

飞行器飞行试验工程大数据管理与应用思考

赵智星，邢澜清

(中航西安飞机工业集团股份有限公司，陕西 西安 710089)

摘 要 在飞行器的研发及性能验证环节，一般需要实施飞行试验工程，其中涉及的数据多且复杂。飞行器飞行试验工程大数据涵盖了飞行参数、环境信息、设备状态等诸多方面，在飞行器的优化设计、性能评估、故障预测等方面都发挥着重要作用。本文阐述了飞行器飞行试验工程大数据的来源与特点，分析了大数据管理中管理体系的构建和技术方法的创新，详细探讨了大数据在各个方面的具体应用，旨在为飞行器研发改进提供决策支持和技术创新。

关键词 飞行器；飞行试验工程；大数据；管理体系

中图分类号：V217；TP311.13

文献标志码：A

DOI：10.3969/j.issn.2097-3365.2025.06.023

0 引言

近年来，我国飞行器技术发展迅速，飞行器飞行试验工程也成为飞行器研发改进过程中的重要项目。飞行器飞行试验中的大数据是一项重要的核心资源，包含了飞行参数及环境信息，反映了飞行器的性能状态和潜在故障等信息。由于数据量庞大复杂，因此，为了实现高效的管理和应用，就需要引入大数据技术。本文在系统梳理大数据来源与特点的基础上，对管理体系的构建和技术方法的创新深入剖析，旨在使大数据在飞行器研发领域中发挥出更大的价值和作用。

1 飞行器飞行试验工程及大数据的概述

飞行器飞行试验工程是飞行器技术研发链条中的关键环节，通过实际飞行测试验证飞行器的设计性能、安全性能及环境适应性，为飞行器的后续改进与优化提供数据支撑。试验工程涵盖了从飞行准备执行到数据收集分析的全过程，还涉及多学科交叉与高度集成的技术体系，关系到飞行器技术创新与成果的转化。大数据作为信息时代的重要产物，其定义是数据量庞大、来源广泛且类型多样的数据集。大数据的首要特征是数据量急剧增长，远超传统数据处理能力的范畴。数据类型多样，不仅包含数字、符号等结构化数据，也涵盖了图片、视频、音频等半结构化与非结构化数据。大数据的处理速度要求极高，要在短时间内完成数据的收集、清洗、分析、挖掘，满足实时决策和预测的需求。尽管大数据蕴含着巨大价值，但价值密度较低，还应借助先进的数据处理与分析技术，从中提炼出有价值的信息。飞行器飞行试验工程与大数据的结合推动了飞行器技术的快速发展，为飞行器的智能化、自

主化提供了无限可能。

2 飞行器飞行试验工程大数据的来源与特点

飞行器飞行试验工程大数据来源于飞行测试的每一个环节。飞行参数数据作为其中的核心组成部分，详细记录了飞行速度、高度、航向等关键指标，能直观反映飞行器的运动状态。系统状态数据主要展现飞行器各子系统的实时表现，例如发动机状态、航电系统反馈等，为故障排查与系统优化提供依据。环境条件数据包括风向、风速、温度、湿度等，揭示了外部环境对飞行性能的影响。试验设计与执行数据记录了试验方案的制定、执行流程与人员操作，为试验的复盘与改进提供全面视角^[1]。飞行器飞行试验工程大数据的特点主要体现在精确性要求极高，每项数据都需准确无误，保证分析结果的可靠性。飞行日志、图片、视频等非结构化数据占比较高，处理难度大但蕴含丰富信息，对全面理解飞行过程至关重要。数据关联性强，各项数据间存在内在联系，需综合分析揭示其背后的规律与趋势。数据更新频繁，飞行试验持续进行，数据不断累积，要求数据处理与分析系统具备高效处理与实时响应的能力。

3 飞行器飞行试验工程大数据管理

3.1 管理体系构建

3.1.1 数据采集与整合机制

在飞行器飞行试验工程的大数据管理中，首要任务是建立高效的数据采集与整合机制。在实施过程中引入实时数据采集技术，与依赖于先进的机载传感器与数据传输系统相互配合。在飞行器的各个关键部位

设置传感器，实时捕捉飞行参数、系统状态以及外部环境数据，并经由卫星或无线渠道传输至地面数据中心。为了保证数据的准确性与一致性，需要实行数据标准化与格式化步骤。例如定义统一的数据格式、编码规则及数据单位，使来自不同源头的的数据均可无缝对接与融合。之后执行数据清洗流程，剔除异常值、填补缺失值，纠正数据录入错误，从而保障数据的质量。在数据整合与校验阶段，将标准化后的数据按照特定逻辑与规则加以整合，形成完整的数据集。最后执行校验步骤，对整合后的数据全面核查，以保证其逻辑自洽、无矛盾之处，提升数据处理的效率，为后续的数据分析与挖掘做好充分的准备工作，使飞行器飞行试验工程大数据能够更加高效准确地服务于飞行器技术的研发与创新。

3.1.2 数据存储与管理平台

在飞行器飞行试验工程的大数据管理中，要建立完善的数据存储与管理平台。根据管理要求选用分布式存储架构模式，利用多台服务器协同工作，将数据分散存储于不同节点，提升数据存储的容量，增强数据的容错性和可用性。每个节点都承担部分数据的存储和处理任务，借助高速网络连接，实现数据的并行访问与处理，大幅提高数据处理的效率。设定数据备份与恢复策略，保障数据的安全性及完整性^[2]。引入定期自动备份机制，及时保存关键数据，同时配合异地备份策略，进一步增强数据的灾难恢复能力。在数据恢复方面，制定详尽的应急响应计划，快速定位数据丢失原因，启动备份数据恢复流程，尽可能减小数据丢失带来的风险。实行严格的数据访问权限管理，采用基于角色的访问控制模型，根据用户的不同职责与需求分配相应的数据访问权限，保护数据的隐私性，防止未经授权的访问与操作，安全高效地存储与管理飞行器飞行试验工程的大数据，为后续的数据分析决策提供充足的依据。

3.1.3 数据处理与分析流程

在飞行器飞行试验工程的大数据管理中，需实行科学的数据处理与分析流程。利用数据预处理技术完成数据清洗、缺失值填补、异常值检测与处理等，提升数据质量，为后续分析创造良好条件。此阶段利用自动化脚本与智能算法，高效识别并修正数据中的问题，使数据集更为完整和准确。应用数据分析算法与模型，从海量数据中挖掘有价值的信息。根据飞行器飞行试验的具体需求选择合适的统计分析方法、机器学习模型或深度学习框架，对数据进行深入探索。揭

示数据间的隐藏关系，预测系统性能，识别潜在风险，为决策提供科学依据。数据可视化与报告功能可将复杂的数据分析结果转化为直观的图表、图像和报告。采用动态仪表盘、交互式地图等先进的可视化工具与技术，用容易理解的方式直接呈现数据。报告生成部分自动整合分析结果，提炼关键信息，形成结构清晰、内容详实的报告，帮助决策者快速把握数据要点，做出精准判断，为飞行器技术的进步、创新与改进提供更有力的支持。

3.2 技术创新

在飞行器飞行试验工程大数据管理中，技术创新是推动管理效能提升的重要途径。其中，云计算与大数据技术的融合应用，为海量数据的存储、处理与分析提供了强有力的支撑。构建基于云计算的大数据平台，可实现数据的分布式存储与弹性计算，有效应对数据规模庞大、处理复杂度高的问题。云计算的按需分配特性使得资源能够根据数据处理需求灵活调整，提高了资源利用率和响应速度。人工智能与机器学习技术的引入进一步增强了数据管理的智能化水平。利用机器学习算法对飞行试验数据进行深度学习与模式识别，可自动发现数据中的异常与规律，为故障预警及性能优化等提供精准预测。人工智能技术在数据清洗、分类与标注等方面的应用，也显著提升了数据处理的效率与质量^[3]。数据治理与数据质量管理实践是确保数据价值得以充分释放的基础，建立完善的数据治理框架，明确数据的权属、责任和流程，实现数据的全生命周期管理。数据质量管理注重从源头把控数据质量，运用数据校验、审计与反馈机制迭代优化数据质量，强化数据的准确性、完整性与时效性。

4 飞行器飞行试验工程大数据应用

4.1 飞行试验设计优化

在飞行器飞行试验工程中，大数据的应用为飞行试验设计的优化提供了较大的支持。在试验方案设计与仿真模拟阶段，借助大数据分析技术对历史飞行试验数据进行深度挖掘，提炼出关键参数与性能指标，为新的试验方案设计提供数据参考。利用高级仿真软件结合大数据分析得到的知识库，构建高精度的飞行模型，实施多方案对比验证，筛选出最优的试验方案。在试验参数优化与调整环节，大数据分析技术能快速处理与分析飞行试验过程中的实时监测数据，识别出影响飞行性能的关键因素，进而精细化调整试验参数。基于数据驱动实现对飞行状态的精准把控，提升了试

验效率与安全性。大数据技术在试验风险预测与管控方面的应用也是非常重要的,构建风险预测模型深入学习历史飞行试验中的故障案例,识别出潜在风险点与触发条件。结合实时监测数据,对飞行试验过程中的风险做出实时评估与预警,为决策者提供及时、准确的风险信息,进而采取有效管控措施提升飞行试验的安全性。

4.2 飞行试验监测评估

在飞行器飞行试验工程的大数据应用中,大数据应用为飞行试验的监测评估带来了革命性的变革。基于先进的数据采集与分析技术建立实时飞行状态监测与预警系统,持续追踪飞行过程中的各项关键参数。利用机器学习算法对历史飞行数据进行训练,构建预测模型实时监测飞行状态,一旦发现异常立即触发预警机制,为飞行员与地面控制中心提供及时的应急响应指导。在系统性能评估与优化建议方面,运用大数据分析技术全面分析飞行试验数据,揭示系统运行的内在规律与瓶颈所在。构建性能评估指标体系,量化评估飞行系统的稳定性、效率与可靠性。基于评估结果提出针对性的优化建议,如调整飞行参数、改进系统架构等,以持续提升飞行性能^[4]。在试验效果评估与反馈改进环节,运用大数据分析技术对比试验前后的数据变化,客观评价飞行试验的实际效果。同时收集飞行员与地面控制人员的反馈意见,结合数据分析结果,形成综合评估报告,迭代优化试验设计,为后续的飞行试验提供宝贵经验,推动飞行器技术水平的不断进步。

4.3 飞行器设计与改进

飞行器飞行试验工程的大数据应用在飞行器设计与改进方面展现出了巨大的潜力。利用大数据分析技术实现飞行性能分析与优化,整合飞行试验中的速度、高度、油耗等各项性能指标数据,构建性能分析模型。利用模型运算深入剖析飞行性能的瓶颈与潜力,提出优化方案,如调整翼型设计、优化发动机性能等,提升飞行器的整体飞行效率与舒适度。借助大数据分析技术开展系统故障预测与诊断,深度挖掘历史故障数据构建故障预测模型,实时监测飞行过程中的系统状态,提前识别潜在故障点。一旦模型预测到故障风险立即触发预警机制,并提供故障诊断建议,为维修人员提供精准指导,缩短故障排查与修复时间,提高飞行器的运行安全性。大数据分析技术也可应用在飞行器改进设计与验证环节,基于飞行试验数据的全面分析,结合飞行员与地面控制人员的反馈提出改进设计思路^[5]。利用虚拟仿真技术对改进设计加以验证,评

估其在实际飞行中的表现。通过多次迭代优化确保改进设计满足性能需求。

4.4 飞行器领域的其他应用

在飞行器飞行试验工程的大数据应用中,除了飞行试验设计优化、监测评估及飞行器设计与改进外,大数据还广泛应用于其他方面。例如在飞行器安全管理方面,大数据分析技术助力构建安全风险预警系统,整合飞行数据、天气数据、维护记录等多源信息,利用机器学习算法识别潜在的安全隐患,为飞行器安全管理提供前瞻性的决策支持,有助于提前采取预防措施,降低事故发生的概率,保障飞行器安全。在物流领域,大数据分析技术可优化航线规划与货物调度。通过分析历史飞行数据与物流需求,预测未来物流的趋势与变化,为物流企业制定更加合理的航线与货物调度方案,有助于降低运营成本,提高物流效率,满足日益增长的物流需求。

此外,大数据分析技术还能应用于飞行器市场分析与客户服务。挖掘客户行为数据,分析飞行器市场需求与趋势,为飞行器公司制定市场策略与产品服务提供数据支撑。基于客户数据的个性化服务推荐,提升客户满意度与忠诚度。

5 结束语

在飞行器技术发展当中,飞行器飞行试验工程大数据的管理与应用提供了重要的驱动力。在具体实践中,通过构建完善的数据管理体系,改进数据的采集整合、存储管理、处理分析,从而做到更高效的管理利用海量数据信息。与此同时,不断创新技术方法,提高数据管理的精准度与智能化,进一步将大数据运用在飞行试验的设计优化、监测评估、设计改进等领域,为飞行器技术发展提供更强助力。

参考文献:

- [1] 张劲松,张倩,高骥.大数据时代航天科研管理信息化策略研究[J].中国管理信息化,2022,25(20):119-121.
- [2] 李俊,惠力,聂睿.试飞遥测实时监控分析报告自动生成系统设计[J].科学技术与工程,2023,23(32):13889-13895.
- [3] 王玮.一种内嵌质量总线的飞行器试验遥测数据质量管理体系设计[J].计算机应用文摘,2023,39(19):53-56.
- [4] 赵振杰,闫月晖,秦绪国,等.基于大数据的航天试验数据管理系统建设与应用[J].智能制造,2023,16(05):73-76.
- [5] 杨勇,刘守文,黄首清.航天器产品高效一体化空间环境试验关键技术研究及应用[J].中国科技成果,2021,22(08):9-10.