



# 开发空中水资源势在必行

王卜平 金辉

我国是世界水资源贫乏国家，人均水资源仅为世界平均水平的四分之一。我国水资源时空分布很不平衡，北京市和河北省人均水资源已低于沙漠国家以色列的人均量。目前，全国年缺水总量约为300亿至400亿立方米，每年因缺水造成的直接经济损失达2000亿元，少产粮食700亿至800亿公斤。水资源短缺已成为我国经济社会发展的主要制约因素。我国北方的持续干旱，不仅严重影响经济和人民生活，还使生态环境进一步恶化，荒漠化加速蔓延，沙尘暴愈发肆无忌惮。水资源短缺已是我国北方环境资源诸问题中的关键因素和首要难题。

## 人工增雨成本低见效快具有可行性

目前人类解决水资源短缺的办法主要有四种：一是引用地表水，二是提升地下水，三是淡化海水，四是开发空中水资源。

我国对江河湖水的开发利用程度已经较高，进一步开发的余地不大而问题不少。通常认为，当径流量利用率超过20%时就会对水环境产生很大影响，若超过50%则会产生严重影响。目前我

国地表水资源利用率达19%，接近世界平均水平的3倍。而松辽海黄淮流域的开发利用率到1995年就已高达50%，故该区的流域生态环境问题已相当严重。我国许多地区长期透支地下水，地下水位不断下降，“漏斗”越来越大，并导致地面沉陷、海水入侵和地面植被死亡及荒漠化等诸多严重问题。强行超量开采地下水，不啻为饮鸩止渴。至于海水淡化，不但成本高，而且对我国广大的内陆省区亦不可能。以现实可行性而言，只有开发空中水资源，实施人工增雨战略工程，才有希望从根本上解决我国水资源短缺的危机。

我国从50年代开始进行人工增雨、防雹等人工影响天气的

实验和作业，到现在全国有30个省、市、区的1625个县开展了人工影响天气作业，从业人员近3万人，规模已居世界前列，社会效益和经济效益不断提高，人工增雨已成为我国大多数省区抗旱的一个重要手段。全国每年用飞机、高炮和火箭进行人工增雨作业数以百次，增加降雨在百亿立方米量级。如2001年4月，陕西用25架次飞机作业，使107个县区增加降水7亿吨。2000年5月8日，安徽26个市县以火箭和高炮进行人工增雨作业，降水9亿立方米。2001年6月15日，北京市发射增雨炮弹40余发，城区降雨量超过20毫米，郊县达50至100毫米。山西2001年增雨量13.15亿吨，受益面积12万平方公里。辽宁省自1991年以来，平均每年人工增雨增加降水12亿立方米。青海省1997年至2000年间，通过人工增雨增加降水49.6亿吨。

比起抽取江河水或是提升地下水，人工增雨成本很低。2001年7月，湖北6次实施人工增雨，耗资约50万元，增加降水4亿余吨，平均每吨水仅为人民币0.125分。上述北京市的人工降雨仅花费2万余元，吨水成本比湖北还

低。据河北省1995年测算，人工增雨投入与产出效益比在1:30以上。2001年北京市的数据显示，增雨的投入产出比超过1:40。

## 我国北方空中水资源潜力巨大

关于人工增雨，国内文献经常引用的说法为：根据国外多年经验，科学组织的人工增加雨雪作业可能增加15%左右的降水量。这实际上只是美国1957年用碘化银催化冬季过冷却云的一次实验结果，具体数据为能增加降水10~15%。其对某次人工增雨或许有参考价值，但若开发空中水资源，则应着眼于“水汽利用率”。

据多年观测平均值，我国大陆上空年水汽输送量为：总输入量182154亿立方米，总输出量158397亿立方米，净输入量23757亿立方米，水汽利用率（净输入量与总输入量之比）为13%。其中南界净输入量最大，西界和北界亦为正输入，只有东界为净输出，且输出量为输入量的2.5倍。

再分别看秦岭、淮河以南和青藏高原以东的湿润区与其余的半湿润区、半干旱区和干旱区之比。湿润区面积为后者的三分之一，水汽净输入量却是后者的3倍。湿润区的水汽利用率为16%，半湿润区、半干旱区和干旱区的水汽利用率仅为5%。而按单位面积计算，相差则达8.8倍。再具体到半干旱地区尤其是干旱地区，与湿润区的相差就更悬殊。两者的巨大级差说明了我国北方开发空中水资源潜力的巨大：水汽利用率若能提高一个百分点，就能增加水资源1090亿立方米；若能达到南方的一半即8%，我们则多出了7条黄河的水量。

人们一直在说我国西北和北方干旱少雨，这当然是目前的事实。但同时还有一个为人们忽视的事实，即西北和北方上空的水汽相对并不少，西界和北界的年均水汽净输入量为30915亿立方米，超过了全国的水汽净输入总量。再一个重要事实是：我国北方地区的降水过程大都是自西、西北向东展开的，而不是通常所说的太平洋水汽从东向西的输送。这一点，由电视台每天播放的卫星云图和气象预报已经成为人们的常识。这也是开发空中水资源工程在理论上和实践上的基点之一。北方干旱少雨是水汽利用率太低；而在低利用率的起点上，开发空中水资源也就更易见效。

## 转变观念，科学规划，使生态环境进入良性循环

我国的人工增雨虽然已经搞了几十年，但一直是作为一种抗旱减灾的应急手段，而未能上升到开发水资源的战略层面。因为是抗旱的应急手段，所以人工增雨作业基本都是在一个省的范围内进行，甚至是一个市或一个县各自为战。以往人工增雨的目的很明确，就是哪儿干旱就在哪里搞，为的是缓解旱情。因此，应当在观念上把人工降雨技术从抗旱减灾的应急手段，变为开启自然生态良性循环机制的“金钥匙”。国内外人工增雨作业的结果表明，降水机制一旦启动，在大多数情况下，就不仅是在当地下雨，降水范围还会自动适当扩展，并主要向下游方向拉长。充分利用这一特性，便是开发空中水资源战略工程在操作上的重要

支点。

人们可能担心，如果西部降水多了会不会使东部降水减少？地球上水循环的总量为一常数，陆海空的大循环由若干区域循环组成，而区域循环中又有诸多蒸腾——降落的小循环。某一地区降水量的多寡，主要取决于区域循环的快与慢和小循环的有与无。只要在我国北方建立起连续蒸发带，小循环就会活跃和增多，区域循环相应加快，可利用的水资源也就越多。相反，大面积的荒漠化使许多小循环无法生成，并阻隔区域循环，而大量工程拦蓄水又迟滞了水循环速率，虽然水循环总量没有变，但可利用的水量却越来越少。就像同是100亿元资金，一年周转一次与周转三五次，效益天差地远。

由实施人工增雨工程作为启动机制，从解决水资源短缺这一关键性制约因素入手，我国西北和北方的整体生态环境则有望进入一种良性循环：空中的增雨与地面的封育措施相结合，植被便可较快恢复。植被增加，水汽利用率就会渐次提高。降水增加，植被恢复，植树种草将事半功倍，荒漠化亦将逐步从根本上得到治理。植被覆盖度提高，沙尘暴便无从肆虐；并且，人工降雨技术本身就可以直接降解强沙尘暴。水资源多了，干旱和半干旱地区的耕地承载力将大幅提高，我们又可以使更多的土地还林还草。水资源总量增加，同时也降低了水污染防治及节水工作的难度。最终，大自然常态的水循环机制自动发挥作用，雨顺则风调，山清而水秀，基本上就不再需要人为外力的干预了。

（责任编辑 晚晴）