

大型特种游乐设备的多级电磁弹射动力技术研究

罗力

(贵州省特种设备检验检测院,贵州省贵阳市,550000)

摘要 采用多级电磁弹射技术对大型游乐设备动力结构进行优化能够提高系统的稳定性,同时降低系统能耗。基于此,本文对大型特种游乐设备的多级电磁弹射动力技术进行分析,并给出具体的设计方案与优化参数。希望通过本文的研究能够为后续的相关技术的应用与推广提供必要基础。

关键词 游乐设备;电磁弹射;动力单元;技术应用

中图分类号:TP33 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2024)10-0028-02

1 电磁弹射技术原理技术

电磁弹射主要是指利用通电导体在磁场中受到安培力的基本特征形成非接触、稳定的动力,从而使得目标物体获得一定的速度。

1.1 电磁弹射基本原理与影响因素

电磁弹射的基本原理在于电场与磁场的相互作用,简单来讲就是通电导体在磁场中会受到力的作用^[1]。在现实的应用场景中,利用电磁铁或永磁铁行程稳定的磁场,后通过控制电流的有无或者大小实现对拟移动物体施加力的作用。其基本原理示意图如图1所示。

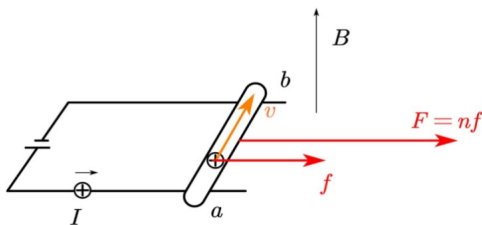


图1 电磁弹射安培力原理示意图

图1中,I表示电流方向;a和b表示导体触电;f表示受到到安培力;B表示磁感线强度,方向自下而上。从图1中可以发现,电流方向、安培力方向、磁场方向相互垂直,构成了(x,y,z)的三维坐标系。在实践中,如果采取永磁磁体作为磁场的来源,则磁场强度固定,物体获得的加速度仅与电流大小呈正比例关系;如果采用电磁铁作为磁场来源,则物体

获得加速度的大小与电磁铁功率以及通过导体电流大小呈正比例关系^[2]。

1.2 电磁弹射器基本结构与等效电路分析

在实际的设计与应用过程中,电磁弹射仅需要电流方向与磁场方向垂直,对于具体的形态并无要求。实践中,为了便于设备的安装以及保障磁场密度的集中,圆柱形结构更为常见^[3]。按照不同的电路构建方式其大致可以分为两种基本结构,具体如图2所示。

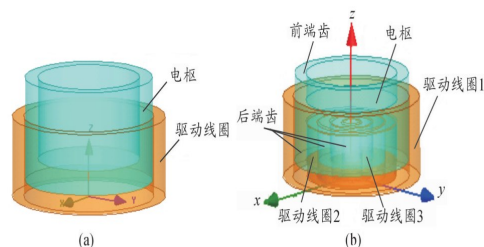


图2 不同电磁弹射器结构示意图

图2中,(a)表示了电磁弹射器结构1;(b)电磁弹射器结构2。电磁弹射器结构1以单层线圈为基本结构,外层以固定的良导体为驱动线圈,内部为可移动导体为电枢。此种结构的特征在于双层(驱动-电枢)结构能够得到显著的强化磁场,进而能够为载体实现更大的驱动力。同时,电磁弹射器结构2则为多层结构,驱动线圈按需求分为1-3层圈层,电枢结构也包括了前端齿和后端齿的双层结构。结构2的构建方式能够进一步提高磁场,进而提升电磁弹射产生的安培力。

2 电磁弹射技术在大型特种游乐设备中的应用

电磁弹射技术在大型游乐设备(如过山车)中的应用多采用双长轨的方式进行构建^[4]。在总体设计上包括了电磁弹射设备设计、脱离-链接结构设计

作者简介:罗力(1983~),男,汉族,贵州湄潭人,本科,工程师,研究方向:特种设备检验。

计以及多级结构布局设计。

2.1 电磁弹射设备设计

电磁弹射以双轨作为驱动单元,并利用电磁铁技术进行实现,具体设计方式如图3所示。

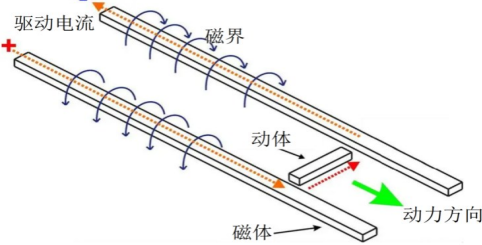


图3 电磁弹射器结构示意图

当电流接通后,磁感线圈会在磁体中产生不同级的磁体,其中正极通过的磁体呈现为南极;负极联通的磁体呈现为北极,二者在平行方向中构建双重方向相同的磁场。动体接通电流后会产生安培力,进而为动体提供必要的动力。

2.2 脱离-链接结构设计

动体获得加速后需要对车体提供动力支持,但在经过了过山车最高点后动力单元需要与车体脱离,以保障车体的独立运行。这就需要脱离-链接构建的设计需要满足动态虚连的方式来进行,进而保障有效的脱离。具体结构设计如图4所示。

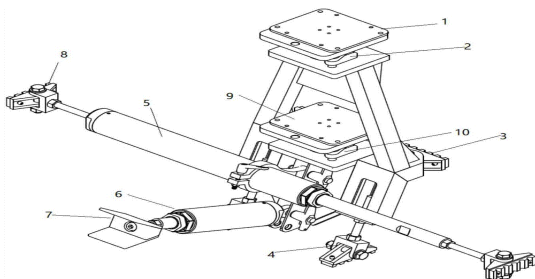


图4 脱离-链接结构设计示意图

图4中,1号和9号为链接云台;2号和10号为转向链接杆;3号为防撞杠;8号和4号为紧急减速件;7号为链接件;6号和5号为液压伸缩杆。在实际工作中7号链接件与图5中5号连接杆之间形成虚连,当电磁弹射提供动力时,动力通过链接件传达至链接体中,1与9号与车体进行双重固定,保证链接的稳定性。当过山车经过高点后,电磁弹射器的动体转由轨道下侧返回,与链接结构脱离。

2.3 多级结构布局设计

以过山车为例,在大型特种游乐设备中应用多级电磁弹射设备作为动力来源,需要采用分段加速

的方式来进行。此种设计模式一方面能够保障加速度在乘坐者承受范围内;另一方面也能够保障过山车获得足够的动能。具体布局设计如图5所示。

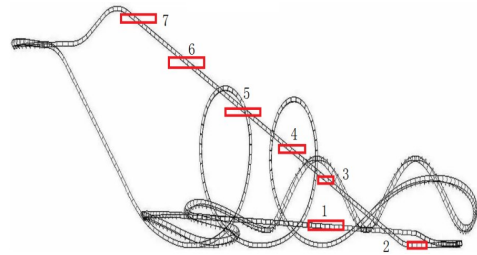


图5 多级电磁弹射技术在过山车中的布局示意图

图5中,其中1号点位为过山车起点,轨道平滑,车体在这一过程中需要获得一定的初始速度;2号到6号点位为多级电磁弹射的持续加速阶段,需要为车体提出足够的初速度,以保持过山车在经过最高点后速度大于0;7号电磁弹射加速器需要对过山车的速度进行检测,对于速度低于阈值需求的进行持续加速,以保障最终初速度的合规。

3 电磁弹射技术应用的参数分析

多级电磁弹射器在完成设计后,需要对其时效性进行调解。值得注意的是,电磁弹射技术可以通过改变电流的方式对动力大小进行调解,从而不需要改变初始的布局点位,降低了调试的难度与成本^[5]。基于不同点位功率初始设计如表1所示。

表1 初始设备功率与试验结果统计表

序号	功率(w)	初速度(m/s)	平均综合加速度(g)
1	1235.4	3.4	1.2
2	1985.2	5.7	2.0
3	1398.4	3.9	1.4
4	1333.2	3.7	1.3
5	1398.4	3.9	1.4
6	1594.0	4.5	1.6
7	224.8	0.3	0.2

表1中,采用车体+100kg标准质量硬链接作为试验载体,在7号点位后的初速度为0.3m/s,满足经过高点后速度不为0的基本需求,同时平均综合加速度在0.2~2.0g的适合范围,说明初始的设备功率在多级电磁弹射器下满足大型游乐设备(过山车)的应用需求。基于上述情况,需要对初始设备参数进行优化,具体包括:①需要增加1号点位的输出功率,提高该点位的出速度。该轨道属于启动阶段,道路平缓,游客的承载度相对较高;②需要降低2号点位的功率输出,降低其平均综合加(下转第38页)