支持设备维护优化的“设备管理整体服务”

“Comprehensive Equipment Management Service” Supporting Optimization of Equipment Maintenance

福岛　宗次 FUKUSHIMA, Soji

为确保生产设备平稳运行和高效，维护作业必不可少。除设备维护和故障排除外，设备所有者还需针对整个设备管理提供支持服务。富士电机通过优化从日常检查到费用管理的设备运营与管理，提供能降低设备维护费、将事故防范于未然和缩短故障修复时间等以设备平稳运行为目标的“设备管理整体服务”。这样，在管理对象设备和客户业务方面，便可支持课题的确定、课题的解决方案、持续改善等设备维护的优化，为安全、安心的设备运营与管理做出贡献。

Equipment maintenance is essential for stable operation and efficiency of production equipment. Equipment owners are seeking support services that cover not only equipment maintenance and troubleshooting, but also comprehensive management of the equipment. Fuji Electric provides Comprehensive Equipment Management Services, aimed at stabilizing equipment operation by preventing malfunction and shortening repair times, as well as reducing equipment maintenance costs by optimizing the operation and management of equipment, covering from a daily check to cost management. Our services contribute to the safe and secure operation and management of equipment by delivering support for optimal equipment maintenance, involving identifying issues, providing their solutions, and conducting continuous improvement, in terms of customers' business and equipment management.

1　引言

为确保生产设备的平稳运行和高效，维护作业必不可少。设备事故将直接导致企业形象下降、社会责任不履行、经营责任等经营风险。为此，设备所有人与制造商正在一起共同致力于提高设备维护技术，以确保安全、放心。

近年来，随着 IoT（Internet of Things）的发展，收集以前无法收集的数据已成为可能。基于使用了这些数据的分析和 AI 等新分析的智能维护正在兴起。

针对成套设备、工厂电气设备的管理，本文以支援设备维护优化的“设备管理整体服务”为例，对实现电力稳定供应所不可缺少的电气设备品质的提高和维修保养高度专业化的设备维护技术进行论述。

2　电气设备管理方面的课题

据公益社团法人日本成套设备维护协会的『维护实态情况调查报告』显示[1]，设备管理方面的重要课题如下：

⑴　防止故障复发与防患于未然的技术

利用故障原因防止故障复发对策以及对老化故障的监视、诊断，开发防故障于未然的技术。

⑵　培养与确保人才的方法

具有成套设备建设方面的经验，同时积攒了高深知识与维护技术的人才正迈入老年。熟练技术人员的技术诀窍如何传承，掌握高深知识和维护技术的下一代人才如何来培养和确保?

⑶　已使用多年设备的对策

生产优先、设备的长周期运行导致设备老化不断加剧。因此，确保设备安全平稳运行，须合理制定所需的维护成本。

⑷　提高生产性、高效化

生产和销售产品是根本，因此在经营中应优先考虑怎样提高产品生产率、实现高效化。

⑸　维护的管理周期

根据上层方针制定设备维护方针，制定并管理中长期维护计划与年度维护计划。

3　“设备管理整体服务”的概况

作为制造商，富士电机以接受客户委托的形式对交付的产品提供维护服务。但是，除设备的维护和故障排除之外，作为客户，设备所有者还要求针对整个设备管理业务提供支持服务。

为提供设备管理整体服务，通过长年实绩取得客户信赖的基础上，实现以下技术要素、人员应对非常重要。

(a)　考虑到现场需求（客户、服务）的服务商品

(b)　融合设备现场诊断与远程监控的技术

(c)　分析客户业务，选取课题和提出解决方案的设备维护咨询

(d)　富士电机服务技术人员专业技术水平的提高和服务技术人员的多技能化

(e)　服务技术人员从“物”到“事”的意识改革

(f)　利用富士电机各机型咨询窗口“客户服务中心”收集客户信息和远程监视信息等，进行一元化管理和活用

3.1　“设备管理整体服务”的目标

如**图 1** 所示，设备管理业务从维护战略和计划的制定开始，涉及维护的实施、维护数据管理、设备管理以及维护人员的教育训练等诸多方面。此外，从日常检查到费用管理的日常业务，通过优化设备运营与管理，降低设备维护费、将事故防范于未然、缩短故障修复时间，以设备平稳运行为目标。

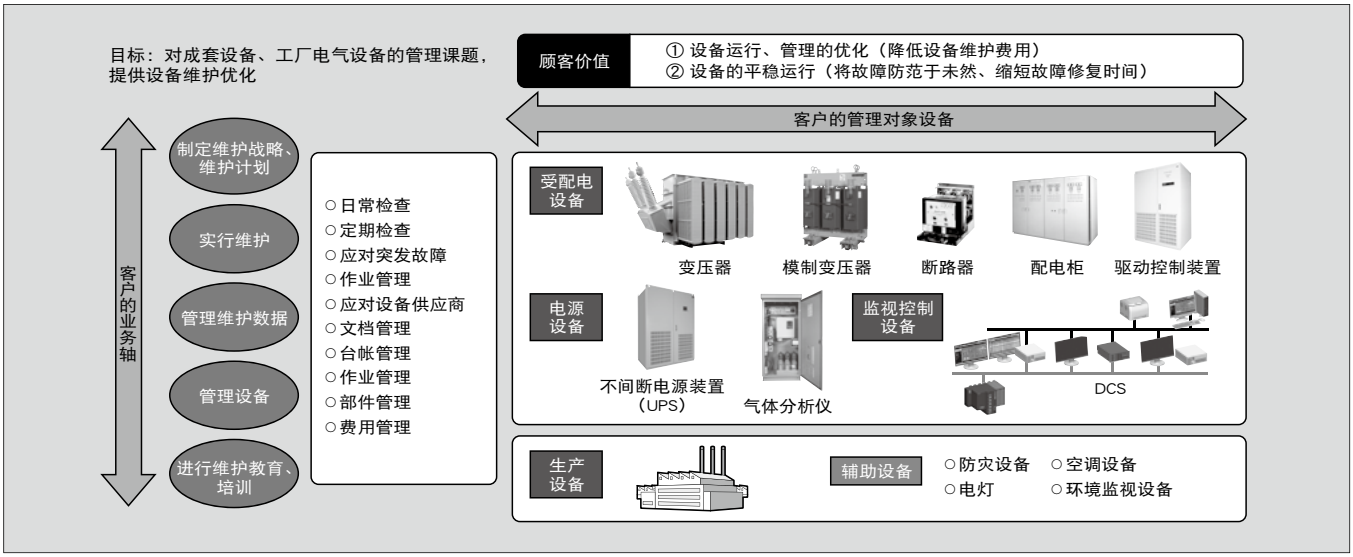

图 1 “设备管理整体服务”的目标

3.2 提供“设备管理整体服务”的流程

在管理对象设备和客户业务方面，富士电机设备管理整体服务按照课题确定、课题解决、持续改善的流程提供。**表 1** 所示为设备管理上的课题和解决方案。

⑴ 课题的确定

设备维护计划制定时的课题（客户方面）、该维护计划实施时的课题，实绩管理课题、维护人员与维护部件及维护费用管理课题等，通过包括风险评估在内的综合设备诊断，与客户协商确定课题。

⑵ 课题的解决

依据所确定的课题，提出**表 1** 所示的①维护计划、②设备更新、③设备监视、④维护管理方案的解决方案。

表 1 设备管理上的课题与解决方案

课题	解决方案
整套设备 ○希望观看设备的整体状况 ○希望重新审视设备维护 ○希望制定设备投资计划 ○希望确保社会责任和安全	综合设备诊断 ○综合设备诊断服务
维护方针 ○希望实施与设备的重要性相应的维护 ○希望防止故障复发、防患于未然 ○希望让已使用多年的设备平稳运行	维护计划 ○维护计划 ○根据设备负载状况、质量状况进行相应维护 ○单独机器的设备诊断
已运行多年的设备 ○希望更新老化的机器 ○希望更新时引进最新技术 ○希望提高设备品质 ○希望提高设备开工率	设备更新 ○机器更新 ○高品质机器的引进 ・电源稳定化 ・节能化等
设备异常 ○希望缩短停止时间和再开工时间 ○希望进行良好的维修 ○希望确保社会责任和安全	设备监视 ○引进远程监视装置 ・运行监视 ・远程保养 ・老化诊断等
维护管理业务 ○希望强化维护人员的管理 ○希望强化维护部件的管理 ○希望有效地利用维护数据 ○希望确保、培养维护人员	维护管理方案 ○引进设备管理支持软件 ・O&M 支持 ・可穿戴的远程支持等 ○教育、培养支持

⑶ 持续性改善

通过收集的数据评价并分析所引进的解决方案的效果，重新审视维护计划。通过重新审视检查周期、改善管理方法、更新设备等方式，力图进一步改善。

4 实现服务的系统

设备管理整体服务的系统结构如**图 2** 所示。设备管理整体服务由现场设备、IoT 平台、O&M（O&M：Operation and Maintenance）服务平台[2,3]、O&M 服务应用服务构成。IoT 平台由收集现场设备发送来的现场数据的边缘控制器、提供服务应用程序执行环境的服务器系统、连接它们的通信功能以及分析收集到的数据分析和 AI 构成。

O&M 服务平台具有**第 5 章**所述的运行管理、维护管理、分析管理功能。带有作为模板的设备管理对象机器的通用监

图 2 系统结构

视用户界面（UI）。

O&M 服务应用程序有以下四种：

(a) VCB 综合远程监视

(b) 高压设备部分放电监视（现场）

(c) 数据中心远程监视（含开发中）

(d) 蓄电池远程监视

这样，以设备管理对象设备的运行信息与报警信息等为中心，选定判断异常征兆的机器固有信息，通过模板定义并设置监视与诊断该信息的 UI。

5 运行信息与维护信息的整合与分析

如**图 3** 所示，O&M 服务平台具有支持 ISO 18435（O&M 整合模型）定义的运行管理业务、维护管理业务、分析管理业务的功能。整合、分析从对象机型收集的运行信息和与人工作业相关的检查及故障等维护信息。

5.1 运行管理功能

运行管理功能可在设备管理的场景下收集、储存对象机器的运行信息等。对象机器的信息从边缘控制器经由互联网存储到云服务器系统中，通过 O&M 服务应用程序进行远程监视。

5.2 维护管理功能

维护管理功能管理在设备管理支持系统中输入的检查和故障等维护信息。具体而言，是以设备台帐（安装年份、制造商信息、维护联系处、消耗品清单等）为基础的安装场所、检查计划与实绩、故障信息与对策记录、更换部件的库存情况、维护实绩等信息。

5.3 分析管理功能

分析管理功能可整合运行与维护信息。在此基础上，进行运行、状态、趋势监视，识别、诊断、预测、优化，风险、影响度、环境负荷等的分析与评价。

以该分析与评价的结果为基础，对运行计划和维护计划进行修改和重新评估。这样，可通过设备运营、优化管理，降低设备维护费用，通过设备的平稳运行将故障防范于未然，缩短故障修复时间。

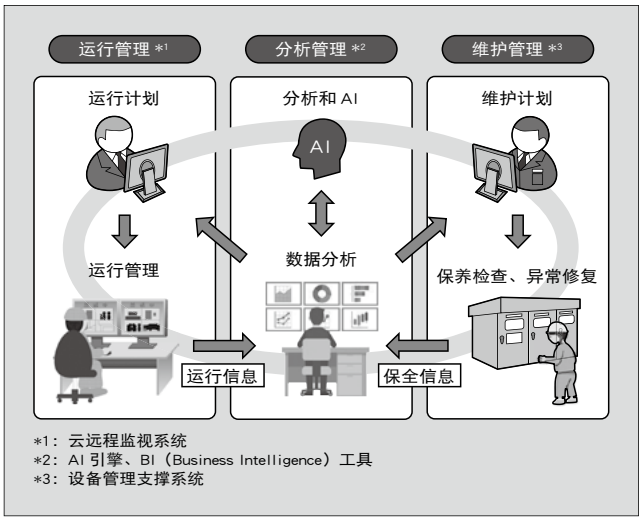

图 3 O&M 服务平台的功能结构图

6 引进事例

6.1 改善开工率

图 4 所示为使用了 O&M 服务平台的运行与维护信息整合得到的开工率改善事例。

通过运行管理功能取得运行信息之一的生产实绩（**图 4**(a)）。例如，比较生产实绩明显低于生产计划的 1 ～ 4 和由故障发生情况生成的维护信息（**图 4**(b)），可确定发生故障的设备。

图 4(c)所示为通过维护管理功能，取得，作为维护信息之一的设备 A 的检查信息。分析设备 A 的检查信息和故障发生情况的趋势可知，在设备 A 的故障发生前，存在检查项目 1 的数据变小，检查项目 2 的数据变大的趋势。从该分析结果可知，通过在检查计划中缩短检查项目 1 的数据和检查项目 2 的数据的检查周期，则故障发生检测精度提高，

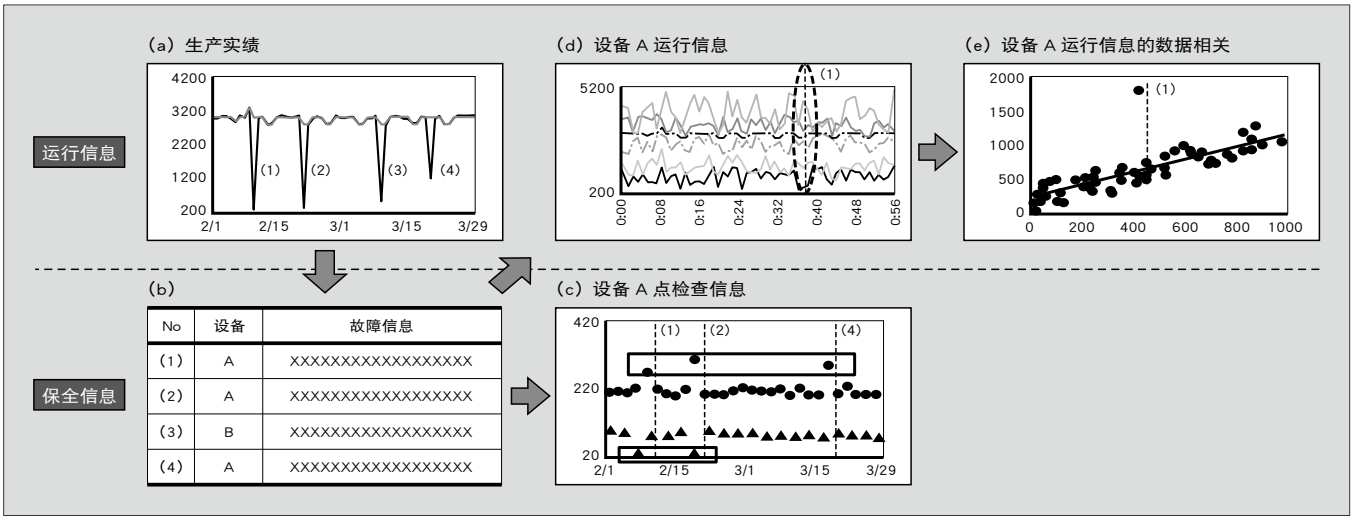

图 4 开工率改善事例

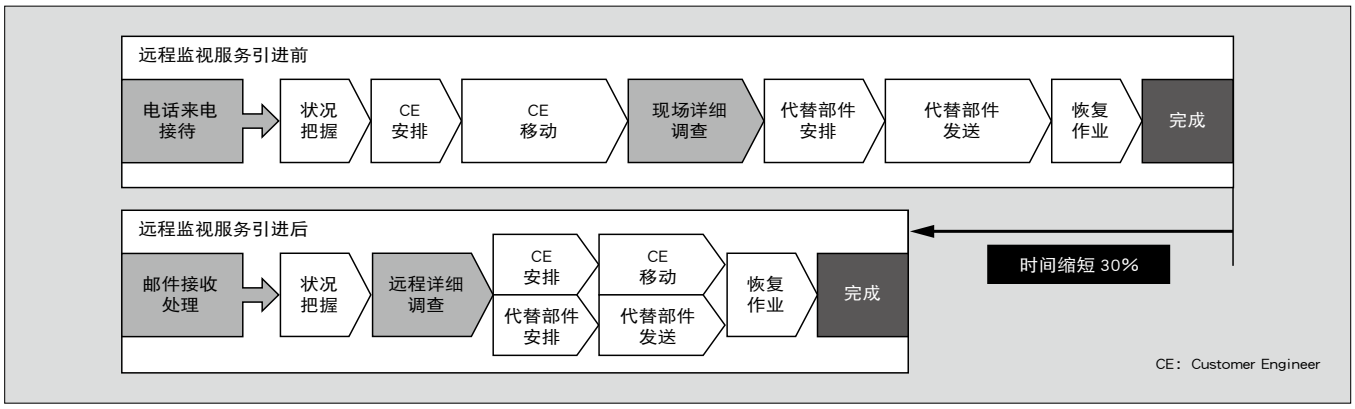

图 5　远程监视服务引进前后故障修复时间的比较

可在事前预测故障的发生。另外，在故障前有计划地实施维护作业，可预防故障，改善设备的开工率。

图 4(d)所示为设备 A 故障前后的运行信息，对这些信息进行统计、分析，可发现运行数据间新的相关关系。**图 4**(e)所示为统计分析过的设备 A 各运行信息的数据相关。通过本事例可知，发生故障前，数据显示出与正常时的相关性相差较大的值。

因此，通过给根据数据相关得到的设备 A 的运行信息设置阈值并重点监视，可事先检测到异常，避免设备异常停机，改善开工率。

6.2　缩短故障修复时间

图 5 所示为从引进远程监视系统时的故障发生到应对完成的故障修复时间的比较。检测到故障和异常征兆等时，O&M 服务应用程序会发送异常通知邮件。富士电机的服务技术人员收到邮件后，将立即连接 O&M 服务应用程序，详细掌握情况，确定原因并采取对策。这样，在某事例中，与引进前相比，从检测到异常到恢复完成所需的时间可缩短约 30%。

7　后记

本文对支持设备维护优化的“设备管理整体服务”进行了论述。

富士电机的 IoT 解决方案正在以“Small，Quick Start & Spiral-up”为理念，以“充分利用现场设备和分析与优化技术，为客户创造新价值”为口号进行推进。其中，作为 IoT 服务应用程序的设备管理解决方案服务，旨在通过分析、管理运行管理和维护管理信息来优化设备维护。

分析工具和 AI 的使用虽然只限于部分领域，但已开始取得成果。目前，在边缘侧的应用为主流，但是今后为了评价与活用运行和维护信息的整合加速和长期数据利用等广泛信息，正在推进在云端的应用。

在设备维护领域，设备维护咨询的需求很高，富士电机希望运用其专有技术，提供各种设备维护商品，持续以贴近客户的设备管理整体服务，通过降低设备维护费用、将故障防范于未然和缩短故障修复时间，为安全、放心的设备运营与管理做出贡献。

参考文献

⑴　公益社団法人 日本プラントメンテナンス協会.“2018 年度メンテナンス実態調査報告書概要”. 2019-04.
⑵　保川幸雄等. 从 IoT 开始创造价值的全新解决方案的现状与展望. 富士电机技术期刊. 2018, vol.C10, no.4, p.152-156.
⑶　山田隆雄，福住光记. 富士电机 IoT 平台的全貌 ，富士电机技术期刊. 2018, vol.C10, no.4, p.182-185.

福岛　宗次
从事电机、仪表系统的现场服务业务、技术管理业务、技术管理业务和商业企划业务。现为富士电机株式会社电力电子系统产业事业本部现场服务统括部事业企划部主席。电气学会会员。

富士电机

Fuji Electric

＊本刊记载的公司名称及产品，有可能是各相关公司的商标或注册商标。