1

光伏发电系统规划

【项目导读】

目前，光伏发电系统存在的主要问题是初投资较高、成本大。因此，用户根据实际负载的需求，合理构建不同组成方式的光伏发电系统，可以有效地降低成本，提高系统的效能。

任务一　认识光伏发电系统

【任务描述】

太阳能发电技术有两大类，分别是光热发电和光伏发电。通常所说的太阳能发电是指光伏发电。光伏发电系统的规模和应用形式有简单和复杂之分。例如最简单的光伏发电系统，仅由光伏组件和负载组成；对于复杂的光伏发电系统则要由光伏阵列、控制器、蓄电池、逆变器、汇流箱、交直流配电柜、系统检测与计量设备等部件组成。

【相关知识】

一、独立光伏发电系统

独立光伏发电系统是光伏发电应用最原始、最简单的一种供配电方式。独立光伏发电系统不和电网相连，系统独立发电、独立供电，环保安全，不需要其他能源消耗，直接向负载供电，系统组成如图 1.1.1 所示。

这种供电系统的优点是简单、经济、灵活，适用范围广；缺点是用电可靠性差，管理控制比较分散、麻烦。一般仅用于用电量小、分散性大的用电负荷。

图 1.1.1　独立光伏发电系统

1. 无蓄电池的直流光伏发电系统

系统主要由太阳能电池板和负载组成，如图 1.1.2 所示。

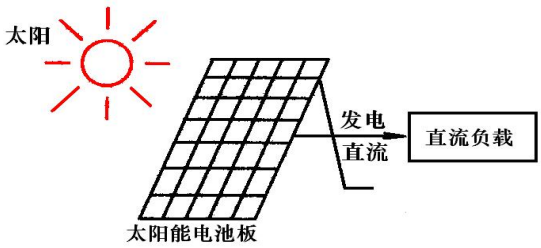

图 1.1.2　无蓄电池直流发电系统组成

典型应用：太阳能光伏水泵以及一些小型的太阳能电池计算器、玩具、日用品等。

2. 有蓄电池的直流光伏发电系统

系统主要由太阳能电池板、控制器、蓄电池、直流配电箱和负载组成，如图 1.1.3 所示。

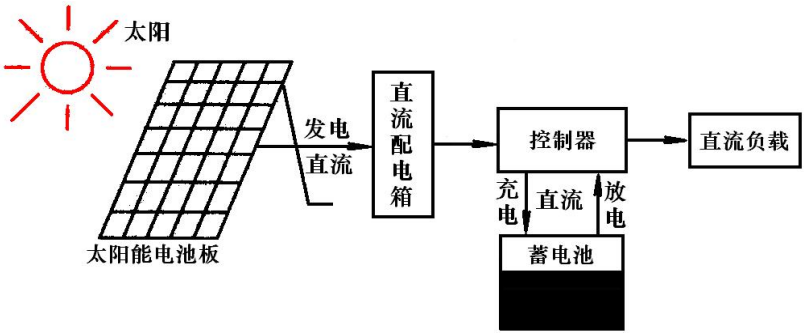

图 1.1.3　有蓄电池直流发电系统组成

典型应用：小到太阳能草坪灯、庭院灯，大到远离电网的移动通信基站、微波中转站，边远地区农村供电等。

3. 交流及交、直流混合光伏发电系统

系统主要由太阳能电池板、控制器、蓄电池、逆变器和负载组成，如图 1.1.4 所示。

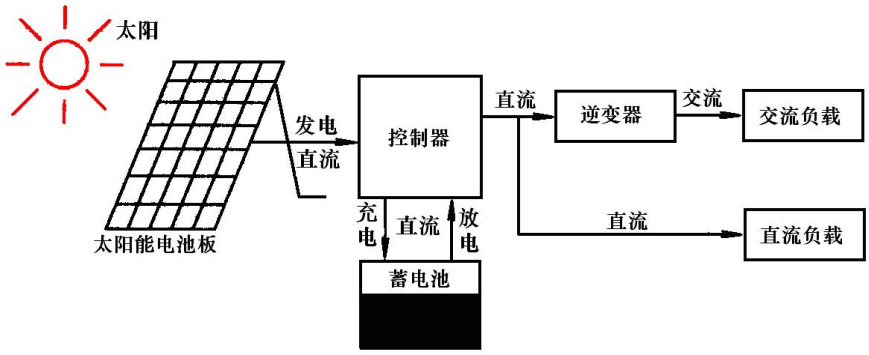

图 1.1.4　交流及交、直流混合光伏发电系统组成

典型的应用：太阳能光伏户用系统，无电地区小型光伏发电站，移动通信基站，气象、水文、环境检测站等。

4. 市电互补型光伏发电系统

在独立光伏发电系统中以太阳能光伏发电为主，以普通 220V 交流电补充电能为辅的供电系统，系统组成如图 1.1.5 所示。

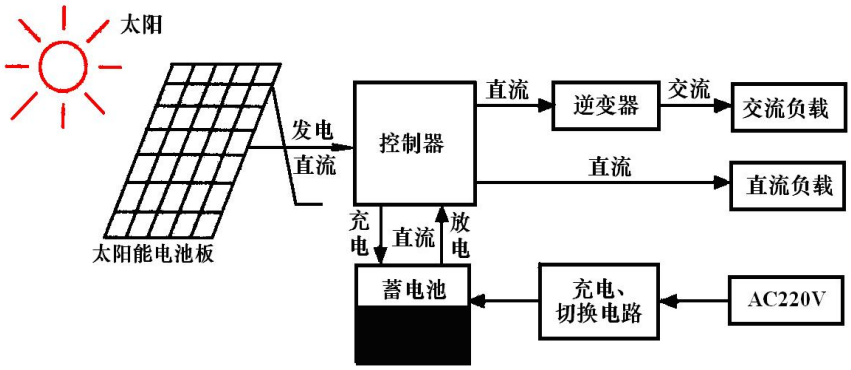

图 1.1.5　市电互补型光伏发电系统组成

典型的应用：太阳能路灯改造工程。

二、并网光伏发电系统

并网光伏发电系统把太阳能电池发出的电能，不经过蓄电池储能，直接通过并网逆变器把电能送上电网。太阳能并网发电代表了太阳能发电的发展方向，系统组成如图 1.1.6 所示。

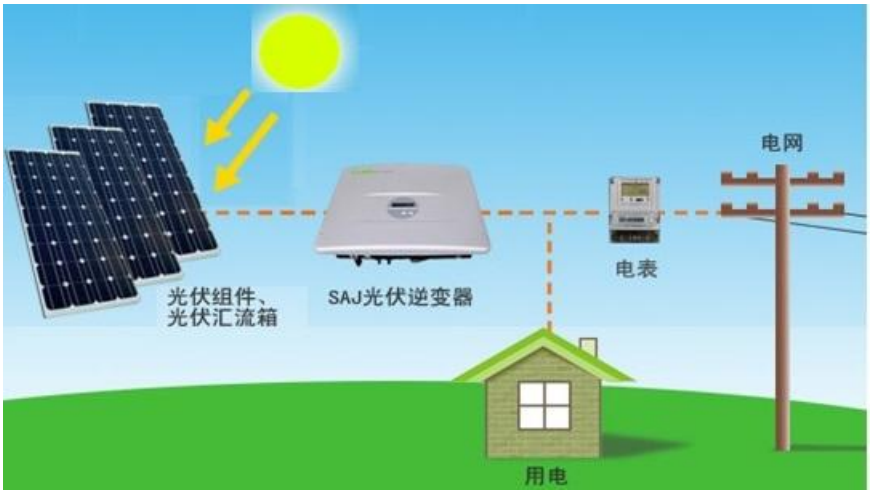

图 1.1.6　并网光伏发电系统

与离网发电系统相比，并网发电系统具有许多独特的优点，可概括如下：

（1）利用清洁、可再生的太阳能发电，不消耗煤炭等石化资源，使用中无温室气体和污染物排放，与生态环境和谐，符合经济社会可持续发展战略。

（2）所发电能馈入电网，以电网为储能装置，省掉蓄电池，降低发电系统的成本，杜绝了蓄电池的二次污染。

（3）对电网可起到一定的调峰作用。

并网光伏发电系统分为集中式大型并网光伏系统，分散式小型并网光伏系统。

1. 有逆流并网光伏发电系统

有逆流并网光伏发电系统组成如图 1.1.7 所示。

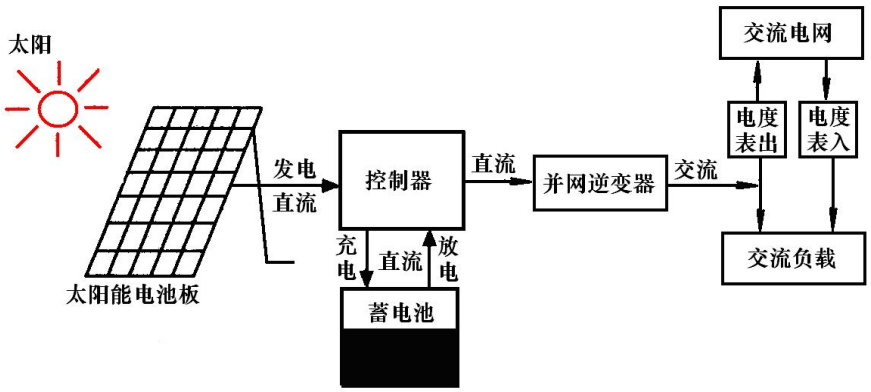

图 1.1.7　有逆流并网光伏发电系统组成

该发电系统的特点：太阳能光伏系统发出的电能充裕时，“卖电”；太阳能光伏系统发出

的电能不足时，“买电”。

2. 无逆流并网光伏发电系统

无逆流并网光伏发电系统组成如图 1.1.8 所示。

该系统的特点：太阳能光伏发电系统发电充裕时不向公共电网供电，但当太阳能光伏系统供电不足时，由公共电网向负载供电。

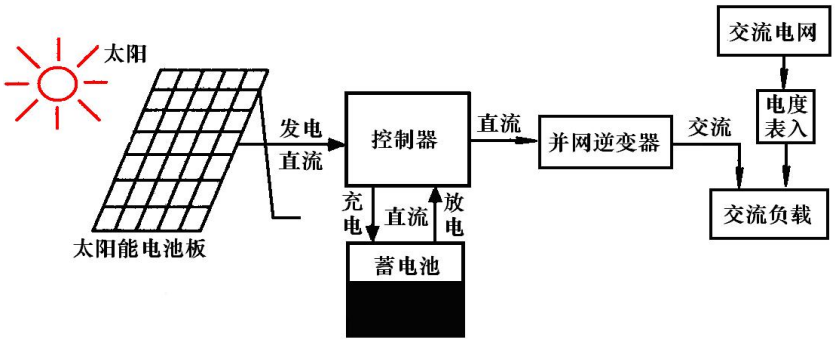

图 1.1.8　无逆流并网光伏发电系统组成

三、风光互补发电系统

风力发电和光伏发电配合组成的混合发电系统，称为风光互补发电系统。由于太阳能与风能的互补性强，风光互补发电系统在资源上弥补了风力发电和光伏发电独立系统的缺陷。同时，风力发电和光伏发电系统在蓄电池组和逆变环节上可以通用，所以风光互补发电系统的造价可以降低，系统成本趋于合理，该系统如图 1.1.9 所示。

相对于独立风能发电系统和独立光伏发电系统，风光互补发电系统具有如下特点：

图 1.1.9　风光互补发电系统

（1）风光互补发电系统可以同时利用风能和太阳能进行发电，充分利用了自然气象资源，白天可能具有较好的太阳能资源，夜间则可能具有较丰富的风能资源。在太阳能和风能丰富且互补性较好的条件下，可获得连续、稳定的电力供应，具有更好的经济效益和社会效益。

（2）相同容量系统的初投资和发电成本均低于独立的光伏发电系统。如果电站所在地太阳资源和风力资源具有较好的互补性，则可以适当地减少蓄电池容量，降低系统成本、减少对环境的二次污染。

风光互补发电系统的组成如图 1.1.10 所示。

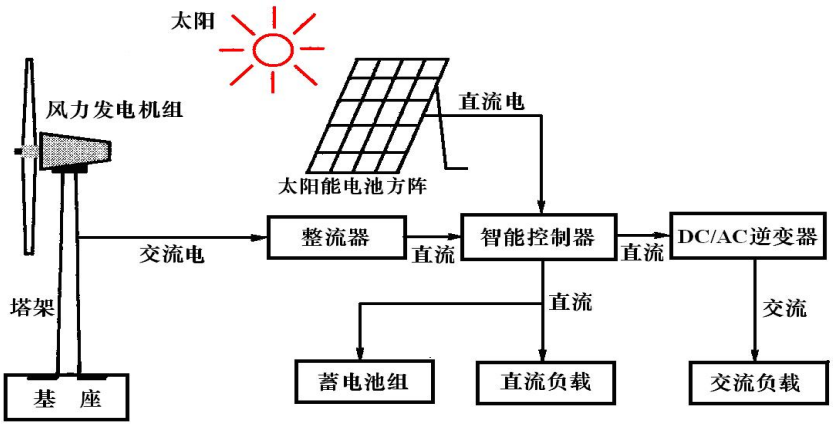

图 1.1.10　风光互补发电系统组成

光伏发电技术最初主要应用在军事、航天领域，随着光伏发电技术的发展和光伏产品成本的不断下降，目前光伏发电技术广泛应用于工业、农业、科技及人们的日常生活中，如图 1.1.11 所示。光伏发电主要应用领域如下：

（1）消费性电子产品，如非晶硅太阳能电池供电的计算器、太阳能钟表、太阳能照明灯具、太阳能收音机、电视机等，这类产品约占世界光伏产品销售量的 14%。

（2）远离电网居民供电系统，包括家庭分散供电和独立太阳能光伏电站的集中供电，占世界光伏产品销量的 35%。

（3）离网工业供电系统，占世界光伏产品销量的 33%。

（4）并网太阳能光伏发电系统，占世界光伏产品销售量的 18%。

【任务实施】

参观光伏发电实训室，对照 KNT-SPV02 型光伏发电实训系统，填写表 1-1。

图 1.1.11　光伏技术应用实例

表 1-1

设备（或器件）名称	型号	作用

注：此表可自行添加或附页。

任务二　调研光伏发电企业

【任务描述】

国务院常务会议审议并原则通过《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，七个产业被纳入战略性新兴产业规划。新能源产业就是其中之一。

【相关知识】

一、光伏发电的意义

1. 能源需求量日益增加，化石能源的储量有限

中国及世界主要常规能源储量预测如图 1.2.1 所示。

2. 自然生态环境日趋恶化

能源消耗增加、自然生态破坏、人造气体增加、环境恶化。

3. 常规电网的局限性

电网输电到边远地区困难，电力供应不足。

4. 寻求新能源

主要新能源形式如图 1.2.2 所示。

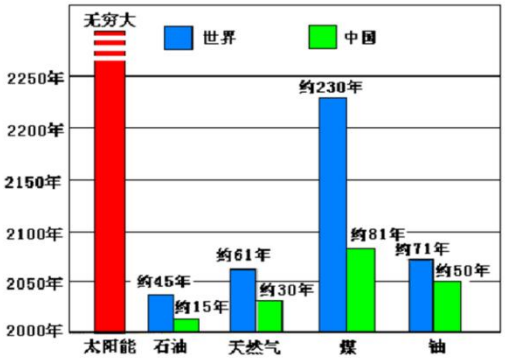

图 1.2.1　常规能源储量预测

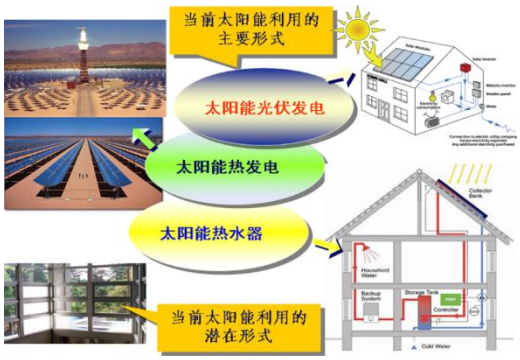

图 1.2.2　主要能源形式

二、光伏发电的特点

1. 优点

（1）光伏发电系统工作性能稳定可靠，使用寿命长（30 年以上）。

（2）太阳能电池组件结构简单，体积小、重量轻，便于运输和安装。

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。

2. 缺点

（1）能量密度低（<1kW/m^2）。

（2）占地面积大。

（3）转换效率低，晶体硅光伏电池为 13%～17%，非晶硅光伏电池只有 6%～8%。

（4）间歇性工作。

（5）受气候环境因素影响大。

（6）地域依赖性强。

（7）系统成本高，太阳能电池组件 2 美元/W。

（8）晶体硅电池的制造过程高污染、高能耗。

【任务实施】

参观 XX 光伏发电企业，填写表 1-2。

表 1-2

参观企业	
参观时间	
主要人员	
单位地点	
企业情况记录	
企业情况记录：	
参观方式及其说明：	
参观流程计划（可附页）：	
心得体会： 本人签字： 年　　月　　日	

注：此表可附页。

【项目总结】

太阳能光伏发电具有分布广、无污染、建设周期短、能源巨大、永不枯竭的特点，但是太阳能能量密度低，受季节、天气、昼夜变化影响大，同时，并网麻烦，地域依赖性强，效率低、发电成本高，因此，未来太阳能光伏发电系统功能的改进必将是一个系统性的工程。

【项目训练】

1．太阳能发电技术分几类，简述其特点。
2．简述有蓄电池的直流光伏发电系统的各部分功能。
3．图 1.2.3 是什么类型的光伏发电系统，它有什么特点？

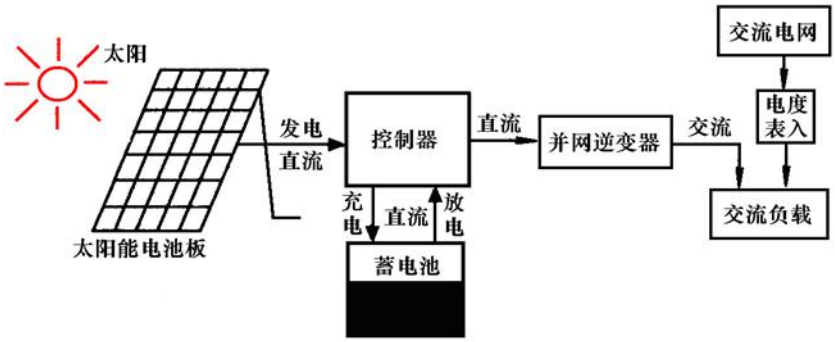

图 1.2.3　光伏发电系统框图

4．并网光伏发电有什么特点？
5．简述光伏发电系统的应用领域。
6．简述光伏发电的优缺点。