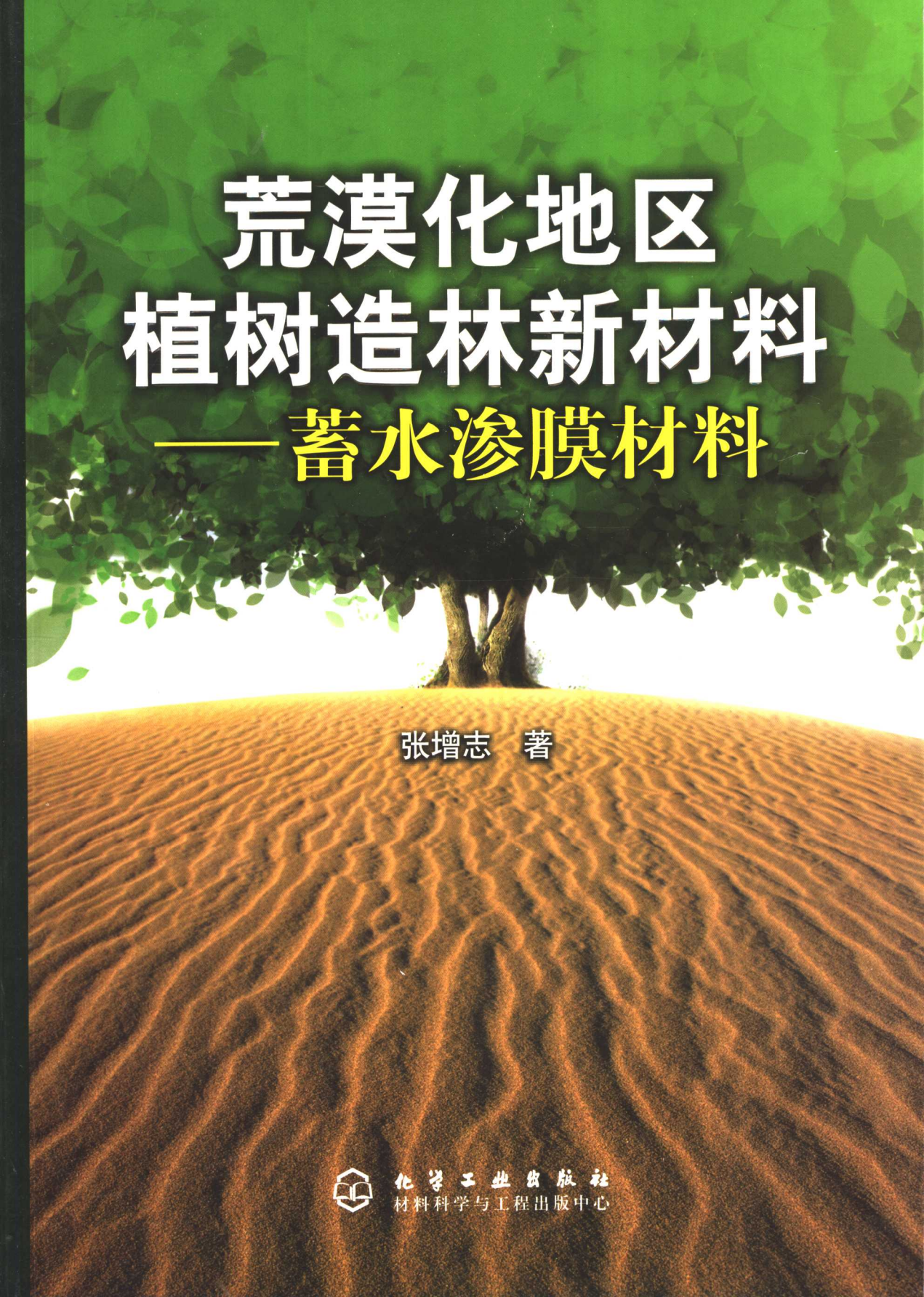




荒漠化地区 植树造林新材料 ——蓄水渗膜材料

张增志 著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

荒漠化地区 植树造林新材料 ——蓄水渗膜材料

张增志 著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

本书介绍了一种用于荒漠化地区植树造林的新材料技术——蓄水渗膜材料,用该膜包装水后直接置于树苗根部,通过膜内功能导水纤维自调节合理的土壤湿度,从而保证树苗成活及正常生长。书中介绍了功能导水纤维制备、蓄水渗膜的可控渗水设计、力学性能、环境友好性能、对土壤湿度的自调节性及其在林业中的应用研究等内容。

本书适合从事林业、生态、节水、环保等领域中的广大工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

荒漠化地区植树造林新材料——蓄水渗膜材料/张增志
著. —北京:化学工业出版社, 2006.5
ISBN 7-5025-8801-9

I. 荒… II. 张… III. 蓄水-农用薄膜 IV. TQ320.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 055262 号

荒漠化地区植树造林新材料

——蓄水渗膜材料

张增志 著

责任编辑:仇志刚 宋向雁

责任校对:凌亚男

封面设计:尹琳琳

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 14 字数 255 千字

2006年7月第1版 2006年7月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-8801-9

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

荒漠化是当今人类社会面临的日趋严重的自然灾害。全球荒漠化面积每年以 5 万~7 万平方公里的速度扩展,受影响的人口超过 10 亿,直接经济损失达 420 亿美元。我国是世界上受荒漠化危害最为严重的发展中国家,荒漠化每年吞噬一个中等县的土地面积,直接经济损失达 540 亿元人民币,受灾人口涉及全国 470 个县(市、旗)。加强生态建设,治理荒漠化是党中央、国务院制定的基本国策,2003 年 6 月 25 日,党中央向全国发表了《中共中央国务院关于加快林业发展的决定》,制定了科教兴林的决策。9 月 27~28 日,温家宝总理在全国林业特别工作会议上指出:加强生态建设是关系中华民族生存与发展的根本大计,中华民族要为再造秀美山川而努力奋斗。2005 年 2 月 23 日国务院会议,原则通过了《全国防沙治沙规划(2005~2010)》。

要治理荒漠化,生态恢复是根本性措施。恢复生态,植树造林,合理的水分条件又是首要条件。然而,荒漠化地区生态恢复面临的最大障碍恰恰是水资源严重缺乏,我国干旱、半干旱地区的年降水量仅为几十至几百毫米,而蒸发量却往往高达 1500~3000mm,水资源不足使林木成活和正常生长受到严重制约,生态恢复成为难题。本书主要介绍中国矿业大学(北京)生态功能材料研究所研究开发的一种专门用于干旱、半干旱、荒山、渗漏、沙化地区植树造林的新材料——蓄水渗膜材料。该材料是由功能导水纤维制备的复合薄膜,导水纤维具有分子传水功能,用该膜包装水后直接置于树苗根部,膜内水分在水势梯度差的作用下沿导水纤维由膜内渗透到膜外土壤中,其渗出的“水气”可保证植物正常生长的合理土壤湿度。蓄水渗膜渗水速度具有自调节功能,导水纤维的材料学设计使其导水过程中形成了薄膜内外的水势梯度差,膜外端的水势由植物生长所必需的土壤湿度来决定。当土壤水分处于适宜植物生长低限时,导水纤维渗水速度加快;当土壤水分处于适宜植物生长高限时,导水纤维渗水速度减慢。导水纤维的这一性质决定了蓄水渗膜能够动态调节土壤的合理含水量:土壤水分越低、越干旱,渗水速度越快;当土壤中含水量达到有利于植物存活范围时,渗水速度稳定在一定范围内;当外来水(如雨水)超过这一范围时,渗水停止。传统的浇水造林由于蒸发和渗漏耗水量巨大,水有效利用率低。蓄水渗膜通过分子渗水直接作用树苗根部,实现水资源最有效利用。另外蓄水渗膜属环境友好材料,可完全降解,造林中可包装当地任意水,并可协同土壤改良剂、抗生

素、生长素等材料对生态进行综合整治。

本书的研究内容得到了国家“863”高技术研究发展计划、北京市产学研共建计划、教育部重点项目计划的支持和企业家熊凯先生的资助。

本书第9章的研究内容由大连大学李根柱博士和北京林业大学韩海荣教授完成；中国矿业大学(北京)生态功能材料研究所张利梅博士参与本书第4章和第5章的研究内容；淮海工学院韩桂泉副教授参与本书第6章研究内容；参与本书研究工作还有刘铭、许海凤、曹鹏、艾博、牛俊杰、赵鑫、张际飞、黄华等同志，作者对他们的大力支持和帮助表示衷心的感谢！

中国矿业大学(北京)生态功能材料所

张增志

2006年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 荒漠化现状	1
1.2 国内外研究现状	2
1.2.1 集水技术	2
1.2.2 高吸水性树脂	3
1.2.3 滴、渗、灌技术	6
第 2 章 蓄水渗膜材料渗水功能方案设计与筛选	7
2.1 淀粉微生物法	7
2.2 冷拉致孔法	8
2.3 导水纤维法	9
2.4 三种方法实验室树苗对比试验	11
2.5 植物生长的土壤水分条件	11
第 3 章 涂层导水纤维的研制及复合薄膜的制备	13
3.1 纤维的选择	13
3.2 纤维的预处理	14
3.2.1 纤维弹性化处理	14
3.2.2 纤维预处理	16
3.3 纤维的涂层化处理	24
3.3.1 涂层结构设计	24
3.3.2 纤维涂层预处理	25
3.3.3 纤维与基体复合	29
3.3.4 纤维涂层化处理	33
3.4 纤维的梳理	35
第 4 章 蓄水渗膜材料的可控渗水设计和渗水过程	37

4.1 未施加压力时涂层导水纤维复合薄膜的渗水性能	37
4.1.1 胶黏剂为 P 时涂层导水纤维渗水膜的失水情况	37
4.1.2 胶黏剂为 M 时涂层导水纤维渗水膜的失水情况	43
4.1.3 添加剂不同时涂层导水纤维渗水膜的失水情况	48
4.1.4 涂层成分不同的涂层导水纤维渗水膜的失水情况比较	52
4.2 受压时涂层导水纤维复合薄膜的渗水性能	53
4.3 渗水特性分析结果	56
4.4 纤维在复合膜材中的导水过程	57
4.5 现场模拟渗水试验	59

第 5 章 蓄水渗膜渗水特性分析 61

5.1 涂层材料选择及结构设计	61
5.1.1 紫外可见光分析	61
5.1.2 涂层材料的脱附水特性分析	62
5.1.3 涂层结构设计	68
5.2 涂层与导水的关系	69

第 6 章 蓄水渗膜材料的环境友好性试验 79

6.1 环境友好性试验方案	79
6.2 实验室微生物降解	81
6.2.1 试样的选取	81
6.2.2 试样用菌	81
6.2.3 降解失重率的计算	82
6.2.4 微生物降解试验结果	82
6.2.5 膜材抗真菌试验结果	84
6.3 蓄水渗膜水溶降解性	85
6.4 蓄水渗膜现场降解	88
6.4.1 蓄水渗膜现场降解试验结果	88
6.4.2 蓄水渗膜可降解性机理	116
6.5 基体与母料和助剂的可相容性	119

第 7 章 蓄水渗膜材料的力学性能 121

7.1 纤维涂层与基体的结合的强度	121
-------------------------	-----

7.1.1 涂层完好型	122
7.1.2 涂层断裂型	124
7.1.3 涂层脱落型	127
7.1.4 纤维断裂型	129
7.2 蓄水渗膜力学性能	136
7.2.1 试验方法	136
7.2.2 不同环境掩埋两个月后蓄水渗膜力学性能	136
7.2.3 现场掩埋四个月蓄水渗膜膜材刺穿负荷变化及分析	138
7.2.4 现场掩埋六个月蓄水渗膜膜材刺穿负荷变化及分析	141
7.2.5 旱地掩埋蓄水渗膜刺穿负荷随时间变化情况及分析	144
7.2.6 荒山掩埋蓄水渗膜刺穿负荷随时间变化情况及分析	148
7.2.7 沙地掩埋蓄水渗膜刺穿负荷随时间变化情况及分析	152
7.2.8 相同比例的不同母料对蓄水渗膜膜材的刺穿负荷的影响	156
7.3 蓄水渗膜拉伸力学性能	159

第 8 章 蓄水渗膜材料对土壤水分的调节功能 162

8.1 蓄水渗膜包装水量设计	162
8.2 蓄水渗膜根据土壤湿度的变化对土壤水分的调节	163
8.3 蓄水渗膜对土壤温度的调节	165
8.4 蓄水渗膜与土壤水分的关系	165

第 9 章 蓄水渗膜材料在林学上的研究 167

9.1 试验区概况	167
9.1.1 乌兰布和沙漠概况	167
9.1.2 通辽市库伦旗概况	167
9.1.3 呼和浩特市清水河县概况	168
9.1.4 通辽市科尔沁区概况	168
9.2 造林试验	168
9.2.1 成活率状况	168
9.2.2 生长量状况	174
9.2.3 生物量效果	185
9.2.4 叶片含水量效果	195
9.3 应用蓄水渗膜材料对土壤水分的影响	198
9.3.1 乌兰布和试验点土壤水分变化状况	199

9.3.2 通辽市林研所树木园 2004 年土壤水分变化状况	199
9.4 不同树苗种类的平均配水量和日渗水量	201
9.5 植物生长调节剂及土壤改良剂与蓄水渗膜材料的协同作用	202
参考文献	204
附录一 沙区试验基地和造林过程	208
附录二 典型地区现场规模化造林效果	209
附录三 蓄水渗膜作用下树苗根部生长情况	211
附录四 典型树苗对比林生长情况	212

第 1 章

绪 论

1.1 荒漠化现状

荒漠化系指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化,随之而来的是土地生产力下降,环境恶化,人居贫困化等危害人类生存与发展的不良后果。最新统计的全球旱地面积约 51.69 亿公顷,占全球陆地面积的 39.72%,其中荒漠化面积为 35.92 亿公顷,占旱地面积的 69.5%。目前全球荒漠化面积每年仍以 5 万~7 万平方千米的速度扩展,受影响人口超过 10 亿之众,直接经济损失高达 420 亿美元。

我国是世界上人口最多、受荒漠化危害最为严重的发展中国家。按照联合国防治荒漠化公约推介的湿润指数的计算方法,我国旱地面积约 3317032.2km²,占国土面积的 34.6%,分布于全国 18 个省(自治区、直辖市),470 个县(市、旗),其中亚湿润干旱区总面积为 751161.9km²,占国土面积的 7.8%,半干旱区总面积 1139214.2km²,占国土面积的 11.9%,干旱区总面积为 1426656.1km²,占国土面积的 14.9%。我国的旱地主要分布在大兴安岭以西、长城以北以及青藏高原的西部和北部的广大地区。这些区域由于受东亚季风和深居内陆的双重影响,荒漠化土地总面积已达 262.2 万平方千米,占国土总面积的 27.3%,占旱地面积的 79.1%(高于全球平均水平 9.6 个百分点)。

20 世纪 50 年代以来,我国的荒漠化面积一直呈扩展趋势。以风蚀荒漠化为例,20 世纪 50~70 年代平均扩展速度为每年 1560km²,20 世纪 70 年代中期至 80 年代中期增至每年 2100km²,20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期已达到每年 2460km²,相当于每年吞噬一个中等县的土地面积,进入 20 世纪 90 年代后期扩展速度更是有增无减,由此造成的直接经济损失每年超过 540 亿元人民币,相当于每天损失近 1.5 亿元。由此可见,我国荒漠化扩展的严峻形势并非危言耸听。

我国荒漠化土地具有三大特点。一是比例高。荒漠化土地面积占旱地面积的79%，这一数字不仅高于全球平均水平，而且比荒漠化土地比例最高的北美洲还要高出5%。二是程度重。严重荒漠化土地的比例（39.3%）比全球严重退化与极严重退化土地的总和所占比例（12.9%）还要高出许多。中国有近64%的荒漠化土地是中度和重度荒漠化土地，这一比例也远远高于全球平均水平。三是分布集中，我国荒漠化地区主要分布在西部大开发地区，包括西北、华北北部、东北西部以及青藏高原的中部和西部，其中西北5省区（新疆、内蒙古、西藏、青海、甘肃）是我国荒漠化和沙化土地重灾区，荒漠化面积占全国的97.88%，其中尤以沙化土地为甚，占全国沙化土地面积的95.37%，且主要是农田、草场沙化严重，耕地和草地退化率分别已达81%和62%，形势十分严峻。

西部大部分地区森林覆盖率低，其中青海森林覆盖率只有0.35%，新疆为0.79%，宁夏为1.54%，甘肃为4.33%，西藏为5.84%。据此看来，生态恢复是解决西部荒漠化、干旱问题具有重要意义的问题。

为了迅速扭转荒漠化趋势，恢复、改造、建设、保护植被的方法无疑是最有效、最经济、最持久、最稳定的措施，也是根本性措施。恢复植被、植树造林，进行生态恢复建设，合理的水分条件是首要条件。由于水资源缺乏，林木成活和正常生长受到严重的制约。在干旱半干旱地区，水资源的不足是农业林业的主要限制因子。没有水分条件，在干旱地区恢复植被、植树造林、进行生态治理几乎是不可能的，因此水分对干旱区植物、尤其沙漠区植物的存活至关重要。

1.2 国内外研究现状

干旱半干旱区存在着许多限制因子阻碍着林业的发展，如水分亏缺、水土流失、土壤中的钙积层及盐碱地等。在诸因子中，水分亏缺是主要的限制因子，它既受干旱环境的制约，又受干旱灾害的影响，在这种环境中造林，苗木成活极为困难，给生态环境建设的植被重建带来巨大困难。从抗旱造林角度，解决干旱条件下的造林成活及林木生长问题，主要有以下相关技术。

1.2.1 集水技术

在干旱半干旱区造林，必须想方设法有效利用必不可少但又十分紧缺的水资源。近几十年来集水技术在全世界范围内普遍用于解决生活及农林业生产的缺水问题。除美国、澳大利亚和中国外，还有以以色列为典范的中东地区、墨西哥及

非洲撒哈拉南部诸国都采用了各种集水技术用于人、畜饮水、粮食生产、抗旱造林、发展畜牧业、盐碱地的改造及城市生活和工业用水等不同的目的。以色列 30 年来把雨水收集作为一项长期课题进行研究,为生产粮食、饲料和薪柴的农业生态系统服务,并进行包括乔灌草混交、最合适的采伐周期、施肥及动物活动等方面的研究。在每年的雨季收集大量的雨水入渗到土壤层内,并进行一年生浅根性植物与多年生深根性木本植物混植,既可大幅度增加生物产量,又可有效地利用土壤储存的土壤水分。

我国在抗旱造林中多采用水平阶、水平沟、鱼鳞坑等简单的整地方式进行集水以提高造林成活率,但取得的效果并不显著。苏文锷、潘伯荣、景载肃、张淑澜等针对不同地区不同条件提出并试验了部分树种的径流集水造林,取得了一定的效果。王斌瑞等在年降水量不足 400mm 的半干旱黄土丘陵区,根据不同树种对水分的生理需求与区域水资源环境容量采用了径流林业配套措施,通过合理密度大隔坡深整地和坡面防渗处理,人工引起径流并就地拦蓄利用,改善林木生长的土壤水分条件,使树木根系分布层内的蓄水量每年 1000mm 以上,造林成活率达 95%,加速了林木生长,使抗旱造林有了突破性进展。

1.2.2 高吸水性树脂

改良土壤水分状态是近年来人们研究的重点。以恢复植被为目的的土壤改良材料包括:保水、营养、抗病、抗盐碱等功能材料,其中高吸水性树脂是目前研究的热点。高吸水性树脂的研究与开发只有几十年的历史。20 世纪 60 年代初美国农业部北方研究中心的 L. A. Gugliemelli 等最早开始淀粉接枝丙烯腈研究,其后同中心的 G. R. Fantal 等人接着研究,并与 1966 年首先宣布他们制定出了淀粉接枝丙烯腈高吸水性树脂,到目前各国陆续申请相关专利达 5000 多项(其中多用于生理卫生用品)。高吸水性树脂应用于农业与园林主要以保水剂、固体水、化肥缓释等方式实现。

(1) 保水剂蓄水技术 1969 年,美国农业部北部研究中心(NRRC)首先研制出保水剂,并于 20 世纪 70 年代中期将其用于玉米、大豆种子涂层,树苗移栽等方面。随后,美国农业部林务局和一些大学采用 Terra-sorb (TAB) 进行了一系列试验,发现 TAB 用于地面撒施可节约用水 50%~85%。1974 年,保水剂在美国 Granproccssingo 公司实现了工业化生产。日本随后重金购买了其专利,并在此基础上迅速赶上并超过美国,相继开发了聚丙烯酸等一系列新产品,成为生产和出口保水剂最多的国家。英国、德国等国家也投入了大量资金进行保水剂的开发研究和工业化生产。

我国的保水剂开发与应用研究始于 20 世纪 80 年代初期,但发展速度很快,

20 世纪 90 年代以来,一批新型的保水剂产品陆续问世。保水剂 (Water-retaining agent) 是国内外对农用 SAP (Super Absorbent Polymers) 的统称,它与其他用途的 SAP 在合成原料和性能上有所区别。SAP 是一类功能性高分子聚合物,不溶于水,能迅速吸收自身质量数百倍甚至上千倍的去离子水、数十倍至近百倍的含盐水分。由于分子结构交联,分子网络所吸收的水分不能被一般物理方法挤出,故具有很强的保水性,这是 SAP 的共性。保水剂并不像一般 SAP 追求较高的吸水倍率和速率,更注重其凝胶强度。一般 SAP 要求一次性吸水,保水剂则需要反复吸水和放水。研究表明,保水剂能大幅度提高土壤含水量,提高肥料利用率。但盐分、电解质肥料能剧烈降低保水剂的吸水性。

保水剂对增产有良好的效果,近些年来有许多关于这方面的研究报道。在旱区土壤中施加保水剂,对土壤水分的调控和植物的生长有显著的影响。国内外研究表明,保水剂施用得当,可促进作物根系发育,提高出苗率和移栽成活率,促进植株生长发育,延缓凋萎时间。但保水剂用量过大,非但不能促进根系发育,反而抑制根系的伸长和降低根系的生理机能,降低移栽后植物的成活率和出苗率。

毛秀齐,梁红卫对山区侧柏造林应用 SA-105 型林用保水剂试验结果表明:春季造林后长期干旱无雨,根蘸保水剂和根蘸泥浆保水剂造林可成活 15~25d,浇水后根蘸保水剂造林后 2 个月成活率仍达 80%,对照则造林后不到一个星期全部死亡。王春明等对保水剂在干旱河谷造林中的应用进行了试验研究,野外应用表明,适当浓度的保水剂可以有效提高土壤保水能力和供水能力,提高苗木根冠比和成活率。杨晓钢等通过保水剂的应用试验,证明保水剂对刺槐的成活率的促进影响显著。

保水剂是新兴高分子材料,具有优异的水分调控功能,可在多种领域(农业、林业、水资源、沙产业)中作用于多种对象(农作物、土壤、水、沙漠、林木和草),发挥其多种功能。保水剂不是造水剂,必须具备一定的条件才能充分发挥其集水、保水、节水作用,在生产实践中如何使保水剂的功能得到充分的发挥,有待进一步研究。

(2) 固体水种植技术 固体水种植技术是 20 世纪 90 年代末国际上最新研制成功的一种新技术。固体水 (solid water) 又称干水 (dry water 或 driewater),是一种用高新技术将普通水固化,使水的物理性质发生巨大变化,变成不流动、不挥发、0℃不结冰、100℃不熔化的固态物质。这种固态物质具有生物降解性能,降解后无残留,不污染土壤,可用作植物的长效水源。固体水的供水理念完全不同于常用的保水剂,因为固体水是用普通水固化而成,98%的成分为水,在土壤微生物的作用下缓慢释水,供植物长期吸收利用。而保水剂是一类功能性

高吸水树脂,自身并没有水分,而是通过特殊的分子结构从外界吸收水分。由于其分子结构交联,分子网络所吸收的水分不能被简单的物理方法挤出,故具有较强的保水性。固体水适于在远离水源、气候干燥、土壤保水性差的荒山、沙地中植树造林使用。尤其在严重缺水的干旱、半干旱地区及季节性干旱地区,应用固体水并配合其他集水蓄水保墒技术,既可以保证长时间地供给植物水分,维持植物的正常生长,又可以减少水分的无效蒸发及渗漏,达到水分高效利用的目的。

20世纪90年代末,美国、英国、法国等发达国家相继投入较大的人力物力进行固体水的研制开发和推广利用,使固体水逐步走向世界。1998年,美国应用固体水技术在撒哈拉沙漠中气候条件极端严酷的中心地带,种植200万株树苗,取得了巨大成功,成活率达93%,使寸草不生的沙漠出现了一片绿荫,震动了非洲。我国深圳艾德迈尔科技有限公司,从1998年率先在国内对该项技术进行研究。1999~2000年与北京林业大学合作完成了固体水的试验和鉴定。2001年“春之霖”固体水的作用效应和推广应用得到了专家论证会的论证。2002年对固体水在抗旱造林中的作用进行了正式报道。招礼军等对深圳艾德迈尔科技有限公司“春之霖”固体水进行了研究,对使用固体水处理、秸秆覆盖处理、对照等措施进行对比试验,结果表明固体水能够提供3个月以上的水分给苗木在干旱期中生长,使用固体水的供试苗木成活情况均在90%以上。杨庆理等采用温室盆栽法研究了春之霖固体水对树木幼苗水分生理及成活率的影响。结果表明,在连续干旱的条件下,固体水可明显的改变树木幼苗水分状况,大大提高成活率,并能维持接近正常水平的代谢活动和生长水平。周平等在温室可控条件下,从植物水分状况、土壤含水量变化及微生物数量等方面,研究了固体水对北方主要造林树种油松和侧柏苗木生长的影响。结果表明,使用固体水可提高土壤含水量,明显改善苗木的水分状况,减轻水分胁迫。根据固体水释水速率和供试苗木的水分状况及生长表现,在没有其他水源补充的条件下,艾德迈尔固体水至少可以维持油松和侧柏苗木生长2个月。王海军等以4种南方园林绿化树种为主要原料,研究了固体水的释放规律及其对树木水分生理的影响。在干旱条件下使用固体水可明显改善植物的水分状况,提高叶含水量,维持叶绿素含量的相对稳定。

高吸水性树脂的优点是吸水比率可达1:1200(质量),但由于目前制造高吸水性树脂的合成原料大多是石油产品,价格比较高,而且也受到资源匮乏的限制,故制造高吸水性树脂的成本也较高,影响了高吸水性树脂的扩大应用(李帅等,2002),另外,还有更多的研究需要在下列几方面进行。①保水时间需要科学化(原来的产品一般只有2~3个月)。一方面,释水速度难以实现科学控制,

由此可导致植物病变和营养不全；另一方面，如此短的保水时间在荒漠地区难以保证植物扎根存活。②耐盐性需大幅度提高。荒漠地区地表含盐量很高， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量一般大于1%，而仅需0.1%的 Ca^{2+} 或 Mg^{2+} 就可使高吸水性树脂的吸水倍率降为原来的几百分之一，二次吸水率大打折扣。另外，难以协同改良土壤，因为高盐土壤遇水盐碱化，盐碱改良剂活化了 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ，使高吸水性树脂的吸水性能大大降低。③成本有待降低。每千克固体水的售价高达2~3元人民币，这严重阻碍了固体水的大面积推广和应用。制作时间长，需专业化工厂才能生产，且运输费用高。

1.2.3 滴、渗、灌技术

以色列的滴、渗、喷灌技术，闻名世界，使人均水资源仅占世界平均水平3%的以色列沙漠农业产出翻了五番，但成本耗资巨大。该技术的优点是能够保证长期供水，但当前面临要解决的问题是：①造价太高，达人民币2000元/亩；②每年需定期清理钙化塞孔；③该技术只适合经济作物，不适合植树造林。滴、渗、喷灌技术在我国主要用于干旱地区投入产出较快、短期经济效益明显的农、经作物。对植树造林来讲，在大部分地区树苗在1~2年存活后，无需继续浇水就能生长，而用滴、渗、灌显然是固定资产的巨大浪费。

李云虎、张全祥提出一种塑料袋节水渗灌技术。该技术根据枣树树冠的大小，找出枣树毛细根最发达的部位，用放羊铲或特制的挖坑工具挖坑，然后用绳子把数量相当的谷秸绑成捆，叶子向下根向上埋在坑内，秸秆顶部露出地表17cm左右。把1kg磷肥溶化于30~40kg水中，装在自制的塑料袋内，塑料袋口插直径1~3mm的细塑料管3~5根，下长上短，长者直接对准秸秆露出的中部，塑料袋用湿土垫成 25° ~ 45° 的斜坡。这样压力集中在塑料袋出口处，水通过细管流到秸秆顶部，再顺着秸秆迅速下流，向枣树的毛细根下渗，提供枣树生长所需水分。

综上所述，在荒漠化地区生态恢复中，人们在研究通过水的有效利用，实现苗木的存活生长方面进行了大量的工作，这里仅仅列举了部分工作，不能完全概括过去和目前诸多科学家的卓越成果和正在进行创新性课题。不管怎样，人类与荒漠化斗争中在不断地积累经验和知识，荒漠化问题一定能够被科学地加以解决。

第 2 章

蓄水渗膜材料渗水功能方案设计与筛选

作者从材料学角度设计了三种渗水方案进行渗水速率设计与试验研究：方案一，淀粉微生物法；方案二，冷拉致孔法；方案三，导水纤维法。然后根据植物维持生长所必需的水分条件进行筛选设计方案。

2.1 淀粉微生物法

该方法是把淀粉与树脂复合制成膜材，在有水的情况下植入微生物，利用微生物分解膜材中的淀粉颗粒，最终形成微孔来达到渗水的目的。

图 2-1 是淀粉树脂复合膜在微生物作用下的渗水速率与时间曲线（膜材面积 1.5m^2 ，水量 1.5kg ）。

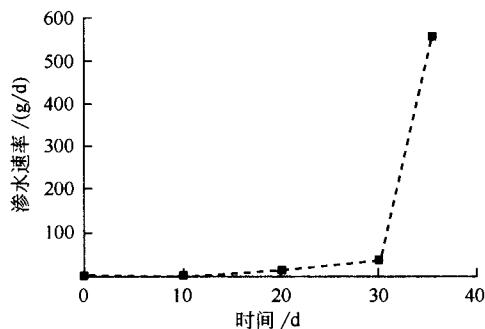


图 2-1 淀粉微生物法膜材的渗水速率与时间曲线

从图 2-1 中可以看到,该膜在前期基本不渗水,或者渗水速率非常低,但是在后期渗水速率突然增加。这是由于微生物的生长繁殖有一个过程,前期微生物数量少,对淀粉的作用小,随着微生物的繁殖呈几何级数增长,导致在后期大量的淀粉被微生物分解形成微孔,使渗水速率猛增。

利用该膜材进行植树造林试验,发现树苗的成活率和生长状态都不理想。图 2-2 是利用淀粉微生物膜材的造林效果,从照片来看,树苗的发芽率低,发芽的树苗也出现大量干枝。这是因为由于前期渗水速率很低,根本满足不了植物生长的需要,而后期微孔数量增加,渗水速率无法得到控制,达不到蓄水缓释的目的。



图 2-2 利用淀粉微生物膜材的造林效果

(试验时间 2001 年 4 月~2002 年 9 月)

通过近两年的淀粉微生物法试验表明,微生物致孔过程和速率非人为所能控制,我们发现在相同试验条件下,微生物的作用表现出的渗水试验数据相差很大,这可能与微生物对各种环境条件的敏感性有关。总之,淀粉微生物法很难通过实现人为控制渗水速度来满足植物生长需求。

2.2 冷拉致孔法

该方法是通过把可降解树脂复合膜材定向拉伸,从而形成一定量的微孔(微孔分布密度大约 $1000 \text{ 个}/\text{m}^2$,孔径大约 $0.5 \mu\text{m}$)。利用该法制得的膜材的渗水速率与时间曲线如图 2-3(膜材面积 0.15 m^2 ,盛水 1.5 kg)。试验表明该法制得的膜材渗水速率过大而且难以控制, 1.5 kg 的水基本 3 天就已渗完,也达不到中长期蓄水保水的目的。