



HEIDENHAIN

大幅提高刀具中心点精度

海德汉编码器在工业机器人中的应用

技术报告

海德汉编码器在工业机器人中的应用

速度、功率和耐用性是工业机器人的重要特点。工业机器人通常应用在汽车组装线上进行焊接、笨重工件的搬运操作。尽管使用先进的校准方法，但在执行部分任务中，工业机器人的位置精度仍不理想。现在，这一状况已被海德汉和AMO的高精度输出端编码器改变。

研发这款编码器的目的主要是为了满足航空航天应用的要求，航空航天业的大型工件必须高精度地进行加工。机床达到高精度不困难，但灵活性不足或专用机床和特殊加工车间的成本过高。可是，机器人可以轻松达到超大型工件的任何位置，例如飞机的机身，在机身上进行钻孔或铣削。

精度的影响因素

对于这类应用，刀具中心点（也就是机器人机械臂端头处的刀具）必须以足够高的精度进行定位和定向。传统工业机器人在这方面已接近其极限。导致偏差的因素有多个：

- 为达到所需的机动性，需要使用串联运动的机器人，例如六轴铰接式机器人。
- 其中每个轴由齿轮传动的伺服电机驱动。其误差主要来自零位误差、反向间隙和连接弹性。
- 在机械加工中，作用力和动态作用力影响机器人机械系统的刚性，因此影响绝对位置精度。



借助先进的校准方法，现在可将刀具中心点的重复性定点运动精度控制在毫米的几个百分点以内。部分制造商的铰接式机器人的重复精度已达到ISO 9283标准的 ± 0.1 mm要求，或更高的精度。

但是，与机器人坐标系内可达到的重复绝对位置精度相比仍低10倍。根据机器人结构设计、最大范围和最大承重，铰接式机器人现在的绝对位置精度为 ± 1 mm。这种精度无法满足航空航天等行业对精度的要求。因此，机器人制造商必须正视该问题。

第一步：高动态性能的电机控制

传统旋转编码器为机器人运动轴的伺服电机持续提供反馈信号。由于伺服电机需要较高的控制动态范围，海德汉坚固耐用的感应式旋转编码器，例如ECI 1100和1300系列或多圈的EQI 1100和1300系列编码器是这类应用的理想选择。这些编码器控制质量高和精度高，而且能承受强烈振动。由于这些编码器配纯串行的EnDat接口，即使应用在强电磁干扰环境中，也不影响数据传输的质量或安全性。



图1：
提供电机反馈信号的海德汉经典旋转编码器

技术报告

这些感应式旋转编码器支持SIL 2级、3 PL d级安全性。如果对控制系统增加措施，还支持SIL 3级或4 PL e级安全性。这些编码器还提供另外一个安全性优点，机械故障防护，避免轴与定子间的连接松动。这些安全措施使这些感应式旋转编码器特别适用于人机协作的系统。

第二步：高精度位置测量的辅助编码器

如果机器人的每个轴增设一套高精度的角度编码器或旋转编码器，机器人制造商将能显著提高机器人的绝对位置精度。增设的编码器是辅助编码器，安装在每个齿轮传动的后方，测量机器人每个关节的实际位置。在该设计方案中，这些编码器将解决零位误差和反向间隙问题。也能测量加工中各轴所承受的反作用力。所有这些因素将提高刀具中心点的绝对位置精度达70至80 %。

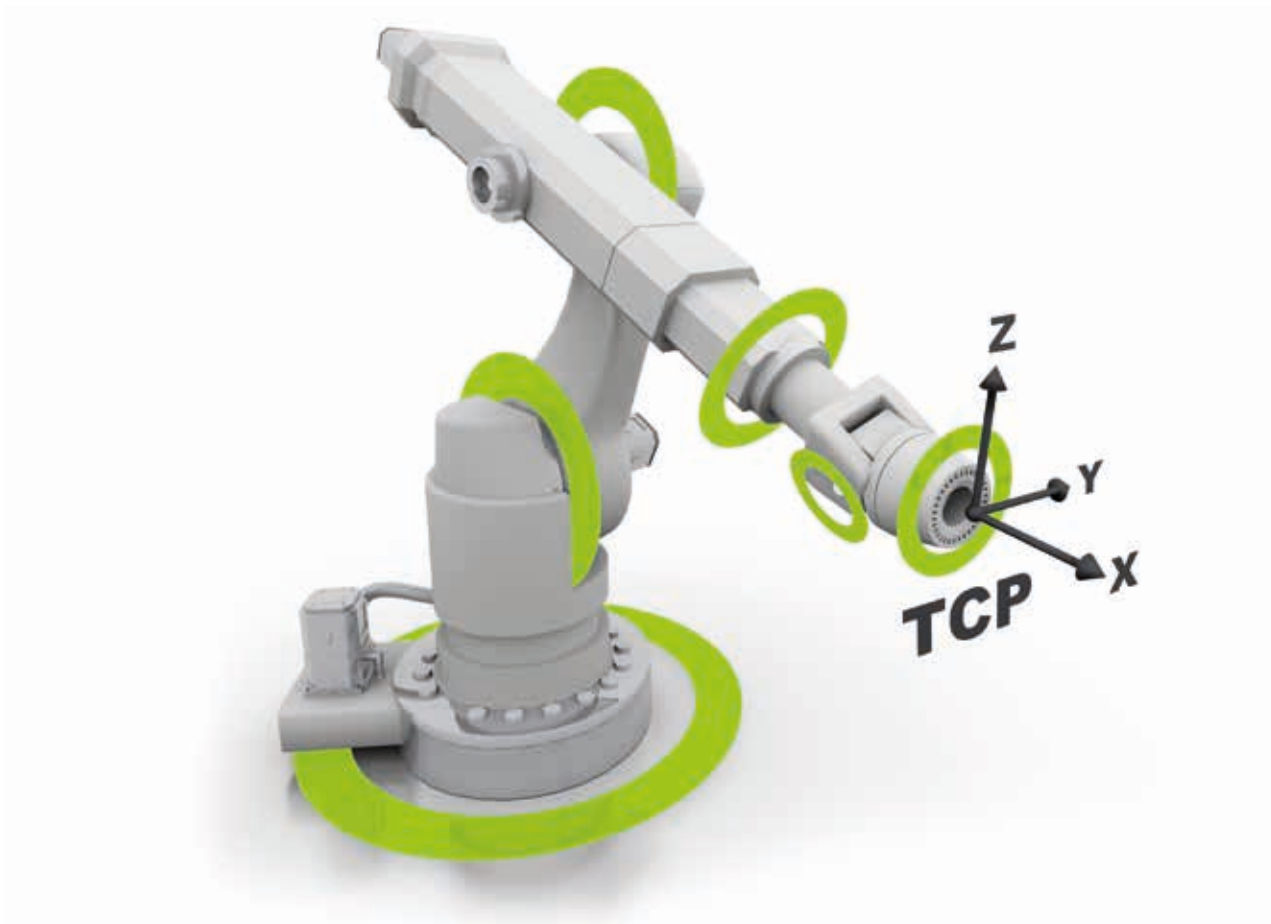


图2：
各轴的辅助编码器提高绝对位置精度

模块型角度编码器，例如海德汉光学扫描的ECA 4000，海德汉感应扫描的ECI 4000旋转编码器以及AMO WMR角度编码器均适用于这些应用。由于这些编码器采用模块型设计，包括栅鼓或尺带及独立的读数头模块，特别适用于大型空心轴和安装空间极其有限的应用，例如机器人的空间限制。这些辅助编码器的信号质量明显优于伺服电机内的旋转编码器，也就是说提供更高精度的位置反馈值，甚至在高动态运动期间。



图3：
机器人绝对位置测量的海德汉和AMO高精度编码器

技术报告

	ECA 4000	ECI 4000	WMR
扫描原理	光学绝对式	感应绝对式	感应增量式
内径	70 mm至512 mm	90 mm / 180 mm	60 mm至10 000 mm
分辨率	29 bit	20 bit	取决于后续电子电路
系统精度	$\pm 2''$	$\pm 25'' / \pm 40''$	$\pm 3''$ /弧长米
抗污染	+	++	++
安装公差	+	++	+

表1：
典型辅助编码器最重要技术参数的比较

第三步：移动式机器人的高精度位置测量

为达到大型工件或长件的所有加工位置，例如飞机机身或大型复合纤维工件的生产，机器人需沿直线轴在工件长度方向进行运动。为确保机器人的高精度地定位，海德汉提供直线电机驱动和长度达30 m的封闭式直线光栅尺。直线光栅尺的位置测量能补偿热位移和其它影响进给机构误差的因素。这些影响因素无法被滚珠丝杠螺距和电机内旋转编码器角度位置的传统位置检测方式检测到。



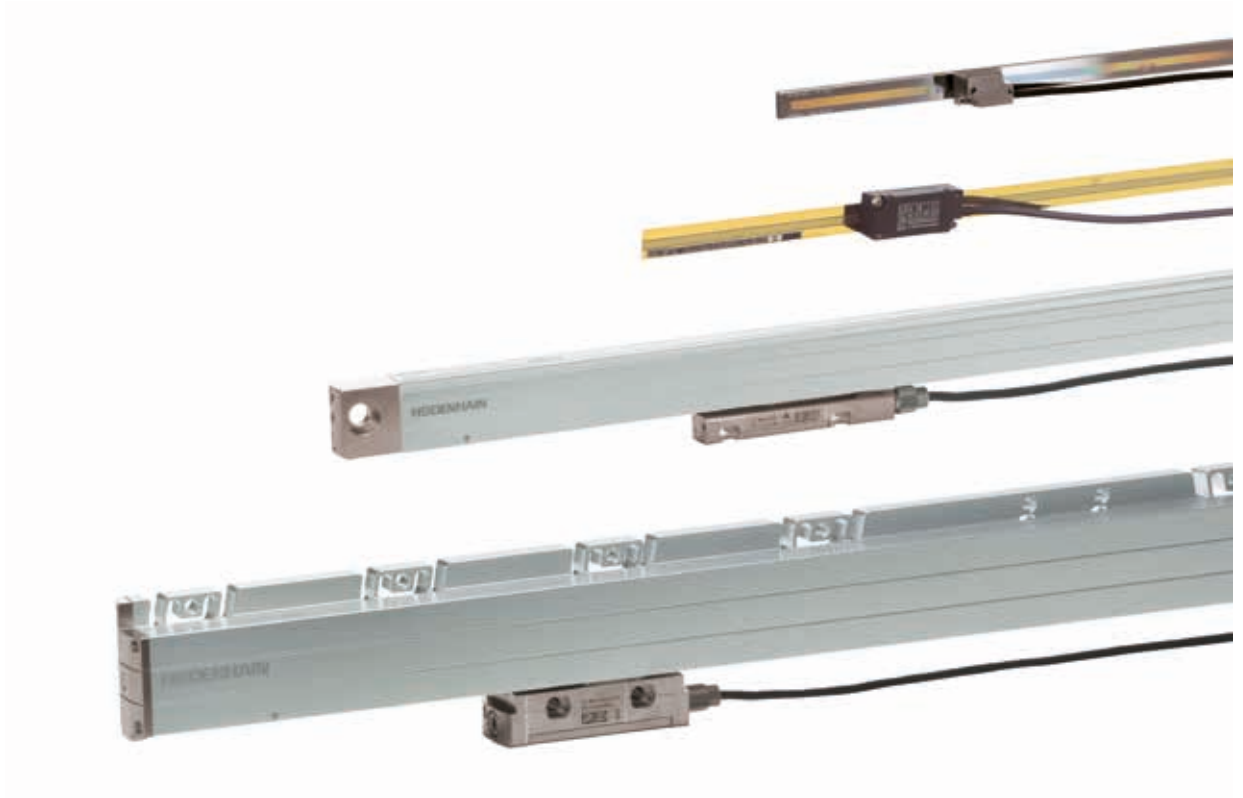


图4：
海德汉直线光栅尺

结论：高精度位置测量提高刀具中心点的位置精度

为机器人每个轴配辅助编码器和在相对工件定位机器人中采用直线光栅尺测量位置值将显著提高刀具中心点的位置精度，确保恰当配置的工业机器人能高精度地定位并进行加工以及在工件上执行操作任务。海德汉和AMO的角度编码器和直线光栅尺不仅能满足系统对高精度的要求，而且也能满足在复杂和紧凑型机器人机械系统内安装编码器对灵活性的要求。这些编码器适用于安全性应用，因此适用于人机协作的系统。

技术报告



HEIDENHAIN

约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司

北京市顺义区天竺空港工业区A区

天纬三街6号（101312）

☎ 010-80420000

☎ 010-80420010

Email: sales@heidenhain.com.cn

www.heidenhain.com.cn

