



Tôi từng nghĩ công việc lắp đặt điện năng lượng mặt trời là ghép tấm pin lên mái, kéo dây, lắp inverter rồi "xong". Thực tế thì không như vậy. Trước khi chạm tay vào một con vít, tôi luôn dành thời gian cho khảo sát hiện trường. Không phải vì thủ tục, mà vì chỉ một chi tiết lệch đi một chút cũng đủ làm hệ thống chạy kém, hỏng linh kiện sớm, hoặc tốn thêm tiền ngay từ năm đầu.

Khảo sát tốt giống như xem địa hình trước khi đi đường dài. Đi nhanh được, nhưng không được đi liều. Và "đi liều" trong điện mặt trời thường trả giá bằng sản lượng thấp hơn kỳ vọng, bảo hành vướng vì lắp đặt sai điều kiện, hoặc thậm chí phải tháo ra sửa lại.

Bắt đầu từ việc "đọc" công trình, không chỉ đo đạc

Có những nơi tôi đến chỉ cần nhìn một vòng là hiểu vấn đề sẽ nằm ở đâu. Mái hướng nào, độ dốc ra sao, phía trước có bóng cây hay không, hành lang gió có thoáng không, tuyến cáp đi như thế nào qua tường và mái tôn. Mấy thứ này nghe đơn giản, nhưng khi bước vào phân tích, chúng quyết định cấu hình tấm pin, vị trí inverter, cách đi dây, và năng lượng mặt trời cả mức rủi ro về an toàn điện.

Tôi thường bắt đầu bằng ba câu hỏi, hỏi trong đầu hơn là hỏi chủ nhà. Thứ nhất, vị trí này có "ăn nắng" thật không, hay chỉ nhìn thấy trời nắng theo cảm giác. Thứ hai, hệ thống sẽ phải sống cùng mái tôn, mái ngói hay kết

cấu bê tông, và chúng có đủ chịu lực cho việc bắt khung. Thứ ba, người dùng có thay đổi thói quen tiêu thụ hay không, ví dụ đầu tư thêm máy bơm, máy lạnh, hoặc xe điện.

Một công trình ở vùng nắng nhiều, tưởng rằng hiệu suất sẽ cao tuyệt đối. Nhưng khi kiểm tra, tôi phát hiện một hàng cây ăn trái cao sát rìa sân, bóng của nó trùm xuống khu vực lắp đặt vào một khung giờ cố định trong ngày. Sản lượng tổng giảm không quá mạnh nếu hệ thống được thiết kế chia chuỗi hợp lý. Nhưng nếu ghép "một mạch cho xong", mạch bị che bóng sẽ kéo cả phần còn lại xuống. Điều làm tôi nhớ nhất là chủ nhà rất tin rằng "nắng cả ngày", cho đến khi chúng tôi đứng đó và quan sát bóng chuyển động theo giờ.

Khảo sát hiện trường để lắp đặt điện năng lượng mặt trời hiệu quả nghĩa là bạn phải nhìn công trình như một hệ năng lượng, chứ không phải một tập hợp linh kiện.

Đánh giá nắng và bóng: làm rõ bằng quan sát theo thời điểm

Đo bức xạ hoặc dùng công cụ mô phỏng thì tốt, nhưng không phải lúc nào cũng làm được ngay tại chỗ. Tôi ưu tiên quan sát và ghi nhận theo thời điểm, vì đôi khi "bóng" không đến từ thứ rõ ràng như cây to, mà là từ thứ tưởng như nhỏ.

Có thể là mái che cửa sổ, là ống thông hơi, là cục điều hòa đặt trên mái, là ăng-ten, hoặc là một bức tường đối diện phản xạ và tạo vùng che bóng theo góc. Những thứ này có thể không che kín, nhưng che một phần cũng đủ khiến tấm giảm dòng điện.

Khi khảo sát, tôi ghi lại:

- Hướng mái và góc đặt dự kiến
- Vùng có khả năng bị che bóng vào buổi sáng, trưa, chiều
- Các vật cản cố định trên mái, kể cả những thứ chủ nhà "không để ý"

Trong một lần làm ở khu nhà phố, vật cản là một tháp thông gió trên mái nhà liền kề. Chỗ đó không nằm ngay trên đường thẳng nhìn từ sân, nên khi nhìn sơ thì không thấy. Chỉ đến khi đi khảo sát buổi chiều, bóng đổ mới rõ. Bài học là đừng khảo sát trong một khung giờ duy nhất, nhất là khi công trình có hàng rào, nhà cao tầng xung quanh hoặc cây cối.

Khi có dữ liệu về bóng, thiết kế sẽ quyết định kiểu ghép chuỗi, có cần bộ tối ưu hay không, và sắp xếp các dãy tấm theo vùng che. Nhiều khách hỏi "có cần tấm tối ưu không", câu trả lời thường không phải dạng một công thức. Nó phụ thuộc mức độ che, thời gian che, và mức chênh giữa các khu vực trên mái. Có nơi che ít và cố định, chỉ cần bố trí chia dãy hợp lý là đủ. Có nơi che thay đổi, bộ tối ưu phát huy tốt hơn.

Đo kết cấu mái và kiểm tra rủi ro chịu lực

Khảo sát điện mặt trời không thể tách khỏi xây dựng. Mình có thể chọn tấm tốt, inverter chuẩn, dây đúng, nhưng khung treo không ổn thì hệ thống vẫn là "một chiếc áo may đẹp trên nền móng yếu".

Với mái tôn, vấn đề thường nằm ở liên kết giữa khung và xà hoặc kèo chịu lực. Nếu bắt trực tiếp lên các điểm không đủ chịu, theo thời gian rung gió và mưa tạt có thể làm lỏng ốc, gây lệch, thậm chí làm mối liên kết xuống cấp. Với mái ngói, tôi thường quan sát tình trạng lớp lót, khả năng khoan bắt vào vị trí xà, và cách chống dột quanh điểm bắt. Mái bê tông thì dễ hơn về chịu lực, nhưng lại phải tính đến nhiệt độ, giãn nở và chống thấm ở điểm xuyên qua.

Tôi cũng chú ý đến hướng gió. Không phải chỉ gió mạnh hay yếu, mà là gió thổi vào góc nào, tạo lực nâng hay lực đẩy. Có công trình nằm ở dải ven sông, mùa mưa bão gió giật khá bất thường. Nếu khung không được tính

lực đón gió đúng kiểu và liên kết không đủ chặt, tấm sẽ dao động. Dao động nhỏ lặp lại theo thời gian có thể gây mệt vật liệu, khiến bu lông xuống ren hoặc làm khung lệch. Nghe hơi "xa", nhưng tôi đã từng thấy dấu hiệu đó sau vài mùa mưa.

Một điểm quan trọng nữa là khoảng cách giữa các tấm và mặt mái. Tản nhiệt ảnh hưởng hiệu năng, nhưng khoảng hở quá lớn lại có thể làm khung cao hơn, tăng tác động gió. Khoảng hở tối ưu tùy theo thiết kế khung và điều kiện mái, nên khảo sát để chốt ngay từ đầu sẽ giảm rủi ro sửa đi sửa lại.

Lập sơ đồ đi dây, đường cáp và vị trí inverter

Khảo sát điện mặt trời hiệu quả không chỉ nằm ở mái. Phần chạy cáp, bố trí thiết bị trong nhà, và cách đi qua tường hoặc trần mới là nơi dễ "vướng" nhất khi thi công.

Tôi luôn dành thời gian tìm tuyến đi cáp ngắn nhất có thể, tránh góc gấp sắc, tránh đoạn bị chèn ép bởi cửa hoặc đồ đạc, và đặc biệt tránh đi dây ngay cạnh nguồn nhiệt cao hoặc nơi dễ đọng nước.

Về vị trí inverter, tôi ưu tiên nơi:

- Có thông gió tự nhiên hoặc luồng khí lưu chuyển
- Tránh nắng trực tiếp chiếu vào thân thiết bị
- Tránh nơi dễ bị nước mưa hắt vào khi vệ sinh mái
- Dễ tiếp cận để kiểm tra khi cần

Inverter không phải là món đồ "cứ lắp rồi thôi". Nó có quạt tản nhiệt hoặc cơ chế tản theo cấu trúc bên trong, tùy dòng thiết bị. Nếu đặt bưng kín trong tủ không có khe thoát khí, nhiệt tích lại sẽ giảm tuổi thọ. Có lần tôi đi khảo sát, inverter được dự định đặt phía sau cửa sắt kín để "gọn". Mình không nói ngay, chỉ hỏi nhiệt độ môi trường trong tủ vào buổi trưa. Chủ nhà mở thử, hơi nóng vẫn còn rõ. Chốt lại, chúng tôi đổi vị trí, và hệ thống sau đó vận hành ổn định hơn, đỡ lo về nhiệt.

Còn với đường ống/ống luồn dây, tôi kiểm tra độ dài cần thiết và số lần đổi hướng. Đổi hướng quá nhiều làm tăng thời gian thi công, dễ làm dây khó kéo, và trong một số trường hợp gây xoắn cáp. Xoắn không phá ngay lập tức nhưng là thứ nên tránh từ đầu vì ảnh hưởng độ bền cơ học và tính ổn định.

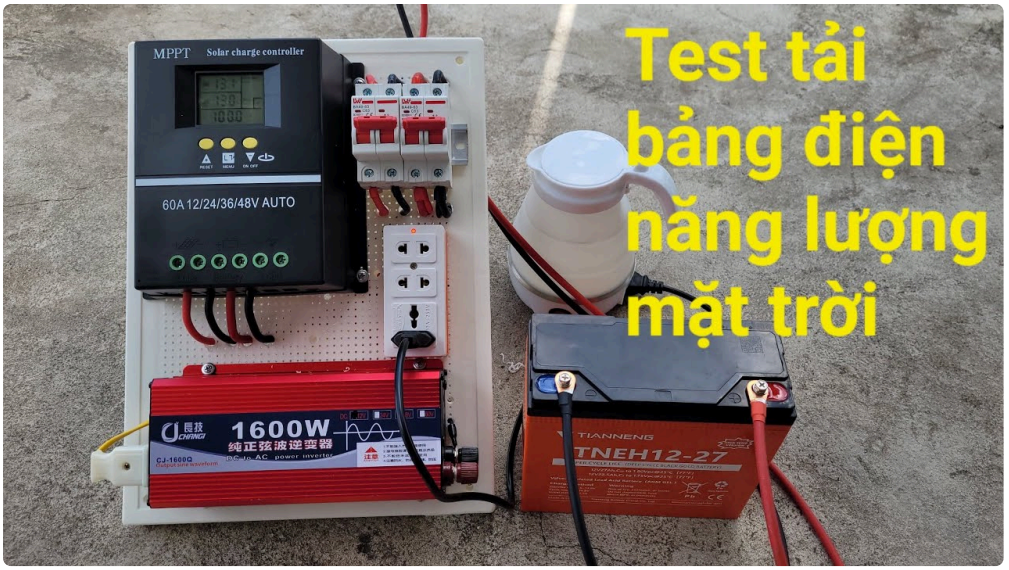
Điểm nối, chống sét, và an toàn trước khi nghĩ tới sản lượng

Khi nói về điện mặt trời, ai cũng quan tâm sản lượng. Nhưng để sản lượng chạy bền, bạn phải làm an toàn tốt. Khảo sát hiện trường giúp xác định:

- Có cần chống sét lan truyền hay không
- Điểm nối đất đặt ở đâu cho hợp lý
- Vỏ tủ và khung kim loại có được liên kết đẳng thế đúng cách không

Tùy công trình và quy mô, hệ thống có thể bao gồm thiết bị đóng cắt, cầu chì DC, chống sét lan truyền DC/AC, RCD hoặc MCB phù hợp, và hệ thống nối đất. Nếu khảo sát qua loa, đôi khi người lắp sẽ chọn giải pháp "phổ thông", nhưng thực tế nền đất, điện trở tiếp địa, và cấu trúc khung có thể không khớp.

Có trường hợp khách muốn "làm nhanh" vì lịch gia đình. Tôi thường giải thích thẳng, làm nhanh ở giai đoạn thi công điện phần cứng không phải là tối ưu. Nhiều lỗi xảy ra do bỏ qua kiểm tra. Ví dụ siết lực không đúng, bấm đầu cos không chuẩn, kẹp cáp không đạt độ siết, hoặc đi dây cắt sát làm cáp mòn theo rung. Những thứ đó không phải lúc nào cũng thấy ngay. Đến lúc có sự cố, sửa thường tốn thời gian tháo gỡ, và cũng khó xác định chính xác nguyên nhân.



Trong khảo sát, tôi luôn nhìn tổng thể để định vị các điểm đấu nối và đường đi của dây chống sét. Nếu chọn vị trí nối đất không hợp lý, hoặc dây tiếp địa đi ngoằn ngoèo, điện trở tiếp địa thực tế có thể không đạt mục tiêu vận hành an toàn.

Tính toán góc đặt và hướng dãy tấm theo thực địa

Thông tin "đúng kỹ thuật" trên giấy đôi khi không khớp với mái thực tế. Góc đặt và hướng dãy tấm phải cân bằng giữa sản lượng và độ bền cơ học.

Ở miền nhiệt đới, nhiều nơi đã có hướng dẫn chung về tối ưu hướng về phía có bức xạ tốt hơn trong năm. Nhưng khảo sát hiện trường sẽ buộc bạn chọn giữa các phương án:

- Tăng góc để tăng khả năng tự làm sạch nước mưa
- Giảm góc để giảm lực gió tác động
- Xoay hướng dãy tấm để hợp với hướng mái và giới hạn không gian
- Chấp nhận một phần giảm sản lượng để hệ thống gọn, dễ thi công, và giảm chi phí khung

Tôi từng làm dự án mà mái hướng tương đối lệch so với "chuẩn". Nếu cố ép về hướng tốt hơn, dãy tấm phải kéo dài và khung cao hơn, lại vướng vật cản. Khi tính tổng, phương án tối ưu không phải là hướng chuẩn tuyệt đối, mà là cấu hình giúp giảm che bóng và giảm rủi ro thi công. Sản lượng giảm một phần, nhưng đổi lại vận hành ổn định hơn, chi phí khung thấp hơn, và hệ thống có độ "thực dụng" cao.

Cái hay của khảo sát là nó biến các giả định thành quyết định có cơ sở.

Chốt cấu hình DC: chuỗi tấm, điện áp làm việc, và cách giảm rủi ro che bóng

Ngay khi đã có dữ liệu về bóng và cấu trúc mái, phần quan trọng là chốt cấu hình chuỗi (string) ở phía DC. Đây là nơi nhiều người coi nhẹ vì họ chỉ nhìn số kWp. Nhưng thực tế, cách chia chuỗi ảnh hưởng trực tiếp đến điện áp làm việc, dòng tải, khả năng chịu sai lệch khi tấm bị che một phần, và độ "nhạy" của hệ khi một tấm giảm hiệu suất.

Nếu chia chuỗi không hợp lý, khi có một phần mái bị che ở một thời điểm, hiệu suất cả chuỗi bị kéo theo. Ngược lại, nếu chia chuỗi hợp lý theo vùng nắng và vùng bóng, ta có thể giữ sản lượng tốt hơn trong ngày nhưng vẫn tiết kiệm do không phải trang bị thêm quá nhiều thiết bị tối ưu.

Với các bộ tối ưu hoặc giải pháp giám sát vi mô, mức độ che bóng sẽ tác động khác đi. Tuy nhiên, giải pháp nào cũng có giá. Khảo sát tốt giúp bạn xác định tình huống nào đáng tiền, tình huống nào không cần.

Tôi thường trao đổi theo kiểu "lựa chọn rủi ro". Nếu công trình có bóng cố định nhẹ, ta tối ưu thiết kế chuỗi là đủ. Nếu bóng thay đổi theo thời tiết hoặc có nhiều vật cản gây che lệch rõ ràng, đầu tư cho thiết bị tối ưu có thể là hợp lý. Còn nếu mái quá nhỏ hoặc quá nhiều rủi ro không thể xử lý bằng bố trí chuỗi, đôi khi phương án thay đổi vị trí lắp, hoặc giảm mật độ dãy tấm, lại hiệu quả hơn.

Kiểm tra yêu cầu đấu nối và năng lực hệ thống điện hiện có

Một hệ thống điện năng lượng mặt trời dù thiết kế đẹp đến đâu cũng phải "đi vào" lưới hoặc hệ thống nội bộ của khách. Khảo sát hiện trường vì vậy phải kiểm tra:

- Đồng hồ điện và tình trạng phụ tải hiện hữu
- Khả năng chịu tải của tủ điện
- Tuyến dây AC và cầu dao tổng
- Tính tương thích với thiết bị inverter về dải điện áp, dòng, và chuẩn kết nối

Thực tế, nhiều sự cố xảy ra không phải do chính tấm pin, mà do tủ điện thay đổi, dây AC cũ xuống cấp, hoặc người dùng lắp thêm phụ tải mới mà không cập nhật cấu hình bảo vệ.

Tôi đã gặp trường hợp dây dẫn trong nhà cũ, tiết diện nhỏ hơn so với dòng thực tế khi kết hợp phụ tải và nguồn inverter. Về mặt lý thuyết hệ vẫn chạy, nhưng dây nóng bất thường ở một số thời điểm. Đó là dấu hiệu không thể bỏ qua. Khảo sát tốt sẽ "nhìn thấy" điều đó sớm, đề xuất chỉnh sửa, và tránh câu chuyện vừa chạy đã phải xử lý thêm.

Công tác lắp đặt: khảo sát quyết định cách thi công và tiến độ

Khi khảo sát xong, mọi thứ khi thi công trở nên ít tranh cãi hơn. Khung treo, tuyến cáp, vị trí thiết bị, lối đi an toàn khi lên mái, và phương án chống thấm tại điểm bắt đều được chốt rõ.

Tôi thường cho đội thi công biết trước rủi ro của từng công trình. Ví dụ mái có nhiều thiết bị phụ, cần bạt che khi khoan, hoặc khu vực bắt khung phải tránh đúng chỗ đã từng có vết nứt rò rỉ. Thi công điện mặt trời là công việc trên mái và trong tủ điện, nên tai nạn lao động hay sự cố thấm nước đều có liên quan đến việc chuẩn bị.

Về tiến độ, khảo sát kỹ giúp giảm ngày phát sinh. Khi phát sinh, thường là các vấn đề mà nếu khảo sát sớm đã biết: thiếu vật tư chống thấm đúng loại, tuyến cáp dài hơn dự kiến, hoặc phải đổi vị trí thiết bị vì không đủ khoảng trống thông gió.

Một checklist tôi dùng trước khi đề xuất phương án lắp

Để không bị bỏ sót, tôi có một checklist ngắn nhưng "ăn tiền". Nó không thay cho tính toán kỹ thuật, chỉ giúp mình đi đúng trình tự khảo sát.

1. Xác định hướng mái, diện tích lắp đặt thực tế, và các vật cản che bóng theo khung giờ
2. Kiểm tra kết cấu chịu lực, vị trí xà hoặc điểm bắt khung, tình trạng mái và chống thấm
3. Lên tuyến đi cáp DC và AC, đánh giá độ dài, số lần đổi hướng, và điều kiện tránh nước, tránh nhiệt
4. Chốt vị trí inverter và tủ điện theo yêu cầu thông gió, dễ tiếp cận, và khoảng cách an toàn
5. Rà soát thiết bị bảo vệ, nối đất, chống sét, và khả năng chịu tải của hệ thống điện hiện hữu

Nếu checklist này trả lời rõ ràng, phần còn lại thường dễ thở hơn.

Những điểm hay bị bỏ qua, dù chỉ một lần thôi

Khảo sát không phải lúc nào cũng ra kết quả "hoàn hảo". Nhiều công trình bị giới hạn thời gian, chủ nhà bận, hoặc thợ khảo sát không đủ điều kiện đo đạc chuyên sâu. Dù vậy, có vài lỗi lặp lại nhiều nhất trong kinh nghiệm của tôi.

Thứ nhất là đánh giá che bóng theo một góc nhìn. Bóng thay đổi theo giờ, và thay đổi theo cả mùa. Nếu chỉ khảo sát buổi trưa, bạn sẽ bỏ sót bóng buổi sáng hoặc chiều, nhất là khi có cây, lan can, hoặc nhà đối diện.

Thứ hai là coi nhẹ chống thấm. Bắt khung lên mái nghĩa là bạn sẽ tạo thêm điểm xuyên. Nếu chỉ dùng vật liệu "tạm được", vài tháng sau mưa lớn là câu chuyện bắt đầu. Một vết rò nhỏ có thể không làm đổ ngay, nhưng có thể làm ẩm khu vực dây và tủ, gây oxy hóa đầu nối và tăng nguy cơ lỗi.

Thứ ba là đi dây quá gọn nhưng không tính đến bảo trì. Khi cần thay inverter hoặc kiểm tra đầu nối, bạn phải có đường thao tác hợp lý. Nếu tất cả bị bọc và cố định quá chặt không có khoảng trống, việc kiểm tra định kỳ sẽ kém hiệu quả, và đến khi có lỗi bạn sẽ mất thời gian hơn.

Kết nối kỳ vọng của khách với dữ liệu thực tế

Có lẽ đoạn khó nhất trong nghề là nói chuyện sản lượng. Khách thường nhìn con số kWp và kỳ vọng "tương ứng" với mức điện năng tạo ra mỗi ngày. Nhưng sản lượng phụ thuộc nhiều biến, trong đó biến mà khảo sát phát hiện sớm là nắng thực tế và mức che bóng.

Tôi không hứa theo kiểu "chắc chắn". Tôi trình bày theo kiểu "vùng biên". Nếu mái ít bóng, hướng khá ổn, khoảng che cố định nhỏ, thì sản lượng kỳ vọng sẽ cao hơn. Nếu mái bị che theo giờ, hoặc góc lắp phải chỉnh để phù hợp mái, sản lượng có thể thấp hơn dự kiến ban đầu.

Tôi cũng thảo luận về thói quen sử dụng điện. Một hệ thống có thể đủ công suất, nhưng nếu cả nhà chỉ dùng nhiều điện vào ban đêm, thì điện mặt trời ban ngày không phát huy hết lợi ích. Ngược lại, nếu gia đình dùng máy lạnh, bơm nước hoặc thiết bị tiêu thụ mạnh chủ yếu ban ngày, lợi ích kinh tế rõ ràng hơn.

Nói thẳng để tránh thất vọng, nhưng vẫn giữ tinh thần hợp tác. Khảo sát hiện trường giúp mình đưa ra đề xuất có cơ sở, và giúp khách hiểu vì sao có những lựa chọn nghe "không tối ưu trên giấy", nhưng tối ưu trong thực tế vận hành.

Nếu chỉ được nâng một thứ: hãy nâng chất lượng khảo sát

Người ta hay hỏi tôi "làm sao để điện chạy bền?". Câu trả lời của tôi quay về khảo sát. Khảo sát không chỉ để thiết kế. Khảo sát để tránh lỗi hệ thống từ gốc, từ mái, tới khung, tới đường dây, tới bảo vệ.

Khi khảo sát nghiêm túc, bạn giảm khả năng phải sửa sau lắp đặt, giảm rủi ro thấm nước, giảm sai lệch chuỗi gây tụt sản lượng, và tăng mức an toàn. Đúng là thêm thời gian ở giai đoạn đầu, nhưng về tổng thể thường tiết kiệm chi phí phát sinh và thời gian xử lý.

Còn một điều nữa, khảo sát giúp bạn hiểu "tính cách" của công trình. Có công trình chạy êm như đường thẳng. Có công trình lại như địa hình đồi núi, phải tính bước, chừa khoảng an toàn, và chấp nhận vài đánh đổi. Làm điện năng lượng mặt trời mà không hiểu địa hình, thì giống leo núi mà không nhìn bản đồ.

Nếu bạn đang chuẩn bị lắp đặt điện năng lượng mặt trời, hãy xem khảo sát hiện trường như phần quan trọng nhất của dự án, không phải phần phụ trước khi "vào thi công". Một ngày khảo sát kỹ có thể cứu cả chu kỳ vận

hành của hệ thống. Và nếu đã từng đứng trên mái lúc trời chuyển nắng, nhìn bóng đổ qua từng dãy tấm, bạn sẽ hiểu vì sao tôi luôn thích bắt đầu từ đó.