

科尔摩根直驱技术(Direct Drive)提升锂电池顶盖激光焊接机的轨迹焊接速度

作者 科尔摩根Kollmorgen 叶小平

锂电池制造中，激光焊接技术一直被大量应用于不锈钢壳和铝壳的密封焊接环节。近几年，随着新型电池工业的不断发展，对激光焊接技术的要求也不断提高。目前市场上的焊接机广泛存在轨迹焊接速度小，控制精度差，焊接良品率低的问题。

为了满足锂电池生产厂家提高焊接良品率的要求，激光焊机OEM厂商采用科尔摩根直接驱动技术对激光焊接机的运动控制进行优化，将轨迹焊接速度值提高至240mm/s，并达到了2.5g的重力加速度，同时实现了位置偏差控制在±30微米以内的高精度运动控制。

激光顶焊密封技术应用

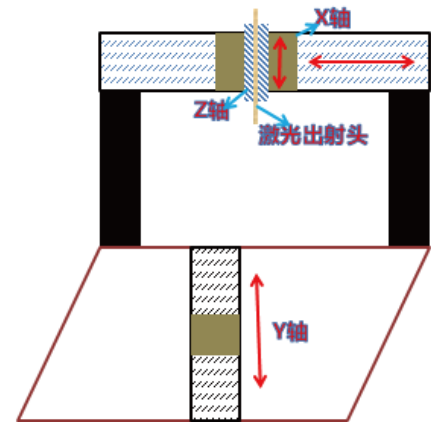
激光焊接是一种新型焊接方式。焊后无需处理或只需简单处理，焊缝质量高，无气孔。可精确控制，聚焦光点小，定位精度高，易实现自动化。因此激光焊接更适合与流水生产线配套，实现焊接自动化。另外，激光焊接的焊接方式也使得锂电池外壳的密封性能和外观都得以改善。

通常锂电池外壳顶部有一块四角为圆角的长方形盖板，板上带有正极输入端，封口时将盖板塞入外壳与口平齐。全自动力电池顶盖激光焊接机用于电池的壳体和电极盖板之间的焊接时，通过激光将盖板与外壳之间的长方形缝隙以重复脉冲方式进行焊接密封。激光参数合适时，方形电池可一次密封成功。因此，焊接过程需要整个焊接轨迹速度均匀，速度波动不能过大，否则会出现不良焊接。根据锂电池厂商的生产需求，激光焊接设备需要达到99.8%的焊接良品率，然而目前主流焊接机的良品率远远低于目标良品率，因而急需提高焊接机运动控制精度，从而提高焊接良品率。

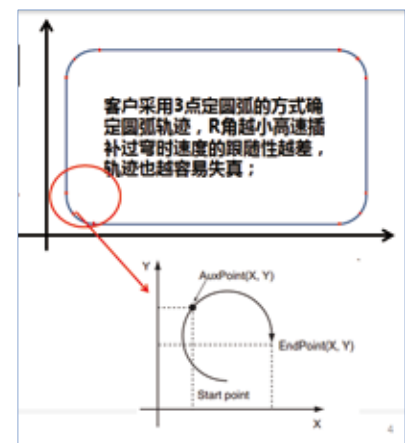
采用直驱技术的激光焊接解决方案

针对激光焊接的运动控制问题，科尔摩根采用直接驱动技术，提供ICH系列高电压有铁芯直线配AKD伺服驱动器，解决激光焊接机的提速瓶颈，使得轨迹焊接速度提高至240mm/s，控制精度提高了30%，从而实现良品率高于99%。

首先，在焊接轨迹从直线转到圆角位置时，为了实现小圆角焊接的稳定性，需要实现焊接提速，要求圆角的加速度达到一个更大值。由公式 $a_{max}=v^2/R$ 可以看出，焊接速度越快圆角的半径越小所需要的加速度也就越大。科尔摩根ICH直线电机凭借其优质的控制性能以及快速的响应速度，为焊接设备实现了240mm/s的焊接速度，在焊接R2.3的圆角时，其最大加速度可以达到2.5g的重力加速度，从而减少圆角焊接的波动，让整个圆角焊接轨迹更加均匀、稳定，保证小圆角焊接的可行性。

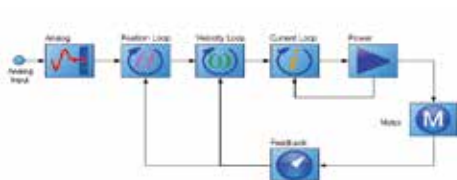


设备简图及轨迹描述

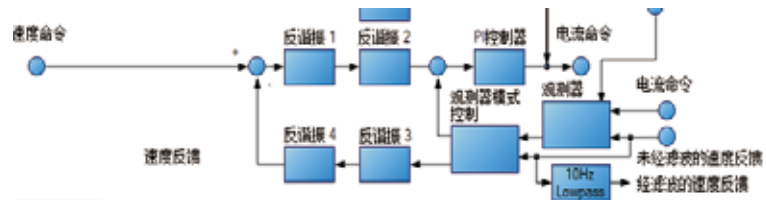


圆角焊接轨迹分析图

接着，在焊接过程中，圆角轨迹走完转直线轨迹的时候，X轴或Y轴的速度会降为零，由于负载的惯性会带动电机过冲(速度越快过冲量也会越大)。电机过冲后就会调整，所以如果没控制好过冲的最大位置偏差，在如图所示的1-4的位置就会出现波浪形状。电池焊接的密封性就会出现质量问题。针对该密封性要求，科尔摩根推荐客户采用具有高性能快速控制环和高响应带宽的AKD驱动器。AKD凭借其业界领先的三环刷新频率(670ns电流环刷新(1.5 MHz) FPGA; 62.5 μs 速度环刷新(16 kHz); 125 μs 位置环刷新(8 kHz))使得运动控制更加迅速、及时，同时提高控制精度，减小过冲，从而将最大位置偏差控制在±30微米以内，提高了电池焊接的密封性，大幅度提高了激光焊接设备的焊接良品率。同时AKD可以提高响应带宽，减少设置时间，从而提高机器生产效率。另外在增强密封性和提高生产效率的同时，AKD驱动器还具有强大的滤波性能，可以很好的处理调试过程中出现的噪音问题，改善焊机设备性能。



三环控制原理框图



加有滤波器的速度指令图

最后，针对焊接过程中锂电池外壳顶盖不同轨迹的多样化焊接要求，科尔摩根直驱技术拥有21至450 N (4.7 to 101 lbf) 连续力范围可满足不同的负载对力值的需求；同时60至1600 N (13.6 to 360 lbf) 的峰值力可以满足不同顶盖焊接的瞬时高加速度需求。焊接运动控制较以往焊接设备更加灵活，从而提高了不同焊接轨迹的焊接质量。

锂电池顶盖焊接机采用科尔摩根直接驱动技术，实现了焊接速度的成倍增长，同时提高了焊接运动控制精度30%，将最大位置偏差控制在±30微米以内。这有效的帮助了激光焊接机设备厂商提高市场竞争力。凭借激光焊接工艺水平的优化，改善了锂电池生产厂商的生产效率和产品质量，提升焊接良品率高达99%，大幅度降低了生产成本。



ICH系列高电压有铁芯直线电机



AKD伺服驱动器