



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106786732 B

(45) 授权公告日 2020. 12. 25

(21) 申请号 201611085627.7

(22) 申请日 2016.11.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106786732 A

(43) 申请公布日 2017.05.31

(73) 专利权人 中国电力科学研究院有限公司
地址 210003 江苏省南京市鼓楼区南瑞路8号

专利权人 国家电网有限公司

(72) 发明人 李官军 陶以彬 杨波 丁杰
桑丙玉 余豪杰 庄俊 胡安平
周晨 刘欢 崔红芬 曹远志
冯鑫振 李跃龙 朱红保 鄢盛驰
侯书毅 卢俊峰 王德顺

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int.Cl.
H02J 3/38 (2006.01)
H02J 3/32 (2006.01)

审查员 何大波

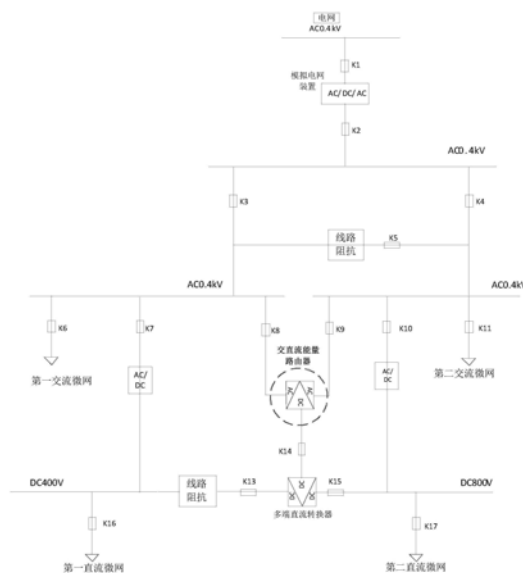
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种交直流微网群运行控制测试系统

(57) 摘要

本发明涉及一种交直流微网群运行控制测试系统,所述系统包括:第一直流微网、第二直流微网、第一交流微网、第二交流微网、第一线路阻抗、第二线路阻抗、第一交直流变流器、第二交直流变流器、实验电源、交直流能量路由器、多端直流转换器和开关,并控制开关的断开或闭合状态,构建交直流微网群运行控制测试环境;本发明提供的系统可以实现网络重构的分布式发电技术与储能技术研究平台,从而开展分布式发电与储能运行控制技术研究。



1. 一种交直流微网群运行控制测试系统,其特征在于,所述系统包括:

第一直流微网、第二直流微网、第一交流微网、第二交流微网、第一线路阻抗、第二线路阻抗、第一交直流变流器、第二交直流变流器、实验电源、交直流能量路由器、多端直流转换器和开关;

其中,依次连接的开关k1、实验电源和开关k2并联于电网母线和微网供电母线之间,开关k3并联于微网供电母线和第一交流微网母线之间,开关k4并联于微网供电母线与第二交流微网母线之间,开关k3与第一交流微网母线之间的连接点依次连接第一线路阻抗、开关k5和开关k4与第二交流微网母线之间的连接点,依次连接的开关k6和第一交流微网与第一交流微网母线并联,依次连接的开关k7和第一交直流变流器并联于第一交流微网母线和第一直流微网母线之间,依次连接的开关k11和第二交流微网与第二交流微网母线并联,依次连接的开关k10和第二交直流变流器并联于第二交流微网母线和第二直流微网母线之间,依次连接的开关k16和第一直流微网与第一直流微网母线并联,依次连接的开关k17和第二直流微网与第二直流微网母线并联,第一直流微网母线依次与第二线路阻抗、开关k13、多端直流转换器、开关k15和第二直流微网母线串联,开关k8的一端与第一交流微网母线并联,开关k8的另一端与交直流能量路由器连接,开关k9的一端与第二交流微网母线并联,开关k9的另一端与交直流能量路由器连接,交直流能量路由器通过开关k14与多端直流转换器连接。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述实验电源为AC/DC/AC电源,用于接收电网交流电,并将电网交流电经交直交流变换后,输出能够独立调节三相电压/频率的交流电。

3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述电网母线、微网供电母线、第一交流微网母线和第二交流微网母线的交流电压均为0.4kV,所述第一直流微网母线的直流电压为400V,第二直流微网母线的直流电压为800V。

4. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述交直流能量路由器包括:第一交流端口、第二交流端口、第三交流端口、第一交直流变换器、第二交直流变换器和直流变换器,第一交流端口经过第一交直流变换器与共直流母线并联,第三交流端口经过第二交直流变换器与共直流母线并联,第二交流端口经过直流变换器与共直流母线并联;

所述多端直流转换器包括:第一直流端口、第二直流端口、第三直流端口、第一DC/DC变换器、第二DC/DC变换器和第三DC/DC变换器,第一直流端口、第二直流端口和第三直流端口分别经过第一DC/DC变换器、第二DC/DC变换器和第三DC/DC变换器与共直流母线并联。

5. 如权利要求4所述的系统,其特征在于,第一直流微网母线依次与第二线路阻抗、开关k13、多端直流转换器的第一直流端口串联,多端直流转换器的第二直流端口依次与开关k15和第二直流微网母线串联,多端直流转换器的第三直流端口依次连接开关k14和交直流能量路由器的第二交流端口,开关k8的一端与第一交流微网母线并联,开关k8的另一端与交直流能量路由器的第一交流端口连接,开关k9的一端与第二交流微网母线并联,开关k9的另一端与交直流能量路由器的第三交流端口连接。

6. 如权利要求4所述的系统,其特征在于,所述交直流能量路由器,用于通过调节第一交流端口和第三交流端口的输入功率,控制第二交流端口的输出功率,其中,第二交流端口的输出功率=第一交流端口的输入功率+第三交流端口的输入功率;

所述交直流能量路由器,还用于通过调节第二交流端口和第三交流端口的输入功率,控制第一交流端口的输出功率,其中,第一交流端口的输出功率=第二交流端口的输入功率+第三交流端口的输入功率。

7.如权利要求4所述的系统,其特征在于,所述多端直流转换器,用于通过调节第二直流端口和第三直流端口的输入功率,控制第一直流端口的输出功率,其中,第一直流端口的输出功率=第二直流端口的输入功率+第三直流端口的输入功率;

所述多端直流转换器,还用于通过调节第一直流端口和第三直流端口的输入功率,控制第二直流端口的输出功率,其中,第二直流端口的输出功率=第一直流端口的输入功率+第三直流端口的输入功率;

所述多端直流转换器,还用于通过调节第一直流端口和第二直流端口的输入功率,控制第三直流端口的输出功率,其中,第三直流端口的输出功率=第一直流端口的输入功率+第二直流端口的输入功率。

8.如权利要求1所述的系统,其特征在于,控制开关k1至开关k17的断开或闭合状态,构建交直流微网群运行控制测试环境。

一种交直流微网群运行控制测试系统

技术领域

[0001] 本发明涉及分布式发电控制技术领域,具体涉及一种交直流微网群运行控制测试系统。

背景技术

[0002] 随着分布式发电技术DG的不断发展,配电网逐渐从被动式发展为主动式,并成为智能电网的重要组成部分。分布式光伏发电系统的波动性有可能引发或恶化配电网末端的电能质量问题,同时其引起的配电网潮流双向流动增加了运行管理与优化调度的复杂性。储能系统能够同时提供有功和无功支撑,稳定电网末端节点电压水平,提高配电变压器运行效率,增强配电网对分布式电源的接纳能力。

[0003] 然而,目前储能与分布式电源联合运行控制技术研究不够深入,对于储能技术提高配电网分布式发电渗透率的关键技术还需深入研究。随着以电动汽车为代表的典型直流负载不断发展以及光伏直流源分布式电源的快速发展,直流配电、用电技术必将得到快速发展。因此,亟待提出一种适用于开展分布式发电接入交流、直流电网的关键技术研究平台,突破光伏等分布式发电规模化发展技术瓶颈,掌握分布式发电与储能联合运行控制技术,解决配网对分布式发电消纳能力与电网安全稳定性之间矛盾。

发明内容

[0004] 本发明提供一种交直流微网群运行控制测试系统,其目的是提供可以实现网络重构的分布式发电技术与储能技术研究平台,从而开展分布式发电与储能运行控制技术研究。

[0005] 本发明的目的是采用下述技术方案实现的:

[0006] 一种交直流微网群运行控制测试系统,其改进之处在于,包括:

[0007] 第一直流微网、第二直流微网、第一交流微网、第二交流微网、第一线路阻抗、第二线路阻抗、第一交直流变流器、第二交直流变流器、实验电源、交直流能量路由器、多端直流转换器和开关;

[0008] 其中,依次连接的开关k1、实验电源和开关k2并联于电网母线和微网供电母线之间,开关k3并联于微网供电母线和第一交流微网母线之间,开关k4并联于微网供电母线与第二交流微网母线之间,开关k3与第一交流微网母线之间的连接点依次连接第一线路阻抗、开关k5和开关k4与第二交流微网母线之间,依次连接的开关k6和第一交流微网与第一交流微网母线并联,依次连接的开关k7和第一交直流变流器并联于第一交流微网母线和第一直流微网母线之间,依次连接的开关k11和第二交流微网与第二交流微网母线并联,依次连接的开关k10和第二交直流变流器并联于第二交流微网母线和第二直流微网母线之间,依次连接的开关k16和第一直流微网与第一直流微网母线并联,依次连接的开关k17和第二直流微网与第二直流微网母线并联,第一直流微网母线依次与第二线路阻抗、开关k13、多端直流转换器、开关k15和第二直流微网母线串联,开关k8的一端与第一交流微网母线并

联,开关k8的另一端与交直流能量路由器连接,开关k9的一端与第二交流微网母线并联,开关k9的另一端与交直流能量路由器连接,交直流能量路由器通过开关k14与多端直流转换器连接。

[0009] 优选的,所述实验电源为AC/DC/AC电源,用于接收电网交流电,并将电网交流电经交直交流变换后,输出能够独立调节三相电压/频率的交流电。

[0010] 优选的,所述电网母线、微网供电母线、第一交流微网母线和第二交流微网母线的交流电压均为0.4kv,所述第一直流微网母线的直流电压为400v,第二直流微网母线的直流电压为800v。

[0011] 优选的,所述交直流能量路由器包括:第一交流端口、第二交流端口、第三交流端口、第一交直流变换器、第二交直流变换器和直流变换器,第一交流端口经过第一交直流变换器与共直流母线并联,第三交流端口经过第二交直流变换器与共直流母线并联,第二交流端口经过直流变换器与共直流母线并联;

[0012] 所述多端直流转换器包括:第一直流端口、第二直流端口、第三直流端口、第一DC/DC变换器、第二DC/DC变换器和第三DC/DC变换器,第一直流端口、第二直流端口和第三直流端口分别经过第一DC/DC变换器、第二DC/DC变换器和第三DC/DC变换器与共直流母线并联。

[0013] 进一步的,第一直流微网母线依次与第二线路阻抗、开关k13、多端直流转换器的第一直流端口串联,多端直流转换器的第二直流端口依次与开关k15和第二直流微网母线串联,多端直流转换器的第三直流端口依次连接开关k14和交直流能量路由器的第二交流端口,开关k8的一端与第一交流微网母线并联,开关k8的另一端与交直流能量路由器的第一交流端口连接,开关k9的一端与第二交流微网母线并联,开关k9的另一端与交直流能量路由器的第三交流端口连接。

[0014] 进一步的,所述交直流能量路由器,用于通过调节第一交流端口和第三交流端口的输入功率,控制第二交流端口的输出功率,其中,第二交流端口的输出功率=第一交流端口的输入功率+第三交流端口的输入功率;

[0015] 所述交直流能量路由器,还用于通过调节第二交流端口和第三交流端口的输入功率,控制第一交流端口的输出功率,其中,第一交流端口的输出功率=第二交流端口的输入功率+第三交流端口的输入功率。

[0016] 进一步的,所述多端直流转换器,用于通过调节第二直流端口和第三直流端口的输入功率,控制第一直流端口的输出功率,其中,第一直流端口的输出功率=第二直流端口的输入功率+第三直流端口的输入功率;

[0017] 所述多端直流转换器,还用于通过调节第一直流端口和第三直流端口的输入功率,控制第二直流端口的输出功率,其中,第二直流端口的输出功率=第一直流端口的输入功率+第三直流端口的输入功率;

[0018] 所述多端直流转换器,还用于通过调节第一直流端口和第二直流端口的输入功率,控制第三直流端口的输出功率,其中,第三直流端口的输出功率=第一直流端口的输入功率+第二直流端口的输入功率。

[0019] 优选的,控制开关k1至开关k17的断开或闭合状态,构建交直流微网群运行控制测试环境。

[0020] 本发明的有益效果:

[0021] (1) 本发明提供的技术方案,提出了一种多端直流电网与不同电压电网互联拓扑设计方案,为开展多电压等级直流电网之间互联与能量调度提供研究平台;

[0022] (2) 本发明提供的技术方案,提出了一种电力能量路由器实现交、直流微网群能量双向流动的设计方案,为交/直流微网群之间互联与能量协调,支撑交、直流电网稳定可靠供电,提供研究平台。

附图说明

[0023] 图1是本发明一种交直流微网群运行控制测试系统的结构示意图;

[0024] 图2是本发明一种交直流微网群运行控制测试系统中交直流能量路由器电路连接图;

[0025] 图3是本发明一种交直流微网群运行控制测试系统中多端直流转换器电路连接图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作详细说明。

[0027] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例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它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 本发明提供一种交直流微网群运行控制测试系统,如图1所示,包括:

[0029] 第一直流微网、第二直流微网、第一交流微网、第二交流微网、第一线路阻抗、第二线路阻抗、第一交直流变流器、第二交直流变流器、实验电源、交直流能量路由器、多端直流转换器和开关;

[0030] 其中,依次连接的开关k1、实验电源和开关k2并联于电网母线和微网供电母线之间,开关k3并联于微网供电母线和第一交流微网母线之间,开关k4并联于微网供电母线与第二交流微网母线之间,开关k3与第一交流微网母线之间的连接点依次连接第一线路阻抗、开关k5和开关k4与第二交流微网母线之间,依次连接的开关k6和第一交流微网与第一交流微网母线并联,依次连接的开关k7和第一交直流变流器并联于第一交流微网母线和第一直流微网母线之间,依次连接的开关k11和第二交流微网与第二交流微网母线并联,依次连接的开关k10和第二交直流变流器并联于第二交流微网母线和第二直流微网母线之间,依次连接的开关k16和第一直流微网与第一直流微网母线并联,依次连接的开关k17和第二直流微网与第二直流微网母线并联,第一直流微网母线依次与第二线路阻抗、开关k13、多端直流转换器、开关k15和第二直流微网母线串联,开关k8的一端与第一交流微网母线并联,开关k8的另一端与交直流能量路由器连接,开关k9的一端与第二交流微网母线并联,开关k9的另一端与交直流能量路由器连接,交直流能量路由器通过开关k14与多端直流转换器连接。

[0031] 微电网,是指由分布式电源、储能装置、能量转换装置、相关负荷和监控、保护装置汇集而成的小型发配电系统,是一个能够实现自我控制、保护和管理的自治系统,既可以与外部电网并网运行,也可以孤立运行。以直流方式传输的就叫直流微电网,以交流方式传输

的就叫交流微电网。

[0032] 例如,第一交流微电网包括:1套能量型电池,1套功率型电池,1套多类型负荷,连接1套光伏发电,K7连接交直流变换器与第一直流微网互联;

[0033] 第二交流微网包括:1套多类型负荷,1套柴油发电模拟器,1套光储一体化系统,1套功率型电池,K10连接交直流变换器与第二直流微网互联;

[0034] 400V的第一直流微网包括:1套能量型电池,1套光伏发电,1套直流负荷;

[0035] 800V的第二直流电网包括:1套能量型电池,1套光伏发电,1套直流负荷;

[0036] 具体的,所述实验电源为AC/DC/AC电源,用于接收电网交流电,并将电网交流电经交直流变换后,输出能够独立调节三相电压/频率的交流电。

[0037] 所述电网母线、微网供电母线、第一交流微网母线和第二交流微网母线的交流电压均为0.4kv,所述第一直流微网母线的直流电压为400v,第二直流微网母线的直流电压为800v。

[0038] 进一步的,所述交直流能量路由器,如图2所示,包括:第一交流端口、第二交流端口、第三交流端口、第一交直流变换器、第二交直流变换器和直流变换器,第一交流端口经过第一交直流变换器与共直流母线并联,第三交流端口经过第二交直流变换器与共直流母线并联,第二交流端口经过直流变换器与共直流母线并联;

[0039] 所述多端直流转换器,如图3所示,包括:第一直流端口、第二直流端口、第三直流端口、第一DC/DC变换器、第二DC/DC变换器和第三DC/DC变换器,第一直流端口、第二直流端口和第三直流端口分别经过第一DC/DC变换器、第二DC/DC变换器和第三DC/DC变换器与共直流母线并联。

[0040] 第一直流微网母线依次与第二线路阻抗、开关k13、多端直流转换器的第一直流端口串联,多端直流转换器的第二直流端口依次与开关k15和第二直流微网母线串联,多端直流转换器的第三直流端口依次连接开关k14和交直流能量路由器的第二交流端口,开关k8的一端与第一交流微网母线并联,开关k8的另一端与交直流能量路由器的第一交流端口连接,开关k9的一端与第二交流微网母线并联,开关k9的另一端与交直流能量路由器的第三交流端口连接。

[0041] 所述交直流能量路由器,用于通过调节第一交流端口和第三交流端口的输入功率,控制第二交流端口的输出功率,其中,第二交流端口的输出功率=第一交流端口的输入功率+第三交流端口的输入功率;

[0042] 所述交直流能量路由器,还用于通过调节第二交流端口和第三交流端口的输入功率,控制第一交流端口的输出功率,其中,第一交流端口的输出功率=第二交流端口的输入功率+第三交流端口的输入功率。

[0043] 所述多端直流转换器,用于通过调节第二直流端口和第三直流端口的输入功率,控制第一直流端口的输出功率,其中,第一直流端口的输出功率=第二直流端口的输入功率+第三直流端口的输入功率;

[0044] 所述多端直流转换器,还用于通过调节第一直流端口和第三直流端口的输入功率,控制第二直流端口的输出功率,其中,第二直流端口的输出功率=第一直流端口的输入功率+第三直流端口的输入功率;

[0045] 所述多端直流转换器,还用于通过调节第一直流端口和第二直流端口的输入功

率,控制第三直流端口的输出功率,其中,第三直流端口的输出功率=第一直流端口的输入功率+第二直流端口的输入功率。

[0046] 控制开关k1至开关k17的断开或闭合状态,构建交直流微网群运行控制测试环境。

[0047] 例如,默认开关k1至开关k17处于断开状态,闭合开关K1、开关K2、开关K4、开关K5和开关k6,构建经长距离交流线路阻抗的第一交流微网末端供电测试环境;

[0048] 默认开关k1至开关k17处于断开状态,闭合开关K5、开关K6和开关K11,将交流微网通过交流线路阻抗进行互联,构建微网群能量协调测试环境;

[0049] 默认开关k1至开关k17处于断开状态,闭合开关K1、开关K2、开关K3、开关K6、开关k7和开关k16,构建交直流微网嵌套的协调控制测试环境;

[0050] 闭合开关k8、开关k9、开关k14、开关13和开关15,可将第一交流微网和第二交流微网与第一直流微网和第二直流微网之间进行能量互联,还可以将三端不同电压直流电网之间互联,从而构建交直微网群之间协调测试环境或直流微网群控测试环境。

[0051] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。

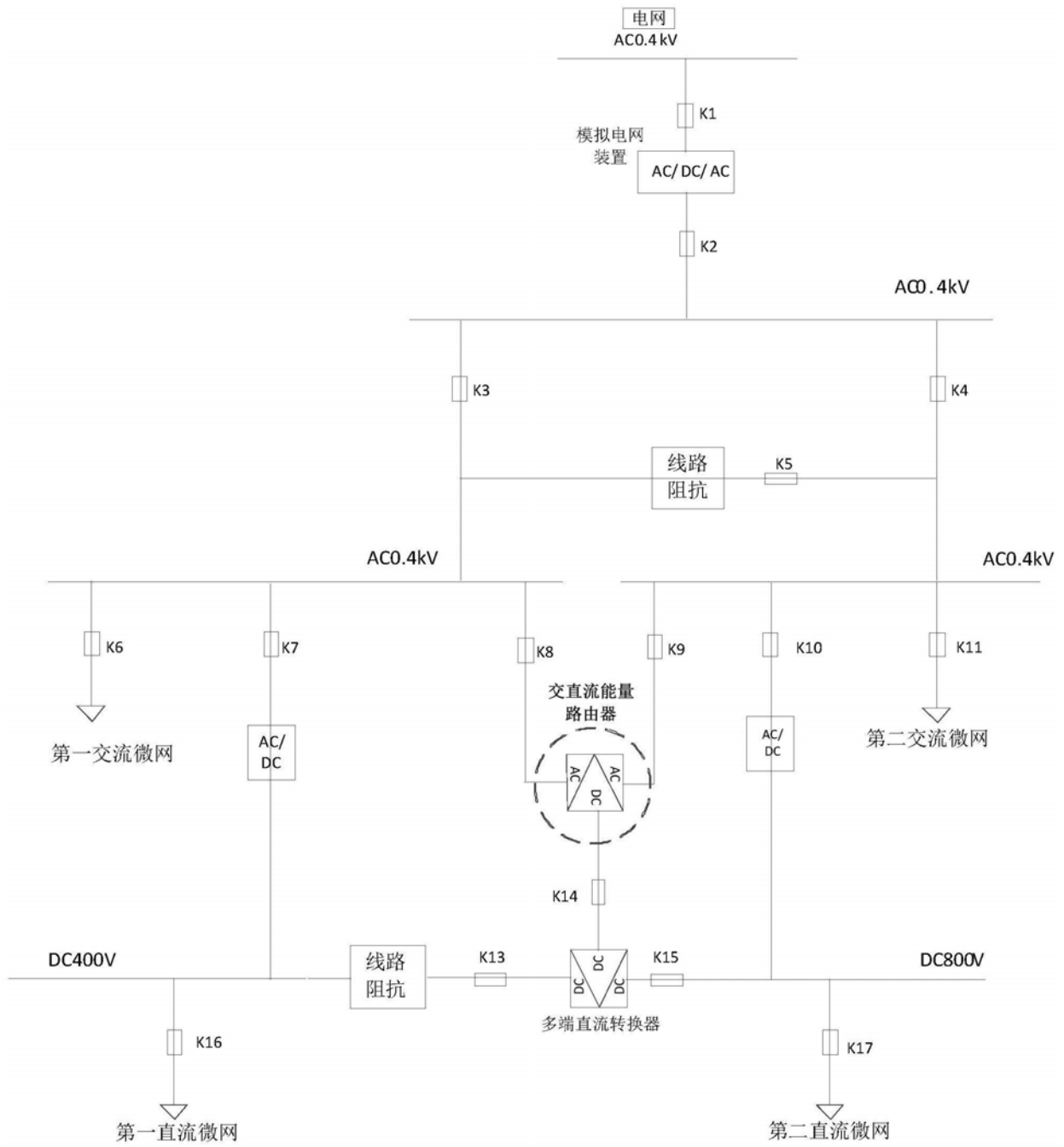


图1

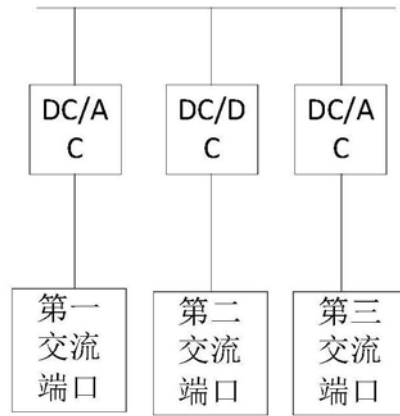


图2

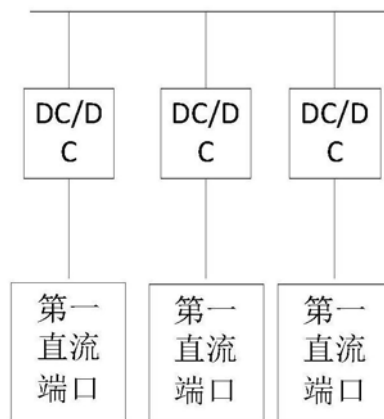


图3