

# 读懂交流金属封闭式开关设备：环网柜与配电箱在城网

详细介绍：

引言

交流金属封闭式开关设备概述：结构、分类与标准

环网柜：交流金属封闭式开关设备在配电网环网供电中的核心应用

配电箱：交流金属封闭式开关设备在低压侧的关键节点

环网柜与配电箱的协同：打造从高压到低压的完整配电链路

选型与安装要点：确保交流金属封闭式开关设备可靠运行

结论

关于交流金属封闭式开关设备的常见问题

## 引言

随着城市化进程的不断深入，大量老旧配电网已经难以满足日益增长的用电需求。线路过载、设备老化、故障频发等问题日益突出，亟需进行城网改造。交流金属封闭式开关设备，逐渐成为城网改造工程中的关键支撑。

交流金属封闭式开关设备

是指所有高压带电部件全部封闭在金属外壳内，并配有完善的接地系统和联锁装置的一种成套配电装置。其典型产品包括环网柜、用于低压侧电能分配的配电箱

，以及KYN28中置柜、XGN固定柜等。这些产品虽然电压等级和功能各异，但同属于交流金属封闭式开关设备的大家族，遵循相同的国家标准和“五防”安全要求。

在城网改造工程中，环网柜与配电箱扮演着不可替代的角色。环网柜

通常安装在10kV高压侧，负责电缆环网的分段、联络与故障隔离，是构建“手拉手”环网、实现双电源供电的关键设备。配电箱

则部署在0.4kV低压侧，承担电能分配、保护与计量功能，是连接变压器与终端用户的关键枢纽。两者一高一低，共同构成了城网配电的完整链条。

国家电网公司配电自动化专家吴工曾指出：“城网改造的本质，就是用现代化设备替换老旧设备，并重新梳理配电网结构，提升供电可靠性和智能化水平。”

本文旨在系统解析交流金属封闭式开关设备的技术特点，阐明环网柜与配电箱在城网改造中的协同应用价值，并为设备选型、安装及维护提供实用指南。无论您是电力系统设计人员、施工人员还是运维人员，阅读本文都将为您提供有益的参考。

要深入理解交流金属封闭式开关设备

在城网改造中的价值，首先需要对其基本结构、分类体系及遵循的技术标准有一个清晰的认识。作为电力系统的重要组成部分，交流金属封闭式开关设备

的设计凝聚了数十年的工程经验与安全规范，其统一的特征在于：所有高压带电部件均被金属外壳封闭，并配备了完善的接地和联锁系统，确保人身和设备安全。

一套完整的交流金属封闭式开关设备通常由以下几个核心部分构成：

金属外壳

：采用优质覆铝锌钢板或冷轧钢板经数控折弯、焊接而成，表面静电喷塑，既保证了机械强度，又具备良好的防腐性能。外壳内部设有功能隔室

：按照功能不同，柜内分隔为断路器室（或负荷开关室）、母线室、电缆室、仪表室等。各隔室之间采用金属隔板进行电气隔离，确保各部件独立运行且互不影响。

交流金属封闭式开关设备的一个重要特征，一旦某个隔室发生内部故障，电弧压力可定向释放，避免波及相邻隔室，将损失限制在最小范围，保障整个系统的稳定运行。

## 接地系统

：柜内设置有贯穿所有隔室的主接地母线（截面不小于 $30 \times 4\text{mm}^2$ ），各功能单元的外壳、门、金属隔板均通过交流金属封闭式开关设备安全运行的基础。

联锁装置：为防止误操作，所有交流金属封闭式开关设备必须配备“五防”联锁功能（详见2.4节）。这些联锁可以是纯机械式、电气式或两者结合，确保操作顺序正确。

## 分类

交流金属封闭式开关设备可以按安装方式、结构类型和用途进行多种分类。

按安装方式分类：

### 户内式

：安装在配电室、变电所内部的设备，通常防护等级为IP4X（外壳）或IP2X（门打开时），不直接受风吹雨淋。环网柜、中置柜、固定柜及配电箱都属于户内式。

### 户外式

：直接安装在露天环境的设备，箱体必须具备防雨、防尘、防腐蚀能力，防护等级不低于IP33，甚至达到IP54。

按结构型式分类（依据GB 3906）：

### 铠装式

：断路器室、母线室、电缆室等均以金属隔板完全隔开，且每个隔室均设有独立的泄压通道。典型产品：KYN28A型铠装式固定柜。

间隔式：功能隔室之间以金属隔板隔开，但不一定每个隔室都有独立泄压通道。典型产品：XGN2固定柜。

### 箱式

：所有功能单元共用一个外壳，隔室之间不以金属隔板严格分隔，结构更为紧凑。典型产品：HXGN环网柜、21动力配电箱。

## 符合国家标准及“五防”联锁要求

所有交流金属封闭式开关设备的设计、制造和试验必须遵循强制性国家标准。主要标准包括：

GB 3906《3.6kV~40.5kV交流金属封闭开关设备和控制设备》

GB/T 11022《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》

GB 7251《低压成套开关设备和控制设备》（适用于配电箱）

其中，交流金属封闭式开关设备必须满足“五防”联锁功能要求：

防止误分、误合断路器（或负荷开关）；

防止带负荷拉合隔离开关（或手车）；

防止带电合接地开关；

防止带接地开关合断路器（或负荷开关）；

防止误入带电间隔。

这些联锁功能在设备设计阶段通过机械挡板、程序锁、电气闭锁等方式实现，是保障操作人员人身安全和设备安全运行的关键。电力行业高压开关设备标准化技术委员会专家李工强调：“任何一台合格的交流金属封闭式开关设备，出厂前必须通过严格的五防联锁测试。”

综上所述，交流金属封闭式开关设备

以其清晰的模块化结构、多样的分类选择、成熟的产品系列以及严格的五防联锁设计，成为城网改造中不可或缺的重要组成部分。无论是环网柜还是低压侧的配电箱，都统一于这一技术框架之下，从而保证了整个配电系统的标准化和安全性。



## 环网柜：交流金属封闭式开关设备在配电网环网供电中的核心应用

在交流金属封闭式开关设备的家族中，环网柜

是专为配电网环网供电而设计的一种紧凑型产品。它通常采用箱型固定式结构，内部安装负荷开关-熔断器组合电器或断路器，所有高压带电部件全部封闭在金属外壳内，完全符合交流金属封闭式开关设备的通用标准。环网柜

的核心功能是实现电缆环网的分段、联络与故障隔离，从而将传统“辐射状”供电网络升级为“手拉手”环网。

**环网柜的基本功能：分段、联络、故障隔离**

在城网改造中，原有配电网往往是一条10kV架空线或电缆带多台配电变压器，沿线任何一处故障都会导致全线停电。环网柜通过将长线路划分为若干段，并在分段点设置开关，实现了故障的就地隔离。具体工作原理如下：

**分段：**在环网线路中每隔一定距离（如300~500米）设置一台环网柜

，将长线路切割成多个短分段。每个分段的负荷相对独立。

**联络：**在相邻两条馈线之间设置环网柜

的联络单元，形成“手拉手”结构。正常运行时，联络开关处于分闸状态，两条馈线各自向分段供电；当某

**故障隔离：**当某个分段发生永久性故障时，环网柜

内的开关（配合保护装置）迅速跳开，隔离故障段，非故障段仍保持供电。故障段的查找范围大大缩小。

上述功能之所以能够可靠实现，得益于环网柜作为交流金属封闭式开关设备

所具备的完善接地系统和机械联锁，确保了操作人员能够安全地分合开关、挂接地线。

**环网柜与配电变压器的配合：负荷开关-熔断器组合电器的应用**

在城网改造中，环网柜最常见的用途是作为配电变压器的高压侧保护装置。对于容量在1250kVA及以下的干式或油浸式变压器，环网柜内通常采用负荷开关-

熔断器组合电器。这种组合的经济性优于断路器，同时性能满足要求。

负荷开关用于正常投切变压器空载电流及负荷电流。

熔断器用于开断变压器内部短路故障。当变压器发生短路时，熔断器在数十毫秒内熔断，快速切断故障，同时

采用这种组合后，环网柜

可以在不配置复杂继电保护装置的情况下，为变压器提供可靠的短路保护。同时，由于熔断器的限流特性，

在实际工程中，环网柜至变压器的电缆连接也需符合交流金属封闭式开关设备的规范：电缆终端必须采用全绝缘的全屏蔽可触摸插头，与环网柜的电缆插座配套，确保整个高压回路的全密封、全绝缘。

## 构建“手拉手”环网，显著缩短故障停电时间

城网改造的核心目标之一是将供电可靠率从99.7%左右提升至99.99%以上。采用环网柜构建“手拉手”环网是实现这一目标最有效的手段之一。以下是一个典型应用案例：

某城市商业区原有两条10kV辐射线，每路带5台配电变压器，年故障停电时间约8小时/户。改造方案：在每路辐射线末端增设环网柜，并设置一个联络环网柜。改造后，任何一段电缆故障，只需操作两侧环网柜的开关，即可在2分钟内隔离故障、恢复非故障段供电。据统计，该区域年故障停电时间降至0.5小时/户以下。南方电网某地市局配网专责高工评价道：“手拉手环网加环网柜分段，是目前性价比最高的提高可靠性方案”。

## 环网柜的智能化升级：配网自动化终端实现故障自愈

随着配电自动化的普及，传统的环网柜正在向智能化方向升级。通过在环网柜柜内加装配网自动化终端（DTU, Distribution Terminal

Unit）或馈线终端（FTU），并配置电动操作机构、电压互感器、电流互感器等，环网柜具备了遥测、遥信、遥控的“三遥”功能。

遥测：实时监测线路的电压、电流、有功、无功等电气量。

遥信：上报开关位置、保护动作信号、故障指示器等状态。

遥控：远方操作环网柜的分合闸，无需运行人员到达现场。

更重要的是，当故障发生时，自动化系统能够自动识别故障区段，按照预定的逻辑顺序控制环网柜分合闸，在几十秒内完成故障隔离和非故障段复电——实现“故障自愈”。这种智能环网柜已经广泛应用于城市核心区、重要用户（如医院、数据中心）的配电网改造中。

当然，智能化升级需要确保环网柜的控制回路与原有的交流金属封闭式开关设备的

五防联锁兼容，避免远方操作破坏就地安全防护。这也是选择经过认证的成套环网柜的重要原因。

综上所述，环网柜作为交流金属封闭式开关设备

的重要组成部分，在城网改造中发挥着不可替代的作用：它通过分段、联络和故障隔离，将辐射网变为环网；熔断器组合有效保护变压器；通过与自动化终端配合，实现故障自愈。

## 配电箱：交流金属封闭式开关设备在低压侧的关键节点

交流金属封闭式开关设备不仅覆盖高压侧，同样延伸至低压配电领域。配电箱（如XL-21动力配电箱、GGD固定式配电柜、JP综合配电箱等）正是交流金属封闭式开关设备

在低压侧的重要实现形式。它们采用金属外壳封闭所有带电部件，配备完善的接地系统和操作手柄联锁，承载重要负荷。配电箱是连接变压器与终端用户表箱的最后一站，其性能与布局直接影响居民的用电质量和安全。

### 配电箱的分类与功能

根据用途和安装方式，配电箱主要分为以下几类：

动力配电箱（XL-21系列）

：适用于工矿企业、车间、建筑工地等，用于控制电动机、电热设备等动力负荷。箱体靠墙安装，屏前检修方便。

照明配电箱（PZ30、XRM等）

：用于住宅、办公楼、商场等场所的照明及小容量插座回路。通常采用模数化微型断路器，回路数从4路到32路。

计量箱

：用于一户一表或集中计量，内部安装电度表、接线盒及小型断路器。户外计量箱还需具备防窃电功能，箱体采用防撬设计。

综合配电箱（JP柜）

：专门用于农村配电网台区，集配电、计量、保护（过载、短路、漏电、防雷）及无功补偿于一体，防护等级高。

上述所有配电箱均属于交流金属封闭式开关设备范畴，其外壳、接地、联锁等设计必须符合GB 7251《低压成套开关设备和控制设备》的要求。箱内主母线的短时耐受电流不应小于10kA（对一般用途）或在城网改造中配电箱的应用场景

城网改造的重点之一是对老旧小区、商业街区、城中村中的低压线路进行彻底更新。改造前，这些区域往往采用交流金属封闭式开关设备标准的配电箱，可以实现以下目标：

分户计量

：每户安装独立的计量表计，表后设小型断路器，既便于收费，也能在户内故障时仅切断该户电源，不影响其他用户。

漏电保护：在配电箱

内进线处或分支出线处加装剩余电流动作保护器（RCD），动作电流一般为30mA或100mA，有效防止人身触电事故。

线路规整：将原来混乱的进户线集中接入配电箱，各出线回路标识清晰，箱体上锁，杜绝私拉乱接。

预留扩容空间：箱内预留备用回路，便于未来增容或新能源（如电动汽车充电桩）接入。

一个典型的居民小区改造方案为：在每栋楼单元门口或楼道内安装一台户外型配电箱

（IP65防护等级），内置总开关、电度表、分路开关及漏电保护器。从箱变或低压分支箱引来的主干电缆接入配电箱

，再由箱内分路开关经穿管埋地敷设至各用户家门口。这一方案彻底消除了原架空进户线的“蜘蛛网”现象。

配电箱外壳防护等级（IP30/IP40/IP65）与安装环境的适配

配电箱作为交流金属封闭式开关设备

，其外壳防护等级必须与安装环境相匹配。选错防护等级会导致内部元器件受潮、积尘，甚至发生短路故障。

IP30：可防止直径 $\geq 2.5\text{mm}$ 的固体异物侵入，但不防水。适用于室内干燥、无粉尘的配电室、控制室。绝大多数室内配电箱采用IP30即可。

IP40

：可防止直径 $\geq 1.0\text{mm}$ 的固体异物，且防滴水。适用于地下室、水泵房、有冷凝水可能的场所。箱体进出线口应加密封。

IP65

：完全防尘（6级）且防喷射水（5级）。适用于户外安装，如小区草坪、路灯杆旁、工地临时配电。箱体材料应选用耐腐蚀材料。

在城网改造中，户外配电箱（特别是位于露天环境的计量箱、JP柜）必须达到IP65等级。箱门铰链应采用不锈钢材质，密封条为耐老化材料。某省级电力公司配网部专责工程师指出：“我们在老旧小区改造中，发现许多以前安装的户外配电箱防护等级不足，存在安全隐患。”

配电箱与环网柜的协同关系

在城网改造的完整配电链路中，环网柜与配电箱分别位于高压侧和低压侧，通过变压器连接。两者同属交流金属封闭式开关设备

，具有相似的结构特点和联锁要求，但在电压等级、额定电流、保护方式上差异明显。然而，从系统角度看，两者应实现协同配合。

接地系统统一：高压侧环网柜的接地网应与变压器外壳、低压配电箱的PE（保护地）排可靠连接，形成完整的接地系统。

S或TN-S接地系统。接地电阻不应大于 $4\Omega$ 。

保护选择性配合：环网柜内熔断器（或断路器）的动作特性必须与配电箱内总开关及分路开关协调，避免低压侧故障导致高压侧越级跳闸。

通常要求低压进线开关的瞬动整定值不超过上级开关的瞬动整定值。

电缆截面匹配：从环网柜至变压器、变压器至配电箱的电缆截面应满足载流量和电压降要求，并考虑城网远期负荷增长，一般选择比计算值大一档的截面。

通过合理布置环网柜和配电箱，城网改造项目可以实现高压环网化、低压规整化，大幅提升供电可靠性和安全性。

环网柜与配电箱的协同：打造从高压到低压的完整配电链路

在城网改造中，环网柜和配电箱

并非孤立运行，而是通过变压器及电缆线路紧密连接，共同构成从高压电源到终端用户的完整配电链路。两者协同配合，是实现城网改造目标的关键。

交流金属封闭式开关设备

，在设计、选型及安装时必须统筹考虑系统级的协调配合。本部分将剖析一个典型的城网改造方案，并重点

## 城网改造典型方案：从10kV环网柜到用户表箱

一个标准的中低压配电系统升级方案通常包含如下层级：

10kV环网柜（进线/联络/馈线）→ 柱上变压器或箱式变电站（含变压器）→ 低压配电箱（总配电箱或分支单元楼或楼层配电箱）→ 用户计量表箱

具体到环网柜与配电箱的协同，以某老旧小区改造为例：

在小区合适位置新建一座箱式变电站（内含干式变压器

及高压进线单元）。从附近10kV环网线路引接一路电缆至变电站进线环网柜

（负荷开关 熔断器组合电器），并预留另一路环网联络接口。

变电站内配置一台SCB14型1000kVA干式变压器，变压器低压侧（0.4kV）出线经密集母线或电缆连接至低压配电箱

（总柜）。总配电箱采用MNS抽出式柜体，设置进线框架断路器、无功补偿单元及多路出线塑壳断路器。

从总配电箱各出线回路敷设电缆至每栋楼的单元配电箱（一般为XL-

21型或挂墙式计量箱）。单元箱内设有总开关、电度表和分户断路器。

再由分户断路器引电缆至各楼层（或直接入户）的用户表箱。

在这个链路中，环网柜提供了高压侧的环网接入和变压器保护，配电箱

则完成了低压电能分配、计量与分支保护。二者的协同设计，使整个系统的故障范围被限制在最小单元，任

## 交流金属封闭式开关设备在高低压两侧的标准化接口

为了简化设计、方便安装并保证互换性，交流金属封闭式开关设备在高压侧（环网柜）与低压侧（配电箱）之间形成了若干标准化接口。这些接口主要体现在以下几个方面：

**安装基础接口：**环网柜和配电箱

均采用统一高度（通常2200mm）和标准化模数尺寸（如600mm、800mm、1000mm宽），便于在配电室内成排布

**电缆连接接口：**从环网柜馈出的高压电缆终端采用全屏蔽插拔头（与环网柜

的电缆插座配套），变压器高压侧同样采用相同插拔头；变压器低压侧出线采用标准母线槽或铜排接口，与进线柜的母线搭接尺寸和螺栓规格有行业规范。

**通讯接口：**智能化升级时，环网柜的DTU终端与配电箱的智能电表、远程IO模块均采用RS485（Modbus-RTU）或以太网通信，规约统一，便于集中监控。

**接地接口：**两者均设有贯穿的主接地排（如-

40×4镀锌扁钢），接地引出端子的规格和位置一致，可共用变电站的环形接地网。

通过这些标准化接口，设计单位和施工队伍可以像搭积木一样组合环网柜和配电箱

，大大缩短了城网改造工程的设计周期和现场安装工时。

## 保护选择性配合：避免越级跳闸

保护选择性配合是环网柜与配电箱

协同的核心技术难点。所谓选择性，是指当配电系统某一点发生故障时，仅由离故障点最近的保护电器动作在高压侧，环网柜

内的负荷开关 熔断器组合电器应具备以下特性：熔断器的安秒曲线应确保在25%~100%的最小短路电流流过环网柜熔断器最小熔断电流的80%，且低压侧大容量电动机启动时产生的冲击电流不应导致熔断器老化。

在低压侧，配电箱内的各级断路器也要实现上下级选择性配合。例如：

总进线框架断路器设置为短延时（0.2~0.4s）和长延时保护，不分瞬时。

出线塑壳断路器采用瞬时脱扣器，动作电流整定值为该回路计算电流的5~10倍。

当某分支出线故障时，仅该出线断路器瞬时跳闸，总进线断路器不动作。若分支出线断路器拒动，总进线断

为确保选择性，设计阶段应绘制短路电流分布图，逐级计算各点的最大短路电流，并核对上下级保护电器的环网柜内熔断器与配电箱

内断路器的级差配合。西北电力设计院一名资深专工曾总结：“低压选择靠瞬动整定错开，高压选择靠熔断器接地系统与防雷配合：统一TN-C-S或TN-S系统

接地和防雷是保障设备和人身安全的重要环节。环网柜与配电箱必须采用同一类型的接地系统，且共用接地网。城网改造中，从10kV环网柜到变压器再到低压配电箱

，通常采用TN C S系统或TN S系统。在电源进线处（通常为变压器中性点）将PEN线分为PE（保护地）和N（零线）。

环网柜金属外壳、变压器外壳、配电箱柜体均应与PE线可靠连接，形成等电位联结。进线处的总等电位连接端子箱应与变电所或箱变的基础接地网可靠连接。防雷配合需注意：

环网柜高压进线电缆若采用埋地引入，其金属护层应在两端接地；若为架空转电缆，需在环网柜进线侧安装避雷器。变压器低压侧应配置浪涌保护器（SPD），通常设在配电箱

总进线处。SPD的放电电流应不小于20kA（8/20 $\mu$ s），保护电平应不大于2.5kV。

配电箱内的SPD接地线应短而直，长度不超过0.5m，直接接到PE母线。

另外，户外安装的环网柜和配电箱

（如景观型环网柜、JP柜）必须做防雷接地，接地电阻不应大于10 $\Omega$ （共用接地网时不大于4 $\Omega$ ）。所有金属材料应符合GB/T

50065《交流电气装置的接地设计规范》主要起草人之一指出：“城网改造中，最容易忽略的就是低压侧接地网的设置。”

综上所述，环网柜与配电箱的协同不仅在于设备的物理连接，还包括标准化接口的匹配、保护定值的逐级配合以及接地防雷系统的统一。交流金属封闭式开关设备才能真正发挥出“高压可靠、低压灵活”的整体优势。



**选型与安装要点：确保交流金属封闭式开关设备可靠运行**

在城网改造工程中，交流金属封闭式开关设备

的选型与安装质量直接决定了系统投运后的可靠性、安全性和维护便利性。无论是高压侧的环网柜还是低压配电箱

，都必须根据实际负荷需求、环境条件和施工标准进行精细化设计。本节从环网柜与变压器的容量匹配、配  
环网柜的额定电流、短时耐受电流与变压器容量的匹配

环网柜作为交流金属封闭式开关设备

的高压单元，其额定电流应不小于所连接变压器高压侧额定电流，并考虑一定的裕度。以10kV系统为例，变  
 $I_n = S / (\sqrt{3} \times 10)$ 。常用匹配关系如下：

800kVA变压器，高压侧额定电流约46A，可选用额定电流630A的环网柜

（最小规格），实际运行电流仅占开关容量的7%，温升极低。

1250kVA变压器，高压侧额定电流约72A，同样选用630A环网柜，满足要求。

1600kVA变压器，高压侧额定电流约92A，仍可选用630A环网柜，但需校核短路耐受能力。

短时耐受电流（热稳定电流）是更为关键的参数，它决定了环网柜

在短路故障时的耐受能力。城网改造中，10kV系统的短路电流一般按20kA或25kA设计。因此，环网柜

的额定短时耐受电流不应低于20kA（4s），且应大于或等于系统预期短路电流。对于靠近变电站或大容量电  
环网柜。

此外，环网柜内负荷开关-

熔断器组合电器中的熔断器额定电流应与变压器容量匹配。一般原则：熔断器额定电流取变压器高压侧额定  
某电力设计院配网专家强调：“很多工程错误地认为环网柜只要额定电流够就可以，忽略了短路耐受电流。

配电箱的回路数量、断路器选型与负荷计算

配电箱作为交流金属封闭式开关设备

的低压单元，其选型需基于详细的负荷统计。首先，计算总计算负荷 $P_{js}$ （kW）和总计算电流 $I_{js}$ （A）。对  
配电箱的进线开关额定电流应不小于 $I_{js}$ ，并建议留有20%的裕度。

出线回路数量的确定应遵循“适当预留”原则。一般按实际回路数加上20%~30%的备用回路设计，备用回路  
对于户外型配电箱

（如JP柜），还需考虑无功补偿容量的计算。补偿容量一般按变压器容量的20%~40%选取，分组投切，每组

户外环网柜与配电箱的材质选择：不锈钢、SMC、景观型

对于安装在户外（无专用配电房）的环网柜和配电箱，外壳材质必须适应环境条件。常见选择及适用场景如  
不锈钢板（304或316）喷塑

：耐腐蚀性能优良，适用于沿海高盐雾地区、化工厂周边、道路旁等。304不锈钢可满足大多数户外环境，3

SMC非金属复合材料（玻璃钢）

：不锈蚀、不凝露、绝缘性能好，重量轻，安装方便。适用于高污秽、高湿度及有防盗窃要求的区域（如农  
景观型（木条或铝合金装饰）

：在金属或SMC外壳外附加木条、铝格栅等装饰层，与周围绿化或建筑风格协调。适用于公园、别墅区、景  
冷轧钢板喷塑

：经济型，仅适用于干燥、无腐蚀、无景观要求的室内或防护棚内。户外使用必须加装防雨顶盖且定期喷漆  
在城网改造中，一般要求主干线上新装的户外环网柜及配电箱

采用不锈钢或SMC材质，且防护等级不低于IP44（对环网柜）或IP65（对配电箱）。箱体底部的电缆进出线  
安装位置通风、防凝露、防火间距及接地电阻要求

环网柜和配电箱作为交流金属封闭式开关设备，其安装环境必须满足以下基本条件：

通风：柜体周围应有足够的散热空间。环网柜

前后应留有不小于1000mm的通道（前侧操作面），侧面靠墙时与墙壁间距不小于200mm。配电箱

（尤其是内有变压器或大容量电容器组的）应安装在通风良好的场所，避免阳光直射加重温升。若箱体内部  
防凝露

：在潮湿地区（如南方梅雨季节、地下配电室），箱内易出现凝露，导致绝缘降低。解决方案包括：①选用

## 环网柜或配电箱

，加热器功率50~150W，由湿度控制器自动启停；②箱体顶部加装防雨顶盖和通风百叶，底部设排水孔；③防火间距：根据GB 50053规定，环网柜及配电箱与可燃性墙体、堆场等之间的净距不应小于1m。若变压器（油浸式变压器）与环网柜或配电箱同室布置，必须设置防火隔墙，且隔墙耐火极限不低于2h。配电箱内应装设烟感报警器，并与火灾自动报警系统联动。

接地电阻：环网柜和配电箱必须接入统一的接地网，共用接地电阻不应大于4Ω。对于容量较小的低压配电箱（如小区单元箱），接地电阻可放宽至10Ω，但需与总接地网可靠连接。接地引线应采用不小于40×4镀锌扁钢。一位具有三十年安装经验的电力施工队长提醒：“很多接地失败的原因是镀锌扁钢埋深不够（应不小于0.6m）”。综上所述，选型与安装是城网改造中决定交流金属封闭式开关设备能否长期稳定运行的关键环节。从容量匹配、断路器选型、外壳材质到通风防潮及接地施工，每一个细节都影响着环网柜和配电箱这一对“高低压搭档”真正发挥出其应有的效能。

## 结论

交流金属封闭式开关设备以环网柜和配电箱为核心代表，在城网改造中筑起了从高压到低压的完整配电防线。通过环网分段、联络和故障隔离，将辐射式配电网升级为“手拉手”环网，大幅缩短了故障停电时间，提升了供电可靠性。配电箱

则通过规范化的电能分配、保护、计量与漏电防护，终结了老旧小区私拉乱接的乱象，实现了低压侧的精细化管理。交流金属封闭式开关设备

家族，以统一的结构标准、五防连锁、接地系统和保护配合，共同构成了现代城市配电网的坚实骨架。

在具体工程中，应高度重视设备的选型匹配（环网柜容量与变压器及短路电流的校核、配电箱回路断路器配置）。交流金属封闭式开关设备

的标准化、模块化设计理念贯穿于城网改造的全过程，才能真正打造出安全、可靠、高效、智能的现代化配电网。

## 关于交流金属封闭式开关设备的常见问题

Q1：什么是交流金属封闭式开关设备？它和普通开关柜有什么区别？

A： 交流金属封闭式开关设备

是指所有高压带电部件全部封闭在金属外壳内，并配有完善接地系统和联锁装置的成套配电装置。它涵盖了高压柜（KYN28）、中置柜（KYN28）、固定柜（XGN2）以及低压配电箱等产品。与普通开关柜（如老式开启式配电板）相比，交流金属封闭式开关设备

具有全封闭、五防连锁、功能隔室独立、故障泄压等安全特性，能够有效防止人员误触带电体，限制了内部故障的扩散。

Q2：环网柜和配电箱都属于交流金属封闭式开关设备吗？

A： 是的。环网柜是交流金属封闭式开关设备

在高压侧的典型产品，通常电压等级为10kV或35kV，用于环网供电的分段、联络和变压器保护。配电箱（如GGD、JP柜等）则是交流金属封闭式开关设备

在低压侧（0.4kV）的实现形式，承担电能分配、保护和计量。两者均具有金属外壳、功能隔室、接地系统等安全特性，符合GB 3906或GB 7251标准。

Q3：交流金属封闭式开关设备必须具备的“五防”连锁是什么？

A： “五防”是防止误操作的机械或电气连锁功能，具体包括：

防止误分、误合断路器（或负荷开关）；

防止带负荷拉合隔离开关（或推拉手车）；

防止带电合接地开关；

防止带接地开关合断路器（或负荷开关）；

防止误入带电隔室。

任何合格的交流金属封闭式开关设备出厂前都必须通过五防联锁测试，这是保障操作人员安全的基础。

Q4：在城网改造中，如何选择环网柜的额定短时耐受电流？

A：环网柜作为交流金属封闭式开关设备

的高压单元，其额定短时耐受电流（热稳定电流）应不小于安装点的系统预期短路电流。城网10kV系统的短  
环网柜，否则发生短路时设备可能炸毁。

Q5：户外安装的配电箱防护等级应如何选择？

A：户外配电箱属于交流金属封闭式开关设备

的户外应用，防护等级至少应达到IP44（防溅水）或更高。在普通户外环境（无大量粉尘、非强降雨），IP

Q6：配电箱内的漏电保护器应该如何配置？

A：根据GB

50054规定，末端插座回路、户外照明回路及潮湿场所的配电回路应装设剩余电流动作保护器（RCD）。一般  
配电箱

中RCD应与其他断路器配合，避免越级跳闸。改造工程中，老旧住宅小区单元总箱应加装防火RCD，户内箱加