

多类型航空检测设备数据集成与电气自动化联动控制研究

唐竞弘¹ 李 野² 张天龙²

1. 辽宁省产品质量监督检验院 辽宁 沈阳 110032

2. 沈阳航达机载设备有限公司 辽宁 沈阳 110048

摘要: 多类型航空检测设备产生的数据存在格式差异大、语义冲突多、时序不同步等问题, 制约了检测信息的综合利用水平。本文梳理航空检测设备的品类构成与电气运行机理, 剖析多源异构数据的特征差异与传输规律。在此基础上, 设计分层数据集成架构与标准化转换流程, 构建数据驱动的电气自动化联动控制策略。通过多设备协同调控与自适应保障机制的搭建, 打通异构数据融合与电气联动控制的技术链路, 为航空检测作业的自动化与智能化推进提供支撑。

关键词: 航空检测设备; 数据集成; 电气自动化; 联动控制; 异构融合

引言: 航空装备性能检测依赖多品类设备协同作业, 不同设备输出的数据在格式、维度与时序上存在显著差异, 信息难以互通共享。传统电气调控模式采用固定运行规则, 面对多源数据动态变化时灵活性不足, 检测作业的整体协同性受到制约。围绕数据集成与电气联动控制两条主线展开探讨, 梳理异构数据融合处理逻辑与多设备协同调控策略, 对提升航空检测作业的自动化水平与系统运行效能具有实际参考价值。

1 多类型航空检测设备系统架构与运行机理

1.1 航空检测设备品类与组成结构

航空检测设备覆盖航空装备全维度性能检测需求, 品类划分依托检测功能与监测对象的差异形成完整体系。各类航空检测设备普遍搭载感知采集模块、信号处理模块、电气调控模块与数据传输模块, 不同功能模块相互配合完成检测作业流程^[1]。感知采集模块负责捕捉航空装备运行状态与性能参数的原始信号, 信号处理模块完成原始信号的筛选与规整处理。电气调控模块承担设备作业状态的调节与管控工作, 数据传输模块实现作业过程数据的向外输送。不同品类设备会依据检测场景的差异化需求, 调整模块配置形式与硬件布局方式, 适配航空复杂工况下的高精度检测作业需求。

1.2 各类航空检测设备数据生成机制

航空检测数据依托设备硬件感知与信号转换流程持续生成, 不同检测设备的信号采集维度存在明显区分。设备传感元件接触检测目标后, 可将航空装备物理运行状态转化为可识别的电信号, 完成原始数据的初步采集。内部处理单元对连续变化的电信号进行数字化转换, 剔除信号中掺杂的无效杂波, 规整为标准化数据信息。检测作业持续推进的过程中, 设备会依据固定采集

频次持续生成状态数据、性能数据与偏差数据。不同检测维度的数据生成节奏与数据形态存在差异, 对应航空装备不同部位、不同性能指标的运行状态变化。

1.3 航空检测设备电气控制运行原理

航空检测设备的作业推进依托电气控制体系实现自动化管控, 电气架构支撑设备启停、参数调节与作业状态切换。电气控制单元接收上层作业指令后, 完成信号解析与功率调配, 驱动前端检测硬件开展采集作业。系统内部电路与电控元件依托预设运行逻辑, 规整设备作业强度与采集频次, 适配不同检测工况的作业标准。电控体系可实时捕捉设备作业负荷变化, 自主微调内部运行状态, 维持检测作业的稳定推进。整套电气运行流程依托闭环调控模式展开, 保障检测作业的连续性与参数采集的稳定性。

1.4 多设备协同运行的内在关联关系

航空检测场景中各类设备并非独立完成作业任务, 不同设备的运行状态存在深度联动与相互制约的联系。单一设备采集的检测数据可为其他设备的作业调节提供基础依据, 支撑全域检测任务的有序推进。各类设备的电气运行节奏相互匹配, 作业启停与参数调节保持适配状态, 规避作业节奏错乱引发的检测盲区。多设备运行形成的信息交互链路, 搭建起完整的航空状态监测体系, 让分散的检测单元汇聚为整体作业系统, 满足航空装备全方位、精细化的检测作业要求。

2 多类型航空检测设备数据异构特性与传输机制

2.1 多源航空检测数据异构特征分析

航空检测体系涵盖多品类检测设备采集的海量信息资源, 不同设备的数据生成方式与存储形式存在明显差异, 各类检测数据在数据格式、信息维度、采集精度与

更新频次层面均存在差异化表现,适配不同航空性能检测的作业需求^[2]。部分检测数据以连续化的动态序列形式存在,能够反映航空装备运行状态的持续变化过程。部分检测数据以离散化信息形式呈现,对应装备特定点位的性能状态。数据维度的不统一与结构差异性,会造成信息资源难以互通共享,阻碍多设备检测体系的一体化运行。

2.2 航空检测数据标准化转换机制

异构数据的无序分布会大幅降低航空检测作业的运行效率,需要搭建规范化的标准化转换机制完成数据规整。依托航空检测信息传输与存储的通用技术规范,统一各类原始检测数据的表达形式与存储结构。对不同精度、不同维度的零散数据进行统一规整处理,消除数据结构差异带来的交互障碍。完成原始采集数据的清洗与整理工作,剔除无效信息与异常干扰内容,保留能够真实反映航空装备运行状态的有效数据。标准化转换流程可以统一全域检测数据的基本形态,为后续数据交互与融合处理提供基础条件。

2.3 多设备数据同步传输机制构建

航空多设备检测作业开展过程中,各类数据的流通时序存在偏差,容易造成信息交互错乱与作业配合失衡。搭建适配多设备场景的数据传输调控机制,规整各类检测数据的流通时序与传输链路。针对不同设备的数据输出特性,分配适配的传输通道与传输带宽,规避多类数据集中传输引发的通道拥堵问题。依托数据传输时序调控逻辑,平衡不同检测单元的数据发送节奏,保障全域检测信息可以有序完成上传与交互。科学的传输机制能够稳定数据流通秩序,筑牢多设备协同检测的信息传输基础。

2.4 异构数据融合处理逻辑梳理

经过标准化转换与有序传输的多源检测数据,需要依托完善的融合逻辑完成深度整合,挖掘数据承载的装备状态信息。梳理不同类别检测数据的内在关联,打通跨设备、跨维度数据的衔接逻辑。区分各类数据对航空装备性能表征的侧重方向,完成多维度信息的互补叠加,弥补单一检测设备的数据覆盖短板。依托数据层级递进处理思路,完成浅层原始数据向深层状态信息的转化,构建完整的检测数据处理链路,为后续电气自动化联动控制提供精准可靠的数据支撑。

3 多类型航空检测设备数据集成体系设计

3.1 数据集成整体架构设计思路

航空检测数据集成体系的搭建,围绕多源信息统一整合与高效利用的核心目标展开,适配多类型检测设备

的信息交互需求。架构设计立足航空检测作业的整体运行逻辑,统筹原始数据采集、规整处理、融合汇总与资源输出的全流程链路^[3]。设计思路侧重打破各类检测设备独立运行造成的信息壁垒,打通不同品类、不同维度检测数据的流通通道。结合航空检测数据的异构特征与传输特点,规划分层分类的集成处理模式,适配差异化数据的处理需求。整体设计工作兼顾体系拓展性能与运行稳定性能,能够适配检测设备品类扩容与数据维度升级的后续发展需求。

3.2 多层级数据集成框架构建

多层级集成框架按照数据处理流程的递进关系划分功能层级,各层级承担专属的数据处理任务。底层采集层级负责接收各类航空检测设备输出的原始信息,完成初始数据的汇总收纳。中层处理层级承接原始数据资源,开展数据清洗、格式转换与偏差修正等精细化处理,规整杂乱的原始信息。上层集成层级对处理完成的标准化数据进行统一汇总,实现多源信息的集中收纳与统筹管理。各层级之间形成有序衔接的运行链路,层级之间的数据流转遵循固定处理逻辑,逐步完成零散检测信息的系统化整合。

3.3 航空检测数据资源融合整合方式

航空检测体系生成的多源数据具备差异化的信息属性,需要依托科学的整合方式实现信息价值的深度挖掘。针对时序数据、离散状态数据、性能参数数据的不同属性,采用针对性的融合处理模式。梳理不同数据维度的互补关系,将零散分布的单项检测信息进行叠加汇总,形成覆盖航空装备全方位状态的完整信息体系。弱化异构数据带来的信息割裂问题,强化各类数据之间的内在关联,提升检测信息的完整度与覆盖范围。合理的融合整合方式能够充分挖掘多设备检测数据的潜在价值,提升航空状态识别的精细化水平。

3.4 数据集成过程的协同适配机制

多设备数据集成流程涉及多维度信息流转与处理工序,各类数据的处理节奏与运行标准存在差异。协同适配机制可以平衡不同来源数据的集成进度,适配各类检测数据的传输与处理特性。规整数据集成流程的运行节奏,化解数据处理进度不均引发的集成失衡问题。适配机制可以自主调整不同数据的集成处理优先级,贴合航空检测作业的实际运行需求。持续维系数据集成体系的运行平衡,保障多源检测数据可以高效完成整合收纳,为电气自动化联动控制体系提供稳定可靠的数据资源支撑。

4 航空检测设备电气自动化联动控制策略构建

4.1 联动控制整体运行架构搭建

航空检测场景下的电气自动化联动架构依托数据集成体系的运行基础搭建,适配多设备协同检测的作业需求。整体架构围绕信息接收、逻辑运算、电气执行与状态反馈的完整流程布设功能模块,各模块承担独立运行职能且保持紧密衔接。信息感知模块负责接收整合后的航空检测数据,捕捉设备作业状态与装备运行状态的动态变化^[4]。控制运算模块依托预设调控规则完成状态分析,生成适配当前检测场景的电气调控指令。电气执行模块响应调控指令完成设备作业状态调整,实现多类检测设备的统筹管控。闭环式的架构布局能够适配复杂检测工况,提升电气调控体系的整体性与适配能力。

4.2 数据驱动的电气控制逻辑设计

传统航空检测电气调控模式依托固化运行规则开展设备管控作业,固定化的调控逻辑灵活适配空间有限,难以适配多源检测数据动态波动的复杂运行场景。数据驱动的全新调控模式,以集成规整后的全域检测信息作为电气调控的核心依据,对电气系统固有作业调节逻辑进行全面更新优化。系统结合检测数据反馈的航空装备运行状态变化,自主调整电气系统的作业参数与运行模式,精准贴合不同阶段检测作业的实时开展需求。系统运行过程中可依据数据波动幅度匹配适配的电气调控力度,建立装备状态数据与电气执行动作的精准对应关系。革新后的控制逻辑彻底打破传统固定调控模式的运行局限,让电气系统运行状态深度贴合航空检测作业的动态变化规律,提升调控工作的精细化水平。

4.3 多设备电气联动协同调控机制

多类航空检测设备的电气系统具备独立调控属性,单一设备自主调节容易造成整体检测流程衔接紊乱。协同调控机制可以统筹全域电气单元的运行状态,统一各类检测设备的作业调节节奏。梳理不同设备电气动作的衔接关系,合理分配各设备的作业负荷与调控权重,优化全域检测流程的推进节奏。依托集成数据传递的状态信息,实现跨设备电气动作的相互适配,弱化独立调控引发的作业偏差。稳定的协同运行模式可以优化多设备检测作业的配合

精度,提升航空检测整体作业的有序程度。

4.4 自动化联动控制运行保障机制

自动化联动控制体系的长期稳定运行,需要配套完善的专属保障机制,以此维系电气调控工作持续平稳推进。结合航空检测设备电气系统的固有运行特性与工况变化规律,搭建常态化全域状态监测模式,及时捕捉调控流程中出现的状态偏移与各类运行异常。持续优化电气调控逻辑的自适应调节能力,适配检测设备长期运行过程中产生的性能波动与状态偏移,稳步规整联动调控的精准程度。统一规范电气联动作业的标准化运行流程,明确不同工况环境下的调控标准与参数调节方向,最大程度减少各类调控偏差的产生。系统化的保障机制可持续稳固联动控制体系的综合运行性能,保障航空检测各类作业场景下电气调控工作的高效平稳推进。

结束语

多类型航空检测设备的数据集成与电气自动化联动控制,是一项涉及数据治理、架构搭建与协同调控的系统性课题。通过剖析设备运行机理与数据异构特征,构建了分层集成框架与标准化转换流程,数据驱动的联动控制逻辑摆脱了固定调控模式的束缚。多设备协同调控与自适应保障机制的引入,弱化了独立运行产生的作业偏差,维系了联动体系的长期稳定运转,为航空检测作业的高效推进奠定了技术基础。

参考文献

- [1]冯云山.航空数据检测系统探析[J].科学与信息化,2023(9):165-167.
- [2]苏太康.基于广播式自动相关监视数据的航空器冲突检测与预警轨迹判断[J].实验室检测,2026,4(1):55-57.
- [3]张成明,朱子昊,代佳鑫,等.电气化航空新型电力系统发展动态:系统架构、储能装备与电力变换[J].电气工程学报,2025,20(4):429-451.
- [4]吴晓辉,李全祥.基于航空发动机电气附件的绝缘测试方法研究[J].自动化仪表,2025,46(7):57-60,66.