

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 10 月 8 日 (08.10.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/199680 A1

- (51) 国际专利分类号:
B60L 3/00 (2019.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/128242
- (22) 国际申请日: 2019 年 12 月 25 日 (25.12.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910260253.5 2019 年 4 月 2 日 (02.04.2019) CN
- (71) 申请人: 中车株洲电力机车有限公司
(**CRRC ZHUZHOU LOCOMOTIVE CO., LTD.**) [CN/
CN]; 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。
- (72) 发明人: 周利(**ZHOU, Li**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 江大发(**JIANG, Dafa**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 张盼(**ZHANG, Pan**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 曹增明(**CAO, Zengming**); 中国湖

南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 汤人杰(**TANG, Renjie**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 陈勇(**CHEN, Yong**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 李骏(**LI, Jun**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 屈海洋(**QU, Haiyang**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 司尚卓(**SI, Shangzhuo**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。 朱伟健(**ZHU, Weijian**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园, Hunan 412001 (CN)。

- (74) 代理人: 长沙正奇专利事务所有限责任公司
(**CHANGSHA ZONEKEY PATENT LAW FIRM**); 中国湖南省长沙市岳麓区枫林二路 188 号向日葵广场 7 楼, Hunan 410205 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) **Title:** RAIL TRANSIT TRAIN AND FAULT PROTECTION METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 轨道交通车辆及其故障保护方法

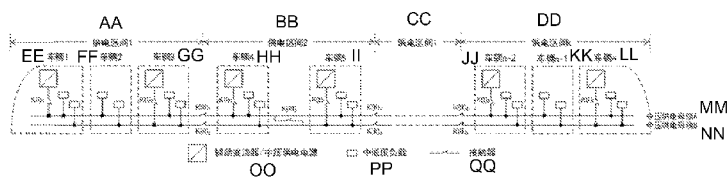


图 1

AA	Power supply section 1
BB	Power supply section 2
CC	Power supply section i
DD	Power supply section k
EE	Train 1
FF	Train 2
GG	Train 3
HH	Train 4
II	Train 5
JJ	Train n-2
KK	Train n-1
LL	Train n
MM	Medium voltage power supply bus A
NN	Medium voltage power supply bus B
OO	Auxiliary converter/medium voltage power supply
PP	Medium and low voltage load
QQ	Contactors

(57) **Abstract:** A rail transit train and a fault protection method thereof, comprising two medium voltage power supply buses (A, B), wherein the two medium voltage power supply buses (A, B) are connected by means of a first contactor (K(III)). When the two medium voltage power supply buses (A, B) are working normally, the power supply capacity and load of the two medium voltage power supply buses (A, B) are balanced. The rail transit train may effectively reduce the impact of an interphase short-circuit fault of the medium voltage power bus on an auxiliary power supply system of the entire train, ensure normal operation of the train in the case of failure, and improve the safety and operating efficiency of the rail transit train.

(57) **摘要:** 一种轨道交通车辆及其故障保护方法, 包括两条中压供电母线 (A, B); 所述两条中压供电母线 (A, B) 通过第一接触器 (K(III)) 连接; 当所述两条中压供电母线 (A, B) 均正常工作时, 两条中压供电母线 (A, B) 的供电容量均衡、负载均衡。该轨道交通车辆能有效地降低中压供电母线相间短路故障对整列车辅助供电系统的影响, 保证故障情况下列车的正常运行, 提高轨道交通车辆的安全性和运行效率。

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

轨道交通车辆及其故障保护方法

技术领域

本发明涉及轨道交通车辆供电技术领域，特别是一种轨道交通车辆及其故障保护方法。

背景技术

轨道交通车辆的中压供电网络向列车所有中低压辅助设备供电，是列车电气系统的重要组成部分。因此，要求中压供电网络具有高稳定性和低故障率。轨道交通车辆中压供电网络的电源通常为辅助变流器，其输出三相 380 V 交流电；负载包括空调系统、空气压缩机、照明系统和充电机等；其他辅助设备包括继电器、接触器和空气开关等。

轨道交通车辆中压供电网络的发展经历了扩展供电、交叉供电和并网供电等阶段。以一节 6 辆编组的地铁车辆为例介绍这几种供电形式。扩展供电方式下通常将整列车分成两个供电区间，各包含三辆地铁车辆，每个供电区间设置一台辅助变流器，为所在供电区间供电；当一台辅助变流器发生故障时，关闭故障的辅助变流器，由另一台辅助变流器为整列车供电，同时关闭部分负载。交叉供电方式下通常设置两台辅助变流器；同时将整列车的中低压负载平均分成两组，每台辅助变流器为一组负载供电，当一台辅助变流器发生故障时，关闭故障变流器和其供电的一组负载，另一台辅助变流器供电的负载正常运行。并网供电方式下，可设置 6 台辅助变流器和一条贯穿整列车的中压母线，所有辅助变流器并联向中压母线供电，所有中低压负载均从中压母线获取电能；当一台辅助变流器发生故障时，关闭故障变流器，由剩下的 5 台变流器为中压母线供电。

上述轨道交通车辆中压供电网络，并网供电的故障保护性能显著优于扩展供电和交叉供电。当一台辅助变流器发生故障时，扩展供电和交叉供电将损失 50% 的中压供电容量，而并网供电只损失 16.7% 的中压供电容量（以 6 台辅助变流器为例）。通过为每台辅助变流器设置合理的冗余供电容量，可保障即使一台辅助变流器发生故障，并网供电的中压供电网络仍能保障整列车中低压负载的正常运行。因此，并网供电目前已成为城市轨道交通车辆辅助供电系统的首选方案。但是，其故障保护性能仍不够完善。并网供电设置一条贯穿整列车的三相 380 V 中压供电母线，当发生相间短路故障时，整列车的中压供电网络将不能正常工作。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是，针对现有技术不足，提供一种轨道交通车辆及其故障保护方法，有效地降低中压供电母线相间短路故障对整列车辅助供电系统的影响，

保证故障情况下列车的正常运行，提高轨道交通车辆的安全性和运行效率。

为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是：一种轨道交通车辆，其包括两条中压供电母线；所述两条中压供电母线通过第一接触器连接；当所述两条中压供电母线均正常工作时，两条中压供电母线的供电容量均衡、负载均衡。

本发明的轨道交通车辆设置两条中压供电母线，将电源和负载均衡配置在两条中压供电母线上，两条中压供电母线互为冗余备份，当两条中压供电母线均正常工作时，可通过接触器均衡两条中压供电母线的供电容量和负载功率，保证了一条中压供电母线发生相间短路故障时，中压供电网络能部分正常工作，从而有效降低了中压供电母线相间短路故障对整列车辅助供电系统的影响。

优选地，所述两条中压供电母线均贯穿整列车；整列车包括多个供电区间，每个供电区间覆盖多节车；对于任一中压供电母线，相邻供电区间的两段中压供电母线通过第二接触器连接。当中压供电网络发生故障时，断开相应的第二接触器，将故障单元从中压供电网络隔离，使整列车能在降级模式下继续运行，甚至不发生性能降级而继续正常运行，进一步保证了轨道交通车辆的安全性和运行效率。

进一步的，本发明中，位于中部供电区间内的两条中压供电母线通过所述第一接触器连接，中部供电区间对应车辆的中部，将第一接触器设置于中部供电区间内，使整个供电网络左右对称，进一步保证中压供电母线的供电容量均衡、负载均衡。

本发明中，保证供电容量均衡的具体实现过程为：每个供电区间内设 m 个中压供电电源，每个供电区间内的每条中压供电母线分别与 $m/2$ 个中压供电电源连接；其中， m 为大于 0 的偶数，且 $m \leq n$ ， n 为供电区间内的车节数。

为了简化供电结构，本发明中， m 设置为 2。

本发明中，所述中压供电电源通过第三接触器与对应中压供电母线连接，当某一中压供电电源发生故障时，断开对应的第三接触器，保证其余的中压供电电源正常向对应中压供电母线供电。

本发明中，通过以下设置规则保证负载均衡：每节车均设置两套负载单元，每套负载单元均包括多对负载，每对负载中的两个负载功能相同或功能对应；所述两套负载单元分别对应与两条中压供电母线连接。

本发明中的功能对应，是指功能类似，例如，司机室空调和司机室足部加热器功能对应（均用于取暖），牵引箱风扇与制动电阻风扇功能对应（均用于供器件散热）。

进一步的，为保证相应负载发生故障时，方便切断故障负载，本发明的负载通过第

四接触器与对应中压供电母线连接。

进一步的，为了简化供电网络设置过程，本发明将供电区间的数量设置为与车辆动力单元数量相同。

作为一个发明构思，本发明还提供了一种上述轨道交通车辆中压供电母线相间短路区段和接触器故障判断方法。

中压供电母线相间短路判断方法：

每一台中压供电电源均持续检测输出端电流，若任意一台在 T 时间（1min）内检测到两次输出端过流，则判断发生了中压供电母线相间短路，车辆控制单元控制所有中压供电电源关闭；

当所有中压供电电源关闭后，车辆控制单元断开所有中压母线接触器，包括第一接触器和第二接触器，将中压供电母线分隔为 6 个独立区段；

当所有中压母线接触器断开后，车辆控制单元控制所有中压供电电源启动，给相应中压供电母线区段连接的负载供电，并进行中压供电母线区段短路测试：（1）若测试过程中所有中压供电电源均未检测到对应中压供电母线区段短路故障，则车辆控制单元控制所有中压供电电源关闭，闭合所有中压母线接触器（即第一接触器和所有第二接触器），然后车辆控制单元控制所有中压供电电源启动，中压供电系统恢复正常运行；（2）若测试过程中任意一台或多台中压供电电源检测到对应中压供电母线区段短路故障（中压供电电源负责检测短路故障反馈信号，控制单元负责下达检测指令），则车辆控制单元控制所有中压供电电源关闭，闭合未发生短路故障的中压供电母线区段的中压母线接触器（第二接触器），控制正常工作的中压母线区段的中压供电电源启动，中压供电系统切除故障中压供电母线区段后恢复运行。

中压母线接触器故障判断方法：

车辆控制单元通过比较中压母线接触器控制命令与接触器状态检测信号判断中压母线接触器故障，若控制命令与状态检测信号不一致，则判断中压母线接触器发生故障。

若中压母线接触器控制命令为闭合，而接触器状态检测信号为未闭合，则判断发生了中压母线接触器触点不吸合故障；

若中压母线接触器控制命令为断开，而接触器状态检测信号为闭合，则判断发生了中压母线接触器触点黏着故障。

中压供电电源和中压供电系统负载内部故障由设备自身的控制系统判断。

作为一个发明构思，本发明还提供了一种上述轨道交通车辆的故障保护方法，其包

括：

当某一供电区间的某一中压供电母线发生相间短路故障时，连接该供电区间的故障中压供电母线与相邻供电区间的中压供电母线的接触器断开，该供电区间的故障中压供电母线和与其连接的中压供电电源、负载隔离，其中压供电电源并联，向对应中压供电母线供电。

通过上述方法，可以有效降低中压供电母线相间短路故障对整列车辅助供电系统的影响。

进一步的，本发明的方法还包括：当某节车的中压供电电源故障时，连接该中压供电电源与相应中压供电母线的接触器断开，其余的中压供电电源并联，向对应中压供电母线供电；当负载发生故障时，关闭发生故障的负载。进一步保证故障情况下列车的正常运行，提高轨道交通车辆的安全性和运行效率。

与现有技术相比，本发明所具有的有益效果为：

1、本发明能有效地降低中压供电母线相间短路故障对整列车辅助供电系统的影响，保证故障情况下列车的正常运行，提高轨道交通车辆的安全性和运行效率；

2、在故障情况下保证中压供电网络供电容量与负载的均衡与冗余，保证故障情况下中压供电网络供电容量不大幅下降，甚至不下降；各车辆负载不完全损失，最大限度地保证各车辆负载功能的完整性。

附图说明

图 1 为本发明结构示意图；

图 2 为本发明在 8 节编组地铁车辆上的实施方式示意图；

图 3 为本发明供电区间 1 辅助变流器和中低压负载与中压供电母线的连接关系示意图；

图 4 为辅助变流器故障时本发明提供的中压供电网络的故障保护措施示意图；

图 5 为供电区间 1 中压供电母线相间短路故障时本发明提供的中压供电网络的故障保护措施示意图；

图 6 为供电区间 2 中压供电母线相间短路故障时本发明提供的中压供电网络的故障保护措施示意图。

具体实施方式

本发明通过母线冗余、源载均衡、区间划分、故障隔离的方式保证故障情况下列车的正常运行，具体地：

“母线冗余”，即整列车设置两条中压供电母线，两条母线互为冗余备份；当一条中压供电母线发生相间短路故障时，另一条中压供电母线能正常工作。如图 1 中中压供电母线 A 和中压供电母线 B 所示。两条中压供电母线之间通过接触器连接，如图 1 中 K(III)（第一接触器）所示，当两条中压供电母线均正常工作时，可通过接触器 K(III) 均衡两条中压供电母线的供电容量和负载功率。

“源载均衡”，即将轨道交通车辆中压供电网络的中压供电电源——辅助变流器和负载（中、低压负载）均衡分配到两条中压供电母线上；当一条中压供电母线发生相间短路故障时，另一条中压供电母线上的辅助变流器和负载能正常工作。如图 1 所示，车辆 1~5 中，两台辅助变流器（车辆 1 和车辆 4）连接至中压供电母线 A，另外两台辅助变流器（车辆 3 和车辆 5）连接至中压供电母线 B；每辆车的中低压负载均衡连接到两条中压供电母线。负载均衡时应考虑负载的功能和功率，即将同一车辆的同一功能的负载（如两台空调机组）分别连接至两条中压供电母线，并保持两条中压供电母线的总负载均衡；当一条中压供电母线发生相间短路故障时，另一条中压供电母线连接的负载能保证车辆功能的完整性。

“区间划分”，即将整列车划分为若干供电区间，如图 1 所示，整列车划分为供电区间 1、供电区间 2、……供电区间 k，实际轨道交通车辆划分的供电区间数量根据车辆的编组形式确定，通常与车辆的基本动力单元保持一致。与供电区间相对应，中压供电母线 A 和 B 也被接触器 K(II)₁、K(II)₂、K(II)₃（即第二接触器）……划分为若干区段。

“故障隔离”，即当中压供电网络发生故障时，通过切断相应的接触器，将故障单元从中压供电网络隔离，防止故障范围扩大。在各供电区间、以及同一供电区间内不同车辆之间均衡供电容量和负载功率，保证各车辆在功能完整、性能降级，甚至性能不降级的情况下正常运行。

可见，通过合理地设置供电容量冗余，即辅助变流器输出功率冗余，保证当一台或多台辅助变流器被隔离时，其余辅助变流器的总输出功率能（一定程度上）满足整列车中低压负载的需求。通过合理地设置中低压负载冗余，保证当一个供电区间的部分中低压负载被隔离时，该供电区间的其余中低压负载的总输出功率能（一定程度上）补偿该供电区间的中低压负载损失。

通过检测辅助变流器输出端、中压供电母线、接触器等处的状态参数，判断中压供电网络是否发生故障。发生故障时，产生故障保护控制指令，控制相应的接触器合、断，将故障单元从中压供电网络隔离。

如图 1，本发明实施例 1 由车辆 1、车辆 2、……车辆 n 构成整列车。整列车被分为若干个供电区间，如供电区间、供电区间 2、……供电区间 k。实际轨道交通车辆的供电区间划分根据车辆的编组形式确定，通常与车辆的基本动力单元保持一致，2~4 节车辆组成一个供电区间。如图 1 所示，车辆 1~3 组成了供电区间 1，车辆 4 和 5 组成了供电区间 2。

整列车包括两条中压供电母线，即中压供电母线 A 和中压供电母线 B。两条中压供电母线均为三相 380 V 供电母线，均贯穿整列车。两条中压供电母线形成了一套面向故障保护的冗余备份系统。

设置若干台中压供电电源，即辅助变流器。辅助变流器分布于整列车，通常一个供电区间至少设置两台辅助变流器，且分别连接至中压供电母线 A 和中压供电母线 B。如图 1 所示，供电区间 1 包含两台辅助变流器，一台位于车辆 1，连接至中压供电母线 A，另一台位于车辆 3，连接至中压供电母线 B；供电区间 2 亦包含两台辅助变流器，一台位于车辆 4，连接至中压供电母线 A，另一台位于车辆 5。整列车的所有辅助变流器通过中压供电母线向所有中低压负载并联供电，当其中一台或几台辅助变流器发生故障时，其余辅助变流器投入供电容量冗余向中低压负载供电，保障整列车的辅助供电系统正常运行、或在性能降级的情况下继续运行。

中低压负载通常包括空调机组、空气压缩机、照明系统和充电机等。同一车辆的同一类型的负载（如两台空调机组、两套照明设施和两套电暖气等）分别连接至两条中压供电母线，并保持两条中压供电母线的总负载均衡。当一条中压供电母线发生故障（如中压供电母线相间短路），导致连接至该中压供电母线的中低压负载不能正常工作时，另一条中压供电母线上连接的中低压负载仍能正常工作，保障车辆中低压负载的基本功能，如客室加热、冷却、通风、照明等不丧失。

接触器包括连接辅助变流器与中压供电母线的接触器（第三接触器），如图 1 中 $K(I)_1$ 、 $K(I)_2$ 、 $K(I)_3$ ……；连接中压供电母线不同区段的接触器（第二接触器），如图 1 中 $K(II)_1$ 、 $K(II)_2$ 、 $K(II)_3$ ……；连接中压供电母线 A 与中压供电母线 B 的接触器（第一接触器），如图 1 中 $K(III)$ 。接触器将中压供电电源——辅助变流器、中压供电母线和中低压负载连接起来形成了中压供电网络，在轨道交通车辆正常运行时均衡中压供

电网络的供电容量与负载功率；在中压供电网络发生故障时，通过断开相应的接触器将故障单元从中压供电网络隔离，防止故障范围扩大，并在剩下的辅助变流器和中低压负载间开展供电容量与负载功率的均衡。接触器的控制指令来自相应的中压供电网络故障检测与控制系统，通过检测辅助变流器输出端、中压供电母线、接触器等处的状态参数，判断中压供电网络是否发生故障。发生故障时，产生故障保护控制指令，控制相应的接触器断开，将故障单元从中压供电网络隔离。

图 2 为一列 8 节编组的地铁车辆。将整列车划分为 3 个供电区间：车辆 1~3 为供电区间 1，车辆 4 和 5 为供电区间 2，车辆 6~8 为供电区间 3。列车设置两条贯穿整列车的三相 380 V 中压供电母线，分别为图 2 所示的中压供电母线 A 和中压供电母线 B。两条中压供电母线通过三相接触器 K(III)实现电气连接。对应于供电区间，将整列车的中压供电母线划分为三个供电区段，分别位于车辆 1~3、车辆 4 和 5、以及车辆 6~8。通过三相接触器将相邻的中压供电母线供电区段连接起来，如图 2 所示的 K(II)₁、K(II)₂、K(II)₃ 和 K(II)₄。整列车设置 6 台辅助变流器，分别位于车辆 1、车辆 3、车辆 4、车辆 5、车辆 6 和车辆 8，即每个供电区间内均设置两台辅助变流器。辅助变流器通过三相接触器连接至中压供电母线，如图 2 所示的 K(I)₁、K(I)₂、K(I)₃、K(I)₄、K(I)₅ 和 K(I)₆。

以供电区间为基本单元开展辅助变流器和中低压负载与中压供电母线的连接设计。图 3 为供电区间 1，即车辆 1~3 内辅助变流器和中低压负载与中压供电母线的连接方式。将该供电区间的两台辅助变流器分别连接至中压供电母线 A 与中压供电母线 B（为节省空间，图 3 中未画出连接辅助。中低压负载与中压供电母线的连接遵循如下规则：一是将同一车辆的同一功能的负载，如图 3 中将车辆 1~3 的空调机组分别连接至中压供电母线 A 与中压供电母线 B；二是将同一车辆的中低压负载均衡分配至两条中压供电母线，如图 3 中将车辆 1（带司机室的头车）的司机室空调和司机室足部加热、车辆 2 和车辆 3 的牵引箱风扇和制动电阻风扇分别连接至中压供电母线 A 与中压供电母线 B。

对以下几种类型的故障，本发明采取的故障保护措施为：

（1）辅助变流器故障，如图 4 所示，以车辆 1 辅助变流器故障为例。此时连接辅助变流器与中压供电母线的三相接触器断开，将故障辅助变流器与中压供电网络隔离，余下的 5 台辅助变流器并联向中压供电母线供电。辅助变流器供电容量的冗余量可部分甚至完全补偿故障辅助变流器导致的中压供电网络供电容量损失，从而使整列车辅助供电系统的性能和功能不受或少受影响。

(2) 中压供电母线相间短路故障，如图 5 所示，以供电区间 1 中压供电母线 A 相间短路故障为例。此时，连接中压供电母线 A 故障区段与相邻区段的三相接触器 $K(II)$ 断开，将故障区段的中压供电母线及与其连接的辅助逆变器和中低压负载隔离，余下的 5 台辅助变流器并联通过中压供电母线向余下的中低压负载供电。供电区间 2 和供电区间 3 的车辆，即车辆 4~8 的中低压负载的功能和性能基本不受影响；供电区间 1 的车辆，即车辆 1~3 损失约一半的中低压负载，其功能和性能受到一定影响，但是整列车仍可继续运行。

当中压供电母线相间短路故障发生在供电区间 2 时，如图 6 所示，此时，连接中压供电母线 A 故障区段与相邻区段的三相接触器 $K(II)_1$ 和 $K(II)_3$ 断开，连接中压供电母线 A 与中压供电母线 B 的三相接触器 $K(III)$ 亦断开，将故障区段的中压供电母线及与其连接的辅助逆变器和中低压负载隔离，余下的 5 台辅助变流器通过中压供电母线向余下的中低压负载供电。具体地，连接至中压供电母线 B 的三台辅助变流器并联向连接至中压供电母线 B 的中低压负载供电；连接至供电区间 1 中压供电母线 A 的辅助变流器和中低压负载，和连接至供电区间 3 中压供电母线 A 的辅助变流器和中低压负载分别构成两个独立的供电单元。供电区间 1 和供电区间 3 的车辆，即车辆 1~3 和车辆 6~8 的中低压负载的功能和性能基本不受影响；供电区间 2 的车辆，即车辆 4 和 5 损失约一半的中低压负载，其功能和性能受到一定影响，但是整列车仍可继续运行。

(3) 中低压负载故障，由列车控制管理系统关闭相应的故障负载设备（即断开相应第四接触器）即可，不会对中压供电网络的其他设备和部件造成影响。

其他设备、部件或位置发生的故障，以及故障的组合，均可看成上述类型故障的组合。其故障保护措施和对整车辅助供电系统的功能和性能的影响，按照上述方法分析即可得出。

权利要求书

- 1、一种轨道交通车辆，其特征在于，包括两条中压供电母线；所述两条中压供电母线通过第一接触器连接；当所述两条中压供电母线均正常工作时，两条中压供电母线的供电容量均衡、负载均衡。
- 2、根据权利要求1所述的轨道交通车辆，其特征在于，所述两条中压供电母线均贯穿整列车；整列车包括多个供电区间，每个供电区间覆盖多节车；对于任一中压供电母线，相邻供电区间的两段中压供电母线通过第二接触器连接。
- 3、根据权利要求2所述的轨道交通车辆，其特征在于，位于中部供电区间内的两条中压供电母线通过所述第一接触器连接。
- 4、根据权利要求2或3所述的轨道交通车辆，其特征在于，每个供电区间内设有 m 个中压供电电源，每个供电区间内的每条中压供电母线分别与 $m/2$ 个中压供电电源连接；其中， m 为大于0的偶数，且 $m \leq n$ ， n 为供电区间内的车节数。
- 5、根据权利要求4所述的轨道交通车辆，其特征在于，所述中压供电电源通过第三接触器与对应中压供电母线连接。
- 6、根据权利要求2~5之一所述的轨道交通车辆，其特征在于，每节车均包括两套负载单元，每套负载单元均包括多对负载，每对负载中的两个负载功能相同或功能对应；所述两套负载单元分别对应与两条中压供电母线连接。
- 7、根据权利要求6所述的轨道交通车辆，其特征在于，所述负载通过第四接触器与对应中压供电母线连接。
- 8、根据权利要求2~7之一所述的轨道交通车辆，其特征在于，所述供电区间的数量与车辆动力单元数量相同。
- 9、一种权利要求1~8之一所述轨道交通车辆的故障保护方法，其特征在于，包括：
当某一供电区间的某一中压供电母线发生相间短路故障时，连接该供电区间的故障中压供电母线与相邻供电区间的中压供电母线的接触器断开，该供电区间的故障中压供电母线和与其连接的中压供电电源、负载隔离，其余中压供电电源并联，向对应中压供电母线供电。

- 10、 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，该方法具体实现过程包括：若任意一台中压供电电源在 T 时间内检测到两次输出端过流，则判断发生了中压供电母线相间短路，车辆控制单元控制所有中压供电电源关闭；当所有中压供电电源关闭后，车辆控制单元断开第一接触器和所有第二接触器，并重新启动所有中压供电电源，给相应中压供电母线区段连接的负载供电，并进行中压供电母线区段短路测试：若测试过程中所有中压供电电源均未检测到对应中压供电母线区段短路故障，则车辆控制单元控制所有中压供电电源关闭，闭合第一接触器和所有第二接触器，车辆控制单元控制所有中压供电电源启动；若测试过程中任意一台或多台中压供电电源检测到对应中压供电母线区段短路故障，则车辆控制单元控制所有中压供电电源关闭，闭合未发生短路故障的中压供电母线区段的第二接触器，控制正常工作的中压母线区段的中压供电电源启动。
- 11、 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，还包括：
当某节车的中压供电电源故障时，连接该中压供电电源与相应中压供电母线的接触器断开，其余的中压供电电源并联，向对应中压供电母线供电；
当负载发生故障时，关闭发生故障的负载；
当接触器故障时，断开故障的接触器。
- 12、 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，接触器故障的具体判断过程包括：
若接触器控制命令与接触器状态检测信号不一致，则判断接触器发生故障。
- 13、 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，若接触器控制命令为闭合，而接触器状态检测信号为未闭合，则判断发生了中压母线接触器触点不吸合故障；若接触器控制命令为断开，而接触器状态检测信号为闭合，则判断发生了中压母线接触器触点黏着故障。

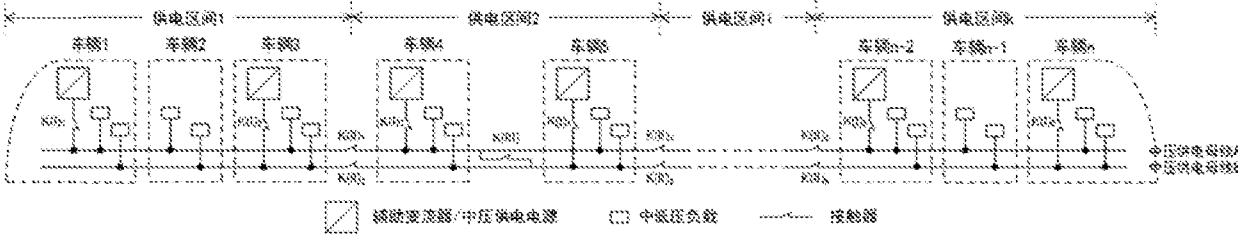


图 1

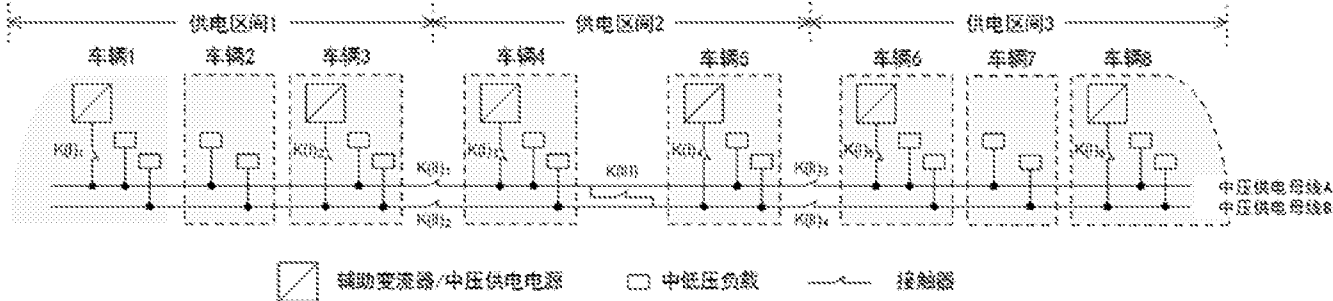


图 2

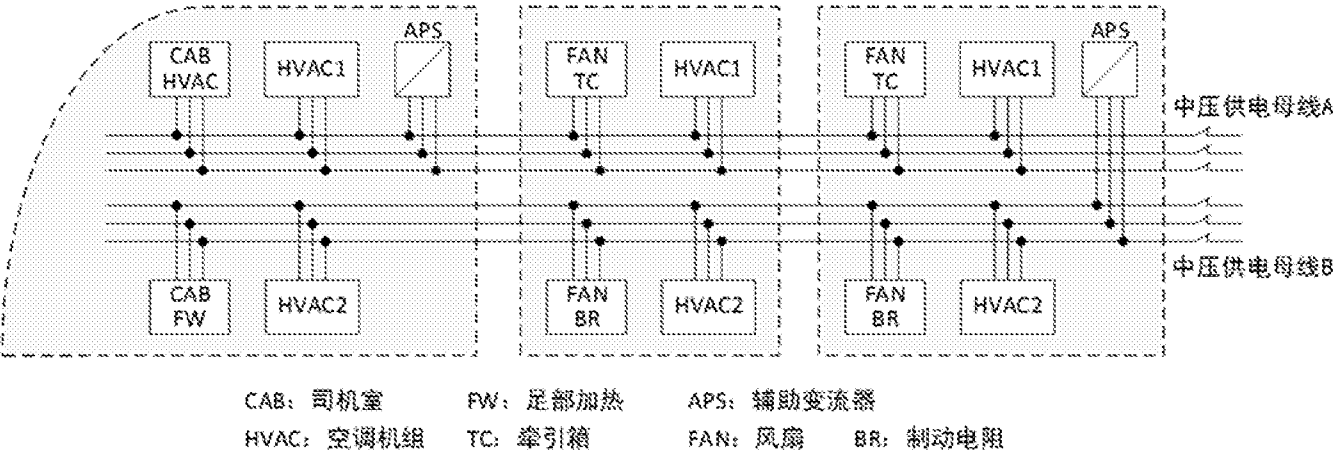


图 3

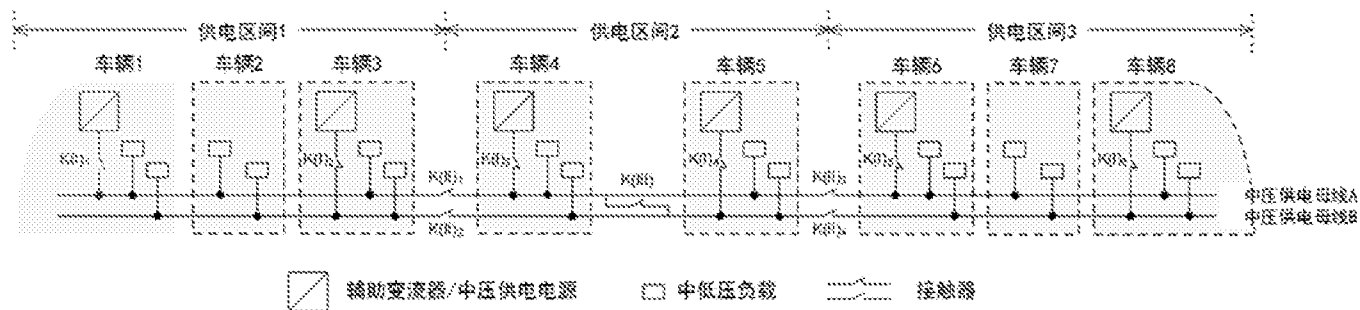


图 4

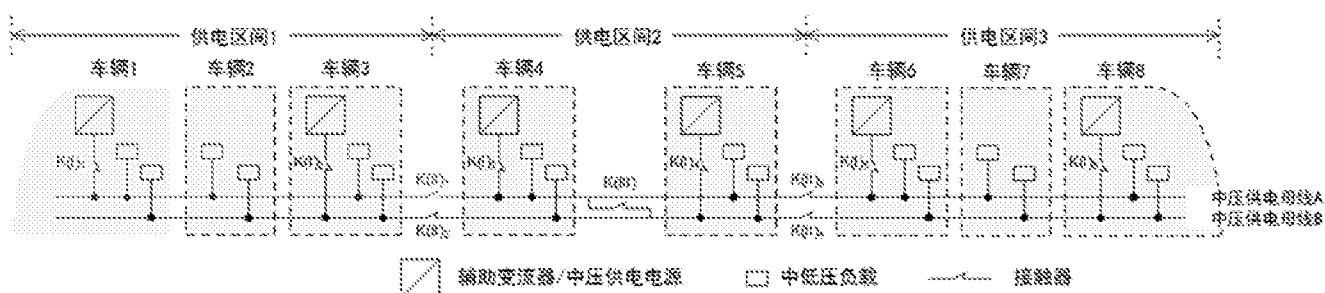


图 5

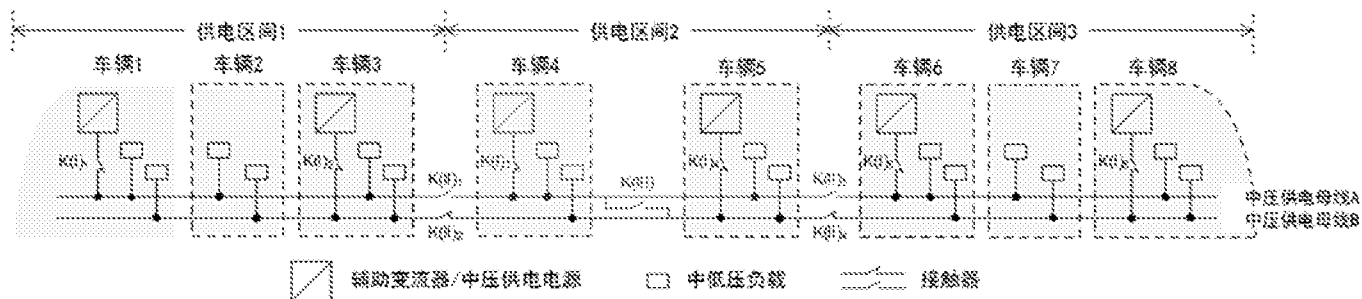


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/128242

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 3/00(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VEN; CNABS; CNKI: 列车, 地铁, 轨道交通, 动车, 高铁, 供电母线, 两条, 第二, 中车株洲电力机车有限公司, subway, rail
+, train, motor car, power supply bus??. power bus bars, feeder bus bar, two, second**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109941108 A (CRRC ZHUZHOU LOCOMOTIVE CO., LTD.) 28 June 2019 (2019-06-28) description, paragraphs 1-34, and figures 1-6	1-9
X	CN 205395787 U (ZHUZHOU CSR TIMES ELECTRIC CO., LTD.) 27 July 2016 (2016-07-27) description, paragraphs 2-21, and figures 1-4	1, 9
A	CN 107187318 A (CRRC CHANGCHUN RAILWAY VEHICLES CO., LTD.) 22 September 2017 (2017-09-22) entire document	1-13
A	CN 103935246 A (QINGDAO SIFANG ROLLING STOCK RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 23 July 2014 (2014-07-23) entire document	1-13
A	EP 0796757 A2 (SIEMENS AG) 24 September 1997 (1997-09-24) entire document	1-13
A	WO 2011047036 A2 (GEN ELECTRIC et al.) 21 April 2011 (2011-04-21) entire document	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 February 2020

Date of mailing of the international search report

18 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/128242**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013193750 A1 (GEN ELECTRIC et al.) 01 August 2013 (2013-08-01) entire document	1-13
A	KR 20190015925 A (CAMMSYS CORP.) 15 February 2019 (2019-02-15) entire document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/128242

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109941108	A	28 June 2019	None			
CN	205395787	U	27 July 2016	None			
CN	107187318	A	22 September 2017	None			
CN	103935246	A	23 July 2014	None			
EP	0796757	A2	24 September 1997	DE	19610800	C1	24 July 1997
				ES	2168532	T3	16 June 2002
WO	2011047036	A2	21 April 2011	US	2011085363	A1	14 April 2011
				US	8644044	B2	04 February 2014
US	2013193750	A1	01 August 2013	None			
KR	20190015925	A	15 February 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/128242

A. 主题的分类

B60L 3/00(2019.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B60L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

VEN;CNABS;CNKI:列车, 地铁, 轨道交通, 动车, 高铁, 供电母线, 两条, 第二, 中车株洲电力机车有限公司, subway, rail+, train, motor car, power supply bus??, power bus bars, feeder bus bar, two, second

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109941108 A (中车株洲电力机车有限公司) 2019年 6月 28日 (2019 - 06 - 28) 说明书第1-34段及附图1-6	1-9
X	CN 205395787 U (株洲南车时代电气股份有限公司) 2016年 7月 27日 (2016 - 07 - 27) 说明书第2-21段, 附图1-4	1, 9
A	CN 107187318 A (中车长春轨道客车股份有限公司) 2017年 9月 22日 (2017 - 09 - 22) 全文	1-13
A	CN 103935246 A (青岛四方车辆研究所有限公司) 2014年 7月 23日 (2014 - 07 - 23) 全文	1-13
A	EP 0796757 A2 (SIEMENS AG) 1997年 9月 24日 (1997 - 09 - 24) 全文	1-13
A	WO 2011047036 A2 (GEN ELECTRIC等) 2011年 4月 21日 (2011 - 04 - 21) 全文	1-13
A	US 2013193750 A1 (GEN ELECTRIC等) 2013年 8月 1日 (2013 - 08 - 01) 全文	1-13
A	KR 20190015925 A (CAMMSYS CORP) 2019年 2月 15日 (2019 - 02 - 15) 全文	1-13

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 2月 26日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 18日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

张静

电话号码 62085604

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/128242

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109941108	A	2019年 6月 28日	无			
CN	205395787	U	2016年 7月 27日	无			
CN	107187318	A	2017年 9月 22日	无			
CN	103935246	A	2014年 7月 23日	无			
EP	0796757	A2	1997年 9月 24日	DE	19610800	C1	1997年 7月 24日
				ES	2168532	T3	2002年 6月 16日
WO	2011047036	A2	2011年 4月 21日	US	2011085363	A1	2011年 4月 14日
				US	8644044	B2	2014年 2月 4日
US	2013193750	A1	2013年 8月 1日	无			
KR	20190015925	A	2019年 2月 15日	无			