

中亚国家旱区设施农业技术研讨班

中国旱区设施农业技术

程智慧 教授

chengzh@nwsuaf.edu.cn

西北农林科技大学园艺学院蔬菜系

2023.10.24

讲授内容

1. 旱区设施农业的优势与制约因素
2. 旱区地面覆盖节水栽培技术
3. 旱区塑料拱棚和温室节水农业技术

1.旱区设施农业的优势与制约因素

中国地域辽阔，气候多样。中国旱区主要分布在冬寒的北方地区，但冬暖湿润的南方地区也有旱季。

在中国，设施农业不仅在寒区应用，也在暖区发展；不仅在湿润地区发展，也在干旱地区发展。在不同地区，设施的类型和配套设备可能不同，针对的农业问题也可能不同。

在任何地区，发展设施农业都会有优势和面临的劣势问题。



1.1 旱区设施农业的优势

(1) 在旱区，通常阳光充足，而充足阳光热资源是发展设施农业的最大优势之一。

(2) 在旱区，因而空气干燥，通常病虫害少，这是设施优质安全农产品生产的优势条件。

1.2 旱区设施农业的制约因素

(1) 在旱区，水资源和灌溉是设施生产的限制因素之一。

(2) 在旱区，通常存在土壤贫瘠、盐碱或沙化的问题。

(3) 旱区通常经济较欠发达，运输和产品流通可能受到限制。

2.旱区地面覆盖节水栽培技术

地面覆盖，是指直接在地面上覆盖保护层材料（如稻草、秸秆、砂石、塑料薄膜等）以保护作物和土壤的栽培技术。在中国，地面覆盖主要用于旱区和寒区农业生产。

2.1 覆草

草覆盖是一种传统的地面覆盖栽培技术，就是于作物生长期间，在其行间地面覆盖一定厚度的干草、作物秸秆等植物材料（稻壳、麦糠、锯末、朽木屑、树皮等）或种植活草以覆盖地面保护作物和土壤。



2.1.1 覆草形式

按覆盖材料状态，分为干草覆盖和活草覆盖

干草覆盖：用干的植物材料作覆盖材料，如稻草、麦草、谷草、玉米秸秆、高粱秸秆等农作物秸秆，落叶、稻壳、麦糠、树皮、木屑、朽木残渣，甚至马粪等，覆盖厚度因作物种类、栽培季节和主要栽培目的而不同，一般4-5 cm厚。

活草覆盖：也叫生草栽培，即于主作物生长期间，在其行间种植活草以覆盖地面保护作物和土壤。场种植的草类如三叶草、黑麦草、苜蓿、鼠茅草、扁茎黄芪、扁蓿豆、草地早熟禾、多变小冠花、油菜、毛苕子等。

Dry straw mulch



Living grass mulch

2.1.2 覆草效果与应用

覆草具有重要的生理生态调节作用

(1) 防止土壤侵蚀，减少土壤水分蒸发

覆草具有显著的防旱作用。在设施作物栽培中，可以显著低降低空气湿度。通常，覆草增加土壤湿度42%，减少土壤蒸发60%。

(2) 调节和稳定土壤温度，保护作物

例如，在果园当夏季果园裸土温度达49℃ 时，覆草栽培的仅32.5℃；在冬季树体休眠时，覆草栽培的土壤温度比裸土可增温0.7~1.8℃。

(3) 增加土壤肥力

通常，覆草栽培可分别增加土壤有机质含量69~128%，增加速效氮、磷、钾含量6~49%、2~180%、30~32%。

(4) 增加土壤微生物数量

覆草栽培后，土壤细菌、固氮菌、纤维素降解细菌和真菌分别增加49%，105%，54%和40%。

(5) 改善土壤物理性

覆草栽培可使土壤疏松，提高可耕性和通透性，增加团粒结构。

(6) 促进作物生长，提高产量和品质

例如，在苹果园生草栽培第1、2、3年，产量分别增加8~86%、38~229%、47~329%；连续6年生草的山地果园可增产13.7倍，增加一级果率16%、单果重18.3 g、可溶性固形物1.6倍，显著提升果实质量。

此外，生草栽培的活草还可以释放根系分泌物和挥发物等化感物质，促进主作物生长。





露地干草覆盖栽培马铃薯（左）和蒜苗（右）



设施内干草覆盖栽培的番茄和茄子



果园干草覆盖栽培



果园生草栽培

2.2 砂田覆盖

砾石和粗砂覆盖通常称为砂田或石田，是一种以砂石和粗砂为覆盖材料的简易地面覆盖栽培形式，是中国西北旱区劳动人民创建的一种世界独特的免耕技术和传统节水农业技术，主要在甘肃、宁夏等干旱地区应用。这些地区，年降雨量仅200 mm，而土壤年蒸发量高达2000 mm。



2.2.1 砂田类型

在砂田，土壤表面用不同粒度的粗砂和砾石覆盖，砂田有不同类型。

(1) 按灌溉状态和使用年限，分为旱砂田和水砂田；按使用年限又分为新砂田、中砂田和老砂田。

旱砂田： <20年的为新砂田，20~40 年的为中砂田，40 年以上的为老砂田。



水砂田： <3年的为新砂田，4~5 年的为中砂田，6 年以上的为老砂田。



(2) 按砂石状态，分为卵石砂田、纯砂田、碎石砂田。

2.2.2 砂田修建和管理

建田：砂田应建在平地选坡度不超过 15° 的坡地。在耕地上建，首先要犁地，并施入充足的基肥，然后整平土壤，在先后覆盖粗砂和砾石（砾石在最上层）砂石厚度约10 cm。

种植管理：常种植禾谷类、葫芦科等耐旱作物。种植蔬菜的每年施肥一次；种植禾谷类的几年施一次肥。覆盖砂石后通常不再耕耙，作物收获时连根拔起；作物收获后遇雨可耙砂。

由于砂田建造要花费大量体力劳动，所以通常采用免耕栽培法。



2.2.3 砂田覆盖效果与应用

效果：砂田覆盖可显著减少土壤表面水分蒸发，保蓄土壤水分；提高白天土壤温度，增大昼夜温差；降低盐碱及病虫草害，促进作物生长，提升产量和品质。

应用：种植耐旱的禾谷类作物和瓜类。如宁夏中卫“砂田西瓜”“硒砂瓜”已成地理标志产品。

问题：西瓜连作障碍问题和生态保护问题。

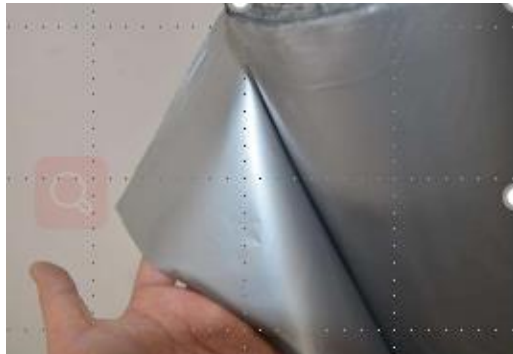




2.3 地膜覆盖

地膜覆盖就是在地面覆盖塑料薄膜以保护作物和土壤。最常用的地膜为无色透明膜（白膜），也有银灰膜、黑膜，还有其他颜色及黑白相间、黑银相间膜，除草膜等。

地膜主要为聚乙烯塑料（PE）膜，按生产要求有不同宽度，一般厚度为8~20 μm 。针对塑料薄膜污染问题，还有以淀粉等为主要原料的可降解膜。



2.3.1 地膜覆盖形式

主要形式有：

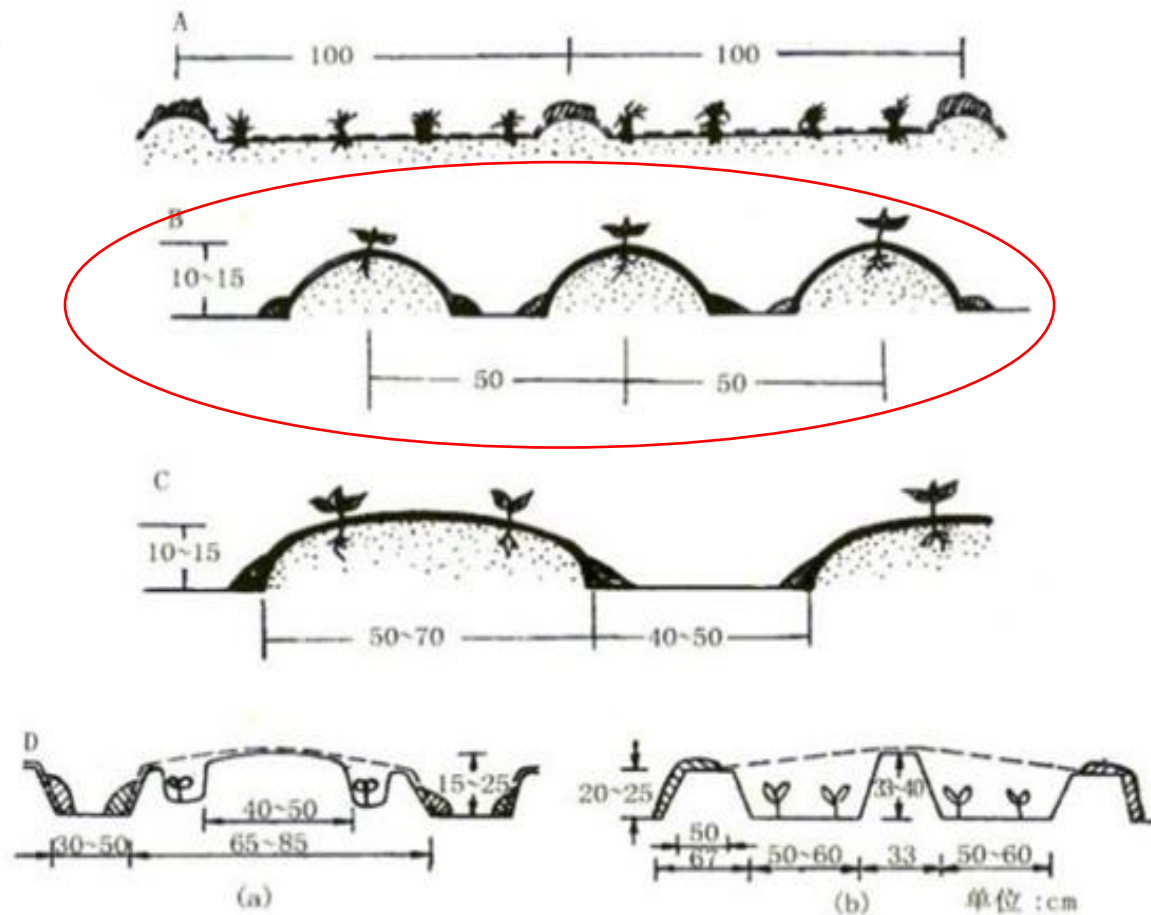
(1) 平畦覆盖 (Fig.A)

(2) 高垄覆盖 (Fig.B)

(3) 高畦覆盖 (Fig.C)

(4) 沟覆盖 (Fig.D)

在旱区，主要用高垄覆盖



地面覆盖栽培主要形式

平畦覆盖：平畦一般宽100~165 cm 或更宽，一般在播种或定植之前覆盖，也有播种或定植后覆盖的，常用洋葱、大蒜等葱蒜类、各种支架蔬菜、小麦、棉花等作物栽培，或扦插育苗等。

优点：铺膜和浇水方便。

缺点：浇水后膜面易倍泥土污染



高垄覆盖：通常，高垄的底部宽50~85 cm，上部宽30~50 cm，高10~30 cm，垄间距50~70 cm，在垄的顶部覆盖地膜。 垄上通常种植1行或2行甘蓝、菜花、大白菜、萝卜、生菜、莴笋、番茄、辣椒等蔬菜。主要用于甘蓝、生菜、辣椒、菜花等。

优点：光照好，土壤增温快。

缺点：在干旱地区垄不宜过高。



高畦覆盖：高畦一般宽100~165 cm，高10~15 cm以上，地膜覆盖在高畦畦面上。通常，支架的瓜类、茄果类、豆类蔬菜，芹菜、生菜、草莓、棉花、禾谷类等作物成行种植在畦上。

优点：土壤增温好。

缺点：畦太宽时，浇水不易均匀，畦中央不易灌到水。



垄沟覆盖：垄沟一般宽50 cm、深15~20 cm，于作物定植后在垄沟上覆盖地膜。可用于甘蓝、青花菜、生菜、菜豆、辣椒、番茄、黄瓜、西瓜、甜瓜、禾谷类等作物种植。

在日光温室冬季蔬菜生产中，采用“地膜覆盖、膜下沟灌”技术，地膜全面覆盖地面，既可节水，又可降低空气湿度。

早春用于西瓜等直播作物生产，可比露地提早播种7~10天。



孔穴覆盖: 其栽培过程是，首先，整地作畦（平畦或高畦）；第二，在畦面上根据作物要求挖孔穴，一般深10 cm以上，穴行距10~15 cm；第三，在孔穴里播种或定植作物；最后，在孔穴上覆盖地膜。当作物顶部生长接近地膜时，在孔穴上方将地膜划十字开口通风；之后将开口处地膜用土压实。

现在已有各种覆膜机械用于生产。



2.3.2 地膜覆效果

地膜覆盖具有多重生理生态效应，但最重要的是可调节土壤温湿度和理化性。

调温作用：在春季，覆盖地膜可提高0~10 cm土层地温1~6℃，在覆盖无色透明膜时甚至可达8℃；在温暖季节，覆盖地膜的地表温度可达 50~60℃。

但是，在有作物遮阴和泥土污染的情况下，覆膜地温比露地仅高 1~5℃；如果土壤湿润，还可能比露地降温0.5~1.0℃，甚至3℃。在夜间，覆膜可提高地温1~2℃。

覆膜的增温效果取决于时间、方法、天气、膜的种类和覆盖形式，如覆盖黑膜通常可以降温。

保水防旱：覆盖地膜可显著降低土壤蒸发，温度土壤湿度，这对干旱地区作物根系生长非常有利，可以节水栽培。覆膜的 0~25 cm土壤湿度比露地提高50%。

活化土壤养分：覆膜后土壤微生物数量大幅增加，加速了有机质分解和土壤养分活化，土壤速效氮、磷、钾含量分别提高30~50%，20~30%，10~20%。

但在作物生长中后期，地膜覆盖栽培应注意补充施肥。

改善土壤物理性：地膜覆盖减轻了因田间灌水和雨水侵蚀等引起的土壤紧实化，简化了土壤耕作，维持了土壤良好的孔隙度和通透性，使土壤总孔隙度增加1~10%，土壤容重降低0.02~0.3 g/cm³，可增加土壤稳定性团聚体1.5%，协调了土壤中肥、水、气、热状态，有利于防止土壤碱化，减少盐害。

改善作物基部光照：覆盖地膜的作物基部在中午时可增加光照12~14%，是露地作物的3~4倍。因此，可提高作物光合作用14~47%，提高番茄产量，改善果树冠层下部果实着色，观赏植物增色，改善烤烟叶色。

抑制病虫害:在晴天透明膜下杂草可能被烤死；长期在黑膜下杂草可被饿死；配合除草剂使用抑草效果更好。

但覆膜质量不好也会导致杂草泛滥。

覆膜可促进作物生长，提高作物的抗病性；可降低作物冠层的空气湿度，改善生态环境，因而可减轻病虫害。

覆盖银灰色地膜，可以避蚜，并且防止病毒病传播。



2.3.3 地膜覆盖应用及注意事项

生产应用：地膜覆盖栽培广泛用于各种园艺植物和农作物。

注意事项：

- (1) 注意避免残膜污染农田和环境。
- (2) 避免长期覆膜栽培引起土壤肥力下降。
- (3) 在干旱的沙地和过于贫瘠的地慎用地膜覆盖。











3.旱区塑料拱棚和温室节水农业

3.1 塑料拱棚

塑料薄膜覆盖通常有拱形骨架，因而成为拱棚覆盖，以农用透明塑料薄膜为覆盖材料。

按棚的大小，有微、小、中、大、超大棚之分。

微棚、小棚和中棚的骨架简易，通常临时搭建，为临时覆盖设施，又称简易拱棚。

大棚和超大棚有牢固的骨架结构，为固定建筑设施。

3.1.1 简易拱棚

类型和结构

微棚：一般宽40 cm，高 30 cm；骨架只有很少的简易拱架；用地膜覆盖。

小棚：一般宽1.5~3.0 m，高1 m；骨架只有简易拱架；用普通农用塑料薄膜膜覆盖。

中棚：一般宽4~6 m，高 1.5 m，长20~30 m；除简易拱架外，骨架还可能有少量拉杆；用普通农用塑料薄膜膜覆盖。



简易塑料拱棚的性能

- (1) 显著的增温效应，但一天中温度变化剧烈。
- (2) 显著的保湿效果。

简易塑料拱棚的应用与配套技术

- (1) 春季促成栽培，提早季节5~20天。
- (2) 在寒区早春作为大棚的内覆盖。
- (3) 配套滴管等节水灌溉和水肥一体化技术。



3.1.2 塑料大棚和超大棚

类型与结构

按骨架材料分，有竹木、钢筋、混合骨架等不同结构的；按建筑形式分，有单拱或多拱的。标准棚跨度8 m，长50 m。

超大棚跨度14~30 m、高6 m、长80~100 m。



超大棚按建筑结构分，
有普通超大棚、双骨架
双膜超大棚、保温覆盖
超大棚（加保温覆盖物）



塑料大棚和超大棚的环境特性与应用

塑料大棚：塑料大棚与简易拱棚有相似的增温、保湿效果，其增温和保湿效果更明显，而且保温效果也较简易拱棚好。在寒区早春可提早喜温作物季节30天。

在旱区，有的连片塑料大棚区都配套集雨设施和节水灌溉设备和技术。

超大棚：具有良好的增温、保温和保湿作用

比普通大棚的温度更高且更稳定。在春季，普通超大棚可提早40~45天，双层超大棚可提早50~70天，保温超大棚的温度性能效果接近日光温室。

在旱区，超大棚都配套集雨设施和节水灌溉设备和技术。





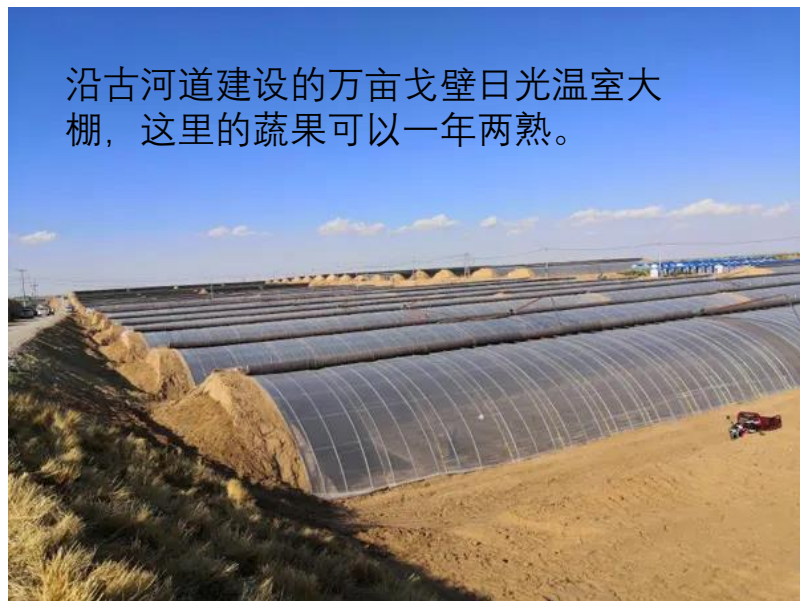
3.2 旱区温室

在中国，日光温室和现代温室也发展到旱区，甚至沙漠中。旱区温室一般都采用无土栽培和肥水一体技术解决缺水问题。

无土栽培主要采用基质（沙或其他基质）栽培方式。

有降雨的地区配套集雨技术。





沿古河道建设的万亩戈壁日光温室大棚，这里的蔬果可以一年两熟。



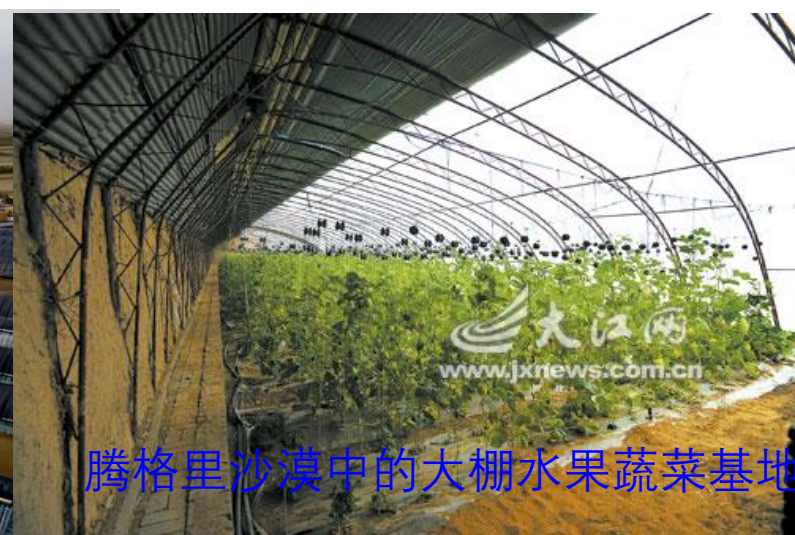
甘肃古浪，降雨少，蒸发大，冬季严重干旱。蓄水池可以地调节雨季旱季降水不平衡的问题。



中卫"沙漠绿洲":果蔬飘香传四方



新疆和田沙漠温室



腾格里沙漠中的大棚水果蔬菜基地

谢谢参与!