

汽车制造业驶入 绿色快车道 规划、路径及实践分享



本内容由AI汽车制造业和格兰富工业联合发布



免责声明:本书所发布信息及所表达意见仅为提供参考之目的,所包含信息均为作者发布之时自可靠渠道获得。AI汽车制造业与格兰富对所包含信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性及完整性不作任何明确或隐含的保证,故任何人不得对所发布的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性及完整性产生任何依赖,未经AI汽车制造业与格兰富许可不允许任何形式的内容引用和发布。



2023年的夏天, 极端天气在全球各地轮番登场, 不断拉响气候变化的警钟。加速应对气候变化的迫切性和重要性凸显。

作为全球工业和供应链的重要组成部分, 汽车行业在全球降碳减排的行动中有着举足轻重的作用。全球各大车企纷纷加快电动化转型, 通过绿色的电动化汽车产品, 降低汽车在使用过程中对化石能源的消耗, 助力碳中和目标的实现。与此同时, 汽车制造过程中的节能减排



也日益受到广大车企的重视。这不仅直接关系到车企运营的成本和效率,也对企业的合规、融资和声誉等多方面有着重大影响。

随着汽车产业绿色转型的不断推进,在制造脱碳和环保运营领域也涌现许多典型标杆案例。本文旨在通过对典型案例的分享和剖析,为行业的可持续发展提供参考。

多管齐下， 推进系统化节能减排

全球范围来看，大型全球车企走在低碳生产的前沿。宝马在2021年已经实现了全球工厂的碳中和¹；梅赛德斯-奔驰也于2022年实现了全球自有的整车和电池工厂的碳中和²。而中国汽车制造商也奋起直追，在国家“双碳”目标的指引下，开始制定清晰的碳中和战略，并积极投身于实际行动，打造出了多个符合行业发展趋势的成功案例。

一、发挥优势，比亚迪建设零碳园区

作为中国新能源汽车的领军品牌，比亚迪凭借丰富的产品线以及合理的市场定位，持续取得了傲人的销售成绩。2022年，比亚迪全年累计销量达到了186.9万辆，位居全球新能源汽车销量榜单第一名。在产品脱碳方面遥遥领先于其他汽车集团。

搭建能源管理体系

而在生产制造端，比亚迪的表现也相当抢眼。《AI汽车制造业》记者了解到，比亚迪制定了《比亚迪节能降耗管理程序》，在全集团范围内系统性地全面开展能源管理等相关工作，并推动建立ISO50001能源管理体系认证。通过实施完整的标准、规范，比亚迪在企业内部建立起一个有效的水、电、气、冷、热等能源的节能减排体系，不断控制、优化实施过程，达到既定目标。

2022年，比亚迪集团各重点法人公司均已完成节能目标，能耗强度目标较2021年下降5%以上，单位产值综合能耗也呈下降趋势。据统计，报告期内，比亚迪新增大型生产技术工艺管理节能改造项目48个，总计节能效益为8248吨标准煤，二氧化碳减排达21444.8吨。

车企首个零碳园区

值得一提的是，比亚迪坪山总部园区于2022年获得认证，成为中国汽车品牌首个零碳园区总部。在坪山总部工业园，比亚迪充分发挥其新能源领域的独特优势，通过新能源车、云巴和云轨构建立体化智能化绿色交通系统，新能源车使用率达到100%。园区内生产全部使用自身研发制造的纯电动叉车、堆垛车、托盘车、重卡、清洁车，全面实现绿色物流。同时，园区大力发展清洁能源。公共照明全部更换为太阳能路灯，并利用屋面全面铺设太阳能板，年光伏发电量超过4000万度。公司还自建光储一体化储能系统，有效地保障了生产用电。

除了充分发挥自身优势，比亚迪也将人工智能技术融入节能技改当中，通过实时监控、运算、处理，调整设备运行参数，避免了设备的无效运行功耗。累计开展节能技改项目200余项，减碳量可达7.04万吨/年。

¹宝马集团官网：<https://www.bmwgroup.com/en/sustainability/our-focus/co2-reduction.html#:~:text=We%20are%20al-ready%20the%20benchmark,CO2%20neutral%20via%20offsets>.

²梅赛德斯-奔驰集团官网：<https://group.mercedes-benz.com/sustainability/climate/ambition-2039-our-path-to-co2-neutrality.html>

二、全面系统, 吉利提速零碳工厂建设

厚积薄发的自主品牌龙头吉利在可持续发展方面同样可圈可点, 在战略和目标的清晰度, 以及信息披露的完整度方面树立了行业标杆。同时, 吉利汽车西安和宝鸡工厂先后于2022年和2023年获得零碳工厂认证, 进一步巩固了集团全链路减排的系统化方法。

首发全球ESG战略

2023年6月, 在《吉利控股集团2022年可持续发展报告》中, 吉利首次发布全球ESG战略, 聚焦合规与商业道德、气候行动、资源保护、交通出行、价值链责任、员工与社区六大领域, 助力应对气候和环境挑战, 推动汽车产业生态可持续变革, 向2045年实现全链路碳中和迈进。

在这份报告中, 吉利也披露了明确的减碳目标路线。集团致力于在2030年实现运营碳中和, 2045年实现全链路碳中和。所谓全链路碳中和, 即从设计到研发, 从生产制造到产品交付再到材料回收全链路的碳中和。

零碳工厂体系化建设

作为实现碳中和的重要一环, 零碳工厂的建设备受吉利重视。得益于在生产端、技术端、管理端、产品端、回收端对节能减排工作的全面布局, 吉利汽车西安工厂率先于2022年获得认证, 成为国内整车企业的首个零碳工厂。多管齐下的系统化方法也加速了集团零碳工厂的建设, 2023年, 吉利汽车宝鸡工厂也获得了零碳工厂五星认证。

在两个零碳工厂的建设中, 吉利提出的系统化节能减排布局值得汽车行业参考。

- **生产端:** 从源头降低碳排放, 两家工厂均通过光伏电站的建设, 提升工厂可再生能源使用的比例。其中, 西安工厂的52兆瓦超级光伏电站并网后预计年均发电量4750万千瓦时, 可减少二氧化碳排放约27000吨。而宝鸡工厂早在2017年就投入光伏设备运营使用, 2022年发电量超800兆瓦时, 并正在推进二期6MWP光伏电站建设。
- **技术端:** 通过高效设备和节能技术改造, 实现工厂的高效低碳运行。例如, 宝鸡工厂涂装车间采用了先进的涂装B1B2工艺, 有效降低运行能耗, 并减少废弃物排放。
- **管理端:** 结合技术改造和管理节能, 建立合理的能源管理体系。以宝鸡工厂为例, 工厂利用智能算法捕捉开机时间, 形成设备智能化开机, 降低能耗浪费。同时, 工厂也深度嵌入应用数字化能源计量(EMS)能源管理系统, 优化控制锅炉、空压机、水泵等高耗能设备。
- **产品端:** 两家工厂均聚焦新能源车型的生产, 以降低汽车使用阶段的碳排放。
- **回收端:** 探索材料循环利用, 推动循环经济和材料端碳减排。宝鸡工厂增加余热回收设备, 以加热涂装厂锅炉回水, 减少天然气的消耗。自投入运行以来, 累计节约天然气约10万立方米。

三、BLUE卫蓝计划, 北汽全面推进碳中和

成立于1958年的北汽集团是中国汽车行业的骨干企业。从2003年起,北汽就开始新能源汽车的转型,是中国汽车企业中较早投身于绿色转型的“先锋”。

四大行动全面推进碳中和

在“双碳”目标的指引下,北汽于2022年6月发布了“BLUE卫蓝计划”,宣布将深入推进全面新能源化与智能网联化,打造乘用车、商用车全系列绿色低碳产品,全力在2025年实现碳达峰,2050年实现产品全面脱碳、运营碳中和。

为此,北汽集团将重点开展产品降碳、技术降碳、制造降碳、低碳生态四大行动,深入推动“双碳”目标落地。在制造降碳方面,北汽将开启全面碳盘查行动,加快减碳技术应用、再生能源利用、低碳工艺提升。预计到2025年,集团将建成一至两家零碳工厂,2030年底前完成全部高效设备替代,碳排放强度指标达到国际先进水平。“十四五”期间,绿色能源占比提升50%,2030年再提升10%。

智慧能源管理

事实上,早在“BLUE卫蓝计划”发布之前,北汽在智慧能源管理方面就已积累了丰富的经验。以北汽旗下的北京奔驰为例,从2014年起,北京奔驰就开始建设分布式光伏发电系统,目前年发电量可达3000万千瓦时。同时,北京奔驰自2019年开始就陆续上线了包括数字化能源计量(EMS)、智能化设备自控(BMS)在内的数字化能源管理系统,借助可视化、网联化、智能化的监测、收集、分析和手段,实时掌握能源数据信息,有效实现了能源运行的优化,大幅减少了工厂能耗,显著降低了碳排放。2021年,北京奔驰还参与全国绿色电力交易,成为北京市首批购买绿电企业,购电量高达3300万度。



涂装车间节能及环保实践

在汽车制造的四大工艺车间中,节能和环保的重点和痛点都在涂装车间。

上汽乘用车制造部的技术工程师李先生告诉《AI汽车制造业》记者:“涂装车间是汽车企业最主要的用能单位,需要消耗大量的水、电、气等,涂装工艺的能耗基本占到了整车生产能耗的70%。与此同时,涂装的环保压力也是四大工艺中最大的,特别是涂装原材料的环保材料迭代难度非常大。”

那么,聚焦涂装工艺,各家企业是如何实现系统化节能减排和环保运营的呢?

一、节能降耗

工艺升级

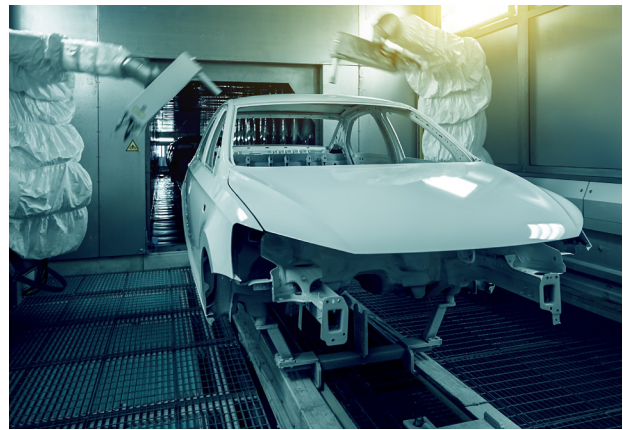
为了更好地实现节能,涂装车间的工艺升级改造是汽车制造厂重点投入的领域。作为涂装车间的能耗大户,烘房和喷房又是改造升级的重中之重。

在车身烘干过程中,为达到符合要求的涂料固化,所有涂层必须达到烘烤窗口内的温度和时间。近年来,材料领域创新不断,通过采用更低固化窗口的材料,如低温电泳漆、低温胶等,车企可以优化烘烤温度和时间,降低涂料固化的能耗。

同时,业界也在积极探索使用绿色电力等可再生能源替代天然气的电热车身烘房。以杜尔公司开发的电热车身烘房为例,其相较于传统涂装车间可减少约40%的二氧化碳排放量。此外,杜尔公司还开发了一个包含多个能效模块的完整方案,包括:先进的隔热概念,无撬输送技术,以及EcoSmart VEC烘房控制系统等,实现整个系统的节能降耗。

此外,喷房工艺的升级也带来了很好的节能效果。传统的湿式文丘里喷漆房由于对新风需求量较大,供风回用需要除湿加热,能耗较高。而新型的干式喷漆房能够有效降低循环风能耗,新风需求量和VOCs废气排放量也大幅削减。

上汽乘用车宁德基地正是采用了目前业界先进的干式喷房技术,实现节能降耗。在喷漆室的漆雾分离系统规划中,上汽乘用车采用了干式纸盒式漆雾分离系统,解决了传统的湿式文丘里系统循环风需要除湿耗能的痛点,同时节省了水循环系统、废渣干燥等冗余的非工艺设备,并且能够大幅度地提高漆雾分离效率,相较于湿式文丘里系统,能够实现综合节能67%左右。



设备升级

在涂装车间的众多工艺中,水泵这种通用设备可能并不起眼,但在保障工艺的可靠性、稳定性和高效性方面却有着不可替代的作用,同时也有着可观的节能潜力。

据格兰富工业事业部中国区总经理黄崇洁女士介绍:“在与客户的交流中,我们发现,包括汽车主机厂在内的工业企业很多时候更关注系统能否稳定运转,而对系统是否能够高效运转的关注度还不够。由于系统老旧、泵选型不合理等原因,大部分工厂的水泵并没有在最优能效区间运行。”

江淮汽车集团安庆分公司的二期项目就是一个很好的案例,其涂装车间前处理的八道工序和电泳的三道工序都采用了高能效的格兰富水泵。这些水泵不仅为系统的运转保驾护航,还都符合国家新近升级的IE4能效标准,可实现10%的预期整体节能率,有效助力江淮汽车降低电耗和成本,减少碳排放。



其实,水泵在汽车制造厂的应用不仅仅局限于涂装车间。在工艺环节,水泵也是辅助余热回收的重要设备。在公服环节,水泵的应用就更加广泛,从工厂锅炉、冷却塔,到供水、排水和中水回用,以及办公区及工厂暖通空调系统、消防等方方面面,都有水泵的参与。

也正因如此,水泵设备的升级改造能够为工厂带来显著的能效提升。

根据欧洲泵业组织 (Europump) 和美国液压学会 (Hydraulic Institute) 共同研究,水泵系统能耗全球用电总能耗的近20%,占工厂用电量的25%-50%。如果能够充分释放泵的节能潜力,工厂的节能空间可达4%-10%。

“我们在德国卡塞尔市的梅赛德斯-奔驰工厂实施的冷却塔和系统泵改造项目,通过老旧水泵的升级,使得冷却水系统的能耗降低了近60%。”黄崇洁补充道。

案例分享

位于德国卡塞尔市的梅赛德斯-奔驰工厂是戴姆勒集团生产传统商用车车桥和电力驱动系统的全球卓越中心。在戴姆勒集团可持续发展战略的指引下,该工厂聚焦能源、水和原材料的使用效率,开展了一系列优化项目,其中就包括对55号车间冷却水系统的改造。

该系统为工厂应用最新技术的生产设施和机床提供冷却水,但系统中的水泵服役时间较长,最早的两台水泵安装于1996年,运行中时常发出巨大的噪音。在对该系统进行了全面的能源审计后,格兰富团队发现,原有的4台水泵和管道均存在选型不合理的问题。

经过评估,工厂决定替换老旧水泵,安装了5台格兰富高能效水泵,包括3台采用变频控制的系统泵和2台冷却塔泵,并设置多个监测点,实现对温度和流量数据的实时监测。5台水泵均通过采用格兰富Control MPC-E泵控制柜进行控制,根据实际所需的温度以及预设的压力自动调节水泵流量,从而大幅提升水泵运行效率,降低能耗。此外,项目总包商EFS Haustechnik 公司也对管道系统进行了调整,以降低水泵功率和冷却水量。

与改造之前相比,该系统单位时间内能耗降低近60%。

你知道吗?

在水泵的生命周期成本中,约85%都是能耗开支。剩下的10%通常来源于服务和维护费用,而初期购买水泵的价格一般不超过其生命周期成本的5%。关注水泵运行的效率对运营成本管理和减排降耗的意义重大。

针对用户不同的工艺需求和成本控制需求,格兰富提供价值优化服务,从水泵、介质、环境,以及控制和系统等各个方面,系统化地为用户量身定制全套解决方案,在保证系统高效运行的同时,优化能效。

二、节水减排

除了能耗高以外，涂装车间也是汽车制造车厂的第一用水大户。

以乘用车为例，目前业内单车用水量大约在0.8~1.1吨区间。以此推算，一座年产能几十万辆的工厂，用水量非常大，与之相对应的污水量也不容小觑。因此，如何高效利用水资源，实现节水和污水减排也是涂装车间需要面对的重要课题。

目前，车企通常从改良工艺、完善设备功能、采用新技术和新材料等多种方式来推动节水。具体包括：逆工序补水、降低槽液更新周期、减少工序间带液量、回用反渗透装置浓水、采用膜分离技术处理废水并实现循环再利用、采用粉末涂料和干式喷涂设备直接取消循环水系统等。这些技术不仅可以节水，直接降低生产成本，还可以减少污水的产生，降低环境负荷，带来良好的综合效益。

除了直接减少污废水的产生外，在末端处理环节，车企也可以通过中水回用，实现污废水零排放，回用的水还可用于绿化和生活以及部分生产领域。

水资源管理实践

作为汽车行业的节水典范，广汽集团一直非常重视水资源管理，不仅制定了专门的节水制度，还开展了一系列系统化的排查和优化，以全面节省不必要的水资源消耗，提升水资源使用效率，同时推动循环再利用。

集团旗下的广汽乘用车公司通过涂装工艺优化、车间冷凝水回收、污水处理站回用水冲洗斜板等一系列节水改善项目，每年节水约1200吨。在广汽本田增城工厂，涂装车间导入了先进的“膜处理技术”，全厂通过预处理、物化处理、生化处理、过滤和深度处理五个阶段，工厂生产、生活用水达到100%回收利用，工厂不设对外排污口，实现了“废水零排放”。

根据上汽乘用车制造部的技术工程师李先生的介绍，他们的涂装车间通过优化新鲜水补水溢流量、前处理纯水浸洗槽槽液回收利用、优化前处理电泳倒排槽排放周期等举措，在原废水排放量的基础上减少了10%的排放，效果也非常可观。



你知道吗？

仅在2022年，格兰富提供的水系统解决方案就帮助全球终端用户节水超过18亿立方米。在中国，格兰富从2015年至今，已经成功参与并完成了超过100个工业废水零排放的项目，集中在煤化工、电力、工业园区、固废处理、造纸、印染等行业。



三、减少VOC排放

污染排放是涂装工厂的最大环保挑战。

涂装工艺主要在密闭的涂装车间完成，需要将VOC（挥发性有机化合物）集中处理后排放，除了苯系物以外，VOC排放包括很多酯类、烯烃、烷烃类化合物，这些物质在常温下会蒸发到空气中，其毒性、刺激性、致癌性和特殊的气味会对人体健康造成严重损害。同时，这些污染物质在大气中还会与其他化学物质复合产生二次污染物，环保挑战严峻。

控制VOC实践

《AI汽车制造业》记者对2022年参观过的一汽红旗繁荣工厂印象依然非常深刻。其涂装车间运用干式漆雾过滤装置，可将空气中的杂质过滤到 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，并送入空调系统循环利用，使能耗降低50%；配备沸石转轮+RTO焚烧处理装置，使得厂内VOC去除率达99%，热能回收利用率达95%。

上汽乘用车的一项喷房空调系统的全新设计也带来了良好的VOC减排效果。在喷房空调系统的规划设计中，工厂提高了涂装车间的喷漆系统循环比，降低了新风风量。这一全新设计降低在空调能耗的同时，也有效缩减了后续废气治理设备的规模。同时，废气治理设备可以舍弃沸石浓缩转轮，直接采用RTO焚烧，在增加余热回收量的同时，还可以将废气治理效率提升至98%以上，实现VOC减排。该项目综合效能显著，是整车涂装领域的重大革新，为国内首创。

材料及工艺突破

当然，VOC的控制还需要在源头的材料应用和工艺升级上寻求更多突破。目前，业内大部分车企都采用了低挥发性的有机化合物含量的水性色漆涂料，其VOC含量相对较低，可以实现从源头减排VOC的目的。同时，原来3C2B的主流涂装工艺也逐步被3C1B、2C1B、B1B2等更加环保的涂装工艺所替代，这些新工艺可有效降低固体废弃物和废气污染物排放，是更加符合未来发展需求的环保技术。



结语

窥一斑而见全豹。透过涂装车间，我们不难看到车企在节能、节水及控制VOC排放方面的大力投入。可以说，节能环保的理念已经深入到了整个汽车制造业。小到每个制造环节的节能减排、每个工艺流程的绿色环保，大到整个工厂运维乃至工业园区的绿色生态建设，都将成为汽车制造业在未来发展中重点探索与发展的工作内容，并将成为决定主机厂和配套厂商资格认证和行业竞争力的核心要素之一。

展望未来，在各大车企越来越重视可持续发展的背景下，我们也期待着看到更多更好的实践案例，推动行业朝着更绿色的方向发展。