

对日本三菱工厂 FA 的考察报告

南京优倍电气有限公司 董健

我公司自 2012 年开始，将两化融合与数字工厂的建设同步进行，其中涉及到了机器人的应用。应三菱电机自动化（中国）有限公司的邀请，本人及一行于 6 月 23-27 日对日本三菱电机株式会社名古屋制作所进行了交流访问，以考察、学习三菱 FA（Factory Automation——工厂自动化）及机器人技术。



三菱电机名古屋制作所



访问组及名古屋制作所人员

名古屋制作所是三菱电机历史最长的工厂，主要生产自动化生产线的相关控制及驱动设备，其知名度及产量位居世界前列。在该工厂内所见到的所制造的品种非常多样，这很符合我们考察生产多品种产品的自动化生产线的初衷。

据介绍，该所有生产人员约三千多名，但其中的开发设计人员占了大多数，这些为数众多的设计人员不仅是产品研发人员，为数更多的是生产工艺及装备设计人员，因此生产人员很少，自动化程度极高，特别是此次视察的可儿工厂的接触器生产车间、伺服工厂的自动化设备以及管理理念给我们留下了深刻印象。

一、可儿工厂考察印象

可儿工厂主要制造接触器产品，内有两条自动化生产线，其中一条是十多年前就已经开始投用的全自动化产线，另一条是后期投用的。这两条线除了原料加料和对成品外观的目检外，整条产线几乎无人。大产线全长超过 50 米，各个重要工艺点由集群化的、高密度的自动化装备组成，这样的集群约有 40-50 个，我看了工艺牌，称之为“XX 工段”，每个工段由一个或多个 PLC 组成，各个工段与控制室之间采用 CC-LINK 生产网络联网控制。就我在现场见到的、在线生产

的就超过 10 个型号的产品，该全自动化生产线可以根据生产计划，自动完成选料、上料、组装、测试、包装、搬运等工序，这样多品种多规格产品的自动交叉生产的模式，即我们国内所提出的“柔性生产”的概念，非常适合我们多品种、小批量的仪器仪表行业，这也是我公司正在建设中的数字工厂所需达到的最为主要的目的之一，这将对快速切换产线、缩短交货期、大量减少成品、半成品库存、提高能源利用率等有着重要意义。

该厂厂长介绍说，他们为弥补这条大产线所带来的故障停机风险、较难完成插单等问题，又组建 6 条小容量生产线，这也正是我们建设全自动大生产线时所考虑的、是否需要组建小容量自动化生产线的问题，为此，我特别考察了车间另一端的 6 条小生产线。

大生产线基本都是由高度自动化的专用工装装备、并配以少量的机器人实现，而这 6 条小产线则几乎全部由机器人组成，相比大生产线，该产线的装备配置比较灵活，每一个工段都由单台到数台的机器人来执行操作，而这些机器人有独立运行、也有群运行，设计精巧、运转高效，每一条小产线均可以完成大生产线所能完成的全部工作，而这 6 条小产线合在一起的产能与大产线相当。

通过现场考察及与三菱生产技术人员讨论，认识到之所以全自动的大容量长线和小容量短线搭配生产，是在充分发挥大容量长线的无人、高速、大批量优势的同时，利用短线解决了长线所无法完成的小批量，多品种，快速切换等问题，特别是解决了长线在有故障时需要较长时间停产检修的问题，从而不会影响、或最大限度地消除长线停产所造成的交货期延期。

这样长短线结合的经验应该是我国需要借鉴的，现在国内很多工厂正在如火如荼地进行大产线的自动化改造，部分企业有可能忽视了全自动大产线的隐患。针对此问题在与日方技术人员深入探讨时，他们给出的认识是：大产线有优势也有弊病，应该从实际生产需求入手，不可以盲目追求无人化、全自动，他们为此有过深刻教训并付出了代价。因此，我们可以避开日本三菱所走过的弯路，根据各个工厂的实际需求、及我国仪器仪表行业客户订单急、零散、更改频度高等特点，多考虑长短结合、规模化和灵活性相结合、相补充的方案。

二、伺服工厂考察印象

该工厂生产的是三菱电机的精密伺服马达及配套的控制器。由于该工厂引入了三菱 FA 最新的管理理念，也刚投用数年，其自动化生产及管理水平更高。该工厂最大的特点是全车间的各个产线都有先进的生产管理系统协调，并实现整体控制（e-F@ctory），即实现了数字可视化节能工厂。该系统从上端的 ERP 系统连接到 MES（生产过程执行系统），再通过 Ethernet 关联到所有的下位控制系统（工段装备群），并通过 CC-Link 现场总线关联到每个工段的驱动系统，从而组成了有机的节能和生产管理生态圈。

该工厂也大量采用了机器人的生产，有的机器人看起来很陈旧，一问才知道居然已经使用了 20 年以上，虽然陈旧，但动作灵敏准确，甚至在狭小的空间内有大量的机器人在做频繁交叉动作，在如此高密度组合、高速的运行的情况下互相之间却毫无发生碰撞，而且时间交叉的非常精准，我们不得不惊叹日本技术人员的设计水平。

在理解三菱的 e-F@ctory 数字工厂管理概念后，我们总结认为其中核心之一是将未来的数字工厂做了责任目标的分解，使得工厂管理的思路、目的更加清晰，我们对此的归纳总结如下：

1、作为企业的工厂的目标：

- （1）提高设备生产效率
- （2）提高产品品质
- （3）提高产品质量等信息的可追踪性
- （4）对就业人员、设备提供安全保障

2、作为社会的工厂的目标：

- （1）节省能源、能耗监控
- （2）降低直至零排放，并对环境监控

该工厂的 e-F@ctory 管理非常高效地将以上两个目标结合在一起进行了有效管理，具体方法为：

1、环保节能。

实现能源管理的系统通过总线通讯功能，将在各个设备上安装的能源测量数据导入到系统计算机，系统计算机根据这些数据进行分析、判断、处理，从而进一步精细化地改善能源的使用效能，其控制末端甚至可以涉及到照明等非直接

生产的设备。

2、可视化管理

在伺服产品生产现场，每一台设备（或工段）上都有监视屏幕（很小，普遍只有 12 寸、9 寸甚至更小），随时可以看到本设备、并可切换到整体工段的生产现状。这样的管理模式在保证高效生产的同时，还可以最大程度地降低生产中的浪费，其中包括上料的周期提醒，生产计划完成的指标和实绩等，都可以一目了然，无论是总控室的人员，车间领导，或是现场人员都可以共享这套系统信息。

特别强调的是，我在仔细、反复地观察了生产现场后，发现他们现场监视屏幕的信息非常丰富，并还有更多的信息通过总线集中到了主控室，同时，其信息内容与我们国内不少企业“看板”的内容大有不同，我们只是显示本工序的执行结果，或是追溯的数据，或只是显示当班产量、计划产量等来自 ERP 的信息，而他们监视屏所显示的是生产过程中每一个工段、每一个设备实时动态的所有运行参数，以及参与改进、控制、反馈的全过程信息。该工厂之所以可以实现如此详细、高效、集中的信息模式的重要原因有二：

- （1）所有工段设备实现了定制化、自动化、信息化；
- （2）生产线的管理采用了先进的 MES 系统。

我们仪器仪表行业 ERP 的应用已较为普及，实现以 ERP 为基础的“看板”已不是难题，但如果要上升到对每台工艺装备实现“三化”，加上构思建立“ERP—MES—装备”的全流程管控系统，甚至完成建立在每个工艺环节上的“大数据库”，还将有很长的路要走。

其实，建立这样的大数据库也是德国工业 4.0 的核心目标之一。

三、三菱电机 FA 各项先进产品考察

我们还参观了 FCC（FA Communication Center）展厅，在该展厅中展示了名古屋制作所可以生产的所有产品，不仅仅有众多的 FA 产品、还介绍了不少行业解决方案。



展厅中我们看到三菱电机的 FA 产品有 PLC、HMI、各类机器人、变频器、伺服运动控制器、伺服马达、NC 系统、放电加工机、激光加工机、马达接触器、安全开关控制器等等，这涉及到了 FA 所需要的绝大部分核心产品。

就我们特别关心三菱机器人技术，通过展示了解到了更全面、更深入的机器人技术情况，其速度和精度的优势比较适合于我们仪器仪表行业，同时也考察了力觉传感、视觉传感、干涉回避、复碗协调、多功能抓手及生产平台与机器人之间的网络协调系统等。



展示的三台机器人协同完成高难度的部件组装

4、总结

日本制造业的 FA 历史已经超过了 40 多年，FA 市场也进入了成熟发展期，而我国 FA 与之相比目前差距还很大，当然也更有发展空间。从对机器人考察的感受而言，我们认识到国内的机器人等应用还处于刚刚起步阶段，对机器人的理

解深度及实际应用技术还有待于学习和完善。此次考察三菱名古屋制作所得了很多极有意义收获和借鉴，特别是针对我们在建数字工厂过程中所产生的一些困惑得到了有益的启示，这将使我们今后的工作少走不少弯路。

同时，我们也深深地感悟到，FA 应用的目的不仅仅是节省人工成本、提高产品品质或是生产效能，更重要的是要充分重视生产工艺整体的管理理念，并体现出对工厂、对社会责任。

我们希望通过自身不断的探索和努力，更需要在同行领导、专家的帮助、指导下，扎扎实实地完成数字工厂的建设，以为全行业今后数字工厂的建设提供一定的值得借鉴的经验和教训，为我们仪器仪表行业的整体发展尽微薄之力。