

# 湖南2008年极端冰冻特大灾害成因分析及影响评估<sup>\*</sup>

周慧<sup>1,2</sup>, 朱国强<sup>3</sup>, 禹伟<sup>3</sup>, 李超<sup>4</sup>, 喻雨知<sup>1</sup>

(1. 湖南省防灾减灾重点实验室, 湖南长沙 410007; 2. 湖南省气象台, 湖南长沙 410007;  
3. 湖南省气象服务中心, 湖南长沙 410007; 4. 湖南省气候中心, 湖南长沙 410007)

**摘要:** 2008年初, 湖南出现了有完整气象记录以来罕见的特大低温冰冻雨雪极端灾害天气。本次过程具有强度大、范围广、时间长、灾害重等特点, 过程气温、冰冻、严寒期的多项评估指标创1949年以来极值, 综合评估为特大型气象灾害。从天气学角度出发, 对此次低温冰冻雨雪天气形势进行了分析, 同时对低温雨雪冰冻造成的湖南农业、电力、通信、交通等行业影响进行了评估。

**关键词:** 冰冻; 灾害天气; 成因分析; 影响评估; 湖南

中图分类号: X43; P426.63 文献标识码: A 文章编号: 1000-811X(2009)01-0080-06

## 0 引言

冻雨天气是我国冬半年的灾害性天气之一, 对农业、林业、交通、电力、通信及航空危害性较大。一些文献对形成冻雨的大气环流背景与层结进行了研究: 高空700 hPa暖湿气流旺盛、逆温层及强冷空气影响使地面温度降至0℃附近及以下, 是冰冻形成的大气环境背景与主要条件<sup>[1-6]</sup>; 对于2008年初长时间低温雨雪冰冻过程, 国内已有很多相关研究, 李崇银等<sup>[7]</sup>认为2008年1月大气环流异常及拉尼娜现象导致了罕见的低温雨雪冰冻过程; 王遵娅等<sup>[8]</sup>对此次过程的异常气候特征及其影响进行综合分析和评估; 黎惠金等<sup>[9]</sup>指出500 hPa欧亚地区环流形势异常稳定、地面冷空气堆积明显, 冷高压中心异常偏强、850 hPa锋区强盛、华南中低层逆温明显是此次低温雨雪冰冻的成因, 并就数值预报产品的预报能力进行了检验。具体到冻害对农业生产的影响, 刘布春等<sup>[10]</sup>采用分作物近不同受灾等级面积评估灾情, 估算不同作物、不同省份的作物产量损失, 段志坤等<sup>[11]</sup>对冻害程度与柑橘种类品种、果园立地环境、树龄大小、树势强弱、树体部位的关系进行了探讨, 罗芒生<sup>[12]</sup>对1999年湖南省邵东县辐射降霜造

成的柑橘冻害进行了分析, 谢深海<sup>[13]</sup>对2008年柑橘冻害特点及应对策略进行了一定分析, 主要侧重于柑橘树木冻害后的应对措施。

2008年1月13日~2月5日湖南省出现了历史罕见的严重低温雨雪冰冻灾害天气, 为了加深对冰冻成因的认识, 提高冰冻精细化预报和服务能力, 本文对该冰冻天气过程特点及成因进行分析, 并结合各项指标进行灾害性质评估, 同时对低温雨雪造成的湖南农业、电力、通信、交通等行业影响进行评估, 为冰冻防灾减灾提供科学依据。

## 1 过程天气特点分析

### 1.1 降温幅度大

2008年1月12日开始, 受北方强冷空气影响, 湖南出现了今年最强的一次降温天气过程, 从图1可以看出, 全省平均日平均气温由前一天的7.6℃下降到2.7℃, 其中湘南降温达10℃以上; 1月13日~2月5日整个过程降温幅度全省平均为10.4℃; 湘南普遍下降达15℃以上, 江永、蓝山、临武、汝城、江华等地降温幅度高达20℃。

\* 收稿日期: 2008-09-09

基金项目: 国家863计划专项(2006AA01A123); 湖南省气象局“天气要素精细(乡镇)预报业务系统建设与改进, 重点项目低温冰冻灾害天气研究, Grapes模式暴雨研究及其检验评估和湖南省高分辨率数值预报释用技术研究”资助

作者简介: 周慧(1973-), 女, 湖南长沙人, 硕士, 高级工程师, 主要从事天气预报和数值预报方面的研究.

E-mail: zhouchuiq@163.com

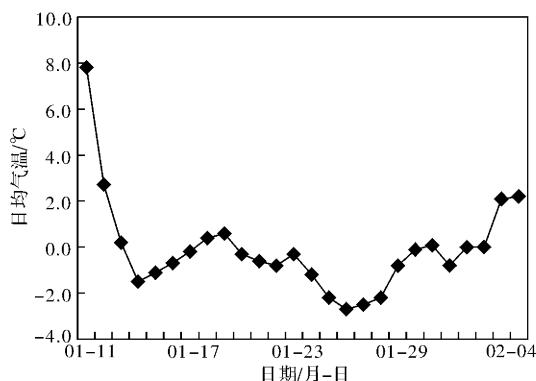


图 1 2008 年 1 月 11 日 ~ 2 月 5 日逐日日平均气温变化图

## 1.2 影响范围广

从 1 月 12 日开始, 全省持续低温雨雪冰冻天气。1 月 13 日 ~ 2 月 5 日有一半以上县市日平均气温在 0°C 以下的天数高达 17 d(图 2)。过程雨日全省平均 20.5 d, 较常年偏多近七成; 有 72% 的县市位居历史前 2 位, 其中湘北、湘东以及湘中大部、湘南局部 58 个县市雨日创当地自 1951 年以来同期最多记录(图 3)。1 月 11 ~ 31 日日照明显偏少, 两旬日照最多的县市仅 11 h, 有 39 个县市无日照。

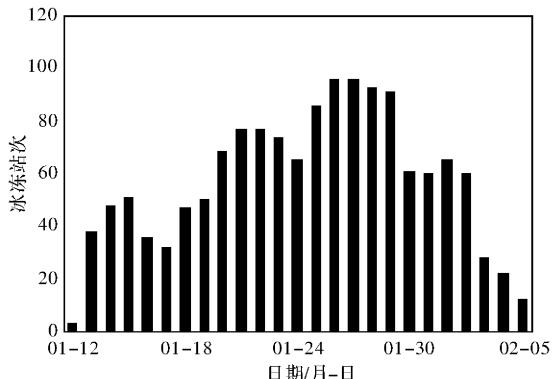


图 2 过程逐日冰冻站数

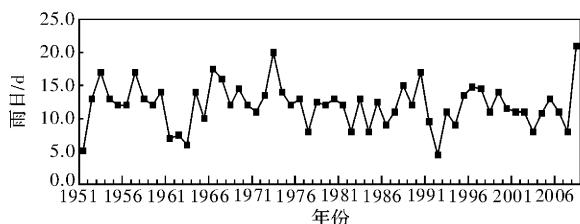


图 3 历史同期全省平均雨日逐年变化图

## 1.3 持续时间长, 积雪日数多

此次过程冰冻持续时间长, 全省有 74 个县市达到连续冰冻 7 d 或 7 d 以上的重度冰冻标准, 71 个县市连续冰冻日数刷新或平当地最长连续冰冻日数的记录, 宁乡、冷水江、湘乡、新宁、邵阳县、通道、桂阳等县市冰冻持续 20 d 以上。以日

平均气温连续 5 d 或以上  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  作为严寒期标准, 全省有 93 个县(市、区)达到严寒期标准。过程电线结冰直径湘中以南大于湘北, 最大直径为 60 mm(南岳山除外)。从 1 月 13 日开始, 湖南省连续出现雨雪天气, 部分地方出现大雪、暴雪, 有 79 个测站积雪日数在 10 d 以上; 最大积雪深度 19 cm, 有 25 个测站最大积雪深度在 10 cm 以上。

## 2 过程灾害类型评估指标历史对比分析

为了更好地对此次过程的强度、范围和影响进行定量化的分析, 定义了以下几个新的评估指标: ①低温日数, 指日平均气温  $< 1^{\circ}\text{C}$  的天数; ②冰冻日数, 指日平均气温  $< 1^{\circ}\text{C}$  且当日出现降水的日数; ③重度冰冻, 指连续 7 d 或以上出现雨; ④严寒期, 指日平均气温连续 5 d  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ; ⑤多年一遇, 指某一时段内(经常取一年)某要素(温度、降水量等)最大值出现的概率, 即从历年资料样本或理论分析中统计出概率分布, 再判断其为多少年一遇的灾害。

### 2.1 多项日平均气温评估指标为历史极值

统计 30 年(1970 ~ 2000)历史同期(1 月 13 日 ~ 2 月 5 日)全省平均气温, 历年同期平均气温为  $5.1^{\circ}\text{C}$ , 而 2008 年全省平均气温仅为  $-0.6^{\circ}\text{C}$ , 为湖南省 1950 年后有气象资料以来同期最低。

日平均气温 全省过程中日平均气温小于  $0^{\circ}\text{C}$  的日数为 4 ~ 22 d, 全省平均 15.4 d, 有 88 个县市刷新当地同期日平均气温小于  $0^{\circ}\text{C}$  的日数最大纪录。

日平均气温滑动平均 过程中日平均气温 5 d 滑动平均、10 d 滑动平均低于  $0^{\circ}\text{C}$  的持续时间分别为 19 d 和 16 d, 均超过了 1950 年后最长的 16 d 和 14 d(1954 年)。

负积温 过程负积温在  $-41.4$ (桑植) ~  $-2.9$ (宁远)之间, 全省平均  $-18.6^{\circ}\text{C}$ 。

### 2.2 多项严寒评估指标创历史新高

本次过程单站严寒期最长的持续天数为 22 d, 比 1950 年最多的 18 d(1954)还长, 并且持续天数大于 18 d 的测站有 7 个, 也为 1950 年后最多; 过程中共有 93 个测站达到严寒期标准, 与 1950 年后站数最多的 1976 年持平; 有 59 个测站严寒期最长日数超当地历史记录, 为 1950 年后最多, 超过了 1969 年的 43 个。

### 2.3 多项冰冻评估指标为历史极值

**雨凇** 过程全省共出现雨凇 1 374 站次，超 1950 年后最多(1 264 次，1968 年)；有 96 个县市出现雨凇，平 1950 年后历史最多(96 次，1985 年)；过程雨凇持续天数达 28 d(除南岳山)，超 1950 年后最长的 23 d(1983 年)；单站雨凇持续天数达 27 d，超 1950 年后最长(20 d，1954 年)；单日雨凇出现最多站数平 1950 年后历史最多(93 次，1991 年)；过程雨凇最多日数超当地 1950 年后历史记录的测站有 82 个，超 1950 年后一次过程最多记录(23 次，1976 年)；雨凇最长连续日数超当地 1950 年后历史记录的测站 71 个，超 1950 年后一次过程最多记录(20 次，1976 年)。

**重度冰冻** 过程达重度冰冻(连续 7d 或以上出现雨凇)站数有 74 个县市，超 1950 年后最多(43 次，1976 年)。

综上所述，该过程气温、冰冻、严寒期的多项评估指标均创湖南省 1950 年以来极值，综合评估为湖南特大型气象灾害。

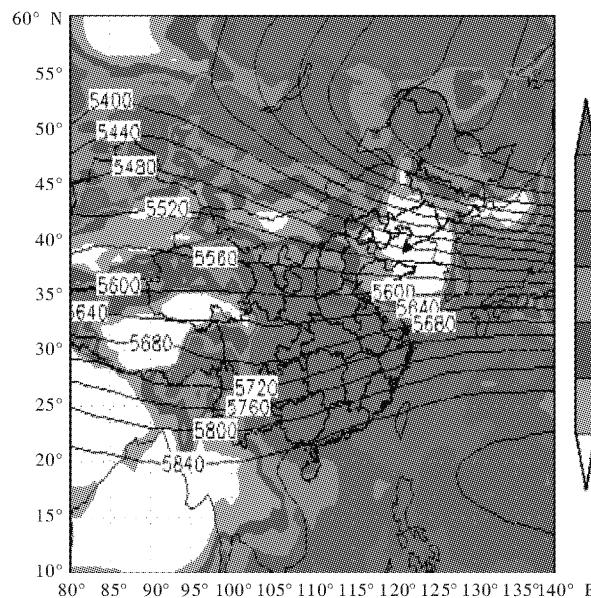


图 4 过程 500 hPa 高度、850 hPa 相对湿度平均图

### 3.2 大气层结

在有利的大气环境背景下，进一步分析大气层结对冰冻的影响。本文用电线结冰资料表示冰冻的有无及变化情况。

本次过程郴州地区冰冻严重程度为全省之最(除南岳高山站外)，这是什么原因？选取长沙作对比，对郴州和长沙的大气层结进行对比分析，图 6 为长沙、郴州 2008 年 1 月 12 日至 2 月 5 日 1 000 hPa 到 700 hPa 标准等压面的 20 时的气温曲

## 3 过程天气成因分析

### 3.1 天气形势分析

500 hPa 副高强度持续偏强，中高纬度经向环流长时间维持，巴尔喀什湖附近阻塞高压稳定，并不断有小槽分裂南下，带动地面冷空气补充南侵，孟加拉湾低槽少动，致使湖南省长时间处于槽前西南气流之中(图 4)。700 hPa 西南急流始终维持，一方面有利于带来大量的暖湿汽流，另一方面有利于逆温层的形成，促使雨雪、冰冻天气长时间维持。850 hPa 切变线在湖南境内南北摆动，切变线北侧为偏北风，主要以降雪为主，冰冻发展较慢。南侧以雨夹雪天气为主，冰冻发展迅速；切变线附近锋区明显，长沙与郴州之间的温差 >10℃。地面冷空气主体偏北偏东，冷空气自西北方向沿河西走廊连续不段补充南下影响湖南，造成湖南长时间低温雨雪冰冻天气(图 5)。

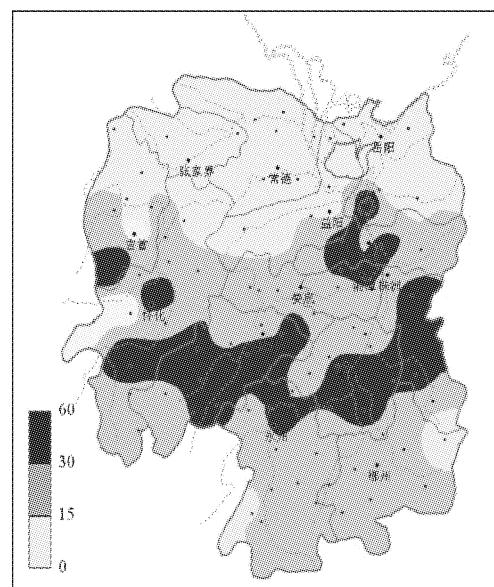


图 5 连续冰冻日数分布图

线图，我们发现，过程期间两站均有逆温层存在，郴州逆温层主要位于 925 ~ 850 hPa 之间，最大温差达 13.4℃，(1 月 27 日 925 hPa 为 -6.2℃，850 hPa 为 7.2℃)，而长沙逆温层主要位于 850 ~ 700 hPa 之间，最大温差达 11.3℃，(1 月 26 日 850 hPa 为 -7.8℃，700 hPa 为 3.5℃)；郴州融化层主要位于 700 ~ 850 hPa，且融化层内温度较高，长沙融化层主要位于 700 hPa；郴州地区 2 月 7 日后逆温层才消失，而长沙逆温层持续到 2 月 5 日。

从分析郴州与长沙两地的大气层结资料不难看出, 郴州逆温层比长沙逆温层存在的时间长、温差

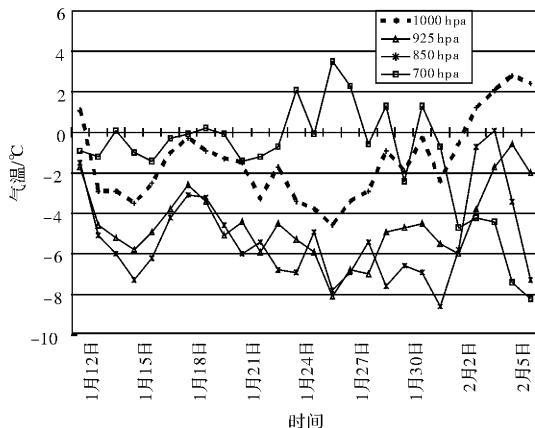


图 6 过程长沙(左)、郴州(右)1 000 hPa 到 700 hPa 标准等压面 20 时的气温变化

### 3.3 地形高度、风、湿度等与冰冻的关系

分析海拔高度与冰冻的关系发现(见图 5), 在海拔高度较高(800~1 000 m)的宁乡、冷水江、湘乡、新宁、邵阳县、通道、桂阳等县市冰冻日多且冰冻严重, 这说明冰冻随地形高度增加而增加。分析还发现, 冰冻发展旺盛的地区风速均<4 m/s, 这说明地面风小有利于冰冻的形成与发展。我省位于山体北侧的气温低于南侧的气温, 因此山的北侧的更有利于冰冻的发展。这次过程由于近地层相对湿度都>85%, 湿度空间变化不明显, 因此冰冻发展与湿度的变化也不明显。

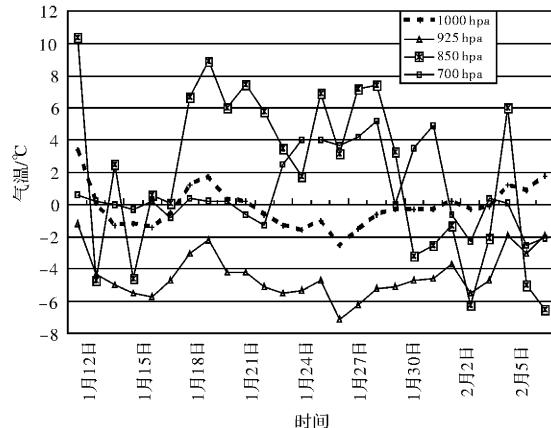
## 4 过程灾害影响评估分析

此次罕见的持续低温雨雪冰冻天气, 使湖南省 14 个市州不同程度受灾, 给全省工农业生产造成了严重损失, 电力、道路、供水、市场、水利、通信等基础设施受损严重。据初步统计, 全省有 3 927.7 万人受灾, 因灾死亡 10 人, 紧转移安置 35.7 万人, 259.5 万人饮水困难; 因灾倒塌房屋 8.2 万间, 损坏房屋 30 万间, 种植业、养殖业、林业、农牧渔业损失严重, 全省农作物冰冻灾害受灾面积 253 万 hm<sup>2</sup> 多, 成灾面积 193 万 hm<sup>2</sup> 多。初步估计直接经济损失 112 亿元左右。为湖南特大型气象灾害。

### 4.1 对农业的影响

这场灾害降温幅度大, 持续时间长, 使湖南的农业生产受到了严重影响, 蔬菜、柑橘、烟叶等不同程度受灾, 畜牧业、水产养殖业影响明显, 农业基础设施破坏严重。据省蔬菜办统计, 特大

大; 融化层高度低, 融化层温度高, 融化层厚度大。这是造成郴州冰冻严重程度比长沙大的主要原因。



冰冻灾害使全省 56.7 万 hm<sup>2</sup> 存园菜全部受灾。抽样调查表明, 平均减产在 60% 以上, 尤以精细菜和露天绿叶菜损失最为严重。

湖南省是柑桔主要产地之一, 柑桔水果生产一般在 -5℃ 开始受轻度冻害, -7℃ 受到中度冻害。过程中极端最低气温在 -5℃ 以下的地方主要发生在益阳南部、长沙、衡阳北部、邵阳北部和南部及怀化西部边缘一带。-7℃ 的地方仅发生在湘潭市所辖范围。因而这些地方柑桔受损严重。分析发现, 从最低温度指标来看, 低温对柑桔的影响并不是太多, 但由于低温持续时间长, 造成柑桔抗冻能力下降。主要危害是树枝结冰现象严重, 加之降雪量较大, 致使枝条折断严重, 来年无法开花挂果。有意思的是, 郴州柑桔大面积集中在东江水库周围, 由于库区的增温效应, 冰冻积雪危害稍轻于远离库区的丘陵地带, 因而其损失程度轻于其他地方。

油菜是湖南省冬季种植面积最大的一种作物, 种植面积大约为 80 万 hm<sup>2</sup>, 以甘蓝型油菜为主, 一般在 -3℃ 开始受轻度冻害, -5℃ 受到中度冻害, -7℃ 受到重度冻害。自 1 月 13 日~2 月 5 日, 除攸县、资兴、郴县、宜章、宁远、道县、江永等地尚未达到冻害标准外, 其他地区均达到冻害标准, 油菜受到不同程度的冻害, 其中 -5℃ 的地方主要发生在益阳南部、湘潭、娄底及衡阳北部一片, 导致这些地方油菜受到中度冻害。此外, 由于湘北油菜主产区和湘中以南降雪量较大, 对已经现蕾的油菜冻害危害特别严重。

### 4.2 对林业的影响

罕见的冰雪灾害, 给我国森林覆盖率最高省

份之一的湖南，带来的损失是毁灭性的。据湖南省林业厅不完全统计，到2月2日止，湖南省受损林木面积256.7 hm<sup>2</sup>，受损毛竹面积41.3万hm<sup>2</sup>，受损苗木花卉面积1.4万hm<sup>2</sup>。这次冰雪灾害共造成全省林业经济损失达到79亿元。

#### 4.3 对交通的影响

大范围的降雪冰冻天气在湖南维持并发展，持续的恶劣天气也给各地的公路、铁路和航空交通造成严重影响，因道路结冰，全省公路交通多次出现大面积中断，公路沿线边坡垮塌、行道树被压断的现象非常严重；路面因冰冻造成整体强度下降，出现大面积结构性损坏：全省16段高速公路和7条国道、36条省道交通因结冰而先后阻断，仅1月26日内就有2.7万台车辆和8万人被困路上，南北公路交通主动脉中断，人民群众生产生活受到严重影响。郴州市和京广铁路郴州段全面断电，长沙黄花国际机场跑道冰冻严重，25日开始机场曾多次关闭，交通基础设施和公路水路运输损失惨重，据不完全统计，至2月2日，全省交通系统直接损失达17.7亿元。

#### 4.4 对电力的影响

在特大冰雪灾害中，湖南省地方电网受损严重：高低压线路断线8.6万处，损坏变压器4409台；农村水电站受损2436处。其中三峡电力入湘的重要通道——500 kv复沙Ⅰ线在此次冰冻灾害中，沿线的158号、159号、160号、161号4基铁塔倒塔断线，地处湖南南部的郴州市，成了一个电力“孤岛”。

#### 4.5 其它方面的影响

**保险** 1月13日以来，湖南持续遭受罕见的雨雪冰冻袭击，损失严重，截至2月10日，各保险公司共接到报案103698件，已付赔款14626.595万元。

**旅游** 1月13号以来的特大冰雪灾害，给湖南旅游业带来了十分严重的损失，全省旅游行业直接经济损失6亿元，间接经济损失20亿元，春节黄金周接待人数、旅游收入双双下滑30%。

### 5 对策与建议

冰冻是湖南冬季常见的一种气象灾害，虽然自20世纪80年代中期以来，冬季强冰冻发生的概率明显减少，但气候变暖下导致极端气象事件增加已成为不争的事实。湖南是农业大省，为尽量减轻冬季气象灾害对农业生产的危害，提出以下

几方面的建议，供决策部门思考。

(1) 湖南处于亚热带季风气候区，热量资源丰富，作物种类繁多。特别是冬季经济果木品种较多，而各种果木的抗寒耐低温能力差异较大，而湖南低温、冰冻地域上也存在较大的差异，因而，需开展冬季作物的布局的研究，充分利用现有的气候资源，开展冬季作物布局研究。

(2) 加强防冻技术体系建设和研究工作。目前冬季防冻最好的办法是物理方法(稻草包扎、涂白)，尚没有较好的化学药剂，对短时的严重的低温灾害，也可采取化学方法，提高作物的抗寒能力，因而，需加强防冻剂之类的防冻技术体系研究。

(3) 提高冰冻灾害预测预报水平。这次过程大气环流异常能持续达20 d之久，实属罕见，需加强这方面的研究，了解成因，掌握灾害发生的规律，为防灾减灾提供科学决策，从而有效地减少灾害造成的损失。

### 参考文献：

- [1] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法 [M]. 北京气象出版社, 2007: 225-307.
- [2] 王崇洲, 贝敬芬. 一次暴雪、雨凇、冰雹天气过程的综合分析 [J]. 气象, 1992, 18(4): 48-52.
- [3] 谢韶. 1999年12月22-26日低温霜、冰冻天气过程分析 [J]. 广东气象, 2004, (4): 12-14.
- [4] 王晓兰, 李象玉, 黎祖贤, 等. 2005年湖南省特大冰冻灾害天气分析 [J]. 气象, 2006, 32(2): 87-91.
- [5] 高安宁, 陈见, 李艳兰, 等. 2008年广西罕见凝结灾害评估及思考 [J]. 灾害学, 2008, 23(2): 83-86.
- [6] 周靖, 马石城, 赵卫锋. 城市生命线系统暴雪冰冻灾害链分析 [J]. 灾害学, 2008, 23(4): 39-44.
- [7] 李崇银, 杨辉, 顾薇. 中国南方雨雪冰冻异常天气原因的分析 [J]. 气候与环境研究, 2008, 13(2): 114-122.
- [8] 王遵娅, 张强, 陈峪, 等. 2008年初我国低温雨雪冰冻灾害的气候特征 [J]. 气候变化研究进展, 2008, 14(2): 63-67.
- [9] 黎惠金, 韦江红, 覃昌柳, 等. 2008年初广西罕见低温雨雪冰冻成因及数值预报产品性能分析 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29(1): 16-19.
- [10] 刘布春, 李茂松, 霍治国等. 2008年低温雨雪冰冻灾害对种植业的影响 [J]. 中国农业气象, 2008, 29(2): 242-246.
- [11] 段志坤, 罗国江, 贺颂东. 柑橘冻害成因及防治技术 [J]. 果农之友, 2001, 21(3): 25-29.
- [12] 罗芒生. 1999年底湖南邵东县柑橘冻害及其原因分析 [J]. 浙江柑桔, 2000, 17(4): 35-41.
- [13] 谢深喜. 湖南省2008年柑橘冻害特点及应对策略 [J]. 湖南农业, 2008, (6): 9-10.

## Causal Analysis and Evaluation of the Rare Cryogenic Freezing Disaster in Hunan Province in early 2008

Zhou Hui<sup>1,2</sup>, Zhu Guoqiang<sup>3</sup>, Yu Wei<sup>3</sup>, Dai Zejun<sup>1,2</sup> and Li Chao<sup>4</sup>

(1. Key Laboratory of Disaster Prevention and Reduction in Hunan Province, Changsha, 41007, China;  
2. Hunan Meteorological Observatory, Changsha 410007, China; 3. Meteorological Service Station,  
Changsha, 41007, China; 4. Hunan Climate Center, Changsha 410007, China)

**Abstract:** An extraordinary serious cryogenic freezing rain and snow disaster impacted Hunan province in early 2008, which is rare in the meteorological record of the region. It is of the characteristics of high intensity, broad scope, long time and heavy disaster. The extreme events like the process temperature, freezing, big freeze created an extreme since 1949. Comprehensive assessment shows that it is an extraordinary great meteorological disaster. The condition of this cryogenic, freezing, rain and snow weather is analyzed in the light of synoptic meteorology. Its impacts on agriculture, electric and telecommunications facilities and transportation systems in Hunan province are evaluated.

**Key words:** freezing; disastrous weather; causal analysis; impact evaluation; Hunan

(上接第 53 页)

## Establishment of Ecological Hazard Prevention System for Fish Pound in Pond in Hunan Province and Analysis of Its Service Functions

Wu Shenshu<sup>1,2</sup>, Tan Meiyi<sup>3</sup>, Tan Xiangbei<sup>2</sup>, Huang Huang<sup>1</sup>,  
Long Yuelin<sup>4</sup> and Gan Dexing<sup>4</sup>

(1. College of Agronomy, Hunan Agriculture University, Changsha 410006, China;  
2. Hunan Provincial Livestock and Fishery Bureau, Changsha 41006, China;  
3. Hunan Quality Inspection Center of Domestic Animal and Aquatic Production, Changsha 410006, China;  
4. College of Horticulture and Landscape, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** Based on the analysis of causes of pond fishery disaster, utilizing the principles of ichthyology, ecology and natural disaster science, it is suggested that fish pound can be built at a corner of pond with area of 10-15 % of the pond and depth of 0-1.5 meters aiming at expanding the usage space of pond and space of disaster shelter for fish, enhancing the function of water transfer, preventing drought, frozen and flood disaster efficiently and making pond fishery breeding in safe ecological condition. At the same time, this is convenient for fishery management and favorable to fishery development. It is a positive correlation between disaster prevention and mitigation and the area of this kind of fish pound.

**Key words:** pond; fishery; fish pound; mechanism of disaster prevention; ecological service functions