

SKF

SKF TMEA 2



使用说明书

目录

符合欧盟电磁兼容标准声明书.....	2
安全须知.....	3
1. 简介.....	4
1.1 工作原理.....	4
1.2 机器结构.....	5
1.3 测量位置.....	5
2. 轴对中工具.....	6
2.1 技术参数.....	9
3. 使用说明.....	10
3.1 测量单元.....	10
3.2 地脚.....	10
3.3 测量单元的附件.....	11
3.4 启动.....	12
3.5 机器尺寸.....	13
3.6 激光光束的瞄准.....	15
3.7 测量步骤.....	19
3.8 对中结果.....	21
3.8.1 测量到的不对中.....	21
3.8.2 垂直对中.....	22
3.8.3 水平对中.....	24
3.9 确认对中结果.....	25
3.10 软脚.....	27
4. 对中报告.....	29
5. 高级应用功能.....	31
5.1 转动受限.....	31
5.2 故障排除.....	31
5.2.1 系统不能启动.....	31
5.2.2 没有激光.....	31
5.2.3 测量值不显示.....	32
5.2.4 测量值不稳定.....	32
5.2.5 测量结果不正确.....	32
5.2.6 测量结果重复性差.....	32
6. 日常维护与保养.....	33
6.1 小心操作.....	33
6.2 清洁.....	33
6.3 显示单元的电池.....	33
6.4 测量与显示单元的更换.....	33
6.5 备件及配件.....	34

EU-DECLARATION OF CONFORMITY

We, SKF Maintenance Products, Kelvinbaan 16,
3439 MT Nieuwegein, The Netherlands, declare that the

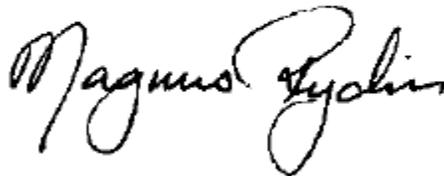
SHAFT ALIGNMENT TOOL TMEA 2

has been designed and manufactured in accordance with EMC
DIRECTIVE 89/336/EEC as outlined in the harmonised norm
for

Emission EN 50081-1, EN 55011 (B)
Immunity EN 50082-2, EN 61000-4-2, -3, level 3.

The laser is classified in accordance with the
Swedish Standard SS-EN-60825-1-1994
British Standard BS 4803 Parts 1 to 3
Deutsche Industrie Norm DIN SEC 76 (CO) 6
USA FDA Standard 21 CFR, Ch 1, Part 1040.10 and 1040.11
and is provided with the European CE approval.

The Netherlands, March 2003



Magnus Rydin
Manager Product Development and Quality



安全须知

- * 在开始工作前，无论如何请关闭驱动机器
- * 不要“粗暴”地使用或者是强烈打击该设备
- * 请阅读并遵照本说明书所述使用该仪器
- * 对中仪使用了两个输出功率低于 **1mW** 的激光二极管。即使这样也不能直视激光光束
- * 请定期标定本对中仪
- * 不要将激光光束对准人的眼睛
- * 打开测量单元的外壳可能导致有害的激光曝光，并使保修失效
- * 本设备不能用于有爆炸危险的区域
- * 不要将本设备暴露在高度潮湿的环境里或者是直接接触水
- * 所有维修工作都应由 **SKF** 的维修车间完成



1. 简介

机器转轴的良好对中对于防止轴承提前失效、转轴疲劳、密封损伤、振动等起着至关重要的作用。它还可以减少过热和额外的能量消耗。SKF 的旋转轴激光对中仪 TMEA 2 提供了一种简单精确的方法，以将旋转机械的两台相连机器转轴的旋转中心调节成一条直线。

1.1 工作原理

TMEA 2 系统包括两个测量单元，每个测量单元上都有一个激光二极管和一个定位仪。当转轴转过 180° ，任何水平不对中或者角度不对中都会导致两条激光的相对位置发生偏移。

两个测量单元会自动将测量值输入显示单元内的逻辑电路，以计算出轴的不对中量，并且机器地脚处需要的对中修正量。

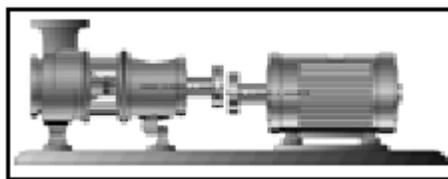


图 1. 平行不对中

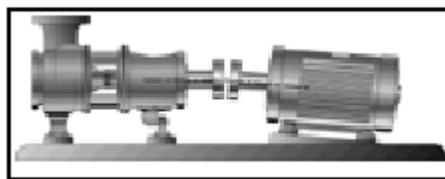


图 2. 角度不对中

经过一个直截了当的对中测量过程后。对中仪立即就会显示出转轴的不对中量，以及机器地脚处需要的修正量。由于计算处理是实时的，对中调节就可以进行“动态”跟踪。

1.2 机器结构

在对中过程中，我们将机械设备中可调整的部分叫做“可移动机器”（表为 M），另一部分叫做“固定机器”（表为 S）。

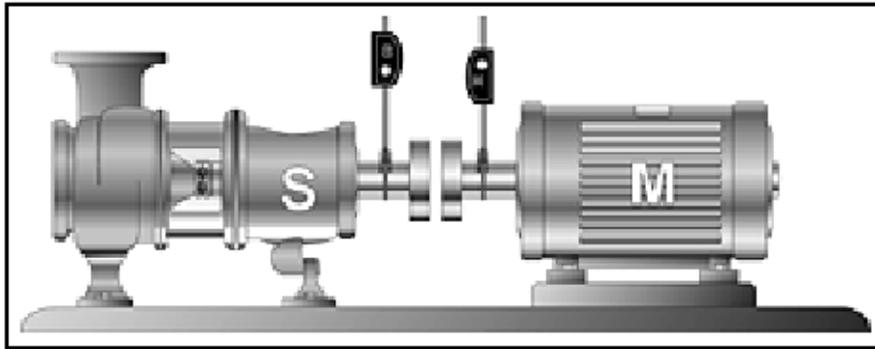


图 3. 固定机器与可移动机器

1.3 测量位置

为了定义在对中过程中的不同测量位置，我们使用操作者从可移动机器看向固定机器的一个类似时钟。测量单元处于竖直向上的位置时被定义为 12 点，向左转 90° 的位置被定义为 9 点，向右转 90° 被定义为 3 点。

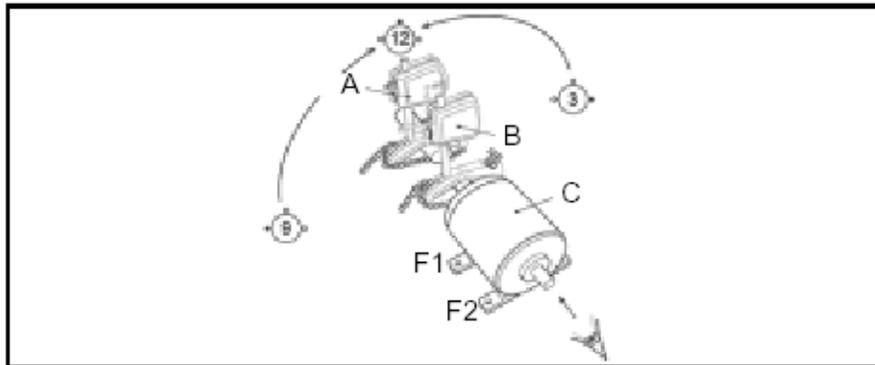


图 4. 类似时钟的测量位置

- A. 固定机器端
- B. 可移动机器端
- C. 可移动机器

2. 轴对中工具

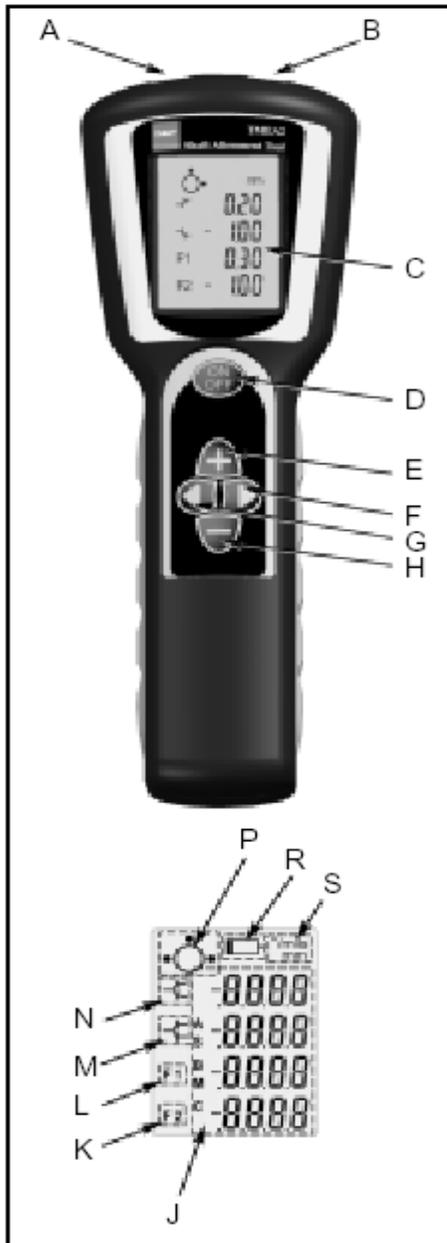
TMEA 2 对中工具包含以下组件：

- 显示单元
- 两个测量单元（带四向水平仪）
- 两个带磁性/机械旋转轴安装支架
- 两根链条
- 5 包调整垫片
- 卷尺
- 使用说明书
- 一本对中报告模板
- 仪器箱



图 5. 工具组件

显示单元以及关于测量单元使用支架的机械安装的详细介绍，请参见图 6 及图 7。



- A. 与固定机器端测量单元的接口
- B. 与移动机器端测量单元的接口
- C. LCD 显示
- D. 开关
- E. 数值增加 (+)
- F. 数值减少 (-)
- G. 上一步
- H. 下一步
- J. 机器尺寸 (A、B 和 C) 的值测量 (S 和 M)
- K. 后脚的测量值
- L. 前脚的测量值
- M. 联轴节平行不对中符号
- N. 联轴节角度不对中符号
- P. 测量单元的位置 (9/12/3 点)
- R. 电池电量不足
- S. 英制或米制

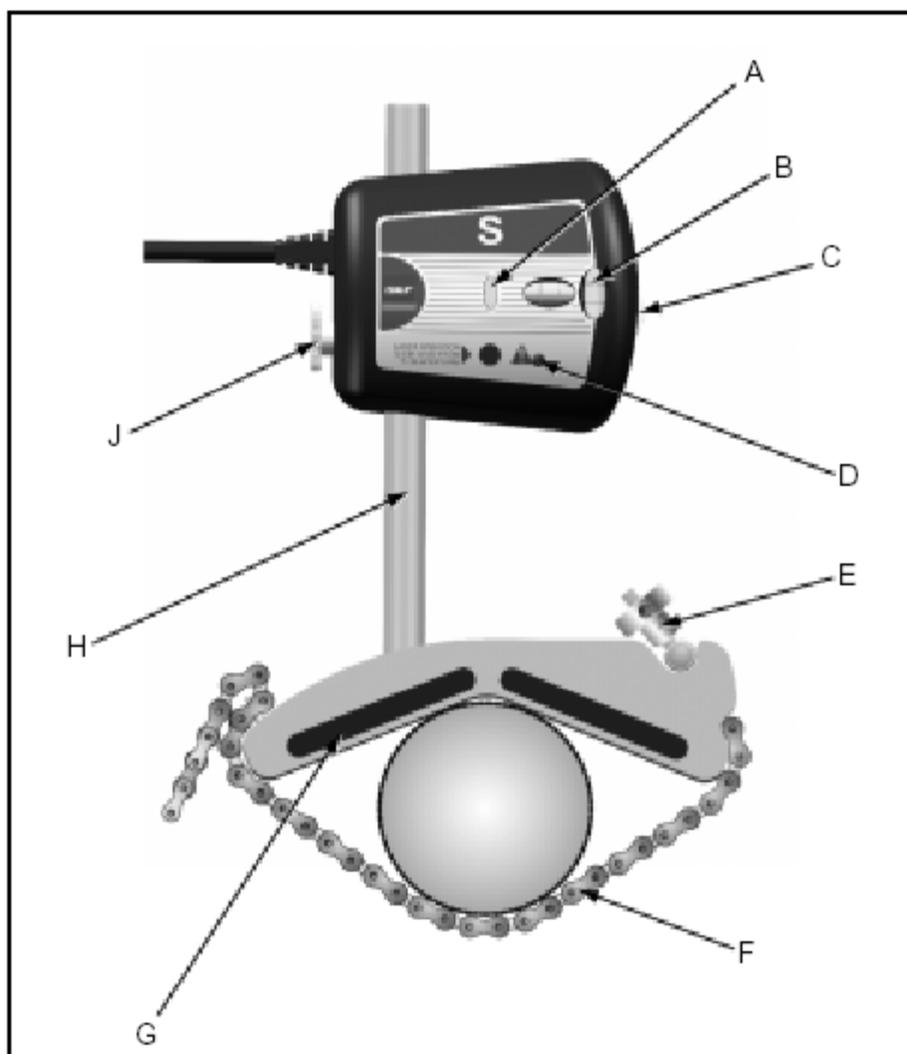


图7. 带安装支架的测量单元（带磁性的及机械式的）

- | | |
|-----------------|---------------|
| A. 定位传感器 | F. 锁紧链条 |
| B. 四向水平仪 | G. 磁性或机械的安装支架 |
| C. 激光在垂直方向的微调旋钮 | H. 支撑杆 |
| D. 报警灯 | J. 松紧螺母 |
| E. 链条锁紧螺丝 | |

2.1 技术参数

单位指示		1mil=1 英寸的千分之一
测量单元		
外壳材料	ABS	
激光类型	激光二级管	
激光波长	670 - 675 nm	
激光等级	2	
最大激光功率	1 mW	
测量单元的最大距离	850 mm (2.8 ft)	
测量单元的最小距离	70 mm (2.7 in)	
传感器类型	单轴向 PSD, 8.5 x 0.9 mm (0.3 x 0.04 in)	
电缆长度	1.6 m (5.2 ft)	
外形尺寸	87 x 79 x 39 mm (3.4 x 3.1 x 1.5 in)	
重量	210 g (7.3 oz)	
显示单元		
外壳材料	ABS	
显示器类型	LCD 35 x 48 mm (1.4 x 1.9 in)	
电池规格	2 x 1.5V LR14 碱性电池	
最长连续操作时间	20 小时连续操作	
显示的分辨率	0.01 mm (对 inch 设置为 0.1 mil)	
外形尺寸	230 x 81 x 62 mm (9.1 x 3.2 x 2.4 in)	
重量	300 g (10.5 oz)	
调整垫片		
尺寸	50 x 50 mm (2.0 x 2.0 in)	
厚度	0.05 - 0.10 - 0.25 - 0.50 - 1.00 mm	
孔径	13 mm	
整个系统		
轴径测量范围	30 - 500 mm (1.2 - 20 in) 磁性支架: 30-500 mm (1.2 - 20 in) 加链条: 30-150 mm (1.2 - 5.9 in) 可选链条: 150-500 mm (5.9 - 20 in)	
测量精度	< 2% / ± 0.01 mm	
工作温度范围	0 - 40°C	
工作环境潮湿湿度	< 90 %	
仪器箱尺寸	390 x 340 x 95 mm (15.4 x 13.4 x 3.7 in)	
总重 (包括仪器箱)	3.7 kg (8.1 lb)	
标定证书	两年有效	
保修期	12 个月	

3. 使用说明

3.1 测量单位

公制及英制单位

该对中仪在交货时已预设为 **mm** 的公制单位。万一您想改成英制单位，请在开机的同时按下负号 (-) 键即可。若需回到 **mm**，请在开机时同时按下正 (+) 键即可。机器会默认最近的设置。

3.2 地脚

若对机器是否等地安放在所有地脚上存有怀疑，请检查所谓的“软脚”。操作步骤请参见 3.10。

3.3 测量单元的安装

- a) 请使用磁性支架将测量单元紧固在转轴上。若轴的状况良好，仅用磁性支架就可以了。当使用磁性支架装时，总是将它紧贴转轴。若轴的状况不够好，或磁性支架固定测量单元不够牢固，则需使用链条。请确保带有 **M** 标记的测量单元装在可移动机器端，带有 **S** 标记的测量单元装在固定机器端。对于直径大于 150mm 的轴，若仍使用链条来紧固，则需要一条更长的（货号 TMEA C2）。

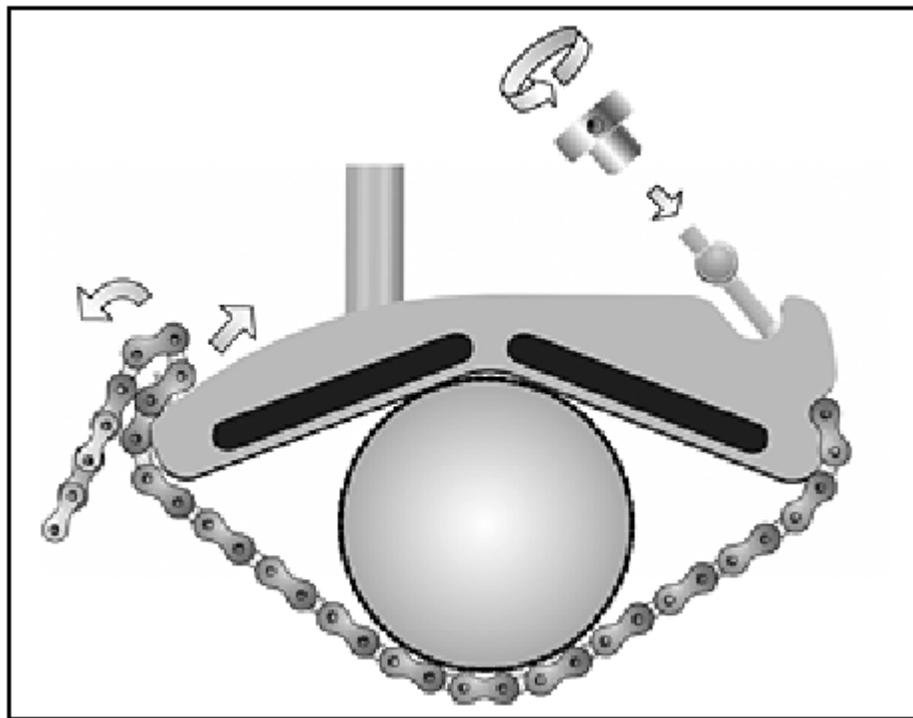


图8. 带磁性的紧固装置/带链条的紧固装置

如果该支架不可能直接安装在轴上（例如没有足够的安装空间），也可以将其装到连轴器上。

注意!

在安装测量单元时，强烈建议两个测量单元与连轴器的中间保持相等的距离。

- b) 当连接测量单元与显示器。需要保证连接线接头与显示器间的正确连接。见下图（图 9）



图 9. 测量单元与显示器的正确连接

3.4 开机

按下 ON/OFF 键就可打开显示单元，显示屏提示输入机器尺寸（如 3.5 节所示）。若 60 分钟内没有任何按键操作，显示单元将自动关闭。

3.5 机器尺寸

对机器结构，我们定义了以下三个尺寸：

- A. 指两个测量单元之间的距离。应当测量两个支架支撑杆之间的距离
- B. 指带有 M 标记的测量单元与可移动机器前面一对地脚之间的距离
- C. 可移动机器前脚与后脚之间的距离

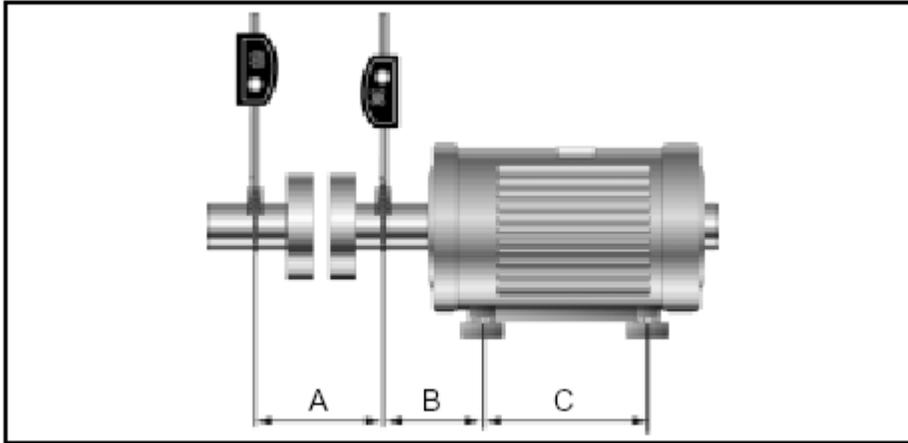


图 10. 机器尺寸

a) 测量 A、B 及 C 值，三个尺寸的默认值如下：

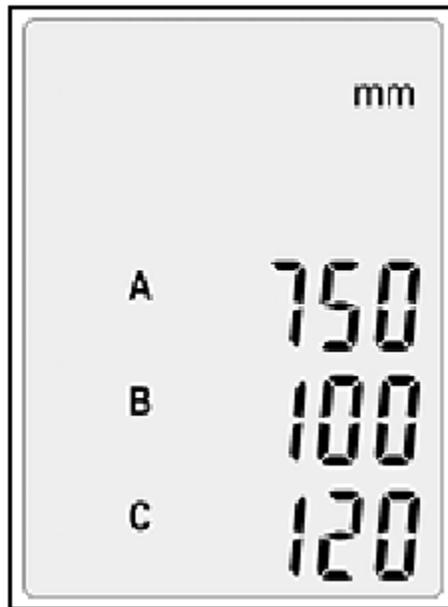
A=200mm (8 in)

B=200mm (8 in)

C=400mm (15 in)

c) 使用加号 (+) 键及减号 (-) 键来调整及分别输入 A、B、C 值。

d) 确认输入的数值正确后按“下一步”键。



注意：

如果您需要返回更改之前输入的数值。可以按“上一步”键。

3.6 激光光束的瞄准

a) 将两个测量单元转到如图所示的 12 点钟的位置（见图 12）。

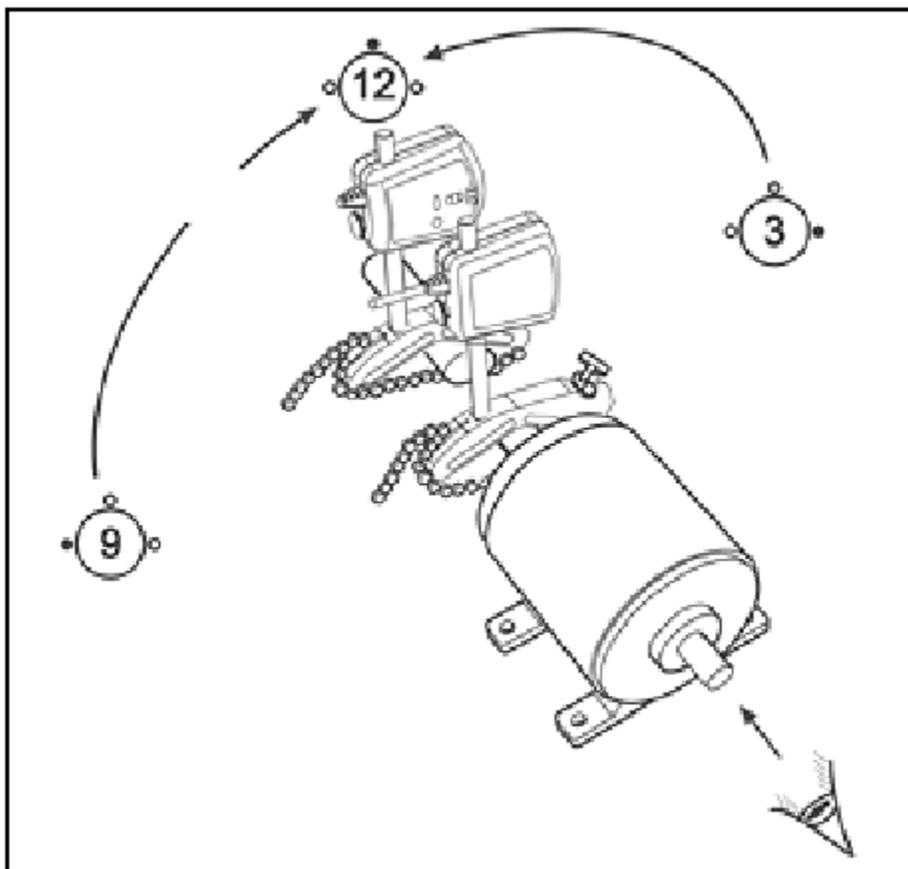


图 12. 12 点钟的位置

b) 对准激光光束，直至激光打到相对测量单元上的光靶的中央。（图 13）

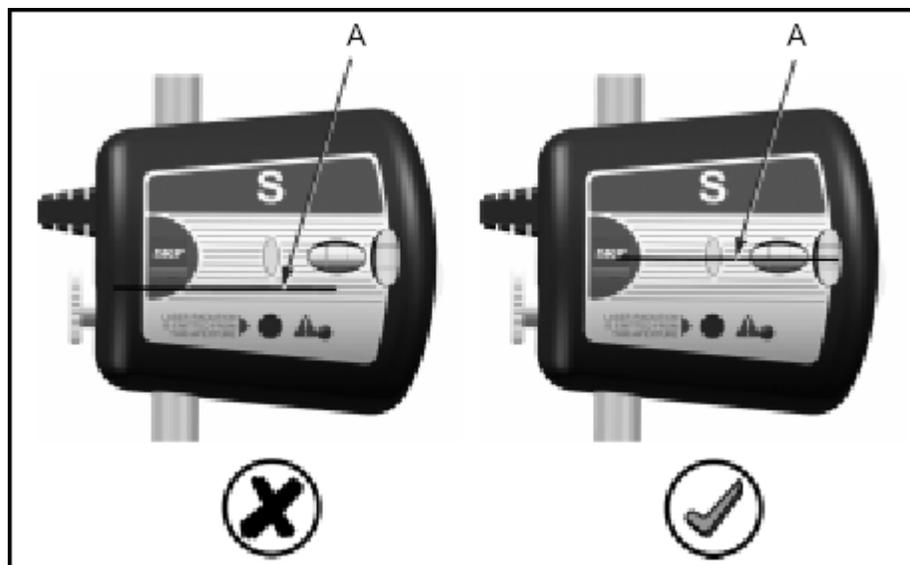


图 13.激光的对准

A. 激光光束

- c) 若需要较大量的调节，请松开测量单元的左边的紧固螺丝（见图 14）。然后可沿支撑杆旋转测量单元，同时还可上下移动。若要在垂直方向上细调激光的位置，可旋转测量单元右侧的旋钮。

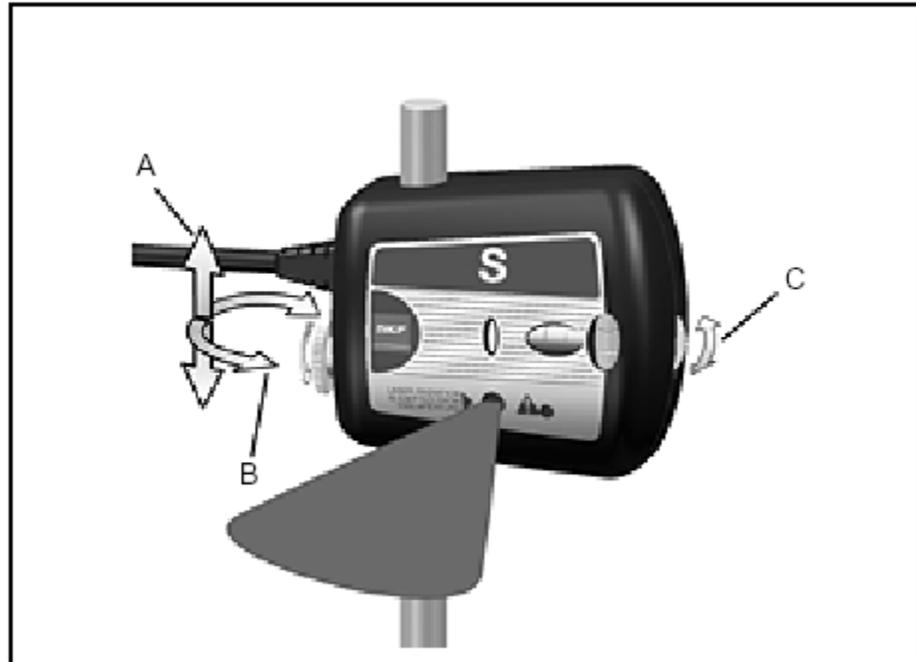


图 14. 激光位置的调整

- A. 对测量单元进行垂直方向上的粗略调整
- B. 对测量单元进行水平方向上的调整
- C. 对测量单元进行垂直方向的细微调整

d) 如果机器的水平对中非常差，激光光束可能会偏出定位传感器的范围。发生这种情况时，需要对机器进行粗略对中。首先在 9 点位置瞄准激光，然后将测量单元旋转到 3 点位置，此时光束会偏出定位传感器范围，通过对测量单元的机械调节，将光束向定位传感器中心移动当前位置偏出传感器中心距离的一半长度（如图 15B 所示），再调整可移动的机器，直至光束回到定位传感器的中心（如图 15C 所示）。

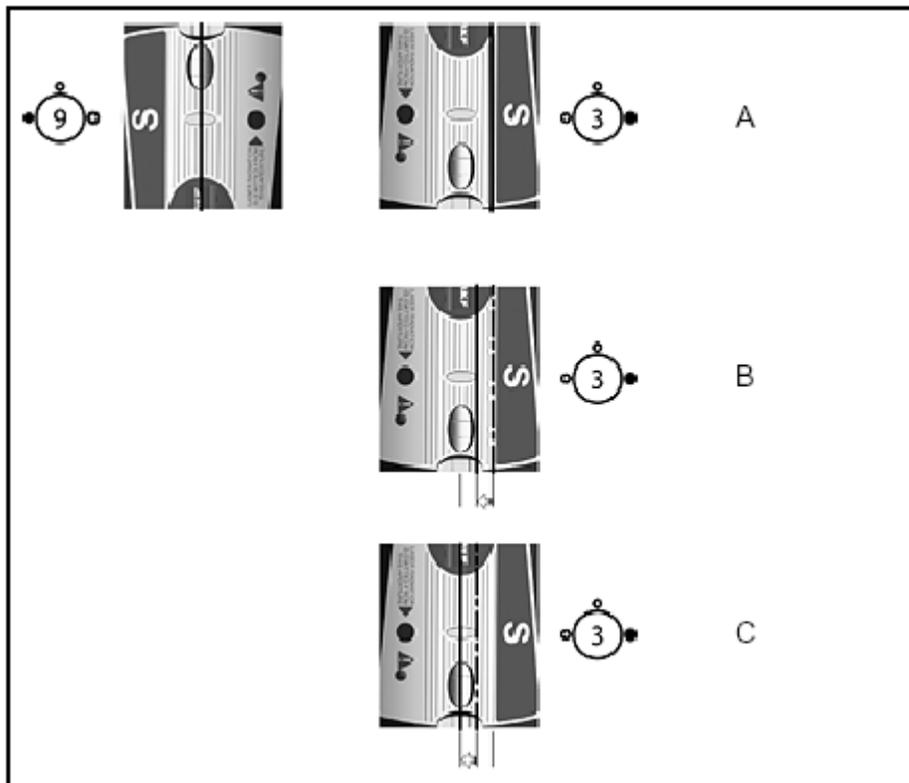


图 15. 水平度粗略对中

- A. 光柱在中心位之外。
- B. 调整光柱的位置的一半。
- C. 调整设备的地脚使光柱回到中心位。

3.7 测量步骤

在测量过程中，轴被旋转 180°。在旋转过程中激光光束发生的任何相对移动，表明了某种类型的不对中程度。仪器内的计算程序根据这个相对移动量计算出不对中的数值，并且建议如何进行修正。在显示屏左上方的圆圈符号会提示每一个测量步骤下，测量单元所需处于的位置（图 16）。正如前所述（1.3 节），我们使用时钟来描述测量过程中的不同位置。



图.16. 显示单元提示您将测量单元置于 9 点位置

- a) 在四向水平仪的帮助下，将测量单元调整到 9 点钟的位置
- b) 按  键确认进行测量

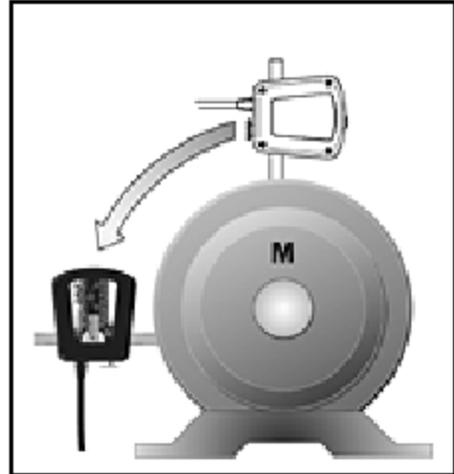


图 17. 调整到 9 点钟的位置

- c) 根据显示屏上的圆圈符号上的位置提示，将测量单元旋转到 3 点位置（图 18）。
- d) 按下  键，进行测量。



图 18. 调整到 3 点钟的位置

 注意!

通过按“上一步”键。您可以返回到测量过程中的任一步骤，以修改机器尺寸。

3.8 对中结果

3.8.1 测量到的不对中量

当第二步在 3 点位置的测量被确认后，两台机器在测量平面（测量单元所处的平面，本例为水平面）上的不对中量就显示出来了（见图 19）。

联轴器处的值

显示屏幕上的第一个数表示两根轴的轴心线在测量平面上的角度偏差值（表示为 1mm/100mm 或 0.001"/1inch）。

显示单元屏幕上的第二个数表示两根轴的轴心线在测量平面上的平行错位值。

以上这两个数值表明了联轴器处在测量平面上的不对中数值。

地脚处的值

显示屏上的数值 F1 和 F2 表明了可移动机器地脚的在测量平面上相对位置（相对于固定机器）。

数值 F1：表示可移动机器前一对脚的相对位置。

数值 F2：表示可移动机器后一对脚的相对位置。

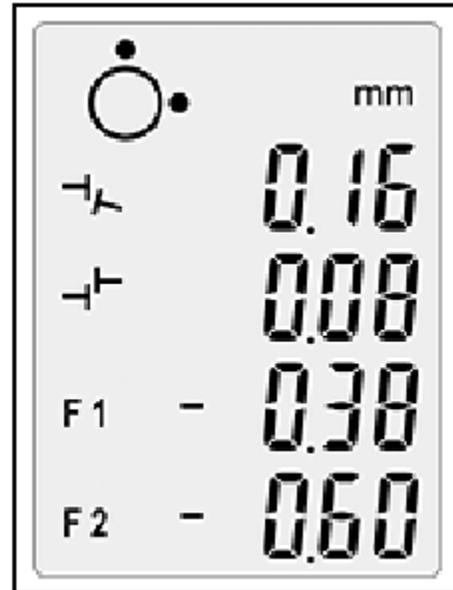


图 19. 测量到的不对中值

3.8.2 垂直方向的对中

根据四向水平仪的指示将测量单元调节到12点钟的位置（图 20）。

请观察显示屏上显示的连轴器和地脚处的动态调节值。

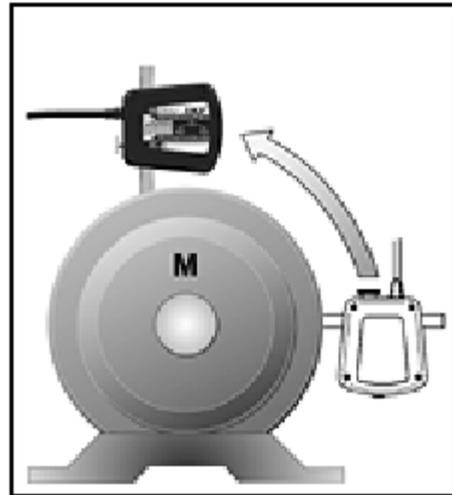


图 20. 12 点钟的位置

机器的不对中值数值应该总是处于制造商给出的特定容差范围以内。如果这个容差丢失，可以使用表 1 作为大致的标准。

表 1. 允许的最大不对中值

rpm	 mm/100 mm	 0.001"/1"	 mm	 0.001"
0 - 1000	0.10	1.0	0.13	5.1
1000 - 2000	0.08	0.8	0.10	3.9
2000 - 3000	0.07	0.7	0.07	2.8
3000 - 4000	0.06	0.6	0.05	2.0
4000 - 6000	0.05	0.5	0.03	1.2

- a) 如果联轴器在垂直方向上的不对中在容差范围内，可移机器就无须再做垂直方向上的调整。则只需进行水平方向的对中调整。
- b) 如果联轴器在垂直方向上的不对中值高出容差，则需要机器地脚所需的推荐修正值。
- 显示屏上 F1 和 F2 的数值表明了可移动机器（从侧面看）的相对位置（见图 21）。

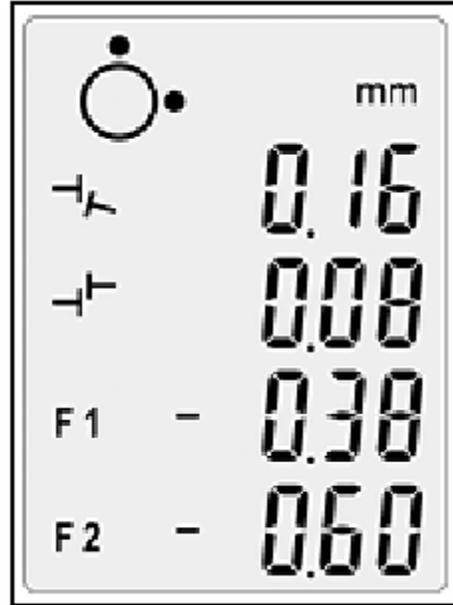


图 21. 垂直对中的显示

正的 (+) 数值表示地脚太高需要调低，负的 (-) 数值则表示地脚太低需要调高（见图 22）。

松开可移动机器的地脚。

根据显示单元上显示的偏差值，使用在仪器箱中的调整垫片及相关工具调整可移动机器的高度，观察调整过程中联轴器和地脚读数的动态变化。

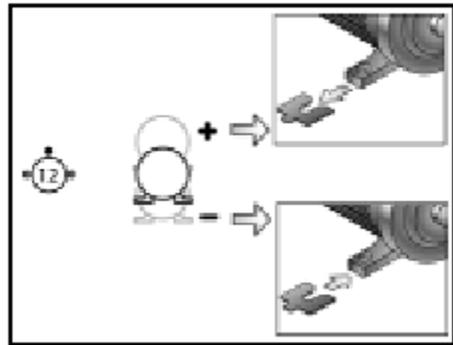


图 22. 垂直对中

在完成垂直方向的对中调节后，就可以接着进行水平方向的对中了（见 3.8.3 节）。

3.8.3 水平方向的对中

将测量单元移到 3 点钟的位置（见图 23）。
观察显示单元上的联轴器的偏差值和地脚的数值。

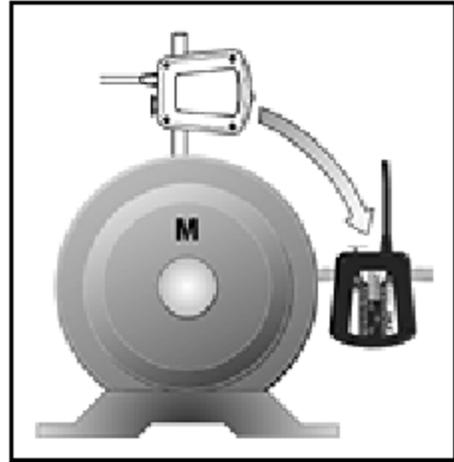


图 23. 转到 3 点位置

机器在水平方向上的不对中值应该在制造商提供的特定容差范围以内。如果这个容差丢失，请使用容差表 1 作为通常的参考。

- a) 如果联轴器在水平方向上的不对中值在允许的范围以内，则无需对可移动机器进行水平方向上的移动。
- b) 如果联轴器在水平方向上的不对中值大于允许容差，则需要检查机器地脚所需的推荐修正值。

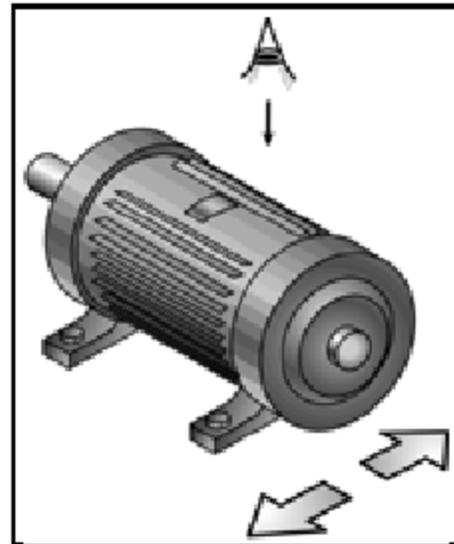


图 24. 水平方向的对中调整

显示屏上的 F1 及 F2 值表明了可移动机器（从上往下看）的相对位置（见图 25）。F1 为前面一对地脚，F2 为后面一对地脚。

对中调整的数值可移动机器需要向边上（从可移动机器的后端看）进行移动修正。负值表明机器需要向右边移动，正值表明机器地脚需要向左边移动（见图 26）。

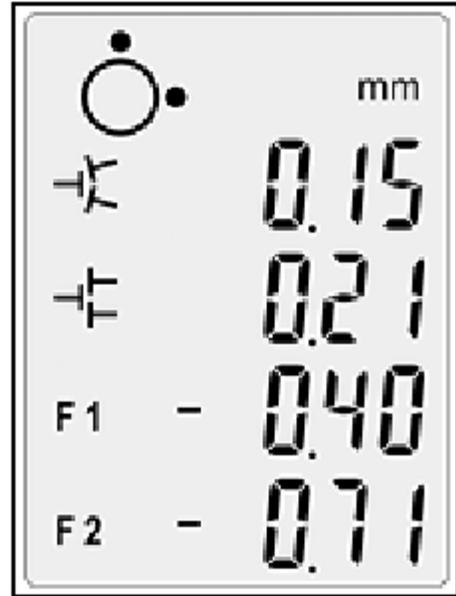


图 25. 水平方向的对中调整

在进行水平方向的对中调整时，请注意观察联轴器和地脚处读数的动态变化。

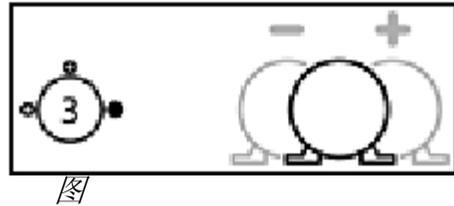


图 26. 水平方向的对中调整

调整完成后，要拧紧机器的地脚螺栓。

3.9 对中结果的确认

为确保机器对中的准确性，建议在完成对中调整后再做一次测量。这时，您只需按“上一步”键，直至回到测量的第一步（9点位置），然后按照 3.7 节所述继续进行操作。

3.10 软脚

在进行对中之前，我们建议先检查可移动机器的软脚。机器不是等地安放在所有地脚上称为“软脚”（见图 27）。

按以下步骤发现及纠正设备的软脚：

1. 拧紧所有地脚螺栓。
2. 按 3.1 到 3.6 步骤执行准备工作。

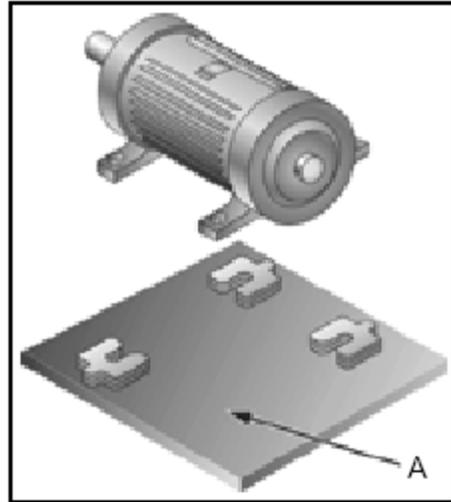


图 27. 软脚

3. 同时按下“+”和“-”键可以进入“软脚”模式，此时，显示屏上会出现“SOFT FOOT”字样（见图 28）。
4. 将测量单元转到 12 点钟的位置。
5. 按“下一步”键，将显示数值归零。

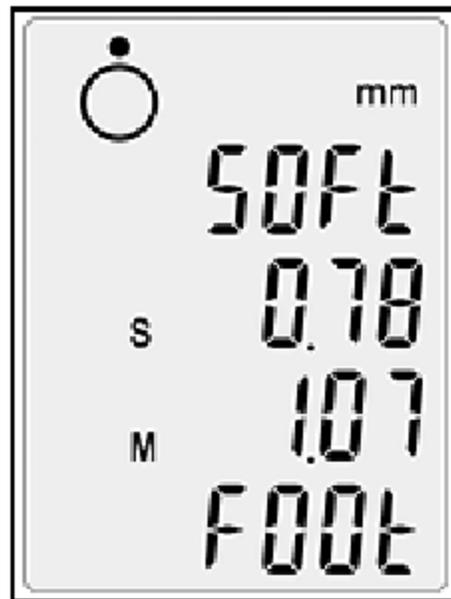


图 28. 软脚读数

6. 松开其中的一个地脚螺栓，监控显示数值的变化。
 - 如果数值变化在 **0.05mm** 之内，表示地脚有良好支撑。将该地脚螺栓拧紧，再检查下一只。
 - 如果任意一个数值变化大于 **0.05mm**。则说明该地脚或其对角线上的另一只地脚是软脚。拧紧该地脚的螺栓，再检查其对角线上的另一地脚。
 - 如果其数值的变化比先前拧紧的那只地脚还要大，表明这只才是软脚。
 - 如果不是这种情况。拧紧该螺栓再回到对角线上先前的的那只地脚。通过塞入调整垫片来改善软脚对机器的支撑，塞入垫片的厚度与测量到的最大一个变化量相当。
7. 再次拧紧和松开螺栓，检查其偏差值是否超过 **0.5mm**。
8. 对剩下的地脚重复 **5** 到 **8** 的步骤，机器的软脚是可以被检查到并被修正的。
9. 同时按下 “+” 和 “-” 键，退出软脚测量模式，回到对中测量模式。

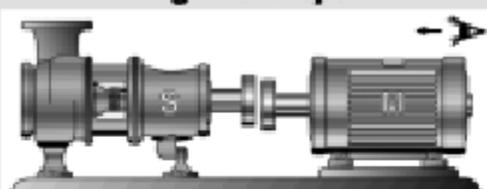
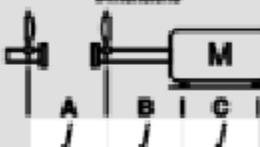
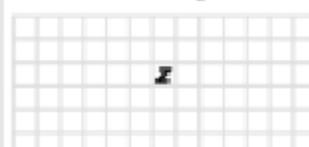
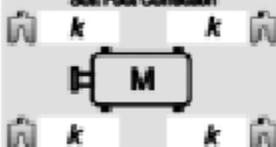
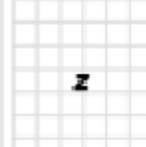
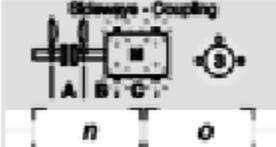
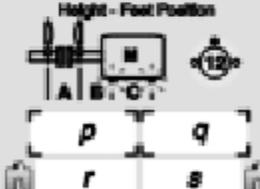
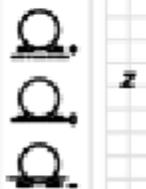
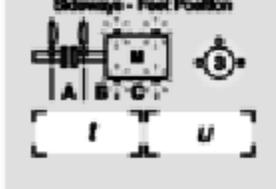
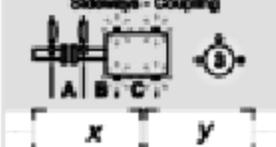
4. 对中报告

为了记录对中作业，TMEA 2 对中工具中提供了一套对中报告模板。

该报告包括以下数据内容：

- a) 设备名称
- b) 用户名
- c) 日期
- d) 固定机器名称或参考编号
- e) 可移动机器名称或参考编号
- f) 最大转速
- g) 两根转轴轴心允许的最大角度偏差
- h) 允许的最大平行错位偏差
- i) 单位：公制或英制的选择
- j) 机器结构，A、B、C 距离值
- k) 软脚已修正
- l) 垂直方向的对中：角度不对中值
- m) 垂直方向的对中：平行不对中值
- n) 水平方向的对中：角度不对中值
- o) 水平方向的对中：平行不对中值
- p) 垂直方向的对中：前脚高度位置的值
- q) 垂直方向的对中：后脚高度位置的值
- r) 在前脚位置插入或拿走的调整垫片的厚度（包括纠正软脚的调整值）
- s) 在后脚位置插入或拿走的调整垫片的厚度（包括纠正软脚的调整值）
- t) 水平方向的对中：前脚的平行错位值
- u) 水平方向的对中：后脚的平行错位值
- v) 在垂直方向上剩余的角度不对中量
- w) 在垂直方向上剩余的平行不对中量
- x) 在水平方向上剩余的角度不对中量
- y) 在水平方向上剩余的平行不对中量
- z) 空白注释栏

（详见下一页）

Machinery Equipment / Position a	Operator b Date c	
Machinery Machine Type d	<h3>Alignment report</h3> 	Movable Machine Type e
Relative Speed f rpm	Acceptable Coupling Values + g - h	Measurement System mm / / inch (mm/in)
Dimensions 	Machine Configuration 	Soft Foot Correction 
Measuring Results Height		Measuring Results Sideways
Height - Coupling 		Sideways - Coupling 
Height - Feet Position 		Sideways - Feet Position 
Height - Coupling 	Remaining Misalignment 	
Sideways - Coupling 		
TMEA 1 Alignment Report 		

5. 高级应用

5.1 旋转受限

在某些应用环境下，联轴器周边有限的空间不允许测量单元转到 9 点或 3 点的位置。然而，只要测量单元还能旋转上 180°，还是可以对中的。

按 3.1 到 3.6 所示执行其规定的准备工作。

测量步骤：

1. 显示单元指示测量单元应在 9 点位置，既然您不能转到这一位置，请将测量单元转到您的起始位置（比如在 11 点钟的位置），然后按下  键确认进行测量。
2. 接着，显示单元提示测量单元应处于 3 点钟的位置。此时，将测量单元旋转 180°（比如转到 5 点钟的位置）。然后按下  键确认进行测量。
3. 然后就可以按照 3.8 所示的操作顺序来完成对中调整。

5.2 故障排除

5.2.1 系统不能打开时

- a) 检查电池是否正确安装。
- b) 更换电池，使用原装的碱性电池，以获得较长的使用寿命

5.2.2 没有激光

- a) 确认显示单元已打开
- b) 检查电缆和连接器，确保所有的电缆已正确连接
- c) 检查测量单元的报警灯是否在闪烁
- d) 更换电池

5.2.3 没有测量值

- a) 检查电缆和连接器
- b) 确保激光光束射到与其对应的定位传感器上
- c) 确保激光光束未被阻挡

5.2.4 对中数据不稳定

- a) 确保测量单元和支架牢固地安装在机器上
- b) 确保激光光束射到与其对应的定位传感器上
- c) 确保气流对测量不构成影响
- d) 确保现场的直射的亮光或者是干扰激光不会对测量结果造成影响
- e) 确保外部的振动不会影响到测量
- f) 确保无线通讯（如移动电话）不会对测量构成影响

5.2.5 测量结果不正确

- a) 确认您是从可移动机器后面对固定机器
- b) 检查支架和测量单元的安装是否牢固
- c) 检查电缆的连接是否有问题？**S** 测量单元必须与有 **S** 标志的电缆连接。**M** 测量单元必须与 **M** 标志的电缆连接
- d) 确保 **S** 测量单元安放在固定机器端，**M** 测量单元安放在可移动机器端
- e) 在进行每一步的测量前，先确保测量单元处在正确的测量位置

5.2.6 测量结果重复性差

- a) 检查机器是否有“软脚”
- b) 检查机器里是否有松动的机械部件，发生在轴承或其它运动部件上
- c) 检查机器底座，地基，螺栓和已加垫片

6. 保修事宜

6.1 小心操作

测量单元内装有灵敏的电子和光学部件，请轻拿轻放，小心操作。

6.2 清洁

为保证本仪器的良好功能，必须保持清洁。特别是测量单元的激光发射与接收附近的光学器件，不要留下指纹。若有需要，请用棉布清洁。

6.3 显示单元的电池

显示单元靠两节 LR14 (C) 电池供电，大多数 LR14 (C) 型号的电池都可使用，但碱性电池寿命更长一些。若长时间不使用该工具，请将电池从显示单元中取出来。显示屏会显示电池的剩余电量。

6.4 测量单元或显示单元的更换

测量单元是成对标定的，因此，它们只能成对更换。

6.5 备件及配件

规格号	描述
TMEA 2-DU	显示单元
TMEA 2-MU	一套测量单元（包括移动端及固定端）
TMEA C1	链条，长 500mm，包括锁紧工具
TMEA C2	加长链条（长 900mm）
TMEA F2	一套链式支架
TMEA MF	一套磁性支架
TMEA F7	一套 3 对支撑杆（短的 150mm、标准 220mm、长的 320mm）
TMAS 340	成套的预制垫片（共 340 张）
TMAS 360	成套的预制垫片（共 360 张）
TMAS 510	成套的预制垫片（共 510 张）
TMAS 720	成套的预制垫片（共 720 张）
TMAS 360A	成套的预制垫片。包括 TMAS 2、TMAS 3 及 TMAS 4 各两套。