



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112924752 B

(45) 授权公告日 2025.01.21

(21) 申请号 201911243655.0

G01R 27/20 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.06

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107305224 A, 2017.10.31

申请公布号 CN 112924752 A

CN 107834978 A, 2018.03.23

(43) 申请公布日 2021.06.08

审查员 于龙

(73) 专利权人 台达电子企业管理(上海)有限公司

地址 201209 上海市浦东新区华东路1675号1幢1层、7-8层

(72) 发明人 王禹玺 朱选才 郑玮仪 翁炳文

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

专利代理人 王玉双

(51) Int. Cl.

G01R 27/02 (2006.01)

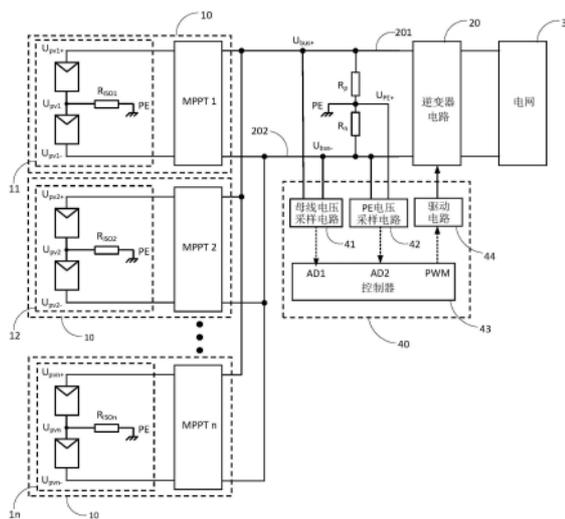
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测电路及绝缘阻抗检测方法

(57) 摘要

一种光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测电路及检测方法。光伏逆变器系统包括至少一输入电路及逆变器电路,每一输入电路与逆变器电路之间通过正、负母线电性耦接,正母线至保护接地点之间具有第一等效电阻R_p,负母线至保护接地点之间具有第二等效电阻R_n。检测电路包括:母线电压采样电路,耦接至正负母线,用于采样不同的第一、第二母线电压;保护接地电压采样电路,耦接至保护接地点,用于采样分别对应于第一、第二母线电压的第一、第二保护接地电压;控制器,与母线电压采样电路和保护接地电压采样电路耦接,用于根据第一和第二母线电压、第一和第二保护接地电压计算等效绝缘阻抗,且当其大于等于一阈值时通过控制器控制逆变器电路与一电网并网。



1. 一种光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测电路,所述光伏逆变器系统包括至少输入电路以及逆变器电路,每一所述输入电路与所述逆变器电路之间通过正母线和负母线电性耦接,且所述正母线至保护接地点之间具有第一等效电阻 R_p ,所述负母线至所述保护接地点之间具有第二等效电阻 R_n ,其特征在于,所述绝缘阻抗检测电路包括:

母线电压采样电路,耦接至所述正母线和所述负母线,用于采样不同的第一母线电压和第二母线电压;

保护接地电压采样电路,耦接至所述保护接地点,用于采样分别对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压的第一保护接地电压和第二保护接地电压;

控制器,与所述母线电压采样电路和所述保护接地电压采样电路耦接,用于根据所述第一母线电压、所述第二母线电压、所述第一保护接地电压和所述第二保护接地电压计算所述光伏逆变器系统的等效绝缘阻抗,且当所述等效绝缘阻抗大于等于阈值时通过所述控制器控制所述逆变器电路与电网并网。

2. 根据权利要求1所述的绝缘阻抗检测电路,其特征在于,所述输入电路为多路输入电路,且所述多路输入电路是并联耦接至所述正母线和所述负母线。

3. 根据权利要求1所述的绝缘阻抗检测电路,其特征在于,还包括:

PWM驱动电路,耦接于所述控制器与所述逆变器电路之间,用于通过PWM信号驱动控制所述逆变器电路。

4. 根据权利要求3所述的绝缘阻抗检测电路,其特征在于,所述控制器还用于根据不同的光照强度调节所述PWM驱动电路,其中在光照强度大于一光照强度阈值时,所述控制器增大对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压之间的电压差。

5. 根据权利要求1所述的绝缘阻抗检测电路,其特征在于,所述逆变器电路为单相逆变器电路或多相逆变器电路。

6. 根据权利要求1所述的绝缘阻抗检测电路,其特征在于,每一所述输入电路分别具有最大功率点跟踪电路。

7. 一种光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测方法,所述光伏逆变器系统包括至少输入电路以及逆变器电路,每一所述输入电路与所述逆变器电路之间通过正母线和负母线电性耦接,且所述正母线至保护接地点之间具有第一等效电阻 R_p ,所述负母线至所述保护接地点之间具有第二等效电阻 R_n ,其特征在于,所述绝缘阻抗检测方法包括:

采样母线电压,其是利用母线电压采样电路耦接至所述正母线和所述负母线,采样不同的第一母线电压和第二母线电压;

采样保护接地电压,其是利用保护接地电压采样电路耦接至所述保护接地点,采样分别对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压的第一保护接地电压和第二保护接地电压;

检测绝缘阻抗,其是利用控制器与所述母线电压采样电路和所述保护接地电压采样电路耦接,并根据所述第一母线电压、所述第二母线电压、所述第一保护接地电压和所述第二保护接地电压计算所述光伏逆变器系统的等效绝缘阻抗,且当所述等效绝缘阻抗大于等于一阈值时通过所述控制器控制所述逆变器电路与电网并网。

8. 根据权利要求7所述的绝缘阻抗检测方法,其特征在于,所述输入电路为多路输入电路,且所述多路输入电路是并联耦接至所述正母线和所述负母线,所述光伏逆变器系统的

等效绝缘阻抗是所述多路输入电路的各路等效绝缘电阻的并联值。

9. 根据权利要求7所述的绝缘阻抗检测方法,其特征在于,利用耦接于所述控制器与所述逆变器电路之间的PWM驱动电路,通过PWM信号驱动控制所述逆变器电路。

10. 根据权利要求9所述的绝缘阻抗检测方法,其特征在于,还包括:

所述控制器根据不同的光照强度调节所述PWM驱动电路,其中在光照强度大于一光照强度阈值时,所述控制器是增大对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压之间的电压差。

11. 根据权利要求9所述的绝缘阻抗检测方法,其特征在于,所述控制器通过调整所述逆变器电路的电压调制比或调整所述逆变器电路的开关频率来调节所述PWM驱动电路。

12. 根据权利要求7所述的绝缘阻抗检测方法,其特征在于,每一所述输入电路中分别具有最大功率点跟踪电路。

光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测电路及绝缘阻抗检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光伏逆变器系统,特别是涉及一种光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测电路及绝缘阻抗检测方法。

背景技术

[0002] 为了保证人身安全,非隔离光伏逆变器并网前需要判断系统的绝缘程度,绝缘阻抗小于标准要求时,光伏逆变器不允许并网。通常的绝缘阻抗检测电路是由多个继电器、开关管、二极管和电阻构成,增加了光伏逆变器的体积和成本。

[0003] 公开号为CN201610243810的中国专利公开了一种适用多路输入光伏逆变器的绝缘阻抗检测电路和检测方法,通过两组开关和检测电阻的切换,可以在全电压范围内精确地检测绝缘阻抗,适用于多路组串输入的情况。但是,此专利需要采用两组开关以及相应的驱动电路,增加了光伏逆变器的体积和成本。

[0004] 公开号为CN201610240480的中国专利公开了一种两路输入光伏逆变器的对地绝缘电阻检测方法及装置,同样地需要通过两组开关和检测电阻的切换来检测绝缘电阻。此方案分析了组串输入电压对检测精度的影响,额外地通过两条可控短路支路提高绝缘电阻检测的精度。但是,此专利仅适用于两路组串输入的情况,针对多路组件输入的情况检测方法会非常复杂。同时检测电路不仅需要两组开关以及相应的驱动电路,还需要两条可控短路支路提高绝缘电阻检测精度,极大的增加了光伏逆变器的体积和成本。

[0005] 因此,迫切需要一种更为简化的绝缘阻抗检测电路,以进一步降低系统的体积和成本。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测电路及绝缘阻抗检测方法,可以减小绝缘检测电路的体积和成本,同时保证光伏逆变系统的安全运行以及确保绝缘电阻的检测精度。

[0007] 为了实现上述目的,本发明提供一种光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测电路,所述光伏逆变器系统包括至少一输入电路以及逆变器电路,每一所述输入电路与所述逆变器电路之间通过正母线和负母线电性耦接,且所述正母线至一保护接地点之间具有第一等效电阻 R_p ,所述负母线至所述保护接地点之间具有第二等效电阻 R_n ,其特点在于,所述绝缘阻抗检测电路包括:

[0008] 母线电压采样电路,耦接至所述正母线和所述负母线,用于采样不同的第一母线电压和第二母线电压;

[0009] 保护接地电压采样电路,耦接至所述保护接地点,用于采样分别对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压的第一保护接地电压和第二保护接地电压;

[0010] 控制器,与所述母线电压采样电路和所述保护接地电压采样电路耦接,用于根据所述第一母线电压、所述第二母线电压、所述第一保护接地电压和所述第二保护接地电压

计算所述光伏逆变器系统的等效绝缘阻抗,且当所述等效绝缘阻抗大于等于一阈值时通过所述控制器控制所述逆变器电路与一电网并网。

[0011] 在本发明的一实施例中,所述输入电路为多路输入电路,且所述多路输入电路是并联耦接至所述正母线和所述负母线。

[0012] 在本发明的一实施例中,每一所述输入电路中具有一最大功率点跟踪电路。

[0013] 在本发明的一实施例中,所述绝缘阻抗检测电路还包括:PWM驱动电路,耦接于所述控制器与所述逆变器电路之间,用于通过PWM信号驱动控制所述逆变器电路。

[0014] 在本发明的一实施例中,所述控制器还用于根据不同的光照强度调节所述PWM驱动电路,其中在光照强度大于一光照强度阈值时,所述控制器增大对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压之间的电压差。

[0015] 在本发明的一实施例中,所述逆变器电路为单相逆变器电路或多相逆变器电路。

[0016] 为了实现上述目的,本发明另提供一种光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测方法,所述光伏逆变器系统包括至少一输入电路以及逆变器电路,每一所述输入电路与所述逆变器电路之间通过正母线和负母线电性耦接,且所述正母线至一保护接地点之间具有第一等效电阻 R_p ,所述负母线至所述保护接地点之间具有第二等效电阻 R_n ,其特点在于,所述绝缘阻抗检测方法包括:

[0017] 采样母线电压,其是利用一母线电压采样电路耦接至所述正母线和所述负母线,采样不同的一第一母线电压和一第二母线电压;

[0018] 采样保护接地电压,其是利用一保护接地电压采样电路耦接至所述保护接地点,采样分别对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压的第一保护接地电压和第二保护接地电压;

[0019] 检测绝缘阻抗,其是利用一控制器与所述母线电压采样电路和所述保护接地电压采样电路耦接,并根据所述第一母线电压、所述第二母线电压、所述第一保护接地电压和所述第二保护接地电压计算所述光伏逆变器系统的等效绝缘阻抗,且当所述等效绝缘阻抗大于等于一阈值时通过所述控制器控制所述逆变器电路与一电网并网。

[0020] 在本发明的另一实施例中,所述输入电路为多路输入电路,且所述多路输入电路是并联耦接至所述正母线和所述负母线,所述光伏逆变器系统的等效绝缘阻抗是所述多路输入电路的各路等效绝缘电阻的并联值。

[0021] 在本发明的另一实施例中,每一所述输入电路中具有一最大功率点跟踪电路。

[0022] 在本发明的另一实施例中,其中是利用一PWM驱动电路耦接于所述控制器与所述逆变器电路之间,通过PWM信号驱动控制所述逆变器电路。

[0023] 在本发明的另一实施例中,所述绝缘阻抗检测方法还包括:所述控制器根据不同的光照强度调节所述PWM驱动电路,其中在光照强度大于一光照强度阈值时,所述控制器增大对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压之间的电压差。

[0024] 在本发明的另一实施例中,所述控制器通过调整所述逆变器电路的电压调制比或调整所述逆变器电路的开关频率来调节所述PWM驱动电路。

[0025] 本发明具有以下几点优势:

[0026] (1) 不需要额外的切换开关以及相应的驱动电路,降低了光伏逆变器系统的体积和成本;

[0027] (2)适用于多路组串输入的光伏逆变器系统的绝缘电阻检测,检测方法、检测时间和检测精度不受输入组串数影响,通用性较好;

[0028] (3)通过控制逆变电路的工作状态改变,使得母线电压改变,通过两组检测值建立方程组求解绝缘电阻,此方法适用于全输入电压范围,同时安全性较好;

[0029] (4)通过逆变电路电压调制比的控制以及开关频率的控制,可以较宽范围的调节母线电压,保证绝缘电阻的检测精度。

[0030] 本发明的额外方面和优点将部分地在下面的描述中阐述,并且部分地将从描述中变得显然,或者可以通过本发明的实践而习得。

附图说明

[0031] 通过参照附图详细描述其示例实施方式,本发明的上述和其它特征及优点将变得更加明显。

[0032] 图1为本发明一较佳实施例的绝缘阻抗检测电路的结构示意图;

[0033] 图2A为图1所示的当母线电压为 U_{bus+} 时的绝缘阻抗检测等效电路;

[0034] 图2B为图1所示的当母线电压为 U'_{bus+} 时的绝缘阻抗检测等效电路;

[0035] 图3为本发明一较佳实施例的绝缘阻抗检测方法的示意图;

[0036] 图4是本发明所示的绝缘阻抗检测电路和检测方法应用于多路组串输入的单相光伏逆变器的电路图;

[0037] 图5是本发明所示的绝缘阻抗检测电路和检测方法应用于多路组串输入的三相光伏逆变器的电路图

[0038] 图6是不同光照下组串输入功率曲线以及本发明母线电压控制的稳定工作点示意图。

具体实施方式

[0039] 现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而,示例实施方式能够以多种形式实施,且不应被理解为限于在此阐述的实施方式;相反,提供这些实施方式使得本发明将全面和完整,并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。图中相同的附图标记表示相同或类似的结构,因而将省略它们的详细描述。

[0040] 在介绍这里所描述和/或图示的要素/组成部分/等时,用语“一个”、“一”、“该”、“所述”和“至少一个”用以表示存在一个或多个要素/组成部分/等。术语“包含”、“包括”和“具有”用以表示开放式的包括在内的意思并且是指除了列出的要素/组成部分/等之外还可存在另外的要素/组成部分/等。此外,权利要求书中的术语“第一”、“第二”等仅作为标记使用,不是对其对象的数字限制。

[0041] 图1是本发明一较佳实施例的光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测电路的结构示意图。如图1所示,所述光伏逆变器系统100包括有至少一输入电路10以及逆变器电路20。每一所述输入电路10与所述逆变器电路20之间是通过正母线201和负母线202电性耦接,且所述正母线201至一保护接地点PE之间具有第一等效电阻 R_p ,所述负母线202至所述保护接地点PE之间具有第二等效电阻 R_n 。所述逆变器电路20的输出端连接至一电网30。

[0042] 其中,所述光伏逆变器系统100的绝缘阻抗检测电路40主要包括有母线电压采样

电路41、保护接地电压采样电路(即PE电压采样电路)42以及控制器43。其中,所述母线电压采样电路41耦接至所述正母线201和所述负母线202,用于采样不同的第一母线电压和第二母线电压。所述PE电压采样电路42是耦接至所述保护接地点PE,用于采样分别对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压的第一保护接地电压和第二保护接地电压。所述控制器43是与所述母线电压采样电路41和所述PE电压采样电路42耦接,用于根据所述第一母线电压、所述第二母线电压、所述第一保护接地电压和所述第二保护接地电压计算所述光伏逆变器系统100的等效绝缘阻抗 R_{ISO} , R_{ISO} 为多路组串等效绝缘电阻的并联值,且当所述等效绝缘阻抗 R_{ISO} 大于等于一阈值时通过所述控制器43控制所述逆变器电路20与电网30并网。

[0043] 在图1所示的实施例中,所述输入电路10例如可为多路输入电路,例如包括但不限于n路输入电路11、12、……、1n,且其是并联耦接至所述正母线201和所述负母线202。其中,每一输入电路11、12、……、1n包含有由多个光伏面板串联形成的组串,且每一组串具有正负输入端,例如第1路组串具有正输入端 U_{pv1+} 和负输入端 U_{pv1-} 。并且, R_{ISOx} ($x=1,2,\dots,n$)为第n路组串对地的等效绝缘电阻, U_{pvx} ($x=1,2,\dots,n$)为第n路组串的等效绝缘电阻 R_{ISOx} ($x=1,2,\dots,n$)对于保护接地端PE的电压,最低为0V,最高为组串输入电压 U_{pvn+} 。

[0044] 在本发明中,每一输入电路10中还具有一最大功率点跟踪(Maximum Power Point Tracking,MPPT)电路,最大功率点跟踪电路MPPT 1、MPPT2、……、MPPT n。可以理解的是,MPPT电路的电路拓扑可以为Boost电路或者其他可以实现MPPT功能的电路。逆变器电路20的电路拓扑可以为全桥电路,或者其他逆变拓扑。这些都不作为对本发明的限制。

[0045] 在本发明中,所述绝缘阻抗检测电路40还可包括有PWM驱动电路44,其可耦接于所述控制器43与所述逆变器电路20之间,用于通过PWM信号驱动控制所述逆变器电路20。

[0046] 在图1所示的实施例中,所述控制器43可通过采集所述逆变器电路在逆变器不动作时的母线电压以及逆变器工作后的母线电压,或者采集两种逆变器工作模式下对应的母线电压,从而可根据不同母线电压下所述PE电压采样电路42采样得到的保护接地电压(即PE电压),计算得到光伏逆变器系统的等效绝缘阻抗 R_{ISO} 。

[0047] 本发明的具体工作原理如图2所示,其中图2A是图1所示的当母线电压为 U_{bus+} 时的绝缘检测等效电路,图2B是图1所示的当母线电压为 U'_{bus+} 时的绝缘检测等效电路。由上述所示,两个母线电压可以为最大组串输入电压和逆变器工作后的母线电压,或者是两种逆变器工作模式下的母线电压。图2A中PE点电压值为 U_{PE} ,图2B中PE点电压值为 U'_{PE} ,以负母线电压 U_{bus-} 为参考电位点,根据图2A和图2B可以建立如下方程组:

$$[0048] \quad \frac{U_{pv1} - U_{PE}}{R_{ISO1}} + \frac{U_{pv2} - U_{PE}}{R_{ISO2}} + \dots + \frac{U_{pvn} - U_{PE}}{R_{ISO_n}} + \frac{U_{bus+} - U_{PE}}{R_p} = \frac{U_{PE}}{R_n} \quad (1)$$

$$[0049] \quad \frac{U_{pv1} - U'_{PE}}{R_{ISO1}} + \frac{U_{pv2} - U'_{PE}}{R_{ISO2}} + \dots + \frac{U_{pvn} - U'_{PE}}{R_{ISO_n}} + \frac{U'_{bus+} - U'_{PE}}{R_p} = \frac{U'_{PE}}{R_n} \quad (2)$$

[0050] 同时定义光伏逆变器系统的等效绝缘电阻 R_{ISO} 为多路组串等效绝缘电阻的并联值,如式(3),

$$[0051] \quad \frac{1}{R_{ISO}} = \frac{1}{R_{ISO1}} + \frac{1}{R_{ISO2}} + \dots + \frac{1}{R_{ISO_n}} \quad (3)$$

[0052] 联立公式(1),(2)和(3),可以求解得到光伏逆变器系统的等效绝缘电阻 R_{ISO} ,如式

(4),

$$R_{ISO} = \frac{(U_{PE} - U'_{PE}) \cdot R_p}{(U_{bus+} - U'_{bus+}) - (U_{PE} - U'_{PE}) \cdot \left(1 + \frac{R_p}{R_n}\right)} \quad (4)$$

[0054] 其中, R_p 和 R_n 分别为光伏逆变器系统的正母线和负母线到保护接地点(即PE点)的等效电阻值, 为已知量, 根据图2A和图2B两种等效电路的电压采样值, 根据公式(4)即可计算出光伏逆变器系统的等效绝缘电阻 R_{ISO} 。

[0055] 如图3所示, 示出了本发明的一较佳实施例的绝缘阻抗检测方法300, 其主要包括:

[0056] 步骤302、采样母线电压, 其是利用一母线电压采样电路41耦接至正母线201和负母线202, 采样不同的一第一母线电压(例如 U_{bus+}) 和一第二母线电压(例如 U'_{bus+});

[0057] 步骤304、采样保护接地电压, 其是利用一PE电压采样电路42耦接至保护接地点PE, 采样分别对应于所述第一母线电压(例如 U_{bus+}) 和所述第二母线电压(例如 U'_{bus+}) 的第一保护接地电压(例如 U_{PE}) 和第二保护接地电压(例如 U'_{PE});

[0058] 步骤306、检测绝缘阻抗, 其是利用一控制器43与所述母线电压采样电路41和所述PE电压采样电路42耦接, 并根据所述第一母线电压(例如 U_{bus+})、所述第二母线电压(例如 U'_{bus+})、所述第一保护接地电压(例如 U_{PE}) 和所述第二保护接地电压(例如 U'_{PE}) 计算光伏逆变器系统的等效绝缘阻抗 R_{ISO} (例如根据公式(4)计算), 且当所述等效绝缘阻抗大于等于一阈值时通过所述控制器控制逆变器电路20与一电网30并网。

[0059] 本发明的绝缘阻抗检测电路和检测方法可应用于单相逆变器电路或多相逆变器电路, 也即, 图1中的所述逆变器电路20可为单相逆变器电路或多相逆变器电路。如图4所示, 其示出了本发明的绝缘阻抗检测电路和检测方法应用于多路组串输入的单相光伏逆变器的电路图, 其中电网30为单相电网。如图5所示, 其示出了本发明的绝缘阻抗检测电路和检测方法应用于多路组串输入的三相光伏逆变器的电路图, 其中电网30为三相电网。并且, 在图4和图5所示的实施例中, MPPT 1 ~ MPPT n 电路的电路拓扑为Boost电路, 逆变器电路20的电路拓扑为桥式电路, 但可以理解的是, 本发明并不限于此。换言之, 本发明的绝缘阻抗检测电路和检测方法与光伏逆变器系统的逆变器电路的拓扑无关, 适用于所有拓扑情况, 同时可应用于任意路组串输入的光伏逆变器系统, 其等效绝缘电阻 R_{ISO} 的计算公式可以统一为式(4)。

[0060] 在其它实施例中, 所述控制器43还可用于根据不同的光照强度调节所述PWM驱动电路, 其中在光照强度大于一光照强度阈值时, 所述控制器增大对应于所述第一母线电压和所述第二母线电压之间的电压差。图6是不同光照下组串输入功率曲线以及本发明母线电压控制的稳定工作点示意图。图6给出了四种光照强度下组串的PV曲线, 光照强度 $1 < \text{光照强度} 2 < \text{光照强度} 3 < \text{光照强度} 4$ 。本发明通过PWM信号驱动控制逆变器, 使得逆变器工作在两种状态, 其中光伏逆变器的整体功率消耗分别为 P_1 和 P_2 , 在光照强度1情况下的母线电压差 ($U_{bus+} - U'_{bus+}$) 大于在光照强度4情况下的母线电压差 ($U_{bus+} - U'_{bus+}$)。因此光照强度大的时候, 绝缘阻抗的检测精度会比光照强度小的时候差。为了提高光照强度大情况下的绝缘阻抗的检测精度, 可通过调节逆变器的PWM控制信号, 进而调整包括但不限于逆变器电路的电压调制比、逆变器电路的工作频率等, 增大两次检测情况下光伏逆变器的整体功率消耗之

差,进而可提升检测的母线电压差 ($U_{bus+} - U'_{bus+}$), 保证较好的绝缘阻抗的检测精度。

[0061] 本发明的绝缘阻抗检测电路和检测方法具有以下几点优势:

[0062] 1. 不需要额外的切换开关以及相应的驱动电路,降低了光伏逆变器系统的体积和成本;

[0063] 2. 适用于多路组串输入的光伏逆变器系统的绝缘阻抗检测,检测方法、检测时间和检测精度不受输入组串数影响,通用性较高;

[0064] 3. 通过控制逆变器电路的工作状态改变,使得母线电压改变,通过两组检测值建立方程组求解等效绝缘阻抗,此方法适用于全输入电压范围,同时安全性较好;

[0065] 4. 通过逆变器电路的电压调制比的控制以及开关频率的控制,可以较宽范围的调节母线电压,保证绝缘阻抗的检测精度。

[0066] 以上具体地示出和描述了本发明的示例性实施方式。应该理解,本发明不限于所公开的实施方式,相反,本发明意图涵盖包含在所附权利要求的精神和范围内的各种修改和等效布置。

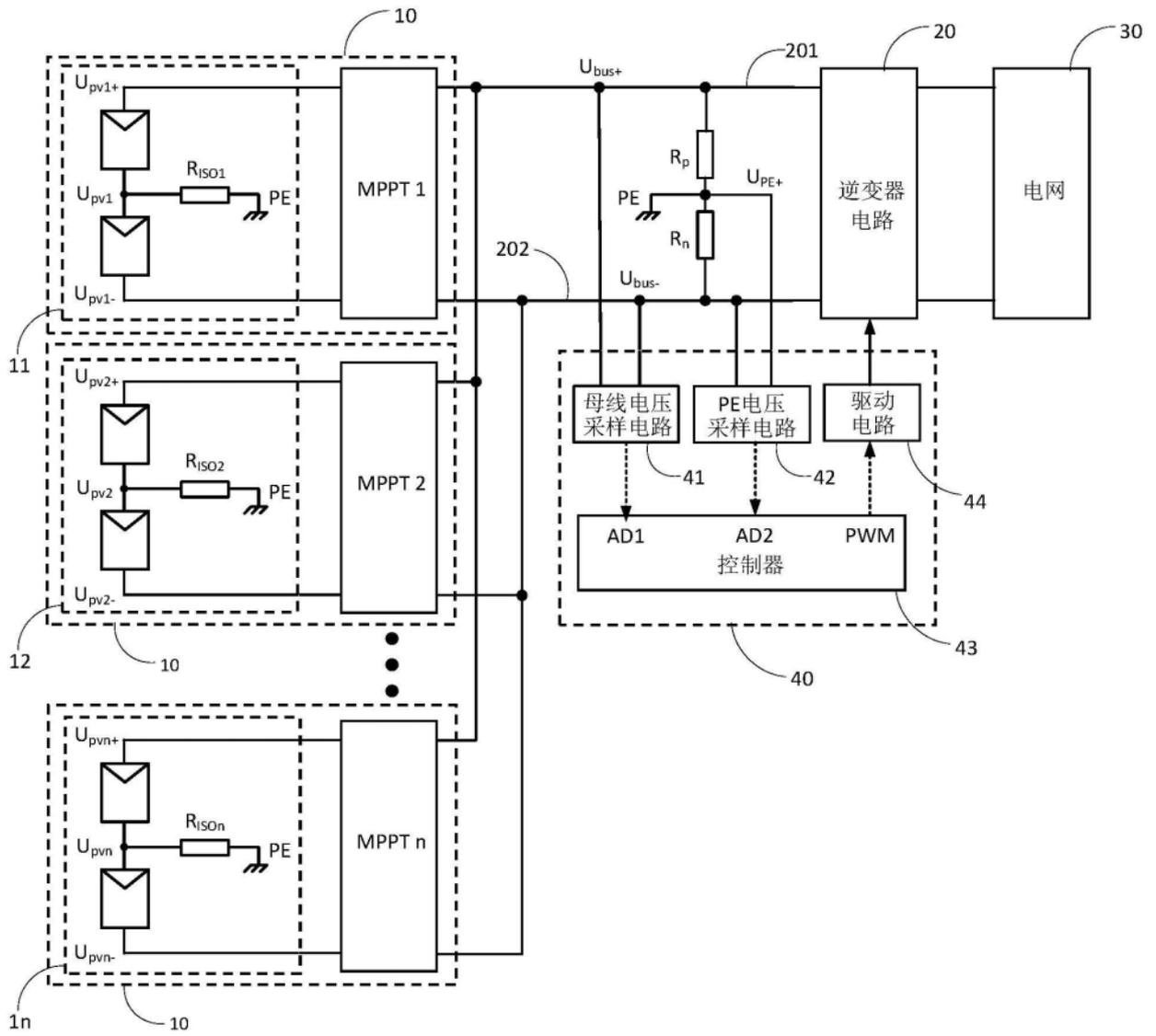


图1

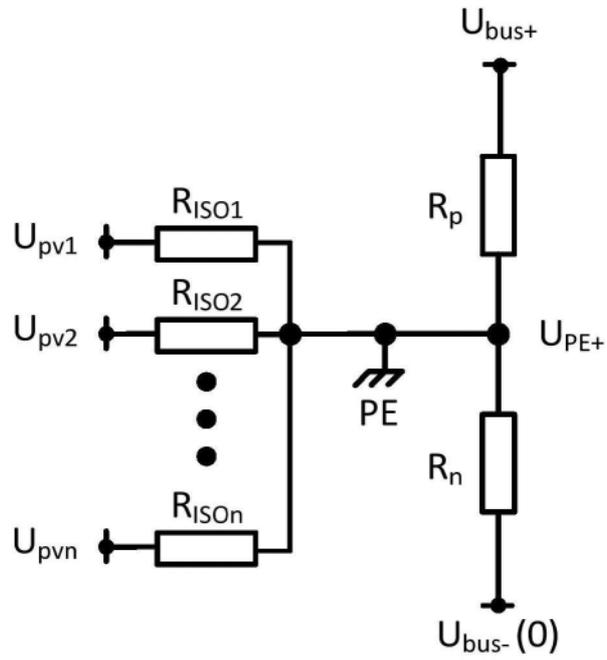


图2A

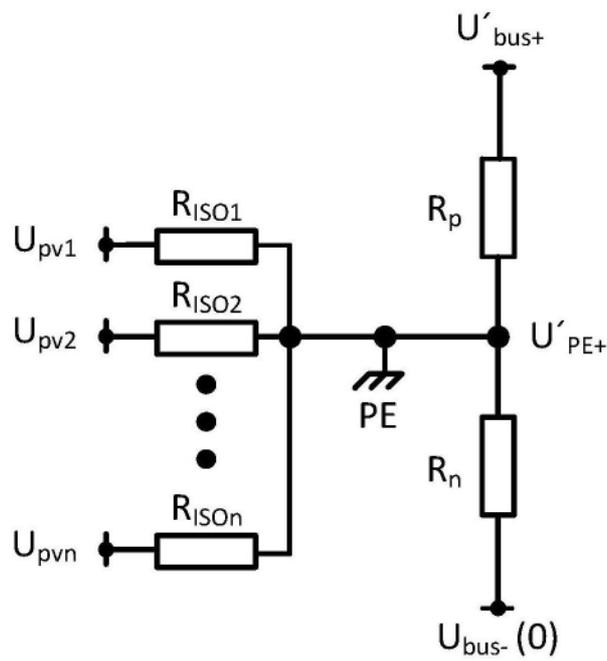


图2B

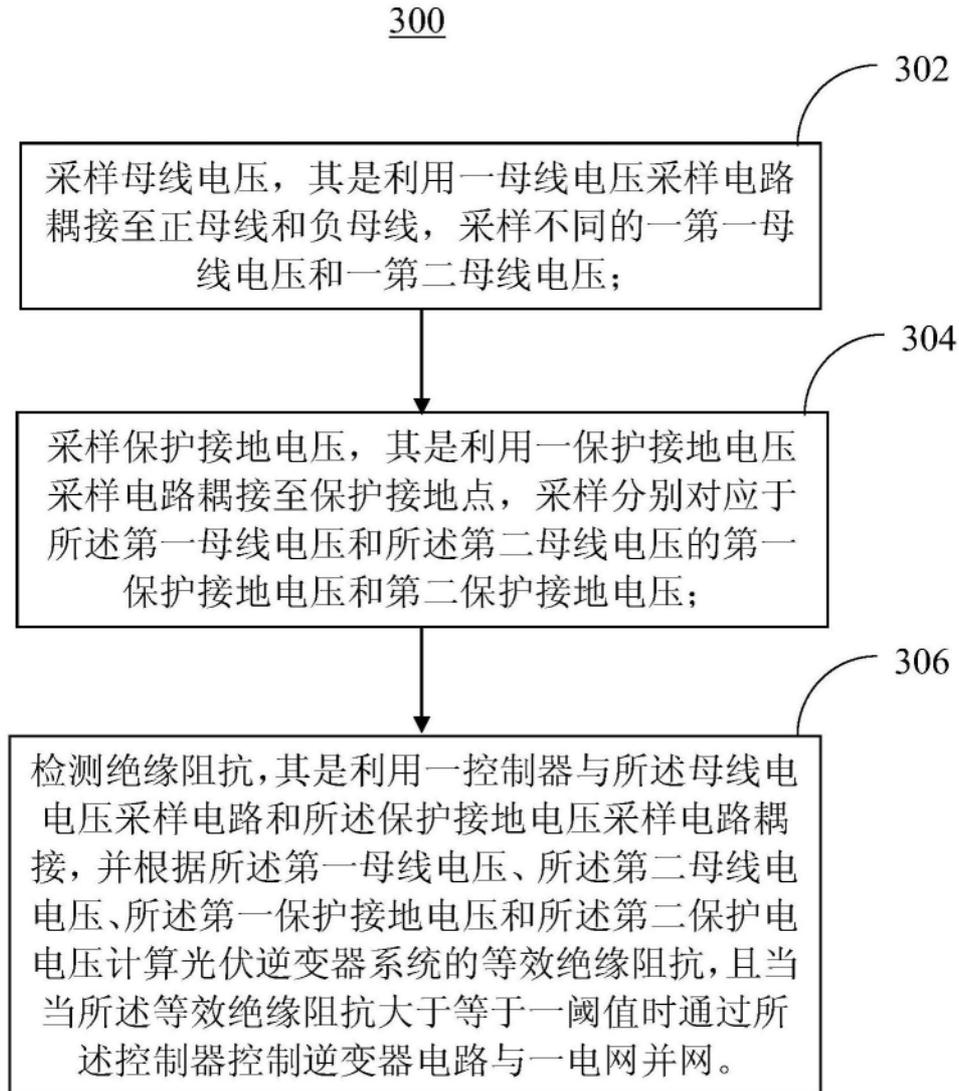


图3

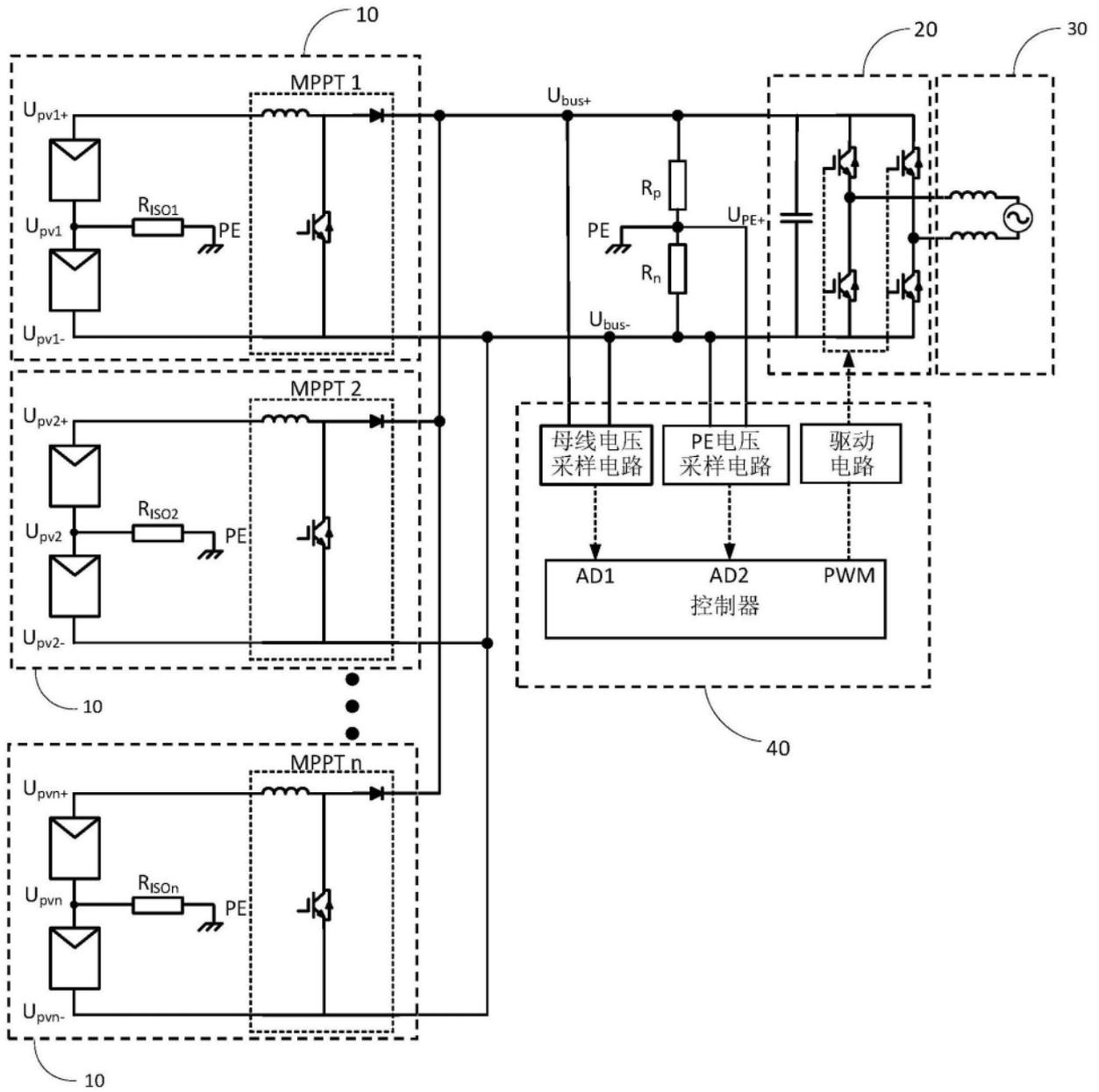


图4

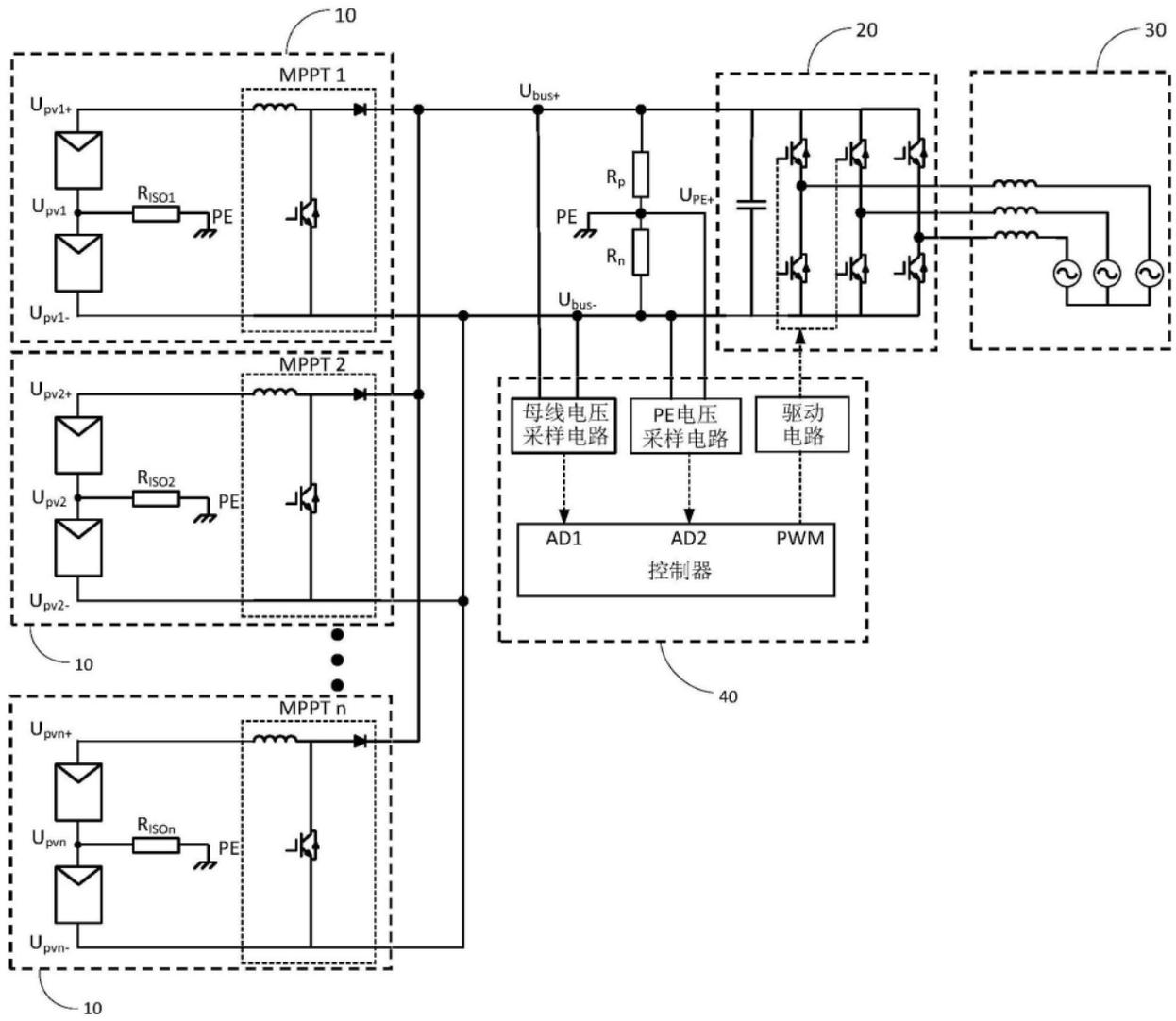


图5

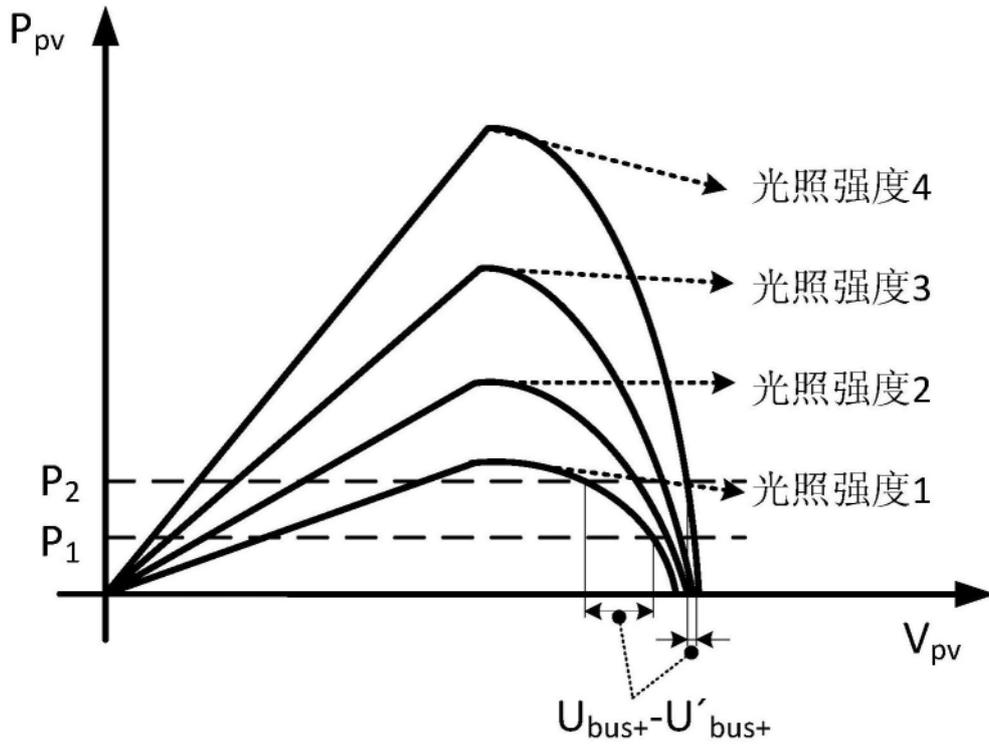


图6