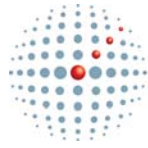




Foreign &  
Commonwealth  
Office



camco



## 展望后京都：中国钢铁行业温室气体减排和融资机制研究



如何促使中国钢铁行业改进能效、实现更多的温室气体减排

由 Camco 公司和国家发展和改革委员会能源研究所联合编写，由  
英国外交和联邦事务部资助研究



camco

Authors: Robin Murray, Andrew Prag, 肖红, 艾浩, Doug Smith

Contact email: [robin.murray@camcoglobal.com](mailto:robin.murray@camcoglobal.com)



ENERGY RESEARCH INSTITUTE

Authors: 刘强

Contact email: [liugiang@eri.org.cn](mailto:liugiang@eri.org.cn)

© Camco January 2010



## 目录

执行摘要 .....	5
1 背景介绍.....	7
1.1 概述.....	7
1.2 全球气候变化行动与谈判 .....	7
2 中国钢铁行业 .....	9
2.1 综述.....	9
2.2 钢铁行业能耗和温室气体排放 .....	9
2.3 中国钢铁行业能效提高和温室气体减排既有政策 .....	9
2.4 中国钢铁行业高排放强度的原因.....	10
2.5 钢铁行业节能和温室气体减排技术 .....	12
3 现有节能减排融资机制及其障碍与机会 .....	15
3.1 综述.....	15
3.2 商业银行贷款 .....	16
3.3 节能服务公司和合同能源管理 .....	17
3.4 融资租赁.....	18
3.5 CDM 清洁发展机制 .....	18
3.6 银行保理.....	20
4 激励温室气体减排的行业机制 .....	21
4.1 什么是行业机制? .....	21
4.2 行业机制的类型.....	21
4.3 在中国钢铁行业应用这些机制 .....	27
4.4 评估各种行业机制 .....	28
5 建议.....	31
5.1 对进一步研究的建议.....	31
5.2 对政策制定者的建议.....	31
词汇表 .....	33
节能减排技术 .....	33
节能减排项目融资机制.....	34
致谢 .....	35
参考文献 .....	36



## 图表目录

图 1 不同规模的高炉的总装机（中国钢铁工业协会、国际能源署、经合组织，2007） .....	11
图 2 钢铁行业节能减排技术最佳实践 .....	13
图 3 节能减排项目涉及的实体 .....	16
图 4 钢铁行业 CDM 项目按技术类型细分：i) 国家发改委已经批准的 79 个项目；2) 已经在联合国成功注册的 21 个项目；iii) 已经成功注册项目的预计年减排量 .....	19
图 5 基准线排放、行业减排和实际减排 .....	23
表 1 2007 年中国单位粗钢产量能源强度 .....	10
表 2 2007 中国不同规模的高炉生产和排放数据（中国钢铁工业协会、国际能源署、经合组织，2007） ..	11
表 3 2008 全球各工序粗钢产量（世界钢铁协会，2009 全球钢铁数据） .....	12
表 4 中国钢铁行业主要节能减排技术 .....	14
表 5 授信方式与减排量核算方法的不同组合 .....	22
表 6 在中国实施各种可选机制的利弊 .....	26



## 缩略词

BAT	最佳可得技术	GJ	千兆焦耳
BAU	商业惯例	HTAC	高温空气燃烧技术
BF	高炉	IEA	国际能源署
BFG	高炉气	IPPC	综合污染防治和控制公约
BOF	转炉	IRR	内部收益率
BOT	建造、运行和移交	ISO	国际标准化组织
CCGT	燃气蒸汽联合循环	LDG	转炉煤气
CCS	二氧化碳捕获及储存技术	MRV	测量、报告及核准
CD-CR	连续除氧化层-冷轧工艺	MT	百万吨
CDM	清洁发展机制	NAMA	全国适度减缓行动
CDQ	干熄焦技术	NDRC	国家发展和改革委员会
CER	核证减排量	NGO	非政府组织
CHUEE	中国节能减排融资项目	OHF	平炉
CISA	中国钢铁协会	OG-IDF	氧气转炉气引风机
CNIS	中国标准化研究院	PCI	煤粉喷射
CO <sub>2e</sub>	二氧化碳当量	RMB	人民币
COG	焦炉煤气	SME	中小型企业
COP	缔约国大会	SNLT	行业无悔目标
DNA	指定的国家主管机构	SOE	国有企业
DOE	指定的经营实体	TRT	炉顶余压透平发电
DSM	需求方管理	UNFCCC	联合国气候变化框架公约
EAF	电弧炉	USD	美元
EE	能效	VSD	变速驱动
EMCA	中国节能协会节能服务产业委员会	WSA	世界钢铁协会
EPC	合同能源管理		
ESCO	节能服务公司		
ESP	静电除尘器		
ETS	排放交易制度		
EU	欧盟		
GDP	国内生产总值		
FYP	五年计划		
GHG	全球温室气体		

## 执行摘要

---

国际能源署（IEA）将大约 19% 的全球终端能源消耗以及四分之一的直接工业温室气体排放归因于钢铁生产，这相当于全球温室气体排放的 3%。中国的钢铁产量居世界之首，2009 年产量超过了 5.2 亿吨，几乎相当于全球钢铁产量的一半。钢铁产业是中国经济的支柱产业，国家统计局数据表明，2007 年黑色金属冶炼及压延加工业生产总产值超过 1.92 万亿元，占国内生产总值的 7.7%，相关行业从业人员超过三百万。长期来看，中国对钢铁的需求随经济增长仍将呈上升态势。

中国的钢铁行业能耗及二氧化碳排放强度被认为高于其他国家（虽然很难获得有关行业能效的准确数据），因此如果在国际贸易中按温室气体排放量来设定相关限制，中国钢铁行业将面临经济风险。在此种形势下，以大型国有企业为主体的中国钢铁行业如果不努力降低钢铁生产过程中的二氧化碳排放强度，在竞争上将处于不利地位。

本报告总结了钢铁行业进一步节能减排的可选方案，并探讨了协助钢铁行业适应全球低碳经济所需要的技术和国际融资机制。

### *国内及国际减排政策*

中国政府已经在钢铁行业中采取了有利于碳减排的相关政策措施，包括淘汰小型低效高炉（BF）、合并小厂形成较大型的高效综合钢厂等。2009 年 7 月，为了抑制钢铁产能过剩（2008 年占总产能的 24%），中国政府出台了三年内延缓新建和扩建钢厂的政策。中国政府在十一五规划中设定了到 2010 年相比 2005 年单位 GDP 能耗降低 20% 的目标，自主对国内节能行动提供激励。2009 年 12 月，在准备参与哥本哈根缔约国大会（COP）之际，中国政府宣布了到 2020 年单位 GDP 二氧化碳强度相比 2005 年降低 40%~45% 的自主减排目标。尽管尚不清楚这一目标会对钢铁生产和温室气体排放带来何种影响，且目前还不太可能设定绝对排放量约束，这项强度目标政策仍将成为未来减排的主要驱动力。

哥本哈根协议承诺发展中国家在 2010 年提出气候变化减缓行动的建议（包括相关技术、资金和必要的能力建设支持）。国家适当减缓行动（NAMAs）将获得国内或国际资金资助，其中受国际资助的部分可能需要接受国际测量、报告和验证（MRV）。目前尚不清楚中国钢铁行业会如何确定国家适当减缓行动目标。

### *对中国钢铁行业减排的融资*

清洁发展机制（CDM）对推动中国钢铁企业的减排已经起到了积极的作用。中国钢铁行业的 21 个已注册 CDM 项目投资总额超过 130 亿（具有财务额外性），每年减排量达到 1.25 亿吨二氧化碳当量。典型的减排技术包括炉顶余压回收发电、干熄焦、大型废热废气回收等。从目前 CDM 的实施情况看，大部分大型减排项目已经得到开发，而小型减排项目的开发因注册时间和成本的原因受到限制。尽管如此，钢铁生产过程中仍存在大量直接节能减排的机会，特别是一些小型项目如过剩可燃气、可回收废热余压等都能带来可观的经济收益。对这类项目来说，虽然可以采取银行贷款、节能服务公司资助或设备出租等方式进行融资，但很多钢铁公司却不愿或没有渠道获得这些资金。这是因为，国内的银行一般缺乏评估这一类投资的能力，而钢铁行业的项目对节能服务公司模式来说又过于庞大复杂，且对融资租赁来说投资回收期 and 资金成本太高，可预见的风险也高。另外，有些钢铁减排技术过于昂贵，在中国也未经过测试。目前已有一些项目，如国际金融公司（IFC）的“中国节能减排融资项目（CHUEE）”，开始探索如何克服这些障碍。

### *推进进一步减排的新融资机制*

作为目前国际气候变化协商的一部分，行业机制被提出来作为 CDM 的拓展形式，其目标是协助发展中国家的政府和企业对减排项目进行融资，并探索未来接受约束性目标的可能途径。行业机制通过在行业层面设定基于政策、项目或技术的目标，来促进全行业对清洁技术的投资和使用。本报告讨论了基于绝对排放、排放强度或技术渗透目标等几种不同的排放授信和交易机制。其中，行业授信机制通过设定“无悔的”排放强度目标，可以对超额实现目标的企业产生额外的经济激励，使钢铁行业从中受益。本项目通过咨询研究发现，基于技术的行业机制由于比较直观而受到欢迎，但在这种机制下有可能丧失某些减排潜力。

虽然中国企业最终可以从参与行业机制中获益，但目前仍有很多问题不太清晰，如哪种机制最佳、如何实施这些机制、如何克服一些明显障碍（如排放核算方面的障碍）等。任何一种新的机制都需要确保能对行业内私有企业产生很强的激励，但这种激励并非一定要通过向发达国家销售“抵消”其减排量的碳信用额度来实现。对行业机制的设计要合理，以保证那些超过行业目标的减排量可以通过抵消的方式获得资助，而商业惯例情景和行业目标之间的减排量应当由企业或政府自身进行资助。这就要求在全行业设定基准线，其最可能的模式是基于排放强度标准的基准线，但这需要获得大量有关排放和生产的高质量数据，并对行业范围进行清晰的界定。对这种行业机制来说，在数据可获得性、对行业和产品的一致定义、计算产品碳强度的标准等方面仍存在障碍。

### 政策建议

本报告为政策决策者提出以下四方面的建议：

#### 机制与激励

- 吸收欧盟的国际经验，建立一种国内温室气体排放交易的示范机制。
- 尝试推行排放强度目标，并检验其对钢铁行业的激励。比如说，可以尝试在自愿原则下设定行业的无悔目标，达标企业可以通过国际行业抵消机制获得国外资助。
- 理顺 CDM 项目进程，促进减排投资。

#### 融资

- 加强相关政策的改进和完善，扩大钢铁公司和能源服务公司获得长期商业贷款的途径，如扩展类似 CHUEE 这样的项目。

#### 公众意识

- 鼓励钢铁协会和其他相关组织发挥积极作用，提高钢铁企业在碳减排目标、NAMAs 和 MRV 等方面的意识。
- 对某些在中国尚未商业化或广泛推行的先进减排技术进行示范。
- 鼓励钢铁企业积极参与减排活动，如自愿批露项目等。

#### 服务

- 针对节能服务公司模式制定相关法律法规，以减少其实施的风险和不确定性。

# 1 背景介绍

“全球气候变化深刻影响着人类生存和发展，是各国共同面临的重大挑战...我们将大力发展绿色经济，积极发展低碳经济和循环经济，研发和推广气候友好技术...从对本国人民和世界人民负责任的高度...中国已经采取措施并将继续不断为应对气候变化作出贡献。”中华人民共和国 国家主席胡锦涛

## 1.1 概述

中国在 2009 年 12 月准备参加联合国哥本哈根气候发展大会（COP15）之际宣布了国内二氧化碳强度减少 40%~45% 的目标。虽然大会未能就后京都时代（2012 年以后）达成约束性的发达国家减排目标，也未能获得发展中国家对减缓气候变化的明确的承诺，但是联合国记录了哥本哈根协议。所有签约国同意在 2010 年提交国家适当减缓行动（简称 NAMAs）<sup>1</sup> 清单，中国是签约国当中的重要一员。这次会议的结果可能会大大影响那些温室气体排放量高的国家和工业，尤其是中国和钢铁行业。

本报告介绍了在中国钢铁行业领域提高能效、减少温室气体排放的不同方式，从而减缓全球气候变化的影响。报告还介绍了已有技术和融资机制，以及行业领域方法的潜在利益。报告由以下四部分构成：

1. 中国钢铁行业—对全球气候变化和谈判的介绍；
2. 中国钢铁行业—产量、能耗、温室气体排放现状和过高排放原因等方面的总体概述；
3. 现有节能减排融资机制及其障碍与机会—总结针对节能技术的、包括清洁发展机制在内的现有融资机制及其障碍；
4. 激励温室气体减排的行业机制—对各种由发达国家提出的、CDM 以外的、基于行业的、激励在发展中国家投资和进一步减排的行业机制进行了总结。对这些行业机制在中国钢铁行业应用的减排潜力、成本、障碍等进行了评估；
5. 建议—对政策制定者、钢铁企业、金融机构进一步推进减排提出指南和建议；

词汇表—介绍了现有最佳温室气体减排技术（BAT）和中国钢铁企业应用这些技术开展减排活动可以获得的融资机制。

本报告旨在为参与 COP 15 后续谈判的谈判者、政策制定者和其他利益相关方提供信息。

## 1.2 全球气候变化行动与谈判

1992 年，联合国环境与发展大会通过《联合国气候变化框架公约》，奠定了今日全球应对气候变化行动的基础。为了确保实现一个强有力的国际承诺，促进 2012 年之后的碳减排行动，2007 年 12 月，联合国气候变化大会通过了“巴厘行动计划”。巴厘行动计划规定，在京都议定书中不承担强制减排义务的发展中国家需要采取行动，这些行动对 UNFCCC 来说应该是真实的，并且符合“共同但有区别的责任和能力”的原则。

发展中国家在减缓气候变化影响方面所扮演的角色是在公约下通过提供成本有效的减排措施来抵消发达国家排放量，从而协助他们达到减排目标，也正是基于这种方式的清洁发展机制形成了国际碳交易市场。

<sup>1</sup> NAMAs 见于巴厘行动计划，以应对越来越高的要求国际社会采取措施减缓气候变化影响的呼声。它考虑到：

- i) 所有的发达国家缔约方，可测量的、可报告的和可核证的国家适当减缓承诺或行动，包括量化排放限度和减排目标，并顾及各国的国情差异；
- ii) 所有的发展中国家缔约方，在技术、资金和能力建设方面得到支持的情况下，在可持续发展的背景下，采取可测量的、可报告的和可核证的国家适当减缓行动。

哥本哈根协议宣布非附件一国家需要在 2010 年 1 月 31 日之前（虽然这只是一个软性截止时间）确认国家适当减缓行动。寻求国际援助的国家适当减缓措施将与相关技术、资金和能力建设支持一起登记在案。



当前谈判中的一个重要挑战是需要建立一种机制，允许发展中国家从现有抵消排放的角色转变为通过国内减排为全球温室气体减排做出贡献，从而在富国减排目标基础上实现额外的减排，同时帮助发展中国家适应这一转变、加速这一进程。任何解决方案的提出都需要朝着比现有的国际框架更加明确的方向发展。

在行业层面上实现减排是减少温室气体排放的一种办法，这种方法还能对国际碳贸易市场产生即时推动效应，激励发达国家采取更严格的减排目标。此外，基于一个行业的排放能促进发展中国家产生自觉认识并采取国家适当减缓行动（NAMAs），其抵消量既可以进行国际交易，也可以作为东道国实施减排的努力成果。

已经有很多国际规范是针对行业的，比如汽车污染物排放限制、某些特定行业的安全标准等。欧洲气候变化政策已经部分地采用了行业方法，如欧盟排放贸易计划只针对一定的工业行业，对不同国家的这一特定行业分配排放限额。如果考虑欧洲以外的其他国家相关行业的排放，则可以将这一概念扩展到国际舞台。因此，在全球范围内探讨、确定如何开发和实施在哥本哈根缔约方第 15 次大会上所讨论的设想和框架，就变得十分有意义。

## 2 中国钢铁行业

- 中国拥有世界上规模最大的钢铁行业，2009年粗钢产量超过5.2亿，占世界同期总产量的一半。
- 如果维持目前产能过剩的水平，未来三年内，预期钢铁产量将平稳增长。随着预期国内生产总值的增长，钢铁产业国内需求将同期增长。
- 钢铁生产占终端能源消费的19%，工业领域大约四分之一的直接温室气体排放和全球将近3%的温室气体排放来自钢铁行业。
- 钢铁企业能耗同技术类型、企业规模、和原材料质量密切相关。中国钢铁行业相对其他国家，属能源密集型。
- 在清洁发展机制下，超过130亿人民币已经投入到21个已经注册的项目中，实现减排量大约在每年1250万吨二氧化碳当量，但仍存在很多提高能效、降低减排量的机会。

### 2.1 综述

2008年中国钢铁产量达到5.02亿吨，在2007年的基础上增长了2.6%，与2002年2.2亿吨的产量相比，5年内翻了一番（世界钢铁协会，2009）。2009年前9个月，中国钢铁产量已达4.2亿吨，占同期世界总产量的49%（世界钢铁协会，2009）。2008年钢铁产能的利用率是76%，预计2009年将降低到72%（欧盟在华商会，2009）<sup>2</sup>。为了抑制产能过剩，2009年中国政府颁布了《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设、引导产业健康发展的若干意见》，在未来三年之内，原则上不再批准扩大产能的项目。从长远看，中国仍处于工业化、城市化和结构升级的进程中。这种国内需求稳步增长的情况将保持不变。2009年中国钢铁表观消费量预计增长19%，达到5.26亿吨。到2009年底，中国钢铁表观消费量预计占世界总量的48%。除中国外，世界钢铁需求将下降近四分之一。

### 2.2 钢铁行业能耗和温室气体排放

钢铁行业占终端能耗的19%，工业领域直接温室气体排放的四分之一，全球温室气体（主要是二氧化碳）排放的3%（国际能源署，2007）。钢铁生产中对煤的严重依赖造成了目前这种高排放的情况。

在过去的25年，世界范围内钢铁行业的能效已经取得了极大的进展，单位产品能耗强度和碳排放强度都有显著降低。能源和原材料材料使用效率和循环率的提高，促成了这种改进。现阶段，钢铁一体化生产多使用电弧炉（EAF）或者氧气转炉（BOF），而低效的平炉（OHF）已经逐步被淘汰。

钢铁生产的能效在不同国家、甚至不同企业有很大不同。造成这种不同的原因很多，特别是技术、废能回收水平、企业大小/经济规模、铁矿石质量、操作水平和质量控制能力。由于生产工序迥异，在行业内进行单位粗钢能耗的比较可能会产生误导。尽管如此，下述几个指标对钢铁行业来说仍具有较大意义：

- 单位粗钢一次/终端能耗
- 单位成品钢一次/终端能耗
- 单位粗钢二氧化碳排放量

### 2.3 中国钢铁行业能效提高和温室气体减排既有政策

中国政府已经实施了一系列包括法律法规、融资和市场机制在内的渐进的政策，旨在提高能效、降低碳排放强度。中国国民经济和社会发展第十一个五年计划提出，在“十一五”期末单位国内生产总值能源消耗要比“十五”期末降低20%左右。为确保实现这一目标，中国政府开展了千家企业节能行动。中国政府宣布，到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%。尽管这一减排目标对钢铁行业

<sup>2</sup> 基于2008年产能6.6亿吨和产量5亿吨

的排放限制尚未明朗，但是这极可能成为数据监测和汇报以及减缓行动的一个主要驱动因素。不管这些政策的作用如何，经济危机已经影响了钢铁需求量和许多企业的收益，很多既定项目因此而取消或被延迟。尽管如此，中国仍是世界上唯一一个建设了许多全新的拥有先进技术水平的钢铁一体化工厂的国家，这些工厂整合了最新的设计和技术（例如连铸坯热送、燃烧控制和高效蓄热式燃烧技术），并且拥有大型转炉/氧化炉。

在中国，这种从上到下的政策包括强制性关闭小型低效的工厂、强制升级新高炉技术和严控产能过剩。中国是全球清洁发展机制市场的领军者，而这一机制的参与已经在经济上帮助了包括钢铁行业在内的多个工业行业温室气体减排项目（以及排放监测和核证实践改进）的实施。然而，大多数行业在应用最佳技术优化能源系统、最小化温室气体排放、安装涵盖所有输入和排放源的整体监测系统等方面，仍有很长的一段路要走。

## 2.4 中国钢铁行业高排放强度的原因

由于目前缺少必要的、非整合的、能够用以准确计算能源强度指标的、钢铁行业代表性能源数据，很难确定中国单位钢产品的能源强度或碳排放强度，更不要说同世界上其他国家或地区进行比较。然而，中国钢铁行业能效被普遍认为低于国际最佳水平。例如，表 1 简单分析了 2007 年中国粗钢产量和能耗，从而得到相应的能源强度，同国际最佳水平进行比较。低能效可以直接解释为高排放。

表 1 2007 年中国单位粗钢产量能源强度<sup>3</sup>

2007 年产量	产量（吨钢）	能耗（GJ）	能源强度（GJ/吨钢）	国际能源强度（GJ/t）
粗钢	4.89 亿	124 亿	25.3	20.6 <sup>4</sup>

可以获得的数据表明中国钢铁行业相较世界上其他地区，如日本、南韩、欧洲和北美，能效仍然是较低的，原因是多方面的，包括：

- 小型高炉所占比例大；
- 转炉所占比例高；
- 废气、余热余压利用率低或利用效率低；以及
- 产能过剩。

目前，在中国出现一种区域发展不平衡态势，一些先进技术在东部沿海较发达地区已经广为普及，而在西部欠发达地区仍需要额外的资助才能引进。

### 2.4.1 小型高炉所占的比例大

中国 80%以上的高炉容积小于 1000 立方米。高炉规模越大能效越高，所以小高炉的支配地位最终导致了整个行业排放强度表现不佳。图 1 描述了不同规模的高炉的总装机容量及其对整个行业排放强度的影响。

<sup>3</sup>能源强度的计算：2007 年有色金属冶炼压延加工能耗除以 2007 年粗钢产量 (NBS, 2009)。

<sup>4</sup>这一对比仅供参考，因为国际能源密度的数据来源 (IEA, 2008) 不同，且采用的方法学未知

图 1 不同规模的高炉的总装机（中国钢铁工业协会、国际能源署、经合组织，2007）

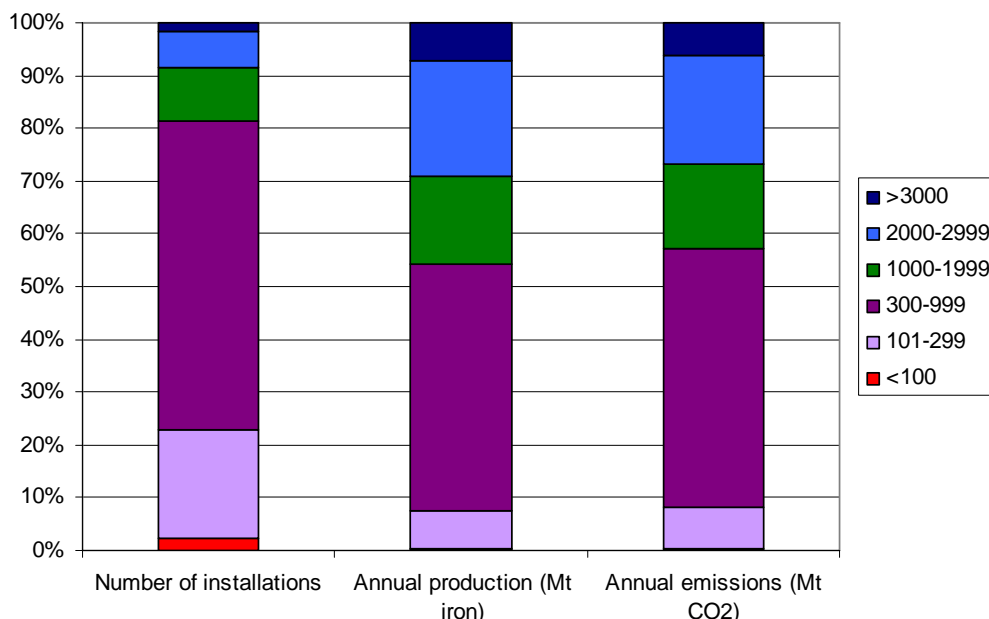


表 2 2007 中国不同规模的高炉生产和排放数据（中国钢铁工业协会、国金能源署、经合组织，2007）

高炉容积 (m³)	总装机	%	年产量 (百万吨铁)	%	年排放量 (百万吨 CO <sub>2</sub> )	%	排放强度 (t 二氧化碳当量/t 铁)
<100	9	2.3%	0.95	0.4%	1.3	0.4%	1.37
101-299	82	20.8%	18	7.2%	23.9	7.6%	1.33
300-999	231	58.5%	117.6	46.7%	154.1	49.0%	1.31
1000-1999	39	9.9%	41.8	16.6%	50.6	16.1%	1.21
2000-2999	28	7.1%	55.5	22.1%	65	20.7%	1.17
>3000	6	1.5%	17.8	7.1%	19.4	6.2%	1.09
总计	395		251.65		314.3		1.25

不同容积的锅炉的排放强度如表 2 所示。从这些数据看，容积在 1000 立方米以上的高炉大概占 18.5%，其排放占到了总排放量的 43%。在 395 个被调查的装机中，82%的高炉容积在 1000 立方米以下，其排放占总排放的 57%。这些小高炉能效低下，碳排放强度高。中国政府已出台相关政策，要求在 2010 年前淘汰容积 300 立方米及以下的落后产能，在 2011 年底前再淘汰 400 立方米以下的高炉（钢铁产业振兴规划，2008）。这将在一定程度上促进整个行业的能效提高、使得排放强度有所改善。在中国，许多年久的钢铁企业正面临解体，或者被更新的拥有大型高炉和转炉的钢铁一体化企业所替代。地方政府加大力度整合中小型企业合，强制更新落后设备，关闭人口密集区现有高能耗高污染企业，迁移到新的工业集中区。例如，重庆钢铁股份有限公司即将在位于长江沿岸的长寿新区建设规模在 1000 万吨（一期）的新厂。在新达成的哥本哈根协议中，这类国内政策可以作为 NAMAs 的一部分。

## 2.4.2 转炉比例高

转炉炼钢法与电弧炉相比，效率较低。2008年，全球钢铁厂31%采用电弧炉技术，67%使用转炉，仍有部分工厂使用效率极低的平炉技术。在中国，只有9%的工厂利用电弧炉，其余91%都采用转炉。平炉技术在中国已经被逐步淘汰。表3对比了全球领先的钢铁生产国家采用不同生产工艺的情况。

表3 2008全球各工序粗钢产量（世界钢铁协会，2009全球钢铁数据）

	产量（百万吨）	转炉 %	电弧炉 %	平炉 %	其他 %
中国	500.5	90.9	9.1	—	—
日本	118.7	75.2	24.8	—	—
美国	91.4	41.9	58.1	—	—
俄国	68.5	55.2	28.4	—	—
印度	55.2	40.0	58.2	1.8	—
南韩	53.6	56.4	43.6	—	—
德国	45.8	68.1	31.9	—	—
乌克兰	37.1	54.5	4.2	41.3	—
巴西	33.7	74.8	23.5	—	1.6
全球	1322.7	67.2	30.6	2.2	—

虽然中国最先进的钢铁厂比世界平均水平要好，但是在转炉占绝对优势的情况下，中国钢铁行业的平均能效和排放强度都要低于世界平均水平。

## 2.4.3 废气、余热余压利用率低或利用效率低

钢铁一体化企业在很多生产工序都会产生多余的可燃气体、热量和压力。废弃产生于高炉、焦炉和炼钢转炉。余热产生在烧结、熄焦和许多其他工序。余压多产生在高炉顶部。所有这些能源都可以被收集并用于产生蒸汽、发电和驱动机械设备。

到目前，在中国企业的常规做法中，除了一些高炉煤气被循环利用外，很少有此类能源被回收利用。在过去五年内，清洁发展机制为这类项目提供了资金，然而在这类能源的回收利用发面，还有很多潜在的机会等待开发。

## 2.4.4 产能过剩

中国的钢产生产已经超过了需求，例如，2008年总产能达到6.6亿吨，然而生产出的5亿吨钢铁的利用率只有76%。为了解决这一问题，中国政府宣布原则上不再批准扩大产能项目，关闭小的、低效的高炉，整合中小型企业。

## 2.5 钢铁行业节能和温室气体减排技术

### 2.5.1 可以获得技术

中国部分钢铁企业已经使用了一些最佳可得技术来实现节能减排，其中许多项目是通过清洁发展机制资助的<sup>5</sup>。如图2所示，钢产生产不同工序可以应用不同的技术。大中型企业普遍应用的技术包括高炉炉顶余热余压发电技术（TRT）、干熄焦（CDQ）以及整个生产过程中的余热回收和余压发电。在焦化、烧结、炼

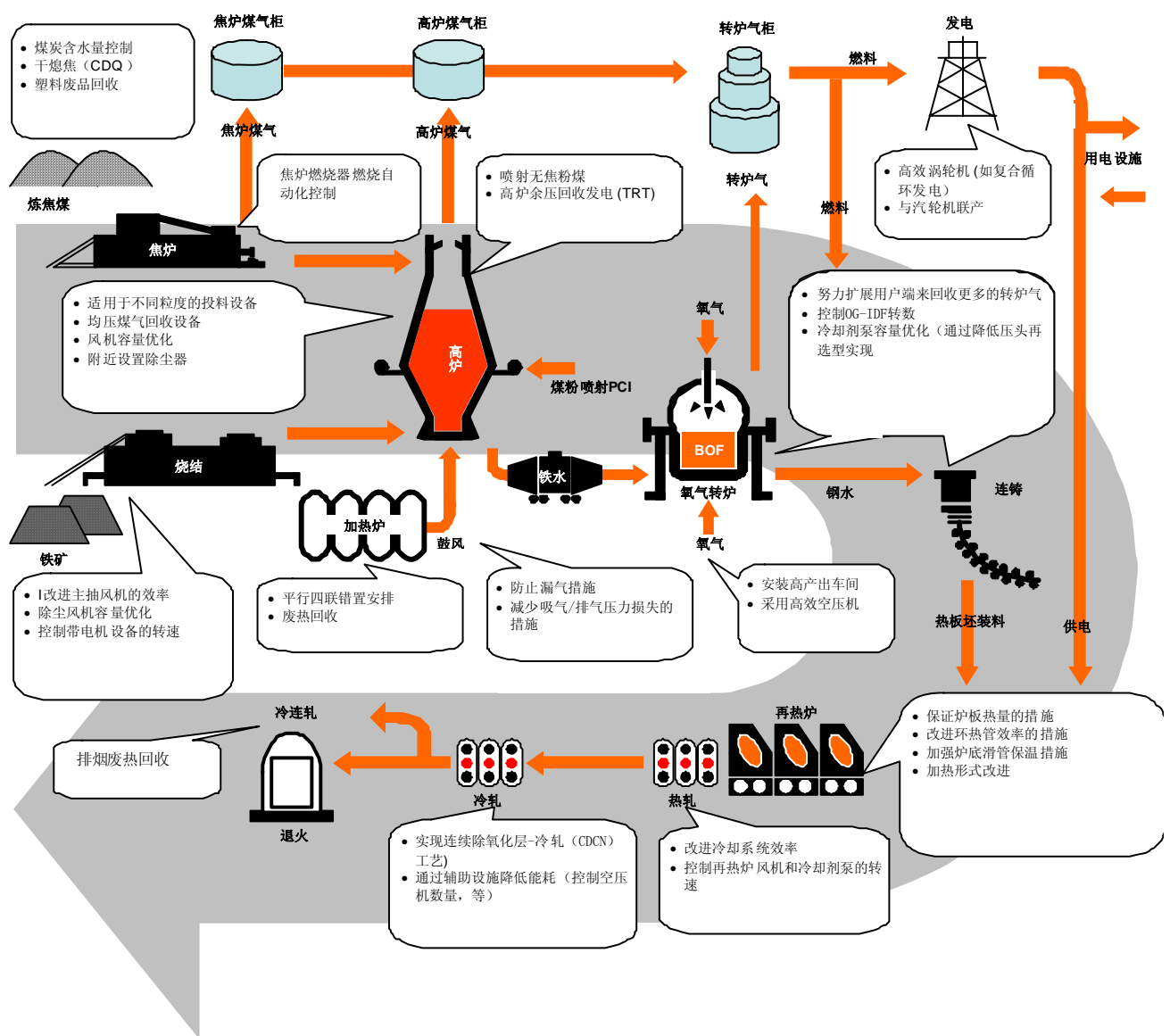
<sup>5</sup> 欧盟《综合污染预防与控制》钢铁行业最佳可得技术参考文件（欧盟，2001）对这类技术进行了综合论述。中国政府已经在2008年5月发改委公布的《国家重点节能技术推广目录（第一批）》中确定了钢铁行业重点节能技术（SPDC,2008）。

铁/钢工序中产生的废气，可以用于联合循环汽轮机发电（CCGT）<sup>6</sup>。使用逆变器或者变频器（VSDs）降低发动机转数也很常见。蓄热式高温燃烧技术（HTAC）和高炉喷吹煤粉技术（PCI）被用于改善高炉的燃烧效率。自动燃烧控制技术也被用于改善焦炉效率。

应用这些技术，涉及现有设备的改造或者更新，或者下级工厂或者一个全新的一体化工厂的新建。由于改造成本的增加（和停产的损失），新的清洁生产技术的应用可能会较为有限。高成本和预期运营风险（应用这些最新的且参考有限和无成功案例）都限制了这些技术的应用。中国列前几位的钢铁企业（包括世界前十位钢铁企业中的三个）已经在其现有工厂中应用了最佳实践技术，包括干熄焦、余压/余热/废弃的各种应用、高炉煤气蒸汽联合循环发电、电机系统变频调速技术和高炉喷吹煤粉技术，而这些技术的应用通常是在 CDM 的资助下。

这些技术的温室气体减排潜力、项目投资和运营成本、以及投资回收期都有所不同。一些重点技术的描述详见图 2。

图 2 钢铁行业节能减排技术最佳实践<sup>7</sup>



<sup>6</sup>CCGT 在中国指的是煤气燃气蒸汽联合循环发电（CCPP）

<sup>7</sup> 本图依据《新日本制铁可持续性报告 2009》（新日本制铁株式会社，2009）中制铁工艺的节能范例，额外推荐的措施来自 Camco。

## 2.5.2 技术绩效

表 4<sup>8</sup>从减排潜力、成本和投资回报等方面评价这些重点技术的绩效。高炉炉顶余热余压发电技术是最为广泛应用的技术，使用高炉顶部余压回收实现节能减排。设备投入在 2000 万人民币以上，节能潜力大约每年 10 万吨二氧化碳当量，可在两年内收回投资。相比之下，煤气燃气蒸汽联合循环发电，对钢铁企业来说，是最为昂贵的一种选择，投资在 1 亿和 10 亿之间。这类项目在中国的节能潜力在每年 15 万到 250 万吨二氧化碳当量，典型的内部收益率大约 9%。在焦化工序中应用的干熄焦技术投入也很大，但是回报率较低。余热回收和利用每年可以节能 10 万到 20 万吨二氧化碳当量，但是回报率较差，只有 7%左右。监测系统的改造相对较容易，投资较少，投资回收期更短（例如逆变器和变速器的成本只在人民币 50 万，可以在 1 到 2 年内收回）。碳捕获和储存技术未来有望在显著降低碳排放方面发挥重要作用。

表 4 中国钢铁行业主要节能减排技术

主要技术	节能减排潜力	典型投资（人民币）	平均内部收益率或投资回收期
转炉废气回收	单位节能量可达 9.1kWh/吨钢	大约 1 亿人民币	3 年
干熄焦	每年 10 万吨到 20 万吨二氧化碳当量	大约 4 亿人民币	2-3 年
蓄热式高温燃烧技术	节省高炉 30%的能耗	大约 4000 万人民币	1.5 年
电机系统变频调速技术	节能电机系统 10%-30%的能耗	一台用于给水泵的中压变频调速装置价格约为 60 万人民币。	1.5 年
高炉煤气发电	每年 30 万到 100 万吨二氧化碳当量（取决于钢铁厂的规模）	1000 万人民币	0.8 年
钢铁行业烧结余热发电技术	节能量可达 12kWh/吨烧结	1.7 亿人民币	2.5 年
高炉炉顶余热余压发电技术	每年 10 万吨二氧化碳当量	2000 万到 1.5 亿人民币	2 年
煤气燃气蒸汽联合循环发电	每年 10 万吨到 250 万吨二氧化碳当量（取决于钢铁厂的规模）	1 亿到 10 亿人民币	2.5 年

<sup>8</sup> 对 CDM 机制下已经注册项目的简单分析可以显示钢铁行业的平均绩效。各种技术的典型的年减排量、投资成本和预期的内部收益率是基于对中国钢铁行业已经注册 21 个项目的分析

### 3 现有节能减排融资机制及其障碍与机会

- 中国钢铁行业大部分既有减排项目是在 CDM 机制的资助下，通过自有资金和商业银行贷款混合的方式融资的。
- CDM 碳市场机制对钢铁行业的影响巨大，没有它很多项目就可能无法实施。
- 获得融资的节能项目中常用的技术包括高炉炉顶余热余压发电技术、干熄焦、废热和废气回收利用和发电、煤气燃气蒸汽联合循环发电技术。
- 银行内部一般不具备足够的技术能力，对钢铁行业节能技术及相应的减排潜力不了解，银行缺乏信心，也缺乏对这类投资的评估管理办法。
- 合同能源管理（EPC）和节能服务公司（ESCO）模式未产生显著成效，主要原因在于钢铁企业对这类服务模式缺乏了解，节能服务公司在实施钢铁行业能效项目方面技术力量不足。实际操作中钢铁项目相对于这样的合同机制而言规模过大而且复杂。
- 节能服务公司仍然在努力寻求获得足够的资金实施钢铁能效项目的办法。相对项目较长的投资回收期，节能服务公司可以获得的商业贷款的期限太短。
- 由于钢铁企业对融资租赁模式的认识有限，这一模式仍未产生显著作用。

#### 3.1 综述

目前，在中国，有多种融资渠道可以为节能改造项目，如设备改造、升级和更新以及新厂建设，提供资金支持。

主要的融资机制详见词汇表。钢铁企业可以从多个渠道获得资金，包括负债（如商业银行贷款）、自有资金、或银行保理。钢铁行业大约一半的能效项目都是使用自有资金，最有效的可替代机制是商业银行贷款，通常通过清洁发展机制作为后备支持。大部分节能技术的平均投资回收期在 3 年左右。

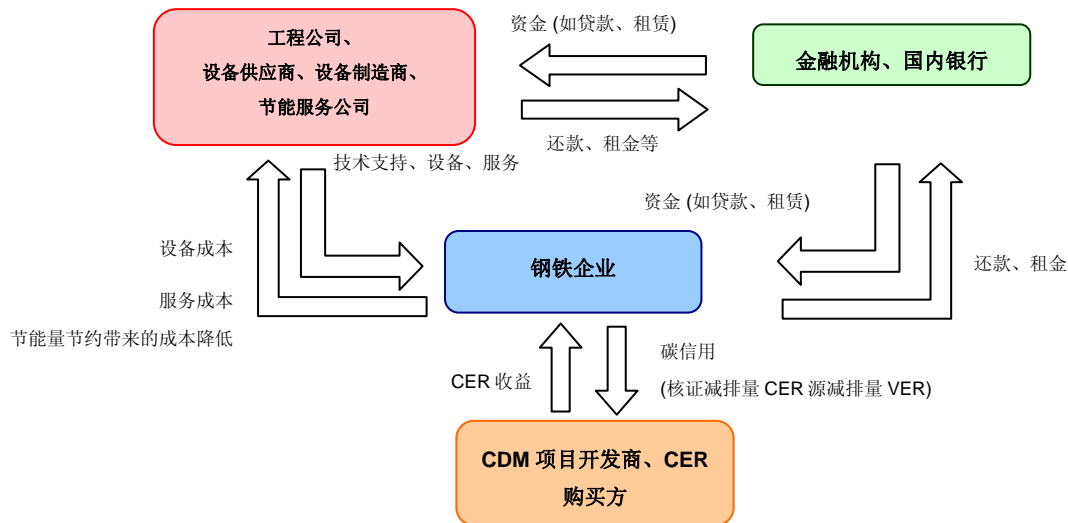
总的来说，如果企业信用较好，就可以直接从设备供应商或者租赁公司租借设备。或者，企业可以同第三方签订服务合同委托其进行节能项目的融资和实施，或者使用采用合同能源管理或者 BOT 的模式委托节能服务公司实施节能项目。在清洁发展机制或者自愿机制下，一些项目能够获得碳信用，因此，一旦项目建成投入运营且减排量已经被核证，那么项目业务可以获得相应信用额度并在适当的市场上出售，从而获得额外的资金来源，这一点有助于说服银行提供商业贷款。企业甚至可以在项目完成和信用签发之前出售这些信用（通常在现货市场价格的基础上有一个折扣），从而为项目实施提供资金。此外，对于特定节能技术，还可以获得税收优惠和减免<sup>9</sup>。

图 3 说明参与其中的实体及他们之间的关系。

<sup>9</sup> 中华人民共和国节约能源法（全国人民代表大会，2007，2008 年 4 月 1 日实施），表示“国家对生产、使用列入本法第五十八条规定的推广目录的需要支持的节能技术、节能产品，实行税收优惠等扶持政策”。国家发改委在 2008 年 5 月颁布的《国家重点节能技术推广目录（第一批）》中列举了适用于钢铁行业的 7 种技术，包括高炉炉顶余热余压发电（TRT）、干熄焦技术（CDQ）、钢铁行业烧结余热发电技术、转炉煤气高效回收利用技术、蓄热式燃烧技术、低热值高炉煤气燃气-蒸汽联合发电技术、能源管理中心技术



图 3 节能减排项目涉及的实体



各种机制的现状、限制因素和发展机会详述如下<sup>10</sup>：

### 3.2 商业银行贷款

由于在中国现阶段仍有许多障碍限制能效项目融资，一些商业银行尚未涉足钢铁行业能效项目投资：

#### 主要障碍

- 银行内部做节能项目的人员不具备相关专业知识，不了解工业体系（尤其是钢铁行业复杂的生产工序）、节能设备和绩效监测程序，分析项目相关风险的能力有限，因而主观认为这类投资的风险是相当高的。
- 大型钢铁项目典型的投资回收期在 3 到 5 年，甚至更长。而商业银行不倾向于提供中长期贷款。
- 由于投资的类型使融资途径更加困难。钢铁行业的节能减排项目需要专业设备和工程师，由于项目结果经常与预期有偏差，这类项目常常被认为风险很大。另外由于预期的钢铁需求量会下降，从而造成钢铁产量下降，节能量/减排量也因此下降，钢铁行业的节能减排项目会进一步受到影响。
- 大多数银行尚未建立节能投资专项体系或者针对这类投资必要的申请、评估和审批程序。
- 大型国有企业，包括行业龙头企业，相比一些小型企业，或者有充足的自由资金，或者有更多的渠道获得贷款。
- 做节能减排项目的企业大多为中小企业，由于历史信用不足或缺乏抵押，商业银行对他们没有足够的信心。

<sup>10</sup> 下述有关融资机制现状和影响的描述是基于 Camco 和 EMCA 在 2009 年 8 月对 8 家中国金融机构、3 家国际金融机构、3 家钢铁企业和 19 家节能服务开展的调查

## 专栏 1 案例分析: 中国节能减排融资项目

目前有不少的活动正在开展, 帮助克服这些障碍、进行能力建设, 鼓励中国银行为能效、可再生能源和减排项目提供融资服务。国际金融公司中国节能减排融资项目 (CHUEE) 已经为中国许多项目提供了贷款。例如, 自 2009 年 3 月 31 日, 已经有 99 个贷款项目获得了批准, 金额共计 4.71 亿美元, 预计共可实现 1200 万二氧化碳当量的减排量。这其中也包括钢铁类融资项目 (如, CHUEE 曾为四川省一个 TRT 项目提供金额达 1300 万人民的贷款, 期限超过三年)。

中国节能减排融资项目的市场合作方 (如公共事业公司、能源服务公司、能效供应商和协会/政府机构) 为客户提供专业的设备和工程服务, 其金融机构合作方 (包括北京银行、上海浦东发展银行和兴业银行) 为客户提供贷款。国际金融公司为其所有合作方和客户进行能力建设, 并通过损失分担协议为其合作金融机构提供便利。

CHUEE 机制帮助国内银行提高其处理该类项目和技术的能力和意识。这一机制通过增加贷款的可获得性、降低抵押要求, 帮助开发能效市场。CHUEE 也为那些很难获得资金的中小私人企业提供帮助 (如, 上文所讲 67% 的借款方都是中小型企业)。

### 克服障碍的措施

- 持续的加强员工教育, 普及有关节能技术、节能项目、潜在风险、风险规避和经济回报的相关知识。
- 加强自身能力建设, 尽快制定节能减排项目的申请、评估、风险管理和运行程序
- 增强能源设备和服务公司的融资能力, 改善合同和项目的融资绩效
- 引入了解节能减排项目的专业化第三方 (如独立的技术专家或节能服务公司), 帮助银行开展节能减排业务
- 建立适合于大型节能项目的长期投资产品
- 银行应当建立专门的受理节能减排项目融资的单独部门, 并按工业领域进行细分。

## 3.3 节能服务公司和合同能源管理

中国节能协会节能服务产业委员会 (EMCA) 拥有超过 220 个会员。目前在中国有超过 300 个节能服务公司。根据对其会员单位的调查, 2008 年大约有 505 个合同能源管理类型的项目, 总投资人民币 85.9 亿人民币, 年节能达到 584 万吨标准煤 (EMCA, 2009)。合同能源管理和节能服务公司类型项目有多种融资渠道。一些项目的资金是由客户提供的。许多节能服务公司使用自有资金或者向商业银行申请贷款。贷款期限多为 1 到 2 年, 平均贷款金额在 4000 万到 5000 万人民币。许多中小型节能服务公司很难完全通过自有资金来实施能效项目, 特别是钢铁能效项目, 希望能够同商业银行密切合作, 联合开展节能项目。

### 障碍

- 中国的节能服务公司大部分是中小型企业, 注册资金少、银行信用记录不足, 因而很难申请到能够贷款, 尤其是大型能效项目的贷款 (如钢铁行业能效项目)。节能服务公司很难筹集到足够的资金开展能效项目。
- 同商业负债一样, 可以获得的贷款期限对于钢铁项目的投资回收期 (3-5 年) 太短。商业银行不愿为能效项目提供中长期贷款。现阶段, 国内的商业银行能效项目贷款所要求的投资回收期大都为 1 年左右。
- 合同能源管理这种模式在中国还属于新生事物, 大部分商业银行还不了解这种机制的运行原则也不了解其财务收益。
- 尽管目前已经有一些节能服务公司成功的实施了钢铁行业的能效项目, 许多节能服务公司认为中国的钢铁企业对其可以获得的能源服务不是十分的清楚, 对节能服务公司缺乏信心, 他们不愿意将项目委托给节能服务公司来实施。

- 节能服务公司一致认为现有的法律法规体系太过薄弱，在合同执行过程中引起很多问题。节能量的确认和核证也是一个很有争议的问题。
- 大多数节能服务公司认为贷款时银行要求的资产抵押太过严格，中小型节能服务公司很难获得担保。
- 也有一些节能服务公司认为技术问题是一个障碍，这表明节能服务公司对钢铁行业还不是很了解，不清楚最佳可得技术、缺乏必要的技能。

#### *克服障碍的措施*

- 加强对商业银行有关节能项目/合同能源管理机制的宣传和推广，使其进一步了解节能服务公司或合同能源管理的模式及其相关的风险和应对措施
- 建立相关的法律法规体系，加强监测和核证程序，确保节能服务公司项目能够顺利实施
- 商业银行应当建立针对节能服务公司的机制和系统，同节能服务公司紧密结合，形成合作伙伴，联合开展节能项目
- 节能服务公司建议，政府应带头采用合同能源管理模式去实施能效项目，通过示范效应，引导市场成长。政府还应该提供损失分担工具，按比例项目风险提供保险。

### **3.4 融资租赁**

目前，钢铁企业可以通过两种途径租赁节能设备：直接租赁或售后回租。直接租赁特别适合于那些按项目寿命周期内实现的节能量收取服务费的节能服务公司。租金的支付可以结合节能服务合同同期安排。售后回租对设备供应商特别有利，因为其可以提前回笼资金。租赁方式对钢铁行业的影响并不大，目前很少有节能项目使用租赁的设备。

#### *障碍*

- 目前，钢铁项目的投资回收期较长，而可以获得的租赁期限较短
- 设备（如干熄焦和煤气蒸汽燃气联合循环发电）过高
- 预期项目绩效没有保障，回报过低，即可预见风险高

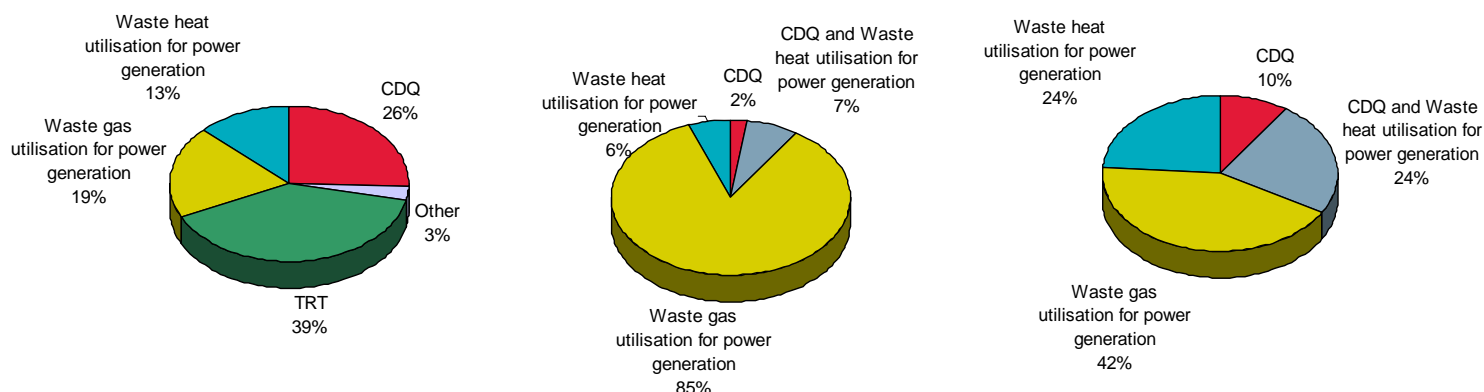
#### *克服障碍的措施*

- 增强企业关于设备租赁的知识，如投资回报和涉及的风险
- 加强网络建设，改善钢铁企业、节能服务公司和租赁公司间的沟通
- 设备成本和投资回报期高。节能服务公司可以采取租赁的形式执行合同能源管理，克服项目在实施时所涉及的高成本和节能回报风险。

### **3.5 CDM 清洁发展机制**

清洁发展机制对中国钢铁行业有着重要的影响。这一机制可以激励中国的减排项目，如果没有这一机制，一些项目可能就不会实施。截至 2009 年 11 月 13 日，国家发展和改革委员会已经批准了 79 个钢铁行业的 CDM 项目，其中 39% 采用 TRT 技术，26% 采用干熄焦技术，19% 使用废气发电（如联合循环发电），13% 利用可回收余压发电，如图 4 所示。在已经审批的 79 个项目中，目前只有 21 个项目在联合国执行理事会（EB）成功注册，项目总投资达 130 亿人民币，预计年减排量达 1250 万二氧化碳当量。

图 4 钢铁行业 CDM 项目按技术类型细分：i) 国家发改委已经批准的 79 个项目；2) 已经在联合国成功注册的 21 个项目；iii) 已经成功注册项目的预计年减排量



煤气蒸汽燃气联合循环发电项目的收益率低于 TRT 项目，应用这种技术的 CDM 项目已经在联合国成功注册。在已经注册的 21 个项目中，9 个项目采用了这种技术，实现减排量占钢铁行业 CDM 项目总减排量的 85%。并不是所有应用干熄焦发电的项目都可以申请 CDM 资助，因为有些项目的经济收益有可能高于所要求的基准线。

#### 障碍

- 额外性 – 如 TRT 技术，有些技术由于不具备符合现有 CDM 原则的排放额外性而不能获得 CDM 资金。
- 方法学瓶颈 – 新的方法学的开发需要历时两年左右的时间。而且 EB 并不鼓励开发新的方法学，开发者并不能因其是“第一推动者”而从中获益，因为其他的开发者可以自由的使用该方法学。结果就是新的项目技术以并非最优的方式被现有的方法学所覆盖。
- 后京都时期的不确定性 – 对于 CDM 机制在后京都时代将如何发展是不确定的，这已经影响了过去两年的项目开发，因为 2012 年以后的 CER 的市场是不明朗的，CER 的需求和价格都被降低了。不过，近期市场交易表明购买方已经开始购买 2012 年后的信用额度。
- 增长的项目开发和核证成本 – 这正在降低项目收益，使得一些减排量小的项目不具有吸引力
- 项目注册耗时耗力增加 – 由于项目开发数量增加，而联合国指定第三方机构有限，核证的期限正在增加，延缓了减排量提交的整体时间
- 受减排量小、方法学的限制 – CDM 机制的建立有效地为发展中国家化石能源密集型工业和发电领域大型减排项目（如年减排量在 100,000 吨二氧化碳当量或更多）提供了机会。然而，大多数这些具有最大减排机会的项目已经被开发了，剩余的是一些小型的、经济开发潜力不佳的能效项目。这些项目的开发需要同大型项目有很大不同，并且也需要大量资金，是现行的 CDM 方法学所不支持的（如，用电炉更换现有的转炉，以及碳捕获和储存技术）

#### 克服障碍的措施

- 经过修订更新或经过补充的机制可以克服这些障碍，并进一步利用可以额外提供减排信用交易或抵消的市场机制来促进温室气体减排。
- 为了解决这些障碍，部分行业减排机制（如本报告第四节所探讨的）已经在讨论之中。基于项目的清洁发展机制可以作为开发新机制的起点，新机制可能具有不同方法和计算基准线及额外性。
- 另外，规划 CDM 机制能够提供为一些涉及全行业的小型能效项目获得碳信用提供一种解决方案。

### 3.6 银行保理

这一机制在中国尚待发展，仅仅有小部分项目在尝试采用这一机制。例如，只有中国招商银行（CMBC）推行保理业务，支持钢铁行业能效项目。相比贷款业务，这一业务的程序更加复杂，并且有关节能量的监测和核证的争议很大。

## 4 激励温室气体减排的行业机制

- 清洁发展机制按现有形式很难在促进中国钢铁行业的进一步减排上发挥更大作用。
- 行业机制可分为授信和交易机制，并采取基于绝对排放量、排放强度和技术目标等不同的方式。行业机制不仅能帮助企业提高效率和增加效益，还能促进钢铁行业的进一步减排。
- 对中国钢铁行业来说，在未获得成功的示范性机制以前，现阶段实施基于排放限额的国内排放交易机制还不现实。
- 行业授信机制通过设定“无悔的”排放强度目标，可以对超额实现目标的企业产生额外的经济激励，使钢铁行业从中受益。对于国家层面的授信机制，只有在国内对信用进行合理分配时才能激励企业进行减排。
- 基于行业“无悔”排放目标的 CDM 式项目级授信机制无法保证国家层面行业减排目标的实现，因此可能会增加政府的负担。
- 基于技术目标的行业机制可以促进最佳实践技术的普及。设定鼓励性技术清单能减少经济额外性问题。然而，这一机制不能确保相应的实际减排量的实现。
- 所有的机制都需要对行业边界进行明确定义。对强度目标机制来说，还需要对标准化的产品类别进行定义。

### 4.1 什么是行业机制？

清洁发展机制有两方面的局限。首先，这一机制是一种抵消机制，它不能为东道国实现其国内减排目标（如，中国提出到 2020 年实现单位 GDP 碳减排降低 40%-45% 的目标）提供激励。其次，这一机制的实施是基于单个项目，这意味着，减排的规模无论如何都会受限于项目的数量和政府的要求。

行业机制是以行业为基础的市场机制或手段，旨在为整个行业而非单个企业或项目提供有助于温室气体减排的经济激励。提出这一机制的目的，不仅是为了扩大全球温室气体减排的范围，将发展中国家的减排努力计入国际减排核算当中，还为了鼓励在一个国家行业范围内进行更广泛的减排。引进一种新的、以行业为基础的市场机制，作为支持发展中国家减排行动的一种可能模式，仅仅是《联合国气候变化框架公约》缔约方在后京都国际气候变化政策框架下讨论的提议之一。一些现有的和新的非市场化减排政策，如关闭小高炉的强制政策，也能够纳入这一机制当中。发展中国家承诺参与这一机制，可以作为其展示国内适当减缓行动成果、证明其对温室气体减缓贡献的一种方式。然而，如何界定可归于东道国的减排和可出售给发达国家作为抵消的减排，是非常困难的。

### 4.2 行业机制的类型

目前讨论的温室气体减排行业机制主要分为两大类 – 1) 授信，涉及实际减排量信用额度的授予，和 2) 交易，涉及允许排放量（如，排放限额）的分配。行业机制可以被进一步划分成基于排放强度（单位产出的排放）的减排机制、基于绝对排放量的减排机制和基于特定技术普及率的减排机制。表 5 归纳了主要的潜在分类。

实施这些机制面临着一系列挑战，尤其是有关行业定义以及获得足够的、可靠的数据。某些机制已经被排除在国际讨论之外，比如那些要求建立国际性的排放绩效标准并在国家之间进行比较的机制。

表 5 授信方式与减排量核算方法的不同组合

		排放强度	绝对排放量	技术目标
授信（信用额的授予）	国家层面授信	行业授信	无悔的、固定的国家基准线	技术授信
	项目层面授信	设定行业基准线的 CDM	不适用（除非与 NAMA 联系起来）	基于指定特定技术的 CDM（“准许技术列表”）
交易（排放限额的分配）	国家层面分配	可能但是过于复杂	排放许可交易机制	不适用

#### 4.2.1 基于绝对排放量目标的行业交易和授信机制

如果能够建立一个固定的绝对排放量上限，并且有足够的信心符合这一限额要求，那么这样一个交易机制将是适合的。这一机制被广泛认为是最为先进的行业机制，即在整个行业设定一个约束性的和强制性的排放上限，然后在企业之间进行排放许可的分配。许多发达国家已经实施或正在规划这项机制。欧洲排放交易体系（EU-ETS）实质上是一种涵盖了多个行业的类似机制。因此，这一机制通常被作为促进发展中国家减排的行业机制的理想终极目标。但一个普遍性的认识是，大部分发展中国家不愿意接受有法律约束力的排放上限，这一机制对他们而言过于激进。国内排放交易（总量控制和交易机制）目前对于中国钢铁行业而言是不实际的，因为这一体系的建立需要相当长的前置期，以提供足够的示范和自愿参与，开发基准线、设定限额等（例如，欧洲排放交易体系和排放限额大范围实施之前，英国实施英国排放交易体系长达八年之久）。

即便具有法律约束力的上限是不被接受的，一个基于绝对排放量的行业授信机制在理论上也是可行的。在该机制下，排放目标的设定将针对整个行业，并且考虑行业的增长。由于行业增长趋势及其对排放水平影响的不确定性，排放目标的设定将是十分困难的。该目标一方面要非常严格，以避免在没有该机制的情况下授信行为已经发生，但另一方面又不能过于严格，以至于妨碍企业竞争和行业增长，这对于中国钢铁行业来说是不能接受的。如果整个行业作为一个整体总排放量低于限额要求，那么政府可以获得授信。除了目标设定的困难，企业的增长千差万别，其对行业绩效的贡献也因此会很不相同，因此，很难以一种公平的方式将政府获得信用额度合理分配给企业。鉴于这些原因，这种行业授信也是不可行的。

#### 4.2.2 基于排放强度“无悔”目标的授信机制

对于中国钢铁行业来讲，更有可能被接受的是基于排放强度的行业机制。该机制下需要衡量基于排放强度的减排量，因此需要计算单位产出的排放量，这反过来需要对行业产出进行非常精确的定义，而这对于像钢铁行业这样一个综合性行业来说是非常复杂的。一旦这一机制得以建立，就能够在国家或者企业层面上进行授信。

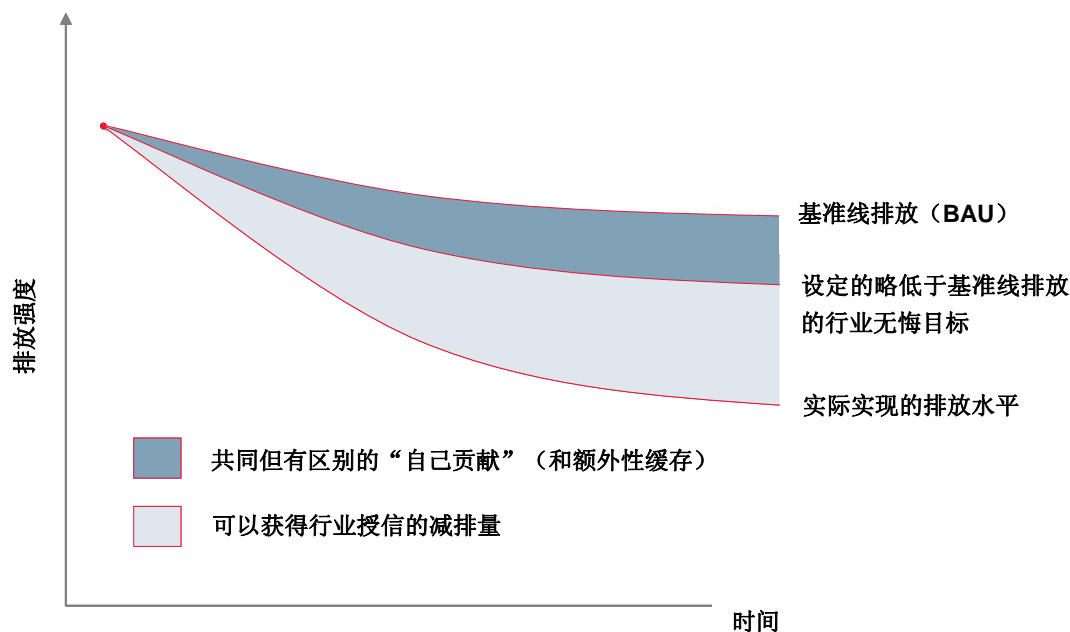
对于所有基于排放强度的指标来说，需要建立两种不同的用于监测和报告的数据库：总排放量和总产出量。因此该机制在数据可靠性方面面临的挑战也会翻倍。

图 5 描述了基于排放强度的“无悔”目标是如何在一个行业范围内建立的。图中三条线构成了两个阴影区。

- 最上面的一条线是在正常情况下，不采取任何措施，预期的基准线（BAU）排放强度水平。对于大多数行业和国家，这条线是从左到右向下倾斜的，例如，在没有任何额外政策或经济激励的情况下，行业已有的提高能效的活动会按原有的方式被识别并得到继续实施。确定基准线水平取决于整个行业监测排放的能力。这一直是一个有争议的问题。
- 中间一条线是行业无悔目标（SNLT）线。行业无悔目标是政府在不寻求碳融资资助的情况下乐意承诺的排放强度。基准线和行业无悔目标之间的差距代表发展中国家“自己贡献”的减排量。这部分减排量的计算将基于现有政策措施（如强制性关闭小高炉政策）和政府部门在没有减排融资的情况下准备承诺的其他措施。

- 图中最下面的线是实现的排放强度的实际水平。行业无悔目标和这条“实现的”线之间的空间代表该行业实际可获得的国际行业减排信用量。如果行业的无悔目标线低于预期的基准线，意味着国际授信存在一个额外性缓冲，以确保任何更进一步的、更强的排放强度下降能够额外于那些无论如何都将发生的强度降低。

图 5 基准线排放、行业减排和实际减排



基准线和行业无悔目标线排放强度的设定取决于东道国政府和国际机构的谈判。如果行业无悔目标线是基于排放强度的，就不能保证实现绝对排放量减排。然而，如果年排放强度改善高于假定的行业增长率的一个特定的阈值，那么绝对减排量就有望实现。例如，假定行业增长率为每年 8%，那么，如果减排强度改善高于每年 7.4%（假定的行业增长率的一个特定阈值），绝对减排量就有望实现。

应当强调的是行业无悔目标是无悔的 – 关键的原则是采用这一目标的国家和国家内的企业即便未实现这一目标，也不会受到惩罚。如果一个国家选择实行约束性的国内法规，要求企业在这一机制下降低排放，以实现行业无悔目标 – 这将是东道国的自主行为，不具有国际强制性。一个例子就是中国实施的关闭小高炉政策。

行业无悔目标线一旦设定，政府就可以实施表 5 中列出的基于排放强度的各种机制：政府层面行业授信、项目层面 CDM 形式授信、以及可能的行业无悔排放强度交易机制。

### a) 政府层面行业授信

在国家层面的行业授信机制（也称作 SCM），即如果某个行业的排放强度低于行业无悔目标，则中央政府可获得奖励。只有当政府能够证明其平均排放强度低于目标水平（即图 5 中灰色区域）时，行业作为一个整体才能获得信用额度。发放的碳信用数量，用绝对吨二氧化碳当量表示，等于排放强度低于基准线的部分乘以签发年的行业总产量。

在这一机制下，政府更容易通过一些国内规定，如关闭小高炉，促使行业实现既定的无悔目标。但是，这种机制的一个主要问题在于，政府需要建立一个国内机制，以确保那些对行业绩效改善做出贡献的企业能够公平得获得碳信用。因此，对于单个企业来说，除非有信心政府会奖励其减排行动，否则是没有直接的动力进行减排。然而，如何衡量行业中每个企业的绩效是不明朗的。如果将所有的企业跟行业平均水平去比较，则一些企业由于本身已高于行业平均水平，即便不采取任何行动也能获得奖励，这种“意外的收获”显然是不能被接受的。而且，如果由于某些大型企业的绩效不好而导致行业总体上没有超额实现目标，则会使问题更加复杂化。在这种情况下，政府不会获得任何国际信用，但是如果政府希望保持企业对这种机制的信心，继续获得未来的信用，仍需要奖励那些绩效好的企业。



## b) 项目层面授信机制

项目层面的行业授信是一种有效的项目授信机制，将直接向单个企业发放信用。如果政府想给单个企业以直接激励而选择直接对项目授信时，就可以通过在全行业建立一个无悔目标线来实施这种机制。然而，为了使这种激励机制有效，必须确保企业在达到确定目标的时候能够获得相应的奖励，而无论行业中其他企业的表现如何。如果一个企业能否获得奖励取决于行业中其他企业的表现，那么企业不会投资于减排活动。在该机制下，一方面，由于行业中企业千差万别，如何衡量行业目标将是一个难题，另一方面，这一体系会导致政府在获得国际信用的方面责任显著增加。如果一些企业超额完成目标，获得国际信用额，但是行业整体不达标，则政府必须弥补这种信用短缺。在这种情况下，这一体系将失去其所称道的“无悔”特性。

事实上，这是清洁发展机制的一种变形。与现行清洁发展机制的关键的区别在于，其基准线是根据全行业的排放强度目标设定的。一旦行业目标被确定以后，就能被看作是 CDM 基线，因此如果企业能够通过实施项目将它的排放强度下降到目标值以下，企业就能去开发 CDM 项目。因此，对企业的激励也完全由企业自己所控制。

然而，行业排放强度基准线和行业无悔目标线的设定是有挑战性的。基准线的设定需要获得有代表性的历史样本或者温室气体排放清单，以确保其准确性。行业中各个企业的生产、原材料和产品是如此不同，碳强度在很大程度上也是不同的，因此，一些企业发现其很难满足目标。但是，企业不能以这种差异性作为例外的借口，因为排放强度高的钢铁厂是不应被鼓励的。

## c) 在行业无悔目标下的国内排放许可交易

东道国可以在低于行业无悔目标的水平下建立一个基于排放强度的国内交易机制。为了能够实现既定目标，获得行业授信，政府可以设定一个低于行业无悔目标的目标值，并在此基础上建立一个国内交易机制。设定的目标值比行业无悔目标线越低，政府就越有把握获得碳信用。

每年年初，政府根据设定的目标排放强度乘以企业的预期产量，向各个企业分配一定数量的排放许可。年终的时候，根据企业的实际产量，增加“额外的”或者“追回”部分排放许可。在此基础上，企业需要提交符合其实际排放的许可。

在这一年之内，企业可以监测其排放强绩效和生产水平。如果企业排放超过其许可额度（在年终数量调整之后的），则可以从市场上购买许可。类似的，如果企业排放低于其许可额度，则可以在市场上出售额外的许可。通过这种方式，可以设计一个机制，碳价格根据被交易的许可额度而持续变化，就像在绝对排放机制下一样。“额外的分配”或者“追回的”额度（当年中实际产量比预期低时）将使得这一机制在年终有一定程度的波动，但是企业持续的监测会使得这一情况有所改善。

该机制尽管在理论上有效，但由于存在对交易机制不熟悉的情况，以及排放强度和绝对排放量之间转化时的复杂性，在实际实施中可能会比较复杂和困难。

## 4.2.3 技术目标

近来，包括中国在内的一些国家，提出基于技术的行业机制，即基于行业内特定的低碳技术的普及率建立的机制。国家可以接受与一定水平的技术普及率相关联的减排目标。这一机制相比其他类型的行业机制，实施起来更加容易，因为不需要现场监测、报告和核证。但是，一个比较大的挑战就是，必须确保技术的实施能达到预期效果，从而确保实现预期的减排量。

## a) 国家层面授信

基于技术目标行业机制的一种方式是在国家层面上给某个行业设定技术目标。国家为某种技术的普及率设定一个目标 – 如承诺在 80% 的钢铁厂实施干熄焦及相关发电技术。根据以往的数据计算出平均运行一个干熄焦设备在减排方面的贡献量，就可以得出同其他减排目标一样的以吨二氧化碳当量表示的减排目标。这一目标可以作为一个固定的目标（未达目标的企业会受到惩罚），或一个自愿目标，或一个无悔目标（对于那些超额完成技术目标的行业可以获得信用额度）。但需要注意的是，尽管在设定目标时候可以采用百

分比的形式（技术引进百分比、或多少比例的产出来自改进后的工艺等），但能够获得的信用额度仍然要是以所实现的二氧化碳当量吨数来计量的。

#### **b) 基于特定技术的授信**

基于技术目标的行业机制的一个更为简单的方式就是延续现有机制，对基于技术的项目来对企业进行授信。在这种情况下，政府首先确定一个符合授信资格的技术清单，企业可按照清单中所列出的技术类型开发项目，而不必证明其项目实际获得减排量的额外性。在这一机制中，现场的监测和核证仍是必要的，这样才能在事后计算企业相比行业基准线的减排量。然而，这种机制并非一种真正的行业机制，因为技术普及目标无法保证全行业减排目标的实现，所以也很难与后者进行关联。企业也不可能冒着风险去投资，却发现由于技术普及率的目标已经实现，他们无法获得信用。在这一体系下，控制授信量的唯一方法是对技术清单中的技术数量进行限制，因此，也很难实现向行业总排放量限额的转变。

表 6 在中国实施各种可选机制的利弊

参数	预期效果	事后行业授信机制	针对项目层面的行业清洁发展机制	行业技术目标
减排量	相对某一基准线（绝对减排量或减排强度）获得稳定的、可重复的减排量	✘ 无悔和强度性目标意味着绝对量的减排可能无法得到保证	✘ 无法保证行业的绝对排放量下降，因为好的绩效被奖励，但坏的绩效被忽略了。这在 SCM 中的可能性更大，因为无法保证整个行业的排放强度会得到降低（更不用说绝对排放量），政府也不会对绩效差的企业进行惩罚	✘ 将目标与真正的、可监测的减排脱钩，会导致减排量的可信度下降，并削弱任何与此相关的国际市场
监测、报告和核证	易于实施，可在成本有效的基础上对减排量进行测算和报告	✘ 取决于行业总体的数据是否可靠	✓ MRV 是针对项目层面，因此对信用的需求与现有的 CDM 没有区别。但是，确定基准线需要从全行业获得高质量的数据，这也许是无法获得的。 ✘ 得高质量的数据，这也许是无法获得的。	✘ 尽管目标的设定是清晰的和综合的，但做到行业整体上淘汰技术是困难的，也很难将这些数据与可靠的减排量相联系。
激励性	能提供足够激励来吸引行业内的企业采取必要的行动，同时又不会给企业带来意外的或超常的收益	✘ 对私人企业没有直接的激励，取决于政府对收益的分配。好的绩效可能被坏的绩效所影响，并拉低行业的平均绩效	✓ 是对企业的直接激励，CDM 在激励企业方面的成功经验可以得到继续，且不需要政府参与	✓ 尽管在国家层面设定信用，私人企业也许能更清楚如何将激励与个体行动联系起来（如果与国家层面的行业授信方法相比较的话）
竞争力	保持竞争性，不使市场扭曲到影响企业的程度	✓ 没有对绝对排放量进行限制意味着这一机制对企业竞争力的影响可能相对较小	✓ 没有与绝对减排量挂钩，意味本机制对竞争力的影响对企业来说是较小的	✘ 实行技术指定目标后，相比其它国家的相同行业，竞争力会受到影响，影响大小取决于目标的水平。
政治上的可接受性	设定一个高于既定基准线的挑战水平对东道国政府和国际社会都是可接受的	✓ 政治上可以接受，因为目标是一种“无悔”目标，并不意味着经济的下降；另外目标值可以根据对 NAMAs 的资助和其它政策来进行谈判。	✓ 很可能被发展中国家接受，特别是会得到私人行业的支持	✓ 政治上看对政府来说是可接受的，因为仅强调了技术的改善
技术转移	鼓励向发展中国家进行技术转移，同时又不损害知识产权保护	✓ 行业内的技术转移可能会得到促进，但前提是企业要相信能够获得激励 ✘ 提是企业要相信能够获得激励	✓ 以项目为基础并能够保证达标企业获得信用，意味着本机制在技术转移方面非常有效	✓ 技术指定目标能够很大程度上促进技术转移，至少对某些特定技术来说是如此。但是，在从别国转移技术时也许会牵涉到知识产权问题。 ✘ 至少对某些特定技术来说是如此。但是，在从别国转移技术时也许会牵涉到知识产权问题。
投资	能提供一个足够长时间的稳定的体系来释放行业内的投资并吸引行业外的关键投资	✘ 激励不确定，且取决于行业其它企业的绩效，因此可能不会带来投资	✓ CDM 机制能够继续，且一些有关额外性标准的不确定性也降低了，这为项目投资提供了机会	✓ 目标本身会对行业内的投资产生激励。
向全行业减排过度的跳板	能成为一个有效的、向全行业减排目标和/或形成全球碳价过渡的跳板	✓ 能提供一种从所有行为获得信用（如现在的 CDM 机制）向仅有部分行为获得信用进行转变的良好方式，同时能促使一些没有国际碳市场支持的低成本减排行动得以实行。	✘ 一个以项目为基础的体系不能保证发展中国家在除了抵消发达国家减排量以外对减排做出额外的贡献	✘ 缺乏任何直接的排放目标意味着可能无法成为一个向本行业或全行业排放上限转换的跳板。而且，要想将具体行业与技术相关联，将完全取决于如何对行业进行界定。

### 4.3 在中国钢铁行业应用这些机制

中国钢铁行业从行业机制中受益，包括获得更多的新技术和通过改善排放强度获得信用激励。但是，行业参与者必须确保政府选择的机制是可行的，并且适用于中国钢铁企业。

对于中国钢铁行业的主要挑战有：

- 理解和诠释国际气候变化谈判的影响；
- 确定行业机制的实用性，以及这些机制在促使行业减排的同时如何使行业从中受益；

#### 4.3.1 行业的界定

钢铁一体化工厂的供应链非常复杂，涉及原材料、气体和能源的多项输入、输出和内部转换。清楚的界定行业边界对于企业间和企业内的比较是十分有意义的，但是涉及到排放，情况就复杂的多。需要考虑的因素如下：

- a) 炼钢过程中 80%的排放来自高炉铁矿石还原工序。然而，这一工序产生的可燃气体通常被收集起来，或者被重新投入高炉，或者被用于工厂的其他环节，因此，最终排放的 CO<sub>2</sub> 发生在工厂的不同工序。
- b) 不同的钢铁厂自供水平不同。一些工厂从外部购买焦炭和球团，一些工厂则自己生产，当然后者在其厂界范围内会产生更多的排放，但是其自身并不一定是需要提高能效的。购买焦炭的工厂仅仅是将其排放“外包”给了供应商。如果行业机制仅仅针对钢铁厂而不考虑上游供应商，则既不公平也不是最优的。
- c) 在炼钢过程中，工厂使用的废钢渣的量不同。这种情况不但在不同工厂之间有所不同，而且在同一工厂内部随着时间的推移也有所不同。钢渣投入量大意味着现场的排放会较少。尽管这一情况会激励废钢渣的回收，带来相应的环保效应，但可能无法形成一个均衡的和有效的减排政策。
- d) 不同的工厂生产不同的产品。一些工厂发电，或者外销，或者现场自用以减少对电网的依赖。如果行业边界不包括电力部分，则就会企业会丧失积极性去捕获发电站的废气。类似的，如果要确保行业机制能够产生足够的激励，则需要将向临近的电站出售废气和销售多余焦炭等排放密集型产品的活动都纳入行业边界内。

行业界定问题一个可能的解决方案是，将行业边界仅仅划定在排放近 80%温室气体的高炉操作工序。这可以解决很多上面提到的边界问题，相应的产出可以界定为铁水。然而，所有针对上游（如焦化和烧结）和下游（如炼铁、研磨和轧钢）工序的激励都会失去。

#### 4.3.2 产出的界定

如果行业边界延伸到更加广的范围，就会产生可比性问题。产出可以是粗钢、轧钢或者钢制品，并且下游工序不同的企业所生产的产品等级也很不同。以单位 GDP 温室气体排放或者单位粗钢温室气体排放为指标，将涵盖大钢铁生产过程中大多数的能源密集型工序（例如从烧结到炼钢）的排放，但须采取措施防止碳泄漏的发生。例如，企业可以将其炼焦、烧结和炼铁工序外包，降低其产品的碳强度。由于钢铁生产综合循环/再利用的特性，也不能将产出界定在某一单独的子工序（例如，焦炉煤气可以被捕获和使用，作为炼钢的一种原料，这意味着其排放会发生在生产链的其它环节）。

#### 4.3.3 可得数据的可靠性

上述绝大多数机制都依赖于全行业高质量数据的可得性。这面临两方面问题：一方面很多企业数据详细程度不够，另一方面即便有很好的数据，由于商业敏感性的问题而不能轻易获得。这就需要跟企业参与者一起共同探讨：多少数据可以获得以及这些数据是否涵盖了足够的范围确保行业机制能够正常运行；多少数据可以公开获得并在企业之间共享，这也是计算基准线和行业目标的一个前提条件。

## 4.4 评估各种行业机制

为了更深入的研究哪种机制最适合中国、机制引进过程中可能会遇到哪些问题、哪种机制能带来更大的减排、以及钢铁行业如何能够从中受益，项目组咨询了在相关领域有着丰富经验的主要利益相关方，包括中国钢铁企业、中国钢铁工业协会、独立的钢铁专家、学术机构和非政府组织<sup>11</sup>。大多数观点认为，对中国钢铁行业来说，技术进步是核心的，一些能够激励最佳实践技术引进的新机制更受欢迎。

大部分行业参与者认为清洁发展机制使得中国钢铁行业在促进减排的同时从中受益，但是参与者也表示这一机制过于复杂，应当进行完善和简化，而非引入新的以行业为基础的机制。多数钢铁企业认为，目前所提议的各种行业机制过于复杂。大部分中国气候变化专家将“行业机制”等同于“行业排放限额”，因此对于这一机制持较强烈的反对意见。基于技术的机制，因其简单实际的设计以及能带来明显的技术转移而备受中国利益相关方青睐。

### 4.4.1 清洁发展机制

对于现行的清洁发展机制，相当多的观点认为这是促进碳减缓的一个很好的机制，但是也有部分的反对看法。

大多数被访问钢铁企业认为CDM机制是现有的促进中国减排的最好机制。CDM机制是合理的且操作性强，在新的机制出台之前应当大力支持。这一机制通过提供国际经济援助，对中国钢铁行业能效项目和温室气体减排均作出很大贡献，同时促进了全球先进技术的应用。

少部分企业反对这一机制。一些观点质疑这一机制是否是新技术推广的主要动力，并且表示如果没有 CDM 的经济支持，一些项目仍然是要开展的。其次，对于一些项目，CER 的收益不足以涵盖新技术（如CCPP）引进所带来的额外的运行和维护成本。近来碳价格的急剧降低已经降低了预期的 CER 收益，这反过来提高了特定减排项目的成本。如果未来继续维持较低的碳价格，CDM 就将不能如预期为技术转移提供足够的帮助。

企业代表和专家认为现有的 CDM 机制需要改进，例如降低方法学的复杂性使其更加灵活、缩短注册时间、增加对第三方有关钢铁行业和技术培训等。

对于 CDM 机制的未来，支持者认为，尽管需要进一步改进和优化，但这一机制应当继续持续下去，以充分发挥其在碳减排领域的作用。相关改进可包括：

- 应当进一步理顺 CDM 机制的程序，降低复杂性，建立有效的认证程序
- CDM 机制的覆盖范围应当进一步扩大，包括更多的能效和创新技术，如需求侧管理技术和一些小规模的技术等
- CDM 机制应当同其他机制相结合，如将采用自愿机制和行动作为 CDM 机制的有益补充，以便 CDM 机制和新机制（如行业机制）之间顺利交接，进一步促进减排

这些观点表明，一些企业刚刚了解 CDM 机制，获悉其所能带来的经济收益。这就为新机制的推行带来一定的阻力。不少观点认为 CDM 的核证程序过于复杂，大大推迟了付款时间（如，在 21 个已经成功注册的 CDM 项目中，只有 6 个获得了签发）。相应的，企业倾向于简化程序、加速核证。从另一方面讲，一些已经从 CDM 项目中受益的钢铁企业，已经意识到在现有机制下进一步开发新项目的障碍，认为现有机制需要进行改进或者开发一个新的替代机制。这些企业相对其他企业而言，是更有竞争优势的。

<sup>11</sup> 咨询活动和相关的研讨会，由 Camco 公司联合发改委能源研究所共同组织，在 2009 年 8 月和 10 月分别展开，7 家钢铁企业、中国钢铁协会和 6 位独立行业专家，以及一些学术机构都参与了这一过程。

#### 4.4.2 适合中国的最佳行业机制

大多数被调查者倾向于基于技术的行业机制，他们认为这种机制更加直接、更具有实施性、可操作性。而且，该机制的边界较容易确定，且从减排量来说，虽然这一机制可能会漏算部分减排潜力，但在当前这个阶段，不失为一种兼顾资金、技术和减缓的一种方式。该种机制所面临的一些问题可以通过很好的设计来加以解决。例如，技术清单应当定期更新，从项目实施中积累经验，涵盖最具创新的技术。为了保证获得真正的减排量，机制的监测和评估是必要的，当计算这一机制产生的减排量时可采取保守的算法，但这种对实际减排量的保守估算所产生的信用额度也会较少，会带来相应的资金短缺问题。

也有部分专家支持基于排放强度的行业机制，认为该机制相对公平的、易于操作。专家指出，对该种机制而言，建立恰当的能源强度计算模型是十分重要的。此外，对于该机制可能面临的激励不公问题，有专家提出可以采取灵活的机制在行业内部对所获得的收益进行二次分配，这就可以保证企业获得公正的奖励。

对于绝对量排放机制，被访专家和企业代表基本持否定态度。一些专家认为，不同机制的选择应视具体情况而定。企业代表建议，应根据企业类型加以区分，对新老企业区别对待。对于新企业，可采用基于技术的机制，并同国家激励政策相结合。但是，对企业而言，整个炼钢炉的更新是一笔巨大的投资，除非受法规要求或某种技术目标的强制约束，很难讲基于碳信用的行业机制是否能够产生足够激励促使企业进行这一更新。

在机制实施方面，专家建议，各种机制的应用应当分阶段展开。短期内，应重点开发碳核算模板，以及包括监测、报告和核证的国际标准在内的方法学，进而长期可以以此为基础建立某种适合的机制。

这些观点表明，基于技术普及率的机制最为企业所青睐。绝对排放目标极大的限制了增长，因而不为接受。基于排放强度的行业授信机制则过于复杂。行业代表倾向于分步骤应用这些机制，建立温室气体减排核算体系和监测能力。

#### 4.4.3 行业的界定

在边界的设定上，支持以某段工序如铁前工序为边界的占多数，认为以整段生产工序为边界的占少数。

多数认为，从实际操作看，以某段工序作为边界具有优势：1) 抓住了主要矛盾，还能解决下面提到的产量单位的界定问题；2) 可以保证可比性和公平性，有利于企业之间的横向比较；3) 不管对长流程和短流程都适用，而且工序分得越细越好，如将钢铁企业的主工序焦、烧、铁、钢、轧各工序分开划分，制定分工序的相应指标。

也有部分专家支持以整段工序为边界，原因是，1) 从国际层面看，一些国际标准如 WSA 和 GHG protocol initiative 已经对钢铁行业排放的边界作了详细的定义，即包括钢铁生产的全部过程，因此，如果按工序划分的话会和这些国际标准产生不一致性；2) 整段工序能够保证减排效果。边界应该至少延伸到轧钢工序，只计算铁前工序作为边界，会错过许多节能技术的推广。

在行业界定问题上，两派代表各执己见。大多数企业代表倾向于按钢铁生产的不同工序划分为单独的行业。但是也有专家认为，为了保持同国际标准的一致性、进行国际比较，行业的界定应包括钢生产的全过程。

#### 4.4.4 用于计算排放强度的产出的定义

如果需要定义产品产量，几乎所有人都认为选粗钢最合适，原因包括：1) 相对综合，同时又避免了成品钢的复杂性；2) 可以和当前统计和国家标准相结合；3) 也取决于前面对行业边界的界定，如果以某段工序为边界，就不存在这一问题。

也有部分专家建议以单位经济价值的碳排放作为计算排放强度的标准（类似于国家能源强度目标）。此种方式可以通过对强度指标的合并，获得更高的可比性。

综合来讲，在有关产出的界定方面，更多的观点倾向于排放强度标准而非绝对排放量标准，并且认为，单位粗钢产量的排放强度应作为标准的量化指标。

#### 4.4.5 数据可得性和数据管理

从数据的可靠程度看，大多数的人都认为，绝大多数企业在控制原料和产量数据上都比较敏感，因此这方面的数据相对完善，产品产量的数据准确度很高，因此几乎所有企业（99%以上）都能提供可靠的产量数据。但对于能耗的数据，不确定性较大，可能只有约 20%-40%的企业能够提供可靠数据。总体看，重点大型企业在能耗监测上具有优势，数据可靠程度较高。

对于企业来说，之所以不能提供可靠的能耗数据，主要是因为企业从商业机密和企业竞争力角度考虑，在提供数据方面较为谨慎。因此，在没有行业规定和国家强制性要求的情况下，企业提供数据时往往会给自己留有余地。对于能耗数据来说，另外重要的一点是提高能耗监测能力，以及统一能耗的计算方法，这对提高能耗数据的可靠性会有很大帮助。

在数据方面，以下数据较难获得：1) 不同工序分品种的能源消耗数据；2) CO<sub>2</sub> 排放因子数据；3) 各个工序的压力和热效率数据；4) 废钢渣产生量数据。

不管下一步实施何种国际机制（或国内排放强度政策），严格的、透明的行业范围的监测、报告和核证机制，都是极为重要的。清洁发展机制的实施已经促进了钢铁行业该方面的能力建设。接受咨询的大多数企业（如这些大型企业）都已经配备了必要的计量设备和管理体系，用于收集能耗数据，计算排放量（为实现现阶段 20%的节能目标，企业已经逐月向国家统计局汇报能源强度连同生产数据）。然而，小型企业在这一方面的能力就有待加强。

#### 4.4.6 技术清单

钢铁行业的技术种类很多，对于技术清单的选择需要采取灵活和开放的态度，以促进技术创新和更新。国际上如 APP 建立了清洁生产和减排推荐技术（供包括 46 种），国内有《国家节能产业政策鼓励性的项目》清单，均可作为制定技术清单的参考。目前国内钢铁行业基本已经包含了所有的先进技术，短期内的重点技术包括：

- 干熄焦技术
- 高炉炉顶余热余压发电技术
- 低热值高炉煤气燃气-蒸汽联合发电技术
- 余热余压回收技术
- 提高钢渣回收及再利用技术
- 降低电耗的技术，如电机系统变频调速技术（VSD）

长期看，重点和新型技术包括：

- 熔融还原技术（包括 COREX、FINES 技术）
- 碳埋存和碳捕获技术(CCS)，尤其对于高炉排放

其它可能的技术类型还包括：煤调湿技术（Coal Moisture Control, CMC），新一代炼焦技术（如 SCOPE21），高炉喷吹废塑料技术，Itmk3 直接还原炼铁技术，薄带钢连铸（Castrip）。

## 5 建议

过去十年，中国已经在提高钢铁生产能效和开展减排项目方面取得了巨大的进步，CDM 也已经成为一种有效的融资机制。根据预测，中、长期内全球的钢铁需求量仍然维持增长态势，中国的钢铁生产也随之会带来更多的温室气体排放。为了加快并扩大温室气体减排行动，需要采用先进的融资机制、最有效创新的技术（如 CCS 的应用），以及进一步的减排措施。

### 5.1 对进一步研究的建议

**确认并评估国家适当减缓行动和融资。**中国的钢铁行业已经具有多种技术、全国性的措施和融资机制来实现减排并降低二氧化碳强度。哥本哈根协议声明：非附件一国家将在 2010 年提出并开发气候变化减缓行动（NAMAs）的实施计划，包括相关的技术、金融和必要的能力建设支持等。NAMAs 可以获得本土或国际资金支持。迄今为止尚不清楚钢铁领域的什么措施（如行业内采用干熄焦技术（CDQ），更多运用电弧炉（EAF）和循环利用，高炉（BF）燃烧控制）是最适合的。除了 CDM，还没有其它依据来确定如何对这些措施的国际资助进行分配。也许需要通过与中国钢铁工业企业的商讨，来确认最实际的可选方案以及所需的额外能力建设。还需要调查怎样使行业领域的减缓行动对实现全国减排 40% ~45% 的减排目标做出贡献。

**开发排放评估、监督指南和温室气体排放清单。**获得国际资助的措施可能需要符合国际指南或国际标准。利益相关方及工业参与者应当一起建立规范的、符合国际预期的（如 ISO14064）的温室气体排放核算程序，包括对行业边界和钢铁产品的清晰定义。在此过程中，对一些其它问题，如将行业边界扩展到高炉以外是否可行，也是可以进行讨论的。可以在选定的公司或基于自愿的原则对该程序进行示范，并采用定期汇报的方式来收集数据和对温室气体排放进行核算。也可以指定一个协调机构，对排放数据进行搜集和跟踪。中国可以借鉴英国和欧盟排放交易系统（EU ETS）的经验来提高对企业和地方政府的排放核算和监督的能力。中国标准制定实体，如中国标准化研究院等也可以协助进行国家标准的开发。

**能效水平和减缓成本。**中国钢铁行业的技术水平、配置水平及生产效率很不平均，这是一个广泛接受的共识。因此，应对行业内的产出、消耗、能效、技术渗透水平，以及决定升级、重建、提高效率和减少排放的财务成本进行研究，这将有助于基准线的确立。

**考察行业目标和现有融资机制，如 CDM，如何与国家 40-45% 的减排强度目标相互影响，并开发出基准线情景（依据温室气体清单和已有政策）和行业无悔目标。**

中国钢铁行业应充分认识到钢铁生产的碳强度评估、信息交流和公众披露等的重要性和客观需求。这种重要性和需求包括国际竞争、中国 40-45% 的二氧化碳强度目标、边界调节税的威胁和国外客户对温室气体/碳排放标签需求的上升。

### 5.2 对政策制定者的建议

针对政策的建议分以下四类：机制和激励、与项目资助有关事宜、提高意识的需求，以及对服务的改进。

#### 5.2.1 机制与激励

**碳交易示范。**开发中国钢铁行业的全国性市场、系统和经验，包括国内温室气体排放交易方案的尝试，交易方案可以采取基于无悔目标线（SNLT）的机制（如通过激励和惩罚，在钢铁行业内或跨行业进行示范）。邀请中国的企业根据自愿原则参与，交易方案还可以纳入国内金融机构和环境交易的能力建设实践。学习和利用欧洲在建立欧盟排放交易系统（EU ETS）中的国际经验（如英国政府和专家不仅开发了本国示范方案，还协助建立了欧盟方案）。

**排放强度目标及对钢铁行业的激励。**尚不清楚 40-45% 的碳强度减排目标对钢铁行业意味着什么。钢铁行业的目标和对企业的激励机制的建立可以按照本报告提出的方法进行。比如可以对基于自愿的行业无悔目标线机制进行实验。超额实现行业无悔目标的公司能够获得通过国际行业减排机制下提供的资助。在限期



之前（即在 2012 年限期之前的 2010 年关闭小型高炉）遵从已有政策可被视为达标。符合国际行业授信机制的减排信用即企业超出目标的减排量。未能达到行业减排强度目标的企业不会受到处罚。

**政府应当优先改革并理顺 CDM 以减少复杂性、加速减排投资。**2012 年后 CDM 仍有可能在不同领域和国家继续下去。现有机制、国内政策、新方法和示范计划会并行存在并互相辅助。CDM 可以对钢铁行业进一步减排起作用，并对发展行业机制扮演模型的角色。

### 5.2.2 融资

**扩大钢铁公司和能源服务公司获得长期商业贷款的途径**，对节能减排项目（特别是中小型企业）提供资助，如扩大类似 CHUEE 这样的项目。应当在扩大国内融资渠道、促进资金来源多样化和直接性的市场培育方面加大努力。

### 5.2.3 公众意识

**鼓励钢铁协会和其他组织发挥更重要的作用**，帮助公众提高对碳减排目标、NAMAs 和 MRV 等的认识（如在温室气体报告和 MRV 的讨论及开发机构中担任领导角色），对技术目标如何实现提出建议。

**考虑对示范项目进行资助**，以便使一些尚未得到商业化证实或应用的先进、低碳的钢铁生产技术能够得到示范。其目标应当是完成示范和开发、降低成本并在行业内进行部署。已有的创新技术需要进行分析，并根据成本、技术准备就绪状态以及潜在的减排性能等进行优先排序。钢铁公司、设计院和技术提供商/生产商都需要参与进来。在此过程中，政府的支持行业实现无悔目标方面也能发挥辅助作用。这些示范项目可以整合为一种行业机制机制，以证明其在对企业激励和降低行业排放强度方面的双重有效性。

在钢铁行业内对 CDM 带来的好处、实施程序以及未来的机制进行定期的信息传播，增强人们的意识。

通过推广自愿披露项目来提高行业内减碳责任的意识。

### 5.2.4 服务

**修订法律加强节能服务公司的商业模式**并为能源服务合同开发清晰的 MRV 指南，以避免对实际节能量的多少和谁对绩效负责的争议。专业的工程公司或节能服务公司应当接受减排技术的安装、运行和维护的培训，以减少节能服务工作开展的技术障碍。

## 词汇表

### 节能减排技术

技术	说明
干熄焦 (CDQ)	在干熄焦炉内利用燃烧后的低温煤气与热红焦炭换热来达到冷却焦炭的目的。从红热的焦炭吸热后，排气产生的热量被余热锅炉吸收，产生蒸汽；冷却后的乏气被循环风机引到干熄焦炉冷却热焦炭。余热回收锅炉产生的中压（高压）蒸汽可以用来发电。
炉顶余压透平发电 (TRT) 系统	TRT 系统是钢铁企业的重要能量回收设备之一。利用高炉炉顶煤气的余压余热将煤气送入涡轮发动机，将压能和热能转化为动能，驱动发电机发电。
回转炉煤气回收和高效利用技术	在运行回转炉电除尘器的同时回收回转炉煤气；回收的粉尘被送回回转炉，在热压区后当作冷却剂。这种技术可以部分或全部补偿回转炉在制钢过程中的能耗。
高炉煤气回收发电	通过回收高炉煤气发电。
复合循环电厂 (CCPP)	CCPP 技术是结合了燃气和蒸汽循环设备来发电的技术。燃气轮机的排气通过余热锅炉回收产生蒸汽，然后送给蒸汽轮机来发电。
逆变器或变频调速器使用 (风机、水泵、压缩机、驱动电机等)	为了保证安全生产，在设计电力驱动设备的时候总会保留一定余量。安装逆变器可以快速适配负荷变化从而提供最高效的电压，以实现节能目的。可以运用在电机、风机、水泵和空压机上。
连铸坯热装工艺	这是将连铸机生产的热钢坯切成所需要的尺寸，然后直接传送到轧制厂防止降温，或者直接送到加热炉加热轧制的工艺。这项技术可以大大增加加热炉的产量，加热质量也可以提高，同时节省了加热炉的燃料；而且连铸坯的烧损量降低了，相应地产量也得到提高。
钢铁行业烧结余热发电技术	烧结设备、热煤气炉、制钢和加热炉的排烟废热可以通过余热锅炉进行回收产生蒸汽。余热锅炉可以高效回收低温烟气（烟气温度为 200-400℃）余热，并驱动汽轮机发电。
高温燃烧技术 (HTAC)	一种将废气回收与高效燃烧结合的燃烧技术，同时还可以将空气及烟气预热到 1000 度甚至更高来达到除硝的目的。
粉煤喷射 (PCI)	PCI 是一项先进的节能技术，它用煤替代了焦炭，优化了高炉结构，减少了制铁耗能量。

## 节能减排项目融资机制

融资机制	说明
商业银行贷款	商业银行贷款是一种标准的货币贷款方式，即通过商业银行（放款方）给用户（借款人）借贷。贷款可以是抵押贷款或非抵押贷款。前者需要借款人提供某种资产作为附属担保物。通过议定每期还款的商业利率及设定期限进行还款。
应收账款融资	<p>应收账款融资一种金融操作手段，是指企业将赊销而形成的应收账款（发票）有条件地转让给第三方（称为 <b>Factor</b>, 即专门的融资机构），使企业得到所需资金，保证企业连续运转。</p> <p>它与银行贷款主要有三点不同：首先重点在于应收价值（很重要的金融资产），而不是公司的信贷价值。其次，应收账款转让不属于贷款，而是一种金融资产的购买（应收账款）。最后，银行贷款只有两个相关方而应收账款融资包含三个相关方（如果由银行买入应收账款则只有两个相关方）。</p> <p>目前中国的节能服务公司可采用应收账款抵借的方式来操作节能项目。</p>
融资租赁	<p>融资租赁或资本租赁是一种租赁方式。它属于特定商业行为，即：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 租借人（客户）选择某种资产（设备、车辆、软件等）；</li> <li>• 借款人（融资公司）购买被选资产；</li> <li>• 租赁期内租借人使用该资产；</li> <li>• 租借人因使用该资产而分期支付租金；</li> <li>• 借款人通过租借人支付的租金回收大部分或全部的该资产成本，以及利息；</li> <li>• 租借人可选择拥有该资产（即支付最后一期租金，或对购买该资产进行议价）；</li> </ul> <p>租赁期内融资公司是资产的法定业主，但租借人对资产的控制权可以使他们识别拥有资产的利益和风险（是否经济）。对节能项目可以将融资租赁与节能服务公司机制结合操作。</p>
节能服务公司 (ESCO) – 在中国也被称为能源管理公司 (EMC)	节能服务公司 (ESCO 或 ESCo) 是提供某种专业的或全面的能源解决方案的公司。节能服务公司用户的建筑、工厂或系统进行深度分析，设计出高效能源方案、安装必要的设备并进行系统维护，以确保在投资回报期内的节能。由于节能而节约的成本常常用来回收设定时间段内对项目的资金投入，或对项目进行再投入来提升资本，使得原本不可行的方案变为可行。如果项目无法回收投入的资本，则由节能服务公司承担这部分责任。节能服务公司负责设计、安装和设备运行，负责收回初期投资以及所要求的节约量。节能服务公司可以分享节约量，他们可以向银行贷款，也可以对项目进行融资租赁。
清洁发展机制 (CDM)	<p>清洁发展机制允许发展中国家的减排（无排放）项目获得认证减排量（CER），每份认证减排量相当于一吨二氧化碳的排放。这些认证减排量可以进行买卖，工业化国家以此达到京都议定书对其所要求的减排目标。</p> <p>清洁发展机制促进了可持续发展和减排，也是工业化国家实现减排目标的弹性措施。</p> <p>清洁发展机制项目必须符合设计严格的公开登记和发放过程来保证真实可测、可以验证的减排量，而且保证减排量具备额外性——即如果项目不发生就不可能降低排放。清洁发展机制由 CDM 执行委员会监管，最终由认可京都议定书的国家负责。</p> <p>为了被视为可注册项目，必须先通过指定国家主管机构（DNA）的审批。</p> <p>自 2006 年初操作至今，已经有 1000 多个项目获得 CDM 注册，预期在京都议定书的第一个承诺阶段（2008 年到 2012 年）产生的 CER 超过 27 亿吨二氧化碳当量。</p>

## 致谢

---

真诚感谢英国外交和联邦事务部及其战略规划基金对于本项目—展望后京都：中国钢铁行业温室气体减排提交和融资机制—的资助，研究结果详见本报告。国家发展和改革委员会应对气候变化司对外合作处对本项目的开展提供了大力的支持和重要指导。

**Camco** 公司是项目的主要领导方，公司在中国钢铁行业节能减排领域有着丰富的经验，拥有许多资深专家，并且对国际政策有着深刻的把握。国家发展和改革委员会能源研究所和中国节能协会节能服务产业委员会是项目开展的主要合作方。

特别感谢以下人员的参与和支持：英国驻华大使馆 **Richard Ridout**、**James Godber** 和许浩；国家发展和改革委员会应对气候变化司对外合作处蒋兆理；国家发展和改革委员会能源研究所刘强；中国节能协会节能服务产业委员会赵明和王景雯；重庆钢铁股份有限公司冯成伟、刘卫兵及其同事；北京科技大学苍大强教授；**Oakwell** 咨询 **Andrew Ibbotson**；以及项目开展过程中所召开的一系列研讨会、圆桌会议的所有参加人员。

感谢 **Camco** 公司本项目参与人员 **Robin Murray**、**Doug Smith**、肖红、**Andrew Prag**、靳雅婷、艾浩和 **Hannah Routh**，以及国家发展和改革委员会能源研究所项目主要负责人刘强。

## 参考文献

---

中国能源研究所 (ERI). 2009. *2050 年中国能源和二氧化碳排放报告*.

中国钢铁工业协会, 2007

中国国家发展和改革委员会 (NDRC). 2008. [在线网页] 见

<http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbgg/2008gonggao/W020080617578776095360.pdf> [2010 年 1 月 20 日查阅].

中国国家统计局, 2009 [在线网页] 见 <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2008/indexee.htm> [2010 年 1 月 20 日查阅].

中国政府. 2007. [在线网页] 见 [http://www.gov.cn/flfg/2007-10/28/content\\_788493.htm](http://www.gov.cn/flfg/2007-10/28/content_788493.htm) [2009 年 12 月 12 日查阅].

中国政府. 2008. *2009 至 2011 年中国钢铁行业调整与复兴计划*, [在线网页] 见

[http://www.gov.cn/zwgk/2009-03/20/content\\_1264318.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2009-03/20/content_1264318.htm) [2009 年 12 月 12 日查阅].

中国节能协会节能产业委员会 (EMCA). 2009. *2008 年会员调查*. (个人沟通, 2009 年 9 月 18 日).

欧盟委员会, 2001. *综合污染防治及控制 (IPPC) 钢铁生产最佳可得技术参考文件 I*

欧盟商会中国部, 2009. *中国产能过剩研究—成因、影响和建议*. [pdf] 见

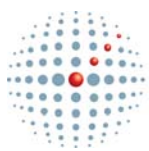
<http://www.europeanchamber.com.cn> [2010 年 1 月 20 日查阅].

国际能源署 (IEA). 2008. *世界能源展望 2008*. [pdf] 见 <http://www.worldenergyoutlook.org/2008.asp> [2010 年 1 月 20 日查阅].

新日本制铁株式会社. 2009. *新日本制铁可持续性报告 2008*. [pdf] 见

[http://www.nsc.co.jp/en/eco/report/pdf/english\\_2008.pdf](http://www.nsc.co.jp/en/eco/report/pdf/english_2008.pdf) [2010 年 1 月 20 日查阅].

世界钢铁协会. 2009. [在线网页] 见 <http://www.worldsteel.org> [2010 年 1 月 20 日查阅].



camco

[www.camcoglobal.com](http://www.camcoglobal.com)

---

**Camco China**

北京市朝阳区东三环北路 3 号

幸福大厦 A 座 14 层，邮编 100027

t: +86 10 8448 1623 f: +86 10 8448 2432

© Camco 2010