



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101630918 B

(45) 授权公告日 2012.09.05

(21) 申请号 200910107307.0

(22) 申请日 2009.05.12

(73) 专利权人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦 A 座 6 层

(72) 发明人 谢凤华 黎学伟 张凤英

(74) 专利代理机构 深圳市世纪恒程知识产权代理事务所 44287

代理人 胡海国

(51) Int. Cl.

H02M 7/02(2007.01)

H02M 3/00(2006.01)

H02M 1/42(2007.01)

(56) 对比文件

石卫涛等. 通信高频开关电源智能控制节能技术方案. 《2008 通信电源学术研讨会论文集》. 2008, 594-601 页.

集》. 2008, 594-601 页.

宋守国、张少文. 基站开关电源模块休眠技术与节能测试. 《2008 通信电源学术研讨会论文集》. 2008, 552.

石卫涛等. 通信高频开关电源智能控制节能技术方案. 《2008 通信电源学术研讨会论文集》. 2008, 594-601 页.

审查员 汤场

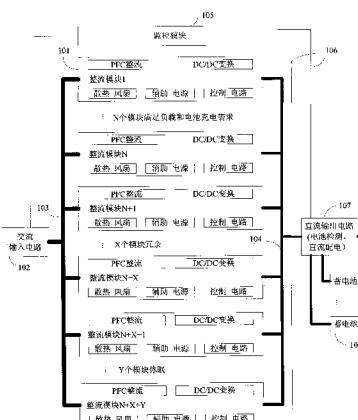
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

节能的模块化高压直流电源系统

(57) 摘要

本发明公开一种节能的模块化高压直流电源系统，包括一交流输入电路、至少两个整流器模块、一监控模块及一直流输出电路，交流输入电路连接各整流器模块的输入端，直流输出电路连接各整流器模块的输出端，监控模块连接交流输入电路、直流输出电路及各整流器模块，其中，整流器模块总数为 W，设置为冗余的整流器模块数为 X，W 为大于 1 的整数，X 为整数，其中整流器模块用于转化交流电为直流电；直流输出电路用于输出从整流器模块转换出的直流电给负载；监控模块用于监控各整流器模块的总输出电流，根据总输出电流实际需要的整流器模块数 N，部分或全部休眠 W-N-X 个整流器模块。本发明可以休眠多余的整流器模块，起到节能效果。



1. 一种节能的模块化高压直流电源系统,包括一交流输入电路、至少两个整流器模块、一监控模块及一直流输出电路,所述交流输入电路连接各整流器模块的输入端,所述直流输出电路连接各整流器模块的输出端,所述监控模块连接所述交流输入电路、所述直流输出电路及各整流器模块,其中,整流器模块总数为 W,设置为冗余的整流器模块数为 X, W 为大于 1 的整数, X 为整数,其中:

所述交流输入电路,用于输入交流电给各整流器模块;

所述整流器模块,用于转化交流电为直流电;所述整流器模块的输出直流标称电压为 240V、288V、300V、312V、336V、360V 或 384V;

所述直流输出电路,用于输出从所述整流器模块转换出的直流电给负载;

所述监控模块,用于监控各整流器模块的总输出电流,根据所述总输出电流实际需要的整流器模块数 N,部分或全部休眠 W-N-X 个整流器模块。

2. 如权利要求 1 所述的模块化高压直流电源系统,其特征在于:所述模块化高压直流电源系统还包括一连接所述直流输出电路的蓄电池组,所述蓄电池组用于在所述整流器模块不能提供所述负载所需直流电时供电给所述负载,所述监控模块还用于在休眠整流器模块之前判断所述蓄电池组的蓄电量,若所述蓄电池组的蓄电量与所述蓄电池组的标称蓄电量之比高于一比例,根据所述总输出电流实际需要的整流器模块数 N,部分或全部休眠 W-N-X 个整流器模块。

3. 如权利要求 1 所述的模块化高压直流电源系统,其特征在于:所述监控模块还用于在休眠整流器模块之前判断所述整流器模块的状态,若所述整流器模块未出现故障,根据所述总输出电流实际需要的整流器模块数 N,部分或全部休眠 W-N-X 个整流器模块。

4. 如权利要求 1 所述的模块化高压直流电源系统,其特征在于:所述监控模块还用于在总输出电流实际需要的整流器模块数高于工作中的整流器模块数时,唤醒处于休眠状态的整流器模块。

5. 如权利要求 1 所述的模块化高压直流电源系统,其特征在于:所述整流器模块包括功率因数校正整流及直流 / 直流变换双级电路。

6. 如权利要求 5 所述的模块化高压直流电源系统,其特征在于:所述直流 / 直流变换电路为脉冲宽度调制型直流 / 直流变换电路。

7. 如权利要求 5 所述的模块化高压直流电源系统,其特征在于:所述功率因数校正整流用于对输入交流电压整流成直流电压,同时将输入交流电流校正为与输入交流电压波形相位一致,降低输入交流电流谐波和提高输入功率因数。

8. 如权利要求 2 所述的模块化高压直流电源系统,其特征在于:所述蓄电池组输出的标称电压与所述整流器模块的输出直流标称电压匹配。

9. 如权利要求 1 所述的模块化高压直流电源系统,其特征在于:所述监控模块通过信号电缆与所述交流输入电路、各整流器模块、所述直流输出电路连接。

## 节能的模块化高压直流电源系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电源系统领域,尤其涉及一种节能的模块化高压直流(HVDC)电源系统。

### 背景技术

[0002] 随着通信、互联网、金融、电子政务、办公自动化、工业控制自动化等行业 IT 网络的建设和发展,为这些服务提供的运营支撑的设备一旦中断运行,将带来巨大的经济损失,为这些设备提供可靠供电保障凸显重要。同时随着用电设备的增多,对电力供应量也越来越多,高效节能成为电源的重要指标。

[0003] 传统交流 UPS(Uninterruptible Power Systems, 不间断电源) 供电结构存在可靠性相对低的逆变器环节瓶颈。传统的交流 UPS 供电体制由于输出的是交流电,在输入交流电源市电异常时,需要将后备电池通过 UPS 中的逆变器将电池直流电逆变成交流电才能供电给负载。逆变器是 UPS 中成本较高、可靠性相对低的部件,其故障具有突发性和不可预测性。而后备蓄电池的故障具有渐变性和可预知性。因此 UPS 中较稳定的蓄电池通过串联故障不可预测逆变器后使 UPS 系统存在突然故障的可能性增大。

[0004] 业界也推出了采用高频 PWM(脉宽调制)技术模块化高压直流电源,对于这种电源,大负载率(输出率)时效率比较高,一般可以达到 90% 左右。但是在输出率偏低的情况下,由于整流器模块内功率器件的固有损耗,其效率并不高。往往少数几个整流器模块可以完成的系统任务,由系统中全部模块并联来完成,造成系统效率降低。输出从 0 到 100% 输出电流的变化区间内,典型的整流器模块的“输出率 - 效率”曲线大致如附图 1 所示。

[0005] 从附图 1 中可以看出,整流器模块在输出电流 30% 以下时,整流器模块的效率比较低。而且输出电流越小,效率越低。因此使整流器模块工作在额定电流的 40% 以上时,整流器模块的效率比较高。但是整流器模块的持续工作电流超过 90% 时,系统的可靠性将降低。因此通过控制技术让功率模块工作在输出电流 40%~90% 范围既能保证系统有一定的冗余,又能工作在较高的效率范围。

[0006] 用户从电源系统可用性以及以后扩容或者别的原因考虑,电源系统配置的整流器模块数量较多而实际输出率可能很小,或者输出率存在时大时小现象。如果系统中所有整流器模块一直长期工作,势必造成电源系统较长时间工作在低负载、低效率的状态下。

[0007] 但是由于用户投资、规划以及不同的场所对系统的可用性要求不全相同等原因,往往造成 HVDC 电源系统绝大部分时间工作在很小的负载率条件下。而电源系统在小负载率时的工作效率往往比大负载率时工作效率低不少。因此在保证系统可用性指标的前提下,如能让 HVDC 电源系统的工作在较佳效率点则能减少用户的运营成本以及延长系统的使用寿命。

### 发明内容

[0008] 本发明需要解决的技术问题是 HVDC 电源系统在工作时能处在比较好的效率点

上。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种节能的模块化高压直流电源系统,包括一交流输入电路、至少两个整流器模块、一监控模块及一直流输出电路,所述交流输入电路连接各整流器模块的输入端,所述直流输出电路连接各整流器模块的输出端,所述监控模块连接所述交流输入电路、所述直流输出电路及各整流器模块,其中,整流器模块总数为 W,设置为冗余的整流器模块数为 X,W 为大于 1 的整数,X 为整数,其中:

[0010] 所述交流输入电路,用于输入交流电给各整流器模块;

[0011] 所述整流器模块,用于转化交流电为直流电;

[0012] 所述直流输出电路,用于输出从所述整流器模块转换出的直流电给负载;

[0013] 所述监控模块,用于监控各整流器模块的总输出电流,根据所述总输出电流实际需要的整流器模块数 N,部分或全部休眠 W-N-X 个整流器模块。

[0014] 进一步地,在上述系统中,所述模块化高压直流电源系统还包括一连接所述直流输出电路的蓄电池组,所述蓄电池组用于在所述整流器模块不能提供所述负载所需直流电时供电给所述负载,所述监控模块还用于在休眠整流器模块之前判断所述蓄电池组的蓄电量,若所述蓄电池组的蓄电量与所述蓄电池组的标称蓄电量之比高于一比例,根据所述总输出电流实际需要的整流器模块数 N,部分或全部休眠 W-N-X 个整流器模块。

[0015] 进一步地,在上述系统中,所述监控模块还用于在休眠整流器模块之前判断所述整流器模块的状态,若所述整流器模块未出现故障,根据所述总输出电流实际需要的整流器模块数 N,部分或全部休眠 W-N-X 个整流器模块。

[0016] 进一步地,在上述系统中,所述监控模块还用于在总输出电流实际需要的整流器模块数高于工作中的整流器模块数时,唤醒处于休眠状态的整流器模块。

[0017] 进一步地,在上述系统中,所述整流器模块包括功率因数校正整流及直流 / 直流变换双级电路。

[0018] 进一步地,在上述系统中,所述直流 / 直流变换电路为脉冲宽度调制型直流 / 直流变换电路。

[0019] 进一步地,在上述系统中,所述功率因数校正整流用于对输入交流电压整流成直流电压,同时将输入交流电流校正为与输入电压波形相位一致,降低输入电流谐波和提高输入功率因数。

[0020] 进一步地,在上述系统中,所述整流器模块的输出直流标称电压为 240V、288V、300V、312V、336V、360V 或 384V。

[0021] 进一步地,在上述系统中,所述蓄电池组输出的标称电压与所述整流器模块的输出直流标称电压匹配。

[0022] 进一步地,在上述系统中,所述监控模块通过信号电缆与所述交流输入电路、各整流器模块、所述直流输出电路连接。

[0023] 相较于现有技术,本发明高压直流电源系统根据实际需要的整流器模块数,休眠多余的整流器模块,从而达到节能的效果。

## 附图说明

[0024] 图 1 为典型的整流器模块的“输出率 - 效率”曲线图。

[0025] 图 2 为本发明高压直流电源系统的连接示意图。

## 具体实施方式

[0026] 接下来将结合附图对本发明节能模块化 HVDC 电源系统作进一步的详细阐述。

[0027] 请参阅图 2, 本发明节能模块化 HVDC 电源系统的实施例包括至少 2 个整流器模块 101、一交流输入电路 102、一交流输入母线 103、一直流输出母线 104、一监控模块 105、一信号电缆 106、一直流输出电路 107 及若干蓄电池组 108。

[0028] 交流输入电路 102 对外连接交流电网, 交流输入电路 102 通过交流输入母线 103 连接各整流器模块 101。交流输入母线 103 的一端连接交流输入电路 102, 其另一端分别通过插槽式连接器与各整流器模块 101 连接。直流输出母线 104 是各整流器模块 101 并联后输出功率通路, 其一端分别通过插槽式连接器与各整流器模块 101 的输出端连接, 其另一端连接直流输出电路 107。监控模块 105 与各整流器模块 101、交流输入电路 102、直流输出电路 107 由信号电缆 106 连接。信号电缆 106 是监控模块 105 与输入电路 102、直流输出电路 107、各整流器模块 101 之间的信号采集、通信、控制信号通路。直流输出电路 107 包含输出直流配电, 连接直流输出母线 104、蓄电池组 108 及负载。蓄电池组 108 通过电缆连接到直流输出电路 107 的熔断器或者断路器上。

[0029] 监控模块 105 通过信号电缆 106 与交流输入电路 102、各整流器模块 101、直流输出电路 107 等连接, 将采集到的信号进行处理, 负责整个 HVDC 电源系统的运行控制、监控、故障记录存储和故障诊断、运行参数和状态显示、提供本地和远程监控接口。监控模块在完成上述功能基础之上, 根据从直流输出电路 107 采集到的电流信号以及从各整流器模块 101 采集到的模块信息和从交流输入电路 102 采集到的输入交流电压信号, 通过监控模块 105 的运算判断, 发出休眠与唤醒信号通过信号电缆 106 到各整流器模块, 控制整流器模块 101 的休眠和唤醒的控制功能, 以达到节能目的。

[0030] 整流器模块 101 具有独立的抽屉式结构, 整流器模块 101 的交流输入和直流输出分别通过接插件装置连接到交流输入电路 102 和直流输出电路 107, 整流器模块 101 具有输出电流均分功能和方便带电拔插功能。整流器模块 101 包含 PFC (Power Factor Correct 功率因数校正) 整流和 PWM (Pulse Width Modulation 脉冲宽度调制) 型 DC/DC (直流 / 直流) 变换双级电路, 由于存在双级变换电路, 既能满足世界范围内各主要电网要求, 同时能保证整流器模块直流输出电压保持一个统一的电压标准。PFC 整流电路完成交流输入功率因数校正, 使交流输入电流波形和相位与交流输入电压波形和相位基本保持一致, 减少输入电流谐波和对交流输入电网的污染以及提高输入功率因数。PFC 输出直流电压随电网标称电压不同而可以不同, 对于额定输入 110V (含 120V 和 127V, 指相电压, 下同) 的交流电网, PFC 输出直流电压约 180Vdc ~ 210Vdc; 对于 220V 交流电网, PFC 输出直流电压约为 360Vdc ~ 420Vdc。PFC 输出电压作为下一级 DC/DC 变换电路的输入电压, DC/DC 变换电路输出标称电压为 240V、288V、300V、312V、336V、360V 或 384V。

[0031] 整流器模块 101 内部部件按照功能划分为: 主电路 (含 PFC 整流主电路和 DC/DC 变换主电路)、辅助电源、控制电路、散热风扇。

[0032] 所述蓄电池组 108 的标称电压为 240V、288V、300V、312V、336V、360V 或 384V, 与整流器模块 101 的输出电压匹配。

[0033] 所述 HVDC 电源系统中的整流器模块 101 的总数为“N+X+Y”，如图 2 所示，其中“N”是系统实时输出电流（包含负载电流和给蓄电池组充电电流）与整流器模块输出额定电流之比后向上取的整数。“X”是设定的冗余整流器模块数，“Y”是休眠的整流器模块数。

[0034] 整流器模块冗余是指系统中在假设正常工作的整流器模块有模块故障而退出系统时，系统中其它整流器模块还能继续输出负载及电池所需电流，则这假设的故障模块的最大数量称为冗余模块数。所述休眠是指自动关闭整流器模块的主回路、散热风扇以及部分控制电路但是继续保持辅助电源和其它部分控制电路继续工作。所述的唤醒是指自动开启休眠的整流器模块并入系统正常工作。

[0035] HVDC 电源系统总的整流器模块数 (N+X+Y) 是一个固定数。冗余模块数“X”可以根据电源系统的重要程度、电网质量、系统总的运行模块数、整流器模块本身的可靠性高低而可灵活设置，具体数值根据需要可设置不同的数值，系统所处场景非常重要或电网质量较差时或系统总的运行模块数较多、或者整流器模块的可靠性较低时，则 X 设置较大而运行在输出率较低点，此时牺牲少量效率来换取更高可用性。反之，则 X 值可以设置较小，最小为 0。在“X”的数值设定之后，休眠模块数“Y”根据实时负载电流 / 充电电流需要模块数“N”增加而减少。

[0036] 所述 HVDC 电源系统的节能原理如下：直流输出电路 107 将系统输出电流（包括输出负载电流和蓄电池组 108 的充电电流）和蓄电池组 108 的蓄电量采集数据传送给监控模块 105。监控模块 105 根据蓄电池组 108 的容量及系统输出电流，决定需要工作的模块数 N+X 和需要休眠的模块数 Y。例如，当系统检测到蓄电池组的蓄电量低于其标称容量 80% 时，系统自动取消部分或者所有（可设置）整流器模块休眠功能；当系统转为对蓄电池组 108 浮充时，充电功率很小，相对于负载需求功率，充电功率所占比例可以忽略不计，此时启动模块休眠功能，监控模块 105 对比实际的输出电流和 N 个整流器模块 101 能承载的最大输出电流而决定休眠几个整流器模块 101，例如，当 N 为 5，实际输出电流量需要 2.5 个整流器模块 101 的输出总量，实际需要 3 个整流器模块 101，则休眠 2 个整流器模块，当需要某个整流器模块 101 休眠时，监控模块 105 给其发出休眠信号，则整流器模块 101 的主电路和散热风扇及部分控制电路关闭，停止运行。当需要该休眠整流器唤醒时，则监控模块 105 给其发出开启信号，让其休眠的部分控制电路、主电路、散热风扇开始运行并入本实施例的电源系统正常工作。

[0037] 整流器模块 101 休眠与唤醒：休眠可以采用周期性的自动轮换工作方式：系统中起始休眠的整流器模块是随机的，系统中休眠整流器模块具有轮回休眠功能，休眠整流器模块休眠周期可以设定。休眠时间到或者系统输出率增大需要唤醒整流器模块 101，如果需要继续休眠时，则轮换为其它运行整流器模块开始进入休眠。

[0038] 所述电源系统中的整流器模块 101 的休眠控制技术，根据自动轮换周期不同可以分为“正常节能运行”方式和“人工维护检测运行”方式。2 种方式均可设置休眠 / 不休眠，“正常节能模式”的休眠周期可以设置。“人工维护检测运行”模式是解决测试和维护人员快速检查系统自动安全节能程序运行是否正常，人工维护检测具体功能：检测模块周期性自动轮换，模块轮换周期为几分钟。

[0039] 所述电源系统中整流器模块休眠和唤醒轮换原则：先唤醒再休眠。即需要轮换时，先唤醒连续休眠时间最长的整流器模块，再将已经连续运行时间最长整流器模块进入休

眠,以保证系统的安全。

[0040] 所述电源系统中整流器模块的休眠与唤醒不能引起系统给负载供电中断及其它异常,确保系统安全供电。当监控模块故障或者监控模块被拔除时,系统中所有整流器模块都正常工作。

[0041] 下面具体说明本实施例 HVDC 电源系统的一年内的节能情况。

[0042] 例如:N+X+Y 为 10,用户采购一套 10 个 20kW 整流器模块组成 200kW 模块化 HVDC 电源系统,但是首期负载主设备安装后只有 50kW,蓄电池最大充电功率 50kW。系统中其它整流器模块都在工程一期安装但是容量是预留给以后二期和三期主设备扩容用。设备所在机房电网介于一级电网和二级电网之间,每年停电 2 次,每次停电大约 4 小时。

[0043] 整流器模块 101 输出标称直流电压为 300V/67A 或 288V/69.4A(可调)。本实施例的整流器模块 101 采用 PFC 整流电路和 PWM 调制的 DC/DC 直流变换电路,内含辅助电源、散热风扇、控制电路。

[0044] 所述系统一年中主要有三种工作状态:1、市电停电 4 小时时,所有整流器模块停止工作,电池放电;2、市电恢复正常时,因系统检测到蓄电池的蓄电量低于其蓄电容量 80%,系统中全部整流器模块工作;3、当系统转为对蓄电池组浮充时,充电功率很小,相对于负载需求功率,充电功率所占比例可以忽略不计,此时启动模块休眠。

[0045] 此时,监控模块在接收到输出电路中检测到的系统输出电流值后控制系统中 4 个整流器模块正常工作(其中 3 个模块为负载需要的,1 个模块起冗余作用),6 个模块休眠。即对于本系统所带负载,可以设置“X = 1”即可保证系统的可用性。即本系统中 N = 3, X = 1, Y = 6。

[0046] 本实施例的 20kW 整流器模块随输出率 - 效率 - 损耗表

[0047]

输出率%	休眠	0	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
效率%	0	0	75	86.5	89	91	92.8	94.1	95	95.2	95.2	95.1	95.1
损耗(W)	10	300	500	530	550	560	576	590	600	700	768	882	980

[0048] 本实施例采用本实施例与不采用本实施例的比较表

[0049]

比较项	不采用本实施例	采用本实施例
工作方式	10 个模块均运行，负载容量需要 3 个模块容量（负载容量为 2.5 个模块容量），7 个模块冗余。	负载容量需要 3 个模块容量（负载容量为 2.5 个模块容量），设置 1 个功率模块冗余，6 个模块休眠。
系统可用性分析	可用性很高。	可用性满足安全冗余要求。
整流器模块负载率	25%	62.5%
效率	89%	95%
每个工作模块损耗	550W	625W
每个休眠模块损耗	无休眠模块，损耗为 0	10W
系统总损耗	$10 * 550 = 5500 \text{W}$	$4 * 625 \text{W} + 6 * 10 \text{W} = 2560 \text{W}$
1 年耗电	$5.500 \text{kW} * 8712 \text{h} = 47912 \text{ 度}$	$2.560 \text{ kW} * 8712 \text{h} = 22303 \text{ 度}$
耗电百分比	213%	1
注：	1、一年 365 天共 8760 小时，除去停电和均充时间大约 48 小时，实际节能运行 $8760 - 48 = 8712$ 小时。 2、不采用本实施例，还需要增加冷却空调容量 113%，用户初期投资成本增大。空调运营时耗电也增大。	

[0050] 休眠模块还能够周期轮换，以保证系统中模块老化程度一致，提高整个系统的可靠性。如果以后负载增大，或者停电后再来电而增加蓄电池的充电电流，则系统能自动增加运行模块数。

[0051] 以上仅为本发明的实施例而已，并不用于限制本发明，因此，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的权利要求范围之内。

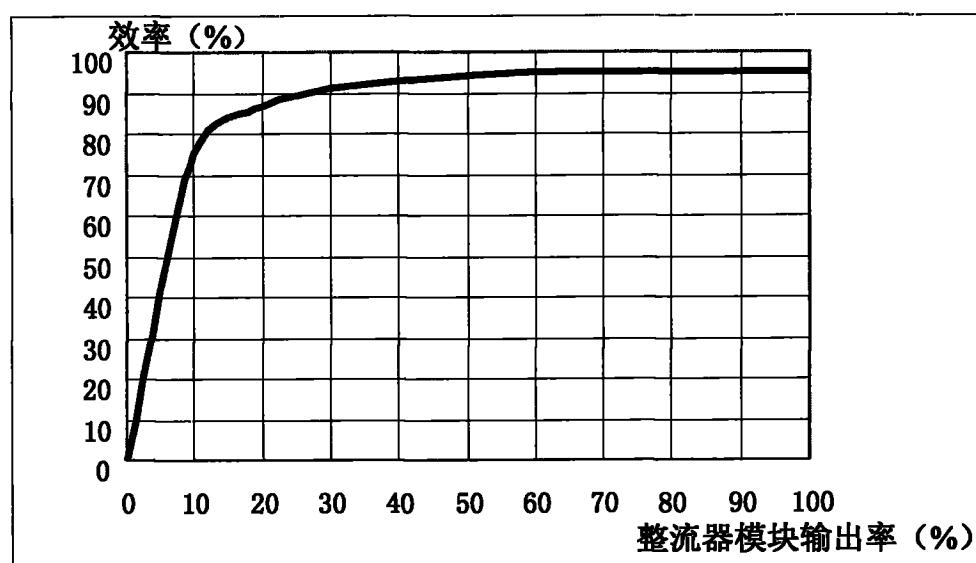


图 1

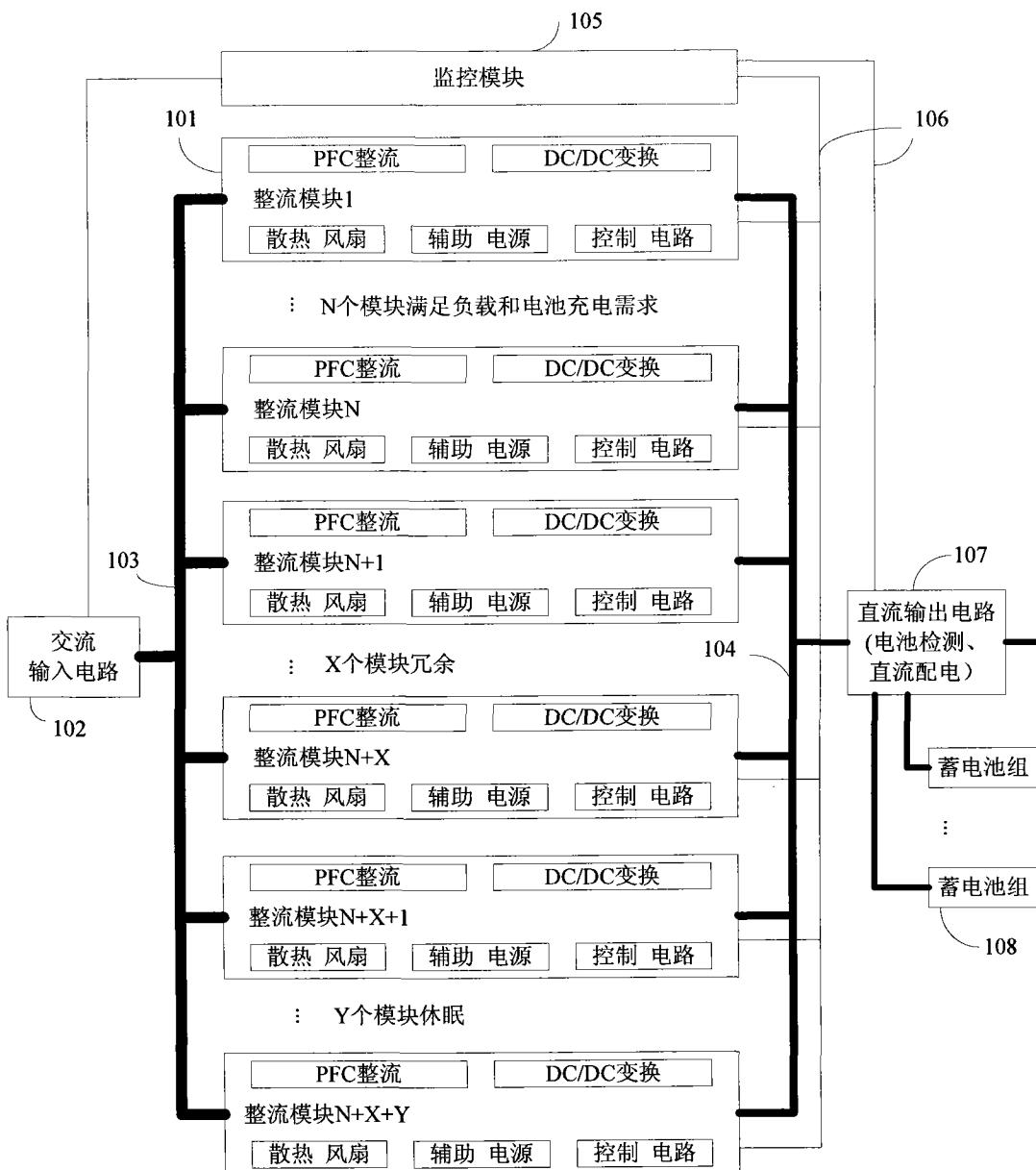


图 2