

工程机械机电设备自动调试技术探讨

张俊

桃源县宝源车用气经营有限责任公司，湖南 常德 415700

DOI:10.61369/ME.2026010014

摘 要： 调试工作作为工程机械机电设备投用前的关键工序，直接关系到设备运行的稳定性、作业精度及使用安全性。而自动调试技术通过运用人工智能算法，如机器学习、深度学习等，能够实现对机电设备运行数据的高效分析，精准识别设备状态，优化调试流程。文章从工程机械机电设备自动调试技术的重要性出发，系统分析当前工程机械机电设备自动调试常见的技术问题，并提出针对性的优化策略，希望能够为工程机械领域机电设备调试环节的技术革新与质量提升提供理论参考与实践借鉴。

关 键 词： 工程机械；机电设备；自动调试技术

Discussion on Automatic Debugging Technology for Electromechanical Equipment in Construction Machinery

Zhang Jun

Taoyuan Baoyuan Vehicle Gas Operation Co., Ltd., Changde, Hunan 415700

Abstract： Debugging, as a critical process before the commissioning of electromechanical equipment in construction machinery, directly relates to the stability, operational accuracy, and safety of the equipment. Automatic debugging technology, by utilizing artificial intelligence algorithms such as machine learning and deep learning, enables efficient analysis of operational data from electromechanical equipment, accurately identifies equipment status, and optimizes the debugging process. This article starts from the importance of automatic debugging technology for electromechanical equipment in construction machinery, systematically analyzes common technical issues in current automatic debugging practices, and proposes targeted optimization strategies. It aims to provide theoretical references and practical insights for technological innovation and quality improvement in the debugging phase of electromechanical equipment within the construction machinery sector.

Keywords： construction machinery; electromechanical equipment; automatic debugging technology

引言

挖掘机、塔式起重机、装载机等工程机械的核心竞争力，在很大程度上取决于其机电设备的集成性能。调试环节作为机电设备从生产制造到实际投用的关键衔接点，能够通过对设备各项运行参数的检测、分析、调整与验证，确保设备各项性能指标完全契合设计标准及实际作业需求。随着工程机械行业向规模化生产、高精度作业、智能化运维方向转型，传统依赖操作人员经验的人工调试模式已难以适配行业发展需求。故此，深入探究工程机械机电设备自动调试技术，对于推动工程机械行业智能制造水平升级、增强设备核心竞争力具有重要的现实意义。

一、工程机械机电设备自动调试技术的重要性

（一）保障设备运行稳定性与作业安全性

工程机械机电设备作为融合机械传动、液压执行、电气控制等多系统的复杂集成装置，其运行状态直接决定整机作业效能与操作安全性，而自动调试技术正是保障设备稳定安全运行的核心技术支撑。该技术借助系统化的参数检测流程与精准化校准手段，能够从源头化解设备各组件间的参数不匹配问题，有效规避因机械、液压与电气系统协同失衡所引发的各类运行故障，筑牢

设备运行的前期防护防线。相较于传统人工调试模式对操作人员经验的高度依赖，自动调试技术依托标准化作业流程，可实现对设备隐性缺陷的精准识别与排查，无需借助操作人员主观判断，就能完成动力输出阈值、动作响应区间等关键技术指标的规范化调整，有效提升调试工作的精准度与客观性^[1]。这种标准化调试模式能够确保设备各项性能参数始终维持在设计安全区间内，显著减少设备投用后因调试疏漏导致的停机故障与安全隐患，为工程机械在复杂工况下的连续稳定作业提供可靠技术保障，从根本上强化设备运行的稳定性，提升操作过程的安全系数。

（二）推动行业生产模式升级与效率提升

自动调试技术的普及应用，对工程机械行业生产模式转型起到关键推动作用，其核心价值集中体现为对行业生产效率与规模化运营水平的双重提升。传统人工调试模式受操作人员个体经验、实时操作状态等多重因素制约，不仅单台设备调试周期冗长，且同批次设备的调试精度难以实现统一标准，这一短板严重制约了大规模生产线的运转节拍与产能释放。自动调试技术通过构建闭环式智能管控体系，实现调试流程的自主化、规范化推进，既能大幅压缩单台设备调试耗时，又能彻底消除人为操作差异引发的参数波动，确保同批次设备性能指标的一致性与稳定性。这种标准化调试模式可与规模化生产流程高效适配，优化生产各环节的衔接效率，有效破解因调试环节滞后形成的生产瓶颈。另外，自动调试技术能够实现调试全流程数据的实时采集、同步归档与精准分析，为生产流程优化、设备设计迭代升级提供可靠的数据支撑，推动工程机械行业逐步摆脱传统经验型生产模式，向智能化、标准化生产转型，进而全面提升行业整体生产效率与核心竞争力。

（三）降低全生命周期成本与资源消耗

自动调试技术凭借对调试全流程的精准管控能力，能够有效降低工程机械机电设备全生命周期的成本投入与资源消耗，兼具显著的经济效益与生态价值，为行业绿色低碳发展提供重要支撑。在生产调试环节，该技术可大幅缩减人工调试的人力配置需求，同时通过精准化参数校准，降低因调试失误引发的零部件损耗，从源头减少资源浪费与返工整改所产生的额外成本，优化生产阶段成本管控成效。设备投用后，经自动调试校准的设备各组件参数匹配度更高，能够有效降低机械、液压、电气等系统运行过程中的能耗与部件磨损，延长设备整机使用寿命，减少后期运维保养的频次与费用投入，同时规避因设备故障停机造成的生产中断损失，进一步压缩全生命周期成本。相较于传统人工调试易产生的参数偏差问题，自动调试形成的标准化、可追溯数据档案，可为后期运维工作提供精准数据参考，助力运维人员快速定位故障根源、制定维修方案，缩短维修周期，持续降低运维成本。与此同时，设备运行效率的提升与能耗的精准管控，能够减少能源消耗总量与污染物排放强度，高度契合工程机械行业绿色低碳的发展导向，实现经济效益与生态效益的协同提升，推动行业高质量发展。

二、当前工程机械机电设备自动调试常见的技术问题

（一）多系统参数协同适配性不足

工程机械机电设备由机械传动、液压执行、电气控制等多个子系统交织耦合构成，各系统参数存在紧密的联动关联，这一核心特性对自动调试技术的跨系统协同适配能力提出了极高要求。当前主流自动调试技术多聚焦于单一子系统的参数检测与精准校准，缺乏对各子系统间参数联动逻辑的深度剖析与统筹考量，容易出现调试后各子系统独立性能达标，但设备整体协同运行失衡的问题。部分自动调试算法对多系统参数的耦合逻辑解析不够全面深入，无法精准捕捉不同作业工况下各系统参数的动态适配规律，仅依靠固定阈值完成参数校准，难以适配工程机械复杂多变的实际作业场景。这种单一化、碎片化的调试逻辑，会导致设备

运行过程中出现动力输出与动作执行不同步、能耗消耗与作业效率失衡等问题，不仅大幅削弱自动调试技术的实际应用效果，还可能埋下设备运行安全隐患，进而制约自动调试技术对设备整体性能的提升效能。

（二）智能感知与数据采集精准度欠缺

智能感知与数据采集作为自动调试技术的核心支撑环节，其数据精准度直接决定调试结果的可靠性与有效性，而当前该环节仍存在诸多亟待突破的技术瓶颈，制约着自动调试技术的效能释放。一方面，部分传感器设备对工程机械复杂作业工况的适应能力不足，在强振动、高温、高粉尘等恶劣作业环境中，极易出现信号干扰、数据漂移等异常情况，导致采集的参数数据与设备实际运行状态存在偏差，影响数据的真实性与可用性。另一方面，数据采集系统的兼容性与多源数据整合能力存在局限，不同品牌、型号的机电设备组件对应差异化的数据传输协议，现有采集系统难以实现全要素数据的无缝对接与统一归集，易形成分散孤立的数据孤岛，阻碍跨组件、跨系统的数据协同应用。与此同时，数据预处理算法的优化程度不足，对采集数据中夹杂的噪声、异常值过滤不够彻底，无法为后续参数分析、精准校准提供高质量的数据支撑，间接降低了自动调试的整体精度与运行稳定性，成为技术落地的重要阻碍。

（三）调试系统通用性与扩展性薄弱

工程机械领域机型品类多样、规格参数繁杂，不同机型的机电设备在结构设计、核心性能参数、控制逻辑架构等方面存在显著差异，这一行业特性对自动调试系统的通用性适配能力与扩展兼容性提出了较高要求。当前市面上多数自动调试系统为特定机型定制化开发，软硬件配置缺乏统一的标准化设计，对不同机型、不同规格设备的适配能力薄弱。当更换调试对象时，需要开展大量的系统架构重构与核心参数重置工作，不仅增加了调试环节的经济成本，还大幅延长了调试周期，降低了作业效率。另外，自动调试系统的扩展能力存在明显不足，难以兼容新型机电组件、先进控制算法及检测技术的升级迭代需求。随着工程机械智能化水平持续提升，新型智能传感器、高精度智能控制单元的应用愈发广泛，而现有自动调试系统无法快速整合新增技术模块，易陷入技术滞后的困境。这种在通用性与扩展性上的双重短板，严重限制了自动调试技术在工程机械行业的规模化推广与深度落地应用，进而制约了全行业整体调试技术水平的提升与迭代升级。

三、工程机械机电设备自动调试技术问题的优化策略

（一）构建多系统协同适配调试体系

针对自动调试技术在多系统参数协同适配性方面的不足，相关技术研发与应用工作需彻底突破单一子系统独立调试的固有局限，以各子系统之间的耦合逻辑作为核心指引，构建全范围协同的适配调试体系，实现调试目标从局部参数校准过渡至设备整体性能优化。

首先需深入开展对机械传动、液压执行、电气控制这三大核心子系统参数联动关系的系统分析，技术研发人员需整体梳理不同作业工况下各系统参数的动态响应规律与彼此作用机制，将这些耦合逻辑精确嵌入调试算法底层架构的设计中，摒弃传统固定阈值校准的僵化模式，构建可进行动态适配的算法框架，增加参

数校准的灵活性及适配性。

其次,搭建高保真多系统协同仿真平台,此平台可精准还原设备实际开展作业时的参数交互场景,精准锁定各系统参数的最佳匹配区间,事先预估单一参数调整对设备整体运转状态的连锁后果,从源头上防止多系统协同失衡问题产生,研发团队还应重构调试流程的整体架构,以多系统协同检测与联动校准作为核心要点,同步促进各子系统参数的收集、分析及调整工作,强化调试操作中对参数耦合关系的实时管理与动态修正,保障各系统参数调整同步协同、精准契合。最后,技术体系需持续推动调试算法迭代升级,增进系统对复杂工况、极端作业场景的自适应本领,保障调试参数能依据设备实时运行状态动态优化修正,切实实现各子系统协同互动的最佳功效,让自动调试技术提升设备综合作用的作用得到充分施展,填补传统调试模式在系统协同管控中的固有漏洞。

（二）强化智能感知与数据采集精准管控

智能感知与数据采集是自动调试技术的核心关键,其采集数据的精准程度直接决定调试结果的可靠及稳定性能,自动调试技术研发工作需构建全链条精准把控机制,全面提升数据采集的质量,为自动调试技术夯实运行根基。针对感知设备优化,研发人员应结合工程机械复杂恶劣作业场景的适配条件,优先采用抗振动、耐高温、防粉尘、抗电磁干扰能力突出的高精度传感器,合理规划传感器的安装布局^[2],合理缩短信号传输路径,尽最大可能降低外界环境对信号采集的干扰,保障采集的数据能真切、精准地呈现设备实际的运行状态。

在系统兼容性提升方面,行业主管部门与研发机构要牵头制订统一的行业数据传输协议及接口标准,破除不同品牌、不同型号机电设备组件间的数据通信隔阂,研发团队创建拥有全要素数据整合能力的智能采集平台,达成各类参数数据的无障碍对接、即时传输与集中汇聚,从关键处攻克数据孤岛难题,为跨系统数据协同应用提供后盾支持^[3]。在数据预处理阶段,技术研发团队要不断迭代优化自适应滤波算法以及异常值智能识别模型,加强对采集数据中的噪声、偏差值、缺失值精准筛选和补全纠正,显著改善数据的纯度与完整水平,形成数据采集质量实时验证体系,^[4]依靠双向数据对查、多维度交互验证等举措,对数据的精准度、完整性实施动态核查,及时察觉并排除传感器故障、传输链路异常等问题,为后续参数分析、校准决策提供高质量的数据后盾,加固自动调试技术的运行根基。

（三）提升调试系统通用性与扩展能力

针对当前调试系统普遍存在的通用性差、扩展性弱的问题,

技术研发团队需要将标准化设计作为核心要点,依靠柔性化架构作支撑,建设能适应多样机型、契合技术迭代的智能调试系统,从源头打破机型适配的局限以及技术升级的瓶颈。

在系统设计层面,研发人员要整体采用软硬件模块化、标准化的开发手段,将调试系统解析为参数采集、算法分析、精准执行、数据存储等独立功能模块,同时搭建一套标准化模块资源库,各功能模块可按照不同机型的调试需求灵活组合、按需配置,极大减少针对特定机型的定制开发量。在更换调试对象时,工作人员只需要调整模块的组合形式以及核心参数设置,就能迅速匹配新机型,极大减少调试环节的经济与时间成本支出,在系统架构实施优化的环节,研发团队需要预留相当的技术迭代接口与功能扩展空间,采用开放式的架构设计理念,保障新型机电组件、智能控制算法、先进检测技术能快速融入当前的调试系统,无需对系统实施整体的重新构建,有效防止技术升级引起的系统滞后困境,保障系统长期跟进行业技术发展节奏。调整模块的组合形式以及核心参数设置,就能迅速匹配新机型,极大地减少调试环节的经济与时间成本支出,在系统架构实施优化的环节,研发团队需要预留相当的技术迭代接口与功能扩展空间,采用开放式的架构设计理念,保障新型机电组件、智能控制算法、先进检测技术能快速融入当前的调试系统,无需对系统实施整体的重新构建,有效防止技术升级引起的系统滞后困境,保障系统长期跟进行业技术发展节奏^[5]。测试团队要进一步加强系统兼容性全场景验证,以跨机型、跨作业场景的稳定性测试为手段,保证优化后的调试系统可在多种场景下稳定运转,助力自动调试技术在工程机械行业的大规模传播与深度运用,助力行业整体调试水平实现跨越式提升。

四、结束语

综上所述,工程机械机电设备自动调试技术是行业实现智能制造转型、提升核心竞争力的重要支撑。当前该技术在多系统协同适配、数据采集精准度、系统通用性等方面仍存在短板,需要通过协同体系构建、感知数据管控、系统柔性升级等多个维度,推动自动调试技术从单一功能实现向综合效能提升转型。未来,需持续深化技术研发与实践应用的协同联动,完善技术体系的完整性与可靠性,从而为行业高质量发展注入持久动力,同时为相关技术领域的应用拓展提供有益借鉴。

参考文献

- [1]王新伟,李卫社.工程机械中机电设备安装与调试常见的技术问题[J].模具制造,2025,25(04):177-179.
- [2]李勇.工程机械中机电设备安装与调试工作存在的技术问题研究[J].中国设备工程,2024,(14):218-220.
- [3]任国成.工程机械机电设备自动调试技术研究[J].现代制造技术与装备,2024,60(07):59-61.
- [4]周柏青.工程机械中机电设备安装调试技术研究[J].产品可靠性报告,2024,(01):79-81.
- [5]林克任.试论工程机械中机电设备安装及调试技术[J].工程建设与设计,2022,(06):110-112.