

『중국, 결정질 실리콘 태양광 모듈 및 인버터의 최소 에너지효율 제한값 및 에너지효율 등급에 관한 국가 표준 제정(안)』

2025. 11. 24.

TBT 통보여부	통보	HS Code	8541.43, 8504.40
통보국	중국	전년도 수출규모 (천불)	104,125 (2024)
작성기관	한국기계전기전자 시험연구원	문의처	tbt@kotica.or.kr

규제 요약서

□ 규제 개요

- (규제요지) 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통 연계형 인버터에 대한 에너지 효율 등급과 기준, 시험 방법을 지정
- (적용범위) HS 코드 8541.43, 8504.40

□ 주요 내용

- (주요 내용) 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통 연계형 인버터는 본 표준에 지정된 에너지 효율 등급 3등급의 기준 하한선을 충족해야 함
- (인증정보) 강제 인증(CCC) 대상 품목은 아니나, 인증 기관으로부터 자발적 인증을 신청할 수 있음
 - (인증절차) 중국 품질 인증센터(CQC)의 경우, 형식시험/초기 공 심사 수행 후 인증 마크를 발급
 - (유효기간) 5년

□ 주요국 규제동향 비교

- 유사품목 규제 동향
 - (유럽연합) EU 공동연구센터(JRC)는 2025년 7월 태양광 모듈의 탄소 발자국 계산을 위한 조화 규칙(안)을 발표하였으며, 2026년 관련 규정 마련을 목표로 진행중
 - (미국) 연방 차원에 효율 기준이나 라벨 규제는 없으나, 판매/설치 시 UL 1703 또는 UL 61730 등에 따른 검사 필요
 - (인도) 2025년 1월 태양광 모듈 및 태양광 계통형 인버터를 의무 등록 대상 품목(CRS)로 지정

□ 기술규제 영향분석

- (규제 영향 분석 결과) 3등급 에너지 효율 제한이 강제 규정으로 적용할 수 있고, 에너지 효율 등급을 위한 추가적인 시험이 필요하여 비용 및 시간이 별도 소요될 수 있음
 - 동 표준의 규제 대상 제품에 대한 효율 시험 요구사항에 대해 대응 가능성, 과도성 등에 대해 관련 업계의 의견 수렴 필요
- (권고사항) 제품 효율이 중국이 제시한 3등급 하한선을 충족하는지 사전 점검 및 신규 표준 발효 전 등급 라벨링 부착 및 증빙을 위한 시험 성적서 확보 준비 필요

□ 예상되는 기업애로 요인 분석 및 파급효과

- 수출 품목 제한 및 설계 변경, 인증 비용 증가 등

□ 대응 방안

- 기업 규모별 전략
 - (기업 전반) 신규 시험 항목에 대한 기술적 준비 및 인증 선제 대응 필요

목 차

요약문	1
I. 규제 개요	2
II. 규제 세부 내용	3
III. 관련 인증 정보	7
IV. 주요국 규제동향 및 규제수준 비교	9
1. 주요국 기술규제 동향	9
2. 주요국 규제수준 비교	11
V. 예상 주요 애로사항 및 파급효과	12
1. 기술규제 영향 평가 검토	12
2. TBT 협정문 위배 여부 판단	14
VI. 대응 방안	15
참고 규정 원문 번역본	16

요 약 문

규 제 명	영문	National Standard of the P.R.C., Minimum allowable values of energy efficiency and energy efficiency grades for crystalline silicon photovoltaic modules and inverters		
	국문	중국 국가표준, 결정질 실리콘 태양광 모듈 및 인버터의 최소 허용 에너지효율 기준 및 에너지효율 등급		
WTO/TBT 통보문 번호		CHN/2131	통보국	중국
채택(예정)일		추후 결정	시행현황	제정 초안
시행(예정)일		승인 12개월 후	통보일(고시일)	2025. 10. 27.
HS Code		8541.43, 8504.40	의견수렴 마감일	2025. 12. 26.
총 수출액 (천불)		1,095,030 (2024)	對발행국 수출액 (천불)	104,125 (2024)
중소기업 품목여부		해당 없음		
규제 주요 내용	해당 부처	중국 시장규제감독총국		
	규제 목적	결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통연계형 인버터에 대한 에너지 효율 등급과 기준, 시험 방법을 지정		
	주요 내용	결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통 연계형 인버터는 표준에 지정된 에너지 효율 등급 3등급의 기준 하한선을 충족해야 함		
심층분석 결과 (종합 의견)		국내 기업의 제품 효율이 중국이 제시한 3등급 하한선을 충족하는지 사전 점검 필요하며, 발효 전 등급 라벨링 부착 및 증빙을 위한 시험 성적서 확보 준비 필요		
대응 여부	기업 의견	신규 시험 항목에 대한 기술적 준비 및 인증 선제 대응		
	대응 방안	본 표준에서 요구하는 특수 시험 항목에 대한 대비 및 충분한 시험 기간 확보, 규제 시행 전, 중국 지정 시험소를 통해 변경된 기준에 따른 성적서를 미리 확보		

□ 도입배경

- 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통 연계형 인버터의 에너지 효율 등급·에너지 효율 제한값·시험 방법에 관한 중국 국가표준 수립
- 본 표준의 에너지 효율 등급은 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통연계형 인버터의 최대 성능을 규제하여, 발전 효율을 향상하려는 목적으로 제정되었음

□ 규제 요지

- 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통연계형 인버터에 대한 에너지 효율 등급과 기준을 지정하고, 제품 유형별 시험 방법을 지정
- 결정질 실리콘 태양광 모듈은 기술 유형에 따라 광전 변환 효율과 환경 응력 감쇠율 기준을 인버터는 출력에 따라 평균 가중 총 효율과 최대 변환 효율 기준을 충족해야 함
- 시험 방법은 본 표준 부속서 또는 GB/T 34160-2017 또는 IEC TS 60904-1-2를 따름

□ 적용대상

- (HS 코드: 8541.43) 광전지(모듈에 조립되었거나 패널로 구성된 것으로 한정한다)
- (HS 코드: 8504.40) 정지형 변환기

□ 시행일

- 공개 협의를 위한 제정 초안 작업 단계로 채택일 및 시행일 미지정

□ 적용제품

○ 표준 적용 범위 및 예외 기준 (규제원문 1)

- (적용 범위) 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통연계형 인버터*
- * 중앙 집중식 태양광 계통연계형 인버터, 스트링형 태양광 계통연계형 인버터, 사전 조립식 태양광 인버터 일체형, 태양광 계통연계형 인버터의 구성요소를 포함함
- (적용 예외 기준) ① 건물 일체형 태양광(BIPV*) 모듈, ② 소비자용 태양광 모듈**, ③ 페로브스카이트/결정질 실리콘 탠덤 태양광 모듈, ④ 20kW 미만의 태양광 계통연계형 인버터

* Building Envelope의 하나 이상의 기능을 제공하는 태양광 모듈 (IEC 63092 -1:2020의 정의 인용)

** 해당 모듈에 대한 정의는 IEC TS 63163:2021을 참조

□ 기술 용어

○ 본 표준에서 언급되는 주요 기술 용어 및 약어 정의는 다음 표를 참조

기술 용어 및 약어

1. TOPCon(Tunnel Oxide Passivated Contact) : 터널 산화막 비활성화 접촉 기술
2. HJT(Heterojunction) : 이종 접합 기술
3. BC(Back Contact) : 후면 접촉 기술
4. MPPT(Maximum Power Point Tracking) : 최대 전력점 추적
5. TOPCon 태양광 모듈 : TOPCon 태양광 셀을 사용하여 제조된 태양광 모듈
6. HJT 태양광 모듈 : HJT 태양광 셀을 사용하여 제조된 태양광 모듈
7. BC 태양광 모듈 : BC 태양광 셀을 사용하여 제조된 태양광 모듈
8. 태양광 계통연계형 인버터 : 태양광 어레이에서 출력되는 직류 전기를 교류 전기로 변환하여 전력망에 공급하는 장비
9. 정적 MPPT 효율 : 조사 강도가 일정한 조건에서, 일정 측정 주기 내에 측정된 태양광 계통연계형 인버터의 직류 측 입력 전력량과 태양광 어레이 시뮬레이터가 이론적으로 최대 전력점(MPP)에서 제공하는 직류 전력량의 비
10. 인버터 변환 효율 : 조사 강도가 일정한 조건에서, 일정 측정 주기 내에 측정된 태양광 계통연계형 인버터의 교류 측 출력 전력량과 직류 측 입력 전력량의 비
11. 평균 가중 총 효율 : 상이한 직류 입력 전압 하에서, 태양광 계통연계형 인버터의 규

기술 용어 및 약어

- 정된 상이한 부하 지점(负载点)에서의 가중 효율 총합의 평균값, 즉 평균 가중 총 효율
12. 결정질 실리콘 태양광 모듈 에너지 효율 제한값 : 규정된 시험 조건에서, 결정질 실리콘 태양광 모듈의 광전 변환 효율의 최저 허용값과 환경 응력에 따른 감쇠율의 최고 허용값
13. 태양광 계통연계형 인버터 에너지 효율 제한값 : 규정된 시험 조건에서, 태양광 계통연계형 인버터의 평균 가중 총 효율과 최대 변환 효율의 최저 허용값

□ 에너지 효율 등급

○ 결정질 실리콘 태양광 모듈의 에너지 효율 등급 (규제원문 5.1.1.)

- 효율 등급은 3개 등급으로 구분되며, 1등급이 에너지 효율적임
- 다음 표에 명시된 각 효율 등급에서 ①광전 변환 효율*은 명시된 값 이상이어야 하며, ②환경 응력 감쇠율**은 명시된 값 이하여야 함
- 에너지 효율 제한값은 다음 표의 3등급에 해당함

* Photovoltaic Conversion Efficiency : 태양 에너지 전기 에너지로 변환하는 비율

** Environmental Stress Degradation Rate : 정된 고온, 고습, UV, 열 순환 등의 환경 스트레스 시험을 거친 후, 모듈의 최대 전력이 초기 전력 대비 얼마나 감쇠했는지를 나타내는 비율

[표 1] 결정질 실리콘 태양광 모듈의 에너지 효율 등급

제품 유형	1등급		2등급		3등급	
	광전 변환 효율 %	환경 응력 감쇠율 %	광전 변환 효율 %	환경 응력 감쇠율 %	광전 변환 효율 %	환경 응력 감쇠율 %
TOPCon 태양광 모듈	23.6% 이상	3.5 이하	23.2% 이상	5.0 이하	22.4% 이상	9.0 이하
HJT 태양광 모듈	23.9% 이상	4.5 이하	23.3% 이상	6.0 이하	22.5% 이상	9.5 이하
BC 태양광 모듈	24.8% 이상	2.5 이하	24.3% 이상	3.5 이하	23.3% 이상	6.5 이하

각주 : 태양광 모듈의 광전 변환 효율 및 환경 응력 감쇠율은 정면(正面) 수치로 계산한다

○ 태양광 계통연계형 인버터의 에너지 효율 등급 (규제원문 5.1.2.)

- 효율 등급은 3개 등급으로 구분되며, 1등급이 에너지 효율적임
- 다음 표에 명시된 각 효율 등급에서 ①평균 가중 총 효율*과, ②최대

변환 효율**은 명시된 값 이상이어야 함

* 다양한 부하 조건에서 측정된 효율에 가중치를 부여한 평균값

** 인버터가 달성할 수 있는 가장 높은 효율

- 에너지 효율 제한값은 다음 표의 3등급에 해당함

[표 2] 태양광 계통연계형 인버터의 에너지 효율 등급

제품 유형	에너지 효율 등급					
	1등급		2등급		3등급	
출력	평균 가중 총 효율 %	최대 변환 효율 %	평균 가중 총 효율 %	최대 변환 효율 %	평균 가중 총 효율 %	최대 변환 효율 %
500kW 초과	98.58	99.00	98.48	98.85	98.38	98.70
200kW 초과 500kW 이하	98.55	99.00	98.45	98.85	98.35	98.65
150kW 초과 200kW 이하	98.35	98.80	98.25	98.70	98.15	98.60
100kW 초과 150kW 이하	98.25	98.70	98.15	98.60	98.05	98.50
50kW 초과 100kW 이하	98.20	98.60	98.10	98.55	98.00	98.50
20kW 초과 50kW 이하	98.15	98.55	98.05	98.50	97.95	98.50

- 양면성 비율* (규제원문 5.1.2.)

* Bifaciality Ratio : 동일한 조도에서 후면 효율과 전면 효율의 비율

- 양면형 결정질 실리콘 모듈에 대해, ①TOPCon 태양광 모듈의 양면성 비율은 75% 이상, ②HJT 태양광 모듈의 양면성 비율은 85% 이상, ③BC 태양광 모듈의 양면성 비율은 70% 이상이어야 함

□ 계산 및 시험 방법

- 매개변수의 계산 방법과 제품 유형별 시험 방법은 참조 표준 또는 본 표준의 부속서*를 따라야 함

* 부속서 A와 B의 내용은 본 보고서 붙임 항목을 참조

- 1) (결정질 실리콘 태양광 모듈 광전 변환 효율 시험 방법) GB/T 34160-2017에 따라 시험

2) (결정질 실리콘 태양광 모듈 환경 응력 감쇠율 시험 방법) 부속서 A에 따라 시험

3) (결정질 실리콘 태양광 모듈 양면성 비율 시험 및 계산 방법) IEC TS 60904-1-2에 따라 시험

- 양면성 비율의 계산 방법은 다음 표를 참조

$$\phi = \frac{I_{sc\text{후면}}}{I_{sc\text{정면}}}$$

ϕ = 양면성 비율

$I_{sc\text{후면}}$ = 표준 시험 조건(조사 강도 1000W/m^2 , 셀 온도 25°C , IEC 60904-3의 표준 태양광 스펙트럼 조사 분포 충족)에서 태양광 모듈 후면 단락 전류이며, 단위는 암페어 A이다

$I_{sc\text{정면}}$ = 표준 시험 조건에서 태양광 모듈 정면 단락 전류이며, 단위는 암페어 A이다

4) (태양광 계통연계형 인버터 효율 시험 방법) 부속서 B에 따라 시험

□ 관련 표준 및 문서

- 본 표준은 다음 표준 및/또는 문서를 인용하며, 날짜가 기재되지 않은 경우 최신 버전을 적용함

표준명	내용
GB/T 2297	태양광 에너지 시스템 용어
GB/T 8170	수치 반올림 규칙 및 한계 값의 표시와 판정
GB/T 9535.2	지상용 태양광 모듈 설계 검증 및 형식 승인 제2부: 시험 절차
GB/T XXXXX	태양광 모듈 복합 환경 응력 시험 방법 및 성능 요구 사항
GB/T 34160	지상용 태양광 모듈 광전 변환 효율 측정 방법
IEC TS 60904-1-2	태양광 디바이스 제1-2부: 양면형 태양광(PV) 디바이스의 전류-전압 특성 측정

□ 현행 적합성 평가 및 인증 절차 관련 주요 내용

- 강제 인증 여부
 - 2025년 11월 기준, 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통연계형 인버터 제품은 중국의 의무 인증(CCC) 대상 품목에 해당하지 않으며, CQC 등 자발적 인증 관련 서비스가 확인됨
 - 본 제정안은 상기 제품에 대한 강제 규격을 GB 표준으로 수립하며, 추후 관련 안전/성능 표준 도입 및 정부 정책에 따라 CCC 대상 품목으로 지정되는지 모니터링 필요
- 태양광 모듈 및 태양광 계통연계형 인버터 관련 자발적 인증
 - 중국의 인증 기관*은 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통연계형 인버터 제품에 대한 자발적 제품 인증을 제공하며, 국제 표준 준수에 관한 시험 서비스를 제공함
 - * 중국 품질 인증센터(CQC), 중국인증검사그룹 인증·시험센터(CVC) 등
 - CQC의 경우 다음 인증 규칙에 따라 적합성을 평가하고, 마크를 발급하고 있음

- (지상형 결정질 실리콘 태양광 모듈) CQC 33-471541-2023([URL](#))
- (태양광 계통연계형 인버터) CQC 33-461239-2018([URL](#))

○ 인증 절차

- 인증 모드는 형식시험 + 초기 공장 검사 + 인증 후 감독으로 구성
 - 인증서 유효기간은 5년이며, CQC에서 발급하는 다음 인증 마크를 부착할 수 있음
-



-
- 지상형 결정질 실리콘 태양광 모듈에 대한 형식시험 방식은 IEC 61215 시리즈 또는 IEC 61730 시리즈 또는 GB/T 9535-1998를 적용하며, 태양광 계통연계형 인버터는 NB/T 32004-2018, GB/T 37408-2019를 적용함

4

주요국 규제동향 및 규제수준 비교

1. 주요국 기술규제 동향

1

유럽연합

- (현행 규정) 태양광 모듈 및 계통연계형 인버터의 에너지 효율(또는 탄소 발자국) 규제에 대해 EU 에코디자인 지침(현행 ESPR)에 근거하여 에너지 효율(및 라벨링) 규정은 마련중에 있음
 - 안전 관련 규정은 LVD, EMC, 그리고 WEEE 및 REACH 규정이 제품에 적용되고 있음
- (도입동향) EU 공동연구센터(JRC)는 2025년 7월 태양광 모듈의 탄소 발자국 계산을 위한 조화 규칙(안)을 발표하였으며, 2026년 관련 규정 마련을 목표로 진행중임
 - * Harmonised rules for the calculation of the carbon footprint of photovoltaic modules in the context of the EU Ecodesign Directive ([URL](#) 참조)
- 계통연계형 인버터의 경우 효율 표준(EN 50530)은 마련되어 있는 상황임
- (유사품목 제도 도입동향) 태양광 모듈 이외 전력을 저장하는 에너지 저장장치의 경우 EU 배터리 규정이 적용되고 있으며, 태양광 패널 고정에 사용되는 구조물(철강) 등에는 탄소국경제도(CBAM)가 적용되고 있음

2

미국

- (현행 규정) 태양광 모듈에 대한 연방정부 차원의 에너지 효율 규정 또는 라벨링 제도는 없으나, 민간 주도의 인증을 인정하고 있음
 - 태양광 모듈의 경우 UL 인증이 사실상 필수며, 기존 UL 1703에서 현재는 IEC 61730 표준 기반의 UL 61730 표준이 적용되고 있으며, UL 61730-1, UL 61730-2으로 구성

* UL 61730 : Photovoltaic (PV) Module Safety Qualification

- 계통연계형 인버터는 UL 1741(SA/SB/SC), IEEE 2030.5, NEC(미국 전기 설비 규정) 등의 표준이 적용 되고 있음. 특히 UL 1741 SB의 경우 주파수 및 전압에 대한 능동 제어 시험도 포함
- (관련 규제) 시험 방법 등은 IEC 61730, IEC 62716 등 국제 표준을 인용하며, 설치 관련 National Electrical Code를 준수해야 함
- (유사품목 제도 도입동향) 태양광 모듈 이외 전력을 저장하는 에너지 저장장치의 경우 시스템 인증에는 UL 9540, 화재확산 시험의 경우 UL 9540A 표준등이 적용되고 있음

3 인도

- (현행 규정) 태양광 모듈에 대한 IS 14286 표준 시리즈와 IS/IEC 61730 표준 시리즈를, 계통 연계형 인버터는 IS 16221 시리즈와 IS/IEC 61683, IS 16169, IS 17980에 따라 인증을 수행하도록 함
- (도입동향) 태양광 모듈과 계통 연계형 인버터는 2025년 1월, 의무 등록 제도(CRS) 품목으로 지정되었음
 - ※ TBT 종합지원센터의 미통보문 2025-3981([URL](#))을 참조
- (유사품목 제도 도입동향) 태양광 발전 시스템에 사용되는 리튬 이온 배터리 및 기타 저장 배터리 또는 태양광 케이블에 대한 강제 인증 등록 제도 도입이 검토되고 있음(관련 표준 : IS 16046, IS 17291 등)

2. 주요국(미국, 유럽, 인도) 규제 수준 비교

구분	중국	EU	미국	인도
상위 법·프레임 (전반)	중화인민공화국 표준화법	Regulation (EU) 2024/1781 및 Directive 2009/125/EC	-	품질 관리 명령
주요 규제부처	중국 시장규제감독총국	유럽 집행위원회	EPA	BIS
인증(강제 적/자발적)	자발적	자발적	자발적	강제적
에너지 효율	본 제정안	준비 중	해당 없음	해당 없음
라벨	해당 없음	준비 중	해당 없음	해당 없음
마크	해당 없음	CE 마크	해당 없음	ISI 마크
적합성 참조 표준	관련 표준 및 문서 항목 참조	EN/IEC 61215 등	UL 1703 및 UL 61730 또는 IEC 61730, IEC 62716 등	IS 14286 시리즈, IS/IEC 61730 시리즈, IS 16221 시리즈, IS/IEC 61683, IS 16169, IS 17980 등

1. 기술규제 영향 평가 검토

○ 규제 개요

- 결정질 실리콘 태양광 모듈과 태양광 계통연계형 인버터에 대한 에너지 효율 등급 및 제한값을 중국 국가표준으로 제정을 추진

○ 주요 요구사항

- 결정질 실리콘 태양광 모듈은 기술 유형에 따라 광전 변환 효율과 환경 응력 감쇠율 기준을 인버터는 출력에 따라 평균 가중 총 효율과 최대 변환 효율 기준을 충족해야 함
- 시험 방법은 본 표준 부속서 또는 GB/T 34160-2017 또는 IEC TS 60904-1-2를 따름

○ 평가 항목별 분석

- 3등급 에너지 효율 제한이 강제 규정으로 적용하여, 이에 미치지 못하는 저가형 또는 구형 모델의 수출이 봉쇄될 가능성이 있음
- 기존 안전 인증 외 에너지 효율 등급을 위한 추가적인 시험이 필요하여 인증 획득 비용과 시간이 증가할 수 있음

○ 결론 및 권고 사항

- 국내 기업의 제품 효율이 중국이 제시한 3등급 하한선을 충족하는지 사전 점검 필요
- 제정 후 12개월 후 시행되므로 등급 라벨링 부착 및 증빙을 위한 시험 성적서 확보 준비 필요
- 태양광 모듈과 인버터에 대한 효율 표준은 현재 중국 이외의 국가에서는 아직 규제화 되지 않음. 본 표준에서 요구하는 주요 시험 요구사항에 대해 국내 기업에서의 대응 가능여부 한지 면밀한 검토가 필요함

○ 예상되는 기업애로 요인 분석 및 파급효과

구분	애로유형	구체적 발생 원인	영향경로
에너지 효율 제한	수출 품목 제한 및 설계 변경	중국 국가표준(GB) 제정에 따라 결정질 실리콘 태양광 모듈 및 인버터는 반드시 에너지 효율 3등급 이상의 기준(하한선)을 충족해야 함	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 저가형 또는 구형 모델이 3등급 기준에 미달할 경우 중국 내 판매 불가 - 제품 설계 변경 또는 부품 교체 부담 발생
시험 항목 추가	인증 비용 증가 및 출시 지연	기존 안전 인증 외에 에너지 효율 등급 산정을 위한 추가 시험이 의무화. 특히 '환경 응력 감쇠율' 시험은 고온, 고습, 자외선(UV) 노출 등 장시간의 환경 스트레스 테스트를 요구	<ul style="list-style-type: none"> - 필수 시험 항목의 증가로 인증 획득에 소요 비용 증가 - 특히 장시간이 소요되는 내구성(환경 응력) 시험으로 인해 제품의 중국 시장 출시 시점이 늦어질 위험이 있음
라벨링 및 증빙	통관 지연 및 행정 부담	표준 발효 전 해당 제품에 에너지 효율 등급 라벨을 부착해야 하며, 이를 증빙하기 위한 중국 지정 시험소의 시험 성적서를 사전에 확보해야 함	<ul style="list-style-type: none"> - 규제 시행 시점에 맞춰 라벨링 작업을 완료하지 못하거나 성적서가 준비되지 않을 경우, 중국 세관에서 통관이 지연되거나 거부될 수 있어 수출 일정에 차질 발생 우려
인증 제도 변화	규제 불확실성 증대	현재는 자발적 인증(CQC 등) 대상이나, 향후 강제성 인증(CCC) 대상 품목으로 전환될 가능성이 있음	<ul style="list-style-type: none"> - CCC 강제 인증으로 전환될 경우, 단순 제품시험을 넘어 공장 심사 등 더 까다로운 절차가 추가될 수 있어 지속적인 규제 모니터링 부담 가중 우려

2. TBT 협정문 위배 여부 판단

- 에너지 효율 등급 제도는 정당한 정책 목표에 해당하지만 효율 기준이 높게 설정되는지 모니터링 필요

연번	무역기술장벽 유형	위반사항
1	국제표준과 일치화 되지 않은 표준	해당 없음
2	자국 제품과 수입제품의 차별적 대우	해당 없음
3	적합성평가절차의 중복	해당 없음
4	불필요한 무역방해 초래	해당 없음
5	적용되는 법률 및 기술규정의 투명성 부재	해당 없음
6	규제 도입을 사전에 공지하지 않음	해당 없음
7	규제 발표와 시행 사이에 적절한 시행 유예기간 부재	해당 없음
8	외국의 유사인증 불인정 등	해당 없음

□ 대응방안

○ 기업 규모별 전략

구분	대응 핵심	대응 방안
기업 전반	신규 시험 항목에 대한 기술적 준비 및 인증 선제 대응	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 안전 인증 외에 본 표준에서 요구하는 효율 관련 항목에 대한 대비가 필요 - 부속서 A에 지정된 환경 응력 감쇠율 시험은 장 시간의 환경 스트레스(고온, 고습, UV 등) 노출 후 전력 감쇠를 측정해야 하므로, 충분한 시험 기간 확보가 필수 - 규제 시행(제정 후 12개월 예정) 전, 중국 지정 시험소를 통해 변경된 기준에 따른 성적서를 미리 확보하여 통관 지연을 방지

- 본 보고서는 우리 수출기업의 무역기술장벽 대응을 위한 해외 기술규제 정보를 분석 및 제공하기 위해 작성되었습니다.
- 위 규제와 관련된 추가 정보는 KnowTBT 포털(knowtbt.kr)에서 열람가능합니다.
- 또한, 추가 문의사항 또는 애로사항이 있으실 경우, KnowTBT 포털(knowtbt.kr)의 상담신청을 통해 접수받고 있습니다. (홈페이지 경로: KnowTBT 포털([Knowtbt.kr](http://knowtbt.kr)) 접속 → 상담신청)

※ 본 번역 문서는 기계 번역한 자료로, 원문과 의미가 일부 상이할 수 있습니다. 정확한 내용 확인을 위해 반드시 원문을 참고하시기 바랍니다

☐ CHN/2131

ICS 27.010
CCS F 01



중화인민공화국 국가표준

GB XXXX-XXXX

결정질 실리콘 태양광 모듈 및 인버터의 에너지 효율 제한값 및 등급

결정질 실리콘 태양광 모듈 및 인버터의 에너지 효율 최소 허용값 및 에너지 효율 등급

의견 수렴 초안

XXXX-XX-XX 발표

XXXX-XX-XX 시행

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

이전 서문

본 표준은 GB/T 1.1—2020 「표준화 작업 지침 제1부: 표준화 문서의 구조 및 작성 규칙」의 규정에 따라 작성되었습니다.

본 표준의 일부 내용이 특허와 관련될 수 있음을 유의하십시오. 본 표준의 발간 기관은 특허 식별에 대한 책임을 지지 않습니다. 본 문서는 국가표준화관리위원회가 제안하고 관할합니다.

본 표준은 최초 발간입니다.

결정질 실리콘 태양광 모듈 및 인버터의 에너지 효율 제한값 및 에너지 효율 등급

1 범위

본 문서는 결정질 실리콘 태양광 모듈 및 태양광 계통 연계 인버터의 에너지 효율 등급, 에너지 효율 제한값 및 시험 방법을 규정합니다.

본 문서는 결정질 실리콘 태양광 모듈 및 태양광 계통 연계 인버터에 적용되며, 태양광 계통 연계 인버터에는 중앙 집중식 태양광 계통 연계 인버터, 스트링형 태양광 계통 연계 인버터 및 사전 조립형 태양광 인버터 일체형 장치의 태양광 계통 연계 인버터 부분이 포함된다.

본 문서는 다음에 적용되지 않는다:

- 건축 일체형(BIPV) 태양광 모듈;
- 소비자용 태양광 모듈;
- 퍼올라민/결정질 실리콘 적층형 태양광 모듈;
- 20kW 미만의 태양광 계통 연계 인버터;

주1: BIPV의 정의는 IEC 63092-1:2020를 참조하십시오.

주2: 소비자용 태양광 모듈의 정의는 IEC TS 63163:2021를 참조하십시오.

2 규범적 인용 문서

본 문서의 적용에 있어 다음 문서는 필수적이다. 날짜가 명시된 인용 문서는 해당 날짜의 판본만 본 문서에 적용된다. 날짜가 명시되지 않은 인용 문서는 최신 판본(모든 개정안 포함)이 본 문서에 적용된다.

GB/T 2297 태양광 에너지 시스템 용어

GB/T 8170 수지 반올림 규칙 및 극한 수치의 표시와 판정

GB/T 9535.2 지상용 태양광 모듈 설계 검증 및 형식 승인 제2부: 시험 절차

GB/T XXXXX 태양광 모듈 결합 환경 응력 시험 방법 및 성능 요구사항

GB/T 34160 지상용 태양광 모듈 광전 변환 효율 검증 방법

IEC TS 60904-1-2 태양광 장치 제1-2부: 양면 태양광(PV) 장치의 전류-전압 특성 측정(Photovoltaic devices – Part 1-2:

Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic(PV) devices)

3 기호 및 약어

본 문서에는 다음 약어가 적용됩니다.

TOPCon 터널 산화막 패시베이션 접촉 기술 (Tunnel Oxide Passivated Contact) HJT 헤테로접합 기술 (Heterojunction)

BC 백 콘택트 기술 (Back Contact)

MPPT 최대 전력점 추적 (Maximum Power Point Tracking)

4 용어 및 정의

GB/T 2297에 정의된 용어 및 정의와 아래 용어 및 정의가 본 문서에 적용됩니다.

4.1

TOPCon 태양광 모듈 터널 산화막 패시베이션 접촉 태양광 셀을 사용한 태양광 모듈

TOPCon 태양광 전지를 사용하여 제조된 태양광 모듈.

4.2

HJT 태양광 모듈 (HJT 태양광 셀을 사용한 태양광 모듈)

HJT 태양전지를 사용하여 제조된 태양광 모듈.

4.3

BC 태양광 모듈 (백 컨택트 태양광 셀을 사용한)

BC 태양전지를 사용하여 제조된 태양광 모듈.

4.4

태양광 계통 연계 인버터 photovoltaic grid-connected inverter

태양광 어레이에서 출력된 직류 전기를 교류로 변환하여 전력망에 공급하는

장치. [출처: NB/T 32004-2018, 3.1]

4.5

정적 MPPT 효율 static maximum power point tracking efficiency

일정한 조도 조건에서, 특정 측정 주기 내 측정 대상 태양광 계통 연계 인버터의 직류 측 입력 전력량과 태양광 패널 어레이 시뮬레이터가 이론상 최대 전력점에서 제공하는 직류 전력과의 비율.

[출처: NB/T 32032-2016, 3.7, 수정됨]

4.6

인버터 변환 효율 conversion efficiency of photovoltaic inverters

일정한 조사 강도 조건에서, 특정 측정 주기 내에 측정 대상 태양광 계통 연계 인버터의 교류 측 출력 전력량과 직류 측 입력 전력량의 비율. 입력된 전력의 비율.

[출처: NB/T 32032-2016, 3.9, 수정됨]

4.7

평균 가중 총 효율 average weighed overall efficiency

다양한 직류 입력 전압 하에서, 태양광 계통 연계 인버터가 규정된 서로 다른 부하점에서 가중 효율의 합계 평균값, 즉 평균 가중 총 효율이며, 그 가중 계수는 중국 일조 자원 특성에 따라 결정된다. 가중 평균 총 효율이며, 가중 계수는 중국 일조 자원 특성에 따라 결정된다.

4.8

결정질 실리콘 태양광 모듈 에너지 효율 최소 허용값 minimum allowable values of energy efficiency for crystalline silicon photovoltaic modules

규정된 시험 조건 하에서, 결정질 실리콘 태양광 모듈의 광전 변환 효율 최저 허용값 및 환경 스트레스 감식율의 최고 허용값.

4.9

태양광 계통 연계 인버터 에너지 효율 제한값 minimum allowable values of energy efficiency for photovoltaic grid-connected inverters

규정된 시험 조건 하에서, 태양광 계통 연계 인버터의 평균 가중 총 효율 및 최대 변환 효율의 최소 허용값.

5 기술 요구사항

5.1 에너지 효율 등급

5.1.1 결정질 실리콘 태양광 모듈

결정질 실리콘 태양광 모듈의 에너지 효율 등급은 3단계로 구분되며, 그중 1등급이 가장 높은 효율 등급이다. 각 에너지 효율 등급의 광전 변환 효율은 표 1의 규정을 하회해서는 안 되며, 환경 스트레스 감쇠율은 표 1의 규정을 초과해서는 안 된다. 광전 변환 효율과 환경 스트레스 감쇠율은 GB/T 8170의 규정에 따라 반올림하여 각각 소수점 이하 1자리로 표기한다.

표 1 결정질 실리콘 태양광 모듈 에너지 효율 등급

제품 유형	1등급		2등급		3등급	
	광전 변환 효율 %	환경 스트 레스 감쇠율 %	광전 변환 효율 %	환경 응력 감쇠율 %	광전 변환 효율 %	환경 응력 감쇠율 %
TOPCon 태양광 모듈	≥23.6%	≤3.5	≥23.2%	≤5.0	≥22.4	≤9.0
HJT 태양광 모듈	≥23.9%	≤4.5	≥23.3%	≤6.0	≥22.5	≤9.5
BC 태양광 모듈	≥24.8%	≤2.5	24.3%	≤3.5	≥23.3	≤6.5
주: 태양광 모듈의 광전 변환 효율 및 환경 스트레스 감쇠율은 양수 값으로 계산합니다.						

5.1.2 태양광 계통 연계 인버터

태양광 계통 연계 인버터의 에너지 효율 등급은 3단계로 구분되며, 그중 1등급이 가장 높은 효율 등급이다. 각 에너지 효율 등급별 태양광 계통 연계 인버터의 평균 가중 효율 및 최대 변환 효율은 표 2의 규정을 하회하지 않아야 한다. 평균 가중 효율과 최대 변환 효율은 GB/T 8170 규정에 따라 반올림하며, 모두 소수점 둘째 자리까지 표시한다.

표 2 태양광 계통 연계 인버터 에너지 효율 등급

제품 유형		에너지 효율 등급					
		1등급		2등급		3등급	
	출력	평균 가중 총 효율 %	최대 변 환 효율 %	평균 가중 총 효율 %	최대 변환 효율 %	평균 가중 총 효율 %	최대 변환 효율 %
태양광 계통 연 계 인버 터	P>500 kW	98.58	99.00	98.48	98.85	98.38	98.70
	200 kW<P≤500 kW	98.55	99.00	98.45	98.85	98.35	98.65
	150 kW<P≤200 kW	98.35	98.80	98.25	98.70	98.15	98.60
	100 kW<P≤150 kW	98.25	98.70	98.15	98.60	98.05	98.50
	50 kW<P≤100 kW	98.20	98.60	98.10	98.55	98.00	98.50
	20 kW≤P≤50 kW	98.15	98.55	98.05	98.50	97.95	98.50

5.2 에너지 효율 제한값

5.2.1 결정질 실리콘 태양광 모듈의 에너지 효율 제한값은 표 1의 에너지 효율 등급 중 3등급이다.

5.2.2 태양광 계통 연계 인버터의 에너지 효율 제한값은 표 2의 에너지 효율 등급 중 3등급이다.

5.3 양면율

양면 결정질 실리콘 태양광 모듈의 경우, TOPCon 태양광 모듈의 양면율은 75% 이상이어야 하며, HJT 태양광 모듈의 양면율은 85% 이상이어야 한다.

85% 이상이어야 하며, BC 태양광 모듈의 양면율은 70% 이상이어야 한다.

6 계산 및 시험 방법

6.1 실리콘 태양광 모듈 광전변환 효율 시험 방법

결정질 실리콘 태양광 모듈의 광전변환효율은 GB/T 34160-2017에 따라 시험한다.

6.2 결정질 실리콘 태양광 모듈 환경 스트레스 감쇠율 시험 방법

결정질 실리콘 태양광 모듈 환경 스트레스 감쇠율은 부록 A에 따라 시험한다.

6.3 결정질 실리콘 태양광 모듈 양면율 시험 및 계산 방법

결정질 실리콘 태양광 모듈 양면율은 IEC TS 60904-1-2에 따라 시험한다. 양면율은 공식 (1)에 따라 계산한다:

$$\phi = \frac{I_{sc_{\text{背面}}}}{I_{sc_{\text{正面}}}} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

ϕ ——양면율

$I_{sc_{\text{背面}}}$ —— 표준 시험 조건(조도 1000 W/m², 셀 온도 25°C, IEC 60904-3 표준 태양광 스펙트럼 조도 분포 충족) 하에서 태양광 모듈 후면의 단락 전류, 단위 암페어(A);

$I_{sc_{\text{정면}}}$ —— 표준 시험 조건 하에서 태양광 모듈 정면의 단락 전류, 단위는 암페어(A).

6.4 태양광 계통 연계 인버터 효율 시험 방법

태양광 계통 연계 인버터 효율은 부록 B에 따라 시험한다.

첨부 록 A

(규범성)

태양광 모듈 환경 스트레스 감쇠율 시험방법

A.1 시험 방법

A.1.1 안정성 시험

GB/T 9535.2의 4.19항에 규정된 방법에 따라 수행한다.

A.1.2 외관 검사

GB/T 9535.2의 4.1항에 규정된 방법에 따라 수행한다.

A.1.3 EL 시험

IEC TS 60904-13에 규정된 방법에 따라 수행한다.

A.1.4 표준 시험 조건 하의 성능

GB/T 9535.2의 4.6항에 규정된 방법에 따라 수행한다.

A.1.5 절연 시험

GB/T 9535.2의 4.3항에 규정된 방법에 따라 수행한다.

A.1.6 습윤 누설 전류 시험

GB/T 9535.2의 4.15항에 규정된 방법에 따라 수행한다.

A.1.7 자외선 습열 시험

A.1.7.1 장비

자외선 습열 시험 설비는 다음 요구사항을 충족해야 한다:

a) 환경 챔버:

——환경 챔버 내 온도와 습도를 제어할 수 있으며, 온도 범위는 25℃~100℃ 사이, 온도 변동 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$, 온도 편차 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$; 온도 균일성 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$; 습도 범위는 30%~85% 사이이며, 습도 변동 $\leq \pm 3\%\text{RH}$, 습도 편차 $\leq \pm 3\%\text{RH}$, 습도 균일성 $\leq \pm 5\%\text{RH}$;

——챔버 내부에 구성품 설치 또는 지지 장치가 마련되어 주변 공기의 자유로운 순환이 보장되며, 하나 이상의 구성품을 수용하여 가속 노화 시험을 수행할 수 있어야 한다; 시료 거치대 재료는 부식 노화에 강해야 하며, 시료 시험에 영향을 미치는 녹이 발생하지 않아야 한다.

b) 자외선 광원: GB/T 9535.2의 4.10 조항에 규정된 요구사항을 충족하며, 파장 범위는 280 nm~400 nm로 280 nm~320 nm의 UVB, 320 nm~400 nm의 UVA를 포함한다. 이 중 UVB는 UV(A+B) 에너지의 3%~7%를 차지한다. 유효 조사면의 자외선 조도 균일성 $\leq \pm 15\%$, 자외선 조도 표시 오차 $\pm 12\%$ 이내; 파장 범위 <280 nm의 UVC가 UV(A+B+C) 에너지에서 차지하는 비율은 0.5% 이하;c) 조도계: 조도 모니터링 장비로, 부품과 동일한 평면에 설치되어 조도 및 총 조도량을 기록하며, 상대 표시 오차는 $\pm 5\%$ 를 초과하지 않아야 함; 조도계 모니터링 UV 파장 범위는 최소 280 nm~400 nm를 포함해야 함;d) 온도 센서: 정확도 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$, 1개 이상의 시료 온도 센서를 갖춘. 다중 온도 센서는 시험 챔버 내 평균 분포되어야 함;e) 습도 센서: 센서가 측정하는 정확도는 $\leq \pm 2\%\text{RH}$ 이다.

f) 시험 부하: 모듈을 최대 전력점 근처에서 작동시키는 저항 부하 또는 최대 전력 추적기(MPPT).

A.1.7.2 시험 절차

시험은 다음과 같다 단계에 따라 수행해야 한다:

UV(A+B) 에너지의 3%~7%, 시료 온도가 0℃ 이하로 냉각될 경우 광원은 꺼진 상태로 유지한다. 순환 시험 온도가 온도가 0℃ 이상으로 상승하면 광원은 켜진 상태로 유지한다;

- g) 순환 주기는 50회이며, 단일 순환 주기는 (4.5~5)시간이다;
h) 시험 샘플 표면에 실제로 가해진 누적 조사량을 기록한다.

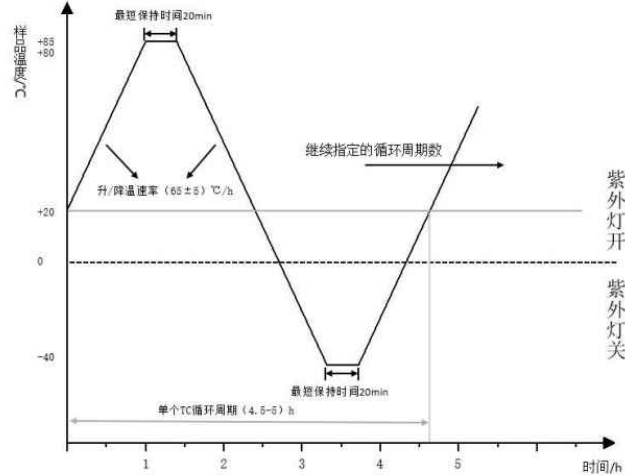


그림 A.1 자외선 열순환 시험 온도·습도제어곡선

A.1.9 자외선 습동결 시험

A.1.9.1 장비

자외선 습동 시험 설비는 다음 요구사항을 충족해야 한다:

- a) 환경 챔버:
—환경 챔버 내 온도와 습도는 제어 가능하며, 온도 범위는 -40℃~100℃ 사이, 온도 변동 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$; 온도 편차 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$; 온도 균일성 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 범위는 30%~85% 사이이며, 습도 변동 $\leq \pm 3\%\text{RH}$; 습도 편차 $\leq \pm 3\%\text{RH}$; 습도 균일성 $\leq \pm 5\%\text{RH}$;
—실내에는 설치 또는 지지 부품을 위한 장치가 마련되어 있으며, 주변 공기의 자유로운 순환이 보장됩니다. 하나 이상의 부품을 수용하여 가속 노화 시험을 수행할 수 있습니다. 시료 거치대 재료는 부식 노화에 강해야 하며, 녹 발생으로 인한 시료 시험 영향이 없어야 합니다.
- b) 자외선 광원: GB/T 9535.2의 4.10 조항 요구사항을 충족하며, 파장 범위 280 nm~400 nm로 UVB(280 nm~320 nm) 및 UVA(320 nm~400 nm)를 포함한다. 이 중 UVB는 UV(A+B) 에너지의 3%~7%를 차지하며, 유효 조사면의 자외선 조사도 균일성은 $\pm 15\%$ ≤, 자외선 조사도 표시 오차는 $\pm 12\%$ 를 초과하지 않아야 함; 파장 범위 <280 nm의 UVC는 UV(A+B+C) 에너지의 0.5%를 초과하지 않아야 함;
- c) 조도계: 조도 모니터링 장비로, 구성품과 동일한 평면에 설치되어 조도 및 총 조도량을 기록하며, 상대 표시 오차는 $\pm 5\%$ 를 초과하지 않아야 함; 조도계 모니터링 UV 파장 범위는 최소 280 nm~400 nm를 포함해야 함;
- d) 온도 센서: 정확도 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$, 1개 이상의 시료 온도 센서를 갖춘. 다중 온도 센서는 시험 챔버 내부에 균등하게 배치해야 함;
- e) 습도 센서: 센서가 측정하는 정확도는 $\leq \pm 2\%\text{RH}$ 이다.
- f) 시험 부하: 모듈을 최대 전력점 근처에서 작동시키는 저항 부하 또는 최대 전력 추적기(MPPT).

A.1.9.2 시험 절차

시험은 다음과 같은 단계에 따라 수행해야 합니다:

- 시료를 자외선 습동 시험 챔버 내부에 넣고, 조사면은 시료 정면으로 한다;
- 시편 온도 센서를 비조사면 중심 부근에 시편 표면에 밀착하여 고정하고, 시편의 시험 온도를 모니터링한다. 여러 시편을 동시에 시험할 경우 대표성 있는 한 시편을 모니터링한다.
- 시료를 단락 연결하거나 저항 부하 또는 최대 전력 추적기(MPPT)를 연결하고, 검사 보고서에 명시한다;
- 도면 A.2에 따라 시험 챔버의 온도 및 습도 조건을 설정하고 자외선 광원을 켭니다. 시료 평면 조사 강도는 $(150 \pm 10) \text{ W/m}^2$ 이며, 이 중 UVB는 UV(A+B) 에너지의 3%~7%를 차지합니다.
- 시료 온도 제어 범위는 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 이며, 온도 상승 및 하강 속도는 그림 2의 규정을 충족한다. 시료 온도가 85°C 인 최대 습도를 $(85 \pm 5)\%$ 로 하고 이 단계에서는 습도를 제어하지 않는다. 순환 시험 온도가 0°C 이상으로 상승할 때 광원은 켜진 상태로 유지되며, 조사 강도는 $(150 \pm 10) \text{ W/m}^2$ 이다. 이 중 UVB는 UV(A+B) 에너지의 3%~7%를 차지한다. 조사도계는 조사 강도 데이터를 10분당 1회 이상 수집한다. 순환 시험 온도가 0°C 이하로 하강할 때는 광원이 꺼진 상태로 유지된다.
- 순환 주기는 10회이며, 단일 순환 주기는 (23~24)시간이다;
- 시험 샘플 표면에 실제 가해진 누적 복사량을 기록한다.

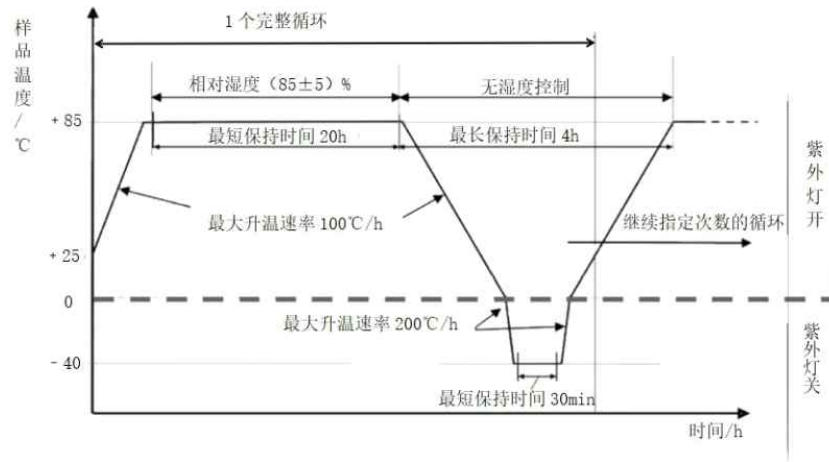


그림 A.2 자외선 습동 시험 온도·습도 제어곡선

A.2 시퀀스 시험

시험편과 대조편은 그림 A.3에 따라 순차 시험을 수행한다.

- 결합 응력 시험 전에, 시험 시료 및 대조편에 대해 순차적으로 A.1.1, A.1.2, A.1.3, A.1.4, A.1.6 시험을 실시한다;
- 도 A.3에 따라 자외선 습열, 자외선 열순환, 자외선 습동 등 결합 응력 시험을 각각 수행하며, 각 단계의 결합 응력 시험 종료 후 각각 A.1.2, A.1.3, A.1.4, A.1.5, A.1.6 시험을 수행한다. 특수 환경에 적용되는 시편에 대해 복합 응력 시퀀스 시험을 수행할 경우, 대표 지역의 자외선 조사량 차이를 충분히 고려하여 실제 필요에 따라 복합 응력 시험 조건을 조정할 수 있다;
- 시퀀스 종료 후 시험 시료에 대해 A.1.1, A.1.2, A.1.3, A.1.4, A.1.6 시험을 순차적으로 수행한다. 대조편에 대해서는 A.1.4 시험을 실시한다.

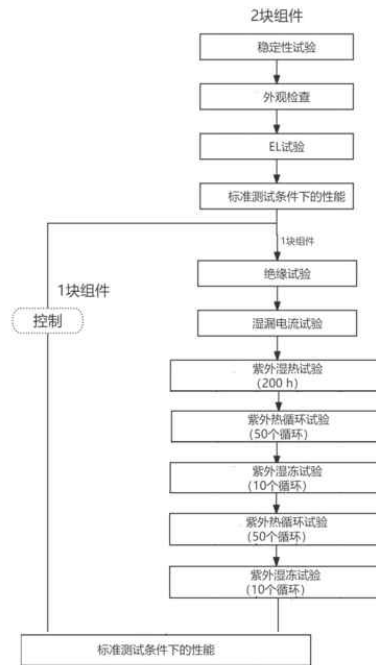


图 A.3 序列测试流程图

A.3 计算方法

序列测试后环境应力衰减率按式(A.1)计算:

$$D = \frac{P_{\max(\text{初始})} - P_{\max(\text{最终})}}{P_{\max(\text{初始})}} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中:

- D ——环境应力衰减率, 单位是百分数(%);
- $P_{\max(\text{初始})}$ ——构成品在初始稳定性试验后出现的最大功耗, 单位是瓦特(W);
- $P_{\max(\text{最终})}$ ——序列测试后构成品要素的最大功耗, 单位是瓦特(W).

부록 B

(규범적)

태양광 계통 연계 인버터 효율 시험방법

B.1 시험 조건

B.1.1 시험 환경 조건

시험 환경은 다음 환경 조건과 같

다: a) 환경 온도: $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$; b) 상대

습도: 45%~75%;

c) 대기압: 86kPa~106kPa; d) 고도:

$\leq 2000\text{m}$.

B.1.2 전원

NB/T 32032-2016의 5.1항에 규정된 장비를 사용한다.

B.1.3 측정기

NB/T 32032-2016의 5.2항에 규정된 장비를 사용한다.

B.2 시험 블록 다이어그램

도면 B.1에 따라 시험 시스템을 연결하며, 다음 요구사항과 같다:

— 데이터 수집 시스템 측정하는 점은 가능한 한 시험 대상 시료에 가깝게 위치해야 하며, 직류 전압 측정하는 점은 직류 배선 구리 배선 위치 또는 직류 배선 접속 단자 외부 연결 도선 부분 5cm 이내 위치하여야 한다. 교류 전압 측정하는 점은 교류 배선 구리 배선 위치 또는 교류 배선 접속 단자 외부 연결 도선 부분 5cm 이내 위치하여야 한다;

— 외부 센서 배치 위치는 시험 대상 장비로부터 0.3m 이내여야 한다.

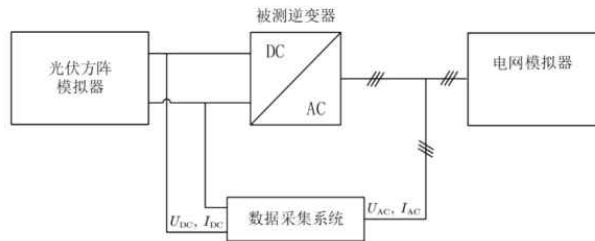


그림 B.1 태양광 계통 연계 인버터 효율 시험 블록 다이어그램

B.3 변환 효율

B.3.1 변환 효율 시험 조건

변환 효율 시험은 다음 조건과 같다:

a) 다중 MPPT 입력을 갖는 태양광 계통 연계 인버터의 경우, 변환 효율 시험 시 각 MPPT 입력에 독립적인 태양광 어레이 시뮬레이터를 구성해야 하며, 각 태양광 어레이 시뮬레이터의 출력 전력은 각 입력 포트에 균등하게 분배되어야 한다. 각 MPPT 입력의 전압 편차는 $\pm 10\text{V}$ 이내로 제어되어야 한다;

b) 변환 효율 시험은 표 B.1의 요구사항을 충족해야 한다;

c) 변환 효율 시험은 정적 MPPT 효율 시험과 동시에 수행하는 것이 바람직하다;

d) 전력망 전압의 높낮이에 따른 시험 결과 영향을 방지하기 위해, 모든 시험은 인버터 정격 전력망 작동 전압에서 수행해야 한다.

표 B.1 변환 효율 시험 요구사항

PV 시뮬레이터 I/V 특성 곡선의 MPPT 전압	I/V 특성 곡선 시뮬레이션	태양광 어레이 시뮬레이터 MPP 전력 대 측정 대상 인버터 정격 직류 입력 전력 비율 $P_{MPP}/P_{VS}/P_{DC,r}$						
		0.05	0.10	0.20	0.30	0.50	0.75	1.00
$UMPP_{max}(0.8UDC_{max})^*$	실리콘 곡선							
$UMPP_{min}+0.7\Delta U$								
$UMPP_{min}+0.5\Delta U$								
$UMPP_{min}+0.3\Delta U$								
$UMPP_{min}$								
$UMPP_{max}(0.7UDC_{max})^*$	박막 곡선							
$UMPP_{min}+0.7\Delta U$								
$UMPP_{min}+0.5\Delta U$								
$UMPP_{min}+0.3\Delta U$								
$UMPP_{min}$								

비고1: $UMPP_{max}$ 와 $0.8UDC_{max}$ 중 최솟값을 선택한다; 비고2: $\Delta U = UMPP_{max} - UMPP_{min}$

B.3.1: 변환 효율은 인버터가 박막 모듈을 사용하지 않는 경우, 해당 측정점은 측정하지 않아도 됨.

변환 효율은 다음과 같은 단계에 따라 시험해야 한다:

- 상기 시험 조건에 따라 태양광 어레이 시뮬레이터의 출력 특성을 조정하고, 그림 1에 따라 태양광 어레이 시뮬레이터, 시험 대상 인버터 및 관련 검출 장비를 연결한다;
- 측정 대상 인버터 출력이 안정화된 후, 측정 대상 장비 출력이 안정화된 후, 다음 데이터를 측정하고 기록 시간은 3분으로 한다.
 - 시험 대상 장비의 입력 전압: U_{DC}
 - 시험 대상 장치의 입력 전류: I_{DC}
 - 시험 대상 장비의 출력 전압: U_{AC}
 - 피측정 장치의 출력 전류: I_{AC}
- 시험 보고서에는 시험 대상 인버터의 안정화 시간을 기록해야 하며, 시험 대상 인버터가 MPPT 모드에서 안정적으로 작동하지 않을 경우 최소 5분 이상 대기한 후 측정을 진행해야 합니다.

B.3.3 데이터 계산

변환 효율은 공식 (B.1)에 따라 계산해야 합니다:

$$\eta_{conv,i} = \frac{\sum_{k=1}^n U_{AC,k} I_{AC,k} \Delta T_k}{\sum_{k=1}^n U_{DC,k} I_{DC,k} \Delta T_k} \dots\dots\dots (B.1)$$

여기서:

$\eta_{conv,i}$ —i 전압에서의 변환 효율; $U_{AC,k}$ —교류 출력 전압 순간 샘플링 값; $I_{AC,k}$ —교류 출력 전류 순간 샘플링 값; $U_{DC,k}$ —직류 입력 전압 순간 샘플링 값; $I_{DC,k}$ —직류 입력 전류 순간 샘플링 값;

ΔT_k —샘플링 간격, 100 ms 이하 권장; n—샘플링 데이터 개수.

비고: 측정 대상 장비 설정 변경, 측정하다 중 이상 현상 및 측정하다 절차 변경 사항은 모두 검사 보고서에 기록해야 한다.

B.4 정적 MPPT 효율

B.4.1 정적 MPPT 효율 시험 조건

정적 MPPT 효율 테스트는 다음 조건과 같다:

- 다중 MPPT 입력을 가진 태양광 계통 연계 인버터의 경우, 정적 MPPT 효율 시험 시 각 MPPT 입력에 독립적인 태양광 어레이 시뮬레이터를 구성해야 하며, 각 태양광 어레이 시뮬레이터의 출력 전력은 각 입력 포트에 균등하게 분배되어야 한다. 각 MPPT 입력의 전압 편차는 $\pm 10V$ 이내로 제어되어야 한다;
- 정적 MPPT 효율 테스트는 표 B.2의 요구사항을 충족해야 합니다;
- 정적 MPPT 효율 시험은 변환 효율 시험과 동시에 수행하는 것이 바람직하다;
- 전력망 전압의 높낮이에 따른 테스트 결과 영향을 방지하기 위해, 모든 테스트는 인버터 정적 전력망 작동 전압에서 수행해야 한다.

표 B.2 정적 MPPT 효율 시험 요구사항

PV 시뮬레이터 I/V 특성 곡선의 MPPT 전압	I/V 특성 곡선 시뮬레이션	광전지 어레이 시뮬레이터 MPP 전력 대 측정 대상 인버터 정적 직류 입력 전력 비율 $P_{MPP}/P_{VS/PDC}$						
		0.05	0.10	0.20	0.30	0.50	0.75	1.00
$UMPP_{max}(0.8UDC_{max})^a$	결정질 실리콘 곡선							
$UMPP_{min}+0.7\Delta U$								
$UMPP_{min}+0.5\Delta U$								
$UMPP_{min}+0.3\Delta U$								
$UMPP_{min}$								
$UMPP_{max}(0.7UDC_{max})^b$	박막 곡선							
$UMPP_{min}+0.7\Delta U$								
$UMPP_{min}+0.5\Delta U$								
$UMPP_{min}+0.3\Delta U$								
$UMPP_{min}$								

비고1: $UMPP_{max}$ 와 $0.8UDC_{max}$ 중 최솟값을 선택하다;

비고2: $\Delta U=UMPP_{max}-UMPP_{min}$;

비고3: 측정 대상 인버터가 박막 모듈에 적용되지 않는 경우, 해당 측정점은 측정하지 않아도 됨;

비고4: 다중 MPPT 독립 입력 테스트 시, 표에는 각 경로의 정적 MPPT 효율 계산 결과 중 최솟값을 기록한다.

B.4.2 정적 MPPT 효율 테스트 절차

정적 MPPT 효율은 다음과 같은 단계에 따라 테스트해야 한다:

- 상기 테스트 조건에 따라 태양광 어레이 시뮬레이터 출력 특성을 조정하고, 그림 1에 따라 태양광 어레이 시뮬레이터, 측정 대상 인버터 및 관련 검출 장비를 연결한다;
- 측정 대상 인버터 출력이 안정화된 후, 측정 대상 장비 출력이 안정화된 후 다음 데이터를 측정하며 기록 시간은 3분이다.
 — 시험 대상 장비의 입력 전압: U_{DC}
 — 시험 대상 장치의 입력 전류: I_{DC}
- 테스트 보고서에는 측정 대상 인버터의 안정화 시간을 기록해야 합니다. 측정 대상 인버터가 MPPT 모드에서 안정적으로 작동하지 않을 경우, 최소 5분 이상 대기한 후 측정을 수행해야 합니다.

B.4.3 데이터 계산

정적 MPPT 효율은 공식 (B.2)에 따라 계산한다:

$$\eta_{MPPTstat,i} = \frac{\sum_{k=1}^n U_{DC,k} \cdot I_{DC,k} \cdot \Delta T_k}{\sum_{k=1}^n P_{MPP,PVS,k} \cdot \Delta T_k} \quad \text{..... (B.2)}$$

여기서:

$\eta_{MPPTstat,i}$ — i 번 전압에서의 정적 MPPT 효율; $U_{DC,k}$ —
직류 입력 전압 순간 샘플링 값; $I_{DC,k}$ —직류 입
력 전류 순간 샘플링 값; $P_{MPP,PVS,k}$ —광전지 시뮬레이
터 이론 출력 전력 값;
 ΔT_k —샘플링 간격, 100ms 이하 권장;
 n —샘플링 데이터 개수.

비고: $P_{MPP,PVS,k}$ 는 입력 전력의 95% 확률 최대값을 취함.

B.5 평균 가중 총 효율

B.5.1 총 효율 데이터 계산

태양광 계통 연계 인버터의 총 효율 η_{tot} 은 공식 (B.3)에 따라 계산한

다: (B.3)

$$\eta_t = \eta_{conv,i} \cdot \eta_{MPPTstat,i}$$

B.5.2 가중 총 효율 데이터 계산

다양한 입력 전압에서의 가중 총 효율 η_k 는 중국 대표 태양광 자원 지역의 효율 가중 계수를 기반으로 공식 (B.4)에 따라 계산됩니다.

$$\eta_k = k_1 \cdot \eta_{t,1} + k_2 \cdot \eta_{t,2} + k_3 \cdot \eta_{t,3} + k_4 \cdot \eta_{t,4} + k_5 \cdot \eta_{t,5} + k_6 \cdot \eta_{t,6} + k_7 \cdot \eta_{t,7} \quad \text{..... (B.4)}$$

B.5.3 평균 가중 총 효율 데이터 계산

인버터 평균 가중 총 효율 η 는 공식 (B.5)에 따라 계산한다:

$$\eta = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \eta_k \quad \text{..... (B.5)}$$

B.5.4 가중 계수

중국 태양광 자원 지역의 태양광 계통 연계 인버터 가중 효율에 대한 가중 계수는 표 B.3을 참조하십시오.

표 B.3 중국 태양광 자원 지역의 태양광 계통 연계 인버터 가중 효율 가중 계수표

가중 계수	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7
	0.02	0.03	0.06	0.12	0.25	0.37	0.15
부하점	1	2	3	4	5	6	7
	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	0.75	1