



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103661487 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201210364338. 6

(22) 申请日 2012. 09. 26

(71) 申请人 同方威视技术股份有限公司

地址 100084 北京市海淀区双清路同方大厦
A座2层

(72) 发明人 李巨轩 孙尚民 胡煜 喻卫丰

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001

代理人 马永利 李家麟

(51) Int. Cl.

B61L 1/00 (2006. 01)

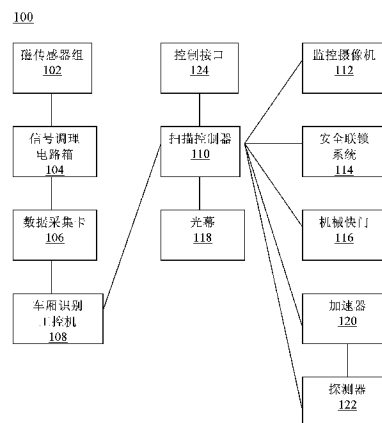
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

具有改进的辐射防护的列车安全检查系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了具有改进的辐射防护的列车安全检查系统与方法。所述系统包括：磁传感器组(102)，用于采集列车车轮的信号；信号调理电路箱(104)，用于得到规则的脉冲信号序列；数据采集卡(106)，用于计算列车的速度和轴距；车厢识别工控机(108)，用于进行车厢类型的判别以及计算车厢的钩挡信号；加速器(120)，用于产生并发射X射线，对列车车厢进行扫描；探测器(122)，用于接收穿过列车车厢的X射线而产生电信号；机械快门(116)，用于遮挡加速器(120)的X射线；扫描控制器(110)，用于控制加速器(120)的工作以及机械快门(116)的打开和关闭。本发明极大地提高了系统可靠性和检查效率。



1. 一种列车安全检查系统,其特征在于包括:

磁传感器组(102),其被安装在 X 射线束流中心两边一定范围的区域内的铁轨内侧上,用于采集列车车轮的信号,每个磁传感器组包括三个磁传感器;

信号调理电路箱(104),用于对输入的磁传感器信号序列进行整形和电平变换以得到规则的脉冲信号序列;

数据采集卡(106),用于根据输入的脉冲信号序列中的各个脉冲的到来时刻,计算列车的速度和轴距;

车厢识别工控机(108),用于根据来自数据采集卡(106)的列车速度和轴距信息,使用系统数据库中已知分节流程对轴距进行分节,并使用系统数据库中已知的车型判别流程来对已分节的轴距进行车厢类型的判别,以及计算车厢的钩档信号;

加速器(120),用于产生并发射 X 射线,对列车车厢进行扫描;

探测器(122),用于接收穿过列车车厢的 X 射线而产生电信号;

机械快门(116),其被安装在加速器(120)前面,用于遮挡加速器(120)的 X 射线;以及

扫描控制器(110),用于根据从车厢识别工控机(108)接收的列车的车厢类型和钩档信号,在扫描流程中控制加速器(120)的工作以及机械快门(116)的打开和关闭,以便实现对列车中的机车和客车车厢的避让控制。

2. 根据权利要求 1 所述的列车安全检查系统,其特征在于还包括:

一对光幕(118),其被设置在扫描通道的出口处,用于检测在所述出口处是否有列车通过,

其中,所述扫描控制器(110)在扫描流程中控制机械快门(116)的打开还要根据光幕(118)的检测结果。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的列车安全检查系统,其特征在于还包括:

监控摄像机(112),其被安装在距离 X 射线束流中心最远的磁传感器组附近,用于在所述磁传感器组检测到有列车通过时提示操作人员确认是否为货车,以便确定是否启动扫描流程。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的列车安全检查系统,其特征在于还包括:

安全联锁系统(114),用于在确认扫描之后,由安全联锁钥匙打到闭合状态以使安全联锁系统就绪。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的列车安全检查系统,其特征在于:

每个磁传感器组包括两个工作磁传感器和一个冗余磁传感器。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的列车安全检查系统,其特征在于:

第一磁传感器组距离 X 射线束流中心为 3.6 — 4 米。

7. 根据权利要求 6 所述的列车安全检查系统,其特征在于:

第二磁传感器组距离 X 射线束流中心为 100 米。

8. 根据权利要求 7 所述的列车安全检查系统,其特征在于:

第三磁传感器组距离 X 射线束流中心为 300 — 500 米。

9. 根据权利要求 1 所述的列车安全检查系统,其特征在于:

磁传感器组包括上行磁传感器组 and 下行磁传感器组。

10. 根据权利要求 9 所述的列车安全检查系统,其特征在于还包括:

两对光幕,其中在扫描通道的入口和出口处各设置一对光幕,用于分别检测在所述入口和出口处是否有列车通过,

其中,所述扫描控制器在扫描流程中控制机械快门的打开还要根据光幕的检测结果。

11. 一种列车安全检查方法,其特征在于包括:

在 X 射线束流中心两边一定范围的区域内的铁轨内侧上安装磁传感器组(102)以采集列车车轮的信号,其中每个磁传感器组包括三个磁传感器;

对磁传感器信号序列进行整形和电平变换以得到规则的脉冲信号序列;

根据脉冲信号序列中的各个脉冲的到来时刻,计算列车的速度和轴距;

根据列车速度和轴距信息,使用系统数据库中已知分节流程对轴距进行分节,并使用系统数据库中已知的车型判别流程来对已分节的轴距进行车厢类型的判别,以及计算车厢的钩档信号;以及

根据列车的车厢类型和钩档信号,在扫描流程中控制加速器(120)的工作以及机械快门(116)的打开和关闭,以便实现对列车中的机车和客车车厢的避让控制,

其中,加速器(120)产生并发射 X 射线,对列车车厢进行扫描,穿过列车车厢的 X 射线由探测器(122)接收以产生电信号;机械快门(116)被安装在加速器(120)前面,用于遮挡加速器(120)的 X 射线。

12. 根据权利要求 11 所述的列车安全检查方法,其特征在于还包括:

利用设置在扫描通道的出口处的一对光幕(118)检测在所述出口处是否有列车通过,其中,在扫描流程中控制机械快门的打开还要根据光幕的检测结果。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的列车安全检查方法,其特征在于还包括:

在距离 X 射线束流中心最远的磁传感器组附近安装监控摄像机(112),以在所述磁传感器组检测到有列车通过时提示操作人员确认是否为货车,以便确定是否启动扫描流程。

14. 根据权利要求 11 或 12 所述的列车安全检查方法,其特征在于还包括:

在确认扫描之后,由安全联锁钥匙将安全联锁系统(114)打到闭合状态以使安全联锁系统就绪。

15. 根据权利要求 11 或 12 所述的列车安全检查方法,其特征在于:

每个磁传感器组包括两个工作磁传感器和一个冗余磁传感器。

16. 根据权利要求 11 或 12 所述的列车安全检查方法,其特征在于:

第一磁传感器组距离 X 射线束流中心为 3.6 — 4 米。

17. 根据权利要求 16 所述的列车安全检查方法,其特征在于:

第二磁传感器组距离 X 射线束流中心为 100 米。

18. 根据权利要求 17 所述的列车安全检查方法,其特征在于:

第三磁传感器组距离 X 射线束流中心为 300 — 500 米。

19. 根据权利要求 11 所述的列车安全检查方法,其特征在于:

磁传感器组包括上行磁传感器组 and 下行磁传感器组。

20. 根据权利要求 19 所述的列车安全检查方法,其特征在于还包括:

在扫描通道的入口和出口处各设置一对光幕,以分别检测在所述入口和出口处是否有列车通过,

其中,在扫描流程中控制机械快门(116)的打开还要根据光幕的检测结果。

具有改进的辐射防护的列车安全检查系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及安全检查领域,尤其涉及列车安全检查。

背景技术

[0002] 随着世界各国贸易往来的急剧增加以及国际安全形势的日益严峻,各国都在不断加强海关、航空及边检卡口的货物安全检查力度。整编列车的货运安全检查系统在各国的陆路口岸有着非常重要的作用。由于它是不开箱检查,因此极大地提高了口岸的货物通关速度。

[0003] 列车安全检查系统属于一种被动式扫描模式,即列车司机驾驶整编列车经过扫描通道,检查系统通过控制放射源产生 X 射线对整个列车进行扫描,然后利用探测器接收穿过列车的 X 射线而产生电信号,并送到数据处理中心,在数据处理中心经过处理之后形成扫描图像,从而完成对列车的不开箱检查。在整个检查过程中,对有司机的机车以及对混编在货运列车中的客车车厢进行避让,以保护车上人员的辐射安全。

[0004] 目前,世界上的列车安全检查系统所采用的方法是在铁轨两边安装几对光电传感器,利用车厢和车厢之间的连接空档区域来区分车厢节数,以便避让机车和客车车厢。由于这种办法不对机车、客车车厢和货车车厢进行区分,因此在扫描流程中,为了保护列车司机的辐射安全,要求检查人员与前方车站紧密配合,以便确认将要被检查的列车信息(比如有几节机车,尾部是否有机车,车厢总节数等等),从而使得控制系统能够提前计算车厢节数,以便避让机车和客车车厢。而且,由于光电传感器受阳光、雨雪、昆虫、灰尘、油污等外部环境的干扰较大,因此容易发生误操作,所以维护人员每天都要做光电传感器的清洁工作,非常不方便。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供具有改进的辐射防护的列车安全检查系统及方法。

[0006] 为此,根据本发明的第一方面,提供一种列车安全检查系统。所述列车安全检查系统包括:磁传感器组,其被安装在 X 射线束流中心两边一定范围的区域内的铁轨内侧上,用于采集列车车轮的信号,每个磁传感器组包括三个磁传感器;信号调理电路箱,用于对输入的磁传感器信号序列进行整形和电平变换以得到规则的脉冲信号序列;数据采集卡,用于根据输入的脉冲信号序列中的各个脉冲的到来时刻,计算列车的速度和轴距;车厢识别工控机,用于根据来自数据采集卡的列车速度和轴距信息,使用系统数据库中已知分节流程对轴距进行分节,并使用系统数据库中已知的车型判别流程来对已分节的轴距进行车厢类型的判别,以及计算车厢的钩档信号;加速器,用于产生并发射 X 射线,对列车车厢进行扫描;探测器,用于接收穿过列车车厢的 X 射线而产生电信号;机械快门,其被安装在加速器前面,用于遮挡加速器的 X 射线;以及扫描控制器,用于根据从车厢识别工控机接收的列车的车厢类型和钩档信号,在扫描流程中控制加速器的工作以及机械快门的打开和关闭,以

便实现对列车中的机车和客车车厢的避让控制。

[0007] 根据本发明的第二方面,提供一种列车安全检查方法。所述列车安全检查方法包括:在 X 射线束流中心两边一定范围的区域内的铁轨内侧上安装磁传感器组以采集列车车轮的信号,其中每个磁传感器组包括三个磁传感器;对磁传感器信号序列进行整形和电平变换以得到规则的脉冲信号序列;根据脉冲信号序列中的各个脉冲的到来时刻,计算列车的速度和轴距;根据列车速度和轴距信息,使用系统数据库中已知分节流程对轴距进行分节,并使用系统数据库中已知的车型判别流程来对已分节的轴距进行车厢类型的判别,以及计算车厢的钩档信号;以及根据列车的车厢类型和钩档信号,在扫描流程中控制加速器的工作以及机械快门的打开和关闭,以便实现对列车中的机车和客车车厢的避让控制,其中,加速器产生并发射 X 射线,对列车车厢进行扫描,穿过列车车厢的 X 射线由探测器接收以产生电信号;机械快门被安装在加速器前面,用于遮挡加速器的 X 射线。

[0008] 通过利用上述的列车安全检查系统及方法,极大地提高了系统可靠性和检查效率。而且,由于利用了车厢识别工控机提供的列车信息,因此不需要和前方车站提前确认列车信息。同时,磁传感器可适应各种恶劣条件,维护成本很低,不需要维护人员现场值守。

附图说明

[0009] 通过结合附图来阅读后面的具体实施方式,可以更好地理解本发明的特征和优点,其中在附图中用相同的附图标记表示相同或相似的元件,并且附图中的元件不一定是按比例绘制的。在附图中:

- 图 1 是示出根据本发明一个实施例的列车安全检查系统的示意框图;
- 图 2 是示出用于单向扫描的磁传感器组的布置的一个例子的示意图;
- 图 3 是示出用于双向扫描的磁传感器组的布置的一个例子的示意图;
- 图 4 是示出根据本发明一个实施例的计算列车的速度和轴距的原理的示意图;
- 图 5 是示出根据本发明一个实施例的列车分节处理原理的示意图;
- 图 6 是示出根据本发明一个实施例的列车分节处理的示意流程图;
- 图 7 是示出根据本发明一个实施例的列车车厢类型判断的示意流程图;
- 图 8 是示出根据本发明一个实施例的列车钩档处理原理的示意图;以及
- 图 9 是示出根据本发明一个实施例的列车安全检查系统的一部分的平面示意图。

具体实施方式

[0010] 下面将结合附图详细说明本发明的各个实施例。

[0011] 参考图 1,其中示出根据本发明一个实施例的列车安全检查系统 100 的示意框图。所述列车安全检查系统 100 包括磁传感器组 102、信号调理电路箱 104、数据采集卡 106、车厢识别工控机 108、扫描控制器 110、监控摄像机 112、安全联锁系统 114、机械快门 116、光幕 118、加速器 120、探测器 122、以及控制接口 124。

[0012] 磁传感器组 102 被安装在整个检查系统的 X 射线束流中心两边一定范围的区域内的铁轨内侧上,用于采集列车车轮的信号。每组磁传感器包括三个磁传感器,其中两个是工作磁传感器,一个是冗余磁传感器。在同一组磁传感器中,磁传感器之间的间距约为 150—300 毫米,这取决于铁道枕木的实际间距和车厢的最小轴距。

[0013] 根据本发明的一个实施例,如果检查系统 100 是单向扫描,则设置 4 组磁传感器。图 2 示出只能在列车上行方向(在图中为从左至右的方向)上进行扫描的磁传感器组的布置的一个例子的示意图。S0、S1、S2 分别是在束流中心 0 点左侧 400 米、100 米、4 米处的上行磁传感器组,用于采集在上行方向上行驶的列车车轮产生的信号。磁传感器组 S2 被安装在距离束流中心 4 米的位置是基于如下考虑:磁传感器组 S2 用来发送钩档信号(正如后面描述的那样),由于车厢最后一个车轮到钩档的距离近似为 3.6—4 米,因此磁传感器组 S2 可以被安装在距离束流中心 0 点 3.6—4 米的位置,例如 4 米。磁传感器组 S1 被安装在距离束流中心 0 点 100 米的位置是基于如下考虑:检查系统 100 中设计扫描列车的最大速度是 8 米/秒,由于加速器 120 从加磁高压到稳定一般需要 6—8 秒的时间,因此对于 8 米/秒或者甚至更快一点速度的列车而言需要 100 米左右的距离来稳定。磁传感器组 S0 被安装在距离束流中心 0 点 400 米的位置是基于如下考虑:从 400 米处的磁传感器组 S0 到 100 米处的磁传感器组 S1 有 300 米的距离,由于检查系统 100 中设计扫描列车的最大速度是 8 米/秒,因此 300 米的距离可以给操作人员大约 40 秒的时间以便让其通过监控摄像机 112 确认客货车并操作鼠标点击按钮,根据现场情况,可以将磁传感器组 S0 与束流中心 0 点之间的距离控制在 400 ± 100 米,即 300—500 米。X0 是在束流中心 0 点右侧 100 米处的磁传感器组,用于检测下行方向(在图中为从右至左的方向)的来车以防止意外。

[0014] 根据本发明的一个实施例,如果检查系统 100 是双向扫描,则设置 6 组磁传感器。图 3 示出在列车上行方向(在图中为从左至右的方向)和下行方向(在图中为从右至左的方向)上均能进行扫描的磁传感器组的布置的一个例子的示意图。S0、S1、S2 分别是在束流中心 0 点左侧 400 米、100 米、4 米处的上行磁传感器组,用于采集在上行方向上行驶的列车车轮产生的信号。X0、X1、X2 分别是在束流中心 0 点右侧 400 米、100 米、4 米处的下行磁传感器组,用于采集在下行方向上行驶的列车车轮产生的信号。磁传感器组 S0/X0、S1/X1、S2/X2 的安装位置离束流中心 0 点的距离的选择所基于的考虑分别与前面在单向扫描布置中磁传感器组 S0、S1、S2 的安装位置离束流中心 0 点的距离的选择所基于的考虑相同。由于磁传感器组中 1、2、3 号磁传感器的方向与检测列车到来的方向相一致,因此上行磁传感器组 S0、S1、S2 中的 1、2、3 号磁传感器的顺序与下行磁传感器组 X0、X1、X2 中的 1、2、3 号磁传感器的顺序是相反的。

[0015] 磁传感器的工作原理类似于一个磁铁。当列车的机车和各节车厢的每个车轮顺序地经过磁传感器组中的各个磁传感器时,车轮切割磁传感器磁力线,于是根据列车速度的不同,这些磁传感器便输出具有不同幅度的电压信号,从而提供磁传感器信号序列。

[0016] 所述磁传感器信号序列通过传输线缆被传送到信号调理电路箱 104。信号调理电路箱 104 在对所述磁传感器信号序列进行整形和电平变换后得到规则的脉冲信号序列,所述脉冲信号序列被提供给数据采集卡 106。

[0017] 数据采集卡 106 根据输入的脉冲信号序列中的各个脉冲的到来时刻,计算列车的速度和轴距。

[0018] 列车的速度和轴距的计算方法的原理如图 4 所示。对于每组 3 个磁传感器,利用其中任意两个就能计算出列车的速度和轴距,另外一个磁传感器用于冗余和备份,使得当某个磁传感器丢失信号时,依然能够正确测量出列车的速度和轴距。

[0019] 在图 4 中,Z 轴线表示一条铁轨,在该铁轨上仅示出一个磁传感器组中的两个工作

磁传感器 a 和 b。c1 是磁传感器 a 和 b 之间的距离,例如为 150 — 300 毫米,这要根据铁道枕木的实际间距和列车车厢的最小轴距而定。在图 4 中的第二和三条轴线即轴线 a 和 b 上,以时序图的形式表示一节车厢(通常,一节车厢例如有 4 根车轴)行驶通过磁传感器 a 和 b 后采集到的相应的车轮脉冲信号。具体而言,在轴线 a 上表示的是磁传感器 a 产生的 4 个车轮脉冲信号 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 ;在轴线 b 上表示的是磁传感器 b 产生的类似的 4 个车轮脉冲信号 L_1' 、 L_2' 、 L_3' 、 L_4' 。

[0020] 在图 4 中, a 和 b 轴线上的第一个脉冲之间的时间差对应于车轮经过铁轨上的一段已知距离(例如两个相邻磁传感器之间的距离 c1)。假设车轮经过这段距离 c1 所用的时间为 t1,则根据物理学求速度的公式:

$$v=c1/t1 \quad (\text{公式 1})$$

便可计算出列车的速度。

[0021] 根据轴距的下列计算公式可计算出轴距 h:

$$\text{轴距 } h = \frac{v1+v2}{2} \cdot t2 \quad (\text{公式 2})$$

其中, v1 是上一个车轮到达的速度, v2 是当前车轮到达的速度, t2 是这两个车轮通过铁轨上同一个磁传感器的时间间隔。

[0022] 回来继续参考图 1, 车厢识别工控机 108 接收来自数据采集卡 106 的列车速度和轴距信息, 使用系统数据库中已知分节流程对轴距进行分节, 并使用系统数据库中已知的车型判别流程来对已分节的轴距进行车厢类型的判别, 以及计算车厢的钩档信号。

[0023] “分节”是指将采集到的一列火车的一系列轴距数据按照真实的一节一节的车厢加以分开。现在国内大部分列车车厢的轴数为 4 轴、5 轴、6 轴和 8 轴。它们的轴距满足以下 3 条规律:

规律 1: 车厢的轴距关于车厢的中心点左右互相对称, 如图 5 所示, 机车中的 $L_{1,2}=L_{5,6}$ 、 $L_{2,3}=L_{4,5}$, 车厢 1 中的 $L_{7,8}=L_{9,10}$ (其中 $L_{i,j}$ 是指第 i 个车轮与第 j 个车轮之间的距离, 下同);

规律 2: 一辆车的第一个车轮到最后一个车轮的距离大于 7 米, 如图 5 所示, 机车中的 $L_{1,6}>7$ 米, 车厢 1 中的 $L_{7,10}>7$ 米;

规律 3: 两转向架之间的轴距大于钩档处的轴距, 钩档处的轴距大于转向架的轴距, 例如如图 5 的机车中的 $L_{3,4}>L_{6,7}>L_{1,2}$, 车厢 1 中的 $L_{8,9}>L_{10,11}>L_{7,8}$ 。

[0024] 当然, 除上述之外, 也完全会出现等于其他正整数的轴数的车厢。只要按照本发明的原理, 就可以十分容易地将它们的轴距规律分析出来, 补充到上面的已知轴距规律中一起使用。

[0025] 列车轴距分节的方法如图 6 的流程图所示。

[0026] 系统初始化: 将 T、N 置 1, i 置 0。T 表示第 T 个轴距之前的列车轴距已经被分成一节一节的单节车厢, N 表示当前正利用第 N 个轴距开始划分车厢, i 表示当前还没有进行划分的轴距的个数。

[0027] 读取 1 条轴距信息: 当一列火车的两个车轮通过一组磁传感器时, 与这组磁传感器相连的数据采集卡马上就能计算出一个轴距信息, 并把它发送给车厢识别工控机。车厢识别工控机读取这条轴距信息, 相应可进行划分的轴距的个数 i 就加 1。

[0028] 满足 4 轴规律: 将轴距的 3 条规律应用在 4 轴上, 即如果是 4 轴车的话必须满足以

下 4 条规律：

规律 1：第 N 个轴距值是否约等于第 $N + 2$ 个轴距值，即第 N 个轴距值与第 $N + 2$ 个轴距值的差的绝对值是否小于 100 毫米；

规律 2：第 N 、 $N+1$ 、 $N + 2$ 这三个轴距的和是否大于 7000 毫米；

规律 3：第 $N + 1$ 个轴距值是否大于第 $N + 3$ 个轴距值；

规律 4：第 $N + 3$ 个轴距值是否大于第 N 个轴距值。

[0029] 当 $i \leq 2$ 时，即当前还没有进行划分的轴距的个数小于 3 时，因为可供分析的数据不足，所以不做 4 轴规律分析。

[0030] 当 $i = 3$ 时，即当前还没有进行划分的轴距的个数等于 3 时，可以对第 N 到第 $N+3$ 这 3 个轴距进行规律 1 和规律 2 的分析。如果不满足，则认为当前这样划分不符合 4 轴规律；如果满足，则认为当前这样划分可能符合 4 轴规律，继续等待下一个轴，即 $i = 4$ 。

[0031] 当 $i \geq 4$ ，即当前还没有进行划分的轴距的个数超过 3 时，检查第 N 到第 $N+3$ 这 4 个轴距是否满足前述的 4 条规律。如果满足，则认为符合 4 轴规律；如果不满足，则认为不符合 4 轴规律。

[0032] 满足 5 轴规律：类似于 4 轴规律，将轴距的 3 条规律应用在 5 轴上，即如果是 5 轴车的话必须满足以下 5 条规律：

规律 1：第 N 个轴距值是否约等于第 $N + 3$ 个轴距值，即第 N 个轴距值与第 $N + 3$ 个轴距值的差的绝对值是否小于 100 毫米；

规律 2：第 $N + 1$ 个轴距值是否约等于第 $N + 2$ 个轴距值，即第 $N + 1$ 个轴距值与第 $N + 2$ 个轴距值的差的绝对值是否小于 100 毫米；

规律 3：第 N 、 $N+1$ 、 $N + 2$ 、 $N + 3$ 这四个轴距的和是否大于 7000 毫米；

规律 4：第 $N + 1$ 个轴距值是否大于第 $N + 4$ 个轴距值；

规律 5：第 $N + 4$ 个轴距值是否大于第 N 个轴距值。

[0033] 当 $i \leq 3$ 时，因为可供分析的数据不足，所以不做 5 轴规律分析。当 $i = 4$ 时，可以进行规律 1、2、3 的分析。当 $i \geq 5$ ，进行 5 条规律分析。如果满足，则认为符合 5 轴规律；如果不满足，则认为不符合 5 轴规律。

[0034] 满足 6 轴规律：类似于 4 轴规律，将轴距的 3 条规律应用在 6 轴上，即如果是 6 轴车的话必须满足以下 5 条规律：

规律 1：第 N 个轴距值是否约等于第 $N + 4$ 个轴距值，即第 N 个轴距值与第 $N + 4$ 个轴距值的差的绝对值是否小于 100 毫米；

规律 2：第 $N + 1$ 个轴距值是否约等于第 $N + 3$ 个轴距值，即第 $N + 1$ 个轴距值与第 $N + 3$ 个轴距值的差的绝对值是否小于 100 毫米；

规律 3：第 N 到第 $N + 4$ 这五个轴距的和是否大于 7000 毫米；

规律 4：第 $N + 2$ 个轴距值是否大于第 $N + 5$ 个轴距值；

规律 5：第 $N + 5$ 个轴距值是否大于第 N 个轴距值。

[0035] 当 $i \leq 3$ 时，因为可供分析的数据不足，所以不做 6 轴规律分析。当 $i = 4$ 时，可以进行规律 2 的分析。当 $i = 5$ 时，可以进行规律 1、2、3、4 的分析。当 $i \geq 6$ ，进行 5 条规律分析。如果满足，则认为符合 6 轴规律；如果不满足，则认为不符合 6 轴规律。

[0036] 满足 8 轴规律：类似于 4 轴规律，将轴距的 3 条规律应用在 8 轴上，即如果是 8 轴

车的话必须满足以下 6 条规律：

规律 1：第 N 个轴距值是否约等于第 $N + 6$ 个轴距值，即第 N 个轴距值与第 $N + 6$ 个轴距值的差的绝对值是否小于 100 毫米；

规律 2：第 $N + 1$ 个轴距值是否约等于第 $N + 5$ 个轴距值，即第 $N + 1$ 个轴距值与第 $N + 5$ 个轴距值的差的绝对值是否小于 100 毫米；

规律 3：第 $N + 2$ 个轴距值是否约等于第 $N + 4$ 个轴距值，即第 $N + 2$ 个轴距值与第 $N + 4$ 个轴距值的差的绝对值是否小于 100 毫米；

规律 4：第 N 到第 $N + 6$ 这七个轴距的和是否大于 7000 毫米；

规律 5：第 $N + 3$ 个轴距值是否大于第 $N + 7$ 个轴距值；

规律 6：第 $N + 7$ 个轴距值是否大于第 N 个轴距值。

[0037] 当 $i \leq 4$ 时，因为可供分析的数据不足，所以不做 8 轴规律分析。当 $i = 5$ 时，可以进行规律 3 的分析。当 $i = 6$ 时，可以进行规律 2、3 的分析。当 $i = 7$ 时，可以进行规律 1、2、3、4 的分析。当 $i \geq 8$ ，进行 6 条规律分析。如果满足，则认为符合 8 轴规律；如果不满足，则认为不符合 8 轴规律。

[0038] 所有规律都不满足：即所有 4、5、6、8 轴规律都不满足。

[0039] $N=N+1$ ：如果所有规律都不满足， $N=N+1$ ，即下一次从第 $N+1$ 个轴开始划分； $i=i-1$ ，即还没有划分的轴距的个数减 1。即第 N 个轴无法用来划分，暂时先放在一边，此时 T 将不等于 N 。然后下一个流程开始后重新进行 4、5、6、8 轴规律分析。

[0040] 将第 T 到第 N 个轴距分为一节车厢：如果进行规律分析的时候发现满足要求，那么就可以确定当前这几个轴距值为一节车厢的轴距值和该节车厢的轴数，将第 N 到第 $N+$ 车厢轴数 - 1 个轴分为一节车厢。例如满足 4 轴规律，那么第 N 、 $N+1$ 、 $N+2$ 、 $N + 3$ 为一节 4 轴车的 4 个轴距值，车厢轴数为 4。

[0041] 将第 T 个轴到第 N 个轴分为一节车厢：如果 $T=N$ ，即前面没有无法划分的轴距值，则不用进行这一步。如果 $T>N$ ，即前面有无法划分的轴距值，那么就将前面没有划分出来的轴距值划分为一节车厢，即将第 T 个轴距到第 $N - 1$ 个轴距值划分为一节车厢。

[0042] $N=N+$ 车厢轴数：因为前面的轴距值已经划分完毕了，所以下一次从第 $N+$ 车厢轴数个轴开始划分。 $i=i-$ 车厢轴数，即还没有划分的轴距的个数减少了车厢轴数个； $T=N$ ，即表示前 $N+$ 车厢轴数 - 1 个轴距已划分完毕，不存在没有划分的轴距值了。

[0043] 下面结合图 5 给出列车轴距分节方法的实例。

[0044] 例如，当如图 5 所示的一列火车通过本发明的系统的一组磁传感器时，一共 14 个车轮将依次产生 13 个轴距信息。假如磁传感器对应的数据采集卡所测得的轴距信息序列为 1802、1803、8378、1796、1792、4233、1762、7538、1753、2895、1756、7530、1769，单位为毫米。从第 1 个轴距“1802”开始，当累积读到第 3 个轴时，检查一下 4 轴规律，显然前 3 个轴距值不满足 4 轴规律的前 3 个轴的规律，如此依次进行，当累积读取 6 个轴时，进行 6 轴规律检查发现满足要求： $1802 \approx 1792$ ， $1803 \approx 1796$ ， $1802 + 1803 + 8378 + 1796 + 1792 > 7000$ ， $8378 > 4233 > 1802$ 。因此，可以将 1802、1803、8378、1796、1792、4233 分为一节车厢。然后从第 7 个轴距“1762”开始，显然第 7 到 10 这四个轴满足 4 轴规律，因此也可以分为一节车厢，最后剩下的就分为最后一节车厢。

[0045] 在火车通过时，由于各种可能的原因，例如火车振动的影响，可能会造成有一个轴

的信号丢失的情况。例如当如图 5 所示的由三节车厢构成的一列火车通过一组磁传感器时,第 5 个车轮的信号丢失了,那么一共 14 个车轮将依次产生 12 个轴距信息,假如磁传感器对应的数据采集卡所测得的轴距信息序列为 1802、1803、8378、3588、4233、1762、7538、1753、2895、1756、7530、1769 (共 12 个轴距,原来的第 4、第 5 个轴距值合成一个轴距值,单位为毫米)。设流程从第 1 个轴距“1802”开始,当进行 4、5、6、8 轴规律检查时,发现都不满足要求。于是将第一个轴距值先放在一边,从第 2 个轴距值“1803”开始重新进行规律分析,发现又不满足要求,然后再从第 3 个轴距值进行分析……如此依次进行,当到第 6 个轴距“1762”开始,发现第 6 到 9 这四个轴满足 4 轴规律,因此也可以分为一节车厢,将前面没有划分的第 1 到第 5 个轴距划分为一节车厢,最后剩下的就分为最后一节车厢。

[0046] 在对轴距进行分节之后,再使用系统数据库中已知的车型判别流程来对已分节的轴距进行车厢类型的判别。图 7 是列车单节车厢类型判断流程图。

[0047] 通过分析现在国内正在运行的列车车轮的轴距数据,得出以下规律:当一节车厢的第一个轴距小于 1500 毫米时,该节车厢为货车车厢;当一节车厢的第一个轴距和第三个轴距都小于 2000 毫米时,该节车厢为货车车厢;如果第一个轴距大于或等于 2000 毫米而第三个轴距大于 2000 毫米,该节车厢为机车;如果第一个轴距大于或等于 2000 毫米而第二个轴距小于 8000 毫米,该节车厢为机车;如果第一个轴距大于或等于 2000 毫米而第二个轴距大于或等于 8000 毫米,该节车厢为客车车厢。

[0048] 因此,以上述的规律为准则,车厢识别工控机 108 在工作中便可以根据所获取的一节车厢的轴距数据,正确无误地分析判断出该节车厢的类型,即机车、货车车厢或客车车厢。

[0049] 当然,随着今后车厢类型的增加,可能出现不符合条件的车型,因此系统利用了数据库技术。例如,在车厢识别工控机 108 中就设有一个数据库。将特殊的车型的轴距信息事先输入数据库中,判断时,首先查找数据库,如果符合数据库中的车型,则该车厢为数据库中标明的类型,如果数据库中没有,再按规律分析。

[0050] 车厢识别工控机 108 还需要计算车厢的钩档信号以供扫描控制器 110 使用。钩档部分是指前后两节车厢的连接部。

[0051] 为了提供每节车厢与该节车厢之前的车厢之间的钩档中心(即图 8 中的 Q 点)到达 X 射线束流中心位置的准确时刻,在列车上的每一个钩档中心(Q 点)到达 X 射线束流中心位置之前,需要适当提前一个时间段发出一个钩档信号给扫描控制器 110。

[0052] 如图 8 所示,S2 表示磁传感器组,G 表示磁传感器组 S2 与 X 射线束流中心的距离。L 表示后一节车厢的第一个轴距。如果用 D 表示前后两节车厢的钩档距(前一车厢的最后一个车轮和后一节车厢的第一个车轮之间的距离),则图中所示的 $D/2$ 就是该钩档距的 $1/2$ 。Q 表示该钩档距的中心点。

[0053] 磁传感器组 S2 被安装在距 X 射线束流中心 3.6 — 4 米处。每节车厢的第一轴距(转向架轴距)通常小于 1900 毫米,钩档距一般不超过 3400 毫米,默认钩档中心为钩档距的中心点。所以当后一节车厢的第二个车轮压过磁传感器时,由于 $G - (D/2) - L$ 很小,因此可以认为在这段距离内列车的速度 V 是匀速的。根据前面已经应用过的速度计算公式 1,可以计算出钩档中心何时到达 X 射线束流中心。设该节车厢第二个车轮到达 S2 的时刻为 $T1$,并且在时刻 $T1$ 应该准时发出所述钩档信号。也就是说,在时刻 $T1$ 发出的该钩档信号中应

该包含延时 T。该延时 T 可以表明:所述钩档中心将在比该时刻 T1 延迟了一个延时 T 的时刻 T2 (T2=T1+T) 到达 X 射线束流中心位置。G 的具体值是已知的(其被存储在系统数据库中)。另外,以下三个量,即火车速度 V、第二节车厢的第一轴距 L、第一节车厢的最末车轴与第一节车厢的第一个车轴的轴距 D,现在都是已知的,因此,只要按照以下公式即可计算 T:

$$T = \frac{G - (D/2) - L}{V} \quad (\text{公式3})$$

回来继续参考图 1,扫描控制器 110 根据从车厢识别工控机 108 接收的列车的车厢类型和钩档信号,在扫描流程中控制加速器的工作以及机械快门的打开和关闭,以便实现对列车中的机车和客车车厢的避让控制。

[0054] 监控摄像机 112 被安装在距离 X 射线束流中心最远的磁传感器组 102 (例如图 2 中的磁传感器组 S0,图 3 中的磁传感器组 S0、X0) 附近,用于在磁传感器组 102 检测到有列车通过时提示操作人员对列车通过监控摄像机 112 进行人工确认。

[0055] 机械快门 116 被安装在加速器 120 前面,用于遮挡加速器 120 的 X 射线。机械快门 116 是一个长方形铅块,由电磁推杆推动,可以迅速移动。当机械快门 116 关闭时,X 射线不能进入扫描通道,扫描通道是安全的;而当机械快门 116 打开时,X 射线可以进入扫描通道。术语“扫描通道”又称检查通道,是指整个辐射防护区的入口到出口的一段铁路通道。

[0056] 在扫描通道的出口处设置一对光幕 118。光幕能够检测侵入到光幕之间的物体,因此该对光幕 118 检测在扫描通道的出口处是否有列车通过。

[0057] 安全联锁系统 114 包括位于检查系统的操作台的安全联锁钥匙、位于加速器舱的加速器舱门限位开关、位于设备舱的设备舱门限位开关、以及位于控制柜的安全联锁允许有效继电器。安全联锁钥匙、加速器舱门限位开关、设备舱门限位开关、以及安全联锁允许有效继电器一起构成安全联锁回路以控制加速器 120 的高压接触器线圈。只有当安全联锁回路处于闭合状态时,加速器 120 的高压接触器线圈才能吸合,从而加速器 120 才能出束。安全联锁钥匙控制安全联锁回路的闭合与断开。安全联锁钥匙是一个开关,当将该钥匙打到闭合状态时,则安全联锁回路闭合,而当将该钥匙打到断开状态时,则安全联锁回路断开。

[0058] 加速器 120 产生并发射 X 射线,对列车车厢进行扫描。探测器 122 接收穿过列车车厢的 X 射线而产生电信号。所述电信号被送到数据处理中心(未示出),在数据处理中心经过处理之后形成扫描图像,从而完成对列车的不开箱检查。

[0059] 控制接口 124 显示和操作控制界面,其包括例如显示器、键盘、鼠标等等。

[0060] 下面参考图 9,其中示出根据本发明一个实施例的列车安全检查系统的一部分 900 的平面示意图。

[0061] 在整个检查系统的 X 射线束流中心两边各 400 米的区域内的铁轨内侧上安装了 6 个磁传感器组 S0、S1、S2、X0、X1、X2,每个磁传感器组均包括 3 个磁传感器。S0、S1、S2 分别是在束流中心 O 点左侧 400 米、100 米、4 米处的上行磁传感器组,用于采集在上行方向(在图中为从左至右的方向)上行驶的列车车轮产生的信号。X0、X1、X2 分别是在束流中心 O 点右侧 400 米、100 米、4 米处的下行磁传感器组,用于采集在下行方向(在图中为从右至左的方向)上行驶的列车车轮产生的信号。由于所述检查系统包括上行磁传感器组和下行磁传感器组,因此既能够对在上行方向上行驶的列车进行扫描,也能够对在下行方向上行驶的

列车进行扫描,即能够实现双向扫描。

[0062] 在 X 射线束流中心 0 点左右两侧 400 米处的磁传感器组 S0、X0 附近各安装了一个监控摄像机 AM1、AM2。当此处的磁传感器组检查到有列车通过时,可提示操作人员对列车通过监控摄像机 AM1、AM2 进行人工确认。

[0063] 扫描通道的入口和出口分别在束流中心 0 点左右两侧 10 米处,如图 9 中所示。在扫描通道的入口和出口处分别设置了一对光幕,用于分别检测在扫描通道的入口和出口处是否有列车通过,以作为避让机车和客车车厢的硬件确认信号。

[0064] 在作为辐射源的加速器的机头前面安装了机械快门,用于遮挡加速器的 X 射线。机械快门是一个长方形铅块,由电磁推杆推动,可以迅速移动。当机械快门关闭时, X 射线不能进入扫描通道,扫描通道是安全的;而当机械快门打开时, X 射线可以进入扫描通道。

[0065] 加速器用于产生并发射 X 射线,对列车车厢进行扫描。探测器接收穿过列车车厢的 X 射线而产生电信号。所述电信号被送到数据处理中心(未示出),在数据处理中心经过处理之后形成扫描图像,从而完成对列车的不开箱检查。

[0066] 所述列车安全检查系统还包括未示出的信号调理电路箱、数据采集卡、车厢识别工控机、扫描控制器、控制接口、安全联锁系统,这些部件与图 1 中的相同部件类似,因此这里不再重复对其的描述。

[0067] 下面给出图 9 的列车安全检查系统的扫描流程的实例。

[0068] 假设有一列在上行方向上行驶的列车。当该列车到达在束流中心 0 点左侧 400 米处的磁传感器组 S0 时,在控制接口上的控制界面弹出对话框,提示操作人员有列车到达,请人工确认是否为货车。操作人员通过查看在磁传感器组 S0 附近的监控摄像机 AM1 所拍摄的监视视频确认是货车之后,点击货车对话框以初步启动扫描流程。

[0069] 当该列车到达在束流中心 0 点左侧 100 米处的磁传感器组 S1 时,车厢识别工控机根据来自磁传感器的信息自动地识别机车、客车车厢和其他各种车厢类型,并将识别结果实时地发送到扫描控制器。扫描控制器根据识别结果信息,在控制接口上的控制界面弹出对话框,请操作人员再次确认是否进行扫描。只有当操作人员确认扫描,并将安全联锁钥匙打到闭合状态以使安全联锁系统就绪之后,检查系统才正式进入扫描流程。安全联锁系统就绪是指安全联锁回路处于闭合状态。此时,机车还没有通过束流中心,但是加速器必须提前加磁高压以进入稳定阶段,而加速器电子枪高压不用加。这时候加速器并没有进入真正的出束阶段,但是电子枪阴极射线管有漂移电子,加速器已有少量 X 射线产生。因此,为了防止该少量 X 射线进入扫描通道,扫描控制器将位于加速器机头前面的机械快门控制为关闭状态以便挡住 X 射线。

[0070] 当该列车到达在束流中心 0 点左侧 4 米处的磁传感器组 S2 时,车厢识别工控机根据来自磁传感器的信息计算机车和其他车厢的钩档信号。当该列车的机车经过了束流中心 0 点时,扫描控制器根据列车的钩档信号,控制加速器打开加速器的电子枪高压,加速器开始出束,此时遮挡在机头前面的机械快门也同时打开。为了进一步提高辐射防护的安全性,机械快门的打开条件还要求在扫描通道的出口处的光幕已检测到机车车头,即机车车头已到达扫描通道出口的光幕处。

[0071] 打开快门分为两种情况。一种情况是,对于 1 个机车,根据机车的长度和速度来计算延时时间,并在延时时间之后立即打开快门。另一种情况是,对于 2 个或更多个机车,根

据机车的长度、数量和速度来计算延时时间，并在延时时间之后立即打开快门。

[0072] 上面以机车为例进行了说明，其同样也适用于客车车厢。而且，上面是以在上行方向上行驶的列车为例进行了说明，在下行方向上行驶的列车的扫描流程也是类似的。

[0073] 在上述的列车安全检查系统以及相应的扫描流程中，由于采用了自动避让、人工和硬件确认的方式，因此极大地提高了系统可靠性和检查效率。即使操作人员误操作，由于有磁传感器和光幕的硬件确认，也不会误扫描机车和客车车厢。而且，由于利用了车厢识别工控机提供的列车信息，因此不需要和前方车站提前确认列车信息。同时，磁传感器可适应各种恶劣条件，维护成本很低，不需要维护人员现场值守。

[0074] 以上参考附图示出并描述了本发明的实施例，但是本发明不限于此。显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种修改、变型和替换而不脱离本发明的精神和范围。因此，只要本发明的这些修改、变型和替换属于本发明的权利要求书及其等同技术方案的范围之内，则本发明也意图包含这些修改、变型和替换。

100

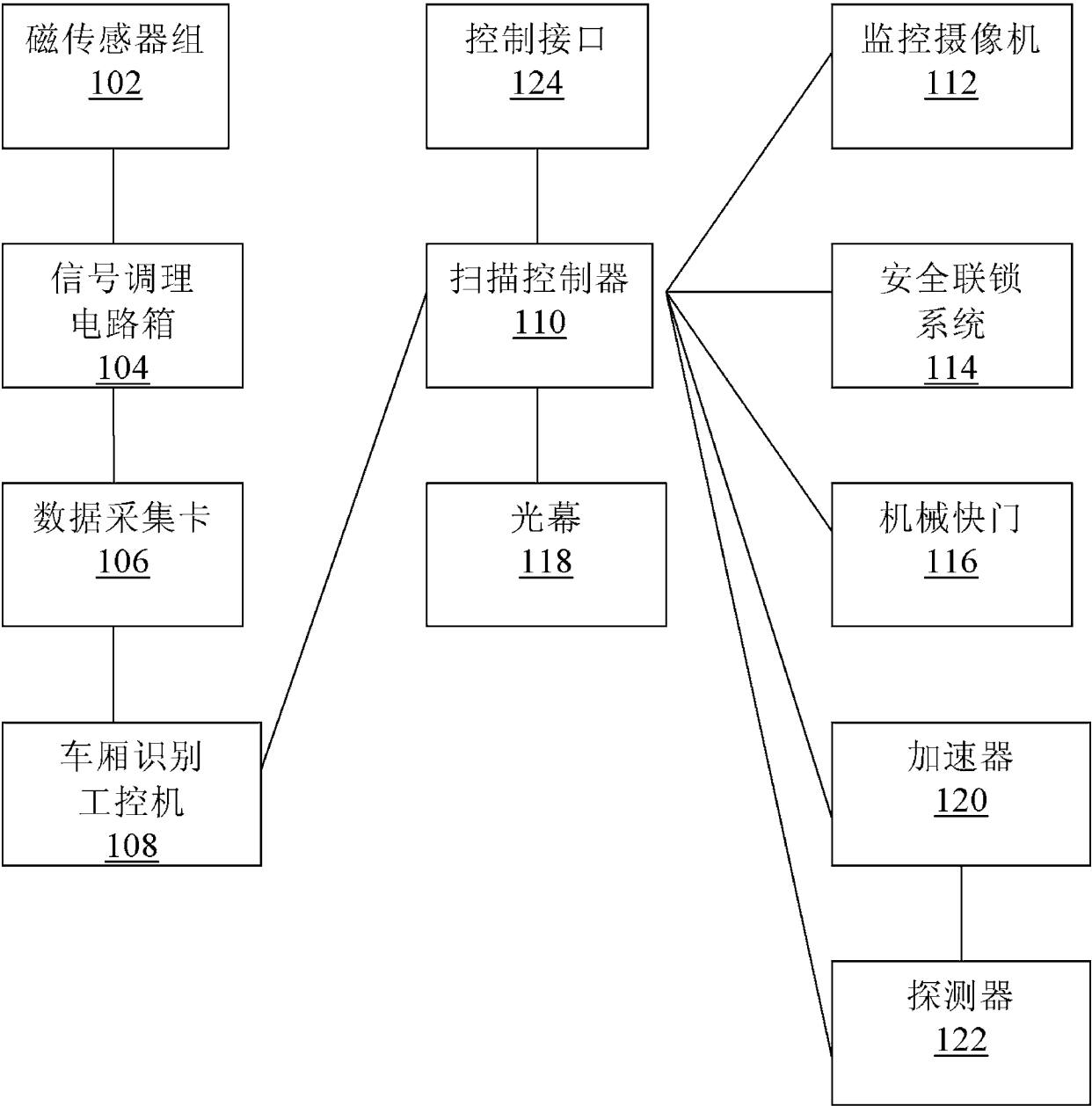


图 1

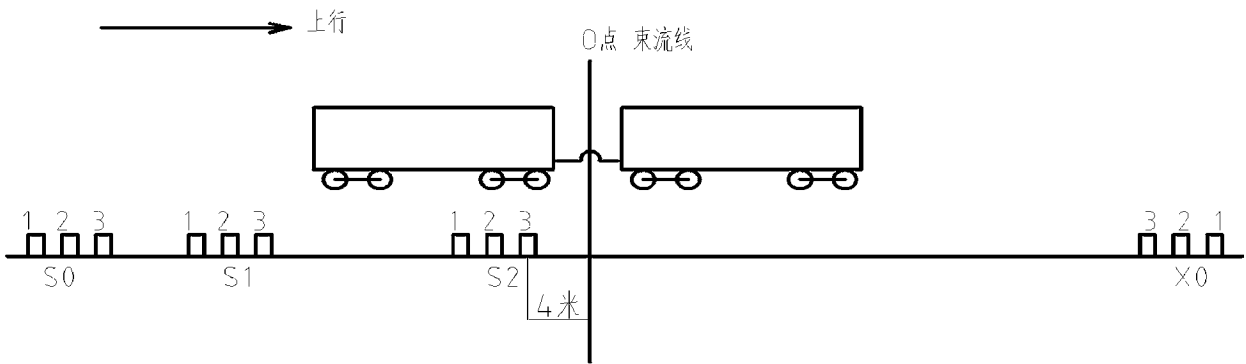


图 2

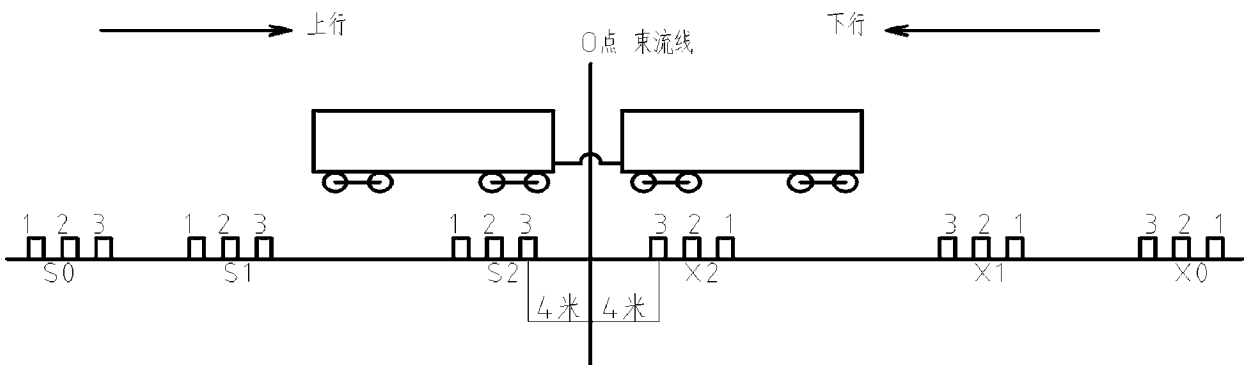


图 3

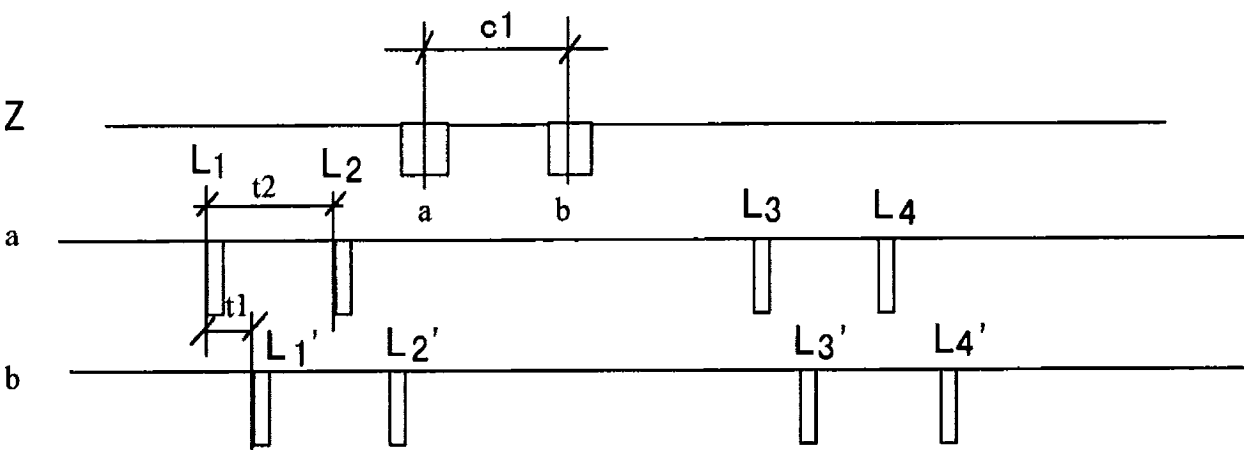


图 4

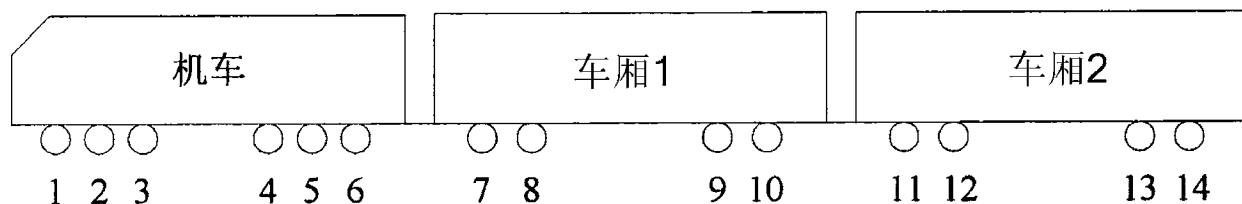


图 5

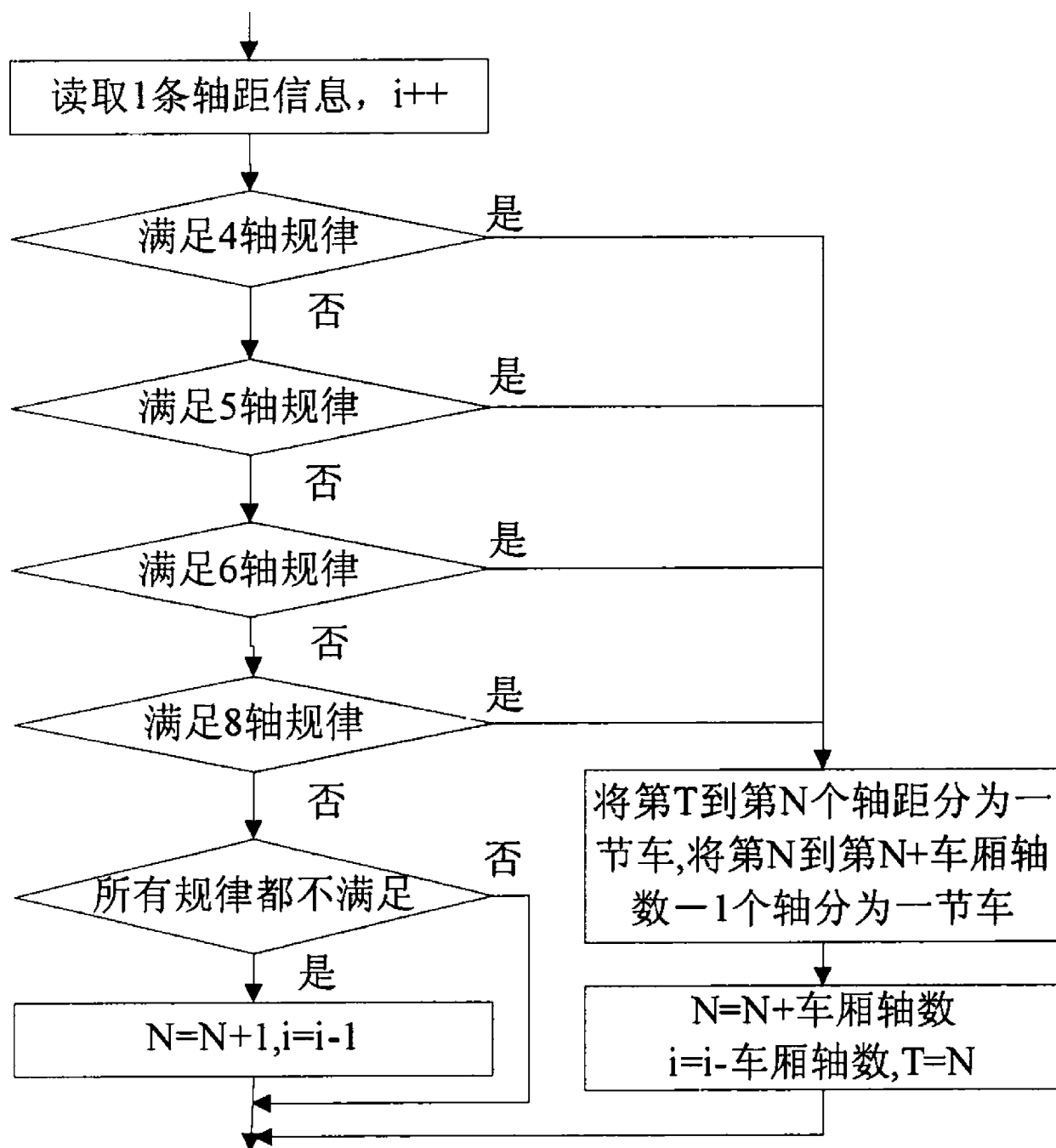


图 6

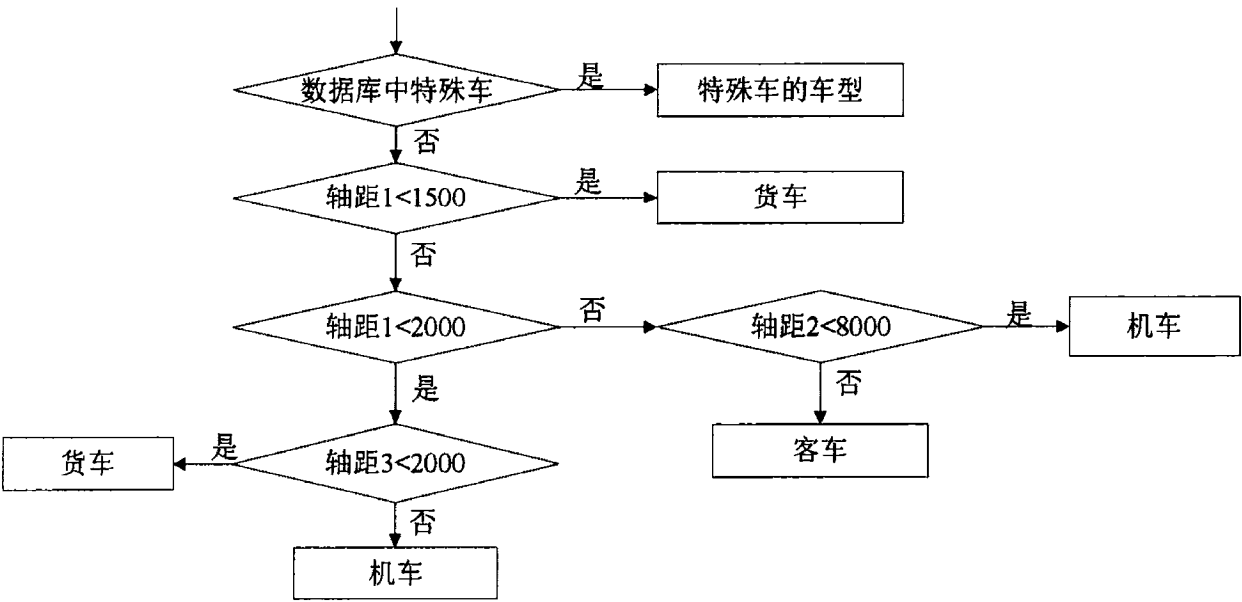


图 7

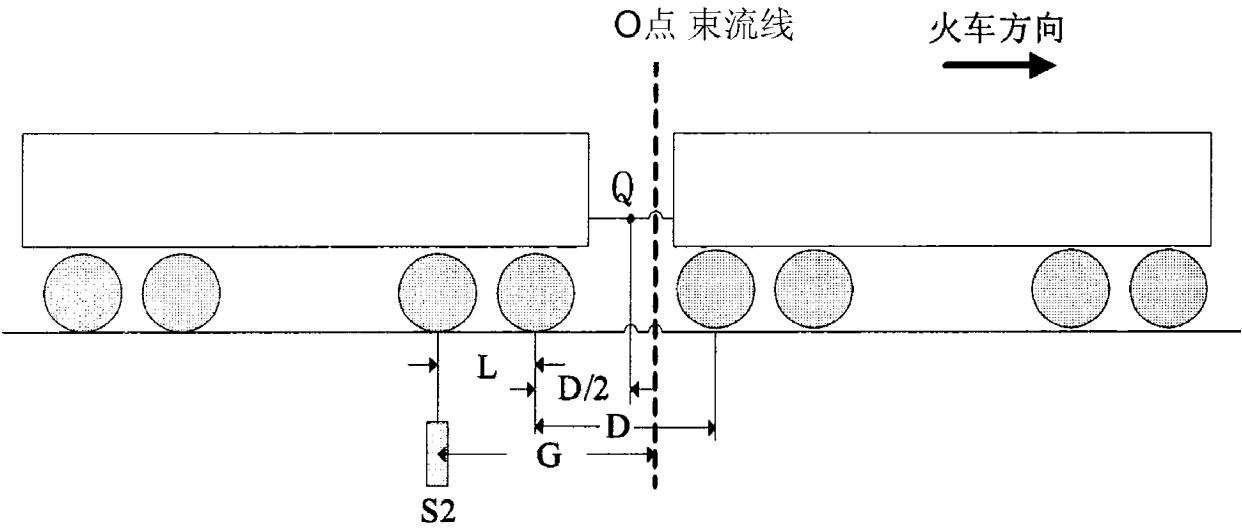


图 8

900

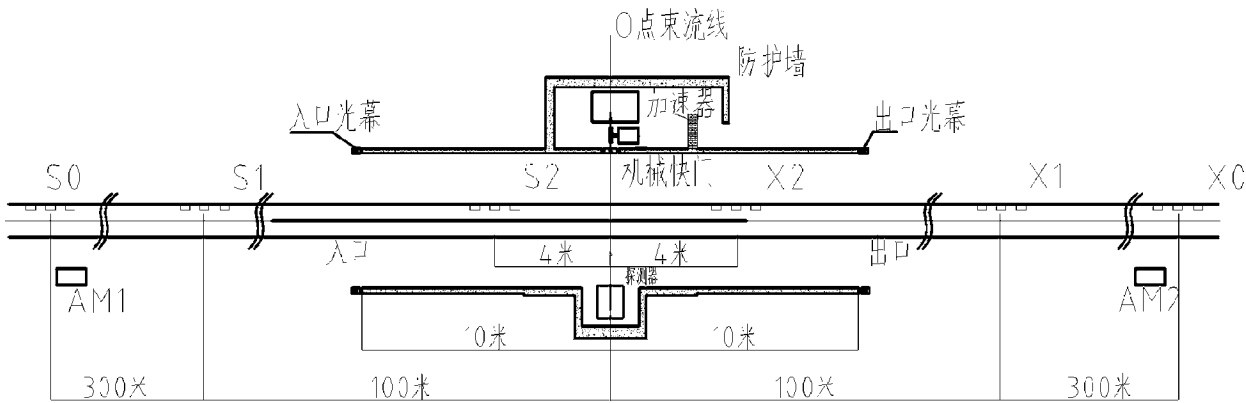


图 9