



夏开邦 编著

塑料与农业节水

中国石化出版社

塑料与农业节水

夏开邦 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是塑料应用系列书之一。主要针对塑料在农业节水方面的应用和推广而展开,具体介绍了塑料片材、管材、薄膜等产品的特性、生产过程、适用范围和方法,及在农业储水、节水、输水、建造日光温室等方面的应用和施工方法。可供农业科技人员参考,也可使塑料行业的技术人员从中得到启发。

图书在版编目(CIP)数据

塑料与农业节水/夏开邦编著.
—北京:中国石化出版社,2002
ISBN 7-80164-196-5

I. 塑…II. 夏…III. 塑料-应用-农田灌溉-
节约用水-普及读物 IV.S275-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 011199 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 32 开本 8 印张 173 千字 印 1—2000

2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

定价:15.00 元

寄语塑料工作者

(代序)

塑料在农业上发挥了巨大的作用，截止 2000 年全国地膜面积达 1593.7 万亩，塑料大棚面积达 2400 万亩(注:1 万亩 = $66.66 \times 10^5 \text{m}^2$)。塑料在增产农产品，增加农民收入，改善人民生活等方面发挥了巨大的作用。除此之外，塑料在水利建设中也起到了重要作用，特别在农业节水中，塑料处处在起作用。在绿化造林中，一块小塑料薄膜就可以保证树木成活。在畜牧业生产中，塑料温棚可以保畜安全过冬，塑料袋可以青贮饲料。塑料对农业发展立下了汗马功劳。夏开邦先生看到西部干旱缺水，由此而发撰写了《塑料与农业节水》一书，目的是把他所学的专业奉献给伟大的西部开发事业，这种忧国忧民的思想是中国知识分子的优良传统，值得我们大家学习。

通过夏先生的介绍，我们还可以了解到塑料工业近几年所取得的进步。除了大家熟悉的低密度聚乙烯(LDPE)、线型低密度聚乙烯(LLDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)外，对上世纪 90 年代发展的茂金属聚烯烃

(m-PE)也作了详细的介绍。在塑料用途方面，作者着重介绍了塑料土工片材在水利工程方面的应用，如塑料土工片材建造水窖、衬砌渠道、注塑输水管道等。在农业方面着重介绍了日光温室和地膜。在塑料的回收利用方面专门写了一章，介绍了一些回收利用的方法和途径。

《塑料与农业节水》是一本介绍塑料在农业方面应用的好书，希望通过该书的发行能在推广、普及农业科技知识方面起到良好的作用。

当我们看到塑料对农业的巨大贡献时，我们也会看到塑料对环境带来的污染和损害。因此，在《塑料与农业节水》的作者夏开邦先生提出让我为该书写序时，我欣然接受了。我确实有一点话要对塑料工作者说。就在阅读《塑料与农业节水》的同时，我正在主编一本名叫“现代生态农业”的书。通过写书，对我们现实生活中很多环境问题进行了思考，看到了环境问题的严重性，也找到一些有效的解决办法。但对塑料的回收、还原、再利用仍感办法不多。塑料的回收、再利用问题经常在我脑中盘旋，非常希望塑料产品能回收和再利用。塑料行业可否把“再制造”作为本行业的行动口号，因为“再制造”既有利于环保，又能使企业盈利。例如与塑料行业相近的摄影业已经是“再制造”的典范，柯达公司和富士公司的一次性相机，在顾客

把它们拿去冲洗之后，它们已被重新制造 10 次之多。我想塑料重新利用的可行性，可能比摄影产品再容易一些。衷心祝愿塑料工作者在新世纪为人类作出更大的贡献。

原农业部副部长 路 明
民建中央副主席

2001 年 7 月 8 日

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 我国的水资源及水环境	(6)
第二节 缺水问题是可以缓解的	(9)
第二章 农用塑料土工片材	(13)
第一节 塑料土工片材的原料	(14)
第二节 塑料土工片材的基本特性	(23)
第三节 塑料土工片材的生产方法及标准	(26)
第四节 复合土工片材	(43)
第五节 新型的柔性聚合物改性水泥基防水材料 ..	(48)
第三章 塑料土工片材的应用与施工方法	(50)
第一节 塑料土工片材用于储水工程	(50)
第二节 塑料土工片材用于沙漠改造	(66)
第三节 塑料土工片材用于防渗漏	(70)
第四节 塑料土工片材在改造盐碱地中的应用	(74)
第四章 农用高吸水性树脂——微型水库	(82)
第一节 农用高吸水性树脂的特性	(82)
第二节 胶体型高吸水性树脂——干水	(84)
第五章 塑料与农业节水工程	(87)
第一节 塑料与滴灌技术	(90)
第二节 塑料与渗灌技术	(122)
第三节 塑料与喷灌技术	(124)

第六章 农用塑料输水管材	(131)
第一节 新型的塑料输水管材	(133)
第二节 通用型聚乙烯输水管材	(137)
第三节 塑料波纹管	(155)
第四节 塑料冷热水输水管材	(171)
第七章 日光温室及地膜应用	(182)
第一节 日光、作物与塑料薄膜的关系	(183)
第二节 塑料大棚膜的防结露性能	(186)
第三节 塑料大棚的耐气候性能	(188)
第四节 塑料大棚的保温性能	(190)
第五节 塑料型材用于日光温室	(191)
第六节 日光温室的结构	(191)
第七节 转光技术在日光温室中的应用	(210)
第八节 地膜技术及其应用	(215)
第八章 农用塑料与环境保护	(222)
第一节 降解法处理废塑料	(225)
第二节 废塑料造粒重复使用	(226)
第三节 废塑料直接制造塑料建材	(227)
第四节 废塑料利用的其他方法	(230)
附录一 聚乙烯抗化学腐蚀性能表	(233)
附录二 塑料及常用树脂英文缩写与中文对照	(239)

第一章 绪 言

塑料是上世纪开始出现的一种新型材料，它在人类改善生态环境、节水、开发水资源及发展现代化设施农业中起到了重要的作用。人类居住在地球上，依赖地球的生态环境养活自己，同时进行各种经济活动，以满足社会发展的需求，在人类所依赖的生态环境中，关键是靠水资源和土地资源供应人类对事物的需求和能量的调节。据不完全统计，人类食物中 88% 由农业提供，10% 由畜牧业提供，2% 由水产品提供。地球是人类的母亲，是养育人类的家园。但是，近百年来，由于人口的急剧增加，人类对环境的破坏加剧，水资源严重短缺，人类从事农、林、牧、副、渔的空间越来越少，土地沙化日益增大，人类的生态环境面临危机，这已成为我国可持续发展的一大障碍。

在人类历史发展进程中，利用现代化的科学技术，改善恶劣的生态条件，从而取得迅速发展的例子也很多。比如，以色列的自然条件就十分严酷，这个国家大部分是沙漠地带，极度缺水。但是，以色列把现代科学技术迅速用于农业，创造了滴灌、日光温室、地膜覆盖、组培、快繁及基因工程等先进技术，建立了现代化的高科技农业，其农产品和花卉出口到世界各地。

半个世纪以来，我国在生态环境改造方面也取得了不少成绩，一项大规模的沙漠公路绿化工程自 2000 年入冬以来，

在素有“死亡之海”之称的塔克拉玛干沙漠腹地展开。这项工程在 522 公里的沙漠公路两侧营造平均宽度为 60 米的绿色林带，以保证公路的畅通，林木的灌溉全部使用滴灌方式，目前已建造了绵延几十公里的滴灌网。

这些事例说明，在科学技术日新月异的今天，人们在一定程度上是可以改变自然面貌、改善生态环境的。

进入 20 世纪以来，科学技术迅猛发展，使标志人类文明进步的新发明、新技术、新创造在农业中逐渐应用。如电力、汽车、拖拉机、化肥、农药、农用塑料、生物工程技术等，使现代农业取得了迅速的发展，使农业生产力、生产水平不断提高，农业生产取得了长足进步。由于新技术在农业中的广泛应用，农业生产抗御自然灾害的水平大大提高，农业生产的单产、总产都大幅度地增加，为社会提供了更加丰富的农产品，使人民的生活水平不断提高，社会也随之不断进步。

我国农业生产的发展还促进了扶贫工程的发展，在偏远山区及贫困地区，科技工作者开展“科技扶贫”活动，将先进的农业技术知识传授给当地农民，适时、适地的栽种各种经济作物、瓜果类、粮食作物和林木产品，发展畜牧业，农业技术的应用促进了贫困地区农业的发展，为我国的扶贫工程做出了贡献。

在上世纪初的 1905 年，塑料作为一种新型材料悄然出现。塑料的出现，标志着人类又有了新的手段改造自然。在农业生产中，人们越来越多地使用各种塑料产品，为农业的现代化做出了杰出的贡献。

上世纪中叶，我国开始生产塑料产品，主要开发了 PVC（聚氯乙烯）薄膜，用作桌布、窗帘、塑料鞋以及小口径塑料

管材。以后，随着石油化工工业的发展和科学技术水平的提高，我国不断开发生产出了新的塑料品种，如 PE（聚乙烯）、PP（聚丙烯）、PET（聚对苯二甲酸乙二酯）、PU（聚氨酯）、EVA（乙烯-乙酸乙烯酯共聚物）等塑料产品。以后，新型的工程塑料产品又不断研制、开发成功，并投入市场，塑料产品以其独特的性能，在农业生产的各个领域得到了迅速地应用和推广，促进农业生产开始了新的技术变革。

——水利是农业的命脉。“有收无收在于水”。我国几千年来传统是挖渠引水，灌溉农田。从战国时期的都江堰，到 60 年代河南著名的“红旗渠”都是如此。当各种塑料管道出现后，人们开始使用新的输水方式和灌溉方式，喷灌、滴灌、低压引水管道等方式不断出现，不靠天吃饭的水浇地面积不断扩大，塑料为农田水利灌溉提供了新的科学手段。

——50 年代，人们曾建立过玻璃温室，以营造小气候。但由于价格昂贵，只能为观赏名贵花卉在公园里少量应用。上世纪后半叶，新型塑料大棚的迅速大规模地推广应用，改变了农作物的生产季节和南北地域的差别。新型塑料材料的出现，不断提高大棚膜的质量，如 m-PE（茂金属聚乙烯）使塑料大棚膜的透光性能加强，更加坚固耐用；转光膜可以在大棚内为作物选择更有利的阳光波长。塑料大棚营造的小气候使作物产量提高，生长期缩短，质量提高。人们可以“反季节”生产蔬菜水果，冬天的大棚内照样种菜。高寒的高原地区也可以在大棚内种植各种蔬菜、水果和其他经济作物。对农民来说，冬季成了农忙季节，农民的生活水平也大大提高。今天，北方冬天不再储存大白菜，人们的餐桌上跨季节、跨地域的蔬菜、水果不能说塑料有很大的功劳。

——地膜的广泛应用是近 10 年的事，地膜覆盖创造了局部小气候，使作物生长期提前，同时提高了产量。此外，随着新的塑料不断出现，塑料已用于建设现代化的阳光温室。继广泛应用的塑料大棚以后，近年塑料型材建造的日光温室又投入市场，这种日光温室其性能大大优于传统的塑料大棚，可见图 1 所示。新型的塑料日光温室采用的是透明度很高的塑料中空格子板。目前，国内外广泛使用塑料薄膜建造日光温室。高透明度的塑料型材问世后，人们开始用这种中空格子板建造温室，但因为成本较高，推广较困难。近来，随着塑料工业的迅速发展，新型塑料原料不断出现，使其成本大大降低，用塑料型材建造的日光温室已越来越普遍。说明现代农业迅速地用高科技手段武装自己，高科技农业、设施农业、产业化农业正逐渐取代传统农业，现代农业已经今非昔比。图(1)所示就是用新型塑料型材取代传统的大棚膜而建设的日光温室的范例，这在几年前还认为是难以实现的事，现在已逐步推广。高透明度格子板式塑料建材建造的日光温室，其使用年限比传统大棚膜要高出 5~10 倍，抗风、抗冰雹等自然灾害的能力大大加强、保温效果更好。与传统大棚膜相比，温室内温度和地温可以提高 3~5℃，因而农作物的产量，至少可以增产 30%，生长期可以缩短，而农作物的质量则远高于传统大棚膜的质量。塑料型材在农业中的应用促使农业水平又迈上了新的台阶，说明人类用高科技手段武装农业，在一定程度上可以解决人类的自己供给问题。

除此之外，山区和干旱地区、沙漠地带的储水工程，太阳能在农业中的利用，无土栽培生物工程、防虫害、保护环境、改造土壤、防止水土流失、发展节水农业、高效农业，

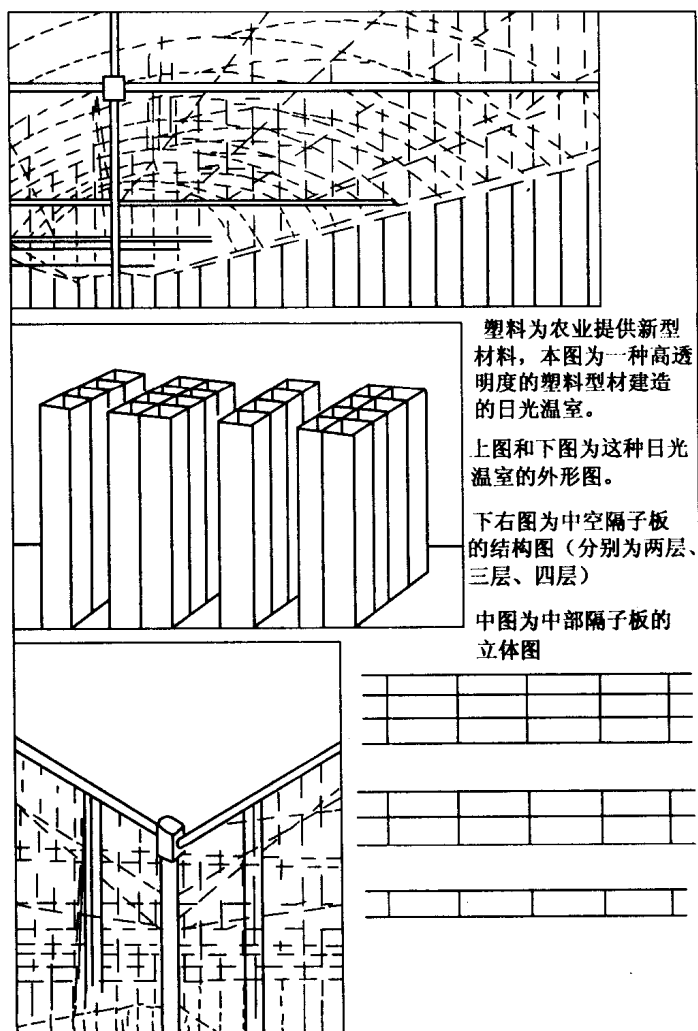


图 1 新型塑料日光温室

农产品的保鲜包装、运输等等无不与塑料相关。塑料与农业的关系已经越来越密切，新型的塑料产品正在促使农业向产业化、高科技化迈进，塑料作为一种新型材料，将在农业的新变革中起到重要的作用。

我国是一个农业大国。随着人口的增加，到 2005 年我们要解决 14 亿人的吃饭问题，认真研究、开拓塑料在农业中的应用，发展我国的设施农业、现代化农业，改善日益恶化的环境，是一项重要的任务。

第一节 我国的水资源及水环境

水是生命的源泉，没有水就没有生命，中国的历史紧紧地和水联系在一起。早在古代，就有“治水者治天下”这一治国名言。为了治水，大禹“三过家门而不入”。为了灌溉，我们的祖先建设了著名的“都江堰”，为“蜀地沃野千里”，为富饶的西南建成了旱可灌、涝可排的科学灌溉系统。但是我们的老祖宗们也干了不少破坏资源、破坏水源的蠢事。据史书记载，炎黄子孙的发祥地——黄河流域，曾经是一片森林覆盖的沃土。但是，连年的征战、砍伐，大片森林毁于战火，人们不保护大自然，大自然也毫不留情地惩罚人类。据历史、地理学家研究论证，西周的黄土高原和森林覆盖率在 50% 以上，经秦汉降至 42%，唐宋又降至 34%，明清仅余 14%，而到新中国建立时，则只有 6%。今天，黄河流域缺少了大森林的保护，成了世界上含沙量最大的河流，森林不再给黄河提供水源涵养，丰水则涝，缺水断流，没有绿色的裸露的黄土高原成了中华民族的创伤。什么时候，黄土地才能变成绿土

地呢?

著名的丝绸之路上,雄踞商道的楼兰古国就是因为缺水而消失的,今天留在西北边陲的只有伴着沙丘的断壁残垣,供考古学家和旅游者凭吊她失去的辉煌。

我国是个水资源缺乏的国家,按现有人口统计,我国人均年占有水资源只有 2700m^3 ,相当于俄罗斯的 $1/7$,美国的 $1/5$,相当于全世界人均占有量的 $1/4$ 。而且,降水量集中,降水地域集中,夏季 7、8、9 三个月,集中了全年 60% 的降雨量。另外,雨量分布不均匀。东南多雨,西北少雨。南方的耕地面积只占全国的 36.3%,而水的占有量却是全国总水量的 82.3%,北方耕地面积占全国耕地总面积的 63.7%,水的占有量仅为全国总水量的 17.7%。地下水资源也是如此,降水量多的地方地下水多,降水量少的地方地下水也少。这样的水量分布,使得一到汛期,水位猛涨,滔滔洪水一泻千里,全面告急。而北方却旱情严重,北京缺水,天津缺水,华北、西北缺水,因为缺水导致沙化严重,又是一片全面告急。

据水利部门分析,到 2030 年,我国人口将达到 16 亿,人均水的占有量将比现在减少 $1/3$,降至 1700m^3 ,而我国的国民经济到那时将增长 10 倍以上,至 2010 年,我国的工业、农业、生活及生态用水约需要 6988 亿 m^3 ,而供水总量只有 6670 亿 m^3 ,缺水 318 亿 m^3 ,至 2030 年,将缺水 400 ~ 500 亿 m^3 ,缺水高峰将会出现。

面对严峻的缺水及地表水污染难以使用的严峻形势,各地的对策普遍采用打井抽取地下水的方法。由于连年开采,地下水位不断下降,北京地下水目前的总贮水量与 60 年代比较下降 260 亿 m^3 ,仅 1999 年,北京地下水的水位就下降了

2m。河北省各地一直靠抽取地下水维持工农业生产。河北省沧州地区由于大量抽取深层地下水，在沧州市形成了我国成长最快的地下漏斗群之一。据报道，沧州市中心地面已沉降1.68m，而整个华北地区地下水位也大幅度下降，仅河北省地区就出现了20多个漏斗区，伴随着地下漏斗群的出现和地表面的下陷，引发了一系列的环境问题。地表沉降使铁路路基、建筑物、地下管道下沉，甚至开裂，一些河道、堤防也受到影响。改革开放以来，随着我国国民经济的迅速发展，许多城市大量建设高层、超高层的建筑物，但同时又大量抽取地下水造成地表下陷。如不及时采取措施，其后果将是灾难性的。

河北省境内，加上北京、天津地区，受漏斗区影响的总面积已达5万 km^2 。在降水量较少，地表水较丰富的苏南地区，由于地表水的污染，人们也在靠开采地下水发展工农业。由于过量开采地下水，苏州、无锡、常州地区地面的沉降形势相当严峻，地下水位降落，漏斗区面积已达5400多 km^2 。苏南地区目前已形成了以苏、锡、常三个中心城市市区为中心的局部性地面沉降区，地面沉降量大于600mm的沉降区已连成片，面积超过1350 km^2 ，地面的沉降已引发多处地裂缝、地面塌陷以及沉降洼地等地质灾害，无锡地区因地裂缝灾害直接损坏房屋近500间，建筑面积8万 m^2 。

应该指出，我们今天经济的发展许多是以牺牲环境为代价换来的，如果还靠超采地下水维持不断增长的用水需求，我们将为子孙带来灾难，我们的后代将无水可用，我国可持续发展的前景将受到严重威胁，这不能不引起我们的关注。

我国的首都——北京，是世界上严重缺水的城市。目前，北京市人均水资源不足300 m^3 ，是全国人均数的1/8，是世界

人均数的 1/30。100 年前的北京，通州与运河还是碧波荡漾，“红楼梦”中描述的江南漕运四通八达，甚至当年的颐和园都有货运码头，一派水乡的盛景，但是仅仅过了 100 年，北京的缺水已经亮出红牌了。

水资源的匮乏，加上人为的生态破坏，我国土地沙化速度惊人。目前，我国每年沙漠化的土地增长 2460km^2 ，沙漠地区正在向北京地区逼近，其中有的沙漠地区离北京重要的水源地——官厅水库只有几十公里，这是十分令人担忧的。

翻开史书，许多古国的消失都和水有关。如果北京的缺水和沙漠逼近的形势不加以制止的话，那么，再过几百年，北京会不会变成当年丝绸之路上的楼兰古国呢？

第二节 缺水问题是可以缓解的

由以上分析可以看出，水是 21 世纪最重要的资源，是人类发展的“瓶颈”问题，水资源紧缺的重要原因是人类破坏环境的结果。作为人类这个“地球村”上最大的、最有智慧的生物群，既然我们破坏过自然，遭到了自然的报复，今天，我们也应有能力保护自然，恢复她的原有面貌，水资源问题应该是能够解决的。我国“十·五”期间，将开始建设宏伟的“南水北调”工程，届时将部分缓解北方的缺水问题，如图 1-1 所示。

缺水问题已经引起了科学家的重视，人们正在研究用现代科学技术解决缺水问题。我国各地都投入了很大力量研究“缺水”的补救方法，取得了可喜的进展。

——海水淡化技术已走向实用化。我国有 18000 多公里