从德国汽车与零部件产销看机床商机

文 | 萧瑞圣

德国汽车产业一向是联邦政府视为带动就业、经济成长与维持全球竞争力核心产业，德国汽车产业过去系传统（内燃机）汽车龙头，对于电动车辆产业布局较晚，近年来致力于投入各项基础建设并运用政策工具，鼓励投资与研发，盼迎头赶上全球产业变化趋势。2020 年 12 月欧盟宣布 2030 年减少 55% 温室气体排放（与 1990 年比较），并于 2050 年达到碳中和目标，2020 年以来肺炎疫情影响供应链生态，电动车辆或汽车电动化比例成长，都将加速对汽车零部件产业冲击，特别是汽车零部件攸关制造业发展，机床在汽车零部件制造业将扮演转型角色。

德国总体经济与汽车产业

德国是全球七大工业国组织成员，鲁尔区是德国的传统煤钢工业区。慕尼黑 (BMW 总部所在地)、汉堡、斯图加特 (MercedesBenz 与 Porsche 总部所在地)、沃尔夫斯堡 (VW 总部所在地) 也形成强大的制造业集群，柏林、莱比锡、德勒斯登则是德国东部的工业重镇，新兴工业集中在慕尼黑一带。

德国是高度发达的社会市场经济体系，经济实力雄厚，是全球第四大经济体、欧洲最大的经济体、拥有高外贸依存度的工业国家。汽车制造、电气工业、机械制造和化工产业处于世界领先地位，在全球制造业中相当具竞争力。欧洲 60% 研发来自德国汽车产业，德国产值 20% 来自于汽车业，欧洲生产 550 万辆乘用车出自德国，全球汽车研发经费支出有 1/3 来自德国；德国生产的车辆有 78% 外销，全球汽车生产

表 1 德国总体经济与汽车产业

项目	2019	2020	2021	2022（e）	2023（f）
GDP（美元）	4.7 兆	4.5 兆	4.8 兆	5.2 兆	5.5 兆
GDP 成长率 (%)	1.1	−4.6	3.1	4.6	3.3
投资占 GDP 比率 (%)	22.1	21.1	22.3	22.2	21.8
人口（万人）	4219	4174	4141	4192	4170
人均所得（美元）	56523	54551	58150	62404	63330
汽车产业从业人口（万人）	92	88	87	86	84
汽车保有量（万辆）	5063	5139	5216	5294	5386

数据源：工研院产科国际所 (2022/03)

线有 20% 与德国相关，汽车与零部件产业占有举足轻重地位，由此可见德国制造业影响力。表 1，是德国总体经济与汽车产业。

德国汽车、零部件与电动车辆产销

德国汽车产业概况

汽车与零部件制造业是德国的核心产业，2020 年汽车产业产值 5009 亿美元，汽车与零部件厂商近千家，汽车相关从业人口超过 88 万人，属于德国生产值最大的出口导向产业，其中汽车生产值 4026 亿美元、车身与车体生产值 142 亿美元、汽车零部件生产值 841 亿美元，随着疫情逐渐受到控制与供应链调整，2021 年汽车产业生产值 5230 亿美元，包含车体与车身产值 160 亿美元、汽车生产值 4128 亿美元、零部件生产值 942 亿美元，分别较 2020 年成长 2.5% 与 12.0%。德国汽车产业生产值预测请见表 2。

2021 年汽车产业的出口值 3689 亿美元，受疫情影响较 2020 年下降 4.4%，近 10 年仍占德国出口值首位，同时汽车与零部件亦为德国最重要的进口品项，进口值 2230 亿美元，较前一年度同期成长 6.4%，贸易顺差 1459 亿美元。2021 年受到疫情延续与汽车芯片短缺影响，造成德国汽车无论在中国、日本、印度，或是美国与俄罗斯，销售量均出现降幅，唯有巴西市场略有起色，欧洲仅小幅成长。德国主要汽车出口国依序是美国、中国与英国等，此外中国市场早已成为 VW、Benz、BMW 等三主要汽车厂商重要获利来源，中国汽车市场直接带动德国汽车产业获利。

2021 年德国生产各类型汽车共 335.3 万辆，销售 292.2 万辆，因为疫情持续与汽车芯片短缺等因素，产销分别较 2020 年衰退 9.7% 与 9.2%，其中乘用车销售量 259 万辆，占 88.6%，表 3 是德国汽车产销量预测，其中 VW 以 18.5% 居市占率首位，MercedesBenz 居次，市占率 9.4%，占 7.8%，销售量前 5 家车厂则占 50.8%。

从近 2 年德国汽车制造业的走向显示，汽车的生产与销售均呈现下滑，商用车与零部件两大项目亦同，唯有电动车辆产销呈现成长，2021 年尤其显着。随着电动车的发展，二氧化碳排放量将继续减少，至 2023 年汽车厂商新开发的电动车型将扩大 2 倍，达到 150 多种车型，2024 年在非石化燃料的替代驱动车上，产业的投资研发可望达 570 亿美元。

以对外投资而言，德国三大车厂均积极在外国投资设厂，除已在中国设厂外，VW 布局广泛，在欧洲有 125 个制造厂，在美洲、亚洲、非洲等 11 个国家亦设立制造据点；Daimler 在南非、匈牙利、罗马尼亚、法国、美国等地设厂；BMW 则选择美国、墨西哥、南非、印度、巴西等地。

一方面运用当地生产优势，以在地化供应链方式、降低生产成本，另一方面克服部分国家对汽车进口仍采取高关税或相关行政措施藩篱，就近供应在地消费者，抢攻当地市场占有率。未来为配合德国国内汽车产业转型，汽车厂商是否将生产传统（内燃机）汽车工厂移至海外生产，德国原厂则专注布局电动车辆，布局动向值得关注。

德国汽车产业生产值预测

表 2 德国汽车产业生产值预测（单位：百万美元）

	2019	2020	2021	2022（e）	2023（f）
汽车整车	482315	402627	412830	411855	421100
车身与车体	15991	14208	16010	15986	16145
汽车零部件	99504	84090	94152	89453	90230
汽车产业	597810	500925	522992	517294	527475

德国汽车生产量与销售量预测

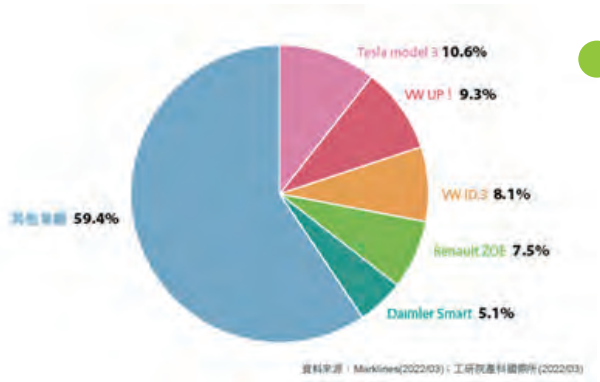
表 3 德国汽车生产量与销售量预测

	2018	2019	2020	2021	2022(e)
汽车生产量	529.3	500.0	371.3	335.3	365.2
汽车销售量	376.4	395.7	321.9	292.2	312.8
生产量增长率	7.1%	−5.5%	−25.7%	−9.7%	8.9%
销售增长率	2.6%	5.1%	−18.7%	−9.2%	7.1%

德国汽车零部件销售值预测

表 4 德国汽车零部件销售预测

	2019	2020	2021	2022(e)	2023(f)
销售额	121386	112570	118311	120677	122125



2021 年德国纯电动车主要厂商销售占比

德国汽车零部件产销

德国汽车零部件产业非常发达，部分厂商营收值排名全球前 10 大，如 Bosch、Continental、ZF 等，除供应境内车厂组装外，多数厂商也于全球设厂布局，表 4，是德国汽车零部件销售值预测，2021 年汽车零部件销售值 1183 亿美元，较疫情影响的 2020 年成长 5.1%，随着疫情稳定与恢复正常经济活动，预测 2022 年销售值 1207 亿美元，较 2021 年成长 2%。

德国电动车辆销售概况

2021 年德国共销售 108.4 万辆电动车，是 2020 年销售量的 1.3 倍，其中纯电动车销售量 33.5 万辆，占电动车辆销售量 30.9%，销售量前 5 名的车厂与车型分别是 Tesla model3(35626 辆)、VW UP(30797 辆)、VW ID.3(26693 辆)、Renault ZOE(24746 辆)、Daimler Smart(17413 辆)，前 5 大销售量占 40.3%。尽管电动车销售及挂牌占比在 2021 年有所突破，根据统计每天在德国行驶的电动车总数约 135 万辆(其中 45% 是电池电动车、55% 是复合动力车与插电式复合动力车)，在德国汽车保有量 5216 万辆当中占比仍低(约 2.6%)，得力于产业政策与购买补助等条件支持，未来极具市场发展空间与潜力。

德国电动车辆产业政策

欧盟已宣示 2030 年将二氧化碳排放量减少 55% 目标，欧洲环境协会(Europäischen Umweltverbände)下辖组织运输与环境机构(Transportation & Environment,T&E)指出届时欧盟需有 3300 万辆电动车取代传统汽车，为达碳中和目标，甚至需有 4,400 万辆电动车。由于欧盟现有 2 亿 8000 万辆汽车中，仅约 2% 使用电力驱动，且电动车充电设施不足，预估欧盟至 2030 年前需投注 800 亿欧元增设、普及相关基础设施，以因应电动车时代来临。

在总理 Olaf Scholz 带领下，德国新政府计划透过追加预算对气候基金挹注 600 亿欧元 (670 亿美元)、藉以替未来四年气候目标提供资金。作为 2030 年底前逐步淘汰燃煤发电承诺的一部分，德国新政府希望可再生能源足以供应 80% 的需求，政府承诺在 2045 年达到零碳排，并加速推动经济过渡至电动车。

根据德国社民党、绿党以及自由民主党发布的执政联盟协议，EV 补贴(每辆 6000 ~ 9000 欧元)将持续到 2025 年，但协议没有说明是否会延长补贴，在此同时，协议表示现有的汽油、取暖油、煤炭和天然气消费税(藉此垫高内燃机车款总持有成本)将不会增加。德国根据 2019 年 10 月通过 2030 年气候行动计划 (2030ClimateActionProgram)，规划 2030 年达成 1000 万辆电动车行驶，设置超过 100 万个电动车充电站目标。

机床产业转型商机

电动车辆零部件产业重组

电动车运转需经过发电、充电、放电等动力转换过程，纯电动车的 35% 能源使用效率，远比传统内燃机引擎的 10% ~ 20% 来得高。电动车

表 5 电动车辆零组件产业重组

零组件品项	传统引擎	复合动力车（含插电式）	电池电动车
进气系统（进气歧管、进气阀、空气滤净器等）	○	○（需要）	×（不需要）
排气系统（排气歧管、排气阀、触媒与担体、 消音器、涡轮增压器等）	○	○	×
内燃机引擎（汽缸头、汽缸体、活塞、活塞 环、连杆、曲轴、凸轮轴、平衡轴、飞轮等）	○	○	×
传动 / 变速系统（自排变速箱、手排变速箱 / 离合器）	○	○	○（减速机构）
空调系统（风扇、水箱 / 副水箱、冷水 / 热水管等）	○	○	○（电动空调）
润滑系统、燃料系统（机油泵、喷嘴、喷射泵等）	○	○	×
整合式启动与电动马达 (Start & Stop)	○变更设计（轻混以上）	○	×
电动马达	×	○（辅助动力）	○（主要动力）
电动马达驱控器 (Inverter)	×	○	○
直流转换器 (DC/DC Converter)	×	○	○
功率转换组件 (Power Devices)	×	○	○
线束（含连接器）	○（普通线束）	○（中～大电流线束）	○（大电流线束）
充残电管理	×	○（插电式 PHEV)	○
充电（站）设施	×	○ (PHEV)	○
储能（能量回收）管理	×	○	○
动力电池与其管理系统	×	○	○
电动马达与引擎（复合动力）耦合技术	×	○	×

数据源：工研院产科国际所 (2022/03)

所涵盖的动力电池，占汽车成本结构 40% ~ 50%，动力电池单价虽然逐年调降，迄今价格仍然居高不下，电动车最大特征是减少传统内燃机引擎零部件，增加电动化零部件与功率半导体组件整合应用。

动力电池在电动车辆成本占比最高 (40% ~ 50%)，其次是驱动系统，传统内燃机引擎的成本占比由原先 22% ~ 24%，降低 10% ~ 20%。其中电动车辆利用电动马达 (33% ~ 43%)、电动马达驱控器 (39% ~ 47%)、汽车控制器 (4% ~ 8%)、传动机构与传动轴 (8% ~ 10%)、冷却系统 (4% ~ 6%) 取代既有的引擎 (35% ~ 40%)、辅助设备 (18% ~ 22%)、传动机构 (20% ~ 27%)，以及排气系统 (8% ~ 11%)；电动车辆其他成本还包含车壳 (8% ~ 19%)、底盘 (5% ~ 9%) 以及其他零部件 (6% ~ 15%) 等。

汽车零部件依照机能特性可分为 8 大系统、(1) 引擎、(2) 引擎周边装置、(3) 传动系统、(4) 煞车系统、(5) 转向系统、(6) 悬吊系统、(7) 车体与轮胎、(8) 其他零部件等。其中电动车辆利用电动马达、动力电池取代传统（汽油或柴油）引擎、燃料系统，作为电动车辆主要动力来源，纯电动车辆舍弃传统内燃机引擎的进 / 排气系统或燃料供应系统等零

表 6 电动车辆次系统 / 关键零组件种类与材料应用

次系统	关键零组件	传统内燃机汽车	(纯电池) 电动车辆
车体	横梁 / 纵梁	铸铁或铸钢	轻量化需求 (铸造铝合金)
车身	钣金	钢板	轻量化需求 (高张力钢板)
底盘系统	支架 / 铸造	钢材或铸钢	线传控制 for 自动驾驶、客制化或 模块化 (共享) 底盘
动力电池系统	动力电池组托架	小电流 & 低电压、引擎启 动、汽车空调、灯光与 影音娱乐系统供电	大电流 & 大电压、电动马达输出、动力电池 (底盘或车顶) 配置、 动力电池热管理系统
减速机构	齿轮组 / 减速箱 (减速箱外壳)	(多速) 变速箱、离合器、自排变速箱 (机构)	减速箱 (减速齿轮组) 多合一动力系统
动力系统	马达与驱控器、马达外壳	启动马达、发电机、 冷暖空调系统马达	电动空调系统、马达驱控器热管 理系统
转向与刹车系统	刹车碟 / 刹车支架	液压动力系统、 卡钳摩擦刹车	煞车能量回充、电液压刹车系统
智能化管理系统	控制器	多数独立控制盒	多系统传感器 (雷达、摄影机、 光达等) 融合 for 自动驾驶 电磁兼容 (EMC-EMI&EMS) 整合式控制盒
车辆安全系统 (ADAS)			
车辆与车体控制模块			

数据源 : 工研院产科国际所 (2022/03)

部件，改由动力马达、驱控器与电子零部件控制电动车的启动、运转、停止，以及加减速等。

除此之外，电动车在避震弹簧、避震器、悬吊臂、空调系统、高压线组等零部件做调整设计，随着车辆系统朝向电动化、智慧化发展，动力电池、电动马达等汽车电子零部件占汽车成本的比例明显增加，原有传统引擎、变速箱等燃料系统在汽车的应用比例逐渐减少，传统车辆与电动车辆零部件种类与选用差异，如表 5 所示。电动车辆较传统车辆新增了控制器、动力电池、功率组件或功率转换模块等，形成汽车与零部件产业重组现象，制造加工型式也随之改变，为电动车辆零部件产业开启转型机会。

电动车辆关键零部件制程与机床应用机会

在动力电池固定性能情况下，延长续行距离最有效的方式是透过材料应用与制造方式，让电动车辆轻量化，实现电动车辆轻量化主要有几种途径：一是采用轻质材料，如使用铝合金、镁铝合金、工程塑胶或碳纤维复合材料等，使用高张力强度钢板替代普通钢材，降低钢板厚度，二是优化轻量化结构设计，对汽车车身、底盘等零部件进行结构优化，三是采用先进制程，如雷射拼焊、液压成型、铝合金低压铸造与半固态成型技术等。

依照电动车辆次系统大致可区分为车体、车身、底盘系统、动力电池系统、动力系统与各种控制器外壳等，在轻量化诉求背景下，关键零部件的材料从传统的铸钢、铸铁或铁金属材料，改为非铁金属的轻质合金 (铝合金等) 或复合材料等。表 6 所示，是电动车辆次系统 / 关键零部件种类与材料应用例子。

电动车辆关键零部件依机械加工与制程区分，计有焊接或铸造、钢板冲压 / 模具 (铣削)、切削 / 刮削 / 铣削 / 热处理 / 轮磨 / 研磨等，依零部件种类与功能需求，可能应用的机床种类，有车床 / 铣床 / 钻床 / 磨床 /(加工中心机 MC) 等，如表 7 所示。

充满机会与挑战的电动车时代

电动车辆不仅是未来市场主流，也牵动相关产业进入新的变局，在汽车电动化后，对原先占据市场需求比重约

表 7 机床于电动车辆次系统 / 关键零组件的应用机会

次系统	关键零组件	材料	机械加工型式	可能使用工具机种类
车体	横梁 / 纵梁	钢材 /(压铸) 铝合金或合金钢	焊接或铸造	焊接机、后加工 (加工中心机 MC)
车身	车身钣金	低碳钢板	钢板冲压 / 模具 (铣削)	冲压机或加工中心机 MC
车架	骨架	低碳 (钢管)	弯管	弯管成型机
底盘系统	支架 / 铸造	钢材或铸钢	焊接或铣削	后加工 (加工中心机 MC)
动力电池系统	动力电池组托架	钢板或 (压铸) 铝合金	焊接或铣削	焊接机、后加工 (加工中心机 MC)
减速机构	齿轮组 / 减速箱 (减速箱外壳)	合金钢 /(压铸) 铝合金外壳	切削 / 刮削 / 铣削 / 热处理 / 轮磨 / 研磨	车床 / 铣床 / 钻床 / 磨床 / (加工中心机 MC)
动力系统 (马达与驱控器)	马达 (轮轴 / 转子 / 静子)、马达外壳	合金钢 / 铝合金 (外壳)	车削 / 钻削 / 铣削	车床 / 铣床 / 钻床 / 磨床 / 加工中心机 MC
	马达硅钢片	钢板	钢板冲压	冲压机
	马达绕线	铜线	(静子) 绕线 (扁型绕线)	绕线机
转向与刹车系统	刹车碟 / 转向支架	钢材或铸钢	切削 / 热处理 / 轮磨	后加工 (加工中心机 MC)
智能化管理系统	控制盒	(压铸) 铝合金	铣削 / 表面处理 (防锈 / 防氧化)	压铸用模具 (加工中心机 MC)
车辆安全系统 (ADAS)				
车辆与车体 控制模块				

数据源 : 工研院产科国际所 (2022/03)

40% 的机床产业而言，到底是危机还是转机？汽车电动化已成为不可逆的趋势，传统汽车被视为一种过时的技术。当汽车动力来源从燃油走向以电力驱动，改变的不只是整体车辆的系统架构，电动车辆是一个结合 IT 的创新产业，随之而来的是制造生产模式的多样化，使得电动车辆市场发展愈来愈热络。

相较传统内燃机动力汽车以引擎、变速箱等传统零部件做为动力系统，电动车的动力来源则为动力电池、动力马达与驱控器所谓三电的重要性，对于原先负责多项汽车零部件生产的机床产业而言，是否意味着市场将大大削弱需求，而造成机床市场的萎缩呢？

从传统汽车到电动车辆的结构观察，其中最关键的差异有三点，包括马达取代引擎、电池取代油箱，减速箱取代变速箱。以往一个引擎需要 1200 项零部件，以动力马达取代传统引擎，所需零部件大幅减至 100 多项，引擎系统的汽缸体、活塞、曲轴、排气阀门与凸轮轴等零部件的需求也随之改变，由于无须引擎、进 / 排气系统，变速箱也相对简化。

这意味着过去传统汽车零部件的铣削、钻削、搪削、螺纹加工、磨床等多种复杂的金属切削加工制程将产生变化，因为需要加工的项目减少，为适应这种加工制程所衍生出的各类机床及专用机、自动化产线、刀具或夹具、治具等，适量地调整设计与运用，连带改变对机床产业的应用需求。

汽车电动化虽然取消引擎、变速箱等关键零部件，但像是其他零部件反而增加，包括减速箱 (齿轮组)、(锻造或铸造) 铝合金轮圈、轻合金 (铝合金) 车身板金、三电系统如动力电池温度管理系统与支架、动力马达转子与静子、铝合金 (驱控器) 控制盒等相关零部件等，中国台湾机床厂商具备相当实绩与潜在机会，且还有很多极具潜力的隐形冠军，因此中国台湾与德国在零部件制造加工形成产业互补关系，表面看来电动车辆的普及似乎将对机床产业造成冲击与压力，不过市场却也非一面倒，甚至厂商有不同看法，认为未来的机床产业是充满挑战也充满机会。MFC