

3. 2 自然资源电能转换电能原理

3. 2. 1 太阳能光伏发电原理

太阳能光伏发电系统 (P h o t o v o l t a i c , P P o W) 主要涉及太阳能电池和矩阵、电源转换 (逆变器、充电器)、控制系统、储能系统、并网技术等领域。具体结构如图 1 所示。

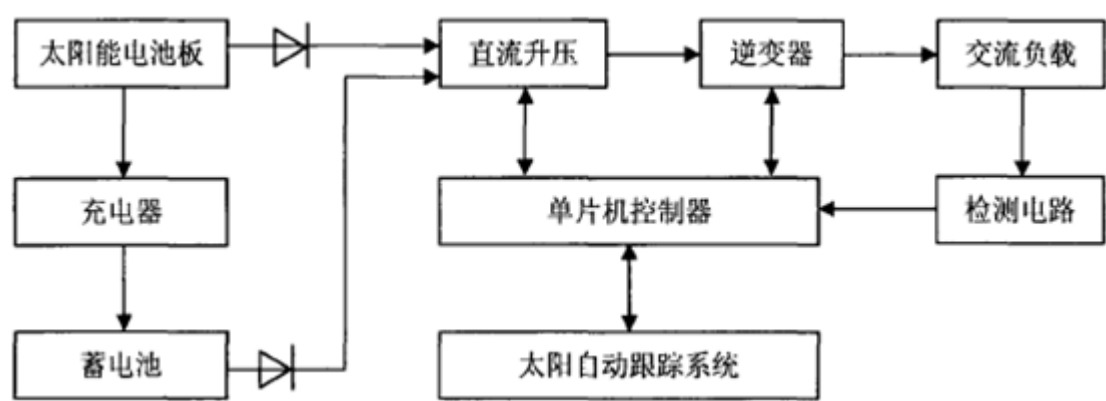


图 1 太阳能光伏发电系统结构图 (此图用 V I 图)

P V 发电是利用光电效应，将太阳辐射能直接转换成电能。光—电转换的基本装置就是太阳能电池。太阳能电池是一个半导体光电二极管，当太阳光照到光电二极管上时，光电二极管就会把太阳的光能变成电能，产生电流。太阳能电池一般为硅电池，分为单晶硅太阳能电池、多晶硅太阳能电池和非晶硅太阳能电池三种。

当许多个电池串联或并联起来就可以成为有比较大的输出功率的太阳能电池方阵了。太阳能电池是一种大有前途的新型电源，具有永久性、清洁性和灵活性三大优点。太阳能电池寿命长，只要太阳存在，太阳能电池就可以一次投资而长期使用。与火力发电、核能发电相比，太阳能电池不会引起环境污染；太阳能电池可以大中小并举，大到百万千瓦的中型电站，小到只供一户用的太阳能电池组，这是其它电源无法比拟的。

太阳能控制器全称为太阳能充放电控制器，是用于太阳能发电系统中，控制多路太阳能电池方阵对蓄电池充电以及蓄电池给太阳能逆变器负载供电的自动控制设备。太阳能控制器是一个微机数据采集和监测控制系统，既可快速实时采集光伏系统当前的工作状态，随时获得 P 站的工作信息，又可详细积累 P 站的历史数据，为评估 P 系统设计的合理性及检验系统部件质量的可靠性提供了准确而充分的依据。太阳能控制器通常有 6 个标称电压等级：1 2 V 2 4 V 4 8 V 1 0 2 V 2 0 0 V 5 0 0 V

由于太阳能电池和蓄电池是直流电源，当负载是交流负载时，逆变器是将直流电转换成交流电的必不可少的设备。逆变器按运行方式，可分为独立运行逆变

3. 2 自然资源电能转换电能原理

3. 2. 1 太阳能光伏发电原理

太阳能光伏发电系统 (P h o t o v o l t a i c , P P o W) 主要涉及太阳能电池和矩阵、电源转换 (逆变器、充电器)、控制系统、储能系统、并网技术等领域。具体结构如图 1 所示。

==

图 1 太阳能光伏发电系统结构图 (此图用 V I 表示)

P V 发电是利用光电效应，将太阳辐射能直接转换成电能。光—电转换的基本装置就是太阳能电池。太阳能电池是一个半导体光电二极管，当太阳光照到光电二极管上时，光电二极管就会把太阳的光能变成电能，产生电流。太阳能电池一般为硅电池，分为单晶硅太阳能电池、多晶硅太阳能电池和非晶硅太阳能电池三种。

当许多个电池串联或并联起来就可以成为有比较大的输出功率的太阳能电池方阵了。太阳能电池是一种大有前途的新型电源，具有永久性、清洁性和灵活性三大优点。太阳能电池寿命长，只要太阳存在，太阳能电池就可以一次投资而长期使用。与火力发电、核能发电相比，太阳能电池不会引起环境污染；太阳能电池可以大中小并举，大到百万千瓦的中型电站，小到只供一户用的太阳能电池组，这是其它电源无法比拟的。

太阳能控制器全称为太阳能充放电控制器，是用于太阳能发电系统中，控制多路太阳能电池方阵对蓄电池充电以及蓄电池给太阳能逆变器负载供电的自动控制设备。太阳能控制器是一个微机数据采集和监测控制系统，既可快速实时采集光伏系统当前的工作状态，随时获得 P 站的工作信息，又可详细积累 P 站的历史数据，为评估 P 系统设计的合理性及检验系统部件质量的可靠性提供了准确而充分的依据。太阳能控制器通常有 6 个标称电压等级：1 2 V 2 4 V 4 8 V 1 0 2 V 2 0 0 V 5 0 0 V

由于太阳能电池和蓄电池是直流电源，当负载是交流负载时，逆变器是将直流电转换成交流电的必不可少的设备。逆变器按运行方式，可分为独立运行逆变

$$b \approx 0.1949 \times 7.056 \times 10^{-24} \times S \quad (3-10)$$

设 T_E 为任意的环境温度，则光伏电池板温度 T 为：

$$T \approx T_E + K S \quad (3-11)$$

式中 K 据试验测得大量数据取为 $0.003^{\circ}\text{C m}^2/\text{W}$

对于 $M \times N$ 光伏电站阵列，可以等效成一个光伏电池，工程模型参数等效如下，

$$I_{sc} \approx N I_{sc} \quad (3-12)$$

$$V_{oc} \approx M V_{oc}, I_m \approx N I_m, V_m \approx M V_m \quad (3-13)$$

3. 2. 2 风力发电原理

风力发电是把风能转变为电能并加以利用的一种方式。风力发电机一般有风轮、发电机（包括装置）、调向器（尾翼）、塔架、限速安全机构等构件组成。风力发电机的工作原理比较简单，风轮在风力的作用下旋转，它把风的动能转变为风轮轴的机械能。发电机在风轮轴的带动下旋转发电。具体结构如图 2 所示。

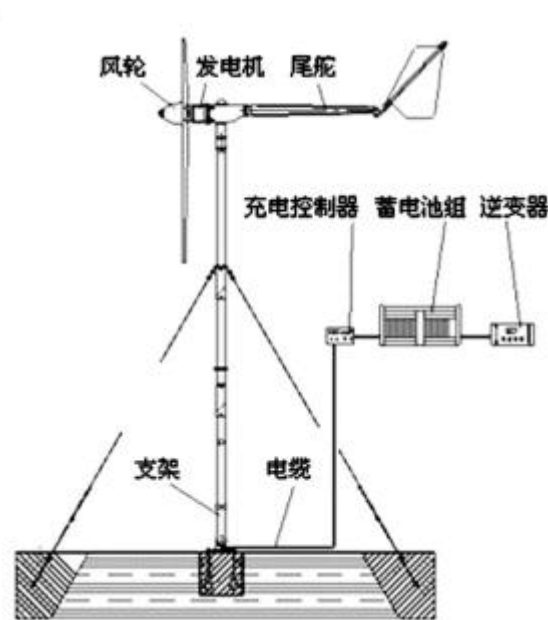


图 2 风力机结构

风轮是集风装置，它的作用是把流动空气具有的动能转变为风轮旋转的机械

能。一般风力发电机的风轮由 2 个或 3 个叶片构成。

风力发电机中调向器的功能是使风力发电机的风轮随时都迎着风向 ,从而能最大限度地获取风能。一般风力发电机几乎全部是利用尾翼来控制风轮的迎风方向的。

限速安全机构是用来保证风力发电机运行安全的。限速安全机构的设置可以使风力发电机风轮的转速在一定的风速范围内保持基本不变。

塔架是风力发电机的支撑机构 ,稍大的风力发电机塔架一般采用由角钢或圆钢组成的桁架结构。风力机的输出功率与风速的大小有关。机械连接与功率传递水平轴风机桨叶通过齿轮箱及其高速轴与万能弹性联轴节相连 ,将转矩传递到发电机的传动轴 ,此联轴节应按具有很好的吸收阻尼和震动的特性 ,表现为吸收适量的径向、轴向和一定角度的偏移 ,并且联轴器可阻止机械装置的过载。另一种为直驱型风机桨叶不通过齿轮箱直接与电机相连风机电机类型。

风力机的风功率转换模型可以用下式表示 :

$$T_m = \frac{1}{2} \rho R^3 C_p(\lambda, \beta) v_w^2 \quad (3-14)$$

式中 T_m 为风力机机械转矩 ; ρ 为空气密度 ; R 为风力机叶片半径 ; v_w 为风速 , λ 为风力机的叶尖速比 ; C_p 为风能利用系数 , 表达式为 :

$$C_p(\lambda, \beta) = 0.22 \left(\frac{116}{\lambda} - 0.4 \beta \right) e^{-\frac{2125}{\lambda^2}} \quad (3-15)$$

$$\lambda = \frac{v_{ti}}{v} \quad (3-16)$$

根据贝茨定理 , 风力机捕获的风能与风速的立方成正比例的关系 , 同时还与风力机叶片的转速及结构参数有关。根据风力机功率特性方程有 :

$$P_T = C_p A \frac{\rho v^3}{2} \quad (3-17)$$

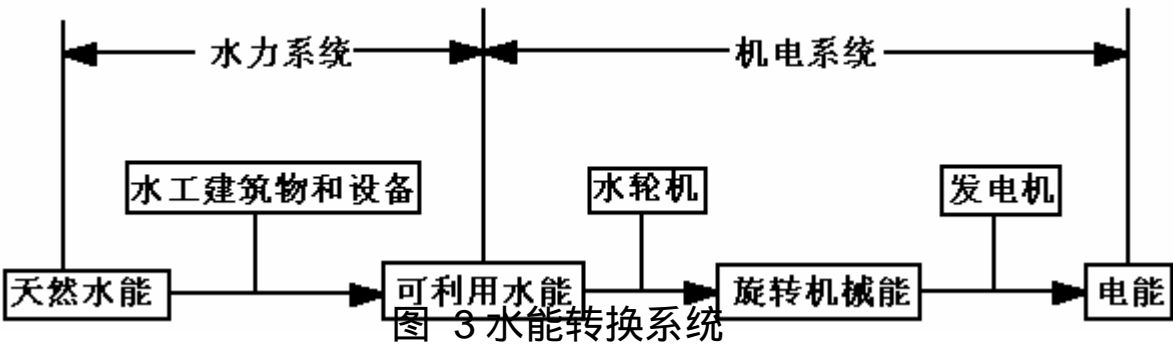
式中 : P_T 为风力机机械功率 (W) ; C_p 为风能转换系数 , 它是桨距角 β 和叶尖速率比 $(\lambda = R\omega/v)$ 的函数 ; R 为叶片半径 (m) ; ω 为风力机叶片转速

(r 为叶片扫掠面积 (m^2); ρ 为空气密度, (kg/m^3); v 为风速 (m/s); P_0 为功率基值 (kW))文字中出现的英文字母、拉丁字母、希腊字母用不建议用公式编辑器写, 否则不好调整格式, 可以用“插入”—“符号”来编辑)

3. 2. 2 水力发电原理

水力发电是利用河川、湖泊等位于高处具有位能的水流至低处, 将其中所含之位能转换成水轮机的动能, 就是利用流量及落差来转动水涡轮。利用水轮机为原动机, 推动发电机产生电能。因水力发电厂所发出的电力其电压低, 要输送到远距离的用户, 必须将电压经过变压器提高后, 再由架空输电线路输送到用户集中区的变电所, 再次降低为适合于家庭用户、工厂之用电设备之电压, 并由配电线输电到各工厂及家庭用户。

在天然河流上, 修建水工建筑物, 集中水头, 通过一定的流量将“载能水”输送到水轮机中, 使水能 旋转机械能 带动发电机组发电 输电线路 用户。具体结构如图 3所示。



水力发电输出功率公式为：

$$P = 9.81 \rho Q H \eta \tag{3 - 18}$$

- 式中：
- 通过水轮机的流量, $Q = V, /m^3/ s$
 - 水轮机的工作水头, m ;
 - 水轮机的效率。

3. 2. 2 地热发电原理

地热发电是利用地下热水和蒸汽为动力源的一种新型发电技术。其基本原理与火力发电类似, 也是根据能量转换原理, 首先把地热能转换为机械能, 再把机

(rad; A 为叶片扫掠面积 (m^2); ρ 为空气密度, (kg/m^3); v 为风速 (m/s)
 P_0 为功率基值 (kW)文字中出现的英文字母、拉丁字母、希腊字母用不建议用公式编辑器写, 否则不好调整格式, 可以用“插入”—“符号”来编辑)

3. 2. 2 水力发电原理

水力发电是利用河川、湖泊等位于高处具有位能的水流至低处, 将其中所含之位能转换成水轮机的动能, 就是利用流量及落差来转动水涡轮。利用水轮机为原动机, 推动发电机产生电能。因水力发电厂所发出的电力其电压低, 要输送到远距离的用户, 必须将电压经过变压器提高后, 再由架空输电路输送到用户集中区的变电所, 再次降低为适合于家庭用户、工厂之用电设备之电压, 并由配电线输电到各工厂及家庭用户。

在天然河流上, 修建水工建筑物, 集中水头, 通过一定的流量将“载能水”输送到水轮机中, 使水能 旋转机械能 带动发电机组发电 输电线路 用户。具体结构如图 3所示。

图 3 水能转换系统

水力发电输出功率公式为：

$$P = 9.81 \rho Q H \eta \quad (3 - 18)$$

式中：

—通过水轮机的流量, $Q = V, / \text{m}^3/\text{s}$

—水轮机的工作水头, m ;

—水轮机的效率。

3. 2. 2 地热发电原理

地热发电是利用地下热水和蒸汽为动力源的一种新型发电技术。其基本原理与火力发电类似, 也是根据能量转换原理, 首先把地热能转换为机械能, 再把机