双凸极液冷缓速器线圈设计

□ 江苏精戈机器有限责任公司/顾振华

双凸极液冷缓速器是一种特殊的电涡流缓速器，是目前结构最为简单的缓速器，装配简单且质量轻。制动力矩更大，安全性能更高，能量转换时的热衰退小。

双凸极液冷缓速器是一种特殊的电涡流缓速器，其工作原理与电涡流缓速器的工作原理类似。从能量的角度来说，双凸极液冷缓速器的工作原理是将汽车的动能转化为热能，通过水道中的循环冷却液将缓速器产生的热量带走，从而实现减速的目的，其三维机构如图1所示。

双凸极液冷缓速器与已有的缓速器相比较，具有以下优点：

（1）双凸极液冷缓速器是目前缓速器中结构最为简单的缓速器，仅由转子、定子和线圈组成，装配简单且质量轻。定子安装在缓速器结构的最外侧，半径增加了，制动力矩也随之增大，转子安装缓速器的内侧，使其不易与其他零件

---

t_2'' 。

根据计算结果：反应所需的能量Q_1=6.456kJ/s，冷流体在余热回收利用装置中所吸收的热量Q_2=9.178kJ/s，则：

$$Q_2>Q_1$$

根据上式可知，冷流体在余热回收利用装置中所吸收的热量可完全满足乙醇水蒸汽重整反应所需的能量。

另外，汽车尾气经过余热回收利用装置后的出口温度t_1'' =519.778℃，冷流体在该装置的壳程中经过催化反应后的温度t_2'' =400℃，则：

$$t_1'' >t_2''$$

根据上式可知，汽车尾气经过该装置的管程后，在装置出口处的温度远远大于装置壳程中的环境温度，这说明汽车尾气能使壳程中的温度始终维持在400℃，从而保证了装置中催化反应的持续发生。

通过能量和温度的校核结果，可以判定该装置完全可以将汽车尾气中的余热进行部分回收，为含水乙醇催化重整提供能量，实现汽车发动机尾气余热的利用和汽车发动机掺烧的目的，提高汽车燃料的能量利用效率，减少汽车发动机有害物质的排放。

结语

该汽车尾气余热回收利用装置及其技术在理论上具有较大的可行性，但是对装置和技术的研究还处在试验起步阶段，进一步的研究工作还有待开展。该装置的核心技术和难点在于实现该装置小型化，同时还要兼顾汽车尾气中的余热能够得到最大程度上的利用，为乙醇水蒸汽催化重整提供充足的能量。今后的研究工作应该围绕装置的结构设计进行，使其尺寸能够符合大多数型号的汽车，同时能够通过强化换热的措施，提高该装置对汽车尾气余热的利用效率。AME

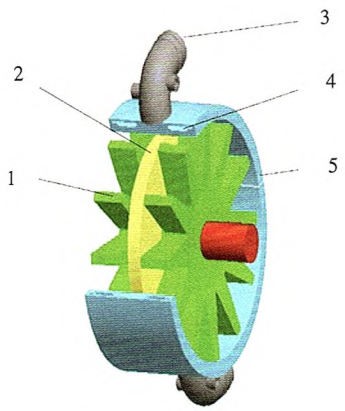

图1 双凸极液冷缓速器

1.转子 2.线圈 3.水管 4.水道 5.定子

发生摩擦，安全性能更高。

（2）双凸极液冷缓速器动能转化的热能都集中在定子内表面上，而定子内有水道，能及时地将热量带走，降低缓速器温度，热衰退小。

（3）双凸极液冷缓速器比液力缓速器成本低，结构简单；比电涡流缓速器质量轻，热衰退小；比永磁缓速器成本低，制动力矩大。

双凸极液冷缓速器工作原理

如图2所示，当转子随着联接的传动轴转动时，固定在定子套上的通电线圈相对转子转动，因此缓速器的转子内会产生磁场，定子则切割转子凸极产生磁力线，在定子内表面产生涡流，生成阻碍车辆行驶的制动力矩。

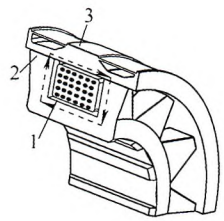

图2 双凸极液冷缓速器磁路示意

1.线圈 2.转子 3.定子

缓速器的转子转动时，转子与定子气隙间的磁通密度也将产生周期性的变化。此时，定子内表面将产生涡流，而涡流形成的磁场与气隙间的磁场相互作用产生制动力矩，阻碍转子的转动，起到辅助制动的效果。

定子内表面产生的涡流对缓速器工作会产生以下两个作用：

（1）电涡流在定子内表面流动时，由于定子的电阻，电能会转化成热能，因此汽车的动能将转化成热能，并通过定子水道内的液体带走。

（2）根据楞次定律可知，涡流在定子内表面产生新的磁场与之前线圈通电在转子上产生的磁场相互作用，阻碍转子的转动，从而产生制动力矩使车辆减速；当缓速器不工作时，线圈不通电流，缓速器的转子不会产生磁场，因此，定子内表面也就不会产生涡流，即不会产生制动力矩。

为了能更加清楚地了解双凸极液冷缓速器的制动力矩大小与各设计参数之间的关系，可以先对其进行理论推导，然后进行仿真分析加以验证。在分析双凸极液冷缓速器的制动功率时，需要做如下简化和假设，将动磁问题转化为静磁问题来分析计算：定子简化为金属圆环，不考虑水道和外壳的影响；各导磁材料的磁导率设置为常数，且不考虑磁路的磁滞耗损和杂散损耗的影响。

线圈结构设计

线圈结构（见图3）由线圈支架及线圈组成，线圈的参数有线径、层数和匝数，在给定的条件下，计算满足限定条件的最佳匝数和层数匹配。

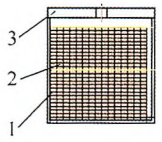

图3 线圈结构

1.线圈支架 2.线圈 3.定位块

根据给定条件和限制条件，利用计算公式得到线长、电流、阻值、一层线圈安匝数、二层线圈安匝数、电线容积、一层线圈所占体积和二层线圈所占体积，最终算出线圈相关参数。

工艺设计

（1）层数的约定。由于线圈绕制的特点，层数一般第一层为双数，顶层不限。

（2）绕线时的支承。为了出线方便，线圈与支架之间留有间隙，在绕制时容易造成导线的不整齐现象，因此，可以在间隙处取与间隙同样大小的物件作为支承使用。

（3）表层的扎制方法。根据不同的出线要求选择，主要是保证装配时不干涉，导线不损伤。

（4）确定浸漆和烘干时间。

（5）检验内容。AME

投稿须知

请登陆http://tougao.mw1950.cn，注册后上传稿件。

《汽车工艺师》编辑部