

杜尔：以绿色与数字之笔， 绘就汽车涂装新蓝图

龚淑娟

《汽车制造业》编辑部

摘要：“双碳”目标之下，汽车涂装工艺的绿色转型和数字化升级，成为了汽车行业所有主机厂的重要课题。作为涂装领域的专业领先企业，杜尔以多项独创技术引领行业发展，为汽车涂装的绿色转型和数字化升级提供了创新动力。

关键词：涂装；绿色化；数字化；创新

1 汽车行业变革中的涂装革命

当全球汽车产业在电动化与智能化的双重变革浪潮中重塑格局，汽车制造“四大工艺”之一的涂装，也同样正经历着前所未有的挑战。

“42年前的1983年，当杜尔跟随大众汽车的脚步，带来我们在中国的第一套烘房系统时，也许没人能够想象到今天的行业变革。”杜尔中国首席执行官兼总裁 Michael Baitinger 先生表示，“30年前的1995年，杜尔在上海建立了办事处并从此扎根中国，然后建厂、扩厂、建立中国总部及研发中心等，30年来，伴随着中国汽车产业的快速发展，涂装技术的革新一直在持续。如今，‘绿色’和‘数字化’，已经成为汽车涂装领域的关键词和主旋律。”

30年的行业变化翻天覆地：1995年单车涂装能耗最高可达1500 kW·h，而目前采用最新的工艺，单车涂装能耗已降至最高400 kW·h；1995年汽车涂装VOC排放量还是几十克每平方米的水平，而当今通过创新技术，VOC排放量已降至极低水平甚至理论上趋近于零；1995年的涂装车间数据报表，还是工人手工抄表填表，而如今工程师和决策者在电脑屏幕中就可以对涂装车间发生的一切了如指掌。

杜尔中国30周年之际，Michael Baitinger 先生对这样的行业变革感慨万千。

2 技术创新引领行业发展

技术创新是应对产业变革的最大法宝。作为汽车涂装领域的领导者，杜尔一直竭尽全力开发涂装新技术、

设计高效系统。

杜尔行业首创的RoDip旋转浸涂系统，实现了更好的涂层均匀性，节省了材料和能源，提高了防腐质量，还节省了空间；杜尔行业首创的EcoDryScrubber干式分离系统，采用石灰石分离过喷的涂料，彻底消除了

水污染及化学品的使用；杜尔行业首创的EcoInCure烘房，使车身受热和烘干更加均匀，涂装瑕疵更少……这样的革新数不胜数。

Michael Baitinger 先生还特别介绍说：“近些年杜尔提出的‘未来涂装车间’概念，具有柔性、模块化以及按需扩展的特点，以满足客户的特定需求。面向未来的生产布局将汽车涂装重新定义为模块化工作站或工艺区段，取代了以往的线性生产模式，实现了生产布局的革命性变革。新车型可随时轻松集成，从而提高了工厂的整体可用性。结合智能工业物联网（IIoT），未来涂装车间完全能够适应多变的生产场景。”



Michael Baitinger，杜尔中国首席执行官兼总裁

3 绿色技术的持续突破

涂装是汽车制造“四大工艺”中的能耗大户和污

染大户，因此，绿色环保、节能减排，一直是这个领域的追求目标。

杜尔率先实现了各类车身烘房的电气化转型，通过使用可再生能源产生的绿色电力取代传统天然气，使得涂装车间可一次性减少约 40% 的 CO₂ 排放。

在涂装工艺全流程中，杜尔想方设法挖掘绿色潜力，比如：先进的前处理和电泳工艺，可以达到 95% 的整流效率，优化的设计使得水和化学制剂的使用更少，更低的气封风量使得热量损失降低 66%；EcoProBooth 喷房通过模块化设计和空气循环大幅降低能耗，相比湿式洗涤剂，能耗降低 75%；EcoBell4 高速旋转喷雾器可实现高达 98% 的清漆喷涂效率，可将因换色所导致的油漆损失和清洗剂消耗减少 50%，与 EcoProBooth 模块化喷房配合使用，能耗可减少 91%；EcoPaintJet Pro 无过喷技术可节省 25% 的油漆，与传统双色喷涂相比能源耗损降低 30%；EcoBell PurgeBox 换色清洗系统，VOC 排放量可减少 60%；EcoDryScrubber 干式分离系统，不仅彻底告别水和化学品，过滤空气再利用率最高可达 95%；EcoInCure 烘房，采用绿电加热，可实现零碳生产。

杜尔还开发了集成多项模块的智能能效管理系统，帮助用户最大限度地降低能耗、节约能源。“其中，让我自豪的是 EcoQPower 系统，该软件被用来评判涂装车间每个工艺步骤的加热和冷却要求，并基于这些数据将涂装车间中的各种用能点、产能点和余热排放点进行协同运行，从而实现涂装车间整体能耗降低 21% 的显著成效。” Michael Baitinger 先生对中国研发团队的能力和成果大加赞赏。

4 数字孪生中的柔性制造

与绿色革命同时进行的，还有数字化。在汽车的生产制造过程中，“四大工艺”的数字化齐头并进。

“杜尔的数字化战略以‘工业 4.0’为核心，通过智能工厂、智能产品和智能服务三大支柱推动行业转型。其中 DXQ 软件是我们为客户提供价值的核心引擎。” Michael Baitinger 先生表示。

据介绍，DXQ 软件产品组合提供了一系列的数字化解决方案，助力工厂实现数字化升级。例如：DXQenergy.management 集中监测所有能耗数据，使涂装车间透明化，能立即识别和纠正高消耗点；而 DXQequipment.analytics 则通过智能调节喷漆车间的温湿度来提高效率；在整个涂装工艺流程中，多种 DXQ 软件模块相互配合，其中最为关键的环节集中于由 AI

（人工智能）支持的 DXQplant.analytics，它通过多年来积累的工艺参数、质量监控以及与工件相关的数据分析，建立 AI 专业模型，从而帮助在涂装车间预测设备隐患，或者快速识别系统性故障模式并找到故障源头。

此外，EcoSmart VEC 智能空气管理系统，按需控制新风和废气流量，大幅减少燃气和电力消耗；EcoQPower 通过全局协调所有工艺步骤的能量流动，为每个生产区域提供更合适的能量和温度，可减少约 21% 的能耗，与未采用该系统的涂装车间相比，可将整个生命周期内的碳排放量减少 19.2%。

必须要提到的还有杜尔中国团队自主研发的 DXQsustainability.control 系统。这是一套涂装车间的生产优化系统，包括监控模块和工艺优化模块。该系统通过整合车间所有物流信息，优化工艺设备运行，实现排班优化和生产节能，减少不必要的设备运行，达到节约能源和降低成本的目标。

5 闭环体系下的中国智慧

“杜尔的绿色涂装技术和数字化技术并非孤立的模块，我们通过全流程工艺重构与数字化协同形成闭环体系。从前处理环节开始，再到喷涂设备提升材料利用率，以及烘房电气化转型，每一环节都非常注重降低资源消耗与排放。在此基础上，DXQ 数字化系统贯穿始终，实时监控全车间能耗并动态优化设备运行参数，最终达成可持续生产目标。杜尔始终认为，有效的节能减排需从前端工艺设计源头切入，而非仅仅依赖末端治理。” Michael Baitinger 先生这样认为。

在追逐绿色和数字化的路上，经过 30 年的技术长跑，杜尔中国的研发团队也久经历练并日趋成熟。也正是因为如此，杜尔中国的战略定位，也从“在中国为中国”变成了“在中国为全球”。近年来，杜尔中国参与了沃尔沃卡车墨西哥项目、Stellantis 摩洛哥工厂和比亚迪匈牙利工厂等在 20 多个国家的 50 多个跨国项目，覆盖涂装、总装、新建及改造等核心领域，高效赋能汽车产业全球化。如今，杜尔中国已发展为集团的全球系统中心，积极向世界输出中国经验。

“现在，杜尔总部的先进技术已经深植中国，中国团队的经验价值也已反哺并融入了全球体系。” Michael Baitinger 先生肯定道，“人才的培养和技术的传承就像涂装工艺一样，需要一层一层逐步积淀，历经一定的时间，创新之花终会魅力绽放、绚丽多彩。”这位掌舵者最后说道。