

探究机电一体化电梯系统中的波形弹簧优化设计

吴阿二

波士顿电梯（湖州）有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i5.7982

[摘 要] 为保证电梯系统的正常运行，做好系统中的波形弹簧优化设计工作，提高电梯整体运行性能，这对相关工作人员提出了更高的技术要求。要结合当前实际，针对电梯系统中的弹簧尺寸进行探究，寻找最佳设计参数，从而为改善现有波形弹簧性能提供重要基础。本文主要阐述了电梯系统和波形弹簧的相关内容，然后对波形弹簧的力学性能进行论述，最后结合实际对波形弹簧的优化设计方法及其优化后的整体性能进行综合评估，以期相关人员提供借鉴参考。

[关键词] 机电一体化；电梯；波形弹簧；优化设计

The optimization design of wave spring in mechatronics elevator system is investigated

Wu A-er

Boston Elevator (Huzhou) Co., LTD.

[Abstract] To ensure the normal operation of elevator systems and optimize the design of wave springs within the system, thereby enhancing the overall performance of elevators, higher technical requirements are placed on relevant personnel. It is necessary to combine current realities and investigate the spring dimensions in elevator systems to find optimal design parameters, thus providing a crucial foundation for improving the performance of existing wave springs. This paper primarily discusses the content related to elevator systems and wave springs, then examines the mechanical properties of wave springs, and finally provides a comprehensive evaluation of the optimization methods for wave springs and their improved overall performance, aiming to offer reference for relevant personnel.

[Key words] mechatronics; elevator; wave spring; optimization design

城市快速发展的同时，也对建筑行业带来了新的挑战，对此，优化现有电梯系统，满足当前的实际电梯使用需求成为当前的重点研究问题，电梯作为重要的交通工具，在建筑行业发挥着关键作用，在整个电梯系统中，通过对波形弹簧进行优化设计，能够保证电梯运行的安全性和舒适性，并在现有基础上不断优化调整，提高了电梯的使用性能，这也在一定程度上提高了电梯的运行效率，实现了电梯使用寿命的延长。

一、电梯系统和波形弹簧的相关内容

（一）电梯系统的基本原理

电梯系统是建筑中较为重要的组成部分，是垂直的交通工

具，其内部构造及其工作原理较为复杂，一般而言，电梯系统主要由机械部分和控制系统两部分组成，机械部分方面主要包含轿厢、厅门、轿厢等相关部件，这些相关部件会通过钢丝绳和滑轮进行传送，其中轿厢是关键部分，也是乘客或货物的主要承载部件，会通过曳引机牵引钢丝绳进行上下移动，从而达到运输的目的。控制系统主要针对整个电梯的实际运行进行统一控制，直接影响着电梯的运行状态、速度以及停靠楼层等等，目前对于大部分电梯多使用微处理器控制技术，通过信号进行有效处理，这样能够提高乘坐人员的安全性。另外，当出现意外情况，其系统还能够进行有效质控，从而达到保护乘客

的目的。电梯的基本原理主要是通过交流或直流电梯进行运作，并由钢丝绳带动轿厢进行上下移动，从而实现轿厢的移动。对此，不断完善现有自动化控制系统，并与机械系统相配合，能够提高电梯使用的安全性。

（二）波形弹簧的主要类型及发挥的作用

波形弹簧是一种特殊的部件，属于一种压缩弹簧，其设计一般为波浪状，它能够在一定空间范围内进行变形，波形弹簧有多种类型，包括单层、多层和复合波形弹簧等等。大部分电梯系统使用中都会运用到波形弹簧，波形弹簧的主要作用是为了减振缓冲，并且在实际运行过程中，还能够降低周围噪声，且当意外情况发生时，还会起到良好的防护作用，能够保证电梯的安全平稳运行。因此，对于波形弹簧进行优化设计，有利于不断提高电梯使用的稳定性和安全性。

（三）目前电梯系统中存在的问题

由于电梯系统较为复杂，在实际运行过程中也会受到多种因素影响，极容易出现各种故障问题，目前最关注的问题便是怎样能够保证电梯的实际运行中减少振动，来为乘客创造良好的环境。在实际电梯运行中，不但要做到高效运行，满足人们的实际需求，还要提高能源的利用率，降低实际应用成本，这也是目前主要的关心问题之一。在电梯的长时间使用中，极易会使各种零部件出现磨损情况，进而造成各种故障的发生。为了满足当前的乘坐需求，需要针对各部件做好优化设计工作，要延长电梯使用寿命，保证系统时刻保持稳定状态。在当前社会发展背景下，城市化进程不断加快，对电梯需求量增加的同时，也对电梯的整体使用性能及其容纳能力提出了更高的要求。对此，做好电梯系统的优化设计，使电梯逐步朝着智能化、合理化方向不断发展成为当前的发展目标。

二、波形弹簧的力学性能分析

（一）有限元分析法

这种方法在波形弹簧力学性能应用中较为普遍，且效果较为明显，通过先建立几何模型，借助此种方法能够针对实际承载条件下的应力分布进行探究，并且能够获得精准的数据。具体而言，为达到理想研究目标，要求将波形弹簧以网格形式进行划分，并将其复杂的形状分解为有限的单元，通过此种方式，方便波形弹簧力学性能的分析。并且在载荷施压时，各单元通过节点进行连接，能够有效模拟波形弹簧的真实情况，结合单元情况进行分析，变形及其应力的转移体现的更加明显，这也

更好的反映出了当前的波形弹簧力学性能。因此，通过此种方式能够得到有效的数据，也为力学性能的有效预测提供了重要基础。在电梯系统实际应用中，通过有限元分析法，可以发现目前潜在的问题，从而对弹簧设计进行不断优化，这也进一步提高电梯系统使用的整体性能。

（二）波形弹簧的应力分布及变形

针对应力分布及其变形情况进行分析，能够直接反映出电梯的整体运行性能状况，并且在有限元分析法应用中，通过对应力情况进行精确模拟，能够判断出在不同条件下的变形特征。一般而言，当受到外力作用时，弹簧会发生变形，形状也会做出改变，同时这种轻微的变化，便是弹簧吸能缓冲的基准，在实际优化中，还需要注重关键地带，要在现有基础上分析应力分布的规律，从而提高电梯的整体性能提供重要基础。

三、波形弹簧的优化设计

（一）遗传算法的基本理论及应用

遗传算法是通过自然选择和遗传原理进行的搜索，此种算法能够更好地解决较为复杂的问题。在弹簧优化设计中，通过此种方法对整个生物的进化过程进行综合模拟，并依照选择、交叉、变异等多种方式，进而达到最优结果。在此过程中对各项参数进行分析，要在适应度函数引导下不断演化。然后再针对适应度函数进行综合评估，进而了解到弹簧在电梯使用中的具体情况。对此，为了达到最优效果，要针对实际问题作出优化调整，注重参数的科学合理设计。比如，在种群的规模、交叉率方面，要结合实际情况，对波形弹簧进行优化设计，此种方法不但能够有效解决多种疑难问题，同时还在解决非线性问题方面发挥着重要作用，这也为提高电梯使用性能产生的积极意义。

（二）弹簧尺寸的确定

在整个优化设计中，其最终的目的是保证电梯的整体运行性能，为乘客提供更加安全的舒适环境。其中，波形弹簧尺寸的确定至关重要，这是优化设计中的重要内容，也直接影响着最终的电梯使用性能。对此，在遗传算法下做好优化设计，需要关注尺度要素，要从内外直径、厚度等多种要素方面进行分析。对于初始数据而言，要结合电梯的系统需求及其空间限制条件，通过适应度函数来针对不同参数的情况进行探究。尤其要针对承载能力、变形特征等各项参数进行综合评估，在实际优化中，要敢于试错不断调整，进而达到最优效果。

（三）优化设计的方案

在优化设计中，具体方案流程要求从以下几点入手，首先要编制数学模型，结合实际需求设置各项参数，并且通过遗传算法，注重种族大小、交叉率等各种参数，这样才能保证算法的稳定性。另外，后期的数据更新工作同样至关重要，要针对每一次结果进行有效评估，从而找到最优的个体。在计算完成之后，还需要对各项参数进行理论验证，要针对其应力分布情况进行有效检查，在此条件下，才能真正满足当前的设计需求。最后要针对最终结果进行分析，反映出电梯的整体使用性能，从而保证电梯的安全使用。

四、波形弹簧的优化后性能评估

（一）提升了电梯的整体运行效率

针对波形弹簧进行分析，在优化后电梯的整体运行效率方面具有明显的差异，并且对各项参数及其材料进行调整，注重承载功效及其应力分配，这达到了提高电梯通行效率的目标。另外，在电梯的启动制动期，波形弹簧的重要作用起到良好的缓冲，这样不但能够减少电梯的能源消耗，同时也充分地利用了现有能源，提高了整体运行效益。在实际设计中，还注重对驱动力的调整，这样能够提高电梯的整体使用性能，实现能源的有效利用。通过不断优化现有波形弹簧，还降低了各种机械零部件的磨损情况，延长了电梯的使用寿命。在现代化建筑行业中，电梯作为高效的运输工具，通过对此方面进行优化设计，能够提高电梯的整体运行效率，并为整个行业的发展提供了重要动力。

（二）提高了安全性和舒适性

对波形弹簧进行优化设计，提高了电梯的整体使用性能，并且为人们创造了更加安全舒适的环境。一方面通过遗传算法对尺寸进行优化，能够在启动和制动过程中有效降低缓冲，保证乘客的安全，减轻乘客的不适感，在此方面弹簧发挥着关键作用，不断调整现有弹簧，降低实际振动以及对周围环境的影响，能够提高乘客的舒适感。另一方面在整体优化设计之后，其应力分布同样变得更加均匀，这样能够增强系统的整体稳定性。另外，优化后的弹簧还能够实现紧急问题的处理，比如当电梯出现紧急情况下，会做到及时响应，这样能够保证乘客的使用安全，在现有基础上进行不断优化，也为推进新技术创新和发展提供了基础。

（三）延长了使用寿命

通过对波形弹簧进行优化设计，最明显的效果便是延长了电梯的使用寿命，也降低了出现各种故障发生的概率。通过弹簧能够更好地发散各种压力，防止弹簧长时间处于疲惫状态下，这样能够降低故障发生的概率。通过优化设计，发挥波形弹簧在实际应用中的重要功能，发挥出重要的承载力，也减少了各零部件磨损的情况。再通过对现有波形弹簧进行优化设计，减少故障情况的发生，也降低了维修费用成本，实现了电梯的高效运行。

五、未来电梯系统的发展趋势

电梯技术不断发展，对于波形弹簧而言，也要实现不断创新，在未来发展道路中，电梯将呈现出更加良好的性能，并且效率更高，安全性更高，舒适性更强。未来将逐步朝着智能化、精确化方向不断发展。在现代信息技术水平下，通过运用各种技术手段升级材料，这迎合了人们对电梯乘坐的实际需求。另外，电梯也将逐步朝着绿色化、节能化方向不断发展，进而保证电梯的可持续性发展。电梯还将逐步满足人们的个性化需求，进一步增强了人们的乘坐体验感。

总结

综上所述，针对机电一体化电梯系统进行分析，注重波形弹簧的优化设计，需要相关工作人员结合当前实际，运用多种方法，提高弹簧的整体使用性能，通过有限元分析法、遗传算法等，对各项数据进行模拟，并以模拟结果反映出当前存在的问题，从而为相关工作人员进行优化设计提供重要依据。为保证电梯运行的安全舒适性，提高电梯的整体运行效率，仍需要相关工作人员加强对此方面的重点研究和分析。同时这也为改善现有电梯的可靠性、安全性提供了重要保障。

[参考文献]

- [1]陈泓韬,秦一丹,杨成顺,等.基于无模型自适应控制的电力弹簧电压控制[J].电气技术,2025(2).
- [2]贾宁宁.试析垂直电梯故障原因与解决对策[J].科技与创新,2023(1).
- [3]覃福江,周振宁.浅谈机电一体化在电梯中的应用[J].电脑爱好者(电子刊),2023(7).

作者简介：吴阿二（1982-）男，本科，技术开发部长，波士顿电梯（湖州）有限公司，中级特种设备工程师，电梯设备研发制造。