



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103921810 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201410164561. 5

黄蔚等. 高速列车控制中心应用系统. 《铁

(22) 申请日 2014. 04. 23

道通信信号》. 2000, 第 36 卷 (第 05 期),

(73) 专利权人 北京全路通信信号研究设计院集
团有限公司

审查员 刘新旭

地址 100073 北京市丰台区华源一里 18 号

(72) 发明人 秦宝龙 王佳 田元 谭胜
蔡东宝 胡仁强 刘键

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 王宝筠

(51) Int. Cl.

B61L 27/04(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2012-56409 A, 2012. 03. 22,

CN 102951165 A, 2013. 03. 06,

JP 特开 2013-154711 A, 2013. 08. 15,

CN 102267481 A, 2011. 12. 07,

权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

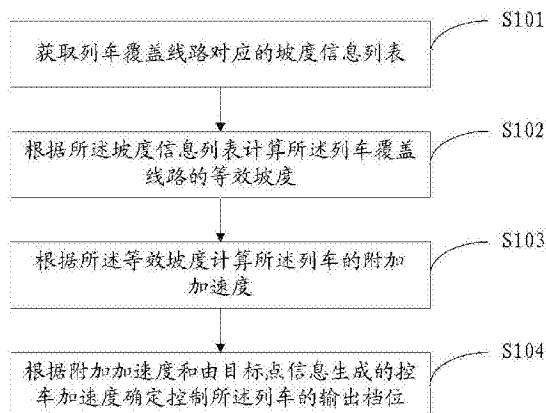
一种列车自动运行系统坡度处理方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种列车自动运行系统坡度处理方法及装置,首先,获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表;然后,根据所述坡度信息列表计算列车覆盖线路的等效坡度;根据所述等效坡度计算列车的附加加速度,进而结合控车算法得到的控车加速度计算出所需施加加速度;最终,根据所述所需施加加速度确定控制所述列车的档位。上述列车自动运行系统坡度处理方法及装置,从整个列车覆盖线路的角度计算等效坡度,能够减小等效坡度与实际坡度的偏差,进而保证ATO的准确、有效控车。

B

CN 103921810



1. 一种列车自动运行系统坡度处理方法, 其特征在于, 所述方法包括 :

获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表 ;

根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度 ;

根据所述等效坡度计算所述列车所需的附加加速度 ;

根据所述附加加速度和由目标点信息生成的控车加速度确定控制所述列车的档位。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表, 具体包括 :

获取预先生成的线路信息 ;

根据所述线路信息和列车位置信息获取列车覆盖线路 ;

从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表 ;

其中, 所述预先生成的线路信息是根据线路的实际坡度数据进行分段, 并采用数学函数 $h = R(x)$ 对每段进行拟合后获得的, x 为在列车运行方向上的位移, h 为所述列车覆盖线路某一点距基准水平面的高度。

3. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表可以用函数组 $R(x)$ 表示, 具体包括 :

$R_1(x), x \in [n_1, n_2]$;

$R_2(x), x \in [n_2, n_3]$;

…… ;

$R_m(x), x \in [n_m, n_{m+1}]$;

其中, m 为所述 $R(x)$ 中包含函数的个数, x 为车上任意点, $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m, n_{m+1}$ 为所述列车覆盖线路上的点, n_1 为车头所在位置, n_{m+1} 为车尾所在位置, $R(x) = (a, b, \dots, n, x)$, a, b, \dots, n 为常量。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述根据坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度, 具体包括 :

根据公式 $[R_m(n_{m+1}) - R_1(n_1)] / (n_{m+1} - n_1)$ 计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 任意一项所述的方法, 其特征在于, 所述根据等效坡度计算所述列车所需的施加加速度, 具体包括 :

根据所述等效坡度计算等效加速度, 作为坡度带来的附加加速度 ;

根据控车算法计算控车加速度 ;

计算所述控车加速度加上所述附加加速度的和, 作为所述列车所需的施加加速度。

6. 一种列车自动运行系统坡度处理装置, 其特征在于, 所述装置包括 :

列表获取单元, 用于获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表 ;

等效坡度计算单元, 用于根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度 ;

附加加速度计算单元, 用于根据所述等效坡度计算所述列车所需的附加加速度 ;

输出档位确定单元, 用于根据所述附加加速度和由目标点信息生成的控车加速度确定控制所述列车的输出档位。

7. 根据权利要求 6 所述的装置, 其特征在于, 所述列表获取单元, 具体包括 :

线路信息获取子单元, 用于获取预先生成的线路信息 ;

列车覆盖线路获取子单元, 用于根据所述线路信息获取列车覆盖线路 ;

列表获取子单元，用于从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表；

其中，所述预先生成的线路信息是根据线路的实际坡度数据进行分段，并采用数学函数 $h = R(x)$ 对每段进行拟合后获得的， x 为在列车运行方向上的位移， h 为所述列车覆盖线路某一点距基准水平面的高度。

8. 根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述列表获取子单元具体用于：

从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表可以用函数组 $R(x)$ 表示，具体包括：

$$R_1(x), x \in [n_1, n_2];$$

$$R_2(x), x \in [n_2, n_3];$$

……；

$$R_m(x), x \in [n_m, n_{m+1}];$$

其中， m 为所述 $R(x)$ 中包含函数的个数， x 为车上任意点， $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m, n_{m+1}$ 为所述列车覆盖线路上的点， n_1 为车头所在位置， n_{m+1} 为车尾所在位置， $R(x) = (a, b, \dots, n, x)$ ， a, b, \dots, n 为常量。

9. 根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述等效坡度计算单元具体用于：

根据公式 $[R_m(n_{m+1}) - R_1(n_1)] / (n_{m+1} - n_1)$ 计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

10. 根据权利要求 6 ~ 9 中任意一项所述的装置，其特征在于，所述所需加速度计算单元，具体用于：

根据所述等效坡度计算等效加速度，作为坡度带来的附加加速度；

根据控车算法计算控车加速度；

计算所述控车加速度加上所述附加加速度的和，作为所述列车的施加加速度。

一种列车自动运行系统坡度处理方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及列车控制技术领域,更具体地说,是涉及一种列车自动运行系统坡度处理方法及装置。

背景技术

[0002] ATO(Automatic Train Operation,列车自动运行)系统是列车自动控制系统中关键的子系统,ATO运行在列车自动防护系统的安全保护下,能够根据运营计划指令,完成对列车的启动、加速、巡航、惰行和制动的控制,实现列车的自动驾驶。比如,根据运营计划指令中的到站时刻、发站时刻、行车时间间隔或旅行速度,并根据不同的线路条件,达到自动调整列车运行的目的。

[0003] 在ATO的应用过程中,经常会遇到带有一定坡度的线路,现有的ATO坡度处理方法具体为:对实际线路坡度信息采用了分段线性化的描述,即把线路分成若干区段,把每个区段坐标进行线性拟合,用拟合出的斜率代表该区段的坡度值;对于列车一般采用质点模型,即在考虑坡度对列车的影响时,把列车当成一个质点来考虑。

[0004] 但是,在现有的ATO坡度处理方法中,由于线路数据中存储的每个区段的固定坡度值与该区段的每个具体点的坡度不一定完全相等,并且由于列车具有一定长度,所以把整个列车覆盖范围的坡度用列车上某一点对应的线路坡度来等效也是很不准确的,这将对ATO的控车产生不利的影响。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种列车自动运行系统坡度处理方法及装置,以克服现有技术中把整个列车覆盖范围的坡度用列车上某一点对应的线路坡度来等效的做法,进而由于坡度偏差将对ATO的控车产生不利的影响的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种列车自动运行系统坡度处理方法,所述方法包括:

[0008] 获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表;

[0009] 根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度;

[0010] 根据所述等效坡度计算所述列车所需的附加加速度;

[0011] 根据所述附加加速度和由目标点信息生成的控车加速度确定控制所述列车的档位。

[0012] 优选地,所述获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表,具体包括:

[0013] 获取预先生成的线路信息;

[0014] 根据所述线路信息和列车位置信息获取列车覆盖线路;

[0015] 从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表;

[0016] 其中,所述预先生成的线路信息是根据线路的实际坡度数据进行分段,并采用数学函数 $h = R(x)$ 对每段进行拟合后获得的, x 为在列车运行方向上的位移, h 为所述列车覆

盖线路某一点距基准水平面的高度。

[0017] 优选地，从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表可以用函数组 $R(x)$ 表示，具体包括：

[0018] $R_1(x), x \in [n_1, n_2]$ ；

[0019] $R_2(x), x \in [n_2, n_3]$ ；

[0020] ……；

[0021] $R_m(x), x \in [n_m, n_{m+1}]$ ；

[0022] 其中， m 为所述 $R(x)$ 中包含函数的个数， x 为车上任意点， $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m, n_{m+1}$ 为所述列车覆盖线路上的点， n_1 为车头所在位置， n_{m+1} 为车尾所在位置， $R(x) = (a, b, \dots, n, x), a, b, \dots, n$ 为常量。

[0023] 优选地，所述根据坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度，具体包括：

[0024] 根据公式 $[R_m(n_{m+1}) - R_1(n_1)] / (n_{m+1} - n_1)$ 计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

[0025] 优选地，所述根据等效坡度计算所述列车所需的附加加速度，具体包括：

[0026] 根据所述等效坡度计算等效加速度，作为坡度带来的附加加速度；

[0027] 根据控车算法计算控车加速度；

[0028] 计算所述控车加速度加上所述附加加速度的和，作为所述列车所需的施加加速度。

[0029] 一种列车自动运行系统坡度处理装置，所述装置包括：

[0030] 列表获取单元，用于获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表；

[0031] 等效坡度计算单元，用于根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度；

[0032] 所需加速度计算单元，用于根据所述等效坡度计算所述列车所需的附加加速度；

[0033] 输出档位确定单元，用于根据所述附加加速度和由目标点信息生成的加速度确定控制所述列车的输出档位。

[0034] 优选地，所述列表获取单元，具体包括：

[0035] 线路信息获取子单元，用于获取预先生成的线路信息；

[0036] 列车覆盖线路获取子单元，用于根据所述线路信息获取列车覆盖线路；

[0037] 列表获取子单元，用于从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表；

[0038] 其中，所述预先生成的线路信息是根据线路的实际坡度数据进行分段，并采用数学函数 $h = R(x)$ 对每段进行拟合后获得的， x 为在列车运行方向上的位移， h 为所述列车覆盖线路某一点距基准水平面的高度。

[0039] 优选地，所述列表获取子单元具体用于：

[0040] 从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表可以用函数组 $R(x)$ 表示，具体包括：

[0041] $R_1(x), x \in [n_1, n_2]$ ；

[0042] $R_2(x), x \in [n_2, n_3]$ ；

[0043] ……；

[0044] $R_m(x), x \in [n_m, n_{m+1}]$ ；

[0045] 其中, m 为所述 $R(x)$ 中包含函数的个数, x 为车上任意点, $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m, n_{m+1}$ 为所述列车覆盖线路上的点, n_1 为车头所在位置, n_{m+1} 为车尾所在位置, $R(x) = (a, b, \dots, n, x), a, b, \dots, n$ 为常量。

[0046] 优选地, 所述等效坡度计算单元具体用于:

[0047] 根据公式 $[R_m(n_{m+1}) - R_1(n_1)] / (n_{m+1} - n_1)$ 计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

[0048] 优选地, 所述所需加速度计算单元, 具体用于:

[0049] 根据所述等效坡度计算等效加速度, 作为坡度带来的附加加速度;

[0050] 根据控车算法计算控车加速度;

[0051] 计算所述控车加速度加上所述附加加速度的和, 作为所述列车的所需施加的加速度。

[0052] 经由上述的技术方案可知, 与现有技术相比, 本发明公开了一种列车自动运行系统坡度处理方法及装置, 首先, 获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表; 然后, 根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度; 根据所述等效坡度计算所述列车的附加加速度, 根据附加加速度和控车算法计算出的加速度合成所需施加加速度; 最终, 根据所述所需施加加速度确定控制所述列车的档位。上述列车自动运行系统坡度处理方法, 从整个列车覆盖线路的角度计算等效坡度, 能够减小等效坡度与实际坡度的偏差, 进而保证ATO的准确、有效控车。

附图说明

[0053] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0054] 图1为本发明实施例一公开的一种列车自动运行系统坡度处理方法的具体流程示意图;

[0055] 图2为本发明实施例二公开的另一种列车自动运行系统坡度处理方法的具体流程示意图;

[0056] 图3为本发明实施例三公开的一种列车自动运行系统坡度处理装置的具体结构示意图。

具体实施方式

[0057] 为了引用和清楚起见, 下文中使用的技术名词的说明、简写或缩写总结如下:

[0058] ATO :Automatic Train Operation, 列车自动运行。

[0059] 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, 所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例, 而不是全部的实施例。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前提下所获得的所有其他实施例, 都属于本发明保护的范围。

[0060] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象, 而不用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的术语在适当情况

下可以互换,这仅仅是描述本发明的实施例中对相同属性的对象在描述时所采用的区分方式。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,以便包含一系列单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于那些单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它单元。

[0061] 由背景技术可知,在现有的ATO坡度处理方法中,由于拟合出的每个区段的坡度值与该区段的实际坡度可能存在偏差,并且,以列车上某一点所在线路的坡度来代表整个列车所在线路的实际坡度也往往存在偏差,这将对ATO的控车产生不利的影响。

[0062] 为此,本发明公开了一种列车自动运行系统坡度处理方法及装置,首先,获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表;然后,根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度;根据所述等效坡度计算所述列车的所需加速度;最终,根据所述所需加速度确定控制所述列车的档位。上述列车自动运行系统坡度处理方法,从整个列车覆盖线路的角度计算等效坡度,能够减小等效坡度与实际坡度的偏差,进而保证ATO的准确、有效控车。

[0063] 有关于上述列车自动运行系统坡度处理方法的具体流程以及上述列车自动运行系统坡度处理装置的具体结构,将通过以下实施例详细说明。

[0064] 实施例一

[0065] 请参阅附图1,为本发明实施例一公开的一种列车自动运行系统坡度处理方法的具体流程示意图,该方法具体包括如下步骤:

[0066] S101:获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表。

[0067] 需要说明的是,列车覆盖线路为整个列车覆盖线路,即从车头所在线路位置至车尾所在线路位置。坡度信息为列车覆盖线路上各小段的实际坡度。

[0068] S102:根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

[0069] 需要说明的是,这里所说的等效坡度指的是整个线路的等效坡度。

[0070] S103:根据所述等效坡度和控车算法计算所述列车所需的附加加速度。

[0071] 这里所说的附加加速度可为正值,也可以为负值。

[0072] S104:根据所述附加加速度和由目标点信息生成的控车加速度确定控制所述列车的输出档位。

[0073] 不同的档位对应不同的列车加速度,在知道列车所需加速度之后,即可根据列车加速度确定所述列车的输出档位。

[0074] 本实施例公开了一种列车自动运行系统坡度处理方法,首先,获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表;然后,根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度;根据所述等效坡度和控车算法计算所述列车的所需加速度;最终,根据所述所需加速度确定控制所述列车的档位。上述列车自动运行系统坡度处理方法,从整个列车覆盖线路的角度计算等效坡度,能够减小等效坡度与实际坡度的偏差,进而保证ATO的准确、有效控车。

[0075] 实施例二

[0076] 请参阅附图2,为本发明实施例二公开的另一种列车自动运行系统坡度处理方法的具体流程示意图,该方法具体包括如下步骤:

[0077] S201:获取预先生成的线路信息。

[0078] 需要说明的是,此处的线路信息,来源是定测时获取到的实际线路坡度数据。对于定测所获取到的实际线路坡度数据,可以根据情况适当地划分若干区段,每个区段可以用

任意数学函数来对实际坡度形状进行拟合,在本实施例中,是以直线和圆弧组合的方式进行拟合,并存储在列车自动运行系统的存储器(具体可为,固态存储器)中,或存储在轨旁设备(例如,应答器)中。ATO可直接从其自身的存储器中获取预先生成的线路数据,或者在运行过程中从应答器等轨旁设备中获取预先生成的线路数据。

[0079] S202:根据所述线路信息和列车位置信息获取列车覆盖线路。

[0080] 需要说明的是,这里所说的列车覆盖线路指的是从列车车头到车尾所覆盖的线路范围。

[0081] S203:从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表。

[0082] 需要说明的是,所述列车覆盖线路对应的坡度信息是根据所述列车覆盖线路的实际坡度数据进行分段,并采用数学函数 $h = R(x)$ 对每段进行拟合后获得的,所述 x 为在列车运行方向上的位移,所述 h 为所述列车覆盖线路某一点距基准水平面的高度。

[0083] 线路信息中还包含列车具体运行线路的坡度信息。所述从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表包括:

[0084] 从所述线路信息中提取函数组 $R(x)$ 作为列车覆盖线路对应的坡度信息列表,所述 $R(x)$ 具体包括:

[0085] $R_1(x), x \in [n_1, n_2];$

[0086] $R_2(x), x \in [n_2, n_3];$

[0087] $\dots\dots;$

[0088] $R_m(x), x \in [n_m, n_{m+1}];$

[0089] 其中, m 为所述 $R(x)$ 中包含函数的个数, x 为车上任意点, $n_1, n_2, n_3, \dots\dots, n_m, n_{m+1}$ 为所述列车覆盖线路上的点, n_1 为车头所在位置, n_{m+1} 为车尾所在位置, $R(x) = (a, b, \dots\dots, n, x), a, b, \dots\dots, n$ 为常量。

[0090] 假定列车长度为 100 米,则从所述线路信息中提取函数组 $R(x)$ 作为列车覆盖线路对应的坡度信息列表,所述 $R(x)$ 具体包括:

[0091] $R_1(x) = 0.001x, x \in [0, 40];$

[0092] $R_2(x) = -0.002x + 0.12, x \in [10, 60];$

[0093] $R_3(x) = \sqrt{10000 - (x - 60)^2} + 100, x \in [60, 100];$

[0094] 其中,车尾位置为 0,车头位置为 100(单位:米) x 为车上任意点距车尾的距离

[0095] S204:根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

[0096] 在本实施例中,可以根据公式 $[R_m(n_{m+1}) - R_1(n_1)] / (n_{m+1} - n_1)$ 计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

[0097] 依然假定列车长度为 100 米,则等效坡度 $R = [R_3(100) - R_1(0)] / (100 - 0) \approx 0.0835$,即列车在当前位置的等效坡度值约为 0.0835。

[0098] S205:根据所述等效坡度计算等效加速度。

[0099] 在列车长为 100 米的情况下,由于等效坡度 R 的存在,由简单的力的分解可知重力加速度在车辆运行方向上的分量为 $g * R \approx 980 \text{cm/s}^2 * 0.0835 \approx 81.82 \text{cm/s}^2$,其中 g 为重力加速度通常取值为 980cm/s^2 。

[0100] S206:根据控车算法计算控车加速度。

[0101] 具体地,可由ATO的控车模块计算控车加速度。控车模块是ATO系统的核心算法部分,主要结合当前位置、目标点信息(目标距离、目标速度、参考减速度等),列车牵引制动性能等因素,实时计算控车加速度a。

[0102] S207:计算所述控车加速度加上所述等效加速度的和,作为所述列车的所需加速度,以列车长度为100米为例,列车的所需加速度为 $a+81.82\text{cm/s}^2$ 。

[0103] S208:根据所述所需加速度确定控制所述列车的档位。

[0104] 需要说明的是,可以从牵引制动力表中查询与所述所需加速度对应的档位作为控制所述列车的输出档位。

[0105] 本实施例中,采用等效坡度的概念,依据线路信息和列车定位信息,能够更加精确地定量实时计算出坡度对行车的影响,为ATO控车过程提供了更真实的坡度输入,从而可以带来更舒适的乘坐体验。

[0106] 上述本发明公开的实施例中详细描述了方法,对于本发明的方法可采用多种形式的装置实现,因此本发明还公开了一种装置,下面给出具体的实施例进行详细说明。

[0107] 实施例三

[0108] 请参阅附图3,为本实施例三公开的一种列车自动运行系统坡度处理装置的具体结构示意图,该装置具体包括如下单元:

[0109] 列表获取单元11,用于获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表。

[0110] 等效坡度计算单元12,用于根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

[0111] 所需加速度计算单元13,用于根据所述等效坡度计算所述列车所需的附加加速度。

[0112] 输出档位确定单元14,用于根据所述附加加速度和由目标点信息生成的加速度确定控制所述列车的输出档位。

[0113] 需要说明的是,所述列表获取单元,具体包括:线路信息获取子单元,用于获取预先生成的线路信息;

[0114] 列车覆盖线路获取子单元,用于根据所述线路信息获取列车覆盖线路;

[0115] 列表获取子单元,用于从所述线路信息中提取所述列车覆盖线路对应的坡度信息列表;

[0116] 其中,所述列车覆盖线路对应的坡度信息是根据所述列车覆盖线路的实际坡度数据进行分段,并采用数学函数 $h = R(x)$ 对每段进行拟合后获得的,所述x为在列车运行方向上的位移,所述h为所述列车覆盖线路某一点距基准水平面的高度。

[0117] 所述列表获取子单元具体用于:

[0118] 从所述线路信息中提取函数组 $R(x)$ 作为列车覆盖线路对应的坡度信息列表,所述 $R(x)$ 具体包括:

[0119] $R_1(x), x \in [n_1, n_2]$;

[0120] $R_2(x), x \in [n_2, n_3]$;

[0121];

[0122] $R_m(x), x \in [n_m, n_{m+1}]$;

[0123] 其中,m为所述 $R(x)$ 中包含函数的个数,x为车上任意点, $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m, n_{m+1}$

为所述列车覆盖线路上的点, n_1 为车头所在位置, n_{m+1} 为车尾所在位置, $R(x) = (a, b, \dots, n, x)$, a, b, \dots, n 为常量。

[0124] 所述等效坡度计算单元具体用于:

[0125] 根据公式 $[R_m(n_{m+1}) - R_1(n_1)] / (n_{m+1} - n_1)$ 计算所述列车覆盖线路的等效坡度。

[0126] 所述所需加速度计算单元, 具体用于:

[0127] 根据所述等效坡度计算等效加速度;

[0128] 根据控车算法计算控车加速度;

[0129] 计算所述控车加速度加上所述等效加速度的和, 作为所述列车的所需加速度。

[0130] 进一步需要说明的是, 有关上述单元的具体功能实现已经在方法实施例中详细说明, 本实施例不再赘述, 具体请参见方法实施例中的相关描述。

[0131] 综上所述:

[0132] 本发明公开了一种列车自动运行系统坡度处理方法及装置, 首先, 获取列车覆盖线路对应的坡度信息列表; 然后, 根据所述坡度信息列表计算所述列车覆盖线路的等效坡度; 根据所述等效坡度计算所述列车的所需加速度; 最终, 根据所述所需加速度确定控制所述列车的档位。上述列车自动运行系统坡度处理方法, 从整个列车覆盖线路的角度计算等效坡度, 能够减小等效坡度与实际坡度的偏差, 进而保证ATO的准确、有效控车。

[0133] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述, 每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处, 各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言, 由于其与实施例公开的方法相对应, 所以描述的比较简单, 相关之处参见方法部分说明即可。

[0134] 另外需说明的是, 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的, 其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的, 作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元, 即可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。另外, 本发明提供的装置实施例附图中, 模块之间的连接关系表示它们之间具有通信连接, 具体可以实现为一条或多条通信总线或信号线。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下, 即可以理解并实施。

[0135] 通过以上的实施方式的描述, 所属领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件加必需的通用硬件的方式来实现, 当然也可以通过专用硬件包括专用集成电路、专用CPU、专用存储器、专用元器件等来实现。一般情况下, 凡由计算机程序完成的功能都可以很容易地用相应的硬件来实现, 而且, 用来实现同一功能的具体硬件结构也可以是多种多样的, 例如模拟电路、数字电路或专用电路等。但是, 对本发明而言更多情况下软件程序实现是更佳的实施方式。基于这样的理解, 本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来, 该计算机软件产品存储在可读取的存储介质中, 如计算机的软盘, U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等, 包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机, 服务器, 或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的方法。

[0136] 综上所述, 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对上

述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

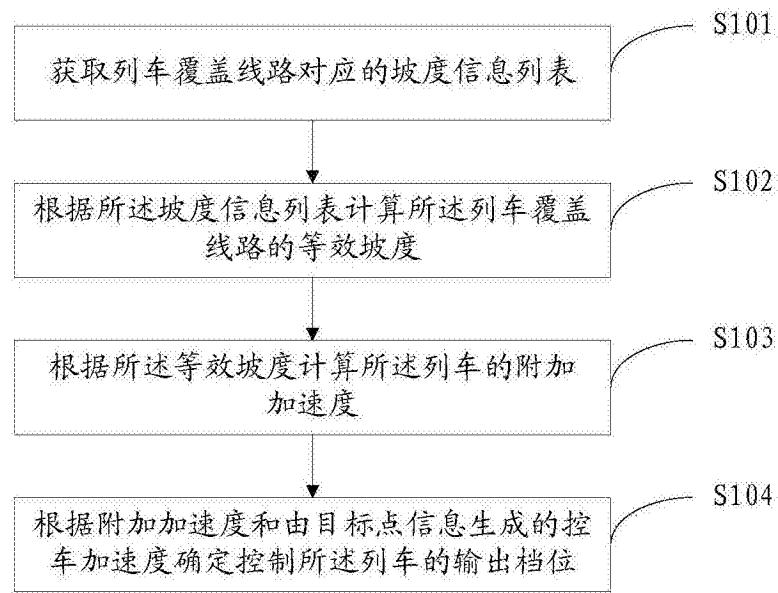


图 1

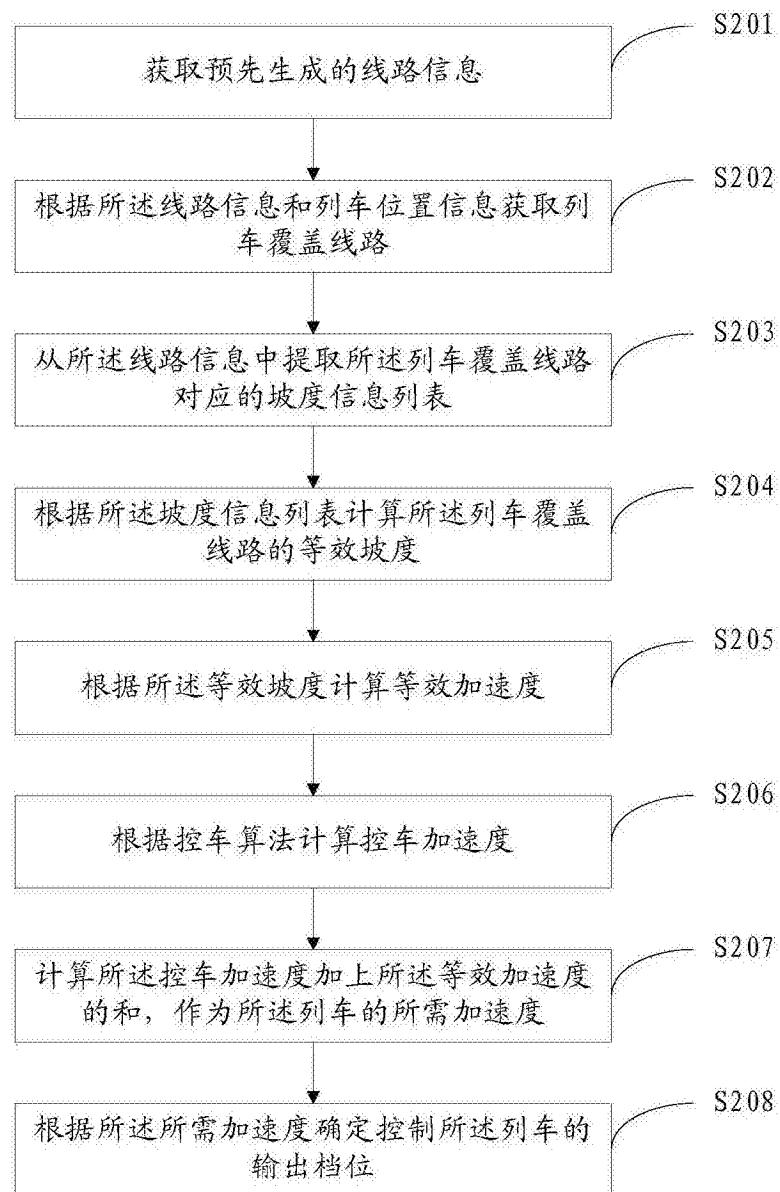


图 2

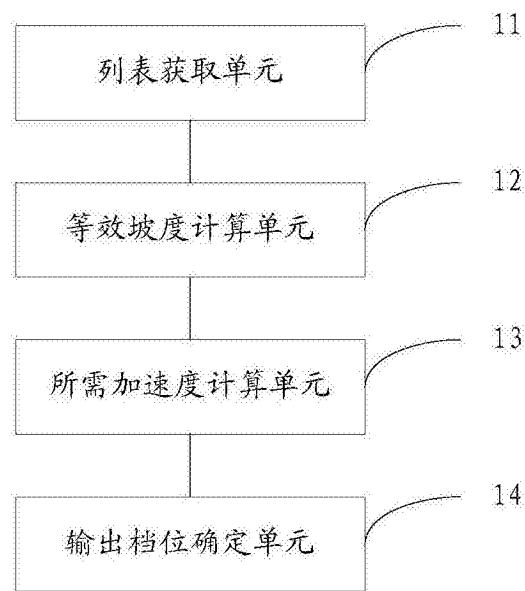


图 3