

ASIAN 2006
DECENT WORK
DECADE 2015

亚洲体面劳动十年2006-2015



国际劳工组织

MOHRSS

人力资源和社会保障部

中国低碳发展与绿色就业研究

中国社会科学院 城市发展与环境研究所



Green Jobs
in China

Green Jobs in China 中国绿色工作

MDG  F 
MDG ACHIEVEMENT FUND IN CHINA
千年发展目标基金在中国

中国低碳发展与绿色就业研究

Study on Low Carbon Development and Green Employment in China

中国社会科学院 城市发展与环境研究所



国际劳工组织中国和蒙古事务办公室 2010年3月

致谢

本研究报告由中国社科院城市与环境研究所课题组完成，课题成员及分工如下：

- 课题负责人：潘家华
- 课题协调人：郑艳
- 林业：潘晨光，柯水发，王翠槐等
- 电力行业：张安华，曹乐人，吴建军等
- 钢铁行业：赵慧英等
- 投入产出分析：张莹
- 综合分析及报告整合：郑艳，张莹，朱守先等
- 摘要及政策建议：潘家华，郑艳，张莹，吕润泽等
- 英文翻译：谢来辉，丁丁，满雅楠，刘晖，张丽、谢倩漪等

课题组对所有课题研究成果的辛勤付出表示感谢。课题组成员在这一全新而有挑战性的研究领域密切协作，研究活动为期一年，分为两个研究阶段，组成五个专题研究小组，顺利完成了研究任务。课题组感谢国际劳工组织对于研究工作给与的资金、技术支持和协助，感谢北京局局长康妮女士、企业发展和就业问题专家佐佐木聪、项目官员曼莉、项目经理张绪彪和财务官员潘伟等对项目的鼎力支持，感谢他们在课题研究和成稿、定稿阶段的耐心等待。感谢国际劳工组织国际专家Peter Poschen, Vincent Jugault, David Kucera, Ivanka Mamic, 张绪彪博士，朱常有博士等提出的富有启发的意见和建议。感谢人力资源社会保障部国际合作司戴晓初副司长、钱晓燕博士等领导和专家对研究工作的鼓励、支持与肯定，感谢美国加州大学伯克利分校的Max Wei博士，劳动科学院专家吕润泽、张丽宾博士等国内外同行的深入交流和沟通。此外，课题组还要感谢为阶段性研究报告、中期研究报告及报告终稿从事翻译、校对工作的翻译和编辑们。

课题组对报告中涉及的数据、资料来源及研究结果的可靠性负责。

联系人：郑艳 博士

电话/传真：010-85119035

地址：北京东城区先晓胡同10号609室

目录

致谢 1

执行摘要 6

第一部分 研究背景及综述 17

 1. 研究背景 17

 2. 基本概念和政策综述..... 17

 2.1 低碳发展和绿色就业 17

 2.2 低碳发展对就业的影响 18

 2.3 各国低碳发展与就业促进政策..... 19

 2.4 中国低碳发展的政策与实践 20

 2.5 与低碳发展相关的重点行业 21

 3. 方法学和资料搜集..... 23

 3.1 课题研究框架..... 23

 3.2 分析方法 24

 4. 主要行业低碳发展与就业的总体分析 24

 4.1主要行业就业、产出与能源消费的历史变动趋势 24

 4.2碳生产力与碳就业率的比较分析 27

 4.3 小结 29

第二部分 不同行业的就业影响分析..... 31

 1 林业..... 31

 1.1气候变化对中国林业的影响..... 31

 1.2林业促进低碳发展及绿色就业的主要途径..... 31

 1.3 造林和再造林..... 34

 1.4 森林生态系统管理 39

 1.5 森林旅游 40

 1.5.1森林旅游及其直接就业现状和潜力..... 40

 1.5.2 旅游业的直接就业效应..... 42

 1.5.3 森林旅游业的间接就业效应..... 43

 1.6 小结及政策建议 44

 1.6.1 林业总体绿色就业效应..... 44

1.6.2 促进林业绿色就业的政策建议	45
2. 电力行业	46
2.1 研究背景	46
2.1.1 电力行业的发展现状	46
2.1.2 中国电力行业实施低碳发展的政策措施	47
2.1.3 低碳发展对电力行业就业的影响	49
2.2 火电行业	50
2.2.1 “上大压小”政策对就业的影响	50
2.2.2 二氧化硫减排对火电行业的就业影响	54
2.2.3 火电行业的绿色就业总计	57
2.3 风电行业	58
2.3.1 中国风电发展的现状和趋势	58
2.3.2 风电发展促进就业的国际经验	59
2.3.3 中国风电发展的产业链效应	60
2.3.4 中国风电行业的绿色就业总计	63
2.4 太阳能发电行业	66
2.4.1 中国太阳能发电的现状 & 前景	67
2.4.2 太阳能发电行业的直接就业效应	69
2.4.3 太阳能发电行业的间接就业效应	71
2.4.4 太阳能发电行业绿色就业总计	72
2.5 研究结论和政策建议	73
2.5.1 研究结论	73
2.5.2 政策建议	74
3. 基础工业	75
3.1 工业行业低碳发展的就业效应	75
3.2 钢铁行业实施低碳发展的就业效应	77
3.2.1 钢铁行业发展现状及未来趋势	77
3.2.2 我国钢铁行业应对气候变化的政策	78
3.2.3 低碳发展对钢铁行业就业的影响	80
3.2.4 结论及政策建议	82
4. 中国绿色投资的就业效应分析	83
4.1 四万亿投资的分配及绿色投资估算	84
4.2 绿色投资对应的部门投资流向	85
4.3 绿色投资的就业拉动效应分析	87
4.3.1 节能减排和生态建设	88
4.3.2 产业结构调整和技术改造	88

4.3.3 农村民生工程（沼气池）.....	88
4.3.4 小结.....	90
第三部分 结论及政策建议.....	91
1.主要结论	91
2.促进低碳就业的政策建议	92
附录1：缩略语.....	95
附录2：基本概念和数据来源.....	96
附录3：投入产出分析方法.....	98
附录4：主要参考文献.....	104
结语	108

执行摘要

研究背景

应对气候变化包括适应和减缓两个主要手段，其中，减排政策和低碳技术是推动低碳发展的重要途径。低碳发展是指通过低碳化进程实现低碳经济的发展路径，旨在实现可持续发展与应对气候变化的双重目标。伴随着低碳化进程和技术进步，会出现产业结构、能源结构的调整，实施淘汰落后产能、开发新技术和新能源等政策，对相关行业及其就业结构造成不同的影响。

2008年以来，为了应对全球气候变化和金融危机，中国积极落实低碳发展理念，切实推进节能减排政策，取得了积极成效。2009年9月，国家主席胡锦涛在联合国气候变化峰会上发表了“携手应对气候变化挑战”的讲话，明确提出中国将大力发展绿色经济和低碳经济，在十一五节能减排的基础上，积极采取措施实现以下目标：一是加强节能、提高能效工作，到2020年碳排放强度显著下降；二是大力发展可再生能源和核能，将非化石能源消费比重提高到15%左右；三是大力增加森林碳汇；四是研发和推广气候友好技术。2009年11月26日，在联合国气候变化第15次缔约方大会前夕，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%。这一量化减排目标，体现了中国在未来坚持实施低碳发展的政策导向，对于中国促进绿色就业和低碳就业将产生深远的影响。

国际劳工组织将“绿色就业”界定为：能够减小企业和经济部门对环境造成的负面影响，最终达到可持续发展的就业领域。类似地，我们可将“低碳就业”界定为能够促进企业和经济部门减少化石能源消耗和二氧化碳排放、促进全球减缓温室气体排放的就业领域。例如：造林和再造林、清洁能源的生产和供应、资源回收与再利用、生态农业、节能建筑、公共交通等行业。可见，本质上，能够促进低碳发展的一些部门和企业，其创造的就业也必然属于绿色就业¹。

主要行业的界定

低碳发展通过影响投资流向，对于不同行业会具有不同的产出和就业影响。本研究从低碳发展政策影响最为显著的领域着手，重点选择了三个主要行业进行了就业影响分析，此外，还基于中国应对金融危机提出的四万亿人民币总额的经济刺激计划，测算了其中与气候变化密切相关的“绿色投资”的就业效应。相关行业的构成及数据来源如下：

¹ 正如低碳经济可被视为绿色经济的一种新的实现形式，本文中提到的绿色就业包含了低碳就业的概念，可以理解为能够促进低碳发展、环境友好的所有相关行业的就业。例如，本文探讨了火电脱硫行业的就业效应，该行业旨在促进二氧化硫减排，但是并不能减少二氧化碳排放，鉴于火电脱硫是节能减排政策的重要内容，具有显著的社会和环境效益，在广义层面上属于绿色就业范畴。

行业	分行业	时间段	数据来源 ²
林业	造林和再造林	2005~2020	林业统计年鉴；文献；业内专家咨询
	可持续森林管理	2005~2020	文献；行业研究报告；业内专家咨询
	森林旅游	2005~2020	旅游统计年鉴；文献； 行业研究报告；业内专家咨询
电力行业	火电	2005~2020	企业调研；文献；行业研究报告；专家咨询
	风电	2005~2020	企业调研；国内外文献； 行业研究报告；业内专家咨询
	太阳能	2005~2020	文献；行业研究报告；业内专家咨询
基础工业	钢铁行业	2007~2011	钢铁工业年鉴；企业调研；业内专家咨询
四万亿投资计划	绿色投资	2008~2011	文献；官方报告

由于本研究旨在从几个重点领域出发，探讨并计算低碳发展政策对相关行业的就业效应，因此上述行业并非是现行统计部门的划分，而是采用了广义的概念界定，即，将与该特定行业密切关联的原材料生产、设备制造、产品供给及销售等一个比较完整的产业链都界定在内。以电力行业为例，产业链主要包括：

- (1) 电力生产和供给业（包括管理和维护）；
- (2) 电力设备及相关配套设施的制造业；
- (3) 电力技术研发及咨询等技术服务业。

节能减排和生态环境建设是中国推动低碳发展的重要举措。节能减排对于与化石能源相关行业的就业将造成不利影响，但是节能减排带来的技术进步和成本下降效应，将有利于整个经济系统的长远发展。生态环境建设对于林业部门具有积极的就业影响，包括造林和再造林活动、森林生态系统管理和森林旅游等。

低碳发展的就业效应

中国的低碳发展政策对某一特定行业的就业效应可区分为三个层面。

- **直接就业效应**是指本行业由于受到政策因素的影响而增加或减少投资，导致生产规模相应扩大或缩小所带来的就业影响；
- **间接就业效应**指的是在生产过程中，其他行业通过产业链效应向该行业提供生产要素的中间投入的生产而带来的就业；
- **引致就业效应**是指在一波投资效应结束之后，企业和家庭由于收入效应导致收入与支出增加，对整个经济体系带来一些新的投资机会和消费需求，由此带来的全部就业总数。

² 本研究相关参考文献及数据来源还包括：工业经济年鉴，中国统计年鉴；劳动与就业年鉴；中国人口与就业年鉴；世界银行世界发展指标数据等等。

可见，低碳发展政策对就业的整体影响应当是直接就业、间接就业和引致就业的总和³。

本研究基于国内外文献、企业调研及投入产出分析等方法，重点探讨了林业、电力行业、钢铁等主要工业部门的节能减排政策对就业的影响。课题分为两个阶段，第一阶段的研究内容包括低碳发展与行业就业的总体研究，火电行业、林业的就业效应分析；第二阶段包括风电行业、太阳能发电行业、森林旅游、钢铁行业、绿色投资的就业效应。

主要行业实施低碳发展的就业效应

1. 林业

生态环境和林业建设是应对气候变化，实践低碳发展的重要内容。

总体看来，气候变化对林业的积极影响主要包括：

- (1) 为减缓全球变暖，政府加大林业领域的投资，实施林业生态工程建设，吸纳了大量劳动力就业。
- (2) 催生了一些新的低碳产业，如林业碳汇产业、林业生物质能源产业、生态休闲产业、森林旅游业、森林培育和林业养护业等，延长了林业产业链，创造了新的就业机会。

负面的影响主要包括：

- (1) 气候变化、低碳发展模式一定程度上制约了木材采伐加工业的发展，林场工人下岗，客观上也影响了林业就业；
- (2) 气候变化会导致森林分布格局发生改变，旱灾、火灾和森林病虫害发生频率增加，从而影响森林经营企业的投入和效益，此外，极端气候灾害也会危害到林业及相关产业，例如林业基础设施，森林旅游活动，道路交通等，容易受到冰冻雨雪天气、洪水、滑坡等极端事件的不利影响。

林业为全球气候变化减缓做出了积极的贡献。林业通过碳增汇、碳贮存和碳替代三种主要途径和系列行动，为减缓和适应全球气候变化做出了积极的巨大贡献。研究可知，应对气候变化的一系列林业行动，如植树造林、森林管理和发展森林旅游等能够对创造出大量的绿色就业岗位，对于应对全球气候变化，缓解金融危机背景下的就业难题，推动中国产业结构调整，都具有重要的战略意义。

研究表明，2005~2020年间，林业可创造各种就业岗位2500多万个。其中，

- **造林和再造林，森林管护领域：**可创造直接就业岗位约780万个，间接就业岗位将近1114万个；
- **森林旅游领域：**可带动相关旅游服务、餐饮、交通等相关产业的发展，创造直接和间接绿色就业岗位约680万个⁴。

³ 本文参考国内外文献，借鉴了国际劳工组织国际专家对直接就业效应、间接就业效应与引致就业效应的概念界定。但是由于方法学及数据的局限，本文主要关注主要行业的直接就业与间接就业效应，未对引致就业进行测算。如果考虑到引致就业，中国低碳发展政策在长期带动的就业效应将更为显著。

⁴ 此处采用的是林业部门森林公园的就业岗位数据，未考虑其他正式与非正式的森林公园旅游，因此，计算结果会有所保守。

可见，林业对于低碳发展和绿色就业具有非常显著的促进作用。

领域		直接就业效应	间接就业效应 ⁵	小计
林业	造林和再造林	7600	11085	18685
	可持续森林管理	166.9 ~ 208.6	54~67.5	220.9 ~ 276.1
	森林旅游	3154	3616	6770
总计		25,676 ~ 25,731		

2005~2020年林业低碳发展的就业效应（单位：千人）

为了更好地促进林业发展，创造出更多的绿色工作岗位，本研究提出如下政策建议：

- (1) 大力鼓励和扶持林业发展，持续开展造林活动，以创造更多的林业就业机会，减轻中国目前面临的就业压力。
- (2) 积极推进林业管理体制变革，拓展林业的绿色就业领域。例如在碳汇林业发展方面，除了政府公共财政投入开展造林之外，还应该积极建立和完善林业碳汇市场，优化碳排放权交易体系，大力推进碳汇林业的发展和就业。
- (3) 大力发展森林旅游业，促进绿色低碳就业。森林旅游产业与诸多服务产业具有很强的关联性，能够创造大量的直接及间接就业岗位。建议可以对森林旅游业加以统筹规划，加大投资和建设力度，鼓励发展森林旅游业及相关产业，促进绿色就业。
- (4) 采取综合措施尽可能减轻部分林业行动对就业的负面影响。有些林业行动，如退耕还林会减少农业就业量，而天保工程的实施对林产工业就业量也会产生一些负面影响。因此，需要政府、相关职能部门和市场组织，加强劳动力培训、劳动力转移，下岗工人再就业，发展替代产业等综合措施，以弥补林业行动对就业的一些不利影响。
- (5) 培育和提升林业工作者的技术水平，提升林业部门对实现体面工作目标的意识和能力。研究表明了中国林业具有低碳发展和绿色就业的巨大潜力，许多新的领域有待开发，例如碳汇造林、森林管理、森林保健产品开发、林业产品的原材料替代及资源再利用，森林休闲产业等等。通过体面意识引导、舆论宣传和培训教育，加强林业部门的劳动保障、技能培训和就业服务体系，培育和提升林业工作者的体面意识和体面能力。

2. 电力行业

电力行业实施应对气候变化的低碳发展战略，对该行业的绿色就业产生两个方面的影响，一是因实施节能减排措施而关闭落后低效的小型火电机组等减少了相应岗位的就业；二是因积极实施低碳能源发电、火电行业实施脱硫工程等新增了相关岗位的就业。

⁵ 此处由于方法学不一致，只计算了森林公园旅游的间接就业效应。由于林业部门造林活动导致的就业，是基于理论用工量的折算数据，现实中多为非正规就业，且与中国目前官方的劳动与就业统计口径不具可比性，因此未采用投入产出方法计算造林及管护导致的间接就业。

中国电力行业2005–2020年由于实施低碳发展政策，可导致新增绿色就业岗位440 ~ 505万个，其中由于电力行业自身投资和就业变化，通过产业链传导所产生的间接就业效应尤为显著。

电力行业	分行业	直接就业	间接就业	小计	行业小计
火电行业	上大压小政策	- 47.5	-753.86	-801.36	279.16
	火电脱硫行业	298.02	782.5	1080.52	
风电行业	风力发电	156~208	533~711	689~919	2830~3484
	风电设备制造	606~726	1535~1839	2141~2565	
太阳能发电行业	太阳能光伏发电	50.3	1237.1	1287.4	1287.4
总计		4,397 ~ 5,051			

2005–2020年中国电力行业绿色就业总计（千人）⁶

从分行业情况来看，2005–2020年间，各电力行业因低碳发展和节能减排政策受到的就业影响有所不同：

- **火电行业：**火电行业节能减排措施从两个方面影响就业，一是关停煤耗高、效率低的小火电机组，代之以能源利用效率更高的大功率机组，总体上表现为就业的净减少。2005年至2020年，全国火电行业上大压小政策导致的直接和间接就业岗位损失总计约为80万个。二是火电机组安装脱硫设施减少二氧化硫排放，考虑到脱硫行业包括硫设备的设计、制造、安装和维护等领域，则2005年至2020年，火电脱硫行业导致的直接和间接就业效应为新增108万个绿色就业岗位。总体上看，由于上大压小政策及火电脱硫行业带动了大量制造业部门的直接和间接就业，因此，火电行业的整体就业效应为正，即：就业净增加约28万人。
- **风电行业的就业效应：**中国风电行业具有巨大的绿色就业潜力。2005 ~ 2020年，风电生产、风电设备制造行业累计将产生新增就业岗位283 ~ 348万个，其中风力发电企业新增绿色岗位69 ~ 92万个，风电设备制造总计新增绿色岗位214~257。可见，如果能够进行合理的风电产业发展规划，积极鼓励国内风力发电设备制造企业扩大研发水平，提高生产能力和产品的技术性能，将会在未来带动传统的制造企业转型到绿色就业。
- **太阳能光伏发电行业的就业效应：**经研究，光伏太阳能电池产业在2005年至2020年间创造的直接就业岗位可达44万个至65万个，间接就业岗位可达43万个至62万个。太阳能光伏发电行业在2005年至2020年间由投资创造的直接就业岗位可达5.03万个，间接就业岗位可达123.7万个。

⁶ 由于对电力行业的就业效应分析必须建立在大量企业调研数据的基础上，限于时间和人力，课题组只测算了发电行业及电力设备制造业的直接与间接就业效应，略去了电力行业中的技术研发与服务业，因此获得的数据会较实际偏小。

可见，低碳发展政策对于电力行业的不同企业具有不同的就业影响。对此，需要从以下几个方面制定绿色就业的政策导向。

- (1) 积极推进可再生能源发电，促进绿色就业在电力行业中的比重。近几年，中国电力工业发展迅速，燃煤发电在电力结构中的比重不降反升，增加了电力行业节能减排工作的难度，给节能减排带来一定的压力等。为此，应当积极推进低碳能源发电，逐步减少火电装机比重，并通过发展低碳能源发电带动更多的绿色就业。
- (2) 注重电力行业内部的转岗就业培训，实现内部就业结构的顺利转换。电力行业在实施节能减排的过程中，如何顺利实现小火电企业、小机组生产企业倒闭、下岗职工转移安置等问题，如何弥补低碳能源技术与管理人员的不足，将影响到电力行业实施节能减排和低碳发展的实际效果。一方面是在火电行业内部，关停效率差的小火电机组，加强技术人员培训，不断提高大中型机组的能效和运行水平；另一方面在大力发展可再生能源发电的同时，注重与专业院校开展协作，培养专门的技术从业人员，以便满足未来电力工业实施低碳能源发电导致的大量新增岗位需求。
- (3) 不断拓宽国际和国内电力技术市场，努力扩大绿色就业渠道。在低碳能源发电技术的研发和市场推广环节，加大人员和资金投入，不断缩小与发达国家的技术差距，积极占领技术研发领域的重要高地，通过激励政策鼓励企业与研究机构加强合作，采取灵活多样的形式开发各种适用技术，以不断促进低碳能源发电行业的就业带动效应。中国低碳能源发电企业的国外发展，有助于进一步扩大国内外市场份额，增加国内就业。
- (4) 为低碳能源发电行业提供政策支持，促进行业成长和绿色就业。在国际金融危机的冲击下，我国低碳能源发电行业遇到了相当大的困难。目前行业竞争日趋激烈，产业整合趋势日益加快，产业集中度进一步提高，一些企业正面临市场转型阵痛甚至有被淘汰的危险，需要通过财政税收等优惠政策，鼓励企业积极投资开发低碳能源、节能环保的电力设备，如风机机组及配套设施、太阳能发电设备、生物质发电设备等等，以推动电力行业上下游产业的协调发展，促进绿色就业。

3. 基础工业

根据对中国主要工业行业产值、就业与能源消耗的历史数据分析，可知，1985~2002年，工业行业能源强度平均下降1.91%，则工业行业要实现节能减排20%的目标，意味着与未实现节能减排措施的基准情景相比，每年需要使能源强度多下降2.49个百分点。基于工业行业的能源就业弹性，可大致推算出2005~2010年，中国工业行业总计损失的就业数约为1534万人，平均每年减少306.8万个就业岗位。作为重要的基础工业部门，钢铁行业在低碳发展中的就业效应值得深入分析。

受到城市化推动，中国钢铁行业经历了十几年的高速发展，目前出现产能过剩、工艺技术水平参差不齐、产业集中度低等问题。同时，钢铁行业能源消耗大、污染物及温室气体排放多，是节能减排的重点部门之一。

钢铁行业节能减排有三种方式：产能置换、采用节能减排技术和改进生产工艺流程。中国在产能过剩、国内废钢资源有限的背景下主要采取了淘汰落后产能和推广先进节能减排技术的方式。淘汰落后产能将不可避免带来直接就业的损失，推广先进节能减排技术可以创造一些新的绿色就业岗位。

根据国家淘汰落后产能政策，2007~2011年，钢铁行业完成产能淘汰目标可能损失的工作岗位约39~40万个。与此同时，依据中国钢铁行业规模，推算节能减排先进技术的全面推广和采用，将会提供不少于20万个直接就业岗位。净就业效应为减少就业岗位19~20万个。

钢铁行业促进低碳发展和绿色就业的政策建议：

- (1) 适当调整淘汰落后产能的政策措施，完善落后产能转岗职工的再就业安置政策，例如，通过奖励、补贴，为退出职工提供一定比例的就业机会等，有效降低退出成本。
- (2) 投资减排技术会增加企业的成本，政府如果能给与中小钢铁企业以适当补贴，将有助于推进节能减排技术的普遍采用，提高钢铁行业绿色就业的潜力，促进整个行业的长期健康发展。
- (3) 随着钢材累积存量的不断提高，应当关注废钢资源的回收利用，推动下游资源回收利用市场增加就业机会。例如，发展电炉炼钢工艺，既减少能源的消耗和温室气体、污染物的排放，也同时会对就业有更大贡献。
- (4) 促进行业低碳发展同时合理关注就业。通过节能减排技术的推广和普及、增加废钢回收等扩大就业，对淘汰落后产能中需退出人员通过企业内部转岗、政府提供公益性工作岗位、优先提供适当的转岗培训等进行合理安排。

中国绿色投资的就业效应分析

2008年以来，受到全球金融危机的影响，长期依赖于对外出口的中国经济受到了显著的影响，由于出口下滑使得沿海外向型经济为主的地区出现了大批失业，国内许多行业也受到连锁影响。为此，中国政府于2008年年11月出台了四万亿元经济刺激方案，计划在两年内通过扩大政府投资、实现维持增长、调整经济结构、扩大内需，促进就业的政策目标。

不同的投资结构会带来不同的就业拉动效应。本文基于中国官方公布的4万亿经济刺激方案的投资流向，将其中与低碳发展密切相关的投资界定为“绿色投资”，并测算其可能带来的就业贡献。中国为应对金融危机而推出的4万亿人民币的经济刺激计划中，其中与气候变化最为密切的是节能减排、生态工程、调整结构和技术改造等项目，共有5800亿元，约占投资总额的14.5%。基于数据可得性，本文界定的“绿色投资”主要包括三个部分：

- (1) 节能减排和生态建设工程投资；
- (2) 产业结构调整和技术改造性投资；
- (3) 农村沼气项目投资。

估算绿色投资为5,985亿元，占4万亿总投资的15.0%。

经过对投资流向行业的拆解，参考投入产出表得到的产出乘数、劳动力系数、间接就业影响系数，测算了绿色投资通过产业扩张给经济带来的联动效应（如下表）。

- **节能减排和生态建设：**相关工程投资项目将通过产业扩张，给经济带来的总产出约为6981.45亿元，增加绿色就业岗位20多万个；

- **调整结构和技术改造投资：**在产出拉动型情景和就业拉动型情景两种不同情景下，将给整体经济带来的产出总值分别约为11799.12亿元及11134.19亿元，创造绿色就业潜力为23~24万个新增岗位；
- **农村民生工程：**其中的沼气项目投资将通过相关产业链，给整体经济带来约590亿元的总产出，相应带动绿色就业岗位约9万个。

绿色投资领域 ⁷		直接就业	间接就业	小计
节能减排和生态建设		56.7	151.7	208.4
产业结构调整和技术改造 ⁸	产出拉动型情景	71.6	151.2	222.8
	就业拉动型情景	92	141.9	233.9
农村民生工程（沼气池）		26.3	63.6	89.9
总计 ⁹		175	357.2	532.2

中国“绿色投资”的就业效应（千人）

综上所述，“绿色投资”在近两三年内至少会给我国经济创造大约530万个绿色就业机会。

基于上述分析，考虑到中国目前面临着比较严峻的促就业和保增长的双重目标，同时还处于经济结构调整和发展方式转型是关键阶段，提出两点政策建议：一方面，在设计经济结构调整方案时，尽量兼顾就业与经济增长的双重目标，在投资流向上，适当向就业优先的政策情景倾斜，以便通过就业增加带动收入和消费水平的提升。另一方面，根据国际经验，各国绿色投资的重点在于提高企业的新技术创新能力和市场培育，这是保证国民经济持续长期良性发展的重要基础。我国产业结构调整投资需要向中小企业倾斜，引导企业进入新技术开发和提供技术服务的第三产业部门，利用财政税收等激励政策，推动中国企业提高低碳技术的自主研发和创新能力，为实施低碳发展奠定良好的科研和技术支撑。

小结

总体上，低碳发展对中国具有积极的就业效应。2005~2020年，林业、电力、钢铁行业及“绿色投资”项目，总计可创造绿色就业岗位3,000多万个（如下表¹⁰）

⁷ 许多投资领域实际上都具有与低碳发展、绿色就业相关的内容，例如：城市公共交通、城乡节能建筑改造、农村新能源开发、环境基础设施建设、低碳技术开发等等。但是由于数据可得性的限制，难以细分投资流向及性质。因此这里只估算了三个主要领域的绿色就业效应，实际的绿色就业效应应该大于上述估算。

⁸ 假定结构调整和技术改造投资去向有两种情况：即产出拉动型——约有80%的投资投向第二产业，约有20%投向第三产业；以及就业拉动型——约有60%的投资投向第二产业，约有40%投向第三产业。相应的政策含义是，产出拉动型的绿色投资与就业拉动型的绿色投资，由于政策目标不同，同样的投资比重将导致不同的政策效果。

⁹ 这里采用“产业结构调整和技术改造投资”中的就业拉动型情景。

¹⁰ 这里的简单加总测算仅供读者参考。其中，由于数据及方法学的差异，一些行业的就业预测值并不易于进行简单的加总和比较。例如，林业中的造林和再造林、森林管护等绿色就业，多为非正规就业，与现有的劳动、就业统计体系在计算方法上并不一致；钢铁行业的预测期间也受到了数据可得性的限制。此外，为了便于计算，表中取了平均值。

行业	子行业	直接就业效应	间接就业效应	小计
林业 (2005 ~ 2020)	造林和再造林	7,600	11,085	18,685
	可持续森林管理	188	61	249
	森林旅游	3,154	3,616	6,770
电力行业 (2005 ~ 2020)	火电	251	29	279
	风电	848	2309	3,157
	太阳能	50	1,237	1,287
基础工业	钢铁行业 (2007~2011)	-200	-	-200
绿色投资 (2008~2011)		175	357	532
总计		30,759		

中国主要行业实施低碳发展的总体就业效应分析（单位：千人）

其中，除了火电生产企业、钢铁企业等传统工业部门因为节能减排政策和淘汰落后产能而损失大量就业岗位之外，林业、清洁能源电力行业作为典型的绿色行业，表现出低碳就业的巨大潜力。除了行业内部产生的直接就业效应，森林旅游、风电和太阳能发电等行业，还能够带动上下游产业链产生一系列的产出扩张效应和就业促进作用。

此外，估算的绿色投资至少占到四万亿经济刺激计划的15%左右，能够给全社会带来的全部就业岗位为530多万个。在中国面临着内需不振，产业结构亟待调整，经济增长方式迫切需要转换的形势下，进一步拓宽经济刺激计划中的绿色投资比重，不仅有助于推动低碳发展，而且能够同时获得经济发展与就业促进的双重作用。

政策建议

为了推动低碳发展，促进低碳就业目标的实现，基于主要研究结论，提出以下政策建议供决策者参考：

1. 积极推动低碳发展，出台绿色就业促进政策

在低碳发展的背景下，不同行业受到的影响有所不同。总体上看，未来中国实施低碳发展政策能够带动相关行业、部门产生数千万个直接与间接的绿色就业岗位。因此，通过推动节能减排、生态建设和产业结构优化等低碳发展政策，能够为中国的低碳就业领域带来巨大的发展潜力。如果辅之以合理有效的就业促进政策，则可以在优化产业结构的同时，实现就业结构的升级和劳动者收入水平的提高，从而实现中国经济由投

资型向消费型的生产方式转变，全面提升社会经济的发展质量。例如，为了鼓励低碳、绿色的行业、企业创造绿色就业岗位，有必要推动绿色就业岗位标准的相关政策，在此基础上，与企业投资、税收和就业等优惠政策结合起来，对于推动全社会关注绿色就业和低碳发展将起到良好的激励作用。

2. 积极发展低碳型服务产业，优化产业结构

不同行业对于能源和劳动力的依赖度有所不同，经济产出水平也有所差异。目前，中国第三产业的就业比重占到32%，产值贡献已超过40%。同样增加1吨碳排放，第三产业能够带动的就业是第二产业的108倍。考虑到各国产业结构提升的客观规律，产业和就业政策需要扶持发展第三产业，尤其是为制造业等工业部门提供技术和研发支持的生产型服务业，技术服务业，以及带动内需的消费型服务业；同时，积极制定绿色就业促进计划，鼓励发展高附加值的第一产业（如生态农业、能源林业、农副特产业，生态旅游业等等），促进绿色就业和低碳发展的双重目标。

3. 推动就业目标优先的绿色投资

四万亿经济刺激计划有助于缓解金融危机的冲击。但是，中国目前还未进入就业增长型的经济复苏阶段，表现为投资流向依然偏重于交通、建筑等基础设施项目，这些项目一旦建成形成“碳锁定效应”，将影响到中国未来的减排潜力。目前，在四万亿投资计划中，与低碳发展有明确关联的“绿色投资”只有15%。实际上，现有的经济刺激方案中，蕴藏着很多低碳发展的机会。例如，城市公共交通体系、城乡绿色节能建筑开发及改造、低碳技术研发及成果应用、低碳科普与宣传教育、绿色就业培训等等。因此，有关部门应该进一步挖掘经济刺激计划中的绿色投资潜力，实施就业优先的投资政策导向，为实现结构优化的低碳经济奠定良好的基础。

4. 关注绿色就业中的体面就业

国际劳工组织的一个工作宗旨即是在全球实现体面就业的目标。然而，绿色就业未必是体面的就业。研究表明，林业部门具有巨大的绿色就业潜力，2005~2020年间，仅造林和再造林、造林带动的森林管护相关就业，就高达2000多万个就业岗位，相当于每年可创造绿色就业岗位100多万个。然而，由于林业活动的季节性及低技术要求，吸收的就业大多属于非正规的临时就业岗位，如农民工、下岗职工等。如果与现有城镇就业体系中具有各种劳动保障与就业福利的正规就业者相比，这些就业岗位虽然具有绿色的特征，但却未必是“体面就业”¹¹。对此，需要相关部门完善相关的法律规范，完善相关的短期就业市场，为农民工、下岗职工和大学毕业生提供必要的就业培训和技术指导，针对不同就业者的需求和特点，引导他们进入合适的就业领域。例如，鼓励农村富余劳动力和下岗职工从事生态农业、能源林业、农林土特产品开发和深加工、生态旅游、文化休闲服务等相关产业，鼓励大学生进入技术含量较高的新能源、设备制造、技术研发和市场推广等领域，增强劳动者持续经营和自我就业的能力，切实保障就业增进与收入和福利水平的同步提高。

5. 促进低碳就业可先行试点，分步推广

推动低碳就业需要考虑到不同行业、地区及特定企业的具体情况，同时需要许多配套政策的协同支持。

¹¹ 中国目前在废弃物回收和再利用领域，也面临着同样的问题。

例如，电力企业是节能减排工作的前沿，受到低碳发展政策的影响也相对较大，不同电力企业遭受到的影响也各有不同。对于火电企业而言，需要关注的重点是在落实“上大压小”的节能减排政策时，是否能够有效地借助员工技术培训在企业内部实现转移安置。对于风电等新兴电力行业而言，企业对技术与管理人员的需求较为迫切，但是目前的就业市场和人才培养机制尚不足以满足行业快速发展的需求。可见，促进低碳就业的政策是一个需要各个领域协同考虑的政策体系，包括就业培训、专业技术教育、社会保障体系、低碳技术研发、技术服务等等。

鉴于低碳经济发展模式是一种新型的经济发展模式，国内外可以借鉴和参考的依据很少，建议在相关研究的基础上，在部分地区和典型行业/企业开展试点，在总结经验的基础上制定低碳就业的促进政策。

第一部分 研究背景及综述

1. 研究背景

全球气候变化问题已经成为世界各国共同关注的焦点和热点问题。2007年联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第四次评估报告¹²指出全球气候变化已经是不争的事实，人类自工业化进程以来，大量消耗化石能源，是导致近百年来全球气候变暖的主要原因。IPCC报告特别指出，全球未来温室气体的排放取决于发展路径的选择，强调人类必须一致行动应对气候变化带来的挑战，越早采取行动则未来所面临的气候风险和机会成本越小。2006年10月，英国政府发布的斯特恩报告（Stern Review）¹³指出，气候变化将导致全球每年5%~20%的GDP损失，呼吁各国借助低碳技术向低碳经济转型。

应对气候变化的低碳发展战略对于就业具有显著的关联效应。应对气候变化包括适应和减缓两个主要手段，其中，减排政策和低碳技术是实现低碳发展的重要途径。低碳发展是指通过低碳化进程实现低碳经济的发展路径，旨在实现可持续发展与应对气候变化的双重目标。低碳经济的目标是低碳排放和高人文发展。伴随着低碳化进程，会出现产业结构、能源结构的调整，通过淘汰落后产能、开发新技术和新能源等政策手段，从而对行业就业结构和区域就业结构会造成一定的影响。

中国对于低碳发展正在给予越来越多的关注，中国在“十一五”规划中提出了2010年将单位GDP能耗在2005年基础上降低20%的节能减排目标，这一目标实际上就是低碳发展的重要内容。2009年11月28日，中国提出了2020年单位GDP碳排在2005年基础上降低40~45%的自愿减排目标，进一步向国际社会昭示了中国实施低碳发展、促进减排的政策导向。

本课题属于“中国—联合国气候变化伙伴框架项目”的部分研究内容，旨在探讨中国实施低碳发展对于就业的潜在影响，为中国实现低碳发展和就业促进的双重政策目标提供研究支持。研究目的旨在：

- （1）基于实证研究探讨中国低碳发展和绿色就业的现状及未来发展趋势。
- （2）估算并预测新兴行业或传统行业因气候变化政策导致的就业增加或减少。
- （3）基于中国现实，在可持续发展目标下，为促进就业与低碳发展的双重目标提供政策建议。

2. 基本概念和政策综述

2.1 低碳发展和绿色就业

低碳发展（Low Carbon Development）就是社会经济系统在消费模式、产业构成、能源结构、资源开发和利用等方面不断趋向低碳化的过程。低碳发展被认为是能够满足能源、环境和气候变化挑战的前提下实现

¹² IPCC. Summary for Policymakers of IPCC Fourth Assessment Report, Working Group II, 2007.

¹³ Stern Nicolars, Stern Review on the Economics of Climate Change, Cambridge University Press, 2007.

可持续发展的唯一途径¹⁴（CCICED,2008）。实现低碳发展有以下主要途径：一是能源结构的清洁化；二是提高能源利用效率，即借助低碳技术降低单位产出所需要的能源消耗；三是产业结构的低碳化。

衡量低碳发展的指标包括：

- 碳排放的绝对量（或化石能源消耗水平）：是绝对意义上的低碳排放。
- 碳排放效率（能源利用效率）：是相对意义上的低碳排放，指的是能源强度的下降和碳经济效率（碳生产力）的提升。

从短期来看，一国可以在不改变其能源结构和产业结构的前提下，通过提高能源利用效率和碳产出效率，实现相对的低碳排放；从长期来看，技术进步能够借助清洁能源替代、低碳技术应用等手段实现一国碳排放总量的绝对下降。这两个过程都可被称为低碳发展。与人口和经济增长处于稳定水平的发达国家不同，为了满足经济增长和人文发展需求，转轨国家和发展中国家对于能源和碳排放的需求空间还很大，很难在短期内实现碳排放绝对量的下降，因此，提高能源利用效率和节能措施就成为促进低碳发展的重要手段。

ILO界定了绿色就业的定义：能够减小企业和经济部门对环境造成的负面影响，最终达到可持续发展的就业领域。类似地，我们可将“低碳就业”界定为能够促进企业和经济部门减少化石能源消耗和碳排放，促进全球减缓温室气体排放的就业领域。例如：清洁能源的生产和供应、资源回收与再利用、生态农业、造林和再造林、节能建筑、公共交通等行业。可见，本质上，能够促进低碳发展的一些部门和企业，其创造的就业也必然属于绿色就业¹⁵。

低碳就业（Low carbon employment, clean jobs）不同于低碳行业的概念，低碳就业着眼于低碳发展的效果，如果某些就业岗位或行业部门对于促进低碳发展和减缓全球变暖具有直接和间接的贡献，则属于低碳就业或绿色就业领域。低碳行业（Low carbon industry）与高碳行业（High carbon industry）相对应，是从某一行业、企业的生产过程来看，是否这些行具有高污染、高能耗和高碳排放的特征。低碳就业与低碳行业在有些领域是一致的，比如生态农业、森林管理、可再生能源等；有时并不完全一致，例如环保产业既属于绿色就业，也属于低碳就业，但是在中国，由于发展阶段和技术水平的原因，某些小规模、作坊式的废弃物回收产业存在着严重的浪费资源、污染环境的问题，体现为高污染行业；火电脱硫行业有助于环境保护和减排，但是生产和运行都需要消耗大量能源。本研究进行这一区分旨在为实现低碳就业和低碳发展提供产业发展的指导。

2.2 低碳发展对就业的影响

减缓气候变化的低碳发展政策将改变产业结构和能源结构，带动新技术的开发和应用，从而对不同行业的就业产生一系列积极的或不利的的影响。总体而言，如果能够采取积极的措施推动技术进步，低碳发展政策对于就业的影响将是比较积极的。

¹⁴ 中国环境与发展国际合作委员会（CCICED），《低碳经济的国际经验和中国实践》研究报告，2008年12月。

¹⁵ 正如低碳经济可被视为绿色经济的一种新的实现形式，本文中提到的绿色就业包含了低碳就业的概念，可以理解为能够促进低碳发展、环境友好的所有相关行业的就业。例如，本文探讨了火电脱硫行业的就业效应，该行业旨在促进二氧化硫减排，但是并不能减少二氧化碳排放，鉴于火电脱硫是节能减排政策的重要内容，具有显著的社会和环境效益，我们进行了绿色就业的测算。

(1) 积极影响

- 通过大力发展水电、风电、太阳能、生物质能等可再生能源，能够推动新能源技术开发、设备制造和安装、维护等行业产生一系列新增就业。
- 节能减排需要融资和金融服务，这能带动金融行业的就业。包括清洁能源投资、低碳技术服务贸易，以及清洁发展机制、碳排放权交易市场等相关领域的金融服务工作。
- 对“低碳技术”具有巨大需求潜力的部门涉及电力、交通、建筑、冶金、化工、石化、汽车等领域。低碳技术研发和运用，会大大推动技术层面和服务层面的就业，包括增加能源咨询公司、能源服务公司，形成新的就业结构。
- 开展植树造林和生态保护能够提供大量的工作机会。中国实施退耕还林政策、建设自然保护区及开展生态旅游等举措，能够增加林业、园艺、森林管理及旅游区设施维护等方面的就业需求。
- 低碳发展带来的巨大投资，能给服务业带来大量的就业机会，包括咨询、保险、商业气象服务、环境保护和科普教育、传媒等等。服务业的发展可以促进我国的产业结构优化，为城乡失业人群提供更多更好的就业机会。

(2) 不利影响

- 新技术和新行业的发展，对劳动力的技术含量要求较高，不利于低端劳动力就业。作为发展中国家，中国大力发展再生能源和提高能源效率，不但需要巨额的资金，还需要大量的高技术人才，而发展中国家大多的劳动力大多是低技术或零技术含量，这将降低许多低素质劳动力的就业机会¹⁶。
- 节能减排将限制发展那些资源和能源消耗大、高污染和高排放的企业，许多不符合要求的中小企业会逐步关停并转，这会带来某些行业的缩减，造成结构性失业。例如，重化工产业、机械制造、钢铁行业的低端技术人员可能在技术升级换代过程中失业，煤炭行业中的高能耗高污染小企业被关闭，建筑行业、汽车行业、能源行业的某些低端技术人员也会失业。

2.3 各国低碳发展与就业促进政策

为了应对全球范围的金融危机，联合国环境署于2008年10月提出了“全球绿色新政及绿色经济计划”¹⁷，倡导各国在经济刺激计划中支持和加强“绿色投资”，通过发展清洁能源、节能建筑和有机农业等绿色经济，扭转当前各国高能耗、高排放的经济发展模式，向低能耗、低排放的低碳发展模式转型。

一些国家敏锐地看到了低碳发展所蕴含的发展机遇，利用绿色投资计划积极推动绿色就业的实践。美国奥巴马政府提出了以发展新能源为核心的“绿色复兴计划（Green Recovery Programe）”¹⁸，希望通过绿色基础设施投资建立低碳经济体系，并借助新能源投资的溢出效应(spillover effect)来创造更多的就业。据测

¹⁶ 本研究中的植树造林活动带动的就业为低技术要求。此外，中国目前的资源回收再利用产业也存在着大量低素质劳动力就业的状况，迫切需要进行相应的技术培训。

¹⁷ 联合国环境署，2009年2月，“实现全球绿色新政”<http://new.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=562&ArticleID=6079&l=zh&t=long>。

¹⁸ 该计划拟在两年内投资1000亿美元，建设六大领域的绿色基础设施项目，包括：节能建筑，公共运输系统，智能电网，风电，太阳能发电，第二代生物燃料等。2009年美国正式提出了7870亿美元投资的经济刺激方案，占其GDP的5.7%，其中有800亿美元与能源领域有关，包括在未来十年提供200亿美元的税收补贴，以鼓励发展可再生能源技术。

算,在新能源领域每投资10亿美元,能够为美国创造约2万-3万个就业岗位,同时每年可减少60万吨温室气体排放¹⁹。加州大学伯克利分校(Max Wei,2009)根据美国可再生能源发展前景预测了相应的就业效应,认为到2020年美国可再生能源领域的就业人数将达到130多万个²⁰。

欧洲各国具有注重劳动者福利的传统。1999年,德国联合工会与环境组织和企业一同发起设立了“工作与环境联合计划(Alliances for Work and Environment)”,旨在通过建筑节能改造措施同时促进环境保护和绿色就业,2001-2009年,德国政府为该计划提供的资金支持接近100亿美元。该计划目前已经创造了每年20多万个就业机会,减排二氧化碳200万吨²¹。为了应对气候变化、经济危机和失业,德国政府还将在2009年和2010年推出110亿美元的经济刺激计划继续实施建筑节能改造,届时绿色就业岗位将达到60万个,每年可减排二氧化碳300万吨。

韩国提出了380亿美元的绿色新政计划(约占GDP的1.2%),其中包括流域治理,公共交通网络,绿色信息基础设施建设,水利基础设施,绿色汽车与清洁能源,资源回收再利用,森林再造与恢复工程,乡村和学校建筑节能改造等九大项目。据估算,该项目在流域治理,森林保护和能效建筑等主要领域的投资将带动约50多万人的就业。

此外,2009年3月,欧盟宣布将在2013年之前投资1050亿欧元支持发展绿色经济,促进就业和经济增长。日本宣布将于2015年之前把绿色经济规模扩大至100万亿日元。中国为应对金融危机而推出的4万亿人民币的经济刺激计划中,其中与气候变化最为密切的是节能减排、生态工程、调整结构和技术改造等项目,共有5800亿元,约占投资总额的14.5%。

2.4 中国低碳发展的政策与实践

中国政府根据国家可持续发展战略的要求,从国情出发先后制定、颁布了一系列与应对气候变化相关的政策和立法措施,其中最重要的是节能减排政策,这一优先领域与减少温室气体排放、促进低碳发展具有内在的一致性。节能降耗一直是企业发展的内在诉求,也是中国自1980年代以来就开始推行的政策目标之一。从1990年到2005年的15年间,中国的能耗单位GDP能耗降低了46.6%,相当于减少二氧化碳的排放18亿吨。中国再生能源占到一次能源的7%~7.5%,目前中国正在积极开发风能、太阳能、核能、水力发电,通过清洁能源优化能源结构。与此同时,中国注重森林和生态保护对于低碳发展的贡献,近些年植树造林的投资力度不断加大。

十一五规划中,中国明确提出了节能减排的量化指标,将这一工作任务提升到可持续发展的战略高度。2006年至今,中国政府先后制定了《应对气候变化国家方案》、《可再生能源中长期发展规划》、《可再生能源发展十一五规划》、《节约能源法》、《可再生能源法》、《清洁生产促进法》等相关政策立法。

¹⁹ PERI, Center for American Progress, "Green Recovery—A Programme to Create Good Jobs and Start Building a Low-Carbon Economy", Sept. 2008, www.peri.umass.edu; 联合国环境署, 2009年2月, "实现全球绿色新政" <http://new.unep.org/Documents/Multilingual/Default.asp?DocumentID=562&ArticleID=6079&l=zh&t=long>.

²⁰ Max Wei, "绿色经济扩大就业的潜力—以美国为例", 2009年3月30日, 中国绿色就业国际经验分享研讨会, 北京。

²¹ 沃纳·施耐德, 德国联合工会, "德国的工作与环境联合计划", 2009年3月30日, 中国绿色就业国际经验分享研讨会, 北京。

2007年5月，中国国务院总理温家宝提出中国节能减排的几项重点措施：

- (1) 遏制电力、钢铁、有色、建材、石油加工、化工等高耗能、高污染行业的过快增长。
- (2) 淘汰电力、钢铁、建材、电解铝、铁合金、电石、焦炭、化工、煤炭、造纸、食品等行业的落后产能。
- (3) 在消费领域推广应用高效节能产品，确定1000家企业作为节能减排工作的重点，五年实现节能1亿吨标准煤。
- (4) 积极发展循环经济，推进矿产资源综合利用、固体废物综合利用、再生资源循环利用，以及水资源的循环利用。
- (5) 完善体制环境和政策体系，建立有效的激励、约束机制。
- (6) 加大节能减排的投入，建立政府引导、企业为主和社会参与的节能减排投入机制。这些优先领域的节能减排目标为今后的产业结构调整 and 增长方式的转变提供了政策导向，对于其中涉及到的许多行业（如电力、钢铁、可再生能源等）的长远发展及中国就业结构的变化具有很重要的影响。

“这些优先领域的节能减排目标为今后的产业结构调整 and 增长方式的转变提供了政策导向，对于其中涉及到的许多行业（如电力、钢铁、可再生能源等）的长远发展及中国就业结构的变化具有很重要的影响。”

2.5 与低碳发展相关的重点行业

联合国环境署与国际劳工组织发布的《绿色就业：在低碳、可持续的世界中实现体面劳动》报告，提及了六个能够促进温室气体减排、资源节约和促进就业的重点领域，包括：能源供应行业，交通运输部门，生产制造业，建筑行业、资源回收和利用，零售行业，农业，林业等。这些重点领域不但具有巨大的减排潜力，而且拥有不同程度的绿色就业开发潜力，其中，以林业，可再生能源，交通，建筑节能，资源回收利用等行业的发展潜力最为显著。

(1) 林业

森林是最大的“储碳库”和最经济的“吸碳器”。2007年中国公布了《应对气候变化国家方案》，强调植树造林、保护森林、最大限度地发挥森林的碳汇功能等是应对气候变暖的重要措施。据估算，1980~2005年中国造林活动累计净吸收约30.6亿吨二氧化碳，森林管理累计净吸收16.2亿吨二氧化碳，减少毁林排放4.3亿吨二氧化碳。按照《中国林业发展战略研究》，到2050年我国森林覆盖率将达到26%以上，届时全国森林年净吸收二氧化碳的能力预计将在1990年的基础上增加90.4%。

应对气候变化和低碳发展使得林业具有广阔的就业潜力，主要表现在以下方面：

- (1) 林业产业开发和林副产品，包括木材生产和加工，林产化工，林机制造，森林旅游，森林食品，森林药材，花卉和竹产业等等。
- (2) 造林：中国正在实施的六大林业重点工程，今后10年的造林任务达0.76亿hm²，预计可安置1869万人就业。
- (3) 森林旅游：中国的生态旅游和森林旅游发展很快，森林旅游人数年均增长率达到30%以上。

(2) 能源行业

能源行业内部受到节能减排和气候变化政策的影响，就业效应具有较大差异。对于传统化石能源的开采、冶炼和火力发电行业，就业的影响多为负效应。对于可再生能源行业、碳捕获和碳封存等新技术行业，则能够直接促进新增就业。

以电力行业为例，

- (1) 火电行业：在低碳化进程中主要以提高能效为主，关闭落后小火电会增加火电行业的碳效率，包括经济效率和成本效率，但是会造成碳就业率的下降。
- (2) 水电、风电和太阳能：均属于低碳行业，风电场和太阳能发电企业自身吸纳的就业数不多，但是间接引致的产业链就业效应较为显著；此外，水库淹没损失会间接影响到库区移民的就业。
- (3) 生物质能：涉及到农村沼气，薪炭林，生物燃料的研发和种植，秸秆回收，生物质能发电、发电设备制造等多个直接和间接的产业链条，导致的综合就业也较可观。
- (4) 核电：属于低碳排放能源，就业效应也较为显著。

(3) 钢铁行业

钢铁工业是典型的高能耗、高排放和高污染行业。总体上，低碳发展对于钢铁行业的就业具有负效应。中国是世界上最大的钢铁出口国，针对中国钢铁行业产业集中度低、规模小、生产工艺落后等特点，国家发改委2005年制定了《钢铁产业发展政策》，对钢铁行业应对气候变化、实施低碳化发展提出了明确、具体要求。2009年1月出台的《钢铁产业调整振兴规划》提出要以控制总量、淘汰落后产能、联合重组、技术改造、优化布局为重点，推动钢铁产业的振兴。节能减排和行业振兴计划的深入实施将对钢铁行业的就业产生两个方面的影响：（1）淘汰落后产能，遏制行业扩张趋势，将减少钢铁行业就业数量，（2）采用先进工艺技术，将在钢铁行业内部创造部分工作岗位。然而，从间接就业效应来看，钢铁行业通过落后和过剩产能的淘汰，能够大幅度提高行业生产效率，降低产品成本，有利于下游相关行业的发展并带动大量就业。

(4) 资源回收和再利用行业

资源回收再利用是循环经济的一个重要组成部分，循环经济要求在生产、流通和消费等过程中实现资源消耗的减量化、废弃物的再利用和资源化。早在1980年代，中国就推行了资源综合利用，其中，包括工业三废（废气、废水、废渣）的综合利用率已达到60%以上²²，但可再生资源的回收利用还未形成产业化发展。与其他国家相比，中国的资源生产率只有1/10，企业技术条件和资源消耗水平相差很大，面对资源日益短缺的发展瓶颈，实施资源回收利用就成为实施循环经济理念和低碳发展的重要途径。

2005年中国公布的第一批循环经济试点的重点领域中，包括了再生物资回收加工利用体系建设、废旧金属再生利用、废旧家电回收利用、再制造等。中国发展资源回收与再利用产业发展前景广阔，能够创造大量的直接和间接就业岗位。据专家测算，2006年中国再生资源回收总量达15810万吨（包括进口的4000万

²² 中国再生资源回收利用协会，“走循环经济之路，推进工业节能与综合利用”，http://www.crra.org.cn/listDetail.aspx?INAC_PID=INACID200809021508141347&INAR_ID=ARID200901231012077368&INAC_ID=INACID200809081753304182。

吨），国内物资回收加工总值达到3500亿人民币，比2005年增长22%。2008年有色金属总产量中有20%左右为再生金属。资源回收和再利用产业是一个涉及服务业、制造业等多个部门的完整的产业链条，目前，中国从事这一行业的人员有1千多万人，其中有600多万都是农民工，其中许多从业者处于非正规就业的状态。一方面，以零散打工、小作坊式经营的从业者缺乏相应的劳动保护和就业保障；另一方面，不规范的工作方式和操作流程，常常导致资源利用效率低下，生态环境破坏严重。为了提升资源回收利用行业的整体水平，规范这一行业的发展，需要对这些非正规的从业者进行培训，加大政策扶持力度，以便逐步推动这一行业的专业化水平，同时促进体面就业的目标²³。

3. 方法学和资料搜集

3.1 课题研究框架

本课题重点探讨林业、电力行业、钢铁等主要工业部门的节能减排政策对就业的影响。课题分为两个阶段，第一阶段的研究内容包括低碳发展与行业就业的总体研究，火电行业、林业（造林和再造林、可持续森林管理）的直接就业效应分析；第二阶段包括火电行业的间接就业效应、风电行业就业效应、太阳能发电行业就业效应、林业的间接就业效应、森林旅游就业效应、钢铁行业就业效应、绿色投资就业效应。研究框架如上图所示。

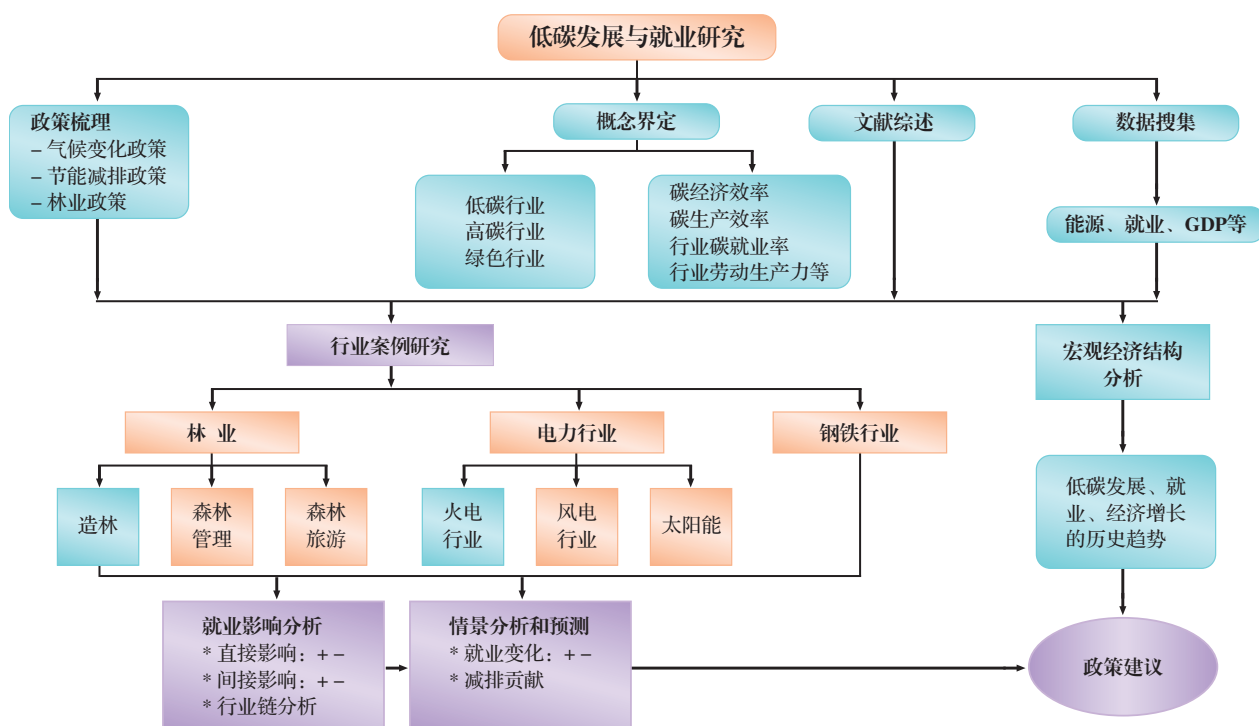


图1-1：研究的技术路线

²³ 百业网，“中国科技信息—再生资源回收利用是节能减排的最有效措施之一”，2006年6月，中国再生资源回收利用协会在北京组织了“服务新农村、培训农民回收工”的活动，向考试合格的学员颁发“废旧物资回收挑选工国家职业资格证书”，目的是将农民回收工培养成有文化、懂技术、会经营，并且具有环保意识、安全生产意识和社会责任心的新型职业者。

3.2 分析方法

基于文献来看,探讨就业效应可以有不同的研究方法。例如,宏观结构分析(投入产出方法),历史趋势的统计分析,企业调研等。这些方法可以归纳为两种基本的思路,一是自上而下的宏观模型分析,包括统计分析和预测方法、投入产出分析方法,CGE模型等等;一是自下而上的行业调研分析,包括实地走访、座谈、问卷和电话调研等。在行业案例研究中,为了保证数据分析的可靠性,综合采取了这两种方法,此外还利用国内外相关文献资料,进行就业影响的测算。

总体而言,就业效应研究分三个层次,第一个层次探讨某一环境政策对于特定行业的直接就业影响,例如节能减排政策对火电行业上大压小造成的就业减少;可再生能源政策导致风电、太阳能行业的就业增加。第二层次探讨某一特定行业受到政策或市场变化的冲击(如能源价格上升,新能效技术的应用,可再生能源投资计划等)之后,对相关产业链造成的间接影响。第三个层次是由于收入效应,企业和家庭部门的收入增加,产生了新增投资和额外需求,从而产生的一系列就业变化。

从长期来看,低碳发展的核心是技术进步,包括提高能源利用效率和发展可再生能源。一般而言,低碳发展对于能源相关行业(包括煤炭开采、石油和天然气冶炼、电力热力和煤气等的生产和供应等)具有直接的就业效应,对非能源行业则具有间接的就业影响。低碳发展对就业的影响主要体现在间接的拉动作用。研究表明,提高能效的新技术投资能够直接带动的就业只有不到10%,新增就业中的90%来自能源成本下降和相关投资增加导致的间接就业效应²⁴。例如,随着低碳技术和高能效产品的应用,一方面,企业得以降低生产成本,继续扩大投资规模;另一方面,与能源相关产品的成本不断下降,增加了各部门对于能源产品及其他服务的购买力,从而能够吸纳更多就业。同时,一些与低碳发展相关的新兴行业也会随之出现,传统行业的富余劳动力也会向新兴行业转移。

4. 主要行业低碳发展与就业的总体分析

4.1 主要行业就业、产出与能源消费的历史变动趋势

本研究基于数据的可得性,选择了8个主要行业进行能源、排放与就业的总体分析,包括:①农业(农林牧副渔),②采掘业,③制造业,④电力热力煤气和水等生产供应业,⑤建筑业,⑥交通仓储邮电通讯业,⑦批发零售住宿餐饮业,⑧其他服务业等²⁵。通过分析主要行业的碳生产力、碳就业率及能源强度的变化,区分了低碳行业与高碳行业,旨在深入行业内部探讨行业自身实施节能减排和低碳发展的潜力,为优化产业结构提供政策支持和分析依据。

(1) 中国主要行业的就业与产出变动趋势

中国经济活动总人口从1950年代初的1.1亿人,增长到2007年的7.8亿人。在此期间,伴随着城市化和工

²⁴ 1992 ACEEE, *Energy Efficiency and Job Creation*, <http://www.aceee.org/pubs/ed922.htm>, Regarding the different effects, less than 10% of the net jobs created are associated with direct investment in efficiency measures while more than 90% are associated with energy bill savings and respending of those savings.

业化进程，中国三大行业的就业结构也发生了较为显著的变化。农业劳动力占总就业人口的比重从1950年代的80%以上下降到40.8%，减小了一半左右。第二产业和第三产业的就业比重增长较快。1994年，第三产业就业人数开始超过第二产业，表现出较快的增长态势（图1-2）。

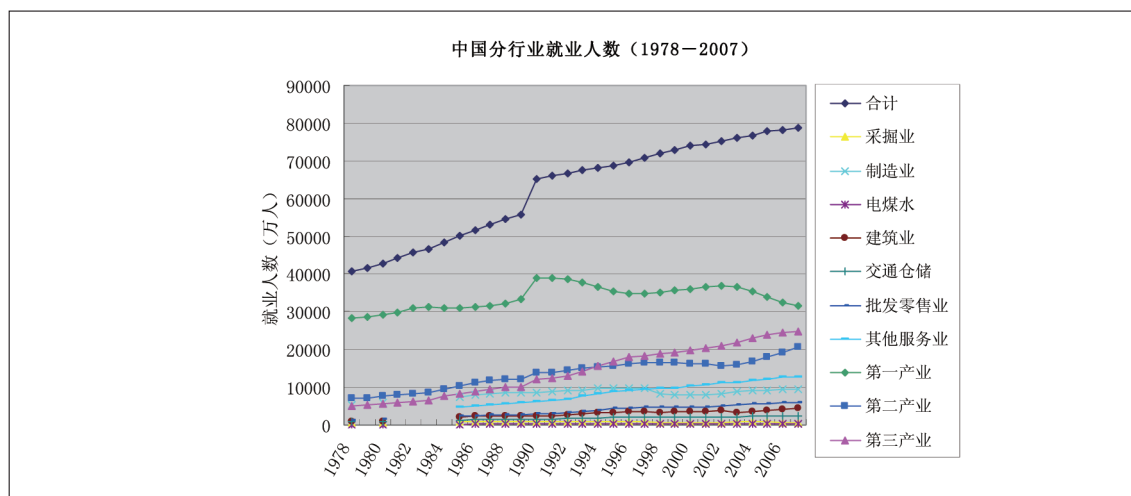


图1-2：1978～2007年中国分行业就业人数

与此同时，各行业的产出贡献也在发生变化。图1-3是主要行业的增加值变化，可以看到工业在国内生产总值中占了绝对优势，体现了中国正在处于工业化中后期的发展阶段特点。1980年代以来，农业产出贡献率随着就业比重的减少而不断下降。第二产业的就业比重虽然不到30%，但是产值贡献却占到将近一半左右。第三产业的产值贡献率在1980年代中期超过农业比重，并呈现持续快速增长的态势，目前保持在40%左右的贡献率。这表明随着工业化和城市化的逐步推进，经济结构从生产型向服务型产业演进的规律开始发挥作用，尤其是随着经济发展和生活水平的提高，不但推动了金融、保险、房地产等生产型服务业的较快发展，而且零售业、旅游业、文化娱乐等以满足人们生活需求为目的的消费型服务业也获得快速发展。

(2) 不同行业的劳动生产率比较

对比主要行业的劳动生产率（如图1-4），可知，除了其他服务业之外，主要行业的劳动生产率都呈现上升趋势，其中，劳动生产率增长最快的是工业部门，从1985年到2007年增长了9倍多，这与工业部门资本密集型的特点有关，但主要得益于近些年工业部门技术进步的较快推动。其他服务业包含了许多非生产性的

²⁵ 注：第一产业为农业；第二产业包括工业和建筑业，工业包括：采掘业，制造业，电力热力煤气和水等生产供应业；第三产业包括交通仓储邮电通讯业，批发零售住宿餐饮业，其他服务业，其中，其他服务业包括部分生产型服务业和消费型服务业，如金融保险业，房地产业，社会服务业，科学研究和技术咨询服务业，教育医疗文化体育服务业，国家机关和社会团体等。第三产业也可以分为生产型服务业和消费型服务业。生产型服务业是与制造业直接相关的配套服务业，是从制造业内部生产服务部门而独立发展起来的新兴产业，本身并不向消费者提供直接的、独立的服务效用。它依附于制造业企业而存在，贯穿于企业生产的上游、中游和下游诸环节中，以人力资本和知识资本作为主要投入品，把日益专业化的人力资本和知识资本引进制造业，是二三产业加速融合的关键环节。中国“十一五”规划纲要提出要大力拓展六种生产性服务业：现代物流业、国际贸易业、信息服务业、金融保险业、现代会展业、中介服务业。

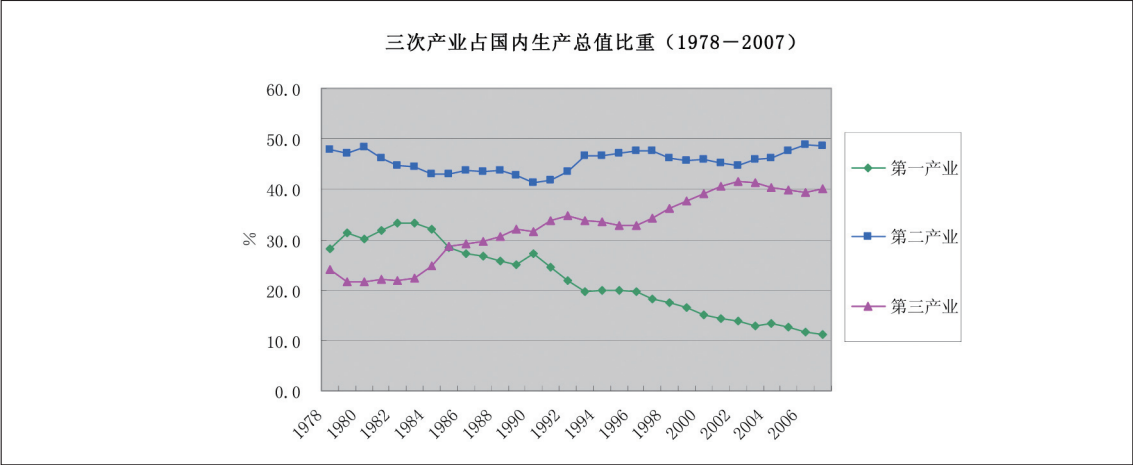


图1-3：1978 ~ 2007年中国三大产业产值占GDP比重

社会服务业，劳动生产率的降低说明该行业内部的升级还不够，需要进一步提升产出能力较高的高端服务业的比重，如技术开发、咨询、金融保险、文化创意服务业等。

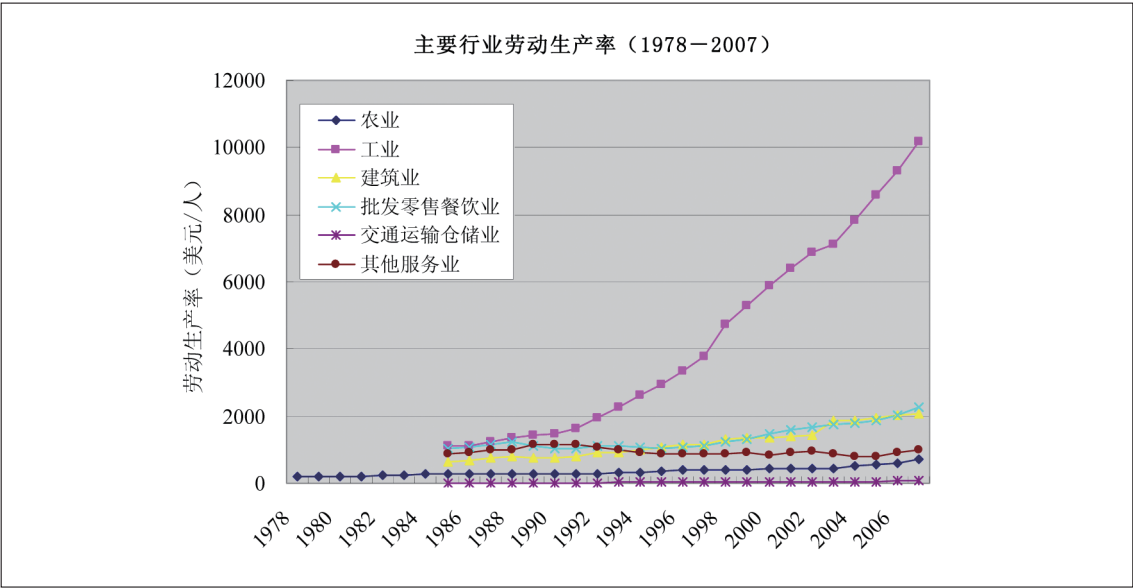


图1-4：1978 ~ 2007年分行业劳动生产率变化趋势

(3) 不同行业的能源消耗状况

从图1-5可见，中国经济的能源消耗总量自1980年代以来保持了持续快速的增长态势，尤其是2002年之后，工业结构中重工业比重增加，使得对能源的需求进一步增加，使得工业成为中国主要的能源消耗部门，同时也是污染排放和碳排放量最大的部门。对比各行业能源消耗总量，可以看出，工业能耗占到总能耗的70%以上，其中制造业又占到工业部门总能耗比重的80%以上。与发达国家的能耗集中于建筑和交通领域不同，中国的工业能耗比重过大，居民消费所占能耗比重较低。例如，美国工业能耗占总能耗的比重为20%，日本为30%。这说明，中国工业能耗为主的能源消费结构与中国目前所处的工业化发展阶段及“世界加工

厂”的地位是比较符合的。

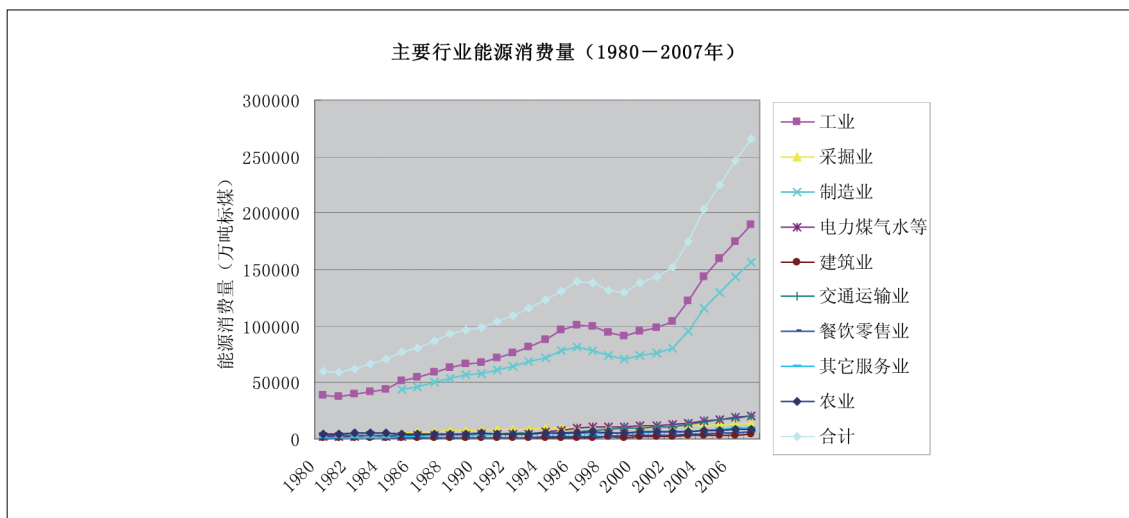


图1-5：1980～2007年中国主要行业能源消费量变化

4.2 碳生产力与碳就业率的比较分析

一般而言，经济发展必须具备几个主要的投入要素，即：资本，劳动力，能源和技术。国内外有许多文献深入探讨了能源、资本和劳动力对于经济增长的不同贡献。一些研究发现，在能源、资本和劳动力三个要素之间存在着替代或互补的关系^{26 27 28}。其政策涵义在于，如果能源与非能源生产要素（资本、劳动力）之间存在着替代关系，则能源价格提高或实施节能减排政策，可以通过能源的资本替代或劳动力替代，继续保持行业产出的增长；反之，如果某一行业的能源与非能源要素之间是互补关系，则提高能源利用成本的环境政策就会减小行业对能源要素的投入比重，从而降低行业产出水平。

基于上述分析，对主要行业的碳生产力、碳就业率进行了比较，通过分析主要行业的就业、产出与能源消耗之间的相对变动关系，可以发现这几个指标之间具有的内在关联，从而揭示行业节能减排对于行业产出和就业的可能影响。

(1) 中国低碳发展的历史趋势

碳生产力是指单位碳排放的产出效率。图1-6是中国总体碳生产力的历史变动趋势。可知，整体上，中

²⁶ 杨中东，“对我国制造业的能源替代关系研究”，《当代经济科学》，2007年5月，29卷第3期。

²⁷ Murry, D.A. ; Dan, G.D., 1990 Sep, The energy consumption and employment relationship: A clarification, *Journal of Energy and Development* ; Vol. 16:1.

²⁸ Tsangyao Chang; Wenshwo Fang; Li-Fang Wen, Energy consumption, employment, output, and temporal causality: evidence from Taiwan based on cointegration and error-correction modelling techniques, *Applied Economics*, Volume 33, Issue 8 June 2001, pages 1045 – 1056.

国体现出趋向低碳发展的趋势，尽管2002年之后经济结构和能源效率发生了不利的变化，但是2005年实施节能减排政策之后，碳生产力曲线又开始逆转而上，体现出节能减排对于促进整体经济碳产出效率提升的积极贡献。

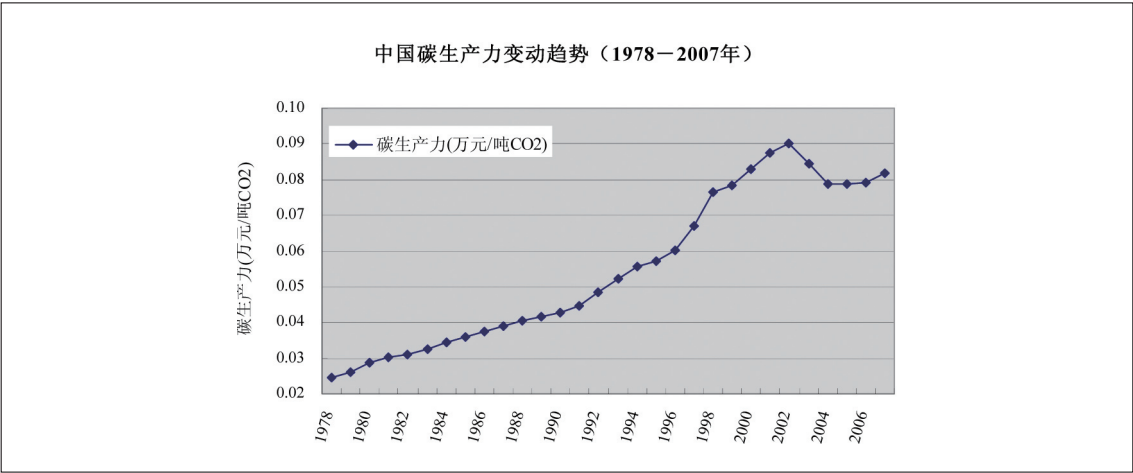


图1-6：1978 ~ 2007年中国碳生产力变化趋势

长期产业结构调整对于能源消费总体水平会具有显著的影响。不同的产业会因技术水平、产业特性的差异而表现出不同的能源依赖强度（图1-7）。用碳生产力来体现，则表现为不同行业排放1吨CO₂所对应的产出水平有较大差异。自1980年代以来，中国的能源强度持续下降，尤其是工业部门的能源强度下降最为显著，20多年间下降了3倍多，其次是交通运输行业和建筑行业（图2-6）。主要原因是技术进步导致的能源利用效率的提高，管理效率的提升，以及能源结构优化带来的结构效应等。2003年后能源强度趋于平稳甚至有所反弹，原因在于产业结构中重工业比重上升，尤其是汽车、水泥、电解铝等高耗能产业快速发展，造成能源消费增长速度快于同期经济增长速度，导致碳产出水平下降²⁹。

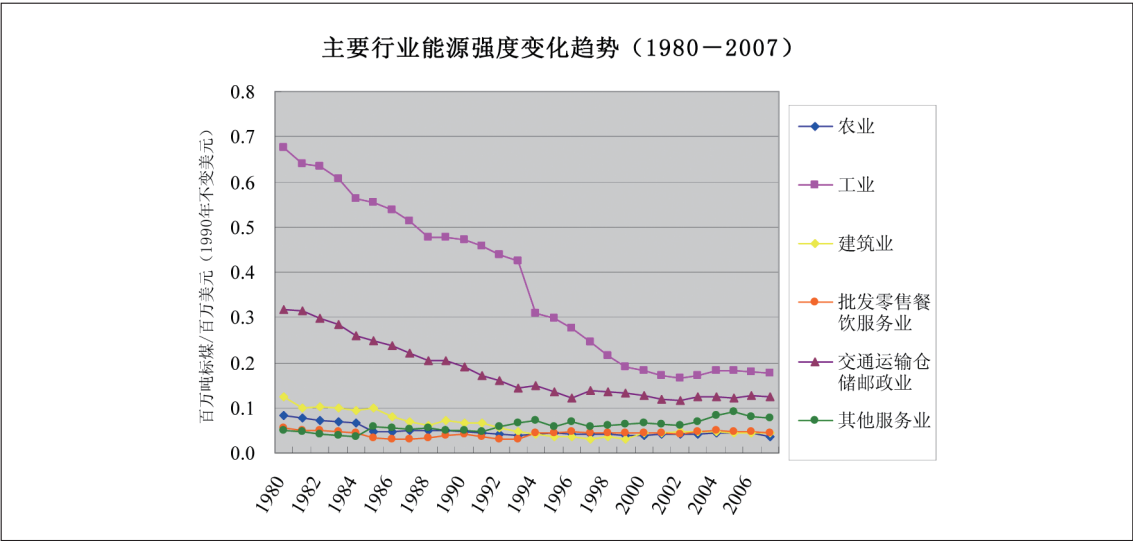


图1-7：1980 ~ 2007年中国主要行业能源强度变化趋势

²⁹ 师博，“能源消费、结构突变与中国经济增长：1952-2005”，《当代经济科学》，2007年9月，29卷第5期。

28 中国社科院城市发展与环境研究所

(2) 主要行业碳就业率的比较分析

碳就业率指标旨在分析特定行业就业与能源消耗之间的内在关联，以此来探讨单位就业所对应的碳排放水平，为在低碳发展背景下制定行业就业政策提供依据。

行 业	碳就业率(人/吨CO ₂)
总 计	0.56
第一产业（农林牧渔业）	28.58
第二产业	0.14
工业	0.08
采矿业	0.08
制造业	0.15
电力、燃气及水的生产和供应业	0.01
建筑业	12.25
第三产业	15.67
交通运输、仓储和邮政业	4.02
批发和零售、住宿和餐饮业	11.26
其他服务业	27.77

表1-1：主要行业的碳就业率（2005年）

表1-1中可见，第一和第三产业的碳就业率远高于第二产业，也就是说，第一和第三产业每增加单位就业所对应的碳排放较小。在第三产业中，消费型服务业相比生产型服务业具有更高的碳就业率。例如，同样增加1吨碳排放，工业部门能够带动的就业岗位只有0.08个；交通运输行业能够带动4个就业岗位；批发、零售、住宿和餐饮服务业可增加11.26个就业岗位；而其他服务业（如社会服务业，技术咨询服务等）可增加27.77个就业岗位。

4.3 小结

中国整体上已经处于低碳发展的进程中，表现为碳生产力的不断提升和能源强度的持续下降。区分低碳行业与高碳行业有助于了解各主要行业的碳排放与碳产出水平，及其与就业的对应关系。

综上所述，如果以行业碳排放总量来衡量，中国碳排放水平最高的是基础工业及制造业。如果以碳就业

率来衡量，则农林牧副渔业，其他服务业，建筑业，批发零售住宿餐饮业每排放一吨二氧化碳，所能够带动的就业岗位约为10~28个。相比而言，基础工业部门，包括制造业、采矿业、电力生产和供给业都属于能源和资本密集型行业，带动的就业相对较少。

总体看来，不论是以碳就业率还是碳生产力来衡量，第一产业和第三产业都具有低碳发展的内在优势。积极发展第三产业（生产型服务业和消费型服务业），不但可以推动经济增长，提供更多的社会服务，而且还可以减小单位产出的碳排放水平，从而促进就业和低碳化发展的双重目标。此外，还应当鼓励发展第一产业中碳产出效率更高的行业（如经济林业、农副产业等），通过节能减排积极推动第二产业的低碳化进程，从而在整体上促进中国经济结构的优化和碳产出效率的提升。

从一二三次产业的自身特点来看，总体上，一产和三产比第二产业更具有低碳排放的特点。然而，三次产业的结构及其发展演变具有一定的规律，作为为社会经济提供物质基础的主要部门，相对高碳的采掘业、制造业、电力、交通运输等行业是一个经济体不可缺失的重要组成部分。考虑到中国所处的工业化中后期发展阶段，产业结构的调整不可能在短时期内完成，因此，现阶段中国的低碳发展主要是实现相对的低碳化，即在工业部门内部通过节能减排等政策措施，推动技术进步和企业管理效率提升，促进高碳行业能源强度的下降和碳生产力的提高。

第二部分 不同行业的就业影响分析

1. 林业³⁰

1.1 气候变化对中国林业的影响

生态环境和林业建设是应对气候变化，实践低碳发展的重要内容。中国政府把生态环境建设作为实现可持续发展的根本和切入点，确立了林业在国民经济和社会发展中的战略地位。气候变化对林业的影响主要表现为两个方面。一方面，全球气候变暖会影响到中国森林资源的种类、品质及分布格局，从而会波及林业的经营活动及就业。另一方面，为了应对气候变化，各国积极推进生态保护，制定低碳发展政策，有利于林业的发展及就业。

总体看来，气候变化对林业的积极影响主要包括：(1)为减缓全球变暖，政府加大林业领域的投资，实施林业生态工程建设，吸纳了大量劳动力就业。(2)催生了一些新的低碳产业，如林业碳汇产业、林业生物质能源产业、生态休闲产业、森林旅游业、森林培育和林业养护业等，延长了林业产业链，创造了新的就业机会。

负面的影响主要包括：

- (1) 气候变化、低碳发展模式一定程度上制约了木材采伐加工业的发展，林场工人下岗，客观上也影响了林业就业；
- (2) 气候变化会导致森林分布格局发生改变，旱灾、火灾和森林病虫害发生频率增加，从而影响森林经营企业的投入和效益，此外，极端气候灾害也会危害到林业及相关产业，例如林业基础设施，森林旅游活动，道路交通等，容易受到冰冻雨雪天气、洪水、滑坡等极端事件的不利影响。

林业本身就是一个完整的产业链。既包括第一产业，也包括第二产业和第三产业。表2-1从传统林业和新兴林业两个角度对各林业产业的碳排放情况及劳动力的吸纳能力进行了定性分析。通过分析可以看出，林业产业的开发，既有利于减缓或适应气候变化，同时，也可以创造大量的绿色就业岗位。积极发展与林产品相关的加工制造业、林副产业、休闲旅游服务业，有助于促进中国的低碳就业转型。

1.2 林业促进低碳发展及绿色就业的主要途径

林业对于中国实施低碳发展具有非常积极的作用。通过实施造林和再造林、森林管理、湿地保护、化石能源替代等林业活动，不仅能够有效吸收二氧化碳，减缓温室效应，而且能够创造大量的绿色就业岗位。

林业促进低碳发展的主要途径包括林业碳增汇、林业碳贮存和林业碳替代（图2-1）。其中，碳汇林业（Carbon forestry）及能源林业（Energy cropping）在中国具有广阔的发展前景，对于中国林业实施低碳发

³⁰ 林业案例研究小组成员：中国社科院潘晨光教授，北京林业大学柯水发博士，国家林业局王翠槐博士等。

产业类别			碳排放情况	对气候变化的贡献	就业岗位创造能力
传统林业产业	林木培育、种植和养护业	林木培育业	碳增汇	正	强
		林木种植业	碳增汇	正	强
		林木养护业	碳增汇	正	强
	林木采运业	林木采伐业	碳排放	负	弱
		林木运输业	碳排放	负	弱
	林产品加工制造业		碳排放	负	中
	经济林产品种植与采集业		碳增汇	正	强
	花卉产业		碳增汇	正	强
	竹产业		碳增汇	正	强
新兴林业产业	林业旅游、休闲、文化产业	林业旅游业	低碳排放	中性	强
		林业休闲业	低碳排放	中性	中
		林业文化业	低碳排放	中性	中
	非木材林产品产业		低碳排放	中性	强
	林业生态服务产业	林业固碳服务产业	碳增汇	正	中
		林业水文服务产业	碳增汇	正	中
		生物多样性保护产业	碳贮存	正	中
		其它林业生态服务产业	碳增汇	正	中
	林业生物产业	生物质能源产业	碳替代	正	强
		生物质材料产业	碳替代	正	强
		生物制药产业	碳替代	正	强
		绿色化学产品产业	碳替代	正	强
		绿色食品产业	碳替代	正	强

表2-1：林业产业碳排放及就业岗位创造能力状况

展、推动绿色就业具有非常积极的作用。

1.2.1 碳汇林业

广义来看，碳汇林业同时兼具碳增汇和碳储存的功能。碳增汇活动是指通过植树造林，增加森林对大气中二氧化碳的吸收，减缓气候变暖。由于通过植树造林成本要远低于工业减排，因此造林和再造林活动成为各国温室气体减排的最经济和最有效的措施之一。

林业碳贮存行动，旨在保护和维持现有的森林生态系统中贮存的碳，减少其向大气中的排放；同时，通过森林可持续经营，采用一系列的碳管理措施，减少碳排放、增加碳汇，获取最大的固碳收益。主要措施包括：加强现有生态系统的保护、减少毁林、改进采伐作业措施、提高木材利用效率，以及更有效的控制森林灾害（林火、病虫害）等。

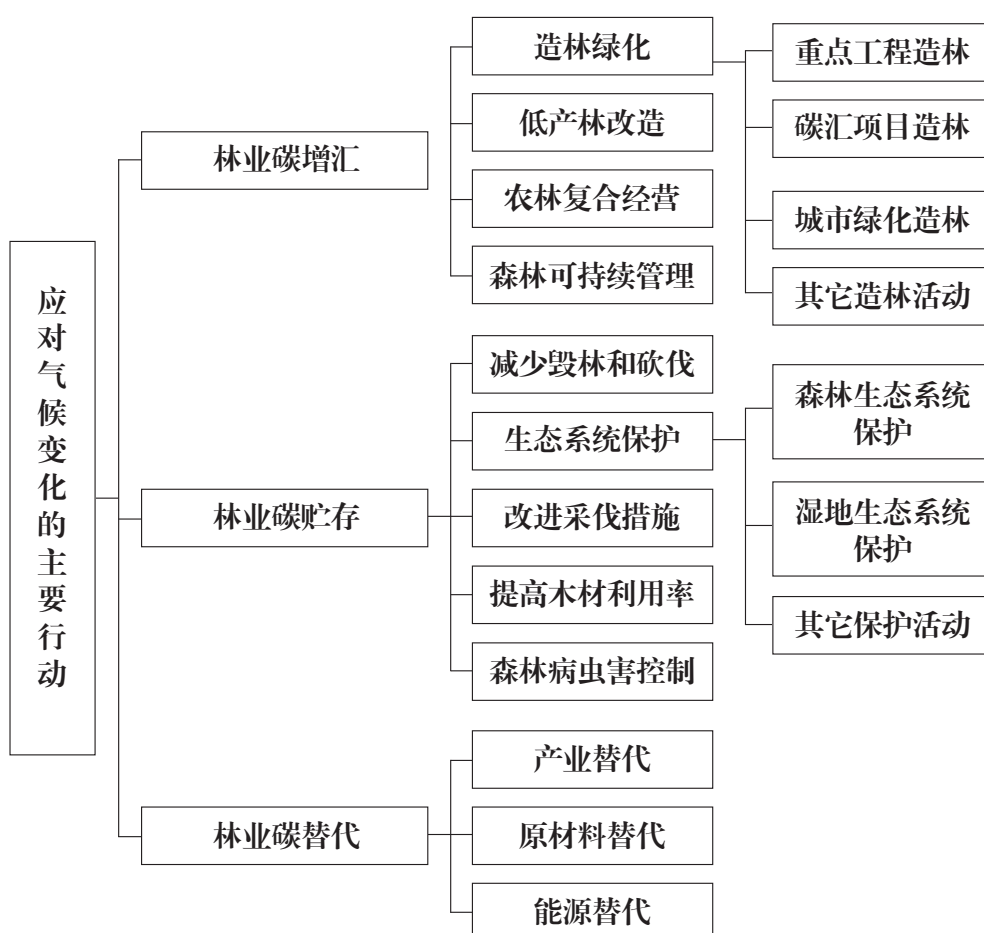


图2-1: 林业应对气候变化的主要途径

中国已经意识到植树造林和生态保护对于改善气候变化，增加碳汇、促进就业的重要作用。国家林业局将开展林业碳汇工作纳入林业发展总体战略，并在国内启动了造林、再造林碳汇项目。尽管并非所有的造林活动都能够被纳入清洁发展机制项目³¹，但是潜在的国际碳市场需求为中国发展碳汇林业和绿色就业创造了良好的发展机遇（中国现有的碳汇项目分布见图2-2）³²。

1.2.2 能源林业

能源林业也称为能源种植业，是林业碳替代活动的一种方式，旨在通过发展生物质能源实现对化石能源的替代。通过发展耐用木质林产品替代能源密集型材料，利用可更新的木质燃料(如能源人工林)和采伐剩余物回收利用作燃料。为了避免能源林业对农业用地的占用，目前主要是利用宜林荒山荒地以及不适宜种植粮

³¹ 清洁机制下的造林一般指在很长时期内不曾有森林的土地上营造森林的活动。UNFCCC (2001) 马拉喀什协定对造林进行了界定，即：“通过人工植树、播种或人工促进天然下种方式，使至少在过去50年不曾有森林的土地转化为有林地的直接人为活动”(UNFCCC,2001a)。再造林是指通过栽植、播种或人工促进天然下种等方式，将曾经是森林但被转化为非林地的土地，转化为有林地的直接人为活动。

³² 2004年，国家林业局碳汇管理办公室在广西、内蒙古、云南、四川、山西、辽宁6省(自治区)启动了林业碳汇试点项目(李怒云，2007)。其中，在广西和内蒙古实施的林业碳汇项目是《京都议定书》下的清洁发展机制项目。

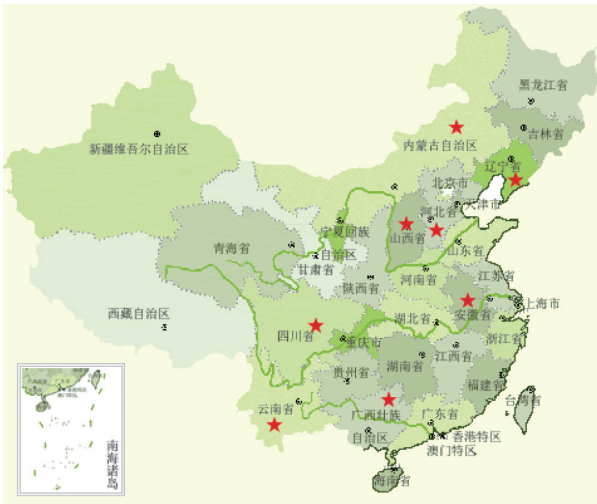


图2-2: 中国现有碳汇项目分布

食作物的沙地、盐碱地等边际土地进行生物质能源的开发。

中国林业生物质能源品种十分丰富，发展能源林业的潜力巨大。根据国家林业局编制的《全国能源林建设规划》，“十一五”期间中国要建设能源林示范基地66.7万公顷(1000多万亩)；到2020年，能源林达到1334万公顷(2亿亩)，可以提供600多万吨生物柴油，满足1100多万千瓦装机容量发电厂的燃料需求。

此外，林业还可以通过原材料替代和产业替代实现低碳发展的目的。原材料替代是指通过耐用木质林产品替代能源密集型材料(如钢铁、水泥、铝材、塑料、砖瓦等)，减少生产这些材料过程中化石燃料燃烧的温室气体排放。产业替代是指林业作为基础性的生产部门，既能够提供森林资源及林业产品，还能够创造出许多新兴的低碳产业，如森林培育业、营林管护业、生态休闲旅游业、生物产业等，从而在减少碳排放、保护生态环境的同时，还起到了改善产业结构、增加绿色就业的目的。

1.3 造林和再造林

1.3.1 中国造林概况

1997年通过的《京都议定书》允许通过1990年以来的造林、再造林和森林管理活动吸收的二氧化碳来抵消其承诺的温室气体减限排目标。林业活动已经成为各国致力温室气体减限排的最经济和最有效的措施之一。据估计，2000~2050年全球最大碳汇潜力为每年15.3亿~24.7亿吨碳，其中造林约占28%，再造林约占14%，农造林约占7%³³。

为了促进生态环境建设，应对全球变暖，中国积极开展造林和再造林活动。二十世纪九十年代以来，中国先后实施了十大林业重点工程，规划范围覆盖了全国97%以上的县，规划造林任务超过734万公顷（11亿亩）。根据第六次全国森林资源清查（1999-2003年）结果：中国森林面积1.75亿公顷，森林覆盖

³³ 江泽慧，2003，“气候变化与我国林业生态建设”，《气候变化与生态环境研讨会论文集》。

34 中国社科院城市发展与环境研究所

率为18.21%，森林面积居世界第5位，森林蓄积列居世界第6位。《中国应对气候变化国家方案》指出，1980～2005年中国造林活动累计净吸收约30.6亿吨二氧化碳，森林管理累计净吸收16.2亿吨二氧化碳，通过减少毁林少排放4.3亿吨二氧化碳。

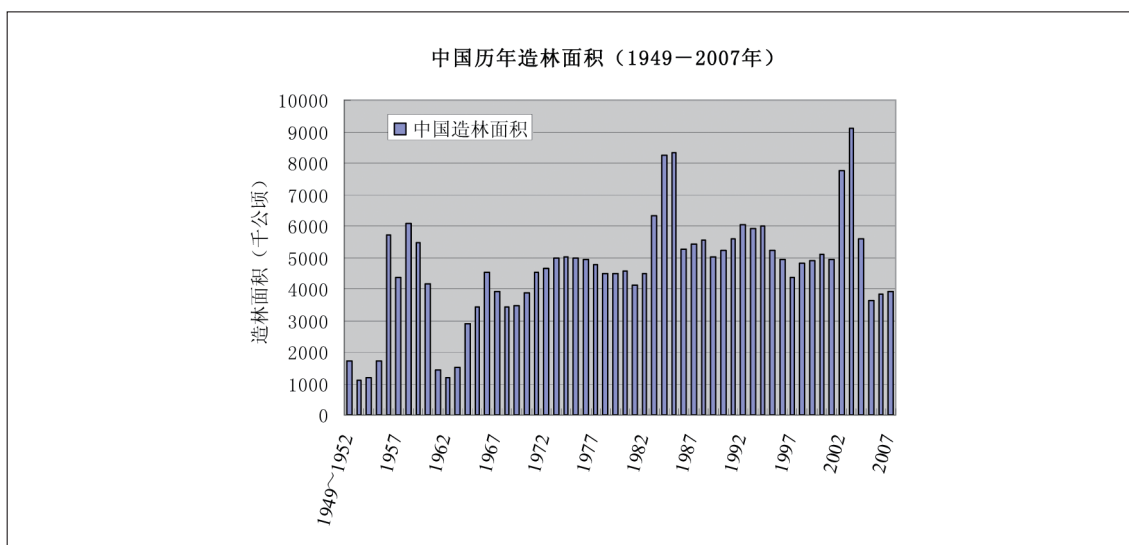


图2-3: 全国历年造林面积（1949—2007年）³⁴

造林活动具有如下明显的特征：

- (1) 劳动密集性，造林活动的劳动力吸纳能力强；
- (2) 绿色性，造林活动是典型的有利于环境优化的碳增汇活动，对于低碳发展具有显著的贡献。
- (3) 季节性，春季是植树造林的最佳季节，因此对于就业的影响多为短期效应。
- (4) 关联性，造林与前向和后向活动关联密切，因此造林的就业效应不仅包括植树造林带动的短期直接就业，也包括造林产业链相关行业的间接就业。

造林主要流程包括：编制造林作业设计、林地清理、整地、苗木准备、栽植及抚育等。造林活动的产业链如图2-4所示。

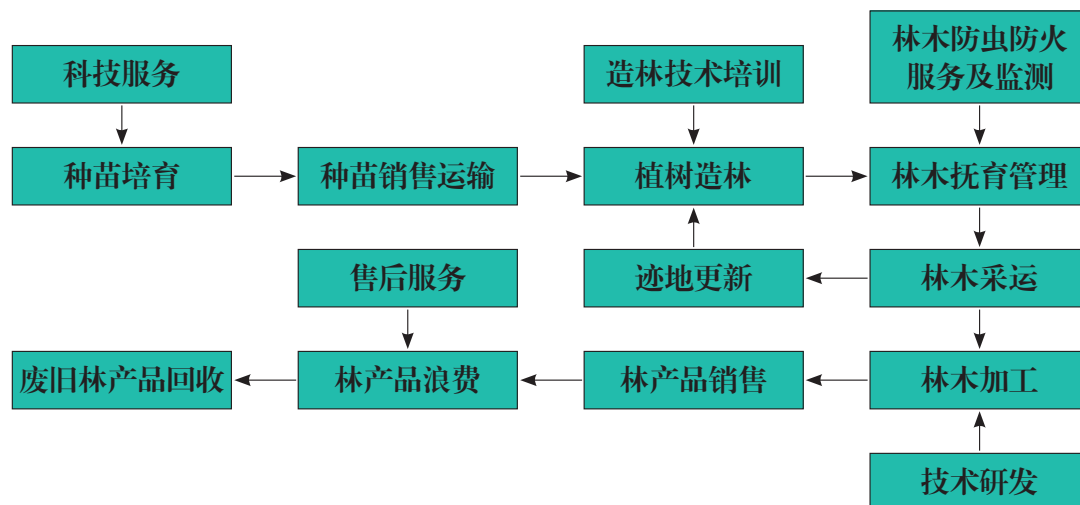


图2-4: 造林产业链

³⁴ 注：（1）1985年以前，造林成活率达到40%即统计造林面积，以后为达到85%以上统计。（2）根据造林技术规程（GB/T 15776-2006），本表自2006年起将无林地和疏林地新封山育林面积计入造林总面积。

1.3.2 造林活动的直接就业效应

一般而言，大规模造林在一定程度上会影响其它的土地利用，如有可能占用农业耕地、挤出农业就业。以退耕还林工程为例，1999~2007期间，共完成造林2001.05万公顷，其中退耕地造林812.62万公顷，导致相应减少的耕地耕作用工量24379万工日，新增退耕地造林用工量11377工日³⁵。折合为标准劳动力（按每人每年工作300天核算就业岗位），则此期间，退耕还林政策的就业效应为累计净减少43.3万个就业机会（见表2-2）。

年份	完成造林总面积	其中荒山荒地造林面积	其中退耕地造林面积	当年新增退耕地造林用工量	当年减少的耕地耕作用工量	当年净减少的用工量	当年减少的就业岗位数量
	万hm ²	万hm ²	万hm ²	万工日	万工日	万工日	(千个)
1999	46.7	7.01	39.69	556	1191	635	21.17
2000	88.47	45.67	42.8	599	1284	685	22.83
2001	89.03	48.49	40.54	568	1216	649	21.62
2002	442.36	238.38	203.98	2856	6119	3264	108.79
2003	619.61	311.02	308.59	4320	9258	4937	164.58
2004	321.75	239.26	82.49	1155	2475	1320	43.00
2005	189.83	123.1	66.73	934	2002	1068	35.59
2006	97.7	75.85	21.85	306	656	350	11.65
2007	105.6	97.73	5.95	83	179	95	3.173
累计	2001.05	1186.51	812.62	11377	24379	13002	433.40

数据来源：1999~2007年中国林业统计年鉴，国家林业局

表2-2: 中国实施退耕还林工程对就业的影响

实际上，退耕还林实施过程中，除了造林之外，还创造了许多新的工作机会，如工程实施前期调查，工程规划设计，工程实施培训，工程评估监测等。如果考虑到造林活动带来的各种间接就业效应，如森林管护、森林旅游活动、林副业等，退耕还林对就业的影响应该是相当积极的。此外，中国用于造林的土地主要是宜林荒山、荒地，即使是退耕地也大多是耕作产出率较低的土地。2006年之后，为了保障粮食生产，退耕地造林面积明显缩减，转向通过森林管护来巩固之前的退耕效果。在工程实施过程中，中央和地方政府以及相关的林业职能部门非常重视替代产业发展和劳动力转移培训，多数地区退耕还林后的剩余劳动力通常又得

³⁵ 计算依据：退耕地造林用工量标准为每公顷每年14个工日，耕地耕作用工量为每年每公顷30个工日。资料来源：Box 5.1 in the ILO forestry report (p.70) at hyperlink: <http://www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/techmeet/tmfwi01/tmfwir.pdf>.

到了较好的转移或安置，因此，总体上看，造林工程对就业的负面影响并不大。

基于2000~2008年的“中国林业统计年鉴”中的造林面积数据，并根据2009年1月国家林业局发布的“防护林造林工程投资估算指标”中的造林用工定额标准，即，造林（林地清理+整地+苗木栽植+抚育，不包括日常管护）每公顷用工量约为71~136工日，平均为103.5工日，可以测算出2005~2008年中国造林用工量。

造林短期就业效应 = 单位造林面积用工量 × 年造林面积

测算得到2005~2008年中国造林活动累计增加的短期就业为17.33亿个（工日）(表2-3)，如果以300工日/年作为一个标准就业岗位进行测算，则可累计增加577.49万人的短期就业。可见，造林行动的就业拉动效应非常可观。

年份	造林总面积(千公顷)	用工量(万工日)
2000	5105.14	52838
2001	4953.04	51264
2002	7770.97	80430
2003	9118.89	94381
2004	5598.08	57940
2005	3637.68	37650
2006	3838.79	39731
2007	3907.71	40445
2008	5354.77	55421
2003-2008	31455.92	325568
2005-2008	16738.95	173247

表2-3: 2000-2008年造林用工量核算³⁶

根据国家林业局《林业发展“十一五”和中长期规划》，我国林业发展的近期、中期和长期目标为：2010年森林覆盖率达到20%以上；2020年森林覆盖率达到23%以上；2050年森林覆盖率达到并稳定在26%以上。据此可推算为达到预期森林覆盖率目标所需增加的造林面积，为方便测算，假设造林保存率为100%，

³⁶ 造林活动对于农业部门有可能产生短期的就业挤出效应，然而，考虑到中国巨大的劳动力市场，以及长期来看，退耕还林政策的规模也会逐渐缩减，因此这里的估算忽略了造林活动对农业就业可能的负面影响。

则新增的森林面积即为新增造林面积。未来随着技术进步和林业经营管理水平的提高，林业劳动生产率会随之提高，所需用工量将减少。在中国历年造林活动平均每公顷用工量的基础上，假设平均劳动生产率提高率为20.14%，则劳动生产率提高后的用工量修正系数为79.86%。利用下述公式估算未来造林活动带动的年新增就业岗位数(表2-4)。

新增就业岗位数 = [新增造林用工量(工日)/(300工日/人)] × 79.86%

指标	森林覆盖率	森林面积	森林碳贮量 ³⁷	新增造林面积	新增造林用工量	新增标准就业岗位数
单位	%	亿公顷	亿吨碳	千公顷	百万工日	百万个
2003	18.20	1.75	144.3	—	—	—
2003–2010	20	1.92	158.5	17192.8	1779.45	4.74
2003–2020	23	2.21	182.3	46008.1	4761.84	12.68
2003–2050	26	2.50	206.0	74823.4	7744.22	20.62
2005–2008	—	—	—	16739.0	1732.47	5.77
2009–2020	—	—	—	14552.2	1506.16	1.83
2021–2050	—	—	—	28815.3	2982.38	7.94

表2-4: 中国森林碳汇潜力及新增就业潜力

由于造林活动在投入-产出表中应隶属于“农业”部门下的“林业”子部门，因此根据农业部门的各种就业系数可计算出造林活动给经济整体所带来的间接就业岗位数（表2-5）。

指标	间接就业岗位数（百万个）
2005–2008	8.416
2009–2020	2.669
2021–2050	11.581

表2-5：新增造林活动的间接就业

³⁷ 测算森林碳储量的公式如下：
公式1：森林覆盖率=森林面积 / 国土面积
公式2：单位森林面积的蓄积量=森林蓄积 / 森林面积
公式3：林木生物量碳储量(C1)=森林蓄积 × 扩大系数(1.9) × 容积系数(0.5) × 含碳率(0.5)=0.475 × 森林蓄积
公式4：森林全部碳储量(C2)=林木生物量碳储量+林下植物固碳量+林地固碳量=2.439 × 0.475 × 森林蓄积

1.4 森林生态系统管理

除了每年造林季节带动的短期新增就业之外，造林的后续管理维护活动还能增加一些长期就业岗位。我们将造林管护的性质界定为森林可持续管理，大致可以估算未来由于造林管护导致的新增直接就业及间接就业。

根据2010、2020和2050年的预测新增造林面积，基于2009年1月国家林业局发布的“防护林造林工程投资估算指标”中的森林管护标准定额“每人每年管护150公顷”核算，可以估算未来新增的森林可持续管理（林场的长期管护）就业岗位数如下(表2-6)。

年份	新增造林面积（千公顷）	新增长期管护岗位数（千人）
2005-2008	16738.95	89.27~111.59
2009-2020	14552.18	77.61~97.01
2021-2050	28815.3	153.68~192.10

注：长期管护岗位给出了一个预测范围，最大值是基于现有劳动生产率水平的预测值，最小值是基于劳动生产率和技术水平提高后的预测值。

表2-6: 森林可持续管理创造的直接就业

根据我国林业局所发布的“防护林造林工程投资估算指标”³⁸，我国防护林管护费用标准为48元/公顷，由于林业管护隶属于投入产出表部门中的水利、环境与公共设施管理业，根据该行业的劳动力系数以及间接就业系数，可以估算出林业管护投资除了直接创造就业机会之外，还将具有较大的间接就业效应（如表2-7所示）。

年份	间接就业机会（千人）
2005-2008	28.9~36.13
2009-2020	25.13~31.41
2021-2050	49.76~62.19

注：长期管护岗位给出了一个预测范围，最大值是基于现有劳动生产率水平的预测值，最小值是基于劳动生产率和技术水平提高后的预测值。

表2-7: 森林可持续管理的间接就业

³⁸ 国家林业局发布，中国林业出版社2009年出版。

1.5 森林旅游

1.5.1 森林旅游及其直接就业现状和潜力

森林旅游业³⁹作为发展低碳产业的重要内容，能够推动传统林业向现代林业实现积极转变。随着人们生活水平的提高，以森林旅游为主体的生态旅游越来越受到世界各国的重视。森林旅游已成为我国旅游业中最具朝气、最有发展前景的产业，人们形象地称之为“21世纪的新兴无烟工业”。

森林旅游业是一种综合性很强的行业，产业关联度大，对国民经济有较大的辐射和波及作用（见图2-5）。森林旅游业不仅与旅游业、商业、服务业、交通运输业、森林培育业等有直接关系，还与休闲产业及城市建设、环境保护、水利、文物、宗教等部门有着间接关系。上述产业链的联动发展将促进各个行业上产生新的就业岗位和部门，尤其是带动一些新兴就业。例如，森林保健业⁴⁰、森林产业投资、森林旅游人才的培训和休闲文化等产业。

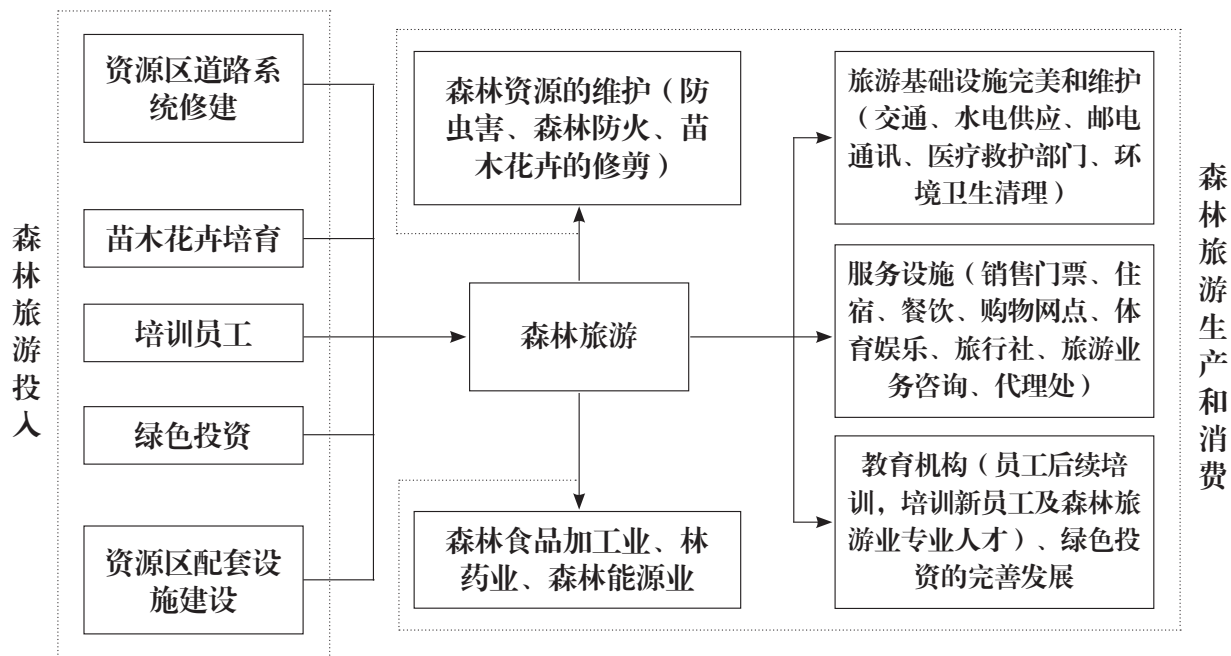


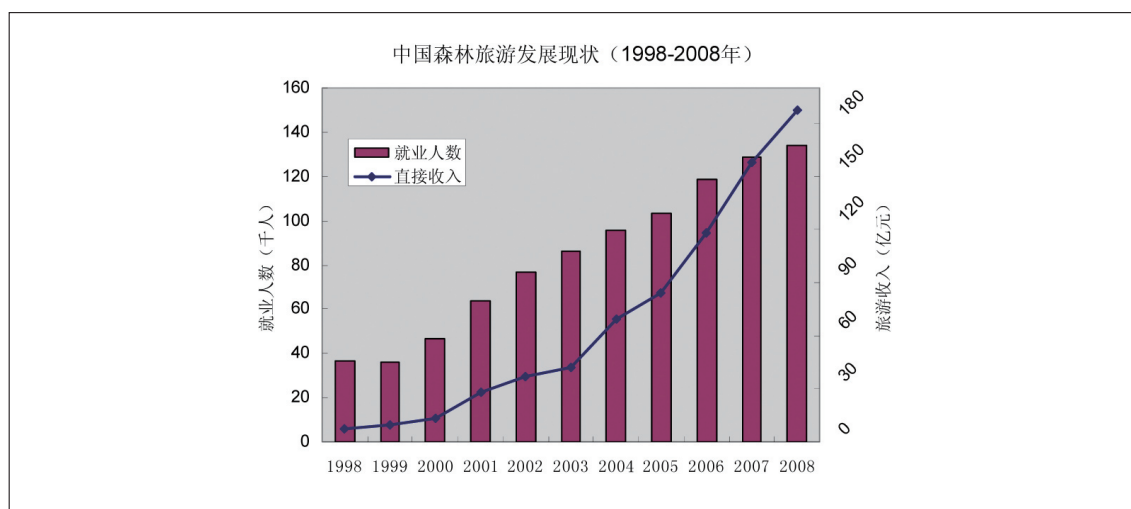
图2-5: 森林旅游产业链分析

中国具有发展森林旅游的资源优势和巨大潜力。中国现有4200多个国有林场、15万个集体林场，加上大面积国有林区，具有旅游开发价值的资源雄厚。随着我国“三北”、沿海等几大防护林体系工程建设的推进，以及山区、沙区的开发，又培育出许多新的森林风景资源。广义的森林旅游包括森林公园、自然保护

³⁹ 森林旅游在本研究中界定为“在林区内依托森林风景资源发生的以旅游为主要目的各种活动”。中国现代意义的森林旅游业是以建设森林游乐区，开发林区的森林旅游资源为基础，以森林公园、自然保护区、风景名胜区、植物园、国营林场等为载体开展的。限于数据的可得性，研究中只包括了林业系统的森林公园（约占总数的70-80%）因此相应的就业预测数据会小于广义的森林旅游就业规模。

⁴⁰ “森林保健业”，系指依托和开发森林资源的保健功能而形成的康体、休闲、疗养及森林保健药品和食品等产业的集合。

区、狩猎场等相关旅游活动，对直接就业的拉动作用巨大。据统计，1998年全国森林公园内直接从事管理和服務的工作人员为3.6万人，到2008年已经达到近13.4万人。2005年至2008年森林公园直接就业人数累计为48.52万人。据《中国林业年鉴》介绍，“十五”期间，森林公园累计为社会提供就业机会160余万个。1990年以来，林业部门先后投入超过11亿元专项资金用于森林公园建设，坚持边建设、边经营、边受益的方针，为森林旅游的较快发展提供了支持（图2-6）。



数据来源：根据《中国林业统计年鉴》整理所得。

图2-6: 森林公园旅游行业的发展趋势

中国森林旅游产值近几年呈现加速上升的趋势，但是与世界其他国家相比，森林旅游行业还存在着规模小、收入低、对GDP贡献率低的特点。据有关资料介绍，美国92%以上的林地都开展户外游憩，每年森林旅游人数超过3亿人次，年消费高达3000亿美元；德国提出了“森林向全民开放”的口号，全国森林公园的旅游收入达80亿美元，占国内旅游收入的67%；拉丁美洲是世界上发展森林旅游较早的地区，森林旅游已占到整个旅游收入的90%以上。而2007年中国森林旅游的产值只有876.39亿元，仅占我国旅游总收入的0.8%。据专家预测，21世纪前20年内，森林旅游将将达到2位数的增长率，旅游人数将占到全球旅游人数的一半以上⁴¹。据此估计，预计到2020年，中国森林旅游人数可能达到4亿人次⁴²。未来中国森林旅游的发展意味着该领域蕴藏着巨大的绿色就业机会⁴³。

中国未来森林旅游业的发展受到森林生态建设、旅游基础设施和社会经济发展等多方面的影响。森林旅游对就业增长的贡献可用森林旅游的就业收入弹性来体现。考虑到资料可得性，本研究将森林旅游业界定为狭义的森林公园旅游。基于林业部门对森林公园的历史统计数据，可以推算出1998~2008年中国森林公园旅游产业的就业收入弹性为0.40左右，即森林公园的旅游收入每增加1%，森林公园的直接就业岗位将相应增加0.4%。根据《中国林业年鉴》公布的历史数据可知从1997年至2008年间，我国森林旅游收入的年增长速

⁴¹ 苗雅杰.我国发展森林旅游产业的意义及对策[J].现代情报, 2004(4): 202-203。

⁴² 俞晖.21世纪中国森林旅游业发展战略研究[J].林业经济, 2001(9): 51-53。

⁴³ 这里是指广义的森林旅游，包括以森林公园、自然保护区、森林狩猎场为主要森林旅游目的地的旅游活动。本研究以林业部门的森林公园旅游为例，进行了绿色就业潜力的测算。

度较快, 约为40.8%左右。由于在样本区间内, 我国森林旅游收入的增长速度波动较大, 因此我们考虑未来森林旅游业的发展可能存在三种情景:

- (1) 高情景: 假定森林旅游业收入的增长速度将保持至2015年, 随后2015~2020年期间旅游收入的年增长速度将降至20%;
- (2) 中情景: 假定在2009年至2020年期间森林旅游收入的年均增长速度保持在20%左右;
- (3) 低情景: 假定自2009年至2015年, 旅游收入的年均增长收入约为20%, 而2015年至2020年降至10%左右。

2005~2020年期间我国森林公园旅游业的实际直接就业人数及三种情景下的未来直接就业预测数据可参见下表2-8所示。

年份	低方案	中方案	高方案
2005	103	103	103
2006	109	109	109
2007	120	120	120
2008	134	134	134
2009	155	146	146
2010	178	157	157
2011-2015	1362	979	979
2015-2020	2424	1406	1263
累计就业机会	4586	3154	3011

数据来源: 作者根据《中国林业统计年鉴》、国家统计局网的资料测算。

表2-8: 2005~2020年我国森林旅游业直接就业人数预测结果(单位: 千人)

1.5.2 旅游业的直接就业效应

由于我国统计局所发布的2005年投入产出表中没有单独列出旅游业, 同时旅游业几乎涉及国民经济中所有产业, 而旅游者与当地居民对日常需求基本相同, 许多产业同时面向普通顾客和旅游者, 难以区分服务对象, 因而导致对旅游业的实际就业拉动效应难以准确度量。本文采纳旅游剥离系数方法⁴⁴, 根据2006年《中国统计年鉴》数据, 计算旅游业直接相关产业收入在产业总产值中所占的比重, 在此基础上得出旅游业对全社会和第三产业的直接贡献率并计算旅游直接相关产业的就业乘数, 从而分析旅游业对社会经济和就业的影响。具体方法如下:

首先, 根据我国目前的统计口径, 将旅游收入统计数据中涉及的直接和相关产业进行归并为六个部门,

⁴⁴ 李江帆等, 《旅游产业与旅游增加值的测算》, 《旅游学刊》年1999第5期。依绍华, 《旅游业的就业效应分析》, 《财贸经济》2005年第5期。

分别为：交通运输及仓储业；邮政业；批发和零售贸易业；住宿和餐饮业；居民服务和其他服务业；文化、体育和娱乐业。根据旅游统计数据，对应各项分类计算旅游业单项收入。采用文献数据，估算全国旅游收入的分类贡献如下：交通29.8%，住宿17.3%，饮食18.4%，购物18.2%，娱乐1.4%，游览9.5%，其他5.5%。根据该比重可以算出2005年旅游给各相关行业带来的收入效应及相应的直接就业量（如表2-9）。

行业分类	旅游业对相关产业收入的贡献比重%	行业增加值贡献（亿元）	直接就业效应（千人）
交通运输及仓储业	29.8%	2339.9	533.50
邮政业	1.4%	69.1	58.67
批发和零售贸易业	18.2%	1484.5	417.15
住宿和餐饮业	17.3% + 18.4%	2421.3	392.25
居民服务和其他服务业	5.5%	1163.6	95.42
文化、体育和娱乐业	9.5%	213.42	95.61
总计	100%	7685.7	1592.59

表2-9: 2005年旅游业相关产业收入贡献及直接就业效应

1.5.3 森林旅游业的间接就业效应

利用可得数据，我们将2005年我国旅游收入在相关第三产业中进行了分类汇总，根据计算出的各行业的劳动力系数和就业效应系数，对2005年旅游产业相关行业的直接就业机会、间接就业岗位进行了分析，结果详见下表（表2-10）所示。

行业分类	间接就业
交通运输及仓储业	617.8
邮政业	19.6
批发和零售贸易业	215.2
住宿和餐饮业	610.2
居民服务和其他服务业	303.7
文化、体育和娱乐业	60.4
总计	1826.8

数据来源：作者计算。

表2-10: 2005年旅游业相关产业的间接就业效应（单位：千人）

根据计算结果可知，2005年旅游行业的总收入给直接相关的第三产业各部门所带来直接就业机会约为159万个左右，而通过产业链的扩张，这些相关第三产业可以为经济共创造183万个就业机会，即旅游行业内一个直接就业机会将会在经济体系中带来1.15个其他就业岗位。

假定森林公园旅游业的基本结构与旅游业整体结相同，我们可以据此推算在中方案下森林旅游的直接就业所带来的就业效应如下表所示：

年份	直接就业人数	间接就业人数
2005	103	118
2006	109	125
2007	120	137
2008	134	153
2009	146	167
2010	157	180
2011-2015	979	1123
2015-2020	1406	1613
累计就业机会	3154	3616

注：每年森林旅游业直接就业人数累计以森林公园为基准。

表2-11：2005～2020年森林旅游行业的就业效应（单位：千人）

1.6 小结及政策建议

1.6.1 林业总体绿色就业效应

林业为全球气候变化减缓做出了积极的贡献。林业通过碳增汇、碳贮存和碳替代三种主要途径和系列行动，为减缓和适应全球气候变化做出了积极的巨大贡献。研究可知，应对气候变化的一系列林业行动，如植树造林、森林管理和发展森林旅游等能够对创造出大量的绿色就业岗位，对于应对全球气候变化，缓解金融危机背景下的就业难题，推动中国产业结构调整，都具有重要的战略意义。

研究表明，林业对于促进中国的绿色就业具有非常积极的贡献。2005-2020年，林业可创造绿色就业总计约为2500多万个。其中，造林和再造林可创造直接绿色就业岗位760万个，间接创造就业岗位1100万个；带动森林管护岗位200多万个；森林公园旅游可创造绿色就业岗位677万个（表2-12）。

领域		直接就业效应	间接就业效应	小计
林业	造林和再造林	7600	11085	18685
	可持续森林管理	166.9~208.6	54~67.5	220.9~276.1
	森林旅游	3154	3616	6770
总计		25,676 ~ 25,731		

表 2-12: 2005~2020年林业低碳发展的就业效应（单位：千人）

1.6.2 促进林业绿色就业的政策建议

林业具有促进就业的巨大潜力，通过发展能源林业、开发森林旅游、森林休闲产业，林业品再生资源利用等多种相关活动，可以创造出更多绿色低碳的就业岗位。

为了更好地促进林业发展，创造出更多的绿色工作岗位，本研究提出如下政策建议：

- (1) **大力鼓励和扶持林业发展，持续开展造林活动，以创造更多的林业就业机会。**当前中国林业还存在较大的发展空间，国家可以出台相关的激励和扶持政策，大力加快中国林业的发展，可以创造出更多的环境友好型绿色工作机会，一方面继续为适应和减缓全球气候变暖做出持续的贡献，另一方面也有助于减轻中国和世界的就业压力。
- (2) **积极推进林业管理体制改革，拓展林业的绿色就业领域。**实行分类经营，创新林业投融资市场，引入社会资本，促进林业的大发展。如在碳汇林业发展方面，除了政府公共财政投入开展造林之外，还应该积极建立和完善林业碳汇市场，优化碳排放权交易体系，充分运用市场杠杆的配置作用，实现潜在的碳汇市场价值，大力推进碳汇林业的发展，促进碳汇林业领域的就业。
- (3) **大力发展森林旅游业，促进绿色低碳就业。**森林旅游产业与诸多服务产业具有很强的关联性，其直接及间接就业岗位创造能力强；而第三产业又具有低碳高产的特点。因此，政府可以对森林旅游业加以统筹规划，加大投资和建设力度，大力鼓励发展森林旅游业及相关产业，如森林旅游策划咨询服务业；会展森林旅游业，特色专项森林旅游业等，促进绿色就业。
- (4) **采取综合措施尽可能减轻部分林业行动对就业的负面影响。**有些林业行动，如退耕还林会减少农业就业量，而天保工程的实施对林产工业就业量也会产生一些负面影响。因此，需要政府、相关职能部门和市场组织，加强劳动力培训、劳动力转移，下岗工人再就业，发展替代产业等综合措施，以弥补林业行动对就业的一些不利影响。
- (5) **培育和提升林业工作者的技术水平，提升林业部门对实现体面工作目标的意识和能力。**与其他行业如制造业、技术服务业相比，林业部门的许多就业领域如造林、森林旅游服务等，对劳动力技术水平的要求相对较低，然而，要提升林业对于低碳发展的总体贡献，就不能仅仅局限于目前

的林业活动。实际上，本研究表明了中国林业具有低碳发展和绿色就业的巨大潜力，许多新的领域有待开发，例如碳汇造林、森林管理、森林保健产品开发、林业产品的原材料替代及资源再利用，森林休闲产业等等。通过体面意识引导、舆论宣传和培训教育，树立“绿色工作光荣”的职业理念，不断健全和完善林业工作的社会保障体系，加强林业部门的劳动保障水平，建立林业技能培训体系和林业就业服务体系，培育和提升林业工作者的体面意识和体面能力。

2. 电力行业⁴⁵

2.1 研究背景

本文探讨了电力行业不同领域的直接与间接就业效应，分别包括：

- (1) 火电行业；
- (2) 风电行业；
- (3) 太阳能发电行业。

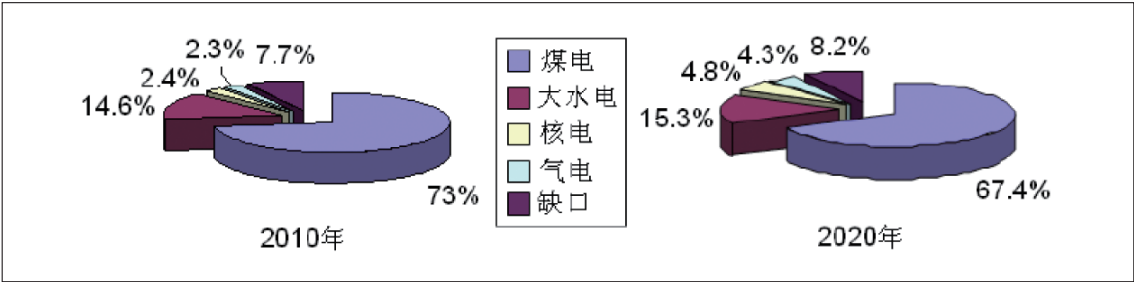
对电力行业的界定采用广义的概念，即，电力行业包括：

- (1) 电力生产和供给业（包括管理和维护）；
- (2) 电力设备及相关配套设施的制造业；
- (3) 电力技术研发及咨询等技术服务业。

由于对电力行业的就业效应分析必须建立在企业调研数据的基础上，限于时间和人力，课题组主要在电力生产行业内部获取企业调研数据，未能获取与研发和技术服务相关的信息，因此本研究的就业效应主要是针对电力生产和设备制造企业而言。

2.1.1 电力行业的发展现状

中国正处于工业化和城市化的提升阶段，能源消费需求增速较快。与世界各国相比，中国能源消费结构中煤炭占到70%左右，远远高于其他国家。2001-2008年，中国火力发电始终占到全国发电总量的80%以上（表2-13），这种状况在未来较长一段时期也难以改变（如图2-7）。因此，加快发展可再生能源，弥补“电力缺口”，成为中国电力行业优化能源结构，促进低碳发展的必然选择。



资料来源：中国电力科学院

图2-7：中国未来电力发展的预测

⁴⁵ 电力行业课题组：中央财经大学能源经济研究中心张安华博士，中国华能集团技术经济研究院高级经济师曹乐人，华北电力大学博士研究生吴建军等。

年份	水电装机容量			火电装机容量			核电装机容量		
	装机容量 (MW)	同比增长 (%)	占总量比 (%)	装机容量 (MW)	同比增长 (%)	占总量比 (%)	装机容量 (MW)	同比增长 (%)	占总量比 (%)
2002	86070	3.70	24.14	265550	4.95	74.47	4470	112.86	1.25
2003	94900	10.25	24.24	289770	9.12	74.03	6190	38.48	1.58
2004	105240	10.90	23.79	329480	13.70	74.48	6840	10.50	1.55
2005	117390	11.54	22.70	391380	18.78	75.67	6850	0.15	1.35
2006	128570	9.52	20.67	484050	23.68	77.82	6850	0	1.10
2007	145260	11.49	20.36	554420	14.59	77.73	8850	29.23	1.24
2008	171520	15.68	21.64	601320	8.15	75.87	9100	2.82	1.30

资料来源：根据历年中国电力年鉴及中国电力企业联合会有关公告等整理。

表2-13：中国2002-2008年电源结构统计表

由于燃煤发电在煤炭终端消费中占有重要的主体地位，从而使中国电力工业在保护环境、节能减排、应对气候变化等工作中具有举足轻重的地位和作用。中国是全世界二氧化硫总量最大的国家，燃煤发电的二氧化硫排放占到全国总排放量的50%左右，年排二氧化硫达1200万吨以上。中国也是全世界二氧化碳排放最多的国家，燃煤发电的二氧化碳年排放量达28亿吨以上。所以，努力控制和减少电力工业污染物的排放，对于环境保护和应对气候变化具有特别重要的意义。

2.1.2 中国电力行业实施低碳发展的政策措施

为了应对气候变化，实现低碳发展，中国电力行业制定和实施了一系列法规、环境标准和管理文件。主要是积极推进节能减排政策、提高可再生能源发电比重及低碳技术的示范。

1. 节能减排相关政策

(1) 积极开展技术节能：积极推广节能新技术、新材料、新工艺，积极进行节能技术的研发和应用；积极支持鼓励热电联产和综合利用发电技术，以及高效发电技术；不断完善电网结构，提升电网技术，推进跨大区域联网，实施电网经济运行等。

(2) 关停小火电机组，提高火电行业产出效率：大力发展大容量、高效率、高调节性火电机组，目前300MW及以上大型机组占总装机容量的比例已超过60%。

(3) 实行节能调度：2007年8月，国务院下达了《节能发电调度办法（试行）》，规定发电企业上网按

节能、环保、经济原则，优先调度风能、太阳能、海洋能等清洁能源发电。

- (4) 控制二氧化硫排放：加快燃煤电厂脱硫设施建设，至2008年底，全国火电厂烟气脱硫装机容量超过379GW，约占煤电装机总容量的66%。
- (5) 推进国内排污权交易机制：2005年12月，国务院首次提出“有条件的地区 and 单位可实行二氧化硫等排污权交易”。2008年，北京、上海、天津、长沙等地先后成立排污权交易所，有助于推动国内建立排放交易市场。
- (6) 积极开展发电权交易：结合电力市场总体要求和节能减排工作的进度安排，电监会积极推动了发电权交易，大力推进小火电机组发电指标转让工作，用能效好的高效大机组替代能效差的小火电机组发电，以达到节能的目的。2007年，全国共有23个省份开展了发电权交易，累计完成交易电量约54TWh。

2. 积极推动低碳能源发电

2006年1月，中国实行了《可再生能源法》，把可再生能源作为能源发展的优先领域。2007年11月，发布了《可再生能源中长期发展规划》，使得可再生能源发电步入快速发展阶段。截至2008年底，含水电、风电、核电等清洁能源与新能源发电装机达到1.90亿千瓦，约占全国总装机容量的24%。据中电联专家预测，到2010年底，这一比重可达26%。绿色电力的迅猛发展，为电力行业的绿色就业开创了巨大的潜力。

- (1) **水电**：至2008年底，水电总装机容量达到172GW，占电力总装机容量比重的21.64%。截止2008年底，全国农村水电装机容量（50MW及以下）突破50GW，年发电量超过150TWh。目前，全国已建成小水电站近5万座。全国1/2的地域、1/3的县、1/4的人口主要靠小水电供电。
- (2) **风电**：自2006年实施《可再生能源法》以来，中国风电建设明显加快。至2009年6月底，全国风电装机容量达到16.653GW，并网装机容量11.81GW。全国建成风力发电场240多个，风电整机制造企业70多家，风叶生产企业50多家，塔筒生产企业近100家。2010年风电装机将突破20GW，成为全球最大风电市场之一。2020年，中国的风电装机规模有望到100GW。
- (3) **核电**：2006年3月通过《核电中长期发展规划》和2007年11月国务院正式批准国家发改委上报的《国家核电发展专题规划（2005—2020）》后，中国的核电发展进入了一个新的阶段。目前我国投产运行的核电机组11台，装机容量9.1GW，在建规模22.9GW。已经形成浙江秦山、广东大亚湾、江苏田湾三个核电基地。预计2020年中国核电装机容量可以达到58GW至60GW。
- (4) **太阳能**：经过多年的发展，中国的太阳能发电产业已具一定规模，技术条件已趋于成熟。至2008年底，全国光伏系统的累计装机容量达到200MW，从事太阳能电池生产的企业达到50余家，太阳能电池生产能力达到3500MW，太阳能电池年产量达到2000MW。并已初步建立起从原材料生产到光伏系统建设等多个环节组成的完整产业链。2010年，中国的光伏发电累计装机容量将可达到600MW。

(5) **生物质能**：全国生物质能的理论资源总量接近15亿吨标煤。“十一五”规划纲要提出建设生物质发电5500MW装机容量的发展目标，《可再生能源中长期发展规划》确定了2020年生物质发电装机30000MW的发展目标。至2008年底，全国生物质发电装机容量达到3150MW。尽管目前生物质发电技术仍处于发展的初期阶段，未来仍蕴藏着很大的市场发展和绿色就业潜力。

3. 二氧化碳捕获技术

二氧化碳捕获技术是通过技术途径将电力生产中的二氧化碳进行捕获、收集，洁净电厂排放，提高电厂的二氧化碳减排率。2007年8月31日，中国华能集团与北京市政府签署了《关于推进二氧化碳捕集与处理技术研究及加强能源合作框架协议》。根据协议，华能集团与澳大利亚联邦科学工业研究组织积极开展技术合作，在华能北京热电厂建设国内第一个年捕集二氧化碳3000吨的试验示范项目，并于北京2008年奥运会前建成投运。2008年7月16日，该示范工程在华能北京热电厂建成。运行数个月来，已成功捕集纯度为99.99 % 的二氧化碳数千吨。由于社会效益和经济效益都较好，该电厂已计划再建一个年产二氧化碳6万吨的二期项目。

2.1.3 低碳发展对电力行业就业的影响

电力行业实施应对气候变化的低碳发展战略，将对行业就业产生两个方面的影响（如图2-8）。首先，节能减排措施将关闭落后低效的小型火电机组，从而减少相应岗位的就业；其次，火电行业“上大压小”政策及脱硫改造设施将带动新增岗位的就业；此外，低碳的绿色能源如风力发电、太阳能发电、水力发电、生物质能发电、地热发电、潮汐能发电等等，具有相当巨大的发展潜力，创造绿色就业的直接与间接效应也非常显著。

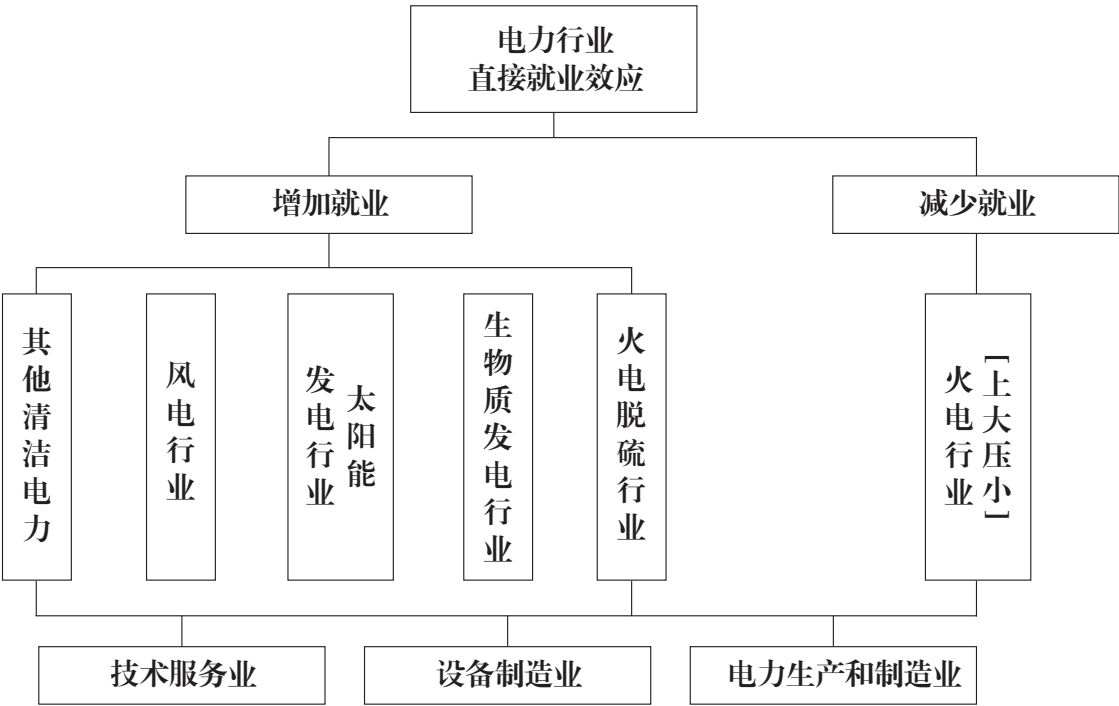


图2-8：低碳发展对电力行业的就业影响

2.2 火电行业

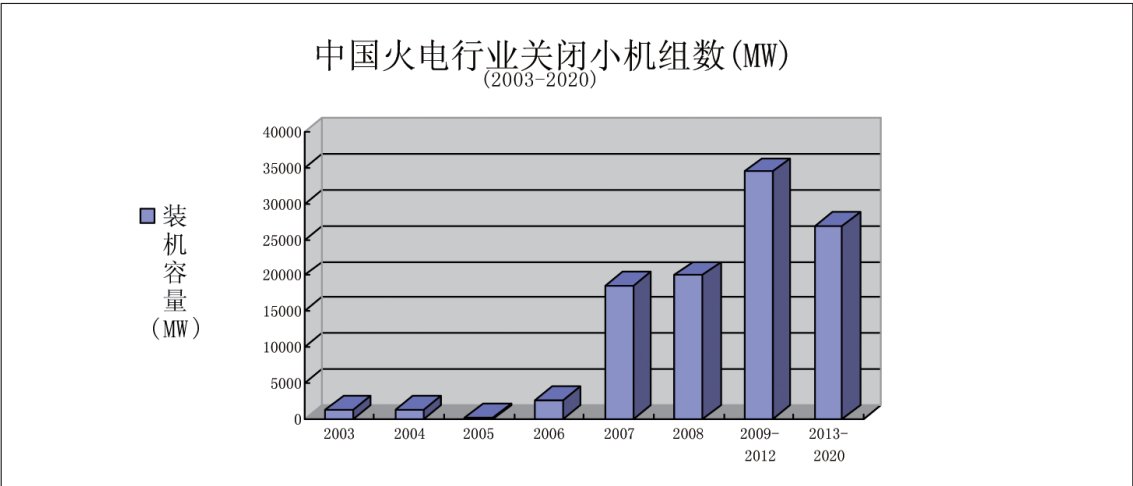
2.2.1 “上大压小”政策对就业的影响

火电行业的上大压小政策是指关停煤耗高、效率低的小火电机组，代之以能源利用效率更高的大功率机组。根据国家能源局数据，2008年全国关停小火电机组16690MW，占小火电机组的总容量的13.9%。今后电力行业还将进一步扩大小机组淘汰范围，对在役时间长、煤耗比较高的小机组，关停容量将扩大到125MW或200MW。至2008年底，全国装机容量792GW，其中，能耗高的小机组还有近100GW。今后三年，分别计划关停13GW、10GW、8GW。并建设大型、高效、清洁燃煤机组50GW。

上大压小政策对就业的影响表现在两个方面，一是关停小火电机组导致的就业减少；二是新增加的大机组能够带动新增就业岗位。

1. 中国关停小火电机组的直接、间接就业影响

2003–2008年中国已关停的小火电机组及未来计划关停的机组装机容量见下图所示：



资料来源：根据国家发改委和电监会公布的有关数据整理。2008年以前为实际数。2009–2020年为规划数。

图2-9：中国关停小火电机组装机容量

课题组通过文献搜集和企业调研⁴⁶，得到关停小火电机组的样本调研信息，综合测算得到结果如下：平均每关停1MW小火电机组涉及需要重新安置人员6.2人。

据此，并假设2003–2005年关停小火电机组的比重是相同的（平均每年1293MW），则可推算：

(1) 2005–2008年减少的就业岗位数：

$$36797\text{MW} \times 6.2\text{人/MW} = 228.2\text{千人}$$

⁴⁶ 其中包括：10家江西电厂，中国电力投资集团华北分公司2007年至2008年2家下属发电厂，山西关闭小火电数据，全国关停小火电数据等。

(2) 2009–2020年减少的就业岗位数:

$$59800\text{MW} \times 6.2\text{人/MW} = 370.8\text{千人}$$

则: 2005–2020年, 火电行业预计受到就业影响的人数约59.9万人。如果考虑到未来进一步提高关停机组的装机容量, 例如将关停容量扩大到125MW或200MW, 则这一总数还会增加。

由于这些从业人员均属于电力、热力的生产和供应业, 根据附录3中表2列出该行业的各就业系数同时可以估算出由此带来的间接就业损失如表2-14所示。

年份	关停小火电机组数量(MW)	直接就业损失(千人)	间接就业损失(千人)
2003–2005年	3880	24.06	27.5
2006年	3140	19.47	66.78
2007年	14380	89.16	305.81
2008年	16690	103.48	354.92
2009年	13000	80.60	212.65
2010年	10000	62.00	170.12
2011年	8000	49.60	612.43
2012–2020年	28800	178.56	2081.67
合 计	97890	606.92	82.52

表2-14: 2003–2020年关停小火电减少的就业人员数

其中, 假设2003–2005年关停小火电机组的比重是相同的(平均每年1293MW), 则可推算:

(1) 2005–2008年减少的就业岗位数:

$$36797\text{MW} \times 6.2\text{人/MW} = 228.2\text{千人}$$

(2) 2009–2020年减少的就业岗位数:

$$59800\text{MW} \times 6.2\text{人/MW} = 370.8\text{千人}$$

则: 2005–2020年, 火电行业预计受到就业影响的人数约59.9万人。如果考虑到未来进一步提高关停机组的装机容量, 例如将关停容量扩大到125MW或200MW, 则这一总数还会增加。

2. 大功率机组替代小火电的直接就业效应

由于不同时期的上大压小政策有所差异, 并非所有的小火电机组都被新增的等量容量机组所替代, 有些小火电被永久关闭。假设关闭小火电机组允许建设同等装机总容量的大机组, 则可以根据新机组的平均装机

就业数测算新增大机组的就业总数。

(1) 火力发电生产和供应业

由于国家相关政策严格控制再建单机300MW以下的常规燃煤机组，因此各电力企业替代小机组的新建机组一般不会小于单机300MW。则以300MW作为标准大机组容量，根据对华能电力集团公司2008年底的装机总数及就业人员数，测算出该集团下属企业大机组平均每MW装机人数为0.603人。假设新增的大机组基本上是同时期完成替代和建设工作的，则替代小机组的新增大机组产生的直接就业效应为：

- (1) 2005年至2008年新机组增加的就业人数：
 $36797\text{MW} \times 0.603\text{人/MW} = 22.2\text{千人}$
- (2) 2009年至2020年新机组可增加就业岗位人数：
 $59800\text{MW} \times 0.603\text{人/MW} = 35.6\text{千人}$

(2) 火电设备制造业

火力发电机组及零部件设备制造属于“通用和专业设备制造业”，根据计算得到的各就业影响系数，该行业的直接就业影响系数为0.0142，即每亿元投资可带动的就业数为142人。根据企业调研数据，目前我国火力发电行业中大机组设备制造平均成本约为3200元/kW，可估算出火电行业每增加1MW的新增大机组装机容量将给本行业内带来约4.5个直接就业岗位，通过产业扩张给产业链中的相关行业带来11.4个间接就业机会。⁴⁷因此可以计算并估计2005–2020年期间，在我国新增风电装机容量中来自国内制造厂商所生产的总量。结果如表2–15所示。

行业	年份	直接就业人数
火电发电和供应业	2005–2008年	22.2
	2009–2020年	35.6
大机组火力发电设备制造业	2005–2008年	165.6
	2009–2020年	269.1
累计就业机会	2005–2020年	492.5

表2–15：2005–2020年火电行业大功率机组替代小火电创造的直接就业效应（单位：千人）

(3) 大功率机组替代小火电的间接就业效应

符合节能减排政策要求的大功率火电机组，相比较传统的小机组而言，能够显著提高能源利用效率，减

⁴⁷ 上述计算均基于2005年的投入产出表。

少二氧化硫及二氧化碳排放，因此这些机组带动的新增工作岗位都属于绿色就业。

火电厂的大型发电机组所需的管理与运行维护人员属于电力生产及供应业，大功率火电机组的生产制造属于通用专用设备制造业，根据相关行业的间接就业影响系数（参见附录3表2），可测算“上大压小”政策的间接就业效应，结果如表2-16所示。

行业	年份	间接就业人数
火电发电和供应业	2005-2008年	76.14
	2009-2020年	122.1
大机组火力发电设备制造业	2005-2008年	419.84
	2009-2020年	682.22
累计就业机会	2005-2020年	1300.3

表2-16：2005-2020年火电行业大功率机组替代小火电创造的间接就业效应（单位：千人）

3. 实施上大压小政策的总就业效应

总体上，实施上大压小政策带来的直接、间接的就业效应可以分解为：

就业效应（直接+间接）=关停小火电所减少的就业岗位 + 火电厂新增替代大机组产生的新增就业岗位+ 新增大机组给设备制造业带来的新增岗位

根据该公式可计算在2005年到2020年间总体就业效应如下：

- **直接就业效应：** 减少599千人+ 新增 57.8千人+新增434.7千人=净减少47.5千人
- **间接就业效应：** 减少2054.16.千人+ 新增 198.24千人+新增1102.06千人=净减少753.86千人

总计：2005-2020年，上大压小政策将造成火电行业就业净减少约801.36千人。

尽管“上大压小”政策对中国火电企业带来的就业效应为负，但是与此同时，火电行业实施“上大压小”政策能够带来较高的环境和社会效益。一方面，即使在以同样装机容量的大机组代替小机组的前提下，“上大压小”政策也能够直接导致对煤炭的节约，使得企业大大节约了成本，提高了产出能力和经济效率；另一方面，在产出不变的前提下，煤炭消耗量的下降还体现为减少相应的二氧化硫和二氧化碳的排放量，具有显著的减排效益。煤炭节约带来的二氧化硫减排意味着减小了环境污染带来的潜在损失；二氧化碳排放量降低会减小温室效应，如果能够进行碳排放权交易，还会带来经济收益。根据课题组测算，2003-2020年，“上大压小”政策关闭的火电机组能够减少煤炭消耗9.5亿吨，相应地减少二氧化硫排放约1518万吨，减少

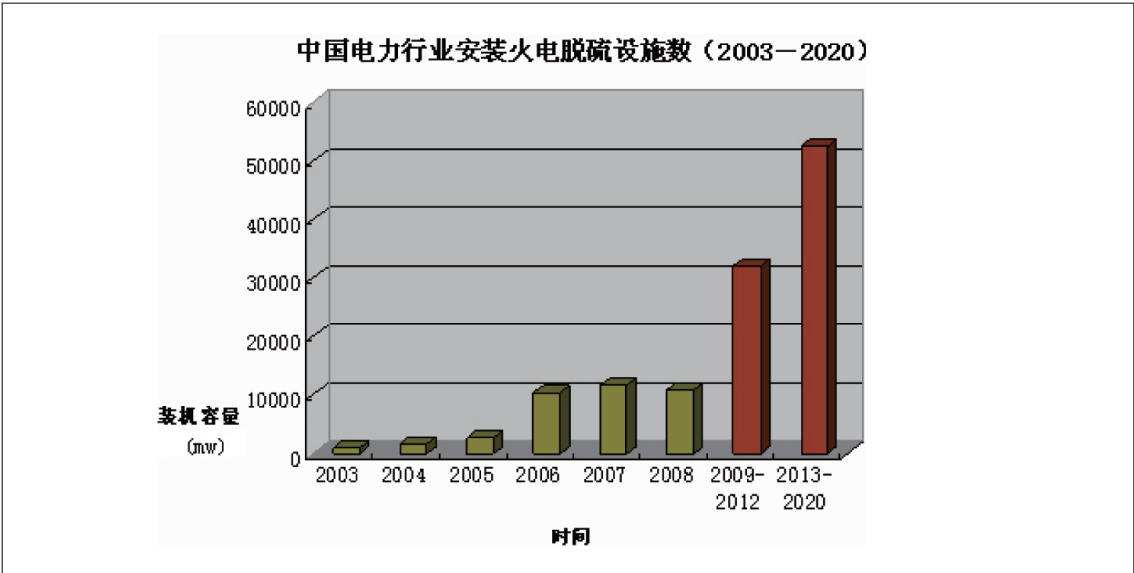
环境损失（如酸雨，空气污染等）约759-3036亿元⁴⁸。

2.2.2 二氧化硫减排对火电行业的就业影响

尽管在我国政府发展新能源的政策指导下，火电占全部电力发电比重已逐渐开始下降，但是到目前为止，火电仍然是我国最重要的电源结构，在每年的装机容量中所占比重均超过70%。为了解决火电产生的空气污染问题，我国政府采取了一系列相关政策，要求发电厂在建设的同时安装脱硫设备。脱硫设施创造的就业岗位属于典型的绿色就业。在本节中，基于投入产出分析框架，将分析我国在推进火力发电脱硫过程中给宏观经济整体带来的就业效应，包括脱硫设备安装、维护和运行带来的直接就业、脱硫设备制造行业的直接就业，以及上下游生产扩张所引发的间接就业效应。

1. 火电机组脱硫改造的总体情况

中国现有火电装机容量约6亿千瓦，其中已安装脱硫设施的机组约有3.6亿千瓦，不同时期的脱硫设备安装情况见下图所示。



资料来源：根据国家发改委和电监会公布的有关数据整理。2008年以前为实际数。

图2-9：中国关停小火电机组装机容量

⁴⁸ 计算说明：（1）二氧化硫和二氧化碳的减排量采用物料衡算法计算。为了计算方便，取节约1吨煤等于减排16公斤二氧化硫（取煤炭平均含硫率为1%）；节约1吨煤等于减排2.1267吨二氧化碳；（2）减排1吨二氧化硫的社会经济效益取值为5000元（中国环境科学研究院、清华大学等单位研究表明：由于二氧化硫等导致的酸雨污染，每年给我国造成的损失超过1100亿元，大气污染所造成的损失，每年约占中国GDP的2%至3%。估算每吨二氧化硫的污染成本为5000—20000元左右。）；减排1吨二氧化碳的价值取值为60元（基于国家发改委对国内碳交易规定的最低限价8欧元/吨计算）。

2. 二氧化硫减排导致的直接就业效应

(1) 火电厂脱硫设施运行与维护

关于燃煤机组安装脱硫设施后需要增加的运行人员和设备维护检修等人员的定额数，目前电力行业采用的基本配置是：

- 脱硫设施运行定员：每设立1个脱硫设备控制室增加运行人员约10人；
- 设备维护检修定员：每套设备增加设备维护检修人员10至15人。

由于在具体实施当中，各个电厂的情况各有不同，因此简单采用上述定员数来推算脱硫设施配备的就业人数会有较大偏差。为此，课题组在华东、华南、西部、中部、东南沿海、东北地区、西南和西北地区各选择有典型意义的电厂进行抽样调查，共抽样调查了20个电厂。成功取得所需抽样调查资料的电厂共有18个。为了方便统计与计算，特将其增加的就业人数折算成每单位装机容量的人数。根据企业调查样本测算得到每单位装机容量的新增就业数为：0.026人 / MW⁴⁹。

依此计算出中国电力行业2005–2020年安装燃煤机组脱硫设施所需增加的就业岗位数约31.23千个（见表2–17）。

年份	安装燃煤机组脱硫设施数量（MW）	就业岗位数（千人）
2003年	7600	0.198
2004年	15600	0.406
2005年	26500	0.689
2006年	103700	2.696
2007年	116000	3.016
2008年	110000	2.860
2009–2012年	320000	8.320
2013–2020年	525000	13.650
合 计	1224400	31.835

表2–17: 2003–2020年安装脱硫设施增加的运行管理和检修维护人员数

⁴⁹ 经与有关专家讨论，认为此数据基本符合中国电力行业脱硫机组运行现状。

(2) 脱硫设备的设计和制造

脱硫设备制造业在工业部门中是通用和专业设备制造业下的子部门，该行业的劳动系数（直接就业影响系数）为0.0142，即该行业每增加1亿元的产值，能够带动的就业数为142个。通过测算脱硫设施的单位投资成本，可以计算该行业的产值增加值及相应的就业效应。

随着我国大力推进烟气脱硫设备国产化和市场化，电厂脱硫设备造价及脱硫运行成本均大幅度降低，上世纪90年代电力行业开始安装脱硫设施时，设备及运行成本约为1200元 / kW，而到2005年约为360元 / kW。到2005年底，安装燃煤机组脱硫设施数量约为26500MW，以360元/kW的成本计算，火力发电中脱硫设备成本共计95亿元，因此在该年生产这些设备给设备制造业带来的直接就业约为1.36万个。

基于对2005年–2008年的现状统计数据，以及2009–2020年中国安装燃煤机组脱硫设施的预测数据（见表2–18），可以推算这期间火电企业安装脱硫设施导致的直接就业效应（如下表所示）。

行业	年份	直接就业人数
火电脱硫设施的运行与维护	2005–2008年	9.26
	2009–2020年	21.97
脱硫设备制造	2005–2008年	123.81
	2009–2020年	142.98
累计就业机会	2005–2020年	298.02

表2–18：2005–2020年火电脱硫行业创造的直接就业效应（单位：千人）

(3) 脱硫设备带动的间接就业效应

根据火电脱硫设备制造业的间接就业影响系数（参见附录3表2），可以得到脱硫设备制造业投资增加给其他相关行业带来的间接就业效应；火电厂新增脱硫设施所需的管理与运行维护人员属于电力生产及供应业。

根据我国发改委和环保总局联合发布的《现有燃煤电厂二氧化硫治理“十一五”规划》，在“十一五”期间，我国现有燃煤电厂需安装烟气脱硫设备137GW，共有221个项目，若以脱硫工程每千瓦投入200元计算，按照“规划”要求，在“十一五”期间，现有燃煤电厂需安装烟气脱硫设施的设备市场容量约为274亿元，根据投入产出法计算，由此带来的直接就业约为3.89万人，间接就业约为9.88万人。依据就业影响系数，可测算到2020年我国火电脱硫行业所创造的间接就业机会，如下表所示。

行业	年份	间接就业
火电脱硫设施的运行与维护	2005–2008年	31.7
	2009–2020年	75.2
脱硫设备制造	2005–2008年	313.5
	2009–2020年	362.1
累计就业机会	2005–2020年	782.5

表2-19：2005–2020年火电脱硫行业创造的间接就业效应（单位：千人）

综合上述分析，得到2005–2020年火电脱硫行业创造的所有绿色就业岗位为：29.80万+78.25万=108.05万人。

2.2.3 火电行业的绿色就业总计

分析可知，火电行业受到节能减排政策的影响，既可创造一定的绿色就业机会，如火电脱硫行业，同时也会因为关闭小火电企业及机组损失许多就业岗位。总体来看，火电行业上大压小政策带来的总体就业影响为负，即2005–2020年期间，总计将损失直接和间接就业岗位80多万个；二氧化硫减排政策则会增加火电厂及脱硫设备制造企业的就业机会，即2005–2020年间，可增加绿色就业岗位108万个。

总体而言，2005–2020年，火电行业由于低碳发展导致的总体就业效应为正（总计新增就业岗位28万个），其中，火电脱硫行业导致的间接就业效应非常显著。结果如下表所示。

行业	直接就业效应	间接就业效应	小计
上大压小政策	– 47.5	–753.86	–801.36
火电脱硫行业	298.02	782.5	1080.52
总计	279.16		

表 2-20: 2005~2020年林业低碳发展的就业效应（单位：千人）

可见，火电行业节能减排虽然在短期会大量减少关停并转火电企业的就业岗位，并导致与此相关的低能效小机组制造企业的倒闭和失业，但是长期来看，这些低碳发展政策能够促进火电行业的技术进步和能效提高，有利于提高传统火电企业的市场竞争力和发展潜力。同时，火电行业实施节能减排政策将对二氧化硫减排、碳捕获等减排设施和减排技术产生巨大的市场需求，从而在将来带动大量的直接和间接绿色就业岗位。

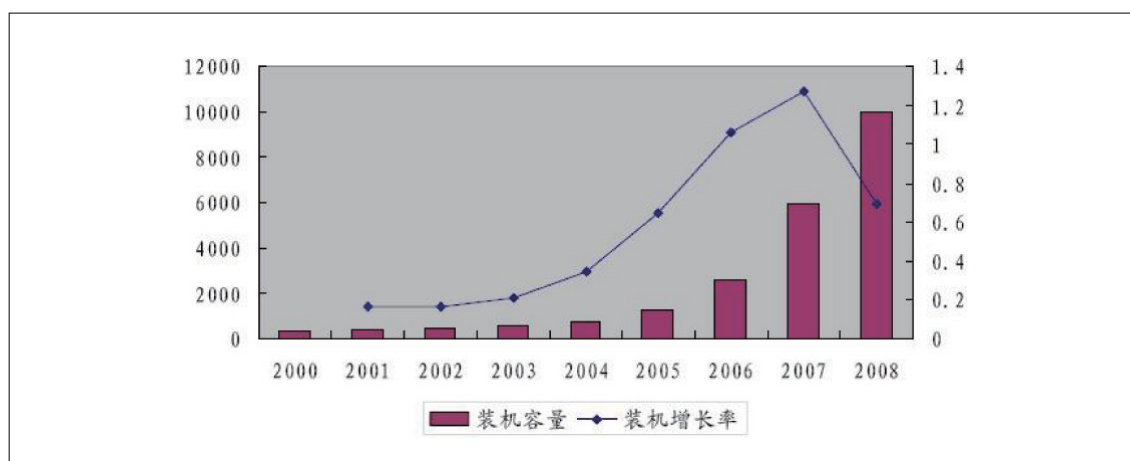
2.3 风电行业

风力资源是一种清洁的可再生能源，与传统能源相比，风力发电不依赖矿物能源，没有燃料价格风险，发电成本稳定，也不会产生化石能源造成的大气污染和碳排放问题。由于这些优势，风力发电逐渐成为许多国家发展可再生能源的重要手段。根据全球风能协会的统计，1995–2007年间，全球风电市场平均年增长率高达27%，年投资额相当于200多亿美元。中国风电发展也保持了快速持续增长，2007年，中国风电累计装机容量已位于全球第五位。预计2010年中国风电装机将突破2000万千瓦，成为全球最大风电市场之一。2020年，中国的风电装机规模有望到100GW。快速发展的中国风电市场，将在相关行业创造大量的绿色就业机会。

2.3.1 中国风电发展的现状和趋势

为了推动风电等清洁能源的发展，2006年，中国实施了《可再生能源法》，2007年新成立的国家能源局将发展核电和风电作为改善电源结构的重要任务之一，分别在内蒙古、甘肃、新疆、河北和江苏等风能资源丰富地区规划了6个10GW级的特大型风电场。

《中国风电发展报告》⁵⁰指出，中国被认为是全球最具发展潜力的风电市场。2007年，全球风电资金中15%投向了我国，总数高达34亿欧元左右。按照欧盟的经验，中国风电装机容量有望在2010和2020年分别达到2000万千瓦和8000万千瓦，成为中国继火电、水电之后的第三大发电电源。1990年代以来，中国风电呈现快速发展趋势（见图2-11）。截至2007年年底，我国累计风电装机容量达到604万千瓦，过去10年的年均增长速度达到50%以上。至2009年6月底，全国风电装机容量达到16653MW，并网装机容量11810MW。全国建成风力发电场240多个。



资料来源：<http://www.okokok.com.cn>

图2-11：中国风电装机容量增长情况

风电市场的良好发展势头带动了中国风电设备制造与研发活动的快速发展。目前中国有185家风电设备制造商，其中有60多家风电设备整机制造企业，以及一大批与整机配套的风机叶片制造、风力发电机和风电

⁵⁰ 李俊峰等著，《中国风电发展报告·2008》，北京，中国环境科学出版社，2008年10月出版。

齿轮箱等零部件制造企业。这些企业分别属于电力设备、航空航天和重工机械设备制造企业。风电发展能够带动这些企业的制造、研发和技术服务活动，从而增加相应行业的绿色就业。

2.3.2 风电发展促进就业的国际经验

国际能源署颁布的《2050年能源技术情景》判断，2010至2050年，全球风电平均每年将增加70GW，2050年全球风电装机容量将达到4060GW。随着全球风电市场的快速发展，各国受益于清洁电力的同时，也开始意识到风电行业带来的巨大经济效益和就业效应。对此，一些国际机构测算了风电的就业贡献。

1. 全球

根据全球风能协会（GWEC）预测，到2010年全球累计装机容量将达到160GW，将有100万人从事风能产业方面的工作。到2050年全球从事风能相关产业的就业将达到300万人。

欧洲风能协会与绿色和平组织发表一份题为“风力12”的报告，基于风电市场的发展趋势及技术水平，指出2020年全球风电装机容量将达到1260GW，占到世界电力供应量的12%，同时全球将创造出180万个与风电产业有关的就业岗位。

2. 欧盟

欧洲风能协会2009年初发表的《风能为欧盟创造就业机会》的报告指出，2007年，欧盟风能领域从业人员达到15.4万人。当年，欧盟成员国总体风力发电机组装机达到57.139GW，占到欧盟电力供应的近4%。

根据欧洲能源联盟统计，2002年欧洲由风电产业（包括风电设备的制造、安装和维护）创造的就业已达到7万多个。2006年，德国风电行业从业人员总数达到82100人，风电装机容量20.58GW。

欧洲风能协会《风能为欧盟创造就业机会》的报告指出，到2020年，风能开发将为欧盟提供32.5万个就业岗位。届时欧盟的风电装机容量将可达到180GW。

3. 美国

美国全球观察研究所的一项报告显示，用煤炭或核燃料生产1000GWh电量，只能提供100–116个就业机会；而生产同样多的电量，风电场则可以提供542个工作岗位。

美国新能源政策项目的一项研究指出，在美国每生产1GW的风电设备可产生潜在就业人数：制造业3000人、安装700人、运行维护600人。其中风电制造业能够提供风电行业70%左右的就业岗位。2008年，美国风电总装机容量达到25.17GW，正式超过德国（23.9GW），位居世界第一。其风电行业从业人员总数达到85000人，当年新增35000个就业机会。

根据对上述全球风电就业效应的研究资料，可以得到全球及主要国家风电装机容量所对应的就业贡献，

统计如下：

序号	时间	风电经济体	装机容量	就业人数 (千人)
1		美 国	每1GW	4.3
2	2002 年	欧 盟	23.098GW	72.275
3	2006 年	德 国	20.58GW	82.1
4	2007 年	欧 盟	57.139GW	154
5	2008 年	全 球	120.791GW	400
6	2008 年	美 国	25.17GW	85
合 计			247.778GW	797.675
目前平均每千瓦装机创造就业人数或岗位			3.2 人 / MW	
7	2010 年	全 球	160GW	1000
8	2020 年	全 球	1260GW	1800
9	2020 年	欧 盟	180GW	325
合 计			1600GW	3125
未来平均每千瓦装机创造就业人数或岗位			2 人 / MW	
10	2050 年	全 球	4060GW	3000
未来平均每千瓦装机创造就业人数或岗位			0.7 人 / MW	

表2-21:全球或主要风电经济体创造就业岗位情况表

可见，随着科技水平的发展、风电运行水平的提高，以及风电增长趋于饱和，风电行业对新增就业的需求也会逐渐减少。假定以2008年作为基年，到2020年，单位风电装机容量的从业人数大约会下降38%，到2050年大约会下降78%。

2.3.3 中国风电发展的产业链效应

从产业链的角度来看，风电市场涉及从上游产品设计、制造、销售、服务维修及电网基础设施建设等等一系列环节。因此，广义上看，风电行业包括：技术研发和设计行业、设备制造业（包括风机和零部件、发电机）、技术服务行业、风电场和电网基础设施建造行业等。通过对产业链进行分解，可以分别计算出风电发展带来的就业效应。其中，风电生产和供应带来的就业属于直接就业，包括风电场建设、运营和电力输送等；风电设备的设计、生产、销售和维修服务、电网基础设施建设等属于间接就业；上述行业因为就业增加带来的收入效应所导致的其他行业的需求增加，则属于引致的就业效应。限于数据可得性，这里只测算风电行业的直接与间接就业效应。

为了计算风电导致的就业效应，必须了解以下信息：

1. 风电场的投资构成

根据对几个典型风电场的调研数据，作为风力发电的核心设备，风电机组的投资约占风电场总投资的60%–80%，此外还包括厂房建设、土地使用、人员费用等。

2. 风机设备主流机型及其成本

2005 年之前，中国本土只能制造600KW以下的风电装备，750KW以上风机全部依赖进口，关键零部件也需依赖进口。《可再生能源法》颁布以后，在政策激励和市场拉动的双重作用下，风电装备制造和设计技术的转让加速，开始形成自主制造能力。750kW–1.5MW风机开始走向国产化。目前中国风电市场上600kW–850kW的单机容量风机约占装机总数的70%左右。随着主流风电机组产品的技术性能和产业化水平明显提升，预计1.5MW左右单机容量的机型将在未来数年占据中国风电市场的主导地位。目前全球风机市场以2MW–3MW为主，我国尚处于自主研发和设计阶段，预计在2010年之后可逐步实现批量化生产。本文选择850kW风机作为2010年之前的主流机型，将1.5MW风机作为2010年之后的主流机型，并以此来通过单位装机造价来推算风机投资带来的就业效应。

3. 风机设备制造的国产化水平

2007年以前，中国风电设备市场份额主要为国外制造商所占有。为了以风电规模化带动设备国产化，2005年国家发改委要求风电场建设必须符合70%以上设备国产化率要求，为规避这一政策，国外风电设备制造商纷纷来华建厂，利用国外的先进技术和中国低廉的劳动力资源优势，以占据中国风电设备制造行业的一席之地。随着可再生能源政策对本土企业的扶持，在国内新增市场中，内资企业生产的风电机组产品所占的市场份额不断上升，从2005年的29%，已增加到2008年62%（新增装机容量占到75%左右），外资企业占38%。目前，中国风电市场占有率排在前五位的企业为金风科技、华锐风电、东汽、维斯塔斯和歌美飒，前三位均是内资企业（见表2–22）。

国产化率的要求有助于本国受益于风电发展带来的就业效应。考虑到中国每年要进口一定数量的风电机组，但同时也出口风电设备，如2008年1至4季度中国出口风力发电机组总金额达2.11亿美元，共10398台。为了简化计算，假设中国风电装机容量中有70%是来自国内制造业，30%来自国外进口，以此测算中国风电发展对国内相关行业的就业促进作用。

4. 风电技术研发和维修服务活动

中国风电行业的自主技术研发能力还较弱，风机制造企业主要通过“技术引进”方式进行产品开发，购买国外先进制造商的成熟设计技术和主要部件，提高设备装配技术和控制系统调试技术，逐步实现零部件国产化。随着中国内资企业日益重视增强自主技术能力，产品开发方式逐步转向“联合设计”和“自主研发”。这意味着未来中国风电市场发展将更多带动国内的技术开发和设备制造领域的就业需求。此外，由于

	制 造 企 业	容 量 (kW)	占当年内资与合资 制造企业比例	占当年新增 总装机比例
内 资 与 合 资 制 造 企 业	金风科技	2629050	35.02%	21.63%
	华锐风电	2157000	28.74%	17.75%
	东汽风电	1290000	17.19%	10.61%
	浙江运达	330250	4.40%	2.72%
	航天-安讯能	250500	3.34%	2.06%
	上海电气	201250	2.68%	1.66%
	广东明阳	175500	2.34%	1.44%
	湘电股份	128000	1.71%	1.05%
	新誉风电	82500	1.10%	0.68%
	北重风电	60000	0.80%	0.49%
	其 他	202170	2.69%	1.66%
	小 计	7506220	100.00%	61.76%
外 资 制 造 企 业	Gamesa	1552500	33.41%	12.77%
	Vestas	1455200	31.32%	11.97%
	GE	637500	13.72%	5.25%
	Suzlon	347250	7.47%	2.86%
	Nordex	328750	7.08%	2.71%
	其他	325370	7.00%	2.68%
	小 计	4646570	100.00%	38.24%
	总 计	12152790		100.00%

资料来源：根据中国电力企业联合会和中国风能协会资料整理。

表2-22: 2008年中国累计风电机组的制造企业市场份额表

中国国产风机制造还处于初级阶段，与国外先进设备相比，风机质量还存在一定的问题，因此，相应的技术支持和维修服务行业也将较快发展。

5. 电网建设的就业需求

中国的风能资源主要分布在远离负荷中心的“三北”地区和海上，这些地区恰恰都是电网的薄弱环节，尤其是我国大规模风电场居多、连片集中，2015年将会形成10至20个1000MW的风电基地；2020年将会形成5至6个10000MW的超大型风电基地。大规模、远距离的风电输送将带来电网建设和延伸的需要，也会相应带来就业需求。这部分需求主要是风电并入区域电网系统所带动的经济活动，包括输电线设备制造、电网基础设施建筑业、电网维护等。

2.3.4 中国风电行业的绿色就业总计

本节通过行业作为切入点，从风电生产和供应业、风电设备制造业、风电技术服务业三个主要环节来分析风电行业的就业拉动效应。研究主要采取自下而上的分析方法，通过典型企业调研数据，估算单位风电装机容量带动的就业数，然后利用投入产出分析测算间接就业效应。拟分为两个阶段测算，一是基于历史和现状数据推算现实就业效应，这一部分数据来自对风电生产企业和风电设备制造企业的调研；二是基于未来风电市场的发展预测未来风电生产和制造行业的就业水平，这一数据来自对中国风电未来发展规模的估算。

为了探究风电行业在整个经济体系中所创造的就业效应，我们在这里将使用国家统计局发布的“2005年投入-产出分析表”作为计算的依据。该表将中国宏观经济划分为若干部门，根据投入产出数据，我们可以了解每个部门对于风力发电相关行业的设备制造和发电过程的投入情况，同时也可以了解当风电行业创造单位产值时给经济系统所带来的整体就业效益。风力发电隶属于与电力、热力的生产和供应业，而风力发电机组制造行业也没有直接体现于投入-产出表中，而是属于通用和专用设备制造行业之下的一个子部门，此外，风电技术开发及维修服务属于科学研究业和综合技术服务业。（相关部门的就业影响系数可以参考附录3中的表2）

1. 直接就业效应

本研究将风电行业界定为广义的概念，包括：

- （1）风电场建设及电力供应增加带来的新增就业，对应的行业为“电力、热力的生产和供应业”；
- （2）风电机组设备制造，零部件设备制造行业；
- （3）风电技术研发、维修等技术服务业等。

（1）风力发电（风电生产和供应）

由于先行的投入产出统计中并未专门区分“风电的生产和供应业”，因此需要推算风力发电行业的就业数。

根据对典型风力发电企业的调研数据，可知平均每单位风电装机对应的就业数为1.5–2.0人/MW。据此估算2005–2010年的中国风力发电企业的就业数。根据全球对未来单位风电装机对应的就业人数估算，可估算风力发电行业2011–2020年的直接就业人数。测算的结果如表2–23所示。

年份	风电装机容量（MW）	就业数
2005年	1263	1.9–2.5
2006年	2599	3.9–5.2
2007年	5903	8.9–11.8
2008年	12153	18.2–24.3
2009年	21153 ⁵¹	31.7–42.3
2010年	25000 ⁵²	37.5–50.0
2011–2020年	120000 ⁵³	111.6–148.8 ⁵⁴

资料来源：作者计算。

表2-23：2005–2020年风力生产和供应业创造的就业岗位（单位：千人）

(2) 风电设备制造业

风电机组及零部件设备制造在统计体系中隶属于“通用和专业设备制造业”，根据表2计算得到的数据，该行业的直接就业影响系数为0.0142，即每亿元投资可带动的就业数为142人。根据调研数据，2007年我国市场上风电机组的平均价格约为6000–7000元/kW⁵⁵，因此可估算出该风电行业每增加1MW的新增装机容量将给本行业内带来8.5–9.9个直接就业岗位，给产业链中的直接相关行业带来21.5–25.1个间接就业机会。⁵⁶在我国每年的新增风电装机设备中，有一部分来自于国外进口，在计算风机组对我国就业的拉动效应时需要将国外进口设备所占份额剔除。根据相关研究人员的调研数据，可以计算得到2005–2008年期间，在我国新增风电装机容量中来自国内制造厂商所生产的总量。结果如表2-24所示。

根据《2008中国风电发展报告》中对未来新增风电装机容量预测，到2010年我国年均新增风力机组容量在低情景下约为1000MW/年，年均增长速度为15%；中情景约为1330MW/年，年均增长速度为15%；高情景约为6330MW/年，年均增长速度为60.9%。假定到2010年我国经济结构并未出现较大调整，按照投入产出表计算2010年风力发电高情景下，并假定在新增装机容量中国产率将达到80%，可以算出由新增风力设备制造带来的新增直接就业机会约为1.8万–2.9万个。

(3) 风电技术研发及维修等技术服务业

在国外风电技术和市场发展成熟国家如丹麦等国中，风电行业所包括的直接就业除了风电生产和供应、

⁵¹ 根据2009年1月–6月数据预估。
⁵² 《2008年风电发展报告》预估风电发展高目标数据。
⁵³ 《2008年风电发展报告》预估风电发展高目标数据。
⁵⁴ 假定到2020年每万千瓦就业人数将下降38%。
⁵⁵ <http://www.86wind.com/info/detail/32-3554.html>。
⁵⁶ 假定2006、2007年和2008年间我国经济结构没有出现较大的调整，计算均基于2005年的投入产出表。

年份	新增装机总量 (MW)	国内制造份额	新增装机中国内制造总量 (MW)
2005年	502	29.4%	147.6
2006年	1333	45.0%	599.9
2007年	3304	57.5%	1899.8
2008年	6250	75.6%	4725
2009年	9000 ⁵⁷	80% ⁵⁸	7200
2010年	6330 ⁵⁹	80%	5064

资料来源：施鹏飞，历年中国风电场装机容量统计数据。

表2-24：2005-2008年新增风电机组装机和国内制造总量

风电机组设备制造等之外，还包括与风力发电相关的研发和咨询行业。但是在我国，风力发电开展较晚，大部分技术都是从国内直接引进，近年来我国对自主研发的投入逐渐增大，尽管在概念界定中将研发、咨询等行业也视为风电行业之中，但是由于调研数据获取难度较大，本文在测算就业效应时未包括风电研发及技术服务业。

综合测算，可得到2005-2020年期间，风力发电、风机设备制造所产生的直接就业效应，如表2-25所示。

行业	年份	直接就业人数
风力发电	2005-2010年	42-56
	2011-2020年	114-152 ⁶⁰
风电设备制造	2005-2010年	163-196
	2011-2020年	443.1-530 ⁶¹
总计	2005-2020年	762-934

资料来源：作者计算。

表2-25：2005-2020年风电行业创造的直接就业效应（单位：千人）

⁵⁷ 根据2009年1月-6月数据预估。

⁵⁸ 根据发改委发布的新能源行业发展规划预估数据，2010年同。

⁵⁹ 《2008年风电发展报告》预估风电发展高目标数据。

⁶⁰ 假定2011-2020年期间每10MW带来的风力风电和供应直接就业人数相对2005-2010年下降20%。

⁶¹ 假定2011-2020年期间风电设备制造成本相对2005-2010年水平将下降30%。

2. 间接就业效应

风电行业导致的间接就业效应是指风力发电活动、风电设备制造和技术服务等相关行业通过上下游产业链影响到其他部门的投资变动，导致相关行业的收入与消费增加，由此所导致的一系列就业扩张效应。根据投入产出关系可得到风电行业的间接就业效应如下。

行业	年份	间接就业人数
风力发电	2005–2010年	143–191
	2011–2020年	390–520
风电设备制造	2005–2010年	413–497
	2011–2020年	1122–1342
总计	2005–2020年	2068–2550

表2–26：2005–2020年风电行业创造的间接就业（单位：千人）

2.3.5 风电行业绿色就业总计

分析可见，中国风电行业创造绿色就业的潜力巨大。2005–2020年期间，中国风电行业累计可创造绿色就业岗位283万–348万个（如下表所示），其中，风力发电企业69–92万个，风电设备制造企业214–257万个。平均每年风电行业可创造绿色就业岗位18–22万个。

行业	直接就业	间接就业	小计
风力发电	156–208	533–711	689–919
风电设备制造	606–726	1535–1839	2141–2565
总计	2830–3484		

表2–27：2005–2020年风电行业绿色就业总计（千人）

2.4 太阳能发电行业

太阳能发电具体可以分为太阳能光伏发电和太阳能光热发电。但光热发电目前我国还没有商业化，有限的项目都属于示范项目，因此在对太阳能发电业的就业影响进行分析时，我们主要考察的对象是光伏发电行业对就业的拉动效应，具体又可分为太阳能光伏发电制造和光伏发电系统对就业的分别影响。

2.4.1 中国太阳能发电的现状与前景

太阳能是最原始的能源,地球上几乎所有其他能源都直接或间接来自太阳能。由于太阳能可以转换成多种其他形式的能量,因此应用范围非常广泛。太阳能应用主要包括:太阳能光热应用、太阳能光电应用、太阳自然光利用等。太阳能发电有两种方式,即光伏发电和光热发电⁶²。

我国太阳能资源十分丰富,总储量相当于2.4万亿吨标煤。西藏、青海、新疆、甘肃、宁夏和内蒙古等西部地区是我国太阳能资源丰富的地区(见图2-12)。

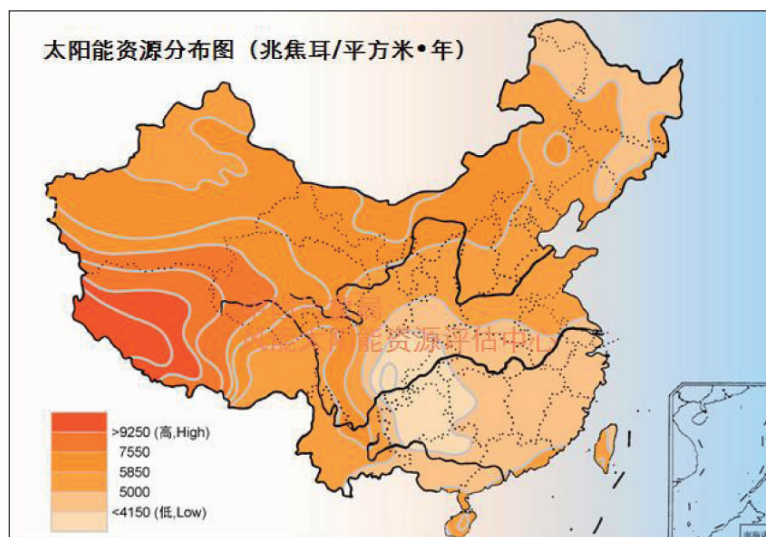


图2-12：中国太阳能资源分布图⁶³

随着全球能源供需矛盾不断加大,太阳能作为理想的可再生能源受到了许多国家的重视。近些年,太阳能利用及其发电比重不断上升。在太阳能的有效开发和利用中,光伏产业是最具活力、最受瞩目、发展最快的项目。经过多年的发展,光伏发电已成为一种较为成熟、可靠的技术,2007年全球光伏装机容量达到总量达到2392MW,年增速超过40%(如图2-13)。随着光伏电池能源转换效率的提高及成本的下降,预计到2010年,光伏发电产业的年发展速度将保持在30%以上,年销售额将从2004年的70亿美元增加到2010年的300亿美元。据欧洲光伏工业协会(EPIA)的预测,到2020年,世界光伏组件年产量将达到40GW,太阳能光伏发电量将占到全球发电量的1%。光伏发电产业的快速发展必然带动本行业及相关行业的就业增长。

2003年以后,在世界光伏市场的推动下,我国的光伏制造业取得了突飞猛进的发展,太阳能电池年产量达到1188MW,超过日本和欧洲,已成为全球最大的光伏产业基地。随着国内太阳能硅材料生产能力和技术水平的提高,我国正在逐渐形成较完备的光伏制造产业⁶⁴。截止2008年12月,全国已建成并网光伏发电项目

⁶² 太阳能热发电的工作原理是利用太阳的热能发电,通过集热装置将太阳辐射的热能集中,驱动发电机发电。太阳能光伏发电是指无需通过热过程直接将光能转变为电能的发电方式。

⁶³ 中国气象局风能太阳能资源评估中心,“中国太阳能资源分布图”,<http://cwera.cma.gov.cn/cn/>

⁶⁴ 《2008-2010年中国太阳能光伏发电产业分析及投资咨询报告》,中国投资咨询网,<http://www.ocn.com.cn/reports/2006103guangfufadian.htm>

100多个，光伏企业达500多家，其中材料方面40余家，硅锭硅片70余家，电池30余家。其中包括：无锡尚德、常州天合、保定天威英利、南京中电光伏、江西赛维等一大批踏入国际市场的优秀光伏企业，其中无锡尚德等4家企业的光伏产量位居世界前16名。这些企业在发展的同时也带动了大批就业。

中国光伏发电产业于20世纪70年代起步，近几年来发展迅速（图2-14）。2007年底，中国光伏系统的累计装机容量达到100MW，太阳能发电量达到1.1GW，占全球太阳能发电总量的27.5%。2008年以来，中国光伏产业继续保持了高增速，发电量可望突破2 GW⁶⁶。

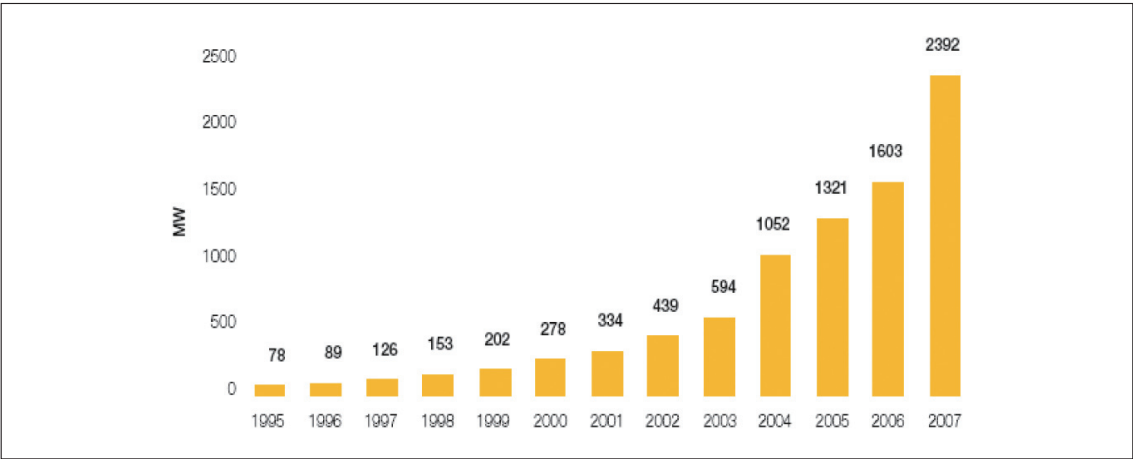
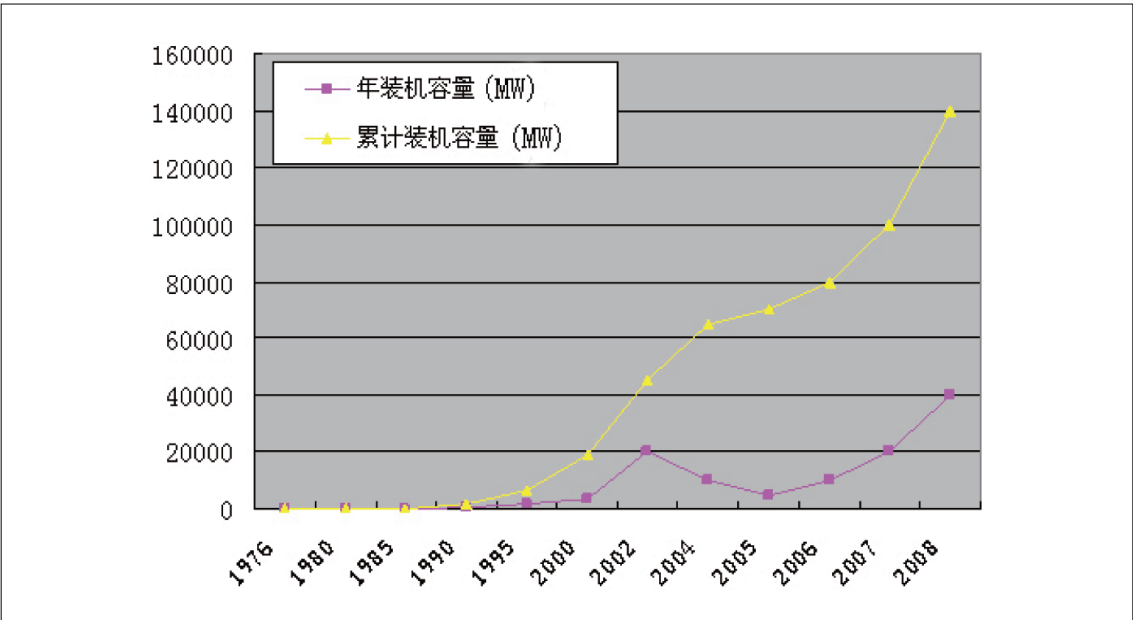


图2-13：全球太阳能光伏发电年装机容量（MW）⁶⁵



资料来源：根据《中国光伏产业发展报告2007》及国家发改委能源研究所有关资料整理。

图2-14：中国太阳能光伏发电市场的发展趋势（1976-2008）

⁶⁵ 绿色和平，欧洲光伏产业联合会（EPIA），“Solar Generation V – 2008: Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020”。

⁶⁶ “中国太阳能发电量全球第一”，http://cn.chinagate.com.cn/development/2008-10/30/content_16689975.htm

由于技术与成本障碍,使得太阳能发电在中国的应用水平远远低于光伏制造业的发展,表现为一种技术和市场“两头在外”的状况。1990–2007年,我国太阳能电池的产量增长了1641倍,而光伏装机量才增长了39倍。2004–2006年间,太阳能电池的出口量分别占到当年产量的80%、96.7%和95%,国内安装应用比重很低。在促进低碳发展的政策导向下,国内对于太阳能发电的需求将较快增长,届时将带动太阳能发电行业的投资及就业增长。

太阳能发电在中国的应用领域非常广阔(如图2-16)。以城市建筑节能为例,我国每年新建建筑约有20亿平方米,接近全球年建筑总量的50%,建筑耗能达到社会总能耗的20%。未来光伏建筑将成为许多大城市发展低碳经济的重要内容之一。上海2005年已推出了“十万太阳能屋顶计划”,成为国内光伏建筑大规模应用的开端。预计到2010年,我国将建成屋顶光伏发电项目约1000个,总容量50MW;到2020年,全国建成屋顶光伏发电项目约2万个,总容量1000MW。其次,我国光大西部地区人口密度小,人口居住分散,同时又拥有丰富的太阳能资源,非常适宜采用户用光伏发电系统或建设小型光伏地面电站,估计市场需求约3000MW。预计到2010年,偏远农村地区光伏发电总容量达到150MW,到2020年达到300MW。此外,光伏发电在通讯、气象、长距离管线、铁路、公路等领域有良好的应用前景,预计到2010年,这些商业领域的光伏应用将累计达到30MW,到2020年将达到100MW。总之,预计到2010年我国的光伏发电累计装机容量将达到600MW。2020年的装机容量将达到20GW。

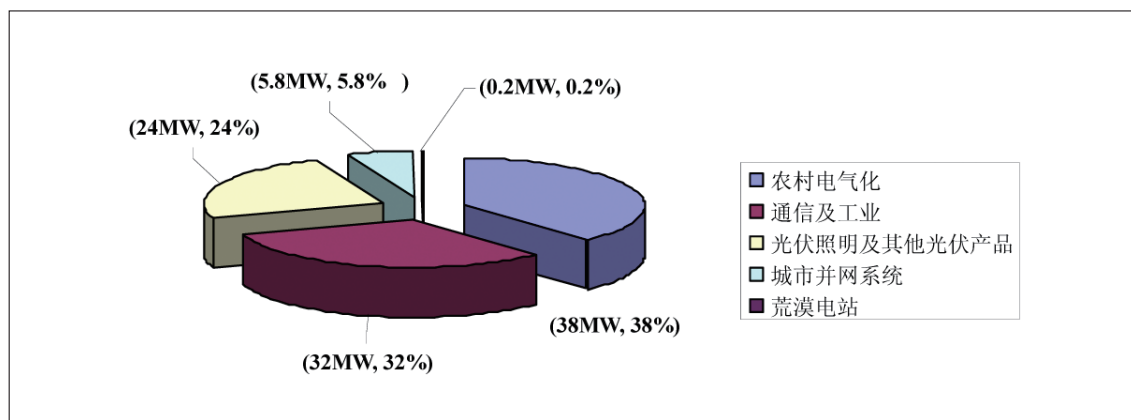


图2-15：2007年中国太阳能发电的市场应用情况

根据《可再生能源中长期发展规划》，到2020年，我国力争使太阳能发电装机容量达到1.8GW，到2050年将达到600GW。预计到2050年，中国可再生能源的电力装机将占全国电力装机的25%，其中光伏发电装机将占到5%。未来十几年，我国太阳能装机容量的复合增长率将高达25%以上⁶⁷。

2.4.2 太阳能发电行业的直接就业效应

光伏发电市场的整个生产及应用产业链分为五个层次，即从硅材料到硅片，再到太阳能电池片，然后到太阳能电池组件，最后到光伏发电系统应用。目前，我国已建立起了多晶硅、硅片、电池片、电池组件等从原材料到终端产品的完整产业链。本报告将对光伏产业链的各个环节发展状况分别予以介绍并分析太阳能光伏发

⁶⁷ 《2008–2010年中国太阳能光伏发电产业分析及投资咨询报告》，中国投资咨询网，<http://www.ocn.com.cn/reports/2006103guangfufadian.htm>

电行业带来的就业效应。由于光伏产业链过于复杂，本文主要分析光伏发电系统的直接与间接就业效应。

光伏产业链涉及的行业比较多，根据2005年投入产出表可获得太阳能发电行业相关产业的就业影响系数如下表所示：

太阳能发电行业	对应的统计部门	直接就业系数 (劳动系数)	间接就业 系数
太阳能光伏发电	电力、热力的生产和供应业	0.0114	0.0391
太阳能光伏电池	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0084	0.0418
	专业、通用设备制造业	0.0142	0.036
	电气、机械及器材制造业	0.0101	0.0372
	科学研究事业	0.0492	0.0342
	综合技术服务业	0.0351	0.0354

表2-28：主要部门就业影响系数

根据对中国光伏产业内部产业链的分析，结合《中国光伏产业发展研究报告（2004-2005）》及《中国光伏产业发展研究报告（2006-2007）》，可得到光伏产业在2005-2007年间所创造的直接就业数据（如下表所示）：

项目	就业人数		
	2005	2006	2007
多晶硅材料	1	3.6	7
硅锭/硅片	2.36	7.7	13
电池	1.5	4.8	11
组件	2.65	9	25
系统工程及市场服务	2	2.6	3
平衡部件等（逆变器+蓄电池）	0.5	1	1.5
专用材料（玻璃，EVA，银铝浆等）	0.5	1.8	2.5
照明，庭院灯，消费品制造	3	8.5	1.5
研究与开发	0.3	0.5	0.8
总计	13.81	39.5	82.8

数据来源：《中国光伏产业发展研究报告（2004-2005）》及《中国光伏产业发展研究报告（2006-2007）》。

表2-29：2005-2007年光伏产业创造的直接就业（单位：千人）

由于成本过高,我国的太阳能光伏发电系统规模有限,到2005年底,光伏发电累积装机容量仅为70MW,当年新装机容量为5MW;到了2008年,光伏发电累积装机容量增长为140MW,当年的新装机容量约为40MW。从光伏电站建设成本来看,2006年每KW光伏发电系统的建设成本约为5万元左右,其中太阳能光伏电池投资约占66%,并网逆变器和电缆约占20%,设备运输约占1.6%,安装调试约占3.6%,其他包括前期费用和可行性研究、工程设计、入网检测、税金及其他约占8.8%。因此太阳能光伏电池制造业是光伏发电系统的主要上游产业,除此之外,光伏发电还将拉动系统工程和市场服务、研发等多重下游产业等。

由于光伏发电系统建设投资中约有2/3的资金都是投向太阳能光伏电池面板的生产,因此广电系统的就业和产出拉动效果,与太阳能光伏电池生产具有重合的部分,但是我国生产出的光伏太阳能电池中,大量是为了满足国外厂商的需求,因此两者也不完全视之等同,在本部分将分析我国太阳能光伏发电系统建设所带来的直接就业效应。分析基于我国2005-2020年我国光伏发电系统的规划目标(如表2-30所示),可获得光伏发电系统建设投资带来的就业直接就业机会(表2-31)。

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2020
年装机	5	10	20	40	60	90	-
累计装机	70	80	100	140	200	290	1600

表2-30: 2005-2020年中国光伏发电系统规划目标(单位: MWp)

行业	年份	就业人数
太阳能光伏发电系统建设投资	2005-2010年	12.7
	2011-2020年	37.6

表2-31: 2005-2020年太阳能光伏发电系统投资创造的直接就业机会(单位: 千人)

2.4.3 太阳能发电行业的间接就业效应

太阳能发电行业在中国的间接就业效应主要是太阳能电力生产和制造业、太阳能光伏电池制造业所带动的其他相关行业的就业。根据太阳能发电行业的间接就业系数,可以得到相应的就业数。

行业	年份	间接就业人数
光伏产业	2005年	40.5
	2006年	122.0
	2007年	277.3

资料来源: 作者计算。

表2-32: 2005-2007年太阳能发电行业创造的间接就业(单位: 千人)

由于太阳能电池制造业的销售收入受价格波动影响很大，而且我国目前的产量大部分仍是销往国外，因此很难预测在未来10年内太阳能光伏电池制造行业的就业情况，仅依据上部分中我国针对太阳能光伏发电系统建设规划，对2005–2020年所引致的其他就业机会进行简要的分析，结果如表2–33所示。

行业	年份	间接就业人数
太阳能光伏发电系统建设投资	2005年	9.1
	2006年	16.9
	2007年	31.6
	2008年	58.6
	2009年	81.8
	2010年	114.1
	2011–2020年	925
总计	2005–2020年	1237.1

表2–33：2005–2020年太阳能光伏发电系统投资创造的间接就业（单位：千人）

2.4.4 太阳能发电行业绿色就业总计

分析可见，中国太阳能发电行业的绿色就业潜力巨大。2005–2020年，仅光伏发电领域总计可创造绿色岗位129万个⁶⁸。结果如下表所示：

行业	直接就业	间接就业
太阳能光伏发电	50.3	1237.1
总计	1287.4	

表2–34：2005–2020年太阳能光伏发电绿色就业总计（千人）

⁶⁸ 由于数据资料的限制，本文仅分析了太阳能发电行业中的光伏电站导致的直接、间接就业效应，未包括光伏设备生产和制造、原材料行业，以及其他太阳能发电的就业效应。因此本研究得到的数字会小于中国太阳能发电行业实际具有的绿色就业潜力。

2.5 研究结论和政策建议

2.5.1 研究结论

电力行业实施应对气候变化的低碳发展战略，对该行业的绿色就业产生两个方面的影响，一是因实施节能减排措施而关闭落后低效的小型火电机组等减少了相应岗位的就业；二是因积极实施低碳能源发电、火电行业实施脱硫工程等新增了相关岗位的就业。

电力行业	分行业	直接就业	间接就业	小计	行业小计
火电行业	上大压小政策	- 47.5	-753.86	-801.36	279.16
	火电脱硫行业	298.02	782.5	1080.52	
风电行业	风力发电	156-208	533-711	689-919	2830-3484
	风电设备制造	606-726	1535-1839	2141-2565	
太阳能发电行业	太阳能光伏发电	50.3	1237.1	1287.4	1287.4
总计	4,397~5,051				

表2-35：2005-2020年中国电力行业绿色就业总计（千人）

从上表可见，中国电力行业2005-2020年由于实施低碳发展政策，可导致新增绿色就业岗位44万~51万个，其中由于电力行业自身投资和就业变化通过产业链传导所产生的间接就业效应尤为显著。从分行业情况来看，2005-2020年间，各电力行业因低碳发展和节能减排政策受到的就业影响有所不同：

1. 火电行业的就业效应

火电行业的节能减排措施主要是关停煤耗高、效率低的小火电机组，代之以能源利用效率更高的大功率机组。关停小火电机组会导致就业的减少，新增加的大机组虽然能够新增一定的就业岗位，但是两者总体上表现为就业的净减少，即，2005年至2020年，全国火电行业上大压小政策导致的直接和间接就业岗位损失总计约为80万个。

火电行业另一个重要的减排措施是对火电机组安装脱硫设施减少二氧化硫排放，考虑到脱硫行业包括硫设备的设计、制造、安装和维护等领域，则2005年至2020年，火电脱硫行业导致的直接和间接就业效应为新增108万个绿色就业岗位。

总体上看，由于上大压小政策及火电脱硫行业带动了大量制造业部门的直接好间接就业，因此，火电行

业的整体就业效应为正，即：就业净增加约28万人。

2. 风电行业的就业效应

研究表明，中国风电行业具有巨大的绿色就业潜力。2005–2020年，风电生产、风电设备制造行业累计将产生新增就业岗位283–348万个，其中风力发电企业新增绿色岗位69–92万个，风电设备制造总计新增绿色岗位214–257。可见，如果能够进行合理的风电产业发展规划，积极鼓励国内风力发电设备制造企业扩大研发水平，提高生产能力和产品的技术性能，将会在未来带动传统的制造企业转型到绿色就业。

3. 太阳能发电行业的就业效应

经研究，风电行业在2005年至2020年间创造的直接就业岗位可达44万个至65万个，间接就业岗位可达43万个至62万个。太阳能发电行业在2005年至2020年间由投资创造的直接就业岗位可达5.03万个，间接就业岗位可达36.77万个。

2.5.2 政策建议

(1) 积极推进可再生能源发电，促进绿色就业在电力行业中的比重。近几年，中国电力工业发展迅速，燃煤发电在电力结构中的比重不降反升，增加了电力行业节能减排工作的难度，给节能减排带来一定的压力等。如果不能认识到燃煤发电装机容量增速过快问题的严重性，电力行业的节能减排工作将会面临更加困难的问题。为此，应当积极推进低碳能源发电，加速替代火电装机过大的比重，并通过发展低碳能源发电带动更多的绿色就业。

(2) 注重电力行业内部的转岗就业培训，实现内部就业结构的顺利转换。电力行业在实施节能减排的过程中，如何顺利实现小火电企业、小机组生产企业倒闭、下岗职工转移安置等问题，如何弥补低碳能源技术与管理人员的不足，将影响到电力行业实施节能减排和低碳发展的实际效果。一方面是在火电行业内部，关停效率差的小火电机组，加强技术人员培训，不断提高大中型机组的能效和运行水平；另一方面在大力发展可再生能源发电的同时，注重与专业院校开展协作，培养专门的技术从业人员，以便满足未来电力工业实施低碳能源发电导致的大量新增岗位需求。例如，对于火电厂而言，主要是加强存量发电机组的技术改造和效率提升，加强相关人员的技术培训，提高机组运行人员的管理效率和运行能力，用内涵式扩大电厂绩效方式促进节能减排，通过提高人员的技术水平和管理能力建设高能效水平的节约型电厂。对于风电、太阳能发电企业而言，目前的就业市场还暂时不能满足对相关专业人才的巨大需求，许多企业往往都是通过电力集团内部的人员调配、上岗培训实现就业转换。这也是一种可行的就业安置方式。

(3) 不断拓宽国际和国内电力技术市场，努力扩大绿色就业渠道。在低碳能源发电技术的研发和市场推广环节，加大人员和资金投入，不断缩小与发达国家的技术差距，积极占领技术研发领域的重要高地，通过激励政策鼓励企业与研究机构加强合作，采取灵活多样的形式开发各种适用技术，以不断促进低碳能源发电行业的就业带动效应。我国的低碳能源发电企业，大多数是技术性海外留学归国人员创建，技术起点较高，不少企业的技术处于国际先进水平，并在技术领域不断有新的突

破，已拥有近百项自主知识产权和发明专利。同时，通过分道引进技术、自主研发、海外成套设备采购等方式，已掌握了多种核心生产技术，有的企业已具备参与海外竞争的能力，如无锡尚德、江苏中能、苏州阿特斯等多家国内光伏产业龙头企业，已开始在美国成立承包光伏发电项目的子公司，迈出了向国外光伏发电市场进军的积极步伐。中国低碳能源发电企业的国外发展，有助于进一步扩大国内外市场份额，增加国内就业。

(4) 为低碳能源发电行业提供政策支持，促进行业成长和绿色就业。在国际金融危机的冲击下，我国低碳能源发电行业遇到了相当大的困难。目前行业竞争日趋激烈，产业整合趋势日益加快，产业集中度进一步提高，一些企业正面临市场转型阵痛甚至有被淘汰的危险，亟需从政策环境上给与适当的扶植，财政、税收上给予适当的优惠等。对此，一方面，需要做好低碳能源发电行业有序发展的科学论证，合理规划火电与低碳能源发电产业的区域布局和结构，避免盲目发展，无序竞争，确保以电力行业的健康有序发展带动可持续就业。另一方面，需要通过财政税收等优惠政策，鼓励企业积极投资开发低碳能源、节能环保的电力设备，如风机机组及配套设施、太阳能发电设备、生物质发电设备等等，以推动电力行业上下游产业的协调发展，促进绿色就业。

3. 基础工业

3.1 工业行业低碳发展的就业效应

节能减排对于工业行业造成的直接就业影响尤为显著。根据中国工业部门的历史统计数据，测算得到工业行业就业的能源弹性与产出弹性。结果表明，工业部门的就业人数变化与能源消耗量成正比，与行业产值成反比，这说明：一方面，在工业部门的增长过程中，由于劳动生产率的提高，工业部门的劳动力投入比重在逐渐下降；另一方面，随着技术进步和节能减排政策的推进，工业部门生产单位产值所需的能源消耗量不断下降，与此同时，工业部门的就业人数也在缩减。1980年代以来，工业行业的能源消耗量每下降1%，就业人数相应减少1.2%左右；工业增加值每增加1%，就业人数相应下降0.4%。由于制造业在技术进步过程中会采用效率更高的技术设备，在能耗水平不断下降的同时，对就业的需求也会有一定的减少。这与一些文献分析及经验结果也是一致的。基于上述分析，可以大致测算2005~2010年节能减排目标实现后，工业行业总计损失的就业数目。

基于权威机构对于未来两年中国经济增长情景的预测，计算2009~2010年的国内生产总值及各行业增加值，如下表所示⁶⁹：

⁶⁹ 参考国家信息中心和世界银行等预测情景，将2009年和2010年中国GDP增长率均定为8%。三次产业结构参照能源所低碳发展情景的预测。

行业	行业增加值（亿元）					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
总 计	183217	204556	228380	248934	268849	290357
第一产业（农林牧渔业）	22420	23541	25713	27880	29842	31939
第二产业	87364	98692	111093	121479	131467	142274
工业	77230	87175	98266	107290	116008	125434
采矿业	10281	11662	13003	14197	15350	16598
制造业	59905	68737	76637	83675	90474	97825
电力、燃气及水的生产和供应业	6770	7736	8625	9417	10183	11010
建筑业	10133	11517	12826	14189	15458	16840
第三产业	73432	82322	91573	99573	107539	116142
交通运输、仓储和邮政业	10797	12047	13366	14687	15862	17131
批发、零售、住宿和餐饮业	17665	19558	21851	23897	25809	27874
其它服务业	44970	50716	56355	60988	65867	71137

表3-1：中国分行业增加值及预测（2005 – 2010）

根据历史数据的分析可知，1985 ~ 2002年，工业行业能源强度平均下降1.91%，则可将此作为未采取节能减排政策之前的技术进步水平。则工业行业实现节能减排20%的目标，意味着与未实现节能减排措施的基准情景（1.91%）相比，每年需要使能源强度多下降2.49个百分点。假设基准情景与节能减排实现情景在目标年的行业增加值不变，则意味着2010年的能耗总量在2005年基础上下降12.45%，相当于节约19857万吨标煤。基于工业行业的能源就业弹性1.2%推算，则可得到2005 ~ 2010年，工业行业总计损失的就业数约为1534万人，平均每年减少306.8万人⁷⁰。

作为重要的基础工业部门，钢铁行业在低碳发展中的就业效应值得深入分析。

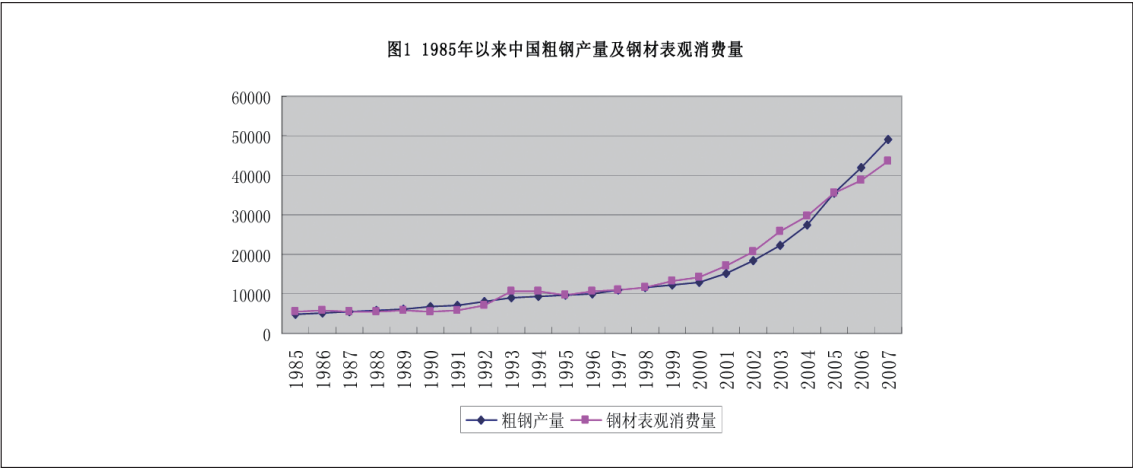
⁷⁰ 郭菊娥等（2009）研究测算了中国在金融危机的影响下，因出口下降而导致2008年中国直接就业人数约减少792.7万人。可见，进出口变动与节能减排政策对于中国的就业影响效应都较为显著。

3.2 钢铁行业实施低碳发展的就业效应

中国目前处于快速城市化阶段，建筑、交通运输、机械制造等行业对钢铁的需求量始终保持着旺盛状态，拉动了钢铁行业的快速发展。过去十几年中，我国钢铁行业在这种背景下经历了一个快速发展时期。但是，钢铁行业由于自身生产工艺特点，能源消耗大、污染物及温室气体排放多，是减排的重点部门之一。中国实施的节能减排政策旨在遏制钢铁行业产能过剩的状况，提高钢铁行业的生产效率和能源利用效率，这些措施采取的同时对就业会带来相应的影响。

3.2.1 钢铁行业发展现状及未来趋势

作为基础工业，中国的钢铁行业伴随着中国工业化和城市化的步伐迅速发展。我国钢铁行业规模大，钢铁产量占到全球钢铁总产量的将近40%，直接从事钢铁生产的就业人数约358万。从下图中，可以看到自1985年以来中国钢铁生产与消费的发展趋势。



资料来源：（1）粗钢产量数字来源于历年《中国钢铁工业年鉴》。（2）钢材表观消费量：1985–2000年数据来源于“王定武《我国钢材消费量发展趋势探讨》《世界金属导报》2002年10月22日”。2001–2007数据来源于“戚向东《2007年我国钢铁业运行情况及2008年供需形势分析》《冶金管理》2008年第2期”。

图3–1:1985 ~ 2007年中国钢铁生产与消费情况

经过多年粗放式发展，中国钢铁工业目前存在产能明显过剩、工艺技术水平参差不齐、产业集中度低等特点，与发达国家仍有很大差距。中国钢铁工业耗能占到总能耗的25.1%，主要污染物排放占到10% – 16%，工业增加值占8.34%，承担的就业仅占全部就业量的4.64%。可见，钢铁行业是典型的高碳排放、低就业率部门。表3–2显示了近年来我国钢铁行业能源消耗和二氧化碳排放状况，从中可以看到，我国钢铁行业节能减排、缓解气候变化的任务非常艰巨。

年份	粗钢产量 (万吨)	能源消耗量 (万吨标煤)	CO ₂ 排放量	CO ₂ 排放量占全国 总排放量的百分比(%)
2001	15163.44	13026.35	32981.8	10.4897
2002	18236.61	14131.19	35751.73	10.7635
2003	22233.60	17671.65	44709.10	11.4652
2004	27279.79	20556.72	51916.74	11.5859
2005	35323.98	24920.01	62894.77	12.7257
2006	41914.85	28507.87	71911.63	13.2354
2007	48966.00	32452.40	81780.42	13.9547

表3-2：我国钢铁行业能耗及碳排放情况

3.2.2 我国钢铁行业应对气候变化的政策

鉴于钢铁行业在我国国民经济中的重要地位，政府针对行业发展制定了多种政策、规划，节能减排和实施低碳发展是其中的重要内容之一。2005年，国家发改委制定《钢铁产业发展政策》，要求企业根据循环经济的要求，最大限度地提高废气、废水、废物的综合利用水平，力争实现‘零排放’，建立循环型钢铁工厂。2009年，国务院发布《钢铁产业调整和振兴规划》，明确提出实施钢铁产业技术进步与技术改造专项，对循环经济和节能减排工艺技术给予重点支持。规划对重点大中型钢铁企业提出新的节能减排目标，到2011年，重点大中型企业吨钢综合能耗不超过620千克标准煤，吨钢二氧化碳排放量低于1.8千克，污染物排放浓度和排放总量双达标。

钢铁行业实施节能减排主要包括以下三个方面的工作。

- (1) 产能置换。2008年，我国粗钢产能已达到6.2亿吨，其中1亿多吨属于过剩产能，主要集中于效率低、污染重、无综合利用设施的中小企业和小规模产能，淘汰落后产能、补充先进产能，可以有效降低能耗物耗、降低污染物排放。在我国钢铁产能大量过剩的现状下，产能置换将以淘汰落后产能、压缩总产能为主。
- (2) 节能减排先进工艺技术。钢铁生产工序多、工艺复杂，可利用的节能减排措施也有多种，总的来看可以通过提高能源、原材料利用效率、加大生产过程中二次能源的回收利用及加强对温室气体的回收、处置三个方面来考虑。具体说来，目前钢铁生产过程中各工序节能减排效果显著的工艺设备如下表所示。

工序	工艺设备	工序	工艺设备
炼焦	煤调湿设备	转炉	热风炉热交换
	干熄焦设备（CDQ）		连铸设备
	焦炉煤气（COG）显热回收		转炉煤气（LDG）显热、潜热回收
	下一代炼焦炉（SCOPE21）	电炉	直流电弧炉
烧结	冷却器排热回收锅炉		废钢预热
	主排气显热回收锅炉	轧钢	加热炉双预热蓄热式燃烧技术
高炉	高炉炉顶压发电设备（TRT）		热装、直送
	高炉煤气燃气蒸汽联合循环发电（ccpp）		连续退火设备
	TRT干式化	其他	高效发电设备（钢铁厂自发电）
	高炉喷煤（PCI）		高效制氧设备
			废塑料回收处理设备

表3-3：钢铁工业节能效果显著的工艺设备

(3) 改进生产工艺流程。主要指以能耗低、污染小的电炉短流程生产技术代替能耗高、污染大的高炉—转炉长流程生产技术。两种工艺流程能耗和污染程度的差异主要来源于生产原料的不同，长流程工艺主要以铁矿石、煤炭为原料，短流程工艺则主要以废钢为原料。这种措施能否采用，很大程度上还依赖于生产原料的可获得性。

我国钢铁行业应对气候变化的措施主要集中于产能置换和先进节能减排技术的采用，电炉短流程工艺的采用则由于废钢资源的限制进展较为缓慢。其中产能置换在我国目前总体产能过剩的状态下又主要以淘汰落后产能为主，先进产能的增加则限制较严。2007年，国家发改委分两批分别与28个有钢铁企业的省市自治区签订了钢铁行业淘汰落后产能责任状，将2010年前需要淘汰落后产能的责任分解到每个企业，并由当地政府督促执行。2009年的《钢铁产业调整和振兴规划》提出将采取问责制并提高现有淘汰标准，力争用三年时间再淘汰落后炼铁能力7200万吨、炼钢能力2500万吨。

	高炉产能（万吨）	转炉产能（万吨）	电炉产能（万吨）
2007年	4863.39	3096	2657.05
2008年	615.55	120	539
2009年	1094.98	338	228
2010年	2618	982	167
合计	9191.92	4536	3591.05

资料来源：发改委网站，发改委与各省市自治区签订淘汰落后产能责任状数据。

表3-4：中国钢铁行业落后产能淘汰计划

在淘汰落后产能方面，我国的重点大中型钢铁企业与中小型钢铁企业有很大不同。重点大中型钢铁企业注重企业技术进步和长期发展，所需淘汰的产能中，只有很小一部分属于政策性淘汰产能，大多数属于政策无明令淘汰、企业自身需要更新换代的产能。根据《中国钢铁工业年鉴2008》，2007年底，重点大中型钢铁企业炼铁产能占全国总炼铁产能的68.87%，炼钢产能占总炼钢产能的73.45%。在政策规定淘汰落后炼铁炼钢产能所涉及的948家企业中，只有33家属于上述重点大中型钢铁企业，其余915家基本上都是中小型钢铁企业。需要淘汰的主要是落后小产能，其中炼铁产能4546.92万吨，炼钢产能4838.55万吨。这意味着大量的中小钢铁企业将在节能减排政策实施过程中遭遇产能收缩和转移安置就业问题。

3.2.3 低碳发展对钢铁行业就业的影响

钢铁行业应对气候变化的就业影响主要体现在：

- (1) 淘汰落后产能造成的就业岗位减少；
- (2) 先进节能减排工艺技术的采用带来的就业增加。

1. 淘汰落后产能导致就业岗位减少

(1) 淘汰落后炼铁产能对就业的影响

根据2007年国家发改委与全国30个省市自治区分别签订的淘汰落后产能责任书，到2010年底，我国共需淘汰高炉产能9191.92万吨，涉及948家企业的952座高炉。根据我们在几家钢铁企业的调研数据，每座高炉平均损失工作岗位约195个，若到2010年底，各省市均能完成淘汰产能责任，则大约损失工作岗位 $195 \times 952 = 185640$ 个。

根据《钢铁产业调整和振兴规划》，到2011年底前，需要在上述基础上再淘汰400立方米以下高炉约7500万吨炼铁产能。根据淘汰责任书中数据，300-450立方米高炉共56个，产能2341.2万吨，则7500万吨炼

铁产能约涉及180座高炉，淘汰约损失工作岗位35100个。

(2) 淘汰落后炼钢产能对就业的影响

根据钢铁行业淘汰落后产能责任书，2010年底，我国共需淘汰8127.05万吨，共涉及122台转炉和701台电炉。根据调查数据，平均每座转炉生产需用工约324人，每座电炉生产需用工约218人，则到2010年底，完成淘汰落后产能责任书需淘汰转炉岗位约 $324 \times 122 = 39528$ 个，淘汰电炉岗位约 $218 \times 701 = 152818$ 个。

根据《钢铁产业调整和振兴规划》，到2011年底前，需要在上述基础上再淘汰30吨以下转炉或电炉约2500万吨炼钢产能。若淘汰产能全部为转炉，则需淘汰转炉约44座，可能损失岗位14256个，若淘汰产能全部为电炉，则需淘汰电炉约196座，可能损失岗位42728个。实践中转炉、电炉应该各有一部分，预计因继续淘汰2500万吨炼钢产能可能损失岗位在2000–30000之间较为合理。

因此钢铁行业近几年因淘汰落后产能可能损失的就业岗位数如下表所示：

年份	措施	损失工作岗位 (千个)	平均每年减少岗位数 (千个)
2007–2010	按淘汰落后产能责任书 淘汰炼铁产能	185.6	46.4
2007–2010	按淘汰落后产能责任书 淘汰炼钢产能	152.8	38.2
2009–2011	根据《钢铁产业调整和振兴规划》继续淘汰炼铁产能	35.100	11.7
2009–2011	根据《钢铁产业调整和振兴规划》继续淘汰炼钢产能	20–30	6.7–10
合计		393.6–403.6	

表3–5：钢铁行业淘汰落后产能的就业效应

2. 采用先进节能减排技术可增加绿色就业

从理论上讲，某些钢铁行业节能减排技术的采用会创造部分新的就业岗位，例如烧结烟气脱硫技术的应用，将原来直接排放的气体进行回收处理，会增加新的作业程序、增加新的工种、增加新的就业岗位。也有一些先进技术会造成新就业岗位对原有工作岗位的替代，例如干熄焦技术的采用会增加干熄焦技术岗位，同时减少原湿法熄焦的工作岗位。但从总体来看，如果现有的节能减排技术能得到充分利用、不仅可以降低能耗、减少温室气体和污染物的排放、有效回收二次能源，同时也能够增加大量就业岗位、缓解由于生产技术水平提高带来的就业减少。

遗憾的是,由于各方面条件的限制,我们很难找到可以确切反映节能减排技术的采用对就业所产生具体影响的数据,而只能提供一个简单的推算。

(1) 干熄焦技术应用对就业的影响

根据中国劳动力市场信息网监测中心的数据,截至2007年底,我国从事干法熄焦作业的人员大约有5万人,当时我国干熄焦处理能力占我国焦炭生产的1/3。在焦炭生产规模不变的情况下,如果我国全部焦炭生产均采用干法熄焦处理,则相关从业人员应该维持在15万人左右。传统的湿法熄焦只是焦炭生产中的一个工序,具体的用工数据难以获得,但总体看采用干熄焦技术增加了设备、工序,因而对就业的净影响是正面的。除此之外,采用干熄焦技术还会通过设备制造、安装、建筑等工作增加部分间接就业。

(2) 其他节能减排技术的采用对就业的影响

在我们能够接触到的对其他节能减排技术应用的资料中,只偶尔看到个别企业关于就业的粗略数据,而难以找到尤其是关于某一技术的汇总就业数据。由于各企业技术水平、技术工艺差距较大,如仅烧结烟气脱硫目前我国企业就采用了5种方法,这些方法在投资、工艺、岗位设置、最终效果等方面都存在较大差异,个别企业的数据难以进行推广应用。

综合考虑上述各种节能减排技术的应用潜力,依据我国钢铁行业现有规模,假设这些技术在2020年中国实现节能减排40~45%的目标之前得以全面推广、采用,则将会提供不少于20万个直接就业岗位。

从长远来看,钢铁行业终究不是劳动密集型行业,即使在生产规模不变的情况下,技术的不断进步,先进产能对落后产能的等量替代、自动化技术的不断发展也将造成劳动生产率的提高、就业岗位的损失。即使是节能减排技术自身也存在技术水平不断上升的趋势,在这一趋势中,劳动生产率也必将朝着不断提高的方向发展,随着技术的逐步成熟,其对就业拉动作用也会逐步减小。

目前,在发达国家钢铁生产中,以自然资源为原料的生产技术已经趋于成熟,经过多年积累,钢材蓄积量也已达到一定程度,为以废钢为原料的生产提供了基础条件。因而在这些国家,钢铁行业的节能减排主要以短流程工序替代长流程工序为主,通过增加废钢的回收,既达到节能减排的目的,也可创造大量回收工作岗位。我国由于工业化、城市化时间短、钢材蓄积尚未饱和,废钢产出量少,同时废钢再生行业起步晚、技术力量薄弱、工艺装备落后,尚未形成废钢回收的专门网络,已有的电炉炼钢设备所需废钢有相当一部分来自进口,因而本报告中没有涉及这方面内容。随着时间的推移,我国钢材蓄积量逐渐饱和,通过这一途径实现钢铁行业的节能减排、低碳化发展将是一个必然方向。

3.2.4 结论及政策建议

综上所述,钢铁行业由于推行节能减排政策,导致两个方面的就业效应:

一是淘汰落后产能导致就业岗位减少:根据发改委的落后产能淘汰任务,及《钢铁产业调整和振兴规划》中的产能淘汰目标,可估算,2007-2011年间,中国钢铁企业总计损失就业岗位39-40万个;

二是采用先进的节能减排技术可增加绿色就业岗位：大致估算钢铁行业由于采用先进的节能减排技术可增加的绿色就业岗位约为20万人。

总计，钢铁行业到2020年之前，大致的就业净效应为减小就业岗位19~20万人。

1. 适当调整淘汰落后产能的政策措施，完善落后产能转岗职工的再就业安置政策。淘汰落后产能无论对于钢铁行业的低碳化发展还是合理产能总量的维持都是一个正确的方向，但在具体方式上应有所调整。要对落后产能进行准确定义，对需淘汰的产能进行准确定位；同时改变单纯行政命令进行淘汰的方式，借助市场的力量，强化市场优胜劣汰的作用，如可通过适当政策提高落后产能生产成本，或对鼓励发展的生产方式给予一定的优惠。有些落后产能难以淘汰，不是由于生产成本低，而是由于退出成本高于生产成本。鼓励企业淘汰落后产能也需要建立适当的退出机制，如给予一定的奖励、补贴，为退出职工提供一定比例的就业机会等，有效降低退出成本，将有助于落后产能的及时淘汰。

2. 继续推进节能减排技术的普遍采用，提高钢铁行业绿色就业的比重。从长远来看，钢铁行业低碳发展的目标与企业健康发展的目标是兼容的，其社会意义更是巨大，只是在短期，一些技术的采用会带来企业生产成本的暂时提高，甚至有可能使一些小型企业无力承受，而阻碍了这些技术的推广和普及。政府如果能对这些技术的采用给予适当补贴，并对大中小企业一视同仁，将有助于以暂时的成本换取整个行业的长期健康发展，并获取更多的环境效益，提高钢铁行业实现绿色就业的潜力。

3. 提高生产工艺水平，推动废钢资源的再利用，推动下游资源回收利用市场增加就业机会。随着我国钢铁行业发展的日益成熟、钢材蓄积量的进一步提高，终会形成钢蓄积量的饱和状态，废钢资源会日益增多。我们应对这一趋势给予高度关注，适时积极推动废钢回收行业的发展与完善、及时稳步发展电炉炼钢工艺，既减少能源的消耗和温室气体、污染物的排放，也同时会对就业有更大贡献。

4. 合理引导钢铁企业平衡发展与就业安置问题。对钢铁企业来说，扩大就业并不是企业的发展目标，我们也不应因强调就业的重要性来影响行业的正常发展。但在行业发展过程中，适当关注就业问题、在特定阶段推广既保障企业发展、又最大程度减少就业损失、适当增加就业的生产方法还是有可能的。如在现阶段，我们就可以通过节能减排技术的推广和普及适当扩大就业，还可以随着行业发展的日益成熟通过改进工艺技术、增加废钢回收等增加新的就业岗位，同时对需要损失的就业岗位要给予适当关注和关怀，对退出人员通过企业内部转岗、政府提供公益性工作岗位、优先提供适当的转岗培训等进行合理安排，使他们由于岗位损失而受到的伤害减到最少。

4. 中国绿色投资的就业效应分析

2008年以来，受到全球金融危机的影响，长期依赖于对外出口的中国经济受到了显著的影响，由于进出口下滑使得沿海外向型经济为主的地区出现了大批失业潮，国内许多行业也受到连锁影响。为此，中国政府于2008年年11月出台了四万亿元经济刺激方案，计划在两年内通过扩大政府投资、实现维持增长、调整经济结构、扩大内需，以及惠及民生的政策目标。方案推行后主要经济指标稳健回升，一定程度上缓解了中国面临的危机。然而，有不少学者针对该措施进行了评价，认为目前中国尚未进入以就业增长为主的经济恢复

阶段。

不同的投资结构会带来不同的就业拉动效应。鉴于经济刺激计划的主要流向是基础设施部门，以保增长为主要目的，忽视了就业对拉动内需和社会稳定的积极作用，《2009年人口与劳动绿皮书》为四万亿投资计划设计了就业优先方案，建议60%的资金应该流向教育、卫生、社会保障和居民服务等民生领域。实际上，除了就业这一重要目标之外，经济刺激计划对于低碳发展的贡献也值得关注，目前尚未有学者对此进行专门和深入的分析。本文将基于我国发改委所公布的4万亿经济刺激方案的相关安排情况，从中摘取有助于促进低碳发展的节能减排、生态环境保护等绿色投资项目，并估算这些绿色投资可能带来的经济刺激和就业机会。

4.1 四万亿投资的分配及绿色投资估算

根据国家发展和改革委员会发布的数据显示，中国政府对所推出的4万亿元投资计划的具体用途进行了调整（见表4-1），在调整后的刺激计划中，有2100亿元将投向节能减排和生态建设工程。用于基础设施建设的比重最大，规模约为1.5万亿元；其次是地震灾区的灾后重建，规模在1万亿左右；其他方面，保障性住房建设规模为4000亿，在其中将积极采用节能环保材料；农村民生工程规模为3700亿，目标是以可持续、环保的方式提高农村生活水平；调整结构和技术改造大体上也在3700亿左右；教育、卫生、文化、计划生育等社会事业方面，大体上是1500亿。从中可以看出，中国为应对金融危机而推出的4万亿人民币的经济刺激计划中，可被纳入绿色投资范畴的有很多，其中与气候变化最为密切的是节能减排、生态工程、调整结构和技术改造等项目，共有5800亿元，约占投资总额的14.5%。⁷¹目前中央已下达资金中，约一成直接投入了节能减排、生态建设和环境保护。为了分析4万亿投资计划对低碳经济的拉动作用及其带来的就业效应，需要了解这些投资最终流向的工业部门。本研究试图从中鉴别出与低碳发展相关的“绿色投资”比重，并测算其可能带来的就业贡献（见表4-1）。

从表4-1可见，除了节能减排和生态建设工程、调整结构和技术改造两项投资可以明确归为与应对气候变化相关的绿色投资之外，其他投资领域有多大比重会涉及到环保、节能和低碳的内容，目前尚无明确的数据和资料支持。例如，在基础建设投资、保障性住房建设、灾后重建等项目中，也包括与低碳发展相关的内容，如涉及到使用新能源、新型节能材料、城市公共交通体系等，但是因为缺乏具体数据支持，在本分析中均未予考虑。此外，农村民生工程中有一项重要内容是农村沼气池项目，根据现有数据⁷²，其中，属于绿色投资的“农村沼气项目247万户”，根据《全国农村沼气工程投资建设规划》平均每户投资3041元，得到该工程总投资75.11亿元，相当于民生工程总投资的2%，可直接带动农村就业19.76万个（每万口沼气池的建造与维护，可吸纳农村劳动力800人左右）。假设民生工程中有5%属于绿色投资，且全部投向沼气池项目，则农村民生工程中的绿色投资估算为185亿元。因此，本文分析的绿色投资可包括三个部分：

- (1) 节能减排和生态建设工程投资；
- (2) 产业结构调整和技术改造性投资；
- (3) 农村沼气项目投资。上述绿色投资总计为5985亿元，占4万亿总投资的15.0%。

⁷¹ 解振华，《积极应对气候变化：中国在行动》，<http://zh.cop15.dk/news/view+news?newsid=1404>。

⁷² 据发改委最新数据，截至今年8月底，民生工程投资中，“已建成1.1万个基层医疗卫生服务项目，改造农村初中校舍面积近400万平方米；建成廉租住房27万套、开工建设126万套；解决2278万农村人口饮水安全问题，建成农村沼气项目247万户、农村公路20万公里、农村电网各类线路10.3万公里”。见：“发改委：4万亿投资计划是与民兴利而不是与民争利”2009年11月19日，《人民日报海外版》。

支出项目	调整前（亿元）	调整后（亿元）	与绿色投资 相关内容	绿色投资所占 比重（%）
基础设施建设 （铁路、公路、机 场、电网） ⁷³	18000	15000	采用能效较高的设备 及技术实现节能目标	—
保障性住房建设	2800	4000	节能环保建筑投入	—
农村民生 工程建设	3700	3700	农村户用沼气池，农 村环境基础设施等	5%
调整结构和 技术改造 ⁷⁴	1600	3700	产业结构优化，环保 技术，能效项目等	100%
节能减排和生 态建设工程	3500	2100	节能减排；生态 建设工程	100%
地震灾后重建 ⁷⁵	10000	10000	低碳建筑，公共交 通，低碳城市规划等	—
教育、卫生、文化等 社会事业	400	1500	科普宣传等	—
总计	40000	40000		

表4-1：4万亿经济刺激计划支出结构及“绿色投资”比重

4.2 绿色投资对应的部门投资流向

本研究采用投入产出分析方法测算绿色投资所导致的就业效应。为此，需要将绿色投资拆分为投入产出表中的不同部门。拆分依据如下：

(1) 节能减排和生态建设

在2008年第4季度国家已经分两批落实的新增投资2300亿中，安排节能减排、生态建设和环境保护投资

⁷³ 此处未将“铁、公、机”等基础设施建设界定为低碳交通投资。但城市公共交通（地铁、有轨电车等）一般被视为绿色交通方式。此外，智能电网也被纳入一些国家的绿色投资项目之中，这里因为数据不全暂不考虑。灾后重建部分与此类似。

⁷⁴ 原提法为“自主创新结构调整投资”。

⁷⁵ 中国社科院现在四川广元灾区承担一个低碳重建项目，根据调研，四川灾后重建尚未考虑将低碳发展理念及低碳技术纳入重建工作，包括建筑、城市规划、项目引进等。广元市第一个正式提出低碳重建的受灾城市，目前正在考虑制定低碳城市发展规划，拟利用灾后重建的有利契机，将广元市未来发展导向低碳经济。

230亿元，比重占到10%，其中有130亿元用于建设城镇、污水垃圾处理设施和污水管网工程；40亿元用于淮河、松花江、丹江口库区等重点流域水污染防治项目，提高这些重点流域的污水、垃圾处理能力；安排天然林资源保护工程和重点防护林工程35亿元。⁷⁶由此可见，节能减排和生态建设工程主要对应的为投入产出表中的建筑业、设备制造业、农业（林业），及水利、环境和公共设施管理业。根据相关调研数据，我国某大型水利工程中，建筑安装费、设备采购及安装工程费、其他费用分别约占总投资额的60%、30%、10%。我们可以将其作为基本依据对节能减排、生态建设和环境保护项目进行拆分。⁷⁷

(2) 产业结构调整和技术改造

按照低碳发展的思路，这部分投资应该有以下的主要去向：

- (1) 调整结构的投资：一是调整工业体系中产能过剩的问题，主要是重点振兴的工业行业；二是提升第三产业的产值和就业比重，降低整个经济体系对重工业的依赖，提高碳生产力和碳就业率；
- (2) 技术改造投资：一是新能源技术和减排技术，包括风能、太阳能、生物质能源、碳捕获技术等，通过推动发展可再生能源实现产业的低碳化；二是提高能源利用效率的技术，包括节能产品和技术等。

可见，结构调整与技术改造投资涉及的主要部门是重点工业行业和技术服务业。从目前来看，调整结构和技术改造主要是投向一些重点需要进行结构调整的工业部门，以及与科学研究、新技术开发相关的高新产业。国家发改委产业协调司与工业和信息化部牵头发起的重点行业振兴规划指出，4万亿投资计划将重点刺激包括钢铁、汽车、船舶工业、石化、轻工、纺织、有色金属、装备制造、电子信息和物流业在内的10大行业。然而，在缺乏具体行业规划数据的前提下，难以对这些重点行业的投资支出进行具体划分。

由于结构调整和技术改造涉及部门众多，且部门投资流向并不明确，为了简化测算，同时考虑到低碳发展的要求，拟从三大产业的结构调整入手进行分解。为了便于计算，对2005年投入产出表进行了归并调整，仅从三大产业来测算产业调整投资的就业效应（三大产业的就业系数见表4-2）。假定结构调整和技术改造投资去向有两种情况：即**产出拉动型**——约有80%的投资投向第二产业，约有20%投向第三产业；以及**就业拉动型**——约有60%的投资投向第二产业，约有40%投向第三产业。

行业名称	产出乘数	影响力系数	劳动力系数	间接就业影响系数
第一产业	2.167	0.812	0.0113	0.0211
第二产业	3.369	1.262	0.0138	0.0434
第三产业	2.470	0.926	0.0414	0.0307

资料来源：作者计算。

表4-2：三大产业投入产出影响效果简表

⁷⁶ <http://www.sougang.com/H6.aspx?F=/Funny/Admin/View.P6&ID=26949&T=N>

⁷⁷ 郭菊娥等，《4万亿投资对中国经济的拉动效应测算分析》。

这样分解的优势在于具有相应的政策含义，即产出拉动型的绿色投资与就业拉动型的绿色投资，由于政策目标不同，同样的投资比重将导致不同的政策效果。

(3) 农村民生工程（沼气项目）

根据《全国农村沼气工程建设规划》，2006～2010年中国将支持建设户用沼气池1317.5万户，总投资400.65亿元，平均每年投资80亿元左右。这与我们对农村民生工程的沼气项目投资估算比较接近。根据《农村沼气建设国债项目管理办法》，沼气池建设容积为8立方米左右，根据沼气池“一池三改”基本建设单元⁷⁸所需的建造和维护支出项目，可推算对应的投入产出部门（如下表）：

投入	支出项目	占总投入比重%	对应的纯部门
建造成本	水泥，沙石，红砖	52.6%	非金属矿物制品业
	钢筋	3.2%	金属冶炼及压延业
	技术人员	5.3%	综合技术服务业
	普工	10.5%	建筑业
	沼气灶具及配件等	12.6%	电气、机械及器材制造业
管理维护成本	管理工	15.8%	其他社会服务业

表4-3：农村户用沼气池建造与维护成本分解

4.3 绿色投资的就业拉动效应分析

根据上节的分析，可以将4万亿经济刺激方案中的绿色投资项目转化为纯部门投资，结果如下表所示。

项目类别	金额（亿元）	对应的纯部门
节能减排和生态建设工程	2100	60%建筑业，15%通用、专用设备制造业，15%电气、机械及器材设备制造业，10%水利、环境和公共设施管理业
调整结构和技术改造	3700	70%第二产业，30%第三产业
农村民生工程（沼气项目）	185	52.6%非金属矿物制品业，3.2%金属冶炼及压延业，12.6%电气、机械及器材制造业，10.5%建筑业，5.3%综合技术服务业，15.8%其他社会服务业

表4-4：绿色投资所对应的投入产出部门

⁷⁸ “一池三改”的基本要求：（一）沼气池，建设容积为8立方米左右。（二）改圈，圈舍要与沼气池相连，水泥地面，混凝土预制板圈顶。北方地区要建成太阳能暖圈，并采取保温措施。（三）改厕，厕所与圈舍一体建设，与沼气池相连。（四）改厨，厨房内炉灶、橱柜、水池等布局要合理，室内灶台砖垒，台面贴瓷砖，地面要硬化。见：《农村沼气建设国债项目管理办法（试行）》。

根据投入产出表计算得到的产出乘数、劳动力系数、间接就业影响系数可以进一步获得绿色投资通过产业扩张给经济带来的联动效应。在节能减排和生态建设工程投资项目中，通过产业扩张将会给经济带来的总产出约为6981.45亿元；而调整结构和技术改造投资在产出拉动型情景和就业拉动型情景两种不同情景下，将给整体经济带来的产出总值分别约为11799.12亿元及11134.19亿元。农村民生工程中的沼气项目投资将通过相关部门给整体经济带来约590.32亿元的总产出。

下面的各节中将进一步分析由于投资导致产出增加所带来的就业效应。

4.3.1 节能减排和生态建设

利用各种就业影响系数可以算出，节能减排和生态建设工程将给相应行业带来的就业效应（如表4-5所示）。因此，基于本文对投资流向的假定，我国为了应对金融危机所采取的经济刺激计划中有关节能和环保的投资将带来约56.7万个直接与之相关的就业机会；同时给整体经济将创造151.7万个间接就业岗位。

行业	直接就业	间接就业
建筑业	29.2	85.7
通用、专用设备制造业	4.5	19.2
电气、机械及器材制造业	3.2	18
水利、环境和公共设施管理业	19.8	28.8
总计	56.7	151.7

表4-5：节能减排和生态建设投资的就业效应（单位：万人）

4.3.2 产业结构调整和技术改造

基于两种不同政策情景的投资分配假设，经测算可知，产出拉动型的投资情景将会给第二产业带来约40.9万个直接就业机会，给第三产业创造约30.7万个直接就业机会，共计71.6万个直接就业机会。由于产业链效应可创造的间接就业岗位为151.2万个，总计将创造约222.8万个工作机会。就业拉动型投资情景所带来的直接就业机会约92万个，间接就业机会约为141.9万个，总计约带来233.9万个工作机会。结果如表4-6所示。

4.3.3 农村民生工程（沼气池）

利用就业影响系数可以算出，农村沼气池项目将给相应行业带来的不同就业效应（如表4-7所示）：

政策情景假设	直接就业	间接就业
产出拉动型情景（产出效益：11799.12亿元）		
第二产业	40.9	128.4
第三产业	30.7	22.7
总计	71.6	151.2
就业拉动型情景（产出效益：11134.19亿元）		
第二产业	30.7	96.3
第三产业	61.3	45.6
总计	92.0	141.9

表4-6：结构调整和技术改造投资的就业效应（单位：万人）

行业	直接就业	间接就业	小计
建筑业	4.5	6.6	11.1
非金属矿物制品业	13.1	35.1	48.2
电气、机械 及器材制造业	2.4	8.7	11.1
金属冶炼及压延业	0.5	2.1	2.6
综合技术服务业	3.4	3.5	6.9
居民服务和其他服务业	2.4	7.7	10.1
总计	26.3	63.6	89.9

表4-7：农村沼气池投资的就业效应（单位：千人）

4.3.4 小结

综上所述，四万亿投资计划中的绿色投资累计将会给我国经济创造520~530万个工作机会，其中节能减排和生态建设投资约可带来208.4万个直接与间接工作岗位；结构调整和技术改造投资可带动233.9万人就业（这里采用就业拉动情景数据）；农村民生工程（沼气池）可创造将近9万个相关工作机会。

根据国际经验，各国绿色投资的重点在于提高企业的新技术创新能力和市场培育。在我国产业结构调整投资中，就业拉动情景与产出拉动情景所带动的总就业分别为233.9万人和222.8万人。尽管产出有微小下降，但是就业拉动情景具有较为显著的就业促进贡献。因此，产业结构调整投资应当注重流向以科研开发和技术服务为主要领域的第三产业，以便在长期能够促进低碳技术的自主研发和创新能力，为实现低碳发展奠定良好的科研和技术支撑，同时提高整个经济的低碳产出水平。

第三部分 结论及政策建议

1. 主要结论

低碳发展通过影响投资流向，对于不同行业会具有不同的产出和就业影响。本研究将某一行业的就业效应区分为三个方面。**直接就业效应**是指本行业由于扩大生产规模所带来的就业影响；**间接就业效应**指的是在生产过程中，随着产业链影响的逐渐扩大，其他行业通过向该行业提供生产要素的中间投入的生产而带来的就业；**引致就业效应**是指由于收入效应导致企业和家庭支出增加，对整个经济体系带来一些新的投资机会和消费需求，由此所带来的引致的全部就业总数；而**整体就业影响**即为直接就业、间接就业和引致就业的总和。

本研究基于国内外文献、企业调研及投入产出分析等方法，对中国主要行业实施低碳发展政策所导致的就业影响进行了测算，结果表明，低碳发展对林业、电力行业和钢铁行业的就业效应因为行业差异和政策导向而存在较大差异。测算结果汇总如下：

总体上，低碳发展对中国具有积极的就业效应。2005～2020年，林业、电力、钢铁行业及新增绿色投资，总计可创造绿色就业岗位3,000多万个（如下表）

行业	子行业	直接就业效应	间接就业效应	小计
林业 (2005～2020)	造林和再造林	7600	11085	18685
	可持续森林管理	188	61	249
	森林旅游	3154	3616	6770
电力行业 (2005～2020)	火电	251	29	279
	风电	848	2309	3157
	太阳能	50	1237	1287
基础工业	钢铁行业 (2007~2011)	-200	-	-200
绿色投资（2008~2011）		175	357	532
总计 ⁷⁹		30,759		

中国主要行业实施低碳发展的总体就业效应分析（单位：千人）

⁷⁹ 这里的简单加总测算仅供读者参考。其中，由于数据及方法学的差异，一些行业的就业预测值并不易于进行简单的加总和比较。例如，林业中的造林和再造林、森林管护等绿色就业，多为非正规就业，与现有的劳动、就业统计体系在统计口径上并不一致，钢铁行业的预测期间也受到了数据可得性的限制。此外，为了便于计算，表中取了平均值。

其中，除了火电生产企业、钢铁企业等传统工业部门因为节能减排政策和淘汰落后产能而损失大量就业岗位之外，林业、清洁能源电力行业作为典型的绿色行业，表现出低碳就业的巨大潜力。除了行业内部产生的直接就业效应，森林旅游、风电和太阳能发电等行业，还能够带动上下游产业链产生一系列的产出扩张效应和就业促进作用。

此外，估算的绿色投资占到四万亿经济刺激计划的15%左右，能够给全社会带来的全部就业岗位为530多万个。在中国面临着内需不振，产业结构亟待调整，经济增长方式迫切需要转换的形势下，进一步拓宽经济刺激计划中的绿色投资比重，不仅有助于推动低碳发展，而且能够同时获得经济发展与就业促进的双重作用。

2. 促进低碳就业的政策建议

改革开放以来，中国就业规模不断扩大。截止到2008年，城镇就业人数达到30210万人。一次产业就业比例有所降低，第二、三次产业就业增加，三次产业就业比例不断优化。2002年以来，为应对新增就业和下岗失业形成的就业总量压力，促进农村富余劳动力转移，调整和优化就业结构，中国政府开始推行积极的就业政策。立足于“劳动者自主就业，市场调节就业，政府促进就业”的方针，一方面推动劳动就业领域的立法，出台了《就业促进法》、《劳动合同法》、《就业服务与就业管理规定》、《劳动争议调解仲裁法》等，保障劳动者的权益；另一方面，建立完善就业服务和保障体系，加强人力资源市场和劳动者职业技能培训，积极推动劳动力市场的健康发展，为中小企业和劳动者自主创业创造良好的制度环境。

2008年以来，为了应对全球气候变化和金融危机，中国积极落实低碳发展理念，切实推进节能减排政策，取得了积极成效。这些举措对于中国相关行业的就业影响也必然是显著而深远的。低碳发展要求经济发展的同时实现低能耗、低污染和低排放的目标。能源是保障经济增长持续性和稳定性的必要物质前提，要减小经济体系对能源的依赖，首要的任务是利用技术进步提高能源利用效率，其次是优化产业结构，将高耗能行业控制在合理、适度的发展空间内，同时积极发展与生产行业密切相关的技术服务业和消费型服务业，以便在降低能源需求的基础上促进就业目标的实现。

基于本报告对主要行业的就业影响分析，提出以下建议，以推动各行业在低碳发展的政策导向下促进绿色就业目标的实现：

(1) 通过低碳发展促进低碳就业

在低碳发展的背景下，不同行业受到的影响有所不同。总体上看，未来中国实施低碳发展政策能够带动相关行业、部门产生数千万个直接与间接的绿色就业岗位。因此，通过推动节能减排、生态建设和产业结构优化等低碳发展政策，能够为中国的低碳就业领域带来巨大的发展潜力。如果辅之以合理有效的就业促进政策，则可以在优化产业结构的同时，实现就业结构的升级和劳动者收入水平的提高，从而实现中国经济由投资型向消费型的生产方式转变，全面提升社会经济的发展质量。例如，为了鼓励低碳、绿色的行业、企业创造绿色就业岗位，有必要推动绿色就业岗位标准的相关政策，在此基础上，与企业投资、税收和就业等优惠政策结合起来，对于推动全社会关注绿色就业和低碳发展将起到良好的激励作用。此外，还可以针对不同就

业者的需求和特点，引导他们进入合适的就业领域，如鼓励农村富余劳动力和下岗职工从事生态农业、能源林业、农林土特产品开发和深加工、生态旅游、文化休闲服务等相关产业，鼓励大学生进入技术含量较高的新能源、设备制造、技术研发和市场推广等领域，增强劳动者持续经营和自我就业的能力，切实保障就业增进与收入和福利水平的同步提高。

(2) 积极发展低碳型服务产业，优化产业结构

不同行业对于能源和劳动力的需求有所不同，经济产出水平也有所差异。与第二产业相比，一产和三产总体上表现为低碳行业，即单位就业投入所对应的碳排放水平更低。目前，中国第三产业的就业比重占到32%，产值贡献已超过40%，同样增加1吨碳排放，第三产业能够带动的就业是第二产业的108倍。中国作为全球“制造工厂”，有相当多的资源和能源通过产品贸易转移到了国外市场，导致目前的产业结构偏重，造成中国在环境和资源上的赤字，同时还要承担全球第一排放大国的压力。考虑到金融危机将加剧中国在国际市场上的竞争压力，同时基于各国产业结构提升的规律，中国应当积极发展第三产业，尤其是为制造业等工业部门提供技术和研发支持的生产型服务业，以及带动内需的消费型服务业；同时，积极制定绿色就业促进计划，鼓励发展就业吸纳能力强的生态农业、能源林业、生态旅游等低碳高附加值的绿色产业，在推动经济增长的同时，促进绿色就业和低碳化发展的双重目标。

(3) 推动就业目标优先的绿色投资

中国社会科学院人口与劳动研究所发表的《2009年人口与劳动绿皮书》指出，中国至少需要新增近2600多万个就业岗位，才能解决包括农民工、下岗员工以及大中专毕业生的所有就业问题，但每年的经济增长只能创造900多万个工作岗位。这使得政府将保增长作为经济发展和社会稳定的首要任务。2008年全球金融危机以来，中国长期依赖重工业和对外贸易的经济增长模式受到了严峻挑战。四万亿经济刺激计划的推出有助于缓解危机，然而，从经济结构的纵深层次来看，中国目前还未进入就业增长型的经济复苏阶段，表现为投资流向依然偏重于交通、建筑、城乡建设等基础设施项目，对就业吸纳能力最强的中小企业支持远远不足。实际上，现有的投资结构中蕴藏着很多绿色就业的潜力。基于本文的研究可知，目前在四万亿投资计划中与低碳发展有明确关联的绿色投资约为15%，其中并未包括交通基础设施、保障性住房、灾后重建、教育文化科研等领域的低碳投资和绿色就业机会。以交通和建筑领域为例，一旦建成将难以避免未来的碳锁定效应。因此，应该在项目建设中强调低碳发展优先的理念，采用就业优先的绿色投资计划，加大对节能环保建筑、城市公共交通体系、农村新能源、低碳技术研究开发的投入比重，发挥财政税收激励，设置专项绿色投资预算，鼓励全社会向低碳经济转型。总之，就业优先的绿色投资有助于增加就业，提升内需，同时为中国未来建立结构优化的低碳经济奠定良好的基础。

(4) 关注绿色就业中的体面就业

国际劳工组织的一个工作宗旨即是在全球实现体面就业的目标。然而，绿色就业未必是体面的就业，对于绿色就业的界定，也需要有相应的职业标准来认定，以有利于政策支持和推广。课题组在研究中发现，由于方法学及就业统计口径的不一致，林业部门所创造的绿色就业与其他行业有所区别。研究表明，林业部门具有巨大的绿色就业潜力，2005~2020年间，仅造林和再造林、造林带动的森林管护相关就业，就高达2000多万个就业岗位，相当于每年可创造绿色就业岗位100多万个。然而，由于林业活动的季节性及低技术

要求，吸收的就业大多属于非正式的临时就业岗位，如农民工、下岗职工等。如果与现有城镇就业体系中具有各种劳动保障与就业福利的正规就业者相比，这些就业岗位虽然具有绿色的特征，但却未必是“体面就业”⁸⁰。对此，需要相关部门完善相关的法律规范，完善相关的短期就业市场，建立支持就业和再就业的服务体系，完善就业市场的监管体系。例如为农民工、下岗职工和大学毕业生提供必要的就业培训和技术指导，为各种不同身份的劳动者提供权益保护等等。

(5) 促进低碳就业可先行试点，分步推广

推动低碳就业需要考虑到不同行业、地区及特定企业的具体情况，同时需要许多配套政策的协同支持。例如，电力企业是节能减排工作的前沿，受到低碳发展政策的影响也相对较大，不同电力企业遭受到的影响也各有不同。对于火电企业而言，需要关注的重点是在落实“上大压小”的节能减排政策时，是否能够有效地借助员工技术培训在企业内部实现转移安置。对于风电等新兴电力行业而言，企业对技术与管理人员的需求较为迫切，但是目前的就业市场和人才培养机制尚不足以满足行业快速发展的需求。可见，促进低碳就业的政策是一个需要各个领域协同考虑的政策体系，包括就业培训、职业技术教育体系、社会保障体系、财政税收体系、低碳技术研发、技术服务配套体系、科普宣传等等。鉴于低碳经济发展模式是一种新型的经济发展模式，国内外可以借鉴和参考的依据很少，建议在相关研究的基础上，在火电、钢铁、可再生能源、碳汇造林、森林旅游、低碳建筑、资源回收再利用等领域，有针对性地选择部分地区和典型行业/企业开展试点，在总结经验的基础上制定低碳就业的促进政策。

⁸⁰ 中国目前在废弃物回收和再利用等领域，也面临着同样的问题。

附录1：缩略语

CCFG (Cropland Conversion to Forest & Grassland):	退耕还林工程
CDM (Clean Development Mechanism):	清洁发展机制
CERs (Certified Emissions Reductions):	核证的温室气体减排量
CP (Carbon productivity):	碳生产力
EE (Embodied Energy):	内涵能源
EER (Carbon Emission-Employment Rate):	碳就业率
EI (Energy Intensity):	能源强度
EU (European Union):	欧盟
EWEA (European Wind Energy Association):	欧洲风能协会
GHG (Green House Gas):	温室气体
GW (Gigawatt) ⁸¹ :	吉瓦
ILO (International Labor Organization):	国际劳工组织
IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change):	联合国政府间气候变化专家小组
kW (Kilowatt):	千瓦
kWh (kilowatt-hour):	千瓦时
LCD (Low carbon development):	低碳发展
LCE (Low Carbon Economy):	低碳经济
LP (Labor Productivity):	劳动生产率
MW (Megawatt):	兆瓦
NDRC (National Development and Reform Committee):	国家发展改革委员会
NFPP (Natural Forest Protection Program):	天然林保护工程
NGO (Non-Governmental Organization):	非政府组织
SFA (State Forestry Agency):	国家林业局
Tce (ton of standard coal equivalent):	标煤
The Global Wind Energy Council (GWEC):	世界风能理事会
UNEP (The United Nations Environment Program):	联合国开发计划署
UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change):	《联合国气候变化框架公约》
WB (World Bank):	世界银行

⁸¹ 1 千瓦 (kW) = 1000瓦; 1 兆瓦 (MW) = 1000千瓦; 1 吉瓦 (GW) = 1百万千瓦; 1 太瓦 (TW) = 10亿千瓦。

附录2：基本概念和数据来源

研究中采用了以下主要指标：

- 能源强度：即单位GDP能耗，指的是单位国民生产总值所消耗的能源总量；行业能源强度是指单位行业增加值所对应的能源消耗量。
- 碳经济效率：即碳生产力，指单位碳排放产出的GDP。
- 碳生产效率：是指单位碳产出需要投入的成本；如火电的经济效率不如风电，但考虑到单位产品的成本，则生产效率高于风电。
- 碳就业率：指单位碳排放所对应的劳动力投入，或行业每增加单位就业数所新增的二氧化碳排放。

主要指标的计算公式如下：

- 劳动生产率(元/人) = 国内生产总值/就业人数 = GDP/L
- 能源强度(吨标煤/万元) = 能源消耗量/国内生产总值 = E/GDP
- 行业能源强度(吨标煤/万元) = 能源消耗量/行业增加值 = E_i / GDP_i
- 碳生产率(万元/吨) = 国内生产总值/CO2排放总量 = $\sum_i GDP_i / \sum_i \sum_j (E_{ij} * e_j)$
- 行业碳生产力(万元/吨) = 行业增加值/行业CO2排放 = $GDP_i / \sum_j (E_{ij} * e_j)$
- 行业碳就业率(人/吨) = 行业就业数 / 行业CO2排放 = $L_i / \sum_j (E_{ij} * e_j)$

其中，GDP指国内生产总值， GDP_i 是第*i*个行业的增加值，*L*是就业人数，*E*是能源消耗量。*i*指的是第*i*个行业，*j*指的是第*j*种能源类别， E_{ij} 是指第*i*部门消费的第*j*种能源类别的碳排放因子。

研究数据可分为：经济总量数据、就业数据、能源数据、碳排放数据等等。相关数据的来源如下表所示：

数据类别	主要指标	时序	资料来源
就业	分行业就业人数	1978-2007	中国劳动统计年鉴；中国人口年鉴；中国人口和就业统计年鉴；中国经济统计年鉴
	分行业劳动生产率	1978-2007	中国劳动统计年鉴；中国人口年鉴；中国人口和就业统计年鉴；中国经济统计年鉴
能源	分行业能源消费总量	1980-2007	中国能源统计年鉴
	分行业终端能源消费实物量	1990-2006	中国能源统计年鉴
	化石能源排放数据；CO ₂ 排放因子	1960-2005	美国橡树岭国家实验室二氧化碳信息分析中心；国家发改委能源研究所等
经济	国内生产总值	1978-2007	中国经济统计年鉴
	行业增加值	1970-2007	中国经济统计年鉴
	行业固定资产投资额	1980-2007	中国经济统计年鉴
部门数据	林业部门数据：造林面积，林业工程投资，森林覆盖率，森林碳汇、森林公园等		（1）文献资料：历年林业统计年鉴、林业发展报告、相关林业网站、相关论文和专著；（2）实地搜集：国家林业局各相关司局，如造林司、计资司、人事司、绿化委、林业工作站管理总站、林业局宣传办、各工程项目办等所提供的数据资料。
	电力部门数据：电力装机容量，企业固定资产投资与就业相关数据等		国家电力监管委员会；国家电网公司；中国华能电力集团及其下属电力企业调研数据；部分风力发电企业及风电设备制造企业调研数据。
综合数据	行业能源强度	1980-2007	测算
	行业CO ₂ 排放量	2005	测算
	碳生产力	1978-2007	测算
	分行业碳生产力	2005	测算
	分行业碳就业率	2005	测算

表1-1：数据分类及来源

附录3：投入产出分析方法

I. 方法论

一 总产出乘数和影响力系数

1、直接消耗系数和完全消耗系数。定义 X_j 为j行业的总产出，此行业的直接消耗系数为该行业（或产品）生产经营中直接消耗第i产品部门的货物或服务的价值量 x_{ij} 在其总产出中所占比例，即直接消耗系数

$$a_{ij}=x_{ij}/X_j$$

该系数表明在生产经营活动过程中第j种产品（或行业）的部门总产出直接消耗的第i产品部门货物或服务的价值量。

完全消耗系数通常记作 b_{ij} ，是指第j种产品（或行业）每提供一个单位最终使用时，对第i个产品（或行业）部门货物或服务的直接消耗和间接消耗之和。利用直接消耗系数矩阵A计算完全消耗系数矩阵B的公式为：

$$B=(I-A)^{-1}-I$$

2、产出乘数和影响力系数。产出乘数表示的是当j行业增加1个单位的最终需求时，将拉动国民经济各行业产出增加的总和，其定义为产出乘数

$$M_j=1+b_{1j}+b_{2j}+b_{3j}+\cdots+b_{nj}$$

不同行业的产出乘数直接表明其拉动国民经济能力的强弱，而产出乘数越大，该行业促进就业的能力也相应越强。

影响力系数表示的是某行业带动产出能力的相对水平，其含义与产出乘数一致，表明国民经济中某个部门增加一个单位最终使用时，对国民经济各部门所产生的生产需求波及程度，影响力系数 F_j 的计算公式为：

$$F_j = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{b}_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \bar{b}_{ij}}$$

其中， $\sum_{i=1}^n \bar{b}_{ij}$ 为列昂惕夫逆矩阵的第j列之和； $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \bar{b}_{ij}$ 为列昂惕夫逆矩阵的列和平均值。

当 $F_j > 1$ 时，表明第j部门的生产对其他部门所产生的波及影响程度超过社会平均影响水平；而当 $F_j < 1$ 时，则表示该部门对其他部门所产生的波及影响程度低于社会平均影响水平。显然，当影响系数 F_j 越大，则表明该产业对其他部门的拉动作用越大。

根据国家统计局提供的2005年全国投入-产出表计算得到的42行业的产出乘数和影响力系数如附表1所示。

行业名称	产出乘数	影响力系数	排序
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	4.1887	1.4383	1
仪器仪表及文化办公用机械制造业	3.7574	1.2902	2
交通运输设备制造业	3.6929	1.2681	3
电气、机械及器材制造业	3.6584	1.2562	4
金属制品业	3.5525	1.2199	5
通用、专用设备制造业	3.5136	1.2065	6
化学工业	3.4765	1.1938	7
租赁和商务服务业	3.4477	1.1839	8
金属冶炼及压延加工业	3.4214	1.1748	9
服装皮革羽绒及其制品业	3.3909	1.1644	10
纺织业	3.3823	1.1614	11
造纸印刷及文教用品制造业	3.3129	1.1376	12
木材加工及家具制造业	3.3112	1.1370	13
建筑业	3.2963	1.1319	14
卫生、社会保障和社会福利事业	3.2469	1.1150	15
非金属矿物制品业	3.2429	1.1135	16
其他制造业	3.2112	1.1027	17
科学研究事业	3.1411	1.0786	18
非金属矿采选业	3.1321	1.0755	19
燃气生产和供应业	3.0536	1.0486	20
电力、热力的生产和供应业	3.0401	1.0439	21
金属矿采选业	3.0189	1.0366	22
综合技术服务业	2.9831	1.0243	23
石油加工、炼焦及核燃料加工业	2.8843	0.9904	24
食品制造及烟草加工业	2.8104	0.9651	25

信息传输、计算机服务和软件业	2.7822	0.9554	26
煤炭开采和洗选业	2.7192	0.9337	27
水利、环境和公共设施管理业	2.7092	0.9303	28
水的生产和供应业	2.6811	0.9207	29
住宿和餐饮业	2.6780	0.9196	30
文化、体育和娱乐业	2.6719	0.9175	31
交通运输及仓储业	2.6450	0.9083	32
邮政业	2.6404	0.9067	33
居民服务和其他服务业	2.5979	0.8921	34
公共管理和社会组织	2.3152	0.7950	35
教育	2.1497	0.7382	36
农业	2.1134	0.7257	37
金融保险业	2.0535	0.7051	38
石油和天然气开采业	1.9436	0.6674	39
批发和零售贸易业	1.8853	0.6474	40
房地产业	1.5588	0.5353	41
废品废料	1.0000	0.3434	42

资料来源：作者计算。

附表1 各行业的产出乘数和影响力系数

二 直接就业和间接就业

根据投入产出表对不同行业的就业吸纳和拉动效应进行分析，其核心主要是从产业链的角度，通过产业波及理论来进行分析。产业的波及效果是指当某种产业的最终需求发生变化时，会影响到与该产业相关的上、下游产业；这些上、下游产业又会影响各自的上、下游产业，从而对经济总体系产生全局性的影响，但是这种影响效果会随着经济的扩张而不断衰减，直至消失。为了便于考察这种产出扩张对就业产生的综合影响，我们在研究中首先明确在产业链中各种就业的定义。在这里定义某个行业的**直接就业**是指该行业产出增加一定水平在本行业内由于扩大生产规模所带来的就业影响；**间接就业**指的是在生产过程中，其他行业通过向该行业提供生产要素的中间投入以及在第一轮生产扩张后，随着产业链影响的逐渐扩大所带来的全部就业总数。

三 行业劳动力系数和就业影响系数

定义第*i*行业的劳动力系数为 $L_i = \frac{M_i}{X_i}$

其中表示第*i*行业内的就业总人数； X_i 表示*i*行业的总产出水平。该系数衡量的是某个行业产出的变化对本行业内就业水平的影响，即产出变动带来的**直接就业影响**。但是一个行业产出水平的变化不仅会引起本行业就业的波动，还会通过产业间的相互影响引致经济体系内各行业就业发生变化。直接消耗系数能够反映某个行业增加一个单位产品的最终使用时，所引起其他行业产出第一轮产业扩张的变化。可以将各行业增加的产出水平分别乘以其自身的劳动力系数，得到由于*i*行业增加单位产出时引起其他对其有直接投入行业就业的增加。因此定义**间接就业影响系数**为 I_i 为：

$$I_i = L_1 b_{1i} + L_2 b_{2i} + \dots L_j b_{ji} + \dots + L_n b_{ni}$$

附表2是根据2005年的投入产出表和《2006年中国劳动统计年鉴》中所提供的分行业就业数据计算获得的不同行业的劳动力系数与两种就业影响系数（以单位产值拉动总就业能力排序）。⁸²

行业名称	劳动力系数	间接就业影响系数	排序
教育	0.1624	0.0202	1
水利、环境和公共设施管理业	0.0944	0.0306	2
公共管理和社会组织	0.0968	0.0239	3
邮政业	0.0849	0.0284	4
卫生、社会保障和社会福利事业	0.0539	0.0347	5
科学研究事业	0.0492	0.0342	6
水的生产和供应业	0.0530	0.0293	7
煤炭开采和洗选业	0.0476	0.029	8
文化、体育和娱乐业	0.0448	0.0283	9
综合技术服务业	0.0351	0.0354	10
燃气生产和供应业	0.0234	0.0421	11
服装皮革羽绒及其制品业	0.0217	0.0395	12
建筑业	0.0232	0.0342	13
租赁和商务服务业	0.0212	0.0359	14

⁸² 由于我国的劳动统计年鉴中所提供的就业数据为城镇单位就业调查数据，因此本文的就业数据都是基于城镇单位就业情况所进行的分析。

纺织业	0.0177	0.0372	15
金融保险业	0.0350	0.0196	16
仪器仪表及文化办公用机械制造业	0.0156	0.0382	17
交通运输设备制造业	0.0138	0.0392	18
电力、热力的生产和供应业	0.0114	0.0391	19
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	0.0084	0.0418	20
通用、专用设备制造业	0.0142	0.036	21
非金属矿物制品业	0.0135	0.0361	22
其他制造业	0.0159	0.0335	23
交通运输及仓储业	0.0228	0.0264	24
造纸印刷及文教用品制造业	0.0130	0.0349	25
化学工业	0.0109	0.037	26
电气、机械及器材制造业	0.0101	0.0372	27
金属矿采选业	0.0149	0.0322	28
非金属矿采选业	0.0117	0.0335	29
金属制品业	0.0090	0.0357	30
木材加工及家具制造业	0.0104	0.0342	31
金属冶炼及压延加工业	0.0085	0.0351	32
批发和零售贸易业	0.0281	0.0145	33
住宿和餐饮业	0.0162	0.0252	34
信息传输、计算机服务和软件业	0.0131	0.0261	35
食品制造及烟草加工业	0.0103	0.026	36
石油加工、炼焦及核燃料加工业	0.0044	0.0309	37
居民服务和其他服务业	0.0082	0.0261	38
石油和天然气开采业	0.0153	0.0153	39
农业	0.0113	0.0165	40
房地产业	0.0143	0.0103	41

资料来源：作者计算。

附表2 各行业的劳动力系数和就业效应

表中各系数表明该行业的产出增加1万元时所增加的就业数量，以居民服务和其他服务业为例，其劳动力系数、间接就业影响系数和直接就业影响系数分别表示其总产出增加1万元时给本行业带来的直接就业为0.0082人，在生产过程中，给其他行业带来的间接就业机会约为0.0261个，其他行业的含义均与此相同。

附录4：主要参考文献

- [1] ACEEE, 1992 , Energy Efficiency and Job Creation, <http://www.aceee.org/pubs/ed922.htm>,
- [2] B. Metz, O. Davidson, R. Swart and J. Pan(eds). Climate Change 2001: mitigation. Cambridge University Press, Cambridge.
- [3] FAO, State of the World' S Forest, Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.
- [4] Global Wind Energy Council (GWEC) , GLOBAL WIND 2007 REPORT, Global Wind Energy Outlook 2008 , Global Wind Energy Outlook 2009, <http://www.gwec.net>
- [5] Global Wind Energy Council News – Wind Energy Industry Today, http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/English/GWEC_Global_Wind_2007_Report_final.pdf
- [6] Global Wind Energy Council (GWEC), Global Wind 2008 Report, http://www.cleanenergycouncil.org.au/cec/resourcecentre/reports/mainColumnParagraphs/00/text_files/file3/Global%20Wind%202008%20Report.pdf
- [7] Gereffi G, Dubay K, Lowe M, Carbon-Reducing Technologies and U.S. Jobs, Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University
- [8] IPCC (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds), Cambridge University Press, Cambridge.
- [9] IPCC. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis, . www.ipcc.cma.gov.cn
- [10] Marland, G., T.A. Boden, and R.J. Andres. 2008. Global, Regional, and National Fossil Fuel CO₂ Emissions. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A., <http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/overview.html>
- [11] McCarthy J. , Canziani O. , Leary N. , et al. , 2001. Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge.
- [12] Murry, D.A. ; Dan, G.D., 1990 Sep, The energy consumption and employment relationship: A clarification, Journal of Energy and Development ; Vol: 16:1
- [13] PERI, Center for American Progress, “Green Recovery—A Programme to Create Good Jobs and Start Building a Low-Carbon Economy” , Sept. 2008, www.peri.umass.edu;
- [14] R. Pollin, H. Garrett-Peltier, J. Heintz, and H. Scharber (2008), Green recovery: A program to create good jobs and start building a low-carbon economy” , Department of Economics and Political Economy Research Institute (PERI), University of Massachusetts-Amherst, www.americanprogress.org – R. Pollin, H. Garrett-Peltier, J. Heintz, and H. Scharber (2008)
- [15] Tsangyao Chang; Wenshuo Fang; Li-Fang Wen, Energy consumption, employment, output, and temporal causality: evidence from Taiwan based on cointegration and error-correction modelling techniques, Applied Economics, Volume 33, Issue 8 June 2001 , pages 1045 – 1056
- [16] UNEP, ILO, IOE, ITUC, Green Job Initiative, “Green Jobs: Towards decent work in a sustainable , low

- carbon world” , by WorldWatch Institute, www.ilo.org
- [17] Watson, R., I. Noble, B. Bolin, N. H. Ravindranath, D. Verardo, and D. Dokken (eds), 2000. LandUse, Land Use Change and Forestry. IPCC Special Report. Cambridge University Press,Cambridge.
- [18] Wind at work– Wind energy and job creation in the EU , http://www.greens-efa.org/cms/default/dokbin/290/290247.wind_at_work@en.pdfGlobal Wind Energy Council – GWEC: GLOBAL WIND 2008 REPORT
- [19] Wind power in the European Union , http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_the_European_Union
- [20] A. Varma (2007) , “Links between the environment, economy and jobs” , DG Environment, submitted by GHK Consulting, Nov 2007. www.gjkint.com
- [21] 查冬兰, 周德群, 2008,我国工业CO₂排放影响因素差异性研究:基于高耗能行业与中低耗能行业,财贸研究,第1期, 13 – 19页
- [22] 封加平. 解决我国就业问题的一项战略选择_试论林业的就业潜力. 林业经济, 2002 (10) : 32 – 34
- [23] 高均凯. 我国林业应对气候变化问题的基本定位及政策建议. 吉林林业科技, 2005, 34(3): 105
- [24] 耿国彪《开展发电权交易 用市场机制实现降耗减排》,《绿色中国》,2008年第1期
- [25] 郭菊娥, 孟磊, 郭广涛, “次贷危机影响下我国国内增加值及就业发展态势”,《中国人口·资源与环境》, 2009年第19卷, 第2期, 总第108期, 1 – 7页
- [26] 国家电力监管委员会(SERC),《关于落实<国务院批转发展改革委、能源办关于加快关停小火电机组若干意见的通知>的实施意见》, 2007年3月, <http://www.src.gov.cn/>
- [27] 国家电网公司(SGCC), <http://www.sgcc.com.cn/ywlm/default.shtml>.
- [28] 国家发改委, 国务院 (国发[2007]15号)《关于印发节能减排综合性工作方案的通知》, 2007年5月
- [29] 国家发改委、国务院能源办、电监会、环保总局等4部委共同制订的《节能发电调度办法 (试行)》, 2007年8月
- [30] 国家发展改革委 (发改能源[2008]610号)《关于印发可再生能源发展“十一五”规划的通知》, 2008年3月
- [31] 国家发展改革委, (发改能源[2005]2517号)《关于印发〈可再生能源产业发展指导目录〉的通知》, 2005年11月
- [32] 国家发展改革委、国家环保总局 (发改价格[2007]1176号)《关于印发〈燃煤发电机组脱硫电价及脱硫设施运行管理办法〉 (试行)的通知》, 2007年5月
- [33] 国家发展改革委、国家能源办、国家统计局、国家质检总局、国务院国资委 (发改环资[2006]571号)《关于印发千家企业节能行动实施方案的通知》, 2006年4月
- [34] 国家发展改革委、国家能源局、国家环境保护部、电监会,《全国关停小火电机组情况 (2009年第4号公告)》, 2009年3月
- [35] 国家发展改革委2005年第50号公告《2010年前第一批火电机组关停计划》, 2005年8月
- [36] 国家发展改革委2007年第24号公告《火电行业清洁生产评价指标体系 (试行)》, 2007年4月
- [37] 国家发展改革委办公厅 (发改办能源[2006]392号)《关于做好小火电机组关停调查工作的通知》, 2006年2月
- [38] 国家环境保护总局环境规划院、国家信息中心,《2008–2020年中国环境经济形势分析与预测》, 中国环境科学出版社, 2008年2月
- [39] 国家林业局 (SFA), <http://www.forestry.gov.cn/>.
- [40] 国家统计局,《中华人民共和国2008年国民经济和社会发展统计公报》, 2009年2月26日

- [41] 国务院（国发[2007]15号）《关于印发节能减排综合性工作方案的通知》，2007年5月
- [42] 国务院（国发[2007]17号）《关于印发中国应对气候变化国家方案的通知》，2007年6月
- [43] 国务院（国发[2007]2号）文批准转发国家发改委、能源办《关于加快关停小火电机组的若干意见》，2007年1月
- [44] 国务院发展研究中心产业经济研究部《中国可持续能源实施“十一五”20%节能目标的途径与措施研究》，科学出版社，2008年1月
- [45] 国务院新闻办公室《中国的能源状况与政策》，2007年12月
- [46] 韩文科等《中国能源问题研究2007》，中国环境科学出版社，2008年11月
- [47] 何英,张小全,刘云仙. 中国森林碳汇交易市场现状与潜力[J]. 林业科学, 2007, (07).
- [48] 姜克隽, 胡秀莲, 庄幸等, 2009, 中国的能源需求与温室气体排放情景, 国际问题论坛, 春季号, 总第54期, 第42-56页。
- [49] 江泽慧, 气候变化与我国林业生态建设, <http://www.jrj.com.cn/newsread/detail.asp?newsid=533072>
- [50] 解鲁生编著,《供热锅炉节能与脱硫技术》, 中国建筑工业出版社, 2004年1月
- [51] 康惠宁.中国森林碳汇功能基本估计.应用生态学报,1996
- [52] 劳动和社会保障部, (MOHRSS), <http://www.mohrss.gov.cn/mohrss/index.html>
- [53] 李俊峰, 高虎, 施鹏飞等著,《中国风电发展报告2007》, 中国环境科学出版社, 2007年10月出版
- [54] 李俊峰, 王仲颖, 马玲娟, 高虎, 董路影等著,《中国风电发展报告2008》, 中国环境科学出版社, 2008年10月出版
- [55] 李怒云, 高均凯. 全球气候变化谈判中我国林业的立场及对策建议, 林业经济, 2003 (5)
- [56] 李怒云, 龚亚珍, 章升东. 林业碳汇项目的三重功能分析[J]. 世界林业研究, 2006, (03).
- [57] 李怒云, 宋维明. 气候变化与中国林业碳汇政策研究综述. 林业经济, 2006 (5): 60-64, 80
- [58] 李怒云. 中国林业碳汇. 北京:中国林业出版社,2007
- [59] 李顺龙. 森林碳汇经济问题研究. 东北林业大学博士论文, 2005
- [60] 联合国开发计划署, 2007年,《2007/2008年人类发展报告——应对气候变化: 分化世界中的人类团结》
- [61] 联合国统计司(UN Statistics Division, UNSD), National Accounts Main Aggregates Database, <http://unstats.un.org/unsd/snaama/selectionbasicFast.asp>
- [62] 林伯强《中国能源问题与能源政策选择》, 煤炭工业出版社,2007年7月
- [63] 林德荣. 森林碳汇服务市场化研究. 中国林科院博士论文, 2005
- [64] 林而达.与《京都议定书》和生物碳基金有关的碳循环科学与政策问题.造林绿化与气候变化.中国林业出版社.2003—12
- [65] 罗天祥.中国主要森林类型生物生产力格局及其数学模型.中科院博士论文,1996
- [66] 潘晨光.我国林业行业再就业的途径与对策.中国农村经济,1999/01
- [67] 潘家华, 郑艳, “碳排放与发展权益”, 《世界环境》, 2008年5月, 58-63页
- [68] 潘家华, 朱仙丽, 《人文发展的基本需要分析及其在国际气候制度设计中的应用——以中国能源与碳排放需要为例》, 《人口·资源与环境》, [J]. 2006年第6期
- [69] 潘家华.碳汇:林业长足发展的机遇与挑战.北京:全国政协2001绿色论坛.2001
- [70] 潘家华, 郑艳, 张安华, 柯水发等,《低碳发展对中国就业影响的初步研究》, 参见: 王伟光, 郑国光主编《应对气候变化报告(2009)——通向哥本哈根》, 社会科学文献出版社, 2009年10月出版.

- [71] 清洁发展机制办公室, NDRC, <http://cdm.ccchina.gov.cn/web/index.asp> .
- [72] 厦门大学中国能源经济研究中心, 《中国能源发展报告2008》, 中国财政经济出版社, 2008年9月
- [73] 师博, “能源消费、结构突变与中国经济增长:1952-2005”, 《当代经济科学》, 2007年9月, 29卷第5期
- [74] 十届全国人大常委会第三十次会议修订后的《中华人民共和国节约能源法》, 2007年10月
- [75] 十届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个5年规划纲要》, 2006年3月
- [76] 孙丽英,李惠民,董文娟,石缎花,周大杰. 在我国开展林业碳汇项目的利弊分析[J]. 生态科学, 2005, (01).
- [77] 王效科等.中国森林生态系统中植被固定大气碳的潜力.生态学杂志2000
- [78] 王雪红.林业碳汇项目及其在中国发展潜力浅析.世界林业研究.2003, 08: 7-12
- [79] 王志新.林业再就业的潜力在山——吉林省通过实施森林资源综合开发安置职工再就业的启示.吉林政报,1999/04
- [80] 韦荣华. 应对气候变化 林业作用特殊. 中国林业. 2007年15期
- [81] 魏殿生, 徐晋涛, 李怒云. 造林绿化与气候变暖——碳汇问题研究. 北京: 中国林业出版社, 2003 (2)
- [82] 魏晓慧, 影响林业院校研究生就业因素的分析与对策.中国林业教育,2005/01
- [83] 武来成, 陶丹, 张思维, 况水标, 程明, 林业碳汇的发展趋势[J]. 江西林业科技, 2007, (05).
- [84] 杨素华.林业新定位下的林业高校就业问题研究. 东北林业大学博士论文, 2007
- [85] 杨中东, “对我国制造业的能源替代关系研究”, 《当代经济科学》, 2007年5月, 29卷第3期
- [86] 张坤. 森林碳汇计量和核查方法研究.北京林业大学硕士论文,2007
- [87] 张粒子, 郑华等, 《区域电力市场电价机制》, 中国电力出版社, 2004年6月
- [88] 章升东, 宋维明, 李怒云. 国际碳市场现状与趋势. 世界林业研究, 2005 (5)
- [89] 中国电力企业联合会, 《电力行业节能减排政策综述及规章选编》, 中国电力出版社, 2008年7月
- [90] 中国工业经济统计年鉴 (CIESY). 1988-2008. 国家统计局工业交通统计司主编.中国统计出版社.
- [91] 中国华能电力集团 (CHNG), <http://www.chng.com.cn/minisite/>.
- [92] 中国环境监测总站, 《2008年全国环境质量状况》, 2009年1月
- [93] 中国经济统计年鉴(CESY). 1985-2008. 国家统计局工业交通统计司主编.中国统计出版社.
- [94] 中国劳动统计年鉴(CLSY). 1994-2008.国家统计局和就业统计司, 劳动和社会保障部规划财务司主编, 中国统计出版社.
- [95] 中国林业统计年鉴(CFSY), 1987-2007. 国家林业局主编. 中国林业出版社.
- [96] 中国能源统计年鉴(CENSY). 1988-2008. 国家统计局工业交通统计司, 国家发改委能源所主编.中国统计出版社.
- [97] 中国人口和就业统计年鉴 (CPESY). 1986-2008.国家统计局人口和就业统计司.中国统计出版社.
- [98] 中国人口年鉴(CPY). 1993-2007. 中国社科院人口所编写.中国人口统计年鉴出版社.
- [99] 周洪, 张晓静.森林生态效益补偿的市场化机制初探.中国林业,2003
- [100] 庄贵阳, 《低碳经济: 气候变化背景下中国的发展之路》, 北京: 气象出版社, 2007年出版。

结语

本研究旨在探讨中国实施低碳发展政策，对于主要行业如林业、电力行业、基础工业等部门的就业效应。作为一次积极的尝试，课题组广泛吸纳在上述领域学有专长的技术专家，在方法学上采用企业调研与投入产出分析相结合的研究方法，测算了主要行业的直接就业效应与间接就业效应，工作成果及基本结论得到了相关部门决策者及一些国内外专家的认可与肯定。

尽管课题组所有成员付出了艰辛的努力，然而由于数据资料的可得性、时间和预算的限制，课题组未能涵盖所有与低碳发展密切相关的行业领域，对一些行业的就业效应估算还欠缺大量的第一手调研数据支持。本文作为中国低碳发展与绿色就业领域的开创性研究，得到了一些富有意义的结论，但也存在着需要填补的空白（如节能建筑、低碳交通、资源回收和再利用行业等），方法学上也有待进一步拓展和深化（如估算引致就业效应）。

课题组期待着有兴趣的后来者能够在方法学及数据上不断改进，将低碳发展与绿色就业的研究推向深入，并为推动中国绿色就业与体面就业提供决策支持。

Green Jobs in China

Green Jobs in China 中国绿色工作

ILO Office for China and Mongolia March 2010

