

机车制动控制系统及控制方法

本申请要求在 2023 年 07 月 24 日提交中国专利局、申请号为 2023109090356、发明
名称为“机车制动控制系统及控制方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用
5 结合在本申请中。

技术领域

本申请属于机车制动控制领域，具体地涉及一种机车制动控制系统及控制方法。

背景技术

机车制动控制系统是机车最重要的核心系统之一，该系统的一项关键功能是控制制动
缸的压力，机车制动控制系统通过控制制动缸压力值来实现机车的制动和缓解功能。制动
缸压力控制采用的常规做法是通过高频电磁阀控制预控压力，然后经过中继阀输出与预控
压力一致的制动缸压力，为了避免制动缸控制失效对机车运行造成影响，通常对易出现故
障的预控压力控制部分进行备份。

现有机车制动控制系统主要有克诺尔公司开发的 CCBII 系统和法维莱公司开发的
15 Eurotrol 系统，这两种制动控制系统均采用机械空气分配阀对制动缸压力预控部分进行冗
余，这种冗余控制方式一方面在机械阀类冗余控制时大幅降低了制动缸的压力控制精度，
另一方面在制动缸中继阀发生故障时无法实现制动缸压力控制。

CN111634304A 公开了一种机车制动控制系统及控制方法，包括平均管控制系统和制
动缸控制系统，其中，平均管控制系统可以比较制动缸预控压力和平均管预控压力，并输
出较大压力作为平均管压力；制动缸控制系统可以比较制动缸预控压力和平均管压力，并
20 输出较大压力作为制动缸压力，去实现制动；可以实现两个控制系统的冗余。

发明内容

针对现有技术中存在的一些问题，本申请提供了一种机车制动控制系统及控制方法；
可以实现多重冗余，提高系统的可靠性。

25 本申请第一方面提供的机车制动控制系统，包括平均管控制模块，制动缸控制模块和
总风；其中：

所述平均管控制模块包括与总风相连的第一充气电磁阀和第一排气电磁阀，二者能够
通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1。

所述平均管控制模块还包括第一中继阀和第一切换阀；其中，第一预控压力 P1 到达
30 第一中继阀的控制端口；第一中继阀的入口连接至总风，第一中继阀的出口输出放大后的

第一预控压力作为平均管压力 PA。

平均管压力 PA 的第一分支 PA1 通过管路连接至制动缸控制模块的第一双向阀的第一入口；平均管压力 PA 的第二分支 PA2 通过管路连接至所述的第一切换阀的入口；第二切换阀的出口能够输出第二分支 PA2 到达制动缸控制模块的第三双向阀的第一入口。

- 5 所述制动缸控制模块包括与总风相连的第二充气电磁阀和第二排气电磁阀，二者能够通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第二预控压力 P2。

所述制动缸控制模块还包括第二切换阀、机械三通阀和第一双向阀；其中，第二预控压力 P2 连接至第二切换阀的第一入口。

- 10 所述机械三通阀为能够输出第三预控压力 P3 的机械阀。所述机械三通阀的第一入口连接列车管，以提供风源；所述机械三通阀的出口连接至第二切换阀的第二入口，以输出第三预控压力 P3。

第二切换阀能够在第一入口和第二入口之间切换，以选择第二预控压力 P2 或第三预控压力 P3，第二切换阀的出口连通至第一双向阀的第二入口。

- 15 第一双向阀的出口连接至第二中继阀的控制端口，以选择第一双向阀的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第四预控压力 P4 输出至第二中继阀的控制端口。

所述第二中继阀的入口连接总风，其出口连接至第三双向阀的第二入口，以将放大后的第四预控压力作为第一制动缸压力 PB1 输出至第三双向阀的第二入口。

第三双向阀的出口连接至制动缸，以选择第三双向阀的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第二制动缸压力 PB2 输出至制动缸，以进行制动。

- 20 在一些实施例中，所述制动缸控制模块还包括第二双向阀、减压阀和紧急增压阀；其中，

第一双向阀的出口连接至第二双向阀的第一入口，以选择第一双向阀的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第四预控压力 P4 输出至第二双向阀的第一入口（此处，P4 不再直接输出至第二中继阀的控制端口）；

- 25 减压阀的入口连接至总风，减压阀的出口连接至紧急增压阀的入口；所述紧急增压阀的出口输出第五预控压力 P5 至第二双向阀的第二入口；所述紧急增压阀的控制端口连接列车管，以提供控制风源，打开或关闭紧急增压阀，以开启或切断第五预控压力 P5 的输出；

- 30 第二双向阀的出口连接至第二中继阀的控制端口，以选择第二双向阀的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第六预控压力 P6（代替没有第二双向阀时的第四预控压力 P4）输出至第二中继阀的控制端口。

在一些实施例中，所述机械三通阀选择调节型三通阀；所述机械三通阀的第二入口连接工作风缸，当列车管的压力变化时，列车管与工作风缸实现动平衡。

在一些实施例中，第一预控压力 P1 所在管路上设置有第一预控风缸，能够储存压缩空气，以提供风源作为第一预控压力 P1。

5 在一些实施例中，第六预控压力 P6 所在的管路上设置有第二预控风缸，用于储存压缩空气，以提供风源作为第六预控压力 P6。

在一些实施例中，第三预控压力 P3 所在的管路上设置有作用风缸，用于储存压缩空气，以提供风源作为第三预控压力 P3。

10 在一些实施例中，所述第二切换阀为具有控制端口的机械切换阀；当其控制端口有风源时，连通第二预控压力 P2；当其控制端口没有风源时，切换至连通第三预控压力 P3。

在一些实施例中，所述制动缸控制模块中设置有用控制第二切换阀在第二预控压力 P2 和第三预控压力 P3 之间进行切换的电控阀，其中，所述电控阀的入口与总风相连，其出口与第二切换阀的控制端口相连；其中所述电控阀配置为：得电时，连通总风和第二切换阀的控制端口，以使第二切换阀连通第二预控压力 P2；失电时，切断总风和第二切换阀的控制端口，以使第二切换阀连通第三预控压力 P3。

15

本申请第二方面提供的机车制动控制方法，可以采用前文任意实施例所述的机车制动控制系统，包括以下三种状态中的至少一种：

(1) 正常工作状态：

在平均管控制模块中：

20 所述第一充气电磁阀和第一排气电磁阀通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1，作用在第一中继阀的控制端口；第一中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第一中继阀的出口输出平均管压力 PA，该平均管压力的第一分支 PA1 到达制动缸控制模块的第一双向阀的第一入口。

25 所述第一切换阀处于关闭状态，不提供平均管压力的第二分支 PA2 至第三双向阀的第一入口。

在制动缸控制模块中：

所述第二充气电磁阀和第二排气电磁阀通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第二预控压力 P2。

30 电控阀得电，总风到达第二切换阀的控制端口，使得所述第二预控压力 P2 进入第二切换阀并到达第一双向阀的第二入口。

所述第一双向阀在平均管压力的第一分支 PA1 和第二预控压力 P2 中取大, 输出第四预控压力 P4 作用在第二中继阀的控制端口; 第二中继阀的入口输入总风, 经过流量放大后, 第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口。

所述第三双向阀将第一制动缸压力 PB1 输出为第二制动缸压力 PB2, 并到达制动缸, 5 以实现制动。

(2) 制动缸控制模块故障状态

在平均管控制模块中:

所述第一充气电磁阀和第一排气电磁阀通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1, 并作用在第一中继阀的控制端口; 第一中继阀的入口输入总风, 经过流量放大后, 第一中继阀的出口输出平均管压力 PA, 该平均管压力的第一分支 PA1 到达制动缸控制模块的第一双向阀的第一入口。 10

所述第一切换阀处于关闭状态, 无法提供平均管压力的第二分支 PA2 至第三双向阀的第一入口。

在制动缸控制模块中:

所述制动缸控制模块中无法正常地输出第二预控压力 P2。 15

电控阀失电, 没有风源到达第二切换阀的控制端口, 使得第二切换阀切换至连接机械三通阀, 所述机械三通阀根据列车管的压力变化产生第三预控压力 P3, 并输出至第一双向阀的第二入口。

所述第一双向阀在平均管压力的第一分支 PA1 和第三预控压力 P3 中取大, 输出第四预控压力 P4, 并作用在第二中继阀的控制端口; 第二中继阀的入口输入总风, 经过流量放大后, 第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口。 20

所述第三双向阀将第一制动缸压力 PB1 输出为第二制动缸压力 PB2, 并到达制动缸, 以实现制动。

(3) 第二中继阀故障状态

在平均管控制模块中: 25

所述第一充气电磁阀和第一排气电磁阀通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1, 并作用在第一中继阀的控制端口; 第一中继阀的入口输入总风, 经过流量放大后, 第一中继阀的出口输出平均管压力 PA。

其中, 平均管压力的第一分支 PA1 到达制动缸控制模块的第一双向阀的第一入口; 所述第一切换阀处于开启状态, 将平均管压力的第二分支 PA2 提供至第三双向阀的第一入口。 30

在制动缸控制模块中:

第二中继阀故障，第一制动缸压力 PB1 无法有效输出。

所述第三双向阀将平均管压力的第二分支 PA2 输出为第二制动缸压力 PB2, 并到达制动缸，以实现制动。

在一些实施例中，当制动缸控制模块具有第二双向阀、减压阀和紧急增压阀时：

5 对于（1）正常工作状态：

所述第一双向阀在平均管压力的第一分支 PA1 和第二预控压力 P2 中取大，输出第四预控压力 P4 至第二双向阀的第一入口。

当列车管的压力降低至阈值时，紧急增压阀导通，输出第五预控压力 P5 至第二双向阀的第二入口。所述第二双向阀在第四预控压力 P4 和第五预控压力 P5 中取大，输出第六预控压力 P6（代替没有第二双向阀时的第四预控压力 P4），并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口。

10 当列车管的压力高于阈值时，紧急增压阀为关闭状态：此时，所述第二双向阀仅获取第四预控压力 P4，输出第六预控压力 P6，并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口。

对于（2）制动缸控制模块故障状态：

所述第一双向阀在平均管压力的第一分支 PA1 和第三预控压力 P3 中取大，输出第四预控压力 P4 至第二双向阀的第一入口。

20 当列车管的压力降低至阈值时，紧急增压阀导通，输出第五预控压力 P5 至第二双向阀的第二入口。所述第二双向阀在第四预控压力 P4 和第五预控压力 P5 中取大，输出第六预控压力 P6（代替没有第二双向阀时的第四预控压力 P4），并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口。

25 当列车管的压力高于阈值时，紧急增压阀为关闭状态：此时，所述第二双向阀仅获取第四预控压力 P4，输出第六预控压力 P6，并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口。

与现有技术相比，本申请的有益效果为：

30 本申请至少一种实施方式提供的机车制动控制系统，当控制制动缸的充排气电磁阀或第二中继阀故障时，可以使用机械三通阀、平均管压力、紧急增压阀等多重冗余，实现对

制动缸压力的冗余控制。

附图说明

图 1 是一种实施方式的控制系统在正常工作状态下的工作示意图；

图 2 是一种实施方式的制动缸控制模块故障状态下的工作示意图；

5 图 3 是一种实施方式的第二中继阀故障状态下的工作示意图；

图中编号：1 平均管控制模块，101 第一充气电磁阀，102 第一排气电磁阀，103 第一中继阀，104 第一切换阀，105 第一预控风缸；2 制动缸控制模块，201 第二充气电磁阀，202 第二排气电磁阀，203 第二切换阀，204 机械三通阀，205 第一双向阀，206 工作风缸，207 作用风缸，208 电控阀，209 第二双向阀，210 减压阀，211 紧急增压
10 阀，212 第二中继阀，213 第二预控风缸，214 第三双向阀，215 制动缸；3 总风；4 列车管。

具体实施方式

以下结合具体实施方式对本申请的技术方案进行详实的阐述，然而应当理解，在没
进一步叙述的情况下，一个实施方式中的元件、结构和特征也可以有益地结合到其他实施
15 方式中。

在本申请的描述中，需要理解的是，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解
为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第
二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“相连”、“连接”
20 应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直
接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通
技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

本申请中的中继阀具有流量放大功能，通过入口提供风源，使得出口输出气体的压力
与控制端口提供的压力一致。本申请中的双向阀具有压力比较选择功能，会自动比较两个
25 入口的压力大小，并选择压力高者从出口输出。中继阀和双向阀均选择机械阀，可以有
效地应对失电状态。

本申请的第一种实施方式提供了一种机车制动控制系统，如图 1-3 所示，包括平均管
控制模块 1，制动缸控制模块 2 和总风 3。其中：

(1) 平均管控制模块

30 所述平均管控制模块 1 包括与总风 3 相连的第一充气电磁阀 101 和第一排气电磁阀

102,二者能够通过充气动作和排气动作将输入的总风3的压力控制输出为所需的第一预控压力P1。此处的总风、第一充气电磁阀和第一排气电磁阀的设置属于本领域的常规设置方式,可以采用现有技术中的技术方案实现,例如采用CN111634304A中的第一总风,第一电磁阀和第二电磁阀。

5 所述平均管控制模块1还包括第一中继阀103和第一切换阀104。所述第一预控压力P1连接至第一中继阀103的控制端口,第一中继阀103的入口连接至总风3,其出口输出放大后的第一预控压力作为平均管压力PA。该平均管压力PA的第一分支PA1通过管路连接至制动缸控制模块2的第一双向阀205的第一入口;该平均管压力PA的第二分支PA2(作为备用)通过管路连接至所述的第一切换阀104的入口;当第一切换阀104打开
10 时,经过第一切换阀104的出口输出的第二分支PA2到达制动缸控制模块2的第三双向阀214的第一入口。所述第一切换阀104可为电磁阀,得电时打开,失电时关闭。

第一预控压力P1所在管路上还设置有第一预控风缸105,该第一预控风缸105可以储存压缩空气,以提供风源作为第一预控压力P1。

(2) 制动缸控制模块

15 所述制动缸控制模块2包括与总风3相连的第二充气电磁阀201和第二排气电磁阀202,二者能够通过充气动作和排气动作将输入的总风3的压力控制输出为所需的第二预控压力P2。此处的总风、第二充气电磁阀和第二排气电磁阀的设置也属于本领域的常规设置方式,也可以采用现有技术中的技术方案实现,例如采用CN111634304A中的第二总风,第三电磁阀和第四电磁阀。

20 所述制动缸控制模块2还包括第二切换阀203、机械三通阀204和第一双向阀205。其中,第二预控压力P2连接至第二切换阀203的第一入口。

如图2所示,所述机械三通阀204为能够输出第三预控压力P3的机械阀。在一实施方式中,机械三通阀204可选择调节型三通阀。调节型三通阀工作原理是通过改变阀芯的位置来改变流体渠道的方向和大小。阀芯可以通过手动装置或自动控制来改变其位置。如
25 果需要增加流量,阀芯会移向入口,使流体更容易通过流道。相反,如果需要减少流量,阀芯会移向出口,覆盖一部分管道,减少流量。

所述机械三通阀204的第一入口连接列车管4(也叫制动管),由其提供风源;所述机械三通阀204的第二入口连接工作风缸206,当列车管4压力变化时,列车管4与工作风缸206实现动平衡。机械三通阀204的出口连接至第二切换阀203的第二入口,以能够
30 输出第三预控压力P3。

第三预控压力P3所在的管路上还可以设置作用风缸207,用于储存压缩空气,以提

供风源作为第三预控压力 P3。

机械三通阀 204 使用列车管 4 的压力充风至工作风缸 206。当列车管 4 的压力下降后，工作风缸 206 的压力会与作用风缸 207 导通，控制作用风缸 207 产生相应压力。当列车减压后，机械三通阀 204 将列车管压力控制输出为所需的第三预控压力 P3。

5 所述第二切换阀 203 的第一入口连通第二预控压力 P2，其第二入口连通第三预控压力 P3，出口连通至第一双向阀 205 的第二入口；用于切换连接第二预控压力 P2 或第三预控压力 P3，并输出至第一双向阀 205 的第二入口。

在一种实施方式中，所述第二切换阀 203 为具有控制端口的机械切换阀，当其控制端口有风源时，连通第二预控压力 P2；当其控制端口没有风源时，切换至连通第三预控压力 P3。更具体地，所述制动缸控制模块 2 中还设置有用控制第二切换阀 203 在第二预控压力 P2（第一入口）和第三预控压力 P3（第二入口）之间进行切换的电控阀 208，其中，所述电控阀 208 的入口与总风 3 相连，其出口与第二切换阀 203 的控制端口相连。所述电控阀 208 得电时打开，连通总风 3 和第二切换阀 203 的控制端口，使得第二切换阀 203 10 的第一入口连通第二预控压力 P2，并输出至第一双向阀 205；所述电控阀 208 失电时关闭，切断总风 3 和第二切换阀 203 的控制端口，使得第二切换阀 203 的第二入口连通第三预控压力 P3，并输出至第一双向阀 205。即当失电时，第二切换阀 203 会自动切换到连通其第二入口（连接机械三通阀 204）。

如前所述，第一双向阀 205 的第一入口连接第一中继阀 103 的出口（即连接平均管压力 PA 的第一分支 PA1），第一双向阀 205 的第二入口连接第二切换阀 203 的出口。此外，20 第一双向阀 205 的出口连接至第二双向阀 209 的第一入口，以选择第一双向阀 205 的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第四预控压力 P4（即：P4 为 PA1 和 P2 之中压力较大者，或 P4 为 PA1 和 P3 之中压力较大者）输出至第二双向阀 209 的第一入口。

作为一种应急的手段，所述制动缸控制模块 2 还设置有减压阀 210 和紧急增压阀 211：其中，减压阀 210 的入口连接至总风 3，其出口连接至紧急增压阀 211 的入口；所述紧急25 增压阀 211 的出口输出第五预控压力 P5 至第二双向阀 209 的第二入口；所述紧急增压阀 211 的控制端口由来自列车管 4 的风源控制，以打开或关闭减压阀 210 至第二双向阀 209 的第二入口之间的管路，以开启或切断第五预控压力 P5 的输出。当列车管 4 的风源的压力足够时，紧急增压阀 211 被控制为关闭状态；当列车管 4 的风源的压力下降至阈值时，紧急增压阀 211 被控制为打开状态，使得来自减压阀 210 的风源到达第二双向阀 209，作为30 第五预控压力 P5。

如前所述，第二双向阀 209 的第一入口连接第一双向阀 205 的出口，第二双向阀 209

的第二入口连接紧急增压阀 211 的出口；此外，第二双向阀 209 的出口连接至第二中继阀 212 的控制端口；以选择第二双向阀 209 的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第六预控压力 P6（即：P6 为 P4 和 P5 之中压力较大者）输出至第二中继阀 212 的控制端口。
第六预控压力 P6 所在的管路上还可以设置第二预控风缸 213，用于储存压缩空气，以提
5 供风源作为第六预控压力 P6。

所述第二中继阀 212 的入口连接总风 3，其出口连接至第三双向阀 214 的第二入口，
以将放大后的第六预控压力作为第一制动缸压力 PB1 输出至第三双向阀 214 的第二入口。
第三双向阀 214 的第一入口连接第一切换阀 104 的出口（即平均管压力 PA 的第二分支
PA2），第三双向阀 214 的出口连接至制动缸 215，以选择第三双向阀 214 的第一入口和
10 第二入口中的压力较大者作为第二制动缸压力 PB2（即：PB2 为 PB1 和 PA2 之中压力较
大者）输出至制动缸，以进行制动。

值得理解的是，本申请中的总风可以指同一处的总风，也可以是不同处的总风（例如
总风的分支），均可指来自总风缸的总风。本申请中的控制系统中还可以设置多个传感器，
尤其是压力传感器，用于测量不同部位的的压力，以增压或减压，或进行预警等，这是本领
15 域的技术人员可以理解的。此外，本申请中的各种电控阀门，例如各种电磁阀等，其得电
或失电等状态，以及前述的各种传感器可以由控制单元来进行控制，所述控制单元可以采
用各种能够满足条件的处理器，例如 CPU，PLC，工控机，计算机等硬件，通过编程并将
能够实现相应功能的程序储存在存储器中，通过控制单元对这些程序的执行，以实现各种
功能。这是所能想到的常规的控制手段，也是本领域的技术人员可以理解的。

20 本申请的第二种实施方式提供了一种机车制动控制方法，采用前文任意实施方式所述
的机车制动控制系统，包括以下状态中的至少一种：

（1）正常工作状态（如图 1 所示）：

在平均管控制模块中：

所述第一充气电磁阀 101 和第一排气电磁阀 102 通过充气动作和排气动作将输入的总
25 风 3 的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1，并输出至第一预控风缸 105。

所述第一预控压力 P1 还作用在第一中继阀 103 的控制端口，第一中继阀 103 的入口
输入总风 3，经过流量放大后，第一中继阀 103 的出口输出平均管压力 PA，该平均管压
力的第一分支 PA1 到达制动缸控制模块 2 的第一双向阀 205 的第一入口。

所述第一切换阀 104 失电，处于关闭状态，不提供平均管压力的第二分支 PA2 至第
30 三双向阀 214 的第一入口。

在制动缸控制模块中：

所述第二充气电磁阀 201 和第二排气电磁阀 202 通过充气动作和排气动作将输入的总风 3 的压力控制输出为所需的第二预控压力 P2。

电控阀 208 得电而打开，总风 3 到达第二切换阀 203 的控制端口，使得所述第二预控
5 压力 P2 进入第二切换阀 203 并到达第一双向阀 205 的第二入口。

所述第一双向阀 205 在平均管压力的第一分支 PA1 和第二预控压力 P2 中取大，输出第四预控压力 P4 至第二双向阀 209 的第一入口。

当列车管 4 的压力降低至阈值时，紧急增压阀 211 导通，输出第五预控压力 P5 至第二双向阀 209 的第二入口。所述第二双向阀 209 在第四预控压力 P4 和第五预控压力 P5
10 中取大，输出第六预控压力 P6 至第二预控风缸 213。

当列车管 4 的压力高于阈值时，紧急增压阀 211 为关闭状态；此时，所述第二双向阀 209 仅获取第四预控压力 P4，输出第六预控压力 P6 至第二预控风缸 213。

第六预控压力 P6 还作用在第二中继阀 212 的控制端口，第二中继阀 212 的入口输入总风 3，经过流量放大后，第二中继阀 212 的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀
15 214 的第二入口。

所述第三双向阀 214 将第一制动缸压力 PB1 输出为第二制动缸压力 PB2，并到达制动缸 215，以实现制动。

(2) 制动缸控制模块故障状态（如图 2 所示）

当制动缸控制模块中出现故障时，例如第二充气电磁阀 201，第二排气电磁阀 202 故障，或者制动缸失电等。
20

在平均管控制模块中：

所述第一充气电磁阀 101 和第一排气电磁阀 102 通过充气动作和排气动作将输入的总风 3 的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1，并输出至第一预控风缸 105。

所述第一预控压力 P1 还作用在第一中继阀 103 的控制端口，第一中继阀 103 的入口
25 输入总风 3，经过流量放大后，第一中继阀 103 的出口输出平均管压力 PA，该平均管压力的第一分支 PA1 到达制动缸控制模块 2 的第一双向阀 205 的第一入口。

所述第一切换阀 104 失电，处于关闭状态，无法提供平均管压力的第二分支 PA2 至第三双向阀 214 的第一入口。

本处平均管控制模块的工作方式与正常工作状态下的平均管控制模块的工作方式是
30 相似或相同的。

在制动缸控制模块中：

所述第二充气电磁阀 201 和第二排气电磁阀 202 故障,无法正常地输出第二预控压力 P2。

此时,电控阀 208 失电而关闭,没有风源到达第二切换阀 203 的控制端口,使得第二切换阀 203 切换至连接机械三通阀 204,所述机械三通阀 204 根据列车管 4 的压力变化产生第三预控压力 P3,并输出至第一双向阀 205 的第二入口。

所述第一双向阀 205 在平均管压力的第一分支 PA1 和第三预控压力 P3 中取大,输出第四预控压力 P4 至第二双向阀 209 的第一入口。

当列车管 4 的压力降低至阈值时,紧急增压阀 211 导通,输出第五预控压力 P5 至第二双向阀 209 的第二入口。所述第二双向阀 209 在第四预控压力 P4 和第五预控压力 P5 中取大,输出第六预控压力 P6 至第二预控风缸 213。

当列车管 4 的压力高于阈值时,紧急增压阀 211 为关闭状态;此时,所述第二双向阀 209 仅获取第四预控压力 P4,输出第六预控压力 P6 至第二预控风缸 213。

第六预控压力 P6 还作用在第二中继阀 212 的控制端口,第二中继阀 212 的入口输入总风 3,经过流量放大后,第二中继阀 212 的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀 214 的第二入口。

所述第三双向阀 214 将第一制动缸压力 PB1 输出为第二制动缸压力 PB2,并到达制动缸 215,以实现制动。

在该情况下,平均管控制模块可以继续提供平均管压力的第一分支 PA1;同时,机械三通阀 204 也可以输出第三预控压力 P3,从而可以实现双保险。

(3) 第二中继阀故障状态(如图 3 所示)

当第二中继阀 212 故障时,无法将前文所述的第六预控压力 P6 输出为第一制动缸压力 PB1,此时,平均管控制模块 1 控制第一切换阀 104 得电而打开,将平均管压力的第二分支 PA2 直接输出至第三双向阀 214 的第一入口,提供制动缸压力。具体实现如下:

在平均管控制模块中:

所述第一充气电磁阀 101 和第一排气电磁阀 102 通过充气动作和排气动作将输入的总风 3 的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1,并输出至第一预控风缸 105。

所述第一预控压力 P1 还作用在第一中继阀 103 的控制端口,第一中继阀 103 的入口输入总风 3,经过流量放大后,第一中继阀 103 的出口输出平均管压力 PA。

其中,平均管压力的第一分支 PA1 到达制动缸控制模块 2 的第一双向阀 205 的第一入口。所述第一切换阀 104 得电而打开,将平均管压力的第二分支 PA2 提供至第三双向阀 214 的第一入口。

在制动缸控制模块中：

第二中继阀 212 故障，第一制动缸压力 PB1 无法有效输出。

所述第三双向阀 214 将平均管压力的第二分支 PA2 输出为第二制动缸压力 PB2，并到达制动缸 215，以实现制动。

5 本实施方式中所述步骤的顺序仅仅为描述顺序，在实际操作中，可以根据实际需求进行调整，因此该描述顺序并不构成对本申请的绝对限制。

本实施方式通过上述设置，至少可以实现以下功能：

 (1) 当制动缸控制模块中第二充气和第二排气电磁阀出现压力控制故障时，可自动切换平均管压力的第一分支 PA1 进行冗余控制，也可以自动切换机械三通阀 204 进行冗余控制。

10 (2) 制动缸控制模块中，电控阀 208 正常工作时得电打开，冗余工作时失电而关闭；当制动缸控制模块失电时，同样可以实现机械三通阀冗余控制制动缸的压力。

 (3) 紧急增压阀 211 控制风源使用列车管压力，当列车管压力排空后，紧急增压阀 211 自动导通输出第五预控压力 P5 至第二双向阀 209，为制动缸控制模块提供预控压力。

15 (4) 当第二中继阀 212 故障时，无法将第六预控压力 P6 输出为第一制动缸压力 PB1，通过平均管控制模块控制第一切换阀 104 得电而打开，将平均管的分支压力直接输出至制动缸，提供制动缸压力。

 (5) 本申请中功能模块分区处理，制动缸控制模块中进行制动缸压力相关功能控制，平均管控制模块中进行平均管压力功能控制。当一个模块出现故障时，另一个功能模块进行冗余控制，制动系统功能正常使用，提高了系统的可用性。当一个模块故障时，待具备检修条件后，再进行对应模块的更换处理，提高了系统的可维护性。

20 所述的实施方式仅仅是对本申请的优选实施方式进行描述，并非对本申请的范围进行限定，在不脱离本申请设计精神的前提下，本领域普通技术人员对本申请的技术方案作出的各种变形和改进，均应落入本申请权利要求书确定的保护范围内。

25

权利要求书

1. 一种机车制动控制系统，其特征在于，包括平均管控制模块，制动缸控制模块和总风；其中：

所述平均管控制模块包括与总风相连的第一充气电磁阀和第一排气电磁阀，二者能够通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1；

所述平均管控制模块还包括第一中继阀和第一切换阀；其中，第一预控压力 P1 到达第一中继阀的控制端口；第一中继阀的入口连接至总风，第一中继阀的出口输出放大后的第一预控压力作为平均管压力 PA；平均管压力 PA 的第一分支 PA1 通过管路连接至制动缸控制模块的第一双向阀的第一入口；平均管压力 PA 的第二分支 PA2 通过管路连接至所述的第一切换阀的入口；第二切换阀的出口能够输出第二分支 PA2 到达制动缸控制模块的第三双向阀的第一入口；

所述制动缸控制模块包括与总风相连的第二充气电磁阀和第二排气电磁阀，二者能够通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第二预控压力 P2；

所述制动缸控制模块还包括第二切换阀、机械三通阀和第一双向阀；其中，第二预控压力 P2 连接至第二切换阀的第一入口；

所述机械三通阀为能够输出第三预控压力 P3 的机械阀；所述机械三通阀的第一入口连接列车管，以提供风源；所述机械三通阀的出口连接至第二切换阀的第二入口，以输出第三预控压力 P3；

第二切换阀配置为能够在其第一入口和第二入口之间切换，以选择第二预控压力 P2 或第三预控压力 P3，第二切换阀的出口连通至第一双向阀的第二入口；

第一双向阀的出口连接至第二中继阀的控制端口，以选择第一双向阀的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第四预控压力 P4 输出至第二中继阀的控制端口；

所述第二中继阀的入口连接总风，其出口连接至第三双向阀的第二入口，以将放大后的第四预控压力作为第一制动缸压力 PB1 输出至第三双向阀的第二入口；

第三双向阀的出口连接至制动缸，以选择第三双向阀的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第二制动缸压力 PB2 输出至制动缸，以进行制动。

2. 根据权利要求 1 所述的机车制动控制系统，其特征在于，所述制动缸控制模块还包括第二双向阀、减压阀和紧急增压阀；其中，

第一双向阀的出口连接至第二双向阀的第一入口，以选择第一双向阀的第一入口和第

二入口中的压力较大者作为第四预控压力 P4 输出至第二双向阀的第一入口；

减压阀的入口连接至总风，减压阀的出口连接至紧急增压阀的入口；所述紧急增压阀的出口输出第五预控压力 P5 至第二双向阀的第二入口；所述紧急增压阀的控制端口连接列车管，以提供控制风源，用于开启或关闭紧急增压阀；

第二双向阀的出口连接至第二中继阀的控制端口，以选择第二双向阀的第一入口和第二入口中的压力较大者作为第六预控压力 P6 输出至第二中继阀的控制端口。

3. 根据权利要求 2 所述的机车制动控制系统，其特征在于，所述机械三通阀选择调节型三通阀；所述机械三通阀的第二入口连接工作风缸，当列车管的压力变化时，列车管与工作风缸实现动平衡。

4. 根据权利要求 1-3 任一项所述的机车制动控制系统，其特征在于，所述第二切换阀为具有控制端口的机械切换阀；当其控制端口有风源时，连通第二预控压力 P2；当其控制端口没有风源时，切换至连通第三预控压力 P3。

5. 根据权利要求 4 所述的机车制动控制系统，其特征在于，所述制动缸控制模块中设置有用以控制第二切换阀在第二预控压力 P2 和第三预控压力 P3 之间进行切换的电控阀；其中，所述电控阀的入口与总风相连，其出口与第二切换阀的控制端口相连；其中所述电控阀配置为：得电时，连通总风和第二切换阀的控制端口，以使第二切换阀连通第二预控压力 P2；失电时，切断总风和第二切换阀的控制端口，以使第二切换阀连通第三预控压力 P3。

6. 根据权利要求 1-3 和 5 任一项所述的机车制动控制系统，其特征在于，第一预控压力 P1 所在管路上设置有第一预控风缸，能够储存压缩空气，以提供风源作为第一预控压力 P1；第三预控压力 P3 所在的管路上设置有作用风缸，用于储存压缩空气，以提供风源作为第三预控压力 P3。

7. 根据权利要求 2 或 3 所述的机车制动控制系统，其特征在于，第六预控压力 P6 所在的管路上设置有第二预控风缸，用于储存压缩空气，以提供风源作为第六预控压力 P6。

8. 一种机车制动控制方法，其特征在于，采用权利要求 1-7 任一项所述的机车制动控制系统，该方法包括以下三种状态中的至少一种：

(1) 正常工作状态：

在平均管控制模块中：

所述第一充气电磁阀和第一排气电磁阀通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1，作用在第一中继阀的控制端口；第一中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第一中继阀的出口输出平均管压力 PA；该平均管压力的第

一支 PA1 到达制动缸控制模块的第一双向阀的第一入口；

所述第一切换阀处于关闭状态，不提供平均管压力的第二分支 PA2 至第三双向阀的第一入口；

在制动缸控制模块中：

所述第二充气电磁阀和第二排气电磁阀通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第二预控压力 P2；

第二切换阀的第一入口连通，使得所述第二预控压力 P2 进入第二切换阀并到达第一双向阀的第二入口；

所述第一双向阀在平均管压力的第一分支 PA1 和第二预控压力 P2 中取大，输出第四预控压力 P4，并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口；

所述第三双向阀将第一制动缸压力 PB1 输出为第二制动缸压力 PB2，并到达制动缸，以实现制动；

(2) 制动缸控制模块故障状态

在平均管控制模块中：

所述第一充气电磁阀和第一排气电磁阀通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1，并作用在第一中继阀的控制端口；第一中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第一中继阀的出口输出平均管压力 PA，该平均管压力的第一分支 PA1 到达制动缸控制模块的第一双向阀的第一入口；

所述第一切换阀处于关闭状态，无法提供平均管压力的第二分支 PA2 至第三双向阀的第一入口；

在制动缸控制模块中：

所述制动缸控制模块中无法正常地输出第二预控压力 P2；

第二切换阀切换至第二入口连通，使得第二切换阀切换至连接机械三通阀，输入第三预控压力 P3，并输出至第一双向阀的第二入口；

所述第一双向阀在平均管压力的第一分支 PA1 和第三预控压力 P3 中取大，输出第四预控压力 P4，并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口；

所述第三双向阀将第一制动缸压力 PB1 输出为第二制动缸压力 PB2，并到达制动缸，以实现制动；

(3) 第二中继阀故障状态

在平均管控制模块中：

所述第一充气电磁阀和第一排气电磁阀通过充气动作和排气动作将输入的总风的压力控制输出为所需的第一预控压力 P1，并作用在第一中继阀的控制端口；第一中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第一中继阀的出口输出平均管压力 PA；其中，平均管压力的第一分支 PA1 到达制动缸控制模块的第一双向阀的第一入口；所述第一切换阀处于开启状态，将平均管压力的第二分支 PA2 提供至第三双向阀的第一入口；

在制动缸控制模块中：

第二中继阀故障，第一制动缸压力 PB1 无法有效输出；此时，所述第三双向阀将平均管压力的第二分支 PA2 输出为第二制动缸压力 PB2，并到达制动缸，以实现制动。

9. 根据权利要求 8 所述的机车制动控制方法，其特征在于，当制动缸控制模块具有第二双向阀、减压阀和紧急增压阀时：

对于（1）正常工作状态：

所述第一双向阀在平均管压力的第一分支 PA1 和第二预控压力 P2 中取大，输出第四预控压力 P4 至第二双向阀的第一入口；

当列车管的压力降低至阈值时，紧急增压阀导通，输出第五预控压力 P5 至第二双向阀的第二入口；所述第二双向阀在第四预控压力 P4 和第五预控压力 P5 中取大，输出第六预控压力 P6，并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口；

当列车管的压力高于阈值时，紧急增压阀关闭；此时，所述第二双向阀仅获取第四预控压力 P4，输出第六预控压力 P6，并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口；

对于（2）制动缸控制模块故障状态：

所述第一双向阀在平均管压力的第一分支 PA1 和第三预控压力 P3 中取大，输出第四预控压力 P4 至第二双向阀的第一入口；

当列车管的压力降低至阈值时，紧急增压阀导通，输出第五预控压力 P5 至第二双向阀的第二入口；所述第二双向阀在第四预控压力 P4 和第五预控压力 P5 中取大，输出第六预控压力 P6，并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口；

当列车管的压力高于阈值时，紧急增压阀关闭；此时，所述第二双向阀仅获取第四预控压力 P4，输出第六预控压力 P6，并作用在第二中继阀的控制端口；第二中继阀的入口

输入总风，经过流量放大后，第二中继阀的出口输出第一制动缸压力 PB1 至第三双向阀的第二入口。

10. 根据权利要求 8 所述的机车制动控制方法，其特征在于，当制动缸控制模块具有电控阀时，在（1）正常工作状态中，电控阀得电而打开，使得第二切换阀的第一入口连通；在（2）制动缸控制模块故障状态中，电控阀失电而关闭，使得第二切换阀切换至第二入口连通。