

基于动态电压恢复器的“高精尖” 产业供电分级治理方案

文/中航太克（厦门）电力技术股份有限公司 何 春 郑芳萍 陈兴辉 苏培钦

现代电力输配电系统已日趋完善，常见的大用户用电设备趋于大功率集成化、冲击性和电力电子化，此类敏感负荷的大量使用，使得电能质量问题越来越突出，其中，电压暂降问题已成为影响电力负荷稳定运行最突出的问题之一。

随着以5G基站建设为代表的“新基建”以及国家科技强国、交通强国、数字中国和智慧社会等战略的深入推进，包括特高压、集成电路、城市轨道交通、大数据、人工智能和工业制造等各领域，对供电系统兼具高效率、高可靠性及高可用性的需求日益严苛。

现代电力输配电系统已日趋完善，常见的大用户用电设备趋于大功率集成化、冲击性和电力电子化，此类敏感负荷的大量使用，使得电能质量问题越来越突出，其中，电压暂降问题已成为影响电力负荷稳定运行最突出的问题之一。一次短暂的电压暂降事件就可能导致工厂的生产暂停、产品报废甚至设备损坏，进而给企业带来巨大的经济损失。这就对“高精尖”产业企业的供电质量提出较高的要求，也给供电企业的优质服务带来了巨大挑战。

电压暂降最主要特点，是在实际用电过程中电压瞬间降低，但由于负载持续连接在电源上，相比电压中断问题，电压暂降问题更容易被忽视，但又频繁发生且不可避免。

以芯片制造企业为例，芯片在制造过程中有两大特点：一是生产过程对原料和环境要求较高，原料高纯度，环境高洁净度，温湿度适当且恒定不变；二是芯片制造工艺复杂，电路的制造环环相扣，上百道工序中任何一道工序的失误均会导致整个晶圆片的报废，造成巨大损失。因

此，芯片制造企业的电力供应必须是高电能质量的，尽可能避免供电中断及电压暂降对其生产造成影响。

基于上述因素，目前大部分芯片制造企业的供电系统多采用10/35 kV双电源供电，并自备柴油发电机作为后备电源，通过供电母线分段及对敏感负荷采用大功率UPS供电的方案建设厂内的供电系统，此方案可解决生产过程中的供电中断问题，并能在双路电源均失电的情况下，在一定时间内维持工厂的正常运转。

该方案解决了电压中断的问题，但存在一定的缺陷。

1) 在中低压侧，国内供电部门由于缺乏对“高精尖”部分企业内部生产情况的了解，因此供电方案针对性不强、效果不佳，由供电质量引起的企业投诉事件频发。

2) 受到引导，仅配置、多配置或少配置不间断电源。不间断电源既可以起到净化作用又能实现不间断功能，确实是一种较为优秀的解决方案，但是也存在自身损耗大、发热量大以及铅酸蓄电池需要定期更换等问题。

3) 由于系统双电源取自10/35 kV配电网，而10/35 kV系统用电负荷众多，电网之间的相互影响较大，发生系统故障概率较高，因此供电电源易受系统故障的干扰，影响工厂中负荷的正常工作。



前,在中高压系统中大多采用机械切换开关,其切换速度和暂态特性都不十分理想,典型的切换时间在数秒至数十秒间,即使采用真空开关或油开关切换,最快也需要100 ms。固态切换开关切换时间控制在5~15 ms内,已有较多应用。利用基于半导体器件的电力电子开关代替传统的机械切换开关,将大大提高切换速度和开关的使用寿命,满足敏感和关键负载对供电可靠性和电能质量的苛刻要求。

图2 不同维度的分级

2) 采用快速切换开关进行电源切换。目

2) 采用动态电压恢复器。AVR系列动态电压恢复器系统一般由逆变器、输出隔离变压器、

静态切换开关和储能部件等部分组成，正常情况下工作于旁路模式，设备补偿响应速度快、补偿准确且效率高，并能在10/35 kV电压等级应用，保证整个厂区负荷免受电压暂降的影响。对于低压电气系统来说，从保护整厂设备的角度来考

虑，应该优先配置AVR系列动态电压恢复器系统，并合理配置储能部件后备时间。

根据分级治理思路及“高精尖”产业用户实际需求，以芯片制造企业为例，本文规划出以下较优的可靠性电压暂降治理解决方案。

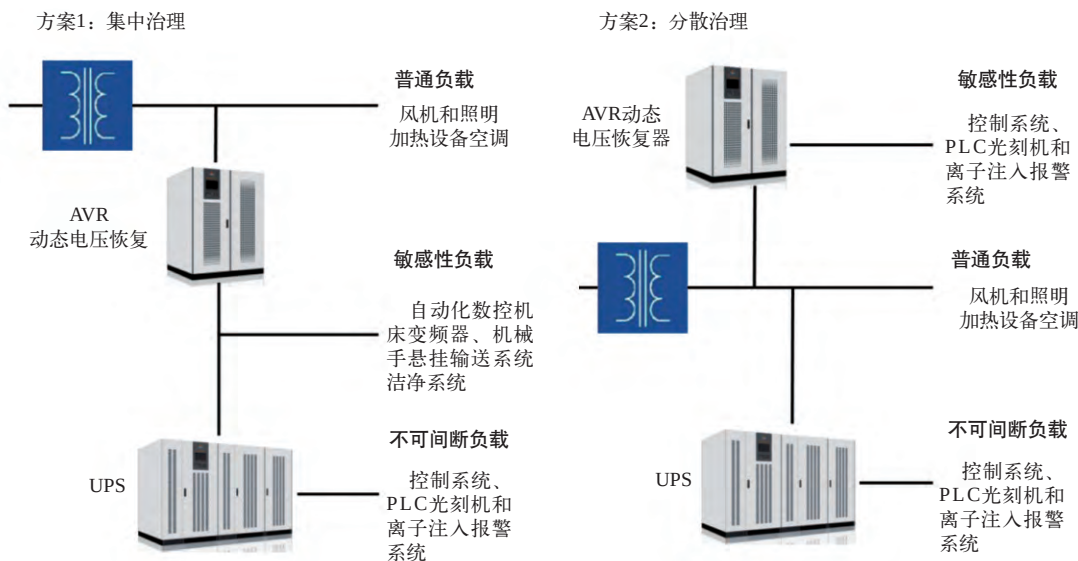


图3 电压暂降治理解决方案

中航太克的电压暂降治理解决方案，不仅可以为现代工业园区的电压暂降治理工作提出可推广的标准配置，而且能根据用户实际需求“量身定制”适用的非标配置，有效促进电网侧和用户侧的分级治理、协同优化，适用于保护整个工厂、整条生产线和单台重要敏感设备等的正常工作，可为石油石化、半导体制造、化工、工业制造、电力、精密加工和医疗卫生等关键应用领域提供供电保障。

1. 技术成熟，性能稳定

大功率工业级UPS架构，技术成熟，性能稳定，动态电压恢复器系统也是引自此架构。采用独立风道设计，将控制部分、功率器件与磁性器件完全风道隔离，提高散热效果。同时内部电气三防处理，增强设备环境适应性能。

2. 快速响应，有效治理

动态电压恢复器主要治理电压暂降、电压暂升和短时中断问题，有效防止电压波动对敏感负载的影响，设备通过实时监测电网情况，对电网暂降等异常情况进行及时响应，典型响应时间 $\leq 2\text{ ms}$ ，恶劣情况响应时间 $\leq 5\text{ ms}$ ，且支持输入三相电压跌落100%。

3. 专业适配，绿色环保

根据用户需求定制，可选超级电容器、锂离子电池或飞轮系统等相对绿色环保的材料作为储能部件，并内置管理系统，储能部件反应速度快，配置灵活，提升系统可预测性和可管理性。

4. 高效节能，快速运维

动态电压恢复器在电子旁路工作状态下效率 $> 99\%$ ，大幅减少电能损耗。散热元件根据机柜温度间歇性工作运行，设备运行寿命显著提高。关键部件模组化设计，有效提升运维效率。

“高精尖”产业对设备运行环境等方面的严格要求，决定了企业对供电电压质量有极高的要求。从企业的生产特点出发，有针对性地企业供电电源的选择及企业内部供电方案的优化设计着手，与用电企业相互配合，有效地解决电压暂降问题给企业正常生产带来的困扰。

未来，我们将顺应市场发展趋势，保障“新基建”、数字中国和智慧工厂的用电品质，在更多领域与用户开展合作交流，为推动行业发展贡献自己的力量！EA