

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G01M 13/02

B23F 19/02



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95193333.7

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1125325C

[22] 申请日 1995.5.12 [21] 申请号 95193333.7

[30] 优先权

[32] 1994.5.31 [33] US [31] 08/251,552

[86] 国际申请 PCT/US95/06158 1995.5.12

[87] 国际公布 WO95/33192 英 1995.12.7

[85] 进入国家阶段日期 1996.11.29

[71] 专利权人 格里森工场

地址 美国纽约州

[72] 发明人 詹姆斯·J·杰纳达

戴维·A·怀特

审查员 丁惠玲

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

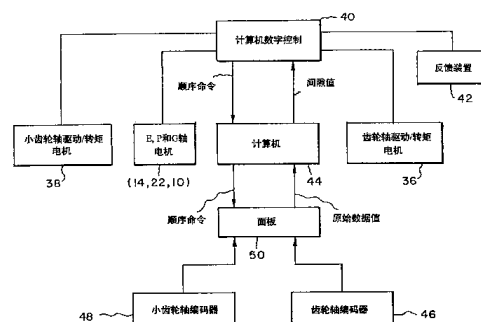
代理人 傅 远

权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称 确定齿轮啮合间隙的方法

[57] 摘要

一种确定齿轮间隙的方法，其中齿轮组的一个部件沿第一方向转动，在预定的增量处记录转动位置，另一部件的转动位置也同时记录。把一个部件的转动方向反向，在同样增量处记录转动位置，同时记录另一部件的转动位置，算出另一部件记录得的位置的差值，该差值表示齿轮组间隙大小。



1. 一种确定齿轮组中齿轮啮合间隙的方法，齿轮组包括第一和第二齿轮部件，所述第一部件的齿数等于或大于所述第二部件的齿数，其特征在于，所述方法包括：

使所述第一和第二部件啮合，

转动所述部件，由此所述第一部件沿第一方向转动，

以预定增量记录所述第一和第二部件之一的转动位置，

在记录所述一个部件的同时，记录所述第一和第二部件另一个部件的转动位置，

转动所述部件，由此所述第一部件沿相反方向转动，

以每一所述预定增量记录所述第一和第二部件之一的转动位置，所述一个转动方向的所述转动位置与所述相反方向的转动位置相同，

在记录所述一个部件的同时记录所述第一和第二部件的另一个部件的转动位置，

以所述一个部件沿所述第一方向和所述相反方向转动时每一同样增量计算所述第一和第二部件的所述另一个部件所记录的转动位置之差值，

由算出的所述转动位置差值确定中间值或平均值之一，

将所述中间值或平均值之一与预定的可接受的啮合间隙值比较，以及

(a) 若所述中间值或平均值之一离所述预定的可接受啮合间隙值在所希望的范围内，

则进一步加工所述第一和第二齿轮部件，或

(b) 若所述中间值或平均值中之一在所述希望的范围外，

则确定得到所述可接受的啮合间隙所需的所述第一和第二齿轮部件的相对位置变化，

将所述第一和第二齿轮部件相对定位到所述确定的相对位置，以及

进一步加工所述第一和第二齿轮部件。

2. 如权利要求 1 的方法，其特征在于，所述啮合间隙的确定在约 3 至 6 秒中实现。

3. 如权利要求 1 的方法，其特征在于，把所有算出的差值与一预定可接受的啮合间隙值范围作比较，任一不在所述可接受范围内的所述计算值被认为不合格。

4. 如权利要求 3 的方法，其特征在于，根据在所述可接受范围内的所述计算得的差值，确定最小值、最大值和中间或平均值之一。

5. 如权利要求 4 的方法，其特征在于，所述中间值或平均值之一是所述中间值。

6. 如权利要求 1 的方法，其特征在于，所述进一步加工至少包括对所述齿轮和小齿轮部件进行研磨和测试中的一种。

7. 一种确定啮合间隙和研磨齿轮组的方法，所述齿轮组包括齿轮部件和小齿轮部件，所述齿轮部件的齿数等于或大于所述小齿轮部件的齿数，其特征在于，所述方法包括：

将所述齿轮部件装在可转动的齿轮轴上，

将所述小齿轮部件装在可转动的小齿轮轴上，

使所述齿轮和小齿轮部件啮合，

转动所述部件，由此所述齿轮和小齿轮部件之一沿第一方向转动，同时对所述齿轮和小齿轮部件的另一个部件的轴沿与第一方向相反方向施加转矩，其大小为保持所述齿轮和小齿轮部件之间的接触，所述一个部件的转动被划分为多个预定增量，

以每一所述增量记录所述齿轮和小齿轮部件之一的转动位置，

在记录所述一个部件的同时记录所述齿轮和小齿轮部件中另一个部件的转动位置，

沿相反方向转动所述齿轮和小齿轮部件，其转动量等于沿所述第一方向上转过的量，相反方向转动量被划分成所述数量的预定增量，沿所述相反方向的所述转动的开始点是沿所述第一方向的所述转动的结束点，

以每一所述增量记录所述齿轮和小齿轮部件之一的转动位置，所述一个转动方向的所述转动位置与所述相反转动方向的所述转动位置相同，

在记录所述一个部件的同时，记录所述齿轮和小齿轮部件的另一个部件的转动位置，

以所述一个部件沿所述一个方向和所述另一方向转动时的每一相同增量计算所述齿轮和小齿轮部件中另一个部件记录到的转动位置之间的差值，

由算得的所述转动位置差值确定中间值或平均值之一，

比较所述中间值或平均值之一与一预定可接受的啮合间隙值，以及

(a) 若所述中间值或平均值之一在离所述预定可接受的啮合间隙值所需范围

内，

则研磨所述齿轮和小齿轮部件，

或

(b) 若所述中间值或平均值之一在所述所需范围外，

则确定获得所述可接受的啮合间隙所必需的所述齿轮和小齿轮部件的相对位置变化，

将所述齿轮和小齿轮部件相对定位至所述确定的相对位置，以及

研磨所述齿轮和小齿轮部件。

8. 如权利要求 7 的方法，其特征在于，所述一个部件是所述小齿轮部件，所述另一部件是所述齿轮部件，

9. 如权利要求 7 的方法，其特征在于，所述中间值或平均值之一是所述中间值。

10. 如权利要求 7 的方法，其特征在于，在确定所述中间值或所述平均值之前，所述方法还包括：

将每一所述算得的转动位置差值与一预定可接受的差值范围作比较，并使在所述范围外的所述位置差值为不合格。

11. 如权利要求 7 的方法，其特征在于，所述齿轮和小齿轮部件可沿三条相互正交的轴 E、P 和 G 彼此相对移动，并且由所述齿轮和小齿轮部件沿所述 G 轴的相对移动进行相对定位，得到所述可接受的啮合间隙。

12. 一种确定齿轮组中齿轮啮合间隙的方法，所述齿轮组包括齿轮部件和小齿轮部件，所述齿轮部件的齿数等于或大于所述小齿轮部件的齿数，其特征在于，所述方法包括：

(a) 将所述齿轮部件装在可转动的齿轮轴上，

(b) 将所述小齿轮部件装在可转动的小齿轮轴上，所述小齿轮和齿轮部件可彼此相对移动，

(c) 使所述齿轮和小齿轮部件在预定的相对位置上啮合，

(d) 转动所述齿轮和小齿轮部件，由此所述齿轮和小齿轮部件之一沿第一方向转动，同时对所述齿轮和小齿轮部件中另一个部件的轴沿与所述第一方向相反的方向施加转矩，其大小为维持所述齿轮和小齿轮部件之间的接触，所述一个部件的转动被划分为多个预定的增量，

(e) 以每一所述增量记录所述齿轮和小齿轮部件之一的转动位置，

(f) 在记录所述一个部件的同时，记录所述齿轮和小齿轮部件的另一个部件的转动位置，

(g) 沿相反方向转动所述齿轮和小齿轮部件之一，其转动量等于沿所述第一方向转过的量，沿相反方向转动的量被划分成所述数量的预定增量，沿所述相反方向的所述转动的开始点为沿所述第一方向的所述转动的结束点，

(h) 以每一所述增量记录所述齿轮和小齿轮部件之一的转动位置，所述一个转动方向的转动位置与所述相反方向的转动位置相同，

(i) 在记录所述一个部件的同时，记录所述齿轮和小齿轮部件中另一个部件的转动位置，

(j) 以每一所述一个部件沿所述一个方向和所述另一方向转动的同样增量计算所述齿轮和小齿轮部件的另一个部件记录的位置之间的差值，

(k) 由算出的所述转动位置差值确定中间或平均值之一，

(l) 将所述中间值或平均值之一与一预定可接受的啮合间隙值比较，以及

(m) 若所述中间值或平均值之一在离所述预定可接受的啮合间隙值所希望的范围内，

则停止所述确定啮合间隙，或

(n) 若所述中间值或平均值之一在所述所需范围外，

则改变所述齿轮和小齿轮部件的相对位置，产生啮合间隙变化，以及重复步骤(d)至(m)或(n)。

13. 如权利要求 12 的方法，其特征在于，所述一个部件是所述小齿轮部件，所述另一部件是所述齿轮部件。

14. 如权利要求 12 的方法，其特征在于，所述中间值或平均值之一是所述中间值。

15. 如权利要求 12 的方法，其特征在于，在确定所述中间值或所述平均值之前，所述方法进一步包括：

比较每一算出的所述转动位置差值与预定的可接受差值范围，使任一不在所述范围内的所述位置差值为不合格。

16. 如权利要求 12 的方法，其特征在于，所述齿轮和小齿轮部件可沿三条相互正交的轴 E、P 和 G 彼此相对移动。

17. 如权利要求 15 的方法，其特征在于，所述啮合间隙的变化由所述齿轮和小齿轮部件沿所述 G 轴的相对移动产生。

## 确定齿轮啮合间隙的方法

本发明涉及齿轮技术，特别是涉及确定齿轮组中齿轮啮合间隙的方法。

啮合间隙这一词用来描述互相啮合的两个齿轮牙齿之间的间隙大小，齿轮设计对啮合间隙规定了最佳值，大规模生产经验鉴定齿轮组在各种用途中呈现出的差异，以满足质量要求，此外，必须控制位置关系，以经济地组装。

啮合间隙是齿轮研磨和试验过程中的重要参数。研磨包括在加上研磨剂时使齿轮组啮合转动，同时改变齿轮的相对位置，使齿面光滑并修正接触表面，研磨齿轮组包括同时控制几种机械功能，以得到期望的降低齿轮噪声和提高强度的效果，基本的研磨工艺要求是控制啮合间隙，使之接近设计值，使齿轮组顺当地不费力工作。

以前的精研机通过机器运动的排序控制啮合间隙。首先，使齿轮组啮合到直接接触状况，没有啮合间隙，称为“金属对金属”状况。当在此位置时，机械运动会被夹紧，然后附加的移动使工件分开，产生啮合间隙，该过程产生不确定的结果，因为机械零件也包括弹簧、有间隙的移动导向件、偏差等，这些都会变化。由于机械调整出现在一个啮合点，未考虑到另一个啮合点出现的部件变化。经济的位置控制可改进这种局面，因为现在操作者可通过控制输入补偿掉某些机械误差。尽管这些控制更便于机械调节，但存在着下面的机械状况。

用位置控制(如 Ellwanger 等人的美国专利 NO.3717958 中揭示的步进电机)来控制机器运动，如果可指定和量化需要的运动，则现在有机会实现正确的机器运动。已作了许多努力来用传感器和其他类似的机械装置检测齿轮组的啮合间隙，目的是提供反馈以使机器运动复原到更理想的研磨关系。不幸，反馈装置对所需要的结果来说仍然变化太大，测量仍在一个啮合点进行，这是产生变化的一大来源，最终，对这种老式的机器放弃了这种方法。

计算机数字控制(CNC)来到精研机中，如 GINIER 等人的美国专利 NO.4788476 中所述，提供了一种确定间隙状况的新机会。利用直接控制机器运动位置，研磨所需的机床底盘可分解成三四种机器运动，这样的底盘更不易移动，测量时变化更小，现在可重新用传感器来完成测量啮合间隙的任务。但是，测量本质上仍是机械的，所以还会有一些变化。根据测量的性质，测量值可能仍然必须同规定的

齿轮啮合间隙在数学上相关，这种数学模型实际上本身是一变化来源，现在可以在几个啮合点进行测量以鉴别与部件有关的变化。

本发明的一个目的是提出一种测量啮合间隙的方法，其所有测量在受控条件下进行，由此测量实际的啮合间隙值，而不是已有技术中的近似值。

本发明针对一种确定齿轮组啮合间隙的方法，其中齿轮组包括第一部件和第二部件，第一部件的齿数大于或等于第二部件的齿数。一种熟知的齿轮组包括一齿轮部件和一小齿轮部件，齿轮部件的齿数等于或大于小齿轮部件的齿数，小齿轮部件是齿轮组中较小的部件。通常，小齿轮部件是齿轮组中的主动件，而齿轮部件为从动件。本发明将对齿轮和小齿轮部件进行叙述，但是，本发明不限于包括齿轮和小齿轮的齿轮组，而应认为包括任何啮合的齿轮类部件。

本发明的方法包括使第一和第二部件啮合，并转动这些部件，这样第一部件沿第一方向转动。以预定的增量记录第一和第二部件之一的转动位置，另一部件的转动位置也同时记录。

然后沿相反方向转动第一部件，以每一预定的增量记录一个部件的转动位置，相反转动方向的转动位置与第一转动方向的转动位置相同，另一部件的转动位置也随之同时记录。

以一个部件沿第一方向和相反方向转动的每一相同增量计算另一部件记录的转动位置之间的差别，得到的差值代表齿轮组的啮合间隙值。

本发明的方法进一步包括从所有计算得到的差值中确定单个有代表性的啮合间隙值，并将此代表值与预定的可接受的啮合间隙值比较，若代表值离预定的可接受值在希望的范围内，则该齿轮组是可接受的，然后可进一步加工，如研磨。但是，若代表值在希望的范围以外，则确定获得可接受的间隙所必需的齿轮和小齿轮部件的相对位置变化，然后可把齿轮和/或小齿轮部件从其先前评估位置移动到新确定的相对位置，然后进一步加工齿轮组，例如研磨。

图1示意性表示实现本发明过程的一种机器。

图2表示图1中机器的控制系统。

现在参见附图详细叙述本发明。

可以在任何能转动啮合的齿轮组、监视齿轮组各部件转动位置并使齿轮组部件彼此相对定位的机械上实现本发明。较好地，该机械是一计算机数字控制的(CNC)研磨或试验机器，能相对转动和横向移动齿轮组部件，并包括测量工件轴转动位置的电子设备，这类机器是众所周知的并易于得到。

图 1 示意性表示出一种这类机器，该机器作为精研机来叙述，但应理解同样的机器部件也可用于执行试验机的有关功能。

该精研机包括基座 2，其上安装了齿轮头 4，齿轮头 4 在横向滑板 8 上的导轨 6 上沿第一方向(G 轴)直线移动。沿导轨 6 的移动由电机 10 推动，横向滑板 8 以及齿轮头 4 在安装于基座 2 的导轨 12 上直线移动(E 轴)，横向滑板 8 的移动由电机 14 经适当的减速齿轮 16 推动，G 和 E 轴彼此正交。

垂直滑板 18 安装成经导轨 20 使齿轮头 4 垂直移动(P 轴)，垂直滑板 18 的移动由电机 22 经减速齿轮 24 推动，在 P 轴方向的移动垂直于 G 和 E 轴，这使得 G、E 和 P 轴彼此垂直。可转动的齿轮轴 26 装在垂直滑板 18 上，齿轮 28 可拆卸地装在齿轮轴 26 上，齿轮轴 26 由位于齿轮头 4 内的电机 36(图 2)转动。

基座 2 上还有小齿轮轴箱 30，一个可转动的小齿轮轴 32 从中穿过，其上可拆卸地安装着小齿轮部件 34。小齿轮轴 32 由位于基座 2 内的电机 38(图 2)转动，齿轮轴电机 36 和小齿轮轴电机 38 协同工作，形成加工速率，同时产生转矩差别。

工作头 4、横向滑板 8、垂直滑板 18 以及齿轮轴 26 和小齿轮轴 32 的运动分别由各个独立的驱动电机 10、14、22、36 和 38 带动，上述部件能彼此独立或同时移动，每一相应的电机与一反馈装置 42(图 2)相关，例如是作为 CNC 系统部件的直线或旋转编码器，或传感器，CNC 系统按照输入到计算机控制器 40(图 2)的指令管理驱动电机的运行。

在研磨或试验过程中，沿 E 和 P 轴的相对移动造成齿轮组部件接触图形的位置变化，其作用是改变了接触图形。研磨包括转动啮合的齿轮部件，在齿面的所需位置接触，这样，各部件处于特定的 E 和 P 轴位置以及特定的 G 轴位置，以产生所需的啮合间隙。

典型地，E、P 和 G 轴的运动都对定位的轮齿接触图形的长度方向和深度方向位置有影响，E 轴运动的主要影响在于接触图形长度方向的相对位置，P 轴运动的主要影响在于接触图形深度方向的相对位置，而 G 轴运动的主要影响在于啮合间隙。

由于齿轮组被研磨，必要时通过改变 E 和 P 设置使接触移向齿面的外部(伞齿轮大端)或内部(伞轮小端)之一，以实现这种接触位置的移位。由于 E 和 P 变成作移位，G 轴位置也必须改变以保持所需的啮合间隙。当到达所需的大端或小端位置时，E 和 P 轴位置再次改变，将接触移动到另一大端或小端位置，而在 E 和 P 位置改变的同时，G 轴也适当改变以保持啮合间隙。然后，使接触位置回到开始

位置。

本发明消除了一直存在于齿轮组研磨和测量中的啮合间隙测量的变化，而代之以提供一种快速和准确的间隙测量。

本发明的方法包括在研磨或试验机上对齿轮轴安装一个齿轮部件，并对小齿轮轴安装一个小齿轮部件。齿轮和小齿轮沿 E、P、G 轴作相对移动而啮合，最好是金属对金属接触，然后把部件之一沿 G 轴相对退回一点，以提供啮合间隙。

把齿轮和小齿轮之一指定为主动轮，另一个部件指定为从动轮，以记录其角位置。最好是把小齿轮指定为主动轮，而以这种方式讨论此过程时应明白，对于本发明的目的，齿轮部件也可以用作主动轮。

本发明最好通过计算实施，而且编码装置与图 2 中的计算机数字控制 40 和轴反馈装置 42 分开。计算机 44 (它最好是至少为例如 33MHz 的处理器) 从控制器 40 接收顺序命令，计算机 44 经面板 50 与转动位置反馈装置 (例如以特定的编码器一轴比率与齿轮和小齿轮轴相关的 50 倍内插的正交信号编码器 46、48) 相接。面板 50 从计算机 44 接收顺序命令，并以计算机指定的间隔把两编码器 46、48 同时得到的读数配对，把原始数据送到计算机 44。计算机 44 处理这些读数，如下所述，确定啮合间隙值并将这些值发送到控制器 40。

当然，若可能的话，合适的反馈位置装置 42 和计算机控制器 (CNC) 40 可用来读取和处理数据，以按照本发明的方法确定啮合间隙。

由于小齿轮作为主动轮，转矩加到与齿轮将转动的相反方向上的齿轮轴上，其大小保持齿轮和小齿轮之间的接触。然后转动齿轮组，使小齿轮沿第一方向 (例如顺时针) 转动，由编码器以预定增量测量小齿轮的转动位置并记录下来。增量最好是同等增量，例如每 1000 个编码器计算或每 30 度，但本方法不限于这种同等增量。

在记录小齿轮转动位置同时，齿轮的转动位置也由编码器测量和记录，最好是，这一测量周期持续到齿轮部件完整的一转。但是，该过程并非限于那样，例如，测量周期仅为齿轮或小齿轮转动几度也足够了，相反，也可以要求转数等于齿轮和小齿轮齿数的乘积 (即齿数比的乘积)，这样在测量周期中会出现所有可能的轮齿啮合组合。

当完成这一测量周期后，主动轮 (小齿轮) 的转动方向反转 (例如，反时钟方向)，作为加齿轮轴转矩的方向，并沿该相反转动方向进行测量。小齿轮的转动测量刚好在上一测量周期的同一位置上进行。即，对小齿轮的顺时针和逆时针转动

测量在同一位置上进行，齿轮部件的转动位置也与每次小齿轮转动测量同时记录。对于这一测量周期，齿轮和小齿轮的转动量与上一测量周期中的转动量相同。

当收集到所有的测量信息时，对顺时针和逆时针转动计算每一测量增量测得的转动位置之差。由于主动部件是沿每一转动方向在同样的转动位置上测量的，因此每一增量的测量之差为零，所以仅留下对从动部件的转动测量，而这些差值代表了每一转动测量增量的实际啮合间隙值。下表提供了测量到的啮合间隙值的一个例子。齿轮组比率[]3：1[]编码器-轴比率[]3：1[]编码器增量/转[]720，000(在有比率时为2，160，000)[]数据采集增量[]小齿轮转动每180，000个增量(在有比率时为540，000)

| 原始数据<br>(CW) | 原始数据<br>(CW) | 原始数据<br>(CCW) | 原始数据<br>(CCW) | 原始啮合<br>间隙数据 | 合格的非<br>零啮合间<br>隙数据 | 分类的合<br>格非零间<br>隙数据 |
|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------------|---------------------|
| 小齿轮          | 齿轮[]         | 小齿轮[]         | 齿轮            |              |                     |                     |
| 540000       | 179500       | 540000        | 180450        | 950          | 950                 |                     |
| 1080000      | 359850       | 1080000       | 360760        | 910          | 910                 | 894(min)            |
| 1620000      | 539552       | 1620000       | 539860        | 308*         |                     | 910                 |
| 2160000      | 719776       | 2160000       | 720703        | 927          | 927                 | 916                 |
| 2700000      | 899660       | 2700000       | 900652        | 992          | 992                 | 922                 |
| 3240000      | 1080058      | 3240000       | 1081020       | 962          | 962                 | 927                 |
| 3780000      | 1259712      | 3780000       | 1260628       | 916          | 916                 | 937                 |
| 4320000      | 1439905      | 4320000       | 1440842       | 937          | 937                 | 950                 |
| 4860000      | 1620105      | 4860000       | 1621116       | 1011         | 1011                | 962                 |
| 5400000      | 1799566      | 5400000       | 1800488       | 922          | 922                 | 964                 |
| 5940000      | 1979323      | 5940000       | 1980287       | 964          | 964                 | 992                 |
| 6480000      | 2159557      | 6480000       | 2160451       | 894          | 894                 | 1011                |

CW=顺时针小齿轮转动

CCW=逆时针小齿轮转动

\* 第三数据点因裂痕或毛刺而不合格

如表中所见，小齿轮部件是该啮合间隙确定过程中的主动件，所以对于顺时针和逆时针方向在同一转动位置上进行测量。由于位置相同，不存在差值，这些测量有效地彼此抵消。

与每一小齿轮测量同时测量的齿轮转动位置对每一个同样的顺时针和逆时针小齿轮位置反映出转动位置差别。例如在顺时针转动的小齿轮位置 540000 处，测量的齿轮位置为 179500 个编码器计数，而在逆时针转动小齿轮位置 540000 处，测得的齿轮转动位置为 180450 个计数，齿轮部件的计数差值为 950，这代表了齿轮该位置处的啮合间隙。

对于第三数据点，显著不同的啮合间隙数据 308 将表明轮齿表面上可能有异常，如在痕或毛刺。计算机中的逻辑会拒绝该齿轮组或停止处理，让操作者对齿轮组作目视检查。该点的数据也许不会被看作有效，所以很有可能从留下的计算值中删除掉。可以就最小和最大可接受的测量值对计算机编程。

啮合间隙和编码器计数之间的关系可由已知的齿轮理论关系表示，建议用下式。此时小齿轮为主动轮，而齿轮是从动轮：

$$\text{啮合间隙} = \frac{D \times \tan\left(\frac{N_p}{N_T} \times 360\right)}{2} \times \cos A \times \cos B$$

其中：D=齿轮节径（与啮合间隙采用同一单位）

$N_p$ =测得的编码器计数值

$N_T$ =每转编码器计数值

A=齿轮螺旋角

B=齿轮压力角

在齿轮部件为主动轮而小齿轮部件为从动轮的情形下，等式右边应再乘以齿轮组比率。

例如，若所需的啮合间隙为 0.010 英寸(0.2540mm)，而每转编码器总计数  $N_T$  为 720,000 $\times$ 3(编码器对轴的比率)=2,160,000，上表中的齿轮部件规格为：

D=8.800 英寸(222.52mm)

A=27 度，12 分

B=20 度

对  $N_p$ (测量的编码器计数)解该式，得到 935。所以，对齿轮部件转动位置的编码器计数算得的差值 935 相当于 0.010 英寸(0.2540mm)的啮合间隙量。若上述

齿轮部件可接受的范围是例如 0.008—0.012 英寸(0.2032—0.3048mm)，则对该范围的可接受啮合间隙而言，测量的齿轮部件编码器计数可接受的差值应为 748—1122 计数。当然，可以看到，当已知被测编码器计数时，也可以解上式来确定啮合间隙量。

第三个啮合间隙数据点的 308 个编码器计数大大超出本例的 748—1122 编码器计数范围，而该数据点也许是不合格的，这样，齿轮组应被检查，而该齿轮组可能被拒绝。但是，其余的测量值得到中间的啮合间隙值 937，离较佳值 935 很近。除了中间值之外，也可以使用平均值，本例中为 944 个编码器计数，它离所需值 935 也很近。

本发明的方法可用于对一具体的齿轮组得出综合数据。通过在中心、小端和大端位置的 E 和 P 轴位置实现本发明的过程，在测量啮合间隙、记录 G 轴位置的重复过程中利用已知的齿轮理论关系，可在每一位置确定可接受的啮合间隙和 G 轴位置。若啮合间隙不可接受，则反复调节 G 轴位置并测量啮合间隙，直到得到可接受的啮合间隙并确定最终的 G 轴位置。

在时间很重要的情形下，如在大量产品研磨环境中，以及必须按照本发明的方法根据单次啮合间隙测量改变 G 轴位置时，可根据已知的齿轮理论关系计算 $\Delta G$ 的变化，齿轮组的部件可沿 G 轴相对移动计算出的 $\Delta G$ 量，然后研磨齿轮组。

本发明提出一种更快速和更准确的确定齿轮组中啮合间隙的方法，可实现约 3—6 秒的周期时间，同时为产生更准确的齿轮组型面，可读出大量数据点。除了对研磨或试验确定啮合间隙外，也可以更准确地测量啮合间隙以加强齿轮组的最后装配，或使维修用的部件更为合理。

尽管参照最佳实施例对本发明进行了叙述，应明白本发明不限于这里的特例，本发明应包括对本领域技术人员而言是显然的修改，而主题仍在权利要求书实质范围内。



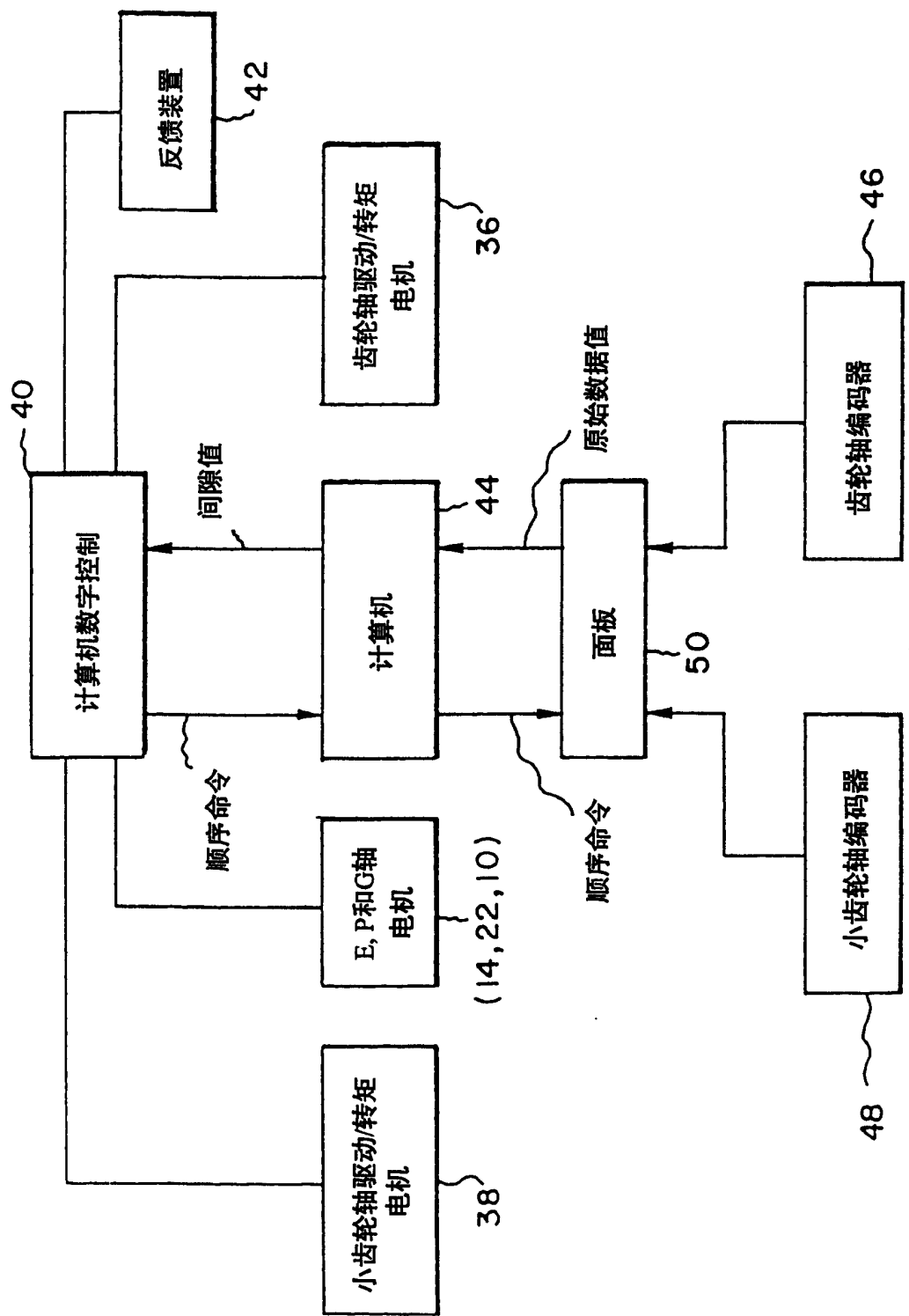


图 2