

塔克拉玛干沙漠腹地

植物固沙工程

何兴东 段争虎 著
赵爱国 陈 珩



海洋出版社

P941.73

H210

中国科学院寒区旱区环境与工程研究所知识创新项目
国家自然科学基金项目资助
中国石油天然气总公司“九五”攻关项目

塔克拉玛干沙漠腹地
植物固沙工程

何兴东 段争虎 著
赵爱国 陈 珩

海洋出版社

2001年·北京

内 容 简 介

本书对塔克拉玛干沙漠腹地8年植物固沙的部分研究资料进行了总结。书中从影响塔克拉玛干沙漠腹地植物固沙的生态因子入手,总结了高矿化度地下水灌溉条件下固沙植物的引种栽植结果,分析了无灌溉条件下栽植固沙植物失败的原因,探讨了极端条件下固沙植物的水分关系,对利用高矿化度地下水进行小流量压力管道灌溉的水分管理和盐分管理问题进行了讨论,总结出了沙丘地植物固沙灌溉的设计方法和施工规程,并对塔克拉玛干沙漠腹地植物固沙的一些相关问题进行了探讨。

本书可供从事农、林、农田水利、环境、沙漠治理与生态方面研究、工程及教学工作参考。

图书在版编目(CIP)数据

塔克拉玛干沙漠腹地植物固沙工程/何兴东 段争虎 等著.
—北京:海洋出版社,2001.11
ISBN 7-5027-5433-4

I. 塔… II. 何… III. 塔克拉玛干沙漠-固沙植物-固沙-研究 IV. P941.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 083353 号

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)

兰州中科印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2001年11月第1版 2001年11月兰州第1次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:8.31

字数:210千字 印数:1~1000

定价:20.00元

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

据 1977 年联合国荒漠化会议的资料,目前地球上已经受到或将会受到荒漠及荒漠化影响地区的面积共有 4 560.8 万 km^2 , 占全球土地面积的 35%(朱震达等, 1989)。仅沙漠面积就约有 700 万 km^2 , 占世界荒漠半荒漠面积的 23.3%(McKee, 1993)。由于人口增长造成人为沙漠化土地面积的增加(朱震达等, 1989)和沙漠地区能源的开发和工矿企业的发展, 有更多的局部流沙区亟待治理, 而这也是 21 世纪的环保问题之一, 因而这种需求使得植物固沙在 21 世纪仍具有旺盛的生命力。

1995 年 10 月 23 日, 我国政府宣布了一条震撼世界的消息, 中国在世界第二大流动性沙漠成功修筑了一条横穿塔克拉玛干沙漠南北的沙漠公路——塔里木沙漠公路, 其经过流沙段的长度为 446 km。道路修通后, 如何防沙固沙、保证道路畅通是摆在中国固沙学者面前的一个重要课题。同时, 随着塔里木石油勘探开发向塔克拉玛干沙漠腹地的纵深发展, 塔里木石油勘探开发指挥部要在塔克拉玛干沙漠腹地塔中四点建成年产 200 万吨油气联合处理站, 如何防沙固沙、保障塔中四联合站正常生产运营也是摆在中国固沙学者面前的一个重要课题。前期研究表明, 在塔克拉玛干沙漠腹地, 机械防沙体系 2~3 年就得补扎, 3~5 年就得重扎, 建立植物固沙体系是该地防沙固沙的永久性措施(龚福华等, 2001)。也就是说, 国民经济的发展需要在极端干旱沙漠中建立固沙植被。

那么, 目前国内外在极端干旱沙漠中建立固沙植被方面研究的进展如何, 能否解决极端干旱沙漠中利用高矿化度地下水在小流量压力管道灌溉情况下建立固沙植被的问题, 下面对植物固沙的研究工作做一简要回顾。

植物固沙的工作所涉及的具体内容,主要包括建立人工植被或恢复天然植被以固定流沙;营造大型防沙阻沙林带,以阻截外侧流沙对绿洲、交通沿线、城镇居民点及其他经济设施的侵袭;营造防护林网,以控制耕地风蚀和牧场退化;保护封育天然植被,以防止固定半固定沙丘和沙质草原的沙漠化危害(赵兴梁,1998)。它不但研究固沙植被的建立和沙区天然植被封育保护的措施和机理,而且研究固沙植物的抗旱生理适应机制和固沙植物之间以及固沙植物和固沙植被与环境之间的相互关系。

植物固沙的前身是固沙造林(彼得洛夫,1960;加也里,1958;马秋克,1955;别热别克,1959;爱廷根,1956;李鸣冈,1957;辽宁省林业科学研究所章古台防护林试验站,1966;李一功,1983;内蒙古林业科学研究所,1960)。追溯历史(赵兴梁,1982),固沙造林始于海岸沙地,以欧洲为最早,德国从1316年算起,有684年;亚洲始于日本,从1591年开始,至今有440年;北美洲有100来年的历史。而且欧洲各国、美国、日本等国家海岸沙丘固定过程中有代表性的造林树种为松树(赵兴梁,1982)。据统计(何兴东,1992),全世界沙地上引种造林的松树种类有32种,其中不包括在沙地上生长很好的8个变种(奥地利黑松、科西嘉黑松、张鳞沙松、樟子松等)。但在内陆沙地,利用植物措施治理流沙时,所选用的植物不但有乔木树种和灌木树种,而且有草本植物,即我们经常所提的“乔、灌、草相结合,以灌木和草类为重点”(治沙造林学编委会,1984),尤其是生物措施固沙时地表结皮形成(张继贤和杨达明,1980)过程中藻类植物、苔藓植物和地衣植物也起着非常重要的作用(赵兴梁,1991),所以我国在内陆沙地利用植物治沙时提到“固沙造林”这个术语的文章愈来愈少,而更多地使用“植物固沙”这一概念(赵兴梁,1991;赵兴梁,1998;治沙造林学编委会,1984;李鸣冈,1980;刘嫫心,1988)。全球内陆沙地利用植物进行固沙,绝大多数属无灌溉植物固沙。尽管内陆沙地植物固沙起步较晚,但适

II

宜固沙的植物种类多、规模大、群落类型多,研究工作相对比较深入。

内陆无灌溉植物固沙的实践工作大多在半干旱区沙地和年降水量大于 150 mm 的半荒漠地带的沙漠中进行,在年降水量小于 150 mm 的荒漠地带沙漠中的丘间地进行植物固沙的规模较小。就无灌溉植物固沙的研究而言,世界各国在固沙植物的引种和栽植(彼得洛夫,1960;加也里,1958;马秋克,1955;别热别克,1959;爱廷根,1956;李鸣冈和刘媛心,1957;刘媛心等,1982;刘媛心,1988;刘媛心和黄兆华,1997;王康富等,1958;王康富和董树第,1988;杨喜林和李玉俊,1991;漆建中,1982;周心澄,1985;张鸿铎,1981;潘伯荣,1987;Шамсутдинов,1985;Troeh,1983;Young J. A. *et al*,1995a)、固沙植物与立地的关系(加也里,1958;李鸣刚,1965;陈隆亨,1965;王康富,1980;常学礼等,1993;Tura,1995;Thompson,1995;Young J. A. *et al*,1995b)、绿洲边缘流沙的固定(赵兴梁,1981;慈龙骏,1981;刘新民等,1982;张鹤年,1990;刘铭庭,1995;Muthana,1980;Wolfram,1981;Ellen,1983;Ffolliott *et al*,1998;Mitchell *et al*,1998;Singh,1998;Van Rooyen,1998)、飞播植物固沙(内蒙古林业科学研究所,1960;治沙造林学编委会,1984;榆林沙区飞播试验研究协作组,1980;李新荣等,1999;沈渭寿,1997)、固沙植物的抗旱生理适应机制(米加希德,1976;克雷默尔,1978;刘新民等,1986;冯金朝和刘新民,1998;刘家琼等,1987;黄子琛,1991;黄子琛和沈渭寿,2000;赵翠仙和黄子琛,1981;鲁作民,1994;邱国玉,1991;张秀伏,1990;赵文智,1992;马克西莫夫,1959;Enleringer,1994;Davies and Zhang,1991)、水分平衡(库利克,1989;陈荷生,1991;冯金朝,1995)和固沙植被的演替(赵兴梁,1991;刘媛心,1988;刘新民等,1993;刘新民等,1996;王刚和梁学功,1995;梁学功和王刚,1993;石庆辉,1993;沈渭寿,1993;Qiu G. Y.,1995)等方面进行了比较深入地研究,并对固沙植物的生态

适宜度(李自珍等,1998;李自珍等,1999)与功能类型(倪健,2001)进行了探讨。总体而言,前苏联和中国在这一领域处于比较领先的地位。

内陆灌溉植物固沙的实践大多在干旱区沙漠的边缘进行,主要是引洪灌溉(张鹤年,1990;刘铭庭,1995)、引河水(田裕钊,1983;Burman,1982;蒋瑾等,1980;铁道部兰州铁路局玉门工务段,1992)和井水(Wolfram,1981;Ellen,1983)与泉水灌溉(Stuttgart,1983)以及人工手提水桶补充灌溉(Jensen,1983)。其中,河水、井水和泉水灌溉植物固沙均为渠道灌溉,灌溉方式为沟灌和畦灌,灌溉用水绝大部分为淡水,少部分为咸水,其中沙特阿拉伯的哈萨绿洲(Wolfram,1981)灌溉水的矿化度为 2.5 g/L,土库曼斯坦西部的涅比特-达格和阿瓦兹(Ширмамедов,1985)灌溉水的矿化度为 6 g/L。受经济条件和需求的限制,国内外没有在高大起伏的沙丘上进行过滴灌植物固沙。

然而,塔克拉玛干沙漠腹地沙丘高大,将固沙区高大沙丘全部推平后进行沟灌和畦灌植物固沙,这是不切实际的,因而需探索在高大起伏沙丘上进行滴灌和喷灌的理论和方法。而我们 1995 年的试验表明,在塔克拉玛干沙漠腹地植物固沙时不适宜采用喷灌,于是滴灌便成了这里在起伏沙丘上进行植物固沙可供选择的重要的灌溉方式。

在塔克拉玛干沙漠腹地起伏沙丘上进行滴灌植物固沙,有两个关键问题需要解决。一是沙丘高大起伏、落差大,滴灌系统中支管、毛管和滴头的压力如何调控;二是滴灌的点源湿润体积较小,利用高矿化度地下水长期灌溉,土壤的次生盐渍化对植物的危害程度有多大,是否会危及所建立固沙植被的稳定。

就滴灌系统中支管、毛管和滴头的压力调控而言,诚然 Blass (1971)、Zobar(1971)和 Goldberg(1976)等人研究解决了滴灌的一些瓶颈技术,推动了滴灌技术于 20 世纪 70 年代在世界上大面

积推广应用,正如 Dasberg(1985)所言:滴灌时代已经到来。但以色列、美国和澳大利亚等国家利用滴灌种植的是蔬菜、作物和果树类,且滴灌大多在平地应用,有少部分在均一坡地上应用(Dasberg and Bresler,1985)。他们所总结的滴灌系统中毛管和支管设计的步骤和方法(Goldberg *et al*,1976;Wu L.-P and Gitlin,1979;Dasberg and Bresler,1985;Benami and Ofen,1993)无法在塔克拉玛干沙漠腹地高大起伏的沙丘上应用。

另一方面,塔克拉玛干沙漠腹地蒸发强烈造成的沙层水分亏缺与长期利用高矿化度地下水灌溉造成沙层的次生盐渍化之间的矛盾是这里进行植物固沙的重要限制因子。尽管国内外有关高矿化度和土壤盐分对植物影响的研究很多(Bresler,1982;凌朝文和刘兆华,1982;Shainberg and Letey,1984;Ford,1977;刘亚传和常厚春,1992;Hamdy,1993;Marlet *et al*,1998;),但由于以下4方面的原因,无法从这些资料中得出明晰的参照。

第一,讨论用高矿化度水灌溉时,一些文献其实说的是间歇型补充灌溉,而非长期灌溉。如华北地区用高矿化度水(最高为9~10 g/L)(河北省地质局四大队,1979)一年仅浇灌2~3次,大多是淡水灌溉;甘肃民勤湖区用6~7 g/L咸水进行农业灌溉也仅仅是储灌(刘亚传和常厚春,1992),大多时间用0.9~1.2 g/L的石羊河水灌溉;以色列用20~50 g/L的苦咸海水也仅仅是补充灌溉,生长季中大多时间用淡水灌溉,即使是咸水灌溉,矿化度多为1.77 g/L、3.17 g/L和4.13 g/L(Dasberg and Bresler,1985)。以色列利用海水和淡水灌溉是一套灌溉系统两个首部枢纽,平时用淡水,间歇型用海水。这和我们在塔克拉玛干沙漠腹地利用污水和井水灌溉时一套灌溉系统两个首部枢纽是一样的,污水仅作为补充灌溉,生长季中大多时间灌溉用的是井水,污水的矿化度为8~9 g/L,而井水的矿化度为4~5 g/L,讨论时,说我们用4~5 g/L咸水灌溉是比较科学的,如果说我们用8~9 g/L的咸水灌溉

就有些太笼统了,上述各例均存在此问题。

第二,讨论表层潜水矿化度的大小对植物的影响时没有说明这种矿化度的表层潜水的埋深是多少。有文献说,阿尔及利亚的椰枣林在地下水为 17 g/L 的地段仍能生长(朱震达,1980),桉柳在地下水位为 25 g/L 的地段均能正常生长(刘铭庭,1995)。我们在塔克拉玛干沙漠腹地地下水位为 1m 左右、矿化度为 7~8 g/L 的地段栽植短毛桉柳、头状沙拐枣、沙生桉柳和梭梭初期成活良好,第二年后逐渐死亡。实在无法比较判断。

第三,关于土壤含盐量的单位,国内外文献目前都改用电导率(ds/m)。但是测定电导率时,有些学者用的是饱和土浆浸出液,有些学者用的是 1:1 的土水比,有些学者用的是 1:5 的土水比,因此对文献中电导率值的大小无法比较。

第四,研究土壤含盐量对植物的影响应以根区的土壤含盐量为准。过去一些文献以剖面不同层次的平均值或不同层次混合样的分析值为准进行比较研究,这是不合理的。如果要按照剖面不同层次含盐量的平均值进行判断的话,塔里木沙漠公路 L₂₉₂ 处滴灌沙生桉柳生长旺盛地段的 0~120 cm 的平均沙层含盐量达到 4%~5%,就会得出沙生桉柳在土壤含盐量为 4%~5% 的地段能够良好生长的结论,这与事实是根本不相吻合的。同时,讨论土壤含盐量对植物的影响时单说含盐量太笼统,没有说明土壤中盐分的主要类型。就盐分对植物的危害性而言,钠盐的毒性如以 Na₂SO₄ 为 1,则 NaHCO₃ 和 NaCl 的毒性为 3,Na₂CO₃ 为 10。如有些文献认为,当土壤可溶盐总量在 2% 之内,胡杨可以正常生长,2%~5% 时生长不良,5%~10% 时方有死亡现象(治沙造林学编委会,1984);桉柳能够在 0.8% 的盐土上植苗造林成活良好(凌朝文和刘兆华,1982),当含盐量 2%~3% 时生长不良(刘铭庭,1995)。而我们进行的桶栽试验表明,当沙生桉柳根区土壤 NaCl 的含量达到 0.8% 时,沙生桉柳就全部死亡。

事实上,塔克拉玛干沙漠作为世界上五大真荒漠之一,这里盐分不但是天然植物生存的限制因子,也是建立固沙植被的限制因子。

可见,在起伏沙丘上利用高矿化度地下水进行滴灌植物固沙,滴灌系统的压力调控和沙层的次生盐渍化亟待研究。

就新疆地区植物固沙而言,近30年来,治沙学者在精河、吐鲁番、莫索湾和策勒等地进行了无灌溉植物固沙和引洪、引河水灌溉植物固沙(张鸿铎,1981;潘伯荣,1987;张鹤年,1990;刘铭庭,1995)的研究,但没有做过利用高矿化度地下水进行植物固沙方面的研究。

总之,塔克拉玛干沙漠腹地年降水量很少,蒸发强烈,风沙流危害严重,地下水矿化度高,沙丘起伏、落差大,在这种立地建立固沙植被,建什么?如何建?哪些固沙植物能够适应?哪种灌溉方式最适于高大起伏的沙丘?长期用高矿化度地下水灌溉,水分如何管理?盐分如何管理?建立无灌溉固沙植被是否可行等等,这些问题不但是理论上而且是生产实践中迫切需要研究解决的问题。

20世纪50年代,包兰铁路的修建需要植物固沙,那种需求使得我国植物固沙的研究取得了多方面进展,为在半荒漠带沙漠中进行植物固沙树立了样板。20世纪90年代中期,塔里木沙漠公路的修建需要植物固沙,但愿这种需求能促进我国植物固沙的工作,为植物固沙的研究增添新的内涵。

在这本书里,我们对塔克拉玛干沙漠腹地植物固沙8年的部分研究工作进行了总结,目的是为读者提供一些塔克拉玛干沙漠腹地植物固沙方面的资料,以促进植物固沙的研究和实践工作。应当指出,这本书是在中国石油天然气总公司“九五”攻关项目(2097090457)、国家自然科学基金项目(39070600)和中国科学院寒区旱区环境与工程研究所知识创新项目(CASX210068)的资助

下完成的。在野外试验工作中,塔里木油田分公司廖永远指挥、马振武副指挥、王益清处长、龚福华副处长、彭小玉科长、郑力辉科长、周宏伟工程师、顾人章工程师等给予了很大的帮助,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所陈广庭研究员、高前兆研究员、张志谦副研究员、吴祖荣副研究员、张小由副研究员、赵存玉工程师、吴奇俊工程师、韩致文副研究员、杜虎林副研究员、陈国雄副研究员、李涛副研究员、温向乐副研究员、王红、王克俭、牛应海、高全有以及丛自立研究员、杨佐涛工程师、董治宝研究员、陈渭南研究员、姚振义博士、邵国盛博士、李恒鹏博士、王训明博士、张甲坤博士与张家武博士等直接参与了部分研究工作;在定稿过程中,赵兴梁研究员、刘新民研究员审阅全文并提出了宝贵的修改意见;金炯编审、孙良英、郝美玲、祝国存女士为本书的出版,在编校、排版、印刷装订等全过程中付出了辛劳,在此一并致以谢意。

本书除第五章中第一、二节和第六章由段争虎执笔外,其余均由何兴东执笔。由于作者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2001年8月于兰州

目 次

前言	(I)
第一章 生态因子及其对建立固沙植被的影响	(1)
第一节 大气环境因子及其对建立固沙植被的影响	(1)
第二节 流沙的理化特性及其对建立固沙植被的影响	(6)
第三节 地下水及其对建立固沙植被的影响	(20)
第四节 塔克拉玛干沙漠无河流区的天然植被	(26)
第二章 固沙植物的引种与栽植	(32)
第一节 固沙植物灌溉条件下五年引种结果与分析 ..	(32)
第二节 固沙植物无灌溉条件下五年栽植结果与分析	(41)
第三节 不同灌溉方式下固沙植物的生长状况	(50)
第三章 主要固沙植物的水分生理特性	(57)
第一节 主要固沙植物的蒸腾速率及其与环境因子的关系	(57)
第二节 主要固沙植物的水势及其与环境因子的关系	(67)
第三节 植物水势系数及其应用实例	(72)
第四节 主要固沙植物的抗旱性	(80)
第四章 沙丘地植物固沙灌溉设计方法与施工规程	(84)
第一节 不同灌溉方式的优缺点	(84)
第二节 沙丘地植物固沙灌溉单元的确定	(91)
第三节 灌溉系统设计的方法与步骤	(102)

第四节	塔里木沙漠公路植物固沙施工规程·····	(121)
第五章	不同灌溉方式沙层水分循环特征和灌溉制度·····	(127)
第一节	塔克拉玛干沙漠腹地灌溉沙层水分循环特征·····	(127)
第二节	沙漠腹地固沙植物灌溉制度的确定·····	(137)
第三节	灌溉条件下沙层水分的运移动态和运移模型·····	(148)
第六章	沙漠腹地灌溉条件下沙层盐渍度变化及其调控·····	(156)
第一节	自然沙层盐渍度变化规律·····	(156)
第二节	灌溉条件下沙层盐分的累积情况·····	(159)
第三节	不同灌溉方式下沙层的盐分动态·····	(160)
第四节	灌溉条件下的沙层冲洗排盐技术·····	(166)
第七章	不同防沙固沙体系的性能和成本比较·····	(172)
第一节	不同防沙固沙体系原理性能比较·····	(172)
第二节	不同防沙体系成本比较·····	(182)
第三节	关于塔里木沙漠公路植物固沙的意见·····	(189)
第八章	灌木固沙带的田间管理·····	(193)
第一节	灌溉管理·····	(193)
第二节	滴头堵塞的解决办法与施肥调控·····	(197)
第三节	病虫害防治·····	(203)
第九章	塔里木沙漠公路灌木固沙带的防护效应·····	(207)
第一节	灌木固沙带的防风性能·····	(207)
第二节	灌木固沙带的防沙固沙作用·····	(215)
第三节	灌木固沙带的小气候效应·····	(218)
结论	·····	(223)
参考文献	·····	(228)

第一章 生态因子及其对建立固沙植被的影响

第一节 大气环境因子及其对建立固沙植被的影响

一、大气环流与地理特点

塔克拉玛干沙漠所处的特殊自然地理位置和大气环流状况,决定了该区的气候特征。

地处塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠深处内陆,四周高山环绕。盆地的北面为天山山脉,东西绵延1 700余 km,平均海拔在3 500 m 以上,对北方南下的气团起着一定的阻挡减弱作用;西有帕米尔高原,南为昆仑山,平均海拔在5 000 m 以上,加之有青藏高原的存在,阻碍了南来的印度洋季风的进入;东南为阿尔金山,在盆地东边两山之间形成一条狭长地带,通向河西走廊。由于北部天山直接阻挡了来自北冰洋的潮湿气团南下,源自西伯利亚的干燥气团沿着河西走廊才能涌入盆地的东北部,常伴随着强烈的东北风,这支气流愈向沙漠深入动能愈弱。盆地的西部受上述气团影响较小,有时也有偏西强烈的冷空气翻越帕米尔高原进入。受西天山及巴尔喀什湖潮湿气流的影响,加上盆地局部形成的低气压区对山区气流的吸引作用,因而在沙漠和盆地的西部常盛行西北风,空气较为湿润。就整个盆地而言,由于四周高山环绕,阻碍了

海洋性潮湿气团的进入,使得湿润的季风海洋气流到达塔克拉玛干沙漠上空时所含水分已相当有限,加之由于低空热低压的存在,气流上升高度受高空下沉气流作用的影响,难以达到饱和度,或者虽有一些降水,但在降落过程中又被强烈蒸发(李江风,1991),因而降水稀少,空气极其干燥。

从大气环流的基本特征来看,1月新疆正处在强大的蒙古高压控制下,由此决定了此时塔克拉玛干沙漠干燥、寒冷;4月蒙古高压迅速减弱西退,新疆正处于蒙古高压西退的前方,这就使得塔克拉玛干沙漠春季冷空气活动比冬季显著增多;7月蒙古高压和阿留申低压已完全消失,两大洋上为强大的副热带高压及大陆上为强大的低压所控制,受此影响,塔克拉玛干沙漠夏季炎热干燥;10月蒙古高压、阿留申低压和冰岛低压再次加强,印度洋低压和太平洋高压退出大陆,大气活动中心的分布又恢复到冬季的形势,塔克拉玛干沙漠又开始受蒙古高压影响。受蒙古高压西退影响,沙漠春季冷空气活动显著增强;受两大洋上强大的副热带高压及大陆上强大的低压所影响,沙漠夏季炎热干燥。受南亚高压的东西振荡、500百帕伊朗副高压的南北振荡、西太平洋副高压西移北伸及高空副热带急流的作用等行星尺度天气系统的影响以及中亚低涡、副热带大槽、中亚气旋活动与地面高压活动等主要天气系统的影响(张家宝和邓子风,1987),塔克拉玛干沙漠地区降水表现为阵性大降水过程(一年的降水量表现在1、2次降水过程之中),且降水年内与逐年变率较大。受局地环流与山区气候形成的“冷湖”(中国气象学会新疆维吾尔自治区分会,1963)影响,气温年较差较大。

综上所述,受地理位置、大气环流与局地环流影响,塔克拉玛干沙漠总的气候特征表现为气温日较差与年较差大,降水稀少,蒸发强烈,空气干燥,酷暑高温,风热同期,风沙活动频繁,风季持续时间长。

二、塔里木沙漠公路沿线气象要素的基本特征

据塔克拉玛干沙漠腹地中北部满参(40°06'N;84°21'E)1992年6月至1993年5月与腹地中部中三点(39°01'N;83°36'E)1995年6月至1996年5月两个自然年的气象资料(图 1-1、表 1-1),这里不但蒸发强烈,降水稀少,空气干燥,而且风季持续时间长,风热同期。满参一个自然年的蒸发量(3 361.9 mm)是同期降水量(36.6 mm)的 90.9 倍,中三点一个自然年的蒸发量(3 051.0 mm)是同期降水量(42.6 mm)的 71.6 倍,两地的平均相对湿度均低于 50%。据干燥度指数公式 $K = 0.16 \frac{\sum t}{R}$ 计算,满参的干燥

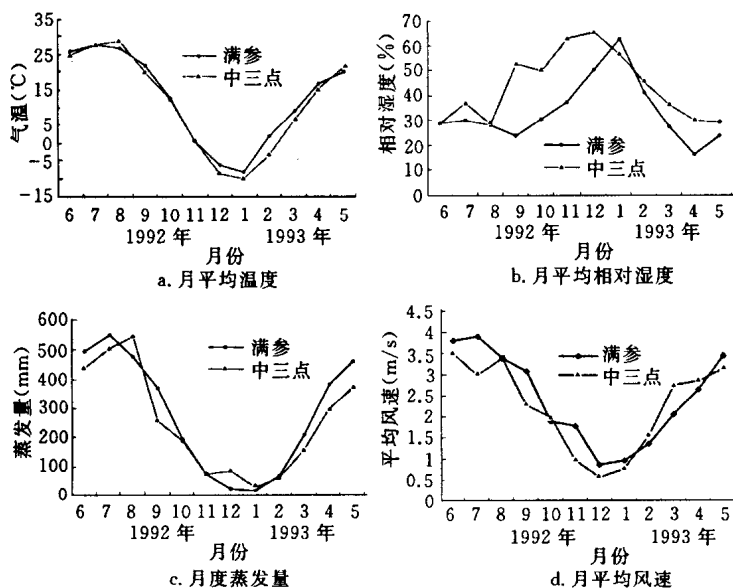


图 1-1 塔克拉玛干沙漠腹地满参(1992.6~1993.5)

与中三点(1995.6~1996.5)各月气象因子

表 1-1 塔克拉玛干沙漠腹地气象因子年度特征

地点	观测期	蒸发量 (mm)	降水量 (mm)	平均气温 (°C)	平均相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)	干燥度指数
满参	1992-06~1993-05	3361.9	36.6	12.6	34	2.5	19.1
中三点	1995-06~1996-05	3051.0	42.6	11.5	44	2.3	17.36

表 1-2 塔克拉玛干沙漠腹地各月风沙天气统计

项目	地点	满参 1992 年/中三点 1995 年					满参 1993 年/中三点 1996 年							
		6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	
大风(日)	满参	8	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	7	
	中三点	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
浮尘(日)	满参	3	8	6	6	1	3	—	—	—	—	—	8	
	中三点	9	10	11	2	4	1	1	—	3	7	15	13	5
扬沙(日)	满参	5	8	5	4	1	1	1	—	8	19	19	8	
	中三点	4	8	9	5	6	—	—	2	4	5	10	12	
沙暴(日)	满参	11	11	10	5	3	1	—	—	—	4	8	10	
	中三点	3	7	7	—	1	—	—	—	—	4	4	5	