

# 现代温室

## 设施园艺学

甘肃农业大学园艺学院



园艺学院

College of Horticulture

# 现代温室概念

- 大型
- 连接屋面
- 不受自然气候影响
- 能全天候生产
- 可自动化调控

**园艺设施的最高级类型。**





# 主要内容

---

## ➤ 类 型

➤ **主体结构**：平面结构；基础；立柱；横梁；天沟；屋架

## ➤ **系统组成与配套设备**

✓ 自然通风系统

✓ 幕帘系统

✓ 加热系统

✓ 降温系统

✓ 补光系统

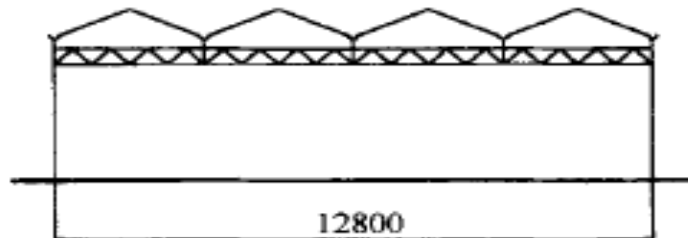
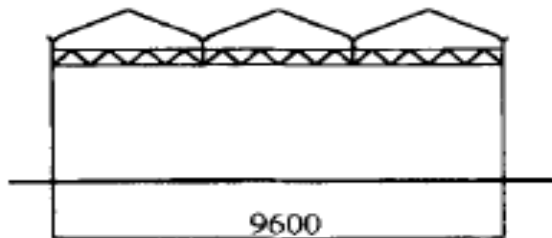
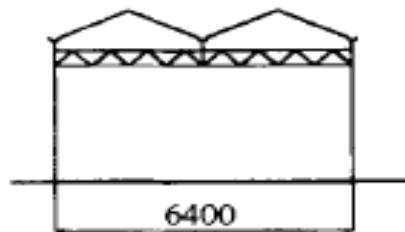
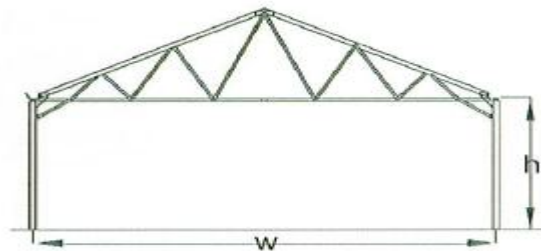
✓ 补气系统

✓ 灌溉施肥系统

✓ 控制系统

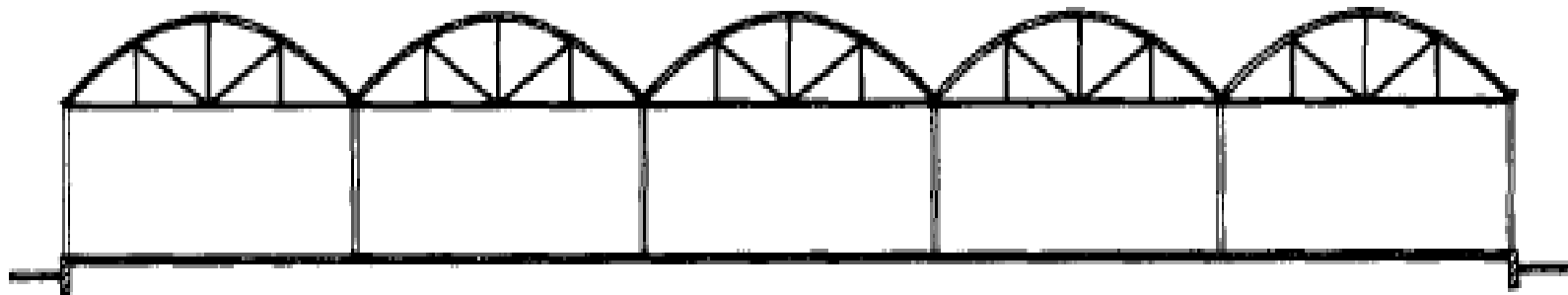
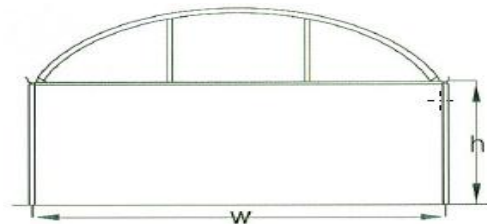
# 现代温室类型——屋脊型

- 以玻璃、PC板等硬质材料覆盖
- 外形美观
- 造价较高
- 荷兰、日本较多



# 现代温室类型——拱圆形

- 以塑料膜覆盖
- 造价较低
- 以色列、美国、西班牙、韩国等应用较多



# 拱圆形温室结构特点

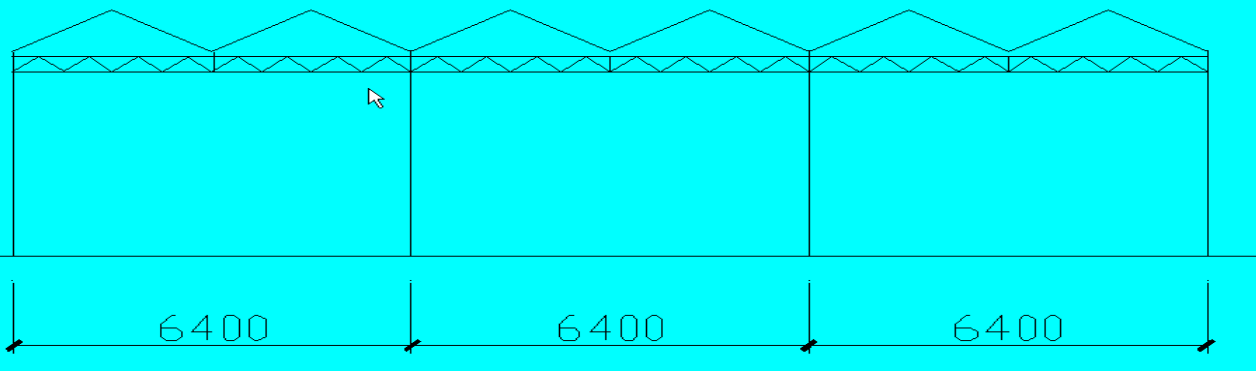
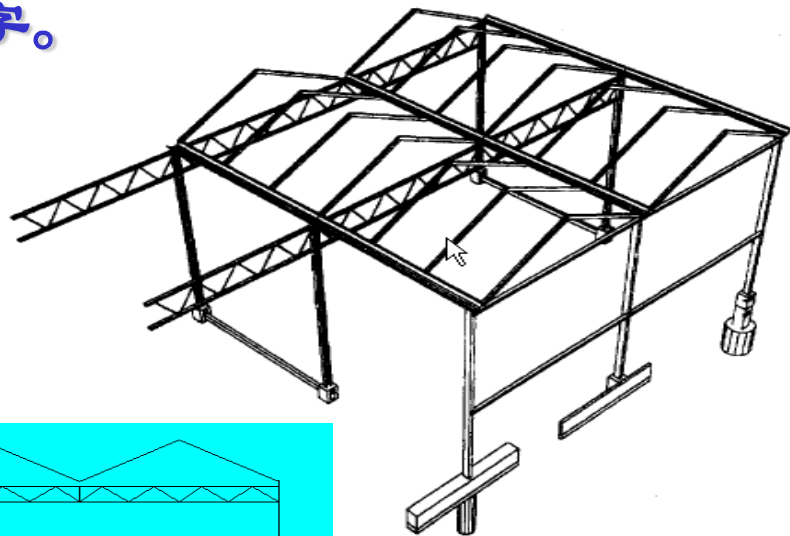
- 采用塑料薄膜，自重较轻，可增大薄膜安装件的间距，大量减少安装件的数量；
- 框架结构比玻璃温室简单，用材量少，建造成本低；
- 多采用双层充气薄膜，内外温差较小，在冬季可减少薄膜内表面冷凝水的数量；
- ✓ 可分别提高内外层薄膜的使用寿命。外层薄膜不与结构件直接接触，而内层薄膜由于受到外层薄膜的保护，可以避免风、雨、光的直接侵蚀；
- ✓ 双层充气膜的透光度较低。在光照弱的地区和季节生产喜光作物时不宜使用。

# 现代温室类型—Venlo型

来源于温室诞生的一个小镇的名字。

## 参数

- ✓ 结构单元跨度：6.4/9.6/12.8 m
- ✓ 屋面单元跨度：3.2 m
- ✓ 屋面角： $26.5^{\circ}$





# 现代温室类型—Venlo型

## 结构材料：

- ✓立柱和檩条：热浸镀锌轻钢结构
- ✓屋面梁：水平桁架结构
- ✓屋盖梁：铝合金型材“人字形”对接
- ✓天沟：热浸镀锌或铝合金
- ✓屋面和侧墙：4mm玻璃



## 现代温室类型——里歇尔型

- ✓ 结构单元跨度：6.4/8 m
- ✓ 屋面单元跨度：3-4 m
- ✓ 常用檐高：3.0/4.0 m

塑料薄膜温室，在我国引进比重最大。

特点：天窗能半边屋面开启通风；构件比玻璃温室少，空间大，遮阳面少。



## 现代温室类型——卷膜式全开放型

- ✓ 结构单元跨度：6.4/8 m
- ✓ 屋面单元跨度：3-4 m
- ✓ 常用檐高：3.5 m
- ✓ 顶高：5 m

拱圆形塑料薄膜温室，国产。

特点：除山墙外，屋面均可手动或电动将薄膜由下而上卷起，利于夏季通风降温。



## 现代温室类型——屋顶全开启型

- ✓ 结构单元跨度：6.4/8 m
- ✓ 屋面单元跨度：3-4 m
- ✓ 常用檐高：4-5m

意大利Serre Italia公司研制的全开放型玻璃温室。

特点：根据室内环境条件通过电脑智能控制屋顶开闭，屋顶以天沟为支点，开启度可达垂直，侧窗用上下推拉方式开启，宽1.5m。适合南方高温多雨地区。

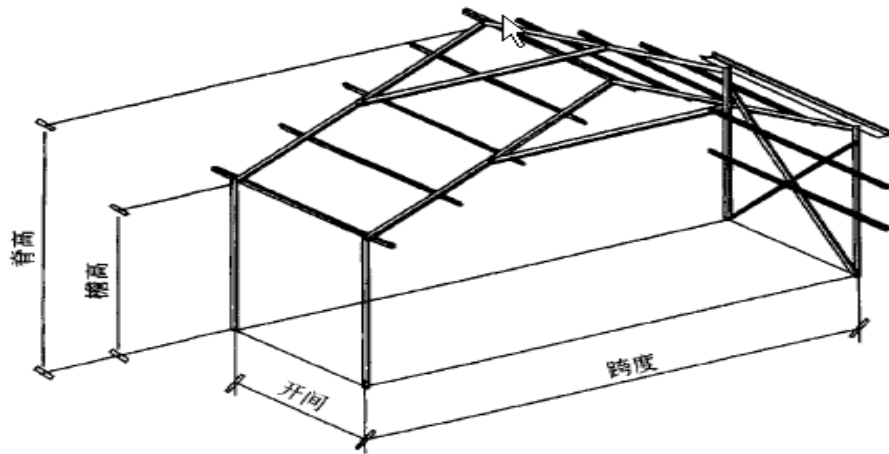
# 现代温室主体结构-建筑尺寸

## 单元尺寸

- ✓ **跨度**：最终承力构架在支点间的距离。6-12.8 m
- ✓ **开间**：最终承力构架间的距离。3.0/4.0/5.0 m
- ✓ **檐高**：柱底到屋架与柱轴线交点之间的距离。3.0-5.0 m
- ✓ **脊高**：柱底到屋架最高点的距离。

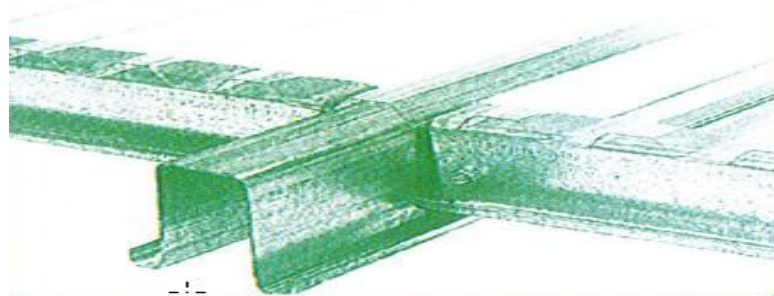
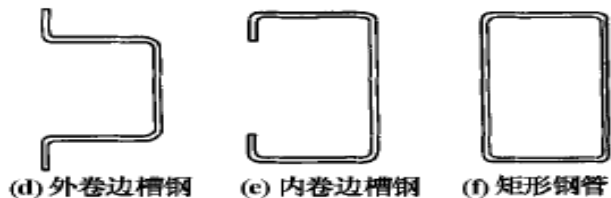
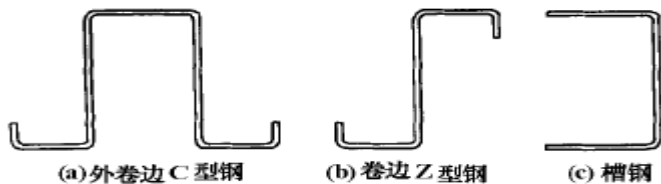
## 总体尺寸

- ✓ **自然通风方向**：≤40 m 单体面积：1000-3000 m<sup>2</sup>
- ✓ **机械通风方向**：≤60 m 单体面积：3000-5000 m<sup>2</sup>



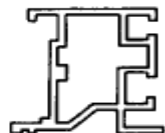
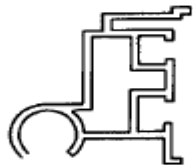
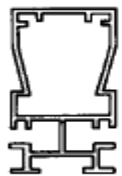
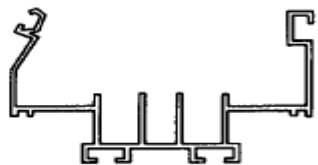
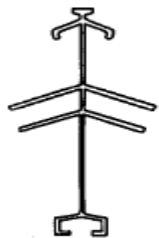
# 现代温室主体结构-结构材料

- **钢材**：梁、柱及其构件的加工、制作，扁钢、槽钢、角钢、薄壁型钢、无缝钢管等制成，经过热浸镀锌防锈蚀处理，具有很好的防锈能力。



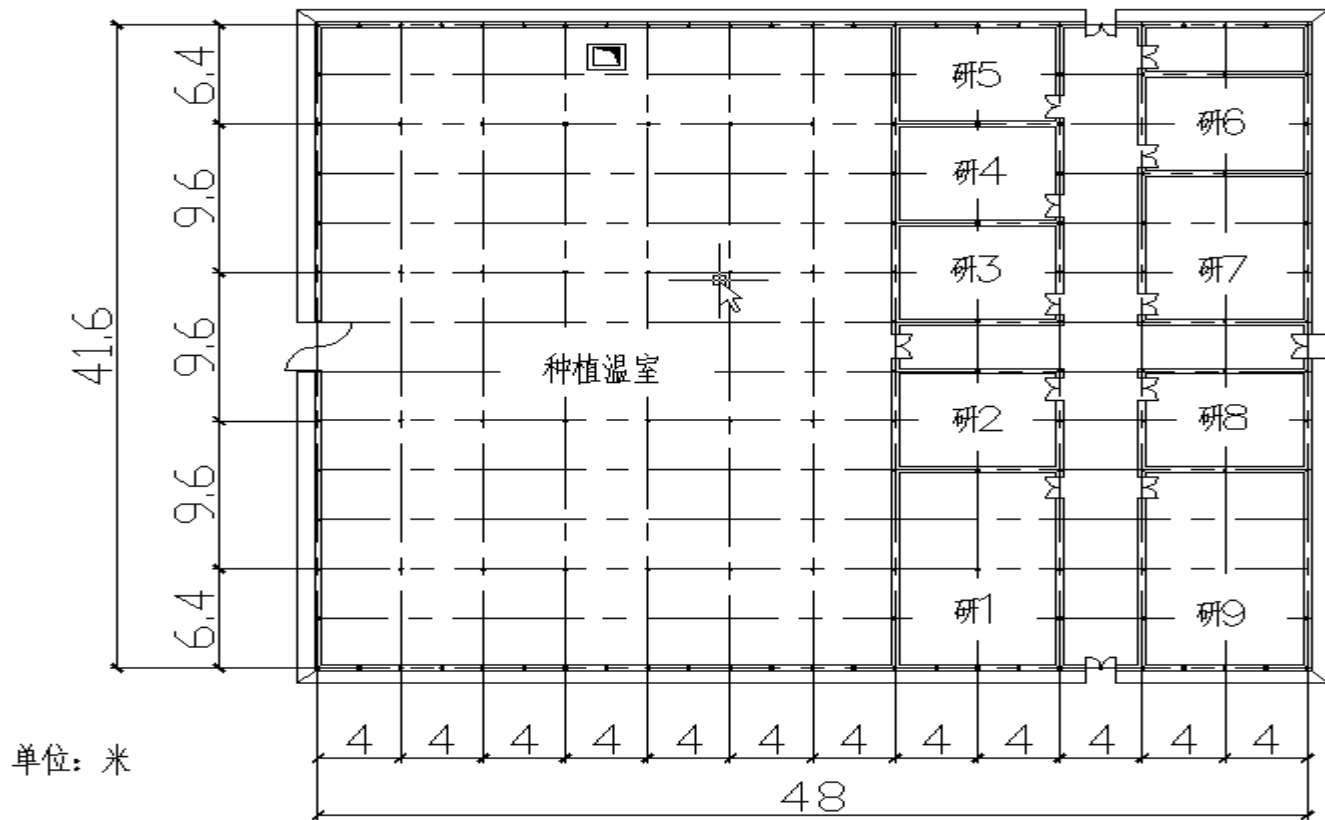
# 现代温室主体结构-结构材料

▶ **铝合金型材**：制作屋顶、门窗，经抗氧化处理，轻便美观、不生锈、密封性好，推拉开启省力。



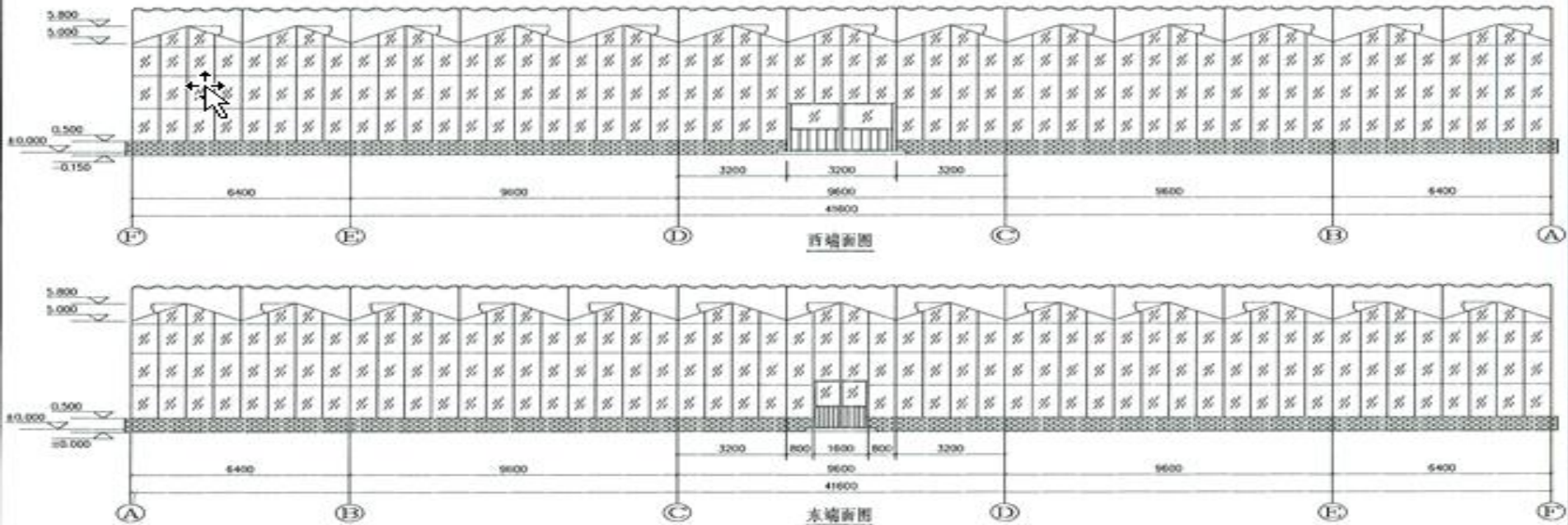
# 现代温室主体结构-平面图

甘农大实训  
温室



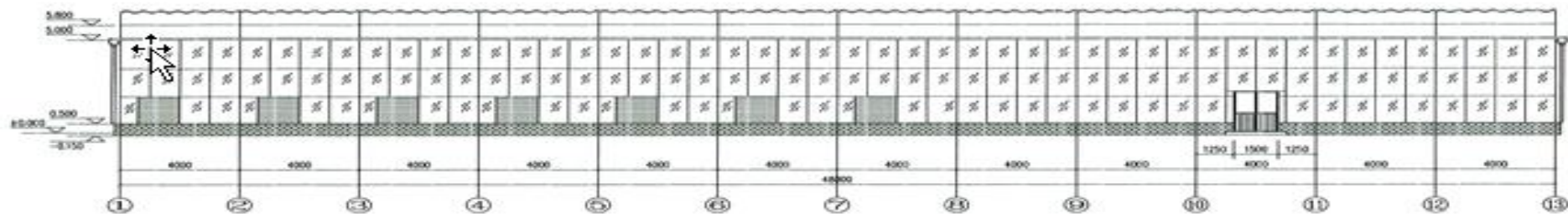
# 现代温室主体结构-端面图

## 甘农大实训温室

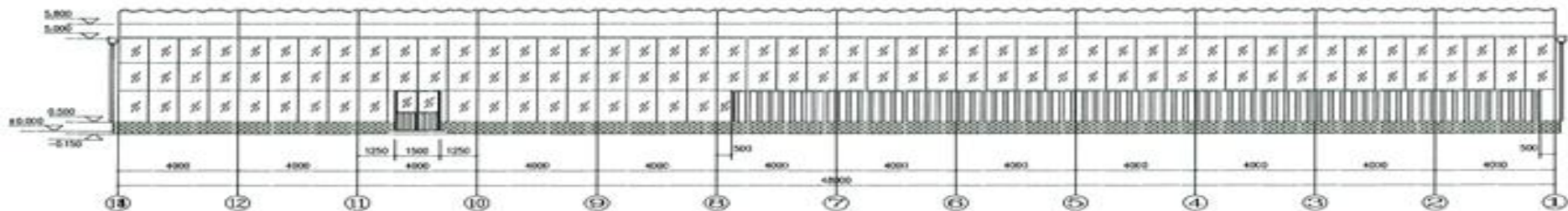


# 现代温室主体结构-侧面图

## 甘农大实训温室



左侧立面图



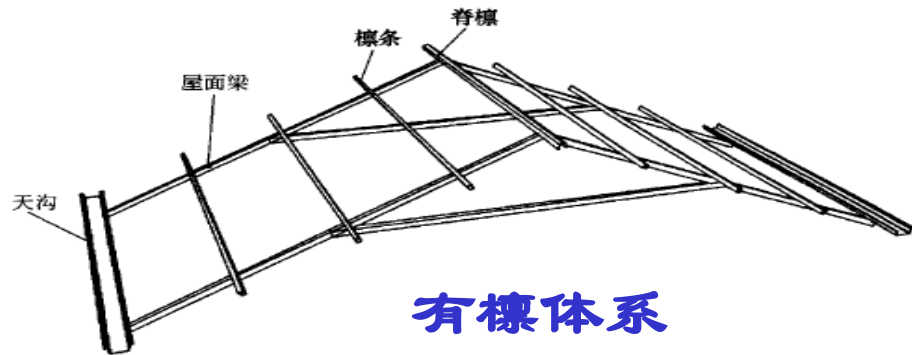
右侧立面图

# 现代温室主体结构-屋盖结构

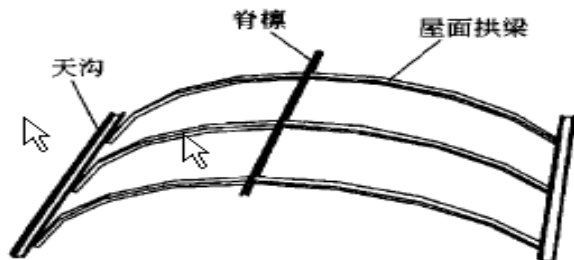
是温室承受纵向作用  
的结构系统

▶ 有檩体系：大型温室多采用

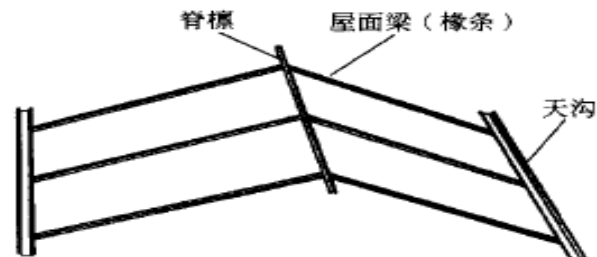
▶ 无檩体系：跨度小于3.2m  
的刚性覆盖材  
性覆盖材料。



有檩体系



(a) 柔性覆盖材料屋面



(b) 小跨度刚性覆盖材料屋面

无檩体系

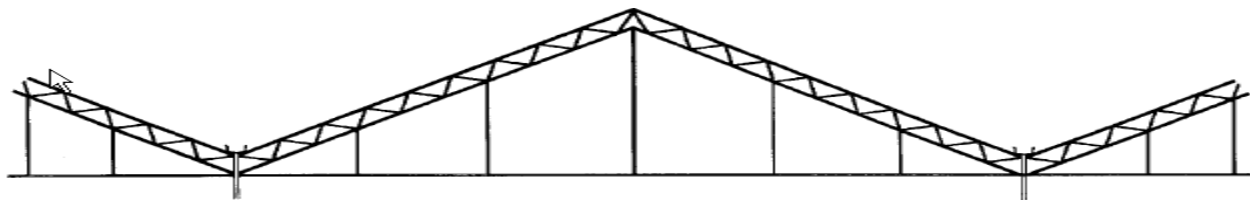
# 现代温室主体结构-屋架结构

与立柱一起构成主要承力系统

- 桁架式屋架结构：结构简单、加工方便、8-12 m跨度受力十分合理、最大15 m，目前最常见。



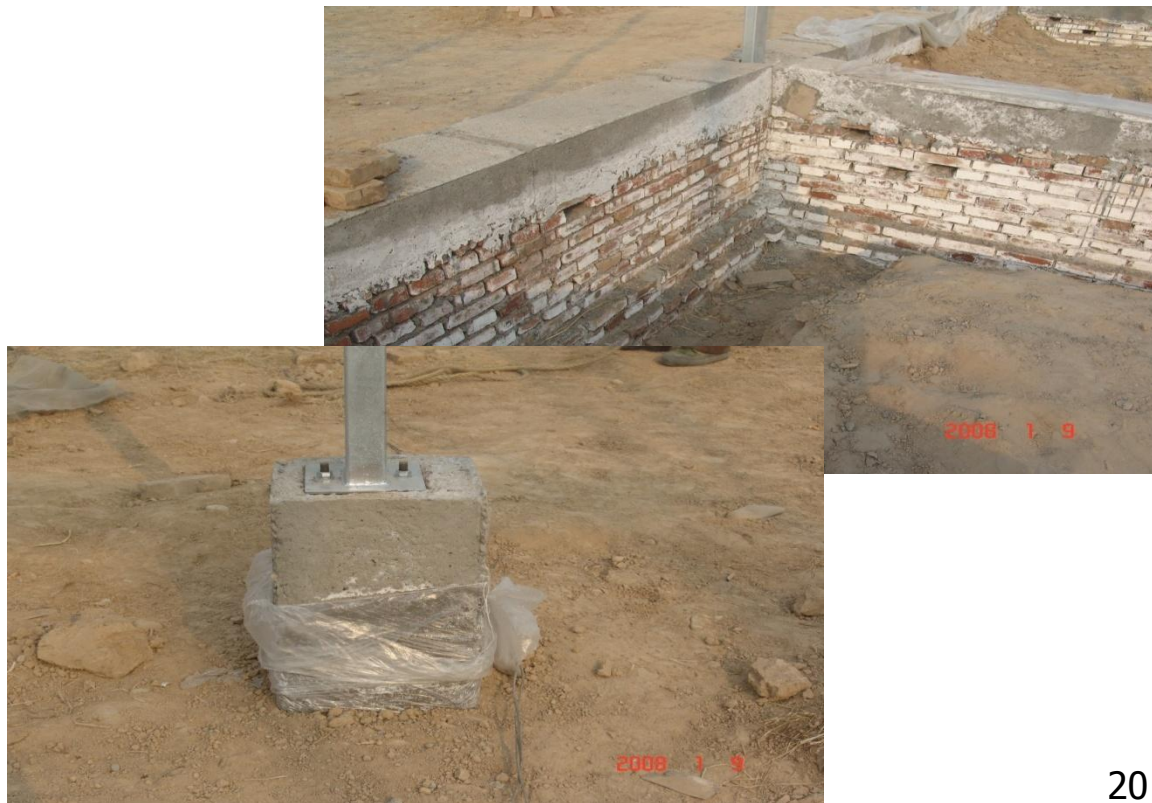
- 组合式屋面结构：结构复杂，制造、运输、安装要求高，常用于跨度大于12 m的结构，目前仅在欧洲大跨度温室中应用。



# 现代温室主体结构-基础

**基础：**是连接结构与地基的构件，它将风载、雪载、作物吊重、构件自重等安全地传递到地基。基础由预埋件和混凝土浇筑而成。

- 独立基础
- 条形基础



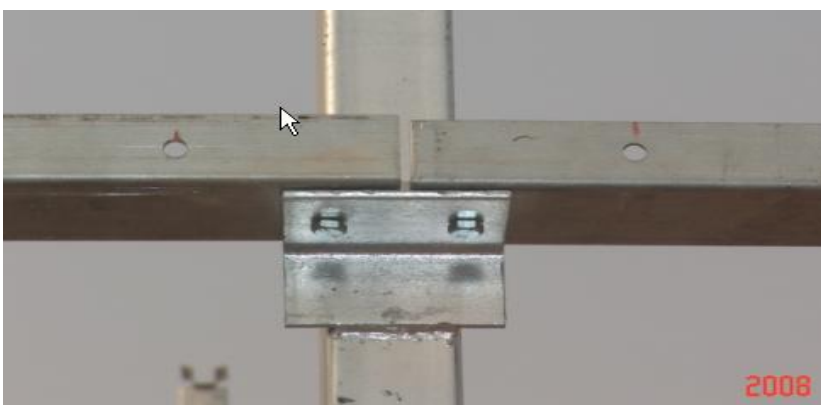


# 现代温室主体结构-骨架

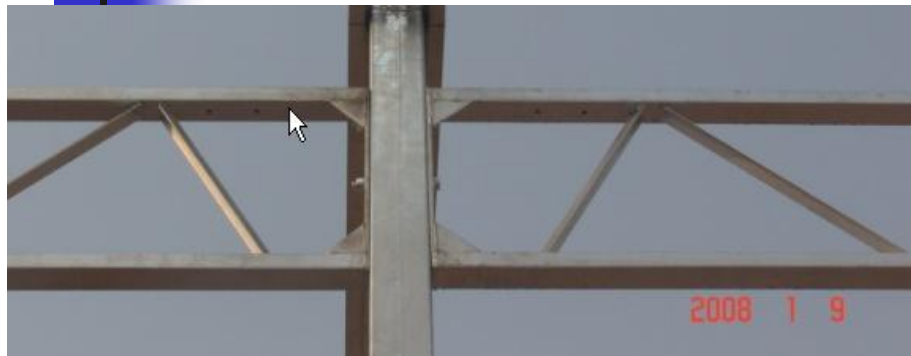
## 立柱



# 现代温室主体结构-骨架



# 现代温室主体结构-骨架



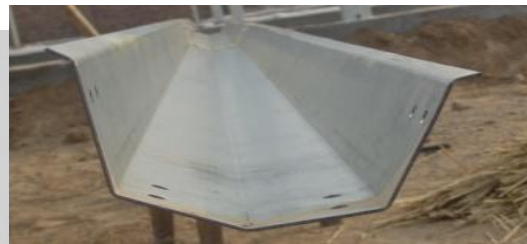
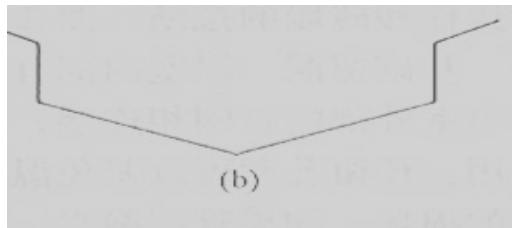
# 现代温室主体结构-骨架



# 现代温室主体结构-天沟

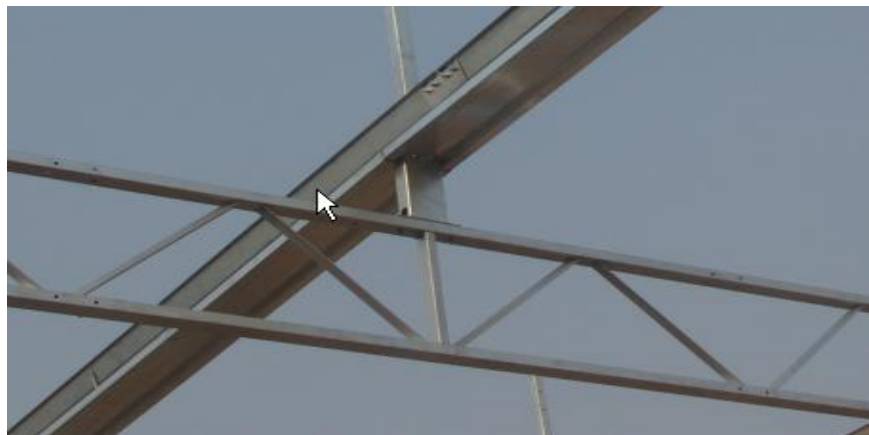
## 天沟（排水槽）

- 收集和排放雨水
- 连接单栋温室成连栋温室
- 传递屋面荷载
- 坡降：一般0.5%
- 遮阴：地面积的5%



# 现代温室主体结构-天沟

## 防滴露





# 现代温室配套系统-自然通风系统

## ➤ 位置

- ✓ 顶窗通风
- ✓ 侧窗通风
- ✓ 顶侧窗通风

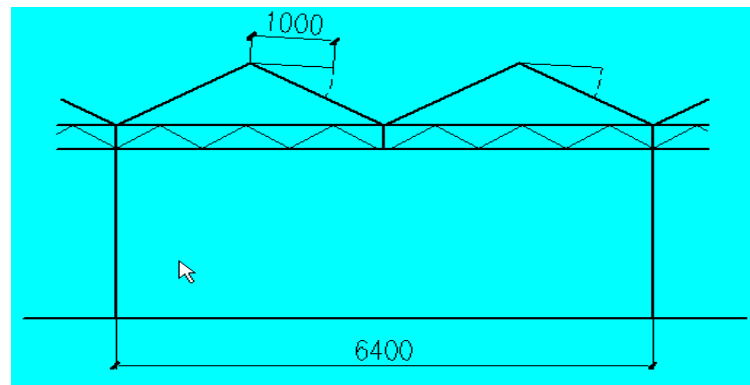
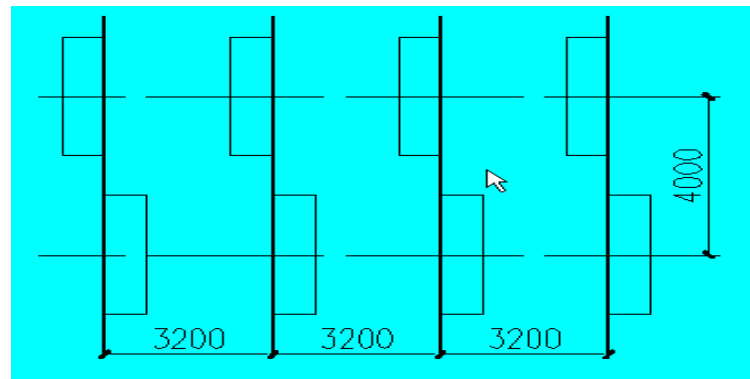
## ➤ 运动方式

- ✓ 转动式：玻璃、PC板
- ✓ 移动式：玻璃、PC板
- ✓ 卷帘式：膜温室

# 现代温室配套系统-自然通风系统

## 顶窗通风：

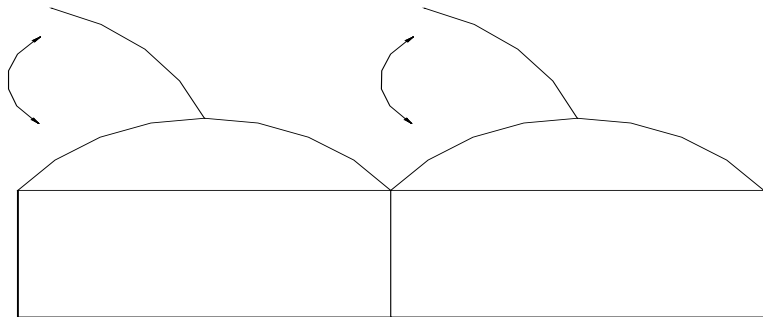
- ✓ Venlo型左右交错开窗
- ✓ 通风量不足
- ✓ 双向开窗可以更好地适应外界条件的变化。



# 现代温室配套系统-自然通风系统

## 顶窗通风：

- ✓ 拱型温室半拱开启
- ✓ 通风量大
- ✓ 开启角度仍较小

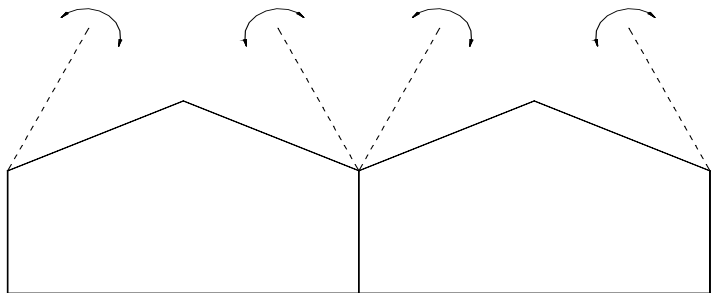
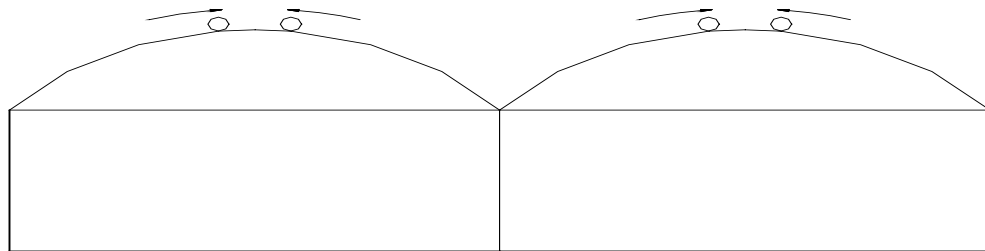


# 现代温室配套系统-自然通风系统

## 顶通风

✓ 全开启

✓ 通风量大



# 现代温室配套系统-自然通风系统

## 侧窗通风



# 现代温室配套系统-加热系统

在太阳辐射能源不足情况下，要进行人工加温，是一种补充热量。现代化温室面积大，没有外覆盖保温防寒，只能依靠加温来保证寒冷季节园艺作物正常生产。加温系统采用集中供暖分区控制。

## 加温设计的要求

- (1) 加温设备的热容量应保证达到室内设定的气、地温。
  - (2) 使室内温度分布均匀，时间变化稳定，配置合理，调节能力强。
  - (3) 遮荫少，占地少，便于栽培作业。
  - (4) 设备费、燃料费尽量少。
- 加温技术是现代温室园艺最基本的环控技术
  - 投入的设备费和运营费用大
  - 加温方式包括热风采暖、热水采暖、电热采暖和火炉采暖。



# 现代温室配套系统-加热系统

## 热水管道加温

利用热水锅炉，通过加热管道和散热管加温。

### ➤ 设置：

- ✓ 按管道的移动性可分为升降式和**固定式管道**；
- ✓ 按管道的位置则可分为垂直排列和**水平排列管道**。

### ➤ 散热管排列要求：

- ✓ 保证温室内温度均匀，水平温差**不超过 $1^{\circ}\text{C}$** ；
- ✓ 热源能根据温室作物生长的变化而变化；
- ✓ 保证热水在管道内循环流畅。



# 现代温室配套系统-加热系统

## ✓ 特点

- 以煤为原料，经济；
- 温度均匀，上升速度慢，在下降速度也慢；
- 加热管道可兼作作业车的轨道，便于作物的日常管理；
- 所需设备和材料多，一次性投资大，安装维修费时、费工；
- 需另占土地修建锅炉房等附属设施。



# 热水采暖系统的设备

系统组成：热水锅炉→输送管道→散热设备及附属设备

特点：水热容量大，热稳定性好，室内温度波动小，停机后保温性强；配置复杂、设备费用高；预热时间长

适用范围：大型温室、有较长期和大量供热需求的温室

圆翼型散热器（铸铁、钢）。散热量一般 300~

700W/m





# 现代温室配套系统-加热系统

**热风加热** 利用热风炉，通过风机将热风送入温室加热。采用燃油或燃气进行加热。

- **特点：**
- **温度上升快，下降也快；**
- **均匀性差，效果不及热水管道；**
- **设备和材料较热水管道节省；**
- **安装维修简便，占地面积小；**
- **适用于面积比较小的连栋温室。**



燃油热风炉



燃煤热风炉

## 热风采暖设备（热风炉或暖风机）

热源：燃煤、燃油、燃气、电能、热水、蒸汽

特点：供热系统简单，配置安装灵活、简便，设备费用较低；系统预热时间短，升温快；温度稳定性差，停机后温度降低快。

适用范围：小型温室或供热需求较小的温室，或用于大型温室辅助加温，尤其适用于短期临时加温

热风温度：30 °C ~ 60 °C

送风量：每m<sup>2</sup>温室面积送风量27~36 m<sup>3</sup>/h







# 电热采暖

- **配置安装灵活、简便，设备费用低；**
- **容易控制调节，预热时间短，升温快；**
- **温度稳定性差，停机后温度降低快；**
- **耗电多，运行费用高；**
- **适用于小型温室、育苗温室，通常用作土壤加温等局部加温设备。**

# 例如：土壤加温设备

电加热线及地中热水管道加温



# 火炉采暖

- 用地炉或铁炉，燃煤的烟气通过烟道散热供暖；
- 热稳定性较好，有辐射加热效果；
- 设备费用低；
- 操作管理较麻烦；
- 主要在日光温室和塑料大棚中使用。





# 辐射采暖

---

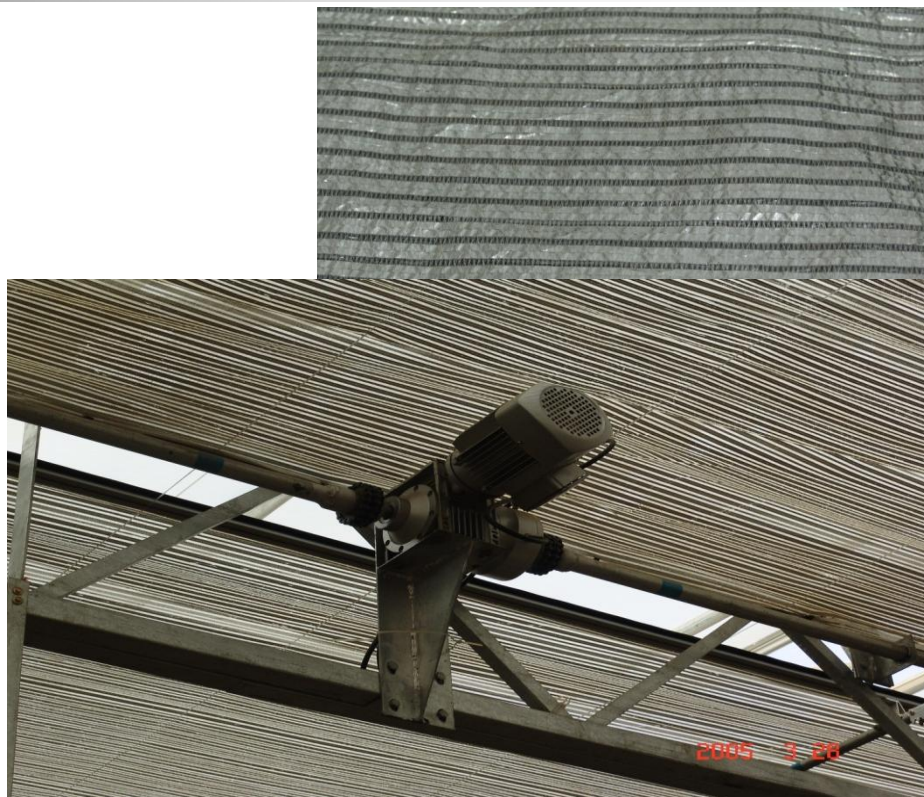
**温室辐射采暖技术是20世纪70年代初首先在美国开始应用的一种加热技术。它是利用辐射加热器释放的红外线直接对温室内空气、土壤和植物加热的方法。**

# 现代温室配套系统-幕帘系统

## ➤ 内遮阳保温幕

铝箔条或镀铝膜与聚酯  
线条编织的**缀铝膜**

- ✓ **保温节能**：增温 $3-4^{\circ}\text{C}$ ，最大 $7^{\circ}\text{C}$ ，节能20-40%
- ✓ **遮阳降温**：反射光95%。
- ✓ **防水滴**：
- ✓ **减少蒸发和蒸腾**：



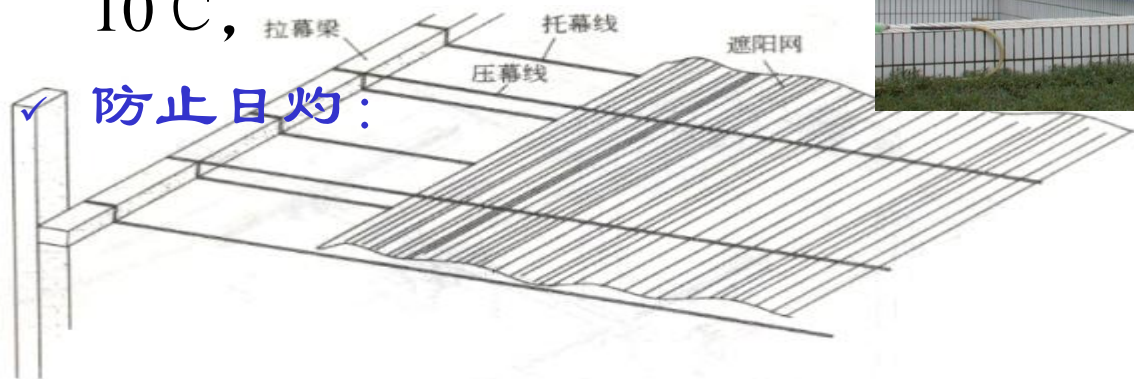
# 现代温室配套系统-幕帘系统

## ➤ 外遮阳幕

50-70%的遮阳网或缀铝膜，距顶30-50cm。

✓ 遮阳降温：4-7℃，最大10℃，

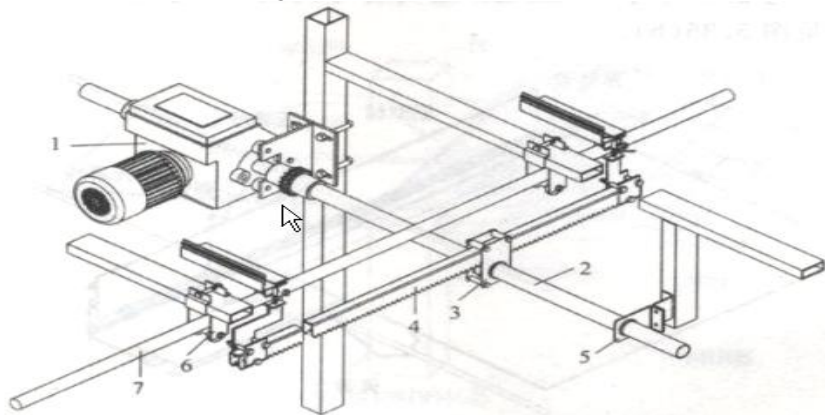
✓ 防止日灼：



# 现代温室配套系统-幕帘系统

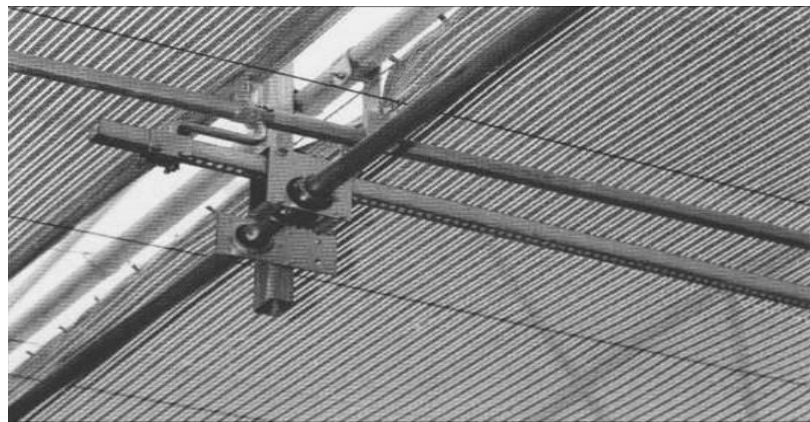
## ➤ 齿轮齿条拉幕系统

- ✓ 组成：减速电机、驱动轴、齿轮、齿条、推拉杆、支撑滚轮
- ✓ 特点：传动平稳、可靠性高、造价略高。



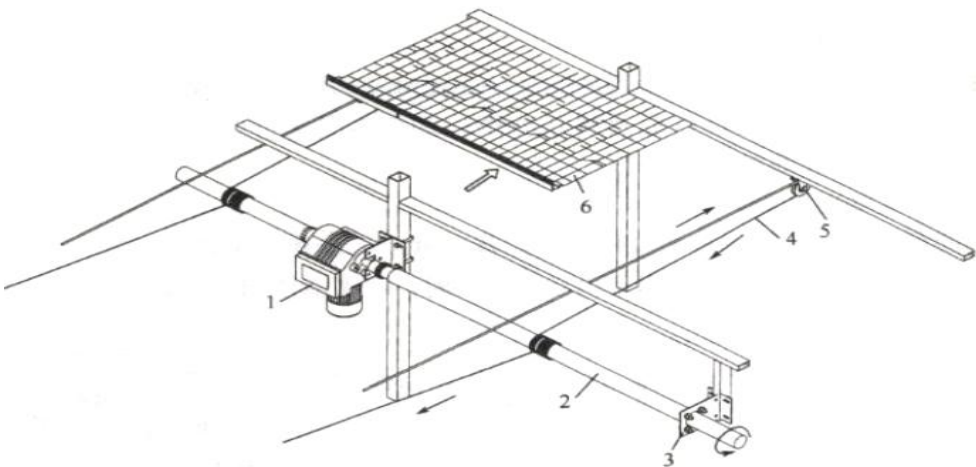
(b) B型齿轮齿条驱动机构

1—减速电机；2—驱动轴；3—B型齿轮；4—齿条；5—轴承座；6—支撑滚轮；7—推拉杆

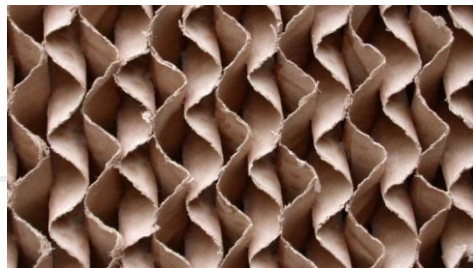


# 现代温室配套系统-幕帘系统

- 钢索轴拉幕系统：
- 组成：减速电机、驱动轴、轴承架、驱动线、换向轮
- 特点：速度快、成本低。

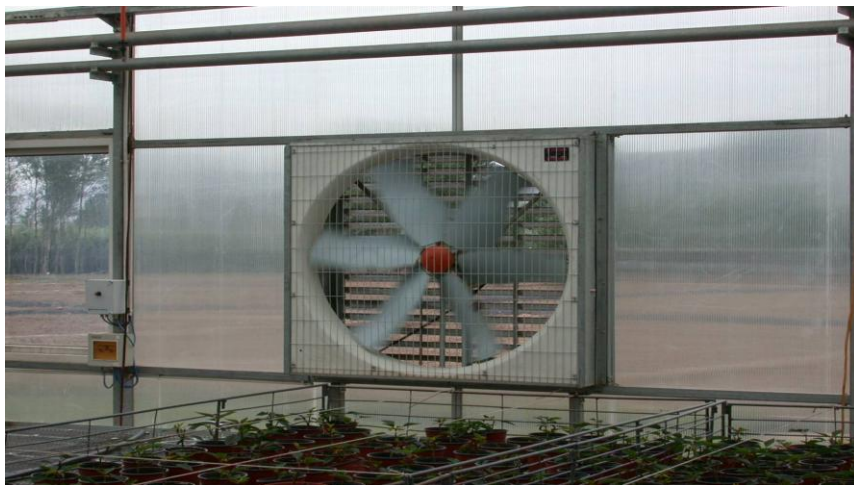
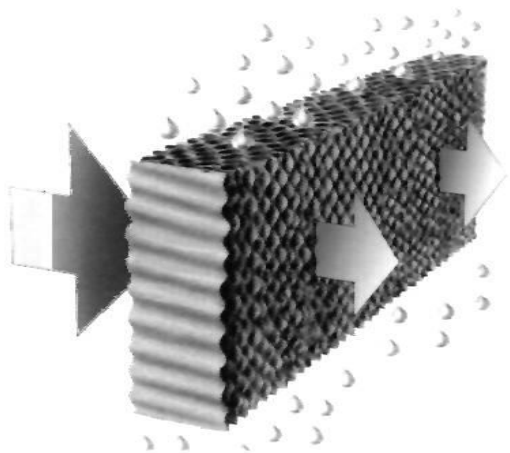


# 现代温室配套系统-降温系统



## 湿帘风机降温系统

**原理：**利用水的蒸发降温原理。风机启动，室内形成负压，外界空气从湿帘缝隙穿过，与潮湿介质表面水汽交换，导致水分蒸发和冷却，冷空气经由温室吸热后经风机排出，达到降温的目的。



# 现代温室配套系统-降温系统

## ➤ 湿帘风机降温系统

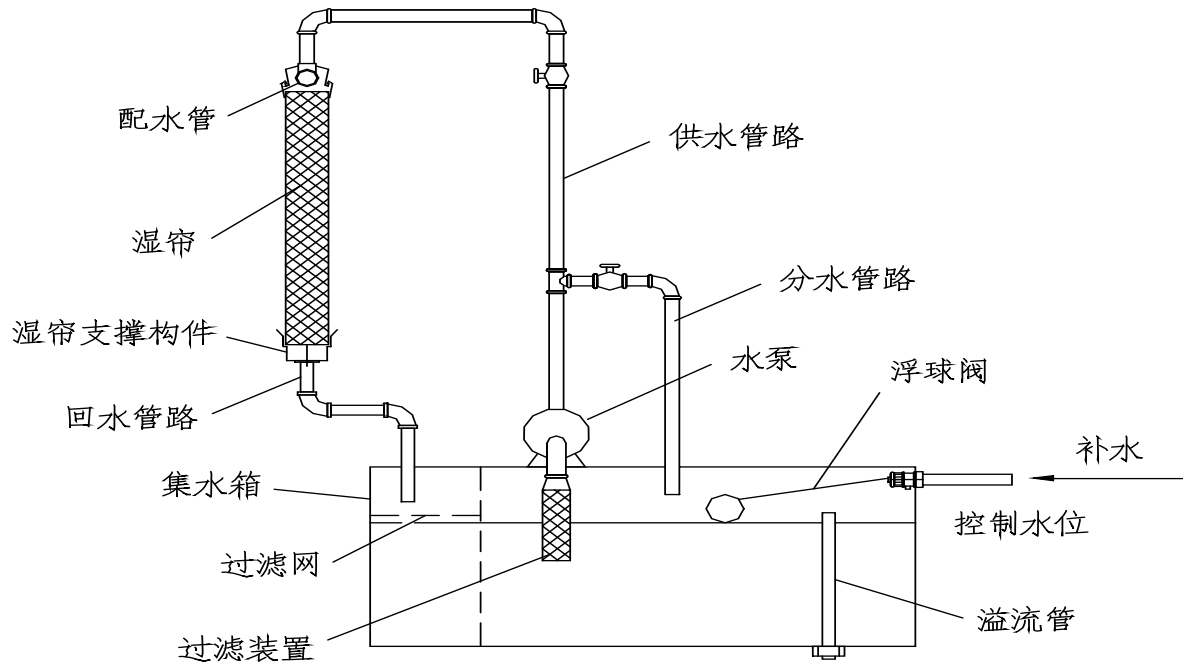
- ✓ 启动前关闭自然通风窗，打开湿帘外翻窗；
- ✓ 要防止气流“短路”；
- ✓ 风机可以分组启动；
- ✓ 水泵停止30分后关风机，晾干湿帘
- ✓ 水要清洁，湿帘要求均匀湿润。



# 现代温室配套系统-降温系统

## ▶ 湿帘风机降温系统

湿帘系统简图



# 现代温室配套系统-降温系统

## 湿帘风机降温系统

### 湿帘回水管

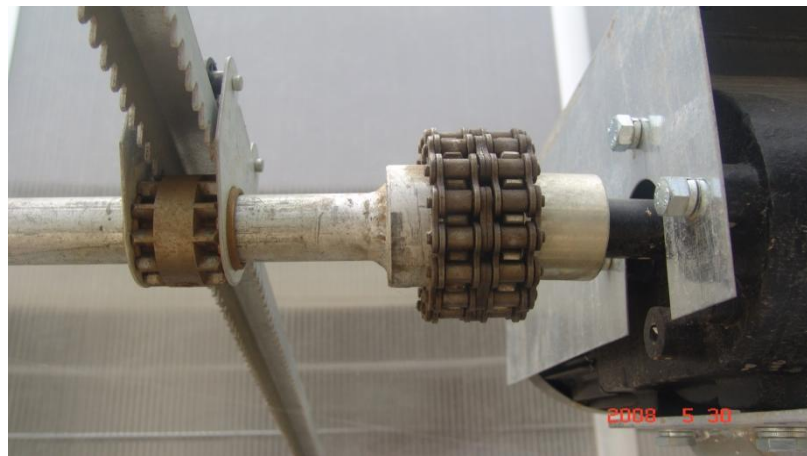


### 湿帘池浮子

# 现代温室配套系统-降温系统

## 湿帘风机降温系统

### 外翻窗



### 齿轮齿条

# 现代温室配套系统-降温系统

## 湿帘风机降温系统

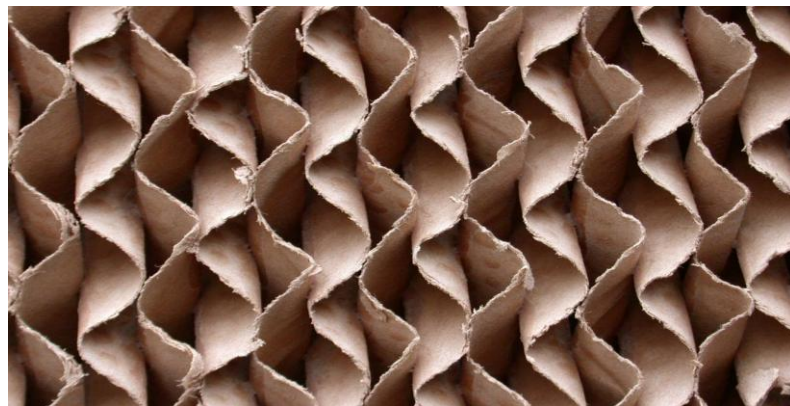
### 风机参数：

- ✓ 轴流风机，风量大，压力小；
- ✓ 间距小于8 m；
- ✓ 直径：1.5 m；
- ✓ 功率：0.75-1.1 KW
- ✓ 风量：10000-50000m<sup>3</sup>/h



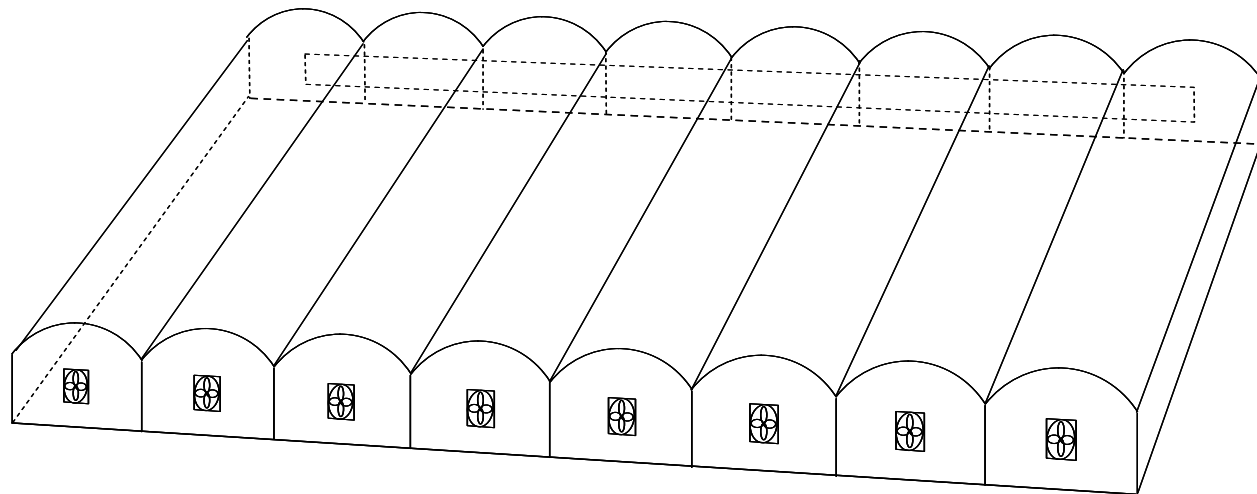
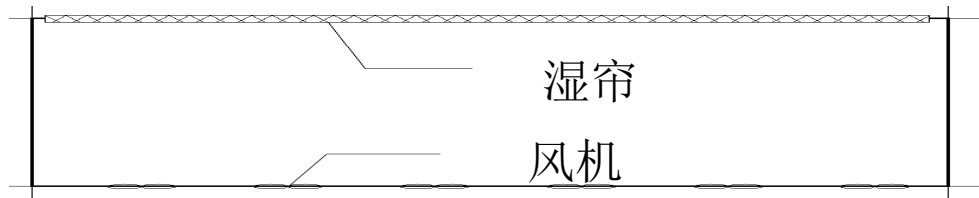
### 湿帘：

- ✓ 材料：波纹状的纤维纸浆
- ✓ 直径：1.5 m
- ✓ 厚度：0.1 m
- ✓ 风速：1.2-2.3 m/s



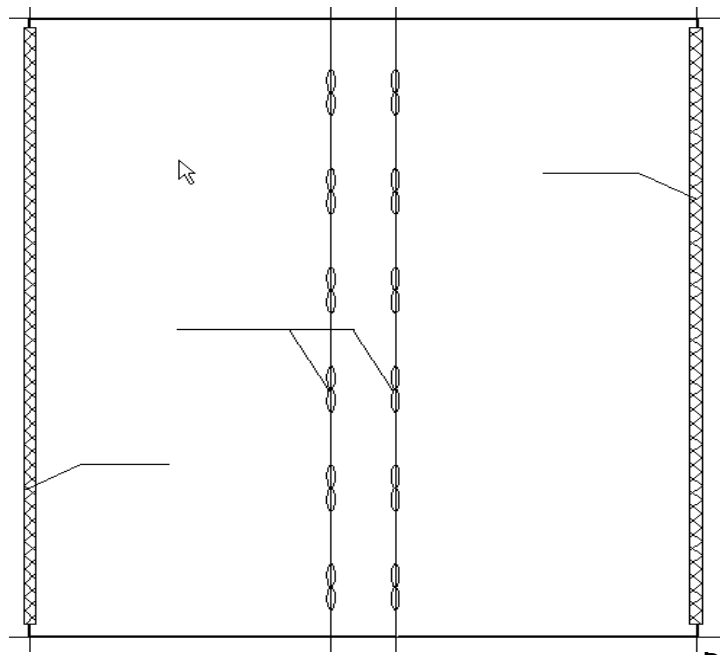
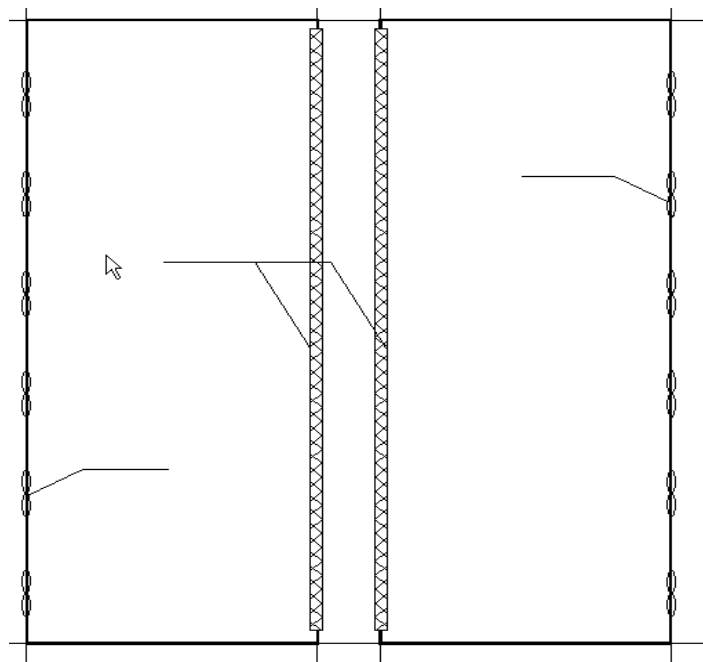
# 现代温室配套系统-降温系统

## 湿帘风机布局示意



# 现代温室配套系统-降温系统

## 湿帘风机布局

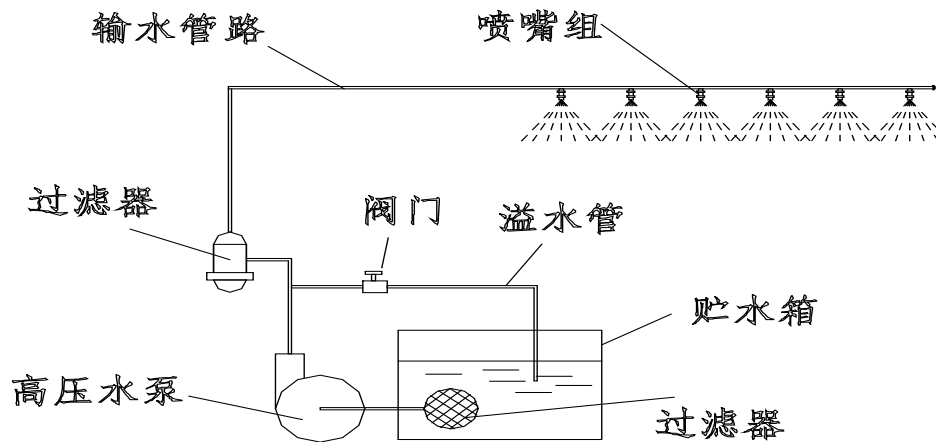
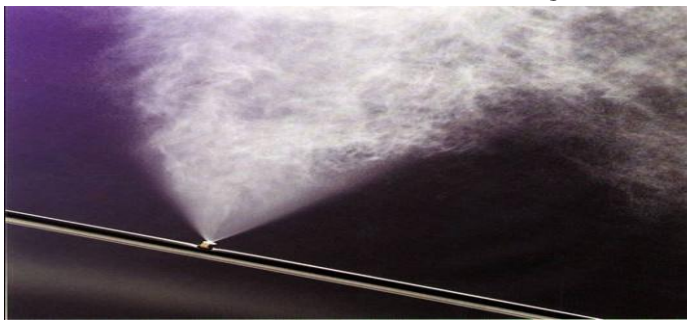


# 现代温室配套系统-降温系统

## ▶ 微雾降温系统

**原理：**高压泵（3.5-6.0M）加压后的水经过雾嘴形成微米级的雾粒，喷入温室蒸发，降低温度。

- ✓ 降温：3-10℃；
- ✓ 适于相对湿度低，自然通风好的温室；
- ✓ 适于长度大于40m的温室。



高压细雾系统

# 现代温室配套系统-降温系统

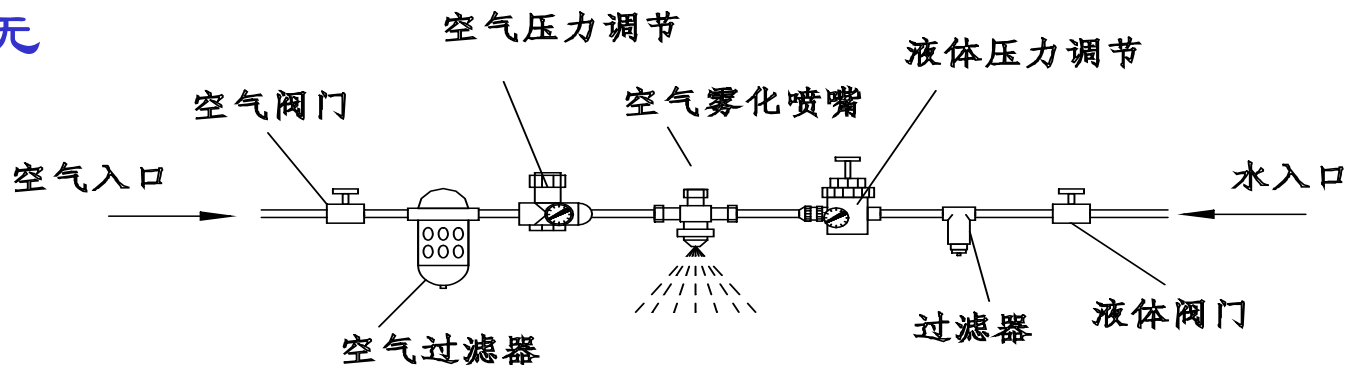
## ➤ 微雾降温系统

✓ 气力雾化，无  
需高压水泵。

✓ 水压：0.2-  
0.4MPa

✓ 空气压力：  
0.07-0.35MPa

✓ 设备不易损坏，  
运行费用低。



低压射流雾化系统

# 现代温室配套系统-补光系统

## ➤ 目的

- ✓ 光周期补光：延长光照时间，满足光周期要求；
- ✓ 光合补光：增加光照强度，提高光合速率；

## ➤ 特点

- ✓ 光周期补光：较弱光照即可，主要应用在花卉生产。
- ✓ 光合补光：要求照度大，成本高，一般在10000Lx以上。主要应用在育苗。

## ➤ 补光灯要求

- ✓ 防潮设计
- ✓ 发光效率高
- ✓ 使用寿命长



# 人工光源

## (1)对人工光源主要的要求

- ◆ 光谱性能：富含400~500nm蓝紫光 and 600~700nm橙红光  
并有适当的组成比例，以及满足其他特定的光谱要求
- ◆ 效率：发出的光合有效辐射量与消耗功率之比
- ◆ 其他：使用寿命、价格等

## (2)人工光源的种类

热辐射光源：白炽灯、卤钨灯

钨丝中通过电流产生高温（2400~3000℃）发光

气体放电光源：荧光灯、高压水银荧光灯、金属卤化物灯、  
高压钠灯、低压钠灯

物质原子受电子激发产生光辐射。

半导体光源：LED（发光二极管）

### (3)几种人工光源

#### 热辐射光源:

#### 白炽灯

结构简单、价格便宜，光照强度易于调节；

辐射光谱主要在红外范围，可见光所占比例很小，发光效率低，且红光偏多，蓝光偏少；

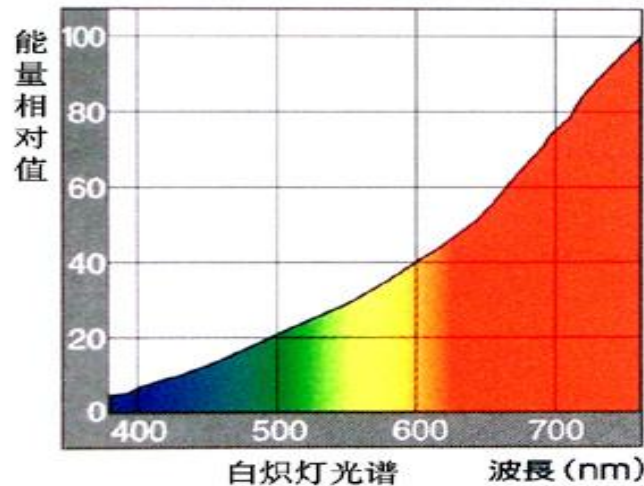
寿命短（1000小时）。

不宜用作光合补光的光源

但可作光周期补光的光源

#### 卤钨灯

寿命、发光的功率提高，光色有所改善，发光效率也有所提高。



## 气体放电光源：

### 荧光灯

光谱性能好，发光效率较高，寿命长。

功率小，满足一定光照强度所需灯具多，对自然光遮光大。

目前在园艺设施补光中使用较多，尤其是用于无遮挡自然光问题产生的组培室中的人工光照。

### 高压水银荧光灯

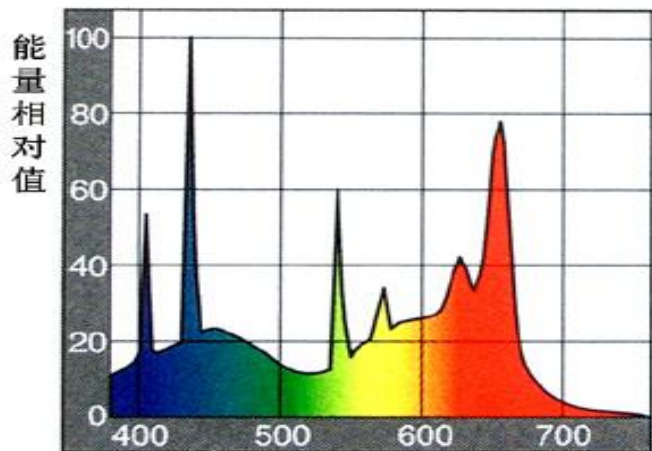
易达到较高功率，寿命较长，但光色较差，发光效率略低于荧光灯，使用较少。

### 金属卤化物灯

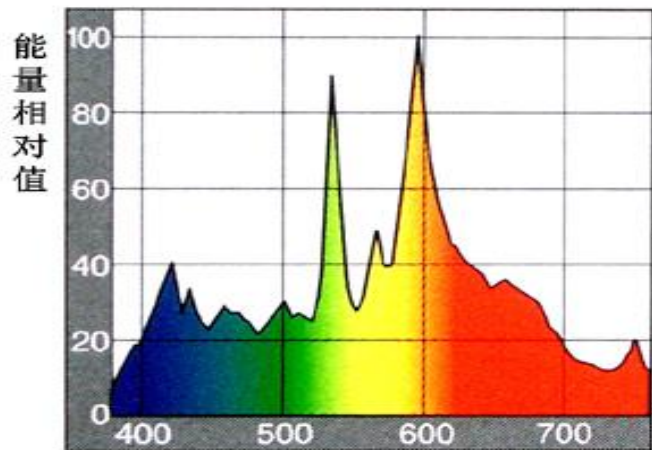
发光效率较高，功率大；

光色好（可改变金属卤化物组成满足不同需要）；

寿命较高（数千小时）。使用较多



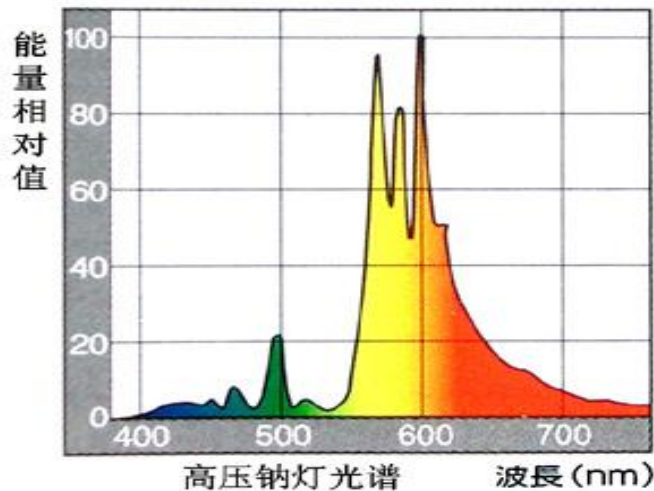
荧光灯（植物用）光谱 波長 (nm)



金属卤化物灯光谱 波長 (nm)

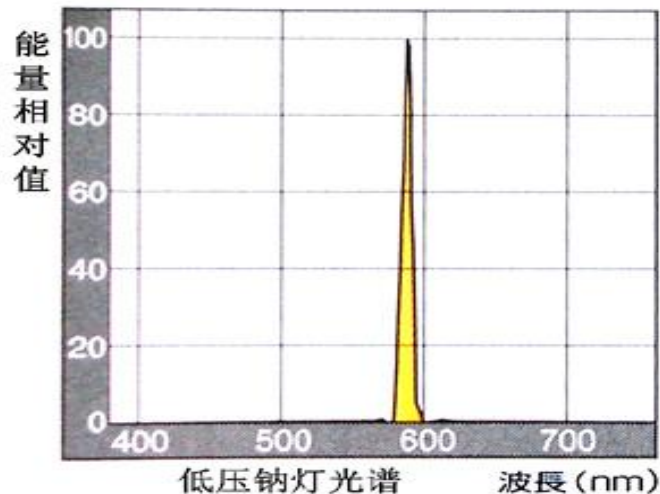
## 高压钠灯

发光效率高，功率大；  
光谱分布范围较窄，黄橙光为主；  
寿命高（12000~20000小时）。  
目前在园艺设施补光中使用较多。



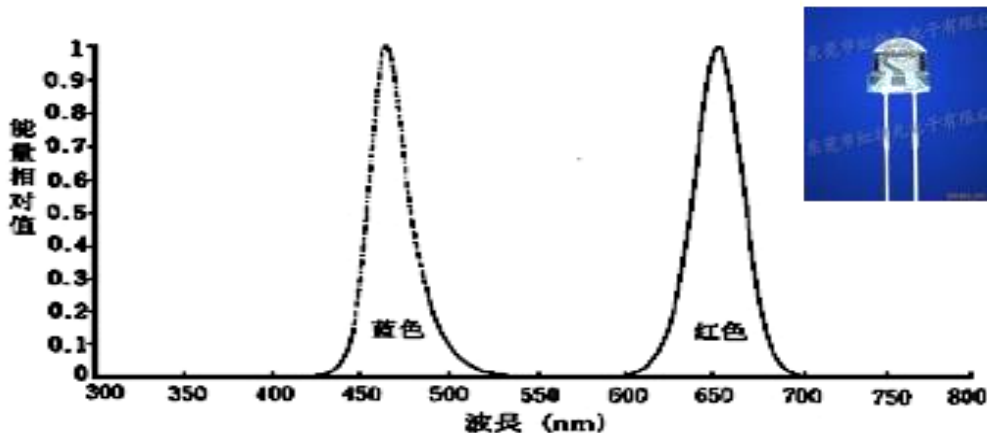
## 低压钠灯

发光效率很高，功率大；  
光色为单一的589 nm黄色光；  
寿命高（平均寿命18000小时）。  
光色单一，很少单独使用，但可与其他光源配合使用。



# 发光二极管 (LED)

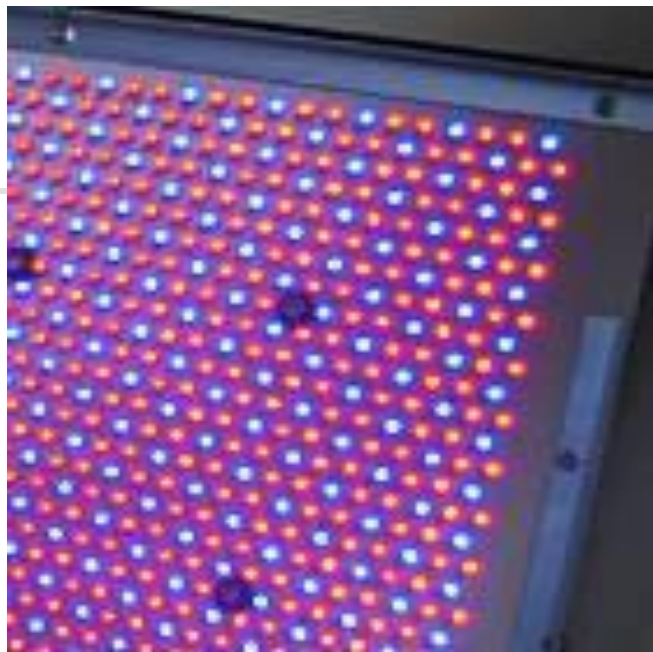
- ◆ 单色性，波谱域宽仅 $\pm 20\text{nm}$ 左右；
- ◆ 没有中、长波红外辐射（对光合作用无效）的能量浪费，发热少，可实现近距离补光（提高光利用效率）；
- ◆ 辐射效率和光量子效率极高；
- ◆ 具有多种光色器件，可按需要组合不同单色（如红+蓝）的LED满足植物光合作用对光谱的需要；
- ◆ 单体尺寸小，便于组合和使设备小型化；
- ◆ 使用寿命长（5万小时以上）；
- ◆ 价格高，尤其是蓝色LED目前价格较贵。



蓝色LED与红色LED的分光能量分布



# LED人工光源



# 几种人工光源的发光效率及光照强度换算

		低 ←———— 光合辐射效率 —————→ 高								
		日光	白炽灯	卤钨灯	高压水银 荧光灯	白色 荧光灯	金属 卤灯	高压 钠灯	低压 钠灯	红色 LED
效率	光效率 lm/W	(100)	17	19	60	70	87	106	143	20~40
	辐射效率 mW/W	(420)	68			190	270	300		480~960
	光量子效率 ( $\mu\text{mol/s}$ )/W	(1.68)	0.34			0.87	1.24	1.48		2.64~5.28
光照单位 转换	klx 转换为 $\text{W/m}^2$ (PAR)	4.2	4			2.7	3.1	2.8		24.0
	$\text{W/m}^2$ (PAR)转 换为 $\mu\text{mol/m}^2\cdot\text{s}$	4	5			4.6	4.6	5		5.5
	klx 转换为 $\mu\text{mol/m}^2\cdot\text{s}$	16.8	20			12.4	14.3	14		132

# 人工光源的应用例

用途	目的	选用光源
一般园艺设施 (光周期与光质调控为主)	菊花、康乃馨等开花期的控制	白炽灯
	防止草莓休眠	白炽灯
	紫苏、薄荷等延长明期	白炽灯
	蘑菇培养	荧光灯(白色、近紫外)
日光兼用型植物工厂 (光合补光为主)	果树补光(着色等)	高压钠灯、金属卤化物灯、荧光灯
	秋海棠、兰花等补光	高压钠灯、金属卤化物灯
	叶菜、果菜栽培补光	高压钠灯
全人工光照植物工厂	育苗补光	高压钠灯
生物实验研究设施	叶菜栽培	高压钠灯+金属卤化物灯、荧光灯(近距照明)
	人工气候箱	金属卤化物灯、金属卤化物灯+高压钠灯
	植物育种、培养研究	荧光灯+白炽灯、氙灯、发光二极管
	植物组织培养	荧光灯
植物观赏	需强光照的植物栽培研究(水稻等)	微波放电灯
	办公室、门厅等	金属卤化物灯
	商店、住宅等	荧光灯
	水槽	金属卤化物灯、荧光灯

# 现代温室配套系统-补光系统

## ➤ 人工光源

### 发光效率

- ✓ 白炽灯: 12-20 lm/w (40-200w)
- ✓ 卤钨灯: 19-20 lm/w (75-250w)
- ✓ 荧光灯: 66 lm/w (40w)
- ✓ 高压水银灯: 36-55 lm/w (100-400w)
- ✓ 金属卤化物灯: 94-118 lm/w (100/400w)
- ✓ 高压钠灯: 117-132 lm/w (100/400w)

400 w和1000 w最常用,一般寿命2400小时, 光通量  
3700/130000 lm,



# 现代温室配套系统-补气系统

## CO<sub>2</sub>施肥系统

- **必要性：**无土栽培下，经常出现CO<sub>2</sub>“饥饿”状态。
- **施肥时间**
  - ✓ **时期：**苗期；叶菜定植后；果菜开花结果期
  - ✓ **时间：**晴天上午照光0.5-1h后，每天2-3h。

# 现代温室配套系统-补气系统

## CO<sub>2</sub>施肥系统

### ➤ 方式

### ✓ 瓶装压缩CO<sub>2</sub>

**压力：** 11-15 MPa，高压金属容器内。

**组成：** CO<sub>2</sub>容器；压力调节器；流量计；电磁阀；时间控制器；管道

### ✓ 燃烧法：

**燃料：** 丙烷、丁烷、酒精、天然气等

**组成：** 燃料供应系统；点火装置；燃烧室；风机；自动监控装置



# 现代温室配套系统-补气系统

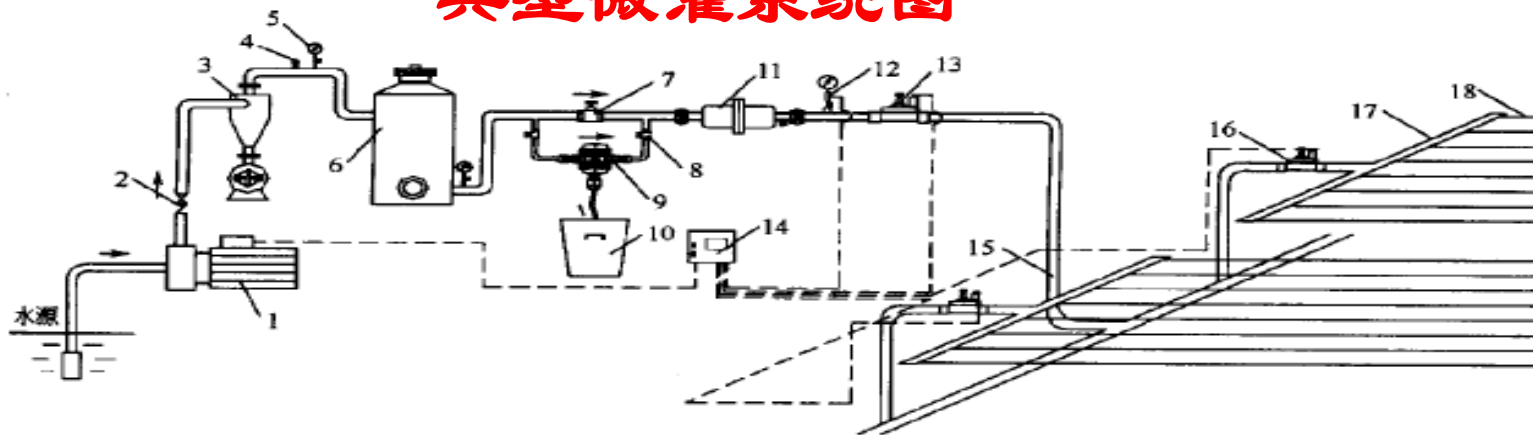
## 环流风机（循环风扇）

- 作用
- ✓ 使CO<sub>2</sub>分布均匀；
- ✓ 使温度、相对湿度均匀；
- 性状参数
- ✓ 分为简洁型和数字控制型
- ✓ 换气量：4000-7000 m<sup>3</sup>/h
- ✓ 送风距离：45 m
- ✓ 功率：0.2 KW



# 现代温室配套系统-灌溉施肥系统

## 典型微灌系统图



- 1—水泵及动力机；2—止回阀及总阀、3—水砂分离器；4—排气阀；5—压力表；  
6—介质过滤器；7—施肥控制阀；8—施肥开关；9—水动施肥器；10—肥液桶；  
11—叠片过滤器；12—压力传感器；13—主控电磁阀；14—电控箱；15—供水干管；  
16—灌区阀门；17—供水支管；18—滴灌管（或毛管+滴头、微喷头）

# 现代温室配套系统-灌溉施肥系统

## 施肥灌溉系统首部



# 现代温室配套系统-灌溉施肥系统

## 移动喷灌机



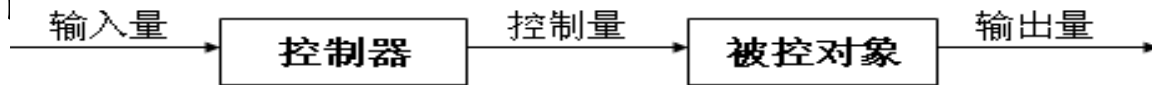
## 滴箭



# 现代温室配套系统-控制系统

## ➤ 自动控制

在没有人直接参与的情况下，采用控制装置，使被控对象或过程自动地在一定精度范围内按照预定的规律运行变化



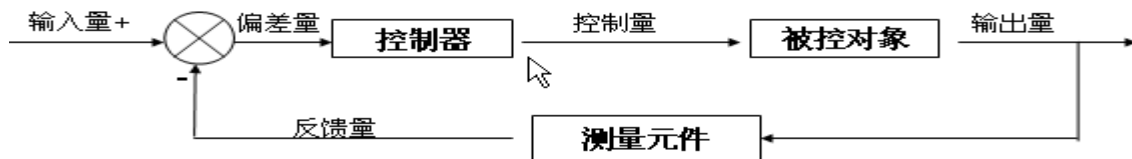
## 开环控制

- ✓ 只有正向控制，无反馈控制，输出量对控制量无影响；
- ✓ 结构简单，易于设计和调整，无稳定性问题；
- ✓ 用于控制要求不高的场合，如遮阳网的启闭。

# 现代温室配套系统-控制系统

## ➤ 自动控制

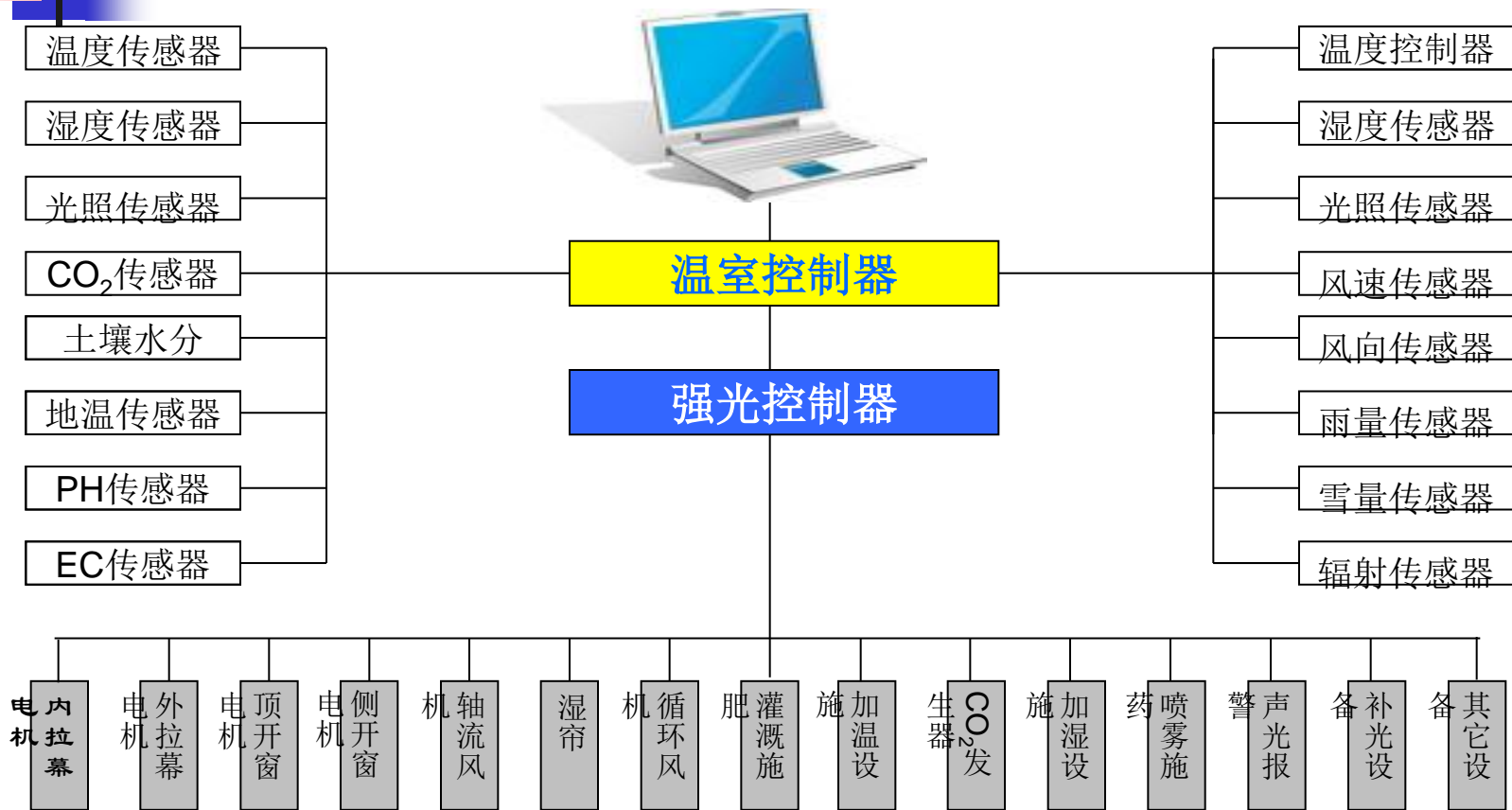
在没有人直接参与的情况下，采用控制装置，使被控对象或过程自动地在一定精度范围内按照预定的规律运行变化。



## 闭环控制

- ✓ 既有正向控制，又有反馈控制，输出量对控制量直接影响；
- ✓ 具有自动修正被控量偏离给定值的作用，达到自控；
- ✓ 稳定性有待提高。

# 现代温室配套系统-控制系统



# 现代温室配套系统-控制系统

## 控制柜

