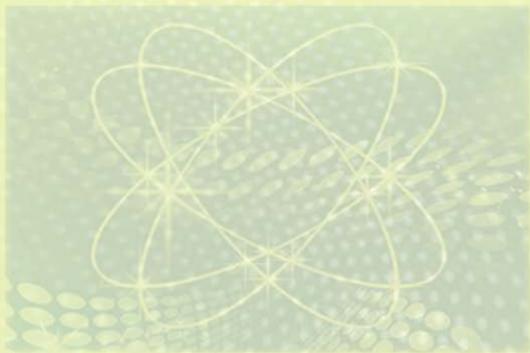


学生气象知识丛书

人工影响天气

刘 静 编



远方出版社

学生气象知识丛书

人工影响天气

刘 静 编

远 方 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

人工影响天气/刘静编. —呼和浩特:远方出版社,2007.6

(学生气象知识丛书)

ISBN 978-7-80723-106-6

I. 人… II. 刘… III. 人工影响天气—青少年读物 IV. P48

—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 084100 号

学生气象知识丛书 人工影响天气

编 者	刘 静
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	华北石油廊坊华星印务有限公司
开 本	850×1168 1/32
印 张	90
字 数	900 千
版 次	2007 年 6 月第 1 版
印 次	2009 年 4 月第 2 次印刷
印 数	2000
标准书号	ISBN 978-7-80723-106-6
总 定 价	360.00 元(共 15 册)

远方版图书,版权所有,侵权必究。
远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

当今社会已进入信息时代,各种科学技术的应用越来越广泛,更新也更加迅速。各个学科之间的交叉研究形成了一系列的边缘学科,它们使我们的社会文明进步,人类生活更加丰富多彩。其中以气象科学为中心的各学科交叉研究所取得的成就更是有目共睹,它们已经深入影响到了我们人类的生活和各种活动当中。为了使广大青少年了解并掌握这些科学知识,我们组织编辑人员编写了这套《学生气象知识丛书》。

《学生气象知识丛书》共分为 15 册,全套丛书运用通俗易懂的语言,深入浅出地介绍了当前气象科学的发展现状与前景,内容涉及到气象科技的发展简史、人工影响天气以及气象与自然环境、动植物生长、人类的健康活动等各个方面的联系和影响。在本套书中,揭示了大量有关气象的科学奥秘,详细阐述了人与自然和谐共处的重要意义。我们力图用一种平易近人的方式拉近气象科技与当前青少年的

距离,将之打造成具有良好社会效益与经济效益的青少年科普读物。

由于编写时间仓促和我们自身能力有限,书中难免存在一些错误和纰漏之处,欢迎广大读者朋友给予指正。此外,我们在部分书中引用借鉴了一些作者的研究成果与著作,我们已经与之商讨了相关事宜。但由于种种原因我们无法与部分作者取得联系,在这里深表歉意。希望本人及知情读者及时告知我们,以便于我们寄发样书及稿酬。

编 者

目 录

第一章 人工影响天气	/1
第一节 人工影响天气简介	/1
第二节 人工影响天气的目标及途径	/4
第三节 人工影响天气的进展	/7
第四节 我国人工影响天气活动及发展前景	/13
第二章 人工降雨	/17
第一节 云是雨水的仓库	/17
第二节 自然降水——雨、雪、冰雹	/31
第三节 人工降水	/38
第四节 人工降雨的效果检验	/54
第三章 驯服雷电	/60
第一节 雷电的本质	/60
第二节 雷电的危害	/66
第三节 防雷方法	/70
第四节 人工影响雷电	/83

第四章 人工消雾	/97
第一节 历史的回顾	/97
第二节 雾的成因	/100
第三节 人工消雾	/107
第四节 展望	/125
第五章 人工防雷	/128
第一节 什么是冰雹	/128
第二节 冰雹是怎样形成的	/134
第三节 冰雹云的识别	/140
第四节 人工防雷的原理和方法	/150
第五节 人工防雷的工具及效果检验	/156
第六章 人工引导飓风	/163
第一节 概 述	/163
第二节 气旋的破坏力	/166
第三节 怎样引导气旋	/169
第四节 人工引导气旋试验的初步成果	/175
第五节 人造陆龙卷的试验	/180

第一章 人工影响天气

第一节 人工影响天气简介

人工影响天气,就是在一定的有利时机和条件下,人们通过一定科学技术手段,对大气施加影响。希望大气向着人们希望的方向转化,以达到防灾减灾的目的。人工影响天气的科学基础,就是通过在大气中播撒各种催化剂,使大气中的云物理结构发生变化,从而达到降雨、除雾、防雹、消



除雷电等效果,达到减轻或避免气象灾害目的的一种科技措施。

科学的人工影响天气是在美国的诺贝尔奖获得者朗格缪尔指导下,于 20 世纪 40 年代末在实验室的试验基础上发展起来的。1946 年美国的谢弗用干冰对层积云进行催化试验,发现云中过冷却水滴很快转化为成群的冰晶,不断增大并从云底下落,在云中留下一个明显的空洞。接着,谢弗和万涅古特发现了可使过冷云中产生冰胚的催化剂——碘化银。至今,与某些化学物质复合产生的碘化银仍然是普遍使用的播云催化剂。

我国是一个农业大国,也是世界上气象灾害发生最严重的国家之一,早在 1958 年我国就已经开始了大规模的现代人工降雨试验,现在广泛实施人工影响天气已经成为了防灾减灾工作的一项重要措施。截止 2005 年底,已有 1952 个县开展了人工影响天气作业。全国从事人工影响天气作业的人员已经超过 2.7 万人。很多地区利用飞机、

高炮、火箭等运载工具向云中播撒碘化银、干冰等催化剂进行人工防雷、防雹作业,在农田进行人工防霜,以及在机场进行人工消雾等。



第二节 人工影响天气的目标及途径

自然云雨过程蕴藏着巨大的能量,全球年降水总量释放的潜热为 $1.24 \times 10^{24} \text{J}$,而 1980 年世界能耗约 $5 \times 10^{20} \text{J}$,仅及前者的万分之四。中等强度的台风所具有的总能量十分惊人,相当于 100 颗氢弹爆炸所释放的能量。即使单个的大型风暴所转换的能量,也与中等量级的氢弹爆炸释能相当。考虑到人工向大气输送能量的动能转化效率很低(大约 3%),虽然在特定条件下人工释放大量能量也可使局部天气发生变化,如大气层核武器试验在一定大气层结下可伴有阵雨产生,大型炼油厂火灾也可伴生积云,但若以人工影响天气为目的,用上述直接输能方式进行试验,不仅耗费极大,没有社会经济效益,而且其预定目标也不是总能实现的。人们意识到人工影响天气的可能途径,不是人工

直接向自然界提供能量,而是如何引入触发机制,促使自然能量再分配,使人工影响起到牵一发而动全身的功效,引导自然能源为我所用。目前已经确认了一些大气过程中的不稳定因素,使人工干预的目的就在于通过对不稳定因素的较小扰动,改变其自然演变进程。常使用向云中播撒凝结核或冰核的方法改变云的微物理结构或动力学条件,以达到防雹、增加降水、消雾等目的。

随着人工影响天气试验和业务工作的开展,从探测分析天空云水资源,探讨降水潜力入手,通过理论和实验研究,发展了人工影响天气试验设计原理,探索和检测新的催化剂配方和机理研究,提高了作业的技术水平。由于自然降水过程的复杂性,降水量自然变率很大,而且目前人工影响天气的效果并未超出自然变率,因此必须用统计分析方法对人工影响的效果作出统计学评估。但即使最完善的统计方法,也不能取代试验的物理推断。物理的和统计的以及两者相结合的检验,是人工影响天气效果评价的基本方



法。近年来又发展了人工影响天气的数值试验和数值模拟,关键在于提出定量的人工催化假设,包括云、降水定量预报,催化对象选择,作业假设和技术方案制定以及效果检验方法确定。

第三节 人工影响天气的进展

人工影响天气是建立在云降水物理学基础上的一门应用技术科学,只有深入研究云动力学和云微物理特征及其相互制约,才能根据云降水的形成和发展变化规律,因势利导、施加人工影响,以便取得实际成效。

现阶段人工影响天气主要致力于在适宜的地理背景和自然环境中,选择适当的云体部位进行人工催化作业,以达到增雨防雹消雾的目的,尽管在方法技术上并不完善,处于科学研究和应用试验相结合的阶段,但已取得了一定的成效。不少国家,包括我国已基本形成了人工降雨、消雾和防雾的业务体系,对国民经济发展和人类抗拒自然灾害有着促进作用,已成为一种减灾抗灾的方法和实施手段。

阳光、空气和水是一切生物赖以生存的根本,而云雨过



程正是全球水分循环中最活跃的环节。鉴于当前世界各地淡水资源紧张的情况,开发和利用大气水资源的课题已经提到议事日程。目前人工影响天气工作可局部地人为加速大气中的水循环,以增加循环水量,促使形成有利分布。最近二三十年来人工影响天气的科学技术水平有了很大的提高,主要表现在下列几个方面。

1. 探测技术

常规气象雷达技术进一步发展,如,发展了雷达体积扫描和计算机识别雷达回波单体等技术,这些技术可应用于整个风暴生命期中跟踪单体的发展演变;若将其与探空和飞机观测结合则可提高雷达回波(CAPPI)的作用,有利于具体判别人工降雨潜势,尤其是连续地用于分辨中尺度结构对人工影响天气的重要作用。

雷达对降雨质粒的回波信号中,除了强度和量外,还包含质粒运动、形状和谱分布等多种信息,对这些信息的提取,要求具有特殊功能的雷达。20世纪70年代以来先后

发展和应用了多普勒雷达、双波长雷达、偏振波雷达技术。其中单部多普勒雷达可测量大范围稳定降水区中的气流场结构,从而可推断冷暖平流、锋面过境、急流的情况,并可用于探测和警戒龙卷风、冰雹等强烈灾害性天气。多部(2—3部)多普勒雷达测量比较精确,但资料收集和处理非常复杂,需配备高速度大容量计算机,目前只用于试验研究场合。双波长雷达可探测冰雹但尚不能对冰雹出现的云内区域进行界定,而且自双波长雷达产生至今已 30 多年,其测雹性能仍需认真研究。偏振波雷达发展前景较好,既可用于云内出现冰雹的判据,还可以确定冰雹在云内部位及雹雹发展过程。未来发展趋势为多参数雷达综合测定,并以微机控制进行综合实时分析。

微波辐射计与雷达联用联合测定大气中的水汽和云中液态水含量,近年来广泛应用于人工降雨作业。其他尚有卫星探测大面积降水分布等。

2. 催化剂



冷却催化剂包括致冷剂和人工冰核。致冷剂,尤其是干冰丸应强调气态至固态的自发匀质核化,与过冷云中无外来核或过冷水滴多少基本无关。近年来人们对人工冰核的研究已从寻找高效有机人工冰核又回复到以碘化银为主体,优选配方,寻找具有最佳催化性能的复合核上来。关心的焦点是不仅提高核化率还应提高其速率,考虑到凝结——冻结机制比较有利,在复合核中添加吸湿性物质使之从接触核化机制变成凝结——冻结机制。评价人工冰核的依据可包括:成冰阈温、成核率随温度的变化、核化速率、核化机制。具体的可推荐的催化剂为: $\text{AgI} - \text{NH}_4\text{I} - \text{NH}_4\text{ClO}_4 - \text{NaClO} - \text{H}_2\text{O} - \text{丙酮}$, 燃烧生成 $\text{AgI} \cdot \text{AgCl}_4\text{NaCl}$ 适应性最广,如积云、层状云催化以及云外引入(地面、云底及云顶以上),尤其适用于夏季南方冷云人工降雨。其他还有层状云催化可用 $\text{AgI} - \text{NH}_4\text{I} - \text{NH}_4\text{ClO}_4 - \text{H}_2\text{O} - \text{丙酮}$, 燃烧生成 $\text{AgI} \cdot \text{AgCl}$, 以及 $\text{AgI} - \text{NH}_4\text{I} - \text{BiI}_3 - \text{H}_2\text{O} - \text{丙酮}$, 燃烧生成 $\text{AgI} \cdot \text{Bi}_2\text{O}_3$ 或 $\text{AgI} \cdot \text{BiO}_2$,