

Research on Decision Support System of Electric Power Material Sampling Inspection Strategy Based on Artificial Intelligence

Shiyan Zuo¹, Na Jin¹, Li Huang²

¹Jinshan Power Supply Company of State Grid Shanghai Electric Power Company, Shanghai

²Materials Company of State Grid Shanghai Electric Power Company, Shanghai
Email: jinna198777@163.com

Received: May 3rd, 2020; accepted: May 18th, 2020; published: May 25th, 2020

Abstract

The difference sampling strategy is an effective way to improve the quality management of power materials. At present, there is no pertinence to suppliers through manual sampling strategy formulation, which takes time and effort, and the sampling measures are not detailed and intelligent enough. In this paper, an artificial intelligence based decision support system for power material sampling inspection strategy is proposed, which is composed of a knowledge graph database and a rule database. According to the construction method of knowledge graph, the knowledge graph of supplier evaluation is established. According to the random inspection items, the supplier random inspection strategy rule base is established. Through the algorithm of inference engine, the intelligent matching of knowledge graph base and sampling strategy rule base is realized. The intelligent output of sampling strategy is realized, which lays the foundation for the management of differentiated sampling strategy and the realization of supplier sampling strategy.

Keywords

Artificial Intelligence, Knowledge Graph, Differentiated Sampling Strategy, Decision Support System

基于人工智能的电力物资抽检策略决策支持系统研究

左世彦¹, 金娜¹, 黄丽²

¹国网上海市电力公司金山供电公司, 上海

²国网上海市电力公司物资公司, 上海
Email: jinna198777@163.com

收稿日期：2020年5月3日；录用日期：2020年5月18日；发布日期：2020年5月25日

摘要

差异化抽检策略是提升电力物资质量管理的有效手段。针对目前通过人工制定抽检策略对供应商没有针对性，抽检策略制定费时费力，抽检措施不够细化、智能化的现状，本文提出一种基于人工智能的电力物资抽检策略决策支持系统，构建由知识图谱库与规则库组成的知识库。按照知识图谱构建方法，建立供应商评价知识图谱。根据抽检项目，建立供应商抽检策略规则库。通过推理引擎算法，实现对知识图谱库和抽检策略规则库智能匹配。实现抽检策略的智能化输出，为实现差异化抽检策略管理，实现供应商抽检策略千人千面打下基础。

关键词

人工智能，知识图谱，差异化抽检策略，决策支持系统

Copyright © 2020 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

抽检是物资质量管理的重要手段。抽检是指项目单位依据公司抽检技术标准、供货合同以及国家有关标准，对所采购物资在批次产品中随机抽取一定比例的数量进行有关项目检测，确定物资质量的活动。目前抽检工作统一按照国网的要求编制抽检计划，开展样品检测，并结合上海公司情况，对部分物资开展了差异化抽检初步探索，例如对直供现场的配电变压器开展备货抽检、对电缆保护管采取二次封样和统一制样、对水泥杆采取制造厂检测等等。但是供应商、物资的全面评价信息不够健全，未建立标准化的物资质量大数据。人工制定抽检策略受限于对业务的认知，不同的人对事件的判断，往往会有不同的结论，甚至相同的人在不同时间对同一事件的看法也会发生改变，这都造成了标准上的不统一。当前差异化抽检管理策略的依据需要进一步规范化、标准化和智能化。

目前，国内同行针对电力物资差异化抽检策略的研究一般以常规方法分析为主。如井伟等基于分类评价的出厂试验抽检策略研究[1]，通过构建基于分类评价的差异化出厂试验抽检系数调整模型，对当前抽检比例进行物资维度和供应商维度的二次调整，使抽检比例的生成更科学化。从查询的文献资料来看，目前还较少有基于人工智能的物资抽检策略决策系统应用。本文采用人工智能中的智能设计理论和决策理论，通过将供应商物资年采购情况、供应商中标情况、历史质量管控等资料建立供应商评价知识图谱，同时建立物资抽检策略规则库，通过智能决策支持系统将供应商评价指标分数与物资抽检策略规则库进行自动匹配，从而输出抽检策略。基于人工智能的电力物资抽检策略决策支持系统研究，能有效解决抽检策略对专家依赖性太强的问题，实现差异化抽检策略管理，实现供应商抽检策略千人千面。

2. 基于人工智能的抽检策略决策系统构建

2.1. 供应商评价知识图谱建立

知识图谱是一种知识表示的方式，由本体和本体约束的实例构成。知识图谱主要有自顶向下

(top-down)与自底向上(bottom-up)两种构建方式。自顶向下指的是先为知识图谱定义好本体与数据模式，再将实体加入到知识库。该构建方式需要利用一些现有的结构化知识库作为其基础知识库。由于电力物资供应商评价的结构化数据较好，数据逻辑清晰，结构简单，因此本文采用自顶向下知识图谱进行本体构建，再进行知识抽取、知识表示、知识融合，最后进行知识存储。电力物资供应商知识图谱构建过程，如图 1 所示。

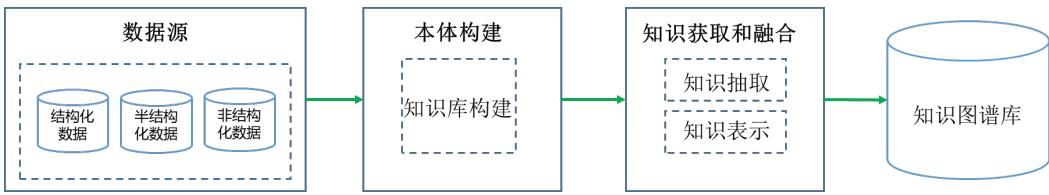


Figure 1. The process of building knowledge graph
图 1. 知识图谱构建过程

针对数据源多样性的现状，首先对于半结构化和非结构化数据进行预处理，统一转换成结构化数据，然后应用 ETL 工具对结构化数据进行抽取、转换、清洗，最后将数据加载到知识本体库中。

电力物资种类繁多，目前一共有 25 个物资大类，1 万多种不同物资类别，每种物资类别包含多个检测项目，每一个检测项目又包括多项检测内容。这样进行组合得到的检测内容项多达几十万，再与几万家供应商进行组合，数据非常庞大。以变压器检测项目为例，其检测项目包括 23 个抽检项目，143 项抽检内容，由于篇幅所限，只列举其中部分内容，见表 1。

Table 1. Transformer inspection items
表 1. 变压器检测项目

序 号	抽检项目		抽检内容	权重	评价得分
一、原材料					
1	硅钢片	1生产厂家			
		2牌号和规格			
		3单位铁损			
		4导磁性能			
二、组部件					
2	套管	1出厂质量证书、合格证、试验报告			
		2进厂验收记录或检验报告			
		3实物与文件对证			
三、主要工序					
3	油箱制造	1外观			
		2焊缝品质			
		3密封面光洁度			
		4内外表面油漆质量			
		5内外部尺寸及公差			
四、出厂试验					
4	变压器产品试验	1绕组直流电阻测量			
		2电压比测量及联结组标号检定			
		3绕组介质损耗及电容量测试			
		4吸收比和极化指数测量			
		5绕组绝缘电阻测试			

知识图谱的基本单位，即是“实体(Entity) - 关系(Relationship) - 实体(Entity)”构成的三元组，这也是知识图谱的核心。电力物资供应商评价指标体系包括五个方面指标进行评价：供应商的资质能力、绩效评价、履约评价、供需依存度、供应商负面评价。具体到每一个指标又包括多个细分的评价指标。将供应商物资年采购情况、供应商中标情况、历史质量管控、供应商物资抽检信息，按照知识图谱构建方法，建立供应商评价知识图谱。知识图谱作为抽检决策支持系统的知识库重要组成部分，是决策系统的核心之一。

2.2. 物资抽检策略规则库建立

电力物资抽检策略主要包括：调整检测项目、检测内容、检测机构，调整检测数量、检测标准等。建立抽检策略库之前，先要建立抽检措施。每个抽检项又有多项措施，一条抽检策略中可包含多种抽检措施组合生效，见表 2。

Table 2. Sampling strategy rules
表 2. 抽检策略规则

抽检项目	抽检措施
检测项目	1. 常规检测项目数量
	2. 增加检测项目数量
	3. 减少检测项目数量
检测内容	1. 常规检测内容数量
	2. 增加检测内容数量
	3. 减少检测内容数量
检测机构	1. 常规检测机构
	2. 专业检测机构
	3. 第三方检测机构
检测数量	1. 常规检测数量
	2. 增加检测数量
	3. 减少检测数量
检测标准	1. 企业标准
	2. 行业标准
	3. 国家标准
	4. 国际标准

另外，根据国网公司电力物资监造工作的要求，制定出厂试验监造差异化原则，以指导差异化监造策略的制定，具体如下：

- 1) 历史质量问题较多的物资，提高抽检量；
- 2) 历史质量问题较多的供应商，提高抽检量；
- 3) 历史质量问题较严重的供应商，提高抽检量；
- 4) 采购量大、金额高的物资，提高抽检量；
- 5) 中标量大、金额高的供应商，提高抽检量；
- 6) 中标单价偏低的供应商，提高抽检量；
- 7) 新入网的供应商，提高抽检量；
- 8) 采用了新技术、新材料、新部件、新工艺等的物资，提高抽检量。

2.3. 抽检策略决策支持系统架构

人工智能决策支持系统 IDSS (Intelligent Decision Support System)是一类具有专门知识和经验的计算机智能程序系统，其是专家系统 ES (Expert System)与决策支持系统 DSS (Decision Support System)的结合

[2]。IDSS 不仅充分发挥了以知识推理形式解决定性分析问题的专家系统特点,同时也发挥了以模型计算为核心解决定量分析问题的决策支持系统特点,两者的结合使得定性及定量分析能够有机结合起来,从而能更有效地解决半结构化问题和非结构化问题,提高了解决问题的能力和范围[3]。

知识库(knowledge bases, KB)有别于数据库,是人工智能系统的一个组成部分,起源于专家系统或人工智能(AI)研究人员首先开发的基于知识的系统。本文知识库由知识图谱库与规则库组成,基于知识的系统由两部分组成:一个知识库和一个知识库推理引擎。知识库代表关于世界的事实,推理引擎代表关于世界的逻辑断言和条件[4]。基于人工智能的电力物资抽检策略决策支持系统架构,如图 2 所示。

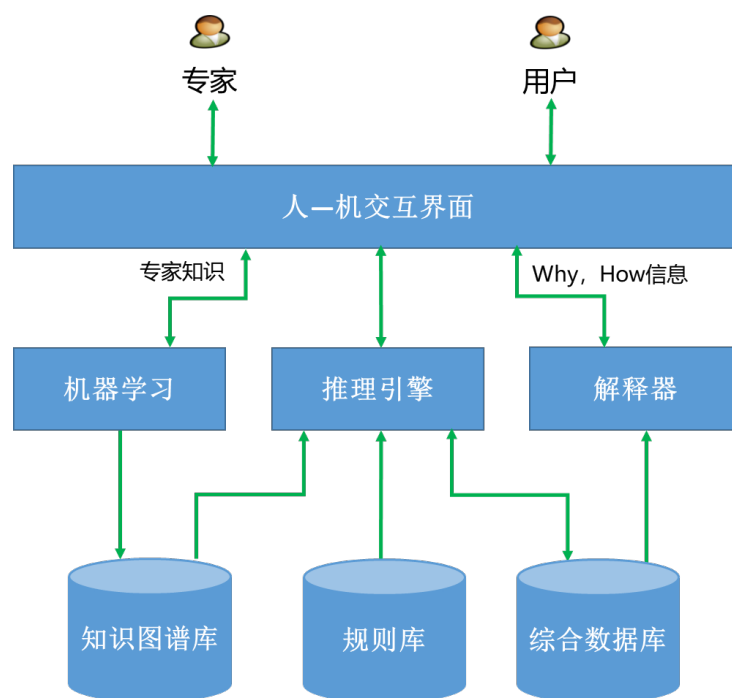


Figure 2. Architecture of decision support system of artificial intelligence
图 2. 人工智能决策支持系统架构

知识库由知识图谱库和规则库构成,是问题求解所需要的领域知识的集合,包括基本事实、规则和其他有关信息。知识库是专家系统的核心组成部分。知识库中的知识源于领域专家,是决定专家系统能力的关键,即知识库中知识的质量和数量决定着专家系统的质量水平。

推理引擎是实施问题求解的核心执行机构,它实际上是对知识进行解释的程序,根据知识的语义,对按一定策略找到的知识进行解释执行,并把结果记录到动态库的适当空间中。本项目知识图谱库中保存的供应商评价都是结构化数据,一般存储为树或者森林。推理引擎通过算法将知识图谱库的树、森林自动转换二叉树,然后通过二叉树搜索算法与规则库进行匹配,最终输出抽检策略,也就是本文的二叉树决策支持系统。树转换为二叉树,森林转换为二叉树都是二叉树经典转换过程,其转换步骤如下所示:

树转换为二叉树

- 1) 加线。在所有兄弟结点之间加一条连线。
- 2) 去线。树中的每个结点,只保留它与第一个孩子结点的连线,删除它与其它孩子结点之间的连线。
- 3) 层次调整。以树的根节点为轴心,将整棵树顺时针旋转一定角度,使之结构层次分明。树转换为二叉树过程,如图 3 所示。

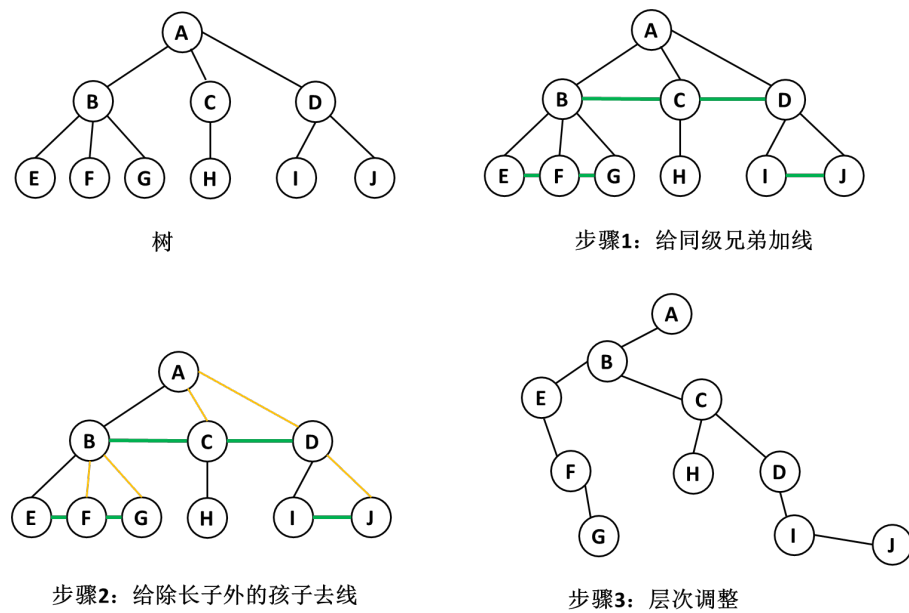


Figure 3. The process of transforming tree into binary tree
图 3. 树转换成二叉树过程

森林转换为二叉树

- 1) 把每棵树转换为二叉树。
- 2) 第一棵二叉树不动，从第二棵二叉树开始，依次把后一棵二叉树的根结点作为前一棵二叉树的根结点的右孩子，用线连接起来。森林转换为二叉树过程，如图 4 所示。

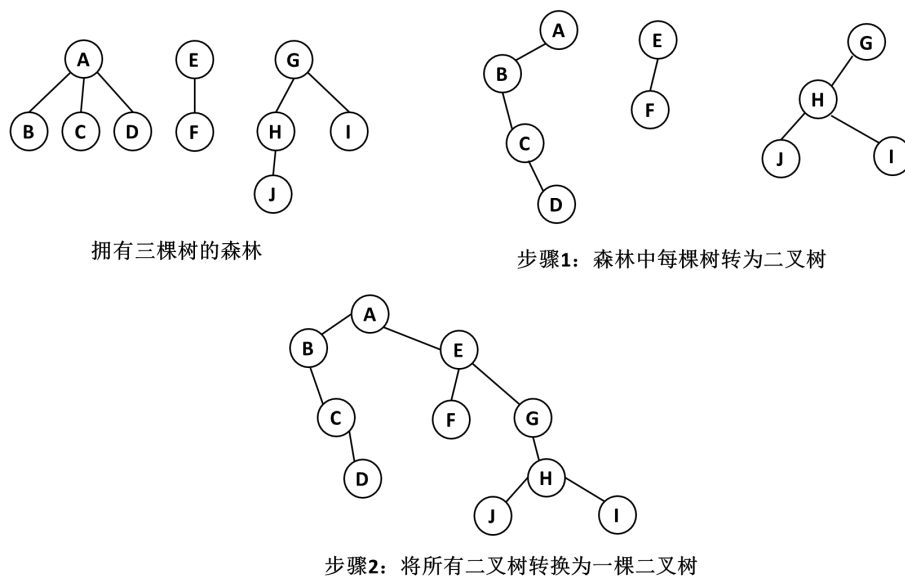


Figure 4. The process of transforming forest into binary tree
图 4. 森林转换成二叉树过程

机器学习负责建立、修改和扩充知识库，是专家系统中把问题求解的各种专门知识从人类专家的头脑中或其他知识源那里转换到知识库中的一个重要机构。

人机界面是系统与用户进行交流时的界面。通过该界面，用户输入基本信息、回答系统提出的相关问题。系统输出推理结果及相关的解释也是通过人机交互界面。

综合数据库也称为动态库或工作存储器，是反映当前问题求解状态的集合，用于存放系统运行过程中所产生的所有信息，以及所需要的原始数据，包括用户输入的信息、推理的中间结果、推理过程的记录等。综合数据库中由各种事实、命题和关系组成的状态，既是推理引擎选用知识的依据，也是解释机制获得推理路径的来源。

3. 抽检策略决策支持系统应用

差异化抽检的原则是根据供应商及相关物资类型的历史质量信息，结合物资自身的特殊性能，制定的差异化的抽检管控策略。同时基于已优化的抽检策略和抽检计划，结合各类物资的特点、供应方式、检测要求，从检测试验项目，检测方式等方面制定的差异化抽检实施方案。

通过人工智决策支持系统人机交互界面，输入供应商 ID，选择物资编码，根据供应商评价指标分数，推理引擎通过算法从物资抽检规则库中匹配相应的抽检策略。也可以批量输入某物资供应商的多个评价指标，系统可以快速输出该供应商物资抽检策略，系统不再完全依赖有经验的专家，节省大量时间。

基于抽检策略优化的差异化抽检流程，其抽检业务实施管控功能模块所在系统的应用架构图，如图 5 所示。

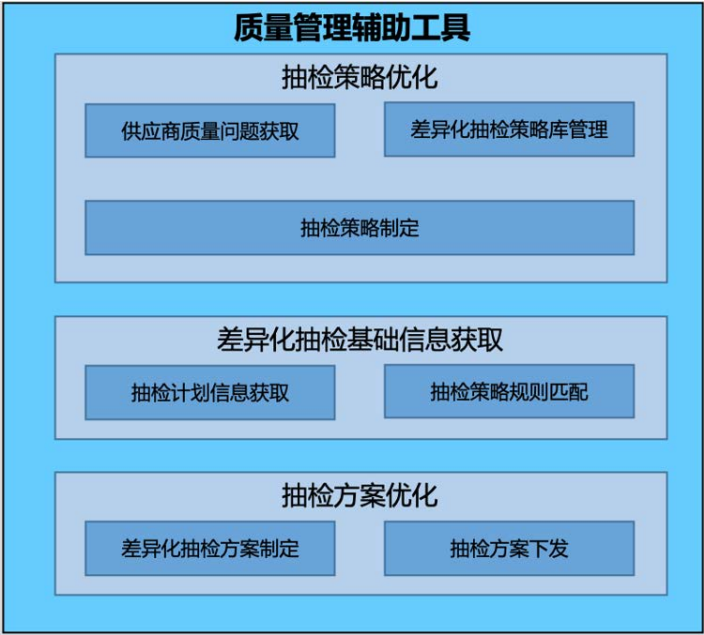


Figure 5. Application architecture of sampling strategy optimization
图 5. 抽检策略优化应用架构

基于抽检策略优化的差异化抽检包括抽检策略优化、差异化抽检基础信息获取、抽检方案优化三部分应用。抽检策略优化包括供应商质量问题获取、差异化抽检策略库管理、抽检策略制定三项功能，差异化抽检基础信息获取包括抽检计划信息获取、抽检策略规则匹配功能，抽检方案优化包括差异化抽检方案制定、抽检方案下发功能，详细如下。

1) 供应商质量问题获取

通过供应商管理辅助工具获取供应商的产品质量及问题信息。

2) 差异化抽检策略库管理

根据质量问题、抽检规范等，建立差异化抽检策略库，制定差异化抽检措施库。

3) 抽检策略制定

根据质量情况，制定差异化抽检策略。

4) 抽检计划信息获取

在系统内抽检计划应用模块获取抽检计划数据。

5) 抽检策略规则匹配

将抽检计划与差异化抽检策略规则匹配计划。

6) 差异化抽检方案制定

根据抽检策略规则匹配的结果系统生成差异化抽检方案。

7) 抽检方案下发

差异化的抽检方案动态调整更新，下发至检测基地执行。通过调整优化抽检方式方法，更为全面地掌握供应商产品质量，强化关键技术指标的检测。

4. 结束语

本文提出一种基于人工智能的电力物资抽检策略决策支持系统，并对关键技术进行研究。知识库由知识图谱库与规则库组成。知识图谱库采用自顶向下知识图谱进行本体构建。将供应商物资年采购情况、供应商中标情况、历史质量管控、供应商物资抽检信息，按照知识图谱构建方法，构成三元组，建立供应商评价知识图谱。然后再进行知识抽取、知识表示、知识融合，最后进行知识图谱存储。根据抽检项目，建立供应商抽检策略规则库。通过推理引擎算法，实现对知识图谱库和抽检策略规则库智能匹配，从而输出比专家更全面和完整的供应商抽检策略，给出厂试验抽检的计划制定工作提供科学化的决策参考，提升供应商物资质量。

参考文献

- [1] 井伟, 肖少非, 杨店飞. 基于分类评价的出厂试验抽检策略研究[J]. 物流工程与管理, 2018(9): 149-150.
- [2] 史忠植. 高级人工智能[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [3] 詹金武, 李涛, 李超. 基于人工智能的 TBM 选型适应性评价决策支持系统[J]. 煤炭学报, 2019, 44(10): 3258-3271.
- [4] 温有奎, 温浩, 乔晓东. 让知识产生智慧——基于人工智能的文本挖掘与问答技术研究[J]. 情报学报, 2019, 38(7): 722-730.