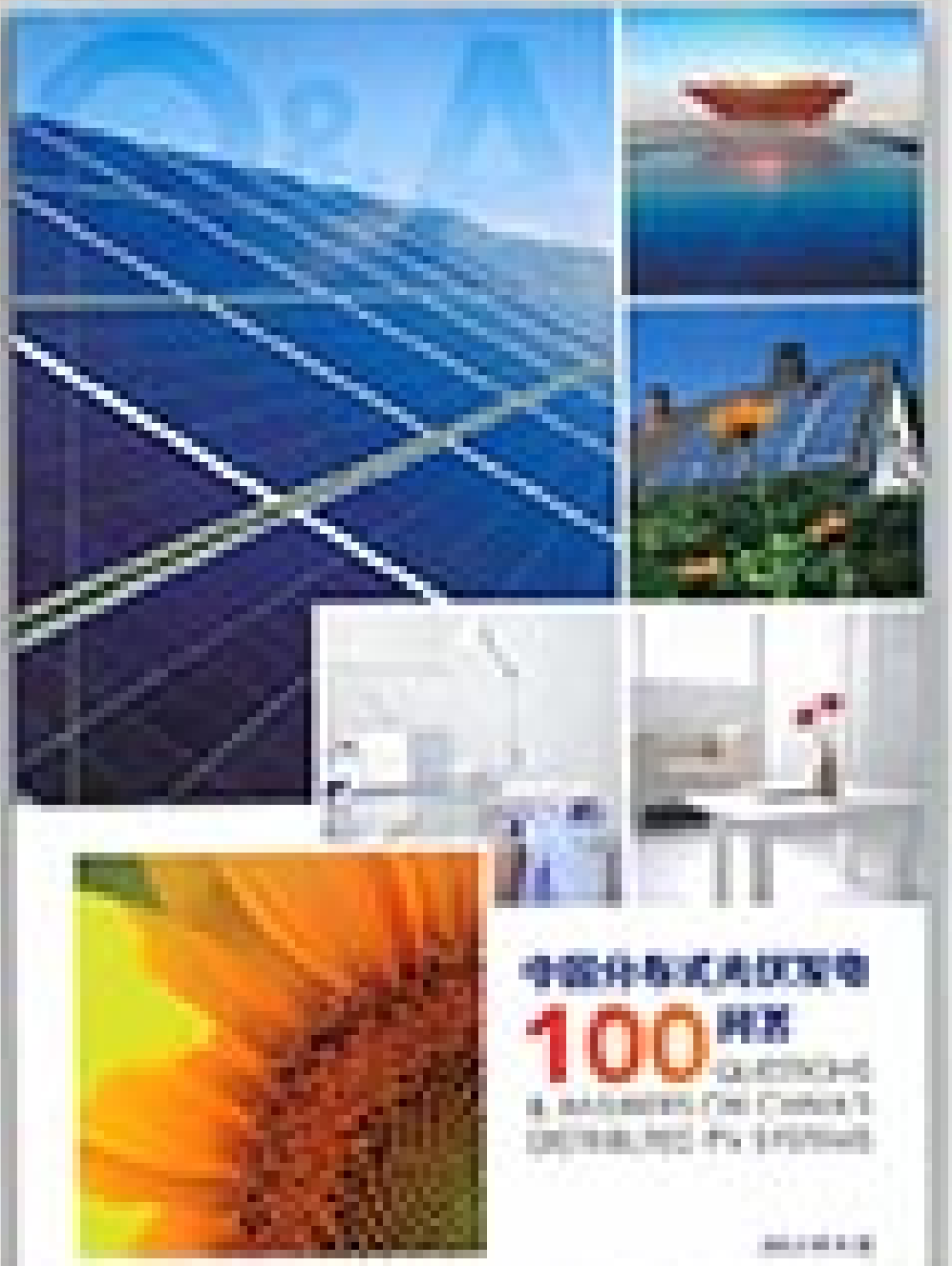

100

前　言
PREFACE

近年来，随着经济社会的不断发展，大力发展光伏发电在内的可再生能源已经成为我国保障能源安全、治理环境污染、应对气候变化的战略性选择。太阳能资源丰富，分布广泛，具有巨大的开发利用潜力。光伏发电不仅是全球能源科技和产业发展的重要方向，也是我国具有国际竞争优势的战略性新兴产业。2013 年 7 月，国务院发布《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》（国发 [2013]24 号），提出大力开拓国内应用市场，到 2015 年光伏发电累计装机将达到 3500 万千瓦，积极鼓励工业企业、事业单位、社会团体和居民家庭等各类电力用户投资建设分布式光伏发电系统。

目前，国家正在研究制定促进分布式光伏发电应用的各项配套措施，着力推动“自发自用、余电上网”的分布式光伏发电在全国范围内普及应用。但是由于分布式光伏发电还处于发展初期，社会各界对分布式光伏发电的认知还不足，接受度不高，迫切需要加强宣传，调动全社会建设分布式光伏发电的积极性；此外，分布式光伏发电项目小，布局分散，涉及到屋顶业主、项目投资方和电网企业等多个主体，生产关系较为复杂，在项目管理、设备安装、运营监管、并网接入、金融服务等诸多方面仍需要不断实践和逐步完善，有必要加强专业推广工作，推动建立支持分布式光伏发电发展的配套政策体系和市场环境。

为配合国家能源局推动分布式光伏发电项目建设，面向社会各界普及分布式光伏发电应用知识，为业内人士解难释疑，在国家能源局领导的重视和指导下，中国可再生能源学会光伏专业委员会组织行业内专家编制了《中国分布式光伏发电 100 问答》，国家电网公司、国家开发银行、中国科学院电工研究所、水电水利规划设计总院、国家住宅与居住环境工程技术研究中心、中国电子工程设计院、中国科学院太阳光伏发电系统和风力发电系统质量检测中心、北京鉴衡认证中心、英利集团等单位积极参编，并且由能源基金会大力支持，在此一并表示衷心感谢！

分布式光伏发电是一个新兴事物，书中难免有疏漏和不足之处，我们将进行不断修改完善，敬请各位专家和广大读者提出宝贵意见和建议。

编者　2013 年 9 月

目 录 CONTENTS

第一篇 原理及意义篇 PRINCIPLES AND SIGNIFICANCE

10 1. 什么是光伏发电？什么是分布式光伏发电？
10 2. 您知道光伏发电的历史起源吗？
11 3. 光伏电池是怎么发电的？
11 4. 光伏发电系统由哪些部件构成？
12 5. 什么是配电网？配电网与分布式光伏发电有什么关系？
12 6. 为什么说光伏电力是绿色低碳能源？
12 7. 如何看待有报道说“生产光伏电池组件时消耗大量能源”的消息？
13 8. 如何看待有报道说“生产光伏电池组件会产生大量污染物”的消息？
13 9. 我们有多少太阳光可以利用？它能够成为未来主导能源吗？

第二篇 资源与应用篇 CHAPTER TWO RESOURCES AND APPLICATION

16 10. 我国太阳能资源是如何分布的？
17 11. 分布式光伏发电有哪些应用形式？
17 12. 分布式光伏发电适用于哪些场合？
18 13. 哪些地点适合安装分布式光伏发电系统？
19 14. 什么叫与建筑结合的分布式光伏发电系统？
20 15. 光伏阵列在建筑物侧立面安装和在屋顶安装有什么差异？
23 16. 农业大棚、鱼塘可以安装分布式光伏并网系统吗？

第三篇 政策篇 CHAPTER THREE POLICY

26 17. 什么是“自发自用，余电上网”？
26 18. 什么是“光伏上网标杆电价”政策？
27 19. 什么是“单位电量定额补贴”政策？
27 20. “自发自用”电量和“余电上网”电量的补贴方式相同吗？
27 21. 不同领域的分布式光伏发电补贴是否相同？
27 22. 有关分布式光伏发电相关政策应该咨询哪些部门？
28 23. 用户怎样获得国家的电量补贴？
29 24. 分布式光伏发电补贴资金通过什么方式发放给业主？

第四篇 并网申请流程篇 CHAPTER FOUR APPLICATION FOR GRID CONNECTION

32 25. 如何向电网公司申请分布式光伏并网发电系统接入？
33 26. 发出的电用不完怎么办？如何向电网卖出光伏余电？
33 27. 分布式系统申请接入是否需要费用？个人和企业申请分布式光伏并网系统各需要什么资料，流程分别是什么？
33 28. 分布式光伏系统并网需要考虑什么问题？
34 29. 在自己屋顶安装光伏发电系统，如何获得小区物业的支持和邻居们的同意？
34 30. 如果电网停电或发生其他故障，分布式光伏并网系统还能正常运行吗？
34 31. 当地电力公司是否有专人受理分布式光伏系统并网申请业务？联系热线是什么？
34 32. 什么是交钥匙工程？

第五篇 项目管理篇 CHAPTER FIVE PROJECT MANAGEMENT

38 33. 如何管理分布式光伏发电项目？
38 34. 分布式光伏发电项目为什么需要备案？不需要国家补贴的项目能开工建设么？
38 35. 分布式光伏发电项目如何备案，应准备哪些材料？
38 36. 哪些情况可能出现备案失败或者失效？
39 37. 备案过的项目还能够申请变更么？怎么变更？
39 38. 个人（家庭）安装分布式光伏发电系统怎么界定？有什么优惠政策？

第六篇 设计安装篇 CHAPTER SIX DESIGN AND INSTALLATION

42 39. 分布式光伏并网发电系统是由哪几部分构成的？
42 40. 如何取得当地的太阳能资源数据？
43 41. 如何选择分布式光伏并网系统的并网电压？
43 42. 光伏阵列安装倾角由什么决定？
44 43. 光伏阵列的安装朝向如何确定？对发电效果有何影响？
45 44. 如何选用光伏组件？
45 45. 如何选用逆变器？
45 46. 对于与建筑结合的分布式光伏发电项目，如何考虑光伏组件的颜色、透光、尺寸和形状？
45 47. 光伏阵列的设计安装要考虑风速的影响吗？安装分布式光伏时应如何考虑建筑荷载和抗风能力要求？
46 48. 如何决定家用光伏发电系统的装机容量？
46 49. 如何估算分布式光伏并网系统的发电量？
46 50. 分布式光伏发电系统并网后，怎么区分家里当前用的电是来自电网还是自己家的太阳电池组件？
47 51. 安装后如果连续阴雨或者雾霾，光伏发电系统还会工作吗？会不会电力不足或者断电？
47 52. 冬天天冷时会不会电力不足？
47 53. 分布式光伏接入会不会影响电能质量？
47 54. 可以将白天分布式光伏发电系统所发的电力储存起来用作夜晚照明吗？
48 55. 在既有建筑上安装光伏发电系统需要另行布线吗？如何和家中已有的电气系统连接？

48 56. 分布式光伏并网系统的监控装置安在哪些地方？会不会占据宝贵的室内空间？
50 57. 设计工程师在根据客户要求进行系统设计时，需要客户提供哪些资料？
50 58. 系统建好之后会由何单位去验收？验收时主要关注哪些地方？
50 59. 安装过程是怎么进行的？
50 60. 安装过程需要注意哪些电气安全要求？会不会漏电对人身产生危险？
51 61. 分布式光伏与建筑结合时如何满足建筑隔热隔音的要求？是否会影响室内采光？
51 62. 与建筑结合的光伏发电如何防雷？
53 63. 什么是双向电表？为什么需要双向电表？

第七篇 运行维护篇 CHAPTER SEVEN OPERATION AND MAINTENANCE

56 64. 分布式光伏发电系统的常见故障有哪些？系统各部件可能出现哪些典型问题？
56 65. 如何处理分布式光伏发电系统的常见故障？
56 66. 分布式光伏发电系统的寿命有多长？
56 67. 如何降低光伏发电系统的维护成本？
56 68. 系统后期维护怎么处理，多久维护一次？怎样维护？
57 69. 清洁光伏组件时用清水冲洗和简单的擦拭就行么？用水擦拭的时候会不会有触电的危险？
57 70. 如何正确利用停机维护时间？
57 71. 如何发现光伏阵列中某一块光伏组件是否出现故障？
57 72. 光伏组件上的房屋阴影、树叶甚至鸟粪的遮挡会对发电系统造成影响吗？
58 73. 为防止光伏组件遭重物撞击，能不能给光伏阵列加装铁丝防护网？
58 74. 烈日当空，易损器件坏了需立即更换吗？
58 75. 雷雨天气需要断开光伏发电系统吗？
58 76. 雪后需要清理光伏发电系统吗？光伏组件冬天积雪消融结冰后如何处理？可以踩在组件上面进行清理工作吗？
58 77. 分布式光伏发电系统能抵抗冰雹的危害吗？
59 78. 如何处理太阳电池的温升和通风问题？
59 79. 光伏发电系统对用户有电磁辐射危害吗？
59 80. 光伏发电系统有噪音危害吗？
59 81. 户用分布式光伏发电系统的防火和消防应注意什么问题？
59 82. 并网光伏发电系统出现故障后，用户应向谁报修，有没有全国统一服务电话？

第八篇 质量监控篇 CHAPTER EIGHT QUALITY CONTROL

83. 为什么要重视分布式光伏发电系统的质量监控？ 62
84. 各个部件合格就意味系统集成不需检测了吗？ 62
85. 怎样选择合格的系统配件产品，质保时间大概多久？ 62
86. 获得国家补贴需要哪些产品认证？ 62
87. 怎样判断分布式光伏并网系统的质量好坏？ 62
88. 分布式光伏并网系统出现质量问题后，供应商会走什么样的维修程序，大概需要多长时间？ 63
89. 业主怎样大致判断自己的光伏系统的优劣？怀疑系统存在质量问题应该如何寻求得到解决？ 63
90. 如何判断分布式光伏并网系统工作是否稳定，电能质量是否达到要求，系统故障状态下是否会对家用电器造成损坏？ 63
91. 分布式光伏并网系统的发电量监控数据和电表的计量数据是一样的吗？误差有多大？ 63
92. 并网时如何监控上网电量？ 64
93. 系统的发电量能够实现在线监测吗？ 64
94. 我国目前获得许可的光伏系统和产品检测和质量认证机构有哪些？ 64

第九篇 成本效益与商业模式篇 CHAPTER NINE COST BENEFIT AND BUSINESS MODEL

95. 如何估算家庭分布式光伏发电系统的投资？一般需要多长时间才可以收回成本？ 68
96. 如何估算分布式光伏发电系统的运行维护成本？ 68
97. 如何估算分布式光伏发电系统的度电成本？ 68
98. 如何核算分布式光伏发电业主的补贴收益？ 69
99. 影响投资收益的因素有哪些 69
100. 分布式光伏发电系统有哪些建设和商业模式？ 69
101. 什么叫做合同能源管理？ 69
102. 工商业用户安装光伏发电系统有什么好处？ 70
103. 用户资金不足可以申请银行贷款建设分布式光伏发电系统吗？借款人需要具备哪些条件？ 70
104. 申请银行贷款额度最高可达多少？期限多长？利率多少？还款方式有哪些？ 70
105. 分布式光伏发电项目的贷款模式主要有哪些？ 70
106. 申请银行贷款需要准备哪些资料？贷款发放需要哪些条件？ 71

第一篇
原理及意义篇
PRINCIPLES AND SIGNIFICANCE

1. 什么是光伏发电？什么是分布式光伏发电？

光伏发电是指利用太阳能光伏电池把太阳辐射能直接转变成电能的发电方式。光伏发电是当今太阳能发电的主流，所以，现在人们通常说的太阳能发电主要是指光伏发电。

分布式光伏发电，是指在用户所在场地附近建设，运行方式以用户侧自发自用为主、多余电量上网，且在配电系统平衡调节为特征的光伏发电设施。

分布式光伏发电遵循因地制宜、清洁高效、分散布局、就近利用的原则，充分利用当地太阳能资源，替代和减少化石能源消费。

2. 您知道光伏发电的历史起源吗？

• 1839 年，19 岁的法国贝克勒尔做物理实验时，发现在导电液中的两种金属电极用光照射时，电流会加强，从而发现了“光生伏打效应”；

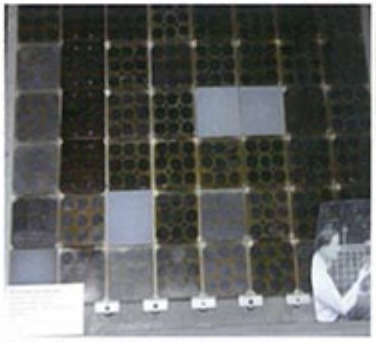
•1930 年，朗格首次提出用“光伏效应”制造“太阳能电池”，使太阳能变成电能；

•1932 年，奥杜博特和斯托拉制成第一块“硫化镉”太阳能电池；

•1941 年，奥尔在硅上发现光伏效应；

•1954 年 5 月，美国贝尔实验室恰宾、富勒和皮尔松开发出效率为 6% 的单晶硅太阳能电池，这是世界上第一个有实用价值的太阳能电池。同年，威克尔首次发现了砷化镓有光伏效应，并在玻璃上沉积硫化镉薄膜，制成了太阳能电池。太阳光能转化为电能的实用光伏发电技术由此诞生并发展起来。

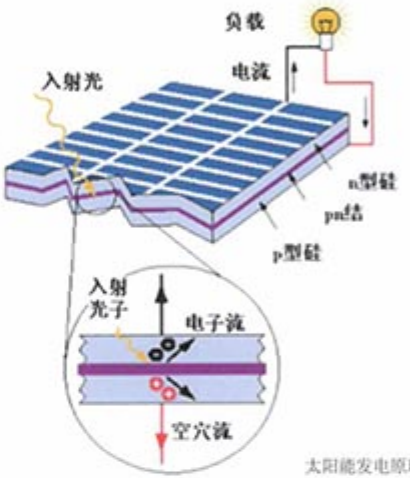
1954 年，美国贝尔实验室



美国贝尔实验室制成的第一批太阳电池。

3. 光伏电池是怎么发电的？

光伏电池是一种具有光 - 电转换特性的半导体器件，它直接将太阳辐射能转换成直流电，是光伏发电的最基本单元。光伏电池特有的电特性是借助于在晶体硅中掺入某些元素（例如：磷或硼等），从而在材料的分子电荷里造成永久的不平衡，形成具有特殊电性能的半导体材料。在阳光照射下，具有特殊电性能的半导体内可以产生自由电荷，这些自由电荷定向移动并积累，从而在其两端形成电动势，当用导体将其两端闭合时便产生电流。这种现象被称为“光生伏打效应”，简称“光伏效应”。



太阳能发电原理图

4. 光伏发电系统由哪些部件构成？

光伏发电系统由光伏方阵（光伏方阵由光伏组件串并联而成）、控制器、蓄电池组、直流 / 交流逆变器等部分组成。光伏发电系统的核心部件是光伏组件，而光伏组件又是由光伏电池串、并联并封装而成，它将太阳的光能直接转化为电能。光伏组件产生的电为直流电，我们可以利用，也可以用逆变器将其转换成为交流电，加以应用。从另一个角度来看，对于光伏系统产生的电能可以即发即用，也可以用蓄电池等储能装置将电能存放起来，根据需要随时释放出来使用。其系统组成如下图所示：

太阳电池发电系统示意图

5.什么是配电网？配电网与分布式光伏发电有什么关系？

配电网是从输电网或地区发电厂接受电能，通过配电设施就地分配或按电压逐级分配给各类用户的电力网，是由架空线路、电缆、杆塔、配电变压器、隔离开关、无功补偿电容、计量装置以及一些附属设施等组成的，一般采用闭环设计、开环运行，其结构呈辐射状。

分布式电源接入配电网，使配电系统中发电与用电并存，配电网结构从放射状结构变为多电源结构，短路电流大小、流向以及分布特性均发生改变。

6. 为什么说光伏电力是绿色低碳能源？

光伏发电具有显著的能源、环保和经济效益，是最优质的绿色能源之一。在我国平均日照条件下，安装 1 千瓦光伏发电系统，1 年可发出 1200 度电，可减少煤炭（标准煤）使用量约 400 千克，减少二氧化碳排放约 1 吨。

根据世界自然基金会（WWF）研究结果：从减排二氧化碳效果而言，安装 1 平米光伏发电系统相当于植树造林 100 平米。目前，发展光伏发电等可再生能源将是根本上解决雾霾、酸雨等环境问题的有效手段之一。

7. 如何看待有报道说“生产光伏电池组件时消耗大量能源”的消息？

光伏电池在其生产过程中确实要消耗一定的能量，特别是工业硅提纯、高纯多晶硅生产、单晶硅棒 / 多晶硅锭生产三个环节的能耗较高。但是光伏电池在 20 年的使用寿命期内能够不断产生能量。据测算，在我国平均日照条件下，光伏发电系统全寿命周期内能量回报超过其能源消耗的 15 倍以上。在北京以最佳倾角安装的 1 千瓦屋顶光伏并网系统的能量回收期[1]为 1.5-2 年，远低于光伏系统的使用寿命期。也就是说，该光伏系统前 1.5-2 年发出的电量是用来抵消其生产等过程消耗的能量，1.5-2 年之后发出的能量都是纯产出的能量。所以应该从全生命周期的角度评价光伏电池的能耗。

8. 如何看待有报道说“生产光伏电池组件会产生大量污染物”的消息？

光伏电池组件生产包括高纯多晶硅、硅锭硅片、光伏电池和光伏组件几个产业链环节。相关污染的报道主要是指光伏组件的原材料 - 高纯多晶硅生产中产生的副产物。高纯多晶硅生产主要使用改良西门子法，该法将冶金级硅转化成三氯氢硅，再加氢气还原成太阳能级多晶硅，另外会形成副产物四氯化硅。四氯化硅遇潮湿空气即分解成硅酸和氯化氢，如果处理不当会产生污染问题。但是目前我国多晶硅生产企业采用的改良西门子法已可做到闭路循环生产，将副产物四氯化硅和尾气（氢气和氯气）回收利用，实现清洁生产。2010 年 12 月，国家发布了《多晶硅行业准入条件》，规定还原尾气中四氯化硅、氯化氢、氢气回收利用率不低于 98.5%、99%、99%。因此，成熟的改良西门子法生产技术完全可满足环保要求，不会产生环境污染问题。

9. 我们有多少太阳光可以利用？它能够成为未来主导能源吗？

地球表面接受的太阳能辐射能够满足全球能源需求的 1 万倍。地表每平方米平均每年接收到的辐射随地域不同大约在 1000-2000kWh 之间。国际能源署数据显示，在全球 4% 的沙漠上安装太阳能光伏系统，就足以满足全球能源需求。太阳能光伏享有广阔的发展空间（屋顶、建筑面、空地和沙漠等），其潜力十分巨大。

据初步统计，我国仅利用现有建筑屋顶安装分布式光伏发电，其市场潜力就大约为 3 亿千瓦以上，再加上西部广阔的戈壁，光伏发电市场潜力约为数十亿千瓦以上。随着光伏发电的技术进步和规模化应用，其发电成本还将进一步降低，成为更加具有竞争力的能源供应方式，逐步从补充能源到替代能源并极有希望成为未来的主导能源。

1 – 能量回收期（年）= 光伏系统全寿命周期内的能耗 / 光伏系统每年的能量输出。

第二篇
资源与应用篇

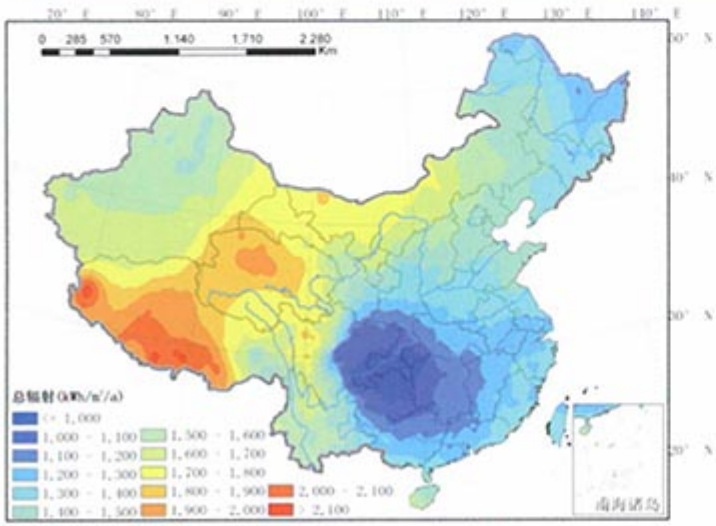
CHAPTER TWO RESOURCES AND APPLICATION

10. 我国太阳能资源是如何分布的？

我国太阳能总辐射资源丰富，总体呈“高原大于平原、西部干燥区大于东部湿润区”的分布特点。其中，青藏高原最为丰富，年总辐射量超过 1800 kWh/m²，部分地区甚至超过 2000 kWh/m²。四川盆地资源相对较低，存在低于 1000 kWh/m²的区域。

全国太阳辐射总量等级和区域分布表

名称	年总量 (MJ/m²)	年总量 (kWh/m²)	年平均辐照度 (W/m²)	占国土面积 (%)	主要地区
最丰富带	> 6300	> 1750	约 > 200	约 22.8	内蒙额济纳旗以西、甘肃酒泉以西、青海 100E 以西大部分地区、西藏 94°E 以西大部分地区、新疆东部边缘地区、四川甘孜部分地区
很丰富带	5040 ~ 6300	1400 ~ 1750	约 160 ~ 200	约 44.0	新疆大部、内蒙额济纳旗以东大部、黑龙江西部、吉林西部、辽宁西部、河北大部、北京、天津、山东东部、山西大部、陕西北部、宁夏、甘肃酒泉以东大部、青海东部边缘、西藏 94°E 以东、四川中西部、云南大部、海南
较丰富带	3780 ~ 5040	1050 ~ 1400	约 120 ~ 160	约 29.8	内蒙 50°N 以北、黑龙江大部、吉林中东部、辽宁中东部、山东中西部、山西南部、陕西中南部、甘肃东部边缘、四川中部、云南东部边缘、贵州南部、湖南大部、湖北大部、广西、广东、福建、江西、浙江、安徽、江苏、河南
一般带	<3780	<1050	约 <120	约 3.3	四川东部、重庆大部、贵州中北部、湖北 110°E 以西、湖南西北部



全国水平面太阳总辐射图

11. 分布式光伏发电有哪些应用形式？

分布式光伏发电包括并网型、离网型及多能互补微电网等应用形式。并网型分布式发电多应用于用户附近，一般与中、低压配电网并网运行，自发自用，不能发电或电力不足时从网上购电，电力多余时向网上售电；离网型分布式光伏发电多应用于边远地区和海岛地区，它不与大电网连接，利用自身的发电系统和储能系统直接向负荷供电；分布式光伏系统还可以与其它发电方式组成多能互补微电系统，如水 / 光 / 风 / 储互补发电系统等，既可以作为微电网独立运行，也可以并入电网联网运行。

12. 分布式光伏发电适用于哪些场合？

分布式光伏发电系统的适用场合可分为两大类：一、可在全国各类建筑物（如城市和农村的建筑屋顶、高耗能企业厂房和农业大棚等）和公共设施上推广，形成分布式建筑光伏发电系统。利用当地各类建筑物和公共设施，建立分布式光伏发电系统，满足电力用户的部分用电需求，为高耗能企业提供生产用电。二、可在偏远农牧区、海岛等少电无电地区推广，形成离网型分布式光伏发电系统或微电网。由于经济发展水平差距的原因，我国仍有部分偏远地区的人口没有解决基本用电问题，以往的农网工程大多依靠大电网延伸、小水电、小火电等供电，电网延伸困难极大且供电半径过长，导致供电电能质量较差。发展离网型分布式发电系统，不仅可以解决处于少电、无电地区居民的基本用电问题，还可以清洁高效地利用当地的可再生能源，有效的解决了能源和环境之间的矛盾。

分布式建筑光伏系统

海岛离网型分布式光伏发电系统

13. 哪些地点适合安装分布式光伏发电系统？

（1）工业领域厂房：特别是在用电量比较大、网购电价比较高的工厂，通常厂房屋顶面积很大，屋顶开阔平整，适合安装光伏阵列；并且由于用电负荷较大，分布式光伏并网系统可以做到就地消纳，抵消一部分网购电量，从而节省用户的电费；

（2）商业建筑：与工业园区的作用效果类似。不同之处在于商业建筑多为水泥屋顶，更有利于安装光伏阵列；但是往往对建筑美观性有要求。按照商厦、写字楼、酒店、会议中心、度假村等服务业的特点，用户负荷特性一般表现为白天较高、夜间较低，能够较好地匹配光伏发电特性；

（3）农业设施：农村有大量的可用屋顶，包括自有住宅屋顶、蔬菜大棚、鱼塘等，农村往往处在公共电网的末梢，电能质量较差，在农村建设分布式光伏系统可提高用电保障率和电能质量；

（4）市政等公共建筑物：由于管理规范统一、用户负荷和商业行为相对可靠，安装积极性高，市政等公共建筑物也适合分布式光伏的集中连片建设；

（5）边远农牧区及海岛：由于距离电网遥远，我国西藏、青海、新疆、内蒙古、甘肃、四川等省份的边远农牧区以及我国沿海岛屿还有数百万无电人口，离网型光伏系统或光伏与其他能源互补微网发电系统非常适合在这些地区应用。

在商业建筑屋顶上的典型应用：浙江义乌小商品城 1.3MWp 光伏系统

在火车站采光顶棚上的典型应用

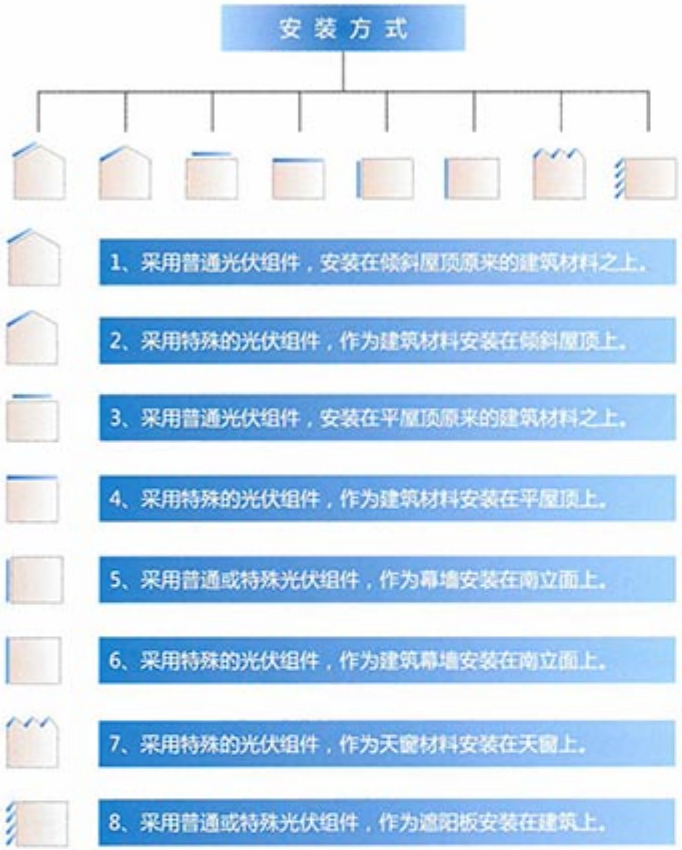
14. 什么叫与建筑结合的分布式光伏发电系统？

与建筑结合的光伏并网发电是当前分布式光伏发电重要的应用形式，技术进展很快，主要表现在与建筑结合的安装方式和建筑光伏的电气设计方面。按照与建筑结合的安装方式的不同可以分为光伏建筑集成（或光伏建筑一体化，英文名称是 Building Integrated PV，就是平常说的 BIPV）和光伏建筑附加（英文为 Building Attached PV，缩写是 BAPV）。定义如下：

BIPV：采用特殊设计的专用光伏组件，安装时替代原有的建筑材料或建筑构件，与建筑融为一体的光伏系统。拆除光伏组件则建筑不能正常使用。光伏组件不仅要满足光伏发电的功能要求同时首先必须满足建筑的基本功能要求，如坚固耐用、保温隔热、防水防潮、适当强度和刚度等性能，常见的有光伏瓦、光伏幕墙、光伏天棚、光伏窗和光伏遮阳棚或遮阳板。

BAPV：采用普通光伏组件，在原有建筑上安装，并不替代建筑材料或建筑构件，直接安装到屋顶或附加在墙面的光伏系统。拆除此建筑上的光伏组件，并不会影响原有建筑的基本功能。

光伏与建筑结合有如下几种形式：



15. 光伏阵列在建筑物侧立面安装和在屋顶安装有什么差异？

答：光伏阵列与建筑物相结合的方式可分为屋顶安装和侧立面安装两种方式，可以说这两种安装方式适合大多数建筑物。

屋顶安装形式主要有水平屋顶、倾斜屋顶和光伏采光顶。其中：

• 水平屋顶：在水平屋顶上，光伏阵列可以按最佳角度安装，从而获得最大发电量；并且可采用常规晶体硅光伏组件，减少组件投资成本，往往经济性相对较好。但是这种安装方式的美观性一般。

• 倾斜屋顶：在北半球，向正南、东南、西南、正东或正西倾斜的屋顶均可以用于安装光伏阵列。在正南向的倾斜屋顶上，可以按照最佳角度或接近最佳角度安装，从而获得较大发电量；可以采用常规的晶体硅光伏组件，性能好、成本低，因此也有较好经济性。并且与建筑物功能不发生冲突，可与屋顶紧密结合，美观性较好。其它朝向（偏正南）屋顶的发电性能次之。

• 光伏采光顶：指以透明光伏电池作为采光顶的建筑构件，美观性很好，并且满足透光的需要。但是光伏采光顶需要透明组件，组件效率较低；除发电和透明外，采光顶构件要满足一定的力学、美学、结构连接等建筑方面要求，组件成本高；发电成本高；为建筑提升社会价值，带来绿色概念的效果。

侧立面安装形式主要指在建筑物南墙、（针对北半球）东墙、西墙上安装光伏组件的方式。对于多、高层建筑来说，墙体是与太阳光接触面积最大的外表面，光伏幕墙是使用的较为普遍的一种应用形式。根据设计需要，可以用透明、半透明和普通的透明玻璃结合使用，创造出不同的建筑立面和室内光影效果。双层光伏幕墙、点支式光伏幕墙和单元式光伏幕墙是光伏幕墙安装中比较普遍的形式。除了光伏玻璃幕墙以外，光伏外墙、光伏遮阳蓬等也可以进行建筑立面安装。

(a) 水平屋顶

(b) 倾斜屋顶

(c) 光伏采光顶

(d) 光伏幕墙

16. 农业大棚、鱼塘可以安装分布式光伏并网系统吗？

大棚的“升温、保温”一向是困扰农户的重点问题。“光伏农业大棚”，有望解决这一难题。由于夏季的高温，在6～9月份众多品类的蔬菜无法正常成长，而“光伏农业大棚”，如同在农业大棚外表添补了一个分光计，可隔绝红外线，阻止过多的热量进去大棚；在冬季和黑夜的时候，则能阻止大棚内的红外波段的光向外辐射，降低晚上温度下跌的速度，起到保温的作用。“光伏农业大棚”能供给农业大棚内照明等所需电力，剩余的电力还能并网。在离网形式的“光伏农业大棚”中，可与LED系统相互调配，白日阻光保障植物的成长，同时发电；黑夜LED系统应用白日所发电力，提供照明。

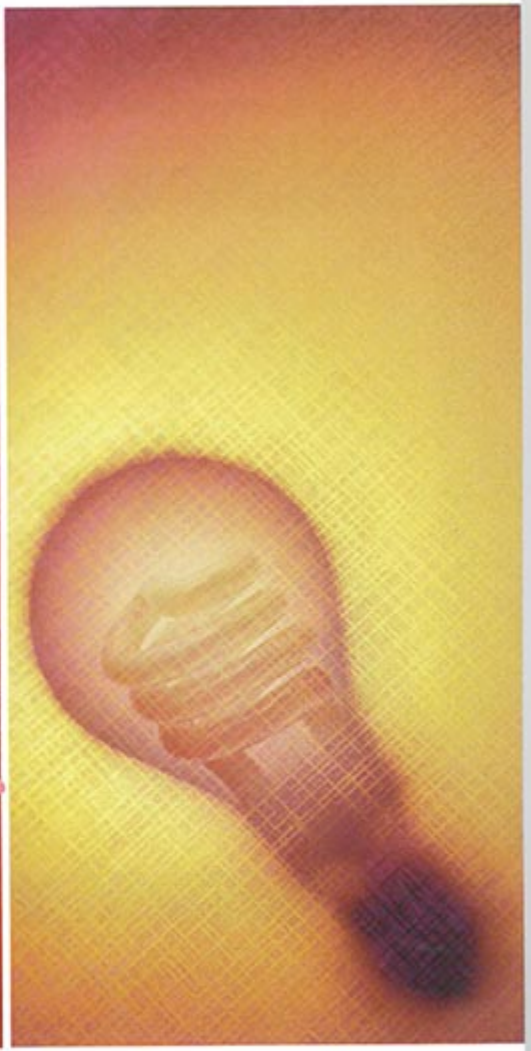
光伏农业大棚

光伏池塘

在鱼塘中也可以架设光伏阵列，池塘可以继续养鱼，光伏阵列还可以为养鱼提供良好的遮挡作用，较好地解决了发展新能源和大量占用土地的矛盾。因此，农业大棚和鱼塘可以安装分布式光伏发电系统。

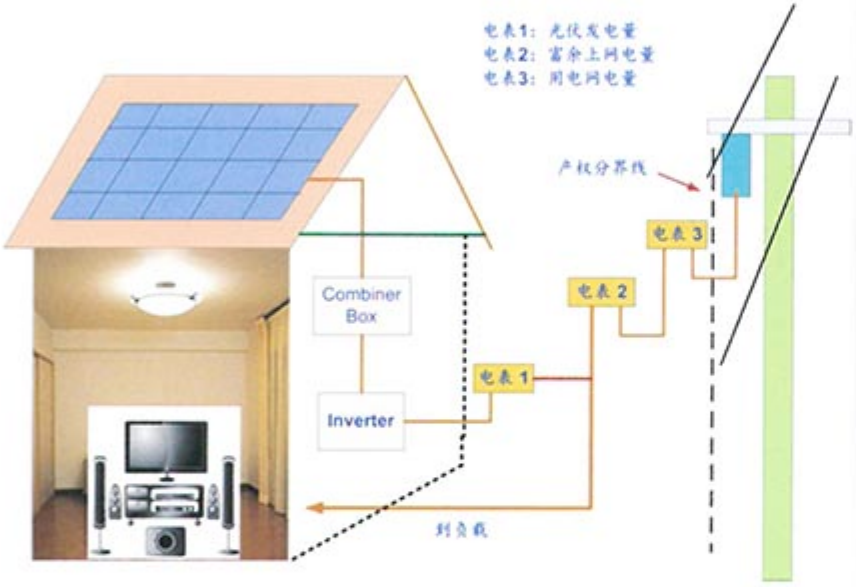
第二篇 资源与应用篇 CHAPTER TWO RESOURCES AND APPLICATION

第三篇
政策篇
CHAPTER THREE POLICY



17. 什么是“自发自用，余电上网”？

“自发自用，余电上网”是指分布式光伏发电系统所发电力主要由电力用户自己使用，多余电量馈入电网。它是分布式光伏发电的一种商业模式。对于这种运行模式，光伏并网点设在用户电表的负载侧，需要增加一块光伏反送电量的计量电表（表 2），或者将电网用电电表（表 3）设置成双向计量。用户自己直接用掉的光伏电量，以节省电费的方式直接享受电网的销售电价；反送电量单独计量，并以规定的上网电价进行结算。



“自发自用，余电上网”示意图

18. 什么是“光伏上网标杆电价”政策？

“光伏上网标杆电价”政策是根据光伏发电的当前成本，并考虑合理利润后制定的电价，光伏项目开发商以这样的价格将光伏电量出售给电网企业，其中，高出当地脱硫燃煤火电机组上网标杆电价的差额部分采取“全网分摊”的办法对电网企业进行回补。“光伏上网标杆电价”政策主要适用于大型光伏电站。

19. 什么是“单位电量定额补贴”政策？

“单位电量定额补贴”政策简称“度电补贴政策”，就是按照光伏系统所发出的电量进行补贴，主要适用于分布式光伏发电系统。分布式发电采用度电补贴政策，特点是“自发自用，余电上网”，即自发自用的光伏电量不做交易，国家按照自用电量给与补贴，富余上网电量除了电网企业支付的脱硫燃煤火电机组上网标杆电价外，也享受国家的度电补贴。

20. “自发自用”电量和“余电上网”电量的补贴方式相同吗？

目前国家政策对分布式光伏发电采取“单位电量定额补贴”的方式，即对光伏系统的全部发电量都进行补贴，所以无论是“自发自用”电量还是“余量上网”电量均按同一标准补贴。

21. 不同领域的分布式光伏发电补贴是否相同？

鼓励各类电力用户、投资企业、专业化合同能源服务公司以及个人等作为项目单位，投资建设和经营分布式光伏发电项目。对于分布式光伏发电，目前采用对所有分布式光伏电量给予定额补贴，因此光伏度电收益直接受户用电电价水平的影响。工商业用电电价在 0.8-1.4 元 / 度，大工业用电电价在 0.6-0.8 元 / 度，公共事业单位用电电价在 0.5-0.6 元 / 度，政府建筑、学校、医院等公共事业单位、农业用电和居民用电则只有 0.3-0.5 元 / 度。因此，采用单位电量定额补贴对于安装在不同建筑或电力用户的分布式光伏项目的收益是不同的，这需要开发商自己判断和决定项目是否合算。

22. 有关分布式光伏发电相关政策应该咨询哪些部门？

有关分布式光伏发电相关政策应当咨询地市级或县级能源主管部门。国务院能源主管部门鼓励地市级或县级能源主管部门结合当地实际，建立与并网接入申请、并网调试和验收、电费和补贴发放与结算等相结合的分布式光伏发电项目备案、竣工验收等一站式服务体系，简化办理流程，提高管理效率。

23. 用户怎样获得国家的电量补贴？

电网企业负责指导和配合项目单位开展分布式光伏发电项目的并网运行调试和验收，与项目单位签订购售电合同。电网企业对分布式光伏项目的全部发电量和上网电量分别计量。

对分布式光伏发电项目按电量给予补贴。电网企业应按照国家规定的上网电价与项目单位结算上网电量电费，并按国家规定的按电量补贴的政策，对项目全部发电量按月向项目单位转付国家补贴资金。

24. 分布式光伏发电补贴资金通过什么方式发放给业主？

用户从电网购电执行正常的用电价格政策，多余光伏发电量上网，由电网企业按照当地脱硫燃煤火电标杆电价收购。分布式光伏发电项目所发电量无法满足项目对应的电力用户的用电需求时，电网企业必须像对待普通电力用户一样承担供电责任。

光伏发电项目可由电力用户自建，也可采用合同能源管理方式。合同能源管理企业应与电力用户依据国家关于合同能源管理等规定，签订能源服务协议。用户自建光伏系统的自用光伏电量不做交易，对于项目业主安装在其它电力用户屋面上的自用光伏电量，由项目业主与电力用户按照合同能源管理协议进行结算。

对光伏系统的发电量、多余光伏上网电量，由电网企业负责计量、统计，光伏系统全部发电量均可得到国家电量定额补贴。电网企业依据光伏电量的计量数据按照国家规定的度电补贴标准按照结算周期转拨国家补贴资金。

第四篇
并网申请流程篇
CHAPTER FOUR APPLICATION FOR GRID CONNECTION

25. 如何向电网公司申请分布式光伏并网发电系统接入？

分布式光伏项目业主在准备好相关资料后，向电网公司地市或县级客户服务中心提出接入申请，客户服务中心协助项目业主填写接入申请表；接入申请受理后在电网公司承诺时限内，客户服务中心将通知项目业主确认接入系统方案；项目建成后业主向客户服务中心提出并网验收和调试申请，电网企业将完成电能计量装置安装、购售电合同及调度协议签订、并网验收及调试工作，之后项目即可并网发电。

26. 发出的电用不完怎么办？如何向电网卖出光伏余电？

与电网公司签订有上网电量的相关协议后，电网公司对用不完的上网电量进行计量，根据国家规定的价格和补贴标准，按照电费结算周期及时支付给项目业主。

27. 分布式系统申请接入是否需要费用？个人和企业申请分布式光伏并网系统各需要什么资料，流程分别是什么？

电网公司在并网申请受理、接入系统方案制订、接入系统工程设计审查、计量装置安装、合同和协议签署、并网验收和并网调试、政府补助计量和结算服务中，不收取任何服务费用。

自然人和法人申请分布式光伏并网分别需要如下资料：

（1）自然人申请需提供资料：经办人身份证原件及复印件、户口本、房产证等项目合法性支持性文件。

（2）法人申请需提供资料：a. 经办人身份证原件及复印件和法人委托书原件（或法定代表人身份证原件及复印件）。b. 企业法人营业执照、土地证等项目合法性支持性文件。c. 政府投资主管部门同意项目开展前期工作的批复（需核准项目）。d. 项目前期工作相关资料。

28. 分布式光伏系统并网需要考虑什么问题？

分布式光伏系统并网需考虑安全、光伏配置、计量和结算方面的问题。

在安全方面：并网点开关是否符合安全要求，设备在电网异常或故障时的安全性，能否在电网停电时可靠断开以保证人身安全等。

在光伏配置方面：光伏容量的配置，主要设备选择，接入点的选择，系统监测控制功能的实现，反孤岛装置的配置安装等。

在计量和结算方面：计费和结算方式，上网电价情况，获得电价补贴所需的材料、数据及流程等。

29. 在自己屋顶安装光伏发电系统，如何获得小区物业的支持和邻居们的同意？

目前，物权问题是需要解决的重要问题，要提供其他业主、物业、居委会的同意证明。包括所在单元所有邻居的书面签字证明（包括所有邻居的签名、电话、身份证号），以及所在小区物业、业主委员会同意的证明，并由其所在社区居委会盖章。

30. 如果电网停电或发生其他故障，分布式光伏并网系统还能正常运行吗？

电网停电后，分布式光伏发电系统一般都会退出运行，不能正常发电。但在某些极端情况下，可能会出现孤岛现象，即电网停电后，分布式光伏发电系统仍然带着部分负荷继续运行，影响检修人员人身安全，并存在损坏家用电器及电网设施的可能性。因此分布式光伏系统必须具备防孤岛功能。

31. 当地电力公司是否有专人受理分布式光伏系统并网申请业务？联系热线是什么？

国家电网公司为分布式电源并网提供客户服务中心、95598 服务热线、网上营业厅等多种咨询渠道，向项目业主提供并网办理流程说明、相关政策规定解释、并网工作进度查询等服务。申请分布式光伏并网可向当地电力公司客户服务中心咨询并办理，也可联系国家电网公司服务热线 95598 进行咨询。

32. 什么是交钥匙工程？

对工程进行“设计、采购、施工”的总承包，最后直接移交运行，称为“交钥匙工程”，与通常所说的工程总承包含义相似。对于分布式光伏发电项目的用户报装工程，按照“现场勘察与确定接入方案、工程设计与设备选择、施工与竣工验收、现场并网调试、并网发电”的流程，提供全程服务，用户直接接收整个工程，立刻投入发电运营，称为“交钥匙工程”。

第四篇 并网申请流程篇 CHAPTER FOUR APPLICATION FOR GRID CONNECTION

第五篇
项目管理篇
CHAPTER FIVE PROJECT MANAGEMENT

33. 如何管理分布式光伏发电项目？

国务院能源主管部门负责全国分布式光伏发电规划指导和监督管理；地方能源主管部门在国务院能源主管部门指导下，负责本地区分布式光伏发电项目建设和监督管理；委托国家太阳能发电技术归口管理单位承担技术、信息和工程质量控制工作。

34. 分布式光伏发电项目为什么需要备案？不需要国家补贴的项目能开工建设么？

现阶段分布式光伏发电仍然需要国家补贴，假定每年安装 600 万千瓦分布式光伏发电，全年发电量至少 70 亿度电，如果每度电补贴 0.42 元，则需要几十亿元人民币。为了优化补贴资金配置，备案是必须的。分布式光伏发电项目由地市级能源或县级能源主管部门实行备案管理。如果项目不需要国家补贴，则直接实行备案管理后就可以开工建设。

35. 分布式光伏发电项目如何备案，应准备哪些材料？

项目单位向地市级或县级能源主管部门提交固定资产投资备案表和分布式光伏发电项目备案申请表，应包含以下材料：

（1）符合建筑等设施安装光伏发电系统相关规定的项目方案；

（2）项目用地或屋顶等场址使用证明；

（3）地市级或县级电网公司出具的项目并网接入意见；

（4）如果项目采用合同能源管理方式，则需提供与电力用户签订的能源服务管理合同等材料；

（5）地方政府根据有关规定要求提供的其他材料。

36. 哪些情况可能出现备案失败或者失效？

地市级或县级能源主管部门在受理项目备案申请之日起 10 个工作日内完成备案审核并将审核意见告知项目单位。当申请项目的累计规模超出该地区年度指导规模时，当地能源主管应发布通知，停止受理项目备案申请。分布式光伏发电项目备案有效期内，如果无特殊原因未建成投产，项目备案文件自动失效。

37. 备案过的项目还能够申请变更么？怎么变更？

备案过的项目一般情况下不能随意变更。如果项目实施过程中遇到特殊情况，必须变更原方案，则必须按照当初的申报程序，申请方案变更。

38. 个人（家庭）安装分布式光伏发电系统怎么界定？有什么优惠政策？

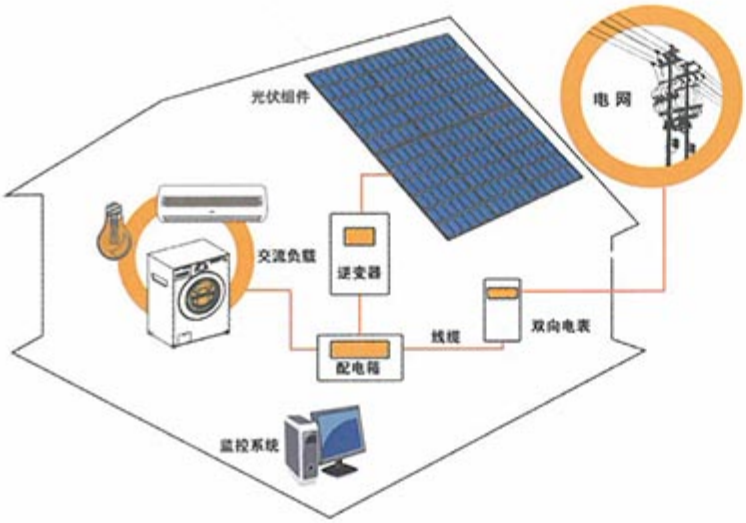
鼓励各位电力用户、投资企业、专业化合同能源服务公司以及个人等作为项目单位，投资建设和经营分布式光伏发电项目。

个人（家庭）安装的分布式光伏项目原则上“自发自用，余电上网，电网调剂余缺”，对于自用光伏电量，自动抵消电网用电量，不进行交易；对于富余上网光伏电量，电网公司以当地脱硫燃煤标杆电价收购。个人（家庭）作为项目单位建设分布式光伏设施，单个项目装机规模原则上不大于 30 千瓦，各省级能源主管部门可视情况简化项目管理。

第六篇
设计安装篇
CHAPTER SIX DESIGN AND INSTALLATION

39. 分布式光伏并网发电系统是由哪几部分构成的？

分布式光伏并网发电系统主要由光伏组件、逆变器、支架和线缆、汇流箱、交直流配电柜及监控系统等组成。其中汇流箱、交直流配电柜及监控系统可根据用户的实际情况安装。



40. 如何取得当地的太阳能资源数据？

全国各地的辐照量及日照时数详见下图，如果想得到更详细的太阳能资源数据，可以从县级气象台（站）、国家气象局公共气象服务中心取得；另外也可以从大型安装商或设计单位得到或者从 NASA 官方网站（https：//eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/）获得辐照量参考数据。

41. 如何选择分布式光伏并网系统的并网电压？

分布式光伏系统并网电压主要由系统装机容量所决定，具体并网电压需根据电网公司的接入系统批复确定。一般户用选择 220V 接入电网，商用可选择 380V 或 10kV 接入电网。系统电压情况如下图所示：

42. 光伏阵列安装倾角由什么决定？

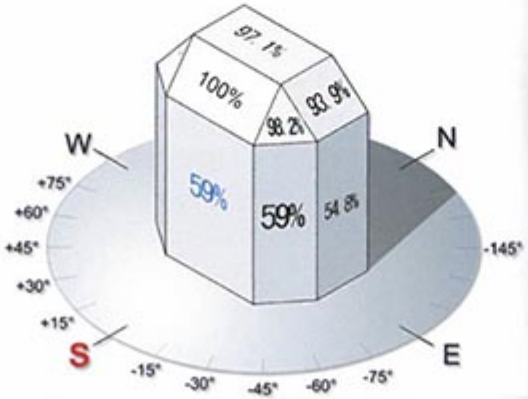
光伏阵列的安装倾角主要由安装地域的经度、纬度、最佳辐照量决定，由于安装条件限制，组件安装倾角不能达到最佳时可适当调整角度，非朝南的屋顶发电量会受到较大影响。

表格：全国主要城市光伏组件最佳安装倾角

城市	纬度 Φ	最佳倾角	城市	纬度 Φ	最佳倾角
哈尔滨	45.68	Φ+1	杭州	30.23	Φ−5
长春	43.90	Φ+1	南昌	28.67	Φ−9
沈阳	41.77	Φ+1	福州	26.08	Φ−7
北京	39.8	Φ+1	济南	36.68	Φ−2
天津	39.10	Φ+1	郑州	34.72	Φ−3
呼和浩特	40.78	Φ+1	武汉	30.63	Φ−6
太原	37.78	Φ+2	长沙	28.20	Φ−8
乌鲁木齐	43.78	Φ+1	广州	23.13	Φ−4
西宁	36.75	Φ+4	海口	20.03	Φ−5
兰州	36.05	Φ+2	南宁	22.82	Φ−6
银川	38.48	Φ+1	成都	30.67	Φ−9
西安	34.30	Φ−2	贵阳	26.58	Φ−10
上海	31.17	Φ−5	昆明	25.02	Φ−6
南京	32.00	Φ−4	拉萨	29.70	Φ+6
合肥	31.85	Φ−5			

43. 光伏阵列的安装朝向如何确定？对发电效果有何影响？

由于影响光伏发电的主要原因为日照量，所以组件安装时应向阳光最充足的方向安装。不同安装角度对光伏组件的发电效率亦有影响，假定最佳安装角度的效率为100%，不同方位、角度安装光伏组件的效率如图所示：



44. 如何选用光伏组件？

根据安装现场的具体情况可选用不同类型不同规格的光伏组件，安装现场的有效利用面积决定组件的规格尺寸，单位面积内想安装更大容量的话可选用高效率组件，根据现有建筑的外观也可选择不同边框颜色的组件，根据现场的串并联接线方式确定组件的接插件长度。

组件的选用，需综合考虑安装面积，装机容量，成本等要素。一般来讲应选用信誉度好，质量好，有认证，质保售后服务好，具有防火认证的组件产品。

45. 如何选用逆变器？

一般根据系统的要求配置对应功率段的逆变器，选型的逆变器的功率应该与光伏电池方阵的最大功率匹配，一般选取光伏逆变器的额定输出功率与输入总功率相近左右，这样可以节约成本。

46. 对于与建筑结合的分布式光伏发电项目，如何考虑光伏组件的颜色、透光、尺寸和形状？

颜色方面可以尽量选择与建筑颜色一致或相近的，对于透光，要考虑建筑对光线的要求，既满足室内对光线的需求，避免二次照明，也要充分利用建筑空间和面积，合理选择尺寸和形状，做好平衡和优化，以及专业的技术设计。

47. 光伏阵列的设计安装要考虑风速的影响吗？安装分布式光伏时应如何考虑建筑荷载和抗风能力要求？

在建筑物屋顶安装光伏阵列，必须考虑建筑物屋顶的载荷，同时考虑气流在遇到建筑物后产生的紊流和速度变化对光伏阵列的安全性影响。只有充分考虑当地风况、地貌、地形以及计划安装光伏阵列的建筑物在周边环境的相对位置，才能确保光伏阵列和周边生命财产的安全。

48. 如何决定家用光伏发电系统的装机容量？

家用光伏发电系统装机容量的大小，取决于用电设备负载、屋顶的样式和屋顶面积，并结合电网公司的批复意见，确定最终安装容量。一般情况下平面屋顶安装量约为 70 瓦 / 平方米。

49. 如何估算分布式光伏并网系统的发电量？

要估算光伏发电系统的发电量，需要知道系统安装当地的有效日照时间，系统效率，系统安装容量。

例如 1000W 的光伏并网系统，安装地点为北京，有效日照时间为 4 小时，光伏并网系统效率约为 80%，所以该系统日发电量计算公式 = 组件安装容量 × 有效日照小时数 × 系统效率 =1000×4×0.8=3200Wh，约为 3.2 度电。

50. 分布式光伏发电系统并网后，怎么区分家里当前用的电是来自电网还是自己家的太阳电池组件？

在分布式光伏发电系统安装完成后，电网公司会进行并网的检验验收，验收合格后会在业主家安装两块电表（或双向电表，后面有描述），两块电表会分别对光伏系统的发电和市电的用电量进行独立计量。最简单的办法是看电表，只要光伏系统端电表走字，就是在使用光伏电池组件发的电，如图所示：

51. 安装后如果连续阴雨或者雾霾，光伏发电系统还会工作吗？会不会电力不足或者断电？

光伏电池组件在一定弱光下也是可以发电的，但是由于连续阴雨或者雾霾天气，太阳光辐照度较低，光伏系统的工作电压如果达不到逆变器的启动电压，那么系统就不会工作。

并网分布式光伏发电系统与配电网是并联运行的，当光伏系统不能满足负载需求或由于阴天而不工作时，电网的电将自动补充过来，不存在电力不足与断电问题。

52. 冬天天冷时会不会电力不足？

光伏系统的发电量的确受温度的影响，直接影响发电量的因素是辐照强度和日照时长以及太阳电池组件的工作温度。冬天难免辐照强度会弱，日照时长会短，一般发电量较夏天会少，这也是很正常的现象。分布式光伏系统与电网相联，只要电网有电，家庭负载就不会出现电力不足和断电的情况。

53. 分布式光伏接入会不会影响电能质量？

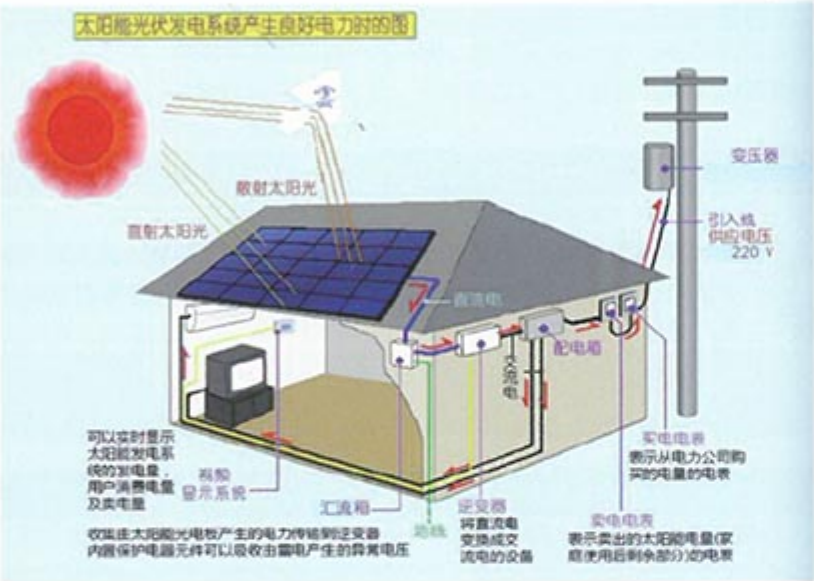
电能质量即电力系统中电能的质量。系统的主要交直流转换部件为逆变器，逆变器经过电能质量测试仪测试合格后才可投产使用，所以不会对电能质量造成影响。

54. 可以将白天分布式光伏发电系统所发的电力储存起来用作夜晚照明吗？

可以将白天分布式光伏发电系统所发的电力储存起来用作夜晚照明，这需要添加控制器和蓄电池等电器元件。白天控制器将光伏所发电力储存在蓄电池中，晚上控制器将蓄电池所储电力释放出来供照明使用。在没有储能设备的情况下，如果电网断电，系统将停止工作，但是若把其中的并网逆变器换成智能微网逆变器（并网与离网混合逆变器），系统依然可以正常运转。

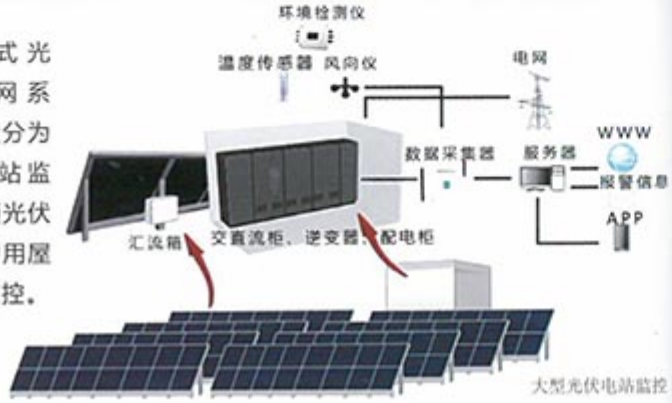
55. 在既有建筑上安装光伏发电系统需要另行布线吗？如何和家中已有的电气系统连接？

光伏系统的线路分为直流部分和交流部分，这两部分线路是需要单独布线的。交流部分要与电网进行连接，并网点设在用户侧电表位置，最终与用户家中已有电气系统连接。



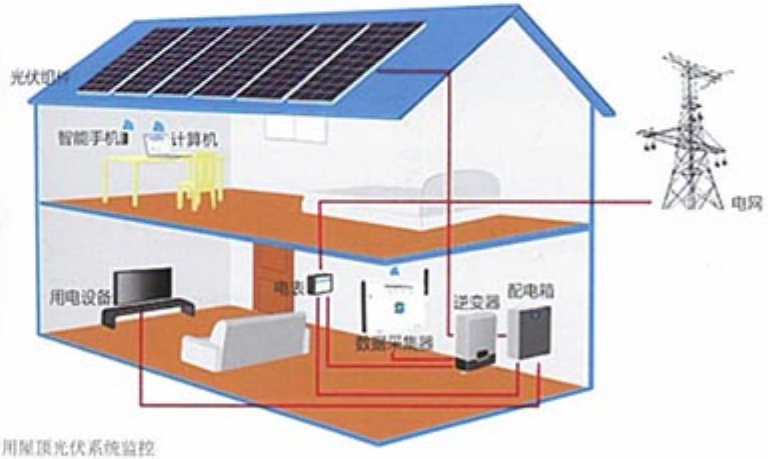
56. 分布式光伏并网系统的监控装置安在哪些地方？会不会占据宝贵的室内空间？

分布式光伏并网系统的监控装置分为大型光伏电站监控、商用屋顶光伏系统监控和户用屋顶光伏系统监控。



大型光伏电站监控

商用屋顶光伏系统监控



户用屋顶光伏系统监控

光伏监控系统可以安装在室外，不占用室内空间。它以多种硬件产品及配套附件能够实现对光伏系统中各个环节的数据采集。数据传输到远程服务平台进行相关的数据存储与分析，最后以报表、曲线图等形式向用户反馈系统运行情况。

57. 设计工程师在根据客户要求进行系统设计时，需要客户提供哪些资料？

系统设计时需要客户提供的资料分为必选项和可选项两部分。必选项部分包括项目安装地点、建筑周围环境、建筑建设年份、屋顶类型、屋顶载荷、接入电压等级和屋顶照片等。可选项部分包括平均每月用电需求、屋顶结构、CAD 图纸、屋顶表面情况、电表箱照片等。当然，可选项部分填写的越详细，越有助于更加合理地进行优化设计，更好的提高发电量。

58. 系统建好之后会由何单位去验收？验收时主要关注哪些地方？

国务院能源主管部门鼓励地市级或县级能源主管部门结合当地实际，建立与并网接入申请、并网调试和验收、电费和补贴发放与结算等相结合的分布式光伏发电项目备案、竣工验收等一站式服务体系，简化办理流程，提高管理效率。验收时主要由电网企业组织开展，重点关注并网电性能、工程的建设质量、组件认证、逆变器认证与技术参数、防雷接地、消防安全、组件防火认证等内容。

59. 安装过程是怎么进行的？

分布式光伏发电并网系统的安装过程是：基础的安装，支架的安装，组件的安装，汇流箱、逆变器、配电柜等电器设备的安装，连接线路的安装，电网接入系统及计量装置的安装。

60. 安装过程需要注意哪些电气安全要求？会不会漏电对人身产生危险？

只要有阳光，光伏组件就会有电，所以有阳光的时候是无法切断电源的，而且由于串接电压的积累，相应的对地电压也会很高。因此，安装过程应严格遵守系统供应商提供的安装使用说明书，由专业安装人员完成。设备的接线部分均使用专业的接插件进行安装，防护等级为 IP65，电器设备也均有空气开关进行保护，可防止漏电电流对人身造成伤害。同时，注意雨雪天气的防护。具体要求如下：

a. 在安装组件时，请使用绝缘工具，不要戴金属饰品。

b. 请勿在有负载的情况下断开电气连接。

c. 必须保持接插头干燥和清洁， 不要将其他金属物体插入接插头内，或者以其他任何方式来进行电气连接。

d. 不要触摸或操作玻璃破碎、边框脱落和背板受损的光伏组件，除非组件断开了电气连接并且您穿着个人防护装备。

e. 如果组件是潮湿的，请勿触碰组件，除非是在清洁组件的时候，但是需要按照组件清洗手册的要求操作。

在没有佩戴个人防护装置或者橡胶手套的时候，一定不能触碰潮湿的接插头。

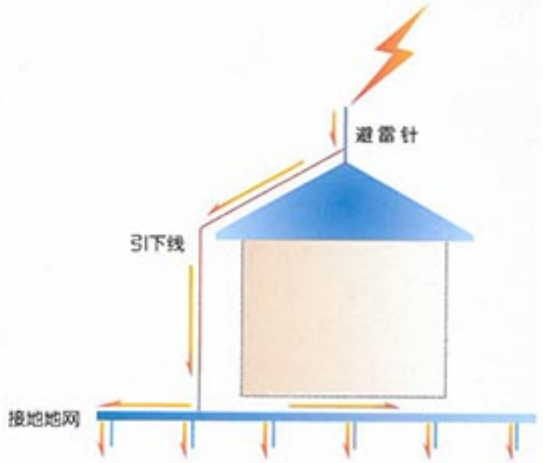
61. 分布式光伏与建筑结合时如何满足建筑隔热隔音的要求？是否会影响室内采光？

（1）采用不同玻璃材质和结构控制隔热和隔音。分布式系统设备户内型的噪声应不大于 65 分贝，户外型的噪声由用户和制造厂协议确定，满足广大用户的需求。与建筑结合时可设计隔音与隔热层，满足不同用户个性化需求。（2）采用不同的电池片及排布方式来调整透光率。分布式与建筑结合时会留出采光区域，不会影响室内采光。

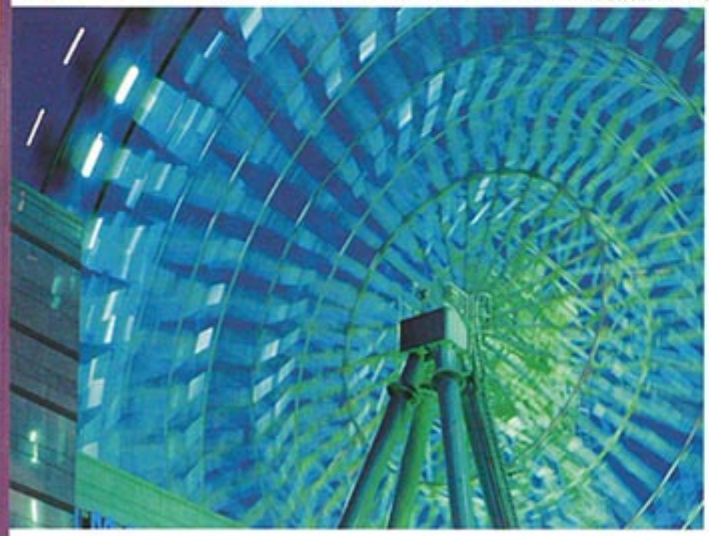
62. 与建筑结合的光伏发电如何防雷？

雷电主要分为两种危害：直接雷击和间接雷击。下面以图例的形式介绍这两种雷击的防护。

直击雷的防护：在高大的建筑物上设立金属避雷入地导线，可将巨大的雷雨云层电荷释放掉。



第七篇
运行维护篇
CHAPTER SEVEN OPERATION AND MAINTENANCE



64. 分布式光伏发电系统的常见故障有哪些？系统各部件可能出现哪些典型问题？

由于电压未达到启动设定值造成逆变器无法工作、无法启动，由于组件或逆变器原因造成发电量低等；系统部件可能出现的典型问题有接线盒烧毁、组件局部烧毁。

65. 如何处理分布式光伏发电系统的常见故障？

系统在质保期内出现问题时，可先电话联系安装商或运营维护商将系统问题说明，安装商或运营维护商会根据用户叙述内容进行解答，如无法将故障排除会派出专人到现场进行检修。

66. 分布式光伏发电系统的寿命有多长？

不带蓄电池的光伏发电系统，设计寿命一般为 20-25 年。

67. 如何降低光伏发电系统的维护成本？

建议选择的系统各部件和材料市面上口碑好、售后服务好的产品。合格的产品能降低故障的发生率，用户应严格遵守系统产品的使用手册，定期对系统进行检测和清洁维护。

68. 系统后期维护怎么处理，多久维护一次？怎样维护？

根据产品供应商的使用说明书对需要定期检查的部件进行维护，系统主要的维护工作是擦拭组件，雨水较大的地区一般不需要人工擦拭，非雨季节大概 1 个月清洁一次。降尘量较大地区可以酌情增加擦拭次数，降雪量大的地区应及时将厚重积雪去除，避免影响发电量和雪融化后产生的不均匀遮挡，及时清理遮挡组件的树木或杂物等。

69. 清洁光伏组件时用清水冲洗和简单的擦拭就行么？用水擦拭的时候会不会有触电的危险？

为了避免在高温和强烈光照下擦拭组件对人身的电击伤害以及可能对组件的破坏，建议在早晨或者下午较晚的时候进行组件清洁工作。建议清洁光伏组件玻璃表面时用柔软的刷子、干净温和的水，清洁时使用的力度要小，以避免损坏玻璃表面，有镀膜玻璃的组件要注意避免损坏镀膜层。

70. 如何正确利用停机维护时间？

优先选择清晨或傍晚光线弱系统未运行的时间对系统进行维护，维护时做好防护措施佩戴绝缘手套使用绝缘工具。

71. 如何发现光伏阵列中某一块光伏组件是否出现故障？

当用户发现在相同时间系统的发电量有所降低，或与邻近安装量相同的发电系统相比有所降低，则系统可能存在异常。用户可以通过汇流箱中监测数据的异常波动，及时发现光伏阵列中某一串组件是否出现故障，然后联系专业人员用钳形表、热像仪等专业设备对系统进行诊断，最终确定系统中出现问题的组件。

72. 光伏组件上的房屋阴影、树叶甚至鸟粪的遮挡会对发电系统造成影响吗？

光伏组件上的房屋阴影、树叶甚至鸟粪的遮挡会对发电系统造成比较大的影响。每个组件所用太阳电池的电特性基本一致，否则将在电性能不好或被遮挡的电池上产生所谓热斑效应。一串联支路中被遮蔽的太阳电池组件，将被当作负载消耗其他有光照的太阳电池组件所产生的能量，被遮蔽的太阳电池组件此时会发热，这就是热斑现象，这种现象严重的情况下会损坏太阳电池组件。为了避免串联支路的热斑，需要在光伏组件上加装旁路二极管，为了防止并联回路的热斑，则需要在每一路光伏组串上安装直流保险。即使没有热斑效应产生，太阳电池的遮蔽也会影响到发电量。

73. 为防止光伏组件遭重物撞击，能不能给光伏阵列加装铁丝防护网？

不建议安装铁丝防护网。因为给光伏阵列加装铁丝防护网可能会给组件局部造成阴影，形成热斑效应，对整个光伏电站的发电效率造成影响。另外，由于合格的光伏组件均已通过冰球撞击实验，一般情况下的撞击不会影响组件的性能。

74. 烈日当空，易损器件坏了需立即更换吗？

不能够立即更换，如要更换建议在早晨或者下午较晚的时候进行。应及时联系电站运维人员，由专业人员前往更换。

75. 雷雨天气需要断开光伏发电系统吗？

分布式光伏发电系统都装有防雷装置，所以不用断开。为了安全保险，建议可以选择断开汇流箱的断路器开关，切断与光伏组件的电路连接，避免防雷模块无法去除的直击雷产生危害。运维人员应及时检测防雷模块的性能，以避免防雷模块失效所产生的危害。

76. 雪后需要清理光伏发电系统吗？光伏组件冬天积雪消融结冰后如何处理？可以踩在组件上面进行清理工作吗？

雪后组件上如果堆积有厚重积雪是需要清洁的，可以利用柔软物品将雪推下，注意不要划伤玻璃。组件是有一定承重的，但是不能踩在组件上面清扫的，会造成组件隐裂或损坏，影响组件寿命。一般建议不要等积雪过厚再清洗，以免组件过度结冰。

77. 分布式光伏发电系统能抵抗冰雹的危害吗？

光伏并网系统中的合格组件必须通过正面最大静载荷（风载荷、雪载荷）5400pa，背面最大静载荷（风载荷）2400pa 和直径 25mm 的冰雹以 23m/s 的速度撞击等严格的测试。因此冰雹不会对光伏发电系统带来危害。

78. 如何处理太阳电池的温升和通风问题？

光伏电池的输出功率会随着温度的上升而降低。通风散热可以提高发电效率，最常用的办法为自然风进行通风。

79. 光伏发电系统对用户有电磁辐射危害吗？

光伏发电系统是根据光生伏打效应原理将太阳能转换为电能，无污染，无辐射。逆变器、配电柜等电子器件都会通过 EMC（电磁兼容性）测试，所以对人体没有危害。

80. 光伏发电系统有噪音危害吗？

光伏发电系统是将太阳能转换为电能，不会产生噪音影响，逆变器的噪音指标不高于 65 分贝，也不会有噪音危害。

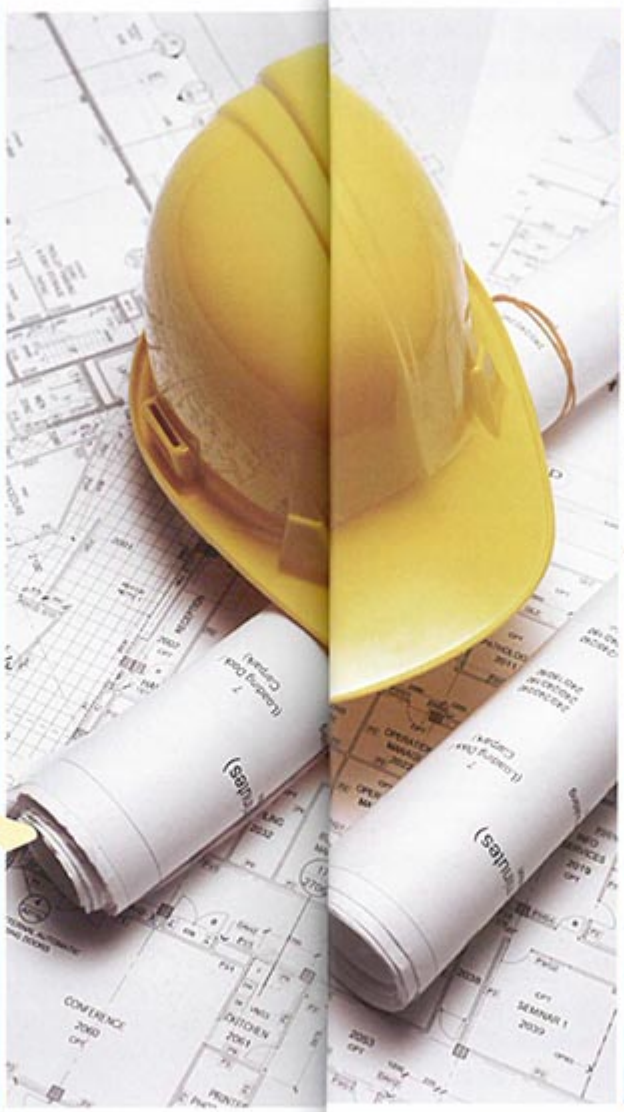
81. 户用分布式光伏发电系统的防火和消防应注意什么问题？

分布式发电系统附近禁止堆放易燃易爆物品，一旦发生火灾所造成的人员及财产的损失不可估量。除了基本的消防安检措施外，还特别要求光伏系统具备自我检测、识别电弧和防火功能，降低火灾发生可能性。此外还需要每隔最长 40 米就必须预留防火和维修通道，而且必须有方便操作的紧急直流系统断路开关。

82. 并网光伏发电系统出现故障后，用户应向谁报修，有没有全国统一服务电话？

光伏系统出现故障要第一时间将问题反馈给安装商，安装商会在最短时间内做出故障处理，建议选择大品牌、信誉好的安装商。

第八篇
质量监控篇
CHAPTER EIGHT QUALITY CONTROL



83. 为什么要重视分布式光伏发电系统的质量监控？

首先，分布式光伏发电系统多是与建筑相结合，若是系统质量存在问题，不但可能造成发电系统内部设备的损坏，甚至会危害到建筑物，配电站及周边人员的人身安全；其次，分布式光伏发电系统多为自用，若是系统质量存在问题，可能会对用电设备造成损害；再次，分布式光伏发电系统是以发电量来获得经济效益的，若是系统质量存在问题，会影响整个系统的发电量和寿命，进而影响整个系统的收益。

84. 各个部件合格就意味系统集成不需检测了吗？

光伏发电系统虽然是由各个部件组成，但各部件合格并不意味着系统集成就合格。系统的整体设计和配置、安全和运行性能等都需要进行检测和验证。

85. 怎样选择合格的系统配件产品，质保时间大概多久？

建议选择通过国家批准认证机构认证的系统配件产品，系统配件产品的规格型号和原材料参数应与认证报告一致。另外，所有的系统配件产品的规格型号和技术参数应符合整个系统的设计要求。一般说来，组件要求质保至少 5 年，逆变器要求质保至少 2 年。

86. 获得国家补贴需要哪些产品认证？

在电网接入验收环节要保证建成的光伏发电系统符合相应的安全标准和质量要求才能通过验收。光伏发电系统中主要设备包括组件、汇流箱、逆变器等都需要有相应的国内认证。

87. 怎样判断分布式光伏并网系统的质量好坏？

分布式光伏并网系统的质量好坏要经过部件和系统两个部分的综合检测才能确定。检测内容包括对各个部件的检测、对系统安全性和性能进行检测。

88. 分布式光伏并网系统出现质量问题后，供应商会走什么样的维修程序，大概需要多长时间？

分布式光伏并网系统出现质量问题后，现场运维人员需要判断问题点，反馈给供应商，供应商通常会先派工程师到现场确认质量问题并进行解决，若是由于关键设备引起的质量问题，供应商会联系设备厂家，设备厂家工程师一般一周内会到达现场进行维修处理。

89. 业主怎样大致判断自己的光伏系统的优劣？怀疑系统存在质量问题应该如何寻求得到解决？

业主可以从以下几个方面进行初步判断：首先对系统外观进行检查，如组件、阵列、汇流箱等，若发现问题，如组件损坏、遮挡、灰尘等，可以采取相应措施及时解决；检查电站建设承包单位采用的系统部件是否具备质量认证证书。另外还要对系统的安全性进行现场测试，如接地连续性、绝缘性、是否具有防雷装置等；还需要对系统电气效率进行测试，如果发现问题，应该让电站建设单位及时解决。

90. 如何判断分布式光伏并网系统工作是否稳定，电能质量是否达到要求，系统故障状态下是否会对家用电器造成损坏？

分布式光伏并网系统一般都具有数据监控系统，可以通过对监控数据的分析，判断系统是否稳定运行。如有条件也可使用电能质量分析仪在电站并网点对电能质量进行测试，看是否符合国家标准要求。一般光伏系统故障情况下会有保护装置切断电源，因此不会对家用电器造成损坏。

91. 分布式光伏并网系统的发电量监控数据和电表的计量数据是一样的吗？误差有多大？

分布式光伏并网系统的发电量监控数据和电表的计量数据不一定是一样的。如果在同一个并网点采用相同的电量计量设备，精度也完全相同，那么得出的数据应该是一样的。但光伏并网系统使用的监控设备往往是系统建设单位自己采用的设备，而电表计量设备往往是电力部门安装的设

备，因此设备不同，得到的数据可能会有一些差距。误差有多少要根据具体情况而定。而电费和补贴费用的结算是依据电力部门安装的计量设备。

92. 并网时如何监控上网电量？

目前并网光伏发电系统主要是通过在并网点安装经过当地电力部门认可的电能计量表来进行监控，另外当地的电力调度中心通常可以通过远程通讯对各个并网光伏系统上网电量进行监控。业主也可以自行建设简化的信息系统，监控和优化上网电量。

93. 系统的发电量能够实现在线监测吗？

各电网企业配合本级能源主管部门开展本级电网覆盖范围内分布式光伏发电的计量、信息监测与统计。若是用户光伏系统安装有相应的监控系统，可以对发电量实现在线监测，另外监控系统还可对关键设备参数、电能质量、环境参数等实现在线监测。

94. 我国目前获得许可的光伏系统和产品检测和质量认证机构有哪些？

认证机构主要有：北京鉴衡认证中心和中国质量认证中心。

检测机构主要有：中国科学院太阳光伏发电系统和风力发电系统质量检测中心、国家太阳能光伏产品质量监督检验中心、中国电子科技集团公司第十八研究所、中国航天科技集团公司第 811 研究所、深圳电子产品质量检测中心、扬州光电产品检测中心等。

第八篇 质量监控篇 CHAPTER EIGHT QUALITY CONTROL

第九篇
成本效益与商业模式篇
CHAPTER NINE COST BENEFIT AND BUSINESS MODEL

95. 如何估算家庭分布式光伏发电系统的投资？一般需要多长时间才可以收回成本？

投资安装家庭分布式光伏系统取决于安装容量和系统投资两个主要条件。其中，光伏发电系统的硬件（包括光伏组件、并网逆变器、线缆、安装支架、计量表、监控设备等）成本会随着市场供求关系的波动、光伏行业的技术进步和效率提升而有所变化，并且是与安装容量大小是有关的，一般是按系统的单瓦价格来计算；除了硬件购买之外，还要加上系统的基础施工、系统安装、调试与并网过程中产生的少量费用。系统安装容量越大，成本构成中的一些基础费用会被摊薄，使得单位投资成本有所降低。

例如，一般的家庭分布式光伏发电系统安装容量约 3-10 千瓦左右，按单瓦成本 8~9 元来计算，系统投资约 4 万 ~10 万元左右。根据光照条件、用户侧电价、补贴及系统成本的不同，6~10 年即可以回收成本，余下的 15 年间所产生的电量收入会成为利润。

96. 如何估算分布式光伏发电系统的运行维护成本？

分布式光伏发电系统的运行维护主要是对系统的机械安装、电气连接的日常点检、对光伏组件的清洗、对部分失效部件的更换等简单操作，成本相对较低，对于 10 千瓦以下的系统维护成本几乎可以忽略不计，但是 MW（1MW=1000KW=1000000W）级的电站应当预提 1%~3% 的维护成本进入系统的总投资。每次每平米组件的清洗成本在 0.5 到 0.8 元不等，主要取决于当地人工成本和运维服务提供人员的多少。

97. 如何估算分布式光伏发电系统的度电成本？

发电成本与安装地点的人工成本、日照资源、安装方式、系统投资、当地电价，系统有效寿命期、财务成本等有着密切的关系，所以度电成本肯定不是一个确定的数据，综合考虑这些因素，假定分布式光伏发电的寿命期为 20 年，根据不同地区资源和技术条件，分布式光伏发电的度电成本大致的范围为 0.7~1.4 元 / 度电。

98. 如何核算分布式光伏发电业主的补贴收益？

补贴收益分为三个部分，一部分是国家补贴、一部分是自发自用抵消的用电费用、一部分是剩余电量上网的脱硫燃煤收购电价。其中所有电量全部自发自用的补贴收益为（本地电价 + 分布式光伏发电国家补贴）× 全部发电量；部分电量自发自用，部分余电上网的补贴收益为（自发自用的比例 × 本地电价 + 分布式光伏发电国家补贴 + 上网比例 × 脱硫燃煤收购电价）× 全部发电量。

99. 影响投资收益的因素有哪些？

影响系统投资收益的主要因素有发电量设计（光照资源、系统转换效率、系统的维护水平）、系统的初投资、财务成本、补贴政策、电站的质量可靠性与售后服务。具体来讲，如何选择电站的建设地址、如何选择发电技术与供应商、如何提前做好投资收益分析、如何选择有规模有品牌的光伏系统提供商和质保服务、如何做好发电量优化等。

100. 分布式光伏发电系统有哪些建设和商业模式？

分布式光伏发电项目所依托的建筑物以及设施应具有合法性，如果业主具有项目单位与项目所依托的建筑物所有权可以采取自建方式，业主出资建设，业主获得收益；如果项目单位与项目所依托的建筑物及设施所有人非统一主体时，项目单位与建筑物及设施的所有人签订建筑物及设施的使用或租用协议，视经营方式与电力用户签订合同能源管理服务协议。

101. 什么叫做合同能源管理？

合同能源管理（EPC——Energy Performance Contracting）是一种新型的市场化节能机制。其实质就是以减少的能源费用来支付节能项目全部成本的节能业务方式。这种节能投资方式允许客户用未来的节能收益为工厂和设备升级，以降低运行成本；或者企业以承诺节能项目的节能效益、或承包整体能源费用的方式为客户提供节能服务。

102. 工商业用户安装光伏发电系统有什么好处？

工商业用户安装光伏发电系统的好处有：工商业用电量大，电价高，自发自用比例大，回收期短，收益率高；另外光伏系统有节能减排的社会效益，能够帮工业用户完成节能减排指标，同时可以降低企业的用电成本，提高企业竞争力。

103. 用户资金不足可以申请银行贷款建设分布式光伏发电系统吗？借款人需要具备哪些条件？

除项目资本金外的资金，可以申请银行贷款解决。近期部分银行和其他金融机构已经开始向分布式用户提供贷款等融资服务，如国家开发银行已联合国家能源局制订《关于支持分布式光伏发电金融服务的意见》，明确了国家开发银行给予分布式光伏发电信贷支持的对象、形式和条件等政策。一般而言，信用状况良好，无重大不良记录的企事业法人以及具备完全民事责任的自然人都可以申请银行贷款。

104. 申请银行贷款额度最高可达多少？期限多长？利率多少？还款方式有哪些？

参照我国有关投资项目资本金制度的规定，用户至少应筹集项目总投资 20% 的资本金，相应申请银行贷款的比例最高可达 80%。参照电力项目中长期贷款，根据借款人及项目实际，分布式光伏发电项目贷款期限一般最长可达 15 年。目前，我国逐步实现利率市场化，在人民银行基准利率的基础上，各银行可根据自身情况实行灵活定价。还款方式一般可实行等额本息或等额本金的还款方式。

105. 分布式光伏发电项目的贷款模式主要有哪些？

按用户是否直接向银行申请贷款进行分类，贷款模式可分为直接贷款模式和统借统还模式。符合银行规定的直接申请贷款资格的分布式光伏发电投资主体可直接申请银行贷款支持。另对不符合直接申请贷款的企业和自然人，一般采用统借统还的模式予以支持，如国家开发银行计划建立具备借款资格和承贷能力的统借平台，由国家开发银行向统借平台提供授信，平台再以委托贷款（可通过商业银行）等方式向用户提供贷款支持。用户可以根据自身情况，向当地银行或统借平台提出贷款申请。

106. 申请银行贷款需要准备哪些资料？贷款发放需要哪些条件？

申请银行贷款的借款人一般需准备的材料：自然人身份证明、个人资产证明或企业经营执照、公司章程、近三年财务审计报告；项目备案、电网接入批复、用地或屋顶租赁协议、电力购买协议、能源管理合同等有关文件。一般情况，贷款发放前应完成项目备案以及电力购买协议、能源管理合同等有关协议的签订。