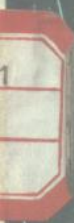


现时预报

[英] K·A·布朗宁编

Xianshi
Yubao



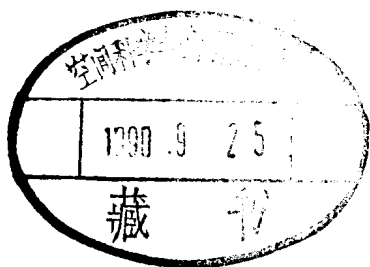
现 时 预 报

[英] K. A. 布朗宁 编

周凤仙 马振骅 李泽椿 译

毛节泰 校

TW24/02



气 象 出 版 社

106216

内 容 简 介

本书是1981年国际现时预报专题讨论会的论文选集。主要讨论对当时天气的描述和两小时以内的外推天气预报(现时预报),也论述一些12小时以内的甚短期天气预报。本书共有17篇文章,编排成四个部分。第一部分讨论现时预报系统(包括观测、分析和预报、资料处理和传递)设计的各个方面;第二部分讨论新型的现时预报观测资料,特别强调大气遥感技术发展引起的资料变革;第三部分讨论资料的分析和应用;第四部分讨论中尺度数值模式应用于甚短期预报。本书可供从事现时预报、甚短期天气预报、大气遥感系统设计以及气象资料自动处理工作的科研人员、预报业务人员和相应专业的大专院校师生参考。

K. A. BROWNING

Nowcasting

ACADEMIC PRESS 1982

现 时 预 报

[英] K. A. 布朗宁编

周凤仙 马振骅 李泽椿译

毛节泰校

责任编辑:康文骢

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

化工出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本: 850×1168 1/32 印张: 8.5 字数: 217千字

1986年7月第一版 1986年7月第一次印刷

印数: 1——2,000

统一书号: 13194·0281 定价: 2.40 元

卷 首 插 图

(1) 为1981年4月4日当地中午在北美上空雨云7号卫星上的总臭氧图象光谱仪观测到的高分辨率总臭氧平面显示图。臭氧总量是按多普森单位[1000多普森单位 = 1 大气厘米 (臭氧层厚)]以彩色层次表示。反映总臭氧含量低高部位分别对应于对流层上部的脊和槽。在臭氧梯度最大的地方(即从下加利福尼亚到密执安湖的一条弧形带)可看出一条急流。(见第二部分Shapiro, Krueger和Kennedy所写的文章。)

(2) 为一个雷暴的多普勒速度平面显示图。这个雷暴发生在1979年5月2日俄克拉何马州,曾产生了两个龙卷。照片是用一部地面脉冲多普勒雷达取得的。距离圈间隔为20公里。与色彩对应的径向速度值如图上彩色小横格所示,单位为米/秒。位于028.60公里的那个龙卷处在一中尺度气旋内;在龙卷西面,中尺度气旋中的最大趋近速度是32米/秒,在龙卷东面数公里处,最大背离速度是42米/秒。另一个龙卷与一较弱的中尺度气旋联系在一起,中心位于005°,45公里处。(见第二部分Wilson和Wilk所写的文章。)

(3) 为根据AVHRR(改进的甚高分辨率辐射仪)的卫星图象作自动多光谱分析而得到的高分辨率云系平面显示图。图上包括瑞典南部和波罗的海。红色表示积雨云;浅玫瑰色表示雨层云;紫色表示卷云或卷层云;棕色表示浓积云;黄色表示淡积云;绿色表示陆地;蓝色表示海或湖面。

(本书第三部分Liljas所写的文章中有一张黑白照片,这张彩色照片所示区域是它的一部分。)

译 者 的 话

1981年在汉堡召开了一次国际性的现时预报专题讨论会(Nowcasting Symposium)。主要讨论气象要素的详细观测和两小时以内天气现象的预报问题,也讨论了有关12小时以内的甚短期天气预报问题。会上发表了71篇论文。英国著名气象学家K. A. Browning从中选取了17篇编成此书。关于Nowcasting一词,目前国内尚无统一译法,在本书中我们译为“现时预报”,一是为了与三天以内的短期天气预报和0—12小时的甚短期天气预报¹⁾相区别,二是这个译词和原文有较好的对应。

本书是由周凤仙(第一部分第二、四篇,第二部分第三、四、五篇,第三部分第一、二篇)、马振骅(序言,第一部分第一、三、五篇,第二部分第一、二篇,第三部分第三、四篇)和李泽椿(第四部分全部)翻译的,由毛节泰同志审校。有的文章在结尾处有一段感谢词,在此译本中皆省略掉了。考虑本书中缩写词较多,我们在书末附了一英汉缩写词汇索引。对于译文中的错误,欢迎读者批评指正。

译者

1) 1983年世界气象组织第八层基本系统委员会通过的定义

先进信息技术的产物：现时预报

（为中文版写的序）

当我应周凤仙之请为《现时预报》一书的中文版写一篇序言的时候，我拟就现时预报这个学科为何能在过去几年内迅速兴起这个问题给予一个回答。当然有很多起作用的因素，但我认为一个最重要的因素是近几年大家所称的信息技术的发展。技术进步总是给天气预报的发展以重大的影响。人们只要回想一下电报系统、高空观测、计算机和卫星的引进就可以了，而最新的进展则是在信息技术方面。

信息技术（我指的是目前正在发展的用于数字资料加工、传送和显示的新方法）是渗透到一切领域中去的。它将像上一世纪比较传统的技术一样在很多方面改变人们的生活。天气预报，特别是现时预报，是最先受到信息技术发展好处的一门学科。作为现时预报重要组成部份的气象卫星和雷达我们已用了多年，但只是在最近由于信息技术提供了充分利用卫星和雷达所给出的大量资料的方法，它们才得以在中尺度天气预报中充分地发挥出潜在的能力。

信息技术的一个关键方面是“人机结合”（Man-Machine Interface）。这在中尺度天气预报中尤其如此。在当前和今后若干年内，中尺度天气预报都将是科学和艺术的混合体。即使有了良好的设备，一个优秀预报员的判断仍能大大地提高局地预报的质量。因此面临的局面并非应当把人赶出系统，而是要发展先进的人-机对话型的显示和分析技术，以便预报员在某些情况下能在自动化系统中于某些关键阶段有效地运用他的判断。

引进这类新技术并非易事。目前正打算以特定的方式来引进它们。我们想通过它们在一个“总系统”（Total System）中所处地位的情况作一介绍。先制定一个长期的方针，然后逐步系

统地将它们实现。通过发展模块系统，使新的子系统能加进去而原有的系统仍可继续使用，这样可以维持系统在演化过程中的生命力。要避免下意识地按照老一套的模式来看待新产品的错误做法，不然就会使它们降低效能或发挥不出应有的潜力。例如，对于像大气温度探测这类卫星产品，若是如同对待无线电探空资料一样来对待它们，就会降低其价值。同样，对于天气雷达的价值，如果用单点测量降水的观点来评价它与雨量计的相对性能的话，也会估计得不正确。卫星和雷达提供的连续探测区域在现时预报方面有着特殊的价值，需要有专门的程序来开发其全部信息内容。新技术的产品与传统的产品不光在程度上有差别，而且它们常常属于不同的类型，因此预报系统的某些部份必须重新加以设计而不是稍加修改就行。

我们已经习惯于用很一般的术语来表达天气预报。但新的观测系统可以容易地给出详细的特定点预报，至少对短期预报来说是如此。信息技术使我们能够自动化地编排这类预报以满足特殊的需要，并提供以新的、常常是非常形象化的格式来迅速发布预报结果的方法。如果我们仔细地研究不同用户的个别需要，那么就有很多机会来提高预报结果的价值。

假如我们想要在现时预报领域有适当发展的话，那么一定不要被由于信息技术的突破而产生的欣喜所蒙蔽，忘却在其他方面所要进行的艰苦工作。在改进中尺度观测设备、中尺度数值模式方面，尤其是对中尺度气象学的基本了解方面，还有许多事情要做。中尺度气象学方面的科学研究是件很艰辛的事情，其进展常常是缓慢而不显眼的。现在，技术也许会促进它，但毫无疑问，对中尺度气象学的基本了解方面的进展，在未来的现时预报发展中会成为决定性的因素。

布朗宁（签字）

1983年10月于北京

序 言

现时预报专题讨论会是在1981年8月25—28日在汉堡作为国际气象和大气物理协会第三次科学会议的一个组成部分而召开的，从那次会议的报告中选出17篇文章，编成了这本书。原来的会议预印本，包括的文章为此四倍，已由欧洲空间局出版[ESASP 165 (欧洲空间局科学论文165)]。

现时预报(nowcasting)一词是指及时地应用当时的资料(其中遥感起着决定性的作用)为局地天气预报而作的加强观测方法。现时预报虽然不是一个漂亮的名词，但有它的好处，有助于把注意力集中到这个气象学中正在成长的重要领域上。这个名词是在七十年代中叶因切萨皮克湾地区现时预报实验而开始为人所知的，这个实验的设计，是为了在地球静止卫星频繁的云图及雷达和其他资料的基础上，向地方单位提供及时而详细的天气情报。正是现时预报这个词，可以使人想像出一幅预报方法的生动图象，这种预报远远不是一般地依赖于对现状的描述。严格地讲，现时预报定义为对当时天气的详细描述以及用外推法所做的两小时以内的天气预报。但是，这本书的范围扩大到包括12小时以内的甚短期预报，既包括线性外推方法，也包括考虑发展和衰亡的动力(或其他)方法。

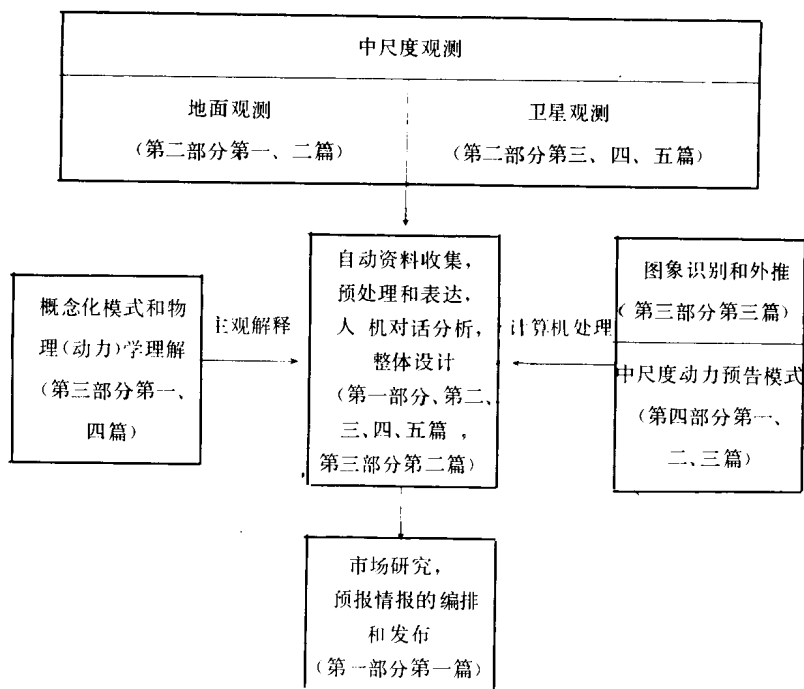
作为现时预报主题的天气现象是与中尺度系统相联系的。中尺度处在天气尺度和积云尺度之间，并因此而得名。它可以是时间尺度为1小时至1天、空间尺度为几公里至几百公里的任何天气现象。锋面，雷暴系统，和局地地形造成的各种效应，都发生于中尺度系统上。

传统的天气预报是建立在间隔很远的观测资料(基本上是由高空站组成的天气探空网)基础上的。所作的预报从本质上说来是一般化的。随着数值-动力天气预告模式的不断发展，一天或

一天以上的普通预报毫无疑问地也在改善。但是，即便某些业务模式现在属于细网格模式，它们在分辨率、初始资料和（或）物理真实性方面仍不足以表达中尺度天气系统。因此，传统的方法并没有使为期12小时以内的局地天气预报的质量有同样的改进。但是，最近二十年，我们对中尺度天气系统的理解、详细观测中尺度系统以及处理和传递大量资料的能力已见显著进展。其结果是，气象部门已有条件建立起以地区为基础的现时预报系统，用来提供正确的、定点的甚短期预报。这些条件是现实的，但是要利用这些条件的好处也是不容易的。

现时预报这一领域还在不断改变之中，现在还不是对这一题材作肯定论述的时候。这本书的目的只是想十分集中地介绍构成现时预报领域的若干个专题的性质及其相互之间的关系（见方框图），从而推动现时预报的发展。我们想尽量把每个专题领域表达得无论对气象学界的研究人员或业务人员（不管他们是否具有这一领域的专门知识）说来，都是既通俗易懂，又有实际价值。虽然这本书是想给读者提供一些关于现时预报方向和潜力的常识，但读者应当意识到许多概念和方法还是探索性的，还要注意到我们可能会留下一些笔误。

本书分成四部分。第一部分讨论现时预报系统设计的各个方面，特别强调系统各部分（观测、分析和预报、资料处理和传递）组成一个整体的需要。第二部分讨论新型的现时预报观测资料，说明了由于地面和空间遥感技术的发展，使得在中尺度观测能力方面提高到相当于变革的程度。显然，在第二部分没有提及两种遥感观测资料——卫星云图和常规天气雷达资料。这种观测已经发展得很完善，其观测技术本身不像使用和解释现时预报中的资料那么困难，这些问题放在第三部分来讨论。在第三部分中，重点放在资料的主观应用（以改进预报员对中尺度形势的理解）和观测结果的客观解释和外推。最后，第四部分，以中尺度的数值模式应用于甚短期预报的观点和这类模式可能利用详细



表示现时预报和甚短期预报系统各组成部分在本书各部分中分布的示意图

的现时预报资料的程度来讨论这类模式的前景和限度。这本书並不是一本全面性的书；事实上，由于想把现时预报概念尽可能地介绍得简洁明了，已经把专题讨论会中许多有用的文章抽掉了。另一个遗憾的地方是相对地缺少热带地区的材料，因为建立在遥感基础上的现时预报方法可能对中尺度现象频繁而现有预报设备又比较缺乏的地区特别有用。尽管如此，我们仍努力平衡地选择一些活跃在这一领域的工作者的文章，并且希望这本书能成功地提供一些这个新兴学科可望提供的先行经验。

K. A. Browning

1981年10月

目 录

卷首插图

译者的话

先进信息技术的产物：现时预报（为中文版写的序）

序言

第一部分 系统设计

引言.....K.A.Browning (1)

用户对甚短期天气预报(Very-short-rang Weather Forecasts)

的要求.....A.H.Murphy和B.G.Brown (3)

甚短期预报系统的设计.....D.W.Beran和A.E.Mac Donald (18)

未来的瑞典天气服务系统蓝图.....S.Bodin (25)

日本的中尺度观测网.....R.Tatehira, M.Hitsuma和Y.Makino (37)

英国的综合雷达-卫星现时预报系统.....

.....K.A.Browning和C.G.Collier (46)

第二部分 新的观测方法

气象现时预报用的地面遥感方法.....C.G.Little (65)

多普勒雷达在现时预报中的应用.....J.W.Wilson和K.E.Wilk (89)

极轨卫星垂直探测器的中尺度观测.....

.....G.A.M.Kelly, B.W.Forgan,

P.E.Powers和J.F.Le Marshall (110)

地球静止卫星大气探测资料在现时预报中的应用.....

.....W.L.Smith, V.E.Suomi, F.X.Zhou和W.P.Menzel (125)

利用星载总臭氧图像光谱仪对急流位置和强度作现时预报.....

.....M.A.Shapiro, A.J.Krueger和P.J.Kennedy (140)

第三部分 简单预报方法

引言.....K.A.Browning (149)

在现时预报中对地球静止卫星数据的主观解释.....J.F.W.Purdom (151)

分析卫星云图的自动化方法.....E.Liljas (171)

用雷达和卫星资料作甚短期降水预报的客观外推方法 G.L.Austin和A.Bellon (181)

用中尺度对流系统生命周期的概念化模式来改善甚短期预报 E.J.Zipser (196)

第四部分 数值模式的应用

引言 K.A.Browning (212)

中尺度数值模式在甚短期预报中的作用 R.A.Pielke (214)

局地强迫生成的中尺度系统的模式预报 K.M.Carpenter (230)

应用卫星云图和地面降水资料进行数值天气预报模式初值化的实例
..... T.T.Warner, T.C.Tarbell和S.W.Wolcott (243)

英汉缩写词汇索引 (256)

第一部分 系统设计

引 言

K. A. Browning

任何天气预报系统，如果是打算以省钱的途径来满足要求，则必须按一个完整的系统来设计，即综合考虑从观测开始，经过资料处理、分析和预报等各个步骤，直到将特定的咨询意见编排和发布给真正的用户为止这样一个全过程。在现时预报和甚短期预报情况下需要处理极为大量的观测资料，处理的结果又要极快地发布给用户，因为这类情报是极容易过时的。因此很需要适当的系统设计实例，这样我们就决定以整体系统问题来作为这本书的开头。并且以此作为考虑第二、三、四部分中各篇文章的串线。

我们取Murphy和Brown关于用户要求的讨论（第一部分一篇文章）作为开始。正如他们所指出的，天气情报效益的经济学研究是极少有坚实基础的。因此一开始我们就得承认我们对现时预报系统经济效益的信心主要来自直觉而不是定量的证据。第一部分第一篇文章是以研究用户要求为准则而写的，以便使我们能够最佳地设计各个现时预报系统；根据气象、地理以及经济条件的不同，这种系统在不同地区、不同国家是会大不相同的。

Beran和Mac Donald（第一部分第二篇文章）讨论了整个现时预报和甚短期预报系统的各部分。然后他们提出了一种设计方法论，利用这种方法，人们可以研制出一个最佳的系统。在美国先行的PROFS（示范区观测和预报服务）计划中就正在应用这种方法。

Bodin (第一部分第三篇文章) 描述了一个未来国家预报系统的计划。这个计划是为了瑞典新的系统而制订的, 值得注意的是, 它考虑了利用新技术的可能性以及对甚短期局地预报的日益重视, 而需要建立一种新的结构体制。虽然别的国家会有不同的气象问题和不同的重点, 因而需要制订极不相同的计划, 但在考虑所提出的系统设计背后的理由方面, 它仍是有启发的。

第一部分第四篇文章集中描述观测系统。此后的各篇文章讨论新型的观测技术; 但在这一篇中, Tatehira和他的同事们介绍了一个系统, 其中包括极为平常的仪器。日本的中尺度网是现有的装备得最好的业务观测网之一。它的有利条件是有20部天气雷达, 还有上千个自动天气站, 间距约20公里。虽然现在还很难说清在不常发生强烈天气的国家里这样的观测网是否必要, 但这一篇文章有益地介绍了这类观测网的情况: 对于这样的观测网, 许多地区的预报员是很想望的。

多部雷达和卫星图象提供了现时预报所需的某些最重要的中尺度资料。问题是如何设计好一个系统, 在这样的一个系统中, 这些资料可以以恰当的方式彼此结合, 或与其他气象情报相结合, 而给出迅速而可靠的分析和预报。这些资料的不同寻常的误差特性要求人们给予分外的小心, 以确保得到可信的结果。Browning和Collier(第一部分第五篇文章) 介绍了英国正在发展的一种全系统方法, 根据这种方法, 预报员可以有效地检验他在其他高度自动化系统上作出的判断是否正确。

用户对甚短期天气预报的要求

ALLAN H. MURPHY和BARBARA G. BROWN

1 引言

为了改进或扩大天气预报的用途，在引入新的观测、预报和发布系统方面要作很多努力；其中，对用户要求的研究也起着很重要的作用。尤其是，这种研究的结果，可以提供某些情报，这种情报对于那些设计、研制和完善这种系统的各类人员是很重要的，同时对于那些可能成为这种系统的输出情报的用户的人，也是很重要的。在最近的二十年中，围绕着用户对天气情报的要求这一问题进行了许多研究，起初所关心的是与从日常资料一直到长期预报有关的情报。但是，这本书所涉及的只是现时预报和甚短期（即0—12小时）预报，而在那些研究中却很少包括直接与此有关的资料。那些研究中所关心的问题涉及到用户要求的各个方面和各种内容，应用了各种各样的方法。而且在那些研究中，观测所提供的情报质量也各不相同。显然，为了得到有用的和可靠的结果，为了给与系统设计和研制有关的决策提供一个坚实的基础，用户要求方面的研究应当仔细地设计，并应建立在现有的最适当的方法论上。

这篇文章的主要目的是：（a）简短地介绍关于甚短期预报用户要求的现有情报，（b）指出这方面知识的严重不足，（c）讨论这个领域中下一步要做的工作。

2 对近来某些研究的回顾

在这一节中，我们简要地概括近来对甚短期预报用户要求的一些研究结果。根据本文的目的，用户可以分成五类：（a）农业，（b）建筑，（c）能源，（d）运输，（e）社会公众及其安全。下面对每一类用户的要求用一小节来阐述。在介绍这些要求时，

只谈到与预报有关的用户活动和与之有关的天气要素。因为用户对天气预报的要求不能够不考虑这种预报恰当的经济效益(见第3节),所以书中还给出了关于现时预报经济效益的一些资料。在第2.6小节中有一段简短的概要,并有一张表,表中包括一些精选的关于用户要求和甚短期预报经济效益的资料。

应当强调指出,我们是按照“表面价值”来考虑用户要求的。但正如上所述,这类资料有某些重要的缺陷。这些缺陷的性质,以及下一步对用户要求的研究工作,将在第3节中讨论。

2.1 农业

农业用户对甚短期预报的要求包括:风向和风速预报,以便有效地进行飞机播种;风预报,和降水的开始时间和持续时间的预报,以便有效地安排喷撒杀菌剂、杀虫剂和除草剂的计划;降水强度和持续时间的预报,以便减少莴苣和其他秧苗的损失。此外,还有最低温度、露点、云量和风速的及时预报,以便保护柑橘和落果作物,并保护葡萄、烟草和甘蔗免受霜害;最高温度预报,以减少高温对葡萄和其他农作物以及对家畜的有害影响;湿度和云量的预报,以防止毛霉病和其他真菌病对落果造成的损失;冰雹预报,以减少家畜和温室的损失。收获期间和收获之后的甚短期预报,包括降水的开始时间和持续时间以及温度和露点的预报,以避免由于农作物在地里腐烂以及增加人工烘干饲草和谷物的附加费用而造成的损失;降水预报,以减少在晾晒葡萄干中的损失;湿度预报,以减少由于在不利的条件下烘干烟草所化的代价和遭受的损失。

在Rapp和Huschke(1964),Dancer和Tibbitts(1973),Theron等(1973),Bussell等(1978),以及PROFS(1981)等的研究中已阐述过这些要求。农业对甚短期预报要求的其他情报来源包括Mason(1966)的一篇文章,世界气象组织的一份报告(World Meteorological Organization, 1968),一次关于气象服务效益的会议的文集(Royal Meteorological Society,

Australian Branch, 1979), 和Omer (1980) 所写的一份技术摘要。其中某些研究还包括现有的和改进后的甚短期天气预报对农业的经济效益的估计。这些效益包括由于在美国改进了现时预报而得益的每年7400万美元 (Dancer和Tibitts, 1973), 由于在南非改善了预报而得益的每年1200万卢比 (Theron等, 1973), 和由于在英国改善了短期预报而得益的每年650万英镑 (Bussell等, 1978)。

2.2 建筑

主要的建筑业对甚短期预报的要求可概括如下: (a) 对降水的起始时间、持续时间和强度的预报, 以及对风速的预报, 以避免已完成的工作(例如混凝土)的损坏和减少为保护露天表面、结构和工作场所所化的代价; (b) 降水、风速、高温和低温的预报, 以有效地安排工作计划。与这些要求有关的某些专门情报包含在一些研究报告中, 其中有Rapp和Huschke (1964), Russo (1966), 和Bussell等 (1978) 的文章。Russo (1966) 的文章还指出如果更好地应用现有的天气情报能给美国建筑业带来每年5亿至10亿美元的好处, 从较好的短期(即0—24小时)预报带来每年再加3亿美元的好处。Mason (1966), Bhattacharyya等 (1975) 和Bussell等 (1978) 还对现时预报对建筑业的经济效益作了其他的估计。

2.3 能源

电力和煤气工业需要温度、湿度、风向、风速、云量和其他参数的甚短期预报, 以便更好地调度电力和天然气的生产和分配。此外, 电力公司还需要雷暴、强风、低温、冻雨等的预报, 以减少线路和设备的损坏, 以及安排维修等。这些要求在Rapp和Huschke (1964), Mason (1966), WMO(世界气象组织) (1968) 和Bhattacharyya等 (1975) 的文章中已有论述。在一份世界气象组织的报告(WMO, 1968)中提到, 这种预报对电力工业的每年经济收益估计是: 法国3300万法郎, 西德900万美元, 澳大