

第一章 绪 论

一、膜下滴灌简介

膜下滴灌是把工程节水——滴灌和农艺节水——覆膜栽培两项技术集成的一项崭新的农业节水技术，从而产生了一系列新的功能，它是干旱绿洲农业现代化的一项具有可控性、基础性和战略性的关键技术。

膜下滴灌这一关键技术是把滴灌带（毛管）铺于地膜之下，同时嫁接其他有关技术和管道输水技术以及水资源可持续利用的供水技术，构成大田膜下滴灌系统工程。具体说是在传统灌溉的斗口设供水站，水源可用渠水、井水等，包括泥沙过滤系统、电力系统和施肥、量测装置等，用塑料干、支管代替斗、农、毛渠，用滴灌带代替沟、畦、漫灌，以膜下滴灌为主，兼用秸秆等覆盖技术和其他灌溉技术，如微喷、微喷带、渗灌、地下灌、涌泉灌、管灌等，以适应各种作物和乔木、灌木、人工草地的灌水要求。

天业滴灌系统是在新疆生产建设兵团农八师石河子市大田膜下滴灌栽培技术创新的基础上，引进、消化、改造了国外滴灌带生产设备后，以生产一次性可回收塑料滴灌带为主形成的大田滴灌系统，使用时播种、覆膜、铺带一次完成。滴灌带直径 16 mm，壁厚 0.2 mm，每米重 12~13 g，滴头流量 1.0~3.6 L/h，滴头间距 10 cm、20 cm、30 cm、40 cm 不等，铺设长度在滴头间距 30 cm 时播

种棉花 75 m 左右,一个灌水小区 1.33~2 hm²(20~30 亩)。

通过大田试验显示出:滴灌具有明显的节水效果;同时,膜下滴灌有显著的压盐作用,可能解决旱区绿洲农田次生盐渍化(以下简称盐化)难题;一年使用一次的薄壁型滴灌带便于机械化铺设,并解决多年使用滴灌带出现的堵塞和塑料老化等问题,当年由生产厂家回收造粒又不需要冬季储存,还可降低投入;地产化是降低投入最有效的方式。

天业集团 1997 年秋着手地产化,开始引进设备,1998 年形成了生产能力,从而促进了 1999 年石河子垦区示范推广膜下滴灌面积近 2 000 hm²(3 万亩;2000 年达到 1.7 万 hm²(25 万亩),其中农八师 0.8 万 hm²;2001 年达到 5.2 万 hm²(78 万亩),其中农八师为 2 万 hm²;2002 年达到 11.3 万 hm² 其中农八师近 5.3 万 hm²。兵团从 20 世纪 70 年代末开始至今,全兵团推广了喷灌 8.1 万 hm²(122 万亩)。目前,旱区喷灌正在改为滴灌。实践表明喷灌不是旱区节水灌溉的关键技术。几年来,天业滴灌系统不断改进,塑料管件的价格不断降低(表 1-1)。这样,天业滴灌系统解决了大田膜下滴灌的技术可靠性和经济可行性。

到 2000 年,通过试验研究又解决了应用河水膜下滴灌技术难题并在农八师 144 团、农二师 30 团进行改进示范。2002 年农八师 133 团、142 团等对河水膜下滴灌又有新的发展和完善。

表 1-1 天业塑料滴灌管件价格降低过程

内 容	年 份						说 明
	1996	1997	1998	1999	2001	2003	
天业引进设备		—					
天业仿制改造设备			—				
绿源毛管大田试验	—	—	—	—			
莱芜毛管大田试验			—				
天业产品大田应用				—	—		

(续)

内 容		年 份						说 明	
		1996	1997	1998	1999	2001	2003		
井水灌溉棉花每 667 m ² 投入与年费用(元)	以色列产品	毛管投入	1 200	内镶式滴灌管 $\phi 16$ mm, 壁厚 0.6 mm, 1.5 元/m, 10 年折旧, 七通连接--管两行棉花, 每 667 m ² 用 800 m			谈判索价 27 000 元/hm ² , 未采用		
		毛管年费用	120						
	北京绿源产品	毛管投入	800	内镶式滴灌管, 1 元/m, 5 年折旧					
		毛管年费用	160						
	山东莱芜产品	毛管投入			480	单翼迷宫式滴灌带 $\phi 16$ mm, 壁厚 0.17 mm, 0.6 元/m, 使用一年, 其余同上			
		毛管年费用			480				
	天业产品	投入				500		滴灌带同莱芜, 0.2 元/m, 使用一年, 其余同上。干支管 340 元, 10 年折旧	
		年费用				194			
		投入					300	七通改辅管, 一带四行棉花, 每 667 m ² 用 500 m 0.2 元/m 干支管 200 元, 10 年折旧	
		年费用					120		
		投入					250	210	辅管改插管, 支管变薄, 干支管 150 元, 10 年折旧 2003 年毛管以旧换新, 0.12 元/m
		年费用					115	75	

说明: 不含井泵和电力系统投入, 滴灌带(管)通称毛管

二、膜下滴灌的突出优点是“三性”

膜下滴灌有许多优点，在旱区绿洲是一项节水农业的关键技术。其突出的优点为可控性、基础性和战略性。

1. 可控性关键技术 可控性主要表现在 3 个方面，即淋盐丰产、节水抑盐和自动化灌水。

(1) 淋盐优质高产 滴灌带铺设在膜下，不仅减少了水分的棵间蒸发，而且水滴进入土壤后使盐分溶解，并向左右下方扩散，一直把盐分淋洗到湿润峰的边缘。而湿润峰中心部分则形成了一个淡化区。据实测，滴头流量为 2.5 L/h，灌水定额为 $0.066 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ($13 \text{ m}^3/\text{亩}$) 时湿润峰半径约 42 cm，淡化区半径约 35 cm，淡化区的根系总量占总根量的 90%。

膜下滴灌不但能使可溶性肥分随水滴施入土壤，而且还可以定时定量地满足植株的水肥需求，使水、肥、盐、光、热、气优化耦合，使作物的光能利用率趋于最大。按照最大光能利用率—净光能利用率—净初级产量—到最大经济产量的转化规律，达到淋盐丰产（提高质量、增加产量）的目的。

在光合作用理想状态下，最大总光能利用率可达 10%，全生育期平均可达到 5%。净光能利用率如果为 4% 可以计算出最大净初级产量（以根茎叶花果实的干物质重量计），如石河子垦区 4 月中旬到 10 月中旬生长期平均到达地面的太阳有效辐射能为 $16 \times 10^8 \text{ J/m}^2$ ，则最大净初级产量为 $16 \times 10^8 \times 0.04/1.8 \times 10^7 = 3.5 \text{ kg/m}^2$ 。根据石河子大学作物高产研究中心试验，皮棉与干物质重量比为 1:5.5 每 667 m^2 产 100 kg 皮棉，干物质重为 $0.15 \times 5.5 = 0.825 \text{ kg/m}^2$ ，则净光能利用率接近 1%；苜蓿每公顷产干草约 4 500 kg ($300 \text{ kg}/\text{亩}$) 未计根，可见，石河子垦区两种主要作物的净光能利用率接近 1% 如达到 4% 最大值还可翻两番。经济产量丰产空间也可能翻两番。

膜下滴灌是把水肥直接灌到作物主根区，作物主根区上有地膜覆盖，下有湿润峰，杜绝了水分渗漏，抑制了强烈蒸发，水肥基本上在这个相对封闭的空间运移。生产实践上，灌水量从田间持水量到枯萎点都是有效的，可以任意控制，可溶性肥料和植保药剂生长素等都可随水滴入。这种可控性使水肥盐光热气优化耦合，能逐步提高作物的光能利用率，不断提高丰产水平，最大光能利用率是其丰产的上限。

(2) 节水抑盐 农八师炮台水土改良试验站用水表值班测读的数据表明，在农八师中部具有代表性的 121 团试验田里，熟地棉花膜下滴灌全生育期灌水量不超过 $3\,000\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ($200\text{ m}^3/\text{亩}$)，比垦区传统灌溉平均 $6\,000\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ($400\text{ m}^3/\text{亩}$) 节水一半。根据中国工程院山仑院士研究，黄土高原上旱作作物需水量中，棵间蒸发占 45%，而植株有效用水量（蒸腾、蒸发、化合）为 55%。石河子垦区棉花需水量 500 mm ($330\text{ m}^3/\text{亩}$) 其中棵间蒸发量约为 150 m^3 ，有效用水量 180 m^3 。膜下滴灌节水 200 m^3 可以认为杜绝了斗口以下斗农毛渠和田间的深层渗漏约 $1\,050\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ($70\text{ m}^3/\text{亩}$) 抑制了强烈的棵间蒸发量 130 m^3 ，占传统灌溉棵间蒸发量 150 m^3 的 87%。每 667 m^2 耗水量 200 m^3 中除满足 180 m^3 有效用水量外，还有 20 m^3 的棵间蒸发。这样，基本上可以说明传统灌溉与膜下滴灌斗口以下灌溉水的来龙去脉。当然，这些数据还需在石河子垦区进一步进行实地试验验证。

棵间蒸发不仅是旱区绿洲农田的无效蒸发，更是有害蒸发。因为，它是土壤次生盐渍化的动力，即水分蒸发后，盐分留在耕层。形成盐化的另一个条件是灌溉水的不断下渗，浅层地下水位升高到接近临界深度，含盐的潜水不断向耕层运移，成为盐化的来源。

膜下滴灌抑制了强烈的棵间蒸发，不但节水而且抑制了盐化的动力，同时杜绝了田间渗漏；若干年后，浅层地下水位可下降到 $3\sim 5\text{ m}$ 以内，基本上可以根治绿洲农田盐化这一世界性的难题。可以说膜下滴灌一举三得：节水、抑盐、杜绝田间渗漏。

盐化是绿洲农田“三化一污”的主导因素。“三化一污”是土壤耕层盐化、土壤肥力退化、沙化及农药化肥地膜残留污染的总称。这是一个演替过程。以石河子垦区为例，1950年开始垦殖，1959年耕地达到16万 hm^2 （240万亩），一直维持到90年代。在垦殖初期，由于人口少，地下水水深，又推行草田轮作，重视植树造林，农田净产出高，“三化一污”现象较轻，绿洲生态持续演替，农业和以农业为基础的垦区国民经济持续快速发展，1959—1972年国民生产总值年均增长8.5%。到70年代初始，地下水水位上升到局部出现盐化的深度，并逐渐扩大，农田净产出开始降低。同时，由于人口不断增长，草田面积逐年减少，化肥农药地膜用量逐年增加，形成了“三化一污”，这是绿洲农田生态恶化演替的典型表现，从而使垦区国民经济低速增长，1972—1993年的21年间，垦区国民生产总值年均增速只有4%。1993—2000年，由于棉花总产年均增长20%，使国民生产总值年均增长12%，但并没有改变垦区绿洲生态脆弱的状况。棉花占耕地面积80%以上，生物单一性和农业结构刚性更增加了绿洲农田生态的脆弱性。2001年连遭风旱病虫害和低温灾害，致使棉花减产50%以上。实践证明不根治“三化一污”为典型表现的垦区生态恶化演替状态，国民经济就不可能稳定持续高速增长，只能处于低速徘徊状态。

膜下滴灌的节水抑盐具有明显的生态效益，是根治“三化一污”的关键技术。

(3) 自动化灌水 以膜下滴灌为基础，嫁接集成有关节水农业技术，构成田间滴灌系统工程，一个河水系统的规模约100 hm^2 （1500亩）左右，可进行集约化、规模化、社会化经营。滴灌还可自动化灌水，为农业智能化管理提供基础，并集成有关高新技术，可实现绿洲农业现代化、社会化。

膜下滴灌兼有经济、生态、社会等综合效益。经济效益是现实效益，生态效益是长期经济效益，社会效益是远期经济效益。膜下滴灌的效益与时俱进，应用的时间越长，越能体现其综合效益，不

仅利于当代 还有利于子孙后代。

2. 基础性关键技术 以膜下滴灌为基础可集成嫁接诸多适用技术和高新技术,构成田间滴灌系统工程、绿洲节水灌溉系统工程、绿洲生态系统工程、绿洲农业现代化系统工程。

(1) 间滴灌系统工程 田间滴灌系统工程的构成包括三项主要内容。

田间灌溉以膜下滴灌为主,集成秸秆等覆盖技术、其他微灌技术(微喷、微喷带、涌泉灌、渗灌、地下微灌等)和管灌(用于水稻等)能适应各种作物和乔木、灌木、人工草地的灌水需求。这样,田间滴灌系统是以滴灌为主集成了各种灌溉技术,并不是惟一的膜下滴灌。田间灌溉水的利用率可提高到 95%。

嫁接塑料管道技术实现田间输水配水管道化,管道输水利用率可提高到 95%。

在传统灌溉的斗口设供水站并打井,地上水与地下水互补利用,可以克服单独使用水资源的弊病。这样构成的田间滴灌系统工程,能使不种水稻的旱作物灌溉水利用系数提高到 0.9。

田间滴灌系统工程建成后 可初步解决田间盐化问题 比传统灌溉斗口灌水量节水一半以上。

(2) 绿洲节水灌溉系统工程 以田间滴灌系统为基础,建设山区水库,与平原水库联合调节河道径流,引水口到斗口的渠道防渗技术必须慎重选择,以使绿洲非灌溉面积上的地下水位保持在 3~5 m 为宜 这样可维持自然植被 如芨芨草、红柳、胡杨等。绿洲节灌系统工程建成后,绿洲农田盐化可以根治,还能进一步节水。从引水口到斗口的渠系利用系数如果提高到 0.85 则绿洲节灌系统工程的灌溉水利用系数可达 $0.85 \times 0.9 = 0.765$ 。

(3) 绿洲生态系统工程 在绿洲节水灌溉系统工程根治盐化基础上治理‘三化一污’问题 不能用节约的水扩大农田面积 必须种草种树进行绿洲生态建设。推行草田轮作,可根治土壤肥力退化问题,并可发展农区草业和农区畜牧业。种树建设绿洲三级防

风林网：在绿洲边缘建设乔灌草立体防风林带，并建设路渠林和田间林带网格，把风沙危害降低到最小限度。土壤肥力提高以后，在农田净产出逐步提高的基础上，不断降低化肥和农药的用量，进而达到国际绿色安全标准，同时，可治理地膜残留问题。

绿洲林田草牧复合农业生态系统工程建设，能使绿洲生态恶化演替状态彻底转变到良性演替状态，地愈种盐越少土越肥。农业经济发展就会由低速徘徊转变为持续高速增长，能为实现农业现代化奠定良好的生态基础与经济基础。

(4) 绿洲农业现代化系统工程 农业现代化的实现必须建立在绿洲生态系统工程的基础上。农业现代化是一个复杂的系统工程。旱区绿洲农业现代化有许多内容：如产权明晰化、灌溉微灌化、农业生态化、产品绿色化、生产机械化自动化、管理信息化智能化、农产品加工高档次深层次化、科农工贸一体化、分配三劳动者、企业家、国家有利。

农八师 142 团张志凌团长认为膜下滴灌是绿洲农业现代化的高速公路，形象地说明了它的基础性意义。

3. 战略性关键技术 旱区绿洲农业现代化战略可分四步走：第一步，以膜下滴灌技术为主，集成有关灌溉工程技术，构成满足各种作物、乔木、灌木灌水要求的田间滴灌系统工程。第二步，以田间膜下滴灌系统工程为基础，嫁接渠道防渗技术与山间平原水库工程构成绿洲节水灌溉系统工程。第三步，以绿洲节灌系统工程为基础建设绿洲林田草牧复合农业生态系统工程，并调整农业产业结构。第四步，在绿洲生态系统工程基础上建设绿洲农业现代化系统工程，并调整绿洲经济结构。

按照上述思路，以河流流域形成的绿洲为单元进行绿洲节水生态农业总体规划，主要包括：田间滴灌系统工程、绿洲节灌系统工程、绿洲林田草牧复合农业生态系统工程。绿洲农业现代化可以以后再规划实施。

为落实温家宝副总理对节水灌溉的重要批示，应首先抓紧规

划、完善政策。

目前,兵团已在两个垦区进行了节水生态建设总体规划,以全面推广田间滴灌系统工程,进行生态建设。石河子垦区水资源 12 亿 m^3 目前灌溉面积 18 万 hm^2 其中农田 16 万 hm^2 (240 万亩), 人工林地 2 万 hm^2 。田间滴灌系统工程建成后,农田 16 万 hm^2 不变可种苜蓿 8 万 hm^2 , 芨芨草 6.7 万 hm^2 林地扩大到 6 万 hm^2 。总投资 66 亿元。阿克苏垦区水资源 30 亿 m^3 目前灌溉面积 16 万 hm^2 (240 万亩) 其中农田 14 万 hm^2 (210 万亩) 人工林地和果园 2 万 hm^2 (30 万亩), 田间滴灌系统工程建成后, 14 万 hm^2 农田面积不变, 可种苜蓿 5.3 万 hm^2 , 林地果园达到 7.3 万 hm^2 总投资 60 亿元。

阿克苏垦区给塔里木河输水 2.3 亿 m^3 按传统的节水工程进行渠道防渗和水库改造, 投入 9.5 亿元, 节水每立方米投入 4.1 元。如果按照上述规划, 首先, 建设田间滴灌系统工程, 每 667 m^2 投入 500 元 总投资 12 亿元可节水 8.2 亿立方米, 节水每立方米投入 1.5 元。满足向塔河输水后, 还可进行垦区生态建设。从这些规划来看, 节水灌溉投资政策要完善, 应向田间滴灌系统工程倾斜。

如果抓紧实现石河子垦区生态规划, 在生态持续演替的基础上 农业经济将在 50 年内翻三至四番, 其中灌溉面积一番, 光能利用率两番, 绿色产品一番。进一步实现农业现代化再翻一番, 以现代节水生态农业为核心产业, 调整产业结构, 再翻一番。加上抓紧人口计划生育和提高素质, 到 21 世纪中叶, 国民生产总值可能翻五至六番, 年均增长 7%~8.4%。石河子垦区在 20 世纪 60 年代已达到 8.5%, 说明这个速度是可能的。这样, 石河子垦区就可能在 2050 年实现邓小平同志提出的经济发展第三步战略目标。

综上所述, 膜下滴灌是一项战略性关键技术, 它不但能彻底解决农业、农村(场)农民(工)三农难题而且能推动农业现代化的发展。

4. 小结 大田膜下滴灌集成系统技术（以下简称膜下滴灌）是农八师石河子市通过多年探索和大田试验的一项创新技术。膜下滴灌是工程节水、滴灌、管道输水配水、水资源合理开发利用与农艺节水（覆膜栽培）集成的一项田间滴灌系统工程技术，这个集成的协同结果派生了一系列的作用、功能、效益。对旱区绿洲节水生态农业来说是一项关键技术（表 1-2）。

表 1-2

关键技术 突出优点	作用	抑制裸间蒸发 发杜绝田间 渗漏			经营方式变革		
		淋析盐碱			集约化	规模化	社会化
效果		形成膜下 淡化区	节水抑盐		节约成本	节水 种草种树	调整 农业结构
可控性	功能	水肥盐 光热气优 化耦合,净 光能利用 率翻两番, 优质高产	提高 灌溉保 证率,增 强抗旱 能力,减 少早灾 损失	降低 地下水 位根治 田间盐 化	水肥机劳 基本投入可 降低一半	草田轮作 发展农区卓 业、畜牧业建 设防风林网	一产业劳力 向二产业转移
	效益	经济	社会	生态	经济	生态,经济	社会
基础性	功能	建设田间滴灌系统工程			建设绿洲节灌系统工程 建设绿洲林田草牧复合农 业生态系统工程,根治“三 化一污”	灌水自动化、 生产机械化自 动化、管理智能 化	
	效益	经济、生态			农业持续高速增长	社会	
战略性	功能	第一步, 建设田间 滴灌系统 工程	第二步,建设 绿洲节灌系统工 程			第三步,建设绿洲 林田草牧农业生态 系统工程	第四步,节水 生态农业现代 化
	效益	50年内产量翻两番			50年内附加值翻3~4番		50年内附加 值翻五至六番

膜下滴灌操作简单，但意义十分重大。它不仅是节水农业 4 个节水管理、工程、农艺、生理技术开发的可控性平台，还是节水农业四个系统工程（田间滴灌、绿洲节灌、绿洲生态、绿洲农业现代化）嫁接集成的基础性平台，也是把绿洲农业推向现代化的一项战略性技术。膜下滴灌不只是一项节水灌溉技术，而是旱区绿洲节水农业的一项具有可控性、基础性、战略性的关键技术，不仅能彻底解决绿洲“三农”难题，还可实现绿洲农业现代化。不但在旱区可全面推广，其优质高产的可控性、治理盐化、大幅节水还可以在全国有关地域应用。

三、存在问题与建议

1. 存在问题 目前膜下滴灌技术存在的主要问题，一是实践问题，二是深层问题。

(1) 实践问题 主要是田间滴灌系统需要优化，淋盐抑盐需要规范化，有效需水量需要进一步试验以及其他问题。

系统优化。田间膜下滴灌需要集成有关灌水技术，形成以田间膜下滴灌为主的灌溉系统，以适应各种作物和乔木、灌木的灌水需要。

田间灌溉系统工程的规模要经济，井水系统可以出水量控制其规模。河水系统的控制面积目前大小不等，则需要实践中进一步研究。

目前灌水小区面积多为 $1.3\sim 2.0\text{ hm}^2$ (20~30 亩)，实践证明该面积太小，需进一步增大。因此，多大面积的灌水小区最为合适，需进一步进行实验研究。

目前，已有多个团场已在实践中圆满解决了河水过滤问题。西北农林科技大学林性粹教授主持了几种滴灌灌水器泥沙堵塞试验。在相同的泥沙含量情况下，天业集团生产的边缝式滴灌带灌水器流道尺寸大，用 100 目筛孔还没有堵塞，而内镶式、雨鸟的

滴灌带则要用 170 目筛网。并提出设计田间滴灌过滤系统的原则：按照滴灌带的泥沙通过能力设计过滤器，过滤器可标准化、系列化，便于工业生产和安装使用；蓄水池、沉砂池可按河水、库水、渠水的泥沙含量及泥沙粒径设计，充分利用林带和地形，不作价格昂贵的标准设计，以改变过去的过滤—过滤—再过滤为通过—通过—再通过的设计思路。

压盐规范化。膜下滴灌有抑盐淋盐的压盐作用。实践上也成功的改造了总盐含量平均为 25 g/kg 的 13.3 hm^2 (200 亩) 盐化地。但对水盐运移规律、盐分积累过程和分布，不同盐分盐量盐化土的改造方式还未深入试验研究，需要通过试验室、小试、中试和大田试验研究，提出一个切实可行的盐化治理规程。

有效需水量试验。传统灌溉需水量中包括棵间蒸发需水量和通过植株的有效需水量。实际上，不同地区膜下滴灌的有效需水量是不同的，需要进行试验。通过试验，不仅能为膜下滴灌技术的推广应用提供基础数据，也是绿洲节水生态农业规划最重要的基本资料。

膜下滴灌有效需水量概念提出后，以传统灌溉需水量作分子计算的灌溉水的利用系数应改为灌溉水的有效利用系数，分子是膜下滴灌的有效需水量。有效利用水量只有传统灌溉作物需水量的 0.55。所以，膜下滴灌的灌溉水的有效利用系数也就只有原来的 0.55。

例如石河子垦区每公顷灌溉水量为 $7\,500 \text{ m}^3$ ，作物需水量为 500 mm ($330 \text{ m}^3/\text{亩}$)，灌溉水利用系数 0.66，有效利用系数为 $0.66 \times 0.55 = 0.36$ 。

新疆 1999 年每公顷灌溉水量为 $11\,400 \text{ m}^3$ ，作物需水量以 500 mm 计，灌溉水的利用系数为 0.44，有效利用系数只有 $0.44 \times 0.55 = 0.24$ 。

如果全疆全部建成绿洲节水灌溉系统工程，传统灌溉原斗口以下田间滴灌系统工程的灌溉水有效利用系数可达 0.9；若引水

口到斗口的渠系利用系数提高到 0.85，则绿洲灌溉水有效利用系数为 $0.9 \times 0.85 = 0.76$ 。这样，新疆灌溉水有效利用系数将由 0.24 提高到 0.76，生态建设种草种树的面积可增加大约两倍。以 1990 年灌溉面积约 1.5 万 hm^2 为基数，则绿洲灌溉总面积可能增加到 2.7 万 hm^2 (1.8 亿亩)。

其他问题。田间滴灌系统工程，4 年内在兵团大田推广了 11.3 万 hm^2 ，充分说明了它的发展实力。但它是一个新生事物，为了切实贯彻温家宝副总理的批示精神，有效地推广膜下滴灌技术，应在试验示范总结经验教训的基础上，尽快制订产品标准与设计标准、施工规程、灌溉制度、栽培模式并建立服务体系和规范市场秩序。

(2) 深层问题 科技部中国农村技术开发中心 2001 年 12 月的研究报告《中国节水农业发展战略》，从研究方向上一针见血地指出，中国节水农业的重点在北方，北方的重点在田间，田间的重点在棵间无效蒸发。而在西北干旱地区，棵间蒸发不仅是无效的而且是有害的盐化动力。膜下滴灌正好抑制了 80% 以上的棵间蒸发。2002 年 6 月 5 日，国家计委召开座谈会，落实国务院领导批示，推广应用节水灌溉关键技术，而膜下滴灌正是旱区绿洲农田节水灌溉的可控性、基础性和战略性的关键技术。前不久科技部提出的《现代节水农业技术体系及新产品研究与开发》重大专项可行性报告中，提出了管理节水、工程节水、农艺节水和生理节水等科学概念，并按应用基础、产品开发、大田示范三个层次设置课题，实行产学研、官学产两个三结合，可以预计，我国节水农业科技和示范推广不久将有重大突破。

科技是第一生产力，要转化成生产力——产品，必须有一个工程示范过程。把各种旧技术、新技术或适用技术、高新技术嫁接、集成起来形成系统工程。为了加速科技成果向现实生产力的转化，科技部成立了各行各业工程（技术研究）中心，主要任务是集成、嫁接各种技术，以形成系统工程并进行示范，然后再推广形成生产

力。由于人力人才是科技的生产力，教育是人力人才的生产力，从生产力角度讲，“科教兴国”就是一条生产力链，即：教育（人力人才）→科技（第一生产力）→技术集成（系统工程）→生产力（产品）。在这个链上，人力人才、科技成果、系统工程可以说都是中间生产力，企业生产力——产品是最终生产力。

而节水农业又是一条产品（产业）链，这条产业链基本由节水器材（产品）→节水灌溉（水）→节水农业（农产品）构成，在这里，节水器材、水可以说是中间产业（产品），农业是最终产业。

这样，节水农业是一个网络，简化如下表：

节 水 农 业		
节水器材	节水灌溉	节水农业
人力人才	人力人才	人力人才
科技成果 (第一生产力)	科技成果 (第一生产力)	科技成果 (第一生产力)
工程示范 (企业技术中心)	工程示范 (工程中心)	工程示范 (技术推广站)
节水器材产品	水	农产品
中间产品	中间产品	最终产品

在此，利用这个网络，可讨论节水农业的深层问题。

体制改革。由节水农业网络可以看出，如此复杂的节水农业系统工程，没有节水农业工程中心，目前只有行业工程中心（节水器材行业的企业技术中心、节水灌溉行业的工程中心、农业行业的农业技术推广站）。建议科技部把节水灌溉工程中心提升为节水农业工程中心。目前，科技部已把《现代节水农业技术体系及新产品研究与开发》列为“十五”重大专项，把节水灌溉和节水农业中的技术问题进行系统研究与开发。

从产业链来看，水业要实现从计划体制向市场体制过渡，必须

实现节水器材市场化，农业也要从农民个体的自给经济向现代化农业企业的商品经济过渡。

技术开发。节水农业有两类技术开发，一类是农业节水，一类是节水农业。农业节水分管理体制节水和工程技术节水，工程技术节水分工程节水（节水对象是渠道水库的渗漏和蒸发）、农艺节水（节水对象是棵间蒸发，旱区半旱区约占田间需水量的 45%）生理节水（节水对象是植株蒸腾，约占田间需水量的 45%）光合节水（利用光合机理人工制造光合产物，不用绿色植物的光合作用，光合产物化合用水占田间需水量小于 1%）。

节水农业的目的是农产品的优质高产高效。在改善农田生态环境和提高农产品质量的基础上提高产量，增加收入。节水农业涉及农田生态环境丰产机理和市场动态，都应进行深入研究。

经济效益。节水农业有节水器材效益、水的利用效率和效益、水的生产效率和效益，这都是中间效益，最终目标是提高农户和农业企业的经济效益。只有这样，节水农业网络才能形成良性循环，节水器材产业、水产业才有持续的经济效益，才能进行以提高水价为中心的水管体制改革，生产力链才能持续发展。这是节水农业网络上所有主体行政管理、科研、工程中心、企业都应深思的问题。

总体规划。节水农业是一个复杂的网络系统工程，涉及生态环境、市场经济和社会体制，必须进行总体规划。由诸多灌溉技术集成的田间节水灌溉系统工程是大小流域或绿洲节灌系统工程的基础，流域或绿洲节灌系统工程是农业生态系统工程的基础，农业系统工程是农业可持续发展的基础，可持续发展的农业是农业现代化系统工程的基础。这些都要立足本地域的情况和经济、生态、社会综合效益，按照经济社会发展目标进行总体规划。

2. 建议 由于膜下滴灌的突出优点能够在干旱地区充分地展现出来，所以可在旱区绿洲农田全面推广。

在我国半干旱湿润特别缺水又容易形成旱灾的地域，应在大

田试验的基础上逐步推广，以提高灌溉保证率、增强抗旱能力、减少旱灾损失。

在我国北方特别缺水的大中城市的城郊农田可以推广，以解决城市缺水问题。

膜下滴灌的淋盐抑盐压盐功能可在我国北方次生盐渍化严重的地区推广。

膜下滴灌对植物生长的可控性不仅能提高农产品的产量，还能提高质量，可在全国特种经济作物地区推广。

2 第二章

膜下滴灌系统的组成及规划设计

一、膜下滴灌系统的组成

天业膜下滴灌系统一般由水源工程、首部枢纽、输配水管网、滴头及控制、量测和保护装置等组成，如图 2-1 所示。

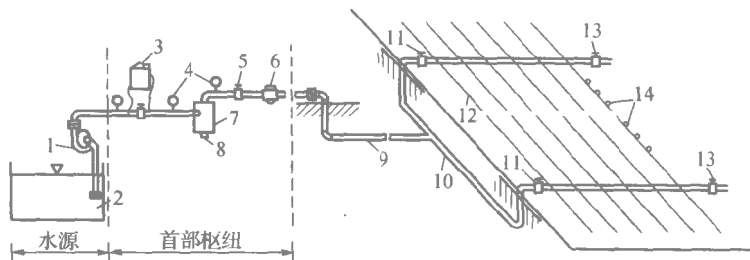


图 2-1 膜下滴灌系统示意图

1.水泵 2.蓄水池 3.施肥罐 4.压力表 5.控制阀 6.水表 7.过滤器
8.排沙阀 9.干管 10.分干管 11.球阀 12.毛管 13.放空阀 14.滴头

1. 水源工程 滴灌系统的水源可以是机井、泉水、水库、渠道、江河、湖泊、池塘等，但水质必须符合灌溉水质的要求。滴灌系统的水源工程一般是指：为从水源取水进行滴灌而修建的拦水、引水、蓄水、提水和沉淀工程，以及相应的输配电工程。

2. 首部枢纽 滴灌系统的首部枢纽包括动力机、水泵、施肥（药）装置、过滤设施和安全保护及量测控制设备。其作用是从小