针对特种钣金产品的切割工艺

文 | 李兵

近年来，随着国内、国际局势日趋复杂，客户对防护型车辆的需求逐渐增多，而防护型车辆车身内外表面多为特种钢板。早期特种车体结构普遍为特种钢板焊接拼接结构，但是焊缝部位为防护薄弱环节，因此使用折弯一体化减少焊缝的设计逐渐替代了原有的焊接拼接式结构。

特种钢板极其坚硬而又兼有韧性，通过优化合金成分，结合特有的直接淬火工艺，获得高硬度和高韧性，延伸率仅为7%左右，硬度普遍达到550HBW，普通折弯模具的结构、硬度、折弯参数都无法满足其加工需求，回弹大，易开裂，外表面容易产生压痕。

针对特种钣金类产品，我们主要讨论自由折弯。下模R角部位采用可拆换、可滚动的LD材质滚轴结构，上模、下模R角、V口宽度及角度重新设计，此处必须考虑到特种钣金类产品回弹较大的因素，比如上模R角可选3～6倍料厚，下模R角可选4～8倍料厚，V口宽度可选6～12倍料厚，这对于控制折弯回弹、开裂、外表面压痕都有着很好的作用。另外，折弯时有以下问题需要注意：(1) 要注意与轧制方向成直角折弯，折弯前打磨去除所有瑕疵，剪切边缘也应打磨平。(2) 折弯力和回弹会随特种钣金强度的增加而增加，板材硬度越高，折弯力越大且回弹也越大。

基于成本及维修方面考虑，上模R角、下模R角、上下模本体均可以采用可拆换结构，方便维修，又可降低成本。采用特种钣金折弯工艺具有柔性化生产的优点，便于产品升级调整，同时可以有效配合焊接的精度需求。前期投入小，投资周期短，对设备人员的要求相对较低，有利于降低企业成本。

针对特种钣金产品的切割工艺，主要有以下几种方式。

(1) 水刀。该工艺可用于所有特种钣金产品下料，并且为首选方法，因为该工艺不存在热影响区，可彻底消除裂纹风险。

(2) 激光切割。对于较厚的特种钣金产品下料，可采用这种工艺进行切割，这种工艺所产生的切口较窄，热影响区也较窄，一般小于3mm。

(3) 等离子切割。特种钣金产品的下料也可采用这种工

艺进行切割。这种工艺产生的切口一般宽 3 ~ 4mm，热影响区宽度不超过 5mm。并且等离子切割可以在水下进行，这样可以减少变形，产生的热影响区也更窄。

(4) 气割。该工艺可用于厚达 60mm 的特种钢板，这种工艺会产生宽 2 ~ 5mm 的切口，热影响区一般宽 4 ~ 10mm。值得一提的是，对高硬度的特种钢板采用不受控气割可能导致氢致裂纹（也称为冷裂纹），而板厚超过 20 ~ 30mm 时也可能产生这种情况，板材越厚，对开裂的敏感性也越高。而要避免在切割过程中或切割后产生裂纹，最有效的方法是对钢板进行预热，随后对切割部件进行高温保温。

一般特种钣金合金含量低，这些钢板可采用任何常规的焊接方法进行焊接，适用的焊材包括铁素体和不锈钢类型的焊材，而建议类型取决于钢材等级。其焊接流程如下。

(1) 边缘准备。工件之间的良好配合是降低应力的关键，由此可降低裂纹风险。焊接前必须清除焊接边缘及其周围的各种杂质，如铁屑、铁锈、油污、油漆和水分等。

(2) 定位焊。进行定位焊时，建议每段定位焊缝的长度不小于 50mm，其原因是为了避免接头处出现氢致裂纹。

(3) 焊材的选择。建议使用铁素体和不锈钢类型的焊材，可用类型取决于钢材等级和接头处的板材厚度。以下推荐一些适用于所有类型的焊材：为使焊接接头的强度和韧性达到完美平衡，在满足接头强度要求的前提下应尽量选择强度低的焊材，而使用低强度焊材可带来一些好处，例如提高焊缝金属的韧性，提高抗氢裂性能和减少接头中的残余应力。

(4) 无合金和低合金铁素体焊材。如选用无合金或低合金铁素体焊材，则焊材适当的屈服强度可以高达 500MPa，建议使用最大氢含量为 5ml/100g 的焊缝金属。比如可以使用实心焊丝的 MAG 熔化极气体保护焊，以及 TIG 钨极惰性气体焊的焊材都能满足这一要求。而对于其他焊接方法，以下几种类型的耗材有可能满足氢含量要求：①使用药芯焊丝的 MAG 熔化极气体保护焊，基本类型的焊丝和金红石焊丝。②使用金属芯焊丝的 MAG 熔化极气体保护焊，特定品牌的焊丝。

(5) 奥氏体不锈钢焊材。建议使用符合 AWS 307 或 AWS 309 标准的奥氏体不锈钢焊材，并且推荐将 AWS 307 焊材作为第一选，AWS 309 焊材作为第二选。原因是该类焊材在所有焊缝金属中的屈服强度约 500MPa，而 AWS 307 焊材的承受热裂纹性能要优于 AWS 309。

对于特种钣金产品的机加工艺，可使用高速合金钢钻头或硬质合金钻头进行钻孔，在摇臂 / 柱式钻床上使用高速钢钻头对钢板进行钻孔时，首选小螺旋角、硬心的含钴（8% 的钴）高速钢钻头，单个孔可使用普通高速钢钻头。

而针对减少振动、延长钻头寿命笔者在这里建议。

(1) 尽量减小悬臂长度以及钻头到工件之间的距离，使用稳固结实的工作台距离。另外，使用冷却液。

(2) 使用尽可能短的钻头，钻透之前，先抬起钻头 1s 以便降低进给速度，否则间隙窜动和弹性会卡住钻头，等间隙窜动和弹性现象消失之后，再重恢复到所需的进给速度。

(3) 一定要使用金属支架。MFC