

# 供电系统电压暂降及其电压质量治理探讨

钟力

陕西鼎矽时代半导体制造有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i7.5604

**[摘要]** 供电系统电压暂降是电能质量中普遍存在的问题之一,它显著地影响了电力系统的平稳运行及用户正常使用电能。首先,本文明确了电压暂降的定义,进而从自然因素、人为因素和系统内部因素三个方面深入分析了其成因,揭示了电压暂降现象的复杂性和多样性。其次,进一步论述电压暂降可能给电力设备、工业生产以及用户日常生活带来的危害,并强调控制电压暂降的迫切性与重要性。对于电压暂降问题的处理,从供电部门、用户及设备制造商三个层次提出具体的处理措施,目的是形成多方合作处理系统。最后,本文提出全面的电压质量治理策略,主要有强化电网基础设施建设、改善电网运行管理和建立并实施严格电压质量标准等,以期对促进整体供电系统电压质量与稳定提供科学依据与实际指导。

**[关键词]** 供电系统; 电压暂降; 电压质量; 治理探讨

**中图分类号:** TM922.3 **文献标识码:** A

## Discussion on voltage sag and voltage quality control of power supply system

Li Zhong

Shaanxi Peakchip—semiconductor Manufacturing Co., Ltd

**[Abstract]** Voltage sag in power supply system is one of the common problems in power quality, which significantly affects the smooth operation of power system and the normal use of electricity by users. Firstly, this article clarifies the definition of voltage sag, and then deeply analyzes its causes from three aspects: natural factors, human factors, and internal system factors, revealing the complexity and diversity of voltage sag phenomena. Secondly, further discuss the potential harm that voltage sag may bring to power equipment, industrial production, and users' daily lives, and emphasize the urgency and importance of controlling voltage sag. For the handling of voltage sag issues, specific measures are proposed from three levels: power supply department, users, and equipment manufacturers, with the aim of forming a multi-party cooperative handling system. Finally, this article proposes a comprehensive voltage quality governance strategy, mainly including strengthening the construction of power grid infrastructure, improving power grid operation management, and establishing and implementing strict voltage quality standards, in order to provide scientific basis and practical guidance for promoting the overall voltage quality and stability of the power supply system.

**[Key words]** power supply system; Voltage sag; Voltage quality; Discussion on Governance

### 引言

电压暂降及其电压质量问题,不仅会影响电力设备正常工作,而且会给电力用户生产、生活带来严重的影响。本文将从加强电网基础设施建设、完善电网运行管理以及制定与执行电压质量标准三个方面,对电压质量治理的综合策略进行深入探讨。

### 1 电压暂降定义

《GB/T 30137-2013电能质量电压暂降与短时中断》定义:电力系统中某点工频电压方均根值突然降低至 $0.1p.u \sim 0.9p.u$ ,并在短暂持续 $10ms \sim 1min$ 后恢复正常的现象。电压暂降作为电能质量研究领域里的重要概念之一,是供电系统电压有效值在短

期内骤降,然后又回复到正常值。这个过程的持续时间通常在几秒到几分钟之间,其间电压的幅度可能会降到标称值的10%到90%之间<sup>[1]</sup>。

### 2 电压暂降的成因分析

#### 2.1 自然因素

电压暂降产生的原因复杂多变,自然因素也是一个不容忽视的重要环节。自然因素主要涉及雷击、恶劣天气条件等。一是自然界中普遍存在的一种电气现象,它给供电系统带来直接的威胁。在雷电活动过程中,其较强电磁场会诱发输电线路过电压,过电压又会造成绝缘子闪烁或者击穿并触发电压暂降

事件<sup>[2]</sup>。另外,雷电也会直接冲击输电线路或其邻近的大地,引起线路的跳闸或者设备的破坏,从而间接地引起电压的下降。二是恶劣天气条件对电压暂降也有重要影响。强风天气,树木会由于风力作用而倒伏于输电线路,导致线路短路及后续电压暂时下降。类似地,暴雨和暴雪天气会造成线路覆冰、舞动或者杆塔偏斜,从而影响线路正常工作并诱导产生电压暂降<sup>[3]</sup>。

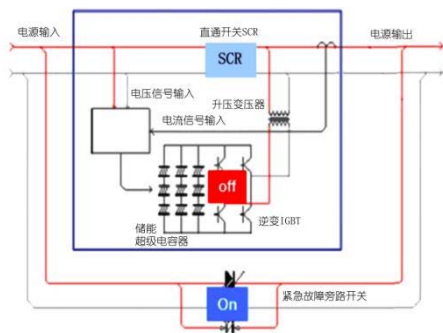


图1 电压暂降保护装置

### 2.2 人为因素

人为因素也是造成电压暂降的一个不容忽视的主要因素。生产生活实践中人的因素表现为外力破坏与操作失误。

外力破坏属于明显人为因素。在城市化进程不断加快的背景下,各种施工活动十分频繁,例如,道路扩建和建筑物施工等等,这都会在不经意间对井下电缆或者架空输电线路造成损坏,从而使线路发生短路或者中断,继而诱发电压暂降。与此同时,汽车撞电线杆、撞断线等交通事故也会引起类似损害,从而出现电压暂降。

操作失误又是人为因素中不可忽视的因素。电力系统是由专业操作人员维护管理的复杂网络。但在具体操作时,因人员技能水平、经验的不足或者疏忽,操作人员会出现误切负荷等错误行为、误调电压等等,这些操作上的错误会直接造成电压的暂降<sup>[4]</sup>。

### 2.3 系统内部因素

系统内部因素又是引起电压暂降最主要的一类。这些因素主要来自电力系统本身结构及运行特性等方面,对于电压暂降现象的出现有着直接的影响。

第一,短路故障是引起系统内部电压暂降最重要的原因。电力系统短路故障的发生可能是由于设备绝缘老化、线路暴露或者动物触碰造成的。在短路故障情况下,故障点周围电压急剧降低,从而造成电压暂降的现象。这类故障不仅会波及故障点周围用户,也会通过电力系统传导而波及更大范围。

第二,大型设备启动也是系统内部电压暂降原因。现代电力系统大型电动机、变压器和其他设备启动都将产生很大启动电流。这种短暂的电流冲击有可能引发系统电压的短暂降低,特别是在这些设备与系统其他组件的阻抗相对较高的情况下,这种电压暂降现象尤为突出。

## 3 电压暂降的治理措施

### 3.1 供电部门层面

对于电压暂降,供电部门是电能质量管理中的重点主体,应该采取一系列行之有效的处理措施。具体来讲,供电部门一级的治理措施有以下几点:

第一,提高电网监测预警能力的关键。供电部门要建立和完善电压监测系统对电网电压波动进行实时监控。通过设置电压监测装置及数据采集系统实现了对电网电压进行全面、精确地监测。

第二,对电网结构的优化与设备性能的改善也是一个重要环节。供电部门要不断改善电网结构,提高电网输电能力与稳定性。其中包括强化输电线路及变电站建设与改造、增强设备抗扰能力、耐受电压暂降等。为了增强电网对电压暂降的应对能力,应当大力推广那些具备电压暂降补偿功能的电力设备。

第三,对电压暂降进行宣传和培训是供电部门义不容辞的责任。供电部门要加大电压暂降的宣传教育力度,增强用户电能质量意识与关注度。与此同时,电力设备也要定期地维护与检测,以保证电力设备的正常运行,及时发现可能出现的问题。

### 3.2 用户层面

用户是电能的最终用户,设备及系统对于电压暂降敏感程度及应对能力的高低直接关系着电压暂降造成的真实效果。所以,在用户层面上应该采取如下一些行之有效的措施处理电压暂降:

首先,用户要加强对电压暂降的了解与关注。掌握电压暂降产生的原因、危害及可能采取的对策对用户非常重要。这样就可以帮助用户在电力设备的选择与使用过程中,更关注其抗电压暂降能力以及在日常应用过程中所采取的必要防范措施。

其次,用户可使用带电压暂降补偿的电力设备。伴随着科技进步,市场上已经涌现出多种具备电压暂降补偿特性的电力设备,例如,不间断电源(UPS)。这些装置能够在出现电压暂降时向敏感装置提供稳定电压以保护装置不受损坏,确保装置正常工作。

最后,用户也可采用合理设备布局及接线方式。用户进行电力设备布局及接线时,要综合考虑电压暂降带来的各种影响,采用合理的布置及接线方式来减少电压暂降给设备带来的冲击。

### 3.3 设备制造商层面

从设备制造商的层面上看,对于电压暂降的处理也是不容忽视的。设备制造商作为电力设备生产者与供应商,在进行产品设计、制造及后续技术支持与服务时,均要充分考虑电压暂降给设备带来的冲击,采取切实有效的措施来增强设备抗电压暂降能力。

第一,设备制造商在产品设计阶段就要充分考虑电压暂降这一因素。这就决定了设计时必须优化该装置的电路、元件和整体结构,使之能增强电压暂降时稳定工作的能力。比如可采用输入电压范围较大的电源设计或加装电压暂降补偿功能来保证电压暂降情况下装置仍然能够正常运行。

第二,设备制造商在生产过程中要严格控制产品的质量。其中包括选择优质元器件,使用先进生产工艺,严格质量检测。采取上述措施后,可保证该装置有较好的抗电压暂降能力且在实际应用中显示其稳定性与可靠性较高。

第三,设备制造商应该积极地参与到有关标准制定与推广中。设备制造商可透过参与标准之建立,向全产业贡献电压暂降治理之经验与技术,并促进相关技术之提升与发展。

#### 4 电压质量治理的综合策略

##### 4.1 加强电网基础设施建设

电压质量治理作为一项系统工程,需考虑诸多因素。其中加强电网基础设施建设,是改善电压质量、降低电压暂降事件的基本策略。电网基础设施作为电能传输与配置的物理基础,它的建设水平与运行状态对电压质量稳定性有着直接的影响。所以,加强电网基础设施建设、增强电网输电能力及稳定性是控制电压暂降的重点。具体说来,主要有如下几方面:

首先,增加电网基础设施投入,加快陈旧设备更新改造。在电力需求日益增长以及电力技术飞速发展的今天,电网基础设施更新改造已经成为一种必然的发展趋势。通过投入资金进行更新改造可将性能落后且容易出现故障的陈旧设备置换出来,以提高电网整体的运行水平及抗电压暂降能力。

其次,大力推广采用先进电力技术与装备。在科学技术不断进步的背景下,很多先进电力技术与装备都得到了发展,并且运用到了实际的生产当中。这些工艺及装置性能较高、抗电压暂降能力较好。所以,要积极地推广应用这些先进电力技术与装备,从而促进电网整体运行水平以及电压质量的提高。

最后,强化电网基础设施维护与检修。电网基础设施要想长期平稳运行,就必须进行定期维护与检修工作予以保证。通过强化维护与检修工作能够及时发现与应对电网潜在的问题,预防故障出现,以确保电网平稳运行与电压质量稳定。

##### 4.2 完善电网运行管理

改善电网运行管理,是促进电压质量改善、防止电压暂降事件发生的主要手段之一。电网运行管理涵盖了电网日常调度、监测、检修及故障处理诸多环节,管理水平与效率的高低直接关系到电网能否平稳运行及电压质量能否得到保证。

其中包括建立详细电网运行规程、操作规范和应急预案,保证电网运行管理工作有序开展。与此同时,还应建立电网运行管理考核机制,定期对电网运行管理人员工作情况进行考核与评价,从而激发他们主动履职尽责,提升电网运行管理水平。

通过配置先进电网监测设备及数据采集系统实现电网运行状态实时监控及数据采集。同时,结合先进数据分析技术实现监

测数据的实时处理与分析,及时识别电网运行过程中存在的异常及可能出现的问题,发出预警信号为电网的快速反应与处理提供强有力的支撑。

##### 4.3 制定与执行电压质量标准

建立并实施电压质量标准作为电压质量治理过程中的一个重要环节,对保证电力系统稳定运行及电力用户正常用电起着关键作用。电压质量标准作为评价电压质量好坏的标准,在制定过程中需考虑电力系统实际运行情况,电力用户需求和电力技术发展程度等诸多因素。

在确定电压质量标准的过程中,需要明确电压质量的多个关键指标,如电压的振幅、频率、波形和电压的短暂下降等,并对这些关键指标进行精确的量化和明确的规定。同时,也要考虑到不同电力用户对于电压质量要求的差异和电力系统在各种工况下电压质量性能的差异,这样才能建立一个既有普遍适用性,又能符合具体要求的电压质量标准。

实施电压质量标准时应建立和完善监测和评估体系。其中包括实时监测电力系统电压质量、采集有关数据、处理分析、评价电压质量能否满足标准要求等。与此同时,还要经常对电力系统电压质量进行考核与评价,及时发现与解决电压质量中存在的问题,保障电力系统平稳运行与电力用户正常使用电力。

#### 5 总结

电压质量治理作为一项系统工程,必须多方面综合施策。加强电网基础设施建设、改善电网运行管理、建立和实施电压质量标准等几个重要步骤。通过这些方面的共同努力,可以有效地提升电力系统的电压质量水平,减少电压暂降等电压质量事件的发生,从而保障电力用户的正常用电需求,推动电力行业的可持续发展。今后,在电力技术不断进步以及电压质量治理不断深入的情况下,相信电力系统电压质量会有进一步改善,从而给电力用户带来更稳定可靠的电能供给。

#### [参考文献]

[1]晁蓉,姚建文.面向“基础研究创新+产业技术实现”的高价值专利顶层设计——以电能质量治理为例[J].科技管理研究,2022,42(10):151-159.

[2]张海刚.一种高速铁路牵引供电系统的多工况电能质量分析方法:CN202210269603.6[P].CN114818552A[2024-07-17].

[3]陶顺,宋一丹,袁威,等.全桥式开关电源电压暂降耐受特性预估与优化[J].武汉大学学报(工学版),2024,57(6):756-764.

[4]彭宇文,李瑞,尚筱雅,等.基于EMD和PSO-KELM的电压暂降源辨识方法[J].黑龙江电力,2023,45(2):102-111.