

一种车辆制动方法、装置及列车

本申请要求于 2020 年 10 月 19 日提交中国国家知识产权局、申请号为 CN202011118479.0、发明名称为“一种车辆制动方法、装置及列车”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及计算机领域，尤其涉及一种车辆制动方法、装置及列车。

背景技术

现有的轨道交通中，通常利用列车自动防护系统（Automatic Train Protection, ATP）来实现对于列车速度的测定，在 ATP 切除后，启用雷达辅助防护系统实时测量本车与同一运行方向的前车之间的距离，为了提高列车的安全性，需要避免列车与同一运行方向的前车的追尾风险，因此，列车应该在与前车相撞之前，根据列车本身的制动能力减速。但是，仅凭列车员的行驶经验不足以提高列车的安全性，降低追尾的风险。

综上，现有的切除 ATP 后的雷达辅助防护系统，追尾的风险较高，列车行驶安全性较低。

发明内容

为了解决现有技术中切除 ATP 后的雷达辅助防护系统提高列车的行驶安全性的问题，本申请实施例提供了一种车辆制动方法、装置及列车，能够有效降低与前车的追尾风险，提高列车运行的安全性。

本申请实施例提供了一种车辆制动方法，所述方法包括：

获取本车与前车之间的距离；

若所述距离小于或等于第一阈值，则进行报警；

接收用户触发的第一制动指令，根据所述第一制动指令，按照第一预设减速度对本车进行制动，其中，所述第一阈值根据目标空走距离与紧急制动距离之和得到，所述目标空走距离根据第一空走距离和第二空走距离中至少一个得到，所述第一空走距离为获取所述本车与前车之间的距离过程中所述本车行驶的距离，所述第二空走距离为所述用户触发所述第一制动指令过程中所述本车行驶的距离，所述紧急制动距离为按照所述第一预设减速度进行制动所述本车行驶的距离。

可选的，所述目标空走距离为所述第一空走距离与所述第二空走距离之和。

可选的，所述紧急制动距离根据第一制动距离、第二制动距离和第三制动距离中的至少一个得到，所述第一制动距离为正常工况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离，所述第二制动距离为湿轨状况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离，所述第三制动距离为切除预设数目个转向架的制动力且在湿轨状况下进行制动所述本车行驶的距离。

可选的，所述紧急制动距离为所述第一制动距离、所述第二制动距离和所述第三制动

距离中的最大值。

可选的，所述方法还包括：

若所述距离小于或等于第二阈值，则进行报警，所述第二阈值大于所述第一阈值，所述第二阈值根据所述第一阈值和最小报警间隔时间进行确定；

- 5 接收用户触发的第二制动指令，根据所述第二制动指令，按照第二预设减速度对所述本车进行制动，所述第二预设减速度小于所述第一预设减速度。

本申请实施例还提供了一种车辆制动装置，所述装置包括：

获取单元，用于获取本车与前车之间的距离；

第一报警单元，用于若所述距离小于或等于第一阈值，则进行报警；

- 10 第一制动单元，用于接收用户触发的第一制动指令，根据所述第一制动指令，按照第一预设减速度对所述本车进行制动，其中，所述第一阈值根据目标空走距离与紧急制动距离之和得到，所述目标空走距离根据第一空走距离和第二空走距离中至少一个得到，所述第一空走距离为获取所述本车与前车之间的距离过程中所述本车行驶的距离，所述第二空走距离为所述用户触发所述第一制动指令过程中所述本车行驶的距离，所述紧急制动距离为按照所述第一预设减速度进行制动所述本车行驶的距离。
- 15

可选的，所述目标空走距离为所述第一空走距离与所述第二空走距离之和。

可选的，所述紧急制动距离根据第一制动距离、第二制动距离和第三制动距离中的至少一个得到，所述第一制动距离为正常工况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离，所述第二制动距离为湿轨状况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离，所述第三制动距离为切除预设数目个转向架的制动力且在湿轨状况下进行制动所述本车行驶的距离。

- 20 可选的，所述紧急制动距离为所述第一制动距离、所述第二制动距离和所述第三制动距离中的最大值。

可选的，所述装置还包括：

- 25 第二报警单元，用于若所述距离小于或等于第二阈值，则进行报警，所述第二阈值大于所述第一阈值，所述第二阈值根据所述第一阈值和最小报警间隔时间进行确定；

第二制动单元，用于接收用户触发的第二制动指令，根据所述第二制动指令，按照第二预设减速度对所述本车进行制动，所述第二预设减速度小于所述第一预设减速度。

本申请实施例还提供一种列车，包括车辆制动装置；

所述车辆制动装置，用于执行本申请实施例提供的任何一种车辆制动方法。

- 30 与现有技术相比，本发明至少具有以下优点：

本申请实施例提供了一种车辆制动方法，方法包括：获取本车与前车之间的距离，若所述距离小于或等于第一阈值，则进行报警，接收用户触发的第一制动指令，根据所述第一制动指令，按照第一预设减速度对所述本车进行制动，其中，所述第一阈值根据目标空走距离与紧急制动距离之和得到，所述目标空走距离根据第一空走距离和第二空走距离中至少一个得到，所述第一空走距离为获取所述本车与前车之间的距离过程中所述本车行驶的距离，所述第二空走距离为所述用户触发所述制动指令过程中所述本车行驶的距离，所述紧急制动距离为按照所述第一预设减速度进行制动所述本车行驶的距离。由此可见，本

35

—3—

申请实施例通过测定与前车的距离和阈值进行比较，若测定距离小于或等于阈值，则列车开始制动，制动的阈值由空走距离和列车本身的制动性能限制的紧急制动距离确定，本申请实施例提供的车辆制动方法，通过兼顾雷达防护系统的测距能力和列车的制动性能来确定制动的阈值，能够有效降低与前车的追尾风险，提高列车运行的安全性。

5

附图说明

为了更清楚地说明本申请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申请中记载的一些实施例，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，还可以根据这些附图获得其它的附图。

10

图 1 为本申请提供的一种车辆制动方法实施例一的流程图；

图 2 为本申请提供的一种车辆制动装置实施例一的结构框图。

具体实施方式

15

为了使本领域技术人员更好地理解本申请方案，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

20

由背景技术可知，列车在运行过程中切除 ATP 之后，是利用雷达辅助防护系统继续测定与前车的距离，目前雷达辅助防护系统的测距能力在 1 千米 (km)，为了降低与前车追尾的风险，需要兼顾雷达辅助防护系统的测距性能和列车自身的制动能力来提高列车运行的安全性。

25

因此，本申请实施例通过测定与前车的距离和阈值进行比较，若测定距离小于或等于阈值，则列车开始制动，制动的阈值由空走距离和列车本身的制动性能限制的制动距离确定，本申请实施例提供的车辆制动方法，通过兼顾雷达防护系统的测距能力和列车的紧急制动性能来确定制动的阈值，能够有效降低与前车的追尾风险，提高列车运行的安全性。

参见图 1，该图为本申请实施例一提供的一种车辆制动方法的流程图。

本实施例提供的车辆制动方法，可以例如应用于车辆的控制器，具体包括如下步骤：

步骤 101：获取本车与前车之间的距离。

30

在本申请的实施例中，在车辆运行过程中，需要实时获取本车和同一运行方向前车的距离，以便根据获取到的距离进行后续的处理。获取本车与前车的距离可以利用雷达辅助防护系统，即利用雷达辅助防护系统进行距离检测，并将检测结果发送至列车的控制器。具体的，雷达辅助防护系统采用无线射频技术，本车的雷达辅助防护系统首先向前车的雷达辅助防护系统发送测距的电磁波，前车的雷达辅助防护系统接收到测距的电磁波后进行识别辨认，确定是后车的雷达辅助防护系统发送的测距的电磁波后，向后车的雷达辅助防护系统返回答复电磁波，本车的雷达辅助防护系统接收到前车的雷达辅助防护系统的答复电磁波后，利用电磁波的传输速度及往返时间确定本车与前车的车距。

35

当然，除了采用雷达辅助防护系统以外，本申请实施例还可以采用其他测距手段对本车和前车之间的距离进行检测，例如红外线等，此处不再赘述。为了描述方便，下文均采用雷达辅助防护系统作为示例进行说明。

步骤 102：若所述距离小于或等于第一阈值，则进行报警。

5 在本申请的实施例中，第一阈值代表本车与前车的距离处于某一个固定的数值，该数值与本车和前车的相对速度无关。检测到的本车和前车的距离小于或等于第一阈值，代表本车和前车的距离可能过近，追尾的风险可能较高，可以通过向车辆驾驶员进行报警处理，以此提醒车辆的安全性问题，降低追尾事故的发生的几率。

10 步骤 103：接收用户触发的第一制动指令，根据所述第一制动指令，按照第一预设减速度对所述本车进行制动，其中，所述第一阈值根据目标空走距离与紧急制动距离之和得到，所述目标空走距离根据第一空走距离和第二空走距离中至少一个得到，所述第一空走距离为获取所述本车与前车之间的距离过程中所述本车行驶的距离，所述第二空走距离为所述用户触发所述第一制动指令过程中所述本车行驶的距离，所述紧急制动距离为按照所述第一预设减速度进行制动所述本车行驶的距离。

15 在本申请的实施例中，经过检测本车与前车的距离小于或等于第一阈值后，车辆的控制器进行报警处理，用户在收到报警后，触发第一制动指令，第一制动指令是指对车辆进行制动的指令。列车按照第一制动指令进行制动时，有对应的第一预设减速度来进行制动，第一预设减速度对应于第一制动指令，第一预设减速度为固定值。具体的，第一预设减速度可以为紧急制动时的减速度。作为一种示例，第一预设减速度可以为紧急制动时的最大减速度，紧急制动时的最大减速度可以代表车辆的制动性能。

20 在车辆行进的过程中，时刻检测本车与前车的距离是否小于或等于第一阈值，第一阈值为目标空走距离和紧急制动距离之和。目标空走距离代表在没有制动之前车辆行驶的距离，这是由于在检测车距、通知报警及接收到报警开始制动的的时间区间中，列车依旧在行驶中，而在这段时间区间内，列车行驶的距离即为目标空走距离。紧急制动距离代表车辆制动之后至停止经过的距离。在实际情况中，雷达辅助防护系统可能存在测距偏差，因此为了列车的安全性，可以设置雷达辅助防护系统的测距偏差，具体的，第一阈值为目标空走距离和紧急制动距离之和与测距偏差确定，作为一种示例，第一阈值为目标空走距离和紧急制动距离之和与测距偏差的乘积。

30 由于第一阈值为目标空走距离和紧急制动距离之和，因此为了确定第一阈值，可以确定目标空走距离，目标空走距离可以根据第一空走距离和第二空走距离中的至少一个得到。

35 作为一种实现方式，目标空走距离可以根据第一空走距离得到。第一空走距离是指在检测本车与前车之间的距离过程中本车行驶的距离，即在检测本车与前车的距离过程中，花费了时间，在这段时间内，车辆依旧在行驶。具体的，可以利用雷达防护系统在检测距离时花费的时间与本车的最高行驶速度确定第一空走距离，作为一种示例，利用雷达防护系统在检测距离时花费的时间为 t_1 ，单位可以是秒（s），本车的最高行驶速度为 v_1 ，单位可以是米每秒（m/s），则第一空走距离 L_1 可以为雷达防护系统在检测距离时花费的时间与本车的最高行驶速度的乘积，即如下关系： $L_1 = v_1 \times t_1$ ，单位可以是米（m）。

作为另一种实现方式，目标空走距离可以根据第二空走距离得到。第二空走距离是指用户触发制动指令的过程中本车行驶的距离，即用户在接收到距离报警至触发制动指令之间花费的时间。具体的，可以利用某个固定的用户反应时间和本车的行驶速度确定第二空走距离，作为一种示例，固定的用户反应时间为 t_2 ，单位可以是秒 (s)，本车的最高行驶速度为 v_1 ，单位可以是米每秒 (m/s)，则第二空走距离 L_2 可以是用户反应时间与本车的最高行驶速度的乘积，即如下关系： $L_2=v_1 \times t_2$ 。

作为又一种实现方式，目标空走距离还可以根据第一空走距离和第二空走距离共同得到，具体的，目标空走距离 L 可以是第一空走距离与第二空走距离之和，即 $L=L_1+L_2$ 。作为一种示例，在第一空走距离的计算中，利用雷达防护系统在检测距离时花费的时间 t_1 为 1s，本车的最高行驶速度 v_1 为 120 千米每小时 (km/h)，则第一空走距离 $L_1=v_1 \times t_1=120 \text{ km/h} \div 3.6 \times 1\text{s}=33.3\text{m}$ ，其中公式中除以 3.6 是对最高行驶速度的单位千米每小时换算为米每秒。在第二空走距离的计算中，固定的用户反应时间 t_2 为 1.15s，本车的最高行驶速度 v_1 为 120km/h，则第二空走距离 $L_2=v_1 \times t_2=120 \text{ km/h} \div 3.6 \times 1.15\text{s}=38.3\text{m}$ ，其中公式中除以 3.6 是对最高行驶速度的单位千米每小时换算为米每秒。目标空走距离可以是第一空走距离与第二空走距离之和，则目标空走距离 $L=L_1+L_2=33.3+38.3=71.6\text{m}$ 。

由于第一阈值为目标空走距离和紧急制动距离之和，因此为了确定第一阈值，可以确定紧急制动距离，紧急制动距离可以是按照第一预设减速度进行制动时本车行驶的距离。紧急制动距离可以根据第一制动距离、第二制动距离和第三制动距离中的至少一个得到。

作为一种实现方式，紧急制动距离可以根据第一制动距离得到。第一制动距离为正常工况下全部转向架进行制动时本车行驶的距离。第一制动距离可以利用第一预设减速度与本车的行驶速度确定，具体的，第一预设减速度可以是正常工况下全部转向架紧急制动时的最大减速度，本车的行驶速度可以是最高行驶速度。作为一种示例，正常工况下全部转向架紧急制动时的最大减速度为 a_1 ，单位为米每二次方秒 (m/s^2)，本车的最高行驶速度为 v_1 ，单位可以是米每秒 (m/s)，则第一制动距离 S_1 可以是本车的最高行驶速度的平方与正常工况下全部转向架紧急制动时的最大减速度的比值，即如下关系： $S_1=v_1^2/2a_1$ 。

作为另一种实现方式，紧急制动距离可以根据第二制动距离得到。第二制动距离为湿轨状况下全部转向架进行制动时本车行驶的距离。第二制动距离可以利用第一预设减速度与本车的行驶速度确定，具体的，第一预设减速度可以是湿轨状况下全部转向架紧急制动时的最大减速度，湿轨状况下全部转向架紧急制动时的最大减速度小于正常工况下全部转向架紧急制动时的最大减速度。本车的行驶速度可以是最高行驶速度。作为一种示例，湿轨状况下全部转向架紧急制动时的最大减速度为 a_2 ，单位为米每二次方秒 (m/s^2)，本车的最高行驶速度为 v_1 ，单位可以是米每秒 (m/s)，则第二制动距离 S_2 可以是本车的最高行驶速度的平方与湿轨状况下全部转向架紧急制动时的最大减速度的比值，即如下关系： $S_2=v_1^2/2a_2$ 。

作为又一种实现方式，紧急制动距离可以根据第三制动距离得到。第三制动距离为湿轨状况下切除预设数目个转向架的制动力进行制动时本车行驶的距离。第三制动距离可以利用第一预设减速度与本车的行驶速度确定。具体的，第一预设减速度可以是湿轨状况下

切除预设数目个转向架的制动力紧急制动时的最大减速度，本车的行驶速度可以是切除预设数目个转向架的制动力后车辆的限定速度。作为一种示例，湿轨状况下切除预设数目个转向架的制动力紧急制动时的最大减速度为 a_3 ，其中 $a_3 = a_2 \times \text{转向架剩余数目} \div \text{转向架总数目}$ ，单位为米每二次方秒 (m/s^2)，本车的切除预设数目个转向架的制动力后车辆的限定速度为 v_2 ，单位可以是米每秒 (m/s)，则第三制动距离 S_3 可以是本车的切除预设数目个转向架的制动力后车辆的限定速度的平方与湿轨状况下切除预设数目个转向架的制动力紧急制动时的最大减速度的比值，即如下关系： $S_3 = v_2^2 / 2a_3$ 。切除预设数目个转向架按照实际情况进行确定，作为一种示例，可以是切除一个转向架。

5 作为一种实现方式，紧急制动距离还可以根据第一制动距离、第二制动距离和第三
10 制动距离共同得到。具体的，紧急制动距离 S 可以是第一制动距离、第二制动距离和第三
制动距离中的最大值。作为一种示例，在第一制动距离的计算中，正常工况下全部转向架
紧急制动时的最大减速度 a_1 为 1.2 m/s^2 ，本车的最高行驶速度 v_1 为 120 km/h ，则第一制动
距离 $S_1 = v_1^2 / 2a_1 = (120 \text{ km/h} \div 3.6) \times (120 \text{ km/h} \div 3.6) / (2 \times 1.2 \text{ m/s}^2) = 463.0 \text{ m}$ 。在第
15 二制动距离的计算中，湿轨状况下全部转向架紧急制动时的最大减速度 a_2 为 0.91 m/s^2 ，
本车的最高行驶速度 v_1 为 120 km/h ，则第二制动距离 $S_2 = v_1^2 / 2a_2 = (120 \text{ km/h} \div 3.6) \times$
 $(120 \text{ km/h} \div 3.6) / (2 \times 0.91 \text{ m/s}^2) = 610.5 \text{ m}$ 。在第三制动距离的计算中，湿轨状况下切
除一个转向架的制动力紧急制动时的最大减速度 a_3 为 $0.91 \text{ m/s}^2 \times 11 \div 12$ ，本车切除一个
转向架的制动力后车辆的限定速度 v_2 为 110 km/h ，则第三制动距离 $S_3 = v_2^2 / 2a_3 = (110 \text{ km/h}$
 $\div 3.6) \times (110 \text{ km/h} \div 3.6) / (2 \times 0.91 \text{ m/s}^2 \times 11 \div 12) = 559.6 \text{ m}$ 。紧急制动距离可以是第
20 一制动距离、第二制动距离和第三制动距离中的最大值，则紧急制动距离为第二制动距离，
即 $S = S_2 = 610.5 \text{ m}$ 。

第一阈值 Y_1 为目标空走距离和紧急制动距离之和，即 $Y_1 = L + S$ ，作为一种示例，第一
阈值 $Y_1 = L + S = 71.6 \text{ m} + 610.5 \text{ m} = 682.1 \text{ m}$ 。在实际情况中，考虑到雷达辅助防护系统的测距偏
差问题，为了增大列车的安全性，测距偏差可以是 5% ，则第一阈值 $Y_1 = (L + S) \times (1 + 5\%)$
25 $= 682.1 \times (1 + 5\%) = 716.2 \text{ m}$ ，考虑到实际情况中要为列车留出制动距离的冗余，可以对第一
阈值进行就近向上取整，即第一阈值可以是 720 m 。

在列车行驶的实际情况下，针对第一阈值进行报警，是对应列车紧急制动的情况，即
如果本车与前车的距离小于第一阈值，若不进行紧急制动，则追尾风险较大。为了提高列
车的安全性，可以在检测紧急制动对应的第一阈值之前，还检测常用制动对应的第二阈值。
30 常用制动相对于紧急制动而言，制动距离较长，可以留给列车较长的距离进行制动，能够
进一步的降低列车追尾的风险。

在本申请实施例中，还可以将检测得到的本车与前车的距离与第二阈值进行比较，若
检测得到的距离小于或等于第二阈值，则进行报警处理，第二阈值大于第一阈值，第二阈
值大于紧急制动对应的第一阈值，即第二阈值对应为常用制动采用的报警距离。检测到的
35 本车和前车的距离小于或等于第二阈值，代表本车与前车的距离小于或等于某一个固定的
数值，即本车和前车的距离在接近，可能有追尾的风险，可以通过向车辆驾驶员进行报警
处理，以此提醒车辆的安全性问题，降低追尾事故的发生的几率。

第二阈值可以根据第一阈值和最小报警间隔时间确定。最小报警间隔时间为第一阈值进行报警和第二阈值进行报警的时间间隔，时间间隔不能过短，会导致连续报警，影响用户的判断，带来不必要的行车风险。具体的，第二阈值可以根据第一阈值、最小报警间隔时间和本车的行驶速度确定。作为一种示例，本车的行驶速度可以是最高行驶速度 v_1 ，单位可以是米每秒 (m/s)，最小报警时间间隔可以是 t_3 ，单位可以是秒 (s)，则第二阈值 Y_2 可以是第一阈值 Y_1 与最高行驶速度和最小报警时间间隔的乘积之和，即如下关系： $Y_2 = Y_1 + v_1 \times t_3$ 。在具体计算第二阈值时，本车的行驶速度可以是最高行驶速度 v_1 ， v_1 为 120km/h，最小报警时间间隔 t_3 为 5s，则第二阈值 $Y_2 = Y_1 + v_1 \times t_3 = 720\text{m} + 120\text{km/h} \div 3.6 \times 5\text{s} = 886.7\text{m}$ 。

- 10 在本申请实施例中，经过检测本车与前车的距离小于或等于第二阈值后，进行报警处理，用户在收到报警后，触发第二制动指令，第二制动指令是指对车辆进行制动的指令，按照第二制动指令进行制动时，有对应的第二预设减速度来进行制动，第二预设减速度对应于第二制动指令，第二预设减速度小于第一预设减速度，第二预设减速度为固定值。具体的，第二预设减速度可以为常用制动时的减速度。作为一种示例，第二预设减速度可以为常用制动时的减速度，常用制动时的减速度可以是 1.0 m/s^2 。

- 15 在实际情况下，第二阈值也可以根据目标空走距离和常用制动距离之和来确定，第二阈值的空走距离可以与第一阈值的空走距离相同，也就是说，目标空走距离可以根据第一空走距离和第二空走距离共同得到，具体的，目标空走距离 L 可以是第一空走距离与第二空走距离之和，即 $L = L_1 + L_2 = 71.6\text{m}$ 。常用制动距离为按照第二预设减速度进行制动时本车行驶的距离。第二预设减速度小于第一预设减速度。常用制动距离可以根据第一常用制动距离、第二常用制动距离和第三常用制动距离中的至少一个得到，具体的，常用制动距离 S' 可以是第一制动距离、第二制动距离和第三制动距离中的最大值。作为一种示例，在第一常用制动距离的计算中，正常工况下全部转向架常用制动时的最大减速度 a_1' 为 1.0 m/s^2 ，本车的最高行驶速度 v_1 为 120km/h，则第一常用制动距离 $S_1' = v_1^2 / 2a_1' = (120\text{km/h} \div 3.6) \times (120\text{km/h} \div 3.6) / (2 \times 1.0 \text{ m/s}^2) = 555.6\text{m}$ 。在第二常用制动距离的计算中，湿轨状况下全部转向架常用制动时的最大减速度 a_2 为 0.91 m/s^2 ，本车的最高行驶速度 v_1 为 120km/h，则第二常用制动距离 $S_2' = v_1^2 / 2a_2 = (120\text{km/h} \div 3.6) \times (120\text{km/h} \div 3.6) / (2 \times 0.91 \text{ m/s}^2) = 610.5\text{m}$ 。在第三常用制动距离的计算中，湿轨状况下切除一个转向架的制动力紧急制动时的最大减速度 a_3 为 $0.91 \text{ m/s}^2 \times 11 \div 12$ ，本车切除一个转向架的制动力后车辆的限定速度 v_2 为 110km/h，则第三常用制动距离 $S_3' = v_2^2 / 2a_3 = (110\text{km/h} \div 3.6) \times (110\text{km/h} \div 3.6) / (2 \times 0.91 \text{ m/s}^2 \times 11 \div 12) = 559.6\text{m}$ 。常用制动距离可以是第一常用制动距离、第二常用制动距离和第三常用制动距离中的最大值，则常用制动距离为第二常用制动距离，即 $S' = S_2' = 610.5\text{m}$ 。第二阈值 Y_2 为目标空走距离和常用制动距离之和，即 $Y_2 = L + S' = 71.6\text{m} + 610.5\text{m} = 682.1\text{m}$ 。在实际情况下，考虑到雷达辅助防护系统的测距偏差问题，为了增大列车的安全性，测距偏差范围的最大值可以是 5%，则第二阈值 $Y_2 = (L + S') \times (1 + 5\%) = 682.1 \times (1 + 5\%) = 716.2\text{m}$ 。

在本申请实施例中，还可以对第一阈值及最小报警间隔时间确定的值和目标空走距离

- 8 -

及常用制动距离之和的最大值进行比较, 将两者的最大值确定为第二阈值。作为一种示例, 经过第一阈值及最小报警间隔时间确定的第二阈值 $Y_2 = Y_1 + v_1 \times t_3 = 720\text{m} + 120\text{km/h} \div 3.6 \times 5\text{s} = 886.7\text{m}$ 。经过目标空走距离及常用制动距离之和确定的第二阈值 $Y_2 = (L + S') \times (1 + 5\%) = 682.1 \times (1 + 5\%) = 716.2\text{m}$ 。经过数值的比较, 可以看出利用第一阈值及最小报警间隔时间确定的值第二阈值的数值较大, 因此将利用第一阈值及最小报警间隔时间确定的值确定为第二阈值。

由此可见, 本申请实施例通过测定与前车的距离和阈值进行比较, 若测定距离小于或等于阈值, 则列车开始制动, 制动的阈值由空走距离和列车本身的制动性能限制的制动距离确定, 本申请实施例提供的车辆制动方法, 通过兼顾雷达防护系统的测距能力和列车的制动性能来确定制动的阈值, 能够有效降低与前车的追尾风险, 提高列车运行的安全性。

基于以上实施例提供的一种车辆制动方法, 本申请实施例还提供了一种车辆制动装置, 下面结合附图来详细说明其工作原理。

参见图 2, 该图为本申请实施例提供的一种车辆制动装置 200 的结构框图。

本实施例提供的车辆制动装置 200 包括:

获取单元 210, 用于获取本车与前车之间的距离;

第一报警单元 220, 用于若所述距离小于或等于第一阈值, 则进行报警;

第一制动单元 230, 用于接收用户触发的第一制动指令, 根据所述第一制动指令, 按照第一预设减速度对所述本车进行制动, 其中, 所述第一阈值根据目标空走距离与紧急制动距离之和得到, 所述目标空走距离根据第一空走距离和第二空走距离中至少一个得到, 所述第一空走距离为获取所述本车与前车之间的距离过程中所述本车行驶的距离, 所述第二空走距离为所述用户触发所述第一制动指令过程中所述本车行驶的距离, 所述紧急制动距离为按照所述第一预设减速度进行制动所述本车行驶的距离。

在一种可能的实现方式中, 所述目标空走距离为所述第一空走距离与所述第二空走距离之和。

在一种可能的实现方式中, 所述紧急制动距离根据第一制动距离、第二制动距离和第三制动距离中的至少一个得到, 所述第一制动距离为正常工况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离, 所述第二制动距离为湿轨状况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离, 所述第三制动距离为切除预设数目个转向架的制动力且在湿轨状况下进行制动所述本车行驶的距离。

在一种可能的实现方式中, 所述紧急制动距离为所述第一制动距离、所述第二制动距离和所述第三制动距离中的最大值。

在一种可能的实现方式中, 所述车辆制动装置 200 还包括:

第二报警单元, 用于若所述距离小于或等于第二阈值, 则进行报警, 所述第二阈值大于所述第一阈值, 所述第二阈值根据所述第一阈值和最小报警间隔时间进行确定;

第二制动单元, 用于接收用户触发的第二制动指令, 根据所述第二制动指令, 按照第二预设减速度对所述本车进行制动, 所述第二预设减速度小于所述第一预设减速度。

由于所述车辆制动装置 200 是与以上方法实施例提供的方法对应的装置, 所述车辆制

动装置 200 的各个单元的具体实现，均与以上方法实施例为同一构思，因此，关于所述车辆制动装置 200 的各个单元的具体实现，可以参考以上方法实施例的描述部分，此处不再赘述。

5 本申请实施例还提供一种列车，包括车辆制动装置。其中，所述车辆制动装置，可以用于执行本申请实施例提供的任意一种车辆制动方法。

当介绍本申请的各种实施例的元件时，冠词“一”、“一个”、“这个”和“所述”都意图表示有一个或多个元件。词语“包括”、“包含”和“具有”都是包括性的并意味着除了列出的元件之外，还可以有其它元件。

10 需要说明的是，本领域普通技术人员可以理解实现上述方法实施例中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于一计算机可读存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法实施例的流程。其中，所述存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体（Read-Only Memory, ROM）或随机存储记忆体（Random Access Memory, RAM）等。

15 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于装置实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述得比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。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及模块可以是或者也可以不是物理上分开的。另外，还可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元和模块来实现本实施例方案的目的。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。

20 以上所述仅是本申请的具体实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

- 10 -

权 利 要 求

1、一种车辆制动方法，其特征在于，所述方法包括：

获取本车与前车之间的距离；

若所述距离小于或等于第一阈值，则进行报警；

5 接收用户触发的第一制动指令，根据所述第一制动指令，按照第一预设减速度对所述本车进行制动，其中，所述第一阈值根据目标空走距离与紧急制动距离之和得到，所述目标空走距离根据第一空走距离和第二空走距离中至少一个得到，所述第一空走距离为获取所述本车与前车之间的距离过程中所述本车行驶的距离，所述第二空走距离为所述用户触发所述第一制动指令过程中所述本车行驶的距离，所述紧急制动距离为按照所述第一预设减速度进行制动所述本车行驶的距离。

10 2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述目标空走距离为所述第一空走距离与所述第二空走距离之和。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述紧急制动距离根据第一制动距离、第二制动距离和第三制动距离中的至少一个得到，所述第一制动距离为正常工况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离，所述第二制动距离为湿轨状况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离，所述第三制动距离为切除预设数目个转向架的制动力且在湿轨状况下进行制动所述本车行驶的距离。

15 4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述紧急制动距离为所述第一制动距离、所述第二制动距离和所述第三制动距离中的最大值。

20 5、根据权利要求1-4任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

若所述距离小于或等于第二阈值，则进行报警，所述第二阈值大于所述第一阈值，所述第二阈值根据所述第一阈值和最小报警间隔时间进行确定；

接收用户触发的第二制动指令，根据所述第二制动指令，按照第二预设减速度对所述本车进行制动，所述第二预设减速度小于所述第一预设减速度。

25 6、一种车辆制动装置，其特征在于，所述装置包括：

获取单元，用于获取本车与前车之间的距离；

第一报警单元，用于若所述距离小于或等于第一阈值，则进行报警；

30 第一制动单元，用于接收用户触发的第一制动指令，根据所述第一制动指令，按照第一预设减速度对所述本车进行制动，其中，所述第一阈值根据目标空走距离与紧急制动距离之和得到，所述目标空走距离根据第一空走距离和第二空走距离中至少一个得到，所述第一空走距离为获取所述本车与前车之间的距离过程中所述本车行驶的距离，所述第二空走距离为所述用户触发所述第一制动指令过程中所述本车行驶的距离，所述紧急制动距离为按照所述第一预设减速度进行制动所述本车行驶的距离。

35 7、根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述目标空走距离为所述第一空走距离与所述第二空走距离之和。

8、根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述紧急制动距离根据第一制动距离、第二制动距离和第三制动距离中的至少一个得到，所述第一制动距离为正常工况下全部转

— 11 —

向架进行制动所述本车行驶的距离，所述第二制动距离为湿轨状况下全部转向架进行制动所述本车行驶的距离，所述第三制动距离为切除预设数目个转向架的制动力且在湿轨状况下进行制动所述本车行驶的距离。

- 5 9、根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述紧急制动距离为所述第一制动距离、所述第二制动距离和所述第三制动距离中的最大值。

10、根据权利要求 6-9 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

第二报警单元，用于若所述距离小于或等于第二阈值，则进行报警，所述第二阈值大于所述第一阈值，所述第二阈值根据所述第一阈值和最小报警间隔时间进行确定；

- 10 第二制动单元，用于接收用户触发的第二制动指令，根据所述第二制动指令，按照第二预设减速度对所述本车进行制动，所述第二预设减速度小于所述第一预设减速度。

11、一种列车，其特征在于，包括车辆制动装置；

所述车辆制动装置，用于执行权利要求 1 至 5 任意一项所述的车辆制动方法。