

人工影响天气与军事

张拔群 编译

新 时 代 出 版 社

56.47

人工影响天气与军事

张拔群 编译

新时代出版社

内 容 提 要

本书是根据印度科学家 N. 塞莎吉里 (N. Seshagiri) 所著《气象武器》一书编译的。

全书分两个部分, 共十五章。第一部分主要介绍人工影响天气在军事上应用所涉及的科学背景, 气象武器的类型、设计和监测, 国际保证以及气象战等问题; 第二部分分别介绍人工影响天气在人造暴雨、人造干旱、人工引导飓风、人工控制闪电、人造海啸和地震、人工改变气候、人工融化极冰和人工消雾等方面的具体应用。

本书可供大气物理专业师生、人工影响天气工作者、军事气象工作者及军事科学研究人员阅读参考。

人工影响天气与军事

张拔群 编译

新时代出版社出版 新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 4.875印张 124千字

1985年5月第1版 1985年5月北京第1次印刷

印数: *0001—*2040册

统一书号: 15241·44 定价: 0.63元

编译者序

1946年美国谢弗尔(V. Schaefer)的伟大发现开拓了气象学的一个崭新的领域——人工影响天气和气候。几十年来,许多国家开展了人工降雨、人工防雹等和平应用方面的人工影响天气的科学试验活动。与此同时,帝国主义国家的军队也在处心积虑地设法把人工影响天气应用于军事目的,发展气象武器,为其侵略战争服务。这一科学领域的工作虽然大都还处在研究试验阶段,但已初露端倪,显示出其巨大的潜力。目前,围绕着气象武器提出来的问题涉及到政治、经济、军事、科学技术等各个方面,从而引起世界各国的关注。

帝国主义国家对气象武器的研究试验活动都是在绝对保密的状态下进行的,外界报道很少,具体的技术文献资料更不可得。正因为对这方面的情况知之不多,思想上也就容易产生盲目乐观情绪,总觉得可能性与现实性还相去甚远。

印度科学家塞莎吉里(N. Seshagiri)所著《气象武器》(Weather Weapon, 1977)一书,不但系统地阐明了人工影响天气在军事上可能应用的技术方面,而且对气象武器的出现给战争理论可能带来的深刻影响进行了比较全面的探讨。尽管书中所叙述的各种可能性有的是科学的预见,有的只是大量情报资料基础上的逻辑推理,并不等于现实,但对于增加知识,启发思考,是十分有益的。书后附录的“人工影响和控制天气发展大事记”是很有意义的参考资料。应该说,塞莎吉里对人工影响天气在军事上的应用这个探索性的领域内做了一次勇敢的尝试。这本书不仅对一般读者可以起到振聋发聩的作用,而且也是对从事这个领域研究工作的人的很好的入门书。

有鉴于此,我有意将这本书介绍给我国读者。在编译过程中,

我将书名改为《人工影响天气与军事》，在章节的标题和内容上，作了一些改变、取舍和重新编排。将原书的十二章编为现在的两个部分共十四章。原书中未涉及人工消雾的内容。鉴于人工影响天气技术在军事上已经付诸业务使用的，正好是在这个方面。既然书名作了上述改变，增加消雾的内容便有了可能。特根据赫斯（W. N. Hess）主编的《人工影响天气和气候》（Weather and Climate Modification, 1974）一书的第九章（该书第355—383页）编译了“人工消雾”作为本书的第十五章。这样做就使本书所涉及的内容更为完整。另外，在原书出版的时候，美国国防部在东南亚进行的为期七年的人工降雨作业刚揭露不久，有关该计划的细节尚未见报道，原书对此甚少介绍是可以理解的。为了弥补这一缺陷，特根据新近报道的材料编译了一节，列入第八章（8.4），请读者鉴察。

由于编译者的水平有限，错误在所难免，恳切地希望读者批评指正。

编 译 者

《气象武器》一书作者序（节译）

我过去进行的一个研究计划的结果都集中地说明世界上有几个沿海国家有可能受到来自广阔大洋的新的威胁。而促使我开始从事这项研究计划的却是一次偶然的观察。当我查阅根据一颗艾萨（ESSA）卫星遥测到的资料拼接而成的几张云图时，我就注意到地球上许多地方的一些岛群很危险地接近那些对人口稠密的陆地气候有影响的大洋敏感点。这件事本来不致于激励我郑重其事地开始一项科学研究计划，可当时我碰巧想起了《科学》杂志曾经发表过科学界就报道中提到的利用人造暴洪这种相当可怕的“气象武器”来彻底冲洗巴特察游击队问题提出强烈抗议的事，情况就不同了。

关于人工影响天气的可能性，我所担心的倒不在于有人要在其敌国领土上制造一场暴洪，而在于完全有可能大规模地使海上形成的云提前发生降水，或者改变它的进程，造成陆地上的饥荒。果真如此的话，作为一种政治武器，气象武器在有效性方面就远远超过了经常谈到的核讹诈。

我的研究工作是1972年下半年开始的，像大多数研究工作一样，开始也是搜集有关这个问题的背景资料。使我奇怪的是，我找到了大量关于人工影响天气和气候的和平应用方面的资料，但在作为“武器”的可能性问题上资料中提到的就很少，即使提到也是躲躲闪闪，肤皮潦草地一带而过。我不得不采取某种推理的办法，即主要以人工影响天气和气候的和平应用方面类似的工作为指引，将一些零星的、没有联系的资料联系起来以窥其全貌。当我完成了某种模拟的模式，并将其拿到塔塔基础研究所（Tata Institute of Fundamental Research）的CDC-3600计算机上去运算的时候，这种推理联系过程便大大加快了。在1974年初完

成这项研究的时候，我已经考虑过许许多多可供选择的不同的技术方案，以致使我似乎已经有了几种可以作为气象武器的清楚的概念，其中包括从暴洪到人造干旱，从使飓风、陆龙卷和洋流改向到改变反射率或堵塞重要的海峡。我渴望对这种不道德的、具有潜在危险性的军事技术作一生动、通俗的叙述，这本书就是这样写成的。

.....

我写这本书是想提供一些逻辑证据和情况证据来证明，现在的气象武器就和曼哈顿计划（Manhattan Project）末期的核武器一样地现实，同时，这种预先警告应该毫不迟疑地带来预先武装，以阻止某些国家的政治冒险家在兜售他们的生活方式或对别的国家施加他们的影响的绝望挣扎中滥用自然的威力。

.....

这本书中提出来的观点都是我自己的，不一定代表我所工作的那个组织的观点。写这本书仅仅是为了讨论学术问题，想使尽可能多的人都懂得这种具有大规模破坏能力的非人武器的意义，并动员公众舆论起来反对它的使用。

塞莎吉里

目 录

编译者序.....	I
《气象武器》一书作者序(节译).....	V

第一部分 总 论

第一章 天气和气候形成的基本概念	1
第二章 人工影响天气和气候	7
第三章 气象武器.....	13
第四章 气象武器的设计.....	24
第五章 气象战.....	32
第六章 国际保证.....	45
第七章 气象武器的监测.....	59

第二部分 分 论

第八章 人造暴洪.....	65
第九章 人造干旱.....	76
第十章 人工引导飓风.....	84
第十一章 人工控制闪电.....	95
第十二章 人造海啸和地震.....	96
第十三章 人工改变气候	101
第十四章 人工融化极冰	107
第十五章 人工消雾	113
附录	126
附录一、人工影响和控制天气发展大事记	126
附录二、重要的人工影响和控制天气计划	130
附录三、有关气象学名词浅释	133
附录四、插图	137

第一部分 总 论

第一章 天气和气候形成的基本概念

1.1 世界各地的辐射

不管是大气受热，陆地受热，还是海水受热，具有决定意义的能源来自太阳。在射到大气上部边界每平方厘米上的太阳辐射中，只有将近一半能到达地面。当然，地球本身的内热也是另外一个能源，不过，这部分能量甚小，仅及太阳贡献能量的两万分之一。所以我们说，如果不考虑人为的因素，地球上生命运动所需的能量最终是取自太阳，并非言过其实。同样的道理，地球上的生命则受到地球截取那部分太阳辐射强度变化的严重影响。天气和气候不过是地球上物质运动的一个侧面。日照随纬度的分布在很大程度上决定着热带、温带和极区这些主要气候带的划分。

全球太阳能重新分布的总趋势是以极有条理的方式进行的，这就为气候变化总趋势的稳定性，因而也为其可预报性铺平了道路。我们不妨设想一下，假如某个地点太阳射入辐射完全与那里地球的射出辐射相平衡时会出现什么情况。在这种平衡情况下，环境就变成静态的了：海洋上没有波浪；空中也没有风；云和降水会老在一个地方，具体地说就是只在海洋上形成，而大块陆地就会变成一个大沙漠。我们是按世界的本来面目去认识世界的，实际情况是，相当一部分短波太阳辐射在其以长波辐射形式从地面逃逸之前，要在海洋和大气中拖延很长一段时间。

太阳辐射进入高层大气以后，大概有三分之一被大气散射掉或者被云和地面反射掉。余下部分的三分之一左右使大气增温，只留下大约原来射入辐射的一半用来使海洋和大陆块增温。不同

的地面，增温的程度不等。例如，海洋获得的热量比较多，因为受波浪搅拌作用的影响热量可以分布到 100 米厚度的水层中。海水总在动，因而海洋总有一个把不同部分的海水温度拉平的趋势。至于大陆块，由于它是坚硬的，就没有这种趋势。因此，大陆块的各个部分视其地面特征的不同而受到不同程度的增温。被吸收热量的多少还与其它因素有关，其中包含水汽含量和植物生长范围等因素。此外，由于地球呈梨形，当太阳在赤道上空时，那里获得的辐射最大，而两极附近则几乎一无所获。

正是大气吸收总辐射的 20% 这个不大的份额，连同地面以水汽潜热形式发射的比较大的辐射一起，差不多像一部热机一样推动着大气。

地面所能利用的热能决定于进来和出去的辐射流通量之间的平衡。如果出去的多，地面就得不到什么热能。如果进来的多，那么得到的热能便相当于进来和出去的热能之差。图 1.1 为辐射平衡示意图。定量地描述一下作为辐射平衡基础的能量收支情况对于我们了解下面叙述的概念是很有好处的。

大气外部边界垂直截取太阳辐射的平均速率称为太阳常数，其值大概等于 2 卡/平方厘米·分。一整天地球截取太阳能平均为 3.67×10^{21} 卡。

示意图 1.1 描绘出每个单位短波太阳辐射的平均分配情况。到达地面的 0.532 个单位中，0.061 个单位以短波辐射反射回去，其余的则被海洋和大陆块吸收。同样，在射到云上的 0.266 个单位中，竟有 0.239 个单位之多被反射回到外层空间。再者，在穿过大气的 0.201 个单位中有 0.057 个单位被反射回去。可见，这个辐射的很大一部分被地面、云和大气中的空气分子和尘埃反射回到外层空间。这样反射回去的一部分，平均达到 0.357 个单位，称为地球的全球反射率。

地面和大气又以红外（热）波的形式进行能量交换：从地面到大气为 0.905 个单位，从大气到地面为 0.783 个单位。地面和大气也向外层空间发射红外波，其大小分别为 0.076 和 0.569 个

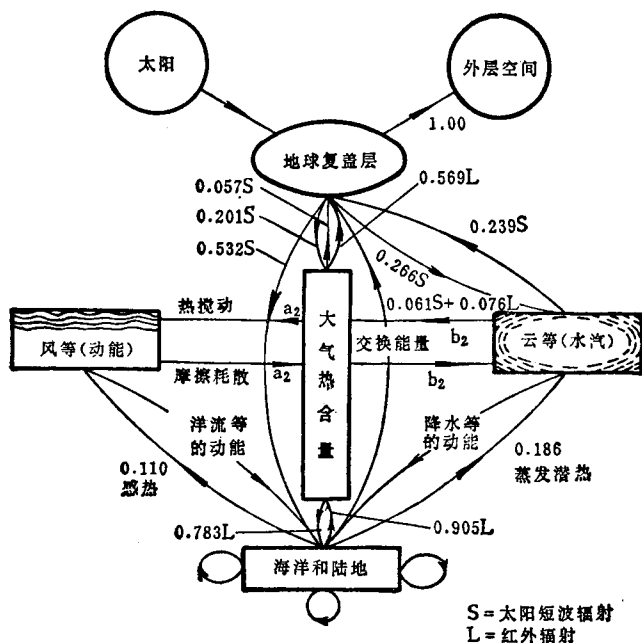


图1.1 大气热机示意图——地球的能量收支

单位。如果根据这个示意图计算一下能量的收支，就会发现，从太阳得到的总能量和发射到空间去的总能量是相符的。可是，如果把地面和大气的能量平衡分开计算，那地面就多余 0.273 个单位，而大气却亏欠这么多个单位。这个量就是气象学家所说的地面的辐射平衡。这就说明，有一个正的净辐射从地面流出，它被同样大小的大气净吸收所平衡。换言之，净能量从太阳输送给地面，而后再输送给大气。这种平衡并不是所有纬度带都是如此。尽管大气的吸收是均匀的，可地面给大气的辐射则以热带地区为最大，向两极则逐渐减小。这就造成能量通过空气和洋流进行的经向输送。空气输送是通过空气分子的搅拌作用而进行的，这种作用称为感热。另一种输送方式是通过空气中的水汽蒸发时空气吸收能量，这样吸收的能量称为潜热。空气分子的搅拌作用是产生包括气旋和飓风在内的气流场的基本原因，这种气流场又产生了

洋流。为了使示意图中的能量循环更完整，还应该把感热、潜热以及洋流的动能和云中降水也包括进去。

如果把陆地和海洋能量的贮存也考虑进去，要想描述这个现象便会复杂得多。现在已经很清楚，海洋的作用就像一个巨大的能量贮存库。超过平均值的辐射能可以被贮存起来，温度效应可以被锢因在海洋深处，以致它的影响几十年、甚至几百年都不能传送给大气。正因为如此，即使在几十年的时间里，整个地球和外层空间也不可能达到十分精确意义上的辐射平衡。然而，尽管全球辐射平衡存在这种迟滞作用 (Delayed action)，但我们仍能找到一个统计上的规律性。这就使得在有限区域内有可能对海面和其上的大气之间的辐射热交换进行可靠的研究。

通过上面所说的能量和水的平衡，作为短期气象现象的天气和作为长期气象现象的气候，其发生便综合表现出一些可以预见的特征，如季节循环，热和降水的统计分布，气旋、飓风、雷暴的可能再发生等等。天气现象可以分为几种不同的尺度：包括大型气旋、反气旋和长波现象的大尺度行星系统，其活动范围为10000至1000公里；包括较小的气旋、反气旋在内的大尺度次级系统，其范围为1000至100公里；包括像阵雨、积云形成和雷暴这些垂直现象在内的中尺度系统，其范围为10至1公里；包括锋和逆温的不连续系统，其垂直范围不到1公里；以及像雾、局地风和海陆风、地形云和湍流低云等的地面边界系统，其垂直范围也不到1公里。

和上面所说的5种活动范围相似，各种天气现象也有其能量尺度。表1.1为它们的能量尺度和世界能量消耗尺度的比较。

通向人工影响和控制天气的一个重要步骤是提高天气现象的可预见性。为此，气象学家和设备分析论证人员已研究出一种模拟天气系统的方法。数字电子计算机的问世给模拟技术带来了一次革命，使预报准确率有所提高，为有效使用气象武器创造了条件。

表1.1 某些天气现象的能量大小

自然现象	能量的近似数量级 (尔格)	与1970年世界能量消耗水平相 当的近似时间尺度
平均陆龙卷	10^{21}	1 秒
平均雷暴	10^{22}	1 分
强 雷 暴	10^{23}	1 小时
强 台 风	10^{25}	1 天
很强的气旋	10^{26}	1 周

1.2 造成天气变化无常的原因

假如地球吸收太阳辐射的强度一点也没有变化；假如地球和月亮老沿着一个一成不变的天体轨道运行；又假如地球上的居民不给环境造成污染或改变其面貌，那么，天气和气候特征就几乎成了简单的循环。可惜我们离开这个理想的情况还很远很远。太阳辐射强度的变化有时是周期性的，经常由于太阳黑子和耀斑的关系而变得很不规则。但是，在不太远的将来，谁要是不断地不加区别地、甚至是危险地改变着环境的反射和吸收特性，谁就完全能够造出一个异常混乱的天气。

通过砍伐森林、建设大型集水区来改变地面吸收特性，通过空气污染来改变大气特性，以及通过大规模人工影响天气计划来改变云的分布，人类不仅改变着全球和地区的反射率，而且还搅乱着能量收支。

在这个问题上，太阳本身的变化也起着一定的作用，使已经很复杂的问题变得更复杂了。太阳究竟怎样影响地球上的天气和气候，是各国很感兴趣的一个研究课题。日蚀造成地面太阳能供应比较快地被隔断和比较快地又恢复。这就会使温度降低、湿度升高以及流场和云的分布发生变化。日蚀期间，风的速度和阵性以及云的形成通常都要减少。观测资料证明，被接收的太阳辐射能量存在着变动起伏。然而，高层大气中的臭氧层很可能是联系太阳的变动和地面天气和气候变化的中间环节。在光谱紫外波段太阳活动增强的期间，臭氧吸收辐射的增量在东半球以赤道附近

为最大。这又会使平流层的西风增强,从而更进一步造成水汽向极地流动。

当出现太阳黑子周期的时候,地球磁场就会有系统性的反应。与这个反应同步产生的是高层大气的电离。通过高纬地区气压的显著升高,伴随着中、低纬地区气压略有下降,也会间接地影响天气。太阳扰动过后,反气旋天气和风暴天气还可维持几天。

太阳黑子周期使太阳活动发生近似周期性的变动。这种周期有的11年,有的为20~24年,有的也可以是80~90年。人们已经观测到太阳黑子周期和天气变化之间的某些联系,还注意到有几个特殊的相关关系,对这些相关因子概括得还不很确切。在孟加拉湾上空,大气环流的北移与太阳黑子周期的减小有关。与此相反,太阳黑子周期的增大曾造成大气环流的南进。在前一种情况,季节性的推移可以越过印度的马德拉斯,而在后一种情况则会受到阻滞。在东北季风期间,太阳黑子最少伴随着印度泰米尔纳德东南部出现特大的雨量;另一方面,太阳黑子最多便伴随着干旱条件。在南美洲附近,黑子最少与强劲的大气环流紧密相关,而黑子最多则与大气环流减弱相联系。还证实气旋的出现与电离层暴(Ionospheric Storms)和耀斑之间有某种联系。

经验研究清楚地说明,太阳活动和地球上的天气有联系。然而,大气透明度的变化也会给正常的天气型式带来显著的扰动。一次强大的火山喷发之后,喷射出来的体积达几立方英里的浮岩尘土要好多年才能从大气中沉降下来。这在相当一个时期里甚至可以使射入辐射减少10%。

以上说明,人和自然都越来越不谋而合地打乱了辐射平衡,造成天气的变化无常,使天气预报越来越困难。

第二章 人工影响天气和气候

2.1 蛮力法无济于事

由于缺乏足够的科学知识，在以丰富的想像为基础的科幻小说中，对气象战作了许多错误的描述，这些方法现在都被看作是不可能实现的蛮力法。

维恩 (Jule Verne) 建议用黑色火药作为推进剂将火箭推进到月球，他在所著《特殊的旅行——没有上也没有下》一书中还详细描述了移动地球极冠的方法。他主张消灭地轴 23.5° 的倾斜角，使之与日-地平面垂直，从而使地球上的气候更加舒适和公平。维恩正确地指出，鉴于地球赤道上鼓胀部分的稳定作用，即使发射一个 18 万吨的射弹也只会产生不过是 1 微米 (10^{-4} 厘米) 的移位。以后，蒙克 (Walter Munk) 和 麦克端纳 (G. J. F. Mac Donald) 发现地球的惯性很大，要想使地轴产生哪怕是 1 微米的移位，也得爆炸一颗 1 亿吨级的氢弹才成。要想使地轴倾斜到足以改变地球上的气候，就得让超级大国的整个核武库在地球上的某一个地点同时爆炸。这种主张不仅荒唐可笑，而且，真要进行这种试验，试验过后气候确实会马上发生变化，不过这种变化倒不是由于地轴倾斜造成的，而是由于放射性沉降或者是产生的热量造成的。那样一来，远没有等到气候变得对生活更为舒适，地球上的生命早已灭绝了。

要想用蛮力法来改变一个自然现象，很可能需要和该现象同一数量级的能量。为了对天气现象所涉及的能量大小有一个概念，表 2.1 给出了自然现象和人类活动之间的能量比较。

在表 1.1 中已经就天气现象所涉及的能量作过生动的对比。甚至一个弱气旋所显示出来的平均能量差不多等于一颗一百万吨级

表2.1 自然现象和人类活动总能量近似值的比较
(以地球每天接收到的太阳总能量的平均值 = 3.67×10^{21} 卡为一个单位)

自然现象	与涉及能量大体差不多的人类活动	能的量级
地球每天接收的太阳能量	公元2000年世界能量消耗预期值	1
强烈地震	公元1950年世界能量消耗	10^{-2}
平均气旋或强飓风	1975年印度的能最消耗	10^{-3}
大气环流的动能	巨型氢弹的爆炸	10^{-5}
平均热带雷暴	两万吨核弹的爆炸	10^{-8}
平均陆龙卷	德里、孟买和加尔各答每天的街道照明	10^{-11}
平均闪电	大型钢厂每天的能量消耗	10^{-13}

的氢弹爆炸时所放出的能量，而一些有名的大西洋飓风从海洋吸取的能量甚至还超过10亿吨梯恩梯当量的能量。

从这两个表里看得很明显，用蛮力法直接干预自然现象是无济于事和得不偿失的。必须看到，天气系统所涉及的能量远远超过了人类所能直接控制的能量。

通常提到的人工影响气候的方法，就是在一个大面积的冰面上，例如极冠上，铺一层有色物做的薄膜层，目的显然是要阻止反射以及辐射过程，使冰融解，从而改变气候。具体地说，有人提出将极薄的无毒化学薄层用于这个目的十分有效。但是，说来容易，做起来很难。魏克斯勒（Wexler）证明了这样做所需的钱是花不起的。如果想要在100公里见方的冰原上制造一个1微米厚的表面被覆层，所需物质的总重量将达到一百万吨以上。这很显然是属于蛮力法，在未来很长时期里是无法实现的。

在世界的干旱地区，曾建议建造一个或更多的水体，使水蒸发后增加大气中水汽的自然储量，从而增加降水以缓和旱情。这又是一种蛮力法。据麦克端纳估计，使亚利桑那州夏季增加降水10%，可能需要来自亚利桑那州上风方边界以外覆盖20,000平方英里面积的水体蒸发所提供的水汽。很明显，这种建议是有些牵强附会的。

这些例子充分说明，如果想要驯服大自然，或者想要将她的

巨大能量铸成一种武器，所需要的是智慧而不是蛮力。这种智慧来源于人工影响后面的科学。

2.2 人工影响天气的基本途径

为了达到某一目的而进行人工影响天气的具体方法各不相同，我们将在第二部分各章中加以介绍。这里着重叙述人工影响天气的基本途径。

大气中存在着各种不稳定状态。人工影响天气和气候之所以成为可能，正是在于我们可以识别天气和气候系统中自然发生的这种不稳定状态，并找出改变这种不稳定状态的方法，以便依靠这个系统本身的能量来影响它的发展。

虽然可以采用许多不同的标准来对这种不稳定性进行分类，但从人工影响和控制天气的观点来看，分为下面五种方式似乎比较自然：

一、自然发生的、构成天气系统的物质，包括大气中的水汽，云中的水滴和冰粒，雷暴和气旋以及大气中的污染物，它们的物理性质不稳定性很容易加以利用。例如，在云滴中存在一种胶性不稳定[●]，要发生降雨，必须解除这种不稳定状态。在此过程中，水汽的潜热能便从水汽发生的源地输送给大气。这种不稳定的形式总起来称为微观不稳定性。

二、近地面大气被注入到高层大气中以后，其在地面积累的热能，便要释放出来，从而产生激烈的运动和电效应。这是通过解除局地垂直气柱中的某种不稳定性来实现的。大气中沿重力方向显示出来的这种不稳定性统称为垂直不稳定性。这种不稳定性的解除主要产生局地的天气变化。

三、还有一种不稳定性，它影响大规模的大气环流和海洋环流。在气流、洋流以及热带气旋建立过程中，这种环流有助于解除赤道和两极之间热量收支的不平衡余额。不稳定性的能量以赤

● 胶性不稳定性 Collaidal Instability，是云的一种性质，根据这种性质，云滴总趋向于不断凝聚成大水滴，最后沉降到地面。——编译者注