

关于磁悬浮式电梯缓冲器的设计方案分析

叶辉 李煜

宁波奥德普电梯部件有限公司, 浙江 宁波 315311

[摘要]磁悬浮式电梯缓冲器是电梯安全部件的重要组成部分,是确保电梯安全运行的核心要素。文章以侧悬浮式电梯缓冲器设计方案为主要研究方向,针对电梯缓冲器的限速器、安全钳、缓冲器、导靴等一系列电梯机械构件进行多角度、多内容、多层次的论述和分析,结合笔者多年从事电梯安全结构部件的设计经验,提出一系列行之有效的设计建议与设计理念。仅供参考。

[关键词]磁悬浮; 电梯缓冲器; 安全构件

DOI: 10.33142/aem.v3i4.4075

中图分类号: TH7:P41

文献标识码: A

Analysis of the Design Scheme of the Electromagnetic Elevator Buffer

YE Hui, LI Yu

Ningbo Aodepu Elevator components Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315311, China

Abstract: Electromagnetic elevator buffer is an important part of elevator safety components and the core element to ensure the safe operation of elevator. This paper takes the side suspension elevator buffer design as the main research direction, and discusses and analyzes a series of elevator mechanical components such as speed limiter, safety clamp, buffer and guide shoe of elevator buffer. Combined the author's experience in designing safety structure components of electric elevator for many years, a series of effective design suggestions and design ideas are put forward for reference only.

Keywords: electromagnetic; elevator buffer; safety components

引言

随着我国电梯行业的快速发展,针对电梯安全性、稳定性,成为社会各界关注的主要内容,一方面,电梯的安全设计离不开其核心安全构件,特别是磁悬浮电梯构件缓冲器装置的设计,对电梯的安全使用起到不可估量的意义和价值,另一方面,电梯的稳定特性,是由多个电梯构件联合应用而形成的工作状态,需要结合电梯的具体特性,进行针对性的改良和提升,助力电梯稳定性能的提升。

1 磁悬浮式电梯的主要结构

2016年,一部磁悬浮电梯原型机在德国罗特维尔市一座246m的高塔上进行测试,其由德国电梯制造商蒂森克虏伯(Thyssenkrupp)研发。磁悬浮式电梯,是基于磁悬浮技术延伸发展的科技产物,看似是将电梯比作磁悬浮列车,以竖向模式运行,但是在实际应用过程中,需要大量的相关技术提升电梯运行的安全性和稳定性。该电梯的主要结构设计,是利用磁铁的相互吸引以及同性相斥的原则,将磁悬浮电梯停止在对应的位置,与传统电梯存在明显的差异和区别。传统电梯是利用曳引机、配重、限速器、钢丝绳、导向轮、配重轮、钢缆等一系列的复杂机械设备组成,而磁悬浮式电梯主要是利用高压电流以及磁铁的磁力作用,通过调整对应的磁力线圈,从而实现电梯的有效移动,并且电梯与导轨之间存在一定间隙,降低了电梯的运行阻力,从而实现电梯的高速运行。因此,磁悬浮式电梯主要包括导向系统、轿厢、门系统、重量平衡系统、电力拖动系统、曳引系统等内容组成,其中电梯的安全保障构件中,制动器、安全钳、缓冲器是最为基本的核心构件,也是保障电梯安全运行的最后一道防线,具有不可估量的实用价值。

2 磁悬浮式电梯缓冲器设计方案

磁悬浮技术应用到电梯领域发展于上世纪90年代,该技术的发明,有效提升了电梯的运行速度,根据武汉高新产业开发区某电梯企业的技术说明,磁悬浮式电梯能够达到20米/秒的运行速度,能够解决超高层建筑电梯运行速度较慢等一系列问题。同时该技术的应用,彻底改变传统电梯的设计理念,从根本上实现电梯设计的升级和改良。特别是应用磁悬浮技术,有效改变传统电梯缓冲器的设计形态,综合考量电梯的承载力以及运行情况,提升电梯的设计成效。图一为磁悬浮式电梯的发展概念图。

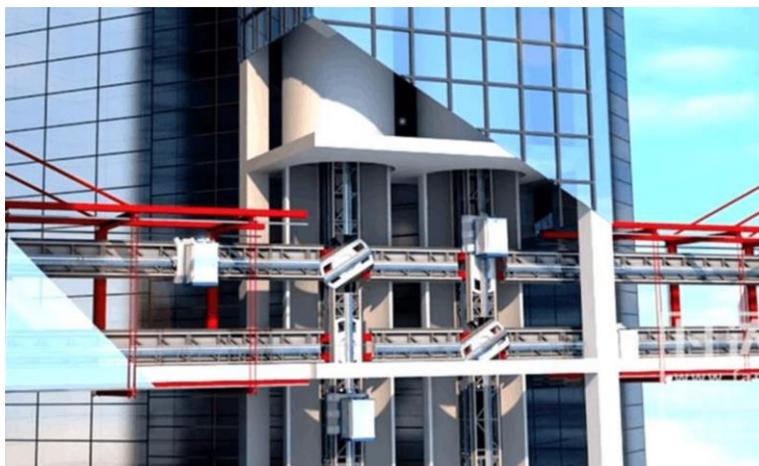


图1 磁悬浮式电梯发展概念图

2.1 磁悬浮式电梯缓冲器设计应用软件

现代磁悬浮式电梯设计主要采用 Adsimulo 设计软件, 该软件是电梯设计的专业软件, 能够对电梯的各个构件进行垂直设计, 特别是对电梯缓冲器装置的设计, 具有革命性的价值, 与其他设计软件不同, 该软件的应能能够对缓冲器装置机械进行运行效能分析, 以动态化的模块设计, 实现第一缓冲器的结构搭建, 同时还能够结合电梯的运行环境以及承载系数等相关指标进行科学调整, 能够满足所有应用环境的基本需求, 最为重要的是, 该软件能够实现 BIM 模型的三维化呈现, 助力设计人员更加精准掌握缓冲器的结构设计, 最终以自动化形式生成对应的缓冲器设计报告, 对缓冲器进行系统化的说明。如图二所示, 磁悬浮电梯概念图。



图2 磁悬浮电梯概念图

2.2 缓冲器结构设计说明

磁悬浮式电梯缓冲器结构包括电梯导轨、隔热绝缘层、感应金属、滑槽、磁力线圈、铁芯、导线等一系列装置。不同的结构设计对应的功能存在也千差万别, 特别是缓冲器的转子、传感器、控制器、执行器等核心构件, 对于电梯的缓冲作用起到重要的核心成效。在设计过程中需要考虑转子的影响因素, 不同的影响因素会导致转子偏离既定的预设轨道, 同时传感器提供的偏离角度, 也是影响控制器处理结果的重要因素, 需要对相关构件进行稳定性设计, 提升多个核心部件的联通成效, 降低核心构件的不确定因素的产生, 提升设计的安全性和稳定性。

现代磁悬浮式电梯缓冲器设计, 存在三种设计理念。其一是以液压缓冲器替换成同等大小的电磁铁或者若干个电磁铁共同组成的磁力装置, 从而实现与井道中的磁力线圈共同作用, 实现电梯运行速度的控制作用。其二是, 在每一

层楼层中设计出同等大小的缠绕式线圈, 然后对线圈进行通电, 以电梯作为一个整体导体, 实现切割磁感线的常态运动, 促使电梯运行方向与运动轨迹保持一致, 有效控制电梯的运行速度, 并且能够将已经出现失速问题的电梯加以限制, 实现电梯运行经济性与安全性的有效整合。第三种是在电梯运行空间内架设轨道, 以 T 字形的横截面提升电梯的运行稳定性, 能够借助导轨与轨道之间的作用力, 有效控制电梯的运行速度。该设计方案中, 磁悬浮式电梯缓冲器, 主要是负责电梯运行过程中稳定轿厢运动的自动度, 科学调整轿厢与运行轨道的动态效应, 保持电梯运行轨迹的正确性, 减少横向以及纵向的摆动效应以及震动效应。因此, 在磁悬浮式电梯缓冲器设计过程中, 需要考虑导向系统中, 电梯运行轨道的导轨设计, 务必将导轨固定在井道壁上, 然后以 T 字形进行设计。一方面, T 字形结构导轨刚性强度显著, 另一方面, T 字形结构导轨安全性与稳定性较为良好, 能够承受电梯突如其来的超速与失重问题。根据磁悬浮技术的基本原理, 需要在电梯的导轨处设计大量超强磁力感应材料, 为电梯提供对应的电磁感应, 同时在电梯导轨的凹型槽内设计相应数量的磁铁, 形成二者的磁悬浮效应。另外, 需要注意的是, 在设计过程中, 需要考虑磁力线圈与磁铁的表面防护效应, 需要在二者的外部涂抹能够耐高温、耐腐蚀的绝缘涂料, 减少电梯运行过程中有大量电能提供的热量, 影响缓冲器核心构件的安全使用。从而导致导轨与导轨的刚性强度发生变化, 引发电梯超速运行问题, 造成一系列关联安全事故^[1]。

磁悬浮式电梯安全系统主要是限速器、安全钳、缓冲器等核心构件组成, 而电梯出现超速问题时, 会引发相关构件的信号报警, 从而对电梯进行机械断电, 引发电梯运行停止。通常当电梯超过规定运行速度的 115%, 便会启动电梯的自动制动功能, 但是当电梯依然没有停止时, 需要借助电梯底部的安全钳进行操作, 强制电梯的运行状态的终止。虽然磁悬浮式电梯没有传统电梯的钢缆等物理连接构件, 但是其安全性能依然能够有效保证。当出现速度失控问题时, 电梯缓冲器作为电梯的核心职能构件, 有效对电梯运行问题加以控制, 尤其是以耗能型缓冲器, 有效对失控电梯运行速度加以限制, 提升电梯运行的安全性。其主要的技术原理, 是根据电梯下降过程中, 电梯轨道磁场磁力增大, 在特定的磁力感应材料中出现涡流现象, 从而导致电梯轿厢与运动方向产生相反作用力, 最终促使电梯停止, 以此来实现电梯减速作用, 当电梯停止后, 对应的工作人员会对电梯进行修复和控制, 从而帮助电梯人员及时获救^[2]。

3 磁悬浮式电梯缓冲器设计的主要问题

虽然磁悬浮式电梯缓冲器设计具有多重的应用功效和发展特点, 但是磁悬浮式电梯依然没有大面积普及和商用, 其中主要的原因有以下两个因素。其一, 磁悬浮式电梯缓冲器设计在实践过程中, 整体造价高昂, 根据日本东芝电梯企业发布的产品报价信息, 磁悬浮式电梯的设计成本、制造成本是传统电梯的五倍以上, 制约了磁悬浮式电梯产业的健康发展, 高昂的制造价格不仅仅限制了磁悬浮式电梯缓冲器的材料选择, 同时也限制了相关产品的后续研发, 成为制约产品大规模发展的主要原因。其二磁悬浮式电梯缓冲器设计, 涉及到的技术种类较多, 不少技术的应用缺乏试验数据, 无法进行大规模的使用和发展, 同时在缓冲器设计研究院进程中, 对应的材料损耗问题以及能源利用问题都未能得到有效地解决和处理, 制约了当前磁悬浮式电梯缓冲器的发展和应用。基于磁悬浮式电梯缓冲器设计存在一系列的技术壁垒, 需要进一步开展相关内容的深入研究, 提高设备构件的实践成效, 改善传统设计理念的缺陷和问题, 加速整个产业链的发展和进步^[3]。

4 结论

综上所述, 电梯缓冲器设计, 是一项精密而复杂的设计工作, 需要结合磁悬浮技术的核心内容进行合理化设计, 既要彰显磁悬浮技术应用的先进性, 同时还要保障现代电梯设备的安全性能, 保障缓冲器作为电梯的最后一道屏障的安全性能, 结合市场的发展需求以及相关科技的发展趋势, 以现代化、集成化、科技化为发展理念, 助力磁悬浮式电梯缓冲器设计的有效创新, 推动电梯行业的健康发展, 改善当前电梯领域的市场布局, 助力磁悬浮式电梯产业核心竞争力的提升和改善。

[参考文献]

- [1] 赖绪华. 一种电梯磁流变缓冲器的研究[J]. 中国电梯, 2020, 31(4): 57-58.
- [2] 崔闯, 赵鹏飞. 浅析新型电梯缓冲器的发展趋势[J]. 中国电梯, 2019, 30(22): 34-35.
- [3] 石鑫, 胡林华, 陈智渊, 王忠建. 基于磁流变技术的下井电梯缓冲器磁路设计及分析[J]. 商丘师范学院学报, 2018, 34(12): 18-21.

作者简介: 叶辉 (1987. 10-), 男, 汉, 浙江省宁波人, 本科, 电梯安全部件。