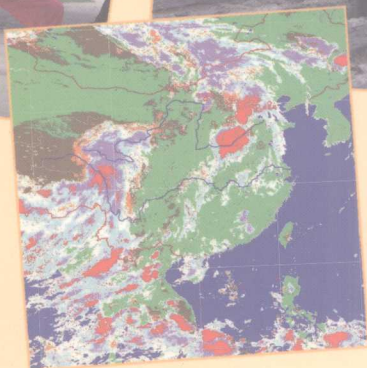
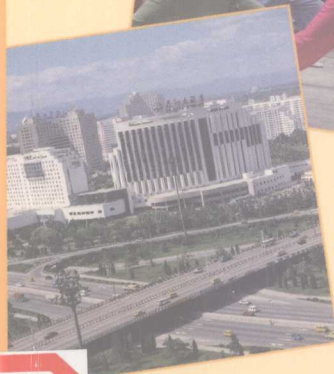
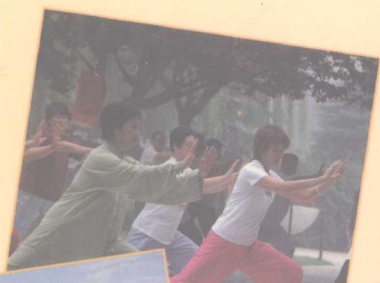


北京市专业气象服务研究

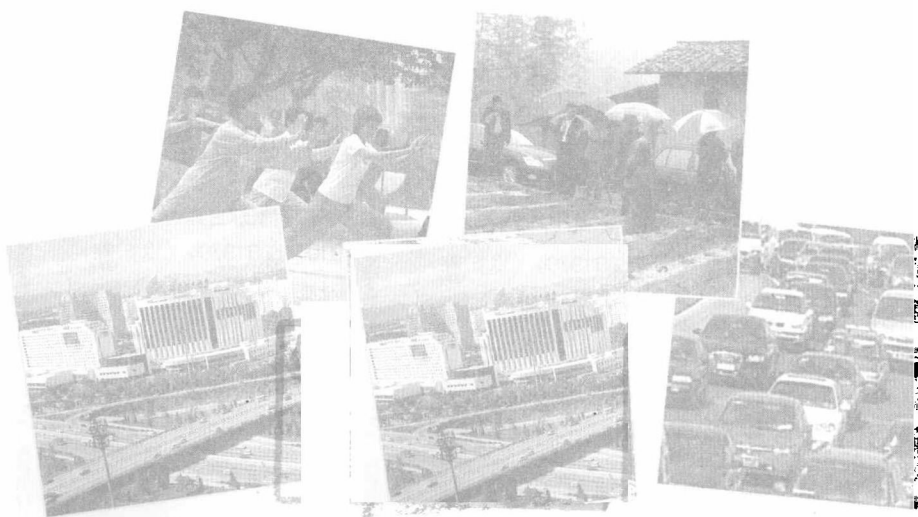
● 张德山 编著



中国农业科学技术出版社

北京市专业气象服务研究

● 张德山 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

北京市专业气象服务研究/张德山编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2008. 4

ISBN 978 - 7 - 80233 - 524 - 0

I. 北… II. 张… III. 气象服务-研究-北京市 IV. P451

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 034677 号

责任编辑 张孝安 王奉安

责任校对 贾晓红 康苗苗

出版发行 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 68919708 (编辑室) (010) 68919704 (发行部)
(010) 68919703 (读者服务部)

传 真 (010) 68919709

网 址 [http:// www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 880mm × 1230mm 1/32

印 张 11

字 数 250 千字

版 次 2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元



本书作者自 1994 年 12 月被聘为气象高级工程师以来，一直从事气象预报产品开发和专业气象服务建设及业务管理工作，先后主持或参加各级科研项目 15 项，曾在《气象》、《气象科技》、《气候与环境研究》等学术期刊上发表 31 篇论文。

本书有关论文中论述的“气象指数”，把常规的天气预报结论向前延伸到百姓日常生活的诸多方面，为居民的衣食住行和身体健康提供了方便。成为电视、报纸、广播、短讯、声讯和网站等大众传媒中不可或缺的气象服务产品。书中有关预报方法研究部分为组建 6 个行业的专业气象服务平台提供了技术支撑，而专业气象服务平台为首都的供电、供暖、供气、交通等行业的优化管理提供了气象科技保障。

本书中所发表的部分成果在北京市专业气象服务中发挥了较好的作用，促进了国民经济快速、有序的发展，同时使北京市专业气象服务的经济效益翻番，使北京气象市场出现了稳中有升的可喜势头。

作 者
2008 年 3 月



内 容 简 介

北京市专业气象服务研究

本书发表了作者 30 年来，在从事专业气象服务研究中独立或与其他研究人员合作的有关预报研究、供热研究、气象指数、医疗气象、生态环境、气候变化和交通气象共 7 个方面的 42 篇科技论文。这些论文具有一定的深度和广度，大部分发表在国内公开发行的科技期刊上。本书对从事专业气象服务的研究人员和相关业务人员有很好的参考价值。



第一章 预报研究

- 1.1 密云水库流域性暴雨的短期预报方法研究/2
- 1.2 密云县汛期大雨及以上降水天气的短期 MOS 预报方法/11
- 1.3 密云县 9 月份短期降水的 MOS 预报方法/26
- 1.4 密云县 10 月份短期降水的 MOS 预报方法/31
- 1.5 密云县大白菜收获期天气预报/36
- 1.6 日较差分级的北京地区逐时气温预报方法/39

第二章 供热研究

- 2.1 北京市节能温度、供热气象指数及供热参数研究/46
- 2.2 城市热岛强度订正与供热量预报/51
- 2.3 北京地区未来 1~3 d 昼夜气温预报模型的建立/57
- 2.4 北京城市集中供热节能气象预报系统研制/61
- 2.5 北京城市集中供热节能气象研究应用效益估算/67

第三章 气象指数

- 3.1 北京地区擦洗汽车气象指数预报/74
- 3.2 北京地区着装厚度气象指数预报/79
- 3.3 北京地区啤酒、饮料、冰淇淋气象指数预报/85
- 3.4 北京地区中暑气象指数预报与服务/92
- 3.5 北京地区太阳能气象指数预报研究与应用/99

北京市专业气象服务研究

- 3.6 北京地区游泳气象指数预报/105
- 3.7 北京地区风寒指数的引进与二次开发/112

第四章 医疗气象

- 4.1 京津地区儿童呼吸系统疾病医疗气象预报初步研究/120
- 4.2 北京地区天气变化影响人体健康的信息和预报/131
- 4.3 北京地区腹泻疾病医疗气象预报模式及流行风险水平评估初步研究/134
- 4.4 北京市海淀区细菌性痢疾与气象要素关系的研究/143
- 4.5 气象与人类生存和生活环境的关系研究/151

第五章 生态环境

- 5.1 下垫面环境对密云县汛期降水气候特征影响的分析/162
- 5.2 密云县暴雨与泥石流灾害的调研报告/172
- 5.3 城市化对北京室内外气温影响的研究/180
- 5.4 中国不同地区城市化对室内外气温影响的比较研究/189
- 5.5 北京城区空气中花粉含量与气象要素关系初探/201
- 5.6 北京城区花粉数量的天气条件分析/207
- 5.7 2008年奥运会期间北京城区地面风场的分析/214
- 5.8 北京城区8月份日花粉总数量和致敏花粉数量的短期预报/224
- 5.9 密云县黄土坎鸭梨低产成因及克服途径的初探/233

第六章 气候变化

- 6.1 北京24节气气温的气候变化与气象服务/244
- 6.2 北京奥运会赛期温、湿、风、云、雨的气候信息分析/249
- 6.3 密云县6月份总降水量的长期预报办法/259
- 6.4 密云县气候变化研究/262
- 6.5 北京三伏时节的气候分析和气候变化/279
- 6.6 北京“数九”时节的气候及其变化的分析/288



第七章 交通气象

- 7.1 首都机场高速公路能见度预报方法/298
- 7.2 北京道路能见度监测及预报技术方法研究/305
- 7.3 北京高速公路柏油和水泥路面温度预测/315
- 7.4 华北区域大气能见度变化规律的研究/329

第一章

预报研究

北京市专业气象服务研究

- 1.1 密云水库流域性暴雨的短期预报方法研究
- 1.2 密云县汛期大雨及以上降水天气的短期 MOS 预报方法
- 1.3 密云县 9 月份短期降水的 MOS 预报方法
- 1.4 密云县 10 月份短期降水的 MOS 预报方法
- 1.5 密云县大白菜收获期天气预报
- 1.6 日较差分级的北京地区逐时气温预报方法

密云水库流域性暴雨的 短期预报方法研究

摘要 为了探索密云水库流域性暴雨的预报,着眼于影响暴雨的天气系统,从数值预报的解释应用入手,试验制作了密云水库流域性暴雨预报方法。通过整理 1970~1993 年 24 年间水库流域内 20 个水文站雨量资料,分析 45 个暴雨天气样本与历史天气形势和数值预报产品的关系,筛选出预报指标和预报因子,使用数值预报产品的解释应用方法,根据天气环流形势的分型,分别组建了 6 月、7 月、8 月每个月份的未来 24 h 暴雨天气预报方程。预报检验表明,该预报方法是可信的,同时也表明客观划分环流型、筛选预报因子、恰当确定暴雨标准等是预报方法的关键。

关键词 密云水库;流域性;数值预报产品释用;暴雨预报

1 引言

密云水库为提供首都水资源发挥着重要作用。为保障密云水库分洪、蓄水提出科学依据,做好密云水库降雨天气预报是基础,而其中暴雨预报又最为重要。随着科学技术的进步,数值预报将取代经验预报,这是气象事业发展的必然趋势。但由于数值预报还处于完善过程中,因此数值预报产品的解释应用已经越来越为大气气象工作者所重视^[1~3]。而对数值预报产品的解释应用研究也表明其效果要好于模式直接输出预报^[4]。数值预报产品的解释应用已成为各级预报台站制作各类天气预报必不可少的参考工具,而且这种趋势随着进入计算机网络时代而不断加强。密云水库流域性暴雨预报方法在实践应用中,预报服务值班员感到在预测暴雨天气时增加了可信度,特别是 2005 年 2 次暴雨天气预



报效果比较理想，反映了流域性暴雨天气的预报方法研究在业务应用中是有意义的。

2 密云水库流域性暴雨概况

2.1 密云水库流域

如图 1-1 所示，白河、潮河、清水河分别自密云县西北、东北、东部 3 个方位汇合于密云水库。这 3 支水系流经赤城、丰宁、延庆、怀柔、滦平、密云、兴隆 7 个县境，流域面积约 $1.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。南北相距约 1 个纬度 ($40.5^\circ \sim 41.5^\circ \text{N}$)，东西横跨近 2 个经度 ($115.5^\circ \sim 117.5^\circ \text{E}$)。



图 1-1 密云水库流域

2.2 暴雨日标准

通过整理密云水库流域内 1970~1993 年 24 年 20 个水文站雨量资料，分析确定出符合以下任意一个条件者定为一个流域性暴雨日。

(1) 流域内 2/5 及以上水文站的 24 h 降水量 ≥ 50.0 mm, 或者 3 个及以上水文站 24 h 降水量 ≥ 100.0 mm。

(2) 流域内 2/5 及以上水文站的 24 h 降水量 ≥ 38.0 mm, 其中有 1/4 及以上水文站的 24 h 降水量 ≥ 50.0 mm。

2.3 汛期流域性暴雨日数

根据暴雨标准的划分条件, 分月统计出了密云水库流域 1970~1993 年 24 年汛期 (6~8 月) 各月流域性暴雨日数 (表 1-1)。表 1-1 中的暴雨与大到暴雨实际上分别是上述流域性暴雨日条件 1 与条件 2。

表 1-1 汛期 (6~8 月) 暴雨日数统计 (单位: d)

月份	6 月	7 月	8 月	合计
暴雨	3	10	8	21
大到暴雨	7	11	6	24
流域性暴雨日总数	10	21	14	45

3 环流分型与预报因子选择

3.1 环流指数计算及环流分型

密云水库流域性的暴雨属华北夏季暴雨范畴, 由于中低纬天气系统 (西风带系统与热带、副热带系统) 在密云水库流域直接或间接的相互作用而形成了暴雨天气过程^[5]。因此, 从天气学的角度出发, 在密云水库流域上游计算环流指数, 运用环流指数客观地划分影响密云水库流域性暴雨的环流型, 其环流指数计算区域见图 1-2。环流指数计算公式如下:

纬向环流指数: $I_{\phi} = (h_{\text{延安}} + h_{\text{济南}}) - (h_{\text{二连浩特}} + h_{\text{锡林浩特}})$

经向环流指数: $I_{\lambda} = (h_{\text{济南}} + h_{\text{锡林浩特}}) - (h_{\text{二连浩特}} + h_{\text{延安}})$

式中, 纬向环流指数中 $h_{\text{延安}}$ 和 $h_{\text{二连浩特}}$ 分别指 500 hPa 延安和二连浩特位势高度 (单位: dgpm); 经向环流指数中 $h_{\text{济南}}$ 和 $h_{\text{锡林浩特}}$ 分别指 500 hPa 济南市和锡林浩特市位势高度 (单位: dgpm)。

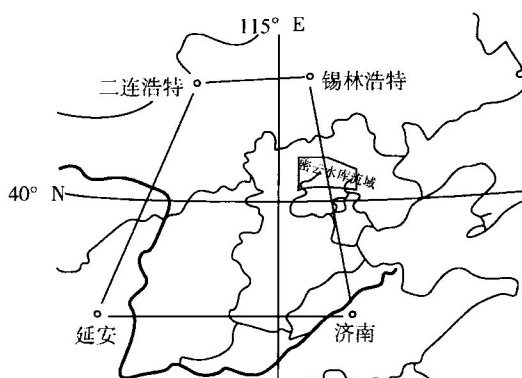


图 1-2 计算环流指数用图

通过分析预报区域上游的纬向和经向环流指数及 6~8 月水库流域逐月逐日流域性暴雨日天气样本的关系，划分出影响各月流域性暴雨日的 6 种环流天气型：①经向环流型；②强西南气流型；③弱西南气流型；④西路冷空气型；⑤北路冷空气型；⑥台风或低涡低槽型。其汛期流域性暴雨日数与环流天气型的统计关系见表 1-2。

表 1-2 汛期流域性暴雨日数与环流型统计 (单位: d)

环流分型	6 月		7 月		8 月		合计	
	大到暴雨	暴雨	大到暴雨	暴雨	大到暴雨	暴雨	次数	(%)
经向环流型	5	1	1	2	0	0	9	20
强西南气流型	1	0	2	2	2	4	11	24
弱西南气流型	0	0	4	0	2	4	10	22
西路冷空气型	0	0	0	2	2	0	4	9
北路冷空气型	1	0	2	1	0	0	4	9
台风或低涡型	0	2	2	3	0	0	7	16
合计	7	3	11	10	6	8	45	100

由于每个月气候的差异，在 6 月、7 月、8 月的 3 个月份中同一种天气型的环流指数强度的标准在数值上有所不同。

3.2 预报因子选择

在预报因子的选择上,使用从日本数值预报产品中选出的因子,结合实际观测资料,建立预报方程。在研究中,使用了日本数值预报产品连续5年(1989~1993年)的历史图资料。

在探讨密云水库流域产生暴雨天气与数值预报产品影响因子的关系时,考虑到建立预报方程在业务应用中的稳定性,在表示槽区位置时,选择槽区相邻网格点组合因子;在分析降水预报、700 hPa 垂直速度、温度露点差物理量预报因子时,选择了预报区域位置中的预报量的最大与最小极值因子;预报因子的挑选是在数值预报产品图中以正方形网格的方式读取的。为了直观分析出众多数值预报产品因子,应用网格点与数值预报产品传真图嵌套软件,可以直接在工作平台上从数值预报产品传真图中读数,网格点分布情况见图1-3。

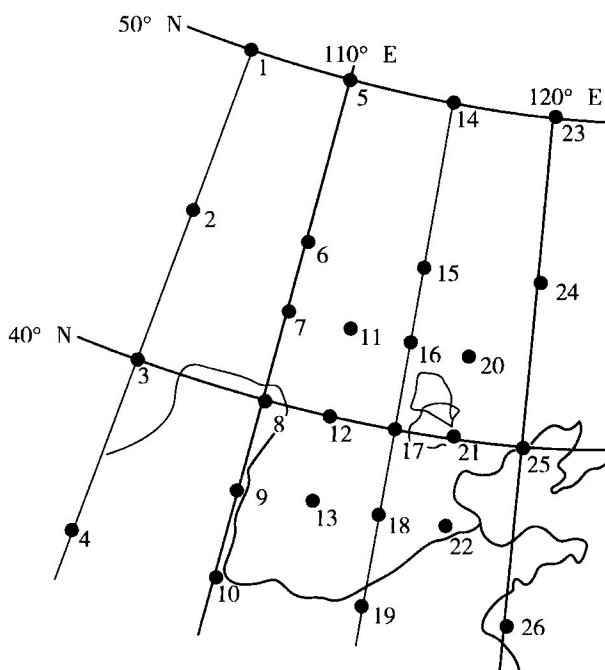


图1-3 密云水库流域及数值预报产品物理量网格点分布

4 密云水库流域性暴雨短期预报方法和检验

4.1 预报方法简介

鉴于影响汛期密云水库流域每个月暴雨天气的气候背景各异,本文采取分月进行判别暴雨天气环流型和预报因子的标准。在此,应用模式输出统计预报^[6]原理,研究密云水库流域性暴雨短期预报方法,并列出暴雨短期预报的方程式(1)。这里主要以对7月暴雨的预报为例,6月和8月的预报类似。

$$Y_{ij} = \sum_{k=1}^n C_{ij} X_{ijk} \quad (1)$$

式(1)中:左端的 Y_{ij} 为流域性暴雨的预报值;右端的 X_{ijk} 为暴雨预报因子; C_{ij} 为暴雨预报方程的系数; i 表示月份, $i=6$ 或7或8; j 表示天气环流型, $j=1$ 或2或3…… k 为因子序数, $k=1$ 或2或3……或 n (n 表示各天气型预报因子的总个数)。

4.2 密云水库流域性暴雨短期预报过滤指标

经分析7月份24年(1970~1993年)暴雨天气样本与水库流域中2个气象站(指标站)气象要素的关系,挑选出暴雨预报单站过滤指标,过滤掉了135个水库流域不可能出现暴雨的样本(占总样本数的19%)。其过滤指标如下:

- (1) 密云8:00地面水汽压: $E_{08} \leq 21.5 \text{ hPa}$;
- (2) 上甸子8:00地面露点温度: $T_{\text{d}08} \leq 17.5^\circ\text{C}$ 。

只要同时符合(1)和(2)的条件,未来24h小时内不可能有密云水库流域性暴雨天气过程。

4.3 环流形势分型及预报方程举例

下面以7月份为例说明,6月与8月类似。

7月份密云水库流域性暴雨天气环流形势分成5种环流天气型建立预报方程:①经向型与强西南气流型;②弱西南气流型;③西

路冷空气型；④北路冷空气型；⑤台风或低涡低槽型。下面以经向型与强西南气流型为例，介绍两型的分型指标。

(1) 分型指标。根据 8:00, 500 hPa 实况，分别计算出 I_{ϕ} 和 I_{λ} ，即前面介绍的纬向、经向环流指数计算公式。

A: $12 \geq I_{\lambda} \geq 5$ dgpm;

B: $14 \geq I_{\phi} \geq 8$ dgpm。

当同时满足 A 和 B 条件时定为经向型。

C: $5 \geq I_{\lambda} \geq 1$ dgpm;

D: $26 \geq I_{\phi} \geq 17$ dgpm。

当同时满足 C 和 D 条件时定为强西南气流型。

(2) 预报方程。在建立预报方程时，因为经向型仅有 3 个暴雨样本（1989~1993 年），所以将其与强西南气流型合并在一起建立预报方程：

$$Y_{71} = 0.148X_{711} + 0.136X_{712} + 0.148X_{713} + 0.148X_{714} + 0.159X_{715} + 0.125X_{716} + 0.136X_{717} \quad (2)$$

当 $Y_{71} \geq 0.7$ 时即预报当天 20:00 至第 2 天 20:00 密云水库有流域性暴雨。

在方程 (2) 中，Y 与 X 的第 1 个右下标“7”表示 7 月份；第 2 个右下标“1”表示环流形势分型的第 1 种（亦即经向型与强西南气流型）；第 3 个右下标“1, 2, ……7”分别表示预报因子序号。其中各预报因子的物理意义及其数值 0, 1 划分如下：

X_{711} ：在 8:00, 500 hPa 日本数值预报传真图涡度 ζ_{24} h 预报场中，若 ζ_{20} 、 ζ_{21} 、 ζ_{22} 都大于 0，且 $X_{711} = (\zeta_{20} + \zeta_{21} + \zeta_{22}) / 3 \geq 50$ （单位： $10^{-6} \cdot s^{-1}$ ），则 X_{711} 为 1；否则为 0。其中涡度 ζ 的下标表示网格点序号。

X_{712} ：在 8:00, 700 hPa 日本数值预报传真图上，温度露点差的 24 或 36 h 预报值，若在密云水库流域范围内有 $\leq 3^{\circ}C$ 的阴影区，则取值为 1，否则为 0。

X_{713} ：在 8:00, 700 hPa 日本数值预报传真图垂直速度 ω 的 24 h 或 36 h 预报场中，在密云水库流域范围内取最小值 $\omega_{\min}$ ，若 $\omega_{\min} \leq -15 \text{ hPa} \cdot \text{h}^{-1}$ 为 1，否则为 0。

X_{714} : 在 8:00, 日本数值预报传真图的 24 h 或 36 h 降水预报场中, 在密云水库流域范围内取最大值 $R_{\max}$, 若 $R_{\max} \geq 12 \text{ mm}$ 为 1, 否则为 0。

X_{715} : 在 8:00, 日本数值预报传真图的地面气压 p , 24 h 预报场中, 计算其东西气压差, $\Delta p_s = (p_7 + p_8 + p_{11}) - (p_{20} + p_{21} + p_{22})$; 若 $\Delta p_s \geq 10 \text{ hPa}$, X_{715} 取为 1, 否则为 0。其中 p 右下角数字表示图中格点序号。

X_{716} : 计算密云县气象站 14:00 地面水汽压 E_{14} (单位: hPa) 与气温 T_{14} (单位: $^{\circ}\text{C}$) 的数字之差 $(E_{14} - T_{14})$, 若 $(E_{14} - T_{14}) \geq 0$, X_{716} 取值为 1, 否则为 0。

X_{717} : 为密云县气象站 14:00 总温度 $T_t = 1\,555 \times (E_{14}/p_{14}) + T_{14}$, p_{14} 为 14:00 本站气压; 若 $T_t \geq 70.5^{\circ}\text{C}$, 则 X_{717} 为 1, 否则为 0。

7 月份各天气环流型的暴雨预报方程式均类似上述的经向型与强西南气流程型。

4.4 预报检验

(1) 用历史样本回报。根据每型各自的方程利用 1989~1993 年 5 年历史传真图资料作回报, 对 53 个历史样本均预报成功。

(2) 用历史资料试报。应用 1994 年 7 月逐日样本试报, 两次流域性暴雨均预报正确, 且无空报和漏报。

(3) 1995~1998 年准业务运行情况。1995~1998 年 6~8 月逐日准业务应用情况: 在上述准业务运行期间, 没有漏报 (1999~2004 年因故暂停止业务运行)。

(4) 2005 年应用情况。2005 年在上述预报方法的基础上, 作了一些改进, 改进后的 6~8 月份逐日实际应用情况: 预报 3 次流域性暴雨天气, 2 次正确, 1 次空报 (出现了流域性大雨天气), 没有漏报。

总之, 预报检验情况表明, 预报方法对密云水库流域性的暴雨天气具有一定预报能力, 虽然有一些空报, 但没有漏报, 且空报时均出现了中雨以上的天气, 这表明该预报方法是可信的, 预报因子的选择和组合是成功的。分析空报的原因可能与预报方程的临界值的确定有关, 今后可作进一步的调整。