

电机系统及具有该电机系统的车辆

相关申请的交叉引用

5 本申请要求申请日为 2021 年 03 月 31 日、申请号为 202110351329.2、专利申请名称为“电机系统及具有该电机系统的车辆”的优先权。

技术领域

10 本申请涉及电机冷却技术领域，具体而言，涉及一种电机系统及具有该电机系统的车辆。

背景技术

15 现有的油冷电机采用两条流路对电机进行冷却，具体而言，主流路在进入变速箱之前，其中一部分冷却液分支到电机壳体，通过电机壳体上的液孔对定子端部进行冷却；另一部分冷却液进入变速箱，变速箱油从变速箱轴出来后，经过转子支撑上的流路，通过转子的转动，带动油的输送，从而使油完全输送到定子端部，达到冷却电机的目的。但是这样，转子的能耗较大，会降低电机效率。

发明内容

20 本申请旨在至少在一定程度上解决现有技术中的上述技术问题之一。为此，本申请提出一种电机系统，可以降低转子能耗，提高电机效率。

 本申请还提出了一种具有上述电机系统的车辆。

25 根据本申请实施例的电机系统包括：电机，所述电机包括：电机壳体、定子铁芯、定子绕组、转子铁芯，所述定子铁芯安装在所述电机壳体内，所述定子绕组绕制在所述定子铁芯上，所述转子铁芯相对于所述定子铁芯可转动地设置，转子流路至少形成在所述转子铁芯内，所述转子流路适于向所述定子绕组输送冷却液；阀门，所述阀门用于控制所述转子流路的流量。

30 根据本申请实施例的电机系统，通过阀门的开合可以调节转子流路的流量，从而在需要转子流路冷却电机时，将阀门打开，保证转子流路内的流量不为零；在不需要转子流路冷却电机时，将阀门关闭，保证转子流路内的流量调节为零，从而降低转子转动时的能耗，也就是降低电机的能耗，以此优化电机的效率。

 根据本申请的一些实施例，所述阀门设置在所述电机上，且所述阀门设置在所述转子

流路上。

根据本申请的一些实施例，所述电机系统还包括：变速器，所述变速器设置在所述电机的一端，所述变速器的内部具有变速器流道，变速器流道包括第一分支流道，所述阀门设置在所述第一分支流道上，所述阀门的阀门进液孔与所述第一分支流道连通，所述阀门的阀门出液孔与所述转子流路连通，所述阀门出液孔与所述阀门进液孔选择性连通。

可选地，所述变速器包括：变速器壳体、变速器主轴和变速器轴承，所述变速器轴承的内圈安装于所述变速器主轴，所述变速器轴承的外圈安装于所述变速器壳体，所述变速器内开设有与所述变速器轴承连通的第二分支流道。

可选地，所述第二分支流道位于所述第一分支流道的上游。

根据本申请的一些实施例，所述电机还包括：隔磁板、转轴，所述隔磁板安装在所述转轴上，所述阀门出液孔与所述转轴内部的转轴流道连通，所述转轴上还设置有与所述转轴流道连通的转轴液孔，所述隔磁板具有隔磁板流道，所述隔磁板流道将所述转轴液孔处的冷却液引导至所述定子绕组处。

具体地，所述隔磁板流道包括：隔磁板第一流道和隔磁板第二流道，所述隔磁板第一流道适于与所述转轴流道连通，所述转子铁芯内部具有转子流道，所述转子流道与所述隔磁板第一流道连通，所述隔磁板第二流道的一端开口与所述转子流道连通，所述隔磁板第二流道的另一端开口朝向所述定子绕组，所述转子流路至少包括：所述转轴流道、所述隔磁板第一流道、所述转子流道、所述隔磁板第二流道。

根据本申请的一些实施例，所述电机以低负荷或低转速工作，所述阀门关闭；所述电机以大负荷或高转速工作时，所述阀门间歇性开启。

根据本申请的一些实施例，所述电机内具有定子流路，所述定子流路适于向所述定子绕组输送冷却液。

具体地，所述电机壳体的内表面凹陷并与所述定子铁芯之间配合形成壳体流道。

可选地，所述电机壳体的内表面设置有喷液孔，所述喷液孔与所述壳体流道连通，所述壳体流道的冷却液经所述喷液孔输送到所述定子绕组上，所述定子流路至少包括所述壳体流道、所述喷液孔。

更可选地，所述电机还包括：电机端盖，所述电机端盖设置在所述电机壳体的一端，所述电机系统还包括：变速器，所述变速器设置在所述电机的背离所述电机端盖的一端；所述电机壳体与所述电机端盖之间形成第一端流道，所述电机壳体与所述变速器之间形成第二端流道，所述第一端流道、所述第二端流道均与所述壳体流道连通，还均与所述喷液孔连通，所述定子流路还包括所述第一端流道、所述第二端流道。

根据本申请的一些实施例，所述电机还包括：电机端盖，所述电机端盖设置在所述电

机壳体的一端，所述电机端盖上设置有接线板，所述接线板上设置有接线端子，所述接线板具有接线板进液孔、接线板出液孔以及连通所述接线板进液孔、所述接线板出液孔的接线板流道，所述接线板进液孔与所述定子流路连通，以冷却所述接线端子。

根据本申请的一些实施例，所述电机系统还包括：换热装置，所述换热装置与所述定子流路、所述转子流路连通，以与所述定子流路和所述转子流路内的冷却液进行换热。

可选地，所述电机壳体上设置有电机进液孔、换热进液孔、换热出液孔，所述换热进液孔、所述换热出液孔均与所述换热装置连通，所述电机系统还包括：液泵，所述液泵将冷却液从所述电机进液孔泵至所述换热进液孔，冷却液在所述换热装置内换热后，再到达所述换热出液孔；

所述电机壳体具有与所述换热出液孔连通的第一出液孔和与所述换热出液孔连通的第二出液孔，所述第一出液孔与所述定子流路连通，所述第二出液孔与所述转子流路连通。

根据本申请的一些实施例，所述电机壳体上设置有电机进水口、电机出水口、换热进水口和换热出水口，所述电机进水口适于与所述换热进水口连通，所述电机出水口适于与所述换热出水口连通，所述换热装置内部具有与所述换热进水口和所述换热出水口连通的换热水道，所述电机进水口、所述电机出水口还与外部冷却回路相连通。

根据本申请另一方面实施例的车辆，包括上述的电机系统。

所述车辆与上述的电机系统相对于现有技术所具有的优势相同，在此不再赘述。

本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

图 1 是根据本申请实施例的电机系统的外观示意图；

图 2 是变速器与电机的装配剖视图；

图 3 是变速器端盖与电机壳体的一个装配剖视图；

图 4 是变速器端盖与电机壳体的另一个装配剖视图；

图 5 是变速器端盖、壳体本体与电机壳体的装配剖视图；

图 6 是变速器端盖、壳体本体、阀门与电机的装配剖视图；

图 7 是电机壳体的一个方向的示意图；

图 8 是电机壳体的另一个方向的示意图；

图 9 是电机端盖的示意图；

图 10 是接线板在电机端盖上的安装示意图；

图 11 是接线板与电机端盖的半剖示意图；

图 12 是接线板的局部示意图；

图 13 是变速器端盖、壳体本体的装配示意图；

图 14 是壳体本体的示意图；

图 15 是电机系统内的冷却液流动路径示意图；

5 图 16 是根据本申请实施例的车辆示意图。

附图标记：

车辆 100、电机系统 10、电控组件 1、电机 2、电机端盖 21、端盖第一流道 2101、端盖第二流道 2102、端盖第三流道 2103、底部液孔 2104、溢流道 2105、电机壳体 22、电机进水口 2201、换热进水口 2202、换热出水口 2203、电机进液孔 2204、换热进液孔 2205、
10 换热出液孔 2206、第二出液孔 2207、壳体流道 2208、喷液孔 2209、回流道 2210、电机出水口 2211、第一出液孔 2213、第一端流道 2214、第二端流道 2215、定子铁芯 23、定子绕组 24、隔磁板 25、隔磁板第一流道 2501、隔磁板第二流道 2502、转子铁芯 26、转子流道 2601、转轴 27、转轴流道 2701、转轴液孔 2702、电机轴承 28、接线板 29、接线板进液孔 2901、接线板出液孔 2902、换热装置 3、液泵 4、变速器 5、变速器端盖 51、液孔 5101、
15 第一流路 5102、第二流路 5103、端盖第一液孔 5104、端盖第二液孔 5106、壳体本体 52、壳体液孔 5201、第二分支流道 5202、第一分支流道 5203、变速器主轴 53、主轴流道 5301、变速器轴承 54、端盖轴承 55、阀门 6、阀门进液孔 601、阀门出液孔 602。

具体实施方式

20 下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

在本申请的描述中，需要理解的是，术语“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等
25 指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示
30 或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”

等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接或可以互相通讯；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

5 下面结合图 1-图 16 详细描述根据本申请实施例的电机系统 10 以及车辆。

参照图 1 所示，根据本申请实施例的电机系统 10 可以包括：电控组件 1、电机 2、阀门 6。

电控组件 1 安装在电机 2 上部。参照图 2、图 6 所示，电机 2 可以包括：电机壳体 22、定子铁芯 23、定子绕组 24、转子铁芯 26、转轴 27，定子铁芯 23 安装在电机壳体 22 内，
10 定子绕组 24 绕制在定子铁芯 23 上，具体而言，定子绕组 24 嵌入定子铁芯 23 齿槽内以形成定子组件，定子组件安装在电机壳体 22 内，转子铁芯 26 相对于定子铁芯 23 可转动地设置，转子铁芯 26 安装在转轴 27 上，转子流路至少形成在转子铁芯 26 内，转子流路适于向定子绕组 24 输送冷却液，以对定子绕组 24 进行冷却。转子流路还用于向转子铁芯 26 输送冷却液，以对转子铁芯 26 以及其它转子组件进行冷却。

15 阀门 6 用于控制转子流路的流量。具体而言，当阀门 6 打开时，转子流路内的流量不为零，此时，转子流路可以向定子绕组 24 输送冷却液以冷却定子绕组 24；当阀门 6 关闭时，转子流路内的流量为零，此时，转子流路无法向定子绕组 24 输送冷却液以冷却定子绕组 24。阀门 6 的打开角度可以与转子流路的流量大小正相关，例如，阀门 6 的打开角度越大，转子流路的流量越大；阀门 6 的打开角度越小，转子流路的流量越小。可选地，阀门
20 6 的打开角度可以与转子流路的流量大小成正比例。

根据本申请实施例的电机系统 10，通过阀门 6 的开合可以调节转子流路的流量，从而在需要转子流路冷却电机 2 时，将阀门 6 打开，保证转子流路内的流量不为零；在不需要转子流路冷却电机 2 时，将阀门 6 关闭，保证转子流路内的流量调节为零，从而降低转子转动时的能耗，也就是降低电机 2 的能耗，以此优化电机 2 的效率。

25 在本申请的一些实施例中，阀门 6 设置在电机 2 上，且阀门 6 设置在转子流路上。

可选地，电机系统 10 还可以包括：变速器 5，变速器 5 设置在电机 2 的一端，具体而言，电机 2 还可以包括：电机端盖 21，电机端盖 21 设置在电机壳体 22 的一端，变速器 5 设置在电机 2 的背离电机端盖 21 的一端，参照图 1-图 2 所示，电机端盖 21 设置在电机 2 的右端，变速器 5 设置在电机 2 的左端。

30 在图 1-图 2 所示的实施例中，阀门 6 设置在变速器 5 上，此时，转子流路内的冷却液是从变速器 5 中和转轴 27 同轴连接的输入轴进入的。在一些图中未示出的实施例中，阀门 6 也可以设置在电机 2 上，此时，转子流路内的冷却液是从转轴 27 的远离变速器 5 的一端

进入的。

可选地，变速器 5 可以是减速器。

具体而言，变速器 5 的内部具有第一分支流道 5203，电机壳体 22 的冷却液流至第一分支流道 5203，阀门 6 设置在第一分支流道 5203 上，阀门 6 的阀门进液孔 601 与第一分支流道 5203 连通，阀门 6 的阀门出液孔 602 与转子流路连通，阀门出液孔 602 与阀门进液孔 601 选择性连通。

可选地，参照图 6 所示，变速器 5 可以包括：变速器壳体、变速器主轴 53 和变速器轴承 54，变速器主轴 53 与转轴 27 同轴连接，变速器轴承 54 的内圈安装于变速器主轴 53，变速器轴承 54 的外圈安装于变速器壳体，例如，变速器轴承 54 的内圈可通过过盈配合安装在变速器主轴 53 上，变速器轴承 54 的外圈可通过过盈配合安装在变速器壳体内，变速器壳体上开设有变速器流道，变速器流道具有与变速器轴承 54 连通的第二分支流道 5202，电机壳体 22 的冷却液流至第二分支流道 5202。

变速器壳体可以包括：壳体本体 52 和变速器端盖 51，变速器端盖 51 安装在壳体本体 52 的端部，变速器轴承 54 的外圈与壳体本体 52 固定，例如，变速器轴承 54 的外圈通过过盈配合的方式安装于壳体本体 52。端盖轴承 55 设置在电机壳体 22 的另一端，端盖轴承 55 的内圈可通过过盈配合安装在转轴 27，端盖轴承 55 的外圈可通过过盈配合安装在变速器端盖 51 内，端盖轴承 55 可用于支撑转轴 27，保证转轴 27 转动时的平稳性。

参照图 3、图 13 所示，变速器 5 具有液孔 5101、第一流路 5102、第二流路 5103，液孔 5101 与第一流路 5102 连通，第一流路 5102 与第二流路 5103 连通，液孔 5101 将变速器 5 底部的冷却液引至第一流路 5102，后经过内部流路将冷却液从第一流路 5102 引至第二流路 5103。

液孔 5101、第一流路 5102、第二流路 5103 均开设在变速器端盖 51 上。参照图 4-图 5 所示，变速器端盖 51 上还开设有端盖第一液孔 5104，经过变速器端盖 51 的内部流路将端盖第一液孔 5104 的冷却液引至端盖第二液孔 5106。壳体本体 52 上开设有壳体液孔 5201，端盖第二液孔 5106 与壳体液孔 5201 连通（例如可以相对设置），使得端盖第二液孔 5106 的冷却液流至壳体液孔 5201。参照图 6 所示，壳体液孔 5201 的一部分冷却液经第二分支流道 5202 流至变速器轴承 54，另一部分经过第一分支流道 5203 流至阀门进液孔 601。变速器端盖 51 一侧的油在完成冷却任务之后，由于重力作用会从端盖第二液孔 5106 流至变速箱底部，完成回油。

参照图 6 所示，第二分支流道 5202 位于第一分支流道 5203 的上游。也就是说，冷却液先经过第二分支流道 5202，再经过第一分支流道 5203，这样，即使阀门 6 闭合，也不会对变速器轴承 54 的润滑产生影响。

参照图 2、图 6 所示，电机 2 还可以包括：隔磁板 25、电机轴承 28，隔磁板 25 安装在转轴 27 上，电机轴承 28 的内圈安装于转轴 27，电机轴承 28 的外圈安装于电机端盖 21，例如，电机轴承 28 的内圈可通过过盈配合安装在转轴 27 上，电机轴承 28 的外圈可通过过盈配合安装在电机端盖 21 内，电机轴承 28 支撑转轴 27，并且电机轴承 28 可提升转轴 27 转动时的平稳性。转子铁芯 26 的两端均设置有隔磁板 25，隔磁板 25 具有隔磁作用，并且可用于调节电机 2 的转子组件（至少包括转子铁芯 26）的动平衡。

电机 2 内具有定子流路，定子流路适于向定子绕组 24 输送冷却液，以冷却定子绕组 24。

如图 2 所示，电机端盖 21 具有端盖油腔，端盖油腔与定子流路连通，电机壳体 22 的底部具有回流道 2210，定子流路的油经端盖油腔、回流道 2210 回流至变速器 5。具体而言，电机端盖 21 的底部具有底部液孔 2104，底部液孔 2104 位于端盖油腔的下方，底部液孔 2104 与回流道 2210 连通，电机端盖 21 一侧的冷却液在完成冷却、润滑任务后，经过重力作用流至底部，经底部液孔 2104 流至回流道 2210，随后经回流道回流至变速器 5 底部。

可选地，电机轴承 28 设置在转轴 27 的朝向电机端盖 21 的一端，如图 2 所示，电机轴承 28 设置在转轴 27 的右端，端盖油腔将定子流路连通至电机轴承 28。具体如图 2、图 9 所示，端盖油腔包括端盖第二流道 2102、端盖第三流道 2103，端盖第二流道 2102 与定子组件的端部连通（例如可以正对），从而将定子组件端部的一部分冷却液引出至端盖油腔内，随后冷却液顺着端盖油腔内表面流至端盖第三流道 2103，端盖第三流道 2103 与电机轴承 28 连通（例如可以正对），从而为电机轴承 28 提供润滑。

参照图 9 所示，电机端盖 21 上还设置有溢流道 2105，为电机轴承 28 润滑后的多余冷却液从溢流道 2105 流出，溢流道 2105 的位置高度略高于电机轴承 28 的外圈内表面，换言之，溢流道 2105 的位置高度略大于电机轴承 28 的外圈厚度，这样，油面在高于电机轴承 28 外圈内表面后便会经溢流道 2105 流出，这样，既保证了电机轴承 28 的润滑，又可以防止电机轴承 28 处冷却液过多，兼顾了效率。

参照图 9-图 12 所示，电机端盖 21 上固定设置有接线板 29，接线板 29 具有接线板进液孔 2901、接线板出液孔 2902 以及连通接线板进液孔 2901、接线板出液孔 2902 的接线板流道，接线板进液孔 2901 与定子流路连通，接线板进液孔 2901 通过端盖油腔实现与定子流路的连通。具体而言，端盖油腔还包括：端盖第一流道 2101，端盖第一流道 2101 的冷却液通过定子流路引出，接线板进液孔 2901 与端盖第一流道 2101 正对，端盖第一流道 2101 的冷却液经接线板进液孔 2901 的冷却液流经接线板流道，再从接线板出液孔 2902 流出，用于冷却固定在接线板 29 上的接线端子，解决大电流工况下接线端子过热问题，消除了短板，提高了电机 2 整体功率密度。这样，定子流路可以同时冷却定子铁芯 23、定子绕组 24、接线端子以及电机轴承 28。定子流路设置在电机壳体 22 上，能够有效地和定子铁芯 23 接

触,以便对定子铁芯 23 进行冷却,然后电机壳体 22 还能够有效地和电机端盖 21 进行密封(这样可以减少零部件数量,从而有利于提高电机系统 10 的 NVH 性能),以及通过端盖油腔对电机轴承 28 进行润滑以及对接线端子进行冷却。

参照图 7-图 8 所示,电机壳体 22 的内表面凹陷并与定子铁芯 23 之间配合形成壳体流道 2208,电机壳体 22 的内表面设置有喷液孔 2209,具体而言,电机壳体 22 的两端内表面均设置有喷液孔 2209,壳体流道 2208 与第一出液孔 2213 连通,喷液孔 2209 与壳体流道 2208 连通,第一出液孔 2213 的冷却液经壳体流道 2208、喷液孔 2209 输送到定子绕组 24 上,具体可以输送到定子绕组 24 的端部,以冷却定子绕组 24。定子流路至少包括壳体流道 2208、喷液孔 2209。喷液孔 2209 与壳体流道 2208 之间可以直接连通,也可以通过其它流路结构(例如通过下述的第一端流道 2214、第二端流道 2215)实现间接连通。

具体而言,壳体流道 2208 为电机壳体 22 内表面的流路与定子铁芯 23 配合之后形成的密封流道,壳体流道 2208 直接与定子铁芯 23 接触,有利于减少热阻,提高散热效率。壳体流道 2208 可以由周向流道和多条轴向平行流道组成,其中,多条轴向平行流道均与周向流道连通。

更可选地,电机壳体 22 与电机端盖 21、变速器 5 装配(选择性使用密封圈)后,在电机壳体 22 与电机端盖 21 之间形成第一端流道 2214,在电机壳体 22 与变速器 5 之间形成第二端流道 2215,第一端流道 2214、第二端流道 2215 均与壳体流道 2208 连通,还均与喷液孔 2209 连通,换言之,壳体流道 2208 只与第一端流道 2214、第二端流道 2215 连通,而第一端流道 2214、第二端流道 2215 与喷液孔 2209 连通,壳体流道 2208 和喷液孔 2209 是通过 2214、2215 实现间接连通的,第一端流道 2214、第二端流道 2215 的冷却液经喷液孔 2209 输送到定子绕组 24 的端部,以冷却定子绕组 24。也就是说,定子流路还包括第一端流道 2214、第二端流道 2215。壳体流道 2208 还可以通过第一端流道 2214、第二端流道 2215 实现与喷液孔 2209 的连通。

如图 6 所示,阀门 6 的阀门出液孔 602 与变速器主轴 53 内部的主轴流道 5301 连通,主轴流道 5301 与转轴 27 内部的转轴流道 2701 连通,转轴 27 上还设置有与转轴流道 2701 连通的转轴液孔 2702,隔磁板 25 具有隔磁板流道,隔磁板流道将转轴液孔 2702 处的油引导至定子绕组 24 处。

具体地,隔磁板流道可以包括:隔磁板第一流道 2501 和隔磁板第二流道 2502,隔磁板第一流道 2501 适于与转轴流道 2701 连通,转子铁芯 26 内部具有转子流道 2601,转子流道 2601 与隔磁板第一流道 2501 连通,隔磁板第二流道 2502 的一端开口与转子流道 2601 连通,隔磁板第二流道 2502 的另一端开口朝向定子绕组 24,转子流路至少包括:转轴流道 2701、隔磁板第一流道 2501、转子流道 2601、隔磁板第二流道 2502。第一分支流道 5203

与转子流路连通。转子流路流经转子铁芯 26，能够冷却转子铁芯 26，为磁钢提供更好的散热条件。

参照图 6 所示，当阀门出液孔 602 与阀门进液孔 601 连通时，第一分支流道 5203 的冷却液从阀门进液孔 601 流至阀门出液孔 602，再从阀门出液孔 602 流至主轴流道 5301，随后流至转轴流道 2701，经过转轴液孔 2702 流入隔磁板第一流道 2501，后流至转子流道 2601，最后通过隔磁板第二流道 2502 输送至定子绕组 24 的端部，以冷却定子绕组 24。在另一些可选的实施例中，经过转轴液孔 2702 流入隔磁板第一流道 2501 后，直接流至隔磁板第二流道 2502，进而输送至定子绕组 24 的端部，以冷却定子绕组 24，此时，转子铁芯 26 内部开设或不开设转子流道 2601 均可。

10 可选地，阀门出液孔 602 与阀门进液孔 601 间歇性连通，也就是说，阀门 6 间歇性开启，阀门出液孔 602 与阀门进液孔 601 连通时，可以加速带走电机 2 累积的热量，以冷却电机 2。

电机系统 10 还可以包括换热装置 3，换热装置 3 安装在电机 2 侧面，换热装置 3 与定子流路、转子流路连通，以与定子流路和转子流路内的冷却液进行换热。具体而言，换热装置 3 内具有冷却液，冷却液与冷却液换热后温度得以降低，从而在将冷却液输送至定子绕组 24 时，可以有效冷却定子绕组 24。

冷却液经过换热装置 3 换热之后进入定子流路和转子流路，以增强冷却液对定子绕组 24 的冷却效果。

参照图 7-图 8 所示，电机壳体 22 上设置有电机进液孔 2204、换热进液孔 2205、换热出液孔 2206，电机进液孔 2204 与换热进液孔 2205 连通，换热进液孔 2205、换热出液孔 2206 均与换热装置 3 连通，电机系统 10 还可以包括：液泵 4，如图 1 所示，液泵 4 安装在变速器 5 右侧面，且液泵 4 处于换热装置 3 附近，阀门 6 安装在变速器 5 左侧面，使得液泵 4 与阀门 6 分布合理，充分利用变速器两侧空间。液泵 4 用于将变速器 5 的冷却液从电机进液孔 2204 泵至换热进液孔 2205，冷却液在换热装置 3 内换热后，再到达换热出液孔 2206。

变速器 5 的第二流路 5103 与电机进液孔 2204 连通（例如可以相对设置），冷却液经第二流路 5103 到达电机进液孔 2204，再经电机壳体 22 内部流路流至换热进液孔 2205，从换热进液孔 2205 流入换热装置 3，冷却液在换热装置 3 内与冷却液换热后，冷却后的冷却液流至换热出液孔 2206。

30 电机壳体 22 具有与换热出液孔 2206 连通的第一出液孔 2213 和与换热出液孔 2206 连通的第二出液孔 2207，第一出液孔 2213 与定子流路连通，第二出液孔 2207 与转子流路连通。也就是说，在换热装置 3 内冷却后的冷却液流至换热出液孔 2206 后，在电机壳体 22

内部分成两路，一路为定子流路，另一路为转子流路，阀门6设置在转子流路上。

变速器5具有变速器流道，第二出液孔2207的冷却液流至变速器流道。

参照图7所示，电机壳体22上设置有电机进水口2201、电机出水口2211、换热进水口2202和换热出水口2203，电机进水口2201适于与换热进水口2202连通，电机出水口2211适于与换热出水口2203连通，换热装置3内部具有与换热进水口2202和换热出水口2203连通的换热水道，电机进水口2201、电机出水口2211还与外部冷却回路相连通。具体而言，电机进水口2201与电控组件1的出水口通过管道相连，电机壳体22上通过打孔的方式将电机进水口2201与换热进水口2202连通，冷却液经电控组件1、电机进水口2201、换热进水口2202进入换热装置3，随后流入换热出水口2203，再经电机壳体22内部水道流到电机出水口2211，后流至外部冷却回路。这样，当定子流路和转子流路的冷却液经过换热装置3换热时，换热装置3内部的冷却液可以与冷却液进行换热，从而快速冷却冷却液。

电机系统10内的冷却液流动路径参照图15所示。在液泵4的驱动作用下，变速器5底部的冷却液经换热装置3冷却后，一部分进入定子流路，定子流路的冷却液可以对定子绕组24、电机轴承28、接线板29进行冷却；阀门6打开时，经换热装置3冷却后的另一部分冷却液可以进入转子流路，对转子组件进行冷却，随后输送到定子绕组24端部，冷却完定子绕组24后通过电机2底部的回流道2210回流至变速器5。

在车辆驻车且电机2工作时，电机2作为电池包的电感升压工作，绕组内纹波电流的大小受到充电柜和电池包两侧电压差值的影响，当电压差值大于某一阈值时，阀门6开启，也就是说，此时电机2的热量有害，需增大对电机2的冷却。当电机2的绕组内通入恒定直流电使电机2的定子绕组24驻车生热时，由于不存在交流电，因此无需对开启转子流路，此时，阀门6关闭，也就是说，此时减小转子流路的冷却液量，从而降低转子转动时的能耗，也就是降低电机2的能耗，以提升电机2的效率。

当电机2工作驱动车辆运行时，若电机2以低负荷/低转速工作，则阀门6关闭，液泵4的功率根据绕组温度进行调节。若电机2以大负荷/高转速工作，则液泵4的功率根据绕组温度进行调节，阀门6间歇性开启，例如可以是每间隔10分钟便工作1分钟，同时在结束大负荷、高转速工作时，开启1分钟，以冷却电机2，同时防止在间隔的10分钟时间内并不完全是大负荷、高转速工作。可选地，阀门6的开启时间可根据用户需求进行设定。

在一些实施例中，低负荷为扭矩小于 $50\text{N}\cdot\text{M}$ 的负荷，高负荷为扭矩大于等于 $50\text{N}\cdot\text{M}$ 的负荷。低速为转速小于3000转/分，高速为转速大于等于3000转/分。

电机系统用于车辆，在一些实施例中，当车辆上电且驻车时，液泵4仍运行。具体而言，驻车时，电机2不工作，车辆上电后，阀门6关闭，液泵4以较小功率运行，这样可

以保证变速器轴承 54 和电机轴承 28 的正常润滑。由于车辆随时有可能启动，如果不对变速器轴承 54 和电机轴承 28 进行润滑，那么车辆突然启动时，可能会造成变速器轴承 54 和电机轴承 28 损坏，因此在车辆上电且驻车时，保证液泵 4 仍运行，以此延长电机系统 10 的使用寿命。

5 参照图 16 所示，根据本申请另一方面实施例的车辆 100，包括上述实施例的电机系统 10。

根据本申请实施例的车辆 100 具有以下有益效果：

(1) 转子流路设有阀门 6，根据电机 2 不同运行工况，可以通过调节阀门 6 来控制转子流路的流量，提高油冷电机 2 效率（经实验发现，转子铁芯 26 内部通油时会降低电机 2 效率）。
10

(2) 电机轴承 28 通过定子流路引出一部分冷却液润滑，变速器轴承 54 在转子流路阀门 6 上游引出第二分支流道 5202 进行润滑，这样在关闭阀门 6 后不会影响变速器轴承 54 的润滑。

(3) 通过定子流路引出部分冷却液冷却接线板 29，从而冷却接线板 29 上的接线端子，
15 解决大电流工况下接线端子过热问题，消除了短板，提高了电机 2 整体功率密度。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必
20 须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任
何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例进行接合和组合。

尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本申请的限制，本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

25

权利要求书

1. 一种电机系统，其中，包括：

电机(2)，所述电机(2)包括：电机壳体(22)、定子铁芯(23)、定子绕组(24)、转子铁
5 芯(26)，所述定子铁芯(23)安装在所述电机壳体(22)内，所述定子绕组(24)绕制在所述定
子铁芯(23)上，所述转子铁芯(26)相对于所述定子铁芯(23)可转动地设置，转子流路至少
形成在所述转子铁芯(26)内，所述转子流路适于向所述定子绕组(24)输送冷却液；

阀门(6)，所述阀门(6)用于控制所述转子流路的流量。

2. 根据权利要求1所述的电机系统，其中，所述阀门(6)设置在所述电机(2)上，且所
10 述阀门(6)设置在所述转子流路上。

3. 根据权利要求1或2所述的电机系统，其中，所述电机系统还包括：变速器(5)，所
述变速器(5)设置在所述电机(2)的一端，所述变速器(5)的内部具有第一分支流道(5203)，
所述阀门(6)设置在所述第一分支流道(5203)上，所述阀门(6)的阀门进液孔(601)与所述第
一分支流道(5203)连通，所述阀门(6)的阀门出液孔(602)与所述转子流路连通，所述阀门
15 出液孔(602)与所述阀门进液孔(601)选择性连通。

4. 根据权利要求3所述的电机系统，其中，所述变速器(5)包括：变速器壳体、变速器
主轴(53)和变速器轴承(54)，所述变速器轴承(54)的内圈安装于所述变速器主轴(53)，所
述变速器轴承(54)的外圈安装于所述变速器壳体，所述变速器内开设有与所述变速器轴承
(54)连通的第二分支流道(5202)。

5. 根据权利要求4所述的电机系统，其中，所述第二分支流道(5202)位于所述第一分
20 支流道(5203)的上游。

6. 根据权利要求3-5中任一项所述的电机系统，其中，所述电机(2)还包括：隔磁板(25)、
转轴(27)，所述隔磁板(25)安装在所述转轴(27)上，所述阀门出液孔(602)与所述转轴(27)
内部的转轴流道(2701)连通，所述转轴(27)上还设置有与所述转轴流道(2701)连通的转轴
25 液孔(2702)，所述隔磁板(25)具有隔磁板流道，所述隔磁板流道将所述转轴液孔(2702)处
的冷却液引导至所述定子绕组(24)处。

7. 根据权利要求6所述的电机系统，其中，所述隔磁板流道包括：隔磁板第一流道(2501)
和隔磁板第二流道(2502)，所述隔磁板第一流道(2501)适于与所述转轴流道(2701)连通，
所述转子铁芯(26)内部具有转子流道(2601)，所述转子流道(2601)与所述隔磁板第一流道
30 (2501)连通，所述隔磁板第二流道(2502)的一端开口与所述转子流道(2601)连通，所述隔
磁板第二流道(2502)的另一端开口朝向所述定子绕组(24)，所述转子流路至少包括：所述
转轴流道(2701)、所述隔磁板第一流道(2501)、所述转子流道(2601)、所述隔磁板第二流

道(2502)。

8. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的电机系统, 其中, 所述电机(2)以低负荷或低转速工作, 所述阀门(6)关闭; 所述电机(2)以大负荷或高转速工作时, 所述阀门(6)间歇性开启。

9. 根据权利要求 1-8 中任一项所述的电机系统, 其中, 所述电机(2)内具有定子流路,
5 所述定子流路适于向所述定子绕组(24)输送冷却液。

10. 根据权利要求 9 所述的电机系统, 其中, 所述电机壳体(22)的内表面凹陷并与所述定子铁芯(23)之间配合形成壳体流道(2208)。

11. 根据权利要求 10 所述的电机系统, 其中, 所述电机壳体(22)的内表面设置有喷液孔(2209), 所述喷液孔(2209)与所述壳体流道(2208)连通, 所述壳体流道(2208)的冷却液
10 经所述喷液孔(2209)输送到所述定子绕组(24)上, 所述定子流路至少包括所述壳体流道(2208)、所述喷液孔(2209)。

12. 根据权利要求 11 所述的电机系统, 其中, 所述电机(2)还包括: 电机端盖(21), 所述电机端盖(21)设置在所述电机壳体(22)的一端, 所述电机系统还包括: 变速器(5), 所述变速器(5)设置在所述电机(2)的背离所述电机端盖(21)的一端; 所述电机壳体(22)与所述
15 电机端盖(21)之间形成第一端流道(2214), 所述电机壳体(22)与所述变速器(5)之间形成第二端流道(2215), 所述第一端流道(2214)、所述第二端流道(2215)均与所述壳体流道(2208)连通, 还均与所述喷液孔(2209)连通, 所述定子流路还包括所述第一端流道(2214)、所述第二端流道(2215)。

13. 根据权利要求 9-11 中任一项所述的电机系统, 其中, 所述电机(2)还包括: 电机端
20 盖(21), 所述电机端盖(21)设置在所述电机壳体(22)的一端, 所述电机端盖(21)上设置有接线板(29), 所述接线板(29)上设置有接线端子, 所述接线板(29)具有接线板进液孔(2901)、接线板出液孔(2902)以及连通所述接线板进液孔(2901)、所述接线板出液孔(2902)的接线板流道, 所述接线板进液孔(2901)与所述定子流路连通, 以冷却所述接线端子。

14. 根据权利要求 9-13 中任一项所述的电机系统, 其中, 还包括: 换热装置(3), 所述
25 换热装置(3)与所述定子流路、所述转子流路连通, 以与所述定子流路和所述转子流路内的冷却液进行换热。

15. 根据权利要求 14 所述的电机系统, 其中, 所述电机壳体(22)上设置有电机进液孔(2204)、换热进液孔(2205)、换热出液孔(2206), 所述换热进液孔(2205)、所述换热出液孔(2206)均与所述换热装置(3)连通, 所述电机系统还包括: 液泵(4), 所述液泵(4)将冷却
30 液从所述电机进液孔(2204)泵至所述换热进液孔(2205), 冷却液在所述换热装置(3)内换热后, 再到达所述换热出液孔(2206);

所述电机壳体(22)具有与所述换热出液孔(2206)连通的第一出液孔(2213)和与所述换

热出液孔(2206)连通的第二出液孔(2207)，所述第一出液孔(2213)与所述定子流路连通，所述第二出液孔(2207)与所述转子流路连通。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的电机系统，其中，所述电机壳体(22)上设置有电机进水口(2201)、电机出水口(2211)、换热进水口(2202)和换热出水口(2203)，所述电机进水口(2201)适于与所述换热进水口(2202)连通，所述电机出水口(2211)适于与所述换热出水口(2203)连通，所述换热装置(3)内部具有与所述换热进水口(2202)和所述换热出水口(2203)连通的换热水道，所述电机进水口(2201)、所述电机出水口(2211)还与外部冷却回路相连通。

17. 一种车辆，其中，包括权利要求 1-16 中任一项所述的电机系统。