

KEXUEMUJIZHE

# 科学目击者

## 人工影响天气

北京未来新世纪教育科学研究所 编



新疆青少年出版社  
喀什维吾尔文出版社

# 科学目击者

## 人工影响天气

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社  
喀什维吾尔文出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

科学目击者/张兴主编. —喀什:喀什维吾尔文出版社;乌鲁木齐:新疆青少年出版社,2005.12

ISBN 7-5373-1406-3

I. 科... II. 张... III. 自然科学—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160577 号

## 科学目击者

### 人工影响天气

北京未来新世纪教育科学研究所 编

---

新疆青少年出版社 出版  
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:600 字数:7200 千

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-3000

---

ISBN 7-5373-1406-3 总定价:1680.00 元(共 200 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

# 前 言

同仁们常议当年读书之难，奔波四处，往往求一书而不得，遂以为今日之憾。忆苦之余，遂萌发组编一套丛书之念，望今日学生不复有我辈之憾。

现今科教发展迅速，自非我年少时所能比。即便是个小地方的书馆，也是书籍林总，琳琅满目，所包甚广，一套小小的丛书置身其中，无异于沧海一粟。所以我等不奢望以此套丛书贪雪中送炭之功，惟愿能成锦上添花之美，此为我们奋力编辑的目的所在。

有鉴于此，我们将《科学目击者》呈献给大家。它事例新颖，文字精彩，内容上囊括了宇宙、自然、地理、人体、科技、动物、植物等科学奥秘知识，涵盖面极广。对于致力于奥秘探索的朋友们来说，这是一个生机勃勃、变幻无穷、具有无限魅力的科学世界。它将以最生动的文字，最缜密的思维，最精彩的图片，与您一起畅游瑰丽多姿的奥秘世界，一起探索种种扑朔迷离的科学疑云。

《科学目击者》所涉知识繁杂，实非少数几人所能完成，所以我们在编稿之时，于众多专家学者的著作多有借鉴，在此深表谢意。由于时间仓促，纰漏在所难免如果给读者您的阅读带来不便，敬请批评指正。

编 者

# 目 录

一	人类与灾害天气	1
	1. 灾害天气的种类	1
	2. 人类与灾害天气的抗争	4
二	人工降水	9
	1. 人工降水的原理及方法	11
	2. 常用的几种催化剂	14
	3. 适合人工降水的天气条件和云场	24
	4. 几种运载工具	28
	5. 人工降雨的效果检验	32
三	人工防雹	37
	1. 人工防雹的主要方法	37
	2. 人工防雹的工具及效果检验	42
四	人工影响雷电	48
	1. 人工减弱云内电场	48
	2. 抑制云中起电过程	52

	3. 人工诱发闪电 .....	55
<b>五</b>	<b>人工消雾 .....</b>	<b>59</b>
	1. 人工消雾的目的和方法 .....	59
	2. 消过冷雾 .....	62
	3. 消暖雾 .....	64
	4. 消冰雾 .....	73
	5. 人工消雾展望 .....	74
<b>六</b>	<b>人工防霜 .....</b>	<b>77</b>
	1. 天亮前熏烟防霜 .....	77
	2. 霜前灌水防霜 .....	80
	3. 覆土覆盖法 .....	81
	4. 风机防霜法 .....	82
<b>七</b>	<b>人工引导气旋 .....</b>	<b>83</b>
	1. 人工削弱气旋 .....	83
	2. 人造陆龙卷 .....	87

## 一 人类与灾害天气

### 1. 灾害天气的种类

俗话说“天有不测风云，人有旦夕祸福”，在生产力落后，科学不发达的人类历史很长一段时间里，人们面对灾难性的天气无能为力，只能拜倒在神佛的面前，苦苦祈求风调雨顺，因此，能避免受到灾害天气，进行和谐的生产活动，是长久以来人们的愿望。

对人类活动影响较大的灾害性天气，包括有干旱、暴雨、寒潮、霜冻、浓雾、台风、雷电、冰雹等。

#### 旱灾和涝灾

一般说来，旱灾和涝灾给农业生产造成的威胁最大。因为它出现频繁，受灾面广。根据历史记载，自公元初到十九世纪，我国出现过 1013 次旱灾，658 次涝灾，每世纪平均受灾 88 次。华北地区以旱灾居多，而长江流域则旱



灾、涝灾都比较常见。1998年夏季,中国经历了一场长江、松花江、嫩江全流域性特大洪灾,这场洪灾历时近3个月。全国共有29个省(自治区,直辖市)遭受了不同程度的洪涝灾害,受灾人口达2.23亿;死亡3004人(其中长江流域1320人),倒塌房屋490万间,农作物受灾面积0.212亿公顷,成灾面积0.13亿公顷,直接经济损失1600多亿元。

### 台风

台风,以其强大的风力,倾盆暴雨,掀起海啸,使我国沿海地区深受其害。1922年8月2日,强台风在广东省汕头市登陆,将整个汕头市沦为一片泽国。这次台风使6万多人丧生;台风过后瘟疫流行,形成次生灾害,情景十分凄惨。2005年8月“麦莎”台风在我国东部沿海登陆,江苏省苏州、无锡、南通、常州、南京、镇江、扬州、泰州等地发生了强风大暴雨天气,部分地区风力达12级,波及到江苏8个省辖市的75个县(市、区),全省受灾人口543万人,成灾人口233万人;因灾紧急转移安置人口18.8多万人;农作物受灾面积39万公顷,成灾面积22万公顷,绝收面积8462公顷;灾害造成的直接经济损失达12亿元。

## 雷电

雷电时常造成不幸的人身事故。以美国为例，每年遭雷击而死、伤的分别达 600 和 1500 人之多。雷击森林，常引起熊熊大火，造成巨大损失。美国每年此项损失就不下几亿美元。雷击还会造成停电事故，使工业濒临瘫痪。1977 年 7 月 13 日晚上 20 点 30 分左右，人口近 1000 万的纽约市遭到雷电袭击，五条负荷 34.5 万千瓦特的电缆全被闪电切断，其他线路也因负荷剧增而自行中断，整个现代化城市陷入一片黑暗和混乱之中，停电持续了 26 小时之久，工厂停工，商店关门机场封闭，歹徒伺机打劫，损失十分惨重。

## 冰雹

冰雹常使丰收在望的庄稼顷刻之间化为乌有。俄罗斯、法国、意大利、奥地利、阿根廷、肯尼亚、瑞士、匈牙利、加拿大和美国等，都是冰雹比较活跃的地区。如意大利雹灾集中在北部多山地区，每年损失近两亿美元。

我国也是多雹灾的国家。据记载，曾降过冰雹的县共有 737 个，受灾面积每年平均约 2600 万亩。在山区仲夏季节，冰雹频频出现，使农业严重减产。例如，1950 年 5 月 25 日，山西、河北、河南等省同时遭受雹灾，灾情严重。其中山西省受灾面积遍及 20 个县，冰雹大者如碗，

次者如鸡蛋、核桃,受害麦田达130多万亩,其中50多万亩几乎没有收成;同时在这次雹灾中,死10人,伤200余人,死伤牲口、毁坏房屋更是无法计算。据统计,那年该省自3月29日至6月17日,先后降雹共110次,遍及64个县、两个工矿区 and 太原市郊,受灾麦田达300多万亩,为历年来所罕见。

由此可见,无论是哪种灾害性天气都会给人类活动带来的非常大的影响。到了现在,用科学方法对天气进行控制,成为社会科学的一个重要的课题,越来越受到科学家的重视。

## 2. 人类与灾害天气的抗争

通过人工干预,使天气过程发生符合人类愿望的变化,这是人类对自然界取得的又一个胜利,使人从内心发出“人定胜天”的豪言壮语,达到人与自然的长久和谐,这是每一个天气科学工作者努力的目标。

人工影响天气是以云雾物理为基础的一个相对年轻的气象学分支学科,主要包括人工增雨(雪)、人工防雹、人工消雾和消云、消雨、防霜等项目,美国还进行过人工削弱台风的试验。

由此看来,在人类对抗天气的过程中,科学技术力量占据了主导地位。抗旱减灾、缓解水资源短缺和生态建设等方面,人工影响天气正发挥着越来越重要的作用。

### 人工影响天气是防灾减灾的重要举措

1946年,美国科学家雪佛尔等人发现,干冰和碘化银可以作为高效的冷云催化剂,增加云中的冰晶数量,进而增加雨滴的数量和直径,提高云降水的转化率。这一发现,开创了人工影响天气的新时代——为避免或者减轻自然灾害,合理利用气候资源,在适当条件下通过科技手段对局部大气的物理、化学过程进行人工影响。从那时起至今,全世界已有100多个国家和地区先后开展过人工影响天气试验。人工影响天气的范畴也从人工增雨、防雹很快扩展到人工消雾、消云、消雨、消闪电、防霜等领域。

我国地跨几个气候带,是气象灾害最多的国家之一。每年气象灾害造成的损失占各种自然灾害损失的70%以上,经济损失约占GDP的3%~6%。在气象灾害中,又有70%左右是旱灾,干旱给农业造成的损失最大,严重影响和制约了农业的发展。我国又是世界上冰雹灾害最严重的几个国家之一,同时,我国水资源短缺的矛盾也十分突出。正因为这样,人工影响天气作为防灾减灾的

重要举措,在我国也受到高度重视,并取得了快速的发展。目前,我国绝大多数省(区、市)陆续开展了人工影响天气工作。

### 人工影响天气现状

现在,我国人工增雨影响面积已达 300 余万平方千米,1995~2003 年累计增加降水约 2100 多亿立方米,有效地缓解了干旱给国民经济特别是农业生产带来的不利影响。为减少冰雹灾害给农业造成的损失,有 23 个省(自治区、直辖市)组织开展了高炮、火箭防雹作业,保护面积达 41 万余平方千米,累计减免雹灾损失约 340 多亿元。虽然人工影响天气的投入和产出比各地有所不同,但据统计,普遍都在 1:10 以上,高的甚至能达到 1:30。

经过半个世纪的发展,我国的人工影响天气作业规模已达到世界第一。据统计,仅 1995~2003 年的 9 年间,以地方政府为主的总投入就超过 22 亿元。目前,全国常年租用的人工增雨飞机达 30 余架,有 30 个省(区、市)的 1862 个县(包括县级单位)开展了高炮、火箭人工增雨防雹作业,拥有专用高炮 6900 余门,各型火箭发射架 3800 余台,从业人员达 3.5 万余人。这是我国一支规模较大的防灾、减灾生力军。

## 人工增雨拉大“空中水库”闸门

水是人类赖以生存的生命之源。我国是一个缺水国家,人均水量不足 2400 立方米,仅为世界水平的 1/4。由于缺水,全国已有 400 多个城市供水不足,生产、生活受到严重影响;由于缺水,土地沙漠化不断扩大,已达 1600 多万平方千米;由于缺水,地下水超采,一些地区地面沉降、河湖干涸。当水资源短缺与经济社会发展的矛盾日益尖锐时,人们把期待的目光投向了广袤的天空。开发空中云水资源,就是利用人工影响天气这一手段,打开“空中水库”的闸门。

根据以色列、美国、俄罗斯及国内多年的试验研究成果表明,利用人工增雨、增雪技术可以增加 5%~25% 的降水量。我国曾经在福建古田水库开展了为期 12 年的积云高炮人工增雨试验,结果发现增雨效果明显,相对增加量达到 24%。

大气降水是陆地水资源的最重要来源,地表水(土壤水)和地下水均来自大气降水的转化。据测算,年平均通过我国大陆边界输入境内的水汽量中,只有约三成形成降水,其余约七成成为过境水汽。如果进一步增加人工增雨、增雪的力度,进一步提高科技水平,这个“空中水库”大有潜力可挖。

### 人工影响天气展望

人工影响天气作为防灾减灾的一项重要科学手段，其作用不仅体现在为农业抗旱和防雹提供服务，在保障工业生产、城镇发展、水资源安全、生态环境保护 and 建设、交通运输、国防及可持续发展等诸多方面的作用也日益凸显。

首先，坚持把为“农业、农村、农民”服务作为重要内容，加强防灾减灾服务，适应农村产业结构调整，合理调整人工影响天气作业布局，大力开展飞机、高炮和火箭增雨抗旱和防雹作业，保护农业生产和人民生命财产安全。

其次，积极开展为植树造林、退耕还林还草、森林防火和灭火等生态环境建设和保护的人工增雨作业服务；大力推进保障交通安全的机场、高速公路等人工消雾工作；逐步开展重大政治活动、旅游、城市绿化等的增雨、防雹、消雾、消云及消雨等服务；建立对公共突发污染事件的作业组织运行机制；探索为国防建设服务的途径。

第三，进一步适应需求，拓展服务领域，积极实现从传统的以防灾、减灾为主的服务向空中水资源开发、生态环境建设和保护等多领域拓展；由旱季作业向有利于水资源调蓄的多雨季节作业拓展；由旱区作业向江河、湖泊、库区水域源头作业拓展。

## 二 人工降水

人工降水是人工影响天气的第一主要项目。

20世纪80年代以来,淡水资源日益受到世界许多国家的关注。我国水资源有三大特点:一是水资源总量不算太少。据1996年资料约为2.81亿立方米,居世界第6位,但人均占有量为2300m<sup>3</sup>,仅相当于世界人均占有量的1/4;二是水资源分布极不均匀,长江及其以南地区,水资源占全国总量的80%,长江以北广大地区,人口占全国人口53%,耕地占全国总耕地面积65%,而水资源仅占全国总量的20%;三是水资源年内、年际变化大。受季风气候的影响,大部分地区汛期4个月的降水量和流量占全年的60%~80%。我国的主要江河都曾出现过连续丰水年和连续枯水年的现象。

水资源的解决还要考虑“开源节流”。1997年,农林水气方面的10余位专家按国家科委意图讨论缓解水资源对策,节流措施非常多,而开源方面,由于地球所有淡



水资源及其补充均源于大气降水及其渗透和积累,除海水淡化外,人工增雨就是一可行的开源手段。

人工增雨外场作业是一系统工程,首先要根据预报预测科学地选云。例如对于冷云,要求云的负温区大于1.5km或云顶温度低于 $-10^{\circ}\text{C}$ ;其次要有周密的设计方案科学地催化;最后要客观地评价增雨效果。评价效果有两种方法,一种是物理检验法,通过分析观测到的各种信息数据,来看是否出现预期的物理响应,物理检验易于使人们从理性上认同人工增雨是有效的;另一种是统计检验法,它的优势是可以给出增雨效果的具体数值。

世界气象组织推荐的以色列的人工增雨曾进行过3期试验,每期5年。第1期增雨15%,第2期增雨13%,第3期增雨6%,中心部位增雨30%。在20世纪90年代,俄罗斯中央高空观象台曾动用5架飞机多部雷达协助叙利亚进行人工增雨试验,为期6年,试验季节的降水量平均增加12%。我国福建古田曾进行连续12年的增雨试验,统计检验的效果为24%。由上述几例可见,人工增雨的幅度在6%~30%。不同的试验效果是有差距的,这与云水资源和作业方法密切相关。