

一种 48 槽 8 极扁线绕组定子及扁线电机

相关申请的交叉引用

本申请以申请日为“2024 年 05 月 31 日”、申请号为“202410701007.X”、发明创造名称
5 为“一种 48 槽 8 极扁线绕组定子及扁线电机”的中国专利申请为基础，并主张其优先权，该中国专利申请的全文在此引用至本申请中，以作为本申请的一部分。

【技术领域】

本发明属于电机技术领域，具体涉及一种 48 槽 8 极扁线绕组定子及扁线电机。

【背景技术】

10 随着新能源汽车技术的快速发展，驱动电机作为电动汽车的关键执行部件之一，其性能要求越来越高。目前，高速化、轻量化、高效率已经成为驱动电机的发展趋势，对电机的功率密度、高效区、散热能力有着更高的要求。

绕组定子可分为圆线和扁线，扁线电机与圆线电机的区别在于铜线的成形方式，扁线有利于电机槽满率的提升，一般圆线电机的槽满率为 50% 左右，而扁线电机的槽满率能达
15 到 70% 以上。槽满率的提升意味着在空间不变的前提下，可以填充更多的铜，电机的电阻减小，相同电流下，铜损耗减小。对比圆线电机，扁线电机槽内的铜导体之间接触面积大，散热效果更好。

电机高速运行时，电机交流铜耗显著增加。为降低铜耗，一般会增加定子每槽导体层数，如 4 层、6 层、8 层等。由于各个并联支路的导体分布于定子槽的不同位置，若各支
20 路不对称，将会导致反电势、电阻、电感存在较大差异，从而形成环流，附加损耗增大和效率降低，同时引起电机绕组局部过温，降低电机使用寿命。

随着扁线绕组槽数和极对数的不同，绕组结构的布线方式也不相同，例如 48 槽 8 极多为 2 支路或 4 支路方案，3 支路、6 支路方案较少或不对称，且由于其绕组设计结构的限制，其无法实现不同并联支路的灵活转换。由此，现有扁线定子绕组的设计方式不够灵
25 活，适应性差，不能根据需要设计相应的并联支路，具有一定的局限性。

【发明内容】

本发明要解决的技术问题是克服现有技术的不足，提供一种具有结构紧凑、制作简单、支路对称、排列整齐的 48 槽 8 极扁线绕组定子及扁线电机。

为解决上述技术问题，本发明采用以下技术方案：

30 一种 48 槽 8 极扁线绕组定子，包括三相相绕组，各所述相绕组包括多组并联的绕组

支路，每组绕组支路至少包括两个支路，所述支路包括多个在定子铁芯的周向铁芯槽上依次布置且相互串联的线圈，所述支路中包括单根线圈和跨距为 y 的线圈，所述支路以位于所述铁芯槽的槽口最内层的单根线圈作为绕制起始，在槽口最内层利用单根线圈作为中性点引出线，以跨距为 y 的叠绕线圈由铁芯槽的槽口次内层向槽底最外层进行绕制，绕制时

5 采用以下任一方式进行换向：

方式一：以跨距为 y 的叠绕线圈在槽底最外层进行同层换向，再以跨距为 y 的叠绕线圈由槽底次外层向槽口最内层进行绕制，并以跨距为 $y-1$ 的叠绕线圈在槽口最内层进行同层换向；

方式二：以跨距为 y 的同心线圈在槽底最外层进行同层换向，再以跨距为 y 的叠绕线圈由槽底次外层向槽口最内层进行绕制。

10

在本发明的一些实施例中，每组绕组支路包括三个支路，在同一层铁芯槽中，同一支路的线圈布置在相邻的铁芯槽中，相邻两个线圈的差值为铁芯槽总槽数与支路总数的比值。

在本发明的一些实施例中，每组绕组支路包括两个支路，两个支路具有相同的绕制方式，两个支路交替布置在相邻的铁芯槽中。

15

在本发明的一些实施例中，所述跨距为 y 的叠绕线圈包括第一线圈，所述第一线圈由槽口次内层向槽底次外层进行绕制，所述第一线圈包括第一线圈主体和第一弯折部，所述第一线圈主体包括两根相互平行布置的第一支杆和连接两根第一支杆一端的第一头部，两根第一支杆的另一端设有第一弯折部以形成焊接端，所述第一弯折部沿所述第一线圈主体的

20 的宽度方向，且远离第一线圈主体的方向弯折。

在本发明的一些实施例中，所述跨距为 y 的叠绕线圈还包括第二线圈，所述第二线圈在槽底最外层进行同层换向，所述第二线圈包括第二线圈主体和第二弯折部，所述第二线圈主体包括两根相互平行布置的第二支杆和连接两根第二支杆一端的第二头部，两根第二支杆的另一端设有第二弯折部以形成焊接端，所述第二弯折部沿所述第二线圈主体的宽度

25 方向的一侧弯折。

在本发明的一些实施例中，所述单根线圈包括第三线圈，所述第三线圈设置在槽口最内层作为中性点引出线，所述第三线圈包括第三线圈主体和第三弯折部，所述第三线圈主体包括第三支杆，所述第三支杆两端分别设有第三头部和第三弯折部，所述第三弯折部形成焊接端；第三头部的弯折方向与第三弯折部的弯折方向相反。

在本发明的一些实施例中，所述跨距为 y 的同心线圈包括第四线圈，所述第四线圈在槽底最外层进行同层换向，所述第四线圈包括第四线圈主体和第四弯折部，所述第四线圈

30

主体包括两根相互平行布置的第四支杆和连接两根第四支杆一端的第四头部，两根第四支杆的另一端设有第四弯折部以形成焊接端，所述第四弯折部沿所述第四线圈主体的宽度方向的一侧弯折。

在本发明的一些实施例中，所述相绕组包括一组绕组支路，绕组支路中的第一个支路
5 包括单根线圈 A0、线圈 a1-A2、a3-A4、a5-A6、a7-A8、a9-A10、a11-A12、a13-A14、a15-A16、
a17-A18、a19-A20、a21-A22、a23-A24、a25-A26、a27-A28、a29-A30、单根线圈 a31；绕组
支路中的第二个支路包括单根线圈 B0、线圈 b1-B2、b3-B4、b5-B6、b7-B8、b9-B10、
b11-B12、b13-B14、b15-B16、b17-B18、b19-B20、b21-B22、b23-B24、b25-B26、b27-B28、
b29-B30、单根线圈 b31；绕组支路中的第三个支路包括单根线圈 C0、线圈 c1-C2、c3-C4、
10 c5-C6、c7-C8、c9-C10、c11-C12、c13-C14、c15-C16、c17-C18、c19-C20、c21-C22、c23-C24、
c25-C26、c27-C28、c29-C30、单根线圈 c31；

单根线圈 A0、单根线圈 B0 和单根线圈 C0 均位于铁芯槽内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为绕制起始；单根线圈 a31、单根线圈 b31 和单根线圈 c31 均位于铁芯槽内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为中性点引出线；

15 a1-A2、a17-A18 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 2 层，下层边位于铁芯槽的第 1 层；

a3-A4、a19-A20 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 2 层，下层边位于铁芯槽的第 3 层；

20 a5-A6、a21-A22 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 4 层，下层边位于铁芯槽的第 5 层；

a7-A8、a23-A24 的跨距均为 y，其上层边和下层边均位于铁芯槽的第 6 层；

a9-A10、a25-A26 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 5 层，下层边位于铁芯槽的第 4 层；

25 a11-A12、a27-A28 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 3 层，下层边位于铁芯槽的第 2 层；

a13-A14、a29-A30 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 1 层，下层边位于铁芯槽的第 2 层；

a15-A16 的跨距为 y-1，其上层边和下层边均位于铁芯槽的第 1 层；

30 b1-B2、b17-B18 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 2 层，下层边位于铁芯槽的第 3 层；

b3-B4、b19-B20 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 4 层，下层边位于铁芯槽的

第3层;

b5-B6、b21-B22 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第4层, 下层边位于铁芯槽的第5层;

b7-B8、b23-B24 的跨距均为 y , 其上层边和下层边均位于铁芯槽的第6层;

5 b9-B10、b25-B26 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第5层, 下层边位于铁芯槽的第4层;

b11-B12、b27-B28 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第3层, 下层边位于铁芯槽的第4层;

10 b13-B14、b29-B30 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第3层, 下层边位于铁芯槽的第2层;

b15-B16 的跨距为 $y-1$, 其上层边和下层边均位于铁芯槽的第1层;

c1-C2、c17-C18 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第2层, 下层边位于铁芯槽的第3层;

15 c3-C4、c19-C20 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第4层, 下层边位于铁芯槽的第5层;

c5-C6、c21-C22 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第6层, 下层边位于铁芯槽的第5层;

c7-C8、c23-C24 的跨距均为 y , 其上层边和下层边均位于铁芯槽的第6层;

20 c9-C10、c25-C26 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第5层, 下层边位于铁芯槽的第6层;

c11-C12、c27-C28 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第5层, 下层边位于铁芯槽的第4层;

c13-C14、c29-C30 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽的第3层, 下层边位于铁芯槽的第2层;

25 c15-C16 的跨距为 $y-1$, 其上层边和下层边均位于铁芯槽的第1层

在绕组的第一个支路中, 线圈 A0 与线圈 a1-A2 通过扭头焊接相连, 线圈 a1-A2 与线圈 a3-A4 通过扭头焊接相连, 线圈 a3-A4 与线圈 a5-A6 通过扭头焊接相连, a5-A6 线圈与 a7-A8 线圈通过扭头焊接相连, 以此类推; 线圈顺序从第1层到第2层、第2层到第3层、第3层到第4层, 第4层到第5层, 在第6层走完同层再返回第5层, 4层再到第3层再到第2层、第1层, 如此循环往复, 以完成绕组支路的绕制; 第二个支路和第三个支路与第一个支路类似, 通过槽底最外层及槽口最内层同层线圈对绕组进行换位, 以实现三相绕

30

组对称。

在本发明的一些实施例中，所述相绕组包括一组绕组支路，绕组支路中的一个支路包括单根线圈 A0、线圈 a1-A2、a3-A4、a5-A6、a7-A8、a9-A10、a11-A12、a13-A14、a15-A16、a17-A18、a19-A20、a21-A22、a23-A24、a25-A26、a27-A28、a29-A30、a31-A32、a33-A34、
5 a35-A36、a37-A38、a39-A40、a41-A42、a43-A44、a45-A46、a47；另一个支路包括单根线圈 B0、线圈 b1-B2、b3-B4、b5-B6、b7-B8、b9-B10、b11-B12、b13-B14、b15-B16、b17-B18、b19-B20、b21-B22、b23-B24、b25-B26、b27-B28、b29-B30、b31-B32、b33-B34、b35-B36、b37-B38、b39-B40、b41-B42、b43-B44、b45-B46、b47；

两个支路具有相同的绕制方式，单根线圈 A0 和单根线圈 B0 均位于铁芯槽内槽口沿槽
10 底方向上的第 1 层，作为绕制起始；单根线圈 a47 和单根线圈 b47 均位于铁芯槽内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为中性点引出线；

a1-A2、a3-A4、a5-A6、a40-A41、b1-B2、b3-B4、b5-B6 和 b40-B41 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 2 层，下层边位于铁芯槽的第 1 层；

a7-A8、b7-B8 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 2 层，下层边位于铁芯槽的第
15 3 层；

a9-A10、a11-A12、a13-A14、b9-B10、b11-B12 和 b13-B14 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 4 层，下层边位于铁芯槽的第 3 层；

a15-A16、b15-B16 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 4 层，下层边位于铁芯槽的第 5 层；

20 a17-A18、a19-A20、a21-A22、b17-B18、b19-B20 和 b21-B22 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 6 层，下层边位于铁芯槽的第 5 层；

a23-A24、b23-B24 的跨距均为 y，其上层边和下层边均位于铁芯槽的第 6 层；

a25-A26、a27-A28、a29-A30、b25-B26、b27-B28 和 b29-B30 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 5 层，下层边位于铁芯槽的第 6 层；

25 a31-A32、b31-B32 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 5 层，下层边位于铁芯槽的第 4 层；

a33-A34、a35-A36、a37-A38、b33-B34、b35-B36 和 b37-B38 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 3 层，下层边位于铁芯槽的第 4 层；

a39-A40、b39-B40 的跨距均为 y，其上层边位于铁芯槽的第 3 层，下层边位于铁芯槽
30 的第 2 层；

a41-A42、a43-A44、a45-A46、b41-B42、b43-B44 和 b45-B46 的跨距均为 y，其上层

边位于铁芯槽的第 1 层，下层边位于铁芯槽的第 2 层；

在第一支路中，线圈 A0 与线圈 a1-A2 通过扭头焊接相连，线圈 a1-A2 与线圈 a3-A4 通过扭头焊接相连，线圈 a3-A4 与线圈 a5-A6 通过扭头焊接相连，a5-A6 线圈与 a7-A8 线圈通过扭头焊接相连，以此类推；线圈连接顺序从第 1 层和第 2 层，过渡到第 3 层和第 4 层、进而过渡到第 5 层和第 6 层、最后在第 6 层通过同心线圈实现同层跨接，再依次顺序连接至第 1 层，如此循环往复，以完成第一支路的绕制，第二支路的绕制依次类推；通过槽底最外层对绕组进行换位，以实现三相绕组对称。

作为一个总的技术构思，本发明还提供了一种扁线电机，包括上述的 48 槽 8 极扁线绕组定子。

10 与现有技术相比，本发明的优点在于：

1、本发明的 48 槽 8 极扁线绕组定子，在每组绕组支路中采用不同跨距、不同种类的线圈相结合的绕组排布方式，用一种线型替代相绕组的其中某几层的几根线圈，其他线型不变，焊接端保持一致，实现不同支路的联线方案，可根据需要实现不同并联支路数的灵活转换,通过连线方案及 Busbar 连接可实现 48 槽定子 1、2、3、6 等不同支路方案，用较小的改动实现了不同支路方案的最大程度兼容。同时减少线型、降低制作工艺复杂程度，便于生产，且消除各支路不对称引起的一系列问题，保证了每条支路在槽上以及层上均能对称，即各个并联支路在铁芯槽内呈环形对称结构分布，进而实现了各相绕组均匀对称分布，使得各支路电势平衡、无环流、抵消谐波，大大提高了电机的性能。本发明既解决了由于各支路不对称引起的一系列问题，又有效降低了电机由于相数增加所导致的扁线绕线工艺难度大、制造成本高的问题，有效降低了车辆的制作成本。

2、本发明的绕组定子及扁线电机，在焊接端不变情况下，实现了不同支路方案兼容的绕组，可根据需要实现不同并联支路数的灵活转换，同时降低了制造难度；采用不同跨距的线圈组成换序绕组，进行换位，使得各支路完全对称，避免了产生环流，降低了电机温升；绕组定子中的同一铁芯槽内的扁线导体为同一相，槽内导体之间不需要相间绝缘，降低了制造难度和电机绝缘成本。

【附图说明】

图 1 为本发明具体实施例中第一线圈的结构原理示意图。

图 2 为本发明具体实施例中第二线圈的结构原理示意图。

图 3 为本发明具体实施例中第三线圈的结构原理示意图。

图 4 为本发明具体实施例中第四线圈的结构原理示意图。

图 5 为本发明具体实施例 1 中定子门型端的结构原理示意图。

图 6 为本发明具体实施例 1 中定子焊接端的结构原理示意图。

图 7 为本发明具体实施例 1 中任意一相绕组的相排布示意图。

图 8 为本发明具体实施例 1 中三相绕组的星形连接示意图。

图 9 为本发明具体实施例 1 中三相绕组的三角形连接示意图。

5 图 10 为本发明具体实施例 2 中定子门型端的结构原理示意图。

图 11 为本发明具体实施例 2 中定子焊接端的结构原理示意图。

图 12 为本发明具体实施例 2 中任意一相绕组的相排布示意图。

图 13 为本发明具体实施例 2 中三相绕组的星形连接示意图。

图 14 为本发明具体实施例 2 中三相绕组的三角形连接示意图。

10 图例说明：1、第一线圈；11、第一线圈主体；111、第一支杆；112、第一头部；12、第一弯折部；2、第二线圈；21、第二线圈主体；211、第二支杆；212、第二头部；22、第二弯折部；3、第三线圈；31、第三线圈主体；311、第三支杆；312、第三头部；32、第三弯折部；4、第四线圈；41、第四线圈主体；411、第四支杆；412、第四头部；42、第四弯折部；5、定子铁芯；51、铁芯槽。

15 **【具体实施方式】**

以下结合说明书附图和具体优选的实施例对本发明作进一步描述，但并不因此而限制本发明的保护范围。

实施例 1

如图 1 至图 3、图 5 至图 9 所示，本实施例的绕组定子，包括三相相绕组，各所述相绕组包括多组并联的绕组支路，每组绕组支路包括三个支路，支路包括多个在定子铁芯 5

20 的周向铁芯槽 51 上依次布置且相互串联的线圈，支路中包括单根线圈和跨距为 y 的线圈，支路以位于所述铁芯槽 51 的槽口最内层的单根线圈作为绕制起始，在槽口最内层（从槽口至槽底方向的第一层）利用单根线圈作为中性点引出线，以跨距为 y 的叠绕线圈由铁芯槽 51 的槽口次内层向槽底最外层（从槽口至槽底方向的最后一层）进行绕制，并以跨距

25 为 y 的叠绕线圈在槽底最外层进行同层换向，再以跨距为 y 的叠绕线圈由槽底次外层向槽口最内层进行绕制，并以跨距为 $y-1$ 的叠绕线圈在槽口最内层进行同层换向，如此循环，以实现支路对称。

进一步地，在每组绕组支路的三个支路中，位于同一层铁芯槽 51 内，同一支路的线圈布置在相邻的铁芯槽 51 中，相邻两个线圈的差值为铁芯槽 51 总槽数与支路总数的比值。

30 例如铁芯槽 51 总槽数为 48，每组绕组的支路总数为 3，在第一层铁芯槽 51 中，第一个铁芯槽 51 中的线圈标记为 1，则第二个铁芯槽 51 中的线圈标记为 17。通过将各个支路进行

等间距布置，实现各支路对称。

如图 1 所示，本实施例中，跨距为 y 的线圈包括第一线圈 1，第一线圈 1 由槽口次内层向槽底次外层进行绕制，第一线圈 1 包括第一线圈主体 11 和第一弯折部 12，第一线圈主体 11 包括两根相互平行布置的第一支杆 111 和连接两根第一支杆 111 一端的第一头部 112，两根第一支杆 111 的另一端设有第一弯折部 12 以形成焊接端，第一弯折部 12 沿第一线圈主体 11 的宽度方向，且远离第一线圈主体 11 的方向弯折。

如图 2 所示，本实施例中，跨距为 y 的线圈还包括第二线圈 2，第二线圈 2 在槽底最外层进行同层换向，第二线圈 2 包括第二线圈主体 21 和第二弯折部 22，第二线圈主体 21 包括两根相互平行布置的第二支杆 211 和连接两根第二支杆 211 一端的第二头部 212，两根第二支杆 211 的另一端设有第二弯折部 22 以形成焊接端，第二弯折部 22 沿第二线圈主体 21 的宽度方向的一侧弯折。

如图 3 所示，本实施例中，单根线圈包括第三线圈 3，第三线圈 3 设置在槽口最内层作为中性点引出线，第三线圈 3 包括第三线圈主体 31 和第三弯折部 32，第三线圈主体 31 包括第三支杆 311，第三支杆 311 两端分别设有第三头部 312 和第三弯折部 32，第三弯折部 32 形成焊接端；第三头部 312 的弯折方向与第三弯折部 32 的弯折方向相反。

本实施例中，每组绕组支路中的线圈通过采用沿着由内至外的方向进行绕制，各个线圈具有相同的跨距，并且线圈的上层边与下层边分别位于相邻层的铁芯槽 51 内，再通过槽底最外层及槽口最内层对线圈进行同层换位，以消除不同支路之间相位差，保证了每条支路在槽上以及层上均能对称，即各个并联支路在铁芯槽内呈环形对称结构分布，进而实现了各相绕组均匀对称分布，使得各支路电势平衡、无环流、抵消谐波，大大提高了电机的性能。而且绕组定子中的同一铁芯槽的扁线导体为同一相，槽内导体之间不需要相间绝缘，降低了制造难度和电机绝缘成本。

本实施例中，第一线圈 1 和第二线圈 2 的头部均呈 V 形或者圆弧状。其中头部为 V 型的线圈称为 V 型线圈，头部为圆弧状的线圈称为 U 型线圈。在本实施例中，各线圈可以采用 U 型线圈或者 V 型线圈，由于各线圈均采用同一形状，取消异型线圈和跨接线圈，从而便于装配以及批量生产。当然，在其它实施例中，也可以采用 U 型线圈与 V 型线圈相结合的方式。

如图 8 和图 9 所示，本实施例中，每组绕组支路中的各个支路之间的并联形式为星形连接或三角形连接。具体地，可通过 Busbar 或引出线将三相绕组进行星型、三角形连接。

本实施例中，线圈的中性点（如图 7 中的 a31、b31 和 c31）通过 Busbar 进行连接，结构简单且高度与焊接端高度相当，减少了绕组端部高度，从而减少了电机体积。

具体地，以 48 槽 8 极 6 层，支路数为 3 的扁线绕组为例，电机定子门型端和焊接端分别如图 5 和图 6 所示，电机中性点通过 Busbar 进行连接，结构简单。从槽口到槽底线圈层数依次增加。U 相支路 1: A-a，支路 2: B-b，支路 3: C-c；由于每极每相槽数为 2，支路数为 3，为实现支路对称，所以第一层为 I 型出线线圈，第一、二层，第二、三层，第三、四层，第四、五层为跨距相同的 U 型线圈，第六层为跨距相同的 U 型线圈。其中 U 相绕组的三个支路分别用 A、B、C 表示，a1-A2，a3-A4，a5-A6 构成 U 型线圈，其它支路以此类推。

具体地，第 1 层采用单根引出线圈，第 1-2 层、第 2-3 层、第 3-4 层、第 4-5 层、第 5-6 层均采用跨距为 6 的 U 型线圈，第 6 层采用跨距为 6 的同层的 U 型线圈组合。

相绕组包括一组绕组支路，绕组支路中的第一个支路包括单根线圈 A0、线圈 a1-A2、a3-A4、a5-A6、a7-A8、a9-A10、a11-A12、a13-A14、a15-A16、a17-A18、a19-A20、a21-A22、a23-A24、a25-A26、a27-A28、a29-A30、单根线圈 a31；绕组支路中的第二个支路包括单根线圈 B0、线圈 b1-B2、b3-B4、b5-B6、b7-B8、b9-B10、b11-B12、b13-B14、b15-B16、b17-B18、b19-B20、b21-B22、b23-B24、b25-B26、b27-B28、b29-B30、单根线圈 b31；绕组支路中的第三个支路包括单根线圈 C0、线圈 c1-C2、c3-C4、c5-C6、c7-C8、c9-C10、c11-C12、c13-C14、c15-C16、c17-C18、c19-C20、c21-C22、c23-C24、c25-C26、c27-C28、c29-C30、单根线圈 c31；相绕组排布如图 12 所示。

单根线圈 A0、单根线圈 B0 和单根线圈 C0 均位于铁芯槽 51 内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为绕制起始，形状如图 3 所示的单根线圈。单根线圈 a31、单根线圈 b31 和单根线圈 c31 均位于铁芯槽 51 内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为中性点引出线，形状如图 3 所示的单根线圈。引出线从门型端出线，焊接端切平、焊接、涂覆工艺简单，无需额外处理。

a1-A2、a17-A18 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 2 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 1 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a3-A4、a19-A20 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 2 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 3 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a5-A6、a21-A22 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 4 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 5 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a7-A8、a23-A24 的跨距均为 6，其上层边和下层边均位于铁芯槽 51 的第 6 层；形状如图 2 所示的叠绕 U 型线圈。

a9-A10、a25-A26 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 5 层，下层边位于铁芯

槽 51 的第 4 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a11-A12、a27-A28 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 3 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 2 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a13-A14、a29-A30 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 1 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 2 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a15-A16 的跨距为 5，其上层边和下层边均位于铁芯槽 51 的第 1 层；通过铜排或线圈连接。

b1-B2、b17-B18 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 2 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 3 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

10 b3-B4、b19-B20 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 4 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 3 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

b5-B6、b21-B22 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 4 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 5 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

15 b7-B8、b23-B24 的跨距均为 6，其上层边和下层边均位于铁芯槽 51 的第 6 层；形状如图 2 所示的叠绕 U 型线圈。

b9-B10、b25-B26 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 5 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 4 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

b11-B12、b27-B28 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 3 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 4 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

20 b13-B14、b29-B30 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 3 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 2 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

b15-B16 的跨距为 5，其上层边和下层边均位于铁芯槽 51 的第 1 层；通过铜排或线圈连接。

25 c1-C2、c17-C18 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 2 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 3 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

c3-C4、c19-C20 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 4 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 5 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

c5-C6、c21-C22 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 6 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 5 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

30 c7-C8、c23-C24 的跨距均为 6，其上层边和下层边均位于铁芯槽 51 的第 6 层；形状如图 2 所示的叠绕 U 型线圈。

c9-C10、c25-C26 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 5 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 6 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

c11-C12、c27-C28 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 5 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 4 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

5 c13-C14、c29-C30 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 3 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 2 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

c15-C16 的跨距为 5，其上层边和下层边均位于铁芯槽 51 的第 1 层，通过铜排或线圈连接。

在绕组的第一个支路中，线圈 A0 与线圈 a1-A2 通过扭头焊接相连，线圈 a1-A2 与线圈 a3-A4 通过扭头焊接相连，线圈 a3-A4 与线圈 a5-A6 通过扭头焊接相连，a5-A6 线圈与 a7-A8 线圈通过扭头焊接相连，以此类推；线圈顺序从第 1 层到第 2 层、第 2 层到第 3 层、第 3 层到第 4 层，第 4 层到第 5 层，在第 6 层走完同层再返回第 5 层，4 层再到第 3 层再到第 2 层、第 1 层，如此循环往复，以完成绕组支路的绕制；第二个支路和第三个支路与第一个支路类似，通过槽底最外层及槽口最内层同层线圈对绕组进行换位，以实现三相绕组对称。

本实施例中，通过同层线圈对线圈进行换位，以消除不同支路之间相位差，保证每条支路完全对称。本实施例中充分考虑可制造性，线圈由 U 型线圈和单根线组成，减少了 U 型线圈种类，大部分部采用跨层线，降低了制造难度，便于批量生产制造。在其他实施例中，也可以采用 Bus-bar 换线。

20 本实施例中，绕组定子共由 3 种线圈组成，如图 1~图 3 所示。扁线定子及电机充分考虑可制造性，线圈由 U 型线圈和一种单根线组成，减少 U 型线圈种类，降低了制造难度，便于批量生产制造；通过最内层及最外层同层线圈对绕组进行换位，保证了三相绕组完全对称，减少线型、无异形线，大大降低了制作绕组成型复杂程度，仅通过绕组焊接端扭头连接处理，便于生产，并且可消除各支路不对称引起的一系列问题，可通过 Busbar 或引出线将三相绕组星型、三角形连接方式，结构紧凑。

如图 5 和图 6 所示，本实施例还提供了一种定子，该定子包括定子铁芯 5 和上述的绕组定子，定子铁芯 5 的内壁周向上设置有 48 个铁芯槽 51，绕组定子中的相绕组的部分绕设在铁芯槽 51 内，相绕组的部分位于铁芯槽 51 外。每个铁芯槽 51 内具有 6 层且同相的相绕组，且各个铁芯槽 51 内的相绕组的层数相同。可以理解，在实际应用中，每个定子槽的绕制层数包括但不限于为 6 层，还可以为 2 层或 4 层或 8 层等，其绕制方式可以参考上述 6 层的绕制方式。

本实施例还提供了一种包括上述绕组定子的扁线电机，该电机可以应用到电动车/电动汽车(EV)、纯电动汽车(PEV/BEV)、混合动力汽车(HEV)、增程式电动汽车(REEV)、插电式混合动力汽车(PHEV)、新能源汽车(New Energy Vehicle)等车辆中。本实施例的扁线波绕电机中，波绕扁线不需要焊接，没有焊点，同时设计灵活性高，减少了扁线波绕电机的处理工序，工艺简单，成本降低。

本实施例还提供了一种包括上述电机的车辆，该车辆可以为电动车/电动汽车(EV)、纯电动汽车(PEV/BEV)、混合动力汽车(HEV)、增程式电动汽车(REEV)、插电式混合动力汽车(PHEV)、新能源汽车(New Energy Vehicle)等。

本实施例中，电机共由 3 种线圈组成，通过最内层及最外层同层线圈对绕组进行换位，以消除不同支路之间相位差，保证每条支路完全对称。

实施例 2

如图 1 和图 3、图 4、图 10 至图 14 所示，本实施例的绕组定子与实施例 1 中的绕组定子具有相似的结构设置和工作原理，将实施例 1 中第 6 层的两个相同的跨距为 6 的同层线圈替换为同层跨的同心线圈，其他线型不变，焊接端保持不变，重新排布线圈及改变各线型数量，即可变为 48 槽 6 层 8 极支路数为 2 的扁线绕组。

具体地，绕组定子包括三相绕组，各相绕组包括多组并联的绕组支路，每组绕组支路包括两个支路，支路包括多个在定子铁芯 5 的周向铁芯槽 51 上依次布置且相互串联的线圈，支路中包括单根线圈和跨距为 y 的线圈，支路以位于铁芯槽 51 的槽口最内层的单根线圈作为绕制起始，在槽口最内层（从槽口至槽底方向的第一层）利用单根线圈作为中性点引出线，以跨距为 y 的叠绕线圈由铁芯槽 51 的槽口次内层向槽底最外层（从槽口至槽底方向的最后一层）进行绕制，并以跨距为 y 的同心线圈在槽底最外层进行同层换向，再以跨距为 y 的叠绕线圈由槽底次外层向槽口最内层进行绕制，如此循环，以实现支路对称。

进一步地，两个支路具有相同的绕制方式，两个支路交替布置在相邻的铁芯槽 51 中。

如图 4 所示，本实施例中，跨距为 y 的同心线圈包括第四线圈 4，第四线圈 4 在槽底最外层进行同层换向，第四线圈 4 包括第四线圈主体 41 和第四弯折部 42，第四线圈主体 41 包括两根相互平行布置的第四支杆 411 和连接两根第四支杆 411 一端的第四头部 412，两根第四支杆 411 的另一端设有第四弯折部 42 以形成焊接端，第四弯折部 42 沿第四线圈主体 41 的宽度方向的一侧弯折。

如图 13 和图 14 所示，本实施例中，每组绕组支路中的各个支路之间的并联形式为星形连接或三角形连接。具体地，可通过 Busbar 或引出线将三相绕组进行星型、三角形连接。

具体地，以 48 槽 8 极 6 层，支路数为 2 的扁线绕组为例，电机定子门型端和焊接端分别如图 10 和图 11 所示，电机中性点通过 Busbar 进行连接，结构简单。从槽口到槽底线圈层数依次增加。U 相支路：A-a，B-b，由于每极每相槽数为 2，支路数为 2，为实现支路对称，第 1 层采用单根引出线圈，第 1-2 层，第 2-3 层，第 3-4 层，第 4-5 层，第 5-6 层均采用跨距为 6 的 U 型线圈，第 6 层采用跨距为 6 的同层同心 U 型线圈。其中 U 相绕组支路用 A 表示，a1-A2，a3-A4，a5-A6 构成 U 型线圈，用 B 表示，b1-B2，b3-B4，b5-B6 构成 U 型线圈，以此类推。

相绕组包括一组绕组支路，绕组支路中的一个支路包括单根线圈 A0、线圈 a1-A2、a3-A4、a5-A6、a7-A8、a9-A10、a11-A12、a13-A14、a15-A16、a17-A18、a19-A20、a21-A22、a23-A24、a25-A26、a27-A28、a29-A30、a31-A32、a33-A34、a35-A36、a37-A38、a39-A40、a41-A42、a43-A44、a45-A46、a47；另一个支路包括单根线圈 B0、线圈 b1-B2、b3-B4、b5-B6、b7-B8、b9-B10、b11-B12、b13-B14、b15-B16、b17-B18、b19-B20、b21-B22、b23-B24、b25-B26、b27-B28、b29-B30、b31-B32、b33-B34、b35-B36、b37-B38、b39-B40、b41-B42、b43-B44、b45-B46、b47；相绕组排布如图 12 所示。

两个支路具有相同的绕制方式，单根线圈 A0 和单根线圈 B0 均位于铁芯槽 51 内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为绕制起始，形状如图 3 所示的单根线圈。单根线圈 a47 和单根线圈 b47 均位于铁芯槽 51 内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为中性点引出线；引出线从门型端出线，焊接端切平、焊接、涂覆工艺简单，无需额外处理。

a1-A2、a3-A4、a5-A6、a40-A41、b1-B2、b3-B4、b5-B6 和 b40-B41 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 2 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 1 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a7-A8、b7-B8 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 2 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 3 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a9-A10、a11-A12、a13-A14、b9-B10、b11-B12 和 b13-B14 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 4 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 3 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a15-A16、b15-B16 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 4 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 5 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a17-A18、a19-A20、a21-A22、b17-B18、b19-B20 和 b21-B22 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 6 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 5 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a23-A24、b23-B24 的跨距均为 6，其上层边和下层边均位于铁芯槽 51 的第 6 层；形

状如图 4 所示的叠绕 U 型线圈。

a25-A26、a27-A28、a29-A30、b25-B26、b27-B28 和 b29-B30 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 5 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 6 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

5 a31-A32、b31-B32 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 5 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 4 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a33-A34、a35-A36、a37-A38、b33-B34、b35-B36 和 b37-B38 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 3 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 4 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

10 a39-A40、b39-B40 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 3 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 2 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

a41-A42、a43-A44、a45-A46、b41-B42、b43-B44 和 b45-B46 的跨距均为 6，其上层边位于铁芯槽 51 的第 1 层，下层边位于铁芯槽 51 的第 2 层；形状如图 1 所示的叠绕 U 型线圈。

15 在第一支路中，线圈 A0 与线圈 a1-A2 通过扭头焊接相连，线圈 a1-A2 与线圈 a3-A4 通过扭头焊接相连，线圈 a3-A4 与线圈 a5-A6 通过扭头焊接相连，a5-A6 线圈与 a7-A8 线圈通过扭头焊接相连，以此类推；线圈连接顺序从第 1 层和第 2 层，过渡到第 3 层和第 4 层、进而过渡到第 5 层和第 6 层、最后在第 6 层通过同心线圈实现同层跨接，再依次顺序连接至第 1 层，如此循环往复，以完成第一支路的绕制，第二支路的绕制依次类推；通过
20 槽底最外层对绕组进行换位，以实现三相绕组对称。本实施例中，在焊接端不变情况下，实现了不同支路方案兼容的绕组，可根据需要实现不同并联支路数的灵活转换，同时降低了制造难度。

25 虽然本发明已以较佳实施例揭示如上，然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员，在不脱离本发明的精神实质和技术方案的情况下，都可通过上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰，或修改为等同变化的等效实施例。因此，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同替换、等效变化及修饰，均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

权 利 要 求 书

1. 一种 48 槽 8 极扁线绕组定子，其特征在于，包括三相相绕组，各所述相绕组包括多组并联的绕组支路，每组绕组支路至少包括两个支路，所述支路包括多个在定子铁芯（5）
5 的周向铁芯槽（51）上依次布置且相互串联的线圈，所述支路中包括单根线圈和跨距为 y 的线圈，所述支路以位于所述铁芯槽（51）的槽口最内层的单根线圈作为绕制起始，在槽口最内层利用单根线圈作为中性点引出线，以跨距为 y 的叠绕线圈由铁芯槽（51）的槽口次内层向槽底最外层进行绕制，绕制时采用以下任一方式进行换向：
- 方式一：以跨距为 y 的叠绕线圈在槽底最外层进行同层换向，再以跨距为 y 的叠绕线
10 圈由槽底次外层向槽口最内层进行绕制，并以跨距为 $y-1$ 的叠绕线圈在槽口最内层进行同层换向；
- 方式二：以跨距为 y 的同心线圈在槽底最外层进行同层换向，再以跨距为 y 的叠绕线圈由槽底次外层向槽口最内层进行绕制。
2. 根据权利要求 1 所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子，其特征在于，每组绕组支路包括
15 三个支路，在同一层铁芯槽（51）中，同一支路的线圈布置在相邻的铁芯槽（51）中，相邻两个线圈的差值为铁芯槽（51）总槽数与支路总数的比值。
3. 根据权利要求 1 所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子，其特征在于，每组绕组支路包括两个支路，两个支路具有相同的绕制方式，两个支路交替布置在相邻的铁芯槽（51）中。
4. 根据权利要求 1 所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子，其特征在于，所述跨距为 y 的叠
20 绕线圈包括第一线圈（1），所述第一线圈（1）由槽口次内层向槽底次外层进行绕制，所述第一线圈（1）包括第一线圈主体（11）和第一弯折部（12），所述第一线圈主体（11）包括两根相互平行布置的第一支杆（111）和连接两根第一支杆（111）一端的第一头部（112），两根第一支杆（111）的另一端设有第一弯折部（12）以形成焊接端，所述第一弯折部（12）沿所述第一线圈主体（11）的宽度方向，且远离第一线圈主体（11）的方向弯折。
5. 根据权利要求 1 所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子，其特征在于，所述跨距为 y 的叠
25 绕线圈还包括第二线圈（2），所述第二线圈（2）在槽底最外层进行同层换向，所述第二线圈（2）包括第二线圈主体（21）和第二弯折部（22），所述第二线圈主体（21）包括两根相互平行布置的第二支杆（211）和连接两根第二支杆（211）一端的第二头部（212），两根第二支杆（211）的另一端设有第二弯折部（22）以形成焊接端，所述第二弯折部（22）沿所述
30 第二线圈主体（21）的宽度方向的一侧弯折。

6. 根据权利要求 1 所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子, 其特征在于, 所述单根线圈包括第三线圈 (3), 所述第三线圈 (3) 设置在槽口最内层作为中性点引出线, 所述第三线圈 (3) 包括第三线圈主体(31)和第三弯折部(32), 所述第三线圈主体(31)包括第三支杆(311), 所述第三支杆(311)两端分别设有第三头部(312)和第三弯折部(32), 所述第三弯折部(32)形成焊接端; 第三头部(312)的弯折方向与第三弯折部(32)的弯折方向相反。

7. 根据权利要求 1 所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子, 其特征在于, 所述跨距为 y 的同心线圈包括第四线圈 (4), 所述第四线圈 (4) 在槽底最外层进行同层换向, 所述第四线圈 (4) 包括第四线圈主体 (41) 和第四弯折部 (42), 所述第四线圈主体 (41) 包括两根相互平行布置的第四支杆(411)和连接两根第四支杆(411)一端的第四头部(412), 两根第四支杆(411)的另一端设有第四弯折部 (42) 以形成焊接端, 所述第四弯折部 (42) 沿所述第四线圈主体 (41) 的宽度方向的一侧弯折。

8. 根据权利要求 2 所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子, 其特征在于, 所述相绕组包括一组绕组支路, 绕组支路中的第一个支路包括单根线圈 A0、线圈 a1-A2、a3-A4、a5-A6、a7-A8、a9-A10、a11-A12、a13-A14、a15-A16、a17-A18、a19-A20、a21-A22、a23-A24、a25-A26、a27-A28、a29-A30、单根线圈 a31; 绕组支路中的第二个支路包括单根线圈 B0、线圈 b1-B2、b3-B4、b5-B6、b7-B8、b9-B10、b11-B12、b13-B14、b15-B16、b17-B18、b19-B20、b21-B22、b23-B24、b25-B26、b27-B28、b29-B30、单根线圈 b31; 绕组支路中的第三个支路包括单根线圈 C0、线圈 c1-C2、c3-C4、c5-C6、c7-C8、c9-C10、c11-C12、c13-C14、c15-C16、c17-C18、c19-C20、c21-C22、c23-C24、c25-C26、c27-C28、c29-C30、单根线圈 c31;

单根线圈 A0、单根线圈 B0 和单根线圈 C0 均位于铁芯槽 (51) 内槽口沿槽底方向上的第 1 层, 作为绕制起始; 单根线圈 a31、单根线圈 b31 和单根线圈 c31 均位于铁芯槽 (51) 内槽口沿槽底方向上的第 1 层, 作为中性点引出线;

a1-A2、a17-A18 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 2 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 1 层;

a3-A4、a19-A20 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 2 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 3 层;

a5-A6、a21-A22 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 4 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 5 层;

a7-A8、a23-A24 的跨距均为 y , 其上层边和下层边均位于铁芯槽 (51) 的第 6 层;

a9-A10、a25-A26 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 5 层, 下层边位于铁

芯槽 (51) 的第 4 层;

a11-A12、a27-A28 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 3 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 2 层;

a13-A14、a29-A30 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 1 层, 下层边位于
5 铁芯槽 (51) 的第 2 层;

a15-A16 的跨距为 $y-1$, 其上层边和下层边均位于铁芯槽 (51) 的第 1 层;

b1-B2、b17-B18 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 2 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 3 层;

b3-B4、b19-B20 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 4 层, 下层边位于铁
10 芯槽 (51) 的第 3 层;

b5-B6、b21-B22 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 4 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 5 层;

b7-B8、b23-B24 的跨距均为 y , 其上层边和下层边均位于铁芯槽 (51) 的第 6 层;

b9-B10、b25-B26 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 5 层, 下层边位于铁
15 芯槽 (51) 的第 4 层;

b11-B12、b27-B28 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 3 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 4 层;

b13-B14、b29-B30 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 3 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 2 层;

20 b15-B16 的跨距为 $y-1$, 其上层边和下层边均位于铁芯槽 (51) 的第 1 层;

c1-C2、c17-C18 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 2 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 3 层;

c3-C4、c19-C20 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 4 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 5 层;

25 c5-C6、c21-C22 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 6 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 5 层;

c7-C8、c23-C24 的跨距均为 y , 其上层边和下层边均位于铁芯槽 (51) 的第 6 层;

c9-C10、c25-C26 的跨距均为 y , 其上层边位于铁芯槽 (51) 的第 5 层, 下层边位于铁芯槽 (51) 的第 6 层;

c11-C12、c27-C28 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 5 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 4 层；

c13-C14、c29-C30 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 3 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 2 层；

5 c15-C16 的跨距为 $y-1$ ，其上层边和下层边均位于铁芯槽（51）的第 1 层；

在绕组的第一个支路中，线圈 A0 与线圈 a1-A2 通过扭头焊接相连，线圈 a1-A2 与线圈 a3-A4 通过扭头焊接相连，线圈 a3-A4 与线圈 a5-A6 通过扭头焊接相连，a5-A6 线圈与 a7-A8 线圈通过扭头焊接相连，以此类推；线圈顺序从第 1 层到第 2 层、第 2 层到第 3 层、第 3 层到第 4 层，第 4 层到第 5 层，在第 6 层走完同层再返回第 5 层，4 层再到第 3 层再到第 2 层、第 1 层，如此循环往复，以完成绕组支路的绕制；第二个支路和第三个支路与第一个支路类似，通过槽底最外层及槽口最内层同层线圈对绕组进行换位，以实现三相绕组对称。

9. 根据权利要求 3 所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子，其特征在于，所述相绕组包括一组绕组支路，绕组支路中的一个支路包括单根线圈 A0、线圈 a1-A2、a3-A4、a5-A6、a7-A8、
15 a9-A10、a11-A12、a13-A14、a15-A16、a17-A18、a19-A20、a21-A22、a23-A24、a25-A26、a27-A28、a29-A30、a31-A32、a33-A34、a35-A36、a37-A38、a39-A40、a41-A42、a43-A44、a45-A46、a47；另一个支路包括单根线圈 B0、线圈 b1-B2、b3-B4、b5-B6、b7-B8、b9-B10、b11-B12、b13-B14、b15-B16、b17-B18、b19-B20、b21-B22、b23-B24、b25-B26、b27-B28、b29-B30、b31-B32、b33-B34、b35-B36、b37-B38、b39-B40、b41-B42、b43-B44、b45-B46、
20 b47；

两个支路具有相同的绕制方式，单根线圈 A0 和单根线圈 B0 均位于铁芯槽（51）内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为绕制起始；单根线圈 a47 和单根线圈 b47 均位于铁芯槽（51）内槽口沿槽底方向上的第 1 层，作为中性点引出线；

a1-A2、a3-A4、a5-A6、a40-A41、b1-B2、b3-B4、b5-B6 和 b40-B41 的跨距均为 y ，其
25 上层边位于铁芯槽（51）的第 2 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 1 层；

a7-A8、b7-B8 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 2 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 3 层；

a9-A10、a11-A12、a13-A14、b9-B10、b11-B12 和 b13-B14 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 4 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 3 层；

a15-A16、b15-B16 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 4 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 5 层；

a17-A18、a19-A20、a21-A22、b17-B18、b19-B20 和 b21-B22 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 6 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 5 层；

5 a23-A24、b23-B24 的跨距均为 y ，其上层边和下层边均位于铁芯槽（51）的第 6 层；

a25-A26、a27-A28、a29-A30、b25-B26、b27-B28 和 b29-B30 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 5 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 6 层；

a31-A32、b31-B32 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 5 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 4 层；

10 a33-A34、a35-A36、a37-A38、b33-B34、b35-B36 和 b37-B38 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 3 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 4 层；

a39-A40、b39-B40 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 3 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 2 层；

15 a41-A42、a43-A44、a45-A46、b41-B42、b43-B44 和 b45-B46 的跨距均为 y ，其上层边位于铁芯槽（51）的第 1 层，下层边位于铁芯槽（51）的第 2 层；

在 first 支路中，线圈 A0 与线圈 a1-A2 通过扭头焊接相连，线圈 a1-A2 与线圈 a3-A4 通过扭头焊接相连，线圈 a3-A4 与线圈 a5-A6 通过扭头焊接相连，a5-A6 线圈与 a7-A8 线圈通过扭头焊接相连，以此类推；线圈连接顺序从第 1 层和第 2 层，过渡到第 3 层和第 4 层、进而过渡到第 5 层和第 6 层、最后在第 6 层通过同心线圈实现同层跨接，再依次顺序
20 连接至第 1 层，如此循环往复，以完成第一支路的绕制，第二支路的绕制依次类推；通过槽底最外层对绕组进行换位，以实现三相绕组对称。

10. 一种扁线电机，其特征在于，包括如权利要求 1 至 9 中任意一项所述的 48 槽 8 极扁线绕组定子。