

旋铆技术在高压开关机构中的应用

撰文 / 许继电气股份有限公司 方春阳 张艳婷 李明道 李帅男 徐光辉

铆接工艺是操动机构装配中的传统工艺，大多采用的是手工铆接。现在电动或气动冲压机械的大量引入，极大地改变了劳动方式，降低了劳动强度。但传统的铆接方式仍存在很多不足之处。如产品一致性较差、联接强度不高、效率低下等。最近几年来，笔者所在单位试验用旋铆工艺代替传统铆接工艺，取得了较好的效果，成功解决了操动机构的若干问题，进而提高了产品质量。

一、旋铆工艺简介

旋铆机有电机带动主轴高速旋转，并由动力源（液压、气动或电动）提供一个向下的力，旋铆头安装时与主轴轴线有 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 不等的夹角。工作时，旋铆头旋转并向下运动，螺旋挤压工件导致工件变形来完成工序。可以通过调整时间、压力和上模运动的下极限位置来适应不同的工件和对应的技术要求。旋铆后的零件表面光洁度较好，带有镀层的工件也可以旋铆。

图1为某型国产气动旋铆机，图2是该型旋铆机的机械原理图和气路图。本机旋铆直径范围为 $\phi 0.5 \sim 5\text{mm}$ ，行程为 $4 \sim 40\text{mm}$ 。具体工艺介绍如下。

(1) 旋铆机床：旋铆机在结构上跟钻床有一定的相似性。主轴可以用按钮调节上下移动范围，夹头中心轴线与主轴中心线偏置一定角度（ $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ）且可以调整，是一种专用机床。

(2) 旋铆头：采用淬火后抛光的高硬度合金钢制作，且铆头形式多样。

(3) 工装：根据零件的具体形状制作，固定在工作台上。当需要同时铆接几个圆柱形零件时，可以采用带滑道的结构方式，一次完成，同时应该考虑零件的拆卸方式。



图1

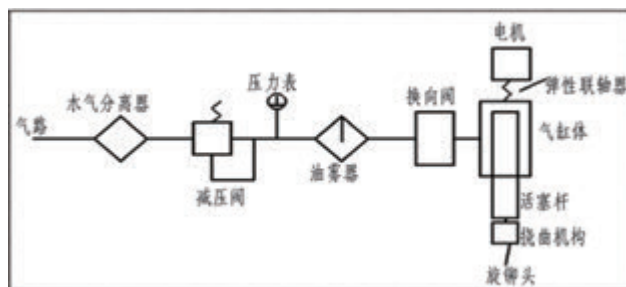


图2

(4) 零件：旋铆过程是将圆柱形或筒形零件圆边部分，逐次碾压变形而形成连接的。中间部分是不变的，所以圆柱形零件需要中心钻孔，筒形零件需加工出凹槽，这样才能碾平。

(5) 工艺：装夹旋铆头时，应调整旋铆头的角度使其头部对正零件需要旋铆的部位。操作时，控制旋铆厚度，太薄了连接强度不高，太厚了影响产品高度。当零件试制后尺寸精度一致性较好时，可以在机床上锁定运动高度。

二、铆接工艺特点

(1) 冷碾铆接法所需摆碾力极小，仅为锤击、冲压等铆接方式的 $1/15 \sim 1/10$ 。因为传统的铆接方式是铆杆对铆钉事例施压，其压力越靠近轴心越大，而冷碾铆接法是以连续的局部变形使铆钉成形，其所施压力离铆钉中心越远越大，这恰恰符合材料变形的自然规律。因此，采用冷碾铆接法所需设备吨位极小，节省费用，符合开关机构发展的需要。

(2) 冷碾铆接法使铆钉的变形顺从金属自然流向，不会降低材料的缺口冲击韧性和延展性，减少了在铆钉墩头周围出现切向拉应力过高的危险，铆后材料无折断纤维流，能提高铆钉的承载能力。将摆动冷碾铆接与传统锤击、冲压铆接试件做破坏性试验后知，冷碾铆接法所产生的联接强度约高于传统铆接的 80%。冷碾铆接后铆钉几乎无弯曲、鼓肚和墩粗等变形现象。同时与铆钉相连的部件毫无变形。而用锤击、冲压铆接，由于是事例施压，冲击盛开，上述缺陷较为明显。旋铆工艺在强度方面可以满足开关机构的高可靠性需求，这一点是开关机构采用此工艺的主要原因之一。

(3) 冷碾铆接法旋铆头在铆钉上作纯滚动而无滑动，铆钉成型后的表面粗糙度仅取决于铆头，而旋铆头表面粗糙度容易保证，因而采用冷碾铆接铆钉表面光洁美观是其他铆接方法所不能比拟的，在某种程度上保证了产品的高档次水平。

(4) 采用冷碾铆接法铆接时几乎无噪声（低于 70db）、无振动。而传统的锤击、冲压铆接方式噪声超过 90db，这样可以给操作工提供比较舒适的操作环境。

(5) 冷碾铆接机操作方便安全。冲床冲铆经常发生冲掉手指等恶性事故，人工锤铆误伤也时有发生，而碾铆相对较安全。主轴虽有旋转，但有可行的安全保护罩，铆头与工件接触面小，安全相对可控。

(6) 使用冷碾铆接机时，由于铆钉材料具有特别好的变形性能，铆杆不会出现质量问题，寿命较高，同时，只要改变铆头的形状，就可以铆接多种形状。

以上所述，旋铆的特性保证了开关机构部件的连接强度，为开关的安全运行提供了安全保障。

三、开关机构典型实例解析

1. 实例一

某款型号操动机构其中的一个凸轮装配如图 3 所示，滚轮为承力零件，滚轮和销轴之间需要涂抹润滑脂，且能在

铆接销轴上非常灵活转动。若采用焊接，需要在焊接后进行电镀，由于电镀工艺限制，滚轮和销轴之间的缝隙很难电镀完全，在电镀过程中还会残留电镀液产生镀后锈蚀的情况，并且无将润滑脂涂到转动部位，这样滚轮的运动不会灵活，产品的性能就会很难稳定。若电镀后组装焊接，由于焊接的热量会使润滑脂融化流出，润滑作用消失，电镀后焊接也不符合正常的生产流程。因此类似此处连接方式采用焊接工艺被否定了，只能采用铆接工艺。

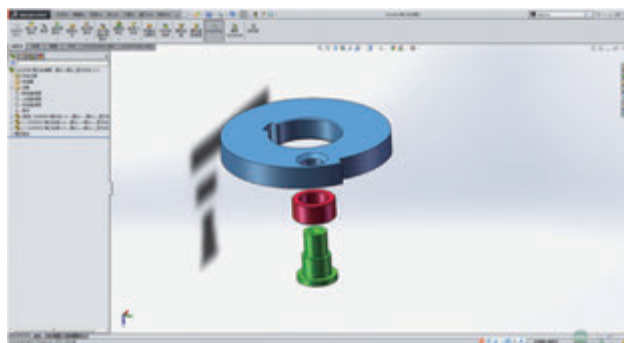


图 3

常规铆接为手工涨铆，生产效率较低，劳动强度较大，铆接松紧效果不一致，外观质量差，产品档次低等，特别是劳动成本升高迫使我们必须改变生产方式。

旋铆给我们提供了很好的解决方案，图 4 的三个物料按照旋铆工艺要求进行结构设计，销轴端部加工出凹槽，凸轮孔铆接侧进行倒角处理，这样铆接后销轴端部不会超出倒角侧面，不会影响与其他物料配合。销轴分别电镀，涂油后进行铆接，铆接后电镀层破坏面很小，铆接效果一致性很好，经过试验，机构操作 10,000 次正常，没有任何松动，可以满足使用。

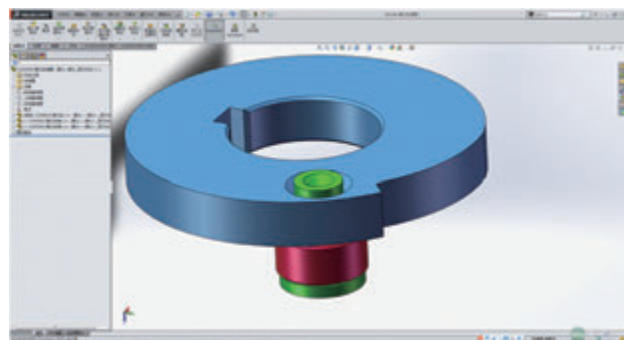


图 4

2. 实例二

图 5 为焊接工艺需要的结构方案，为保证焊接强度，需要在图示板焊接位置进行倒角，增加焊点空间，焊接强度可以满足使用要求。焊接的缺点：存在热变形；不锈钢材质焊接后容易引起碳化物的析出，盐雾试验会有锈蚀，不能达到防腐标准；投入焊接工序，劳动强度大；焊接后外观存在氧化，表面效果差，产品档次低。

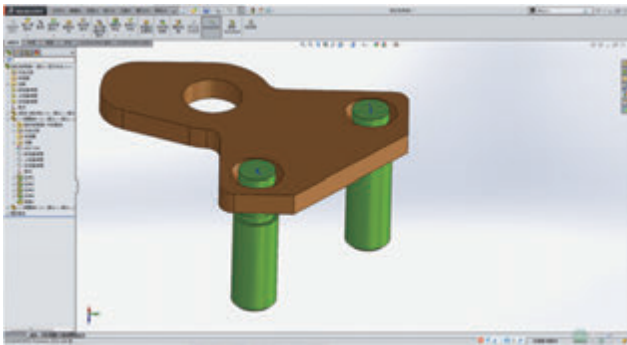


图 5

经过结构调整采用旋铆工艺，结构如图 6 和图 7 所示，板件取消倒角，加长轴（直径 6mm）高出板平面 2.5mm。

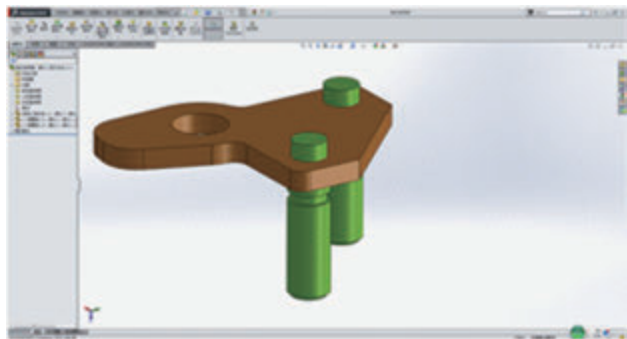


图 6

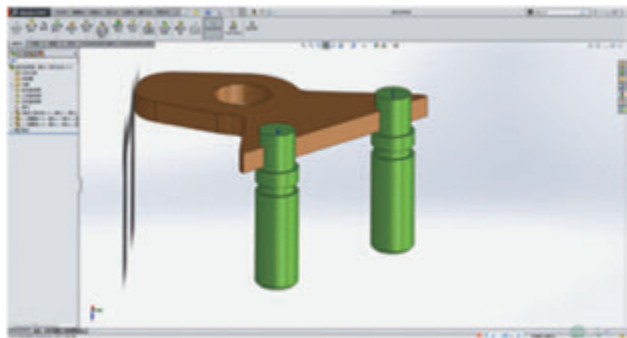


图 7

旋铆投采用最常用的平头，经过旋铆后，铆接位置的

材料在旋压力的作用下向周围偏移，形成饼状台阶，使轴和板能够紧密的结合在一起（图 8）。

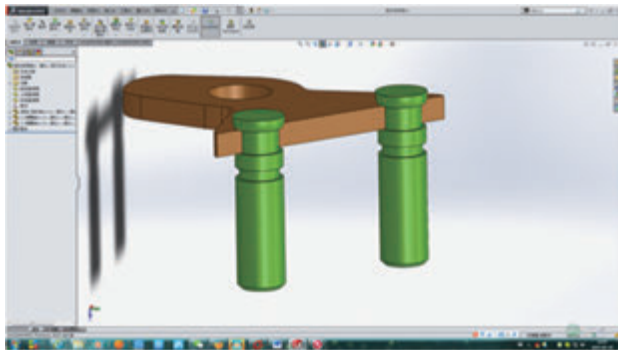


图 8

由于没有热变形，成品不存在变形；没有氧化层，不会有碳化物析出，也就不会降低抗腐蚀能力。因此，和焊接工艺相比，各方面表现都很好。

图 9 是旋铆和焊接的实物在盐雾试验 120 小时之后的照片对比，图片左侧为旋铆工艺的物料；右侧为焊接工艺的物料，其中焊料填充物是不锈钢焊丝，采用氩气保护氩弧焊工艺。从图片效果不难看出，旋铆工艺没有降低不锈钢的防腐性能，但焊接工艺降低了防腐性能。从这个试验得出结论：在户外的产品中，不锈钢焊接工艺尽可能的不使用或少使用，最好采用旋铆等冷加工方式使不锈钢物料连接在一起，从而避免焊接的热源对不锈钢物料的影响。



图 9

四、结语

综上所述，旋铆工艺作为连接可靠，生产高效，质量稳定的工艺方法，在工业生产中发挥着重要作用，同样适用于开关操动机构。相信经过技术工艺人员的努力，能够为机构行业提供质量稳定，性能可靠，加工费用低而档次高的产品。IM