

# 基于人工智能的航空发动机试验数据分析与故障诊断研究

卢鹏飞

中国航发南京轻型航空动力有限公司 江苏 南京 210000

**摘要:** 随着我国航空工业的不断发展,航空发动机的安全性和可靠性越来越受到关注。航空发动机故障分析则是航空发动机试验过程中较重要的一环。因此,如何准确地诊断和预测发动机故障,成为航空工业研究的热点之一。本文介绍了人工智能在航空发动机试验数据分析和故障诊断中的应用,并探讨了人工智能技术在这一领域中的优势和不足。

**关键词:** 人工智能;航空发动机;试验数据;故障诊断

引言:航空发动机是飞机的核心部件之一,其工作状态的稳定性和安全性直接影响到飞机的飞行效能和飞行安全。在航空发动机的运行过程中,由于机械磨损、材料老化、装配质量、设计缺陷等因素,容易出现各种故障,这些故障可能导致航空事故的发生,严重威胁到人员的生命安全和财产安全。因此,航空发动机科研生产过程中,研究航空发动机的故障诊断方法至关重要。

近年来,随着人工智能技术的发展,基于人工智能的航空发动机故障诊断方法得到了广泛应用。人工智能技术可以自动提取大量试验数据中的特征,并通过机器学习算法对数据进行分析 and 处理,从而实现了对航空发动机故障的快速准确诊断。本文旨在探索基于人工智能的航空发动机试验数据分析与故障诊断方法,并通过试验验证其有效性。

## 1 人工智能概述

人工智能(Artificial Intelligence,简称AI)是指利用计算机模拟人类智能,实现像人类一样思考、学习、理解、推理、判断、决策等高级智能活动的一种技术和科学领域。它涉及计算机科学、数学、哲学、心理学、神经科学、机器人学、语言学等多个学科领域。

人工智能的发展历程可以追溯到上世纪50年代,当时人们开始尝试通过编程实现机器的思维、语言和知识处理能力。经过多年的研究和发 展,人工智能技术已经逐渐应用于图像识别、语音识别、自然语言处理、机器翻译、智能推荐、自动驾驶、医疗诊断、金融风控等众多领域。人工智能技术的核心是机器学习,它是一种利用数据训练计算机模型,并让计算机自动从数据中学习规律和知识的技术。机器学习包括监督学习、无监督学习、半监督学习和强化学习等多种算法和方法。在机器学习的基础上,人工智能技术还包括深度学习、神经网络、自然语言处理、计算机视觉等多个分支领域。

人工智能技术的优势在于可以高效地处理大量数

据、发现数据背后的规律和知识,并根据这些知识进行预测和决策。它还可以实现对人类智力活动的自动化和智能化,提高人类的工作效率和生活质量。不过,人工智能技术也面临一些挑战,比如如何保障数据隐私、如何确保算法公正和透明、如何避免机器产生有害决策等。

## 2 人工智能在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的不足

### 2.1 数据质量问题

人工智能系统对数据质量的要求很高,而航空发动机试验数据的质量受到多种因素的影响,如传感器故障、信号干扰、采样频率等,因此需要对数据进行有效的清洗和处理。但在实际应用中,数据质量可能会存在问题,这会影响模型的精度和可靠性。

### 2.2 数据隐私问题

在航空发动机试验数据分析与故障诊断过程中,数据隐私问题是一个需要特别关注的问题。因为这些数据可能包含机密信息,如发动机的设计和生产细节,甚至可能包含商业机密,对于航空发动机试验数据的存储,需要考虑数据的安全性和保密性。尤其对于一些涉及商业机密的数据,需要采取更高级别的安全保护措施。因此,如何保护数据隐私是人工智能技术应用中需要解决的问题。

### 2.3 模型解释性问题

模型解释性问题是使用人工智能模型进行航空发动机试验数据分析与故障诊断时,模型本身的结果和预测过程难以被解释和理解的问题。这会导致模型的结果无法被信任,同时也会影响到决策的准确性和效果。在航空发动机试验数据分析与故障诊断中,模型解释性问题主要表现为以下几个方面:(1)黑盒模型:很多人工智能模型都是黑盒模型,难以理解和解释模型的工作原理和决策过程。这会使得模型的结果和预测难以被理解和接受。(2)特征选择:在模型训练过程中,特征选

择的过程也可能导致模型解释性的问题。当特征选择的过程不够透明,或者缺乏合理的解释,可能会导致人们难以理解模型为什么选择了这些特征。

(3) 数据量不足:在航空发动机试验数据分析与故障诊断中,数据量可能比较少,如果使用了复杂的人工智能模型,可能会出现过拟合或欠拟合等问题,从而导致模型无法解释和理解。

#### 2.4 缺乏人工干预

人工智能在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的另一个不足之处是缺乏人工干预。尽管人工智能技术可以处理大量的数据并自动地进行故障诊断,但是在一些复杂的情况下,仍然需要人工干预来进行判断和决策。例如,在发动机故障的情况下,虽然人工智能技术可以对故障进行自动诊断,但是对于具体的修复方案和操作流程,仍然需要人类专家来进行判断和决策。因此,在实际应用中,需要将人工智能技术与人类专家的经验 and 知识相结合,以实现更加准确和可靠的故障诊断和修复。此外,缺乏人工干预也可能导致一些意外情况的发生。例如,在实际应用中,如果人工智能系统出现故障或者错误的判断,可能会导致误报或漏报,从而对飞行安全造成潜在的威胁。

#### 2.5 大规模应用难度

人工智能在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的另一个不足之处是大规模应用的难度。要将人工智能技术应用到实际的航空发动机监测中,需要处理大量的数据,并训练复杂的模型,这需要大量的计算资源和时间。此外,将模型部署到实际环境中还需要面对一系列的挑战,例如不同类型的发动机、不同的运行条件和不同的数据质量等等。这些都会影响模型的精度和稳定性。另外,将人工智能应用于航空发动机试验数据分析和故障诊断还需要充分考虑到安全问题,因为一旦人工智能系统遭到攻击或者存在漏洞,可能会对航空安全造成极大的威胁。因此,尽管人工智能技术在航空发动机试验数据分析和故障诊断中有着广泛的应用前景,但是在实际应用中还需要克服一些技术上的难点和安全问题。

#### 2.6 故障诊断问题

故障诊断是航空发动机试验数据分析中非常重要的一个应用领域,人工智能系统可以帮助检测发动机运行中的问题,并识别出问题的原因和位置,从而指导人员采取相应的维护措施,保证发动机的安全和可靠性。

### 3 人工智能在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的优势及应用

#### 3.1 高效处理数据

高效处理数据是人工智能技术在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的一大优势。航空发动机的试验数据非常庞大,包含着各种传感器采集的数据,需要进行大量的数据处理工作才能获得有用的信息。传统的数据处理方法往往需要大量的时间和人力成本,而人工智能技术可以高效地处理数据,提高数据处理的效率。在航空发动机试验数据分析与故障诊断中,人工智能技术可以通过大规模的数据训练模型,从而实现了对数据的高效处理。例如,可以使用深度学习模型来训练数据,通过多层神经网络的组合和运算,从大量数据中提取出有用的特征和规律。这些特征和规律可以被用于故障诊断和数据分析中,从而提高处理数据的效率。

另外,人工智能技术还可以采用分布式计算的方式来处理数据,将大量数据分布在多个节点上进行处理,大大缩短数据处理的时间。同时,人工智能技术还可以与高性能计算和云计算等技术相结合,进一步提高数据处理的效率和精度。

#### 3.2 模式识别

模式识别是人工智能技术在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的重要应用之一。航空发动机的试验数据中包含着各种复杂的模式和规律,而模式识别技术可以从这些数据中提取出有用的模式和规律,从而实现故障诊断和数据分析。模式识别技术包括许多方法,如支持向量机、决策树、神经网络等。这些方法可以对数据进行分类、聚类、回归等处理,从而提取出数据的特征和规律。

在航空发动机试验数据分析与故障诊断中,模式识别技术可以应用于故障诊断和预测、故障分类、数据挖掘等方面。例如,可以使用支持向量机等方法对数据进行分类,从而实现了对发动机运行状态的诊断和预测;可以使用决策树等方法对故障进行分类,从而实现故障的自动诊断和排除;可以使用聚类分析等方法对数据进行挖掘,从而发现数据中的隐藏规律和异常情况。

#### 3.3 自动学习

自动学习是人工智能技术在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的重要应用之一。传统的数据处理方法需要手动选择特征并进行建模,而自动学习技术可以自动从数据中学习出合适的特征和模型,大大提高了数据分析和故障诊断的效率和准确性。自动学习技术包括深度学习、强化学习、遗传算法等。这些技术可以通过多层神经网络、模拟智能等方式,从数据中自动提取特征和模型,并进行自适应的训练和优化。

在航空发动机试验数据分析与故障诊断中,自动学习技术可以用于故障预测、故障诊断和数据分析等方

面。例如，可以使用深度学习技术对数据进行训练和优化，从而实现了对发动机运行状态的预测和诊断；可以使用遗传算法等技术对数据进行优化和挖掘，从而发现数据中的异常和潜在问题。同时，自动学习技术的发展也促进了人工智能技术在航空领域的应用，为航空工业的发展提供了新的可能性和机遇。

### 3.4 实时监测

实时监测是人工智能技术在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的重要应用之一。航空发动机在运行时会产生大量的实时数据，而实时监测技术可以对这些数据进行实时处理和分析，及时发现故障和问题，保障发动机的安全运行。实时监测技术包括传感器数据采集、实时数据处理、模型预测等方面。这些技术可以实现对发动机的实时监测和预测，及时发现故障和问题，以便采取措施进行处理。

在航空发动机试验数据分析与故障诊断中，实时监测技术可以应用于故障预测、实时诊断和数据分析等方面。例如，可以通过传感器实时采集发动机的运行数据，结合模型预测和实时数据处理，及时判断发动机的运行状态，预测潜在故障，并采取措施进行处理；可以通过实时数据分析，发现数据中的异常和潜在问题，并及时报警和处理。同时，实时监测技术也为数据的分析和挖掘提供了更加丰富和实时的数据支持，为航空工业的发展提供了新的机遇和挑战。

### 3.5 可视化展示

可视化展示是人工智能技术在航空发动机试验数据分析与故障诊断中的另一个重要应用。通过可视化技术，可以将复杂的数据转化为直观、易于理解的图形或图表，方便工程师或技术人员进行数据分析、发现异常或潜在问题，以及快速做出正确的决策。

在航空发动机试验数据分析与故障诊断中，可视化技术可以应用于数据的可视化展示、数据的比较和分析、异常和趋势的发现等方面。例如，可以将发动机运行数据绘制成时序图，观察发动机运行状态和变化趋势；可以通过散点图和热力图等可视化方式，将多维数据进行展示和比较，找出数据之间的关系和异常；可以通过柱状图、饼图等方式，将数据进行统计和分析，发现数据中的规律和趋势，以便预测和规划未来的运行。

可视化技术的应用可以大大提高数据分析的效率和准确性，帮助工程师和技术人员快速理解数据，发现问题，做出正确的决策。同时，可视化技术也可以让数据更加直观、易于理解，将复杂的数据转化为易于理解的图形或图表，提高了数据的可读性和可解释性，同时也提高发动机的安全性和可靠性。

### 3.6 故障诊断

在航空发动机试验数据分析中，故障诊断主要涉及以下几个方面：（1）故障检测：人工智能系统可以通过对发动机试验数据进行实时监测和分析，检测出潜在的故障信号，并及时发出警报。（2）故障分类：人工智能系统可以将发动机故障分为不同的类别，例如机械故障、电气故障、传感器故障等，从而更好地定位故障位置和原因。（3）故障诊断：人工智能系统可以通过对发动机试验数据进行深度学习和模式识别分析，识别出故障的根本原因和位置，并给出修复建议。（4）故障预测：人工智能系统可以通过对发动机历史数据和实时数据进行分析 and 预测，预测未来可能出现的故障，并采取相应的预防措施，避免发生故障。

### 结语

综上所述，人工智能技术在航空发动机试验数据分析与故障诊断方面具有广泛的应用前景，可以实现对海量数据的高效处理、模式识别、自动学习、实时监测和可视化展示等功能，然而，人工智能技术在应用中也存在一些挑战和不足，因此，在实际应用中需要充分考虑到这些问题，采取相应的措施和策略，以实现人工智能技术与人类专家的协同作用，从而实现更加准确和可靠的航空发动机试验数据分析与故障诊断，为航空工业的发展和安全保障作出更大的贡献。

### 参考文献

- [1]韩国明, 陈光, & 段红娟. 基于神经网络的航空发动机故障诊断方法. 宇航学报, 2020, 41(10), 1375-1383.
- [2]王磊, 金爱芹, & 王富华. 基于机器学习的航空发动机故障预测研究. 现代制造技术与装备, 2019 (4), 166-168
- [3]赵静, 范文涛, & 刘伟. 基于深度神经网络的航空发动机故障诊断. 机械科学与技术, 2018(2), 247-254.
- [4]赵振华, 王建勋, & 王洪兴. 基于深度学习的航空发动机故障预警研究. 安全与环境学报, 2018(2), 623-629