

(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
2021 年 6 月 10 日 (10.06.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/109456 A1

(51) 国际专利分类号:
B61C 3/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/089921

(22) 国际申请日: 2020 年 5 月 13 日 (13.05.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911227538.5 2019年12月4日 (04.12.2019) 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,
Hunan 412001 (CN)。

(72) 发明人: 索建国 (**SUO, Jianguo**); 中国湖南省株
洲市石峰区田心, Hunan 412001 (CN)。 康明

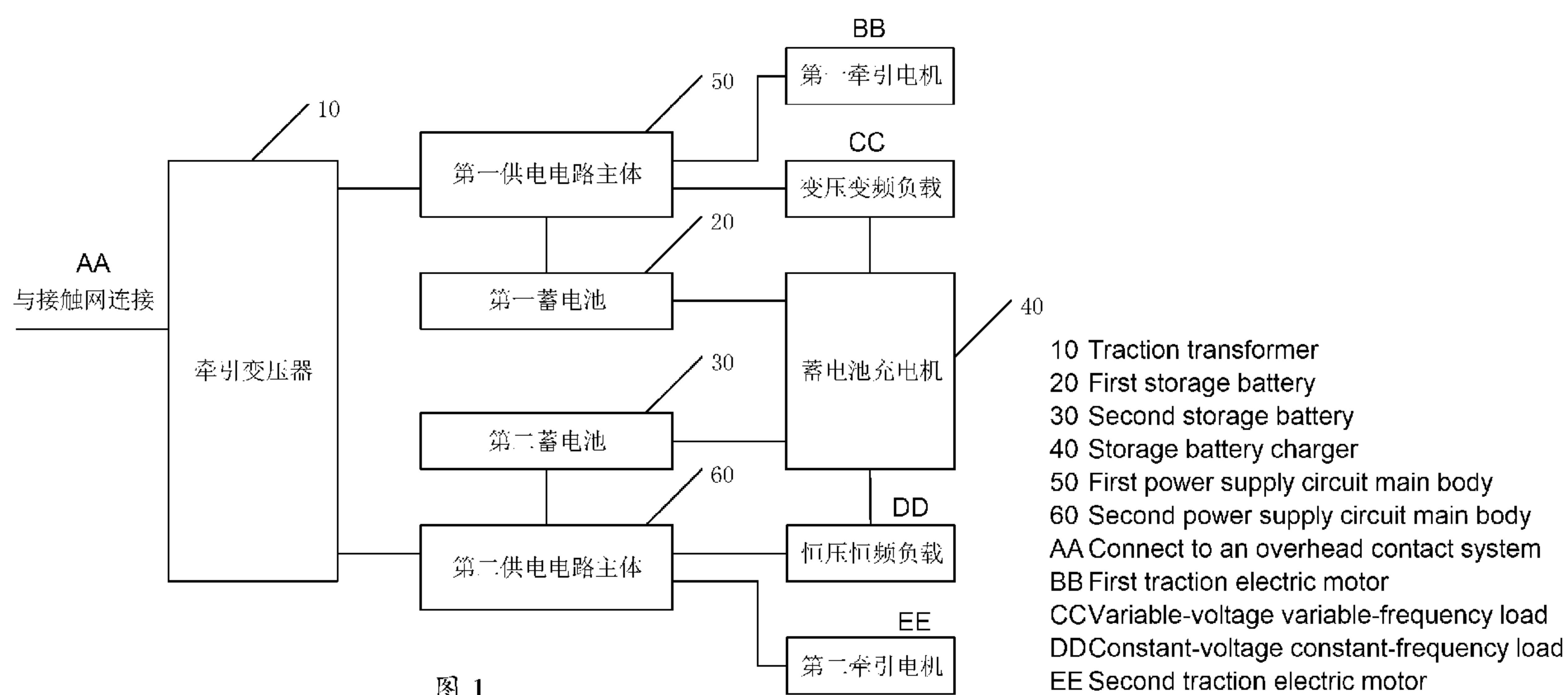
明 (**KANG, Mingming**); 中国湖南省株洲市石
峰区田心, Hunan 412001 (CN)。 邹焕青 (**ZOU,**
Huanqing); 中国湖南省株洲市石峰区田心, Hunan
412001 (CN)。 雷欣 (**LEI, Xin**); 中国湖南省株
洲市石峰区田心, Hunan 412001 (CN)。 赵玉玲
(**ZHAO, Yuling**); 中国湖南省株洲市石峰区田心,
Hunan 412001 (CN)。 贾岩鑫 (**JIA, Yanxin**); 中国
湖南省株洲市石峰区田心, Hunan 412001 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司
(**UNITALEN ATTORNEYS AT LAW**); 中国北京
市朝阳区建国门外大街 22 号赛特广场
7 层, Beijing 100004 (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:** ELECTRIC LOCOMOTIVE AND TRACTION CIRCUIT THEREOF

(54) 发明名称: 一种电力机车及其牵引电路



(57) **Abstract:** A traction circuit of an electric locomotive. The traction circuit comprises: a traction transformer (10); first and second storage batteries (20; 30); a storage battery charger (40), which charges the first and second storage batteries (20; 30) when in a charging mode, and which inverts the output current of the second storage battery (30) in order to supply power to a constant-voltage constant-frequency load when in a storage battery mode; a first power supply circuit main body (50), which converts the electric energy of an overhead contact system in order to supply power to a first traction electric motor and a variable-voltage variable-frequency load when in an overhead contact system power supply mode, and which converts the electric energy of the first storage battery (20) in order to supply power to the first traction electric motor and the variable-voltage variable-frequency load when in the storage battery mode; and a second power supply circuit main body (60), which converts the electric energy of the overhead contact system in order to supply power to a second traction electric motor and the constant-voltage constant-frequency load when in the overhead contact

[见续页]

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

system power supply mode, and which converts the electric energy of the second storage battery (30) in order to supply power to the second traction electric motor when in the storage battery mode. Further disclosed is an electric locomotive provided with the traction circuit. The present application facilitates a reduction in costs, a guarantee of the reliability of the circuit, and an increase in the energy conversion utilization rate.

(57) 摘要：一种电力机车的牵引电路，包括：牵引变压器（10），第一及第二蓄电池（20；30），蓄电池充电机（40）在充电模式时，为第一及第二蓄电池（20；30）充电，蓄电池模式时，将第二蓄电池（30）的输出电流逆变为恒压恒频负载供电；第一供电电路主体（50）在接触网供电模式时，转换接触网的电能为第一牵引电机以及变压变频负载供电；在蓄电池模式时，转换第一蓄电池（20）的电能为第一牵引电机以及变压变频负载供电；第二供电电路主体（60）在接触网供电模式时，转换接触网的电能为第二牵引电机及恒压恒频负载供电；在蓄电池模式时，转换第二蓄电池（30）的电能为第二牵引电机供电。及具有所述牵引电路的电力机车。有利于降低成本、保障电路的可靠性，提高能源转换利用率。

一种电力机车及其牵引电路

本申请要求于 2019 年 12 月 04 日提交至中国专利局、申请号为 201911227538.5、发明名称为“一种电力机车及其牵引电路”的中国专利
5 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

本发明涉及轨道交通技术领域，特别是涉及一种电力机车及其牵引电路。

背景技术

10 传统的电力机车供电形式单一，严重依赖接触网供电，当脱离接触网时，或者接触网线路发生故障时，机车便会因为无法受流而停止运行。因此，带辅助动力的电力机车应用地越来越多。例如目前出现了内燃发动机-蓄电池，内燃发动机-超级电容，内燃发动机-燃料电池，燃料电池-蓄电池，接触网-蓄电池等多种形式的带辅助动力的电力机车。

15 目前，对于交流接触网供电的大功率机车，牵引电传动系统普遍采用交-直-交结构，中间直流环节的电压一般在 1800V~3600V 之间。而牵引蓄电池组的电源电压一般在 1000V 以内，因此，对于接触网-蓄电池的电力机车，通常不能直接将蓄电池接入中间直流环节，而是通过额外增加的斩波升压电路进行升压之后，再接入中间直流环节，从而满足机车的辅助供
20 电。但由于需要增加额外的斩波升压电路，因此会增加成本，列车电路的可靠性也会因此降低，并且也不利于进行牵引电路的空间布置。

综上所述，如何降低电力机车的牵引电路的成本，保障列车的可靠性，利于牵引电路的进行空间布置，是目前本领域技术人员急需解决的技术问题。

25

发明内容

本发明的目的是提供一种电力机车及其牵引电路，以降低电力机车的牵引电路的成本，保障列车的可靠性。

-2-

为解决上述技术问题，本发明提供如下技术方案：

一种电力机车的牵引电路，包括：

与接触网，第一供电电路主体以及第二供电电路主体连接的牵引变压器；

5 第一蓄电池；

第二蓄电池；

蓄电池充电机，用于在充电模式时，为所述第一蓄电池以及所述第二蓄电池充电，在蓄电池模式时，将所述第二蓄电池的输出电流进行逆变，为恒压恒频负载供电；

10 所述第一供电电路主体，用于在接触网供电模式时，转换所述接触网提供的电能，为第一牵引电机以及变压变频负载供电；在蓄电池模式时，转换所述第一蓄电池提供的电能，为所述第一牵引电机以及所述变压变频负载供电；

15 所述第二供电电路主体，用于在接触网供电模式时，转换所述接触网提供的电能，为第二牵引电机以及所述恒压恒频负载供电；在蓄电池模式时，转换所述第二蓄电池提供的电能，为所述第二牵引电机供电。

优选的，所述第一供电电路主体包括：第一整流器，与所述第一整流器连接的第一中间直流电路，与所述第一中间直流电路连接的第一牵引逆变器以及第一辅助逆变器，与所述第一辅助逆变器连接的第一辅助变压器；

20 所述第一中间直流电路包括：第一电容，第一电感，第一支撑电容；

所述第一供电电路主体通过第一开关，第二开关以及第三开关实现在蓄电池模式时，转换所述第一蓄电池提供的电能，为所述第一牵引电机以及所述变压变频负载供电；

25 所述第一开关的第一端与所述第一蓄电池正极连接，所述第一开关的第二端与所述第一整流器的第一输入端连接；

所述第二开关的第一端与所述第一蓄电池负极连接，所述第二开关的第二端与所述第三开关的第二端以及所述第一电感的第一端连接；

所述第三开关的第一端与所述第一电容的第二端连接；

所述第一电容的第一端与所述第一整流器的第一输出端连接，所述第

—3—

一电感的第二端与所述第一整流器的第二输出端连接；

在接触网供电模式时，所述第一开关和所述第二开关关断，所述第三开关导通；在蓄电池模式时，所述第一开关和所述第二开关导通，所述第三开关关断。

- 5 优选的，所述第二供电电路主体包括：第二整流器，与所述第二整流器连接的第二中间直流电路，与所述第二中间直流电路连接的第二牵引逆变器以及第二辅助逆变器，与所述第二辅助逆变器连接的第二辅助变压器；所述第二中间直流电路包括：第二电容，第二电感，第二支撑电容；

- 10 通过第四开关，第五开关，第六开关以及第七开关，所述第二供电电路主体实现在蓄电池模式时，转换所述第二蓄电池提供的电能，为所述第二牵引电机供电，且所述蓄电池充电机实现在蓄电池模式时，将所述第二蓄电池的输出电流进行逆变，为恒压恒频负载供电；

所述第四开关的第一端与所述第二蓄电池正极连接，所述第四开关的第二端与所述第二整流器的第一输入端连接；

- 15 所述第五开关的第一端与所述第二蓄电池负极连接，所述第五开关的第二端与所述第六开关的第二端以及所述第二电感的第一端连接；

所述第六开关的第一端与所述第二电容的第二端连接；

所述第二电容的第一端与所述第二整流器的第一输出端连接，所述第二电感的第二端与所述第二整流器的第二输出端连接；

- 20 所述第七开关的第一端与所述第二辅助变压器连接，所述第七开关的第二端与所述恒压恒频负载连接；

在接触网供电模式时，所述第四开关和所述第五开关关断，所述第六开关和所述第七开关导通；在蓄电池模式时，所述第四开关和所述第五开关导通，所述第六开关和所述第七开关关断。

- 25 优选的，还包括：第一端分别与所述第四开关的第二端以及所述牵引变压器连接，第二端与所述第二整流器的第一输入端连接的第八开关；

所述第二蓄电池，还用于：在第一应急模式时，通过所述第二整流器以及所述牵引变压器进行升压，为所述第二牵引电机以及所述恒压恒频负载供电；

—4—

在接触网供电模式以及蓄电池模式时，所述第八开关导通；

在第一应急模式时，所述第四开关，所述第五开关以及所述第七开关导通，所述第六开关和所述第八开关关断。

优选的，还包括：

- 5 第一端与所述第一辅助变压器连接，第二端与所述变压变频负载连接的第九开关；

第一端分别与所述第一开关的第二端以及所述牵引变压器连接，第二端与所述第一整流器的第一输入端连接的第十开关。

优选的，还包括：

- 10 第一端分别与所述第九开关的第二端以及所述变压变频负载连接，第二端分别与所述第七开关的第二端以及第十二开关的第一端连接的第十一开关；

第二端分别与所述恒压恒频负载以及所述蓄电池充电机连接的所述第十二开关；

- 15 设置在所述第一蓄电池与所述蓄电池充电机之间的第十三开关；

设置在所述第二蓄电池与所述蓄电池充电机之间的第十四开关；

且在第二应急模式时，所述第七开关，所述第十一开关以及所述第十三开关导通，所述第九开关，所述第十二开关以及所述第十四开关关断；

- 20 所述蓄电池充电机还用于：在第二应急模式时，将所述第一蓄电池的输出电流进行逆变，为所述恒压恒频负载供电；

所述第二供电电路主体还用于：在第二应急模式时，转换所述第二蓄电池提供的电能，为所述变压变频负载供电。

优选的，还包括：

- 25 第一端分别与所述第十二开关的第二端以及所述恒压恒频负载连接，第二端与所述蓄电池充电机连接的第十五开关。

一种电力机车，包括上述任一项所述的电力机车的牵引电路。

应用本发明实施例所提供的技术方案，在接触网供电模式时，第一供电电路主体可以接收接触网的电能输入并为第一牵引电机以及变压变频负载供电，第二供电电路主体可以接收接触网的电能输入并为第二牵引电机

—5—

以及恒压恒频负载供电。如果接触网供电无法执行，在蓄电池模式时。第一蓄电池可以通过第一供电电路主体为第一牵引电机以及变压变频负载供电，这是考虑到变压变频负载对电压等级的要求较低，因此可以直接将第一蓄电池的电压施加在第一供电电路主体的中间直流环节，第一牵引电机以及变压变频负载可以以较低的功率下运行。而恒压恒频负载对电压等级的要求较高，因此，在蓄电池模式时，第二蓄电池通过第二供电电路主体为第二牵引电机供电，同时，利用蓄电池充电机作为逆变电路从而为恒压恒频负载供电，也就是说，避开了第二供电电路主体中的辅助变压器的降压，因此第二蓄电池能够满足恒压恒频负载的电压需求。可以看出，本申请的方案中无需增加额外斩波升压电路，而是在蓄电池模式时利用蓄电池充电机作为逆变电路，从而为恒压恒频负载供电，因此有利于降低电力机车的牵引电路的成本，保障电路的可靠性。此外，由于无需利用额外增加的斩波升压电路对第二蓄电池进行升压，即可实现恒压恒频负载的供电，因此也有利于提高能源转换利用率，也利于进行牵引电路的空间布置。

附图说明

为了更清楚地说明本发明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发明的一些实施例，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他的附图。

图 1 为本发明中一种电力机车的牵引电路的结构示意图；

图 2 为一种具体实施方式中的第一供电电路主体的电路结构示意图；

图 3 为一种具体实施方式中的第二供电电路主体的电路结构示意图；

图 4 为另一种具体实施方式中的第二供电电路主体的电路结构示意图；

图 5 为另一种具体实施方式中的第一供电电路主体的电路结构示意图；

图 6 为一种具体实施方式中的蓄电池充电机，第二供电电路主体以及

第一供电电路主体与负载之间的电路结构示意图。

具体实施方式

5 本发明的核心是提供一种电力机车的牵引电路，有利于降低电力机车的牵引电路的成本，保障电路的可靠性。此外也有利于提高能源转换利用率。

10 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，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，都属于本发明保护的范围。

请参考图 1，图 1 为本发明中一种电力机车的牵引电路的结构示意图，该电力机车的牵引电路包括：

15 与接触网，第一供电电路主体 50 以及第二供电电路主体 60 连接的牵引变压器 10。

通常，牵引变压器 10 的原边绕组与接触网连接，并通过不同的副边绕组分别与第一供电电路主体 50 以及第二供电电路主体 60 连接。

第一蓄电池 20；

第二蓄电池 30。

20 第一蓄电池 20 和第二蓄电池 30 通常均是由多个蓄电池构成的蓄电池组，电压一般在 1000V 以内。

蓄电池充电机 40，用于在充电模式时，为第一蓄电池 20 以及第二蓄电池 30 充电，在蓄电池模式时，将第二蓄电池 30 的输出电流进行逆变，为恒压恒频负载供电。

25 第一供电电路主体 50，用于在接触网供电模式时，转换接触网提供的电能，为第一牵引电机以及变压变频负载供电；在蓄电池模式时，转换第一蓄电池 20 提供的电能，为第一牵引电机以及变压变频负载供电；

第二供电电路主体 60，用于在接触网供电模式时，转换接触网提供的电能，为第二牵引电机以及恒压恒频负载供电；在蓄电池模式时，转换第

二蓄电池 30 提供的电能，为第二牵引电机供电。

在接触网供电模式时，列车可以按照正常功率运行，第一供电电路主体 50 转换接触网提供的电能，为第一牵引电机以及变压变频负载供电，第二供电电路主体 60 转换接触网提供的电能，为第二牵引电机以及恒压恒频负载供电。

第一供电电路主体 50 以及第二供电电路主体 60 的具体电路构成可以参照传统的列车牵引电路，通常，可以包括牵引变流器以及辅助变压器，而牵引变流器通常由整流器，中间直流环节，牵引逆变器以及辅助逆变器构成。

而本申请考虑到，变压变频负载对电压等级的要求较低，如果直接将第一蓄电池 20 的电压施加在第一供电电路主体 50 的中间直流环节，第一牵引电机以及变压变频负载都可以以较低的功率运行。而恒压恒频负载对电压等级的要求较高，如果直接将第二蓄电池 30 的电压施加在第二供电电路主体 60 的中间直流环节，由于第二供电电路主体 60 中的辅助变压器的降压，会使得电压无法达到恒压恒频负载的要求。因此，第二蓄电池 30 通过第二供电电路主体 60 为第二牵引电机供电，同时，利用蓄电池充电机 40 作为逆变电路从而为恒压恒频负载供电，即避开了第二供电电路主体 60 中的辅助变压器的降压，因此电压能够满足恒压恒频负载的电压需求。

在本发明的一种具体实施方式中，可参阅图 2，为一种具体实施方式中的第一供电电路主体 50 的电路结构示意图，并且需要说明的是，图 2 中并未示出第二供电电路主体 60 的电路部分。

该种实施方式中，第一供电电路主体 50 包括：第一整流器，与第一整流器连接的第一中间直流电路，与第一中间直流电路连接的第一牵引逆变器以及第一辅助逆变器，与第一辅助逆变器连接的第一辅助变压器；第一中间直流电路包括：第一电容 C1，第一电感 L1，第一支撑电容 C11。该种实施方式中的第一供电电路主体 50 的结构也是较为常用的结构。

第一供电电路主体 50 通过第一开关 K1，第二开关 K2 以及第三开关 K3 可以实现在蓄电池模式时，转换第一蓄电池 20 提供的电能，为第一牵引电机以及变压变频负载供电。

具体的，第一开关 K1 的第一端与第一蓄电池 20 正极连接，第一开关 K1 的第二端与第一整流器的第一输入端连接；

第二开关 K2 的第一端与第一蓄电池 20 负极连接，第二开关 K2 的第二端与第三开关 K3 的第二端以及第一电感 L1 的第一端连接；

5 第三开关 K3 的第一端与第一电容 C1 的第二端连接；

第一电容 C1 的第一端与第一整流器的第一输出端连接，第一电感 L1 的第二端与第一整流器的第二输出端连接；

在接触网供电模式时，第一开关 K1 和第二开关 K2 关断，第三开关 K3 导通，此时，牵引变压器 10 向第一整流器供电，第一整流器通常可以是四象限整流器，第一中间直流电路中的第一电容 C1 和第一电感 L1 构成谐振电路实现滤波。在接触网供电模式时，接触网同时向第一牵引逆变器和第一辅助逆变器供电，进而实现了为第一牵引电机以及变压变频负载的供电。

在蓄电池模式时，指的是接触网无法供电，由蓄电池进行供电，且牵引蓄电池充电机 40，第一供电电路主体 50 以及第二供电电路主体 60 均无故障的情况。在蓄电池模式时，第一开关 K1 和第二开关 K2 导通，第三开关 K3 关断。此时，第一蓄电池 20 的正极经过第一开关 K1、第一整流器的桥臂接入第一中间直流电路的正母排，第一蓄电池 20 的负极经第二开关 K2 直接接入第一中间直流电路的负母排，利用第一电感 L1 作为滤波电抗器。

在本发明的一种具体实施方式中，可参阅图 3，为一种具体实施方式中的第二供电电路主体 60 的电路结构示意图，并且需要说明的是，图 3 中并未示出第一供电电路主体 50 的电路部分。

该种实施方式中，第二供电电路主体 60 包括：第二整流器，与第二整流器连接的第二中间直流电路，与第二中间直流电路连接的第二牵引逆变器以及第二辅助逆变器，与第二辅助逆变器连接的第二辅助变压器；第二中间直流电路包括：第二电容 C2，第二电感 L2，第二支撑电容 C22；

通过第四开关 K4，第五开关 K5，第六开关 K6 以及第七开关 K7，第二供电电路主体 60 实现在蓄电池模式时，转换第二蓄电池 30 提供的电能，

—9—

为第二牵引电机供电，且蓄电池充电器 40 实现在蓄电池模式时，将第二蓄电池 30 的输出电流进行逆变，为恒压恒频负载供电；

第四开关 K4 的第一端与第二蓄电池 30 正极连接，第四开关 K4 的第二端与第二整流器的第一输入端连接；

5 第五开关 K5 的第一端与第二蓄电池 30 负极连接，第五开关 K5 的第二端与第六开关 K6 的第二端以及第二电感 L2 的第一端连接；

第六开关 K6 的第一端与第二电容 C2 的第二端连接；

第二电容 C2 的第一端与第二整流器的第一输出端连接，第二电感 L2 的第二端与第二整流器的第二输出端连接；

10 第七开关 K7 的第一端与第二辅助变压器连接，第七开关 K7 的第二端与恒压恒频负载连接；

在接触网供电模式时，第四开关 K4 和第五开关 K5 关断，第六开关 K6 和第七开关 K7 导通；在蓄电池模式时，第四开关 K4 和第五开关 K5 导通，第六开关 K6 和第七开关 K7 关断。

15 相较于图 2 的针对第一供电电路主体 50 的电路结构，图 3 的实施方式针对第二供电电路主体 60 的电路结构额外设置了第七开关 K7。在接触网供电模式时，第七开关 K7 导通，使得接触网可以同时向第二牵引电机以及恒压恒频负载供电。而在蓄电池模式时，需要将第七开关 K7 关断，由蓄电池充电器 40 将第二蓄电池 30 的输出电流进行逆变，为恒压恒频负载
20 供电。

进一步地，在本发明的一种具体实施方式中，可参阅图 4，还包括：第一端分别与第四开关 K4 的第二端以及牵引变压器 10 连接，第二端与第二整流器的第一输入端连接的第八开关 K8；

25 第二蓄电池 30，还用于：在第一应急模式时，通过第二整流器以及牵引变压器 10 进行升压，为第二牵引电机以及恒压恒频负载供电；

在接触网供电模式以及蓄电池模式时，第八开关 K8 导通；

在第一应急模式时，第四开关 K4，第五开关 K5 以及第七开关 K7 导通，第六开关 K6 和第八开关 K8 关断。

第一应急模式指的是接触网无法供电，由蓄电池进行供电，且牵引蓄

电池充电机 40 故障的情况。由于牵引蓄电池充电机 40 故障，因此无法对第二蓄电池 30 的电流进行逆变而为恒压恒频负载供电，因此，该种实施方式，在第一应急模式时，第四开关 K4，第五开关 K5 以及第七开关 K7 导通，第六开关 K6 和第八开关 K8 关断，此时，利用牵引变压器 10 的副边绕组，并相适应地对第二整流器中的开关管的开断进行控制，可以形成一个斩波升压电路。将第二蓄电池 30 的电压升高后，给第二中间直流电路供电，通过第二牵引逆变器给第二牵引电机供电，通过第二辅助逆变器以及第二辅助变压器为恒压恒频负载供电，完成列车在此种应急情况下的牵引。

可以看出，该种实施方式中，即使牵引蓄电池充电机 40 故障，也仍然能够保障列车在此种应急情况下的牵引，并且仍然是在无需额外设置升压电路的前提下实现的该功能。

此外需要说明的是，在实际应用中，针对第一供电电路主体 50 的电路结构，通常也会设置有相应开关，允许将第一蓄电池 20 的电压升压之后提供给第一中间直流电路。具体的，可参阅图 5，该种实施方式中还包括了：

15 第一端与第一辅助变压器连接，第二端与变压变频负载连接的第九开关 K9；

第一端分别与第一开关 K1 的第二端以及牵引变压器 10 连接，第二端与第一整流器的第一输入端连接的第十开关 K10。

20 第九开关 K9 则可以切断第一辅助变压器与变压变频负载之间的电连接，例如可以在第一辅助逆变器或者第一辅助变压器故障时关断第九开关 K9。

并且需要指出的是，本申请的图 2 和图 5 中，牵引蓄电池充电机 40 均与变压变频负载连接，这样的方式通常是应用在能够应对第一供电电路主体 50 中的第一辅助逆变器或者第一辅助变压器故障的实施方式中，具体可见后文的描述。在部分实施方式中，如果只是想满足通过牵引蓄电池充电机 40 对第二蓄电池 30 的电流进行逆变，为恒压恒频负载进行供电，则可以无需将牵引蓄电池充电机 40 与变压变频负载连接。

在本发明的一种具体实施方式中，可参阅图 6，还包括：

第一端分别与第九开关 K9 的第二端以及变压变频负载连接，第二端

分别与第七开关 K7 的第二端以及第十二开关 K12 的第一端连接的第十一开关 K11;

第二端分别与恒压恒频负载以及蓄电池充电机 40 连接的第十二开关 K12;

5 设置在第一蓄电池 20 与蓄电池充电机 40 之间的第十三开关 K13;

设置在第二蓄电池 30 与蓄电池充电机 40 之间的第十四开关 K14;

且在第二应急模式时, 第七开关 K7, 第十一开关 K11 以及第十三开关 K13 导通, 第九开关 K9, 第十二开关 K12 以及第十四开关 K14 关断;

10 蓄电池充电机 40 还用于: 在第二应急模式时, 将第一蓄电池 20 的输出电流进行逆变, 为恒压恒频负载供电;

第二供电电路主体 60 还用于: 在第二应急模式时, 转换第二蓄电池 30 提供的电能, 为变压变频负载供电。

图 6 中仅示出了第一供电电路主体中的第一辅助逆变器以及第一辅助变压器, 未示出第一供电电路主体中的其余部分, 第二供电电路主体同理。

15 该种实施方式中, 由于增设了用于进行转换的第十二开关 K12, 使得该种实施方式可以应对第一供电电路主体 50 故障的情况, 即实现了冗余的功能。

具体的, 第二应急模式指的是接触网无法供电, 由蓄电池进行供电, 且第一辅助逆变器或者第一辅助变压器发生了故障的情况。由于第一辅助
20 逆变器或者第一辅助变压器发生了故障, 因此第一蓄电池 20 无法通过第一供电电路主体 50 实现其在蓄电池模式下的为变压变频负载供电的功能, 此时, 将第七开关 K7, 第十一开关 K11 以及第十三开关 K13 导通, 第九开关 K9, 第十二开关 K12 以及第十四开关 K14 关断, 第二蓄电池 30 便可以通过第二供电电路主体 60 为变压变频负载供电, 而第一蓄电池 20 则输出
25 电流至蓄电池充电机 40, 蓄电池充电机 40 对电流进行逆变之后, 可以为恒压恒频负载供电。

此外, 该种实施方式中, 是针对辅助负载进行供电方的切换, 以应对第一辅助逆变器或者第一辅助变压器发生故障的情况, 当电路的其他部分正常时, 通常仍然可以由第一蓄电池 20 为第一牵引电机供电, 由第二蓄电

池 30 为第二牵引电机供电，即该部分内容与蓄电池模式相同。

进一步的，图 6 的实施方式，还包括：

第一端分别与第十二开关 K12 的第二端以及恒压恒频负载连接，第二端与蓄电池充电机 40 连接的第十五开关 K15。

5 由于该种实施方式中设置了第十五开关 K15，使得可以方便地进行蓄电池充电机 40 的输出电流的切断。

还需要说明的是，第十五开关 K15 的第二端与蓄电池充电机 40 连接，并不是在限定第十五开关 K15 的第二端一定是一个触点，而是指的是该线路上设置有第十五开关 K15，可以调整该线路的通断状态。第七开关 K7，
10 第九开关 K9，第十一开关 K11 以及第十二开关 K12 也是同理。例如第一辅助变压器输出的是三相电，第九开关 K9 的第一端可以由 3 个触点构成，分别布置在三相线路上，实现与第一辅助变压器之间的连接，第九开关 K9 的第二端也可以由 3 个触点构成，分别布置在三相线路上，实现与变压变频支路的连接。当第九开关 K9 为关断状态时，三相线路均关断，为导通
15 状态时，三相线路均导通。此外，图 6 中的变压变频支路中的负载均为变压变频负载，而恒压恒频支路中的负载均为恒压恒频负载。

本申请的方案中，在接触网供电模式时，第一供电电路主体 50 可以接收接触网的电能输入并为第一牵引电机以及变压变频负载供电，第二供电电路主体 60 可以接收接触网的电能输入并为第二牵引电机以及恒压恒频
20 负载供电。如果接触网供电无法执行，在蓄电池模式时。第一蓄电池 20 可以通过第一供电电路主体 50 为第一牵引电机以及变压变频负载供电，这是考虑到变压变频负载对电压等级的要求较低，因此可以直接将第一蓄电池 20 的电压施加在第一供电电路主体 50 的中间直流环节，第一牵引电机以及变压变频负载可以以较低的功率下运行。而恒压恒频负载对电压等级的
25 的要求较高，因此，在蓄电池模式时，第二蓄电池 30 通过第二供电电路主体 60 为第二牵引电机供电，同时，利用蓄电池充电机 40 作为逆变电路从而为恒压恒频负载供电，也就是说，避开了第二供电电路主体 60 中的辅助变压器的降压，因此第二蓄电池 30 能够满足恒压恒频负载的电压需求。可以看出，本申请的方案中无需增加额外斩波升压电路，而是在蓄电池模式

时利用蓄电池充电机 40 作为逆变电路，从而为恒压恒频负载供电，因此有利于降低电力机车的牵引电路的成本，保障电路的可靠性。此外，由于无需利用额外增加的斩波升压电路对第二蓄电池 30 进行升压，即可实现恒压恒频负载的供电，因此也有利于提高能源转换利用率，也利于进行牵引电路的空间布置。

相应于上面的电力机车的牵引电路的实施例，本发明实施例还提供了一种电力机车，包括上述任一实施例中的电力机车的牵引电路，可与上文相互对应参照，此处不再重复说明。

专业人员还可以进一步意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现，为了清楚地说明硬件和软件的可互换性，在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的技术方案及其核心思想。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的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

权 利 要 求

1、一种电力机车的牵引电路，其特征在于，包括：

与接触网，第一供电电路主体以及第二供电电路主体连接的牵引变压器；

5 第一蓄电池；

第二蓄电池；

蓄电池充电机，用于在充电模式时，为所述第一蓄电池以及所述第二蓄电池充电，在蓄电池模式时，将所述第二蓄电池的输出电流进行逆变，为恒压恒频负载供电；

10 所述第一供电电路主体，用于在接触网供电模式时，转换所述接触网提供的电能，为第一牵引电机以及变压变频负载供电；在蓄电池模式时，转换所述第一蓄电池提供的电能，为所述第一牵引电机以及所述变压变频负载供电；

15 所述第二供电电路主体，用于在接触网供电模式时，转换所述接触网提供的电能，为第二牵引电机以及所述恒压恒频负载供电；在蓄电池模式时，转换所述第二蓄电池提供的电能，为所述第二牵引电机供电。

20 2、根据权利要求1所述的电力机车的牵引电路，其特征在于，所述第一供电电路主体包括：第一整流器，与所述第一整流器连接的第一中间直流电路，与所述第一中间直流电路连接的第一牵引逆变器以及第一辅助逆变器，与所述第一辅助逆变器连接的第一辅助变压器；所述第一中间直流电路包括：第一电容，第一电感，第一支撑电容；

所述第一供电电路主体通过第一开关，第二开关以及第三开关实现在蓄电池模式时，转换所述第一蓄电池提供的电能，为所述第一牵引电机以及所述变压变频负载供电；

25 所述第一开关的第一端与所述第一蓄电池正极连接，所述第一开关的第二端与所述第一整流器的第一输入端连接；

所述第二开关的第一端与所述第一蓄电池负极连接，所述第二开关的第二端与所述第三开关的第二端以及所述第一电感的第一端连接；

所述第三开关的第一端与所述第一电容的第二端连接；

所述第一电容的第一端与所述第一整流器的第一输出端连接，所述第一电感的第二端与所述第一整流器的第二输出端连接；

在接触网供电模式时，所述第一开关和所述第二开关关断，所述第三开关导通；在蓄电池模式时，所述第一开关和所述第二开关导通，所述第三开关关断。

3、根据权利要求2所述的电力机车的牵引电路，其特征在于，所述第二供电电路主体包括：第二整流器，与所述第二整流器连接的第二中间直流电路，与所述第二中间直流电路连接的第二牵引逆变器以及第二辅助逆变器，与所述第二辅助逆变器连接的第二辅助变压器；所述第二中间直流电路包括：第二电容，第二电感，第二支撑电容；

通过第四开关，第五开关，第六开关以及第七开关，所述第二供电电路主体实现在蓄电池模式时，转换所述第二蓄电池提供的电能，为所述第二牵引电机供电，且所述蓄电池充电机实现在蓄电池模式时，将所述第二蓄电池的输出电流进行逆变，为恒压恒频负载供电；

所述第四开关的第一端与所述第二蓄电池正极连接，所述第四开关的第二端与所述第二整流器的第一输入端连接；

所述第五开关的第一端与所述第二蓄电池负极连接，所述第五开关的第二端与所述第六开关的第二端以及所述第二电感的第一端连接；

所述第六开关的第一端与所述第二电容的第二端连接；

所述第二电容的第一端与所述第二整流器的第一输出端连接，所述第二电感的第二端与所述第二整流器的第二输出端连接；

所述第七开关的第一端与所述第二辅助变压器连接，所述第七开关的第二端与所述恒压恒频负载连接；

在接触网供电模式时，所述第四开关和所述第五开关关断，所述第六开关和所述第七开关导通；在蓄电池模式时，所述第四开关和所述第五开关导通，所述第六开关和所述第七开关关断。

4、根据权利要求3所述的电力机车的牵引电路，其特征在于，还包括：第一端分别与所述第四开关的第二端以及所述牵引变压器连接，第二端与所述第二整流器的第一输入端连接的第八开关；

所述第二蓄电池，还用于：在第一应急模式时，通过所述第二整流器以及所述牵引变压器进行升压，为所述第二牵引电机以及所述恒压恒频负载供电；

在接触网供电模式以及蓄电池模式时，所述第八开关导通；

- 5 在第一应急模式时，所述第四开关，所述第五开关以及所述第七开关导通，所述第六开关和所述第八开关关断。

5、根据权利要求4所述的电力机车的牵引电路，其特征在于，还包括：

第一端与所述第一辅助变压器连接，第二端与所述变压变频负载连接的第九开关；

- 10 第一端分别与所述第一开关的第二端以及所述牵引变压器连接，第二端与所述第一整流器的第一输入端连接的第十开关。

6、根据权利要求5所述的电力机车的牵引电路，其特征在于，还包括：

第一端分别与所述第九开关的第二端以及所述变压变频负载连接，第二端分别与所述第七开关的第二端以及第十二开关的第一端连接的第十一开关；

15

第二端分别与所述恒压恒频负载以及所述蓄电池充电机连接的所述第十二开关；

设置在所述第一蓄电池与所述蓄电池充电机之间的第十三开关；

设置在所述第二蓄电池与所述蓄电池充电机之间的第十四开关；

20

且在第二应急模式时，所述第七开关，所述第十一开关以及所述第十三开关导通，所述第九开关，所述第十二开关以及所述第十四开关关断；

所述蓄电池充电机还用于：在第二应急模式时，将所述第一蓄电池的输出电流进行逆变，为所述恒压恒频负载供电；

25

所述第二供电电路主体还用于：在第二应急模式时，转换所述第二蓄电池提供的电能，为所述变压变频负载供电。

7、根据权利要求6所述的电力机车的牵引电路，其特征在于，还包括：

第一端分别与所述第十二开关的第二端以及所述恒压恒频负载连接，第二端与所述蓄电池充电机连接的第十五开关。

8、一种电力机车，其特征在于，包括如权利要求1至7任一项所述的

—17—

电力机车的牵引电路。

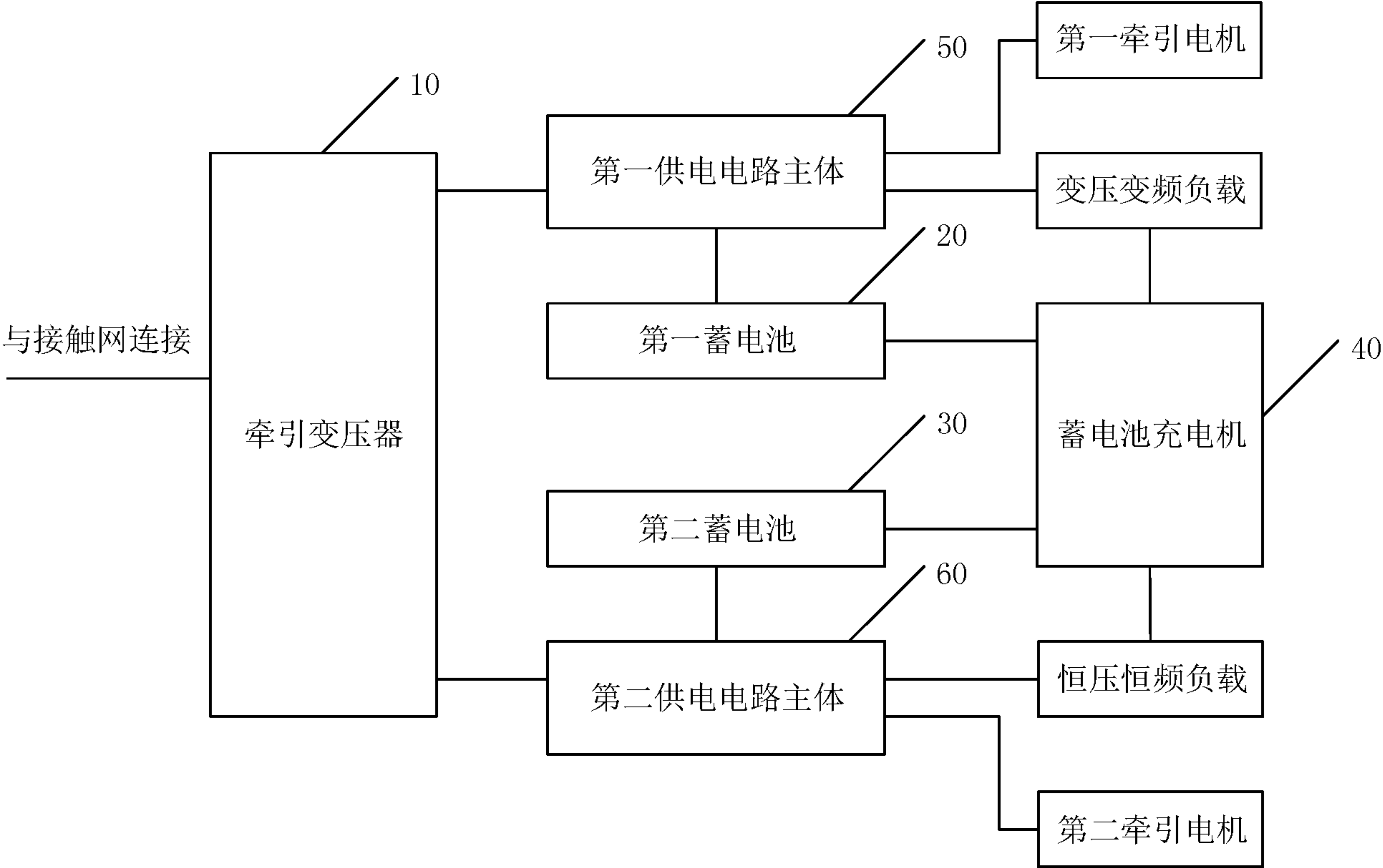


图 1

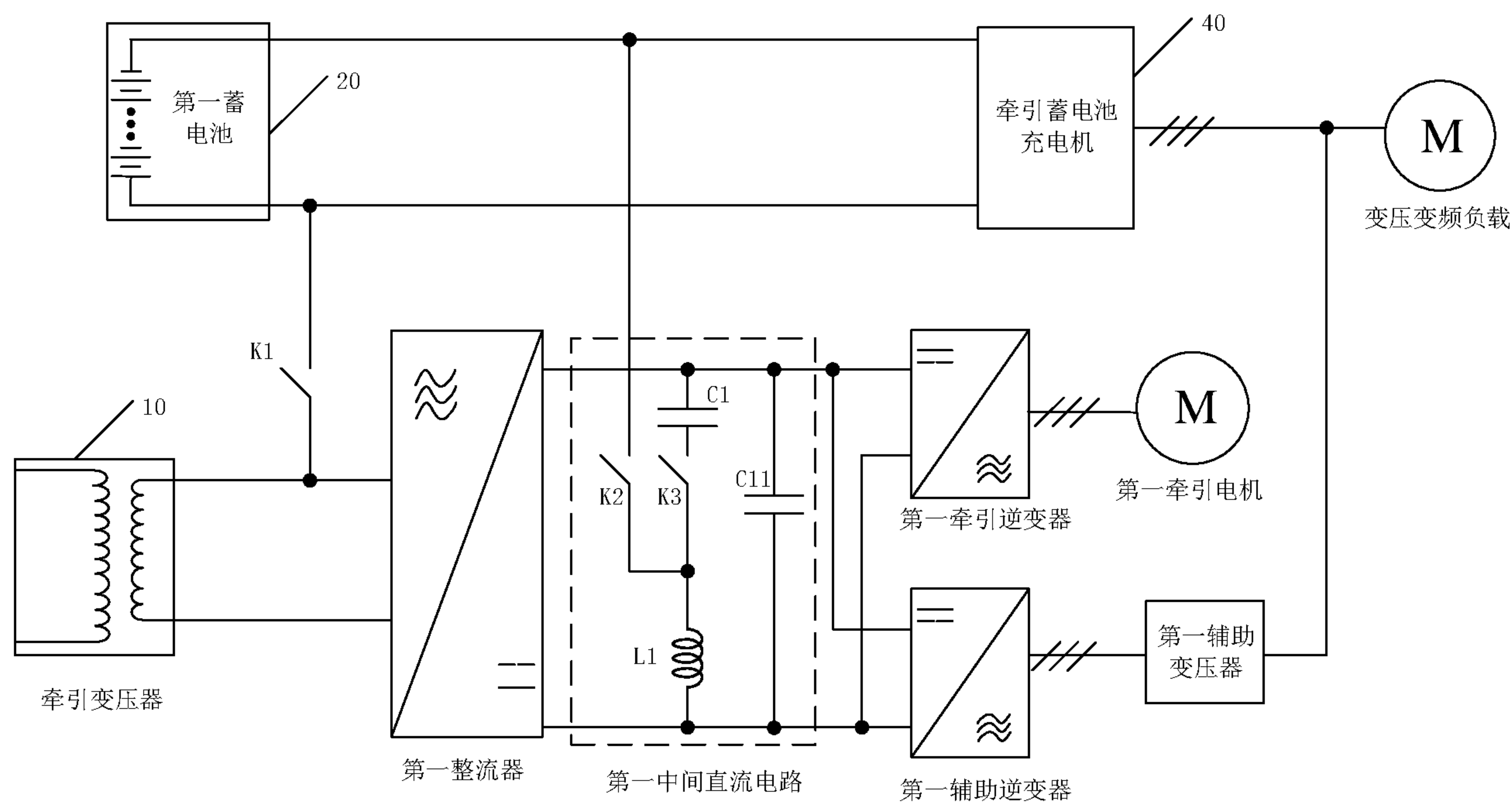


图 2

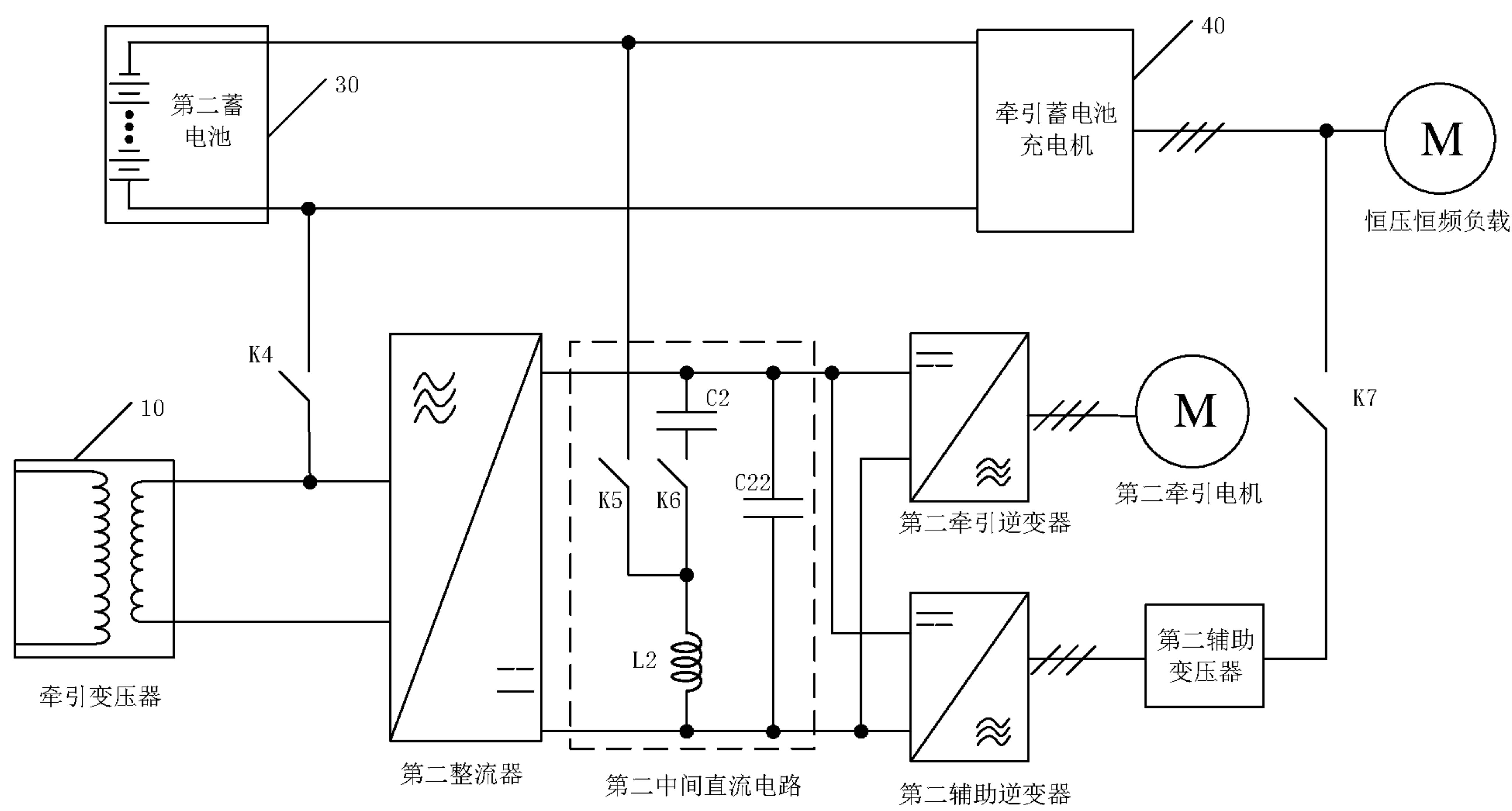


图 3

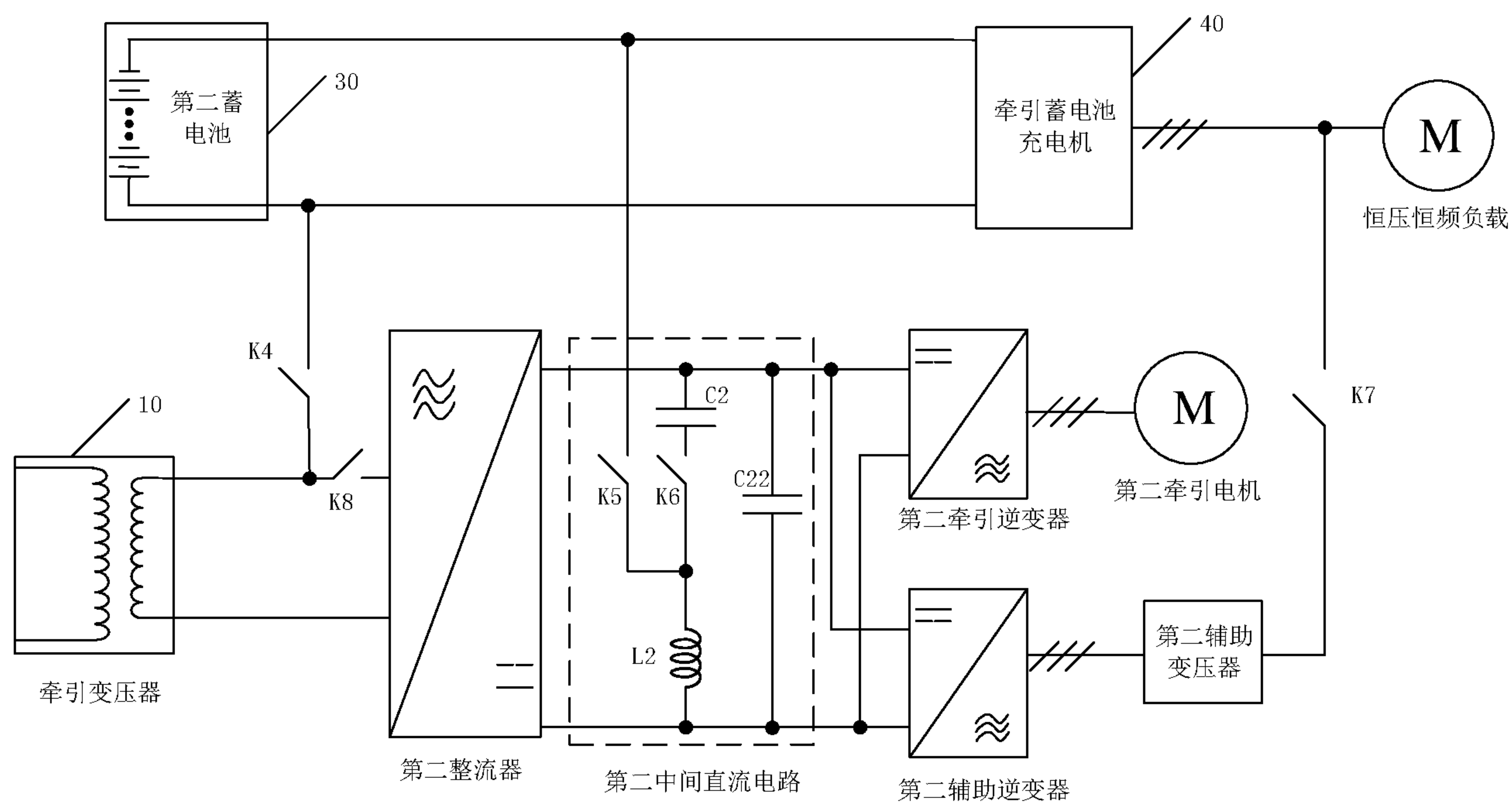


图 4

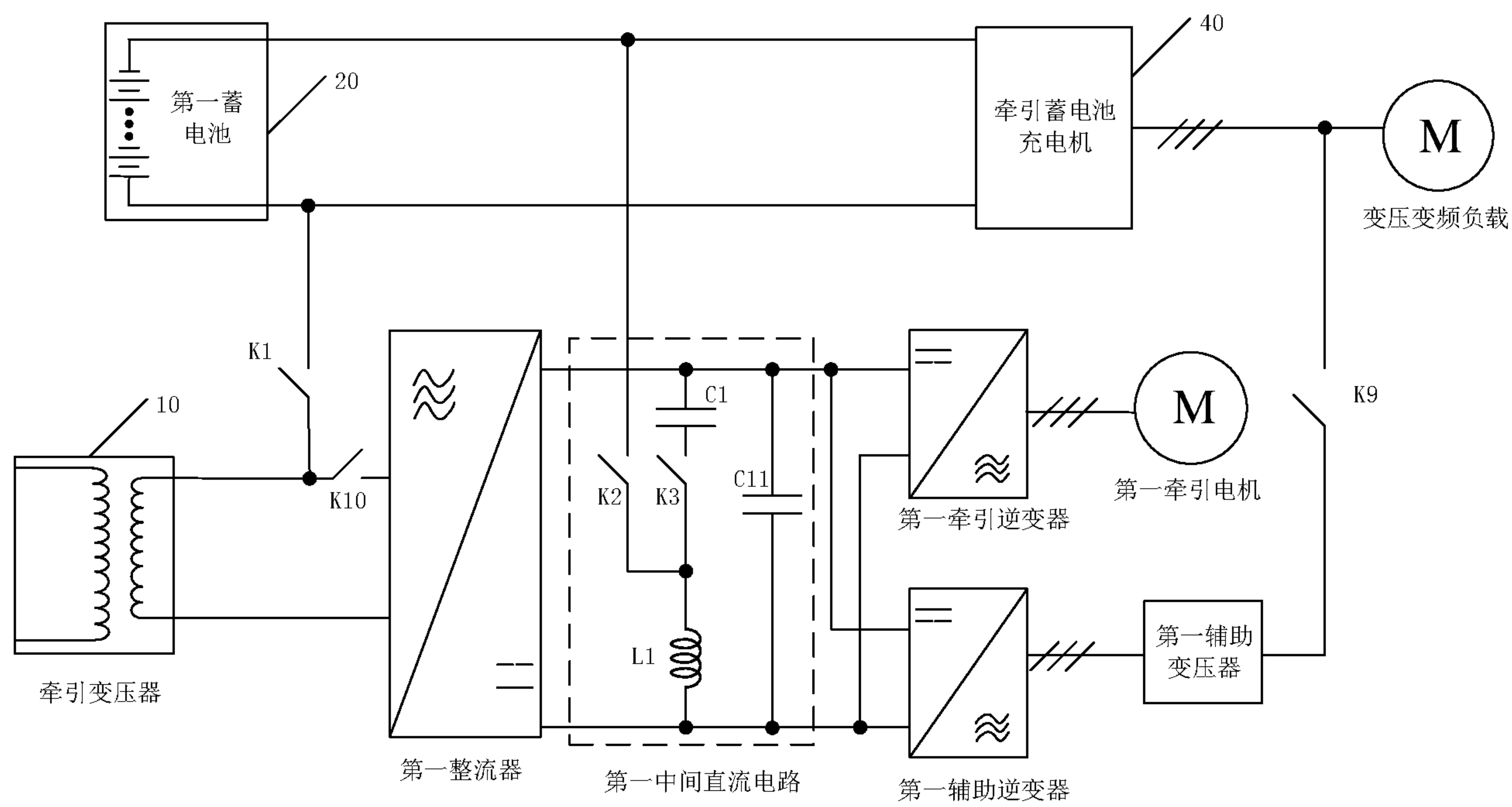


图 5

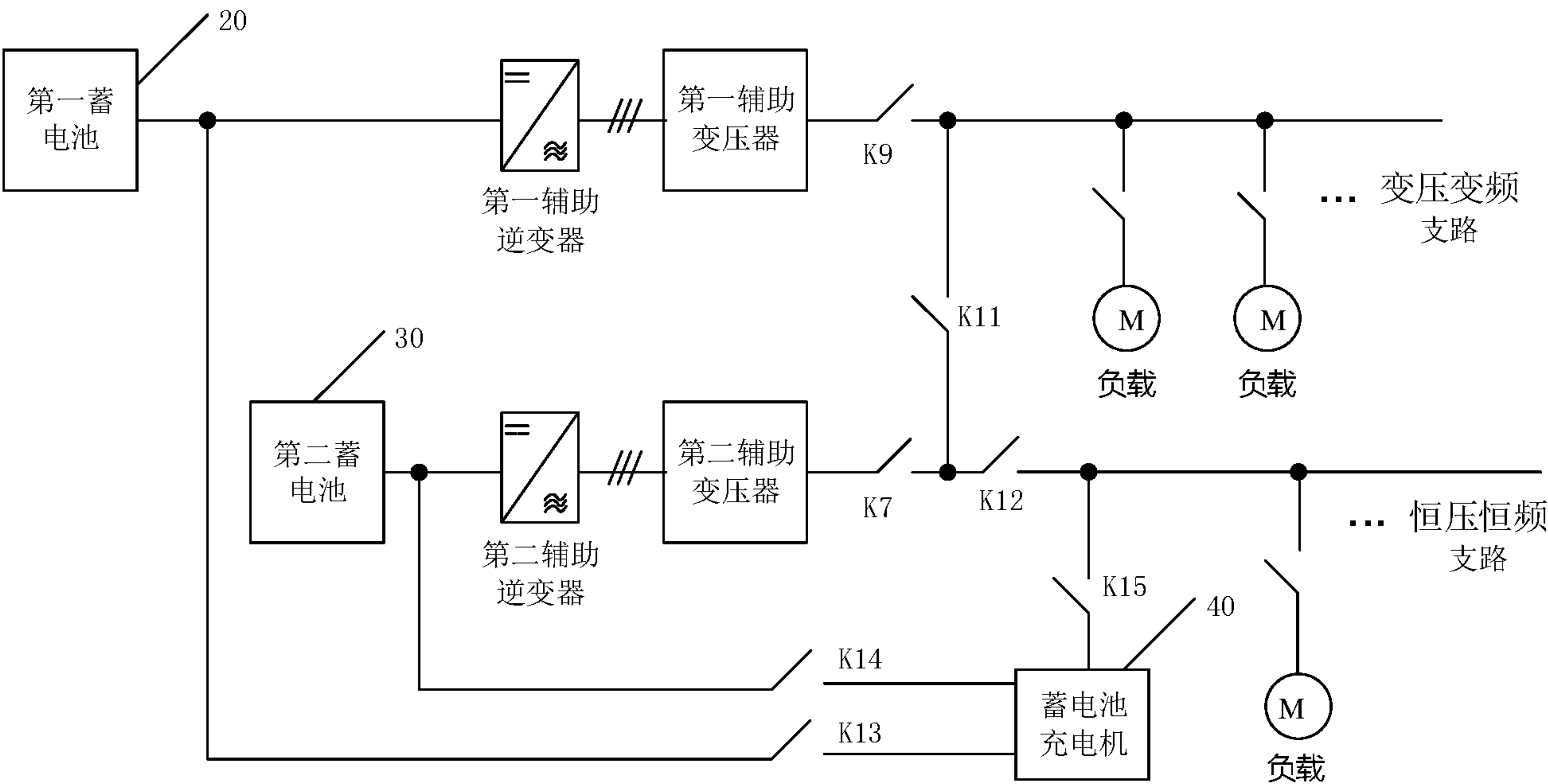


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/089921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B61C 3/02(2006.01)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)

B61C3 H02P27 H02M5

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)

CNKI, VEN, CNABS; battery, transformer, power, supply, charge; 接触网, 变压器, 蓄电池, 充电, 逆变;

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110949416 A (CRRC ZHUZHOU LOCOMOTIVE CO., LTD.) 03 April 2020 (2020-04-03) claims 1-8	1-8
X	CN 107128183 A (CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES et al.) 05 September 2017 (2017-09-05) description, paragraphs 28-47, figures 1-5	1, 8
A	CN 202115328 U (ZHUZHOU CSR TIMES ELECTRIC CO., LTD.) 18 January 2012 (2012-01-18) entire document	1-8
A	CN 203005126 U (CSR ZHUZHOU ELECTRIC LOCOMOTIVE CO., LTD.) 19 June 2013 (2013-06-19) entire document	1-8
A	WO 2019166151 A1 (SIEMENS AG) 06 September 2019 (2019-09-06) entire document	1-8
A	CN 207328441 U (CRRC ZHUZHOU LOCOMOTIVE CO., LTD.) 08 May 2018 (2018-05-08) entire document	1-8



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

22 July 2020

Date of mailing of the international search report

20 August 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/089921

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 3429059 A1 (KOHLER CO.) 16 January 2019 (2019-01-16) entire document	1-8
A	CN 201901014 U (CSR ZHUZHOU ELECTRIC LOCOMOTIVE CO., LTD.) 20 July 2011 (2011-07-20) entire document	1-8
A	CN 102358197 A (INVT TRANSPORTATION SYSTEMS (SHENZHEN) CO., LTD.) 22 February 2012 (2012-02-22) entire document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/089921

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110949416	A	03 April 2020	None			
CN	107128183	A	05 September 2017	None			
CN	202115328	U	18 January 2012	None			
CN	203005126	U	19 June 2013	None			
WO	2019166151	A1	06 September 2019	DE	102018203015	B3	09 May 2019
CN	207328441	U	08 May 2018	None			
EP	3429059	A1	16 January 2019	US	2019020284	A1	17 January 2019
CN	201901014	U	20 July 2011	None			
CN	102358197	A	22 February 2012	CN	102358197	B	26 March 2014

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/089921
A. 主题的分类 B61C 3/02 (2006.01) 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) B61C3 H02P27 H02M5 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)) CNKI, VEN, CNABS; battery, transformer, power, supply, charge; 接触网, 变压器, 蓄电池, 充电, 逆变;		
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 110949416 A (中车株洲电力机车有限公司) 2020年 4月 3日 (2020 - 04 - 03) 权利要求1-8	1-8
X	CN 107128183 A (中国铁道科学研究院等) 2017年 9月 5日 (2017 - 09 - 05) 说明书第28-47段, 附图1-5	1, 8
A	CN 202115328 U (株洲南车时代电气股份有限公司) 2012年 1月 18日 (2012 - 01 - 18) 全文	1-8
A	CN 203005126 U (南车株洲电力机车有限公司) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 全文	1-8
A	WO 2019166151 A1 (SIEMENS AG) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 全文	1-8
A	CN 207328441 U (中车株洲电力机车有限公司) 2018年 5月 8日 (2018 - 05 - 08) 全文	1-8
A	EP 3429059 A1 (KOHLER CO) 2019年 1月 16日 (2019 - 01 - 16) 全文	1-8
A	CN 201901014 U (南车株洲电力机车有限公司) 2011年 7月 20日 (2011 - 07 - 20) 全文	1-8
☒ 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 7月 22日		国际检索报告邮寄日期 2020年 8月 20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 张文梅 电话号码 86-010-62085523

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/089921

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
A	CN 102358197 A (深圳市英威腾交通技术有限公司) 2012年 2月 22日 (2012 - 02 - 22) 全文	1-8

国际申请号
PCT/CN2020/089921

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	110949416	A	2020年 4月 3日		无				
CN	107128183	A	2017年 9月 5日		无				
CN	202115328	U	2012年 1月 18日		无				
CN	203005126	U	2013年 6月 19日		无				
WO	2019166151	A1	2019年 9月 6日	DE	102018203015	B3	2019年 5月 9日		
CN	207328441	U	2018年 5月 8日		无				
EP	3429059	A1	2019年 1月 16日	US	2019020284	A1	2019年 1月 17日		
CN	201901014	U	2011年 7月 20日		无				
CN	102358197	A	2012年 2月 22日	CN	102358197	B	2014年 3月 26日		