

1. 一种电动车组自动通过分相区的控制方法,其特征在于,列车正常工况下,在经过分相区时,自动控制牵引变流器中的逆变模块转换为制动工况,将列车电机转换为发电机状态;封锁整流模块,把列车动能回馈给牵引变流器中的滤波中间直流回路以维持辅助负载正常工作;当列车通过分相区后,重新启动整流模块,退出自动过分相发电状态,按司机操作指令将逆变模块转化为相应工况;

经过分相区时,在列车的牵引和制动工况下,满足以下条件即进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号;(2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛;(3)当前实际发挥力矩小于等于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值;若当前牵引工况实际发挥力矩大于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值,按防止列车发生冲击的力矩卸载斜率,将牵引实际发挥力矩值降至逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值。

2. 根据权利要求1所述的电动车组自动通过分相区的控制方法,其特征在于,经过分相区时,在列车的惰性工况下,满足以下条件即进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号;(2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛。

3. 一种电动车组自动通过分相区的控制方法,其特征在于,列车正常工况下,在经过分相区时,先封锁整流模块,然后自动控制牵引变流器中的逆变模块转换为制动工况,将列车电机转换为发电机状态;把列车动能回馈给牵引变流器中的滤波中间直流回路以维持辅助负载正常工作;当列车通过分相区后,重新启动整流模块,退出自动过分相发电状态,按司机操作指令将逆变模块转化为相应工况;

经过分相区时,在列车的牵引和制动工况下,满足以下条件即进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号;(2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛;(3)当前实际发挥力矩小于等于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值;若当前牵引工况实际发挥力矩大于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值,按防止列车发生冲击的力矩卸载斜率,将牵引实际发挥力矩值降至逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值。

4. 根据权利要求3所述的电动车组自动通过分相区的控制方法,其特征在于,经过分相区时,在列车的惰性工况下,满足以下条件即进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号;(2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门。

一种电动车组自动通过分相区的控制方法

技术领域

[0001] 本发明主要涉及到轨道交通的控制领域,特指一种适用于电动车组自动通过分相区的控制方法。

背景技术

[0002] 电气化铁路为尽可能平衡供电系统中的三相负载,接触网一般采用分段换相供电设计方式。为防止相间短路,在不同相供电臂之间的连接处使用了绝缘装置进行分割,从而在不同相供电臂之间形成无电的绝缘分相区(以下简称“分相区”),且每隔一段距离线路就存在一个分相区。由于分相区的存在,电动车组运行过程中将频繁通过分相区,在此过程中,若电动车组控制不当,会导致列车带载入分相区,易引发列车牵引变流器、牵引变压器、受电弓和线路接触网烧损等事故,严重危害线路安全、影响列车的正常运行。

[0003] 目前,国内外广泛使用的列车自动过分相的控制方案可分为以下5种:

[0004] 1、司机手动操作方案。

[0005] 电气化铁道线路建设时,各分相区之前,都设置有提醒即将进入分相区的“断”指示牌,用于提醒司机手动操作断列车主断路器过分相,列车惰行通过分相区后,线路有“合”指示牌,提醒司机手动操作闭合列车主断路器使牵引变流器重新投入工作,使列车恢复正常运行。

[0006] 2、地面自动开关自动切换方案。

[0007] 此方案主要为日本新干线所采用,另外,西安铁路局汪亚平于2011年1月在《中国铁道》发表“我国自主研发的地面控制自动过分相技术创新”一文,也提出了一套我国自主研发的地面自动开关自动切换过分相系统解决方案。

[0008] 该方案的主要原理是:在接触网分相区设置一套中性区间段,两端分别有两个绝缘器与两相接触网绝缘,并采用锚段关节结构,以保证受电弓滑过时能连续受流。地面自动开关切换设备有2台真空断路器S1、S2分别跨接在接触网两相上,并能够通过它们向中性区间段供电。当有列车通过时,地面自动开关切换设备通过列车位置传感器检测列车位置,通过控制S1和S2开关的通断,实现中性区间段的换相供电,使列车能够在几乎不失电的情况通过分相区。

[0009] 3、柱上开关自动断电方案。

[0010] 此方案主要在瑞士等国家采用。该方案的基本原理是:由两个真空磁控线包、两个真空断路器、两个过压吸收器及相应的接触网分段组成柱上开关自动断电设备,设备对称分布在分相区两侧,布置在支柱上的开关自动断电设备在列车通过磁控线包段时使两个真空磁控线包分别受流,让两个真空断路器产生分闸和真空灭弧动作,切断列车供电,使列车惰行通过分相区。

[0011] 4、列车自动控制断电方案。

[0012] 该方案充分利用了电气化线路在进出分相区处地面安装有磁钢的特点,在列车上安装有过分相车载检测装置,当列车到达分相区磁钢处时,车载检测装置接收地面磁钢信

息并送入列车牵引控制系统,牵引控制系统延时断开列车主断路器,使列车惰行进入分相区,当过分相车载检测装置再次检测到地面磁钢信息,则表示列车已通过分相区,列车牵引控制系统将再次闭合主断路器使牵引变流器重新投入工作,使列车恢复正常运行。

[0013] 5、牵引变流器中间直流回路不断电方案。

[0014] 中国专利号CN 102431469 B公开了“一种动车组辅助回路过分相不间断供电装置”的发明专利。该专利中的不间断供电装置包括受电弓、主断路器、变压器、牵引电机、四象限整流器、静态逆变器、辅助变流器。在过分相时,动车组的辅助负载从中间直流回路环节取电,辅助变流器进行逆变,保证了动车组的辅助负载在过分相时不断电。该专利虽可保证动车组的辅助负载在过分相时不断电,但对于具体的控制设备和控制方法没有涉及,也未提及过分相完成后不间断供电装置的后续处理方案。

[0015] 综上所述,上述现有电动车组列车过分相控制方案存在的不足有:

[0016] (1)在我国电气化铁路每隔20 ~ 25km就有一段长约30m的无电区,电动车组高速运行时,全程将频繁通过多个分相区,由于司机在列车运行时还需进行各种必要操作并瞭望各种信号,频繁的手动操作过分相将导致司机劳动强度增加,其它操作注意力分散,易导致过分相操作失误,影响列车的正常运行。

[0017] (2)地面自动开关自动切换和柱上开关自动断电方案都存在建造和运营维护成本费用巨大,列车通过时牵引变流器和变压器被大电流冲击的风险。

[0018] (3)列车自动控制断电方案在过分相时,因为主断路器断开,会导致列车辅助逆变器停机,造成列车辅助负载如空调、车内照明系统暂时性停止运行。因列车运行全程将频繁通过多个分相区,这将对乘客乘车舒适性及辅助负载设备寿命造成不良影响,辅助负载频繁的启停,也将严重影响这些负载的使用寿命。

[0019] (4)现虽有辅助回路过分相不间断供电装置,但辅助回路不断电过分相完成后如何使列车恢复正常运行工况还没有提出合理解决方案,且具体的辅助回路不断电过分相控制过程也不明确。

发明内容

[0020] 本发明要解决的技术问题就在于:针对现有技术存在的技术问题,本发明提供一种可有效缓解自动过分相过程对列车的冲击、提高列车舒适性的电动车组自动通过分相区的控制方法。

[0021] 为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:

[0022] 一种电动车组自动通过分相区的控制方法,为:列车正常工况下,在经过分相区时,自动控制牵引变流器中的逆变模块转换为制动工况,将列车电机转换为发电机状态;封锁整流模块,把列车动能回馈给牵引变流器中的滤波中间直流回路以维持辅助负载正常工作;当列车通过分相区后,重新启动整流模块,退出自动过分相发电状态,按司机操作指令将逆变模块转化为相应工况。

[0023] 作为本发明的进一步改进:经过分相区时,在列车的牵引和制动工况下,满足以下条件即进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号;(2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛;(3)当前实际发挥力矩小于等于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值。

[0024] 作为本发明的进一步改进:经过分相区时,在列车的惰性工况下,满足以下条件即进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号;(2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛。

[0025] 本发明进一步提供另一种电动车组自动通过分相区的控制方法,为:列车正常工况下,在经过分相区时,先封锁整流模块,然后自动控制牵引变流器中的逆变模块转换为制动工况,将列车电机转换为发电机状态;把列车动能回馈给牵引变流器中的滤波中间直流回路以维持辅助负载正常工作;当列车通过分相区后,重新启动整流模块,退出自动过分相发电状态,按司机操作指令将逆变模块转化为相应工况。

[0026] 作为本发明的进一步改进:经过分相区时,在列车的牵引和制动工况下,满足以下条件即进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号;(2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛;(3)当前实际发挥力矩小于等于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值。

[0027] 作为本发明的进一步改进:经过分相区时,在列车的惰性工况下,满足以下条件即进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号;(2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛。

[0028] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0029] 1、本发明的电动车组自动通过分相区的控制方法,该控制方法能自动对电动车组的牵引、制动、惰行或恒速工况进出分相区进行自动控制,完全无需人工干预。运用该方法不但能在过分相区时使列车牵引变流器(以下简称CI)滤波中间直流回路电能能维持列车辅助负载,提高辅助负载和线路分相区设备的使用寿命,降低电动车组过分相综合投入成本,也能使列车过分相区的冲击控制在合理水平,能很好的保证过分相时列车对舒适度的要求。

[0030] 2、本发明对电动车组的牵引、制动、惰行和恒速工况均可实现自动过分相控制;无需人工干预,极大的减轻了过分相时司机的工作强度。

[0031] 3、本发明自动过分相时先对列车发挥实际力矩按照防止冲击的斜率进行卸载,再转换为过分相发电状态的控制方式,能有效缓解自动过分相过程对列车的冲击,提高列车舒适性。

[0032] 4、本发明由于采用了过分相过程电机转为发电机发电使滤波中间直流电路不断电的方案,能有效提升列车辅助负载和线路分相区设备的使用寿命,降低列车过分相综合投入成本。

附图说明

[0033] 图1是本发明在具体应用实例中牵引变流器的原理示意图。

[0034] 图2是本发明方法在牵引工况进行自动过分相控制的流程示意图。

[0035] 图3是本发明方法在制动工况自动过分相控制的流程示意图。

[0036] 图4是本发明方法在惰行工况自动过分相逻辑控制的流程示意图。

具体实施方式

[0037] 以下将结合说明书附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。

[0038] 如图1所示,为本发明电动车组自动通过分相区的控制方法的控制对象“牵引变流器(Converter Inverter)”,简称:CI。CI采用主辅一体化设计,包括接触器控制电路、整流模块、滤波中间直流电路、辅变模块和逆变模块。列车升受电弓闭合主断路器后,单相工频电网电压经变压器降压后输入CI的接触器控制电路,接触器控制电路给滤波中间直流电路充电;中间直流电压达到一定值后,充电完成,启动整流模块,将单相工频电网电压整流为CI正常工作所需额定中间直流电压,逆变模块和辅变模块分别从滤波中间直流电路取电,逆变模块将中间直流电逆变为三相电压控制电机,辅变模块将中间直流电逆变为三相电压供辅变负载正常工作使用。

[0039] 在电动车组的正常运行工况,牵引变流器的整流模块、辅变模块和逆变模块均已启动,本发明的控制方法为:列车正常工况下(如牵引、制动、惰行及恒速),在经过分相区时,自动控制逆变模块转换为制动工况,将列车电机转换为发电机状态,封锁整流模块,把列车动能回馈给牵引变流器中的滤波中间直流回路以维持辅助负载正常工作;当列车通过分相区后,重新启动整流模块,退出自动过分相发电状态,按司机操作指令将逆变模块转化为相应工况。

[0040] 基于本发明的控制方法,以下分别将各种工况下的自动过分相控制方法详述如下。

[0041] 一、在列车牵引工况下进行自动过分相控制的方案。

[0042] 如图2所示,在电动车组牵引工况,同时满足如下条件时可进入自动过分相发电状态:(1)接收到过分相信号。

[0043] (2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛;这是因为为了维持CI滤波中间直流回路电能,将采用制动能量回馈方式将列车动能转化为电能,为防止自动过分相时列车停止在分相区造成机破,列车进入分相区的速度必须大于最低速度门槛。

[0044] (3)当前实际发挥力矩小于等于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值。若当前牵引工况实际发挥力矩大于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值,逆变模块转换入过分相发电状态瞬间,列车冲击较大,会影响到列车运行的舒适性,所以此时需要按防止列车发生冲击的力矩卸载斜率,将牵引实际发挥力矩值降至逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩门槛值。

[0045] 进入过分相发电状态,逆变模块需转化制动工况,电机将转化为发电机状态,可向CI滤波中间直流回路回馈电能维持辅助负载正常工作,此时封锁整流模块,不再采用整流模块维持滤波中间直流回路电能。列车通过分相区后,电网电压恢复,过分相信号被撤销,此时终止自动过分相控制,退出过分相发电状态,重新启动整流模块维持中间直流回路电能,按司机操作指令将逆变模块转化为相应工况,让列车恢复正常运行。

[0046] 二、在列车制动工况下进行自动过分相控制的方案。

[0047] 如图3所示,在电动车组制动工况,同时满足如下条件时可进入自动过分相发电状态:

[0048] (1)收到过分相信号。

[0049] (2)列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛。这是因为为了维持CI滤波中间直流回路电能,将采用制动能量回馈方式将列车动能转化为电能,为防止自动过分相时列车停止在分相区造成机破,列车进入分相区的速度必须大于最低速度门槛。

[0050] (3) 当前实际发挥力矩小于等于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩阈值。若当前制动工况实际发挥力矩大于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩阈值, 逆变模块转换入过分相发电状态瞬间, 列车冲击较大, 会影响到列车运行的舒适性, 所以此时需要按防止列车发生冲击的力矩卸载斜率, 将制动实际发挥力矩值降至逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩阈值。

[0051] 因为制动工况逆变模块已处于制动工况, 所以在过分相发电状态满足时可直接电机将转化为发电机状态, 向CI滤波中间直流回路回馈电能维持辅助负载正常工作, 此时封锁整流模块, 不再采用整流模块维持滤波中间直流回路电能。列车通过分相区后, 电网电压恢复, 过分相信号被撤销, 此时终止自动过分相控制, 退出过分相发电状态, 重新启动整流模块维持中间直流回路电能, 按司机操作指令将逆变模块转化为相应工况, 让列车恢复正常运行。

[0052] 三、在列车惰行工况下进行自动过分相控制的方案。

[0053] 如图4所示, 在电动车组牵引工况, 同时满足如下条件时可进入自动过分相发电状态:

[0054] (1) 收到过分相信号。

[0055] (2) 列车当前速度大于过分相要求的最低速度门槛。为维持CI滤波中间直流回路电能, 将采用制动能量回馈方式将列车动能转化为电能, 为防止自动过分相时列车停止在分相区造成机破, 列车进入分相区的速度必须大于最低速度门槛。

[0056] 因为惰行工况实际发挥力矩值为零, 一定会小于将逆变模块转换入过分相发电状态最大允许力矩阈值, 所以条件(1)、(2)同时满足时可直接将逆变模块转为过分相发电状态的制动工况, 电机从而转化为发电机状态, 可向CI滤波中间直流回路回馈电能维持辅助负载正常工作。此时封锁整流模块, 不再采用整流模块维持滤波中间直流回路电能。列车通过分相区后, 电网电压恢复, 过分相信号被撤销, 此时终止自动过分相控制, 退出过分相发电状态, 重新启动整流模块维持中间直流回路电能, 按司机操作指令将逆变模块转化为相应工况, 让列车恢复正常运行。

[0057] 四、在列车恒速工况下进行自动过分相控制的方案。

[0058] 电动车组的因电动车组的恒速运行工况也是在牵引、制动和惰行工况这三种工况中相互转化, 因此自动过分相的控制上只需要取以上牵引、制动或惰行三种工况中的一种方案执行即可。

[0059] 在其他实施例中, 由于各类型电动车组辅助负载的功率各不相同, 对于一些辅助负载功率较小的列车, 在自动过分相控制时, 也可采用先封锁整流模块, 再按照上述过分相发电的方法使逆变模块处于制动工况, 将列车电机转换为发电机状态完成电动车组的自动过分相控制。因此, 采用先封锁整流模块, 再使用本发明方法进行自动过分相控制的方法也属于本发明的保护范围。

[0060] 以上仅是本发明的优选实施方式, 本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例, 凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰, 应视为本发明的保护范围。

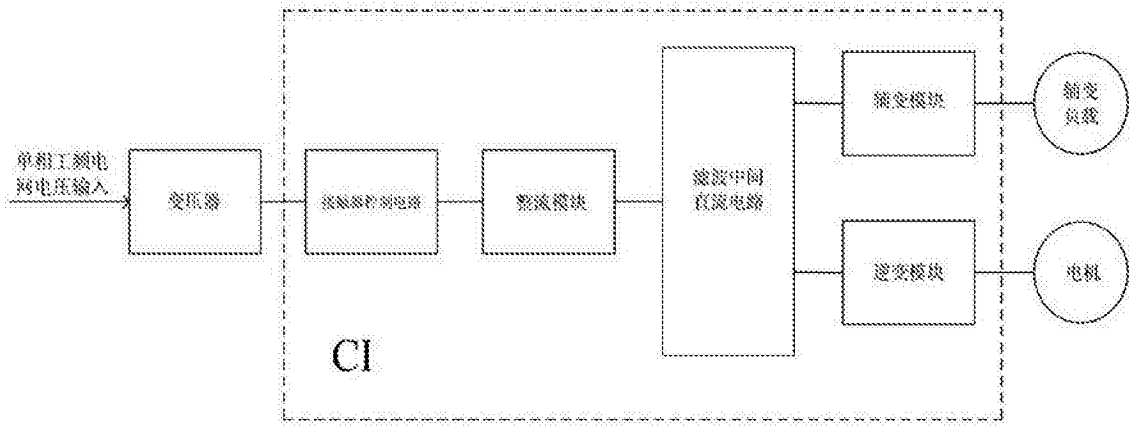


图1

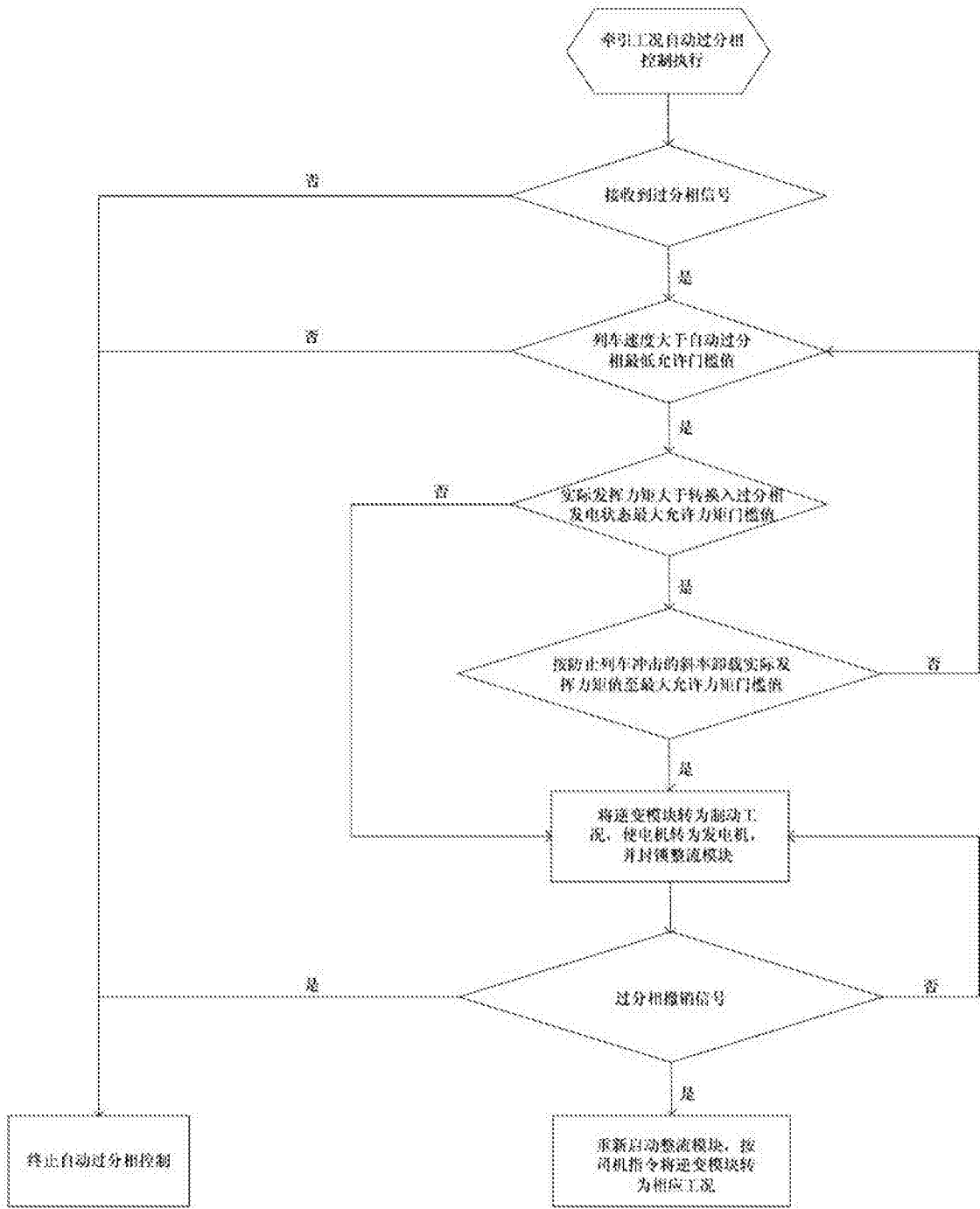


图2

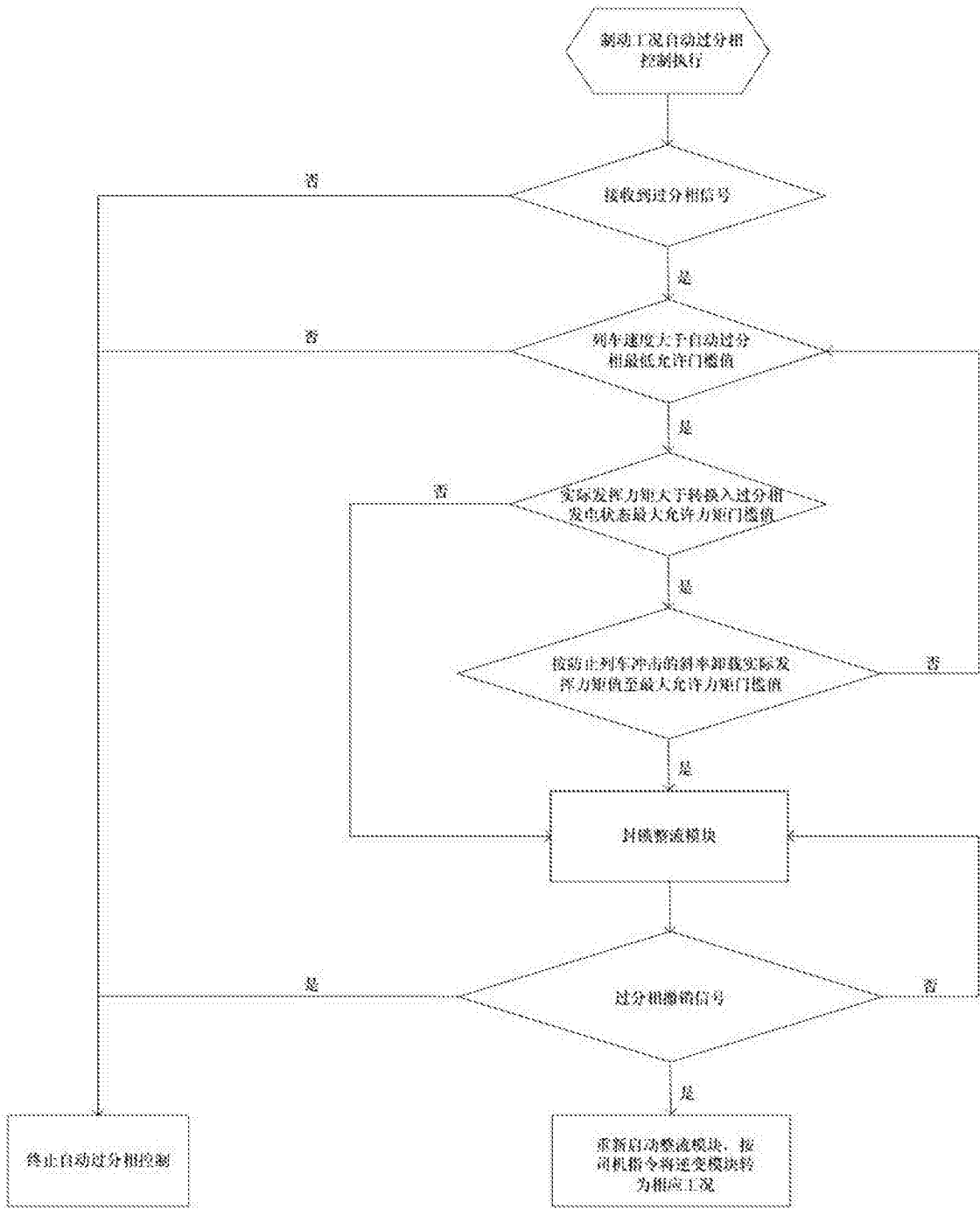


图3

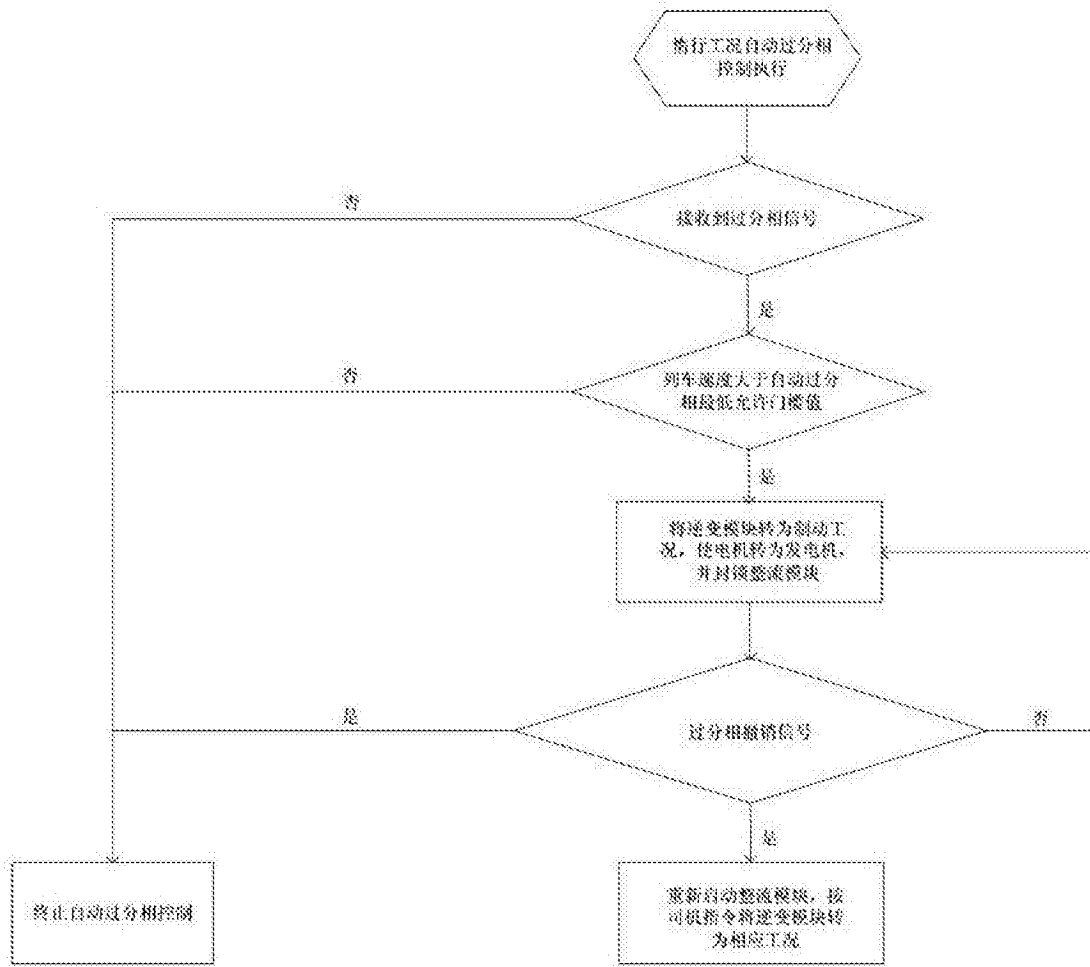


图4