电力电子系统的工业解决方案

工厂自动化
工艺自动化
环境解决方案
测量和控制
运输系统

展望

富士电机在电力电子设备方面以电力转换技术为核心努力实现进一步高效化、小型化及轻量化，并以社会和产业为中心在各个领域进行推广，从而作出贡献。

工厂自动化

在工厂自动化方面，富士电机为满足办公大楼及工厂不断增加的节能需求，将商用切换一体型变频器“FRENIC-HVAC PD 系列”产品化。引进变频器时，将过去所需的周边电路放入变频器内，不再需要控制柜，因而可节省很大空间。另外，在升降等用途中将变频器的回生能源回收到电源处，从而将大幅节能且省空间的紧凑型转换器“FRENIC-eRHR”“FRENIC-eRHC”产品化。

为使动作系统满足生产设备高度化的要求，而将伺服系统“ALPHA7”、伺服电机的各系列及动作控制器“SPH3000D”产品化。而且为了适应生产高效化且人工费高涨的亚洲市场，将伺服系统“ALPHA5 Smart Plus 系列”和小型控制器“SPF 系列”产品化。在 HMI 方面，则将重视可见性及外部接口的“TECHNOSHOT 系列”产品化。

在旋转设备方面，效率管制在全球范围内不断付诸实施，在这种情况下富士电机将符合中国 GB2 及美国 EISA 的、满足国外效率规定的电机成功产品化。

工艺自动化

在工艺自动化方面，富士电机以驱动控制技术、测量控制技术及感应炉和熔解炉等工业电热技术为核心，正在推广可确保生产设备稳定运行且削减原单位的设备和系统。

在钢铁和有色金属领域，向有望成为汽车及家电生产集中地的印度尼西亚和土耳其交付了高速驱动控制系统。在日本国内，有效运用现有软件资产，并使用加强与上位系统联动和支持保养的产业用驱动装置及监控系统，不断扩大事业规模。

在化学及食品领域，随着消费者需求的多样化，面向消费市场的终端产品制造厂新建和改建项目不断增加。这些领域除了要求多品种少量生产和稳定操作外，还要求比过去进一步提高品质及制造效率。富士电机除了具备过去所培养的控制技术外，还建立起预测成套设备异常以通知操作人员的机制，并开始提供产品。今后还计划增加将避免异常的操作通知给操作人员的功能。

在垃圾处理领域，除了对现有设备系统进行更新换代外，因设备老化进行重建及因事业整合进行新建的情况不断增加。更新换代中最大限度地利用顾客应用软件等现有资产；新建过程中根据丰富的供货业绩运用控制关键技术来优化控制性。另外，处理废气等环境政策还要求采取必要的成本削减措施，我们提供了与缩短响应时间的气体分析仪组合而成的解决方案。

在工业电热领域，采用电磁场分析及热分析技术，扩大感应加热的用途。富士电机今后将扩充更高频领域的电源装置，不断推动在新用途上的运用。

环境解决方案

在环境解决方案方面，开发出“无污泥污水处理系统”作为污水处理的新生物处理方式。本系统由利用磁力分离污泥的磁气分离装置和适用于污水处理的芽孢杆菌组合而成，是几乎不产生剩余污泥的污水处理系统。本系统不需要沉淀槽和污泥脱水机，可控制设备的建设成本及电费、药品费等运行成本，并节省空间。

在植物工厂领域，开发出高檐高建筑工法，可减少设备内骨料，并提高采光性和设施内的作业性。另外，还开发出“CO_2 及热供应系统”，从单一燃料中产生 CO_2 和制暖热量并供应。本系统与传统设备相比，可将运用成本削减 3 成左右。本工法和系统被用于北海道沙拉彩椒株式会社的植物工厂。

测量和控制

在测量和控制方面，不断提供测量仪器和传感器作为强大的组件，明确用途和运用场所而为系统提供支持。针对中国的塑料成型机市场，将温度调节仪产品化；针对石油及化学成套设备，将支持安全规格认证（SIL）的压力变送器及支持防爆认证的高精度管段式超声波流量计产品化。另外，还对环境信息传感用无线传感器网络系统“FeMIEL2.0”进行扩展开发，将测量仪器和传感器的信号（温度湿度、模拟输出）传输给上位系统。

运输系统

在运输系统方面，针对东海道新干线车辆，与东海旅客铁道株式会社共同开发出使用 SiC（碳化硅）功率半导体模块的主转换装置。目前已将试制设备安装于东海道新干线 N700 系车辆，正在继续实施行驶试验。在高速铁路的驱动系统中使用 SiC 功率半导体模块尚属世界首次。另外，还运用高频共振电路技术，开发出小型轻量的辅助电源装置。在车门驱动系统方面，向东日本旅客铁路株式会社的山手线量产车提供了齿条齿轮方式的电动门，并于 2017 年 5 月开始营业运行，该齿条齿轮方式的电动门与传统气动门相比，可靠性和维护性得到改善。

工厂自动化

1 紧凑型转换器“FRENIC-eRHR”“FRENIC-eRHC”

富士电机开发出比传统产品更加紧凑的电源回生转换器“FRENIC-eRHR”和 PWM 转换器“FRENIC-eRHC”2 个系列。其主要特点如下：

(1) 在变频器上使用电源回生转换器，从而大幅提高了节能和制动能力。

(2) 用于代替制动电阻器或制动单元，从而可节省空间，并降低所产生的损耗。

(3) FRENIC-eRHC 通过 PWM 控制可大幅降低高次谐波电流，与变频器组合使用可将高次谐波抑制措施指南的换算系数 K_i 减少到 0。而且基本能以功率因数 1 运行，因此可实现电源变压器容量及设备等的小型化。

图1 “RHR22C-2EJ”“RHR30C-4EJ”

2 面向中国及亚洲市场的伺服系统“ALPHA5 Smart Plus 系列”

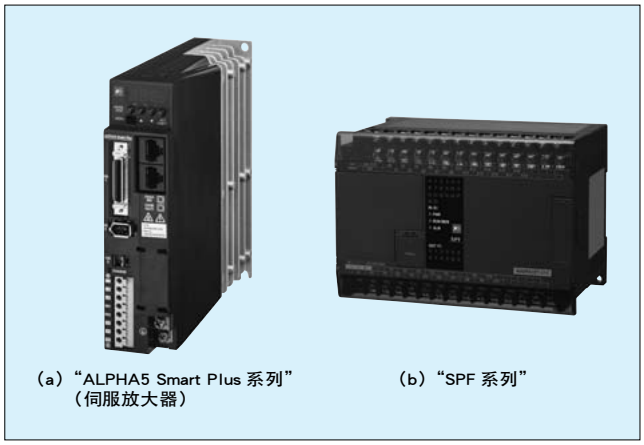
在中国及亚洲市场上，在加工机械、取出机械手、包装机等控制方面，使用脉冲列、模拟信号的通用接口成为主流。富士电机对已获得众多供货业绩的“ALPHA5 Smart 系列”增加及改善控制功能，开发出“ALPHA5 Smart Plus 系列”。其主要特点如下：

(1) 配备动态制动功能

(2) 扩充单相输入产品（0.75 ⇒ 1.5 kW）

而且与 ALPHA5 Smart Plus 系列组合使用后，开发出适用于 4 轴以下小规模系统控制的小型控制器“SPF 系列”，将 I/O 点数从 360 字扩大到 512 字。

图2 “ALPHA5 Smart Plus 系列”“SPF 系列”



(a)“ALPHA5 Smart Plus 系列”（伺服放大器）　(b)“SPF 系列”

工厂自动化

3 可编程显示器“TECHNOSHOT 系列”

富士电机发售了可编程显示器“TECHNOSHOT 系列”的“TS2060”“TS2060i”。其主要特点如下：

⑴ 通过采用 5.7 型 TFT 彩色液晶提高可见性（显示色数、辉度、观察角、对比度）

⑵ 支持 USB Ver. 2.0 来实现高速数据通信

⑶ 通过增加画面数据内存容量和备用内存容量来提高表现力及数据保存能力 *

⑷ 标准配备 Ethernet 来支持较大范围的通信 *

⑸ 支持 SD 卡来提高运用数据时的方便性 *

⑹ 通过向后兼容可继承“UG221H”“V806”的画面资产

* 仅限 TS2060i

图 3 “TS2060i”

4 取得海外高效率认证的马达

为实现节能等目的，马达（三相异步电动机）的效率规定在各国得到推广，而且各国正在加快制定法律法规。富士电机开发出满足中国、美国及加拿大效率规定的高效率马达，并取得以下认证。

⑴ 中国〔0.75～375 kW（2、4、6 极设备）〕：
GB18613-2012 的 GB2 级（效率等级 IE3）、新中国版 RoHS 及 CCC 认证（仅限对象产品）

⑵ 美国及加拿大〔0.75～30 kW（2、4、6 极设备）〕：
EISA 和 EEAct（效率等级 IE3）、安全规格 UL 和 cUL

⑶ 美国〔0.75～55 kW（2、4 极设备）〕、〔0.75～45 kW（6 极设备）〕：
EISA（效率等级 IE3）

图 4 取得中国 GB2 级认证的马达

工艺自动化

1 棒钢型钢轧钢设备用电气产品

富士电机向印度尼西亚某公司提供了棒钢型钢轧钢设备用电气产品。通过采用最新的控制系统，实现了高性能高可靠性系统，并且提高了维护性及操作可视化等附加功能。其主要特点如下：

⑴ 在三电平变频器“FRENIC4400 VM5R”上新开发出 650 kVA 容量系列，适用于钢材切割用剪切机。如此可降低整体容量，成功削减成本，并实现了紧凑化。

⑵ 建立了操作中监视功能及维护性均很优秀的系统，可实现稳定操作。

○通过 HMI 及载入程序进行远程监视和维护

○运用通过“f（s）NISDAS 7”高速收集的操作数据（任意时间点的电流、电压、速度等）

图 5 轧钢机生产线全景

工艺自动化

2 古河电气工业株式会社 日光事业所热态可逆轧机驱动装置

富士电机向古河电气工业株式会社日光事业所提供了大容量水冷变频器和同步电动机作为热态可逆轧机驱动装置。其主要特点如下：

(1) 采用水冷方式减少安装面积（与过去相比减少 59%）

(2) 采用三电平方式降低高次谐波（与过去相比减少 59%）

(3) 通过新型监控装置提高操作性和可见性

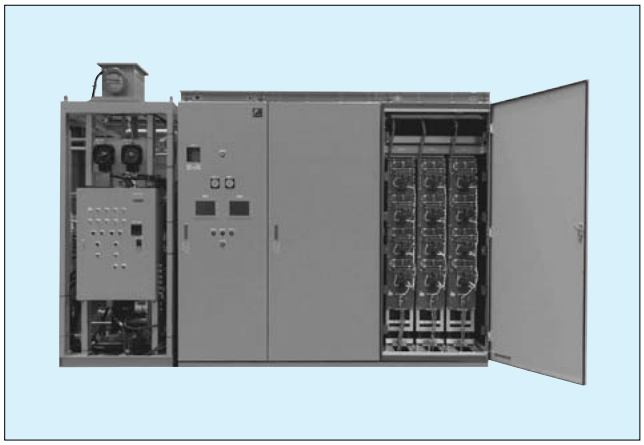
(4) 大容量水冷变频器“FRENIC4800 CM6/VM6”

- ○输入：3φ、3000 V、5200 kW
- ○输出：3φ、3100 V、6200 kVA
- ○耐受过负载：150%　1 分钟

(5) 同步电动机

- ○输出：2800 kW、160/320 min^{-1}
- ○耐受过负载：225%　1 分钟

图6　“FRENIC4800 CM6/VM6”



3 港湾用码头起重机的电气设备

富士电机向在全世界港湾的码头起重机提供了大量电气设备。本次为日本国内港湾提供了包括控制系统在内的码头起重机用电气设备。其主要特点如下：

(1) 在驱动装置中采用了堆栈式 PWM 转换器和高性能矢量变频器，实现了省空间、高性能及高可靠性，并且成功提高维护性。

(2) 监控装置配备了起重机状态监视、装卸管理、故障监视和故障跟踪等各功能，在发生故障时可快速分析并恢复。

(3) 采用高精度的防摆控制系统后，经验尚浅的操作人员也能与熟练工一样进行稳定操作。

图7　码头起重机全景

4 为爱知制钢株式会社 BT-CC 设备进行监控装置的更新换代

近年来随着装置老化而进行设备更新换代时，制造商要求其在确保高品质的前提下，缩短设备停运时间，并提供新的附加价值。富士电机为爱知制钢株式会社 BT-CC 设备进行了监控装置的更新换代。其主要特点如下：

(1) 通过多窗口显示、通用 OS 等简明操作，实现了更高水平的安全安心操作。例如，高效简易的成套设备操作，将警报、运行、操作记录进行整合来快速分析故障因素等。

(2) 将新操作人员终端和新控制器与现有控制 LAN“DPCS-F”和新控制 LAN（依据 FL-net Ver.3）的 2 个线路连接，通过开展并行处理试验，以高品质短时间使设备成功投产。

图8　监控装置

工艺自动化

5 高效率工程管理软件“HEART”的新功能

“HEART”是根据用 Excel、Visio 创建的控制功能规格书自动生成控制软件的工程管理软件，还可在其规格书上进行监控。本次新开发出如下功能。

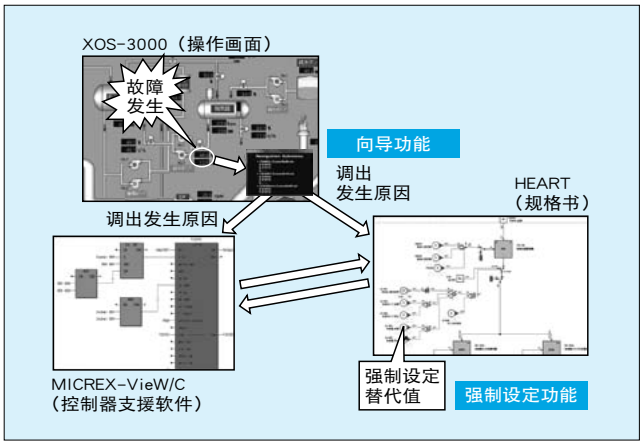
(1) 向导功能

成套设备发生故障时，可从操作画面中轻易地找出发生故障、警报的原因，并迅速采取对策。

(2) 强制设定功能

在成套设备发生异常，传感器出现故障，对设备进行局部点检时，用于临时避免异常或者避免二次故障。用户可使用替代值继续进行操作。

图9 向导功能和强制设定功能



6 扩充“MICREX-VieW XX”的功能

富士电机为解决顾客高品质产品制造和操作稳定化高效化的课题，针对用于成套设备的监控系统“MICREX-VieW XX”扩充了功能，增加了新的系统结构。

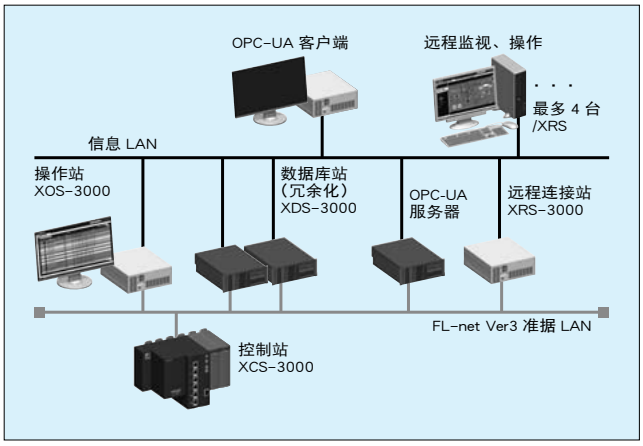
(1) 开发出远程连接站，在远离制造现场的办公室能够以与现场相同的画面和操作性进行远程监视操作。

(2) 开发出 OPC-UA 服务器，采用最新通信技术确保较高安全性，并且可灵活访问成套设备信息。

MICREX-VieW XX 不断进化，使数据收集和显示处理高速化，可长期保存成套设备数据，并提高安全性。

相关论文：富士电机技术期刊 2016, vol.C8, no.4, p.224

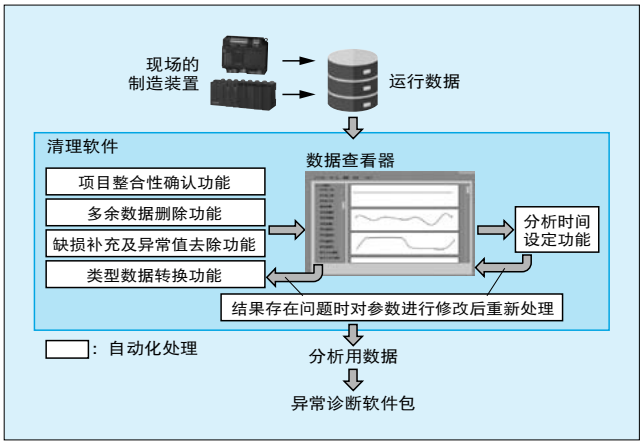
图10 远程监视及操作与 OPC-UA 服务器的结构



7 异常诊断用数据清理软件

富士电机开发出数据清理软件，其使用从设备、成套设备中获得的大量运行数据，制作用于进行异常诊断的数据。在多变量统计式工艺管理等异常诊断中，为了得到正确的诊断结果，需要根据专家意见对数据中所含的与诊断无关的设备停运时间及缺损、异常等数据进行去除并修正（数据清理）。本软件可以使公司内专家手动开展的数据清理工作自动化，无需专业知识也能进行。另外，通过能瞬时操作超 100 万个数据的图表绘制功能，可以使过去需要花费大量工时的整理结果确认工作高效化。其结果使用实际数据开展评估，能够将工时缩短到过去的大约 1/5。

图11 使用数据清理软件进行自动化



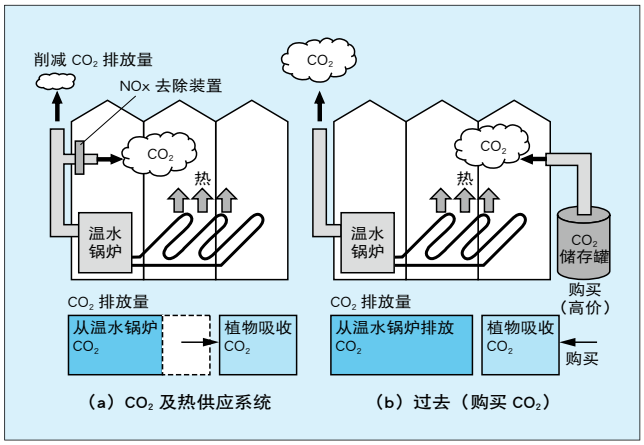
环境解决方案

1 植物工厂的高檐高建筑工法和“CO_2 及热供应系统”

富士电机针对太阳光利用型植物工厂，应用该领域发达国家荷兰开发的技术，并依据日本国内基准开发出高檐高建筑工法。通过增加檐高，并减少设备内骨料，从而提高了采光性和设施内的作业性。另外，还开发出“CO_2 及热供应系统”，从单一燃料中产生增加收获量不可缺少的 CO_2 和制暖热量并供应。本系统利用生成制暖热量时所产生的 CO_2，并将其集中供应。这样，与分别供应的传统设备相比，可将运用成本削减大致 3 成，并为降低环境负担作出贡献。

本工法和系统被用于北海道沙拉彩椒株式会社的植物工厂，今后将逐步推广。

图12 “CO_2 及热供应系统”的概念图



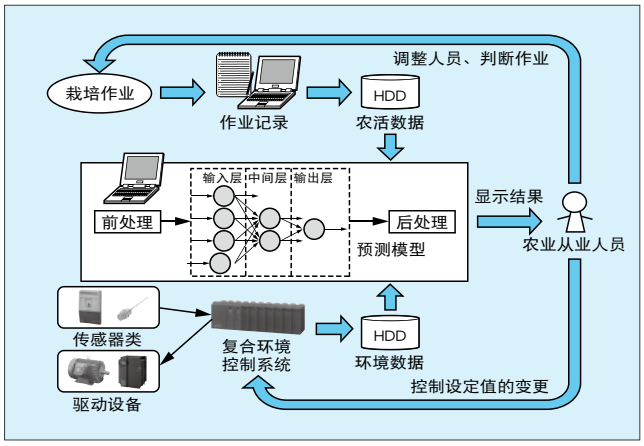
2 生产工艺数据预测系统

富士电机开发出预测草莓收获量的技术，来作为解决植物工厂课题的方法之一。以过去的环境数据和农活数据为基础开展机械学习，从而实现了较高的预测精度。另外，采用过去公式进行预测的方法需要设定复杂的参数，而这种方式则不需要，可大幅减少预测模型的调整工时。以日为单位进行高精度的收获量预测，可向顾客回复出货量或估算作业量，因此可减少销售损耗，提高作业效率，从而有望增加收益。

将北海道植物工厂“苫东农场”的实际收获量与短期预测收获量进行比较后，发现预测精度平均达到 15%。富士电机今后将不断提高中长期的预测精度，并计划推广应用到其他作物上。

相关论文：富士电机技术期刊 2016, vol.C8, no.4, p.203

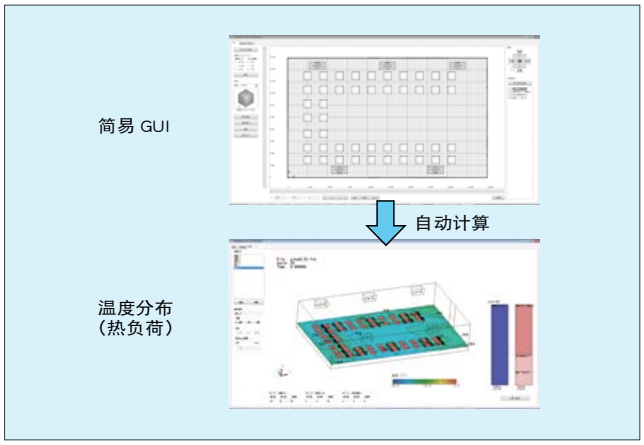
图13 生产工艺数据预测系统的结构



3 冷藏仓库的设计仿真

富士电机以冷藏仓库等大规模冷冻冷藏设备为对象开发出一种工程管理软件，该工程管理软件能在短时间内高精度地对冷却机组及气帘等室内空调设备的配置和选型进行设计。本软件的特点在于拥有以下功能：采用简易 GUI 的室内空调设备直观配置操作功能，以及采用热流体分析的冷藏仓库内热负荷和温度分布的三维分析功能。特别是在热流体分析中，为了对门开闭等冷藏仓库特有的非常规现象进行预测，而将常规计算与非常规计算相互组合，新开发出“疑似非常规计算”，从而实现了短时高精度分析。如此一来与过去相比可将室内空调设备的配置和选型所用时间缩短 20%，将热负荷的预测精度提高 15%。

图14 采用工程管理软件的设计仿真



测量和控制

1 数字温度调节仪 - 微控制器 X“PXE5”

富士电机的温度调节仪有品质高且价格合理的“PXF 系列”等，在全世界拥有累计销售超 300 万台的业绩。针对中国的塑料成型机械市场于 2016 年 9 月发售了新开发的“PXE5”。其主要特点如下：

(1) 除了 PID 自整定、模糊控制外，还标准配备 2 自由度 PID 控制

(2) 用 1 台进行双重控制（加热用、冷却用）

(3) 纵深 62 mm、正面显示部厚度 1.6 mm 的薄型结构

(4) 标准配备正面防水规格（NEMA4X）

(5) 标准配备载入程序接口

图15 “PXE5”

2 冷藏仓库用分区气帘

冷藏仓库中的货物量变动较大，在货物量较少时会对多余空间进行冷却，从而产生能量损失。富士电机开发出一种分区气帘，其根据货物量更改冷却范围，可实现节能。其主要特点如下：

(1) 只用气流将大空间分为两个不同的温度带，可实现温度分区。

(2) 升高无商品区域的设定温度，实现节能。

(3) 采用安装在天花板的结构，大幅降低与叉车等相撞的事故风险。

(4) 引进可动机构（可选件），可更改温度分区的范围。

图16 带可动机构的分区气帘

3 功能安全认证压力变送器

近年来石油及化学成套设备迫切要求紧急切断装置及消防设备等紧急时刻运行的安全系统具备可靠性，要求系统的组成设备满足功能安全认证 IEC 61508。富士电机为满足这些要求，开发出大幅加强自诊断功能的压力变送器，并取得了认证。同时还对世界最高级别的响应等性能、功能方面进行了改善。其规格如下：

(1) 功能安全认证（IEC 61508）

硬件：SIL2，软件：SIL3

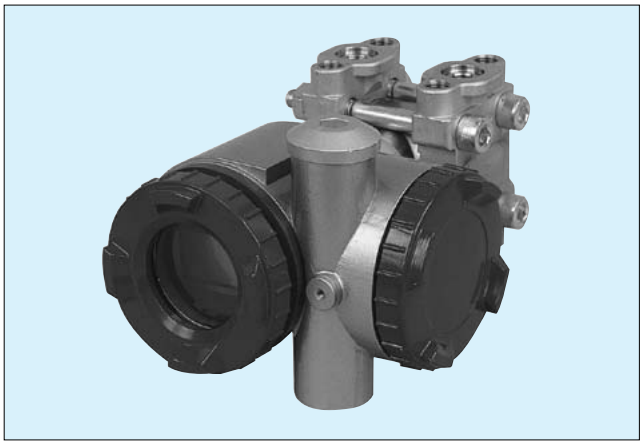
(2) 高速响应

无用时间：40 ms，输出更新周期：40 ms

(3) HART 通信

支持最新版本 7

图17 功能安全认证压力变送器



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。