

基于能源战略的美国煤炭项目规划布局研究

魏 凤^{1,2} 张 军^{1,2} 潘 懿^{1,2}

- (1. 中国科学院武汉文献情报中心, 湖北省武汉市, 430071;
2. 中国科学院国家科学图书馆武汉分馆, 湖北省武汉市, 430071)

摘 要 以美国能源部煤炭项目为研究对象, 利用情报研究方法, 将资料调研和数据分
析相结合, 研究美国煤炭项目发展的态势, 揭示美国煤炭利用的规划布局。具体方法为: 首
先根据美国能源部化石能源项目数据库检索并选取煤炭项目信息, 并建立项目分析数据库,
系统分析美国煤炭利用项目的特点、数量变化、研究性质和范围、经费分布、发展重点等情
况。结果表明, 自 1988 年以来美国煤炭项目数量呈数量级增长, 尤其是应用项目和示范项
目数量较多, 比较重视大型企业参与重大项目的研究, 研究重点主要集中在煤炭高效利用、
提质、污染物控制、碳排放和封存、煤炭气化液化等方面。

关键词 美国煤炭项目 布局 发展重点

中图分类号 TD 文献标识码 A

Studies on layout and distribution of American coal projects based on energy source strategy

Wei Feng^{1,2}, Zhang Jun^{1,2}, Pan Yi^{1,2}

- (1. Wuhan Library of the Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430071, China;
2. The Wuhan Branch of the National Science Library, CAS, Wuhan, Hubei province 430071, China)

Abstract Focusing on the U. S. Department of Energy coal projects, the development of A-
merican coal projects is studied by means of intellectual investigation combined with information
checking and data analysis in order to disclose the layout and distribution of coal utilization in that
country. Firstly, the information about coal projects are selected through the database of fossil
energy projects of the U. S. Department of Energy and the coal project database for analysis is set
up. The characters of American coal utilization projects, quantity distribution, research charac-
ters and fields of interests, capital distribution, technology emphasis and so on are analyzed. It is
showed that the number of American coal projects is increasing quickly by magnitude-level since
1988, especially the number of coal application projects and demonstration coal projects. In A-
merica, large enterprises' participation in key research projects are more encouraged, emphasizing
on coal efficient utilization, lignite fuel enhancement, pollutants and emission control, carbon
capture and sequestration, coal liquefaction and gasification and so on.

Key words U. S. coal projects, layout and distribution, key areas for development

在石油危机和包括酸雨、全球气候变暖等能源
环境问题日益显著的情况下, 世界上很多国家从能
源发展的长远利益考虑, 相继开始了煤炭高效、清
洁利用的研究工作, 并以社会可持续发展为导向进
行长期规划, 采取制定科研计划、政策框架和立法

等多种形式的措施, 积极推动煤炭高效清洁利用技
术的研究和应用。

美国是世界上最大的能源生产、消费和净进口
国, 煤炭储量居世界首位。煤炭在该国能源结构中
占有重要地位。2008 年, 美国煤炭消费量的约

90%用于燃煤电站,占美国电力生产的49.54%。为了解决煤炭利用所引起的环境污染问题和保证电力供应的可靠性,美国从20世纪80年代中期就已经开始制定相关战略规划,实施煤炭高效清洁利用的研究项目,解决了低质煤炭提质、煤炭气化液化、混煤燃烧系统开发、高效燃烧系统开发、超(超)临界循环系统、零排放等研究中许多关键的技术问题,这些项目的成功研究和开发利用对美国政府在应对国际国内能源危机上发挥了重要作用。能源部作为美国政府能源管理的主管部门,一直以来肩负着制定美国煤炭利用开发规划、批准国家重要项目的重要职能。对美国能源部的煤炭利用项目进行系统的调研,分析该国煤炭利用项目的经费分布、承担机构分布、研究现状及技术分布等情况,能够帮助系统了解美国煤炭项目的规划布局,为我国煤炭的长远战略规划提供借鉴意义。

1 研究对象和研究方法

1.1 研究对象及其选取

研究对象是美国能源部批准的煤炭利用项目。选取方法是从美国能源部网站的化石能源项目数据库中,利用关键词(“coal”)检索的基础上,通过项目摘要或主题词进行深度筛选,以便能够完整、精确地获得美国能源部关于煤炭利用开发的项目。

1.2 研究方法

主要采用情报研究方法中的文献调研法和计量分析法对项目信息进行整理和分析。具体方法分为2步:首先利用文献调研法建立系统的项目管理和分析数据库。主要根据美国煤炭项目的相关信息(如研究范围、研究性质、名称、主题等)构建项目分析数据库;其次针对不同的分析目标,利用计量分析法对项目相关信息进行检索分析。

2 项目分类及其特点分析

结合美国能源部对煤炭利用项目的分类,根据是否属于洁净煤技术研究范围,将美国煤炭利用项目主要分为两大类:一类是以研究煤炭清洁利用和污染排放控制为主的洁净煤技术项目(简称CCT项目),包括洁净煤先导项目(简称CCPIP项目)、洁净煤计划资助项目(简称CCT资助项目)和非洁净煤计划资助的项目(简称非CCT资助项目);另一类是非洁净煤利用项目(简称非CCT项目),包括煤炭气化技术研究、先进的燃煤技术开发、燃料电池技术、汽轮机和热力发动机技术、计算模拟研究、燃煤先进装备设计开发研究、碳捕获和封存等。根据文献调研法和归纳法对项目信息分析,得到这两大类项目的特点对比分析如表1所示。

表1 非CCT项目和各类CCT项目的对比分析

项目	数量 /项	所占比 例/%	时间描述	经费特征	重大项目 (千万美元以上) 描述	重大项目持续 时间
非CCT项目	416	89.08	始于1990年,每年均有新项目被批准	除1993-1998年以外每年均有千万美元级以上项目被批准	共36项,主要为先进技术研究 and 试点示范项目	2000年以前项目平均持续时间为20年,2000年以后项目持续时间不低于3年
非CCT资助项目	36	7.71	始于1988年,几乎每年均有新项目;但2000年以前,项目较少,2006年以后项目增多	2002年以前项目资助额度不低于1000万美元;2002年以后项目资助均低于1000万美元	共5项,其中4项为燃煤系统示范项目,1项为多污染物联合控制项目	有4项持续时间为20年,1项持续时间为5年
CCT资助项目	5	1.07	始于1990年,约隔2~6年时间有1项	4项资助额度在1000万美元以上,其中2项经费过亿美元	有4项为应用研究项目,1项为示范项目	一般持续时间为3~4年,其中有1项持续时间为10年
CCPIP项目	10	2.14	始于2002年,每年均有项目启动	6项经费达到1000万美元,其中3项超过10亿美元	主要为示范项目,其次为前瞻性应用研究项目	项目持续时间为5~12年

表 1 对美国煤炭利用的 CCT 项目 (CCPIP 项目、CCT 资助项目、非 CCT 资助项目) 和非 CCT 项目的数量、所占比例及开始规划时间、经费等进行对照分析。可以看出。

(1) 从项目数量上看, 在网站上可以查到 22 年来的煤炭项目总共有 467 项, 其中非 CCT 项目有 416 项, 约占项目总量的 89.08%, 在数量上占绝对优势, 各类 CCT 项目共 51 项, 所占比例约为 11.92%;

(2) 从时间上看, CCT 项目启动的时间较早, 在 1988 年就开始启动, 但并没有受到洁净煤计划的资助 (最早资助时间为 1990 年), 而非 CCT 项目启动时间在 1990 年; 除 CCT 资助项目外, 其余 3 类项目每年都有新启动项目, 相比之下获得 CCT 资助项目较难, 每隔 2~6 年才有 1 项;

(3) 从资助经费上看, 非 CCT 项目除 1993-1998 年以外的每年都有重大项目启动, 而在 CCT 项目中, CCT 资助项目资助额度最大, 2002 年以后和所有在研的非 CCT 资助项目经费均不超过 1000 万美元;

(4) 从重大项目数量及持续时间上看, 非 CCT 的重大项目绝对数量最多, 达到 36 项, 但重大项目在该类项目中所占比例最低, 仅为 8.65%; 在非 CCT 资助项目、CCT 资助项目、CCPIP 项目等 CCT 项目中, 重大项目的绝对数量虽然不多, 但在该类项目中所占比例相当高, 分别达到 13.89%、80% 和 60%, 这些重大项目的持续时间均在 3 年以上, 有时甚至达到 20 年。

3 结果和讨论

利用上述分析方法, 结合对美国煤炭项目的分类, 主要对各类美国煤炭项目的数量变化、项目性质分布、经费投入情况、重点技术研究方向、当前研究重点等方面进行了分析, 具体结果即分析如下:

3.1 各类项目数量变化情况

图 1 表示了 20 年来美国煤炭行业非 CCT 项目数量具有大幅增长。在 1995 年以前, 美国非 CCT 项目数量为 11 项; 至 1996-2001 年, 非 CCT 项目数量增加到 71 项, 增幅近 6 倍; 至 2001-2005 年, 非 CCT 项目数量增加到 117 项, 数量得到绝对增长, 但增幅趋缓; 至 2006 年以后, 非 CCT 项目数量增加到 221 项, 其增长的绝对数量为历史最高。

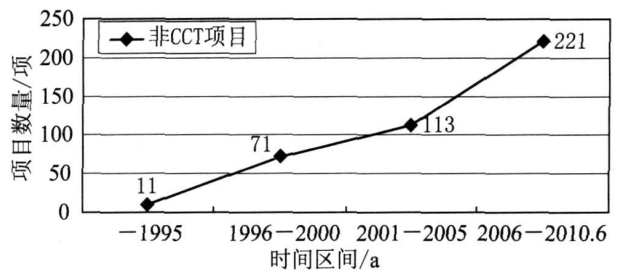


图 1 美国非 CCT 项目的数量变化情况

图 2 表示各类 CCT 项目自启动以来的数量变化情况。图中表明, 在相同时间区间内, 非 CCT 资助项目的数量远远高于其他类 CCT 项目。由于 CCPIP 项目是美国能源部在 2002 年才开始启动的, 因此在这之前项目数量为零, CCPIP 项目在 2001-2005 年启动较多, 数量为 7 项, 达到历史最高, 其后在 2006-2010 年数量有所下降, 仅为 3 项; CCT 资助项目在 1995 年以前数量为 2 项, 此后在各时间区间内分别有 1 项, 时间分布较为均匀; 非 CCT 资助项目在前 10 年数量有所下降, 在 2000 年以后项目数量有所增加, 尤其在近 5 年项目数量增加幅度较大。

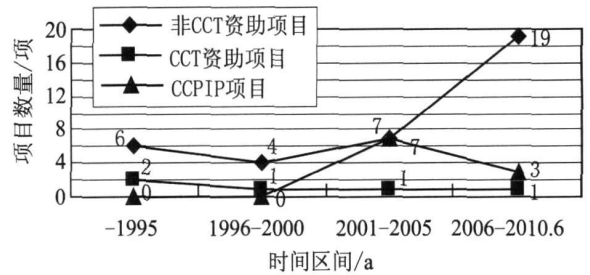


图 2 美国各类 CCT 项目数量变化情况

3.2 项目分类情况计量分析

根据研究性质不同, 美国煤炭利用项目又可分为基础研究、应用基础研究、应用研究和示范项目等 4 类。表 2 对不同的美国煤炭利用项目的研究性质进行计量统计, 显示出在非 CCT 项目中, 以应用基础研究和应用研究项目为主, 数量也最多, 依次为 174 项和 152 项, 分别占该类项目数量的 41.8% 和 36.5%。在 CCT 项目方面, 非 CCT 资助项目和 CCT 资助项目中应用研究项目的数量最多, 所占比例分别高达 58.3% 和 60%, 而 CCPIP 项目中示范项目的数量最多, 所占比例为 70%, 其中 CCPIP 项目和 CCT 资助项目中 20 年来没有启动基础研究项目。这表明美国煤炭利用项目研发中较为重视应用研究和示范项目。

表2 美国煤炭利用项目的项目性质分布情况

项目类别	非 CCT 项目		CCT 项目研究计划					
			非 CCT 资助项目		CCT 资助项目		CCPIP 项目	
	项数	比例/ %	项数	比例/ %	项数	比例/ %	项数	比例/ %
基础研究	79	19.0	6	16.67	-	-	-	-
应用基础研究	174	41.8	2	5.56	1	20	3	30
应用研究	152	36.5	21	58.33	3	60	-	-
示范性项目	11	2.6	7	19.44	1	20	7	70
总数	416	100	36	100	5	100	10	100

3.3 项目经费分布情况

按照投入经费的多少,美国煤炭利用项目可分为1000万美元以上项目、100~1000万美元项目、10~100万美元项目和10万美元以下项目等4类。图3表示出美国煤炭利用项目的经费投入情况。从各类资金投入的项目数量来看,由于非CCT项目的数量庞大,因此在各类资金投入的项目数量也占有绝对优势。从所占比例上看,10万美元级经费项目中,非CCT项目和非CCT资助项目数量最多,分别占该类项目的45.4%和41.7%,而在CCPIP项目和CCT资助项目中1000万美元以上项目数量占比最大,均达到该类项目的80%,这表明CCPIP项目和CCT资助项目主要针对金额较大的洁净煤技术的重点项目。

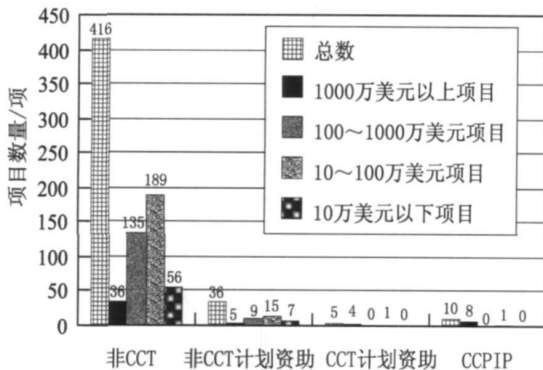


图3 美国煤炭利用项目资金投入情况

3.4 主要承担机构的分布情况

从承担项目机构的性质划分,美国煤炭利用项目承担机构可以分为大学、科研机构和企业(设有研发机构的企业)3类。表3主要对项目资金投入达到10万美元以上的美国煤炭利用项目的承担单位分布情况进行检索分析,检索到的项目总数为400项,通过分析发现在承担千万美元级以上项目中,企业数量(38项)远远多于院校(7项)和科

研机构(7项),在该类项目中所占比例达到73.1%,反映出在承担该类项目中,企业占有绝对优势,经过对该类项目类别的分析,发现该类项目主要以集研究、试验、示范工程于一体的综合示范项目和应用研究项目为主。相反,在10万美元级项目中,以大学承担的项目数量为最多,达到93项,在同级别项目中所占比例达到46.0%。

3.5 发展重点分析

通过对美国煤炭利用项目的主题词进行检索,发现美国煤炭利用项目主要集中在煤炭提质、循环流化床燃烧、煤炭液化气化、IGCC研究开发和示范、碳捕获和封存等技术方面,为此对这些重点技术项目分别进行统计,如表4所示。美国在碳捕获和封存方面的煤炭利用项目数量最多,达到83项。其中在非CCT项目中,碳捕获和封存方面的研究项目数量最多,达到79项;其次为汞、氮氧化物、二氧化硫等多种污染物生成和脱除方面的研究项目数量,为58项。在非CCT资助项目中,汞、氮氧化物、二氧化硫等污染物生成和脱除方面的项目数量最多,为13项;在CCT资助项目和CCPIP项目中,从第3.3节中可知在这两类项目中千万级以上项目达到80%,因而它们项目数量虽少,但经费投入较高,具体集中在碳捕集和封存、煤气化联合循环发电系统研究、低质煤炭提质研究、煤炭制油制气、燃煤污染排放控制研究方面;从上述分析中,表明美国非常重视煤炭高效清洁利用技术的研究开发和应用,以及对石油替代产品的研究和利用。

4 总结

从上面美国煤炭利用项目的分析中,可以看出美国是较早重视煤炭清洁技术研究开发和应用的。总的看来,美国煤炭利用项目的研究已经从

最早的煤炭高效燃烧利用、污染物排放、碳捕获等单一计划，逐步发展到燃煤系统最初设计、高效燃烧、多种污染物排放控制、碳捕获和封存及其评价等方面为一体的系统性、综合的研究和开发上。从项目数量上看，自1988年至今，美国煤炭利用项目的数量有较大幅度增加，表现出美国对煤炭开发和利用技术越来越重视，尤其重视IGCC、低质煤炭提质、煤炭制油制气、燃煤污染排放控制等煤炭

高效清洁利用技术的研究和开发；在项目性质的分布上，虽然美国在煤炭基础研究、应用性基础研究、应用研究和示范项目上分别开展不同程度的研究工作，但最为重视应用研究和示范项目的开发；在项目承担机构上，美国较重视具有自主研发机构的大型能源企业的参与以及加盟重大项目的研发和示范。

表3 美国煤炭利用项目承担机构在不同项目中的分布情况

承担机构	大学	研究机构	企业	合计	所占比例/ %
千万美元级项目	7	7	38	52	13
百万美元级项目	44	42	60	146	36.5
10万美元级项目	93	43	66	202	50.5
合计	144	92	164	400	100
所占比例	36%	23%	41%	100%	-

表4 主要研究方向的分布情况

研究方向	非 CCT 项目	CCT 项目			总数
		非 CCT 资助项目	CCT 资助项目	CCPIP 项目	
碳捕获和封存研究	79	2	1	1	83
煤气化联合循环发电系统 IGCC 研究	29	1	1	2	33
循环流化床燃烧研究	19	3	-	-	22
煤炭提质	8	2	2	-	12
煤炭转化制油制气	22	1	1	2	26
汞、NO _x 、SO _x 等多种污染物的排放控制	58	13	-	5	76
富氧燃烧研究	14	4	-	-	18
总数	229	26	5	10	270

参考文献:

[1] Zhao Yongchun, Zhang Junying, Huang Wenchun. Arsenic emission during combustion of high-arsenic coals from southwestern guizhou, China [J]. Energy Conversion & Management, 2008, 49 (4)

[2] Dahowski R T, Dooley J, Davids on C. Regional differences in carbon dioxide capture and storage markets within the United States [M]. Greenhouse Gas Control Technologies 7, Oxford: Elsevier Science Ltd, 2005

[3] Meisen A, Shuai X. Research and development issues in CO2 capture [J]. Energy Conversion and Management, 1997, 38

[4] U. S Department of energy. Annual coal report 2008

[R]. 2009, 9, 18 <http://www.eia.doe.gov/cneaf/coal/page/acr/acr.pdf>

[5] U. S Fossil Energy R&D Project Data Base U. S Department of Energy. URL: <http://fossil.energy.gov/programs/projectdatabase/index.html>

[6] U. S Coal Energy R&D Project Data Base U. S Department of Energy. URL: <http://fossil.energy.gov/search/fossilweb/query.html>

作者简介: 魏凤 (1977-), 女, 武汉人, 博士, 副研究员, 长期从事能源技术开发及其战略情报研究的工作。

(责任编辑 温子伯)