

新型变频器生产测试系统

New Test system for VFD base on virtual instrument technology

杨海江

Yang Haijiang,

无锡纳旭测控科技有限公司

2015 年 5 月

Nasch

摘要

本文介绍了一种新型的基工业电脑的变频器生产自动功能测试系统,该系统采用 NI 公司的 LABVIEW 软件和 NI 数据采集模块 DAQ 开发的基于虚拟仪器技术的变频器功能检测系统,系统结合了 LABVIEW 软件丰富的测试界面,和 DAQ 的数据采集信号处理能力,并采用数据库管理为变频器在生产制造过程中的功能测试提供了一种新型的经济实用的检测系统和可追溯系统。

关键词:变频器,功能测试,数据库,条码追溯系统

Abstract:

Introduce a new style test system base on IPC for Drives automatic function test system ,This system is developed on LABVIEW software which is most popular program language for test field , and the system combine the NI DAQ for high performance data analysis ,this solution provide a new method for VSD function test before send customer.

Key Words:

1 引言

近年来,随着工业自动化程度的不断深化及环保节能需求的日益高涨,变频器产业进入了快速发展期,一大批国内变频器品牌不断涌现,市场竞争日趋规模化生产成为变频器企业在解决了产品研发和市场开拓的初期目标后,亟待解决的又一问题,目前大部分变频器制造商在生产制造过程中采用都是比较原始的手工检测方法,效率低下,安全隐患高,数据统计分析较弱,无法有效对整个生产测试过程进行管控。变频器作为工业市场驱动类产品的核心产品,其市场应用十分广阔,应用环境也十

分复杂,有四五十度高温的沙漠运行环境,也有零下几十度在冰天雪地中应用,也有在粉尘污染严重的地方运行。作为电力电子产品,其制造过程也远远大于普通的机械产品和电子产品。所以如何能确保每台产品能合格的出厂,是每个变频器厂需要解决的一个重要问题。

本文将介绍一种基于虚拟仪器技术的变频器生产测试系统,该系统从整体上解决了客户在变频器生产制造过程中各个环节的检测和数据信息的整合,为变频器的制造过程提供完整的制造,测试监控过程,确保每台产品合格出厂。

2 现状分析

目前，随着变频器市场应用的日益成熟，整个低压变频器市场达到 300 亿规模，随着变频器研发技术门槛的不断降低，越来越多的国产变频器厂家加入到这个市场，加剧了整个市场的竞争程度，虽然涌现出像汇川，英威腾等国内知名的变频器制造商，但是内外资品牌市场占有率整体情况未发生实质性变化，外资品牌变频器仍占据 60%以上市场份额，并且利润的 80%由外资品牌创造。



图片来自 CAISG

目前国内变频器厂家已基本解决了变频器研发设计方面的问题，普遍都能开发出高性能的矢量型变频器，满足 90%以上的市场应用，但是在产品质量稳定性方面远远低于欧美同类产品，导致在很多场合客户不敢轻易尝试国内品牌，究其原因在于国内变频器制造厂商还没有从原来的研发，销售型公司真正转向制造型公司，企业重视研发，销售，轻视生产制造，特别在制造过程中，无法进行有效的质量监控，没有形成持续改进的质量意识。大部分企业的生产管理体系处于比较原始的开环状态，产品检测手段缺失，效率低下，数据分析能力低下，无法有效形成持续改进的质量管理体系。



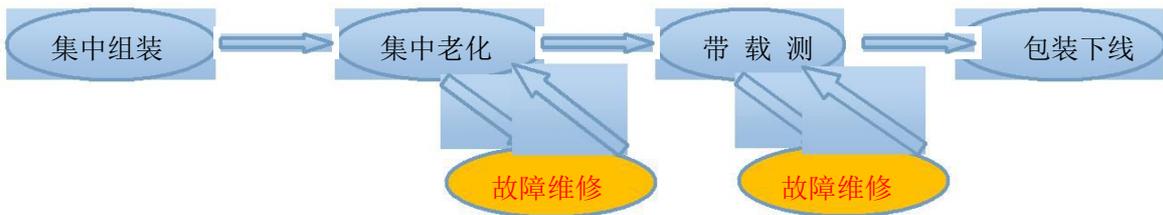
人工手动测试 如何改变这种落后的生产管理体系，提高我们的生产效率，降低生产成本，

生产出稳定合格的变频器，将是未来几年内所有国产变频器所面临的共同课题。只有解决好生产质量问题，我们的国产变频器才能迎来下一个春天。

3 变频器生产流程

3.1 常见变频器生产线

目前，我们国内变频器厂家在生产过程中主要采用流水线形式组装，集中式测试，测试主要以手工带载检测+24 小时空载老化为主。主要以技术员人工检测和手动记录为主，检测主要围绕产品本身进行，现场判断产品好或坏，并进行相应的维修工作。

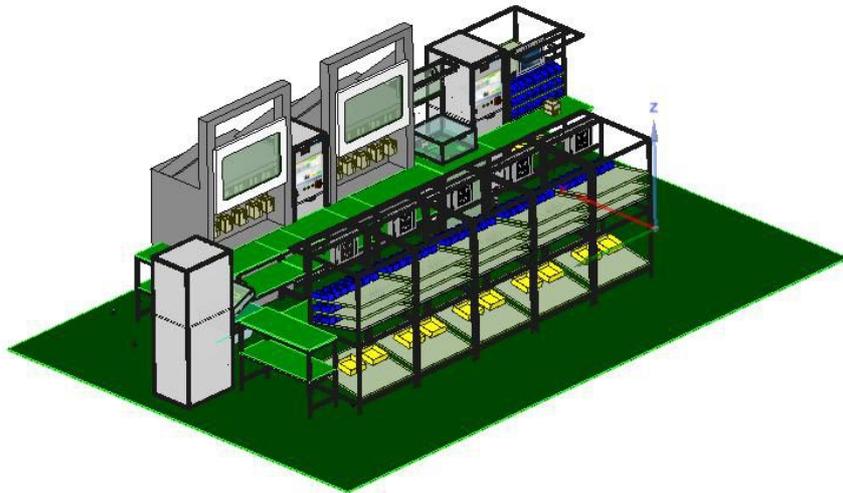


现有生产检测流程 该流程虽然有操作方便，初期投资成本低，但是在规模化生产过程中，容易产生效率低下，节拍周期长，人工成本高，质量反馈滞后，数据统计困难等缺点，不利于生产过程中持续改善的要求。

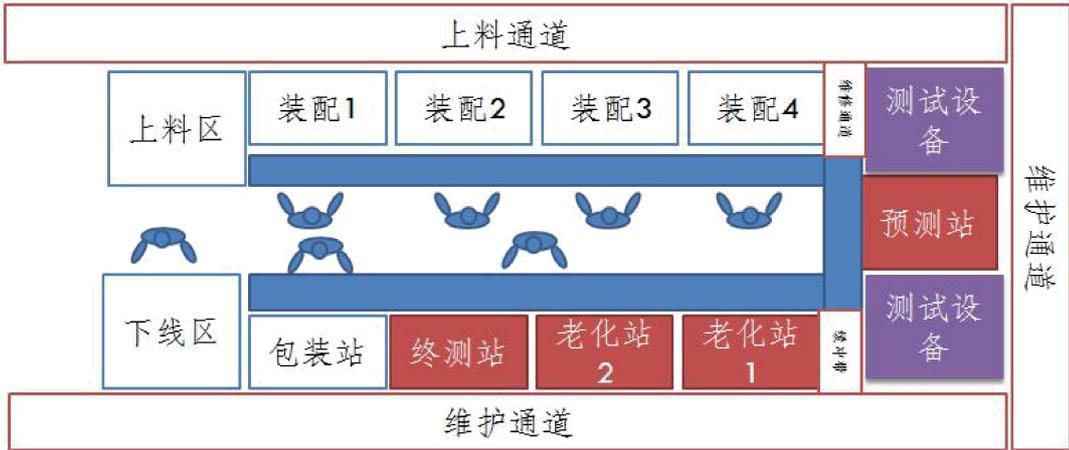
随着计算机技术及互联网技术在企业生产应用中的不断发展，以及大数据时代的到来，我们将越来越多的在生产环节中加入各种自动化操作手段和数据采集系统，以期降低企业的生产成本，管理成本，提高产品的质量。

3.2 U 型精益生产线

采用拉动式的精益化生产线将生产，组装，测试，包装等变频器生产的整个过程集中到一条相对较小的产线内，提高了单位面积的产能，简化变频器生产过程控制，降低了产品多次长距离搬运的质量风险，产线产能输出柔性化，可随时调整生产产能。



U 型精益生产线



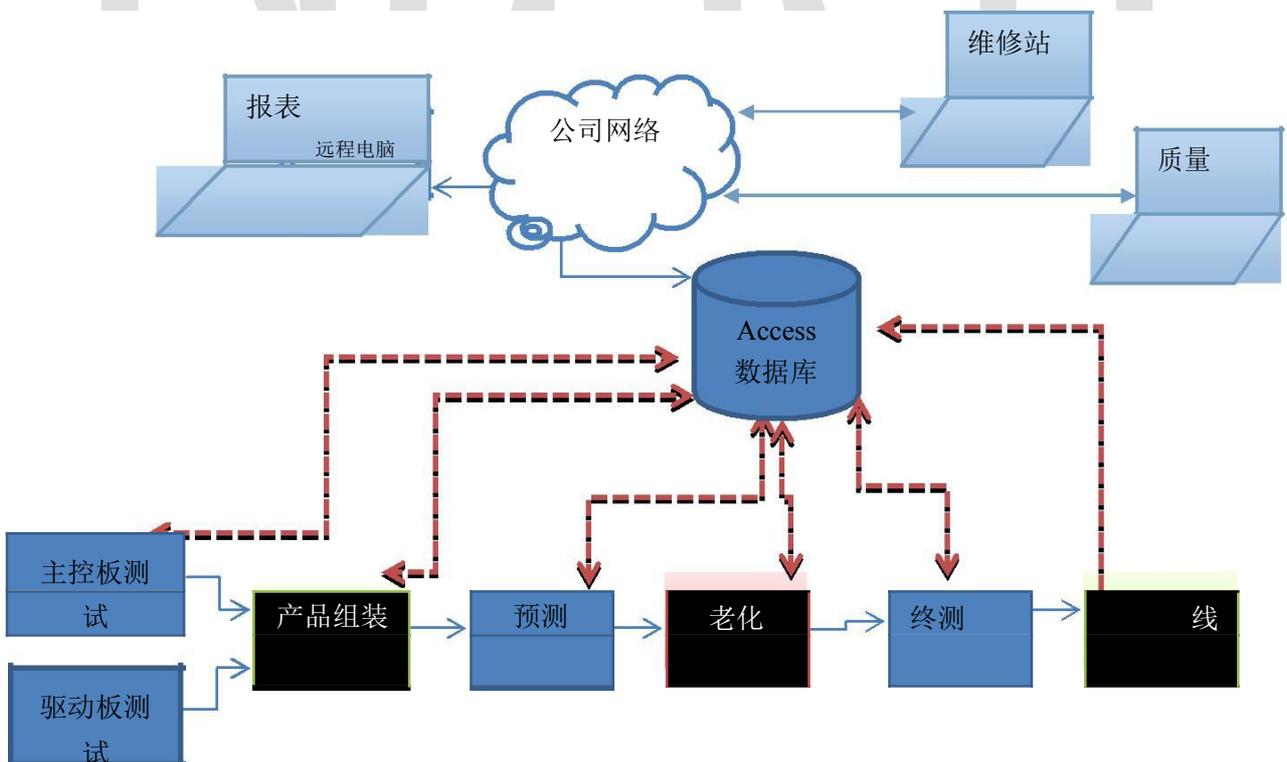
U型精益生产线

产线优点：

- 1: 柔性化生产, 可随时按照生产需求调整生产人员,
- 2: 产线员工兼做测试员, 降低原先技术员数量, 减轻运行成本
- 3: 集中式生产, 降低员移动时间, 提高效率
- 4: 降低在制品数量, 减少企业库存成本
- 5: 产品生产过程实时监控, 随时发现质量问题, 及时停线, 降低返工工作量
- 6: 优化场地面积, 提高工厂厂房利用率。

3.3 可追溯生产系统

生产可追溯系统通过以太网及数据库将在服务器中记录每台产品的序列号, 关键部件序号, 测试参数记录, 并形成相关的生产, 质量报表, 随时可以提供分析数据。

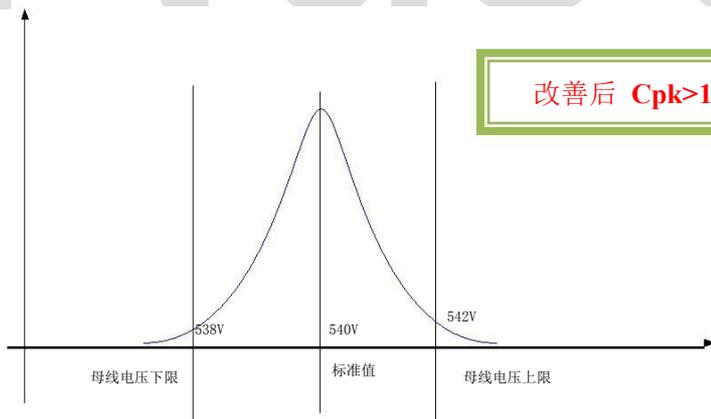
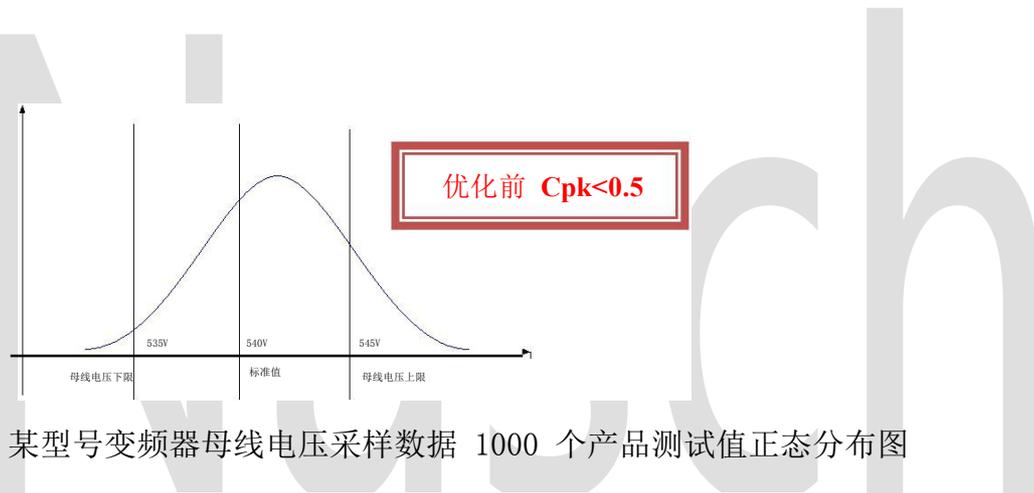


可追溯系统网络

生产可追溯系统在生产管理中，不仅可以向数据库系统实时传输生产过程数据，同时可以控制产品的组装，测试流程，防止产品在生产过程中出现漏装，错装，漏测或测试不良产品进入合格品站。

4 精益生产中的数据分析方法

传统的生产，测试模式中，我们只能对单个变频器的参数进行判断，分析，确定其是否合格，由于缺乏大量的测试数据，变频器厂家很难收集批量性数据对整个产品质量进行监控，无法有效的对产品元器件级进行质量跟踪和优化产品性能。采用变频器自动测试系统后，由于测试覆盖面更广，测试系统能提供大量的历史数据，并自动产生相关数据分析，确定某个元气件的质量稳定状态，及时预防批次性问题，我们可以列举一个例子来说明这种方法对产品质量提升的作用。



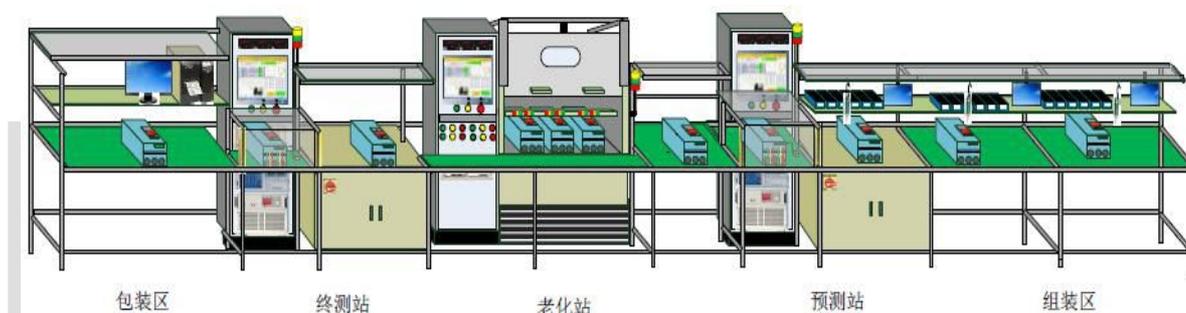
通过该图，我们可以得出，虽然大部分产品都能在正常测试范围内，但其过程能力指数 Cpk 远远小于 1.33，说明其过程是不稳定的，可能存在批量性的元器件问题，或者我们研发的元器件指标是不合适的，其稳定性和精

度都有问题，需要通过改进我们的元件选型，或者研发设计，来提高产品的电压采样质量。最终我们希望得到下面的正态分布曲线。

通过这种大量的测试数据，我们可以不断的检测我们产品批量性的问题，从而为持续改善提供数据上的支持。

5 测试组合方案

为了满足生产产能及保证每台产品能合格出厂，通常我们在产线上将测试分为预测，老化，终测这三个测试站，产品必须满足这三个测试站都合格产品方能进入包装下线流程。



预测站：

测试时间通常在 3~5 分钟，预测站是在产品组装完成后，进入老化试验之前的检测项目，主要是检测产品是否有组装性问题，及基本上电功能是否正常，各个 IGBT 模块是否正常工作，主要的测试项目包含以下这些：

- 1: 产品耐压及绝缘性试验：检测产品内部是否有元器件损坏，线束，插接件是否有破皮等现象。
- 2: 主回路检测：
低电压检测 SCR 整流，IGBT 逆变回路是否有短路，开路现象，防止产品上电炸机。
- 3: 产品参数判断：判断产品内部电路板是否有安装错误，通讯是否正常。
- 4: 变频器运行检测：变频器输出波形检测，检测变频器输出波形正常，功能完好。

老化站：老化试验属于破坏性试验，主要检测产品在高温或高低温交变环境下，

产品能否正常工作，通常需要带满载试验，使产品工作在较高的温度环境下，检测其各个元器件如电路板，电容，IGBT 是否能正常工作，通常时间需要1~2 个小时。考虑到产能，通常采用集中式老化，1 个老化炉可同时测试4~10 台产品(按产品功率区分)。

测试带载方法通常有以下几种：

带电机+飞轮形式：

通过变频器不断的变化输出转速，使得输出电流接近额定值，主要以下特点

- 负载简单，运行可靠
- 考核全面，IGBT，母线电容，制动单元，均可以进行电流考核
- 变频器输出电流峰值可达到额定电流(通过调节加减速时间)
- 设备维护简单，投资少
- 能耗低(20%额定负载)
- 占地面积大，噪声突出

带电抗器形式 变频器输出带交流电抗器，通过调节输出电压，频率使得输出电流

达到额定值，主要有以下特点

- 负载简单，运行可靠
- 变频器输出持续达到额定电流运行
- 设备维护简单，投资少(小于电机负载)
- 能耗低(15%额定负载)
- 占地面积小，无噪音，可直接安装在产线附近
- 无法考核母线电压过电压，制动单元无法考核
- 非电机驱动方式运行，无法变频运行

电机对拖形式+能量反馈装置 通过陪测电机加载，调节负载大小，可以实现模拟电机真实应用加载，

电能通过能量回馈装置吸收到电网，能耗较低，主要有以下特点

- 变频器输出持续达到额定电流运行
- 能进行四象限考核
- 能进行转速，转矩考核
- 无法考核母线电压过电压，制动单元无法考核
- 设备投资大
- 电机安装大面积，噪声大
- 设备维护复杂，对拖平台校准，电机损耗重，不适合长时间使用
- 能耗高(30%额定负载)

终测站：产品经过 1 到 2 个小时的高温满负载运行后，进入最后的出厂试验，

出厂试验将完整的测试产品的各个功能块，检测产品有无功能性问题，对各种保护功能也进行检测。

终测测试项目：1:电压, 电流参数校验 2:输入缺相保护功能检测 3:输出缺相保护功能检测 4:过压保护功能检测 5:欠压保护功能检测 6:输出过流保护功能检测 7:输出接地保护功能检测 8:输出短路保护功能检测 9:制动电阻功能检测 10:产品满载运行电压电流检测

11. 产品内部参数检查, 恢复出厂值。

产品经过以上三个测试过程, 产品将进入包装工序, 合格出厂。

Nasch

6 软件方案

软件介绍

本软件采用 NI labview 编写，具有很好的人机互动界面，操作简便，能够显示各种波形，协助客户变频器研发团队实现测试要求，提高效率。

- 测试软件系统按照客户提出的具体要求进行个性化开发，操作方便，直观
- 基于 EXCEL 的测试序列管理文件，客户可以轻松完成测试配置，
- 测试快速，高效，检测稳定，覆盖面广
- 测试软件 兼容性强，易于升级，方便客户新产品导入
- 数据自动保存为 EXCEL 形式，方便客户统计，分析测试数据
- 用户密码管理，权限管理，可以确保系统安全，稳定运行

软件界面

产品序列号

产品型号输入

测试结果显示

电压电流波形显示

平台信息

测试状态

设备状态

仪器仪表测试值

测试按钮

自动测试界面

电压, 电流显示

主回路

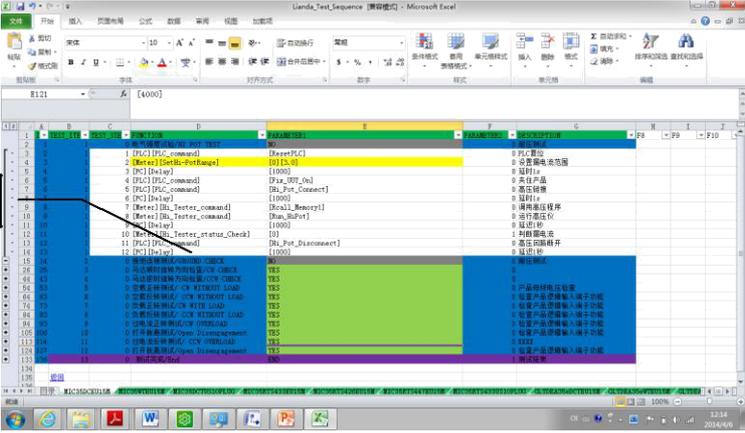
变频器运行控制

逻辑端子切换

手动调试测试界面

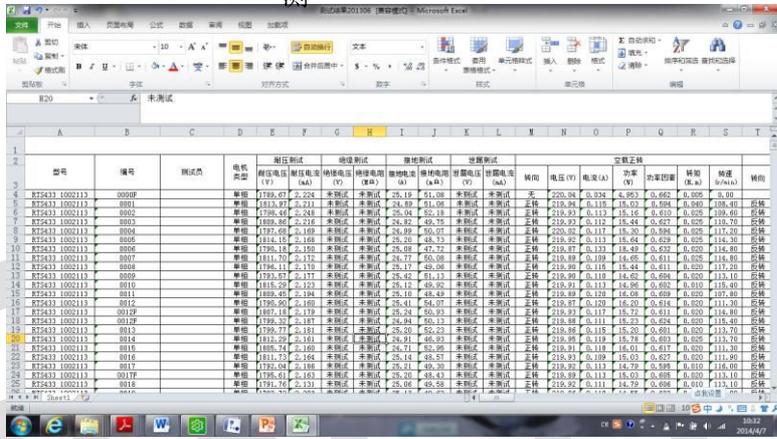
Nasch

测试序列配置



试序列配置界面

测



保存测试结果文件

软件功能

- 软件操作权限管理, 人员登录管理
- 设备参数配置, 仪器仪表配置
- 产品通讯功能, 设置参数, 运行产品, 监控参数
- 设备手动操作, 自动操作功能
- 数据保存 EXCEL 形式
- 支持波形图片保存
- 产品测试脚本, 可通过 EXCEL 形式文件进行修改, 调整。

数据库管理

- 系统采用 Microsoft Access 数据库管理产品测试数据及流程
- 产品测试数据可追溯(利用产品条码管理)可实时跟踪产品测试数量, 测试报告
- 各个测试站将自动根据产品序列号判断产品是否完成前到工位是否测试合格, 只有前道测试合格产品方能进行本站测试, 确保每台产品都能合格下线
- 自动统计测试通过率, 下线数量。
- 与维修站通过数据链接, 可以确保每台不良产品的维修记录保存到系统中。

7 结束语

随着变频器企业规模的不断扩大, 变频器制造企业传统的重研发, 重销售, 轻生产的思维模式将不断受到挑战, 企业要想做强做大, 无疑要将更多的资源投入到生产管理中来, 提高产品的生产效率, 降低生产成本, 持续改善产品质量将是企业未来关注的方向。

新型的变频器生产测试系统, 摒弃原来传统的集中式组装, 测试的方式, 引入了新的生产管理模式, 基于精益生产理念的制造体系, 将组装, 测试, 可追溯系统组合为有机的整体, 为企业在变频器生产中降低企业运营成本, 持续改善产品质量, 提高客户满意度提供了一个很好的参考。