

碳抵消机制重启在即，相关企业受益明显

环保行业 2022 年策略报告之二

分析师：张锦

执业证书编号：S0890521080001

电话：021-20321304

邮箱：zhangjin@cnhbstock.com

研究助理：曾文婉

电话：021-20321380

邮箱：zengwenwan@cnhbstock.com

销售服务电话：

021-20515355

相关研究报告

◎ 投资要点：

◆我国碳抵消机制发展的三个阶段：1) CDM 项目阶段(2005-2012)：CDM 项目为我国参与碳交易的主要方式，项目最主要集中于风能、水力等领域；2) 碳交易试点阶段(2013-2020)：9 个区域试点先后开启，已发布 CCER 审定项目 2871 个、备案项目 861 个，CCER 在试点地区参与交易，各试点抵消比例在 5%-10% 之间，CCER 累计成交量近 3 亿吨，2017 年发改委暂缓项目备案申请；3) 全国碳交易市场阶段(2021 年后)：暂行条例暂未明确核证减排抵消比例的量化指标，重新纳入自愿减排核证机制，北京承接全国 CCER 管理和交易中心。CCER 项目的开发流程主要包括项目文件设计、项目审定、项目备案、项目实施与监测、减排量核查与核证、减排量签发。

◆供需量化分析：短期 CCER 供给远小于需求，价格呈上涨趋势，中长期将处于供需平衡的状态，价格保持稳定。1) 需求方面，当前 CCER 需求方主要为参与全国碳交易市场的控排企业以及国外减排组织，预计短期内 CCER 需求量为 1.35-4.5 亿吨/年，随后几年将逐步增加到 3.11-10.46 亿吨/年，长期来看 CCER 未来需求量受政策影响较大；2) 供给方面，假设 2022 年起 CCER 项目审批恢复，四类潜在 CCER 供应量将分批释放至市场，预计短期内 CCER 供给量为 0.06-0.35 亿吨/年，随后几年将逐步增加到 4.86-9.91 亿吨/年，预计近几年 CCER 的供给先紧后松、再趋于平稳增长，未来与需求基本保持平衡。

◆从 CCER 业绩贡献上看，在 CCER 碳价为 30 元/tCO₂e 时的中性条件下：1) 可再生能源：CCER 对可再生能源项目的业绩贡献为 2.41%-6% 之间；2) 林业碳汇：CCER 对林业碳汇项目的业绩贡献为 1.21%-5.72% 之间；3) 甲烷回收：CCER 对甲烷回收项目的业绩贡献为 18.92-24.86% 之间。

◆投资建议：全国性碳排放权交易市场建设将逐步完善。全国碳交易中心及碳配额登记系统分别设置于上海和湖北，北京承接全国 CCER 管理和交易中心，全国碳市场框架已初步建立。一方面，可再生能源企业将受益于自愿核证机制的推广，通过 CCER 交易，实现企业价值重估，另一方面，目前 CCER 已签发的减排量约 5300 万吨，随着近些年的履约核销，存量减排量进一步减少，而全国碳交易市场开启后，电力行业的预计配额约为 40 亿吨，按 5% 的抵消比例测算所需的 CCER 抵消量约为 2 亿吨/年，CCER 的供需相对紧张，交易价格有望回归合理水平，进一步增厚公司盈利水平。重点关注持有 CCER 项目资产的可再生能源企业、第三方审定核查机构、碳监测、持股交易所股权企业等相关领域的投资机遇。

◆风险提示：政策推进进度不及预期，碳交易全国推广不及预期，交易市场活跃度不及预期。

内容目录

1. 碳抵消机制概况	8
1.1. 什么是碳抵消机制	8
1.2. 碳抵消机制类别	8
1.3. 全球碳抵消机制发展进程：全球 26 个碳抵消体系碳价差异大	10
1.4. 全球 CDM 项目概况：CDM 项目聚焦可再生能源领域，中国占据全球首位	12
1.5. 我国碳抵消机制发展情况：全国 CCER 市场有望重启	13
1.5.1. 第一阶段：CDM 项目阶段	14
1.5.2. 第二阶段：碳交易试点阶段	15
1.5.3. 第三阶段：全国碳交易市场阶段，CCER 有望重启	18
1.6. CCER 机制及备案项目减排量情况	19
1.6.1. 方法学	20
1.6.2. 项目要求	21
1.6.3. 审定与核证	21
1.6.4. 国内备案项目减排量情况	22
2. CCER 市场供需分析	23
2.1. CCER 需求：短期 1.35-4.5 亿吨/年，中期逐步上升，长期受政策影响较大	23
2.2. CCER 供给：四类潜在 CCER 供应量将分批释放至市场	26
2.3. CCER 供需分析：短期供给小于需求，中长期处于平衡	29
3. 林业碳汇项目全方位剖析	30
3.1. 中国碳汇的减排项目基本情况	30
3.1.1. 在国际碳抵消机制中的基本情况	30
3.1.2. 在国内碳抵消机制中的基本情况	33
3.1.3. 总结	38
3.2. 碳汇项目开发阶段	39
3.2.1. 方法学要求	39
3.2.2. 计入期要求	40
3.2.3. 额外性要求	41
3.3. 碳汇项目交易阶段	42
3.3.1. 项目审定、备案情况	42
3.3.2. 项目核证和签发情况	44
3.4. 林业碳汇项目 CCER 收益测算	47
3.5. 具备千亿元级潜在价值，林业碳汇交易市场空间广阔	49
3.6. 林业碳汇相关上市公司梳理	50
3.6.1. 岳阳林纸 (600963.SH)	50
3.6.2. 福建金森 (002679.SZ)	51
3.6.3. 平潭发展 (000592.SZ)	52
3.6.4. 东珠生态 (603359.SH)	52
4. 可再生能源发电项目全方位剖析	53
4.1. 中国可再生能源发电的减排项目基本情况	53
4.1.1. 在国际碳抵消机制中的基本情况	53
4.1.2. 在国内碳抵消机制中的基本情况	56
4.2. 可再生能源发电项目 CCER 收益测算	57
4.2.1. 风力发电	57
4.2.2. 光伏发电	62
4.2.3. 水力发电	66

4.2.4. 垃圾焚烧.....	70
4.2.5. 生物质能利用.....	73
4.2.6. 小结.....	76
5. 其他类型 CCER 项目全方位剖析.....	78
5.1. 填埋气回收项目 CCER 收益测算.....	78
5.1.1. 填埋气回收监测分析.....	78
5.1.2. 填埋气回收项目效益测算.....	80
5.2. 沼气利用项目 CCER 收益测算.....	82
5.2.1. 沼气利用监测分析.....	82
5.2.2. 沼气利用项目效益测算.....	83
5.3. 煤层气发电项目 CCER 收益测算.....	85
5.3.1. 煤层气发电监测分析.....	85
5.3.2. 煤层气发电项目效益测算.....	87
6. 总结.....	88
7. 投资建议.....	89
8. 风险提示.....	89

图表目录

图 1: 碳抵消机制运作模式.....	8
图 2: IET 机制.....	9
图 3: JI 机制.....	9
图 4: CDM 机制.....	9
图 5: 全球碳抵消机制发展现状.....	10
图 6: 全球碳抵消机制年度项目注册总量及签发量.....	11
图 7: 全球 CDM 项目注册备案数.....	12
图 8: 全球 CDM 项目进程.....	12
图 9: 全球 CDM 项目类型占比.....	13
图 10: 各地区 CDM 项目数.....	13
图 11: CDM 项目交易量及交易金额.....	13
图 12: CDM 项目交易价格变化 (单位: 美元/吨).....	13
图 13: 我国 CCER 碳交易市场发展历程.....	14
图 14: 我国 CDM 项目注册备案数.....	14
图 15: 我国 CDM 项目类型占比.....	14
图 16: 我国各地区 CDM 项目数.....	15
图 17: 碳交易市场基本原理.....	16
图 18: 我国 CCER 审定项目行业分布情况.....	17
图 19: 我国 CCER 备案项目行业分布情况.....	17
图 20: 我国各试点 CCER 项目累计成交量 (单位: 万吨).....	17
图 21: 我国各试点 CCER 项目累计成交量占比.....	17
图 22: CCER 项目年度成交量 (单位: 万吨).....	18
图 23: 上海 CCER 项目年均挂牌价格走势 (单位: 元/吨).....	18
图 24: CCER 相关政策.....	19
图 25: CCER 项目申请流程.....	20
图 26: CCER 备案项目预计减排量占比.....	23
图 27: 各计入期 CCER 备案项目分布.....	23

图 28: ICAO 对不同恢复情景下国际航运 CO2 排放的预测 (MtCO2)	25
图 29: ICAO 对未来减排量需求的预测 (MtCO2)	25
图 30: 2021-2026 年 CCER 年需求量变化 (亿吨)	26
图 31: 已备案减排量分类 (即第一批 CCER 项目供应量的分类, 单位: 万吨)	27
图 32: 预估的第二批 CCER 项目供应量的分类 (单位: 万吨)	28
图 33: 2021-2026 年 CCER 年供给量变化 (亿吨)	29
图 34: 2021-2026 年 CCER 供需分析	30
图 35: 林业碳汇 CDM 项目地区分布	31
图 36: 林业碳汇 CDM 项目类型分布	31
图 37: GS 项目交易量及交易金额	32
图 38: GS 项目交易价格变化 (单位: 美元/吨)	32
图 39: VCS 项目地区分布	32
图 40: 林业碳汇 VCS 项目地区分布	33
图 41: VCS 项目类型分布	33
图 42: 广东 PHCER 项目类型	36
图 43: 广东 PHCER 项目备案减排量 (单位: 万吨)	36
图 44: 广东履约年度 PHCER 交易量 (单位: 万吨)	36
图 45: 广东履约年度 PHCER 交易金额和价格	36
图 46: 北京林业碳汇主要类型	37
图 47: BCER 项目申请流程	37
图 48: 北京林业碳汇交易价格 (元/吨)	38
图 49: 北京林业碳汇成交量、成交额	38
图 50: 审定林业碳汇项目计入期	41
图 51: 备案林业碳汇项目计入期	41
图 52: 林业碳汇项目额外性判定方式	41
图 53: 审定林业碳汇项目区域分布 (按项目数)	43
图 54: 审定林业碳汇项目区域分布 (按预计减排量)	43
图 55: 备案林业碳汇项目区域分布 (按项目数)	43
图 56: 备案林业碳汇项目区域分布 (按预计减排量)	43
图 57: 审定森林碳汇造林项目单位面积减排量地区差异	44
图 58: 审定竹子碳汇造林项目单位面积减排量地区差异	44
图 59: 审定森林经营碳汇项目单位面积减排量地区差异	44
图 60: 审定竹林经营碳汇项目单位面积减排量地区差异	44
图 61: 林业碳汇项目审定报告与监测报告差异	46
图 62: 我国森林蓄积量 (单位: 亿立方米)	50
图 63: 我国森林覆盖率	50
图 64: 2016-2021 年 Q1 岳阳林纸营业收入及归母净利润	51
图 65: 2020 年岳阳林纸业务构成	51
图 66: 2016-2021 年 Q1 福建金森营业收入及归母净利润	52
图 67: 2020 年福建金森业务构成	52
图 68: 2016-2021 年 Q1 平潭发展营业收入及归母净利润	52
图 69: 2020 年平潭发展业务构成	52
图 70: 2016-2021 年 Q1 东珠生态收入及归母净利润	53
图 71: 2020 年东珠生态业务构成	53
图 72: 全球 CDM 项目类型占比	54
图 73: 各地区可再生能源发电 CDM 项目数占比	54
图 74: 中国 CDM 项目类型占比	54
图 75: 中国可再生能源发电 CDM 项目数分布	54

图 76: 全球已认证的 GS 项目类型占比	55
图 77: 各地区已认证的可再生能源发电 GS 项目数占比	55
图 78: 中国已认证的 GS 项目类型占比	55
图 79: 中国可再生能源发电 GS 项目数分布	55
图 80: 全球 VCS 项目类型占比	55
图 81: 各地区可再生能源发电 VCS 项目数占比	55
图 82: 中国 VCS 项目类型占比	56
图 83: 我国 CCER 审定项目行业分布情况	56
图 84: 我国 CCER 已备案项目行业分布情况	56
图 85: 已备案的 CCER 项目预计减排量 (单位: 亿吨)	57
图 86: 减排量已备案的 CCER 项目减排量 (单位: Mt)	57
图 87: 可再生能源项目单位项目预计减排量情况 (单位: 万吨)	57
图 88: 风电项目减排量计算公式	59
图 89: 全国季度风电并网弃风率 (%)	61
图 90: 2019 年全国风电并网利用小时数 (小时)	61
图 91: 光伏项目减排量计算公式	63
图 92: 全国单月光伏并网弃光率 (%)	65
图 93: 全国光伏并网月度平均利用小时数累计值 (小时)	65
图 94: 水电项目减排量计算公式	67
图 95: 2003-2020 年中国水电发电设备平均利用小时数 (h)	69
图 96: 项目边界的确定	71
图 97: 项目流程示意图	74
图 98: 2010-2020 年间可再生能源成本下降情况	77
图 99: 2021 年第一季度各省光伏累计装机容量 (单位: MW) 及 2017 年光伏装机容量占比 (%)	78
图 100: 填埋气回收项目流程图	79
图 101: 煤层气发电项目流程图	85
表 1: 全球各抵消机制 2020 年签发量、平均价格和覆盖行业	11
表 2: 各碳交易试点 CCER 抵消政策	16
表 3: 备案项目常用方法学	20
表 4: 中国自愿减排交易项目审定与核证机构及专业领域	22
表 5: 近几年碳市场覆盖排放量预测	23
表 6: CCER 项目需求量预测	24
表 7: 第一批 CCER 项目供应量预测	27
表 8: 第二批 CCER 项目供应量预测	28
表 9: 中国注册备案林业碳汇 CDM 项目情况	31
表 10: GS 机制中的中国林业碳汇项目	31
表 11: 林业碳汇相关政策	33
表 12: 各碳交易试点 CCER 抵消政策	34
表 13: 广东碳普惠抵消信用机制方法学	35
表 14: 不同林业碳汇项目对比	38
表 15: 林业碳汇项目开发要求	39
表 16: 项目边界内的碳库选择	40
表 17: 林业碳汇项目计入期	40
表 18: 林业碳汇项目额外性要求	41
表 19: 林业碳汇项目申报备案情况	44

表 20: 备案林业碳汇项目监测减排量及单位减排量	45
表 21: 中国自愿减排交易项目审定与核证机构及专业领域	46
表 22: 单位面积 (公顷) 林业碳汇项目收益测算 (单位: 元)	48
表 23: CCER 碳价及单位面积年均减排量对森林碳汇造林项目业绩贡献的测算	49
表 24: CCER 碳价及单位面积年均减排量对森林碳汇经营项目业绩贡献的测算	49
表 25: CCER 碳价及单位面积年均减排量对竹子碳汇造林项目业绩贡献的测算	49
表 26: CCER 碳价及单位面积年均减排量对竹林碳汇经营项目业绩贡献的测算	49
表 27: 林业碳汇项目市场潜在价值计算	50
表 28: 区域电网覆盖省份表	58
表 29: 《额外性论证与评价工具》中的投资分析方法	58
表 30: 减排项目中国区域电网基准线排放因子 (单位: tCO ₂ /MWh)	59
表 31: 仙居县广度风电场项目减排量	59
表 32: 部分减排量已备案的风电项目的监测数据	60
表 33: CCER 对风电项目的业绩贡献测算	62
表 34: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对风电项目业绩贡献的敏感性分析	62
表 35: 仙居县广度风电场项目减排量	63
表 36: 部分减排量已备案的光伏发电项目的监测数据	64
表 37: CCER 对光伏发电项目的业绩贡献测算	66
表 38: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对光伏项目业绩贡献的敏感性分析	66
表 39: 温宿县台兰河二级水电站项目减排量	67
表 40: 部分减排量已备案的水电项目的监测数据	68
表 41: 有效电量系数取值	69
表 42: 不同情景下 CCER 对水电项目的业绩贡献测算	69
表 43: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对水电项目业绩贡献的敏感性分析	70
表 44: 江苏省江阴市垃圾焚烧发电一期工程项目减排量计算方法	71
表 45: 江苏省江阴市垃圾焚烧发电一期工程项目减排量	72
表 46: 备案垃圾焚烧项目监测减排量及上网电量	72
表 47: CCER 对垃圾焚烧项目的业绩贡献测算	73
表 48: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对垃圾焚烧项目业绩贡献的测算	73
表 49: 光大生物能源 (含山) 有限公司生物质能发电项目减排量计算方法	74
表 50: 备案生物质能利用项目监测减排量及上网电量	75
表 51: CCER 对生物质能利用项目的业绩贡献测算	75
表 52: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对生物质能利用项目业绩贡献的测算	75
表 53: 《再生能源并网发电方法学 (第二版)》中可使用额外性论证的简化流程的项目类型	77
表 54: 《额外性论证与评价工具》中的投资分析方法	79
表 55: 新乡市生活垃圾填埋场填埋气发电项目减排量计算方法	79
表 56: 新乡市生活垃圾填埋场填埋气发电项目减排量	80
表 57: 备案填埋气回收项目监测减排量及上网电量	81
表 58: CCER 对填埋气回收项目的业绩贡献测算	81
表 59: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对填埋气回收项目业绩贡献的测算	81
表 60: 湖北省南漳县农村户用沼气项目减排量计算方法	82
表 61: 湖北省南漳县农村户用沼气项目减排量	83
表 62: 备案沼气利用项目监测减排量及上网电量	83
表 63: CCER 对沼气利用项目的业绩贡献测算	84
表 64: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对沼气利用项目业绩贡献的测算	84
表 65: 七台河蓝天瓦斯发电有限责任公司瓦斯发电项目减排量计算方法	86
表 66: 七台河蓝天瓦斯发电有限责任公司瓦斯发电项目减排量	86
表 67: 备案煤层气发电项目监测减排量及上网电量	87

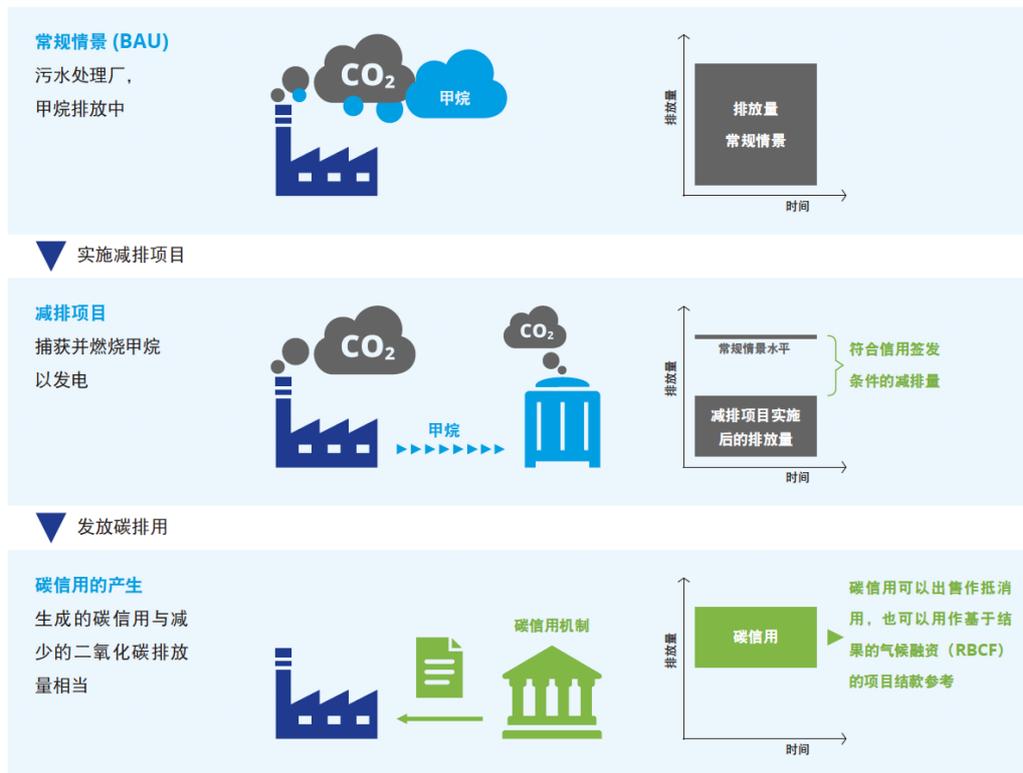
表 68: 不同情景下 CCER 对煤层气发电项目的业绩贡献测算	87
表 69: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对煤层气发电项目业绩贡献的敏感性分析	88
表 70: CCER 项目收入贡献测算汇总	88
表 71: 未来有望产生 CCER 减排量的相关上市公司梳理	89

1. 碳抵消机制概况

1.1. 什么是碳抵消机制

碳抵消机制主要是正在执行或者已经批准的减排活动项目经过核查后产生的减排量在在碳交易市场进行交易从而用作排放量的抵消，减排量通常指的是在常规情景之外避免或封存的排放量。由于碳抵消机制的产生基于自愿原则，而在其他定价机制中，受约束的企业通常是具有强制性的要求，因此“总量控制与排放交易”机制下的“配额”和“基线减排与信用交易”机制下的“减排量抵消额度”有所区分。

图 1：碳抵消机制运作模式



资料来源：世界银行，华宝证券研究创新部

1.2. 碳抵消机制类别

根据碳抵消产生方式和机制管理方式，可将碳抵消机制分为国际性碳抵消机制、独立碳抵消机制及区域、国家和地方碳抵消机制三类。

① 国际性碳抵消机制

《京都议定书》提出三种灵活的国际性碳抵消机制，推动附件一及非附件一国家共同参与碳减排活动来应对环境变化。国际性碳抵消机制主要是由国际气候条约制约的机制，通常由国际机构管理，主要包括国际排放贸易机制（IET）、联合履约机制（JI）和清洁发展机制（CDM）。

- **国际排放贸易机制（IET）**：该机制主要存在于发达国家之间，节余排放的发达国家将其超额完成减排义务的指标以贸易的方式转让给未能完成减排义务的发达国家，并同时从转让方的允许排放限额上扣减相应的转让额度。

- **联合履行机制 (JI)**: 发达国家之间通过项目级的合作, 其所实现的减排单位 (简称“ERU”), 可以转让给另一发达国家缔约方, 但是同时必须在转让方的分配额上扣减相应的额度。
- **清洁发展机制 (CDM)**: 发达国家通过提供资金和技术支持等方式, 与发展中国家开展项目级的合作, 发展中国家通过实施减排项目所实现的“经核证的减排量”(简称“CER”), 用于发达国家缔约方抵消等量的碳排放量, 从而完成在议定书第三条下的承诺。

图 2: IET 机制

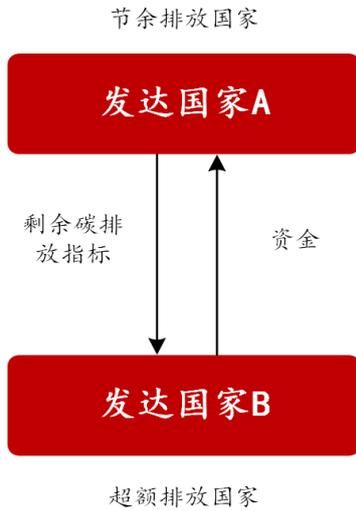
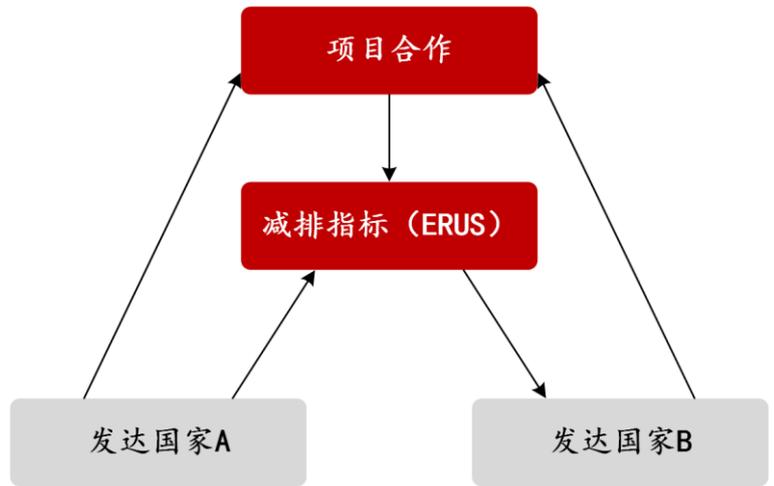


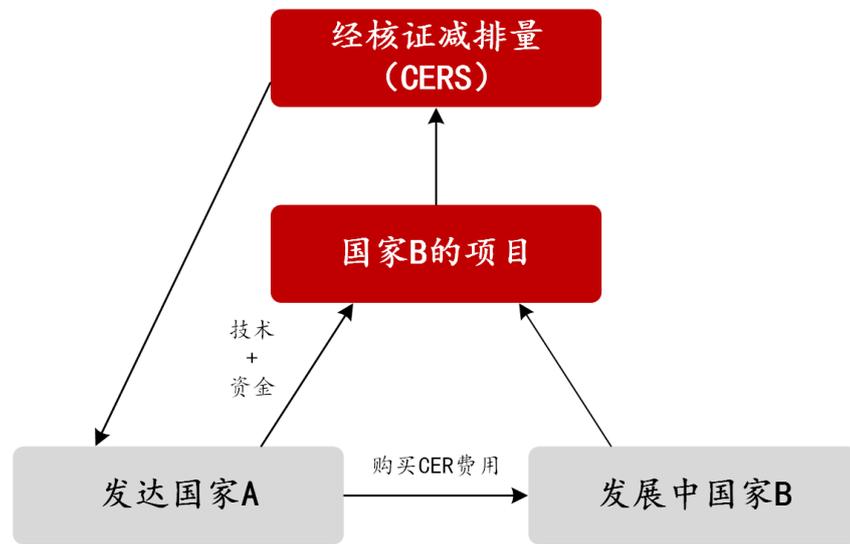
图 3: JI 机制



资料来源: 中国碳排放交易网, 华宝证券研究创新部

资料来源: 中国碳排放交易网, 华宝证券研究创新部

图 4: CDM 机制



资料来源: 中国碳排放交易网, 华宝证券研究创新部

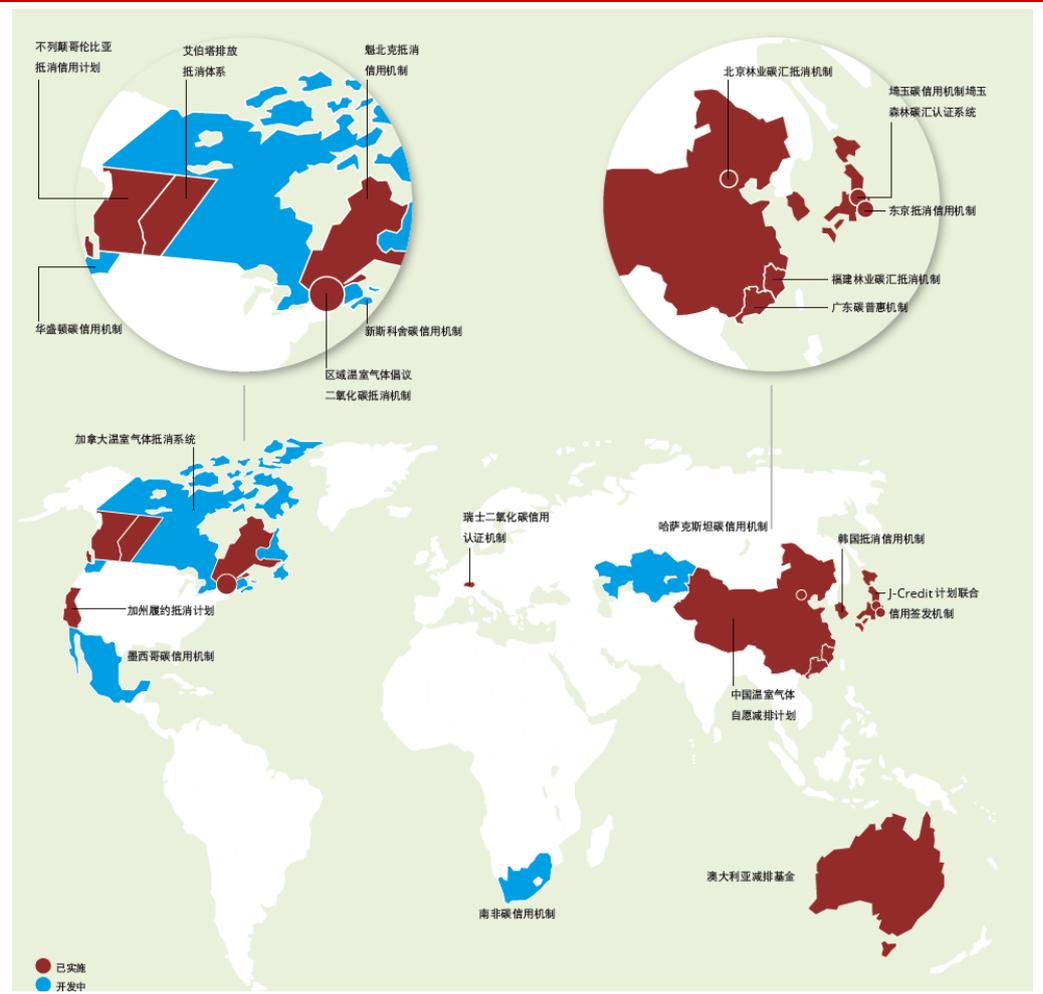
② 独立性碳抵消机制

独立碳信用机制是指不受任何国家法规或国际条约约束的机制, 由私人和独立的第三方组织 (通常是非政府组织) 管理, 截至目前主要所有四个独立性抵消机制, 分别为美国碳注册处 (American Carbon Registry, ACR)、清洁空气法案 (Climate Action Reserve, CAR)、黄金标准 (Gold Standard, GS) 和自愿碳减排核证 (Verified Carbon Standard, VCS)。

③ 区域、国家和地方碳抵消机制

区域、国家和地方碳信用机制由各辖区内立法机构管辖，通常由区域、国家或地方各级政府进行管理。截至目前主要所有 20 个区域、国家和地方碳抵消机制，例如中国温室气体自愿减排计划（CCER）、澳大利亚减排基金（Australia Emissions Reduction Fund, ERF）和美国加州配额抵消计划（California Compliance Offset Program）等。

图 5：全球碳抵消机制发展现状



资料来源：世界银行，华宝证券研究创新部

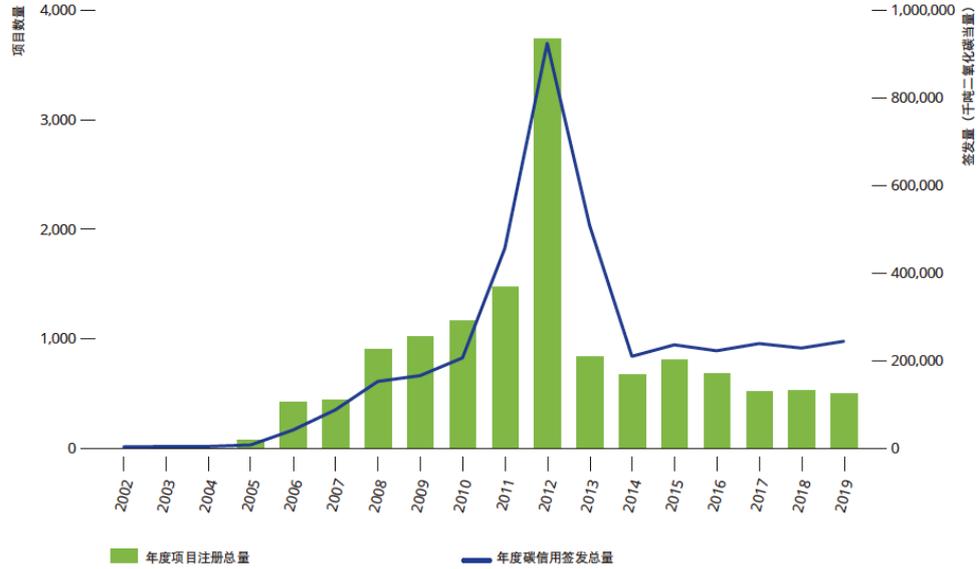
1.3. 全球碳抵消机制发展进程：全球 26 个碳抵消体系碳价差异大

全球碳抵消机制市场在 2012 年达到顶峰，随后注册量和签发量大幅下滑。一般来说，为加速减排目标实现同时给予减排企业灵活履约的空间，大部分碳市场在初期会建立配套的碳抵消机制，主要用于抵消本市场内的强制履约义务。在 2015-2019 年间，有 4 个司法管辖区实施了新的碳信用机制，此外加拿大、墨西哥和南非等的碳信用机制也正处于开发阶段。据世界银行统计，截至 2019 年 12 月 31 日，全球共计注册约 14,550 个碳信用“项目”；其中，7,759 个项目已签发约 39 亿吨二氧化碳当量的碳减排量，相当于使 8.42 亿辆乘用车停用一年所产生的减排量；同时，2019 年签发碳信用约占当年全球碳信用的 17%。但从时间维度上来看，自 2013 年以断崖下跌后，全球碳抵消机制的年度项目注册总量仍呈下滑趋势，同时自 2015 年以来，全球碳信用机制的碳信用签发量已下降 35%，部分原因是由于中国温室气体自愿减排机制在 2017 年停止。

不同碳抵消体系交易碳价差距较大。根据世界银行《碳定价机制发展现状与未来趋势 2021》报告数据，2020 年 4 月 1 日至 2021 年 4 月 1 日，26 个碳抵消机制签发碳减排量合

计 3.6 亿吨，不同的碳抵消体系的平均碳价差距较大，平均碳价最高的瑞士二氧化碳信用认证机制为 59.19-159.61 美元/吨，而最低的地区平均碳价仅为 1 美元/吨左右。此外，不同的碳抵消体系所覆盖的行业也有所不同，其中覆盖较多的领域为林业、能源效率、可再生能源、垃圾等。

图 6：全球碳抵消机制年度项目注册总量及签发量



资料来源：世界银行，华宝证券研究创新部

表 1：全球各抵消机制 2020 年签发量、平均价格和覆盖行业

试点	机制名称	签发量 (MtCO ₂ e)	平均价格 (USD)	覆盖行业
国际	清洁发展机制 (CDM)	74	2.02	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	联合履约机制 (JI)	-	-	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
独立	美国碳注册处 (ACR)	7.3	5.36	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	清洁空气法案 (CAR)	4.61	2.34	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	黄金标准	34.35	5.27	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	自愿碳减排核证标注 (VCS)	140.37	1.62	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
区域	艾伯塔排放抵消体系	8.4	15.92-21.49	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	澳大利亚减排基金 (ERF)	16.3	12.02	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	北京林业碳汇抵消机制	-	-	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	北京停车场抵消机制	-	-	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	不列颠哥伦比亚抵消信用计划	1.6	6.37-11.94	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	加州履约抵消计划	46	13.71	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	中国温室气体自愿减排计划	-	1.52-3.04	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	福建林业碳汇抵消机制	0.16	1.52-3.04	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	广东普惠	0.6	2.59	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	J-Credit 计划	0.3	13.54-19.78	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	魁北克抵消信用机制	0.11	14.6	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	韩国抵消信用机制	17.61	20.31-36.02	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	RGGI	0.01	5	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
	埼玉碳信用机制	-	-	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾
埼玉森林碳汇认证系统	1	4.23	农业, 林业, 制造业, 能源效率, 可再生能源, 垃圾	

南非碳信用机制	-	-	
瑞士二氧化碳信用认证机制	2.1	59.19-159.61	
泰国自愿减排计划	6.01	0.64-9.46	
东京抵消信用机制	-	1.62-57.77	
联合信用签发机制 (JCM)	0.03	-	

资料来源：世界银行，华宝证券研究创新部

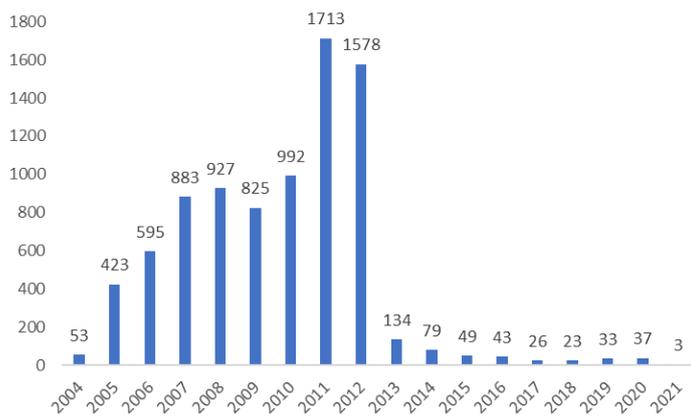
注：覆盖行业由左到右依次是：农业、CCUS、能源效率、林业、燃料转型、逸散排放、工业气体、制造业、其他土地使用、可再生能源、交通运输、垃圾

1.4. 全球 CDM 项目概况：CDM 项目聚焦可再生能源领域，中国占据全球首位

根据联合国环境规划署数据，截至 2021 年 4 月 1 日，除去撤回项目 65 个，EB 拒绝项目 280 个，DOEs 否定、终止项目分别 279、2379 个外，全球注册备案 CDM 项目数共计 8415 个，其中，处于验证阶段项目 558 个，申请审查中项目 4 个，已登记未发放 CERs 项目 4582 个，已登记已发放 CERs 项目 3271 个。从注册时间来看，2004-2012 年，全球 CDM 项目处于高速发展期，9 年注册备案项目 7989 个，占比近 95%，2013 年后，欧盟碳排放交易体系进入第三阶段，明确可抵消的 CERs 需来自最不发达国家，全球最大碳排放体系对抵消机制的限制使得注册 CDM 项目数急剧减少。

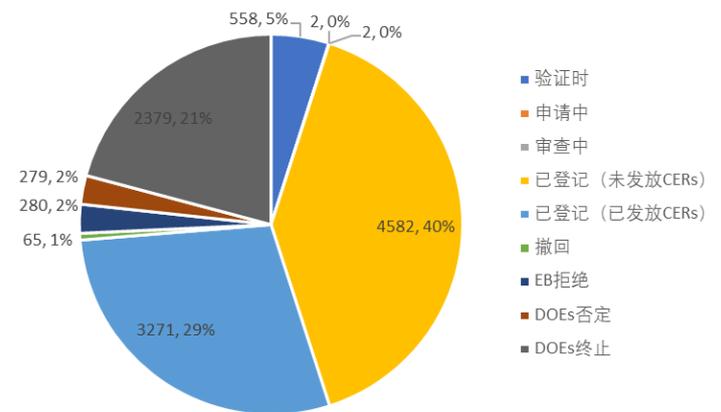
CDM 项目聚焦于可再生能源领域，中国占据全球首位。从项目类型来看，截至 2021 年 4 月 1 日，已注册备案的项目主要集中于风能、水力、生物质能、避免甲烷排放、太阳能等领域，前五大类型共计 6645 个，占比达 79%。从项目分布来看，CDM 注册备案项目主要集中于亚洲、太平洋地区、拉丁美洲等地，占比达 94.6%，其中，中国项目数 3861 个，占比达 45.9%，位居全球首位。

图 7：全球 CDM 项目注册备案数



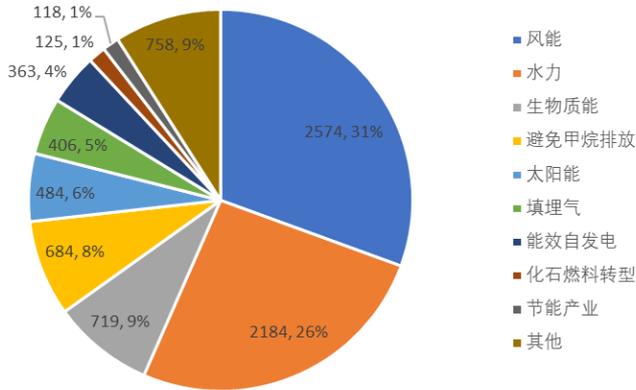
资料来源：联合国环境规划署，华宝证券研究创新部

图 8：全球 CDM 项目进程



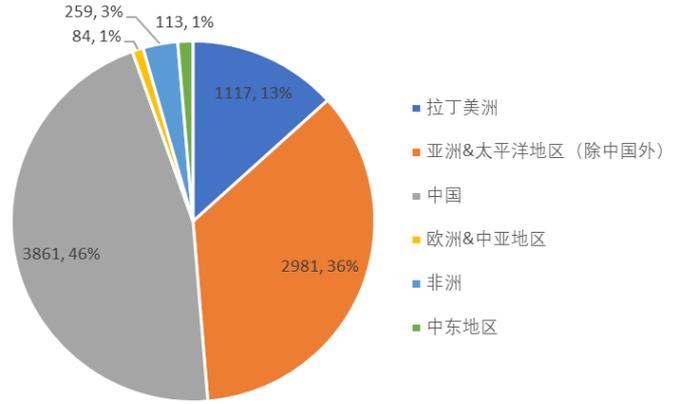
资料来源：联合国环境规划署，华宝证券研究创新部

图 9：全球 CDM 项目类型占比



资料来源：联合国环境规划署，华宝证券研究创新部

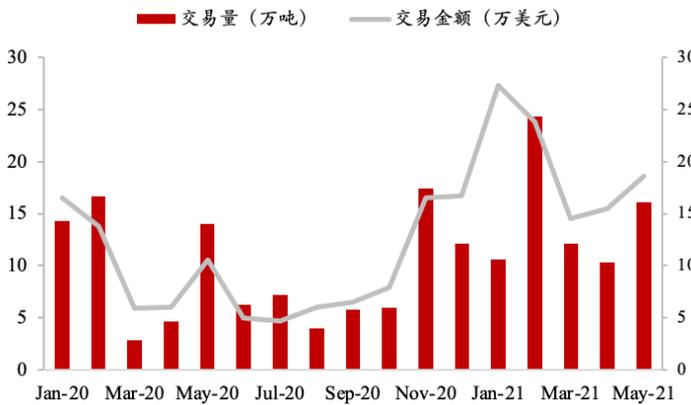
图 10：各地区 CDM 项目数



资料来源：联合国环境规划署，华宝证券研究创新部

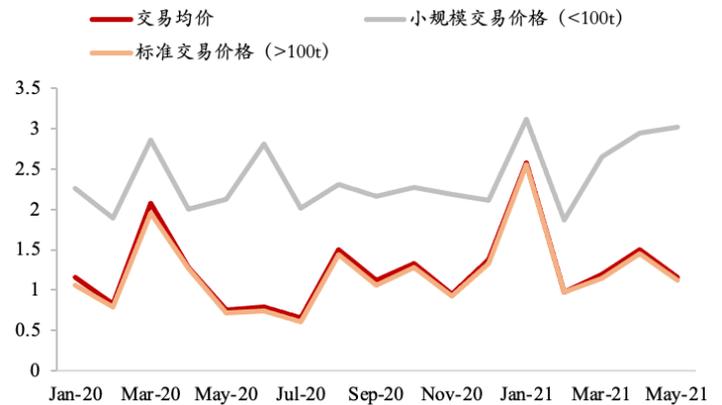
CDM 交易均价较低，为 1.04 美元/吨。根据 Eco Securities 数据，2020 年全球 CDM 项目交易量 111.16 万吨，交易金额 116.06 万美元，交易均价 1.04 美元/吨，成交价格较低；从价格变化来看，2020 年 1 月至 2021 年 5 月，CDM 交易均价在 0.66-2.07 美元/吨之间波动，且小规模交易价格 (<100t) 高于标准交易价格 (>100t)。

图 11：CDM 项目交易量及交易金额



资料来源：Eco Securities，华宝证券研究创新部

图 12：CDM 项目交易价格变化 (单位：美元/吨)



资料来源：Eco Securities，华宝证券研究创新部

1.5. 我国碳抵消机制发展情况：全国 CCER 市场有望重启

我国参与碳排放交易历程大体可划分为三个阶段，整体而言，主要采取先参与国际碳交易体系，后开展国内区域试点，进而推进全国碳排放市场体系建设。

- **第一阶段：CDM 项目阶段。**从 2005 年至 2012 年，主要参与国际 CDM 项目；
- **第二阶段：碳交易试点阶段。**从 2013 年至 2020 年，在北京、上海、天津、重庆、湖北、广东、深圳、福建、四川等省市开展碳排放权交易试点，CCER 在试点地区参与交易；
- **第三阶段：全国碳交易市场阶段。**从 2021 年开始建立全国碳交易市场，CCER 申请有望重启。

图 13: 我国 CCER 碳交易市场发展历程



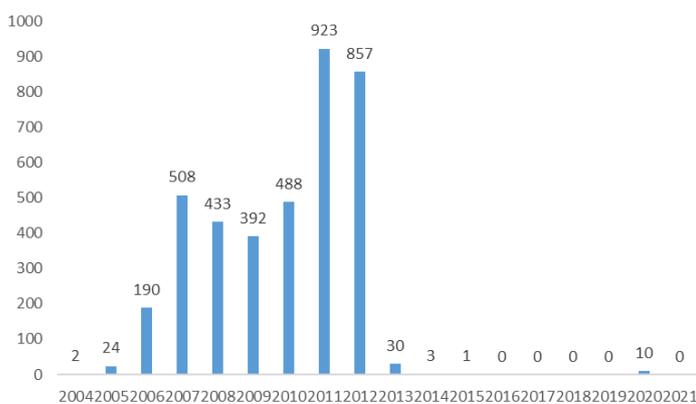
资料来源：各大政府网站，华宝证券研究创新部

1.5.1. 第一阶段：CDM 项目阶段

2005年6月26日，联合国CDN管理委员会注册了我国第一个风力发电项目——内蒙古辉腾锡勒风电场项目，标志着我国CDM风力发电项目开发的开端。截至2021年4月1日，我国CDM已注册备案项目数量达3861个，从注册时间来看，2006-2012年，我国CDM项目处于高速发展期，7年注册备案项目3791个，占比达98%，2013年后CDM注册备案项目速度放缓，其主要原因在于欧盟碳排放体系对CDM项目抵消进行限制，致使占比最高的中国地区CDM项目急剧减少。

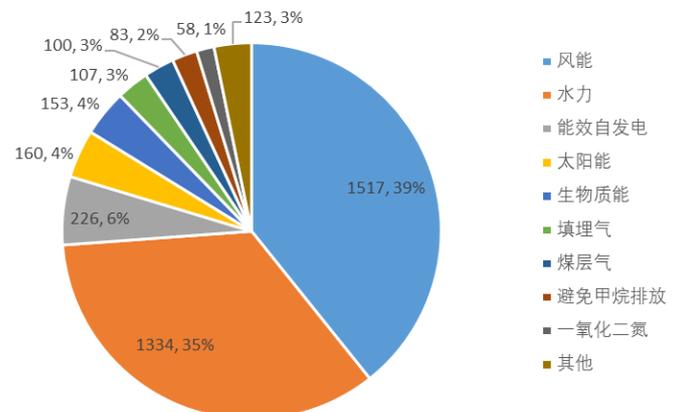
从项目所在地区来看，项目主要集中于四川、云南、内蒙古、甘肃及山东等地区，前五大省份合计1521个，占比39%。从项目类型来看，已注册备案的CDM项目主要集中于风能、水力等领域，两者项目达2851个，占比达73.84%。

图 14: 我国 CDM 项目注册备案数



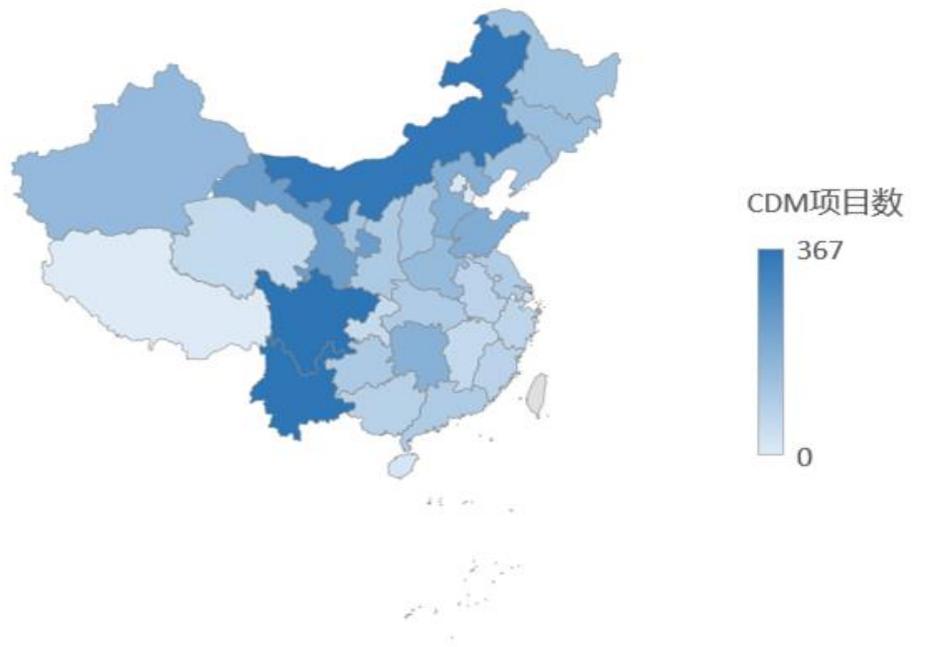
资料来源：联合国环境规划署，华宝证券研究创新部

图 15: 我国 CDM 项目类型占比



资料来源：联合国环境规划署，华宝证券研究创新部

图 16: 我国各地区 CDM 项目数



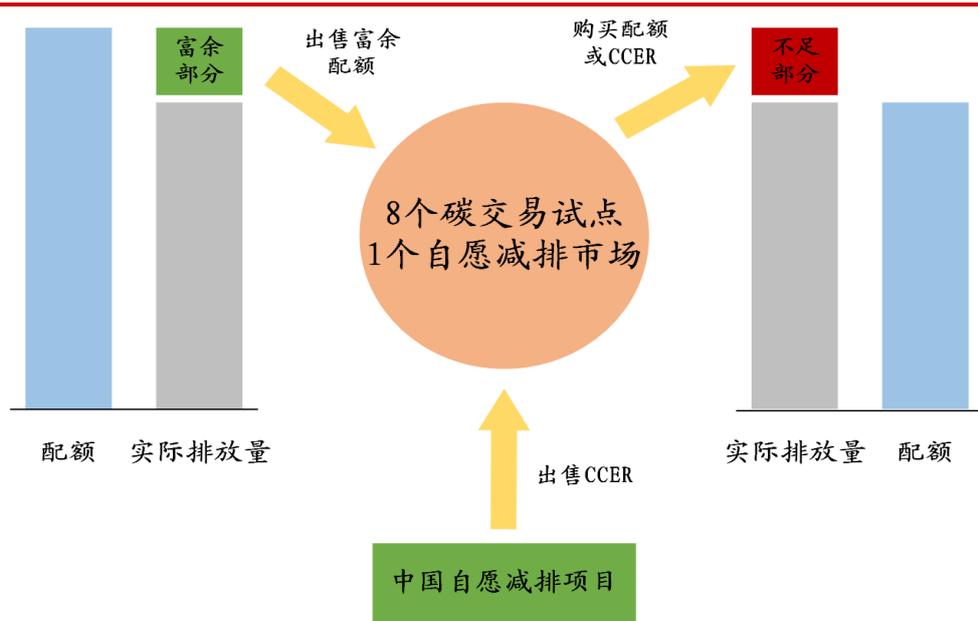
资料来源：联合国环境规划署，华宝证券研究创新部

1.5.2. 第二阶段：碳交易试点阶段

2013 年起，受制于欧盟对 CDM 项目的限制，国内 CDM 项目数急剧下降，该背景下国内开启着手建立碳交易市场体系——碳排放交易试点市场（ETS）+自愿核证减排机制（CCER）。具体来看，我国借鉴欧盟碳交易机制（EU-ETS）在北京、天津、上海、湖北、广东、深圳、重庆、福建、四川九个省市率先开启区域碳排放交易试点，于此同时，我国借鉴《京都议定书》中的碳抵消机制清洁发展发展机制（CDM）搭建适用于国内的自愿核证减排机制（CCER）。

CCER 项目在很大程度上与 CDM 项目相似。CCER 国家核证自愿减排量指根据发改委发布的《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》的规定，经其备案并在国家注册登记系统中登记的温室气体自愿减排量。超额排放企业可通过在碳交易市场上购买 CCERs 抵消碳排放超额部分。

图 17: 碳交易市场基本原理



资料来源：华宝证券研究创新部

各试点实行不同抵消机制，抵消比例 5%-10%之间。各试点均以 CCER 作为碳排放抵消指标，但抵消比例不同。北京、上海试点 CCER 抵消使用比例不得超过当年核发配额量的 5%；天津试点抵消使用比例不超过当年实际排放量的 10%；深圳、湖北试点抵消使用比例不超过配额量的 10%；广东的 CCER 抵消使用比例不超过企业上年度实际排放量的 10%；重庆抵消使用比例不超过审定排放量的 8%。

表 2: 各碳交易试点 CCER 抵消政策

试点	CCER 抵消比例	CCER 地域项目	CCER 项目类型限制	CCER 项目或减排时间限制
深圳	不得超出当年核发配额量的 10%	指定了风力发电、太阳能发电以及垃圾焚烧发电项目的省份；优先和本市签署碳交易合作协议的省份和地区；农林项目不受地区限制	可再生能源和新能源发电项目、清洁交通减排项目、海洋固碳减排项目、林业碳汇项目、农业减排项目	-
北京	不得超出当年核发配额量的 5%	50%以上应为本地项目；优选津、冀等与本市签署应对气候变化、生态建设、大气污染防治等协议地区	非来自氢氟碳化物、全氟化碳、氧化亚氮、六氟化硫气体项目及水电项目；非来自本市行政辖区内重点排放单位固定设施项目	2013 年 1 月 1 日后实际产生的减排量
上海	不得超出当年核发配额量的 5%	-	非来自本市试点企业排放边界范围内的国家核证自愿减排量	2013 年 1 月 1 日后实际产生的减排量
广东	不得超出当年核发配额量的 10%	70%以上的 CCER 来源于广东省内项目	CO ₂ , CH ₄ 减排项目占项目减排量 50%以上；水电项目以及化石能源的发电、供热和余能利用项目除外	-
天津	不得超出当年核发配额量的 10%	优选京、津、冀地区	仅来自二氧化碳气体项目，且水电项目除外	2013 年 1 月 1 日后实际产生的减排量
湖北	不得超出当年核发配额	湖北省内项目；或与湖北省签署了碳市场合作协议的省市项目	非大中型水电类项目；鼓励优先使用农林类项目	已备案减排量 100%可用于抵消；未备案减排量按不高

量的 10%

于项目有效计入期内减排量

60%的比例用于抵消

不得超出当
重庆 年核发配额
量的 8%

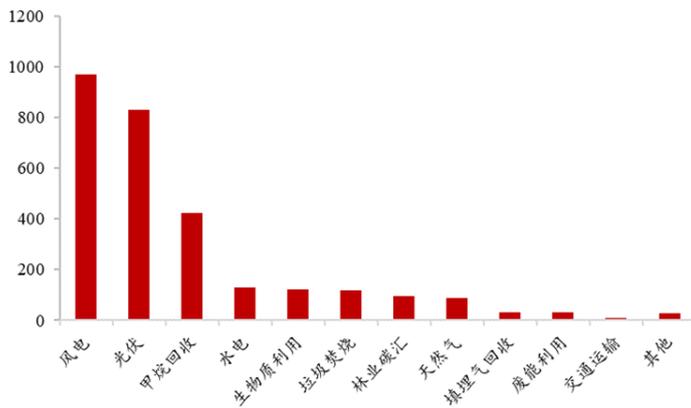
非水电项目

2010 年 12 月 31 日后投入
运行，碳汇项目不受此限制

资料来源：各大政府网站，华宝证券研究创新部

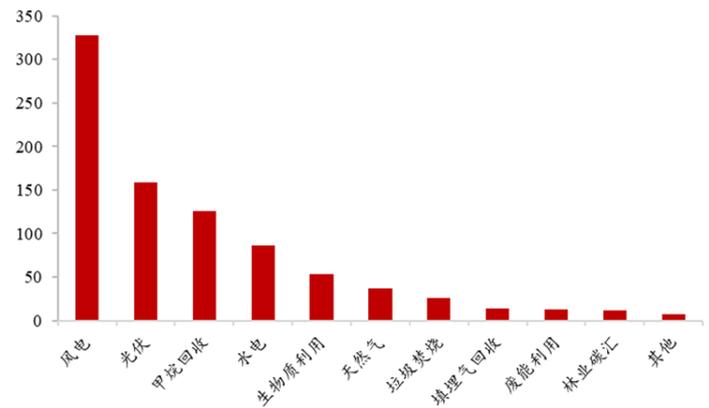
已发布 CCER 审定项目 2871 个、备案项目 861 个。通过对中国自愿减排交易信息平台相关数据进行统计，2012-2017 年共发布 CCER 审定项目 2871 个，备案项目 861 个，主要包含风电、光伏、甲烷回收、水电、生物质能利用、垃圾焚烧等领域。

图 18：我国 CCER 审定项目行业分布情况



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

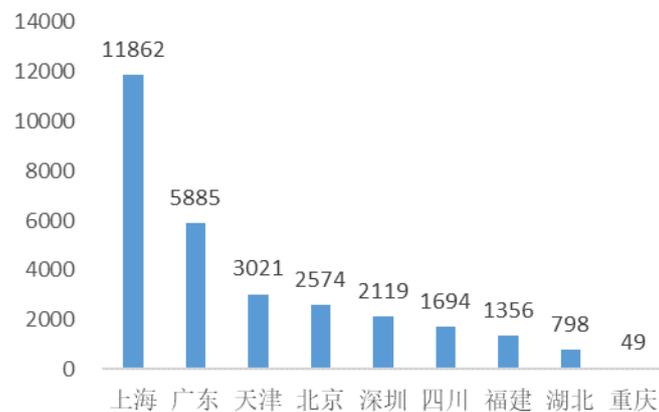
图 19：我国 CCER 备案项目行业分布情况



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

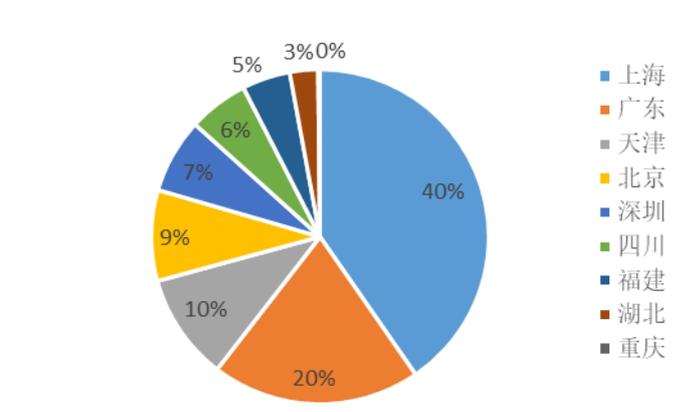
上海、广东 CCER 累计成交量领先，占比超 60%。截至 2021 年 5 月 30 日，中国碳市场 CCER 累计成交 2.94 亿吨，为已签发量的约 5.5 倍。其中，上海、广东 CCER 成交量领先，上海市场累计成交量 1.19 亿吨，占全国累计成交量的 40.4%，广东市场累计成交量 5885 万吨，占比 20%左右，天津累计成交量已超过 3000 万吨，占比超过 10%，北京累积成交量在 2500 万吨左右，占比为 8.77%，深圳、四川、福建累计成交量位于 1300-2500 万吨之间，占比约为 4%-8%，湖北、重庆成交量较低，占比不足 5%。

图 20：我国各试点 CCER 项目累计成交量（单位：万吨）



资料来源：各大碳交易所，华宝证券研究创新部

图 21：我国各试点 CCER 项目累计成交量占比

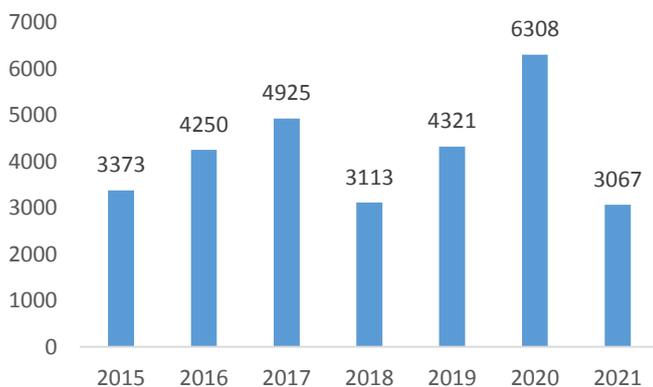


资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

从时间维度上看，CCER 项目成交量与价格均呈现波动上涨趋势。截至 2021 年 5 月 30

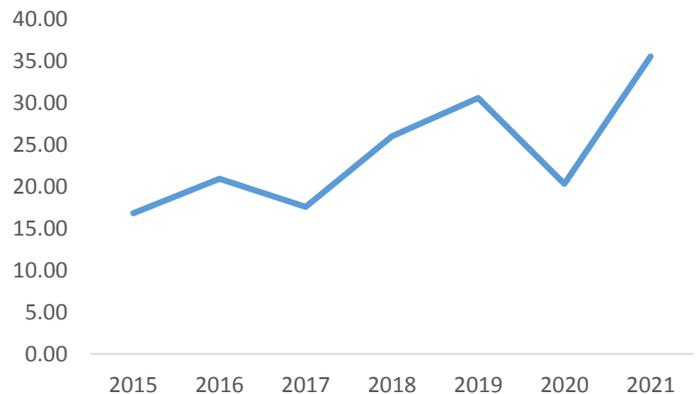
日，2021年中国碳市场 CCER 累计成交量 3067 万吨，已接近 2020 年成交量的一半，预计在 CCER 抵消机制不明确前，本年度成交量与去年基本持平；从交易最为活跃的上海 CCER 二级市场挂牌交易的均价来看，CCER 价格呈现较为明显的上涨趋势，主要原因在于：首先，2017 年停止 CCER 备案后，CCER 存量随着履约消耗而逐年减少；其次，当前全国统一碳市场的抵消机制还未明朗，随着今年 6 月底统一全国碳交易市场开市，在未来 CCER 价格上涨的预期下，CCER 持有者可能会持观望态度。就价格而言仍需要注意的是，大量 CCER 的交易其实是通过线下协议的方式完成的，例如上海碳市场 2015-2020 年线下协议交易总量是挂牌交易量的 4.5 倍，但线下协议交易价格远低于线上挂牌交易价格，例如上海碳市场 2017-2019 年年度线上挂牌交易的均价为线下协议交易均价的 8-11 倍；同时，不同类型项目产生的 CCER 的价格也存在一定差异，未来环保效益确定性强的项目产生的 CCER 的价格具备更大的上涨空间。

图 22: CCER 项目年度成交量 (单位: 万吨)



资料来源: 上海环境交易所, 广州碳排放权交易所, 华宝证券研究创新部

图 23: 上海 CCER 项目年均挂牌价格走势 (单位: 元/吨)



资料来源: 上海环境交易所, 华宝证券研究创新部

注: 2020 年均价取自上海环交所发布的《2020 上海碳市场报告》中 2020 年可履约 CCER 的均价; 其他年份均为 CCER 挂牌交易均价。

1.5.3. 第三阶段: 全国碳交易市场阶段, CCER 有望重启

从政策上来看, 当前未明确全国碳交易市场核证减排抵消比例的量化指标。2021 年 3 月, 生态环境部发布《碳排放权交易管理暂行条例(草案修改稿)》(征求意见稿)(简称“暂行条例”), 本次暂行条例明确提出重点排放单位可以购买经过核证并登记的温室气体削减排放量, 用于抵销其一定比例的碳排放配额清缴。相比而言, 2021 年 1 月发布的《碳排放权交易管理办法(试行)》(简称“管理办法”)明确抵消比例为 5%。暂行条例没有明确的量化为增加核证减排量抵消碳排放配额创造了空间, 放宽了实施可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目来实施碳减排。

此外, 重新纳入自愿减排核证机制已提上日程。暂行条例指出可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的实施单位可以申请国务院生态环境主管部门组织对其项目产生的温室气体削减排放量进行核证。2017 年 3 月, 由于温室气体自愿减排交易量少、个别项目不够规范等问题, 发改委暂缓受理温室气体自愿减排交易方法学、项目、减排量、审定与核证机构、交易机构备案申请。暂行条例重新纳入自愿减排核证机制, 温室气体自愿减排交易管理办法有望修订, 相关方法学、项目等将重新开启申请审核, 为后续全国碳交易市场提供有效补充。

图 24: CCER 相关政策



资料来源：各大政府网站，华宝证券研究创新部

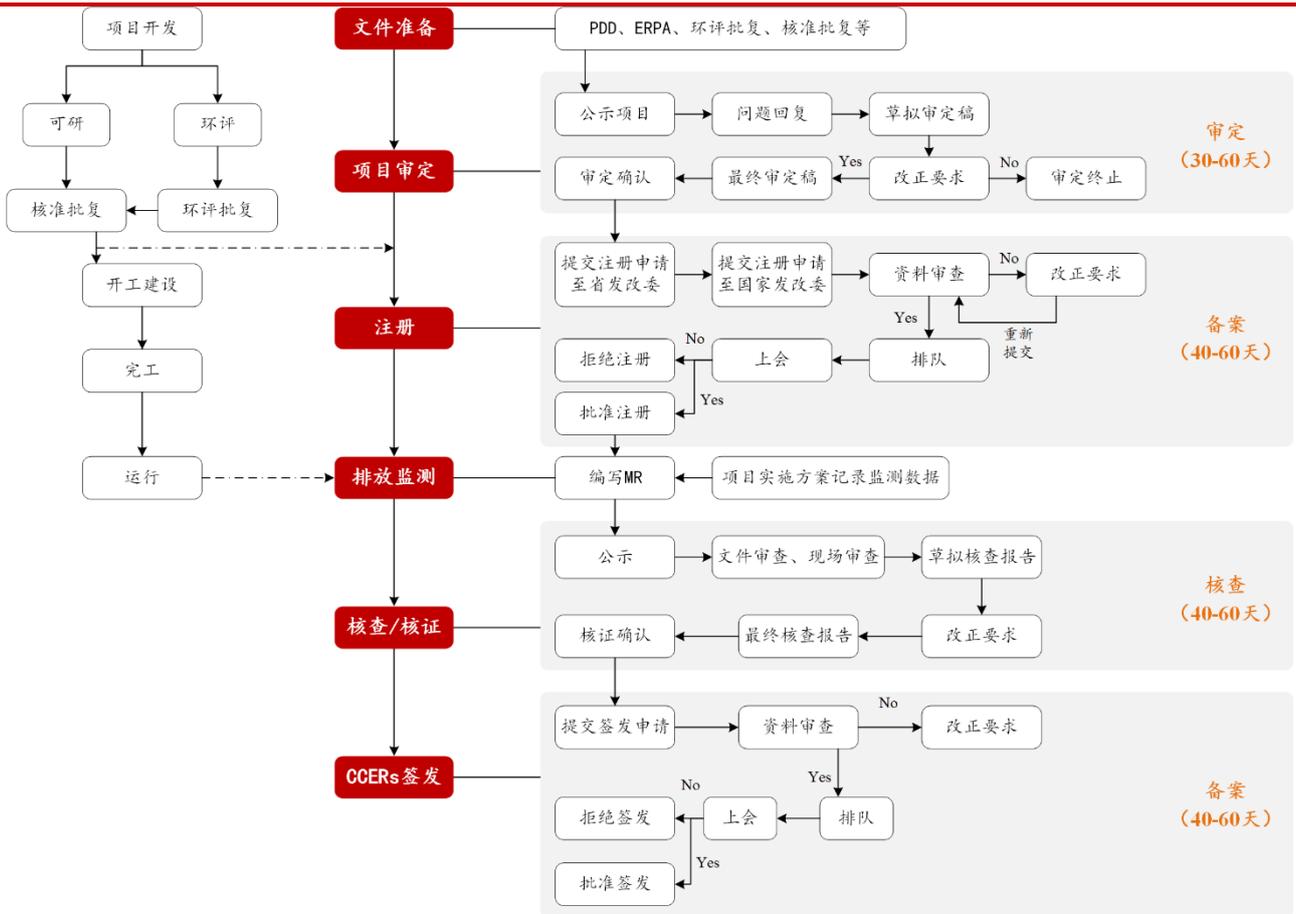
从建设上来看，北京将承建全国温室气体自愿减排管理和交易中心。2021年3月，中共北京市委办公厅、北京市人民政府办公厅印发《北京市关于构建现代环境治理体系的实施方案》的通知，其中提到“完善碳排放权交易制度，承建全国温室气体自愿减排管理和交易中心”。同时2021年5月底，生态环境部、商务部国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部、中国人民银行、海关总署、国家能源局、国家林业和草原局《关于加强自由贸易试验区生态环境保护推动高质量发展的指导意见》中进一步强调，“鼓励北京自贸试验区设立全国自愿减排等碳交易中心”。

从发展上来看，CCER被纳入全球性航空业碳市场，增加了作为国际碳市场履约产品的新属性。2020年3月国际民航组织批准CCER可用于CORSIA抵消，拓宽了CCER的使用范围，进一步提升了审定与核证行业空间。全球航空业发展迅猛，导致CO2排放量快速增长。国际民航组织(ICA0)指出，如果不采取措施，到2050年全球航空业碳排放量将增长至当前水平的3倍，其中国际航空碳排放是主要来源。在此背景下，2016年ICA0通过了国际航空碳抵消和减排计划(CORSIA)，形成第一个全球性行业减排市场机制，2021年启动试运行。根据国际航空运输协会(IATA)预测，到2035年，如果全球主要国家都参加CORSIA，预计航空业需要购买25亿吨减排量用于抵消。

1.6. CCER 机制及备案项目减排量情况

CCER 项目的申请流程主要分为开发和交易两个阶段。开发阶段主要分为项目设计文件(PDD)编制、项目、审定、项目备案，交易阶段主要分为项目实施与监测、减排量核查与核证、减排量签发、交易等。项目业主选择合适项目的方法学或者开发新方法学，根据方法学要求编制PDD文件，向国家主管部门申请，并由专门的审核机构核查该减排项目，项目核准通过得到备案。经备案的CCER项目产生减排量后，项目业主再次申请核查并于通过后获得减排量签发，国家发改委会将项目发布到CCER登记簿上即可等待交易。

图 25: CCER 项目申请流程



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

1.6.1. 方法学

《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》指出，方法学是指用于确定项目基准线、论证额外性、计算减排量、制定监测计划等的方法指南。参与温室气体自愿减排交易的项目应采用经国家主管部门备案的方法学并由经国家主管部门备案的审定机构审定。

发改委已发布 200 个 CCER 相关方法学。自愿减排项目需满足国家规定的项目类别，同时符合发改委经过备案的方法学。2013-2016 年，发改委已自愿减排交易信息平台上在先后发布 12 批温室气体自愿减排方法学备案清单，具体来看，由联合国清洁发展机制（CDM）方法学转化 174 个，新开发 26 个；常规方法学 107 个，小型项目方法学 86 个，农林项目方法学 5 个。

表 3：备案项目常用方法学

自愿减排方法学编号	原方法学编号	中文名	CDM 方法学编号
CM-001-V02	CM-001-V01	可再生能源联网发电	ACM0002
CMS-001-V02	CMS-001-V01	用户使用的热能，可包括或不包括电能	AMS-I.C.
CMS-026-V01		家庭或小农场农业活动甲烷回收	AMS-III.R
CMS-021-V01		动物粪便管理系统甲烷回收	AMS-III.D
CMS-002-V01		联网的可再生能源发电	AMS-I.D.
CM-092-V01		纯发电厂利用生物废弃物发电	ACM0018
CM-072-V01		多选垃圾处理方式	ACM0022

CM-075-V01		生物质废弃物热电联产项目	ACM0006
CM-003-V02	CM-003-V01	回收煤层气、煤矿瓦斯和通风瓦斯用于发电、动力、供热和/或通过火炬或无焰氧化分解	ACM0008
CM-005-V02	CM-005-V01	通过废能回收减排温室气体	ACM0012

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

1.6.2. 项目要求

1、项目资格条件要求

《温室气体自愿减排项目审定与核证指南》指出，自愿减排项目须在 2005 年 2 月 16 日之后开工建设，并满足以下条件之一：1) 采用国家发展改革委备案的方法学开发的减排项目；2) 获得国家发展改革委员会批准但未在联合国清洁发展机制执行理事会或者其他国际国内减排机制下注册的项目；3) 在联合国清洁发展机制执行理事会注册前就已经产生减排量的项目；4) 在联合国清洁发展机制执行理事会注册但未获得签发的项目。

2、项目额外性要求

此外，在抵消机制中，需要评估减排相对于在未实施抵消激励措施的情况下产生的减排是否是额外的。《温室气体自愿减排项目审定与核证指南》指出，除项目已经在联合国清洁发展机制下已经注册为 CDM 项目或者所适用的方法学有特别的规定之外，应论证项目活动的额外性符合要求：

1) 事先考虑减排机制可能带来的效益：确认项目开始时间与项目设计文件的公示时间的早晚；确认是否事先考虑以及持续寻求减排机制的支持；

2) 基准线的识别：识别项目活动可信的替代方案，确认最现实可行的基准线情景；

3) 投资分析：确定适宜的分析方法（简单成本分析方法、投资比较分析方法、基准值分析方法等）、进行基准值分析（项目全投资税后内部收益率作为基准值）、财务指标的计算与比较（比较项目全部投资内部收益率与基准值的差）；

4) 障碍分析：论证项目面临的障碍会阻止该类项目的实施,但是不会阻止至少一种替代方案的实施；

5) 普遍实践分析：评估普遍实践分析设定的地理范围对于评估与项目活动的技术或行业类型有关的普遍实践而言是否是适宜的。

1.6.3. 审定与核证

CCER 审定核证资质门槛高，仅有 12 家机构获得。《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》指出，参与温室气体自愿减排交易的项目应采用经国家主管部门备案的方法学并由经国家主管部门备案的审定机构审定。经备案的自愿减排项目产生减排量后，作为项目业主的企业在向国家主管部门申请减排量备案前，应由经国家主管部门备案的核证机构核证，并出具减排量核证报告。截至目前，发改委气候司共公布 12 家具备自愿减排交易项目审定与核证资质的机构。具体来看不同的机构可参与审定和核证的专业领域有所不同，其中中国质量认证中心和中环联合(北京)认证中心有限公司具备 15 项审定核证能力居于首位。

表 4：中国自愿减排交易项目审定与核证机构及专业领域

时间	2013/6/13		2013/9/2		2014/6/20		2014/8/19		2016/3/10	2017/3/15	2017/3/16	
公司名称	中国质量认证中心	广州赛宝认证中心服务有限公司	中环联合(北京)认证中心有限公司	北京中创碳投科技有限公司	中国船级社质量认证公司	环境保护部环境对外合作中心	中国农业科学院	深圳华测国际认证有限公司	中国林业科学研究院林业科技信息研究所	中国建材检验认证集团股份有限公司	中国铝业郑州有色金属研究院有限公司	江苏省星霖碳业股份有限公司
能源工业(可再生能源/不可再生能源)	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	
能源分配	√	√	√	√	√		√					
能源需求	√	√	√	√	√		√					
制造业	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	
化工行业	√	√	√	√	√	√	√			√	√	
建筑行业	√		√	√	√		√		√		√	
交通运输业	√	√	√	√	√		√					
矿产品	√	√	√		√		√			√		
金属生产	√	√	√		√		√			√	√	
燃料的飞逸性排放(固体燃料、石油和天然气)	√	√	√		√							
碳卤化合物和六氟化硫的生产和消费产生的飞逸性排放	√		√		√	√						
溶剂的使用	√		√		√		√					
废物处置	√	√	√	√	√	√	√				√	
造林和再造林	√	√	√	√			√		√			
农业	√	√	√	√			√					

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

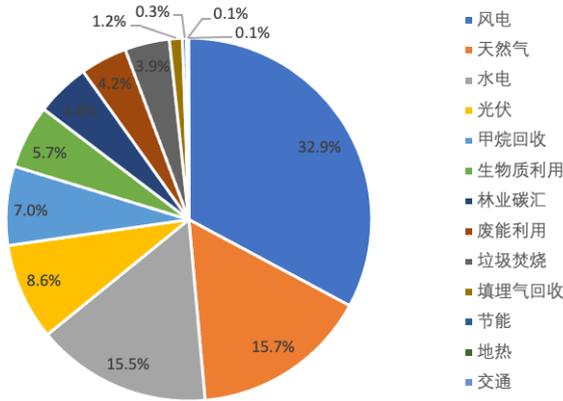
1.6.4. 国内备案项目减排量情况

《温室气体自愿减排项目审定与核证指南》指出，项目设计文件中应准确地计算项目排放、基准线排放、泄漏以及减排量。计算所采取的步骤和应用的计算公式应符合方法学的要求。同时也对项目的计入期有所要求。计入期是指项目可以产生减排量的最长时间期限。根据《温室气体自愿减排项目审定与核证指南》，减排量的计入期可分为两种：一种是可更新的计入期，每个计入期 7 年，可更新 2 次，共计 21 年；另一种是固定计入期，共计 10 年。已经在联合国清洁发展机制下注册的减排项目注册前的“补充计入期”从项目运行之日起开始（但不早于 2005 年 2 月 16 日）并截止至清洁发展机制计入期开始时间。

当前，风电、天然气、水电项目备案的预计减排量占比最高。通过统计 861 个备案项目，预计减排总量约 6 亿吨，其中风电、天然气、水电项目备案预计减排量占比最高，分别为 32.9%、

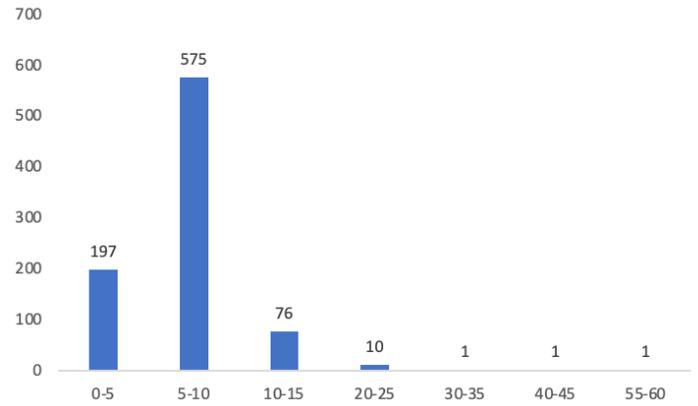
15.7%、15.5%，合计 64.1%。根据世界银行《碳定价机制发展现状与未来趋势 2020》报告，国内 CCER 项目已签发的碳减排量约为 5300 万吨。从计入期来看，备案项目计入期主要集中在 0-5 以及 5-10 的区间内，项目数分别为 197 和 575 个，占比近 90%。

图 26: CCER 备案项目预计减排量占比



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

图 27: 各计入期 CCER 备案项目分布



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

2. CCER 市场供需分析

2.1. CCER 需求：短期 1.35-4.5 亿吨/年，中期逐步上升，长期受政策影响较大

预计短期内 CCER 需求量为 1.35-4.5 亿吨/年，随后几年将逐步增加到 3.11-10.46 亿吨/年，长期来看 CCER 未来需求量受政策影响较大。当前 CCER 需求方主要为参与全国碳交易市场的控排企业以及国外减排组织，因此将需求分为两个部分，一个是中国国内碳市场对 CCER 的需求，一个是国际航空碳抵消和减排计划（CORSIA）对 CCER 的需求，下面分别对这两个部分进行讨论。

➤ 中国国内碳市场对 CCER 的需求

中国国内碳市场对 CCER 的需求量的计算公式为：

$$\text{当年 CCER 需求量上限} = \text{当年控排企业实际碳排放量} \times \text{抵销比例上限}$$

当年实际碳排放量：根据生态环境部，当前全国统一碳市场（仅纳入电力行业）覆盖约 45 亿吨温室气体排放量。未来全国统一碳市场还将纳入石化、化工、建材、钢铁、有色金属、造纸、航空等行业，根据中创碳投《碳达峰碳中和目标愿景下全国碳市场面临的新挑战和相关推荐》以及 CEADs 的 2018 年行业二氧化碳排放数据，同时考虑间接排放，假设中性情景下行业纳入顺序及近几年每年覆盖排放量如下。

表 5: 近几年碳市场覆盖排放量预测

时间	新纳入行业	预计覆盖排放量 (亿吨/年)
2021 年	电力	45
2022 年	建材、有色	62
2023 年	钢铁	82
2024 年	石化	85

2025 年	化工、造纸	90
2026 年	航空	91

资料来源：华宝证券研究创新部

抵销比例上限：《碳排放权交易管理办法（试行）》（2021-02）中提出“抵销比例不得超过应清缴碳排放配额的 5%”；同时《碳排放权交易管理暂行条例（草案修改稿）》（2021-03）中提到“重点排放单位可以购买经过核证并登记的温室气体削减排放量，用于抵销其一定比例的碳排放配额清缴”；2021 年 10 月，生态环境部印发《关于做好全国碳排放权交易市场第一个履约周期碳排放配额清缴工作的通知》，明确今年第一个履约周期抵销比例不超过应清缴碳排放配额的 5%。

根据生态环境部抵消比例上限要求，同时参考 8 大试点地区 CCER 抵消比例为 5%-10% 不等，假设悲观/中性/乐观条件下抵消比例上限为 3%/5%/10%，由此得出不同情景下的测算结果如下表，近几年中国国内碳市场对 CCER 的需求量将在为 1.35-10 亿吨/年范围内。

表 6：CCER 项目需求量预测

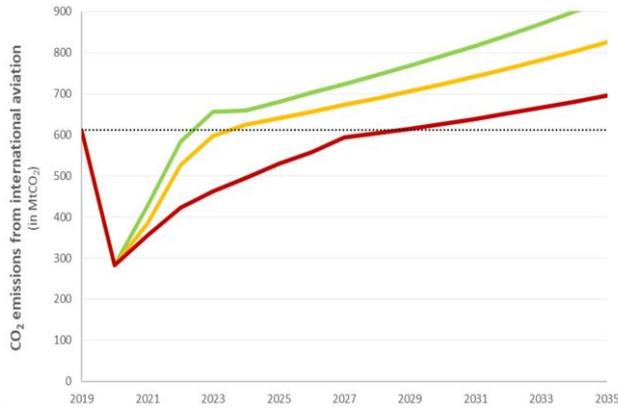
时间	预计覆盖排放量（亿吨/年）			抵销比例上限			预计 CCER 需求量（亿吨/年）		
	悲观	中性	乐观	悲观	中性	乐观	悲观	中性	乐观
2021 年	45	45	45	3%	5%	10%	1.35	2.25	4.5
2022 年	45	62	65	3%	5%	10%	1.35	3.1	6.5
2023 年	58	82	85	3%	5%	10%	1.74	4.1	8.5
2024 年	62	85	90	3%	5%	10%	1.86	4.25	9
2025 年	82	90	95	3%	5%	10%	2.46	4.5	9.5
2026 年	85	91	100	3%	5%	10%	2.55	4.55	10

资料来源：华宝证券研究创新部

➤ CORSIA 对 CCER 的需求

当前 CORSIA 对 CCER 的需求量存在不确定性。尽管 CORSIA 已允许使用 CCER，同时根据其要求，参与的航空公司需购买一定数量符合条件的减排量单位，以抵消其超出基准线水平的二氧化碳排放增量，在 2021-2035 年期间，CORSIA 计划每年抵消基准以上额外排放量的 80%。但由于疫情原因，2020 年联合国航空机构国际民航组织（ICAO）已将基准线水平从原计划的 2019 年和 2020 年的平均排放水平改为 2019 年的排放水平，因此所需减排量将大幅降低。根据 ICAO 对基准线变化的影响分析以及 Öko-Institut 研究所的测算，2021-2023 年期间 CORSIA 将不会产生减排量的需求。同时，未来国际航运恢复情况和基准线水平的重新调整将极大地影响减排量需求，据 ICAO 预测，在不同国际航运恢复情况以及不同基准线水平的情景下，减排量需求如下图 2。在基准不调整的情况下，低/中/高恢复情况下 2021-2035 年国际航运的对减排量的总需求为 16/25/32 亿吨，当基准调整时，总需求降至 2.3/14.5/17 亿吨。

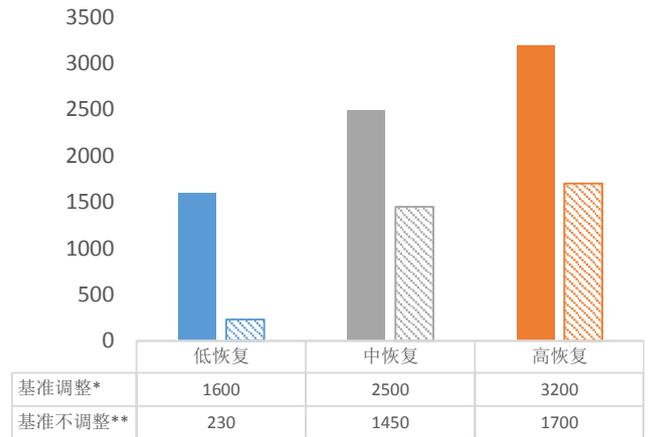
图 28: ICAO 对不同恢复情景下国际航运 CO2 排放的预测 (MtCO2)



资料来源: ICAO, 华宝证券研究创新部

*绿色为高恢复情景, 黄色为中恢复情景, 红色为低恢复情景。

图 29: ICAO 对未来减排量需求的预测 (MtCO2)



资料来源: ICAO, 华宝证券研究创新部

*2021-2023 年基准为 2019 年排放量, 2024-2035 年调整基准为 2019-2020 年年均排放量。

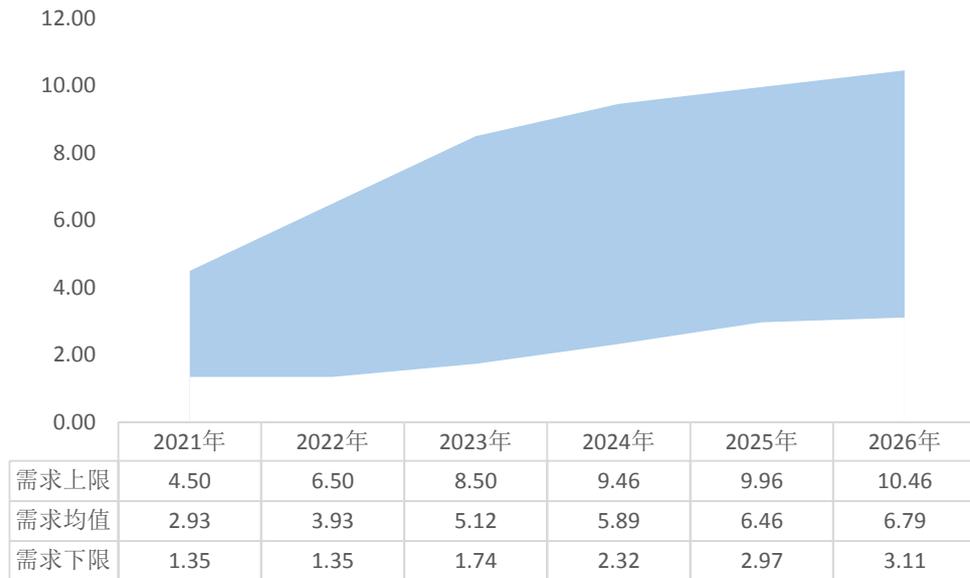
**2021-2035 年基准均为 2019 年排放量。

➤ CCER 需求量小结

预计短期内 CCER 需求量为 1.35-4.5 亿吨/年, 随后几年将逐步增加到 3.11-10.46 亿吨/年, 长期来看 CCER 未来需求量受政策影响较大。根据上述分析逻辑, 再结合以下假设条件, 预测近几年 CCER 需求趋势如图 30, 短中期呈现稳定上升的趋势; 但需要注意的是, 需求量受 CCER 抵消比例上限、碳配额 CEA 供应量等减排政策影响较大。

- 假设 2021-2023 年间 CORSIA 无 CCER 需求产生, 2024 年-2035 年间 CORSIA 总共有 1975 MtCO₂ 的减排需求量 (取中恢复情景下的需求均值);
- 由于当前 CORSIA 还接受 CDM、VCS、ACR、GS、CAR 等减排量, 同时考虑到 CCER 价格偏低, 因此假设 CORSIA 对 CCER 的需求量占总减排量需求的 50%;
- 在 2024-2035 年内总需求量不变的情况下, 考虑国际航空未来稳定发展, 假设 CORSIA 在 2024-2035 年间对 CCER 的年需求量按 10% 的速度增长。

图 30：2021-2026 年 CCER 年需求量变化（亿吨）



资料来源：华宝证券研究创新部

2.2. CCER 供给：四类潜在 CCER 供应量将分批释放至市场

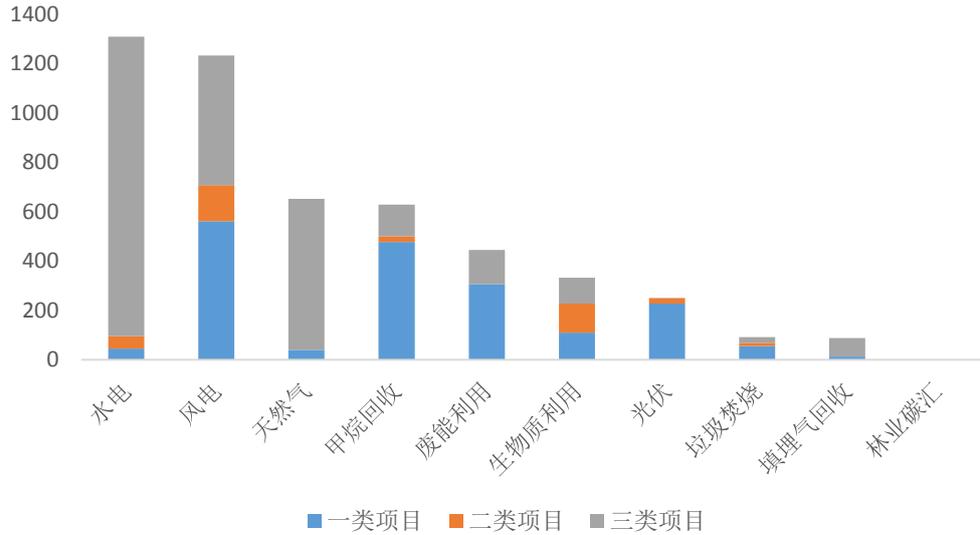
四类潜在 CCER 供应量将分批释放至市场，预计近几年 CCER 的供给呈现先紧后松、再趋于平稳增长，未来与需求基本保持平衡的趋势。具体来看，CCER 的供给侧主要来源于可再生能源、林业碳汇、甲烷回收利用等减排项目，假设 2022 年起 CCER 项目审批恢复，从进入市场的时间维度上来看，CCER 供给可分为四批。

➤ 第一批 CCER 项目供应量（还未被履约注销的 CCER 存量）

由于 2017 年 3 月，发改委暂缓受理温室气体自愿减排交易方法学、项目、减排量、审定与核证机构、交易机构备案申请，而已备案的 CCER 核证减排量仍旧可以参与交易，因此，CCER 审批重启后，已核证的 CCER 减排量将成为首批市场的供应方。综上，假设第一批 CCER 项目的供应量主要为 2017 年 3 月之前已备案且已发放的减排量。

预计第一批 CCER 供应量约为 2000 万吨左右。根据中国自愿减排交易信息平台公布的数据，当前已核证备案的减排量总计 5038.3 万吨(含水电)/3728.01 万吨(剔除水电)/2117.28 万吨(剔除水电和第三类项目);2015-2016 年平均每年备案的减排量大小为 2194.53 万吨(含水电)/1793.79 万吨(剔除水电)/1058.64 万吨(剔除水电和第三类项目)。根据当前试点经验，同时考虑未来 CCER 机制可能对水电项目、第三类项目存在限制，进行情景分析，假设悲观、乐观两大情景下，已核证备案的 CCER 减排量中已参与地方试点履约注销的比例为 70%、30%，乐观情景下接受水电项目和第三类项目的抵消，而悲观情景下则不接受这两类项目，由此可得，悲观/乐观情景下，第一批 CCER 项目供应量为 635.18、3526.81 万吨，平均值为 2081.00 万吨。

图 31：已备案减排量分类（即第一批 CCER 项目供应量的分类，单位：万吨）



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

注：不考虑是否已被抵销

表 7：第一批 CCER 项目供应量预测

假设条件	悲观	乐观
已抵销的 CCER 的比例	70%	30%
是否接受水电项目	否	是
是否接受第三类项目	否	是
最终 CCER 供应量 (万吨)	635.18	3526.81
平均值 (万吨)	2081.00	

资料来源：华宝证券研究创新部

➤ 第二批 CCER 项目供应量（已备案的 CCER 项目在截止 2021 年底累计的未备案的减排量）

由于 CCER 从项目申请到减排量备案需要的时间周期较长，而已备案的项目在出具核证过的监测报告给政府部门，经过减排量备案后可获得 CCER 参与市场交易，因此第二批能进入市场的 CCER 应该是已备案的项目在 2021 年底之前累计的未备案的减排量，预计第二批 CCER 项目减排量在 2022-2023 年可进入市场。

根据中国自愿减排交易信息平台公布的数据，第二批 CCER 项目供应量计算公式如下：

$$\begin{aligned} & \text{第二批 CCER 项目供应量} \\ &= \sum (\text{至 2021 年底预计减排量} - \text{已备案核证减排量}) \times \text{行业校正系数} \end{aligned}$$

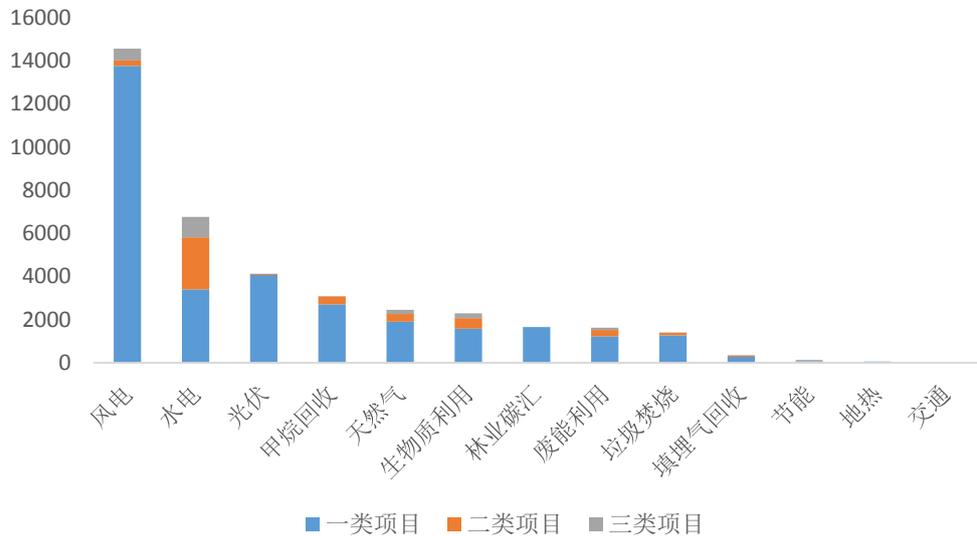
$$\text{行业校正系数} = \frac{\sum \text{项目核证减排量}}{\sum \text{项目预计减排量}} \times 100\%$$

其中，由于林业碳汇和地热能行业由于核证项目样本太小，存在偏差，本文取整体校正

系数代替。

预计第二批 CCER 项目供应量约 3.5 亿吨左右。根据对不同行业已备案项目数据和已核证备案的减排量数据进行统计分析，假设乐观情景下接受水电项目和第三类项目的抵消，而悲观情景下则不接受这两类项目，由此可得，悲观/乐观情景下，第二批 CCER 项目供应量为 3.06/23.86 亿吨，平均值为 3.46 亿吨。

图 32：预估的第二批 CCER 项目供应量的分类（单位：万吨）



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 8：第二批 CCER 项目供应量预测

情景类型	悲观	乐观
是否接受水电项目	否	是
是否接受第三类项目	否	是
最终 CCER 供应量 (亿吨)	3.06	3.86
平均值 (亿吨)	3.46	

资料来源：华宝证券研究创新部

➤ 第三批 CCER 项目供应量(已审定的 CCER 项目通过备案后的累计减排量以及原已备案 CCER 项目新增的减排量)

预计第三批 CCER 项目供应量超过 6 亿吨，在 2023-2025 年进入市场。此类包括：①原本已审定的 2871 个 CCER 项目通过项目备案后将申请累计的减排量备案，由于已审定项目数是当前备案项目数的 3.3 倍，因此假设该部分减排量是第二批 CCER 供应量的 2 倍(悲观)/3.5 倍(乐观)，故得出该部分减排量为 6.12 亿吨(悲观)/13.51 亿吨(乐观)，将在 2023-2025 年间进入市场；②原有已备案项目在运行过程中产生的新减排量，这部分量较小，根据中国自愿减排交易信息平台已备案项目相关数据，预估为 800 万吨/年，同时在 2025 年之后 98% 以上的项目需要更新计入期，因此 2025 年之后将不再考虑该部分。需注意的是，CCER 恢复后，第①类减排量需要通过项目备案、减排量备案后才能发放，不同项目是否能通过项目备案存在一定不确定性。

➤ 第四批 CCER 项目供应量(新 CCER 项目以及原已备案 CCER 项目新增的减排量)

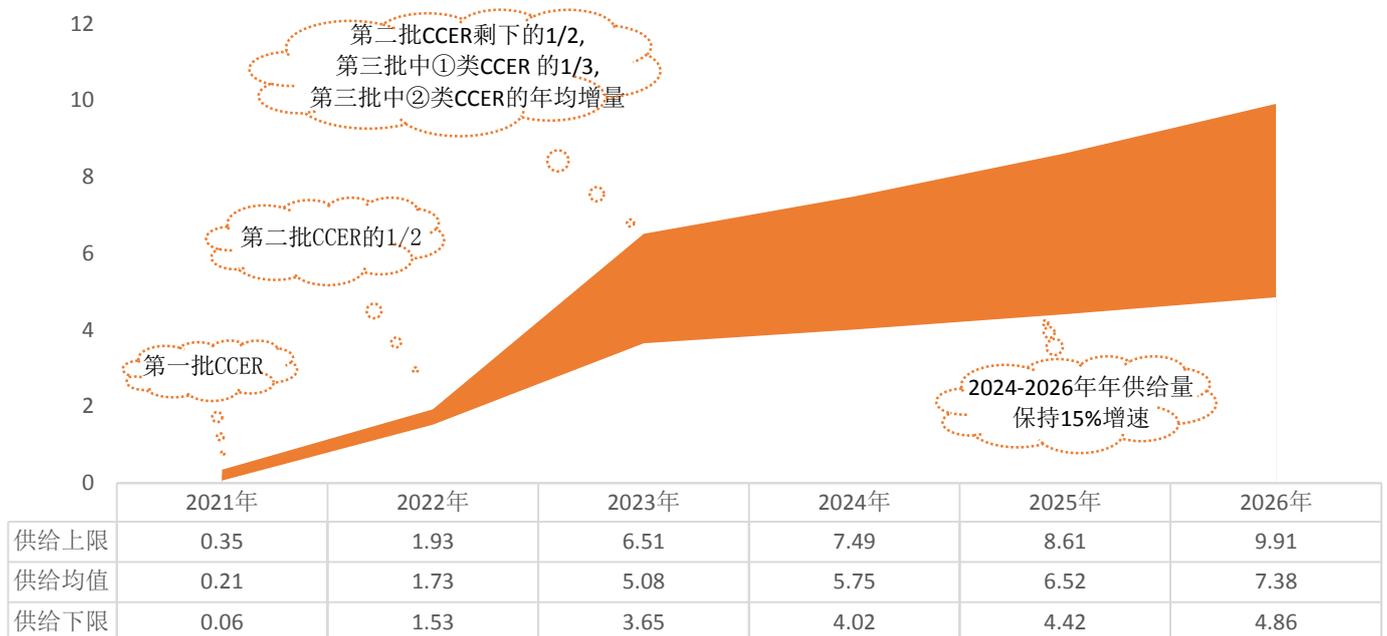
此类项目由于还未审定甚至项目处于待开发或仍在建设阶段，因此需要较长的时间（1-3 年）才能转变为 CCER，预计在 2023 年及之后陆续进入市场。

➤ CCER 供给量小结

预计近几年 CCER 的供给先紧后松、再趋于平稳增长，未来与需求基本保持平衡。根据上述分析逻辑，结合以下假设条件，预测近几年 CCER 供给趋势如图 6，呈现出先紧后松、再趋于平稳增长的趋势。

- 第二批 CCER 在 2022-2023 年间分两批进入市场，假设每年进入 1/2；
- 第三批中①类 CCER 将在 2023-2025 年间进入市场，预计 2023 年将有 1/3 的量已进行减排量备案；
- 第三批中②类 CCER 在 2023-2025 年间进入市场，预计 2023 年将有 800 万吨的量已进行减排量备案；
- 由于监管部门对 CCER 供给的把控力度较强，假设 2024-2026 年间按 15%的增速增长，之后将逐渐与 CCER 需求量趋同，不会有较大缺口。

图 33：2021-2026 年 CCER 年供给量变化（亿吨）



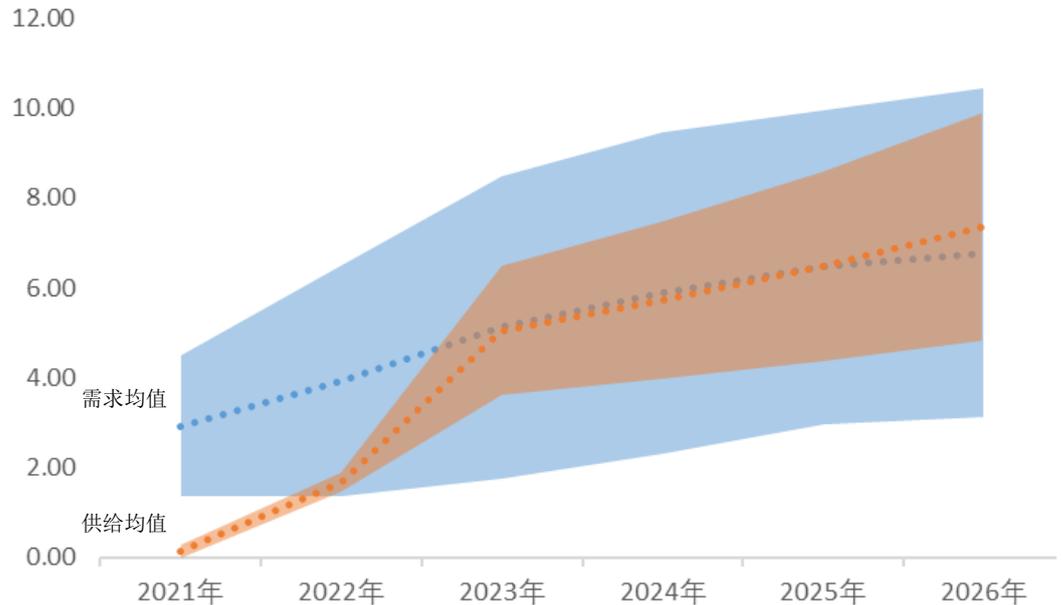
资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

2.3. CCER 供需分析：短期供给小于需求，中长期处于平衡

CCER 供需呈现短期供给远小于需求，价格呈上涨趋势，中长期将处于供需平衡的状态，价格保持稳定。根据前文对 CCER 需求与供给的分析，近几年 CCER 供需情况如下图，短期 CCER 供给紧张，但由于监管部门对 CCER 供给的把控力度较强，预计中长期 CCER 将处于

供需平衡的状态，价格也将趋于稳定。

图 34：2021-2026 年 CCER 供需分析



资料来源：华宝证券研究创新部

注：图中蓝色区域为需求量预测范围，橙色区域为供给量预测范围；虚线为均值。

3. 林业碳汇项目全方位剖析

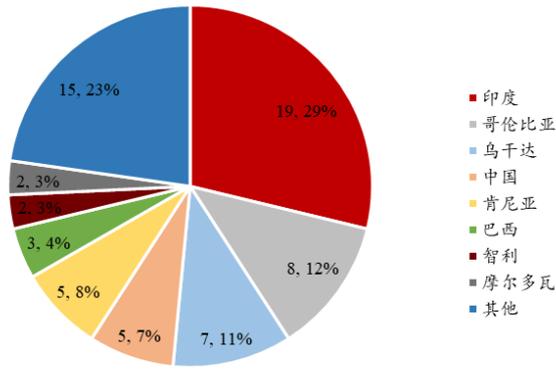
全球 19 个碳抵消机制覆盖林业碳汇方向，占比最高。根据碳抵消产生方式和机制管理方式，可将碳抵消机制分为国际性碳抵消机制、独立碳抵消机制及区域、国家和地方碳抵消机制三类。根据世界银行《碳定价机制发展现状与未来趋势 2021》报告数据，2020 年 4 月 1 日至 2021 年 4 月 1 日，26 个碳抵消机制签发碳减排量合计 3.6 亿吨，不同的碳抵消机制所覆盖的行业有所不同，共有 19 个抵消机制林业碳汇行业，占据全球总量的 73%，位列所有行业第一位。

3.1. 中国碳汇的减排项目基本情况

3.1.1. 在国际碳抵消机制中的基本情况

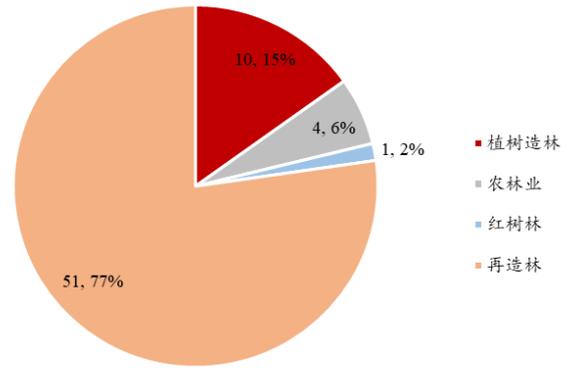
中国共有 5 个林业碳汇 CDM 项目成功注册备案。2006 年，中国广西珠江流域再造林项目成功注册，为全球第 1 个 CDM 林业碳汇项目，截至 2021 年 4 月 1 日，全球共成功注册备案 66 个林业碳汇项目，而 CDM 项目达 8415 个，林业碳汇占比不足 1%。从地区分布来看，林业碳汇 CDM 注册备案项目主要分布在印度、哥伦比亚、乌干达等地，前三大地区占比达 52%，中国成功注册 5 个林业碳汇项目；从类型分布来看，再造林项目达 51 个，占林业碳汇 CDM 注册备案项目总数的 77%。

图 35: 林业碳汇 CDM 项目地区分布



资料来源: 联合国环境规划署, 华宝证券研究创新部

图 36: 林业碳汇 CDM 项目类型分布



资料来源: 联合国环境规划署, 华宝证券研究创新部

表 9: 中国注册备案林业碳汇 CDM 项目情况

项目名称	省份	项目类型	备案日期	计入期	造林面积 (ha)	截至 2030 年预计减排量 (kt CO ₂ e)
中国广西珠江流域再造林项目	广西	再造林	2006/4/1	30	4000	638.87
中国四川西北退化土地的造林再造林项目	四川	再造林	2007/1/4	20	2251.8	552.85
中国广西西北部地区退化土地再造林项目	广西	再造林	2008/1/1	20	8671.3	2009.28
内蒙古和林格尔盛乐国际生态示范区碳汇造林项目	内蒙古	造林	2011/7/20	30	2191.21	130.89
诺华川西南林业碳汇、社区和生物多样性项目	四川	造林	2011/8/1	30	4196.8	781.36

资料来源: 联合国环境规划署, 华宝证券研究创新部

中国共有 3 个林业碳汇黄金标准 (GS) 项目成功注册备案。截止到 2021 年 6 月底, 黄金标准机制中林业碳汇项目不多, 状态为 Gold Standard Certified Design 以及 Gold Standard Certified Project 的林业碳汇项目有 21 个, 项目个数占比 1.42%。其中, 中国有 3 个林业碳汇 GS 项目已成功备案 (状态为 Gold Standard Certified Design)。

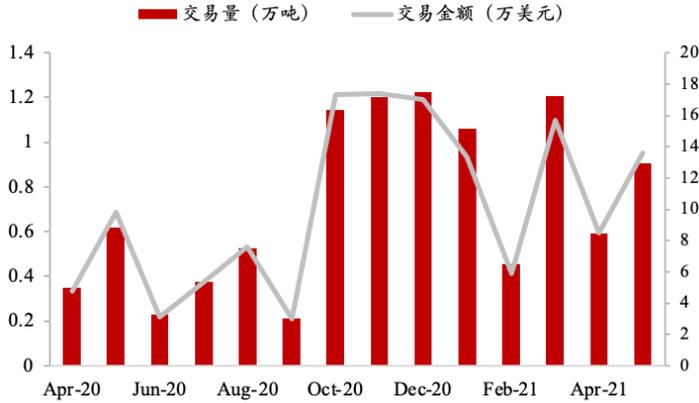
GS 机制下的交易活跃度较低, 成交均价基本稳定在 12-16 美元/吨之间。截止到 2021 年 6 月底, 累计发放了 1.78 亿吨减排量, 到期或注销的减排量有 0.88 亿吨; 发放的减排量中, 强制性减排量 (CER) 为 2872.63 万吨, 自愿减排量 (VER) 为 14,571.39 万吨。根据 Eco Securities 2020 年 4 月-2021 年 5 月 VER 的交易量数据统计, 累计交易量为 10.10 万吨, 月均交易量 7213.86 吨, 活跃度较低; 价格方面, 交易均价为 14.10 美元/吨, 均价基本稳定在 12-16 美元之间。

表 10: GS 机制中的中国林业碳汇项目

GS ID	项目名称	计入期	总预计减排量 (tCO ₂)	年均预计减排量 (tCO ₂)
3343	Afforestation on Degraded Lands in Mountainous Areas of Northern Guangdong, China	2009/6/1-2039/5/31	340,932.35	15,634
2466	Reforestation in Mountainous Communities of Yunnan	2017/1/1-2028/7/12	/	160
3031	Afforestation Project in Tongliao, Inner Mongolia	2014/4/11-2044/4/10	106,604	10,000

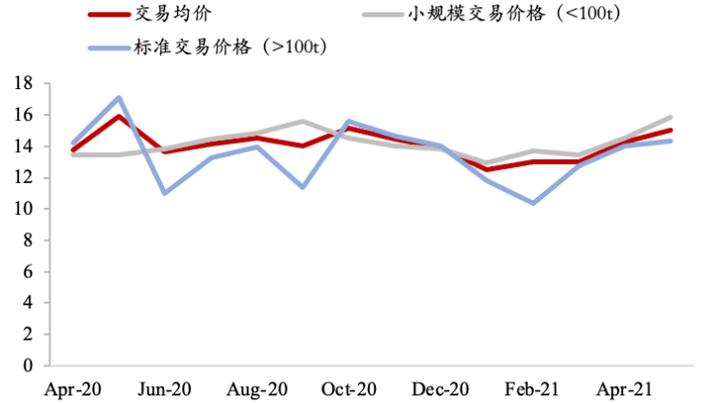
资料来源: GS 官网, 华宝证券研究创新部

图 37: GS 项目交易量及交易金额



资料来源: Eco Securities, 华宝证券研究创新部

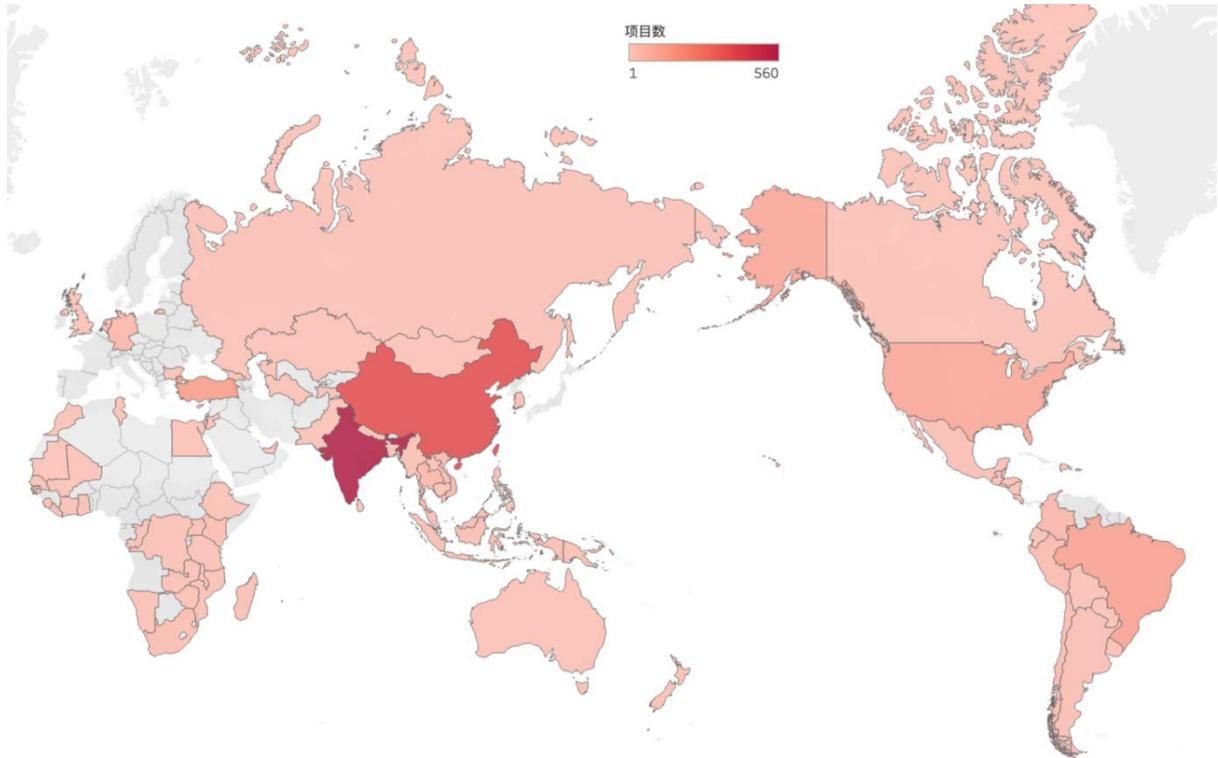
图 38: GS 项目交易价格变化 (单位: 美元/吨)



资料来源: Eco Securities, 华宝证券研究创新部

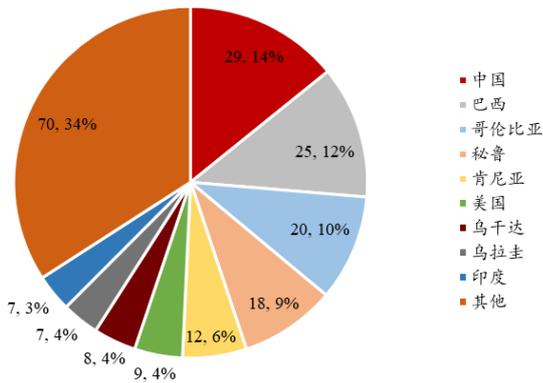
中国共有 29 个林业碳汇自愿碳减排核证标准 (VCS) 项目成功注册备案。截至目前, 全球已注册 VCS 项目 1711 个, 其中已签发项目 1306 个, 已签发碳信用 6.94 亿 tCO₂e, 到期或注销的碳信用 3.59 亿 tCO₂e, 其中农林项目 205 个, 占已注册 VCS 项目总数的 12%, 农林 VCS 注册备案项目主要分布在中国、巴西、哥伦比亚、秘鲁、肯尼亚等地区, 前五大地区占比 50.7%, 中国已成功注册备案 29 个项目, 位居第一。

图 39: VCS 项目地区分布



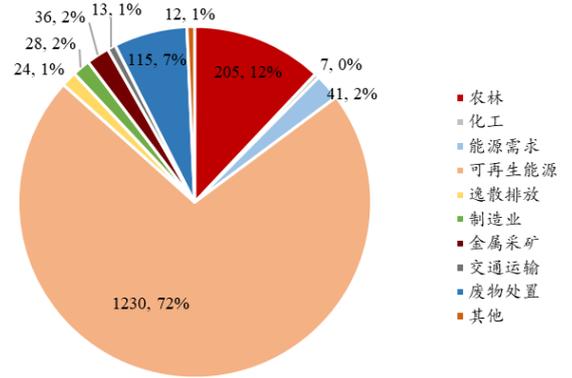
资料来源: VERRA, 华宝证券研究创新部

图 40: 林业碳汇 VCS 项目地区分布



资料来源: VERRA, 华宝证券研究创新部

图 41: VCS 项目类型分布



资料来源: VERRA, 华宝证券研究创新部

3.1.2. 在国内碳抵消机制中的基本情况

1) 中国温室气体自愿减排计划 (CCER)

林业碳汇作为自愿减排明确方向之一, 未来受益 CCER 重启。2011 年, 发改委发布《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》, 批准北京、上海、天津、重庆、湖北、广东和深圳等七省市开展碳交易试点工作; 2012 年, 《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》出台, 明确备案核证后的 CCER 项目可参与碳交易; 2017 年 3 月, 由于温室气体自愿减排交易量小、个别项目不够规范等问题, 发改委暂缓受理温室气体自愿减排交易方法学、项目、减排量、审定与核证机构、交易机构备案申请; 2020 年 12 月, 《碳排放权交易管理暂行办法(试行)》提出, 重点排放单位每年可以使用国家核证自愿减排量抵销碳排放配额的清缴, 抵销比例不得超过应清缴碳排放配额的 5%, CCER 纳入全国碳交易市场明确; 2021 年 3 月, 生态环境部出台《碳排放权交易管理暂行条例(草案修改稿)》(征求意见稿), 暂行条例指出可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的实施单位可以申请国务院生态环境主管部门组织对其项目产生的温室气体削减排放量进行核证。暂行条例重新纳入自愿减排核证机制, 温室气体自愿减排交易管理办法有望修订, 相关方法学、项目等将重新开启申请审核, 为后续全国碳交易市场提供有效补充。林业碳汇作为明确纳入 CCER 的方向之一, 在 CCER 市场重新开启后为林业带来新的发展机遇。

表 11: 林业碳汇相关政策

发布时间	政策名称	发布部门	主要内容
2011/10/29	关于开展碳排放权交易试点工作的通知	国家发展改革委	同意北京市、天津市、上海市、重庆市、湖北省、广东省及深圳市开展碳排放权交易试点。
2012/6/13	温室气体自愿减排交易管理暂行办法	国家发展改革委	参与自愿减排交易的项目, 在国家主管部门备案和登记, 项目产生的减排量在国家主管部门备案和登记, 并在经国家主管部门备案的交易机构内交易。
2014/4/29	国家林业局关于推进林业碳汇交易工作的指导意见	国家林业局	完善 CDM 林业碳汇项目交易, 推进林业碳汇自愿交易, 探索碳排放权交易下的林业碳汇交易。
2018/1/2	关于实施乡村振兴战略的意见	国务院	健全地区间、流域上下游之间横向生态保护补偿机制, 探索建立生态产品购买、森林碳汇等市场化补偿制度。
2018/5/8	关于进一步放活集体林经营权的意见	国家林业和草原局	积极发展森林碳汇, 探索推进森林碳汇进入碳交易市场。
2018/12/28	建立市场化、多元化生态保护补偿机制行动计划	国家发展改革委、财政	建立健全以国家温室气体自愿减排交易机制为基础的碳排放权抵消机制, 将具有生态、社会等多种效益的林业温室气体自愿

敬请参阅报告结尾处免责声明

部等九部门 减排项目优先纳入全国碳排放权交易市场，充分发挥碳市场在生态建设、修复和保护中的补偿作用。引导碳交易履约企业和对口帮扶单位优先购买贫困地区林业碳汇项目产生的减排量。鼓励通过碳中和、碳普惠等形式支持林业碳汇发展。

2020/12/31	碳排放权交易管理暂行办法（试行）	生态环境部	重点排放单位每年可以使用国家核证自愿减排量抵销碳排放配额的清缴，抵销比例不得超过应清缴碳排放配额的5%。相关规定由生态环境部另行制定。用于抵销的国家核证自愿减排量，不得来自纳入全国碳排放权交易市场配额管理的减排项目。
2021/3/30	碳排放权交易管理暂行条例（草案修改稿）（征求意见稿）	生态环境部	国家鼓励企业事业单位在我国境内实施可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目，实现温室气体排放的替代、吸附或者减少。
2021/4/26	关于建立健全生态产品价值实现机制的意见	国务院	健全碳排放权交易机制，探索碳汇权益交易试点。

资料来源：各大政府网站，华宝证券研究创新部

各大试点对林业碳汇 CCER 项目有所倾斜。从目前各大交易试点政策来看，各试点均以 CCER 作为碳排放抵消指标，但抵消比例不同，抵消比例在 5%-10%之间，此外部分试点对 CCER 项目地域、项目类型、时间等有所限制，整体而言，各大试点对林业碳汇 CCER 项目有所倾斜。项目类型限制上，如湖北碳交易所用于抵消的 CCER 项目鼓励优先使用农林类项目，地域限制上，如深圳碳交易所对风电、光伏、垃圾焚烧等项目区域进行指定，而农林项目不受地区限制。

表 12：各碳交易试点 CCER 抵消政策

试点	CCER 抵消比例	CCER 地域项目	CCER 项目类型限制	CCER 项目或减排时间限制
深圳	不得超出当年核发配额的 10%	指定了风力发电、太阳能发电以及垃圾焚烧发电项目的省份；优先和本市签署碳交易合作协议的省份和地区； 农林项目不受地区限制	可再生能源和新能源发电项目、清洁交通减排项目、海洋固碳减排项目、 林业碳汇项目 、农业减排项目	-
北京	不得超出当年核发配额的 5%	50%以上应为本地项目；优选津、冀等与本市签署应对气候变化、生态建设、大气污染防治等协议地区	非来自氢氟碳化物、全氟化碳、氧化亚氮、六氟化硫气体项目及水电项目；非来自本市行政辖区内重点排放单位固定设施项目	2013 年 1 月 1 日后实际产生的减排量
上海	不得超出当年核发配额的 5%	-	非来自本市试点企业排放边界范围内的国家核证自愿减排量	2013 年 1 月 1 日后实际产生的减排量
广东	不得超出当年核发配额的 10%	70%以上的 CCER 来源于广东省内项目	CO ₂ , CH ₄ 减排项目占项目减排量 50%以上；水电项目以及化石能源的发电、供热和余能利用项目除外	-
天津	不得超出当年核发配额的 10%	优选京、津、冀地区	仅来自二氧化碳气体项目，且水电项目除外	2013 年 1 月 1 日后实际产生的减排量
湖北	不得超出当年核发配额的 10%	湖北省内项目；或与湖北省签署了碳市场合作协议的省市项目	非大中型水电类项目； 鼓励优先使用农林类项目	已备案减排量 100%可用于抵消；未备案减排量按不高于项目有效计入期内减排量 60%的比例用于抵消
重庆	不得超出当	-	非水电项目	2010 年 12 月 31 日后

	年核发配额量的 8%		投入运行，碳汇项目不受此限制
福建	不得高于其当年经确认的排放量的 10%	在本省行政区域内产生，且非来自重点排放单位的减排量	非水电项目产生的减排量；仅来自 CO ₂ 、CH ₄ 气体的项目减排量

资料来源：各大政府网站，华宝证券研究创新部

2) 福建林业碳汇抵消机制 (FFCER)

福建省作为国内森林覆盖率最高的省份，2017 年印发《福建省林业碳汇交易试点方案》，选择顺昌、永安、长汀、德化、华安、霞浦、洋口国有林场、五一国有林场等 20 个县（市、区）、林场开展林业碳汇交易试点，项目类型主要包含碳汇造林、森林经营碳汇、竹林经营碳汇项目，核证后的林业碳汇项目（FFCER）可在福建试点碳市场进行交易。截至目前，福建省林业局和福建省生态环境厅已备案五批共计 20 个项目，备案减排量共计 290.69 万吨。截至 2021 年 5 月 31 日，FFCER 累计成交 275.35 万吨，成交金额 4055.06 万元。

3) 广东碳普惠抵消信用机制 (PHCER)

2015 年，广东省发布《广东省碳普惠制试点工作实施方案》，决定在广东省内组织开展碳普惠制试点工作。2016 年 1 月，广州、东莞、中山、惠州、韶关、河源等 6 个城市纳入成为首批碳普惠制试点地区，试点期为 3 年。2017 年 4 月，广东省发改委发布《关于碳普惠制核证减排量管理的暂行办法》，指出纳入广东省碳普惠制试点地区的相关企业或个人自愿参与实施的减少温室气体排放和增加绿色碳汇等低碳行为所产生的核证自愿减排量（PHCER），将正式允许接入碳交易市场。省级 PHCER 作为碳排放权交易市场的有效补充机制，原则上等同于本省产生的 CCER，可用于抵消纳入碳市场范围控排企业的实际碳排放。2017 年先后发布 5 个森林保护、森林经营等 5 个碳普惠方法学。

2018 年 8 月，为进一步深化碳普惠制试点工作的思路及完善碳普惠制核证减排量相应管理制度，广东省暂停受理省级碳普惠核证减排量备案申请。2019 年 5 月，广东省生态环境厅宣布恢复受理省级碳普惠核证减排量备案申请工作，同时更新 5 个相关方法学。

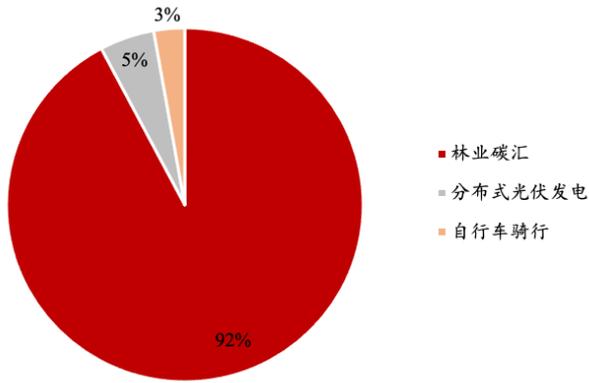
PHCER 上线以来呈现量价齐升趋势。从备案项目看，根据广州碳排放权交易中心和广东省生态环境厅公告统计，截至 2021 年 6 月 30 日，广东省备案 PHCER 减排量达 191.97 万吨，项目类型以林业碳汇为主，占比达 92%。从成交数据来看，根据广州碳排放权交易中心数据，截至 2021 年 6 月 30 日，PHCER 累计成交量为 621.67 万吨。从广东省历年履约情况来看，从 2016 履约年度 PHCER 纳入碳交易市场以来，成交量和成交价均呈现量价齐升趋势，2019 履约年度成交量 209.77 万吨，成交金额 4952 万元，交易均价为 23.61 元/吨，相较 2017 年均价 13.04 元/吨上涨超 81%。

表 13：广东碳普惠抵消信用机制方法学

备案时间	方法学编号	方法学名称
2017 年 6 月 2 日	2017001-V01	广东省森林保护碳普惠方法学
	2017002-V01	广东省森林经营碳普惠方法学
2017 年 6 月 23 日	2017003-V01	广东省安装分布式光伏发电系统碳普惠方法学
2017 年 9 月 12 日	2017004-V01	广东省使用高效节能空调碳普惠方法学
	2017005-V01	广东省使用家用型空气源热泵热水器碳普惠方法学
2020 年 11 月 5 日	-	广东省废弃衣物再利用碳普惠方法学（试行）

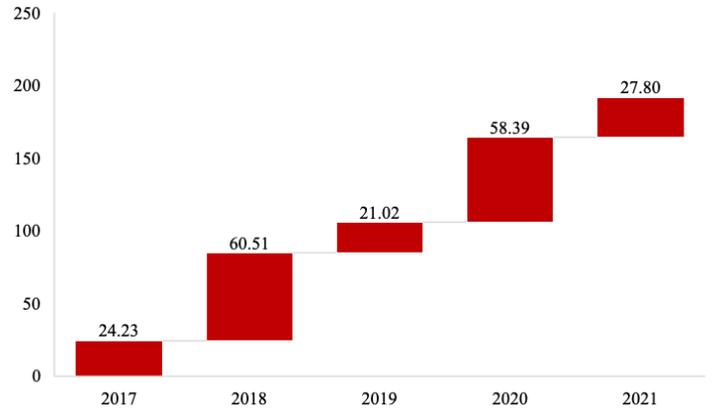
资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

图 42: 广东 PHCER 项目类型



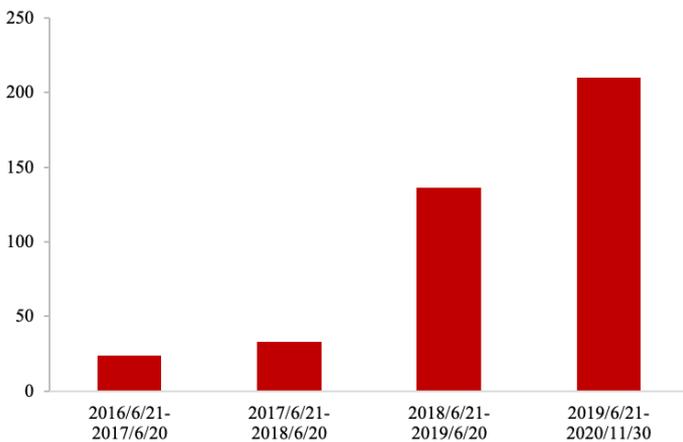
资料来源: 广州碳排放权交易中心, 华宝证券研究创新部

图 43: 广东 PHCER 项目备案减排量 (单位: 万吨)



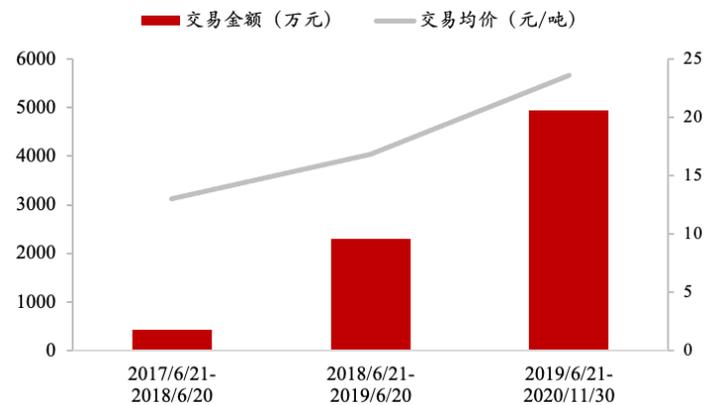
资料来源: 广州碳排放权交易中心, 华宝证券研究创新部

图 44: 广东履约年度 PHCER 交易量 (单位: 万吨)



资料来源: 广州碳排放权交易中心, 华宝证券研究创新部

图 45: 广东履约年度 PHCER 交易金额和价格



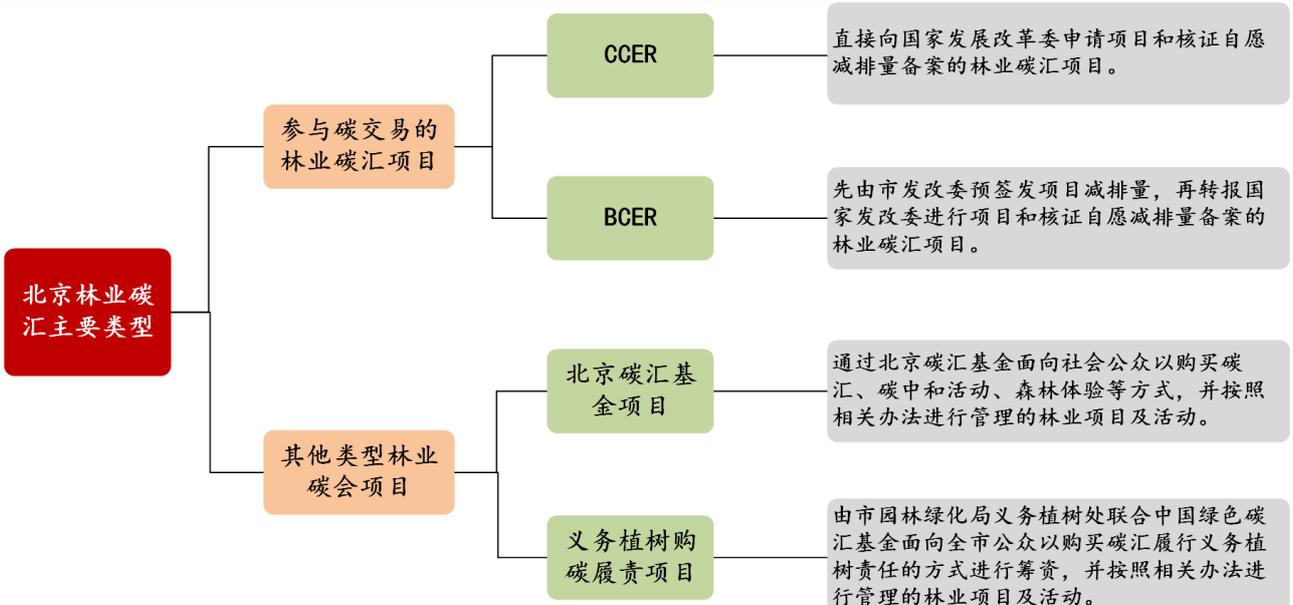
资料来源: 广州碳排放权交易中心, 华宝证券研究创新部

4) 北京林业碳汇抵消机制 (BCER)

2013 年北京碳排放权交易正式上线, 林业碳汇作为抵消机制纳入其中。2014 年北京市发改委和园林绿化局联合印发《北京市碳排放权抵消管理办法(试行)》, 指出可用于重点排放单位进行抵消的林业碳汇项目需是来自北京市辖区内的碳汇造林项目 (2005 年 2 月 16 日后的无林地) 和森林经营碳汇项目 (2005 年 2 月 16 后开始实施), 同时对土地具备使用权或所有权。北京林业碳汇项目主要包含 CCER、北京林业碳汇抵消机制 (BCER)、北京碳汇基金项目、义务植树购碳履责项目等。核证过的林业碳汇项目经市发改委、园林绿化局审定认可后可预签获得 60% 的核证减排量用于碳交易, 在获得国家发展改革委备案的核证自愿减排量后, 将与预签发减排量等量的核证自愿减排量从其项目减排账户转移到其在本市的抵消账户。

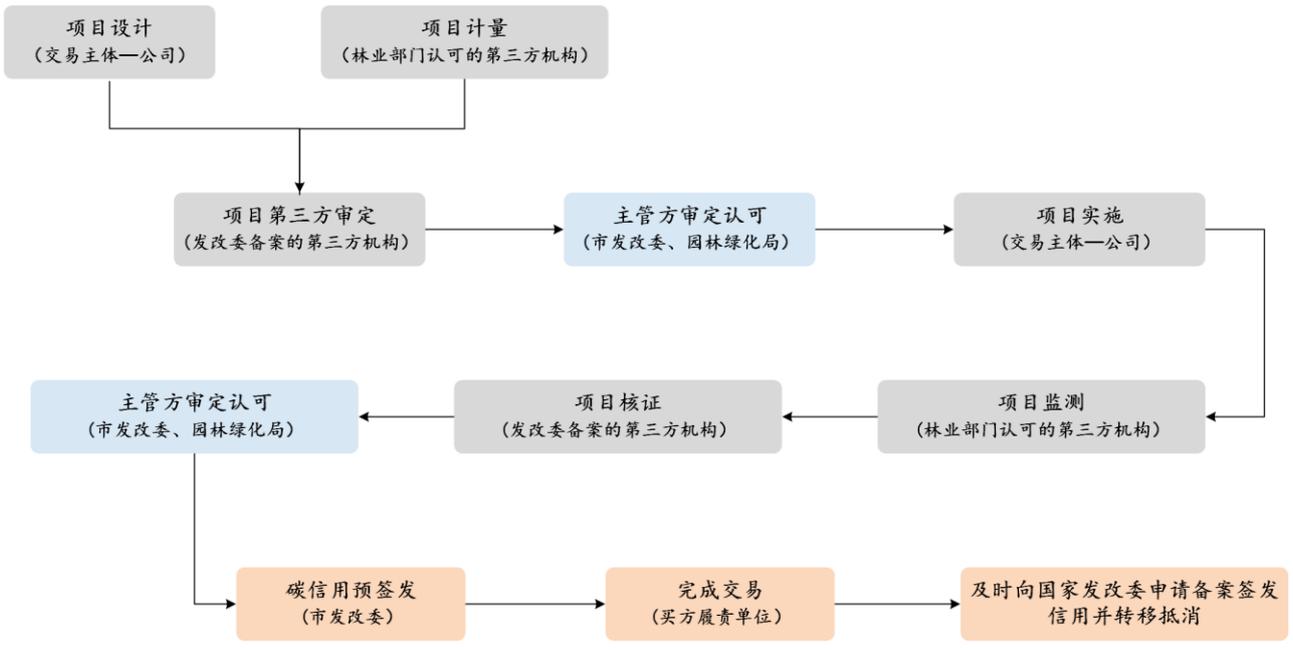
根据北京环境交易所数据, 2014 年至 2021 年 6 月, 北京林业碳汇交易价格在 8.4-61 元/吨之间, 波动幅度较大, 截至 6 月底, 北京是林业碳汇共成交近 14 万吨, 成交额达 527 万元, 成交均价为 37.7 元/吨。

图 46：北京林业碳汇主要类型



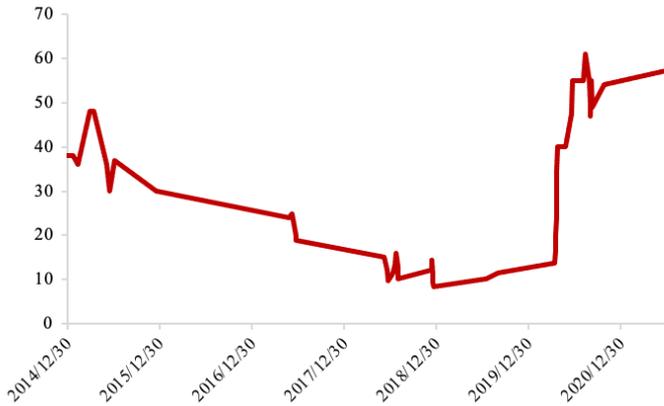
资料来源：北京环境交易所，华宝证券研究创新部

图 47：BCER 项目申请流程



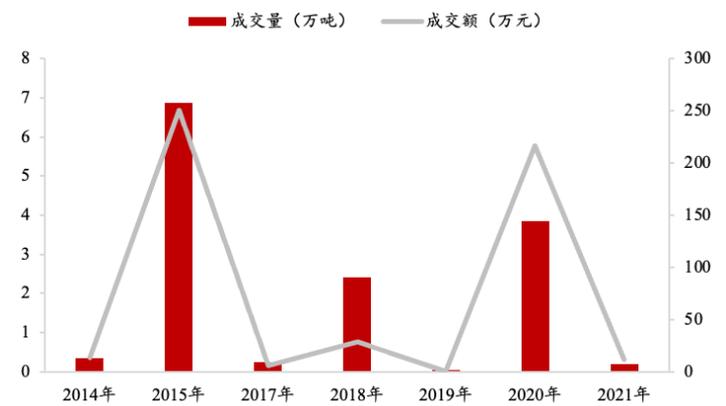
资料来源：北京环境交易所，华宝证券研究创新部

图 48: 北京林业碳汇交易价格 (元/吨)



资料来源: 北京环境交易所, 华宝证券研究创新部

图 49: 北京林业碳汇成交量、成交额



资料来源: 北京环境交易所, 华宝证券研究创新部

3.1.3. 总结

目前, 我国林业碳汇项目可参与国际性 (CDM)、独立性 (VCS、GS)、区域性 (CCER、CGCF、FFCER、PHCER、BCER) 林业碳汇抵消机制参与碳交易, 不同的抵消机制对于碳汇项目类别、土地合格性要求、可交易范围都有所不同。

表 14: 不同林业碳汇项目对比

项目类型	启动时间	发起者	实施范围	实施类别	土地合格性要求	签发时长
CDM	2001 年	联合国气候变化框架公约	全球	造林再造林	造林: 50 年以来的无林地; 再造林: 1989 年底前为无林地	5 年左右
VCS	2006 年	国际排放交易协会、世界经济论坛及气候组织	全球	减少毁林和森林退化造林、改进森林管理、再造林和植被恢复	造林再造林和植被恢复: 项目开始前的至少 10 年内是无林地(或证明土地未被破坏原有生态系统); 减少毁林和森林退化: 项目开始前至少 10 年内符合森林的资格	2-5 年
GS	2003 年	世界自然基金会、其他非政府国际组织	全球	造林再造林	项目开始前至少 10 年内是无林地	2-5 年
CCER	2013 年	中国发展改革委	中国	碳汇造林、竹子造林、森林经营、竹林经营	碳汇造林: 2005 年 2 月 16 日以来的无林地; 森林经营: 人工中、幼龄林	1-3 年
CGCF	2010 年	中国绿色碳汇基金会	中国	碳汇造林、竹子造林、森林经营、竹林经营	造林: 至少自 2000 年 1 月 1 日以来一直是无林地, 特殊情况可放宽到 2005 年 1 月 1 日以前; 森林经营: 人工中、幼龄林	1-3 年
FFCER	2016 年	福建省发展改革委	福建	森林经营、竹林经营、碳汇造林	碳汇造林: 2005 年 2 月 16 日以来的无林地; 森林经营: 人工中、幼龄林	1 年左右
PHCER	2017 年	广东省发展改革委	广东	森林经营、森林保护	森林保护: 林种为生态公益林的林地; 森林经营: 林种为商品林的林地	1 年左右
BCER	2014 年	北京市发展改革委	北京	碳汇造林、森林	碳汇造林: 2005 年 2 月 16 日	

经营

以来的无林地；

森林经营：2005年2月16后
开始实施

资料来源：中国知网，各省发改委，VERRA，Gold Standard，华宝证券研究创新部

3.2. 碳汇项目开发阶段

3.2.1. 方法学要求

根据中国自愿减排交易信息平台发布的 CCER 方法学，我国林业碳汇项目主要包含碳汇造林项目、竹子造林碳汇项目、森林经营碳汇项目、竹林经营碳汇项目四种类型。

- **造林类：**主要包含碳汇造林和竹子造林两类，在符合条件的土地上进行造林或再造林活动，以增加森林碳汇为主要目的。
- **林业经营类：**主要包含森林经营和竹林经营两类，经营类项目的目的相同，主要是通过调整和控制森林/竹林的组成和结构、促进森林/竹林生长，以维持和提高森林/竹林生长量、碳储量及其他生态服务功能，从而增加森林碳汇。但由于生长特性及管理要求有所不同，两类项目在经营活动管理内容上有所差异。

项目基本要求：对于不同方法学，林业碳汇项目的开发具备不同的适应条件，对项目开始时间、土地合格性、土地类型、土壤扰动、原有林木处理方式、枯木处理方式等方面均有不同的要求。

表 15：林业碳汇项目开发要求

	碳汇造林项目	竹子造林碳汇项目	森林经营碳汇项目	竹林经营碳汇项目
自愿减排方法学编号	AR-CM-001-V01	AR-CM-002-V01	AR-CM-003-V01	AR-CM-005-V01
发布时间	2013/11/4	2013/11/4	2014/1/23	2016/2/25
项目时间	2005年2月16日后	-	-	2005年2月16日后
土地范畴	不属于湿地和有机土	不属于湿地	矿质土壤	不属于湿地和有机土壤
土地合格性	造林地权属清晰，具有县级以上人民政府核发的土地权属证书	-	-	-
土地类型	无林地	-	人工幼、中龄林	-
土壤扰动	符合水土保持要求，土壤扰动面积比例不超过地表面积的 10%、且 20 年内不重复扰动	符合水土保持要求，草地、林地：土壤扰动面积比例不超过地表面积的 10%	符合水土保持要求，土壤扰动面积比例不超过地表面积的 10%、且 20 年内不重复扰动	符合水土保持要求
原有林木处理方式	禁止烧除	不清除	禁止烧除	不清除
枯木处理	不移除地表枯落物、不移除树根、枯死木及采伐剩余物	不清除原有的散生林木	除改善卫生状况外，不移除枯死木和地表枯落物	不移除枯落物

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

碳库选择：碳库包括地上生物量、地下生物量、枯落物、枯死木和土壤有机质碳库。四种方法学的碳库均包含地上生物量和地下生物量，而对于枯死木、枯落木、土壤有机碳、木

产品，不同的方法学在碳库的选择上有所不同。

表 16：项目边界内的碳库选择

	碳汇造林	竹子造林	森林经营	竹林经营
地上生物量	是	是	是	是
地下生物量	是	是	是	是
枯死木	是或否	否	是或否	否
枯落物	是或否	是或否	是或否	否
土壤有机碳	是或否	是或否	否	是或否
木产品	是或否	是或否	是或否	是或否

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

项目边界：由拥有土地所有权或使用权的项目参与方实施的造林（或经营）项目活动的地理范围，也包括以造林（或经营）项目产生的产品为原材料生产的木（竹）产品的使用地点。项目边界包括事前项目边界和事后项目边界。

3.2.2. 计入期要求

不同项目类型计入期有所不同。计入期是指项目情景相对于基线情景产生额外的温室气体减排量的时间区间。计入期按国家主管部门规定的方式确定。林业碳汇项目中不同的方法学计入期有所不同，最短计入期均为 20 年，差异主要体现在最长计入期上，碳汇造林项目和森林经营碳汇项目最长计入期为 60 年，竹子造林碳汇项目最长为 30 年，竹林经营碳汇项目最长为 40 年。

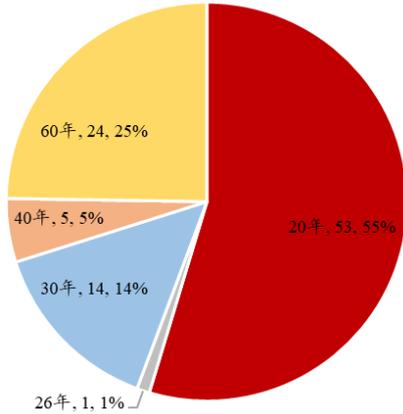
林业碳汇项目计入期主要集中于 20 年。从审定项目来看，97 个林业碳汇项目中，20/26/30/40/60 年计入期的项目数分别为 53/1/14/5/24 个，占比分别为 55%/1%/14%/5%/25%。从备案项目来看，13 个林业碳汇项目中，20/30/40/60 年计入期的项目数分别为 10/1/1/1 个，占比分别为 77%/7%/8%/8%。

表 17：林业碳汇项目计入期

方法学	计入期
碳汇造林项目方法学	计入期最短为 20 年，最长不超过 60 年。
竹子造林碳汇项目方法学	计入期最短为 20 年，最长不超过 30 年。
森林经营碳汇项目方法学	计入期最短为 20 年，最长不超过 60 年。
竹林经营碳汇项目方法学	计入期最短为 20 年，最长不超过 40 年。

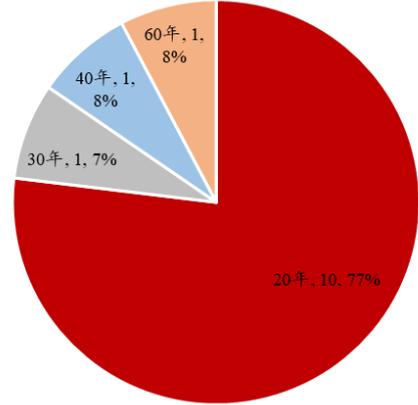
资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

图 50: 审定林业碳汇项目计入期



资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

图 51: 备案林业碳汇项目计入期



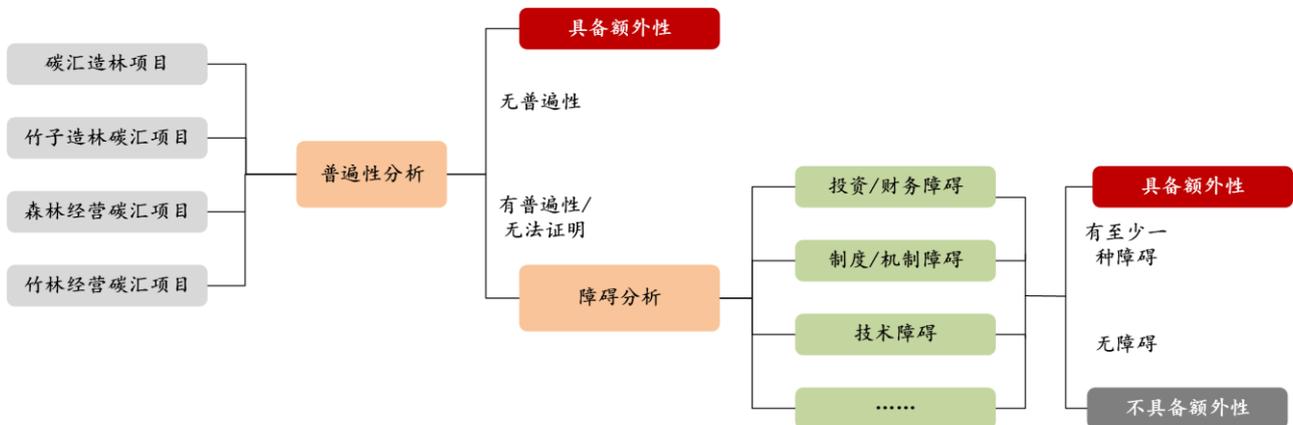
资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

3.2.3. 额外性要求

额外性要求是指项目碳汇量高于基线碳汇量的情形, 该额外的碳汇量在没有拟议的碳汇项目活动时是不会产生的。额外性的论证方式通常可分为普遍性分析和障碍分析。首先, 通过普遍性分析证明项目活动不具备普遍性, 若项目无法证明, 则进行障碍分析来确定拟议的项目活动的基线情景并论证其额外性。

- 普遍性分析:** 在拟开展项目活动的地区或相似地区 (相似的地理位置、环境条件、社会经济条件以及投资环境等), 由具有可比性的实体或机构 (如公司、国家政府项目、地方政府项目等) 普遍实施的类似的项目活动, 证明拟议项目活动不是普遍性做法。
- 障碍分析:** 如果拟议的项目活动属于普遍性做法, 或者无法证明拟议的项目活动不是普遍性做法, 项目参与方须通过“障碍分析”来确定拟议的项目活动的基线情景并论证其额外性。常见的障碍分析包括投资 (财务) 障碍、制度 (机制) 障碍、技术障碍等, 项目参与方只要能证明至少有一种障碍存在, 即证明项目活动具有额外性。

图 52: 林业碳汇项目额外性判定方式



资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

表 18: 林业碳汇项目额外性要求

	碳汇造林	竹子造林碳汇	森林经营碳汇	竹林经营碳汇
--	------	--------	--------	--------

敬请参阅报告结尾处免责声明

普遍性分析		在拟开展项目活动的地区或相似地区，由具有可比性的实体或机构普遍实施的类似的项目活动，证明拟议项目活动不是普遍性做法。			
障碍分析	投资/财务障碍	缺少财政补贴或非商业性投资；没有来自国内或国际的民间资本；不能进行融资；缺少信贷的途径等。	包括高成本、有限的资金，或者在没有项目活动温室气体减排量收益时，内部收益率低于项目参与方预期能接受的最低收益率。		
	制度/机制障碍	国家或地方政策与法规发生变化可能带来的风险；缺乏与土地利用相关的立法与执行保障等。	对技术实施的制度性排斥，技术实施能力不足，管理层缺乏共识等。	缺少激励机制或政策，管理层缺乏共识，对收益认识不足等。	对技术实施的制度性排斥，缺少激励机制或政策、缺少项目实施的组织机制等。
	技术障碍	缺少必需的材料；缺少有关设备和技术；缺少法律、传统、市场条件和实践措施等相关知识；缺乏有技能的和接受过良好培训的劳动力等。	缺少必需的经营技术，缺乏高素质人才及技术实施的基础支撑，技术实施能力不足，缺少实践经验等。		
	生态条件障碍	土地退化；存在自然或人为灾害；不利的气候条件；不利的生态演替过程；放牧或饲料生产对生物需求的压力等。			
	社会条件障碍	人口增长导致的土地需求压力；当地利益集团之间的社会冲突；普遍存在非法放牧、盗砍盗伐行为；缺乏当地社区组织等。			
	其他障碍	不同利益相关者对公共土地所有权等级限制；缺乏土地所有权法律法规的保障；缺乏有效的市场和保险机制，项目运行期内存在产品价格波动风险；与市场服务、运输和存储相关的障碍降低了产品竞争性和项目收益等。			
投资分析		采用简单成本分析、投资对比分析或基准线分析法，选择其中净收益最高的土地利用情景作为基线情景。			

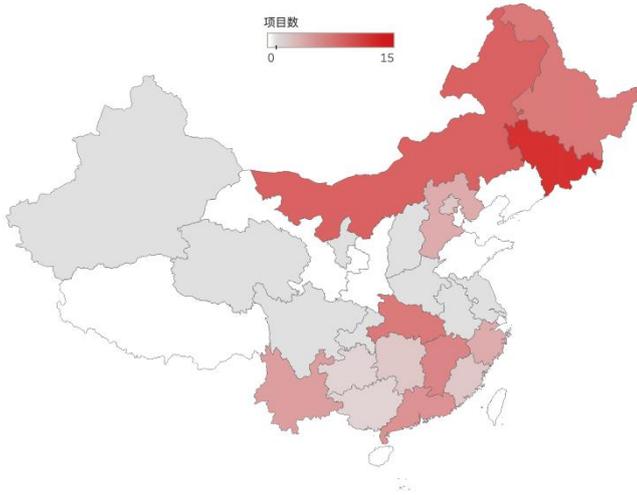
资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

3.3. 碳汇项目交易阶段

3.3.1. 项目审定、备案情况

从地区分布来看，截至 2017 年 3 月，中国核证自愿减排量交易信息平台上发布林业碳汇审定项目共计 97 个，占审定项目总数的 3.38%，审定预计减排总量 5.59 亿吨，审定项目分布在 23 个省（市、区），吉林、内蒙古、黑龙江、湖北、江西等地项目数量较多；备案项目 13 个，占备案项目总数的 1.60%，备案预计减排总量 5735 万吨，备案项目主要分在 8 个省（市、区），内蒙古、河北、广东、黑龙江地区项目数量较多。

图 53: 审定林业碳汇项目区域分布 (按项目数)



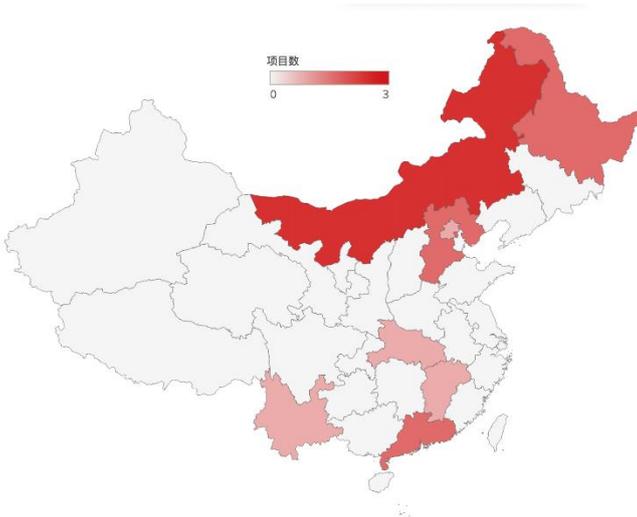
资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

图 54: 审定林业碳汇项目区域分布 (按预计减排量)



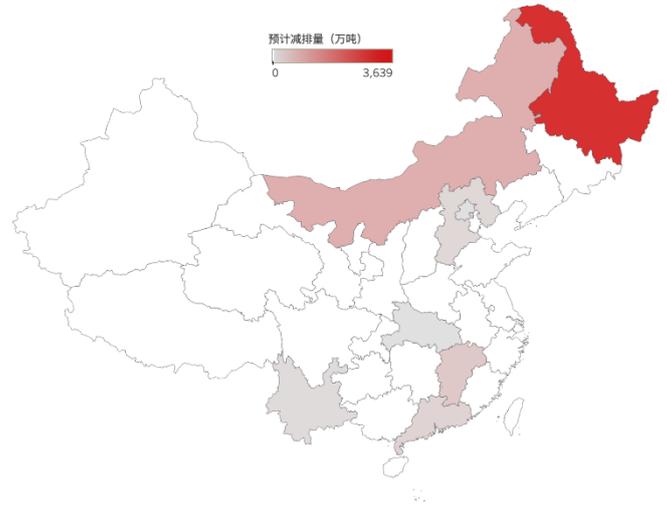
资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

图 55: 备案林业碳汇项目区域分布 (按项目数)



资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

图 56: 备案林业碳汇项目区域分布 (按预计减排量)

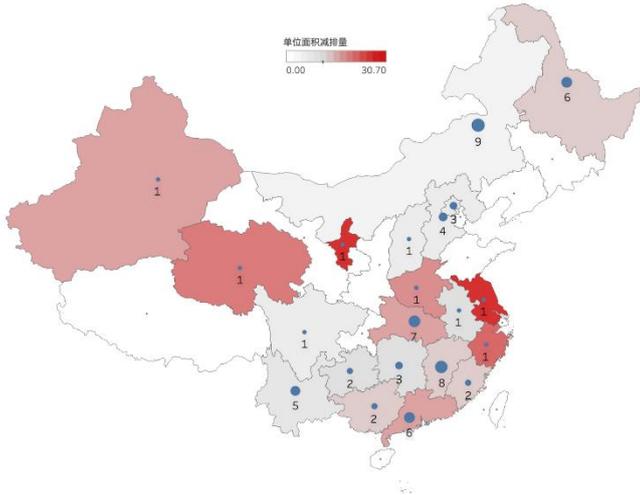


资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

林业碳汇项目单位面积年均减排量为 $4.95 \text{ tCO}_2\text{e}/\text{公顷}$ 。对于不同的方法学, 由于其选择的树种及组合方式的不同, 其减排效果上有所差异, 通过中国核证自愿减排量交易信息平台上 97 个审定项目进行统计, 平均单位面积年均减排量为 $4.95 \text{ tCO}_2\text{e}/\text{公顷}$, 对具体来看:

- **森林碳汇造林项目:** 66 个森林碳汇造林审定项目主要分布在内蒙古、江西、湖北、广东、黑龙江等地区, 平均单位面积年均减排量为 $11.26 \text{ tCO}_2\text{e}/\text{公顷}$;
- **竹子碳汇造林项目:** 审定项目中仅有 1 个竹子碳汇造林项目, 位于湖北地区, 平均单位面积年均减排量为 $9.35 \text{ tCO}_2\text{e}/\text{公顷}$;
- **森林经营碳汇项目:** 审定项目中含 25 个森林经营碳汇项目, 主要分布在吉林、黑龙江、内蒙古等地区, 平均单位面积年均减排量为 $2.87 \text{ tCO}_2\text{e}/\text{公顷}$;
- **竹林经营碳汇项目:** 审定项目中含 5 个竹林经营碳汇项目, 主要分布在浙江、湖北等地区, 平均单位面积年均减排量为 $5.87 \text{ tCO}_2\text{e}/\text{公顷}$ 。

图 57: 审定森林碳汇造林项目单位面积减排量地区差异



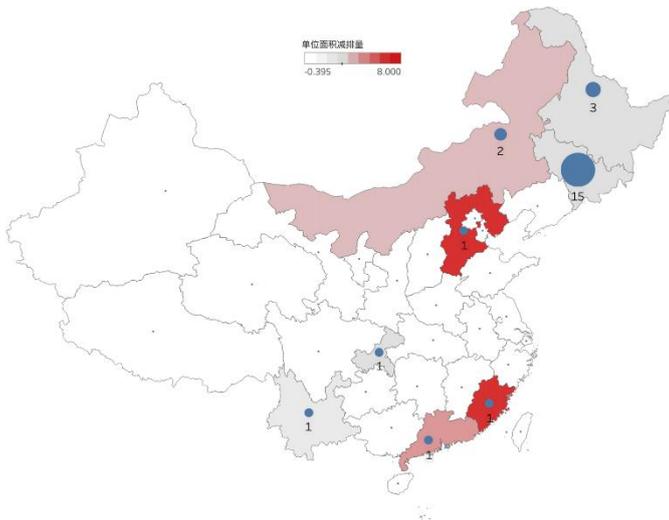
资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

图 58: 审定竹子碳汇造林项目单位面积减排量地区差异



资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

图 59: 审定森林经营碳汇项目单位面积减排量地区差异



资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

图 60: 审定竹林经营碳汇项目单位面积减排量地区差异



资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

3.3.2. 项目核证和签发情况

林业碳汇项目占比低, 仅有 1 个项目获得减排量签发。截至 2017 年 3 月, 中国核证自愿减排量交易信息平台上发布监测报告项目共计 8 个, 占备案林业碳汇项目数 61.5%, 占监测报告总数的 0.98%; 减排量备案项目 1 个, 占减排量备案项目总数的 0.4%。此外, 林业碳汇中不同类型项目占比有所不同, 从审定项目来看, 碳汇造林项目占比 68%, 森林经营碳汇项目占比 26%, 竹子造林和竹林经营项目占比较低, 分别为 1%、5%; 从备案项目来看, 碳汇造林项目占比 84.6%, 森林经营碳汇、竹林经营碳汇项目占比较低, 均为 7.7%, 无竹子造林项目。由此可见, 目前我国 CCER 项目中林业碳汇项目占比较小, 其主要原因在于基线情景和额外性等方面论述不够清晰, 而该标准是项目开发的前提和基础。

表 19: 林业碳汇项目申报备案情况

	碳汇造林	竹子造林	森林经营	竹林经营	合计
审定项目	66	1	25	5	97

备案项目	11	0	1	1	13
监测报告项目	8	0	0	0	8
减排量备案项目	1	0	0	0	1

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

林业碳汇项目每公顷二氧化碳年均减排量为 3.64 tCO₂e，已签发减排量 5208 tCO₂e。
根据对中国自愿减排交易信息平台上披露监测报告的林业碳汇项目的在监测期内的造林规模、减排量进行统计分析得，公布监测报告的 8 个项目均为碳汇造林项目，合计减排量为 405.93 万 tCO₂e，每公顷年均减排量约为 0.57 tCO₂e/公顷。目前仅有广东长隆碳汇造林项目减排量获得核证签发，项目检测期为 2011 年 1 月 1 日至 2014 年 12 月 31 日（共 4 年），核证减排量为 5208 tCO₂e，与监测报告减排量相同。

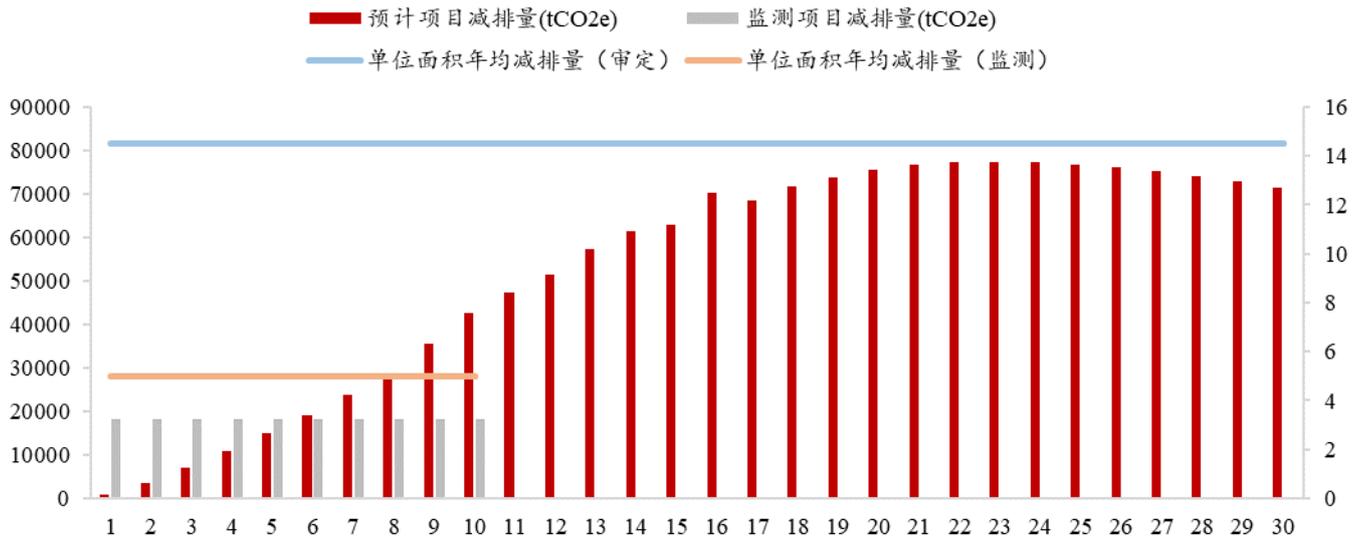
监测报告森林碳汇造林项目单位面积年均减排量与审定报告间存在较大差异。以塞罕坝机械林场造林碳汇项目为例，审定报告 30 年计入期内年均减排量为 52756 tCO₂e，单位面积年均减排量为 14.48 tCO₂e/公顷，监测报告前 10 年监测期内年均减排量为 18275 tCO₂e，单位面积年均减排量为 5.01 tCO₂e/公顷。其主要原因为：1) 对于碳汇造林项目而言，项目前期处于造林建设期，大多数树种不具备高速成长的特性，在项目前期仍处于幼年阶段，生长速度相对缓慢，所产生的碳减排量较小，随着建设期的完成、树种的生长以及经营管理能力的加强，碳减排量逐步提高，使得以监测前期数据计算所得单位面积年均减排量偏小；2) 由于气候、立地条件等差异，审定报告中事前预计减排量不能完全代表项目树种的实际情况。

表 20：备案林业碳汇项目监测减排量及单位减排量

项目名称	监测期	造林规模 (公顷)	减排量 (tCO ₂ e)	每公顷年均减排量 (tCO ₂ e/公顷)
广东长隆碳汇造林项目	2011/1/1-2014/12/31	866.7	5208	1.50
江西丰林碳汇造林项目	2009/1/1-2015/12/31	11134.47	635975	8.16
大埔县碳汇造林项目	2012/4/1-2016/12/31	7400	37785	1.07
内蒙古红花尔基退化土地碳汇造林项目	2009/4/25-2016/8/30	8348.88	45745	0.74
大兴安岭图强林业局碳汇造林项目	2005/5/31-2016/5/8	74499	2812984.38	3.45
云南云景林业开发有限公司碳汇造林项目	2008/6/1-2016/5/31	7213.6	178268	3.09
塞罕坝机械林场造林碳汇项目	2005/6/30-2015/6/29	3642.5	182750	5.01
丰宁千松坝林场碳汇造林一期项目	2006/3/1-2015/2/28	2610.79	160571	6.83
小计		115715.94	4059286.38	3.64

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

图 61: 林业碳汇项目审定报告与监测报告差异



资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

CCER 审定核证资质门槛高, 6 家机构具备林业碳汇资质。《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》指出, 参与温室气体自愿减排交易的项目应采用经国家主管部门备案的方法学并由经国家主管部门备案的审定机构审定。经备案的自愿减排项目产生减排量后, 作为项目业主的企业在向国家主管部门申请减排量备案前, 应由经国家主管部门备案的核证机构核证, 并出具减排量核证报告。截至目前, 发改委气候司共公布 12 家具备自愿减排交易项目审定与核证资质的机构。其中, 具备林业碳汇项目审定与核证资质的机构有 6 家, 包括中国质量认证中心、广州赛宝认证中心服务有限公司、中环联合(北京)认证中心有限公司、北京中创碳投科技有限公司、中国农业科学院、中国林业科学研究院林业科技信息研究所。

表 21: 中国自愿减排交易项目审定与核证机构及专业领域

时间	2013/6/13		2013/9/2		2014/6/20		2014/8/19		2016/3/10	2017/3/15	2017/3/16	
公司名称	中国质量认证中心	广州赛宝认证中心服务有限公司	中环联合(北京)认证中心有限公司	北京中创碳投科技有限公司	中国船级社	环境保护部环境对外合作中心	中国农业科学院	深圳华测国际认证有限公司	中国林业科学研究院林业科技信息研究所	中国建材检验集团股份有限公司	中国铝业郑州有色金属研究院有限公司	江苏省星霖碳业股份有限公司
能源工业(可再生能源/不可再生能源)	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	
能源分配	√	√	√	√	√		√					
能源需求	√	√	√	√	√		√					
制造业	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	
化工行业	√	√	√	√	√	√	√			√	√	
建筑行业	√		√	√	√		√		√		√	
交通运输业	√	√	√	√	√		√					
矿产品	√	√	√		√		√			√		
金属生产	√	√	√		√		√			√	√	
燃料的逃逸性排放(固体)	√	√	√		√							

燃料、石油和
天然气)

碳卤化合物 和六氟化硫 的生产和消 费产生的飞 逸性排放	✓		✓		✓		✓	
溶剂的使用	✓		✓		✓		✓	
废物处置	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
造林和再造 林	✓	✓	✓	✓			✓	✓
农业	✓	✓	✓	✓			✓	

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

3.4. 林业碳汇项目 CCER 收益测算

如前文所述，林业碳汇项目具有四种方法学，不同的项目类型其树种、组合方式、气候、碳库选择等都会对项目减排量产生影响。为方便测算，本文以杉木和毛竹作为对象，研究杉木碳汇造林、杉木碳汇经营、毛竹碳汇造林、毛竹碳汇经营四种项目类型下 CCER 所带来的收入业绩弹性。根据中国核证自愿减排量交易信息平台及中国知网相关数据，本次测算的主要假设如下：

- **计入期：**假设四类项目计入期均为 20 年；
- **贴现率：**考虑到需对项目周期内收入进行贴现，假设贴现率为近一年五年期国债到期收益率平均值，取 2.98%。
- **CCER 交易价格：**根据目前国内自愿减排交易价格，取 CCER 交易价格为 30 元/吨；
- **森林碳汇造林项目：**森林碳汇造林项目的主要收入来源于经营期结束后木材售卖收入及每年碳减排交易收入。假设单位面积内木材产量为 150 m³/公顷，木材售价为 1150 元/m³，平均单位面积年均减排量分别为 11.26 tCO₂e/公顷；
- **森林碳汇经营项目：**森林碳汇经营项目的主要收入来源于经营期结束后木材售卖收入及每年碳减排交易收入。假设单位面积内木材产量为 180 m³/公顷，木材售价为 1150 元/m³，平均单位面积年均减排量分别为 2.87 tCO₂e/公顷；
- **竹子碳汇造林项目：**竹子碳汇造林项目的主要收入来源于经营期内后竹材售卖收入（假设前 8 年为竹子生长期，第 9 年开始每两年售卖一次竹材，年竹材产量为 21000 kg）、经营期内竹笋的售卖收入（假设每两年售卖一次，年竹笋产量 1200 kg）及每年碳减排交易收入。假设毛竹的售价为 0.6 元/kg，竹笋售价为 5 元/kg，平均单位面积年均减排量分别为 9.35 tCO₂e/公顷；
- **竹子碳汇经营项目：**竹子碳汇经营项目的主要收入来源于经营期内后竹材售卖收入（假设竹材每两年售卖一次，年竹材产量为 30000 kg）、经营期内竹笋的售卖收入（假设每两年售卖一次，年竹笋产量 900 kg）及每年碳减排交易收入。假设毛竹的售价为 0.6 元/kg，竹笋售价为 5 元/kg，平均单位面积年均减排量分别为 5.87 tCO₂e/公顷。

CCER 对林业碳汇项目的收入贡献约为 1.21%-5.72%。通过测算可得，从 CCER 收入贡献弹性来看，20 年项目周期贴现后 CCER 收入对林业碳汇收入贡献从高到低分别为碳汇造林

项目、竹子造林项目、竹林经营项目、碳汇经营项目，收入弹性分别为 5.72%、4.80%、1.61%、1.21%。

表 22：单位面积（公顷）林业碳汇项目收益测算（单位：元）

计入期	碳汇造林		碳汇经营		竹子造林			竹林经营		
	木材收入	碳汇收入	木材收入	碳汇收入	木材收入	竹笋收入	碳汇收入	木材收入	竹笋收入	碳汇收入
1	-	337.8	-	86.1	-	-	280.5	-	-	176.1
2	-	325.40	-	82.94	-	4624	270.21	14796	3468	169.64
3	-	313.46	-	79.90	-	-	260.29	-	-	163.41
4	-	301.95	-	76.96	-	4291	250.74	17163	3218	157.41
5	-	290.87	-	74.14	-	-	241.53	-	-	151.64
6	-	280.20	-	71.42	-	3981	232.67	15926	2986	146.07
7	-	269.91	-	68.80	-	-	224.13	-	-	140.71
8	-	260.01	-	66.27	-	3695	215.90	14778	2771	135.55
9	-	250.46	-	63.84	9965	-	207.98	-	-	130.57
10	-	241.27	-	61.50	-	3428	200.35	13714	2571	125.78
11	-	232.42	-	59.24	9247	-	192.99	-	-	121.16
12	-	223.89	-	57.07	-	3181	185.91	12725	2386	116.72
13	-	215.67	-	54.97	8581	-	179.09	-	-	112.43
14	-	207.75	-	52.95	-	2952	172.51	11808	2214	108.31
15	-	200.13	-	51.01	7963	-	166.18	-	-	104.33
16	-	192.78	-	49.14	-	2739	160.08	10958	2055	100.50
17	-	185.71	-	47.33	7389	-	154.21	-	-	96.81
18	-	178.89	-	45.60	-	2542	148.55	10168	1906	93.26
19	-	172.33	-	43.92	6856	-	143.10	-	-	89.84
20	84770	166.00	101725	42.31	-	2359	137.84	9435	1769	86.54
合计	84770	4847	101725	1235	50001	33793	4025	131471	25344	2527
收入弹性	5.72%		1.21%		4.80%			1.61%		

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，中国知网，华宝证券研究创新部

通过 CCER 碳价及单位面积年均减排量对林业碳汇项目业绩贡献的测算，结果可得 CCER 碳价、单位面积年均减排量与业绩贡献间呈正相关，具体来看：

- **森林碳汇造林项目：**当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单位面积年均减排量从 3 提升至 15 tCO₂e/公顷，CCER 对森林碳汇造林项目收入的贡献将从 1.52% 提升至 7.62%；当单位面积年均减排量为 10 tCO₂e/公顷时，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨，CCER 对森林碳汇造林项目收入的贡献将从 3.39% 提升至 16.93%。
- **森林碳汇经营项目：**当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单位面积年均减排量从 1 提升至 10 tCO₂e/公顷，CCER 对森林碳汇经营项目收入的贡献将从 0.42% 提升至 4.23%；当单位面积年均减排量为 3 tCO₂e/公顷时，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨，CCER 对森林碳汇经营项目收入的贡献将从 0.85% 提升至 4.23%。
- **竹子碳汇造林项目：**当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单位面积年均减排量从 3 提升至 13 tCO₂e/公顷，CCER 对竹子碳汇造林项目收入的贡献将从 1.54% 提升至 6.68%；当单位面积年均减排量为 10 tCO₂e/公顷时，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨，CCER 对竹子碳汇造林项目收入的贡献将从 3.42% 提升至 17.12%。
- **竹林碳汇经营项目：**当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单位面积年均减排量从 1 提升至

10 tCO₂e/公顷, CCER 对竹林碳汇经营项目收入的贡献将从 0.27%提升至 2.74%; 当单位面积年均减排量为 7 tCO₂e/公顷时, CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨, CCER 对竹林碳汇经营项目收入的贡献将从 1.28%提升至 6.30%。

表 23: CCER 碳价及单位面积年均减排量对森林碳汇造林项目业绩贡献的测算

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位面积年均减排量 (tCO ₂ e/公顷)	3	1.02%	1.52%	2.54%	3.55%	5.08%
	5	1.69%	2.54%	4.23%	5.92%	8.46%
	7	2.37%	3.55%	5.92%	8.29%	11.85%
	10	3.39%	5.08%	8.46%	11.85%	16.93%
	15	5.08%	7.62%	12.69%	17.77%	25.39%

资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

表 24: CCER 碳价及单位面积年均减排量对森林碳汇经营项目业绩贡献的测算

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位面积年均减排量 (tCO ₂ e/公顷)	1	0.28%	0.42%	0.71%	0.99%	1.41%
	3	0.85%	1.27%	2.12%	2.96%	4.23%
	5	1.41%	2.12%	3.53%	4.94%	7.05%
	7	1.97%	2.96%	4.94%	6.91%	9.87%
	10	2.82%	4.23%	7.05%	9.87%	14.11%

资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

表 25: CCER 碳价及单位面积年均减排量对竹子碳汇造林项目业绩贡献的测算

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位面积年均减排量 (tCO ₂ e/公顷)	3	1.03%	1.54%	2.57%	3.60%	5.14%
	5	1.71%	2.57%	4.28%	5.99%	8.56%
	7	2.40%	3.60%	5.99%	8.39%	11.99%
	10	3.42%	5.14%	8.56%	11.99%	17.12%
	13	4.45%	6.68%	11.13%	15.58%	22.26%

资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

表 26: CCER 碳价及单位面积年均减排量对竹林碳汇经营项目业绩贡献的测算

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位面积年均减排量 (tCO ₂ e/公顷)	1	0.18%	0.27%	0.46%	0.64%	0.91%
	3	0.55%	0.82%	1.37%	1.92%	2.74%
	5	0.91%	1.37%	2.29%	3.20%	4.57%
	7	1.28%	1.92%	3.20%	4.48%	6.40%
	10	1.83%	2.74%	4.57%	6.40%	9.15%

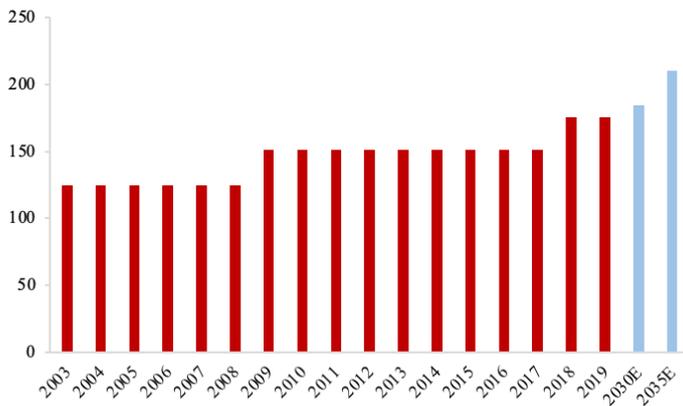
资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

3.5. 具备千亿级潜在价值, 林业碳汇交易市场空间广阔

森林积蓄量及覆盖率稳步提高，林业碳汇效应凸显。根据国家统计局数据，截至 2019 年，我国森林积蓄量达 175.60 亿立方米，相较 2005 年增加 51.04 亿立方米；根据国家林草局数据，2020 年，我国森林覆盖率达 23.04%。2020 年习近平总书记在联合国气候雄心峰会上发言指出 2030 年中国森林蓄积量比 2005 年增长 60 亿立方米，则到 2030 年，我国森林蓄积量有望超过 184.56 亿立方米。“十四五”规划指出，十四五期间，我国森林覆盖率提高到 24.1%。此外，2020 年 6 月，国家发展改革委和自然资源部联合印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》，规划指出，2035 年我国森林覆盖率达到 26%，森林蓄积量达到 210 亿立方米，相较 2005 年增加 85.44 亿立方米。随着我国森林蓄积量和森林覆盖率的提高，森林吸收固定二氧化碳量逐步增加，林业碳汇效应凸显。

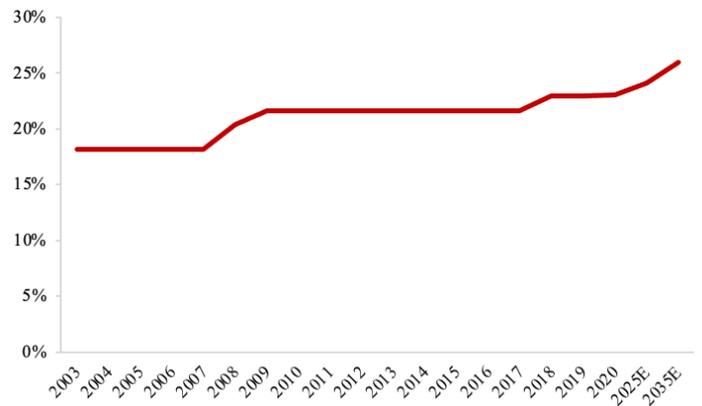
林业碳汇交易市场空间广阔。根据东珠生态 2020 年年度报告，相关资料表明，森林每生长 1 立方米的蓄积量，平均能吸收 1.83 吨二氧化碳，释放 1.62 吨氧气。由碳汇造林项目方法学，可申报 CCER 的林业碳汇项目土地需是 2005 年 2 月 16 日以来的无林地，假设所吸收的二氧化碳量均可纳入 CCER 市场进行交易，2019/2030/2035 年森林积蓄量相较 2005 年分别增加 51.04/60/85.44 亿立方米，假设 CCER 价格为 30 元/吨，则林业碳汇项目市场潜在价值为 2802-4691 亿元。

图 62：我国森林蓄积量（单位：亿立方米）



资料来源：国家统计局，发改委，华宝证券研究创新部

图 63：我国森林覆盖率



资料来源：国家统计局，发改委，华宝证券研究创新部

表 27：林业碳汇项目市场潜在价值计算

		新增森林蓄积量（亿立方米）			
		51.04	60	70	85.44
CCER 交易价格 (元/吨)	20	1868.15	2196	2562	3127.10
	30	2802.22	3294	3843	4690.66
	50	4670.37	5490	6405	7817.76
	70	6538.52	7686	8967	10944.86
	100	9340.74	10980	12810	15635.52
	150	14011.11	16470	19215	23453.28

资料来源：国家统计局，发改委，华宝证券研究创新部

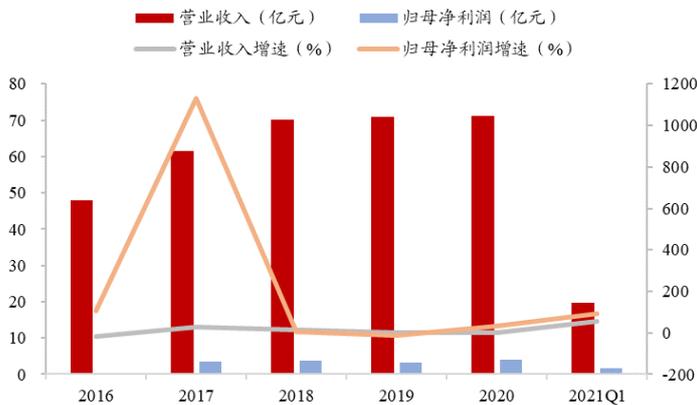
3.6. 林业碳汇相关上市公司梳理

3.6.1. 岳阳林纸（600963.SH）

岳阳纸业股份有限公司成立于 2000 年，2011 年 6 月 1 日更名为岳阳林纸，并于 2004 年 5 月在上海证券交易所上市。公司以林浆纸产业为基础，进入生态行业，形成了以“浆纸+生态”为主营业务的双核发展产业格局。公司造纸产能 100 万吨/年，市场分布全国 31 个省、市、自治区以及亚洲和东非地区。2020 年公司总营收为 71.2 亿元，与 2019 年基本持平，归母公司的净利润为 4.1 亿元，相比 2019 年增长 32.26%。公司印刷用纸收入为 34.5 亿元，占总营收的 48.51%，市政园林收入为 14.3 亿元，占总营收 20.05%。

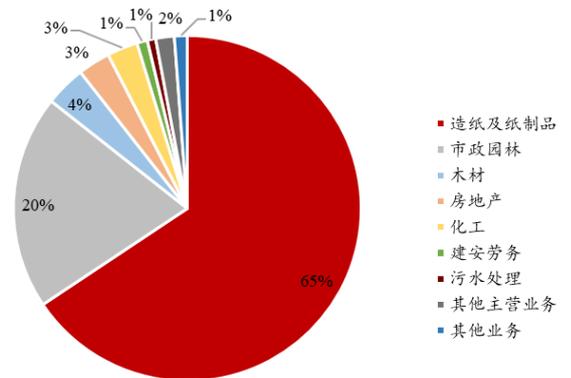
拥有近 200 万亩林业资源，积极开展碳汇业务。公司旗下七家下属子公司，其中诚通凯胜生态建设有限公司主要负责市政园林建设业务并与流域生态综合整治形成双轮驱动。湖南茂源林业是实施林业业务的主体，拥有近 200 万亩林业基地。公司在 2017 年与壳牌能源合作——首单碳汇交易收益落袋，成为湖南最早进入碳汇交易市场的央企。截至 2020 年，茂源林业是湖南唯一与国家开发银行合作的国家储备林项目生根发芽之地。2021 年 3 月，公司与壳牌签订长期碳汇交易期权合同。6 月，公司与包钢股份签订碳汇合作协议，合作涉及 25 年合计不低于 5000 万吨 CCER。公司拥有近 200 万亩林业资源，充足的碳汇余量为造纸产能的扩充提供了充分的保障，并且公司每年的储备林建设和生态绿植业务将进一步增加公司的碳汇量。

图 64：2016-2021 年 Q1 岳阳林纸营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，华宝证券研究创新部

图 65：2020 年岳阳林纸业务构成



资料来源：Wind，华宝证券研究创新部

3.6.2. 福建金森 (002679.SZ)

福建金森林业股份有限公司在 2007 年 11 月 19 日由将乐县营林投资有限公司整体变更而来，于 2012 年 6 月 5 日在深圳证券交易所挂牌上市。公司创立至今主营业务为森林培育营造、森林保有管护和木材生产销售。森林培育与采伐业主要产品为木材。公司在 2020 年的营业总收入为 1.48 亿元，相比于 2019 年上升 15.15%。归母净利润为 872.67 万元，相比去年增长了 100.52%。

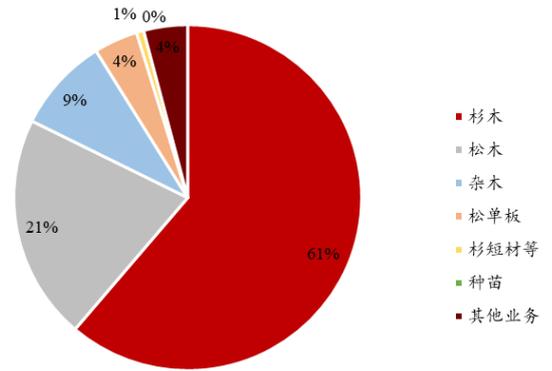
现有林地面积超 80 万亩，积极布局 CCER、PHCER、碳票等项目。公司大部分为商品林地，限伐禁伐限制远小于公益林。现有总面积 80.7 万亩，蓄积 650.23 万立方米。福建金森在碳中和碳达峰方面也做出行动，公司在 2016 年备案了 CCER 碳汇项目，在福建三明是将乐县运营与管理 12 个林场，项目面积共达 4291.69 公顷，预计年减排量 3.22 万吨。福建金森林业有限公司森林经营碳汇项目于 2017 年获得福建省备案，成功纳入福建碳交易市场进行交易；2020 年 5 月，全国首批林业碳票在三明签发，福建金森碳汇科技有限公司收储常口村民委员会 10000 吨、村民陈金远 4415 吨、水南镇联兴公司 3879 吨，合计 18294 吨；此外，首单林业碳票授信贷款落地，兴业银行三明分行授信福建金森碳汇科技有限公司贷款额度 500 万元签约。

图 66: 2016-2021 年 Q1 福建金森业收入及归母净利润



资料来源: Wind, 华宝证券研究创新部

图 67: 2020 年福建金森业务构成



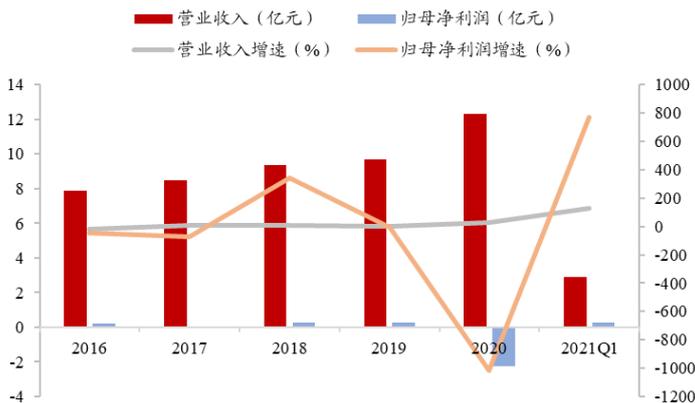
资料来源: Wind, 华宝证券研究创新部

3.6.3. 平潭发展 (000592.SZ)

中福海峡(平潭)发展股份有限公司自 1996 年以来,由于股权收购或者资产重组,公司主营业务发生多次变化。自 2014 年 10 月起,公司陆续新增设农资贸易业务、积极开发拓展了林木产业链相关的木材、溶解浆、纸浆等产品的贸易业务,目前公司主营业务为:造林营林、林木产品加工与销售、贸易业务、与平潭综合实验区开放开发的有关业务。

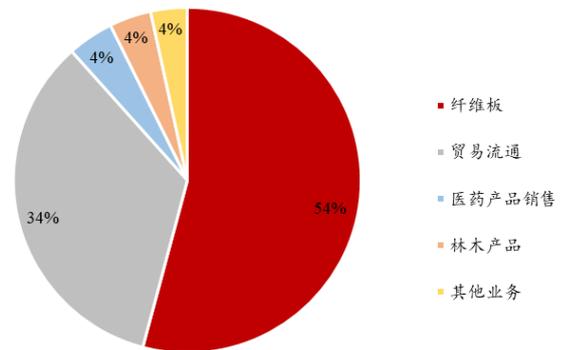
公司经营林区近 90 万亩。2020 年公司的营业总收入为 12.34 亿元,较去年同期增长 27.72% 有较大幅增长。2020 归母公司利润为-2.26 亿元,较去年变化-1017.18% 有大幅减少。主要由疫情影响,子公司业绩不达预期,公司计提了商誉减值与存货跌价,减少了归母公司净利润。公司收入以纤维板销售为主,占总收入的 54.15%,其次是木产品、纸浆的贸易流通占 34.28%。公司目前拥有经营林区近 90 万亩(其中代管面积约 30 万亩)。

图 68: 2016-2021 年 Q1 平潭发展业收入及归母净利润



资料来源: Wind, 华宝证券研究创新部

图 69: 2020 年平潭发展业务构成



资料来源: Wind, 华宝证券研究创新部

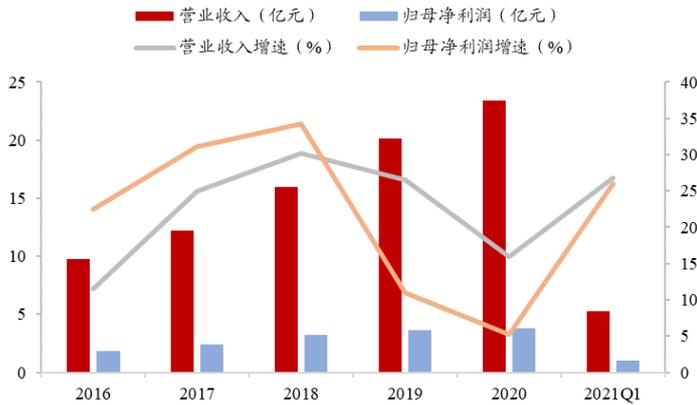
3.6.4. 东珠生态 (603359.SH)

2001 年 7 月,东珠有限成立,是国内资质最全,综合实力最强的园林景观公司之一。并于 2017 年在 A 股首次公开发行上市。公司拥有多种工程从业资质,具备强大的大型园林工程施工、景观规划设计和跨区域经营能力。面对“2030 碳达峰、2060 碳中和”等远景目标,公司以生态修复和市政景观为两大主线业务。与中国林科院达成合作,提升竞争力与技术创

新能力。着力于增强企业创新能力，坚持业务优化和升级战略，在生态修复其他细分领域寻求突破。

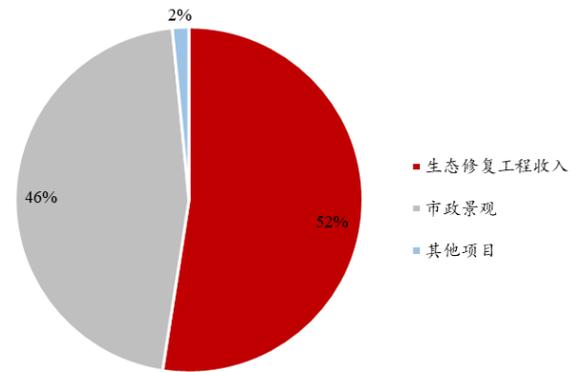
与上海环境能源交易所合作，积极布局碳汇市场。公司 2020 年的营业收入为 23.38 亿相比于去年增长 15.93%，2020 年归母公司净利润为 3.8 亿元，相比去年增长 5.22%，有较稳定的增长。6 月 30 日，东珠生态宣布与上海环境能源交易所、绿技行签订战略合作协议，在林业、湿地、草原等碳汇方面做出进一步贡献。

图 70：2016-2021 年 Q1 东珠生态收入及归母净利润



资料来源：Wind，华宝证券研究创新部

图 71：2020 年东珠生态业务构成



资料来源：Wind，华宝证券研究创新部

4. 可再生能源发电项目全方位剖析

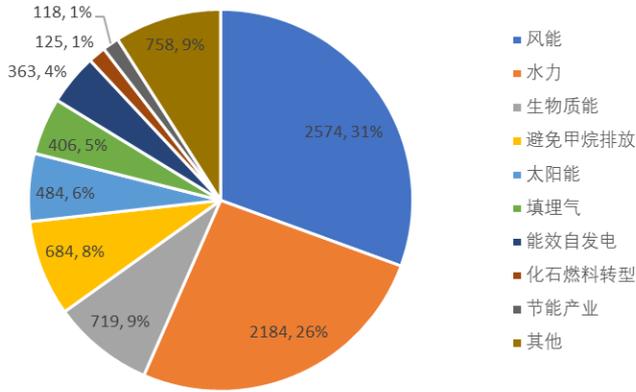
4.1. 中国可再生能源发电的减排项目基本情况

全球有 14 个碳抵消机制覆盖了可再生能源发电方向，接受度仅次于林业碳汇及能效提升项目。根据碳抵消产生方式和机制管理方式，可将碳抵消机制分为国际性碳抵消机制、独立碳抵消机制及区域、国家和地方碳抵消机制三类。根据世界银行《碳定价机制发展现状与未来趋势 2021》报告数据，2020 年 4 月 1 日至 2021 年 4 月 1 日，26 个碳抵消机制签发碳减排量合计 3.6 亿吨，不同的碳抵消机制所覆盖的行业有所不同，共有 14 个抵消机制接受可再生能源发电项目，接受度仅次于林业碳汇及能效提升项目。

4.1.1. 在国际碳抵消机制中的基本情况

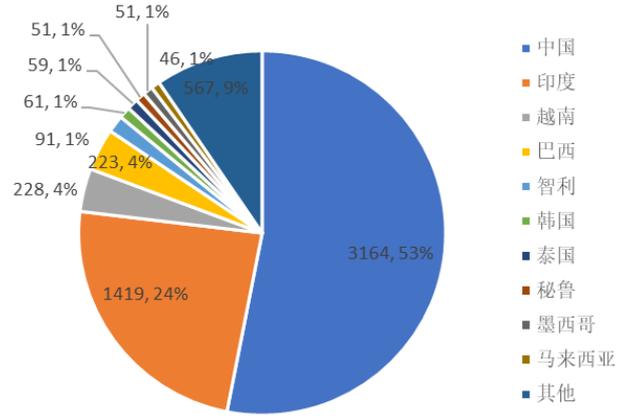
CDM 项目聚焦于可再生能源领域，中国占据全球首位。从项目类型来看，截至 2021 年 4 月 1 日，CDM 已注册备案的项目中可再生能源发电项目占比达 72%，风能、水电项目以绝对优势领先太阳能及生物质能项目。从项目分布来看，CDM 注册备案的可再生能源项目主要集中于中国、印度、越南等地，前三大地区占比达 81%。中国可再生能源项目数达 3164 个，占有中国 CDM 项目比例的 82%，同时可再生能源项目数中国也位居全球首位。其中，中国在风能与水电领域备案的 CDM 项目数远大于太阳能及生物质能项目，前者数量是后者的 9 倍多。

图 72: 全球 CDM 项目类型占比



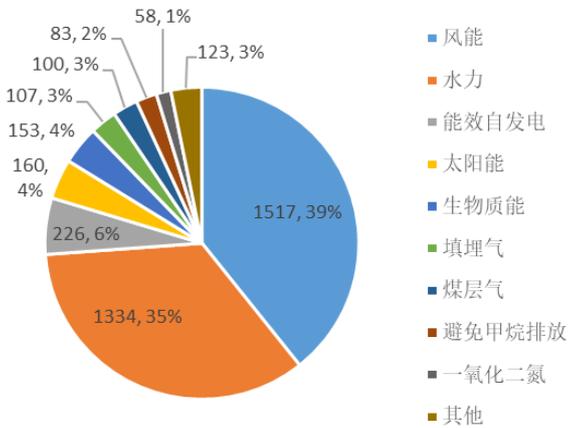
资料来源: 联合国环境规划署, 华宝证券研究创新部

图 73: 各地区可再生能源发电 CDM 项目数占比



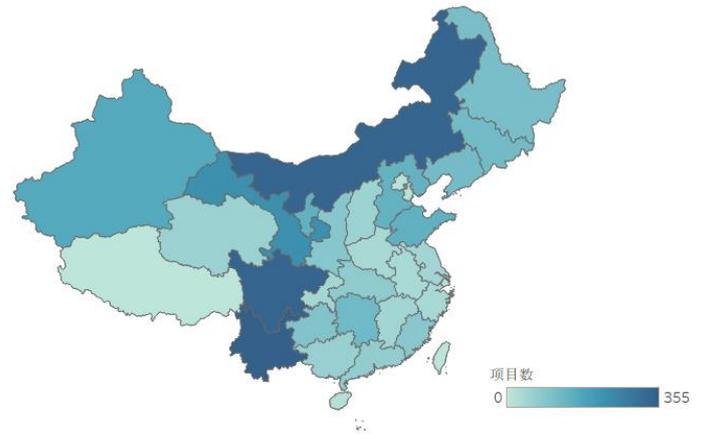
资料来源: 联合国环境规划署, 华宝证券研究创新部

图 74: 中国 CDM 项目类型占比



资料来源: 联合国环境规划署, 华宝证券研究创新部

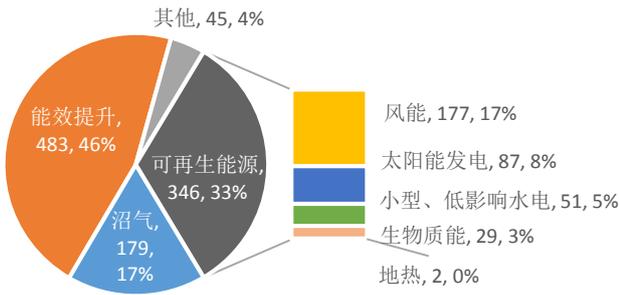
图 75: 中国可再生能源发电 CDM 项目数分布



资料来源: 联合国环境规划署, 华宝证券研究创新部

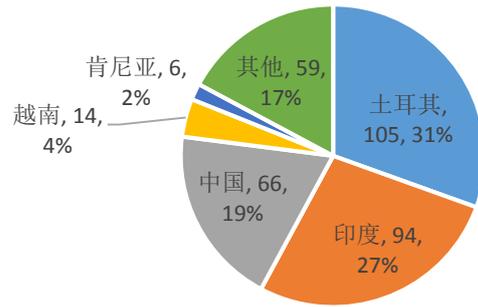
GS 机制主要聚焦能效提升项目、可再生能源项目, 中国已认证的可再生能源项目数量排名第三。GS 机制已认证的项目中, 能效提升项目占比最大, 为 46%, 其次是可再生能源项目, 占比为 33%, 其中风能项目占比最多, 其占比为可再生能源项目的一半以上。从地区分布上来看, 已认证的可再生能源项目主要分布在亚洲, 亚洲项目占比超过 77%; 其中, 土耳其、印度的可再生能源项目数量上领先中国, 中国项目占比 19%, 其中有 27 个太阳能发电项目、22 个风能项目、11 个小型水电项目和 6 个生物质能项目。在 GS 机制下, 中国已认证的项目数量达到 180 个, 其中沼气项目占比超过一半, 可再生能源项目占比 37%。从地理分布上来看, 中国已认证的可再生能源 GS 项目主要分布在河南、河北、宁夏等地。

图 76：全球已认证的 GS 项目类型占比



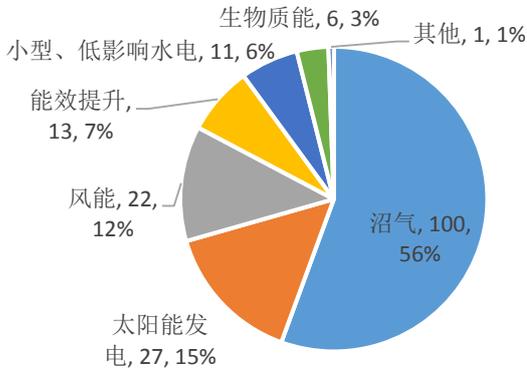
资料来源：Gold Standard，华宝证券研究创新部

图 77：各地区已认证的可再生能源发电 GS 项目数占比



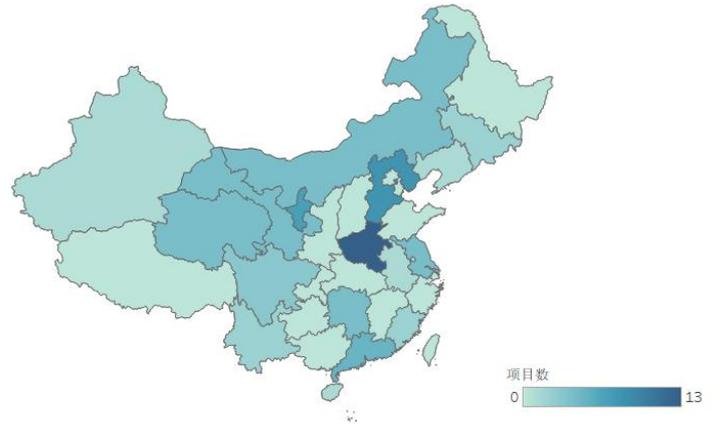
资料来源：Gold Standard，华宝证券研究创新部

图 78：中国已认证的 GS 项目类型占比



资料来源：Gold Standard，华宝证券研究创新部

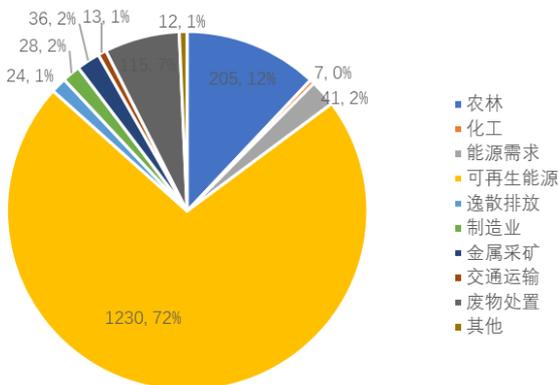
图 79：中国可再生能源发电 GS 项目数分布



资料来源：Gold Standard，华宝证券研究创新部

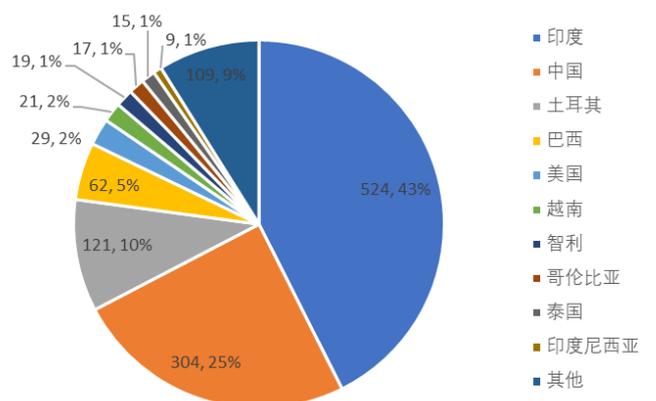
VCS 项目聚焦于可再生能源领域，中国位居全球第二。从项目类型来看，截至 2021 年 6 月 28 日，VCS 已注册备案的项目中可再生能源发电项目数 1230 个，占比达 72%；从项目分布来看，VCS 注册备案的可再生能源项目主要集中于印度、中国、土耳其等地，前三大地区占比达 78%，中国可再生能源发电项目 304 个，占比全球可再生能源 VCS 项目的 25%，位居第二，占中国 VCS 项目数 85%，远高于其他类型。

图 80：全球 VCS 项目类型占比



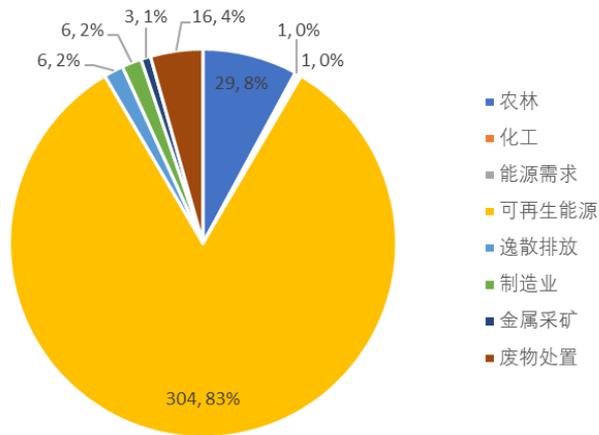
资料来源：VERRA，华宝证券研究创新部

图 81：各地区可再生能源发电 VCS 项目数占比



资料来源：VERRA，华宝证券研究创新部

图 82：中国 VCS 项目类型占比

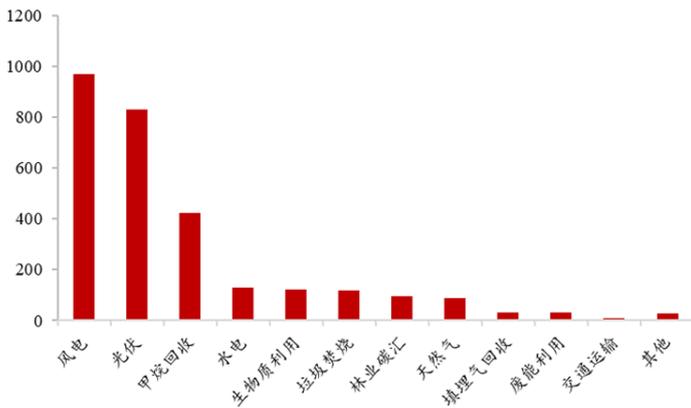


资料来源：VERRA，华宝证券研究创新部

4.1.2. 在国内碳抵消机制中的基本情况

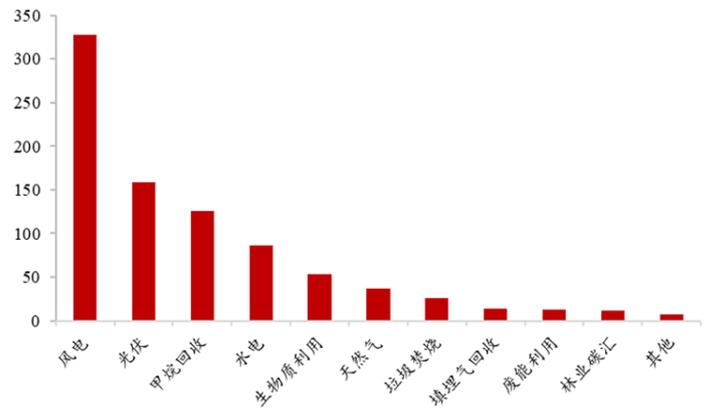
中国 CCER 机制中可再生能源项目不仅在数量上具有绝对优势，在预计减排量及备案减排量大小上也具有绝对优势。从数量上来看，已发布的 2871 个 CCER 审定项目、861 个备案项目以及 254 个减排量备案的项目中，可再生能源项目均占比 76% 左右，主要为可再生能源发电项目。从预计减排量上看，已备案的可再生能源项目总共预计减排量达 4.08 亿吨，占总预计减排量的 83%；从已备案的实际减排量上看，减排量已备案的可再生能源项目减排量达 0.33 亿吨，占已备案减排量的 62%。

图 83：我国 CCER 审定项目行业分布情况



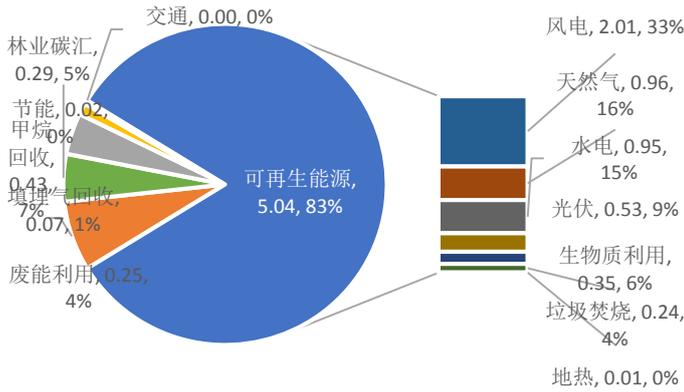
资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

图 84：我国 CCER 已备案项目行业分布情况



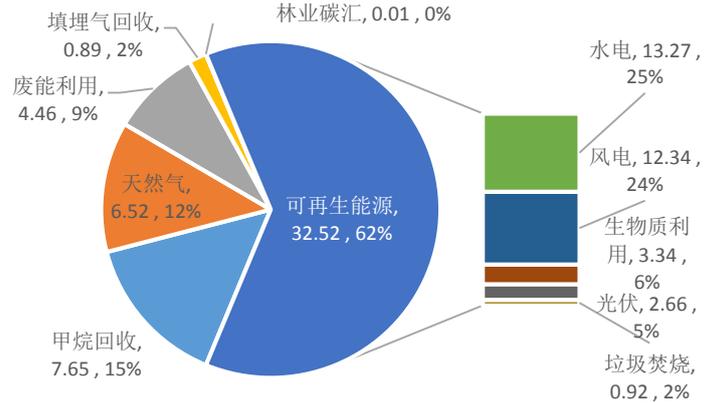
资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

图 85：已备案的 CCER 项目预计减排量（单位：亿吨）



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

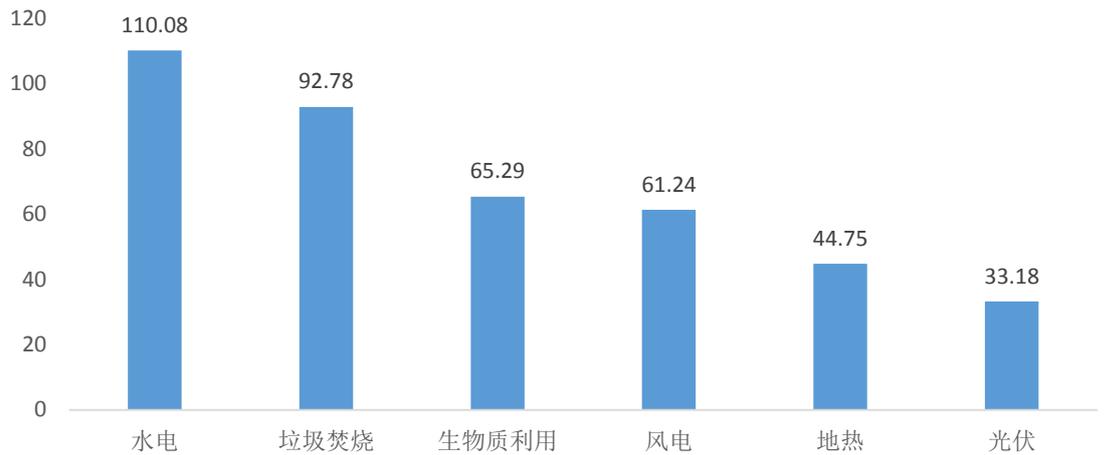
图 86：减排量已备案的 CCER 项目减排量（单位：Mt）



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

可再生能源项目中，水电平均单个项目预计减排量排名第一。从单位项目预计减排量上看，已发布 861 个备案项目中，单个水电项目预计产生的减排量大于其他可再生能源项目，这与水电项目平均装机容量较大以及水电利用效率较高有关；平均单个光伏项目预计产生的减排量最少，仅为水电项目的 30%，这与光伏项目年运行小时数较低有关。

图 87：可再生能源项目单位项目预计减排量情况（单位：万吨）



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

4.2. 可再生能源发电项目 CCER 收益测算

4.2.1. 风力发电

1、风力发电监测分析

以风力发电项目“仙居县广度风电场项目”为例，其主要采用的方法学为《可再生能源并网发电方法学（第二版）》（CM-001-V02），其减排原理主要为通过新建可再生能源并网发电项目来替代由化石能源占主导的电网产生的同等电量，实现温室气体的减排。截止目前，99%以上的风电 CCER 项目（装机容量超过 15MW 的大型项目）均采用《可再生能源并网发电方法学》（第一版或第二版）进行开发，剩余的风电 CCER 项目（装机容量不超过 15MW 的小型项目）采用《联网的可再生能源发电（第一版）》（CMS-002-V01）。

- 项目边界确定：项目边界的空间范围包括项目发电厂以及与本项目接入的电网中的

所有电厂。根据国家发改委 2020 年发布的《2019 年度减排项目中国区域电网基准线排放因子》，中国区域电网包括华北区域电网、东北区域电网、华东区域电网、华中区域电网、西北区域电网、南方区域电网，不同区域基准线排放因子不同。此外，一般风电项目的项目边界包括的温室气体种类仅为二氧化碳。仙居县广度风电场项目的项目边界为该项目发电厂以及与该项目接入的华东区域电网中所有电厂。

表 28：区域电网覆盖省份表

电网名称	覆盖省市
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省、海南省

资料来源：发改委，华宝证券研究创新部

- 基准线识别：基准线情景即若不建设现有项目、但产生相同结果（例如产生相同发电量）或延续历史情形持续发展的情景，减排量就是基于基准线情景进行计算的。**在风电项目中基准线的识别方式包括三种，如果项目活动是建设新的可再生能源并网发电厂/发电机组，那么基准线情景为项目活动生产的上网电量由并网发电厂及其新增发电源替代生产，大部分项目都是新建项目。仙居县广度风电场项目是新建可再生能源并网风力发电厂，因此基准情景为该项目活动生产的上网电量由华东区域电网中发电厂及其新增发电源替代生产。
- 额外性论证：证明项目具备额外性的重要环节包括投资分析、障碍性分析、普遍性分析等。**在论证额外性的过程中，较为重要的是投资分析，即确定项目活动是否：1) 最具有经济吸引力；2) 没有碳减排收益（出售 CCER 带来收益）的情况下，不具备经济可行性。《额外性论证与评价工具》提供了三种可选的投资分析方法。针对新能源发电的新建项目，一般采用基准分析法。基准值一般选取《电力工程技术改造项目经济评价暂行办法》或《国家发改委办公厅关于印发风电场工程前期工作有关规定的通知》中规定的全投资税后财务内部收益率基准值 8%；需论证项目在不考虑减排收益前收益率低于基准值，但在考虑减排收益后财务效益有所改善。此外，一般还需要对项目 IRR 进行敏感性分析进一步论证其在极端情况下仍具备额外性，或让 IRR 达到基准值的情景是小概率事件。此外，使用 CMS-002-V01 方法学的小型风电项目仍需要进行额外性分析，但证明步骤相对大型项目更简单。经过计算，仙居县广度风电场项目全部投资内部收益率（IRR）为 6.89%，低于 8%的基准值。在考虑了适当的减排收益后，项目的 IRR 有所提高，达到了 8.05%，高于行业基准值。

表 29：《额外性论证与评价工具》中的投资分析方法

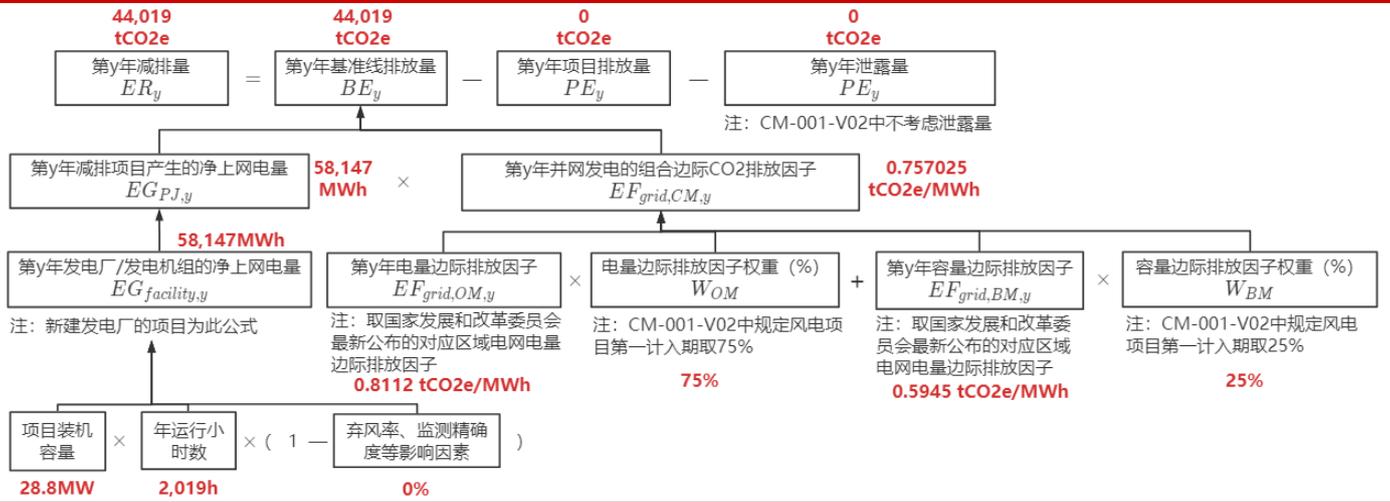
方法名称	适用项目类型
简单成本分析法	适用于项目不产生除减排机制带来的收益之外的财务或经济收益的情况
投资比较分析法	适用于替代方案项目也是投资项目的情况
基准分析方法	适用于替代方案不是投资项目的情况

资料来源：《额外性论证与评价工具》(第 07.0.0 版)，华宝证券研究创新部

- 减排量计算：根据方法学，风电项目减排量=基准线排放量-项目排放量-泄露量。**具体计算过程请见下图，其中，电量边际排放因子、容量边际排放因子、年运行小时数（或负荷因子）、弃风率等参数与项目所在省份风速、政策有关。仙居县广度风电

场项目选择了可更新的计入期的类型，每个计入期7年，可更新2次，此次申请的减排量为第一计入期的减排量；通过审定预计总减排量为30.81万tCO₂e，年均减排量为4.40万tCO₂e。

图 88：风电项目减排量计算公式



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

注：红色数字为仙居县广度风电场项目审定报告中的对年平均预计减排量的计算数值，预估时未考虑弃风率等影响因素。

表 30：减排项目中国区域电网基准线排放因子（单位：tCO₂/MWh）

电网名称	电量边际排放因子 (OM)		容量边际排放因子 (BM)	
	2019 年	2014 年	2019 年	2014 年
华北区域电网	0.9419	1.058	0.4819	0.5410
东北区域电网	1.0826	1.1281	0.2399	0.5537
华东区域电网	0.7921	0.8095	0.387	0.6861
华中区域电网	0.8587	0.9724	0.2854	0.4737
西北区域电网	0.8922	0.9578	0.4407	0.4512
南方区域电网	0.8042	0.9183	0.2135	0.4367

资料来源：生态环境部，华宝证券研究创新部

- **监测：**对于新建风电项目来说，监测方式较为简单，一般通过监测电表对上网及下网的电量进行监测。从而得出风电项目实际净上网电量，再通过减排量计算公式并带入更新的参数计算得出实际减排量。仙居县广度风电场项目第一监测期内（2015年7月27日至2016年12月31日）预计的减排量为63,073 tCO₂e，实际减排量为63,150 tCO₂e，两者相差不大。

表 31：仙居县广度风电场项目减排量

年份	审定值 (tCO ₂ e)				监测值 (tCO ₂ e)				(监测-审定)/审定
	基准线排 放	项目排 放	泄 漏	减排量	基准线排 放	项目排 放	泄 漏	减排 量	
2015/7/27-2015/12/31	19054	0	0	19054	63,150	0	0	63150	0.12%
2016/1/1-2016/12/31	44019	0	0	44019	-	-	-	-	
2017/1/1-2017/12/31	44019	0	0	44019	-	-	-	-	-
2018/1/1-2018/12/31	44019	0	0	44019	-	-	-	-	-
2019/1/1-2019/12/31	44019	0	0	44019	-	-	-	-	-
2020/1/1-2020/12/31	44019	0	0	44019	-	-	-	-	-

2021/1/1-2021/5/9	44019	0	0	44019	-	-	-	-
2022/1/1-2022/7/26	24964	0	0	24964	-	-	-	-
合计	308130	0	0	308130	-	-	-	-
平均值	44019	0	0	44019	-	-	-	-

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

2、风力发电项目效益测算

减排因子：根据中国自愿减排交易信息平台上已备案的不同区域的6个项目进行测算，同时根据2019年区域电网基准线排放因子参数进行调整，平均单位净上网电量碳减排量为**0.75 tCO₂e/MWh**。我们从中国自愿减排交易信息平台上选择减排量已备案的6个不同区域并且装机规模均为50MW左右的风电项目进行分析，根据监测期内的装机容量、实际净上网电量、减排量数据进行统计分析得出平均单位净上网电量碳减排量约为0.75 tCO₂e/MWh（已根据2019年区域电网基准线排放因子参数进行调整），平均年运行小时数为1788h，略低于2019年国家能源局发布的全国风电平均利用小时数2082h。

表 32：部分减排量已备案的风电项目的监测数据

项目名称	监测期	装机规模 (MW)	实际净上网电量 (MWh)	监测减排量 (tCO ₂ e)	单位净上网电量减排量 (tCO ₂ e/MWh)	年运行小时数 (h)	区域
中广核山东沂水唐王山风电场二期工程项目	2014/2/20-2015/12/31	49.5	158,321.55	147,033	0.9287	1716.80	华北
中广核玛依塔斯风电场二期 49.5 兆瓦风电项目	2015/1/1-2016/1/31	49.5	101,565.20	84,410	0.8311	1891.20	西北
巴彦双鸭山风电场项目	2014/7/2-2015/12/31	49.5	105,385.10	103,750	0.9845	1418.03	东北
中电投陕县响屏山风电场工程项目	2014/7/27-2015/11/30	49.5	99,251.08	84,134	0.8477	1487.50	华中
上海老港风电项目二期工程	2015/3/28-2016/12/27	48	73726.94	57407	0.7786	2038.66	华东
云南大理晴云山风电场项目	2014/10/24-2015/11/30	49.5	119,466.13	95321	0.7979	2185.89	南方
小计	-	295.50	657,716.00	572,055	0.8698	1788.42	-
根据 2019 年区域电网基准线排放因子参数进行调整，平均单位上网电量减排量为						0.75 tCO₂e/MWh	

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

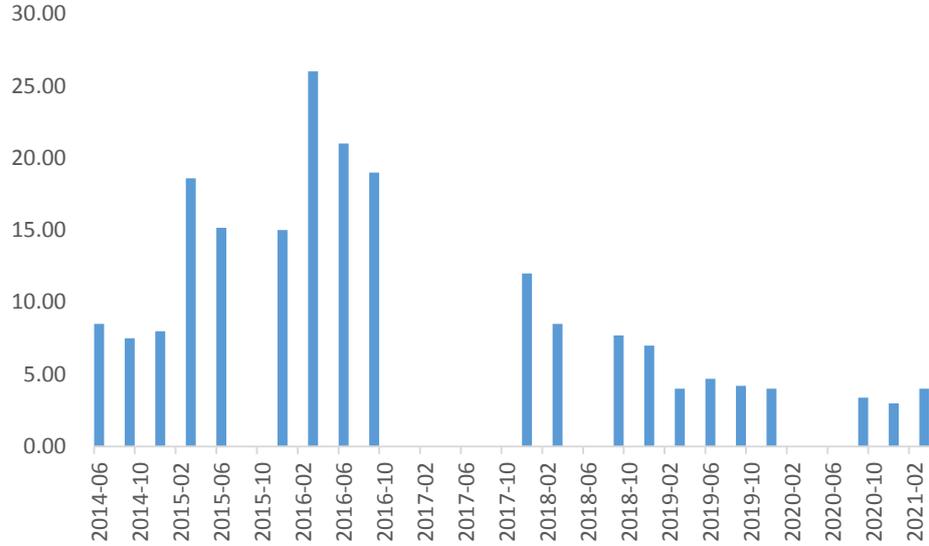
假设一个 50MW 装机容量的风电项目：

弃风率：根据国家能源局发布的风电并网运行情况分析，2021Q1 的弃风率为 4%，相较于 2020 年的 3%弃风率略微提升，和 2019 年持平。

平均利用小时数：根据国家能源局发布的风电并网运行情况分析，2019 年的全国平均利用小时数为 2082h。

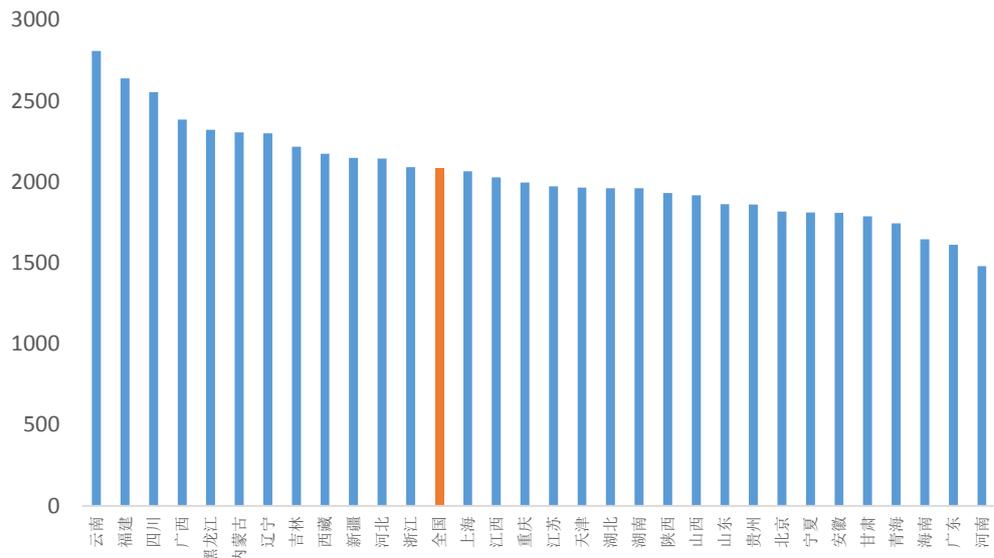
碳价：假设碳价 30 元/吨，我们对此进行敏感性分析。

图 89：全国季度风电并网弃风率（%）



资料来源：国家能源局，华宝证券研究创新部

图 90：2019 年全国风电并网利用小时数（小时）



资料来源：国家能源局，华宝证券研究创新部

每上网一度电将增加收入约 0.0225 元，CCER 对风力发电项目收入的贡献约为 3.78%-6.81%。情景分析中，我们假设悲观/中性/乐观的情形下对应的年运行小时数为 1666/2082/2498h，弃风率为 7%/4%/3%，单位上网电价为 0.37/0.42/0.47 元/kWh，CCER 碳价为 20/30/40 元/tCO₂e。以此测算一个 50MW 装机量的风电项目产生的 CCER 收入在悲观/中性/乐观的情形下分别为 108.46/224.86/387.69 万元。

对碳价及平均减排量进行敏感性分析，当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单位上网电量平均减排量从 0.65 提升至 0.85tCO₂e/MWh，CCER 对风电项目收入的贡献将从 4.64%提升至 6.07%；当单位上网电量平均减排量为 0.75 tCO₂e/MWh 时，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨，CCER 对风电项目收入的贡献将从 3.57%提升至 17.86%。

表 33: CCER 对风电项目的业绩贡献测算

计算/参数数值	悲观	中性	乐观
装机量 (MW)	50	50	50
年运行小时数 (h)	1666	2082	2498
弃风率 (%)	7%	4%	3%
每年净上网电量 (MWh)	77469	99936	121153
单位上网电价 (元/kWh)	0.37	0.42	0.47
单位净上网电量碳减排量 (tCO ₂ e/MWh)	0.7	0.75	0.8
CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)	20	30	40
上网发电收入 (万元/年)	2866.35	4197.31	5694.19
CCER 收入 (万元/年)	108.46	224.86	387.69
CCER 对风电项目收入的贡献	3.78%	5.36%	6.81%

资料来源：华宝证券研究创新部

注：由于风电下网电量占比较小，测算时不考虑。

表 34: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对风电项目业绩贡献的敏感性分析

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位上网电量碳 减排量 (tCO ₂ e/MWh)	0.65	3.10%	4.64%	7.74%	10.83%	15.48%
	0.7	3.33%	5.00%	8.33%	11.67%	16.67%
	0.75	3.57%	5.36%	8.93%	12.50%	17.86%
	0.8	3.81%	5.71%	9.52%	13.33%	19.05%
	0.85	4.05%	6.07%	10.12%	14.17%	20.24%

资料来源：华宝证券研究创新部

4.2.2. 光伏发电

1、光伏发电监测分析

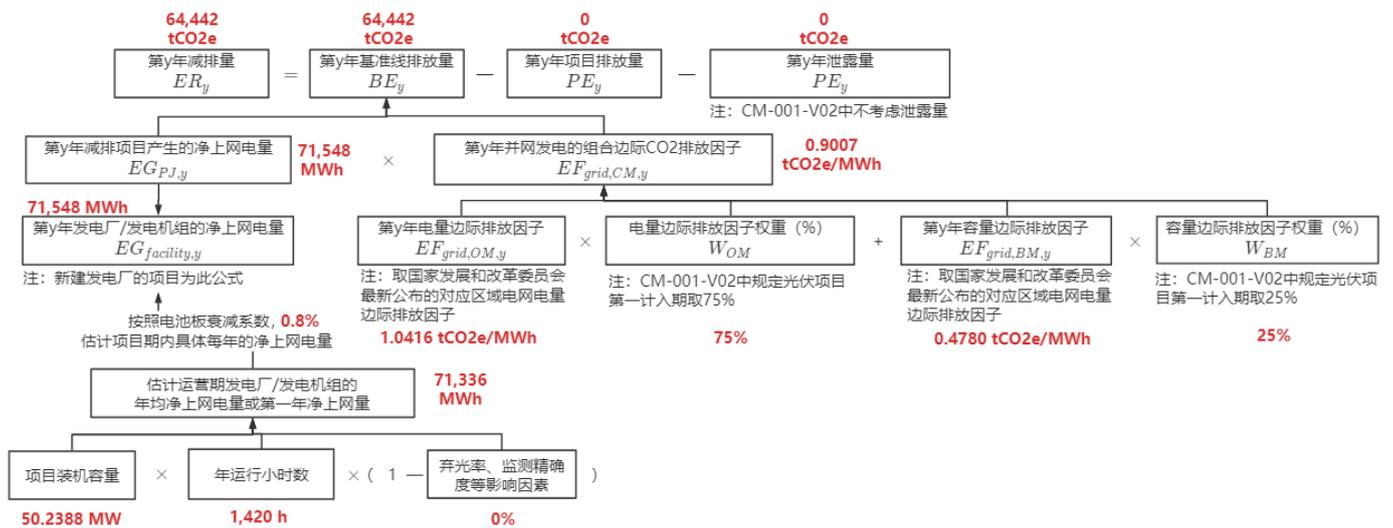
以光伏发电项目“国电电力正蓝旗 50 兆瓦光伏电站项目”为例，其主要采用的方法学为《可再生能源并网发电方法学（第二版）》（CM-001-V02），其减排原理主要为通过新建可再生能源并网发电项目来替代由化石能源占主导的电网产生的同等电量，实现温室气体的减排。截止目前，超过 80% 的光伏 CCER 项目（装机容量超过 15MW 的大型项目）采用《可再生能源并网发电方法学》（第一版或第二版）进行开发，剩余的光伏 CCER 项目（装机容量不超过 15MW 的小型项目）采用《联网的可再生能源发电（第一版）》（CMS-002-V01）。

- **项目边界确定：**与风电项目类似，项目边界的空间范围包括项目发电厂以及与本项目接入的电网中的所有电厂。一般光伏项目的项目边界包括的温室气体种类仅为二氧化碳。国电电力正蓝旗 50 兆瓦光伏电站项目的项目边界为该项目发电厂以及与该项目接入的华北区域电网中所有电厂。
- **基准线识别：**在光伏项目中基准线的识别方式与风电项目基本相同。国电电力正蓝旗 50 兆瓦光伏电站项目是新建可再生能源并网风力发电厂，因此基准情景为该项目活动生产的上网电量由华北区域电网中发电厂及其新增发电源替代生产。
- **额外性论证：**大型光伏项目额外性论证的方式与风电大型项目相同；小型光伏项目使用 CMS-002-V01 方法学进行开发，无需论证额外性，免于障碍分析。大型光伏项目在投资分析中，基准值一般选取《电力工程技术改造项目经济评价暂行办法》

中规定的全投资税后财务内部收益率基准值 8%。经过计算，国电电力正蓝旗 50 兆瓦光伏电站项目全部投资内部收益率（IRR）为 7.26%，低于 8% 的基准值。在考虑了适当的减排收益后，项目的 IRR 有所提高达到 8.08%，达到基准值。

- **减排量计算：**不论是大型还是小型光伏项目，减排量计算与风电项目类似。减排量=基准线排放量-项目排放量-泄露量，具体计算过程请见下图。其中，电量边际排放因子、容量边际排放因子、年运行小时数（或负荷因子）、弃光率等参数与项目所在省份太阳辐射强度、政策有关。国电电力正蓝旗 50 兆瓦光伏电站项目选择了可更新的计入期的类型，每个计入期 7 年，可更新 2 次，此次申请的减排量为第一计入期的减排量；通过审定预计总减排量为 48.27 万 tCO₂e，年均减排量为 6.90 万 tCO₂e。

图 91：光伏项目减排量计算公式



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

注：红色数字为国电电力正蓝旗 50 兆瓦光伏电站项目审定报告中对 2015.2.2-2015.12.31 期间减排量的计算数值，预估时未考虑弃光率等影响因素。

- **监测：**对于新建光伏项目来说，监测方式与新建风电项目类似。对于新建项目通过监测得到实际净上网电量，再带入更新的参数通过光伏发电项目减排量计算公式得出实际减排量。国电电力正蓝旗 50 兆瓦光伏电站项目第一监测期内（2015 年 2 月 2 日-2017 年 2 月 20 日）预计的减排量为 141,702 tCO₂e，实际减排量为 132,909 tCO₂e，两者相差不大。

表 35：仙居县广度风电场项目减排量

年份	审定值 (tCO ₂ e)				监测值 (tCO ₂ e)				(监测-审定)/审定
	基准线排放	项目排放	泄露	减排量	基准线排放	项目排放	泄露	减排量	
2015/2/2-2015/12/31	64442	0	0	64442					
2016/1/1-2016/12/31	70136	0	0	70136	132,909	0	0	132,909	-6.21%
2017/1/1-2017/2/20	7124	0	0	7124					
2017/2/20-2017/12/31	62418	0	0	62418	-	-	-	-	-
2018/1/1-2018/12/31	69002	0	0	69002	-	-	-	-	-
2019/1/1-2019/12/31	68450	0	0	68450	-	-	-	-	-
2020/1/1-2020/12/31	67919	0	0	67919	-	-	-	-	-
2021/1/1-2021/12/31	67343	0	0	67343	-	-	-	-	-
2022/1/1-2022/2/1	5901	0	0	5901	-	-	-	-	-

合计	482735	0	0	482735	-	-	-	-	-
平均值	68962	0	0	68962	-	-	-	-	-

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

2、光伏发电项目效益测算

减排因子：根据中国自愿减排交易信息平台中已备案的 5 个项目进行测算，同时根据 2019 年区域电网基准线排放因子参数进行调整，单位净上网电量减排量为 0.74 tCO₂e/MWh。我们从中国自愿减排交易信息平台中选择减排量已备案的 5 个不同区域（华中地区项目的减排量暂无备案）并且装机规模均为 10-20MW 左右的光伏项目进行分析，根据监测期内的装机容量、实际净上网电量、监测减排量数据进行统计分析得出平均单位净上网电量碳减排量约为 0.74 tCO₂e/MWh（已根据 2019 年区域电网基准线排放因子参数进行调整），平均年运行小时数为 1340h，略高于 2019 年国家能源局发布的全国光伏发电平均利用小时数 1160h。

表 36：部分减排量已备案的光伏发电项目的监测数据

项目名称	监测期	装机规模(MW)	实际净上网电量(MWh)	监测减排量(tCO ₂ e)	单位净上网电量减排量(tCO ₂ e/MWh)	年运行小时数(h)	区域
元谋天子山并网光伏电站项目	2013/12/14-2016/2/29	20.09	67,055.51	53,503	0.7979	1507.92	南方
辽宁能源（北票）10 兆瓦光伏发电项目	2013/6/2-2015/10/31	10.26	36,548.09	35,980	0.9845	1474.15	东北
青海省水利水电集团有限公司格尔木 20 兆瓦光伏发电项目	2011/12/23-2015/10/25	20.16	129,820.70	107,899	0.8311	1675.28	西北
曲阳光伏电站一期 19.8 兆瓦工程项目	2013/11/15-2015/10/31	19.80	46,663.85	43,336	0.9287	1201.42	华北
横店集团东磁股份有限公司 20.709 兆瓦用户侧屋顶光伏并网发电示范项目	2012/12/5-2015/6/30	20.71	48,800.80	38,000	0.7787	916.98	华东
小计	-	91.02	328,888.95	278,718	0.8474	1340.05	-
根据 2019 年区域电网基准线排放因子参数进行调整，平均单位上网电量减排量为						0.74 tCO ₂ e/MWh	

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

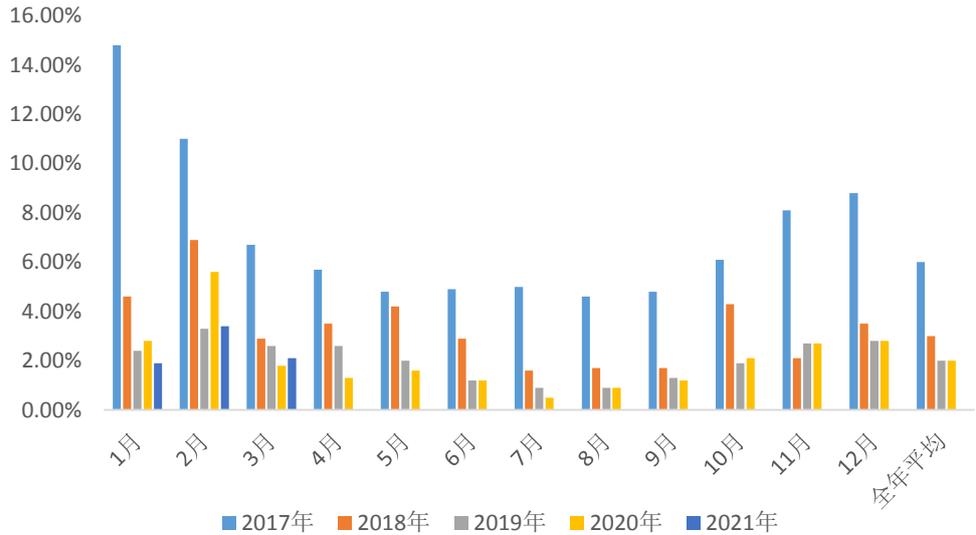
假设一个 50MW 装机容量的光伏项目：

弃光率：根据国家能源局发布的光伏并网运行情况分析，2020 年的弃光率为 2%，相较于 2019 年持平。

平均利用小时数：根据国家能源局发布的 2020 年光伏电并网运行情况分析，2020 年的全国平均利用小时数为 1160h。

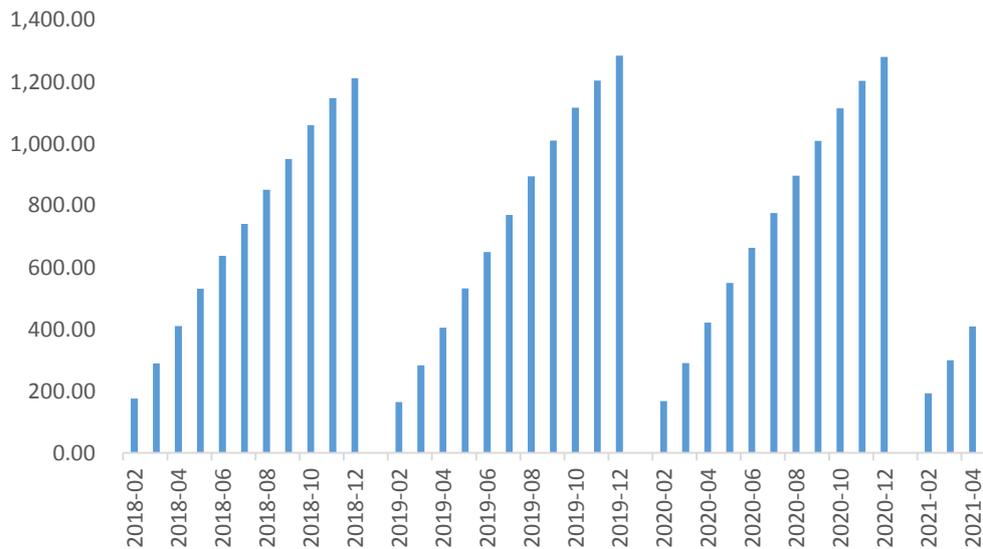
碳价：假设碳价 30 元/吨，我们对此进行敏感性分析。

图 92：全国单月光伏并网弃光率（%）



资料来源：国家能源局，华宝证券研究创新部

图 93：全国光伏并网月度平均利用小时数累计值（小时）



资料来源：Wind，华宝证券研究创新部

每上网一度电将增加收入约 **0.0222 元**，**CCER** 对光伏发电项目收入的贡献约为 **4.00%-7.11%**。情景分析中,我们假设悲观/中性/乐观的情形下对应的年运行小时数为 928/1160/1392h, 弃风率为 3%/2%/1.5%, 单位上网电价为 0.3/0.4/0.45 元/kWh, CCER 碳价为 20/30/40 元/tCO₂e。以此测算一个 50MW 装机量的光伏项目产生的 CCER 收入在悲观/中性/乐观的情形下分别为 63.01/126.18/219.38 万元, 对光伏发电项目收入的贡献约为 4.00%-7.11%。

对碳价及平均减排量进行敏感性分析, 当 CCER 碳价为 30 元/吨时, 单位上网电量平均减排量从 0.65 提升至 0.85 tCO₂e/MWh, CCER 对光伏发电项目收入的贡献将从 4.88% 提升至 6.38%; 当单位上网电量平均减排量为 0.75 tCO₂e/MWh 时, CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨, CCER 对风电项目收入的贡献将从 3.75% 提升至 18.75%。

表 37: CCER 对光伏发电项目的业绩贡献测算

	悲观	中性	乐观
装机量 (MW)	50	50	50
年运行小时数	928	1160	1392
弃光率 (%)	3%	2%	1.50%
每年净上网电量 (MWh)	45008	56840	68556
单位上网电价 (元/kWh)	0.35	0.4	0.45
单位净上网电量碳减排量 (tCO ₂ e/MWh)	0.7	0.74	0.8
CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)	20	30	40
上网发电收入 (万元/年)	1575.28	2273.60	3085.02
CCER 收入 (万元/年)	63.01	126.18	219.38
CCER 对光伏项目收入的贡献	4.00%	5.55%	7.11%

资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

注: 此处不考虑下网电量数值

表 38: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对光伏项目业绩贡献的敏感性分析

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位上网电量碳 减排量 (tCO ₂ e/MWh)	0.65	3.25%	4.88%	8.13%	11.38%	16.25%
	0.7	3.50%	5.25%	8.75%	12.25%	17.50%
	0.75	3.75%	5.63%	9.38%	13.13%	18.75%
	0.8	4.00%	6.00%	10.00%	14.00%	20.00%
	0.85	4.25%	6.38%	10.63%	14.88%	21.25%

资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

4.2.3. 水力发电

1、水力发电监测分析

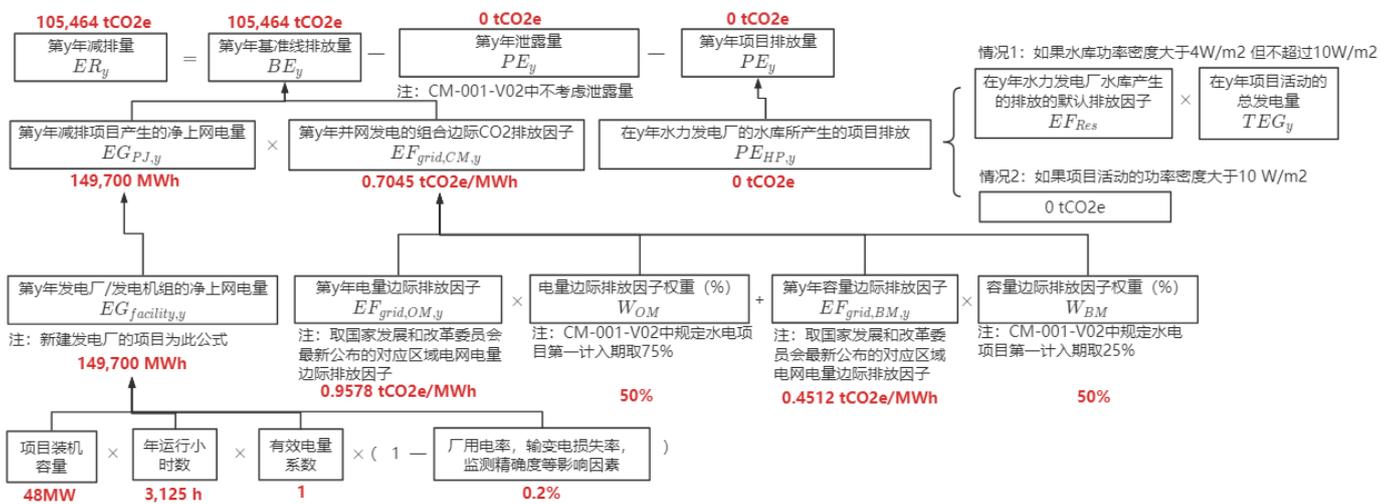
以水力发电项目“温宿县台兰河二级水电站项目”为例, 其主要采用的方法学为《可再生能源并网发电方法学(第二版)》(CM-001-V02), 其减排原理主要为通过新建可再生能源并网发电项目来替代由化石能源占主导的电网产生的同等电量, 实现温室气体的减排。截止目前, 超过 95%的水电 CCER 项目(装机容量超过 15MW 的项目)采用《可再生能源并网发电方法学》(第一版或第二版)进行开发, 剩余的水电 CCER 项目(装机容量不超过 15MW 的项目)采用《联网的可再生能源发电(第一版)》(CMS-002-V01)。

- **项目边界确定:** 与风光项目类似, 水电项目边界的空间范围包括项目发电厂以及与本项目接入的电网中的所有电厂。与风光项目不一样的是, 水电项目的项目边界包括的温室气体种类为基准情景的 CO₂ 以及项目活动下的 CH₄。温宿县台兰河二级水电站项目的项目边界为该项目发电厂以及与该项目接入的西北区域电网中所有电厂。
- **基准线识别:** 在水电项目中基准线的识别方式与风光项目基本相同。温宿县台兰河二级水电站项目是新建可再生能源并网水力发电厂, 因此基准情景为该项目活动生产的上网电量由西北区域电网中发电厂及其新增发电电源替代生产。
- **额外性论证:** 大型水电项目一般使用 CM-001-V02, 其额外性论证的方式基本与风光大型项目相同。小型水电项目(装机容量小于等于 15MW)使用 CMS-002-V01

进行开发，额外性论证比大型项目简单。大型水电项目在投资分析中，基准值一般选取《电力工程技术改造项目经济评价暂行办法》中规定的全投资税后财务内部收益率基准值 8%；小型水电一般选取《小水电建设项目经济评价规程》(SL/T 16-1995) 中规定的全投资税后财务内部收益率基准值 10%。经过计算，温宿县台兰河二级水电站项目全部投资内部收益率 (IRR) 为 4.73%，低于 8% 的基准值。在考虑了适当的减排收益后，项目的 IRR 有所提高达到 8.13%，达到基准值。

- **减排量计算:** 与风光项目类似，水电项目减排量=基准线排放量-项目排放量-泄露量。具体计算过程请见图 25，其中，电量边际排放因子、容量边际排放因子、年运行小时数（或负荷因子）等参数与项目所在地水文特征、政策有关。温宿县台兰河二级水电站项目选择了可更新的计入期的类型，每个计入期 7 年，可更新 2 次，此次申请的减排量为第一计入期的减排量；通过审定预计总减排量为 73.82 万 tCO₂e，年均减排量为 10.55 万 tCO₂e。

图 94：水电项目减排量计算公式



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

注：红色数字为温宿县台兰河二级水电站项目审定报告及监测报告中对第一计入期年均减排量的计算数值。

- **监测:** 对于新建水电项目来说，监测方式与新建风光项目类似，对于新建项目通过监测得到实际净上网电量，再代入更新的参数通过水电项目减排量计算公式得出实际减排量。温宿县台兰河二级水电站项目第一监测期内（2012/11/30~2016/7/28）预计的减排量为 345,983tCO₂e，实际减排量为 294,899 tCO₂e，要比预计值 345,983 tCO₂e 低 14.76%，由于 2013 年-2016 年的雨水不足导致河水径流量下降，小于历史平均值。

表 39：温宿县台兰河二级水电站项目减排量

年份	审定值 (tCO ₂ e)				监测值 (tCO ₂ e)				(监测-审定) / 审定
	基准线排放	项目排放	泄露	减排量	基准线排放	项目排放	泄露	减排量	
2012/11/30-2012/12/31									
2013/1/1-2013/12/31									
2014/1/1-2014/12/31	345,983*	0	0	345,983	294,899	0	0	294,899	-14.76%
2015/1/1-2015/12/31									
2016/1/1-2016/7/28									
2016/7/29-2016/12/31	45,075**	0	0	45,075	-	-	-	-	-

2017/1/1-2017/12/31	105,464**	0	0	105,464	-	-	-	-	-
2018/1/1-2018/12/31	105,464**	0	0	105,464	-	-	-	-	-
2019/1/1-2019/11/29	96,218**	0	0	96,218	-	-	-	-	-
预估合计	738,248**	0	0	738,248	-	-	-	-	-
平均值	105,464**	0	0	105,464	-	-	-	-	-

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

*来源于监测报告，相对审定报告有所调整

**通过审定报告中数据整理而得

2、水力发电项目效益测算

由于当前各碳试点对水电 CCER 支持力度较低，只有湖北支持非大型水电项目 CCER 交易、上海暂时未限制水电项目 CCER 交易，因此此处效益测算对小型水电项目（30MW）进行测算。根据水力发电项目减排量计算公式，需确定的参数包括：减排因子、年平均利用小时数、有效电量系数、厂用电率及输电损失率等。

减排因子：根据对中国自愿减排交易信息平台中减排量已备案的 4 个不同区域的小型水电项目（华北、东北无减排量已备案的小型水电项目）在监测期内的装机容量、实际净上网电量、减排量数据进行统计分析得，平均单位净上网电量碳减排量约为 0.6049 tCO₂e/MWh（已根据 2019 年区域电网基准线排放因子参数进行调整）。

年平均利用小时数：根据减排量已备案的四个小型水电项目数据，计算得到年平均利用小时数为 3900.18h；根据 wind 数据，2020 年全国水电发电设备平均利用小时数为 3827h，与样本项目所得数据相差不大，最终计算中取低值 3827h。

有效电量系数：有效电量系数与水电站的径流调节程度有关，根据减排量已备案的四个小型水电项目数据以及《小水电建设项目经济评价规程》（SL/T16-2019），最终计算中取并网电站有效电量系数的最低值 0.85。

厂用电率及输电损失率：根据减排量已备案的四个小型水电项目数据以及《小水电水能设计规程》（SL76-94）的规定（电站的系统综合网损率应不大于 11%，综合厂用电率可取 0.5%-1%），最终计算中厂用电率取 1%，输电损失率取 1%。

表 40：部分减排量已备案的水电项目的监测数据

项目名称	监测期	装机规模 (MW)	实际净上网电量 (MWh)	监测减排量 (tCO ₂ e)	单位净上网电量减排量 (tCO ₂ e/MWh)	年平均利用小时数 (h)	有效电量系数	厂用电率	电损率	区域
巴中市平昌县双滩水电站工程	2014/8/25-2015/10/31	36.00	134,166.12	99,074	0.7384	3778.60	0.94	0.5%	1%	华中
白龙江汉王水电站项目	2013/3/28-2014/7/31	24.00	184,860.47	137,099	0.7416	5725.91	0.95	1%	1%	西北
云南子楞河 24 兆瓦水电项目	2007/10/18-2010/6/23	24.00	197,659.02	135,288	0.6845	3067.41	0.75	0.5%	0	南方
福建屏南李大坪水电站 20 兆瓦项目	2007/5/1-2011/2/13	20.00	222,166.46	168,581	0.7588	2927.46	-	-	-	华东
小计	-	-	738,852.08	540,042	0.7309	3900.18	-	-	-	-

根据 2019 年区域电网基准线排放因子参数进行调整，平均单位上网电量减排量为

0.6049
tCO₂e/MWh

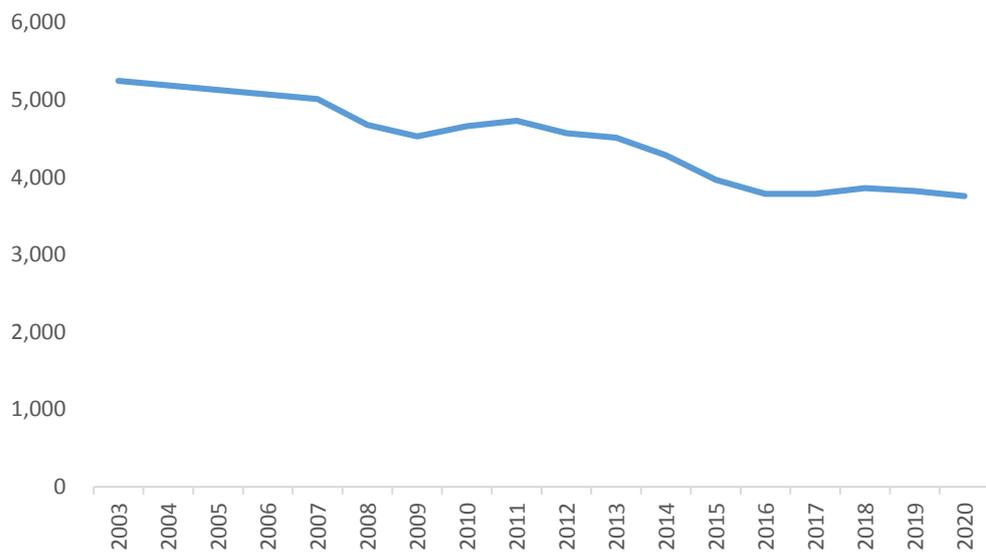
资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 41：有效电量系数取值

电站类型	有效电量系数
年或多年调节的并网电站	0.95-1.00
季调节的并网电站	0.90-0.95
月、周、日调节及无调节的并网电站	0.85-0.90
独立运行的日调节及无调节的电站	0.70-0.85

资料来源：水利部《小水电建设项目经济评价规程》(SL/T16-2019)，华宝证券研究创新部

图 95：2003-2020 年中国水电发电设备平均利用小时数 (h)



资料来源：Wind，华宝证券研究创新部

每上网一度电将给小型水电项目增加收入 0.0181 元，CCER 对小型水电收入的贡献约为 4.36%-7.60%。情景分析中，假设一个 30MW 装机容量的水电项目，当 CCER 碳价为 20/30/40 元/吨，单位上网电价为 0.25/0.30/0.35 元/kWh，单位上网电量平均减排量为 0.5444/0.6049/0.6653 tCO₂e/MWh，年利用小时数为 3064/3827/4592h，有效电量系数为 0.75/0.85/0.95，CCER 对水电项目收入的贡献将从 4.63%提升至 8.09%。

敏感性分析中，当 CCER 碳价为 30 元/吨，单位上网电量平均减排量从 0.55 提升至 0.75 tCO₂e/MWh 时，CCER 对水电项目收入的贡献将从 5.5%提升至 7.5%；当单位上网电量平均减排量为 0.60 tCO₂e/MWh，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨时，CCER 对水电项目收入的贡献将从 4.00%提升至 20.00%。

表 42：不同情景下 CCER 对水电项目的业绩贡献测算

	悲观	中性	乐观
装机容量 (MW)	30	30	30
年利用小时数 (h)	3062	3827	4592
有效电量系数	0.75	0.85	0.95
厂用电率	1%	1%	1%
电损率	1%	1%	1%

每年净上网电量 (MWh)	67515	95646	128279
单位上网电价 (元/kWh)	0.25	0.3	0.35
单位净上网电量碳减排量 (tCO ₂ e/MWh)	0.5444	0.6049	0.6653
CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)	20	30	40
上网发电收入 (万元/年)	1687.88	2869.39	4489.76
CCER 收入 (万元/年)	74	174	341
CCER 对水电项目收入的贡献	4.36%	6.05%	7.60%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 43: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对水电项目业绩贡献的敏感性分析

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位上网电量碳 减排量 (tCO ₂ e/MWh)	0.55	3.67%	5.50%	9.17%	12.83%	18.33%
	0.60	4.00%	6.00%	10.00%	14.00%	20.00%
	0.65	4.33%	6.50%	10.83%	15.17%	21.67%
	0.70	4.67%	7.00%	11.67%	16.33%	23.33%
	0.75	5.00%	7.50%	12.50%	17.50%	25.00%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

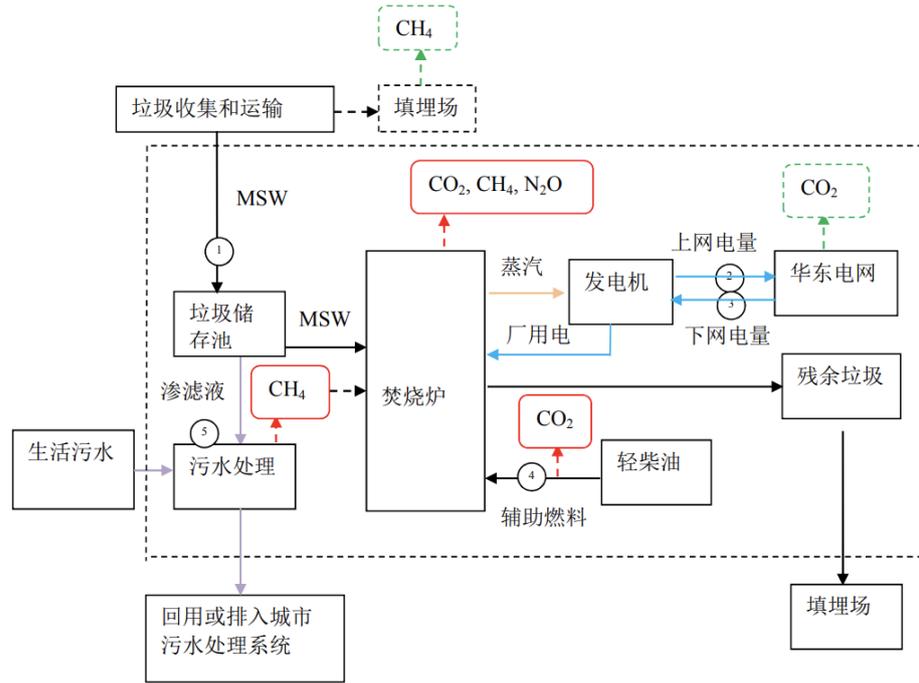
4.2.4. 垃圾焚烧

1、垃圾焚烧监测分析

以垃圾焚烧项目“江苏省江阴市垃圾焚烧发电一期工程”为例，其主要采用的方法学为“CM-072-V01 多选垃圾处理方式”，其减排原理主要为通过避免垃圾填埋产生以甲烷为主的温室气体排放以及替代由化石能源占主导的电网产生的同等电量，实现温室气体的减排。

- **项目边界确定：**项目边界的空间范围是在基准线下处理垃圾的固体废物处理场、在基准线中处理有机废水的厌氧塘或污泥池和作为替代垃圾处理方案的场址、现场电力的生产和使用、现场燃料使用、项目发电厂等。

图 96: 项目边界的确定



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- 基准线识别：**1) 现有和/或新的并网电厂发电；2) 在没有 LFG 捕获系统的 SWDS 处理新鲜垃圾。
- 额外性：**采用基准值分析方法进行投资分析，选择了项目全投资内部收益率（所得税后）为 8% 来作为基准值进行投资分析，经过计算，项目全部投资内部收益率 (IRR) 为 7.65%，低于 8% 的基准值。在考虑了适当的减排收益后，项目的 IRR 有所提高，达到了 8.03%，增加了项目的财务可行性。
- 减排量计算：**1) 减排量=基准线排放量-项目排放量-泄露量，其中基准线排放量=SWDS 中产生的甲烷的基准线排放+单独发电的基准线排放，项目排放量=电力消耗产生的项目排放+化石燃料消耗产生的项目排放+项目边界内的燃烧产生的项目排放+排放废水管理产生的排放，泄露量为 0；2) 判断减排量计入期采用固定的方式，固定计入期 10 年。通过审定预计总减排量为 93.17 万 tCO₂e，年均减排量为 9.32 万 tCO₂e。

表 44: 江苏省江阴市垃圾焚烧发电一期工程项目减排量计算方法

	原方法学编号	计入期年均值 (tCO ₂ e)
基准线排放量 (BE _y)	SWDS 中产生的甲烷的基准线排放 (BE _{CH₄,y}) 单独发电的基准线排放 (BE _{EN,y})	189295
项目排放量 (PE _y)	电力消耗产生的项目排放 (PE _{EC,y}) 化石燃料消耗产生的项目排放 (PE _{FC,t,y}) 项目边界内的燃烧产生的项目排放 (PE _{COM,c,y}) 排放废水管理产生的排放 (PE _{ww,t,y})	93165
泄漏量 (LE _y)	放与堆制肥料/联合堆肥过程，厌氧消化过程和使用 输出到项目边界外的 PDF/SB 过程有关	0
减排量或人为净碳汇量	ER _y =BE _y -PE _y -LE _y	96131

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- **监测：**监测计划包含了方法学中所需要监测的参数以及相关描述，组织结构，监测手段，监测设备和安装要求，校验和测量要求，质量保证和质量控制以及数据管理系统。第一监测期内（2008年3月26日至2015年12月31日）预计的减排量为74.72万 tCO₂e，实际减排量为48.28万 tCO₂e，差值占审定预计值的22.76%。

表 45：江苏省江阴市垃圾焚烧发电一期工程项目减排量

年份	审定值 (tCO ₂ e)				监测值 (tCO ₂ e)				(监测-审定) / 审定
	基准线排放	项目排放	泄漏	减排量	基准线排放	项目排放	泄漏	减排量	
2008/3/26~2008/12/31	76379	71724	0	4655	41800	48786	0	-6986	-22.76%
2009/1/1~2009/12/31	120682	93165	0	27517	105801	98802	0	6999	
2010/1/1~2010/12/31	147604	93165	0	54439	128841	87826	0	41015	
2011/1/1~2011/12/31	170163	93165	0	76998	126214	58665	0	67549	
2012/1/1~2012/12/31	187768	93165	0	94603	144636	67857	0	76779	
2013/1/1~2013/12/31	203586	93165	0	110421	155812	67100	0	88712	
2014/1/1~2014/12/31	216985	93165	0	123820	168942	67996	0	100946	
2015/1/1~2015/12/31	228359	93165	0	135194	179822	70021	0	109801	
2016/1/1~2016/12/31	238036	93165	0	144871	-	-	-	-	
2017/1/1~2017/12/31	246293	93165	0	153128	-	-	-	-	
2018/1/1~2018/3/25	57102	21441	0	35661	-	-	-	-	
合计	1892957	931650	0	961307	-	-	-	-	
平均值	189295.7	93165	0	96131	-	-	-	-	

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

2、垃圾焚烧项目效益测算

每上网一度电将增加收入 0.0213 元，CCER 对垃圾焚烧收入的贡献约为 2.37%-2.51%。

根据对中国自愿减排交易信息平台中披露监测报告的 12 个垃圾焚烧项目的在监测期内的上网电量、减排量数据进行统计分析得，单位上网电量平均减排量约为 0.71 tCO₂e/MWh。假设生活垃圾焚烧项目的日处理量为 1000 吨/日，运行天数 350 天，垃圾处理费 70 元/吨，单位上网电价 0.65 元/kWh，年处理垃圾量 35 万吨，假设悲观、中性、乐观条件下，单吨垃圾上网电量分别为 280/300/350 kWh/吨，CCER 碳价 20/30/40 元/吨，经测算，垃圾焚烧的收入（垃圾处理费+上网发电）为 8137-10412 万元/年，CCER 收入为 124-348 万元/年，CCER 对垃圾焚烧收入的贡献约为 1.53%-3.34%。

通过 CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对垃圾焚烧项目业绩贡献的测算，当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单位上网电量平均减排量从 0.6 提升至 1.0 tCO₂e/MWh，CCER 对垃圾焚烧收入的贡献将从 2.04%提升至 3.40%；当单位上网电量平均减排量为 0.7 tCO₂e/MWh 时，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨，CCER 对垃圾焚烧收入的贡献将从 1.58%提升至 7.92%。

表 46：备案垃圾焚烧项目监测减排量及上网电量

项目名称	监测期	上网电量 (MWh)	减排量 (tCO ₂ e)	单位上网电量减排量 (tCO ₂ e/MWh)
黎明资源再利用中心项目	2014/5/26-2015/7/31	242477.49	141048	0.58
深圳市宝安区老虎坑垃圾焚烧发电厂二期工程项目	2012/11/16-2013/12/30	241000	249779	1.04

北京首钢生物质能源项目	2013/12/20-2015/10/31	605642	147627	0.24
大连市城市中心区生活垃圾焚烧处理（发电）项目	2013/1/1-2016/10/31	593971	291776	0.49
六安市生活垃圾焚烧发电项目	2014/12/1-2015/9/30	43059	16563	0.38
佛山市南海垃圾焚烧发电一厂改扩建项目	2015/6/1-2016/12/31	223181	153723	0.69
龙岩市生活垃圾焚烧发电厂项目	2014/1/11-2015/12/31	101559	127100	1.25
富阳市污泥焚烧资源综合利用二期工程项目	2014/1/1-2016/6/30	281267.32	458804	1.63
光大环保能源（江阴）有限公司生活垃圾焚烧发电二期工程	2011/3/9-2015/12/31	381861	273652	0.72
江苏省江阴市垃圾焚烧发电一期工程	2008/3/26-2015/12/31	467231	484816	1.04
南京市江北静脉产业园生活垃圾焚烧发电厂	2015/2/6-2016/6/30	309732	191937	0.62
徐州垃圾焚烧发电项目	2013/7/17-2016/11/30	338738	167206	0.49
小计		3829720.20	2704031	0.71

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 47：CCER 对垃圾焚烧项目的业绩贡献测算

	悲观	中性	乐观
垃圾处理量（吨/日）	1000	1000	1000
年运行天数（日）	350	350	350
垃圾处理费（元/吨）	70	70	70
单吨垃圾上网电量（kWh/吨）	250	300	350
单位上网电价（元/kWh）	0.65	0.65	0.65
单位上网电量碳减排量（tCO ₂ e/MWh）	0.71	0.71	0.71
CCER 碳价（元/tCO ₂ e）	20	30	40
垃圾处理收入（万元/年）	2450	2450	2450
上网发电收入（万元/年）	5687.5	6825	7962.5
垃圾焚烧收入（万元/年）	8137.5	9275	10412.5
CCER 收入（万元/年）	124.25	223.65	347.9
CCER 对垃圾焚烧收入的贡献	1.53%	2.41%	3.34%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 48：CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对垃圾焚烧项目业绩贡献的测算

		CCER 碳价（元/tCO ₂ e）				
		20	30	50	70	100
单位上网电量碳 减排量 （tCO ₂ e/MWh）	0.6	1.36%	2.04%	3.40%	4.75%	6.79%
	0.7	1.58%	2.38%	3.96%	5.55%	7.92%
	0.8	1.81%	2.72%	4.53%	6.34%	9.06%
	0.9	2.04%	3.06%	5.09%	7.13%	10.19%
	1	2.26%	3.40%	5.66%	7.92%	11.32%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

4.2.5. 生物质能利用

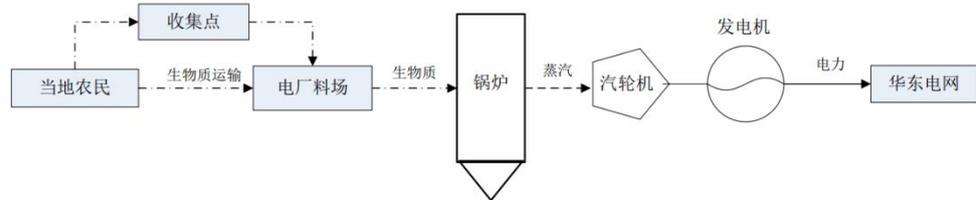
1、生物质能利用监测分析

以光大生物能源（含山）有限公司生物质能发电项目为例，其主要采用“CM-092-V01 纯发电厂利用生物废弃物发电”方法学，本项目目的是利用当地清洁的、可再生的秸秆等生物

质资源发电，替代以化石燃料为主的部分电力，以及避免等量生物质在有氧条件下弃置或腐烂产生的甲烷排放，从而减少温室气体的排放。

- **项目边界确定：**项目活动发电厂、项目现场其他所有燃用生物质和/或化石燃料的发电厂；项目电厂所在电力系统（电网）中的所有电厂；将生物质运输到项目现场的途径（视情况而定）；生物质废弃物将会被弃置和腐烂的地点（视情况而定）；生物质废弃物加工厂；处理生物质加工过程产生的污水的设施。

图 97：项目流程示意图



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- **基准线识别：**发生同等的电力所消耗的煤炭资源，以及桔柑等生物质在农田的无控焚烧或有氧腐烂。
- **减排量计算：**1) 减排量=基准线排放量-项目排放量-泄露量，其中基准线排放量=年发电基准线排放+年生物质废弃物腐烂的基准线排放，项目排放量=现场消耗化石燃料的排放量+化石燃料消耗产生的项目排放+年将生物质运输至项目电厂产生的排放量+燃烧生物质的排放量，泄露量为 0。

表 49：光大生物能源（含山）有限公司生物质能发电项目减排量计算方法

	原方法学编号	计入期年均值 (tCO ₂ e)
基准线排放量 (BE _y)	年发电基准线排放 (BEEL,y) 年生物质废弃物腐烂的基准线排放 (BEBR,y)	189295
项目排放量 (PE _y)	年项目现场消耗化石燃料的排放量 (PEFF,y) 年现场消耗化石燃料的排放量 (PEEL,y) 年将生物质运输至项目电厂产生的排放量 (PETR,y) 年燃烧生物质的排放量 (PEBR,y)	93165
泄露量 (LE _y)	项目活动主要的潜在泄漏源是燃烧化石燃料增加的排放，或由于自愿减排项目活动的需要将原本用于其他用途的生物质废弃物转移至项目电厂后所产生的排放	0
减排量或人为净碳汇量	ER _y =BE _y -PE _y -LE _y	96131

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- **监测：**监测计划包含了方法学中所需要监测的参数以及相关描述，组织结构，监测手段，监测设备和安装要求，校验和测量要求，质量保证和质量控制以及数据管理系统。第一监测期内(2012年1月1日至2016年6月30日)预计的减排量为 20.69 万 tCO₂e，实际减排量为 24.51 万 tCO₂e，差值占审定预计值的 15.56%。

2、生物质能利用项目效益测算

每上网一度电将增加收入 0.0222 元, CCER 对生物质发电收入的贡献约为 1.97-3.95%。

根据对中国自愿减排交易信息平台中披露监测报告的生物质发电项目的在监测期内的上网电量、减排量数据进行统计分析得, 单位上网电量平均减排量约为 0.74 tCO₂e/MWh。假设项目总装机量 30MW, 处理量 130 t/h, 年运行时间 7000 小时, 单位上网电价 0.75 元/kWh, 厂自用电比率 10%, 假设悲观、中性、乐观条件下, 单吨生物质上网电量分别为 0.2/0.3/0.4 MWh/吨, CCER 碳价分别为 20/30/40 元/吨, 经测算, 生物质发电收入为 13650-27300 万元/年, CCER 收入为 269-1077 万元/元, CCER 对生物质发电收入的贡献约为 1.97-3.95%。

通过 CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对生物质发电项目业绩贡献的测算, 当 CCER 碳价为 30 元/吨时, 单位上网电量平均减排量从 0.6 提升至 1 tCO₂e/MWh, CCER 对生物质发电收入的贡献将从 2.4%提升至 4%; 当单位上网电量平均减排量为 0.7 tCO₂e/MWh 时, CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨, CCER 对生物质发电收入的贡献将从 1.87%提升至 9.33%。

表 50: 备案生物质能利用项目监测减排量及上网电量

项目名称	监测期	上网电量 (MWh)	减排量 (tCO ₂ e)	单位上网电量减排量 (tCO ₂ e/MWh)
河北吴桥生物质发电项目	2011/1/1- 2012/11/29	363,959	275,898	0.76
山东宁阳生物质发电项目	2011/1/19-2012/12/27	362,639	283,818	0.78
江陵凯迪生物质电厂项目	2015/1/8-2015/9/30	125,056	91,539	0.73
谷城凯迪生物质能发电厂工程	2014/1/1-2015/ 9/30	299,947	151,778	0.51
赤壁凯迪生物质能发电工程	2013/9/1-2015/9/30	357,304	224,071	0.63
监利凯迪生物质发电项目	2010/1/1-2010/8/11	77,421	37,916	0.49
洪湖理昂生物质发电项目	2012/7/3-2015/6/30	342,573	294,120	0.86
.....				
光大生物能源(含山)有限公司生物质能发电项目	2015/1/1-2016/6/30	280,094	245,074	0.87
河南上蔡生物质发电项目	2013/12/26-2016/6/30	282,251	486,213	0.58
小计		7,186,359	9,647,645	0.74

资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

表 51: CCER 对生物质能利用项目的业绩贡献测算

	悲观	中性	乐观
装机规模 (MW)	30	30	30
年发电小时数	7000	7000	7000
处理能力 (t/h)	130	130	130
自用电比率 (%)	10%	10%	10%
单吨生物质上网电量 (MWh/吨)	0.2	0.3	0.4
上网电价 (KWh)	0.75	0.75	0.75
单位上网电量碳减排量 (tCO ₂ e/MWh)	0.74	0.74	0.74
CCER 碳价 (元/吨)	20	30	40
生物质发电收入 (万元)	13650	20475	27300
CCER 收入	269.36	606.06	1077.44
CCER 对生物质利用收入的贡献	1.97%	2.96%	3.95%

资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

表 52: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对生物质能利用项目业绩贡献的测算

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位上网电量碳 减排量 (tCO ₂ e/MWh)	0.6	1.60%	2.40%	4.00%	5.60%	8.00%
	0.7	1.87%	2.80%	4.67%	6.53%	9.33%
	0.8	2.13%	3.20%	5.33%	7.47%	10.67%
	0.9	2.40%	3.60%	6.00%	8.40%	12.00%
	1	2.67%	4.00%	6.67%	9.33%	13.33%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

4.2.6. 小结

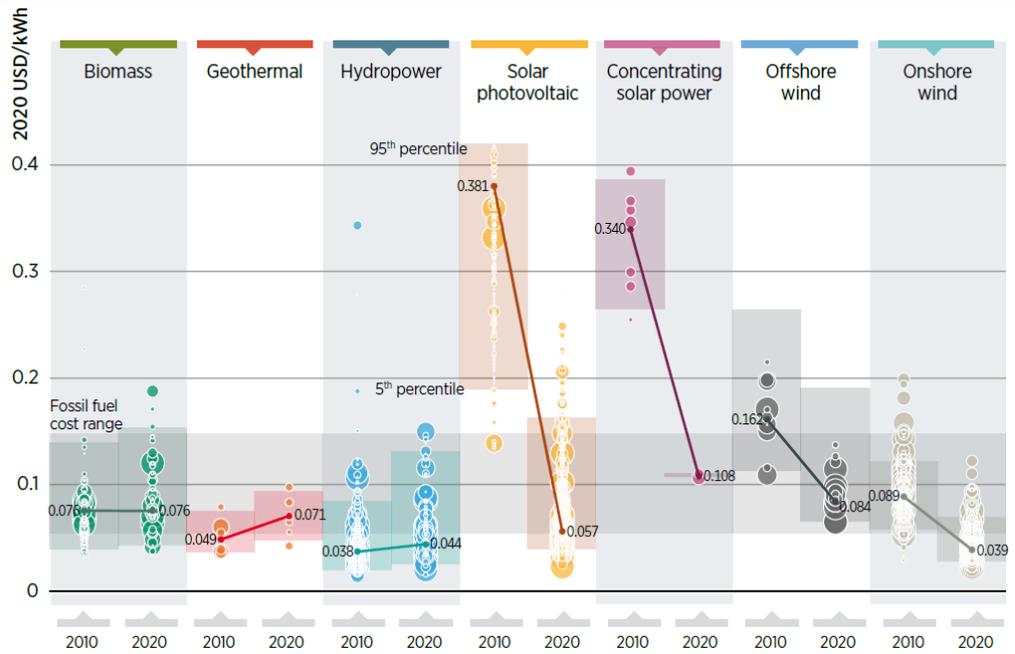
通过对已审定、已备案及减排量已备案的 CCER 可再生能源项目进行分析，经过假设测算可得不同类型项目的收益情况。

- **风力发电项目：**每上网一度电将增加收入约 0.0225 元（中性条件），CCER 对风力发电项目收入的贡献约为 3.78%-6.81%。
- **光伏发电项目：**每上网一度电将增加收入约 0.0222 元（中性条件），CCER 对光伏发电项目收入的贡献约为 4.00%-7.11%。
- **水力发电项目：**每上网一度电将给小型水电项目增加收入 0.0181 元（中性条件），CCER 对小型水电收入的贡献约为 4.36%-7.60%。
- **垃圾焚烧项目：**每上网一度电将增加收入 0.0213 元（中性条件），CCER 对垃圾焚烧收入的贡献约为 2.37%-2.51%。
- **生物质能利用项目：**每上网一度电将增加收入 0.0222 元（中性条件），CCER 对生物质发电收入的贡献约为 1.97-3.95%。

根据可再生能源发电普遍使用的方法学、额外性分析及投资分析工具，以及当前碳试点及国际碳市场针对抵消机制的做法，再叠加可再生能源的相关政策，未来可再生能源发电项目并非百分之百均可成功申请 CCER 获得减排量，以下情况值得关注：

- **当前可再生能源发电项目成本大幅降低，可能导致本身项目 IRR 超过 CCER 机制要求参考的 IRR 基准值，从而较难成功申请 CCER。**根据 IRENA 数据，2010-2020 年间光伏、陆上风电成本下降幅度约为 85%、56%，而大型光伏项目及大型陆上风电项目在申请 CCER 时，需要较为严格的额外性论证，因此这部分项目未来成功申请 CCER 减排量的概率会降低。

图 98：2010-2020 年间可再生能源成本下降情况



资料来源：IRENA，华宝证券研究创新部

- 根据可再生能源发电的常用方法学，部分地区的部分项目额外性论证有所简化。在风光及水电项目普遍使用的方法学 CM-001-V02 中，针对符合条件的项目是自动被认定具备额外性的，额外性论证流程极大简化，而对于其他项目需要采用《额外性论证与评价工具》进行论证额外性。例如光伏项目，据国家能源局最新统计的 2021 年第一季度数据，当前各省光伏装机容量均大于 50MW，若考虑装机容量占比情况，根据 2017 年装机容量数据，仅福建、广西、重庆、四川四个省市光伏装机占比小于等于 2%。同时，对于小型发电项目，额外性的论证环节也相对大型项目简单。

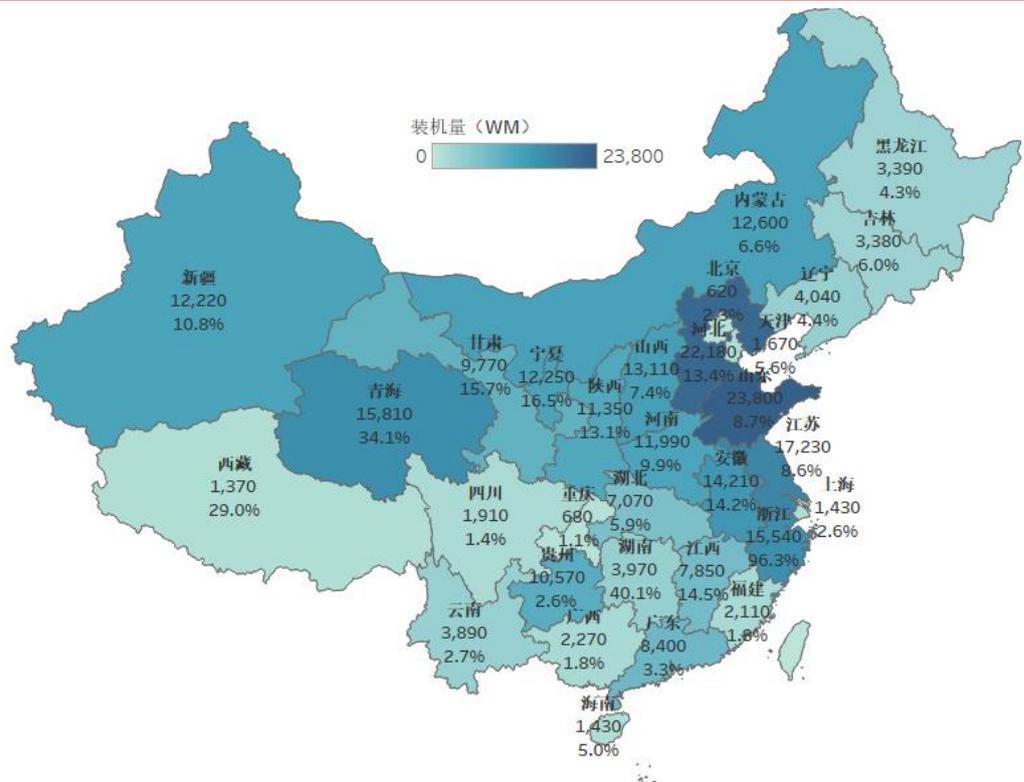
表 53：《可再生能源并网发电方法学（第二版）》中可使用额外性论证的简化流程的项目类型

序号	内容
条件 1	采用以下技术并网发电的项目： <ol style="list-style-type: none"> 太阳能光伏发电技术； 太阳热发电技术包括聚光太阳能发电技术； 海上风电技术； 波浪能发电技术； 海洋潮汐发电技术。
条件 2	满足以下任一条件： <ol style="list-style-type: none"> 拟议项目所在省份采用该技术装机容量占并网发电总装机容量的比例小于或等于 2%； 拟议项目所在省份采用该技术装机容量小于或等于 50MW。

资料来源：《可再生能源并网发电方法学（第二版）》（CM-001-V02），华宝证券研究创新部

注：两个条件缺一不可。

图 99：2021 年第一季度各省光伏累计装机容量（单位：MW）及 2017 年光伏装机容量占比（%）



资料来源：Wind，华宝证券研究创新部

根据碳试点抵消机制以及国际碳市场对水电项目的排斥，未来水电项目尤其是大型水电项目被纳入 CCER 机制的不确定性因素较强。当前各碳试点中，接受水电 CCER 交易的仅有湖北和上海，其中湖北仅接受非大型水电项目（对项目所在地地点还有所限制）、上海对项目减排量产生时间范围有所限制，主要原因在于水电项目本身给环境、生态带来的负面影响需要进一步评估，因此未来大型水电项目是否能纳入 CCER 存疑。

5. 其他类型 CCER 项目全方位剖析

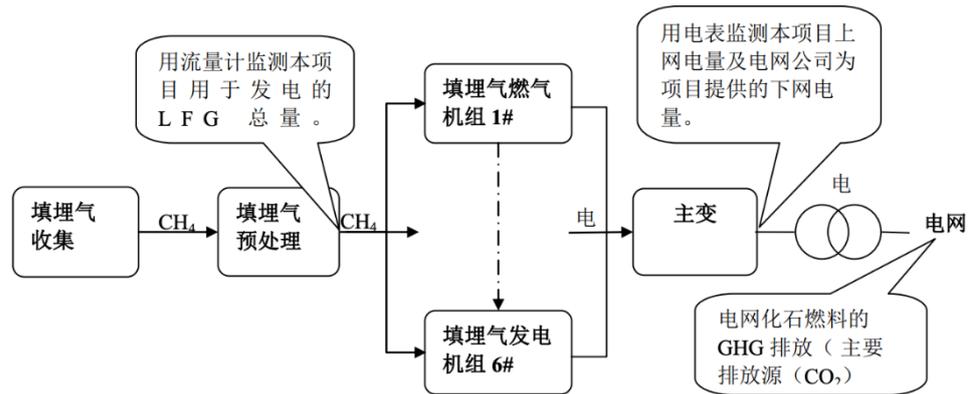
5.1. 填埋气回收项目 CCER 收益测算

5.1.1. 填埋气回收监测分析

以填埋气回收项目“新乡市生活垃圾填埋场填埋气发电项目”（简称“新乡项目”）为例，其主要采用的方法学为《垃圾填埋气项目（第一版）CM-077-V01》，其减排原理主要为通过收集利用生活垃圾填埋场产生的垃圾填埋气发电，产生的电量接入电网，提供清洁能源，在满足部分用电的同时，减少温室气体排放。此外，可应用方法学还包括《垃圾填埋气回收（第一版）CMS-022-V01》（年减排量累计不超过 6 万 tCO₂ 的小型自愿减排项目）和《联网的可再生能源发电（第一版）CMS-002-V01》。

- **项目边界确定：**项目边界包括收集和销毁/使用甲烷的垃圾填埋场的物理、地理场所。新乡项目边界主要为所有的填埋气收集系统和发电系统，以及与华中电网联网的所有电厂。

图 100: 填埋气回收项目流程图



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- 基准线识别：**项目考虑的基准线排放为项目实施带来的避免甲烷排放和电网连接的电厂产生的 CO_2 排放。对于避免甲烷排放部分，基准线情景为项目活动不存在时，项目边界内的生物质和其它有机物腐烂，甲烷排放到大气中；对于填埋气发电替代电网电力部分，基准线是项目活动供给电网的电力由并网的电厂以及电网中新增加的电源提供。
- 额外性论证：**证明项目具备额外性的重要环节包括投资分析、障碍性分析、普遍实践分析等。在论证额外性的过程中，较为重要的是投资分析，即确定项目活动是否：1) 具有经济吸引力；2) 没有碳减排收益（出售 CCER 带来收益）的情况下，不具备经济可行性。《额外性论证与评价工具》提供了三种可选的投资分析方法。针对填埋气回收项目除 CCER 收益外还产生由售电带来的经济收入，且基准线情景不是一个可比较的投资项目，因此通常选用基准分析法进行投资分析。一般采用基准分析法。基准值一般选取国家电网公司《电力工程技术改造项目经济评价暂行办法》中规定发电项目全投资基准收益率为 8.00%（税后），需论证项目在不考虑减排收益前收益率低于基准值，但在考虑减排收益后财务效益有所改善。此外，一般还需要对项目静态总投资、年运营成本、电价、年上网电量等重要参数进行敏感性分析进一步论证其在极端情况下仍具备额外性，或让 IRR 达到基准值的情景是小概率事件。经过计算，新乡项目全部投资内部收益率（IRR）为 5.23%，低于 8% 的基准值。

表 54: 《额外性论证与评价工具》中的投资分析方法

方法名称	适用项目类型
简单成本分析法	适用于项目不产生除减排机制带来的收益之外的财务或经济收益的情况
投资比较分析法	适用于替代方案项目也是投资项目的情况
基准分析方法	适用于替代方案不是投资项目的情况

资料来源：《额外性论证与评价工具》(第 07.0.0 版)，华宝证券研究创新部

- 减排量计算：**根据方法学，填埋气回收项目减排量=基准线排放量-项目排放量-泄露量。其中基准线排放量=垃圾填埋场甲烷的基准线排放+与发电相关的基准线排放，项目排放量=年运行项目活动消耗电力所产生的排放+非发电所消耗化石燃料所产生的排放，泄露量为 0；新乡项目选用固定计入期，计入期长度为 10 年。通过通过审定预计总减排量为 65.46 万 tCO_2e ，年均减排量为 6.55 万 tCO_2e 。

表 55: 新乡市生活垃圾填埋场填埋气发电项目减排量计算方法

各流程排放量	计入期年均值
--------	--------

		(tCO _{2e})
基准线排放量 (BE _y)	垃圾填埋场甲烷的基准线排放 (BE _{CH₄,y})	65459
	与发电相关的基准线排放 (BE _{EC,y})	
	与供热相关的基准线排放 (BE _{HG,y})	
	与天然气使用相关的基准线排放 (BE _{NG,y})	
项目排放量 (PE _y)	运行项目活动消耗电力所产生的排放 (PE _{EC,y})	0
	非发电所消耗化石燃料所产生的排放 (PE _{FC,y})	
泄漏量 (LE _y)		0
减排量或人为净碳汇量	ER _y =BE _y -PE _y -LE _y	65459

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- **监测：**对于填埋气回收项目，监测方式主要为通过电表测量项目的上网和下网电量，通过流量计测量垃圾填埋气总量，通过气体分析仪测量经过预处理的填埋气中甲烷含量。新乡项目第一、第二监测期内（2014年4月1日至2016年10月31日）预计的减排量为12.67万tCO_{2e}，实际减排量为12.67万tCO_{2e}，两者相差6.78%左右。

表 56：新乡市生活垃圾填埋场填埋气发电项目减排量

年份	审定值 (tCO _{2e})				监测值 (tCO _{2e})				(监测-审定)/审定
	基准线排放	项目排放	泄漏	减排量	基准线排放	项目排放	泄漏	减排量	
2014/4/1-2014/12/31	35529	0	0	35529	70908.59	2.58	0	70906	-6.78%
2015/1/1-2015/10/31	43654	0	0	43654					
2015/11/1-2015/12/31	8759	0	0	8759	55839.25	15.85	0	55823	
2016/1/1-2016/10/31	48002	0	0	48002					
2016/11/1-2016/12/31	9443	0	0	9443					
2017/1/1-2017/12/31	62477	0	0	62477	-	-	-	-	-
2018/1/1-2018/12/31	67515	0	0	67515	-	-	-	-	-
2019/1/1-2019/12/31	72567	0	0	72567	-	-	-	-	-
2020/1/1-2020/12/31	77641	0	0	77641	-	-	-	-	-
2021/1/1-2021/12/31	74179	0	0	74179	-	-	-	-	-
2022/1/1-2022/12/31	70885	0	0	70885	-	-	-	-	-
2023/1/1-2023/12/31	67751	0	0	67751	-	-	-	-	-
2024/1/1-2024/3/31	16192	0	0	16192	-	-	-	-	-
合计	654593	0	0	654593	-	-	-	-	-
平均值	65459	0	0	65459	-	-	-	-	-

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

5.1.2. 填埋气回收项目效益测算

每上网一度电将增加收入 0.127 元，CCER 对填埋气回收收入的贡献约为 14.45%-28.90%。根据对中国自愿减排交易信息平台上披露监测报告的填埋气回收项目的在监测期内的上网电量、减排量数据进行统计分析得，单位上网电量平均减排量约为 4.23 tCO_{2e}/MWh。假设项目总装机量 2MW，年运行时间 7200 小时，单位上网电价 0.586 元/kWh，厂自用电比率 6%，假设悲观、中性、乐观条件下，甲烷收集效率分别为 60%/65%/70%，CCER 碳价分别为 20/30/40 元/吨，经测算，填埋气回收发电收入为 476-555 万元/年，CCER 收入为 69-160 万元/年，CCER 对填埋气回收收入的贡献约为 14.45%-28.90%。

通过 CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对填埋气回收项目业绩贡献的测算，当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单位上网电量平均减排量从 2 提升至 8 tCO₂e/MWh，CCER 对填埋气回收收入的贡献将从 10.24%提升至 40.96%；当单位上网电量平均减排量为 4 tCO₂e/MWh 时，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨，CCER 对生物质发电收入的贡献将从 13.65%提升至 68.26%。

表 57：备案填埋气回收项目监测减排量及上网电量

项目名称	监测期	上网电量 (MWh)	减排量 (tCO ₂ e)	单位上网电量减排量 (tCO ₂ e/MWh)
平顶山市生活垃圾卫生填埋场填埋气发电项目	2014/5/31-2016/10/31	25919.59	83806	3.23
新乡市生活垃圾填埋场填埋气发电项目	2014/4/1-2016/10/31	30752.63	126729	4.12
湖南长沙桥驿垃圾填埋气发电项目	2005/10/27-2012/2/23	243699.70	1017556	4.18
鹤壁市生活垃圾卫生填埋场填埋气发电项目	2014/8/1-2015/12/31	9823.55	28000	2.85
辉县市生活垃圾填埋场填埋气综合利用项目	2014/10/1-2016/3/31	6912.31	28471	4.12
驻马店市褚堂城市生活垃圾卫生填埋场填埋气发电工程	2014/4/1-2016/3/31	19406.55	62080	3.20
乐山市生活垃圾卫生填埋场填埋气发电项目	2015/1/1-2016/7/31	12324.86	45096	3.66
西宁市尹家沟生活垃圾填埋场沼气回收利用项目	2015/3/1-2016/7/31	9081.79	34338	3.78
蚌埠市生活垃圾填埋气发电项目	2014/3/1-2016/3/31	20636.63	81335	3.94
武威市凉州区垃圾填埋气发电项目	2015/8/1-2016/7/31	7718.09	26707	3.46
天水市秦州区水家沟垃圾填埋场沼气回收与发电利用项目	2014/4/1-2016/7/31	10644.97	47715	4.48
潍坊市生活垃圾填埋场填埋气体回收利用发电工程	2011/11/3-2016/6/16	58737.33	361048	6.15
荆门市第二生活垃圾填埋场填埋气发电项目	2015/10/1-2016/7/31	5962.96	25602	4.29
马鞍山市生活垃圾填埋气发电项目	2015/7/1-2016/7/31	9964.16	47592	4.78
上饶市生活垃圾填埋场填埋气发电项目	2013/10/1-2016/7/31	22245.41	74650	3.36
小计		493830.52	2090725	4.23

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 58：CCER 对填埋气回收项目的业绩贡献测算

	悲观	中性	乐观
装机容量 (MW)	2	2	2
年利用小时数 (小时)	7200	7200	7200
甲烷收集效率 (%)	60%	65%	70%
自用电比率 (%)	6%	6%	6%
上网电量 (MWh/年)	8122	8798	9475
单位上网电价 (元/kWh)	0.586	0.586	0.586
单位上网电量碳减排量 (tCO ₂ e/MWh)	4.23	4.23	4.23
CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)	20	30	40
填埋气回收发电收入 (万元/年)	475.93	515.59	555.25
CCER 收入 (万元/年)	68.77	111.65	160.46
CCER 对垃圾填埋气回收收入的贡献	14.45%	21.66%	28.90%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 59：CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对填埋气回收项目业绩贡献的测算

CCER 碳价 (元/tCO₂e)

		20	30	50	70	100
	2	6.83%	10.24%	17.06%	23.89%	34.13%
单位上网电量碳	4	13.65%	20.48%	34.13%	47.78%	68.26%
减排量	5	17.06%	25.60%	42.66%	59.73%	85.32%
(tCO ₂ e/MWh)	6	20.48%	30.72%	51.19%	71.67%	102.39%
	8	27.30%	40.96%	68.26%	95.56%	136.52%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

5.2. 沼气利用项目 CCER 收益测算

5.2.1. 沼气利用监测分析

以沼气利用项目“湖北省南漳县农村户用沼气项目”为例（简称“南漳项目”），其主要采用的方法学为《家庭/小农场农业活动甲烷回收 CMS-026-V01》、《用户使用的热能，可包括或不包括电能 CMS-001-V01》和《动物粪便管理系统甲烷回收 CMS-021-V01》。其减排原理为一方面通过建设具有甲烷回收系统的沼气池，改变传统的猪粪便管理模式来减少甲烷的排放，另一方面，沼气灶代替传统煤炉燃烧沼气，产生与使用煤炉相当的热量，减少燃煤消耗产生的二氧化碳排放。

- **项目边界确定：**项目的边界是甲烷回收和燃烧系统的物理和地理边界。南漳项目边界为作为沼气产生来源的猪粪，以及沼气产生装置即沼气池；用以燃烧沼气的沼气灶以提供给各农户炊事能源；农户，是沼气系统利用终端；施肥利用的沼渣沼液。
- **基准线识别：**基准线情景主要为在缺少项目活动时，生物质和其它有机物质在项目边界内厌氧消化并向大气释放甲烷的情况。南漳项目的基准线情景是农户使用燃煤土灶供热；农户使用传统的开放式深坑处理猪粪。
- **额外性论证：**根据 EB 对小规模项目活动额外性论证工具（第 10.0 版）中的规定，符合项目类型的可以免于障碍分析，自动认为项目具有额外性。
- **减排量计算：**根据方法学，沼气利用项目减排量=基准线排放量-项目排放量-泄露量。其中基准线排放量=粪便管理系统的基准线排放+煤消耗的基准线排放，项目排放量=粪便管理系统在生产、收集、沼气传输过程中因物理泄漏所造成的排放+多余沼气火炬点燃或燃烧造成的排放量+已安装设备在运行过程中消耗化石燃料或电力造成 CO₂ 排放+粪便运输过程所造成的 CO₂ 排放+在投入厌氧氧化塘之前在存储过程中的排放，泄露量为 0；南漳项目选用可更新的计入期，计入期长度为 7 年。通过审定预计第一计入期的总减排量为 25.30 万 tCO₂e，年均减排量为 3.61 万 tCO₂e。

表 60：湖北省南漳县农村户用沼气项目减排量计算方法

	各流程排放量	计入期年均值 (tCO ₂ e)
基准线排放量 (BE _y)	粪便管理系统的基准线排放 (BE _{CH₄,y}) 煤消耗的基准线排放 (BE _{thermal,CO₂,y})	37307
项目排放量 (PE _y)	粪便管理系统在生产、收集、沼气传输过程中因物理 泄漏所造成的排放 (PE _{PL,y}) 多余沼气火炬点燃或燃烧造成的排放量 (PE _{flare,y}) 已安装设备在运行过程中消耗化石燃料或电力造成 CO ₂ 排放 (PE _{power,y}) 粪便运输过程所造成的 CO ₂ 排放	1167

在投入厌氧氧化塘之前在存储过程中的排放

($PE_{storage,y}$)

泄漏量 (LE_y)	0
减排量	$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$
	36139

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- 监测：**对于沼气利用项目，监测方式主要为当地能源办在年初执行分层随机抽样计划，对样本进行数据监测，对沼气池年平均运行小时、沼气渣的处理以及猪的平均数量达到估计值的 90% 置信水平。南漳项目监测期内（2008 年 1 月 1 日至 2014 年 12 月 31 日）预计的减排量为 252976 tCO₂e，实际减排量为 251337 tCO₂e，两者相差 0.65% 左右。

表 61：湖北省南漳县农村户用沼气项目减排量

年份	审定值 (tCO ₂ e)				监测值 (tCO ₂ e)				(监测-审定)/审定
	基准线排放	项目排放	泄漏	减排量	基准线排放	项目排放	泄漏	减排量	
2008/1/1-2008/12/31	7913	232	0	7680	7805	223	0	7851	-0.65%
2009/1/1-2009/12/31	18951	556	0	18394	18946	556	0	18390	
2010/1/1-2010/12/31	37507	1101	0	36405	36781	1059	0	35722	
2011/1/1-2011/12/31	48822	1433	0	47388	48142	1433	0	46708	
2012/1/1-2012/12/31	48822	1433	0	47388	49054	1378	0	47676	
2013/1/1-2013/12/31	49566	1707	0	47859	48977	1641	0	47336	
2014/1/1-2014/12/31	49566	1707	0	47859	49630	1707	0	47924	
合计	261147	8170	0	252976	259335	7998	0	251337	
平均值	37307	1167	0	36139	37048	1143	0	35905	

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

5.2.2. 沼气利用项目效益测算

CCER 对沼气利用收入的贡献约为 24.84%。根据对中国自愿减排交易信息平台中披露减排量备案报告的沼气利用项目的在监测期内的装机规模、减排量数据进行统计分析得，单位装机规模年均减排量约为 1332.60 tCO₂e/MW。假设单户农村户用沼气池建设容积为 8 m³，沼气灶安装额定功率为 3 kW，则单户年均减排量为 3.97 tCO₂e/户，沼气池建设收入为 4000 元，每年运维收入为 150 元，运行年限为 15 年，折现率取过去一年五年期国债到期收益率平均值 3.81%，假设 CCER 碳价为 30 元/吨，经测算，单户沼气利用收入为 5604.53 元，CCER 收入为 1392.32 元，CCER 对沼气利用收入的贡献约为 24.84%。

通过 CCER 碳价及单户年均减排量对沼气利用项目业绩贡献的测算，当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单户年均减排量从 1 提升至 7 tCO₂e/户，CCER 对沼气利用收入的贡献将从 6.26% 提升至 43.83%；当单户年均减排量为 4 tCO₂e/户时，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨，CCER 对沼气利用收入的贡献将从 16.70% 提升至 83.48%。

表 62：备案沼气利用项目监测减排量及上网电量

项目名称	监测期	装机规模 (MW)	减排量 (tCO ₂ e)	单位装机规模年均减排量 (tCO ₂ e/MW)
贵州省镇远县农村沼气利用项目	2013/1/1- 2015/12/31	41.43	147186	1357.77
贵州省独山县农村沼气利用项目	2013/1/1- 2015/12/31	34.65	126102	1485.77

敬请参阅报告结尾处免责声明

贵州省黎平县农村沼气利用项目	2013/1/1- 2015/12/31	30.01	111188	1417.61
贵州省岑巩县农村沼气利用项目	2013/1/1- 2015/12/31	41.79	143457	1294.14
贵州省从江县农村沼气利用项目	2013/1/1- 2015/12/31	31.59	115124	1357.76
湖北省京山县农村户用沼气项目	2011/4/1-2015/12/31	41.19	190060	975.47
湖北省南漳县农村户用沼气项目	2011/4/1-2014/12/31	40.23	178647	1182.27
湖北省保康县（BK01）农村户用沼气项目	2011/4/1-2014/12/31	39.81	174971	1174.90
湖北省保康县（BK02）农村户用沼气项目	2011/4/1-2015/12/31	39.28	159705	854.79
湖北省枣阳市农村户用沼气项目	2011/4/1-2014/12/31	39.12	141828	980.67
.....				
广西壮族自治区河池市大化县（GX1）农村户用沼气项目	2009/6/1-2012/12/18	38.36	133302	993.63
广西壮族自治区百色市乐业县、隆林县、田林县（GX2）农村户用沼气项目	2009/6/1-2012/12/10	37.70	137873	1049.35
广西壮族自治区北海市合浦县（GX3）农村户用沼气项目	2009/6/1-2012/12/20	34.82	102232	839.78
广西壮族自治区贺州市富川县、昭平县（GX4）农村户用沼气项目	2009/6/1-2012/11/26	36.07	127074	1024.73
小计		1640.77	2170087	1322.60

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 63: CCER 对沼气利用项目的业绩贡献测算

年份	建设收入（元）	运维收入（元）	CCER 收入（元）
1	4000		138.87
2		144.49	133.78
3		139.19	128.87
4		134.08	124.14
5		129.16	119.58
6		124.42	115.19
7		119.85	110.96
8		115.46	106.89
9		111.22	102.97
10		107.14	99.19
11		103.20	95.55
12		99.42	92.04
13		95.77	88.66
14		92.25	85.41
15		88.87	82.28
合计	4000	1604.53	1624.38
业绩贡献			26.63%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 64: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对沼气利用项目业绩贡献的测算

		CCER 碳价（元/tCO ₂ e）				
		20	30	50	70	100
单户年均减排量	1	4.17%	6.26%	10.44%	14.61%	20.87%
（tCO ₂ e/户）	3	12.52%	18.78%	31.31%	43.83%	62.61%

4	16.70%	25.04%	41.74%	58.44%	83.48%
5	20.87%	31.31%	52.18%	73.05%	104.35%
7	29.22%	43.83%	73.05%	102.26%	146.09%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

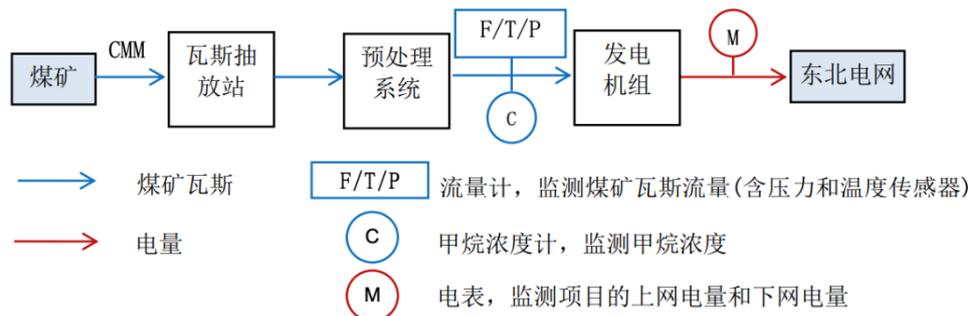
5.3. 煤层气发电项目 CCER 收益测算

5.3.1. 煤层气发电监测分析

以煤层气发电项目“七台河蓝天瓦斯发电有限责任公司瓦斯发电项目”为例，其主要采用的方法学为《回收煤层气、煤矿瓦斯和通风瓦斯用于发电、动力、供热和/或通过火炬或无焰氧化分解》(CM-003-V02)，其适用于在现役煤矿中开展收集利用和消除煤矿瓦斯和通风瓦斯的项目活动，其主要原理为利用煤矿排空的抽采瓦斯进行发电避免了甲烷的排放，也减少了温室气体的排放，将产生的电力并入区域电网。

- **项目边界确定：**七台河项目边界为项目所有同煤层气收集、预处理、发电相关的设备和系统；项目活动发电上网，替代东北区域电网同等电力。

图 101：煤层气发电项目流程图



资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- **基准线识别：**基准线情景主要为煤层气部分或全部释放到大气中。七台河项目的基准线情景是采前和采后 CMM 抽取并全部排放，从东北区域电网购入等量的电力。
- **额外性论证：**证明项目具备额外性的重要环节包括投资分析、障碍性分析、普遍实践分析等。在论证额外性的过程中，较为重要的是投资分析，即确定项目活动是否：1) 具有经济吸引力；2) 没有碳减排收益（出售 CCER 带来收益）的情况下，不具备经济可行性。《额外性论证与评价工具》提供了三种可选的投资分析方法。针对煤层气发电项目除 CCER 收益外还产生由售电带来的经济收入，且基准线情景不是一个可比较的投资项目，因此通常选用基准分析法进行投资分析。一般采用基准分析法。基准值一般选取国家电网公司《电力工程技术改造项目经济评价暂行办法》中规定确认中国电力行业资本金内部收益率基准线为全部投资的 8% 或资本金的 10%，需论证项目在不考虑减排收益前收益率低于基准值，但在考虑减排收益后财务效益有所改善。此外，一般还需要对项目静态总投资、年运营成本、电价、年上网电量等重要参数进行敏感性分析进一步论证其在极端情况下仍具备额外性，或让 IRR 达到基准值的情景是小概率事件。经过计算，在不考虑温室气体减排产生的收益时，七台河项目财务内部收益率为 5.72%，在考虑温室气体减排产生的收益时，内部收

益率为 15.44%，高于行业基准值。

- **减排量计算：**根据方法学，煤层气发电项目减排量=基准线排放量-项目排放量-泄露量。其中基准线排放量=基准线情景下销毁甲烷所致的基准线排放+项目活动避免甲烷释放到大气的排放量+项目活动发电所替代的基准线排放，项目排放量=收集和利用甲烷所使用的能源导致的项目排放量+消除甲烷导致的项目排放量+未燃尽煤层气的项目排放，泄露量=其他不确定情况产生的泄漏排放，取 0；七台河项目选用固定计入期，计入期长度为 10 年。通过审定预计总减排量为 177.96 万 tCO₂e，年均减排量为 17.80 万 tCO₂e。

表 65：七台河蓝天瓦斯发电有限责任公司瓦斯发电项目减排量计算方法

各流程排放量		计入期年均值 (tCO ₂ e)
基准线排放量 (BE _y)	基准线情景下销毁甲烷所致的基准线排放 (BE _{MD,y})	197714
	活动避免甲烷释放到大气的排放量 (BE _{MR,y})	
	项目活动发电所替代的基准线排放 (BE _{Use,y})	
项目排放量 (PE _y)	收集和利用 CMM 所需额外能源导致的燃烧排放量 (PE _{ME})	19758
	利用收集的煤矿瓦斯导致的燃烧排放量 (PE _{MD})	
	燃烧中未燃烧的煤层气产生的项目排放 (PE _{UM})	
泄漏量 (LE _y)	其他不确定情况产生的泄漏排放 (Le _{o,y})	0
减排量	ER _y =BE _y -PE _y -LE _y	177956

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

- **监测：**对于煤层气回收发电项目，需要监测的主要数据为项目活动发电量、用电量、煤矿瓦斯用量、甲烷浓度以及所收集的瓦斯中非甲烷烃类的质量浓度等。七台河项目监测期内(2013年1月1日至2016年6月30日)预计的减排量为 719362 tCO₂e，实际减排量为 581803 tCO₂e，两者相差 19%左右。

表 66：七台河蓝天瓦斯发电有限责任公司瓦斯发电项目减排量

年份	审定值 (tCO ₂ e)				监测值 (tCO ₂ e)				(监测-审定)/审定
	基准线排放	项目排放	泄漏	减排量	基准线排放	项目排放	泄漏	减排量	
2013/1/1-2013/12/31	213564	21240	0	192324	340978	32846	0	308132	-19.12%
2014/1/1-2014/12/31	222980	22141	0	200839					
2015/1/1-2015/12/31	208019	20863	0	187156	304769	31098	0	273671	
2016/1/1-2016/6/30	154502	15459	0	139043					
2016/7/1-2016/12/31	154502	15459	0	139043	-	-	-	-	-
2017/1/1-2017/12/31	328317	32851	0	295466	-	-	-	-	-
2018/1/1-2018/12/31	347630	34783	0	312847	-	-	-	-	-
2019/1/1-2019/12/31	347630	34783	0	312847	-	-	-	-	-
2020/1/1-2020/12/31	0	0	0	0	-	-	-	-	-
2021/1/1-2021/12/31	0	0	0	0	-	-	-	-	-
2022/1/1-2022/12/31	0	0	0	0	-	-	-	-	-
预估合计	1977145	197580	0	1779565	-	-	-	-	-
平均值	197714	19758	0	177956	-	-	-	-	-

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

5.3.2. 煤层气发电项目效益测算

每上网一度电将增加收入 0.0984 元，CCER 对煤层气发电收入的贡献约为 12.60%-25.20%。根据对中国自愿减排交易信息平台中披露监测报告的煤层气发电项目的在监测期内的上网电量、减排量数据进行统计分析得，单位上网电量平均减排量约为 3.28 tCO₂e/MWh。假设项目总装机量 8MW，年运行时间 7200 小时，单位上网电价 0.52 元/kWh，厂自用电比率 5%，假设悲观、中性、乐观条件下，利用效率分别为 60%/70%/80%，CCER 碳价分别为 20/30/40 元/吨，经测算，煤层气发电收入为 1707-2276 万元/年，CCER 收入为 215-574 万元/年，CCER 对煤层气发电收入的贡献约为 12.60%-25.20%。

通过 CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对煤层气发电项目业绩贡献的测算，当 CCER 碳价为 30 元/吨时，单位上网电量平均减排量从 1 提升至 7 tCO₂e/MWh，CCER 对煤层气发电收入的贡献将从 5.77%提升至 40.38%；当单位上网电量平均减排量为 3 tCO₂e/MWh 时，CCER 碳价从 20 提升至 100 元/吨，CCER 对煤层气发电收入的贡献将从 11.54%提升至 67.69%。

表 67：备案煤层气发电项目监测减排量及上网电量

项目名称	监测期	上网电量 (MWh)	减排量 (tCO ₂ e)	单位上网电量减排量 (tCO ₂ e/MWh)
七台河蓝天瓦斯发电有限责任公司瓦斯发电项目	2013/1/1-2016/6/30	108354	581803	5.37
和顺都宝电力开发有限公司正邦煤业瓦斯发电项目	2014/6/18-2015/11/17	155805.32	279855	1.80
山西兰花大宁发电有限公司矿井煤层气综合利用工程	2010/4/14-2010/12/20	163390.68	367886	2.25
四川华蓥山广能集团瓦斯发电项目	2010/1/31-2012/12/30	76734	500228	6.52
四川广安蔡山洞煤矿煤层气发电项目	2009/3/25-2011/1/24	99544	487006	4.89
贵州盘江煤矿瓦斯发电项目	2009/9/23-2012/11/28	337696.96	1153352	3.42
贵州盘江低浓度煤矿瓦斯发电项目二期	2011/4/1-2012/12/4	131485.16	346403	2.63
贵州盘江煤层气开发利用有限责任公司煤矿瓦斯发电项目（三期）	2011/5/26-2012/12/5	154475.62	305485	1.98
小计		1227485	4022018	3.28

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 68：不同情景下 CCER 对煤层气发电项目的业绩贡献测算

	悲观	中性	乐观
总装机量 (MW)	8	8	8
年利用小时数 (小时)	7200	7200	7200
利用效率 (%)	60%	70%	80%
自用电比率 (%)	5%	5%	5%
上网电量 (MWh/年)	34560	38304	43776
上网电价 (元/kWh)	0.52	0.52	0.52
单位上网电量碳减排量 (tCO ₂ e/MWh)	3.28	3.28	3.28
CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)	20	30	40
煤层气利用发电收入 (万元)	1797.12	1991.81	2276.35
CCER 收入 (万元/年)	226.48	376.52	573.75
CCER 对煤层气利用发电收入的贡献	12.60%	18.90%	25.20%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

表 69: CCER 碳价及单位上网电量碳减排量对煤层气发电项目业绩贡献的敏感性分析

		CCER 碳价 (元/tCO ₂ e)				
		20	30	50	70	100
单位上网电量碳 减排量 (tCO ₂ e/MWh)	1	3.85%	5.77%	9.62%	13.46%	19.23%
	2	7.69%	11.54%	19.23%	26.92%	38.46%
	3	11.54%	17.31%	28.85%	40.38%	57.69%
	5	19.23%	28.85%	48.08%	67.31%	96.15%
	7	26.92%	40.38%	67.31%	94.23%	134.62%

资料来源: 中国自愿减排交易信息平台, 华宝证券研究创新部

6. 总结

《碳排放权交易管理办法(试行)》指出, 重点排放单位每年可以使用国家核证自愿减排量抵销碳排放配额的清缴。CCER 作为碳交易市场的有效补充, 温室气体自愿减排交易管理办法有望修订, 相关方法学、项目等将重新开启申请审核。此外, 《碳排放权交易管理暂行条例(草案修改稿)》(征求意见稿)明确可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的实施单位可以申请国务院生态环境主管部门组织对其项目产生的温室气体削减排放量进行核证。可再生能源企业将受益于自愿核证机制的推广, 通过将核准后的碳减排量参与 CCER 市场交易而获得额外收入, 从而实现企业价值的重估。

从 CCER 业绩贡献上看, 通过对中国自愿减排交易信息平台审定、监测、核证项目的数据进行统计分析, 对可在再生能源、林业碳汇、资源回收三大类十二类项目进行减排量及 CCER 业绩贡献测算, 在碳价为 50 元/吨的情况下, 平均业绩贡献为 14.04%:

- 可再生能源的五类项目单位减排量在 0.6-0.75 tCO₂e/MWh 之间, 整体差距不大, 中性条件下, 当 CCER 碳价为 30 元/tCO₂e 时, 中性条件下, CCER 对可再生能源项目的业绩贡献为 2.41%-6%之间;
- 林业碳汇四类项目单位减排量差距较大, 在 2.87-11.26 tCO₂e/公顷/年之间, 当 CCER 碳价为 30 元/tCO₂e 时, 中性条件下, CCER 对林业碳汇项目的业绩贡献为 1.21%-5.72%之间;
- 甲烷回收三类项目单位减排量相较其他项目而言较高, 在 3.28-4.23 tCO₂e/MWh(户)之间, 其主要原因在于资源回收项目主要气体为甲烷, 甲烷的温室效应是二氧化碳的 28 倍左右, 当 CCER 碳价为 30 元/tCO₂e 时, 中性条件下, CCER 对甲烷回收项目的业绩贡献为 18.92-24.86%之间。

表 70: CCER 项目收入贡献测算汇总

项目类别	单位减排量	单位 CCER 收入	CCER 业绩贡献 (中性条件下)					
			20	30	50	70	100	
可再 生能 源	风电	0.75 tCO ₂ e/MWh	0.023 元/tCO ₂ e	3.57%	5.36%	8.93%	12.50%	17.86%
	光伏	0.74 tCO ₂ e/MWh	0.022 元/tCO ₂ e	3.70%	5.55%	9.25%	12.95%	18.50%
	水电	0.60 tCO ₂ e/MWh	0.018 元/tCO ₂ e	4.00%	6.00%	10.00%	14.00%	20.00%
	垃圾焚烧	0.71 tCO ₂ e/MWh	0.021 元/tCO ₂ e	1.61%	2.41%	4.02%	5.63%	8.04%
	生物质利用	0.74 tCO ₂ e/MWh	0.022 元/tCO ₂ e	1.97%	2.96%	4.93%	6.91%	9.87%
林业 碳汇	森林碳汇造林	11.26 tCO ₂ e/公顷/年	0.024 元/m ²	3.81%	5.72%	9.53%	13.34%	19.06%
	竹子碳汇造林	9.35 tCO ₂ e/公顷/年	0.020 元/m ²	3.20%	4.80%	8.01%	11.21%	16.01%
	森林碳汇经营	2.87 tCO ₂ e/公顷/年	0.006 元/m ²	0.81%	1.21%	2.02%	2.83%	4.05%
	竹林碳汇经营	5.87 tCO ₂ e/公顷/年	0.013 元/m ²	1.07%	1.61%	2.69%	3.76%	5.37%

敬请参阅报告结尾处免责声明

甲烷回收	填埋气回收	4.23 tCO ₂ e/MWh	0.127 元/tCO ₂ e	14.44%	21.66%	36.09%	50.53%	72.18%
	沼气利用	3.97 tCO ₂ e/户	92.822 元/户	16.57%	24.86%	41.43%	58.00%	82.86%
	煤层气发电	3.28 tCO ₂ e/MWh	0.098 元/tCO ₂ e	12.62%	18.92%	31.54%	44.15%	63.08%

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，华宝证券研究创新部

7. 投资建议

全国性碳排放权交易市场建设将逐步完善，未来可再生能源企业将受益于自愿核证机制的推广，通过 CCER 交易，实现企业价值重估，同时，目前 CCER 已签发的减排量约 5300 万吨，随着近些年的履约核销，存量减排量进一步减少，而全国碳交易市场开启后，电力行业的预计配额约为 40 亿吨，按 5% 的抵消比例测算所需的 CCER 抵消量约为 2 亿吨/年，CCER 的供需相对紧张，交易价格有望回归合理水平，进一步增厚公司盈利水平。重点关注持有 CCER 项目资产的可再生能源企业、第三方审定核查机构、碳监测、持股交易所股权企业等相关领域的投资机遇。

表 71：未来有望产生 CCER 减排量的相关上市公司梳理

细分领域	上市公司名称
林业项目运营	岳阳林纸、福建金森、平潭发展、东珠生态
光伏项目运营	三峡能源、太阳能、晶科科技、国电电力、深圳能源、大唐电力、信义光能、中国电建
风电项目运营	中国电建、国电电力、大唐集团控股、京能清洁能源、华能国际、吉电股份、华电国际、中国核电、金风科技、国新能源
垃圾发电项目运营	光大环境、旺能环境、瀚蓝环境、上海环境、深圳能源
生物质能利用项目运营	江苏新能、迪森股份、协鑫能科、中国中冶
水电项目运营	韶能股份、广安爱众、甘肃电投、华能国际、中国电建、华电国际、国电电力、国投电力、川投能源、黔源电力、长源电力

资料来源：中国自愿减排交易信息平台，各公司公告，华宝证券研究创新部

8. 风险提示

政策推进进度不及预期，碳交易全国推广不及预期，交易市场活跃度不及预期。

风险提示及免责声明

- ★ 华宝证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格。
- ★ 市场有风险，投资须谨慎。
- ★ 本报告所载的信息均来源于已公开信息，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。
- ★ 本报告所载的任何建议、意见及推测仅反映本公司于本报告发布当日的独立判断。本公司不保证本报告所载的信息于本报告发布后不会发生任何更新，也不保证本公司做出的任何建议、意见及推测不会发生变化。
- ★ 在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。
- ★ 本公司秉承公平原则对待投资者，但不排除本报告被他人非法转载、不当宣传、片面解读的可能，请投资者审慎识别、谨防上当受骗。
- ★ 本报告版权归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何组织或个人不得对本报告进行任何形式的发布、转载、复制。如合法引用、刊发，须注明本公司出处，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。
- ★ 本报告对基金产品的研究分析不应被视为对所述基金产品的评价结果，本报告对所述基金产品的客观数据展示不应被视为对其排名打分的依据。任何个人或机构不得将我方基金产品研究成果作为基金产品评价结果予以公开宣传或不当引用。

适当性申明

- ★ 根据证券投资者适当性管理有关法规，该研究报告仅适合专业机构投资者及与我司签订咨询服务协议的普通投资者，若您为非专业投资者及未与我司签订咨询服务协议的投资者，请勿阅读、转载本报告。