Solar001.com 教育频道
太阳能光伏培训网

太阳能发电系统培训

产品部培训手册

一、太阳能发电现状

1、能源紧张

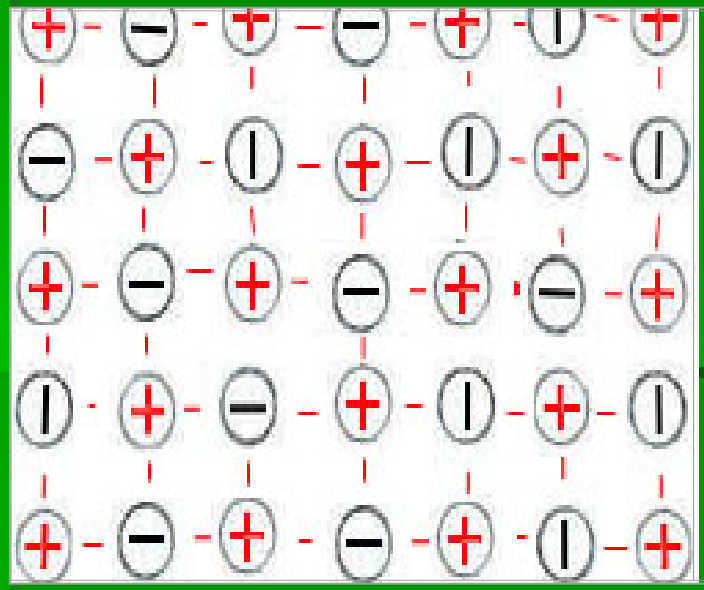
2、节能环保社会需求

3、PV年增长率在15-35%之间

4、价格逐年下降

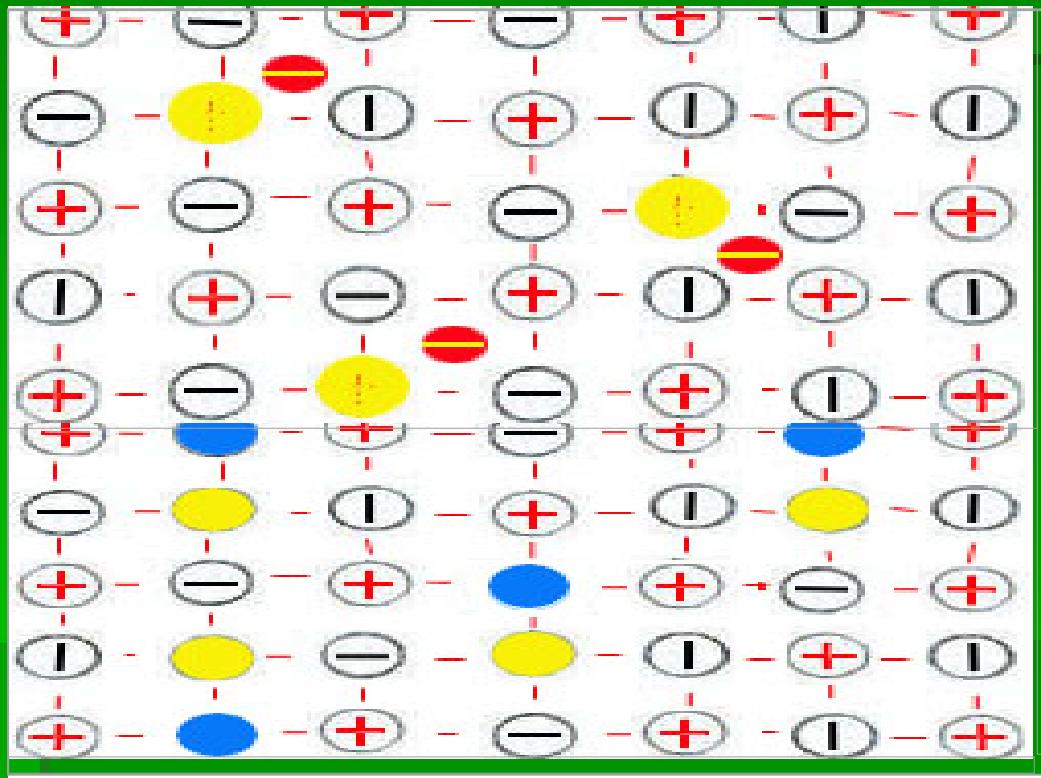
二、太阳能发电原理

太阳能电池发电的原理主要是半导体的光电效应（光生伏打效应），一般的半导体主要结构如下：



图中，正电荷表示硅原子，负电荷表示围绕在硅原子旁边的四个电子。

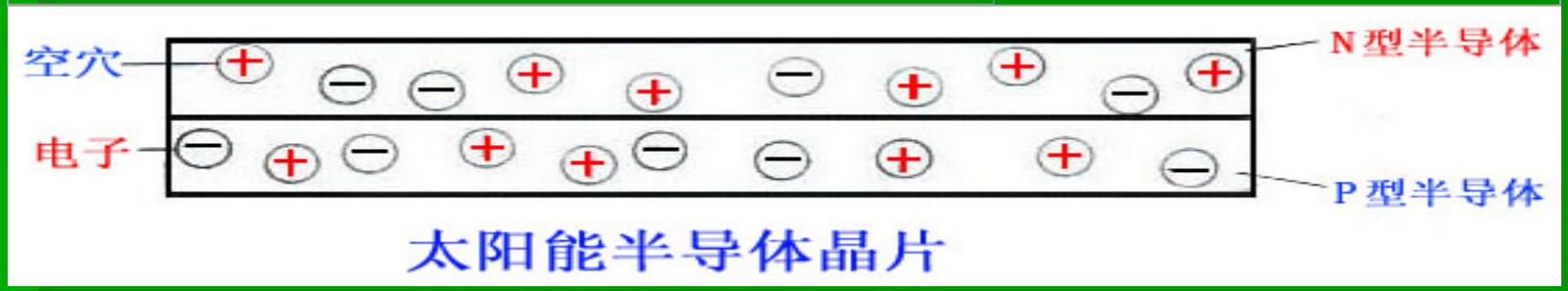
当硅晶体中掺入其他的杂质，如硼、磷等，当掺入硼时，硅晶体中就会存在着一个空穴，它的形成可以参照下图：



图中，正电荷表示硅原子，负电荷表示围绕在硅原子旁边的四个电子。而黄色的表示掺入的硼原子，因为硼原子周围只有3个电子，所以就会产生入图所示的蓝色的空穴，这个空穴因为没有电子而变得很不稳定，容易吸收电子而中和，形成N型半导体。（如左下图）

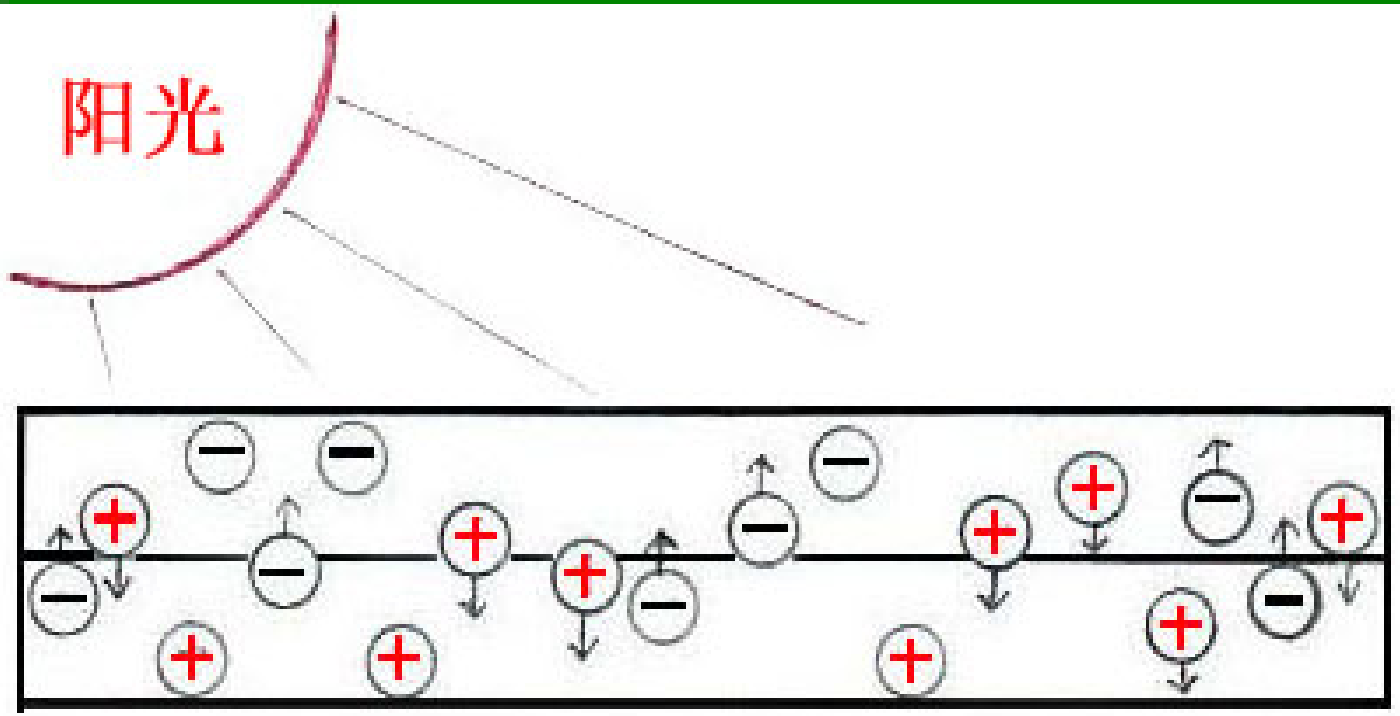
同样，掺入磷原子以后，因为磷原子有五个电子，所以就会有一个电子变得非常活跃，形成P型半导体。（如左上图）黄色的为磷原子核，红色的为多余的电子。

N型半导体中含有较多的空穴，而P型半导体中含有较多的电子，这样，当P型和N型半导体结合在一起时，就会在接触面形成电势差，这就是PN结 。（如下图）

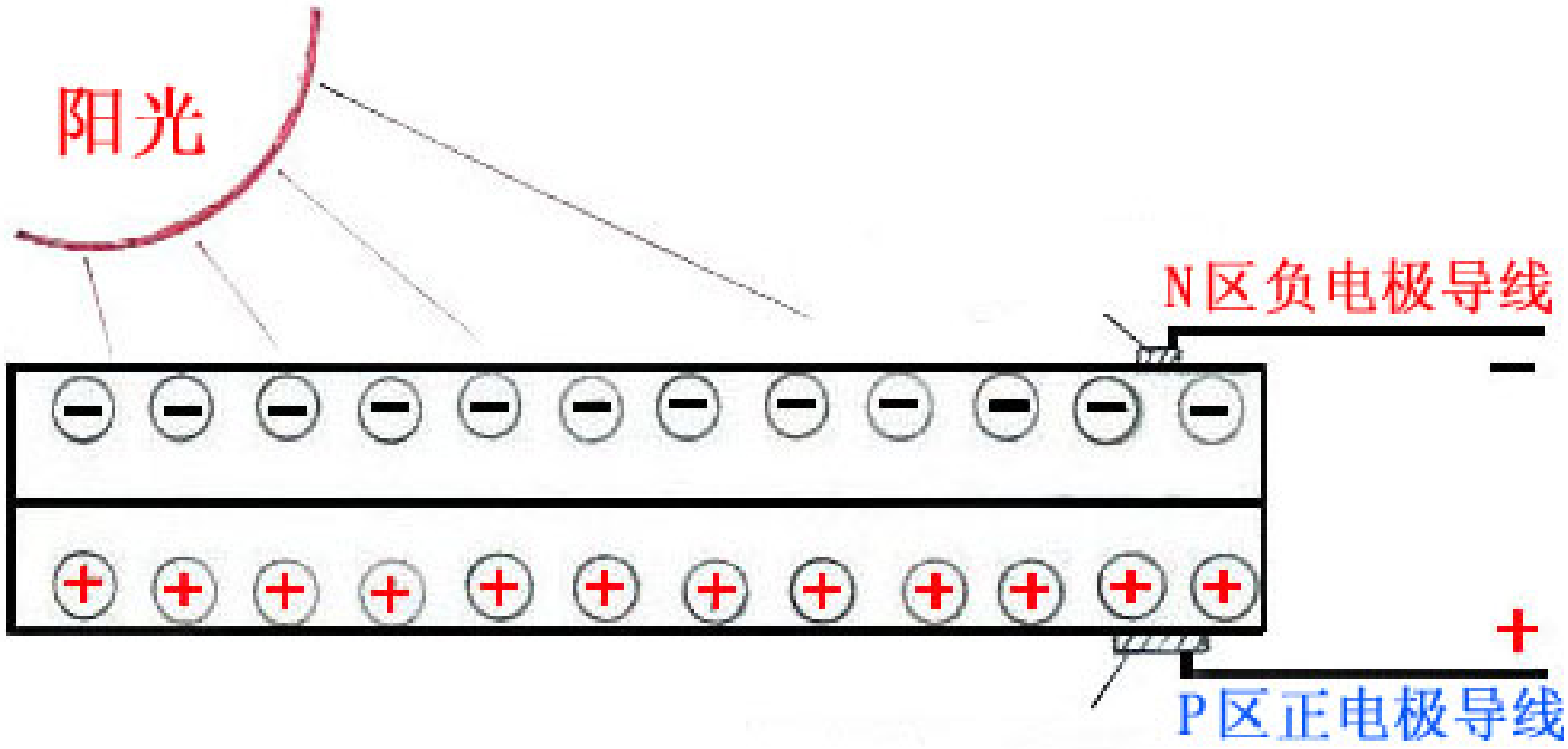


太阳能半导体晶片

当晶片受光后，PN结中，N型半导体的空穴往P型区移动，而P型区中的电子往N型区移动，从而形成从N型区到P型区的电流。然后在PN结中形成电势差，这就形成了电源。(如下面的两个图所示）



晶片受光过程中带正电的空穴往 P 型区移动
带负电的电子往 N 型区移动

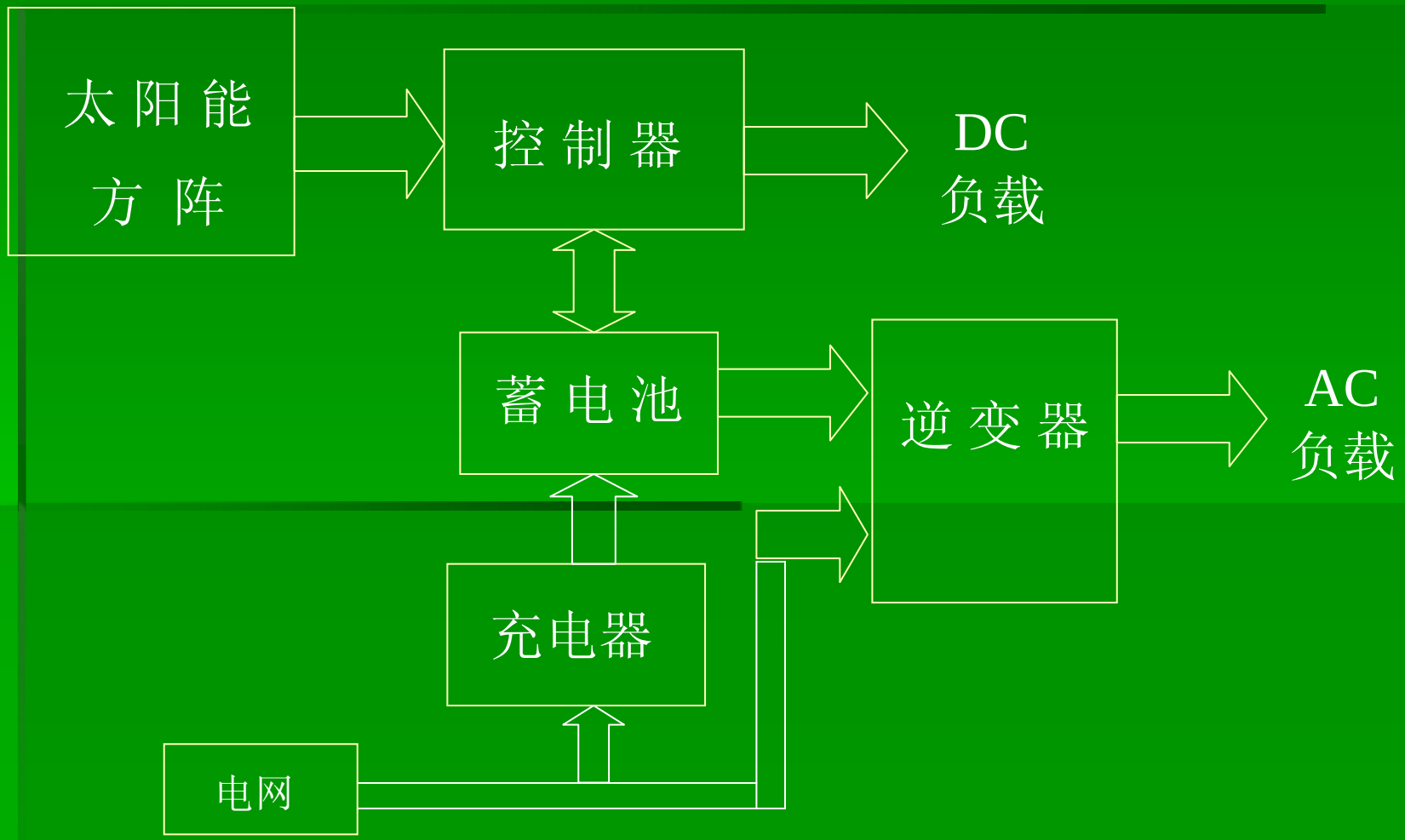


晶片受光后负电子从N区负电极流出

空穴从P区正电极流出

三、太阳能发电系统组成

1、太阳能发电系统原理图



2、光伏发电系统组成部分

光伏发电系统主要组成部分：太阳能电池方阵、蓄电池组、充放电控制器、直流—交流逆变器、控制检测系统、数据采集系统、配电系统及配套系统工程设备等

四、太阳能灯具分类

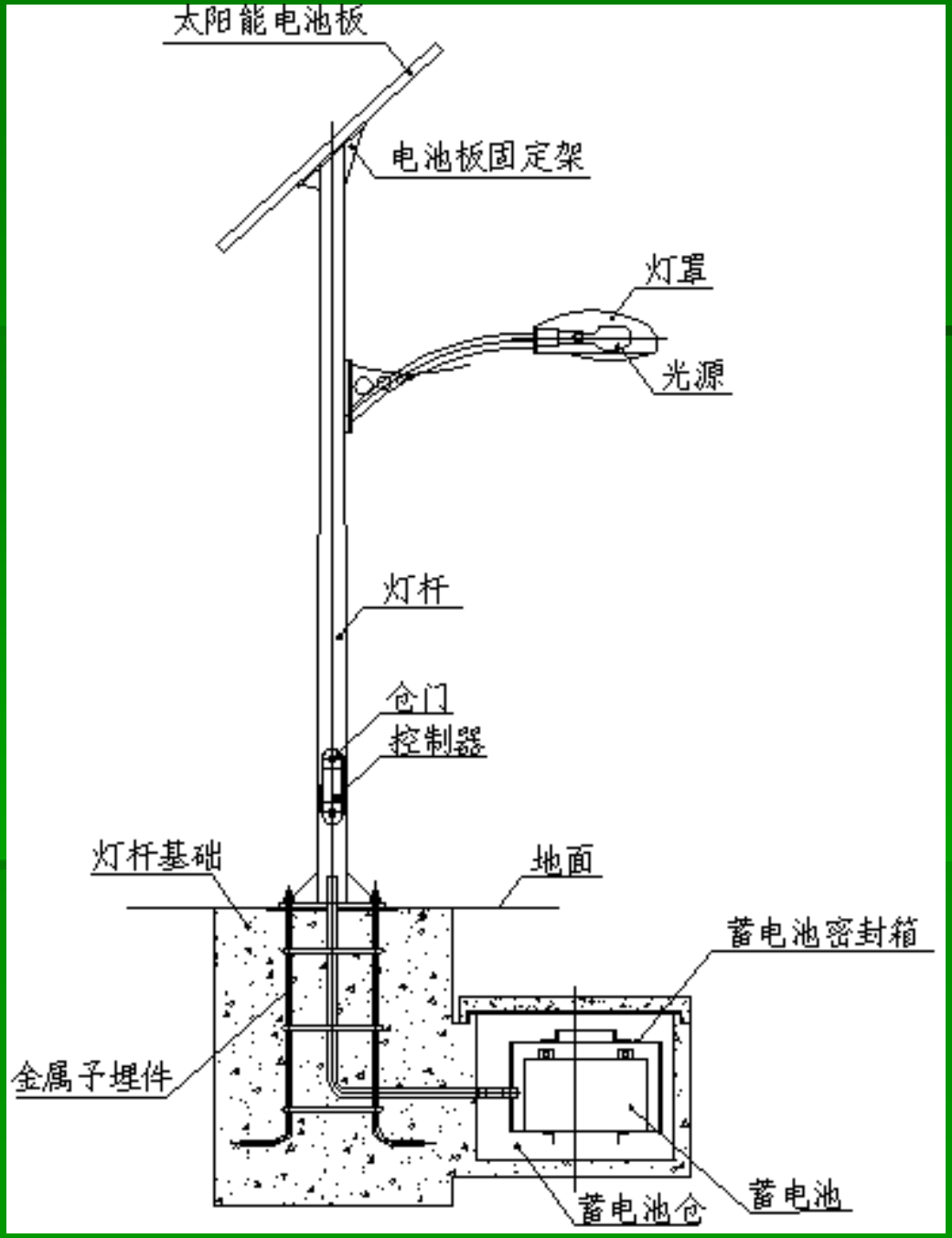
主要有以下几种：

- 太阳能草坪灯
- 太阳能庭院灯
- 太阳能路灯
- 太阳能景观灯等

五、太阳能灯具组成

太阳能灯具主要由以下几部分组成：

太阳能电池板、电池板固定架、蓄电池、控制器、光源、灯罩、灯杆、蓄电池密封箱、线揽配件等


太阳能电池板
电池板固定架
灯罩
光源
灯杆
仓门
控制器
灯杆基础
地面
蓄电池密封箱
金属子埋件
蓄电池仓
蓄电池

六、太阳能灯具系统部件分析

1、太阳能电池组件

- **电池组件分类**

太阳能电池分为硅太阳能电池和非硅系太阳能电池（砷化镓太阳能电池、薄膜太阳能电池）。

硅太阳能电池可分为单晶硅、多晶硅电池。单晶硅太阳能电池在硅系列太阳能电池中，转换效率最高，技术最为成熟。

- **性能特点**

太阳能取之不尽，用之不竭；
太阳能避免长距离供电，可就近供电；
太阳能发电系统采用模块化安装，建设周期短；
太阳能发电安全，不受能源危机影响；
太阳能发电没有运动部件，维护简单；
不用燃料，不产生废物，清洁

- 应用

2、蓄电池

- 蓄电池分类

  常用的蓄电池有铅酸蓄电池、镉镍蓄电池、铁镍蓄电池、金属氧化物蓄电池、锌银蓄电池、锌镍蓄电池、氢镍蓄电池、锂离子蓄电池等。

  太阳能发电系统一般应用阀控免维护铅酸蓄电池 ，铅酸蓄电池负极为铅,正极为二氧化铅,电解质为硫酸 。

- 蓄电池原理

  （ 阳极 ）（ 电解液 ）（ 阴极 ）

  $PbO2 + 2H2SO4 + Pb \longrightarrow PbSO4 + 2H2O + PbSO4$ （ 放电反应 ）

  （ 过氧化铅 ）（ 硫酸 ）（ 海绵状铅 ）

  （ 阳极 ）（ 电解液 ）（ 阴极 ）

  $PbSO4 + 2\ H2O + PbSO4 \longrightarrow PbO2 + 2\ H2SO4 + Pb$ （ 充电反应 ）

  （ 硫酸铅 ）（ 水 ）（ 硫酸铅 ）

放电中的化学变化

蓄电池连接外部电路放电时，稀硫酸即会与阴、阳极板上的活性物质产生反应 ， 生成新化合物『硫酸铅』。经由放电硫酸成分从电解液中释出，放电愈久，硫酸浓度愈稀薄。所消耗之成份与放电量成比例，只要测得电解液中的硫酸浓度，亦即测其比重，即可得知放电量或残余电量。

充电中的化学变化

由于放电时在阳极板，阴极板上所产生的硫酸铅会在充电时被分解还原成硫酸 ， 铅及过氧化铅 ， 因此电池内电解液的浓度逐渐增加 ， 亦即电解液之比重上升，并逐渐回复到放电前的浓度，这种变化显示出蓄电池中的活性物质已还原到可以再度供电的状态，当两极的硫酸铅被还原成原来的活性物质时，即等于充电结束，

- 新能源用免维护电池特点

  - 循环使用寿命长；
  - 充放电效率高；
  - 自放电率低；
  - 深放电能力强；
  - 少维护或免维护；
  - 工作温度范围宽，特别适合于较低温度条件的使用；
  - 价格低廉；
  - 便于安装。

3、控制器

- 功能

防蓄电池反接
防太阳能板反接
蓄电池过充保护
蓄电池过放保护
负载短路保护
防反充保护

- **控制类型**

1. 恒流充电法

恒流充电法是用调整充电装置输出电压或改变与蓄电池串联电阻的方法，保持充电电流强度不变的充电方法

2. 阶段充电法

（1）二阶段法，首先以恒电流充电至预定的电压值，然后，改为恒电压完成剩余的充电。

（2）三阶段充电法在充电开始和结束时采用恒电流充电，中间用恒电压充电。

3. 恒压充电法

充电电源的电压在全部充电时间里保持恒定的数值，随着蓄电池端电压的逐渐升高，电流逐渐减少。

4、光源

（1） 节能灯

光效高、寿命长、显色好、体积小巧、造型美观、使用简便

（2） LED

高亮度点光源、可辐射各种色光和白光、0~100%光输出（电子调光）、寿命长、耐冲击和防震动、无紫外（UV）和红外（IR）辐射、低电压下工作（安全）

（3） 钠灯

低压钠灯

特点：发光效率特高、寿命长、光通维持率高、透雾性强，但显色性差。

高压钠灯

特点：寿命长、光效高、透雾性强。

七、太阳能灯具工作模式

太阳能灯具照明控制形式有：

- 光控开—光控关
- 光控开—时控关
- 时控开—时控关
- 傍晚—凌晨开两端时控
- 主辅灯双路控制

1、光控开光控关

傍晚当光线强度低于一定值时，光源自动点亮，清晨当光线强度高于一定值时，光源自动熄灭。

2、光控开时控关

傍晚当光线强度低于一定值时，光源自动点亮，开始计时，当达到预定关灯时间值时，光源自动熄灭。

3、时控开一时控关

傍晚当达到预先设定开灯时间时，光源自动点亮，清晨当达到预先设定关灯时间时，光源自动熄灭。

4、傍晚一凌晨开两端时控

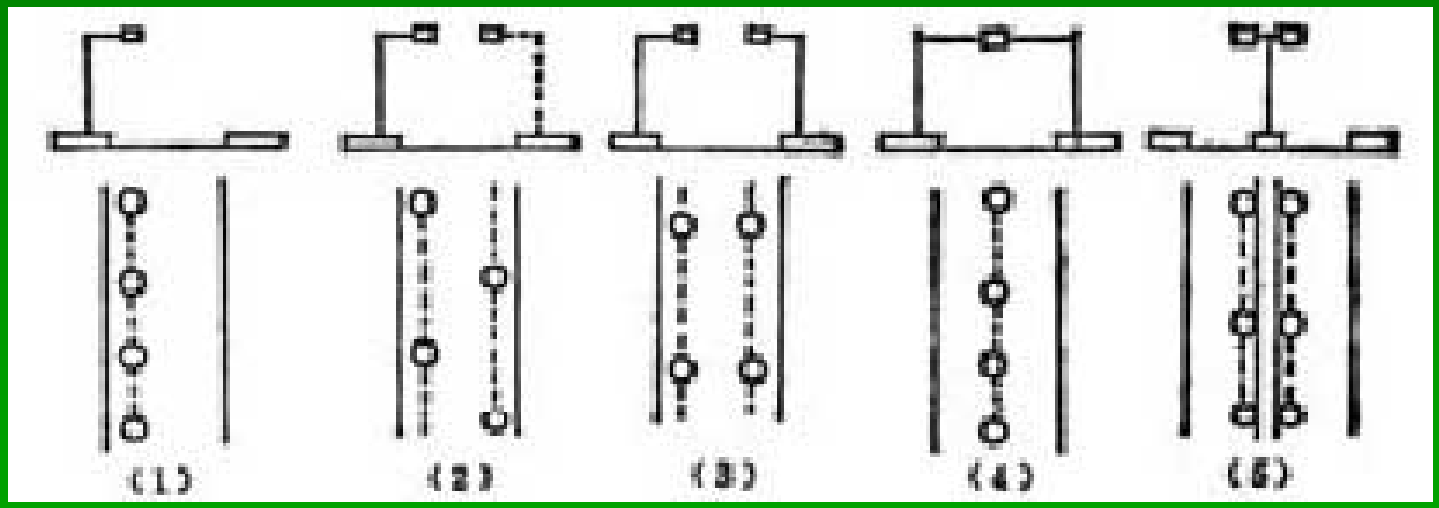
傍晚当光线强度低于一定值时，光源自动点亮，当达到预定关灯时间时，光源自动熄灭；零晨当达到预定开灯时间时，光源自动点亮，清晨当光线强度高于一定值时，光源再自动熄灭。

5、主辅灯双路控制

光源分成主灯和辅灯两路，傍晚当光线强度低于一定值时，光源自动点亮，主辅灯均可分别进行关灯时间控制，以组合出主辅灯不同的工作模式。

八、太阳能灯布灯方式

常规照明有单侧布置、双侧交错布置、双侧对称布置、横向悬索布置和中心对称布置五种基本布灯方式



(1)单侧布置；(2)双侧交错布置；(3)双侧对称布置；(4)横向悬索布置；(5)中心对称布置

九、太阳能灯具优点分析

- 节能：以太阳能光电转换提供电能，取之不尽、用之不竭；
- 环保：无污染、无噪音、无辐射；
- 安全：绝无触电、火灾等意外事故；
- 方便：安装简洁，不需要架线或“开膛破肚”挖地施工、也没有停电限电顾虑；
- 寿命长：产品科技含量高，控制系统、配件均是国际品牌、智能化设计，质量可靠；
- 品位高：科技产品、绿色能源，使用单位重视科技、绿色形象提高、档次提升；
- 投资少：一次性投资与交流电等价（交流电投资从变电、进电、控制箱、电缆、工程起），一次投资、长期受用；
- 适用广：太阳能源源于自然，所以凡是有日照的地方都可以使用，特别适合于绿地景观灯光配备，高档次住宅及室 外照明，旅游景点海岸景观照明及点缀，工业开发区、工矿企业路灯，各大院校室外灯光照明。

十、太阳能灯具系统注意事项

- 太阳能路灯必须安装在光照充足，无遮挡的地方，且安装牢固可靠（当无法满足全天无遮挡时，要保证上午9:30-15:30间无遮挡）。
- 太阳能路灯在安装过程中请勿划伤磕碰各部件。
- 蓄电池在运输、安装过程中切勿倒置及放置潮湿处和暴晒于太阳光下
- 各线路连接切勿短路（正负极接触），以防不良现象发生。
- 系统接线顺序：蓄电池－电池板－负载
- 系统拆卸顺序：负载－电池板－蓄电池

十一、太阳能灯具安装维护

1、电气安装步骤

（1）根据接线图进行电池板串并联接线，确保正负极连接正确，检验电源线上电压输出是否正常，不正常则检查接线是否有误。

（2）光源灯头，灯罩组装，穿线，接线，确保正负极连接正确。

（3）验证光源和其线路是否有问题，有问题的话查出原因及时解决。

（4）蓄电池安装，连线做好端子（插簧），穿线，串并联接线，确保正负极连接正确。

（5）控制器接线，先接蓄电池后电池板再接负载，确保正负极连接正确。

（6）系统调试，时控时间按设计时间调整。

2、电池板接线

（1）检查电池组件背后铭牌，核对规格型号数量是否为设计型号，如不符合应立即调货更换，不能免强施工。

（2）检查电池组件表面是否有破损、划伤，有的话应立即更换。

（3）接线前要详细检查正负极标识，确保正负极连接正确，建议再用万用表验证一下，以防标识错误等现象。验证方法，用数字万用表的红黑表笔，分别接触电池组件两个电极，显示为正值则红表笔对应电极为“正”，显示为负值则红表笔对应电极为“负”。其他正负极检验方法同此。

（4）按接线图进行串并联接线，不能私自改动连接方式，电线一般采用双芯护套铜软线，一般为红黑两种颜色，红色作为正极，黑色作为负极，线芯为其他两种颜色的，深色的作为负极，另一个作为正极。

（5）接完线，使电池板朝向太阳，用万用表检测电源线输出端，正负是否正确，开路电压是否在合理范围内

系统电压为12V的，开路电压值应在18V～25V范围内（晴天时）

系统电压为24V的，开路电压值应在35V～45V范围内（晴天时）。

（6）是的话进行下一步，不是的话检测每一块电池组件输出是否正常，线路连接是否正确，直到正确为止。

3、光源接线

（1）核对光源规格型号数量是否为设计型号，如不符合应立即调货更换，不能免强施工。

（2）检查光源表面是否有划伤、灯管是否有裂纹、破损等现象，有的话应立即更换。

（3）接线前要详细检查镇流器正负极标识，确保正负极连接正确。

注：不能用万用表测量镇流器输出端，以免烧坏万用表。

（4）按接线图进行接线，不能私自改动连接方式，电线一般采用双芯护套铜软线，一般为红黑两种颜色，红色作为正极，黑色作为负极，线芯为其他两种颜色的，深色的作为负极，另一个作为正极。

（5）接完线，检测光源是否完好，线路是否有问题。将光源引出线与蓄电池两端电极相接，注意正负极不要接反，电压等级相互配合。

（6）没问题则进行下一步，否则检验线路连接是否正确，光源是否损坏直到正确为止。

（7）灯具安装好后吊装以前，要用蓄电池再进行一次测试，看灯具是否能够点亮，以防吊装完成后发现，增加维修成本。

4、蓄电池接线

（1）检查蓄电池标识，核对规格型号数量是否为设计型号，如不符合应立即调货更换，不能免强施工。

（2）检查蓄电池表面是否有破损、划伤，漏液等情况，有的话应立即更换。

（3）接线前认准正负极标识，标有红色的为正，标有黑色的为负，确保正负极连接正确，建议再用万用表验证一下，以防标识错误等现象。验证方法，用数字万用表的红黑表笔，分别接触电池组件两个电极，显示为正值则红表笔对应电极为“正”，显示为负值则红表笔对应电极为“负”。其他正负极检验方法同此。

（4）按接线图进行串并联接线，不能私自改动连接方式，电线一般采用双芯护套铜软线，一般为红黑两种颜色，红色作为正极，黑色作为负极，线芯为其他两种颜色的，深色的作为负极，另一个作为正极。

（5）接完线，电源线输出端要用绝缘胶布缠好，以免正负极接触，短路放电，重则发生火灾。确保无误再进行后面操作。

5、控制器接线

（1）检查控制器标识，核对规格型号数量是否为设计型号，如不符合应立即调货更换，不能免强施工。

（2）检查控制器表面是否有破损、划伤，有的话应立即更换。

（3）接线前要认准控制器上，太阳电池组件、蓄电池、负载三者的标识符号，和正负极符号。

（4）灯杆吊装完成后进行控制器的接线，接线顺序为：蓄电池－太阳电池组件－光源

（5）按接线图进行串并联接线，不能私自改动连接方式，电线一般采用双芯护套铜软线，一般为红黑两种颜色，红色作为正极，黑色作为负极，线芯为其他两种颜色的，深色的作为负极，另一个作为正极。

（6）接线通电后，按控制器说明书中指示，看控制器上显示（LED或LCD）是否正常，如有故障信息，按说明书提示排除故障。

6、系统调试

（1）时控功能设置

根据设计方案中设计的每天亮灯时间，按说明书指示设置时间控制结点，每晚亮灯时间不能高于设计值，只能等于或小于设计值。

（2）光控开功能模拟

若是在白天，接完线后，可用不透光物完全遮挡电池组件迎光面（或把控制器上电池组件接线卸下），根据说明书上提到的延时时间，看经过相应时间后，灯具是否能自动点亮，能点亮则说明光控开功能正常。不能点亮则说明光控开功能失效，需重新检查控制器设置情况。

（3）光控关功能模拟

接上述操作，去除太阳电池组件上的遮挡物（或把控制器上电池组件电源线接好），光源能够自动熄灭，说明光控关功能正常。

十二、常见故障维修

序号	故障现象	故障原因	排除方法
01	灯不亮	光源器件损坏	更换光源器件
		线路接点松动	检查线路，接点紧固
		控制器过放保护	切断负载，让其进行恢复充电或用充电器给其充电
		控制器损坏	更换控制器
02	连续工作天数达不到要求	蓄电池容量降低	更换蓄电池
		太阳电池表面有遮挡物	去除遮挡物
03	灯具每天照明时间不准确	蓄电池容量衰减	更换蓄电池
		控制器定时参数设定有误	修改设定参数

Solar001.com 教育频道
太阳能光伏培训网

谢谢观赏！