

智慧园区数字化能源解决方案

文/ABB（中国）有限公司 王永芳

ABB 智慧园区数字化能源解决方案立足于当今园区能源现状及挑战，提供软、硬件一体化整体解决方案，由绿色低碳园区、安全可靠的电力能源系统和智能高效园区三部分组成。

宏观经济发展进入新常态的形势下，建设“数字中国”、发展“数字经济”成为国家战略，在能源领域，数字技术为能源向再电气化、低碳化及智慧化发展开辟新途径。园区作为工作与生活的载体，是经济发展的核心抓手，同时也是能源消耗大户，其中电力是能源的核心。在园区电力能源上，普遍面临着如下挑战：①节能减排的大背景下，园区降低能耗束手无策；②电力波动时有发生，园区安全稳定运行受到威胁；③设备可靠性要求高，巡检维护工作量大。

ABB在深入分析当今园区能源现状及挑战的基础上，结合电力行业的百年经验和能力，提出智慧园区数字化能源解决方案，助力打造绿色低碳、安全可靠、智能高效的园区能源系统。该方案具有如下优势。

1) 全面监视，就地治理，动态优化，打造绿色低碳园区：以电力行业专业数据管理平台为基础，实现所有能耗数据的收集和分析，能耗和电能质量一览无余；针对发现的电能质量问题，提供高效灵活易用的电能治理产品，就地治理；针对能耗优化，可实现“削峰填谷”控制总功率、变压器经济运行调整、电动车有序充电管理功能，同时进行数据挖掘，利用大数据分析实现精准的超短期负荷预测，指导“风光储”协同工作以及生产生活用电，实现智慧用能。

2) “三道防护”打造安全可靠的电力能源系统：针对不同停电时间要求，提供秒级、百毫秒级和毫秒级的全电力系统自愈自愈功能，无需

人为干预即可自动处理故障，有力保障供电可靠性，为园区安全生产保驾护航。

3) 数字传感，智能诊断，移动运维，实现智能高效园区：采用集成数字传感器的智能化电气设备，并通过云端的智能算法模型实时分析并预测设备的健康水平，设备健康状态了然于胸，并实时推送运维建议、工单及各类设备信息资料，真正实现数字化运维。

根据项目经验，通过智慧园区数字化能源解决方案，园区供电可靠性可达99.999 9%，年均停电时间小于30 s；且电能质量100%达标，综合能耗降低2%~6%；同时减少设备维护成本20%，减少 20% 非计划停机，减少 20% 计划检修时间。

解决方案介绍

ABB 智慧园区数字化能源解决方案立足于当今园区能源现状及挑战，提供软、硬件一体化整体解决方案，由绿色低碳园区、安全可靠的电力能源系统和智能高效园区三部分组成。

1. 全面监视，就地治理，动态优化，打造绿色低碳园区

当前园区普遍存在的用能困扰有：能耗数据未有效互联、数据的获取和分析能力有待提升；电能质量缺乏有效治理，随着工艺复杂化和智能化，电能质量问题愈发突出；环保和能耗要求不断提高寻找新的机会优化工厂运行，降低能耗。据此，本方案提出“全面监视，就地治理，动态

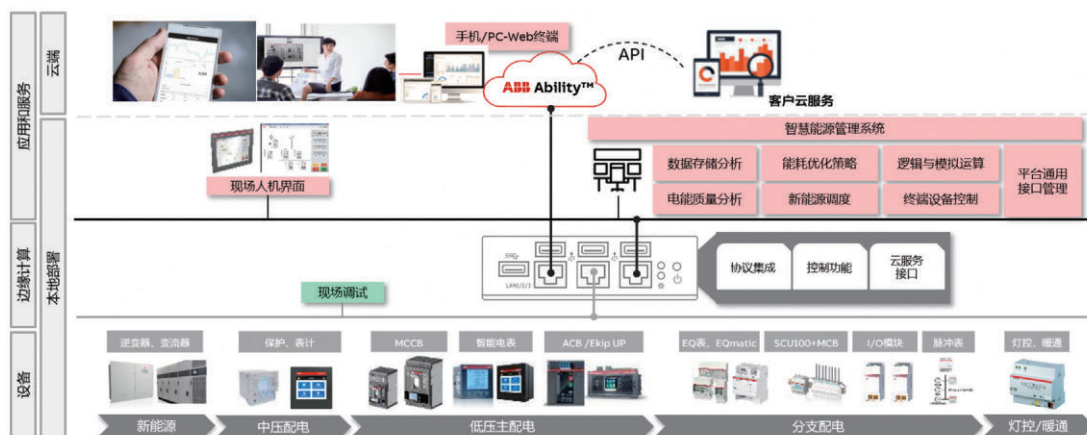


图1 ABB解决方案

优化”的绿色低碳园区解决方案。

（1）用能全面监视是基础

以电力行业专业数据管理平台为基础，实现所有能耗数据的收集和分析，能耗和电能质量一览无余。该平台采用分布式的架构，可实现灵活的架构部署，同时支持300多种专业电力行业通信协议，方便快速调试，并且其强大的跨平台整合能力，可以兼容多个不同边缘计算层的信息（如电力监控、资产健康管理、能效管理和地理信息管理等），实现多维度多角度的统一管理，代替人工分析，对园区用电管控起到辅助决策的作用，有效地解决当前市场上多平台操作、跨平台协调的问题。如图1所示。

（2）就地电能质量治理是重点。

近年来，由于电能质量问题导致的各种损失显得尤为突出，ABB提供高效灵活易用的PQ系列新一代多功能模块化电力电子平台，确保电能质量100%达标。

ABB电能质量治理方案可提供瞬时无功功率补偿，同时解决由于负载电流变化引起的电压压降问题。并通过动态无功功率补偿和负载不平衡治理，提高功率因数，使设施运行符合电力部门的规定。同时，针对由快速变化的高波动负载引发的电能质量问题，新一代有源无功功率发生器PQdynaC除了能具备上述治理功能外，设备效率进一步提升，其模块化的设计也使治理方案更具灵活性。此外，用户还可以选择配置一定的滤波功能，实现全系统电能质量的可视、可诊、可优，放心用电。

（3）动态用能优化是目标

基于全面能耗监视的基础上，针对不同的用能对象及用能特点，本方案分别从控制策略、运

行策略及用能大数据分析的角度进行不断的用能优化，实践证明其效果显著。

针对酒店、办公大楼等场所，可在控制策略上就行优化。通过负载管理技术，实现“削峰填谷”，控制运行功率在既定水平，如控制总功率在安全设定值 P_c ，当总功率 P 超过 P_c ，系统会自动将非重要负载切断，确保 $P < P_c$ 。当 $P < P_c$ 且保持安全设定时间后，非重要负载会按重要顺序投切回去，从而降低系统的总安装功率，并提高整个配电系统的效率。

针对负荷波动明显的用户，如工厂或学校，可在运行策略上优化。如变压器经济运行策略，数据管理平台通过分析网络拓扑，结合负载分析及设备健康指数，自动判断经济最优的变压器运行策略，可有效降低变压器损耗，提高变压器的使用寿命。其次，园区内的电动汽车充电桩也存在运行策略优化的空间，数据管理平台实时分析园区负荷，制定基于不同充电需求的充电价格，下发到充电桩，即可满足不同用户的充电需求，同时降低大功率充电桩对园区电网的影响。

随着大数据、AI等技术的发展，通过对园区用电数据的分析，基于超短期负荷预测和多能互补优化算法，开展最大需量（峰值负荷）影响因素研究，提供需量预测工具和多能互补模块，可降低峰值负荷，降低需量电价，避免扩容投资，为安装储能、光伏，开展需求侧响应提供数据支撑。

2. “三道防护”打造安全可靠的电力能源系统

根据对各类园区能源需求及故障的调研分析，ABB针对不同停电时间要求，提供秒级、百毫秒级和毫秒级的全电力系统自知自愈的电力系统“三道防护”，确保园区供电可靠性满足用户需求。如图2所示。

(1) 第一道防护：外部电源故障——自动切换约1.2 s

针对时间要求较低，系统频发故障为外线故障的情况，推荐采用分布式自动切换方案。中低压配电系统的分布式备用电源自动投切方案，利用IEC 61850 GOOSE技术，通过以太网实现不同控制保护装置的快速水平通信，无需人为干预可自动切换电源。同时具有如下特点：①采用分布式部署，无需专用自动切换装置，减少装置间的硬接线；②支持PLC编程功能，满足多种切换需求：“自投自复”“手投手复”“投合环保”等；③可视化功能，方便调试、运行维护。

(2) 第二道防护：园区内电气故障——自知自愈150 ms

针对园区内部10 kV电缆线路较多，园区占地面积大，供电可靠性要求高的情况，推荐采用基于IEC 61850 GOOSE的智能电流选跳技术，可实现所有回路的故障自知自愈，动作时间仅150 ms，且后续维护工作量极低。同时对10 kV频发的单相接地故障采用创新的多频导纳技术，可实现99%的定位准确率。针对大型的工业园区，其园区内部具有较大容量的自备电源，利用动态能量平衡算法，当发生电源故障时，可在150 ms内完成故障电源切除，并根据功率计算联跳部分负载，使系统迅速问题，缩小故障范围。其优势有：①适用于多种网架结构，可实现供电可靠率99.999 9%，年停电时间少于30 s；②故障判断时间40 ms，故障处理全过程少于150 ms；③无需任何复杂接线，减少二次铜缆及后续维护工作量；④中、低压保护配合，非故障区域自动恢复供电，实现全系统保护；⑤系统

可靠性强，当发生通信网络中断时，系统自动检测，自动投入预案。

(3) 第三道防护：电网晃电——快速补偿10 ms

根据运行经验，无论电力公司花多少代价来改善电网，还是无法避免电压暂降或暂升（统称电网晃电）等电力品质问题的发生，给园区电力用户带来巨大的经济影响。近年来，随着数字化工厂的发展，数字化控制器、机器人和变频器等各类对电网晃电敏感的设备大量应用，电网晃电问题越来越受关注。针对这类挑战，推荐采用动态电压调节器方案，它可以快速调整电压，确保其不受电网电压暂降或暂升的影响，避免电网波动引起敏感装置停机甚至损坏，从而导致大面积的停产事故。

动态电压调节器AVC串联在供电电源和受保护的负载之间，它会持续监测输入侧电源电压，一旦发现供电电压偏离额定电压水平，动态电压调节器会通过IGBT逆变器和注入变压器迅速注入一个适当的补偿电压。动态电压调节器不需要储能元件，因为它从电网中吸取所需的额外能量用于补偿所缺损的电压。多年的运行经验表明动态电压调节器具有如下优点：①主回路无需串联半导体器件，设备自身的故障不会引起断电；②无电池、飞轮储能元件，几乎免维护，运行成本极低，无环境污染；③占地极小，不产生谐波污染；④快速响应，0.25ms内开始补偿，10ms内补偿完毕。

综上所述，通过秒级、百毫秒级和毫秒级的“三道防御”，全系统故障，无需人为干预即可自动处理故障，满足不同负载对供电可靠性的需

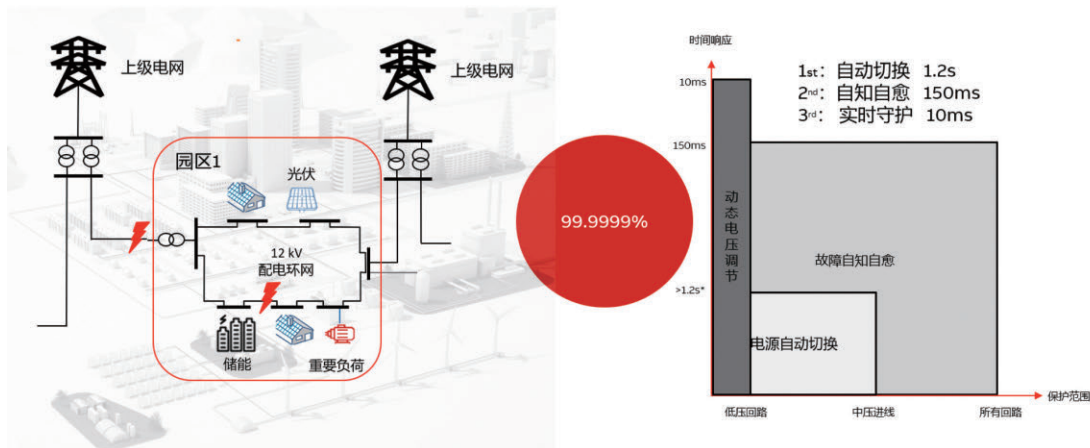


图2 ABB提供“三道防护”

求，为园区安全生产保驾护航。

3. 数字传感，智能诊断，移动运维，实现智能高效园区

随着市场竞争的日益加剧，设备的高可靠性是园区生产效率和产品质量的关键因素，设备高可靠性的需求从未如此之大。根据ARC公司调研的结果，定期检修仅能覆盖18%的设备故障，对其他82%的设备进行预防性维护也可能导致故障。对园区电力设备而言，其故障问题复杂，故障影响巨大，急需进行预测性维护。据此本方案提出，“数字传感，智能诊断，移动运维”的智能高效园区解决方案。

(1) 数字传感

为了实现设备健康状态的实时感知，需要在主体设备增加数字传感器，在确保主体设备的安全稳定运行的基础上，ABB历经多年开发了多种智能化电气设备，实现设备状态全感知。

(2) 智能诊断

在数字传感的基础上，如何有效进行综合诊断成为当今热点。ABB在大量实践的基础上提出了以机理模型为核心+以工业大数据为补充的智能算法模型。利用ABB在设备制造、维护等诸多方面积累的丰富数据，结合云计算和大数据分析，帮助客户量化设备的健康状态，预测设备失效的可能性，指导客户优化状态不佳的设备，保障设备连续、稳定运行，让运行维护越来越简单。

(3) 移动运维

当系统出现问题就需要智能工单系统派单进行人工现场确认，移动运维应运而生。移动运维系统基于设备运维理念和专业电气技术，可对电气设备的全生命周期进行计划性管理。移动运维系统结合人员、设备、系统和物料等综合因素，对设备档案、设备工单、报警状态、设备及系统绩效等进行综合性管理。其优势体现在：

1) 提供SaaS化服务，用户无需要花费大量的IT成本，实现按需使用。

2) 凝固了ABB多年的设备制造经验及服务能力，大量模板确保现场简单易用，同时提供多维度的运维保障。

3) 自动生成电力系统状态总结及电力系统优化报告，持续改善运行管理水平。

4) 设备资产健康管理已经不再是理念，诸多落地项目证实其带来的巨大价值，如减少设备维护成本20%，减少20%非计划停机，减少20%

计划检修时间。

综上所述，ABB智慧园区数字化能源解决方案是立足于当今园区能源现状及挑战，面向未来数字化发展趋势，并在实践中获得认可的整体解决方案，其内容全面、技术细节详实、可操作性强，并极具创新性，可为我国园区智慧能源发展提供借鉴，助力中国实现能源转型，打造能源互联网。

创新亮点及应用前景

ABB 智慧园区数字化能源解决方案立足于电力行业的特殊需求，结合ICT技术、IOT技术和大数据分析技术，为未来园区能源绿色低碳、安全可靠和智能高效提供了全新的解决方案。针对园区用能提供的软硬件结合的整体解决方案，其创新亮点如下。

1) 在园区能耗管理及优化上，以电力行业专业数据管理平台为基础，解决了传统自动化系统“烟囱式”架构数据无法互联互通的痛点；并从控制策略、运行策略及用能大数据分析的角度提供多种能耗优化算法，不断降低园区能耗。可实现电能质量100%达标，综合能耗降低2%~6%。

2) 在安全可靠电力能源系统上，采用先进的IEC 61850通信技术，实现保护装置的水平通信，解决了传统保护方案在选择性和时效性上无法兼顾的历史难点，同时内置多种预案机制，确保了极端情况下保护机制可靠运行。本方案无须人为干预即可实现故障自知自愈，相比传统的方案，铜缆减少80%，安装用时缩短40%，运行成本减少80%。

3) 在园区电气设备管理上，利用智能传感技术实现设备健康状态的有效采集，取代传统的人工巡检；以机理模型为核心+以工业大数据为补充的智能算法模型实现健康状态的预测，取代人工经验判断；并结合多年运行经验提供可执行的建议，实现人—设备—服务的互联。最终减少设备维护成本20%，减少20%非计划停机，减少20%计划检修时间。

该方案是立足于当今园区电力能源现状及挑战，面向未来数字化发展趋势，并在实践中获得认可的整体解决方案，其内容全面，技术细节详实，可操作性强，并极具创新性，可为我国各类园区（工业园区、校园和商业住宅小区等）智慧能源发展提供借鉴，助力中国实现能源转型，打造能源互联网。EA