

机柜微环境管理系统



公司简介

资质文件

机柜微环境隐患分析及解决要点

机柜微环境应用行业特点及解决方案





机柜微环境管理系统

—— 助力电气控制系统稳定运行和智能化



■ 公司简介	4
研发实力	4
核心价值观	5
服务理念	6
■ 机柜微环境重要性凸显	7
微环境要素	7
典型微环境不良造成的隐患及原因	7
■ 为什么电柜微环境重要性凸显	9
■ 机柜微环境管理系统	10
用途介绍	10
方案组成	10
拓扑图	11
■ 智能通风防尘环控	12
电柜散热防尘条件	12
组成	13
功能与亮点	13
过滤风扇及风窗防尘分析	15
■ 自动除湿防凝露	16
组成	16
功能与亮点	16
苛刻环境除湿案例	16
露点控制除湿技术	17
综合环境控制器	18
■ 行业方案	19
通用机柜微环境管理方案拓扑图	19
环网柜微环境管理方案及拓扑图	20
箱变微环境管理方案及拓扑图——综合型	21
箱变微环境管理方案及拓扑图——标准型	22
高压柜微环境管理方案及拓扑图	23
低压柜微环境管理方案及拓扑图	24
智能SVG通风防尘、防潮除湿系统方案及拓扑图	25
新能源电柜智能通风防尘方案	27
DCS柜、PLC柜和变频柜智能通风防尘方案	29
5G宏基站智能通风防尘方案	32
■ 应用行业及业绩	33

公司简介

北京威能通电气设备有限公司，专业从事电气设备智能环控系统高端产品的研发、生产、销售、应用与技术服务。

公司总部及研发中心位于北京市，生产及试验基地在河北衡水高新区，拥有优秀的管理、生产和技术团队，取得ISO9001国际质量体系认证。

公司研制的系列智能环控系统，应用在电气、电子设备上，集散热、保温、制热、防尘和除湿于一体、可多路环境参数监测、智能化运行、节能降碳等优点，为众多行业，如：风力发电、火电、光伏发电、储能系统、电力系统、轨道交通、钢铁冶金、煤炭开采、石油化工、机械装备、仓储物流、机场设施、综合管廊、输变配电和水处理等等，提供了全方位微环境管理产品、系统和方案，有效保障了用户设备的安全、稳定运行，同时提高了设备运行维护的智能化和安全化。

产品通过中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可试验室的型式试验测试，运行良好，深受广大客户和专业人士的好评。

公司系列智能环控系统的产品已经广泛应用在各个行业，尤其是新能源行业，并出口到巴西、埃及、美国、科威特等国家。



生产及试验基地

公司愿景

致力成为世界领先的电气设备智能环控系统专家

研发实力

- ◆ 公司具有研究生及以上学历2人和多名经验丰富的电气工程师、结构工程师。研发团队有世界500强前列企业研发工作多年的高级工程师和为军工行业研发风冷、水冷系统的高级工程师。
- ◆ 公司申请和获得了多项发明专利、实用新型专利、外观专利和软著等，拥有自主知识产权，形成产品专利体系
- ◆ 公司具有多种研发试验装置，通过对各种智能环控产品的多次反复功能试验、老化试验，保障产品的功能和性能，为用户提供卓越产品和服务。

1) 电气箱体环控研究试验室

- ◆ 该试验室由房间和电气设备室组成。
- ◆ 房间用于模拟电气设备室外部环境，如高温、低温、灰尘、潮湿、雨水等大气环境。
- ◆ 电气设备室位于房间内部，用于模拟现场的电气设备箱体。
- ◆ 电气设备室内部配置了4~80KW的发热装置，用于模拟电气设备的发热量；还配置0~5L/h的加湿装置，用于模拟电气设备地基或底部产生的潮气；
- ◆ 电气设备顶部配置了多路经过计量院检定的露点检测、温湿度检测装置，用于检测试验数据和效果。



电气箱体环控研究试验室

2) 温湿度试验箱

- ◇ 宽温试验：-50~+150℃
- ◇ 湿度试验：10~+99%RH
- ◇ 高低温循环试验
- ◇ 交变湿热循环试验
- ◇ 高温老化试验
- ◇ 低温老化试验



温湿度试验箱



校准证书

3) 电柜微环境测试台

- ◇ 风量测试
- ◇ 发热、散热均衡测试
- ◇ 防尘测试；
- ◇ 防水测试；
- ◇ 风速测试；
- ◇ 风量、散热和噪音联合测试；
- ◇ IPX5喷水和进、出风速联合测试



电柜微环境试台

核心价值观

致力于电气设备环境控制的工程研究和产品开发，为用户提供可靠的产品及解决方案和优质的服务，保障电气设备运行稳定、安全，服务全球用户。



机柜微环境重要性凸显

微环境要素

温度、潮湿（凝露）、灰尘、烟雾和有害气体等环境参数，对电气设备安全稳定运行非常重要。

典型微环境不良造成的隐患及原因

机柜，在本资料中也称电柜，电柜微环境逐渐由良好变差，是导致长期运行中故障的原因之一。

新投入运行的电柜，在设计、生产和交付时，其电气性能满足在良好微环境运行的要求，但随着机柜运行，其内部微环境逐渐变化，逐渐苛刻和恶劣，其电气性能，如散热能力、介电强度、防腐性能等，均会持续下降至一定程度，机柜逐渐产生隐患和故障。

电柜过热隐患及解决方案

电柜运行初期状况良好，但是运行一定时期后产生的发热或元件局部过温状况

隐患

- **散热均衡破坏：**电气、电子装置上的灰尘积累，尤其电路板或导体上的灰尘逐渐积累，散热能力也逐渐下降，直至造成过热故障或烧机
- **系统故障：**控制器、变频器和服务器等装置中的电路元器件工作产生静电场，会主动吸附灰尘；灰尘覆盖在电子元件（尤其如CPU或MCU等芯片）上后热量不断积聚，导致元件损坏，从而造成控制系统故障或失灵

隐患产生原因及对应方案

- **制冷能力下降：**机柜空调散热电柜，制冷能力下降而柜内发热；
适宜解决办法：智能检测柜内温度和制冷能力，定期检修或按需维护、补充冷媒
- **通风除尘装置防尘级别低：**通风散热的电柜，由于所配置的通风除尘装置防护级别低或滤材上灰尘饱和后透尘，灰尘在风冷时进入电柜并附着在导体、电子元器件上，热量积累导致损坏或烧毁
适宜解决办法：
电柜防护等级应 \geq IP5X；
√ 通风用装置（如过滤风扇或通过滤网组）防护等级应 \geq IP6X；
√ 闭环管理，应设置智能滤材更换管理功能，自动根据微环境提示滤材更换信息
- **灰尘堵塞滤材：**通风散热的电柜，灰尘堵塞了滤材，通风量下降、热量积累而导致设备发热和烧毁
适宜解决办法：
√ 智能控制：环境参数检测，如温湿度、灰尘浓度等参数，依据参数变化而智能的过滤风扇控制；
√ 自清灰功能：过滤风扇应具有自清灰功能，根据智能控制自动清灰，以防止灰尘堵塞滤材

易威能 机柜微环境管理系统中的智能通风防尘环控产品，智能化的电柜通风散热防尘方案以专于解决电柜全生命周期内的发热和烧毁问题，详细方案见节“智能通风防尘环控”



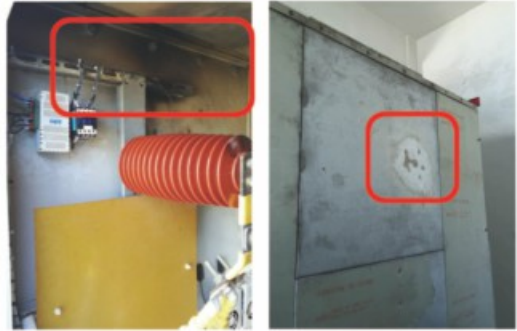
灰尘的严重及造成的故障

闪络放电、击穿

闪络放电、击穿故障，往往是明显和严重的故障，其通常还会有如下类似的故障隐患：

隐患

- 电气装置绝缘性能降低，潮湿凝露造成绝缘强度降低，从而导致放电，以高压电气设备中为常见
- 电子线路控制板失灵，其印制线、电子元器件的金属引脚等产生腐蚀作用，甚至霉断，使控制失效或不起作用
- 不明故障多，且突发性强，破坏性



潮湿凝露形成放电和击穿事故

隐患产生原因及对应方案

以上故障，通常是由于潮湿微凝露，同时灰尘溶解在微凝露中，造成绝缘强度下降或腐蚀漏电而形成。

潮湿凝露产生原因

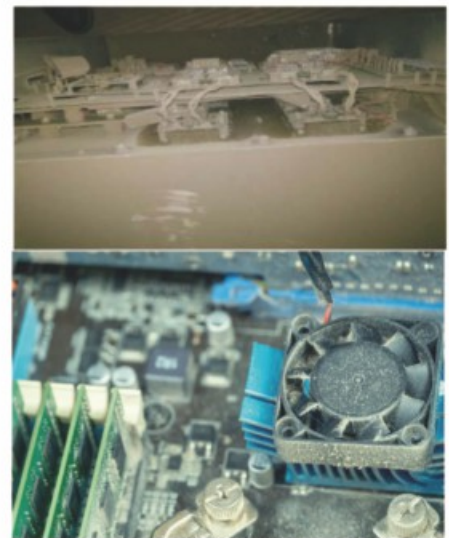
- 温差变化：天气状况快速变化和负荷波动，在机柜内形成温差变化，造成在导体、芯片和机柜壳内壁等位置潮湿和凝露
- 密封逐渐不严：电气设备的密封材料，尤其是室外设备的密封材料在紫外线、高低温循环的环境下很容易造成老化，丧失密封性，造成潮气在电气设备内或机柜内形成潮湿和凝露。

除湿防凝露方案

依据电柜特点和使用地区，分别采用适合的除湿防凝露方案，具体如下：

- 冷凝除湿方案：适用于密封电柜且无霜冻的地区；
- 露点控制除湿：广泛适用各种环境电柜；
- 微正压冷凝除湿：适用于野外且密封易老化的电柜或电气设备，尤其是高温高湿地区

EVEL 机柜微环境管理系统中的自动除湿防凝露产品及系统，以专于解决电柜全生命周期内的除湿和防凝露，详细方案见节“自动除湿防凝露”



灰尘造成元件管脚锈蚀发生故障

时好时坏的控制故障

柜内控制电路板，灰尘与微凝露形成潮泥，既影响散热，也造成电子元件特性偏移，产生是时好时坏的故障。

气候干燥时电路板运行正常，潮气大时，潮泥会形成电阻网络，影响到电路板中的电气参数，从而影响控制电路，会造成控制失灵的情况时好时坏的故障。虽成因比较复杂，但潮泥，往往是主要的原因。

EVEL 智能通风防尘环控产品兼具除湿功能，同时自动除湿防凝露产品及系统兼具通风散热控制功能，可根据解决重点选用适合方案

为什么电柜微环境重要性凸显

电气、电子特性稳定和技术成熟

百年的工业、建筑的电气、电子理论、工程实践和标准规定，其设计、组装、联动保护已经日臻完善，解决了由已知的电气问题造成的故障

智能化的需求和紧凑模块化的设计对微环境的要求日趋严格

- 自动化和智能化的需求，需要大量基于芯片的电路板；
- 空间节省及成本节省的需求，对柜内空间节省的要求和易于更换维护的需求，工业产品更加紧凑模块化，因而对散热性和绝缘性要求越来越高

灰尘和潮湿凝露恰是上述两个问题的天敌：

- 灰尘积累降低散热性，影响电路板散热、功率组件或单元散热；
- 灰尘结合潮气凝露，降低绝缘强度，造成放电、闪络或击穿，也会造成电路板电位漂移，电容放电等等问题。

总之，随着运行时间推移，莫名其妙的各种故障，由偶尔到频繁地发生

变化的微环境是成熟稳定电气电子产品故障的原因：

电气电子产品是基于相对稳定温湿度范围和灰尘覆着厚度的状况下，才能在散热均衡、绝缘强度不变和预期寿命内腐蚀的状况下，稳定地运行。

但是，持续散热而导致灰尘不断增加的变量破坏了散热均衡，实时变化的潮湿凝露，却实时影响着绝缘强度和腐蚀进展，这二者变化特性，是稳定运行电气电子产品故障的原因

物联网和智能化的趋势要求机柜微环境管理智能化

□ 运行稳定的保障

良好的柜内微环境能保障电气、电子设备运行稳定良好，因此良好的通风散热和防尘、适合的除湿防凝露方案越来越受到重视；

□ 完善智能化运维：

- √ 环境数据检测：温度、湿度、灰尘浓度或其它有害气体等柜内环境数据检测
- √ 自动运维的需求：智能的滤材更换管理和自清灰控制，实现微环境预维护，保障电气设备运行稳定，
- √ 弥补电气设备微环境管理的空白，助力智能化系统现场层设备内的微环境子系统完善



机柜微环境管理系统

用途介绍



管理方向：柜内灰尘管理、湿度管理、温度管理和消防等环境参数和安全的管理

三大方案：具有**智能通风防尘环控**、**自动除湿防凝露**和**电气设备消防**等方案

难题突破：1) 通风散热时，完好解决防尘难题，实现高效通风散热且完好防尘，解决灰尘对电气、电子装置造成故障和隐患

2) 各种除湿方案，完好解决苛刻环境除湿难题，保障户外、关键设备或环境苛刻的电气设备安全稳定运行

3) 烟温感控，完好的电气设备内消防方案

空白完善：弥补电气设备微环境管理的空白，保障设备安全稳定运行，实现了智能化运维现场层的完善

智能化升级：各类智能化系统的现场层设备微环境状况的数据监测、远程控制和安全运行保障的软、硬件支撑

致力：电气设备全生命周期微环境管理和安全稳定运行的保障

方案组成

智能通风防尘环控

- 通风能手
- 防尘利器
- 安全运行保障者
- 智能运维助力团



防尘环控屏

温湿度和灰尘检测；过滤风扇启停控制，以通风散热
自清灰控制，解决灰尘积累影响通风，实现免清灰维护
滤芯更换管理，助力智能化运维；配置通信接口

+



智能风扇控制器



+



IP64/65 过滤风扇

高效通风散热，且完好防尘；
解决IP5X过滤风扇通风但不防尘的问题

自动除湿防凝露

- ① 除湿专家
- ② 智能助力
- ③ 安装保障
- ④ 专用方案
箱变方案
高压柜/环网柜 方案



环境控制器

露点控制除湿

温度、湿度和烟雾检测二元控制加热器除湿
依据实时凝露温度（温、湿度二元关系得出），控制加热器使设备微环境达不到凝露温度而有效除湿

+



感应/执行模块

微正压冷凝除湿

微正压+冷凝除湿： 解决密封不严、老化或高温、高湿环境的的除湿防凝露难题

+



冷凝除湿器

冷凝除湿

温度、湿度检测
将潮气冷凝成水排到设备外
无霜冻区且密封设备内的有效除湿

电气设备消防

点型自吸式



烟温感控模块

烟、温同感；宽温-40~80℃运行
自动/远程手动（默认） 触发灭火装置
灭火装置启动状态反馈
RS485 通信接口，远程监测和控制

拓扑图

EVEL 机柜微环境管理系统，有三大方案，产品包含通用型环境管理控制器、感应执行模块、过滤风扇及风窗、风扇智能控制器、加热器和智能冷凝除湿器等，主要应用在各类机柜中，如变频器及软启动柜、PLC及DCS系统控制柜、风机电控柜、服务器机柜、数控系统柜等场合，还有箱变专用环境管系统、高压柜专用环境管理系统以及10KV开闭站专用环境管理系统。



智能通风防尘环控

电柜散热防尘条件

散热防尘标准依据

依据国标 GB_T 4208-2017 外壳防护等级第13.4 条规定,见图 4, IP5X的电柜外壳防尘的方法:

- 1) 第一种外壳: 工作周期内壳内的气压低于周围大气压力, 例如因热循环效应引起 (即电柜内外有通风散热状况), 应依照防尘6标准测试, 即采用真空泵抽气方式, 模拟电柜热循环效应, 需要在低于2kPa的壳内外压差情况下, 快速抽气2小时或低速抽气8小时;



- 2) 第二种外壳: 外壳内气压与周围大气压力相同, 即电柜内外无通风散热的静态运行, 应依照防尘5测试, 即模拟无热循环效应, 不与真空泵连接, 试验持续8小时

总结: 根据标准, 通风散热方式的IP5X电柜需要防尘时, 应采用IP6X通风防尘装置

电柜散热防尘重点

依据电柜防尘的实际状况和标准规定, 满足需要散热电柜防尘的方案:

- 1) 电柜防护等级 \geq IP5X
- 2) 散热装置选配:
 - ✓ 第一种外壳类型, 即内外有压差的通风散热方式, 须配置IP6X过滤风扇, 兼具通风散热和防尘
 - ✓ 第二种外壳, 即内外无压差的散热方式, 须配置机柜空调实现内外无压差散热

散热防尘方案性能及运行成本分析

项目 散热 防尘方案	散热 方式	散热 效果	防尘效果	耗电成本 (以散热2KW 计)	维护	室外应用
机柜空调	制冷 散热	好	好	\geq 1.5KW (\approx 制冷1.0KW+除冷 凝水 \geq 0.5KW)	冷媒补充 \approx 1~2年	可以
IP6X过滤风扇	通风 散热	好	好	约0.13KW	滤材更换 \approx 1~2年	可以, 采用 \geq IP65级别

注: 机柜空调散热耗电成本是IP6X过滤风扇的 \geq 8 倍

组成

智能通风防尘环控：温湿度和灰尘检测，通风散热防尘、自清灰控制、滤棉更换管理、温度控制和湿度控制等功能，实现电气设备全生命周期的温度、灰尘和湿度管理，以防止过温、过湿和灰尘积累造成柜内装置故障。

- 智能风扇控制器
- IP64/IP65过滤风扇（窗）
- 防尘环控专用屏（选配）
- 表面无线测温



功能与亮点

防尘利器——IP64/65过滤风扇及风窗

- 过滤风扇及风窗防尘等级IP6X：静态（无内外通风散热）与动态（内外通风散热），均无灰尘进入电气设备
- 支持自动清灰，保障通风良好、无过温、无电子装置故障
- 解决了IP5X过滤风扇动态（通风散热）不防尘和无法支持自清灰的缺陷

IP5X 过滤风扇及风窗不防尘原因

- 不耐风压：风扇运行时产生风压，IP5X过滤风扇及风窗滤材变形、滤材与壳体间隙增大，而导致灰尘进入
- IP6X过滤风扇及风窗耐风压的结构设计，防止灰尘进入



国家实验室IP6X尘密测试
强迫空气内外对流，无尘进入



国家实验室IPX5喷水测试
各方向喷水测试，无水进入



中控室DCS系统柜积满
灰尘的IP5X过滤风窗

附 IP5X和 IP6X防尘标准定义：

依据标准：GB/T4208-2017 /

IEC60529:2013 外壳防护等级（IP代码）

防护等级IP5X：外壳内压力与周围大气压力相同时，无灰尘进入，简称静态防尘即柜体内外无空气循环时，防尘，但有内外压差而空气内外对流时，不能防尘

防护等级IP6X：设备正常工作周期壳内的气压低于周围大气压力，例如热循环效应引起，在压差 $\leq 2\text{KPa}$ 时，应无灰尘进入，简称动态防尘或尘密，该测试标准针对柜体内外存在强迫空气循环时，也须是防尘的

各防护等级电气柜对过滤风扇防护等级的要求

电柜防护等级 / 过滤风扇类	IP6X 电柜		IP5X 电柜		P4X 及以下电柜	
	动态	静态	动态	静态	静态	动态
IP6X 过滤风扇	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IP5X 过滤风扇	✗	✓	✗	✓	✓	✓
IP4X 过滤风扇	✗	✗	✗	✗	✓	✓

注：动态，指风扇运行，电柜内外空气对流散热状态；静态，指风扇停止，电柜无内外空气对流散热

通风能手——通风高效

- 通风效率 $\geq 80\%$ ，实现电气设备快速通风散热
- 通风效率：IP6X过滤风扇及风窗 \geq IP5X过滤风扇及风窗
- 优秀的IP6X过滤风扇及风窗的结构设计，通风和滤尘双卓越

风洞测试结论

过滤风窗通风效率：IP64 \geq IP65 \geq IP5X

IP6X 过滤风扇通风效率更高

原因：

- 风阻一致：IP5X与IP6X过滤风窗滤材级别一致
- IP6X风窗及过滤器设计卓越：单位通风面积大
- 卓越的结构设计：是IP6X过滤风扇及风窗防尘的关键，而不是滤材防尘级

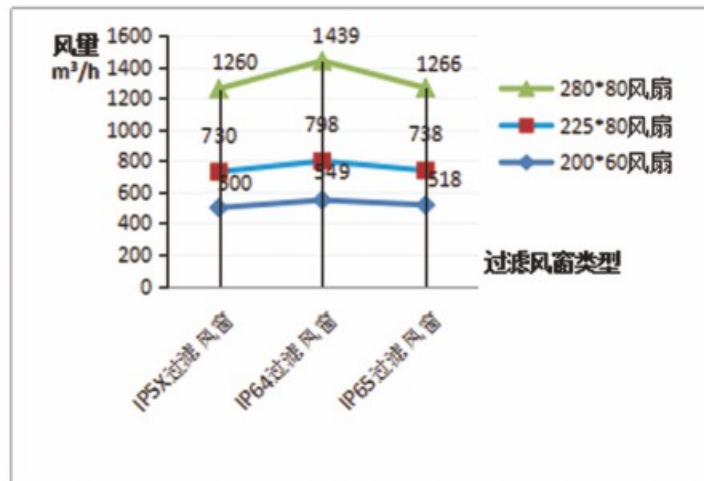
过滤风扇及风窗风洞风量测试



IP5X 过滤风扇
风洞测试

IP64 过滤风扇
风洞测试

IP65 过滤风扇
风洞测试



智能运维助力——弥补电气设备微环境智能管理的空白

- 温度、湿度闭环监测，异常及时发现，预先解决处理
- 自清灰控制，解决灰尘积累过温和人工清灰难、成本高的难题，IP6X过滤风扇及风窗适用自清灰，IP5X不适用自清灰
- 滤材更换管理，智能提示及时更换，解决过温风险、灰尘异常污染和电子装置的受灰尘影响的失灵、失控等运行和安全隐患
- 完善智能化管理，配置通信接口及就地指示，便利远程监控、智能化管理和人工巡检，弥补现场层电柜微环境管理的空白

安全运行保障者——提升电气设备运行稳定性和安全性

- 温度保障者，通风散热卓越，保障电气设备不过温，内部高温是电气设备的天敌
- 灰尘屏蔽者，无灰尘进入而无灰尘造成的隐患，灰尘是突发异常、故障的罪魁祸首
- 自清灰服务者，根据检测的温度、灰尘，清除过滤风窗积累的灰尘，保障温度安全
- 卓越防水，防水达IPX5，室外大到暴雨及溅水，均保障无水进入
- 完善智能化运维，提高核心设备运行稳定和安全

过滤风扇及风窗防尘分析

组成与特点

- **组成及安装:** 过滤风窗、风扇和适配器组成, 风扇通过适配器固定在过滤窗上, 形成过滤风扇; 过滤风扇或风窗, 对应安装(即上下方、左右侧、前后面)以形成风道, 便于通风散热
- **功能**
 - ▶ **通风散热:** 风扇上电运转, 产生风压, 强迫空气气流经过过滤风窗, 实现机柜内外的空气循环交换, 机柜内产生的热量被持续循环交换的空气排出, 从而达到通风散热的效果
 - ▶ **防尘进入机柜:** 持续通风散热时, 内装滤材的过滤风窗将滤除气流中的灰尘, 并实现空气内外循环对流
- **注意事项**
 - ▶ **防尘能力与防护等级相关**
过滤风扇及风窗防护等级, 是指将其安装在机柜外壳上后, 其安装界面和通风界面所能达到防护等级
过滤风风扇及风窗的常用防护等级: IP43、IP54、IP55、IP64、IP65, 其区别如下:
IP43: 静态和动态, 均不防尘;
IP54/IP55: 静态, 防尘(防灰尘颗粒 $\square 10\mu\text{m}$); 动态, 即通风散热时, 不防尘
IP64/IP65: 静态和动态, 均防尘, 其防尘能力有服务器级(防灰尘颗粒 $\square 0.5\mu\text{m}$, 适用于防尘要求高的电气电子装置)和工业级(防灰尘颗粒 $\square 10\mu\text{m}$, 适用于防尘要求高的电气电子装置)
 - ▶ **灰尘积累会影响散热及解决方案**
持续通风散热时, 灰尘会积累在过滤风扇或风窗的滤材上, 导致通风效率下降, 从而影响散热
解决方案: 采用支持自清灰的过滤风扇和智能风扇控制器, 自动清除积累的灰尘和滤棉更换管理, 保持良好散热
- **维护特点**
 - ▶ **简单便利, 维护成本低:** 仅根据控制器的提示, 更换滤材(通常 $\square 2$ 年)即可; 耗电低, 滤材成本低, 人工低;
 - ▶ **无附带隐患:** 无冷凝水排出、对设备内部不会产生凝露

性能及应用分析



▶ IP43 防护效果

1mm 固体不进入且防淋水

- ▶ 风扇停止和运行均不能防尘
- ▶ 通风、散热好
- ▶ 适用设备

- ✓ 洁净空间内, 需要散热的设备;
- ✓ 灰尘进入但无影响的设备

▶ IP5X 防护效果

防尘不佳, IP5X指电气设备运行时, 设备内与外部没有热循环效应时, 即没有空气对流的静态时, 防止灰尘进入; 但内外有热循环时, 不能防止灰尘进入
防水, 4防止溅水和5防喷水

- ▶ 通风效率高, 但易形成灰尘积累, 损坏电子装置
- ▶ 适用于对防尘要求不高的电气设备

▶ IP64/65 防护效果

完好防尘, 优秀结构、密封设计, 静态和动态, 均无尘进入设备, 柜内外有热循环效应的风扇动态运行时, 仍无灰尘进入;

防水, 4防止溅水和5防喷水

- ▶ 通风效率高, 风量不下降
- ▶ 适用易受灰尘影响的装置, 完好解决灰尘引起电路板、电力电子元件的故障, 适用于防尘要求高的电气设备, 如充电桩、驱动柜、系统控制柜、服务器柜等设备

自动除湿防凝露

组成

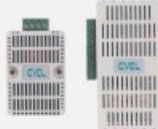
自动除湿防凝露

- ① 安装保障
- ① 除湿专家
- ① 智能助力



环境控制器

+



感应/感应执行模块

+



紧凑型风扇加热器

+



冷凝除湿器

功能与亮点

除湿专家——多种除湿技术，完好除湿

- 露点控制除湿
 - + 依据实时凝露温度，即露点温度（温、湿度二元关系得出），控制加热器使设备微环境达不到凝露温度而有效除湿，弥补仅靠湿度控制除湿不符合凝露规律的除湿方案；
 - + 适用于非密封电气设备的高效除湿方案
- 冷凝除湿
 - + 利用半导体制冷原理，将设备内空气中的水蒸气冷凝成水排出，进而除湿防凝露
 - + 适用于密闭且非霜冻区的电气设备除湿内除湿
- 微正压冷凝除湿
 - + 系统自动建立微正压，以减少随空气中潮气进入电气设备水汽量
 - + 适时启动冷除湿装置，进行除湿；
 - + 冷凝除湿水量大于进入的水汽量，从而实现有效除湿
 - + 适用各种状况除湿，尤其是高温高湿苛刻环境的除湿

智能助力

- 配置RS485接口/Modbus-RTU规约，远程监控
- 湿度、凝露状况、温度和烟雾，闭环监控
- 完善现场层的环境监测和控制

安全保障

- 集成防凝露、温度监测和烟雾报警功能，及早发现和预警柜内过温和火灾隐患
- 宽温-40~+70°C启动和运行(含显示操作屏)
- 加热器表面温度自动限制 $\leq 70^{\circ}\text{C}$ ，避免过温造成线缆老化
- 环境过温及烟雾时，自动停止加热，避免过温隐患
- 历史凝露记录，起机运行，预先除湿，避免潮湿起机故障

苛刻环境除湿案例

现场状况

- ✓ 彩钢房内，配置空调降温除湿
- ✓ 房内、柜外，安置三台除湿机
- ✓ 柜内，仍潮湿凝露，导致接插件等腐蚀、控制不灵

环境控制器

- ✓ 显示运行状况和设置参数
- ✓ 分析和处理感应执行模块的数据
- ✓ 传达控制和保护命令至感应执行模块，如露点除湿启停、微正压冷凝

感控模块

- ✓ 采集温度、湿度和烟雾数据
- ✓ 配置露点控制除湿、微正压冷凝除湿点、烟雾报警等触点，并根据控制器命令通、断
- ✓ 通过触点控制加热器及冷凝除湿器

方案配置

- ✓ 采用机柜环境管理系统，露点除湿+微正压冷凝除湿
- ✓ 一带三方案：一台控制器+三块感应执行模块+三只加热器+三台冷凝器



设备内部环境



设备所处彩钢房

冷凝除湿器

- ✓ 根据感应执行模块微正压冷凝的触点通、断，以启停
- ✓ 冷凝除湿，将柜内空气中水分冷凝成水，并排出柜外，以除湿

加热器

- ✓ 根据感应执行模块露点控制除湿触点的通、断，以启停
- ✓ 露点控制除湿，根据凝露温、湿度二元关系，加热使之不能达到凝露温度以除湿；
- ✓ 建立微正压，根据控制器命令启停，建立微正压

露点控制除湿技术

除湿防潮重点是防止产生微凝露，溶解灰尘颗粒的微凝露是电的良好导体。

除湿防凝露的重点：

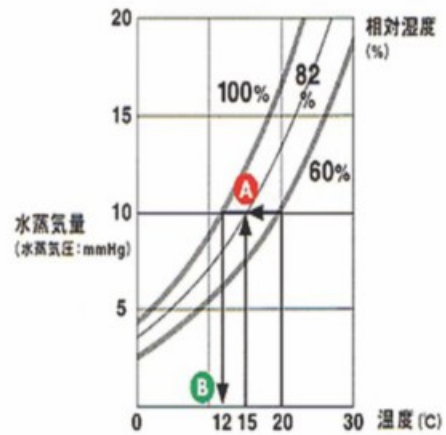
绝大多数的电气和电子装置均可以在相对湿度 $\leq 95\%$ 的状况下正常工作，但是在装置内部产生附着在元件、导体或连接处的微凝露，则会造成这些位置的物理变化，如锈蚀、电阻增大、介电强度下降，尤其是再微灰尘，则更会导致电气设备（尤其是强电设备）闪络放电、甚至放炮

相对湿度

温度越高，空气中可含有的最大水蒸气量就越多，温度越低则越少。相对于某温度的空气中所含有的最大饱和水蒸气量（即100%相对湿度），即相对湿度，简称湿度，以反映当时实际水蒸气量的比例

露点（也称凝露温度点）

某一相对湿度的状况下，其环境温度不断下降，则相对湿度不断上升，相对湿度上升到100%时，空气中的水汽会凝结成水滴状态，对应此临界状态的温度，成为凝露温度点，简称露点



温度、湿度二元关系变化示意图

凝露的温度、湿度二元关系

即便水蒸气量恒定，温度变化，湿度也会变化，如图1 湿度曲线。如果从温度为20°C、相对湿度为60%的状态下，仅使温度降到15°C，其相对湿度就会上升到82%。如果温度进一步降低到12°C，湿度超过100%的话，空气中的水蒸气就会呈水滴状态，即发生凝露。

同理，如果温度恒定，湿度逐渐上升至100%，也会发生凝露。因此，凝露是温度、湿度二元关系

露点控制技术

凝露是温度、湿度二元关系，仅通过监测温度除湿或监测湿度除湿，均不符合凝露的客观规律。露点控制技术是基于凝露的温度、湿度二元关系，同时做了大量试验佐证，而实现有效除湿防凝露的实用技术

综合环境控制器

综合环境控制器，兼容基本型环境控制器、感应模块（TH模块）、感应执行模块和无线测温装置等产品，进行机柜环境监测和控制，保障机柜的安全稳定运行。

通用功能

- 综合环境监控：防凝露、温度监测和烟雾/灰尘报警等环境参数综合监测和控制；
- 中文显示和设置界面：友好的人机交互，显示实时环境参数，如温度、湿度、凝露温度和烟雾/灰尘参数；显示运行状态，如综合故障报警、过温、低温、凝露、通信和烟雾报警以及触点通断状态
- 预留数字量输入接口
- 智能分步投切风扇，达到目标温度（可设置），解决柜内设备过温问题
- 智能分步投切加热器，解决柜内低温问题
- 露点控制除湿，由实时温度、湿度得出凝露点温度，达到凝露温度前启动加热器，实现除湿和无凝露
- 微正压冷凝控制除湿
- 烟雾分析和报警，实现柜内火灾预警
- 具有在线监测到烟雾浓度达到阈值时应自动停止加热器加热或风扇的功能，以避免故障扩大
- 可根据用户需要，配置相关功能
- 带时间戳的柜内环境记录，便于维护和分析



- 具有在线监测到烟雾浓度达到阈值时应自动停止加热器加热或风扇的功能，以避免故障扩大

可靠的通信

- 上位机通讯，采用 RS485 接口、Modbus-RTU 规约
- 下位机通讯采用 RS485 接口

安装

- 板面潜入式安装

电源

- 电源输入：230±15%VAC/50W
- 输出电源：5/24VDC/15W

扩展功能

箱变专用环境控制器

- 箱变油温或绕组监测：配置 PT100 传感器，-50...250°C 监测油温或 3 相绕组温度，输出 1 路或 4 路 4~20mA 温度
- 箱变用触点，如油温和绕组温度过温报警触点和超温跳闸触点，风扇控制触点

高压柜专用环境控制器

- 断路器、母排和电缆隔室：温度监测、露点控制除湿/微正压冷凝除湿
- 关键节点表面温度监测：配置无线测温装置，监测多位置 A/B/C 相表面温度

环网柜（开闭站）专用环境控制器

- 多处隔室环境监控：每个间隔的出线隔室、熔断器隔室和环网柜外罩内的温度监测、露点控制除湿/微正压冷凝除湿
- 关键节点表面温度监测：配置无线测温装置，监测多位置 A/B/C 相表面温度
- 水位监测、有害气体监测及报警

消防联动控制器

- 就地显示和控制，远程监测和控制
- 集成烟温感控模块
- 就地、远程消音和屏蔽
- 灭火启动延时
- 就地、远程灭火启动和紧急停止
- 报警及状态指示

用户自定义需求

- 检测参数自定义
- 控制要求自定义
- 操作界面自定义

行业方案

机柜环境管理系统可应用在工业领域各个行业，如电力、化工、煤化工、石油天然气、冶金、机械装备、轻工、仓储及物流、包装、风电、光伏发电、通信设施、仓储物流、机场设施、轨道交通、综合管廊、城市供热、输变配电和水处理等众多行业。

通用机柜微环境管理方案拓扑图

■ 全面的机柜微环境管理：

✓ 温度管理

微环境温度 and 节点表面温度检测，并依据温度状况自动控制过滤风扇通风散热防尘

✓ 湿度管理

湿度检测，并具有冷凝除湿、露点控制除湿和微正压冷凝除湿等除湿方案或系统，保障电柜除湿防凝露；

✓ 灰尘管理

灰尘检测；通风散热防尘进入电柜，解决常规过滤风扇强迫风冷时灰尘进入的难题；自清灰自动控制以防止灰尘堵塞滤材而造成电柜过温；滤材更换管理，自动提示滤材更换信息

✓ 烟雾和有害气体

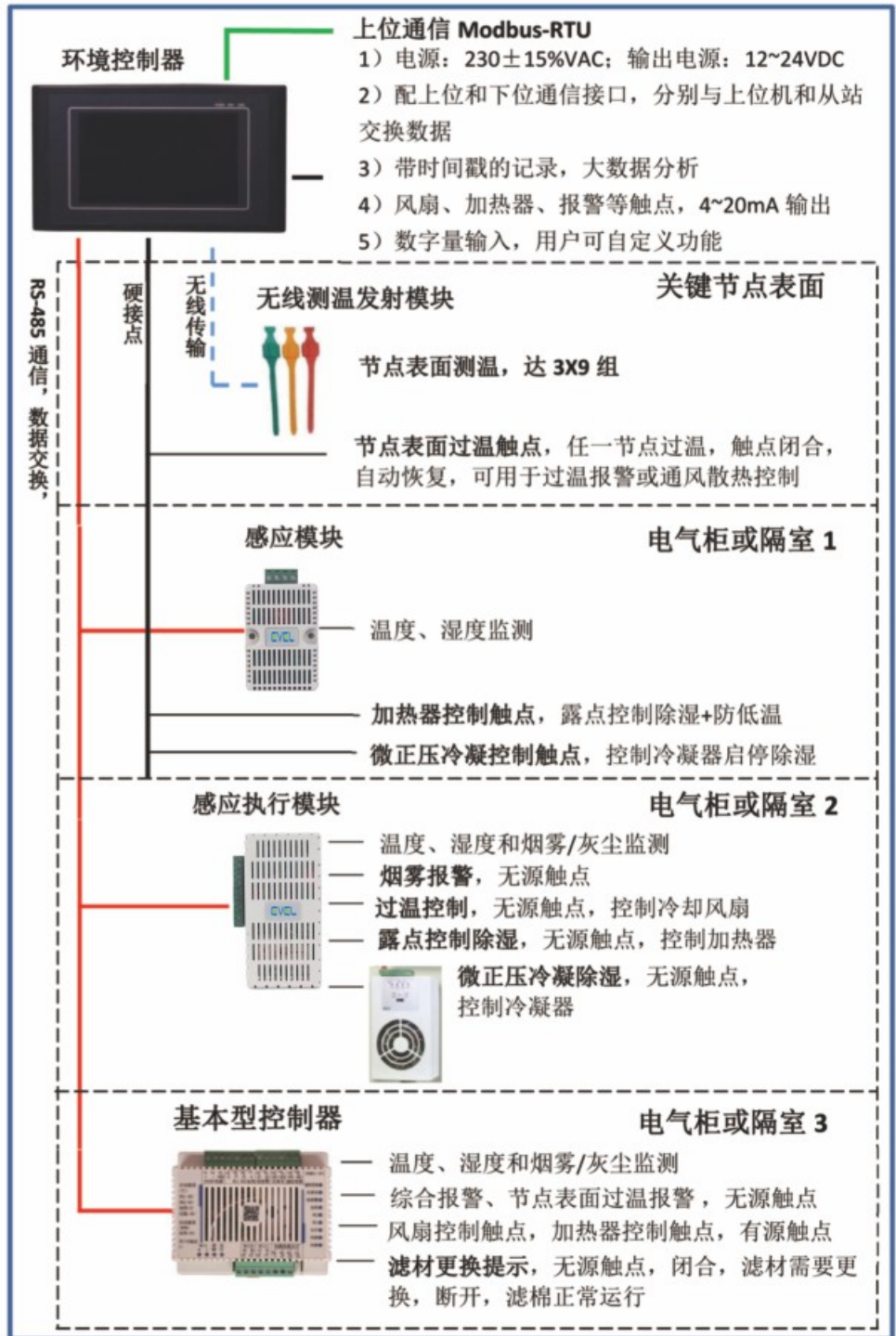
烟雾检测；同时，可根据用户需求定制有害气体的检测及解决方案

■ 远程监控，助力智能化：

配置通信接口，实现远程监测和控制，助力生产和运维电柜微环境的智能化

■ 友好显示和设置界面和扩展便利：

从站模块最多可扩展为 30 只，如表面测温点、感应模块、感应执行模块和基本型控制器等，更便利的监控各个电柜或其内隔室的微环境状况



环网柜微环境管理方案及拓扑图

环网柜（开闭站）专用型环境管理系统（简称环网柜环境系统），用于环网柜每个间隔的熔断器、电缆隔室和外罩内隔室的微环境管理



■ 全环网柜微环境管理

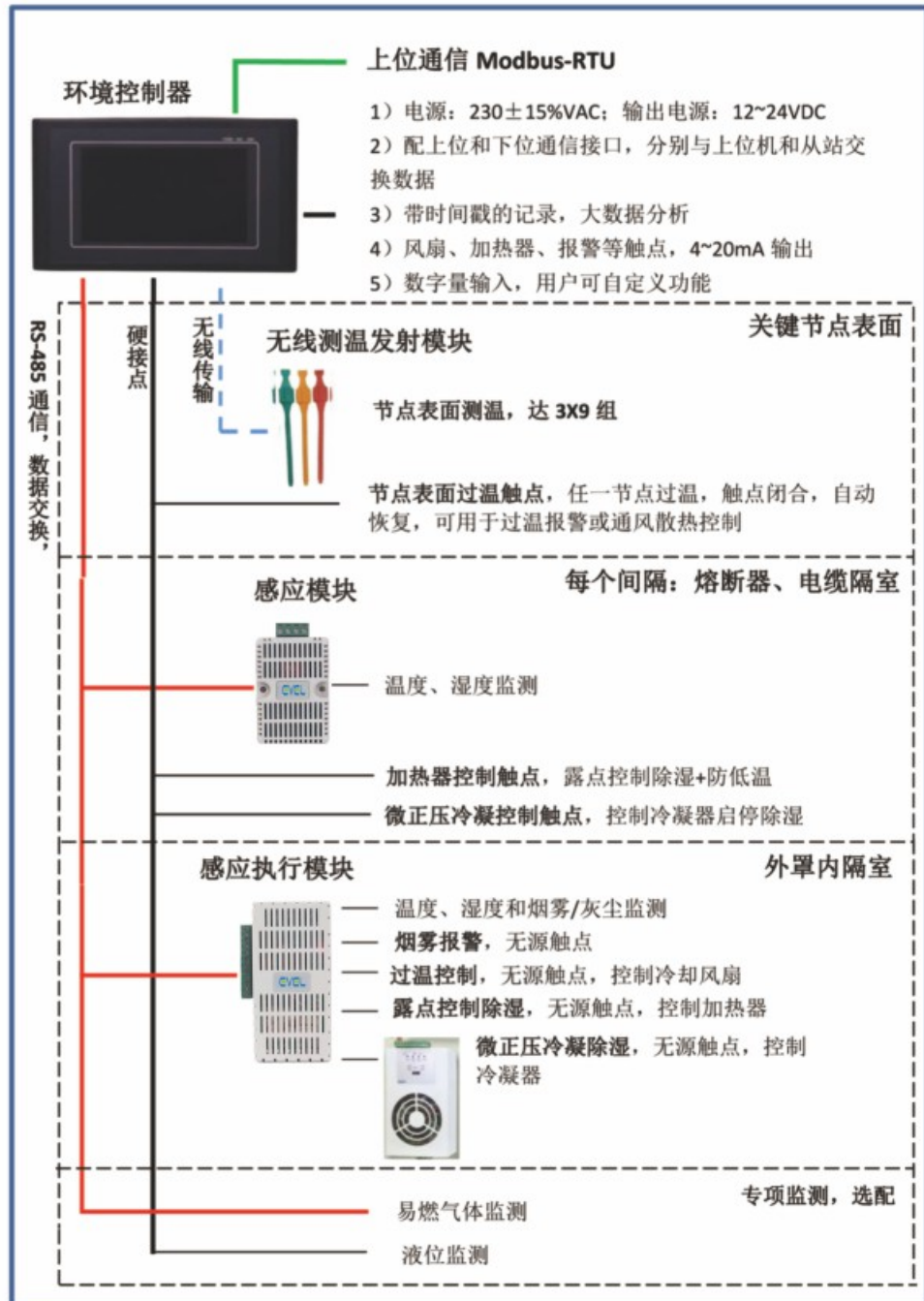
- ✓ **温度管理：**微环境温度 and 节点表面温度检测，并依据温度状况自动控制过滤风扇通风散热防尘
- ✓ **湿度管理：**湿度检测，并具有冷凝除湿、露点控制除湿和微正压冷凝除湿等除湿方案或系统，保障电柜除湿防凝露；
- ✓ **灰尘管理：**灰尘检测，通风散热防灰尘进入电柜，解决常规过滤风扇强迫风冷时灰尘进入的难题；自清灰自动控制以防止灰尘堵塞滤材而造成电柜过温；滤材更换管理，自动提示滤材更换信息
- ✓ **烟雾和有害气体：**烟雾检测；同时，可根据用户需求定制有害气体的检测及解决方案

■ 远程监控，助力智能化

配置通信接口，实现远程监测和控制，助力生产和运维电柜微环境的智能化

■ 友好显示和设置界面和扩展便利

从站模块最多可扩展为 30 只，可全面管理达 10 个间隔（每个间隔含 3 个隔室）微环境，保障运行良好



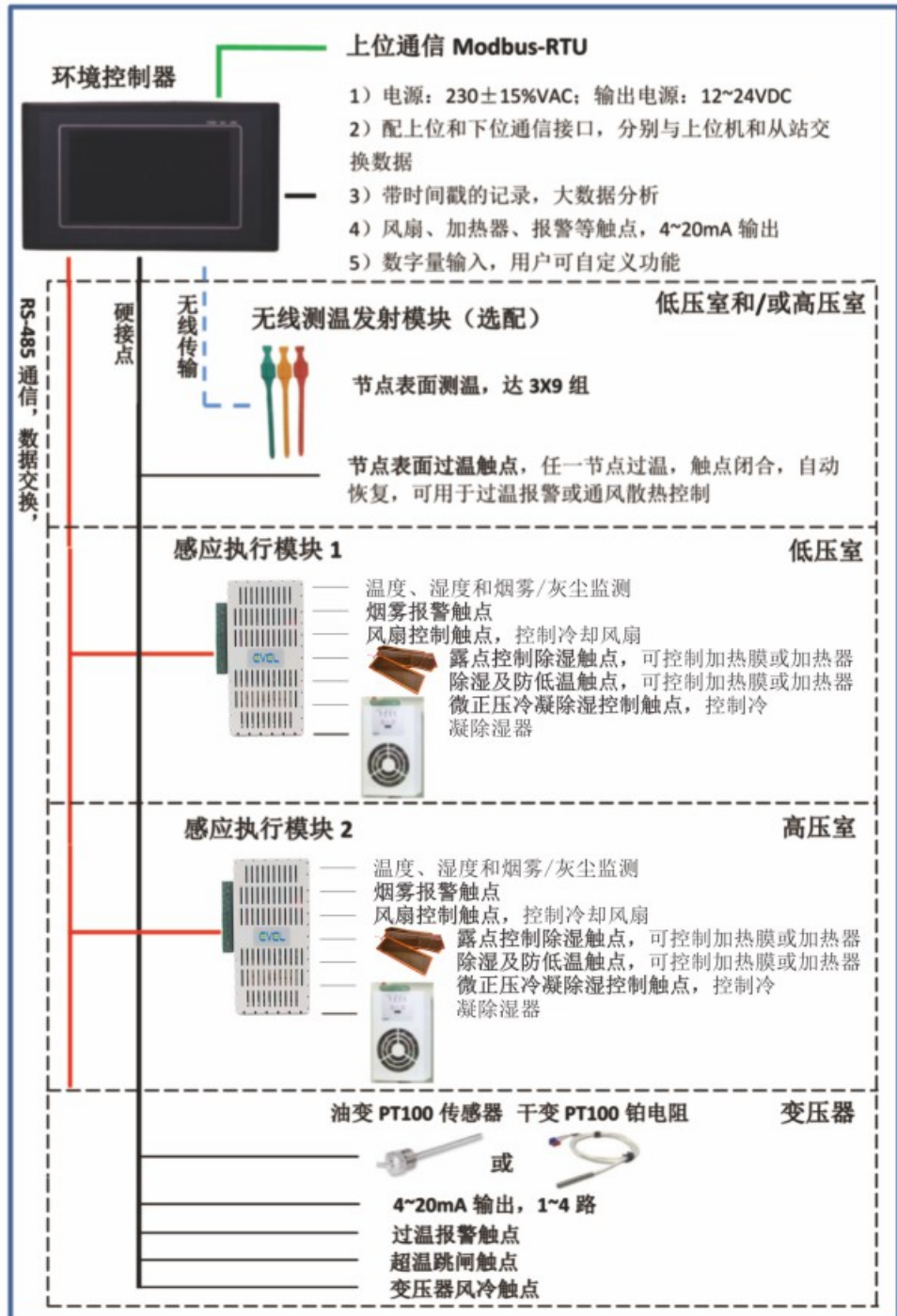
箱变微环境管理方案及拓扑图——综合型

箱变专用型环境管理系统（简称箱变环境系统），安装在高压室和低压室，该系统集成温湿度检测、烟雾检测、箱变油温或绕组温度检测和关键节点表面温度检测等，具有温度控制、露点控制除湿防凝露和烟雾报警等功能，及早发现箱内过温和火灾隐患



■ 箱变微环境管理

- ✓ **温度管理：**高低压室和油温（或绕组）的温度检测和节点表面温度检测（选配），自动控制加热器防低温和过滤风扇通风散热，并具有烟雾报警时自动停止加热器或风扇的功能，以避免隐患快速扩大
 - ✓ **湿度管理：**高压室、低压室的湿度检测，并具有露点控制除湿和微正压冷凝除湿等除湿方案，保障箱内有效除湿防凝露；
 - ✓ **烟雾和有害气体：**烟雾检测，并具有烟雾报警功能；同时，可根据用户需求定制有害气体的检测及解决方案
 - ✓ **4~20mA 输出：**1~4 路输出，并可编程设置，如油温或绕组温度
- **远程监控，助力智能化：**配置通信接口，实现远程监测和控制，助力生产和运维电柜微环境的智能化
- **友好显示和设置** 便于就地显示和设置各感应或感应执行模块参数，如显示高压室和低压室实时的温度、湿度、凝露点温度和烟雾颗粒浓度以及报警指示
- **扩展便利：**从站模块最多可扩展为 30 只，实现多点监控
- **宽温运行：**宽温-40~+70°C 启动和运行



箱变微环境管理方案及拓扑图——标准型

箱变专用型环境管理系统（简称箱变环境系统），安装在高压室和低压室，该系统集成温湿度检测、箱变油温或绕组温度检测等，具有温度控制、露点控制除湿防凝露等功能



■ 箱变微环境管理

- ✓ 温度管理：高、低压室和油温（或绕组）的温度检测，自动控制加热器防低温和过滤风扇通风散热
- ✓ 湿度管理：高、低压室湿度检测，并具有露点控制除湿和微正压冷凝除湿等除湿方案，保障箱内有效除湿防凝露；

✓ 4~20mA 输出：

1~4 路输出，并可编程设置，如油温或绕组温度

■ 远程监控，助力智能化：

配置通信接口，实现远程监测和控制，助力生产和运维电柜微环境的智能化

■ 友好显示和设置

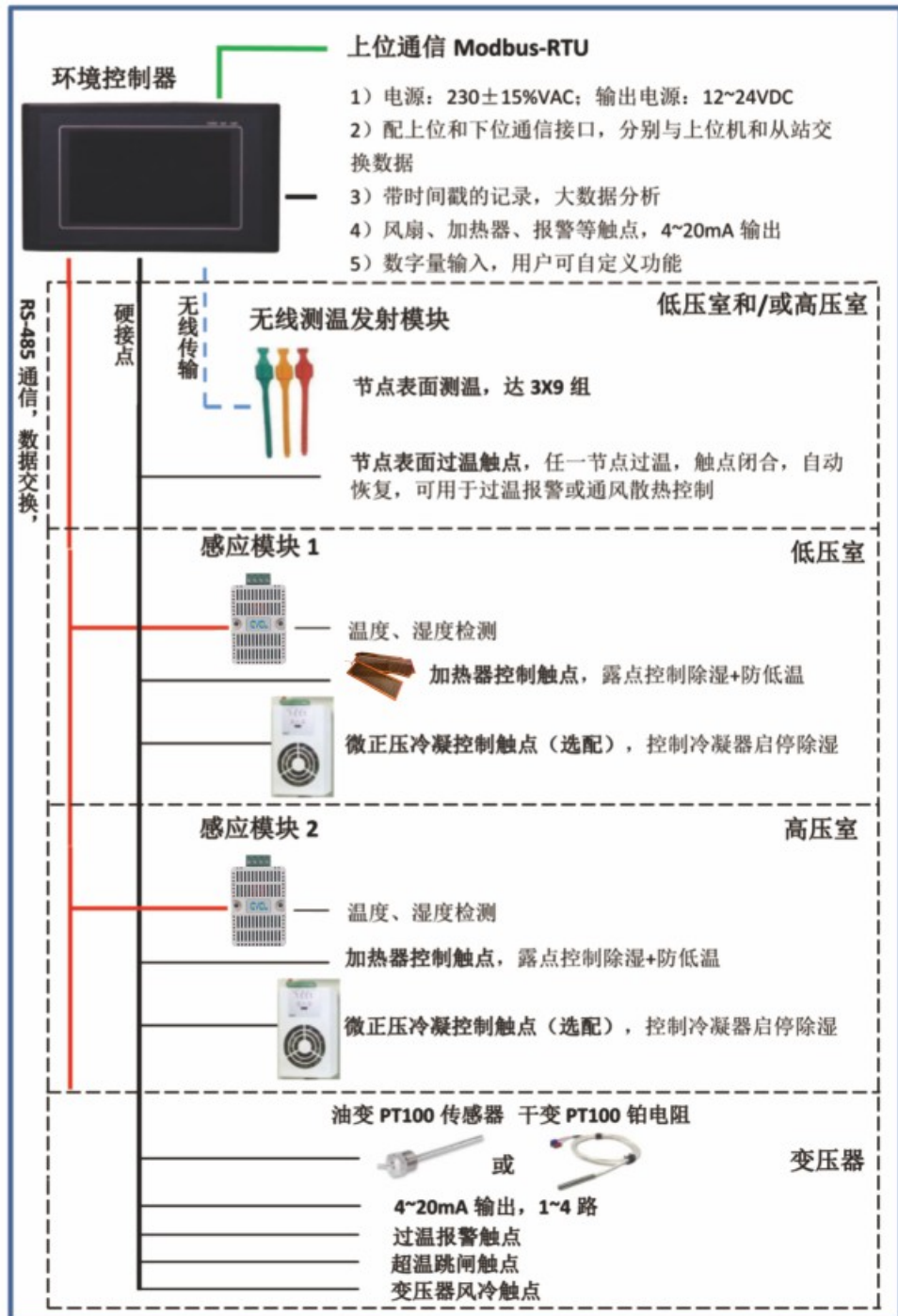
便于就地显示和设置各感应或感应执行模块参数，如显示高压室和低压室实时的温度、湿度、凝露点温度以及报警指示

■ 扩展便利

从站模块最多可扩展为 30 只，实现多点监控

■ 宽温运行

宽温-40~+70°C 启动和运行



高压柜微环境管理方案及拓扑图

高压柜专用型环境管理系统（简称高压柜环境系统），安装在电缆室、断路器隔室和母排室，该系统集成温湿度检测、烟雾检测和关键节点表面温度检测（选配）等，具有温度控制、露点控制除湿和微正压冷凝除湿以及烟雾报警等功能，及早解决潮湿问题和发现箱内过温及火灾隐患



■ 高压柜微环境管理：

✓ **温度管理：** 电缆隔室、断路器隔室和母排隔室温度和节点表面温度检测（选配），自动控制加热器防低温和过滤风扇通风散热，并具有烟雾报警时自动停止加热器或风扇的功能，以避免隐患快速扩大

✓ **湿度管理：** 电缆隔室、断路器隔室和母排隔室的湿度检测，并具有露点控制除湿和微正压冷凝除湿等除湿方案，保障箱内有效除湿防凝露；

✓ **烟雾检测和报警：** 烟雾检测，并具有烟雾报警功能，可根据用户需求定制检测功能

✓ **通风散热且完好防尘：** 控制 IP65 过滤风扇通风散热，并具有自清灰功能，解决北方地区灰尘进入而造成高压柜故障的问题

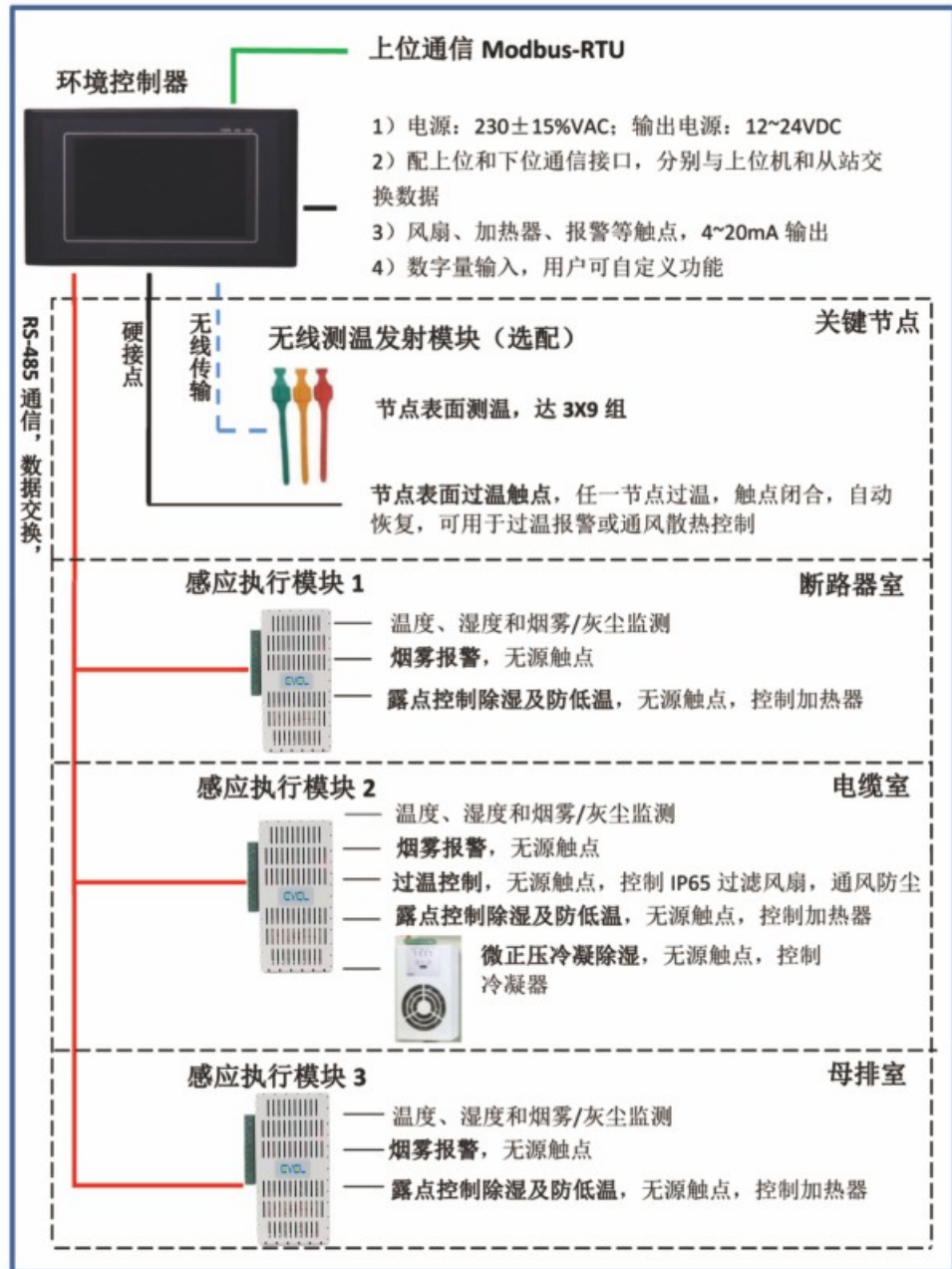
■ **远程监控，助力智能化：** 配置通信接口，实现远程监测和控制，助力生产和运维电柜微环境的智能化

■ 友好显示和设置

便于就地显示和设置各感应或感应执行模块参数，如显示高压室和低压室实时的温度、湿度、凝露点温度和烟雾颗粒浓度以及报警指示

■ **扩展便利：** 从站模块最多可扩展为 30 只，实现多点监控

■ **宽温运行：** 宽温-40~+70°C 启动和运行



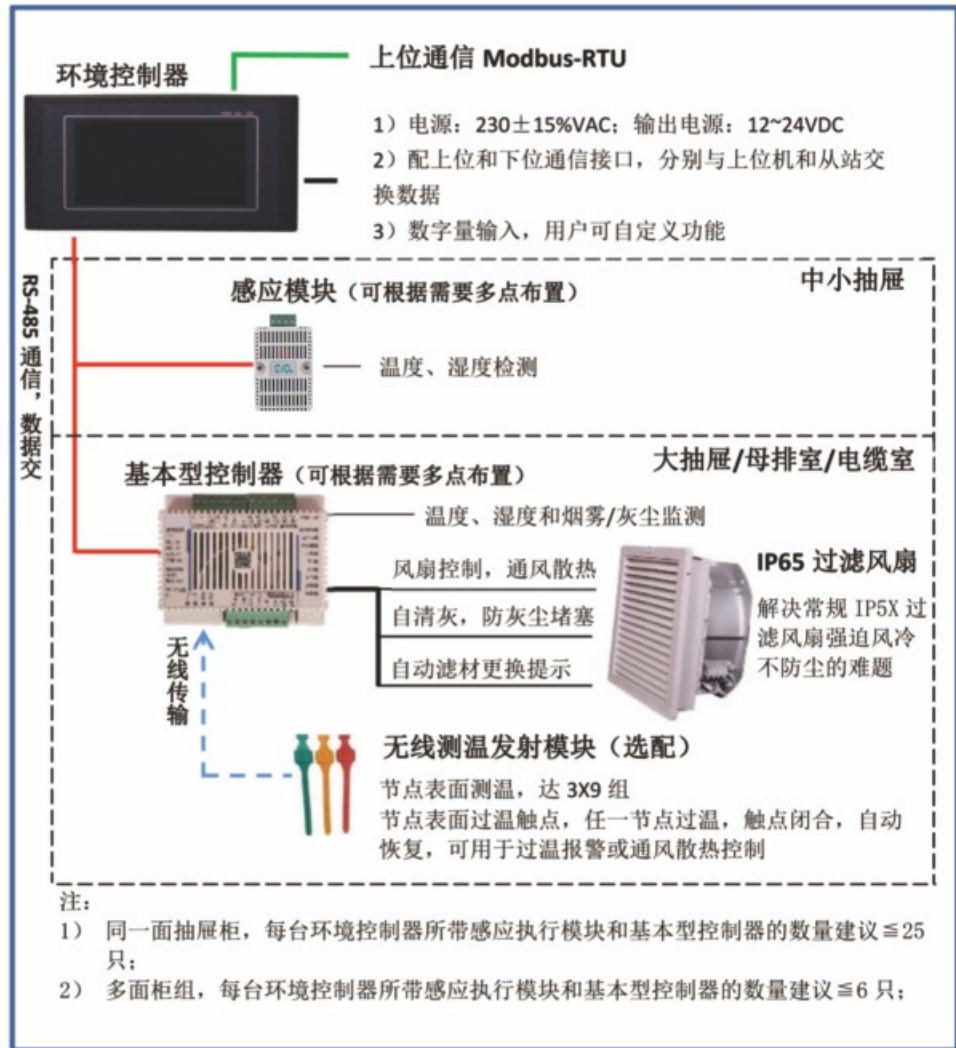
低压柜微环境管理方案及拓扑图

低压柜专用型环境管理系统（简称低压柜环境系统），该系统集成温湿度检测、烟雾检测和关键节点表面温度检测（选配）等，具有通风散热、防尘、除湿防凝露和烟雾报警等功能，及早解决柜内环境过热、局部过热、积灰、潮湿等问题，保障电气设备稳定运行



■ 低压柜微环境管理：

- ✓ **温度管理：** 电缆室、水平母排室和大、小抽屉等位置的环境温度和关键节点表面的温度（选配）检测，自动控制加热器防低温和过滤风扇通风散热，并具有烟雾报警时自动停止加热器或风扇的功能，以避免隐患快速扩大
- ✓ **湿度管理：** 电缆室、水平母排室和大、小抽屉等位置的湿度检测，可配置露点控制除湿，对柜内有效除湿防凝露；
- ✓ **烟雾检测和报警：** 烟雾检测，并具有烟雾报警功能
- ✓ **通风散热且完好防尘：** 控制 IP65 过滤风扇正压通风散热，并具有自清灰功能，解决北方地区或灰尘严重场合，灰尘进入而造成低压柜故障的问题
- ✓ **远程监控，助力智能化：** 配置通信接口，实现远程监测和控制，助力生产和运维电柜微环境的智能化



■ 友好显示和设置

便于就地显示和设置各感应或感应执行模块参数，如显示高压室和低压室实时的温度、湿度、凝露点温度和烟雾颗粒浓度以及报警指示

- **扩展便利：** 从站模块最多可扩展为 30 只，可实现低压电柜 30 个抽屉或位置的微环境监控
- **宽温运行：** 宽温-40~+70°C 启动和运行

智能 SVG 通风防尘、防潮除湿系统方案及拓扑图

智能 SVG 通风防尘、防潮除湿系统（简称 SVG 系统），该系统具有多点检测温度、湿度和灰尘浓度，并采用 IP65 通风防尘、自清灰、界面除湿和露点除湿等技术，解决通风散热而灰尘和雪进入以及潮湿凝露，造成 SVG 故障或停机的问题，同时具有智能化自动控制和远程监控功能。

SVG 灰尘和潮湿问题

国外和早期的新能源发电场，如风力发电场、光伏发电场，通常采用风冷 SVG 装置。

■ 灰尘积累严重

- ✓ 灰尘随风大量进入：SVG 装置在室内或集装箱内（以下简称 SVG 室）运行时，会持续发热，因此空气会持续大风压的强迫风冷对流，每小时能达到十几万立方米。
- ✓ 灰尘堵塞滤材：SVG 柜内外强迫风冷循环，运行一段时间，大量灰尘积累到 SVG 滤材上，造成负压增大，通风量下降，SVG 模块过温
- ✓ 灰尘覆盖器材：灰尘堵塞滤材饱和后，在强大风压下，灰尘被抽入，覆着在电路板、铜排和模块上，造成热量无法散出
- ✓ 灰尘覆着的危害：灰尘积累，严重影响 SVG 模块的有效散热，从而导致过热故障，甚至烧毁。

■ 潮湿凝露严重

✓ 运行时设备潮湿凝露问题

SVG 运行时持续发热，因此空气会持续在 SVG 柜内外循环，在空气流通时会有大量潮气进入，尤其在雨多、雪多的环境，严重危害设备安全性

✓ 停运时设备潮湿凝露问题

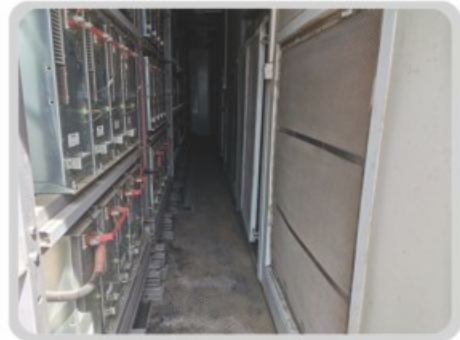
在停运后，潮湿凝露现象更加突出。停运时，SVG 内温度快速下降，湿度随着温度下降而快速上升，达到一定程度，在 SVG 设备上就形成明显凝露，对 SVG 设备造成极大危害，影响开机时间及运行时的设备安全

■ 灰尘积累和潮气混合的后果

- ✓ 散热性能降低：灰尘积累，导致散热效率降低，热量持续积累，从而故障甚至烧毁；
- ✓ 电气间隙和介电强度下降：潮湿、凝露和潮泥，破坏形成 SVG 功率单元故障，如放电、跳闸、甚至放炮；
- ✓ 控制单元故障：灰尘积累，电路板散热不良，同时灰尘会产生静电，造成控制单元故障；
- ✓ 维护困难：清理内部灰尘，需要将内部装置拆卸下来清尘除泥，工作量大、效率低、再装难度大，影响生产和设备安全
- ✓ 增加成本、降低发电量：SVG 故障，需要购买备品备件或人工清灰，增加成本；SVG 维修期间，电网对应的要求发电量下降，影响生产



SVG 集装箱



SVG 灰尘积累



智能 SVG 通风防尘、防潮除湿系统方案

■ 环境参数检测

采用 3 只智能风扇控制器（基本型控制器）实时检测 SVG 室内 3 个位置温度、湿度和灰尘浓度

■ 通风防尘解决方案

1) 采用 IP65 过滤风扇替换原防尘 IP5X 级别滤材装置

SVG 集装箱进风滤尘装置的防尘等级为 IP5X，这是灰尘进入的主要原因。

IP5X 防尘级别，适用于非强迫风冷（即无明显内外风压的设备）的空气散热和防尘；

SVG 集装箱的进风口防尘级别应达到 IP6X，SVG 室为大风压的强迫风冷散热，根据标准 GB/T4208-2017 / IEC60529:2013，应采用 IP6X 防尘级别的通风防尘装置。

2) 自清灰，防止灰尘堵塞滤材：3 只智能风扇控制器分 3 路，逐路自清灰，防止堵塞和保障通风量

3) 滤材更换提示，便于及时运维，防止因滤材老化而造成灰尘进入

■ 潮湿防凝露方案

1) 进风窗防护等级提升至 IP65，达到防水 5 等级

防水 5 等级，能防止下雨时的液体水进入 SVG 室

2) 界面除湿方案，解决运行时和停运时的潮湿问题

在 SVG 进风界面，配置除湿方案，使 100% 潮气湿度，降低 65~75% 的潮气湿度

3) SVG 模块组露点控制除湿，解决高温高湿地区，停运时的潮湿凝露问题（选配）

对 SVG 模块组配置机柜环境管理系统，对每组 SVG 模块实时进行露点控制除湿，保障停运时对 SVG 除湿防凝露

■ 自清雪方案（选配）

北方地区，冬季雪大，因此设置自清雪模式，进行下雪时自清灰，防止雪在大风压下被抽进 SVG 室

■ 经济性好、智能自动运行程度高

性价比高；改造成本低，运行耗电费用低，滤材更换成本低（配置自清灰功能，2~3 年无需更换滤材）自动温湿度、灰尘浓度检测，自动控制通风散热，自动自清灰、自动界面除湿和露点控制除湿；中控室监控，实时显示 SVG 室内参数，自动运行，也可中控室远程手动控制

中控室显示控制箱



无线通信

现场控制箱



SVG 室

智能风扇控制器—3 只，3 路检测和控制



通风防尘控制
自清灰控制
界面除湿控制



通风防尘控制
自清灰控制
界面除湿控制



通风防尘控制
自清灰控制
界面除湿控制



SVG 进风窗_配置 IP65 过滤风扇和界面除湿

新能源电柜智能通风防尘方案

新能源通风散热电柜类型

- 风力发电机通风散热电柜
控制柜、配电柜和需要风冷的变流柜
- 光伏发电通风散热电柜
集中式逆变器、大功率组串逆变器

新能源通风散热电柜微环境问题

■ 环境苛刻

新能源发电设备均在苛刻环境中，电气设备本身或密封老化后都存在灰尘和潮气进入的现状；北方地区，风沙大、昼夜温差大、夏雨冬雪；南方地区，湿度大、兼有灰尘随通风对流散热进入电柜。

新能源通风散热电柜均配置强迫风冷滤尘装置（简称过滤风扇），以通风散热和防尘。

■ 灰尘造成电柜过温

- ✓ 灰尘堵塞过滤风扇滤材，电柜通风量下降，造成热量积累，导致电柜过温；
- ✓ 灰尘覆盖电路板或导体，造成局部过温，通风装置滤材灰尘饱和后，在持续风压下，形成透尘，灰尘持续积累在电路板或导体后，造成局部散热失衡而过温，这种隐患不易察觉，最具有破坏性

■ 灰尘结合潮湿，形成潮泥

灰尘和潮气结合，形成潮泥覆着，造成电柜过温、闪络放电，损坏电控柜内元器件，造成电气装置故障。

■ 损失大、成本高

- ✓ 电气件或装置损坏，造成材料成本
- ✓ 人工清灰成本高，电气装置和元件上灰尘难清理，清理后再安装存在风险，尤其线缆连接、紧固件连接易松动

灰尘进入原因

✓ 新能源电柜采用的通风防尘装置不符合标准

根据标准（GB/T4208-2017 / IEC60529:2013 外壳防护等级（IP 代码）），存在内外气压差（如强迫风冷的热循环散热）的电柜所用过滤风扇（即通风防尘装置）应符合 IP6X 标准，而不是 IP5X

但很多通风散热电柜却采用了 IP5X 过滤风扇，以强迫风冷散热，这是灰尘进入的主要原因

✓ 滤材灰尘饱和后，透尘

在持续通风时，滤材灰尘很快饱和，饱和后，在持续的进风压力下，灰尘会不断的进入风机电柜，形成透尘



风机电柜_灰尘堵塞滤材



光伏发电_逆变器柜组



灰尘造成的电柜隐患

智能通风防尘环控方案

新能源通风散热电柜智能通风防尘环控系统（简称智能通风防尘环控系统），该系统包含智能风扇控制器和IP65过滤风扇。智能风扇控制器实时检测柜内温湿度和灰尘浓度，并自动控制IP65过滤风扇通风散热、自动清除滤材灰尘和滤材更换提示，兼具有加热除湿和防低温功能，配置通信接口，解决风通风机电柜灰尘积累造成发热故障问题，并实现电柜通风散热防尘智能化运维，降低人工成本

■ 智能风扇控制器（基本型环境控制器）：

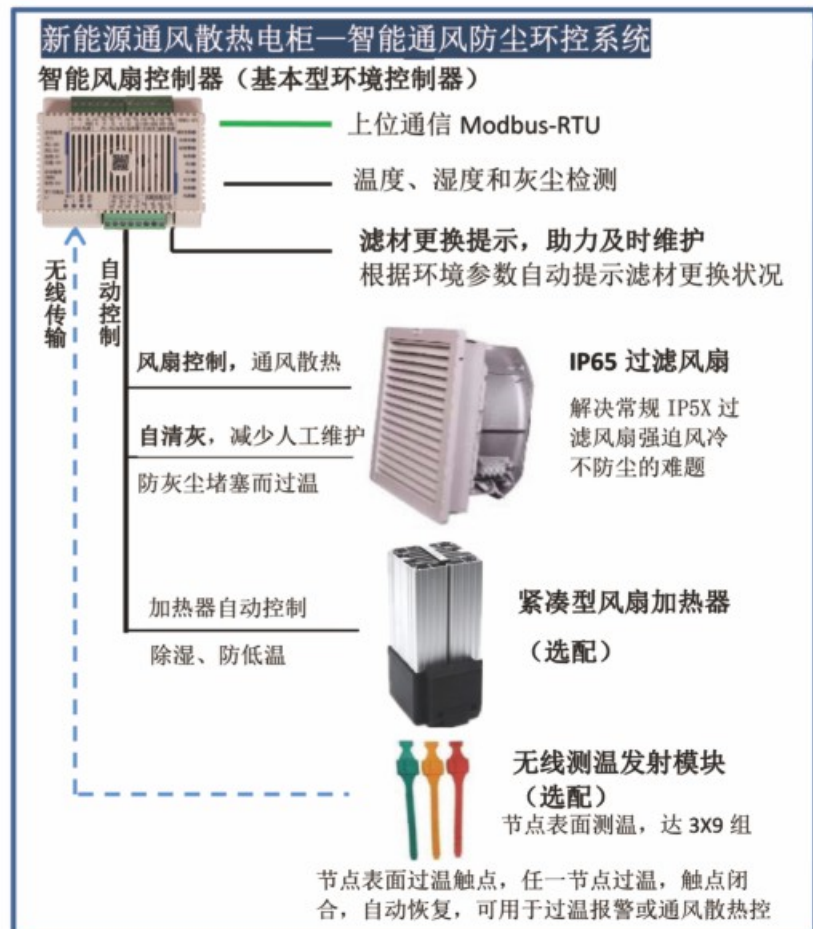
- ✓ 温度、湿度和灰尘浓度实时检测
- ✓ 加热器控制触点，自动控制加热器以加热防低温和除湿
- ✓ 风 1 和风 2 控制触点，可两步控制过滤风扇（风量阶梯控制或一备一用），以通风散热
- ✓ 自清灰控制触点，根据温度和灰尘浓度二元关系，自动控制过滤风扇自动清除积累在滤材上的灰尘，防止堵塞而造成的通风量下降
- ✓ 滤材更换提示，根据大量温度和灰尘浓度二元关系，自动提示滤材更换信息，防止滤材老化造成的柜内过温或透尘，助力智能运维
- ✓ 手动启停控制，便于就地控制或检测控制电路
- ✓ 配置通信接口，实现远程监控，并可集成无线测温，检测关键节点温度

■ IP65 过滤风扇

- ✓ 防护等级 IP65，适用于强迫风冷对流散热电柜和户外电柜，以通风散热和防尘
- ✓ 防尘等级 IP6X，满足标准（GB GB/T4208-2017 / IEC60529:2013 外壳防护等级（IP 代码））

防尘 6 等级的防尘测试，适用于有内外压差的强迫风冷散热电柜

- ✓ 防水等级 IPX5，满足标准（GB GB/T4208-2017 / IEC60529:2013 外壳防护等级（IP 代码））防水 5 等级的防水测试（无须外置防水罩，如外置防水罩，可符合 IPX6 防水），可以应用在户外电气设备通风散热
- ✓ 可支持自清灰，减少滤材堵塞和人工维护，可根据智能风扇控制器自清灰触点命令进行自清灰，防止灰尘堵塞滤材造成电柜过温，自动化程度更高
- ✓ 可配置防电磁干扰组件，防止电柜被外部电磁信号干扰



DCS柜、PLC柜和变频柜智能通风防尘方案

适用行业

- | | | |
|-------------|------------|-------------|
| ✦ 化工、煤化工 | ✦ 石油、天然气 | ✦ 电力：热电、输变电 |
| ✦ 冶金、造纸 | ✦ 轻工 | ✦ 仓储及物流 |
| ✦ 机场设施、轨道交通 | ✦ 综合管廊，水处理 | ✦ 机电设备 |

通风散热现状

■ DCS 柜和 PLC 柜运行环境良好，但仍受灰尘隐患

DCS 柜和 PLC 柜通常运行在环境良好的室内，甚至有新风系统虑化空气

柜内控制系统运行时持续发热，需要持续的强迫风冷散热，因此北方和南方地区的室内控制柜中电气、电子装置均存在灰尘造成的过温隐患

■ 变频柜发热量大，灰尘造成的过温隐患更大

变频柜运行环境多种，良好的室内和苛刻的现场环境，但其发热量大，需要大风量强迫风冷散热，灰尘更容易积聚，造成过温，甚至烧毁

灰尘产生原因

■ 足底带入灰尘

巡检人员的足底将灰尘带入中控室和 DCS、PLC 系统的控制室

■ DCS、PLC 和变频柜通风散热产生的风压，将灰尘带入控制室内

■ 位于现场的变频柜，环境苛刻，更易于抽进灰尘而存在隐患

灰尘造成的隐患

- 灰尘堵塞过滤风扇滤材，电柜通风量下降，造成热量积累，导致电柜过温；
- 灰尘覆盖电路板，芯片热量积聚，容易宕机或烧毁
- 灰尘结合潮湿，形成潮泥，破坏阻性和容性元件的电气参数，造成控制系统莫名其妙的故障，尤其是非程序和电路造成的故障
- 损失大、隐患强
 - ✓ 电气件或装置损坏，造成材料成本
 - ✓ 控制系统和驱动系统的任何故障和隐患，都有可能造成巨大损失

灰尘进入原因

✓ 电柜采用的通风防尘装置不符合标准

根据标准（GB/T4208-2017 / IEC60529:2013 外壳防护等级（IP 代码）），存在内外空气压差（如强迫风冷的热循环散热）的电柜所用过滤风扇（即通风防尘装置）应符合 IP6X 标准，而不是 IP5X。很多电柜采用 IP5X 过滤风扇，这是电柜进灰尘的主要原因

✓ 滤材灰尘饱和后，透尘

过滤风扇运行一定时间后，滤材灰尘饱和，饱和后，在持续的进风压力下，灰尘会不断的进入风机电柜，形成透尘

✓ 电柜防护等级低，应 \geq IP5X



环控方案

DCS、PLC和变频柜智能通风防尘环控系统（简称智能通风防尘环控系统），该系统包含智能风扇控制器和IP65过滤风扇。智能风扇控制器实时检测柜内温湿度和灰尘浓度，并自动控制IP65过滤风扇通风散热、自动清除滤材灰尘和滤材更换提示，兼具有加热除湿和防低温功能，配置通信接口，解决风通风机电柜灰尘积累造成发热故障问题，并实现电柜通风散热防尘智能化运维，降低人工成本

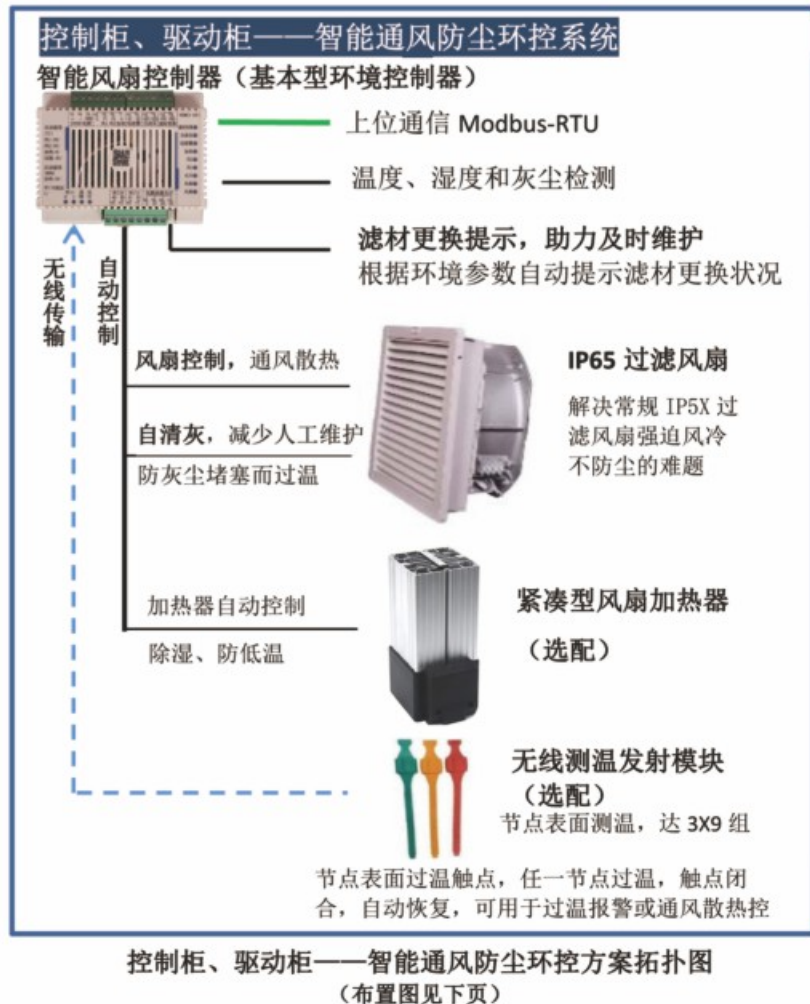
■ 智能风扇控制器（基本型环境控制器）：

- ✓ 温度、湿度和灰尘浓度实时检测
- ✓ 加热器控制触点，自动控制加热器以加热防低温和除湿
- ✓ 风1和风2控制触点，可两步控制过滤风扇（风量阶梯控制或一备一用），以通风散热
- ✓ 自清灰控制触点，根据温度和灰尘浓度二元关系，自动控制过滤风扇自动清除积累在滤材上的灰尘，防止堵塞而造成的通风量下降
- ✓ 滤材更换提示，根据大量温度和灰尘浓度二元关系，自动提示滤材更换信息，防止滤材老化造成的柜内过温或透尘，助力智能运维
- ✓ 手动启停控制，便于就地控制或检测控制电路
- ✓ 配置通信接口，实现远程监控，并可集成无线测温，检测关键节点温度

■ IP65 过滤风扇

- ✓ 防护等级 IP65，适用于强迫风冷对流散热电柜和户外电柜，以通风散热和防尘
- ✓ 符合强迫风冷电柜通风防尘标准的过滤风扇（通风防尘装置），防尘等级 IP6X，满足标准防尘 6 等级测试，适用于有内外压差的强迫风冷散热电柜
- ✓ 防水等级 IPX5，满足标准防水 5 等级测试（无须外置防水罩，如外置防水罩，可符合 IPX6 防水），可以应用在户外电气设备通风散热

- ✓ 可支持自清灰，减少滤材饱和后的透尘和人工维护，可根据智能风扇控制器自清灰触点命令进行自清灰，防止灰尘堵塞滤材造成电柜过温，以及滤材饱和后的透尘，自动化程度更高





智能通风防尘方案——标准配置 智能通风防尘方案——综合配置



智能通风防尘方案——柜组配置

✓可配置防电磁干扰组件，防止电柜被外部电磁信号干扰

注：标准依据 GB GB/T4208-2017 / IEC60529:2013 外壳防护等级（IP 代码）

■ 综合环境控制器（选配）

- ✓可以与 1~6 台智能风扇控制器通信，进行数据交换和控制
- ✓显示和设置各智能风扇控制器（从站）的环境参数、运行状态和报警信息等
- ✓配置通信接口，与上位系统通信

■ 配置方案

✓适用于单台控制柜方案

智能通风防尘方案——标准配置

智能通风防尘方案——综合配置

根据用户需求而定

✓控制柜组或驱动柜组方案

适用于 2~6 台的电柜组的智能通风防尘方案

第 1 面电柜可按照“智能通风防尘方案——综合配置”，即配置综合环境控制器、智能风扇控制器、过滤风扇和加热器（选配）

第 1 面电柜也可按照“智能通风防尘方案——标准配置”，即配置智能风扇控制器、过滤风扇和加热器（选配）

第 2~6 面电柜按照“智能通风防尘方案——标准配置”，即配置智能风扇控制器、过滤风扇和加热器（选配）

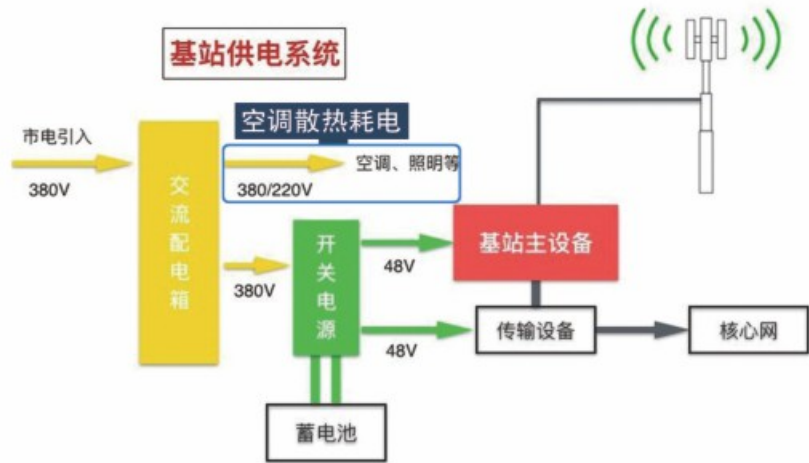
综合环境控制器，与 1~6 面电柜中的智能风扇控制器通信，并显示、设置各智能风扇控制器

5G 宏基站智能通风防尘方案

5G 宏基站特点

- 覆盖区域小，布站数量多
- 功耗大，电费高，挤占运营商利润：功耗（输入功率）通常 3~5KW，是 4G 宏基站的 2~3 倍，高电费受到了重视
- 冷却耗电产生的电费，也高：

- ✓ 发热功率 1.5~3KW：5G 宏基站最主要的是 PA（功放）的耗电，兼顾 PA 的线性度和功耗，通常基站产生的热量约占输入功率的 50~80%，按照 60%算，发热功率 1.5~3KW
- ✓ 空调冷却耗电量高：考虑到裕量，通常采用 1.5 匹空调（制冷量 3.2KW）冷却所发 1.5~3KW 的热量，1.5 匹空调的耗电通常 1.1KW



5G 宏基站拓扑图

智能通风防尘系统可替代空调，冷却宏基站设备产生的热量，并大量降低电费产生的成本

智能通风防尘系统在宏基站的功能简介

配置方案采用第 29 页的“智能通风防尘方案——标准配置”，拓扑参见 28 页的拓扑图

- 过滤风扇（通风防尘装置）的防护等级应 \geq IP65
 - ✓ 应解决灰尘造成的过温：宏基站内电子装置通常在室外，应防止灰尘进入覆盖 BBU 和其它电子电气装置而产生的过温，热循环风冷散热，根据标准，防尘需满足 IP6X 的防尘等级
 - ✓ 应防雨水：宏基站在户外，过滤风扇防水等级应 \geq IPX5，符合喷射水不应进入，防止雨水进入
- 系统应具有自动运维功能
 - ✓ 温湿度和灰尘浓度检测，保障宏基站内设备运行微环境良好
 - ✓ 自动散热降温，自动控制过滤通风散热，以冷却站内设备
 - ✓ 自动清灰，防过温和减人工，自动清理过滤风扇滤材积累的灰尘，防止灰尘堵塞滤材造成的过温，并减少人工
 - ✓ 运维提示功能，自动滤材更换提示，便于运维人员预维护
 - ✓ 配置通信接口，实现远程监控功能
 - ✓ 应可与空调联动控温
- 冷却电费成本节省分析

智能通风防尘系统可低功耗解决 5G 基站的散热问题，其耗电成本是空调的 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{10}$ ：

项目 散热 防尘方	散热 方式	散热 效果	防尘 效果	耗电成本分析 (以散热3KW计) (元)			维护	室外应用
				耗电功率	日费用	年费用		
空调冷却	制冷 散热	好	好	$\geq 1.1KW$	≈ 15	5400	冷媒补充 $\approx 1-2$ 年	可以
IP65过滤风扇 风冷	通风 散热	好	好	约0.11KW	≈ 1.3	480	滤材更换 $\approx 1-2$ 年	可以，采用 \geq IP65级别

应用行业及业绩

应用行业

机柜微环境管理系统可应用在工业领域各个行业，如电力、化工、煤化工、石油天然气、冶金、机械装备、轻工、仓储及物流、包装、风电、光伏发电、机场设施、轨道交通、综合管廊、城市供热、输变配电和水处理等行业。



应用的电气设备

概述

机柜微环境管理系列产品运行稳定可靠，是电气设备内环境管理的优秀解决方案，其应用范围广，适用于众多需要温度管理、湿度管理和灰尘管理的电气设备，适用但不限于如下电气设备：

环网柜	10KV/35KV高压柜	35KV箱式变
变电站室外端子箱	隔直柜	无功补偿柜
变频器柜	软启动柜	DCS系统控制柜
控制系统柜	数控系统柜	汇流箱
服务器机柜	风力发电机	其它电气设备

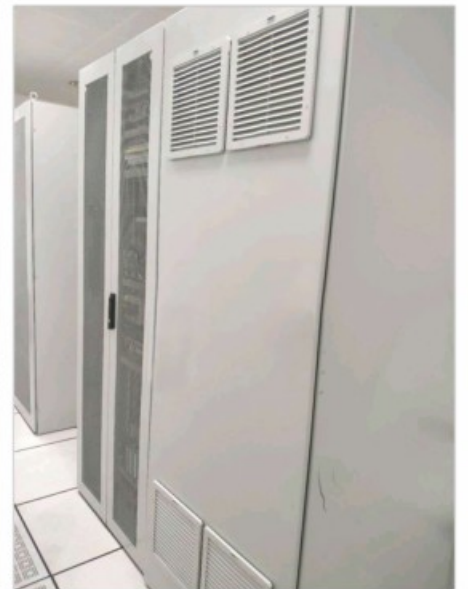
部分现场应用：



原设备改造应用



新项目应用



新项目应用



原设备改造应用



新项目应用



新项目应用

部分用户

机柜微环境管理系统为众多用户提供电气设备内的环境管理方案，保障了电气设备安全稳定运行，部分用于但不限于如下：



资质文件

质量体系、产品证书



威能通

如有变动，恕不事先通知

本资料内容解释权，归威能通所有



公司网址

北京威能通电气设备有限公司

邮编：100123

电话：+86-10-6545 6100

技术支持：18618422351 15324036026

网址：www.evel-power.com

业务地址：北京市朝阳区朝阳路38号院万东科技文创园13号楼青瓦基地303

