蓝河电气
LANHE ELECTRIC

# LH100

V2.0

# 变电站智能综合除湿系统

- 克服传统局部湿度改善手段的局限
- 提供全面、系统、科学的通风除湿方案
- 彻底解决高压配电室开关柜凝露问题
- 提升变电站设备运行的安全性从而提高供电的可靠性






陕西蓝河电气工程有限公司
SHAANXI LANHE ELECTRIC ENGINEERING CO., LTD.

# 目 录


| | |
|---|---|
| 1. 湿度与凝露的概念及关系 | 1 |
| 2. 开关柜内部凝露的原因及危害 | 1 |
| 3. 传统解决手段为何不灵 | 2 |
| 4. 何为智能综合除湿 | 2 |
| 5. LH100的基本技术原理 | 3 |
| 6. LH100的基本构成、核心技术及基本参数 | 4 |
| 7. 服务及沟通 | 9 |

# 1 湿度与凝露的概念及关系

## 1.1 概念

空气有吸收水分的特征，湿度的概念是空气中含有水蒸气的多少。它有三种表示方法：

- **含湿量**：它表示湿空气中水蒸气质量（g）与干空气质量（kg）之比，单位是g/kg。
- **绝对湿度**：它表示每立方米的湿空气中含有的水蒸气的质量，单位是克/立方米（$g/m^3$）。
- **相对湿度（Relative Humidity）**：缩写RH，实际的空气水气分压E和同温度下饱和水气压力Ew的百分比，即U=RH（%）= E/Ew x 100%。

## 1.2 相互关系

■ 饱和水气压力Ew与空气温度t的关系

Ew=6.11139exp[A(T-T1)/(T-B+CT2)]

其中，Ew----饱和水汽压力，hPa；

Exp---以e（自然对数的底）为底的指数算符；

T-----气温，K, T=273.16+t；

T1-----水的三相点温度，其值为273.15K；

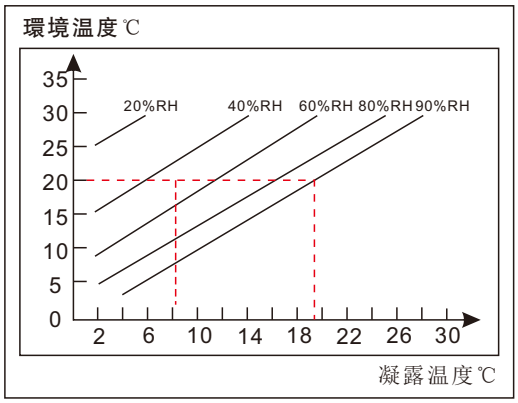
■ 水气分压E与饱和水气压力及相对湿度的关系

水气分压：E=Ew×U/100

■ 露点温度与水气分压E的关系

露点计算： Td=b×lg(E/E0)/ [a-lg(E/E0) ]

其　　中：E0=6.1078hPa，0℃时的饱和水气压力，a、b为常数




特定的水气分压对应于一个特定的露点温度，此时环境温度越高，则相对湿度越低，当空气温度降到低于露点温度时，空气中的水分将以水珠的形式析出并附着在周边物体表面，此即凝露。同一空气温度下，相对湿度越高，对应的水气分压越大，对应的露点温度也越高即越容易凝露。所以凝露的基本条件是：相对湿度大且水气分压高、空气温度有机会快速降低至接近露点温度。

# 2 开关柜内部凝露的原因及危害

## 2.1 原因

我国幅员辽阔，变电站自然条件差异很大，一些变电站的高压配电室特别是35kV配电室开关柜内部凝露问题突出，原因大致如下：

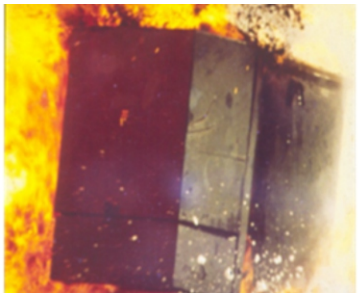
- 环境湿度过高：地下室，江河湖海临近地区，山谷等；
- 昼夜温差大：山区及高海拔地区，尤其是在高温高湿季节；
- 金属封闭紧凑型开关设备：尤其是35kV配电设备，柜内空间相对狭小，电场强度集中，绝缘件爬电比距偏小；
- 变电站管理问题：电缆沟内水汽串入，配电室墙体失修出现渗水等。

### 2.2 危害

长期高湿度运行导致相关部件吸潮，断路器手车触头出现“铜绿”，绝缘件表面出现凝露水珠等，甚至出现功能散失并最终发展为导电或绝缘事故，此类事故在供电企业可以说是不胜枚举，已经成为配电设备安全运行的一大障碍。



主变损坏



开关柜爆炸



配电设备烧毁

## 3 传统解决手段为何不灵?

对于上述高湿度或凝露问题，传统除湿装置难以奏效。这些除湿装置包括：

- 开关柜用传统温湿度控制器：通过提高柜内温度降低柜内相对湿度，并未降低柜内空气的含水量，一旦停止加热或环境温度下降时，潮湿空气反而会迅速凝露。
- 基于冷凝技术的配电柜除湿装置：通过局部制造凝露条件使柜内潮湿空气凝结成水并直接排出柜外，逐渐减少柜内的湿度抑制凝露现象的产生。此类装置一般只能满足1m³～3m³的密闭空间除湿的要求，但由于10kV/3m³ 或35kV/9m³ 开关柜的柜内空间较大，而且柜外湿气还会不断进入柜内，造成除湿效果大打折扣。
- 其它措施: 例如仅在配电室采用工业除湿机的单一化措施，对开关柜内防潮除湿隔靴搔痒、收效甚微。

## 4 何为智能综合除湿?

### 4.1 基础工作

除湿之前需要进行各个环节的封堵防潮及外部积水隔离，更换已经受潮损伤的绝缘部件，并采用专门封堵材料对下列孔洞或缝隙进行严格的防潮封堵：

- 封堵开关柜底部与电缆沟（地沟）连通的所有孔洞，包括电缆及电缆孔之间的空隙，防止电缆沟湿气进入开关柜内部；
- 封堵高压配电室电缆沟与外界连通的所有孔洞，防止外界湿气或积水进入室内电缆沟；
- 透气百叶窗改为电动窗户，事故风机或换气风机与外界接口处加装自闭型百叶窗，其它门窗应采取封堵措施，防止外界雨水或潮气进入室内。
- 外部积水隔离：对于地下水位较高或雨水丰富地区，应采取必要措施隔离地下水和外部积水渗入配电室或室内电缆沟；
- 对于已经严重受潮的开关柜内部的绝缘件进行彻底更换。

### 4.2 智能综合除湿方案

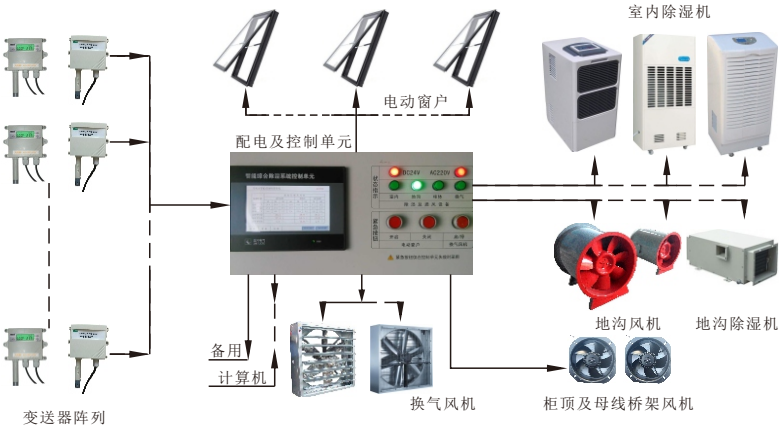
- 配电室室内除湿：采用与配电室空间匹配的工业除湿机将室内潮气转化为积水排到室外，保证室内相对湿度处于可接受范围；
- 配电室地沟除湿：采用与地沟空间匹配的工业除湿机将地沟潮气转化为积水排到室外，或采用风机使地沟与室内空气保持强制流通，保证地沟内相对湿度处于可接受范围；
- 高压开关柜及母线桥架内部：隔室间加装气流通道，柜底侧面加装进气网窗，柜顶采用专用轴流风机，在不影响柜体防护等级及泄弧功能的前提下保证柜内空气流通，母线桥架亦做类似处理；
- 配电室内外空气交换：在外界空气含水量明显低于室内时，开启电动窗户、启动换气风机或事故风机实现内外空气的交换；
- 暖风设备：作为可选配置，暖风设备在温度很低时可以对室内空气加热，提高除湿机在低温下的除湿能力，降低室内空气的相对湿度。

可见，智能综合除湿是针对变电站高压配电室开关柜，基于水气的封堵隔离，采用国际气象组织及国军标推荐算法，制定科学的水气分压控制策略，利用现代控制技术，集除湿、通风，换气于一体的全自动防凝露的系统解决方案。

## 5 LH100的基本技术原理

LH100变电站智能综合除湿系统采用数字式温湿度变送器阵列，监测配电室室内、电缆沟、室外的平均温度和平均湿度，以此作为基础数据，利用世界气象组织及国军标GJB1172.1推荐的算法计算出空气含水量（水气分压）及露点温度。上述基础数据及计算数据是配电及控制单元控制各执行设备（包括除湿机、电缆沟风机、柜顶及母线桥架风机、换气风机或事故风机，电动窗户等）的依据。湿度、温度、水气分压等达到设定值上限，则启动对应区域的执行设备；低于设定值下限则停运对应区域的执行设备；外界温度、湿度条件

充分有利，则启动换气设备。除此之外我们还构建了快速降温判据作为相关风机启动的附加独立条件，以达到避免昼夜温差过大引起柜内凝露的目的。 LH100还设计了与后台计算机通讯的接口，便于数据的远传和共享。本系统的组态原理示意图如右：




LH100组态原理示意图

## 6 LH100的基本构成、核心技术及基本参数

### 6.1 基本构成

Lh100系统主要由温湿度变送器阵列、配电及控制单元、执行设备三部分组成：

（1）温湿度变送器阵列：温湿度变送器负责基础数据的采集，室内区域最多可以配置4个变送器，室外及电缆沟区域分别可以配置2个变送器。

（2）配电及控制单元：900高×630宽×240深








户外型变送器



户内型变送器




控制单元HMI开机画面



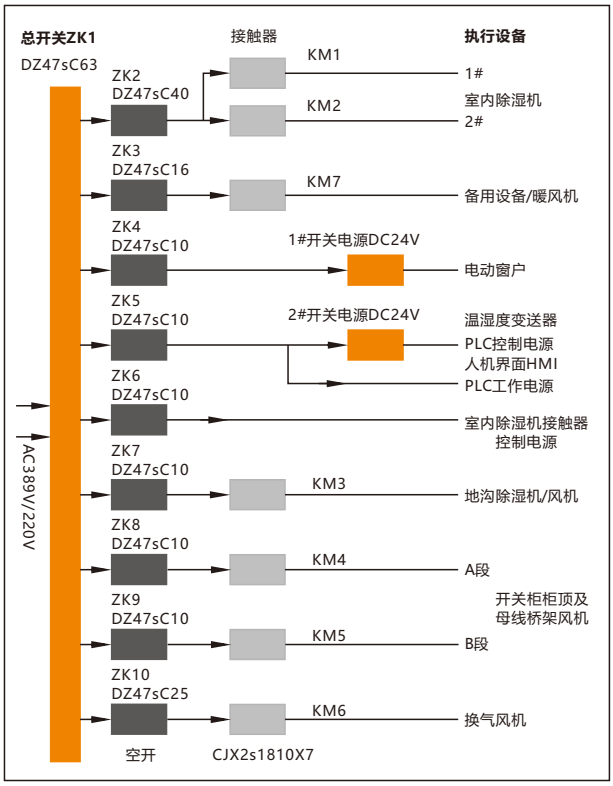

控制单元HMI设备状态画面




控制单元HMI监测数据画面

■ 控制单元：控制单元包括专用控制器、继电器阵列及人机界面HMI。LH100除湿系统所有控制策略均以软件形式固化在控制器中，控制器通过其自身输出接点及继电器阵列实现对各执行设备的控制。HMI为用户提供人性化的操作界面，主要功能是设备状态、监测数据、历史数据、报警信息及相关曲线显示，手动/自动模式切换，参数设置等。

■ 配电：配电回路容量取决于各执行设备容量的总合并留有较大余量，其中也包含控制单元的配电。配电单元主要由9路空气开关、7路接触器及相关接线构成。




配电原理示意图

（3）执行设备

■ 除湿机　■ 柜顶及母线桥架风机　■ 电动窗户　■ 换气风机　■ 备用设备

各型室内除湿机




电缆沟风机及除湿机



柱顶及母线桥架风机





换气风机及电动窗户









## 6.2 核心技术

### 6.2.1 独特的硬件设计思路

见第5章基本技术原理，硬件设计考虑了室内、室外、电缆沟、开关柜及母线桥等，全面系统，不留死角。

### 6.2.2 系统科学的控制策略

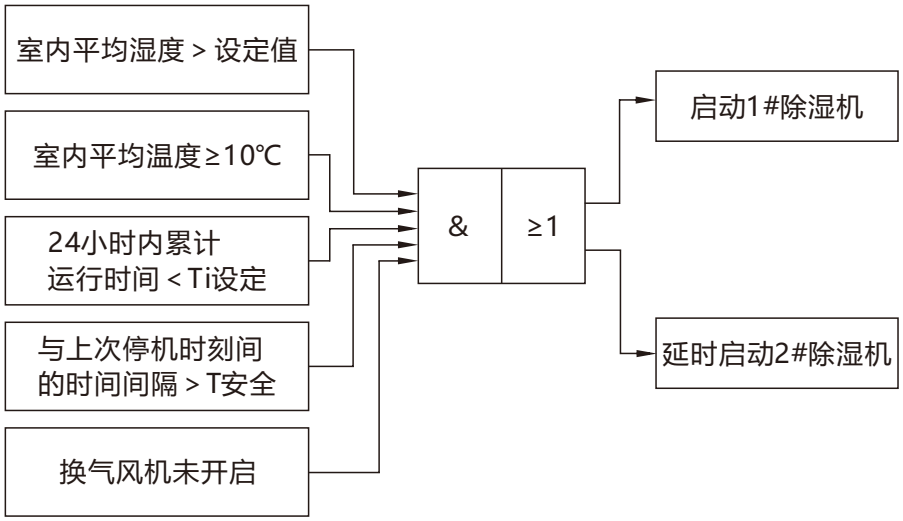
（1）自动模式策略

- 室内除湿机启动、停机策略；
- 电缆沟除湿机或风机启动、停机策略；
- 开关柜柜顶及母线桥架风机启动、停机策略；
- 电动窗户及换气风机（或事故风机）启动、停机策略；
- 暖风机或加热设备启动、停机策略。

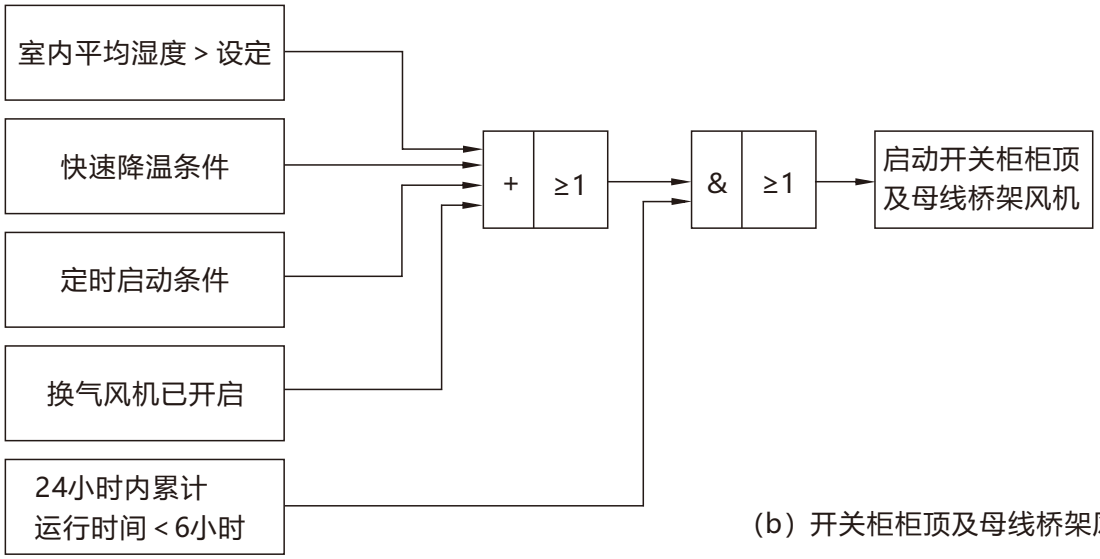
（2）其它策略

- 手动模式策略；
- 手动模式与自动模式转换策略；
- 紧急按钮模式策略。

（3）控制策略示例

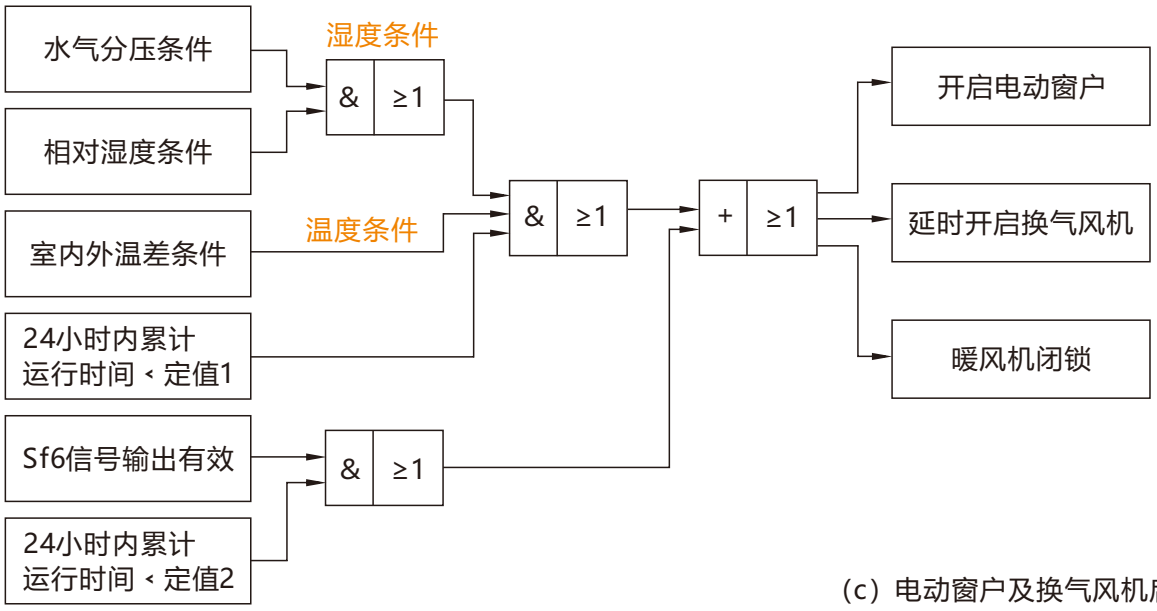



（a）室内除湿机启动策略




（b）开关柜柜顶及母线桥架风机启动策略

*说明：快速降温条件的设置，避免了昼夜温差过大引起开关柜内凝露的可能性。*




（c）电动窗户及换气风机启动策略

## 6.3 基本参数

### 6.3.1温湿度变送器

■ 电源：DC24V/100mA

■ 传感器类型：进口数字温湿度敏感元件

■ 准确度：温度≤±0.5℃@25℃，±3%RH @20%~80%RH/25℃

■ 温度范围：-40~80℃

■ 湿度范围：0~100%RH

■ 通讯接口：标准MODBUS协议/485接口

### 6.3.2 配电及控制单元

■ 电源容量：AC380V/220V-63A

■ 配电回路数：1路总空开进线+9路空开馈线（其中7路带接触器控制）

■ 中央处理器：32位，RISC，400MHz

■ HMI参数：7寸彩显，分辨率800×480，Flash128MB+ RAM64MB+掉电16MB

■ 工作温度范围： -20℃~45℃/户内使用，其中HMI为0-50℃

■ 数据记录周期： 1min

■ 通讯接口/协议：RS485/MODBUS，可与后台计算机通讯

### 6.3.3 除湿机

根据工程实际空间配置，对于300㎡×8m配电室建议配置如下：

■ 除湿机电源：AC380V/50Hz

■ 除湿机配置台数：2-4台

■ 单台除湿量：配置数量×210升/天

■ 单台除湿机功率：配置数量×3150W

■ 单台除湿机适用面积：200~300㎡（3米高度）

### 6.3.4 电动窗户

■ 电源：220VAC或DC24V-50W /每个开窗器；

■ 推拉力量：约450N；

■ 运行速度：约15mm/s；

■ 运行速度：约15mm/s；

- 机械寿命：>10000次；
- 防护等级：IP32；
- 总行程：400~800mm；
- 工作环境：-25~+85℃；
- 位置保护：电子式行程缓冲保护

**6.3.5 各型风机**

根据具体工程具体配置，例如35kV开关柜柜顶风机可做如下配置：

- 电源：AC220V-80W/台
- 等级：军品
- 数量配置：对于35kV开关柜，2台/柜

## 7 服务及沟通

我们将根据客户的需求及产品的使用环境提供个性化的综合解决方案，给客户打造量身定做的综合除湿系统，解决变电站安全运行的后顾之忧。初期会收集及包含以下基本信息：

（1）配电室空间尺寸；

（2）开关柜型号及柜内绝缘件状况；

（3）通风窗及百叶窗尺寸；

（4）配电室和主控室距离；

（5）变电站局地基本气象信息。

**温馨提示**

特别申明：由于产品升级等原因，说明书可能发生局部变化，恕不另行通知。






**陕 西 蓝 河 电 气 工 程 有 限 公 司**

**SHAANXI LANHE ELECTRIC ENGINEERING CO., LTD.**

地址：中国 陕西 西安 高新区 西部大道190号

邮编：710075

电话：029-88318201 84251056

传真：029-88318201

E-mail：info@lanhecn.com