

同步移动技术在新能源汽车安规检测中的创新应用

李盛铭

(广汽传祺汽车有限公司, 广州 511434)

摘要: 为提升新能源汽车的安全性能, 研究分析了新能源汽车工厂的安规绝缘检测工艺, 尤其是同步移动技术在其中的应用。通过分析现行检测工艺的现状及问题, 提出了基于同步移动技术的问题解决方案。从同步移动技术的理论基础到具体应用, 对工艺规划、设备设计、安全保障等多维层面进行了阐述。实践证明, 该方案成功实现高节拍、高柔性、高安全的在线跟随式检测模式, 是一种高效、准确、可靠的绝缘检测解决方案, 确保了新能源汽车的安全性与合规性。

关键词: 同步移动技术 新能源汽车 安规检测 在线跟随式

中图分类号: U468.2 **文献标志码:** B **DOI:** 10.19710/J.cnki.1003-8817.20240314

Innovative Application of Synchronous Mobile Technology in Safety Regulation Testing of New Energy Vehicles

Li Shengming

(GAC Motor Co., Ltd., Guangzhou 511434)

Abstract: In order to improve safety performance of new energy vehicles (NEVs), this paper studies safety regulation insulation testing in NEV factories, especially the application of synchronous mobile technology therein. By analyzing the situation and existing problems of the current detection process, the paper proposes solutions based on synchronous mobile technology. From the theoretical basis of synchronous mobile technology to specific applications, this paper elaborates on multiple dimensions such as process planning, equipment design, and safety guarantee. Practice has proved that this solution has achieved an online follow-up detection mode with high cycle rate, high flexibility and high safety, it thereby is an efficient, accurate and reliable insulation detection solution, ensuring the safety and compliance of new energy vehicles.

Key words: Synchronous mobile technology, New energy vehicle(NEV), Safety regulation testing, Online following type

1 前言

随着新能源汽车的普及, 其安全性成为公众关注的焦点。当前主流的可充电新能源汽车主要为纯电动汽车(Battery Electric Vehicle, BEV)、插电式混合动力汽车(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV), 在整车出厂前需要符合 GB 7258—2017

《机动车运行安全技术条件》标准要求, 还需满足 GB 18384—2020《电动汽车安全要求》中有关整车防水的规定, 即要求车辆经过模拟清洗和模拟涉水试验后仍满足绝缘电阻要求。因此, 新能源汽车的质量检测工艺应在淋雨密封检查后设置安规绝缘检测。为满足高节拍和高柔性的生产模式, 本文利用同步移动技术, 使安规检测设备跟随整

作者简介: 李盛铭(1992—), 男, 工程师, 学士学位, 研究方向为汽车检测智能化、质量管理数字化。

参考文献引用格式:

李盛铭. 同步移动技术在新能源汽车安规检测中的创新应用[J]. 汽车工艺与材料, 2025(3): 7-12.

LI S M. Innovative Application of Synchronous Mobile Technology in Safety Regulation Testing of New Energy Vehicles[J]. Automobile Technology & Material, 2025(3): 7-12.

车输送线同步移动,实现在线跟随式检测。

2 现状及问题

在新能源汽车安规检测中,生产线多采用固定式检测工艺,一般由检查员驾驶车辆进入工位,待车辆检测完成后再驾驶到下一工位。按照GB 18384—2020的防水要求,安规检测工序迁移到淋雨线后,面临以下难题:

- a. 固定式检测工艺需要考虑生产线的剩余空间,多数旧生产线没有多余的空间设置多个固定检测工位;
- b. 随行式检测工艺需要解决不同车型的兼容性、流水线生产的高效性等问题。

3 解决方案

3.1 同步移动技术的概念

在工程技术领域中,同步移动技术通常指2个或多个物体、部件或系统在运动过程中保持相同的速度、位置或时间关系,以实现协同工作和精确控制。

3.2 同步移动技术的应用

同步移动技术的应用需要基于工艺与设备的协同协作。一是需依照业务需求合理规划同步工艺;二是需基于工艺要求研发配套设备,涵盖精准的控制系統、灵敏的传感器反馈、高性能的驱动装置以及优良的机械结构设计等。

为解决兼容性和高效性的问题,在安规检测工艺中采用同步移动技术,安规检测设备与输送线上的新能源汽车在检测过程中保持同步移动,以便更准确、高效地进行检测,实时获取检测数据。

4 工艺规划

4.1 工艺布局

整车在经过淋雨密封检查后,一般会流到淋雨输送线出口段和交付前检查(Pre-Delivery Inspection, PDI)输送线,根据产线的实际情况,可在整车输送线(淋雨线出口或后工序的PDI输送线)两侧设置随行装置,控制柜设置在板链一

侧,形成一套完整的检测系统,工艺布局如图1所示。通过系统控制,随行装置可与输送线同步同向移动,实现在线跟随式检测,检测完毕可返回原位。

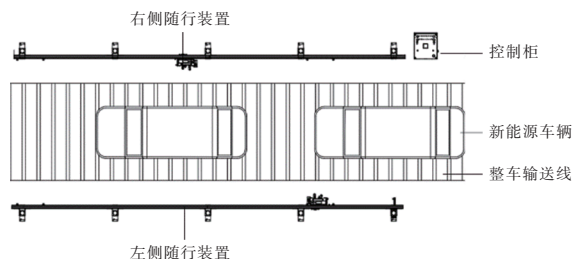


图1 工艺布局

4.2 工艺流程

基于上述工艺布局,新能源汽车安规绝缘在线跟随式检测的工艺过程如图2所示,该工艺流程可实现流水线检测作业。

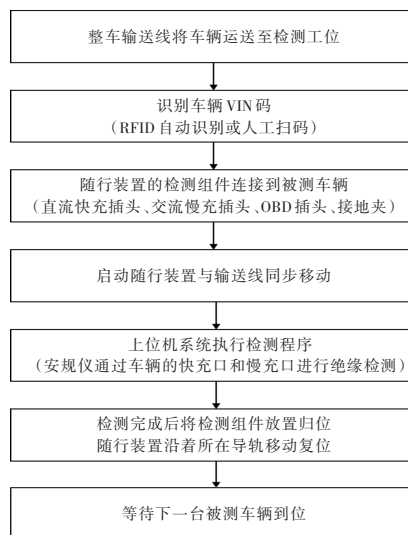


图2 工艺过程

在检测前对车辆的慢充口和快充口的安装位置进行确认,以便于利用不同位置的随行装置进行测试;通过整车输送线旁侧的其中2个随行装置在与车辆同步移动时进行汽车快充口和慢充口的绝缘测试,使车辆在通过整车输送线的过程中完成电动汽车绝缘检测,缩短了检测时间^[1]。

4.3 工艺特点

新能源汽车安规绝缘在线跟随式检测工艺特点如下:

- a. 多样性:通过调研不同工况场景需求,本文设计了3种随行工艺方案,分别是立柱式、地轨式、悬挂式,适用场景如表1所示。

表1 产线工艺方案汇总表

类型	适用场景
立柱式	输送线两侧空间宽敞、无遮挡,人员无穿行需求
地轨式	输送线两侧空间宽敞、无遮挡,人员有穿行需求
悬挂式	输送线上方的二次侧吊杆和钢梁有足够的强度和承重能力,人员有穿行需求

其中,地轨式由于移动组件滑动安装在地面上,整车输送线侧面没有阻挡,便于检测人员向整车输送线外侧移动,扩大了检测人员的活动空间,也便于检测人员在检测区域往返穿梭^[2]。

b. 高柔性:在柔性生产模式下,考虑到新能源汽车充电口位置的多样化,在输送线两侧均设置随行装置,两侧装置采用并联方式,检测工具共用一个检测仪器,可实现对多类型车辆的共线检测。

c. 高节拍:在提高生产节拍的情况下,单层随行装置无法满足高节拍需求,可增加至双层结构,如图3所示。上、下层随行装置可同时对前、后工位2台车辆,实现高节拍生产检测。



图3 双层结构

5 设备设计

5.1 整体结构

基于在线跟随式检测工艺要求,设计并开发了本文的安规随行检测设备,设备整体结构如图4所示,主要由随行装置、导轨架、控制柜等组成,其中控制柜包含电气控制系统和上位机系统。

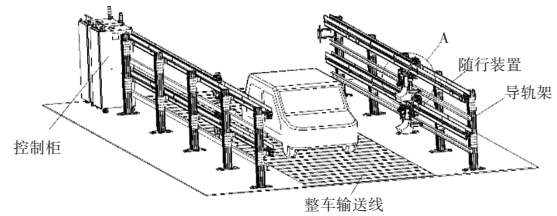


图4 整体结构示意图

5.2 随行装置

本设备的随行装置如图5、图6所示,图6为图4的局部A放大示意图。随行装置作为本设备的机械主体,主要包含随行检测工作台、驱动机构等。随行检测工作台通过驱动机构与导轨架滑动连接,驱动机构用于驱动随行检测工作台沿导轨架滑动,实现在导轨上横向往返滑动。

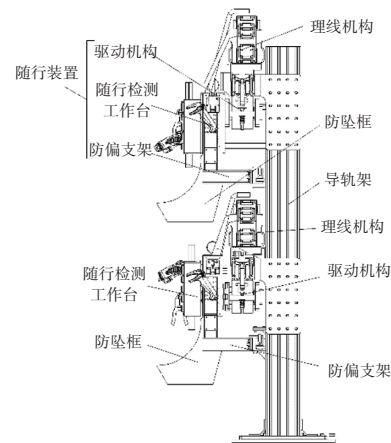


图5 随行装置侧视图

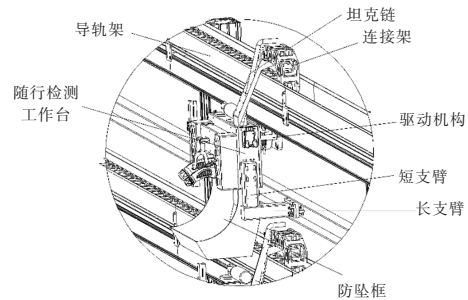


图6 随行装置局部放大图

另外,理线机构、防坠框作为附属配件,用于规范线束的放置。理线机构包括连接架和坦克链,用于限制线束的移动路径;防坠框用于检测线缆的放置,防止下层线缆坠入地面或上层线缆与下层干涉。

5.3 随行检测工作台

随行检测工作台结构如图7所示。工作台中间区域的正面和背面设有IP67级防水的航空插座,正面的插座用于将检测组件的电缆快速连接到工作

台,背面的插座用于固定来自控制柜的电缆。随工况下的电缆频繁移动,一旦检测组件及其电缆出现异常,可通过航空母母对接的方式实现快速更换。工作台背面设置有安装位,为凹槽结构,可将驱动机构的电机安装在凹槽内部,节省安装空间^[3]。

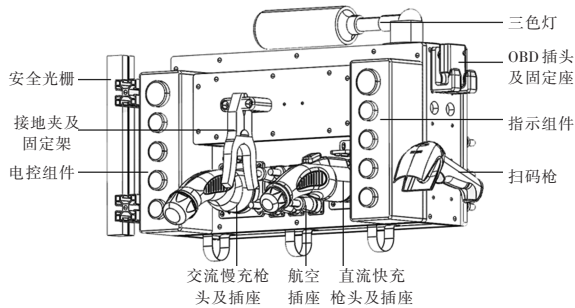


图7 随行检测工作台

5.4 驱动机构

驱动机构作为本设备的动力源,主要由主动轮、滑行组件、驱动电机、安装机架、调节组件等组成,其中,滑行组件包含4个从动轮,如图8所示。该机构依托直线导轨实现滑动运行,滑行组件与主动轮之间留有供导轨穿行的空间^[4],导轨被限位在从动轮与主动轮的中间,通过调节组件调整主、

从动轮与导轨的张紧度。驱动电机带动主动轮正转或反转,主动轮与导轨摩擦,实现驱动机构在直线导轨上滑行。

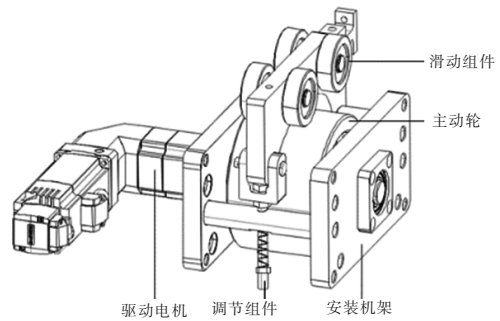


图8 驱动机构

5.5 电气控制系统

电气控制系统作为本设备实现自动化的控制单元,以PLC作为控制核心、传感器组和开关按钮组作为输入、电机和指示灯作为输出,实现对随行装置的自动控制,如图9所示。输送线作为主设备,随行装置作为从设备,主、从设备设有独立运行模式和联动运行模式。在独立模式下,双方相互独立运行,互不干涉;在联动模式下,双方保持同步运行状态,包括主从同步运行,主从同步停止。

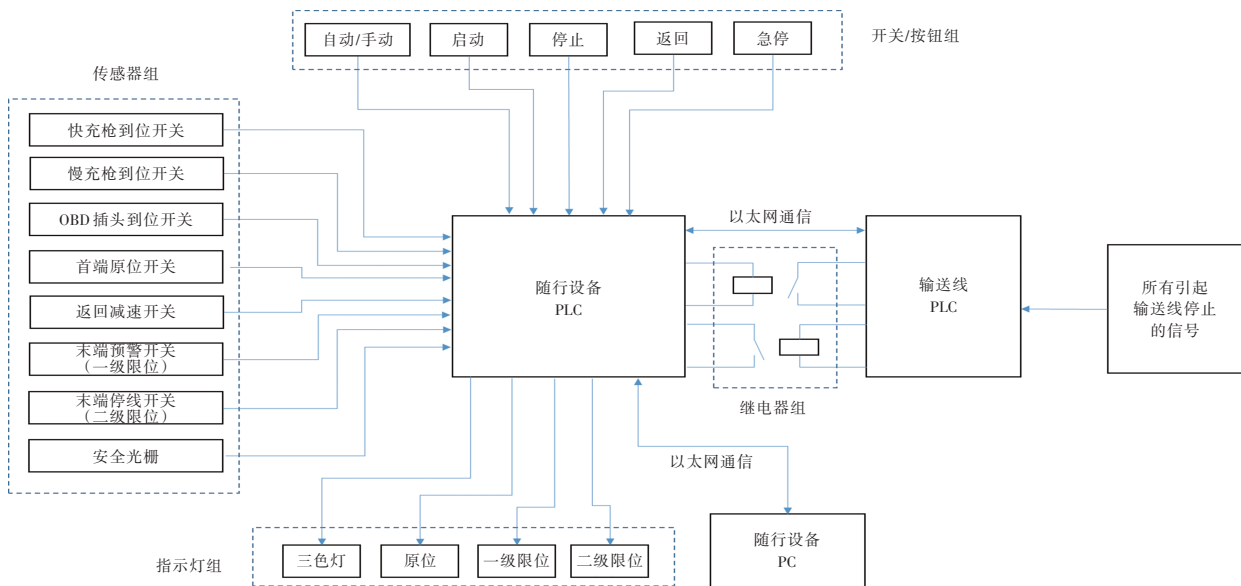


图9 电气系统示意

5.6 上位机系统

上位机系统作为本设备的用户系统,位于整个系统的上层,与下位机系统进行通信和数据交换,实现对下位机的监测、控制和管理,软件界面如图10所示。该系统可实现对仪器的自校准、车型任务添加、参数设置、与车辆电子

控制单元(Electronic Control Unit, ECU)检测通信等功能。其中,上位机系统的核心功能是实现与车辆的检测诊断通信,包括支持具有灵活数据速率的控制器局域网(CAN with Flexible Data-rate, CANFD)协议、诊断通信数据流记录功能。随着车型产品的更新换代,检测诊断流

程会更新,上位机系统软件具备开放性,使用者可自主维护软件程序的标识符(Identifier, ID)和流程。

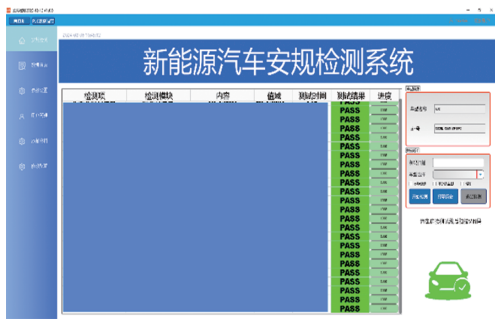


图 10 上位机软件界面

6 同步移动技术下的安全保障

主、从设备之间的同步运行,特别是在双方有硬件连接的情况下,如果一方停止,另一方仍运行,则会导致连接部件被拉扯损坏。为保护设备硬件安全,需要遵循安全控制逻辑,起到安全联动保护作用。以下3种方案可解决设备安全联动性不足的问题,3种方案可以单独使用,也可同时使用。

6.1 基于电气控制的安全联动方案

在随行模式中,主、从设备借助电气信号实现信息交互。若其中一方因某种原因停止时,将发出停线信号,另外一方接收信号后会停线。信息交互可通过继电器动作输出至PLC,或通过PLC之间的实时通信来实现。

6.2 基于机器视觉的安全检测方案

在随行装置的关键位置设置摄像头,在检测工具上设置同步标记。在启动随行同步运行时,摄像头拍摄当前图像作为样本,通过图像处理系统实时比对摄像头捕捉到的图像,判断输送线和随行装置之间的同步情况。若发现不同步的情况,系统会立即警报。

6.3 基于力传感器的线缆安全保护方案

为更好地保护线缆本体,研发一款智能线缆保护器并集成至随行装置,具备以下功能:

a. 线缆张力监控:运用内置传感器,实时检测线缆张力。若张力超出预设安全范围,则自动触发停机或警报,以保护线缆。

b. 自动调节线缆长度:在输送线与随行装置

移动时,智能保护器能按需自动调整线缆长度,避免过度拉伸或卷曲,以此保护线缆。

上述安全保护方案中的预警方式除现场设备的声光报警功能外,还可将数据上传至云端平台。云端平台会记录随行装置的运行日志,并通过手机端向工程师发送警报。工程师可借助云端平台检查随行装置的错误原因,应对异常情况并进行处理。此外,为提高预警的准确性和及时性,还可考虑引入人工智能技术。如通过机器学习算法对随行装置的运行数据进行分析,预测可能出现的故障,并发出预警。

在高节拍生产工况下,随行设备返回原位时的速度通常较快。为避免人员进入返程区域被机器撞伤,需增设安全保护装置,如光电开关、安全光栅、摄像感应等。一旦检测到人员进入该区域,设备将即刻停止运行,同时发出声光报警。

7 创新点

本文的随行安规检测系统具有如下创新点:

a. 工艺创新:在工艺布局方面,采用对称分布式布置,在整车输送线左、右两侧对称布置随行装置,实现柔性检测;两侧随行装置采用双层结构,可满足高节拍检测要求。

b. 设备创新:在硬件方面,移动机械的模块化设计、线缆的航空公母对接、理线机构和防坠框的应用提高了系统的可靠性和可维护性。在软件方面,上位机系统软件面向使用者开放设计,可自主维护软件程序的ID和流程,减少后期软件升级成本。

c. 安全创新:在安全性方面,通过软限位与硬限位结合、安全光栅以及声光提示的应用为设备和操作人员提供了有效的安全保护。此外,随行同步防错机制设计了3种保护方案,通过多个维度对随行装置的运行状况进行监测,避免了单一模组故障造成的随行装置失控,大幅提高了安全性^[5]。

d. 数字创新:该系统不仅可通过云端平台实现及时报警,还能通过大数据分析发挥预警作用。智能化保全有效降低了维护成本和停机时间,显著提高了生产效率。

8 实际应用

目前,本文的安规绝缘在线跟随式检测工艺已在多条新能源汽车生产线投入使用,安规随行检测设备的安装调试严格遵守过程质量控制措施和转序评价的质量基准,保证其检测能力和稳定性^[6],实际应用场景如图 11 所示。与固定式工位检测相比,在线跟随式检测使生产节拍提升了 40%,有效突破了产能瓶颈,主要性能指标如表 2 所示。



图 11 在线跟随式检测场景

表 2 在线跟随式检测的主要性能指标		%
性能指标	数据	
车型兼容性	100	
检测节拍提升	40	
空间利用率提升	65	
检测重复精度	<1	
安全防护有效率	100	

9 结束语

经过持续优化,该方案可实现高柔性、高节拍、高安全的在线跟随式检测模式。基于工艺和设备的协同创新,成功将同步移动技术应用在新能源汽车的安规检测领域,其先进技术和定制化开发,满足了新能源汽车安规绝缘检测在随行模式下的特殊要求,提供了高效、准确、可靠的绝缘检测解决方案,确保新能源汽车的安全性与合规性。

参考文献:

[1] 广汽乘用车有限公司. 一种电动汽车安规绝缘检测系统及方法: CN115718242A[P]. 2023-02-28[2024-08-26].

[2] 广汽乘用车有限公司. 一种电动汽车地轨式安规检测系统: ZL202222664247.6[P]. 2023-05-26[2024-08-26].

[3] 广汽传祺汽车有限公司. 一种导轨运行机构与导轨随行检测装置: ZL202323490567.5[P]. 2024-12-31[2024-12-31].

[4] 广汽传祺汽车有限公司. 一种新能源汽车性能检测装置及新能源汽车随行安规装置: ZL202323490580.0[P]. 2024-12-31[2024-12-31].

[5] 广汽乘用车有限公司. 一种随行装置安全控制系统及方法: CN118331024A[P]. 2024-07-12[2024-08-26].

[6] 李盛铭. 汽车检测设备安装调试过程的质量控制[J]. 汽车实用技术, 2020(11): 155-158.

