

浅谈电梯缓冲器的设置和检验要求

张庆锐

河北省特种设备监督检验研究院衡水分院（机电类特种设备检测评价河北省工程研究中心） 河北 衡水 053000

摘要：电梯系统中，缓冲器作为安全的最后一道防线，承担着至关重要的角色。当电梯经历意外的蹶底或达到设计行程的极限时，缓冲器能有效地吸收并消耗所生成的冲击能量，从而确保轿厢或对重能够平稳减速，保障乘客与设备的安全。本文聚焦于剖析各类电梯缓冲器的内在原理、性能特色，以及它们在不同应用场景中的适应性。同时，探讨了如何根据电梯的特定需求和环境，选择最合适的缓冲器类型，这是保证电梯系统整体安全性的基石。文章进一步阐述了缓冲器定期检验的必要性，结合现行的技术标准和操作程序，确保缓冲器在关键时刻的效能。最后，展望了电梯缓冲器技术的未来走向，包括材料创新、设计改进以及智能监测系统的集成，这些都将是极大地提升缓冲器的性能，进一步强化电梯的安全保障。

关键词：电梯；缓冲器；安全装置；检验

中图分类号：TU857 **文献标识码：**A

引言

在当今社会的飞速变迁中，高层及超高层建筑已然成为生活与工作的核心舞台，而垂直交通的使者——电梯，其不可或缺的角色愈发凸显。电梯的便捷应用，无疑为我们的日常生产与生活增添了无尽的便利，然而，其安全运行的稳定性也成为了公众聚焦的热点议题。倘若在高层运行的电梯遭遇意外状况，导致轿厢或对重猛然坠落，将释放出巨大的冲击力，构成对电梯安全的重大威胁。为了有效抵御这种潜在风险，在电梯的设计初期，我们引入了缓冲器这一关键设备，作为保障电梯运行安全的最后一道防线。因此，选择恰当的缓冲器类型，以及确保其安全性能的优越，变得至关重要，成为电梯工程领域不容忽视的课题。

1 缓冲器的类型

电梯安全保护装置是电梯安全运行的重要保障，主要包括机械保护、电气保护和安全防护，其中缓冲器属于机械保护类型，通常安装在电梯井道或对重底部的极限位置，预防电梯直接坠地，是电梯保护的最后一道屏障。根据缓冲器消耗冲击能量的方式可分为如下类型：

（1）蓄能型缓冲器

电梯用蓄能缓冲器的原理为，缓冲器的蓄能部件受到冲击后，通过塑性形变吸收能量，实现轿厢或对重坠底时的“软着陆”，产生“缓冲”效果，对相关人员和电梯设备起到一定程度的保护作用。该类缓冲器起关键作用的就是蓄能部件，根据蓄能部件的储能特性可分为线性缓冲器和非线性缓冲器，即弹簧缓冲器和聚氨酯缓冲器常见的两种类型。

其中线性缓冲器发展较早，也称为弹簧缓冲器，是由缓冲橡胶、缓冲座、压缩弹簧和缓冲弹簧座等组成，如图1所示。这种缓冲器的蓄能部件在受到冲击过程中，弹性系数不变，即冲击能量全部转化为弹性势能，无耗散部分；所以这类型缓冲器的特点为，缓冲不平衡、有反弹，适用于额定速度1.0m/s以下的低速电梯。



图1 弹簧缓冲器



图2 聚氨酯缓冲器



图3 液压缓冲器

而非线性缓冲器应用较为广泛的为聚氨酯缓冲器,如图2所示,受到冲击过程中,蓄能部件弹性系数发生变化,即冲击能量除了转化为蓄能部件的势能,还有一部分由于内部阻尼的存在以热能形式耗散掉;该缓冲器特点是成本低、结构简单。

(2) 耗能型缓冲器

由于蓄能型缓冲器有显著的反弹现象、且只适用于低速电梯的缺陷越来越不能满足社会发展需求,耗能型缓冲器逐步被开发利用。耗能型缓冲器也称液压缓冲器,是由缓冲垫、复位弹簧、柱塞、环环节流孔、变量

棒和缸体等组成,如图3所示。其原理为,缓冲器受到冲击的过程中,柱塞向下运动,压缩油缸内的液压油,使油通过节流孔或槽外溢,利用粘滞性液体流动的阻尼作用实现轿厢或对重在冲击部位的“软着陆”,起到缓冲作用,冲击能量则以液压油的热能形式耗散掉,如图4所示。该类缓冲器的特点为,“软着陆”过程的作用力变化不大,缓冲过程缓慢、连续、均匀,适用于任何速度的电梯。但是该类型缓冲器也存在不足之处,例如结构复杂、缓冲行程长、成本高等。

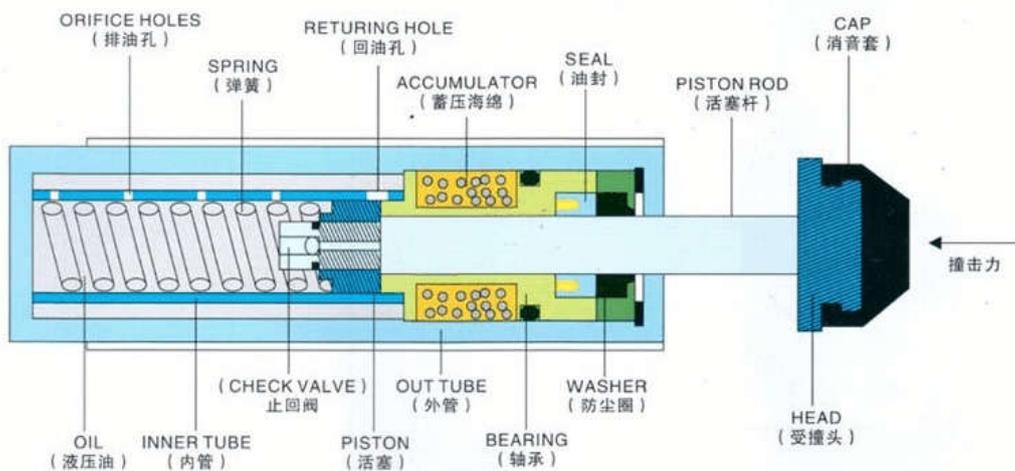


图4 耗能缓冲器原理示意图

(3) 磁流变液缓冲器

随着新型智能化材料—磁流变液进入人们的视野,新开发的磁流变液缓冲器具有能够产生较大阻尼力、能够实现快速响应、低耗能、结构相对简单、可实现控制等,能够改变目前市场上普通电梯缓冲器的不足,将会成为电梯缓冲器的发展趋势之一^[1]。但是国内该研究起步较晚,还为达到普及程度。

2 电梯缓冲器的相关标准和要求

2020年12月份发布的GB/T 7588.1-2020《电梯制造与安装安全规范》对电梯缓冲器做了明确要求。

2.1 蓄能型缓冲器^[2]

(1) 线性缓冲器可能的总行程应至少响应于115%额定速度的重力制停距离的两倍,即 $H \geq 0.135v^2$ (m)。任何情况下,不应小于65mm。

(2) 非线性缓冲器动作后,应无永久变形; $2.5g_n$ 以上的减速度时间不应大于0.04s;按照GB/T7588.2-2020的5.5.3.2.6.1a)确定的减速度不应大于 $1.0g_n$ 。同时,与GB/T7588-2003相比增加了对该类缓冲器减速度最大峰值不应大于 $6.0g_n$ 的要求^[3]。

2.2 耗能型缓冲器^[2]

(1) 缓冲器可能的总行程应至少响应于115%额定速度的重力制停距离,即 $H \geq 0.0674v^2$ (m);对于额定速度大于2.50m/s时,如果按5.12.1.3对形成末端减速进行监控,按5.8.2.2.1计算行程时,可采用轿厢或对重与缓冲器刚接触时的速度代替115%额定速度;任何情况下,不应小于0.42m。

(2) 耗能型缓冲器应符合的要求:

a) 当载有额定载重量的轿厢或对重自由下落并以115%额定速度或按照5.8.2.2.2规定所降低的速度撞击缓冲器时,缓冲器作用期间的平均减速度不应大于 $1.0g_n$ 。

b) $2.5g_n$ 以上的减速度时间不应大于0.04s。

c) 缓冲器动作后,应无永久变形。

3 电梯缓冲器检验要求及理解

电梯缓冲器的检验不仅是技术层面的要求,也是法律层面的强制规定。电梯管理者和操作人员需充分理解缓冲器在电梯安全中的关键作用,定期进行检验并及时维护更换,以防止因缓冲器失效引发的事故。同时,理解和熟悉检验流程,有助于在检验过程中发现问题,及

时进行纠正，确保电梯的正常运行和乘客的安全。

3.1 定期检验

根据国家和地方的法规，电梯缓冲器需要定期进行检验，这通常由专业的电梯维修和检验机构负责。检验周期一般为一年或根据制造商的建议进行。

3.2 性能测试

电梯缓冲器的检验应采用目测和试验操作相结合，根据检规7001可把检验项目归为两部分：

(1) 缓冲器性能项目

缓冲器检验过程中常见的问题包括是材料发生龟裂、塑性形变、破损、断裂、破损等可以通过目测检查外形，如图所示4；同时对于缓冲器安装是否牢固、无倾斜等也可以通过目测检查完成，如图所示5。这些关系到缓冲器性能的项目是缓冲器能否正常运行的重要因素。

对于标识类的项目也是通过目测检查完成的，例如检规要求的设置最大允许垂直距离标识，不超过最大允许值。

(2) 缓冲器运行项目

a) 电气安全装置、液压型缓冲器的液位、柱塞复位的检验。

根据检验要求，电梯切换为检修运行模式，分别操作检查电气安全装置是否起作用，对于液压型缓冲器查看液位是否合理，柱塞复位是否符合检验要求。

b) 对重越程距离的确认。

根据GB/T7588.1-2020要求，需增加对非线性缓冲器减速度最大峰值的检测，同样需要在检修运行模式下进行该数据的确认。同时对越程距离数据进行确。

3.3 法规遵从性

检验过程中应确保缓冲器的设计、安装和使用符合国家和地方的电梯安全法规。如，国家市场监督管理总局于2023年4月2日发布的TSG T7001—2023《电梯监督检验和定期检验规则》等。

4 电梯用缓冲器的发展方向

电梯缓冲器，作为电梯安全的最后一道防线，其设计和性能的优劣在很大程度上决定了电梯事故中乘客和设备的安全程度。科研工作者在电梯缓冲器领域进行着深入改进和探索。

(1) 材料创新

随着科技的发展，新型材料如碳纤维复合材料、高性能金属合金等正在逐步取代传统的缓冲器材料，这些新材料具有更高的强度与韧性，能够在更大程度上吸收冲击能量，同时减小缓冲器自身的重量，从而提高缓冲效率。此外，这些材料的耐疲劳性和耐腐蚀性也更优

秀，延长了缓冲器的使用寿命。

(2) 设计改进

现代缓冲器设计的趋势是向模块化、轻量化和智能化方向发展。模块化设计使得缓冲器能适应不同电梯型号和运行条件，提高通用性；轻量化设计则降低了电梯系统的整体重量，从而减少能耗。智能化设计，如内置传感器和数据采集系统，能够实时监控缓冲器的工作状态，预测潜在故障，甚至在紧急情况下自动调整能量吸收策略，确保电梯在任何情况下都能保持安全运行。

(3) 智能监测系统的集成

未来的电梯缓冲器将更多地集成智能监测系统，如物联网技术、无线传感器网络和人工智能算法。这些系统能持续监测缓冲器的运行参数，如压力变化、温度、冲击次数等，并通过数据分析提前预警可能出现的故障，甚至预测缓冲器的剩余使用寿命。通过无线通信技术，这些数据可以直接传送到电梯维护中心，实现远程诊断和预防性维护，大大减少了电梯停机时间，提高了服务效率。

5 总结

缓冲器是电梯安全运行的最后一道保护屏障，在发生轿厢坠落时，可以起到一定程度的缓冲作用，但是，并不能完全消除轿厢坠落的全部冲击能力，这是因为现阶段的缓冲器是按照115%电梯额定速度设计的；另外，现阶段的电梯缓冲器大多为机械保护装置，对应短时大幅度减速的运动行为，对电梯结构和人员仍有较大伤害。因此，实用的高倍电梯额定速度（高吸能）和长时间大幅度减速（小减速）的更安全、更舒适的电梯缓冲器是未来发展的大趋势[4-5]。现阶段，在安装电梯时选择适宜的缓冲器、定期维护保养、确保缓冲器性能优良，同时，电梯缓冲器的设置和检验要求对电梯的安全运行也至关重要。通过深入了解其工作原理、设置原则和检验标准，可以更好地保障电梯系统的安全，提高电梯运营的可靠性和乘客的舒适度，从而使电梯安全运行，服务大众。

参考文献

- [1]王扬扬.客用电梯磁流变液缓冲器研究[D].沈阳大学,2016,(03):12-13.
- [2]GB7588.1-2020,电梯制造与安装安全规范[S].
- [3]GB7588-2003,电梯制造与安装安全规范[S].
- [4]黄旭.电梯自由跌落缓冲安全装置设计研究[D].兰州大学,2019,(02):7-8.
- [5]吕丁.基于泡沫铅的缓冲吸能结构设计研究[D].南京理工大学,2016,(06):25-26.