NGU HẮNG - TRẦN THẾ SAN
Kho iệp - Điện Tử
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HỒ CHÍ MINH

CK.0000070648

SỔ TAY
Điện mặt trời

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ LẮP ĐẶT HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

IGUYÊN
C LIỆU

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

NGUYỄN TRỌNG THẮNG - TRẦN THẾ SAN
Khoa Điện Công Nghiệp - Điện Tử
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM

SỔ TAY
ĐIỆN MẶT TRỜI

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

SỔ TAY ĐIỆN MẶT TRỜI
TRẦN THẾ SAN - NGUYỄN TRỌNG THẮNG

Chịu trách nhiệm xuất bản: PHẠM NGỌC KHÔI
Biên tập: TRƯƠNG THANH SƠN - PHẠM THỊ MAI
Sửa bài: PHẠM THỊ MAI
Thiết kế bìa: KHÁNH THÀNH

Liên kết xuất bản.
CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN
96/7 Duy Tân - Phú Nhuận - Tp.HCM
ĐT : 08 39901846 - Fax : 08 39971765

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC Và KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo - Q.Hoàn Kiếm - Hà Nội
CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC Và KỸ THUẬT
28 Đồng Khởi,12 Hồ Huấn Nghiệp - Q.1 - Tp.HCM
ĐT: 083 8225062 - 083 8296628

In1000 cuốn khổ (19 X 27 Cm) tại xưởng in Cty cổ phần Văn Hóa Vạn Xuân.Số đăng ký xuất bản 1526- 2014/ CXB/9 - 98/KHKT. Quyết định số: 96/QĐXB - NXBKHKT.Cấp ngày 05/08/2014.In xong nộp lưu chiểu tháng 09 năm 2014.

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

Giới thiệu

Khí hậu trái đất, hành tinh của chúng ta, ngày càng nóng lên, ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tác động đến tất cả mọi người. Nguyên nhân chính là lượng khí thải và ô nhiễm môi trường ngày càng rõ rệt do đốt nhiên liệu tàn dư sinh học để lấy năng lượng. Than đá, dầu mỏ, khí tự nhiên ngày càng cạn kiệt, tác động đến môi trường ngày càng lớn, nhưng nhu cầu tiêu thụ năng lượng của loài người đang tăng lên với tốc độ chóng mặt. Nhu cầu về nguồn năng lượng thay thế ngày càng cấp bách. Một trong các dạng năng lượng sạch, thân thiện với môi trường, và hầu như vô tận, là năng lượng mặt trời. Đã có nhiều nghiên cứu về lý thuyết và công nghệ nhằm ứng dụng năng lượng từ mặt trời. Nhược điểm chính của năng lượng mặt trời là tính phân tán. Tuy lượng năng lượng từ mặt trời đến trái đất là khổng lồ, nhưng năng lượng này được hấp thụ trong khí quyển, đại dương, đất liền, và phản xạ trở lại không gian. Một mét vuông mặt đất trong một ngày chỉ nhận được khoảng 0.5 đến tối đa là 6.5 kWh, tùy theo vị trí trên mặt đất (kinh độ - vĩ độ) và tùy theo mùa trong năm. Trong quá khứ, tuy năng lượng mặt trời có nhiều ưu điểm, nhưng về kinh tế (giá thành) không thể cạnh tranh với các dạng năng lượng khác, do đó vẫn được coi là nguồn năng lượng tương lai.

Khoảng vài chục năm gần đây, năng lượng mặt trời được nhiều quốc gia quan tâm một cách đặc biệt, đưa ra nhiều chính sách khuyến khích phát triển dạng năng lượng này cùng với các ưu đãi về tài chính. Do nhu cầu ngày càng tăng, năng lượng mặt trời được sử dụng ngày càng rộng rãi, chủ yếu dưới hai dạng là nhiệt mặt trời, chẳng hạn các hệ thống cung cấp nước nóng hoặc lọc nước biển thành nước ngọt, và điện mặt trời. Các tấm pin, panel quang điện, chuyển đổi ánh sáng mặt trời thành điện năng, được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống điện mặt trời kể từ đầu thế kỷ 21 đến nay và sẽ là xu hướng phát triển chính trong các năm tới. Tùy theo công suất phát điện, hệ thống điện mặt trời có thể có quy mô lớn, hàng chục MW, trung bình (vài kW), đến quy mô hộ gia đình (vài trăm watt).

Hệ thống điện mặt trời quy mô gia đình gồm hai nhóm chính: hệ thống độc lập, dùng cho những nơi cách xa lưới điện phân phối của công ty điện lực, hoặc cho những người không muốn quá lệ thuộc vào lưới điện phân phối; và hệ thống điện mặt trời nối kết với điện lưới, cung cấp điện trở lại cho lưới điện. Tuy hệ thống điện mặt trời loại có quy mô nhỏ, nhưng tác dụng rất lớn, giúp bạn có điện ở vùng sâu, vùng xa, cấp điện cho bạn mỗi khi điện lưới bị sự cố, rất thân thiện với môi trường, và nhiều hệ thống quy mô nhỏ cộng lại sẽ trở thành lớn, góp phần vào an ninh năng lượng và giảm ô nhiễm môi trường. Hệ thống này có thể được lắp đặt ở trạm y tế, điểm văn hóa hoặc bưu điện ở vùng lưới điện chưa với tới, kể cả các hải đảo và cù lao trên sông.

Ngày nay, hệ thống điện mặt trời quy mô nhỏ đã trở nên khả thi, do chi phí ngày càng giảm, có thể lắp đặt tại các hộ gia đình ở các thành phố, trang trại nông nghiệp... Hệ thống tương đối đơn giản, gồm các panel thu ánh nắng và chuyển thành điện năng, các acquy lưu trữ điện, bộ điều khiển và/hoặc bộ biến tần để chuyển điện DC thành điện AC. Nội dung cuốn sách này cung cấp đủ kiến thức đủ để bạn đọc có thể tự thiết kế và lắp đặt hệ thống điện mặt trời quy mô hộ gia đình. Giá thành các panel và linh kiện điện liên quan ngày càng giảm, và còn tiếp tục giảm trong thời gian tới, cùng với chính sách khuyến khích của nhà nước, là những thuận lợi cơ bản cho những người muốn có hệ thống điện mặt trời của riêng mình để sử dụng trong gia đình hoặc văn phòng, giảm bớt sự phụ thuộc vào điện lưới, hoặc hỗ trợ nhà nước bằng cách cung cấp điện mặt trời lên lưới điện vào những giờ cao điểm.

CHƯƠNG 1

KHÁI QUÁT

GIỚI THIỆU NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Cách trái đất khoảng 150 triệu km, mặt trời có kích cỡ gấp 333000 lần hành tinh của chúng ta. Nhiệt độ mặt trời ở bề mặt khoảng 5600^{0}C, và trong lõi lên đến hơn 15 triệu độ C. Đây là khối vật chất khổng lồ với hoạt động hạt nhân xảy ra liên tục.

Mặt trời cung cấp toàn bộ năng lượng, trực tiếp hoặc gián tiếp, cho loài người và mọi dạng sống trên trái đất. Mặt trời quyết định khí hậu và thời tiết. Không có mặt trời, trái đất là vùng đất chết đóng băng vĩnh cửu.

Điện mặt trời là ý tưởng tuyệt vời. Lấy năng lượng từ mặt trời và chuyển thành điện năng cung cấp cho các trang thiết bị là mong ước của chúng ta. Sẽ không có hóa đơn tiền điện, không lệ thuộc vào công ty điện lực, và bạn sẽ có nguồn năng lượng miễn phí, hầu như bất tận và không ảnh hưởng xấu đến môi trường.

Tất nhiên, thực tế hơi khác. Điện năng từ ánh nắng mặt trời là nguồn tài nguyên khổng lồ, với các ứng dụng và lợi ích trên toàn thế giới.

Nhưng điện mặt trời hoạt động theo nguyên lý nào? Điều gì là thích hợp? Các hạn chế? Chi phí và giá cả khoảng bao nhiêu? Lắp đặt như thế nào?... Nội dung cuốn sách này sẽ giúp bạn trả lời các câu hỏi đó, trình bày cách thức sử dụng năng lượng mặt trời để tạo ra điện năng. Ngoài các ưu điểm đặc trưng, năng lượng mặt trời vẫn còn một số nhược điểm kể cả đối với môi trường, và đôi khi năng lượng mặt trời có thể chỉ là một phần của giải pháp.

Ở đây sẽ nêu ra các dự án cho phép sử dụng điện mặt trời. Một số dự án rất đơn giản, chẳng hạn cung cấp điện chiếu sáng cho nhà vườn, lắp tấm pin mặt trời trên nóc xe nhà hoặc du thuyền. Số khác hơi phức tạp hơn, chẳng hạn lắp các tấm pin mặt trời cho ngôi nhà.

Ngoài ra còn có một số dự án có tính nghiên cứu và giải trí, chẳng hạn xe 4-bánh hoặc 2-bánh chạy bằng năng lượng mặt trời. Đây là ví dụ về những điều có thể đạt được bằng cách chỉ sử dụng năng lượng mặt trời, cùng với chút ít thông minh và khéo tay.

Xuyên suốt cuốn sách là một dự án lớn, cung cấp điện mặt trời cho ngôi nhà ở cách xa lưới điện phân phối. Ví dụ này nhằm minh họa các ưu điểm và nhược điểm bạn có thể gặp, dựa trên cuộc sống hàng ngày và trải nghiệm thực tế.

Đối tượng

Nếu bạn chỉ muốn thu thập kiến thức về nguyên lý hoạt động của điện mặt trời, thì cuốn sách này sẽ cung cấp tương đối đầy đủ thông tin bạn có thể cần.

Nếu bạn có ý định lắp đặt hệ thống năng lượng mặt trời độc lập để sử dụng, nội dung cuốn sách là nguồn thông tin cơ

bản, giúp bạn hiểu nguyên lý và cấu tạo của hệ thống, hướng dẫn bạn cả về thiết kế và lắp đặt hệ thống điện mặt trời cỡ nhỏ, kiểu gia dụng.

Năng lượng mặt trời có khoảng ứng dụng lớn, có thể tích hợp vào các trang thiết bị điện, chẳng hạn điện thoại di động, máy tính laptop, thiết bị điện tử cầm tay... Ngay cả xe điện cỡ nhỏ cũng có thể sử dụng năng lượng mặt trời để cung cấp một phần hoặc toàn bộ nhu cầu điện năng, tùy theo ứng dụng cụ thể. Nếu bạn là nhà thiết kế, hãy nghiên cứu cách thức tích hợp nguồn điện mặt trời vào sản phẩm của mình; nội dung cuốn sách cung cấp kiến thức cơ bản về công nghệ này, nơi bạn có thể bắt đầu.

Nếu bạn muốn xem xét, lắp đặt hệ thống năng lượng mặt trời, cung cấp bổ sung điện năng vào lưới điện địa phương, kiến thức từ cuốn sách này sẽ giúp bạn thiết kế hệ thống đó. Tuy nhiên, bạn cần biết thêm thông tin về hệ thống điện hiện hữu và các quy định pháp luật liên quan.

Nếu bạn muốn lắp đặt hệ thống điện mặt trời công suất lớn, bổ sung cho điện lưới, hoặc nếu bạn hy vọng lắp đặt hệ thống điện mặt trời có tính chuyên nghiệp, nội dung cuốn sách này là cơ bản, nhưng chỉ có tính giới thiệu, bạn cần có kiến thức cao và chuyên sâu hơn. Tuy nội dung chỉ là kiến thức cơ bản, nhưng vẫn có các kỹ năng đặc biệt, cần thiết khi thiết kế và thực thi các hệ thống điện mặt trời quy mô lớn vượt quá phạm vi cuốn sách này.

Nếu muốn tự lắp đặt hệ thống điện mặt trời, bạn cần có một số kỹ năng, tính kiên nhẫn, sự khéo tay, và một số dụng cụ cầm tay cơ bản.

Sự phát triển ứng dụng năng lượng mặt trời

Sự phát triển nhanh về công nghệ và chi phí giảm liên tục từ đầu năm 2009 đến nay tạo ra các tiến bộ rõ rệt trong lĩnh vực công nghiệp năng lượng mặt trời. Các hệ thống năng lượng mặt trời, cách đây chỉ hai hoặc ba năm, được coi là không thực tế hoặc viễn vông, ngày nay đã có tính khả thi cao, thậm chí còn hiệu quả về cả kinh tế và công nghệ.

Các tấm pin (panel) mặt trời hiện nay dần dần trở nên nhỏ gọn hơn, mạnh mẽ hơn, đa dạng hơn về định mức công suất, và chi phí ngày càng thấp hơn. Đối với nhiều ứng dụng, năng lượng mặt trời đang trở thành phương cách cung cấp điện năng có hiệu quả kinh tế cao hơn nhiều phương pháp khác.

Trong tương lai gần, mọi dấu hiệu đều cho thấy công nghệ và ngành công nghiệp này sẽ phát triển với tốc độ nhanh. Thế giới đang kỳ vọng vào năm 2015, năng lượng mặt trời sẽ trở thành nguồn điện rẻ tiền nhất, rẻ hơn cả điện năng sản xuất trong các nhà máy nhiệt điện chạy bằng than. Chúng ta có thể sẽ chứng kiến năng lượng mặt trời tích hợp vào các vật dụng/ máy móc hàng ngày, chẳng hạn, máy tính laptop, điện thoại di động, thiết bị điện tử cầm tay... Ứng dụng năng lượng mặt sẽ tạo ra cuộc cách mạng trên nhiều vùng rộng lớn ở châu Á, châu Phi, nhiều cộng đồng lần đầu tiên được tiếp cận với năng lượng điện.

Là thiết bị cấp điện dễ sử dụng, thải carbon thấp, năng lượng mặt trời có lẽ sẽ không có đối thủ, làm thay đổi suy nghĩ của chúng ta về năng lượng tương lai. Đối với hộ gia đình và doanh nghiệp nhỏ trong các làng mạc "vùng sâu, vùng xa" ở châu Á và châu Phi, sử dụng điện mặt trời sẽ đưa đến cuộc cách mạng công nghệ và cuộc sống.

Cung cấp nhiệt năng và điện năng mặt trời

Điện mặt trời được tạo ra từ ánh nắng mặt trời chiếu lên các tấm pin (panel) quang điện. Hệ thống nhiệt hoặc nước nóng tận dụng năng lượng mặt trời để cung cấp nhiệt năng cho hệ thống. Hệ

thống nhiệt mặt trời là ngoài phạm vi nội dung cuốn sách này, nhưng thông tin về nguồn nhiệt năng từ mặt trời, nghiên cứu đo đạc và định vị các tấm panel mặt trời ứng dụng cho cả hệ thống nhiệt và hệ thống điện mặt trời.

Nếu bạn muốn sử dụng năng lượng mặt trời để cung cấp nhiệt năng, hệ thống nhiệt mặt trời sẽ hiệu quả hơn so với hệ thống điện mặt trời, do yêu cầu các tấm panel nhỏ hơn nhưng có thể tạo ra cùng giá trị năng lượng.

Điện mặt trời, thường được coi là quang điện mặt trời, viết tắt theo tiếng Anh là PV (photovoltaic), do đó, thuật ngữ "panel mặt trời" được sử dụng với ý nghĩa là tấm pin mặt trời, sử dụng trong hệ thống điện năng, thay vì hệ thống nhiệt mặt trời.

Nguồn năng lượng mặt trời

Sâu trong lõi mặt trời, hoạt động hạt nhân mạnh tạo ra nguồn bức xạ khổng lồ. Bức xạ này lại tạo ra năng lượng ánh sáng, được gọi là photon. Các photon không có khối lượng vật lý riêng, nhưng mang năng lượng và động lượng rất lớn.

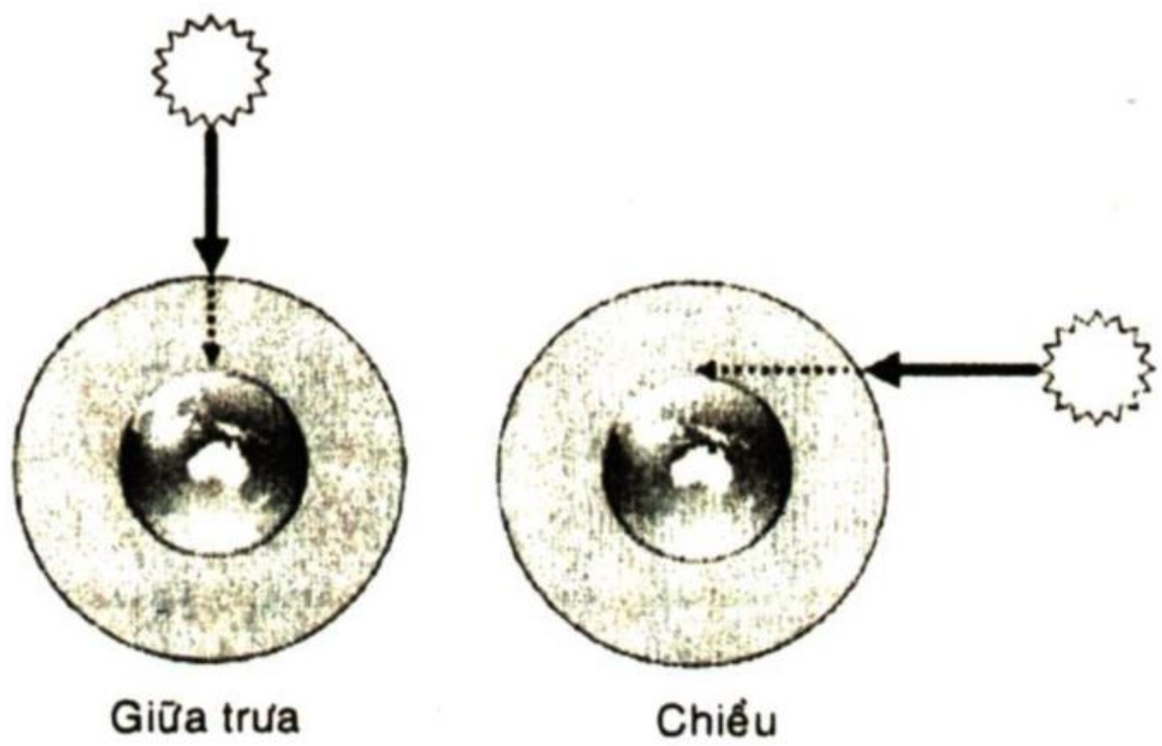
Các photon khác nhau có bước sóng khác nhau. Một số photon có bước sóng điện từ trong khoảng mắt người không thấy được (chẳng hạn các tia tử ngoại và hồng ngoại), số khác có thể thấy được (ánh sáng trắng).

Theo thời gian, các photon này bị đẩy ra khỏi tâm mặt trời. Có thể mất đến hàng triệu năm để photon đi từ lõi ra đến bề mặt mặt trời. Khi đến bề mặt mặt trời, các photon đi qua không gian với tốc độ gần 300 nghìn km/giây, cần khoảng 8 phút để đến Trái Đất.

Trên hành trình từ mặt trời đến trái đất, các photon có thể va chạm với các hạt khác, bị lệch hướng, bị hủy khi tiếp xúc với vật chất bất kỳ có khả năng hấp thụ bức xạ, và chuyển thành nhiệt năng. Đó là lý do bạn cảm thấy nóng vào ngày nắng, cơ thể bạn hấp thụ photon từ mặt trời.

Khí quyển của chúng ta hấp thụ phần lớn các photon trước khi chúng đến bề mặt trái đất. Đây là một trong hai lý do vào giữa trưa mặt trời có vẻ nóng hơn nhiều. Mặt trời ở trên đỉnh đầu, các photon đi qua lớp khí quyển đến với chúng ta mỏng hơn so với buổi chiều khi mặt trời lặn.

Đây cũng là một trong hai lý do, ngày nắng mùa đông thường lạnh hơn ngày nắng mùa hè. Vào mùa đông, vị trí của bạn trên trái đất bị nghiêng ra xa mặt trời, các photon đi qua lớp khí quyển dày hơn để đến vị trí đó.



Lý do thứ hai để mặt trời vào giữa trưa nóng hơn so với cuối ngày là cường độ photon cao hơn vào giữa trưa. Khi mặt trời xuống thấp, các photon trải rộng trên khoảng cách lớn hơn, do góc tạo thành giữa vị trí của bạn trên mặt đất và mặt trời.

Nguyên lý điện mặt trời

Panel mặt trời tạo ra điện năng thông qua *hiệu ứng quang điện*, hiện tượng được phát hiện vào đầu Thế Kỷ XIX, khi các nhà khoa học nhận thấy một số vật liệu tạo ra dòng điện khi tiếp xúc với ánh sáng.

Hai lớp vật liệu bán dẫn ghép với nhau để tạo ra hiệu ứng này. Một lớp bị thiếu

electron (bán dẫn P). Khi tiếp xúc với ánh nắng, các lớp vật liệu này hấp thụ photon, kích thích các electron, làm cho một số hạt electron "nhảy" từ lớp này sang lớp kia, tạo ra điện tích.

Vật liệu bán dẫn được dùng để chế tạo tế bào điện mặt trời là Si, được cắt thành các tấm rất mỏng. Một số tấm silic được hợp kim hóa với nguyên tố thích hợp để tạo ra sự không cân bằng electron trong các tấm này. Sau đó, các tấm được xếp với nhau để tạo thành tế bào quang điện mặt trời. Các dải kim loại lắp vào tế bào để dẫn dòng điện.

Khi photon đi đến tế bào quang điện mặt trời, sẽ xảy ra một trong ba khả năng: photon được tế bào hấp thụ, photon bị phản xạ ra xa, hoặc đi qua tế bào.

Khi Si hấp thụ photon, dòng điện được tạo ra. Càng nhiều photon (cường độ ánh sáng càng mạnh) được tế bào hấp thụ, cường độ dòng điện càng lớn.

Tế bào, pin, mặt trời, tạo ra điện năng nhiều vào các ngày nắng, nhưng cũng có thể tạo ra điện năng vào ngày nhiều mây, và một số hệ thống thậm chí còn có thể tạo ra dòng điện nhỏ vào đêm trăng sáng.

Các tế bào điện mặt trời riêng rẽ tạo ra điện năng tương đối nhỏ. Để có công suất điện đủ mạnh, cần nối các tế bào này với nhau, tạo thành các module mặt trời, còn được gọi là panel mặt trời, nhưng thuật ngữ chính xác, về mặt khoa học, là module quang điện.

Các thuật ngữ cơ bản

Để hiểu nội dung thông tin được trình bày, bạn cần nắm vững ý nghĩa các thuật ngữ cơ bản: điện mặt trời, năng lượng mặt trời, công suất mặt trời, và nhiệt mặt trời.

Công suất mặt trời là thuật ngữ tổng quát, biểu thị phương pháp tạo ra năng lượng, nhiệt hoặc điện, từ nguồn năng lượng mặt trời.

Năng lượng mặt trời được hiểu là năng lượng được tạo ra từ ánh nắng, gồm cả nhiệt năng và điện năng.

Điện mặt trời là điện năng được tạo ra bằng cách dùng các panel quang điện mặt trời.

Nhiệt mặt trời, năng lượng mặt trời được dùng để cấp nhiệt cho nước hoặc không khí nóng sử dụng các tấm cấp nhiệt mặt trời, hoặc bơm nhiệt.

Xác lập các yêu cầu về điện mặt trời

Năng lượng mặt trời là phương pháp hữu dụng được dùng để sản sinh điện năng với các giá trị công suất nhỏ, khi có đủ ánh nắng khả dụng và vị trí không có các chướng ngại, chẳng hạn cây cối, tòa nhà,... che chắn ánh nắng đến các tấm panel mặt trời.

Các chuyên gia về năng lượng mặt trời cho biết, điện mặt trời chỉ có tính kinh tế ở những nơi không có các nguồn điện khác.

Tuy điều đó là đúng, nhưng vẫn có nhiều ngoại lệ. Nói chung, điện mặt trời có tính thực tiễn cao, có thể tiết kiệm tiền bạc hơn so với các nguồn điện truyền thống. Ví dụ:

- Lắp đèn chiếu sáng hoặc nguồn điện ở nơi khó hoặc chưa thể tiếp cận điện lưới, chẳng hạn trong vườn, gara xe hơi, chòi nghỉ mát...
- Tạo ra nguồn điện liên tục và tin cậy nơi điện lưới không ổn định hoặc do bị cắt điện thường xuyên, chẳng hạn vào mùa khô hạn.
- Xây dựng nguồn điện năng di động, bạn có thể đem theo và sử dụng, chẳng hạn khi đi cắm trại, làm việc ngoài trời...
- Tạo ra nguồn năng lượng xanh, cung cấp cho nhu cầu của bạn và phần dư có thể bán lại hoặc hòa vào điện lưới.