

绿色制造热词解读

1. 近终形制造

近终形制造 (near-net shape manufacturing)



是指采用先进的精密成形工艺, 将金属或其他材料一次加工成接近最终产品或零部件形状和尺寸的方法。

2. 水泥悬浮沸腾煅烧

水泥悬浮沸腾煅烧 (the fluidized calcination system with non-granulating process/the fluidized ebullited calcination system process) 是一种创新性的水泥熟料制备工艺, 该技术以悬浮反应器为核心, 协同预热器、冷



却器等设备实现全流程优化, 借助高温气流使粉状水泥生料在悬浮状态下快速发生反应, 实现高效煅烧。

3. 增材制造

增材制造 (additive manufacturing, AM), 也称“3D 打印”, 是融合计算机辅助设计、材料加工与成形技术的前沿制造工艺。它以数字模型文件为蓝本, 通过设备的控制系统精准控制材料挤压、烧结、熔融、光固化、



喷射等工艺过程, 将专用的金属、非金属及医用生物材料逐层堆积成形, 最终构建出三维实体。

4. 异种材料连接技术

异种材料连接技术 (dissimilar materials joining, DMJ) 指通过物理 (机械连接/固态连接)、化学 (胶接连接) 或冶金手段, 使两

种及以上物理/化学性质显著差异的材料 (如金属-塑料、陶瓷-合金) 在界面形成可靠结合的工程技术, 其核心是克服不同材料之间热膨胀系数、晶体结构或化学相容性等不匹配问题, 实现结构功能一体化。



5. 生物航空燃油

生物航空燃油 (bio-aviation fuel) 是指利用动植物油脂、餐饮废油、农林废弃物等生物质资源作为原料, 通过加氢转化、费托合成等化学或生物技术转化为符合航空适航标准的航空燃料。



6. 高效锂精炼

高效锂精炼 (efficient lithium refining) 是指通过优化工艺流程 (如结晶分离、膜技术、循环水冶金等), 以最低能耗和最高回收率从锂矿石、盐湖卤水或含锂废弃物等锂资源中提取



高纯度可用锂 (纯度 $\geq 99.5\%$) 的工艺过程, 核心目标为提升资源利用率、降低能耗与环境负荷, 并优化成本结构。

7. 能量回馈式化成

能量回馈式化成 (energy feedback formation) 是锂电池制造中的关键工艺, 通过智能化控制, 系统回收电池首次充放电时产生的反向电



流或废热, 将其转化为可再利用的电能, 实现能量的闭环利用。该技术的核心在于优化传统化成工艺, 提升能量利用效

率，同时降低生产过程中的能耗和排放。

8. 铝电解槽柔性生产技术

铝电解槽柔性生产技术（flexi-ble production technology for aluminum electrolysis cells）是指在铝电解生产过程中，通过优化设备配置及控制



系统，动态调节散热功率与下料速率，使生产系统能够灵活适应产能调整、能源波动及市场需求变化等场景的生产模式。

9. 碳足迹

碳足迹（carbon footprint）是量化一项活动或产品在其生命周期内，直接或间接产生的温室



气体排放总量的环境指标，温室气体主要包括二氧化碳、甲烷、一氧化二氮、氢氟碳化物等。通常以二氧化碳当量表示。

10. 蓄热式竖罐炼镁

蓄热式竖罐炼镁是一种融合了竖罐反应器结构和蓄热式燃烧技术的创新型炼镁工艺。其技术核心在于将传统卧式还原罐改为便于连续生产的立式密集排列形式，并结合了包含蓄热单元的燃烧供热系统，显著提高产能和加热均匀性。同时，该工艺



通过回收高温烟气余热用于预热助燃空气和燃料，从而大幅降低能耗和生产成本。

11. 清洁低碳氢

清洁低碳氢（clean low-carbon hydrogen）是指通过可再生能源制氢或工业副产氢提纯



等方式生产的具有较低碳排放强度的氢气产品，其全生命周期碳足迹显著低于传统化石能源制氢方式。

12. 冶金渣显热

冶金渣显热是指高温液态炉渣（通常温



度在 1400~1600℃）在冷却固化过程中释放的废弃物理热能，是钢铁冶金流程中的关键余热资源。

13. 无炭阳极

无炭阳极（carbon-free anode）是一种在铝电解槽中用作阳极的非碳基惰性电极材料，通常由金属、陶瓷或金属陶瓷复合材料制成。其在电



解过程中稳定、不易被消耗，相比传统炭阳极能显著降低碳排放，是推动铝电解行业实现“碳中和”的关键性技术。

14. 干法涂布

干法涂布（dry electrode process）是一种创新的电极制备方法。该技术采用干法工艺将粘合剂、活性材料和导电剂充分混合后，直接压覆于集流体上制备电极，全程无需溶剂参与。其核心在于利用物理剪切力使粘结剂（如 PTFE）形成三维纤维网络，包裹活性材料、导电剂直接压延成自支撑膜。干法涂布技术能够



消除电池极片制备过程中有毒溶剂的使用（如 NMP），大幅降低能耗与污染，是锂电池绿色制造的关键路径之一。

15. 少（无）切削液清洁切削

“少（无）切削液清洁切削”技术是一种聚焦于机械加工绿色化转型的前沿制造工艺。该技术通过微量润滑（Minimum Quantity Lubrication, MQL）策略实现切削液用量的大幅削减，或采用干切削（Dry Cutting）模式摒弃切削液的使用，



有效解决传统切削工艺中因大量使用切削液引发的环境污染与资源消耗问题，为现代机械制造领域提供可持续发展的创新路径。

16. 无碳黏土湿型砂铸造

无碳黏土湿型砂铸造是一种环保型铸造技

术，是使用不含碳质添加剂（如煤粉等）的黏土湿型砂来进行金属铸造生产的工艺方法。该技术的基本原理是利用无碳黏土砂与金属铸件之间的界面作用，实现铸件表面不粘砂，从而提升成品率和铸件质量。无碳黏土湿型砂铸造与机械工程学科深度融合，是推动铸造行业低碳转型的核心技术之一。



17. 超薄硅片切割工艺

超薄硅片切割工艺是光伏产业链中的核心制造技术，其依托金刚线多线切割系统与纳米级动态张力控制协同，将硅锭高速研磨加工至厚度 $\leq 150\mu\text{m}$ 级硅片，并保障低碎片率与高表面完整性。该工艺突破主要依靠细线径金刚线、优化的切割液和智能张力控制的三者协同，显著压缩切缝，大幅提升硅基材料利用率，成为光伏降本增效的核心技术。



18. 低位热能制冷工艺

低位热能制冷工艺（low-grade thermal energy refrigeration technology）是一种以低品位热能（如工业余热、太阳能、地热等）驱动的绿色制冷技术。该工艺通过吸收式制冷、吸附式制冷和喷射式制冷三种模式驱动低品位热能制冷，减少对电能的依赖，扩展了用于制冷的能源类型，提高能源的利用效率，并且采用天然制冷剂，从源头杜绝了环境破坏。



19. 固碳胶凝材料

固碳胶凝材料（carbon-fixing cementitious material）是指自身生产、使用或废弃处理过程中能与大气或工业排放中的二氧化碳反应，可将工业固体废弃物（如矿渣、钢渣、脱硫石膏等）作为原材料，通过水化或碳化反应形成具有粘结性和一定机械强度的整体。



20. 近净成形

近净成形（near net shape forming）是一种集新材料研发、计算机模拟仿真、精密模具设计与先进机械制造技术于一体的现代制造工艺。其核心在于通过精确调控材料成形过程中的各项参数，使零件在成形后更接近“净尺寸”，在几何尺寸和表面精度上达到近乎最终成品的要求，从而大幅减少甚至完全免除后续机械加工工序，显著提升材料利用率并降低生产成本。



21. 绿色供应链

绿色供应链（green supply chain）是一种将环保和资源节约的理念贯穿于产品全生命周期（涵盖设计、原材料采购、运输、储存、销售、使用和报废处理等环节）的现代供应链管理新模式，通过优化供应链各环节实现环境负面影响最小化和资源利用效率最大化，同时推动供应链各主体（供应商、制造商、销售商等）之间的协作，以达成经济与环境效益的双赢。其外延包括绿色设计、绿色采购、绿色制造、绿色物流、绿色销售与回收等供应链全环节的绿色化实践。



22. 拜耳法（提炼氧化铝）

拜耳法（Bayer process）是全球主流的氧化铝提炼技术，该方法以其发明者奥地利化学家卡尔·约瑟夫·拜耳（K.J.Bayer）命名。通过苛性碱溶液在特定温度和压力下，选择性地将铝土矿中的氧化铝水合物溶出，从而与铁、硅、钛等杂质分离，最终制备出高纯度氧化铝。拜耳法是处理中高品位、低硅铝土矿（特别是三水铝石型铝土矿）最具经济效益的方法，但对高硅铝土矿适应性仍待加强，且产生大量强碱性工业固废——赤泥。



23. 石膏晶须

石膏晶须（calcium sulfate whisker）是

一种纤维状单晶体材料，成分以硫酸钙为主，包括无水硫酸钙、半水硫酸钙和二水硫酸钙。石膏晶须具有固定的横截面、完整的外形和致密的内部结构，典型尺寸为直径 $1\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ 、长度 $50\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ ，呈针状或纤维状微观形态。不同晶型决定了其热稳定性与应用场景，



其中无水型 (anhydrite) 耐温最高，半水型 (hemihydrate) 和二水型 (dihydrate) 则适用于非高温环境。

24. 连续拉棒技术

连续拉棒技术，也称为连续拉晶技术，是一种高效的晶体生长工艺。该技术的核心原理在于精密控制熔体的温度分布、热场梯度以及固液界面形态，通过自动化控制的籽晶夹持与提拉机构，在真空或高纯惰性气体的保护氛围



中，将熔融料连续地向上提拉，实现定向凝固结晶，在拉棒过程中，可以一边加料一边拉制晶棒，增加了拉晶效率。

25. 风光水储一体化

风光水储一体化 (integration of wind, solar, hydro, and energy storage) 是一种新型的能源系统整合模式，旨在将风能、太阳能、水能这三种主要的波动性可再生能源与储能技术相结合，形成一个统一协调、优势互补的发电系统。该模式通过优化调度和能量管理，平



抑单一可再生能源发电的随机性和不稳定性，从而提高能源系统的整体可靠性、经济性和对电网的友好性。

26. 供应链金融

供应链金融 (supply chain finance, 简称 SCF) 是一种以核心企业为依托，以企业信用或交易标的为担保，通过锁定资金用途及还款来源，对供应链各环节参与企业提供融资、

结算、资金管理等综合金融服务的产融创新模式。它把传统“单点”信贷升级为“链式”乃至“网式”信用，将供应链商流、物流、信息流、资金流 (“四流”) 整合在同一套风控与运营体系内，从而缓解链上中小企业融资难、融资贵问题，并提升整体供应链效率与韧性。



27. 碳排放双控管理

碳排放双控管理 (dual control over the amount and intensity of carbon emissions), 是碳排放总量和强度双控管理的简称, 指对碳排放总量和强度实施双重控制的管理模式, 是我国推进“双碳”目标 (碳达峰碳中和) 的重要举措之一。



28. 氢燃料电池

氢燃料电池 (hydrogen fuel cell) 是一种通过电化学反应将氢气的化学能直接转化为电能的高效能量转换装置, 通过氢、氧结合生成水的过程释放能量, 全过程不产生二氧化碳、硫氧化物等温室气体或排放污染物, 是实现交通、工业等领域深度脱碳的关键技术之一。



29. 氢基燃料

氢基燃料 (hydrogen-based fuel) 是指以氢为主要原料转化形成的二次能源, 生产过程通常为“可再生能源发电—电解水获取绿氢—以绿氢为重要原料通过系列化学反应生成其他能源形式”。目前技术条件下获得的产品主要有绿氨、绿色甲醇、绿色航煤等。



与传统的碳基能源 (如煤炭、石油) 相比, 氢基燃料具有更低的碳排放和更高的环境友好性。