

优化电网废旧物资编码体系的方法研究

陈海红, 吴文捷, 舒琪, 李奋, 虞建军, 庄夷, 邵叶, 袁梦丽

国网浙江省电力有限公司舟山供电公司, 浙江 舟山

收稿日期: 2021年8月23日; 录用日期: 2021年10月5日; 发布日期: 2021年10月13日

摘要

本文以某电网企业为例, 通过优化废旧物资编码体系, 提升废旧物资业务工作效率。本课题通过业务调研和历史台账分析, 结合具体数据分析废旧物资编码使用情况, 识别出业务存在的问题和痛点, 并基于痛点对电网物资物料编码及废旧物资物料进行数据搜集及数据清理, 建立映射关系, 进而设计废旧物资处置业务整体流程。通过优化废旧物资物料编码, 建立映射关系, 使物料信息传递更加迅速, 提升废旧物资提报准确性, 提高工作质效。

关键词

废旧物资仓储, 物料编码, 数据映射匹配

Study on the Method of Optimizing Coding System in Power Grid Enterprise

Haihong Chen, Wenjie Wu, Qi Shu, Fen Li, Jianjun Yu, Yi Zhuang, Ye Shao, Mengli Yuan

Zhoushan Power Supply Company, State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Zhoushan Zhejiang

Received: Aug. 23rd, 2021; accepted: Oct. 5th, 2021; published: Oct. 13th, 2021

Abstract

This article took a power grid enterprise as an example, and optimized the coding system to improve the efficiency of waste materials business. Through analyzed account assets and business research and connected with the situation of the coding system in a power grid enterprise, the author identified the pain point of the business and designed the optimizing report which included the data collection, data analyze and building data mapping matching. The optimization business could make transmitting information more accurately and effectively.

Keywords

Waste Material Storage, Material Code, Date Mapping Matching

Copyright © 2021 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

随着工业化和城市化进程的加快,产生的废旧物资也越来越多,处于持续增长的态势,越来越多的学者和企业实践均证明供应链资源得到循环利用可以减少资源浪费并获得收益。全社会关注庞大的废旧物资合理回收利用问题,将有助于节约社会资源,推动绿色循环发展。电网企业承担国家基础设施,在经济建设和人民生产生活中也承担着很重要的作用,随着社会经济高速发展,对能源电力的需求和供电可靠性要求的不断增加,造成对供电线路大规模的建设和改造,促使产生的电网废旧物资数量逐年增加,电网企业贯彻绿色发展理念,高度重视电网废旧物资管理优化,探索对废旧物资有效回收处置的优化方案,为保护环境、节约资源做出贡献。

为此,电网企业针对电网物资分别建立了常规物资编码主数据及废旧物资编码主数据,分别应用于电网物资工程建设及废旧物资回收处置环节。但是在工程物资拆除转化为废旧物资的过程中,始终未对两套编码体系形成对应的联动机制,主要依赖于人工判断和手工填写。近年来,废旧物资拍卖后,由于废旧物资拆除方填写物料编码时出现准确性偏差,导致账实不符,与实际回收物资存有差异,造成了多起回收商纠纷案例,也造成了很多不必要的时间成本及资金成本的损失。废旧物资的产生及后续管理涉及多个部门的跨部门沟通协调,物料信息编码不一致的情况会影响跨部门沟通的有效性,各业务环节易出现问题,减少废旧物资管控精准性。因此需要对依托数据库信息检索、数据映射匹配等技术手段,对物资编码体系进行全面优化,以满足企业发展的需求。

2. 国内外关系数据库信息检索相关理论研究

近年来,在应用需求的推动下,数据库信息检索技术(database information retrieval, DBIR)的研究得到快速发展。DBIR 只要用户输入检索关键词就可以从关系数据中获取信息,极大的提高了数据库的可用性。

2.1. 国内外研究现状

在关系数据库信息检索技术中,“对象”这一概念最早是由美国伊利诺伊大学韩家炜教授等在 2005 年提出的[1],主要研究关系数据库上的对象搜索问题,并开发了原型系统 ROSS 系统。ROSS 系统是基于关系数据库模式图,通过分析负责的查询来确定对象之间的关系。2008 年英国曼彻斯特城市大学的 Georgios 提出了基于对象摘要的关键词检索方法,该方法可以自动生成对象摘要[2]。所谓对象摘要就是一棵元组连接树,它的根结点是包含关键词的元组,其孩子结点为邻接元组。这棵元组连接树就是数据库某个数据主题的摘要。清华大学的李国良等[3]提出了基于元组单元的检索方法。所谓的元组单元是指通过主外键关联的元组集合,其中一个实例化的元组单元可以看作是一个对象。2009 年美国密西根大学的 Nandi 等提出了 Qunits 方法[4]。该方法通过查询单元来反映用户的查询需求。所谓的查询单元是指数据库中基本的、独立的信息单元。查询处理时先将查询单元看作独立的文档,再利用标准的信息检索技术进行检索。

国内研究现状

2008年清华大学的李国良等提出了基于元组单元的检索方法。所谓的元组单元是指通过主外键关联的元组集合，其中一个实例化的元组单元可以看作是一个对象。2008年中南大学的王佳宜等在SEEKER系统的基础上，实现了基于数值属性的模糊查询，并对检索结果的排序方法进行了重点研究[5]。2010年黎方正等在王佳宜等人的工作基础上，通过对已有关键词检索进行语法分析，设计了新的关键词检索语法与识别分解算法，并给出了元数据的关键词查询方法[6]。对检索结果的相关性排序研究，也给出了基于虚拟文档模式的方法，以弥补Top-k以前方法不可运用于实际的不足。2012年大连海事大学邵仁俊提出的DBOBank算法[7]，主要是从数据库和信息检索两个角度出发设计灵活有效的评分机制。DBOBank算法不仅考虑了对象级别数据图(简称对象图)的连接结构，还考虑了对象图中对象结点的内部组成结构、对象联系的类型和权重、对象内容相关性等因素。

2.2. 借鉴与启示

综上所述，目前对于数据库的关键词检索方面，已具有较为成熟的技术方案。检索对象的关键词设定、不同关键词的映射策略以及最后形成的映射关系列表是关键点。可以将废旧物料编码与常规物料编码双方都设定为检索对象，通过关键词的匹配策略实现映射绑定。同时在用户进行查询检索时，通过对输入内容进行模糊查询检索，可以获得需要的信息。

3. 优化方案设计

近年来，废旧物资拍卖后，由于某电网企业工填写物料编码时出现准确性偏差，导致账实不符，与实际回收物资存有差异，造成了多起回收商纠纷案例，也造成了很多不必要的时间成本及资金成本的损失。废旧物资的产生及后续管理涉及多个部门的跨部门沟通协调，物料信息编码不一致的情况会影响跨部门沟通的有效性，各业务环节易出现问题，减少废旧物资管控精准性。

针对上述业务痛点，废旧物资编码体系优化方案设计通过业务流程、管理制度、及考核评价等方面提供管理支撑，以及数据库、数据集成以及系统开发及迭代升级等方面提供技术支撑，依托ERP、MDM、辅助工具及App等信息化工具，以数据更新、数据清理及映射关系清单的方法建立映射关系更新机制，应用到业务运作成果中(如图1)。通过对废旧物资编码体系优化，建立映射关系清单及循环运作机制，完成场景试点，最终实现提质增效的作用。

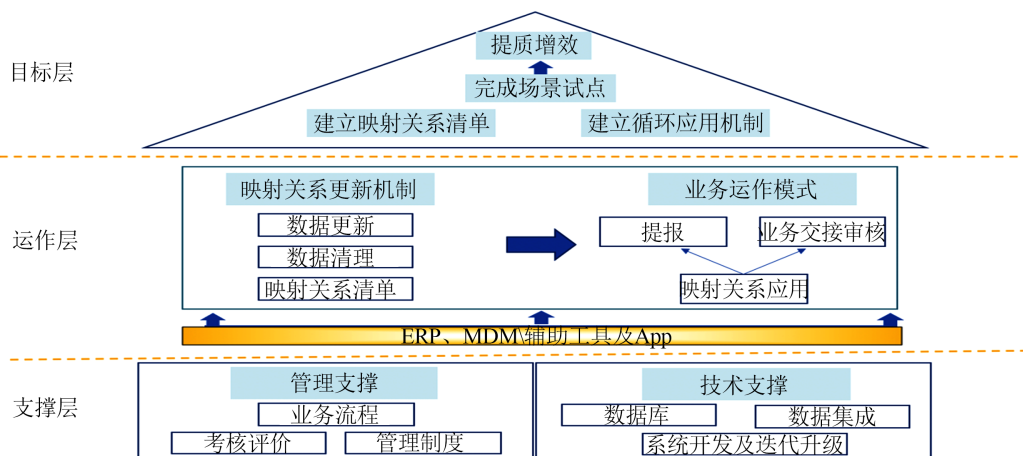


Figure 1. The overall business framework

图1. 业务总体框架

3.1. 数据搜集

1) 常规物料

通过信息化系统,获取近三年废旧物资处置出入库的原始数据,结合物料主数据,梳理出近 11 万条物料数据,通过实际使用频率,进行删选整合,最终锁定 8 万条实物物料编码,主要字段包括物料编码、物料描述、大类、中类、小类、单位及特征值等。主要涉及一次设备、二次设备、装置性材料、配件及其他。一次设备中开关柜(箱)、交流电流互感器及交流隔离开关数量较多。锥形水泥杆、等径水泥杆、铁塔及钢芯铝绞线在二级设备物资中占比数量较多。装置性材料中锥形水泥杆、等径水泥杆、铁塔及钢芯铝绞线数量较多。五金工具配件、空调配件、变压器配件、电流互感器配件等配件物料,断路器操动机构、电流继电器、电压继电器及中间继电器等物资数量较多。样例如下图 2 所示:

物料编码	物料描述	大类编	大类描述	中类编	中类描述	小类编	小类描述	单位
500013853	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 单回, Q235B, 杆, 直线杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013854	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 双回, Q235B, 杆, 直线杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013855	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 单回, Q235B, 杆, 转角杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013856	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 双回, Q235B, 杆, 转角杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013857	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 单回, Q235B, 杆, 终端杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013858	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 双回, Q235B, 杆, 终端杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013859	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 双回, Q235B, 杆, 耐张杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013860	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 单回, Q235B, 杆, 耐张杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013861	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 单回, Q235B, 杆, 直线杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013862	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 双回, Q235B, 杆, 直线杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013863	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 单回, Q235B, 杆, 转角杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013864	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 双回, Q235B, 杆, 转角杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013865	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 单回, Q235B, 杆, 终端杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013866	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 双回, Q235B, 杆, 终端杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013867	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 双回, Q235B, 杆, 耐张杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013868	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 单回, Q235B, 杆, 耐张杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013869	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 单回, Q345, 杆, 转角杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013870	钢管杆(桩), AC110kV, 单杆, 单回, Q345, 杆, 直线杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013871	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 单回, Q345, 杆, 直线杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013872	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 双回, Q345, 杆, 转角杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013873	钢管杆(桩), AC35kV, 单杆, 双回, Q345, 杆, 耐张杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013874	钢管杆(桩), AC10kV, 单杆, 双回, Q345, 杆, 直线杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨
500013875	钢管杆(桩), AC10kV, 单杆, 双回, Q345, 杆, 终端杆	14	装置性材料	01	杆塔类	001	钢管杆(桩)	1101:吨

Figure 2. Examples of conventional materials

图 2. 常规物料示例

2) 废旧物料

装置性材料主要字段包括废旧物料编码、物料描述及特征描述。装置性材料、金属材料主要涉及废旧钢材、废旧铜、废旧铝及废旧锌共 10 类中类物资。一次设备主要涉及废旧充气式高压开关柜、废旧高压开关柜、废旧低压开关柜、废旧箱式变电站共 71 类物资;信息设备主要涉及废旧 PC 机、废旧存储设备、废旧机房设备等共 7 项物资;办公类物品主要涉及废旧办公电器等共 15 项物资,辅助设备设施主要涉及废旧防雷设备、废旧防鸟设备、废旧音响报警系统、废旧防火门、废旧扩音呼叫系统等共 99 类物资;工具器主要涉及废旧登高、安全工具(不带电作业)、废旧登高、安全工具(带电作业)等共 11 类物资;五金材料主要涉及废旧橡胶、塑料、石棉制品等共 7 类物资;仪器仪表主要涉及废旧大地测量、测距仪器、废旧电能表(机械式)、废旧电能表(电子式)等共 17 类物资;智能变电站二次设备主要涉及废旧智能变电站测控及在线监测系统、废旧智能变电站继电保护及自动装置等共 6 类物资;低电压器主要涉及废旧低压电器和废旧照明设备 2 类物资;配件主要涉及废旧 PCM 设备配件、废旧 PC 机配件、废旧 RTU 设备配件等共 91 类物资。样例如下图 3 所示。

3.2. 数据清理及检查

通过信息化系统,将约 11 万条实物物料数据和 900 多条废旧物资出入库数据进行匹配,将实物物料

数据映射到相匹配的废旧物资出入库数据中。通过实际使用频率，进行删选整合。通过数据一致性、缺失值及无效值方面进行检查并清理。

废旧物资编码	废旧物资描述	单位
F100100105	废旧6kV变压器(80kVA)	台
F100100106	废旧6kV变压器(100kVA)	台
F100100107	废旧6kV变压器(160kVA)	台
F100100108	废旧6kV变压器(200kVA)	台
F100100109	废旧6kV变压器(250kVA)	台
F100100110	废旧6kV变压器(315kVA)	台
F100100111	废旧6kV变压器(400kVA)	台
F100100112	废旧6kV变压器(500kVA)	台
F100100113	废旧6kV变压器(630kVA)	台
F100100114	废旧6kV变压器(800kVA)	台
F100100115	废旧6kV变压器(1000kVA)	台
F100100201	废旧10kV变压器(5kVA)	台
F100100202	废旧10kV变压器(10kVA)	台
F100100203	废旧10kV变压器(20kVA)	台

Figure 3. Example of waste materials

图 3. 废旧物料示例

数据检查包括一致性检查和无效值检查。一致性检查，根据近三年废旧物资出入库数据，统计编码条目的累计使用次数。以累计使用次数为变量，以(0, 条目使用总数)为合理取值范围，检查数据是否符合要求，并发现超出争产范围的数据。缺失值检查，对各条目的字段缺失值进行检查，并对缺失值进行人工修正。实物物料编码检查字段主要包括物料编码、物料描述、物料长描述、大类编码、大类描述、中类编码、中类描述、小类编码、小类描述及单位。废旧物料编码检查字段主要包括：物料、物料描述、计量单位。无效值检查，基于近一致性检查、缺失值检查结果，以累计使用次数为检查变量，剔除未曾使用或使用频率较低的条目，获得全量有效数据。最终获得有效的数据包括 81,775 条实物物料编码及计量单位与 911 条废旧物资编码及计量单位。

根据对数据一致性和无效性的检查，检查结果如下：

基础必要字段无一致性异常条目。主要原因是变量 - 累计使用次数根据实际使用次数进行统计，导出数据未出现负值、非整数等不符合逻辑的数据；基础必要字段无字段缺失条目。部分非必要字段如：物料特征描述等，存在字段缺失条目，但是不影响数据质量。主要是由于国网物料主数据及废旧物料主数据标准化程度较高，且导出数据无相关异常缺失。同时对于部分非必要字段缺失，是由于部分物料本身无需通过非必要字段完成整个物料描述。

3.3. 映射关系

基于近一致性检查、缺失值检查结果，以累计使用次数为检查变量，剔除未曾使用或使用频率较低的条目，获得全量有效数据。通过对物资物料编码和条废旧物资编码数据搜集并进行清理，找出容易出错的物资，结合具体案例分析废旧物资与实际物资之间的贯通情况，确定需要实现映射关系的物资类别明细及数目。最终将 81,775 条实物物料编码及计量单位与 911 条废旧物资编码及计量单位进行多对一的匹配，搭建物资与废旧物资的之间映射关系。

1) 映射逻辑

将废旧物料描述拆解为前缀 + 关键词 + 特征描述。其中前缀统一为“废旧”，关键字及特征描述根据物资实际特征而定。将关键词、特征描述与全量物料主数据条目中的大类、中类、小类、特征值进

行匹配，得出以下几类映射结果：

• **关键词与物资大类匹配**

例如“F250100001，废旧劳保用品”。关键词为“劳保用品”。经过数据检索，与大类“劳保类用品”匹配。根据匹配结果将“F250100001，废旧劳保用品”与大类“劳保类用品”建立映射关系。

• **关键词与物资中类匹配**

例如“F140800001，废旧电缆附件”。关键词为“电缆附件”。经过数据检索，与大类“装置性材料” - 中类“电缆附件”匹配。根据匹配结果将“F140800001，废旧电缆附件”与“装置性材料” - 中类“电缆附件”建立映射关系。

• **关键词与小类匹配(无特征描述)**

例如“F101600601，废旧环网柜”。关键词为“环网柜”。经过数据检索，与大类“一次设备” - 中类“开关柜(箱)” - 小类“环网柜”匹配。根据匹配结果将“F101600601，废旧环网柜”与大类“一次设备” - 中类“开关柜(箱)” - 小类“环网柜”匹配建立映射关系。

• **关键词与小类匹配，特征描述与特征值匹配**

例如“F140400202，废旧低压电力电缆(铝)”。关键词为“低压电力电缆”，特征描述为“铝”。经过数据检索，关键词与大类“装置性材料” - 中类“电缆” - 小类“低压电力电缆”匹配。而特征描述“铝”与特征值“铝”匹配。根据匹配结果将“F140400202，废旧低压电力电缆(铝)”与大类“装置性材料” - 中类“电缆” - 小类“低压电力电缆” + 特征值“铝”匹配建立映射关系。

• **业务人员经验匹配**

例如废旧物资保管员认为电缆保护管、电缆桥架可按不同材质归类；物资分类表显示电缆保护管属于电缆附件。

• **无法匹配**

例如：“500055406，购电”，燃料化工类、软件类、服务类无法与任何一条废旧物料进行匹配。

2) 废旧物资映射表

最终形成映射关系图表，其中共有 1302 条常规物料编码无法与废旧物料编码。具体如下图 4 所示：

废旧物料编码	废旧物资描述	废旧物资计量单位	物料描述	500物料编码	单位
F111000501	废旧路由器	台	路由器, 4, 155MPOS8, E1口32, 千兆电≥16, 100Mpps	500099453	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS8, E1口16, 千兆电≥16, 20Mpps	500099454	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS8, 155McPOS2, 千兆电≥16, 100Mpps	500099455	1922:台
		台	路由器, 无槽位, E1口4, RS232异步串8, 百兆电≥16, 400kpps	500099456	1922:台
		台	路由器, 8, 155MPOS16, 155McPOS2, 千兆电≥16, 400Mpps	500099457	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS8, 155McPOS2, 千兆电≥16, 20Mpps	500099458	1922:台
		台	路由器, 无槽位, E1口2, 百兆电≥4, 400kpps	500099459	1922:台
		台	路由器, 8, 155MPOS16, E1口32, 千兆电≥16, 400Mpps	500099460	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS16, 155McPOS2, 千兆电≥16, 100Mpps	500100086	1922:台
		台	路由器, 8, 155MPOS16, 155McPOS2, 千兆电≥16, 100Mpps	500100088	1922:台
		台	路由器, 8, E1口2, 百兆电≥4, 100Mpps	500102377	1922:台
		台	路由器, 8, 155MPOS8, E1口32, 千兆电≥16, 100Mpps	500107524	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS16, E1口32, 千兆电≥16, 400Mpps	500108378	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS8, 155McPOS2, 千兆8光8电, 100Mpps	500114355	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS8, 155McPOS2, 千兆8光8电, 20Mpps	500114356	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS8, E1口16, 千兆8光8电, 20Mpps	500114357	1922:台
		台	路由器, 8, 155MPOS8, 155McPOS4, 千兆8光8电, 400Mpps	500114358	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS4, 155McPOS4, 千兆4光4电, 100Mpps	500114359	1922:台
		台	路由器, 8, 155MPOS16, E1口32, 千兆8光8电, 400Mpps	500114360	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS8, E1口32, 千兆8光8电, 100Mpps	500114361	1922:台
		台	路由器, 8, 155MPOS16, 155McPOS2, 千兆8光8电, 400Mpps	500114362	1922:台
		台	路由器, 无槽位, E1口4, 百兆电≥8, 400kpps	500114363	1922:台
		台	路由器, 4, 155MPOS4, 155McPOS4, 千兆4光4电, 20Mpps	500114478	1922:台
台	路由器, 4, 155POS4, 32E1, cPOS2, 千兆4光4电, 20Mpps	500114479	1922:台		

Figure 4. Waste materials mapping table

图 4. 废旧物资映射表

通过物资编码映射关系对物资报废前后编码进行绑定记忆，并将物资编码映射输入到智能软件里，给物资编码映射建好“电子户口”，报废申报时输入废旧物资编码，就会实现映射表中物资相关信息。日后物资报废申报、实物接收复核时进行快速匹配，提高物资人员及仓储管理相关工作人员工作效率。

3.4. 业务流程

废旧物资处置流程如下图 5 所示。

1) 退役资产拆除后，项目管理单位(部门)组织实物使用保管单位(部门)、监理单位、施工单位依据拟拆除计划，扫描实物“ID”、盘点验收实拆情况，对应拆、实拆、实交量进行确认，对存在的差异，由施工单位说明原因，确认后形成退役资产拆除计划执行情况表。

2) 由项目单位向物资管理单位(部门)出具报废审批单，提出报废物资处置申请(在报废审批单中须根据实物，通过废旧物资编码与常规物料编码映射关系查询并填写废旧物资编码及物料编码)。明确具体拆除时间、实物交接时间和地点。

3) 物资管理单位(部门)对报废物资处置申请进行审核。

4) 审核通过后，对于无需移交废旧仓库处置的废旧物资，根据后续相关路程进行废旧物资处置。对于需要移交废旧仓库的废旧物资，由实物保管使用单位办理完报废手续后，组织将物资运送至指定仓库，出具报废审批单及技术鉴定报告，扫描实物“ID”办理实物移交，签署报废物资移交单。在报废物资移交单中须根据实物，通过废旧物资编码与常规物料编码映射关系核对废旧物资编码及物料编码填写正确性。

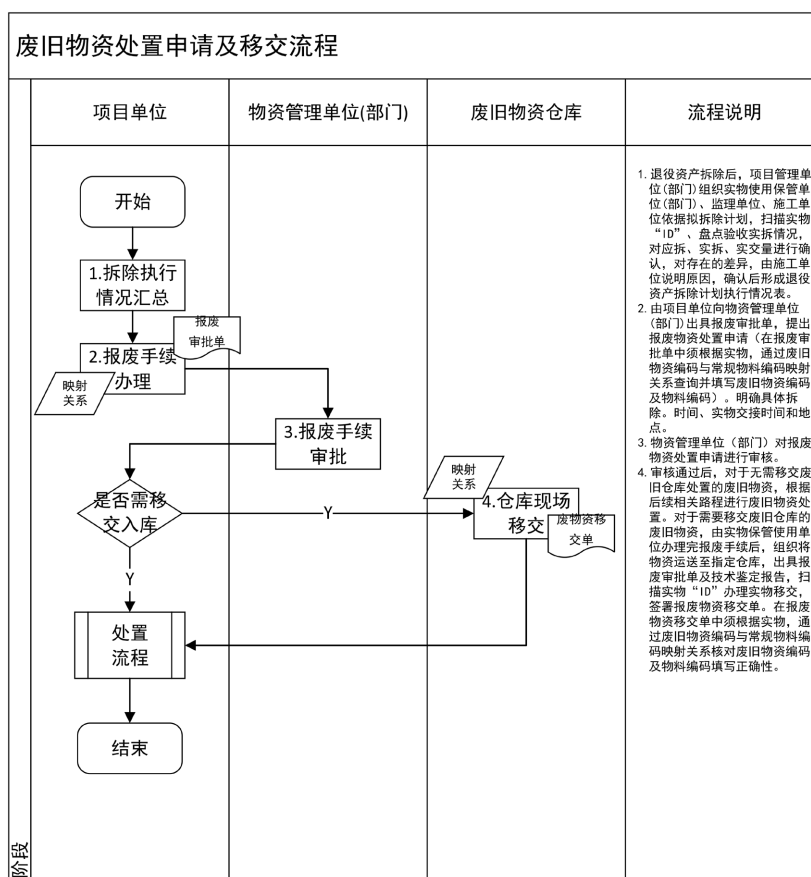


Figure 5. Flow chart of application and handover of waste materials disposal

图 5. 废旧物资处置申请及移交流程图

4. 总结

本课题研究通过废旧物资管理相关业务调研和历史台账分析,应用具体数据分析某电网企业废旧物资编码使用情况,探索业务现状及痛点识别,针对性设计废旧物资处置业务整体业务流程。并通过优化废旧物资物料编码策略,建立映射关系,使物料信息传递更加敏捷高效,实现提升废旧物资提报准确性,提高工作效率的目标,助力电网企业打造绿色物流生产经营新方式。

参考文献

- [1] Yin, X.X., Han, J.W. and Yang, J. (2005) Searching for Related Objects in Relational Databases. *Proceedings of the 17th International Conference on Scientific and Statistical Databases Management (SS-DBM)*, Santa Barbara, 227-236.
- [2] Fakas, G.J. (2011) A Novel Keyword Search Paradigm in Relational Databases: Object Summaries. *IEEE Translation on Knowledge and Data Engineering*, **70**, 208-299. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2010.11.003>
- [3] Feng, J.H., Li, G.L. and Wang, J.Y. (2011) Finding Top-k Answers in Keyword Search over Relational Databases Using Tuple Units. *IEEE Translation on Knowledge and Data Engineering*, **23**, 1781-1794. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2011.61>
- [4] Nandi, A. and Jagadish, H.V. (2009) Qunites: Queried Units for Databases Search. *Proceedings of the 4th International Conference on Innovative Data System Research*, Asilomar, 3-4.
- [5] 黎方正. 关系数据库的关键词检索技术研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2010.
- [6] 王佳宜. 基于关系数据库的关键词迷糊查询即结果集排序策略研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2008.
- [7] 邵仁俊. 关系数据库对象级别检索算法研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连海事大学, 2012.