

# 煤炭清洁高效利用类绿色债券环境效益评估研究

■ 文/ 蒋仲妮

## 摘要 >>>

2017年我国首单煤炭清洁高效利用绿色债券发行成功，引起了媒体的广泛关注；随后的一年又有多支煤炭清洁高效利用债券进入绿色金融市场。将煤炭清洁高效利用纳入绿色债券界定范围，是由我国以煤炭为主的能源结构等特殊国情决定的。我国的煤炭利用技术与发达国家有相当差距，鼓励高效化、清洁化的煤炭绿色发展之路，是我国工业化过渡阶段必然的选择。本文分析了煤炭清洁高效利用项目纳入我国绿色债券支持范围的原因，阐述了煤炭清洁高效利用的必要性、相关政策、发展现状及发展方向，最后根据煤炭应用的不同领域分别从行业准入、节能、污染物减排、温室气体减排等几个方面构建了煤炭清洁高效利用类绿色债券的环境效益评估体系。



## 一、我国煤炭清洁高效利用类绿色债券发行概况

近年来，我国绿色债券发行数量与规模呈现高速增长，发展势头强劲。煤炭清洁高效利用作为绿色金融大力支持的领域之一，2017年至今共有6家主体的8支绿色债券成功发行（图表1）。

图表1·2017年至今成功发行的煤炭清洁高效利用类绿色债券

序号	发行主体	债券简称	债券类型	上市日期	募集资金用途
1	天津国投津能发电有限公司	17国投津能GN001	一般短期融资券	2017-08-16	全部用于天津北疆发电厂一期2×1000MW超超临界热电联产机组工程银团贷款的偿还
2	山西晋煤华昱煤化工有限责任公司	G17华昱1	非公开发行公司债券	2017-10-30	主要用于晋煤集团高硫煤清洁利用循环经济工业园一期百万吨清洁燃料项目的建设
		G18华昱1	非公开发行公司债券	2018-08-01	
3	山西国际能源集团有限公司	G17能源1	一般公司债	2017-11-14	部分将用于低热值煤发电
4	山西晋城无烟煤矿业集团有限责任公司	18晋煤GN001	一般中期票据	2018-01-19	用于高硫煤洁净利用化电热一体化示范项目
		18晋煤GN002	一般中期票据	2018-03-09	
5	新疆天业(集团)有限公司	18天业GN001	一般中期票据	2018-04-20	资金用于天伟热电厂#1机组,#2机组的节能升级改造和超低排放改造项目
6	平顶山天安煤业股份有限公司	G18平煤2	非公开发行公司债券	2018-11-22	主要用于矿井固体废弃物井下分选工程等

资料来源：Wind，新世纪评级整理

上述8支煤炭清洁高效利用绿色债券中，主要涉及三种项目类型：（1）高硫煤洁净利用化电热一体化项目绿色债券；（2）燃煤发电/热电联产项目建设或改造绿色债券；（3）矿井固体废弃物分选工程绿色债券。以上三类项目均为我国为提高能源安全性与清洁化程度的支持鼓励的产业类型，属于《煤炭清洁高效利用行动计划（2015-2020年）》重点扶持项目。

## 二、煤炭清洁高效利用绿色债券的界定及其必要性

### （一）煤炭清洁高效利用绿色债券的界定

目前国内外通行的绿色债券认证标准有四个，其中国际主要绿色债券标准包括绿色债券原则（GBP，Green Bond Principles）和气候债券标准（CBS，Climate Bonds Standards），国内绿色债券标准包括央行发布的由中国金融学会绿色金融专业委员会编制的

《绿色债券支持项目目录（2015年版）》和发改委发布的《绿色债券发行指引》。

煤炭的清洁利用是否属于绿色债券的绿色项目，国内国际标准仍存在分歧。国际通行的绿色债券准则和气候债券标准均未将煤炭化工类项目纳入绿色项目范畴。但根据国内能源储备实际情况与发展现状，《绿色债券支持项目目录》和《绿色债券发行指引》均认可煤炭清洁高效利用类项目为绿色项目（图表2）。

图表2·与煤炭清洁高效利用相关的绿色债券界定

标准	类目	说明或界定条件
绿色债券支持项目目录	工业节能-装置/设施建设运营	2.燃煤火力发电机组限定为容量≥300MW超超临界或超临界热电(冷)联产机组和背压式供热机组(背压式供热机组无机组容量限定)； 4.生物质、低热值燃料供热发电等项目，按项目消费生物质或低热值燃料属性认定。
	工业节能-节能技术改造	含采用《国家重点节能低碳技术推广目录(2014年本，节能部分)》节能技术的改造项目，“上大压小、等量替换”集中供热改造项目及工业、交通、通讯等领域其他类型节能技术改造项目。被改造装置/设施/设备节能改造后满足如下标准之一： 1.装置/设施产品能耗或工序能耗≤国家单位产品能源消耗限额标准先进值； 2.改造后装置/设施/设备节能率≥相应行业/领域节能应用推广技术平均节能率/节能能力。
	煤炭清洁利用	对煤炭进行洗选加工，分质分级利用，一级采用便于污染物处理的煤气化等技术对传统煤炭消费利用方式进行替代的装置/设施建设运营项目
绿色债券发行指引	能源清洁高效利用项目	包括煤炭、石油等能源的高效清洁化利用

资料来源：公开资料，新世纪评级整理

《绿色债券支持项目目录》中，有三部分内容涉及到煤炭清洁高效利用。包括：“1.1工业节能-1.1.1装置/设施建设运营”，燃煤火力发电机组限定为容量≥300MW超超临界或超临界热电（冷）联产机组和背压式供热机组（背压式供热机组无机组容量限定）；“1.1.2节能技术改造”，含采用《国家重点节能低碳技术推广目录》（2014年本，节能部分）技能技术改造项目，“上大压小、等量替换”集中供热改造项目及工业、交通、通讯等领域其他类型节能技术改造项目；“2.污染防治-2.3煤炭清洁利用”，指对煤炭进行洗选加工，分质分级利用，以及采用便于污染物处理的煤气化等技术对传统煤炭消费利用方式进行替代的装置/设施建设运营项目。

尽管国内外标准对于煤炭高效清洁利用项目判定不一致，但是煤炭高效清洁利用纳入国内绿色项目界定范

围具有一定必然性。中国能源储备结构具有“富煤、贫油、少气”的特点，煤矿资源非常丰富但开采利用程度不充分，天然气进口依赖度超32%，石油更是高达近60%。

在如今复杂多变的政治经济格局下，过度依赖进口将威胁到我国的能源安全与经济平稳发展。但是我国煤炭利用确实存在技术水平落后、能耗高、污染重的问题，也因此受到了巨大的国际压力。天然条件和外部环境都决定了煤炭资源关系到国家能源安全，因此，大力发展煤炭清洁高效利用、降低煤炭开采利用的能耗和污染、提高煤炭能源的利用效率，使煤炭行业向“绿色化”方向转型是现在及未来相当长一段时间内的必然选择。

综上所述，将煤炭清洁高效利用项目纳入绿色债券范围，是由我国特殊国情决定的，表明了领导层对能源安全问题的重视和绿色化转型的决心。

## （二）煤炭清洁高效利用的必要性

### （1）煤炭资源是我国重要的基础能源

中国能源储备结构具有“富煤、贫油、少气”的特点，煤炭资源是我国重要的基础能源。截至到2016年底，我国煤炭资源保有量约为1.598万亿吨，探明煤炭可采储量为840亿吨，占全国化石能源资源储量的94%；而石油、天然气合计不足6%。但在我国一次能源消费结构中，煤炭占比不足65%，石油、天然气则高达24.7%。

我国石油年产量仅能维持在2亿吨左右，且增产潜力很小，但2014年原油消耗超过5.18亿吨，石油对外依存度将近60%，远超50%的警戒线。2014年天然气进口量580亿立方米，对外依存度达到32.2%[1]。

受天然气供应不稳定、石油供应远洋运输能力有限以及地缘政治形势等因素的影响，进口油气供应来源不稳定严重威胁到我国能源和经济安全。新能源方面，风电与太阳能光伏发电成本分别为煤电的1.5倍和2倍，加重了政府财政负担、企业运行成本和居民生活成本；核电由于安全威胁其发展也受到限制。

综合考虑我国能源产业现状和未来发展趋势，受资源禀赋、技术经济发展水平等因素制约，未来相当长的一段时间内，煤炭仍将是我国主要能源[2]。

### （2）煤炭行业高效清洁化发展的必要性

我国煤炭长期大规模开发利用带来了一系列问题[3]。

第一，煤炭开发引发的生态环境问题日益严重，已成为中西部煤炭开发能力的硬约束。水土流失加剧，土地沙漠化蔓延，风沙灾害频繁，采煤区地表塌陷造成的土地破坏总量已达40万公顷以上，煤矸石堆积量超过60亿吨，占地7万公顷以上。

第二，煤炭利用效率低，发电及供热平均综合利用效率仅为40%左右，比发达国家低10个百分点；全国57万台燃煤工业锅炉实际运行热效率在60%左右，比先进国家低15%~20%；煤炭分散直接燃烧量大。

第三，环境污染问题严峻。在全国污染物排放总量中，燃煤排放的SO<sub>2</sub>占90%、NO<sub>x</sub>占75%、总悬浮颗粒物占60%、CO<sub>2</sub>占75%。最后，煤炭科技创新能力亟待提升，煤炭开采还有许多技术难题需要解决，煤炭高效转化与燃烧还有许多核心技术、工程技术方面的问题需要攻关。

近年来，美国、欧盟、日本等发达国家凭借其以油气为主的能源结构，以及领先的煤炭清洁高效利用技术，积极推行“低碳经济”，对发展中国家施加压力。各类非常规能源和新能源的开发利用正悄然地改变着世界能源格局。然而，新能源和可再生能源需要与传统能源统筹规划，能源结构升级和能源替代问题需要循序渐进。结合资源禀赋与发展现状，我国能源发展方式不能简单模仿国外经验，要从国家战略利益和能源安全方面考虑，加快培育具有核心自主知识产权的煤炭清洁高效技术和产业，赢得发展主动权。

煤炭作为中短期我国的主要能源，其清洁发展非常迫切，加快煤炭清洁高效利用，不仅是优化能源结构、保障能源安全、改善环境现状的重要举措，也是推动我国能源生产和消费革命、实现可持续发展战略

的必然选择[2]。

### 三、我国煤炭清洁高效利用的发展现状与方向

#### (一) 我国煤炭清洁利用现状

目前我国煤炭清洁高效的主要应用领域包括：燃煤发电、分散燃烧（工业炉窑、民用）、化学转化（传统煤化工、新型煤化工）[4]。

在燃煤发电方面，由于经济快速增长，生活水平提高，我国用电需求不断增加。根据国网能源研究院《全球能源分析与展望2017》研究结果，2015年发达国家人均用电量在5000千瓦时/年以上，加拿大、美国等少数国家甚至超过了人均10000千瓦时/年；2015年中国的人均用电量约为4000千瓦时。可见相比发达国家我国用电需求仍旧有大幅的增长空间。

我国发电用煤从2005年的10.52亿吨增长到2017年的19.87亿吨，发电用煤占煤炭消费总量的比重由2005年的44%上升到近年来的60%左右。在未来相当长一段时间里，我国以燃煤发电为主的电力供应格局不会发生根本改变。

在分散燃烧方面，我国在用燃煤工业锅炉占在役工业锅炉的80%以上，年消费煤炭6~6.5亿吨，占煤炭消费总量的20%左右。燃煤工业锅炉行业的整体生产力水平较低，容量小于35吨/小时的中小燃煤工业锅炉占96.86%，运行效率大多在60%左右。

近年来，高效煤粉工业锅炉、高效水煤浆锅炉、低排放锅炉等先进锅炉技术不断成熟，某些高效煤粉工业锅炉运行效率在90%以上[2]，甚至能够实现接近天然气锅炉排放水平，但整体来看，燃煤工业锅炉仍存在保有量大、能耗高、污染重的问题。

在化学转化方面，我国煤炭清洁高效转化已经攻克了一系列难题，如大型先进煤气化、大型煤制甲醇、煤制油、煤制烯烃、煤制乙二醇等，并实施了部分高效清洁转化示范工程，走在了世界前列。

2017年煤化工用煤量约8亿吨，主要用在焦化、煤制化肥、煤制甲醇等传统煤化工行业。煤炭清洁高效转化是我国石油和化工行业“十二五”发展最具前景的方向之一，未来发展空间巨大。

综合来看，我国煤炭清洁高效利用已经取得了一定的发展，但与发达国家相比仍有较大的差距。

#### (二) 煤炭清洁利用相关政策

我国自20世纪90年代开始，陆续发布了30项与煤炭利用相关的政策；“十二五”以来，对于煤炭的清洁发展技术日益重视，发布了多项煤炭绿色化利用的政策。

各项政策，涉及到煤炭提质加工、燃煤发电、燃煤工业锅炉、民用散煤燃烧、煤炭清洁转化等方面，涉及面广泛，推广难度大。我国的煤炭清洁高效利用政策以行政管制为主，占比达到90%；经济政策只有不到10%[4]。从1996年颁布《中华人民共和国煤炭法》以来，对煤炭行业影响较大的政策如下：

(1) 1996年，全国人大常委会通过了《中华人民共和国煤炭法》，该法规定了煤炭资源归国家所有，明确了煤炭矿务局的定位和职能，规范了煤炭生产开发规划与煤矿建设、煤炭经营、煤矿安全保护以及相关法律责任。

该部法律促进了我国煤炭行业发展规范化、法制化，完善了我国煤炭法律法规体系，保障了合理开发利用和保护煤炭资源，规范了煤炭生产、经营活动，促进和保障了煤炭行业的发展。

(2) 《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》是国务院于2006年发布的发展规划纲要，该纲要旨在促进我国科学技术、国防事业、环境保护事业创新发展。该纲要发展目标第三条是“能源开发、节能技术和清洁能源技术取得突破，促进能源结构优化，主要工业产品单位能耗指标达到或接近世界先进水平”；重点领域及优先主题的第一项即是“能源”，该项子目录第一条是“工业节能”，第二条是“煤的清洁高效开发利用、液化及多联

产”。可见煤炭的清洁高效利用在我国中长期科学技术发展规划中的重要地位。

(3) 2014~2016年,为保障我国能源安全、推动能源转型,政府部门相继出台了能源发展战略行动计划(2014-2020年)、能源技术创新行动计划(2016-2030年)、能源发展“十三五”规划等发展规划。三部规划对煤炭行业提出了淘汰落后产能、发展创新技术、无害化开采、清洁高效利用等要求。

(4) 煤炭为国民经济和社会发展提供了可靠能源保障,但自身存在的开发布局不合理、增长方式粗放、安全保障能力不足、效率低、污染严重等突出问题,为了推进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用,实现煤炭工业可持续发展,2014~2017年,煤炭行业相继出台了多个发展规划,包括关于促进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的意见、煤电节能减排升级与改造行动计划(2014-2020年)、煤炭清洁高效利用行动计划(2015-2020年)、煤炭深加工产业示范“十三五”规划。

图表3·与煤炭清洁高效利用相关的国家政策

序号	政策名称	颁布时间	主要内容
1	中华人民共和国煤炭法	1996年	我国煤炭行业的基本法律。规定了煤炭资源归国家所有,明确了煤炭矿务局的定位和职能,规范了煤炭生产开发规划与煤矿建设、煤炭经营、煤矿安全保护以及相关法律责任。
2	国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)	2006年	重点领域包括“煤的清洁高效开发利用、液化及多联产”。
能源领域			
3	能源发展战略行动计划(2014—2020年)	2014年	主要任务中包括“要促进煤炭高效开发利用、清洁发展煤电等”;同时也提出到2020年,全国煤炭消费比重降至62%以内。
4	能源技术创新行动计划(2016-2030年)	2016年	该行动计划将煤炭无害化开采技术创新、煤炭清洁高效利用技术创新列为主要工作任务之一
5	能源发展“十三五”规划	2016年	主要工作任务中也明确了煤炭消费减量,加快淘汰落后产能,促进煤电清洁发展,严格环保标准。
煤炭行业			
6	关于促进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的意见	2014年	该意见旨在推进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用,实现煤炭工业可持续发展,并提出煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的主要目标。
7	煤电节能减排升级与改造行动计划(2014-2020年)	2014年	明确了开展煤电节能减排升级改造工作的指导思想和行动目标,细化制定了30条目标任务。
8	煤炭清洁高效利用行动计划(2015-2020年)	2015年	行动计划提出了多项煤炭清洁高效利用目标;并提出了煤炭清洁高效利用的7个主要领域。
9	煤炭深加工产业示范“十三五”规划	2017年	细化了煤炭行业的发展计划和要求,重点开展煤制油、煤制天然气、低阶煤分质利用、煤制化学品、煤炭和石油综合利用等5类模式以及通用技术装备的升级示范。

资料来源:文献调研

综合各意见与规划的目标,以2020年为时间截点,应实现:煤炭工业生产水平大幅提升、煤矿区安全生产形势根本好转、资源开发利用率大幅提高、煤炭清洁高效利用水平显著提高、燃煤工业锅炉平均运行效率提高、低阶煤炭资源的开发和综合利用研究取得积极进展、新型煤化工产业实现高效、环保、低耗发展;从具体要求上看,到2017年全国原煤入选率达到70%以上,到2020年原煤入选率达到80%以上,现役燃煤发电机组改造后平均供电煤耗低于310克/千瓦时,电煤占煤炭消费比重提高到60%以上等。各项计划为煤炭行业的未来发展指明了方向,对煤炭领域的企业提出了更加严峻的要求(图表3)。

### (三) 我国煤炭清洁高效利用的发展方向

煤炭清洁高效利用在国外有较长的发展历史,欧美等发达国家从20世纪80年代起就开始重视煤炭的清洁利用。

美国2015年发布“清洁电力计划”。预计到2030年,发电厂碳排放量将于2005年降低32%以上。德国在煤炭洗选、型煤加工、高效燃烧、煤转化、煤气化联合循环发电、烟气脱硫等方面处于领先地位。2008年,英国提出“气候变化法案”,强制要求新的煤炭利用项目配套碳捕获和存储。日本成立了“洁净煤技术中心”,目前在流化床燃烧、IGCC、燃煤污染物控制、煤转化技术等方面具有一系列研究成果。

相比于欧美发达国家,我国的煤炭利用目前仍旧存在污染大、能耗高、效率低等一系列问题,煤炭清洁高效利用技术还有很大的提升空间。

作为我国基础能源,煤炭在未来相当长一段时间内仍旧是渡过工业发展阶段的重要能源保障,因此煤炭的清洁、高效利用技术受到了国家大力扶持。国家能源局于2015年4月发布了《煤炭清洁高效利用行动计划(2015-2020年)》,该文件为煤炭行业清洁高效化发展指明了任务目标和行动方向。

政府支持的主要发展方向有:煤炭洗选和提质加工、超低排放燃煤发电、升级传统煤化工、推进现代

煤化工、燃煤锅炉提升、煤炭分质分级阶梯利用、减少分散直接燃烧、煤炭开采废弃物资源化等，总体向集约化、大型化、高效、节能、绿色的方向发展。

#### （1）煤炭洗选提质加工

大力发展高精度煤炭洗选加工，实现煤炭深度提质和分质分级；开发高性能、高可靠性、智能化、大型（炼焦煤600万吨/年以上和动力煤1000万吨/年以上）选煤装备；新建煤矿均应配套建设高效的选煤厂或群矿选煤厂，现有煤矿实施选煤设施升级改造，组织开展井下选煤厂示范工程建设。严格落实《商品煤质量管理暂行办法》，积极推广先进的煤炭提质、洁净型煤和高浓度水煤浆技术。

#### （2）超低排放燃煤发电

超低排放燃煤发电方面，《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020年）》对于燃煤机组的规模、单位煤耗、排放标准都提出更加严格的要求，对于燃煤发电厂提出了严峻挑战，超低燃煤超净排放是必然的发展之路[5]。其一，提高了煤电行业准入门槛，新建燃煤发电机组平均供电煤耗必须低于300克标准煤/千瓦时，并对燃煤发电机组的类型和对对应能耗提出了具体要求。其二，严控大气污染物排放，新建燃煤发电机组（含在建和项目已纳入国家火电建设规划的机组）应同步建设先进高效脱硫、脱硝和除尘设施，不得设置烟气旁路通道。最后，提出优化区域煤电布局，积极发展热电联产，有序发展低热值煤发电等。

#### （3）煤化工产业

煤化工的产业链一般分为三条。一是煤焦化主要生产炼钢用焦炭，同时生产焦炉煤气、苯、合成氨、沥青以及碳素材料等产品，是传统煤化工项目。二是煤气化生产合成气，是合成液体燃料、甲醇、乙醇、乙醚等多种产品的原料，煤气化生产合成气，可以直接生产合成氨，然后生产氮肥；煤间接液化是由煤气生产合成气，再经催化合成液体燃料和化学产品，是现代煤化工项目。三是煤直接液化，即煤高压加氢液化，可以生产人造汽油、柴油、烯烃等化学产品，也

是现代煤化工项目[6]。

对于传统煤化工产业，推动上大压小，等量替代，淘汰落后产能，向规模化、集群化、循环化方向发展。对于现代煤化工产业，通过示范项目建设不断完善国内自主技术，加强不同技术间的耦合集成，示范成功后再进一步统筹规划。

#### （4）燃煤锅炉

对于新建燃煤锅炉，优先区域集中供热，供热和燃气管网不能覆盖的地区，推广应用高效节能环保型锅炉；同时提高了新建燃煤锅炉的大气污染防治措施的要求。对于小规模落后锅炉，要加快淘汰速度，鼓励发展热电联供、集中供热等供热方式，以天然气（煤层气）、电力等清洁能源替代分散中小燃煤锅炉。最后要提升锅炉污染治理水平，重点在于脱硫、除尘、低氮，达到相关特别排放限值要求；并开发推广锅炉预热利用技术。

#### （5）煤炭分级分质阶梯利用

逐步实现“分质分级、能化结合、集成联产”的新型煤炭利用方式。鼓励煤—化—电—热一体化发展，加强各系统耦合集成。在具备条件的地区推进煤化工与发电、油气化工、钢铁、建材等产业间的耦合发展，实现物质的循环利用和能量的梯级利用，降低生产成本、资源消耗和污染排放。

## 四、煤炭清洁高效利用类绿色债券环境效益评估研究

为了促进绿色债券市场规范健康发展，绿色公司债、绿色票据等多种绿色债券需经第三方评估认证。中国人民银行和中国证券监督管理委员会于2017年发布了《绿色债券评估认证行为指引》（暂行），规范认证行为、提高认证专业度，其中环境效益评估是绿色债券评估认证的主要依据和关键内容之一。

涉及煤炭清洁高效利用的行业之所以能够纳入到绿色债券界定范围，是因为相比于传统的煤炭高污染、低效率的利用方式，先进的利用技术能够大幅提

高煤炭利用效率、降低能耗、减少温室气体和污染物的排放。在煤炭清洁高效利用的环境效益方面，我国不少学者都有过深入研究。在对已有研究内容进行整理、归纳、总结的基础上，新世纪评级建立起了针对不同应用方向的煤炭清洁高效利用类绿色债券环境效益评估体系。

### （一）研究综述

煤炭清洁高效利用的环境效益主要体现在节约煤炭资源、减少大气污染物的排放、减少温室气体排放等方面。根据应用方向的不同，项目环境效益的侧重点有所不同。卢劲等学者[7]2018年的统计表明，通过煤炭分选可将1万吨原煤脱除1300吨的灰分、35吨的硫分、减排CO<sub>2</sub>49吨。相比原煤，采用精煤作为燃料可提高燃煤效率10%~15%，节约1000~1500吨煤炭。

武汉大学经济与管理学院博士研究生韩建国[1]于2016年发表核算数据，如果将现有50万台燃煤工业锅炉全部改造为清洁高效的煤粉锅炉，每年预计可节省1.2亿~2亿吨标煤，减排烟尘100万吨、二氧化硫128万吨、二氧化碳3亿~5亿吨。如果有50%火电机组实施超低排放环保改造（以2014年煤电机组总装机8.25亿千瓦为基准），烟尘、二氧化硫和氮氧化物等三项污染物可分别实现减排115万吨、540万吨和415万吨，减排比例为16%、27%和20%。

杨建军[4]等根据煤炭应用的不同方向，分别构建了各应用领域主要环境效益评估指标，如图表4所示。该体系中每个行业考量指标各不相同，体现了不同领域特点，但指标不够完整，评估方法不明确不统一。

图表4-煤炭清洁高效利用评价指标

应用方向	评价指标	应用方向	评价指标
煤炭提质加工	原煤入选率	燃煤工业锅炉清洁高效利用	工业锅炉数量
民用分散燃煤高效清洁利用	清洁高效燃煤量		工业锅炉容量变化
			工业锅炉耗煤量变化
高效清洁燃煤发电	SO <sub>2</sub> 排放量	煤炭清洁转化	煤制天然气增长量
	NO <sub>x</sub> 排放量		煤制烯烃增长量
	超低排放机组数量		煤制油增长量

资料来源：文献调研

### （二）新世纪评级煤炭清洁高效利用类绿色债券的环境效益评估方法

新世纪评级构建了包含两级指标体系的煤炭清洁高效利用类绿色债券的环境效益评估体系，通过定量、定性相结合的方法对绿色项目的节能、污染物减排（主要减排因子为SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、烟尘）、温室气体减排等方面内容进行考察。同时，对于煤炭应用的不同方向，环境效益关注点略有差异，下文以煤炭提质加工、超低燃煤发电、热电联产为例说明新世纪评级的不同应用方向的煤炭清洁高效利用类绿色债券的环境效益评估指标体系。

#### （1）煤炭洗选提质加工

在煤炭提质加工应用方向，炼焦煤的选煤装备规模应在600万吨/年以上、动力煤的选煤装备规模应在1000万吨以上，煤炭洗选率应达到70%以上；债券对应项目应满足以上条件之后才纳入绿色债券范畴。节能效益应根据原煤种类、项目年洗选量估算节能数据，节能量计算公式为：

提质加工节能量=下游燃烧节能量（以原煤直接燃烧为基准）+煤炭运输等附加环节节能量-洗选项目本身耗能

污染控制与减缓气候变暖方面，定量计算方法与节能效益相同（图表5）。

#### （2）超低排放燃煤发电

燃煤发电项目应满足《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014—2020年）》提出的准入要求，新建

图表5-新世纪评级煤炭提质加工类绿色债券环境效益评估体系

应用方向	一级指标	二级指标
煤炭洗选提质加工	工艺技术设备	选煤装备规模
		煤炭洗选率
	能源利用	能源节约
		耗电量
	污染控制	烟尘减排
		SO <sub>2</sub> 减排
		NO <sub>x</sub> 减排
减缓气候变化	CO <sub>2</sub> 减排	

资料来源：新世纪评级

的燃煤发电项目与低热值燃煤发电项目根据自身机组功率，应达到的煤耗要求见图表6。

超低燃煤发电项目的主要环境效益是节能，其污染减排亦是以节能为基础。该类项目的环境效益评估方法见图表7。

图表6 燃煤发电准入要求情况

机组功率	煤耗要求		备注
	湿冷机组	空冷机组	
燃煤发电项目原则上采用60万千瓦及以上超临界机组			
60万千瓦级	≤285克/千瓦时	≤302克/千瓦时	/
100万千瓦级	≤282克/千瓦时	≤299克/千瓦时	
低热值燃煤发电，具备条件的地区原则上采用30万千瓦级及以上超临界循环流化床机组			
30万千瓦级	≤310克/千瓦时	≤327克/千瓦时	以煤矸石为主要燃料的，入炉燃料收到基热值不高于14640千焦(3500千卡)/千克，用于发电的煤矸石热值不低于5020千焦(1200千卡)/千克。
60万千瓦级	≤303克/千瓦时	≤320克/千瓦时	

资料来源：《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014—2020年）》，新世纪评级整理

图表7 新世纪评级超低排放燃煤发电类绿色债券环境效益评估体系

应用方向	一级指标	二级指标	
超低排放燃煤发电	工艺技术设备	装备规模	
	能源利用	节能效果	
	污染控制	烟尘减排	SO <sub>2</sub> 减排
			NO <sub>x</sub> 减排
	减缓气候变化	CO <sub>2</sub> 减排	

资料来源：新世纪评级

### （3）煤-化-电-热一体化发展

煤-化-电-热一体化发展应首先满足相应的行业准入要求与设计规范。以热电联产为例，能效应低于《全国工业能效指南（2014年版）》4.2节“6 电力、热力、燃气及水生产和供应业”中国标先进值以及《热电联产管理办法》相关要求。

热电联产项目一般分为供电与供热两个部分。供电部分以行业能效准入值为基准，可计算出节能效益与相应的减排效益；供热部分，以所取代的分散供热

的锅炉的原能耗与污染排放情况为基准，核算节能减排效益。

综上所述，根据煤炭应用领域的不同，绿色债券环境效益的评估方法有共性、有差异。煤炭清洁高效利用的主要环境效益是能源节约、污染物减排、温室气体减排几个方面，但不同领域的行业准入标准不同、环境效益测算基准有差异。在实际工作中，应以上述体系为基础，按照项目所在行业具体问题具体分析，力求完整、准确地评估环境效益。

### 参考文献：

- [1]. 韩建国. 能源结构调整“软着陆”的路径探析——发展煤炭清洁利用、破解能源困局、践行能源革命[J]. 管理世界, 2016(02):3-7.
- [2]. 王晓飞. 我国煤炭清洁开发利用现状及发展建议[J]. 科技风, 2017(10):125.
- [3]. 中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究[J]. 中国工程科学, 2015, 17(09):1-5.
- [4]. 杨军军, 秦容军. 我国煤炭清洁利用政策研究[J]. 煤炭经济研究, 2018, 38(07):53-57.
- [5]. 赵永椿, 马斯鸣, 杨建平, 张军营, 郑楚光. 燃煤电厂污染物超净排放的发展及现状[J]. 煤炭学报, 2015, 40(11):2629-2640.
- [6]. 任继勤, 李仲. 基于煤化工产业链的节能减排问题研究[J]. 化工管理, 2014(16):90-92.
- [7]. 卢劲, 张立忠, 胡长富. 煤炭分选企业清洁生产评价研究[J]. 洁净煤技术, 2018, 24(S1):5-7.

图表8 新世纪评级热电联产类绿色债券环境效益评估体系

应用方向	一级指标	二级指标
热电联产	工艺技术设备	装备规模
	能源利用	供电节能效果
		供热节能效果
	污染控制	烟尘减排
	NO <sub>x</sub> 减排	
减缓气候变化	CO <sub>2</sub> 减排	

资料来源：新世纪评级