

一种电动汽车生产检测系统的设计

文 | 中国电子科技集团公司第三十八研究所 胡晨光 杨燕宁

一、背景

新能源电动汽车是国家大力支持的重要产业。由于电动汽车的绿色环保、实用便捷和智能化程度较高的特点，人们对其接受度也逐步增高。近年来，整个电动汽车销量成爆发性增长，呈现供需两旺的态势。电动汽车生产企业年生产量也由最早的几千台快速发展到现在的十几万台。

虽然电动汽车销量不断扩大，但在汽车使用过程中也发现以动力电池为主的关键部件，由于技术的局限性和生产工艺控制问题，出现运行状态不一致的现象。例如，有的电动汽车状态一直较为稳定，而有些车辆却异常不断。其主要原因是车辆入库检测时把关不严，没有一个很好的检测手段对汽车进行全方位、深入地检测，导致一部分车“带病”进入消费市场，给车企和消费者带来了长期经济损失甚至是安全隐患。

一方面当前车辆生产检测手段匮乏，在大批量生产压力的情况下，产线检测人员很难深入到每台车辆的内部进行全方位数据体检，且通过 OBD 接口设备读取当前车辆状态的传统手段，不仅对检测场地要求较高，还费时费力，这样依然还不能满足产线的多次、批量检测的要求。

并且此种检测方法无法追溯，一旦车辆出现了问题，不易定位，检测效率较低。

另一方面，车企的生产部门在车辆生产过程中需要将车辆的各个属性数据录入到多个第三方系统中，以满足生产过程的自动化控制要求。所以在每个工位都会分配录入信息的电脑。在生产过程中，产线人员要频繁切换系统操作界面，录入多个系统所需信息，录入效率较低。

如何在电动汽车上线生产后检测出各关键部件，尤其是动力电池的不良状态，将“带病”车辆筛选出来。如何简化产线多个信息系统的数据复杂录入操作问题，是电动汽车生产企业急需解决的两大难题。

本文提出的电动汽车生产检测系统设计，综合利用企业 MES 和 TSP 等第三方系统数据，实现了一套完整的集车辆生产信息录入、数据采集、车辆检测和报表统计等多个功能的专业生产检测系统。此生产系统，一方面能够帮助检测人员建立车辆检测标准库，筛选出问题车辆；另一方面能够整合生产过程中涉及到的多个第三方系统的录入接口，提供统一的数据录入操作界面，一次性即可完成多个系统的数据录入工作，大大简化产线操作步骤。同时系统记录所有的生产工序操作信息，形成可追溯的操作报表，能够监控生产过

程,分析生产过程中存在的问题,得到生产管理人员提供产线状态和产品质量的相关信息,为进一步优化产线工序的提供依据。

二、系统设计方案

电动汽车生产检测系统主要实现了两个方面的功能:一方面是优化车辆生产过程中数据录入过程,另一方面是建立车辆检测标准,提供车辆入库检测手段,最大限度地防止“带病”车辆进入销售环节。

围绕这两个主要功能,电动汽车生产检测系统还为不同的用户角色提供不同的信息化服务。对于系统管理人员,系统提供电脑 Web 管理页面对系统进行配置和数据统计。对于产线人员和检测人员,系统提供移动手机操作 APP,可随时随地灵活地录入数据和检测车辆。

1、总体架构

电动汽车生产检测系统采取微服务的开发架构,涵盖车辆生产数据录入,车辆检测入库,车辆实时数据查询以及生产数据统计等功能的专业系统。系统分成三层,从下到上依次是数据存储层、后台服务层和前台操作层如图 1 所示。

(1) 数据存储层

数据存储层主要是存储各种业务需要的数据。考虑到系统后期的可扩展性,将数据以业务为单元分库存放。分别为人员管理库、车辆管理库、检测管理库和程序信息库。人员

管理库是存储系统用户信息,包括生产人员和生产管理人员的个人基本信息和系统权限配置信息。车辆管理库存储车辆的基本信息,如结构号、车型、底盘号、VIN 和生产时间等。检测管理库存储车型相关的检测标准、车辆状态管理信息和检测结果等内容。程序信息库存储系统配置信息、移动终端软件信息和系统公告信息等。

由于业务对各类数据的访问频率不同,系统将热数据存放到缓存中加速访问。

(2) 后台服务层

后台服务层是为前台操作层提供数据服务和计算服务。包括人员管理、车辆管理、车辆检测、APP 管理、定时任务、报表管理、车辆数据录入以及公告管理。

人员管理包括系统用户的个人信息和系统访问权限信息。在各种操作前依据用户权限来判断操作地合法性,从而提高系统安全性。

车辆管理是维护车辆的各类属性,如底盘号、VIN 码和车型等车辆基础数据。

车辆检测模块维护一套用户自定义的检测标准,并在车辆满足检测条件时提供检测服务。

车辆数据录入功能是为多系统提供统一的数据录入入口,简化数据采集录入流程并确保数据录入的准确性。

APP 管理是对生产线移动终端 APP 的管理,如升级检测、版本信息查看和操作异常处理日志等。

定时任务包括定时从 MES 系统抽取数据形成本系统车辆的最初数据、定时检测车辆状态和定时导出报表等业务。

报表管理是向生产管理人员提供静态和动态的数据统计功能。

公告管理是向系统管理人员提供下发各类公告信息,为终端用户提供读取公告的功能。包括公告信息的管理和读取状态管理。

后台服务层采取微服务的实现方式,将各个模块独立成多个微服务系统。各微服务系统统一使用下层的存储层数据,并为操作层提供一致的业务服务。这样的实现方式的好处是提高了系统的复用性,通过多副本的部署,满足可扩展,高并发的系统要求。

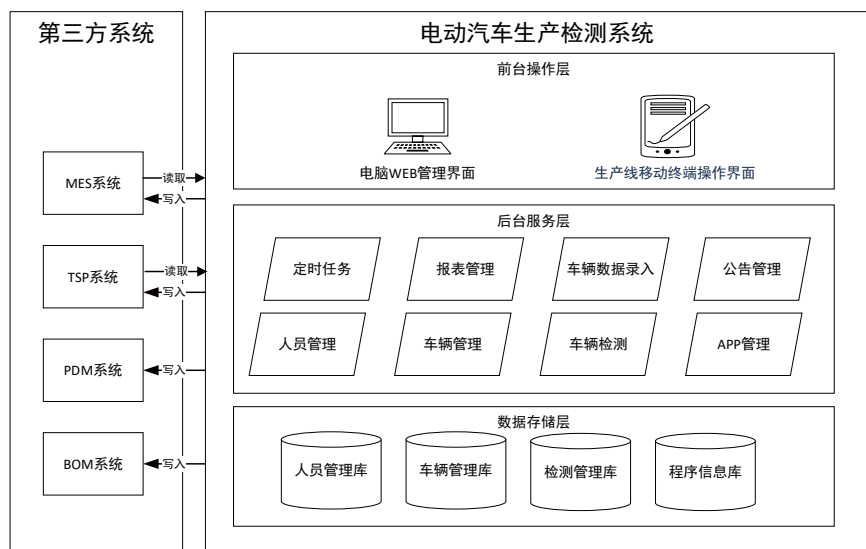


图 1 电动汽车生产检测系统总体架构

◎ MES 系统交互

在车辆上线生产之前，生产检测系统还没有待生产车辆的基础数据，如底盘号、车型等。需要通过定时任务从 MES 系统导入车辆排产信息作为其最初数据。当车辆上线生产后，产线工人通过生产检测系统 APP 提供的录入功能将其余数据，如 VIN 码、电机号和电池包序号等录入至 MES 系统中。因此生产检测系统与 MES 系统数据相互传输，不可分割。

◎ TSP 系统交互

TSP 系统是 Telematics Service Provider 系统的缩写，是收集车辆运行信息，控制车辆行为，为车辆提供安全的远程网络信息服务的系统。具体则是利用车载设备（TBOX）采集电动汽车各部件的状态信息，通过无线网络上传至 TSP 平台存储。由于国家相关部门要求，所有电动汽车生产企业必须建立企业级 TSP 平台，用以监控汽车运行实时状况，以达到安全监管的目的，因此整车厂的 TSP 平台掌握着本企业所有电动汽车的实时状态数据。

一方面电动汽车生产检测系统利用 TSP 上报的实时数据作为生产检测依据。在车辆下线检测时，通过事先建立的检测标准与实际车辆上报数据的对比，确定此车辆关键部件运行的准确性和稳定性。如果与标准不一致，则判定为不合格车辆，不允许入库，否则为合格车辆，允许入库。

另一方面，车辆在生产过程中需要向 TSP 系统录入此车辆的关键属性，TSP 系统才允许车辆在接入平台。产线人员同样利用生产检测系统的车辆信息录入功能，可以直接在车辆生产时同时向 TSP 系统录入。

◎ 其他第三方业务系统交互

区别于生产检测系统，包括 MES 和 TSP 系统在内的系统，统称为第三方业务系统。通过整合这些系统向外暴露的 REST 接口，生产检测系统可以将各类业务系统所需的数据一次性录入，避免生产线人员频繁更换系统界面一一录入。

（3）前台操作层

前台操作层就是向管理员、生产人员提供操作的界面服务，便于对数据的管理和业务执行。面向管理人员，系统提供的是电脑 WEB 管理界面；面向生产人员和检测人员，系统提供的是移动终端操作界面。在技术实现上，采用前后端分离开发模式，共用后台各类服务。

◎ 电脑 WEB 管理界面

为管理人员提供对生产检测系统中的各类数据增删改

查的操作。通过电脑 WEB 管理界面，为用户提供安全的操作环境和清晰的显示方式。包括人员管理、权限的分配、车辆管理、车型检测配置管理、公告管理和各类报表。

◎ 生产线移动终端操作界面

生产线移动终端客户端程序称为 APP，它为产线人员和检测人员提供移动化的数据录入和车辆检测等便捷功能。利用 APP，能够最大限度地简化了数据的录入流程，突破场地的影响，提高工作效率。通过手机摄像头扫码识别的方式对车辆属性数据进行采集。在 APP 上实现智能的焦点跳转功能，最大限度减少生产人员对屏幕或者按键触碰的次数，提高录入效率。在数据扫描至手机操作界面后，前端界面会基于规则验证数据的合规性，提高录入准确率。

利用移动终端操作界面，可以图形化查看车辆实时状态和操作过程。通过一键式检测功能可以针对一台或者一批车进行检测，将符合条件的车辆批量入库。

在实现上，采用 React Native 跨平台的开发方式，同时满足 Android 和 iOS 两大主流操作系统用户的使用需求。

2、重点技术实现

生产检测系统在实现上，针对具体的业务需求采取功能模块化的技术实现思路。

（1）车辆状态转换设计

系统将车辆的生产周期切成若干个阶段，车辆在每个阶段为不同的状态。根据数据输入，车辆由一个状态转换成另一个状态，直到入库终止状态。

具体状态总最初状态到终止状态过程分别如下是：

◎ 排产状态：整车厂在收到订单后，产生生产计划，此时车辆为排产状态。

◎ 生产状态：车辆上线生产时即进入了生产状态。

◎ 数据录入状态：在产线中一旦录入车辆数据时，车辆即进入数据录入状态。根据电动汽车生产厂商的实际生产情况，数据录入状态可能会持续到车辆生产结束后的若干天。

◎ 检测未通过状态：在达到检测条件后，检测人员需对车辆进行检测。如果当前车辆状态不符合预先设定的检测标准，则车辆处于检测未通过状态。

◎ 检测通过状态：如果车辆在检测中满足检测标准，车辆则处于检测通过状态。

◎ 入库状态：在车辆检测通过后，检测人员确定车

辆是否可以入库待销售,如果满足则此车辆处于入库状态。入库状态为车辆的生产过程中的终止状态。

(2) 车辆生产数据录入

车辆生产数据在录入时需要检测数据的合法性,防止脏数据进入生产检测系统以及第三方业务系统。另外,为了让车辆在生产时就成为 TSP 平台的合法车辆,应及时将必要的信息录入到 TSP 平台。这样才能尽快通过 TSP 平台获取车辆实时信息,以便执行后期的车辆检测操作。

(3) 车辆检测过程

车辆在入库之前需要对车辆数据各个方面进行检测。结合预定义的检测标准对各类第三方业务系统数据的完整性的检查,对车辆上报数据时效性的检查,对车辆各电子部件软件版本准确性的检查,以及对车辆上报的状态数据合法性的检查。在做过这些检查之后,以系统自动设置车辆是检测通过状态还是检测未通过状态。根据整车厂对车辆入库的要求,一次或多次检查通过后的车辆,方可入库。操作界面提供批量入库的操作,省时省力。

(4) 数据安全

用户在车辆生产过程中需要从多个第三方系统中获取和录入车辆信息。为了保证数据的安全性,系统通过权限及 JWT 技术对核心数据的访问操作进行控制。此外,车辆生产部门可以通过 TSP 平台接口直接访问车辆的实时数据。如果不加限制,会给消费者隐私带来泄露的危险。因此,在车辆生产结束入库后,系统将不允许用户访问在 TSP 中的数据,只能访问检测系统中车辆到入库之前最后一次检测成功的状态快照数据。

三、结论

本文介绍了一种电动汽车生产检测系统的设计方案和具体设计思路。它解决了电动汽车生产企业产线数据录入不便和车辆检测方法匮乏两大棘手问题,进一步提高了整车厂电动汽车生产效率和车辆入库质量,也大大提高了电动汽车智能制造水平。■

欢迎加粉《智能制造》杂志
官方微博“智造圈”



智造圈

欢迎关注《智能制造》杂志
官方公众号“智能制造 IMS”



成为“智造粉丝”，及时获取更多
智能制造领域的有用、有趣信息。