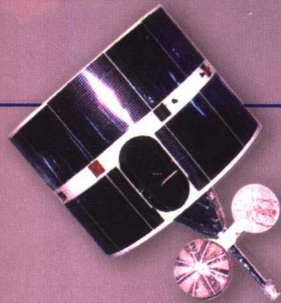


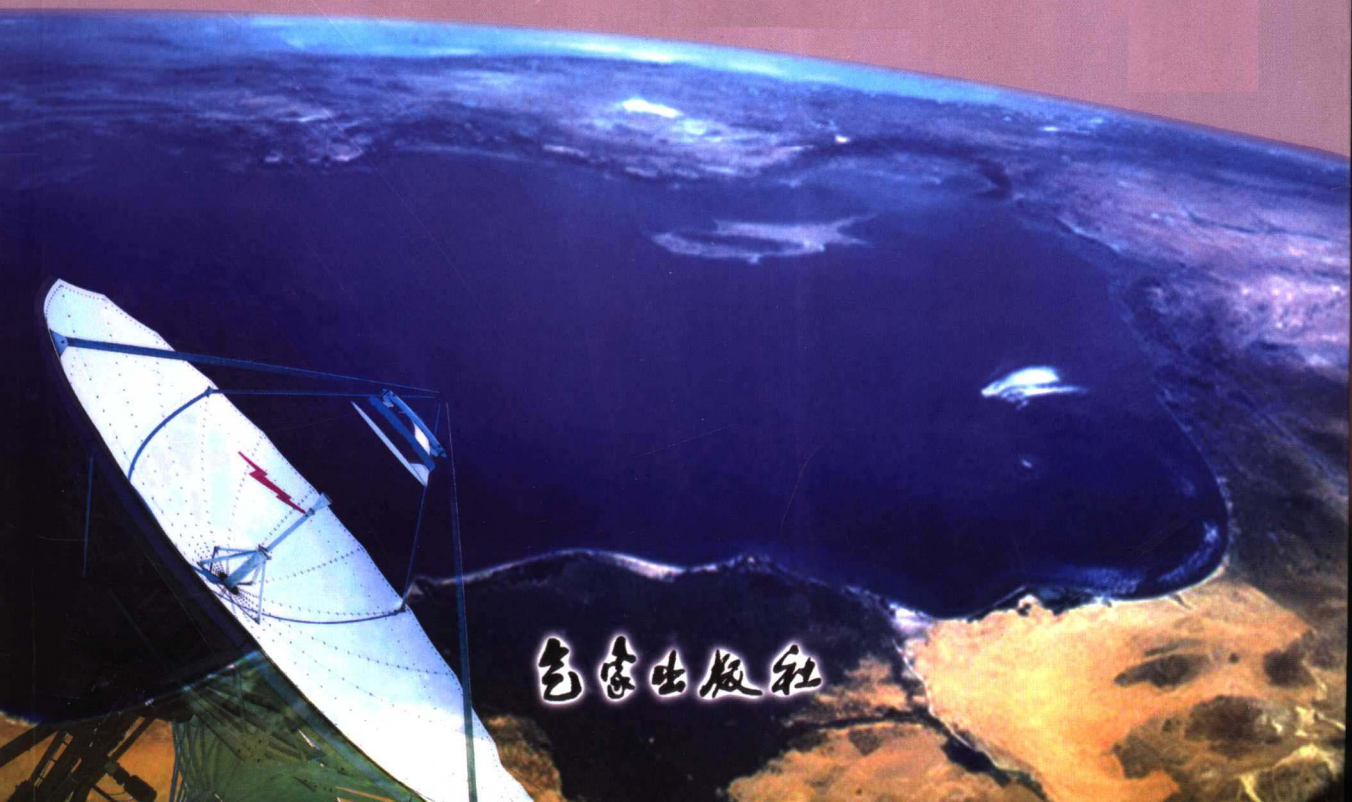


◆ 现代大气科学丛书 ◆



应用气候学概论

朱瑞兆 谭冠日 王石立 编著



气象出版社

现代大气科学丛书

应用气候学概论

朱瑞兆 谭冠日 王石立 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书利用气候学的基本理论和信息,就国民经济各行各业如何有效利用气候资源,趋利避害的问题进行了系统而全面的论述。本书涉及太阳能、风能气候学,建筑气候,交通、电力通讯线网与气候,农业气候,人体健康与气候,水文和水资源与气候,旅游、商业与气候以及 21 世纪应用气候学发展趋势等内容,可为从事上述科技工作的人员和有关院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

应用气候学概论/朱瑞兆,谭冠日,王石立编著.

北京:气象出版社,2005.10

ISBN 7-5029-4036-7

I. 应… II. ①朱…②谭…③王… III. 应用气候学-概论 IV. P46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 113665 号

Yingyong Qihouxue Gailun

应用气候学概论

朱瑞兆 谭冠日 王石立 编著

气象出版社出版

(北京海淀区中关村南大街 46 号 邮编:100081)

总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

网址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑:李太宇 袁信轩 终审:黄润恒

封面设计:张建永

*

北京市北中印刷厂印刷

气象出版社发行

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:422 千字

2005 年 10 月第一版 2005 年 10 月第一次印刷

印数:1~1000 定价:42.00 元

ISBN 7-5029-4036-7/P·1454

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社

发行部联系调换

《现代大气科学丛书》 编辑委员会

主 编 黄荣辉
副主编 李崇银 王绍武 黄美元
编 委 (以姓氏笔画为序)
王明星 刘式适 孙淑清
朱瑞兆 邱金桓 陈洪滨
郑循华 徐华英 高守亭
编 辑 耿淑兰

作者简介

朱瑞兆，研究员，曾任室主任、研究所所长等职。经过多年的潜心研究，提出了中国应用气候的概念，在建筑气候中研究城市规划与气候的关系，给出了风压、雪压计算模式，以及采暖通风空调的气候指标；在太阳能、风能研究中最先提出风能计算模式并首次给出中国风能分布和区划图以及复杂地形下风场数值模拟，主编了中国科学技术蓝皮书《气候》，同时还进行了中国气候和不同气候区域中城市气候研究等。出版专著十余种，其中一种由台湾再版。

曾先后获“全国科技重大贡献先进工作者”称号、享受政府特殊津贴、荣获国家科技进步奖二等奖一次、三等奖二次、部局级奖六次。被英国 IBC 收入世界名人传记。

序

大气科学是研究地球大气圈及其与陆面、海洋、冰雪、生态系统、人类活动相互作用的动力、物理、化学过程及其机理。由于人类的生产和生活活动离不开大气,因此,这门科学不仅在自然科学中具有重要的科学地位,而且在国家的经济规划、防灾减灾、环境保护和国防建设中都具有重要的应用价值。

随着人类生产活动的发展和科学技术水平的提高,特别是电子计算机和气象卫星及太空遥感探测大气技术的提高,大气科学得到了迅速的发展,它已形成了诸多分支学科,如大气探测学、天气学、气候学、动力气象学、大气环境学、大气物理学、大气化学等分支学科。为了回顾近百年来大气科学的发展成就以及展望 21 世纪初大气科学的发展、创新与突破,我们编写了这套《现代大气科学丛书》。它包括《大气科学概论》、《大气物理与大气探测学》、《大气化学概论》、《大气环境学》、《动力气象学导论》、《现代天气学概论》、《现代气候学概论》、《应用气候学概论》共八卷。本书是其中的一卷。

在编写这套丛书时,内容力求简明扼要、通俗易懂,每部书的内容结构力求全面、系统。各卷还包括了对各分支学科的发展历程、研究方法和对今后的展望,以使读者对现代大气科学各分支学科有一个全面的了解。

由于我们学识有限,加之本套丛书涉及的内容较为广泛,书中难免有不妥之处,希望读者给予指正。

本套丛书得到了中国科学院大气物理研究所的大力支持和资助,在此表示衷心的感谢。

此外,《中国现代科学全书》编辑工作委员会对本套丛书的组稿和书稿的排版做了不少工作,在此给予说明。王磊和刘春燕两同志对于本套丛书书稿做了许多工作,鲍名博士在此套丛书出版的联系方面付出许多精力,也在此表示感谢。

《现代大气科学丛书》编辑委员会

主编 黄荣辉*

2005 年 5 月 18 日

* 黄荣辉,中国科学院院士

前 言

应用气候学是利用气候学的理论,解决国民经济各部门的具体气候问题的一门学科。气候能够促进或妨碍人类活动,它可能是有利的,也可能是有害的。应用气候学研究的目的,就是充分应用气候有利的一面,为人类获得最大的经济和社会效益,并保持良好的生态环境,同时,使气候灾害所造成的社会和经济损失减小到最低。

世界气候计划(WCP)包括四个子计划。世界气候应用计划(WCAP)是其中之一。中国国家气候计划由五个分计划组成,国家气候应用计划也是其五个组成部分之一。世界气候计划提出:“气候应用问题几乎涉及到全部人类生活领域。气候工作能为各项生产为达到经济、高效和安全的目​​的提供各种参数、信息和专门咨询。”

我国应用气候开发利用历史久远,早在战国末期《吕氏春秋》已有与农业活动息息相关的24节气的记载。西周有利用太阳能取火,即“阳燧取火”的记载。风能利用、医疗与气候关系等也有几千年的历史。随着科学技术的发展,人们对气候资源的应用不但更趋合理深入,而且应用范围也更为扩大。

当今在太阳能、风能、农业、建筑、水资源、交通通讯、医疗、旅游、商业等方面,已广泛地应用了气候知识。实践证明,是凡顺应气候规律的,不但可以避免或减轻遭受恶劣气候的危害,还可以得到很大的社会 and 经济效益;凡没有按照气候规律或是对气候灾害估计不足就会造成很大的生命财产损失。

我国近几十年在应用气候方面作了大量的研究工作,并有系统的成果,有的已被国家规划、规范、设计等采用。本书总结了这些成果,内容丰富而较全面,有理论分析、计算方法和实际应用的事例,它的出版对正确应用气候资源和推动我国应用气候的持续发展以及创新无疑具有十分重要的作用。

本书是《现代大气科学丛书》的八卷之一。中国科学院大气物理研究所黄荣辉院士对本书的编写作了具体指导并提供了良好的条件。但由于应用气候学的研究面宽、范围广、内容复杂、要求严格、发展快、变化多等特点,以及随着我国人口的增长和人们生活水平的提高,对应用气候的要求更高,所以书中难免存在诸多不足和疏漏之处,尚需读者不吝指正。

本书的前言、第一章、第二章、第三章、第八章、第九章由朱瑞兆编写;第四章、第六章、第七章由谭冠日编写;第五章由王石立编写。

朱瑞兆对本书提纲设定,各章内容的取舍提供了建议,并对全书稿进行了校阅和修改。

朱瑞兆

2005年5月

目 录

序 前言

第一章 绪论	(1)
第一节 应用气候学的历史	(1)
第二节 应用气候学的发展	(11)
第二章 太阳能、风能与气候	(18)
第一节 太阳能、风能的优点和不足	(19)
第二节 太阳能资源及其利用	(21)
第三节 风能资源计算和风电场选址	(32)
第四节 中国太阳能、风能综合利用区划	(54)
第三章 建筑与气候	(60)
第一节 概论	(60)
第二节 城市规划与气候	(61)
第三节 建筑风、雪荷载的计算及分布	(74)
第四节 采暖通风与空调计算	(89)
第五节 中国建筑气候区划	(94)
第四章 交通、电力、通讯线网与气候	(99)
第一节 陆上交通与气候	(99)
第二节 航海与气候	(104)
第三节 航空与气候	(105)
第四节 电力、通讯线网与气候	(107)
第五章 农业与气候	(128)
第一节 中国农业气候的主要特征	(128)
第二节 种植业、林业、畜牧业、水产业与气候	(135)
第三节 山区农业气候资源的开发利用	(148)
第四节 农业气候区划和区域农业气候资源开发利用	(153)
第五节 气候异常和气候变化对农业的影响	(162)

第六章 人体健康与气候	(167)
第一节 气象对健康影响的机理.....	(167)
第二节 疾病高发的气候背景和天气条件.....	(173)
第三节 死亡率与气候、天气的关系	(179)
第四节 气候变化对人体健康的影响.....	(189)
第七章 水文、水资源与气候	(194)
第一节 水文、水资源和气候的关系	(194)
第二节 平均雨量.....	(197)
第三节 蒸发量.....	(198)
第四节 水资源的不稳定性及暴雨极值的统计推断.....	(209)
第五节 可能最大降水.....	(213)
第八章 旅游、商业与气候	(222)
第一节 旅游与气候.....	(222)
第二节 体育与气候.....	(236)
第三节 商业与气候.....	(238)
第九章 21 世纪应用气候学发展趋势	(243)
第一节 应用气候与经济建设的战略意义.....	(243)
第二节 应用气候学发展趋势.....	(244)
参考文献	(248)

第一章 绪 论

应用气候在国际上称为气候应用(Climate Application),其内涵是一致的。应用气候学是利用气候学的理论,解决国民经济各部门的具体气候影响的一门实用科学。

气候是自然环境的一个组成部分,气候能够促进或阻碍人类的活动。气候变化可能是有利的,也可能是有害的。应用气候学的研究就是充分应用气候的有利一面,以最小的代价,减少气候造成的损失。对规划和设计人员以及企业经营者说来,应用气候能够减少气候灾害所造成的社会和经济损失。

应用气候学研究的范围很广,但农业生产、水力资源、能源(包括可再生能源)、交通通讯和人类居住环境和卫生以及商业等最易受到气候的影响。应用气候就是要了解各个领域和气候间的关系,明确其易受气候影响的关键环节,研究不同的气候价值(指标值)。这类研究还包括了气候极端事件,也就是对正常气候来说为非典型气候系统状态对社会和经济各个方面的影响,进而根据这些研究采取适当的措施防御其破坏性。

世界气象组织(WMO)的世界气候计划(WCP)中的世界气候应用计划(WCAP)指出:气候应用的目标:是推动社会提高其完成各项活动的能力,在不同的气候条件下获得最大的经济和社会效益,并使环境不受破坏。

第一节 应用气候学的历史

在整个人类文明发展史的进程中,气候对人类活动的影响非常重要。气候是一门古老的科学,一直都在促进人类生产力的发展。我国历代劳动人民在长期实践中积累和丰富了应用气象知识。这种知识不仅为人们生产、生活等各项活动所需要,而且也气象科学理论的发展作出了贡献。以下分几个方面简述。

一、农业气候

农业生产与气候关系非常密切,因而从古代就留传下来一些论著。秦代《吕氏春秋》、西汉的《汜胜之书》,后魏的《齐民要术》,南宋的陈敷《农书》,元代的《农桑辑要》和《王禎农书》,明代的《农政全书》等。这些著作中都对天时和气象条件作了专门的叙述。

如《吕氏春秋》的《审时》篇,有“凡农之道,厚(候)之为宝。”就是说在农业生产的活动中,气候是最宝贵的因素。该篇还对一些作物得时和失时作了陈述,最后总结出:“……是故得时之稼兴,失时之稼约。茎相若,称之得时者重,粟之多。量粟相若,而舂之,得时者多米。量米相若,而食之,得时者忍肌。是故得时之稼,其臭香,其味甘,其气章。百日食之,耳目聪明,心意睿智,四卫(肢)变强,气不入,身无苛(病)殃。”这说明农业生产顺着气候规律可以得到好的收成,而且籽粒饱满。

与气候紧密联系的天文和农业。二十四节气是根据太阳在黄道上的位置,将全年分为二十

四个等分。二十四节气远在春秋时代的《左传》一书中已有春分、夏至、秋分、冬至利用圭表测日影方法的观察记载。有了两分两至这四个节气,这对农业生产安排有一定的作用,但是其间相隔 3 个月左右,必然不能满足农业生产的需要。到秦时,《吕氏春秋》中有十二纪(即 12 个月),每月中记有立春、春分(日夜分)、立夏、夏至(日长至)、立秋、秋分(日夜分)、立冬、冬至(日短分)等节气名称。此外,在一月有“蛰虫始振”,二月有“始雨水”,五月有“小暑至”,七月有“白露降”,九月有“霜始降”等记载。西汉时期淮南刘安著《淮南子》一书的天文训篇中已有完整的二十四节气名称,与现在的二十四节气名称完全相同。二十四节气渊源流长,主要是它已成为安排农业生产活动的依据。

二十四节气大部分反映了气候的变化,如小暑、大暑、处暑、小寒、大寒反映一年中气温高、低的变化;雨水、谷雨、小雪、大雪反映了一年降水形式;白露、寒露、霜降反映了秋季气温逐渐下降的过程;惊蛰、清明、小满、芒种反映了春季气温回升、天气晴朗、土地解冻,蛰伏地下的昆虫开始出土活动,夏季麦类开始饱满,但尚未成熟,气温继续升高有芒的作物成熟等。

事实上二十四节气能够表示一年中冷暖雨雪的情况和一年四季气候变化的特征,特别是与农业生产紧密结合的特点。

与二十四节气的同时,有七十二候的记载。在《吕氏春秋》有候应的记述,那时二十四节气也不完善,所以候应按月编排,各月的候应多少也不一样。《淮南子》在每一节气中对候的记载没有一定数目,也不齐全。到周朝周公所著的《逸周书·时则训》才将 1 年分为 72 候,按节气每 5 d 为 1 候,每候对应一个候应,并制有二十四节气与 72 候图,将图转换成表(如表 1.1.1)。

表 1.1.1 二十四节气和 72 候对应的候应

	节气	立 春	雨 水	惊 蛰	春 分	清 明	谷 雨
春季		东风解冻	獭祭鱼	桃始华	玄鸟至	桐始华	萍始生
	候 应	蛰虫始振	候雁北	仓庚鸣	雷乃发声	田鼠化鴽	鸣鸠拂羽
		鱼陟负冰	草木萌动	鹰化为鸠	始电	虹始见	戴胜降于桑
夏季	节 气	立 夏	小 满	芒 种	夏 至	小 暑	大 暑
		螳螂鸣	苦菜秀	蜩始鸣	鹿角解	温风至	腐草为萤
	候 应	蚯蚓出	靡草死	鵙始鸣	蜩始鸣	蟋蟀居	土润溽暑
秋季		王瓜生	麦秋至	反舌无声	半夏生	壁虎始蛰	大雨时行
	节 气	立 秋	处 暑	白 露	秋 分	寒 露	霜 降
		凉风至	鹰乃祭鸟	鸿雁来	雷始收声	鸿雁来宾	豺乃祭兽
冬季	候 应	白露降	天地始肃	玄鸟归	蛰虫坏户	雀入大水	草木黄落
		寒蝉鸣	禾乃登	群鸟养羞	水始涸	为蛤	蛰虫咸俯
	节 气	立 冬	小 雪	大 雪	冬 至	小 寒	大 寒
		水始冰	虹藏不见	鶡鴒不鸣	蚯蚓结	雁北乡	鸡乳
	候 应	地始冻	天气上升	虎始交	麋角解	鹊始巢	征鸟厉疾
		雉入大水 为蜃、	闭塞成冬	荔挺出	水泉动	雉鸣	水泽腹坚

由表 1.1.1 可以看出,72 候是从物候学角度反映气候的。但有些候应不科学如鹰化为鸠、腐草为萤、雀入大水为蛤、雉入大水为蜃等。

西汉《汜胜之书》是总结当时黄河中下游农业技术的书。如“凡耕之本,在于趣时”。“种麦得时无不善,夏至后七十日,可种宿麦,早种则虫而有节,晚种则穗小而少实”。

对保水保墒有:“冬雨雪止,辄以(物)藪之,掩地雪,勿使从风飞去,后雪复藪之;则立春保泽,冻虫死,来年宜稼”。

对防霜的措施有:“植禾,夏至后八十、九十日,常夜半候之,天有霜若白霜下,以平明时,令两人持长索相对,各持一端,以槩禾中,去霜露,日出乃止。如此,禾稼五谷不伤矣”。

《齐民要术》是我国完整保存至今最早的一部农书。比较系统地总结了 6 世纪以前黄河中下游农业生产经验。书中记载的早作的耕作和谷物栽培方法等显示出当时我国农业生产水平已达到相当的高度。如:“春雨难期,必须借泽,蹉跎失机,则不得矣”。“四月亢旱,不浇则不长,有雨则不须。四月以前虽旱,亦不须浇,地实保泽,雪势未尽故也”。

对防霜指出:“凡五果花盛时,遭霜则无子。常预于园中往往贮恶草生粪,天雨新晴,北风寒切,是夜必霜。此时放火作煴,少得烟气,则免于霜矣”。这种烟熏法的防霜措施,至今仍在沿用。

《齐民要术》以后,也有不少重要农业与气候方面的书,如宋代陈敷撰的《农书》,元代孟祺、畅师文、苗好谦撰的《农桑辑要》和王桢撰《农书》以及明人徐光启撰的《农政全书》等,这些书中大量辑录了古代和当时的书藉和文献,也提出了一些自己的见解。如:

《王桢农书》中有:“天下地土,南北高下相半,且以江淮南北设之:江淮以北,高田平旷,所种宜黍稷等稼,江淮以南,下土涂泥,所种宜稻秫。又南北渐近,寒暖殊别,故所种早晚不同;惟东西寒暖稍平,所种杂错,然亦有高下之殊”。可见当时种植作物已考虑了纬度南北,地势高低对农业气候的影响。

二、可再生能源开发利用历史

所谓可再生能源,是指那些随着人类的大规模开发和长期利用,总的数量不会逐渐减少趋于枯竭,而且在自然界可以不断生成并有规律地得到补充,不断再生的能源。如太阳能、风能、水能、海洋能、潮汐能等。事实上可再生能源是相对趋于枯竭的一次能源、煤、石油、天然气和原子能等不能再生而言的。

从气象角度分析,太阳能和风能与气象关系最为密切,而且,太阳辐射、日照、风向、风速等都是气象要素。

(一)太阳能利用

人类利用太阳能的历史比较悠久。我国是世界上最早利用太阳能的国家之一。据史籍记载,远在 3 000 多年前的西周时代(公元前 11 世纪),就已有“阳燧取火”技术的记载了,所谓“阳燧”,就是形似凹面镜的金属圆盘,对着太阳聚光,在聚光点点燃艾绒等易燃物,取得火种。这是一种最古老的太阳能聚光器。1990 年第十一届亚运会火炬的火种,就是于 8 月 7 日下午,在距拉萨市以北约 100 km 的念青唐古拉峰下,由 15 岁的藏族少女达娃央宗用木柴从抛物面聚光太阳灶上获得的。原理与古代阳燧差不多,唯聚光所用的材料有较大的差别。阳燧取火技术在世界太阳能利用科学史上占有重要的地位。

北京中国历史博物馆收藏有春秋、汉、唐、宋等朝代利用太阳能取火的阳燧。天津艺术博物馆也珍藏有汉代的阳燧,上面镌刻清晰的铭文:“五月五,丙午,火燧可取天火,除不祥兮”,“宜

子先君,子宜之,长乐未央”。在公元前 5 世纪《墨经》的作者墨翟和他的学生,对凹面镜的光学原理作了进一步的试验。把焦点称为“中燧”,当物体置于中燧之内,得正立像,距中燧近则像大,反之则小;当物体置于中燧之外,得倒立像;在中燧处,像与物重合。到西汉淮南王刘安(公元前 179~前 122 年),曾招致宾客方术之士数千人,集体编写《淮南子》。其中有:“故阳燧见日,则燃而为火”。北宋沈括(1031~1095 年)撰《梦溪笔谈》中有“阳燧面洼,向日照之,光皆聚向内,离镜一二寸,光聚为一点,大如麻菽,着物则火发。”

在 1 700 多年前的西晋(公元 265~317 年)又发现凸透镜的聚焦特性,当时没有玻璃透镜,而是以冰块作成凸透镜,在晋代张华(公元 232~300 年)著的《博物志》中记载:“削冰命圆,举以向日,以艾承其影,则得火”。过了几百年,到 1774 年法国人拉伏齐尔,才在巴黎用两透镜聚焦阳光来熔化金属。

国外认为阿基米德是利用太阳能最早的人之一。约在公元前 215~210 年间,古罗马帝国的舰队侵占了西西里岛,派了一支舰队攻打希腊库扎港,著名的学者阿基米德,为了保卫家乡,他让每个士兵用擦亮的铜盾,排列在城堡上,把太阳光聚集反射到入侵的罗马舰船上,结果使舰船起火,敌人仓皇逃跑。可惜无法考证,人们认为是一种传说。然而在 1973 年,希腊的一位科学家萨克斯博士,雇了 50 多名水手,各持一块长方形铜镜,聚集一只木船,结果木船起火。此可证明阿基米德用铜盾烧敌舰是可能的。

以上说明太阳能利用技术古已存在。但人类自觉地把太阳能作为一种能源利用,还是起于 1615 年。法国考克斯是世界上第一个把太阳能转化为机械能的人。从此,太阳能利用进入一个新的历史时期。

(二) 风能利用

风能利用历史也很悠久。在距今 1 800 年以前的东汉刘熙所著的《释名》一书上,对帆字作了“随风张幔曰帆”的解释。明代宋应星的《天工开物》一书中载有:“扬郡以风帆数扇,俟风转车,风息则止。”这是对水平风车的一个较完善的描述。以后方以智著的《物理小识》载有:“用风帆六幅,车水灌田,淮埂海皆为之。”描述了利用风帆灌田的情况。

明代我国风车利用较普遍,童冀在他的《水车行》中有:“零陵水车风作轮,缘江夜响盘空云,轮盘团团经三丈,水声却在风轮上,……”可见我国利用风力提水灌溉和风力加工粮食的风磨至少已有 350 多年的历史了。

我国沿海沿江地区,风帆船和风力提水灌溉制盐一直延续到 20 世纪的 50 年代,仅在江苏沿海利用风力提水的设备曾达 20 万台。

还要提及是,我国创造的垂直轴风轮(也称立帆式)。它是将 8 个帆各编在一个直立的杆上,各帆的正中上端则各由一绳系之。当地称此为“走马灯”式风车。我国出现这种风车距今已有 1300 多年的历史,先于世界上任何国家。我国沿海产盐地区用这种风车提海水的很多,如大沽和塘沽一带在建国初期仍可看到,如图 1.1.1。

立帆式风车不受风向改变的影响,风轮总是向同一个方向旋转,较之水平风车方便,不需要对准风向的装置,这是设计上最巧妙的地方。

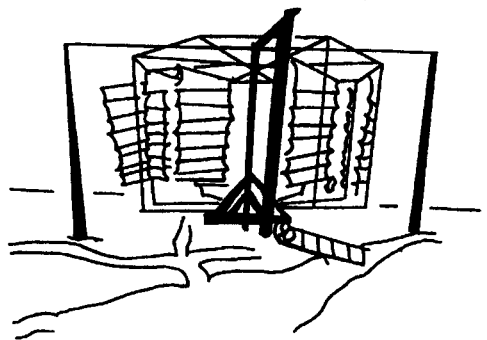


图 1.1.1 我国古老的立帆式风车

清代中叶,周庆所著的《盐法通志》上有这种风车的记载:“风车者,借风力回转达以为用也,车帆高二丈余,直径二丈六尺许。上安布帆八叶,以受八风。中贯木轴,附设平行齿轮。帆动轴转,激动平齿轮,与水车之立齿轮相搏,则水车腹页周旋,引水而上,此制始于安风官滩,用之以起水也”。但这种风车,创于何人还找不出明确的记载。

根据国外记载,埃及被认为是最先利用风能的国家。约在几千年前,他们就开始用风帆来协助奴隶们划桨,后用风帆磨谷、提水等。

波斯人在几千年前也开始利用风能,约在公元 700 年时,他们也有了立轴式风车。

据认为,是班师的十字军将风车的概念和设计带到了欧洲,可能是荷兰人发展了水平转轴、螺旋桨式的风车,这种风车在荷兰和英国的乡村是很普遍的。风力和水力很快就在中世纪的英格兰成了机械能的主要来源。在这一时期,荷兰人依靠风力来抽水、磨谷等,直到 1750 年,发明了扇形尾(相当电接风速仪上的尾翼)之后,才不必靠人去调准风车的方向了。荷兰人利用改进风车,广泛地用来排除沼泽地积水和灌溉莱茵河三角洲。18 世纪荷兰曾有 9 000 座风车排除人造地的积水。

1850 年以后,美国在已有风车的基础上,制造成为有名的“美国农场风车”用于提水,曾达到 600 万座。

总之,风力机械在蒸汽机出现之前是动力机械的一大支柱,随着煤、石油、天然气的大规模开采和廉价电力的获得,各种曾经被广泛使用的风力机械,由于成本过高,功率过低,无法与蒸汽机、发电机等相竞争,渐渐被淘汰。十几个世纪相传的辘辘而转的风车,被马力巨大的现代化电力所取代。例如,荷兰现有几百座风车,且大多是为招徕游客而开动的。美国仅在边远地区就有十几万台作为古老景观。我国在沿海的盐场尚可见到几百台。

到 20 世纪初,风力发电开始出现了。德国、法国、丹麦、前苏联先后制造了卧轴风力发电机,发电机功率由 10 kW 以上到 100 kW,但都是试验性的。美国还制造了一个额定输出功率为 1250 kW 的大型风力发电机。叶片直径 53 m,于 1945 年 3 月,作为常规电站并入电网,后因一片风叶脱落而停止,仅运行了 33 d(天)。1990 年以后,600~1 000 kW 风力机已普遍在各国风电场运行。

我国自 20 世纪 50 年代中期开始研制小型风力发电机和提水机,60 年代后,小型风力机已投入大批量生产。600 kW 风力机也已批量投入生产,750 kW 和兆瓦级以上风电机组将投入生产。

随着环保和保护地球的需要,从 1990 年世界气候大会和 1992 年里约热内卢国际环发大会以来,人们对环保问题越来越关注,风能是无污染的洁净的再生能源,受到国内外人们的青睐。

三、建筑气象

建筑上应用气候知识大概最早,原始人为了抵御风雨寒暑,雪、霜、雷、电,创造了供自己休息和生活的洞穴、窝棚等。根据西安距今 6 000 年的半坡村、河南渑池仰韶村等地的古代遗址看,住地有许多类似窝棚的小屋在一起形成一个村落,但为了躲避冬季寒风并多得到日照,门道多开在南边。

古代人们对房屋的营造,不但从房屋的结构和形式,而且对门窗大小等都考虑了气象条件。战国时《墨子·辞过》一书中记载:“为宫室之法曰:高,足以辟润湿;边,足以圉(抵御)风寒;

上,足以待雪、霜、雨、露”。明确指出建筑物在兴建时,要人为地形成适合居住的小气候。

北宋初年,建都东京(今开封市),大兴土木,由从杭州调到东京的有名木结构建筑匠喻皓,负责设计和修建在东京旧城安远门里上方寺之西开宝寺内的开宝寺塔,名叫灵感塔。这个塔平面呈八角形,13层,总高120 m。当塔全部竣工后,人们发现塔北地基略高,而且向西北方向倾斜,人们认为可能是施工中造成的倾斜。喻皓解释说,这是有意设计的,塔北地基略高,因为在塔的北面数十步为五丈河,河水长年流过,必然浸蚀河床两岸地基,时间长久地基势必发生下沉,那时,塔身自然可以矫正过来。塔身向西北倾斜,是因为常吹西北风,塔身在风压力的作用下,也会正直了。由此可见,喻皓在一千多年前对风压就有见解,而且利用塔身的倾斜来预应风的压力。可惜喻皓著的《木经》三卷已失传。只能从北宋科学家沈括的《梦溪笔谈》中所录的一段中,了解其梗概。

北极的爱斯基摩人,用冰模块砌成圆顶小屋,它是完全封闭的单元,在出入口有一个门斗,避免冷空气直接侵入,在圆顶球形外表面积尽可能地小,以减少热量损失,如图1.1.2。这是当地人们为了适应北极的气候创建的,并在民间留存了上千年。

在湿润的热带,则是开敞的棚屋,四面无遮挡,只有屋顶为了遮阳和防雨水,而且不阻碍自然通风。后来较现代一点的设备是热带平房,它有一个宽的走廊可以得到阴凉,并且有一个巧妙设计,可以使大量的穿堂风或交叉气流通过屋内,交叉气流比对面是墙的单个窗户的通风要有效得多。

我国南北东西气候差异较大,几千年来人们为了适应当地的气候,旧的民居就有各种不同的建筑风格。

新疆吐鲁番是世界上著名的洼地,低于海平面154 m,四周高山环绕,7月平均气温33.5℃,极端最高气温47.7℃。夏季极端酷热,年降水量仅14.9 mm,相对湿度40%,所以不但热且干燥,著称“火洲”就是这样而得名。这里的土坯、土拱建筑主要在于隔热、降温,而无需防潮。由于气温太高也就不利用自然通风降温,而是利用很厚的土坯墙、土拱屋顶以及门低窗小来隔绝室外热空气和太阳辐射的侵入。为了减少太阳辐射,房屋往往建在半地下室以避夏热,同时,建筑物普遍设置外廊,利用葡萄攀藤绿化以遮避阳光,降低夏季高温。

我国东北冬季寒冷且时间长,夏季短暂,房屋建筑以防寒保温为主。民间建筑外墙较厚,北面不开窗或开小窗,以减弱冷空气的袭击,窗户都是双层玻璃,因冬季太阳高度角较小,房屋南面开大窗,以保证室内有充足日照,既能杀菌又能增温。东北是我国最大雪压区,所以屋顶结构较坚实都能承受较大雪压。

我国黄土高原的窑洞,在建筑上称为生土建筑,像陕北窑洞大家并不陌生。窑洞不但夏季隔热性能好,而且冬季保温性能也好。根据实际观测,夏季窑外气温在40℃时,窑内为26.7℃,冬季窑外气温在-9.5℃,窑内温度在0℃以上,所以窑洞有冬暖夏凉的美誉。

牧区牧民多住蒙古包。内蒙古冬季气温较低,夏季不很热且夏季时间短暂,所以蒙古包以御寒和防风为主,包的周围没有窗户,门朝南或东南,避开西北风。圆形的蒙古包抗大风性能

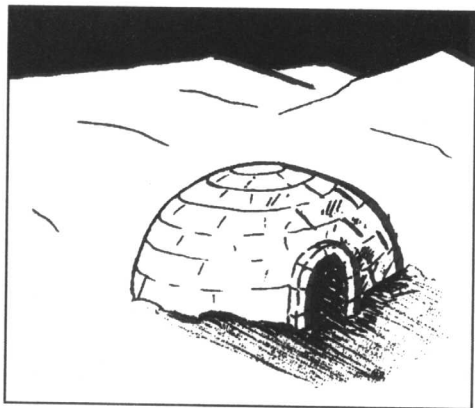


图 1.1.2 硬雪块砌成的圆顶小屋

较好,虽然这里极端最大风速较沿海为小,但大风日数全年在 50 d(天)以上,在全国来说也是名列前茅的。

北京的四合院是单体封闭的院落,北房是正房高度高,窗户大,北面一般不开窗或开小窗,利于避寒风,南面门窗大,便于吸收太阳辐射热。四合院的南房和东西厢房低矮,一方面不影响北京冬季室内有足够日照,另一方面,由于北房高大屏蔽了西北风,使院子免受寒风和风沙直接袭击。院外风沙弥漫,院内风小沙少。

长江中下游民居建筑着重通风、避雨、防潮,南北墙多对开窗户,以利穿堂风。房屋朝向考虑夏季东南风为主导风向,利于自然通风并避免过多的太阳辐射热,所以房屋朝向以南偏东为主,如上海、苏州的房屋朝向以南偏东 15° ,南京南偏东 8° 等。为避雨遮阳,檐口伸出较远,这里年降水量在 1 000 mm 以上,年降水日数在 125 d 以上。挑檐不但使房屋防潮,而且檐下也是雨天人们活动或生产的场所。

云南西双版纳傣族多居竹楼。当地盛产竹林木材,当地人利用江边山坡构筑架空楼房,也称吊脚楼。这里年降水量在 1 000 mm 以上,全年各月平均相对湿度在 70% 左右,竹楼有通风防潮的特点,如图 1.1.3。

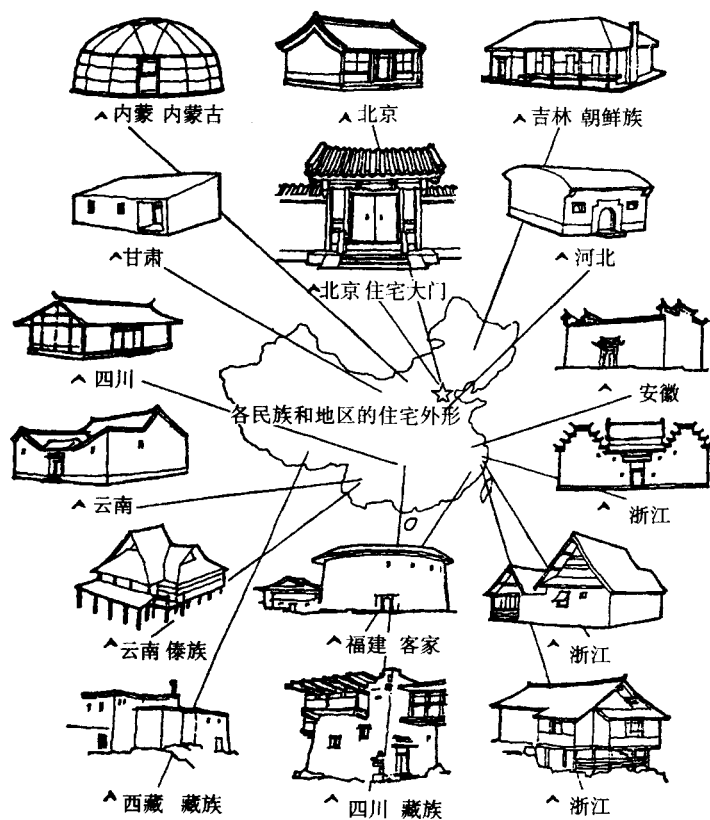


图 1.1.3 我国各民族和地区的住宅外形(引自田学哲)

为了适应各种不同气候特点,各地建筑就有着许多不同的特点。建筑设计在于建造一个局部环境,为人类健康而舒适地工作和生活,所以必须充分利用气候的有利一面,尽可能地以

最小代价来避免其不利的一面。当然也有不考虑气候招致失败的例子,例如,“文革”中北京前三门“一刀齐”的高层建筑,其建筑形式、卫生日照、建筑密度以及公共绿地等都考虑不周,仅就日照采光而论,致使建筑北侧整个冬季见不到阳光。

现代科学技术的发展,可以把各个气象要素间的相互作用,转变成对建筑有用的结果。因为每一座新的建筑物都会使邻近微气候发生变化。这种影响要及时考虑进去,以免造成以后难以纠正的错误。如在高层建筑物的拐角和楼宇间的夹道形成的强风、旋转风往往易被设计者忽视,常常造成一些不该发生的事故。所以建筑设计师在选址、室内设计、材料选择以及周围环境绿化上都要充分考虑到气候的影响。

美国有一个很好的例子,他们是以建筑来调节小气候。美国的明尼阿波利斯有一处劳林公园,在公园北侧布置连续的建筑,以便冬季遮挡北风,建筑物向南面为大玻璃窗,可以将阳光反射到公园庭院和绿化的路上。在公园的南侧布置的是塔楼以便透进阳光。

日本筑波城为了防止大气污染,其规划是以纵贯南北 9 km 长的步行专用道为中轴线,这段路不准汽车通行,以“优先步行的连续空间”做为中轴线,两侧布置建筑群,成为独具风采的新城市。

我国几个古城如北京、西安等为了多得到日光照射,街道走向多为正南正北或正东正西,由于向南的房屋日照时间最长,所以古城都是东西长、南北短。

德国瑞德特作了汉堡城市气象要素对房屋的定向作用图。因为各种气象要素对房屋的影响或多或少都有一定的方向性,所以对房屋各方向应采取不同的措施。譬如东南到西南每天平均日照大于 1 h(小时),东南到西北风的侵袭大于 30%,西北到东南方向来的风降温大于 1℃,降雨的 50%落在西南到西的方向。

城市规划和建筑设计都需要气候信息,而且要把气候作为一个经济变量的重要因子来考虑,充分利用这一自然资源。

前面谈的都是一般气候,对于一些气候极端值,也就是对正常气候来说的非典型天气系统状态,如台风最大风速、暴雨极值、最大积冰、最大积雪厚度等在建筑设计中也要加以考虑,要求任何一个建筑物在气候极值下都能承受,在设计上是不易达到的,在经济上也是不允许的。因此要求计算极端值出现的概率。如 50 年一遇,100 年一遇等。

在建筑设计上,合理地利用气候资源,避开不利的气候影响,就能获得最大的经济和社会效益,并能保持建筑与自然环境的完整性、和谐性。

四、交通运输气象

利用风力的帆船在我国较早。在《物原》上记载:“燧入以瓠济水,伏羲始乘桴,轩辕作舟楫,……夏禹作舵加以篷帆桅。”若夏禹是帆的发明人,至今已有 3 000 多年的历史了。在商周时代甲骨文里的“凡”字,刻成“月”,据考证“帆”字的原始字样,就是来源于月,这一象形字也可说明帆在我国古代就已利用了。

晋代法显到印度取经,依日本安永重镌,“沙门法显自记游天竺事”称:“法显……载商人大舶,泛海西南行,得冬初信风,昼夜十四日,到师子国。……法显住此国两年,载商人大船上,……得好信风,东下三日,便值大风。……如是九十许日,乃到一国,名耶婆提。停此国五月日,复随他商人大舶上,亦二百许人,资五十日粮,以四月十六日发,法显于舶上安居,东北行趣广州。……”法显在耶婆提(即爪哇)住五月之久,竺可桢认为主要是冬季南海东北季风不利归国