

浅析冶金工程的设计思维模型应用

桂 康

中冶南方柯瑞（武汉）科技有限公司 湖北 武汉 430205

摘 要：针对冶金行业提升能效与绿色转型的需求，传统工程设计方法已难以应对多目标优化和复杂约束。本文基于设计思维理论，结合D.school、双钻模型等分析方法，提出适用于冶金工程的六阶段设计思维迭代模型。该模型旨在提升方案的技术可行性与可持续性平衡，解决多目标冲突、协作低效及环境效益评估等问题。为冶金工程创新设计及重工业技术转型提供方法支持与实践参考。

关键词：冶金；工程设计；工业设计；设计思维模型

1 引言

1.1 研究背景

全球冶金行业正面临技术创新与绿色转型双重挑战。“双碳”目标下，如中国钢铁行业碳排放占全国15%左右，冶金企业亟需低碳工艺重构。同时，资源品位下降及新能源金属需求上升也对设计提出更高要求。传统冶金工程设计方法存在专业分割、线性思维和末端治理等局限，难以应对复杂、多目标的优化需求^[1]。工业4.0推动下，设计思维方法强调以人为本、原型迭代与跨学科协作，在其他领域已显成效，并为冶金行业转型提供新范式。

1.2 研究目标

本研究针对冶金工程设计痛点，探索设计思维在行业中的适用路径。具体目标包括：提炼冶金工程多元化需求及冲突、构建“研究-设计-验证”三阶段六步骤的流程模型，融合QFD、TRIZ等工具，实现闭环优化，并通过案例验证模型在提升效率和经济效益方面的实际价值，助力冶金行业绿色智能化转型。

2 冶金工程设计现状与核心问题提炼

2.1 冶金工程设计现状

自20世纪80年代改革开放以来，中国冶金行业大量引进国外技术，虽促进了产业发展，但也造成自主设计与创新能力较弱，过度依赖国外经验，忽视了从实际问题出发的自主探索。近年来，智能化、绿色化转型已有进展，如三维建模、CFD仿真等数字化工具在头部企业应用率提升，但多局限于局部，尚未形成系统闭环，且“工艺-设备-环保”协同仍不足。

2.2 传统冶金设计范式的缺口

当前冶金工程设计依赖经验和定量分析，关注技术和经济性，环保与资源效率等因素常被忽视，易导致能耗高、排放大等问题。面对原料波动、市场变化等复杂情况，传统方法灵活性和适应性不足。

3 设计思维的理论基础

3.1 设计思维的核心内涵

设计思维（Design Thinking）是一种解决问题的方法，它强调从用户的角度出发，灵活、创新地找到解决方案。简单来说，设计思维就是通过理解问题、创造想法、快速测试、反复改进，最终找到最合适的解决办法。

比如你要设计一款手机壳。你会先了解使用者的需求（比如保护手机、外观好看、使用方便）。然后，根据这些需求进行多种设计，制作出不同样式的手机壳原型，最后让使用者来试用，看哪个最符合他们的期望，再进行优化。

全球顶尖设计咨询公司IDEO董事长蒂姆·布朗说：“设计思维是一种以人为本的创新方法，灵感来自设计师的方法和工具，它整合人的需求、技术的可能性以及实现商业成功所需的条件。”

3.2 设计思维的发展历程及主流思维模型

把设计作为一种“思维方式”的观念由来已久，真正把设计思维应用于解决商业问题的是全球顶尖设计咨询公司IDEO。

IDEO的设计思维始终把“人”放在每一个流程的核心位置^[2]。以人为本的设计师会懂得，只要持续专注在设计对象身上，直接倾听用户的想法，就会找到满足他们需求的最优方案。

3.2.1 IDEO的创新流程主要分为3个步骤：

启发：进行以人为本的设计，通过观察、换位思考理解现实生活中的人获得灵感；

构思：制作原型（模型）是关键，在越早期犯错误反而能更快取得成功；

实施：是对最终设计的表达，从详细的结构设计到市场营销沟通。

2004年IDEO的创始人戴维·凯利（David Kelley）创办了斯坦福大学设计学院D.school，将Design Thinking归

纳成一套科学的设计方法论，迅速风靡全球，成为企业培养创新型雇员的高效训练法。

3.2.2 D.School的设计思维主要分为5个步骤：

共情（Empathy）：运用同理心，设身处地地体会用户的使用感受和需求；

定义（Define）：分析收集到的各种需求，提炼要解决的问题；

设想（Ideate）：借助头脑风暴发散思维，思考解决问题的创意点；

原型（Prototype）：将设想制作成可感受产品使用方式的模型；

试验（Test）：将产品原型置于用户和场景得到使用方面的反馈进行评测。

3.2.3 双钻模型（Double Diamond Model）

2005年，英国设计协会首次提出双发散-聚焦的设计模式，即双钻设计模型。其过程分为4个步骤：发现-定义-构思-确定。

“发现”和“定义”，是发现和定义正确问题的发散和聚焦的阶段；“构思”和“确定”，是制定正确方案的发散和聚焦的阶段。

双钻设计模型中的两个菱形较为具象的映射我们的思维发散、聚合的过程，能够分别帮助设计师达到两个目的：洞察和挖掘产品深层问题，以及通过合适的方法找到具体设计方案

3.2.4 设计冲刺

设计冲刺（Design Sprint）是谷歌风投独特的五天式流程，融合了设计师的“设计思维”和工程师的“敏捷开发”。通过5天内完成整个创新流程，快速测试想法并解决关键业务问题。如今，设计冲刺被改造成一个循序渐进的过程，应用广泛，任何团队都可以参照实施。

设计冲刺主要分为5个步骤（每天一个步骤）：

理解：明确问题，选定目标；

构思：集思广益，想出一堆解决方案；

决策：快速评估，选出最优方案；

原型：整合，绘制原型；

测试：用户测试，验证方案可行性。

4 冶金工程设计思维模型雏形构想

构建冶金工程设计的思维模型，需要基于行业特殊性进行范式创新，表1表2图1是针对冶金工程设计应用的分层重构模型：

表1 冶金工程设计思维模型构建依据与应用

阶段	构建依据	在冶金工程中的应用
共情 (Empathy)	共情是设计思维的起点，它帮助我们 从用户或利益相关者的角度去理解问 题。对于冶金工程，利益相关者不仅 包括终端用户，还包括操作人员、工 程师、环保部门、设备维护人员等。	理解需求：深入了解冶金设备的使用者（如操作员、维护人员）在实际工作 中的痛点和需求。例如，他们可能面临操作复杂、设备维护困难、能源消耗 过高等问题。 收集反馈：与冶金设备的实际使用者进行交流，收集第一手的使用感受，关 注他们在工作中的挑战和期望，确保设计能够真正解决实际问题。
定义 (Define)	定义阶段是对共情阶段收集到的信 息进行分析和总结，明确设计需要 解决的核心问题。这一阶段的目 的是帮助团队聚焦于最重要、最具 价值的问题。	确定关键问题：通过分析共情阶段的反馈，明确冶金设备中需要改进的关键 领域。例如，是否存在高能耗、低效率、复杂操作等问题。 精准定位目标：将这些问题归纳为具体的、可操作的目标。比如，目标可能 是“降低冶金设备的能耗”，或者“简化设备的操作流程”，或者“提高设 备的维护便捷性”。
构思 (Ideate)	构思阶段的目标是通过头脑风暴等 方式产生多种创新的解决方案。这 一阶段的关键是多思考不同的可能 性，尽量产生多样化的创意，甚至 是不常规的解决方案。	创意激发：围绕定义阶段确定的核心问题，团队成员可以提出多种设计和技术 方案。例如，提出采用更智能化的控制系统来提高设备效率，或通过更人 性化的设计提高操作员的工作舒适度。 跨学科合作：在冶金工程中，可能涉及到机械、自动化、环境工程等多个领 域的知识，因此跨学科的合作和创新至关重要。
设计 (Design)	设计阶段是将构思阶段的创意转化 为具体的可行方案，进行原型设计 和详细规划。设计思维强调设计过 程的迭代性，设计方案要能够经过 多次验证和改进。	原型制作：设计师会基于构思阶段的方案，设计出具体的冶金设备原型或系 统图，可能是一个改进后的钢铁冶炼炉，或者是一个新的自动化监控系统。 细化设计方案：对每一个关键部件或系统进行详细设计，确保技术可行性、 操作简便性、以及与现有设备的兼容性。
测试 (Test)	测试阶段是通过实验或原型测试来 验证设计的效果和可行性。这一阶 段的核心是反馈和反复调整，确保 方案能够真正满足需求并达到预期 目标。	实地测试：通过搭建实验样机或原型设备，进行实际的操作测试，检查设计 在实际工作中的表现。例如，测试新的冶金炉设备是否能在降低能耗的同时 提高生产效率。 反馈与改进：基于测试中的反馈，不断优化设计。通过数据分析，进一步调 整设备设计，优化其性能。

续表:

阶段	构建依据	在冶金工程中的应用
总结 (Reflect / Review)	总结阶段是对整个设计流程的回顾和评估。在这个阶段，团队总结成功经验，并从失败中提取教训，以便为下一次的设计迭代提供参考。	回顾和评估：对设计的最终结果进行全面评估，检查是否达到了预期的目标，是否解决了核心问题。例如，新的冶金设备是否在能效和环保上有所提升。 数据分析与学习：通过数据分析来总结项目的成功因素和改进点，为未来的冶金工程设计提供借鉴。

表2 冶金工程设计模型的实施路径

阶段	目标	方法	输出
共情	洞察用户需求 了解业务背景	体验走查、竞品分析、数据分析、桌面调研、专家访谈、用户调研、用户访谈 ...	竞品分析报告 数据分析报告 桌面研究报告 用户调研报告 用户体验
定义	明确业务、产品、设计目标	需求分类：卡片分类法 需求删减：业务价值、商业价值、用户价值 需求优先级：KANO模型 数据指标：GSM模型/五度模型 ...	
构思	发散更多的可能性，找到解决方案	头脑风暴、设计工坊、纸面原型、竞品分析 ...	方案草图 设计策略 原型图
设计	筛选最合适的解决方案，打磨方案，详细设计，通过评审	方案筛选:实现成本、用户成本 ...	施工图
测试	快速验证是否符合预期	工况加载模拟	
总结	总结沉淀、迭代优化		数据库、案例库



图1 冶金工程设计思维模型示意图

5 结束语与推广建议

综上所述，冶金工程设计在传统范式下存在明显的局限性，主要表现在应对复杂性和不确定性方面的不足，以及缺乏跨学科协作的整体性视角^[3]。随着冶金行业向智能化、绿色化方向发展，单纯依赖传统设计方法已经难以满足现代工程的需求。

为推动这一方法的广泛应用，建议从以下几个方面入手：首先，加强行业内的跨学科合作，打破传统工程设计中的学科壁垒，集成不同领域的知识和技术，推动创新解决方案的产生。其次，强化设计思维的培训与实践，特别是在冶金工程师和相关技术人员中，提升其对设计思维核心理念（如同理心、迭代优化、快速原型

等）的理解与应用能力。再次，推动行业政策和标准的更新，通过政策支持和标准制定，为设计思维方法的推广创造良好的环境^[4]。

最后，加强案例和实践的分享与传播，通过行业研讨会、技术交流会等途径，展示设计思维在冶金工程中的成功应用，激发更多企业的兴趣和信心，推动其在更广泛的工程设计中得到应用。通过这些措施，可以有效促进冶金工程设计的创新与升级，推动行业实现更加高效、绿色、智能的可持续发展目标。

参考文献

[1]Tim • Brown Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation [M]. Harper Business 2011-5-30

[2]Michael Lewrick The Design Thinking Playbook [M]. John Wiley & Sons 2018-6-29

[3]姜荣泉.冶金工程设计的发展现状及展望分析[J].中国金属通报2019(03)

[4]殷瑞钰.现代钢铁冶金工程设计方法研究[J].工程研究-跨学科视野中的工程2016,8(05)