

# 电化学加工工艺知识管理平台框架的分析与构建

季峰<sup>1</sup>, 刘铭鑫<sup>1</sup>, Ali Abdullahi Moallim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>南通大学杏林学院, 江苏 南通

<sup>2</sup>南通大学机械工程学院, 江苏 南通

收稿日期: 2022年11月30日; 录用日期: 2022年12月21日; 发布日期: 2022年12月30日

## 摘要

为了进一步提升电化学加工工艺知识的融合能力, 首先, 提取了电化学加工工艺设计的流程模型; 再次, 细化了领域工艺知识主要类与子类的关系, 并构建了平台的功能模型, 提出以知识转化模型为中心的平 台化知识管理; 最后, 专门针对电化学领域工艺知识的共享, 构建了一种由数据层、本体服务层、知识 处理层和应用层组成的层次化体系结构, 打破了电化学加工工艺单一化的知识共享格局, 建立了完整的 领域知识管理框架。

## 关键词

电化学, 加工工艺, 知识管理, 平台框架

# Analysis and Construction of Knowledge Management Platform Framework for Electrochemical Machining Process

Feng Ji<sup>1</sup>, Mingxin Liu<sup>1</sup>, Ali Abdullahi Moallim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>School of Xinglin, Nantong University, Nantong Jiangsu

<sup>2</sup>School of Mechanical Engineering, Nantong University, Nantong Jiangsu

Received: Nov. 30<sup>th</sup>, 2022; accepted: Dec. 21<sup>st</sup>, 2022; published: Dec. 30<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

**In order to further improve the fusion ability of electrochemical machining process knowledge,**

\*通讯作者。

文章引用: 季峰, 刘铭鑫, Ali Abdullahi Moallim. 电化学加工工艺知识管理平台框架的分析与构建[J]. 软件工程与应用, 2022, 11(6): 1423-1429. DOI: 10.12677/sea.2022.116146

firstly, the process model of electrochemical machining process design is extracted; Secondly, the relationship between main classes and subcategories of domain process knowledge is refined, and the functional model of the platform is constructed. A platform-based knowledge management centered on the knowledge transformation model is proposed; Finally, a hierarchical system structure composed of a data layer, ontology service layer, knowledge processing layer and application layer was built specifically for the sharing of process knowledge in the electrochemical field, which broke the pattern of knowledge sharing in the electrochemical processing process, and established a complete domain knowledge management framework.

## Keywords

Electrochemistry, Processing Technology, Knowledge Management, Platform Framework

Copyright © 2022 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

目前, 电化学加工工艺知识管理平台存在工艺单一化和集中化的问题, 不能实现多种加工工艺之间的融合, 限制了精密工件加工途径的创新。本文提取了电化学加工的工艺设计流程模型, 进行知识管理平台体系框架的设计, 对平台体系的关键技术进行分解, 提高平台的可扩展性和移植性, 通过工艺知识的共享、传递和检索, 实现工艺知识的高效利用, 减轻从业人员的资料检索成本, 从而减少工件研发试验的成本, 缩短产品的迭代周期[1] [2]。

## 2. 研究现状

随着工业发展的进步, 工业制造技术领先的国家开始研发工艺知识管理平台, 搭建高性能的知识系统。知识管理在 CAD、UG 和 CATIA 等系统中得到有效的知识融合, 推动了工艺知识管理系统的发展[3] [4]。

文献[5]设计了一套车辆工艺知识管理系统, 满足了汽车生产企业车身安装车间的需求, 系统包括工艺流程模块、质量检测模块, 实现了企业对车辆工艺知识的管理, 简化了复杂的工艺审批流程, 提高了企业工艺管理的智能化以及车间制造生产的效率。文献[6]从理论上研究了农业工艺知识管理系统, 系统建立了印度的各种农业微灌技术, 有利于农民、农业科学家、经济学家和该领域其他人员之间的知识共享。他利用人工神经网络构建了农业各部门之间的 KMS。并借助各种参数预测了印度粮食的年产量, 扩充了农业 KMS 的功能。文献[7]为提高内燃机制造水平, 实现规范化生产, 研究了内燃机制造工艺管理系统, 重点关注工艺管理, 通过制造工艺管理系统辅助管理, 更有利于收集生产数据用于工艺研发, 提高工艺的规范性和标准化, 为制造工艺创新发展奠定基础。文献[8]根据机械加工领域的特征和需求, 采用规则和面向对象的方法对加工工艺知识进行了表达, 对生产工艺知识和参数化的 CAPP 系统融合进行研究, 构建了知识库模型, 给出了机械加工工艺知识的定义和分类、基于知识库的工艺设计知识模型和应用流程, 并为参数化的工艺知识库和工艺规范提供了数据支持。文献[9]基于云计算提出了数字孪生知识管理平台, 解决了工艺参数和工艺特征之间的复杂关系映射, 并对金属 AM 层缺陷分析的场景进行了应用研究, 知识管理平台包括开发模拟和模型预测, 减少开发时间和成本、提高产品质量和生产效率, 促进金属 AM 中工艺控制和优化的发展。

现有的工艺知识管理在各个领域中起着重要的作用, 研究人员都取得了比较好的研究成果, 系统的

移植性受到应用场景的限制，电化学加工领域的工艺知识管理受到特殊工艺设计流程的约束，不能直接应用已有的平台框架，本文致力于电化学加工领域的知识管理研究，包括工艺资源管理、工艺流程管理、工艺参数预测等部分。

### 3. 电化学加工工艺的设计流程模型

电化学加工工艺的设计包括需求设计、工艺设计、控制设计和评估设计等四个阶段。工件需求设计阶段需要结合粗糙度和表面硬度，考虑工件材料的选择，并对工件的成型过程中的尺寸进行设计。工艺设计阶段选择适合的电解液组分和配比，对电解液的给液方式进行设计，然后选用合适的电源，进行间隙设计和进给速度设置等。控制设计阶段包括电源控制系统配置、电解液控制、参数控制等。评估设计阶段是对工件加工结果的测量，包括对工件的成型结果的评估、对加工过程中的损耗进行评估、对废物的排放进行评估等。电解加工工艺设计的四个阶段相对于传统加工而言，要求设计人员掌握更多的知识和资料，才能进行一次有效的加工实验，流程如图 1 所示。

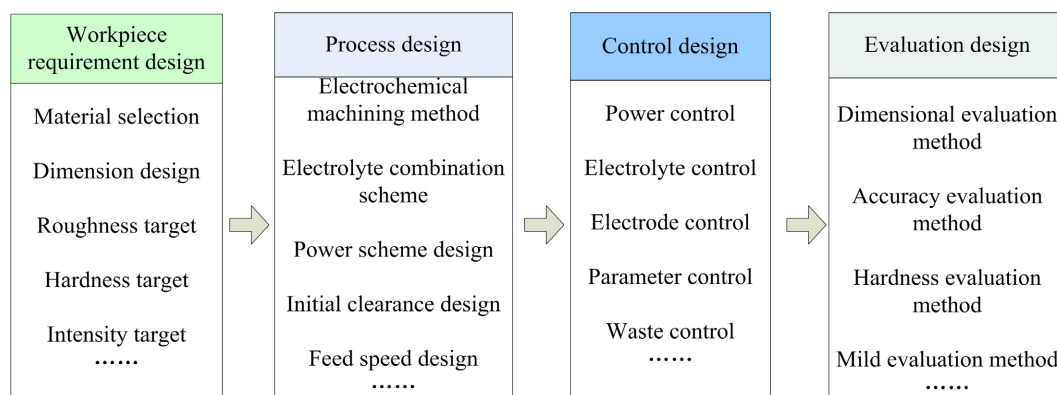


Figure 1. Process design flow model of electrochemical machining

图 1. 电化学加工的工艺设计流程模型

### 4. 电化学加工工艺知识管理平台的分析

电化学加工工艺知识管理除了具有知识管理和工艺知识管理的特性，还具有领域工艺知识层次多，参数知识相似度高和加工工艺资源知识体系多等特性，包括加工原理、加工工艺、加工设备、加工应用和加工技术等多个阶段的知识。

#### 4.1. 电化学加工工艺知识管理的类结构

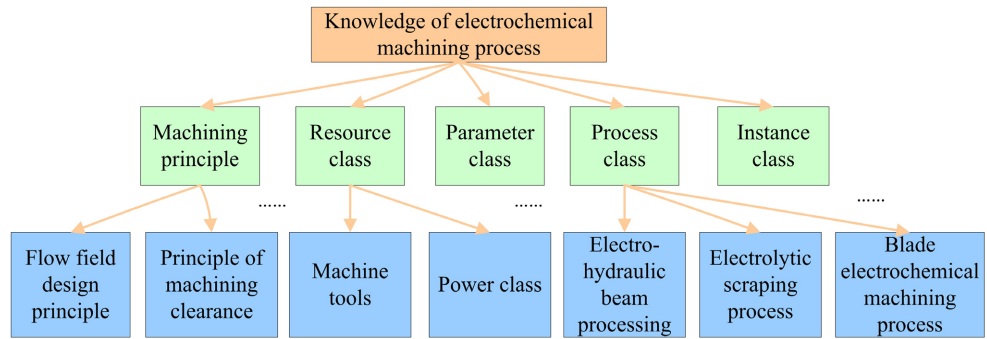
电化学加工包括电解加工、电解磨削、电解研磨、电铸和电刷镀等方式，它们在知识管理大类上保持一致性，主要分为加工原理类、资源类、参数类、工艺类和实例类等知识，如图 2 所示。

#### 4.2. 电化学加工工艺知识管理的类与子类

电化学加工工艺知识管理平台中主要知识类与子类的部分对照关系，如表 1 所示。

### 5. 电化学工艺知识管理平台功能模型

电化学工艺知识管理平台的功能模型的三大组件包括知识获取模型、知识转化模型和知识应用模型。如图 3 所示，相比于通用的知识管理系统[10]，知识获取模型中增加了领域专家模块、电化学加工主体模块和工艺设计者模块，这样可以更好的适应电化学加工领域的知识管理。

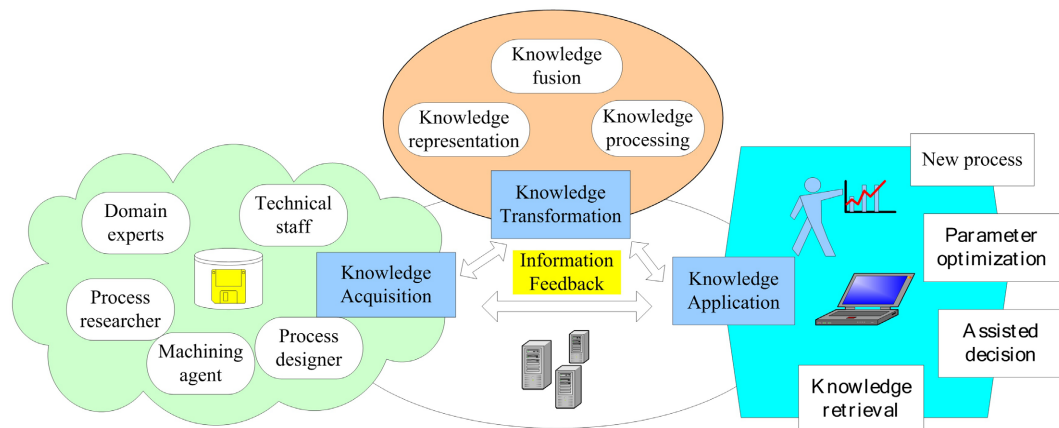


**Figure 2.** Knowledge classification of electrochemical machining  
**图 2.** 电化学加工知识分类

**Table 1.** Part of the cross reference relationship between main knowledge classes and subcategories in the platform  
**表 1.** 平台中主要知识类与子类的部分对照关系

类名	子类
原理知识类(Machining principle)	包括加工原理子类、流场设计原理子类、电镀加工原理子类、加工间隙原理子类、电场分布原理子类、电解液选择原则子类、电铸原理子类、电解磨削原理子类、微细电解加工原理子类等。
资源知识类(Resource class)	包括工件子类、工具子类、溶液子类、机床子类、电源子类、材料子类等。
参数知识类(Parameter class)	加工工艺中涉及到的可度量的数值单位，包括加工电流、加工电压、脉冲强度、脉冲占空比、溶液浓度、电解机床功率、进给速率等。
工艺知识类(Process class)	工艺类包括电解加工工艺、电铸工艺方案、小间隙电解加工工艺、电液束加工工艺、电解擦削加工工艺等，电解加工工艺大类下还包括膛线电解加工工艺、叶片电解加工工艺、深小孔电解加工工艺等。
实例知识类(Instance class)	实例类指各种加工应用场景，包括模具型面加工实例、型孔电解加工实例等。

平台的知识转化模型是平台知识管理的中心，它包括知识表示、知识处理和知识融合等模块。平台的知识应用模型中包含新工艺发现、参数优化、加工技术决策支持和知识检索等模块，用户对应用层接触到的知识反馈给知识获取模块，由知识获取模块进行领域知识匹配的调整。



**Figure 3.** Functional model of electrochemical process knowledge management platform  
**图 3.** 电化学工艺知识管理平台功能模型

## 6. 平台框架的搭建

本研究为了提升电化学加工知识管理平台(Electrochemical machining knowledge management platform, ECMKMP)的知识融合和共享的能力, 综合分析电化学技术加工模式的特点, 构建了一种分层体系结构, 如图 4 所示, 它由数据层、本体服务层、知识处理层和应用层四个层次组成[11]。

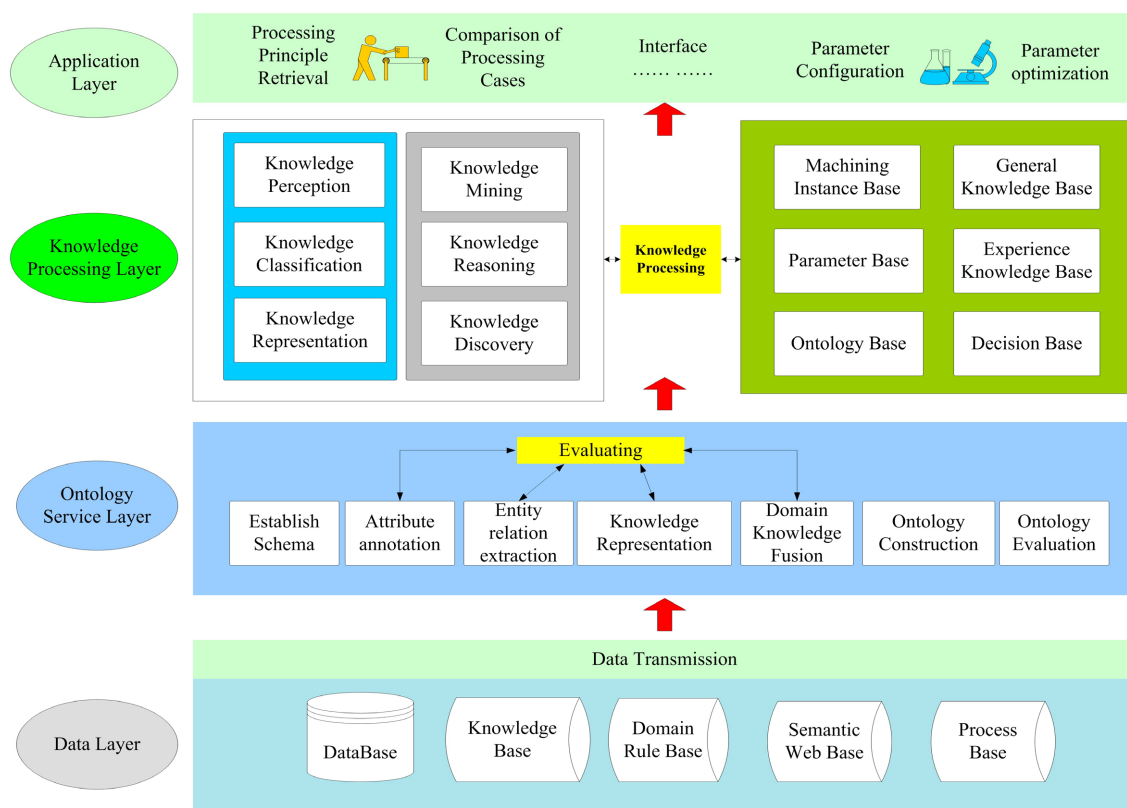


Figure 4. Framework of electrochemical process knowledge management platform

图 4. 电化学工艺知识管理平台的框架结构

### 6.1. 平台数据层

Data Layer 是电化学加工工艺知识管理平台的基础设施, 确保各类数据之间的稳定传输和交互[12]。数据层主要包括基础数据库(Database)、知识库(Knowledge Base)、领域规则库(Domain Rule Base)、语义网数据库(Semantic Web Base)和工艺库(Process Base)等。部分数据库及其子库的分类, 如表 2 所示。

Table 2. Classification of some databases and their sub databases in the platform data layer

表 2. 平台数据层中部分数据库及其子库的分类

数据库名	子库
Database()	包括电解加工资源子库、电解加工设备子库和电解加工实验子库等原始数据的子库。
Knowledge Base()	包括各加工技术的原理子库、参数手册子库、工艺标准子库等数据子库。
Domain Rule Base()	包括各工艺技术的规则, 例如, 电解液选取规则子库, 电解机床选取规则子库等规则子库。
Process Base()	包括工艺知识子库, 例如, 工艺规则实例子库、说明简图子库、参考标准子库、设计原始图子库、UG 数据文件子库等。

## 6.2. 平台本体服务层

Ontology Service Layer (OSL)是平台实现语义关系的关键部分, OSL 层通过建立模式、领域属性标注、实体关系抽取、知识表示、领域知识融合、建立本体和本体评估等步骤, 为整个平台提供工艺知识建模的方法, 实现提供语义、分类和关联关系的支持[13]。

## 6.3. 平台知识处理层

Knowledge Process Layer (KPL)由知识数据模块和知识处理模块两部分进行协同完成。知识处理模块包含知识感知模块、知识分类模块、知识表示模块、知识挖掘模块、知识推理模块等模块。知识数据模块包含工艺参数、本体库、通用知识库、经验库和决策库等模块。电化学加工的领域本体是在加工工艺知识体系上建立的概念和实体。

## 6.4. 平台应用层

Application Layer(AL)是用户进行领域知识学习、应用和创造的接口, 用户在应用层基于知识管理平台可以进行知识的学习、知识的更新和维护。用户进行加工原理检索, 加工实例匹配, 加工参数的优化和配置等[14]。

## 7. 总结

本文提取了电化学加工工艺设计的流程模型, 分析了领域工艺知识管理类的结构, 基于电化学加工工艺知识管理平台的特性, 建立了领域知识管理平台的功能模型, 构建了一种由数据层、本体服务层、知识处理层和应用层等四个部分组成的层次化框架, 提高了电化学加工工艺知识的管理和融合能力。下一步工作中, 将对平台的智能推理能力做拓展, 提高参数优化和预测的准确率。

## 基金项目

南通市基础研究项目(JC2021064); 江苏省高校基础科学(自然科学)面上项目(22KJD520006)。

## 参考文献

- [1] 赵蓉英, 余慧妍, 李新来. 国内外知识管理系统研究态势(2009-2018) [J]. 图书馆论坛, 2020, 40(1): 78-86.
- [2] 许强, 李海英, 李恩科. 基于 Web3.0 的企业知识管理平台及其应用[J]. 现代情报, 2015(10): 117-123.
- [3] 杨洋, 杨晔. 科研机构知识管理与协同创新平台构建研究[J]. 情报科学, 2020, 38(9): 101-106.
- [4] 刘澜冰. 大数据时代的知识管理平台构建[J]. 情报工程, 2015, 1(6): 109-112.
- [5] Deng, J. (2021) Design and Implementation of Digital Process Management System for Vehicle Manufacturing Based on DRF. *Agricultural Equipment & Vehicle Engineering*, **59**, 153-156.
- [6] Chanda, M.M., Banerjee, N. and Bandyopadhyay, G. (2020) Using Artificial Neural Networks (ANNs) to Improve Agricultural Knowledge Management System. *International Journal of Knowledge Management*, **16**, 84-101. <https://doi.org/10.4018/IJKM.2020040106>
- [7] He, K.J., Ji, W.W. and Liu, L.Z. (2022) Design and Realization of Internal Combustion Engine Manufacturing Process Management System. *Internal Combustion Engine & Parts*, **12**, 166-168.
- [8] Soori, M. and Asmael, M. (2021) Classification of Research and Applications of the Computer Aided Process Planning in Manufacturing Systems. *Independent Journal of Management & Production*, **12**, 1250-1281. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v12i5.1397>
- [9] Liu, C., Le Roux, L., Körner, C., Tabaste, O., Lacan, F. and Bigot, S. (2022) Digital Twin-enabled Collaborative Data Management for Metal Additive Manufacturing Systems. *Journal of Manufacturing Systems*, **62**, 857-874. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.05.010>
- [10] 黄清娟. 基于知识管理角度构建智慧养老服务电子商务平台[J]. 经济师, 2019, 14(9): 226-229.

- 
- [11] 张萍, 凌艳玺, 郭林, 等. 渤海油田项目知识管理平台建设与应用[J]. 2021, 17(30): 145-150.
- [12] Zhao, S.S., Liu, X.H., Andersson, U. and Shenkar, O. (2021) Knowledge Management of Emerging Economy Multinationals. *Journal of World Business*, **57**, Article ID: 101255. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2021.101255>
- [13] Wu, H. and Liu, Y. (2018) Balancing Local and International Knowledge Search for Internationalization of Emerging Economy Multinationals: Evidence from China. *Chinese Management Studies*, **12**, 701-719. <https://doi.org/10.1108/CMS-09-2017-0254>
- [14] Badawood, A. and Albadri, H. (2021) Conceptual Model for Organizational Knowledge Management Improvement via Cloud-Based Platform in Gulf Region HEI. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, **24**, 671-683.