

低碳经济规划下 企业节能减排项目 投资决策

—实物期权视角

Investment Decision-making
on the Energy Saving Project
of the Enterprise under the
Low-carbon Economy with
Real Option

周远祺 著
杨金强



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

低碳经济规划下企业节能减排 项目投资决策——实物期权视角

Investment Decision-making on the Energy Saving
Project of the Enterprise under the Low-carbon
Economy with Real Option

周远祺 杨金强 著



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

低碳经济规划下企业节能减排项目投资决策:实物期权视角/周
远祺,杨金强著. —武汉:中国地质大学出版社,2016. 11
ISBN 978—7—5625—3913—1

I. ①低…

II. ①周…②杨…

III. ①企业—节能减排—投资决策

IV. ①F275.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 256243 号

低碳经济规划下企业节能减排项目 投资决策——实物期权视角

周远祺 杨金强 著

责任编辑:舒立霞

责任校对:代莹

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074
电 话:(027)67883511 传真:027883580 E-mail:cbb@cug.edu.cn
经 销:全国新华书店 <http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:880 毫米×1230 毫米 1/32 字数:19 千字 印张:4.125
版次:2016 年 11 月第 1 版
印刷:武汉三新大洋数字出版技术有限公司 2016 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978—7—5625—3913—1

定价:38.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

内 容 简 介

本书是针对企业尤其是高能耗企业节能减排、产能过剩、利润微薄、亏损及低碳经济发展规划的问题,采用实物期权法,结合随机过程、微分对策理论、随机最优控制理论等有关的金融学知识,通过 Matlab 软件编程对节能减排项目在低碳经济规划下的风险规避和投资评价作了有针对性的分析,得出对理论界和实业界研究人员有参考意义的理论成果。

本书系统阐述了低碳经济规划下企业节能减排项目投资实物期权特性,构建了低碳经济规划下企业节能减排项目实物期权的投资决策模型,分析了不确定性因素对企业节能减排项目投资决策的影响,提出了低碳经济规划下钢铁企业节能减排项目的投资选择路线。最后,针对钢铁、石油化工、发电企业的节能改造项目做了具体的投资决策分析,并提供了相关的政策建议。

本书的读者对象为公司金融、金融数学、数量经济学、管理科学与工程等领域及节能减排项目投资的相关研究者、研究生、企业界的从业者。

公式符合及标记列表

公式符合及标记	代表的含义
I	项目初始投入成本(万元)
q	节约煤的量(万吨/年)
p	减排的 CO_2 量(万吨/年)
μ	煤价(化石燃料价格)增长率
σ	煤价(化石燃料价格)波动率
r	投资贴现率
λ_g	碳交易价格处于好的状态的转换强度
λ_b	碳交易价格处于坏的状态的转换强度
C_g	碳交易价格处于好的状态的价格(元/吨)
C_b	碳交易价格处于坏的状态的价格(元/吨)
g	碳交易价格处于好的状态
b	碳交易价格处于坏的状态
$F(L)$	项目的期权价值(万元)
$F(L) \equiv F(L, C)$	$F(L)$ 完全等于 $F(L, C)$
$*$	项目处于最佳的投资阈值状态
L	煤(化石燃料)的价格
$\in$	属于
τ	任意时刻
t	时间(年)

前 言

低碳经济的内涵是以低自然资源消耗、低排放、低污染实现高的碳生产率,从而达到高的经济社会发展水平以及高的生活水平 and 生活质量的一种经济发展模式。其核心内容是:发展低碳能源技术,提高能源效率,改善能源结构,转变经济增长方式,建立低碳经济发展模式和低碳社会消费模式,长远实现温室气体近零排放,实现经济社会与资源环境的协调和可持续发展(何建坤, 2011)。低碳在未来将体现一个国家的核心竞争力,在未来 20 年或者 30 年里,在低碳经济、节能减排时代,企业做好低碳经济规划将关乎企业的输赢甚至生死存亡(林伯强, 2010)。发达国家利用气候变化问题,在产业发展和国际贸易等方面进一步挤压发展中国家的发展空间。2012 年,国家发展改革委副主任解振华曾在全国发展改革系统应对气候变化工作会议上表示:“特别是在后金融危机时期,为抢占新一轮经济科技竞争制高点和‘话语权’,发达国家一面利用自身技术和资本优势推进以高能效、低排放为核心的‘低碳革命’,着力发展‘低碳技术’,并对产业、能源、技术、贸易等政策进行重大调整,加快发展新能源、低碳节能等新兴产业;另一面借应对气候变化的名义,企图对发展中国家设置

碳关税、‘环境标准’等贸易壁垒。”我国当前正处于工业化、城镇化加快发展的阶段,温室气体排放总量大、增速快,面对国际经济贸易的挤压以及可持续的发展,我国已不可能像发达国家工业化时期一样无限制排放温室气体,必须做好低碳经济规划,采取有效措施,努力减缓温室气体排放增速,并尽最大可能抢占低碳经济科技竞争的制高点和“话语权”,这对我国作为最大的发展中国家来说,将面临前所未有的挑战。

当前我国高能耗企业的情况是产能过剩,能耗高,利润微薄或亏损,总体技术装备水平不高,先进生产能力和落后生产能力并存,单位产品能耗水平参差不齐;大部分产品附加值不高,企业竞争力不足。为此,为加大节能降耗力度,进一步提高工业能源利用效率和能源生产率,改造提升传统制造业,建立资源节约型、环境友好型产业结构和生产方式,破解能源资源环境制约,走中国特色新型工业化的低碳道路,我国制定了一系列的政策及规划,如《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》《工业转型升级规划(2011—2015年)》《国务院“十二五”节能减排综合性工作方案》《节能减排规划(2011—2015年)》《国务院关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见》《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》《重点区域大气污染防治“十二五”规划》《国家适应气候变化战略》,还有各高能耗企业的发展规划等。这些宗旨和规划的主题目标是建立资源节约型、环境友好型产业结构和生产方式,破解能源资源环境制约,走中国特色新型工业化的低碳道路。实现以上目标的宗旨就是坚持以市场为导向,以企业为主体,强化

技术创新和技术改造,促进“两化”深度融合,推进节能减排和淘汰落后产能,合理引导企业兼并重组,增强新产品开发能力和品牌创建能力,优化产业空间布局,全面提升核心竞争力,促进工业结构优化升级^①,占据低碳经济的制高点。

在以上政策和规划的指引下,企业进行节能减排,升级改造是必然,只是这些转变是一个渐变的过程,不可能一步到位,需要企业根据自己的经济实力和未来的发展目标来逐步完成。当前,我国高能耗企业面临的主要问题是在国家提出这些低碳经济发展规划和节能减排的途径及措施时,企业当前该如何根据自身的特点和低碳经济的发展目标选择节能减排项目,如何有效地逐步实施低碳经济的规划,具体的问题是:①企业的经济效益如何与节能减排有效相结合;②当前企业节能减排的投资规模如何与未来发展投资规模协调;③当前采用多大的投资规模,采用怎样的减排措施,与企业对传统工业进行技术改造升级相协调;④现有产品的生产线和提高附加值产品的生产线如何进行过渡,是对已有的设备进行改善,还是选择减少落后的生产线,引入新的生产线,再或是加强技术革新;增加新能源使用比率等减排措施。以上这些问题协调的好坏直接影响着企业未来可持续的竞争力和低碳经济的制高点。为此,对我国工业企业节能减排的投资规模和项目的选择需要在低碳经济的规划下进行投资分析。

此外,企业进行节能减排技术的投资需企业具强有力的资金

^①《工业转型升级规划(2011—2015年)》中工业转型升级的重点任务。

做后盾,节能减排技术随着科学技术的发展会不断地提高节能减排水平,节能减排技术的投资成本将在技术不断提高下而有所降低,企业的产品也随技术的提高不断开发出具有创新低碳新功能的产品,因此,在低碳经济的规划下对企业的投资规模、投资技术的选择以及投资时机的确定就显得尤为重要。

在当前国内外经济低迷,国内经济增速放缓,以及未来经济发展预测不稳,煤炭价格持续走低,欧洲 CO₂ 排放权交易价格也走低到 4 美元/吨左右,我国的高能耗企业在产能过剩、利润微薄或亏损、企业节能减排的内生动力不足的情况下,本书针对国家不同时期的减排目标,在保持企业自身发展的情况下,指导企业进行渐次的改进,权衡社会发展的目标和企业发展的战略目标,进行节能减排投资规模、投资时机以及节能减排技术的选择。

本书采用实物期权法,分析化石燃料的价格、碳交易价格、节能减排的量、国家政策节能减排指标、企业经济实力、投资成本,考虑经济状态的波动跳跃,依据理论推导方法,随机分析,随机最优控制,建立实物期权的投资分析模型,分析企业在低碳经济的规划下如何选择当前节能减排的投资项目,当前的投资规模和时机与企业当前的经营中短期的战略目标及长远战略目标怎样协调,以及企业在未来的竞争性问题,指导企业根据自己的经济实力、能耗需求、化石燃料、碳交易的价格以及国家政策的变化和企业的长远发展进行节能减排项目的投资。本书的研究将有利于企业做好节能减排投资规划,控制节能减排投资风险,尤其是后续再投资的风险控制问题,帮助企业切实可行地实现国家规定

的“十二五”节能减排目标,也有利于实现我国政府 2009 年在哥本哈根气候峰会上的承诺。此外,还有利于企业中长期发展的低碳经济战略,寻求低碳经济的制高点,同时也为政府的宏观调控提供政策建议。

本书得到国家自然科学基金青年科学基金项目、教育部人文社会科学研究青年基金项目、中国博士后科学基金项目资助,在此表示感谢!

书中如有不足之处,敬请读者批评指正。

著 者

2016 年 10 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 节能减排项目实物期权评价理论研究动态	(1)
第二节 本书结构和内容	(4)
第三节 本书特色	(7)
第二章 节能减排项目投资的实物期权特性	(13)
第一节 我国企业发展低碳经济的节能减排	(13)
一、我国发展低碳经济及企业节能减排的难度	(13)
二、我国企业发展低碳经济及节能减排的规划和途径...	(16)
第二节 我国企业节能减排项目投资的影响因素	(18)
一、碳交易及碳交易价格波动	(18)
二、化石燃料价格的波动	(25)
三、国家减排政策及低碳经济规划	(28)
四、企业运营及低碳经济发展战略	(29)
五、经济跳跃的幅度	(30)

第三节 企业节能减排项目投资的实物期权特性	(31)
一、实物期权的内涵	(31)
二、企业节能减排项目实物期权法适用的条件	(32)
三、企业节能减排项目的实物期权特性	(32)
四、企业节能减排项目的实物期权与金融期权的比较...	(34)
五、企业节能减排项目投资决策实物期权分析的内容...	(35)
六、企业节能减排项目投资选择的实物期权评价原则和 依据	(39)

第三章 企业节能减排实物期权投资决策方法 (40)

第一节 模型参数设计	(41)
一、碳交易价格的不确定性	(41)
二、未来化石燃料煤的价格变化	(42)
三、企业节能减排项目的节能减排投资收益	(43)
四、企业节能减排项目投入的成本	(43)
第二节 企业节能减排项目投资决策模型的建立	(44)
第三节 模型求解及最优投资策略	(44)
一、情景一	(45)
二、情景二	(47)
三、情景三	(47)

第四章 不确定性因素对企业节能减排项目投资决策的影响	(49)
第一节 模型主要参数选择	(49)
第二节 模型应用——最佳投资规模和投资时机的数值模拟	(50)
第三节 不确定性因素对企业节能减排项目最佳投资时机的影响	(53)
一、煤价的波动率对节能减排项目最佳投资时机的影响	(53)
二、碳交易价格的跳跃对节能减排项目最佳投资时机的影响	(56)
三、投资贴现率的波动对节能减排项目最佳投资时机的影响	(59)
四、节能减排的量对节能减排项目的最佳投资时机的影响	(62)
五、投资成本对节能减排项目投资时机的影响	(65)
六、经济状态跳跃变化的幅度对节能减排项目的最佳投资时机的影响	(68)
第五章 低碳经济规划下钢铁企业节能减排项目的投资选择	(71)
第一节 钢铁企业面临两大难题：节能减排、产能过剩	(71)

第二节	钢铁企业低碳化发展节能减排的指导思想	(72)
第三节	钢铁企业低碳化发展节能减排途径的优劣分析	(74)
第四节	钢铁企业低碳经济规划下节能减排项目的投资 选择	(81)
第六章	“十二五”钢铁企业能耗优化项目的投资决策	(85)
第一节	模型主要参数选择	(86)
第二节	项目最佳投资规模和时机	(87)
第三节	与“十二五”减排指标下项目最佳投资时机对比	(89)
第四节	CO ₂ 排放权交易价格对项目的最佳投资时机的 影响	(91)
第五节	钢铁企业节能减排短期战略投资	(92)
第七章	石化企业能耗优化项目的投资决策	(94)
第一节	模型主要参数选择	(94)
第二节	数值结果分析	(96)
第三节	石化企业节能减排短期投资战略	(99)

第八章 发电企业节能改造项目投资策略	(100)
第一节 案例及参数值选择	(101)
第二节 项目的最佳投资时机	(103)
第三节 碳价与节能改造投资策略	(104)
一、当前碳价格低,未来经济状态好时	(104)
二、未来经济状态好,当前经济不好时	(106)
第四节 节能改造技术与节能改造投资策略	(108)
主要参考文献	(110)



第一章 绪 论

第一节 节能减排项目实物期权评价理论研究动态

低碳、环保、节能的投资决策是目前研究的热点。目前关于低碳环保节能的投资分析方法中有传统的成本收益法和实物期权法。传统的成本收益法不适合分析投资收益不确定性的项目。Nordhaus (1991), Falk 和 Mendelsohn (1993), Maddison (1995) 的研究也表明运用传统的成本和收益评估法会误导企业, 使企业对减排政策不太积极或推迟。而实物期权投资分析法则是低碳环保节能投资理论界研究的热点。

实物期权思想从 Myers 于 1977 年提出概念以来, 其在理论和应用上已经得到了认同。实物期权法广泛运用于未来不确定性、投资不可逆的自然资源投资的项目分析中, 如 Winson (1996), Frimpong 和 Whiting (1997), Abdel Sabour (1999, 2001)。相对于传统的成本效益分析投资决策方法, 实物期权法具有管理投资的灵活性以及对风险的灵活控制

的特点。低碳节能减排方面的投资决策具有很大的不确定性,如气候政策、化石燃料和非化石燃料价格、碳交易价格等都具有很大的波动和变化,而且投资不可逆,因此很适合使用实物期权分析法。目前很多学者已经使用实物期权分析法对低碳节能减排投资领域进行决策分析,并取得了一定的研究成果。较早采用实物期权方法分析全球气候变暖的问题的学者如 Peck 和 Teisberg(1993),Kolstad(1995),Schimmelpfennig(1995),Birge 和 Rosa(1996)。Mahnovski(2006)提到从投资时间的决策角度分析,实物期权法较其他方法更能够处理有关能源排放相关的战略评估问题。

近几年运用实物期权理论进行环保节能减排投资决策的研究大多集中在电力部门运用可再生能源、清洁能源、碳捕获、碳封存等大型低碳技术项目的评价上,具有代表性的有 Boomsma 等(2012),Reuter 等(2012),Fuss 等(2012),Bednyagin 等(2012),Zhu 等(2011),Zhou 等(2010)等;少量关注交通和建筑等公共及私人消费领域投资决策的研究,代表性的有 Avadikyan 和 Llerena(2010);对于企业提高能效方面投资决策的研究相对较少,代表性的有 Abadie(2008,2010),Lin 和 Huang(2010,2011)。其中 Abadie(2013)主要对提高能效的项目建立了不确定性因素三维的投资决策模型,三维的不确定性包括化石燃料价格、碳排放权交易价格以及投资成本的波动性。Lin 和 Huang(2010),则采用了托宾 Q,考虑了托宾 Q 的波动建立实物期