双碳战略背景下的汽车工厂节能减排规划

朱彬　李斯南

奇瑞汽车股份有限公司

摘要：当前，国家高度重视工业企业的绿色发展建设，节能减排成为各行业的重要议题。汽车制造企业作为能源消耗大户，也应顺应时代发展，积极探索节能减排新技术，以降低运行成本，实现节能减排目标。本文从汽车工厂规划角度出发，总结汽车工厂节能减排新技术、新方法。

关键词：节能减排；低碳工厂；余能利用；高效站房；零碳

0　前言

汽车制造行业目前是我国温室气体排放量大、增长快的领域之一，随着双碳目标的提出，汽车制造行业面临巨大的节能减排压力。因此，发展绿色低碳工厂已成为汽车工厂的必然选择。在此背景下，汽车制造企业结合实际情况，主动采取一系列节能减排、减污增效的举措，在提高企业竞争力的同时，对于双碳目标的实现具有重要意义。因此，绿色低碳工厂的科学规划，对于引领汽车制造行业迈向可持续发展道路，具有重要意义。

1　绿色低碳工厂的能效提升

汽车工厂的绿色低碳规划，核心是提高能源利用效率，做到应减尽减。从工厂各层面协同节能降碳，减少能源消耗总量。

（1）从工厂照明方面规划智慧灯具。车间采光应尽量利用自然采光，照度应针对需求分区分级设置，采取一定的自动调光系统。灯具应避开汽车行业机械化悬链，通道照明单独成系统。某汽车工厂的车身车间、总装车间采用 DALI/PLC/ 回路控制组合，经过实际验证，节电量达到 50 万 kW · h/ 年。

（2）在设备选型方面，应采用先进技术来替代效率低、能耗较高的落后技术。如涂装，四季用工艺制冷选用磁悬浮制冷机，空调等季节性制冷选用一级能效离心式高压制冷机。车间通风、空调及水泵等通用设备选用一级能效电机，变压器选用低阻抗 SCB18 超高效型。

（3）绿色低碳工厂应充分考虑余热余压利用，并对用能结构进行优化，优先采用低碳、清洁及可再生能源以替代传统碳排放较高的能源。汽车工厂的天然气碳排放量较高，因此积极研发与推广绿色天然气技术，成为该行业实现节能减排目标的关键一环。此外，还可遵循气改电的解决原则，绿色电力资源的获取是企业的战略规划要点之一。某智能网联工厂，总装车间进行了工具电动化、电动工具轻量化改进；涂装车间进行喷涂改善，将之前传统的喷气式更改为静电式，通过这种方式不仅提高了喷涂效率，也降低了 CO_2 排放量。通过类似用气结构的优化，该工厂压缩空气使用量减少了 76%。

（4）绿色低碳工厂还应具有能源和碳排放智能信息化管理系统，对关键设备设施的能源和温室气体排放进行实时监控记录，以实现精准的能源和温室气体管理，进而精准识别节能降碳的痛点，积极采取针对性措施，实现工厂节能减排目的。某汽车工厂的能源信号化管理系统如图 1 所示，可以实现能源可视化与能源分析，并具备绿色能源的调度。通过能源预测和绿能调度，使得工厂碳排放量降低。

2　可再生能源的充分利用

目前，分布式光伏技术在很多汽车工厂实现了广泛部署，但一个显著挑战在于，因缺乏有效的储能方式，当中午员工用餐时间工段停产时，尽管光伏发电效率处于高峰，却难以被储存，使得这些电力回送至电网，而无法直接高效地供给工厂。类似地，风力发电也面临有

图 1　能源信号化管理系统

效存储能力不足的问题，当生产活动不连续时，风力产生的电力同样只能被送回电网，无法直接用于工厂。而纯电汽车的电池可以作为一种特殊的“充电宝”，通过 V2G（Vehicle - to - Grid）技术将其纳入物联网进行控制，根据工厂需求进行充放电操作，该技术不仅能实现电力的削峰填谷，还能充分利用绿色能源，对于出厂后的电池而言，小幅浮充充电对其寿命也有益处。

以某新能源汽车为例，电池总电量为 69 kW·h，续驶里程 500 km，停车场规划 5000 辆车，平均 30% 处于充放电状态为例，电池充放电量按 30% ~ 70% 计算，即：27.6 kW·h，可以用作储能双向充放电。

某新工厂规划 33 MW 分布式光伏项目，工厂非空调季节负荷平均按 8000 kW 计，负荷用电调节情况如图 2 所示。

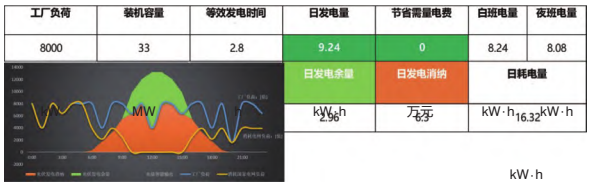

图 2　负荷用电调节情况

绿电存储方案：27.6×5000×30%=4.14 万 kW·h，大于 2.96 万 kW·h。利用 V2G 技术，可以实现光伏绿电 100% 自用。

利用储能削峰填谷方案，每日两充两放。首轮谷充峰放、次轮平冲峰放。预计年节约收益 1380.86 万元。

通过 V2G 技术构建智能微电网系统应用优势以及结构特点，进一步提升了分布式光伏智能微电网系统的运行应用水平。

智能微电网系统运行优势如下：

（1）分布式光伏智能微电网系统可以满足大量分布式电源并入电网的要求，利于提升整个供电过程的安全性与灵活性。

（2）用户可以针对微电网运行过程尤其是用电过程进行操作控制，灵活性程度以及可靠性程度相对较高。

（3）分布式光伏智能微电网系统可以有效降低大电网远程配电成本，同时也可以有效脱离大电网，实现独立供电，进一步增强用户用电的安全性与可靠性。

3　高效能源利用

制冷站房作为汽车生产中的主要供能单元之一，也是耗能大户。提高制冷站的工作效率将是汽车厂节能降耗的重要手段，目前制冷站效率的影响因素主要有以下几方面：

（1）机器本身的能效往往决定了节能上限。例如，利用磁悬浮技术的制冷机相比于传统的制冷机，所能达到的机械效率相差较大。因此，企业选用一级能效的制冷机，能够显著提高制冷站的效率。

（2）自动化调控技术是开发制冷站节能潜力的有效方法。当前大多数制冷站的自动化程度仅仅停留在双工况调控。双工况分别满足工艺在满负荷或低负荷条件下的运行条件。这种情况下，由于生产不会只在这两种条件下运行，大部分时间是处于二者之间，而为了满足需求，制冷站需要按照满负荷运行，因此会导致大量不必要的浪费。而自动化调控技术可以根据运行数据自动核算、预测生产需求，进而按实际制冷量需求自动调控制冷站的机组投入数量，通过自动优化制冷机组，以达到供需平衡，提高制冷站实际运行能效比。自动化调控技术意义在于，它能精准监测制冷站各参数，依据实时数据，灵活调整设备运行。通过优化控制策略，可使制冷设备负荷精准保持在高效区间，减少能源浪费，降低运行成本，保障设备稳定高效运转，提升整个制冷站的运行效率。

（3）增设智能化自控系统，可实现起停、运行状态显示、台数控制、故障报警、启动次数记录、运行时间、供水温度设定、用电量监测和变频控制等功能。通过对制冷主机、冷却水泵、冷冻水泵以及冷却塔进行集中控制，实现制冷机房系统根据实时负荷变化及时自动调节制冷系统的运行工况。在满足空调舒适度、车间制冷需求的同时，提升制冷系统的综合能效，并通过一段时间的调适试运行，最终达到无人值守、自动运行的目的。

（4）要想真正实现站房的高效运转，不仅要从供能端考虑，还要从用能端研究。虽然制冷站在生产中占有较大的能耗比例，但同时也不能忽视风机、用能设备和各类机组等的能耗。在一些工艺要求较高的涂装车间，末端用能设备的能耗甚至会接近站房的总体能耗，同时

末端用能设备的控制策略也会影响到站房供能端的运行稳定性及效率。因此，要通过用能端和供能端联动的角度来优化高效制冷站房。

智能网联的汽车工厂，已做到如下制冷系统智控：

1）输入末端空调的温湿度实时值与历史值，通过算法模型，实时计算出在保障每一个末端温湿度要求前提下的最优冷冻水温度设定值。

2）通过算法与机理模型计算出水温与冷冻泵参数组合最优解，通过实时数据计算出参数组合安全限制范围，两者结合得出最优参数组合。

3）通过建立冷却水温差对冷机与冷却泵功率影响耦合模型，结合负荷预测结果，实时动态求解可变工况下的最优冷却水温差设定值。

总而言之，通过算法追求中央空调系统整体能耗最低，而不是追求单台设备能耗最低。

此外，汽车工厂还涉及空压机、锅炉等供能设备。与制冷站房类似，设备选型、自动化控制等方面亦影响能效，因此，建立高效的动力中心对能源高效利用至关重要，可通过动力系统的供需平衡，从根本上提高能源系统。

4 新型绿色技术

地源热泵技术是绿色暖通工程技术，该技术将热交换管埋于地下，通过封闭环路中传热介质的循环流动，实现与地下土壤的冷热交换。在夏季，热泵系统利用地下土壤温度为房间供冷。冬季，取地下土壤温度为房间供暖。该技术因优势显著，已广泛用于暖通领域。

首先，地源热泵技术具有明显的节能减排优势。与传统供暖技术相比，该技术在热量转换过程中尽可能地减少了资源浪费，并通过降低制冷、制热剂的使用，实现节能减排。地源热泵技术只需利用地表浅层热能便可调节建筑温度，并达到节能减排的标准与要求。

其次，地源热泵技术具有环保长效的优点，该技术主要利用地热能，在一定程度上降低对其他资源的依赖且无污染，更重要的是，用户还可以根据自身的需求灵活使用。

在工厂暖通工程中应用地源热泵技术，能够使该技术的节能性、环保性和高效性等多重优势充分发挥。但值得注意的是，地源热泵技术在正式安装结束之后，需要对已安装的地源热泵管道压力进行多次反复的测试，以确保其暖通工程中的顺利应用。

5 推进产业链碳中和

汽车企业正在逐步推进产业链碳中和。一方面生产过程中总有碳时，需有强大的能碳管理体系和技术解决方案。如 AI 工具的应用，赋能产业链低碳化等。若未来碳有税，则赋能产业链低碳可能有议价空间和独立盈利能力。另一方面是进一步要求产业链零碳的要求，实现单位产品的碳排放逐步降低。

汽车行业作为非专业降碳企业，未来降碳的重点在于负碳技术的应用。未来，若碳成为通用商品，负碳技术将显著增值并展现其经济性。此时需提前规划与部署 CCUS（碳捕捉利用与封存）技术。但 CCUS 技术除了运营成本的问题，更大的问题在于碳如何收集。针对该难题，可以考虑外售填埋，例如给到汽水企业、石油等类似企业及其他生产工艺需求 CO_2 的化工企业，用于 CO_2 驱油。

6 结语

绿色低碳是我国工业的发展方向和战略目标，因此，汽车制造企业应从自身角度出发，积极响应国家相关政策。汽车企业在前期规划阶段，应充分提高能源利用效率、提升可再生能源的占比并积极推进节能减排的新技术应用，做到应减尽减，最大限度降低制造成本。若在自主减排后，仍有剩余碳排放，则可以通过购置绿证、碳汇和碳资产合作等方式达成零碳工厂，推动工业向清洁、低碳及循环的模式转型，以实现可持续发展，同时助力国家和社会早日实现“碳达峰、碳中和”的目标。

参考文献

[1]. 李梅，赵晓．双碳背景下汽车制造企业节能减排路径分析 [J]. 中国资源综合利用，2023,41(09):160-162.

[2]. 零碳工厂评价规范：T/CECA-G 0171—2022[S].

[3]. 鲁玉普．分布式光伏的智能微电网技术应用 [J]. 集成电路应用，2023, 40(11): 270-271.

[4]. 张志辉，张然．高效制冷站房在工业企业生产中的应用研究 [J]. 低碳世界，2023,13(08):118-120. DOI:10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2023.08.016.

[5]. 吕刚．暖通工程中地源热泵技术的应用与施工 [J]. 中华建设，2020,(03):176-177.