

变电站升级指南：环网柜、配电柜与DFW电缆分接箱的

详细介绍：

引言：变电站升级为何需要协同应用环网柜、配电柜与DFW电缆分接箱

环网柜：配电网环网供电的核心节点

配电柜：低压侧电能分配与保护的枢纽

DFW电缆分接箱：电缆分支与线路延伸的便捷工具

协同应用实战：典型变电站升级方案解析

选型与安装注意事项

结论：三位一体，打造高可靠性配电网

关于环网柜、配电柜与电缆分接箱的常见问题

引言：变电站升级为何需要协同应用环网柜、配电柜与DFW电缆分接箱

随着我国城市化进程加速和工业用电负荷持续增长，大量传统变电站正面临严峻的升级压力。这些老旧站

在这一背景下，环网柜、配电柜与DFW电缆分接箱

的协同应用，正成为变电站升级改造的主流技术路径。三者分工明确、相互配合：环网柜

负责高压侧的环网供电和故障隔离，提升配电网冗余度；配电柜

承担低压侧的电能分配与保护，实现多回路线路灵活出线；DFW电缆分接箱

则用于电缆线路的“T”接分支和延伸，减少中接头数量，提高线路运行可靠性。三者的有机结合，能够

值得注意的是，升级方案中还需统筹考虑变压器选型——油浸式变压器和干式变压器

各有适用场景。室外大容量站区宜采用油浸式变压器，而室内或人员密集场所则更适配干式变压器

。变压器的选型直接影响到前后级开关设备的配置参数和保护定值，必须在协同设计中统一规划。

国家电网公司配电网工程专家张工曾指出：“变电站升级不是简单替换单个设备，而是要对高压环网、变

本文将从设备功能、接线方式、选型要点及实战案例四个维度，系统讲解环网柜、配电柜与DFW电缆分接箱

在变电站升级中的协同应用逻辑，帮助工程师和技术人员在实际项目中做出更合理的配置决策。下文将逐一

环网柜：配电网环网供电的核心节点

环网柜

是配电网实现环网供电的关键设备，其核心功能是在电缆环网线路中承担分段、联络与故障隔离的任务。在

环网柜构成的环网供电系统中，线路被分段开关分割为多个区段，当某一区段发生故障时，两侧的环网柜

可迅速动作，隔离故障段并将非故障段切换至另一侧电源供电，从而大幅缩小停电范围。这一“手拉手”式

环网柜与变压器的接线方式根据配电网形式分为“环网型”和“终端型”两种。在环网型接线中，环网柜

的进线来自上级变电站的两个不同电源回路，出线连接至变压器高压侧（通常通过负荷开关或断路器的馈线

环网柜

仅有一路进线，出线至变压器，不再向外环出。两种方式的选择取决于项目在电网中的位置——负荷密集区

在实际升级工程中，环网柜所接入的变压器可能是油浸式变压器（多见于室外站区）或干式变压器

（多见于室内配电房）。对于油浸式变压器，因容量大、多布置于户外，前端环网柜

通常选用断路器单元，并配置完善的速断、过流及零序保护，以应对变压器内部故障时快速切除。对于干式

，因容量较小且常与环网柜同室安装，可采用负荷开关-

熔断器组合电器单元，熔断器实现对变压器短路故障的快速保护，既经济又高效。

环网柜

在变电站升级中的更大价值，是提升了供电系统的冗余性和故障自愈能力。传统变电站一旦高压进线失电，环网柜

后，通过“双电源手拉手”环网结构，任何一段电源故障都不会导致全站失电。更为智能的是，配合自动化环网柜

支持“集中型”或“就地型”馈线自动化功能，能够在数十毫秒内识别故障区段，自动执行分合闸指令实现环网柜，是提升供电可靠性最立竿见影的手段之一。

需要补充的是，环网柜与后方配电柜及DFW电缆分接箱的配合也至关重要。环网柜的出线（环出或馈线）往往通过电缆直接连接至配电柜的高压进线端，或经电缆分接箱实现分支后接入多台变压器。合理设置环网柜

的保护定值，使其既能保护线路，又能与上级变电站出线开关及下级熔断器实现选择性配合，是避免越级跳配电柜在低压侧的功能与配合要点。



配电柜：低压侧电能分配与保护的枢纽

配电柜

是变电站低压侧电能分配与保护的核心设备，承担着将变压器二次侧输出的低压电能，按回路分配至各终端配电柜的合理选型与配置，直接关系到出线回路的数量、供电灵活性以及日常运维的便捷性。

配电柜按结构形式主要分为固定式和抽出式两大类。固定式配电柜

以GGD系列为代表，柜内电器元件（如断路器、接触器、热继电器等）采用梁式或板式固定安装，结构简单、配电柜

则以MNS、GCK等系列为主导，其核心单元——抽屉——可在不断电的情况下抽出更换，相同规格抽屉具有完配电柜

与变压器低压侧之间的连接是变电站设计的重点环节。变压器低压出线端（通常为裸铜排或电缆）通过母线配电柜的主母排。对于大容量油浸式变压器

（如1600kVA及以上），低压侧电流可达数千安培，一般采用密集母线槽或铜排直接连接至配电柜进线单元，以降低损耗和温升；对于中小容量干式变压器

（如800kVA及以下），可采用铜芯电力电缆连接，便于灵活布局。无论采用何种方式，连接处必须加装软连接。配电柜

进线单元需配置框架断路器或塑壳断路器作为总开关，其额定电流应不小于变压器额定电流的1.2倍，且具备短路保护功能。在升级项目中，配电柜需要根据不同变压器类型来实现灵活的出线方案。当安装场所为室外或大容量需求时，采用油浸式变压器，此时配电柜通常直接安装在变压器附近的低压配电室内，两者通过电缆沟或桥架连接。配电柜内可根据负荷性质（动力、照明、空调、消防等）配置不同规格的出线回路，每个回路均设有独立的塑壳断路器。当采用干式变压器并安装在室内（如高层建筑变电所、地下配电房）时，配电柜常与变压器同室或邻室布置，配电柜外壳防护等级不低于IP30（防尘），有防水要求的场所需达到IP40。由于干式变压器容量通常不超过3150kVA，其低压侧出线回路相对较少，配电柜可采用紧凑型设计，以节省宝贵的站房面积。某省级电力设计院专家建议：“室内站升级尽量采用抽出式断路器。此外，配电柜

还需预留智能监控接口，通过加装多功能电力仪表和通信模块（RS485、以太网），将电压、电流、功率、温度等数据接入环网柜的故障信息联动，为故障定位和恢复供电提供决策依据。

DFW电缆分接箱：电缆分支与线路延伸的便捷工具

在变电站升级和配电网改造中，DFW电缆分接箱

（又称电缆分支箱）是一种看似简单却极为实用的设备。它的核心作用是在不设置开关设备的情况下，实现电缆的分支与延伸。DFW电缆分接箱

通常安装在户外电缆沟、电缆井或电线杆旁，内部仅由带电可触摸屏蔽型硅橡胶电缆接头和电缆附件组成。DFW电缆分接箱具有施工快捷、接头质量可控、后期维护方便、减少绝缘薄弱点等显著优势。

DFW电缆分接箱主要分为“带开关型”和“不带开关型”两种。不带开关型DFW电缆分接箱结构最简单，内部仅设有母线和若干电缆插拔头，进线电缆直接连接至母线，再由母线分出多路出线。这种DFW电缆分接箱

则在一路或几路进出线回路中增设了负荷开关或断路器，具备分断负荷电流和开断短路电流的能力。在需要保护的情况下，DFW电缆分接箱

。一位配电网施工专家指出：“不带开关的分接箱成本低、占地小，但一旦其中一个分支出线故障，整个上级的保护动作将影响整个分支。DFW电缆分接箱与环网柜、配电柜之间存在着紧密的协同关系。从环网柜

出线的一路10kV主干电缆，在通往多台变压器的过程中，常常需要通过DFW电缆分接箱进行“T”接，分出多路支线分别接入各台油浸式变压器或干式变压器

。这种“环网柜主干分支”模式避免了从环网柜到每台变压器都敷设独立电缆，大幅减少了电缆数量和土建成本。DFW电缆分接箱也减少了电缆中间接头的数量——据统计，电缆故障中约70%发生在中间接头处，采用DFW电缆分接箱后，接头被标准化的插拔头取代，故障率显著下降。在低压侧，配电柜

的出线回路也可通过小型电缆分接箱（或分支接头箱）进一步向末端分配电能，尤其适用于楼层配电或长距离配电。至于与变压器的电缆连接规范，DFW电缆分接箱的出线通过电力电缆直接引至油浸式变压器或干式变压器

的高压进线端。连接电缆的截面应根据变压器容量和线路长度进行热稳定校核；电缆终端需配套与分接箱匹配的终端头。对于安装在户外的DFW电缆分接箱

应设置在变压器高压侧附近，电缆埋地引入，避免架空线引入带来的雷击风险；若变压器是干式变压器且位于室内，分接箱宜安装在室外电缆转角井或墙体预留孔处，电缆穿管进户并做好防火封堵。

综上所述，DFW电缆分接箱以其灵活的分支能力和高可靠性，成为连接环网柜与变压器、配电柜与末端负荷之间的重要桥梁。在变电站升级方案中，合理布局DFW电缆分接箱

，不仅能节省电缆投资，更能为未来负荷增容留下扩展余量。

协同应用实战：典型变电站升级方案解析

理论上的分工与配合，最终需要落到具体的工程方案中才能体现价值。以下结合两种常见的变电站升级场景，以环网柜、配电柜及DFW电缆分接箱为核心的协同配置方案，并分析其中的关键协同要点。

方案一：室外变电站升级 —— 油浸式变压器 + 环网柜（进线保护）+ DFW分接箱（出线分支）+ 配电柜（出线分支）

某工业园区原有1台老旧S11型1000kVA油浸式变压器，采用跌落式熔断器保护，高压侧为架空线“T”接，无环网结构，故障停电频发。本次升级要求：供电可靠率≥99.99%。升级后的主接线为：两路10kV电源分别接入两台环网柜（断路器单元），组成“分段单母线”环网结构。每路环网柜馈出一路电缆至一台新增的油浸式变压器（容量1600kVA，S20型二级能效）。变压器高压进线侧环网柜内配置完善的速断、过流及零序保护，并与上级变电站出线开关进行定值配合。变压器低压侧采用铜排连接至GGD固定式，配电柜

内设框架断路器总开关及多路塑壳断路器出线回路，分别供应车间动力、照明、空调及预留支路。在高压侧电缆分支处，由于变压器距离环网柜

较远（超过200米），且中间需为另一台规划中的箱变预留分支点，因此在线路中途设置一台DFW电缆分接箱（带开关型，配置负荷开关）。该分接箱一路进线来自环网柜，一路出线至本台油浸式变压器

，另一路预留出线供未来箱变接入。采用带开关型分接箱后，任何一条分支故障可通过分接箱开关隔离，避免影响环网柜、DFW电缆分接箱、油浸式变压器及配电柜的接地干线均采用-40×4镀锌扁钢贯通，接地电阻实测小于0.1Ω。该方案实施后，供电可靠率由99.7%提升至99.99%，故障停电时间由年均8小时降至不足1小时，同时为园区预留了未来扩容空间。

方案二：室内配电房升级 —— 干式变压器 + 环网柜（负荷开关单元）+ 配电柜（低压馈线）+ DFW电缆分接箱（楼层配电）

某高层商务楼原有配电房位于地下一层，原采用一台油浸式变压器，因消防验收不合格（油量超标且无法设置独立油池），决定改造为两台干式变压器（SCB14型，1000kVA，一级能效）。改造要求：紧凑布置，满足消防规范，并对各楼层实现独立计量和分支

改造方案如下：10kV进线电缆接入一台环网柜（配SF6负荷开关-熔断器组合电器单元），采用环网型接线，一进二出：一路环网柜出线至1#干式变压器，另一路环网柜出线至2#干式变压器。两台变压器与环网柜同室布置，变压器高压侧通过肘型电缆插头与环网柜

的馈线单元直接相连，全绝缘全密封。变压器低压侧采用密集母线槽连接至两台配电柜（MNS抽出式），每路配电柜配置多路出线回路，分别供应照明、动力、空调、消防电梯等。由于各楼层配电箱分散且回路众多，在低压侧每层楼梯间内安装小型DFW电缆分接箱（不带开关型，钢板喷塑外壳），配电柜出线回路引出的主干电缆先接入楼层DFW电缆分接箱

，再由分接箱分接至各房间的终端配电箱。这样既减少了从配电房到每间房间的长距离独立电缆，又便于后期维护。该方案充分利用了环网柜的紧凑特性（负荷开关单元柜宽仅375mm），干式变压器与配电柜

并排布置，总占地面积较原来减少约30%。同时由于干式变压器无油，消防验收一次性通过。楼层DFW电缆分接箱的应用使电缆总长度缩短了近40%，并大幅降低了电缆中间接头的故障隐患。

关键协同要点：

两个方案均体现了“保护配合、接地统一、截面匹配”三大原则。在继电保护定值配合上，方案一中的环网柜断路器保护定值必须与上级变电站出线开关及变压器低压侧总开关实现级差配合，防止越级跳闸；方案二中的熔断器组合电器则要求熔断器与变压器低压侧熔断器或断路器之间满足选择性保护（通常熔断器安秒特性曲线与断路器安秒特性曲线配合）。在接地系统上，环网柜、DFW电缆分接箱及油浸式变压器外壳均需可靠接地并做等电位连接；室内站采用TN-S系统，干式变压器中性点直接接地后与配电柜的PE排、DFW电缆分接箱

外壳相连，形成完整的保护接地通路。电缆截面匹配方面，高压侧电缆按变压器额定电流的1.5倍以上并校验电压降。通过以上两个典型方案可以看出，无论室外还是室内场景，环网柜、配电柜与DFW电缆分接箱

三者只有协调配合、参数匹配、保护联动，才能真正发挥变电站升级的整体效能。



选型与安装注意事项

在实际工程中，环网柜、配电柜与DFW电缆分接箱

的选型与安装质量，直接决定了变电站升级后的运行可靠性和安全性。以下从设备容量匹配、防护等级、材

环网柜与变压器的容量匹配原则

环网柜的额定电流和开断能力必须与所连接的变压器容量及线路参数相匹配。对于油浸式变压器

（尤其是大容量，如1600kVA及以上），变压器高压侧额定电流通常在100A左右，但在短路工况下可能产生

环网柜内断路器或负荷开关的额定短时耐受电流不应低于20kA（4s），额定峰值耐受电流不应低于50kA。当

用于环网线路中时，还需校核其转移电流（即一条线路故障时另一侧电源通过环网柜提供的短路电流），确

熔断器组合电器的熔断器额定电流与变压器容量协调。一般推荐：对于1000kVA及以下的干式变压器

，采用额定电流为125A或160A的熔断器；对于1250kVA及以上的油浸式变压器

，应优先选用断路器单元而非负荷开关组合，以获得更灵活的保护整定。

配电柜的防护等级（IP30/IP40）是否满足安装环境

配电柜

通常安装在室内，但不同室内环境的清洁度和湿度差异很大。配电室若为独立房间且有基本的防尘措施，

配电柜即可满足要求。但若配电柜

安装在地下室、电缆夹层、水泵房旁或其它有滴水、凝露、粉尘可能的环境，则防护等级应提升至IP40（防

配电柜

外壳进行特殊防腐处理（如采用不锈钢材质或重防腐喷塑），并增加防潮加热器，防止内部凝露导致绝缘下

配电柜

防护等级并非越高越好，IP54及以上密闭结构会影响散热，需额外配置工业空调或加强通风。一位开关柜制

DFW电缆分接箱的材质与使用环境的对应

DFW电缆分接箱作为户外设备，其外壳材质直接关系到使用寿命和安全。常见材质有四种：

冷轧钢板喷塑：经济型，适用于环境干燥、无腐蚀、无景观要求的郊区或工业区。喷塑层破损后容易生锈，

10年。

不锈钢板（304或316）喷塑

：耐腐蚀性能优良，适合沿海、化工厂周边及潮湿地区。316不锈钢适用于强盐雾环境。寿命可达20年以上。

木条装饰景观型

：外壳为金属骨架外覆防腐木条，美观度高，适用于公园、别墅区、景区等对视觉有要求的场所。需注意木

SMC非金属复合材料（玻璃钢）

：不锈蚀、不凝露、绝缘性能好，且重量轻、安装方便，适用于高污秽、高湿度及对防盗窃有要求的区域。

选型时应根据安装地点的盐雾等级、污染等级和美观要求综合决定。对于带开关的DFW电缆分接箱

，内部还可能安装负荷开关或断路器，此时外壳防护等级应不低于IP33，且需加装防动物网罩。另外，分接

变压器对站房结构的要求

油浸式变压器与干式变压器对安装场所的要求差异显著，这是选型时不可忽视的约束条件。

油浸式变压器：由于内部充有大量可燃矿物油，根据GB 50053《20kV及以下变电所设计规范》，油浸式变压器

应安装在单独的变压器室内，且变压器室必须配置储油池（事故油坑）或总事故储油池。储油池的有效容积

油浸式变压器

油量的100%。变压器室的门应为甲级防火门，并直通室外或疏散走道。此外，变压器室地面应设置挡油门槛

干式变压器：无需单独变压器室，可与环网柜、配电柜

等设备同室布置。不要求事故油池，只需地面平整、通风良好即可。对防火间距的要求大幅降低，适用于高

因此，在变电站升级前期勘察时，应首先判断现有站房是否具备油浸式变压器

的安装条件。若空间局促或无法满足消防规范，应果断选用干式变压器。同时，无论选用哪种变压器，环网

与变压器之间的高压电缆长度不宜超过50米（超过时需校验电压降和热稳定），电缆中接头应采用预制式

配电柜与变压器低压侧之间的连接应尽量采用铜排或母线槽直接搭接，减少导线转换点，降低故障概率。

选型与安装并非独立的步骤，而是与前期方案设计环环相扣。合理选择环网柜的参数、配电柜的防护等级、

DFW电缆分接箱的材质，并依据变压器类型优化站房结构，才能确保设备在全生命周期内安全、经济、稳定。

结论：三位一体，打造高可靠性配电网

通过前文的分析与实战案例可以清晰地看到，环网柜、配电柜与DFW电缆分接箱

在变电站升级中并非各自独立的设备，而是一个功能互补、逻辑紧密的“三位一体”系统。环网柜

负责高压侧的环网分段与故障隔离，为配电网提供冗余供电能力；配电柜

承担低压侧的电能分配与多回路保护，实现灵活、安全的出线管理；DFW电缆分接箱

则填补了电缆分支与线路延伸的中间环节，减少了中接头数量并降低了故障概率。三者协同，再配合油浸

或干式变压器

的合理选型，能够在不新增占地、不大幅改动土建的前提下，显著提升供电可靠性、缩短故障停电时间，并

实际项目中，应根据变压器类型（室外大容量选油浸式变压器、室内防火区选干式变压器

）确定站房结构，再围绕变压器设计前后级开关设备——高压侧以环网柜为核心构建环网或终端接线，低压

配电柜为枢纽分配电能，电缆分支处因地制宜配置DFW电缆分接箱

（带开关或不带开关）。建议工程师们跳出“单设备选型”的思维定势，结合负荷密度、供电可靠性要求和

关于环网柜、配电柜与电缆分接箱的常见问题

Q1：环网柜、配电柜和电缆分接箱之间最本质的区别是什么？

A： 三者的功能定位不同。环网柜

主要用于高压侧（10kV/35kV）的环网供电，具备分段、联络和故障隔离能力，可配置断路器或负荷开关-

熔断器组合；配电柜用于低压侧（0.4kV）的电能分配与保护，负责将变压器输出的低压电能分配给多路出线

DFW电缆分接箱

则用于电缆线路的“T”接或分支，不带开关或带开关，主要解决电缆中接头的可靠性和灵活性问题。三者

Q2: 环网柜的“环网型”和“终端型”有什么区别？如何选择？

A: 环网型环网柜有两路进出线（一进一出且具备环出功能），可接入环网线路中，实现双电源手拉手供电。环网柜

只有一路进线，出线直接带变压器或负载，不具备环网功能。选择依据：若项目所在区域配电网已形成环网

Q3: 配电柜的固定式（GGD）和抽出式（MNS/GCK）如何选择？

A: 固定式配电柜

（GGD）结构简单、造价低，但故障时需要断电维修，适合出线回路少、允许短时停电的场所（如小型工厂、配电柜

（MNS、GCK）每个抽屉单元可独立抽出更换，故障时只需换备用抽屉即可恢复供电，大大缩短停电时间，适

Q4: DFW电缆分接箱的“带开关型”和“不带开关型”分别在什么情况下使用？

A: 不带开关型DFW电缆分接箱

内部仅由母线及电缆插拔头组成，用于纯电缆分支（例如从主干电缆“T”接出一路到箱变或居民楼），不

Q5: 环网柜与变压器之间如何匹配容量和保护？

A:

首先根据变压器容量计算高压侧额定电流（ $I=P/(\sqrt{3}\times U)$ ， $U=10kV$ ）。例如1000kVA变压器高压侧额定电流约100A，环网柜的额定电流应不小于该值，通常选用630A（最小规格）。保护配置方面：对于油浸式变压器

（尤其是大容量），环网柜

内应配置断路器单元，并整定速断、过流和零序保护，保护定值需与变压器低压侧总开关及上级出线开关配合。干式变压器容量较小，可采用负荷开关-

熔断器组合电器，熔断器额定电流按变压器额定电流的1.5~2倍选取，确保变压器发生内部短路时熔断器快速

环网柜与变压器之间的电缆应按热稳定电流校核截面，一般10kV电缆不小于70mm²（铜芯）。

Q6: 选用油浸式变压器时，对站房有何特殊要求？

A: 油浸式变压器由于充油量较大（例如1000kVA油重约300~500kg），根据GB

50053规定，应设置在单独的变压器室内，室内必须配置事故储油池或挡油设施。单台油量超过100kg时，储油浸式变压器，应改用干式变压器。

Q7: 电缆分接箱是否必须与环网柜配合使用？能否单独使用？

A: DFW电缆分接箱可以单独使用，也可以与环网柜

配合。单独使用的场景包括：从架空线或电缆主干直接“T”接至用户（如路灯、小型泵站），此时前端可能需环网柜配合可以获得更好的保护选择性：环网柜作为主干线路的保护开关，DFW电缆分接箱

（尤其是带开关型）作为分支的保护点，故障时尽可能缩小停电范围。因此，在较高供电可靠性要求的项目

Q8: 如何判断电缆分接箱的材质是否适合户外海边环境？

A: 海边环境盐雾浓度高，普通冷轧钢板喷塑DFW电缆分接箱容易锈蚀。应选用不锈钢材质

（建议316L）并配合重防腐喷塑，或采用SMC非金属复合材料箱体。同时防护等级不应低于IP44（防溅水），