



# 气象能源学与能源气象学\*

张家诚

能源气象学与气象能源学是当前日益受到重视的两个课题,属于气象与能源关系的两个侧面。长期以来,能源与气象在人类的生活与生产中有着重大的意义。原始人类采集野生植物充饥、御寒,是对光合能的最早利用。帆船的出现即对风能利用的一大发明。利用日光能加速干燥过程和消毒也自古已开始。但是能源气象学和气象能源学则是七十年代以后的产物。它的出现有着社会原因和学科发展的源流。

现代气象学的产生是这两个分支出现的最重要的学科原因。尽管在古代有着对气象能源的认识和应用,但是却缺乏精确的数据和理论的解释。现代气象学对气象能源的计算和分布规律性可以提供定量的图象,并能给出一定的理论依据,使这两个分支有可能建立自己的基本数据、事实、主要规律。其次,现代社会对能源的要求提高了,而明显感到能源的不足,如何节能和开辟新能源成了当务之急,而这些问题都和大气条件息息相关。这就促使了对“能源—气象”问题进行深入而广泛的研究。再其次,对能源与气象关系的理解深入了。人类不仅向大气索取能量,而能量的使用又影响到大气状态。大气作为一个丰富的能量库和作为人类生存的环境几乎同时提上了研究日程。

## 一、能源与气象

大气是地表三大介质之一。它在能量问题上具有四个重要作用:(1)它是太阳辐射能这一主要能源达到地表的通过层,大气的性质与物理状态对太阳辐射收入有明显的影晌;(2)大气本身是一座能库;(3)大气是能量转化和输送的主要场所;(4)大气又是人类利用能量的外部条件。

由于气象和能源有上述密切关系,所以这两种学科是紧密联系在一起。这可以概括为两个方面:(1)如何从气象条件中获得能源,属于气象能源学方面;(2)能源利用的气象条件及其对大气的影晌,属于能源气象学方面。

从现今发展的趋势看,能源气象学和气象能源学都同社会科学与技术科学有着密切的联系,因为人类对能源的理解牵涉到人类现在利用能源的能力。从人类发展的历史看,在发明用火以前的原始社会,人类只能利用自然界已经提供的能量,例如人类本身的体力等。发明用火以后,知道了利用热能。从发明蒸汽机以来,各种化石能(煤、石油、天然气)被开发利用。在发明电以后,电能人类的生产和生活中起了

重大作用。现代又发明了原子能,显然又将进一步促进社会的发展。因此,在社会发展的过程中,能源是随着科学技术而演变的,气象能源学和能源气象学的内容也与之相应地改变。因此,这两门学科是社会科学、自然科学和技术科学三结合的产物,带有浓厚的时代特点。

## 二、气象能源学

日本《现代化学》1980年第5期提供的一张能表中,有5种类型的气象能源:(1)由绿色植物所承担的光合作用;(2)光合作用所贮藏的太阳能经地质过程转变为化石能(原表中未列入);(3)由降水量与地形落差所积蓄的水能;(4)由于太阳辐射分布不均匀所产生的风能;(5)直接的太阳能。

这几种能量占当前自然能的绝大部分,其中除了化石能在当前直接取自地下以外,其他几种能源都是来自大气。这些能源对于人类有着不同的意义。例如,光合能为人类提供植物有机质,至今仍是人类生活来源的基础,其它的能源大多提供动力。因此,在能源构成中首先就是光合能源和动力能源的比例问题。在计算这个比例时受着两个限制,第一是土地面积的限制。因为这两部分都需要一定的地球表面作为受能面积,而地球表面是有限的。第二是降水量的限制,因为在当前降水量不但决定于蒸发能,而且还决定于气流。在可以预见的未来,人类还无法对这些限制因素发挥显著的作用。

对气象能源的利用,在估算总的潜力及其地域分布之后,紧接着就是要制定最优利用方案。在这里首先可以除去不受限制区域。例如,蒸发能主要是在海洋上,荒漠上可大规模利用日光能,但海洋和荒漠属于当前人类尚无法大面积有效使用的地区,因此对这两种能量的利用从宏观上说不必列入当前的土地规划中。其次是综合用能区域,例如,光合与蒸发可以同时进行,并无明显矛盾。最后必须首先保证当前最缺项目的用能,即粮食和草原、森林所提供的初级产品的用能面积。当然这个面积里,要在充分利用最为缺乏的水分资源和最有利的水土保持的两个条件下设计其内部结构。这样就可以得出最优土地利用方案,它反映气象能利用的结构。当然,这样的结构对各个气候区和各种不同尺度的水平范围都是不同的。可惜目

\* 本文为作者在“能源气象学术讨论会”上报告的摘要——编者

前我们还无充分的研究, 据以制定出这样的方案。

实际上, 当前我们利用能源的效率还是很低的。农田利用光合能一般只达0.5%, 我国水力资源的开发还不到三分之一, 而风能、太阳能的利用还只处于开始试用的阶段。其中主要的原因是受技术条件的限制。

气象能源虽然数量很大, 但密度很小, 可变性大。因此, 气象能源的利用必需要有聚能机制。聚能机制直接关系到对能源的利用程度。

化石能是当前使用最广的能源, 因为它提供了很大的能量密度, 可作为现代强大动力的能源。这是由于通过了成煤时代的数千万年森林的积聚, 以后又在地质过程长久的作用下保留至今。这是一个最宏大的聚能机制。

光合作用是靠植物来积聚的。日光能则靠日光加热装置和日光能电池积聚的。我国西部广大的高原和山脉则为降水大量积聚位能提供了良好条件。强大的冷高压和狭窄的山口则为风能的积聚造成有利条件。如果没有使密度极大提高的自然条件和人工装置, 气象能源是难以利用的。因此, 开发气象能源的第一步需要找出高效能的聚能机制。进行自然考察, 作物品种的改良或其它的工艺设计等就是为解决聚能机制问题而必需首先进行的工作。

气象能源密度低, 但蕴藏量很大, 分布很广, 适于广大农村和高山、荒漠中分散居住的农、牧民家庭少量用能的需要。例如, 江苏省海安县沿口公社滩河八队高洁研制成功的“聚光水泥太阳灶”, 结构简单, 方便耐用。一台2米直径的太阳灶, 成本费为35元。一个五口之家, 一年只要150个晴日, 就可节约450公斤的煤或1300公斤烧柴。风力用于帆船、脱粒、提水等方面, 从古已经开始, 小型风力发电机在农村也有发展的前景。

总之, 气象能源的开发利用问题, 对四个现代化有重要意义, 是现代科学技术的一个重要方面, 因而也是气象能源学的一个重要组成部分。

### 三、能源气象学

能源气象学即使用(包括开发、贮藏、运输等)能源的气象条件和使用后对大气状态的影响(如污染等)两个方面, 在气象条件中有下列各类型。

使用能量时需一定气象条件。

大气是太阳辐射能达到地表的通过层, 大气性质与物理状态对太阳辐射收入有明显的影 响。正是大气影响的结果, 作为天文物理量的太阳辐射和日照时数等转化成为重要的气象要素, 是气象学研究的重要对象。例如上海在1958—1972年15年间, 最多年直接辐射量与最少年直接辐射量之比达到74%, 而总辐射量的最多年与最少年之比为88%。个别月份中的直接辐射量最大值与最小值之比可达五倍之多, 这都是气象

原因造成的。我国两千多年前对于航海风能的利用即提出了“舶舳风”的概念, 即描绘在季风地区每年帆船航行使用风能需要有一定的方向, 东南季风则是船舶进口的有利气象条件。根据现代气象与海洋数据, 提出“气候航线”和“天气航线”等概念, 使航行中能源消耗大量减少。提出使用能源的标准, 也需要考虑气象条件。例如我国冬季生活采暖的范围以低于+5°C的天数超过90天为准, 而在此范围内采暖的标准又要根据气候条件进行较细致的区划。风能装置需要在风力大于每秒3米时才能运转, 而超过每秒27米时又可能受到破坏, 需要采取防风措施。因此, 就要制订使用能源的气象指标。

采能、贮能和运输设备的利用率、稳定性及建筑指标的确定都与气象条件有密切关系。例如, 高压输电线路的设计需要考虑雾凇和风所造成的负荷以及雷电的危害等。特别是海上采油, 要有风浪的数据才能保证安全。农业排灌需要大量电力, 因此农业用能往往在很大程度上取决于雨水多少。在北方城市中冬季为了清理积雪需要增加大量的能源开支。电的消耗对天气是敏感的, 这牵涉到供电计划、设计和投资。类似的例子是很多的。

在当前国内外特别受到重视的是大气污染问题。大气污染主要是大量使用化石能源的结果。对于局地说来, 空气层的稳定度和风向、风速是大气污染的重要因素。而对大面积以至世界范围说来, 则背景污染对于改变大气成分和物理性质有着重要的影响。

据基线污染站的报告, 大气的确因使用化石能源而引起了二氧化碳的大量增加, 从1960年到1971年增加了约10%, 按此速度到下世纪中叶, 可能会增加一倍。它的气候后果, 已引起人们的严重注意。但即使是使用太阳能、核能等“清洁的能源”, 也不是对气象毫无影响的, 因为任何能量的使用都会改变大气中能量的分布, 而影响到天气和气候。

能源使用的另一个后果是增热了大气。城市热岛效应就是人工热和下垫面辐射性质改变的明显效果之一。

其它用能的后果, 如大气中的粉尘、臭氧层的影响等, 现在还无法作出确切的科学评价。但无可讳言, 大气容量是有限的, 而人类使用能量的规模还在急剧上升, 即使化石能源使用停止之后, 其它能源也会产生大量的人工热。同时在能量使用上升之后, 人类在各个方面的活动迅速增强了。所以能源与气象的关系具有极大的潜在意义。

以上我们简略地谈到能量和气候的各个方面, 但由于这个问题是新的科学课题, 一时还无法弄清其全部细节和其发展规模。本文也只作为抛砖引玉之用, 和读者共同迎接其今后的发展。