

构建可再生能源电源的广域运用系统及其评价

邓隐北，吴晓静，曹会强 编译

河南科诚节能环保检测技术有限公司

摘要：以3个风力发电站和2个光伏发电站作为控制对象，在发电站现场设置了中央控制装置和蓄电系统，由此构建了RE电源的广域运用系统。该系统中，对实现计测、控制系统的响应时间，计测、控制信息的传输延迟时间，以及计测数据的时刻同步精度，设定了各自的性能指标。同时，还需要掌握RE电源的运行工况及相应于运行工况的发电预报数据补正，并利用无线回馈的多级反射构建风电的监视通讯网络。实践证明，RE电源可有效、稳定的计划运用、蓄电池容量也大幅度削减。今后，便于RE电源的进一步推广应用。

关键词：RE电源，风力发电，光伏发电，广域运用系统，蓄电池容量

1 前言

从2012年开始执行FIT(全额固定价格购买制度)以来，以太阳光伏发电为中心的可再生能源—电源(以下简称RE电源)，向电力系统联网的数量急剧扩大，对电力系统的影响不断显现。在2014年秋季，经过设备认定的光伏系统其发电容量，已超过部分电力系统的最低需求，有一个时期，对于系统联网的申请报告都未批复。RE电源对电力系统的

影响方面，由于发电功率的短周期变动，由于发电功率的不确定性，担心产生剩余的电力等。作为解决相应此类课题的策略，在过去已实施的验证工作中，对采用蓄电系统的稳定化技术进行了研讨，并确定已取得一定的效果。另一方面，从迄今的事例中，在发电单位以并列设置蓄电池力图稳定化的系统为基础，但存在蓄电池容量过大等需要解决的课题。

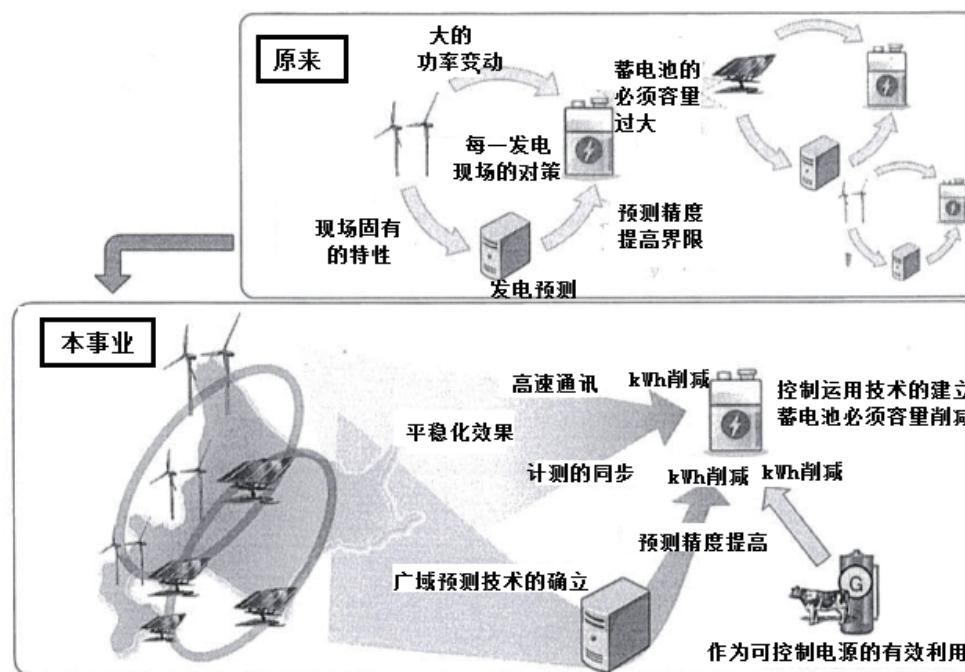


图1 实际验证事业的概念图象

在这一背景下，以 RE 电源的稳定化与削减蓄电池容量二者兼顾作为目的，本公司（明电舍）作为环境的验证研究事业，实施了有关「风力发电等分散型能源广域运用系统的实际验证研究」（以下简称本事业），2012~2014 年参与筹划，并不断热衷于广域运用系统的开发和构建。将分散配置的 RE 电源假想汇集在一起，由此可取得 RE 电源的平稳化效果，而且由于每一发电地点预测误差的互相抵消，可望提高预测的精度。本事业中，通过这些广域运用的效果，在发电单位中设置蓄电池时达到的 Kw 容量将削减 50%，以此作为最终目标。实际验证研究事业的概念图如图 1 所示。

在本事业中，明电舍公司承担了广域信息通讯网的构建，通过信息通讯网的实时（Real-time）控制功能及随时的同步功能，风力发电现场的运转工况监视功能等有关技术开发，本文对其概要与评价结果予以介绍。

2 广域运用系统的构建

2.1 系统的组成

本事业中，以原来设置于北海道内的 3 个风力发电站、2 个光伏发电站作为控制对象，构建了控制系统。由新能源产业技术综合开发机构的「大规模供电用光伏发电系统稳定化等实际验证研究」，构建了稚内兆瓦级发电站（稚内 MS），在电站的场院内设置了中央控制装置和蓄电系统，系统结构的梗概示于图 2。发电现场的各项参数如表 1 所列。

2.2 蓄电系统的构建

关于蓄电系统，采用了具有不同特性的三种蓄电装置，以便对由协调控制改善控制性能的效果和蓄电池容量削减的效果进行验证。硫化钠（ Na_2S ）电池设置在稚内 MS（兆瓦级光伏电站）内，旨在有效利用部分原来设备；而锂离子（ Li^+ ）电池和双电层电容器（EDLC）是按新规则设置的，并期待着对蓄电池容量进一步削减的效果。生物质气体（biogas）发电机，充分利用作为蓄能设备的气体罐，由此，除适应性以外，能与蓄电池一样的起到调节作用。蓄电池

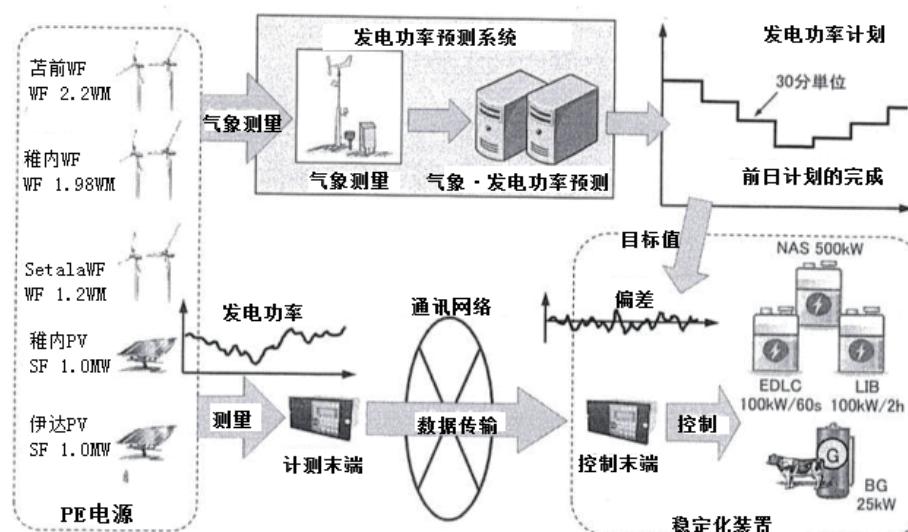


图 2 系统结构图

表 1 发电场所的各项参数

发电现场		发电机容量	
		单机	总装机
风力发电	稚内	660kW × 3	1980kW
	苦前	600kW × 2 1000kW × 1	2200kW
	Setala	600kW × 2	1200kW
光伏发电	稚内	250kW × 4	1000kW
	伊达	250kVA* × 5	1000kW
合计		5380kW + 2000kW	7380kW

*为了控制无功功率，单机具有 250kVA 的额定容量，其额定功率为 200kW。

系统的外观示于图 3，蓄电池及生物质气体发电机的设备容量列于表 2。

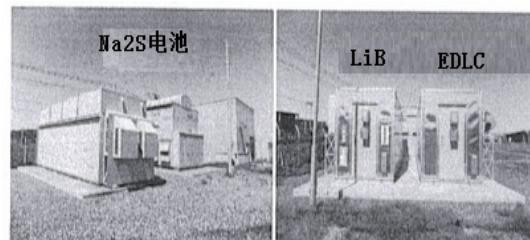


图 3 蓄电池的外观

表 2 蓄电池及生物质气体发电机的各项参数

种类	kW容量	蓄电容量
Na ₂ S电池	500kW	7.2小时
锂离子电池	100kW	2小时
双电层电容器	100kW	1分钟
生物质气体发电机	25kW	/

2.3 控制系统的构建

RE 电源的广域运用系统中，通过广域信息通讯网有必要将各地分散配置 RE 电源的发电功率汇集在一起，由此，将出现通信网的延迟和测量周期的稳定性等问题。因而，对广域信息通讯网采用了能确保带域的专用线路。此外，通常能充分利用性能稳定的光线路，加上光线路以外的 ADSL 线路（即 Asymmetric Digital Subscriber Line，非对称数字用户线路）、ISDN 线路（即 Integrated Services Digital Network，综合业务数字网），对这三种线路进行了性能评价。一旦考虑进一步实用化阶段，专用线路的利用在成本上则有可能成为负担。故对采用一般线路的控制响应特性的评价，进行了验证。作为一般线路，光线路与移动通信网的 2 种线路都进行了评价。广域信息通信网的图象如图 4 所示。

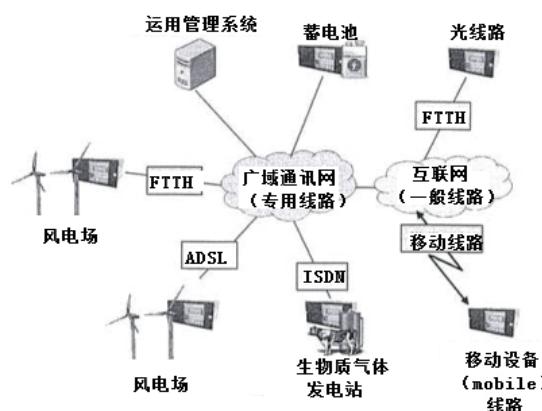


图 4 广域通讯图

在广域运用系统中，将分散配置的 RE 电源汇集到一个场所，通过蓄电池力图达到假想的稳定化，由此，必须实现实时控制的高速数据传输。另一方面，由于是假想的控制，控制是否适当应进行事后评价也是重要的。为满足这些要求，将通讯网络的带域区分为：实现高速数据传输的「实时传输网络」与汇集大容量评价数据的「管理用网络」，通过带域的分离，结构上达到两者的通讯不产生相互影响。

而且，在进行控制性能评价时，必须确保计测数据的同时刻性，作为高精度时刻同步的手段，采用 GPS 的方法是有代表性的，但存在下雪时难于保持稳定的时刻和同步精度等课题。因此在本事业中，应用了近年令人瞩目的 IEEE1588 时刻同步方式。

本事业中，对广域运用系统设定了：实现计测、控制系统的控制响应时间，计测、控制信息的传输延迟时间，计测数据的时刻同步精度等各自的目标性能。控制响应时间，在考虑 RE 电源的变动特性和电力系统的响应特性方面，控制响应时间如能实现秒级的响应性十分必要，判断在 500ms (毫秒) 以内作为目标。为了实现这一控制响应时间，控制周期设定在 100ms，传输延迟时间为控制周期的 1/2(50ms) 以内作为目标。时刻同步精度为控制周期的 1/10 (10ms) 以内作为目标。

设定的性能评价指标列于表 3。

表 3 广域运用系统的性能评价指标

评价项目	评价指标
控制相应时间	500ms 以内
传输延迟时间	50ms 以内
时刻同步精度	10ms 以内

2.4 风力发电机监视系统的构建

作为控制对象的风力发电站，风力发电机的设备数量最多为 3 台，属小型的风力发电站，由于未曾设置管理发电站的远距离监视装置等，故难于正确的掌握发电机的运转工况。另一方面，在发电预测系统中，是根据次日的气象预测数据预测风速的，采用风速的预测结果与过去的发电实际业绩等，对次日的发电功率进行预测，故正确掌握 RE 电源的运行工况很重要。而且，即使在运用阶段，由故障等导致发电机停机时，相应于运行工况的发电预测数据的补正也是必要的。在这样的一种背景下，掌握风力发电机运行工况的监视系统，对其构建进行了研讨。首先，为简易掌握运行工况的 4 种监视方法进行了验证。验证的监

视方法和评价结果列于表 4。

表 4 风轮机运转工况的监视方法与评价结果

种类	检测内容	判断方法	受影响的因素
监视摄像机	风轮机全体图象	目测	天气、气候
精密噪音器	风叶切割的噪音	频率分析	个体差
*CCD摄像机	风叶图象	图象的差级	微动
振动分析仪	塔架振动	频率分析	无

*CCD (charge-coupled device, 电荷耦合器件)

进行验证试验的结果, 选择「振动加速度」作为检测对象, 「振动加速度」能最有效的判断风轮机的运转工况, 然后构建了运转工况的监视系统。利用风轮机的振动加速度, 从预备试验开始到停止判定。按照振动加速度平均值的分布大小, 在处于阈值以上时运转 (ON), 阈值以下时不运转 (OFF) 以此进行判定。此外, 风力发电机通常以相隔距离数百米左右进行配置, 在已安装的发电站内, 不易确保发电机之间有线通讯的路径。因此, 不必对原有设备做过多改造, 采用无线回路的多级反射 (multihop), 由此构建监视通讯网络。风轮机组运转工况监视系统的设置如图 5 所示。

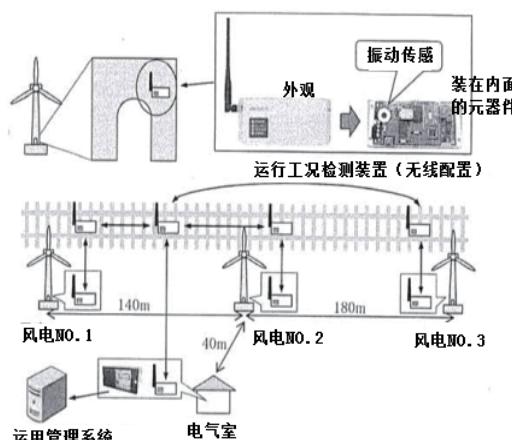


图 5 风电机运转工况监视系统的概要

3 RE 电源广域运用系统的评价

3.1 控制相应特性的评价

广域运用系统的有关广域通讯网的评价结果如表 5 所示。

表 5 广域通讯网的评价结果

线路类别	时刻同步	传输延迟	评价
专用线路	光	± 0.015ms	○
	ADSL	± 0.7ms	○
	ISDN	± 50ms	○
一般线路	光	± 7ms	○
	Mobile	± 17ms	×

采用专用线路时, 无论哪种线路均能获得高速且稳定的通讯性能。另一方面采用一般线路的场合下, 对于光线可得到必要、充分的性能, 但在移动通讯网的场合会产生稍微大的通讯延迟。而且在一般线路下, 如图 6 所示的通讯延迟有不稳定变化的倾向, 这点已被确认。专用线路与一般线路比较的话, 各自有一长一短, 确保控制性能和运用成本二者采取折衷方案, 以此选择最佳的通讯线路是必要的。

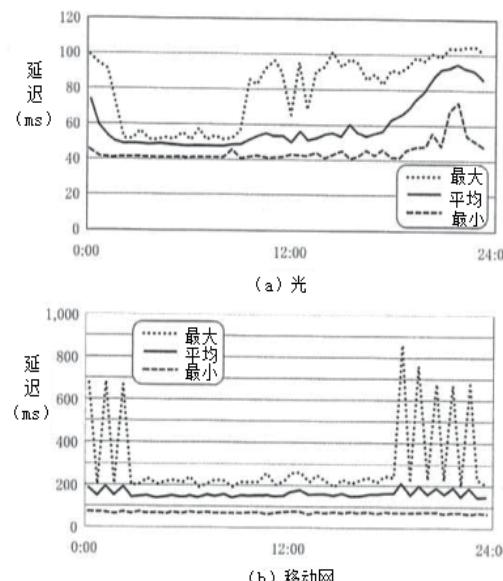


图 6 一般线路的不稳定性

3.2 风力发电机监视系统的评价

关于构建的风力发电机运转工况监视系统, 为了评价判定结果是否妥当, 对风轮机组的发电功率、风速、运转判定的结果进行了比较。比较的结果如图 7 所示。在发电功率为 0kw 的几乎大部分时间带上, 得到了不运转 (OFF) 的判定结果, 由此判断, 停止 (OFF) 的判定可能较多。但是, 图中箭头所示部分是误判定, 因形成了与得到发电功率无

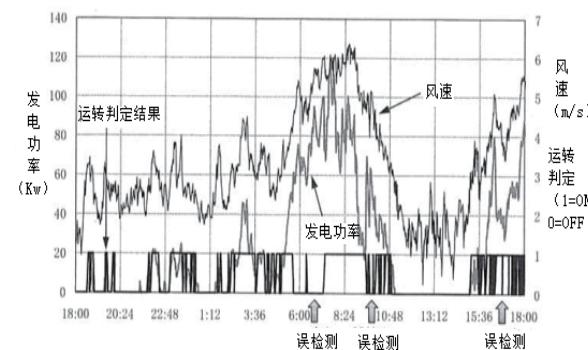


图 7 风轮机组运转判定结果

下转 136 页