以精实思维促进低碳制造转型

翻译 | 李建

因地球暖化所引发的极端气候灾害，在世界各地不断发生。似乎有逐年加剧的趋势。例如，今年 7 月四川一直持续高温和干旱，热浪暴冲已经来到六十年来最极端，且平均降雨量比往年同季下降了 51%。一场严重的热浪干旱在 8 月袭击了中国西南部的四川和重庆。

使这个几乎完全依赖水电的地区的电网不堪重负。电动汽车制造商特斯拉与许多国际半导体企业，包括德州仪器（TexasInstrument）、英特尔（Intel）、和 iPhone 制造商富士康（Foxconn）等，都一度被迫缩短工时或完全停工休息。

而高耗能的中国钢铁业利润在 2022 年的前七个月就比同期下降了 80% 以上。除了极端气候灾害所带来的低碳制造转型迫切感之外，国际大厂 (Apple、amazon、Google) 为了对地球负责，纷纷宣布减碳转型方针，并要求其供货商也必须配合低碳制造转型。

且欧盟亦预计实施碳边境调整机制。如此看来中国台湾制造业必须赶紧跟上国际低碳制造转型步伐，否则将被排除在国际绿色供应链之外。

低碳制造转型是必然的趋势

对于迫在眉睫的趋势，在中国台湾社会各个领域，尤其是身处国际大厂供应链的中国台湾制造业需思考如何响应此趋势。而精实思维将如何协助中国台湾企业进行一场低碳制造转型，将是非常值得思考的议题。

依据联合国政府间气候变迁专门委员会（Intergovernmental Pa nelon Climate Change,IPCC）的建议，要守住摄氏 1.5 度的升温临界值，全球必须在 2030 年减少相较工业革命前水平的温室气体排放量至少达 43%，并于 2050 年达到温室气体净零排放（Net Zero Emissions），才能够避免不可逆的大规模气候灾难。全球纷纷响应并投入减碳进程计划，已有 198 个国家及 713 个地区承诺净零的目标。

要达到净零排放目标，中国台湾正在进行中的努力

目前中国台湾的作法，以和制造业息息相关的经济部为例，其规划了 2050 净零排放路径规划包含四项低碳转型策略：以能源转型、产业转型、生活转型、社会转型等四大转型及科技研发、气候法制两大治理基础进行推动。而其中在产业转型方面，特别针对为数众多的制造业者，提出三大面向 11 项推动措施等行动方案。以制程改善、能源转换与循环经济为主轴发展可行的技术与管理方案。在制程改善方面，导入减少制程中碳排放技术，例如以氢能还原技术炼铁。

进行设备汰旧换新，导入智能节能管理系统以监控提升制程中能源效率；在能源转换方面，能源则改用低碳天然气，使用无碳生质能，以达无碳电力与

燃料；而在循环经济方面，使用替代原料减少原物料使用量与碳排放，提升资源与产品使用效率。再则开发新技术，运用负碳技术进行碳捕存与再利用技术。

业界低碳制造转型的实践案例

在中国台湾众所熟悉的联发科，它在半导体产业链中系位于最前端的芯片研发设计，属于低碳排无制造工厂的产业。它主要透过绿色设计、节能减碳及供应链永续管理三大面向来促进低碳制造转型。

首先，联发科致力于绿色创新，在芯片设计时间即将环境因素纳入考虑，藉由从产品生命周期源头与使用端思考省电及产品体积微小化设计，打造高能效芯片，降低消费者使用电子产品时的耗电，以提出对环境友善之绿色设计。

而该公司 2021 年设计提供的芯片较前一年度平均降低 23% 的能耗比率，节省的电力约当可供应中国台湾地区约 17 万户家庭一年的用电量。作为遍布亚、美、欧三大洲超过 50 个据点的跨国公司，它针对组织内外营运所排放的温室气体，制订出系统性蓝图及净零路径。

具体行动包括建置新式节能数据中心、改善办公区及设备节能管理、自建屋顶型太阳能电厂、搭配绿电采购计划等。并将碳管理延伸至供应链伙伴，由内而外引领价值链实践绿色营运。此外，为积极实践绿色营运，联发科完成 ISO14064 温室气体委外查证，并获得 ISO50001 能源管理系统认证，同时带动供应链伙伴。

要如何以精实思维促进低碳制造转型

基于国内外大厂的经验，以下整理几点建议，希望可供业界思考如何以精实思维促进低碳制造转型的参考。

首先，制造业要更专注低碳的产品设计，在制造阶段进行碳排放估算，实施减碳和碳捕捉及封存等作法，其实是亡羊补牢的补救与管理措施，需更积极地响应低碳制造，其做法应该是以精实思维来设计低碳的精实产品与制程设计 (LPPD,Lean Productand Production Design)。精实产品和制程开发原则、方法和管理行为应是一套系统性思维，可以在设计时间即认真地考虑整个产品生命周期对环境的影响。

以四用原则 (4RPrinciple) 包括：减少使用 (Reduce)、物尽其用 (Reuse)、循环再用 (Recycle)、替代使用 (Replace) 在不同产品生命周期阶段发展出绿色创新潜力。创造价值与减少浪费的精神注入到各个细节设计。

其次是，要推动低碳的精实制程设计规划，尤其是高耗能的钢铁石化产业，推动替代能源，导入最佳可行技术，运用制程持续改善 (kaizen) 与设备汰旧换新以提高效率，减少不良品，消除重工。减少报废材料同时减少不必要的耗能。

据调查，制造物品产生的碳排放大约三分之一的来自金属。金属在全球供应链中的报废率很高，25% 的钢和 40% 的铝被报废。减少报废材料数量，即同时降低成本和减少生产中的碳排与耗用的能源。

第三，导入能源管理监控与温室气体盘查系统：配合建置能源管理制度，协助产业导入数字电表与能源信息监控系统，进行厂内用能设备智慧化管理及耗能分析，寻找运转优化节能方案。透过能源管理系统运作，达到改善能源使用效率、降低能源成本及减碳。在掌握高耗能设备能源监控之同时，亦建置厂内温室气体排放量信息，作为厂内排放量管理工作之基础，了解排放状况作为改善的起点。

第四，推动与导入 ISO/CNS50001 能源管理系统与节能诊断整合辅导，建立标准化 (standardization) 的精神与思维。因为透过内部管理系统建置，结合节能诊断技术服务，更可协助企业建立持续改善的机制与动力。

透过节能诊断可发现制程改善为最大减碳潜力，占整体节能改善量约 52%，为重点节能主轴。透过导入能源管理系统，更可促进工厂自主执行制程改善。例如，国防工业龙头汉翔航空公司自 103 导入 ISO50001 能源管理系统以来，每年节电率均有显著提升。

最后，要推动产业实施绿色低碳供应链管理，因低碳制造转型绝非一家公司或少数企业的责任，透过推动产业实施绿色低碳供应链上下游的整合管理，揭露供应链减碳成果，于企业永续报告中揭露再生能源电力之使用状。并依循国际 CSR 报告书撰写准则，善尽环境信息揭露之责任。如此中国台湾制造业才可与国际低碳制造转型完全接轨，否则将被排除在国际绿色供应链之外。

MFC