

2022 年紧固件市场与技术发展

文 | 李建

螺丝螺帽等具有紧固功能的产品统称为紧固件，螺丝 (Screw) 系指圆径较小之螺纹制品，如：螺丝、木螺丝、自攻螺丝等；螺栓 (Bolt) 系指圆径较大的螺纹制品，如：六角螺栓、四角螺栓、基础螺栓、T 型螺栓等；螺帽 (Nut) 别称螺母，作为固定或锁紧螺丝或螺栓，螺帽的强度需配合与其共同使用的螺丝或螺栓，例如一般高拉力螺丝或螺栓配合硬质的螺帽使用。

紧固件产业的结构分为上、中、下游及周边通路厂商：上游指的是球化线材与不锈钢线材；外围产业则包括生产设备、热处理、光学筛选、表面处理业等；中游即是各类型紧固件生产商；下游产业应用甚多，以机械、汽机车、建筑、电子为主，近年能源与生技产业崛起，风电基座、核电厂、手术机器人等皆需要定制化紧固件，成为紧固件产业高价值化发展产品。生产制造流程的每一阶段，从上游的原料，中游的生产设备模具、后端的热处理、表面处理、电镀及包装

等，皆可自给自足，且群聚于地理邻近地区，营销通路搭配国内贸易商、国外投资设厂之据点等营销。

近年中国紧固件生产朝研发高附加值产品转型，如汽车紧固件、航天零

组件、医疗紧固件等，这类型产品除须符合国际级标准认证外，亦得接受客户端自有验证，国际大厂通路经营不易，故市场虽大但需要时间耕耘，切入门坎较高，如湖北博士隆取得客户认证后，



已打入中车、阿尔斯通等国际国内高铁制造厂的供应链体系中。

此外，也有厂商采取国际并购方式，切入国际通路，例如中国企业世德并购德国大厂 Max Mothes GmbH(MMG)51% 后，切入欧洲汽车大厂包括 BMW、Mercedes-Benz、VW 等供应链，为 Tesla 供应链伙伴之一，并从汽车领域跨足风力发电零组件体系；恒耀并购德国 ESKA 后，交货给 BMW、Mercedes-Benz 车厂，亦为 Tesla 供应链伙伴之一。

随着中国启动风力发电计划，未来将持续刺激对于风电及轨道紧固件的需求。

市场趋势

Covid-19 疫情自 2020 年起肆虐全球，紧固件产业自 2020 年第二季业绩快速落底后，受到中国防疫有成的有利因素影响，成为全球少数不断链可稳定供应的国家，因此恢复迅速，自 2020 年第三季末起几乎所有厂商皆反映出现接单盛况。2020 年金属紧固件出口金额为 71.84 亿美元，同比增长 8%。时至 2021 年 11 月，2021 年 1 ~ 11 月中国紧固件出口数量为 4436723 吨，相比 2020 年同期增长了 770567 吨，同比增长 21.1%；出口金额为 103.67 亿美元，相比 2020 年同期增长了 25.17 亿美元，同比增长 32.3%。紧固件产业整体出口表现已超过 2020 年全年出口表现。

细究产品应用领域，汽车紧固件因车用芯片、缺工缺料等因素受到抑制，可说芯片荒导致 2021 年整体车用紧固

件订单有收敛情形，不若过往热络；相对地，因疫情加强居家修缮以及新成屋销售大增，因此建筑紧固件接单状况非常好，但时至 2021 年底，建筑紧固件的客户亦反映其库存已到安全水位，因此成长动能也开始趋缓。

技术发展

因疫情、环保、消费模式导致紧固件产品主力更迭

值得一提的是建筑紧固件是这两年疫情之下崛起的主流，包括钢结构螺栓组件、木螺丝、石膏板螺丝、膨胀锚卡锚栓、化学锚栓、内迫壁虎、外迫壁虎等，因受到疫情影响，人类活动多改为居家，刺激建筑修缮需求而订单爆发；再者，因欧美百年建筑或桥墩都超过使用寿命，大型基础工程需求大增之余，对于符合安全与环保的认证也越来越重视，像是欧盟 CE 认证就是销往欧盟的建筑紧固件必备身份证。

目前欧盟建筑法规规定，建筑物使

用年限 25 年以上者，外露紧固件需使用不锈钢螺丝或复合螺丝，复合螺丝前端为碳钢后端为不锈钢，两者采激光焊接，制造工序多成本高。因此，开发不锈钢耐蚀性硬化技术，企业合作开发一体成形不锈钢自攻螺丝，达到欧盟 CE 规范。

目前有两个 CE 认证途径，分别透过协调标准参考目录与欧洲技术评估参考技术文件目录进行认证，从 2013 年 7 月 1 日起，欧盟颁布的建筑产品法规 (Construction Product Regulation No.305/2011/EU 简称 CPR 法规) 已全面取代原来的建筑产品 CPD 指令，进入强制实施阶段，认证成功即得到 CE 认证。新的法规大幅提高对建材产品的各种要求，比如对防火耐火安全、节能环保、卫生健康以及噪音的影响，出口企业如果产品达不到相应要求的话，其产品很难在欧盟范围内被广泛接受，表 1 为建筑紧固件协调标准参考目录品项。

表 1 欧盟 CE 认证 - 建筑紧固件协调标准参考目录品项

协调标准参考目录	英文名称	中文名称
EN 15048-1	Non-preloaded structural bolting assemblies	非预加载荷结构螺栓组件
EN 14399-1	High-strength structural bolting assemblies for preloading	预加载荷用高强度结构螺栓组件
EN 14592	Timber structures - Dowel-type fasteners	木结构用销型扣件
EN 14566	Mechanical fasteners for gypsum plasterboard systems	石膏板系统用机械扣件



疫情之下的赢家还有用在电子产品上的小螺丝，因社会多数线下活动受制于疫情转成在线，包括居家娱乐电子设备（电视、电视游乐器等）、远距在线工作电子设备（笔电、远距视讯等）双双增加，此外还有因疫情而增长的医疗电子设备，如居家用血糖测试机、额温枪、耳温枪等，使得电子用小螺丝订单持续满载，而电动车或自驾车被视为3C产品之后第四个C，移动的过程中，人们更强调车上的娱乐视听享受，故电子小螺丝在新汽车工业发展之下，还有很大的成长空间。

另一个受到市场趋势正面影响的还有能源紧固件，各国纷纷祭出减碳净零相关目标与措施，导致太阳能在2021年再度成为再生能源发展主力，而架设在户外的太阳能板除了需要安全考虑使

用防松功能紧固件之外，更需要防蚀，被视为高价值建筑紧固件的衍生，将是不锈钢紧固件或复合螺丝可大幅发挥功能的应用领域。

电子类小螺丝生产技术已臻成熟，故略过不提。电动车或自驾车车体的电池部位所使用紧固件则须考虑到电位差，美国紧固件大厂 Stanley Engineered Fastening 表示传统车用紧固件有可能造成电池的电力流失，因其导电系数不足，且电动车的温度周期变化容易改变紧固件的锁固力，失去50%的夹持荷载，影响到电池接线端子的连接。若使用绝缘紧固件，则可同时满足锁固和绝缘的需求。绝缘紧固件可以把电路和系统绝缘开，确保不同电压不会造成危险，因此可以把不同电压的两个零件锁固起来，成为电动车紧固件

产品开发趋势。

根据紧固件龙头企业揭示，单价最高部分在动力总成部位，包括传动系统跟引擎；未来，传统内燃式汽车的引擎将被替换成电池系统，此部位的紧固件使用量将减少约千颗左右（目前一台传统内燃式汽车使用紧固件数量在3000~5000颗不等），但因涉及电传导跟荷载能力，需要紧固件制造商的高度精密设计与高度协同设计，因此，新的电池部位紧固件数量虽然减少，但在单价与毛利部分将有显著提升，获利上可望优于传统车用紧固件。

因疫情缺工断链等问题引发紧固件厂认真思考数位优化

产能优化以重要性跟可行性来说，目前厂商最关切的技术议题为快速换模技术，因为换模技术在制造业生产自动化过程里，扮演隐形的关键角色。受到疫情跟缺工影响，让管理者响起警钟，更认知到打造一个自动化、工人减少但可维持产能的智慧工厂，在未来会是重要的执行方向。

早期因为换模费时过长、人工换模精准度不足，或模具管理效率不彰导致生产上的瓶颈。尤其，早年的紧固件成型机多为日本引进，机台本身毫无数据搜集能力，调模纯粹靠个人技术以及其经验累积，无法形成一套换模的标准流程，在传承上面很容易出现缺口。

因此，透过智能向量算法开发快速换模系统，维持传统打样调机程序，透过三副试打样本，随人机接口情境引导各调模位置动作与角度，计算出最终需调整位置与决策。提供现场调模技术人员透过人机接口导引程序，进行紧固件

成形机之模座位置调整动作，可结合光学检测设备或现有之精密量测方式，取得成形产品各部位尺寸，调整模座位置使成形紧固件产品的偏心、杆长和头厚等几何参数进入生产规格。

除了制程智能化，管理数字化是另一个议题，如意大利的 Piloni 公司对我国多数的中小型紧固件厂来说是个很好的案例，Piloni 专门从事铆钉、螺钉和特殊零件的生产，生产大约 14000 种不同的紧固件，尺寸介于 2 ~ 14MM，材质涵盖钢铁、铬、铜、铝和青铜，仅有 22 名员工，年销售额为 462 万美元。

为了确保生产控制和缩短交货期间，即使是特殊生产，Piloni 自行抽线并拥有一个完整的车间维修成型机等机械设备，也有全自动包装线，确保生产的连续性跟完整性，为了未来持续缩短交货时间跟提高小批量生产的竞争力，Piloni 开始思索数字转型。首先，Piloni 思考如何整合现有机器，但也趁机更新一些新机台，要求原有的软件合作伙伴 D & B Hoovers 第一步先做到让公司全面内容联机；其次，Piloni 利用了意大利《国家工业 4.0 计划》提供的税收优惠，数字转型的过渡对于中小企业来说非常昂贵，因此政府的支持对中小企业选择在数字转型上进行投资至关重要。

Piloni 的数字转型让机器之间的沟通是全自动的，能够实时监视信息，并使系统实时适应客户的需求。由于 Piloni 生产特殊紧固件，产品多达上万种，产品的所有技术规格均以数字格式（例如 3D 模型、2D 工程图、控制计划、和模具工程图等）专门处理，因此每个

工作人员都可以在需要时，轻松采用所需的生产信息，还可以直接从办公室检查每个过程的进度，并对任何停机时间迅速做出反应，从而优化生产动态。

物流部门也从数字转型中受益匪浅，在最重复的包装运送任务中，消除多数人为因素导致的错误。例如，包装线已完全数字化，工人不必手动设置包装参数，托盘准备好后，机器将通过无线手持设备将所有信息实时发送给工作人员；由于机台内容全面联机，包装线也与其他部门完全互通，管理部门可以从 ERP 系统中检测所有必要的信息，例如每箱件数，每托盘箱数，标签格式等。

结论与建议

在基本核心能力上建构开发高单价产品的实力

紧固件有工业之米美称，主要就在于所有的制造业几乎都需要紧固件的存在。因此，即便遇到疫情，紧固件的消费量仍有基本盘，以往，车用紧固件的净利率多于建筑五金等标准品，但此次疫情意外刺激建筑紧固件的需求大增，且环保意识抬头，建筑紧固件不再局限于以往的低单价，如智能绿建筑就会大量使用到高单价的不锈钢紧固件或复合螺丝。

未来全球紧固件的成长动力，主要来自汽车、航天、基础建设等产业，尤以新兴国家为主，如我国的一带一路战略、航天技术；东盟国家的智慧城市、高速铁路建设等需求。我国紧固件附加值不高，加上行业进入门槛低，面对印度及东南亚等新兴国家产品的低价竞

争，使得低阶紧固件产品的竞争越趋激烈。从美中贸易战跟新冠肺炎疫情的经验更可发现，订单受到全球总体经济因素影响最小的紧固件业者，大多从事定制化特殊紧固件、应用领域非仅限于汽车产业与五金标准品，且此类厂商对于智能制造或是产品设计开发都非常愿意投资。由此可知，加速朝向产品高值化转型，才有可能在变动的环境中永续经营。

中小型厂更应掌握利基型产品，视为成长机会

不论哪个应用领域的紧固件大厂，原本就拥有生产规模优势，较具有跟客户谈判贸易条件的优势；但很多专注生产定制化紧固件的小厂则拥有生产灵活性、产品设计开模机动性高、专注少数客户而更专注服务等特性。

因此不少欧美大型紧固件批发商对我国中小型紧固件厂下单的比例颇高，若能在全供应链中掌握利基，来自客户需求端的刺激将让中小型紧固件厂的生产与管理技术成长，对我国紧固件产业全球市占率和产业未来潜力发展非常有贡献。

工厂数字化可以循序渐进，但一定要前进

我国大多数中小型制造业都还在工业 2.0 的阶段，也就是产线设备已具有基础的大量生产能力，但对于各式生产数据，比如制程数据、生产时间等需要靠人工操作，使得数据无法实时呈现，同时也有抄错及遗失的风险。

目前多数紧固件厂正在尝试从工业 2.0 提升到工业 3.0，也就是导入自动报工系统或电子生产履历，系统可以



自动记录每笔订单的生产人员、真实的生产数量和作业时间等，并整合各式ERP、MES信息系统，不管是生管、品管、仓库，各方人员都可以快速取得生产数据，大幅提高工作效率，但还不需要做到所谓的大数据分析预测。

真正想要做到数据分析以及质量预测、设备预知保养的紧固件大厂，势必是因应客户需求以及内部评估过有转型需求，而相关的IoT基础建设要更完整，搜集到足够多的数据，这样分析出来的

结果才会较准确，绝对不是短期就能达成的。

综合以上，其实在紧固件产业的智能制造领域，没有最好的解决方案，只有最适合的解决方案。研发、采购、生产与物流是紧固件产业数字转型幅度较大的部门，而营销业务部门通常是最能从转型中受益的部门。厂商需要真正的看见数字转型潜在的价值后，再有阶段性的规划转型策略，才能为数字转型打下良好基础。

并且，不论疫情何时停歇，我国高科技产业招募人才的排挤效应或是少子化趋势，缺工跟人才断层未来势必是紧固件等传统制造业的不利经营因素，因此，除了趋势使然以外，生产跟管理的数字化其实更是解决经营痛点的一剂良方。MFC