



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102005999 A

(43) 申请公布日 2011.04.06

(21) 申请号 200910169774.6

(22) 申请日 2009.09.02

(71) 申请人 张怀亮

地址 100085 北京市海淀区马甸月季园 1 号
楼 D0102

申请人 李剑飞
张怀阳

(72) 发明人 张怀亮 李剑飞 张怀阳

(51) Int. Cl.

H02P 9/14 (2006.01)

F02D 29/06 (2006.01)

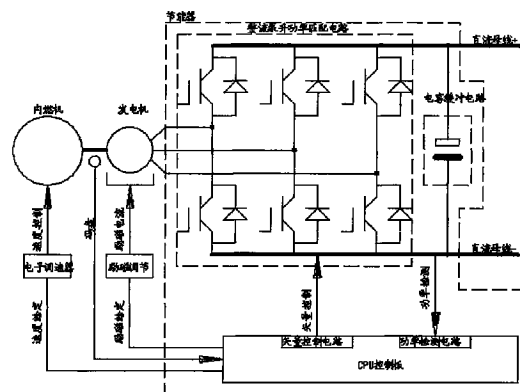
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于内燃发电机组的节能控制器

(57) 摘要

一种可调速调功的内燃发电机组的节能控制器，该内燃发电机组包括设有工作转速可从怠速到全速之间连续调速的全程调速器的内燃机及与之同轴连接的同步发电机，该可调速内燃发电机组通过该控制器将发电机产生的从低频低压到额定频率额定电压的交流电能转变成可供变频器直接使用的直流电能及通过对负载所需的实际功率的检测，来控制发电机的发电功率。该控制器包括泵升整流功率匹配电路、电容缓冲单元以及核心控制电路单元。该控制器分别与内燃机及同步发电机相连接。本发明可使内燃机在低于额定速度的任一速度点稳定工作，从而保证系统输出的电源的电压和频率符合负载的要求，并降低燃油消耗，减少废气排放。



1. 一种用于内燃发电机组的节能控制器,它通过和内燃发电机组电气连接,能够对内燃发电机组进行功率调控,该控制器系统包括:

通过调速控制器对可调速内燃机(即发动机)进行调速和调功以及通过励磁控制器控制与之同轴连接的同步发电机;

节能控制器和发动机和同步发电机相连。通过对负载功率的需求检测闭环控制发动机的速度、同步发电机的励磁进而控制发电功率的供给输出。

2. 如权利要求1所要求的节能控制器,包括:

整流泵升功率匹配电路单元;

电容缓冲电路单元;以及

核心控制电路单元;

该整流泵升功率匹配电路单元和同步发电机相连,它将同步发电机发出的低频低压交流电压转换成供标准变频器使用的直流电压;该母线电压输入给标准变频器作为其工作直流电压或者通过变频器变换成标准的交流电压;电容缓冲电路单元和整流泵升功率匹配电路单元相连,它用于缓冲负载和同步发电机之间的功率差,同时给核心控制电路单元提供功率控制数据。

3. 如权利要求1所要求的节能控制器,所述整流泵升功率匹配电路包括 IGBT 及矢量控制电路;IGBT 的控制极与矢量控制电路相连,IGBT 的输入端和同步发电机输出端相连,IGBT 输出母线电压;所述矢量控制电路对同步发电机进行矢量控制以实现转矩控制和功率匹配。

4. 如权利要求1所要求的节能控制器,所述电容缓冲电路单元并联在直流母线上,并且和 IGBT 的输出端相连以及和负载直接相连;

内燃发电系统对于电子来讲是个慢系统,它的调整和反应需要有一定的时间滞后,因此从负载需求到计算控制乃至最终发电机供给相应功率这其中的能量保证是本系统稳定工作的前提;这就需要系统中存有一定的能量用以缓冲和满足这种滞后而引起的功率需求;这个功能由缓冲电容来完成;通过电容电压(即直流母线电压)的变化和母线电流的检测,控制程序计算出负载变化,从而给控制电路单元提供控制数据用于控制转速和转矩,进而实现功率供给的相应变化,形成系统的稳定功率循环,实现系统的稳定工作。

5. 如权利要求1所要求的节能控制器,所述核心控制电路单元还包括用于监测功率输入和输出的功率检测电路以及矢量控制电路、码盘检测电路、励磁调节电路、速度给定电路、系统的保护电路、人机接口电路、通讯电路、集成有核心控制软件的 CPU。

通过速度给定电路借助发动机的电子调速器控制发动机速度,通过励磁调节电路借助同步发电机的励磁调节系统控制同步发电机工作状态,通过码盘检测电路实现同步发电机相位角的检测,通过矢量控制电路借助整流泵升功率匹配电路达成功率匹配,通过功率检测电路监测功率需求变化,通过人机接口电路借助控制盘提供数据显示和控制交互,通过通讯模块提供对外的数据通路,通过保护电路实现系统的各种安全保护;而这些集成体现于 CPU 的核心控制软件中。

用于内燃发电机组的节能控制器

技术领域

[0001] 本发明提供一种用于内燃发电机组的节能控制器。

背景技术

[0002] 内燃发电机组主要用于三个方面：1. 野外作业的常用电源如钻井平台、野外施工等，这些地方没有电网用以提供工作能源。2. 移动设备的常用电源如内燃机车、港口轮胎式集装箱龙门吊车、船用发电、军用设施等，固定电网没法满足移动作业的要求。3. 一些大型单位的备用电源如国防工程、医院等要求不能断电的单位，备用电源是对电网故障的必要补充，不可缺少。

[0003] 不管新能源发展到何种程度，在大电网的背景下，燃烧发电的需求仍将保持它的存在的理由（移动、无电网、备用），因此这方面的节能是必须的。

[0004] 柴油发电机是一种最重要的内燃机。下面以柴油发电机组为例，讲解有关问题，但这些问题对于内燃发电机组都是相同或者相通的。

[0005] 柴油发电机组的用电负荷一般都是不断变化的，很多时候不同时段负荷率也不同，而且经常工作在轻负荷的状态下。原来由于发电频率和电压的要求，导致发电机组都工作在高速状态下，从而燃油的消耗大大增加。随着现代电力电子技术的发展，频率问题得以通过变频解决，从而为本发明降速节能提供了方便。

[0006] 作为柴油发电机组的动力源的柴油机，其一个重要特性就是低速运行时耗油率要比高速时低。

[0007] 图 1 是一种柴油机的万有特性曲线，其所揭示的耗油率和转速的关系。如图示，同样输出 40KW 的功率，该柴油机在 2600 转 / 秒时的油耗是 270g/kw. h，但在 1600 转 / 秒时的油耗是 220g/kw. h；降速使油耗直接降低约 20%。

[0008] 不同的柴油机和工况有不同的节油空间，一般能达到 30% 左右。节能器的配置不同如选用更大容量的超级电容器组等也有额外的节能空间。

[0009] 用电设备的国家规定是固定的，以我国为例，是 3 相 / 380V/50Hz 或者单相 / 220V/50Hz。否则设备无法运行。国家对柴油发电机组的标准是：当负载在 0% ~ 100% 范围内渐变或突变时，I ~ III 类柴油发电机组的输出电压波动不得大于 $\pm 1\% \sim \pm 3\%$ ，输出频率波动不得大于 0.5 ~ 3%。IV 类柴油发电机组的输出电压和输出频率波动不得大于 $\pm 5\%$ 。而发电机的输出电压和频率直接决定于它的转速。因此为保证柴油机的最大负荷能力，柴油机必须工作在它的最高转速，对应于发电机的工频输出。柴油机发出的电压未经任何处理直接用于电器负载，因此限制了柴油机只能工作在最高速即额定速度。而这对于轻负荷或者小负荷的工作状态，其耗油率很高，而且机械效率和热效率都很低。

发明内容

[0010] 本发明用于解决上述问题：降速使用柴油机，同时使用功率匹配满足负荷的功率需求。

[0011] 要解决这个问题,必须降速使用柴油机。同时对所发非标电压进行处理,以达到电器使用的要求。现代电力电子技术的发展尤其是变频器的应用,为它的解决打开了方便之门。

[0012] 本发明提供的节能器能控制柴油机(内燃机)及与之同轴相连的发电机从怠速到全速的全点速工作,通过电力电子功率匹配技术,提供负载所需的电功率。节能器提供的电能出口是能够供标准变频器使用的直流电压,可以给负载变频进行直流供电或者通过变频器转换成标准交流电供其它电器使用。节能器分别和柴油机发电机及负载相连。

[0013] 节能器包含负责把发电机发出的交流电整流泵升至标准变频器直流电平并进行功率匹配功能的泵升整流功率匹配电路、提供功率匹配环节的电容缓冲电路、以及核心控制电路单元。

[0014] 节能器原理框图请参见图 3。下面是相关解释和描述。

[0015] 泵升整流功率匹配电路通过 IGBT 与发电机的输出电感线圈 L 相连;和 IGBT 相连的矢量控制电路通过转矩矢量控制技术实现发电机的发电功率和负载所需的输出功率之间的功率匹配。

[0016] 电容缓冲电路并联在输出直流母线之上,前接泵升整流功率匹配电路,后接输出负载。通过电容电压(即直流母线电压)的变化和母线电流的检测,控制程序计算出负载变化,从而给控制电路单元提供控制数据用于控制转速和转矩,进而实现功率供给的相应变化,形成系统的稳定功率循环,实现系统的稳定工作。

[0017] 核心控制电路单元包括用于监测功率输入和输出的功率检测电路以及矢量控制电路、码盘检测电路、励磁调节电路、速度给定电路、系统的保护电路、人机接口电路、通讯电路、集成有核心控制软件的 CPU。

[0018] 功率检测电路单元采用霍尔元件在直流母线之上,测量直流母线电压及电流数据,通过功率检测单元提供给 CPU 功率数据;

[0019] 通过速度给定电路借助发动机的电子调速器控制发动机速度,通过励磁调节电路借助同步发电机的励磁调节系统控制同步发电机工作状态,通过码盘检测电路实现同步发电机相位角的检测,通过矢量控制电路借助整流泵升功率匹配电路达成功率匹配,通过功率检测电路监测功率需求变化,通过人机接口电路借助控制盘提供数据显示和控制交互,通过通讯模块提供对外的数据通路,通过保护电路实现系统的各种安全保护;而这些集成体现于 CPU 的核心控制软件中;cpu 中包含所有的控制软件,包括柴油机的控制模型、功率匹配的优化算法、转矩矢量算法、以及其他的显示和通讯功能等,通过功率数据借助转矩矢量控制算法实现功率匹配。

[0020] 作为本发明的一种改进,本设备的电子集成化程度很高。它从整体一个产品的角度,彻底整合所有相关方案,形成一个完整的彻底的电子标准化产品。其抗干扰能力显著提高,程序控制能力显著加强,同时成本也从理论上达到最低层级。

[0021] 作为本发明的一种改进,矢量控制算法和控制程序集中于一个 CPU 中,矢量实时控制的相关变量比如发动机定子的相位实时角等对于功率匹配有直接意义的变量可以提供给控制程序实时应用,从而显著提升实时功率匹配的精度和能力。而其他方案由于通讯速度的问题这些变量失去了实时应用的意义。

[0022] 作为本发明的一种改进,对于发电机发出的非工频交流电,通过泵升整流的方式

提供给直流母线,该直流电压符合标准变频器的应用,从而能够通过标准变频器转换成工频电压提供给用户使用。本发明提供给内燃发电机行业一种标配节能器,内燃发动机速度的降低在节约能量的同时,同时延长相配套的发动机发电机的寿命,从而将彻底改变内燃发电机行业的技术和市场格局。

[0023] 作为本发明的一种改进,由于缓冲能量的存在,本行业的内燃机装机容量高配现象将得到缓解和消除;原来频繁需要的制动电阻放电也将减到很少,从而热污染也将减少;由于突然加速而产生的噪声污染也将消除。内燃发电机组由于其反应速度滞后,所以面临一些突然的大量的功率需求骤变,必须用连续突然加速实现,由此产生噪声污染。对于大多数系统,发动机的配置以满足系统的最高需求为配置标准,虽然很多这种需求是暂时的或者短暂的,显然的高配现象。由于没有缓冲能量的存在,从燃料到电的能量变换的不可逆,因此在系统中功率需求的不断变化必将导致放电电阻的不断投入,这就是热污染。因此引入缓冲电容将导致上面现象的缓解甚至消除,社会效果显著。

[0024] 本发明的直接意义在于:

[0025] 通过功率匹配技术实现柴油机的低速经济运行,从而显著降低油耗。对于负载功率变化需求显著的负载或者长期处于轻载的负载,节能效果达到 50%;如果选用超级电容作缓冲储能,更达到 70%的理论节能。

[0026] 电力电子技术的应用和微电子的控制,使控制效率更高,更加自动化。

[0027] 如果选用超级电容作缓冲储能,可大大降低柴油机容量。

[0028] 柴油机降速使用减少烟气排放,降低噪声污染。

[0029] 柴油机降速使用降低工作强度,减少磨损及故障率。延长柴油机寿命,减少维修工作量。

附图说明

[0030] 图 1 是现有技术中的一种柴油机的转速和油耗的万有特性曲线;

[0031] 图 2 是根据本发明的实施例的节能系统整体结构框图;

[0032] 图 3 是本发明的节能器的内部原理框图。

具体实施方式

[0033] 下列实施例是对本发明的进一步解释和说明,并不对本发明构成任何限制。

[0034] 参阅图 2,本发明的节能器通过调速器和柴发电机组的柴油机相连,通过励磁调节器和柴发电机组的同步发电机相连,其中柴油机和同步发电机同轴连接。柴油机是带有全程电信号连续调速的可工作于从怠速到全速的可调速柴油机,同步发电机在柴油机的驱动下能稳定运行,产生不同电压、不同频率的交流电,该交流电提供给节能器作输入,通过节能器及其功率匹配控制过程转换成可供负载使用的电源。例如,假设柴油机怠速为 800 转/分,全速 1500 转/分,同步发电机是 4 极,发电机额定电压 400V,额定频率 50Hz。柴油机可在 800 转/分到 1500 转/分之间的任何转速稳定运转且可由调速器无级调速。本发明的要点在于,本节能器能够将发电机产生的交流电转换成可供变频器直接使用的直流电;同时对于电功率的需求检测,进行及时的电子级的功率匹配,控制发电的功率从而实现节能。更具体地说,节能器包括整流泵升功率匹配电路,电容缓冲电路及其功率及核心控制电路单元。

其中整流泵升功率匹配电路的核心是电力电子元件 IGBT。IGBT 控制极通过转矩矢量控制电路和核心控制电路单元相连。IGBT 交流输入和发动机（柴油机）的输出电感（即发电机的定子绕组电感）相连。IGBT 的输出即直流母线输出。核心控制 cpu 的矢量控制算法通过矢量控制电路，实现交流电动机的直流控制性能模拟，它将电动机电流分解成励磁电流和转矩电流，以最低速度达到燃油状况最经济、以最大转矩达到电能转换最充分从而实现发电功率的控制和柴电机组的节油（节能）。通过开关 k 的开关频率可以实现发电功率的控制。该开关频率即矢量控制输出。电容缓冲电路并接于直流母线上，功率检测电路和直流母线相连，检测直流母线电压和电流，实际使用中根据电容电压的跌落估算负载功率的需求，因此电容主要用于能量缓冲需求，在此基础上功率检测电路发挥作用，提供给 cpu 功率需求数据以进行矢量控制达到及时的功率匹配。功率和核心控制 cpu 集成了最充分的软件控制功能，包含有柴油机的调速控制算法、发电机的励磁控制算法、矢量控制算法、功率匹配算法、人机接口功能算法、通讯算法等。通过它实现柴电机组最经济的转速运行和最高的电能转换效率；通过它实现整个柴电机组的安全运行；通过它实现柴电机组的启动、停止、保护；通过它实现柴电机组的远程监控。

[0035] 上述发明实施例是对本发明的阐释，但并不对本发明构成局限。在不偏离发明构思的前提下，以上各个构件可用所属技术领域人员了解的相似或等同元件来替换。

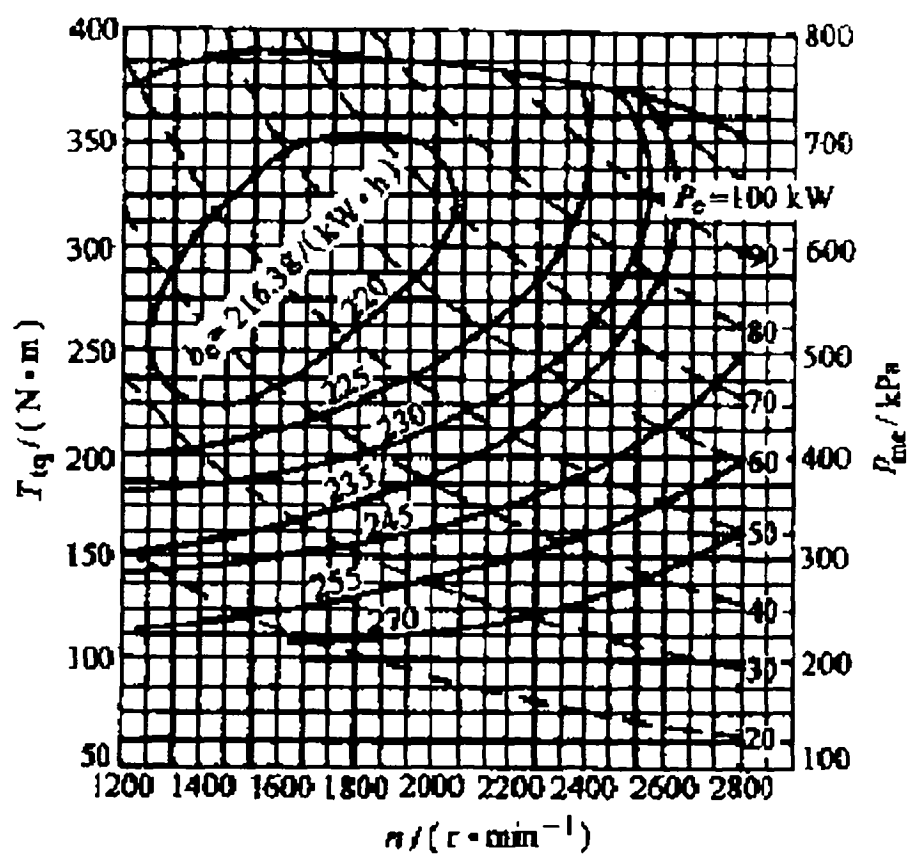


图 1

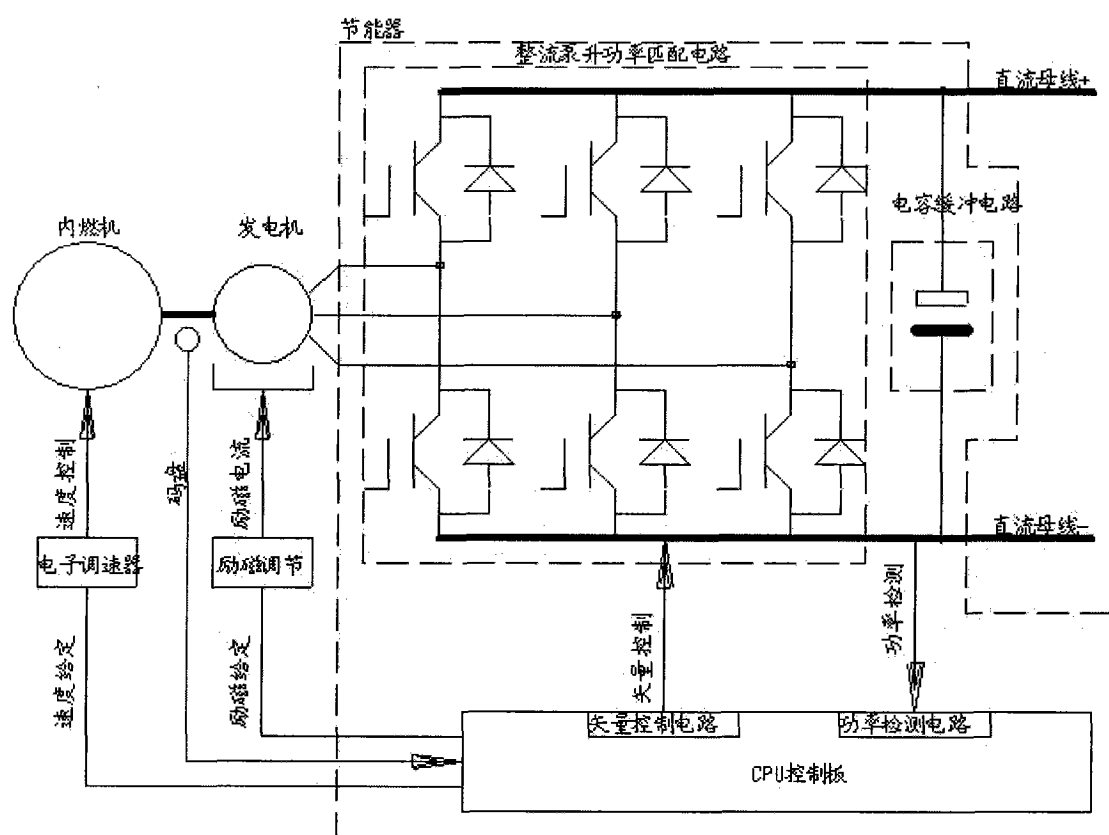


图 2

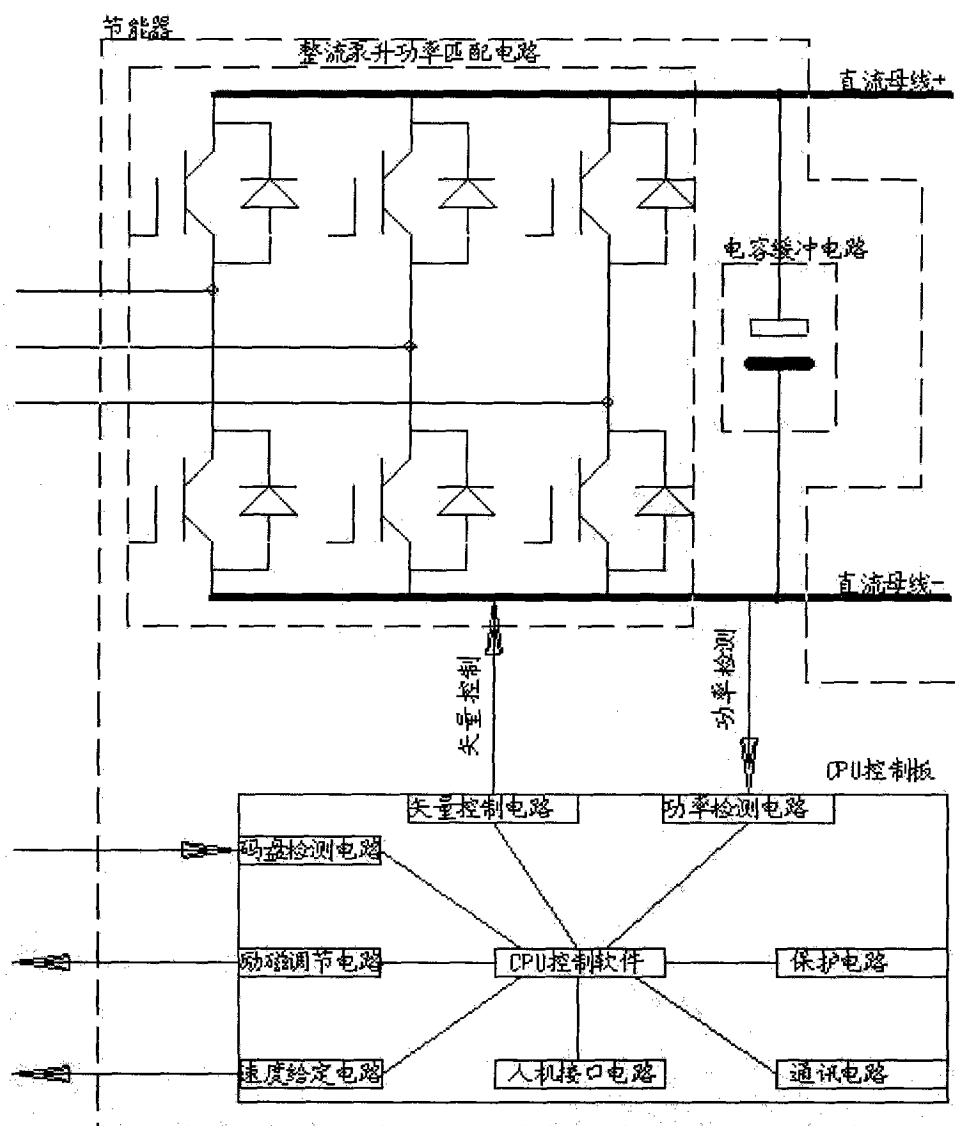


图 3