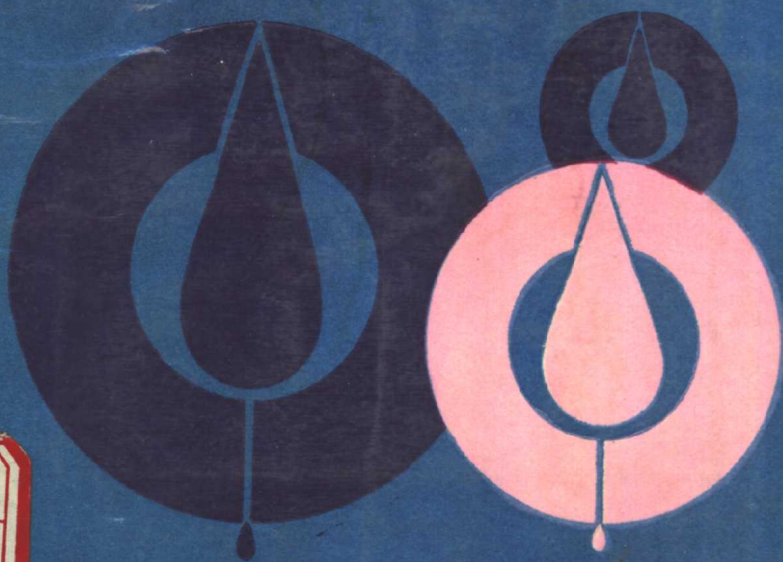


保水剂 与农业



吴德瑜

中国农业科技出版社



保水剂与农业

吴德瑜 编著

中国农业科技出版社

1991 北京

京新登字061号

内 容 提 要

保水剂是一项新兴的化学抗旱技术。使用方法简便,经济高效,现已广泛应用于粮食作物、经济作物、蔬菜作物、药用植物、果树、花卉、牧草、食用菌等。保水剂可改善土壤结构,提高土壤吸水能力,增强土壤保水能力和减缓地温变化等。保水剂也可促进根系生长,提高出苗率、提高移栽成活率等。同一题材的科教影片已译成多种文字出口,被评为优秀影片。

本书读者对象是:农林牧科技人员、领导干部、知识青年和广大农林牧劳动生产者。

保 水 剂 与 农 业

吴德瑜 编著

责任编辑 郝心仁

中国农业科技出版社出版

(北京海淀区白石桥路30号,邮政编码:100081)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

定兴县印刷厂南厂印刷

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 3.375 字数: 75千字

1991年8月第一版 1991年8月第一次印刷

印数 1—3000册 定价: 2.20元

ISBN 7-80026-232-4/S·189

前 言

在农业领域应用的保水剂，是一项新兴的化学抗旱技术。本书的出版，将有助于深入开展旱地栽培技术的研究，促使保水剂在农业生产中收到更好的效果。

保水剂在中国农业上应用的研究，始于80年代初。由中国农业科学院作物所与各地农业科研、教学、生产单位组成的全国保水剂农业联合试验协作组，负责技术指导、经验总结和组织交流工作。经过几年的共同努力，保水剂农业应用的研究取得了许多成果，示范推广也迈出了重要一步。由农业部组织、中国农业科学院主持的“保水剂在农业上的应用研究和效果”这项科研成果，已于1989年9月通过了技术鉴定。中国农业电影制片厂与保水剂课题组协作拍摄的《保水剂》科教片，在国内已发行500多本，译成8种文字出口，被评为1987年农影厂优秀影片。本书主要介绍中国农科院作物所的保水剂农业应用研究成果，同时汇集全国保水剂研究的部分情况，也概述了国外保水剂农业应用动态。由于编著者水平所限，书中不妥之处，恳请读者指正。

本书第三章是请北京化学纤维研究所陈雪芹高级工程师帮助撰写的。第七章的一部分是请中国农科院土肥所张镜清副研究员协助编写的。在编写过程中，梁鸣早同志曾给予大力帮助。在此对以上各位表示谢意。

中国农业科学院作物所副研究员 吴德瑜

1990年12月14日于北京

目 录

前 言

第一章 概述	(1)
第二章 农业与水资源	(4)
一、农作物对水的需求	(4)
二、水资源的分布	(6)
三、干旱对农业的影响	(9)
四、节水栽培的重要性	(10)
第三章 保水剂的种类和性能	(12)
一、保水剂的性质	(12)
二、保水剂的吸水机理	(16)
三、保水剂的生产概况	(17)
四、保水剂产品的质量指标	(18)
第四章 保水剂对土壤的影响	(22)
一、保水剂对提高土壤吸水能力的作用	(22)
二、保水剂对增强土壤保水力的作用	(25)
三、保水剂对改善土壤结构的作用	(29)
四、保水剂对土壤三相分布的影响	(31)
五、保水剂对减缓地温变化的作用	(34)
六、保水剂对电导率和pH值的影响	(36)
七、保水剂对提高土壤保肥能力的作用	(37)
八、保水剂对土壤微生物的影响	(39)
第五章 保水剂对植物生长发育的影响	(41)
一、保水剂对促进根系生长发育的作用	(41)
二、保水剂对提高出苗率的作用	(44)
三、保水剂对提高移栽成活率的作用	(51)
四、保水剂对促进植株生长发育的作用	(57)

五、保水剂对延缓萎蔫期的作用	(64)
第六章 保水剂应用技术	(68)
一、种子涂层	(68)
二、种子造粒	(70)
三、保水剂和土壤混合	(71)
四、根部涂层	(72)
五、播条涂层	(73)
六、无土栽培基质	(74)
七、地面喷洒覆盖物	(74)
八、流体播种	(74)
九、瓜菜保鲜	(75)
十、食用菌培养基保湿	(76)
十一、种子持水发芽床基质	(76)
第七章 保水剂的农业应用效果	(77)
一、保水剂在粮食作物上的应用	(77)
二、保水剂在经济作物上的应用	(82)
三、保水剂在蔬菜作物上的应用	(89)
四、保水剂在果树与林木上的应用	(89)
五、保水剂在花卉上的应用	(93)
六、保水剂在牧草上的应用	(94)
七、保水剂在药用植物上的应用	(94)
八、保水剂在食用菌上的应用	(95)
第八章 保水剂应用中的几个问题	(96)
一、保水剂应用的土壤水分条件	(96)
二、保水剂应用必须有综合配套技术	(97)
三、保水剂对作物品质无不利影响	(99)
四、保水剂在土壤中的持续期	(100)
附录：1985~1989年保水剂试验推广应用作物	
统计表	(102)

第一章 概 述

众所周知，每一种新材料的发现和应用，都会促使社会生产和生活发生变化，甚至是巨大变化。保水剂是近20年迅速发展起来的一种新型化工材料。它如同人们已经发现的其他新型化工材料一样，一问世就显示出很强的活力。目前，保水剂已经在农业、园艺、建筑、涂料、石油化工及卫生材料等方面得到了广泛应用。

60年代初，美国农业部为了有效地利用本国丰富的玉米资源，首先利用玉米研制成保水剂。70年代中期，美国农业部北部地区研究中心，开始利用该部1969年研制成功的保水剂。他们用保水剂做玉米、大豆的种子深层试验，取得了良好结果，并在美国西部干旱地区推广。随后，美国农业部、森林服务部和一些大学，采用美国国际有限公司的产品 Terra-Sorb（简称TAB）进行了一系列实验。他们在树苗移栽前用保水剂涂根，大大降低了苗木运输和移栽造成的损失；定植前将TAB喷洒在树穴或混入回填土中，提高树苗成活率近3倍。将保水剂掺入盆栽或育苗的培养土中，浇水次数可减少一半；用于地面撒施，可节约用水50~85%。最近美国有限公司又研制出一种TAB新剂型——TAB200 G粉剂。将它用于小麦、燕麦、蚕豆、大豆等作物拌种，增产显著，产值平均可提高15%。目前，保水剂已经成为美国农场主、林业主、苗圃商、庭园主以及其它“绿色”产业用以改善水分管理的重要工具。美国每年至少用保水剂处理5亿棵树木幼苗。80年代初，法国里昂沙菲姆化学公司研制保

水剂成功，并在沙特阿拉伯干旱地区用保水剂改良土壤。每公顷旱地上撒施5~6立方米的保水剂后，土壤所保存的雨水和其它水分能保证作物在生长季不灌溉的条件下不缺水。

在英国，近年开始生产一些新的聚合物。这些聚合物可以为作物提供水分和防止土壤被侵蚀。英国还与苏丹的农业科学工作者共同开展了提高沙漠植树成活率的研究。他们在树根周围埋入保水剂，使树苗成活率达到70%，而不加保水剂的树苗在干旱的沙海中几乎全部枯死。

意大利科学家在沙漠地区种树，在容积为10~300升的塑料袋内装入腐殖土、肥料、微量元素和珍珠岩粉，再加入保水剂，包于树根外围，1个月浇1次水，树木就能在沙漠中成长。

埃及正在试验保水剂对作物生长的辅助作用。农业试验站进行的大田试验表明，保水剂施入土壤中，不仅可使作物需水量降低到64.5%，还发现保水剂在增加土壤团聚稳定性上有显著效果。

日本已经生产了多种类型和牌号的保水剂。它生产的保水剂，除了供本国需要外，还出口中东国家。1983年日本生产的保水剂就占世界产量的一半。在日本，从事保水剂农业应用最为出色的单位是鸟取大学沙丘利用研究所。它研究的中心课题是保水剂在沙漠绿化中的应用。日本农业专家于1976~1980年在伊朗，1981年以来在墨西哥，对沙漠农业的现状进行了调查，并且在沙漠里用保水剂进行蔬菜栽培试验。有的在研究所里模拟沙丘，用多种保水剂与沙土按一定配比混合，然后种菜、植树，与滴灌结合起来进行节水农业的试验研究。他们的研究取得了明显的效果。如在沙漠旱地种菠菜、萝卜，使用极低浓度的保水剂，产量便能提高

2~4倍。在城市绿化方面，保水剂也起了一定作用。

南朝鲜开发的“IKR3010”高分子材料，能吸收自身重量5000倍的水分，属于高级吸水树脂。它无毒，会自然降解，不仅可制成粉状、颗粒状用于工业、农业生产，还可制成织状物用于人民生活中。

苏联将高分子聚合物制成人造土壤，为航海者和宇宙飞行员提供一种特殊的小菜畦。无论在冬天北极地带的破冰船上，还是在宇宙飞船的失重条件下，人们都可从这种小菜畦上收获新鲜的蔬菜。

我国对保水剂的研制虽然起步较晚，但已引起多方面的关注和许多研究机构的重视。保水剂已有小批量生产和市场销售。我国农业科学研究机构和农业生产单位，对保水剂在农业上的应用，已经连续多年做了田间和室内试验，并取得了许多成果。中国农业科学院作物所主持的全国保水剂农业应用研究和推广，至1989年已遍及25个省、市、自治区，面积达50多万亩，总结出一套适合我国国情的保水剂农业实用技术体系。据中国农科院作物所统计，我国保水剂应用试验的作物种类，目前已达60多种。甘薯、糜子、谷子、陆稻、小黑麦、油菜、芝麻、甘蔗、甜菜、沙棘、吴芋、腊梅等，以及食用菌的保水剂应用研究，在国外至今尚未见到报道。

中国是一个农业大国，又是一个干旱和半干旱耕地面积最大的国家，在农林领域对保水剂的需求量极大。我国农业科研人员的研究已经证明，保水剂不仅在北方干旱和半干旱地区有明显的增产效果，而且在南方红壤、滨海盐碱地都有应用价值。保水剂产品在我国农村将有广阔的市场。可以预见，保水剂在我国今后的农业节水栽培和大地绿化中，将发挥越来越大的作用。

第二章 农业与水资源

一、农作物对水的需求

从进化观点来看，地球上一切生物都是从中发生的。陆生植物也是从水生植物进化来的。我们栽培的作物，除水生植物外，很大一部分是陆生植物，这些陆生植物仍保持需要充足水分的特性，水分是植物体最主要的成分。据测定，正常生长的草本植物，大约含有鲜重80~90%的水分；木本植物含有约50%的水分。

水分是植物生命活动不可缺少的基础物质。植物的生长与发育，都离不开水。活植株的每个细胞都浸透着水。新陈代谢只有在水分相当充足的状态下才能协调进行。水分有如下几方面的生理作用：

第一，水分是植物进行光合作用生产有机物的重要原料。它与二氧化碳合成碳水化合物。其他许多物质的合成过程中，在多聚体与单体的物质转变中，也常有水分的参与。

第二，水分是植物体进行代谢作用的介质，离子与气体的交换必须在水中进行。根系对土壤矿质的吸收，只有在土壤中水分充足时才能进行。植物体中的矿质元素和有机物，必须以水溶液的状态才能通过输导组织。植物体中一连串的生物化学变化，也必须在水中才能进行。

第三，水分维持了植物细胞及植物组织的紧张度，形成膨压，使细胞间水分能流动，加速水分在植物体中的运转。当细胞的液泡与原生质充满着水分，细胞壁也为水分所饱和

时，水分便可以在植物体中连成一体。在这样一个水相系统中，只要一个细胞内的水分状况发生变化，就可牵动整个系统。有一个细胞因渗透势增加而吸水，或另一个细胞因渗透势下降而排水，都可以引起细胞之间的水分流动。另一方面，紧张度使植物组织处于膨胀状态，维持了叶片、幼茎的一定形状，使这些器官便于接受光能和便于进行光合作用，分生组织也能够正常分裂生长。没有紧张度，植物体就会出现萎蔫。萎蔫使植物生理过程不活跃，或呈现不正常状态。

第四，细胞及组织的水分得失，会引起植物器官的一系列运动。如气孔保卫细胞的昼夜涨缩变化，豆科植物夜间小叶的闭合，一天中花器的开张与闭合等。

第五，原生质的组成有十分之九以上是水分。原生质中含水量的变化，可引起原生质胶体状态的变化：当水多时，原生质呈溶胶状态，代谢活动旺盛；水分减少时，原生质胶体分散程度降低，代谢强度减弱；若水分继续减少，则从溶胶变为凝胶。种子成熟时，原生质的水分锐减而成为固态。

第六，水分可调节植物的体温。植物在散失水分过程中，水分带走较多的气化热而使植物体降低体温，避免在太阳强烈照射下植物体温的剧烈升高。在寒冷的环境中，因水有较高的比热，可保持植物体温不下降得那么快。这就使植物在不断变化的环境中能正常地进行生命活动，增强对不良环境的抵抗能力。

绿色植物吸收与散失的水分数量，比其它生物要多得多。如大田农作物的生长，除了自身消耗水分外，还有土壤水分蒸发，径流与渗漏，杂草与农作物争水等。一般农作物每生产1公斤干物质，至少要消耗掉1000公斤水。

二、水资源的分布

水资源包括大气降水、河流、湖泊、水库、地表水和地下水等。大气降水是水资源的基本成分。降水量的多少及时间分配，往往决定于一地区的干湿程度和作物需水量的供应程度，也影响到河流流量的大小，湖泊和水库水量的多少，从而直接或间接地制约农田水分供应状况及农作物的生长发育和产量。

1. 年降水量分布

我国年降水量的空间分布，除主要受大气环流即季风的影响外，还受海陆分布及地形的影响，因此地区性差异很大。

我国绝大部分地区降水的水汽来自太平洋，降水量自沿海向内地、自东南向西北递减。滇西地区及西藏东南部，水汽来自印度洋，年降水量由西向东或自南向北递减；新疆北部水汽来自北冰洋，降水自西向东递减。总的来说，全国降水量分布自东南沿海向西北内陆减少。南方多于北方，年等雨量线大致由东北向西南延伸。

400毫米年等雨量线沿大兴安岭西麓南下，经太行山麓向西南延伸至青海的同德、曲麻菜、西藏的那曲、拉萨附近至泽当，将我国分为东西两大部分。此线以北和以西地区，基本上不受夏季湿润季风的影响，年雨量少于400毫米。其中内蒙古东部的大部分地区年雨量在300~400毫米之间，西部则只有100~200毫米；新疆的北疆降水多于南疆。北疆大部地区在100~300毫米之间，而天山北坡和阿尔泰山西南坡年降水量达400~600毫米。南疆基本上在100毫米以下。塔里木盆地东南部、吐鲁番盆地和青海的柴达木盆地，年降水

量不足20毫米，是我国降水最少的地区。其中吐鲁番的托克逊年降水量只有6.9毫米，是我国降水最少的地方。西北内陆由于降水少，气候干燥。400毫米等雨量线的以南和以东地区，均受夏季湿润季风的影响。在东部湿润地区，900毫米等雨量线大致通过淮河和秦岭一线，将我国东部划分为南方和北方。此线以北，降水量逐渐减少，黄河中下游及渭河流域为500~700毫米，东北西部地区为300~500毫米，东部地区为500~700毫米。此线以北地区是我国主要旱地农业区。

2. 季节降水量分布

我国降水量夏季多冬季少，这是季风气候的重要特征。据统计，全国夏季（6~8月）降水量占年降水量的53.3%，冬季（12~2月）降水量占年降水量的8.6%。夏半年（春分至秋分）和冬半年（秋分至春分）降水量各占年降水量的78.5%和21.5%左右。雨热同期对农业生产十分有利，但由于夏季雨水过分集中，很多雨水来不及使用，白白流走。我国各地降水季节的分配差异很大。北方雨季短，降水明显集中在夏季；南方雨季长，降水量全年分配较均匀，见表2-1。

3. 干燥度的农业评价

在评价一个地区农作物的水分保证情况时，除考虑年或生长季节降水量的收入外，还必须考虑土壤水分的支出部分（土壤蒸发和植物蒸腾）。人们可以用干燥度表示降水对作物需水的保证程度。根据我国气候区划中使用的标准，干燥度等于年蒸发量（E）与年降水量（P）的比值，即干燥度 = E/P 。干燥度等于1时，表示蒸发量可能与降水量相等。这约相当于秦岭、淮河一线。此线以南干燥度均小于1，即可能蒸发量小于降水量，气候湿润，灌溉主要限于水稻；而低洼地和雨季还要注意排水。秦岭、淮河一线以北地区，干

表2-1 中国不同地区降水量的时间分布

地 点	年降 水量 (毫米)	4~8月降水量		4~6月降水量		7~8月降水量		资料年代
		(毫米)	占 年 降水量	(毫米)	占4~9 月(%)	(毫米)	占4~9 月(%)	
漠 河	403.6	354.3	87.8	110.4	31.2	197.2	55.7	1959~1980
哈 尔 滨	523.3	463.2	88.5	139.2	30.1	257.8	55.7	1951~1980
沈 阳	734.5	631.3	85.9	184.7	29.3	364.5	57.7	1951~1980
呼和浩特	417.5	364.9	87.4	90.5	24.8	228.5	62.6	1951~1980
吐 鲁 番	16.4	10.5	64.0	4.2	40.0	5.3	50.2	1951~1980
乌鲁木齐	277.8	179.4	64.6	108.5	60.5	45.1	25.1	1951~1980
冷 湖	17.6	16.6	94.3	6.3	38.0	10.1	60.8	1957~1980
西 宁	368.2	331.5	90.0	114.1	34.4	162.3	49.0	1954~1980
北 京	644.2	592.1	91.9	130.3	22.0	404.8	68.4	1951~1980
石 家 庄	549.9	474.5	86.3	108.1	22.8	307.5	64.8	1955~1980
济 南	685.0	582.6	85.1	149.9	25.7	369.6	63.4	1951~1980
徐 州	848.1	700.6	82.6	220.9	31.5	385.9	55.1	1980~1980
兰 州	327.7	284.3	86.8	86.1	30.3	149.1	52.4	1951~1980
西 安	580.2	436.8	75.3	167.4	38.3	171.1	39.2	1951~1980
上 海	1123.7	799.2	71.1	388.5	48.6	260.2	32.6	1951~1980
杭 州	1398.9	947.1	67.7	506.5	53.5	263.0	27.8	1951~1980
拉 萨	444.8	432.4	97.2	107.9	25.0	268.2	62.0	1951~1980
察 隅	793.9	572.1	72.1	288.3	50.4	216.7	37.9	1966~1980

燥度均大于1，即可能蒸发量大于降水量，水分不足，防止干旱是农业生产上的重大任务。在干燥度为2.00的等值线以西地区（其位置和250毫米等雨量线相近），气候属于干旱的半荒漠和荒漠，水分严重不足。干燥度2.00的等值线也大致相当于旱地农业的西界。

表2-2 不同干燥度的分布与农业利用评价

干燥度	涉及地区	水分情况	农业利用评价
≥ 4.00	内蒙古后套以西，宁夏银川以西，甘肃乌鞘岭以西，青海柴达木盆地，南疆全部，北疆准噶尔盆地中部	干旱 (荒漠)	没有农业，农作物以及树木均必需灌溉
2.00~3.99	内蒙古中部狭长地带，宁夏中南部，新疆塔城、阿勒泰、伊犁山前地区	干旱 (半荒漠)	基本上没有农业，旱作物极不保收
1.50~1.99	东北西部，内蒙古东南部，黄土高原西北部，新疆伊犁东部山地及天山前山带	半干旱	农业受干旱影响大，没有灌溉时，产量低而不稳
1.00~1.49	淮河以北的黄淮海平原，黄土高原东南部，东北中部	半湿润	防水不足，旱作物季节性缺水
0.5~0.99	淮河、秦岭以南的全部地区，长白山地区和大小兴安岭地区	湿润	旱作物一般可不灌溉，灌溉主要限于水稻
≤ 0.49	海南省东部，台湾省东部及浙、闽等一些丘陵地区	很湿	平地注意排水

三、干旱对农业的影响

灾害性天气是影响我国农业生产的重要因素。我国每年大约有4亿亩农田受到旱、涝、低温、台风、干热风、冰雹等灾害，其中干旱对农业生产有巨大的影响，它造成的损害

往往大于其它灾害，其原因是干旱发生的范围广，常常持续很长时间。据估计，干旱的损害大约相当于病、虫、高温和低温引起农业损失的总和。农谚“有收无收在于水”，正说明水是农业的命脉。

我国各地都可能发生干旱，但各地干旱发生的季节却有一定的规律。一般来说，华北、西北和东北经常有春旱，有时出现春夏连旱；秦岭、淮河以北春夏连旱较频繁，夏旱次之，个别年份有春、夏、秋三季连旱，是我国有名的重旱区之一；秦岭、淮河以南，南岭以北多夏旱（伏旱）和秋旱，春旱很少；华南南部多秋、冬旱和冬春旱，夏旱不多，个别年份有秋、冬、春三季连旱；川西北多春夏旱，川东多秋旱。

在同一地区，由于离海远近，地形、地貌和土质等不同，干旱出现的频次和轻重程度有较大差异，如东北干旱分布的特点是由西向东逐渐减轻。这与降水量自东部沿海向西部内陆逐渐减少的趋势相一致。华北干旱的地区分布则与地形密切相关。燕山、太行山、伏牛山等山脉的东南麓是暖湿气流的迎风坡，雨量较多，与周围地方相比，旱情较轻，而西北坡则雨量明显减少，旱情较重。在山东丘陵地西北面的豫北、冀南、鲁西北三角地带，年雨量比周围地区少50~100毫米，是有名的重旱区。西北地区深处内陆，海洋暖湿气流不易进入，不少地方常年处于干旱状态。旱情最重的是陕北榆林、延安地区和甘肃中部的兰州、临夏、定西地区，宁夏的固原西部和同心、盐池一线带状地区。那些地方几乎是十年九旱，农作物受春旱的严重影响。

四、节水栽培的重要性

当今世界各国对水资源的保护、开发利用和用水预测，

都十分重视。特别是随着人口增长、工农业生产的发展，人类社会对水的需求日益增长。然而，水资源是有限的，并不是取之不尽、用之不竭的。由于用水量的不断增长，加之水资源污染日益加剧，不少国家和地区不同程度地发生了水源危机。水源的合理开发和利用，已经成为现代各国农业发展规划中的一个重要战略问题。

我国是一个水资源紧缺的国家。全国人均占有水量仅有世界人均水量的四分之一。我国年平均降水总量折合平均降水深为628毫米，低于全球陆面（834毫米）和亚洲陆面（740毫米）的年降水深。全国45%的国土处在年降水量小于400毫米的干旱少雨地带。我国河川年径流量按人口平均只相当于美国人均的五分之一，是世界上最低的国家之一。黄淮海径流量仅为全国的7.5%，而耕地面积却占全国的36.5%，成为水资源严重不足的地区。按耕地面积平均，我国每亩占有径流量只相当于世界平均数的一半。地下水资源由于直接受到降水量补给的限制，也不容乐观。目前，我国许多地方地下水资源严重超采，水位下降，甚至发生地下漏斗。70年代以来，华北地区地下水位平均每年下降0.5米到3米。

我国是世界上40多个严重“缺水户”之一。水资源已亮出了黄牌。然而，现在我国农业用水占全国总用水量的80%。水的有效利用率低。现在自流灌区水的利用率只有40%，井灌区一般只有65%。根据预测，到20世纪末，困扰我国农业发展的，将主要是水的问题。因此，发展节水农业绝非权宜之计，而是长期的重大任务。探讨现代化学抗旱途径，特别是保水剂的应用，对发展节水农业和旱地农业都具有重大意义。