

# 变电站主接线方案对关口计量系统可靠性的影响探讨

陆 一<sup>1</sup> 平炯军<sup>2</sup>

1.嘉兴市恒光电力建设有限责任公司工程服务分公司 浙江 嘉兴 314000

2.嘉兴市长三角人力资源开发中心经开分中心 浙江 嘉兴 314000

**【摘要】**：围绕变电站主接线方案与关口计量系统可靠性之间的关系进行研究，在不同接线方式下考虑其运行方式、故障隔离以及检修情况时对计量连续性和准确性的影响。以常见几种主接线为例，对比单母线、双母线以及带有旁路接线方式下计量回路供电可靠性优劣，并分析其接线冗余度与系统可靠性之间的联系。结合具体工程实例给出改善接线方案及计量布置的方法，以提高关口计量系统的可靠性和抗干扰能力，为变电站的设计和计量系统的改进起到一定的指导作用。

**【关键词】**：变电站主接线；关口计量；系统可靠性；供电连续性；接线结构

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.063

## 引言

电力系统运行需要较高的计量数据准确性和连续性要求，而关口计量是电能结算以及电网调度的基础，其正常工作与否直接影响到电力市场公平性和电力系统的安全稳定运行。变电站主接线方式是整个电气系统的一个重要组成部分，它决定了计量回路供电方式以及工作情况，在不同的运行工况或者发生故障时，由于主接线的不同，会使计量系统的可靠性不同。研究主接线方式对关口计量系统的影响有利于找到主要影响因素并提升计量系统的可靠性。

## 1 变电站主接线方案对关口计量系统的影响机理分析

### 1.1 主接线结构对计量供电连续性的作用机制

变电站主接线方案结构对关口计量系统供电可靠性和持续性有直接影响。在变电站内，计量系统供电一般来自母线以及变压器供电，而主接线配置决定着计量回路与供电电源关系。不同接线形式，在电源切换、故障隔离以及停电等各种情况下都可能带来不同程度的影响。比如，在单母线接线方式中，一旦母线出现故障或者需要进行检修，则整个计量系统将不能工作，导致计量数据缺失或者失真；而在双母线接线方式中，当发生故障后可以通过自动投切保证供电不间断，提高供电可靠性。设置冗余接线可以增强供电稳定性，使计量系统在各种工况及事故状态下均能稳定运行。因此，合理地选择变电站主接线形式也是保证计量系统供电连续的重要条件。

### 1.2 不同运行方式下计量可靠性的变化特征

在变电站实际运行中，不同的运行模式会对关口计量系统造成较大影响。对于单母线接线，在母线发生故障或者进行检修的情况下，计量系统的电源切换非常麻烦，会导致计量数据丢失或者计量不准确。而对于双母线接线方式，虽然有多个备用电源可用，但是在母线倒闸操作较多的情况下，由于在切换过程中负载发生变化造成瞬间电压波动，从而影响计量装置精度。而在带有旁路接线方式中，虽然增加了一路备用电源，在

遇到问题可以很快进行替换，但是如果开关控制不当也可能会产生计量信号瞬间中断，影响计量设备正常使用。不同的运行情况会导致不同的结果，复杂的接线方式可以提升系统的可靠性，但是同时也会带来更多的操作以及维护难度。

## 2 典型主接线方案存在的计量可靠性问题

### 2.1 单母线及简单接线形式的薄弱环节

单母线接线方案虽然在很多变电站中被广泛采用，但是从计量系统的角度来看这是一个很脆弱的方式。单母线接线的特点是所有的负荷以及设备都是由一根母线提供电流，如果这根母线出现问题或者是需要维护的话，那么整个变电站就不能正常工作，这对计量系统的稳定是一个很大的考验。特别是在需要实时获取准确信息的情况下，单母线出现问题会导致计量数据的丢失或者不能及时更新，从而给电力交易以及系统的运行带来麻烦。另外，在这种接线方式下一旦主母线出现故障因为没有备用方案所以一般都需要较长的时间来恢复供电，在这段时间内计量回路也无法恢复正常工作，这就大大增加了计量系统长时间停电的可能性。当然可以通过旁路开关对一部分负荷进行切换，但是这种方法操作相对复杂而且在切换过程中会有较大的电压波动以及负载不平衡的问题，这又会对计量造成一定的影响。所以单母线接线方案对计量系统的可靠性和连续性不利。

### 2.2 复杂接线结构中的潜在计量风险

虽然复杂的主接线可以提供更大的冗余以及更可靠的系统运行能力，但是从实际使用来看，这种复杂的主接线也带来了一些隐患。比如，在采用双母线或者带有旁路的接线方式下，由于电力供应线路较复杂，所以其对应的计量回路的供电以及切换都会有很多不确定因素，在某些情况之下，如果发生故障后，那么自动化切换的效果未必理想，从而造成短时间内计量系统无电的情况，在切换期间，瞬时电压变化也有可能导致计量设备误判或者计时延后，影响最终结果的真实性。而更为复杂的接线方案则需要有完善的切换策略及监督手段才能够保

证系统的正常工作，但是在日常工作中，由于设备老化、操作失误或者控制系统反应迟缓等原因，这些复杂的接线方案并不能完全发挥其应有的作用。复杂的接线方案一般都有多个电源，一旦某个电源出现问题，则剩余电源的负担就会突然加大，这样就会引起电压波动，进而影响计量的准确度。虽然理论上是冗余较多，但是在在大负荷的情况下也会出现缺电甚至计量设备过载的现象。

### 3 主接线方案优化对计量系统可靠性的提升路径

#### 3.1 接线冗余设计与计量连续性保障

主接线方案中的冗余是提高计量系统可靠性的主要途径，在电力系统中，冗余是增加备用电源以及线路实现当主供电线路出现故障后，系统可以及时切换到备用线路，防止由于供电中断造成计量系统不能工作而采取的方法，在双母线或者带有旁路的情况下都可以大大提高变电站供电可靠性，在这种冗余方式下，如果有一条母线出现问题，还可以有另外一条母线给计量系统供电，使计量数据能够正常进行，冗余还需要考虑电源切换的平滑度，防止电源切换时引起电压突然变化或是频繁切换造成计量设备损坏等问题的发生，还可以配置自动化的故障监测及切换装置，在有故障时快速、正确地进行电源转换以缩短停电时间保证计量回路不掉电，冗余不但可以使计量系统在日常使用中更加稳定而且也可以在设备出现故障或者是某些特殊情况下使用，大大加强了计量系统的连续性和可靠性。

#### 3.2 计量回路优化配置方法

计量回路的优化配置是确保计量系统可靠性的重要措施。为了最大限度地保证计量设备的准确性和稳定性，回路配置应考虑设备的负载特性、接线方式和电气环境等多方面因素。在优化配置过程中，电流、电压的稳定供给是关键，过大的电压波动会直接影响计量设备的测量精度。因此，设计时应确保计量回路的供电系统能够适应负荷变化，并具备一定的稳定性。应根据不同计量需求对回路进行合理分配，避免出现因过载或不均衡负荷导致计量误差的情况。为此，可以采用分段式配置，将计量回路按照负荷特性进行划分，确保每一段回路在其工作范围内处于稳定状态。回路的布置要尽量减少对外部干扰的敏感性，特别是在高压电流回路中，外部电磁干扰可能会影响计量设备的精度，因此，采用抗干扰设计和屏蔽措施也是回路配置中的关键内容。通过合理的回路优化配置，不仅能够提升计量系统的精度和可靠性，还能有效延长计量设备的使用寿命。

### 4 关口计量系统可靠性提升的关键技术措施

#### 4.1 故障隔离与切换策略优化

在提升关口计量系统可靠性方面，故障隔离与切换策略的优化发挥着重要作用。故障隔离技术通过确保故障区域与正常工作区的隔离，避免故障影响到整个系统的稳定性，确保计量系统能够持续运行。当发生故障时，能够迅速隔离故障部分，

避免电力供应的中断或干扰，从而确保计量数据的准确性和连续性。为此，系统中的断路器、隔离开关以及自动化控制设备需要精确配合，通过智能化控制系统实时监测各部分运行状态，及时识别故障点并进行切换操作。在切换策略上，传统的手动切换已无法满足快速响应的需求，采用自动化切换方案能够在几秒钟内完成电源或回路的切换，避免因切换延时引起的计量中断。优化切换策略还需要考虑负载波动、电压稳定性等因素，在切换过程中平稳过渡，避免因为电压不稳定对计量设备造成损害。通过高效的故障隔离与切换策略，能够最大限度地保证关口计量系统在故障发生时的正常运行，提高系统的容错能力和可靠性。

#### 4.2 抗干扰与稳定运行技术应用

关口计量系统的稳定性不仅受到电力供应的影响，还容易受到外部干扰的影响。抗干扰技术的应用在提升计量系统可靠性方面至关重要，尤其是在高电压、大电流环境下，电磁干扰和电气噪声容易对计量设备造成影响，导致数据误差或设备故障。为此，在计量系统设计中，需要引入电磁兼容性（EMC）标准，采用屏蔽、接地、滤波等手段有效隔离外部电磁干扰。屏蔽技术通过在设备外部安装金属外壳或导电材料，阻止干扰信号进入设备内部；接地技术则通过确保系统中的所有设备都接入地线，减少静电积累和电磁干扰的传播。滤波技术则能够有效滤除高频干扰，确保计量信号的准确传输。此外，系统中的电源噪声、共模干扰等问题也需要通过专门的抗干扰设计加以解决，确保计量设备能够在复杂环境中正常运行。除了抗干扰技术的应用，系统的稳定运行还需要强化设备的定期维护和检修，确保所有计量设备的精度和可靠性。通过综合应用抗干扰技术和稳定运行措施，能够显著提升关口计量系统的抗干扰能力和长期稳定性，减少外部因素对计量数据的影响。

### 5 主接线方案与计量系统协同设计策略

#### 5.1 接线结构与计量需求的协调匹配

主接线方案的设计应考虑其与计量系统的关系，使所选择的主接线形式能满足计量系统对于可靠、冗余以及准确性方面的要求。而在实际情况中，主接线不仅要保证整个电力系统的正常工作，同时还要给计量系统提供可靠供电以及操作条件。另外，主接线中冗余性对于计量系统非常重要，在一些对可靠性有较高要求的情况下，冗余母线或者双母线方式可以避免由于某一供电点出现问题而导致计量系统停止工作的问题发生的基础上，主接线还要考虑到计量装置的供电及负载情况，防止因电压波动或负载分布不合理造成计量误差过大问题。比如可以在计量支路上设置单独供电回路并连接上自动投切装置，在出现异常情况下可以使计量回路不中断工作从而得到正确结果。主接线还需考虑电磁干扰对计量回路的影响，做好相应的接地、屏蔽以及隔离等措施来保证计量设备能在复杂电力环

境中正常运作。通过对主接线与计量之间关系进行良好处理，不但能提高计量整体可靠性而且也能保证计量结果准确性和持续稳定性，符合电力系统平时以及突发事件下多种情况需要。

## 5.2 系统整体可靠性提升的综合设计方法

提高整个系统的可靠性需从不同方面进行综合考虑，在主接线方式及计量系统配合上，设计人员应充分考虑到各部分相互之间的联系及配合问题。整体可靠性不是单纯依靠某一部分设计所能达到的效果，而是要通过合理的设计使各部分有机结合起来以增强它们之间互相支持的能力。如对于计量系统来说，就需要接线方式有较好的短路保护能力和良好的供电稳定性以及在不同运行方式下能够正常运行的能力。为增强整体系统的可靠性，可在接线方案中设置较多的备用线路以及备用电源并且在系统设计中加入自动化的监控装置随时观察各个部位的工作情况。而在计量回路中可采取分区的方法并给每一区都设立单独的备用电源这样当某个区域出现问题时其他区域仍然可以正常运行不会影响到整个计量系统的正常运行。另外

还需要对设备做好相应的保护措施防止外界的电磁干扰或者过高电压等因素给系统带来坏处。系统的可靠性还需要考虑设备自身的耐久性使用高质量、寿命较长的计量仪器仪表减少由于设备老化或者损坏所带来的问题。通过对系统全面规划及协调使得主接线方式与计量系统两者能良好合作从而在所有情况下都能保证电能计量准确可靠地进行。

## 6 结语

在变电站主接线方案与关口计量系统的设计过程中，优化接线方式、提高系统的安全性以及保证计量数据的真实性和连续性十分重要。采用冗余的方式、设置合理的保护装置、防电磁干扰等方法都可以很好地改善系统的稳定性。接线方式与计量的要求相适应既保证了计量系统的高可用性也提高了其准确性。而整个系统的可靠性则是要从全局出发考虑问题，使各个部分相互配合，在出现故障的情况下能够及时送电并且安全地运行。这些都对日后提高供电的可靠性以及优化计量系统都有很好的借鉴意义。

## 参考文献：

- [1] 公培磊,王兆坡,解方程,等.基于 A3C 算法的变电站主接线动态调控研究[J].自动化与仪器仪表,2026,(02):131-134+139.
- [2] 饶美妮.基于智能电网需求的变电站主接线灵活配置方法研究[J].电工技术,2025,(14):206-208.
- [3] 丁力,陈科,曾伟,等.基于 GDI 的变电站主接线模拟图板软件的设计与实现[J].中国设备工程,2024,(21):128-130.
- [4] 吕晟,张浩,刘畅,等.智能变电站双母线单分段接线调整继电保护改造方案[J].电工技术,2024,(20):178-181.
- [5] 张桂升.机场航站楼配套制冷站专用变电站电气主接线选择研究[J].价值工程,2024,43(26):103-105.