# 矿山选矿中陶瓷过滤机设备技术优化及标准适配研究

龚 静
铜陵铜冠装备制造科技有限公司 安徽 铜陵 244061

**摘 要：**陶瓷过滤机是选矿精矿脱水的核心设备。随着设备向大型化、智能化快速发展，2006版行业标准已难以适配新技术要求。本文基于YS/T 616-2024《陶瓷过滤机》标准修订内容，分析了设备在系列分类、搅拌方式、刮刀间隙、轴承温升、反冲洗压力及控制系统等方面的技术优化方向，探讨了技术升级与标准修订的适配关系。标准修订以大量现场数据为支撑，有效回应了设备大型化与智能化发展需求，为矿山选矿脱水工艺的设备选型与运行管理提供了技术依据。

**关键词：**陶瓷过滤机；选矿脱水；设备优化；标准修订；技术适配

引言：精矿脱水是矿山选矿决定产品质量与运输成本的关键环节。随着矿产资源贫化细化，细粘物料比例增加，传统过滤设备在处理效率、能耗及滤饼水分等方面存在不足。陶瓷过滤机作为集微孔陶瓷、自动控制与超声波清洗于一体的固液分离设备，具有处理能力大、能耗低、滤饼水分低等优势，在矿山精矿及尾矿脱水中应用广泛。然而，YS/T 616-2006《陶瓷过滤机》标准发布逾十年，已难以适配设备大型化、智能化发展的技术要求。本文结合该标准2024年修订版的核心内容，系统研究陶瓷过滤机的技术优化方向及其与标准修订的适配关系，为矿山企业的设备选型与运行管理提供参考。

## 1 陶瓷过滤机的工作原理与技术发展概述

### 1.1 陶瓷过滤机的基本工作原理

陶瓷过滤机利用毛细管原理实现固液分离，核心部件为微孔陶瓷过滤板。工作时，圆盘转子浸没于料浆槽体中，真空泵使陶瓷板内部形成负压，液体在压差驱动下通过微孔排出，固体颗粒截留于板面形成滤饼。转子缓慢旋转，吸附滤饼的陶瓷板离开液面，经干燥区脱水后到达卸料区，由刮刀刮落滤饼。刮除后的陶瓷板进入反冲洗区，通过水或气水联合清洗清除微孔内残余颗粒，随后重新浸入料浆开始下一循环。陶瓷板微孔孔径远小于水在毛细作用下的上升高度，可在较低真空度下获得极低滤饼水分，相比传统筒式过滤机能耗降低约90%，滤饼水分控制在8%~12%，显著降低了后续运输与冶炼成本。

### 1.2 设备技术发展趋势

近年来陶瓷过滤机技术发展主要体现在四个方面。一是机型大型化，最大过滤面积从80m²扩展至120m²，单台处理能力显著提升，满足大型选矿厂尾矿干堆与精矿大规模脱水需求。二是应用领域拓展，从有色金属延伸至黑色金属、稀有金属、非金属及化工环保领域，对物料适应性要求更高。三是核心部件升级，陶瓷板规格从1~4m²扩展至1~6m²五个系列，单盘面积增大有效缩短设备长度、减少占地面积。四是智能控制深化，PLC与触摸屏组成的控制系统已成为标配，设备运行状态可实时监控并支持远程操作，智能化水平显著提升[1]。

### 1.3 标准修订的迫切需求

YS/T 616-2006《陶瓷过滤机》标准已服役十余年，期间陶瓷过滤机技术形态发生深刻变化。原标准在设备分类、搅拌方式、刮刀间隙、反冲洗压力等技术指标的设定上已无法覆盖当前主流产品参数，部分内容存在空白。例如，原标准未涵盖5m²和6m²滤板系列、未规定气水联合反冲洗方式，刮刀间隙0.4~0.6mm的设置在大型设备上已偏紧。由于缺乏统一技术规范，设备生产与使用单位在技术对接、性能验收等方面存在诸多不便，修订完善该标准具有显著现实紧迫性。

## 2 陶瓷过滤机设备技术优化的关键方向

### 2.1 设备大型化与系列分类优化

设备大型化是陶瓷过滤机的首要发展趋势，直接推动了标准的系列分类修订。陶瓷过滤机按过滤面积分类，即单盘面积与圆盘数量的乘积。面积增大后，相同处理量下厂房空间更小、单位投资和运行成本更低，特别适用于尾矿干堆和精矿大规模脱水。原标准仅涵盖1~4m²四个系列，而当前5m²和6m²系列已批量应用。编制组调研确认两系列已具备成熟条件，2024版标准正式增加了这两个分类。整机最大过滤面积从80m²扩展至120m²，新增100m²与120m²机型均采用20盘结构、滤板240块，100m²机型圆盘直径2215mm、单盘5m²，120m²机型圆盘直径2360mm、单盘6m²，120m²机型直径仅增8%即实现50%处理能力提升，体现了大型化设计的技术经济优势。

2.2 搅拌方式的优化与标准化

搅拌装置用于维持料浆颗粒均匀悬浮，其结构直接影响过滤效率与陶瓷板寿命。原标准列入四种搅拌方式：摆动耙式、旋转叶片、气动搅拌、耙式-气动联合搅拌。经过十五年实践，旋转叶片因存在搅拌死角，已被行业淘汰。编制组调研7家单位确认其已无应用实例，修订中予以删除。保留的三种方式各有适用粒度范围：摆动耙式适用于-200目占50%~90%、-400目占10%~80%的物料；气动搅拌适用于细粒级物料（-200目占90%以上、-400目占80%以上），利用压缩空气从槽底鼓气；摆动耙式-气动联合搅拌适用于粗粒级物料（-200目占20%~50%、-400目占10%以下）。修订为选矿厂按物料特性选择搅拌方式提供了明确技术指南。

2.3 刮刀间隙与轴承温升控制优化

刮刀间隙直接影响卸料效果和陶瓷板寿命。原标准规定间隙为0.4~0.6mm，但编制组对11家使用单位的调研表明，该范围在大型设备和复杂物料条件下偏紧，实际生产中0.5~2.0mm被普遍认可。2024版标准据此调整为0.5~2.0mm，既保证卸料效果又降低了对安装精度的要求。轴承温升方面，原标准规定温升不大于30℃、最高温度不超过70℃。但设备大型化后轴承承载增加，不同工况负荷差异显著，单一限值已不符合实际[2]。2024版标准将温升区分为空运转（不大于35℃）和负荷运转（不大于45℃）两种工况，删除了最高温度绝对限值，使标准更具操作性和科学性。

2.4 反冲洗系统与智能控制升级

反冲洗系统是维持陶瓷板过滤性能的关键保障。原标准仅规定水反冲洗，压力0.1~0.12MPa。近年来，气水联合清洗技术得到推广应用，配合超声波振打（28kHz）和化学清洗，疏通效果显著改善。2024版标准将反冲洗压力调整为0.1~0.2MPa，为气水联合清洗提供了标准依据。控制系统方面，PLC+触摸屏已成为标准配置。2024版标准将原“操作台控制”更新为“现场操作柜完成整体控制，主要工作流程由PLC自动控制”，并明确允许通过通信接口实现远程控制和监视。考虑到化学清洗可能使用酸类试剂，新增了显示屏安全提示要求。100m²和120m²大型设备因运输限制可采取分体运输、现场组装，标准对此也作出了相应规定。

## 3 标准修订的技术适配分析

3.1 技术指标优化的数据支撑

2024版标准各项技术指标的修订建立在充分的数据调研基础上。编制组收集了铜陵有色金属集团、核工业烟台同兴实业集团、马钢张庄矿业三家代表性企业2019至2023年间生产制造与使用陶瓷过滤机的大量技术数据，并对大冶有色金属集团、洛阳栾川钼业集团、中国恩菲工程技术有限公司等11家单位的设备使用状况进行了专项调研，涵盖了不同规格设备在不同矿石类型、不同粒度组成下的运行表现，为标准修订提供了充分的实证支撑。以刮刀间隙调整为例，0.4~0.6mm的原标准设定来源于早期小型设备（过滤面积8~16m²）的制造精度。随着设备向60m²、80m²乃至120m²大型化发展，转子总成长度增加、制造与安装误差累积放大，维持原精度在工程实践中极为困难。调研显示，11家使用单位在实际运行中将间隙设置在0.5~2.0mm范围内均能正常工作，既无刮伤陶瓷板现象，也无卸料不净投诉，证明该调整科学合理。

3.2 标准对设备大型化的适配响应

陶瓷过滤机大型化对标准修订提出了最显著的需求。大型化设备在主轴承承载、传动功率、运输安装、控制系统等方面与小中型设备存在显著差异。2024版标准通过增加100m²和120m²机型的基本参数表，明确了主电机功率（7.5kW）、真空泵功率（11~15kW）、外形尺寸等设计依据，为设备制造企业提供了统一的设计规范[3]。同时，考虑到大型设备公路运输的超限问题，标准修订了运输条款，允许分体运输并在现场组装，体现了对工程实际问题的务实回应。从应用角度看，标准对大型化设备的涵盖使矿山企业在设备选型时有了权威技术依据，避免了因标准缺失导致的参数不确定性。尾矿干堆工艺要求设备具备大处理能力和高可靠性，120m²大型陶瓷过滤机正是在此需求驱动下发展起来的，标准的及时适配为其推广应用清除了技术规范障碍。

3.3 标准对智能化发展的适配响应

智能化是陶瓷过滤机发展的重要方向，2024版标准对此做出了积极回应。原标准仅提及“可根据生产需要实现远程控制”，表述笼统且缺乏技术细节。修订后的标准明确规定了PLC自动控制作为基本配置，控制系统应完成对工作流程的自动控制，同时允许通过通讯接口实现远程控制和运行监视。这一修订为设备接入矿山智能化管理系统预留了标准接口，使陶瓷过滤机成为矿山整体自动化网络中的可集成节点。新增的安全提示条款也体现了智能化的人机交互特征，化学清洗时显示屏上的安全提示、运行参数的实时显示与报警、故障自诊断等功能，共同构成了设备智能化的完整图景。标准的这些修订内容与当前制造业数字化转型的大趋势高度契合。

3.4 标准的经济效益与社会效益

2024版标准的发布实施将产生显著的经济与社会效

益。经济效益方面，标准的完善有助于引导设备制造企业生产符合先进技术要求的合格产品，避免低水平同质化竞争；对于使用单位，明确的技术参数和验收依据使设备采购和性能考核有章可循，有利于保障投资效益。大型化设备的标准化推广可降低单位处理能力的设备投资和土建成本，气水联合反冲洗等技术的标准化有利于进一步降低滤饼水分、提高有用金属回收率。社会效益方面，陶瓷过滤机在尾矿干堆工艺中的应用可有效减少尾矿库的安全隐患和环境风险，标准的完善将推动这一绿色技术的更广泛应用，符合国家关于矿业绿色发展的政策导向。

## 4 矿山选矿中陶瓷过滤机的应用优化建议

### 4.1 基于物料特性的设备选型策略

陶瓷过滤机选型应充分考虑物料性质与设备参数的匹配性。搅拌方式的选择是最典型的例子：粗粒级物料（-200目占20%~50%）应选用摆动耙式-气动联合搅拌结构，利用机械与气流的双重作用防止粗颗粒沉降；中等粒度物料（-200目占50%~90%）采用摆动耙式结构即可满足要求；微细粒物料（-200目占90%以上）则气动搅拌结构更为适合。滤板规格的选择需权衡处理能力与厂房空间，5m²和6m²系列在大型选矿厂优势显著，但在场地受限的老厂改造中应具体核算。此外，真空泵配置、槽体容积等参数也应根据物料沉降特性和处理量综合确定。

### 4.2 设备运行参数的优化管理

依据2024版标准，矿山企业应重点关注以下运行参数的优化控制。刮刀间隙应根据滤板规格和物料特性在0.5~2.0mm范围内精细调整，新安装时建议控制在1.0~1.5mm，运行后根据卸料效果和陶瓷板磨损情况微调。反冲洗压力应维持在0.1~0.2MPa之间，通过手阀精细调节，压力过低冲洗不净、过高可能损伤陶瓷板。轴承温度应纳入日常巡检，负荷运转温升超过45℃时需及时检查润滑状态和轴承磨损。控制系统维护应注重PLC程序备份和触摸屏参数定期校验，确保自动控制可靠性[4]。

### 4.3 标准实施的技术管理配套

矿山企业在应用新标准时应做好以下配套工作。及时组织设备管理和操作人员学习2024版标准的主要技术变化，特别是系列分类、刮刀间隙、反冲洗压力等与日常操作直接相关的条款。完善设备台账中的技术参数记录，对在用陶瓷过滤机的规格型号、主要参数进行复核，确保与现行标准一致。在设备更新或改造时，优先选用符合新标准要求的设备和技术方案。对于标准实施中遇到的具体问题，应及时向设备制造商和标准化归口单位反馈，推动标准的持续完善，实现标准与生产实践的良性互动。

## 结束语

陶瓷过滤机作为高效固液分离设备在矿山选矿中发挥着不可替代的作用。YS/T 616-2024《陶瓷过滤机》行业标准的发布实施，是在设备大型化、智能化快速发展背景下对原2006版标准的一次系统性修订完善。本文从设备系列分类、搅拌方式、刮刀间隙、轴承温升、反冲洗系统、智能控制等方面系统分析了标准修订与设备技术优化的适配关系。对于矿山选矿企业而言，深入理解新标准的技术内涵并将之应用于设备选型与运行管理实践，是提升精矿脱水工艺技术水平的重要途径，也是推动矿山选矿降本增效和绿色发展的有效举措。

## 参考文献

[1]牛珊,杨娜,王艳,等.某矿山陶瓷过滤机新型滤板清洗剂试验[J].现代矿业，2026,42(3):186-189.

[2]李臣文,高航,王剑.矿山陶瓷过滤机过滤系统的改进及应用[J].云南冶金，2022，51(4):186-191.

[3]韩江峰,高天龙.陶瓷过滤机效能的影响因素和提升方法探讨[J].云南冶金，2021,50(3):143-146.

[4]周玉丰.选矿陶瓷过滤机典型故障分析及解决办法[J].有色矿冶，2026，42(3):35-37.