

大行程水路电机的设计探讨

黄海根

浙江春晖智能控制股份有限公司 浙江 绍兴 312300

摘要：本文简要介绍了壁挂炉用水路电机的结构和工作原理，分析了传统水路电机在工作行程方面的不足，并在不改变外壳安装尺寸的前提下对水路电机的工作行程优化方面做了研究和探讨。

关键词：壁挂炉；水路模块；供暖；卫浴；热水；水路电机；大行程

引言

燃气壁挂炉水路三通阀使用的水路电机，在壁挂炉系统中扮演着重要角色。它通常安装在壁挂炉的供暖和热水系统中，通过控制水流的方向，帮助实现壁挂炉的供暖和卫浴热水功能的切换，从而满足用户的不同需求。具体来说，水路电机及其配套的三通阀可以根据温控器或其他控制设备的信号，自动调整水流的路径，将热水分配到供暖系统或卫浴热水系统。在供暖模式下，水流会被导向散热器或地板采暖系统，以提供室内的热量；而在卫浴模式下，水流则会被引导到热水器中，以确保用户能够获得即时的热水供应。水路电机通常采用电动或电磁驱动，确保了操作的灵活性与精准性。

为保证水路控制模块运行的稳定性以及获得较小的安装空间，对水路电机相关零部件作了小型化的设计，整体结构较小，因此该水路电机的顶杆行程也较短，约为7.5毫米左右，如需增大行程则水路电机的整体结构将增大，将会影响整体的安装空间布局。若要在保证其原始外形结构尺寸状态下增加行程，其内部结构需要进一步优化。

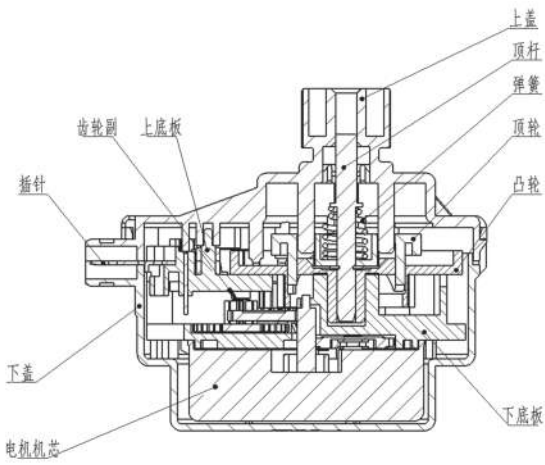
1 水路电机的结构及工作原理

本水路电机的设计目的是为了克服现有技术中的不足之处，旨在提供一种结构紧凑、行程较大的水路电机。通过优化设计和材料选择，该电机能够在有限的空间内实现更大的运动范围，提高工作效率和性能稳定性。同时，本电机在能耗方面也进行了有效控制，力求在保证动力输出的同时降低能耗，适应更广泛的应用场景。希望通过这一创新设计，能够满足市场对高效、节能水路电机的需求。为达到上述目的，本水路采用以下技术方案：

如图一所示，本水路电机的结构设计包括多个关键组件，具体描述如下：

（1）上盖和下盖：这两个部分构成电机的外壳，它们共同保护着内部零件，并提供了结构稳定性。同时上

盖兼顾和阀体的连接功能。



图一

（2）电机机芯：作为电机的核心部分，它负责将电能转化为机械能，并驱动后续的运动。

（3）上底板和下底板：这两块底板支撑整个结构，内部设有齿轮的安装轴，和齿轮副组合形成齿轮变速箱，为后续的凸轮提供低转速和大扭矩，并且提供凸轮和电气引入安装平台，确保各个组件的固定和稳定性。下底板底端和电机机芯相连接，并固定在下盖上，作为整个运动机构的基础。

（4）齿轮副：通过电机机芯的转动，齿轮副进过多级传动，将电机机芯的快速旋转运动传递给凸轮进行转化为顶轮组件的直线运动，并降低凸轮的旋转速度，便于三通阀体缓慢开闭，降低水路系统的水锤效应，同时增加了输出扭矩，从而提升顶轮组件的推力。

（5）顶轮组件：包括顶轮盘、顶杆和弹簧，负责实现顶轮的升降运动。顶轮盘的下端设有凸起部，能够与凸轮上的凸起部相配合，形成机械传动，顶轮盘面上设有导向孔，防止在顶升过程中产生位置偏转。

（6）凸轮：凸轮的下端设有齿轮部，上端设有凸起部，凸轮盘中设有镂空部。通过齿轮部和齿轮副的连

接，将电机机芯输出的旋转运动转换为凸起部的上升和下降，通过凸起部和顶轮组件连接，实现对顶轮组件的驱动，镂空部的设置便于顶轮凸起部的下降运动。

(7) 插针：作为电源的连接部分，由三条插针组成，一个公共端，两个控制端，公共端接电源中性线，两个控制端分别作为顶轮组件的顶杆伸出和缩回运动的控制端，控制端和公共端接通电源后，电机机芯开始工作，从而带动其他组件进行相应的运动。

整体来看，本水路电机通过这些组件的协作，实现了精确的机械运动，适用于各种需要电机驱动的水路系统。插针接通电源后，电机机芯开始工作，将电能转化为机械能，随后带动齿轮副转动。齿轮副的转动进一步驱动凸轮旋转，从而实现机械运动的传递。

顶轮组件由顶轮盘、顶杆和弹簧组成，顶轮盘的下端设有顶轮凸起部，这个设计能够与凸轮的凸起部相互配合。在凸轮旋转的过程中，凸轮上的凸起部推动顶轮盘，使其上下移动。顶杆和弹簧则起到辅助作用，确保顶轮盘的运动顺畅并能够在需要时恢复到初始位置。

整体而言，这一系列组件的协作使得电机能够有效地驱动顶轮组件进行精准的上下运动，满足特定的工作需求。

2 实施过程

常规的水路电机的设计行程是7.5毫米左右，若要增加行程，就需要增加内部净空间，势必要对电机的外壳重新设计，这就会带来以下不利影响：

(1) 模具投资：重新设计外壳意味着需要新的模具，这会增加前期的投资成本。需要评估新模具的制造周期和成本，以确保项目的经济可行性。

(2) 物料规格：新的设计可能需要不同的材料或更大的材料规格，这会影响物料采购和管理的复杂性。同时，还需要考虑物料的供应链管理，确保新材料的稳定供应。

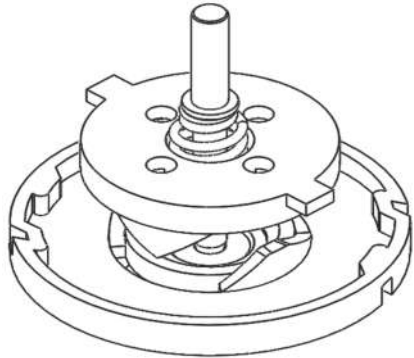
(3) 生产工艺：新设计可能会影响现有的生产流程，可能需要重新优化生产工艺，甚至需要进行员工培训，以适应新的生产要求。

(4) 空间布局：增加水路电机的尺寸可能会影响壁挂炉内部的空间布局，需要重新设计或调整内部组件的布局，确保整体结构的合理性和稳定性。

(5) 散热和性能：更大的电机可能会产生更多的热量，需要考虑散热设计，确保电机在工作时不会过热，从而影响性能和寿命。

针对上述情况，在不改变水路电机外形尺寸的前提下，我们对该产品进行了以下研究和探索：

(1) 抬高顶轮和凸轮的凸起部，将凸起部高度由7.5毫米提升至10毫米，并在凸轮上增加镂空结构。



图二

如图二所示，该设计方案通过分别抬高顶轮和凸轮的凸起部，将其高度从7.5毫米提升至10毫米，并在凸轮上增加镂空结构，显著提高了顶轮组件的行程。具体而言，顶轮和凸轮的两个凸起部采用螺旋面设计，使得它们能够紧密贴合。当凸轮旋转时，顶轮实现上下往复运动。

在顶轮上行至最高位置时，顶轮的凸起部底部与凸轮的凸起部顶部接触，此时电机的行程达到10毫米。值得注意的是，这一最高点与常规行程为7.5毫米的电机的顶轮上升高度保持一致，确保了设计的兼容性。

在顶轮下行阶段，顶轮的凸起部与凸轮的凸起部错开，此时顶轮的凸起部进入凸轮的镂空部，继续进行下行运动。当顶轮凸起部底部与凸轮凸起部顶部接触时，顶轮达到最低点。

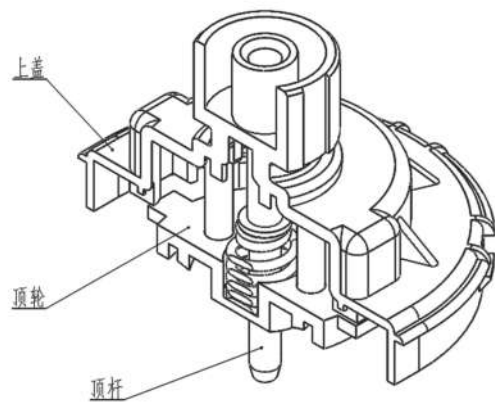
通过以上设计，顶轮组件的行程得以增加，顶杆可以伸出的距离也随之增大。这使得顶杆能够更有效地推动其顶部连接的部件，控制阀门的开闭，从而扩大了阀门的控制范围。同时，电机整体的外形尺寸保持不变，使得这一改进具有实际应用价值。

(2) 顶轮周向旋转限位

由于水路电机的工作模式是把电机机芯的周向旋转运动转化为顶杆的直线运动，因此有必要对顶轮进行周向旋转限位，防止顶轮组件的位置发生偏移。在顶轮周向旋转限位的设计中，确保顶轮组件的稳定性和位置保持是关键。如图三所示，通过在顶轮盘面上设置四个通孔以及在电机上盖上配备四根导柱，可以有效地限制顶轮组件的运动。导柱插入通孔内，能够使顶轮组件在上下运动时保持直线滑动，防止位置偏移。

此外，顶轮盘面两端的方形凸起与电机上盖的凹槽相结合，进一步限制了顶轮组件的运动轨迹，确保其只能沿着特定的凹槽进行上下往复运动。这种设计不仅提

高了组件的稳定性，还保证了每次与凸轮相互靠近时，顶轮组件能够顺利下行，直至凸轮凸起部分的上端抵住顶轮组件，从而确保达到其最大行程。



图三

综上所述，这些设计措施有效地限制了顶轮组件的周向旋转，提升了系统的稳定性和可靠性，确保了顶杆的直线运动能够精确执行。

（3）采用带弹簧结构的金属顶杆

采用带弹簧结构的金属顶杆是解决传统塑料顶杆在高度一致性方面问题的有效方案。传统的顶轮顶杆采用工程塑料一体注塑而成，由于其材料特性，存在收缩性导致高度不一致的情况，进而影响与三通水阀的切换，造成串水现象，并最终影响壁挂炉的整体能效。

引入带弹簧结构的金属顶杆后，能够有效缓解这一问题。弹簧的存在提供了额外的缓冲效果，使得当顶杆上行至极限位置时，顶轮盘仍可以继续上行并压缩弹簧。这种设计不仅提高了与三通水阀的切换能力，还增

强了系统的稳定性和可靠性，从而有助于提升壁挂炉的整体能效。

总之，带弹簧结构的金属顶杆在提高切换能力和优化系统性能方面具有重要意义，是一种值得推广的改进方案。

（4）低功耗的电机机芯

优化电机机芯设计，将水路电机的输入功率控制在3瓦左右，定子绕组采用耐热等级为F级的漆包线绕制，可以允许水路电机在更高的温度下运行，在降低输入功率消耗的同时，提高电机的可靠性和使用寿命。通过优化传动部件的配合间隙，减小滑动部件之间的摩擦力，有效提升水路电机的推力值，以适应不同负载的需要。

3 结束语

通过在设计中增加凸轮的镂空部，我们成功地提升了顶轮的活动行程，而无需改变电机外壳的尺寸，这样不仅保持了电机的安装空间不变，还避免了因尺寸变化而带来的安装不便。此外，采用弹簧结构的顶轮组件，能够更好地控制金属顶杆的顶出长度，确保了其操作的精准性。同时，弹簧的弹力作用也使得配套的阀体能够可靠地开闭，提升了整体性能。

目前，该产品已经成功推向市场，并获得了客户的一致好评，证明了其在实际应用中的有效性和可靠性。这一创新设计不仅满足了客户的需求，还为我们在竞争激烈的市场中赢得了良好的口碑。

参考文献

[1]张玉龙，张文栋，严晓峰，实用工程塑料手册[M]，北京：机械工业出版社2012.6
[2]机械设计手册，第2版[M]，北京：机械工业出版社2000.6