




星环大数据助力佛山电力需求侧管理

稳定的电能供给是现代工业的基石。我国工业的快速发展给电力企业的供电能力提出了一次又一次的挑战。应对这些挑战最直接的方法是增建发电厂来提高发电能力。改革开放以来，我国的发电厂一度如雨后春笋般出现，但是随着时间的推移和经验的积累，我们认识到电厂会给环境带来一定影响。我国的一些小型火电厂良莠不齐，未达处理标准的排污让附近居民苦不堪言，燃煤电厂产生的粉尘则是雾霾问题的罪魁祸首。在我国经济由高耗能、高排放、低效率的粗放发展方式向低耗能、低排放、高效率的绿色和谐发展方式转变的趋势下，电力企业应当严格地管理发电过程，关闭低效率高污染的电厂，建设规范高效的电厂并利用水力、风能、太阳能等清洁能源。然而，这些发电侧的优化将是一个长期的过程，如何在短期内缓解供电压力并满足工业生产的需求呢？电力企业将目光投向了对用电侧的管理。

用电侧管理，在电力术语中称为需求侧管理（Demand Side Management, DSM），是通过管理用电方式来减少电力需求达到电力使用效率最大化的管理活动。这样形容比较抽象，但DSM对于我们其实不陌生——实行已久的峰谷电价和分时电价就是DSM的例子。供电局通过提高用电高峰时段的电价促使我们将一些用电活动安排到低谷时段，这样便可减少峰值用电量，减轻发电压力。同样的思想在对工业用电的管理中也大量使用，称为“错峰”，但工业用电的错峰和生活用电错峰不同，仅仅使用峰谷电价等市场调节“软”手段在工业用电中是不够的，因为工业生产的用电量极大，一旦错峰不成功，会出现巨大的电力缺口，所以供电局需要为其供电范围内的工厂制订错峰计划，将工厂的生产安排在不同时间段，降低峰值需求。制订错峰计划并不简单，不同类型的工厂用电方式截然不同，而同一家工厂在不同时期的用电方式也不一样，要使错峰计划合乎工厂的生产规律，就不能“一刀切”地制定计划。而且工厂用电设备繁多、各个环节相互依赖，不合理的安排会对生产过程产生牵一发而动全身的影响。那么，供电局该如何制订合理的错峰计划，在保障工业生产的前提下降



低电力需求峰值呢？空谈无用，我们看看这两年在需求侧管理颇有成果的佛山供电局是怎么做的。

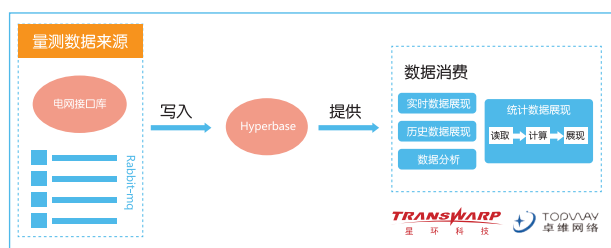
佛山市是传统制造业名城，拥有几千家工厂，无一不是能耗大户，给佛山的供电能力带来了极大的挑战。工业用电错峰在佛山实行已久，但是随着佛山制造业的发展，原有的错峰机制已经无法弥补电力缺口，还给工业生产带来了巨大的压力。电力缺口和土地、环境一道成为了制约佛山制造业进一步发展的瓶颈。2012年，佛山成为全国首批四个之一，也是南方电网首个电力需求侧管理综合试点城市。在这次试点中，佛山供电局携手广东卓维网络建立了电力需求侧管理平台（以下简称DSM平台），由佛山供电局提供电力专业知识，广东卓维网络提供信息技术。DSM平台上线的首要任务便是改善错峰机制、弥补电力缺口，同时使错峰计划更符合工厂的生产规律。然而，在第一步——制订错峰计划时，佛山供电局就遭了当头一棒——佛山的制造业涵盖陶瓷业、纺织业、有色金属业、电器制造业、装备制造业等多种类型的产业，它们各有各的用电方式和周期，要让一套错峰计划适应所有的工业用户太难了！卓维网络和佛山供电局的技术专家没有就此退缩，他们想到了近年来快速发展的大数据技术——既然电商们可以利用大数据技术细分人群，为差异化极大的消费者提供精准的个性化推荐服务，为什么不利用同样的技术为工业用户制订“个性化”的错峰计划呢？按照这个思路，卓维网络在DSM平台上建立了佛山供电局的用户信息库，其中包含了各工业用户的行业、变压器、用能设备（电动机、通风机、电锅炉、照明设备等）等信息。利用这个信息库，佛山供电局可以将工业用户进行粗略的划分，但这离准确描述用户的用电行为还很远。对电商来说，个性化推荐的核心是通过在购买和浏览记录数据的挖掘，找出数据中的规律和关联。对电力企业，这个思路依然适用，制订个性化错峰计划的核心应当是用电过程中产生的量测数据的挖掘。

量测数据是工业用户用电设备或设备群上安装的各类电表记录的数据。但是，电表仅记录电压、电流、电量等原始数据，对用电行为的描述并不直观，而且单个表计只

能记录一家工厂部分设备的用电情况，那么为了对一家工厂乃至一个地区、一个行业的用电行为获得更好的认识，DSM系统必须整合、分析原始数据，让原始数据变得有意义，才能加以利用。怎样才能让数据变得有意义呢？根据电力原理和多年工作经验，佛山供电局总结出了一系列模型，将原始量测数据变为更具描述性的近二十个指标，包括单厂的月用电量、月平均负荷、月最大负荷出现时段、用能设备平均负荷、用能设备负荷占比、电能单耗等等。单企业指标和企业所在行业有直接关系，孤立地看单企业指标会导致描述偏差，所以佛山供电局还需要计算各个行业中这些指标的均值、单企业和行业的对标（指标对比）以及在行业内的单企业指标排名。将原始量测数据变成指标需要一整套数据的处理：将数据从电表处采集、写入存储系统、从系统中读取、进行计算以及展现计算结果。这些任务需要一个功能强大的数据库，在这一步，佛山供电局遇到了第二道障碍。佛山的制造业每天都要产生上亿条各类用电数据，DSM平台不仅需要对比积月累达到海量的历史数据进行分析，还要能够处理每天新增的数据。卓维网络原先为DSM选择了老牌数据库Oracle进行数据处理和指标生成，然而投产不久后，Oracle便显示出了计算能力的不足，在计算指标时，往往耗时过长，降低了错峰计划生成的效率，为了解决这个问题，卓维网络选择了为处理海量数据而生的大数据技术。

近年来，大数据技术得到了长足的发展。卓维网络选择了上海星环科技开发的一站式大数据处理平台Transwarp Data Hub下的实时数据库Hyperbase做为DSM平台全新的数据支撑系统。卓维网络为什么选择星环科技的Hyperbase呢？首先，DSM平台每天都要增加新的用电数据。而且为了更准确地评估用电行为，佛山供电局可能会提高数据采集频度（目前的频度是15分钟采集一次，可以提高到5分钟一次），数据量会成倍增长。将来，佛山供电局还考虑对居民用电数据进行分析，届时，数据量会再一次爆发。所以，存储系统适应数据量增长的能力是必须的。星环科技的Hyperbase是一个分布式的存储系统，可以在经济的商用服务器上搭建大规模存储集群，并且通过向集群中添

加服务器便可以增加存储空间，有着极好的横向扩展能力，这是DSM平台需要的特性。第二，因为用电数据在源源不断地产生，DSM平台有大量的写入任务，目前每天的写入达到近一亿条，将来只会更多。Hyperbase有极高的并发写能力，可以批量写入数据，适合DSM平台的应用场景。第三，DSM系统需要大量读取用电数据，包括一个、一批、一个地区或一个行业内的电表在一个、多个时间点或时间段的量测数据，这些数据将直接被用于计算用电行为描述的相关指标。Hyperbase有极高的并发读能力，而且还配备了高效的二级索引，使得DSM平台可以对任意键进行快速查询，将直接提高指标计算的效率。卓维网络在DSM平台部署Hyperbase后，实时的量测数据将从生产企业侧通过RabbitMQ接入Hyperbase，Hyperbase中的数据再通过调用卓维网络设计的API进行计算、分析和展现，如下图所示：



配备了这套数据处理系统的DSM平台可以快速高效地从Hyperbase中获取数据，生成错峰计划所需要的指标，例如一个表计在一段时间内记录数据的极值、一批表计在某个时间段内记录的所有数据、一批表计在多个不同时间段分别记录的所有数据以及极值等等。

有了大数据的帮助，佛山供电局得以准确地描述用电企业的属性和用电行为，将工业用户细分，最终制订了一

套详细的错峰计划，规定了不同组别的用电企业在各个错峰需求等级(由电力缺口决定)下的错峰时间和用电频率。而且这个错峰计划不会一成不变，企业会变，生产方式也会变，佛山供电局会根据数据的变化不断调整计划，使其更好地配合企业生产。试点以来，新的错峰机制已经帮助佛山降低、转移了几十万千瓦的峰值负荷。用电数据分析价值的不仅在于生成和改进错峰计划，佛山供电局还在用这些数据发现发现产能单耗低的企业并对其进行奖励，发现产能单耗高的企业，帮助它们分析生产方式中的问题并为其提供节能诊断。类似的工作将为佛山带来长远的积极影响。据统计，在试点结束后，佛山市将每年节电量约13.5亿千瓦时，相当于2012年佛山全社会用电量的2.7%；减少新建电厂投资约20亿元；每年减少标煤消耗约56万吨；每年减少二氧化碳排放约135万吨；每年减少二氧化硫排放约290万吨；每年减少氮氧化物排放约580万吨；每年减少悬浮颗粒物约115万吨。

传统的粗放式生产让我国经济腾飞的同时留下了能源、环境方面的“后遗症”。今天，为了治疗这些顽疾，我们常常需要花费大量的金钱和人力。通过佛山的例子，我们看到用大数据的思想和技术来管理企业的用电方式，不需要巨额的投资，不需要浩大的工程，却起到了四两拨千斤的效果，这就是大数据的力量。这并不是说节能环保的投资没有意义，而是说在节能环保和工业生产中充分地利用大数据，将大数据的精细化思维带入每一个环节，可以起到事半功倍的效果，我们离青山绿水也就更近了一步。