

新型节能高效脱水机

摘要：洗衣机上脱水机的问世，很好地解决了阴雨天和冬季晾衣难的问题。此外，脱水机还可以除去残留在衣物中的大部分污物，使衣物更洁净。然而，我通过多年的观察和使用，发现了现有脱水机上存在的一些不足之处，主要表现在三个方面：一是启动和停止时震动剧烈，二是脱水速率和脱净率不高，三是长时间使用以后会存在漏水现象。针对以上问题，我尝试着给出一些改进方案，不知是否可以达到预期效果，在此仅提出理论思路，希望能为来日脱水机的完善提供一些参考。

关键词：脱水，减震，防水

1 绪论

面对阴雨天和冬季晾衣难的问题，双桶式洗衣机应运而生，使洗衣机在洗衣功能的基础上增加了脱水功能，脱水机不仅可以加快晾衣速度，还可以除去残留在衣物中的大部分污物，使衣物更洁净。然而，我通过多年的观察和使用，发现了现有脱水机上存在的一些不足之处，主要表现在三个方面：一是启动和停止时震动剧烈，二是脱水速率和脱净率不高，三是长时间使用以后会存在漏水现象。另外，考虑到双桶式洗衣机短时间内不会被淘汰，因为全自动洗衣机难以摆脱对自来水的依赖，而我国广大农村尚未完全实现自来水户户通，所以双桶式洗衣机的不断完善很有必要。针对脱水机表现出来的问题，我尝试着给出了一些改进方案，不知是否可以达到预期效果，在此仅提出理论思路，希望能为来日脱水机的完善提供一些参考。

2 原理及功能

2.1 振动减轻

现有的脱水机结构大致如下：

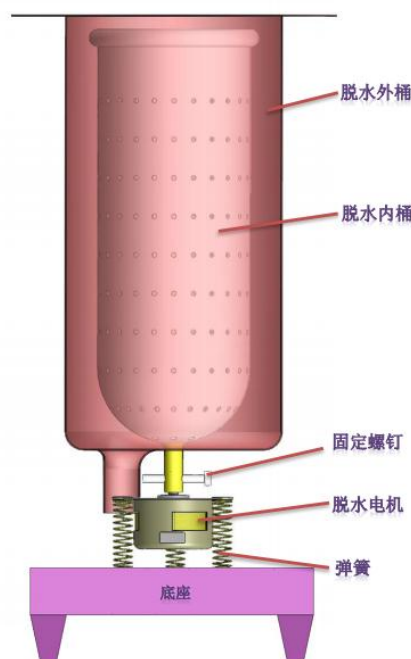


图 1 现用脱水机大体结构（示意图）

脱水内桶下端直接与电动机输出轴相连接，受之驱动并与电机转子做共轴转动。但我们通过观察可以发现，脱水内桶只有下端受到电动机的约束，上端是自由端，而它的个头比电动机大出许多倍，与固定它的转轴相比显得很失调。当桶里装满湿衣物时，整个桶重将近十公斤，一根小小的电机转轴难以限制它的运动，也就是说脱水内桶通常不会随电机转子做严格的定轴转动，而是不可避免的发生径向摆动。如果把电动机设计成固定不动的形式，电机转轴在工作过程中将会承受很大的弯矩，从而会大大减小电机的使用寿命。

所以，现有的脱水电机均被设计成半自由态的，电机没有直接与底座相连接，而是通过三至五根劲度系数较大的弹簧间接地与底座相连，如图 1 所示。这样，电机只是大致地被限制了运动范围，而各个方向的平动和转动并未受绝对的约束，所以我们可以看到，脱水机工作时，电机和脱水内桶朝各个方向的振动均比较明显。特别是启动和停止时，桶身甩动得特别厉害，往往会带动整个洗衣机做视觉可见的剧烈震动。



图 2 脱水电机实物图

笔者自己家中先后使用过两台双桶洗衣机，使用过程中最先出问题的部件总是脱水电机，通过对别的家庭的调查和了解，我发现脱水电机确实是洗衣机上最薄弱的一环。而同样作为电机的洗衣电机，工作寿命可远远大于脱水电机。究其原因，当然是在于工作条件的不同。洗衣电机是在平稳的条件下通过皮带带动波轮做定轴转动。相比之下，脱水电机的工作过程中往往伴随着来自脱水内桶的较大弯矩，虽然让电机随桶身一起震动可以减小这种弯矩，但是它仍然存在，这就是脱水机启动时显得特别吃力的原因。脱水内桶沿径向的摆动是脱水电机的致命杀手，同时，它引起的震动对洗衣机其他部件也有一定损害，这同长期行驶在崎岖路面的汽车容易出问题是一样的道理。而造成脱水内桶摆动的根本原因是桶的上端不受任何约束。这样，当桶的上部受轻微扰动时，这种扰动不能及时受到限制，从而会发展成为大幅度的摆动，由于桶身较长，所以与桶下端固连的电机转轴会受到很大的惯性力矩。

针对这种情况，我设计了一种固定装置，可以以较简单的方式实现脱水内桶的定位保证其做定轴转动。首先是在顶盖上增加一个定位转盘，结构如图 3 所示。

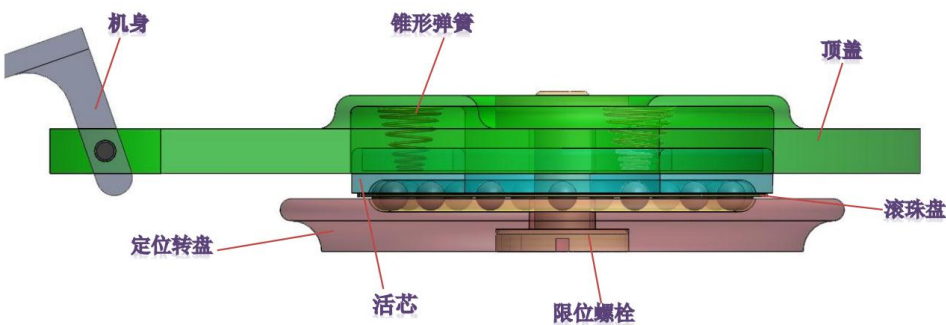


图 3 顶盖部分装配效果图

整个顶盖部分由顶盖、锥形弹簧、活芯、滚珠盘、定位转盘、限位螺栓等主要部分组成。顶盖的基本形状是：上部有一环形突起，下部有一环形凹槽，凹槽轮廓略小于突起，位置与之对应，但凹槽深度大于突起高度。

顶盖下面设计的凹槽主要是用来与活芯进行配合，实现活芯的伸缩。因此，凹槽内要安装数根锥形弹簧，两者之间采用粘接的连接方式，如图 4 所示。

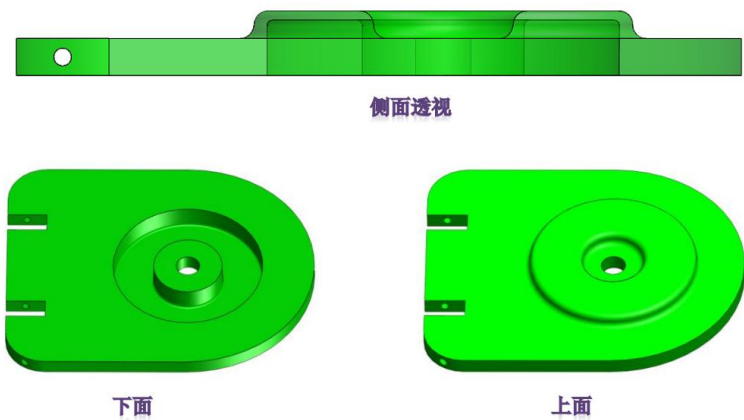


图 4 顶盖

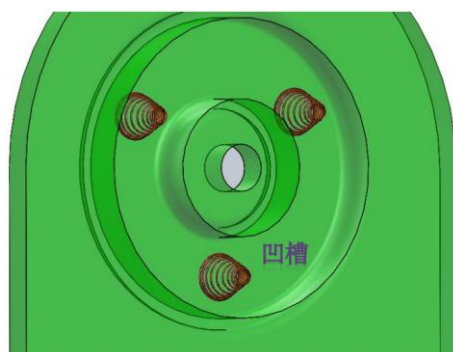


图 5 凹槽与锥形弹簧

活芯上下表面比顶盖上凹槽的轮廓略小，从而使两者形成间隙配合。活芯上表面设计有一环形凹槽，装配时与锥形弹簧的另一端粘接，这样可保证活芯相对稳定地与顶盖连成一个整体，可做伸缩，而其他运动均受限制。活芯的下表面则有滚珠槽，其表面要求尽量光滑。

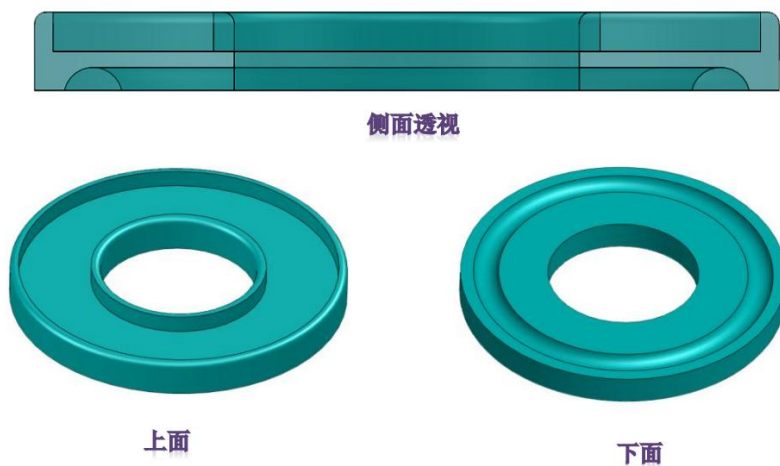


图 6 活芯

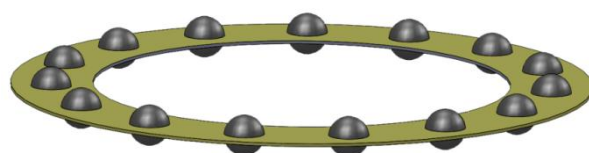


图 7 滚珠盘

定位转盘上表面设计有另一半滚珠槽，其大小深度均与活芯上的完全相同（深度稍小于滚珠半径）。转盘的下表面设计成与脱水内桶口相配合的形状，必要时可以在配合面上粘接一层橡胶，从而增加转盘与桶口接触紧密程度。因为在脱水机工作时，定位转盘是要随脱水内桶一起转动的，由于转盘与固定不动的顶盖之间存在滚珠，所以可以保证转盘转动的灵活性。为了使转盘和滚珠不会掉下来，故采用螺栓来将顶盖上所有部分穿连起来，螺母的紧固程度要恰到好处：既不能妨碍转盘的转动，又不能使滚珠从槽中掉出来。

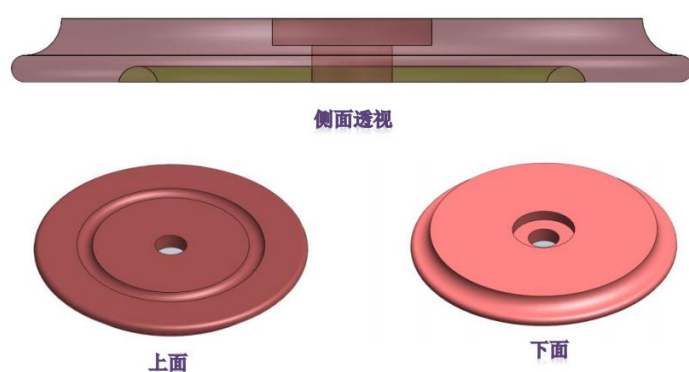


图 8 定位转盘

整个顶盖部分除弹簧外应全部采用硬质塑料制造。首先，塑料质量轻；其次，塑料与塑料之间的摩擦系数要小于金属，滚珠和滚珠槽采用塑料制造可以延长滚珠的使用寿命；再次，塑料可以较好地起到减震效果。另外需要说明的是，为了便于展示，图示中顶盖的厚度被加大，实际生产中整个顶盖厚度可控制在五公分左右（直径二十至三十公分时），不会对脱水机的外形和使用造成不良影响。

预期效果是当脱水内桶中装好湿衣物后，盖上顶盖，由于锥形弹簧的作用使得转盘轻轻压紧桶口。转盘只做定轴转动，从而约束了桶身的摆动。由于桶身上端已基本不能做径向运动，所以下端的固定方式也要随之调整。

图 9 展示的是改进后脱水电机与底座的固连方式，在原来的基础上增加了几组套筒和柱塞，套筒被牢牢固定在底座上，柱塞与之形成紧密配合，以保证柱塞只可沿套筒内壁做上下运动。套筒内置弹簧，起到减震作用，弹簧两端分别与套筒和柱塞固连，防止柱塞从套筒中脱出。这样，整个系统沿径向的摆动可基本被消除，之所以保留竖直方向上的振动其最主要的原因是该方向上的震动不会影响电机的转动。除此之外，小振幅高频率的上下振动有以下几点用处：一是纵向振动可以使桶内衣物摆放得更加均匀、平整、紧密，减小横向的不平衡力，而横向的振动却会起到相反效果。二是纵向振动可使脱水内桶不总是压着转轴，减小运转过程中电机转轴与电机机壳接触部位的磨损。三是脱水系统运转时总会造成部件之间的碰撞与摩擦，微小振动可以吸收一部分能量，使各部件不易损坏。

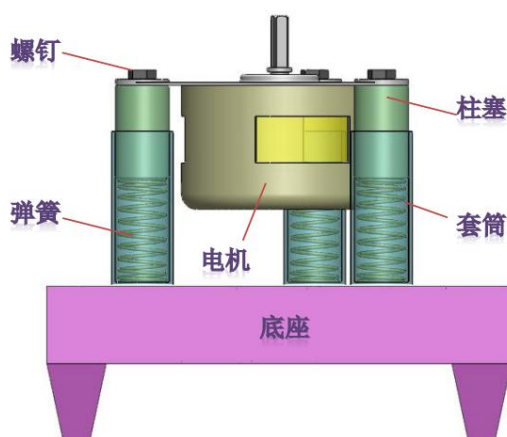


图 9 电机与底座固连方式示意

以下是改进后的脱水机效果图，图中略去了一些不重要的部件和现在已有的结构，如刹车瓦等。



图 10 整体展示

2.2 防水功能加强

由于脱水内桶和电机转轴做旋转运动，而脱水外筒固定不动，且转动轴要穿过脱水外桶，工作时外桶中会有大量的水，如果转轴与外桶的相交处密封不好，水必然会顺着转轴流下，进入电机，造成恶性后果；如果密封过于紧实，或者密封方式不当，则会影响转轴转动，造成不必要的损耗。所以，该处的密封装置是极为重要的。然而，尽管目前采用了较为先进的密封方式，在脱水内桶下安装了一个密封皮碗（又叫水封），其形状如图 11，脱水电机以每分钟近千转的转速高速旋转，长时间使用后，再好的密封也会出现问题，造成漏水现象。一旦出现漏水，洗衣机必须停机进行维修。



图 11 水封

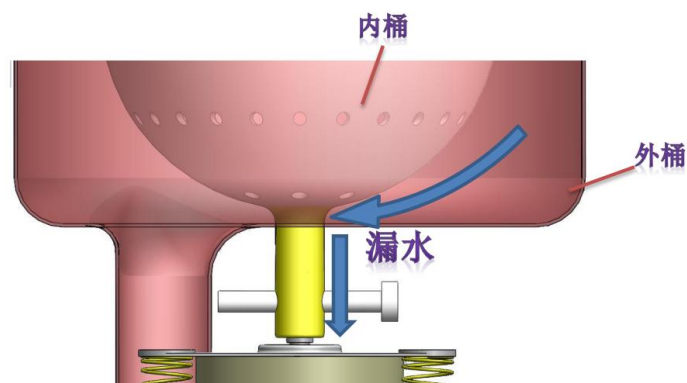


图 12 漏水示意图

那么怎样能有效减小漏水发生的可能呢？我认为最好的办法是将水与转轴分离，如图 12，将脱水内外桶的底部形状适当改变，使两者均向上突起，在内部形成两个斜度相同的圆台。图中的底孔是指与脱水内桶底部最低处所在平面相切的一圈脱水孔，切孔方向为水平方向（与桶身上的其他孔一致）。圆台面上没有脱水孔。很显然，不论水是从孔中甩出还是沿内桶外壁流下，都不会流到转轴与外桶的相交处，所以只要稍加密封即可，但是应当注意使用时不可使机身严重倾斜。

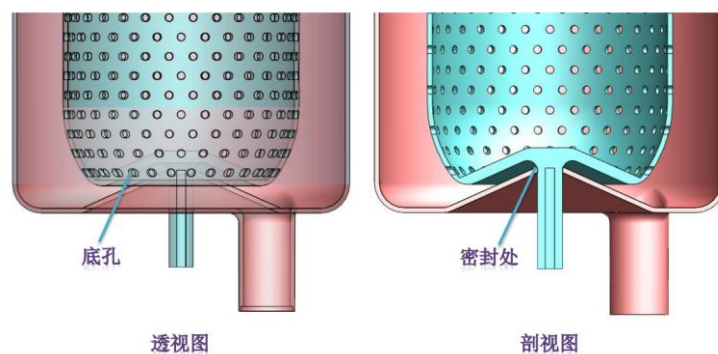


图 13 改进后内外桶形状

2.3 脱水功能加强

传统使用的脱水机在适当长的时间内可脱去绝大部分水分，但有时仍不能满足用户的需要。是否可以用简单的方法提高脱水机的工作效率呢？通过以上两点改进，我觉得可以在一定程度上对脱水起到帮助作用，具体分析如下：

（1）内桶底部变形可以提高脱水率。现有的脱水内桶多为塑料制品，脱水孔的分布如图 14 所示。可以发现，侧壁上孔数量很少，这样，当内部的水分在离心力作用下运动到脱水内桶内壁附近时，不能及时地从侧孔被甩出，而是顺着内壁流到底部，从底孔流出。因此，底部成为一个水分较为集中的地方，这时可能会存在一个矛盾：桶底中部最低，水受重力作用有向中部流动的趋势；但是，水同时也在随内桶高速旋转，离心作用使水有远离中部的趋势。当内桶保持最高转速时离心作用占优势，大部分水分会汇聚到桶底外围的一圈脱水孔附近，但是这圈孔是竖直方向的，因此水分不能借助离心作用迅速被甩出，而是向下慢慢流出，这圈孔的数量和分布范围又十分有限，所以汇聚到底部的水难以完全排出，且排出的速度较慢。当关闭电源，内桶转速降低到一定程度后（包括完全停止后），剩余的水分（少量）开始向底部中央汇集，此时水分的运动变得极为缓慢，离心作用渐渐消失，所以剩余的水分完全被底部的衣物重新吸收，而不是从底孔排出。所以，我在使用中发现，脱水后底部的衣物总是比较潮湿，而且取出衣物后内桶底部仍留有一层水膜。



图 14 脱水孔分布

如果把脱水内桶改变成为图 13 所示的形状，内桶的最低处不在中心而在边缘附近，该处有一圈水平方向的脱水孔，此处旋转半径较大，孔数量也较多，所以内桶高速旋转时底部的水分完全可以被甩出，出水速度快且残留水分少。

（2）脱水孔数量可以适当增大。脱水内桶多为塑料制品，强度有限，脱水孔又会降低其结构强度。此外，现用的脱水机工作时，内桶会不可避免地会与外桶发生强烈碰撞。所以进行内桶设计制造时必须考虑到碰撞对内桶结构强度的考验，脱水孔的数量进一步受到限制。如果按照第一节所述将脱水机进行改造，摆动和碰撞可被消除，内桶各部分的受力减小而且变得均匀，这时就可以适当增加侧孔和底孔的数量，提高脱水效率。

（3）脱水内桶转速可以加快。脱水内桶的摆动会严重影响电机的转速，如果通过改进使其做定轴转动，即使在不更换电机的情况下也可以使脱水电机的工作转速提高。转速提高后，不仅脱水速度加快，而且由于离心力的增大使脱水率更高。

3 总结

3.1 项目特色与创新点

- (1) 增加脱水机独特顶盖设计，可有效减轻脱水机的震动；
- (2) 将脱水桶底部设计为上凸形状，可降低漏水发生可能性；
- (3) 对脱水孔位置的调整，可提高脱水效率。

3.2 技术难点及解决办法

难点：顶盖的厚度，重量以及转动部件的磨损问题。

解决办法：顶盖部分全部采用耐磨硬塑料制造，包括滚珠在内。从而重量可以得以控制，塑料的摩擦系数小，可以提高耐磨性。

3.3 应用前景

该产品只是在原有产品基础上加以改进和完善，故可在原双桶洗衣机使用较多的场合得以推广。

参考文献

- [1] 朱甫金 柴新建．双桶洗衣机脱水系统振动与噪声实验分析．无锡小天鹅股份有限公司.
- [2] 顾乾坤 张世平 李才友 琚金淼．小振动低噪声洗衣机的开发．肥荣事达美泰克研究院.