



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107911033 B

(45) 授权公告日 2024.03.26

(21) 申请号 201711388371.1

H02M 3/155 (2006.01)

(22) 申请日 2017.12.20

H02M 7/5387 (2007.01)

H05K 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107911033 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2018.04.13

CN 105048799 A, 2015.11.11

CN 107370395 A, 2017.11.21

(73) 专利权人 西安中车永电电气有限公司

CN 102355122 A, 2012.02.15

地址 710016 陕西省西安市经开区凤城十

CN 101741227 A, 2010.06.16

二路中国中车永济电机

CN 102148219 A, 2011.08.10

(72) 发明人 刘志敏 关国华 李锦 杨璐

CN 102983712 A, 2013.03.20

赵爱萍

CN 104167934 A, 2014.11.26

(74) 专利代理机构 西安新动力知识产权代理事

务所(普通合伙) 61245

CN 106329955 A, 2017.01.11

专利代理师 刘强

CN 206211856 U, 2017.05.31

CN 202634261 U, 2012.12.26

(51) Int. Cl.

US 2002034088 A1, 2002.03.21

US 2014111959 A1, 2014.04.24

H02M 7/00 (2006.01)

H02M 7/06 (2006.01)

审查员 易志兴

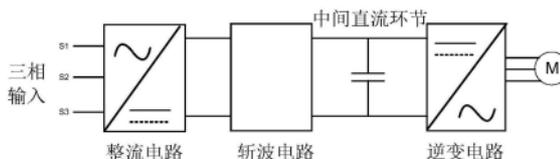
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

优化主电路总体杂散电感的设计方法及机车变流功率单元

(57) 摘要

本发明公开了一种优化主电路总体杂散电感的设计方法及机车变流功率单元,该方法的主电路连接采用复合母排,并在功率模块和变流器支撑电容母排的设计中,进行整个系统杂散电感设计参数的考量,满足各部分杂散电感的要求,并且取消吸收电路。本发明针对主电路杂散电感对开关器件的影响,提出主电路杂散电感的优化设计方法,并应用在内燃机车变流功率单元的设计开发中。该设计可以减少开关器件吸收电路的使用,在保证开关器件可靠运行的同时,降低了设计成本,减小了装置的体积和重量,使机车变流系统的设计更为优化。



1. 一种优化主电路总体杂散电感的设计方法,其特征在于,主电路连接采用复合母排,并在功率模块和变流器支撑电容母排的设计中,进行整个系统杂散电感设计参数的考量,满足各部分杂散电感的要求,并且取消吸收电路;

根据器件布局和结构要求,设计单个模块的复合母排,并进行仿真分析和试验,使单个模块的复合母排的杂散电感满足器件的应用需求;然后将单个模块的复合母排与变流器支撑电容复合母排组装起来进行联合仿真,根据仿真结果,调整器件布局从而调整复合母排的结构、改变复合母排输出端的形状、搭接面的形状和大小以及输出端子的连接方式,使单个模块的复合母排的杂散电感最小的同时,使主电路系统的杂散电感最小。

2. 一种基于权利要求1所述优化主电路总体杂散电感的设计方法的机车变流功率单元,其特征在于,整流+斩波模块复合母排(1)的直流输出端、逆变模块复合母排(2)的直流输入端、电容复合母排(3)的输出端端子采用背靠背的连接方式;电容复合母排(3)连接整流+斩波模块复合母排(1)的输出,以及逆变模块复合母排(2)的输入;中间回路支撑电容设置在靠近功率模块直流母线接线端;

所述机车变流功率单元包括整流电路、逆变电路和斩波电路。

3. 根据权利要求2所述的机车变流功率单元,其特征在于,所述整流+斩波模块复合母排(1)设置于整流+斩波功率模块内,所述整流+斩波功率模块包括整流电路的桥臂和斩波电路的斩波支路,即每组桥臂和一路斩波支路组成整流+斩波功率相模块。

4. 根据权利要求3所述的机车变流功率单元,其特征在于,所述整流电路由三组独立的桥臂组成。

5. 根据权利要求3所述的机车变流功率单元,其特征在于,所述逆变电路由三个独立的三相全桥可控逆变功率模块并联组成。

6. 根据权利要求3所述的机车变流功率单元,其特征在于,所述斩波电路由三路独立的斩波支路组成。

优化主电路总体杂散电感的设计方法及机车变流功率单元

技术领域

[0001] 本发明属于内燃机车技术领域,涉及机车变流功率单元,尤其是一种优化主电路总体杂散电感的设计方法及机车变流功率单元。

背景技术

[0002] 机车交流传动技术的发展,采用大功率IGBT作为开关器件的变流器应用日益广泛。随着变流器功率等级的提高,对耐压、过流、绝缘和散热等能力的要求更加严酷,往往需要采用大功率的开关器件、大尺寸的无源元件和散热系统,导致开关器件间的连接导线尺寸增大,导体间距离加长,从而使主电路连线的杂散参数增大。直流母线杂散参数可能导致器件和设备损坏,对系统可靠性和运行性能影响较大,尤其是在瞬态换流过程中。

[0003] 内燃机车交流传动系统为单柴油机组发电,柴油机拖动主发电机,输出三相交流电压,经不控整流电路、斩波电路、中间直流环节、逆变电路,驱动牵引电机从而完成机车牵引控制,系统主电路原理如图1所示。

[0004] 因为机车空间的限制,也为了方便主电路的维护,现有的变流装置功率单元逐渐开始采用模块化的设计,将主电路的多个开关器件以及其驱动电路、散热器、主电路连线等进行集成,形成功率单元。功率单元主电路连线也开始广泛采用叠层母排技术替传统的电缆绞线方式,通过增加正负母线之间的交叠耦合面积,减小主电路的杂散电感,同时利用较小的空间实现大电流、高电压开关器件之间的连接,降低系统成本,提高设备可靠性和质量。

[0005] 由于要实现不同的电路功能,机车主电路包括整流单元、斩波单元中间直流环节、逆变电路等,因而作为主电路连接的复合母排,也包括多种类型,如:整流+斩波模块复合母排、逆变模块复合母排以及与中间支撑电容连接的电容母排等。在以往的产品设计中,设计分工较细,但因为设计分工的不同,作为功率模块的设计人员,仅考虑模块自身复合母排杂散电感参数,而变流柜的设计人员对于电容母排的设计,通常只考虑结构的合理性,因为没有直接与开关器件相连接,没法对其电气性能进行考量。作为组装完成后的整个变流装置,为避免总体杂散电感参数对开关器件造成损坏,需要增加吸收电路。

[0006] 现有技术中,单个的功率模块杂散电感虽然符合要求,但整个系统的杂散电感值仍然满足不了开关器件的要求,因此需要额外增加吸收电路,保证开关器件的可靠运行。吸收电路的使用,使得功率单元的体积和重量增加,占用空间大,造成系统臃肿、设计成本增加。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供一种优化主电路总体杂散电感的设计方法及机车变流功率单元。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0009] 8. 本发明首先提出一种优化主电路总体杂散电感的设计方法:主电路连接采用复

合母排,并在功率模块和变流器支撑电容母排的设计中,进行整个系统杂散电感设计参数的考量,满足各部分杂散电感的要求,并且取消吸收电路。

[0010] 进一步,以上方法中:根据器件布局和结构要求,设计单个模块的复合母排,并进行仿真分析和试验,使单个模块的复合母排的杂散电感满足器件的应用需求;然后将单个模块的复合母排与变流器支撑电容复合母排组装起来进行联合仿真,根据仿真结果,调整器件布局从而调整复合母排的结构、改变复合母排输出端的形状、搭接面的形状和大小以及输出端子的连接方式,使单个模块的复合母排的杂散电感最小的同时,使主电路系统的杂散电感最小。

[0011] 本发明还提出一种基于上述优化主电路总体杂散电感的设计方法的机车变流功率单元:整流+斩波模块复合母排的直流输出端、逆变模块复合母排的直流输入端、电容复合母排的输出端端子采用背靠背的连接方式;电容复合母排连接整流+斩波模块复合母排的输出,以及逆变模块复合母排的输入;中间回路支撑电容设置在靠近功率模块直流母线接线端。

[0012] 进一步,上述整流+斩波模块复合母排上设置于整流+斩波功率模块内,所述整流+斩波功率模块包括整流电路的桥臂和斩波电路的斩波支路,即每组桥臂和一路斩波支路组成整流+斩波功率相模块。

[0013] 上所述整流电路由三组独立的桥臂组成。上述逆变电路由三个独立的三相全桥可控逆变功率模块并联组成。

[0014] 上述斩波电路由三路独立的斩波支路组成。

[0015] 本发明具有以下有益效果:

[0016] 本发明的优化主电路总体杂散电感的设计方法及机车变流功率单元是针对主电路杂散电感对开关器件的影响,提出主电路杂散电感的优化设计方法,并应用在内燃机车变流功率单元的设计开发中。该设计可以减少开关器件吸收电路的使用,在保证开关器件可靠运行的同时,降低了设计成本,减小了装置的体积和重量,使机车变流系统的设计更为优化。

[0017] 进一步的,本发明采用低感复合母排技术,节省空间,便于安装维护,降低维护成本。

[0018] 进一步,本发明系统化、整体化的主电路杂散电感设计,保证开关器件可靠运行。

[0019] 进一步,本发明取消了IGBT吸收回路,降低功率单元成本,减小体积和重量。

附图说明

[0020] 图1为内燃机车交流传动系统主电路原理图;

[0021] 图2为本发明的主电路拓扑图;

[0022] 图3为本发明功率单元布局示意图;

[0023] 图4为本发明变流柜复合母排结构示意图;

[0024] 图5为本发明的整流模块复合母排1结构示意图;

[0025] 图6为本发明的逆变模块复合母排2结构示意图。

[0026] 其中:1为整流+斩波模块复合母排;2为逆变模块复合母排;3为电容复合母排;4为电容。

具体实施方式

[0027] 大功率变频器开关器件在开关过程中,由于从直流储能电容至IGBT器件直流母线上的寄生电感和IGBT模块自身电感的影响,会产生很高的尖峰电压,这种尖峰电压,会使器件过热,甚至使IGBT失控并超过器件的额定安全工作区而损坏。因而,必须将开关过程中产生的尖峰电压限制在允许范围内,方法之一就采用叠层母排技术,减小直流回路功率母线的分布电感。

[0028] 在设计中发现,杂散电感对功率器件关断的影响不仅受单个功率模块内部的杂散电感作用,功率模块和支撑电容连接作为主电路的一部分,其杂散电感也会对器件造成影响。几个功率模块在变流柜连接完成后,系统的总体杂散电感并不是几个功率模块复合母排杂散电感的简单叠加,不同的搭接面设计对系统的杂散电感有较大影响。

[0029] 因此,本发明首先提出一种优化主电路总体杂散电感的设计方法,该方法具体为:主电路连接采用复合母排,并在功率模块和变流器支撑电容母排的设计中,进行整个系统杂散电感设计参数的考量,满足各部分杂散电感的要求,并且取消吸收电路,从而进一步简化装置结构,减轻重量,缩小体积,降低成本。

[0030] 在本发明的方法中:根据器件布局和结构要求,设计单个模块的复合母排,并进行仿真分析和试验,使单个模块的复合母排的杂散电感满足器件的应用需求;然后将单个模块的复合母排与变流器支撑电容复合母排组装起来进行联合仿真,根据仿真结果,调整器件布局从而调整复合母排的结构、改变复合母排输出端的形状、搭接面的形状和大小以及输出端子的连接方式,使单个模块的复合母排的杂散电感最小的同时,使主电路系统的杂散电感最小。

[0031] 本发明还提出一种基于上述优化主电路总体杂散电感的设计方法的机车变流功率单元,如图4所示:整流+斩波模块复合母排1(结构如图5所示)的直流输出端、逆变模块复合母排2(结构如图6所示)的直流输入端、电容复合母排3的输出端端子采用背靠背的连接方式;电容复合母排3连接整流+斩波模块复合母排1的输出,以及逆变模块复合母排2的输入;中间回路支撑电容设置在靠近功率模块直流母线接线端,方便电容母排和功率模块的连接,减少过渡母排的使用,优化杂散电感。

[0032] 本发明的整流+斩波模块复合母排1上设置于整流+斩波功率模块内,整流+斩波功率模块包括整流电路的桥臂和斩波电路的斩波支路,即每组桥臂和一路斩波支路组成整流+斩波功率模块。

[0033] 如图2和图3所示,本发明机车变流功率单元还包括整流电路、斩波电路和逆变电路;整流电路由三组桥臂并联,组成一个完整的三相整流电路;斩波电路包括三个独立的斩波支路,每条斩波支路由单管和斩波电阻串接而成。一组整流桥臂和一路斩波支路组成一个牵引整流和斩波相模块,三个相模块并联后,再跨接在中间直流环节的直流母线的正负两端;中间直流环节连接至逆变电路;逆变电路由三个逆变功率模块并联组成。整流电路、斩波电路和逆变电路均设置在内燃机车变流柜的柜体中,在柜体中设置有三个相互独立用以散热的风道,每个独立风道中设置有一个牵引整流和斩波相模块和一个逆变功率模块。逆变功率模块为三相逆变功率单元。三相逆变功率单元连接有电动机。

[0034] 整个变流柜包括三个整流和斩波相功率模块和三个三相逆变功率单元。这样整个变流柜只包括两种类型的模块,设计的统型有利于功率单元的互换,方便安装维护。

[0035] 三个相互独立的风道结构布局相同,模块的散热器部分置于三个风道中,模块的其他部件在风道的前部,和风道通过密封条隔离。这种均匀的布局方式有利于功率模块的设计选型和散热设计。

[0036] 本发明的各功率单元还包括有散热器、开关器件、驱动板、适配板、低感复合母排、复合屏蔽板等部件,根据系统指令,完成IGBT开关变换、驱动与保护、散热等功能,并最终实现将输入的三相交流电经过交直交变化,驱动牵引电机,完成机车牵引功能。

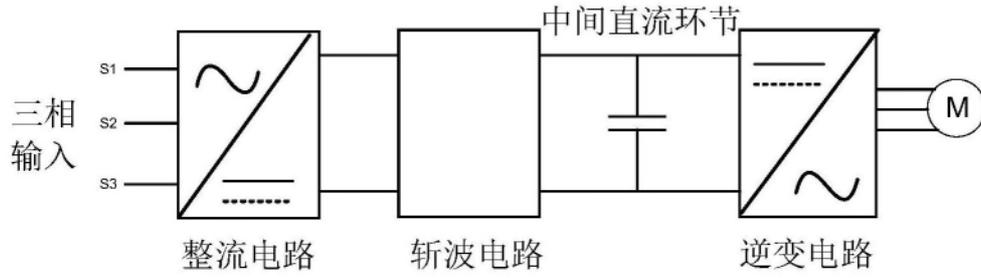


图1

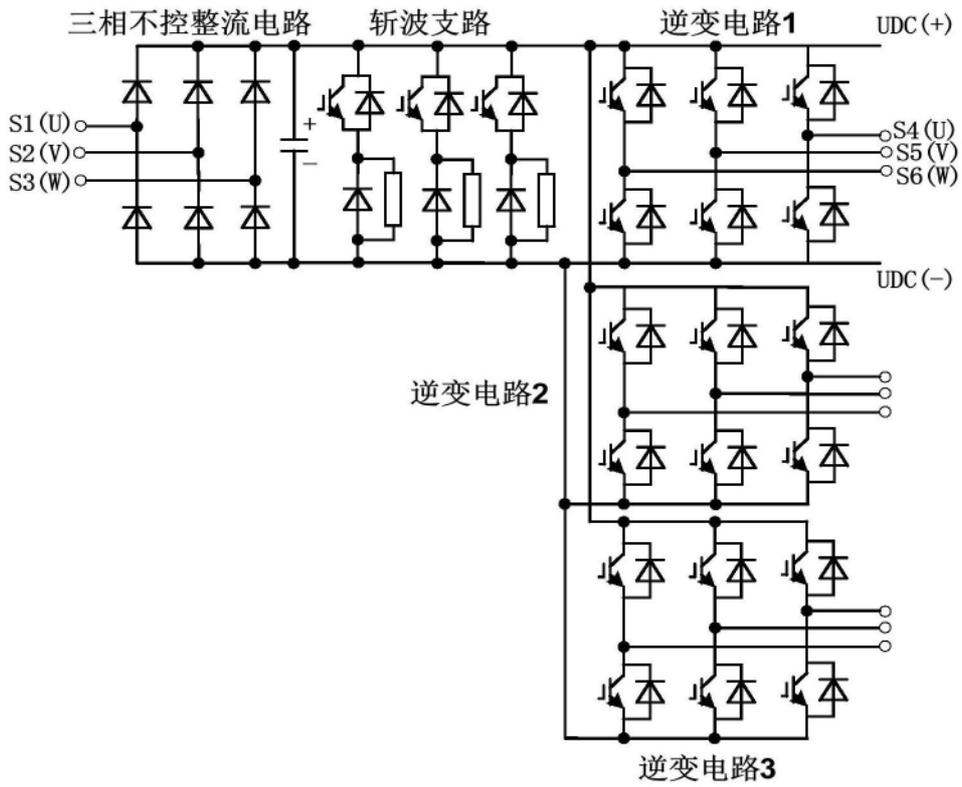


图2

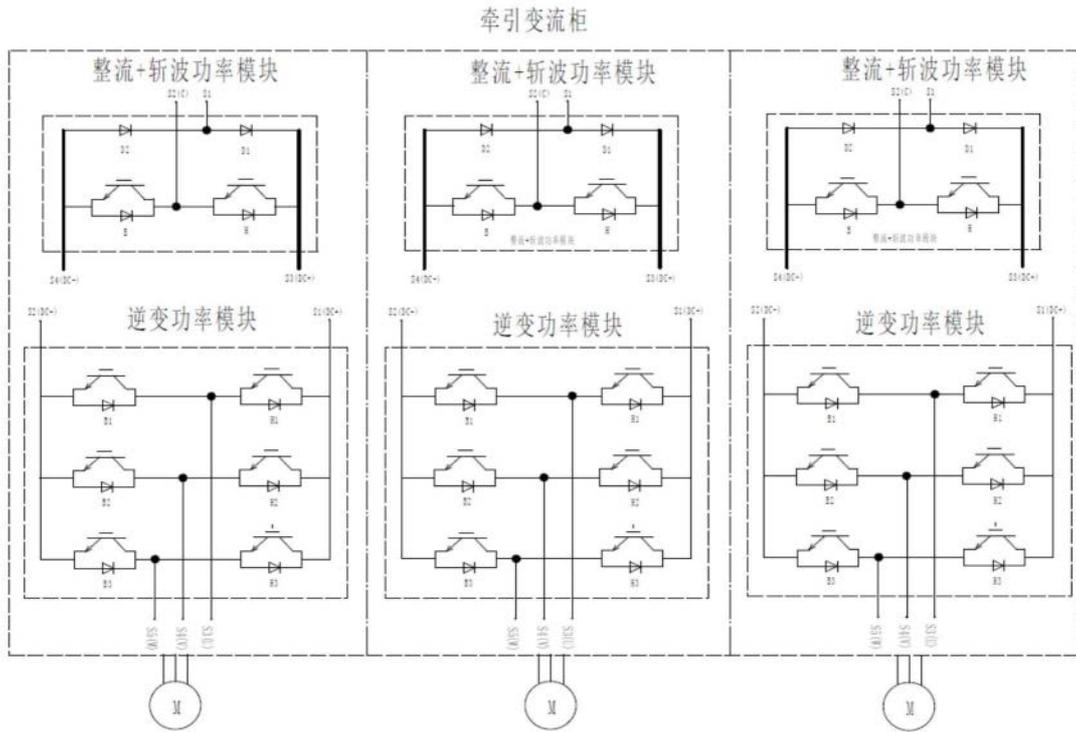


图3

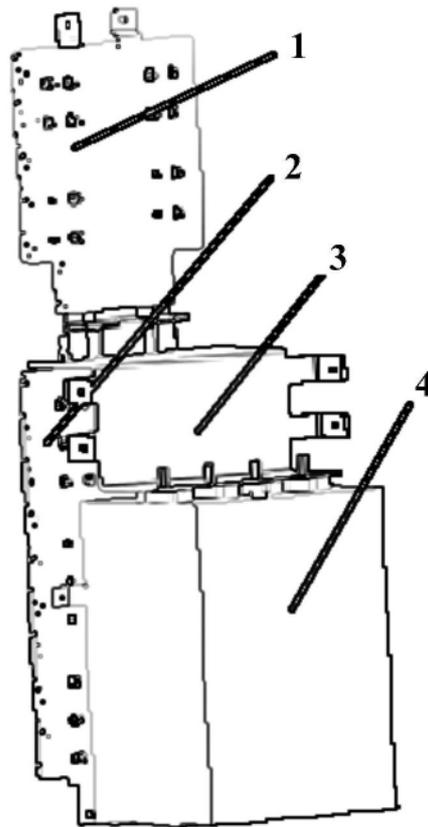


图4

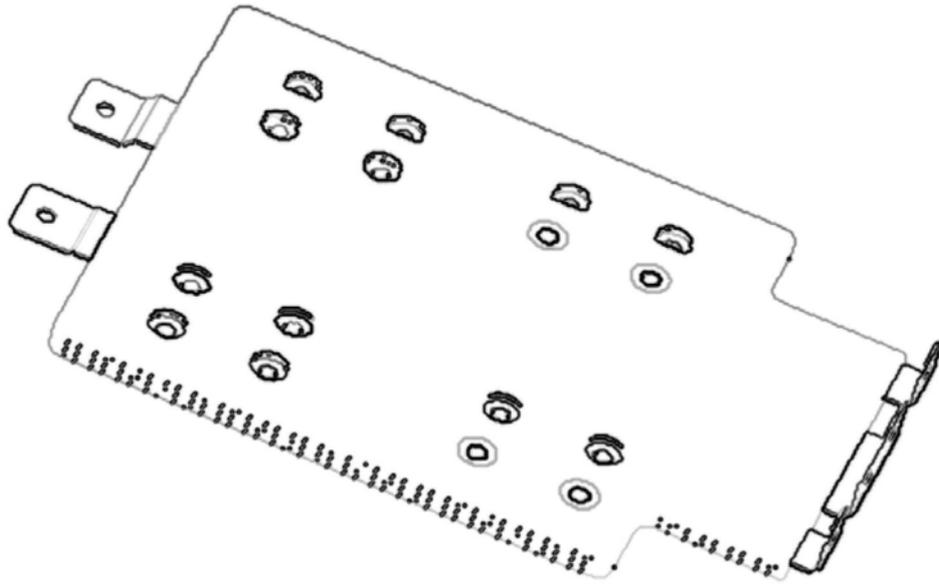


图5

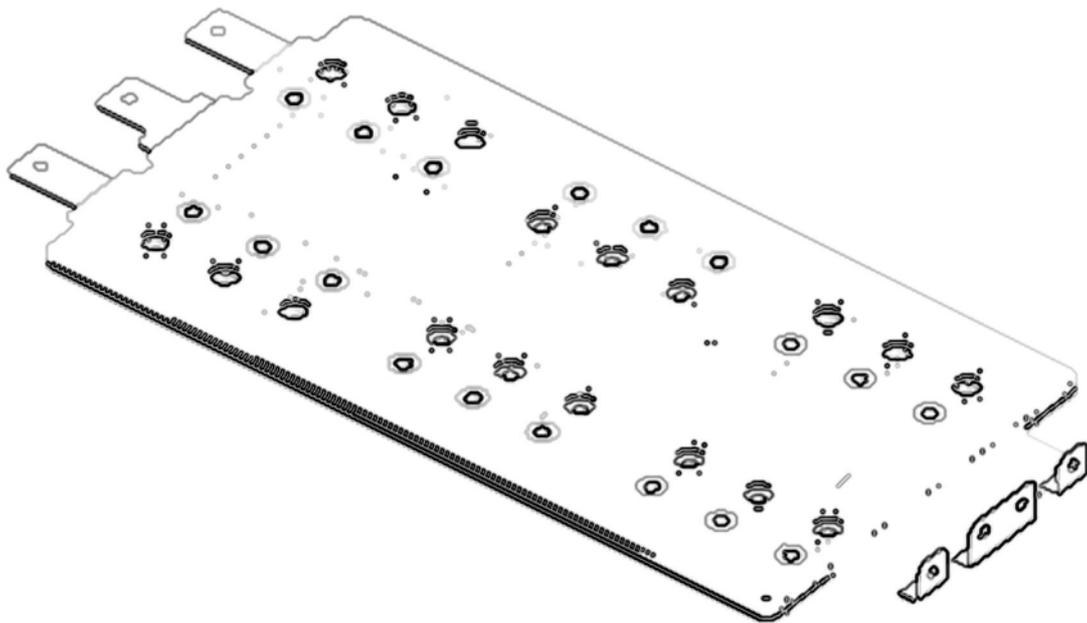


图6