

气象服务经济效益译文集

经济效益编译组

气象出版社

气象服务经济效益 译文集

经济效益编译组

气象出版社

内 容 简 介

本译文集由一篇译序和十八篇译文组成。译文选自美国、苏联、日本及世界气象组织出版的专著及文集。

译序着重介绍了国内外有关气象服务经济效益工作的动向,以及在我国开展此项工作的重要性。译文分别介绍了各国有关气象服务经济效益的情况;评估气象服务经济效益的方法问题;以及经济决策最佳利用天气预报等问题。文章论述清楚,介绍的方法众多,是目前我国气象部门第一本有关此问题的专辑,可以对我国今后开展此项工作提供有益的借鉴。

本文集可供气象业务管理人员、国民经济各部门之经济管理者,以及有关科研教学人员参考。

气象服务经济效益译文集

经济效益编译组

责任编辑:曾令慧

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京顺义兴华印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 11.25 字数: 273千字

1986年6月第一版 1986年6月第一次印刷

印数: 1—3,000 统一书号: 13194·0201

定价: 2.70元

目 录

译序.....	(1)
天气对经济的影响及气象情报的潜在效益.....	吴贤纬译 (4)
英国气象服务的经济价值.....	纪乃晋译 (14)
澳大利亚的气象服务效益.....	张庆阳译 (21)
德意志联邦共和国气象服务的经济效益.....	张庆阳译 (29)
天气对美国建筑工业的经济影响.....	李松梅译 (32)
改进台风预报的成本效果.....	纪乃晋译 (40)
飓风警报对美国墨西哥湾沿岸地区居民活动和零售业的经济分析应用.....	纪乃晋译 (52)
用户利用水文气象情报效益的评估方法问题.....	吴贤纬译 (62)
国民经济中利用气象情报的经济效益鉴定方法.....	元来福译 (75)
国民经济中利用天气预报的经济效益鉴定方法.....	元来福译 (82)
利用成本/效益分析来估计气象服务的价值	纪乃晋译 (103)
中期天气预报的经济学.....	纪乃晋译 (107)
农业气象建议的经济效益鉴定方法.....	元来福译 (123)
根据天气预报采取最优决策.....	元来福译 (128)
关于提高水文气象情报利用效益的问题.....	元来福译 (137)
水文气象预报的概率概念和最佳利用.....	元来福译 (154)
根据气候资料采取决策.....	元来福译 (159)
气象与经济.....	张庆阳译 (168)

译 序

气象服务的经济效益问题日益为人们所重视是有原因的。一方面由于气象科学技术的发展,气象服务(包括天气预报、气候、资料及情报等多种手段的服务)的质量有明显提高,国民经济各部门从中得到了更多的好处;另一方面,随着生产技术和工艺过程的改进及管理水平的提高,国民经济各部门对气象条件的依赖性也相应增加。例如,在海上开发石油的钻井平台,对于大的风浪状况很敏感,平台在进行水下船体检验时,要求风力不能超过四级,七级风则须停止工作,停止一天将损失几十万元。因此,提前作出正确的风力预报就可以提前完成作业,获得很大的经济效益。这就是由于生产技术的发展,开拓了以前未曾涉足的应用领域,生产工艺过程对天气条件依赖性密切关联的例证之一。必须指出,由于保护环境和保护生态系统的问题日益突出,从长远战略角度来研究各种经济活动对大气环境的影响,也使气象的经济效益带有战略意义。

目前,我国各经济企业也都强调要提高经济效益,概括起来可以用优质、低耗、适销、高效及安全十个字来表达提高效益。在这几个方面,气象服务都可以给企业很多帮助,例如贵阳花溪砖瓦厂,合理利用气象预报安排生产,在接到第二天有大雨预报后,采取防害措施,使一百万块砖坯避免损失。又如天津国棉二厂根据气温、湿度等气象要素预报,合理启闭制冷设备,节省大量能源,十天就可节电7000度、水160吨、煤200吨。这仅仅是很小的例子,类似情况还很多。

因此,我们可以说,气象服务的经济效益主要表现在以下两个方面:

1.国民经济部门利用气象部门所提供的气象资料、气候分析或天气预报,在农业引种改制及工业规划设计、勘选合理建设或施工场所、改进工艺过程、改进管理组织方法、日常运营等方面得以充分利用自然气象条件(或气象资源),从而能提高产量和质量、节约人力物力、降低成本和能耗,使经济效益提高。这种气象服务效益可称之为获利,或称为“趋利”效益。

2.国民经济各部门,利用有关不利气象条件的预报,在制订生产计划、安排工作、日常生产运营调度等各方面,避开或者预防不利气象条件的影响,从而节约开支、减少损失,达到某种经济效益。这类气象服务效益可称之为避害效益。

当然,气象服务在国民经济部门产生的效益,有的是直接的,可以立刻用统计数字反映出来(如以上所举例子);有的却是间接的,只有通过很复杂的过程才能表现出来,过程较长,牵涉的因素多,比较难以考察,有时也称之为潜在效益。此外,气象条件有时并不直接作用在经济过程上,而是作用于人的心理、生理状态,或者直接造成人的生命伤亡。在这种情况下,气象服务效益也很难用经济数字衡量,只能称为气象服务的社会效果了。

国外关于气象服务经济效益的研究开始得较早,但主要是集中在六十年代和七十年代。大部分著作集中于讨论如何评价气象服务的经济效益,也有某些著作涉及气象部门内部业务和科研工作的成本与效益的比例问题。苏联的奥姆桑斯基(М·А·Омшанский)、奥布霍夫(А·М·Обухов)、莫宁(А·С·Монин)是苏联从事这方面研究的先驱者,做了有关水文气象服务经济效益的论述性工作。而在六十年代后期,帕加洛夫(Н·А·

Багров)、岗晋(Н.С.Гандин)、茹可夫斯基(Е.Е.Жуковский)等人则开始了评定经济效益的理论性研究,他们的主要注意力,放在各部门做经济决策时考虑水文气象情报各种方案的经济-统计模式。而建立这类模式又必须首先研究预报要素的实际值与预报值的分布规律;其次还要研究用户使用天气预报时受损或获益函数。

欧美国家的气象工作者也在这方面有许多著述,据有人统计,1950—1965年期间有15篇;1966—1975年期间有39篇有关气象服务经济效益著作问世。这些论著的内容主要是:水文气象情报在各经济部门中的作用;提高预报准确率的经济效益,有关台风和飓风预报的经济和社会效益的评价,及根据不利天气条件造成的损失与预防成本的比率采取最佳决策等方面。主要的作者有墨菲(A.H.Murphy)、汤姆逊(Thompson)、梅森(Mason)等人。

从国外已经发表的有关文章来看,气象服务经济效益的评价方法,大体上分为计算实际经济效益,即经验性方法,以及计算潜在经济效益,即理论性方法两类。第一类方法是根据用户使用气象预报或情报资料后,在经济过程中所产生的价值来评价气象服务的效益。这种方法比较直观,容易产生激动人心的心理效果。但由于只收集有肯定的经济效益实例,而对于错误的预报所导致的损失则往往不管,此外,没有严格的经济核算和统计制度的部门所提供的数字也常有“水份”及不实之处,不能真实地反映实际效益。第二类方法则不是根据某几个实例计算,而是根据专门为此建立的数学模式的理论分析得出效益评价。这种效益评价不仅能判断用户使用气象情报所得到的好处,而且可据此求出最佳经济决策,得到什么样的潜在利益,气象部门也可以依照用户所得经济效益来改进服务系统,所以这类方法更为科学和具有更高的潜在价值。

一般说来,气象情报利用效益的评价要经历几个阶段的工作:

- 1.了解用户在其经济活动中,如何利用气象服务材料,即了解使用部门需要哪些和怕哪些气象条件,并将用户的要求按季节和作业种类编成一览表;

- 2.系统整理用户对气象条件变化的敏感程度,然后根据多年统计资料及理论建立损失(或效益)函数,若有多种天气状态和多种经济决策,则需将函数列成矩阵形式,先确立矩阵的元素;

- 3.确定所发布预报质量,统计整理长年的评定材料,建立天气预报与所出现天气实况的共轭矩阵;

- 4.研究计算预报效益的方法,即用预报值与实际值的偏差关系或以用户在缺乏与收到预报情况下统计的结果相比较而得出。按照每一个部门的情况,建立算法以后就可以进行实际计算。

为了向我国读者介绍国外有关气象服务经济效益的著述,我们从能收集的专著和期刊中收集、翻译了苏联和美国、日本等国家一些作者的18篇文章,大体可以分成三类:

- 1.各国气象服务经济效益的一般情况和有关实际效益的综述;

- 2.气象服务经济效益的评价、鉴定方法;

- 3.各种气象情报服务手段的最佳和有效利用。

我们希望通过这些文章,能向读者介绍国外从六十年代以来在气象服务经济效益方面所做的工作和某些理论、方法,以便在开展这方面研究和工作时借鉴、参考。这些文章有些发表年代较早,材料偏旧,但作为了解初期工作情况也有参考价值。有些文章受作者所在国情和经济制度所限,其所引证的事实和材料也有失之偏颇的地方,我们主要参考其

理论方法，不必受其所囿。我们相信，随着国民经济体制的改革，生产技术和企业管理水平的不断提高，气象服务的经济效益也会日趋提高。讲究服务效益，提高气象业务服务工作效率和水平，是各级气象部门必将面临的挑战。我们也希望气象部门和气象情报使用部门的同志能密切合作，共同探讨研究气象服务经济效益的评价方法，从中寻求最佳使用策略和改进气象服务的途径，使气象服务发挥最大的经济效益。这就是我们译印这本文集的初衷。

参加本文集翻译工作的有吴贤纬、纪乃晋、开来福、张庆阳。韩起及李松梅同志参加了部份译校。由于涉及专业面较广及翻译水平所限，错误之处，即请指正。

天气对经济的影响及气象 情报的潜在效益

Е.Е. Жуковский

一、天气对经济的影响

在现代，很难说有任何人的经济及社会活动领域能不受天气-气候因子的影响。农业、交通、渔业、能源、建筑、贸易等，所有这些不同的经济领域都是大气过程作用的对象，都与它们所处的气象条件紧密相关，因此必须及时用气象条件变化的预计情报来保障。以前，在文献中有这样的论断：随着生产力发展幅度的增加，经济系统与天气条件的关系变弱，气象情报的价值也下降。但是，有关这个问题的详尽研究结果，不仅没有证明这种结论，却恰好相反。各处出现的生产增长、投入大量的人力和物力资源、采用更精细的工艺过程、开发边远地区等，不仅没有削弱这种关系，相反却增强了气象因素对经济活动的影响。为了证明这个论断，仅举两例，实际上这种事例可能非常多。

Φ. Н. 柯岗^[1] (Коган) 根据多年谷物产量资料序列分析，指出：尽管农业耕作水平有显著提高，而且由这个因素决定的谷物总产量有逐步提高趋势（正的趋势），但由于无法控制的气象条件所引起的年产量波动，在此期间却未见减少，在许多情况下还有所增加。其中，苏联境内小麦产量与趋势产量的距平均方差从1945年到1959年约为0.1吨/公顷；而从1960年到1974年则超过0.2吨/公顷。

在我们与А. П. 费多舍也夫 (Федосеев) 一起对卡卢加州 (Калужская) 所做的计算中也阐明了随着产量平均水平增长而发生的产量波动有类似的增加趋势。根据表1中的资料可以清楚地看出这种规律性。

表1 卡卢加州1958—1978年平均产量 $\bar{y}$ (吨/公顷) 及其与趋势产量均方差 σ (吨/公顷)

作物	$\bar{y}_1$	σ_1	$\bar{y}_2$	σ_2	σ_2/σ_1
	1958—1967年			1968—1978年	
冬小麦	0.9	0.17	1.4	0.18	1.1
黑麦	0.6	0.09	0.9	0.14	1.6
春小麦	0.6	0.22	1.3	0.36	1.6
大麦	0.9	0.27	1.4	0.33	1.2
燕麦	0.7	0.22	1.3	0.32	1.5
马铃薯	9.1	2.40	11.4	2.60	1.1

图1是说明天气对经济的影响不断增长的另一个例子，它表明了美国1915—1969年期间每五年飓风灾害损失的变化情况^[2]。根据这个资料，按现有资料平均，在此期间内，年损失约为三亿美元。但若分别研究1915—1944年及1945—1969年的数字则为一亿及四亿美元。损失的增加，一方面是由于飓风作用地区物质财富总数的增加，而另一方面是由于现

有的预防措施效益较小造成的，主要的预防措施是事前撤离居民。

各个经济领域按其天气的关系来看,都具有不同的“敏感性”,而且在所处天气条件下具有不同的“微调”可能性。美国气象局^[3]在这方面所进行的专门研究是将所有的气象情报用户,按上述两个标志分为18个基本类别。他们认为,对气象要素影响最敏感的是农业和航空,然后是建筑、渔业、林业及交通,最后一位是工业,按六级制,它大概比农业的敏感度小两倍。

让我们较详细地作些定量估价,以便对天气-气候因素对各经济部门的影响及考虑相应的气象情报而减少不利天气条件造成损害的可能性方面有明确的概念。

1. 农业

毫无疑问,农业生产是整个社会都感到受气象条件影响最强烈的经济部门。

采用任何农业技术体制的成功与否,在很大程度上取决于能不能有效防御有危害的气象(农业气象)现象——干旱、冻害、冰雹等对农田的影响以及是否能充分利用有利的土壤-气候资源(光、热、水)。

遗憾的是,到目前为止,全世界每年因不利天气造成的产量损失仍然很大。并且,至今还不能消除在西非撒黑耳地区持续多年的灾难性干旱的后果。根据香农(Changnon)的资料^[4],危险气象现象每年给美国农业所造成的损失,仅在伊利诺斯州就超过550万美元,而由于强降水、大风及冰雹给全国造成的损失就超过2亿8千万美元,约相当于全国产量价值的1%。在苏联,由于不利天气而给农产品造成的损失估计每年平均为12亿—20亿卢布^[5]。

各种病虫害对世界农业带来巨大损害,它们的发生与所处的气象条件——温度、降水、空气湿度及其它因子紧密相关。根据资料来看,即使在农业高度发达国家(如荷兰),防治农田上分布最广的病虫害可使每年收成增加25—30%。

提高农业效益,需要全面考虑所有时期中采取经济及农业技术决策时的气象条件。按照作者与С. В. 涅尔滨(Нерпин)共同拟订的分类法^[6],这些时期为:

- 1,制订土壤改良措施的长期计划及编制提高土壤肥力的远景规划;
- 2,计划生长期综合农业技术措施(编制田间工作图表、计算施肥量及灌溉定额、决定最佳收获期等);
- 3,对应于目前的及预计的农业气象条件进行农艺过程的经营管理(农业技术细节)。

对于长期计划阶段最重要的无疑是气候情报以及超长期预报[О. А. 特洛兹多夫(Дроздов)及А. С. 葛利戈理耶夫(Григорьев)所建议的降水及干旱距平的五年预报形式]^[7]。

计划生长期的措施时,除利用气候资料外,也可利用热量及水分保证的季节预报^[8,9]以及逐月天气预报。

在经营管理阶段,最重要的是3—10天天气预报及各要素预报,还有时效为48小时的

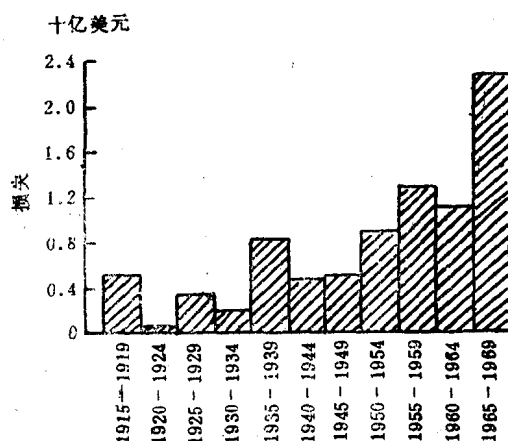


图1 美国1915—1969年期间每五年受飓风损失的年平均数

短期气象预报及有关危险天气现象——霜冻、冰雹、暴雨、大风等的风暴警告。

在 А. П. 费多舍也夫及 В. П. 德米特连柯 (Дмитренко) 指导下制订农牧业水文气象保障的方法时, 他们也曾编写了用于农业问题决策的各类水文气象情报的完整的指南^[10]。

显然, 在所有的经济部门中, 农业对不可控制的天气-气候条件最为敏感, 而在目前所完成的有关效益评价及最佳利用水文气象情报具体研究中的大部份是属于农业方面的。

2. 航 空

在各种交通工具中, 航空与气象条件关系最为密切。不利天气可以造成航班变更、航线改变、航程时间增加、燃料消耗增加, 还可能需要进行计划外的修理工作。根据梅森 (Mason)^[11] 的资料, 美国的主要航空公司在 1965 年仅因坏天气所造成的总损失就达九千七百万美元, 而整个民航 (包括私人飞行器飞行在内) 则超过两亿一千万美元。在英国由于不利气象条件使英国航空公司每年损失估计为一百五十万英镑, 相当于年收入的 2% 以上。根据我国所进行的相应研究表明: 在我国, 天气对航空影响的经济后果也极为显著。有人指出, 其中仅根据实况气象条件择优选择飞行路线, 在莫斯科—伯力航线上所得经济效益, 每年就超过一千万卢布^[12]。

如 К. 史米特 (Смит) 所指出^[13], 现代航空的存在, 若没有国家气象服务工作的认真配合, 基本上是不可思议的。因此, 飞行的日常气象服务包括两个基本部份: 发布各起飞-降落地点所需的天气情报及各航线飞行的气象保障。

限制安全起飞 (降落) 可能性的基本因子有: 雾、低云、涡流、强侧风以及起飞-降落跑道上的积水、积雪、积冰。为了有效地组织机场工作, 除了当时的实际气象状况的情报之外, 还需要补充提出时效从几小时到两昼夜的短期天气预报。在这种情况下, 必须预报如下天气要素, 如云高、雾、降水、地面风速及其它大气特点。

至于涉及飞行期间气象条件问题, 从保证经济导航角度来看, 首先必须具有风的情报。根据这种情报, 可以选择最佳航线。按这种航线一般也就不绕道飞行 (大圆圈飞行)。例如, 根据梅森的估计, 利用风的预报, 在横渡大西洋的飞行中能节约 3% 左右的时间。

除了风的情报之外, 为了满足安全飞行的要求, 飞行员必须掌握在航线上可能遇到的各种危险气象现象的资料, 即强烈发展的热力或背风波型的涡流、雷暴、冰雹、机器结冰发生条件等。有关情报必须包括在提供给机组的短期天气预报及专门的风暴警报之中^[14]。

应该指出, 对于航空业来说, 除当前的天气实况和预报资料外, 用来选择机场建设的合理地点、决定起飞-降落跑道的方向、编制飞行说明、计划专业飞行 (如农业) 等工作的气候资料也具有很大意义。根据马霍维尔 (Маховёр) 及济托夫 (Титов)^[15] 的计算, 由于苏联航空气候手册中汇集了上述所需资料, 其每年的经济效益不低于一百万卢布。

3. 建 筑

研究建筑业中的气象条件作用及气象情报意义时, 应该注意两类不同的问题: 天气对已经竣工建筑物的影响及气象因素对正在施工工程的意义, 即天气对建筑工业的影响。让我们更详细地研究其中的第二个问题。

根据罗梭 (Russo) 的资料^[16], 所有构成建房工艺周期的建筑工作中, 45% 的工作对天气条件敏感。表 2 给出这方面的概念。

总的来说, 在美国境内, 由于不利气象因素的作用, 各建筑公司每年的损失随着具体年份特点不同, 总值可达三十到一百亿美元。根据布鲁姆 (Broome) 的资料^[17], 1966 年

表 2 影响建筑的某些天气要素临界值

建筑周期内的作业	雨	雪和 结冰	冻雨	低温℃	高温 ℃	大 风 公里/小时	浓雾	冻土	干燥 条件
地区测量	H3	H3	H3	-23—-18	32	40	+	-	-
清扫及平整场地	Y	Y	H3	-18—0	32	20—40	+	+	+
基础工作	Y	Y	H3	-7—0	32	56	+	+	+
浇灌水泥	Y	H3	H3	0	32	56	-	+	+
钢结构安装	H3	H3	H3	-12	32	16—24	+	-	-
外部木工活	H3	H3	H3	-23—-18	32	24	-	-	-
外部石工活	H3	H3	H3	0	32	32	-	+	+
屋顶工作	H3	H3	H3	7	32	16—32	-	-	+
外部油漆工作	H3	H3	H3	7—10	32	24	+	-	+
公用设施	Y	H3	H3	-7—0	32	24	+	+	+

注： H3——现象强度不大条件下停工；

Y——现象强度中等条件下停工；

+——有影响，但数量不确定； -——无影响。

英国整个建筑业开支二十九亿英镑，而由于坏天气造成的损失按货币计算约为一亿英镑，约为全部工作价值的3.5%，相当于损失10个工作日。

在寒冷季节，损失特别显著。表 2 表明对建筑工程起阻碍作用的气象因素基本上出现在冬季。按照建筑咨询委员会的情报^[18]，在英国的冬季由于严寒，每年长期或短期停工的工人为三万到五万人，在特别不利年份可达十万人以上。

对建筑工作进程有影响的天气条件中，最重要的是雨、大风、低温、电线结冰，特别是这些现象的各种组合，例如：低温和雨、雨和结冰或大风等。

改进预报可以减少因上述因素作用而造成的损失，根据预报可以对施工计划表做必要的订正、重新调整劳动力、减少机器及设备的停工维修、减少建筑材料的损耗等等。由此可见，在建筑工业中，各种重要问题的决策都可以广泛使用长期预报（用于修订季、月建筑作业的计划）及短期预报（在作业决策优化过程中起重要作用）。例如，根据预报，若将出现有碍于露天作业或完全不能进行作业的雨天，即可预先将部份工人调做室内工作，结果可显著减少突然的停工。根据某些资料^[19]，在现已达到的预报水平基础上，美国建筑工业由于采用预报，每年可节约五亿到十亿美元。

气候情报在建筑业中也起极重要作用，在采取工程决策阶段，必须考虑气候资料。正确使用反映设计工程地区气候特点的资料，可以避免严重的建筑误算，节约很多资金。相反，若忽视气象因素的作用，一般会导致建筑上失误，并将在以后产生巨大的经济损失。例如，据孟席斯（Menzies）研究，由于强风压频率计算有误，在英国每年损坏或完全破坏约十万座房子，而花在修理上的钱每年超过七百万英镑。

4. 能 源

气象因素对能源的影响表现在：能源生产条件的变化、消费者方面对能量需求的变动以及能源系统的使用和内涵条件的不同。

从能源生产条件观点来看,水力发电显然对天气-气候因素最敏感,水库进水量变化对水力发电有重要影响。在少水年,水力资源显著减少,电能生产条件变坏。例如,雷平斯克水库水量少蓄1立方公里(正常容量为18立方公里),可使水压降到0.25米,使每年损失能量约一千五百万到二千万瓩·小时^[20]。来水量大的年份,就有可能获得额外电能,并由于对联合在统一能源系统中水电及热电站负荷做更合理地分配,也节约了燃料。

另一重要因素是气象条件对国民经济能源需求的影响。在这种情况下,气温,或者准确地说,由风、云量及对建筑物内热量状况形成有影响的其它天气因子计算出来的有效温度具有特殊的意义。其中,按戴维斯(Davies)估计^[21],在英国,当气温接近0°C时,只要稳定下降0.5°C就增加电力负荷达160万瓩,而在有风时,增加得就更多。

卡尔比也夫(Карпеев)和戈泽尔车夫(Козельцов)^[22]以及约翰逊(Johnson)^[23]等人所获得的类似结果也证明了电能消费与气温之间的紧密联系。其中,在约翰逊的著作中,研究了美国中西部从事电力生产的14个公司的活动。他证明,在夏季峰值负荷期,很大一部份能源消耗是冷冻装置工作所造成,日平均温度变化2—3°C就能导致显著的经济后果。

用户对热电中心及大锅炉房提供的煤气及热量需求量,因“气象”摆动而发生的变化也是很显著的。图2中的例证表明了大城市中煤气消费与日平均气温的典型关系^[24]。

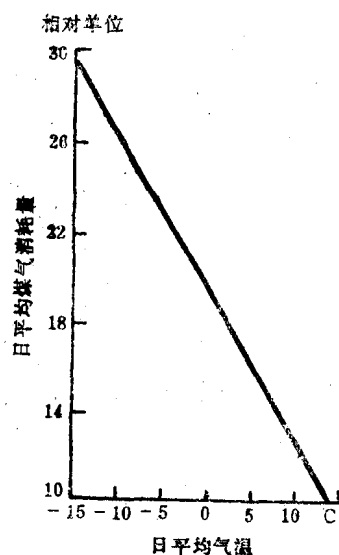


图2 天然气消费与日平均气温的关系

1964年12月美国圣·路易斯

从图中看出,温度降低1°C造成煤气消耗约增加6—7%。关于热能,根据Э·И·莫诺克罗维奇(Монокрович)的估计^[25],在阿拉木图,日平均温度变化1°C,就可使每昼夜消费变化达400百焦耳。在调节热能输出时正确地考虑现在天气条件就能给哈萨克斯坦每年一共节约六十万—一百二十万卢布。

对莫斯科热电站来说,这种利益就更大^[26]。

在研究天气对能源系统经营条件的作用时,应特别注意输电线稳定运行的保障问题,它们对不利气象现象,如结冰、大风及雪暴很敏感^[27]。这些因素及其特征(出现频率、持续时间及强度)的影响,不管是在输电线设计阶段,还是在规划相应的维护工作时都必须加以考虑。考虑这些影响到底有多大意义呢?只要根据一个数字即可判断出来。据А·К·巴尔迪柯夫的估计,在风速计算方案中,只要把标准降低2米/秒,

电压为110—220千伏的10公里区段输电线经营费用每年就增加5—6千卢布。

能源方面向水文气象保障所提出的要求极为不一,包括多种气候及预报方面的情报。

其中,对于水电来说,除了表示河流流量状态的多年平均资料之外,河流流量的旬、月及季度长期水文预报也具有重要意义,目前已对100个以上大水库做了这种预报^[28]。从水利枢纽工作优化观点出发,春汛期直接得到的进水量短期预报、冰情预报及其他预报都有重要的作用。

对于提高热及能源供应系统的工作效率来说,短期天气及各要素预报非常重要。特别重要的是气温的短期(时效6—8小时)预报,根据这种预报可以对能源区段负荷图进行日常调节,并确定向消费者提供热量的合理定额。在确定燃料分配计划时考虑气温月距平预

报也能得到明显的好处。

有关的危险天气现象，如结冰、大风及雷暴的警报对于保证能源系统利用的可靠性也有重要的意义。如上所述，这些现象是输电线事故的主要原因，若事前有这些现象可能出现的情报时，就可据此采取日常的预防措施，动员进行抢救服务，并及时组织修理工作。

按各经济部门作比较性评价

这里所引用的关于气象条件对各经济部门影响的资料是由不同的作者按不同的方法获得的、并且是不同经济-地理区域的资料。因此，根据这种资料很难得出天气-气候因子在国民经济领域中作用的完整概念，也很难做出有关水文气象保障使国民经济获得相对实际效益的较确切的结论。J·汤姆逊(Thompson)及他的加里福尼亚大学同事们在方法学方面进行的这类研究最为完整和严格^[29]。

汤姆逊利用统一的方法，整理了向各经济部门专门询问的结果之后确定，不利天气每年给美国整个经济造成的总损失达一百二十七亿美元。其中约有五十三亿美元属于所谓可预防的损失，在做出相应预报并及时采取必要的预防措施，它们基本上是可以避免的。

上述损失总额按各经济部门分布的一般特点见图3，相应的定量评价见表3。

不难看出，在全部可预防性损失中，农业约占三十六亿美元，即68%；建筑业为三亿美元；而公用事业约为十亿美元。这三个经济活动范围占全部可预防损失的93%，约为不利天气引起的总损失额的41%。

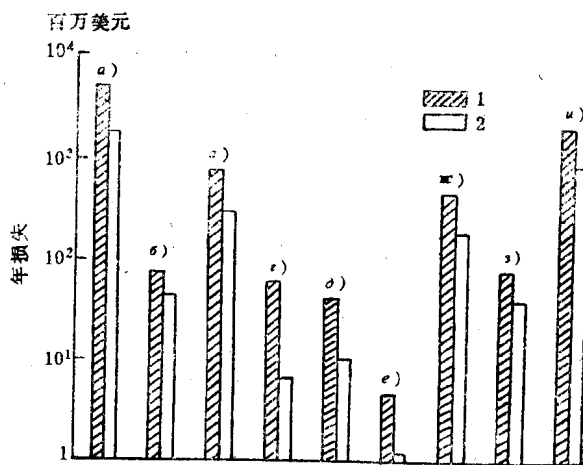


图3 美国各经济部门由于不利天气造成的年损失总额(1)及可预防损失(2)

表 3 美国各经济部门因不利天气造成的年损失(百万美元)

损 失	农 业	民 航	建 筑	通 信	电 力
总 额	8240.4	92.4	998.0	77.4	45.7
可 预 防 的	3554.2	56.9	328.6	6.4	13.9
损 失	燃 料 供 应	加 工 工 业	运 输	公 用 事 业	合 计
总 额	5.1	597.7	96.3	2531.8	12684.8
可 预 防 的	1.0	238.0	45.8	1057.8	5302.6

二、气象情报的潜在效益

气象情报经济利益的评价以及寻找情报利用效益的提高途径，是“天气与经济”问题

的最重要方面,这无论从国民经济或是从水文气象服务本身来看都具有基本性意义。解决这些问题,在经济决策优化方面提出建议是必需的,这种决策根据不可控制气象因素作用背景做出;另一方面也是改进现有水文气象保障系统的基础。

谈到气象情报的经济效益,应该注意到有两种评价:经验的及理论的。

第一类是所谓实际效用或实际经济效益,表示用户在具体条件下利用一定的气象资料后所实际获得的收益。可惜,大部份研究各种水文气象预报及建议的著作都只涉及这一类型的评价。

第二类评价是潜在效用或潜在经济效益,是假定所研究的用户在最优利用相应的气象情报后,原则上能得到平均收益。让我们更详细地分析一下这两类指标。

实际经济效益计算基础是具体资料,或直接从现有气象情报利用者的经济报告中取得,或通过专门的调查、询问收集^[29]。这种评价的特点是比较简单,但方法上有一定的局限性,它至少要受两个因素制约。

第一,实际经济效益通常是已经出现的、数量较少的实例确定的,因之未考虑(或考虑得很不全面)由于所影响的气象因素自然变率及各种可能经济决策所造成的复杂情况。此外,在计算实际效益时常人为地(当然是完全不能允许的)只收集使用气象情报有肯定经济效益的有利个例,而完全略去了没有效益或由于错误预报而得到否定效益的不利个例。

第二个因素是所采取的决策产生的效益不仅与所使用的气象资料质量有关(例如,与预报的准确性及时效的关系),而且与这些情报在经济规划过程中如何考虑也有关^[30]。这种因素,严重地限制了在评价气象情报经济效益时使用实际经济效益指标的可能性。不难理解,两个同类型的用户虽然获得同样的气象情报,但由于考虑相应的气象情报的态度不同,却得到完全不同的经济结果。由于实际所获得的经济效益不能作为气象资料实际效用的可靠判据,所以,在进行经验性估价时要排除这个因素是不可能的。经验表明,在实际上经常对气象资料估计和利用不足。

气象情报的潜在效益与实际经济效益不同,它不是按单一的实际个例直接计算出来,而是根据专门为此建立的数学模式的理论分析间接得出的。这种模式能反映所研究的经济对象或工艺过程对天气作用的“反应”,并能判断在各种利用气象情报可能方案中用户经济活动的结果。若根据经验资料对模式进行调整,则更可借以解答一系列重要的基本问题,如其中能确定下列问题:

——假若缺乏上述形式的水文气象保障(例如,供用户利用的天气预报),那末用户经济活动结果将如何?

——当具有相应的气象情报时,如何才能看出所采取决策是最佳策略?

——用户靠上述形式的水文气象保障,能得到什么样的潜在好处?

——对水文气象保障系统作这种或那种改进(例如提高预报准确率等),能得到什么结果?

通过组织专门实验来寻求这些问题的答案,在实际上是不可能的。但是,根据相应的气象-经济模式分析来寻求答案就简单多了。例如,若 ϑ_1 ——是在缺乏一定的气象情报下根据模式计算可以保证的潜在效益; ϑ_2 ——是在最佳利用情况下基本上能达到的效益,则对某个用户来说,上述气象情报潜在价值可用绝对的节约值来表示:

$$\Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1 \quad (\vartheta_2 > \vartheta_1)$$

用相对单位——无量纲指标表示,

$$\lambda = \frac{\Delta\Theta}{\Theta_1}$$

在汤姆逊指导下所获得的美国各经济部门理论上能够达到的、靠提高预报成功率和改进日常应用系统的节约值资料就是这类方法所具有能力的明显证明^[29]。这个研究的结果见表4及图4。

在分析最简单的气象-经济模式的基础上可以得到相应的评价,但要假定对于所有的用户来说,天气条件分为有利和不利两种,同时每个用户根据预计的天气可以采取两个经济决策——采取或不采取保护措施。分析包括用于航空的3、5、7小时云底高及能见度预报;美国主要城市12、24及36小时降水预报;还有全国范围内5、30天及季度的温度和降水预报。

从表4中看出,美国的经济领域由于上述各种气象保障可能获得的总利益 $\Delta\Theta_{\Sigma}$ 每年约为七亿三千九百万。这个数字由两部份组成:收益 $\Delta\Theta'$ 为预报实践中采用新的科学成就提高预报成功率所得;收益 $\Delta\Theta''$ 则与改进预报日常利用并转化为最佳经济决策有关。用户只有根据所获得的预报去弄明白各种天气条件出现概率,才有可能转化为概率。

根据气象情报潜在经济效益定义,其评价应直接与寻求最佳经济策略相联系,这种策略要保证使得蕴藏在利用气象情报中的潜力得以发挥。表4明显地证明这方面问题的重要性,其中也清楚地显露出更合理地利用现有预报所能达到的潜在节约,但平均说来这种节约不如改进预报方法及提高预报成功率所得到的大。因此,现有水文气象保障系统的潜在资源远未用尽,在很多情况下,利用现有气象情报采取最优决策可以达到显著的经济成绩。

表4 美国各经济部门靠提高预报成功率和改进日常利用系统每年可以获得的潜在节约数

节约值	农 业	民 航	建 筑	通 信	电 力
$\Delta\Theta_{\Sigma}$	667.0	3.6	31.5	0.6	1.3
$\Delta\Theta'$	316.7	2.2	18.4	0.4	0.8
$\Delta\Theta''$	250.3	1.4	13.1	0.3	0.5

节约值	燃料供给	加工工业	运输	公用事业	合计
$\Delta\Theta_{\Sigma}$	0.1	20.0	3.2	111.8	739.1
$\Delta\Theta'$	0.1	11.9	1.9	64.5	416.9
$\Delta\Theta''$	0.0	8.1	1.3	47.3	322.2

百万美元/年

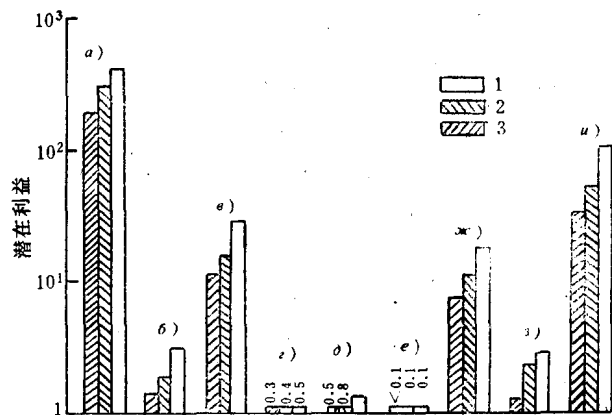


图4 美国各经济部门从假定的天气预报改进中所得的潜在节约

参 考 文 献

- [1] Ф.Н. КоГАН. Погода, культура земледения и изменчивость урожайности зерновых, *Метеорология и гидрология*, (7), 74—82, (1977).
- [2] R. C. Gentry. Hurricane Debbie modification experiments, *Science*, 168, 473—475, (1970).
- [3] U.S. Weather Bureau, The national research effort on improved weather description and prediction for social and economic purposes, Interdepartmental Committee on Atmospheric Sciences, Federal Council for Science and Technology, 84, (1964).
- [4] S.A. Changnon, Examples of economic losses from hail in the United States, *J. Applied Meteorology*, 11, 1128—1137, (1972).
- [5] С. К. Черкавский, Об эффективности гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства СССР, *Гидрометеонадат*, 3—22, (1974).
- [6] С.В. Нерпин, Е. Е. Жуковский, О классификация уровней принятия решений в растениеводстве и земледелии—Доклады ВАСХНИЛ, 2, 3—5, (1975).
- [7] О.А. Дроздов, А.С. Григорьев, Многолетние циклические колебания атмосферных осадков На Территории СССР, *Гидрометеонадат*, 158, (1971).
- [8] Ф.Ф. Двиня, Ю.С. Мельник, Проблема прогноза испаряемости и Оросительных Норм, *Гидрометеонадат*, 70, (1970).
- [9] А.В. Мешерская, В.Г. Блажевич, И.В. Ильинская, Физико—Статистический прогноз комплекса метеорологических параметров, определяющих урожай Зерных культур, В кн: *Применение Статистических Методов В Метеорологии*, *Гидрометеонадат*, 96—107, (1978).
- [10] Методические пособие по гидрометеорологическому обеспечению колхозов и совхозов, *Гидрометеонадат*, 56, (1977).
- [11] B. J. Mason, The role of Meteorology in the national economy, *Weather*, 21, 382—393, (1966).
- [12] С.В. Солонин, О численных экспериментах по Оценке Экономической Эффективности метеорологического обеспечения полетов, В Кн: *Гидрометеорология и Народное хозяйство*, *Гидрометеонадат*, 181—186, (1976).
- [13] К. Смит, Основы прикладной Метеорологии, *Гидрометеонадат*, (1978).
- [14] J. C. Thompson, Economic and Social impact of weather forecasts, *Weather Forecasting and Weather Forecasts: Models, Systems and Users*, NCAR Boulder, Colo, 2, 525—578, (1976).
- [15] Э.М. Маховер, В. И. Титов, Об эффективности использования климатических материалов В авиации, В кн: *Гидрометеорология и народное хозяйство*, *Гидрометеонадат*, 203—207, (1976).
- [16] J.A. Russo, The economic impact of weather on the construction industry of the United States, *Bull. Amer. Met. Soc.*, 47, 12, 967—972, (1966).
- [17] M.R. Broome, Weather forecasting and the contractor, *Weather*, 21, 11, 406—410, (1966).
- [18] Winter Building Advisory Committee, Winter building: A review of winter building techniques, Department of the Environment, London, (1971).
- [19] R.G. Beebe, The construction industry as related to weather, *Bull. Amer. Met. Soc.*, 48, (1967).
- [20] Ю.В. Горбунов, Эффективность использования Долгосрочных прогнозов притока воды В крупные водохранилища, *Гидрометеонадат*, (1969).
- [21] M. Davies, Grid system operation and the weather, *Weather*, 15, 18—24, (1960).
- [22] Г. А. Карпеев, В.Ф. Козельцева, О Зависимости потребления Электроэнергии крупными промышленными центрами от Метеорологических условий, *Труды Гидрометцентра СССР*, 142, 20—27, (1974).
- [23] S.R. Johnson, J. D. McQuigg, T. P. Rothrock, Temperature modification and costs of electric power generation, *J. Appl. Met.*, 8 6, 919—926, (1969).
- [24] D. B. Turner, The diurnal and day-to-day variation of fuel usage for space heating in St. Louis, Missouri, *Atmos Envir.*, (2), 339—351, (1968).
- [25] Э.И. Монокрович, Эффективность учета краткосрочных прогнозов температуры воздуха при регулировании отпуска тепла, *Труды Каз НИГМИ*, 62, 79—86, (1977).
- [26] Н.Н. Кузнецова, Результаты Оценки эффективности обслуживания ТЭЦ Мосэнерго ежедневными прогнозами температур воздуха, В кн: *Эффективность гидрометеорологического Обслуживания Народного хозяйства*, *Гидрометеонадат*, 56—62, (1973).
- [27] В.Ф. Козельцева, Н.Н. Кузнецова, Оценка Эффективности использования прогнозов опасных и Особо опасных явления погоды при Эксплуатации линия Электропередачи, *Труды Гидрометцентра СССР*, 179, 3—9, (1976).

- [28] С.К.Черкавский, О Состоянии и Задачах по улучшению гидрометеорологического обеспечения Народного хозяйства, в кн.: Гидрометеорологическое Обеспечение Народного хозяйства СССР, Гидрометео. издат, 3-22, (1974).
- [29] J. C. Thompson, The potential economic benefits of improvements in weather forecasting, Final Report, 80, (1972).
- [30] Е.Е. Жуковский, А. Ф. Чудновский, Методы Оптимального использования метеорологической информации ПРИ принятии решения. Гидрометеонадат, 52, (1978).

吴贤伟 译自Е.Е. Жуковский所著“气象情报及经济决策”苏联水文气象出版社1981年出版。元来福校