

TSUTSUMI

智美（中国）事务所

智美

---创新门式焊接工法

提升锡焊品质节拍和稳定性的创新技术



目录CONTENTS

1

点焊常见问题

2

点焊工艺分析

3

智美创新技术—门式焊接工法

4

门式焊接工法价值

5

智美服务



前言



环境污染，维护使用成本高

日益激烈的电子产品市场竞争，给电子产品制造企业带来很大的品质和生产成本的压力。

随着电子产品元器件高密度、微型化的发展，传统波峰焊工艺已经无法满足产品日益复杂的焊接需求。

波峰焊对于温度敏感元件，高密度安装的小型化、精密SMT元器件容易造成热损伤或短路，同时环境污染，设备维护使用成本高，这些成为客户关注的焦点。

随着选择性波峰焊和锡焊机器人技术的发展，为电子产品生产带来了新的选择，低成本、高适用性使其迅速得到电子设备制造厂商的欢迎。

面对经济内卷，竞争激烈的市场，“降本增效”成为制造业必须直面的选择。

锡焊机器人由于高性价比，生产稳定高效，柔性化生产，使用便捷等特点，成为越来越多客户的重要选择，但是传统的点焊方法也存在着诸多的问题。

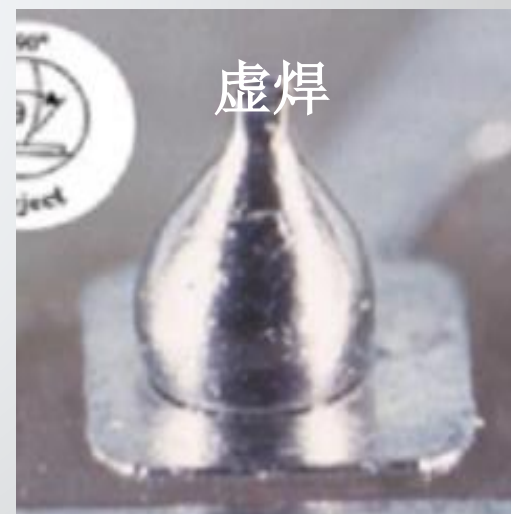
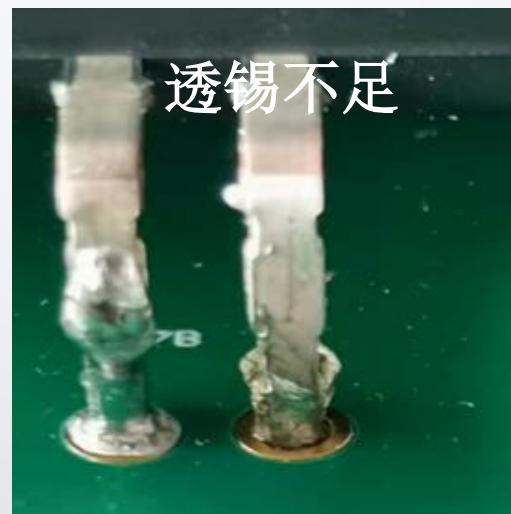
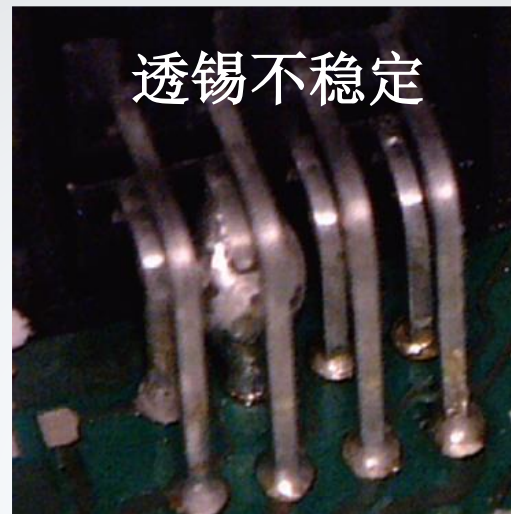
01

点焊常见问题

- DIP插件
- 线材类

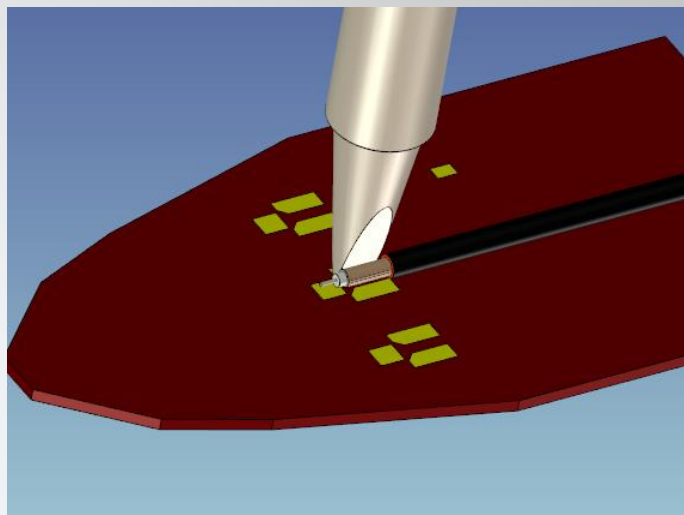
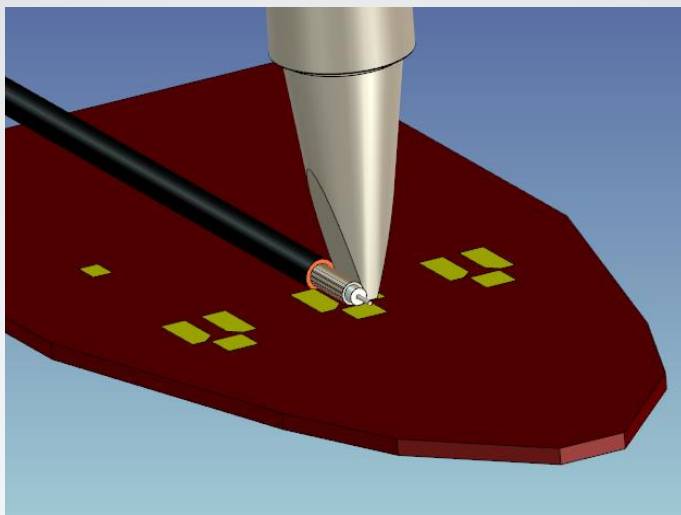


1.1 DIP插件焊接常见问题





1.2 线材类焊接常见的问题



很多工厂对cable的焊接采用了左右两侧的焊接方式，弊端是：

1、焊接CT过长：焊接两次导致CT时间加倍，焊接效率低。

2. Dielectric 材料受损产生短路风险：

长时间连续的高温作用易导致 Dielectric 绝缘层出现破损。一旦绝缘层破损，会导致屏蔽层与内部导体间形成短路，严重影响电气性能和安全可靠性。

3. 焊接出现台阶效应：

两次独立焊接操作后，接口处会产生明显的台阶，这不仅影响了整体结构的一致性和美观性，也可能对电缆的电气连续性和机械强度带来负面影响。

4. 线材外皮热损伤：

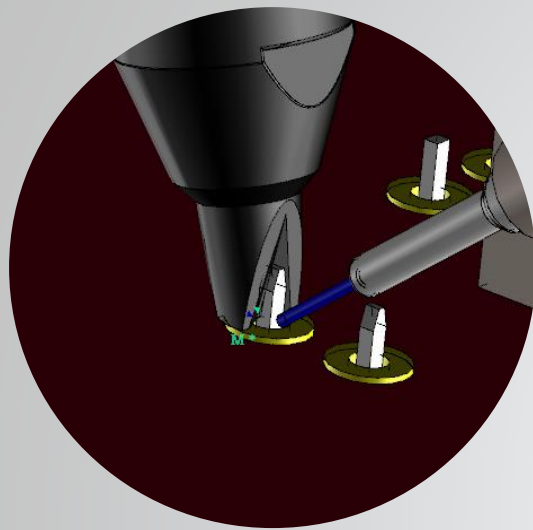
反复高温焊接时，电缆外皮容易遭受严重的热效应损害，包括但不限于烫伤、融化变形、隆起甚至表皮破裂等状况，影响电气安全性。

02

点焊工艺分析

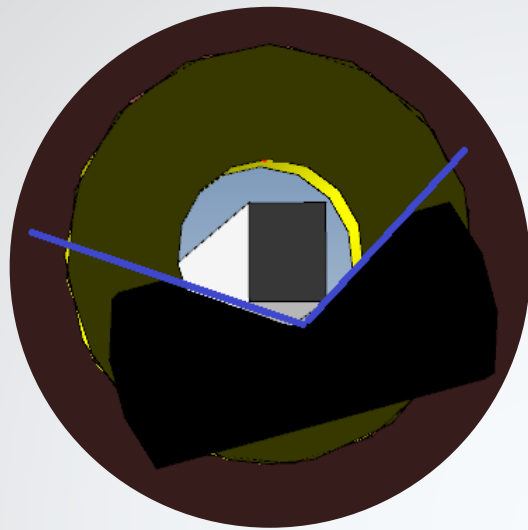


2.1 点焊烙铁头应用于插件焊接的缺陷：



加热不均衡

点焊烙铁头工作时位PIN针侧面，对PIN针和焊盘不能行成有效的均匀加热



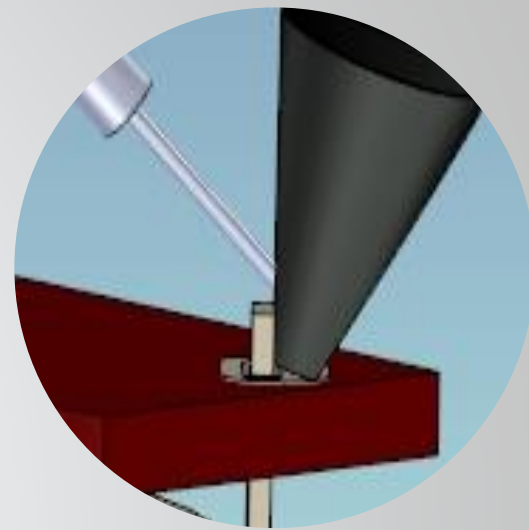
加热面积小

热量传输通道小，焊盘加热速率慢，在有限的时间内达不到可焊温度。长时间加热会使焊锡氧化，影响焊接品质。



储热量小

点焊烙铁头相对比较尖细，热量储备有限，焊接时无法给焊盘提供稳定的热量补给，融锡和接触焊盘时温度波动较大。



焊接效率低

锡丝融在烙铁头融锡面，由于隔着PIN针，预热时间不足或送锡过快容易卡锡。送锡到PIN顶端，焊锡渗流到焊盘距离较远，焊接时间长，助焊剂氧化无法有效润湿焊盘，影响品质稳定性。

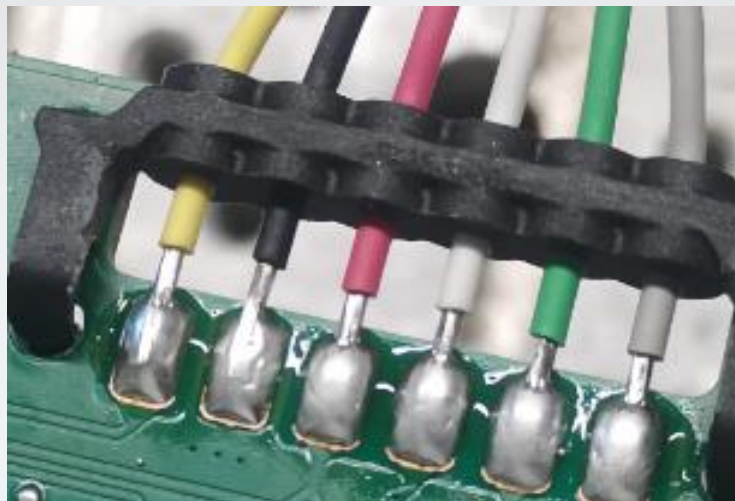


2.2点焊烙铁头应用于线材焊接的缺陷：



绝缘层破损

点焊烙铁头为单侧加热，焊接较粗的cable线时采用左右侧分两次焊接方式，焊接时间长，绝缘层易破损短路，存在品质隐患。



端子偏移 导体浮高

点焊头焊接线束一般是单侧加锡焊接，容或将线材端子推偏移，超出焊盘。
或者烙铁头压在导体上焊接，烙铁头离开后导体在弹性作用下会翘曲，甚至是短路或开路。



易短路

线材导体容易散开、弯曲极易产生短路的质量风险。



2.3 点焊工艺问题小结

从点焊工艺分析我们可知，常规点焊的焊接方式目前还存在很多问题，已经无法满足电子制造业高效，稳定，一致性好的焊接需求，特别是面对日益复杂的产品和高标准的产品焊接质量要求，点焊的问题日渐突出。

为了解决点焊工艺带来的问题，我们给大家带来新的焊接方法

— — — **智美创新技术—门式焊接工法**

03

智美创新技术
--门式焊接工法



3.1 TSUTSUMI 智美简介

TSUTSUMI (智美) 公司于 1952 年在东京大田区成立，有着 70 多年的软件，硬件及机械技术积累，擅长设计制造各类精密仪器和设备，40 多年来致力于机器人锡焊技术的研究和开发，尤其是温控技术上独树一帜，产品在全球范围内的电子及汽车工业广为应用。



TSUTSUMI (智美) 开发出创新的“**门式焊接工法**”，是点焊技术的一大突破，可以有效的解决当前点焊存在的问题，并且提升焊接效率，为用户带来更多效益。



3.2 门式焊接工法理论依据--傅里叶定律

01 在热传导过程中，单位时间内通过给定截面的热量，正比例于垂直于该截面方向上的温度变化率和截面面积，用热流密度 J_T 表示时形式如下：

$$J_T = -\kappa \frac{dT}{dx}$$

03 其中 dQ/dt (Q 上一点) 为导热速率 (或记为 I_T)，单位为 W 。

热流量：单位时间传导的热量， W

$$\Phi = A\lambda \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\delta}$$

材料的热导率（导热系数）
表明材料的导热能力， $W/(m \cdot K)$ 。

A 为传热面积，单位为 m^2 ， T 为温度，单位为 K ， x 为在导热面上的坐标，单位为 m

02 其中热流密度 $J_T (W \cdot m^{-2})$ 是在与传输方向相垂直的单位面积上，在 x 方向上的传热速率。它与该方向上的温度梯度 dT/dx 成正比。比例常数 κ 是一个输运特性，称为热导率（也称为 导热系数），单位是 $(W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$ ，也可以表述如下：

$$\dot{Q} = -\kappa \frac{dT}{dx} A$$

理论学习可得结论：

根据文中公式，我们可以看出在焊点确定的焊接热量需求下，焊接温度相对稳定时，导热系数 K 是常数不变，假设代表温度梯度 dT/dx 也不变化， A 代表的接触面积越大，则热传导速率越大，所以焊接速度也越快。

具体应用在机器人焊接上就是如何增加烙铁头及焊锡和pin针及Pad的接触面积，就可以提升焊接的速度。



3.3 门式焊接工法--工艺介绍

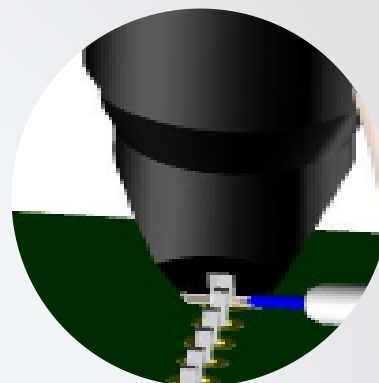
PIN 针位于门式焊接头中间，焊接头对PIN 及焊盘“包裹式”立体传热。

“骑”PIN焊接



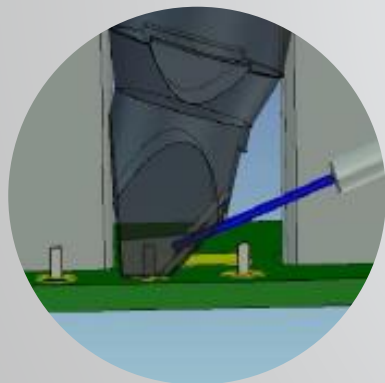
门式焊接透比较粗壮，热储量大，能够保证温度的相对稳定和热量的持续供给

热储能大



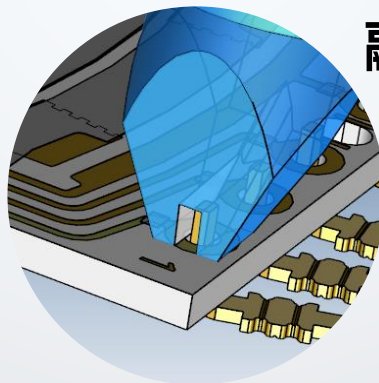
门式焊接头工艺窗口大，对产品定位偏差有一定的兼容性。

兼容产品位置偏差



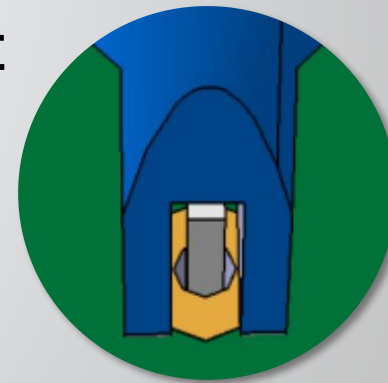
对称传热

由于门式焊接头与焊盘有对称的接触面，接触面大，对焊盘的传热迅速而均衡。



融锡位置无限接近焊盘

焊锡融化时，助焊剂能有效润湿焊盘和通孔，进而保证了焊接质量和透锡的一致性。





3.4 门式焊接工法--焊接头及应用场景

门型焊接头

多种规格门型头订制

特点

超长寿命，经济性好，门型设计，降低PIN针刮擦，
可以单点焊，可以多点拉焊，可以多排同时拉焊，
生产效率是常规点焊机的 3-8 倍以上。



门式焊接适用场景 (典型)

连接器焊接

汽车仪表马达焊接

射频板焊接

IGBT/ 变频器焊接

胎压产品焊接

汽车传感器焊接

刹车电机 PIN 焊接

油门踏板碳滑板焊接

无钥匙进入门把手

连接器线束焊接

ECU (连接器、线圈)



“质量是生命，节拍是效益”，有效降低焊接的节拍，
提升焊接的单位时间产出，这是精益生产的精髓所在。



3.5 门式焊接工法优势

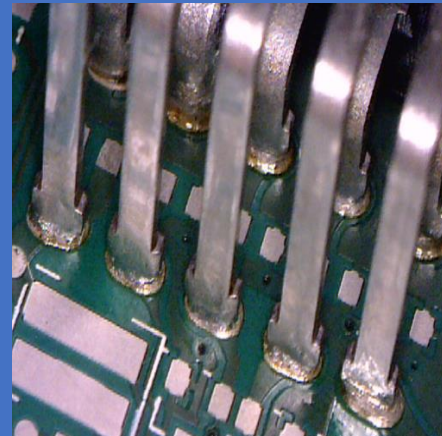
1. CT下降明显

门式焊接热量足，包裹PIN和焊盘，热传导面积大，并实现了立体传热特点，生产效率是点焊头的3-5倍还多。



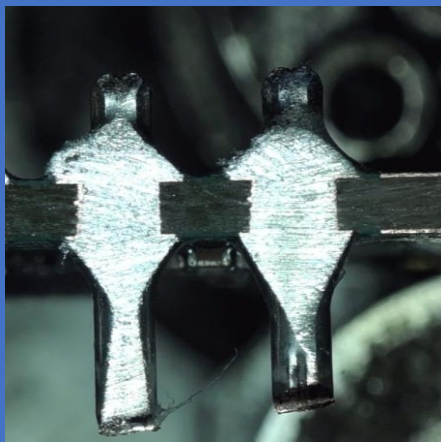
2. 焊接牢固

门式烙铁热量足，在焊接时，锡丝内助焊剂得到充分应用，透锡得到了进一步的保证。



3. 透锡均匀，稳定

由于门式焊接有传热效率高，热量持续供给能力强，温度相对稳定的特点，热量对基板的穿透力好，透锡均匀稳定。



4. 避免虚焊，冷焊

充足的热量和良好的热穿透力使得焊点均匀、饱满。





3.6 门式焊接技术--多排拉焊，效率成倍提升

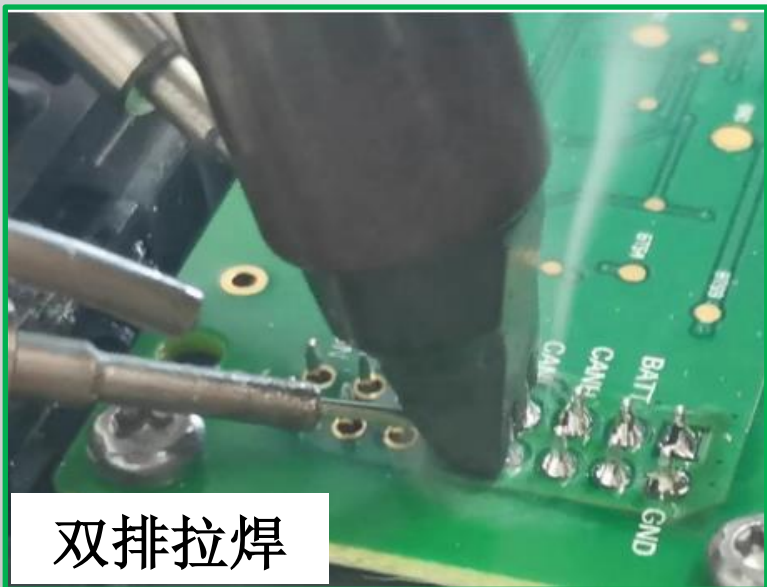
点焊/拉焊



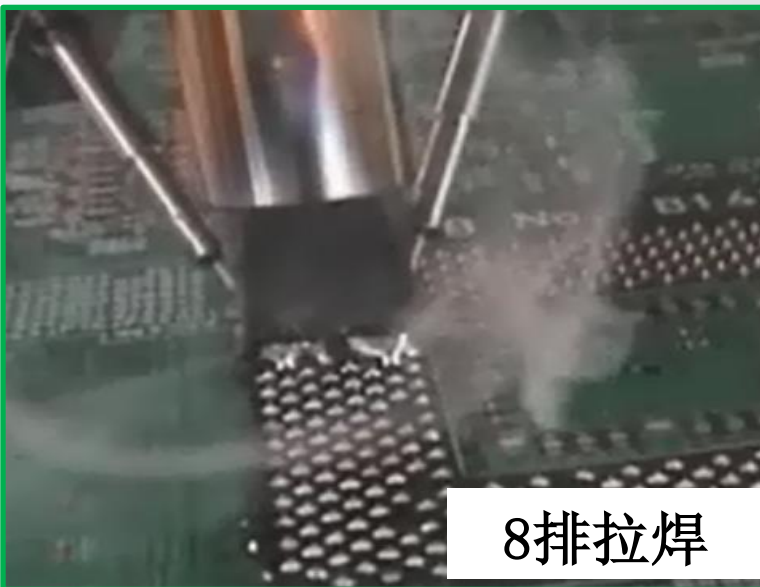
4排拉焊



双排拉焊



8排拉焊

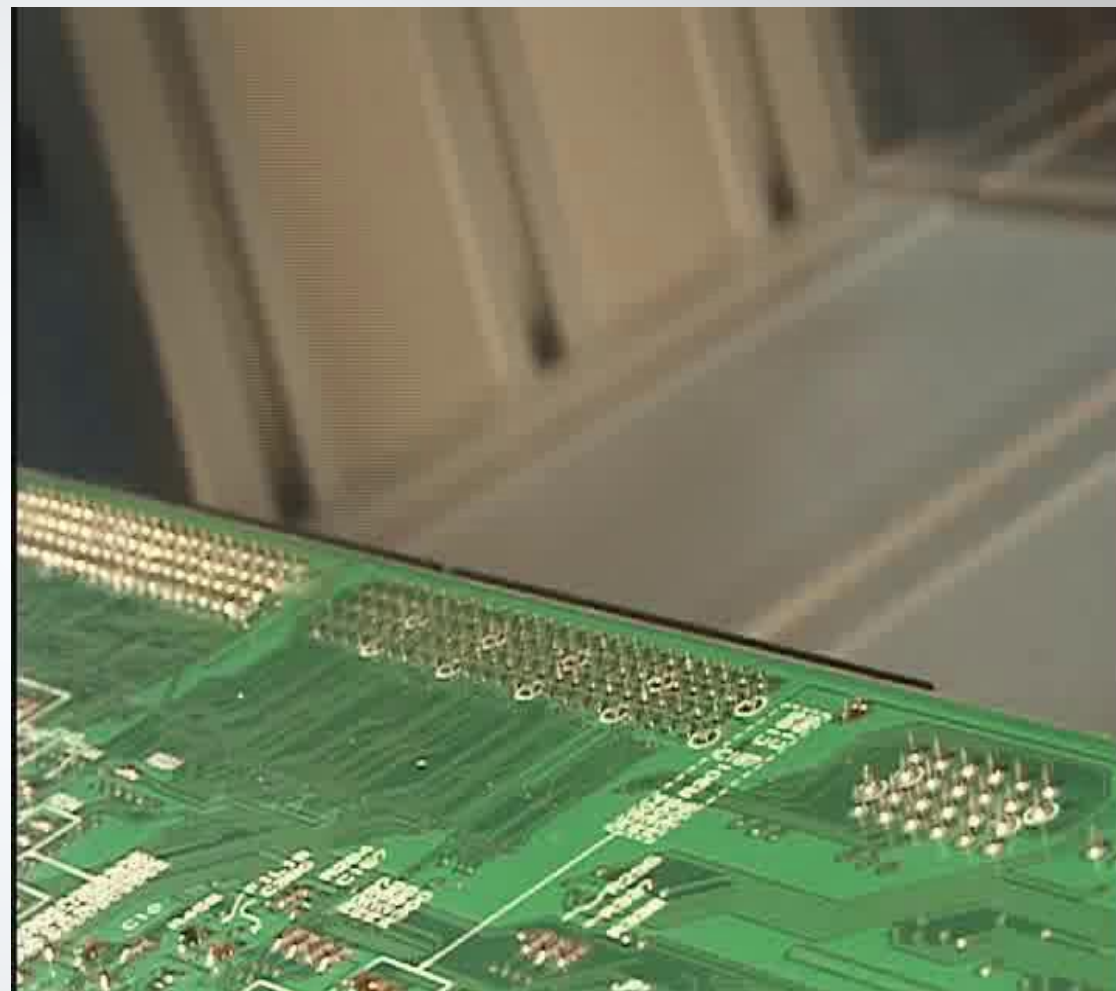




3.7 门式焊接技术视频



“点焊+拖焊”



“多排拖焊”

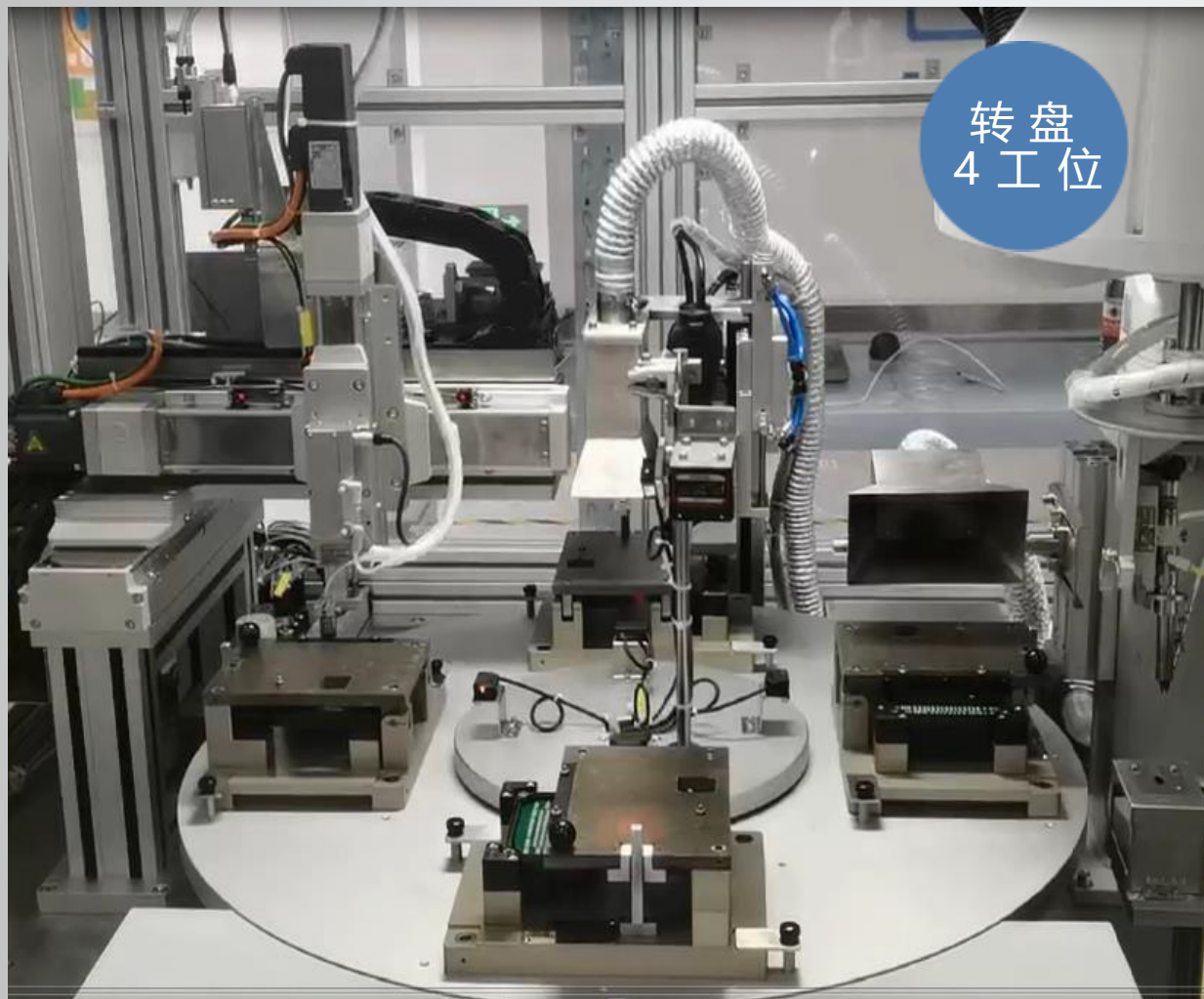


3.7 门式焊接技术视频



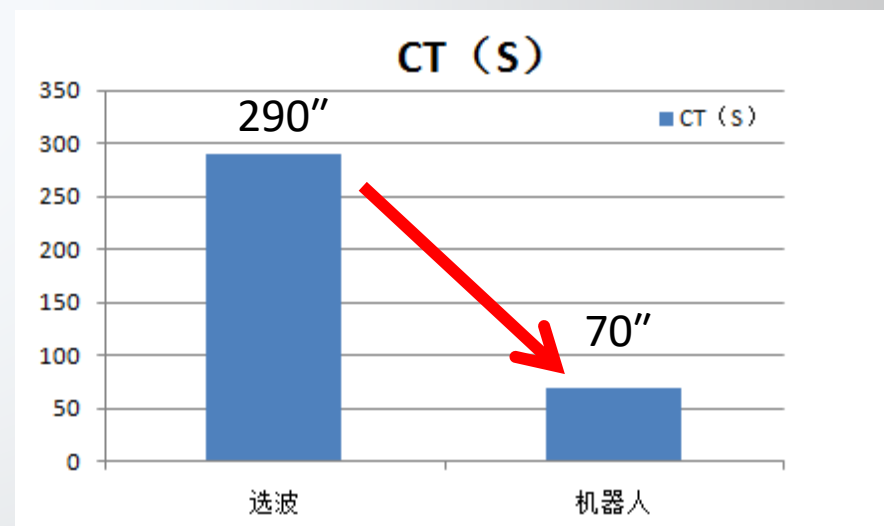


3.8 门式焊接实例：转盘4工位（替代选波）



采用转盘 4 工位模式，集成助焊剂涂覆、基板预热和焊接一体的自动化设备。

客户之前用选波生产此产品需要 4'50"/ 件。采用转盘4工位设备后，将CT 降至 70"以内，良率可达 99.6% 以上。实现并超越了选波工艺。





3.9 门式焊接实例 焊接机器人（点焊改造）

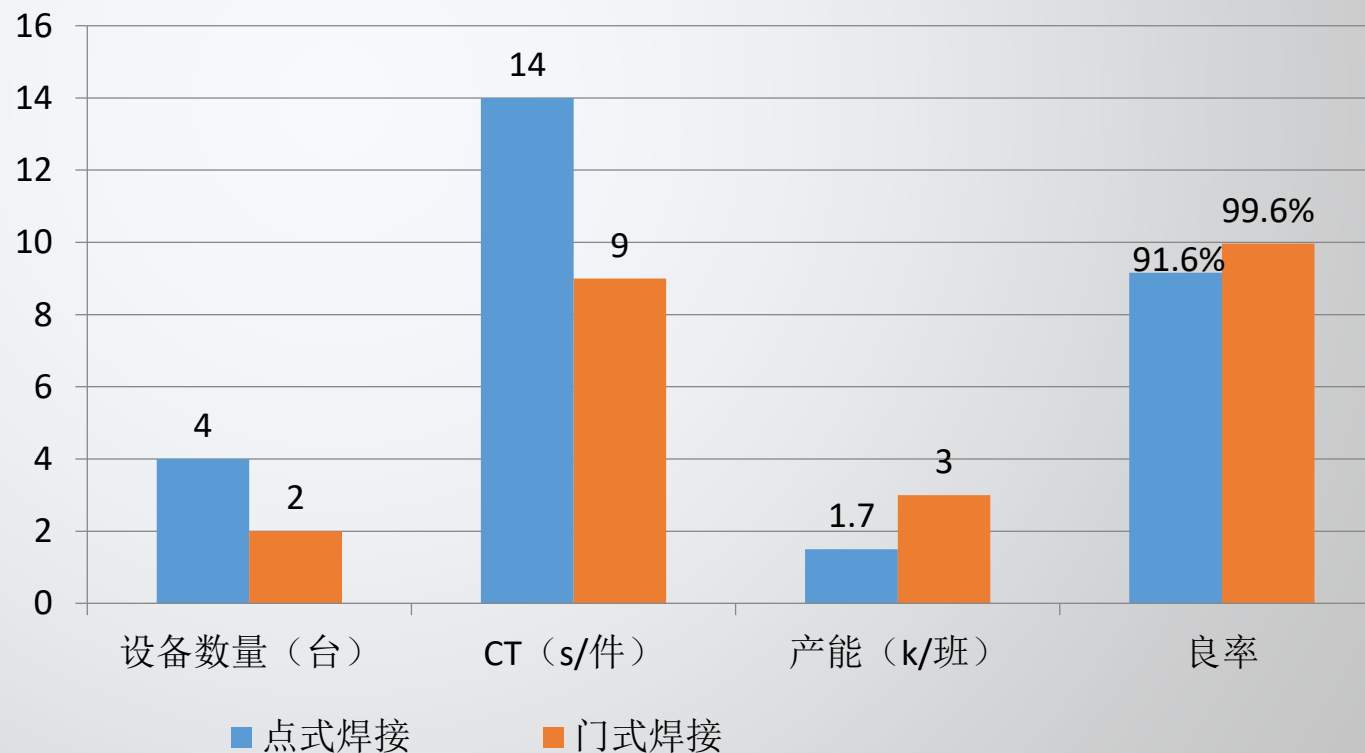


某知名汽车电子企业：

产线设计配备 4 台进口锡焊设备，设计 $CT=12S$ ，透锡要求 $> 100\%$ ，采用点焊方式。实际生产中频发虚焊，透锡等不良，不良率 8.5% ，产品实际生产 $CT=14S$ 。

由于点焊节拍、 CT ，以及良率无法满足客户生产要求，因此改用门式焊接方式改造后，使用 2 台设备，焊接时间降至 $CT=9S$ ，良率提升至 99.6% 。

产能增加将近一倍，





3.10 门式焊接实例--工艺窗口大，兼容位置偏差



客户焊接要求：

1. 良率99%以上;
2. 透锡率 > 100%
3. CT < 24S

名称	改进前	改进后
焊接方式	点焊	门式焊接
CT	27S	13S
焊接良率	96%	99.3%

点焊方式： 1. 治具和产品存在定位偏差，点焊过程中焊接位置存在波动。

2. 烙铁头磨损，和PIN针的贴合度变差。

门式焊接： 1. 可以一定程度上兼容产品和治具导致的位置偏差。

2. 门槽结构，可以避免烙铁头磨损导致的贴合度变差问题

04

门式焊接工法价值



4.1 门式焊接价值

智美门式焊接工法可以有效解决点焊的痛点问题，让机器人锡焊也能达到选择性波峰焊的透锡效果和快节拍。

结合机器人焊接的泛用性，经济性和易操作性特点，为客户的通孔元件提供更多的选择。

选波向左，智美向右，共同创造高质量焊接品质。

05

智美服务



5.1 智美产品--焊接组件（焊接系统）

控制器

为自动焊接而开发的高性能控制器，多功能型MAXEED II和便捷型IMPAC III

TSUTSUMI



多功能型

MAXEED II TS-811

多功能型

MAXEED II

TS-811

- 可设定511条不同的焊接条件。
- 可任意选择命令。
- 在一种焊接条件中，可以多次设定送锡速度及数量和加热时间。
- 丰富的通用 I/O，可轻松连接其它设备。
- 连接电脑可方便管理焊接条件及运行数据（选配 TSCOWin 软件）。

TSUTSUMI



便捷型

IMPAC III TS-711

便捷型

IMPAC III

TS-711

- 可设定31条不同的焊接条件。
- 可扩展 I/O 及具备三次送锡功能。
- 易于输入每一条设定值。
- 连接电脑可方便管理焊接条件及运行数据（选配 TSCOWin 软件）。



5.2 智美产品--焊接组件

两种焊枪选选择，均配备缓冲结构

TI-652

搭载旋转气缸，对于要求烙铁头精密接触以及连接器的拉焊作用尤为明显。

- 搭载“S”曲线控制功能。
- 配备烙铁头轻触机构以减轻烙铁头着力。
- 烙铁头垂直运动可缩短一半行程，从而节省时间。

型号	TI-652
重量	0.4kg (不包括发热芯和烙铁头)
烙铁头驱动方式	旋转式气缸
烙铁头上下滑动距离	8mm
烙铁头型号	TKN、TKH 型
发热芯型号	TH、THP 型
选配件	烙铁安装手臂
	• 点焊用：TR-622
	• 拉焊用：TR-624
	精密送锡针头：TPN-01 TSP-02



TI-632

搭载直线气缸的畅销品。

- 配备“轻触机构”以减轻烙铁头着力。

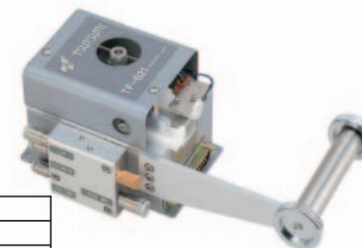
型号	TI-632
重量	0.4kg (不包括发热芯和烙铁头)
烙铁头驱动方式	直线式气缸
烙铁头上下滑动距离	15mm
烙铁头型号	TKN、TKH 型
发热芯型号	TH、THP 型
选配件	烙铁安装手臂
	• 点焊用：TR-621
	精密送锡针头：TPN-01
	TSP-02



送锡装置

TF-621N

- 通用锡丝范围为 $\phi 0.5 \sim 1.2$ ，其它直径需订制，最细可达 $\phi 0.2$ 。
- 送锡精度可达0.1mm。



型号	TF-621N
重量	1kg (不包括锡丝)
锡丝直径	$\phi 0.5 \sim \phi 1.2$ ※1
驱动方式	脉冲马达
检测功能	锡丝中断，锡丝堵塞
气压	0.4~0.5MPa (4~5kgf/cm ²)
其他	内置烙铁头驱动及吹气用的电磁阀
选配件	切锡装置 ※2
	锡丝余量不足检测器
	一触式锡卷套



5.3 智美服务

自动锡焊工艺技术服务

面向所有品牌的焊接机，积日本智美四十年的自动焊锡经验以及我们中国团队十多年的锡焊经验，为广大锡焊用户提供以下服务

1. 为PCB设计提供适合焊接的优化方案。
2. 为客户设计非标烙铁头。
3. 为客户寻找最佳焊接参数。
4. 协助客户提升焊接良率和提高焊接节拍。
5. 焊接设备保养维护外包服务。



如有意向，我们可面谈交流！

TSUTSUMI

智美 (中国) 事务所

Room 1401 ,Building 11,No.20, Jianxiong Road, SENT,
Taicang, Jiangsu 215411, China

江苏省太仓市健雄路20号大学科技园一期11号楼1401室

TEL : +86 -21- 64825361、64826089

E- mail : sales@sh-hawk.com

<http://www.sh-hawk.com>

