

การออกแบบระบบให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

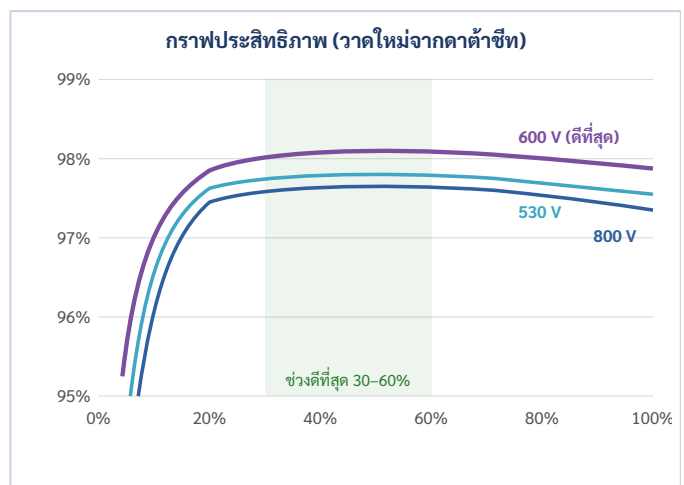
อินเวอร์เตอร์ Huawei SUN2000-50KTL-M3 ร่วมกับแผง LONGi Hi-MO X10 LR8-66HVD-650M Anti-Glare (650 Wp, Bifacial) ให้ตรงกับจุดทำงาน MPPT ที่ดีที่สุดของอินเวอร์เตอร์

สรุปผล SUN2000-50KTL-M3 มีประสิทธิภาพสูงสุดที่แรงดัน MPPT ประมาณ **600 V** และที่โหลด 30–60% เมื่อใช้แผงรุ่นนี้ **สตริงละ 15–16 แผง** จะทำให้แรงดันทำงานอยู่ที่ 580–620 V เกือบตลอดวัน แบบที่ดีที่สุดมีสองแบบ:

- ผลผลิตสูงสุด: 8 สตริง × 15 แผง = 120 แผง 78.0 kWp (DC/AC 1.56) — ประมาณ 111,000 kWh/ปี สูญเสียจากการจำกัดกระแสและการตัดกำลังรวมไม่ถึง 1%
- ประสิทธิภาพสูงสุด: 6 สตริง × 16 แผง = 96 แผง 62.4 kWp (DC/AC 1.25) — ประมาณ 89,300 kWh/ปี ได้พลังงานต่อ kWp สูงที่สุด ไม่มีการตัดกำลัง

1. จุดทำงานที่ดีที่สุดของ M3

SUN2000-50KTL-M3	ค่า
ประสิทธิภาพสูงสุด / แบบยุโรป	98.5% / 98.0%
แรงดันอินพุตพิกัด	600 V
ช่วงแรงดัน MPPT / แรงดันเริ่มทำงาน	200–1,000 V / 200 V
แรงดันอินพุตสูงสุด	1,100 V
จำนวน MPPT / อินพุต	4 / 8 (2 ต่อ MPPT)
กระแสสูงสุดต่ออินพุต	20 A
กระแสสูงสุดต่อ MPPT	30 A (ทั้ง 4 ชุด)
กระแสลัดวงจรสูงสุดต่อ MPPT	40 A
กำลัง AC พิกัด / สูงสุด	50 kW / 55 kW



อ่านจากกราฟในค่าชี้: ที่ 600 V ประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 98.3% ที่ 530 V และ 800 V ต่ำกว่าประมาณ 0.4–0.6% ประสิทธิภาพคงที่ในช่วงโหลด 30–60% และลดลงเมื่อโหลดต่ำกว่า 15% เป้าหมายการออกแบบจึงเป็นแรงดัน MPPT ใกล้ 600 V และขนาดแผงที่ทำให้อินเวอร์เตอร์ทำงานที่โหลดเกิน 30% เกือบตลอดช่วงกลางวัน

2. การจับคู่แผงกับจุดทำงาน MPPT

แผงต่อสตริง	Voc ที่ 0 °C (ชี้จำกัด 1,100 V)	Vmp ที่ 70 °C (เที่ยงวันร้อน)	Vmp ที่ 45 °C (ทำงานปกติ)	Vmp ที่ 25 °C	Vmp เฉลี่ยช่วงกลางวัน	ความเหมาะสมกับ 600 V
14	731 V	509 V	545 V	574 V	545 V	ต่ำไปเล็กน้อย
15	783 V	546 V	584 V	615 V	583 V	ดีมาก
16	835 V	582 V	623 V	656 V	622 V	ดีมาก
18	940 V	655 V	700 V	738 V	700 V	ดี (–0.2%)
20	1,044 V	727 V	778 V	820 V	778 V	ห่างจาก 600 V มาก ระยะเพื่อแรงดันน้อย

ข้อมูลแผง: Voc 49.72 V, Vmp 40.98 V, Imp 15.86 A, Isc 16.54 A; Voc –0.20 %/°C, Vmp –0.25 %/°C “Vmp เฉลี่ยช่วงกลางวัน” ถ่วงน้ำหนักด้วยความเข้มแสงตลอดปีจากแบบจำลองของเชียงราย สตริง 15 และ 16 แผงอยู่สองฝั่งของ 600 V อินเวอร์เตอร์จึงทำงานบนเส้นประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเกือบตลอดเวลา

3. ตรวจสอบกระแส (ขีดจำกัดของ M3 เข้มกว่า MC0)

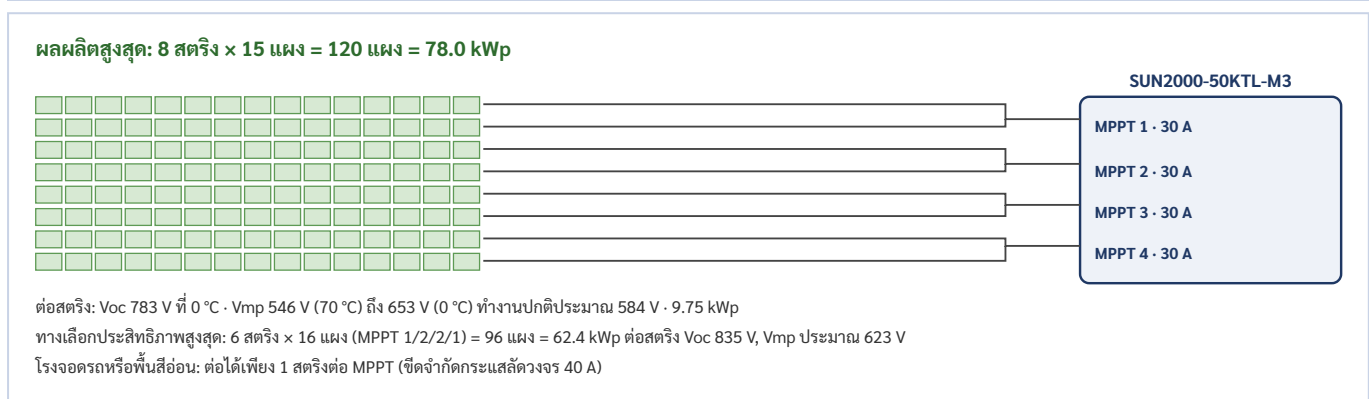
รายการ	ขีดจำกัด	1 สตริง	2 สตริง	หมายเหตุ
กระแสใช้งานต่อ MPPT (Imp, +10% ด้านหลัง ที่ 1,000 W/ตร.ม.)	30 A	17.4 A	34.9 A	2 สตริงเกิน 30 A เฉพาะเมื่อแสงเกินประมาณ 860 W/ตร.ม. ช่วงเที่ยงวันที่ฟ้าโปร่งไม่กี่ชั่วโมง สูญเสียประมาณ 0.3–0.5% ต่อปี
กระแสลัดวงจรต่อ MPPT หลังคา / พื้นดินทั่วไป	40 A	18.6 A	37.2 A	ผ่าน
กระแสลัดวงจรต่อ MPPT โรงจอดรถ / พื้นสีอ่อน	40 A	20.3 A	40.6 A	ห้ามต่อ 2 สตริง ให้ใช้ 1 สตริงต่อ MPPT
กระแสต่ออินพุต	20 A	15.9–17.4 A	—	ผ่านในการทำงานปกติ

4. เปรียบเทียบทางเลือกการออกแบบ

รูปแบบ (สตริงที่ MPPT 1/2/3/4)	จำนวนแผง	kWp	DC/AC	Vmp เฉลี่ย	kWh/ปี (ประมาณ)	kWh ต่อ kWp	สูญเสียจากจำกัดกระแส	ตัดกำลัง AC
4 × 20 (1/1/1/1)	80	52.0	1.04	778 V	74,300	1,430	0%	0%
6 × 16 (1/2/2/1) — ประสิทธิภาพสูงสุด	96	62.4	1.25	622 V	89,300	1,431	0.3%	0%
6 × 18 (1/2/2/1)	108	70.2	1.40	700 V	100,200	1,427	0.3%	0%
8 × 15 (2/2/2/2) — ผลผลิตสูงสุด	120	78.0	1.56	583 V	111,000	1,423	0.5%	0.3%
8 × 16 (2/2/2/2)	128	83.2	1.66	622 V	117,200	1,409	0.5%	1.3%
8 × 18 (2/2/2/2)	144	93.6	1.87	700 V	127,900	1,367	0.5%	4.0%

ประเมินด้วยแบบจำลองอย่างง่ายของแสงแดดเชียงราย (ประมาณ 1,430 kWh/kWp/ปี) ติดตั้งบนหลังคาหรือพื้นดินทั่วไป (+10% ด้านหลัง) ขีดจำกัด 30 A ต่อ MPPT ของ M3 ลักษณะกราฟประสิทธิภาพตามแรงดันและโหลดจากตัวชี้วัด และขีดจำกัด AC 55 kW ไม่ได้ใช้ข้อมูลอากาศของพื้นที่จริง ใช้ตัวเลขเพื่อเปรียบเทียบแบบ 4 × 20 ไม่มีการจำกัดกระแสแต่ทำงานห่างจาก 600 V และใช้อินเวอร์เตอร์ที่โหลดต่ำ ค่าพลังงานต่อ kWp ใกล้เคียงกันเพียงเพราะแบบจำลองคิดผลของแรงดันไว้น้อย

5. ผังการต่อที่แนะนำ



รูปที่ 2 — ผังการต่อสตริงแบบผลผลิตสูงสุด แต่ละคู่สตริงต่อเข้าอินพุต 2 ช่องของ MPPT เดียวกันที่อินเวอร์เตอร์โดยตรง

6. ข้อเสนอแนะ

- ผลผลิตสูงสุด: 8 สตริง $\times$ 15 แผง = 120 แผง (78.0 kWp) แรงดัน MPPT อยู่ที่จุดดีที่สุด 600 V ของอินเวอร์เตอร์ อินเวอร์เตอร์ทำงานในช่วงประสิทธิภาพสูง 30–60% เกือบตลอดวัน และสูญเสียจากการจำกัดกระแสรวมการตัดกำลังไม่ถึง 1%
- ประสิทธิภาพต่อแผงสูงสุด: 6 สตริง $\times$ 16 แผง = 96 แผง (62.4 kWp) เหมาะเมื่อพื้นที่หรืองบประมาณจำกัด และเหลืออินพุตว่าง 2 ช่อง (MPPT 1 และ 4) สำหรับเพิ่มสตริง 16 แผงอีก 2 สตริงในอนาคต
- หลีกเลี่ยงสตริง 20 แผงกับ M3 เพราะทำงานสูงกว่า 600 V มาก และมีระยะเผื่อจากขีดจำกัด 1,100 V น้อย
- สำหรับโรงจอดรถหรือพื้นที่อื่น M3 ต่อได้เพียง 1 สตริงต่อ MPPT (2 สตริงมีกระแสลัดวงจรเกิน 40 A) ควรใช้ MC0 แทน ซึ่งรับได้ 44 A ที่ MPPT 2 และ 3
- สตริงใน MPPT เดียวกันต้องมีจำนวนแผง ทิศทาง และมุมเอียงเท่ากัน ให้สอบถามผู้จัดจำหน่ายของเราเพื่อยืนยันว่าการรับประกันของ Huawei ครอบคลุม DC/AC 1.56 และหากเป็นระบบเชื่อมต่อกริดให้ตรวจสอบเงื่อนไขของ กฟภ. ด้วย

แหล่งข้อมูล: คัดค้าน Huawei SUN2000-50KTL-M3 (ข้อมูลจำเพาะและกราฟประสิทธิภาพ) และข้อมูลจำเพาะ LONGi LR8-66HVD-650M ตัวเลขพลังงานเป็นค่าประมาณจากแบบจำลอง ควรยืนยันการออกแบบขั้นสุดท้ายกับร้านค้าที่นับล่าสุดและสภาพหน้างานจริง