欧洲金属板料湿法研磨技术一瞥

文 | 李国强

引言

金属板料经过激光、等离子、氧气火焰等热切割或经过冲切、剪切、水切以及钻、铣等冷切割下料后，在切割刃口处留有状态各异的熔渣、毛刺、锐边以及氧化物等瑕疵，需要采用一定的加工处理手段对这些瑕疵进行有效去除和处理，有的则需在板料表面进行拉丝、抛光、压纹等加工。采用湿法加工，起步于上世纪七、八十年代，成熟于上世纪末，本世纪初取得长足进步并逐步推广运用于钣金、精密机械、高端金属部件和制品加工制造等诸多行业。

笔者不揣冒昧，试在湿法加工层面，从盘式表面研磨技术的角度，窥视当今欧洲金属板料研磨技术的演变，希图从中获得有益启示并盼借文中偏颇与谬误就教于专家和同仁。

大磨盘整体研磨技术

总体上看，欧洲金属板料的湿法研磨技术大致经历了三个渐进阶段：大磨盘整体覆盖式研磨技术、单体盘刷组合研磨技术和行星式盘刷组合研磨技术。这三种同宗但又有区别的研磨方式，一般需辅以砂带单向研磨手段达到去除毛刺和倒圆角的目的。

大磨盘研磨技术应用于金属板材的加工处理已有几十年，主要采用盘式下压研磨方式，采用金属类或非金属类研

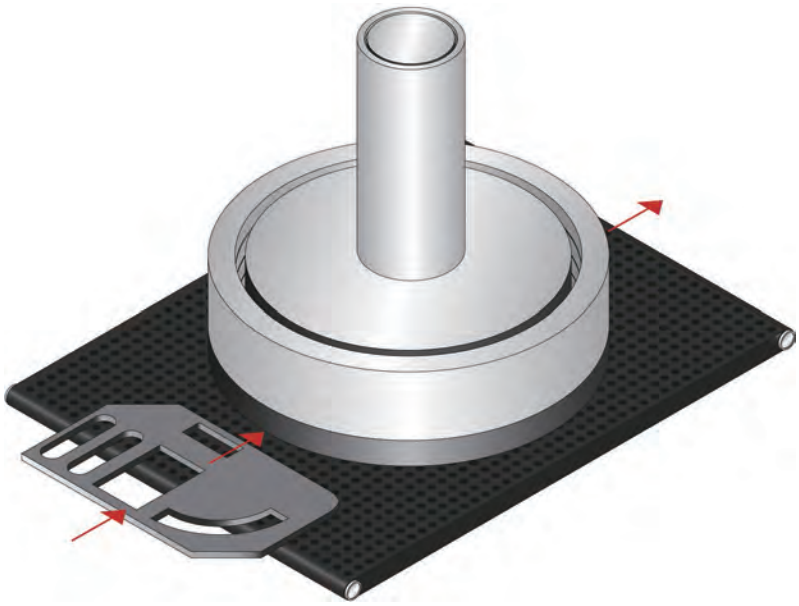

图 1 大磨盘加工示意图

磨介质，点式固定于大盘下表面，通过大盘的单向旋转，使打磨介质直接作用于工件表面，达到打磨处理的目的。大盘直径一般与工作宽度等宽或超宽。

大磨盘研磨采用湿法加工模式，加工过程中利用中轴芯柱从加工区域的中央四散式喷水和机身两翼向加工区域喷淋的方式，实现工件的冷却和清洗，同时达到去除工件表面残留物的目的，是一种传统的金属表面处理方式。

机器采用真空吸附式送料模式，通过式加工，送料过程完结即加工过程的结束。经过加工处理的工件，毛刺得到去除，内外边沿达到圆润不划手的效果，板料表面光亮，视觉效果好。

大磨盘研磨技术也有不可忽视的问题。大磨盘的单一旋向和打磨介质在大磨盘上的固定式点式排列模式，造成了加工盲点和由此产生的不均的板料表面研磨效果，直接表现为内外刃口边沿圆角大小的不均匀；喷淋方式和点位的局限使得工件冲洗力度不够、冷却效果不佳，从而间接影响了打磨效果；真空吸附式的送料模式虽对于小规格工件的加工具备一定的送料优势，但其安全风险也是不容小觑的。

图 2 单体盘刷组合示意图

单体盘刷组合研磨技术

这是一个直到上世纪九十年代才日臻成熟的研磨技术。单体盘刷组合，是在一个加工工位上，采用一个由若干个（排列个数依据机器加工宽度而定的）150 毫米左右直径的小盘刷组成的盘刷组，这些小型盘刷一线式交错排列在同一个盘刷盒上，采用陶瓷丝、尼龙丝、布基砂片、钢丝等不同材质的打磨介质，采用下压式研磨，达到去除工件内外边沿毛刺和边沿倒钝即倒圆角的目的。

盘刷组合可以根据加工要求实现左旋或右旋的旋向选择和调整，转速一般可以通过变频调节，达到不同的加工效果；同时，作为一个整体的盘刷组合，在下压式旋转研磨时还可以实现整体的左右摆动，摆幅和频率可调，以此达到消除加工盲点、均匀倒圆角加工的目的。在整体盘刷组合工位的前后均配置了与盘刷组合平行的喷淋管路，喷淋的冷却液流量和角度可调，达到对工件充分和均匀的冷却和清洗。工件采用机械式压辊送料，既在每一个加工工位的先后各设置一个与加工宽度等同的无动力压辊，与动力传送带一起夹带工件依次经过各加工工位。

经过单体盘刷组合加工的工件取得了不同以往的效果：去刺彻底，没有残留的原始毛刺和二次毛刺；工件保持了体温左右的加工温度，确保工件分子结构的稳定；工件被牢牢地夹持在压辊和传送带之间提高了加工的安全系数和研磨效果；圆角均匀一致，颜值提升了。通过更换盘刷研磨材料并辅以不同的机械加工参数，增加了机器的加工手段，达到了一机多能的多重加工目标，提升了机器的利用价值。

单体盘刷组合虽然从根本上消除了加工盲点并降低了研磨温度，同时也产生了伴生性的问题：单体小直径盘刷的单位时间研磨量显然小于大磨盘因而造成了倒角均匀度提升但锐边倒钝圆弧变小的悖论，夹持式送料消除了进料安全隐患却给微小工件的加工造成了不便。

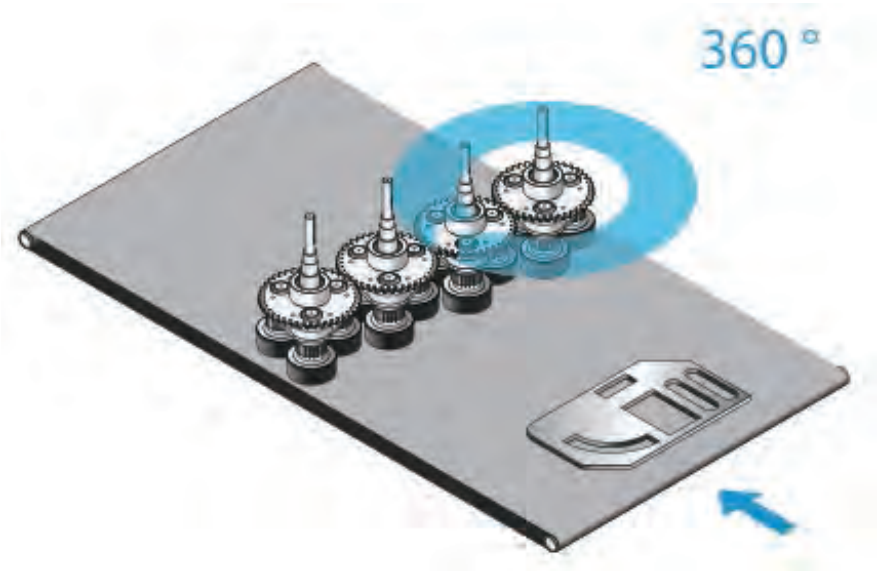

图 3 行星式盘刷组合示意图

行星式盘刷组合研磨技术

这是发轫于世纪之交并日臻成熟的研磨技术：其结构是，若干（一般是三个）直径在 100 毫米以上的同向旋转的（自转）单体盘刷组成一个整体旋转的（公转）盘刷组，再由若干（通常是四组到八组）整体旋转且旋向相同的盘刷组构成一个行星式盘刷研磨组合，这个组合整体上实施对整个加工宽度内工件的研磨加工。

每个单体盘刷可以同其他单体一起选择左旋或右旋旋转；每个盘刷组可以同其他盘刷组一起选择左旋或右旋做整体旋转，形成行星式平面转动模式。行星式盘刷组合作为一个整体采用下压式研磨的同时，还采取与进料方向垂直的整体摆动，摆幅和频率可控。这样一来，整体盘刷组合即工位的配置个数、盘刷及其组合的旋向和转速、盘刷研磨介质规格选择、盘刷组合整体下压幅度，以及盘刷组合整体的摆幅和频率等，构成了影响加工效果的最主要的参数集群，形成了这种新型研磨方式的最显著特色。

这种不同以往的盘刷组合形式与运动方式自然产生了异于以往的加工效果：显而易见的是，平面内单位时间加工（受磨）面积加大了，因而在效率和效果之间的选择柔性增大或某种程度上可以实现两者兼得，这是以往加工模式下不可想象的；行星式盘刷组合整体摆幅的选择、“行星体”三盘联动的打磨方式使得工件内外边沿接受打磨的力度大大增加，这是兼得效率和效果的保证性要素；此外，这也使打磨的均匀性大大提高，产品的颜值提升了！

这种加工方式较之单体盘刷组合技术而言的优势：在保持均匀圆角加工优势的同时，增加了单位时间内打磨区域和单位面积内的研磨频率，从而大大提高了圆角 R 值，组合式的盘刷研磨轨迹较之单体盘刷研磨产生的纹路显得更加均匀而有规则，这意味着，在一定研磨时间内同等 R 值要求下，机器的加工效率提升了。与传统的大盘式加工技术相比较，这种加工方式对于加工盲点的消除和实现圆角的均匀性自不必言，独特的喷淋方式使工件的冷却和清洗效果更加充分和彻底，体温左右的加工温度和清洁的表面成为工件被加工时的常态。

简短的结论

上述三种湿式盘刷研磨技术都是因应不同时代金属板料加工的工艺需求产生并在应用中趋于成熟的加工手段，是金属表面处理技术与时俱进的产物，各具特色和实用性，同时也有各自与生俱来程度不同的局限。然而比较而言，从金属板材去除毛刺、打磨圆角的加工效果、加工效率、产品内在和外观质量的角度，行星式盘刷组合研磨技术，似为更加有效的加工手段。MFC