

一种抗冲击保温密封高速移动冷库门的设计

刘龙波

(埃迈诺冠气动器材(上海)有限公司 上海 201108)

摘要: 当前冷库平开门开启速度较慢,导致冷藏区结霜设备会打滑和损坏,冷库区域使用不锈钢门板,叉车撞击时抗撞自修复性能较差。针对此问题,研发一款具有自主知识产权的冷库高速平开门,其具有高密封高保温性、防撞自修复、低噪声及快速稳定运行性能,减少冷凝和结冰。

关键词: 高速;密封;抗冲击;自修复

0 引言

冷库门要求具有良好的隔热性能、气密性能,轻便,开启关闭灵活,强度高,坚固耐用,而且一般都设有防冻结或防结霜设施和防冲撞装置。本项目自主研发的冷库平开门是具备美观、高速、密封、保温、防撞自修复功能,且运行稳定的综合性能极高的平开门,同时解决了快速安全进出通道的问题。主要创新点:在传统平移门基础上植入各种红外线、地磁,拉绳开关等感应装置,实现自动开关,推动平移门快速开启,且实现了防撞自修复功能,实现稳定快速运行。技术水平超出行业内现有水平,推动了现有的技术发展,冷库高速平移门将打开中国市场,快速占领高端市场^[1]。

1 概念设计方案建立

概念设计方案如图1所示。热塑和聚亚氨酯弹性橡胶边易弯曲,并可在被外力撞击后自动复位。超轻门体适用于撞击后自动复位。固定滚轮确保门体平滑移动,外力撞击下可快速归位。四周密封技术确保门体周边完全水密和气密,即使在极寒的环境下,也可以真正阻隔热量传导。底部橡胶密封条可方便调节及更换。冷库平开门采用独特的门板设计,减轻电机负载,可以满足快速开启和关闭的功能要求,快速开启速度为1.8m/s。

2 冷库高速平开门关键技术及检测评估

2.1 冷库平开门关键技术

(1) 密封功能实现原理:门板组件的密封性能,通过四周的密封组件形式+底部安装压紧滑轮装置来实现。球形密封组件通过自攻钉连接在L型支架,球形密封橡胶通过U型钉固定于阻燃密度板上,间距小,

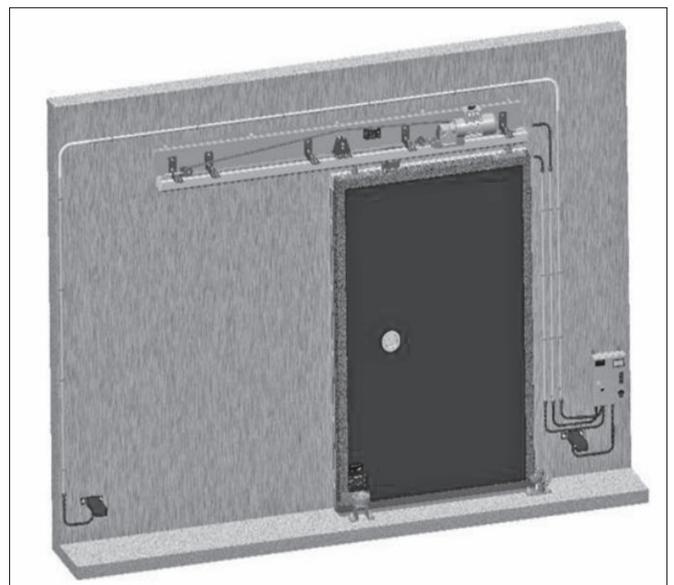


图1 概念设计方案

可以保证气密性。底部平移滑轮和90°定位轮通过膨胀螺丝固定于混凝土上。

当门板关闭时,门板的左右边缘和上边缘通过与布置在墙面上的球面密封组件相互挤压密实来实现密封;门板的下边缘密封是由门板下面粘接的球形帘布与地面紧密接触实现的,由于是与地面直接接触,所以门板下部粘接密封帘布是易损件。

(2) 平移门快速开启功能实现原理:平移门快速开启是通过门板组件及电机驱动装置来实现的,可以提高物流效率。冷库快速平开门是由电机通过链条传动带动门板顶端的滑轮,使得滑轮在轨道内左右滚动来实现的。

(3) 防止结霜结露功能实现原理:防止四周密封处结霜结露,增加加热系统装置,加热丝卡在单管夹圆孔中,管夹通过自攻螺丝连接阻燃密度板上。

(4) 手动和电动转换功能实现原理:断电时手动模

式开启，释放链条及门把手柄装置。手动和电动之间的转换是通过门板上的释放链条组件实现的，通过旋转门把手带动释放链条组件中的旋转臂，使得门板与链条脱离，门板即可手动开启或关闭；推动门板到合适的位置，旋转臂可在拉簧的作用下，卡进链条的卡扣中，实现手动向电动的转换。

(5) 防撞自修复功能实现原理：保温 EVA 夹芯层连接弹性面板，涂 EVA 胶放置压机 20min 取出，镶嵌连接面板通过自攻钉固定方式实现。

2.2 可测性设计的整体结构描述

可测试设计的整体结构如图 2 所示。

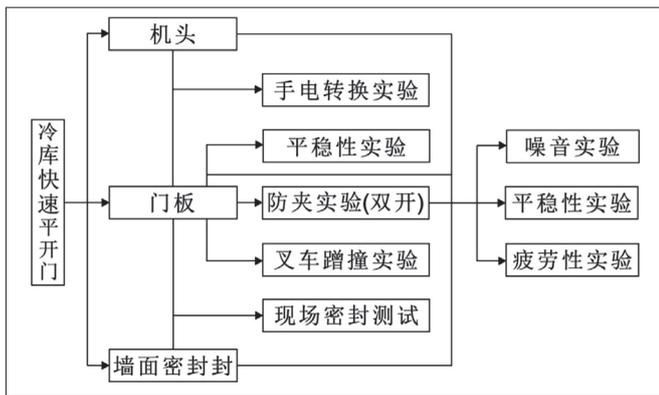


图 2 可测性设计的整体结构示意图

2.3 门板气密性检测

根据标准《冷藏库门》(SB/T 10569-2010)的要求^[2]，产品出厂需对其进行自检。此检验按照《冷藏库门》标准 8.2.2 的要求，每两年随机抽取三樘进行检验。对于检验合格的产品，应附有产品合格证，合格证需要符合国标《工业产品保证文件总则》(GB/T 14436-1993)的规定。物理性能按照气密、保温性能顺序试验，机械性能按照耐撞击、启闭力，反复启闭顺序试验。测试的样品应该按照设计要求组合、装配完好，并保持清洁、干燥。同类样品取三樘检测。门页应该按照图纸要求安装在钢结构框架上，按照企业标准保证垂直量和水平度。安装完成后，表面不可沾有油污等不洁物。检测装置由压力-流水系统和测量系统(包括空气流量、压力差及位移测量装置)组成。

在门板密封条上任意位置插入一条宽 50mm、厚 0.08mm 的适当长度的纸带，当冷藏库门正常关闭时，纸带不能下落。也可以通过冷藏库门关闭时检查密封接触性和库内的漏光情况来检测不密封点。

2.4 保温性能检测

EVA 保温芯材耐火性较好，阻燃等级 B2，氧气指数 ≤ 28，热传导系数小于 0.058W/(m·K)，吸水率极

低且防潮，二次发泡硬度 18 ~ 22HC，耐低温 -40℃ 且隔音效果最佳^[3]。

2.5 抗撞击性能检测

本产品要求可以承受 3t 的叉车以 5km/h 的速度尾部撞击，以无明显裂痕，可以正常开关闭合，门锁功能正常为准。原则上选取长宽比最高的式样，如果该样品可以满足测试要求，则可以覆盖其他式样的受力要求。分别对比单开门和双开门最严苛的式样，对比单/双开门的参数可知，单开门的长宽比更严苛。因此测试选择 DW=1500mm，DH=4300mm 的单开门页作为测试样品^[4]。根据《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》(GB 4387-2008)规定，叉车在倒车时的最高运行速度为 5km/h，即 1.4m/s。而 3 吨型号的叉车平均自重约为 4500kg，满载叉车即为 7500kg。如采用摆锤代替叉车，则需要准备相等质量。假定叉车尾部高度 C=1000mm，则预定摆锤/叉车撞击测试高度 h 为 C 的一半，即重锤距离地面约 500mm。

(1) 试验工具：3 吨满载叉车，7500kg 摆锤及其吊架，测试门板(及固定框架)，速度计。

(2) 试验方法：如采用叉车撞击，则叉车满载，载质量为 3000kg，让货叉处于最下端，此时货物重心最低。驾驶员操作叉车以 1.4m/s 的速度倒车撞击门板。此操作重复三次，每次间隔时间 30s。如采用重锤模拟撞击，则构建合适的摆锤架，摆锤的质量 T=7500kg，距离门板表面 S=3200mm，距离地面高度 h=500mm，以 1.4m/s 的速度撞击门板下部中心。此操作重复三次，每次间隔时间 30s。

(3) 试验结果的判定：试验后样品应该满足以下要求：门板表面无明显裂纹，门板及其附件无永久性变形，无脱落，门仍可以正常开合，无链条脱落，无非正常噪声，门板未脱离导向部件，门板连接杆无松动，门锁完整无损，启闭正常，门扇下垂量 ≤ 2mm。

(4) 启闭力及反复启闭性能：门应该在 200N 的启闭作用下，能灵活开启和关闭，反复启闭应不少于 2 万次，启闭无异常，使用无障碍。

2.6 噪声检测

根据国标《声环境质量标准》(GB 3096-2008)第 4 条规定，冷库门使用范围为 3 类声环境功能区，即根据《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 5.1 要求，其环境噪声限值如下：在冷库区域且无作业的情况下，以软件控制冷库门，使其自动开闭。然后用噪声计记录冷库门内外的数值，按照 6.4.5.3 的要求，测得的数值属于声环境功能区类别 3 类，昼间要求 65dB，夜间要

求 55dB, 即为合格^[5]。

3 技术创新及优势

冷库高速平开门的技术创新及优势, 体现在以下几个方面:

3.1 门板

芯部材料为EVA, 是四周全方位密封的聚亚氨酯热塑弹性耐磨材料, 外层为绿色增强纤维热塑性泡沫材料, 挠性面板可以抗叉车冲击。采用Armor Lock TM门板底部密封技术, 门板底部包覆1mm EPDM橡胶和Vinyl (PVC) 涤纶涂层, VELCRO扣带提供有效的全方位底部密封, 质量为513g。采用隔热技术和EVA发泡的保温材质门板, 热阻值(R值)为17m·K/W, 移动的最高速度达1.6m/s。

3.2 墙体密封

左右侧和顶部使用Nitrile带和增强纤维EPDM覆在阻燃隔热复合板上, 螺栓连接镀锌钢板, 加热110V单相电压, 纤维管热气系统有限密封门框周边。采用77mm钢制管状轨道, 加大滚轮摩擦面, 水漏形圆弧面滚轮设计使门板绕轨道旋转, 增加门板抗撞性。

3.3 底部密封

底部采用橡胶密封条密封, 隔热效果佳, 即使在极寒的温度下也能够阻隔热传导作用, 且便于调节和更换。

3.4 除霜 / 防渗透

左右侧 / 顶侧采用进口自调式加热丝, 避免低温结霜结露现象。

3.5 安全特性

泡沫织物门板为弹性门板, 可以抵御各个方向的叉车撞击, 具有遇障碍回退功能。门板张力系统及管状轨道滚轮系统防撞击, 可以弹开和自动复位。门板四周安装加热丝防止结霜结冰, 加热丝的功率为33W/m, 220V电压下理论最高维持温度为65℃。局部拼接不影响热量输出, 为了防止加热过高, 安装温控开关装置,

初步设定为30℃。

3.6 根据门板选电机

根据门板选电机如下表所示。

表 根据门板选电机表

品牌	功率 / kW	电机转速 / (r/min)	减速比	输出转矩 / Nm	齿轮直径 / m	转化门体运行速度 / (m/s)
SEW	0.75	1730	9.02	43	0.162	$1730 \times 0.162 \times 3.14 / (9.02 \times 60) = 1.6$
诺德	0.75	1650	10	45	0.162	$1650 \times 0.162 \times 3.14 / (10 \times 60) = 1.4$
诺德	1.5	1675	5	45	0.162	$1675 \times 0.162 \times 3.14 / (5 \times 60) = 2.84$
一度	2.4	3000	10	46	0.162	$3000 \times 0.162 \times 3.14 / (10 \times 60) = 2.54$

4 结语

本文依据冷库门出现故障率低, 耐用, 保温性好的用户需求, 研发了一款符合市场要求的冷库高速平开门, 极大地减少了开关时间, 门体的质量较其他同类门减轻50%, 热塑碳纤维结构可抵较大的冲击力, 且具有轻微复位功能, 更持久耐用。门板四周采用高气密性技术, 如出现叉车碰撞可以自修复, 无需更换门板。

参考文献:

[1] 张云杰, 刘剑, 周佑君. Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 (中文版) 装配设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.

[2] 国内贸易工程设计研究院. 冷藏库门: SB/T 10569-2010 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.

[3] 中国标准化委员会. 冷库热工性能试验方法 第3部分: 围护结构热流量检测: GB/T 30103.3-2013 [S]. 北京: 中国质检出版社, 2014.

[4] 中华人民共和国建设部. 建筑门窗反复启闭性能检测方法: JG/T 192-2006 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.

[5] 环境保护部科技标准司. 声环境质量标准: GB 3096-2008 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.

作者简介: 刘龙波 (1981.10-), 男, 汉族, 江西南昌人, 本科, 副高级工程师, 研究方向: 机械工程及其自动化。