

另辟蹊径，大有可为——ABB 新型喷涂机器人

马力 戴旻 机械工业第四设计研究院

张永军 中国重汽济南卡车股份有限公司

【摘要】喷涂机器人由于具有自动化、高效率、通用性强、工作可靠等优点，在汽车涂装生产过程中得到了广泛应用，同时，柔性化、减少投资和能耗、高度集成化成为新一代机器人的研发关注重点。本文通过各项数据对比和实际应用案例分析，介绍了 ABB 新型机器人的性能特点，并预测其应用前景。

【关键词】 高效节能 节约时间 减少排放

一、引言

随着汽车制造技术的发展，自动化、柔性化与智能化已成为汽车制造商大批量生产的必然发展趋势。喷涂机器人由于具有自动化程度高、效率高、通用性强、工作可靠等优点，越来越受到汽车业的重视，已经在汽车生产中得到了广泛应用，近年来国内外新建的规模涂装生产线，自动喷涂系统采用喷涂机器人已成为常规选择。

由于全球汽车制造业的竞争的日益加剧、能源的紧缺和人们环保意识的增强，对于任何一家汽车制造商来说，减少 VOC 排放、节省能源、降低投资及经营成本已经成为所有汽车制造界决策者的首要难题。在此背景下，各机器人系统制造供应商都不约而同地将提高喷涂适应性、喷涂效率、降低能耗和运行费用作为目的，研发新一代喷涂机器人。FANUC、DURR 等机器人系统集成和制造公司纷纷推出自己的新一代喷涂机器人，作为全球机器人业内综合实力领先的 ABB 公司，也不失时机地推出了自己的新一代机器人——Flexpainter IRB5500，并在机械工业四院总承包的中国重汽新驾驶室涂装线上投入应用。本文根据 IRB5500 机器人的实际应用情况，对其特点进行简要介绍，并与同类型产品进行比较分析，以供业内同行选择参考。

二、ABB 新型机器人特点概述

IRB5500 机器人是 ABB 为汽车工业量身定制的最新型机器人，在喷涂范围、喷涂效率、集成性以及综合性价比方面具有较为突出的优势。简单介绍如下

1. 喷涂范围大，效率高，同比减少使用台数

壁挂式柔性喷涂机器人 IRB 5500 如下图 (1)。



图 1

其独特的设计结构使之具备了较大的工作范围，与传统机器人相比喷涂工作范围由原来的4~5m增加到了6米（各种机器人工作范围详细对比见下图2），较高的加速度（柔性喷涂机器人IRB5500最大加速度为24 m/s²，而传统机器人只有14 m/s²）和喷涂时的运动速度，再配备有高流量的雾化器，使得机器人在整个轨迹运行中始终保持稳定的速度，不需要完成加速减速过程，保证了膜厚的均匀度，避免了频繁的开关枪，可节省最大20%的循环时间和15%的喷涂材料。在达到同等喷涂要求的情况下，较少的柔性喷涂机器人IRB5500就可以完成传统较多喷涂机器人的工作（如下图3），并能够在最大的工作范围内非常灵活的运用于各种工件喷涂，特别是对于大型工件，喷涂优势更为明显。由于以上优点，同样喷涂面积和生产节拍下，采用IRB5500机器人与传统机器人相比，数量可节约20~30%。

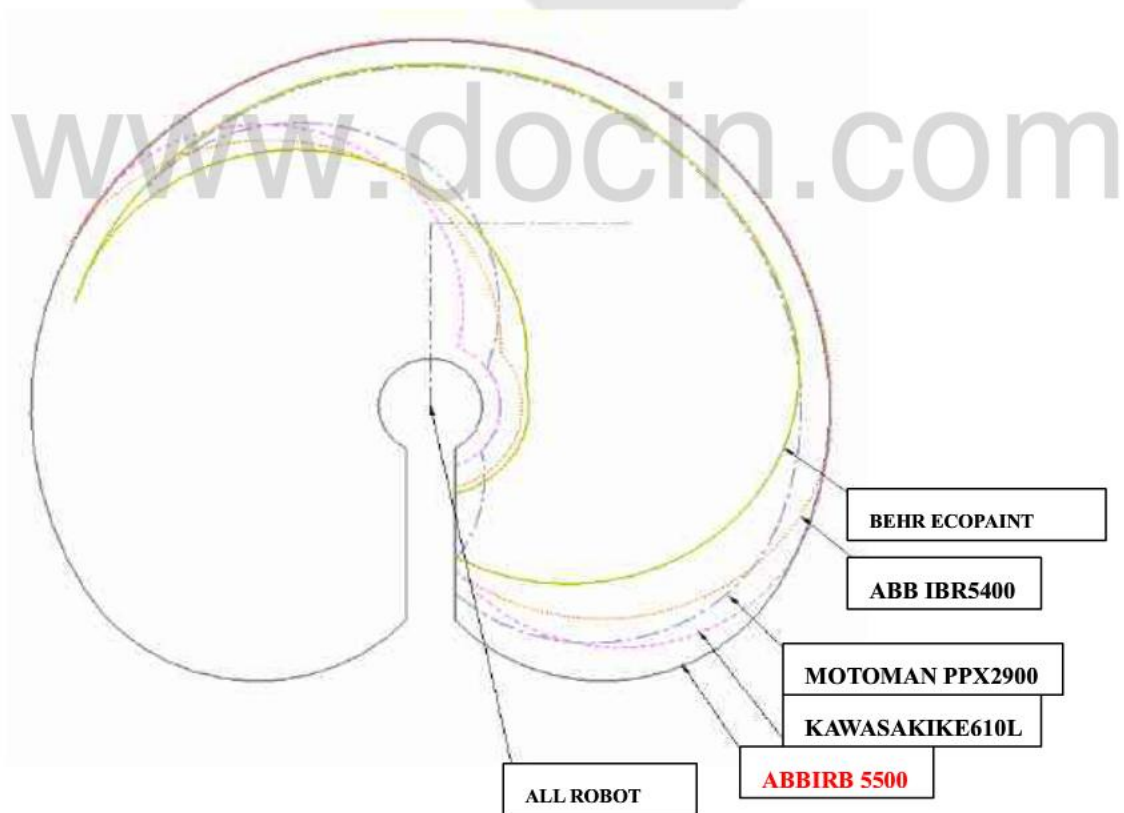


图 2 不同厂家机器人工作范围对比图

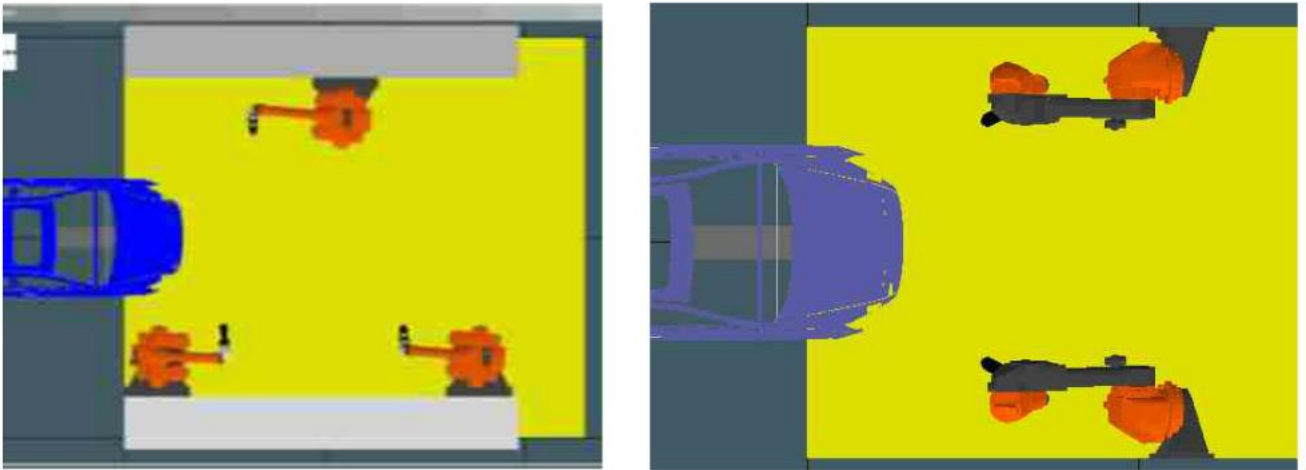


图 3 传统机器人与IRB 5500新型机器人对比图

2. 壁挂式安装，结构简单，减少现场安装和调试时间

如下图 4 所示，由于 IRB5500 机器人只是安装在一根厂外事先预制好的立柱上，现场根据以下安装步骤所示，就可以实现快速组装，一般一台机器人可以在 8 小时内完成全部安装。机器人在喷漆设备支撑基础方面要求也较为简单，设计时只要根据机器人所提供的静载荷和动载荷考虑好单个支撑基础，在安装前准备好就可以了。并且所提供的所机器人在出厂前，已经根据现场参数及车型进行过离线模拟调试，安装后只是对喷涂参数和喷涂轨迹作进一步的优化就可以了，这样不仅大大减少了现场安装及调试人员，节约安装及调试时间，而且缩短施工周期，降低了人员成本。



图 4 IRB 5500机器人现场安装步骤

3. 降低了喷房的长度和宽度，节约设备运行成本，减少废气排放量

如下图 5 所示，由于 IRB5500 机器人与以往机器人相比，具有手臂长、顶部安装旋转范围大，安装台数少等诸多优点，在相同规模的生产线上，由于新型机器人的运用，喷房的宽度和长度减少了三分之一，因此送风量和排风量也相应减少，这不仅可以降低设备初期投资，而且大大降低了喷涂时所需能源的消耗，可以有效节约长期运行成本。再加上机器人数量的减少，提高了整个油漆的使用效率，在降低了涂料使用成本的同时，减少了 VOC 的排放量，达到了节能环保双重作用。

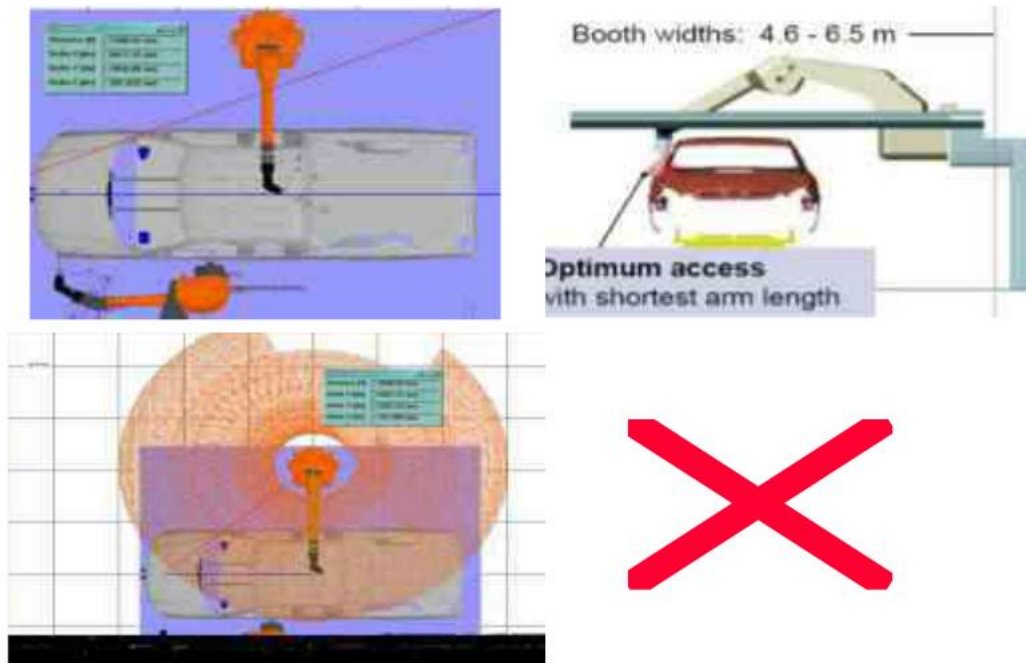


图 5 IRB 5500机器人安装尺寸对比图

4. 先进的集成式喷涂机器人控制系统，安装调试简单、快捷

该机器人采用ABB最新一代IRC5P喷涂机器人控制系统，该系统配备新式防爆型FlexPaint Pendant 示教器和新版喷涂工作站监控系统——RobView5（如下图 6），不仅具有超人性化设计、安装及调试简单快捷，而且融ABB 高速过程控制系统IPS 及尖端运动技术于一体，可实现喷涂过程的全面控制。

www.docin.com

图 6 控制软件图示

5. IRB 5500 机器人主要特点对比分析

ABB IRB5500 新型喷涂机器人与其它厂家新一代壁挂式喷涂机器人进行综合对比分析，总结如下（表一）：

表一 IRB5500 机器人和同类机器人对比表

序号	比较项目	ABB 5500 机器人	同类壁挂式机器人
1	TCP 速度	最大 2m/s	最大一般 1.5m/s
2	加速度	最大 24m/s ²	一般在 8-10m/s ² 左右
3	重量	540kg	600kg 左右
4	工作范围	带杯工作范围直径为 6m, 机器人本体周围无盲区	工作范围 4~5m, 机器人本体周围存在盲区
5	旋杯型号	Robobell G1, RB 1000. 最高流量可以达到 1L/min.	最高流量只能达到 700cc/min.
6	旋杯上漆率	80%以上	平均在 70%到 80%左右.
7	机器人电的消耗 (每小时)	每台机器人(包括机器人控制柜) 3 kW	每台机器人消耗电量在 5.5kW.
8	重复定位精度	±0.15mm	一般±0.5mm
9	换色时间	8-15s	12-25s
10	换色涂料损耗	11-15cc	一般大于 30cc
11	节拍时间	节拍时间下降 20-30%, 机器人数量同比减少	需要消耗较长的节拍时间, 并采用较多数量的机器人.
12	柔性	6 轴机器人具有 7 轴机器人的柔性	柔性不高, 有时需要借助第七轴来满足轨迹要求
13	喷漆室宽度	4200mm-5500mm	4600mm (最小)

三、实际应用案例分析

2008年机械工业第四设计研究院总承包的中国重汽新驾驶室涂装线，通过综合比较、反复论证，最终选用了ABB IRB5500新型喷涂机器人，这也是国内首条采用ABB IRB5500新型喷涂机器人的涂装线。该项目已于2009年2月已经建成投产，喷涂机器人系统也在2009年4月开始投入使用。以下通过对本项目设计和安装、调试阶段的介绍和总结，简要说明其实际应用情况。具体数据对比及分析见下表二所示。

表二

项目内容	老型号机器人方案	设计方案 (理论值)	实际应用
工件尺寸	2200mm(L)x2500mm(w)x2700mm(H)		
工件喷涂面积	18m ²		
产能	12JPH	12JPH	12JPH
机器人数量 (台)	12	8	8
喷涂效率 (%)	70-80%	80-85%	80-85%
单组份换色时间 (S)	20-25s	8-12s	8-15s
双组份清漆换色时间 (S)	85-120s	35-45s	45s
中涂漆膜厚度 (μm)	40	40	40
金属漆膜厚度 (μm)	20	20	20

项目内容	老型号机器人方案	设计方案（理论值）	实际应用
双组份清漆厚度（ μm ）	40/40	40/40	40/40
机器人运动速度（ mm/s ）			
中涂	250	230	350
色漆	250	230/280	300
清漆	250	280	350
机器人负载率	85%以上	70%	65-75%
每站油漆量（ cc/mn ）			
中涂每个机器人平均流量	310	330	350
色漆每个机器人平均流量	140/160	160/180	200/170
清漆每个机器人平均流量	300/310	320/330	250/220
耗电量（KW）	5.5kw	3kw	3kw
喷漆室宽度（m）	6	4.6	4.6
喷漆室长度（m）	30	22	22
空调送风量（ m^3/h ）	194400	109300	109300
喷漆室循环水量（ m^3/h ）	700	395	395
安装时间（天）	大于3天一台	48小时一台	48小时一台
调试时间（天）	约1~2周一个车型	约1周一个车型	约1周一个车型

目前从本项目实际应用的情况来看，在保证产品质量和产能的前提下，无论是减少机器人数量带来的设备投资减少，还是喷漆室尺寸减少带来的生产线设备投资以及能耗的大幅降低，以及模块化制造和安装调试带来的制造安装周期的大幅缩短，都基本达到了IRB5500机器人的技术经济指标要求，体现出了其明显的优势。

由于这种新型喷涂机器人在国内是首次应用，系统的磨合、新喷涂软件的应用以及人员对新系统的熟悉等因素，使得在仿真示教、参数配合以及机电一体化协同方面都相比传统型号机器人的应用增加了一些困难和挫折，但经过各方的不懈努力，问题逐一得到了解决，最终的检验结果表明，新一代机器人的使用获得了成功。尤其提高涂装线提高柔性化、喷涂效率和节能降耗方面效果明显，对今后的普及使用影响深远，同时也积累了大量实践经验。但是，由于其高度的集成化和功能更加复杂的特点，对设计、安装、调试以及生产运行管理提出了更高的要求，对于供应商、使用者和管理者的素质也相对于传统的机器人也有所提高，建议汽车制造企业在选用时注意全面考虑各种因素。

ABB IRB5500 新型机器人，由于其具有以上卓越的性能和喷涂解决方案的独特优势，在上市不到一年的时间内，在国际知名汽车企业如奥迪、宝马、Daimler 和 Honda 等公司得到了推广应用，至今全球已经售出了 140 多台，对于国内汽车企业而言，随着实际项目应用的成功，也必将为用户提供一个新的选择，相信在不久的将来，我们定会在中国的汽车业看到它不俗的表现。