

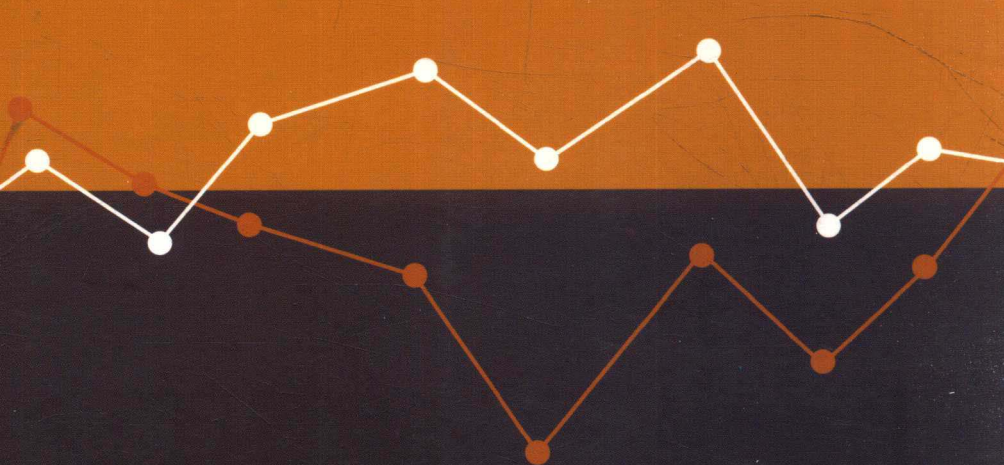
TIANQI YANSHENGPIN JIAOYI

DE FULI XIAOYING CEDU JIQI ZAI ZHONGGUO DE KAIFA KUANGJIA YANJIU

天气衍生品交易

的福利效应测度
及其在中国的开发框架研究

陈信华 孟一坤 著



5 上海大学出版社

本书得到上海市教育委员会科研创新项目
(项目批准号 ZS064)资助,为该项目的研究成果。

天气衍生品交易的福利效应测度 及其在中国的开发框架研究

陈信华 孟一坤 著

上海大学出版社

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

天气衍生品交易的福利效应测度及其在中国的开发框架研究/陈信华,孟一坤著. —上海:上海大学出版社,2016.6

ISBN 978-7-5671-2328-1

I. ①天… II. ①陈… ②孟… III. ①天气-衍生物-市场交易-研究-中国 IV. ①F724.741

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 115226 号

责任编辑 金鑫 封面设计 倪天辰

天气衍生品交易的福利效应测度 及其在中国的开发框架研究

陈信华 孟一坤 著

上海大学出版社出版发行

(上海市上大路 99 号 邮政编码 200444)

(<http://www.press.shu.edu.cn> 发行热线 021-66135112)

出版人:郭纯生

*

南京展望文化发展有限公司排版

上海叶大印务有限公司印刷 各地新华书店经销

开本 890×1240 1/32 印张 7.75 字数 194 千

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5671-2328-1/F·155 定价:38.00 元

目录

CONTENTS

绪论	1
0.1 本书的研究背景	1
0.1.1 全球气候变暖及其引发的气象变化	1
0.1.2 人类社会对气候威胁的反应	5
0.2 本书的研究意义	9
0.2.1 天气衍生品的诞生与品种种类	10
0.2.2 定量测度天气衍生品福利效应的理论启示 意义	21
0.2.3 探讨天气衍生品在中国开发框架的实践 借鉴意义	23
0.3 本书的研究内容与方法	25
0.3.1 研究内容	25
0.3.2 研究方法	26
0.4 本书的创新之处	27
0.5 本书的研究框架与技术路线	28
 第一章 现状研究	 31
1.1 气候风险管理的迅猛兴起	31
1.1.1 气候风险之内涵与归类	31
1.1.2 三种气候风险之间的关系	37

1.1.3	天气保险与天气衍生品	41
1.1.4	天气衍生品定价的特殊性	44
1.2	全球天气衍生品交易的蓬勃发展	47
1.2.1	发展规模	48
1.2.2	自身特征与发展特征	50
1.2.3	最新发展动态	62
1.3	中国发展气候风险管理的动态	63
第二章 文献综述		69
2.1	天气衍生品文献分类和总说	69
2.1.1	天气敏感性分析	69
2.1.2	天气衍生品的名片式介绍	73
2.1.3	天气衍生品定价方法研究	75
2.1.4	引入天气衍生品对一国产业的影响分析	77
2.1.5	引入天气衍生品对企业套期保值的效率分析	78
2.2	天气衍生品福利效应方面的文献	79
2.2.1	均衡市场的福利效应	80
2.2.2	套期保值的福利效应	82
2.3	中国发展天气衍生品方面的文献	85
第三章 宏观测度：市场体系均衡的福利变化		88
3.1	构建市场一般均衡的依据	88
3.2	重构市场一般均衡的必然	91
3.2.1	去管制化下电力市场引入天气衍生品的必然	91

3.2.2 引入天气衍生品带来福利变化的内在机制	96
3.3 改变市场一般均衡的福利测度	98
3.3.1 数据来源与统计性描述	98
3.3.2 基本模型与实证方法	100
3.3.3 测度结果与原因分析	110
第四章 中观机理：高敏感度行业的套保福利	119
4.1 套保条件之行业天气敏感度	119
4.2 套保条件之连接标的城市	122
4.3 中国区域农业的套保福利测度	135
4.3.1 数据来源与模型推导	135
4.3.2 参数估计	143
4.3.3 数值模拟	146
4.3.4 结果评价	147
第五章 微观基础：企业平稳收入的效用激励	151
5.1 天气头寸的分布与应对	151
5.2 企业对天气衍生品需求的内因：平稳收入	154
5.2.1 数据来源与描述性统计	155
5.2.2 协整分析与结果评价	156
5.3 天气衍生品福利增进的激励：一个理论模型	158
5.3.1 气候风险管理产品的四点作用	158
5.3.2 模型变量与假设	161
5.3.3 模型推导与分析	161

第六章 天气衍生品在中国的开发框架	165
6.1 天气衍生品福利效应测度的结论	165
6.2 中国试办天气衍生品的气象环境	167
6.2.1 中国面临的气象灾害与异常气候的种类.....	167
6.2.2 中国农业承受着巨大大气候风险.....	170
6.3 中国试办天气衍生品的市场条件	172
6.3.1 天气衍生品市场上的保值者和投机者.....	172
6.3.2 衍生品交易的风险控制问题.....	176
6.4 构筑中国天气衍生品交易框架的几点政策建议	181
6.4.1 为农业发展服务是中国试办天气衍生品的 重点.....	181
6.4.2 中国试办天气衍生品交易的最佳地点当属 上海.....	183
6.4.3 其他几点有关中国开展气候风险管理的 政策建议.....	187
 参考文献	 195
 附录	 215

绪 论

0.1 本书的研究背景

自 18 世纪中叶工业革命以来,伴随着工业化和城市化的进程,人类社会的物质条件不断得到改善、生活质量明显得到提高。但与此同时,各国也感受到来自气候的威胁,它主要表现为:全球气候变暖、极端天气频发、气象变化异常。虽然气候科学家在某种程度上把这些对地球产生了深远影响的气象异变归咎于厄尔尼诺(El Nino)现象、拉尼娜(La Nina)现象及海表层温度变化等自然界发生的气象条件随机变化,但人类社会的生产活动和消费模式对气候变暖、环境污染、生态退化也有着不可推卸的责任。

0.1.1 全球气候变暖及其引发的气象变化

全球气候变暖 自工业革命以来,全球平均气温已上升了 0.9 摄氏度。全球气候变暖是一种自然现象,有些温室气体原本就存在于大气中,但人类社会焚烧了太多的煤炭、石油和天然气等石化燃料则打破了原有的平衡。因为石化燃料的燃烧会释放出大量的

二氧化碳(CO₂)等温室气体^①;与此同时,人类还砍伐了太多的原始森林,而森林具有吸收二氧化碳、释放氧气的功能。世界气象组织(WMO)的数据显示,大气中的二氧化碳含量或浓度从工业化前的 278 ppm(part per million,百万分比浓度)增加至 2014 年的 397.7 ppm。温室气体具有吸热和隔热的功能,温室效应的不断积累使得太阳辐射到地球上的热量无法向外层空间发散,其结果就是地球表面温度升高,全球气候变暖。

全球气候变暖会导致冰川和冻土消融、海平面上升等,这不但危害自然生态系统的平衡,而且威胁人类的生存。假定人类对现有温室气体排放速度坐视不管,全球平均气温的升高按目前状况持续下去的话,到 2100 年全球平均气温将升高 3.7~4.8 摄氏度。届时将导致格陵兰冰盖融化,海平面因此将升高约 7 米。更可怕的是,如果南极冰盖全部融化,它给地球造成的灾难更是毁灭性的。

全球气候变暖不仅仅是一个自然生态及环境的问题,它还会导致疾病蔓延、水资源枯竭、能源供不应求、粮食和饮用水短缺、卫生条件恶化等一系列影响数十亿人生活和健康的严重问题。由于气候变暖对各国的粮食安全、生态安全、能源安全都构成了威胁,有关国家之间为争夺水资源和能源的控制权而爆发局部战争的可能性大增。可见,全球气候变暖的影响无处不在,假如这种气象反常态势长期得不到遏制,它将导致天下大乱,民不聊生。

极端气候频发 全球气候变暖还引发了极端气候的频繁出现,导致诸如干旱、热浪、飓风、洪水和龙卷风等重大自然灾害的发生,从而给人类社会的发展造成重大破坏。特别是近几十年来,极端天气导致的气象灾害时有发生,而且强度也越来越大。如热带风暴更频

① 现代工业化进程除了过度依赖石化燃料而产生大量温室气体之外,火力发电厂和汽车尾气排放的二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x)以及 PM 2.5 等污染物也对大气环境造成了严重的破坏。

繁、更猛烈地光顾使有关国家的沿海地区蒙受重大灾害损失;而高温酷暑不期而至导致的森林火灾^①使许多家园毁于一旦。国际红十字会发布的报告称^②:在20世纪90年代,每年平均发生约200起与气候有关的自然灾害;而在刚刚过去的10年,这一数字增加到350起左右。气候灾害频频发生且很不平衡,在一些地区饱受洪涝灾害的同时,另一些地区却在干旱中倍受煎熬,真乃“寰球同此凉热”。

一个值得关注的现象是:3/4以上的极端气候灾害发生在发展中国家,99%死于自然灾害的人属于发展中国家。发达国家虽然也同样受极端天气的影响,如2003年在欧洲肆虐的强热浪天气造成几万人欧洲人丧生;又如2005年8月“卡特里娜”飓风席卷了美国墨西哥湾沿岸的四个州,导致1500人死亡,路易斯安那州首府新奥尔良市一夜之间成为一片泽国,酿成了美国历史上损失最惨重的自然灾害^③。但是,比起贫穷国家频繁发生的气象灾害动辄造成成千上万人死亡和失踪,这些损失还算是比较小的。

气象变化异常 这是指大自然的四季变化规律出现紊乱,异常天气频繁。在冷空气与暖湿气流相互交替的作用下,骤冷骤热,忽晴忽雨,或者出现暖冬(寒冬),或者出现凉夏(酷热),让人无所适从,从而影响了人类的正常生活。最近的例子是:从2016年1月22日开始,一场百年不遇的强劲暴风雪席卷美国东部地区,许多城市均创有记录以来最大降雪量,纽约州和其他10个东海岸州以及华盛顿特区因此进入紧急状态。这场名为“乔纳斯”(Jonas)的冬季风暴令美国东部地区的交通彻底瘫痪,近万架次航班被取消,商店关门,学校停课。包括首都华盛顿在内的东北部地区和部

① 据不完全统计,全球平均每年发生森林火灾22万次,受灾面积1000万公顷,约占森林总面积的0.1%。

② 见2009年6月16日公布的《国际红十字会》年度报告。

③ 据美国保险信息协会公布的数据,2005年美国的保险公司因“卡特里娜”“丽塔”和“威尔玛”三次大飓风而蒙受了610亿美元的保险损失,创下了历史纪录。

分南部地区有 8 500 万人的生活受到影响,有超过 20 万用户停电,并造成至少 24 人意外死亡。这场大雪造成的财产损失也很严重,受损的家园可能需要好几个月时间才能重建。

气候的异常除了给民众的生活带来严重不便之外,也对企业的日常生产经营活动造成影响。长期以来,企业将风险管理的焦点几乎全都集中在价格风险之上,而对于产销量的不确定性造成的收益波动则重视不够。实际上,与价格风险一样,数量风险(volume/quantity risk)对企业的生存与发展也至关重要。导致销售量出现不确定性的因素有许多,其中气候风险便是最突出的一个。所谓气候风险(weather risk),是指自然灾害的突然发生或气候条件的异常变化导致相关产品的供给和市场的需求发生巨大波动,从而使经济实体的生产成本、销售收入及毛利出现不确定性,并最终影响企业利润目标实现的可能性。

气候风险对于各类企业的影响是多种多样的。农业对天气最为敏感,如低温霜冻或气温过高容易使农作物出现病虫害、雨水过多形成涝灾或雨水过少导致旱灾都会使农作物减产,从而降低其收益。能源业受气候的影响也很大,太冷或太热都会导致全行业的收入和利润出现波动。另外,滑雪场的经营者希望下雪量大而且冬天持久,但这种气候对于从事交通运输的企业却是噩梦;雨雪天气对建筑施工也会形成障碍,可能造成工期延误。啤酒、冰淇淋、可乐等软饮料生产商以及空调、电风扇制造商显然希望夏天炎热,而夏天过于炎热对旅游业则有不利影响,旅游人数会出现下降。气候风险还影响金融企业(尤其是保险公司)的收益,如果降水量过少而导致大面积的旱灾,提供农业旱灾保险的保险公司将遭受损失;如果气温过低而导致农作物减产,提供农作物低温保险的保险公司将会减少收益;恶劣天气可能会导致更多的车祸,从而使保险公司需要开支更多赔付。甚至连市政管理也有一个气候风险管理的问题。如“乔纳斯”在美国肆虐时间尽管不长,但大量积雪使得雪后清理和生

活秩序恢复十分困难,而且“很烧钱”。华盛顿市市长表示,“乔纳斯”将耗尽该市的 620 万美元年扫雪预算。其他东部城市的财政也捉襟见肘,都在担心无力承担雪后清理费用。

0.1.2 人类社会对气候威胁的反应

然而,人纵使不能胜天,也决不能任天摆布!面对来自气候的威胁,人类社会正在全力以赴作出积极反应。

国际社会为减缓全球气候变暖趋势所作的努力 全球气候变暖对自然生态环境产生灾难性影响,直接威胁着人类的生存与发展。有鉴于此,国际组织和各国政府自 20 世纪 90 年代起开始商讨并采取措施来积极应对全球气候变暖。国际社会的反应和行动基于一个普遍共识:即除了大自然本身的因素之外,全球变暖在相当程度上是由于人类不可持续的生产活动消费行为造成的,因此,必须通过减少温室气体排放量来加以控制。1992 年 6 月在巴西举行的联合国环境与发展大会上,150 多个国家和地区制定了《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC),从而奠定了应对气候变化国际合作的法律基础。1997 年 12 月参加第 3 次公约缔约方会议的 149 个国家和地区的代表达成了《京都议定书》(Kyoto Protocol)。该议定书对发达国家明确规定了具有法律约束力的温室气体^①的量化减排目标与完成期限,同时还引入了 3 种灵活的国际合作机制来帮助各国来实现其减排目标。

《京都议定书》第一承诺期到 2012 年结束,在此之前 7 年(始于 2005 年)开始启动的第二承诺期减排目标的谈判进程非常艰难

^① 《京都议定书》将二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCS)、全氟化物(PFCS)、六氟化硫(SF₆)6 种气体定为温室气体。其中,二氧化碳为最大宗,所以温室气体排放的计算都以每吨二氧化碳当量(tCO₂e)为单位。

与缓慢,直到 2015 年 11 月《联合国气候变化框架公约》第 21 次会议最终通过了具有法律约束力的《巴黎气候协定》^①,重新制定出雄心勃勃的减碳目标。该协定的要点主要有:196 个缔约方中有 187 个提交了本国 2020 年生效的抗击气候变化的承诺方案^②。每个国家都要承诺采取必要措施,并可利用市场机制(如排放量交易)来实现目标。各国应每 5 年上调一次承诺,以便能随着时间的推移而提高目标,保证将全球平均气温较工业化前水平升高的幅度控制在 2 摄氏度之内的目标得以实现。同时,各国承诺尽一切努力使其不超过 1.5 摄氏度,从而避免更灾难性的气候变化后果。

温室气体减排与碳交易市场 政治思维的转变加快了正在发生的经济转型。在明确了宏观层面的奋斗目标并作出政策承诺之后,西方发达国家在市场层面创造性地开展了二氧化碳排放权和排污权的交易,引导微观企业以市场机制来促进温室气体减排,以经济方式来缓解环境问题。

欧盟排放交易体系(EU ETS)于 2003 年建立并于 2005 年起开始运行,这是目前世界上最大和最有影响力的强制性碳交易市场。而 2003 年成立的芝加哥气候交易所(Chicago Climate Exchange, CCX)是全球唯一同时开展 6 种温室气体自愿减排交易的市场^③。2004 年,CCX 在欧洲建立了一个全资拥有的欧洲气候交易所(European Climate Exchange, ECX);此外,美国的芝加哥气候期货交易所(CCFE)和纽约商品交易所(NYMEX)下属的

① 这项协定在得到排放量占全球 55%的至少 55 个缔约方批准之后,方才正式生效。

② 中国承诺 2030 年的排放量将达到峰值,并争取尽早实现。届时单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降六成至六成半;森林蓄积量比 2005 年增加 45 亿立方米。到 2017 年,中国还将启动国家碳交易系统,对工业碳排放进行限制并要求企业为政府颁发的碳排放许可支付费用。

③ 之所以说 CCX 是一个自愿性市场,其背景是:尽管美国签署了《京都议定书》,但 1997 年 6 月美国参议院通过法案拒绝签署同意任何“不同对待发展中国家和工业化国家的,有具体目标和时间限制的条约”。由于立法机构的阻挠,美国政府于 2001 年退出了《京都议定书》。

绿色交易所(GreeX)以及蒙特利尔气候交易所(MCeX)、澳大利亚气候交易所(Envex)等也都在进行碳交易活动。除了现货交易以外,基于配额和基于项目的欧盟排碳配额(European Union Allowances, EUA)、核证减排单位(Certified Emission Reduction Unit, CER)以及减排单位(Emission Reduction Unit, ERU)等排放权指标还有期货、期权等衍生品交易,这被称作“环境衍生品”(Environment Derivatives)^①。

到目前为止,我国已在北京、上海、天津、长沙、武汉、深圳、昆明7个城市建立了环境能源交易所;政府还将于2017年启动一项国家性计划——实行总量管制与交易(Cap-and-Trade)制度,建立全国碳排放交易市场,以帮助实现碳排放在2030年左右达到峰值、单位GDP二氧化碳排放比2005年下降60%~65%的目标。

应对极端天气的市场交易 从微观经济主体的视角来分析,除了需要采取各种措施以减少温室气体和污染物的排放、降低环境风险之外,企业还应该对极端天气频发和异常气象变化可能造成的收益波动和财务损失作出事先防范和事后补救,以不断提高气候风险管理的科学水平。

出于管理的需要,有必要将气候风险按其破坏程度作一个分类,即气候风险有极端形态和一般形态之分。极端形态的气候风险指的是灾难性气象事件发生的可能性,如洪水、干旱、飓风或台风、龙卷风等极端天气所引发的巨大灾害都属于这一类。

为应对极端天气所造成的自然灾害,各级政府都在大力地组织防灾、减灾、救灾工作。除此之外,企业与金融机构等经济主体也一直在积极寻找转移或抵补风险的方法。如保险公司利用统计学中的大数定理推出了一系列针对灾难性气象事件以及地震、泥

^① 除了温室气体排放权的期货和期权之外,环境衍生品还包括在美国大量交易的二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x)等污染物排放权的期货和期权。

石流等地质灾害的保险产品,企业可以事先通过向保险公司购买保单来对一些特定的自然灾害所造成的损失进行投保。

与此同时,承保极端天气灾害风险的财产保险公司对于超过其认为是最佳水平的那部分风险也需要进行规避,其传统的做法是透过再保险来转移那部分风险。然而,再保险市场对分散巨大风险也只能有限度地承受,如果频繁发生重大灾难,光靠基于大数定理之上的保费收入不足以保障再保险公司所承担的全部风险。如“9·11事件”以来,天灾人祸不断,不少保险业者因此而陷入财务危机。于是,人们开始透过资本市场寻求新的风险规避或风险分摊的方法,以转移有关金融机构所承受的过度风险。正是在这样的背景下,一种旨在应对重大天气灾害的巨灾债券(Catastrophe Bonds or CAT Bonds)应运而生^①。巨灾债券又称灾难债券,它一般与保险相关,是一种保险证券化产品^②,即保险连接证券(Insurance-Linked Security, ILS)^③。巨灾债券的回报严格基于灾难性气候风险,能用来应付极端的天气灾害出现后所产生的资金需要,把保险公司承保巨灾的风险在一定程度上移转到具有广度和深度的资本市场,由债券投资者一起来承担。对于保险公司来说,巨灾债券的发行不但可获得资金,同时也是分散风险的新渠道,能分担保险公司的再保风险。例如,过去一些重大天灾发生时,损失金额庞大,再保公司无力负担,时常发生倒闭危机。但是,假如保险公司透过资本市场的方式筹资,发行了巨灾债券,情况就会不同。一旦重大灾害发生,保险公司不必担心资金来源,照常履

① 巨灾债券诞生于1997年,是由美国USAA(United Services Automobile Association)首发。

② 在理论分析中,与资产证券化相对的是风险证券化;在实务操作中,后者就是保险证券化,其主要产品就是巨灾债券,此外还有一小部分是寿险证券化产品。

③ 有关保险联结证券市场的发展报告可参阅Morton N., Roger G. Beckwith. More Return; More Risk; Annual Review for the Four Quarters, Q2 2011 to Q1, Lane Financial, L. L. C., 2012: 16.

行赔偿责任。因为该类债券设有特殊条款,规定若发行人由于既定自然灾害而蒙受损失超过一定数额时,则其还本付息的责任可获延迟,甚至被完全豁免。

应对异常气象的企业活动 一般形态的气候风险则来源于非灾难性的天气变化,它是由气温、湿度、日照天数、降雨量、降雪量、风速、霜冻期等特定气候因素指标来反映的气候异常。这类气候风险对经济的影响是潜移默化的,其造成破坏的程度也不那么剧烈。但是,这类天气变化发生的频率比较高,虽然单次影响比较小,但其累积效果却不容忽视,而且这类气候风险长期存在。

非灾难性的、一般形态的气候风险是投保和巨灾债券的盲点。鉴于气候的异常变化对经济活动有着巨大的影响,为了能有效管理企业的成本、收入及利润等关键财务指标所承受的气候风险,西方国家在传统的气象灾害保险之外,自 20 世纪末开始率先在金融市场上陆续推出了一些以气候因素作为基础变量的衍生品,即天气衍生品(weather derivatives)。

市场上同时存在着两种类型的金融工具,使企业进行气候风险管理空间增大,灵活性增加。例如,某能源企业想对暖冬(如冬天的平均气温比历史的平均气温高出 5 华氏度)进行保值。由于这是低风险、高概率事件,因此,企业可通过天气衍生品交易来达到这一目的。与此同时,由于企业地处龙卷风频发的区域,它还想避免龙卷风可能造成的巨大财务损失,对于这种高风险、低概率事件,企业则可从保险公司购买特定风险的保单来作事先防范。

0.2 本书的研究意义

本书聚焦于天气衍生品的福利效应测度与在中国的开发框架研究。由于天气衍生品最早是在美国创立的,且在全球范围内交

易量最大,气候风险管理市场最具广度与深度,所以,本书中研究所使用的数据与资料大多数与美国有关。但是,他山之石可以攻玉,这丝毫不影响我们根据中国的具体国情构建衡量天气衍生品交易的福利效应评价体系,进而开发和构筑符合中国国情的交易框架。美国在气候风险管理方面取得的成功经验,经过去粗取精、去伪存真之后,一定能拿来为我所用。

0.2.1 天气衍生品的诞生与品种种类

催生天气衍生品市场的是能源企业对气候风险管理的需求。尽管人们早已认识到气候风险是决定能源需求的重要因素,但由于美国政府的控制和市场的垄断,天气的不确定性并不影响能源的价格以及能源企业的收益和利润。但是,从20世纪90年代中期开始,美国政府逐渐放松对能源市场的管制,让能源定价进一步市场化,这就使得能源公司开始认真考虑气候风险的管理问题,从而形成了天气衍生品的诞生与发展所需的市场环境。

最早出现的天气衍生品交易 第一份天气衍生品合约是1997年美国科赫能源公司(Koch Energy)和安然公司(Enron)^①之间达成的、以1997年冬天美国的密尔沃基市的取暖指数(HDD)为标的变量的互换合同。尽管这是一项在场外达成的天气衍生品交易,但它标志着现代气候风险管理的诞生。从此以后,天气也变成了可以交易的一种特殊商品。

1999年9月,美国芝加哥商业交易所(CME)以标准合约的形

① 安然公司曾是位于美国得克萨斯州休斯敦市的一家企业,拥有约21 000名雇员,曾是世界上最大的电力、天然气等能源商品和服务公司之一,2000年的营业额达1 010亿美元。安然曾连续6年被美国《财富》杂志评选为“最具创新精神公司”,在“美国500强”中位列第七。2001年12月2日,这家拥有上千亿资产的公司因系统化的财务造假丑闻而突然宣告破产,从而成为美国历史上第二大企业破产案。