

物理遮蔽法培育湿润土层实现沙漠造地的思考

王洪波^{1,2}, 郇文聚^{1,2}, 赵玉领^{1,2}

(1. 国土资源部土地整治中心, 北京 100035; 2. 国土资源部农用地质量与监控重点实验室, 北京 100035)

摘要: 为了解决沙漠造地中水从哪来、肥从哪来、湿润土层培育、生物多样性重建等关键性问题, 该文采用现实中戈壁植被、压砂种瓜等典型案例和理论思考相结合的方法, 提出了利用固体废弃物物理遮蔽法实现沙漠造地的技术思路, 并提出了实施物理遮蔽法沙漠造地的政策建议。

关键词: 沙漠农业利用; 固体废弃物利用; 物理遮蔽; 湿润土层; 政策建议

中图分类号: X826 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-2404(2018)84-0040-05

引言

中国科学治沙的成就举世瞩目。王涛等分析了 50 多年来, 中国沙漠科学从无到有, 再到创新性和系统性的发展历程。吴正论述了中科院治沙队成立 50 年以来, 中国沙漠与治理研究取得的新进展。已有研究表明, 20 年来北方约有 10% 的沙漠化土地得到治理, 12% 的沙漠化土地有所改善, 局部地区出现“人进沙退”的新局面。

近年来, 沙漠造地已成为土地领域颠覆性科技创新的主战场。“砒砂岩造地项目”让榆林 170 公顷沙漠变成农田, 已试验种植玉米、土豆等农作物。秦昇益利用覆膜砂, 构建“透气不透水”隔水层, 使试验区沙漠植树成活率达到 97% 以上, 农业种植节水 45%、增产 65%。沙地衬膜水稻已经在局地获得成功, 开发一亩衬膜稻田就等于增加一亩优质耕地, 实现了从单纯“防沙治沙”到“治沙致富”的重大转变。易志坚科研团队利用特殊粘合剂进行沙漠土壤化生态恢复, 使沙土具有土壤的性质。

上述点沙成金的案例, 大多需要通过灌溉来解决水的问题, 还存在不完美的地方, 但是都为建立新的沙漠造地方法和模式提供了宝贵的经验。通过科技创新, 采用颠覆性技术治理沙漠, 已经成为了很多专家的共识。把论文写在沙漠上, 向沙漠要地, 即能

改善生态环境, 又能增加生物生产能力, 必将具有广阔的前景和巨大的潜力。

1 沙漠造地需要重点解决的问题

1.1 水从哪里来的问题

中国西部地区沙漠年降水大部分在 200 毫米以下, 降水不仅少, 而且很不稳定, 多年平均变率多在 40% 以上。降水主要集中在夏季; 夏季又往往集中在少数几天内, 有时一两天的降水竟相当于半年的水量。蒸发极为强烈, 一般在 2 500-3 000 毫米, 有的高达 4 000 毫米。降水少, 蒸发量大, 并不能说明沙漠土体中没有水。冯伟等的监测结果表明, 观测期内正镶白旗、伊金霍洛旗、阜康流动沙丘土壤 200 厘米以下渗漏量分别占同期降雨的 21.4%、33.3%、1.3%; 乌审旗、磴口 150 厘米以下渗漏量分别占同期降雨的 55.7%、12.7%。这些数据充分说明, 沙漠中在 150 毫米土层, 甚至到 200 毫米土层都存在一定量的水。通过地表遮蔽, 保存降水、阻断沙土中水分向大气扩散, 成为沙漠水资源利用的关键。

1.2 肥从哪里来的问题

沙漠等同于没有有机质的土壤。沙漠缺少浅根植物是土壤有机质含量非常低的最主要原因, 只植树不种草解决不了土壤有机质缺乏的问题。沙漠中的浅根植物为了躲避炎热的夏季, 避免“断子绝孙”, 进化出了有雨水时迅速萌芽生长、开花结果的本领, 如沙漠中的短命菊, 只能活几星期。只要适度恢复这些低矮的草本植被, 加强生物小循环, 在植物根系的作用下, 土壤有机质就能得到积聚。土壤通过植物的作用, 具有自肥的能力。植物根系把土壤深层的矿物质集聚到沙土表层, 把植物地上部分制

收稿日期: 2018-01-04

作者简介: 王洪波, 研究员, 博士后, 主要从事土地评价、农用地分等定级、土地整治和城市土壤利用等研究; 郇文聚, 副主任, 研究员, 博士生导师, 主要从事土地整治工程、基本农田建设和土地质量监测等研究; 赵玉领, 副研究员, 硕士, 主要从事土地评价、农用地分等定级与估价等研究。E-mail: wanghongbo1975@126.com

造的有机物向下输送到沙土表层。植物根系分泌物、土壤微生物和各种酶相互作用,使表层土壤的有机质含量不断增加,土壤结构不断改善,肥力水平不断提升。土壤自肥的过程是一个自然过程,在人的干预下可以加速和定向发展。沙漠造地的关键是如何加速土壤发育的这些自然过程,而不是简单的灌水和施肥的问题。

1.3 如何培育湿润土层的问题

沙漠地区一般干土层深厚,深层土壤的水分通过蒸发的方式向空气扩散,这种水分运移由于没有植物的参与,不能产生任何的生物量。从这个角度来看,就是水资源的浪费,而且是稀缺水资源的浪费。在沙漠地区逐步恢复植物的数量和多样性,将沙漠深层中水分的运移从土表蒸发方式转换为植物蒸腾方式,将土体深部的矿物质带到植物茎叶中,从而通过植物光合作物合成各种蛋白质、糖、脂肪等有机物。遏制土表的水分蒸散量,相较于恢复植被等生物措施,当然是采用工程措施对地表进行物理性遮蔽最直接和最有效。通过工程措施人为制造遮蔽,在地表培育了湿润土层,植被恢复和土壤生物多样性的重建都将是水到渠成的事情。

1.4 生物多样性的重建问题

沙漠中植物和动物稀少,几乎是生命的禁区。多年生的沙生植物根系十分强大,梭梭等没叶片的植物靠绿色枝条进行光合作用。碱蓬等植物体内含有高浓度盐分来抑制水分蒸腾。沙漠中有少量的蚁类、蜂类、甲虫类、鼠类、蛇类、蜥蜴类动物生存。鼠类等动物非常耐旱,靠采食植物体或种子所含水分而生存。某些蛇类还能用皮肤吸收夜间空气中的水汽以补充水分。沙漠中的很多野生动植物,目前尚不能通过饲养或栽培种类来替代,具有独特经济价值和高度的抗性,构成了极端生境下的种质基因库。中国南方地区丘陵崩岗会迅速形成红色沙漠,通过恢复植能够得到有效治理的经验值得借鉴。通过沙漠造地,增加植物的多样性和生产能力,进而促进动物的多样性,从而可以实现生物多样性的重建,达到沙漠农业化利用的目标。

2 物理遮蔽法沙漠造地思路的由来

2.1 戈壁植被的启发

戈壁是粗砂、砾石覆盖在硬土层上的荒漠地形,荒漠草原戈壁植被覆盖度一般大于5%,草原化荒

漠戈壁植被覆盖度一般介于1%~5%之间,荒漠戈壁植被覆盖度通常小于1%。沙漠地表覆盖一层很厚的沙子,沙漠地貌在风的作用下是会变化和移动的。沙漠中移动沙丘的植被覆盖度基本为零,半固定沙丘和固定山丘的植被覆盖度比较高。沙漠缺少植被和动物,沙子粒度较大只是原因之一,最主要的原因是缺少遮蔽物造成的。海洋里需要有各种珊瑚礁、海底山为各种海洋植物和动物营造生存环境,才能使各种小鱼、小虾和藻类得以繁衍,从而才可以衍生出中型和大型的海洋生物。如果将沙漠比作沙海,沙海里同样需要珊瑚礁和海底山,即各种面状的和丘陵状的遮蔽体,为沙漠植物和动物创造出湿润的可以躲避天敌的生存环境。戈壁生长植物的案例给我们的启发是,沙土粒度大不是问题,但是需要遮蔽体保土保墒。

2.2 宁夏中卫硒砂瓜的启发

硒砂瓜又称为“戈壁西瓜”、“石头缝里长出的西瓜”,主产于宁夏中卫市环香山地区,该区域是典型的极度干旱区,年均降雨量不足200毫米,蒸发量高达2400毫米。在如此恶劣环境下,当地农民逐渐摸索出了一套旱地压砂种瓜的方法,将大量碎沙石覆盖在山地表层,利用砂砾铺压对地表所具有的节水、增温、保墒效果生产西瓜。在过去交通运输条件落后的情况下,当地人形容压砂种瓜“苦死老子、富死儿子、愁死孙子”。

2.3 遮蔽提高生物多样性生活常识的启发

农村庭院中,很少移动的物体,如水缸、砖垛等下面往往有较多种类和数量的昆虫或土壤动物,比如潮虫、蜈蚣、蚯蚓等。农村中固体废弃物堆积较多的地方,往往老鼠比较多,从而蛇和野猫也比较多。因为固体废弃物堆积,构成了虫子、老鼠、蛇和猫这一独特的食物链和特殊的生境。在城市绿化中,往往在花盆里放陶粒、在树坑里放鹅卵石或松树皮,这些也都是保水和防止土壤板结的措施。同理,沙漠覆盖薄层的遮蔽物,或由遮蔽物构筑一些丘陵,也应该能够得到保水作用和提高生物多样性的作用。

2.4 荒漠地区光伏太阳能电池板下生草现象的启发

近些年光伏发电产业发展很快,在一些本来寸草不生的荒漠上,由于架设的太阳能电池板对阳光的遮蔽作用,加上太阳能电池板因为夜间冷凝作用形成的水的滋润,有些太阳能电池板遮蔽下的沙地

居然长出了各种杂草。这种现象从另外一个侧面说明了,在极度干旱缺水地区,遮蔽能在一定程度上起到恢复植被的作用。

2.5 关于物理遮蔽体的选择问题

固体废弃物产生速度快,资源化水平低。目前固体废弃物的利用主要集中在废钢铁、废橡胶、废塑料、废纸、废化纤等再利用价值较高的种类上,建筑固体废弃物,如废旧混凝土、碎砖瓦等,再利用的价值很低,而填埋起来又要浪费土地。固体废弃物又称为放错地方的物质,说明这些固体废弃物在一个地方是废物,而放在另一个地方可能就是有用物质。为了治沙造地实现沙漠的农业化利用,人工制造遮蔽体,成本会很高,经济可行性会大打折扣。建筑固体废弃物中的砖头、瓦块、水泥板等,这些都是通过消耗资源和能源制造出来的,用来发挥遮蔽体的作用,正好可以将垃圾变废为宝。按照就近取材的原则,沙漠附近戈壁上的碎石就是一种很好的遮蔽体来源,从戈壁适量取走碎石,可以起到改善戈壁土地条件和沙漠防沙治沙的双重功效。碎砖瓦、废旧混凝土和戈壁碎石等来源于岩石和土壤,最终归还到土壤,符合地质大循环的规律。

固体废弃物的构成也很复杂,为了避免造成土壤污染,不能不加区分的搬运到沙漠里,需要挑选无污染的砖头、瓦块、水泥板等片状的固体废弃物。这些材料在正常情况下不会污染土壤,同时抗风化能力也比较强,可以保证长期发挥遮蔽作用。固体废弃物中塑料制品是不能运到沙漠里的,沙漠里也尽量不要使用地膜等塑料制品。根据相关科学研究结果,塑料分解的颗粒已经进入了海洋生态系统,目前也有少量进入了陆地生态系统,已经成了生态安全的一个重大隐患。

3 物理遮蔽法沙漠造地的理论思考

3.1 沙漠逆转变化和活化演化并存的规律使沙漠造地成为可能

河西走廊被黄沙吞噬的古遗址、古长城、古绿洲,即是历史上沙漠化过程的明证。现代土地沙漠化的发生、发展是自然因素和人为因素共同作用的结果。干旱地区大面积农田弃耕以后,风沙活动加强,就地起沙、流沙入侵,进而出现灌丛沙堆或形成流动沙丘,从而使绿洲逐渐变为荒漠。钟德才的研究结果表明,由于沙漠逆转变化的原因,中国现代沙漠

动态变化的总趋势是向草原化和绿洲化方向缓慢发展,其变化速度为445平方公里/年;由于沙漠活化演变原因,中国现代沙漠还在继续蔓延,但其扩大速度比较缓慢,约为310平方公里/年。部分沙漠地区,分布有与沙漠毗邻的农用地,为沙漠造地提供了根据地。

3.2 从成土因素考虑遮蔽体搭建母质和生物相互作用的桥梁

土壤是地理景观的一部分,又是地理景观的一面镜子,这面镜子清晰地反映出水分、热量、空气、动植物对于母质长时间综合作用的结果。土壤是在气候、母质、生物、地形和时间等五大成土因素作用下形成的。气候是决定因素,控制着风化的速度和强度;生物是主导因素,影响土壤肥力的发育;地形是调节因素,调节水热和物质再分配;母质是遗传因素,影响土壤的本底特性;时间是发展因素,影响土壤的发育阶段。在农业土壤中人为因素是最强烈的影响因素。沙漠不能发育为优质肥沃土壤,是因为缺水的原因,导致了母质和生物无法相互作用。利用遮蔽体,隔断沙漠向大气中蒸散水汽的通道,形成湿润表层,从而也就成功地搭建了母质和生物相互作用的桥梁,促使沙漠土体向肥沃土壤的发育。

3.3 沙漠地区培育湿润土层的土壤学和生态学意义

沙漠地区通过物理遮蔽法培育湿润土层是实现沙漠造地的核心。通过湿润土层的干湿变化和剧烈地冻融交替,沙粒的分解与矿化速度会加速,成土过程会加快。同时由于遮蔽作用,矿化产生的较细土粒会得以保存,而不是被大风吹走。较细土粒的出现,可以提高沙漠土壤的土水势,即提高其吸收和保蓄水分的能力,同时也可以增加沙漠土壤的结持性,改善土壤内聚力、附着力和可塑性,为形成良好的土壤结构创造条件。相对湿润土层也为增加植物根系量、增加土壤有机质含量、增加微生物活性和土壤昆虫多样性创造有利条件。相对湿润的环境和较细土粒的聚集,是加速土壤生物小循环、加速土壤发育的物质基础,具有重要的意义。

3.4 沙漠造地需要突破造地就要造耕地的思维定势

一季壮粮需要800毫米降水,由于水资源的硬制约,在沙漠地区垦造耕地,需要采用地表水或地下水进行灌溉,会对周边环境造成新的胁迫。应该按

照耕园林草大整治模式的思路,将沙漠改造成疏林地和草地,增加林草面积,实现沙漠的农业化利用。然后在湿润地区,将不存在沙漠化风险的林地和草地开垦成耕地。通过这种转换,耕园林草在空间布局上得到优化,光温水资源得到了最大的利用,也就间接达到了沙漠造地的目标。

3.5 沙漠造地要克服地表堆压是破坏土地的思维定势

根据土地管理的法律法规和群众对耕地保护的认识,一般都认为挖损、压占等都是破坏土地的行为。这种说法在湿润地区具有一定的道理,压占多少面积就会损失多少产能。但是在极度干旱的沙漠地区,稀缺的不是土地面积,而是有生产能力和生态价值的土地面积。沙漠里没有遮蔽的地方往往会出现干燥的沙土层,干土层厚度甚至可以达到70厘米。通过对沙漠表面进行物理遮蔽,可以培育湿润土层,同时用来遮蔽的固体废弃物也为各种生物创造了隐藏和繁殖的生境。

3.6 物理遮蔽法沙漠造地方案的可行性分析

首先是该方案不需要灌水和施肥,不会对周边环境 and 地下水造成新的胁迫。其次是将固体废弃物变废为宝,既解决了部分固体废弃物填埋占地的问題,又培育了湿润土壤表层。最后是施工工艺简单,只要通过运输、堆放、少量的植树种草和适度的管护措施便可以实施。将固体废弃物作为遮蔽体用于培育湿润土层的方案,是一种物理的方法,具有较大的合理性,可以通俗的比喻为给沙漠“铺地砖方案”。

4 物理遮蔽法沙漠造地的方案设计

4.1 构建一个三期滚动的工程实施模式

第一期,零星恢复阶段,利用砖头瓦块等遮蔽沙漠表面,使沙漠表层聚集水分,在遮蔽体缝隙中零星的种植适生灌木和杂草,实现从无植被到有植被的突破。第二期,逐步加密阶段,适度加大灌丛植被的数量,深度营造生态小环境,实现植物的多样性和自我繁殖能力。第三期,相对稳定阶段,保持合理的旱生植被数量,利用植物根系改造沙漠土壤,同时培育动物的多样性,并逐步实现改造的经济价值。三期滚动的要点是,第一期零星恢复阶段完成后即过渡到第二期逐步加密阶段,同时在其外围实施第二轮的第一期零星恢复工程;当第一轮的第二期逐步加密阶段过渡到相对稳定阶段、第二轮第一期的零星

恢复工程过渡到第二期逐步加密阶段以后,即在更外围启动第三轮第一期的零星恢复工程。通过三期滚动,逐步扩大沙漠造地的规模和范围。

4.2 物理遮蔽法沙漠造地方案的改进方向

不同规模、成因的沙漠,治沙造地的方案可以进行一定的优化调整,可以从不同的维度进行改进。比如说,增加被遮蔽沙层的保水功能,可以采取加入一些粘土等措施;为了促进植被的尽快恢复,可以采取适当补水和施肥等措施;为了促进土壤昆虫多样性的恢复,离城市较近的,可以同垃圾分类相结合,补充一些厨余类垃圾等。

4.3 重点开展生物多样性的科学观测活动

沙漠从某种意义上看就是生态系统接近彻底崩溃的土地,恢复生态系统是治沙造地的重要途径。在沙漠造地试验中,需要科学观测和记录各种灌木和草种的生长状况、生物量;要动态监测遮蔽体下生物多样性的变化规律;需要动态监测改造区域动物多样性的变化情况。通过开展生物多样性的科学观测活动,对沙漠造地地区的生态系统恢复情况做出科学的评估。

4.4 重点开展土壤理化性质的分析化验工作

沙漠造地的最终效果需要反映在土壤性质的变化上。在沙漠造地试验中,需要动态的和定量的分析测试和计算遮蔽体下沙层含水量的变化规律;需要通过分析测试摸清土壤质地和结构的变化规律和土壤有机质、土壤微生物和土壤酶活性的变化规律;需要通过科学测试分析区域水文过程的变化规律。通过开展土壤理化性质分析化验工作,对沙漠的土壤化进程做出科学评价。

5 物理遮蔽法沙漠造地的政策建议

5.1 沙漠造地中要建立不添加有害物质、不破坏成土过程的生态原则

目前污染农田的修复工作中,大量的氧化剂、还原剂、化工原材料等进入农田土壤,这些所谓的钝化剂、螯合剂、修复剂大多未取得相关的产品质量认证,未经指定单位进行检验和正规田间试验,更未充分证明其有效性、无毒性和无害性。农田土壤修复方式面临着合法还是违法,短期应急措施还是长期修复方式等理论和现实问题。在沙漠造地中,加入人工合成物质,同样可能会带来污染;衬膜水稻隔绝了沙体表层和深层的联系,打断了自然的成土过程。

沙漠造地中必须添加的外源物质,也要保证将来能够彻底清除。

5.2 组织实施一项沙漠造地的科学研究与技术储备工程

中国具有丰富的组织重大工程的经验和能力,大工程能够发挥大作用。在西部大开发、深度贫困地区脱贫的大背景下,组织开展利用固体废弃物物理遮蔽法进行沙漠造地的科学研究与技术储备工作,建设试验基地,形成可复制可推广的工程模式,可以增强中国的土地资源安全保障能力。

5.3 制定以“两点两线”为重点的沙漠造地实施规划

建议将古遗址、沙漠城市、沙漠公路沿线、沙漠和农用地的交界线这“两点两线”作为造地重点区域和优先开展区域。古遗址周边造地,有利于挖掘古代文化的价值和促进当地旅游事业发展。沙漠城市周边造地,有利于保护绿洲和发掘新造地的经济效益。沙漠公路沿线造地和沙漠农用地交界线沿线造地,可以促进道路保护和耕地保护工作,可以更有效地将西部大开发战略落地。

5.4 依托道路网络构建一个全民造地的公共平台

利用固体废弃物物理遮蔽法实现沙漠造地的最主要困难是运输距离和运输费用的问题。建议围绕造地区域,以途经沙漠高速和与沙漠高速顺畅连通

的其他公路为网络,对网络沿线的固体废弃物做出分拣和储备,组织与垃圾处理相关的市政管理部门和相关的企事业单位,有计划的参与沙漠造地工作,构建一个全民造地的公共平台,依靠国家投资和广大群众的共同参与推进沙漠造地和生态建设。

参考文献

- [1] 吴正.中国沙漠与治理研究 50 年[J].干旱区研究, 2009,26(1):1-7.
- [2] 王涛,赵哈林.中国沙漠科学的五十年[J].中国沙漠, 2005(2):3-23.
- [3] 李并成.河西走廊汉唐古绿洲沙漠化的调查研究[J].地理学报,1998(2):12-21.
- [4] 冯伟,杨文斌,唐进年,等.中国沙漠(地)深层渗漏量及动态特征[J].中国沙漠,2015,35(5):1362-1370.
- [5] 肖洪浪,李福兴,龚家栋,等.中国沙漠和沙地的资源优势与农业发展[J].中国沙漠,1999(3):2-8.
- [6] 钟德才.中国现代沙漠动态变化及其发展趋势[J].地球科学进展,1999(3):18-23.
- [7] 王洪波,程锋,郎文聚,等.实施耕园林草大整治模式推动农用地全要素管理[J].中国土地科学,2014,28(sup):76-80.
- [8] 杜向琴.建筑固体废弃物资源化利用技术研究[J].湖南城市学院学报(自然科学版),2016,25:70-71.

The Thinking of Cultivating Moist Soil Layer to Realize the Utilization of Desert Agriculture by the Physical Shelter Method

WANG Hongbo^{1,2}, YUN Wenju^{1,2}, ZHAO Yuling^{1,2}

(1. Centre of Land Consolidation, Ministry of Land and Resource, Beijing100035, China;

2. Key Laboratory of Land Quality, Ministry of Land and Resources, Beijing100035, China)

Abstract: In order to solve the key problems such as where the water comes from, where the fertilizer comes from, the construction of the moist soil layer and the reconstruction of the biodiversity in the desert land, through the method of a combination of typical cases, such as Gobi vegetation, sanding watermelon, with theoretical thinking, technical ideas of utilizing solid waste covering to realize the utilization of desert agriculture are put forward, and the policy suggestions of carrying out the utilization of desert agriculture are put forward.

Key words: agricultural utilization of desert; utilization of solid waste; physical shelter; moist soil layer; policy suggestions