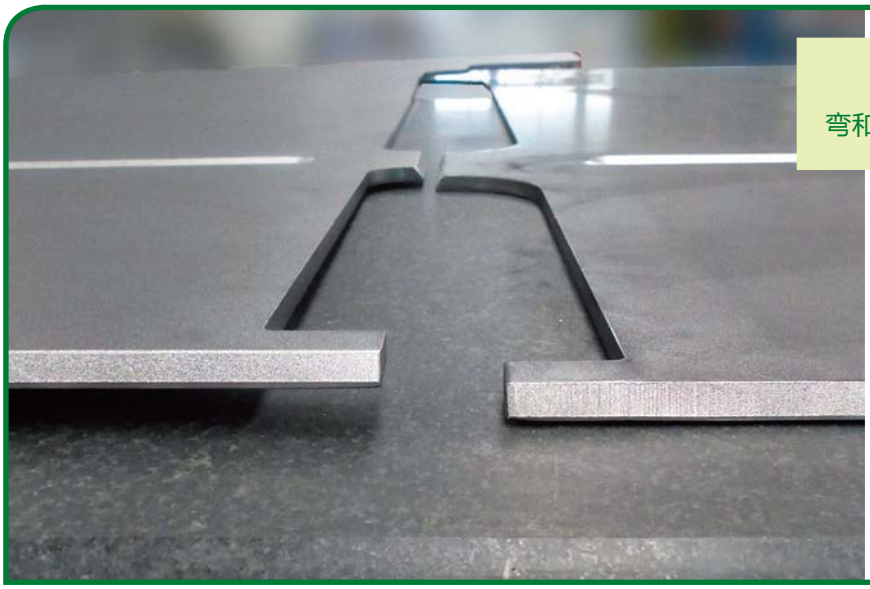
零件矫平在钣金制造中的重要性

文 | 柯乐市场部



平整而无应力的零件可以提高折弯和焊接的生产效率，让客户满意

图 1 左边的零件仍然显示出回弹变形，没有完全平整。右侧的零件已经过零件矫平机矫平了

关于材料应力

交付给钣金工厂的金属板材看起来足够平整。但是表象可能是骗人的，对于金属材料来说尤其如此。看似平整的材料或者零件在加工过程中因为加工应力，还会变得不平整。

所以弄明白原材料在被送到钣金工厂之前发生了什么，是很有意义和必要的事。板料原材料来自于轧制的卷料。在金属加工服务中心，这些卷料被开卷、矫直，最后被切割成一定长度。虽然板料看起来是平的，但里面仍然有应力。（应力明显地存在于材料的金相组织中。）

当使用热切割（如激光或等离子切割机）这些材料时，应力被释放，零件变得不平整。无论是薄金属零件还是厚金属零件都会出现这样的情况。

这种情况也适用于黑色和有色金属零件。切割这类零件过程中，辅助气体的使用起着很大的作用。例如，当氧气用于切割碳钢时，氧与金属发生放热反应。这会向切割区域引入大量热量，从而使切割过程快速发生。（这种化学反应的副产品是氧化边缘。氧化边缘需要被清洁以便进行喷涂油漆。）然而，额外的热量也会释放金属中更多的应力。

图 2 零件矫平机的这张内部照片展现了矫平辊和机电矫平系统

与氧气相比，使用惰性气体氮气切割可以减少热量输入，但即使使用更温和的工艺，应力仍在释放。

应力被释放，零件变得不平整，对于采用新激光切割技术的生产车间来说尤其麻烦，因为在激光切割时某些零件可能会在剑栅上倾斜或者弹起，从而碰撞损坏切割头，尤其是当切割速度达到 30 m/min. 时或更大，加速度超过 2 m/s² 已经成为行业标准。激光切割设备上一个非常昂贵的部件可能会被切割床上因为应力发生反弹的零件损坏。

任何下料过程都能释放卷料在卷取过程中产生的应力。这种应力在切割或冲孔后从金属的回弹现象中可以明显看到。（冲孔会使材料形成加工硬化而产生新的应力，这种现象可以在冲孔的零件上看到。）

与材料应力作斗争

钣金工厂如何应对金属材料在卷取过程中产生的应力，以及零件材料在被切割或冲压后释放应力？零件矫平机可以提供有效的帮助。零件矫平机可以为钣金工厂及其下游制造工艺提供必须的平整零件，确保更高的生产效率，减少折弯和焊接过程中的废品。

零件矫平机通过一组矫平辊向金属板材或零件施加反复的弯曲力来达到平整度。在金属材料通过矫平机时矫平辊对其施加压力。施加在金属材料上的应力强度会降低并最终消除其内应力。

这些矫平辊是如何布置的？这取决于金属材料种类、材料厚度和所要达到的平整度。零件矫平机的变量包括：

▶ 矫平辊的数量

▶ 矫平辊中心距

▶ 矫平辊的布局和支撑方式

▶ 矫平辊架和整个机器的刚度

▶ 矫平辊的支撑（支撑辊的长度和布局）

▶ 矫平间隙控制系统及其保持间隙稳定的能力

▶ 电力消耗

▶ 清洁矫平辊和支撑辊以及维护机器的方便性

对应要矫平的零件的尺寸，矫平压力取决于矫平辊的直径。每根矫平辊的直径与矫平辊的位置、机器辊架、支承辊和机架的设计相结合，都有其对应的操作显示窗口。一般来说，较小的矫平辊直径用于较薄的材料，较大的辊径用于较厚的材料。矫平机通常可以矫平厚度从 0.2 毫米到近 70 毫米的零件。

矫平提供的平整精度实际上是根据金属材料的应用以及它的厚度和种类的不同而有区别的。例如，用于制造起重机和矿山设备的金属零件，如果矫平机可以提供 0.5 mm/m 到 1 mm/m 的平整度，就被认为是非常好的。然而，对于要求平整度 0.1 mm/m 或更高的锯片制造商来说，这种平整度就不合适了。幸运的是，一台高精度的零件矫平机可以为重型设备制造商提供平整的零件，也可以为锯片制造商生产公差更高的零件。

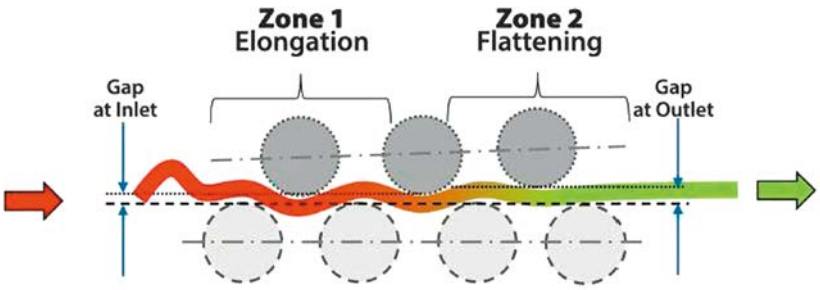


图 3 延展金属的同时，矫平辊逐渐减轻压力并压平零件。

零件矫平也可以非常细致入微。例如，航空航天行业的制造公司通常使用铝材料。5 mm 算是这些公司接触的比较厚的零件了，但是对于采矿设备的制造商来说，这个厚度就太薄了。这种铝材料通常要经过热处理，使材料获得更大的强度。热处理后，铝材料变软，被保存在 −18 摄氏度的温度下。如果在冲裁后立即矫平这样的零件，零件矫平机必须面对两个主要挑战。首先，材料是柔软的，因此矫平辊挤压延展材料时必须柔和，以避免材料变形。其次，被冷冻的零件接触较高的环境温度时，零件表面会产生冷凝水，因此矫平机部件应由不锈钢或涂层钢制成，以防止锈蚀。

矫平难处理的材料

零件矫平机生产的结果很简单——平整的零件，但它们其实是复杂的机器，可以处理难以矫正的材料变形。

例如冲孔和热处理材料。这两种材料都经常表现为中间波浪变形或边缘波浪变形。矫正这样的零件或者板材需要采取特殊措施和技术。

对于（部分）冲孔板和热处理材料，高级的矫平辊弯曲控制功能可以在零件或板料某些区域特别增加矫平压力，同时降低其他区域的矫平压力。通过这种受控的矫平方式，材料在需要的纵向方向得到延展，由此可以减少甚至消除中间波浪变形和边缘波浪变形。

高抗拉强度材料是另一种难以处理的材料。处理这样的材料需要一台高功率的机器，用非常大直径的矫平辊与相应的辊间距相结合，减少材料应力并提供良好的平整度。

操作员的矫平经验

任何先进的制造设备都需要一位敬业的操作员，一个经验丰富的，更重要的是求知欲强的操作员可以带来真正的不同结果。如果他愿意花时间调整和测试零件，以获得良好的矫平效果，那么工厂可以赢得零件的高效矫平以及在下游制造环节中的更高质量的产品。

从理论上讲，矫平是一个简单易行的操作。除了矫平辊的速度，操作员只需调整另外两个参数：入料口和出料口的矫平间隙以及将零件送入机器的角度。通过找到正确的组合，操作员可以优化矫平结果。

当然，设备控制系统中内置的计算工具也会提供帮助。输入厚度、屈服强度和材料种类后，控制系统会输出建议的矫平参数。通常，这些参数已经可以保证良好的矫平结果了。如果操作员想寻求更好的矫平结果，这组矫平参数可以作为他开始调整的基本参数。

收获矫平的好处

零件矫平可以帮助钣金工厂提高产量和生产率。钣金工厂提供的报告数据表明，将零件矫平机纳入他们的生产流程，零件被矫平后，折弯工序的生产率提高了约 25%。平整的零件被更准确地折弯，这意味着返工更少，产品质量一致性更强。在焊接部门，这就意味着可以大幅度的简化工装夹具，提高组对精度，焊接员工会很高兴。不合格品大幅减少，提高了生产效率。

机器人焊接尤其如此。更紧密、更一致的焊缝意味着使用更少的填丝、更流畅的焊接生产线和更快的自动化工序。

零件矫平机也可以为一个公司创造新的商机。例如，如果一家公司想为建筑行业客户服务，他提供的天花板和外立面必须是绝对平整的，而且每一片板材都必须一样平整，因为任何一片不符合规格的板材都可能会造成安装工程停工。MFC