天窗顶盖CMT焊接表面质量控制方法研究

郭 峰

奇瑞汽车股份有限公司 安徽合肥 241006

摘要：CMT焊接工艺现在已经被广泛地应用于汽车天窗顶盖的制作过程。对CMT焊接工艺影响顶盖表面质量的主要因素进行了深入研究，分析了焊接参数、焊缝位置、熔核大小及夹具结构等对焊接质量的影响，为控制CMT焊接零件表面变形提供一种控制参考方法。

关键词：天窗顶盖；CMT；弧焊；表面变形

顶盖是汽车外表面件之一，其质量的好坏直接影响整车的外观，尤其是天窗顶盖，不但影响汽车表面质量，还可能与天窗产生配合问题，造成漏水、噪声等性能缺陷。

CMT焊接工艺

CMT（Cold Metal Transfer，冷金属过渡技术）是一种全新的MIG/MAG焊接工艺，由于其热输入量比普通的MIG/MAG焊要低，因而命名为Cold。

1.CMT焊接技术特性

MIG/MAG焊是目前世界上应用最广泛、最经济的焊接工艺，但由于其热输入量高、变形大，飞溅无法避免，因而限止它在某些领域的应用，尤其是在1mm以下的薄板更是其使用的“禁区”。而CMT技术实现了这种可能，它的特点是冷热循环交替。

CMT技术主要特性[1]如下：

（1）热输入量低，产品表面变形小 CMT技术实现了0电压状态下的熔滴过渡。当短路电流产生时，焊丝停止前进，并自动回抽，熔滴进入熔池，电弧熄灭，此时电压为0，电流减小。在这种方式中，电弧自身输入热量的过程很短，短路发生，电弧即熄灭，热输入量迅速地减少。整个焊接过程即在冷热交替中循环往复。

（2）无飞溅冷熔滴过渡 在短路状态下焊丝的回抽运动帮助焊丝与熔滴分离。通过对短路的控制，保证短路电流很小，从而使得熔滴过渡无飞溅，避免了传统MIG/MAG飞溅大造成的表面缺陷。

（3）桥联能力强，对产品匹配间隙装配要求低 CMT的熔滴过渡是在电流几乎为0的情况下，通过焊丝的回抽把熔滴送进熔池，持续输入热量的时间特别短，从而给熔池一个冷却的过程，使焊缝形成良好的

桥联能力，从而降低了薄板工件的装配间隙要求。

2.常用CMT焊接设备形式及应用场景

鉴于以上产品特性，CMT焊接特别适合应用于当前汽车顶盖、四门、车身等焊接场景：

1）超薄板的焊接。

2）MIG钎焊镀锌板。

3）钢与铝的异种连接。

目前奇瑞汽车采用的CMT焊接设备有两种形式（见图1），主要应用于自动化线的四门及顶盖焊接；如图2所示，CMT焊接系统主要应用于人工线的四门及顶盖焊接。

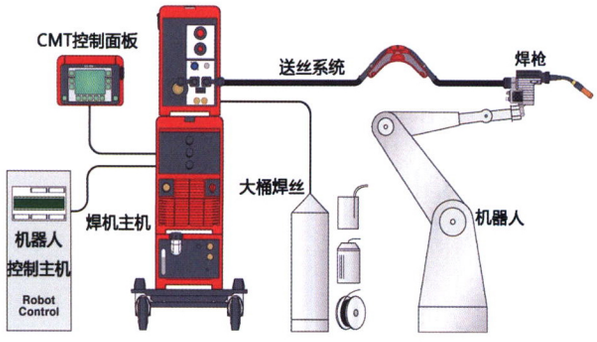


图1　机器人CMT焊接系统

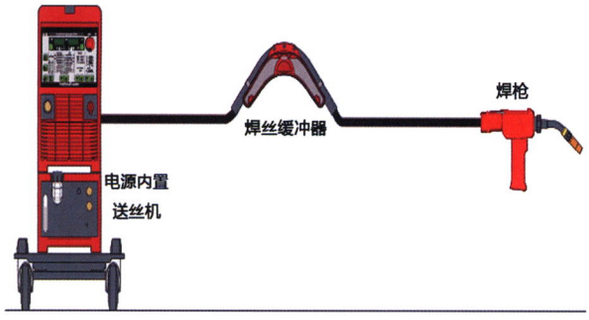


图2　人工CMT焊接系统

天窗顶盖CMT焊接表面质量控制方法

虽然CMT焊接工艺相较于普通的MIG/MAG焊有了长足的进步，但是对于该种新工艺的使用仍处于一种不断探索的状态。由于各种不同产品结构、不同工艺参数及不同使用工况，现场依然存在较多产品质量缺陷。

下面通过对奇瑞某款M车型顶盖CMT焊接应用实例进行分析，主要从焊接参数、焊缝位置、熔核大小及零件配合状态等几个方面分析CMT焊接质量控制方法。

1.焊接参数对表面质量的影响

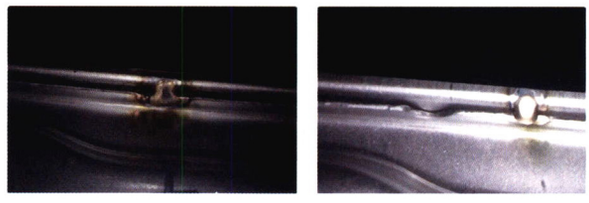
通过选取不同的电压、电流和送丝速度，发现在焊接电压和送丝速度接近的情况下电流的变化对顶盖表面变形的影响最为剧烈：电流过大容易出现烧穿现象，过小有未熔合问题（见表1）。结合现场实际验证经验，一般来说选取70A±2A的电流较为合适。

表1 不同焊接参数下的表面质量

电流*I*/A	电压*U*/V	送丝速度*v*/（cm/s）	效果
83	11.6	30	击穿 有变形
83	11.6	30	有变形
78	10.6	48	有变形
72	9.8	42	成型好 有变形
68	10.6	48	成型好
65	8.4	35	未熔合 有变形

2.焊缝位置对表面质量的影响

产品在需要焊接的位置做了工艺缺口以便确认焊缝位置，在调试现场，通过采用相同的焊接参数，烧焊在不同的位置来验证焊缝位置对顶盖表面质量的影响。通过多轮实物验证发现，虽然CMT焊接产生的热量较小，但是越靠近顶盖表面位置烧焊，顶盖表面产生的热变形越大，而且焊缝质量也不如远离豁口位置的外观质量美观（见图3）。因此建议CMT焊缝位置应选取在工艺缺口10mm范围内，且尽可能远离顶盖本体表面（焊接在内外板料边处）。



a）烧在豁口位置　　b）烧在豁口附近位置

图3　不同焊缝位置焊接效果对比

3.熔核大小对表面质量的影响

通过对验证过程的不断总结，发现热变形是顶盖表面变形的一个重要因素。除了焊缝位置，焊接熔核也成为排查的的一大要素。

（下转第35页）

igus推出由高耐磨工程塑料iglidur E7制成的滑动轴承系列

耐磨工程塑料iglidur E7具有摩擦系数低、减振性能优异等特点，被制成drylin直线导向装置上的滑动元件且获得了市场认可。现在，运动塑料专家igus将该材料制成滑动轴承，以满足用户的应用需求，尤其适用于旋转和摆动运动。它的低摩擦系数可以确保运动的平稳、减少所需的驱动力和节省维护等额外成本。

工业自动化时代需要耐用、经济高效且节能的机器部件。自1983年以来，运动塑料专家igus就一直在开发用于滑动轴承技术的iglidur耐磨工程塑料。这种工程塑料不含润滑剂，因此无需维护。目前，为了满足不同的应用需求，igus已经为滑动轴承技术推出了57种iglidur材料，其中包括了iglidur E7材料。

专为摆动运动中低负载而设计的iglidur E7材料，可在运动中承受高达18 MPa的表面压力。德国igus公司的iglidur滑动轴承技术业务部主管Stefan Loockmann-Rittich表示："iglidur E7的摩擦系数非常低，所需的驱动力较小，可以为用户节省成本。" 由这款新材料制成的滑动轴承不仅适用于盖板和传感器轴承，还可广泛应用于包装、纺织机械和家具技术中。

在占地3800m^{2}的内部测试实验室中，igus每年对其所有iglidur材料进行15 000多项与应用相关的测试。测试结果会被收集到iglidur专家等在线选配工具中。在测试实验室的摆动测试中，iglidur E7以0.01m/s的速度和1MPa的负载在各种类型的轴上运行，且都表现出了优异性能，其磨损系数低至0.3～0.8μm/km。目前，由iglidur E7材料制成的滑动轴承，提供12种标准尺寸可选。此外，可以根据用户需求提供其他尺寸和定制设计。这种定制化部件，可以通过机加工棒料获得，也可以通过定制模具注塑成型工艺生产，甚至可以借助igus先进的3D打印快速模具系统生产，以满足快速交货的需求。

（上接第13页）

在验证过程中注意到，随着熔核变小，顶盖表面变形有减弱的趋势。为降低焊接产生的热变形，又能保证足够的强度，建议将焊缝熔核控制在5～6mm。

4.零件匹配间隙对表面质量的影响

零件匹配状态的好坏直接影响到焊缝质量及焊接效率，当零件间隙大于1.5mm之后出现严重变形及烧穿等问题（见表2）。

表2 不同零件匹配间隙下的焊接合格率

间隙/mm	<1.3	1.3～1.5	>1.5
合格率	100%-ok	90%-ok	0%-ok

为控制零件匹配间隙，建议在焊缝附近增加夹具夹紧点加以控制；同时为了能减少焊接热量产生的影响，支撑块也改为铜材质，提高散热效率。

结语

从前面的验证可以发现，焊接参数、焊接热量和零件匹配对顶盖CMT焊接质量影响最为突出。

为了提升顶盖CMT焊接表面质量，可以通过以下方法提升：

（1）设计合理的参数[2] 如调整焊接行走角度和行走速度，一般采用15°左右的推、拉焊法，此工艺参数也直接影响焊缝的成形。

（2）提高散热效率 除了将夹具优化为铜块支撑外，还可以考虑优化焊缝数量和间距（如：长边250～290mm、短边120～150mm）；合理的产品结构是工艺提升的有利基础。

参考文献：

[1] 谭立勇，于洪辉.汽车CMT焊接质量分析与控制[J].机电技术，2018（10）：5.

[2] 杨修荣.超薄板的CMT冷金属过度焊技术[J].焊接，2005（12）：52-54. AUTO1950