支援设备稳定运行的服务解决方案

Service Solutions to Support the Stable Operation of Equipment

北谷 保治 KITATANI, Yasuharu　藤田 史彦 FUJITA, Fumihiko　大头 威 DAITO, Takeshi

为完成生产计划，减少设备故障、实现稳定运行的保全活动是不可缺少的。保全活动的基础，是在制定保全计划时就考虑设备整个生命周期的时间和成本，并始终把握设备状态、解决问题这一推动保全 PDCA 循环的活动。富士电机利用 IoT 提供云技术型设备保全服务，通过设备保全为实现设备稳定运行提供支援。使设备诊断书、运行监控功能、设备诊断功能联动，综合管理保全 PDCA 循环所必需的信息。

In order to achieve production plans, it is necessary to carry out maintenance activities that reduce equipment failure and ensure stable operation. The maintenance activities are basically involved in implementing the maintenance PDCA cycle that consists of activities to formulate maintenance plans with consideration of time and cost, continually monitor equipment conditions and solve problems as they arise, throughout the life cycle of equipment. Fuji Electric is providing cloud based equipment maintenance services that utilize IoT. These services support stable operation through equipment maintenance. The information required for the maintenance PDCA cycle is managed in an integrated manner by linking equipment maintenance records, operation monitoring functions and equipment diagnostic functions.

1 引言

根据导入的设备，不仅是单位时间的产量，品质和成本也会有显著差异。因此，生产计划依赖于设备能力，使设备能力得到充分发挥很重要。

富士电机可提供 EMS（Energy Management System）服务，以及将保全服务和运行监控服务在云端实现融合的云技术型综合设备管理服务。本稿将对支援设备稳定运行的服务解决方案——云技术型设备保全服务进行介绍。

2 通过设备保全实现设备的稳定运行[1]

减少设备故障、实现设备长期运用和高效稳定生产的保全活动，首先在设备导入时就应确立保全计划。若长期运用，按预定执行事先制定的保全计划存在很大难度。因此，制定保全计划时必须考虑从设备的导入到更新（废弃）的整个生命周期的时间和成本，并根据该计划开展设备的健全性确认和劣化诊断活动，以及设备劣化的预防活动和恢复活动。

这类活动如**图 1** 所示被称为保全 PDCA 循环。

⑴ 保全计划的制定

将基于各设备管理标准的普通、精密点检周期，有寿命零部件的更换时期，包括大修在内的预防保全时期以及设备整体的更新时期总结到保全计划中。另外，在计算各年度的保全费用时，应制定考虑了年度间平均化的保全计划。

⑵ 保全作业

保全作业不仅指预防保全，还包括针对突发故障的事后保全。为了在短时间内查明故障原因，保全作业者的培训、工具的准备、与厂商的合作等事前准备工作不可或缺。另外，机械设备中因累计工作时间导致的劣化或重复应力导致的劣化引起的故障较为常见，因此，必须管理故障记录（故障内容、原因、应对记录等）并共享信息。

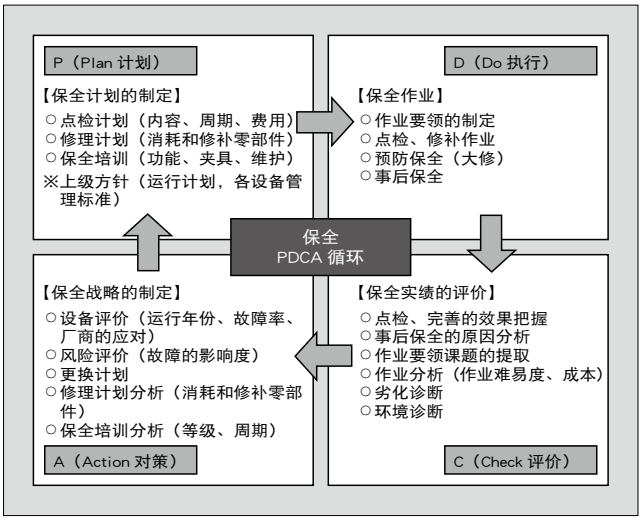

图 1　保全 PDCA 循环的概要

⑶ 保全实绩的评价

在评价保全实绩时，应根据保全计划，把握作业效果。并且，受设置环境以及运行（负载）状态的影响，劣化的发展程度会出现差异，因此，还必须把握环境诊断和劣化诊断的结果。

⑷ 保全战略的制定

在制定保全战略时，应针对设备稳定运用的风险实施评价。对于一旦故障就会对生产活动等造成严重影响的设备，不能仅停留于保全内容的改善，还应该根据保全评价（运行年份、故障率、厂商的应对）探讨设备的更新。

3 利用 IoT 的云技术型设备保全服务

富士电机提供云技术型设备保全服务，以支援保全活动。该服务使设备诊断书、运行监控功能、设备诊断功能

联动，综合管理保全 PDCA 循环所必需的信息，为通过设备保全实现设备稳定运行提供支援。本章中，将对利用 IoT（Internet of Things）的设备保全的服务功能，以及边缘终端、作业支援、安全对策进行介绍。

3.1 通过分层化创建简单明了的设备诊断书

设备诊断书是根据设备台账（交付年份、厂商信息、维护人员的联系方式、消耗品清单等）管理设置场所、运行记录、点检计划、故障报告、更换零部件的库存信息、劣化诊断结果等的系统。通过积累和使用这些信息，推动保全 PDCA 循环。

设备诊断书所要求的基本功能可简单更新信息。每次因多年使用而对设备进行部分更新时，都必须更新设备诊断书的信息。此外，管理负责人也有世代更替的情况，因此，可进行直观操作的数据结构和容易理解的管理体系不可缺少。因此，富士电机提供的设备诊断书的设备台账，采用的是与“占地→厂房→生产线→设备→机器”实际位置联动的分层（树形）管理结构。**图 2** 中展示了地图形式的设备台账的概要。根据位置信息选择设备后，设备基本信息、点检信息、故障信息等保全相关的信息都可浏览和更新。

3.2 运行监控功能和设备诊断功能

富士电机的云技术型设备保全服务，如上所述，运行监控功能和设备诊断功能联动，因此，能准确把握有会妨碍成套设备运行征兆的设备。另外，任何设备的运行监控画面和设备诊断画面可在一个显示屏中总览，因此，便于同时对多个重点监控设备进行监控。

⑴ 采用多画面总览方式的运行监控功能

成套设备监控中的重点项目因季节、生产内容、故障记录等而变化。因此，可自由组合整体监控和部分详细监控的多画面总览功能在成套设备监控中必不可少。**图 3** 中展示了以多画面显示能源监控、成套设备监控、设备诊断和设备零部件管理的画面例。其特点如下所示。

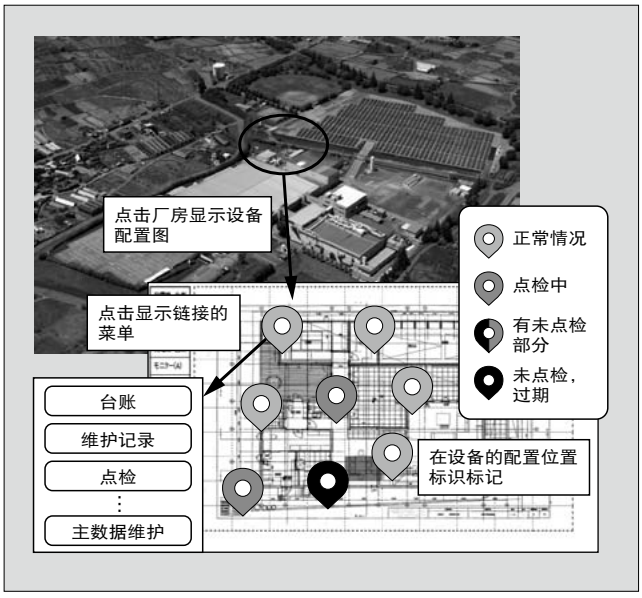

图 2 地图形式的设备台账的概要

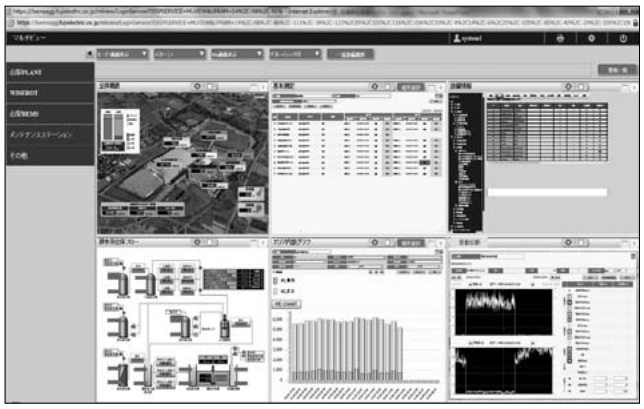

图 3 多画面总览监控画面例

(a) 可根据监控目的对画面进行分层管理。

(b) 比较不同管理体系的画面时，无需开发软件就能选择任意画面，进行多画面显示。

⑵ 控制系统监控功能

为确保产业成套设备中设备的稳定运行，不仅要监控设备的状态，还必须对照控制系统的构成信息、性能信息、运行信息等多项信息进行监控。例如，对于难以查明原因的间歇性故障，为了对其进行预测，每天监控服务器的 CPU 负载变动、内存资源和磁盘容量的资源状况、控制器的运行状况等。富士电机基于这一预测，为合理增强资源、防止间歇性故障，进行了各种提案。**表 1** 中展示了监控项目例。

⑶ 旋转机设备的诊断功能[1]

富士电机提供的设备诊断功能之一的振动诊断，是根据从设置于重要的旋转机设备上的振动传感器获得的信息，不间断地对设备的健全性进行诊断的功能。若检测到异常，会在监控画面上显示警报，同时向指定的联系人发送电子邮件。从导入效果来看，可使保全作业人员巡视现场、测量旋转机设备振动的作业更加省力。另外，可早期发现异常振动，为降低作业损失、确保制造品质做贡献。

并且，振动传感器会利用特定低功率无线电发送测定数据，可实现信号线走线长度最短化，方便设置到现有设备中。

图 4 中展示了与成套设备监控联动的振动诊断示例。

表 1 监控项目例

对象		监控项目
系统信息	服务器	系统的累计运行时间 / 停电时间
		系统日志、服务器日志
		使用率（CPU、内存、磁盘）、进程状况
		执行任务数，错误任务数等
	控制器	构成信息（构成、数量、版本号、序列号）
		系统的累计运行时间 / 停电时间
		严重故障、轻微故障信息
	网络	系统计数器、网络计数器
		已注册的内存区域数据
	周边设备	运行时间、继电器开关次数
		动作延迟时间、通信错误次数
环境数据		温度、湿度

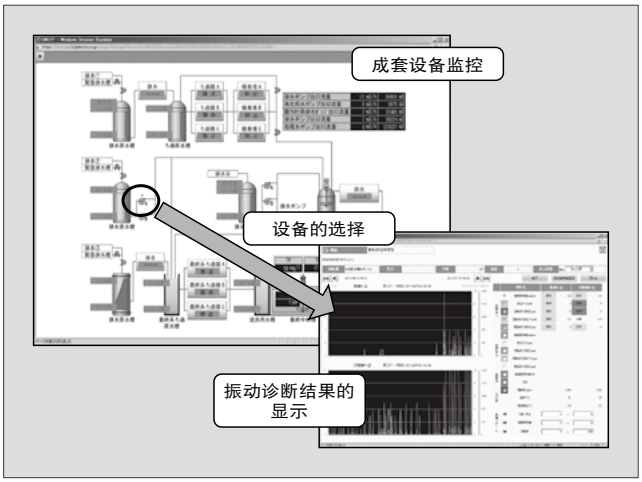

图 4　与成套设备监控联动的振动诊断

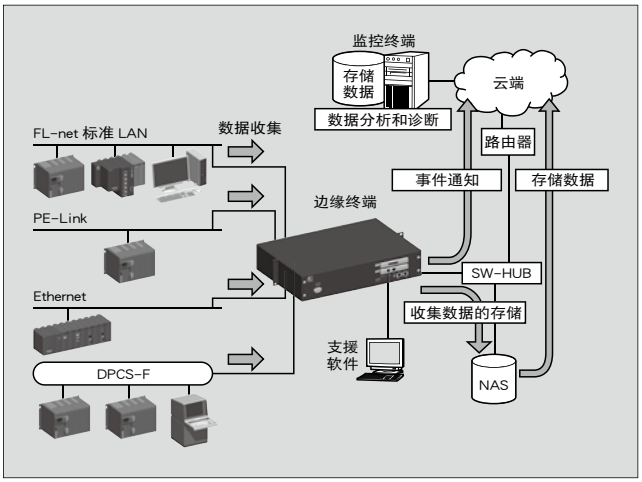

图 5　面向产业成套设备的边缘终端的连接构成

(4)　控制阀式铅蓄电池的诊断功能

富士电机的蓄电池诊断是在每年 1 ～ 2 次的点检中无法发现的、对不间断电源装置（UPS）的控制阀式铅蓄电池急速特性劣化征兆进行诊断的功能。利用安装在控制阀式铅蓄电池上的传感器，能够以电池为单位持续测定电压、内部电阻和温度，使特性变化可视化。其特点如下所示。

(a)　在传感器和边缘终端 BRM（Battery Remote Checker）间，以 2.4 GHz 的无线进行通信。由此，可轻松地将传感器安装到最多 192 个电池单元的控制阀式铅蓄电池上。

(b)　由于在云端上运用，所以可轻松实现信息共享。

(c)　可签署维护合同，实时检测到控制阀式铅蓄电池的劣化时，可立即准备替代品进行更换。

3．3　面向产业成套设备的边缘终端

生产现场使用的边缘终端，根据从 PIO 信号收集数据的终端，或连接到传输线路上的终端等用途，有各种不同类型。此文介绍连接到控制系统的控制 LAN 中收集构成控制系统机器的运行数据等的、面向产业成套设备的边缘终端。边缘终端从构成控制系统的控制器 DCS（Distributed Control System）、PLC（Programmable Logic Controller）以及连接到控制 LAN 上的 PC 自动收集运行数据，并存储于 NAS（Network Attached Storage）或云端中。**图 5** 中展示了面向产业成套设备的边缘终端连接构成。

(1)　支持各类网络的通信和数据收集

面向产业成套设备的边缘终端可选择多种通信模块，如 FL-net 标准 LAN、Ethernet、DPCS-F、PE-Link〈注〉等。另外，具备所连接网络的通信协议，可从包括遗留机器在内的对象机器收集数据。并且，也能收集预测经年劣化导致故障所必需的温度、湿度等环境数据。

(2)　数据的存储和分析

收集到的数据存储于 NAS 中，防止数据消失。而时间跨度大的数据则存储于云端，用于资源不足等的分析。

〈注〉Ethernet：富士施乐株式会社的商标或注册商标

DPCS-F、PE-Link：富士电机的控制网络

(3)　PC 支援软件

收集数据的种类、收集周期等的定义，通过连接 PC 支援软件可简单设定。保全作业者使用该 PC 支援软件，参照故障发生前后的数据，便可查明故障原因。

3．4　作业支援

IoT 的对象不仅有机器，还有保全作业人员。富士电机提供的可穿戴设备，指**图 6** 所示的带摄像头和小型监视器的眼镜型可穿戴设备，保全作业人员可在不特意操作的情况下，将自己看到的内容以视频形式发送给本部。另外，无需用手操作即可浏览所需的画面，以及进行双向的语音交流，接受本部的远程支援。使用例如下所示。

(1)　作业记录的保存

作业汇报以作业结果为主体进行。因此，仅凭提交的作业检查清单，作业是否按步骤实施、报告有无错误等，管理者难以把握所有情况。而保全作业人员身着可穿戴设备，始终启动录像功能便可在不特意操作的情况下保存作业记录。

(2)　点检支援

在进行预防保全作业时，事先准备点检要领书，之后，根据点检检查清单，确认设备的健全性。若使用可穿戴设备，检查清单的点检项目将按步骤被指示在小型监视器上。基于此以语音输入点检结果，因此点检项目的确认和点检结果的输入完全无需用手操作。点检要领不明确时，使用帮助功能回放作业步骤等的视频就能顺利推进点检作业。

(3)　学习支援

上述点检支援功能也可用于保全作业人员培训时的设备

图 6　眼镜型可穿戴设备穿戴例

图 7　对点检实习系统进行远程监控的实习培训

点检方法自我学习。可以一边用视频反复确认点检要领，一边进行实际点检，切实掌握技术。另外，讲师可在设置于本部的监视器上确认点检情形，因此能细致地提出建议。**图 7** 中展示了点检行动的远程监控实习培训情景。

3.5　安全对策[2][3]

富士电机提供的云技术型设备保全服务，为了让顾客能安心使用，确保了 Web 应用程序的安全。

⑴　设置环境安全性的确保

作为云服务的风险，可预想到的有恶意攻击以及断电导致的服务停止。作为针对恶意攻击的对策，对服务器设置场所分区并导入了认证系统；而作为灾害时的断电对策则导入了 UPS，从而确保了设置环境的安全性。

⑵　云系统安全性的确保

网络和服务基础框架的安全对策如下所示。

⑷　网络

针对因通信被截取导致的数据流出，对通信进行了加密。

⑹　ID 管理

采用无法识别个人信息的 ID 体系。另外，访问云服务时的密码，采取了通过保持加密状态、让其他用户无法确认的机制。

⑹　SQL 语句（数据库语言）和 OS 指令

很多与数据库联动的云系统，是根据使用者输入的信息创建 SQL 语句、操作数据库的。若 SQL 语句的编写方法有疏漏，可能导致数据库被非法使用。针对这种漏洞，采用了在 SQL 语句中不直接输入实际的值，而是用临时符号代替，从而间接分配实际值的对策。并且，针对因外部攻击导致 Web 服务器的 OS 指令被非法执行的漏洞，也采取了同样的避免使用可直接操作的语言功能对策。

4　后记

本文对支援设备稳定运行的服务解决方案进行了介绍。IoT 的使用将使成套设备和其他设备的运行更稳定、运用费用降低，具有巨大的潜力。富士电机将通过使用 IoT，进一步充实云技术型设备保全服务的功能，为客户设备的稳定运行做贡献。

参考文献

⑴　福島宗次ほか. プラントの安定操業・効率化を支援するサービスソリューション. 富士電機技報. 2014, vol.87, no.1, p.25-32.

⑵　経済産業省. クラウドコンピューティング及びクラウド情報セキュリティマネージメントガイドラインの概要について.

⑶　独立行政法人 情報処理推進機構. 安全なウェブサイトの作り方 改訂第 7 版.

北谷　保治

从事售后服务业务、服务业务支援系统、云技术型设备保全服务等解决方案的开发和运用业务。现为富士电机株式会社产业基础设施事业本部服务统括部推进部课长。电气学会会员。

藤田　史彦

从事监控系统“MICREX-VieW XX”的开发业务。现为富士电机株式会社技术开发本部核心技术研究所控制技术开发中心控制系统开发部主任。测量自动控制学会会员。

大头　威

从事云技术型设备保全服务的研究开发。现为富士电机株式会社技术开发本部核心技术研究所控制技术开发中心能源解决方案开发部主任。

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。