

基于全寿命周期理念的实物ID全流程贯通管控模式研究

姜 晨

国网上海市电力公司崇明供电公司，上海

收稿日期：2025年1月10日；录用日期：2025年1月26日；发布日期：2025年2月28日

摘 要

本文旨在探讨基于全寿命周期理念的实物ID全流程贯通管控模式。通过对全寿命周期管理理念的深入解析，结合物资管理的实际需求，本文提出了一种创新的物资管理模式。该模式通过为实物资产分配唯一的实物ID，并将其与项目编码、WBS编码、物料编码、设备编码、调度编码、资产编码和废旧物资编码等关键编码进行关联，实现了资产全寿命周期内的信息整合和共享。本文首先分析了全寿命周期管理存在的问题和挑战，然后详细阐述了实物ID全流程贯通模式的构建，包括编码规则制定、八码信息关联、信息管理系统构建、典型场景应用等方面。最后，通过典型场景验证了该模式的可行性和有效性，并展望了其未来的发展趋势。

关键词

实物ID，全流程贯通，管控模式，电力企业，全寿命周期管理

Research on the Full-Process Control Mode of Physical ID Based on the Concept of the Whole Life Cycle

Chen Jiang

Chongming Power Supply Company, State Grid Shanghai Electric Power Company, Shanghai

Received: Jan. 10th, 2025; accepted: Jan. 26th, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

The purpose of this paper is to discuss the full-process control mode of physical ID based on the

concept of full life cycle. Through the in-depth analysis of the whole life cycle management concept and the actual needs of material management, this paper proposes an innovative material management model. This model realizes the integration and sharing of information throughout the life cycle of assets by assigning unique physical IDs to physical assets and associating them with key codes such as project code, WBS code, material code, equipment code, scheduling code, asset code and waste material code. This paper first analyzes the existing problems and challenges of life cycle management, and then elaborates on the construction of the whole process of physical ID, including the formulation of coding rules, the association of eight-code information, the construction of information management system, and the application of typical scenarios. Finally, the feasibility and effectiveness of the model are verified by typical scenarios, and its future development trend is prospected.

Keywords

Physical ID, Full-Process, Control Mode, Electric Power Enterprises, Whole Life Cycle Management

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

随着电网企业规模的扩大和电力供应的不断增长，电网企业固定资产的规模和数量也在迅速增加，物资管理成为企业运营中不可或缺的一环。传统的物资管理模式往往注重物资的采购、存储和使用等环节，而忽视了物资在全寿命周期内的信息管理和优化。这种管理模式不仅导致物资信息的碎片化，还增加了管理成本，降低了物资利用率。因此，如何构建一种高效、准确、全面的物资管理模式，成为当前企业面临的重要课题。

2. 全寿命周期管理理念概述

全寿命周期管理(Life Cycle Cost, 简称 LCC)作为一种前瞻性的管理理念，其核心在于对长期效益的深刻理解和追求。这一理念强调通过采用一系列先进的技术手段和管理策略，对规划、建设、生产、运营及退役等全生命周期的各个环节进行整体布局和精细管理，以实现资源的最大化利用和效益的最优化[1]。自 20 世纪 70 年代以来，全寿命周期管理已在交通运输、航天科技、国防、能源等多个关键领域得到了广泛的应用和验证。这些领域都涉及到大量的投资、复杂的技术和长期的运营，全寿命周期管理的引入为它们提供了更为科学、合理的管理方法和决策依据。在全寿命周期管理的框架下，企业需要全面考量项目的规划合理性、工程质量、生产安全性、运行可靠性等多个维度，以确保项目在全寿命周期内都能够保持高效、稳定的运行。这种全面性的考量有助于企业避免短视行为，实现长期效益的最大化。此外，全寿命周期管理还着重于信息的完整性和精确性，它要求企业在项目的各个阶段都建立有效的信息流通与沟通机制，确保项目信息的实时反馈与共享。这种信息的高效流通和共享有助于企业及时发现问题、解决问题，从而避免潜在的风险和损失。全寿命周期管理的实施有助于企业实现资源的科学配置与工作流程的高效优化，进而提升企业的综合竞争力和市场地位[1]。

基于这一理念，本文提出了一种基于全寿命周期理念的实物 ID 全流程贯通管控模式，旨在通过企业级信息系统贯通供应链全环节业务流程，实现资产全寿命周期内信息的追溯、共享和高效管理，全面提

升供应链数字化水平，推进全链业务和数据的全面融合贯通。

3. 全生命周期管理存在的问题和挑战

资产全生命周期管理是一种从企业长远利益出发，采用各种科学、先进的管理方式与技术手段，对资产进行统筹规划设计、运行维护、建设实施以及报废回收等环节的全面管理。然而，在资产全生命周期管理的过程中，会面临一些问题和挑战，以下是对这些问题的详细归纳：

3.1. 信息追溯问题

在资产全生命周期管理实践中，一旦遇到质量问题或设备故障，常常需要回溯物资的源头、生产流程及使用情况。然而，传统的管理方式在信息追溯方面存在诸多困难，往往导致大量的人力、物力及时间成本被消耗。

3.2. 业务协同问题

企业的供应链运营涉及多个专业部门的紧密协作，展现出业务联系广泛且流程繁琐的特性。在跨部门、跨系统的协同作业中，仍依赖人工催促和线下操作，尚未实现全链条线上化管理与监控的闭环[2]。

3.3. 数据贯通问题

数据标准缺乏统一性，不同专业领域在数据命名和管理力度上存在差异，导致数据共享效率低下；前后端数据尚未实现全面贯通，后端数据未能充分利用，尚未建立起覆盖公司资产全生命周期的管理模式[3]。

3.4. 融合场景需求问题

企业供应链中各专业领域对数据的关注点各有侧重，导致数据细化程度和标准化水平存在差异，同时单据操作种类繁多。在业务环节相互衔接时，只有部分至关重要的关键数据得以传递，而大量其他数据在后续环节被忽视或未得到妥善处理。

4. 实物 ID 全流程贯通管控模式构建

针对传统全生命周期管理模式存在的问题和挑战，本文提出基于全生命周期理念的实物 ID 全流程贯通管控模式。该模式以实物 ID 为核心，通过构建企业级的信息系统，实现资产全生命周期内信息的追溯、共享和高效管理。

4.1. 实物 ID 的定义

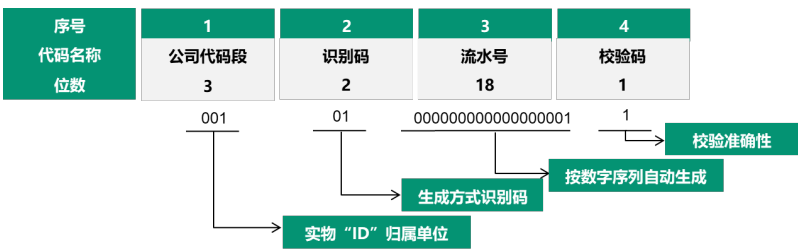


Figure 1. Physical ID encoding rules
图 1. 实物 ID 编码规则

实物 ID 是赋予每一个电网设备资产不同的数字序列，作为全网范围的唯一的终身身份编码。通过基

于电子标签、RFID 射频识别等物联网技术，应用电子标签的快捷数据采集，实现信息完整可追溯、跨系统贯通、设备的全寿命周期管理。目前，电网设备资产实物 ID 由 24 位十进制数据组成，代码结构由公司代码段、识别码、流水号和校验码 4 部分构成，实物 ID 编码规则见图 1。

4.2. 实物 ID 全流程贯通目标

实物 ID 编码，是电网实物资产管理的终身唯一标识。以实物 ID 为核心，贯通项目编码、WBS 编码、物料编码、设备编码、资产编码、调度编码、废旧物资编码，打通资产管理业务全流程环节，实现实物 ID 全流程贯通。实物 ID 全流程贯通编码的定义见图 2。

1、实物ID	赋予每一个电网物资、设备及资产不同的数字序列，作为电网资产的唯一身份标识，贯穿整个资产管理流程。
2、项目编码	用于标识和跟踪特定项目的唯一编码，确保项目管理的准确性和可追溯性。
3、WBS编码	在项目管理和工程管理中，将项目分解为更小、更易于管理的部分（即工作包），并为每个工作包分配的唯一编码。
4、物料编码	用于唯一标识物料的编码，便于物料的库存管理、采购和追踪。
5、设备编码	针对电网中的特定设备分配的唯一编码，方便设备的维护、管理和追踪。
6、调度编码	在电网调度中，用于标识和调度电网设备的编码，确保电网调度的准确性和及时性。
7、资产编码	用于标识和管理企业资产的编码，包括固定资产、流动资产等，便于资产的清查、折旧和管理。
8、废旧物资编码	针对废旧物资分配的唯一编码，有助于废旧物资的回收、再利用和环保处理。

Figure 2. Definition of the whole process of physical ID through the code
图 2. 实物 ID 全流程贯通编码的定义

4.3. 实物 ID 全流程贯通的思路

基于供应链管理平台，采用实物 ID 作为核心连接点，结合二维码、射频识别等先进技术，将规划设计、需求计划、招标采购、生产制造、产品交付、合同执行、施工安装、运行维护以及退役回收等各个环节的业务信息进行关联。通过数据库和管理模块来收集这些信息，能够实现资产全生命周期的追溯、共享与应用。这一举措旨在推动以实物 ID 为核心的资产全生命周期的连贯管理，从而构建产业链上下游企业之间的新型协同合作模式[4]。

4.4. 实物 ID 全流程贯通融合设计

实物 ID 全流程贯通融合设计，不仅深入融合了实物 ID 在全流程中的应用，还确保了业务流程的高度标准化以及数据模型的全方位规范化。通过精心打造的实物 ID 全流程贯通关联设计，以及广泛应用的典型场景实例，结合科学制定的实物 ID 指标体系和完善的管理支持体系，为实物 ID 全流程贯通模式的成功实施提供了坚实可靠的基础和全面的保障。

以实物 ID 的全生命周期为核心，对规划计划、需求计划、招标采购、生产制造、产品交付、合同执行、施工安装、运维管理以及退役回收这九大业务环节进行了全面的建模。通过实物 ID，我们将这九大环节的关键字段编码串联起来，并将供应链中的各个环节(如项目编码、WBS 编码、物料编码、设备编码、调度编码、资产编码以及废旧物料编码)与实物 ID 进行关联，实物 ID 全流程贯通关系见图 3。同时，我们还利用业务间的关键数据编号(如批次计划编号、采购申请编号、采购项目编号、订单编号以及监造任务编号等)进行相互关联，从而实现物资供应链九大环节在实物层面的无缝对接与融合。依托实物 ID，确保实物资源本身、实物 ID 以及相关数据之间紧密相连。从实物的角度出发，横向整合业务、质量以及成本等全方位的数据[4]。

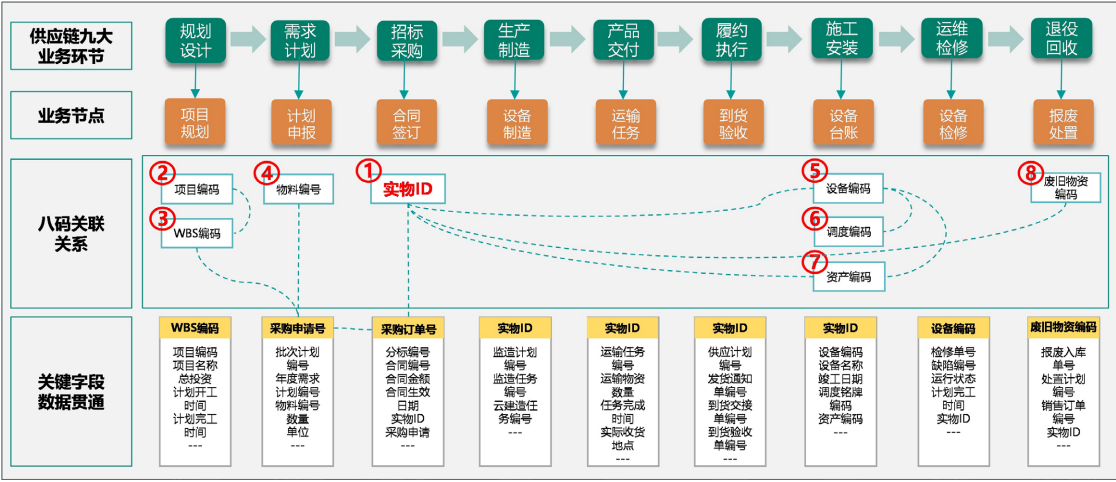


Figure 3. Physical ID whole process through the relationship diagram
图 3. 实物 ID 全流程贯通关系图

在规划设计阶段生成② 项目编码及③ WBS 编码，在需求阶段生成采购申请及④ 物料编码，通过项目编码与采购申请关联实现规划设计与需求计划两大环节的业务贯通。在招标采购阶段合同生效后生成① 实物 ID，通过实物 ID 与采购订单、合同、采购项目与采购申请的关联，实现招标采购与需求计划的关联，并为实物 ID 逆向关联奠定基础。在生产制造、产品交付、履约执行三个阶段以实物 ID 为纽带，实现三个阶段间及招标采购阶段的关联。施工安装阶段，通过设备台账维护生成⑤ 设备编码并与⑦ 调度编码关联，通过工程转资生成⑥ 资产编码。通过建立实物 ID 与项目 WBS，实物 ID 与资产编码、实物 ID 与设备编码的关联实现施工安装与履约执行等前序环节的关联。在运行维护阶段，通过设备编码与实物 ID 的关联实现运行维护与施工安装等前序环节的关联。在退役回收阶段生成⑧ 废旧物资编码，通过废旧物资编码与实物 ID 的关联实现退役回收与运行维护等前序环节的关联。

4.5. 信息系统的构建

秉承“一码贯通，双流驱动”的核心理念，构建供应链工单中心，旨在标准化管理物资供应链的“九大核心环节”中的业务场景工单及作业步骤。以业务工单为核心工具，作业过程即实时记录，记录内容即转化为数据，数据伴随着业务自然而然地产生，无需额外操作。这样，从规划设计、招标采购、施工安装、运行维护、技术改造与大修、设备质量管理、财务资产转移、调度运行等供应链全过程中的关键信息，都能随着业务流程的推进自动汇总，构建了一个坚实的供应链数据资产基础。同时，以实物 ID 为桥梁，紧密连接业务过程与关键数据，从而打造出一个完整的供应链全过程视图，实现了“实物流”与“业务流”的无缝对接与融合。

实现供应链工单的业务流程化及智能化，以资产的全生命周期管理为核心，紧扣绿色供应链的九大核心业务环节，针对每个关键业务场景进行“工单化”改造，确保每个场景都有对应的工单，而场景内的各个业务环节则按照“作业”来组织和管理，并通过实物 ID 将各个作业环节串联起来。供应链工单中心负责接收、整合并管理这些核心业务场景的工单，并在此基础上为供应链各业务环节的无缝对接与融合提供坚实的支撑。

4.5.1. 标准化工单数据信息

工单中心致力于将原有各业务场景下的非标准化、线下作业流程转化为标准化、数字化的流程，并详细记录每个作业流程中的关键信息。同时，它还负责统一各个业务场景及作业环节的数据标准和数据

来源，确保信息的准确性和一致性。

4.5.2. 贯通供应链关键业务环节

工单中心利用实物 ID 作为连接点，能够识别并关联实物 ID 与各业务工单中的核心数据，从而实现各业务工单作业流程的顺畅衔接。此外，它还结合了作业信息的实时集成功能以及实时的作业预警和督办机制，进一步确保了各环节关键信息的畅通无阻。这样，作业人员便能够通过工单中心获取到供应链的全面视图信息，从而打破信息孤岛，实现供应链关键业务环节的无缝对接。

4.5.3. 支撑跨业务融合应用的构建

借助业务工单化的方式，资产全寿命周期中的关键信息被详尽地记录在工单之上，并通过实物 ID 这一桥梁，在供应链工单中心实现了集中汇聚。这些信息通过工单在各个专业领域之间自由流通与共享，从而为未来构建公司级的资产全寿命管理体系，并实现跨业务的融合应用奠定了坚实的基础。

5. 典型场景应用

质量和成本这两类在设备全生命周期中至关重要的信息为核心，充分利用实物 ID 的桥梁作用，将物资采购、安装调试、运行维护等各个环节所产生的设备质量信息紧密关联起来。通过工单与实物 ID 之间的对应关系，我们能够精确地将各阶段的作业成本分摊到具体的单体设备上，进而实现基于实物 ID 的设备全生命周期成本(LCC)分析[5]。

全寿命成本管理 LCC模型 (LCC=C1+C2+C3+C4+C5)	(C1) 投入期成本 C1=C11+ C12+ C13+ C14	(C11) 招标采购阶段成本	主要涉及采购成本，根据实物ID关联批次号，获取ERP中采购订单单价（批次对应的采购订单行总价/采购数量）
		(C12) 生产制造阶段成本	主要涉及抽检费用、监造费用，根据实物ID关联批次号，获取进行取数，按照抽检费率、监造费率进行计算
		(C13) 运输包装阶段成本	运输费用、包装费用，根据实物ID获取物资品类，确定物资品类对应的质量、体积并进一步确定相对应的运输及包装费用固定值
		(C14) 安装调试阶段成本	主要涉及：安装费用、调试费用，根据实物ID获取物资品类，确定物资品类对应的安装、调试费用固定值
	(C2) 运行成本 (C2=C21+C22+23)	(C21) 巡视检查和日常维护作业中产生的材料成本	可根据实物ID关联相关类型工单，获取对应的材料相关成本
		(C22) 委外服务成本	根据实物ID关联相关类型工单，获取对应的委外服务成本
		(C23) 设备的运行能耗成本	包括设备空载损耗、负载损耗、设备总能耗、年均能耗等数据
	(C3) 检修成本 (C3=C31+C32)	(C31) 一般修理和大修时产生的材料成本	根据实物ID关联工单，获取对应的材料相关成本
		(C32) 委外服务成本	根据实物ID关联工单，获取对应的委外服务成本
	(C4) 故障成本 (C4=C41+C42)	(C41) 设备出现故障进行抢修所产生的材料成本	根据实物ID关联工单，获取对应的材料相关成本
		(C42) 委外服务成本	根据实物ID关联工单，获取对应的委外服务成本
	(C5) 报废退役成本 (C5= C52+C53)	(C51) 处置收益	根据实物ID关联物资品类，获取相关品类销售订单数据
		(C52) 处置时发生的拆卸、运输等处置成本	根据实物ID关联物资品类，获取相关品类平均拆卸及废旧运输成本
		(C53) 报废时资产的净值	根据实物ID关联ERP资产卡片，获取资产卡片净值

Figure 4. LCC cost analysis model based on physical ID management
图 4. 基于实物 ID 管理的 LCC 成本分析模型

聚焦于实物资产的管理，利用实物“ID”标签作为信息交流的桥梁，开创性地实施了一种融合了多项业务要素的一体化运作模式。在此基础上，建立了以实物 ID 为基础的全流程贯通(涵盖项目编码、WBS

编码、物料编码、实物 ID、设备编码、调度编码、资产编码以及废旧物资编码), 以实现业务信息的全面追溯。这一机制为资产全生命周期成本(LCC)分析提供了坚实的数据支撑。

基于实物 ID 管理的 LCC 成本分析阶段主要涉及: 投入期成本(C1)、运行成本(C2)、检修成本(C3)、故障成本(C4)及报废期成本(C5), 基于实物 ID 管理的 LCC 计算公式为:

$$LCC = C1 + C2 + C3 + C4 + C5$$

通过实物 ID 可获取各阶段作业成本, 实现基于实物 ID 的设备 LCC 分析, 基于实物 ID 管理的 LCC 成本分析模型见图 4。

在引入全寿命成本管理(LCC)理念的基础上, 通过实物 ID 全流程贯通应用, 我们致力于在满足安全、效益和效能要求的同时, 实现资产全生命周期成本的最小化, 深入探索了跨专业、跨领域数据的整合与应用, 以期推动电网设备在其全生命周期内达到成本最优化的状态。

6. 结论与展望

通过本课题的深入研究, 我们构建了一套基于全生命周期理念的实物 ID 全流程管控模式。通过统一的实物 ID, 将电网物资的规划计划、需求计划、招标采购、生产制造、履约执行、产品交付、施工安装、运行维护、退役处置供应链九大业务环节进行无缝连接与高效管理。在模式的构建过程中, 首先, 确立了实物 ID 全流程贯通的核心思路, 即通过唯一的实物 ID, 实现物资信息的全程追溯与共享; 其次, 设计了实物 ID 全流程的贯通融合方案, 确保各环节数据的一致性与准确性; 随后, 研究了支撑该模式运行的信息系统实现方式, 以使各专业的数据实现自动化采集、处理与分析。最后, 探索了基于实物 ID 管理的 LCC (全生命周期成本)成本分析的典型场景应用, 验证该模式在实际应用中的价值。通过一系列的实践与验证, 我们进一步确认实物 ID 全流程贯通管理模式在实际应用中的可行性和有效性。它不仅能够显著提升电网物资的管理效率与精确度, 还能有效降低全生命周期成本, 为电网企业的可持续发展提供有力支撑。

展望未来, 随着物联网、大数据、人工智能等前沿技术的持续进步, 实物 ID 全流程贯通的管控模式将迎来更为深入的完善与优化。具体而言, 物联网技术的应用将使得物资信息的实时获取与传递成为可能, 通过实时监测设备运行状态和预测故障, 将助力电网企业优化维修策略, 降低运营成本; 大数据分析技术则能够揭示物资管理中的隐藏问题与潜在规律, 通过深度挖掘和分析电网设备数据, 将助力电网企业实现更精准的故障预测、更优化的维修策略以及更高效的能源管理; 而人工智能技术的融入, 则将推动物资管理向智能化、自动化的方向迈进, 实现电网资产的精准定位和追踪, 提升了资产管理的效率和准确性, 从而降低运营成本, 提升电网运营效率。这些技术的革新将为物资管理领域注入更高效、精确、全面的动力, 加速企业的数字化转型步伐, 并助力其实现智能化升级, 为实现实物流、业务流双流驱动打下坚实基础。

参考文献

- [1] 叶雪. 基于全生命周期成本理论的电网企业技改项目投入产出评估研究[J]. 中国市场, 2024(31): 66-69.
- [2] 陈艳, 吴桂园, 刘维民, 等. 资产全生命周期视角下电网企业成本管控研究[J]. 财务管理研究, 2024(9): 158-163.
- [3] 耿茜. 基于电网资产实物“ID”的电力企业实物资产全过程管理信息化实践研究[J]. 电气技术与经济, 2022(5): 164-166.
- [4] 李智威, 孙利平, 柯方超, 等. 电网实物资产统一身份(实物 ID)建设数据溯源研究[J]. 电子世界, 2018(21): 21-23.
- [5] 李忠富, 闫亚刚, 孙鹏, 等. 基于 LCC 理论的电力设备成本管理研究[J]. 中国设备工程, 2020(16): 50-52.