

新一代电源质量监控技术— 帮助工业设备保持良好状态

Niranjan Chandrappa和Swarnab Banerjee
ADI公司

简介

根据电力研究院(EPRI)最近发布的研究报告,由于电力问题,包括电源波动和电压扰动,美国大型工业设施每年损失超过1000亿美元。家里的电灯闪烁不定会令人烦恼。而在工厂里,电力不稳定可能导致昂贵的设备发生故障,甚至过早报废。细微的电源质量事件常常越过传统保护网络而不被察觉,造成设备性能随着时间推移而降低。此外,许多电源质量扰动的来源是多个负载连接到同一网络,引起扰动穿越邻近设施和建筑物。为了克服电源质量挑战,必须监控输入以及负载产生的扰动。电源质量监控可为设备提供适当的保护,并且帮助确定合适的管控技术来提高电源质量。

如果利益相关方充分利用这些技术,其昂贵的基础设施将受益于干净的电源并获得更长的使用寿命。

电源质量指的是提供给用电客户的电力的各种变化情况,涉及接线问题、接地问题、开关瞬变、负载变化和谐波生成。某些情况下,电源质量糟糕的状况可能未被发现,但是会损害昂贵的设备。在欧洲,电网运营商提供的电力质量由国家电网规范和欧洲标准(EN 50160)中规定的基准参数来定义。当电源电压失真时,设备获得的是非正弦电流,这可能引发过热、故障和过早老化等技术问题。非正弦电流还会在变压器和馈线电缆等网络设备上引起热和绝缘应力。电源质量不良会导致设备停机,维修作业增加,使用寿命缩短,最终产生经济损失。本文将从工业设备的视角分析电源质量不良的影响,并说明如何使机器保持最佳运行状态。

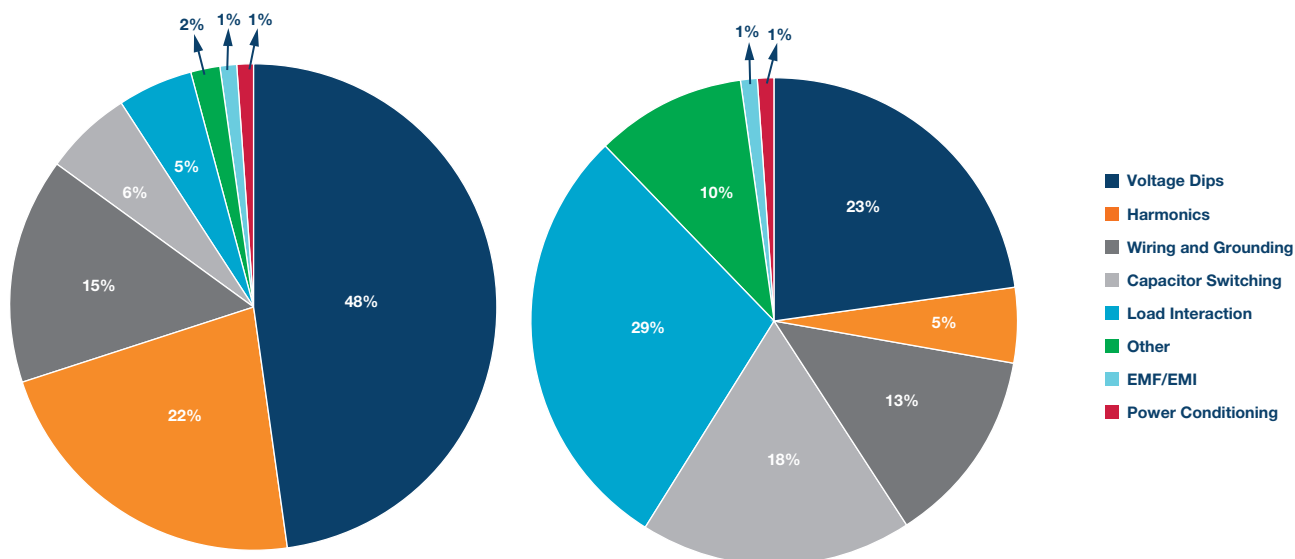


图1. 电源质量问题的不同原因: a) 美国; b) 欧洲

电源质量扰动源于何处？

图1a是电力研究院在全美24家电厂针对配电质量展开的研究总结。大部分(85%)电源质量事故源于电源突降或突升、谐波和接线以及接地问题。图1b显示了欧洲电源质量调研的结果。据估计，在欧盟25个国家中，电源质量问题造成的经济损失每年超过1560亿美元（1500亿欧元）。在工业环境中，启动和停止重负载可能导致电压突降和突升，使网络电压超出标准工作条件。大部分设备都是设计为在一定工作条件以内工作，较长时间的电压突降和突升会引起停机和工艺中断。在当今商业气候下，许多公司都在考虑安装或已经安装本地产生的再生能源，例如太阳能和风力发电。很多情况下，分布式电力来源使得电气设施需要开关模式电源。随着电源电子和开关电源使用的增加，谐波将成为工业设备更常见的电源质量问题来源。此类电源可将谐波注入电线并降低电源质量，从而影响任何连接到供电网络的东西，包括变压器和电缆。当网络组件过载时，设施经理常常可观测到大谐波电流的影响。某些情况下，网络组件的总损耗增加0.1%至0.5%便可能触发保护器件。导致电源质量不良的其他一些因素包括：各相差分负载、接线和接地方案不当、负载相互作用、EMI/EMC和大无功网络的切换。

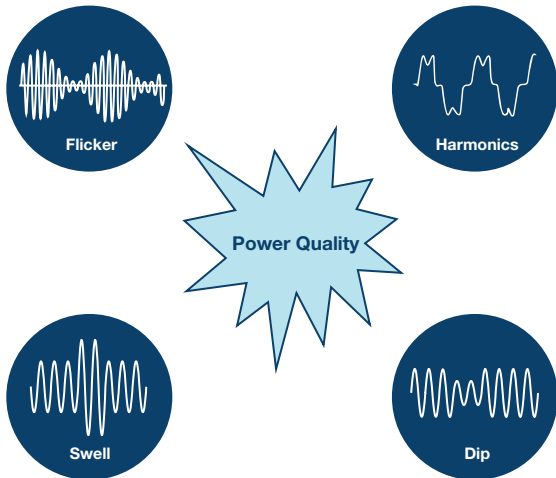


图2. 不同失真效应下网络电流和电压的可视化

电源质量标准

为了应对并管理电源质量，必须找到可靠的监控和报告方法。行业制定的一些重要标准有IEC 61000-4-30 A类和S类、IEC61000-4-7谐波测量和针对闪变的IEC61000-4-15。大多数电力公司已采纳这些电源质量标准来制定和实施规章制度。某些情况下，如果电源质量标准不符合规范，电力公司可能会惩罚客户。工业标准不仅就实际应用中的电源质量建立共识，而且让用户确信他们有精确的数据来解决问题以及与事件相关的事项。在电力网络中，电压突降、突升、闪变、标称额定值变化和谐波所致失真，全都包含关于网络健康状况的重要信息。高测量精度是提供可靠且可重复结果的关键。

应用电源质量监控以改善电网和机器状态

利用现代电源质量器件提供的信息可以标定整体系统的基准性能，帮助开展预防性维护，监控趋势和状态，评估网络性能及其对工艺设备的敏感性，减少电费。可以在电源系统上安装电源质量监控网络，将其原始测量数据聚合起来便可进行相关性分析，帮助确定扰动源。电源质量监控器还可以是嵌入式设备设计的一部分，实现更高的集成度和更精密的控制。捕捉机器独有的电气特征可以了解整体运行状态。从数据分析和诊断得出的结论可以为下一代保护算法和产品的设计提供可靠的信息，提高电源质量。

如果设备已部署在工厂环境中，则利用电源质量曲线可以确定最佳管控技术。例如，印度一座工业设施的电源质量曲线揭示电压和电流波形存在严重失真。经过充分分析后，工厂中安装了混合功率因数校正系统。利用新的校正系统，功率因数从-0.5变为+0.9，THD改善50%。

现代化电源质量分析仪

过去，设计高精度电源质量分析仪需要较高的技术能力，并且常常涉及使用分立器件和开发定制电源质量测量算法。新型电源质量模拟前端(AFE)集成了低漂移总增益的高性能ADC和DSP内核。分立式设计方法和编写定制算法意味着复杂度和成本会很高，而集成式AFE消除了这种弊端。

集成AFE计算并提供电源质量参数，例如突降、突升、均方根、相序误差和功率因数。它还从输入信号获得线路频率谐波成分。ADI公司已开发出一款世界领先的电源质量监控前端，称为ADE9000。它消除了大部分的计算复杂性，并简化了实施电源质量监控系统所需的时间和精力。

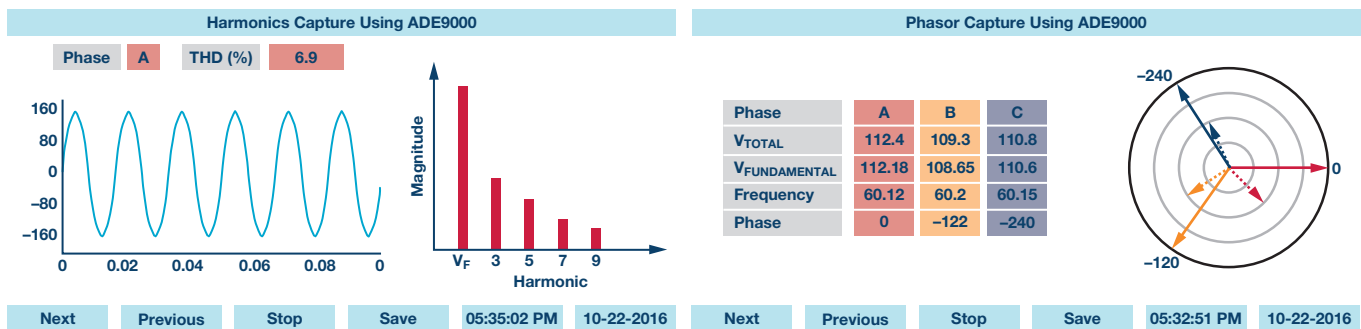


图3. 来自电源质量监控器的信息和报告

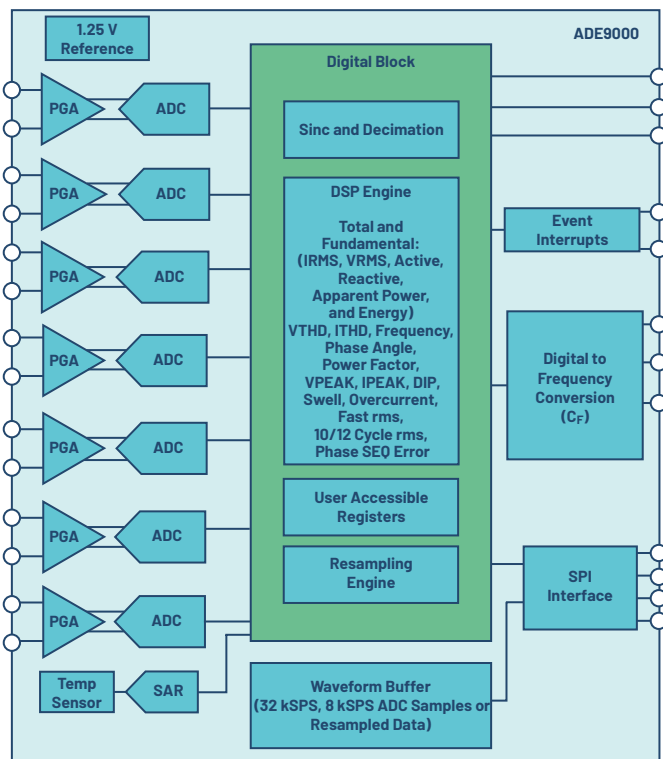


图4. ADE9000功能框图。高集成度、多相电能和电能质量监测IC

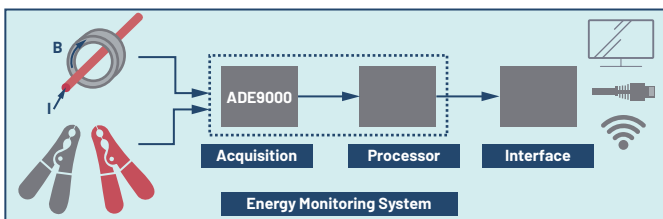


图5. 典型电源质量监控系统信号链

IEC 61000-4-30预先认证的电能质量监测解决方案

遵循电能质量标准并非易事，要实现并保持优化性能，我们必须基于此类指南的范围分析测量结果，并确认参数的有效性。要确保性能达到要求的水准，请阅读《[电能质量监测第1部分：符合标准的电能质量测量的重要性](#)》，了解此类标准重要的原因、进行标准比较以及在用例中应用标准的方式。

为减少与EMC认证相关的挑战并加快上市，设计人员可以采用ADE9000电能质量前端解决方案的S类预认证版本ADE9430，减少设计电能质量监测仪表所需的工程资源，降低系统设计或架构的认证难度。文章《[电能质量监测第2部分：符合标准的电能质量仪表的设计考虑因素](#)》深入介绍如何采用具有适当认证测量的电能质量监测解决方案。多通道同步采样ADC也可用于支持A类电能质量参数。

大数据分析成为可能，推动实现更高的能源智能

随着工业环境中各种设备之间的互联程度越来越高，以及物联网部署的加速，来自分布式设备的电源质量信息将以新的方式加以收集和利用。例如，利益相关方可以分析历史趋势，实现对紧急问题的及早检测。在一个网络之内，利用多个节点的实时数据可以识别并隔离扰动。机器诊断的数据分析、预防性维护和问题负载的隔离，均是减少工艺中断、提高设备寿命和增加正常运行时间的新途径。

小结

全球能源总需求预计每年增长约5%。电网连接设备的规模和复杂度将不断提高，电源质量扰动随之增加。现代商业对干净、可靠、永远在线的电能的依赖性越来越高。通过采用新一代电源质量监控技术，工业设备所有者可以预期机器设备过早失效或磨损的情况会减少，干净的电源将带来巨大好处。

作者简介

Niranjan Chandrappa是ADI公司能源管理产品部的产品应用工程师。加入ADI公司之前，他曾担任Witricity和犹他州立大学电源电子实验室的硬件和固件工程师，从事无线电力传输系统的设计。2014年获得美国犹他州立大学电气工程硕士学位。

Swarnab Banerjee拥有电气工程学士学位，是ADI公司能源管理产品部的系统工程经理。他负责应对智能电网相关的电力输送和转换设备不断增长的技术需求。加入ADI之前，他曾担任Core Innovation、Boulder Wind Power、Princeton Power Systems等公司的技术领导岗位，开发过多种输配电系统。他拥有2项已授权专利和3项待审专利。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn

