

文章编号 1001-8166(2002)04-0477-10

绿洲地理特征及其气候效应

张 强¹, 胡隐樵²

(1 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020;

2 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘 要 根据绿洲的一些共性给出了绿洲的科学定义。并且根据以往大量研究成果, 系统地归纳了世界上绿洲分布的区域类型、形成的客观条件、需要的水文环境、植被和土壤类型及其分类等地理特征, 全面总结了绿洲“冷岛”结构、“冷岛”效应、“湿岛”结构、临近荒漠逆湿、高额可利用能量、风屏作用、动力和热力效应、增雨作用等主要气候效应。在此基础上, 提出了绿洲具有系统性、对水的依赖性、高日照性、尺度性、高效性、脆弱性、演化性等本质特性。最后还讨论了人类活动对绿洲的作用和影响。

关 键 词 绿洲 地理特征 绿洲效应 冷岛效应 人类活动

中图分类号 Q143 文献标识码 A

绿洲是自然界一种独特的地理区域类型, 并在全球广泛分布。它是人类文明发祥地的重要组成部分。绿洲是自然界唯一能抵御干旱气候环境的特殊生态环境系统之一。绿洲生态系统通过有效地对抗干旱气候环境而维持了绿洲系统本身的稳定和发展, 为干旱区居民营造了一个比较阴凉、湿润、平静的生存环境。由于绿洲对自然界水资源和光热资源的巧妙组合, 使其拥有了得天独厚的生态机能和生产效率。并且绿洲生态系统在对抗干旱气候环境的过程中, “绿洲效应”在某些方面也发挥了比较重要的作用。正因为如此, 在我国西北地区, 占地面积不到 5% 的绿洲哺育着该地区 95% 以上的人口。

过去, 已经从地理、气候、经济等多方面对绿洲进行了大量很有成效的研究, 并且也有一些相关的专著发表, 也有人对绿洲的研究成果进行了较为全面的总结。本文尝试从以往研究成果中概括和提炼出绿洲在地理和气候效应方面的一些本质特征。

1 绿洲的概念

绿洲是干旱荒漠地区的一种地理景观类型。以

往对它的定义主要从观感和表象去描述。在我国, 古代将绿洲称为“沙中水草堆或水草田”, 近代不少学者又将其成为“沃洲”或“沃野”, 既荒野中肥沃的土地。维吾尔语则把绿洲叫做“博斯坦”。英文的绿洲(Oasis 复数 Oases) 源自于希腊语或晚期的拉丁语, 意为荒漠中能“住”(Oweh) 和能“喝”(Saa 科普特语) 的地方^[1]。沈玉凌^[2]收集了一些词典对绿洲的定义, 绿洲在《辞海》中被解释为“荒漠中通过人工灌溉农牧业发展的地方”, 在《中文大辞典》中则被定义为“草木繁茂, 色呈绿色之洲”或“沙漠中有水的地方”, 在西方编的《地理学辞典》中, 绿洲解释为“荒漠中泉水常流、土壤肥沃的地方”。以上这些对绿洲的解释都不能算为严格意义上的科学定义。

由于自然界绿洲的千差万别, 对绿洲给出一个能高度概括其共性的科学定义在理论研究方面是很有意义的。有几个学者曾分别从不同学科角度给绿洲做过一些定义^[3, 4]。比较有概括性的定义在我国有韩德麟给出的“绿洲是干旱区人类对特殊自然环境——荒漠进行长期开发经营、以人工灌溉为依托

收稿日期 2001-10-16, 修回日期 2002-01-29。

* 基金项目 国家重点基础研究发展规划项目“我国重大气候和天气灾害形成机理和预测理论的研究”(编号 G1998040906-2); 国家自然科学基金项目“利用现有资料确定西北地区陆面过程参数”(编号 40175004); 中科院知识创新领域前沿项目“绿洲和临近荒漠小气候特征在绿洲自我维持机制中的作用”(编号 210039) 资助。

作者简介 张强(1965-), 男, 甘肃靖远人, 研究员, 主要从事大气边界层、陆面过程、绿洲气象学和城市大气环境等领域的研究。

E-mail: qzhang@ns.lzb.ac.cn

并以农牧业开发为主体的地理区域,是干旱区所独有的人工生态景观”^[5];在西方有 Walter^[6] 给出的“绿洲是荒漠中有稠密植被的地方,在这里低盐度的水借助平常的泉水或者借助自流井而达到地表,这里生长着喜湿植物,它是现代居民稠密区,而天然植被则被农作物或杂草覆盖”。前者显然忽视了绿洲的自然属性,而后者则缺乏理论抽象。基于此,贾宝全^[7]曾提出了一个探讨性的定义,他定义绿洲为“在干旱气候条件下形成的,在荒漠背景基质上以天然径流为依托,具有高效生产力的、以中生或旱中生植物为主体植被类型的中、小尺度非地带性景观”。这个定义考虑了绿洲的景观特点,相对较科学。但对绿洲的水资源来源、功能和植被类型的概括均缺乏全面性。

科学定义在于它的高度概括性和普遍性,并且必须具有不排除一切个例特性的特点。所以应该避免用缺乏包容性和过于个性化的描述,而应尽量使用抽象出的理论共性来概括。鉴于以上的考虑,本文作者提出一个可以供大家继续讨论的绿洲定义,绿洲应该指:在大尺度荒漠背景基质上,以小尺度范围,但具有相当规模的生物群落为基础,构成能够相对稳定维持的、具有明显小气候效应的异质生态景观。相当规模的生物群落可以保证绿洲在空间和时间上的稳定性以及结构上的系统性;其小气候效应则保证了绿洲能够具有人类和其它生物种群活动的适宜气候环境,有利于形成景观生态^[8]健康成长的生物链结构。

2 绿洲地理特征

2.1 绿洲分布范围

绿洲广泛地分布在非洲、亚洲、中南美洲、澳洲等大陆上,在北美洲等地区也零星出现。绿洲是以干旱荒漠为背景,在干旱荒漠地区几乎都有绿洲分布。

绿洲基本分布在 3 种区域,其中最主要分布在受大尺度大气环流下沉气流控制的副热带地区,基本在地球南北回归线附近。该区域不仅由于受下沉气流控制而降水稀少,而且由于太阳辐射强度大且蒸发力极强,所以形成了全球性的干旱带,该气候带荒漠戈壁分布广泛。由此,在有特殊水资源保障的区域极易形成绿洲。这一区域的绿洲为热带或亚热带绿洲。非洲大部、中亚、南美洲、大洋洲等地分布的绿洲基本都属于这一类型。

还有不少绿洲分布在比较大范围的区域干旱气候区,这主要是指分布于我国西北干旱气候区的绿

洲以及中亚的绿洲。西北干旱气候区的形成可以看成是副热带在该地区系统性北移,主要归因于青藏高原地形产生的热力和动力作用使高原北部出现大范围下沉气流以及周围高大山脉对水汽的阻挡和截流。由于这些绿洲分布在北纬 30°~40° 之间的中低纬度,所以可以称之为温带绿洲。

另外,在中纬度地区也有一些绿洲分布。该区域虽然一般处在有利于降水的大尺度大气环流背景下,但因为海岸山丘背风坡的雨影效应而形成了较大规模的内陆荒漠,同时也伴生了一些绿洲。在北美洲和其它一些中纬度沿海地区能见到一些这样的绿洲。分布在这一区域的绿洲应该称之为亚温带绿洲。

2.2 绿洲形成的条件

绿洲是特殊气候条件、水文条件、地理条件和地质条件递加的结果,是自然界的杰作。绿洲的形成必须依赖于 5 个条件。

首先,绿洲是以干旱荒漠为背景,所以它只能存在于干旱气候条件下。尽管这种干旱气候的空间尺度可以不尽相同,但至少要有能形成可以衬托出绿洲作为地理异斑的干旱环境基质的气候条件。如果绿洲在 10 km 的尺度量级,那它所依托的干旱气候区一般至少要在 100 km 以上。

第二,水是形成绿洲的最根本条件。绿洲有比较明显的唯水性^[9]。自古就有“无水是荒漠,有水变绿洲”之说。虽然,绿洲处于干旱气候条件下,自然降水稀少,但它们总有其它水资源供给途径。水资源到达绿洲的过程往往依赖于复杂的水文过程和巧妙的流体运动原理。

第三,合适的地理条件也是绿洲形成所必须的。绿洲往往形成于坡度较小的、平坦的、宽阔地带。这主要是基于水运动学的原因。水只有与土地的结合,才具有能发育绿洲的生态作用。在相对平坦的地带,水比较容易在该区停留,并且容易扩展其所滋润的土地面积,地下水含量也会比较丰富。如果在大坡度或过分低洼地带,过往水要么会很快流走,而很少被该地区土地吸收利用;要么由于水量过分集中,而形成湖泊或沼泽。

第四,土壤条件对绿洲的形成也很重要。绿洲是以植被为主体的生态系统,所以只有在适合植被生长的土壤条件下才会形成绿洲。沙砾地、砾石地、雪地、冰盖和石板地等表面上肯定不能形成绿洲。能形成绿洲的地区其表面必须有一定厚度的泥土层,而且土壤比较肥沃并富有活力。

第五,光热资源条件对绿洲的形成也有影响。

绿洲一般形成在地表受太阳辐射加热较强的地区。这既是干旱气候带的必然位置所决定,也与光热资源对绿洲形成的影响有关。光热资源对绿洲形成的贡献主要有两方面:光热资源丰富有利于绿洲植被的光合作用和有机物的转化,可以形成比较旺盛的植被生态系统,因此绿洲才有力量抗御干旱环境的侵吞;同时,强烈的地表加热使地表蒸发力极强,这在同样的降水条件下更容易形成绿洲所必须依托的大尺度荒漠地理背景。否则,即使降水比较少的地区,但由于蒸发很少,一般仍能维持草地景观生态环境。所以,虽然同样受干旱气候控制,高寒的高原地区一般并不容易形成绿洲。

2.3 绿洲的水文环境

做为干旱环境背景基质上的异斑,绿洲是不可能依赖自然降水来维持其生态景观的。绿洲的形成基本都依赖于其特殊的水文环境,有些绿洲的水文过程很是巧夺天工,充分显示了大自然神奇的造化。绿洲的水文环境类型可分为外流河水系、内陆河水系、平原地下水系、山地地下水系和外引水系等5大类。

第一,外流河水系。这主要是指发育在靠大范围高山冰雪融水和雨水集流形成的流量较大、稳定的常年性、外流河流域的绿洲,我国的黄河和东北非的尼罗河等都属于发育绿洲的外流河水系。黄河流域形成了银川平原和河套平原这样的大绿洲和一些沿黄河流域山谷小盆地的小绿洲。尼罗河在埃及、苏丹、乌干达等流域国家也形成了一系列谷地绿洲。外流河形成的绿洲其尺度基本不受河流流量的限制,却受地理条件的限制。一般只要流经平原地区就容易形成绿洲,并且水源充分。尼罗河流域基本为干旱地区,并且相对开阔,所以形成的绿洲比较多,而黄河流域流经干旱地区的流域正好是青藏高原和黄土高原,大部分流域地势陡峭,谷狭地高,截获的水资源较少,形成的绿洲也相对比较少。外流河水系的绿洲主要通过河水自流灌溉或提灌来滋养其生态景观。

第二,内陆河水系。这是区域高山降水、雪融水、冰融水顺山势和地形而形成的流量较小的季节性内陆河流。这种类型水系形成的绿洲在我国西北干旱区最为普遍,在独联体的中亚诸国和美国西部也有一定的分布。我国西北干旱区依托天山、祁连山、昆仑山、贺兰山、阿尔泰山、阿尔金山等主要山脉形成了很多自山坡而下流向山前平原的大大小小的内陆季节河流,构成了西北干旱区重要的水资源体系,它们在山前平原区形成了几乎与各个山脉平

行的一串串绿洲。最具代表性的是河西走廊祁连山下的绿洲链条和新疆天山下的绿洲链条。这些绿洲链条奠定了古丝绸之路的环境基础。内陆河水系是一种非常有机的水循环系统,一般每个水系都是以海拔在3 000 m以上的山脉为依托,该水系地理一般由山体雪线以上的冰雪区、山腰涵养林区、山前倾斜砂砾平原区和谷地的冲积平原区等4部分构成,其中冰雪区、山腰涵养林区是径流形成区域,西来较湿润的气流在经过山区时受高大地形抬升而能产生比较丰富的降水。祁连山等高大山脉的山区年平均降水量基本在1 000 mm以上,与我国东南和西南地区的降水量相当。而在高海拔的阴凉地带,地表水分通过蒸发消耗很少,降水几乎全部贮存在地下或流向山下平原。冰雪区的水资源很好地调节了径流量的季节分布,山腰涵养林则很好地对瞬间降水进行了再分配,它们都是天然的水库,提供了天然降水的良性分配机制。山前倾斜砂砾平原区是径流过路地区,该区是指山腰下部沟壑、山前戈壁与冲积、洪积扇上部等径流上游地带,由于地形倾斜较大,径流和地下水运动较快,留住的水较少。谷地的冲积平原区是径流的主要消耗区和绿洲形成的地区,由于其地形平坦,径流水容易从表面或地下向四周扩展,能够提供形成绿洲所需要的水分消耗的空间纵深度。内陆河水系的绿洲主要靠因地势流经的地表水和地下水来维持,它们的发展面积基本上不太受地理限制,主要依赖于内陆河径流量的大小。

第三,平原地下水系。在比较宽阔的荒漠平原地带大范围降水渗入地下后向比较低洼地区集中,或在历史上相对湿润时期由于大量地下水下渗,而形成地下水含量比较丰富的地区。在地下水含量比较丰富的地区通常容易形成绿洲。在东南澳大利亚、南美洲、我国新疆北部和非洲部分地区一般年平均降水能达到200 mm以上,降水有可能通过地下水循环过程形成地下水富积区,所以这些地区均有地下水维持的绿洲。这些绿洲规模的大小在一定程度上受气候变化的控制较大,在降水较丰的时期规模会更大一些。非洲的撒哈拉沙漠和西南亚洲的阿拉伯半岛不仅无地表径流,而且降水也极少,年平均降水不足50 mm,地下水主要来源于历史上湿润气候期的降水。非洲撒哈拉沙漠地下水主要是第四纪湿润气候期降水下渗的残留,并且由于地下水出露,形成一些肥沃的绿洲,如利比亚的费赞绿洲群、库夫拉绿洲群和埃及的锡瓦绿洲、达赫拉绿洲等均属于此类。由于缺乏地下水补充,这类绿洲一般处于萎

缩的趋势。

第四 山区地下水系。有些比较低矮的小型的山系,其海拔不超过雪线,无常年冰雪覆盖,虽然由于地形对气流的抬升,山区降水也比较丰富,但山地对降水的贮存能力较弱,且山系较小,降水并不能形成河流,而主要以山洪的形式倾泻而下,在山前谷盆或平原地带渗入地下,在相对比较低洼的地区会保持地下水长期显露,从而形成绿洲。在西南亚洲和美国西部一些地区分布着这种水系维持的绿洲。

第五 外引水系。从大江、大河或大湖长距离跨区域人工引水到干旱气候控制的荒漠地区,以此营造一些绿洲或绿洲型城市生态环境。这一类型水系需要相当可观的投资,所以并不普遍。但随着人类生活空间的紧张,在未来会得到一定的推广。美国西南部亚利桑那州的图森市基本上属于此类绿洲,它主要靠邻近科罗拉多洲境内的科罗拉多河引来的水来维持。在我国西北黄河流域的干旱地区也已经实现了类似的引水工程,如甘肃的“引大入秦工程”已在秦王川地区形成了一些初具雏形的绿洲环境。

总体而言,前两种水文系统形成的绿洲一般面积比较大,也比较稳定,对气候波动有一定的调节能力,不仅适宜人类居住,而且大多能够发展现代农业。第三和第四种水文系统所形成的绿洲面积一般比较小,受气候影响较明显,如果在过于干旱的年份绿洲还有可能萎缩。

2.4 绿洲土壤和植被

绿洲土壤的突出特点是具有一定深度的由冲积或灌溉形成的淤泥层,经过长期的耕作,淤泥层已经形成高肥力、高熟化的古老耕作土壤,富含有机物、氮素和可溶性盐。绿洲土垂直剖面可粗分为上下两层。上部剖面为淤泥层,其厚度取决于冲积条件和灌溉条件,也与其历史长短、耕作特点、风蚀强弱、沙尘暴情况、上风地理环境等有一定关系,一般在 1 m 左右。下层是荒漠土壤,以沙石为主,活性差、有机物贫乏。

绿洲土在颜色上也有区域性差别,可分为绿洲灰土、绿洲白土、绿洲潮土 3 类。绿洲灰土基本分布在温带荒漠,以灌溉绿洲为主,土壤有机质含量高,无盐碱化侵扰。灰土绿洲多分布在山前平原的中下部,在我国河西走廊的内陆河中游绿洲就是灰土绿洲。白土绿洲主要分布在热带、亚热带干旱区,有机质含量低,但也无盐碱化侵扰,其在非洲、南美洲、澳洲、南亚分布比较普遍。潮土绿洲分布在河流的下游和特别低洼的地区,地下水位较高,土壤有“夜

潮”现象,并且有一定的盐碱化。

由于绿洲地处干旱气候区,降水少、日照强、风沙大、盐碱化明显,这样的气候和土壤环境在长期的自然选择中保留了一些与之相适应的植被类型。绿洲植被群落中的树木多为杨柳科和榆科植物,植被结构分为乔木、灌木和草本三层,均具有较强的抗旱、御风和耐盐能力,根系深入而发达,叶子小而稀,郁闭度小,属于喜光和抗旱性植物。自然树木主要有胡杨林、灰杨林、白榆林、沙枣林、棕榈林、白柳、黑杨、袁毛杨等;自然灌木有怪柳、铃铛刺、苏枸杞、右柴柳、野蔷薇、兔儿条、大叶小蘖、西伯利亚白刺、盐穗木等;自然植被主要有骆驼刺、罗布麻、甘草、苦豆子、花花柴、拂子茅、芦苇、偃麦草、白车轴草、赖草、芝麻蒿等。

绿洲内人工栽种的树木主要以白杨为主,构成了现代绿洲的林网体系;农作物在现代绿洲中已占有主导地位,绿洲主要农作物有玉米、小麦、棉花等。

2.5 绿洲的分类

绿洲的分类方法很多,可以从绿洲的功能、历史、区域、土壤、水文条件、形成方式等多个方面来划分绿洲的类型:

就绿洲的功能而言,可大体划分为生态绿洲、牧业绿洲、农业绿洲、城市绿洲 4 类。生态绿洲指尚未开发或不适宜开发的绿洲,这类绿洲目前已比较少,我国境内塔克拉玛干沙漠中有一些这样的绿洲。牧业绿洲主要分布在河流上游海拔较高的阴凉地区或河流末端的湖泊洼地,这些地区缺乏光热资源或过于盐渍,不适宜农作物生长,只适合维持草地或野生植被生态环境。甘肃的肃南绿洲和巴丹吉林沙漠中的塔木素就是此类绿洲。现代绿洲中主要以农业绿洲为主,这些绿洲一般具有良好的光热资源和丰富的水资源,一般分布在河流中游的冲积平原,甘肃的临泽和新疆的吐鲁番等绿洲都是典型的农业绿洲。城市绿洲是近几十年出现的绿洲类型,主要是为石油和矿产资源开发为目的,大多是在荒漠上靠开采地下水 and 引水发展起来的,目前所占比例很低,新疆克拉玛依和甘肃的金川基本属于城市型绿洲。当然,有些绿洲已很难分清其类型,很多农业型绿洲有不断城镇化的趋势,所以有人提出了复合型绿洲的概念^[3]。

也可按绿洲形成和开发利用的历史时间尺度将绿洲划分为古绿洲、老绿洲、新绿洲等类型。古绿洲主要指历史上曾存在,但后来由于种种原因消失的绿洲,我国西北有很多曾经创造过历史文明的绿洲

遗迹,最著名的有孔雀河下游的楼兰、疏勒河的锁阳城、黑河中游的骆驼城及其下游的居延海等。老绿洲是指形成已有百年甚至千年以上的历史、目前仍然保留的绿洲,这种绿洲比较普遍。新绿洲指近几十年内开发建设的绿洲,这类绿洲目前仍具少数,新疆的石河子就是典型的新开垦的农业绿洲。

根据气候区,可把绿洲划分为热带、亚热带、温带、亚温带绿洲等类型。

按土壤还可把绿洲分为灰土绿洲、白土绿洲、潮土绿洲。

按水文环境可以把绿洲分为外流河绿洲、内陆河绿洲、地下水绿洲、引水绿洲。内陆河绿洲还能按其地质和地貌区分为山前倾斜平原绿洲、洪冲积扇绿洲、河流冲积平原绿洲、河流三角洲平原绿洲、湖积平原绿洲。倾斜平原绿洲有像甘肃肃南这样的牧业型绿洲,洪冲积扇绿洲有张掖、武威、酒泉、乌鲁木齐这样的大绿洲,河流冲积平原绿洲有临泽、高台这样比较小的绿洲,三角洲及湖积平原绿洲有古楼兰这样的消亡绿洲和民勤这样的正处退化的绿洲。

按形成方式可将绿洲分成天然绿洲、半人工绿洲、人工绿洲3类。天然绿洲是几乎完全在自然条件下形成和成长,这类绿洲一般不适宜开发或没有开发价值,其作用主要体现在生态方面。半人工绿洲指虽自然发育,但经过人工改造的绿洲,自然界的大多数绿洲属于半人工绿洲。半人工绿洲一方面其本身自然结构比较优良,另一方面通过人类的改造和加工,其结构变得更加合理。人工绿洲基本上都是新绿洲,指在纯粹荒漠上建设的绿洲或原来生态环境已彻底改变的绿洲。

3 绿洲效应

绿洲作为干旱荒漠背景基质上的异质,地表植被形态、温度、湿度、粗糙度等性质在空间上有系统性不均匀分布,它们能够在较小尺度上引起大气的响应和影响大气的运动过程,形成一些特殊的气候特征。

3.1 绿洲“冷岛”结构

由于绿洲和周围荒漠之间地表热容量和地表热量平衡的巨大差异,白天绿洲地表受太阳辐射的加热远不如周围荒漠显著,加热最强时绿洲地表温度一般要低于荒漠地表温度 10°C 以上。绿洲地表湍流感热通量也要小得多,夏季平均日峰值大约为 $100\text{ W}/\text{m}^2$ 左右,不到临近荒漠的 $1/3$ ^[20]。通过湍流交换,荒漠地表热量能够更快地扩散到荒漠大气

中,所以形成绿洲大气被周围荒漠热空气包围的“冷岛”结构。已观测^[21]到 1 m 高处绿洲大气温度比邻近荒漠大气温度低 5.4°C ,甚至还观测到低 8°C 的个例。

3.2 绿洲“冷岛”效应

绿洲效应最显著的特征是“冷岛效应”^[22,23],它是指绿洲在大气边界层形成的“冷岛”结构所产生的小气候效应。绿洲周围大尺度的热空气通过水平热平流和水平湍流运动会源源不断地自干旱荒漠向绿洲“冷岛”输送。在这种来自周围环境的热空气强迫下,白天会在绿洲上空 200 m 左右形成一个较强的、稳定维持的大气逆温层和向下输送的感热通量层^[24],既是在地表加热较强时,大气温度也仅在近地层靠近地表的薄层出现超绝热递减,维持不稳定层结和向上输送的感热通量。已经观测到,在大气逆温和向下感热通量较强时,大气逆温强度能达到 $0.8^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ^[25],负感热通量的贡献可达净辐射的一半左右。由此,在时空剖面上,白天大气边界层下部大约 $200\sim 300\text{ m}$ 高处大气往往临空会出现一个“映象热中心”^[26]。

白天绿洲边界层下部大气的逆温结构。能够有效抑制绿洲近地层凉空气向高层大气扩散,从而反过来也使得绿洲大气的“冷岛”结构得以加强和维持。

3.3 绿洲“湿岛”结构

绿洲不仅植被覆盖度大,而且土壤比较湿润。夏季,平均的地表蒸散的日峰值能达到 $400\text{ W}/\text{m}^2$ 左右^[27];而荒漠的地表蒸发却极小^[28],比绿洲小一个量级,所以绿洲地表相当于大气的水汽源,不断加湿绿洲大气。同时,白天和夜间的绿洲边界层大气的逆温层抑制了绿洲湿空气向上层扩散,是近地层湿空气能够稳定地、长时间维持,看上去绿洲的湿润大气在干旱荒漠干燥大气中如同“湿岛”一样。观测表明^[29],在 1 m 高处绿洲大气比湿最大能达到 $10\text{ g}/\text{kg}$ 以上,是同高度临近荒漠大气的4倍左右,就是在白天也是荒漠大气的2倍左右。

3.4 临近绿洲荒漠大气逆湿

聚积在绿洲低层的湿润空气在大气逆温层的强迫下会通过水平平流和水平湍流输送给周围临近荒漠近地层大气^[30],使临近荒漠大气湿度也相对增大^[29]。由于荒漠本身地表蒸发提供的水汽极少,来自绿洲的较强的水汽水平输送就成了临近荒漠大气最主要的水汽源。所以,临近绿洲的荒漠近地面层大气时常会出现一个逆湿层^[31]和一个向下输送的水汽通量层^[32]。并且,一般白天由于地表有一定蒸

发,大气为临空逆湿;而夜间地表蒸发忽略不计,大气为贴地逆湿^[33]。

这种局地水分循环机制实际上是对绿洲表面蒸发的水汽再利用^[30]。在这种水循环特征的支持下有可能维持荒漠沙植物的成长,从而形成绿洲外围很重要的生态保护带,这无疑对于维持绿洲—荒漠之间生态脆弱带^[34]的稳定性有积极意义。

3.5 地表短波辐射高接收区和长波有效辐射低值区

对于植被密集、土壤湿润的绿洲地表,反射率比较低,平均反射率仅为 0.15,远低于其周围临近荒漠的 0.25^[35],所以绿洲地表是太阳短波辐射的高接收区,它吸收的太阳短波辐射大约比其周围临近荒漠的要高 16% 以上。

同时,由于这样的地表特征,绿洲地表出射的向上长波辐射却低得多,比其周围临近荒漠地表的大约 28% (夜间) ~40% (白天) 左右,而二者的大气向下的长波辐射却无明显差别,所以绿洲地表也是长波辐射的低损失区。

在地表辐射平衡中,这两种效应相加,最终使绿洲净辐射通量即地表可利用能量要明显高于周围荒漠,最大约高过 57%^[20]。这种光热优势反映到生产潜力上可具体表现为:绿洲晴天的光合有效辐射(PAR)大约高达 0.419 ~0.426,其年总量明显大于河北和山东等半干旱或湿润地区;其光资源潜力大约为 52 500 ~60 000 kg/m²,比长江中下游湿润地区约大 7 500 ~15 000 kg/m²^[17]。

3.6 绿洲的风屏作用

气流经过绿洲时,绿洲的植被特别是树木等高粗糙元能够有效消耗气流的动能或动量^[36],这使得气流进入绿洲后风速立即减弱,起到了风速屏障的作用。

在甘肃临泽的观测个例中^[29],如果在 1m 高处荒漠吹来的风速大约为 3 m/s 时,进入绿洲后风速就减弱为不到 0.5 m/s,减弱了近 6 倍。绿洲这种屏障功能不仅减弱了风蚀,减少了蒸发,有利于绿洲自我保护,同时还能非常有效地抗御沙尘暴,与前面的“冷岛”和“湿岛”结构一起给人类维持了一个相对凉爽、湿润、平静的生存环境。

3.7 绿洲的热力和动力效应

绿洲的“冷岛”结构造成了绿洲与周围荒漠非常大的热力差异,这会在绿洲和临近荒漠之间形成局地热力环流^[32]。这种局地环流虽然在大风时会被摧垮^[29],但在小风速时对绿洲和荒漠之间的能量和物质交换有重要贡献,特别是其对水汽的输送对

绿洲自我维持有生态学上的意义。在绿洲上游荒漠大气中发现的近地层大气逆湿就是这种局地环流的具体贡献^[33]。

同时,由于气流进入绿洲后风速的突然减弱,会在绿洲与上游荒漠的交界处形成一个气流辐合区,在绿洲上游出现上升气流,这种上升气流有可能对形成中尺度对流的产生有一定贡献。

3.8 绿洲增雨效应

由于绿洲的热力和动力效应容易在干旱区诱发中尺度对流^[9],这有利于该地区降水的产生,从而起到增雨的效果。一般比较大的绿洲才能有这种增雨效应。根据统计,新疆库车地区总云量和低云量均明显少于北京地区,但其积雨云出现次数却几乎高出北京一倍,这也许就是绿洲诱发的对流运动的贡献。还发现,由于水平风速吹斜了对流体,增雨效应主要出现在绿洲的下风区。在阿克苏绿洲,处于绿洲上风方向的阿瓦提地区降水很少,而其下游则明显多雨。

3.9 绿洲效应的利用

对绿洲系统而言,水是维持其存在和支持其发展的最关键因素。但除此而外,绿洲效应所表现出的一系列小气候特征作为最主要的局地自然要素也无疑对支持绿洲系统维持和发展起着很重要的作用。这不仅表现为绿洲小气候特征中优越的光热资源是地表生态和农作物生长的有利因素,而且更重要的是它也表现为绿洲和其临近荒漠本身特殊的小气候特征还能够减小水分无效损失,支持绿洲自我维持,形成保障绿洲生态系统稳定维持和发展的良性机制。

就目前的现状来看,绿洲小气候资源和特征的利用潜力并未得到充分开发,绿洲自我维持机制也没有得到有效地发挥。据初步分析^[29]表明,绿洲“冷岛效应”和其边界层大气逆温层及临近荒漠区边界层大气逆温层等有利于绿洲自我维持机制发挥的小气候特征的强弱与绿洲茂盛程度成正比关系;而与大尺度水平风速和地表感热通量的大小成反比关系,与绿洲空间水平尺度为非单调关系,它表现在绿洲水平尺度大约为 20 km 时最强,而绿洲尺度更大或更小时均会减弱。并且,水平风速的影响是有临界值的,大约在它超过 2.5 m/s 以后才会对绿洲小气候产生真正影响。另外,绿洲小气候特征的表现还存在一个最小临界尺度,初步估计这个临界尺度在几公里的量级^[14, 35]。绿洲的空间尺度、植被分布结构、形状和走向及其动力和热力背景等因素都

能影响绿洲和其临近荒漠小气候特征的表现力,从而对绿洲自我维持机制发生作用。这些因素在一定程度上是可以被改造、影响的。这使得通过改变绿洲内外因条件来改进绿洲自我维持机制在理论上存在可能性。

3.10 对绿洲效应的人工影响

保护和开发绿洲的主要方面就是要通过改造绿洲使绿洲的良性效应充分体现出来。目前的研究初步认为建设和改造绿洲可以从以下6方面努力^[17]:

(1) 减少绿洲上游山区光资源潜力较小的阴凉气候区的用水,尽量满足光资源丰富的山前平原区绿洲的用水,使气候要素能达到最优化组合。

(2) 在荒漠区利用大型提灌工程发展相对集中的人工绿洲或改造现存绿洲的面积,使其达到能够自我维持的空间尺度。

(3) 由于大尺度水平风速对绿洲系统的维持有较大影响,因此建设新绿洲或改造旧绿洲时尽量选在背景风速较小的环境中,或顺着盛行风向建造绿洲。

(4) 如果光热资源在与水资源结合时显得过剩的前提下,应该选择太阳辐射相对较弱的大尺度背景建设新绿洲,这不仅能减弱背景热力强迫,而且也能减少蒸散。换句话说,如果由于水资源短缺,绿洲在蒸发力较大的地区无法维持,可以退到蒸发力相对较小的较阴凉地区,以维持绿洲的生态功能。

(5) 在水资源相对短缺的绿洲兴建条件性气候封闭工程,所谓条件性封闭就是对自然条件的去劣从优,既要充分利用其优越的光资源条件,又要克服其水资源的不足。塑料温室和地膜覆盖都是在干旱气候条件下的具体措施,它们既能充分利用甚至加倍利用绿洲光热资源,也能截留并重复利用地表蒸散水分,克服水资源的不足。

(6) 灌溉技术的提高和更新仍然是最有效、最应该大力推广的方法,它能使绿洲生态系统更高效地运转。

4 绿洲特性

第一 系统性。绿洲的系统性在于它不能孤立存在,而与周围环境有机地相互联系着。它不仅必须以干旱荒漠为背景,而且更重要的是它强烈依赖地形和人文环境,与它相联系的每一个环节的变化都会影响其景观状态。以我国西北干旱区的绿洲为例,如果区域气候、山顶冰雪盖、山腰涵养林、地质结构等任何一部分的异常都可能会牵动绿洲的生命神

经。

第二 对水的依赖性。绿洲的发育以水为基础,水是绿洲存在的先决条件。正是由于水在绿洲形成中的主导作用,很多学者^[10-13]在建立绿洲规模预测模型时都以水为唯一主要的因子。当然,绿洲面积与水的关系是复杂的,对绿洲真正有贡献的水是其实际截获的径流水以及能够吸取和利用的地下水,对它们的准确估计比较困难。

第三 高比照性。绿洲作为干旱荒漠基质上的异质,与干旱荒漠区在空间尺度和表面性质等方面均表现出巨大的反差。绿洲与干旱荒漠背景在空间尺度上一般至少要相差一个量级,在表面性质方面,绿洲的植被生长茂盛,分布稠密,与干旱荒漠背景极端相异。绿洲的覆盖度一般要在80%以上,而干旱荒漠背景的覆盖度一般不超过30%^[2]。

第四 尺度性。绿洲的维持总是表现出恰当的规模和尺度,尺度过小的绿洲一般不容易形成其自我维持的能力,也达不到表现其景观特征的植被生态规模,而地理结构和其本身的维持机能也往往限制了其向太大尺度发展。已有研究提出了绿洲的最佳维持尺度和临界尺度^[14, 15]。

第五 高效性。绿洲是一种特殊的自然资源富集区,它巧妙地迭加了干旱区良好的光热资源和山区湿润气候下比较丰富的水资源两种优势^[16, 17],所以绿洲在农业生产和生态功能等方面都表现出高效性。我国河西走廊的绿洲一直是全国农业生产的高产区。

第六 脆弱性。脆弱性表现在其稳定性比较差,绿洲的消失和退化已在自然界有许多历史记载和现实例证,一些古代的文明和繁荣也由此而消失。绿洲作为小尺度异质要与大尺度干旱背景相抗衡,本身就是以弱抗强,这决定了其被背景主宰的地位。气候波动和地质变迁均能控制绿洲的命运。程国栋等的研究认为^[18],干旱区绿洲的植被结构简单,生态功能低下,环境的小幅变化都会造成绿洲生态系统的深刻变化。同时,绿洲生态平衡和资源收支的回旋余地也很小,不当的人类活动很容易造成生态或资源的失衡,引起绿洲的退化。

第七 演化性。自然界的绿洲不是突然出现的,它是经过从原始绿洲阶段、古绿洲阶段、老绿洲阶段、新绿洲阶段这样一个比较漫长的发展和演化过程,其本身通过了一个适应自然界的自我优化过程;有人类涉足后,人的智慧和活动能力也对绿洲发展产生了深刻的影响,绿洲系统的机能得到了进一步

完善,其稳定性也有所增强。另外,绿洲的退化要比其进化过程迅速的多,恢复退化绿洲的过程也要比其退化过程漫长得多。有研究认为,要恢复一个在短短 1~3 年退化的绿洲,大约至少需要 15~20 年的治理时间^[19]。

5 绿洲与人类活动

人类活动对绿洲是双刃剑,它既创造了绿洲历史上的辉煌,但也有可能断送绿洲的未来。人类在社会活动中对绿洲的建设和改造与对资源的消耗和掠夺的共存性决定了它的这种两面性。

历史记载已无法精确追踪绿洲内人类活动的足迹,但据估计绿洲内人类活动大约有与人类文明同样长的历史。没有人类活动以前,绿洲一直在自然界干旱与风蚀的灾害中自我挣扎和飘摇,是结构简单、功能单一、抗灾害能力十分低下的生态系统。人类的智慧和创造力是唯一能够向自然挑战的力量。正是绿洲内有了人类活动,逐步完善了绿洲的灌溉系统,改进了绿洲的植被类型、健全了绿洲的林网系统,才使绿洲结构更加合理,功能更加多样,生态机能更强。可以说人类活动使绿洲焕发了勃勃生机。目前,高科技灌溉技术(滴灌和微灌)、优良农作物品种的培育以及地膜覆盖技术等使绿洲正向更加高效化发展。

不过,对历史资料的考证中也发现了人类过度活动毁灭一些绿洲的迹象;今天盲目的人类活动更使绿洲面临着空前的危险,近几十年已有一些绿洲消亡和正在退化的事件发生。人类活动的盲目性主要在于它对资源的消耗远远超过了绿洲的资源再生能力。人类活动对绿洲的影响还有更广泛的方面,譬如人类对与绿洲相关区域环境的干预(如山区涵养林破坏等)以及全球范围内的人类活动引起的全球变暖所造成的山区冰雪异常融化等都能波及绿洲。

人类活动的科学性很重要,一方面在改造和建设绿洲的过程中不可忽视绿洲系统自然规则的不可抗拒性。比如,对多余地下水的适度开采本来对绿洲发展有积极意义,但如果因过度开采而造成地下水低于临界水位,使地下水中断了参与绿洲生态系统的循环过程,破坏了绿洲与环境的有机性,将出现绿洲退化的趋势。另一方面,保持人类对资源的消耗与绿洲资源再生能力的平衡。当然,人类活动的科学性还有赖于对人类活动的有序性的把握和认识。

6 问题与建议

目前对绿洲的研究仍然主要停留在定性描述和

表象认识上,而绿洲内部各要素之间及其与外部环境因子之间的定量物理关系实际上并没有建立起来。揭示绿洲的本质物理规律仍然是今后对绿洲研究的主要方面。绿洲的物理本质是绿洲所赖以维持的物质和能量基础。在这方面,绿洲有别于一般自然界系统的是它主要靠外界的物质和能量流来维持内部不可逆过程的消耗。所以绿洲系统与外部环境之间的物质和能量交换是绿洲维持和演化中最关键的物理过程。由此,今后的研究应该特别注意绿洲各种界面上的物质和能量输送,其中最关键的界面有:绿洲系统与周围荒漠环境之间、绿洲系统与下层土壤之间、绿洲内边界层大气与上层大气之间和绿洲系统与产水区之间等。对这些界面物质和能量过程的综合研究还有赖于对典型绿洲进行全面而系统的多学科观测才能实现。

绿洲是一个特殊而复杂的系统,应该探索更得力的新方法进行研究。非线性热力学似乎是一种有希望的理论方法:第一,作为非线性热力学的主要物理变量“熵”正好体现了绿洲与外界物质和能量交换的综合效果,抓住了绿洲系统的物质本质。第二,非线性热力学主要研究系统的发展方向和热力状态,而不涉及许多很具体的物理过程,这可以避免目前尚未认识清楚的某些复杂问题。第三,绿洲具有典型的热力学系统特性,具有明显的自组织特征。

参考文献(References):

- [1] Cloudsley-Thompson J L. *Man and Biology of Arid Zones* [M]. Maryland: Maryland University Press, 1984.
- [2] Shen Yuling. The discussion of the concept of oasis [J]. *Arid Land Geography*, 1994, 17(2): 70-74. [沈玉凌. “绿洲”概念小议 [J]. 干旱区地理, 1994, 17(2): 70-74.]
- [3] Gao Huajun. The distribution and types of oasis in China [J]. *Arid Land Geography*, 1987, 10(4): 23-29. [高华君. 我国绿洲分布与类型 [J]. 干旱区地理, 1987, 10(4): 23-29.]
- [4] Liu Xiujuan. The philosophical thought on concept of oasis [J]. *Environmental Protect of Xinjiang*, 16(4): 253-258. [刘秀娟. 对绿洲概念的哲学思考 [J]. 新疆环境保护, 1994, 16(4): 253-258.]
- [5] Han Delin. The oasis system and its geographical construction [J]. *Arid Land Geography*, 1992, 15(suppl.): 67-74. [韩德麟. 绿洲系统与绿洲地理建设 [J]. 干旱区地理, 1992, 15(增刊): 67-74.]
- [6] Walter H. *The World Vegetation* [M]. Beijing: Sciences Press, 1984. [Walter H. 世界植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1984.]
- [7] Jia Baoquan. Approach to some theoretical problems on oasis landscape [J]. *Arid Land Geography*, 1996, 19(3): 58-65. [贾宝全. 绿洲景观若干理论问题的探讨 [J]. 干旱区地理, 1996, 19

- (3) 58-65.]
- [8] Xiao Duning. Landscape Ecology—Theory, Method and Application[M]. Beijing: China Forestry Press, 1991. [肖笃宁. 景观生态学——理论、方法与应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.]
- [9] Zhang Linyuan, Wang Naiang. Desert and Oasis of China[M]. Lanzhou: Gansu Education Press, 1994. [张林源, 王乃昂. 中国的沙漠和绿洲[M]. 兰州: 甘肃教育出版社, 1994.]
- [10] Tang Qicheng. Water resource and oasis construction of Talimu basin[J]. Natural Resources, 1989, 6(6): 28-36. [汤奇成. 塔里木盆地水资源与绿洲建设[M]. 自然资源, 1989, 6(6): 28-36.]
- [11] Jiang Dehua, Wang Guoqing. The developing model of irrigated agriculture of the oases in Kuche in Xinjiang[J]. Natural Resources, 1991, 6(6): 27-32. [姜德华, 王国清. 新疆库车绿洲灌溉农业发展模式[J]. 自然资源, 1991, 6(6): 27-32.]
- [12] Deng Yongxin, Fan Zili, Han Delin. The study on prediction of the artificial oases scale in arid area[J]. Arid Land Research, 1992, 9(1): 53-58. [邓永新, 樊自立, 韩德麟. 干旱区人工绿洲规模的预测研究[J]. 干旱区研究, 1992, 9(1): 53-58.]
- [13] Chen Changyu. The actual water resources and its fitting farmland area[J]. Arid Land Resources and Environment, 1995, 9(3): 122-128. [陈昌毓. 河西走廊实际水资源及其确定的适宜绿洲和农田面积[J]. 干旱区资源与环境, 1995, 9(3): 122-128.]
- [14] Zhang Qiang, Yu Xuequan. Numerical simulation of oasis-induced mesoscale atmospheric flow and its sensitivity of key factors[J]. Plateau Meteorology, 2001, 20(1): 58-65. [张强, 于学泉. 干旱区绿洲诱发的中尺度运动的模拟以及关键因子的敏感性实验[J]. 高原气象, 2001, 20(1): 58-65.]
- [15] Xue Jukui, Hu Yingqiao. Numerical simulation of oasis-desert interaction[J]. Progress in Natural Science, 11(5): 154-157. [薛具奎, 胡隐樵. 绿洲与沙漠相互作用的数值实验研究[J]. 自然科学进展, 2001, 11(5): 154-157.]
- [16] Zhang Jiacheng. Summarization of China Climate[M]. Beijing: Meteorology Press, 1991. [张家诚. 中国气候总论[M]. 北京: 气象出版社, 1991.]
- [17] Zhang Qiang, Hu Yingqiao, Cao Xiaoyan, et al. On some problems of arid climate system of northwest China[J]. Journal of Desert Research, 2000, 20(4): 357-362. [张强, 胡隐樵, 曹晓彦等. 论西北干旱气候的若干问题[J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 357-362.]
- [18] Luo Zhexian. Global drought and desertization[A]. The Report to China Science and Technology (Climate) [C]. 1990. 282-286. [罗哲贤. 全球干旱与沙漠化[A]. 中国科学技术蓝皮书第五号(气候)[C]. 1990. 282-286.]
- [19] Cheng Guodong, Xiao Duning, Wang Genxu. On the characteristics and building of landscape ecology in arid area[J]. Advance in Earth Sciences, 1999, 14(1): 11-15. [程国栋, 肖笃宁, 王根绪. 论干旱区景观生态特征与景观生态建设[J]. 地球科学进展[J]. 1999, 14(1): 11-15.]
- [20] Hu Yingqiao, Gao Youxi. Some new understandings of land-surface processes in arid area from the HEIFE[J]. Acta Meteorologica Sinica, 1994, 52(3): 285-296. [胡隐樵, 高由禧. 黑河实验(HEIFE)——对干旱区陆面过程的一些认识[J]. 气象学报, 52(3): 285-296.]
- [21] Su Congxian, Hu Yingqiao. Microclimate characteristics and "cold island effect" over the oasis in the Hexi Region[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 1987, 11(4): 390-396. [苏从先, 胡隐樵. 河西地区绿洲小气候特征和冷岛效应[J]. 大气科学, 1987, 11(4): 390-396.]
- [22] Su Congxian, Hu Yingqiao. Cold island effect over oasis and lake[J]. Chinese Sciences Bulletin, 1988, 10(3): 756-758. [苏从先, 胡隐樵. 绿洲和湖泊的冷岛效应[J]. 科学通报, 1988, 10(3): 756-758.]
- [23] Hu Yingqiao. The numerical simulation of a strong cold island[J]. Plateau Meteorology, 1987, 6(1): 1-8. [胡隐樵. 一个强“冷岛”的数值试验结果[J]. 高原气象, 1987, 6(1): 1-8.]
- [24] Zhang Qiang, Hu Yingqiao, Wang Xihong. The characters of micro-meteorology on farmland in oasis in HEIFE region[J]. Plateau Meteorology, 1992, 11(4): 361-370. [张强, 胡隐樵, 王喜红. 黑河地区绿洲内农田微气象特征[J]. 高原气象, 1992, 11(4): 361-370.]
- [25] Wang Junqin, Hu Yingqiao, Chen Jiayi, et al. Some characteristics of structure of planetary boundary layer over HEIFE Arid[J]. Plateau Meteorology, 1994, 13(3): 299-306. [王俊勤, 胡隐樵, 陈家宜等. HEIFE 区边界层某些结构特征[J]. 高原气象, 1994, 13(3): 299-306.]
- [26] Su Congxian, Hu Yingqiao. Structure of the planetary boundary layer over oasis cold island[J]. Acta Meteorologica Sinica, 1988, 2(4): 527-543.
- [27] Zuo Hongchao, Hu Yingqiao. Seasonal variation of microclimatic characteristics for oasis and Gobi in HEIFE and their comparative analysis[J]. Plateau Meteorology, 13(3): 246-256. [左洪超, 胡隐樵. 黑河地区绿洲和戈壁小气候特征的季节变化及其对比分析[J]. 高原气象, 1994, 13(3): 246-256.]
- [28] Hu Yingqiao, Yang Xueli, Zhang Qiang. The characters of energy budget on the Gobi and desert surface in Hexi region[J]. Acta Meteorologica Sinica, 1992, 26(1): 82-91.
- [29] Zhang Qiang, Hu Yingqiao, Yang Yufeng. The Variability process of atmosphere over heterogeneous underlying surface in Hexi Region[J]. Plateau Meteorology, 1996, 15(3): 282-292. [张强, 胡隐樵, 杨瑜峰. 河西地区非均匀下垫面的大气变异性过程[J]. 高原气象, 1996, 15(3): 282-292.]
- [30] Zhang Qiang, Hu Yingqiao, Zhao Yingdong. Moisture transport of atmosphere in the process of preservation of oasis in the west arid region[A]. In: Li Jijun, et al. eds. The Collected Papers on Environmental Resources and Sustainable Development in Chin Northwest Region [C]. Lanzhou: Lanzhou University Press, 1998. 39-46. [张强, 胡隐樵, 赵映东. 西北干旱区绿洲维持过程中水分的输送特征[A]. 见: 李吉均, 等编. 西北资源环境与可持续发展文集[C]. 兰州: 兰州大学出版社, 1998. 39-46.]
- [31] Hu Yingqiao, Qi Yuejin, Yang Xuanli. Preliminary analyses a-

- bout characteristics of microclimate and heat energy budget in Hexi Gobi (Huayin) [J]. Plateau Meteorology, 1990, 9(2): 113-119. [胡隐樵, 奇跃进, 杨选利. 河西戈壁(化音)小气候和热量平衡特征的初步分析[J]. 高原气象, 1990, 9(2): 113-119.]
- [32] Hu Yinqiao. Research advance about the energy budget and transportation of water vapour in the HEIFE area [J]. Advance in Earth Sciences, 1994, 9(4): 30-35. [胡隐樵. 黑河试验(HEIFE)能量平衡和水汽输送研究进展[J]. 地球科学进展, 1994, 9(4): 30-35.]
- [33] Zhang Qiang, Zhao Ming. Field experiment and numerical simulation of inverse humidity of atmosphere over desert oasis [J]. Acta Meteorologica Sinica, 57(6): 729-740. [张强, 赵鸣. 绿洲附近荒漠大气逆湿的外场观测和数值模拟[J]. 气象学报, 1999, 57(6): 729-740.]
- [34] Zou Jiling, Hou Xuhong, Ji Guoliang. Preliminary study of surface solar radiation properties in "HEIFE" area in late summer [J]. Plateau Meteorology, 1992, 11(4): 381-388. [邹基玲, 侯旭宏, 季国良. 黑河地区夏末太阳辐射特征的初步分析[J]. 高原气象, 1992, 11(4): 381-388.]
- [35] Wang Yuchao, Zhao Chengyi. Studies on desert-oasis ecological fragile zone [J]. Arid Land Resources and Environment, 2001, 15(2): 25-31. [王玉朝, 赵成义. 绿洲—荒漠生态脆弱带的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2001, 15(2): 25-31.]
- [36] Hu Fei. On some aerodynamic characteristics of atmospheric boundary layer [J]. Advances in Mechanics, 1990, 20(3): 328-340. [胡非. 大气边界层的一些空气动力学特征[J]. 力学学报, 1990, 20(3): 328-340.]

THE GEOGRAPHICAL FEATURES AND CLIMATIC EFFECTS OF OASIS

ZHANG Qiang¹, HU Yin-qiao²

- (1. Lanzhou Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China;
2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, China)

Abstract: According to the common natures of oases in the world, scientific conception of oasis is given out. Based on a lot of the previous research results, the distribution regions of oasis, the objective conditions forming oasis, the hydrological environment of oasis, oasis vegetation types, oasis soil types and other geographical features of oasis are induced systematically. In the same time, the cold island structure of oasis, the cold island effect of oasis, the humid island structure of oasis, the humidity inverse of atmospheric surface layer over desert near oasis, surface high utilizable energy (or net radiation), wind barrier effect, dynamic effects, thermodynamic effects, effect of enhancing rain and other climatic effects are summarized comprehensively. And from the geographic features and climatic effects of oases in the world, the essential properties, such as systematization, dependence on water, high contrast, proper scale extent, high efficiency, frailty and gradual evolution, which is of all oases, are pointed out. Finally, the effects of human action on oasis are discussed, and the problems and suggestions on oasis research are inquired into.

Key words: Oasis; Geographical feature; Climatic effect; Cold island effect; Human action.