



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102029926 A

(43) 申请公布日 2011.04.27

(21) 申请号 201010577618.6

H02J 7/00 (2006.01)

(22) 申请日 2010.12.08

H04L 29/08 (2006.01)

(71) 申请人 浙江省电力试验研究院

地址 310014 浙江省杭州市下城区朝晖八区
华电弄1号

申请人 浙江省电力试验研究院技术服务中心

(72) 发明人 陆翌

(74) 专利代理机构 浙江翔隆专利事务所 33206

代理人 张建青

(51) Int. Cl.

B60M 3/00 (2006.01)

H02M 5/458 (2006.01)

H02M 7/5387 (2007.01)

H02J 7/10 (2006.01)

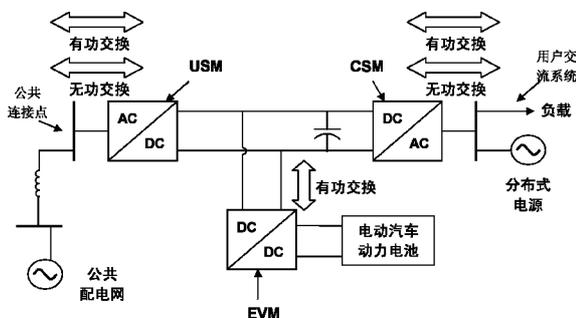
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

电动汽车及分布式电源的标准化换流装置

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于电动汽车及分布式电源接入公共配电网的标准化换流装置。目前的分布式电源不能与电网有效隔离,无法保证高端用户对电能质量的需求,也无法防止重污染的电力用户向电网注入电能。本发明由电网侧模块、用户侧模块、电动汽车充放电模块以及控制器组成,用户侧功率模块与电动汽车充放电模块并联后与电网侧功率模块串联,控制器产生的触发脉冲信号通过光纤分别传输给电网侧功率模块、用户侧功率模块和电动汽车充放电模块,控制器通过以太网与一后台服务器通讯,后台服务器内装有后台监控软件模块。本发明能够实现分布式电源与电网的有效隔离,还可以兼顾动态无功补偿、故障电流限制、电能质量控制等功能。



1. 电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于它包括连接公共配电网的电网侧功率模块 USM、连接用户的用户侧功率模块 CSM、用于储能的电动汽车充放电模块 EVM、控制器以及后台监控软件模块,用户侧功率模块 CSM 与电动汽车充放电模块 EVM 并联后与电网侧功率模块 USM 串联;

所述的电网侧功率模块 USM 由可控器件组成三相全桥整流电路,通过变压器或直接接入公共配电网,能四象限运行,实现与公共配电网的有功、无功的双向控制;所述的用户侧功率模块 CSM 由可控器件组成三相全桥逆变电路,通过变压器或直接接入用户侧分布式电源,能四象限运行,实现中间直流母线与分布式电源之间有功、无功的双向控制;所述的电动汽车充放电模块 EVM 由可控器件组成的升降压斩波电路,与电动汽车动力电池接口,对动力电池进行充电或放电;

控制器产生的触发脉冲信号通过光纤分别传输给电网侧功率模块 USM、用户侧功率模块 CSM 和电动汽车充放电模块 EVM,控制器分别与一液晶显示单元和一电动汽车动力电池的管理系统 BMS 通讯,控制器采集公共配电网和分布式电源的电网数据,控制器通过以太网与一后台服务器通讯,后台服务器内装有后台监控软件模块。

2. 根据权利要求 1 所述的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于如果用户没有安装分布式电源或分布式电源的装机容量小于负荷时,公共配电网侧的交流电经过 USM 的整流后变换为直流电,部分通过 EVM 给电动汽车动力电池充电,部分通过 CSM 逆变为交流电供给负荷。

3. 根据权利要求 1 所述的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于如果用户侧分布式电源装机容量大于负荷时,多余部分电则通过 CSM 整流为直流电,部分通过 EVM 给电动汽车动力电池充电,部分通过 USM 逆变为交流电出售给公共配电网。

4. 根据权利要求 1 所述的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于如果公共配电网发生故障而断电时,电动汽车动力电池内的电通过 EVM 和 CSM 供给用户,能保持一段时间内的不间断供电。

5. 根据权利要求 1 所述的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于如果用户侧分布式电源的装机容量小于负荷或用户侧分布式电源由于自然条件限制暂时无法发电,但又希望用户侧分布式电源输出功率保持一段时间的恒定,则动力电池内的电通过 EVM 和 USM 供给公共配电网,保持输出功率恒定。

6. 根据权利要求 1 所述的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于如果用户交流系统正在向公共配电网输出电能,而希望减小用户输出的电能,则通过后台监控软件模块直接远程控制 USM 的输出功率。

7. 根据权利要求 1 所述的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于所述的电网侧模块 USM 采用稳定直流电压的控制策略,当电池充电或从公共配电网为用户负荷供电时,USM 工作在整流状态以维持直流侧电压的稳定;当电池或用户交流系统向公共配电网注入有功功率时,USM 工作在逆变状态以维持直流侧电压的稳定;USM 输出无功功率时也通过对有功分量的闭环控制来稳定直流母线电压。

8. 根据权利要求 1 所述的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于所述的用户侧模块 CSM 采用定频率定交流电压幅值的控制策略,维持用户侧电压幅值和频率在要求范围内,用户侧分布式电源与 CSM 的电压相位和频率保持同步。

9. 根据权利要求 1 所述的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于所述的电动汽车充放电模块 EVM 用定直流电流控制策略维持动力电池侧直流输出电流恒定,实现对蓄电池的恒电流充电或恒电流放电并具备恒流限压功能,即当电池充电电压高于上限或放电电压低于下限时自动转入稳压运行。

电动汽车及分布式电源的标准化换流装置

技术领域

[0001] 本发明涉及供用电领域,具体地说是一种电动汽车及分布式电源的标准化换流装置。

背景技术

[0002] 随着电网规模的不断扩大,大规模电力系统的弊端日益凸现出来,其成本高,运行控制不灵活,难以适应用户越来越高的可靠性要求,不能灵活跟踪负荷的变化以及多样化的电能质量需求。学者开始研究未来电力系统的发展模式,显然单纯地扩大电网规模不能够满足要求,于是,欧美的电力专家们提出了污染少、可靠性高、投资省、发电方式灵活、与环境兼容的分布式发电与大电网联合运行的方式。如欧盟实施了“可再生能源和分布式发电在欧洲电网中的集成应用”项目,美国提出了“智能电网”和“高级配电自动化”等项目。

[0003] 随着我国对可再生能源的大力扶持,分布式发电作为一种新兴的发电模式显现出来,这种小容量的发电机组在配电网用户附近提供电力,成为集中式发电的补充。常见的分布式电源有小内燃机、太阳能光伏、微型风机等。然而在传统电力系统中引入分布式电源却给电网的安全性和稳定性带来许多问题,主要有:

[0004] (1) 运行控制:分布式电源的调度和运行由电源的产权所有者控制,无法有效地对其进行调控。

[0005] (2) 输出功率波动:利用风能、太阳能的分布式电源的有功输入具有天然波动性,所以分布式电源输出功率波动很大,不确定性程度高,容易造成电网电压波动引起闪变。

[0006] (3) 谐波污染:分布式电源往往采用整流和逆变装置接入电网,会对电网输出大量的多次谐波电流。

[0007] (4) 无功功率:风力发电机大多采用异步电机,当风机转速降低的时候需要从电网吸收大量的无功功率。

[0008] 随着我国产业升级换代,电能作为一种商品,越来越向着精细化的方向发展,越来越多的电力用户对电能质量的要求越来越高,具体体现为:

[0009] (1) 对电能质量敏感的负荷:如半导体生产厂、造纸厂等,电压下降几十毫秒,就会导致生产设备不能正常工作和出现大量废品。

[0010] (2) 本身是污染源的负荷:随着我省冶金工业,化学工业及电气化铁路的发展,电力系统中的非线性负荷(硅整流设备,电力机车,电解设备)及冲击性负荷(电弧炉,轧钢机)使电网的谐波污染、非对称性(负序)和波动性日趋严重。

[0011] 因此,为了确保电网的安全性和可靠性,对分布式电源的输出功率进行远方调度,进行加强监管是非常迫切和必要的。因此,研究出一种通用型的接入控制技术,保证高端用户对电能质量的需求,防止重污染的电力用户向电网注入电能,并确保分布式发电系统得到合理的利用,就变得非常必要。

发明内容

[0012] 本发明提供了一种电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,实现分布式电源与电网的有效隔离,以保证高端用户对电能质量的需求,防止重污染的电力用户向电网注入电能,并确保分布式发电系统得到合理的利用。

[0013] 为此,本发明采用如下的技术方案:电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其特征在于它包括连接公共配电网的电网侧功率模块 USM、连接用户的用户侧功率模块 CSM 和用于储能的电动汽车充放电模块 EVM,用户侧功率模块 CSM 与电动汽车充放电模块 EVM 并联后与电网侧功率模块 USM 串联;

[0014] 所述的电网侧功率模块 USM 由可控器件组成三相全桥整流电路,通过变压器或直接接入公共配电网,能四象限运行,实现与公共配电网的有功、无功的双向控制;所述的用户侧功率模块 CSM 由可控器件组成三相全桥逆变电路,通过变压器或直接接入用户侧分布式电源,能四象限运行,实现中间直流母线与分布式电源之间有功、无功的双向控制;所述的电动汽车充放电模块 EVM 由可控器件组成的升降压斩波电路,与电动汽车动力电池接口,对动力电池进行充电或放电,USM 和 CSM 各由 6 个可控器件(如 IGBT)组成,是结构完全相同的电压源型换流器;

[0015] 控制器产生的触发脉冲信号通过光纤分别传输给电网侧功率模块 USM、用户侧功率模块 CSM 和电动汽车充放电模块 EVM,控制器分别与一液晶显示单元和一电动汽车动力电池的管理系统 BMS 通讯,控制器采集公共配电网和分布式电源的电网数据,控制器通过以太网与一后台服务器通讯,后台服务器内装有后台监控软件模块。

[0016] 如果用户没有安装分布式电源或用户侧分布式电源的装机容量小于负荷时,公共配电网侧的交流电经过 USM 的整流后变换为直流电,部分通过 EVM 给电动汽车动力电池充电,部分通过 CSM 逆变为交流电供给负荷。如果用户侧分布式电源装机容量大于负荷时,多余部分电则通过 CSM 整流为直流电,部分通过 EVM 给电动汽车动力电池充电,部分通过 USM 逆变为交流电出售给公共配电网。如果公共配电网发生故障而断电时,电动汽车动力电池内的电通过 EVM 和 CSM 供给用户,能保持一段时间内的不间断供电。如果用户侧分布式电源的装机容量小于负荷或用户侧分布式电源由于自然条件限制暂时无法发电,但又希望用户侧分布式电源输出功率保持一段时间的恒定,则动力电池内的电通过 EVM 和 USM 供给公共配电网,保持输出功率恒定。如果用户交流系统正在向公共配电网输出电能,而希望减小用户输出的电能,则通过后台监控软件模块直接远程控制 USM 的输出功率。

[0017] 上述电动汽车及分布式电源的标准化换流装置的控制策略如下:

[0018] 电网侧模块 USM 采用稳定直流电压的控制策略,当电池充电或从公共配电网为用户负荷供电时,USM 工作在整流状态以维持直流侧电压的稳定;当电池或用户交流系统向公共配电网注入有功功率时,USM 工作在逆变状态以维持直流侧电压的稳定;USM 输出无功功率时也通过对有功分量的闭环控制来稳定直流母线电压。

[0019] 用户侧模块 CSM 采用定频率定交流电压幅值的控制策略,维持用户侧电压幅值和频率在要求范围内,用户侧分布式电源与 CSM 的电压相位和频率保持同步。

[0020] 电动汽车充放电模块 EVM 用定直流电流控制策略维持蓄电池侧直流输出电流恒定,实现对蓄电池的恒电流充电或恒电流放电并具备恒流限压功能,即当电池充电电压高于上限或放电电压低于下限时自动转入稳压运行。

[0021] 本发明能够实现分布式电源与电网的有效隔离,还可以兼顾动态无功补偿、故障电流限制、电能质量控制等功能;通过分布式电源与电动汽车动力电池的电能交换,以及动力电池对负荷的供电,解决了分布式能源功率自然波动的问题,实现了功率在公共配电网和用户侧的双向可控流动;用户交流系统可以在调度的控制下软并网、软解列,甚至可以在与公共配电网不同步的情况下并网;用户可以根据峰谷电价调整,利用分布式电源或者电网电能给电动汽车动力电池充电,也可以把动力电池的电能卖给电网,获得一定经济利益;对电网而言,也可以起到削峰填谷、提高负荷率、减少系统总装机的作用。

[0022] 下面结合说明书附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明标准化换流装置的结构图。

[0024] 图 2 为本发明标准化换流装置的电路原理图。

[0025] 图 3 为本发明 USM 主电路原理图。

[0026] 图 4 为本发明 USM 闭环控制原理图。

[0027] 图 5 为本发明 CSM 主电路原理图。

[0028] 图 6 为本发明 EVM 主电路原理图。

[0029] 图 7 为本发明的控制原理图。

具体实施方式

[0030] 如图 1-2 所示的电动汽车及分布式电源的标准化换流装置,其由连接公共配电网的电网侧功率模块 USM、连接用户的用户侧功率模块 CSM 和用于储能的电动汽车充放电模块 EVM 组成,用户侧功率模块 CSM 与电动汽车充放电模块 EVM 并联后与电网侧功率模块 USM 串联。

[0031] 所述的电网侧功率模块 USM 由可控器件组成三相全桥整流电路,通过变压器或直接接入公共配电网,能四象限运行,实现与公共配电网的有功、无功的双向控制;所述的用户侧功率模块 CSM 由可控器件组成三相全桥逆变电路,通过变压器或直接接入用户侧分布式电源,能四象限运行,实现中间直流母线与分布式电源之间有功、无功的双向控制;所述的电动汽车充放电模块 EVM 由可控器件组成的升降压斩波电路,与电动汽车动力电池接口,对动力电池进行充电或放电。

[0032] USM 和 CSM 的电路结构基本相同,均由 IGBT 三相全桥电路、LC 滤波单元和开关设备等组成。EVM 由 DC/DC 升降压斩波电路、LC 滤波电路和开关设备等构成,下面作详细说明。1、电网侧功率模块 (USM)

[0033] USM 主电路原理图如图 3 所示。装置启动前,先手动闭合交流侧进线开关 K1,然后闭合软启动接触器 K3,交流电源通过电阻给直流侧电容充电,当直流侧电压达到设定值后闭合主接触器 K2,主电路完成上电。随后可开启触发脉冲,装置进入闭环并网运行。

[0034] USM 可四象限运行,采取有功/无功分量解耦控制技术,既可以输出感性无功,也可输出容性无功,可根据电网要求输出连续可调的无功功率,参与电网的电压/无功控制;既可以输出有功功率,也可以吸收有功功率,为后级 CSM、EVM 提供与电网之间有功功率双向交换的通道。同时 USM 采用了有源功率因数校正技术,网侧的功率因数可达 0.99 以上,电流谐波畸变率小于 5%,不会对电网产生谐波和无功污染。

[0035] 三相并网变流器的控制方案有多种,本发明采用了基于旋转坐标系的矢量控制技术,闭环控制框图如图 4 所示。由于在旋转 d、q 坐标系下系统的 d 轴和 q 轴之间存在耦合,这种由旋转 3/2 变换所引起的耦合会极大的影响系统的动态性能,本发明采用了基于旋转 d、q 坐标系的状态反馈解耦控制方案,它是在两相旋转坐标系下通过引入 d 轴和 q 轴的电流状态,通过状态反馈矩阵实时地实现了 d、q 轴之间的解耦过程。

[0036] 在旋转坐标系下,输出电流在 d 轴上的分量代表了有功电流分量,在 q 轴上的分量代表了无功电流分量,通过 d、q 轴之间的解耦控制,实现了对其输出有功电流和无功电流的独立控制。其中无功电流的给定可根据调度或系统的需要进行调节,而有功电流的给定需要由直流侧电压的闭环调节器产生。USM 通过对直流母线电压的稳定控制实现交流侧与直流侧功率交换的平衡。

[0037] 2、用户侧功率模块 (CSM)

[0038] CSM 在本发明中作为基波正弦电压源运行,因此 CSM 的控制是一种电压控制,通过控制其三相输出电压为对称的正弦电压,从而实现 CSM 系统对于在非理想负载条件下负载端电压的要求,也即输出电压始终保持对称的额定正弦电压。对于三相四线的电压源变流器,其电压控制技术的关键是如何克服负载的不平衡及非线性对变流器输出电压的影响,维持变流器的输出电压为期望的对称正弦电压。

[0039] 实际应用中,用户侧电源系统一般为三相四线制,且三相负荷可能存在较严重的不平衡。三相三线制逆变器由于无法提供中线,不平衡运行时会对其输出电压波形质量产生较严重的影响。三相四线制的逆变电源系统方案较多,常用的方案有采用加入一个桥臂来构成中点,将三相输出的公共点(即中性点)接在该桥臂上从而构成四桥臂结构。三相四桥臂逆变器中增加的桥臂可直接控制中性点电压,并且产生中性点电流流入负载,这增加的一个自由度,使得三相四桥臂逆变电源具有三个独立的可控电压,三相输出电压完全解耦,从而有能力在不平衡负载下维持三相电压的对称输出。

[0040] 本发明采取在三相三线制逆变器输出增加 Dyn11 工频隔离变压器的方案,通过变压器提供中线,电路原理图如图 5 所示。CSM 与用户侧分布式电源系统接口,可四象限运行,既可以输出感性无功,也可输出容性无功,可根据用户侧电网要求输出连续可调的无功功率。CSM 工作在逆变状态,既可以输出有功功率,也可以吸收有功功率。当用户侧有功不足的时候可以将直流母线电能逆变后提供给用户侧负荷,当用户侧电能过剩的时候也可以将电能回馈到直流侧母线。CSM 采用 SPWM 技术和电压波形控制技术,可以为用户电网提供稳定、优质的电能。

[0041] 3、电动汽车充放电模块 (EVM)

[0042] EVM 与电动汽车动力电池接口,可对电池进行充电或放电控制,既可以将电网电能或用户侧过剩电能储存到电池中,也可将电池能量释放提供给电网或用户侧电网中,其主电路如图 6 所示。

[0043] 装置启动前,首先闭合继电器 K1,电池侧电容通过软启动电阻充电,当电压建立后闭合接触器 K2。主电路完成上电,可进入充电/放电/待机运行。

[0044] EVM 工作在充电状态时,闭锁 S2,此时 S2 相当于二极管,图 6 主回路等效为降压斩波电路,通过调节 S1 的 PWM 脉冲的占空比即可调节降压斩波电路的输出电压,从而维持充电电流的恒定,当充电结束后转入恒压运行模式。

[0045] 当EVM工作在放电状态时,闭锁S1,此时S1相当于二极管,图6主回路等效为升压斩波电路,通过调节S2的PWM脉冲的占空比即可调节升压斩波电路的输出电压,从而维持放电电流的恒定,当放电结束后即转入待机模式。

[0046] EVM的闭环控制采用经典的PID调节器,在恒流段以电池充/放电电流为控制量,在恒压段以输出电压为控制量,PID调节器的输出与三角载波比较产生触发脉冲信号。

[0047] 如图7所示,控制器采集公共配电网和分布式电源的电网数据,控制器产生的触发脉冲信号通过光纤分别传输给电网侧功率模块USM、用户侧功率模块CSM和电动汽车充放电模块EVM。控制器采用RS232液晶显示单元通讯,实现人机接口交互功能;采用CAN接口与电动汽车动力电池的管理系统BMS通讯,进行电池数据交换;通过以太网与后台服务器通讯,后台服务器内装有后台监控软件模块,通过后台监控软件模块实现远程调度的控制功能。

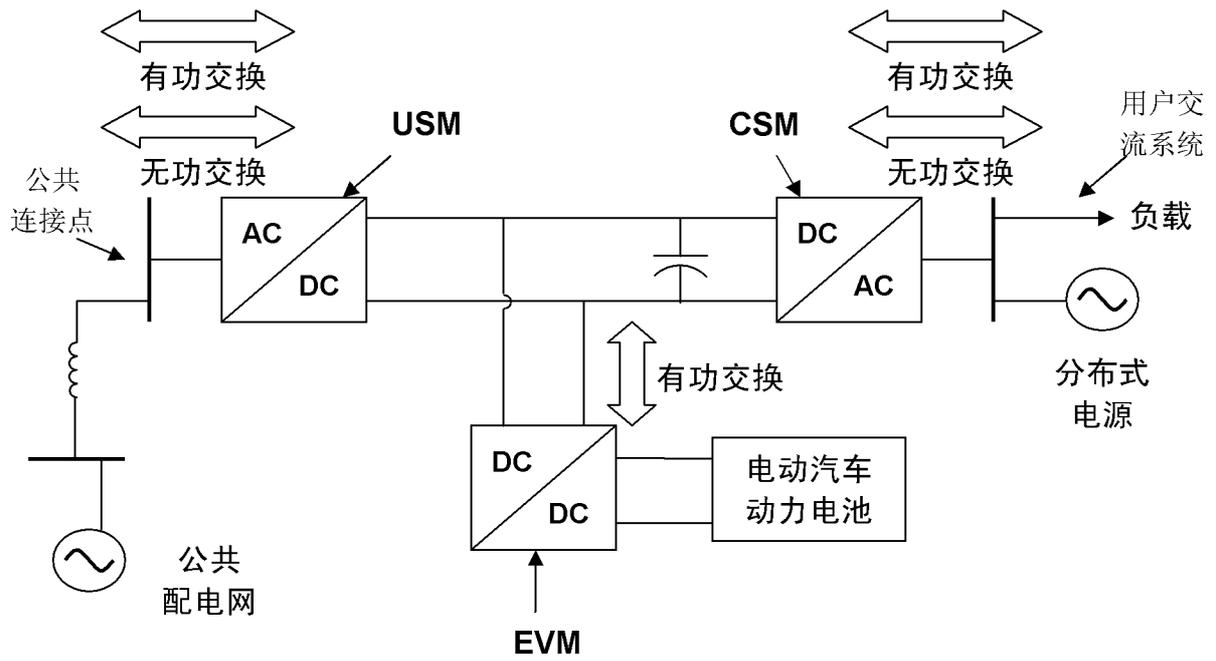


图 1

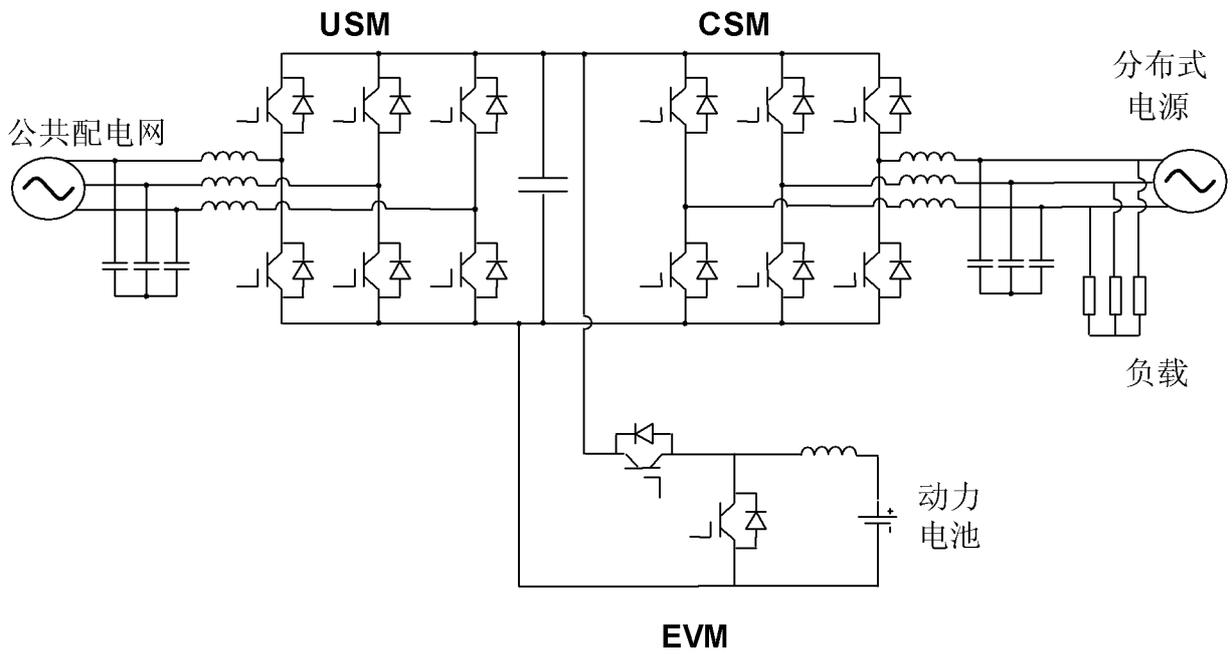


图 2

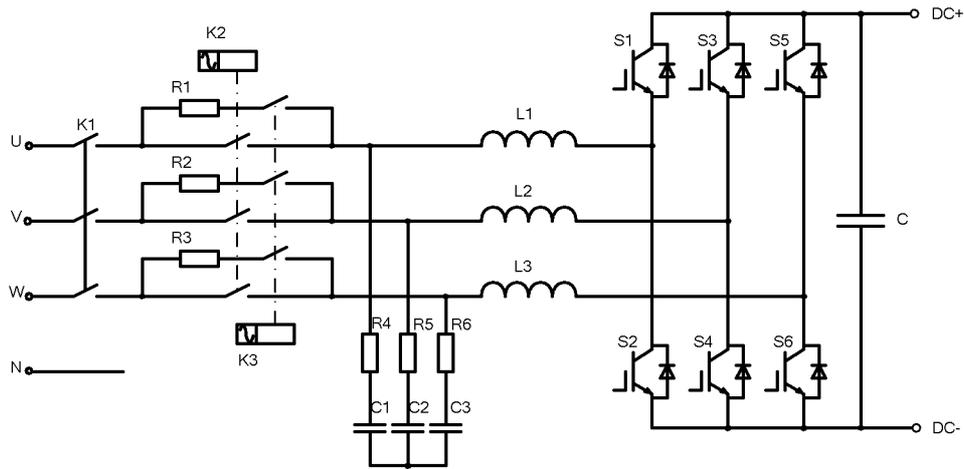


图 3

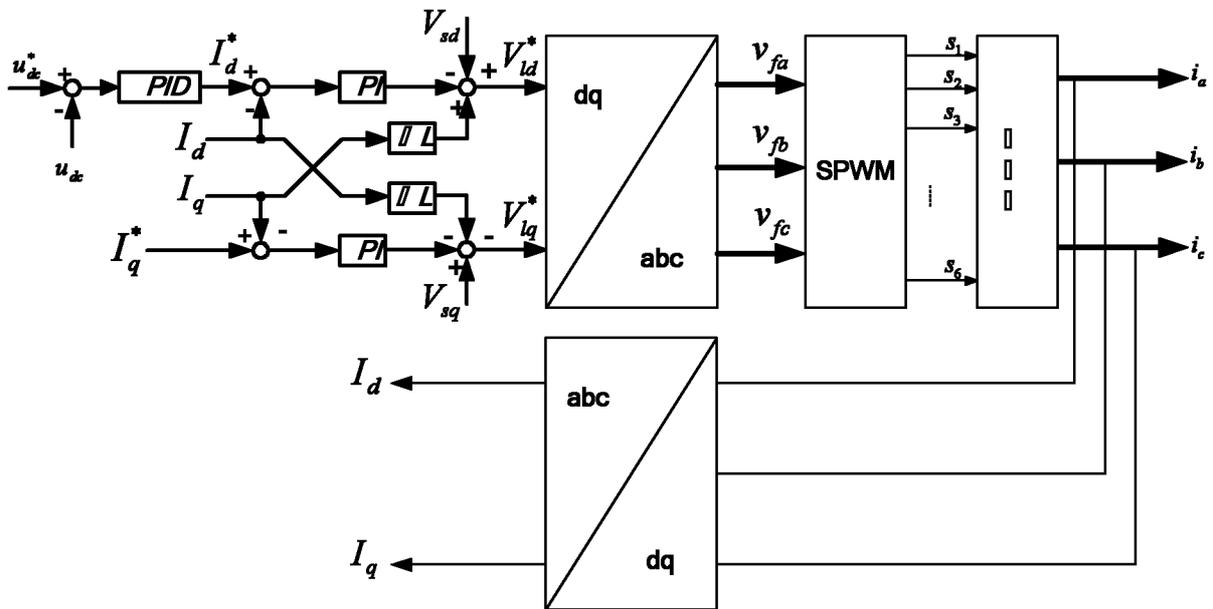


图 4

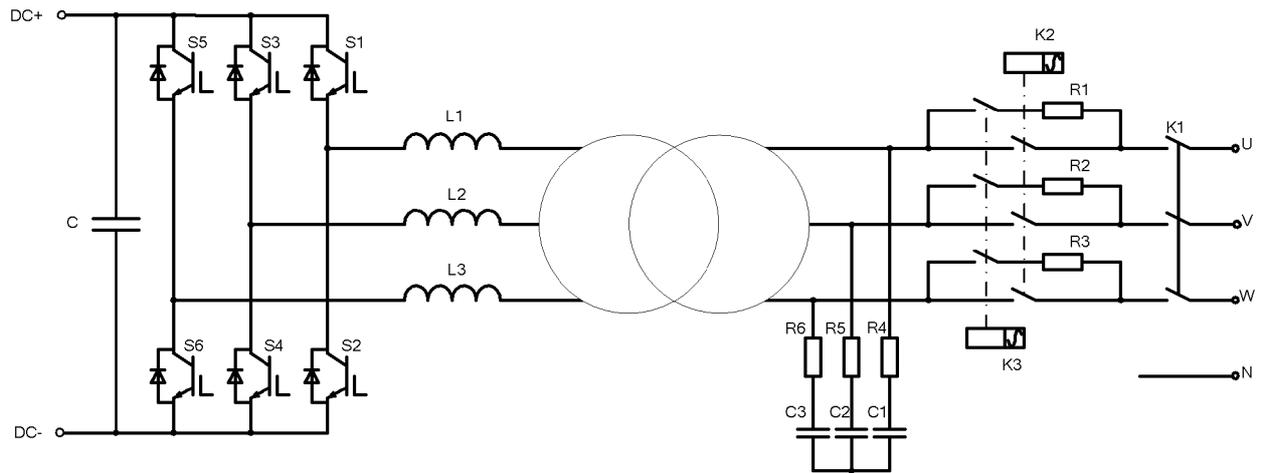


图 5

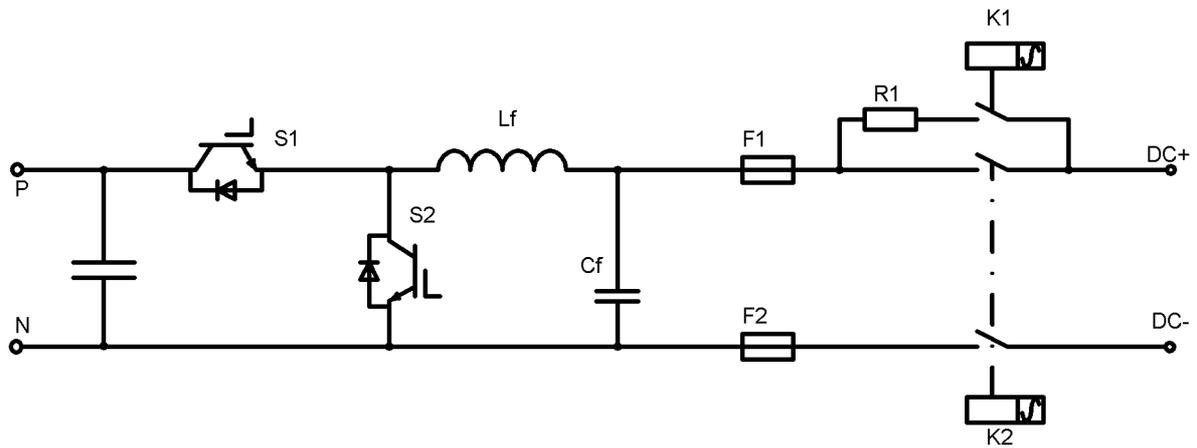


图 6

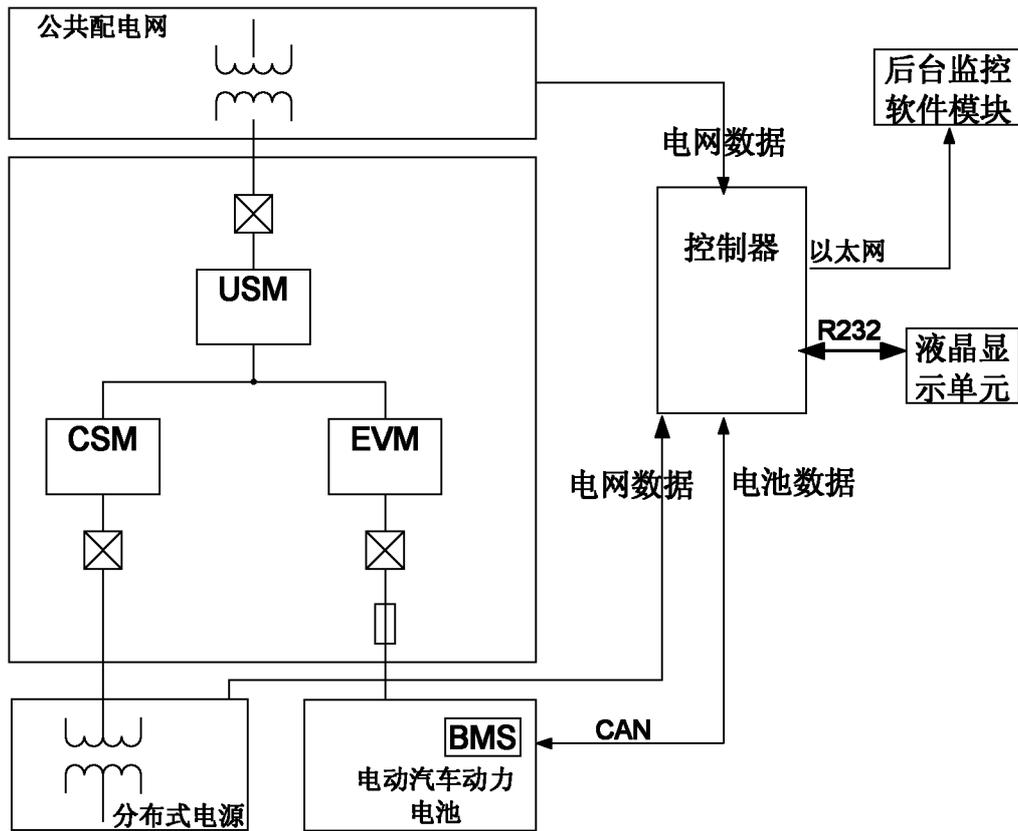


图 7