



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102680255 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201210170118. X

CN 101750219 A, 2010. 06. 23,

(22) 申请日 2012. 05. 28

KR 20110134545 A, 2011. 12. 15,

JP 2012058208 A, 2012. 03. 22,

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

单希壮等. 高速列车动模型试验装置的新型加速方法研究. 《大连交通大学学报》. 2009, 第30卷(第4期),

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 杨乾锁

潘迪夫等. 高速列车动模型试验弹射控制系统 GA-BP 神经网络建模研究. 《测控技术》. 2005, 第24卷(第9期),

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

审查员 徐欣歌

(51) Int. Cl.

G01M 17/08(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101476986 A, 2009. 07. 08,

CN 101750219 A, 2010. 06. 23,

CN 101430250 A, 2009. 05. 13,

CN 101441137 A, 2009. 05. 27,

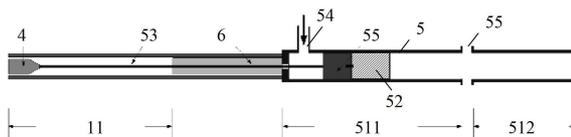
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

基于动量传递的防回弹高速列车模型加速装置

(57) 摘要

本发明的一种基于动量传递的防回弹高速列车模型加速装置包括:实验轨道和与所述实验轨道间隔适当间距平行设置的拖车轨道,实验轨道用于运行列车模型,拖车轨道用于运行可推着列车模型运行的拖车,拖车通过一活塞机构牵引加速;其中,活塞机构包括:牵引索、管道以及设置在管道内的滑动活塞和牵引活塞,滑动活塞上沿轴向设置有通孔,牵引索的一端连接在车上,另一端穿过滑动活塞的通孔与牵引活塞相连;管道包括加速管段和减速管段,在加速管段上开设有压缩气体进入的入口,在减速管段的始端设置有一个以上的气体泄漏孔。本发明采用的列车模型加速装置,适用于将重达数十公斤的列车模型加速到300公里/小时以上的速度,且其列车外形不受任何限制。



1. 一种基于动量传递的防回弹高速列车模型加速装置,其特征在于,包括:实验轨道和与所述实验轨道间隔适当间距平行设置的拖车轨道,实验轨道用于运行列车模型,拖车轨道用于运行可推着所述列车模型运行的拖车,所述拖车通过一活塞机构牵引加速;其中,所述活塞机构包括:牵引索、管道以及设置在管道内的滑动活塞和牵引活塞,所述滑动活塞上沿轴向设置有通孔,牵引索的一端连接在所述拖车上,另一端穿过所述滑动活塞的通孔与所述牵引活塞相连;所述管道包括加速管段和减速管段,在所述加速管段上开设有压缩气体进入的入口,在所述减速管段的始端设置有一个以上的气体泄漏孔。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述实验轨道包括:加速段、实验段和减速段,所述拖车轨道与所述实验段对应的位置设置有拖车减速装置,所述实验轨道的减速段设置有列车模型减速装置。

## 基于动量传递的防回弹高速列车模型加速装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用压缩气体（空气、氮气或其他无毒的不可燃气体）将质量较大、尺寸较大的高速列车模型在短距离内加速到和高速列车运行速度相当或更高速度的加速装置。

### 背景技术

[0002] 随着高速列车（时速 270 千米以上）在世界范围内的运行，研究高速列车运行的关键装置之一是高速列车动模型实验装置。这种装置的主要结构分为三个部分：高速列车模型的加速部分、列车模型的测试部分和列车模型的减速回收部分。高速列车模型的加速部分是采用某种方法将列车模型在一定的距离内加速到实验所要求的速度；然后列车模型高速进入测试区域，在其运行过程中完成相关的各种测试；最后列车模型进入回收减速部分逐步减速直至完全停止运动。

[0003] 高速列车动模型实验装置的关键是列车模型的加速技术。不同加速方法不仅决定着被加速的列车模型的大小、结构和轻重，同时也对列车模型的减速和回收有着各种具体的限制和要求。采用合理的有效的加速方法是实现列车模型可以具有不同空气动力学外形、可以具有较大的质量和缩比尺寸、可以实现安全无损回收的基础。

[0004] 目前国内外现有的列车动模型实验装置分别是采用两类加速技术将列车模型加速到所要求的速度。一种是使用弹力索来加速带有动滑轮组的列车模型，这里利用动滑轮组可以使列车模型速度达到弹力索末端运动速度的数倍。这种加速技术适用于质量较大和外形尺寸较大列车模型的加速。这样，被加速的列车模型的外型尺寸可以真实模拟列车的空气动力学外型。这种列车模型的加速方式由于牵引列车模型的牵引索要进入动滑轮组内带动滑轮转动，并使整个动滑轮组随之移动。这样随着运动速度的上升，滑轮的转动速度和转动能量随之加大（例如：如果实现时速 360 公里的速度，直径为 0.1 米的滑轮每分钟的转速高达 19108 转 / 分钟），各种摩擦力和机械能的损耗迅速增加，另一方面，由于随着速度的提高，要求弹射部分积累更大的能量，对应的弹射材料要求有更大的质量，因此这种加速方法仅限于低速列车动模型实验装置中的模型车加速，一般速度不超过 300 公里 / 小时。

[0005] 另一类列车模型的加速技术是利用压缩气体将安放在加速管内的列车模型发射出来。尽管这种技术可以把列车模型加速到 300 公里 / 小时以上的速度，但是下面的各种缺点使得这种加速技术不能应用于具有较大外形尺寸的列车模型加速装置。第一，由于列车模型从加速管内发射，列车的外型尺寸和结构形式严格被限制。当列车模型的尺寸增大时，发射管的口径随之增加，实验装置的建造成本大大增加。第二，由于列车模型在通过实验段后，需要减速回收，这种结构形式的列车模型由于结构形式的限制不能在回收减速段进行有效的减速和回收。第三，当列车模型要有一定形式的空气动力学外型时，加速管中的压缩气体和列车模型的隔离与封闭变成一个两难的问题：如果利用列车模型的末端进行封闭，对应的列车模型空气动力学外型被破坏；如果利用活塞进行封闭，列车模型发射后，活塞在加速段的减速是一个棘手的问题。第四，来自加速管的压缩气体会严重干扰列车模型

在实验段的实验测试,尽管可以用大型凹腔来消除这种高压气流对实验段的干扰,但是凹腔的使用限制了双向对开的列车模型实验工作的展开。第五,在这种列车加速装置中,不能在列车模型的顶端安装受电弓模型。这样,这种加速技术仅限于列车模型具有相当小的外形和质量,且仅限于单向的列车动模型实验装置。

[0006] 随着我国高速列车工业的迅速发展,在建立高速列车动模型实验装置中需要确实可行的、有效的、可以把具有较大外形尺寸和较大质量的高速列车模型加速到 300 公里 / 小时以上的加速技术。

## 发明内容

[0007] 针对现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种基于动量传递的防回弹高速列车模型加速装置,能够把具有较大外形尺寸和较大质量的高速列车模型加速到 300 公里 / 小时以上的速度并且可以使列车模型具有不同的外形结构和可以悬挂受电弓进行实验。

[0008] 本发明的一种基于动量传递的防回弹高速列车模型加速装置包括:实验轨道和与  
所述实验轨道间隔适当间距平行设置的拖车轨道,实验轨道用于运行列车模型,拖车轨道用于运行可推着所述列车模型运行的拖车,所述拖车通过一活塞机构牵引加速;其中,所述活塞机构包括:牵引索、管道以及设置在管道内的滑动活塞和牵引活塞,所述滑动活塞上沿轴向设置有通孔,牵引索的一端连接在所述拖车上,另一端穿过所述滑动活塞的通孔与  
所述牵引活塞相连;所述管道包括加速管段和减速管段,在所述加速管段上开设有压缩气体进入的入口,在所述减速管段的始端设置有一个以上的气体泄漏孔。

[0009] 优选地,所述实验轨道包括:加速段、实验段和减速段,所述拖车轨道与所述实验段对应的位置设置有拖车减速装置,所述实验轨道的减速段设置有列车模型减速装置。

[0010] 本发明的加速装置相比于其他加速装置的优点有:①在整个加速结构中,运动部分由于没有使用转动元件而只有直线运动元件,使得列车模型的运动速度可以大大,实验结果表明牵引活塞的运动速度可以高达 600 公里 / 小时;②无论是在加速阶段还是在实验阶段,由于列车模型在实验轨道上独立运动,其结构不受任何限制,因此可以具有各种不同的外形和内部结构,并可以悬挂受电弓;③由于列车模型和加速部分相互分离,提高压缩气体的初始压力即可提高系统的驱动能力,因此,这种加速方法可以把质量较大的列车模型加速到较高的速度,例如采用合适尺寸的加速管道和数十米的加速距离,可以把质量为 100 公斤的列车模型加速到 500 公里 / 小时以上;④在拖车、滑动活塞以及牵引活塞在减速段减速并静止后,牵引活塞会由于牵引索的回弹力发生回弹现象,由于牵引活塞会把此时产生的动量传递给滑动活塞,滑动活塞沿牵引索向后移动,而牵引活塞则静止不动,从而起到了能够防止牵引索缠绕的现象。

[0011] 总之,与目前已有的列车模型加速方法相比较,本发明采用的列车模型加速装置,适用于将重达数十公斤的列车模型加速到 300 公里 / 小时以上的速度,且其列车外形不受任何限制。这种加速装置为高速列车动模型实验工作的展开提供了技术基础。

## 附图说明

[0012] 图 1 是高速列车动模型实验装置俯视图;

[0013] 图 2 是高速列车动模型实验装置正视图；

[0014] 图 3 为牵引活塞和滑动活塞的安装结构示意图。

### 具体实施方式

[0015] 下面参考附图,具体描述本发明的实施例。图 1 和图 2 所示的为本发明的高速列车动模型实验装置的俯视图和正视图。如图 1、2 所示,本发明包括:实验轨道 1 和与实验轨道 1 间隔适当间距平行设置的拖车轨道 2,在本发明实施例中,实验轨道 1 位于拖车轨道 2 的上部,当然,可以是实验轨道 1 设置与拖车轨道 2 的下部或是二者水平平行设置。实验轨道 1 用于运行列车模型 3,拖车轨道 2 用于运行可推着列车模型 3 运行的拖车 4,拖车 4 通过一活塞机构 5 牵引加速。

[0016] 如图 1、3 所示,活塞机构 5 具体包括:牵引索 53、管道 51 和设置在管道 51 内的牵引活塞 52、滑动活塞 55,滑动活塞 55 上开设有轴向延伸的通孔,牵引索 53 的一端连接在拖车 4 上,另一端穿过滑动活塞的通孔与牵引活塞 52 相连。管道 51 包括加速管段 511 和减速管段 512,在加速管段 511 上开设有压缩气体进入的入口 54,在减速管段 512 的始端设置有一个以上的气体泄漏孔 55。

[0017] 在本发明实施例总,实验轨道 1 包括:加速段 11、实验段 12 和减速段 13,拖车轨道 2 与实验段 12 对应的位置设置有拖车减速装置 6,用于当拖车 4 将列车模型 3 加速到预定速度并进入到实验段 12 之后使拖车 4 减速,以使拖车 4 和列车模型相分离,从而使列车 3 已预定的速度进入到实验段 12。实验轨道 1 的减速段 13 的位置设置有列车模型减速装置 7,用于当列车模型 3 完成实验段 12 的行走运行后,将列车模型 3 减速下来。

[0018] 来自空气炮或其它装置的压缩气体突然从入口 54 进入图 1 所示的牵引活塞 52 将加速管段 511 封闭的空间,在本发明实施例中,牵引索 53 穿越的小孔直径要比牵引活塞 52 的直径小大约 10 倍,也可以利用其它的封闭技术,进一步减小这一小孔的漏气特性。由于压缩气体的压力大于大气压力,滑动活塞 55 和牵引活塞 52 两端的压力差迫使滑动活塞 55 和牵引活塞 52 向前做加速运动。在滑动活塞 55 和牵引活塞 52 加速过程中,牵引活塞 52 通过牵引索 53 牵引拖车 4 一起向前运动。在运动过程中,拖车 4 又通过拖或拉带动列车模型 3 一起向前运用。牵引索 53 要具有尽量小的弹性,且牵引活塞 52 和加速管段 511 的密封性也要尽量好。当滑动活塞 55 和牵引活塞 52 运动经过泄气孔 55 后,滑动活塞 55 后的压缩气体通过泄气孔 55 泄掉,牵引活塞 52 尽量不再得到压缩气体的推力,加速过程结束。随之拖车 4 进入拖车减速装置 6。反过来,在拖车 4 的减速过程中,拖车 4 通过牵引索 53 将牵引活塞 52 逐步减速。在拖车 4 开始做减速运动时,列车模型 3 在实验轨道 1 上由于惯性继续向前做近似的匀速运动(这里列车模型 3 和实验轨道 1 的摩擦力相对于列车的惯性动量非常小)。这样,拖车 4 和列车模型 3 自动脱离,列车模型 3 进入实验段 12,可以进行各种相关的测试。最后,列车模型 3 通过实验段 12 后,进入减速段 13,速度逐步减小,直至静止。

[0019] 另外,在拖车 4 减速时,通过牵引索 53 拉动牵引活塞 52 使其减速,在拖车 4 和牵引活塞 52 静止后,牵引索 53 的回弹力将拉动牵引活塞 52 快速向回移动,可能会出现牵引索 53 发生缠绕或是严重编织松懈的情况。通过设置滑动活塞 55,牵引活塞 52 在被拉动回弹时,将动量传递给滑动活塞 55,而牵引活塞 52 则在动量传递后静止不动,滑动活塞 55 向

后移动,这样,牵引索 53 就不会出现因牵引活塞 52 回弹移动而导致的缠绕现象。

[0020] 根据上述工作过程,本发明的具体结构的主要特点和参数如下:

[0021] A) 整个装置中,有上下分布且平行双层轨道:下部为拖车轨道 2,上部为实验轨道 1,其中拖车轨道 2 的长度大于或等于是加速管段 511 和减速管段 512 长度之和,这样保证拖车 4 在加速和减速过程中,牵引活塞 52 始终在管内运动。

[0022] B) 整个装置中,拖车 4 的加速距离和拖车减速装置 6 的距离之和、加速管段 511 和减速管段 512 的长度之和及其牵引索 53 的长度要基本相等。因为这个长度决定了加减速距离的长短。

[0023] C) 整个装置中,拖车 4 加速距离的长度等于加速管段 511 的长度,减速管段 512 的长度等于拖车减速装置 6 的长度。这样保证当拖车 4 的加速过程结束时,滑动活塞 55 和牵引活塞 52 经过泄气孔 55,并且拖车 4 进入拖车减速装置 6。

[0024] D) 列车模型 3 得到的动能依赖于以下多个因素:列车模型 3 的质量、列车模型 3 和实验轨道 1 间的摩擦、加速距离的长度、压缩气体的初始压力、加速管段 511 的直径、拖车 4 的质量、拖车 4 和拖车轨道 2 间的摩擦、压缩气体的压力随时间的变化、牵引索 53 的质量、滑动活塞 55 的质量、牵引活塞 52 的质量、滑动活塞 55 及牵引活塞 52 和加速管段 511 之间的密封特性,压缩气体进入加速管段 511 的角度等有关。优化这些结构部件的品质可以利用较低初始压力的压缩气体使得列车模型 3 得到较大的动能。

[0025] 本实施例中,加、减速管段的直径为 110mm,加速管段 511 的长度为 40 米,减速管段 512 的长度亦为 40 米,对应的拖车 4 加速距离和减速距离的长度亦为 40 米。加速管段 511 的、供牵引索 53 穿越的小孔的直径为 10mm,牵引索 53 的直径亦为 10mm。滑动活塞 55 和牵引活塞 52 的重量分别为 2kg,牵引索 53 的质量为 2.8kg,拖车 4 的重量为 5kg,列车模型 3 的质量为 10kg。拖车 4 为列车模型 3 提供动力的方式为拖车 4 上部的突出物推动列车模型 3 中部的突出物,这样保证拖车进入减速后,列车模型 3 继续匀速前进使两者自然分离。

[0026] 压缩气体来自于一个容积大约 0.28m<sup>3</sup> 的空气炮,压缩气体的释放采用电磁阀迅速降低空气炮大活塞气室的压力来实现的。空气炮的最大充气压力可以高达 50 个以上的大气压。

[0027] 在进入拖车 4 完成加速后、进入拖车减速装置 6 之前,利用光线遮挡方法测量拖车 4 和列车模型 3 的速度。在只有拖车 4、没有拖挂列车模型 3 的情况下和拖车 4 拖挂列车模型 3 的两种状态下,得到的实施结果如表 1 所示:

[0028] 表 1 实施结果

[0029]

空气炮初始压力 (大气压)	列车模型速度 ( km/hour )	列车模型动能 (J)
6	240	22300
6	240	22300
8	303	35336

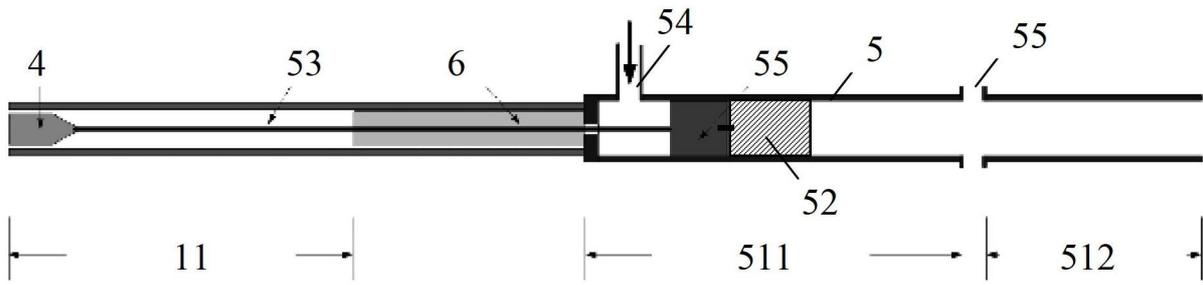


图 1

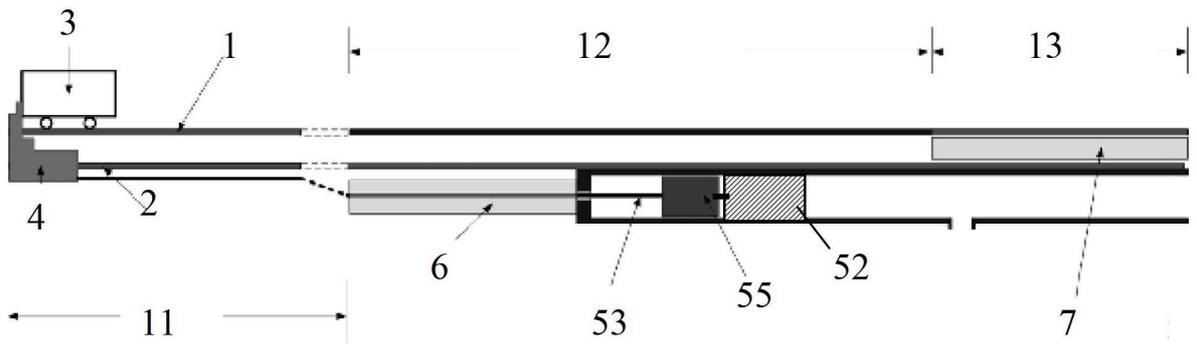


图 2

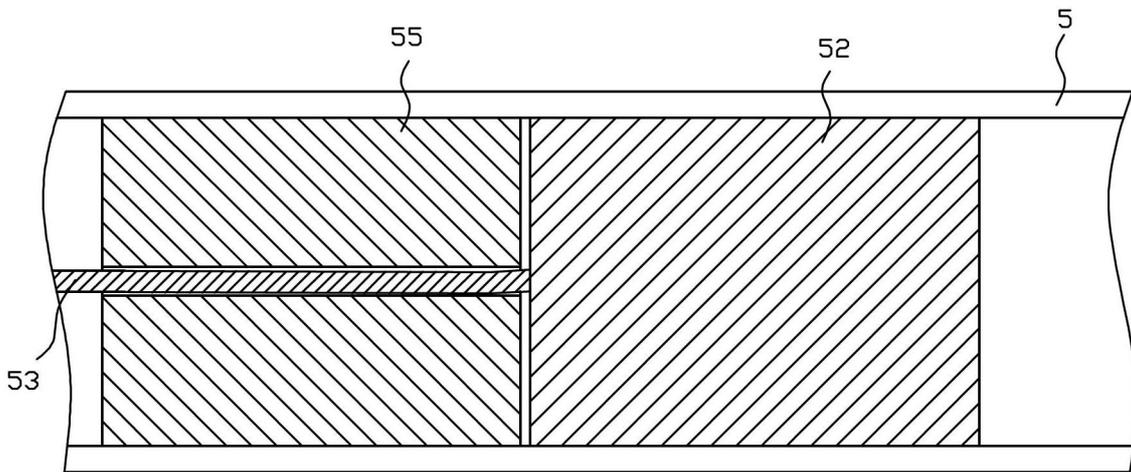


图 3