

抗谐波智能电容器 产品手册

版本：V1.1

日期：2026 年 5 月

注意事项

1. 设备安装、操作和维护之前务必仔细阅读本手册。
 2. 安装及操作必须严格遵守国家相关标准。
 3. 本设备必须由具备资质的专业人员进行安装和维修。
 4. 在对设备进行任何接线操作前，必须切断输入信号和电源。
 5. 使用合适的电压检测装置确认设备各部无电压后，方可进行操作。
 6. 切勿将本设备置于超范围的温度或湿度环境下工作。
 7. 电容器断电后内部仍有残留电压，须等待充分放电后方可触碰端子。
 8. 请根据现场谐波环境选择合适的电抗率产品，避免因选型不当导致设备损坏。
-

目录

1. 产品概述	5
1.1 产品简介	5
1.2 产品特点	5
1.3 执行标准	6
2. 核心优势与技术亮点	7
2.1 一体化集成，化繁为简	7
2.2 抗谐波滤波，安全可靠	7
2.3 过零投切，超长寿命	7
2.4 就地补偿，节能更佳	7
2.5 智能组网，协同运行	8
2.6 多重保护，安心运行	8
3. 应用场景与场合	9
3.1 工业生产领域	9
3.2 农业用电领域	9
3.3 商业与公共建筑	10
3.4 新能源与新兴领域	10
3.5 各行业应用领域总览	10
4. 系统架构	12
4.1 单台设备内部架构	12
4.2 多机联网系统架构	12
5. 技术规格参数	13
6. 产品选型	14
6.1 选型步骤	14
6.2 型号命名规则	14
7. 外观与功能说明	15
7.1 产品外观	15
7.2 指示灯状态说明	15

7.3 端子定义	15
8. 安装与接线	16
8.1 安装注意事项	16
8.2 接线步骤	16
8.3 接线要求	16
9. 操作与设置	17
9.1 初次上电	17
9.2 主要设置参数	17
9.3 日常操作	17
9.4 功率因数调整说明	17
10. 故障排除	18
11. 服务承诺	18



1. 产品概述



1.1 产品简介

抗谐波智能电容器是新一代低压智能无功补偿设备，它将**测量、控制、开关、保护、电抗器、电容器**六大功能集成为一个标准化模块，可直接替代传统由多个分立元件组成的电容补偿柜。

本产品专门针对谐波含量较高的工业与农业用电环境而设计。当电网中存在大量变频器、整流器、中频炉等非线性负载产生的谐波时，普通并联电容器极易与系统电感形成谐振，导致谐波电流放大，轻则电容器鼓包、重则爆裂。抗谐波智能电容器通过串联滤波电抗器构成无源滤波支路，不仅不产生谐振、对谐波无放大作用，同时还能吸收部分电网谐波，从根本上解决了谐波环境下电容器频繁损坏的行业难题。

1.2 产品特点

- 一体化集成设计，测控、开关、保护、电抗器、电容器六合一，一台替代一面柜
- 串联滤波电抗器，有效抑制谐波，不产生谐振
- 过零投切技术，无涌流、无过压冲击、无拉弧

- 智能组网通讯，支持多机并联协调运行
- 支持就地补偿，就近安装在负载端，减少线路无功电流传输，节能降损效果更优
- 多重保护功能，过压、欠压、缺相、过流、过温自动闭锁
- 模块化结构，安装便捷，维护简单

1.3 执行标准

本系列产品设计、制造和检验严格遵守以下国家标准：

标准号	标准名称
GB/T 15576-2020	低压成套无功功率补偿装置
GB/T 7251.8-2020	低压成套开关设备和控制设备 智能型成套设备通用技术要求

2. 核心优势与技术亮点

2.1 一体化集成，化繁为简

将传统电容柜所需的**智能控制器、熔断器、复合开关/接触器、热继电器、电抗器、电容器、指示灯**等众多分立元件，高度集成为一个标准化模块。一台设备即可完成原来一面柜子才能实现的功能，大幅减少柜内接线工作量，降低故障点，节省柜体空间和安装工时。

2.2 抗谐波滤波，安全可靠

针对不同谐波环境提供两种电抗率选择：

电抗率	适用谐波环境	说明
7%	以 5 次、7 次及以上谐波为主	谐振频率约 189Hz，低于 5 次谐波频率，不产生谐振
14%	以 3 次及以上谐波为主	谐振频率约 134Hz，低于 3 次谐波频率，有效抑制 3 次谐波

滤波电抗器与电容器串联构成无源滤波支路，在补偿无功的同时还能吸收部分电网谐波，实现补偿与滤波双重功能。

2.3 过零投切，超长寿命

采用电磁式过零投切技术，通过检测电压过零点精准控制开关动作——在电压为零时投入、电流为零时切除。投切过程**无涌流、无过电压、无拉弧**，开关电气寿命可达 **100 万次以上**，远超传统交流接触器的几万次寿命。

2.4 就地补偿，节能更佳

本产品体积小、模块化设计，特别适合在车间配电柜、设备控制柜或电机旁直接安装，实现**就近就地补偿**。相比在总配电房集中补偿，就地补偿可使无功电流在负载端即被抵消，不再沿长距离线路传输，从而：

- **减少线路损耗**：线路上传输的无功电流大幅降低，线损相应下降
- **释放变压器容量**：变压器无需承载大量无功功率，可释放更多有功供电容量
- **改善末端电压**：减少线路压降，电机等设备端电压更稳定，运行效率提高
- **节能效果更直接**：就地补偿的节电率通常优于集中补偿方式，投资回收周期更短

对于车间内大功率电机、空压机、注塑机等单台感性负载，推荐采用一台设备对应一台负载的就地补偿方案，节能效率和补偿精度达到最优。

2.5 智能组网，协同运行

内置 RS-485 通讯接口，支持多台电容器联网协同工作：

- **循环投切：**同容量电容器轮流使用，避免部分设备承担绝大部分投切动作
- **温度优先策略：**温度低的先投入、温度高的先退出，均衡整柜设备运行寿命

2.6 多重保护，安心运行

内置完善的保护功能，无需额外配置保护装置：

保护类型	保护动作
过压保护	电压超过设定值自动切除，电压恢复后自动投入
欠压保护	电压低于设定值自动切除
缺相保护	检测到缺相立即闭锁
过流保护	电流超过设定值自动切除
过温保护	温度超过设定值自动闭锁，温度降低后恢复

3. 应用场景与场合

抗谐波智能电容器适用于 0.4kV、50Hz 低压配电系统，广泛部署于存在谐波污染的工业与农业用电场所，用于无功功率补偿、提高功率因数、改善电能质量。

3.1 工业生产领域

工业场所是非线性负载最集中的区域，也是谐波问题最严重的场景。

- 纺织行业：**大量使用变频器驱动纺织机械，5 次和 7 次谐波含量高。普通电容器投入后易与系统形成谐振，导致电容器频繁鼓包损坏。推荐选用 7%电抗率产品。
- 钢铁/冶金行业：**中频炉、电弧炉产生大量谐波，部分场景 3 次谐波占比高。推荐选用 14%电抗率产品。
- 塑料/橡胶行业：**注塑机、挤出机变频器密集，无功需求波动大。多台智能电容器联网运行，通过循环投切和温度优先策略实现均衡工作。
- 汽车制造：**焊接机器人、变频输送线产生谐波，且对电能质量要求高。过零投切无涌流冲击，不影响精密设备运行。
- 车间就地补偿：**对于车间内的空压机、冲压机、注塑机、大功率电机等单台感性负载，将本产品直接安装于设备控制柜或配电箱旁，实现一机一补的就地补偿方案。就近抵消无功电流，节能降损效果优于总配电房集中补偿。

3.2 农业用电领域

农业用电场景的无功补偿需求长期被忽视，却是节省电费见效最快的场景之一。

核心问题：在山东等农业大省，农业排灌、农产品加工等用电按规定执行农业电价（如 0.55 元/度）。但大量农业用电设备（水泵、脱粒机、饲料粉碎机、冷库压缩机等）多为感性负载，运行时功率因数很低，导致供电公司计量考核时产生大量**无功罚款（力率调整电费）**。许多农户和农业企业发现实际到户电价远超标准农业电价，往往就是无功罚款造成的。

解决方案：在农业配电台区或大型农机设备旁安装抗谐波智能电容器，可有效提高功率因数至 0.95 以上。一旦功率因数达标，无功罚款即被消除，电价恢复至正常农业电价水平。此外，无功电流减少后线路损耗下降，还能带来可观的**节电效果**。

农业场景	典型负载	功率因数补偿前	安装后效果
农田排灌泵站	大功率水泵	0.6~0.7	提高至 0.95 以上，消除无功罚款

粮食加工车间	脱粒机、粉碎机	0.65~0.75	功率因数达标，电价恢复正常
果蔬冷库	冷库压缩机	0.7~0.8	降低线路损耗，额外节电
畜牧养殖场	饲料机、通风设备	0.65~0.75	改善末端电压，设备运行更稳定

典型案例估算：某山东蔬菜冷库，月用电量约 2 万度，农业电价 0.55 元/度。因功率因数偏低（约 0.72），每月被加收无功罚款，实际到户电价折合约 0.75 元/度，月均多交约 4000 元。安装抗谐波智能电容器后功率因数提升至 0.96，无功罚款消除，电价恢复 0.55 元/度，年节省电费约 4.8 万元，设备投资半年内即可收回。

3.3 商业与公共建筑

- **大型商业综合体：**中央空调、电梯、LED 照明、变频水泵等设备产生谐波，同时存在功率因数考核压力。
- **医院：**CT、MRI 等大型医疗设备对电能质量要求极高，谐波可能导致设备工作异常。
- **数据中心：**UPS、服务器电源产生谐波，功率因数低导致额外电费支出。
- **写字楼与酒店：**变频空调、电梯、照明系统综合用电，功率因数不达标面临罚款。

3.4 新能源与新兴领域

- **光伏并网场景：**逆变器产生谐波注入电网，同时存在无功倒送问题。
- **充电站：**大量充电桩集中用电，谐波含量高、负荷波动大。

3.5 各行业应用领域总览

行业分类	典型负载/谐波源	推荐电抗率	适配特点
纺织/塑料	变频器	7%	抑制 5 次及以上谐波，防止电容器鼓包
钢铁/冶金	中频炉、电弧炉	14%	抑制 3 次及以上谐波，承受恶劣环境
汽车制造	焊接机器人、变频线	7%	过零投切无冲击，保障精密设备
车间就地补偿	空压机、注塑机、大功率电机	7%	就近安装，一机一补，节能降损更直接

农业用电	水泵、脱粒机、冷库压缩机	7%	消除无功罚款，恢复标准电价，额外节电
商业建筑	空调、电梯、照明	7%	模块化安装，节省柜体空间
数据中心	UPS、服务器电源	7%	改善电能质量，降低运维成本
光伏电站	逆变器	7%/14%	配合控制器实现谐波治理+无功补偿

4. 系统架构

4.1 单台设备内部架构

抗谐波智能电容器内部由以下核心单元构成：

组成单元	功能说明
智能测控单元	实时采集电压、电流、功率因数、温度等参数，执行投切逻辑和保护判断
过零投切开关	在电压过零点精准投入或切除电容器，消除涌流和拉弧
滤波电抗器	串联在电容器回路中，抑制谐波放大，吸收部分谐波
电力电容器	提供容性无功功率，补偿感性负载
保护单元	过压、欠压、缺相、过流、过温自动检测与闭锁

4.2 多机联网系统架构

多台抗谐波智能电容器可通过 RS-485 总线联网，组成智能无功补偿系统：

- 主机模式：**指定一台电容器为主机，负责采集电网参数并执行投切策略，从机按指令动作
- 对等模式：**各电容器独立判断，通过通讯协商投切顺序

5. 技术规格参数

项目	规格参数
执行标准	GB/T 15576-2020、GB/T 7251.8-2020
额定电压	AC 380V（三相共补）/ AC 220V（分相补偿）
工作频率	50Hz
电压波动范围	额定电压±20%
补偿方式	三相共补 / 分相补偿
额定容量	共补：5~50kvar；分补：5~30kvar（按具体型号）
电抗率	7%（抑制5次及以上谐波）/ 14%（抑制3次及以上谐波）
投切开关	电磁式过零投切，电气寿命≥100万次
控制方式	本地自主投切 / RS-485 联网协调投切
保护功能	过压、欠压、缺相、过流、过温自动闭锁
显示方式	LCD 彩屏（运行/投切/故障状态显示）
通讯接口	RS-485，Modbus-RTU 协议
安装方式	柜内固定安装
工作环境	温度：-25℃至+55℃；20℃时相对湿度不超过90%，较高温度下降低使用
防护等级	IP20（户内型）
自身功耗	每1kvar容量功耗不超过0.2W

6. 产品选型

6.1 选型步骤

1. **确定补偿容量：**根据变压器容量、负载情况计算所需无功补偿总容量
2. **检测谐波环境：**使用电能质量分析仪测量现场主要谐波次数和含量
3. **选择电抗率：**5次及以上谐波为主选7%；3次谐波占比高选14%
4. **确定补偿方式：**三相平衡负载选共补；三相不平衡严重选分补或混补
5. **确定台数：**总容量除以单台容量，合理搭配不同容量规格
6. **确定补偿位置：**若为车间单台大负载补偿，选就地补偿方案；若为整厂补偿，可选总配电房集中补偿

选型示例一（车间集中补偿）：某纺织厂变压器容量800kVA，实测5次、7次谐波含量较高，三相基本平衡。补偿总容量需求约240kvar，电抗率选择7%，补偿方式为三相共补。选型方案：4台×30kvar共补 + 4台×30kvar共补（分两组）。

选型示例二（农业排灌泵站就地补偿）：某农田排灌泵站，55kW水泵电机，实测功率因数约0.68。所需补偿容量约25kvar，选用7%电抗率，采用三相共补方式。选型方案：1台×25kvar共补，就近安装于泵站配电箱旁。

6.2 型号命名规则

型号字段	含义	选项
产品系列	抗谐波智能电容器	XR
额定电压	0.48（480V共补） / 0.28（280V分补）	0.48 / 0.28
额定容量	单位 kvar	5/10/15/20/25/30/50 等
电抗率	7%或14%	7 / 14
补偿方式	Δ为共补，Y为分补	Δ / Y

命名示例：XR-0.48-30-7Δ 表示共补型抗谐波智能电容器，额定电压480V（适用于400V系统），额定容量30kvar，电抗率7%。

7. 外观与功能说明

7.1 产品外观

产品采用模块化结构，外壳为金属封闭式，正面设有 LED 指示灯面板，背面设有电源端子和通讯端子。整体结构紧凑，适合柜内安装。

7.2 指示灯状态说明

指示灯	状态说明
运行指示灯	常亮表示设备正常工作中
投入指示灯	常亮表示该电容器已投入电网运行
故障指示灯	常亮或闪烁表示设备出现故障（过压/欠压/过温等保护动作）
通讯指示灯	闪烁表示 RS-485 通讯正在进行数据交换

7.3 端子定义

端子类型	端子标识	功能说明
电源端子	UA、UB、UC、UN	三相四线电源接入
通讯端子	A+、B-	RS-485 通讯线
接地端子	PE	保护接地

8. 安装与接线

8.1 安装注意事项

- 安装必须由具备资质的专业人员操作
- 安装前必须切断所有电源，并用电压检测装置确认无电压
- 设备应安装在通风良好、无强烈振动的配电柜内
- 多台安装时应保持合理间距，确保散热通畅
- 电容器断电后内部仍有残留电荷，须等待充分放电（至少 3 分钟）后方可触碰端子

8.2 接线步骤

1. 将三相电源线（A/B/C 相）和零线（N 线）分别接入电源端子 UA、UB、UC、UN
2. 将保护接地线接入 PE 端子
3. 如有多台联网，将 RS-485 通讯线 A+、B- 分别接入通讯端子，连接至其他电容器或上位机
4. 检查所有端子接线牢固，无松动
5. 确认接线无误后方可上电

8.3 接线要求

- 电源线截面积应根据补偿容量选择，建议不低于 6mm^2
 - RS-485 通讯线采用屏蔽双绞线，实行单点接地
 - 通讯线远离强电线路，避免电磁干扰
-

9. 操作与设置

9.1 初次上电

1. 确认所有接线正确、牢固
2. 合上上级断路器，设备上电
3. 观察运行指示灯状态，正常应为常亮
4. 设备自动检测电压、电流，进入正常工作状态
5. 等待数秒，设备根据电网功率因数自动判断是否投入电容器

9.2 主要设置参数

参数名称	范围	出厂默认值	说明
功率因数目标值	0.85~1.00	0.95	补偿后的目标功率因数
投入延时	1~300s	30s	满足投入条件后的延时确认时间
切除延时	1~300s	30s	满足切除条件后的延时确认时间
过压保护值	430~480V	460V	超过此电压自动切除所有电容器
欠压保护值	260~350V	300V	低于此电压自动切除所有电容器
过温保护值	50~80°C	65°C	内部温度超过此值自动闭锁
通讯地址	1~247	1	RS-485 总线设备地址

9.3 日常操作

- **查看运行状态：**通过 LED 指示灯判断设备是否正常运行
- **手动投切：**紧急情况下可通过上级断路器手动切除
- **复位操作：**保护动作排除故障原因后，设备自动恢复（部分保护需手动复位）

9.4 功率因数调整说明

本产品既可独立运行，也可与无功补偿控制器配合使用：

- **独立运行模式：**设备内置智能测控单元，根据电网电压、功率因数自动执行投切，适合补偿回路数量较少的场景（如农业排灌、单台电机就地补偿等）
- **控制器联动模式：**当补偿回路数量较多（如超过 6 路），建议配合我司 HL303-QE 无功补偿控制器使用，由控制器统一管理多台电容器的投切和运行策略。我司已提供成套补偿方案，详见相关产品手册

10. 故障排除

故障现象	原因分析	排除方法
电容器无法投入	电网电压过高或过低	检查电网电压，等待恢复正常
电容器频繁投切	功率因数目标值设置过于敏感	适当调整功率因数目标值或延时时间
运行中突然切除	过温保护动作	检查通风散热条件，清理散热通道
故障指示灯常亮	缺相或过流保护	检查三相电源接线，测量负载电流
电容器投入后噪音异常	谐波含量严重超标	确认电抗率选择是否正确，考虑升级14%电抗率
通讯中断	RS-485 接线松动或地址冲突	检查通讯接线，确认设备地址不重复

11. 服务承诺

- 产品质保期为自出厂之日起一年（人为因素和不可抗力除外）
- 保修期内可应客户要求，返厂免费进行维修和维护，公司不承担产品往返运费
- 超出质保期的产品，仅收取维修成本费
- 公司提供 7×24 小时专业服务，接到客户通知后 4 小时内作出反应，24 小时内出具解决方案
- 提供免费选型咨询服务，可根据现场谐波环境与用电负荷推荐最优配置方案
- 针对农业用电场景，提供功率因数检测与节电效益评估服务，帮助用户快速测算投资回报周期