

■ 新型农业阳光培训实用教材

蔬菜设施栽培与病虫害防治

◎ 赵小合 主编



中国农业科学技术出版社

新型农业阳光培训实用教材

蔬菜设施栽培与病虫害防治

主 编	赵小合		
副主编	杨青云	王海忠	徐明娜
编 委	汤雪平	史风琴	刘金霞
	苗耀奎		

中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

蔬菜设施栽培与病虫害防治/赵小合主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2010. 12
ISBN 978-7-5116-0347-0

I. ①蔬… II. ①赵… III. ①蔬菜-温室栽培 ②蔬菜-
病虫害防治方法 IV. ①S626.5 ②S436.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 239051 号

责任编辑 崔改泵

责任校对 贾晓红

出版者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82109704(发行部) (010)82106626(编辑室)

传 真 (010)82106626

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 新华书店北京发行所

印刷者 中煤涿州制图印刷厂

开 本 850mm × 1 168mm 1/32

印 张 5.125

字 数 147 千字

版 次 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

定 价 12.00 元

————— 版权所有 · 翻印必究 —————

前 言

民以食为天,蔬菜是人们每天必不可少的副食品。随着市场经济的发展和人民生活水平的提高,人们对蔬菜的需求有了一些新的变化,吃菜讲营养、讲保健,要求蔬菜种类多样化、新鲜而又无公害污染已成了新时尚,适应这一形势,全国各地城、镇郊区和有条件交通又发达的乡村,蔬菜设施种植面积有所扩大,并向产业化方向发展,蔬菜做为特殊商品已进入全国市场大流通。蔬菜设施生产在调整农村种植结构、繁荣城乡市场起了重要作用。蔬菜设施栽培,由于人工可以控制一定环境条件,在不利于蔬菜生长发育的季节或地区,利用温室、大棚等保护地设施,可实现蔬菜周年生产,从而能有效地缓解各地蔬菜淡季,使蔬菜生长期延长,又有利改进蔬菜品质。因此,无论我国北方或南方,各种类型保护地设施都有较大的发展,尤其日光节能温室在蔬菜设施栽培建设中发挥了重要作用。

为了进一步提高蔬菜的效益,针对蔬菜在栽培生产中存在的问题,对在蔬菜设施栽培中病虫害的防治等。作者组织了相关人员编写这本书,旨在进一步提高蔬菜生产水平,普及科学种植蔬菜新知识、新技术。

本书共有七章,以关键技术和新技术为主,技术可靠、先进,可操作性强。文字简明、通俗易懂。第一章介绍了设施农业发展概况;第二章介绍了设施蔬菜栽培的类型和建造;第三章介绍了设施蔬菜育苗新技术;第四章介绍了设施内的环境特点及调控;第五章介绍了高产、高效蔬菜生产技术;第六章介绍了设施蔬菜病虫害综合防治;第六章介绍了蔬菜日光温室高产栽培技术。

由于编写时间仓促,书中难免错漏之处,敬请读者提出批评和建议。

编 者

目 录

第一章 设施农业发展概况	1
第一节 设施农业的概念与特点	1
第二节 设施农业的历史	5
第二章 设施蔬菜栽培的类型和建造	7
第一节 电热温床	7
第二节 地膜覆盖	11
第三节 塑料薄膜拱棚	18
第四节 日光温室的施工技术	34
第五节 常见无土栽培的设备	36
第三章 设施蔬菜育苗新技术	42
第一节 种子的识别与处理	42
第二节 苗床育苗	49
第三节 嫁接育苗技术	53
第四节 穴盘育苗	67
第四章 设施内的环境特点及调控	71
第一节 温度及其调控	71
第二节 光照及其调控	77
第三节 空气湿度的调控	83
第四节 土壤酸化与盐渍化	85
第五节 气体及其调控	87

第五章 高产、高效蔬菜生产技术	93
第一节 无土栽培	93
第二节 蔬菜有机营养无土栽培技术	97
第六章 设施蔬菜病虫害综合防治	100
第一节 温室蔬菜栽培多发生病虫害的综合防治	100
第二节 温室蔬菜栽培多发生病害的综合防治	103
第三节 温室蔬菜栽培多发生虫害的综合防治	110
第七章 蔬菜日光温室高产栽培技术	117
第一节 日光温室黄瓜高产栽培技术	117
第二节 日光温室番茄高产栽培技术	126
第三节 日光温室辣椒高产栽培技术	134
第四节 日光温室菜豆高产栽培技术	143
第五节 日光温室甜瓜高产栽培技术	149
第六节 精品小西瓜无土基质早熟高效栽培	151
第七节 生菜的营养液无土栽培技术	154
参考文献	158

第一章 设施农业发展概况

设施农业在生产的过程中必须具有设施条件,故称为设施农业。设施农业在我国早有应用。无论是我国农业生产中传统的简易设施还是现代化先进的农业设施,均属于设施农业范畴。

第一节 设施农业的概念与特点

一、设施农业的概念

设施农业是指在不适宜作物(主要指蔬菜、花卉、果树)生长发育的寒冷或炎热季节,采用防寒保温或降温防雨等设施、设备,人为地创造适宜作物生长发育的小气候环境,不受或少受自然季节的影响而进行的设施作物生产。用作栽培的场地和设备称为农业设施(即在不适宜设施作物生长的季节,提供栽培和育苗场所的设施)。

设施农业又称设施栽培,这是与露地栽培相对应的一种生产方式。由于生产的季节往往是在露地自然环境下难以生产的时节,又称“反季节栽培”。设施中的环境可以人为调控,与露地栽培相比,能大幅提高产量,增进品质,延长生长季节和实行反季节栽培,从而获得更高的经济效益,已成为农业中的重要产业和农民致富的主要途径之一。

设施农业是我国农业领域一个重要的方面,涵盖了建筑、机械自动控制、品种、栽培、管理等多种系统,科技含量高。目前,我国在农业现代化建设过程中,出现的高科技示范园区主要以设施农业工程为主,因此设施农业是设施农业的重要组成部分,设施农业的发达程度,往往是衡量一个国家或地区农业现代化水平的重要标志之一。

二、设施农业的特点

设施农业与露地农业的区别在于有覆盖物、有环境调控设备及

调控措施,与露地农业生产之间有着下列不同的特点。

(一)设施农业必须有一定的保护设施

保护设施能改善自然气候条件,其生产成本比一般露地生产高,其产量及产值也高于露地生产。设施农业属于高技术、高投入、高产出的生产项目。

(二)设施农业能取得高产、稳产、高效

设施农业由于能部分或全部控制农业生产的环境条件,因此能缩短农业生产周期,缩小占地面积,提高农业生产抗御自然灾害的能力,保证农业生产的稳产、高产,提早或延迟产品上市时间,调节市场供应,提高单位面积的产量、产值。

(三)设施农业生产有不同于露地农业生产的环境条件

当前,我国广泛使用节能型的保护地设施与露地栽培相比较有下列不同条件。

(1)照度低。用保护地栽培或养殖时,光线需透过玻璃、塑料薄膜或硬质塑料等采光材料,阳光经过单层、双层或多层覆盖和由于采光材料的老化、尘土污染、水滴折射以及建筑物方位与太阳角度的变化,其入射率和入射量均比露地低。其中,紫外线和红外线的入射量受玻璃等影响透入很少,或基本不透入。而紫外线对动植物许多病原菌有很强的抑制作用,对植物的果实有很好的促进作用,缺少紫外线对防御动植物各种病害和植物果实着色不利。缺少红外线影响棚室内温度升高,作物得不到足够的地温和气温,根系的吸收能力和地上部分物质的合成、运转、积累都会受到抑制,也不能进行正常生育。

(2)温差大。在保护地设施的密闭条件下,空气中热容量小,建筑物内温度的上升及下降均快。在比较暖和的晴天,中午前后在密闭条件下的温室或塑料棚内的温度可高达40~50℃。天亮以前温度降至最低点,昼夜温差一般能达到20~3℃。昼夜之间适当的温差对作物增加光合作用、减少呼吸作用以及干物质的积累是有利的。但温差过大,超过作物所能忍受的范围,对作物也是不利的,尤其是养殖业昼夜温差更不能过大。

(3)湿差大。保护地设施内温度忽高忽低,空气的相对湿度随温

度的变动而变化。中午前后气温高,空气相对湿度低;夜晚温度低,空气相对湿度高。在密闭的棚室内,晴天中午空气干燥,其程度与沙漠相仿,夜晚即使是晴天,其相对湿度也常达90%以上,而且持续8~9h以上。据测定,设施内空气的绝对湿度比外界空气的绝对湿度要高出5倍以上。空气湿度过高对绝大多数作物是不利的,对畜禽等养殖也是不利的。空气湿度过大,不仅给作物病害的发展提供了有利条件,而且使动植物体温下降,不利于动植物生长发育。

(4)气流缓慢。在密闭的保护地设施内,气流缓慢,气流的横向运动几乎等于零,纵向运动也不如露地活跃。作物栽培时,如室内空气静止或缓慢运动,叶片长期处于同一位置,接受的光量相对减少。气流静止或缓慢运动,还影响二氧化碳的活动,造成叶片密集区域严重缺乏二氧化碳,影响光合作用的进行。畜禽饲养时气流缓慢,则二氧化碳积聚过多,畜禽粪便发酵等使棚室内空气混浊,影响畜禽健康。这种气流静止的现象如不通过开窗通风或强制通风,对植物或动物的生长发育都会有不良的影响。

(5)土壤盐分和病虫害的消长快。设施农业尤其是棚室栽培或饲养,其环境相对密闭,设施内不受雨水淋洗冲刷,气温、土温均比露地高,土壤蒸发量大,盐分随土壤水分上升,造成土表盐分积累,土壤溶液浓度显著高于露地,影响作物生长。周年在棚室内栽培作物或饲养畜禽,其温湿度高于露地,适于作物及畜禽生长,也适于相应的病虫害孳生繁殖,应定时封闭、淋洗、杀菌消毒,否则设施内环境迅速恶化,影响设施的继续使用。

(6)要求适于设施栽培或饲养的动植物品种。目前绝大多数栽培或饲养的品种是在露地生长发育的条件下,通过自然淘汰和人工选择,一代代繁殖下来的。将这些品种移到相对密闭的设施条件下栽培或饲养,由于其并不能完全适应设施的环境,其早熟、丰产、优质等都无法达到理想的境界。在设施栽培中应选育具有耐湿、耐低温、耐弱光、株型紧凑和早熟丰产的品种。在设施饲养中应选育能适于圈养、笼养、占地少、生育期短、饲料转化率高的畜禽品种。

三、设施蔬菜生产和经营特点

1. 设施蔬菜生产已成为一个产业

设施蔬菜生产是一个综合概念,要求具备一定的设施、设备、品种、管理等一整套资源来保证生产。也就是说,它要有多个技术体系的支撑,包括通风设备、光照控制体系、温度控制体系、水肥管理体系、病虫害控制体系,以及加工、贮运和销售体系,而且必须要产生效益。单独考虑设施、设备、生产技术和管理的不能满足设施蔬菜生产要求的,它们相互是紧密联系在一起的。

2. 设施蔬菜生产属于高投入、高产出、技术和劳动密集型产业

各地要因地制宜地建造蔬菜生产设施。考虑到自然气候条件的因素,东北、西北地区只有建造节能日光温室,才能进行冬季生产,投入相对高。每 667m^2 节能日光温室的建造成本在 4 万 ~ 17 万元;华南和西南地区主要建造大棚就可进行越冬生产,建造成本在 1 万 ~ 2 万元;在华北、华中地区日光温室和塑料大棚可以配合使用,实现周年生产。在设施蔬菜生产中,一定要以当地的气候条件和经济状况来决定设施类型,以相对少的投入取得相对高的产出。如节能日光温室就是具有鲜明中国特色的独特技术,但它的投入与露地生产每 667m^2 仅 500 ~ 1 700 元的投入相比还是相对高的。设施蔬菜生产每 667m^2 至少需要 1 名工人进行日常管理,整地、定植时还需要临时增加 5 ~ 7 个人。因此,设施蔬菜生产要取得高的产出,不仅要求设施类型好,还要有适宜的品种选择,相应的栽培技术及茬口搭配等各项技术的提高。

3. 设施蔬菜栽培是新的生产技术体系

设施蔬菜栽培在我国已经发展了 30 多年,尤其是近几年来,国外耐贮运品种的引进,延长了采收时间,生产茬口也在逐步地变化。同一品种蔬菜在不同设施中生产,以及同一设施类型用不同品种生产,其播种(育苗)、定植、开花和采收时间是不同的。同一设施在不同时段生产同一种类的蔬菜,所选用的品种也不同,如冬季黄瓜温室生产要求选择耐低温、耐弱光品种;春季温室生产要求用耐热、抗病

品种,还要选择相应的栽培技术。如果种黄瓜,国内最好的 667m^2 土地可以达到 1.0 万~1.5 万 kg 产量,一般就是 0.5 万 kg 左右。如果选用荷兰、以色列的栽培品种和技术,10 个月的采收期, 667m^2 土地可有高达 2.5 万~3.5 万 kg 的产量。

4. 目前生产类型多、规模大,但技术含量低,生产水平普遍落后

目前,我国以蔬菜生产为主体的温室面积已达 96.7 万 hm^2 (至 1999 年底),居世界第一位。设施类型主要为塑料拱棚和日光温室。在一些大中城市及其郊区蔬菜温室栽培面积已超过当地菜田总面积的 10% 以上。以山东寿光为核心的设施蔬菜种植中心,辽东半岛种植基地等。各地发展设施蔬菜生产时,一定要考虑到销售对效益的影响。在大中型城市近郊发展设施蔬菜栽培,一般是零售为主,蔬菜生产种类选择可以多些;而在城市远郊或不发达地区发展设施蔬菜栽培,同一种类蔬菜一定要形成规模,还要提高生产技术,保证采收季节在元旦、春节或“五一”等节日集中上市,才能吸引跨市、跨省客户的采购。有了设施蔬菜生产规模才能促进销售,增强市场竞争力。

第二节 设施农业的历史

设施农业在我国已有悠久的历史,早在 2 000 多年以前《古文奇字》中已记载“秦始皇密令人种瓜于骊山(今陕西省境内)沟谷处,瓜实成,使人上书曰‘冬瓜有实’”。用温泉进行冬季生产,至今该地还有用此法种植韭菜等作物。唐朝诗人王建著在诗中记载了唐朝利用温泉,在温室内进行早熟黄瓜栽培的情况。元朝王祯《农书》中记载,用马粪发热、遮光软化栽培韭菜的技术。清朝时北京郊区已有土温室。

从近代全国各地的发展来看,20 世纪 40 年代多数只是应用沙土、瓦片、瓦盆、油纸、风障、阳畦等简易设施,只有北京郊区自清朝起有少量的土温室。

到了 20 世纪 50 年代初期,已大量应用近地面覆盖、风障覆盖畦、阳畦、土温室,并对阳畦和北京改良式温室进行推广。1958 年期间东北地区建造了利用大工厂废热的温室,并逐步发展塑料薄膜覆

盖技术。

20 世纪 60 年代初期,在东北建成占地 1hm^2 的大型温室,长春市郊建成占地 667m^2 以上的塑料薄膜大棚。

20 世纪 70 年代塑料薄膜大棚的发展已遍及全国。

20 世纪 80 年代除了迅速发展塑料大棚以外,地膜的发展也极为迅速。1985 年以后各地还从荷兰、法国、意大利、罗马尼亚、美国、以色列等国引进具有自控装置的铝合金现代化玻璃温室或塑料薄膜温室。

近几年来,我国国内生产塑料薄膜、棚架及温室的工厂相继成立,把我国的设施农业推向一个新的阶段。

第二章 设施蔬菜栽培的类型和建造

第一节 电热温床

电热温床是指在畦土内或畦面铺设电热线,低温期用电能对土壤进行加温的蔬菜育苗畦或栽培畦的总称。

一、电热温床的基本结构

完整电热温床由保温层、散热层、床土和覆盖物 4 部分组成(图 2-1)。

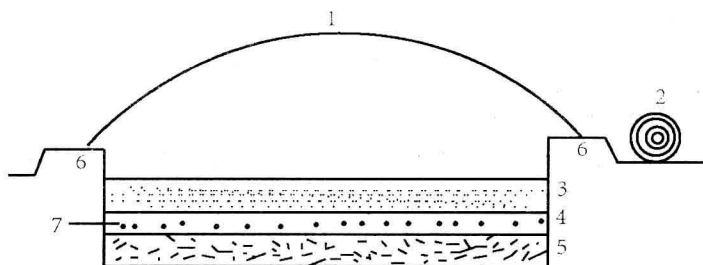


图 2-1 电热温床基本结构

1. 透明覆盖物;2. 保温覆盖物;3. 床土层
4. 散热层;5. 隔热层;6. 畦框;7. 电热线

(1) 隔热层是铺设在床坑底部的一层厚约 10~15cm 的秸秆或碎草,主要作用是阻止热量向下层土壤中传递散失。

(2) 散热层是一层厚约 5cm 的细沙,内铺设电热线。沙层的主要作用是均衡热量,使上层床土均匀受热。

(3) 床土。床土厚度一般为 12~15cm。育苗钵育苗不铺床土,一般将育苗钵直接排列到散热层上。

(4) 覆盖物分为透明覆盖物和不透明覆盖物两种。透明覆盖物的主要作用是白天利用光能使温床增温,不透明覆盖物用于夜间覆盖保温,减少耗电量,降低育苗成本。

二、加温系统的组成

(一) 电热线

电热线为一些电阻值较大、发热量适中、耗电少的金属合金线,外包塑料绝缘皮。为适应不同生产需要,电热线一般分为多种型号,每种型号都有相应的技术参数。表 2-1 中为上海 DV 系列电热线的主要型号及技术参数。

表 2-1 DV 系列电热线的主要型号及技术参数

型号	电压(V)	电流(A)	功率(W)	长度(m)	色标	使用温度(℃)
DV20406	220	2	400	60	棕	≤40
DV20608	220	3	600	80	蓝	≤40
DV20810	220	4	800	100	黄	≤40
DV21012	220	5	1 000	120	绿	≤40

电热线用量计算公式为:

电热线根数 = 温床需要的总功率 ÷ 单根电热线的额定功率

温床需要总功率 = 温床面积 × 单位面积设定功率

单位面积设定功率主要是根据育苗期间的苗床温度要求来确定的。一般,冬春季播种床的设定功率以 $80 \sim 120 \text{ W/m}^2$ 为宜,分苗床以 $50 \sim 100 \text{ W/m}^2$ 为适宜。

因出厂电热线的功率是额定的,不允许剪短或接长,因此,当计算结果出现小数时,应在需要功率的范围内取整数。

(二) 控温仪

控温仪的主要作用是根据温床内的温度高低变化,自动控制电热线的线路切断。不同型号控温仪的直接负载功率和连线数量不完全相同,应按照使用说明进行配线和连线。

(三) 交流接触器

其主要作用是扩大控温仪的控温容量。一般当电热线的总功

率 $<2\,000\text{W}$ (电流 10A 以下)时,可不用交流接触器,而将电热线直接连接到控温仪上。当电热线的总功率 $>2\,000\text{W}$ (电流 10A 以上)时,应将电热线连接到交流接触器上,由交流接触器与控温仪相连接。

(四) 电源

主要使用 220V 交流电源。当功率电压较大时,也可用 380V 电源,并选择与负载电压相配套的交流接触器连接电热线。

(五) 其他组成部分

包括开关、漏电保护器等。

三、布线技术

(一) 确定电热线道数

计算公式如下:

$$\text{电热线道数} = (\text{电热线长} - \text{床面宽}) \div \text{床面长}$$

为使电热线的两端位于温床的同一端,方便线路连接,计算出的道数应取偶数。

(二) 确定电热线行距

计算公式如下:

$$\text{电热线行距} = \text{床面宽} \div (\text{布线道数} - 1)$$

确定电热线行距时,中央行距应适当大一些,两侧行距小一些,并且最外两道线要紧靠床边。苗床内、外相邻电热线行距一般相差 3cm 左右为宜。为避免电热线间发生短路,电热线最小间距应不小于 3cm 。

(三) 线路连接

电热线数量少、功率不大时,一般采用图2-2中的A、B连接法即可。电热线数量较多、功率较大时,应采用C、D连接法。

(四) 布线方法

先在床坑底部铺设一层厚度 12cm 左右的隔热材料,整平、踩实后,再平铺一层厚约 3cm 的细沙。取两块长度同床面宽的窄木板,按

线距在板上打钉。将两木板平放到温床的两端,然后将电热线绕钉拉紧、拉直。

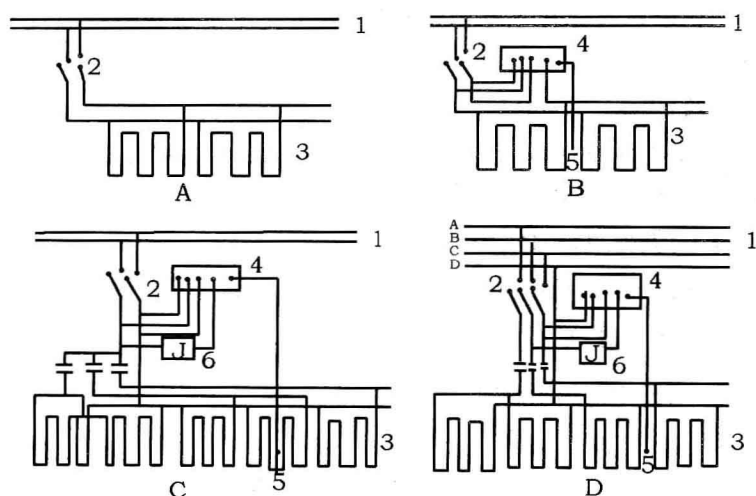


图 2-2 电热线的连接形式

A. 单相连接法;B. 单相 + 控温仪连接法

C. 单相 + 控温仪 + 接触器连接法;D. 三相四线连接法(电压 380V)

1. 电源线;2. 开关;3. 电热线;4. 控温仪;5. 感温探头;6. 交流接触器

拉好线并检查无交叉、连线后,在线上平铺一层厚约 2cm 的细沙将线压住,之后撤掉两端木板。

四、电热温床的生产应用与管理要点

(一) 生产应用

电热温床的床土浅,加温费用高,不适合生产栽培,主要用于冬春季蔬菜育苗。由于电热温床温度高、幼苗生长快等原因,电热温床的育苗期一般较常规育苗床缩短,故电热温床育苗时应适当推迟播种期。

(二) 管理要点

电热温床的土温较高,水分蒸发快,床土容易发生干旱,要注意

勤浇水。但每次的浇水量不宜过多,避免床坑内积水发生漏电短路。另外,还要加强温床的保温措施,缩短通电时间,降低费用。

第二节 地膜覆盖

地膜通常是指厚度为 0.005 ~ 0.015mm,专门用来覆盖地面,保护作物根系的一种农用薄膜的总称。地膜覆盖是当前农业生产中比较简单有效的增产措施之一。

一、地膜的种类及功能

(一) 普通地膜

普通地膜是指无色透明的聚乙烯薄膜,透明的聚乙烯薄膜透光率高,土壤增温效果好。

①高压低密度聚乙烯(LDPE)地膜。用 LDPE 树脂经挤压吹塑成型的。为设施蔬菜生产上最常用的地膜。该种地膜透光性好,地温高,容易与土壤黏着,适用于北方。

②低压高密度聚乙烯(HDPE)地膜。用 HDPE 树脂经挤压吹塑成型的。用于蔬菜、棉花、玉米、小麦等作物。该种地膜强度高,光滑,但柔软性差,不易黏着土壤,不适于沙土地覆盖,其增温保水效果与 LDPE 地膜基本相同,但透明性及耐候性稍差。

③线型低密度聚乙烯(LLDPE)地膜。用 LLDPE 树脂经挤压吹塑成型的。用于蔬菜、棉花等作物。其特点除了具有 LDPE 地膜的特性外,机械性能良好,伸长率提高 50% 以上,耐冲击强度、穿刺强度、撕裂强度均较高,其耐候性、透明性均好,但易粘连。

④高压聚乙烯和线性聚乙烯共混地膜。将两种树脂按一定的比例共混吹塑制成,以使高压聚乙烯和线性聚乙烯地膜的某些优良性能互补,其性能介于二者之间。

⑤高压聚乙烯和高密度聚乙烯共混地膜。将两种树脂按一定的比例共混吹塑制成,以使高压聚乙烯和高密度聚乙烯地膜的某些优良性能互补,其性能介于二者之间。

⑥线性聚乙烯和高密度聚乙烯共混地膜。将两种树脂按一定的比例共混吹塑制成,以使线性聚乙烯和高密度聚乙烯共混地膜的某