

CMM

XXL 工件的测量已成为可能

工件的尺寸和公差要求之间的差距日益增长：ThyssenKrupp Rothe Erde 为其客户制造的工件越来越大，而公差要求却越来越小。因此，在德国 Lippstadt 的质量部门最终找到了一款精密系统，用于测量海上工程、大型传动装置及隧道掘进机上使用的长达几米的大型工件，并说服 ZEISS 为自己设计了一款 X 轴向跨度达 6 m 的三坐标测量机。

文 | 卡尔蔡司（上海）管理有限公司

直径 5 m，重 3.8 t：钢环的尺寸确实令人印象深刻。尽管如此，必须在零点几毫米的范围内，在钢环的指定位置钻出 108 个孔。钻孔的形状、距离和直径必须与工件的高度以及上、下平面的平等度和平面度一样精确。毕竟，支承环一旦与另外两个钢环组装在一起形成一个滚子轴承，所有零部件都必须处于最佳工作状态，之后，轴承转动灵活并将承受极大应力：作为一个柔性连接件，它在石油平台的管道和停靠的油轮之间做旋转运动。即使在波涛汹涌的海面上，这是将油安全地用泵输送到轮船上的唯一途径。为了使轴承能够满足这些要求，ThyssenKrupp Rothe Erde 对其采取了严格的质量检查过程，对于直径达到 5 m 的工件来说，这是一项具有挑战性的任务。

开天辟地

“无论是海上，还是铲挖掘机或风力涡轮机，我们收到的轴承订单的直径越来越大！”在德国 Lippstadt 的 ThyssenKrupp Rothe Erde 工厂的质量经理 Thomas Miller 说，“在过去，风力涡轮机的轴承为 1.5 m，现在它们已经发展到 3 ~ 4 m，对准确性的要求也随之提高。”2013 年初，Miller 和他的同事

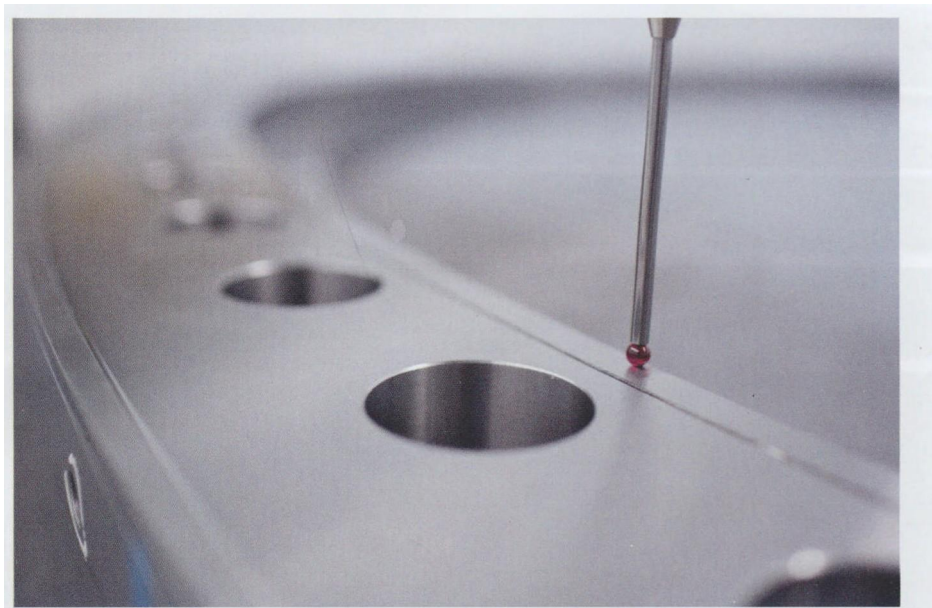


图 1 ZEISS MMZ G 三坐标测量机正在对工件进行测量

们使用 2 m × 2 m 的三坐标测量机完成了大部分过程中的随机抽样测量。较大型的轴承必须使用标准的测量设备进行测量，这是一个复杂的过程，测量过程中不能完全排除操作者的错误。ThyssenKrupp Rothe Erde 决定投资这种新设备。

Miller 的一位同事前往 ZEISS 的展台进行了咨询：“我们需要一款三坐标测量机，一种大型的测量机。一开始讨论的是

用 4 ~ 5 m 的系统进行处理。” Miller 说，“但我们注意到客户要求的零部件越来越大。因此促使我们决定将来购置一台只占较小空间，但测量范围达 6 m 的机器。”最终 ZEISS 接受了这个挑战。设计这样一个大的系统如此棘手的原因是因为安装探针的桥接部位在测量台上方横跨 X 轴，就像一座桥一样，这个桥接部分由一侧的电机驱动，在 Y 方向上移动，能够



图2 ZEISS MMZ G 三坐标测量机的X、Y轴均长达6 m



图3 装配工人将各个环与滚柱和其他部件组装在一起，形成一个成品轴承

使探针在这个方向上扫描工件。该桥接部位可以在另一侧由动力驱动，并没有精度要求，只要有一个5 m的宽度移动范围即可。任何较大型的部件都需要两侧电机驱动，并且移动要协调一致。

X轴向跨度达6 m

协议签署后一年，ZEISS 最终安装了这台配有6 m的X轴和6 m的Y轴的ZEISS MMZ G 测量机。ThyssenKrupp Rothe Erde 同时按照 ZEISS 的技术要求为该系统做了坚实的地基。另外，Lippstadt 工厂还专门建立了一较大的配有空调的测量室，能够为多个工件提供足够的空间，在测量的24 h之前为它们进行回温。“看到机器安装在这里，我们非常兴奋。”测量机操作员 Engin Yildiz 说，“我们非常渴望看到它发挥作用。”事实证明，ZEISS MMZ G 的 XXL 配置，甚至对大型工件来说，也只使用了所规定的测量不确定度的大约60%。同时由于出现任何不平整时，直径达几米的钢环容易弯曲，因此测量机配置的花岗岩测量台可以完全确保部件保持平放的状态。

因为新测量机的使用势在必行，且不允许有过渡期。为此，ZEISS 开发了一种软件接口，从而保证了现有三名测量机操作人员可以继续使用他们已习惯的程序。而现在测量机操作人员更需要熟

悉的是大型工件的尺寸，不过他们现在还是有很好的练习机会，就是将重达10 t的钢环挂在链条上，并用起重机移动到测量机上。因为探针能够准确识别工件所处的位置，因此不需要进行精细的调节。测量程序一旦创建，测量就会自动运行。对于在海上工程中使用的5 m轴承环，仅需要大约1.5 h的测量时间。

精度提高

Miller 和他的同事在各种加工工序完成以后，使用 ZEISS MMZ G 对工件进行随机抽样测量：齿轮加工后，经过车削加工，再经过精密加工或组装，这一切都取决于必须检查的工艺质量保证和工件必须满足的要求。

测量机的高精确性也使 ThyssenKrupp Rothe Erde 能够验证齿轮的精细公差。以前的三坐标测量不够精确，而且对于超过2 m的大工件来说也太小。“能够在测量机上测量6 m的工件，给我们带来了非常大的好处，这将帮助我们获取更多新的机遇。”Miller 说，“在过去，对于 ThyssenKrupp Rothe Erde 来说2 m 已经是一个极限，而现在我们2 m的工件其实也只能算作是一个起始。”

从毛坯件到轴承

1. 在 Dortmund 的 ThyssenKrupp

Rothe Erde 工厂，钢坯首先被切割成钢板，然后进行打孔。在超过500℃的温度下，经过多次轧制，达到近似的尺寸和钢环形状。然后，钢环从 Dortmund 被运送至 Lippstadt。

2. 在 Lippstadt, 使用特殊的旋转车床，钢环被加工成快速定位轴承，该过程从功能表面加工和轮廓加工开始，如滚动件的轨道。

3. 根据快速定位轴承所使用的位置，可能需要增加齿轮装置。根据模块、形状和要求的的质量的要求，齿轮装置采用不同的制造方法，如采用滚齿和插齿。

4. 为了转移所产生的较大的作用力和压力，环的轨道必须部分进行硬化处理。

5. 在另一步骤中，进行钻孔加工，在必要的情况下还需加工螺纹，随后用于将快速定向轴承拧到客户的结构上。整个加工过程中需要精确的钻孔坐标、符合客户和精确的公差要求、确保在客户现场或施工现场的零部件装配浑然一体。

6. 根据轴承形状，使用精密的加工方法，如研磨或硬车削，精确校准两个或更多的钢环。

7. 装配工人将各个环与滚柱和其他部件组装在一起，形成一个成品轴承，这样就形成一个由凸耳、支撑和定位环组成的滚子轴承。MM