

Thông tin xuất bản

Xuất bản bởi:

Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam - EU

Được thực hiện bởi Tổ chức Hợp tác Quốc tế Đức GIZ

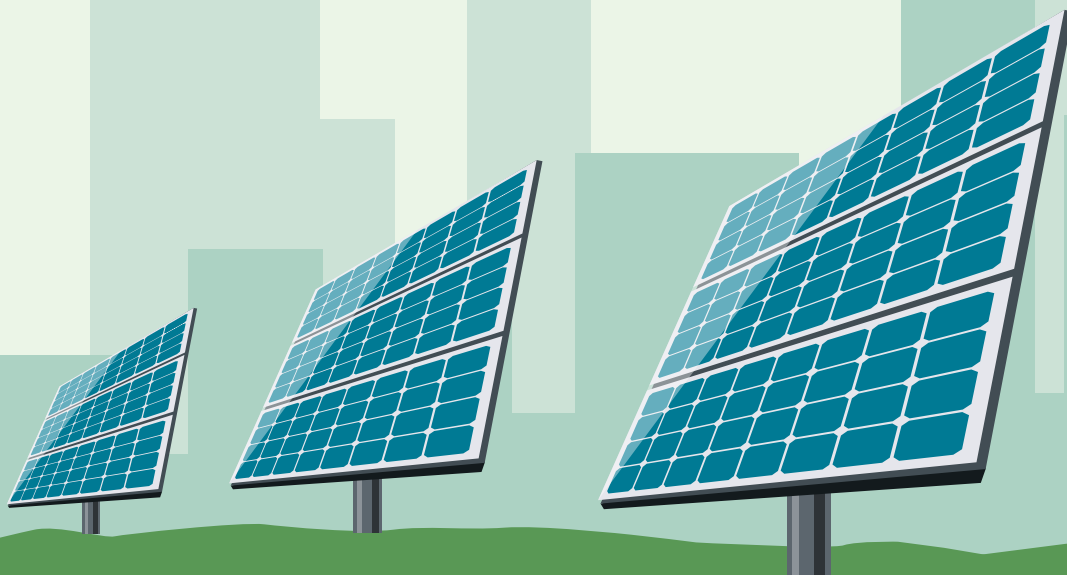
Dự án Năng lượng Tái tạo và Hiệu quả Năng lượng (4E)

Tuyên bố miễn trừ trách nhiệm

Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam - EU

Dự án này được đồng tài trợ bởi Liên minh Châu Âu và Bộ Phát triển và Hợp tác Kinh tế Cộng hòa Liên bang Đức (BMZ). Ấn phẩm này được sản xuất với sự hỗ trợ tài chính của Liên minh Châu Âu và Bộ Phát triển và Hợp tác Kinh tế Cộng hòa Liên bang Đức (BMZ).

Nội dung của ấn phẩm này do GIZ hoàn toàn chịu trách nhiệm và không thể hiện quan điểm của Liên minh Châu Âu hay BMZ.



DỰ ÁN HỖ TRỢ KỸ THUẬT NGÀNH NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM - EU

Phòng 023, tầng 2, Tòa nhà Coco,
Số 14 Thụy Khuê, quận Tây Hồ, Hà Nội, Việt Nam

T + 84 24 39 41 26 05

F + 84 24 39 41 26 06

E info@energyfacility.vn

I www.energyfacility.vn

facebook.com/EUVietNamEnergy



IEC TS 61724-2

Phiên bản 1.0

2016-10

THÔNG SỐ KỸ THUẬT



**Hiệu suất của
hệ thống pin quang điện**

Phần 2: Phương pháp đánh giá công suất



ẤN PHẨM NÀY ĐƯỢC BẢO VỆ BẢN QUYỀN

Bản quyền © 2017 IEC, Geneva, Thụy Sĩ

Tất cả các quyền được bảo lưu. Nếu không có quy định khác, không phần nào của ấn phẩm này được sao chép hay sử dụng dưới bất kỳ hình thức hoặc phương tiện nào, dù là điện tử hay cơ học, kể cả việc chụp và vi phim, mà không có sự cho phép bằng văn bản của IEC hoặc Ủy ban quốc gia thành viên của IEC tại nước có yêu cầu sử dụng. Nếu bạn có câu hỏi nào về bản quyền IEC hoặc câu hỏi về việc nhận các quyền phụ đối với ấn phẩm này, xin hãy liên hệ theo địa chỉ dưới đây hoặc liên hệ với Ủy ban quốc gia thành viên IEC tại nước bạn để biết thêm chi tiết.

Bản quyền IEC

Cấp bởi Trung tâm Thông tin Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (ISMQ) - Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Việt Nam (STAMEQ)

Không được phép sản xuất hay thiết lập mạng lưới khi không có giấy phép của ISMQ - STAMEQ Việt Nam

Trụ sở chính IEC:
3, rue de Varembé CH-
1211 Geneva 20 Thụy Sĩ

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

Về IEC

Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEC) là tổ chức quốc tế hàng đầu về việc xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn quốc tế về công nghệ điện, điện tử, và các công nghệ có liên quan.

Về các ấn phẩm của IEC

Nội dung kỹ thuật trong các ấn phẩm của IEC được IEC rà soát thường xuyên. Hãy bảo đảm rằng bạn sử dụng ấn phẩm mới nhất, bản đính chính hoặc bản sửa đổi có thể đã được xuất bản.

Catalogue về các ấn phẩm của IEC

webstore.iec.ch/catalogue

Một ứng dụng độc lập để tham vấn về toàn bộ thông tin thư mục về các tiêu chuẩn quốc tế, các thông số kỹ thuật, báo cáo kỹ thuật và các tài liệu khác của IEC. Có sẵn trên máy tính để bàn, Mac OS, máy tính bảng Android và iPad.

Tìm kiếm ấn phẩm của IEC

www.iec.ch/searchpub

Tìm kiếm nâng cao cho phép tìm các ấn phẩm của IEC theo một loạt các tiêu chí (số tham chiếu, văn bản, ủy ban kỹ thuật...). Công cụ tìm kiếm này cũng cung cấp thông tin về các dự án, các ấn phẩm thay thế và các ấn phẩm đã thu hồi.

Các ấn phẩm mới xuất bản của IEC

webstore.iec.ch/justpublished

Cập nhật về các ấn phẩm mới của IEC, với các thông tin chi tiết về tất cả các ấn phẩm đã phát hành. Có đăng trực tuyến và gửi bằng email hàng tháng.

Bách khoa điện - điện tử

www.electropedia.org

Là từ điển trực tuyến hàng đầu thế giới về các thuật ngữ điện, điện tử, chứa hơn 20.000 thuật ngữ và định nghĩa bằng tiếng Anh và tiếng Pháp, với các thuật ngữ tương đương bằng 15 ngôn ngữ phụ. Còn được biết đến là Từ điển Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEV) trực tuyến.

Thuật ngữ IEC

std.iec.ch/glossary

65.000 thuật ngữ về kỹ thuật điện bằng tiếng Anh và tiếng Pháp, trích từ mục Thuật ngữ và Định nghĩa trong các ấn phẩm của IEC. Một số thuật ngữ được lấy từ các ấn phẩm trước đây IEC TC 37, 77, 86 và CISPR.

Trung tâm Dịch vụ Khách hàng IEC

webstore.iec.ch/csc

Nếu bạn có đóng góp ý kiến gì về ấn phẩm này hay cần sự hỗ trợ gì, xin hãy liên hệ với Trung tâm Dịch vụ Khách hàng: csc@iec.ch.



IEC TS 61724-2

Phiên bản 1.0

2016-10

THÔNG SỐ KỸ THUẬT

**Hiệu suất của
hệ thống pin quang điện**

Phần 2: Phương pháp đánh giá công suất

*Tài liệu của GIZ phục vụ mục đích đào tạo, nâng cao năng lực

ICS 27.160

ISBN 978-2-83223-664-2

Cảnh báo!

Hãy đảm bảo rằng bạn có được ấn phẩm này từ đơn vị phân phối có thẩm quyền.

Mục Lục

LỜI NÓI ĐẦU	5
GIỚI THIỆU	7
1 Phạm vi	9
2 Các tài liệu tham chiếu quy phạm	9
3 Các thuật ngữ và định nghĩa	10
3.1. vận hành hạn chế	10
3.2. hệ số điều chỉnh	10
3.3. cắt giảm vận hành	10
3.4. công suất dự kiến	10
3.5. công suất đo được	10
3.6. mô hình.....	10
3.7. các bên tham gia thử nghiệm	10
3.8. hiệu suất mục tiêu	11
3.9. mặt phẳng dây	11
3.10. vận hành hệ thống.....	11
3.11.chất lượng hệ thống	11
3.12. công suất mục tiêu	11
3.13. các điều kiện tham chiếu mục tiêu.....	11
3.14. ranh giới thử nghiệm	11
3.15. vận hành không giới hạn	12
3.16. theo dõi điểm công suất tối đa	12
4 Phạm vi thử nghiệm, lịch trình và khoảng thời gian thử nghiệm	12
5 Thiết bị và đo lường	13
6 Quy trình	14
6.1. Tài liệu hóa các mục tiêu hiệu suất trong vận hành “không hạn chế” và “hạn chế”	14
6.1.1. Tổng quát.....	14
6.1.2. Xác định ranh giới thử nghiệm theo ranh giới hệ thống dự kiến	14
6.1.3. Xác định các điều kiện tham chiếu trong vận hành “không hạn chế”	15
6.1.4. Xác định hiệu suất mục tiêu trong vận hành “không hạn chế” và “có hạn chế”	15
6.1.5. Xác định sự phụ thuộc nhiệt độ của công suất nhà máy trong vận hành “không hạn chế”	16
6.1.6. Xác định sự phụ thuộc bức xạ.....	16
6.1.7. Xác định hiệu suất mục tiêu trong vận hành “có giới hạn”	17
6.1.8. Xác định tính bất định	17
6.2. Đo lường dữ liệu	17
6.2.1. Tổng quát.....	17
6.2.2. Kiểm tra dữ liệu đối với từng dòng dữ liệu	17

6.2.3. Che bóng cảm biến bức xạ	20
6.2.4. Độ chính xác hiệu chuẩn	20
6.2.5. Sử dụng dữ liệu từ nhiều cảm biến	20
6.2.6. Vận hành không hạn chế và vận hành hạn chế khi đạt đến giới hạn công suất của bộ chuyển đổi inverter	20
6.3. Tính toán hệ số điều chỉnh	21
6.3.1. Tổng quát.....	21
6.3.2. Đo lường các đầu vào	21
6.3.3. Xác minh chất lượng dữ liệu	21
6.3.4. Tính toán hệ số điều chỉnh đối với mỗi điểm đo lường	21
6.3.5. Điều chỉnh công suất đo được	21
6.3.6. Tính bình quân tất cả các giá trị công suất điều chỉnh	21
6.3.7. Phân tích các sai khác	21
6.4. So sánh công suất đo được với hiệu suất mục tiêu	22
6.5. Phân tích tính bất định	22
7. Tài liệu hóa quy trình thử nghiệm	24
8. Báo cáo thử nghiệm	25
Phụ lục A (cung cấp thông tin) Ví dụ về mô hình tính toán nhiệt độ mô đun	27
1. Tổng quát.....	27
2. Ví dụ về mô hình truyền nhiệt để tính toán nhiệt độ vận hành dự kiến của tế bào quang điện ..	27
Phụ lục B (cung cấp thông tin) Ví dụ về mô hình công suất hệ thống	30
1. Tổng quát.....	30
2. Mô hình ví dụ	30
Phụ lục C (cung cấp thông tin) Hướng không nhất quán của dãy	31
Danh mục tài liệu tham khảo	32
Bảng 1 - Tính hợp lệ của dữ liệu và các tiêu chí lọc dữ liệu	18
Bảng 2 - Các yêu cầu bức xạ ổn định tối thiểu theo mùa đối với các hệ thống trên mặt phẳng.....	19
Bảng A.1 - Các hệ số được xác định theo kinh nghiệm để dự đoán nhiệt độ mô đun.....	28
Bảng A.2 - Hệ số Hellmann, α , để hiệu chỉnh tốc độ gió theo độ cao được đo, nếu sử dụng các giá trị trong Bảng A.1	29

LỜI NÓI ĐẦU

- 1) Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEC) là một tổ chức toàn cầu về tiêu chuẩn hóa, bao gồm các ủy ban kỹ thuật điện quốc gia thành viên. Mục đích của IEC là thúc đẩy sự hợp tác quốc tế trong tất cả các vấn đề về tiêu chuẩn hóa trong lĩnh vực điện và điện tử. Theo đó, bên cạnh các hoạt động khác, IEC phát hành các Tiêu chuẩn quốc tế, Thông số kỹ thuật, Báo cáo kỹ thuật, Thông số kỹ thuật có sẵn công khai (PAS) và Hướng dẫn (sau đây gọi chung là Ấn phẩm IEC). Việc biên soạn các ấn phẩm này được giao cho các ủy ban kỹ thuật. Các ủy ban quốc gia của IEC có quan tâm đến chủ đề có thể tham gia vào quá trình biên soạn này. Các tổ chức quốc tế, phi chính phủ, các cơ quan chính phủ có liên hệ với IEC cũng có thể tham gia biên soạn. IEC hợp tác chặt chẽ với Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế (ISO) theo các điều kiện thỏa thuận giữa hai bên.
- 2) Các quyết định hoặc thỏa thuận chính thức của IEC về các vấn đề kỹ thuật thể hiện gần nhất có thể qua sự nhất trí quốc tế về các vấn đề có liên quan vì mỗi ủy ban kỹ thuật có đại diện từ tất cả các ủy ban quốc gia IEC có quan tâm.
- 3) Các ấn phẩm của IEC có phần kiến nghị cho mục đích sử dụng quốc tế và được các ủy ban quốc gia IEC nghiệm thu. Mặc dù đã cố gắng hết sức có thể để bảo đảm nội dung kỹ thuật trong các ấn phẩm của IEC là chính xác, nhưng IEC không thể chịu trách nhiệm về cách các ấn phẩm này được sử dụng hoặc về các cách hiểu sai của người sử dụng ấn phẩm.
- 4) Để thúc đẩy tính đồng nhất quốc tế, các ủy ban quốc gia IEC bảo đảm áp dụng các ấn phẩm IEC một cách minh bạch nhất có thể trong các ấn phẩm quốc gia và khu vực tương ứng. Các sai lệch giữa ấn phẩm IEC và ấn phẩm quốc gia hoặc khu vực tương ứng sẽ được nói rõ trong phần sau.
- 5) IEC không tự chứng nhận được tính hợp quy. Các cơ quan chứng nhận độc lập thực hiện đánh giá tính hợp quy, và trong một số lĩnh vực, tiếp cận các dấu hợp quy của IEC. IEC không chịu trách nhiệm về các dịch vụ của các cơ quan chứng nhận độc lập này.
- 6) Tất cả người dùng bảo đảm rằng mình có phiên bản mới nhất của ấn phẩm.
- 7) IEC hoặc giám đốc của IEC, cũng như là cán bộ, nhân viên, đại lý, kể cả các chuyên gia độc lập và các thành viên trong ủy ban kỹ thuật IEC và ủy ban quốc gia IEC không chịu trách nhiệm pháp lý về các chấn thương cá nhân, thiệt hại tài sản hoặc các thiệt hại khác, dù là trực tiếp hay gián tiếp, các chi phí (bao gồm chi phí pháp luật) và phí tổn phát sinh từ ấn phẩm, từ việc sử dụng hoặc căn cứ trên ấn phẩm IEC này hoặc các ấn phẩm IEC khác.
- 8) Chú ý đến các tài liệu tham chiếu quy phạm trích dẫn trong ấn phẩm này. Việc sử dụng các ấn phẩm được tham chiếu là rất cần thiết để áp dụng đúng ấn phẩm này.
- 9) Chú ý đến khả năng mà một số yếu tố của ấn phẩm IEC này có thể có quyền sáng chế. IEC sẽ không có trách nhiệm phải xác định các quyền sáng chế này.

Nhiệm vụ chính của các ủy ban kỹ thuật IEC là biên soạn các tiêu chuẩn quốc tế. Trong trường hợp ngoại lệ, một ủy ban kỹ thuật có thể đề xuất một tài liệu thông số kỹ thuật nếu

- không nhận được sự hỗ trợ cần thiết để ban hành một tiêu chuẩn quốc tế mặc dù đã cố gắng nhiều lần, hoặc
- chủ đề vẫn đang được phát triển kỹ thuật, hoặc vì lí do khác, có tương lai xa rằng sẽ có một thỏa thuận, nhất trí về một tiêu chuẩn quốc tế.

Các tài liệu thông số kỹ thuật được rà soát lại sau 3 năm phát hành để quyết định xem có thể phát triển thành các tiêu chuẩn quốc tế hay không.

Tài liệu thông số kỹ thuật IEC TS 61724-2 được ủy ban kỹ thuật IEC 82 biên soạn: Các hệ thống pin quang điện.

Nội dung của tài liệu thông số kỹ thuật này được dựa trên các tài liệu sau:

Dự thảo	Báo cáo biểu quyết
82/1101/DTS	82/1159/RVC

Thông tin chi tiết về việc biểu quyết thông qua tài liệu thông số kỹ thuật này có trong báo cáo biểu quyết đã nói trong bảng trên.

Tài liệu này được biên soạn theo Chỉ thị ISO/IEC, Phần 2.

Một danh mục tất cả các phần trong seri IEC 61724, được ban hành với tiêu đề chung là *Photovoltaic system performance* (Hiệu suất của hệ thống pin quang điện) có trên trang web của IEC.

Ủy ban đã quyết định rằng các nội dung của ấn phẩm này sẽ vẫn giữ nguyên cho đến ngày đã nói cụ thể trên trang web IEC tại địa chỉ "<http://webstore.iec.ch>" trong phần dữ liệu liên quan đến tài liệu thông số kỹ thuật.

Vào ngày này, ấn phẩm sẽ được:

- chuyển thành Tiêu chuẩn quốc tế,
- xác nhận lại,
- thu hồi,
- thay thế bằng bản sửa đổi, hoặc
- đính chính, sửa đổi.

Phiên bản song ngữ của ấn phẩm này có thể được phát hành sau.

GIỚI THIỆU

Hiệu suất của một hệ thống pin quang điện phụ thuộc vào thời tiết, các hiệu ứng theo mùa, và các vấn đề mang tính gián đoạn khác, vì vậy, việc đo lường hiệu suất của một hệ thống pin quang điện sẽ có các kết quả khác nhau. IEC 62446-1, *Các hệ thống pin quang điện - Các yêu cầu về thử nghiệm, tài liệu và bảo dưỡng - Phần 1 Nối lưới - Tài liệu, chạy thử và kiểm tra*, mô tả một quy trình để bảo đảm rằng nhà máy được xây dựng đúng, nhưng không cố gắng xác minh việc hiệu suất của nhà máy có đạt thông số thiết kế không. IEC 61724-1¹, *Hiệu suất của hệ thống pin quang điện - Phần 1: Giám sát*, xác định các dữ liệu hiệu suất có thể thu thập được, nhưng không xác định cách phân tích các dữ liệu này so với hiệu suất dự kiến. ASTM E2848-13 *Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn để báo cáo về hiệu suất của hệ thống pin quang điện phi tập trung* trình bày một phương pháp xác định công suất của một hệ thống pin quang điện theo phương pháp hồi quy. IEC TS 61724-3 *Hiệu suất của hệ thống pin quang điện - Phần 3: Phương pháp đánh giá điện năng* mô tả một thử nghiệm hàng năm được thực hiện để đánh giá hiệu suất cho toàn bộ các điều kiện vận hành và là phương pháp được ưu tiên khi đánh giá hiệu suất hệ thống. Tuy nhiên, hiệu suất nhà máy cũng cần được định lượng bằng một thử nghiệm ngắn hơn, kể cả có thể có mức độ không chắc chắn cao hơn đi kèm với thử nghiệm này. Tài liệu này nhằm thực hiện một đánh giá trong thời gian ngắn để bổ sung vào IEC TS 61724-3. Là một phép thử nghiệm công suất, nó sẽ đo lường công suất (không phải năng lượng) tại một chuỗi các điều kiện tham chiếu cụ thể (có thể khác so với các điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn được xây dựng để thực hiện các phép đo trong nhà). Phương pháp trong tài liệu IEC TS 61724-2 là một phương pháp xác định công suất không hồi quy.

Phương pháp này sử dụng các thông số thiết kế của nhà máy để định lượng một hệ số điều chỉnh nhằm so sánh hiệu suất đo được của nhà máy với hiệu suất mục tiêu trong các điều kiện tham chiếu. Nói cách khác, hiệu suất đo được sau khi được điều chỉnh theo hệ số điều chỉnh, sẽ được so sánh với hiệu suất mục tiêu của nhà máy để xác định xem liệu nhà máy đang hoạt động trên hay dưới mức kỳ vọng tại các điều kiện tham chiếu mục tiêu.

Nhiều khía cạnh của chất lượng hệ thống pin quang điện phụ thuộc vào cả thời tiết và chất lượng hệ thống, vì vậy cần có sự hiểu biết rõ về hệ thống đang được thử nghiệm. Ví dụ, nhiệt độ mô đun chủ yếu là một hàm của bức xạ, nhiệt độ môi trường xung quanh và tốc độ gió, đây đều là các yếu tố thời tiết có thể khó mô phỏng chính xác được. Tuy nhiên, việc lắp đặt mô đun treo cũng ảnh hưởng đến nhiệt độ mô đun, và khung giá treo cũng là một khía cạnh của hệ thống đang được thử nghiệm. Tài liệu này trình bày một quy trình về phát triển thử nghiệm và làm rõ việc các lựa chọn đo lường có thể tác động như thế nào đến kết quả thử nghiệm, để người sử dụng có thể hưởng lợi từ quy trình thử nghiệm tinh gọn này với các định nghĩa thống nhất, trong khi vẫn cho phép tính linh hoạt khi áp dụng thử nghiệm để phù hợp với nhiều hệ thống lắp đặt độc đáo nhất có thể.

Phải chú ý rằng khi công suất của một hệ thống pin quang điện vượt quá khả năng của bộ chuyển đổi inverter, thì công suất của hệ thống được xác định bằng bộ chuyển đổi inverter thay vì mô đun điện mặt trời. Trong trường hợp này, việc đo lường công suất phát điện của nhà máy trở nên phức tạp do cần phải phân biệt các trường hợp mà bộ chuyển đổi inverter đã bão hòa và khi nào công suất của hệ thống pin quang điện phản ánh hiệu suất của mô đun. Đối với các nhà máy điện mặt trời có tỷ số điện một chiều - xoay chiều cao, sự hoạt động của nhà máy có thể phản ánh công suất của bộ chuyển đổi inverter chủ yếu vào ban ngày, với công suất của dây một chiều chỉ có thể đo được trong thời gian ngắn vào buổi sáng và

¹ Đang biên soạn. Giai đoạn tại thời điểm phát hành: IEC/FDIS 61724-1:2016

buổi tối. Trong trường hợp này, có thể cần phải ngắt kết nối các phần của dây một chiều để giảm tỉ số điện một chiều - xoay chiều trong thời gian đo lường.

IEC TS 61724-2 được áp dụng cho những khi hệ thống đã hoàn toàn có sẵn.

Các phương pháp được trình bày trong tài liệu này có thể được sử dụng thay cho ASTM E2848-13 để xác định hiệu suất của hệ thống pin quang điện.

1 Phạm vi

Phần này của IEC 61724 trình bày một quy trình đo lường và phân tích công suất phát điện của một hệ thống pin quang điện cụ thể nhằm đánh giá chất lượng của hiệu suất hệ thống pin quang điện. Phép thử nghiệm dự kiến được thực hiện trong một khoảng thời gian tương đối ngắn (vài ngày có nắng ở mức tương đối).

Trong quy trình này, công suất phát điện thực tế của hệ thống pin quang điện được đo lường và so sánh với công suất dự kiến trong thời tiết được quan sát trên cơ sở các thông số thiết kế của hệ thống. Công suất dự kiến trong các điều kiện tham chiếu và điều kiện đo lường thường được suy ra từ các thông số thiết kế, các thông số này đã được sử dụng để suy ra công suất mục tiêu cho nhà máy như đã thống nhất trước khi bắt đầu thử nghiệm. Đối với các trường hợp không lập mô hình công suất trong giai đoạn thiết kế nhà máy, một mô hình đơn giản để tăng cường sự rõ ràng được trình bày trong phần phụ lục.

Mục đích của tài liệu này là xác định rõ một quy trình khung để so sánh công suất phát điện đo được với công suất dự kiến của một hệ thống pin quang điện trong những ngày có nắng ở mức tương đối. Quy trình thử nghiệm này nhằm áp dụng cho các hệ thống pin quang điện nối lưới trong đó có ít nhất một bộ chuyển đổi inverter và các phần cứng đi kèm.

Hiệu suất của hệ thống được định lượng trong lúc bộ chuyển đổi inverter theo dõi điểm công suất tối đa và trong lúc công suất hệ thống bị giới hạn ở mức công suất của bộ chuyển đổi inverter hoặc giới hạn kết nối, giảm công suất hệ thống tương ứng với công suất khi có bộ chuyển đổi inverter phát điện theo bức xạ, nếu điều kiện này là phù hợp.

Quy trình này có thể áp dụng cho bất kỳ hệ thống pin quang điện nào, bao gồm điện mặt trời tập trung, sử dụng bức xạ (thẳng hoặc toàn bộ) phù hợp với hiệu suất của hệ thống.

Quy trình thử nghiệm này được thiết kế và xây dựng với mục tiêu chủ yếu là tài liệu hóa về một mục tiêu hiệu suất, nhưng quy trình cũng có thể được sử dụng để xác minh cho một mô hình, theo dõi hiệu suất (ví dụ sự suy giảm) của một hệ thống trong nhiều năm, hoặc để tài liệu hóa chất lượng hệ thống vì các mục đích khác. Không có thuật ngữ tổng quát cho tất cả các trường hợp này, nhưng mục đích là tạo ra một phương pháp có thể được sử dụng khi muốn xác minh hiệu suất hệ thống tại một điều kiện tham chiếu cụ thể được chọn là điều kiện quan sát thường xuyên. Có thể thực hiện một đánh giá đầy đủ hơn về hiệu suất nhà máy bằng cách sử dụng Thông số kỹ thuật bổ sung IEC TS 61724-3, *Hiệu suất hệ thống pin quang điện - Phần 3: Phương pháp đánh giá điện năng*.

2 Các tài liệu tham chiếu quy phạm

Các tài liệu sau đây được nhắc đến trong nội dung ấn phẩm vì một phần hoặc tất các nội dung của tài liệu đó là phần yêu cầu của tài liệu này. Đối với các tài liệu tham chiếu có ghi thời gian, thì chỉ áp dụng những phiên bản được trích dẫn. Đối với những tài liệu không ghi thời gian, thì áp dụng phiên bản mới nhất của tài liệu tham chiếu (bao gồm các sửa đổi nếu có).

IEC 61724-1², *Hiệu suất hệ thống pin quang điện - Phần 1: Giám sát*

² Đang biên soạn. Giai đoạn tại thời điểm phát hành: IEC/FDIS 61724-1:2016

IEC TS 61836, *Các hệ thống pin quang điện - Các thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu*

ISO/IEC Guide 98-1, *Tính bất định trong đo lường - Phần 1: Giới thiệu về "cách mô tả" tính bất định trong đo lường*

ASME, *Bộ quy tắc thử nghiệm hiệu suất 19.1*

3 Các thuật ngữ và định nghĩa

Nhằm phục vụ tài liệu này, các thuật ngữ và định nghĩa trong IEC 61724-1, IEC TS 61836, Bộ quy tắc thử nghiệm hiệu suất 19.1 ASME và trong đường link dưới đây, cũng như là các định nghĩa được trình bày phía dưới sẽ được áp dụng.

ISO và IEC có các cơ sở dữ liệu thuật ngữ được sử dụng trong tiêu chuẩn hóa, với các đường link sau:

- Bách khoa Điện - Điện tử IEC: <http://www.electropedia.org/>
- Diễn đàn trình duyệt trực tuyến ISO: <http://www.iso.org/obp>

3.1. vận hành hạn chế

sự vận hành một nhà máy trong điều kiện mà tất cả các bộ chuyển đổi inverter bị giới hạn bởi công suất của bộ chuyển đổi inverter (còn được gọi là bảo hòa bộ chuyển đổi inverter) thay vì công suất của hệ thống pin quang điện, như được quan sát đối với một hệ thống có tỉ số dòng một chiều trên dòng xoay chiều cao và khi có bức xạ cao.

3.2. hệ số điều chỉnh

tỉ số giữa công suất dự kiến trong các điều kiện tham chiếu và công suất dự kiến trong các điều kiện được đo lường

3.3. cắt giảm vận hành

công suất của bộ chuyển đổi inverter bị giới hạn vì các lí do bên ngoài như lưới điện địa phương không thể tiếp nhận điện hoặc thỏa thuận hợp đồng.

3.4. công suất dự kiến

sự phát điện của một hệ thống pin quang điện được dự kiến cho dữ liệu thời tiết thực tế thu thập được tại hiện trường trong lúc vận hành hệ thống dựa trên các thông số thiết kế của hệ thống.

3.5. công suất đo được

công suất phát điện từ hệ thống pin quang điện.

Chú ý 1: xem 3.14 để xác định vị trí đo lường.

3.6. mô hình

mô hình mô phỏng được sử dụng để tính toán công suất phát điện mặt trời dự kiến dựa trên các thông số thiết kế của hệ thống.

3.7. các bên tham gia thử nghiệm

các cá nhân hoặc công ty đang thực hiện thử nghiệm.

Chú ý 1: Thông thường các bên tham gia này có thể là khách hàng điện mặt trời và bên lắp đặt điện mặt trời, với phương pháp thử nghiệm được áp dụng để xác định việc hoàn thành một hợp đồng, nhưng phương pháp thử nghiệm này có thể được áp dụng trong nhiều tình huống khác nhau và các bên tham gia thử nghiệm trong một số trường hợp có thể là một cá nhân hoặc công ty.

3.8. hiệu suất mục tiêu

công suất phát điện dự kiến từ một hệ thống pin quang điện trong các điều kiện tham chiếu dựa trên các thông số thiết kế của hệ thống.

3.9. mặt phẳng dãy

mặt phẳng vật lý trong đó các mô đun được triển khai theo hướng của hệ thống đang được thử nghiệm.

3.10. vận hành hệ thống

các thuộc tính về hiệu suất hệ thống mà có thể liên quan đến chất lượng của các hoạt động và dịch vụ bảo trì được cung cấp.

Chú ý 1: Ví dụ, mức độ có sẵn thấp của hệ thống có thể là do sự phản ứng chậm trước một sự cố gián đoạn.

Chú ý 2: Nếu các đơn vị khác nhau chịu trách nhiệm việc lắp đặt và vận hành, thì sẽ hữu ích khi phân tách giữa các khía cạnh của hiệu suất hoạt động liên quan đến sự lắp đặt ban đầu và các khía cạnh liên quan đến sự vận hành.

3.11. chất lượng hệ thống

các thuộc tính về hiệu suất hệ thống mà có liên quan đến chất lượng của thiết kế hệ thống, chất lượng của các thành phần hệ thống và chất lượng lắp đặt.

Chú ý 1: Nhìn chung, đơn vị lắp đặt chịu trách nhiệm về chất lượng hệ thống.

3.12. công suất mục tiêu

công suất phát điện dự kiến từ một hệ thống pin quang điện tại các điều kiện tham chiếu mục tiêu dựa trên các thông số thiết kế của hệ thống.

3.13. các điều kiện tham chiếu mục tiêu

các điều kiện tham chiếu mà tại đó công suất dự kiến là công suất mục tiêu, bao gồm bức xạ, nhiệt độ môi trường xung quanh, gió, và các thông số khác được sử dụng để xác định hiệu suất mục tiêu.

Chú ý 1: xem 6.1.3.

3.14. ranh giới thử nghiệm

sự phân chia vật lý giữa cái được xem là yếu tố của hệ thống đang được thử nghiệm và cái nằm ngoài phạm vi hệ thống.

Chú ý 1: Bên cạnh việc xác định các ranh giới vật lý và đồng hồ điện nào đang lượng hóa sản lượng điện, việc xác định ranh giới thử nghiệm bao gồm vị trí, loại, cấp chính xác của tất cả các thiết bị đo lường.

Chú ý 2: Để mô tả phương pháp thử nghiệm, tài liệu này xác định một ranh giới thử nghiệm mặc định. Nhiệt độ môi trường xung quanh và tốc độ gió nằm ngoài ranh giới thử nghiệm mặc định này. Khi tiêu chuẩn này được áp dụng sử dụng các phép đo lường cấp độ A (độ chính xác cao) như được định nghĩa trong IEC 61724-1, sự dấy bẩn sẽ nằm trong ranh giới thử nghiệm mặc định, phù hợp với yêu cầu IEC 61724-1 cấp A rằng các

cảm biến phải sạch, định lượng độ bức xạ mà không có sự can thiệp từ sự dây bẩn. Khi tiêu chuẩn này được áp dụng sử dụng các phép đo lường cấp độ B (độ chính xác trung bình) như được định nghĩa trong IEC 61724-1, sự dây bẩn sẽ nằm ngoài ranh giới thử nghiệm mặc định và dự kiến rằng các cảm biến sẽ không sạch, cho phép xem sự dây bẩn là một yếu tố của thời tiết. Sự sắp xếp dây nằm trong ranh giới thử nghiệm khi xác nhận sự sắp xếp mặt phẳng cảm biến dây. Tuy nhiên các bên tham gia thử nghiệm có thể xác định ranh giới thử nghiệm mà họ muốn, ranh giới thử nghiệm mặc định chỉ được xác định như một công cụ để làm rõ việc áp dụng phương pháp thử nghiệm nêu ở đây và như một ví dụ về cách xác định ranh giới thử nghiệm. Tuy nhiên, nếu mục đích của việc áp dụng thử nghiệm là đo lường các mức độ suy giảm trên các hệ thống nhỏ, thì nên đo lường nhiệt độ mô đun tại các vị trí cố định trên mô đun.

3.15. vận hành không giới hạn

hiệu suất của các bộ chuyển đổi inverter không phụ thuộc vào khả năng của dây một chiều khi phản ứng với ánh nắng mặt trời thay vì bị giới hạn bởi công suất của bộ chuyển đổi inverter hoặc các ảnh hưởng cắt giảm.

3.16. theo dõi điểm công suất tối đa

bộ chuyển đổi inverter tối đa hóa chính xác hiệu suất của dây một chiều.

4 Phạm vi thử nghiệm, lịch trình và khoảng thời gian thử nghiệm

Sự thử nghiệm này có thể được áp dụng tại một trong nhiều cấp độ chi tiết của một nhà máy điện mặt trời. Người sử dụng phương pháp thử nghiệm này sẽ thống nhất các cấp độ để áp dụng thử nghiệm. Cấp độ nhỏ nhất có thể thực hiện thử nghiệm là cấp độ nhỏ nhất của khối phát điện xoay chiều có khả năng vận hành hòa lưới độc lập.

Khi việc thi công nhà máy điện mặt trời được chia thành các giai đoạn, kiến nghị nên áp dụng thử nghiệm ở mức độ cao nhất, theo đó bao gồm toàn bộ dự án điện mặt trời. Tuy nhiên, sự thử nghiệm có thể được áp dụng cho các tổ hợp con nhỏ hơn của nhà máy vì các tổ hợp con này đã sẵn sàng kết nối. Nếu muốn, sau khi hoàn thiện nhà máy, có thể thực hiện thử nghiệm lại bao gồm toàn bộ nhà máy, có tính đến sự suy giảm dự kiến theo mô hình được các bên tham gia thử nghiệm chấp nhận, và các mức độ dây bẩn nếu không thể làm sạch toàn bộ dây trước khi thử nghiệm. Trong mỗi trường hợp, giới hạn hệ thống và ranh giới thử nghiệm sẽ được xác định rõ ràng.

Một số mô đun điện mặt trời có các thay đổi hiệu suất có thể đo lường được trong vòng vài giờ hoặc vài ngày lắp đặt; một số khác thì không. Khoảng thời gian thử nghiệm phải được thống nhất giữa các bên theo hướng dẫn của nhà sản xuất về số ngày phơi nắng cần thiết để nhà máy đạt được hiệu suất mục tiêu cùng với các chi tiết về ngày lắp đặt và kết nối thực tế. Các giả định về trạng thái bất ổn định nếu có (các hiệu suất mô đun khác nhau tùy thuộc vào các điều kiện vận hành trước đó) và sự suy giảm (bao gồm các giả định với các khoảng thời gian ngắn và dài) phải được các bên thống nhất và ghi chép thành một phần trong mô tả mục tiêu.

Chú ý 1: Các mô đun mới lắp đặt có thể bị suy giảm cảm ứng ánh sáng, một hiệu ứng nhất thời làm suy giảm hiệu suất chuyển đổi quang năng của các mô đun khi bị chiếu sáng.

Chú ý 2: Hiệu suất của một số mô đun có thể khác nhau trong năm tùy thuộc vào lịch sử bức xạ và nhiệt độ do trạng thái bất ổn định.

Kiến nghị rằng sự thử nghiệm nên bao gồm dữ liệu từ ít nhất 2 ngày nếu lấy được dữ liệu đủ ổn định. Sự thử nghiệm có thể được kéo dài ra 7 ngày hoặc hơn nếu muốn đánh giá tính lặp lại hoặc nếu thời tiết không ổn định. Tiêu chí sàng lọc để lựa chọn các khoảng thời gian tương đối ổn định được trình bày trong Khoản 6.

Sự thử nghiệm có thể được thực hiện vào bất kỳ thời điểm nào trong năm, mặc dù sự chênh lệch, sai khác so với các điều kiện tham chiếu và các tác động của góc tới khác nhau có thể làm gia tăng tính bất định vào một số thời điểm trong năm.

Tất cả các bên tham gia thử nghiệm phải thống nhất một quy trình thử nghiệm chi tiết trước khi bắt đầu thực hiện thử nghiệm như đã nêu trong Khoản 5 và 6.

5 Thiết bị và đo lường

Thiết bị và các thủ tục đo lường đối với tất cả các thông số được đo nên tuân theo các yêu cầu cấp độ A trong IEC 61724-1. Tuy nhiên, một đánh giá cấp độ B hoặc C cũng có thể được thực hiện và bổ sung vào trong báo cáo cuối cùng.

Khi sử dụng ranh giới thử nghiệm mặc định, thời tiết có đặc điểm là:

- bức xạ mặt phẳng dãy (toàn bộ đối với tấm phẳng và thẳng đối với hệ thống tập trung; đối với các hệ thống có nhiều hướng, xem Phụ lục C);
- nhiệt độ môi trường xung quanh;
- tốc độ gió.

Nếu cần thêm đặc điểm của thời tiết để thực hiện mô hình đã thống nhất, thì các dữ liệu này sẽ được thu thập một cách nhất quán với hiệu suất mục tiêu và được ghi chép trong quy trình thử nghiệm chi tiết.

Hiệu suất hệ thống có đặc điểm là:

- công suất thực dòng xoay chiều được phân phối vào lưới điện hoặc mức tải tại ranh giới hệ thống/thử nghiệm;
- công suất phản kháng dòng xoay chiều hay hệ số công suất nếu công suất thực phụ thuộc vào các thay đổi của hệ số công suất;
- tình trạng bộ chuyển đổi inverter (bộ chuyển đổi inverter có đang theo dõi công suất tối đa không hoặc bộ chuyển đổi inverter có đang vận hành trong chế độ giới hạn bởi công suất của bộ chuyển đổi inverter không).

Việc xác định dòng điện xoay chiều, bao gồm điểm đo lường (như tại đồng hồ đo tại điểm kết nối) được trình bày thành một phần trong định nghĩa “ranh giới thử nghiệm” (3.14). Nếu có các tải ký sinh nằm ngoài ranh giới hệ thống (ví dụ các hệ thống theo dõi vị trí mặt trời), thì hợp đồng hoặc định nghĩa thử nghiệm xác định có các điều chỉnh đối với các tải này không, nếu có, phải mô tả các điều chỉnh này.

Tất cả các chi tiết về thu thập dữ liệu (bao gồm mã số cảm biến, hiệu chuẩn, vị trí lắp đặt, và làm sạch) sẽ tuân theo IEC 61724-1 theo cấp độ đo lường đã chọn ngoại trừ như sau:

- Loại cảm biến và vị trí cảm biến sẽ nhất quán với mô hình hiệu suất công suất đang được sử dụng để thử nghiệm (có thể khác so với mô hình hiệu suất năng lượng). Cảm biến nhiệt phải đo lường nhiệt độ môi trường xung quanh để giải thích cho các tác động của việc gắn mô đun. Tuy nhiên, việc mô hình hóa nhiệt độ mô đun có thể khác nhau từng ngày do sự biến động trong nhiệt độ ngoài trời và các điều kiện khác, làm tăng tính bất định trong đo lường, và thúc đẩy việc sử dụng nhiệt độ mô đun nếu được xem là có độ lặp lại tốt hơn. Nếu nhiệt độ mô đun được đo lường, thì vị trí đo lường phải được các bên tham gia thử nghiệm thống nhất trước.

Chú ý: Thông thường, tính bất định cuối cùng của phép đo lường bị chi phối bởi tính bất định của phép đo bức xạ, vì thế cần có các cảm biến có độ chính xác cao.

- Thời gian thực hiện kiểm tra bằng mắt và làm sạch bằng tay đối với các cảm biến bức xạ trong quá trình thử nghiệm sẽ được ghi chép lại.
- Các cảm biến bức xạ được gắn trên mặt phẳng của dây với độ chính xác như đã quy định theo cấp độ A, B, hoặc C trong IEC 61724-1. Trường hợp các dây có mô đun không nằm cùng trong một mặt phẳng, xem Phụ lục C.
- Khi các cảm biến bức xạ được bố trí trên một mặt phẳng nghiêng, suất phản chiếu mặt đất đối với khu vực gần cảm biến phải đại diện cho suất phản chiếu mặt đất trên toàn bộ dây. Các dị thường trong suất phản chiếu mặt đất phải được thảo luận khi phân tích tính bất định của thử nghiệm.
- Đối với các thử nghiệm cấp A, vì phép đo bức xạ là rất quan trọng trong thử nghiệm, nên các hiệu chuẩn phải được thẩm tra, xác minh độc lập bằng cách sử dụng cảm biến đã được hiệu chuẩn tại các vị trí thử nghiệm khác nhau hoặc vào các thời điểm khác nhau để tránh sự thiên kiến có hệ thống trong hiệu chuẩn.
- Dữ liệu sẽ được lọc để xác định các thời điểm vận hành ổn định khi có đủ ánh sáng mặt trời như đã trình bày trong Khoản 6.
- Dữ liệu được thu thập cho cả vận hành “không hạn chế” và “hạn chế” nếu có. Các giai đoạn bị ảnh hưởng bởi mất điện hoặc các tình trạng dị thường khác không được đưa vào phân tích.

6 Quy trình

6.1. Tài liệu hóa các mục tiêu hiệu suất trong vận hành “không hạn chế” và “hạn chế”

6.1.1. Tổng quát

Hiệu suất công suất dự kiến và các điều kiện tham chiếu đi kèm sẽ được xác định cho cả vận hành “không hạn chế” và vận hành “hạn chế” nếu có, như đã trình bày trong phần 6.1.2. đến 6.1.8.

6.1.2. Xác định ranh giới thử nghiệm theo ranh giới hệ thống dự kiến

Phương pháp thử nghiệm này nhằm định lượng hiệu suất hoạt động của một hệ thống, nhưng kết quả thử nghiệm có thể phụ thuộc vào những yếu tố được xem là một phần của hệ thống. Các bên tham gia thử nghiệm sẽ thống nhất việc xác định hệ thống bao gồm:

- đồng hồ đo để xác định hiệu suất của hệ thống;
- các khía cạnh của thiết kế hệ thống đang được thử nghiệm như các mô đun có được gắn theo đúng thiết kế không (độ nghiêng, góc phương vị, chiều cao, thiết kế giá đỡ) để cho phép sự làm mát dự kiến và bắt được ánh sáng mặt trời;
- các khía cạnh trong vận hành hệ thống đang được thử nghiệm như mức độ dây bẩn có được xem là một phần của thử nghiệm không.

Ranh giới thử nghiệm sẽ được điều chỉnh phù hợp với ranh giới hệ thống để kết quả thử nghiệm phản ánh được hiệu suất hoạt động của hệ thống đang được thử nghiệm.

6.1.3. Xác định các điều kiện tham chiếu trong vận hành “không hạn chế”

Các điều kiện tham chiếu mục tiêu trong vận hành không hạn chế được xác định cho hiệu suất mục tiêu (xem phần 6.1.4). Các điều kiện tham chiếu mục tiêu phải được chọn trên cơ sở vận hành không hạn chế (nghĩa là trong phạm vi công suất của bộ chuyển đổi inverter) và điều kiện bức xạ có thể khác với so với mức 1.000 W/m^2 nếu nhà máy được thiết kế phải chịu sự hạn chế của công suất bộ chuyển đổi là 1.000 W/m^2 . Thông thường, các điều kiện tham chiếu mục tiêu được chọn để phản ánh một nhiệt độ môi trường xung quanh và tốc độ gió, đó là các yếu tố thường được quan sát tại hiện trường và bức xạ cao nhất mà không gây ra hiện tượng vận hành hạn chế (khi bộ chuyển đổi inverter đạt đến giới hạn công suất của nó) đối với nhiệt độ thấp nhất dự kiến phải được đưa vào xem xét trong thử nghiệm. Phương án lựa chọn tối ưu các điều kiện tham chiếu mục tiêu có thể phụ thuộc vào thời tiết trong thời gian thử nghiệm. Tuy nhiên, việc sử dụng các thông số thiết kế của nhà máy làm cơ sở cho mô hình phải giảm thiểu lỗi hiệu chỉnh đối với các sai khác, thay đổi trong điều kiện, giảm sự cần thiết phải điều chỉnh các điều kiện tham chiếu mục tiêu cho chính xác với các điều kiện trong lúc đo lường. Các điều kiện tham chiếu mục tiêu phải được các bên tham gia thử nghiệm thống nhất trước khi tiến hành thử nghiệm.

Các nguồn dữ liệu về bức xạ, nhiệt độ môi trường xung quanh, tốc độ gió, và các dữ liệu khí tượng khác phải được nói rõ để việc xác định các điều kiện tham chiếu mục tiêu không bị mơ hồ. Các yêu cầu về thu thập dữ liệu nêu trong IEC 61724-1 sẽ được tuân thủ theo cấp độ giám sát mong muốn, cấp A, B hoặc C ngoại trừ trường hợp đã nêu trong Khoản 5. Các yêu cầu này phải được tài liệu hóa cụ thể nhất có thể trong quy trình thử nghiệm chi tiết trước khi tiến hành thử nghiệm (ví dụ loại cảm biến, vị trí, làm sạch, hiệu chuẩn, và các thông tin bổ sung khác có liên quan).

6.1.4. Xác định hiệu suất mục tiêu trong vận hành “không hạn chế” và “có hạn chế”

Hiệu suất mục tiêu của hệ thống được xác định trong vận hành “không hạn chế” và với các điều kiện tham chiếu mục tiêu đã được xác định trong phần 6.1.3 và với một mô hình để xác định sự thay đổi của công suất khi có bức xạ, nhiệt độ và gió, sử dụng các thông số thiết kế của nhà máy. Cơ sở của hiệu suất mục tiêu sẽ được các bên tham gia thử nghiệm thống nhất. Đối với các trường hợp mà thiết kế nhà máy được xây dựng dựa trên mô hình về hiệu suất năng lượng, việc chuyển đổi mô hình năng lượng đó sang mô hình công suất hoặc suy ra mô hình công suất từ dữ liệu đo được đối với một nhà máy tương tự có thể dẫn đến các dị thường trong mô hình công suất. Ví dụ, việc áp dụng hồi quy tuyến tính đối với các tập hợp dữ liệu con tại các thời điểm khác nhau trong năm có thể dẫn đến các hệ số nhiệt độ khác nhau. Trong trường hợp này, nếu không lập mô hình công suất lúc thiết kế hệ thống ban đầu, thì kiến nghị rằng cơ sở phải được trình bày bằng một mô hình đơn giản bắt đầu với công suất thiết kế và áp dụng các hệ số tổn thất đã được hiểu rõ như hệ số tổn thất trong hiệu suất bộ chuyển đổi inverter, tổn thất dây cáp, tổn hao mất phối hợp trở kháng, v.v... và áp dụng một hệ số nhiệt độ mà có thể liên quan trực tiếp đến hiệu suất của mô đun. Chú ý rằng một mô hình mà bao gồm các tổn thất do bóng che là rất quan trọng khi dự

đoán năng lượng từ một nhà máy, nhưng phép thử nghiệm công suất này nhằm ghi chép về hiệu suất khi không có bóng che, vì thế một mô hình đơn giản có thể thay cho mô hình phức tạp hơn, làm tăng tính rõ ràng của quy trình thử nghiệm.

Thông thường, giả định rằng nhà máy đang được đánh giá trong tình trạng mới lắp đặt, nghĩa là còn sạch sẽ. Nếu đánh giá được hoàn thành vào thời điểm mà nhà máy có thể đã bị dây bẩn, sự tổn thất do dây bẩn có thể được đưa vào trong các hệ số tổn thất hoặc nhà máy phải được dọn dẹp, làm sạch trước khi bắt đầu đánh giá.

Nếu sử dụng một mô hình phức tạp, mô hình này có thể được xác định theo IEC TS 61724-3 và phép thử nghiệm được áp dụng bảo đảm rằng mô hình được áp dụng một cách nhất quán cho cả các điều kiện mục tiêu và điều kiện đo lường.

Hiệu suất mục tiêu trong vận hành “có hạn chế” thường được xác định bằng công suất của bộ chuyển đổi inverter. Nếu giá trị này độc lập với các điều kiện vận hành, thì việc xác minh vận hành trong tình trạng “không hạn chế” rất đơn giản và các bên tham gia thử nghiệm không cần lo lắng. Tuy nhiên, nếu một hệ thống được dự kiến vận hành trong tình trạng “có hạn chế” trong nhiều giờ của năm, kiến nghị nên xác nhận sự vận hành đúng trong tình trạng “có hạn chế”.

6.1.5. Xác định sự phụ thuộc nhiệt độ của công suất nhà máy trong vận hành “không hạn chế”

Nếu đã xác định một mô hình nhiệt độ cho nhà máy thì mô hình này sẽ được ưu tiên sử dụng.

Nếu mô hình sử dụng tốc độ gió là một yếu tố đầu vào thì vị trí (bao gồm độ cao) của cảm biến gió phải được xác định rõ.

Nếu chưa xác định mô hình nhiệt độ, thì có thể sử dụng mô hình trong Phụ lục A. Nên ưu tiên sử dụng mô hình nhiệt độ dựa trên nhiệt độ môi trường xung quanh và tốc độ gió thay vì dựa trên việc đo nhiệt độ đằng sau mô đun vì bước đánh giá về sau bao gồm một số khía cạnh của việc gắn, treo mô đun mà có thể khiến cho mô đun chạy bị nóng và cũng vì có thể tránh được các thách thức trong việc mô tả đặc tính nhiệt độ mô đun, điều này có thể rất khác nhau trên toàn khu vực hiện trường. Tuy nhiên, mặc dù mô đun trong Phụ lục A đã được chứng minh là mô hình hóa chính xác nhiệt độ trung bình của tấm pin, nhưng theo thời gian, mô hình này có thể dẫn đến độ chính xác khác nhau do sự thay đổi trong nhiệt độ ngoài trời hoặc các điều kiện khác. Các bên tham gia thử nghiệm phải lựa chọn phương pháp tiếp cận mà mang lại kết quả tốt nhất cho trường hợp đưa ra. Nếu lựa chọn đo lường nhiệt độ mô đun thay vì nhiệt độ môi trường xung quanh, thì có thể cần thêm một xác minh riêng rẽ để bảo đảm rằng các mô đun đang vận hành ở nhiệt độ phù hợp với thông số thiết kế của nhà máy. Các kiến nghị về cách đo lường chính xác nhiệt độ đằng sau mô đun có trong Phụ lục B của IEC 61724-1:2016.

Trong các trường hợp, mô hình sẽ được các bên tham gia thử nghiệm thống nhất nhất trước khi tiến hành thử nghiệm và được ghi chép trong báo cáo thử nghiệm. IEC TS 61724-3 có các hướng dẫn về việc ghi chép, tài liệu hóa một mô hình phức tạp.

6.1.6. Xác định sự phụ thuộc bức xạ

Công suất nhà máy là một hàm của bức xạ và sẽ được xác định bằng mô hình công suất do các bên tham gia thử nghiệm thống nhất. Những người thực hiện phải chọn một mô hình công suất dựa trên các thông số thiết kế của hệ thống. Nếu sử dụng một chương trình máy tính phức tạp làm mô hình công suất, thì mô hình công suất này phải được ghi chép, tài liệu hóa theo IEC TS 61724-3 cùng với hiệu suất mục tiêu. Bộ lọc bức xạ áp dụng với Bảng 1 phải được xác minh để thống nhất với miền giá trị hàm số của mô hình được sử dụng để xác định các phương trình hiệu chuẩn. Ví dụ, công suất nhà máy có thể được giả định là tuyến tính với bức xạ trong một dải bức xạ giới hạn, như ± 20

%. Tính bất định bổ sung nếu có cũng phải được ghi chép. Một ví dụ về mô hình đơn giản có trong Phụ lục B.

6.1.7. Xác định hiệu suất mục tiêu trong vận hành “có giới hạn”

Hiệu suất trong vận hành “có giới hạn” có thể tương đương với công suất dòng xoay chiều của bộ chuyển đổi inverter được điều chỉnh cho các tổn thất giữa bộ chuyển đổi inverter và vị trí đo công suất dòng xoay chiều và cũng được ghi chép như vậy. Nếu hiệu suất trong vận hành “có giới hạn” có thể phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc các điều kiện khác, thì điều này cũng phải được ghi chép lại.

Nếu hiệu suất trong các điều kiện “cắt giảm” bị kiểm soát bởi một bên ngoài khác, thì việc đánh giá hiệu suất trong các điều kiện như vậy không được đưa vào phân tích, với sự thống nhất của các bên tham gia thử nghiệm.

Đo lường trong điều kiện “hạn chế” có thể bị bỏ qua, tùy vào các bên yêu cầu thử nghiệm.

6.1.8. Xác định tính bất định

Tính bất định trong thử nghiệm phải được tính theo phần 6.5. Việc xác định tính bất định và vai trò của tính bất định trong việc xác định kết quả kiểm tra đạt/không đạt khi so sánh công suất mục tiêu và công suất đo được sẽ được thống nhất. Kiến nghị rằng sự thống nhất này nên được lập thành văn bản trước khi tiến hành thử nghiệm.

Chú ý: Thông thường, tính bất định mà các bên thống nhất tạo thành một dải chết xung quanh mục tiêu. Dải chết này là bất lợi đối với các bên tham gia thử nghiệm, nên phải được giữ ở mức nhỏ nhất có thể. Khoảng tin cậy 95% là một thông lệ ngành phổ biến.

Các chiến lược để giảm thiểu tính bất định bao gồm:

- sử dụng các cảm biến bức xạ chất lượng cao và/hoặc sử dụng dữ liệu từ nhiều cảm biến đối với mỗi trạm thời tiết được triển khai, trước tiên loại bỏ dữ liệu lỗi do sự cố hoặc cảm biến bị che bóng, sau đó lấy bình quân các điểm dữ liệu còn lại đối với mỗi phép đo lường;
- sử dụng nhiều cảm biến để tăng thêm sự dư thừa hoặc ghi chép lại sự thay đổi của thông số đó;
- chú ý đến khả năng che bóng và dây bẩn các cảm biến bức xạ, cũng như là điều chỉnh trong mặt phẳng;
- so sánh dữ liệu với các đo lường tương tự khác thu thập được gần đó để phát hiện và giải quyết nhanh chóng các vấn đề, vào những ngày có nắng tương đối, dữ liệu có thể được so sánh trực tiếp; vào những ngày có mây, việc so sánh dữ liệu tổng hợp có thể giúp xác định tốt hơn các vấn đề tùy theo khoảng cách giữa các cảm biến.

6.2. Đo lường dữ liệu

6.2.1. Tổng quát

Công suất, bức xạ, nhiệt độ, tốc độ gió, tình trạng sạch sẽ của cảm biến và hệ thống pin quang điện, và các dữ liệu khác được thu thập trong vài ngày.

6.2.2. Kiểm tra dữ liệu đối với từng dòng dữ liệu

Mỗi dòng dữ liệu sẽ được kiểm tra đối với dữ liệu nằm ngoài khoảng hoặc các xu hướng bất hợp lý theo IEC 61724-1. Kiến nghị chi tiết hơn về việc áp dụng quy trình này có trong Bảng 1 với các giá trị được đề

xuất khi dữ liệu thu thập được được lấy bình quân trong khoảng thời gian 15 phút. Tùy theo các điều kiện địa phương, các chi tiết thiết kế nhà máy, việc bổ sung các dòng dữ liệu khác và tần suất thu thập dữ liệu, các tiêu chí lọc dữ liệu có thể thay đổi, nhưng cả bốn loại lọc (khoảng, giá trị chết, thay đổi đột ngột/ổn định và tình trạng bộ chuyển biến như trình bày trong Bảng 1) sẽ được áp dụng và ghi chép thành một phần trong báo cáo cuối cùng.

Công suất tự báo cáo của bộ chuyển đổi inverter hay cờ trạng thái tự báo cáo của bộ chuyển đổi inverter được sử dụng để xác định khi nào hoạt động của bộ chuyển đổi inverter bị hạn chế. Nếu không có cờ trạng thái, dữ liệu có thể được sàng lọc để báo cáo các giá trị gần công suất tối đa của bộ chuyển đổi inverter. Các ghi chép được phân loại theo không có bộ chuyển đổi inverter nào bị hạn chế, tất cả bộ chuyển đổi inverter bị hạn chế, hoặc một số bộ chuyển đổi inverter bị hạn chế. Trong trường hợp thứ nhất, các ghi chép dữ liệu giống với vận hành không hạn chế. Trong trường hợp thứ hai, các ghi chép dữ liệu giống với vận hành hạn chế. Trong trường hợp thứ ba, các ghi chép dữ liệu không thể sử dụng để đánh giá hiệu suất hệ thống. Nếu trạng thái của bộ chuyển đổi inverter thay đổi trong thời gian ghi chép, thì điểm dữ liệu đó sẽ không được đưa vào phân tích.

Bảng 1 - Tính hợp lệ của dữ liệu và các tiêu chí lọc dữ liệu

		Các tiêu chí được đề xuất để gắn cờ dữ liệu không hợp lệ (dữ liệu 15 phút)			
Loại cờ	Mô tả	Bức xạ (W/m²)	Nhiệt độ môi trường xung quanh (°C)	Tốc độ gió (m/s)	Công suất (dòng điện xoay chiều)
Khoảng	Giá trị nằm ngoài giới hạn được chấp nhận	< 0,5·bức xạ TRC* hoặc > 1,2·TRC ^b	> 50 hoặc < 10 ^a	>15 hoặc < 0,5	> 1,02·công suất hoặc < -0,01·công suất
Giá trị chết	Các giá trị giữ nguyên không đổi theo thời gian. Được phát hiện khi sử dụng đạo hàm.	Đạo hàm < 0,0001 trong khi giá trị > 5	< 0,0001 và > -0,0001	< độ nhảy của cảm biến	< 0,1 % thay đổi trong 3 số ghi
Thay đổi đột ngột và ổn định	Các giá trị thay đổi không được chấp nhận giữa các iếm dữ liệu. Được phát hiện khi dùng đạo hàm đối với nhiệt độ và tốc độ gió.	Giả định dữ liệu 15 phút được suy ra từ ít nhất dữ liệu 1 phút, độ lệch chuẩn > 5 % giá trị trung bình	> 4	> 10	Giả định dữ liệu 15 phút được suy ra từ ít nhất dữ liệu 1 phút, độ lệch chuẩn > 5 % giá trị trung bình
Trạng thái bộ chuyển đổi inverter	Các trạng thái của bộ chuyển đổi inverter không nhất quán (không phải tất cả đều bị hạn chế)	Không áp dụng	Không áp dụng	Không áp dụng	Không áp dụng

Chú ý 1: Bộ lọc bức xạ có thể được điều chỉnh cho phù hợp với dải hiệu suất hệ thống tuyến tính với bức xạ. Dữ liệu gắn cờ được xem xét để loại bỏ và được ghi chép trong báo cáo thử nghiệm về lý do loại bỏ.

Chú ý 2: Các hiệu ứng suy giảm cảm ứng tiềm tàng có thể bắt đầu làm suy giảm đáng kể hiệu suất trong các điều kiện bức xạ yếu, mà không có một hiệu ứng có thể đo được ở mức bức xạ cao. Sự phát hiện sớm dấu hiệu suy giảm cảm ứng tiềm tàng không nằm trong phạm vi của thử nghiệm này.

^a Có thể được điều chỉnh tùy theo mùa lấy dữ liệu.

^b Bức xạ tối đa trong phân tích này có thể được điều chỉnh để giải thích cho khả năng xảy ra hiệu ứng rìa mây, theo đó ánh sáng bị phân tán bởi một đám mây gần đó và có thể dẫn đến các số ghi bức xạ lên đến gần 1500 W/m². Đối với hầu hết các hệ thống, các điều kiện này sẽ gây ra bão hòa bộ chuyển đổi, và thường sẽ không được đưa vào dữ liệu đánh giá khi lọc theo tính ổn định.

* TRC: điều kiện tham chiếu mục tiêu.

Bộ lọc tính ổn định được kiến nghị ở đây tính toán giá trị trung bình của ít nhất 15 điểm dữ liệu (đo được ít nhất mỗi phút trong khoảng 15 phút) và xác nhận rằng độ lệch chuẩn của các điểm dữ liệu này là dưới 5% giá trị trung bình của cùng các điểm dữ liệu. Kiến nghị áp dụng bộ lọc tính ổn định đối với cả dữ liệu bức xạ và công suất.

Số điểm dữ liệu được xác định là đạt tiêu chí trong Bảng 1 sẽ ảnh hưởng đến tính bất định của phép thử nghiệm. Là một căn cứ để xác định một số lượng đủ nhưng hợp lý các điểm dữ liệu, có thể sử dụng Bảng 2 để tham khảo. Số lượng điểm dữ liệu lớn hơn vào mùa hè cho thấy sự dễ dàng hơn khi thu thập dữ liệu trong những ngày dài hơn và dự kiến sẽ dẫn đến phép đo chính xác hơn, tùy thuộc vào thời tiết địa phương. Các vị trí mà hiếm khi có ngày có nắng, trời trong có thể cần thời gian thu thập dữ liệu lâu hơn hoặc cần giảm số điểm dữ liệu mục tiêu, theo đó làm tăng tính bất định của thử nghiệm. Đối với các hệ thống pin quang điện tập trung, Bảng 2 không trực tiếp liên quan. Đối với điện mặt trời tập trung, sau khi lọc theo các điều kiện ổn định, dữ liệu thu thập được phải bao gồm ít nhất 30 điểm dữ liệu (giả định các giá trị trung bình 15 phút) hoặc ít nhất 7,5 giờ dữ liệu được lọc nếu sử dụng các giá trị trung bình cho một khoảng thời gian khác nhau.

Đối với các hệ thống có tỉ số điện một chiều – điện xoay chiều cao, số điểm dữ liệu thu thập được trong vận hành “không hạn chế” có thể là một kích thước mẫu không đủ. Nếu thử nghiệm không thể hoàn thành vì điều này, hoặc nếu lo ngại rằng việc mô tả đặc điểm chỉ vào sáng sớm và chiều muộn sẽ gây thiên kiến trong kết quả, thì việc xác định ranh giới hệ thống và các điều kiện tham chiếu mục tiêu cũng phải nói rõ rằng một phần các chuỗi quang điện sẽ được ngắt kết nối tạm thời để giảm tỉ số điện một chiều – điện xoay chiều.

Bảng 2 - Các yêu cầu bức xạ ổn định tối thiểu theo mùa đối với các hệ thống trên mặt phẳng

Mùa (bán cầu bắc)	Ngày	Bức xạ tối thiểu trên mặt phẳng dãy (W/m ²)	Số lượng các điểm dữ liệu bình quân 15 phút cần thiết
Đông	22/11 - 21/01	450	20
Xuân	22/01 - 23/03	550	30
Hè	24/03 - 21/09	650	60
Thu	22/09 - 22/11	550	40

Các dữ liệu cũng có thể được sàng lọc theo chức năng thông thường của hệ thống. Các giai đoạn mà sự cố hệ thống theo dõi vị trí mặt trời hoặc sự dây bản hệ thống ảnh hưởng đến các kết quả thử nghiệm có

thể được loại bỏ hoặc bao gồm tùy theo mục đích áp dụng của thử nghiệm. Các loại bỏ hoặc bao gồm này phải được ghi chép thành một phần trong báo cáo thử nghiệm (xem Khoản 8, mục 8).

6.2.3. Che bóng cảm biến bức xạ

Do tính nhạy cảm của thử nghiệm đối với dữ liệu bức xạ, cần đặc biệt chú ý đến dữ liệu bức xạ. Đặc biệt, dữ liệu bức xạ mà có thể bắt nguồn từ sự che bóng ngẫu nhiên một cảm biến hoặc sự cố cảm biến phải được loại bỏ trước khi lấy trung bình các dữ liệu từ các cảm biến còn lại. Việc sử dụng nhiều cảm biến tại mỗi trạm thời tiết rất hữu ích khi xác định các vấn đề về che bóng một số cảm biến.

Ngoài ra, nếu một cảm biến bức xạ không được đặt hướng chính xác (ví dụ nếu lắp trên một hệ thống theo dõi vị trí mặt trời và bộ này dừng lại), thì dữ liệu từ cảm biến này phải được loại bỏ.

6.2.4. Độ chính xác hiệu chuẩn

Tất cả các cảm biến sẽ có các hiệu chuẩn chính xác để cung cấp một kết quả kiểm định với tính bất định thấp phù hợp với các yêu cầu nêu trong IEC 61724-1 về cấp độ đo lường mong muốn.

6.2.5. Sử dụng dữ liệu từ nhiều cảm biến

6.2.5.1. Tổng quát

Trong trường hợp mà nhiều cảm biến được sử dụng, nếu việc kiểm tra dữ liệu phát hiện ra lỗi trong công suất của một cảm biến, dữ liệu đó phải được loại bỏ trước khi tính trung bình các dữ liệu. Việc này chỉ được thực hiện khi có sự đồng thuận giữa các bên liên quan.

6.2.5.2. Nhiều cảm biến bức xạ

Bức xạ sử dụng làm đầu vào cho mô hình công suất phải là giá trị trung bình các phép đo đã có, trừ trường hợp phép đo được xác định là lỗi, trong trường hợp này, đầu vào cho mô hình phải là giá trị trung bình của các phép đo còn lại, như đã trình bày trước đó.

6.2.5.3. Nhiều cảm biến nhiệt độ môi trường xung quanh

Nhiệt độ môi trường sử dụng làm đầu vào cho mô hình phải là giá trị trung bình các phép đo đã có, trừ trường hợp phép đo được xác định là lỗi, trong trường hợp này, đầu vào cho mô hình phải là số trung bình/số trung vị của các phép đo còn lại.

6.2.5.4. Nhiều cảm biến nhiệt độ mô đun điện mặt trời

Nhiệt độ mô đun điện mặt trời sử dụng làm đầu vào cho mô hình phải là giá trị trung bình các phép đo đã có, trừ trường hợp phép đo được xác định là lỗi, trong trường hợp này, đầu vào cho mô hình phải là số trung bình/số trung vị của các phép đo còn lại.

6.2.6. Vận hành không hạn chế và vận hành hạn chế khi đạt đến giới hạn công suất của bộ chuyển đổi inverter

Như đã trình bày trong phần 6.1, dữ liệu sẽ được gán cờ tùy theo việc tất cả các bộ chuyển đổi inverter đang theo dõi điểm công suất tối đa hay tất cả các bộ chuyển đổi inverter đã giới hạn công suất vì đạt đến công suất của nó. Tất cả các dữ liệu khác bị loại bỏ.

Nếu bộ chuyển đổi inverter giới hạn công suất theo cách khác tùy theo các điều kiện vận hành, thì dữ liệu sẽ được lọc để xác định các dữ liệu nào thuộc điều kiện vận hành đang được xem xét.

6.3. Tính toán hệ số điều chỉnh

6.3.1. Tổng quát

Hệ số điều chỉnh được tính toán để điều chỉnh công suất đo được theo các điều kiện của hiệu suất mục tiêu. Các tiểu mục 6.3.2 đến 6.3.7 mô tả từng bước của quy trình.

6.3.2. Đo lường các đầu vào

Đo lường tất cả các đầu vào hay thay đổi, bao gồm dữ liệu khí tượng và các thông số cụ thể của nhà máy mà cần thiết để xác định các điều kiện đo lường.

6.3.3. Xác minh chất lượng dữ liệu

Nếu cần thiết, hãy xác minh dữ liệu đầu vào đo được như phần 6.2.

6.3.4. Tính toán hệ số điều chỉnh đối với mỗi điểm đo lường

Đưa dữ liệu khí tượng đo được vào mô hình của hệ thống và tính toán hệ số điều chỉnh cần thiết để chuyển dữ liệu đo được sang các điều kiện nhiệt độ, gió và bức xạ đã xác định trong các điều kiện tham chiếu mục tiêu đối với tất cả các điểm đo được trong vận hành ổn định “không hạn chế”.

Tính toán hệ số điều chỉnh cho mỗi điểm bằng mô hình công suất và phương trình sau (1):

$$CF = P_{Predtarg}/P_{Predmeas} \quad (1)$$

Trong đó

CF là hệ số điều chỉnh;

$P_{Predtarg}$ là công suất dự kiến tại các điều kiện mục tiêu;

$P_{Predmeas}$ là công suất dự kiến tại các điều kiện đo.

Cả hai công suất dự kiến này đều được lấy từ mô hình với sự thống nhất của các bên. Xem phụ lục về một mô hình ví dụ.

6.3.5. Điều chỉnh công suất đo được

Điều chỉnh công suất đo được bằng hệ số điều chỉnh đối với tất cả các điểm đo được trong vận hành ổn định “không hạn chế” như được tính toán từ mô hình công suất với phương trình (2):

$$P_{corr} = P_{meas} CF \quad (2)$$

6.3.6. Tính bình quân tất cả các giá trị công suất điều chỉnh

Chú ý chỉ xem xét các dữ liệu được bao gồm sau khi lọc dữ liệu (xem phần 6.2.2), tính bình quân tất cả các giá trị công suất được điều chỉnh trong các điều kiện vận hành “không hạn chế” và tính bình quân riêng tất cả các giá trị công suất đo được trong điều kiện vận hành hạn chế.

6.3.7. Phân tích các sai khác

Nếu một công suất điều chỉnh bình quân sai khác so với giá trị trung bình ở mức trên 5%, thì phải thực hiện chẩn đoán nguyên nhân gốc rễ đối với điểm dữ liệu để xem có tình huống ngoại lệ không và có được xem xét khi lọc dữ liệu không.

Nếu các giá trị công suất bình quân sai khác lớn so với các giá trị hiệu suất mục tiêu (như đã thiết lập bởi các bên tham gia thử nghiệm), thì phải thực hiện chẩn đoán nguyên nhân gốc rễ. Báo cáo thử nghiệm sẽ nhận xét về việc phép thử nghiệm có còn được xem là hợp lệ không.

6.4. So sánh công suất đo được với hiệu suất mục tiêu

Công suất điều chỉnh bình quân đo được (xem mục 6.3) và hiệu suất mục tiêu có thể được so sánh dưới dạng một hiệu số đơn giản, tỉ lệ phần trăm hoặc tính toán tỉ số.

Tính hiệu:

$$P_{\text{corr}} - P_{\text{Target}} \quad (3)$$

Tính hiệu theo tỉ lệ phần trăm:

$$[P_{\text{corr}} - P_{\text{Target}}] \cdot 100 / P_{\text{Target}} \quad (4)$$

Tỉ số (chỉ số tính năng của công suất):

$$P_{\text{corr}} / P_{\text{Target}} \quad (5)$$

Tỉ lệ (đơn vị %):

$$(P_{\text{corr}} \cdot 100) / P_{\text{Target}} \quad (6)$$

Thực hiện một so sánh tương tự giữa công suất bình quân thực tế trong thời gian vận hành hạn chế tương ứng với hiệu suất mục tiêu dự kiến trong thời gian vận hành hạn chế. Nếu công suất đầu ra của bộ chuyển đổi inverter phụ thuộc vào nhiệt độ bộ chuyển đổi inverter hoặc yếu tố khác, thì hiệu suất sẽ được đánh giá trên cơ sở bối cảnh tương ứng đó.

Đối với các hệ thống thường xuyên có vận hành hạn chế và khi các bên tham gia thử nghiệm đồng ý đưa nội dung này vào, thì báo cáo thử nghiệm sẽ bao gồm hai kết quả thử nghiệm để phản ánh cả vận hành hạn chế và vận hành không hạn chế. Việc sử dụng hai kết quả thử nghiệm này do phía người sử dụng của phép thử nghiệm lựa chọn và phải được xác định rõ trước khi thực hiện thử nghiệm. Nếu muốn một kết quả thôi, thì một phương án là sử dụng dữ liệu thời tiết thông thường để xác định mức năng lượng dự kiến sản xuất được trong điều kiện vận hành hạn chế và không hạn chế, và sau đó suy ra một kết quả tổng hợp áp dụng cho cả hai giá trị năng lượng tiêu biểu này để lấy số bình quân gia quyền hai kết quả thử nghiệm.

Phép so sánh P_{CORR} và hiệu suất mục tiêu sẽ bao gồm việc xem xét tính bất định tính được theo phần 6.5 và sẽ được thống nhất trước.

6.5. Phân tích tính bất định

Là một phần của phương án hiệu suất mục tiêu hoặc phương án thử nghiệm, thỏa thuận phải nói rõ cách xem xét tính bất định trong đo lường. Theo đó, cần phải định lượng tính bất định trong đo lường để xác định được hiệu suất đo được có đạt mức kỳ vọng không. Cho dù tính bất định có được sử dụng khi xác định kết quả thử nghiệm hay không, thì việc phân tích tính bất định phải là một phần của đánh giá.

Dữ liệu được thu thập với một độ chính xác theo đúng, hoặc cao hơn so với các quy định trong IEC 61724-1 về cấp độ đo lường được chọn. Độ chính xác trong đo lường xác định cấp độ đo lường, còn tính bất định cuối cùng gắn liền với kết luận của phép thử nghiệm sẽ phụ thuộc vào tỉ lệ dữ liệu bị loại bỏ và các yếu tố khác không được xác định trong IEC 61724-1. Tiểu mục này sẽ có các hướng dẫn bổ sung về phân tích tính không chắc chắn.

Tính bất định được xác định đối với P_{corr} , thay vì hiệu suất mục tiêu. Tính bất định đi kèm với mô hình được sử dụng để tính toán hiệu suất mục tiêu được bỏ qua. Tuy nhiên, tính bất định đi kèm với các dữ liệu thời tiết đo được sẽ được bao hàm trong P_{corr} .

Cả tính bất định mang tính hệ thống (thiên kiến) và mang tính ngẫu nhiên (chính xác) đều được xem xét trong phân tích này. Các yếu tố góp phần tạo ra tính bất định phụ thuộc vào mô hình sử dụng, nhưng thường xem xét tính bất định trong các phép đo bức xạ, nhiệt độ, tốc độ gió, và công suất điện phát ra, cũng như là tính bất định khi hiệu chỉnh các yếu tố này.

Tất cả các phép đo lường và tính bất định đi kèm được lập thành bảng và kết hợp lại thông qua sự lan truyền lỗi tiêu chuẩn đã quy định trong:

- Bộ quy tắc thử nghiệm hiệu suất ASME 19.1;
- ISO 5725;
- ISO/IEC Hướng dẫn 98-1.

Tính bất định đi kèm với mỗi cảm biến được lấy từ thông số kỹ thuật của nhà sản xuất và/hoặc từ báo cáo hiệu chuẩn do phòng thí nghiệm hiệu chuẩn cung cấp.

Phân tích tính bất định cũng phải bao gồm các lỗi hệ thống có thể phát sinh từ việc lắp đặt sai cảm biến, bao gồm:

- vị trí cảm biến bức xạ (độ nghiêng, góc phương vị và độ cao);
- vị trí của cảm biến nhiệt độ so với mô hình công suất;
- vị trí của cảm biến gió so với mô hình công suất;
- sự dây bẩn chưa được xử lý;
- sự thay đổi không gian khi các điểm đo lường không thể bắt được các giá trị chính xác của dãy (ví dụ tốc độ gió).

Tính bất định của thiết bị thu thập dữ liệu cũng phải được xem xét.

Đánh giá tính bất định phải bao gồm việc xem xét một loạt các điều kiện đã lấy mẫu thành công trong quá trình thử nghiệm. Ví dụ, thiên kiến liên quan đến quang phổ, góc tới, v.v... có thể được bao gồm nếu đo lường được giới hạn trong một thời điểm ngắn vào buổi sáng và một thời điểm ngắn vào buổi chiều khi công suất dòng một chiều nằm trong giới hạn công suất của bộ chuyển đổi inverter.

Mô hình nhiệt nêu trong Phụ lục A và các mô hình nhiệt khác thường được xây dựng dựa ra các ước tính tương ứng với nhiệt độ trung bình trong một thời gian dài. Vì phép thử nghiệm này thu thập dữ liệu trong một thời gian tương đối ngắn, nên nhiệt độ tính toán cho nhiệt độ mô hình có thể khác so với nhiệt độ thực tế. Phân tích tính bất định phải bao gồm việc đánh giá tính nhạy cảm của kết quả cuối cùng đối với mô hình nhiệt độ được chọn.

Công suất của một hệ thống không phải lúc nào cũng tuyến tính. Bảng 1 trình bày bộ lọc bức xạ ở mức $\pm 20\%$ so với bức xạ trong điều kiện tham chiếu mục tiêu. Phân tích tính bất định phải bao gồm việc ghi chép tính chất tuyến tính của hiệu suất hệ thống trong khoảng $\pm 20\%$ so với bức xạ trong điều kiện tham chiếu mục tiêu và/hoặc phải điều tra sự tác động đến kết quả khi điều chỉnh bộ lọc bức xạ trong Bảng 1.

Chú ý: Công suất hệ thống phi tuyến có thể tùy theo loại công nghệ cụ thể, hoặc do sự suy giảm điện trở song song, hoặc do trạng thái bất ổn định của màng mỏng.

7. Tài liệu hóa quy trình thử nghiệm

Tài liệu này nhằm đưa ra các hướng dẫn vừa mang tính quy tắc và vừa cụ thể về thử nghiệm và linh hoạt khi cần thiết để phù hợp với từng hệ thống riêng biệt. Do đó, cần xác định một kế hoạch thử nghiệm chi tiết và cụ thể theo hệ thống để triển khai phép thử nghiệm này trước khi bắt đầu thử nghiệm. Quy trình thử nghiệm này bao gồm tất cả các yêu cầu và thỏa thuận cụ thể về thực hiện thử nghiệm và rút gọn dữ liệu. Tất cả các bên tham gia thử nghiệm sẽ có đủ cơ hội để xem xét và phê duyệt quy trình thử nghiệm này. Kiến nghị rằng việc ghi chép quy trình thử nghiệm nên bao gồm các phần sau:

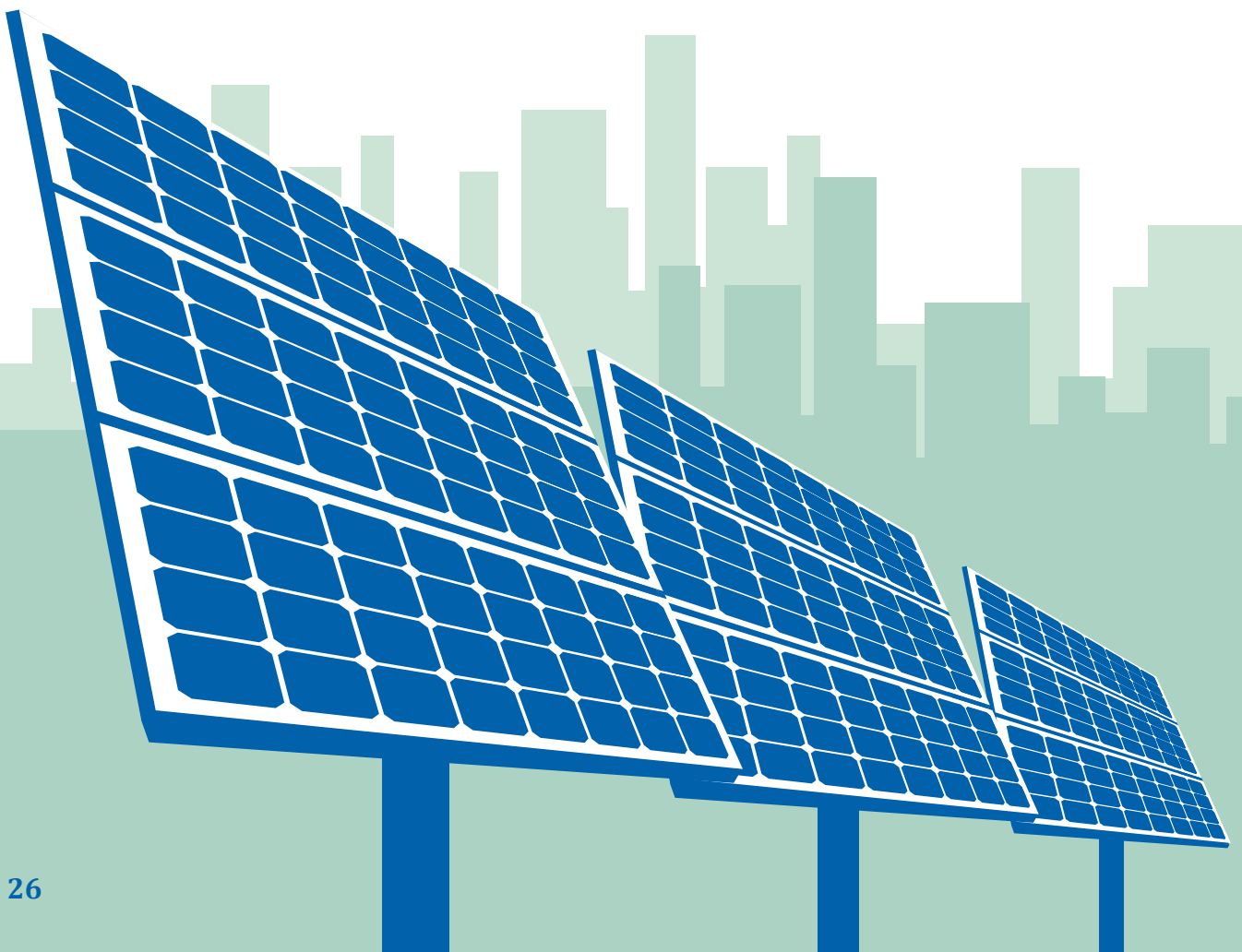
- a) mục đích;
- b) các giá trị bảo đảm và cơ sở bao gồm việc xác định ranh giới hệ thống dự kiến và ranh giới thử nghiệm có liên quan;
- c) lịch trình thử nghiệm;
- d) các bên tham gia thử nghiệm và các vai trò, trách nhiệm tương ứng về các chi tiết lắp đặt, vận hành, và phân tích dữ liệu, bao gồm trách nhiệm về:
 - i) các hiệu chuẩn;
 - ii) vệ sinh, làm sạch các cảm biến;
 - iii) vệ sinh, làm sạch dây;
 - iv) phát hiện các vấn đề hệ thống;
 - v) giải quyết các vấn đề hệ thống;
 - vi) xác định các cắt giảm điện năng (nếu có);
 - vii) phân tích dữ liệu;
 - viii) viết/rà soát báo cáo cuối cùng;
 - ix) các vai trò liên quan khác.
- e) các yêu cầu vận hành của nhà máy bao gồm việc vệ sinh, kiểm tra bằng chứng về sự tương tác với chim muông, động vật, sự tích tụ rác thải, gạch đá vụn, v.v....
- f) phương tiện, dụng cụ;
- g) phân tích tính bất định tiền thử nghiệm;
- h) các phương pháp chi tiết về xử lý dữ liệu và rút gọn dữ liệu;
- i) các tiêu chí về một cuộc thử nghiệm thành công;
- j) các tờ thông số kỹ thuật của phương tiện, dụng cụ và các giấy chứng nhận hiệu chuẩn;
- k) dữ liệu khí tượng trước đây làm tài liệu tham chiếu và/hoặc file điện tử.

8. Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm cuối cùng sẽ bao gồm quy trình thử nghiệm (trình bày rõ ràng hoặc mang tính tham chiếu) và các mục sau:

- 1) giới thiệu về bên thực hiện thử nghiệm;
- 2) mô tả khu vực thực hiện thử nghiệm, bao gồm vĩ độ, kinh độ và cao độ;
- 3) mô tả hệ thống đang được thử nghiệm; nói rõ có tải kí sinh hay không và tải kí sinh này được ghi chép như thế nào khi thử nghiệm;
- 4) tóm tắt về hiệu suất mục tiêu trong điều kiện vận hành “không hạn chế” và “hạn chế”, bao gồm việc xác định các điều kiện tham chiếu mục tiêu và mô hình công suất đi kèm;
- 5) tóm tắt việc xác định các dữ liệu khí tượng thu thập được trong quá trình thử nghiệm, bao gồm dữ liệu hiệu chuẩn đối với tất cả các cảm biến (xác định cảm biến, thí nghiệm thử nghiệm, ngày giờ thử nghiệm) và vị trí của cảm biến, bao gồm cả hình ảnh chụp vị trí cảm biến và khu vực xung quanh như thảm thực vật gồ ghề hay bằng phẳng hoặc có tuyết và các ghi chép về việc vệ sinh, làm sạch cảm biến;
- 6) tóm tắt việc xác định các dữ liệu hiệu suất hệ thống thu thập được trong quá trình thử nghiệm, bao gồm các ghi chép về các hiệu chuẩn đã được thực hiện;
- 7) dữ liệu chưa xử lý thu thập được trong quá trình thử nghiệm, trong đó nói rõ dữ liệu nào đã đạt tính ổn định và các tiêu chí khác;
- 8) giải thích tại sao dữ liệu đã đạt các tiêu chí lọc (nếu có) lại bị loại bỏ;
- 9) đối với các phép thử nghiệm hệ thống pin quang điện tập trung, khối không khí bình quân (gia quyền theo bức xạ) trong thời gian thử nghiệm cũng sẽ được báo cáo;
- 10) danh sách các yếu tố không được thực hiện theo quy trình thử nghiệm và giải thích lý do;
- 11) tổng hợp các hệ số hiệu chỉnh của dữ liệu lọc;
- 12) một so sánh tóm tắt giữa hiệu suất mục tiêu và hiệu suất bình quân thực tế, có hiệu chỉnh như được tính toán trong phần 6.3 trong cả điều kiện vận hành “hạn chế” và “không hạn chế” nếu có;
- 13) mô tả về phân tích tính bất định và nói rõ tính bất định đi kèm với các hệ số hiệu chỉnh, trên cơ sở tính bất định của các phép đo lường thời tiết (xem phần 6.5) và tính bất định của các giả định mô hình như mô hình nhiệt độ và giả định về sự phản ứng tuyến tính với bức xạ;
- 14) mô tả về phân tích tính bất định và nói rõ tính bất định đi kèm với hiệu suất đo được (xem phần 6.5) bao gồm phân tích tính bất định do ngoại suy (tất cả các điểm dữ liệu nằm về một phía của các điều kiện tham chiếu mục tiêu);
- 15) có thể tóm tắt các kết quả thử nghiệm trong đó bao gồm:
 - a) P_{corr} trong điều kiện vận hành “không hạn chế”;
 - b) P_{corr} trong điều kiện vận hành “hạn chế”;
 - c) các điều kiện tham chiếu trong vận hành không hạn chế và công suất mục tiêu đi kèm với các điều kiện này;
 - d) Chỉ số hiệu suất trong điều kiện tham chiếu mục tiêu (tỉ số giữa P_{corr} trên hiệu suất mục tiêu tính theo %).

Đối với các mục bị trùng lặp trong cả hai danh sách, báo cáo cuối cùng phải sử dụng thông tin gốc, xác minh rằng dự án đã được thực hiện như kế hoạch ban đầu, hoặc nói rõ các thay đổi đã được thực hiện trong quá trình thử nghiệm.



Phụ lục A

(cung cấp thông tin)

Ví dụ về mô hình tính toán nhiệt độ mô đun

1. Tổng quát

Nhìn chung, có hai phần để xác định sự phụ thuộc nhiệt độ trong công suất của một hệ thống pin quang điện: 1) sự liên quan giữa các điều kiện thời tiết với nhiệt độ mô đun và 2) công suất là một hàm của nhiệt độ mô đun.

Có thể đo lường nhiệt độ mô đun trực tiếp bằng một cảm biến đằng sau mô đun như đã nói trong IEC 61829 hoặc Phụ lục B của IEC 61724-1:2016, hoặc một camera hồng ngoại đã được hiệu chuẩn cẩn thận để bắt được độ phát xạ của mô đun, nhưng nhiệt độ mô đun phản ánh cả các điều kiện thời tiết và chất lượng hệ thống lắp đặt hoặc thiết kế, vì việc lắp đặt sai các mô đun hoặc thiết kế khung yếu có thể khiến cho mô đun vận hành bị nóng so với thiết kế dự kiến. Để xem xét nhiệt độ vận hành của mô đun trong thử nghiệm, có thể sử dụng nhiệt độ môi trường xung quanh và tốc độ gió để tính toán nhiệt độ trung bình dự kiến của mô đun. Nếu các phép đo theo IEC 61853-2 đã có rồi, thì có thể sử dụng các phép đo này để tính toán nhiệt độ mô đun từ nhiệt độ môi trường xung quanh và tốc độ gió.

2. Ví dụ về mô hình truyền nhiệt để tính toán nhiệt độ vận hành dự kiến của tế bào quang điện

Phần này trình bày về một mô hình truyền nhiệt đã mang lại các kết quả tốt. Tuy nhiên, cũng có các mô hình khác, và người thực hiện phải chọn một mô hình mà phù hợp nhất với trường hợp của họ. Điều quan trọng nhất là sử dụng các mô hình truyền nhiệt đồng nhất để xác định công suất mục tiêu cũng như là các điều kiện tham chiếu mục tiêu.

Nhiệt độ mô đun và tế bào quang điện có thể được thể hiện bằng phương trình A.1 và A.3:

$$T_m = G_{\text{meas}} \cdot [e^{(a+b \cdot WS)}][^{\circ}\text{C m}^2/\text{W}] + T_a \quad (\text{A.1})$$

Trong đó

T_m là nhiệt độ bề mặt đằng sau mô đun được tính toán ($^{\circ}\text{C}$);

G_{meas} là bức xạ lên mặt phẳng dây đo được (W/m^2);

T_a là nhiệt độ môi trường xung quanh đo được ($^{\circ}\text{C}$);

WS là tốc độ gió được hiệu chỉnh theo độ cao 10 m (m/s);

a là hệ số kính của mô đun (xem Bảng A.1);

b là hệ số kính đối lưu cưỡng bức (s/m);

e là logarit tự nhiên.

$$WS = WS_{\text{meas}} \cdot [H/H_{\text{meas}}]^\alpha \quad (\text{A.2})$$

Trong đó

WS là tốc độ gió được hiệu chỉnh theo độ cao 10m hoặc theo độ cao phù hợp với mô hình công suất;

WS_{meas} là tốc độ gió đo được;

H là độ cao được sử dụng trong mô hình công suất (m) (thường là 10 m);

H_{meas} là độ cao phong tốc kế trên mặt đất (m)

α là hệ số cản lớp phủ nền hay hệ số Hellmann (xem Bảng A.2) (không có đơn vị).

Sự giảm nhiệt độ dẫn truyền giữa bề mặt sau mô đun và tế bào quang điện phía trong có thể được tính toán theo phương trình A.3.

$$T_c = T_m + (G_{\text{meas}}/1000 \text{ W/m}^2) \cdot dT_{\text{cond}} \quad (\text{A.3})$$

Trong đó

T_c là nhiệt độ tế bào quang điện tính toán ($^{\circ}\text{C}$);

dT_{cond} là hệ số nhiệt độ truyền dẫn để xác định sự chênh lệch giữa bề mặt mô đun và khu vực giữa tế bào quang điện ($^{\circ}\text{C}$).

Các hệ số a , b , và dT_{cond} được xem là một phần khi xác định tính phù thuộc nhiệt độ. Các hệ số này có thể được suy ra từ dữ liệu đo được hoặc được thu thập từ các tài liệu về các cấu hình tương tự, như các hệ số trong Bảng A.1. Nếu dữ liệu tốc độ gió đo được và trong đầu vào mô hình được thu thập ở độ cao như nhau, thì việc hiệu chỉnh tốc độ gió trong phương trình A.2 có thể được bỏ qua.

Bảng A.1 - Các hệ số được xác định theo kinh nghiệm để dự đoán nhiệt độ mô đun

Loại mô đun	Khung treo	a	b (s/m)	dT_{cond} ($^{\circ}\text{C}$)
Kính/tế bào/kính	Khung giá mở	-3,47	-0,0594	3
Kính/tế bào/kính	Khung có vòm kín	-2,98	-0,0471	1
Kính/tế bào/tấm polyme	Khung giá mở	-3,56	-0,0750	3
Kính/tế bào/tấm polyme	Đằng sau được cách ly	-2,81	-0,0455	0
Polyme/màng mỏng/thép	Khung giá mở	-3,58	-0,113	3
22× bộ tập trung tuyến tính	Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời	-3,23	-0,130	13
Chú ý: Tốc độ gió được đo lường ở độ cao khí tượng tiêu chuẩn là 10 m.				

Hệ số Hellmann phụ thuộc vào sự ổn định của không khí và kiểu địa hình. Có thể lựa chọn các giá trị trong Bảng A.2. Phân tích tính bất định phải bao gồm sự đánh giá độ nhạy cảm của kết quả cuối cùng đối với giá trị được chọn từ Bảng A.2 hoặc các giả định mô hình khác.

Bảng A.2 - Hệ số Hellmann, α , để hiệu chỉnh tốc độ gió theo độ cao được đo, nếu sử dụng các giá trị trong Bảng A.1

Vị trí	α
Không khí không ổn định phía trên bờ biển mở, bằng phẳng	0,11
Không khí trung hòa phía trên bờ biển mở, bằng phẳng	0,16
Không khí không ổn định phía trên các khu vực có người ở	0,27
Không khí trung hòa phía trên các khu vực có người ở	0,34
Không khí ổn định phía trên bờ biển mở, bằng phẳng	0,40
Không khí ổn định phía trên các khu vực có người ở	0,60

Đối với một số thiết kế, hệ số nhiệt độ có thể phụ thuộc mạnh mẽ vào hướng gió. Nếu vậy, việc đo lường hướng gió và điều chỉnh mô hình nhiệt độ tương ứng có thể cải thiện độ chính xác của quá trình thử nghiệm.

Nếu các ranh giới hệ thống và thử nghiệm đã được xác định để cho phép việc đo lường trực tiếp nhiệt độ phía sau mô đun, thì chỉ cần phương trình A.3 với T_m ở nhiệt độ được đo. Trong trường hợp này, nhiệt độ phía sau mô đun phải được đo theo IEC 61829 và Phụ lục B IEC 61724-1:2016. Cũng có thể sử dụng IEC 60904-5 để xác định nhiệt độ chuyển tiếp, nhưng việc này thường gặp khó khăn khi đánh giá hiệu suất của một hệ thống hoạt động liên tục vì IEC 60904-5 sử dụng điện áp mạch hở đo được. Cần chú ý rằng nhiệt độ chuyển tiếp tính toán được từ điện áp mạch hở đo được sẽ phản ánh sự dao động nhanh của nhiệt độ tế bào quang điện khi có các thay đổi nhanh trong bức xạ gây ra do tốc độ cao của gió và mây trên bầu trời mà không phù hợp với nhiệt độ đo được trực tiếp của bề mặt phía sau. Do đó, việc đánh giá công suất phát điện của hệ thống phải được thực hiện khi bức xạ ổn định như đã trình bày trong Bảng 1.

Ngoài ra, hệ số công suất giữa nhiệt độ tế bào quang điện và sự thay đổi tương đối trong công suất hệ thống được xác định và công suất được hiệu chỉnh theo phương trình A.4.

$$CF_{T_{cell}} = 1 + \delta (T_c - T_{TRC}) \quad (A.4)$$

Trong đó

$CF_{T_{cell}}$ là hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ vận hành của tế bào quang điện;

d là hệ số giữa công suất và nhiệt độ tế bào quang điện thu thập từ tài liệu sản phẩm (chú ý rằng hệ số này có giá trị âm ($1/^\circ C$));

T_c là nhiệt độ tế bào quang điện tính từ các điều kiện khí tượng đo được sử dụng mô hình truyền nhiệt hoặc từ nhiệt độ mô đun đo được;

T_{TRC} là nhiệt độ tế bào quang điện trong điều kiện tham chiếu tiêu chuẩn. nhiệt độ này được tính toán với cùng mô hình đã được sử dụng để xác định công suất mục tiêu trong điều kiện tham chiếu mục tiêu đã cho.

Phụ lục B

(cung cấp thông tin)

Ví dụ về mô hình công suất hệ thống

1. Tổng quát

Mô hình công suất phát điện của một hệ thống có thể đơn giản hoặc phức tạp. Dưới đây là một ví dụ đơn giản.

2. Mô hình ví dụ

Một ví dụ về việc thực hiện một giả định tuyến tính, nếu công suất nhà máy được xác định theo phương trình B.1, thì hệ số hiệu chỉnh đối với bức xạ sẽ áp dụng theo phương trình B.2 bao gồm các tác động nhiệt độ mô đun theo một giả định tuyến tính về hiệu chỉnh nhiệt độ.

$$P_{Pred} = (P_{PredTarg}) \cdot (G_{meas} / G_{TRC}) + P_{zero} \cdot (1 - G_{meas} / G_{TRC}) \quad (B.1)$$

Trong đó

P_{Pred} là công suất dự kiến;

$P_{PredTarg}$ là công suất dự kiến trong các điều kiện mục tiêu;

G_{meas} là bức xạ đo được;

G_{TRC} là bức xạ định danh được sử dụng để xác định công suất mục tiêu;

P_{zero} là giao điểm (âm) thường quan sát thấy khi vẽ đồ thị công suất như một hàm của bức xạ khi bộ chuyển đổi inverter cần một đầu vào công suất tối thiểu cho hàm.

Việc bổ sung một hiệu chỉnh nhiệt độ vào phương trình B.1 và bỏ qua P_{zero} dẫn đến hệ thức dưới đây để dự đoán công suất từ bức xạ và nhiệt độ tế bào quang điện đo được:

$$P_{Pred} = (P_{PredTarg}) \cdot (G_{meas} / G_{TRC}) \cdot [1 + \delta (T_C - T_{TRC})] \quad (B.2)$$

Trong đó

δ là hệ số nhiệt độ lấy từ các tài liệu sản phẩm;

T_{TRC} là nhiệt độ tế bào quang điện được tính toán theo mô hình nhiệt trong điều kiện tham chiếu mục tiêu;

T_C là nhiệt độ tế bào quang điện được tính theo mỗi điểm đo lường (xem Phụ lục A về ví dụ cách tính nhiệt độ này).

Xem phần 6.3.4 về cách sử dụng phương trình B.2 khi tính toán hệ số hiệu chỉnh.

Phụ lục C

(cung cấp thông tin)

Hướng không nhất quán của dây

Hướng của một dây có thể khác nhau do:

- sự sai khác không có chủ ý trong tay nghề công nhân;
- sự sai khác không có chủ ý do sự cố hệ thống theo dõi vị trí mặt trời hoặc do sự không ăn khớp trong một phần của dây;
- sự sai khác có chủ ý để phù hợp với địa hình địa phương một cách không kiểm soát được;
- sự sai khác có chủ ý theo các hướng cụ thể, như trên một mái nhà có hai hướng khác nhau.

Việc xác định các phương pháp để giải quyết mỗi tình huống như vậy sẽ không được xem xét trong tài liệu này. Mục đích của phụ lục này là đưa ra các hướng dẫn thay vì các phương pháp cụ thể.

Mặc dù đã xác định một thử nghiệm năng lượng tương ứng với một hướng cụ thể đã xác định, nhưng kiến nghị nên áp dụng phép thử nghiệm năng lượng tương ứng với hướng thiết kế, việc thử nghiệm công suất để phản ánh hướng thiết kế thay vì hướng lắp đặt có thể dẫn đến đánh giá sai về hệ thống.

Các cảm biến bức xạ phải được đặt ở nơi phản ánh được sự sắp xếp của dây. Nếu một hệ thống lớn và sự sắp xếp không được kiểm soát tốt, có thể sẽ có ích khi bao gồm các cảm biến bức xạ cho mỗi khu vực của nhà máy. Số lượng cảm biến, vị trí (được chọn để phản ánh các hướng khác nhau), và sự cân nhắc dữ liệu đo được từ nhiều cảm biến (được chọn để phản ánh các mô đun theo mỗi hướng) phải được chọn để có thể thấy rõ mức bức xạ bình quân mà dây đang được thử nghiệm nhận được. Các nội dung này cần được các bên tham gia thử nghiệm thống nhất trước.

Thông thường, thử nghiệm này không được áp dụng trong thời gian hệ thống theo dõi vị trí mặt trời bị hỏng, nhưng nếu một dây không được sắp xếp, căn chỉnh nhất quán, thì chiến lược đã xác định trong đoạn trước có thể được sử dụng.

Trong trường hợp các phần khác của một hệ thống quay theo nhiều hướng khác nhau, nếu mỗi phần này được kết nối với một bộ chuyển đổi inverter khác nhau, thì nên thực hiện thử nghiệm một cách riêng rẽ đối với các phần khác nhau này. Nếu có nhiều dây với các hướng khác nhau được kết nối với cùng một bộ chuyển đổi inverter, thì các phép đo bức xạ phải được cân nhắc để phản ánh các dây trong mỗi hướng.

Danh mục tài liệu tham khảo

1. IEC 60904-5, *Các thiết bị quang điện - Phần 5: Xác định nhiệt độ tế bào tương đương của các thiết bị quang điện theo phương pháp điện áp mạch hở*
2. IEC TS 61724-3, *Hiệu suất của hệ thống pin quang điện – Phần 3: Phương pháp đánh giá điện năng*
3. IEC 61829, *Dãy quang điện – Đo lường tại chỗ các đặc tuyến dòng điện-điện áp*
4. IEC 61853-2, *Thử nghiệm hiệu suất và đánh giá năng lượng mô đun điện mặt trời – Phần 2: Sự đáp ứng quang phổ, góc tới và các đo lường nhiệt độ vận hành của mô đun*
5. IEC 62446-1, *Các hệ thống pin quang điện – Các yêu cầu về thử nghiệm, tài liệu và bảo trì – Phần 1: Nối lưới - Tài liệu, chạy thử và kiểm tra*
6. ISO 5725, *Tính chính xác của các phương pháp và kết quả đo lường*
7. *Mô hình hiệu suất dãy quang điện*, D.L. King, W.E. Boyson, J.A. Kratochvill, Sandia Report SAND2004-3535, 2004. prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2004/043535.pdf.
8. Hợp tác mô hình hóa hiệu suất điện mặt trời của Sandia, <https://pvpmc.sandia.gov/>.
9. IEA PVPS (Chương trình các hệ thống pin quang điện của Cơ quan Năng lượng Quốc tế) Nhiệm vụ 13 (Hiệu suất và độ tin cậy của các hệ thống pin quang điện), <http://iea-pvps.org/index.php?id=57>
10. ASTM E2848-13, *Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn để báo cáo về hiệu suất hệ thống pin quang điện phi tập trung*
11. Phương pháp tiếp cận căn bản về thử nghiệm công suất nhà máy điện mặt trời, T.A. Dierauf, S. Kurtz, E. Riley, B. Bourne, EU PVSEC 2014 Paper 5AO_7_1_A.

Bản quyền IEC

Cấp bởi Trung tâm Thông tin Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (ISMQ) - Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Việt Nam (STAMEQ)
Không được phép sản xuất hay thiết lập mạng lưới khi không có giấy phép của ISMQ - STAMEQ Việt Nam

