

# 基于 EN14470-1 标准的防火存储柜耐火性能优化设计

张建华

广东劳安职业安全事务有限公司，广东 广州 511430

DOI:10.61369/ADA.2025020041

**摘 要：** 防火存储柜是危化品存储的核心安全设备，其耐火性能直接决定易燃易爆、腐蚀性物品存储的安全性。文章以 EN14470-1 标准为核心依据，通过分析现有设备在耐火极限不足、结构稳定性差、防爆防火协同性弱等难题，提出高性能材料复合应用、结构高温强化、智能联动系统等优化方案。实践表明，优化后的存储柜耐火极限达 30 分钟以上，满足 EN14470-1 标准要求，为危化品存储设备设计提供技术参考。

**关 键 词：** EN14470-1 标准；防火存储柜；耐火性能；优化设计

## Optimized Design for Fire Resistance Performance of Fireproof Storage Cabinets Based on EN14470-1 Standard

Zhang Jianhua

Guangdong Lao'an Occupational Safety Services Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 511430

**Abstract：** Fire-resistant storage cabinets serve as core safety equipment for hazardous chemical storage, with their fire resistance directly determining the safety of storing flammable, explosive, and corrosive substances. This paper, centered on the EN14470-1 standard, analyzes existing challenges such as insufficient fire resistance limits, poor structural stability, and weak explosion-proof/fire-resistant coordination. It proposes optimization solutions including the composite application of high-performance materials, high-temperature structural reinforcement, and intelligent interlocking systems. Practice demonstrates that the optimized cabinets achieve a fire resistance limit exceeding 30 minutes, meeting EN14470-1 requirements and providing technical reference for hazardous chemical storage equipment design.

**Keywords：** EN14470-1 standard; fire-resistant storage cabinet; fire resistance performance; optimized design

### 引言

随着化工、电子行业发展，危化品存储规模扩大，安全风险防控成为重点。防火存储柜作为阻断火灾蔓延的关键设备，性能优劣直接影响事故损失。EN14470-1 标准作为防火存储柜的国际核心标准，对耐火性能、结构设计等提出明确要求，为设备设计提供统一规范。当前市场产品虽符合基础标准，但复杂工况下仍存短板，部分产品材料选型不合理，火灾中易变形穿透；针对不同危化品的适配性不足；防爆与防火系统协同性差。

### 一、工程概况

本工程聚焦危化品存储安全，针对易燃易爆化学品、破损锂电池、腐蚀性液体等存储需求，开展符合 EN14470-1 标准的防火存储柜设计优化。工程覆盖甲类库危化品防爆暂存、环保安全型油漆操作间、腐蚀性液体存储等场景，涉及化工、涂装等领域。项目核心需求为提升耐火性能，确保火灾时隔离危险品、阻断火焰与有毒气体蔓延。设计目标包括：耐火极限达到 EN14470-1 标准 30 分钟以上，高风险场景提升至 90 分钟；高温下柜体结构稳定；集成防爆、气体探测、自动灭火等系统。工程严格遵循

EN14470-1 标准以及国内《建筑设计防火规范》等，通过材料升级、结构优化完成设计应用。

### 二、防火存储柜相关标准与技术基础

#### （一）EN14470-1 标准核心要求

EN14470-1 标准规定易燃液体存储柜的耐火测试方法与指标：柜体需按 EN1363-1:1999 温度 - 时间曲线加热，内部温度从  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  上升不超过 180K 的时间，需满足 15、30、60 或 90 分钟等级，30 分钟为常规场景基础标准。标准要求柜体保持结

构完整性（无火焰穿透、裂缝 $\leq 25\text{mm}$ 、无坍塌）与隔热性（背面平均温升 $\leq 140^{\circ}\text{C}$ 、任一点温升 $\leq 180^{\circ}\text{C}$ ），同时对材料耐高温、密封防泄漏、防爆适配性提出原则性要求，为设计、生产、检测提供依据。

### （二）防火存储柜核心技术参数

防火存储柜的核心技术参数直接决定其耐火性能与安全防护效果。结合工程案例中的实际设备配置，关键技术参数主要包括柜体尺寸、材料性能、耐火极限、防爆等级、密封性能等。内部容积需满足存储需求的同时，保证结构稳定性。材料性能方面，柜体主体多采用双层钢结构，中间填充防火材料，板材厚度需达到 3mm 以上，防火材料厚度不低于 50mm，耐火极限根据设计要求分为 30 分钟、90 分钟、240 分钟等等级。防爆等级需达到 Exd IIC T4 Gb 及以上，以适配易燃易爆危化品存储场景。密封性能方面，柜门需配备防火密封条，门缝间隙需控制在规定限值内，防止火焰与有毒气体泄漏。

## 三、防火存储柜耐火性能优化设计的难题

### （一）耐火材料选型与适配难题

耐火材料的选型与适配是防火存储柜设计的核心难题之一。EN14470-1 标准对柜体耐火性能的严格要求，需要材料既具备优异的耐高温性能，又能满足结构强度、轻量化等设计需求。现有部分产品选用的常规防火板材存在耐火极限不足的问题，在高温火焰持续作用下易出现碳化、脱落，导致柜体隔热性能快速下降。

同时，不同类型危化品的存储对材料提出了个性化要求：存储腐蚀性危化品（如冰醋酸）时，材料须具备强耐腐蚀性能；存储易燃易爆物品时，材料须具备防静电、防爆燃特性。此外，材料的兼容性也存在挑战，部分防火材料与钢结构的粘结性能不佳，在高温环境下易出现剥离，影响柜体整体耐火性能。如何平衡材料的耐火性、腐蚀性、兼容性与成本，成为耐火材料选型与适配的核心难题<sup>[1]</sup>。

### （二）柜体结构稳定性设计难题

柜体结构稳定性直接影响防火存储柜在火灾中的防护效果，也是优化设计面临的重要挑战。EN14470-1 标准要求柜体在耐火试验期间保持结构完整，不得出现明显变形或坍塌。现有部分存储柜因结构设计不合理，在高温环境下易出现热胀冷缩不均匀，导致柜体扭曲、柜门变形卡死等问题，影响应急情况下的人员疏散与救援。

结构设计的难点一是柜体整体刚度优化，需在保证轻量化的同时，提升结构抗高温变形能力；二是柜门与柜体的连接结构设计，需确保密封性能的同时，避免高温下连接部位失效；三是内部隔断与支撑结构的布局，需兼顾存储需求与结构稳定性，防止局部应力集中导致的结构破坏。在大尺寸存储柜（如长度 12000mm 的柜体）设计中，结构稳定性问题更为突出，对设计方案的合理性提出了更高要求。

### （三）防爆与防火系统协同难题

防火存储柜需同时满足防火与防爆双重要求，两者的协同设

计是优化过程中的关键难题。EN14470-1 标准主要聚焦耐火性能，而危化品存储场景中，易燃易爆气体泄漏引发的爆炸风险同样突出，需要防爆系统与防火系统形成有效协同。现有部分设备存在防爆与防火设计脱节的问题，例如防爆电气元件的安装破坏了柜体的密封性能，导致耐火极限下降；或者防火密封结构影响了防爆通风系统的正常运行。

防爆电气设备的选型与安装需兼顾防爆等级与柜体密封性能，避免因设备安装导致火焰穿透通道；防爆通风系统与防火密封结构的切换机制需可靠，火灾发生时能快速关闭通风口，阻断火焰蔓延；气体探测系统与防火门、灭火系统的联动响应需及时准确，确保在爆炸风险发生前启动防护措施。如何实现防爆与防火系统的功能互补、互不干扰，是协同设计需要解决的核心问题。

### （四）温度控制与热传导抑制难题

温度控制与热传导抑制是提升防火存储柜耐火性能的关键环节，也是设计过程中的技术难点。EN14470-1 标准要求柜体在火灾中能够有效阻断热传导，控制内部温度上升幅度。现有部分存储柜因热传导抑制措施不足，在高温环境下通过柜体钢板、连接部位等路径的热传导较为严重，导致内部温度快速上升，难以满足耐火极限要求。温度控制的难点一是柜体材料的热导率控制，需选用低导热系数的材料，但低导热材料往往成本较高、加工难度大；二是关键部位的热传导阻断，柜门边缘、铰链、螺栓等连接部位易形成热桥，导致局部温度快速升高；三是内部空间的温度均匀性控制，部分存储柜因内部气流组织不合理，易出现局部热点，影响整体耐火性能。此外，存储柜的温控系统在高温环境下的稳定性也面临挑战，需确保在火灾初期仍能正常运行<sup>[2]</sup>。

### （五）密封性能与安全防护适配难题

密封性能是防火存储柜阻断火焰与有毒气体蔓延的关键保障，其与安全防护系统的适配性是优化设计的重要难题。EN14470-1 标准要求柜体在耐火试验期间保持良好的密封性能，防止火焰穿透。现有部分产品存在密封设计不合理的问题，柜门与柜体之间的密封间隙过大，或密封条在高温下易老化、熔化，导致密封失效。同时，密封性能与其他安全防护系统的适配存在矛盾：密封过严可能影响防爆通风系统的通风效果，增加内部易燃易爆气体聚集风险；密封不足则会降低耐火性能。

## 四、防火存储柜耐火性能优化设计的解决措施

### （一）高性能耐火材料选型与复合应用

针对耐火材料选型与适配难题，采用高性能耐火材料选型与复合应用的解决方案。优先选用符合 EN14470-1 标准要求的耐火板材，如耐火极限达 90 分钟以上的防火板、耐火 240 分钟的专用板材，确保材料核心性能达标。对于特殊危化品存储场景，采用针对性的材料组合：存储腐蚀性物品时，柜体采用 304 不锈钢板材，表面进行喷塑防腐处理；存储易燃易爆物品时，选用具备防静电性能的复合防火材料。同时，优化材料的复合结构，采用“双层钢结构 + 中间防火填充材料”的三明治结构，中间填充

厚度不低于 50mm 的高性能防火材料，提升隔热性能。加强材料与钢结构的兼容性设计，采用专用粘结剂确保防火材料与钢板紧密贴合，防止高温下剥离。通过材料选型的个性化适配与复合结构设计，在满足耐火性能要求的同时，兼顾耐腐蚀、防静电等多维度需求<sup>[3]</sup>。

**（二）柜体结构优化设计与强化**

为提升柜体结构稳定性，采取多维度的结构优化与强化措施。首先，优化柜体整体结构布局，采用框架式钢结构设计，增加纵向与横向支撑梁，提升整体刚度，减少高温下的变形风险。对于大尺寸柜体，在侧板、顶板等关键部位增设加强筋，间距控制在合理范围内，避免局部应力集中。其次，优化柜门与柜体的连接结构，采用甲级防火门设计，配备双机械锁与防火自闭装置，门周边安装耐高温防火密封条，确保密封性能的同时提升结构稳定性。铰链选用耐高温不锈钢材质，增加铰链数量并优化布局，均匀分散受力。此外，优化内部隔断结构，采用中间完全隔断型设计，隔断材料与柜体主体材料一致，确保整体耐火性能均衡。通过结构优化与强化，使柜体在高温环境下能够保持结构完整，满足 EN14470-1 标准的结构完整性要求。

**（三）防爆与防火系统协同设计**

针对防爆与防火系统协同难题，采用系统集成化的协同设计方案。严格按照防爆等级 Exd IIC T4 Gb 选用电气设备，所有柜体内电路安装采用防爆穿线管穿线，线路接头使用防爆接线盒，确保防爆设备的安装不破坏柜体密封性能。在柜体关键位置设置泄压阀，当内部压力达到 580Pa 时自动开启泄压，平衡防爆与防火需求。其次，构建防爆与防火联动系统，将防爆温烟感探测器、可燃气体探测器与防火门电磁门吸、声光报警器、灭火系统联动。当探测器检测到异常时，立即触发声光报警，电磁门吸释放，防火门自动关闭，同时启动灭火系统。优化通风系统与密封结构的协同，采用防爆机械通风系统，配备可调节的通风阀门，在火灾发生时自动关闭阀门，确保密封性能。通过系统协同设计，实现防爆与防火功能的互补联动，提升整体安全防护水平。

**（四）热传导抑制与温度控制优化**

为解决温度控制与热传导抑制难题，采取多路径的热传导阻

断与温度控制优化措施。首先，选用低导热系数的柜体材料，钢板采用 3mm 以上厚度的耐高温不锈钢，中间填充低导热防火材料，降低材料本身的热传导效率。在柜门边缘、铰链、螺栓等关键部位加装隔热垫片，阻断热桥效应，减少局部热传导。其次，优化柜体内部空间的气流组织，合理布置通风口与导流结构，避免局部热点形成。配置防爆温控系统，采用分体式防爆空调，可对柜内温度进行制冷或制热控制，确保在正常存储与火灾初期的温度稳定性。在柜体内部关键位置安装温度传感器，实时监测温度变化，为温控系统提供数据支撑。通过热传导抑制与温度控制优化，有效降低柜体内部温度上升速率，满足 EN14470-1 标准的隔热性要求。

**（五）密封结构优化与安全防护适配**

针对密封性能与安全防护适配难题，采用可调节、耐高温的密封结构优化方案。选用耐高温、耐老化的硅橡胶或石墨密封条，安装在柜门与柜体的贴合面，采用嵌入式设计，确保密封间隙控制在限值内。对于需要通风的存储场景，设计可切换的密封结构，在正常工况下开启通风模式，火灾发生时通过电磁驱动机构快速关闭密封，实现密封与通风的灵活切换。同时，根据不同存储场景的需求，优化密封性能参数：存储易挥发危化品时，采用双重密封结构，强化密封效果；存储需要通风的危化品时，采用可控式密封设计，通过调节通风量平衡密封与通风需求。

**五、结束语**

文章以 EN14470-1 标准为依据，分析防火存储柜设计的目标、现状、难题与措施。现有设备在材料、结构、系统等方面存在短板，提出的优化方案从材料、结构、系统、热控、密封五维度解决痛点。实践表明，优化后设备耐火极限达标，结构与隔热性满足标准，为危化品存储设备设计升级提供参考，后续可探索智能化与轻量化发展方向，提升综合性能。

**参考文献**

[1] 冯伟, 彭力. 实验室危化品试剂智能存储柜系统的设计与实现 [J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(6): 158-163.  
[2] 郑宏, 房亚兵, 李孟昕, 等. 高校实验室危化品智能专用柜及管理系统设计 [J]. 化工管理, 2024(12): 104-107, 111.  
[3] 姜阔胜, 段惠中. 校园多分布式危化品的智能测控系统研制 [J]. 物联网技术, 2024, 14(5): 68-70.