

关于电梯限速器失效原因及动作速度探讨

郑旻
(云南省特种设备安全检测研究院 云南 昆明 650100)

摘要: 随着我国经济社会的不断发展, 电梯成为人们工作和生活不可或缺的重要工具。电梯在给人们带来便利的同时, 也存在一些安全隐患。限速器作为电梯最为重要的安全部件之一, 其安全可靠性直接关系到整个电梯的安全性能。本文简单地阐述了限速器失效原因及动作速度等知识, 并进行了简单探讨。

关键词: 电梯; 限速器; 动作速度; 失效原因

1 限速器检验过程中应注意的问题

- (1) 观察限速器明显位置应标明与安全钳动作相对应的旋转方向; 确认限速器各调节部位的封记情况, 如发现封记损坏, 不管是否到达校验期限, 检验人员均应让维保单位现场校验并进行观察、确认。
- (2) 确认限速器铭牌与合格证是否匹配, 若不匹配应确认是否更换过限速器, 是否根据《中华人民共和国特种设备安全法》规定办理告知, 取得生产厂家授权并进行检验且出具合格报告等相关手续, 若生产厂家已经倒闭或者其他原因导致无法找到生产厂家则应向当地市场监督管理局说明情况并提供相应证明资料。
- (3) 检查限速器电气开关是否能有效动作, 是否存在离心锤上电气开关撞针缺失或电气开关打板被人为破坏而不能及时有效动作。
- (4) 观察限速器钢丝绳在正常运行过程中, 是否与夹绳块摩擦或接触及夹绳块组件是否有破损或严重倾斜, 同时确认限速器钢丝绳是否有死弯, 绳头是否用绳夹可靠紧固。
- (5) 检查限速器接地是否正常, 同时在电梯停止时手动动作电气开关, 观察确认其动作灵活性、有效性。
- (6) 检查限速器是否固定可靠、能有效动作, 在运行及实验过程中不存在被缠绕、阻挡、擦碰、转动部件不灵活等问题, 特别需要动手确认棘爪和离心甩动部件灵活性。
- (7) 对于限速器设在井道顶部的无机房电梯, 为安全起见, 建议拆下后到专门的场所进行校验。

2 检验过程中可能遇到导致限速器失效的原因

- (1) 对于老旧限速器, 可能因长期缺少有效、正确的维护和保养, 使限速器轮、钢丝绳及夹绳块上存有大量油污, 减小限速器拉力; 或者使限速器锈蚀, 造成离心甩动部件阻力增大, 动作不准确。
- (2) 限速器夹绳块组件弹簧长期使用造成弹簧疲惫导致夹绳力不足; 限速器夹绳块磨损严重, 限速器轮与钢丝绳长年磨损, 导致绳轮和钢丝绳直径减小, 不能提供足够拉力。
- (3) 限速器棘爪弹簧拉力不足或者棘爪动作不灵活。
- (4) 校验过程中因不规范操作或其他原因导致设定值高于设计值。
- (5) 因为某些原因造成拉力大大超过 300N 等等。

3 对限速器、轿厢上行超速保护装置动作速度的相关

要求

GB7588-2003 (含 1 号修改单)、TSG T7001-2009 (含 1、2、3 号修改单) 对限速器、轿厢上行超速保护装置动作速度的相关要求如下。

3.1 关于限速器校验现场见证

《电梯监督检验和定期检验 - 曳引与强制驱动电梯》TSG T7001-2009 (含 1、2、3 号修改单) (以下简称 T7001) 第 2.9 (4) 条规定检验内容与要求为: “受检电梯的维护保养单位应当每 2 年 (对于使用年限不超过 15 年的限速器) 或者每年 (对于使用年限超过 15 年的限速器) 进行一次限速器动作速度校验, 校验结果应当符合要求。” 检验方法为: “审查限速器动作速度校验记录, 对照限速器铭牌上的相关参数, 判断校验结果是否符合要求; 对于额定速度小于 3m/s 的电梯, 检验人员还需每 2 年对维护保养单位的校验过程进行一次现场观察、确认。”

首先确认是否需要维护保养单位的校验过程进行现场观察、确认。根据《质检总局办公厅关于 (电梯监督检验和定期检验规则) 等 6 个安全技术规范第 2 号修改单若干问题的通知 (质检办特函 [2017] 868 号) 》“限速器动作速度校验” 检验项目, 检验员现场观察确认时, 维护保养单位可以与 T5002 中表 A-4 相应的维保项目一并进行。其次从检验方法看出检验员每 2 年进行一次的现场观察、确认只针对额定速度小于 3m/s 的电梯, 对于额定速度大于 3m/s 的电梯只审查其校验记录; 从检验内容与要求中看出限速器的校验实施主体为维护保养单位并非其他单位。不管是审查其校验记录还是现场观察、确认都需要确认校验仪器是否经过计量且在有效期内。同时对于现场校验不合格的限速器, 不允许进行现场调试。

3.2 限速器动作速度范围探讨

3.2.1 限速器机械动作速度

GB 7588-2003 《电梯制造与安装安全规范》 (含 1 号修改单) (以下简称 GB 7588) 第 9.9.1 条规定: 操纵轿厢安全钳的限速器的动作应发生在速度至少等于额定速度的 115%, 但应小于下列各值:

- a) 对于除了不可脱落滚柱式以外的瞬时式安全钳为 0.8m/s;
- b) 对于不可脱落滚柱式瞬时式安全钳为 1m/s;

c) 对于额定速度小于或等于 1m/s 的渐进式安全钳为 1.5m/s;

d) 对于额定速度大于 1m/s 的渐进式安全钳为 $1.25v+0.25/v(m/s)$ 。

GB 7588 第 9.9.3 条规定:对重(或平衡重)安全钳的限速器动作速度应大于 9.9.1 规定的轿厢安全钳的限速器动作速度,但不得超过 10%。

3.2.2 轿厢上行超速保护装置动作速度

GB 7588-2003 第 9.10.1 条规定:该装置包括速度监控和减速元器件,应能检测出上行轿厢的速度失控,其下限是电梯额定速度的 115%,上限是 9.9.3 规定的速度,并能使轿厢制停,或至少使其速度降低至对重缓冲器的设计范围。动作速度范围即:大于等于额定速度的 115% 且小于等于轿厢安全钳动作速度的 110%。

对于额定载重量大、额定速度低的电梯,速度监控装置的动作速度应接近下限值;电梯额定速度 $> 1m/s$ 时,速度监控装置的动作速度应接近上限值。

3.2.3 对于电气开关的动作速度

GB7588-2003 第 12.6 条规定:当电源为额定频率,电动机施以额定电压时,电梯轿厢在半载,向下运行至行程中段(除去加速和减速段)时的速度,不得大于额定速度的 105%,宜不小于额定速度 92%。

GB7588-2003 第 9.9.11.1 条规定:在轿厢上行或下行的速度达到限速器动作速度之前,限速器或其他装置上的一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置使电梯驱动主机停止运转。

对于额定速度不大于 1m/s 的电梯,考虑到限速器动作速度的上限与额定速度之间的差值较小,电气开关可能来不及在限速器机械动作前发生动作,因此允许最迟在限速器达到其动作速度时起作用。

GB7588-2003、TSG T7001 中没有明确规定轿厢侧限速器电气开关动作速度的下限,且根据 GB7588-2003 第 12.6 条规定,为防止电气开关误动作,目前普遍认为电气开关动作速度下限应大于额定速度的 105%。如果根据上述所述电气开关动作速度接近额定速度,建议其下限值不宜小于额定速度的 115%。故一般设计中,电气开关动作的速度下限应保证不小于额定速度的 115%。

3.2.4 计算并探讨限速器机械和电气动作速度是否满足标准要求

根据 GB/T 10058-2009《电梯技术条件》第 3.3.2 条乘客电梯启动加速度和制动减速度最大值不应大于 $1.5m/s^2$ 。第 3.3.3 条当乘客电梯额定速度为 $1.0m/s < v \leq 2.0m/s$ 时,按 GB/T 24474-2009 测量, A95 加、减速度不应小于 $0.5m/s^2$;当乘客电梯额定速度为 $2.0m/s < v \leq 6.0m/s$ 时, A95 加、减速度不应小于 $0.7m/s^2$ 的相关要求。

例:某电梯驱动主机为永磁同步主机,额定速度 1.5m/s,绳轮节径 240mm,限速器为单机械离心式(卧轴),电气双向并且只有一个电气开关及电气开关撞针,同时电梯轿厢上行超速保护装置的速度监控元器件为轿厢侧限速器,

减速元器件为驱动主机制动器的电梯。限速器铭牌标注下行机械动作速度 1.99m/s;电气上行动作速度 1.93m/s,下行动作速度 1.94m/s。

探讨限速器机械和电气动作速度是否满足标准要求。(其限速器机械动作速度范围 1.725~2.042m/s)

假设电梯速度为 1.575m/s(取 $105\%V_{\text{额}}$)时限速器电气开关撞针刚好过了开关打板的情况,加速度取 $1.5 m/s^2$,其下一次电气开关动作速度经计算为 2.175m/s,不符合 GB7588-2003 第 9.9.11.1 及 9.10.1 的相关要求。若限速器有两个电气开关的限速器情况将会好一点。计算根据公式:

$$S = \pi R V_t^2 - V_0^2 = 2aS$$

若该电梯处于自由落体下降情况时,明显可知电气开关动作速度滞后机械动作速度,不符合 GB7588-2003 第 9.9.11.1 的相关要求,因轿厢上行超速时,决不可能是因为钢丝绳的断裂引起的,故此处不考虑该电梯处于自由落体下降情况时轿厢上行超速保护装置速度监控元器件的动作速度。

上述采用最极端的方式进行计算,实际限速器得校验过程是一个缓慢加速过程,所以电气开关的动作速度一般情况下能够满足 GB7588-2003 第 9.9.11.1 及 9.10.1 的相关要求;根据 GB7588-2003 附录 F4 的相关规定:应以尽可能低的加速度达到限速器动作速度,以便消除惯性影响。这种情况下,因加速度较小的原因,使得实验结果能够满足标准要求,但在电梯实际使用过程中存在不能够完全排除惯性影响,不能按照较小加速度运行的情况,所以在实际使用过程中因某些不可抗因素导致限速器电气开关动作速度不满足 GB7588-2003 第 9.9.11.1 及 9.10.1 的相关要求。这种情况下可能会导致安全钳动作,造成机械损伤及人员受伤。

因 GB7588-2003 未对限速器电气开关动作速度下限进行要求,对于额定速度与额定速度的 105% 较为接近(特别是额定速度为 1.0m/s)的电梯因未明确规定轿厢侧限速器电气开关动作速度的下限,可能在校验时未强制要求电气开关动作速度不小于额定速度的 115%,实际使用时易造成电气开关误动作,导致电梯驱动主机停止,存在安全隐患。

如果轿厢侧限速器电气开关动作速度大于额定速度的 105% 小于额定速度的 115%,对于驱动主机为永磁同步主机,轿厢上行超速保护装置速度监控元器件为轿厢侧限速器且该限速器只有一个电气开关时,轿厢上行超速保护装置极有可能在小于 9.10.1 规定的速度前动作。这将不符合 GB7588-2003 对轿厢上行超速保护装置动作速度的要求。

4 原因分析

造成上述问题的原因可能是:忽略了 GB7588-2003 中 9.9.1; 9.9.3; 9.10.1 之间的相互关联性;因型式试验按照尽可能低的加速度进行试验忽略了实际使用中不能够完全排除惯性影响及不能按照较小加速度运行等因素。

5 结语

笔者认为,轿厢侧限速器电气开关动作速度应不小于
(下转第 93 页)

在本文中,主要输入数据有:
①揭盖机油缸的进出口压力;②导套油缸的进出口压力;③插板阀的进出口压力。本文中所选择的这些采压点能够把装煤车装煤系统的常见故障特征显示出来,而且这些数据也正是神经网络的输入数据。

承钢焦化厂装煤车最容易出现的三个故障分别是系统压力低、油缸爬行、系统有异音。所以,可以将这三个故障转化为神经网络的输出模式:无故障(000)、换向阀内泄(100)、换向阀阀芯卡死(010)、液压油粘度低(001)。

通过训练数据对神经网络的训练,其中包括四组输入节点和三组输出节点。经过 1000 次迭代训练后误差曲线精度接近 0.001 的要求。

2.4 实验仿真

在本文中仿真数据和验证数据分别来自 AMESIM 仿真模拟数据和作业现场采集的数据。结合装煤车液压系统数据采集系统,以及基于 LabVIEW 创建 BP 神经网络系统完成了承钢焦化厂装煤车液压系统常见故障诊断系统的仿真实验。该系统从主要包括硬件系统和软件系统,根据现场实际情况,主要针对装煤车装煤系统的一号系统、二号系统、三号系统、四号系统中装煤导套回路、揭盖机回路、搓盖机回路进行故障诊断分析。

本文所设计的系统基于 LabVIEW 创建 BP 神经网络系统画面分别显示液压系统常见故障的概率百分比,图 2 为该诊断系统画面显示,当现场液压系统出现故障时,相应的系统会出现变色反映,当点击诊断按钮时,会出现相应的故障形式和解决办法。现场实测数据与仿真状态效果进行对比,两者显示基本一致。当液压系统出现故障时会有相应的解释和解决办法。

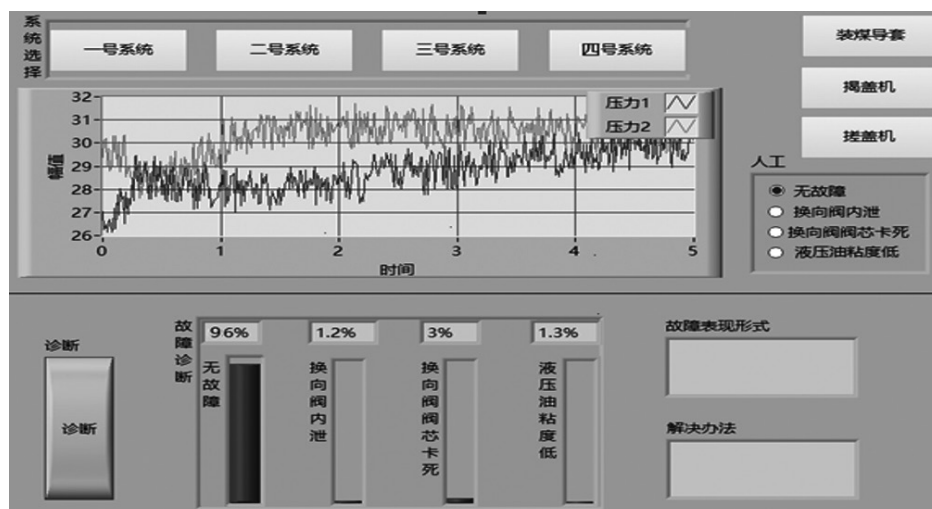


图 2 监测系统正常情况

3 结语

目前,液压故障诊断系统所做的工作主要是针对装煤车装煤模块的导套回路、揭盖机回路、搓盖机回路、油冷系统进行诊断,几种常见故障已经能够较好地诊断出来,能够提高设备故障处理效率,减少热停机时间。将来准备继续对做出来的诊断系统进行观察并改进,并做出针对其他液压系统进行故障诊断的系统。

同时,该故障诊断系统是在线实时的,只能在故障发生时快速找到解决方案,下一步可能进行故障预测,提前告知有可能发生故障点,在检修期间进行设备维护,提高经济效益。

通过实践证明,该装煤车液压系统故障诊断方法在焦炉液压系统中可行,能够节约能源并提高产能,是钢铁行业中绿色化智能化可持续发展的路径。

参考文献:

- [1] 黄人豪. 关于中国工业液压和控制技术的发展的一些思考和建议 [J]. 液压气动与密封, 2009(1):5-8.
- [2] 张婷. 液压技术如何适应可持续发展要求 [J]. 液压气动与密封, 2011(1): 6.

(上接第 91 页)

额定速度的 115%, 特别是轿厢上行超速保护装置速度监控元器件为轿厢侧限速器的情况, 同时存在电气开关动作速度不满足 9.9.11.1 的情况。为了消除这种情况可通过如下方法: 从设计制造角度出发进一步完善和优化设计; 同时在型式试验阶段适当考虑限速器实际使用过程中的惯性问题; 电气开关因客观原因不能及时被触发并动作的情况, 可以通过增加电气开关触发装置及电气开关数量; 采用光电元器件对速度进行实时监控, 当检测到超速时能通过触发一个符合 14.1.2 规定的电气安全装置动作有效断开安全回路等方式实现电气开关动作速度符合相关标准要求。

参考文献:

- [1] 刘畅, 王旭, 房天舒. 电梯限速器检验中常见问题分析及

解决方法 [J]. 中国电梯, 2019, 30 (05) :61-62.

- [2] 电梯制造与安装安全规范 (含 1 号修改单) [S]. GB7588-2003.

- [3] 电梯监督检验和定期检验 - 曳引与强制驱动电梯. TSG T7001-2009 (含 1、2、3 号修改单) [S].

- [4] 陈路阳, 庞秀玲, 陈维祥, 孙立新. 电梯制造与安装安全规范 GB7588 理解与运用 [M]. 北京: 中国质检出版社, 2017-8.

- [5] 张宏亮, 李杰峰. 电梯检验工艺手册 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2018-12.

- [6] 电梯技术条件 [S]. GB/T 10058-2009.