



消声器壳体CMT机器人焊接工艺应用

龚胜峰 黄斌 肖勇

【摘要】 消声器常规生产线采用的普通MIG/MAG焊工艺存在着焊接速度慢、飞溅多、装配容忍性不足、焊缝宽大、补焊量大、异响等问题。CMT机器人焊接工艺的出现，明显提高了工件装配容忍性，几乎无飞溅，焊缝细窄而美观，补焊量减少显著，大幅提高焊接速度，异响问题基本解决。

1. 概述

排气系统消声器常见材料为430不锈钢、T-304奥氏体不锈钢、409SS铁素体不锈钢；焊接用焊丝为308、309、430或409系列不锈钢焊丝；焊接气体为Ar、Ar+CO₂、或Ar+ O₂（或H₂）。

目前，消声器壳体这类材料采用普通MIG/MAG焊工艺进行焊接，存在以下问题：①飞溅多：增加焊后的清理工作量，影响产品质量，飞溅导致出现异响问题。②焊缝尺寸偏大：焊缝宽

度、高度偏大，影响产品装配。

③补焊工作量大：间隙容忍性差，抗油污能力差，常出现气孔、焊塌现象，补焊工作最大。

④焊缝成形一致性差：成形难以达到整齐划一，焊缝外观不理想。

⑤焊缝性能下降：热输入量大，焊缝合金元素烧损严重，降低了产品的耐腐蚀性能。⑥生产节拍低：较慢的焊接速度，已不能满足生产线节拍需求。⑦保护气浪费：需要使用较大的保护气流量，造成不必要的气体浪费。

⑧焊丝有效利用率低：因飞溅

多、焊缝尺寸偏大，需采用小规格直径焊丝，造成焊丝不必要的消耗浪费和采购成本浪费。

针对上述问题，本文提出了采用CMT工艺进行焊接的方案进行探讨。

2. 消声器壳体产品简介

如图1所示，该消声器壳体由上、下两个半壳体合成，又分内、外壳体两层。

(1) 焊接材料 母材-409SS为外壳体，镀铝板为内壳体，厚度0.6mm，焊丝为E308LTi—1，保护气体为Ar+CO₂。

跟踪等全面信息的数据整合，多元的数据接口能够与企业的办公系统、生产管理系统、人事管理系统迅速集成，为用户打通设计→执行→跟踪的“信息孤岛”，在保障焊接质量的前提下提升企业管理效率、降低管理成本。使越来越多的焊接行业用户从传统焊接制造管理模式向信息化、精

益化管理方向迈进。

参考文献：

- [1] 苏宪东. 焊接数据的网络监控[J]. 电焊机, 2011, 41(3): 20-23.
- [2] 苏宪东, 王伟, 刘金龙. 第三代焊接数据管理系统[J]. 金属加工, 2011 (22): 26-

27.

- [3] 刘金龙, 李江. 信息化焊接管理系统iWeld4.0[J]. 金属加工, 2015 (12): 38-41.

作者简介：李江等，唐山松下产业机器有限公司。

MW 20160524

(2) 焊缝接头形式 如图2所示，焊缝接头为卷边接头形式。

(3) 焊接工艺 如表1所示，新旧工艺对比。

3. CMT工艺解决方案

(1) CMT工艺简述 CMT中文名称：冷金属过渡工艺。即将焊丝与熔滴过渡过程进行数字化协调，当焊机的DPS处理器检测到一个短路信号后反馈给送丝机，送丝机快速做出回应进行回抽焊丝，从而使得焊丝与熔滴分离，使熔滴在无电流状态过渡到母材中，从而形成焊缝。常规短路过渡形式的熔滴是大电流的“自由”过渡，其熔滴状态受到外界因素干扰而导致熔滴过渡过程易发生突变；而CMT是在有精确机械控制的几乎无电流状态下的“干预”过渡，熔滴过渡过程被精确控制，不再受随机变量影响，其熔滴过渡周期恒定。

独特的过渡控制形式，使得CMT的热输入量低至极限，具备优良的搭桥能力，工件变形小，可实现无飞溅焊接，能完成几乎所有金属材料的焊接，包括异种金属间连接，如钢和铝。

(2) 飞溅问题的解决 图3为常规短路过渡，借助重力、表面张力、电弧力、熔滴爆破力、电弧的气体吹力等作用力，是被动过渡熔滴，整个过程为大颗粒熔滴过渡，焊接过程不够稳定，从起弧→形成熔滴→熔滴过渡→重新起弧，整个焊接过渡周期均伴随大量飞溅。常规短路过渡是被动过渡。

图4为CMT过渡，通过机械和自带专家系统软件控制整个焊接过渡周期，从起弧到再起弧，



图1 消声器壳体

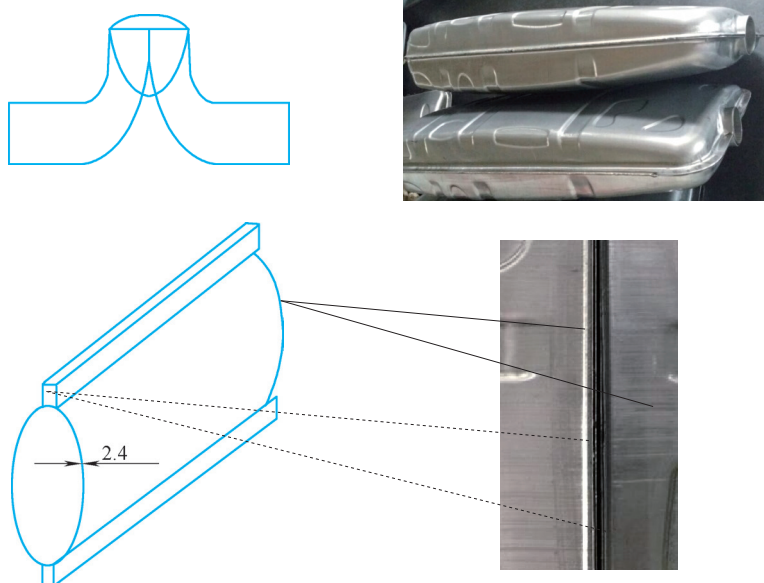


图2 卷边接头

表1 消声器壳体焊接新旧焊接工艺对比

项目	旧工艺	新工艺	备注
焊接方法	MIG/MAG机器人自动焊	MIG/MAG机器人自动焊	相同现场工况，仅更换焊接电源及调整对应焊接工艺
焊接电源	普通MIG/MAG焊机	CMT焊机	
焊丝/mm	E308LTi—1， $\phi 1.0$	E308LTi—1， $\phi 1.2$	
保护气体	93% Ar+7%CO ₂	93% Ar+7%CO ₂	
焊接速度/mm·min ⁻¹	400	1000	

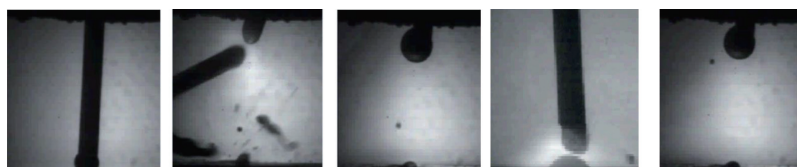


图3 常规短路过渡示意

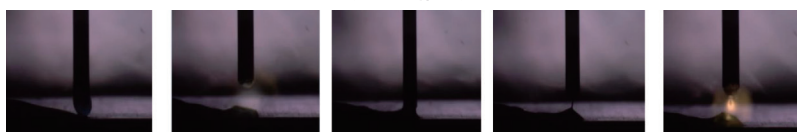


图4 CMT过渡过程示意

使熔滴主动控制、有规律的过渡到熔池。整个过程为小颗粒熔滴过渡，焊接过程稳定，几乎无飞溅。

实际焊接飞溅的效果对比如图5所示，图5a为常规短路过渡焊接过程飞溅现象；图5b为CMT过渡焊接过程飞溅情况。从对比中可以看出，CMT工艺没有看到飞溅，而常规短路过渡的MIG/MAG焊则有很多飞溅。

(3) 焊缝外观的提升 CMT工艺除在原理上对飞溅的改善很明显外，其稳定的电弧控制，对油污、工件表面平整度变化引起的飞溅也具有更强的控制能力。

(4) 焊缝性能的提升 消声器因其工作环境的特殊性，要求具备耐腐蚀、耐高温、韧性好、有一定强度等性能。由于所用材料不锈钢中所含 Cr、Ni、Mo、Ti 等元素是不锈钢性能满足使用要求的基本保障，所以，不锈钢焊接过程中，应尽可能减少这些合金元素的烧损，否则高热输入量会导致变形、晶体粗大，热裂纹倾向增加、组织转变及降低不锈钢耐腐蚀性能，最终降低产品性能，使寿命大大缩短。

当前普遍使用的常规MIG/MAG焊接工艺，因其热输入量大，对不锈钢中合金元素烧损严重，导致产品的性能下降。CMT工艺，通过精确控制焊接过程电流输出，从而大幅降低热输入量，有效地减少不锈钢中合金元素的流失，提升了焊缝性能。图6为CMT焊接过程电流输出过程示意，以起弧→形成熔滴→熔滴过渡→重新起弧为一个焊接过程周期。从图6中可以看出，形成

熔滴到熔滴过渡这半个焊接周期内焊接电流几乎为零，对比常规MIG/MAG焊接过程，等同于减少了半个焊接周期的热输入量。

(5) 焊接搭桥能力提升，减少补焊工作量 由于消声器壳体形状复杂，板材比较薄，因此在装配方面常存在错边（且分布不同位置）、毛刺、波浪变形和间隙等工况。CMT工艺在焊接过程中，对热输入量的精确控制，使得熔滴在过渡时有了一个缓冲时间，熔滴过渡到熔池后给液

态金属一个凝固的过程，即提高了焊接搭桥能力。有利于装配情况一致性差工况下的焊接作业。CMT工艺对消声器壳体装配间隙、错边、毛刺等工况的焊接作业允许范围改善很明显。

CMT工艺和常规MIG/MAG焊对装配情况一致性差的焊接容忍性对比，如图7所示。CMT工艺焊缝成形更稳定，大幅减少补焊工作量。

(6) 气体成本降低 如表2所示，CMT工艺和常规MIG/

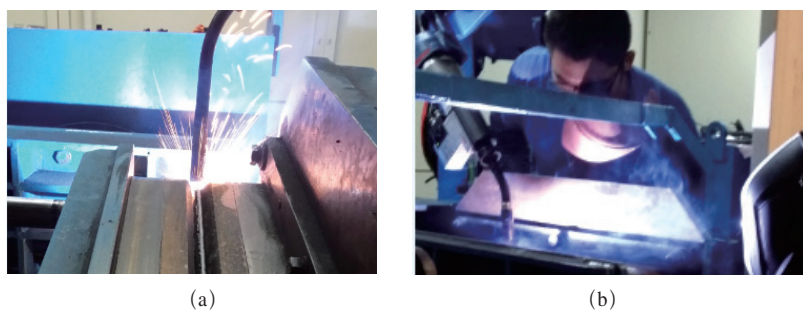


图5 焊接飞溅对比

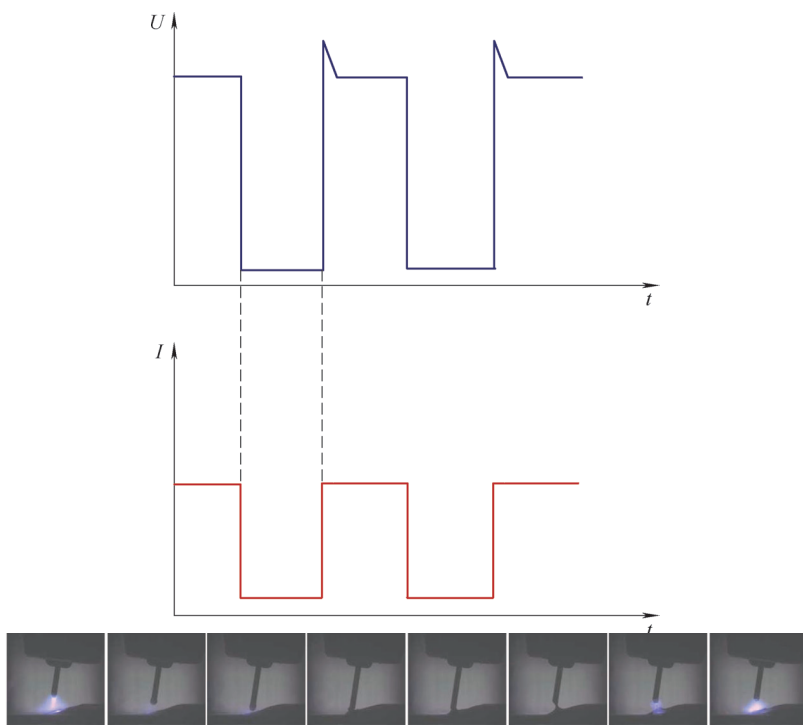


图6 CMT焊接过程电流输出过程示意

MAG焊保护气对比。

(7) 焊丝利用率提高，成本降低 如表3所示，CMT工艺和常规MIG/MAG焊焊丝使用对比。

(8) 焊接速度的提升，提高了生产线节拍 如表4所示，CMT工艺和常规MIG/MAG焊生产节拍对比。

CMT机器人焊接工艺对消声器壳体的焊接质量和经济效益提升明显。如上所述，还有些成本没有计算，如降低工件报废率、减少返工的工作量，以及降低焊后清理工作（如清除飞溅人工、设备、场地等成本）等。

4.CMT机器人焊接工艺应用扩展

CMT机器人焊接工艺在消声排气系统其他零部件焊接应用方面（如波纹管、排气歧管等），也同样获得更优质的焊缝、更高的焊接速度，实现无飞溅焊接作业，有更高的经济效应。并且，除了能完成不锈钢材质的焊接外，还可用于碳钢、铝合金、镀铝板、镀锌板及异种材料的焊接。目前，在全球主要消排系统汽车零部件生产商的生产线上，CMT工艺已获得广泛应用。

5.结语

CMT机器人焊接工艺，可以实现无飞溅的焊接，焊缝成形美观，热输入量低、变形小，工艺一致性和重复性好，减少合金中有益元素的烧损，适应生产线现场工况能力强，可满足熔深和焊接效率的需要，同时降低焊接运行成本。上述案例表明，CMT机器人焊接工艺的高质量生产和



(a) 常规MIG/MAG焊补焊



(b) CMT工艺成形补焊

图7 CMT工艺和常规MIG/MAG焊对装配情况一致性差的焊接容忍性对比

表2 消声器壳体CMT工艺和常规MIG/MAG焊用气对比

项目	CMT工艺	常规MIG/MAG	同样焊接时间，CMT工艺更节省焊接保护气
保护气	93% Ar+7%CO ₂	93% Ar+7%CO ₂	
气流量 /L·min ⁻¹	15	20~25	

表3 消声器壳体CMT工艺和常规MIG/MAG焊焊丝使用对比

项目	CMT工艺	常规MIG/MAG	单个工件所用焊丝成本，CMT工艺更节省
焊丝	ER308LSi	ER308Lsi	
规格/mm	φ1.2	φ1.0	
焊缝宽度/mm	3~3.5	5~5.5	
飞溅浪费	无	有	
焊丝采购成本	焊丝直径越大，通常市场采购成本越低		

表4 消声器壳体CMT工艺和常规MIG/MAG焊生产节拍对比

项目	CMT工艺	常规MIG/MAG	同样装配一致性条件下，CMT工艺的焊接速度提升超过一倍。如装配错边量能控制<1.0mm，CMT工艺焊接速度可高达2.0m/min以上
焊接速度 /m·min ⁻¹	1.0~1.2	0.4~0.45	
产量 个/班	180~200	90~110	

可观的经济效应，在工业化生产中将具有广阔的应用前景。

盈焊接公司；黄斌、肖勇，广西机电职业技术学院。

作者简介：龚胜峰，珠海科

MW 20160526