

满足用户多种需求的水冷式高压大容量逆变器

邓隐北，孙永德，夏秀兰 编译

中科 863 生态技术开发集团有限公司

摘要：工厂主要设备中的大容量逆变器，在进行改进革新之际，是否附加高的控制功能和充实的用户支持功能，使用户选择产品时重要的评估标准。水冷式高压大容量逆变器FRENIC 4800VM6，对比原来的机型，应力求输出频率范围的扩大与设备控制功能的提高，由此以实现高质量的提高每种产品的生产率与成品率。而且迄今所需高度技术含量与众多人工的维护工作也能达到省力化。为有利于所有设备的稳定运行，采用了大型可编程操作显示器，与同时还对加载系统用户支持功能进行了刷新。

关键词：逆变器，可编程控制器，控制功能，用户支持功能，触摸屏，加载器

1 前言

近年来，为力图提高整个工厂的生产率并尽量缩短其故障停机时间（down time），我们对以往设备的合理性进行了汇总。工厂主要设备中的大容量逆变器在改进革新之际，是否附加高的控制功能和充实的用户支持功能，这已成为用户选择产品的重要判断准则。

为满足用户的需要，已从 2011 年销售的工厂用大容量逆变器 FRENIC4800VM₅ 的基础上做了改进，开发了逆变器 FRENIC4800VMM₆。本文，对提高控制功能、刷新用户支持功能的水冷高压大容量逆变器 FRENIC4800VM₆ 予以介绍。

2 FRENIC4800VM₆ 的概况

图 1 列出富士电机公司工厂用逆变器的产品系列。

在适用领域的三种输出电压下，涵盖了从 10KVA 到 26000KVA 广泛的容量范围。

上图中，高端模式的 FRENIC4800VM₆ 是水冷式高压大容量逆变器，用于钢铁和有色金属行业的大型轧制机、大型鼓风机、水泵、风洞试验装置等的电动机驱动。FRENIC4800VM₆ 对比原来的机型 FRENIC4800VM₅，通过输出频率的扩大和设备控制功能的提高，实现了高质量、多种产品生产率与成品率的提升。而且，迄今所需高度技术含量与众多人工的维护工作也能达到省力化。为有利于所有设备的稳定运行，采用了大型可编程操作显示器，同时还刷新了加载系统。FRENIC4800VM₆ 的操作、显示盘外观示于图 2。

系列名	特点	输出电压(V)	容量範圍 (kVA)			
			10	100	1,000	10,000
FRENIC4000VM5	工厂用矢量控制逆变器	400			5,400	
FRENIC4000FM5	工厂用 V/f 控制逆变器	400		900		
FRENIC4400VM6	大容量矢量控制逆变器	800			8,000	
FRENIC4800VM6	水冷大容量高压矢量控制逆变器	3,300				26,000

图 1 工厂用逆变器的产品系列

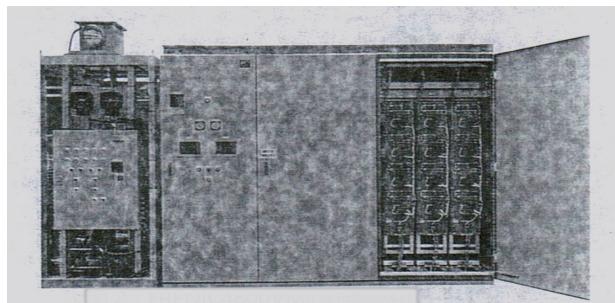


图 2 FRENIC4800VM₆ 的操控盘外观

表 1 : FRENIC4800VM₆ 的电气规格

项目	规格			
结构 (多层)	单机	2 层结构	3 层结构	4 层结构
变换器容量 (MW)	6.0	12.0	18.0	24.0
逆变器容量 (MVA)	6.6	13.2	19.8	26.4
电压	输入 3.1kV 3Φ 50/60Hz, 输出 3.3kV			
过负荷能力	150%	1 分钟时间		
驱动电动机	感应电动机	同步电动机		

3 控制功能的提高

3.1 扩展输出功率

FRENIC4800VM₆ 使用的高耐压 1GBT (绝缘栅双极晶体管) 模块, 一旦提高其开关频率损耗就增大, 故在原来机型的 FRENIC4800VM₅ 中, 配置了使载波电流相位与输出电压相位同步的脉宽调制 (PWM) 同步控制, 降低了开关频率。在没有减小逆变器容量的前提下, 已将最高输出频率扩展到业界顶尖水平的 100Hz。

图 3 表示由于逆变器的输出频率导致线电压的不同。逆变器输出频率如超过 15Hz。则进入同步的 PWM 领域。

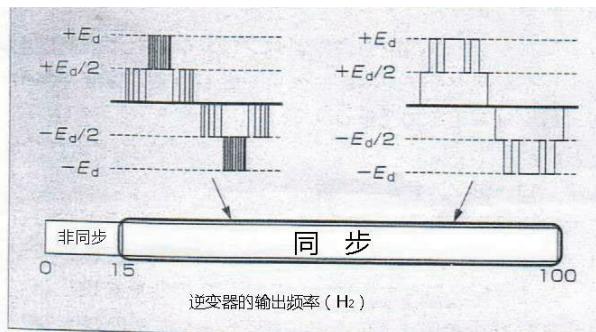


图 3 因逆变器输出频率导致线电压的不同

同步 PWM 领域中如不超过最大开关频率, 开关的次数则减少。

此外, 在过调制领域以前, 由于使用 PWM 同步控制, 逆变器的输出电压可由原来机型的 3.1kV 提高到 3.3kV。由此, 在不改变操作盘的外形尺寸下, 单机容量能由原来机型的 6.2MVA 增加到 6.6MVA。除水冷装置以外, 变换器和逆变器单机结构的操作盘外形尺寸, 与原来机型的外形尺寸相同; W2800×D165×H2400 (mm)。

3.2 提高设备控制功能

FRENIC4800VM₆ 能配置作为选件的 PROFIBUS 通信卡, 用于驱动装置之间的通信。此外, 因采用了 PROFIdrive 的通信格式, 不仅富士电机公司制造的驱动装置, 对应于 PROFIdrive 的其它公司制造的驱动装置, 也能较容易的进行通信。而且目前为控制工厂设备的复杂功能, 是配置在连接驱动装置的上位可编程控制器 (PLC) 上, 驱动装置之间因直接对工厂设备进行控制, 故能实现高速、高精度的控制。

作为驱动装置间的设备控制一例, 串列 (tandem) 配置的轧制机之间, 抑制轧辊材料上产生的张力 (无张力控制) 系统结构如图 4 所示。一般, 由 2 台轧制机同时滚轧的串列轧制过程中, 因为 2 台轧制机的滚轧周速之差, 滚轧材料上会产生张力, 这对产品的形状有坏的影响。因此力求控制轧辊机, 以便抑制轧辊材料上所产生的张力。

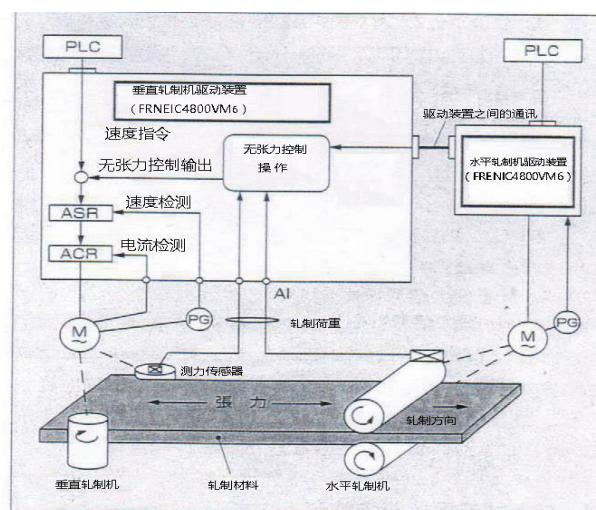


图 4 有驱动装置组成的工厂控制系统结构例

图 4 的实例中，在驱动轧制机的驱动装置中，由驱动水平轧制机的驱动装置。将水平轧制机的转速和转矩检测值等经过 PROFIBUS，使 FRENIC4800VM₆ 直接接收信息。FRENIC4800VM₆ 利用这些检测值与来自测力传感器的模拟输入的轧制荷重，抑制滚动材料上产生的张力，这样一来，就可以对垂直轧制机的转速进行补正。由此，上位 PLC 只对 2 台驱动装置发射线速度设定值信息，而与“无张力控制”无关。

另方面 FRENIC4800VM₆ 在没有上位 PLC 进行“无张力控制”的情况下，上位 PLC 接收从垂直轧制机与水平轧制机各自驱动装置的必要数据，在此基础上算出转速的补正值，发送至驱动装置上。为额外加上上位 PLC 与驱动装置之间的通信时间，对比由 FRENIC4800VM₆ 进行无张力控制场合，没有提高控制响应，故存在对轧制材料上产生张力不能快捷抑制的问题。

3.3 C1 环与变换器控制传输的扩充

在原来机型 FROFIBUS 等的传输电缆，能与逆变器直接连接，但不能与变换器直接连接。为此，变换器的信息是通过逆变器与变换器之间的光传输电缆（CI 环）发送至逆变器，再通过逆变器向上位 PLC 发送。但是，利用 CI 环从变换器能发送至逆变器的信息量是有限的，故需要追加的信息必须通过硬件（hardware）等其它信号线进行传输。图 5 所示为 FRENIC4800VM₆ 的装置结构。在 FRENIC4800VM₆ 中，上位 PLC 与变换器能由传输电缆直接连接，上位 PLC 能接收变换器的详细信息。由此，既可削减硬件，又可使维护作业省力化。

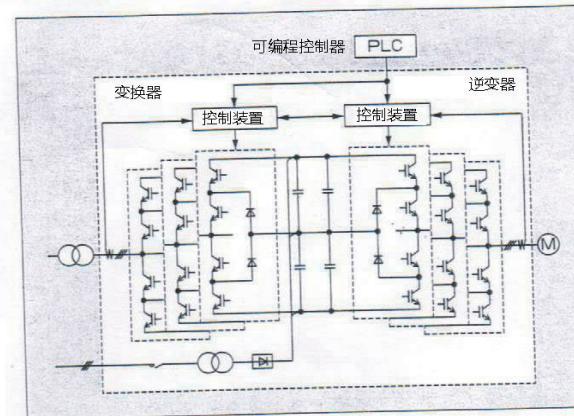


图 5 FRENIC4800VM₆ 的装置结构

4 用户支持功能的扩充

4.1 大型可编程操作显示器的采用

逆变器和变换器的设定、运行、监视、维护的各种操作，均通过盘面的触摸屏进行。原来机型的 FRENIC4800VM₅，是 4 位的 LED 监视器和配有最大 5 行 × 13 文字可显示液晶监视器的小型触摸屏。而在 FRENIC4800VM₆ 中，因采用了 8.4 型可编程操作显示器，故大幅度提高了其视觉认定性与操作性。而且，原来小型触摸屏上不能充分、详细显示的问题，也得到了解决，且不依赖使用说明书可凭直觉操作。可编程显示器配备了两台，分别用于逆变器和变换器。

由于采用了大型可编程操作显示器，对比以前已得到改善的功能，或是新追加的主要功能（画面），列举如下：

(1) 监视器画面 逆变器和变换器的简易控制框图上，实时显示着各种指令值和检测值。逆变器和变换器的运行状况能一目了然的确认。能进行运转、停止及参数的变更等操作。而且，对运行时间及有使用期限部件的使用状况等维护信息也能在同一画面上显示。图 6 所示为逆变器的监视器画面。

(2) 故障履历画面 原来机型 FRENIC4800VM₅ 中，有 40 项发生故障的经历记录（故障的重要原因与发生的日期时间），而在 FRENIC4800VM₆ 中，则有按顺序直到 100 项的经历显示，能追溯过去予以确认。而且触摸画面的按钮，就可确认各故障的内容、原因、以及处置的导向（guidance）。

(3) 跳闸数据画面 可以记录和显示故障发生时的内部数据（控制数据），即使没有 PC（专用计算机）和数据采集装置，故障产生时的状况也能即时确认。

(4) 编制文件（document file）的显示功能 逆变器的操作说明书及控制框图等编制文件，能由大型触摸屏显示，故可实现维护作业的无纸化（paper-less）。

4.2 加载系统（roader system）的刷新

大规模工厂设备中，设置数百台的逆变器并不罕见。在维护作业时必须使用个人计算机（PC）的加载器（PC 输入程序），以便监视全部逆变器的状态。但是，原来的 PC 加载器（1 : 1 加载器），一次只能连接 1 台逆变器，故

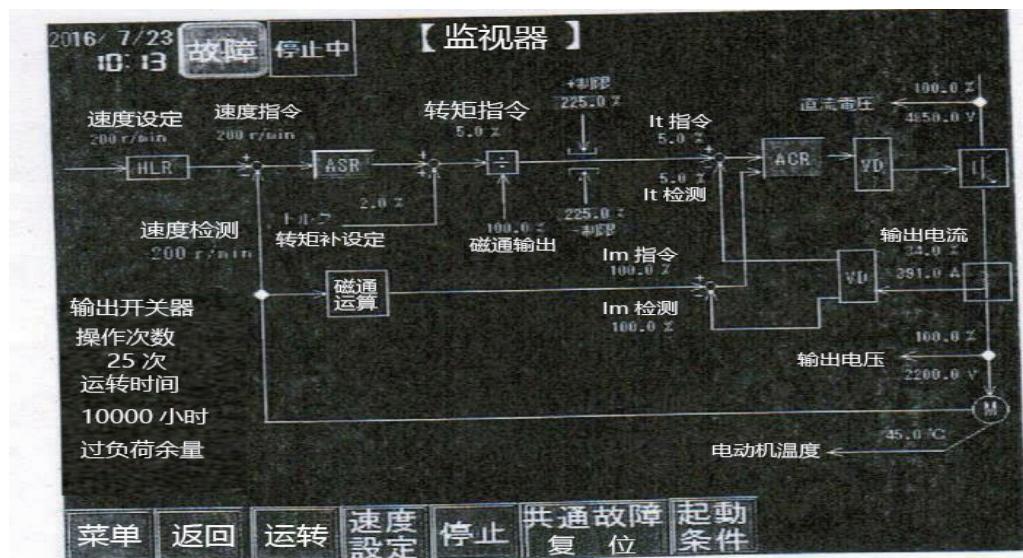


图 6 监视器画面(逆变器侧)

有很多台逆变器时，其维护作业需要花费很多人工和时间，这样对用户形成大的负担，且逆变器的数据管理也很复杂。

这次开发的 PC 加载器（1:N 加载器），对多台逆变器可同时进行维护作业，构成如图 7 所示的网络。

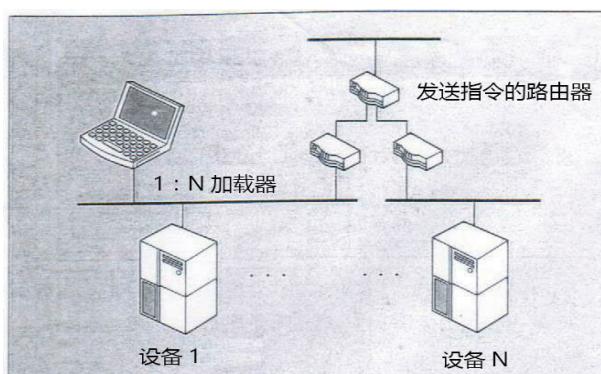


图 7 1:N 加载器的网络结构

1:N 加载器与逆变器的连接因采用了以太网 (Ethernet)，连接在与物理距离无关的同一网络内，故能同时操作、监视多台逆变器。1:N 加载器的特点如下：

(1) 监视功能 对连接着全部逆变器的运行状态及故障情况，可进行一元化监视。

(2) 比较功能 对连接着各台逆变器的设定参数，可

在加载器上进行比较。

(3) 管理功能 对连接着逆变器保存于其内部的信息 (设定、故障经历、实时跟踪)，可一概保存 (管理)。

1:N 加载器，如同原来 1:1 加载器所具有的功能那样，可同时连接多台逆变器，因此，能大幅度削减用户维护作业的劳动力。

5 结束语

对比原来的机型，可大幅度提高控制性能与用户支持功能的水冷式高压大容量逆变器 FRENIC4800VM₆，对其有关情况做了介绍。作为富士电机工厂用逆变器的高端产品，促进了其它功能的进一步提升，应用领域的进一步扩大，这正是全社会所需求的发展趋势。

原文出处：MIYASHITA,Tsutomo;NAKAMURA,Yosuke;IWAMOTO,Kazuyuki;“FRENIC4800VM₆”Medium-Voltage High-Capacity Inverter with Water-Cooling System Designed to Meet Various User Needs (日)富士电机技报 2018 vol.91 no.1