

说明书

一种钹磁铁式水力振荡器

技术领域

本发明涉及油气田开发的井下工具技术领域，特别是一种水力振荡器，具体是一种钹磁铁式水力振荡器。

背景技术

随着水平井、大位移井等复杂结构井在油气田勘探开发中建井比例越来越大，在水平井钻进过程中，由于钻具自身重力作用，造成钻具在钻进时与井壁摩阻过大，严重影响钻速，甚至造成钻具托压不能加压到钻头。机械钻速低、井眼轨迹不易控制、钻具托压、井眼不规则等一系列问题随着而来。因此降低摩阻、减少卡钻事故，增加动钻压、提高钻井效率是当前钻井工程中迫切需要解决的问题。攻克这些钻井技术成为开发油气资源的关键。如何实现快速钻进和提高水平段长度成为关注的核心。研究发现泥浆通过钻具时可造成泥浆压力大小周期性变化，从而使钻具承受周期性的轴向冲击力，引起该钻具在钻进过程中产生振动，因此能减少钻具与井壁的摩擦，改善钻压传递的效果，提高对工具面的控制，进而达到提高钻速、节约钻井成本的目的。水力振荡器也应运而生，目前国内外研发的相应工具包括：冲击器、垂钻工具、旋转导向工具、水力加压器、减阻工具及震击器等，应用水力振荡器可有效降低滑动钻进钻具组合与井壁间的摩擦力并有效改善钻压传递，减小井下扭转，减轻横向振动并提高机械钻速，延长 PDC 钻头的使用寿命，而上述水力振荡器中，弹簧水力振荡器是相对较为常用的一种结构，其使用操作方便，制造成本低，维修更换快，如申请号为 201611259103.5 的中国专利，公开了一种水力振荡器，其采用的是振动弹簧的模式实现，但现有的弹簧结构也存在以下一些问题：一是水力振荡器使用寿命问题，弹簧易疲劳，动阀定阀间磨损严重；二是耐冲击腐蚀性有待提升；三是自身压耗偏大，对钻井泵的要求较高。因此，针对弹簧结构的缺陷，寻找一种新型的水力振荡器，提高其弹性工作效率，能有效地改善现有技术的补助，以克服以上问题。

发明内容

针对上述问题，本发明提供克服现有技术存在的缺陷，提供一种新型的钹磁铁式水力振荡器，能够避免弹簧疲劳、减轻动阀定阀间的磨损、降低压耗，从而延长水力振荡器的使用寿命。

本发明的技术方案是：

一种钹磁铁式水力振荡器，包括顺次连接的动力短节、连接器和振动短节；

说明书

所述振动短节内安装有钕磁铁 I、钕磁铁 II，钕磁铁 I、钕磁铁 II 为两块极性相反摆放的环形永磁铁，分别沿同一轴线设于振动短节内同一滑动空间，可沿同一轴线相互靠近和排斥；

所述动力短节包括心轴、滑动轴承 I、滑动轴承 II、定阀、动阀、动力壳体；

所述振动短节包括滑套、滑轴、钕磁铁 I、钕磁铁 II、振动壳体、活塞；

所述连接器为中部设有缩颈段的筒体，在缩颈段中部设有孔；

所述动力壳体为圆筒结构，一端为开口端，另一端设有端板，并在端板中部设有端孔，动力壳体的开口端套设在连接器外侧；所述心轴外部设有涡轮叶片，心轴的两端分别固定有滑动轴承 I 和滑动轴承 II，滑动轴承 I 和滑动轴承 II 分别固定在连接器和端板上；在心轴的涡轮叶片一端与滑动轴承 I 之间设有动阀和定阀，动阀与心轴连接，定阀固定在动力壳体上，在心轴的两端，分别设有连接的流道 I、流道 III 和流道 II、流道 IV，流道 I 和流道 III 设于靠近连接器一侧，且流道 I 与连接器缩颈段的孔对接，流道 III 从流道 I 侧向连接到滑动轴承 I 和定阀之间，流道 II 与流道 IV 设于靠近端板的一侧，并与端板的孔对接，流道 IV 从流道 II 侧向连接到滑动轴承 II 和涡轮叶片之间；

所述振动壳体为一端设有缩颈段的筒体结构，其缩颈段设有轴向延伸的突出段，突出段固定在连接器内侧，所述振动壳体的筒体另一端连接到滑套，在滑套内侧安装有滑轴，滑轴中心为通孔，滑轴外侧设有多级直径逐渐缩小的轴段，滑轴最大轴段的设于滑套外侧，滑轴最大轴段的台阶抵住滑套，第二大轴段插入滑套内并通过台阶和滑套抵紧，第三大轴段也位于滑套内，所述滑套包括内径不同的大径段和小径段，其中滑套的小径段与滑轴的第三大轴段接触，且该小径段内侧分为上半段和下半段，上半段密封连接，下半段设有向外扩孔的台阶，下半段与滑轴之间形成一段环形空间，在环形空间内安装钕磁铁 I，钕磁铁 I 固定于滑套内。

进一步的，所述活塞，包括至少 2 段，其中一段与滑轴连接固定，此段作为连接段，另一段与振动壳体内壁贴合，此段作为塞段，且活塞为中空结构，其中部形成连接到滑轴的流道，且活塞中部的流道截面面积小于振动壳体的最小流道截面面积；

在活塞的塞段上设有一段环形槽，环形槽朝向钕磁铁 I，且该环形槽用于安装钕磁铁 II，钕磁铁 II 与钕磁铁 I 的磁极方向相对安装，使其在接触的时候，磁性相斥，起到反弹作用。

所述活塞段中部设有小于滑轴通孔的小孔作为过流孔，活塞段外侧设有橡胶垫层。

更进一步的，所述活塞外部包裹的橡胶垫层，在其侧面设有多个环形的凹槽，作为变形空间；

活塞的连接段设有外螺纹并通过外螺纹与设置在滑轴内侧的内螺纹连接固定。

更进一步的，所述活塞，其塞段顶部为平面结构、锥面结构、平面加锥面的结构、圆弧

说明书

顶面结构的任意一种。

更进一步的，所述活塞还包括垫环，所述垫环设置在塞段和连接段之间，垫环上设有多个通孔，在对应垫环的塞段和连接段上设有向外延伸的凸缘，并在凸缘上设有螺纹孔；根据需要设置数量不同的垫环，调节活塞的总长度，以调整钕磁铁 I 和钕磁铁 II 的间距。

更进一步的，所述垫环之间设有密封槽，槽内安装有 O 型圈。

更进一步的，所述垫环，设有多种不同厚度的型号，当需要采用厚度不同的多个垫环时，在安装中将厚度大的垫环放在两端，中间放置厚度薄的垫环。

更进一步的，所述钕磁铁 I 和钕磁铁 II 的表面设有一层电镀层。

进一步的，所述钕磁铁 I 与滑套以及钕磁铁 II 与活塞均为过盈配合安装。

进一步的，所述动阀上设有弧形长孔 I，所述定阀上设有弧形长孔 II，在动阀和定阀相对转动一圈的时候，弧形长孔 I 和弧形长孔 II 至少有一部分轴向重合，形成通道。

进一步的，所述动阀和所述定阀，在接触的位置均设有对称的弧形槽体，且弧形槽体内安装有滚珠，滚珠的直径略大于弧形槽体直径，确保动阀和定阀能保持相对转动。

进一步的，在靠近所述心轴两端的位置分别设有轴肩 I、轴肩 II，所述轴肩 I 和所述轴肩 II 分别用于定位滑动轴承 II 与定阀。

本发明的有益效果是：

通过在水力振荡器内设置一对磁极相反的钕磁铁，取代现有技术常用的弹簧机构，来实现对水力振荡器的调节，避免弹簧的机械结构因为长期使用发生疲劳而导致损坏，提高水力振荡器的使用寿命。

附图说明

图 1 为本发明在一个极限状态下的结构示意图；

图 2 为本发明在另一个极限状态下示意图；

图 3 为本发明的振动短节结构剖视图；

图 4 为本发明的动力短节结构示意图；

图 5 为本发明的连接器结构示意图；

图 6 为本发明的动阀和定阀的接触示意图；

图 7 为本发明的垫环在图 1 中的结构放大示意图；

图 8 为单个垫环的结构示意图。

图中所示：

1 滑轴；

2 滑套；

- 3 钕磁铁 I;
- 4 钕磁铁 II;
- 5 振动壳体;
- 6 滑动轴承 I;
- 7 定阀; 7-1 弧形长孔 I;
- 8 动阀; 8-1 弧形长孔 II;
- 9 心轴; 9-1 流道 I; 9-2 流道 III; 9-3 流道 IV; 9-4 流道 II; 9-5 轴肩 I; 9-6 轴肩 II;
- 10 滑动轴承 II;
- 11 涡轮叶片;
- 12 动力壳体; 12-1 过流孔;
- 13 键;
- 14 滚珠;
- 15 连接器;
- 16 活塞;
- 17 垫环; 17-1 贯穿孔; 17-2 密封槽。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

如图 1-8 所示（为便于观察，所示的图 1 与实际使用情况相反，图中朝上部分为实际使用时朝下的部分），一种钕磁铁式水力振荡器，包括顺次连接的动力短节、连接器 15 和振动短节；

所述振动短节内安装有钕磁铁 I3、钕磁铁 II4，钕磁铁 I3、钕磁铁 II4 为两块极性相反摆放的环形永磁铁，分别沿同一轴线设于振动短节内同一滑动空间，可沿同一轴线相互靠近和排斥；

所述动力短节包括心轴 9、滑动轴承 I6、滑动轴承 II10、定阀 7、动阀 8、动力壳体 12、键 13、涡轮叶片 11；

所述振动短节包括滑套 2、滑轴 1、钕磁铁 I3、钕磁铁 II4、振动壳体 5、活塞 16；

所述连接器 15 为中部设有缩颈段的筒体，在缩颈段中部设有孔；

具体来说，所述动力壳体 12 为圆筒结构，一端为薄壁的开口端，另一端设有端板，并在端板中部设有端孔，动力壳体 12 的开口端套设在连接器 15 外侧；所述心轴 9 外部焊接有涡轮叶片 11，心轴 9 的两端分别固定有滑动轴承 I6 和滑动轴承 II10，滑动轴承 I6 和滑动轴承 II10 分别固定在连接器 15 和端板上；在心轴 9 的一端与滑动轴承 I6 之间设有动阀 8 和定阀 7，

说明书

动阀 8 与心轴 9 通过键 13 实现连接，定阀 7 固定在动力壳体 12 上，在心轴 9 的两端，分别设有连接的流道 I9-1、流道 III9-2 和流道 II9-4、流道 IV9-3，流道 I9-1 和流道 III9-2 设于靠近连接器 15 一侧，且流道 I9-1 与连接器 15 缩颈段的孔对接，流道 III9-2 从流道 I9-1 侧向连接到滑动轴承 I6 和定阀 7 之间，流道 II9-4 与流道 IV9-3 设于靠近端板的一侧，并与端板的孔对接，流道 IV9-3 从流道 II9-4 侧向连接到滑动轴承 II10 和涡轮叶片 11 之间；

所述振动壳体 5 为一端设有缩颈段的筒体结构，其缩颈段设有轴向延伸的突出段，突出段固定在连接器 15 内侧，所述振动壳体 5 的筒体另一端连接到滑套 2，在滑套 2 内侧安装有滑轴 1，滑轴 1 中心为通孔，其外侧设有多级直径逐渐缩小的轴段，最大轴段（图 1 中最上侧的轴段）设于滑套 2 外侧，该轴段的台阶抵住滑套 2，第二大轴段插入滑套 2 内并通过台阶和滑套 2 抵紧，第三大轴段也位于滑套 2 内，所述滑套 2 包括内径不同的大径段和小径段，其中滑套 2 的小径段与滑轴 1 的第三大轴段接触，且该小径段内侧分为上半段和下半段，上半段密封连接，下半段设有向外扩孔的台阶，下半段与滑轴 1 之间形成一段环形空间，在环形空间内安装钕磁铁 I3，钕磁铁 I3 固定于滑套 2 内。

所述活塞 16，包括 2 段，其中一段与滑轴 1 连接固定，此段作为连接段，另一段与振动壳体 5 内壁贴合，此段作为塞段，且活塞 16 为中空结构，其中部形成连接到滑轴 1 的流道，且活塞 16 中部的流道截面面积小于振动壳体 5 的最小流道截面面积；在这 2 段之间还可以加设垫环 17，所述垫环 17 设置在塞段和连接段之间，且垫环 17 为可拆卸结构，根据需要设置数量不同的垫环 17，调节活塞 16 的总长度，以调整钕磁铁 I3 和钕磁铁 II4 的间距。垫环 17 上设有多个贯穿孔 17-1（图 7 中未示出连接螺杆，以便展示贯穿孔），在对应垫环的塞段和连接段上设有向外延伸的凸缘，并在凸缘上设有螺纹孔，螺纹孔与贯穿孔 17-1 对准，在其中放入连接螺杆，连接螺杆是从下方向上方插入（此处所述下方和上方，方向为图 1 中的下和上），使其连接固定，连接螺杆根据所设置垫环的数量，来选择连接螺杆的长度，使其能够刚好让塞段和连接段连接，又不妨碍连接段固定在心轴 1 中，如图 1 和图 8 所示；根据需要设置数量不同的垫环，调节活塞的总长度，以调整钕磁铁 I3 和钕磁铁 II4 的间距。所述垫环之间设有密封槽 17-2，密封槽 17-2 内安装有 O 型圈。在某些实施例中，所述垫环，设有多种不同厚度的型号，并在安装中将厚度大的垫环放在两端，中间放置厚度薄的垫环，例如，当需要设置 2 个垫环 17 的时候，如图 8，放置两个尺寸相同的垫环 17，当需要设置高度略大于图 8 所示情况的时候，可在两个垫环 17 中间加入一个薄片垫环 17，实现高度调整。特别需要注意的是，在塞段顶部设有一圈螺纹台阶，在螺纹台阶内安装有一个 T 型垫环，T 型垫环可以与垫环 17 连接，也可以直接与活塞的连接段连接。采用此种结构的垫环不仅能实现对高度的调节，且其结构简单，能适应井下复杂的情况且保持稳定，最大限度的利用间隙空间实

说明书

现螺杆等的安装，避免占用径向空间，同时避免使用电液元件。

通过调整高度，让钕磁铁 I3 和钕磁铁 II4 之间达到合适的间距，能使其在最接近的时候也不会碰撞，减少撞击造成的损坏，同时又不会让钕磁铁 I3 和钕磁铁 II4 之间的距离太远，避免磁性推力减弱，影响水力冲击效果。在活塞 16 的塞段上设有一段环形槽，环形槽朝向钕磁铁 I3，且该环形槽用于安装钕磁铁 II4，钕磁铁 II4 与钕磁铁 I3 的磁极方向相对安装，使其在接触的时候，磁性相斥，起到反弹作用。所述钕磁铁 I3 与滑套 2 以及钕磁铁 II4 与活塞 16 均为过盈配合安装。由于使用的是磁铁，取代了现有技术常用的弹簧机构，避免了弹簧因长期使用而疲劳损坏的问题，磁铁在使用过程中不会发生接触，其寿命更长，且弹性缓冲的过程更自然。

钕磁铁 II4 固定于塞段内，在滑轴 1 最小端的端头设有活塞 16 段，所述活塞 16 段中部设有小于滑轴 1 通孔的小孔作为过流孔 12-1，活塞 16 段外侧设有橡胶垫层。所述活塞 16 外部包裹的橡胶垫层，在其侧面设有多个环形的凹槽，作为变形空间，以便在活塞被挤压的时候，能更好的适应接触面。

所述活塞 16，其塞段顶部为平面结构、锥面结构、平面加锥面的结构（即顶部为平面，平面的周边为锥面）、圆弧顶面结构的任意一种。采用不同结构，其能被间歇性的流体带动的程度也不同，如平面加锥面结构和锥面结构更容易驱动但其加工难度大，圆弧形顶面容易损坏但便于配合安装，平面加工方便但阻力较大等。

所述钕磁铁 I3 和钕磁铁 II4 的表面设有一层电镀层，增强对流体的抗冲蚀能力。

所述动阀 8 上设有弧形长孔 I7-1，所述定阀 7 上设有弧形长孔 II8-1，两个弧形长孔尺寸和结构都相同，在动阀 8 和定阀 7 相对转动一圈的时候，弧形长孔 I7-1 和弧形长孔 II8-1 在某一时刻，会轴向完全重合，形成通道，通过该方式，实现液体的间歇性进入，以此驱动活塞 16 间歇式移动。

所述动阀 8 和所述定阀 7，在接触的位置均设有对称的弧形槽体，且弧形槽体内安装有滚珠 14，滚珠 14 的直径略大于弧形槽体直径，确保动阀 8 和定阀 7 能保持相对转动。

在靠近所述心轴 9 两端的位置分别设有轴肩 I9-5、轴肩 II9-6，所述轴肩 I9-5 和所述轴肩 II9-6 分别用于定位滑动轴承 II10 与定阀 7。

在本发明实施例中，钕磁铁 I3、钕磁铁 II4 的工作温度在 200℃，最高可达到 390℃，流经流道的钻井液可有效的降低其温度，保证钕磁铁能够正常工作。

钕磁铁 I3、钕磁铁 II4 提供的磁力可由 $F=(B_g/4965)^2 A_g$ 进行计算， B_g 为磁感应强度， A_g 为磁极面积。

磁感应强度 B_g 可由公式：

$$B_g = B_r \sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \frac{2L_m + \frac{h}{2} + (2L_m + h)(k-1)}{\sqrt{\left[2L_m + \frac{h}{2} + (2L_m + h)(k-1)\right]^2 + R^2}} - \frac{\frac{h}{2} + (2L_m + h)(k-1)}{\sqrt{\left[\frac{h}{2} + (2L_m + h)(k-1)\right]^2 + R^2}} \right\}$$

进行计算，其中：

B_r 为磁荷面密度； h 为钕磁铁 I3、钕磁铁 II4 的距离； L_m 为钕磁铁 I3、钕磁铁 II4 的高度； R 为钕磁铁 I3、钕磁铁 II4 外环半径。根据上述参数，结合井下工具的质量和冲击力设计参数，选择和计算所需钕磁铁的尺寸和间距，并以此调节垫环 17 的高度。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但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作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。