

文章编号: 1006—4354 (2003) 06-0013-04

2002 年陕西秋季人工增雨效果统计分析

贾 玲¹, 陈争旗¹, 余 兴²

(1. 陕西省人影中心, 陕西西安 710014;

2. 陕西省气象科技创新基地, 陕西西安 710014)

摘 要: 针对陕西省的飞机人工增雨作业特点, 设计出适用于作业后即时分析的区域回归统计方案, 对 2002 年秋季飞机增雨进行效果分析, 结果表明: 6 架次 08—20 时平均增雨量 3.4 mm, 作业后 3 h 平均增雨量 1.1 mm, 通过成对试验符号秩和检验, 显著性水平均优于 5%, 表明作业效果显著。

关键词: 飞机增雨; 历史区域回归; 效果检验

中图分类号: P481

文献标识码: A

客观、科学地评估飞机人工增雨效果是人工影响天气工作的重要组成部分, 也是技术难点之一。统计检验能在一定的显著性水平上得出定量的增水结果, 便于评价作业的有效性, 目前仍是国内外广泛采用的人工增雨效果检验的基本方法。针对陕西省抗旱业务性作业的特点, 设计了一种适用于陕西飞机人工增雨效果检验的历史区域回归统计方案, 并对 2002 年秋季的 6 次增雨作业的效果进行了评估。

1 区域回归方案设计

1.1 回归区域的划分

采用区域回归分析^[1]方法进行人工增雨效果评估, 对比区的选定比较严格, 要满足: 不受催化影响、地形、面积与作业区大体相仿、作业期间两区域所受的天气系统影响相同、雨型类似。陕西省大部分属于干旱半干旱地区, 人工增雨作业范围常常遍及全省, 作业路线和区域不固定, 无法预先确定作业区和对比区, 这给区域回归分析带来很大难度。关中、陕北、陕南分别预先划分区域进行回归分析, 以关中为例, 参考近几年的增雨作业路线, 把该地区细分成 8 个区域 A1—A8, 8 个区域互相作为目标区和对比区进行两两回归分析, 应用效果分析时, 可根据作业的飞行

路线和高空风确定催化覆盖区域为作业区, 与作业区相关较好的未受催化影响的区为对比区。同样, 陕北、陕南分别划分为 B1—B7、C1—C7 各 7 个区域 (见图 1)。

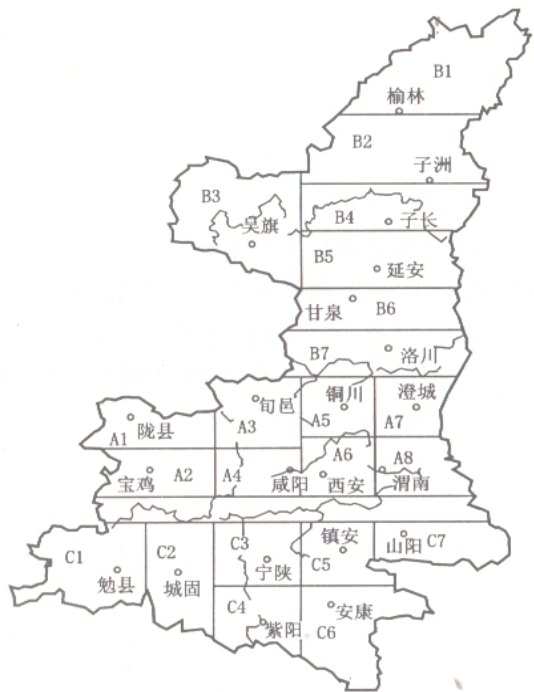


图 1 陕西关中、陕北、陕南区域划分示意图

收稿日期: 2003-06-23

作者简介: 贾玲 (1971-), 女, 山东诸城人, 学士, 工程师, 从事人工影响天气工作。

基金项目: 国家科技部“西部开发科研行动”(2001BA901A41)

1.2 月雨日相关分析

效果统计方案针对全省的春、秋季层状云飞机人工增雨催化作业,增加了月雨日的相关分析^[2],以期对不同月份的降水特征及分布有一个宏观的认识,雨日的强相关作为作业区 and 对比区处于同一天气系统的物理依据,并剔除长距离站点间雨量遥相关,以提高评估方案的合理性。相关分析的历史资料根据 1972—2001 年 30 a 的月雨日,关中、陕北、陕南地区分别选择雨量站作月雨日的两两相关。分别求出了关中、陕北、陕南雨量站点间 30 a 的雨日相关系数,为对比区选择提供物理依据,关中、陕北和陕南春、秋季的雨日相关有明显差别,秋季要强于春季,且秋季的 9、10 月的相关好于 8 月,春季 4、5 月相关好于 6 月。本次区域回归分析对春、秋季做方案设计,春季回归选取 4、5 月的历史雨量资料,秋季取 9、10 月的雨量资料。

1.3 统计变量的选定

陕西省的飞机增雨作业大多在白天,选取 2 个统计变量进行同步分析:区域平均 08—20 时雨量和区域平均 3 h 雨量。取自 1981—1990 年间未经催化的层状云降水过程的逐时雨量,根据对月雨日的分析,关中、陕北、陕南分别选取 9、10 月的雨量作为秋季回归分析的变量,每个区域统计变量:秋季 08—20 时雨量和 3 h 雨量,通过检验,各区域 08—20 时雨量拟合度在 75% 以上,3 h 雨量拟合度在 80% 以上,取各区域秋季 08—20 时雨量和 3 h 雨量作为统计变量。

1.4 区域回归分析

以关中为例,假定划分的 8 个区域雨日相关性好的区域互为目标区和对比区,分析各区域间

统计雨量的相关性并检验相关系数的显著性,通过显著性检验的区域间建立回归方程。陕北、陕南分别作类似的分析。建立关中、陕北、陕南各区域间秋季 08—20 时和 3 h 雨量回归方程。由对比区雨量求出作业区雨量期待值,跟作业区实测雨量比较,得出作业区雨量增加值。

2 效果检验

2002 年秋季,陕西省人影办首次运用从美国引进的液态 CO₂ 催化新技术,结合原有的 AgI-丙酮溶液播撒设备,针对层状云连续性降水在关中和陕北地区进行了飞机人工增雨作业,采用区域回归方案进行效果分析。

2002-09-13,受西风带波动和副高边缘西南气流共同影响,陕西出现一次明显的层状云降水过程进行人工增雨作业,作业路线为延安→宜川→洛川→黄陵→白水→洛川→甘泉,延安到宜川中途开始作业,作业时段为 15:48—17:03,08 时 500 hPa 高空为西风,风速 16 m/s,作业及影响区覆盖的 B6、B7、A7,选为作业区,与 B6、B7 秋季雨量相关最好的为 B5,且 B5 位于作业区侧风方,与 B6、B7 雨日相关系数在 0.7 以上,故选择 B5 作为 B6、B7 的对比区;类似选择相关较好且未受作业影响的 A6 作为 A7 的对比区。对比区雨量分别代入秋季 08—20 时及 3 h 回归方程,得出 B6、B7、A6 的增雨量,3 个区域增雨量的平均值即为整个作业区的平均增雨量,结果见表 1、表 2。

可以看出,该架次作业日 08—20 时作业区平均增雨量 10.7 mm,作业后 3 h (16—19 时) 平均增雨量 3.0 mm。结果由不同时段回归方程求得,但因为 08—15 时该区域未作业,显然计算得出的 08—20 时增雨量相对较大。作业前 08—

表 1 08—20 时雨量区域历史回归分析

作业区—对比区 Y—X	相关系数 <i>r</i>	回 归 方 程	<i>Y</i> ₁ /mm	<i>X</i> ₁ /mm	<i>Y</i> ₁ '/mm	Δ <i>Y</i> ₁ /mm
B6—B5	0.87	<i>Y</i> = 1.06 + 0.80 <i>X</i>	19.4	8.3	7.7	11.7
B7—B5	0.82	<i>Y</i> = 2.67 + 0.72 <i>X</i>	22.8	8.3	8.6	14.2
A7—A6	0.79	<i>Y</i> = 2.05 + 0.59 <i>X</i>	15.8	12.8	9.6	6.2
平 均	0.83		19.3	9.8	8.6	10.7

注: *Y*₁、*X*₁、*Y*₁'、Δ*Y*₁ 分别为 08—20 时作业区实测雨量、对比区雨量、作业区雨量期待值、作业区雨量增加值。

表 2 16—19 时雨量区域历史回归分析

作业区—对比区 Y—X	相关系数 <i>r</i>	回 归 方 程	<i>Y</i> ₂ /mm	<i>X</i> ₂ /mm	<i>Y</i> ₂ '/mm	Δ <i>Y</i> ₂ /mm
B6—B5	0.79	<i>Y</i> =0.82+0.68 <i>X</i>	3.0	1.2	1.6	1.4
B7—B5	0.77	<i>Y</i> =0.86+0.73 <i>X</i>	7.2	1.2	1.7	5.5
A7—A6	0.65	<i>Y</i> =0.81+0.52 <i>X</i>	6.0	5.7	3.8	2.2
平 均	0.74		5.4	2.7	2.4	3.0

注：*Y*₂、*X*₂、*Y*₂'、Δ*Y*₂ 分别为 16—19 时作业区实测雨量、对比区雨量、作业区雨量期待值、作业区雨量增加值。

15 时作业区的雨量大于对比区雨量，作业区与对比区雨量自然起伏较大。

假设 08—20 时的雨强为均匀分布，求出作业区及对比区的 9 h 雨量，通过回归分析得出该时段的 9 h 增雨量为 7.6 mm，而表 2 中求出的作业后 3 h 增雨量为 3.0 mm，显然其 3 倍值 9.0 mm 大于 7.6mm，说明 16—19 时的作业后 3 h 增雨量高出 08—20 时的平均 3 h 增雨量。

应用类似方法，对其余 5 次增雨作业效果评估。

2002-09-19, 08 时 500 hPa 高空为西风, 风速 10 m/s, 飞行作业 2 架次, 第 1 架次作业线路: 延安→志丹→安塞→子长→横山→榆林→安塞, 作业时段为 10: 28—12: 02, 作业区为 B2、B4、B5, 对比区选择 B6, 计算得出, 08—20 时整个作业区平均增雨量为 1.7 mm, 作业后 3 h (11—14 时) 平均增雨量为 0.6 mm; 第 2 架次作业线路: 富县→洛川→黄陵→旬邑→淳化→麟游→武功→淳化→宜君→黄陵→洛川, 作业时段为 14: 22—16: 25, 作业区为 B7、A5、A7、A3、A4, 对比区选择 B4、A2, 检验结果为: 08—20 时增雨 1.3 mm, 15—18 时增雨量 0.5 mm; 2 架次作业后 3 h 增雨量均高于 08—20 时的平均 3 h 增雨量。

2002-9-20, 08 时 500 hPa 高空为西西南风, 风速 14 m/s, 飞行作业 2 架次, 第 1 架次作业线路: 甘泉→富县→洛川→黄龙→合阳→蒲城→富平→渭南→黄陵, 作业时段为 10: 32—12: 06; 第 2 架次作业线路: 宜川→洛川→黄龙→宜君→白水→洛川→富县, 作业时段为 14: 53—16: 15。2 架次作业覆盖的范围基本吻合, 作业区为 B5、B6、B7、A7, 对比区选择 B4、A6, 检验结果为: 08—20 时 2 架次增雨量 7.9 mm, 第 1 架次 11—14

时平均增雨量为 2.1 mm, 第 2 架次 15—18 时增雨量 0.3 mm; 第 1 架次的作业后 3 h 增雨量高于 08—20 时的平均 3 h 增雨量, 第 2 架次作业后 3 h 增雨量偏小。

2002-09-26, 飞行作业 1 架次, 作业线路: 富县→黄陵→宜君→旬邑→淳化→宜君→黄陵→洛川→富县, 作业时段为 11: 33—13: 21, 08 时 500 hPa 高空为西西北风, 风速 8 m/s; 作业区为 B6、B7、A3、A5、A7, 对比区选择 B4、A4, 检验结果为: 08—20 时增雨量为—1.6 mm, 12—15 时平均增雨量为—0.2 mm。

对 2002 年秋季 6 次作业的效果进行总体评估并做秩和检验, 作业当日 08—20 时 6 次作业平均绝对增雨量 3.4 mm, 相对增雨量为 36.9%, 按成对试验符号秩和检验法对增雨效果进行显著性检验, 负秩和为—2, 查表得显著度 α=0.047, 表明增雨效果显著, 显著性水平优于 5%; 作业后 6 次作业 3 h 平均绝对增雨量 1.1 mm, 相对增雨量为 36.7%, 同样按成对试验符号秩和检验法对增雨效果进行显著性检验, 显著度 α=0.031, 表明增雨效果显著, 显著性水平优于 5%。

3 小结

回归方案设计针对陕西省的飞机人工增雨作业特点, 预先细分区域, 并且增加了雨日的相关分析, 对陕西层状云降水分春、秋季分别进行回归统计, 提高了效果评估的准确度, 可较客观地定量评估作业区域作业日 08—20 时以及作业后 3 h 增雨量。对 2002 年秋季飞机增雨的检验结果为: 6 架次 08—20 时平均增雨量 3.4 mm, 作业后 3 h 平均增雨量 1.1 mm, 通过成对试验符号秩和检验, 显著性水平平均优于 5%, 表明作业效果显著。存在的问题是: 只选择地面雨量作为统计变

气象电视节目的传输

陈 静

(陕西气象影视中心, 陕西西安 710014)

广播电视节目传输通常采用的方式有微波、光缆等, 传输技术的关键就是传输质量和传输速度。长期以来, 为了满足气象电视节目的传输, 采用人工传输方式, 其运行费用相当昂贵。随着计算机及网络技术的高速发展及运行成本的降低, 气象电视节目将逐渐实现光缆传输, 取代以往的人工传输方式。

1 广播电视节目的传输要求

广播电视节目不同于家庭视听及网络视频节目, 有其特殊的要求如高分辨率、高清晰、图像无损失等, 传输过程必须满足短时间内传输大量数据。目前广播电视信号处理, 引入计算机非线性编辑技术、MPEG—1、MEPG—2 等压缩技术, 配合光纤通讯及宽带网络的出现, 使网络传输广播电视节目成为可能。

2 广播电视传输的方式

2.1 点对点用光缆传输方式

作法是发送方一端和接收方一端各置一台光端机, 通过一边播放节目另一方收录的方式, 将电视信号传输到播出部门。例如, 中国气象局与中央电视台就是通过这种方式传输《天气预报》节目的。目前西安市, 省广电网络公司及电信公司

已将光缆铺设到各小区及城市主要干道旁。用此方式传输不必铺设专用光缆, 但租赁费用较高。

2.2 用互联网络传输

用互联网传输是借助于高速发展的数据传输网络(如高速宽带互联网), 其上传下达速度相当快, 在网路畅通的情况下, 传输几分钟的《天气预报》节目, 不存在问题。通常作法是将电视节目信号通过广播级压缩, 压缩成双方互认的影像编码, 再将文件数据通过互联网传输到电视播出部门。影响传输的主要问题是网路必须畅通。互联网传输成本较低, 但网络的安全不能保证。

2.3 专用网络传输

专用网络和互联网传输类似, 需要将节目信号转换成广播级的数据信号, 通过专用网络传输到播出部门。目前陕西省气象局向北京 CCTV—10《今日气象》栏目传输的节目素材, 就是采用拨号网络接通北京华风专用服务器, 将节目素材拷贝到对方许可的服务器目录中。传输节目数据文件到播出部门, 双方都需要熟练的操作技术。采用这种方式时, 对方往往出于自身网络安全保护, 会不予接受。这也是一种成本不高的传输方式。

量, 在遇到自然降水起伏较大的降水日时, 通过回归分析求得的作业区 08—20 时降水量期待值可能出现较大偏离, 更深入的工作可通过选取与降水有关的其它协变量进行多元回归来提高效果评估的准确度。

参考文献:

[1] 叶家东, 范蓓芬. 人工影响天气的统计数学方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1982. 315-319.

[2] 严采蓁, 陈万奎. 统计评估人工增雨效果的一些问题研究 [J]. 应用气象学报, 2001, 12 (2): 80-87.