

说明书

发明名称: 一种矢量振动送料器

技术领域

[0001] 本发明涉及零部件输送领域，更具体的说是涉及一种通过两个不同方向激励机构协同驱动沿螺旋状的搬送路径以近似椭圆的运动轨迹搬送零件的矢量振动送料器。

背景技术

[0002] 在振动式送料器中，中国发明专利申请CN102530495A公开了一种振动式零部件输送装置，其为复合振动式的碗状矢量振动送料器：以灵活控制部件输送构件的运动倾角为目的，用不同的激励机构与弹性部件配合分别控制部件输送构件的竖直方向平移运动与绕中心竖直方向轴旋转运动。

[0003] 然而，这种复合振动式送料器会产生绕水平方向上某轴的旋转运动（以下称为“翻转运动”），使得部件输送构件上各点的竖直方向运动分量不一致，最终导致部件输送速度不稳定。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种菠萝蜜结构的矢量振动送料器，以抑制部件输送构件的翻转运动，提升送料的稳定性。

[0005] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0006] 一种矢量振动送料器，包括：内部振动体和外部振动体，所述内部振动体和外部振动体之间连接有多根弹性梁，多根弹性梁围绕内部振动体的中心轴线呈放射状分布，且多根弹性梁在所述中心轴线方向有间距分布；每根弹性梁在第一方向上的等效刚度大于在与第一方向垂直的方向上的等效刚度，所述第一方向为沿内部振动体的中心轴线的径向方向并且过弹性梁与外部振动体的连接点；内部振动体和外部振动体的质心均位于所述中心轴线上；内部振动体与外部振动体之间还设置有助于产生内部振动体与外部振动体沿所述中心轴线方向的相

对平移运动和绕所述中心轴线的相对旋转运动所需的第一组激振机构和第二组激振机构。

- [0007] 进一步地，多根弹性梁设置为允许内部振动体与外部振动体进行沿所述中心轴线方向的相对平移运动和绕所述中心轴线的相对旋转运动，同时共同抑制内部振动体与外部振动体的相对径向运动或翻转运动。
- [0008] 进一步地，所述第一组激振机构提供沿所述中心轴线方向的激振力，所述第二组激振机构提供围绕所述中心轴线旋转方向的激振力；
- [0009] 或者，所述第一组激振机构和第二组激振机构提供的激振力可分解为沿所述中心轴线方向的分力和绕所述中心轴线旋转方向的分力。
- [0010] 进一步地，所述的矢量振动送料器，还包括支撑体，所述支撑体设置在弹性梁下靠近所述矢量振动送料器整机工作目标模态对应振型的振幅最小的节点位置处，所述支撑体与弹性梁的连接点数量不少于3个且在安装面上的投影不在一条直线上，所述支撑体与安装面连接。
- [0011] 进一步地，所述支撑体是不少于3个的独立件或连接成一个整体。
- [0012] 进一步地，所述支撑体与弹性梁之间直接连接或者通过弹性减振材料或者耐磨材料连接。
- [0013] 进一步地，所述支撑体与安装面之间直接连接或者通过弹性减振材料或耐磨材料连接。
- [0014] 可选地，所述支撑体通过基座与安装面连接。
- [0015] 进一步地，所述支撑体和基座之间直接连接或者通过弹性减振材料或耐磨材料连接。与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：
- [0016] 本发明通过在内部振动体与外部振动体之间设置若干根弹性梁，利用弹性梁之间沿内部振动体中心轴向的竖直距离所形成的力臂与弹性梁在沿内部振动体中心轴线径向方向上的等效刚度相配合，共同抑制内部振动体与外部振动体的相对径向运动或翻转运动，提高部件输送构件上各点的运动一致性，提升部件输送的稳定性；并通过在弹性梁与地面或基座之间设置支撑体，将支撑体支撑于靠近所述矢量振动送料器整机工作目标模态对应振型的节点位置处，可以减小

传递到地面的振动，并在基本不影响送料振动的情况下吸收其他模态的振动分量，从而进一步提升送料的稳定性。

附图说明

- [0017] 图1为本发明实施例一的矢量振动送料器的等轴测剖切视图；
- [0018] 图2为图1所示矢量振动送料器的主视图；
- [0019] 图3为图1所示矢量振动送料器的侧视图；
- [0020] 图4为图1所示矢量振动送料器的俯视图；
- [0021] 图5为图1所示矢量振动送料器沿图4中A-A线的剖视图；
- [0022] 图6为图1所示矢量振动送料器沿图4中B-B线的剖视图；
- [0023] 图7为图1所示矢量振动送料器沿图4中E-E线的剖视图；
- [0024] 图8为图1所示矢量振动送料器沿图2中C-C线的剖视图；
- [0025] 图9为图1所示矢量振动送料器沿图2中D-D线的剖视图；
- [0026] 图10为本发明实施例二的矢量振动送料器的等轴测视图；
- [0027] 图11为图10所示矢量振动送料器的等轴测剖切视图；
- [0028] 图12为图10所示矢量振动送料器的正视图（a）与侧视图（b）；
- [0029] 图13为图10所示矢量振动送料器沿图12中B-B线的剖视图；
- [0030] 图14为本发明的矢量振动送料器的动力学简易模型的主视图；
- [0031] 图15为图14所示简易模型的俯视图；
- [0032] 图16为本发明实施例三的矢量振动送料器的等轴测剖切视图；
- [0033] 图17为图16所示矢量振动送料器的内部振动体及相连接附件的主视图（a）与俯视图（b）；
- [0034] 图18为本发明实施例七的矢量振动送料器的等轴测剖切视图；
- [0035] 图19为图18所示矢量振动送料器的主视图（a）、俯视图（b）及沿E-E线的剖视图（c）；
- [0036] 图20为本发明实施例九的矢量振动送料器的等轴测剖切视图；
- [0037] 图21为图20所示矢量振动送料器的主视图及沿D-D线的剖视图；
- [0038] 图22为本发明弹性梁的另一结构示意图；
- [0039] 图23为本发明实施例十的矢量振动送料器的等轴测剖切视图；

- [0040] 图24为本发明实施例十一的矢量振动送料器的等轴测剖切视图；
- [0041] 图25为本发明实施例十二的矢量振动送料器的等轴测剖切视图。
- [0042] 图中：10、部件输送构件，20、内部振动体，21、第一盘体，22、第一电磁铁衔铁，23、第二电磁铁衔铁，24、柱体，30外部振动体，31、第二盘体，32、第一电磁铁，33、第二电磁铁，34、筒体，40、弹性梁，41、S形弹性梁，42、直形弹性梁；43、第一环形件，44、第二环形件，50、支撑体，60、安装面，70、基座。

具体实施方式

- [0043] 下面结合具体实施例对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本发明的保护范围。
- [0044] 实施例一
- [0045] 如图1~9所示，本发明实施例的一种矢量振动送料器，包括：内部振动体20、外部振动体30、用于连接内部振动体20与外部振动体30的弹性梁40，以及设置于内部振动体20与外部振动体30之间的用于提供激振力的第一激振机构和第二激振机构。其中，安装面60可以是地面等。
- [0046] 如图5至图7所示，内部振动体20为由第一盘体21和与第一盘体21同心的柱体24组合而成的T型结构，以保证有足够的竖直方向尺寸。第一盘体21的上表面用于安装部件输送构件10。
- [0047] 本实施例中，第一盘体21采用了圆形结构，但不限于圆形，也可以是其它形状。外部振动体30为筒状结构，内部振动体20的柱体24位于外部振动体30的内部且与外部振动体30处于同一中心轴线。
- [0048] 弹性梁40连接在内部振动体20的柱体24与外部振动体30之间。弹性梁40设置为两组，两组弹性梁40所在平面相互平行。每组弹性梁40设置为4根，4根弹性梁40处于同一水平面，均指向内部振动体20的中心轴线，即弹性梁40与部件输送构件10的竖直方向中心轴线正交，4根弹性梁40沿圆周方向对称分布，形成十字结构。
- [0049] 具体的，内部振动体20的柱体24的顶部与底部分别沿圆周方向按照等间隔设置有4处第一弹性梁安装部，顶部的4处第一弹性梁安装部位于同一水平面，底部

的4处第一弹性梁安装部也位于同一水平面。外部振动体30的内壁顶部与底部分别沿圆周方向按照相等间隔设置有4处第二弹性梁安装部，顶部的4处第二弹性梁安装部位于同一水平面，且与内部振动体20的柱体24顶部的4处第一弹性梁安装部一一对应，底部的4处第二弹性梁安装部也位于同一水平面，且与内部振动体20的柱体24底部的4处第一弹性梁安装部一一对应。

[0050] 弹性梁40一端安装在第一弹性梁安装部，另一端安装在第二弹性梁安装部，由此，内部振动体20与外部振动体30之间固定安装有上下两组，每组各4根弹性梁40，其中每根弹性梁40的两安装点连线均在同一水平面上且指向内部振动体20的中心轴线，位于上方的4根弹性梁和位于下方的4根弹性梁均形成十字结构。其中，弹性梁40的横截面尺寸小于其长度。

[0051] 每根弹性梁40在两安装点连线方向上的等效刚度远大于在与两安装点连线方向垂直的方向上的等效刚度，这使得内部振动体20与外部振动体30之间能够发生竖直方向上相对平动的同时难以发生水平方向上的相对平动。

[0052] 上下两组弹性梁40之间设置有较大的竖直距离，以保证内部振动体20在竖直方向上具有足够的力臂长度，使其与弹性梁40在两安装点连线方向上的等效刚度配合，共同约束内部振动体20相对于外部振动体30的径向或翻转运动或其他无效运动方式。

[0053] 如图14、15所示，为本发明的矢量振动送料器的动力学简易模型，用以说明内部振动体20与外部振动体30的相对运动情况。其中图14(a)为侧视方向，用刚体M模拟内部振动体20及安装于其上的零部件输送部件10，用各链杆模拟连接内部振动体20与外部振动体30的弹性梁40。若只有一组弹性梁，如图14(a)所示，刚体M上的B、C两点除了能够在竖直方向上同向运动（使刚体M产生平移）外，也能够反向运动（使刚体M产生翻转），即存在和传统结构一致的缺陷。此时，若在距离B、C一定竖直距离的F、G处添加水平方向约束，例如安装额外的弹性梁组，如图14(b)所示，可以在BC中点处形成一个约束力矩，抑制翻转运动的产生。如此一来，刚体M只能进行竖直方向的平移运动。图15为俯视方向，刚体M只能进行水平旋转运动。

- [0054] 内部振动体20与外部振动体30之间还设置有助于向部件输送构件10施加竖直方向平移运动与水平方向旋转运动所需的第一组激振机构和第二组激振机构。
- [0055] 第一组激振机构与第二组激振机构输出相同频率的激振力，该频率在部件输送构件10竖直平动模态及水平旋转模态（以下合称为工作目标模态）的固有频率附近。
- [0056] 在一种实施方式中，如图5至图8所示，内部振动体20的第一盘体21下表面外沿，沿圆周方向等间隔交替设置有两个第一电磁铁衔铁22和两个第二电磁铁衔铁23，第一电磁铁衔铁22设置为朝向竖直方向，第二电磁铁衔铁23设置为朝向水平切线方向，外部振动体30上部与第一电磁铁衔铁22和第二电磁铁衔铁23相对应的位置处分别设置有与第一电磁铁衔铁22朝向相同的第一电磁铁32和与第二电磁铁衔铁23朝向相同的第二电磁铁33。
- [0057] 其中，以朝向竖直方向的第一电磁铁32及对应的第一电磁铁衔铁22为第一组激振机构，当向第一电磁铁32通电时，在第一电磁铁32与第一电磁铁衔铁22之间周期性地作用电磁吸引力，由该电磁吸引力和弹性梁40在竖直方向上的回复力，使内部振动体20及部件输送构件10产生相对于外部振动体30的竖直方向平移振动。以朝向水平切线方向的第二电磁铁33及对应的第二电磁铁衔铁23为第二组激振机构，当向第二电磁铁33通电时，在第二电磁铁33与第二电磁铁衔铁23之间周期性地作用电磁吸引力，由该电磁吸引力和弹性梁40在水平方向上的回复力，使内部振动体20及部件输送构件10产生相对于外部振动体30的水平方向旋转振动。两个方向共同作用进而使部件输送构件10上某一点的复合运动轨迹呈现为近似椭圆。
- [0058] 其中，第一组激振机构输出的合力矩为零、合力沿竖直方向且经过部件输送构件10的质心。第二组激振机构输出的合力为零、合力矩为竖直方向且经过部件输送构件10的质心。
- [0059] 在另一种实施方式中，内部振动体20的柱体24下表面中心处设置有第一电磁铁衔铁22，第一电磁铁衔铁22设置为朝向竖直方向，第一电磁铁衔铁22下方一定距离处对应设置有与外部振动体30连接安装的第一电磁铁32，第一电磁铁32朝向与第一电磁铁衔铁22相同。内部振动体20的第一盘体21下表面外沿沿圆周方向等间

隔设置有若干第二电磁铁衔铁23，第二电磁铁衔铁23设置为朝向水平切线方向，外部振动体30上部与第二电磁铁衔铁23相对应的位置处分别设置有与第二电磁铁衔铁23朝向相同的第二电磁铁33。

[0060] 如图5至图7所示，在安装面60与弹性梁40之间还设置有用于支撑整个送料器的支撑体50。支撑体50由弹性减振材料或耐磨材料构成。

[0061] 具体的，在靠近下方的4根弹性梁40的下面各设置有1处支撑点，并在4处支撑点与安装面60之间设置4个相同的支撑体50。该支撑点位于靠近送料器整机工作目标模态对应振型的振幅最小的节点位置处。通过设置支撑体50，使得送料器工作时的主要振动不会通过支撑体50传递到安装面60上，从而减小传递到安装面60的振动，同时其其他模态的振动能够被支撑体50吸收，进一步提升了内部振动体20的运动稳定性。

[0062] 在上述实施方式中，支撑体50为4个独立的构件，但支撑体50不限于是独立的构件，也可以连接成一个整体。

[0063] 支撑体50与弹性梁40之间可以是直接连接，也可以通过弹性减振材料或者耐磨材料连接。

[0064] 同样，支撑体50与安装面60之间也可以是直接连接或者通过弹性减振材料或耐磨材料连接。

[0065] 实施例二

[0066] 如图10~13所示，为本发明实施例二的一种矢量振动送料器的结构示意图。

[0067] 本实施例与实施例一结构大致相同，不同的是第一组激振机构和第二组激振机构的设置方向不同。其中，第一电磁铁32与第一电磁铁衔铁22不设置为朝向竖直方向，而是偏转第一角度，第二电磁铁33与第二电磁铁衔铁23也不设置为朝向水平切线方向，而是偏转第二角度，使得第一组激振机构和第二组激振机构提供的激振力可分解为沿内部振动体20中心轴线方向的分力和绕内部振动体20中心轴线旋转方向的分力。

[0068] 在具体实施方式中，如图12所示，两个第一电磁铁衔铁22关于内部振动体20的中心轴线呈旋转对称分布且均设置为沿内部振动体20的径向向中心轴线看朝向与竖直方向呈 45° 的方向，两个第二电磁铁衔铁23关于内部振动体20的中心轴线

呈旋转对称分布且均设置为沿内部振动体20的径向向中心轴线看朝向与竖直方向呈 -45° 的方向，外部振动体30上部与第一电磁铁衔铁22和第二电磁铁衔铁23相对应的位置处分别设置有与第一电磁铁衔铁22朝向相同的第一电磁铁32和与第二电磁铁衔铁23朝向相同的第二电磁铁33。

[0069] 在另一种实施方式中，第一电磁铁32和第一电磁铁衔铁22设置为朝向竖直方向，第二电磁铁33和第二电磁铁衔铁23不设置为水平切线方向，而是偏转第三角度。具体的，内部振动体20的柱体24下表面中心处设置有第一电磁铁衔铁22，第一电磁铁衔铁22设置为朝向竖直方向，第一电磁铁衔铁22下方一定距离处对应设置有与外部振动体30连接安装的第一电磁铁32，第一电磁铁32朝向与第一电磁铁衔铁22相同。第一盘体21下表面外沿沿圆周方向等间隔设置有若干第二电磁铁衔铁23，第二电磁铁衔铁23关于内部振动体20的中心轴线呈旋转对称分布且均设置为沿内部振动体20的径向向中心轴线看朝向与竖直方向呈第三角度例如 -45° 的方向，外部振动体30上部与第二电磁铁衔铁23相对应的位置处分别设置有与第二电磁铁衔铁23朝向相同的第二电磁铁33。

[0070] 如图11所示，在另一种实施方式中，支撑体50不直接置于安装面60上，而是安装在基座70上，基座70位于外部振动体30与安装面60之间，支撑体50支撑于最下方的一组弹性梁40与基座70之间，支撑点位于靠近送料器整机工作目标模态对应振型的振幅最小的节点位置处。通过设置基座，可以在不影响其支撑与减振效果的同时有效防止振动式送料器倾倒。

[0071] 其中，支撑体50和基座70之间可以是直接连接，也可以通过弹性减振材料或耐磨材料连接。

[0072] 实施例三

[0073] 如图16、17所示，本发明实施例的一种矢量振动送料器，包括：外部振动体30，设置于外部振动体30与基座70之间的内部振动体20，用于连接内部振动体20与外部振动体30的弹性梁40，设置于内部振动体20与外部振动体30之间的用于提供激振力的第一组激振机构和第二组激振机构，以及设置于基座70与弹性梁40之间的支撑体50。

- [0074] 外部振动体30为由第二盘体31和与第二盘体31同心的筒体34组合而成的筒状结构，第二盘体31的上表面用于安装零部件输送构件10。本实施例中，第二盘体31采用圆形结构，但不限于圆形。
- [0075] 内部振动体20设置于外部振动体30的筒体34内部且与筒体34处于同一中心轴线，弹性梁40连接在内部振动体20与外部振动体30的筒体34之间。
- [0076] 内部振动体20具有较大质量，如图16、17所示，内部振动体20外侧沿圆周方向等间隔交替设置有两个第一电磁铁32和两个第二电磁铁33，第一电磁铁32设置为朝向竖直方向，第二电磁铁33设置为朝向水平切线方向；外部振动体30的筒体34内壁上与第一电磁铁32和第二电磁铁33对应位置处分别设置有与第一电磁铁32朝向相同的第一电磁铁衔铁22和与第二电磁铁33朝向相同的第二电磁铁衔铁23。
- [0077] 在外部振动体30的筒体34与内部振动体20之间固定安装上下两组、每组各4根弹性梁40，其中每根弹性梁40的两安装点连线均在同一水平面上且指向内部振动体20的中心轴线形成十字型结构，每根弹性梁40在两安装点连线方向上的等效刚度远大于在与两安装点连线垂直的方向上的等效刚度，上、下两组弹性梁40之间相互平行且具有较大竖直距离。
- [0078] 在靠下方的4根弹性梁40的下面、靠近送料器整机工作目标模态对应振型的振幅最小的节点位置各设置有1处支撑点，用于安装支撑体50。
- [0079] 支撑体50设置于弹性梁40与基座70之间。
- [0080] 当然，也可以不设置基座70，直接将支撑体50安装在安装面60上。
- [0081] 实施例四
- [0082] 本实施例与实施例三结构大致相同，不同的是第一组激振机构和第二组激振机构的设置方向不同。
- [0083] 具体的，两个第一电磁铁32关于内部振动体20的中心轴线呈旋转对称分布且均设置为沿内部振动体20的径向向中心轴线看朝向与竖直方向呈 45° 的方向，两个第二电磁铁33关于内部振动体20的中心轴线呈旋转对称分布且均设置为沿内部振动体20的径向向中心轴线看朝向与竖直方向呈 -45° 的方向；外部振动体30的筒体34内壁上与第一电磁铁32和第二电磁铁33对应位置处分别设置有与第一电磁铁

32朝向相同的第一电磁铁衔铁22和与第二电磁铁33朝向相同的第二电磁铁衔铁23。

[0084] 实施例五

[0085] 本实施例与实施例三、四结构大致相同，不同的是第一组激振机构和第二组激振机构的设置方向不同。

[0086] 具体的，外部振动体30的第二盘体31下表面中心处设置有第一电磁铁衔铁22，第一电磁铁衔铁22设置为朝向竖直方向，内部振动体20上部中心位置处设置有与第一电磁铁衔铁22相对应的朝向竖直方向的第一电磁铁32。内部振动体20外侧沿圆周方向等间隔设置有若干第二电磁铁33，第二电磁铁33设置为朝向水平切线方向；外部振动体30的筒体34内壁上与第二电磁铁33对应位置处分别设置有与第二电磁铁33朝向相同的第二电磁铁衔铁23。

[0087] 在另一种实施方式中，外部振动体30的第二盘体31下表面中心处设置有第一电磁铁衔铁22，第一电磁铁衔铁22设置为朝向竖直方向，内部振动体30上部中心位置处设置有与第一电磁铁衔铁22相对应的朝向竖直方向的第一电磁铁32。内部振动体20外侧沿圆周方向等间隔设置有若干第二电磁铁33，第二电磁铁33关于内部振动体20的中心轴线呈旋转对称分布且均设置为沿内部振动体20的径向向中心轴线看朝向与竖直方向呈第三角度例如 -45° 的方向；外部振动体30的筒体34内壁上与第二电磁铁33对应位置处分别设置有与第二电磁铁33朝向相同的第二电磁铁衔铁23。

[0088] 实施例六

[0089] 本实施例与实施例三、四的结构大致相同，不同的是外部振动体30仅由筒体34构成，筒体34的顶端直接与零部件输送构件10连接。第一组激振机构和第二组激振机构采用与实施例三或实施例四相同的设置方式。

[0090] 实施例七

[0091] 虽然在上述各实施例中，基座70通过支撑体50与弹性梁40中靠最下方的一组弹性梁40相连接，但是基座70也可以通过支撑体50与弹性梁40中的其他非最下方的一组连结，例如，与上方的一组弹性梁40相连接。

- [0092] 如图18、19所示，为本发明实施例七的矢量振动送料器的结构示意图。本实施例与实施例二类似，不同之处在于，实施例二中用于安装支撑体50的支撑点设置于靠下方的4根弹性梁40的下面，而本实施例中支撑体50的支撑点设置于靠上方的4根弹性梁40的下面并靠近送料器整机工作目标模态对应振型的振幅最小的节点位置；相对应的，基座70不位于外部振动体30的下方，而是位于靠上方的4根弹性梁40的下方。
- [0093] 具体的，如图18、19所示，基座70由中心板和与中心板外侧壁连接的呈环形阵列分布的多个伸出杆构成，中心板中心设置有贯穿孔，外部振动体30上设置有与伸出杆对应的多个开口，内部振动体20的柱体24穿设于基座70的贯穿孔中，基座70的伸出杆从外部振动体30的开口中穿出。基座70通过支撑体50与其上方的弹性梁40连接，使得基座70悬浮设置于外部振动体30上而不与外部振动体30接触。
- [0094] 实施例八
- [0095] 本实施例与实施例三类似，不同之处在于，基座70不位于内部振动体20和外部振动体30的下方，而是位于靠上方的4根弹性梁40的下方。
- [0096] 具体的，基座70由中心板和与中心板外侧壁连接的呈环形阵列分布的多个伸出杆构成，中心板中心设置有贯穿孔，外部振动体30的筒体34上设置有与伸出杆对应的多个开口，内部振动体20穿设于基座70的贯穿孔中，基座70的伸出杆从外部振动体30的筒体34的开口中穿出，基座70通过支撑体50与其上方的弹性梁40连接，使得基座70悬浮设置于外部振动体30的筒体34上，而不与外部振动体30的筒体34接触。
- [0097] 实施例九
- [0098] 虽然在上述各实施例中，弹性梁40皆为平行的上下两组、各组皆由4根弹性梁组成十字结构，但是弹性梁40的组数也可以大于2组，且各组弹性梁可以为其他对称结构而非局限于十字结构。
- [0099] 如图20、21所示，为本发明实施例九的矢量振动送料器的结构示意图。具体地，内部振动体20与外部振动体30之间固定安装有上下三组弹性梁40，其中位于上方的4根弹性梁为第一组弹性梁、位于下方的4根弹性梁为第二组弹性梁、位于中间的8根弹性梁为第三组弹性梁，每根弹性梁的两安装点连线均在同一水平

面上且指向内部振动体20的中心轴线，每根弹性梁40在两安装点连线方向上的等效刚度远大于在与两安装点连线垂直的方向上的等效刚度，上下三组弹性梁相互平行，且第一组弹性梁与第二组弹性梁之间具有较大竖直距离。

- [0100] 在靠下方的第二组弹性梁中每根弹性梁的下面、靠近送料器工作目标模态对应振型的振幅最小的节点位置各设置有1处支撑点，用于安装支撑体50。支撑体50的一端安装于第二组弹性梁的每根弹性梁上，另一端安装在基座70上。
- [0101] 以上实施例中，弹性梁40均采用了直梁结构，但是弹性梁40不局限于直梁，也可以是其他结构。图22展示了一种异形的弹性梁结构。如图22所示，弹性梁40包括若干S形弹性梁41和若干直形弹性梁42，S形弹性梁41的一端与第一环形件43连接，另一端与第二环形件44连接，直形弹性梁42的两端也分别与第一环形件43和第二环形件44连接。弹性梁40通过第一环形件43与外部振动体30相连接，并通过第二环形件44与内部振动体20相连接。
- [0102] 实施例十
- [0103] 前述实施例中弹性梁40设置为两组或多组，但弹性梁40的分布可以不分组，也可以采用不对称结构。
- [0104] 如图23所示，内部振动体20与外部振动体30之间连接有8根弹性梁40，8根弹性梁40围绕内部振动体20的中心轴线呈放射状分布，且8根弹性梁40在内部振动体20中心轴向有间距分布。每根弹性梁40在两安装点连线方向上的等效刚度大于在与两安装点连线方向垂直的方向上的等效刚度。
- [0105] 如图23所示，从上往下看，第1、2、8根弹性梁40下方靠近送料器整机工作目标模态对应振型的振幅最小的节点位置处设置有支撑体50，支撑体50通过基座70与安装面60连接。基座70由三个独立的第一支撑柱构成，三个第一支撑柱从弹性梁40之间的间隙穿过，并分别伸至第1、2、8根弹性梁40的下方。第1、2、8根弹性梁40分别通过支撑体50与三个第一支撑柱相连接，三个第一支撑柱与安装面60连接。支撑体50与弹性梁40之间可以是直接连接，也可以通过弹性减振材料或者耐磨材料连接，支撑体50和基座70之间也可以直接连接或者通过弹性减振材料或耐磨材料连接。

- [0106] 其中，支撑体50与弹性梁40的连接点数量不少于3个且在安装面60上的投影不在一条直线上，由此支撑体50在不在同一平面且投影不在同一直线上的弹性梁50的支撑点处支撑起整个送料器结构。
- [0107] 实施例十一
- [0108] 如图24所示，本实施例与实施例十类似，弹性梁40也是围绕内部振动体20的中心轴线呈放射状分布，但弹性梁40是以从内部振动体20中间贯穿的形式连接内部振动体20和外部振动体30。基座70安装在内部振动体20和外部振动体30下方，基座70为环状并包含有三个第一支撑柱，第一支撑柱伸入内部振动体20和外部振动体30之间的间隙中，与最下方的3根弹性梁40之间连接，基座70固定在安装面60上。
- [0109] 实施例十二
- [0110] 基座70除了安装在内部振动体20和外部振动体30下方外，还可以安装于内部振动体20和外部振动体30之间。
- [0111] 如图25所示，基座70为上、下两层结构，基座70的上部为环状结构，位于内部振动体20和外部振动体30之间、且位于最上方的三根弹性梁40下方，基座70上部通过支撑体50与弹性梁40连接。基座70的下部为环状结构且安装于安装面60上，基座70的上部与下部之间通过4个第二支撑柱连接，第二支撑柱避开弹性梁40设置。
- [0112] 通过改变基座70和支撑体50的结构，可以使任意弹性梁40都可作为支撑体50的支撑点。通过将支撑点的位置选取在靠近整个振动送料器的质心的弹性梁上，可以提升送料器的性能。
- [0113] 本发明通过设置若干弹性梁，在使激振机构的输出能量集中在工作目标模态的同时，降低翻转运动模态在工作频带内的振幅放大因子，从而抑制了送料器在工作时的相对径向或翻转运动；并通过在目标模态节点上设置支撑体，从而减小传递到地面的振动、并在基本不影响送料振动的情况下吸收其他模态的振动分量，进一步抑制了送料器在工作时的翻转运动等无益运动方式，提升了送料稳定性。

[0114] 以上仅为本发明的实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均包含在申请待批的本发明的权利要求范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种矢量振动送料器，其特征在于，包括：内部振动体（20）和外部振动体（30），所述内部振动体（20）设置于外部振动体（30）内部且与外部振动体（30）处于同一中心轴线；所述内部振动体（20）和外部振动体（30）之间连接有多根弹性梁（40），多根弹性梁（40）围绕内部振动体（20）的中心轴线呈放射状分布，且多根弹性梁（40）在所述中心轴线方向有间距分布；每根弹性梁（40）在第一方向上的等效刚度大于在与第一方向垂直的方向上的等效刚度，所述第一方向为沿内部振动体（20）的中心轴线的径向方向并且过弹性梁（40）与外部振动体（30）的连接点；内部振动体（20）和外部振动体（30）的质心均位于所述中心轴线上；内部振动体（20）与外部振动体（30）之间还设置有用于产生内部振动体（20）与外部振动体（30）沿所述中心轴线的相对平移运动和绕所述中心轴线的相对旋转运动所需的第一组激振机构和第二组激振机构。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的矢量振动送料器，其特征在于，多根弹性梁（40）设置为允许内部振动体（20）与外部振动体（30）进行沿所述中心轴线方向的相对平移运动和绕所述中心轴线的相对旋转运动，同时共同抑制内部振动体（20）与外部振动体（30）的相对径向运动或翻转运动。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的矢量振动送料器，其特征在于，所述第一组激振机构提供沿所述中心轴线方向的激振力，所述第二组激振机构提供围绕所述中心轴线旋转方向的激振力；
或者，所述第一组激振机构和第二组激振机构提供的激振力可分解为沿所述中心轴线方向的分力和绕所述中心轴线旋转方向的分力。
- [权利要求 4] 根据权利要求1~3任一项所述的矢量振动送料器，其特征在于，还包括支撑体（50），所述支撑体（50）设置在弹性梁（40）下靠近所述矢量振动送料器整机工作目标模态对应振型的振幅最小的节点

位置处，所述支撑体（50）与弹性梁（40）的连接点数量不少于3个且在安装面（60）上的投影不在一条直线上，所述支撑体（50）与安装面（60）连接。

- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的矢量振动送料器，其特征在于，所述支撑体（50）是不少于3个的独立件或连接成一个整体。
- [权利要求 6] 根据权利要求4所述的矢量振动送料器，其特征在于，所述支撑体（50）与弹性梁（40）之间直接连接或者通过弹性减振材料或者耐磨材料连接。
- [权利要求 7] 根据权利要求4所述的矢量振动送料器，其特征在于，所述支撑体（50）与安装面（60）之间直接连接或者通过弹性减振材料或耐磨材料连接。
- [权利要求 8] 根据权利要求4所述的矢量振动送料器，其特征在于，所述支撑体（50）通过基座（70）与安装面（60）连接。
- [权利要求 9] 根据权利要求8所述的矢量振动送料器，其特征在于，所述支撑体（50）和基座（70）之间直接连接或者通过弹性减振材料或耐磨材料连接。