

线缆

# 喷漆机器人需要稳定线缆

汽车制造业使用的喷漆机器人在作业时为了能够达到所有部件的所在位置，必须能够实施多角度的弯曲和旋转动作，这就要求机器人上所使用的所有部件需要具备很高的灵活性、稳定性和很长的使用寿命。在此，对机器人所使用的线缆和电路的要求最高。

文 | FRANK ROTHERMUND

多个听起来像是电影名称或新型时髦收藏品的名称，实际上都是知名汽车生产厂商所用汽车漆的名称。汽车漆的名称清楚地表明出，汽车生产厂商想要借助专用漆进行竞争。汽车生产厂商不仅会经常更换汽车漆品牌，而且还会经常更换汽车漆颜色，并采用新型喷漆系统，将喷漆作业变为汽车工业的

高科技部门，在该部门绝大多数使用机器人进行喷漆作业。

## 极端的旋转动作

完成汽车车身各个部件的喷漆作业难度很大，且汽车车身喷漆对精密度的要求也很高，这是这项作业面临的一个特殊挑战。即使是高科技机器人系统要

满足汽车车身喷漆的要求也非易事。在进行汽车车身喷漆作业时，机器人需要做出角度很大的弯曲转动动作，这对灵活性和稳定性要求特别高，此外对机器人系统所使用的所有部件的使用寿命要求也特别高，其中也包括机器人驱动系统的集成化电路和线缆系统。因为如果在进行汽车车身喷漆作业时，一旦电路和线缆系统出现故障，整个生产线就会停止运转（图 1）。

南德的 Dürr 公司是一家面对全球市场的汽车工业和汽车工业零部件供货商的系统合作伙伴，该公司是世界范围内的汽车喷漆、车轮平衡和清洗技术方面的领先企业。Dürr 公司的 ADP 系统和机器人系统业务部门生产制造喷漆机器人。Dürr 公司不仅设计制造可移动式汽车车身外部和内饰喷漆机器人，也设计制造固定型喷漆机器人，并完成这些机器人的编程。除此之外，还可设计制造操作机器人：即用于打开车门、扶住打开车门和关闭车门的小型集成化辅助装置。无论是在梅尔菲、丁戈尔芬或是上海，均在使用 Dürr 公司设计制造的机器人。仅在过去的几年间，Dürr 公司销往全球的机器人就增加超过 7300 台。



图 1 汽车行业使用的喷漆机器人必须特别结实耐用。喷漆机器人必须具有很高的灵活性，这便对所使用的线缆和电路提出了极其高的要求

在能够使机器人运动起来所使用的驱动和控制系统的线缆，Dürr 公司选择了 Lapp 公司的产品。

Dürr 公司设计制造的机器人的驱动和控制系统对所使用的线缆要求很高：汽车车身的喷漆不仅驾驶员对喷漆要求高，汽车生产厂商对喷漆要求也很高。由于汽车车型变化和新车的设计，通常会对汽车制造系统和车身喷漆装置的灵活性和创新能力提出更高的要求。Dürr 公司设计制造的机器人可在 10s 内将汽车车身从一种颜色变成另一种颜色，且漆的损失量微乎其微。Dürr 公司能够做到每更换一次漆，漆的损失量最多减少至 10ml，这相当于两茶匙的量或是半酒杯白酒量。

汽车车身喷漆机器人的主要任务是在喷漆作业时，与汽车车身保持一定的距离并垂直将漆雾化，这是为了确保喷漆涂层的均匀，且汽车车身的每个角落都必须如此。

## 使用寿命要求高

为了能够喷涂到如汽车车门和内饰这样的最复杂的部位，喷漆机器人必须能够达到角度很大弯曲和旋转动作。这就要求所使用的线缆和电路具备高度灵活性，转弯半径很小且能够保持很高的抗扭能力。对所使用的线缆和电路部件的质量与使用寿命要求最高，要求其必须能够随同实施百万次的动作而不受损。

另外一个问题是，线缆受到空间的限制：各种线路使用的线缆必须布置在机器人内部的狭小空间内。由于这种原因，机器人通常采用混合线缆，也就是多个电路线缆整合在一起。那里必须布设高压线缆，如还要求在狭小空间里能够布设保证高能源供给和电子信息传输的线缆。这便对所有部件的抗电磁干扰性（EMV）和相应的屏蔽性能提出了很高的要求。在此，高挑战在于尽管混合线缆是由多股线缆、屏蔽等材料件组成，但是必须能够在转动和弯曲变化运



图 2 由于每种机器人类型的运动过程均不相同且结构也多种多样，这对线缆系统的要求也各有不同

动所产生的持续负荷条件下保持灵活性和稳定性。

Dürr 公司的产品发展部控制计算部门的 Heiko Kamp 评论说：“我们提供的线缆在使用中必须能够承受  $180^\circ / \text{m}$  的弯曲变化运动所产生的持续负荷，不是承受两次这样弯曲变化运动的持续负荷，而是承受百万次的这样的变换运动所产生的持续负荷，在这一点上，我们信任 Lapp 集团。”

## 个性化的线缆设计

由于每种机器人类型的运动过程均不相同，且结构也多种多样，这对线缆系统的要求也各有不同，这样对线缆系统的要求也各有不同（图 2）。特别是在使用中经常有非常严苛的要求，因此线缆产品在使用中往往不是最理想的产品形式。对这样的生产部门来说，专用线缆生产厂商的产品最受欢迎。专用线缆生产厂商不仅可提供多样的标准配置线缆产品，还研发用户专门需要的个性化线缆系统技术方案。30 多年来，Lapp 集团的机器人技术专家 Lapp Muller 一直致力于机器人这一课题的研发，并生产制造控制技术、数据传输线路、专用电路及相应的组装产品。

这样，Lapp 集团便能够除了向 Dürr 公司提供专用线缆，且能够提供个性化的组装产品，通过安装专用圆形插塞，Lapp 集团可向用户提供即插即用的线缆产品。通过采用这样的形式，Dürr 公司不仅缩短了自己的机器人生产流程，且节省了时间和费用，这样公司便能够将主要注意力投入自己的核心竞争力产品的研发和生产方面。此外，线缆产品从一家公司采购，也提高了系统相互整体性匹配度，从而提高了机器人的安全性并延长了机器人的使用寿命。

Kamp 表示：“我们完全信任 Lapp 集团具有能够研发并生产非常专业化同时符合高要求的专用线缆。每当我们落实我们的创新构想时，通常需要专用线缆技术方案而不采用条式线缆和插塞，我们对 Lapp 集团怀有最大的信任度。”

当前，Dürr 公司的技术方案在全球范围内已经得以应用，生产汽车或生产汽车部件便会采用公司的技术方案。因此，公司早已成为了世界上的电源部件供货商，并能够与其合作伙伴 Lapp 集团一起在世界上 100 多个国家成为具有代表性的供货商。[11]