

## 1 简述工业 1.0~工业 4.0 的主要标志和主要成果？

### 工业 1.0 主要标志：

第一次革命（18 世纪 60 年代-19 世纪中期）的标志瓦特蒸汽机的制成和推广

### 工业 1.0 主要成果：

包括机械师凯伊的飞梭、哈格里夫斯的珍妮纺织机、瓦特的蒸汽机、富尔顿的汽船、史蒂芬孙的蒸汽汽车

### 工业 2.0 主要标志：

第二次工业革命（19 世纪七八十年代-19 世纪末 20 世纪初）的标志是电力的广泛应用和内燃机的发明

### 工业 2.0 主要成果：

第二次工业革命期间，1870 年比利时人格拉姆（Galam）发明电动机，电力开始用于带动机器，成为补充和取代蒸汽动力的新能源；德国科学家西门子制成一部发电机，后来几经改进，逐渐完善，到 19 世纪 70 年代，实际可用的发电机问世。电动机的发明，实现了电能和机械能的互换。随后，电灯、电车、电钻、电焊机等电气产品如雨后春笋般地涌现出来。

马可尼的无线电报、诺贝尔的炸药、莱特兄弟的飞机等都是第二次工业革命的成果。

### 工业 3.0 主要标志：

第三次革命（二战后-20 世纪 70 年代）则是以信息技术、空间技术、核能技术和生物工程技术的应用

### 工业 3.0 主要成果：

第三次工业革命后，我们可以利用气象卫星进行天气预报、和平利用核能，新建核电站、使用计算机和互联网进行远程教育、发射探测器，进行月球、火星等探测研究等都是第三次科技革命的成果。

### 工业 4.0 主要标志：

第四次工业革命（21 世纪初至今）以智能制造、人工智能、无人驾驶、清洁能源为代表的全新的绿色工业革命。

### 工业 4.0 主要成果：

截至目前，第四次工业革命的主要成果包括工业互联网、区块链技术、虚拟现实、人工智能相关技术等。

## 2 什么是工业 4.0?

关于什么是工业 4.0，说法有很多。国内外众多学者与专家及进行解读、研究和探讨。胡鞍桐认为“工业 4.0 是代信息和软技术与传统工业生产的革命性转变，将会对工业产生革命性的影响”。他认为数字化在产品的生命周期内有重要意义。乌尔里希·森德勒认为“工业 4.0 包括信息物理系统 CPS、物与服务联网 IOTS、机器对机器 M2M 通信等三个主要部分组成。

制造智能化、信息化、互联和数据化的核心技术，是在前三次工业革命的基础上，为了满足人类社会的发展和工业社会发展提出的，由提出到它的技术成熟以及发挥巨大的影响形成新的技术范式，称其为工业革命 4.0.

## 3 工业 4.0 有哪些特点?

**互联：**互联工业 4.0 的核心是连接，要把设备、生产线、工厂、供应商、产品和客户紧密地联系在一起。

**数据：**工业 4.0 连接和产品数据、设备数据、研发数据、工业链数据、运营数据、管理数据、销售数据、消费者数据。

**集成：**工业 4.0 将无处不在的传感器、嵌入式中端系统、智能控制系统、通信设施通过 CPS 形成一个智能网络。通过这个智能网络，使人与人/人与机器、机器与机器、以及服务与服务之间，能够形成一个互联，从而实现横向、纵向和端到端的高度集成。

**创新：**工业 4.0 的实施过程是制造业创新发展的过程，制造技术、产品、模式、业态、组织等方面的创新，将会层出不穷，从技术创新到产品创新，到模式创新，再到液态创新，最后到组织创新。

**转型：**对于中国的传统制造业而言，转型实际上是从传统的工厂，从 2.0、3.0 的工厂转型到 4.0 的工厂，整个生产形态上，从大规模生产，转向个性化定制。实际上整个生产的过程更加柔性化、个性化、定制化。这是工业 4.0 一个非常重要的特征。

#### 4 为什么说智能制造是未来制造业的发展新趋势？

1、智能制造将迈进人机一体智能化时代。从经济发展角度看，纯粹数字化的机器世界是没有意义的，因此，人和机器交互是具备重要意义的。目前，世界各国正在开始布局用于催生人机一体智能化时代的关键技术。这类技术不仅可以在医学上帮助了渐冻症以及其他身患残疾的人们重获行动自由，可以实现了人类意识和智能化机器的交互协同。

2、制造过程逐步自动化、集成化、信息化。以数据为基础，智能制造装备实现产品设计等全过程的自动化、集成化、信息化，满足产品的个性化、定制化的需求。自动化是指装备可以根据用户要求进行自动制造，并能良好地适应制造对象和制造环境，实现产品生产过程的优化;集成化是指智能制造装备的技术集成、系统集成的发展方向，将生产工艺技术、硬件、软件与应用技术相结合，形成设备与智能网络的高度互联;信息化则是在加强信息技术与先进制造技术的融合的同时，将实感技术、计算机技术、软件技术应用到生产设备中，实现装备性能的自动化。

3、受益于政策红利，智能制造将大力发展。近几年，在振兴装备制造业、发展高端制造业、发展战略新兴产业等方面，国家将智能制造装备产业视为高端制造业的一个重点领域，持续出台了相关政策和配套措施，并大力扶持相关企业。受益于国家政策的大力推动，更多的企业进行研发、生产和投资智能制造装备，形成了智能制造装备产业体系。

4、制造过程向智能化、绿色化发展，行业的应用需求上升。智能制造装备产业能够提升生产效率、技术水平和产品质量，实现制造过程的智能化、绿色化发展，使得行业的应用需求上升。iiMedia Research(艾媒咨询)数据显示，随着技术改革的推动，我国 3C 电子智能制造业规模 2022 年将达到 5.47 万亿元，占全球产能 70%。目前，从生产流程的覆盖率看，我国 3C 电子智能制造业自动化渗透率仅为 20-30%。由于制造智能化的便捷性，3C 制造行业的智能升级需求越来越大。

## 5 实施制造执行系统的过程可分为几个步骤？

管理企业或导入 ERP 中的计划，并将工厂级的生产计划逐级分解为生产现场作业的工序计划。

管理生产现场的资源，包括对设备、人力和物料等进行规范的管理。对产品、物料等采用扫描枪自动识别，提高效率，杜绝人为错误。

根据产品数据和资源情况，分析生产能力，及时发现瓶颈问题，对有关进行和后续进行的生产、工序计划进行灵活的调整。

加强生产现场的监控，通过自动识别、即时记录和数据采集，减少了人工操作，对物料的准备、短缺或错误，能够及时知道并采取行动，加快了与生产制造的匹配节奏。

改进生产流程，减少了手工作业单、统计等环节，以及人工造成的差错，解决生产业务数据录入滞后的问题，车间管理效率大幅提升。

生产过程即时记录，清晰物料的流向和状态，半成品/产品能够根据记录进行有效的追溯，如追溯产品使用的工艺工序、原料提供商、批次、操作员、生产时间等。任意视角和环节的前追后溯，故障定位及责任界定明确，管理到位。

对半成品/产品，以及生产过程进行有效追溯，通过记录的生产数据，统计分析产品、设备、材料供应、人力资源等的的数据，为决策、提高生产效益提供准确的数据依据。