

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F16H 1/08

F16H 55/17



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99804840.2

[43] 授权公告日 2003 年 3 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1103005C

[22] 申请日 1999.2.2 [21] 申请号 99804840.2

[30] 优先权

[32] 1998. 2. 9 [33] US [31] 09/021,622

[32] 1998. 10. 7 [33] US [31] 09/167,760

[86] 国际申请 PCT/US99/02313 1999.2.2

[87] 国际公布 WO99/40343 英 1999.8.12

[85] 进入国家阶段日期 2000.10.8

[71] 专利权人 哈里埃技术有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 W·B·莫罗

审查员 赵培训

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

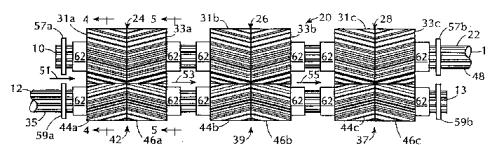
代理人 蔡民军 杨松龄

权利要求书 6 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称 改进了载荷分配的齿轮传动装置

[57] 摘要

在齿轮传动装置中,斜齿轮对(24, 26, 28)安装在主动轴(22)上以便能够在该轴(22)上作轴向运动。安装在主动轴上斜齿轮对(24, 26, 28)与安装在被动轴(35)上的相应的斜齿轮对(42, 39, 37)相互啮合,以便使被动斜齿轮对在被动轴(35)上作轴向运动。阻挡件(57a, 57b; 59a, 59b)位于至少一个轴(22, 35)的每一端的附近,用来限制当主动轴(22)开始转动后由于斜齿轮对(24, 26, 28, 42, 39, 37)的轴向分离所产生的斜齿轮的轴向运动。



ISSN 1008-4274

1. 一种齿轮传动装置，它包括：

具有第一端、第二端和轴线的主动轴；

5 与所述主动轴平行设置的被动轴，该被动轴也具有第一端、第二端和轴线，因而主动轴的轴线与被动轴的轴线相平行；

至少一组斜齿轮，所述这组斜齿轮包括：

一对安装在所述主动轴上由该主动轴驱使转动的主动斜齿轮，所述这对主动斜齿轮还安装在主动轴上能在该轴上作轴向移动；

10 一对安装在所述被动轴上驱使被动轴转动的被动斜齿轮，所述这对被动斜齿轮还安装在被动轴上能在该轴上作轴向移动；

所述这对主动斜齿轮包括第一主动半斜齿轮，它具有相对于所述主动轴轴线选定角度的斜齿，还包括第二主动半斜齿轮，它的斜齿具有与所述选定的第一主动半斜齿轮相同的角度值，但其相对于主动轴
15 轴线的角度方向与之相反；

所述的这对被动斜齿轮包括第一被动半斜齿轮，它具有与所述第一主动半斜齿轮相同角度值的斜齿，但其相对于被动轴轴线的角度方向与之相反；还包括第二被动半斜齿轮，它的斜齿具有与所述第二主动半斜齿轮相同的角度值，但其相对于被动轴轴线的角度方向与之相反；所述的第一和第二被动半斜齿轮在被动轴上可以作相互间的轴向
20 运动；

所述的第一主动半斜齿轮安装在主动轴上，并且与安装在被动轴上的第一被动半斜齿轮相啮合；

25 所述的第二主动半斜齿轮安装在主动轴上，并且与安装在被动轴上的第二被动半斜齿轮相啮合；

第一阻挡件位于被动轴上靠近该轴第一端的一固定位置处，第二阻挡件位于被动轴上靠近该轴第二端的一固定位置处，所述的被动半斜齿轮在被动轴上位于所述的第一和第二阻挡件之间；

30 被动轴的所述第一和第二阻挡件沿着被动轴的轴向相互间隔开一段距离，以允许所述被动半斜齿轮在被动轴上沿其轴向的运动，并且能够防止所述的被动半斜齿轮与相应的主动半斜齿轮脱离啮合。

2. 一种齿轮传动装置，它包括：

具有第一端、第二端和轴线的主动轴；

与上述主动轴平行设置的被动轴，该被动轴也具有第一端、第二端和轴线，因而主动轴的轴线与被动轴的轴线相平行；

至少一组斜齿轮，所述的这组斜齿轮包括：

5 一对安装在上述主动轴上由该主动轴驱使转动的主动斜齿轮，所述这对主动斜齿轮还安装在主动轴上能在该轴上作轴向运动；

一对安装在上述被动轴上驱使被动轴转动的被动斜齿轮，所述这对被动斜齿轮还安装在被动轴上能在该轴上作轴向移动；

10 所述这对主动斜齿轮包括第一主动半斜齿轮，它具有相对上述主动轴轴线选定角度的斜齿；还包括第二主动半斜齿轮，它的斜齿具有与上述第一主动半斜齿轮相同的角度值，但其相对于主动轴轴线的角度方向与之相反，所述的第一和第二主动半斜齿轮在主动轴上可以作相互间的轴向运动；

15 所述的这对被动斜齿轮包括第一被动半斜齿轮，它具有与上述第一主动半斜齿轮相同角度值的斜齿，但其相对于被动轴轴线的角度方向与之相反；还包括第二被动半斜齿轮，它的斜齿具有与上述第二主动半斜齿轮相同的角度值，但其相对于被动轴轴线的角度方向与之相反；

20 所述的第一主动半斜齿轮安装在主动轴上，并且与安装在被动轴上的第一被动半斜齿轮相啮合；

所述的第二主动半斜齿轮安装在主动轴上，并且与安装在被动轴上的第二被动半斜齿轮相啮合；

25 第一阻挡件位于主动轴上靠近该轴第一端的一固定位置处，第二阻挡件位于主动轴上靠近该轴第二端的一固定位置处，所述的主动半斜齿轮在主动轴上位于所述的第一和第二阻挡件之间；

主动轴的所述第一和第二阻挡件沿着主动轴的轴向相互间隔开一段距离，以允许所述主动半斜齿轮在主动轴上沿其轴向的运动，并且能够防止所述的主动半斜齿轮与相应的被动半斜齿轮脱离啮合。

3. 一种齿轮传动装置，它包括：

30 具有第一端、第二端和轴线的主动轴；

与上述主动轴平行设置的被动轴，该被动轴也具有第一端、第二端和轴线，因而主动轴的轴线与被动轴的轴线相平行；

至少两组斜齿轮，每组斜齿轮包括：

一对安装在所述主动轴上由该主动轴驱使转动的主动斜齿轮，所述这对主动斜齿轮还安装在主动轴上能在该轴上作轴向移动；

5 一对安装在所述被动轴上驱使被动轴转动的被动斜齿轮，所述这对被动斜齿轮还安装在被动轴上能在该轴上作轴向移动；

每组斜齿轮的所述一对主动斜齿轮包括第一主动半斜齿轮，它具有相对于所述主动轴轴线选定角度的斜齿，还包括第二主动半斜齿轮，它的斜齿具有与所述第一主动半斜齿轮相同的角度值，但其相对于主动轴轴线的角度方向与之相反；

10 每组斜齿轮的所述一对被动斜齿轮包括第一被动半斜齿轮，它具有与所述第一主动半斜齿轮相同角度值的斜齿，但其相对于被动轴轴线的角度方向与之相反；还包括第二被动半斜齿轮，它的斜齿具有与所述第二主动半斜齿轮相同的角度值，但其相对于被动轴轴线的角度方向与之相反；每组斜齿轮的所述第一和第二被动半斜齿轮在被动轴上可以作相互间的轴向运动；

就每组斜齿轮而言，所述的第一主动半斜齿轮安装在主动轴上，并且与安装在被动轴上的第一被动半斜齿轮相啮合；

就每组斜齿轮而言，所述的第二主动半斜齿轮安装在主动轴上，并且与安装在被动轴上的第二被动半斜齿轮相啮合；

20 第一阻挡件位于被动轴上靠近该轴第一端的一固定位置处，第二阻挡件位于被动轴上靠近该轴第二端的一固定位置处，每组斜齿轮的所述被动半斜齿轮在被动轴上位于所述的第一和第二阻挡件之间；以及

25 被动轴所述的第一和第二阻挡件沿着被动轴的轴向相互间隔开一段距离，以允许每组斜齿轮的所述被动半斜齿轮在被动轴上沿其轴向的运动，并且能够防止每组斜齿轮的所述被动半斜齿轮与相应的主动斜齿轮脱离啮合。

4. 一种齿轮传动装置，它包括：

具有第一端，第二端和轴线的主动轴；

30 与所述主动轴平行设置的被动轴，该被动轴也具有第一端、第二端和轴线，因而主动轴的轴线与被动轴的轴线相平行；

至少两组斜齿轮，每组斜齿轮包括：

一对安装在所述主动轴上由该主动轴驱使转动的主动斜齿轮，所述这对主动斜齿轮还安装在主动轴上能在该轴上作轴向移动；

一对安装在所述被动轴上驱使被动轴转动的被动斜齿轮，所述这对被动斜齿轮还安装在被动轴上能在该轴上作轴向移动；

5 每组斜齿轮的所述一对主动斜齿轮包括第一主动半斜齿轮，它具有相对于所述主动轴轴线选定角度的斜齿，还包括第二主动半斜齿轮，它的斜齿具有与所述第一主动半斜齿轮相同的角度值，但其相对于主动轴轴线的角度方向与之相反，每组斜齿轮的所述第一和第二主动半斜齿轮在主动轴上可以作相互间的轴向运动；

10 每组斜齿轮的所述一对被动斜齿轮包括第一被动半斜齿轮，它具有与所述第一主动半斜齿轮相同角度值的斜齿，但其相对于被动轴轴线的角度方向与之相反；还包括第二被动半斜齿轮，它的斜齿具有与所述第二主动半斜齿轮相同的角度值，但其相对于被动轴轴线的角度方向与之相反；

15 就每组斜齿轮而言，所述的第一主动半斜齿轮安装在主动轴上，并且与安装在被动轴上的第一被动半斜齿轮相啮合；

就每组斜齿轮而言，所述的第二主动半斜齿轮安装在主动轴上，并且与安装在被动轴上的第二被动半斜齿轮相啮合；

20 第一阻挡件位于主动轴上靠近该轴第一端的一固定位置处，第二阻挡件位于主动轴上靠近该轴第二端的一固定位置处，每组斜齿轮的所述主动半斜齿轮在主动轴上位于所述的第一和第二阻挡件之间；

主动轴的所述第一和第二阻挡件沿着主动轴的轴向相互间隔开一段距离，以允许每组斜齿轮的所述主动半斜齿轮在主动轴上沿其轴向的运动，并且能够防止每组斜齿轮的所述主动半斜齿轮与相应的被
25 动斜齿轮脱离啮合。

5. 如权利要求 3 或 4 所述的传动装置，其特征在于，包括多组所述的斜齿轮组。

6. 如权利要求 3 或 4 所述的传动装置，其特征在于，所述的主动轴和被动轴都是花键轴。

30 7. 如权利要求 3 或 4 所述的传动装置，其特征在于，

每组斜齿轮的每个第一主动半斜齿轮具有垂直于主动轴线并且面朝主动轴第一端的第一表面，一个支承件安装到该第一表面上，所

述支承件朝着主动轴的第一端伸出；

每组斜齿轮的每个第二主动半斜齿轮具有垂直于主动轴轴线并且面朝主动轴第二端的第二表面，一个支承件安装到该第二表面上，所述支承件朝着主动轴第二端伸出。

- 5 每组斜齿轮的每个第一被动半斜齿轮具有垂直于被动轴轴线并且面朝被动轴第一端的第一表面，一个支承件安装到该第一表面上，所述支承件朝着被动轴第一端伸出；

- 10 每组斜齿轮的每个第二被动半斜齿轮具有垂直于被动轴轴线并且面朝被动轴第二端的第二表面，一个支承件安装到该第二表面上，所支承件朝着被动轴第二端伸出。

8. 如权利要求 7 所述的传动装置，其特征在于，安装在每个第一主动半斜齿轮的第一表面上的支承件，以及安装在每个第二主动半斜齿轮的第二表面上的支承件，都包括安装在所述主动轴上围绕着该主动轴的一圆柱体，以便在主动轴上作轴向运动。

- 15 9. 如权利要求 7 所述的传动装置，其特征在于，安装在每个第一被动半斜齿轮的第一表面上的支承件，以及安装在每个第二被动半斜齿轮的第二表面上的支承件，都包括安装在所述被动轴上围绕着该被动轴的一圆柱体，以便在被动轴上作轴向运动。

- 20 10. 如权利要求 3 所述的传动装置，其特征在于，当主动轴逆时针方向转动时，每组斜齿轮的每个第一主动半斜齿轮上的斜齿角度、每组斜齿轮的每个第二主动半斜齿轮上的斜齿角度、每组斜齿轮的每个第一被动半斜齿轮上的斜齿角度、以及每组斜齿轮的每个第二被动半斜齿轮上的斜齿角度，使得每组斜齿轮中的被动斜齿轮对的第一被动半斜齿轮与第二被动半斜齿轮沿着被动轴的轴向方向相互分离。

- 25 11. 如权利要求 4 所述的传动装置，其特征在于，当主动轴顺时针方向转动时，每组斜齿轮的每个第一主动半斜齿轮上的斜齿角度、每组斜齿轮的每个第二主动半斜齿轮上的斜齿角度、每组斜齿轮的每个第一被动半斜齿轮上的斜齿角度，以及每组斜齿轮的每个第二被动半斜齿轮上的斜齿角度，使得每组斜齿轮中的主动斜齿轮对的第一主动半斜齿轮与第二主动半斜齿轮沿着主动轴的轴向方向相互分离。

- 30 12. 如权利要求 3 所述的传动装置，其特征在于，当主动轴顺时针方向转动时，每组斜齿轮的每个第一主动半斜齿轮上的斜齿角度、

每组斜齿轮的每个第二主动半斜齿轮上的斜齿角度、每组斜齿轮的每个第一被动半斜齿轮上的斜齿角度、以及每组斜齿轮的每个第二被动半斜齿轮上的斜齿角度，使得每组斜齿轮中的被动斜齿轮对的第一被动半斜齿轮与第二被动半斜齿轮沿着被动轴的轴向方向相互分离。

- 5 13. 如权利要求 4 所述的传动装置，其特征在于，当主动轴逆时针方向转动时，每组斜齿轮的每个第一主动半斜齿轮上的斜齿角度、每组斜齿轮的每个第二主动半斜齿轮上的斜齿角度、每组斜齿轮的每个第一被动半斜齿轮上的斜齿角度、以及每组斜齿轮的每个第二被动半斜齿轮上的斜齿角度，使得每组斜齿轮中的主动斜齿轮对的第一主动半斜齿轮与第二主动半斜齿轮沿着主动轴的轴向方向相互分离。
- 10

改进了载荷分配的齿轮传动装置

5 本发明是关于多个齿轮装在一个公共轴上时在这些齿轮之间的
载荷分配方面的改进。更具体地说，本发明涉及一种齿轮传动装置，
在其主动轴上装有几对斜齿轮，它们与装在被动轴上的相应的几对斜
齿轮相啮合，并且在啮合齿轮之间产生均匀的载荷分配。

对于那些由于空间有限而在齿轮的直径尺寸上受到限制，但仍需
要传递很大功率的传动装置来说，至今仍存在困难的设计问题。解决
10 这一问题的一个有吸引力的构想是在一个公共轴上使用多个齿轮。在
公共的主动轴和公共的被动轴上的每一组啮合齿轮都可以传递很低
的载荷，然而，由公共的主动轴和公共的被动轴上的多组啮合齿轮所
传递的总的载荷将是很大的。这种看上去简单的理论方案已被证明是
不实用的，这是因为难以在这些齿轮组之间实现均衡的载荷分配。

15 由于齿轮的制造公差，装在主动轴上的多个齿轮不可能与被动轴
上的相应的多个齿轮精确地对准。当施加载荷后，在主动轴和被动轴
上的几组齿轮不可能同时啮合。这种不精确的对准导致了主动轴和被
动轴上的几对齿轮不均匀地啮合，这导致了一组或几组齿轮承受了比
其设计载荷更高的载荷，并且由于过载和磨损而造成提前失效。主动
20 轴与被动轴微小的不平行以及轴的挠曲也都是造成主动轴和被动轴
上啮合齿轮组受载不均匀的因素。

直到本发明之前，为了成功地构造出在一个公共轴上具有多个齿
轮的传动装置，一直要求非常精确的制造公差。如本领域的技术人员
所理解的，所要求制造公差越精确，制造成本就越高。由于这些惊人
25 的公差成本，在公共轴上具有多个齿轮的传动装置过去实际上是不实
用的。

本发明的目的是要提供一种齿轮传动装置，它能够在传动装置的
预期工作环境的空间条件限制了传动齿轮直径的情况下，仍能传递很
高的扭矩。

30 本发明的另一目的是要提供一种公共主动轴和公共被动轴上具
有多组啮合齿轮的传动装置，其中的每组齿轮在功率传递工作中是均
匀受载的；获得这种均匀的载荷不需要精确的制造公差；以及获得这

种均匀载荷所作的机械设计在制造上是工业实用和成本合理的。

本发明的再一个目的是提供一种在公共主动轴和公共被动轴上具有多组啮合齿轮的传动装置，其中每组齿轮的均匀受载降低了齿轮的磨损，从而大大延长了在预定的维护和停机检修期之间的工作期限。

通过结合附图阅读下面的说明书和权利要求书，本发明的这些和其它的目的将变得更加清楚。

本发明涉及一种齿轮传动装置，它具有装在主动轴上的数对斜齿轮，它们与装在平行的被动轴上的数对斜齿轮相啮合。在工作时，本发明在相互啮合的传递功率的齿轮之间实现了均匀的载荷分配。

安装在主动轴和被动轴上随轴转动的成对的斜齿轮还可以例如采用花键以在各自的轴上作轴向运动。各个轴上的阻挡件使诸斜齿轮能在轴上作轴向运动，但在选定的位置上阻止其进一步的轴向运动。

在本发明的一个实施例中，主动轴逆时针方向转动。安装在主动轴上的成对斜齿轮与相邻的成对斜齿轮之间其斜齿的角度具有这样的方向，即在逆时针转动所产生的推力作用下，这些相邻的齿轮对沿轴向被推向一起。安装在被动轴上的成对斜齿轮与相邻的成对斜齿轮之间其斜齿的角度具有这样的方向，即在与主动轴齿轮相啮合所产生的轴向推力的作用下，这些相邻的被动轴齿轮对相互分离，齿轮对当中的每个齿轮沿相反的轴向方向伸展移动。

由于齿轮的制造公差，当主动轴开始逆时针转动时，主动轴上的一对斜齿轮将先于其它的斜齿轮对首先与被动轴上的相应的斜齿轮对相互啮合并由于啮合而产生出轴向推力。如前所述，安装在被动轴上的成对斜齿轮与相邻的成对斜齿轮之间其斜齿角度具有这样的方向，即，在与主动轴上逆时针方向转动的齿轮对相啮合所产生的轴向推力作用下，使这对被动齿轮轴向分离。于是，被动轴上的这第一对斜齿轮，它与主动轴上相应的一对斜齿轮相啮合，其中的每个齿轮就开始在被动轴上沿相反的方向作轴向运动。由于被动轴上的这对齿轮的伸展运动，被动轴不转动以及主动轴不加载。

主动轴的继续转动使主动轴上的第二对斜齿轮与被动轴上的第二对斜齿轮相啮合。哪一对斜齿轮会成为第二对相啮合的齿轮取决于齿轮的制造公差。这第二组斜齿轮对当中的在被动轴上的斜齿轮对将

按照前述的方式开始沿着轴向延伸和分离。同样，由于被动轴上的斜齿轮对的伸展运动，被动轴不转动以及主动轴不加载。

5 主动轴继续转动，直到所有主动轴上的斜齿轮对和被动轴上的斜齿轮对都相互啮合，以及被动轴上的所有斜齿轮对都开始沿着被动轴的轴向作伸展运动，以及被动轴上最外侧的两个斜齿轮由于这种伸展运动而靠压到被动轴的阻挡元件上。然后主动轴开始加载并且开始驱使被动轴转动。被动轴上的斜齿轮对调整自身的分离程度以便均衡载荷；主动轴上的斜齿轮对“找正”自己相对于被动轴上的啮合分离的斜齿轮对的位置以均衡所传递的载荷。

10 该系统是自动平衡的，所有齿轮之间都有均衡的载荷分配。

在说明书组成部分的附图中：

图 1 是根据本发明传动装置的一个实施例的示意图，表示了主动轴和被动轴上的成对的斜齿轮在主动轴开始转动之前的状况；

15 图 2 是图 1 所示本发明实施例的示意图，其中，主动轴已经开始转动；以及被动轴上的一些（但不是全部）斜齿轮对已经与主动轴上的相应的斜齿轮对相互啮合并沿被动轴的轴向开始分离（分离的距离是大大夸张了的），这是被动轴上的齿轮被加载从而导致被动轴转动之前的状况；

20 图 3 是图 1 所示本发明实施例的示意图，其中，主动轴继续转动到这样的程度；主动轴和被动轴上的所有相应的斜齿轮对都已经啮合，使得被动轴上的所有斜齿轮对都沿着被动轴的轴向相互分离一段距离（该分离距离是大大夸张了的），从而使被动轴转动和使齿轮均载。

图 4 是沿图 1 中 4-4 线的、加上了内外壳体的横截面示意图；

25 图 5 是沿图 1 中 5-5 线的、加上了内外壳体以及轴承壳的横截面示意图；

图 6 是矢力图，表示了主动轴开始逆时针方向转动时，作用在一组斜齿轮对上的作用力，其所有内容都是根据本发明的一个实施例而作出的；

30 图 7 是沿图 4 中 7-7 线的横截面示意图。

为了更全面地理解本发明及其优点，现在结合附图详细描述其较佳实施例。

图 1 示意性表示了按照本发明的成对斜齿轮传动装置。参见图 1，提供了具有第一端 10 和第二端 11 的主动轴 22。主动轴 22 的第二端 11 可用来与（未示出的）驱动机构相连接以转动该主动轴 22。与主动轴 22 平行设置的是具有第一端 12 和第二端 13 的被动轴 35。被动轴 35 的第二端 12 可用来与（未示出的）输出机构相连接以接受输出的转动和功率。

成对的斜齿轮 24, 26, 28 安装成能随主动轴 22 转动。成对的斜齿轮 24, 26, 28 还被安装成能在主动轴 22 上沿着该轴的轴向方向轴向移动。推荐的安装机构将在下文中予以描述。

10 装在主动轴 22 上的每一对斜齿轮 24, 26, 28 分别包括位于主动轴 22 第一端 10 一侧的第一半齿轮 31a, 31b, 31c; 以及位于主动轴 22 第二端 11 一侧的第二半齿轮 33a, 33b, 33c。

成对的斜齿轮 42, 39, 37 安装成能随被动轴 35 转动。成对的斜齿轮 42, 39, 37 还被安装成能在被动轴 35 上沿着该轴的轴向方向轴向移动。装在被动轴 35 上的每一对斜齿轮 42, 39, 37 分别包括位于被动轴 35 第一端 12 一侧的第一半齿轮 44a, 44b, 44c; 以及位于被动轴 35 第二端 13 一侧的第二半齿轮 46a, 46b, 46c。

成对的主动斜齿轮 24 与成对的被动斜齿轮相互啮合，构成了第一成对斜齿轮组 51。成对的主动斜齿轮 26 与成对的被动斜齿轮 39 相互啮合，构成了第二成对斜齿轮组 53。成对的主动斜齿轮 28 和成对的被动斜齿轮 37 构成了第三成对斜齿轮组 55。应当理解，图 1~图 3 实施例中所示的三个成对斜齿轮组只是为了举例而不是限制性的。本领域的技术人员可根据应用场合的设计要求来确定实际采用的成对斜齿轮组的数目。

25 就成对斜齿轮组 24, 42 而言，主动齿轮对 31a, 33a 分别具有相同角度的、但方向彼此相反的斜齿，这使得在主动轴 22 逆时针方向转动时，半齿轮 31a, 33a 被向内推动，使这两个半齿轮 31a, 33a 紧靠在一起。再进一步考虑成对斜齿轮组 24, 42，被动齿轮对 44a, 46a 分别具有相同角度的、但方向彼此相反的斜齿，这使得在主动轴 22 逆时针方向转动，驱使被动轴 35 顺时针方向转动时，半齿轮 44a, 46a 被向外推动，使这两个半齿轮 44a, 46a 在被动轴 35 的轴向上相互分离。

主动齿轮 31a 的斜齿与被动齿轮 44a 斜齿角度相同但方向相反；主动齿轮 33a 的斜齿与被动齿轮 46a 的斜齿也是角度相同但方向相反。

参见图 6 作进一步的说明，当主动轴 22 逆时针方向转动时，以及当成对的主动齿轮 31a, 33a 的斜齿与成对的被动齿轮 44a, 46a 的斜齿相互啮合时，就产生了一个力 F1 以使被动轴 35 顺时针方向转动。推力 F2 使被动齿轮 44a, 46a 沿被动轴 35 的轴向方向相互分离。推力 F3 使主动齿轮 31a, 33a 沿主动轴 22 的轴向方向被推紧到一起。由矢量 F2 所示的力与由矢量 F3 所示的力等值反向。

根据本发明的另一个（未示出的）实施例，主动轴 22 可以顺时针方向转动，其产生的作用力使主动齿轮 31a, 33a 沿主动轴 22 的轴向方向相互分离，以及使被动齿轮 44a, 46a 沿被动轴的轴向方向被推到一起。参见图 6，对本领域技术人员来说显而易见的是，所有齿轮 31a, 33a; 44a, 46a 的斜齿方向（即指向）都可以反过来，或者说相反地设置，所述的本发明的工作原理仍然适用。

前面有关成对斜齿轮组 24, 42 的论述也适用于成对斜齿轮组 26, 39 以及成对斜齿轮组 28, 37。

参见这些附图，可以看到：在主动轴和被动轴上的啮合斜齿轮对沿轴向贴靠到一起时，即在齿轮组的一对齿轮分离之前，更呈现出人字形外观。

进一步参见这些附图，本领域的技术人员将能够理解到，每一成对斜齿轮组中的每个斜齿轮其斜齿相对于各自的主动轴中心线或被动轴中心轴线的角度值都是相同的，而斜齿的角度方向（指向）则如前述那样变化。举例来说，参见图 1~3 和图 6，可以看出：半齿轮 33a 的斜齿相对于主动轴 22 的轴线处于这样的实际角度，即从主动轴 22 的轴线至半齿轮 33a 的斜齿，该角度是逆时针测定的。类似地，可以看出：半齿轮 31a 的斜齿相对于主动轴 22 的轴线处于这样的实际角度，即从主动轴 22 的轴线至半齿轮 31a 的斜齿，该角度是顺时针测定的。半齿轮 31a, 33a 的斜齿的实际角度值是相等的，但指向相反，或者说方向相反。如图中所见，这一论述也适用于所示的其它斜齿轮对。

再进一步参见这些附图，本领域的技术人员将理解到，主动轴 22

上的斜齿轮的直径大于被动轴 35 上的斜齿轮的直径。因此，图中所示的本发明的实施例是一个增速传动装置。本领域的技术人员还将进一步理解到，主动轴上的斜齿轮的直径也可以小于被动轴上的斜齿轮的直径，本发明的这一（未示出的）实施例将是一个减速传动装置。

5 如图所示，主动轴上的所有斜齿轮的直径都相同；被动轴上的所有斜齿轮的直径也都相同。

如图 4 中特别示出的，将斜齿轮装在主动轴 22 和被动轴 35 上的理想方式是使用花键轴。图 4 是图 14-4 位置处的横截面视图，并且加上了内壳 70 和外壳 71。图 4 表示出主动轴 22 是一个花键轴，它带有花键齿 49，齿 49 与主动斜齿轮 31a 中相应的花键槽相啮合。类似地，被动轴 35 也是一个花键轴，它带有花键齿 48，与被动斜齿轮 44a 中相应的花键槽相啮合。将会理解到，花键轴的安装方式使得功率和转动在各个齿轮和轴之间传递，花键轴的安装方式还使齿轮能够在其相应的轴上进行轴向移动。所示的采用花键轴的实施例只是作为举例而不是限制性的。本领域的技术人员可以选择其它的机构来将斜齿轮

10 安装到相应的轴上，以同时实现转动和轴向移动，例如可以是平键而不是花键。

参见图 1~图 3，每对斜齿轮的外侧面都有安装其上的圆柱形轮廓的支承件 62。图 1~图 3 为了清楚起见，都去掉了支承壳。也就是说，半斜齿轮 31a, 31b, 31c 都具有圆柱形轮廓的支承件 62，分别安装在它们各自的垂直于主动轴 22 轴线并面朝主动轴 22 第一端 10 的外侧面上；半斜齿轮 33a, 33b, 33c 也都具有圆柱形轮廓的支承件 62，分别安装在它们各自的垂直于主动轴 22 轴线并面朝主动轴 22 第二轴 11 的外侧面上。半斜齿轮 44a, 44b, 44c 都具有圆柱形轮廓的

20 支承件 62，分别安装在它们各自的垂直于被动轴 35 轴线并面朝被动轴 35 第一端 12 的外侧面上；半斜齿轮 46a, 46b, 46c 也都具有圆柱形轮廓的支承件 62，分别安装在它们各自的垂直于被动轴 35 轴线并面朝被动轴 35 第二端 13 的外侧面上。

结合图 5 对支承件 62 作进一步说明，图 5 是沿图 1 中 5-5 线的带有支承壳 65 的横截面视图。如图 5 中所示，支承件 62 分别以花键连接于主动轴 22 和被动轴 35。支承件 62 的圆柱形外表面 64 是轴承 66 的支承面。可以理解，支承壳 65 支承着支承件 62 并使主动轴 22

30

和被动轴 35 保持平行。

参见图 1~图 3 所示的本发明的实施例，挡环 57a 位于主动轴 22 的第一端 10 附近，挡环 57b 位于主动轴 22 的第二端 11 附近；挡环 59a 位于被动轴 35 的第一端 12 附近，挡环 59b 位于被动轴 35 的第二端 13 附近。挡环 57a, 57b; 59a, 59b 装在各自的轴上都不能沿各自的轴作轴向运动。主动轴 22 上的挡环 57a, 57b 停止住主动斜齿轮在主动轴 22 上的轴向运动；被动轴 35 上的挡环 59a, 59b 停止住被动齿轮在被动轴上的轴向运动。挡环的功能将在下文中作更充分的说明。

10 主动轴 22 和被动轴 35 都被安装成（未示出的）不能随着各个轴和各个斜齿轮的转动所产生的力而沿各自的轴向方向作运动。

下面结合图 1~图 3，描述本发明传动装置的工作方式。图 1 表示了采用三组成对斜齿轮的本发明实施例在主动轴 22 转动之前的状况。一旦主动轴 22 开始转动，由于齿轮中的制造公差，一组成对斜齿轮，例如齿轮 24, 42，将首先啮合。前面结合图 6 所述的推力将使得被动斜齿轮 44a, 46a 开始分离，主动斜齿轮 31a, 33a 将被推向一起。这使得主动轴 22 能进一步转动而不加载于或转动被动齿轮。由于制造公差和主动轴 22 的继续转动，其它的一组或多组成对斜齿轮例如齿轮组 28, 37 也将啮合，以及被动齿轮 44c, 46c 也开始分离，主动斜齿轮 31c, 33c 将被推向一起。这些都表示在图 2 中，其中成对斜齿轮组 24, 42 的被动斜齿轮 44a, 46a 已开始沿被动轴 35 的轴向方向相互分离；成对斜齿轮组 28, 37 的被动斜齿轮 44c, 46c 也已开始沿被动轴 35 的轴向方向相互分离。

25 由于制造公差以及斜齿轮组中的成对被动斜齿轮的继续分离，将使得主动轴 22 和被动轴 35 能够继续转动而不使主动轴 22 加载，直到被动轴 35 上的挡环 39a, 39b 止挡住被动斜齿轮对的轴向分离运动，以及两个相邻被动半斜齿轮的支承件 62 贴靠到一起。这些表示在图 3 中。这种设计使得主动轴 22 能在不加载的状态下继续转动，直到所有的斜齿轮组都啮合，以及所有被动斜齿轮对都开始沿被动轴的轴向方向相互分离而不加载于或转动被动轴。这就是说，位于被动轴 35 上的挡环 59a, 59b 提供了充分的轴向空间或轴向距离，这样，在被动齿轮 44a 的支承件 62 有力地贴靠到挡环 59a 上以及被动齿轮

46c 的支承件 62 有力地贴靠到挡环 59b 上之前,所有斜齿轮组中的被动斜齿轮对都已开始沿被动轴 35 的轴向方向相互分离。当挡环 59a, 59b 阻止了被动斜齿轮的任何进一步的轴向分离时,主动轴 22 的加载和被动轴 35 的转动就开始了。为了平衡载荷,成对被动斜齿轮的半
5 齿轮之间的分离距离可以相互不同,下文中将予以更充分的讨论。

图 3 表示了所有被动齿轮对 44a, 46a; 44b, 46b; 44c, 46c 沿被动轴 35 轴向的分离,以及轴向分离被挡环 59a, 59b 止住。这就是说,在图 3 中,半齿轮 44a 的支承件 62 贴靠在挡环 59a 上;半齿轮 46a 的支承件 62 贴靠于半齿轮 44b 的支承件 62;半齿轮 46b 的支承
10 件 62 贴靠于半齿轮 44c 的支承件 62;以及半齿轮 46c 的支承件 62 贴靠在挡环 59b 上。

主动轴的不加载的转动继续进行,直到在被动轴 35 上的由挡环的位置所允许的被动斜齿轮对的轴向运动空间被全部占据。当被动轴上的被动齿轮对相互贴靠以及贴靠于挡环或止挡件时,如下面将要充分描述的,所有被动斜齿轮都均载啮合,以及被动轴开始转动。
15

由于使被动齿轮对相互分离的推力正比于每一齿轮对所承受的载荷,所以载荷的任何不均衡将导致被动齿轮对之间推力的不均衡。这就是说,承受重载的被动齿轮对将开始进一步分离,由于挡环或止挡件不允许被动轴上的齿轮的任何额外的轴向分离,重载的被动斜齿轮对的分离就使得被动轴上的其它被动斜齿轮对被相互推向一起,减小了它们的轴向分离,这就增加了它们的承载份额,因而使载荷重新
20 均衡。由于被动轴上的所有齿轮能够自由移动和相互作用,只有位于被动轴每一端的半齿轮存在一个净推力,其它齿轮上的推力都由相邻齿轮的相反方向的推力相互平衡。

就象被动侧的半斜齿轮必须能够在被动轴上自由地轴向移动一样,主动轴的半斜齿轮也必须能够在主动轴上自由地轴向移动。
25

如前所述,主动轴 22 的逆时针方向的转动使得主动斜齿轮对 31a, 33a; 31b, 33b; 31c, 33c 沿着主动轴 22 的轴向被推紧到一起。然而,主动侧的斜齿轮对必须能够在主动轴 22 上自由地轴向移动。由于制造
30 公差的不同,被动轴上的诸被动斜齿轮对沿轴向方向的分离并不相同。被动斜齿轮对的这种不均等的分离运动导致了主动齿轮对的一端或另一端上的不均衡载荷,这使得主动齿轮对沿主动轴轴向移动,以“找正”

它们自己相对于相应被动齿轮对的位置，以实现载荷均衡。

上述的在主动轴斜齿轮和被动轴斜齿轮之间的相互作用使得所有啮合斜齿轮之间的载荷自动地均衡。

5 在所述的实施例中，挡环 59a, 59b 必须使得被动轴 35 上的斜齿轮对能够充分地轴向运动，这样，在挡环 59a, 59b 阻止额外的轴向分离以及因此载荷从主动轴 22 传向被动轴 35 之前，装在被动轴 35 上的所有斜齿轮对都已分离。

10 为了清楚地描述本发明起见，在图 2 和图 3 中所示的被动斜齿轮对的轴向分离距离是极为夸张的。在实际应用中，所示实施例的被动轴上的斜齿轮对的轴向分离距离将是一英寸的千分之一或毫米的千分之几的数量级。

应当可以理解，结合图 1 至图 3 所述的本发明的实施例只是为了解释本发明的原理而例举的示例。许多其它的实施例对于本领域的技术人员来说将是很显然的。如前所述，图 1 至图 3 所示的本发明的实施例采用了三组成对的斜齿轮。所选择的成对斜齿轮组的数目取决于特定应用场合的设计参数。主动轴和被动轴上的齿轮的直径也可以进行选择以提供增速或减速的传动装置。图 1~图 3 实施例中的主动轴也可以顺时针方向转动。这使得主动轴上的斜齿轮对相互分离以及被动轴上的斜齿轮对被推向一起。此时本发明的工作原理将与前述的相同。图 1~图 3 所示所有齿轮的斜齿其相对于主动齿轮轴线和被动齿轮轴线的角度方向（或称指向）都可以反过来。如同对本领域的技术人员显而易见的那样，这将不会改变本发明的工作原理。对本领域技术人员另一点显而易见的是，在图 1 至图 3 所示和所述的、主动轴 22 逆时针转动的实施例中，半斜齿轮 31a, 33a 可以由同一件金属加工制造出来，这是因为，在所示的该特定实施例中，半斜齿轮 31a, 33a 沿着主动轴的轴向不相互分离。

本发明提供了一种商业上实用的、成本合理的、在公共主动轴和公共被动轴上分别具有多个齿轮的齿轮传动装置。本发明中所使用的齿轮只要求具有商业上实用的、成本合理的制造公差。

30 尽管已经详细描述了本发明的较佳实施例，但显然，在权利要求书所确定的本发明的精神和范围内，本领域的技术人员可以作出各种的改进。

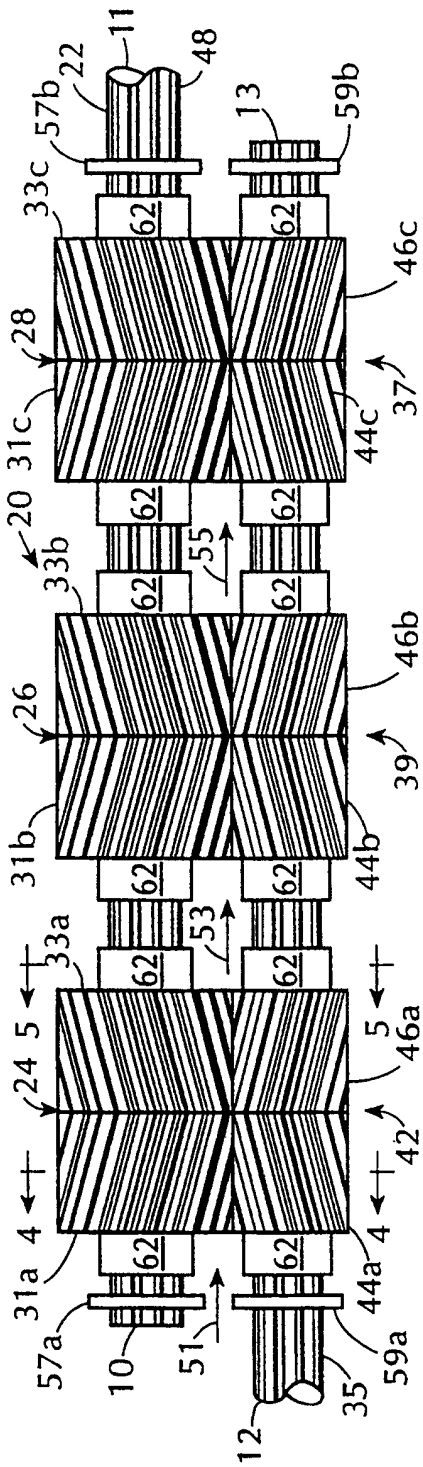


图 1

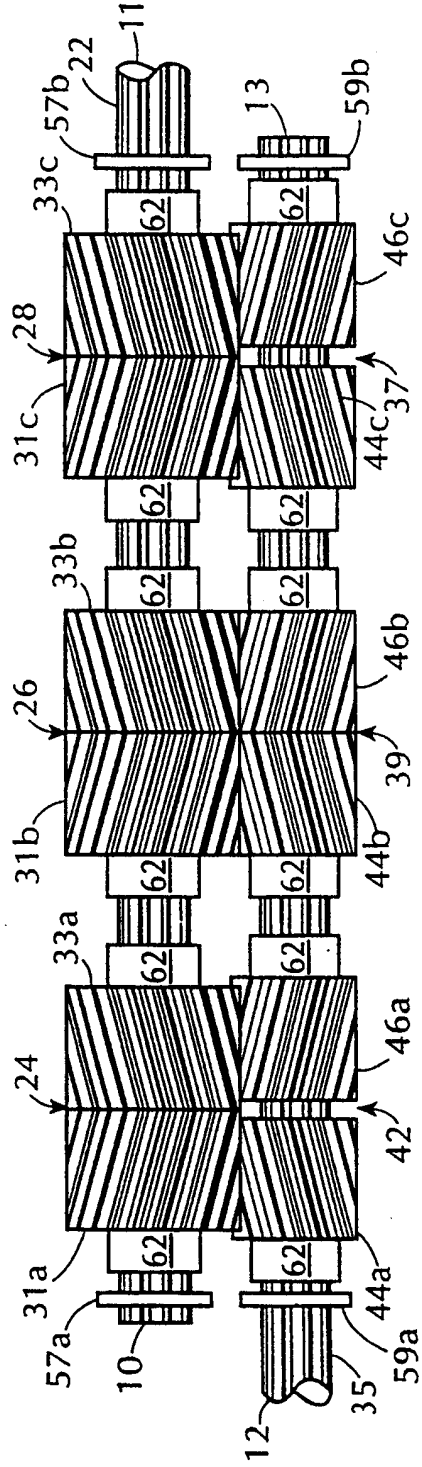


图 2

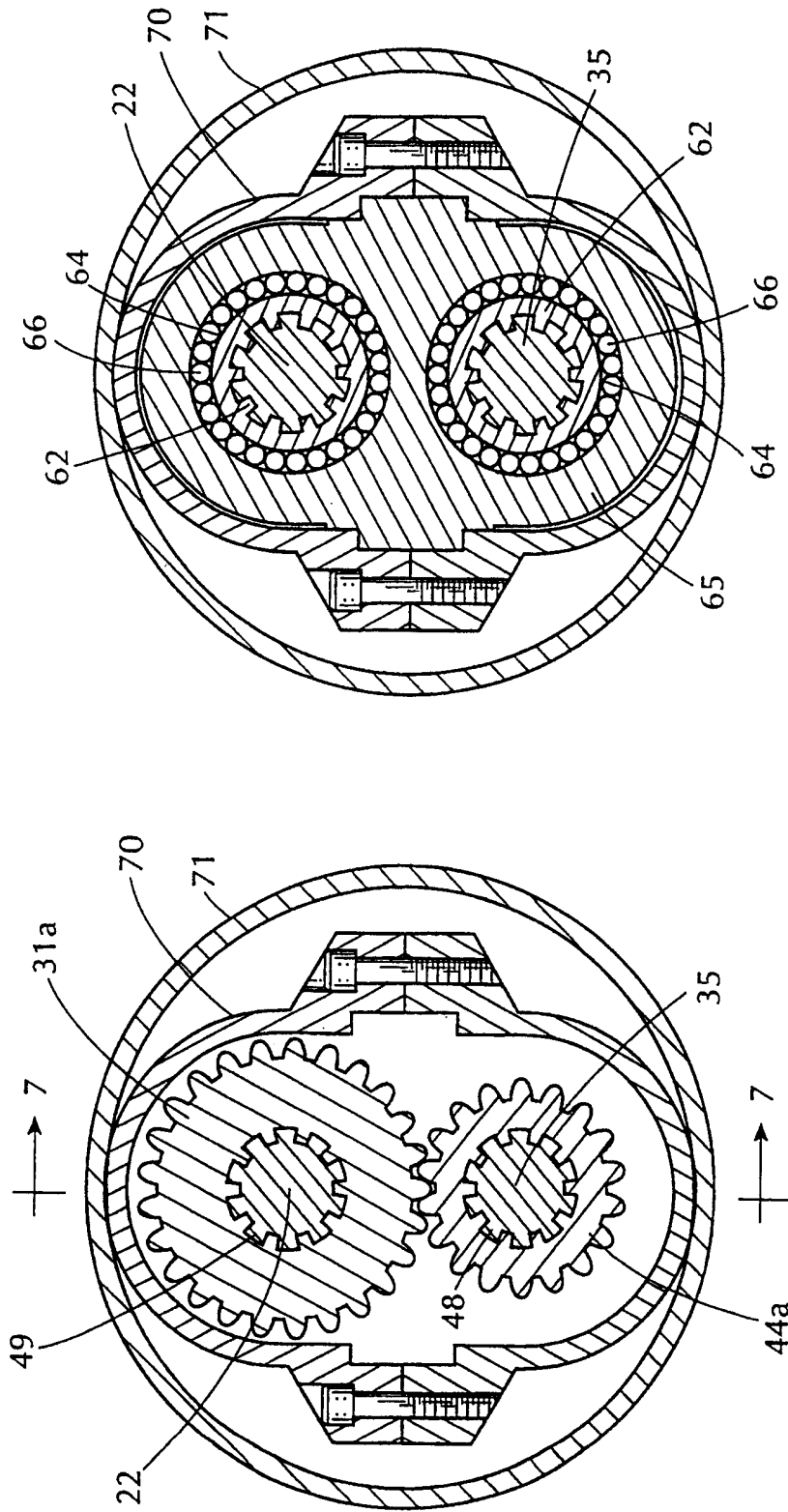


图 5

图 4

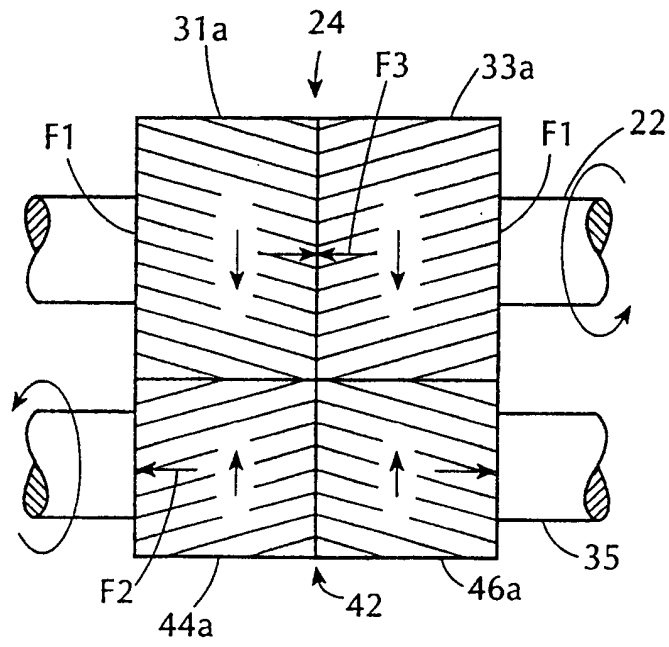


图 6

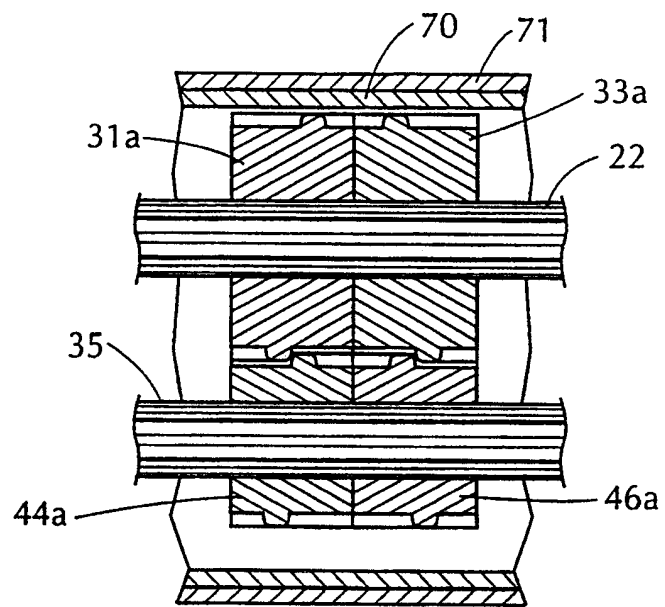


图 7