

基于DeepSeek的智能问答驱动型气象装备保障系统

张孝峰, 董冰*

烟台市气象局, 山东 烟台

收稿日期: 2025年7月25日; 录用日期: 2025年8月23日; 发布日期: 2025年9月1日

摘要

针对基层气象部门装备保障中存在的知识获取困难、故障诊断效率低等问题, 本文提出一种基于DeepSeek大模型的智能问答解决方案。通过建立“提问模板库 + 语义增强引擎”的双层问答架构, 结合本地知识库的轻量化部署方案, 实现自然语言问题的精准解析与高效响应。研究表明, 该方案能够有效提升气象装备保障人员的故障诊断和维修能力, 显著提高装备保障效率。

关键词

气象装备保障, DeepSeek, 智能问答, 提问优化, 知识库

Intelligent Q&A-Driven Meteorological Equipment Support System Based on DeepSeek

Xiaofeng Zhang, Bing Dong*

Yantai Meteorological Bureau, Yantai Shandong

Received: Jul. 25th, 2025; accepted: Aug. 23rd, 2025; published: Sep. 1st, 2025

Abstract

To address the challenges of difficult knowledge acquisition and low efficiency in fault diagnosis encountered in equipment support at grassroots meteorological departments, this study proposes an intelligent question-answering solution based on the DeepSeek large model. By establishing a

*通讯作者。

文章引用: 张孝峰, 董冰. 基于 DeepSeek 的智能问答驱动型气象装备保障系统[J]. 计算机科学与应用, 2025, 15(9): 46-51. DOI: 10.12677/csa.2025.159222

dual-layer Q&A architecture comprising a “question template library + semantic enhancement engine” and implementing a lightweight deployment solution for local knowledge bases, the approach achieves accurate parsing and efficient response to natural language queries. The results demonstrate that this solution can effectively enhance maintenance personnel’s capabilities in fault diagnosis and equipment repair, significantly improving operational support efficiency.

Keywords

Meteorological Equipment Support, DeepSeek, Intelligent Question-Answering, Question Optimization, Knowledge Base

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

气象装备作为气象业务开展的基础支撑,其稳定运行和高效维护直接关系到气象观测数据的准确性、及时性以及气象预报预警的可靠性。近年来,气象装备的种类和数量不断增加,技术复杂度也日益提高,传统的气象装备保障模式面临着诸多挑战。例如,在面对新型气象装备故障时,保障人员可能缺乏足够的经验和知识储备来快速准确地判断故障原因并采取有效的修复措施;同时,随着气象业务的发展,对装备保障的时效性要求越来越高,如何在短时间内提供准确的技术支持成为亟待解决的问题。

在当前保障实践中存在着以下典型难点:(1) 气象装备文档繁杂、资料分散,生产厂商和装备型号繁多,历史故障和案例资料获取困难,导致新手人员入门难;(2) 实际任务中,对保障的时效性和准确性要求提升,传统依赖人工经验或静态文档的方式效率难以适应现场抢修、远程诊断等新型需求;(3) 随着装备更迭,保障知识不断更新,对知识吸收和决策能力形成持续挑战。

在此背景下,人工智能技术为气象装备保障领域带来了新的机遇和解决思路。特别是以 DeepSeek 为代表的大型人工智能语言模型,具备先进的自然语言理解、知识推理和复杂问题分解能力。其强大的非结构化数据处理和多轮问答推理功能,为实现装备资料智能化管理、历史案例高效检索、复杂故障智能诊断提供了技术基础。借助大模型技术,可以逐步打破文档孤岛,实现装备运维知识的标准化、流程化、可持续沉淀。

国内外已有在医疗、工业、航空等领域应用人工智能辅助知识库与智能问答的成功经验。但在气象装备保障领域,由于业务流程独特、故障模式复杂且跨学科知识融合需求强,对技术平台智能化、自适应、多源知识集成和实际落地的要求更高。因此,系统研究如何将 DeepSeek 等先进人工智能模型引入气象装备运维知识服务体系,结合本地知识库构建技术,形成具备高时效性、广覆盖、可持续演化的智能保障能力,既具有迫切的工程实践价值,也对推动行业智能化转型与知识工程方法论创新具有重要理论意义。

基于上述背景和需求,本文提出并实现了一套基于 DeepSeek 大模型的智能问答驱动型气象装备保障系统,着重解决复杂知识流转、流程性故障分析、现场智能问答与本地知识库深度融合等系列关键难题。系统以多源知识融合、智能语义检索、流程推理和模块化知识演化为核心,切实提升气象装备保障决策的科学性与响应效率,为气象事业数字化、智能化发展提供有力支撑。

2. DeepSeek 技术概述

DeepSeek 是一种基于深度学习与大规模语言模型结合的人工智能技术,它在自然语言处理、知识图

谱构建等方面具有出色的表现。其核心优势在于能够处理大规模的文本数据, 通过深度神经网络模型对数据进行特征提取和语义理解, 其底层基于 Transformer 架构, 通过端到端地分析海量语料和结构化实体, 实现了对装备文档、技术手册、维护记录等多源异构信息的深度语义解析。在自然语言处理任务中, DeepSeek 可以实现文本分类、情感分析、问答系统等功能。例如, 在处理气象装备相关的技术文档时, 它能够自动识别文档中的关键信息, 如装备型号、技术参数、故障描述等, 并将这些信息进行结构化处理, 为知识库的构建提供数据支持。同时, DeepSeek 还具备强大的知识推理能力, 能够根据已有的知识和逻辑关系, 推断出新的知识和结论, 在知识库辅助下, DeepSeek 还能自动归纳和生成维修指导方案、巡检建议、应急处理流程, 极大缓解了基层保障人员面对新设备、新问题时的知识障碍。为气象装备故障诊断和维修提供智能决策支持。

通过调用硅基流动提供 API 接口实现 DeepSeek 访问

鉴于基层气象部门的基础设施现状, 直接部署大规模人工智能模型(如 DeepSeek)存在硬件资源有限、运维技术力量薄弱、成本高昂等现实困难。为此, 本系统采用“云服务 + API 调度”的架构方式, 通过调用硅基流动公司对外开放的 DeepSeek 智能问答 API 接口, 实现对大语言模型的远程访问。这一机制不仅大幅降低了本地计算和存储资源的门槛, 还能够保障最新模型能力的实时更新与算法安全, 降低了基层应用单位的信息化投入风险[1]。

系统采用 JAVA 设计(见图 1), 实现了结构化数据库与本地知识库的高效管理, 并通过调用云端 API 接口, 集成 DeepSeek 智能问答服务。具体模块设计如下: Document Processor、Generate Excel、Knowledge Servlet、Lucene Vector DB、Upload Servlet 用于本地知识库的处理; Database Service、zdquery 本地知识结构化数据库; ask、OpenAIAPIClient 提问和硅基流动 API 调用; 该设计兼顾基层气象部门基础设施条件, 通过“本地知识库 + 结构化数据库 + 云端 AI API”三位一体架构, 降低计算资源要求, 充分利用权威知识资料、本地历史数据和云端 AI 能力, 打造了高效、可扩展、智能化的气象装备保障知识服务平台。

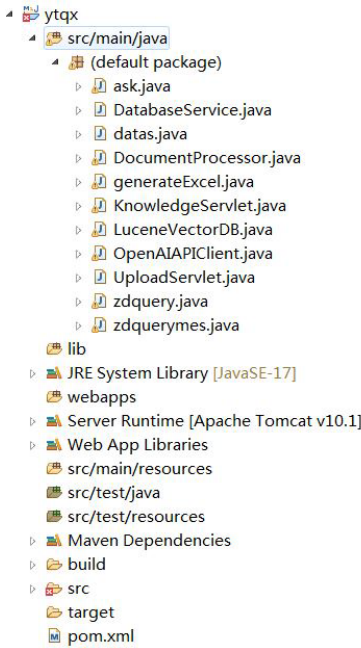


Figure 1. Project structure
图 1. 项目结构

3. 气象装备保障本地知识库的数据结构设计

3.1. 知识表示方法

采用框架表示法和产生式规则相结合的方式来表示气象装备保障知识。框架表示法用于描述气象装备的静态知识,如装备的基本信息、结构组成、技术参数等。每个装备对应一个框架,框架由多个槽组成,每个槽表示装备的一个属性,槽值则为该属性的具体取值。例如,对于自动气象站这一装备框架,可能包含站点名称、地理位置、传感器类型、数据传输方式等槽。产生式规则用于表示气象装备的故障诊断和维修知识,其基本形式为“IF <条件> THEN <结论>”。例如,“IF 风速仪数据异常 AND 风向数据正常 THEN 可能是风速传感器故障”。通过这种方式,可以将复杂的知识进行结构化表示,便于知识的存储、管理和推理。

3.2. 数据存储结构

采用关系数据库和图数据库相结合的方式存储知识库数据。关系数据库用于存储结构化的知识,如装备的基本信息、技术参数、故障案例的结构化部分等。通过建立不同的表来存储不同类型的数据,并通过主键和外键建立表之间的关联关系。

3.2.1. 关系数据库核心表结构设计

例如,可以建立以下核心数据表:装备信息表(EQUIPMENT):存储各类气象装备的基础信息,包括装备编号、名称、型号、类别、生产厂家、安装地点等;装备参数表(EQUIPMENT_PARAM):记录气象装备的各项技术参数及指标,便于后续查询与比对;部件表(COMPONENT):记录装备对应的各个关键部件信息,包括所属装备编号、部件名称、类别、技术参数等;故障案例表(FAULT_CASE):存储已发生过的或标准化的故障案例信息,包括故障编号、设备编号、部件编号、故障描述、发生时间、解决办法等;故障原因表(FAULT_CAUSE):细化故障成因信息,支持后续检索和知识图谱关联;维护记录表(MAINTENANCE_LOG):记录装备的日常巡检、故障维修等运维内容,含维护人员、维护时间、关联故障、维护结果等字段;运维人员表(USER):记录运维工程师信息,包括编号、姓名、联系方式、岗位等。

3.2.2. 图数据库用于存储知识图谱

知识图谱能够直观地展示知识之间的关联关系,如装备与故障、故障与原因、原因与解决方案之间的关系。在图数据库中,节点表示知识元素,如装备、故障、原因等,边表示知识元素之间的关系,如“发生故障”“导致”“解决”等。通过知识图谱,可以实现知识的快速检索和智能推理,提高知识库的应用效率。

3.3. 数据更新与质量保障

构建知识库的数据动态维护体系,包括:定期入库机制,收集实际运维日志、新增案例和设备升级记录,确保知识库内容的实时性与前瞻性;设立多层审核规则,针对敏感关键知识(如安全故障、典型案例)引入人员确认与 AI 交叉校验机制;增量式知识融合,实现对同类装备、相似案例的智能归并与差异描述,提高知识包容性和可用性。

4. 基于 DeepSeek 的气象装备保障本地知识库构建流程

4.1. 数据收集与预处理

按照前文所述的数据来源,广泛收集气象装备保障相关的数据,包括厂家技术手册、故障处理记录、运维人员经验总结、相关行业标准等[2]。对收集到的数据进行预处理,包括数据清洗、去重、格式转换

等操作。数据清洗主要是去除数据中的噪声和错误信息，如无效的字符、重复的数据记录等；去重是避免重复的数据进入知识库，提高数据的质量和存储效率；格式转换是将不同格式的数据统一转换为适合后续处理的格式，如将 PDF 格式的技术文档转换为文本格式。

4.2. 知识抽取与挖掘

利用 DeepSeek 的自然语言处理技术对预处理后的数据进行知识抽取和挖掘。对于非结构化的文本数据，如技术文档和故障案例描述，通过命名实体识别、词性标注、句法分析等技术，提取其中的关键信息，如装备名称、故障现象、故障原因、解决方案等。同时，运用关联规则挖掘、聚类分析等数据挖掘技术，从大量的数据中发现潜在知识和规律，如不同装备故障之间的关联关系、故障发生的季节性规律等。

4.3. 知识融合与入库

将抽取和挖掘得到的知识进行融合，消除知识之间的不一致性和冲突。对于来自不同数据源的相同知识元素，进行统一的规范化处理，确保知识的准确性和一致性。然后，将融合后的知识按照设计好的数据结构存储到关系数据库和图数据库中，完成知识库的构建。在入库过程中，需要建立数据校验机制，对入库的数据进行质量检查，确保数据的完整性和正确性。

4.4. 知识库维护与更新

随着气象装备技术的不断发展和实际保障工作中积累的新经验、新故障案例的出现，知识库需要不断进行维护和更新。定期对知识库中的知识进行审查和评估，删除过时的知识，更新不准确的知识。同时，及时将新收集到的数据按照构建流程进行处理并纳入知识库中，保持知识库的时效性和实用性。

5. DeepSeek 提问优化

5.1. 气象领域问答特性分析

与通用领域相比，气象装备问答具有三大特征：术语密集性、单次提问平均含专业术语、上下文依赖、多意图混合。

5.2. 提问优化技术路径(见图 2)

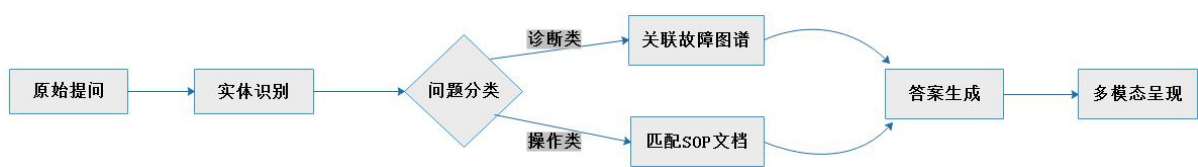


Figure 2. Technical path optimization

图 2. 优化技术路径

5.3. 智能提问策略设计

结构化提问模板库，建立三类基础模板(见表 1)。

Table 1. Core framework

表 1. 基础模板

模板类型	结构	示例
维护指导	[动作] + [对象] + [参数]	如何校准能见度仪激光组件

续表

知识查询	[关键词] + [时间范围]	近 3 年风向传感器故障案例
决策支持	[场景] + [约束条件]	预算 5 万内选配自动气象站电源模块

5.4. 面向不同场景的提问策略

通过结构化模板提升问题完整性，利用设备拓扑关系自动补充参数[3]，支持从操作步骤到决策依据的多层级答案构建的智能问答体系(见表 2)。

Table 2. AI-powered question answering
表 2. 智能问答

场景类型	推荐句式	避错要点
紧急故障	[设备型号]在[时间]发生[现象]，已尝试[措施]，急需处理方案	避免模糊描述如“不工作了”
预防维护	根据[维护标准]，[设备类型]在[环境]下的建议巡检周期是？	需明确参照标准编号
配件选型	在[预算范围]内，[设备型号]的[部件名称]可选型号及其参数对比	提供现有部件编号

6. 结束语

本文通过对利用 DeepSeek 建立本地适应气象装备保障的知识库进行研究，阐述了知识库构建的必要性、数据来源、数据结构设计以及构建流程。通过构建这样的知识库，可以有效整合气象装备保障领域的知识资源，借助 DeepSeek 的智能技术实现知识的高效管理和应用，为气象装备保障人员提供强大的技术支持，从而显著提升气象装备保障能力。在未来的研究中，可以进一步探索如何优化知识库的构建和应用，提高知识推理的准确性和效率，加强与其他气象业务系统的集成，为气象事业的发展提供更全面、更可靠的保障。

参考文献

[1] 高锐涛, 林达伟, 郭亮, 金鸿. 基于知识图谱的水稻种植智能问答系统设计与实现[J]. 计算机工程, 2024(12): 133-141.

[2] 中国气象局. 气象装备维护技术指南(2021 版) [M]. 北京: 气象出版社, 2021.

[3] 黄昌宁. 中文信息处理中的分词问题[J]. 语言文字应用, 1997(1): 74-80.