技 术 白 皮 书

SWR 系列
继电器式全自动稳压器

45V 极限低压启动 · 发电机工况专属适配 · 500VA–30KVA 单相

文档版本：V1.0　　发布日期：2026-07-23　　适用市场：非洲 · 中东 · 中亚弱电网



SWR 系列继电器式全自动稳压器 · 产品系列图

目　录

摘 摘要

01 项目研发背景与行业痛点

02 产品总体设计架构

03 稳压系统工作原理

04 核心创新技术说明

05 硬件结构与关键器件选型

06 全维度安全保护体系

07 整机电气技术规格参数

08 可靠性与环境适应性测试

09 典型应用场景与工况适配

10 竞品技术对标分析

11 产品选型指南

12 总结与技术迭代方向

ABSTRACT

摘 要

SWR 系列为弱电网工况定制型继电器式交流自动稳压器，提供两套输入规格版本：**45V–280V 极限超低压版**、**90V–280V 常规低压版**，输出稳定 **220V±10%**，支持 **50Hz/60Hz** 全球电网自适应，内置**发电机专用稳压适配算法**。

产品针对非洲、中东、中亚电压剧烈波动、停电频繁、柴油/汽油发电机大规模使用的应用环境开发，解决普通稳压器低压无法启动、发电机工况频繁保护跳闸、浪涌冲击易烧毁等行业痛点，为家庭用电、商铺办公、野外工地、光伏离网配套提供高可靠、高性价比的末端电压治理解决方案。

本白皮书完整阐述 SWR 系列设计理念、工作原理、硬件架构、核心算法、可靠性设计、整机参数、测试验证、应用场景与选型指南。

CHAPTER 01

01 项目研发背景与行业痛点

1.1 海外弱电网现状

现状一

市电波动剧烈

市电波动范围 40V–285V，线路老化、长距离输电压降大。

现状二

长期低压运行

偏远农村、矿区电压长期低于 90V，家电无法正常启动。

现状三

停电常态化

大量用户依靠柴油发电机作为备用电源。

现状四

发电机工况恶劣

输出电压波形畸变大、跳变剧烈，普通稳压器易误保护、反复启停、线圈烧毁。

1.2 市面同类产品主要缺陷

缺陷一

低压无法启动

常规国产出口稳压器最低启动电压 ⩾100V，低于 100V 直接停机无输出，无法适配极端低压村镇。

缺陷二

无发电机适配逻辑

电压快速跳变时继电器频繁切换，产生电弧、触点烧蚀，整机寿命大幅缩短。

缺陷三

保护逻辑简单

仅基础过压欠压保护，缺少浪涌抑制、延时启动、故障重试逻辑。

缺陷四

器件与制式短板

铁芯偏薄、铝线绕组高温温升超标；未做 50/60Hz 自动识别，跨区域需手动改硬件。

1.3 SWR 系列研发目标

超低压启动

45V

极低输入电压下正常启动稳压，填补 45–90V 区间市场空白

发电机适配

专用算法

发电机工况专用滤波与调压算法，抑制剧烈电压震荡

高温多尘环境

-10℃ ~ +55℃

纯铜绕组变压器、强化散热风道

频率自适应

50/60Hz

自动识别免硬件改动，一套机型适配全球单相电网

完整安全保护

7 重

多级安全保护，降低终端设备烧毁风险

功率覆盖

500VA – 30KVA

单相全功率段覆盖，兼顾家用与小微工商业

CHAPTER 02

02 产品总体设计架构

SWR 系列整体分为五大单元模块，各司其职，共同构成完整的闭环稳压控制系统。

模块一

电压采样单元

高精度隔离电压采样电路，实时采集输入侧、输出侧交流电压。

模块二

主控 MCU 控制单元

核心运算处理单元，内置稳压调节逻辑、发电机识别算法、全套保护逻辑。

模块三

调压执行单元

多档位自耦调压变压器 + 功率继电器阵列，实现档位切换电压补偿。

模块四

驱动与保护单元

继电器驱动回路、浪涌吸收回路、电流采样回路、温度检测回路。

模块五

人机交互单元

LED 数码显示屏，实时显示输入电压、输出电压、故障代码、工作状态。

闭环控制

整机控制逻辑

电压采样 → MCU 运算判断 → 输出驱动指令 → 继电器档位切换 → 输出电压闭环反馈修正。

CHAPTER 03

03 稳压系统工作原理

SWR 属于继电器抽头调压式交流稳压器，依靠自耦变压器多绕组抽头档位切换实现电压升降补偿，闭环稳压流程如下：

1

实时采样

采样电路实时采集输入端交流电压，传输至主控芯片。

2

差值运算

MCU 将实测电压与目标输出电压 220V 进行差值运算。

3

驱动档位

根据电压差值输出驱动信号，接通对应调压档位继电器。

4

电压补偿

通过自耦变压器绕组匝数改变，对输入电压升压或降压补偿。

5

闭环微调

输出侧再次采样反馈 MCU，动态微调档位，稳定在 220V±10%。

结构说明 继电器式结构区别于碳刷伺服稳压器，无碳刷机械磨损，维护简单、成本可控，非常适合民用、中小功率海外市场大批量普及。

调压响应

0.2–0.5s

单档位切换响应时间

防抖设计

动态防抖

电压剧烈波动时设置防抖延时，避免继电器高频来回跳档

触点保护

长寿命

防抖延时保护触点寿命，降低维护频次

CHAPTER 04

04 核心创新技术说明

4.1 45V–280V 超宽电压启动稳压技术

重新优化自耦变压器绕组匝数配比，加大低压段升压补偿绕组容量，在输入低至 **45V** 条件下，依然可以升压输出合格 220V 电压；常规版本型号输入区间 90V–280V，兼顾成本与常规低压国家使用需求。

4.2 发电机工况专属适配算法（核心差异化技术）

针对柴油发电机输出电压无序跳变、波形畸变问题，MCU 内置专用滤波算法：

滤波

滑动平均滤波

增加电压采样滑动平均滤波，过滤发电机瞬时尖峰、瞬时低谷。

防抖

动态防抖延时

电压短时来回波动时，锁定当前档位不频繁切换。

缓变

自动降速调压

电压剧烈震荡时自动降低调压响应速度，减少继电器通断次数。

软启动

3–5 秒延时输出

上电软启动延时输出，避免发电机刚启动时电压冲击损坏后端家电。

独有逻辑 本算法为 SWR 系列独有，无需增加硬件成本，显著提升发电机配套场景使用寿命。

4.3 50Hz/60Hz 频率自动识别技术

上电自动检测电网频率，50Hz/60Hz 自适应匹配控制参数，无需更改硬件跳线，同一型号产品可直接销往非洲、中东、美洲不同制式国家，减少 SKU 库存压力。

4.4 自适应负载识别技术

实时监测输出电流，轻载状态下优化调压策略，降低整机自身损耗；重载状态下延长继电器吸合间隔，防止大电流下切换产生电弧烧蚀触点。

CHAPTER 05

05 硬件结构与关键器件选型

5.1 主变压器

- **铁芯**：高导磁冷轧硅钢片，低磁损设计
- **绕组**：全纯铜漆包绕组，相比铝线绕组温升降低 20% 以上，耐长期高温运行
- **绝缘等级**：B 级绝缘，耐温 130℃

5.2 功率继电器

选用大功率**银合金触点**继电器，耐冲击电流，抑制切换电弧；每一档位独立继电器驱动，分区调压，降低单只器件负荷。

5.3 PCB 控制板

双面 FR-4 玻纤板材，加大铜箔载流面积；关键电源回路增加 **TVS 瞬态抑制二极管**，吸收电网浪涌；全部电容电阻选用宽温工业级器件，适应 -10℃~+55℃ 环境。

5.4 整机结构散热设计

散热

自然风冷

箱体多面镂空对流散热孔，无需散热风扇，降低故障率。

大功率

预留双风扇位

10KVA–30KVA 机型预留双风扇散热位，高温环境下强制散热。

布局

分区布局

变压器与电路板分区布局，减少热量传导至控制主板。

外壳

钣金加厚

防尘防磕碰，适合乡镇商铺简易安装环境。



SWR 系列继电器式全自动稳压器 · 产品特点图

CHAPTER 06

06 全维度安全保护体系

SWR 集成 **7 重综合安全保护机制**，故障时切断输出并显示故障代码，保障后端家电设备安全。

输入欠压保护

超低压版 ＜43V 停机保护；常规版 ＜87V 停机保护；电压恢复后自动重试。

输入过压保护

＞285V 切断输出，高压预警。

输出过载保护

超过额定负载 110% 延时保护；超过 150% 瞬时快速保护。

输出短路保护

后端发生短路立即切断输出，防止变压器烧毁。

整机超温保护

变压器温度超过 115°C 停机降温，温度回落自动恢复。

上电延时保护

上电 3–5 秒延时输出，抑制启动冲击电流。

浪涌吸收保护

内置压敏电阻 + TVS 组合，吸收雷击、电网瞬时浪涌。

故障代码提示

数码管显示对应故障代码，便于代理商、终端用户快速排查故障。

CHAPTER 07

07 整机电气技术规格参数

项目	SWR-A（极限超低压版）	SWR-B（常规低压版）
额定功率	500VA–30KVA	500VA–30KVA
输入电压	**AC 45V–280V**	AC 90V–280V
额定输出电压	AC 220V	AC 220V
稳压精度	±10%	±10%
适用频率	50Hz/60Hz 自动识别	50Hz/60Hz 自动识别
调压方式	继电器多档位抽头调压	继电器多档位抽头调压
整机效率	**≥97%**	**≥97%**
响应时间	0.2–0.5s（单档调节）	0.2–0.5s（单档调节）
延时输出时间	3–5s 可调	3–5s 可调
工作环境温度	-10℃～+55℃	-10℃～+55℃
相对湿度	＜90%（无凝露）	＜90%（无凝露）
冷却方式	自然风冷（大功率强制风冷）	自然风冷（大功率强制风冷）
显示方式	LED 数码管，输入/输出电压双显示	LED 数码管，输入/输出电压双显示
保护功能	欠压、过压、过载、短路、超温、延时、浪涌	欠压、过压、过载、短路、超温、延时、浪涌
绝缘耐压	AC2000V/1min 无击穿	AC2000V/1min 无击穿

CHAPTER 08

08 可靠性与环境适应性测试

所有机型出厂前 **100% 全检**，型式试验项目如下：

01 宽压老化测试

45V–280V 循环电压连续 8 小时带载老化。

02 高低温循环测试

-10°C～+55°C 循环温度带载运行。

03 发电机模拟工况测试

发电机模拟电源，电压 45–270V 随机跳变连续 48h 运行测试。

04 耐久性寿命测试

继电器档位循环切换 10 万次以上无触点失效。

05 浪涌冲击测试

2kV 浪涌脉冲冲击，控制器无损坏。

06 温升试验

满负载持续运行 2 小时，绕组温升 ≤60K。

CHAPTER 09

09 典型应用场景与工况适配说明

需求占比 70%

家庭民用场景

功率选型 500VA–5KVA；适用全屋家电、电视、冰箱、空调供电稳压，解决农村乡镇长期低压无法开机、高压烧毁家电问题。

推荐型号：SWR-A（45–280V）

需求占比 20%

发电机 / 离网配套场景

功率选型 2KVA–30KVA；适用柴油发电机、光伏离网系统后端稳压，野外营地、矿区、工地临时供电。

要点：优先开启发电机适配算法模式，显著降低故障率

需求占比 10%

小微工商业场景

功率选型 10KVA–30KVA；适用商铺、小型加工厂、养殖场、小型仓储办公稳压供电。

要点：根据当地最低市电电压，选择 A 版超低压或 B 版常规低压

市场需求结构（按应用场景）

数据来源：本白皮书第九章 · 家庭民用 70% / 发电机 · 离网 20% / 小微工商业 10%



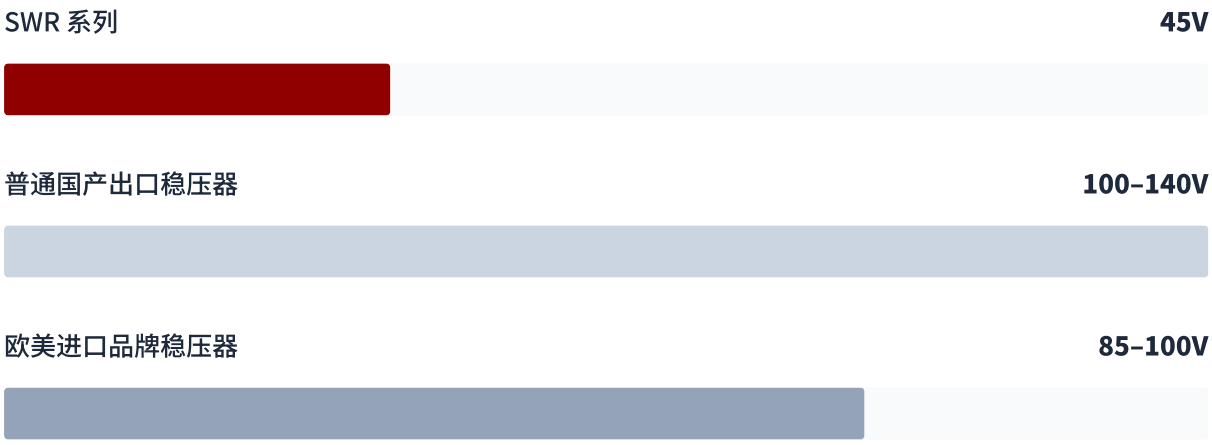
CHAPTER 10

10 竞品技术对标分析

对比项	SWR 系列	普通国产出口稳压器	欧美进口品牌稳压器
最低启动电压	**45V**	100–140V	85–100V
发电机适配算法	**专用优化算法**	无优化，频繁跳闸	部分机型支持，价格极高
绕组材质	纯铜绕组	多为铝线绕组	纯铜绕组
50/60Hz 自适应	**自动识别**	需要改硬件跳线	支持自适应
整机保护数量	**7 重完整保护**	3–4 项基础保护	完整多重保护
价格水平	中等性价比	低价	价格为我方 2.5–4 倍
海外售后配件	**标准化配件易维护**	配件不通用	配件采购周期极长

最低启动电压对比（V，越低越优）

数据来源：本白皮书第十章竞品对标表



柱长以 140V 为满刻度等比绘制：SWR 最低启动电压 45V，显著低于国产出口（100–140V）与欧美进口（85–100V），可覆盖 45–90V 极端低压区间，填补市场空白。

> **对标结论** SWR 在超低压启动、发电机工况适配两大核心指标具备明显差异化优势，综合成本远低于进口品牌，非常适配非洲、中东、中亚大规模民用市场。

CHAPTER 11

11 产品选型指南

01 **按市电电压选版本**

当地市电最低电压低于 90V：选择 **SWR-A（45–280V 超低压版本）**；当地市电最低电压 90V 以上：选择 **SWR-B（90–280V 常规版本）**，控制采购成本。

02 **按负载功率选容量**

稳压器额定容量 ≥ 实际负载功率 ×1.25 安全余量；电机类感性负载按 ×2 倍余量选型。

03 **发电机配套优先 A 版**

发电机配套场景无论电网条件，优先选用 **SWR-A 版本**，开启发电机适配模式。

CHAPTER 12

12 总结与技术迭代方向

12.1 总结

SWR 系列继电器式稳压器立足于海外弱电网真实用电痛点，以 **45V 极限低压启动 + 发电机专用稳压算法**作为核心技术壁垒，在保证高可靠性前提下实现优秀成本控制，为非洲、中东、中亚市场提供一套高竞争力末端电压治理方案。

产品兼顾家用、离网发电、小型工商业多场景，功率段完整覆盖 **500VA–30KVA**，具备极强的市场落地与批量推广价值。

12.2 后续技术迭代规划

显示升级

增加 LCD 液晶中英文双语显示界面版本。

通讯升级

增加 RS485 通讯功能，支持上位机电压数据监测。

三相版本

开发三相大功率版本，适配中小型工厂成套供电。

算法优化

优化控制算法，进一步降低继电器切换损耗，延长整机使用寿命。

结 语

45V 极限低压启动，覆盖极端弱电网村镇；**发电机专属算法**，驯服剧烈波动的发电工况；**7 重安全保护**，守护每一台终端设备；**50/60Hz 自适应**，一套机型走遍全球单相电网。

SWR 系列继电器式全自动稳压器，以高可靠、高性价比的末端电压治理方案，为非洲、中东、中亚市场提供规模化普及的稳压新选择。

45V 低压启动 · 发电机专用适配 · 500VA–30KVA

免责声明：本文技术参数仅供选型参考，实际性能以产品出厂测试报告为准，产品规格如有升级优化，恕不另行通知。