源，能够满足社会绝大多数的能源需求，电能替代已经成为能源发展的主要方向。新能源电动汽车作为清洁、节能的新型交通工具，可实现传统化石能源的电能替代，已成为世界各国现代交通发展的共同选择。电动汽车充电桩为电动汽车提供充电服务，充电桩的部署规模和速度已经成为影响电动汽车发展的主要因素。项目的实施可推进电动汽车及充电基础设施互联互通，促进新能源汽车产业健康快速发展；同时，电动汽车充电桩可缓解电网夜间电能过剩的局面，对电网起到“分散调峰”的作用，减少电力部门用于蓄能调峰的大量投入，这将更加节约电力资源，具有间接的节能降碳减污环境效益。

智能交通体系建设项目通过运用大数据、智能管控、信号优化、智慧调度等技术手段，统筹路网通行效率，减少车辆怠速滞留、低速缓行与无效绕行，有效降低机动车燃油消耗与尾气污染物排放；依托智能监控、智慧交管、出行诱导及车路协同系统，缓解区域交通拥堵，减少交通噪声、道路扬尘污染，优化交通通行秩序，提升交通资源集约利用水平，从源头削减交通领域污染，推动城市交通绿色低碳转型。

本期绿色金融债券拟投的充电、换电和加气等设施建设和运营，智能交通体系建设和运营类项目共规划建设 4,509 根充电桩。按照项目拟投放金额占项目总投资的比例进行折算，则此类项目募集资金预计可建设充电桩约 489 根。

3) 城乡客运系统建设和运营

本期绿色金融债券拟投的该类项目包括轨道交通提升改造项目和电动城市客车购置项目。我国目前正处于城市化、机动化高速发展阶段，交通供需矛盾日益突出，交通运输

行业既是高能耗行业，也是高碳排放行业。轨道交通及电动公交车与城市小汽车（私家车、出租车）等相比，平均单位运输工作量能耗相对较低，具有高效率、低消耗、低污染的优势，有利于更好地促进城市的低碳发展。本期绿色金融债券募集资金拟投放的城乡客运系统建设和运营类项目投运后预计可实现减排二氧化碳（当量）1,695.46 吨/年，节能量（替代标煤量）575.01 吨/年，减排氮氧化物 32.72 吨/年、减排颗粒物 0.53 吨/年。按照资金投放占项目总投资比例折算，则此类项目募集资金预计可实现减排二氧化碳（当量）438.63 吨/年，节能量（替代标煤量）148.76 吨/年，减排氮氧化物 8.47 吨/年，减排颗粒物 0.14 吨/年。

4) 环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造

本期绿色金融债券拟投的环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造项目建成投运后预计每年可减排二氧化碳（当量）30,647.93 吨，节能量（替代标煤量）14,131.99 吨，减排 NO_x 41.96 吨。按照资金投放占项目总投资比例折算，则此类项目募集资金预计可实现每年减排二氧化碳（当量）907.24 吨，节能量（替代标煤量）418.34 吨，减排 NO_x 1.36 吨。

5) 多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营

本期绿色金融债券拟支持的多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营类项目主要包括多式联运货运枢纽仓、中转场站、集疏运配套基础设施、多式联运铁路专用线及配套工程建设等内容。项目通过整合公路、铁路、水运等多种运输方式，优化货物运输组织模式与路网衔接布局，有效减少车辆空驶、迂回运输及拥堵滞留，降低燃油等能源消耗与单位货物运输碳排放；同时依托规模化、集约化运输优势，削减机动车尾气、扬尘、噪声等污染物排放，完善区域绿色物流体系，缓解交通污染压力，改善沿线及港区生态环境质量，助力交通运输领域节能降碳。

6) 绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营

绿色物流枢纽项目作为物流网络的核心节点，其通过整合分散货运资源、优化运输路径，减少车辆空驶率与无效运输，搭配新能源货运车辆、电动装卸设备等绿色装备，可显著降低柴油货车等高排放工具的使用频率，减少碳氧化物、氮氧化物及颗粒物等污染物排放；同时，枢纽内部采用光伏屋顶、雨水回收系统、绿色建筑材料等节能降耗设计，降低自身运营能耗与水资源消耗，同步推广循环包装、货物分类仓储等模式，减少快递包装废弃物产生与资源浪费；此外，相较于传统物流园区，绿色物流枢纽通过科学规划装卸区、

仓储区与生态缓冲带，可降低物流活动对周边土地、噪声及生态景观的干扰，尤其在衔接城市配送与干线运输时，能缓解城市交通拥堵带来的尾气污染，形成“运输降碳—运营节能—生态缓冲”的多维环境效益，助力物流行业向低碳化、可持续化转型。

7) 城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造

本期绿色金融债券拟支持的城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造类项目主要涉及集中供热管网建设、老旧小区供热管网提升改造等内容，项目建成后预计实现建设供热管网 126.27 千米。按照资金投放占项目总投资比例折算，则此类项目募集资金预计实现建设供热管网 9.87 千米。

综上，本期绿色金融债券募投项目具有良好的环境效益。

8.3. 社会效益分析

(1) 环境保护产业类项目

1) 工业厂矿大气污染物无组织排放控制

该类项目的实施可显著改善厂矿及周边区域的空气环境质量，降低粉尘、有害气体等对附近居民健康的威胁，减少因空气污染引发的呼吸道等疾病。通过对生产过程的精细化管理，倒逼企业提升环保治理水平和清洁生产技术，推动传统工业向环境友好型、资源节约型模式转型，有助于化解厂群矛盾，改善企业与社区关系，维护社会稳定，促进工业与城市、人与自然的和谐共生。

2) 建设用地污染治理

建设用地污染治理项目通过对受污染土壤和地下水的修复，可消除历史遗留污染对公众健康的潜在风险，盘活受污染土地的再利用价值，将其转化为安全的居住、商业或公共绿地空间。项目不仅能够改善城市人居环境和投资环境，提升区域土地资源的经济价值，还能创造涵盖污染评估、修复工程、环境监测等多个环节的就业岗位，是解决“毒地”历史遗留问题、保障人民群众“住得安心”、推动城市更新与可持续发展的重要民生工程。

3) 危险废物处理处置

该类项目的建设和运营是保障区域环境安全和公共卫生的关键防线。通过提供规范、高效的危险废物集中处置服务，可有效解决产废企业面临的危废贮存和转运难题，显著降低危险废物非法倾倒、泄漏和违规处置的环境与社会风险，保护土壤和地下水安全。项目运营将创造化工、物流、焚烧及填埋技术管理等专业技术岗位，同时为区域产业发展解除危废处置的后顾之忧，有助于优化营商环境，维护公众环境安全和社会稳定。

4) 园区污染治理集中化改造

园区污染治理集中化改造项目通过统一规划、集中建设高标准的“三废”（废水、废气、固废）处理设施，替代园区内各企业分散的、低效的预处理或直排模式，显著降低区域整体污染物排放，改善园区及周边生态环境质量。该模式能够有效降低各企业的治污成本和管理负担，提升园区配套服务水平，优化招商环境，吸引高质量绿色企业入驻，推动产业集群化、绿色化发展，对于防范园区环境风险、化解因污染引发的“邻避”纠纷、促进区域经济与环境的协调高质量发展具有重要意义。

(2) 资源循环利用产业类项目

1) 矿产资源综合利用

矿产资源综合利用项目通过对低品位矿石、共伴生矿产及尾矿资源的再回收与利用，将传统意义上的“废弃物”转化为有价值的工业原料，可延长矿山服务年限，稳定当地就业和税收来源。项目有助于减少尾矿库占地压力及其带来的溃坝风险和环境影响，降低对原生矿产资源的开采强度，保护生态景观。同时，该类项目能催生资源综合利用、新型建材加工等接续产业，创造新的就业机会，促进资源型地区经济转型，为矿区居民提供多元化增收渠道，助力资源型城市实现可持续发展和民生改善。

2) 水资源高效及循环利用

水资源高效及循环利用项目可以助力产业发展，为高耗水企业提供低成本再生水，减少生产用水成本，还能催生节水设备研发、水处理运维等产业链岗位；同时，该类项目可优化生态治理，减少地下水超采与地表水资源浪费，改善河湖生态环境，缓解城市内涝，推动水资源可持续利用与社会经济协调发展。

3) 工业固体废弃物综合利用

工业固体废弃物综合利用项目通过将尾矿、粉煤灰等大宗固废进行资源化利用，可显著减少固废堆存占地，消除溃坝、污染等安全隐患，保障群众生命财产安全。同时，“变废为宝”催生固废处理等新业态，为资源型地区创造就地就近就业机会。

4) 垃圾资源化利用

垃圾资源循环利用项目可以改善民生，减少垃圾堆放占用耕地、污染环境，降低周边居民健康风险，同时再生建材成本更低，助力保障安居工程建设；此外还能带动就业，项目运营需分拣、加工、运输等岗位，还能催生再生建材研发、应用等产业链就业机会；同时该类项目可优化城市治理，缓解“垃圾围城”压力，减少垃圾清运能耗与碳排放，推动

城市建设绿色转型，增强居民对城市环境的满意度，助力实现生态保护与民生改善、产业发展的协同共进。

（3）能源绿色低碳转型类项目

1) 风力发电装备制造

风力发电装备制造类项目推进清洁能源发电规模化和高水平开发建设，有助于提高清洁能源发电装备研发水平，促进相关装备制造及服务业发展，进一步推动清洁能源装备制造骨干企业做大做强，持续完善发电组件研发、装备制造、施工安装、运营维护的清洁能源发电产业链，从而促进充分发挥新能源发电产业优势，推动区域经济健康发展。

2) 新型储能产品制造

新型储能产品制造项目的建设与发展，是推动能源革命和构建新型电力系统的核心产业支撑，社会效益显著。首先，项目将带动从上游材料研发到下游系统集成的完整产业链发展，创造大量高质量的研发、技术、生产和管理岗位，助力地方培育新质生产力。其次，作为制造业的一环，项目将遵循严格的环保与安全标准，其产品（新能源电池）的规模化应用，能有效提升电网对风、光等可再生能源的消纳能力，从供给侧间接保障全社会用能的清洁、安全与稳定。

3) 风力发电设施建设和运营

风力发电项目将风能转换为电能，可缓解电力供需矛盾、减轻电力企业的运行压力。通过充分利用当地的风能资源，改善当地能源结构，保护水土环境，节约有限的煤炭、石油资源以及宝贵的水资源。利用丰富的可再生能源替代传统的火力发电，在满足项目地自身能源及经济发展需求的同时，减轻污染物对项目地空气与环境的影响，进而对国家调整能源结构、缓解环境污染等方面有重要的意义。拟投项目的建设和发展能有效推动促进区域经济及相关行业上下游设备制造、配套设施建设的发展，有利于增加当地居民就业机会、实现脱贫致富具有积极效应，带动和促进地区国民经济的全面发展和社会进步，有效提升当地经济社会发展。

4) 太阳能利用设施建设和运营

太阳能发电项目将太阳能转换为电能，可缓解电力供需矛盾、减轻电力企业的运行压力。通过充分利用当地的光照资源，改善当地能源结构，保护水土环境，节约有限的煤炭、石油资源以及宝贵的水资源。利用丰富的可再生能源替代传统的火力发电，在满足项目地自身能源及经济发展需求的同时，减轻污染物对项目地空气与环境的影响，进而对国家调

整能源结构、缓解环境污染等方面有重要的意义。拟投项目的建设和发展能有效推动促进区域经济及相关行业上下游设备制造、配套设施建设的发展，有利于增加当地居民就业机会、实现脱贫致富具有积极效应，带动和促进地区国民经济的全面发展和社会进步，有效提升当地经济社会发展。

5) 大型水力发电设施建设和运营

大型水力发电项目的建设和运营，除了提供清洁电力和防洪、航运、供水等综合效益外，其社会效益还体现在：通过库区移民安置和后期扶持政策，推动交通、通信、医疗、教育等基础设施在新农村或新城镇的集中建设，显著改善移民及周边居民的生活水平和发展条件。项目建设形成的“高峡出平湖”景观，能够带动库区旅游业、特色农业等第三产业的繁荣，创造大量就业机会，促进区域经济结构优化，是实现流域综合治理、推动区域经济社会跨越式发展的重要引擎。

6) 核电站及核能综合利用设施建设和运营

核电站及核能综合利用设施作为高能量密度、低碳稳定的基荷能源，其建设和运营的社会效益体现在为经济社会发展提供持续、稳定、清洁的电力保障，有效缓解区域电力供需矛盾，降低对化石能源进口的依赖，保障国家能源安全。项目建设和运营期间，会创造大量高素质、高技能的长期就业岗位，并带动周边地区基础设施的完善和公共服务水平的提升。通过开展广泛、透明的核科普宣传和社区共建活动，有助于提升公众科学素养，构建良好的企地关系，将核电站打造为安全、环保、和谐发展的能源基地。

7) 氢能基础设施建设和运营

氢能基础设施建设和运营项目是构建氢能社会的关键环节。通过建设加氢站、输氢管道等设施，项目能够为氢燃料电池汽车和氢冶金等下游应用提供清洁燃料保障，推动交通和工业领域的深度脱碳。该项目的实施将催生氢气生产、储运设备制造、加氢站运维等一系列新兴产业，为社会创造新的就业机会。同时，氢能网络的完善有助于偏远地区利用风光资源优势发展绿氢产业，实现能源的就地消纳和增值，促进区域协调发展，是引领未来清洁能源转型、实现“双碳”目标的重要民生和产业基础设施。

8) 热泵设施建设和运营

热泵设施建设和运营项目通过高效利用空气、水源、地源中的低位热能，为建筑和工业提供清洁供暖与制冷服务。该类项目的规模化应用能够有效替代传统燃煤、燃气锅炉，从源头上减少区域性大气污染物排放，显著改善城市冬季空气质量，减少雾霾天气，保障

公众健康。项目运营为城市提供智慧、高效的集中供热（冷）服务，提升了居民的生活舒适度，并催生了节能服务、设备运维等新兴业态。同时，热泵技术有利于消纳过剩的风光电等电力资源，实现电力负荷的削峰填谷，对保障能源系统安全稳定运行具有积极作用。

9) 新型储能设施建设和运营

高效储能设施的建设可提升电力系统稳定性，减少电网波动，储能设施能够增强电网应对突发故障的能力，保障供电，有效平抑新能源发电的间歇性，同时实现余电的存储，提高能源利用率，有助于促进分布式能源的广泛接入与消纳，分担传统能源发电调峰压力，节约经济成本，并在工业领域保障关键设备稳定运行。此外，储能电站建设可助力构建多能多补的综合能源系统，推动能源行业数字化和智能化进程，降低对大规模集中式发电的依赖程度，为城市能源供应打造可靠的备用方案，实现不同能源形式之间的高效转换，提升偏远地区能源保障水平，为绿色低碳发展目标提供重要支撑。

10) 智能电网建设和运营

智能电网作为能源输送与配置的“神经网络”，其建设和运营的社会效益体现在显著提升了供电可靠性和电能质量，通过自适应和自愈功能大幅减少停电事故，保障生产生活和重要部门用电的安全稳定。智能电网能够高效接纳和调度分布式光伏、风电等可再生能源，促进清洁能源在用户端的高效消纳，推动能源消费的绿色转型。项目运营会创造大量信息化、大数据分析、自动化控制等高端技术岗位，并通过用电信息的精细化管理，引导用户科学、节约用能，降低社会整体用能成本，是实现能源与信息深度融合、构建智慧城市的关键基础。

(4) 生态保护修复和利用类项目

1) 农作物种植保护地、保护区建设和运营

农作物种植保护地、保护区建设和运营类项目的建设有利于提高农业生产效率和质量效益，增强农业竞争力和可持续发展能力；降低农业生产成本和劳动强度，提高农产品附加值和市场占有率，拓展多元化经营收入渠道，实现土地增值和资产保值增值，改善农民生活条件和环境质量，具有良好的社会效益。

2) 森林资源培育和经营

森林资源培育和经营类项目通过种植树木、恢复退化的土地和加强森林管理，提高了森林的覆盖率和质量，吸收二氧化碳等温室气体，有助于减缓气候变化；通过植树造林和森林管理，改善了生态环境，提升了生态系统的稳定性和生物多样性；项目实施过程中需

要大量的人力资源，为当地居民提供了就业机会，在偏远地区开发碳汇项目可改善民生，助力乡村振兴。此外，该类项目有利于带动林业相关产业的发展，如木材加工、森林旅游等，创造就业机会和经济效益。

3) 采煤沉陷区综合治理

采煤沉陷区综合治理项目社会效益显著：一是改善民生，通过修复塌陷土地、新建安置社区，解决居民住房安全问题，配套建设学校、医院等设施，提升生活品质；二是带动就业，治理过程中产生生态修复、基建施工等岗位，后续发展种植养殖、文旅等产业，为当地创造稳定收入来源；三是稳定社会，化解沉陷导致的土地纠纷、民生矛盾，同时恢复区域生态功能，改善人居环境，增强居民归属感，助力沉陷区从“生态痛点”向“发展亮点”转变，推动区域可持续发展与社会和谐稳定。

4) 土地综合整治

土地综合整治类项目可以有效整合分散、闲置、低效的土地资源，提高土地利用率和产出率；有利于增加耕地面积，提升耕地质量，确保粮食安全和农业可持续发展；有利于推动城乡土地资源的合理配置，缩小城乡差距，助力城乡一体化进程；有利于构建良好的农村生态格局，减少土地退化和环境污染；有利于带动相关产业发展，增加农民收入，促进农村经济的振兴，打造整洁美观的乡村环境，提高农村的吸引力和宜居性。

5) 矿山地质环境恢复治理和生态修复

矿山生态环境恢复项目的实施可治理矿山地质灾害隐患，如滑坡、塌陷、泥石流等，消除威胁周边居民生命财产安全的风险；同时，控制矿渣扬尘、废水污染，改善区域空气质量与水环境质量，降低居民因环境污染引发的健康风险，保障公众身心健康。拟投项目实施推动传统矿业向生态产业转型，催生生态修复技术研发、植被培育、环境监测等新兴产业，创造专业技术、工程施工、生态管护等多元化就业岗位，有效吸纳矿业转型劳动力，拓宽区域经济发展路径。

(5) 基础设施绿色升级类项目

1) 绿色建筑建设和运营

绿色建筑通过科学的整体设计，集成绿色配置、自然通风、自然采光、低能耗围护结构、中水回用、绿色建材和智能控制等高新技术，具有选址规划合理、资源利用高效循环、节能措施综合有效、建筑环境健康舒适、废物排放减量无害、建筑功能灵活适宜等特点。绿色建筑类项目通过各种绿色技术手段合理地提高建筑室内的性能，提高建筑内人员的日

常工作舒适度并保障人的健康生活。同时，从长远来看，绿色建筑类项目可促进房地产业结构转变，改变建筑业增长方式，为建筑行业带来绿色可持续的经济效益。

2) 智能交通体系建设和运营

智能交通体系建设和运营，有利于推动智慧城市建设，提升城市综合管理水平。电动汽车充电桩项目的建设是补齐基础设施建设短板，满足广大电动汽车车主的充电需求、方便市民出行，引导和推进社会整体绿色低碳生活方式的形成。

3) 充电、换电和加气等设施建设和运营

充电、换电和加气等设施建设和运营类项目的建设将带动周边商业圈的发展，在提高了新能源汽车充电服务质量的同时，也可以促进新能源汽车的进一步普及。为新能源交通基础设施建设打下良好基础，提高了城市对绿色能源的使用率。推动能源使用结构的改变，改善城市生态环境，帮助传统型城市向智慧型能源城市转型。充电桩设施建成后，可促进当地形成智能化、清洁化的交通系统，加快充换电网络建设，推动交通运输行业绿色低碳发展，同时为当地市民提供更为方便快捷的电动汽车充电服务。便捷的充电设施更易吸引大众在购车用车时选择新能源汽车，促进市民养成“绿色出行”的生活方式，以实际行动践行绿色生态理念，共同推进绿色家园的建设。

4) 城乡客运系统建设和运营改造

城乡轨道交通具有快捷、安全准时、大容量的特点，可分担出租车、公交车等的乘客量，减少该类型车辆的出行频次，更快地疏散人流和车流，从而解决城市交通拥挤的问题；由于轨道交通的建设，沿线土地的区位优势将会增强，因而会吸引房地产开发商，从而促进沿线居住密度的提高，而大量的房地产开发和人口的聚集将会带动其他社会资本的聚集，从而带动土地增值。轨道交通项目的建成将改善繁忙的地面交通状况，减少燃油机动车数量，从而减少机动车尾气排放以及噪声对环境的污染，助力清洁交通的实现。

5) 环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造

高速铁路类项目具有准时性、快捷性等特点，能够有效缓解城市交通拥堵问题，缩短了出行直线距离及出行时间。高速铁路项目可以吸引大量乘客选择公共交通出行，减少私家车的使用，改善城市综合交通整体布局，对人民的生活水平及生活质量具有促进作用。此外，高速铁路多建于地下或高架桥上，与其他公共交通方式相比平均占地面积更小，有较好的土地节约效果。

6) 多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营

多式联运系统与公转铁、公转水的建设和运营，是优化国家运输结构、构建高效绿色物流体系的重大举措。其核心社会效益在于大幅降低公路货运比例，有效缓解城市交通拥堵，减少重载卡车尾气排放和道路扬尘，显著改善区域空气质量和人居环境。项目通过建设铁路专用线、港口疏港铁路和内陆无水港，能够将“门到门”的物流服务延伸至厂矿企业和内陆腹地，降低全社会物流成本，提升经济运行效率。同时，该模式创造了大量铁路、港口运营及多式联运组织等稳定就业岗位，促进了区域间的产业协作与资源优化配置，是国家综合立体交通网建设的重要支撑。

7) 绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营

绿色物流枢纽项目的社会效益体现在民生改善、产业升级与城市功能优化三大维度：作为物流核心节点，其通过整合货运资源、优化运输路径，能缩短货物中转时间，提升生鲜农产品、应急物资流通效率，降低流通成本以间接稳定民生消费品价格；同时减少货运车辆无序穿行，缓解城市交通拥堵与噪声干扰，改善居民出行及生活环境。在产业层面，枢纽凭借绿色智能运营模式，可吸引物流、电商等关联企业集聚，创造仓储管理、绿色运输等领域就业岗位，还能推广新能源装备、循环包装技术，带动绿色物流产业链发展，助力区域产业向低碳高附加值转型。此外，枢纽通过噪声控制、污染物监测等标准化环保管理及配套绿地、生态缓冲带的生态化设计，缓解传统物流园区对周边社区的环境滋扰，促进物流设施与城市生活空间和谐共生；同时为城市应急物流提供支撑，提升极端场景下的物资保障能力，增强社会韧性，推动经济、民生与生态保护协同发展。

8) 城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设运营和改造

通过实施城镇集中供热系统清洁化建设运营和改造类项目，淘汰老旧高风险供热设备，采用更安全的供热技术与设施，可降低供热系统运行过程中的火灾、爆炸、燃气泄漏等安全隐患，提供稳定、高效的供热服务，保障居民温暖过冬，增强居民对城市基础设施的信任度与满意度；同时降低传统燃煤供热带来的室内外空气污染，改善居民居住环境。

综上所述，本期绿色金融债券募投项目具有良好的社会效益。

8.4. 环境和社会风险分析

(1) 环境保护产业类项目

本期绿色金融债券募投项目中的环境保护产业类项目，涉及工业厂矿大气污染物无组织排放控制、建设用地污染治理、危险废物处理处置、园区污染治理集中化改造类项目。

环境风险方面：工业厂矿无组织废气若集气设施、密闭措施因管理不善或设备老化发

生故障，可能导致粉尘、酸雾、VOCs等污染物逸散，对厂区及周边大气环境造成污染，危害员工及居民健康。建设用地污染治理项目在场地开挖、运输及修复药剂投加过程中，若管理不当可能产生扬尘、噪声及二次污染，深层修复作业若未探明地下管线存在安全隐患。危险废物处理处置项目运营期间，焚烧炉工况不稳可能导致二噁英、重金属等废气超标排放；填埋场防渗层破损、渗滤液泄漏会严重污染土壤和地下水；危废收运、贮存过程中发生泄漏或混入不相容物质，可能引发火灾、爆炸及有毒气体释放等事故。园区污染治理集中化改造项目中，集中式污水处理厂若遭遇停电、设备故障或进水水质冲击，可能导致超标废水直排水体；废气处理设施运行不稳可能导致恶臭或有害气体无组织散逸。

社会风险方面：此类项目选址易引发“邻避效应”，周边居民对废气排放、水体污染、运输车辆增多及噪声影响较为敏感；污染地块修复及园区改造施工期间，运输车辆增加、道路围挡施工可能对区域交通和居民出行造成阶段性干扰。

以上环境和社会风险可通过配套高效废气收集与处理设施，安装在线监测装置；对污染修复工程采取湿法作业、严格药剂管理；在危废处置过程中采用自动化密闭工艺，高标准建设防渗系统并定期检测；为园区污水处理厂设置应急缓冲池及双回路电源；建立覆盖全流程的风险应急预案，定期开展应急演练和公众参与、信息公开等方式进行管控与改善，减少负面影响。

（2）资源循环利用产业类项目

本期绿色金融债券募投项目中的环境保护产业类项目，涉及矿产资源综合利用、水资源高效及循环利用、工业固体废弃物综合利用、垃圾资源化利用类项目。

环境风险方面：矿产资源综合利用（如尾矿再选）项目，再选工艺废水若循环利用不当或处理不达标排放，可能造成重金属、选矿药剂等对周边水体和土壤的污染；二次固废堆存存在扬尘、溃坝及渗滤液泄漏风险。水资源高效及循环利用（如再生水厂）项目，进水水质波动可能导致处理不达标，尾水排放影响周边水体；污泥处置不当易引发二次污染。工业固体废弃物综合利用及垃圾资源化利用项目，在破碎、分拣等工序易产生粉尘污染；运营中噪声、运输车辆增加可能引发周边居民不满；项目选址易引发“邻避效应”；垃圾贮存及转运过程中渗滤液泄漏可能污染水环境，发酵异味气体逸散影响大气环境。

社会风险方面：运输车辆增加可能造成交通拥堵，大车通行对村民出行安全构成隐患；粉尘及恶臭影响周边居民生活品质，易引发投诉甚至群体性事件。

以上环境和社会风险可通过在项目建设及运营期加强密封除臭、粉尘收集系统，确保

废水循环利用或达标排放；规范固废堆存管理，开展地下水监测；合理选址并优化运输路线，严控噪声及扬尘；前期积极开展公众参与和意见征询，建立社区联络机制，及时回应居民关切等方式进行管控与改善，减少负面影响。

(3) 能源绿色低碳转型类项目

本期绿色金融债券募投项目中的能源绿色低碳转型产业类项目，涉及风力发电装备制造、新型储能产品制造、风力发电设施建设和运营、太阳能利用设施建设和运营、大型水力发电设施建设和运营、核电站及核能综合利用设施建设和运营、氢能基础设施建设和运营、热泵设施建设和运营、新型储能设施建设和运营、智能电网建设和运营类项目。

环境风险方面：风电及储能装备制造过程中可能产生含重金属、有机溶剂的废水废气，电解液等化学品泄漏风险较高。风电、光伏、智能电网项目运营期基本不产生污染物，但施工期土地平整可能破坏植被、造成水土流失；光伏项目废旧电池组件、废变压器油处置不当存在环境污染风险。大型水电项目建设期大规模土石方开挖可能破坏陆生生态和景观，运营期大坝阻隔切断鱼类洄游通道，改变下游水文情势，可能引发生物多样性下降、库区水体富营养化等生态问题。核电项目存在放射性物质泄漏的潜在风险，核废水处理不当可能污染水体，核废料长期存储存在安全隐患。氢能基础设施因氢气易燃易爆特性，泄漏可能引发火灾或爆炸事故。热泵项目施工期钻井埋管可能扰动地层，运营期载冷剂或制冷剂泄漏可能污染土壤水体。新型储能电站建设期可能破坏植被，运营期电池电解液、变压器油泄漏存在环境污染风险。

社会风险方面：核电及大型水电项目涉及大规模移民安置，若安置政策不完善可能引发社会矛盾；风电、光伏项目选址通常远离居民区，影响较小；氢能及储能项目因化学品安全风险，公众对安全性存疑可能产生抵触。

以上环境和社会风险可通过确保装备制造类项目合规选址，采用全封闭自动化生产线及高标准“三废”治理设施；在风电、光伏、智能电网项目施工期严格控制作业范围，结束后及时恢复植被，运营期选用低噪声设备，高压线路采取屏蔽措施减少电磁辐射；为水电项目建设过鱼设施、实施生态调度及分层取水，并制定完善的移民安置方案；对核电项目采用纵深防御设计，建立严密的安全壳和多重冗余系统，长期开展核安全科普与公众沟通；确保氢能设施严格安全规范选址，设置氢气浓度监测及自动联锁系统；定期检查储能及热泵项目设备密封性，做好泄漏收集措施；优化电网项目线路布局，采用地下电缆或户内型变电站，做好电磁环境监测与信息公开；建立专项应急预案并定期演练，主动公开环

境信息等方式进行管控与改善，减少负面影响。

(4) 生态保护修复和利用类项目

本期绿色金融债券募投项目中的生态保护修复和利用类项目，涉及农作物种植保护地、保护区建设和运营，森林资源培育和经营，采煤沉陷区综合治理，土地综合整治，矿山地质环境恢复治理和生态修复类项目。

环境风险方面：此类项目运营期间基本不会产生环境风险。风险主要集中在施工期，土地平整、植被恢复、农田水利建设、矿山削坡及覆土等工程活动可能产生施工扬尘、噪声、施工废水及弃土弃渣；大规模土石方开挖易造成水土流失，扰动地表植被可能影响局部生态功能；矿山修复中危岩体清除、边坡治理等作业若操作不当，可能引发滑坡、崩塌等次生地质灾害。

社会风险方面：施工过程中可能产生临时占地、施工便道占用、交通临时阻断等情况，影响周边居民正常出行和农业生产活动；矿山修复及沉陷区治理过程中大型运输车辆增加可能对乡村道路造成损坏；高标准农田建设涉及土地权属调整，若沟通协调不到位可能引发纠纷；储备林建设及森林抚育项目需要大量劳动力，能够为当地创造就业机会，社会接受度较高。

以上环境和社会风险可通过合理规划项目建设施工时间，定时洒水抑尘，采取低噪声设备，妥善处置施工废水和固体废弃物，严格控制施工占地范围，在施工结束后及时进行植被恢复和生态修复；优化矿山修复工程削坡方案，加强地质灾害监测预警；对涉及土地权属调整的项目应充分开展公众参与和民主协商，制定合理的补偿方案；做好施工期间交通疏导方案并及时向公众告知，设立公众意见反馈渠道，及时化解矛盾等方式进行管控与改善，减少负面影响。

(5) 基础设施绿色升级类项目

本期绿色金融债券募投项目中的基础设施绿色升级类项目，涉及绿色建筑建设和运营，智能交通体系建设和运营，充电换电和加气等设施建设和运营，城乡客运系统建设和运营改造，环境友好型铁路建设运营和铁路绿色化改造，多式联运系统与公转铁、公转水建设和运营，绿色物流枢纽、绿色物流园区建设和运营，城镇集中供热系统清洁化、低碳化建设和运营和改造等类别。

环境风险方面：绿色建筑施工期土方开挖、物料运输会产生扬尘、噪声、施工废水及建筑垃圾，可能临时占用道路影响交通。充电桩、加氢站等设施建设期短，运营期主要风险为充电设施触电、火灾，加氢站氢气泄漏爆炸等事故。轨道交通及铁路项目建设期大型

机械作业产生振动、噪声及扬尘，运营期列车运行噪声可能影响沿线居民。绿色物流枢纽运营期货运车辆集中产生局部噪声，雨污处理不当可能引发次生污染，周边交通流量增加可能加剧拥堵。供热管网施工期沟槽开挖产生扬尘、噪声及弃土，运营期管网泄漏可能引发环境污染及安全事故，维护改造突发故障可能影响居民正常供热。智能交通系统依赖网络，存在信息安全风险。

社会风险方面：基础设施施工临时占地可能影响居民出行和商业经营；充电桩、加氢站选址若靠近居民区，公众对安全风险存疑可能产生抵触；轨道交通运营期噪声可能影响沿线居民生活舒适度；物流枢纽项目可能因噪音扰民、交通拥堵引发周边居民不满；供热管网泄漏或故障可能导致大面积停暖，影响居民正常生活，引发社会稳定风险。

以上环境和社会风险可通过做好施工期现场围挡、洒水降尘、合理规划运输路线及施工时段，分类收集处置建筑垃圾，将施工废水经沉淀后回用；明确充电及加氢设施安全管理原则，定期维护检修；在轨道交通沿线居民区设置声屏障减少噪声污染；优化物流枢纽项目车辆进出路线，规范雨污处理及再生资源回收管理，加强与周边社区沟通；加强供热管网日常巡检维护，制定泄漏及故障应急预案，定期演练，及时向公众披露维护改造信息；对智能交通系统采用防火墙、入侵监测等技术手段加强网络安全防护等方式进行管控与改善，减少负面影响。

通过对本期绿色金融债券募投项目分析，在保障科学合理设计，保证文明安全绿色运营情况下，采取相应风险防范措施和合理事故应急处理措施，募投项目总体环境和社会风险可控。

9. 认证结论

联合赤道审阅了本期绿色金融债券募集说明书、《国家开发银行人民币绿色金融债券管理办法（2025年版）》等系列文件，结合访谈和尽职调查，评估了开发银行在募集资金使用与管理、项目评估与筛选、信息披露与报告方面的工作，认定本期绿色金融债券募集资金能够全部用于绿色产业项目，符合《中国人民银行关于在银行间债券市场发行绿色金融债券相关事宜的公告》（中国人民银行公告〔2015〕第39号）、《中国人民银行关于加强绿色金融债券存续期监督管理有关事宜的通知》（银发〔2018〕第29号）、《绿色金融支持项目目录（2025年版）》和《中国绿色债券原则》（绿色债券标准委员会〔2022〕第1号）的相关要求。

根据《联合赤道绿色债券评估认证方法体系》（LEIS0002-2021），本期绿色金融债券募投项目绿色等级、募集资金使用与管理、项目评估筛选、信息披露与报告、产业政策方面表现极好，绿色等级为 G1。

10. 认证机构声明

本次评估认证报告的版权归认证机构所有，发行人可以在获得认证机构许可之后发表。

除因本次评估认证事项认证机构与发行人构成委托关系外，认证机构、认证人员与发行人之间不存在任何影响认证行为独立、客观和公正的关联关系。

本次评估认证报告结论为认证机构在充分调研、合理取证及全面分析的基础上，依据合理的认证标准和程序做出的独立判断，未因发行人和其他任何组织或个人的不当影响改变认证意见。

本次评估认证旨在就本期绿色金融债券的募集资金用途与管理、项目评估与筛选、信息披露提供第三方认证，仅在上述领域提供信息支持，认证机构不接受基于本意见及其信息而产生的损害赔偿 responsibility。

本次评估认证中基于发行人所提供信息得出的认证意见，其信息的完整、准确、及时性由发行人负责。

本次评估认证过程中存在一定的固有局限性，例如，认证只针对选定的信息进行审查，可能难以发现欺诈、错误和违规等行为。

本次评估认证意见不可被解释为对相关债券投资决策的任何示意或担保，在任何情况下，本项意见均不可作为对债券经济表现、信用评估及募集资金用途实际情况的解释或担保。本报告不构成实质性投资建议。本评估结果自本期绿色金融债券发行之日起生效，有效期为一年。

刘景允

绿色金融事业部总经理

联合赤道环境评价股份有限公司

2026年5月11日

附表：绿色等级符号及释义

绿色等级符号及释义

绿色等级	释义
G1	绿色债券在募投项目绿色等级、募集资金使用及管理、项目评估筛选、信息披露与报告、产业政策方面表现极好。
G2	绿色债券在募投项目绿色等级、募集资金使用及管理、项目评估筛选、信息披露与报告、产业政策方面表现很好。
G3	绿色债券在募投项目绿色等级、募集资金使用及管理、项目评估筛选、信息披露与报告、产业政策方面表现较好。
G4	绿色债券在募投项目绿色等级、募集资金使用及管理、项目评估筛选、信息披露与报告、产业政策方面表现一般。
NG	绿色债券在募投项目绿色等级、募集资金使用及管理、项目评估筛选、信息披露与报告、产业政策方面表现较差。