

## 中频点焊机在汽车行业的应用——广州蓝能电子

近年来，[中频点焊机](#)在越来越多的汽车生产企业得到应用。与传统的工频焊机相比，中频焊机运行的能源成本比工频焊机节约近 1/3，适合自动线运用，控制智能化程度高，适应材料范围广，尤其能够得到稳定、可靠的焊点质量。

随着汽车行业的快速发展，汽车车身结构的安全性及新材料的运用对白车身的焊接工艺提出了新的挑战。对于带涂层的钢板、涂胶的钢板、多层板及不同材质板等条件下的焊接，传统的工频焊机难以满足焊接要求，应运而生的是各种先进的焊接工艺及焊接设备，如中频焊机、激光焊机等。

近年来，国外部分生产汽车批量大的企业将[中频点焊机](#)机器人和伺服技术点焊机器人应用于轿车白车身焊装线。尤其在欧洲，中频点焊机器人使用量已占 40%，并扩大到铝合金轿车车身的点焊作业。在国内中频焊机在各大汽车厂中也得到了越来越广泛的应用，如一汽大众、奇瑞汽车、北京现代、东风日产等厂家都已将中频焊机运用于自动线焊接或人工点焊。

与传统的工频焊机相比，中频焊机最大的优点在于直流极性好、焊接质量好。以RexrothPSQ6000的[中频点焊机](#)在奇瑞汽车A5 白车身生产线的运用为例，来说明中频焊机良好的焊接质量性能。

在 A5 白车身生产线的骨架总拼工位，由机器人使用工频焊机焊接。此工位的左右侧围门槛处，有 10 个焊点为四层板焊接，四层板总厚度达到 5.5mm，此处焊点的焊接质量很不稳定。当焊接电流过大时，会引起焊点过烧或焊点烧穿；当焊接电流调小时，又会引起弱焊或虚焊。无论如何调整焊接参数，都无法得到稳定良好的焊点质量，因为此处不仅板厚、钢板层数多，而且装配时有一定的装配间隙，而工频焊机并不能根据实际的装配状态对焊接参数进行自动的调整来保证焊接质量。对此，RexrothPSQ6000 中频焊机正好能克服工频焊机的缺陷。

在使用中频焊机之前，技术人员采用四层板试板分别用工频焊机和中频焊机进行焊接试验观察焊接质量。四层板的试验材料为：

(1.8+1.5+1.5+0.8) mm 组合的 4 块冷轧低碳钢板，焊钳电极直径 16mm，焊接参数经过多次试验优化，其最终的试验结果见表 1。(广州蓝能电子科技，专业的中频焊机制造商 [www.cn-ln.net](http://www.cn-ln.net))

从表 1 可见对于多层板的焊接，无论从操作环境，还是从焊点质量及其稳定性，中频焊机的焊接性能都明显优于工频焊机。由于中频焊机的电流非常接近直流电流，焊接时没有电流峰值，焊接

过程中热量增加比较稳定无波动，因此焊接飞溅很少，甚至几乎没有。所以中频焊机的操作环境较工频焊机操作环境好很多，并且中频焊机的电流热效率高于交流电流，故中频焊机焊接的焊点熔核直径比工频焊机的大 1~2mm。

	工频焊机 (50Hz)	中频焊机 (1000Hz)
焊接过程有无飞溅	有较大飞溅	无飞溅
1.5mm 板熔核直径	平均 4mm	平均 6mm
合格率	85%	100%

表 1 工频焊机和中频焊机对四层板焊接的结果对比

随后在 A5 车身侧围门槛处用工频焊机和中频焊机进行四层板焊点的焊接，试验结果与用试板做的试验结果基本吻合，具体车身焊点见图 1。用中频焊机焊接的 5 个焊点熔核均在 5~6mm 之间，用工频焊机焊接的 3 个焊点的熔核在 3~4mm 之间。(广州蓝能电子科技，专业的中频焊机制造商 [www.cn-ln.net](http://www.cn-ln.net))

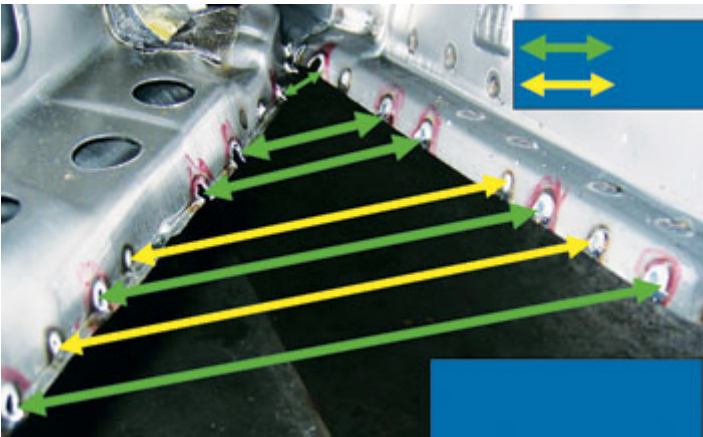


图 1 中频焊机与工频焊机进行四层板焊点焊接的破检结果

通过一段时间的现场验证，中频焊机焊接 A5 侧围门槛处四层板焊点焊接质量合格，且质量稳定，显著优于工频焊机的焊接质量。如此优良的焊接质量不仅与中频焊机的直流极性有关，还与它的控制系统有重要的关系。RexrothPSQ6000 中频焊机拥有功能强大的监控软件，智能化程度高。它采用了恒功率控制技术和伺服运动控制器(气动元件)，可以对焊接电流、焊接时间、焊接功率及焊接的压力等进行全闭环控制。

恒功率控制技术是对次级电流和次级电压进行监控，通过调整焊接时间和焊接电流保证每一个焊接熔核的输入功率相等，因此它可以有效补偿焊接分流、焊接装配不良、焊接母材成分变化等非机器扰动因素。首先它根据焊接的条件，选取一个标准试板，建立一条电流和电阻的样本曲线，然后在实际的焊接工作中，根据实际的焊接电阻对实际的焊接电流和焊接时间进行补偿（见图 2、3）。

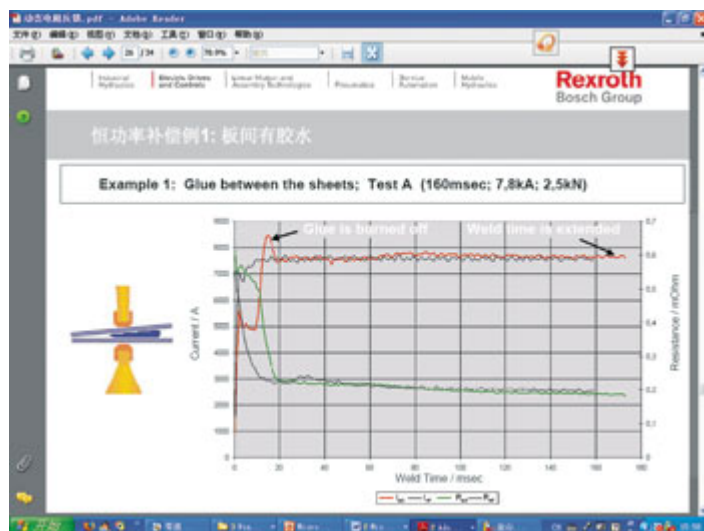


图 2 焊接板件之间有胶水干扰的焊接参数曲线图

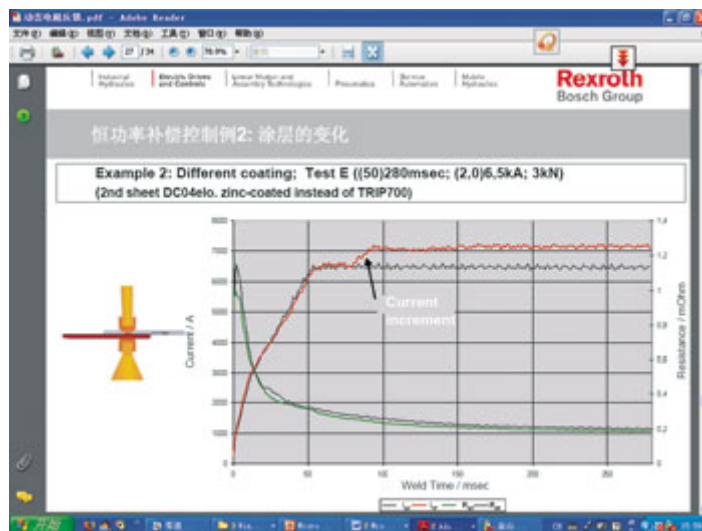


图 3 焊接板件之间有涂层干扰的焊接参数曲线图

图 2 为焊接板件之间有胶水干扰的一个焊接参数曲线图，红色曲线是实际的焊接电流-时间曲线，与它部分重合的黑色曲线是焊接样本的焊接电流-时间曲线，绿色曲线是实际的焊接电阻-时间曲

线，与它部分重合的黑色曲线是焊接样本的焊接电阻-时间曲线。样本为没有胶水的同样钢板的焊接，当焊接板件之间有胶水时，板件电阻大大高于样本电阻，故焊接电流在开始段突然增大，使胶水层被击穿，同时损失的焊接电流以延长焊接时间得到补偿，保证了焊点的质量。图 3 为焊接板件之间有涂层干扰的一个焊接参数曲线图，曲线含义与图 2 相同，当焊接板件之间有涂层干扰时，控制系统通过增加焊接电流来进行补偿。(广州蓝能电子科技，专业的中频焊机制造商 [www.cn-ln.net](http://www.cn-ln.net))

由于 RexrothPSQ6000 中频焊机具备以上两方面的优点，故其焊接质量控制远远优于工频点焊机。但是它的缺点是价格比普通工频焊机高 6~8 倍，一次性投资大。然而，它的综合性能将决定它的应用程度，下面看一下它的综合性能，与普通的工频焊机相比，它有以下几个特点（其参数见表 2）：

	工频焊机 (50Hz/60Hz)	中频焊机 (1000Hz)
焊接规范	焊接电流两相 / 三相交流	焊接电流波形平直，接近完全直流
变压器	重量、体积大	重量、体积仅为工频焊机的 20% ~ 30% 左右
响应速度	20ms	1ms
能源利用率	功率因数 0.6 左右	功率因数 0.9 左右
适应材料	只适应焊接性能好的材料	适应范围广，可适应导热快焊接性差的材料及异种金属。

表 2 工频焊机与中频焊机的参数对比

1. [中频焊机](#)焊接电流接近完全直流，由于没有明显的峰值电流，熔核尺寸稳定扩大，几乎没有飞溅，焊接质量稳定、热效率高。与工频焊机相比，中频焊机焊接电流可降低 40%，电极使用寿命大大延长。
2. 中频焊机变压器重量和体积小，输入功率低，便于采用连变压器式焊钳。当运用于机器人点焊操作时，可使机器人的负荷减轻，而工频焊机在自动线上运用时则需要负载能力更强的机器人。
3. 中频焊机的响应速度是工频焊机的 20 倍，电流能够更快地达到设定值，更准确地分析参数，焊接质量控制更精确。
4. [中频焊机](#)三相负荷均衡，功率因数高(0.9 左右)，节能。而两相工频焊机，工作时很难保证相电压之间的均衡，功率因数低（0.6 左右），三相工频焊机则很难实现恒流输出。

5. 中频焊机适用多种材料及异种金属的焊接，如铝合金、不锈钢、高强度钢板等材料。另外，对于镀锌板和普通多层板的焊接，其焊接质量也远高于工频焊机的焊接质量。而工频焊机只适应焊接性能好的材料，如低碳钢板。

从综合性能来看，[中频焊机](#)运行的能源成本比工频焊机节约近 1/3，适合自动线运用，控制智能化程度高，适应材料范围广，符合汽车安全性要求增高和新材料焊接发展的方向，在汽车行业会有越来越广泛的应用。