



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116902027 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202310892351.7

(22) 申请日 2023.07.20

(71) 申请人 卡斯柯信号有限公司

地址 200072 上海市静安区江场路1401弄
21号1101室

(72) 发明人 胡荣华 王亚男 王晓燕 徐烨
刘德伟 潘亮

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限
公司 31225

专利代理师 应小波

(51) Int. Cl.

B61L 23/00 (2006.01)

B60T 8/17 (2006.01)

B60T 8/1763 (2006.01)

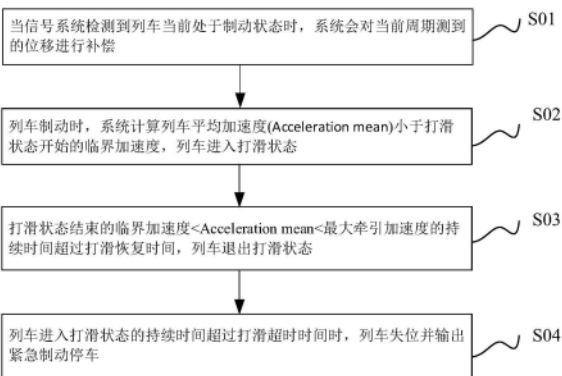
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种列车打滑防护的控制方法、装置、设备
及介质

(57) 摘要

本发明涉及一种列车打滑防护的控制方法、
装置、设备及介质,该方法通过信号系统对列车
制动过程实时监测,自动识别列车进入打滑状态
并进行位移打滑补偿,在列车处于打滑状态的持
续时间超过设定阈值时,对列车进行失位处理并
输出紧急制动停车。与现有技术相比,本发明具
有降低了列车打滑对运营的影响,同时也保障了
运营安全等优点。



1. 一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,该方法通过信号系统对列车制动过程实时监测,自动识别列车进入打滑状态并进行位移打滑补偿,在列车处于打滑状态的持续时间超过设定阈值时,对列车进行失位处理并输出紧急制动停车。

2. 根据权利要求1所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,该方法具体包括以下步骤:

步骤S1,当信号系统检测到列车处于制动状态时,对当前周期测到的位移进行补偿;

步骤S2,信号系统判断列车是否进入打滑状态,若为是,执行步骤S3,否则继续执行步骤S2;

步骤S3,判断列车处于打滑状态的持续时间是否小于打滑超时时间,若为是,执行步骤S4,否则执行步骤S5;

步骤S4,判断列车是否满足打滑状态退出条件,若满足,列车退出打滑状态,否则返回步骤S3;

步骤S5,信号系统判断为列车打滑超时,认为该列车严重故障,对故障列车进行失位处理并输出紧急制动停车。

3. 根据权利要求2所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,所述步骤S1中的补偿,用于确保在列车制动过程中,即使出现打滑后保证列车位置不会超出系统预估的位移范围。

4. 根据权利要求2所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,所述步骤S1中的补偿方式具体为:

当前周期系统软件计算的位移=当前周期里程计测到的位移 $\times$ (1+车辆参数中的最大打滑率)。

5. 根据权利要求4所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,所述列车实际向前运行的距离除以里程计所在车轮的外周转过的距离,小于(1+车辆最大打滑率)。

6. 根据权利要求2所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,所述步骤S2中的信号系统判断列车是否进入打滑状态,具体为:

若信号系统计算的平均加速度小于打滑状态开始的临界加速度时,则认定列车进入打滑状态,其中平均加速度为本周期的加速度和上周期加速度的平均值。

7. 根据权利要求6所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,所述步骤S4中的打滑状态退出条件具体为:

列车稳定打滑状态的持续时间大于打滑恢复时间,其中列车稳定打滑状态的条件为:打滑状态结束的临界加速度 $<$ 系统计算的平均加速度 $<$ 列车在线路上可以达到的最大牵引加速度。

8. 根据权利要求7所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,所述打滑状态开始的临界加速度、打滑状态结束的临界加速度和打滑恢复时间为项目所用车辆经验值。

9. 根据权利要求7所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,所述打滑状态开始的临界加速度、打滑状态结束的临界加速度、打滑超时时间和打滑恢复时间均根据线路情况和车辆性能进行配置。

10. 根据权利要求1所述的一种列车打滑防护的控制方法,其特征在于,该方法在日常运营停车点后方布置有停车信标,在列车接近停车点时进行列车重新定位。

11. 一种用于权利要求1-10任一所述列车打滑防护的控制方法的装置,其特征在于,包括:

位移补偿模块,用于当信号系统检测到列车处于制动状态时,对当前周期测到的位移进行补偿;

打滑状态判断模块,用于信号系统判断列车是否进入打滑状态;

打滑状态持续时间判断模块,用于判断列车处于打滑状态的持续时间是否小于打滑超时时间;

打滑状态退出条件判断模块,用于判断列车是否满足打滑状态退出条件;

列车打滑超时处理模块,用于信号系统判断为列车打滑超时,认为该列车严重故障,对故障列车进行失位处理并输出紧急制动停车。

12. 一种电子设备,包括存储器和处理器,所述存储器上存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1~10中任一项所述的方法。

13. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述程序被处理器执行时实现如权利要求1~10中任一项所述的方法。

一种列车打滑防护的控制方法、装置、设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及列车信号控制系统,尤其是涉及一种列车打滑防护的控制方法、装置、设备及介质。

背景技术

[0002] 在轮轨导向的轨道交通中,车辆的制动方式是靠轮轨间的制动力来实现,由于受到轮轨间黏着系数的限制,当车辆制动力超过轮轨黏着力时,车轮与轨面之间就会发生滑行,通常称之为打滑。

[0003] 列车运营时的环境和人为条件是复杂多变的,轨道(特别是露天和高架区段)粘着系数也会随着雨雪天气、温湿度、车辆喷油、轨面污染和弯道曲度等因素变化而变化,制动时易出现车辆打滑,目前的打滑防护研究主要集中在打滑预防研究和出现打滑事实后进入预设好的雨雪模式,是针对特定环境下,发生打滑事实后,采取对后续运营列车打滑模型进行调整,降低其出现打滑的概率,在环境条件变化后,并未改善打滑事实首次出现的概率。

[0004] 城市轨道交通的车辆普遍不设置自由轴,信号系统(ATC)的测速装置一般安装在制动轴上,在出现制动打滑事实后,使得列车实际速度将严重偏离信号系统预期的速度曲线,经常性会发生列车停车冲标和列车失位,对其它列车追踪和线路运营造成严重影响,有时甚至会造成运营中断,降低了城市轨道交通运营服务质量。

[0005] 经过检索中国专利公开号CN110271521A公开了一种基于信号系统的列车防滑控制方法,具体公开了检测列车运行前方的挡风玻璃上的雨量信息,获得单列车的雨量数据;根据每个轨道区段内多个列车上报的雨量数据,采用卡尔曼滤波方法为每个轨道区段独立计算轨道湿滑状态;根据列车当前的打滑状态、列车常用制动率以及列车所处轨道区段的轨道湿滑状态,预测列车在当前轨道区段以及前方轨道区段的可实现制动率;根据预测列车可实现制动率更新信号系统的ATO列车速度参考曲线。但是对打滑防护,尤其是通过项目配置对打滑事实进行一定的容忍从而实现打滑管理并未涉及。

[0006] 因此如何在不影响安全的情况下,对打滑事实设置一定的容忍,降低列车打滑对运营的影响,成为需要解决的技术问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种列车打滑防护的控制方法、装置、设备及介质。

[0008] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0009] 根据本发明的第一方面,提供了一种列车打滑防护的控制方法,该方法通过信号系统对列车制动过程实时监测,自动识别列车进入打滑状态并进行位移打滑补偿,在列车处于打滑状态的持续时间超过设定阈值时,对列车进行失位处理并输出紧急制动停车。

[0010] 作为优选的技术方案,该方法具体包括以下步骤:

[0011] 步骤S1,当信号系统检测到列车处于制动状态时,对当前周期测到的位移进行补

偿；

[0012] 步骤S2,信号系统判断列车是否进入打滑状态,若为是,执行步骤S3,否则继续执行步骤S2；

[0013] 步骤S3,判断列车处于打滑状态的持续时间是否小于打滑超时时间,若为是,执行步骤S4,否则执行步骤S5；

[0014] 步骤S4,判断列车是否满足打滑状态退出条件,若满足,列车退出打滑状态,否则返回步骤S3；

[0015] 步骤S5,信号系统判断为列车打滑超时,认为该列车严重故障,对故障列车进行失位处理并输出紧急制动停车。

[0016] 作为优选的技术方案,所述步骤S1中的补偿,用于确保在列车制动过程中,即使出现打滑后保证列车位置不会超出系统预估的位移范围。

[0017] 作为优选的技术方案,所述步骤S1中的补偿方式具体为：

[0018] 当前周期系统软件使用的位移=当前周期里程计测到的位移 $\times$ (1+车辆参数中的最大打滑率)。

[0019] 作为优选的技术方案,所述列车实际向前运行的距离除以里程计所在车轮的外周转过的距离,小于(1+车辆最大打滑率)。

[0020] 作为优选的技术方案,所述步骤S2中的信号系统判断列车是否进入打滑状态,具体为：

[0021] 若信号系统计算的平均加速度小于打滑状态开始的临界加速度时,则认定列车进入打滑状态,其中平均加速度为本周期的加速度和上周期加速度的平均值。

[0022] 作为优选的技术方案,所述步骤S4中的打滑状态退出条件具体为：

[0023] 列车稳定打滑状态的持续时间大于打滑恢复时间,其中列车稳定打滑状态的条件为：打滑状态结束的临界加速度 $<$ 系统计算的平均加速度 $<$ 列车在线路上可以达到的最大牵引加速度。

[0024] 作为优选的技术方案,所述打滑状态开始的临界加速度、打滑状态结束的临界加速度、打滑恢复时间和打滑超时时间为项目所用车辆经验值。

[0025] 作为优选的技术方案,所述打滑状态开始的临界加速度、打滑状态结束的临界加速度、打滑超时时间和打滑恢复时间均根据线路情况和车辆性能进行配置。

[0026] 作为优选的技术方案,该方法在日常运营停车点后方布置有停车信标,在列车接近停车点时进行列车重新定位。

[0027] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于所述列车打滑防护的控制方法的装置,包括：

[0028] 位移补偿模块,用于当信号系统检测到列车处于制动状态时,对当前周期测到的位移进行补偿；

[0029] 打滑状态判断模块,用于信号系统判断列车是否进入打滑状态；

[0030] 打滑状态持续时间判断模块,用于判断列车处于打滑状态的持续时间是否小于打滑超时时间；

[0031] 打滑状态退出条件判断模块,用于判断列车是否满足打滑状态退出条件

[0032] 列车打滑超时处理模块,用于信号系统判断为列车打滑超时,认为该列车严重故

障,对故障列车进行失位处理并输出紧急制动停车。

[0033] 根据本发明的第三方面,提供了一种电子设备,包括存储器和处理器,所述存储器上存储有计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现所述的方法。

[0034] 根据本发明的第四方面,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述程序被处理器执行时实现所述的方法。

[0035] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0036] 1) 本发明实现了信号系统对制动过程实时监督,在不影响安全的情况下,对打滑事实进行一定的容忍,降低了列车打滑对运营的影响,同时也保障了运营安全;

[0037] 2) 本发明设计了车辆最大打滑率、打滑状态开始的临界加速度、打滑状态结束的临界加速度和打滑恢复时间,进一步降低了列车打滑对运营的影响;

[0038] 3) 本发明通过对制动状态列车按车辆最大打滑率进行位移补偿,实现了系统对列车正确追踪,保障了运营安全;

[0039] 4) 本发明设计了打滑超时时间,当打滑状态持续时间超过打滑超时时间,即超出了系统的设计性能范围,系统将对打滑列车执行失位处理,实现了打滑列车和后续追踪列车的安全追踪处理,进一步保证了行车安全;

[0040] 5) 本发明在日常运营停车点后方设计了精确定位信标,降低了列车停车冲标的概率。

附图说明

[0041] 图1为本发明的控制方法流程图;

[0042] 图2为本发明的打滑过程中位移补偿图;

[0043] 图3为本发明的运营停车点精确定位信标布置示意图;

[0044] 图4为本发明控制装置的结构示意图。

具体实施方式

[0045] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都应属于本发明保护的范围。

[0046] 如图1所示,本发明提供了一种列车打滑防护的控制方法,列车制动时,系统对列车位移进行补偿,自动识别列车进入和退出打滑状态,在不影响安全的情况下,对打滑事实设置了一定的容忍,降低了列车打滑对运营的影响,同时也保障了运营安全。

[0047] 如图1所示,本发明控制方法,具体包括以下步骤:

[0048] 步骤S1、当信号系统检测到列车当前处于制动状态时,系统会对当前周期测到的位移进行补偿,补偿方式为:当前周期系统软件使用的位移=当前周期里程计测到的位移*(1+a);其中a为车辆参数中的最大打滑率。具体地,列车开始制动,系统就开始过估列车位移,确保任何时刻列车都位于其预估防护包络(TAP)内。

[0049] 步骤S2、信号系统计算的平均加速度(本周期的加速度和上周期加速度的平均值)小于打滑状态开始的临界加速度时,系统判断列车进入打滑状态;

[0050] 步骤S3、列车处于打滑状态的持续时间小于打滑超时时间,且“打滑状态结束的临界加速度<系统计算的平均加速度<列车在线路上可以达到的最大牵引加速度”的持续时间大于打滑恢复时间,信号系统判断列车退出打滑状态;

[0051] 步骤S4、列车处于打滑状态的持续时间>打滑超时时间,信号系统判断为列车打滑超时,系统认为该列车严重故障,对故障列车进行失位处理,输出紧急制动停车。

[0052] 此外本发明方法还具有以下具体实现过程:

[0053] 本发明列车进入制动状态后,信号系统对当前周期测到的位移进行补偿,确保在制动过程中,即使列车出现打滑事实后,保证列车位置不会超出系统预估的位移范围,避免运营列车失位,保障列车安全运行同时降低列车打滑对运营的影响。

[0054] 本发明任何情况下,车辆应确保其实际向前运行的距离除以里程计所在车轮的外周转过的距离,应小于 $(1+\text{车辆最大打滑率})$,确保信号系统对打滑补偿满足列车运行安全。

[0055] 本发明打滑状态开始的临界加速度、打滑状态结束的临界加速度和打滑恢复时间为项目所用车辆经验值,避免列车频繁退出、进入打滑状态。

[0056] 本发明当打滑状态持续时间超过打滑超时时间后,表示列车打滑现象严重,已超出信号系统安全控制列车的范围,通过失位列车确保打滑列车安全停车和扩大后续列车与打滑列车的追踪间隔,保证运营安全。

[0057] 本发明关键参数(打滑状态开始的临界加速度、打滑状态结束的临界加速度、打滑超时时间和打滑恢复时间)均由项目根据其线路情况和车辆性能进行配置,提升了系统灵活性和可用性。

[0058] 本发明在日常运营停车点后方布置有精确停车信标,在列车接近停车点时列车重新定位,确保列车正确停靠在停车点,防止制动或打滑时列车冲标。

[0059] 如图2所示,本发明当列车通过轨旁信标时,系统自动重新初始化步骤S1中过估的列车位移。

[0060] 如图3所示,本发明在停车点后方布置精确停车信标:

[0061] 信标1(距离70~100m):开始施加制动停车;

[0062] 信标2(距离25~30m):对制动过程实时监督,重新初始化位置,检查列车是否能在停车点停车;

[0063] 信标3(1m):对停车位置重新初始化校准。

[0064] 在停车制动过程中,通过多个精确停车信标重定位,精确监督列车停车过程,避免了列车停车冲标。

[0065] 本发明已经被应用于公司全自主化的TRANAVI CBTC信号系统(以下简称CBTC),该系统用于上海地铁17号线、台州市域铁路S1线、郑许市域铁路等10个城市轨道交通线路中,一种列车打滑防护的控制方法,实现了信号系统对制动过程实时监督,在不影响安全的情况下,对打滑事实设置一定程度地容忍,降低了列车打滑对运营的影响,保障了轨道交通运营安全。

[0066] 以上是关于方法实施例的介绍,以下通过装置实施例,对本发明所述方案进行进一步说明。

[0067] 如图4所示,本发明用于实施例1所述列车打滑防护的控制方法的装置,包括:

[0068] 位移补偿模块101,用于当信号系统检测到列车处于制动状态时,对当前周期测到

的位移进行补偿；

[0069] 打滑状态判断模块102,用于信号系统判断列车是否进入打滑状态；

[0070] 打滑状态持续时间判断模块103,用于判断列车处于打滑状态的持续时间是否小于打滑超时时间；

[0071] 打滑状态退出条件判断模块104,用于判断列车是否满足打滑状态退出条件

[0072] 列车打滑超时处理模块105,用于信号系统判断为列车打滑超时,认为该列车严重故障,对故障列车进行失位处理并输出紧急制动停车。

[0073] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,所述描述的模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0074] 本发明电子设备包括中央处理单元(CPU),其可以根据存储在只读存储器(ROM)中的计算机程序指令或者从存储单元加载到随机访问存储器(RAM)中的计算机程序指令,来执行各种适当的动作和处理。在RAM中,还可以存储设备操作所需的各种程序和数据。CPU、ROM以及RAM通过总线彼此相连。输入/输出(I/O)接口也连接至总线。

[0075] 设备中的多个部件连接至I/O接口,包括:输入单元,例如键盘、鼠标等;输出单元,例如各种类型的显示器、扬声器等;存储单元,例如磁盘、光盘等;以及通信单元,例如网卡、调制解调器、无线通信收发机等。通信单元允许设备通过诸如因特网的计算机网络和/或各种电信网络与其他设备交换信息/数据。

[0076] 处理单元执行上文所描述的各个方法和处理,例如方法S1~S4。例如,在一些实施例中,方法S1~S4可被实现为计算机软件程序,其被有形地包含于机器可读介质,例如存储单元。在一些实施例中,计算机程序的部分或者全部可以经由ROM和/或通信单元而被载入和/或安装到设备上。当计算机程序加载到RAM并由CPU执行时,可以执行上文描述的方法S1~S4的一个或多个步骤。备选地,在其他实施例中,CPU可以通过其他任何适当的方式(例如,借助于固件)而被配置为执行方法S1~S4。

[0077] 本文中以上描述的功能可以至少部分地由一个或多个硬件逻辑部件来执行。例如,非限制性地,可以使用的示范类型的硬件逻辑部件包括:现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)、专用标准产品(ASSP)、片上系统(SOC)、复杂可编程逻辑设备(CPLD)等等。

[0078] 用于实施本发明的方法的程序代码可以采用一个或多个编程语言的任何组合来编写。这些程序代码可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器或控制器,使得程序代码当由处理器或控制器执行时使流程图和/或框图所规定的功能/操作被实施。程序代码可以完全在机器上执行、部分地在机器上执行,作为独立软件包部分地在机器上执行且部分地在远程机器上执行或完全在远程机器或服务器上执行。

[0079] 在本发明的上下文中,机器可读介质可以是有形的介质,其可以包含或存储以供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合地使用的程序。机器可读介质可以是机器可读信号介质或机器可读储存介质。机器可读介质可以包括但不限于电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的、或半导体系统、装置或设备,或者上述内容的任何合适组合。机器可读存储介质的更具体示例会包括基于一个或多个线的电气连接、便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或快闪存储器)、光纤、便捷式紧凑盘只读存储器(CD-ROM)、光学储存设备、磁储存设备、或

上述内容的任何合适组合。

[0080] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

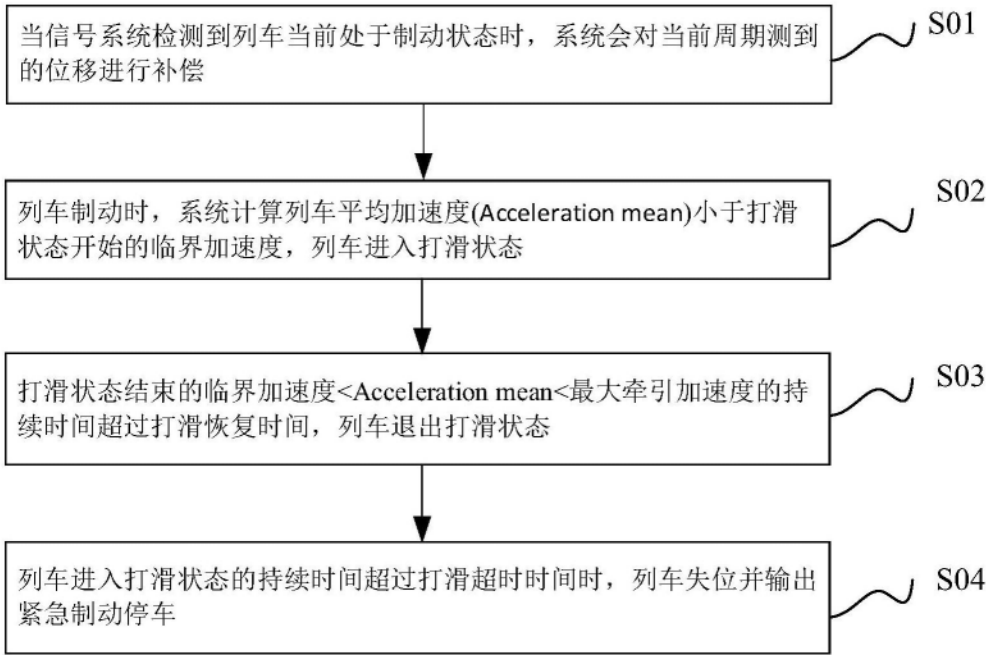


图1

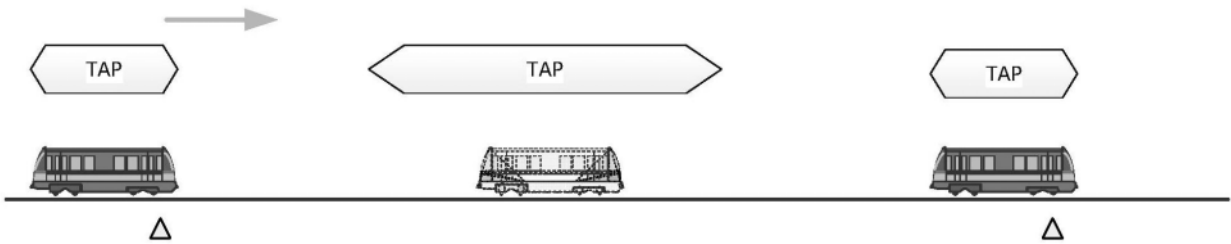


图2

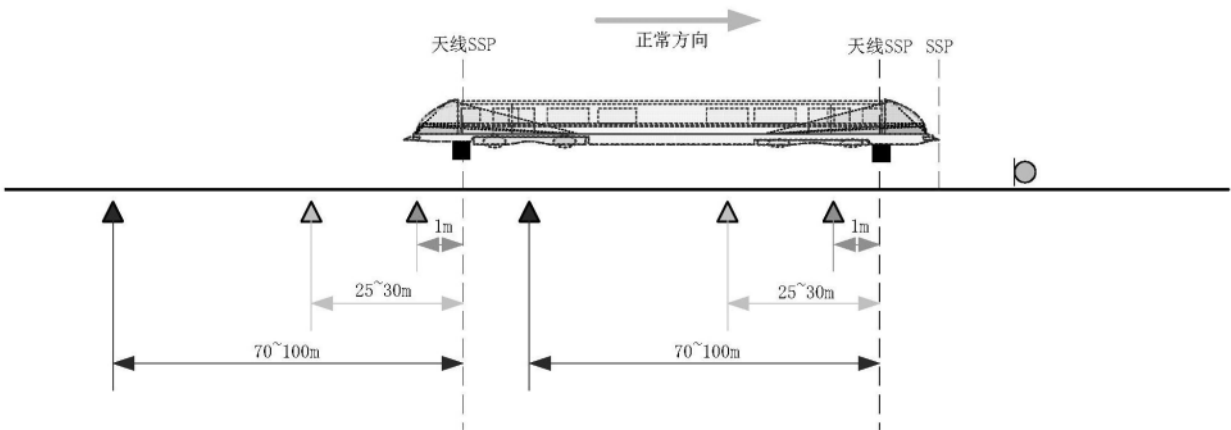


图3



图4