



Nếu bạn từng đứng trong một sân thượng đang nắng gắt, tay che mắt nhìn bản thiết kế lắp đặt điện năng lượng mặt trời và tự hỏi "giữa hai chữ viết tắt này, mình chọn cái nào mới đáng", thì bạn đã chạm đúng khoảnh khắc của bài toán. Mono PERC và TOPCon đều là công nghệ tế bào pin phổ biến trong dải thương mại hiện nay, nhưng chúng không giống nhau ở cách tạo điện, cách suy hao theo thời gian và cách "chịu nhiệt" trong thực tế vận hành.

Nói thẳng, chọn pin không chỉ là chọn nhãn. Bạn đang chọn cách hệ của mình phản ứng với nắng nóng, bụi, bóng râm cục bộ, bám mái, và cả cách bạn vận hành bảo trì. Trong bài này, mình sẽ đi qua sự khác biệt theo kiểu nhìn thẳng vào những thứ ảnh hưởng đến sản lượng và trải nghiệm của chủ hệ, không chỉ là thông số trên brochure.

Hai họ công nghệ: cùng là mono, khác nhau ở "độ thấm" của hạt tải

Mono PERC và TOPCon đều có nền tảng là tế bào mono, tức dùng wafer đơn tinh thể. Điểm khác chủ yếu nằm ở lớp tiếp xúc và cách tế bào "dẫn" hạt tải (electron, hole) qua bề mặt và vùng tiếp xúc.

Với Mono PERC, cấu trúc tối ưu hóa để tăng khả năng thu hồi ánh sáng và giảm tái hợp hạt tải ở các bề mặt. Nói theo ngôn ngữ dễ hình dung, tế bào PERC được thiết kế để "giữ" được nhiều cặp hạt tải hơn thay vì để chúng mất đi trước khi trở thành dòng điện hữu dụng.

TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact) đi xa hơn ở phần tiếp xúc. Nó dùng cơ chế làm giảm tổn thất tại bề mặt tiếp xúc nhờ lớp ôxít và cấu trúc dẫn điện theo kiểu đường hầm, giúp giảm recombination và cải thiện hiệu suất thu năng lượng trong nhiều điều kiện vận hành. Hệ quả thực tế thường là sản lượng trên mỗi mét vuông nhỉnh hơn, và sự suy giảm theo thời gian thường "đỡ đau" hơn trong một số kịch bản vận hành.

Điều quan trọng là: các hãng có thể tối ưu nhiều hạng mục khác nhau, nên bạn không thể coi "TOPCon luôn thắng tuyệt đối" trên mọi cấu hình. Nhưng nếu cùng kích thước, cùng điều kiện lắp đặt điện năng lượng mặt trời, TOPCon thường có lợi thế về hiệu suất và độ ổn định lâu dài hơn PERC.

Thực chiến ở Việt Nam: nhiệt và bụi mới là bài kiểm tra thật

Bạn có thể đọc hàng chục trang thông số, nhưng khi lắp trên mái, thứ quyết định sản lượng lại thường là nhiệt độ cell, mức che bóng và hiệu quả làm mát tự nhiên.

Ở miền nóng, nhiệt độ tăng làm giảm hiệu suất điện. Hai công nghệ sẽ không giảm như nhau, và cũng không phải lúc nào chênh lệch cũng thể hiện rõ trong ngày đo thử. Chênh lệch thường lộ dần trong chuỗi vận hành dài hạn, nơi mỗi ngày cộng dồn sai số nhỏ thành khác biệt đáng kể.

Thêm vào đó là bụi bẩn và hiện tượng "mái hấp thụ nhiệt" của từng loại bề mặt. Bạn có thể thấy mái tôn và mái bê tông cùng hướng nắng, nhưng nhiệt hấp thụ khác nhau. Nếu hệ của bạn lắp quá sát mái, gió thổi phía dưới kém, tế bào nóng hơn, hiệu suất tụt và chênh lệch giữa các công nghệ sẽ hiện ra rõ hơn theo thời gian.

Mình từng gặp một dự án ước tính ban đầu gần như "bằng nhau" giữa hai phương án. Khi triển khai thực tế, một bên lắp theo cấu hình thoáng hơn, khoảng hở gầm tốt hơn, kết quả đo vận hành lại cho thấy phương án hiệu suất cao hơn không chỉ nhỉnh hơn về số liệu công bố, mà còn giữ được ưu thế do nhiệt vận hành ổn định hơn. Nói cách khác, pin chỉ là một phần. Cách treo pin trên mái và tối ưu thông gió là "đòn bẩy" giúp chọn đúng công nghệ phát huy.

Hiệu suất và sản lượng: nhìn đúng cách, đừng nhìn mỗi con số "%"

Trên datasheet, bạn sẽ thấy hiệu suất module. TOPCon thường có lợi thế ở mặt này, nhưng sản lượng thực tế còn phụ thuộc:

- cách đấu string và ngưỡng điện áp làm việc của inverter
- nhiệt độ cell thực tế
- mức bám bụi, tần suất vệ sinh
- tỷ lệ bóng râm do ống thoát nước, anten, cây che, hoặc dàn thiết bị trên mái

Một ví dụ dễ hình dung: giả sử hai hệ cùng công suất danh định, cùng inverter, nhưng hệ A dùng pin có hệ số nhiệt tốt hơn và có khoảng thoáng tốt hơn. Khi nắng gắt kéo dài, hệ A có thể nhỉnh hơn theo từng ngày, chứ không chỉ là "một lần đo". Nếu bạn chỉ nhìn tại ngày trời quang và nhiệt không quá cực đoan, bạn rất dễ kết luận sai.

Ngoài ra, bạn cũng nên phân biệt "sản lượng trên kW lắp đặt" và "sản lượng trên toàn bộ diện tích mái". Nếu mái bạn không rộng, bạn thường muốn tận dụng diện tích tối đa, lúc đó ưu thế hiệu suất của TOPCon dễ thể hiện. Nếu mái rộng, bạn có thể bù bằng cách chọn số lượng module khác, lúc đó câu chuyện không còn chỉ là hiệu suất nữa.

Độ suy giảm theo thời gian: nơi quyết định nằm ở "trải nghiệm kéo dài"

Trong các cuộc tư vấn, nhiều người chỉ hỏi: "Pin nào chạy bền hơn?" Thực tế, "bền" là một cụm từ bao phủ ít nhất ba thứ: tốc độ suy giảm công suất, khả năng chịu nhiệt, và độ ổn định khi vận hành dài hạn dưới biến điện mặt trời thiên thời tiết.

TOPCon thường được định vị ở nhóm có suy giảm công suất thấp hơn trong các bộ dữ liệu công bố, nhưng mình không muốn bạn rơi vào kiểu so sánh bằng một câu "cao hơn là thắng". Bạn cần đọc kỹ điều kiện trong bảo hành công suất, vì mỗi hãng có cách diễn giải khác nhau, và thời điểm đo mốc, phương pháp thử cũng có thể khác.

Quan trọng hơn, trong vận hành, bạn sẽ thấy suy giảm không đồng đều giữa các khu vực lắp đặt. Nếu một phần dàn pin bị che nhẹ theo mùa, dòng string giảm, hiệu ứng suy hao theo thời gian sẽ "pha trộn" giữa công nghệ pin và điều kiện bóng râm.

Vì vậy, nếu bạn đang dự tính một hệ hoạt động 15 đến 25 năm, TOPCon thường hợp lý hơn về mặt rủi ro dài hạn. Nhưng PERC cũng có thể là lựa chọn rất hợp lý nếu bạn tối ưu thiết kế lắp đặt điện năng lượng mặt trời, kiểm soát che bóng, và chấp nhận chênh lệch sản lượng nhỏ hơn trong từng giai đoạn.

Bù trừ chi phí: TOPCon thường nhỉnh giá, nhưng "nhỉnh giá" có nghĩa gì với từng mái?

Ở thị trường nội địa, giá module thay đổi theo nhiều yếu tố, như nguồn cung, chính sách bán hàng và thời điểm nhập. Nếu bạn so giá giữa Mono PERC và TOPCon, TOPCon thường cao hơn. Nhưng điều đáng hỏi là: chênh lệch đó có quay vòng bằng sản lượng hay bằng giảm diện tích, hoặc bằng giảm rủi ro phải nâng cấp?

Có ba kịch bản mình hay gặp:

Một là mái nhỏ. Bạn buộc phải tối ưu số lượng module và không muốn lấn chi phí kết cấu. Khi đó, TOPCon có thể cho "nhiều điện hơn trên cùng diện tích", và phần chênh giá module có thể bù lại bằng việc đạt công suất mong muốn với ít diện tích hơn hoặc ít module hơn.

Hai là mái lớn nhưng chủ hệ quan tâm đến lợi ích theo vòng đời. Nếu dòng tiền không quá gấp, bạn có thể chọn TOPCon để giảm cảm giác "mình mua rẻ mà phải chịu giảm dần". Với trường hợp này, quyết định thiên về tâm lý rủi ro thấp, và cũng là tính toán hiệu quả dài hạn.

Ba là dự án cần nhanh, đội thi công bận lịch, và ngân sách bị giới hạn. Khi mọi thứ bị ép bởi tiến độ và chi phí đầu tư ban đầu, PERC vẫn có thể là lựa chọn "đủ tốt" nếu hệ được làm chuẩn, đặc biệt là tối ưu khung, hướng, độ nghiêng, và vệ sinh.

Mình từng thấy có khách ban đầu chọn PERC vì giá dễ chịu, sau đó đến mùa nắng nóng, sản lượng thấp hơn dự kiến. Họ không đổ lỗi cho pin, mà đổ lỗi cho kỳ vọng. Khi rà lại, phần họ mất sản lượng nằm ở độ thoáng dưới gầm pin và một điểm che bóng do thay đổi thiết bị trên mái. Nếu che bóng được xử lý từ đầu, PERC có thể đã cho kết quả sát kỳ vọng hơn. Bài học là: pin không thể bù cho thiết kế lắp đặt kém.

Lắp đặt điện năng lượng mặt trời: chọn pin nào vẫn phải gắn với thiết kế

Đây là đoạn mình muốn nhấn mạnh vì nó thực dụng. Dù bạn chọn Mono PERC hay TOPCon, hệ thống inverter, cấu hình string, và cơ khí mới là nơi bạn "đóng đinh" hiệu quả.

Ví dụ, nếu mái của bạn có nhiều chỗ lồi lõm, bạn cần cách bố trí string hợp lý để giảm rủi ro khác biệt dòng do bóng râm cục bộ. Khi một string bị ảnh hưởng, phần còn lại cũng chịu tác động theo cấu trúc đấu nối, và lợi thế

công nghệ pin có thể bị bào mòn bởi thiết kế không đồng nhất.

Ngoài ra, chất lượng khung và khoảng cách nâng pin khỏi mái ảnh hưởng mạnh đến nhiệt. Một lỗi phổ biến là tiết kiệm cấu hình thoáng để thi công nhanh. Khi pin nóng hơn, hiệu suất giảm. Trong điều kiện đó, TOPCon có thể vẫn tốt hơn PERC, nhưng mức chênh lệch thực tế có thể không còn như kỳ vọng.

Nếu bạn đang cân nhắc, hãy coi khung và thiết kế là nền. Pin là lớp phủ lên nền đó. Nền tốt thì cả hai công nghệ đều chạy vui hơn.

Khi nào TOPCon là lựa chọn "đáng làm" hơn?

Có vài dấu hiệu khiến TOPCon thường hợp với dự án của bạn hơn:

Trong các hệ cần tối ưu diện tích, đặc biệt mái có giới hạn chiều dài hoặc không gian kỹ thuật. TOPCon thường giúp bạn đạt công suất mục tiêu với số module hợp lý hơn.

Trong các dự án ưu tiên lợi ích dài hạn, muốn giảm lo ngại suy giảm. Nếu bạn dự tính vận hành lâu, phần khác biệt về suy giảm và hiệu suất theo thời gian có cơ hội phát huy.

Trong các cấu hình vận hành nóng, nơi làm mát tự nhiên chưa thật sự "lý tưởng". TOPCon thường có lợi thế về hiệu suất ở nhiều điều kiện, nên có thể giảm phần thất thoát mà bạn không kiểm soát hết được.

Dù vậy, vẫn có ngoại lệ. Nếu bạn có thiết kế tối ưu nhiệt và che bóng quá tốt, khoảng cách giữa hai công nghệ đôi khi không quá lớn. Khi đó, việc chọn PERC để phù hợp ngân sách có thể hợp lý hơn.

Khi nào Mono PERC vẫn là lựa chọn khôn ngoan?

Mono PERC không hề "lỗi thời" theo nghĩa vận hành. Nó vẫn phù hợp trong nhiều tình huống thực tế, nhất là khi bạn:

Muốn chi phí đầu tư ban đầu mềm hơn và tiến độ dự án cần gọn. Với một số dự án dân cư, PERC có thể giúp bạn triển khai đúng thời điểm, lắp đủ công suất để giảm tiền điện ngay.

Mái rộng, bạn có thể bù công suất bằng cách tăng số module phù hợp. Khi diện tích không phải ràng buộc lớn, hiệu suất cao hơn của TOPCon không còn là yếu tố quyết định.

Có chiến lược vận hành rõ ràng, vệ sinh đúng lịch, kiểm tra che bóng theo mùa. Nhiều hộ gia đình bỏ qua vệ sinh hoặc chỉ vệ sinh theo cảm tính, khiến mọi so sánh công nghệ trở nên mờ nhạt.

Và nếu bạn đã có hạ tầng cơ khí tốt, khoảng hở gầm đủ, bố trí string hợp lý, PERC có thể mang lại trải nghiệm ổn định, ít drama.

"Tình huống lằn ranh" mình hay gặp ở tư vấn

Có một tình huống lằn ranh mà mình gặp khá nhiều: khách muốn chọn TOPCon nhưng đồng thời thiết kế inverter và đấu string lại bị bó do bố trí mái.

Ví dụ, mái có một khu vực bị che một phần vào buổi sáng do mái tôn phụ hoặc chỗ đặt thiết bị. Nếu bạn không tối ưu layout string, dòng điện cả string có thể bị kéo xuống. Khi ấy, ưu thế hiệu suất của TOPCon trên phần pin không bị che sẽ không phát huy đúng, vì hệ vẫn bị giới hạn bởi điểm yếu nhất trong chuỗi.

Một tình huống khác là ngân sách chênh lệch quá nhỏ nhưng cấu hình tổng thể khác. Mình từng có trường hợp báo giá TOPCon kèm điều kiện cấu hình khác nhẹ, như số lượng tối ưu hơn hoặc cách bố trí thoáng hơn. Khách

cứ nghĩ chênh lệch do công nghệ, nhưng phần lớn chênh là do thiết kế tổng thể. Vì vậy, khi bạn so hai phương án, hãy so cùng inverter, cùng cấu hình đấu nối, cùng phương án cơ khí và cùng điều kiện mái.

Nếu chỉ so "TOPCon hơn PERC", bạn đang so một biến trong khi nhiều biến khác chưa được khóa.

Cách chọn nhanh mà không bị "quá kỹ thuật"

Nếu bạn muốn một cách chọn gọn, dựa trên quyết định thực dụng thay vì đọc hết datasheet, bạn có thể làm theo cách suy luận theo điều kiện dự án. Mình gợi ý một "khung tư duy" ngắn:

1. Nếu mái nhỏ, ưu tiên đạt công suất mục tiêu với số module hợp lý, TOPCon thường đáng cân nhắc.
2. Nếu hệ bị nóng do lắp sát mái hoặc ít gió, ưu tiên cấu hình thoáng trước, sau đó chọn công nghệ có lợi thế hiệu suất như TOPCon nếu chênh không quá lớn.
3. Nếu mái rộng và ngân sách nhạy, Mono PERC có thể đủ tốt, miễn là thiết kế tối ưu che bóng và vệ sinh định kỳ.
4. Nếu dự tính vận hành dài, TOPCon thường giảm rủi ro về suy giảm, còn PERC phù hợp khi bạn chấp nhận sản lượng theo vòng đời ở mức vừa phải.

Vẫn còn một điểm, bạn nên hỏi đơn vị lắp đặt cách họ đảm bảo chất lượng hệ thống ngoài pin, vì ở thực tế, hiệu quả và độ bền của cả hệ phụ thuộc rất nhiều vào tiêu chuẩn thi công.

Những câu hỏi nên hỏi nhà thầu trước khi chốt pin

Đây là phần mình khuyên bạn hỏi, vì nó giúp "lật" ra sự thật, tránh mua nhầm theo cảm tính. Bạn không cần hỏi theo kiểu học thuật, chỉ cần hỏi theo cách kiểm tra.

- Họ bố trí khoảng hở gầm pin bao nhiêu để giảm nhiệt cho cell?
- String của bạn sẽ đấu thế nào để giảm rủi ro do che bóng cục bộ?
- Inverter và cấu hình làm việc đã được tính theo điều kiện mái của bạn chưa?
- Kế hoạch vệ sinh và kiểm tra lỗi theo mùa như thế nào?
- Bảo hành sản phẩm và bảo hành hiệu suất có điều kiện gì cần lưu ý trong hợp đồng?

Bạn hỏi xong, nếu câu trả lời mạch lạc, có dữ liệu thiết kế và có phương án xử lý tình huống, bạn đang đứng trên nền vững. Nếu câu trả lời chung chung, kiểu "pin nào cũng vậy", thì nên dừng lại.

Một ghi nhớ về "độ sạch" và "độ đúng": sản lượng không chỉ do pin

Trong chuyện điện năng lượng mặt trời, người ta hay tranh nhau công nghệ pin, nhưng thường quên mất hai thứ làm thay đổi sản lượng nhanh nhất trong đời thực: bám bụi và lệch góc/độ phẳng.

Bụi làm giảm lượng bức xạ đến mặt pin. Nếu bạn sống gần công trình xây dựng, đường bụi hoặc khu có gió mang cát, lịch vệ sinh phải đủ thường xuyên. Nếu bạn không vệ sinh, mọi lợi thế của TOPCon về hiệu suất ban đầu có thể bị bào mòn khá nhanh.

Còn độ phẳng và độ chắc của khung cũng ảnh hưởng. Hệ rung hay bị võng theo thời gian, dẫn đến thay đổi góc tương đối của dàn pin. Thay đổi góc nhỏ vẫn có thể tạo khác biệt trong hiệu suất, nhất là với hệ thiết kế tối ưu hướng và độ nghiêng.

Mình thường nói với khách rằng pin chỉ "ăn nắng", còn hệ thống mới "giữ tư thế" để pin ăn đúng. Chọn pin nào mà lắp không chuẩn thì vẫn thiệt.

Lựa chọn trong đời thật: mình sẽ chọn thế nào nếu là bạn?

Nếu bạn hỏi mình theo kiểu "đặt vào tay mình quyết định", mình sẽ chọn dựa vào 3 biến: diện tích mái, mức độ ràng buộc che bóng, và mức chênh giá giữa hai phương án.

- Nếu mái nhỏ và bạn cần tối ưu diện tích, TOPCon thường hợp hơn.
- Nếu mái rộng, che bóng ít, bạn có kế hoạch vệ sinh và bảo trì rõ, PERC có thể mang lại giá trị rất tốt.
- Nếu bạn ưu tiên chạy dài và giảm rủi ro suy giảm, TOPCon thường đáng đầu tư hơn, miễn là cấu hình hệ thống tổng thể được tính nghiêm túc.

Điều mình không muốn bạn làm là chọn theo công nghệ chỉ dựa trên vài con số hiệu suất trên giấy. Khi đi thực tế, câu chuyện thường nằm ở cơ khí, đấu nối và bối cảnh vận hành.

Kết thúc bằng một quyết định sáng suốt, không phải một "cuộc chiến"

Mono PERC và TOPCon đều là những lựa chọn có cơ sở. Sự khác biệt nằm ở cách bạn muốn cân bằng giữa chi phí, diện tích, kỳ vọng sản lượng theo thời gian, và mức độ bạn kiểm soát chất lượng thi công lắp đặt điện năng lượng mặt trời.

Nếu bạn đang đứng trước hai báo giá, hãy coi đây là bài toán tối ưu, không phải bài toán đúng sai. Chọn đúng công nghệ phù hợp với mái và kịch bản vận hành của bạn, bạn sẽ ít phải băn khoăn hơn khi hệ chạy qua mùa nắng nóng, rồi bước sang các giai đoạn bụi và mưa.



Bạn cứ trả lời giúp mình vài thông tin, mình có thể gợi ý thiên hướng lựa chọn rõ hơn: công suất dự kiến (kWp) bao nhiêu, diện tích mái thực dùng được khoảng bao nhiêu, mái có bóng cây hoặc vật cản không, và khoảng chênh giá giữa Mono PERC và TOPCon trong báo giá hiện tại là bao nhiêu?