



中國工程院
Chinese Academy of Engineering



人工智能赋能新型工业化

中国工程院
周 济

2024年4月2日·北京



中國工程院
Chinese Academy of Engineering

一、推进新型工业化，加快建设制造强国

二、人工智能赋能新型工业化——智能制造

是推进新型工业化的主要技术路线

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

中国共产党第二十次全国代表大会报告强调

坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，

推进新型工业化，

加快建设制造强国、质量强国、航天强国、

交通强国、网络强国、数字中国。

这为我国今后30年的经济发展道路指明了前进方向。

中央召开全国新型工业化推进大会，学习了习近平总书记的重要指示：

新时代新征程，以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业，实现新型工业化是关键任务。

一、推进新型工业化，加快建设制造强国

制造业是立国之本、强国之基。

——习近平

中国梦具体到工业战线就是加快推进新型工业化。

——习近平

一、推进新型工业化，加快建设制造强国

新时代新征程，推进新型工业化，加快建设制造强国，成为我国的国家战略。

一、推进新型工业化，加快建设制造强国

立足国情、立足现实，我国确定了“三步走”的“推进新型工业化、加快建设制造强国”的战略部署：

- 第一步，到**2025年**，中国全面推进新型工业化，制造业进入世界制造强国第二方阵，迈入**制造强国行列**；
- 第二步，到**2035年**，中国基本实现新型工业化，制造业将位居世界制造强国第二方阵前列，成为**名副其实的制造强国**；
- 第三步，到**2045年**，中国全面实现新型工业化，制造业又大又强，从世界产业链中低端迈向中高端，中国制造业进入世界制造强国第一方阵，成为**世界领先的制造强国**。

一、推进新型工业化，加快建设制造强国

我国推进新型工业化、建设制造强国的战略部署：

2025年，中国全面推进新型工业化，制造业进入世界制造强国第二方阵，迈入制造强国行列

(第一阶段)

2025年

2035年，中国基本实现新型工业化，制造业将位居世界制造强国第二方阵前列，成为名副其实的制造强国

(第二阶段)

2035年

2045年，中国全面实现新型工业化，中国制造业进入世界制造强国第一方阵，成为世界领先的制造强国

(第三步阶段)

2045年

一、推进新型工业化，加快建设制造强国

二、人工智能赋能新型工业化——智能制造

是推进新型工业化的主要技术路线

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

二、人工智能赋能新型工业化——智能制造

是推进新型工业化的主要技术路线

- 1.人工智能赋能新型工业化——智能制造的核心要义**
- 2.智能制造的三个基本范式**
- 3.面向智能制造的人-信息-物理系统（HCPS）的进化历程**
- 4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级**

1.人工智能赋能新型工业化——智能制造的核心要义

**推进新型工业化，加快建设制造强国，
走一条什么样的技术路线呢？**

1.人工智能赋能新型工业化——智能制造的核心要义

推进人工智能赋能新兴工业化。

**推进智能制造，
推动制造业加速向数字化、网络化、智能化发展。**

**要以智能制造为主攻方向推动产业技术变革和优化升级，
推动制造业产业模式和企业形态根本性转变，
以“鼎新”带动“革故”，
以增量带动存量，
促进我国产业迈向全球价值链中高端。**

1.人工智能赋能新型工业化——智能制造的核心要义

- 1) 智能制造的核心要义是人工智能赋能新型工业化。人工智能技术与先进制造技术深度融合，智能技术是赋能技术、为主导，制造技术是本体技术、为主体，根本任务是实现制造业数字化转型、智能化升级。
- 2) 智能制造是一个大概念，包含了数字化制造、数字化网络化制造和新一代智能制造三种基本范式，新一代智能制造是最高范式。
- 3) 智能制造是一个大系统，贯穿于产品、生产、服务等制造全生命周期的各个基本环节，在工业互联网和智能云平台支持下，交融成为智能集成制造系统。
- 4) 智能制造是第四次工业革命的核心技术，是实现制造业创新发展的主要技术路径，是制造业高质量发展的核心驱动力。

二、人工智能赋能新型工业化——智能制造

是推进新型工业化的主要技术路线

- 1.人工智能赋能新型工业化——智能制造的核心要义**
- 2.智能制造的三个基本范式**
- 3.面向智能制造的人-信息-物理系统（HCPS）的进化历程**
- 4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级**

2.智能制造的三个基本范式

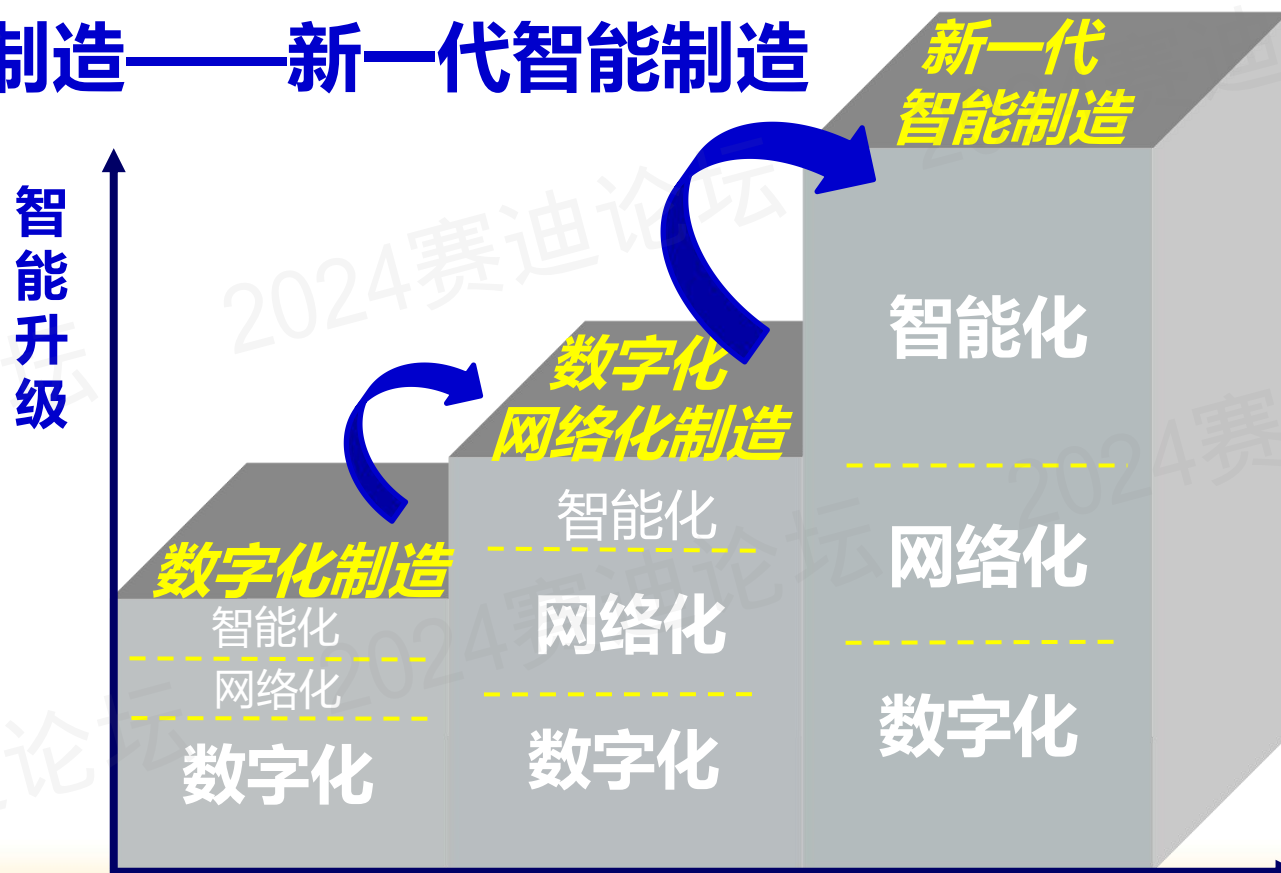
智能制造在长期实践演化中形成了三种基本范式，即：

数字化制造——第一代智能制造

数字化网络化制造——“互联网+制造”或第二代智能制造

数字化网络化智能化制造——新一代智能制造

新一代智能制造
是智能制造的
最高范式



二、人工智能赋能新型工业化——智能制造

是推进新型工业化的主要技术路线

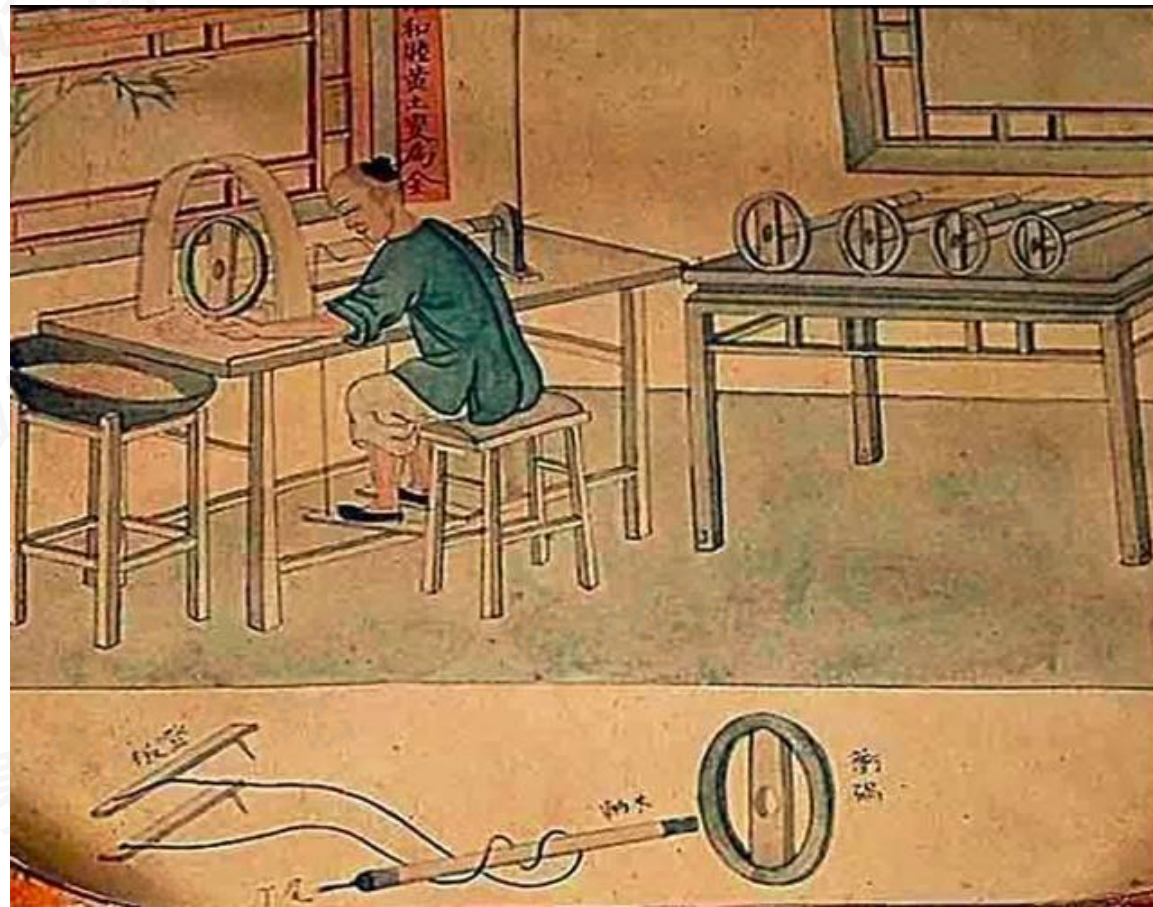
- 1.人工智能赋能新型工业化——智能制造的核心要义**
- 2.智能制造的三个基本范式**
- 3.面向智能制造的人-信息-物理系统（HCPS）的进化历程**
- 4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级**

3.面向智能制造的人-信息-物理系统（HCPS）的进化历程

- 1) 制造系统发展的第一阶段：传统制造与人-物理系统（HPS）
- 2) 制造系统发展的第二阶段：数字化制造与人-信息-物理系统（HCPS1.0）
- 3) 制造系统发展的第三阶段：数字化网络化制造与人-信息-物理系统（HCPS1.5）
- 4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统（HCPS2.0）

1) 制造系统发展的第一阶段：传统制造与人-物理系统（HPS）

200多萬年前，人類就會製造和使用工具。從石器時代、到青銅器時代、再到鐵器時代，這種主要依靠人力和畜力為主要動力並使用簡易工具的生​​產系統一直持續了百萬多年。



天工開物，玉器磨床

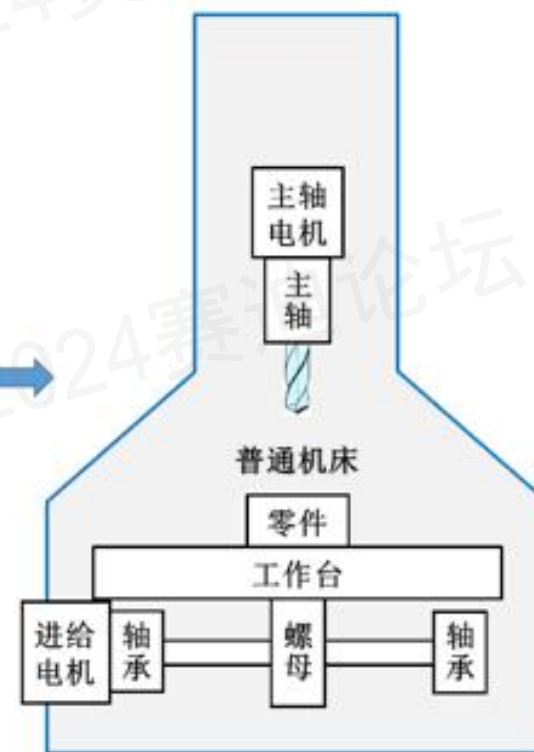
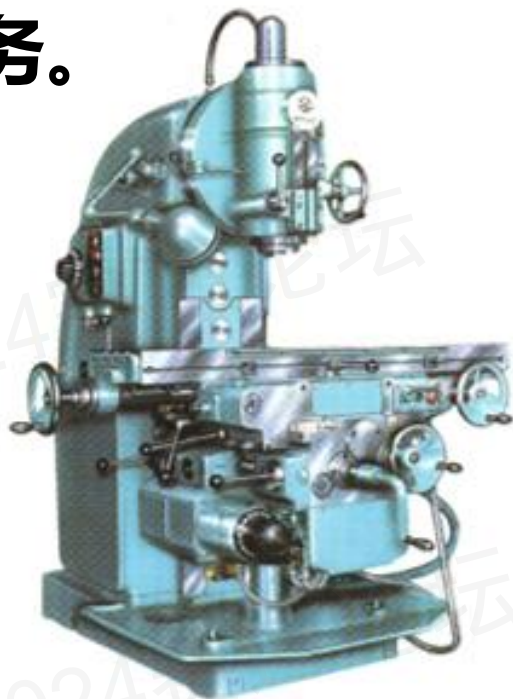
1) 制造系统发展的第一阶段：传统制造与人-物理系统（HPS）

以蒸汽机的发明为标志的动力革命引发了**第一次工业革命**，以电机的发明为标志的动力革命引发了**第二次工业革命**，人类不断发明、创造与改进各种动力机器并使用它们来制造各种工业品，这种由人和机器所组成的制造系统大量替代了人的体力劳动，大大提高了制造的质量和效率，社会生产力得以极大提高。

1) 制造系统发展的第一阶段：传统制造与人-物理系统（HPS）

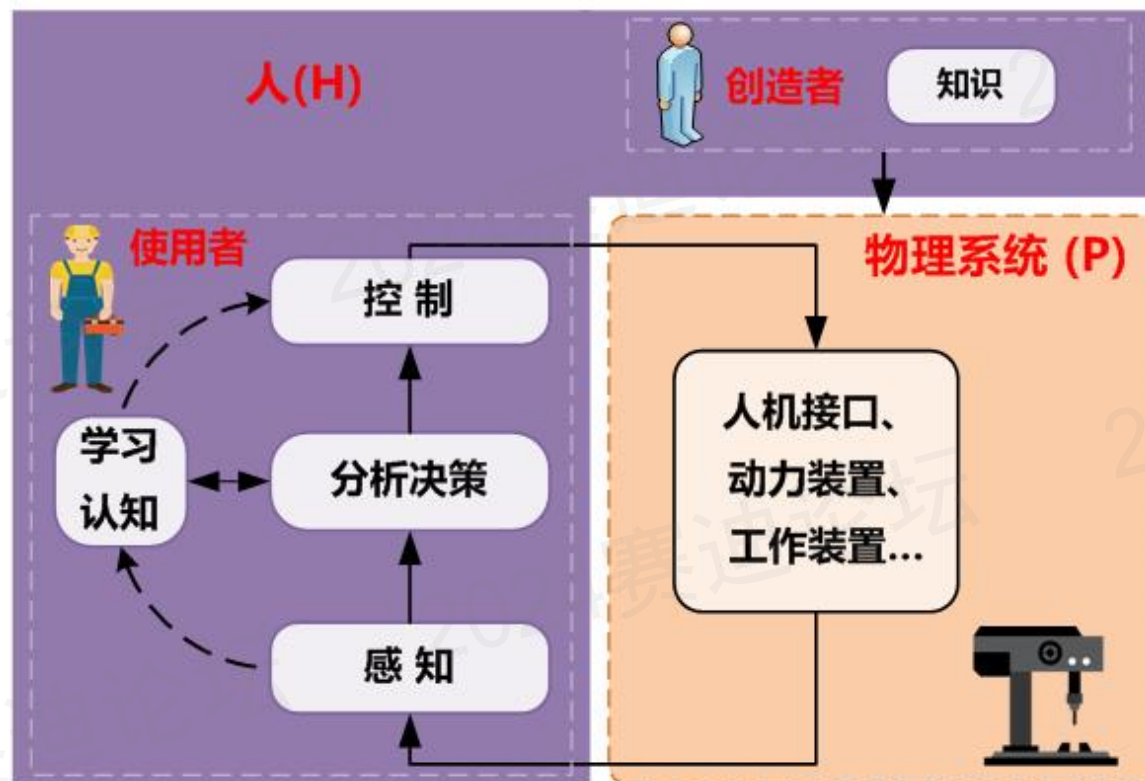
例：传统手动机床

在传统手动机床上加工零件时，需由操作者根据加工要求，通过手眼感知、分析决策并操作手柄控制刀具相对工件按希望的轨迹运动而完成加工任务。



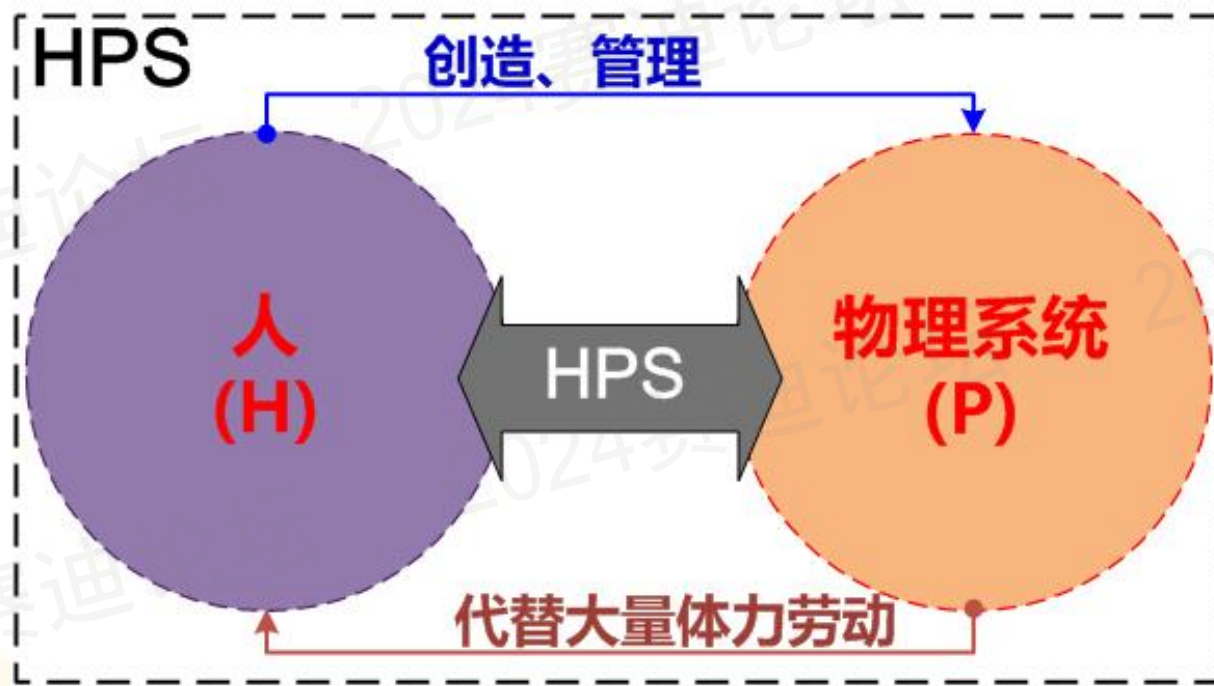
1) 制造系统发展的第一阶段：传统制造与人-物理系统（HPS）

这些制造系统由人和物理系统（如机器）两大部分所组成，因此称为人-物理系统（Human-Physical Systems）—HPS。



1) 制造系统发展的第一阶段：传统制造与人-物理系统（HPS）

物理系统（Physical Systems）--P是主体，工作任务是通过物理系统完成的；而人（Human）--H则是主宰和主导，人是物理系统的创造者，同时又是物理系统的使用者，完成工作任务所需的感知、学习认知、分析决策与控制操作等均需由人完成。



2) 制造系统发展的第二阶段：数字化制造与人-信息-物理系统 (HCPS1.0)

二十世纪中叶以后，随着制造业对于技术进步的强烈需求，以及计算机、通讯和数字控制等信息化技术的发明和广泛应用，制造系统进入了数字化制造（Digital manufacturing）时代，以数字化为标志的信息革命引领和推动了第三次工业革命。

2) 制造系统发展的第二阶段：数字化制造与人-信息-物理系统（HCPS1.0）

数字化制造——Digital Manufacturing

数字化制造是智能制造的第一种基本范式，也可称为第一代智能制造。

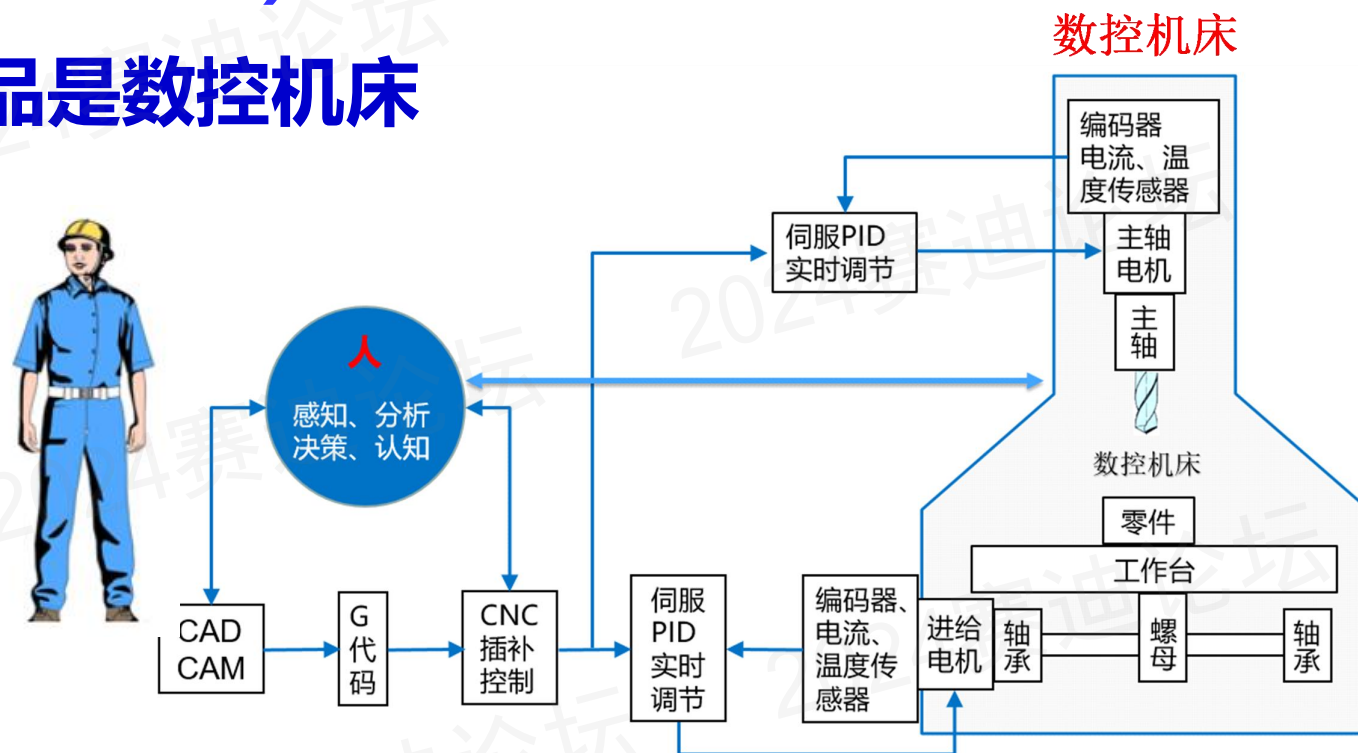
2) 制造系统发展的第二阶段：数字化制造与人-信息-物理系统（HCPS1.0）

例：数控机床（NC Machine Tool）

第三次工业革命最典型的产品是数控机床

与手动机床相比，数控机床发生的本质变化是：在人和机床实体之间增加了数控系统。操作者只需根据加工要求，将加工过程中需要的刀

具与工件的相对运动轨迹、主轴速度、进给速度等按规定的格式编成加工程序，计算机数控系统即可根据该程序控制机床自动完成加工任务。

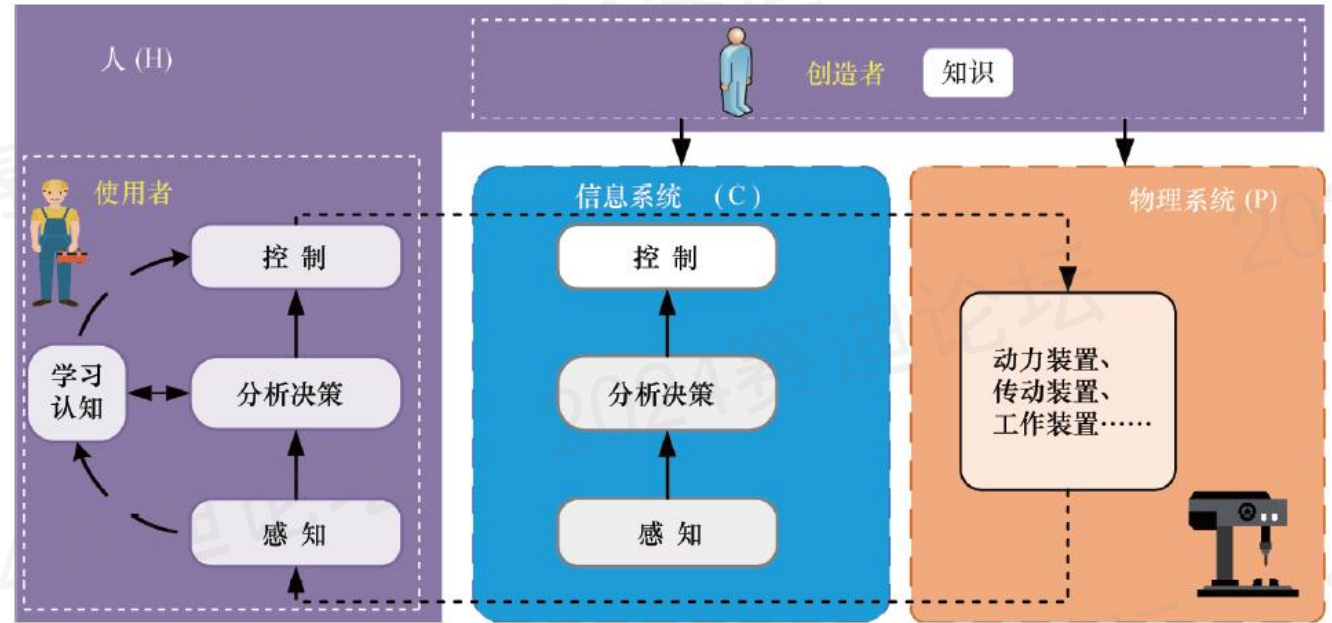


2) 制造系统发展的第二阶段：数字化制造与人-信息-物理系统 (HCPS1.0)

与传统制造系统相比，数字化制造系统最本质的变化是在人和物理系统之间增加了一个信息系统 (Cyber System)

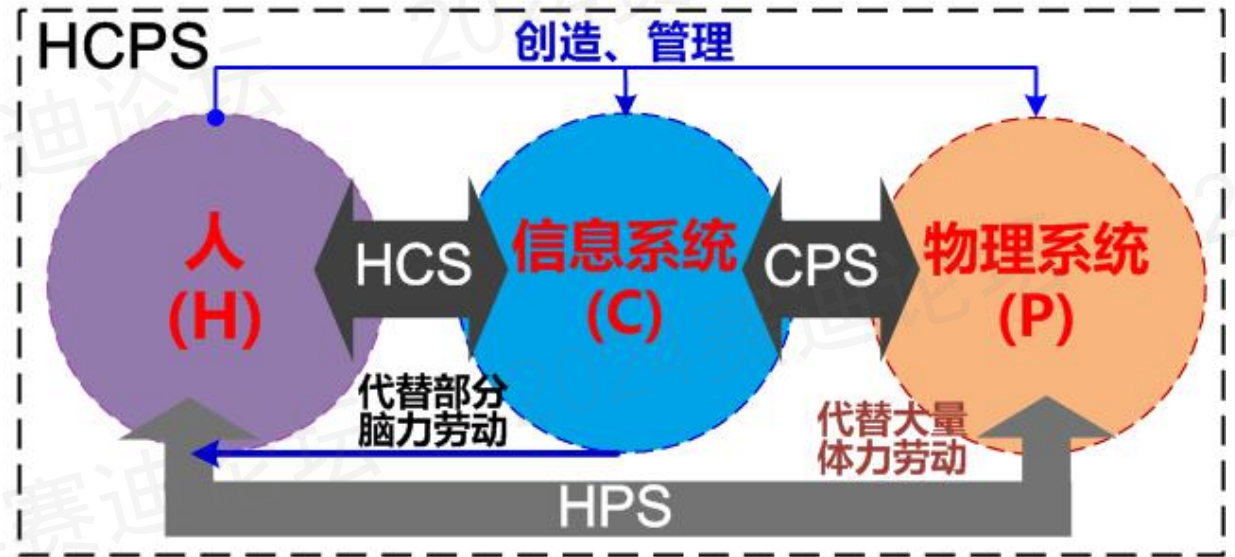
—C，从原来的“人-物理”二元系统发展成为“人-信息

-物理” (Humen-Cyber-Physical Systems) —HCPS三元系统，HPS进化成了HCPS。人的相当部分的感知、分析、决策和控制功能迁移给信息系统，信息系统可以代替人类完成部分脑力劳动。信息系统是由软件和硬件组成的系统，其主要作用是对输入的信息进行各种计算分析，并代替操作者去控制物理系统完成工作任务。



2) 制造系统发展的第二阶段：数字化制造与人-信息-物理系统 (HCPS1.0)

面向数字化制造的HCPS可定义为HCPS1.0。与HPS相比，HCPS1.0通过集成人、信息系统和物理系统的各自优势，其能力尤其是计算分析、精确控制以及



感知能力等都得以极大提高，其结果是：一方面，制造系统的自动化程度、工作效率、质量与稳定性以及解决复杂问题的能力等各方面均得以显著提升；另一方面，不仅操作人员的体力劳动强度进一步降低，更重要的是，人类的部分脑力劳动也可由信息系统完成，知识的传播利用以及传承效率都得以有效提高。

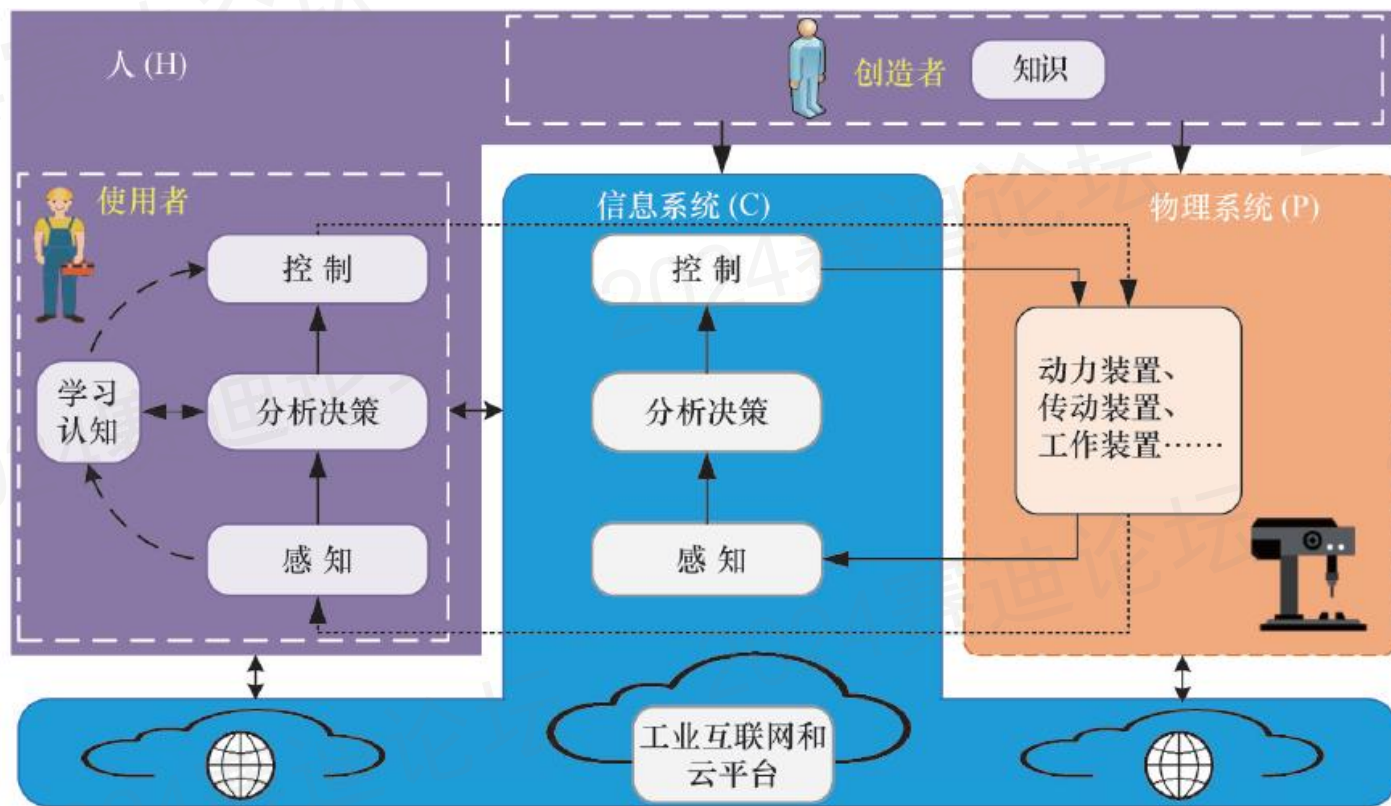
3) 制造系统发展的第三阶段：数字化网络化制造与人-信息-物理系统 (HCPS1.5)

上世纪末本世纪初，互联网技术快速发展并得到广泛普及和应用，“互联网+”不断推进制造业和互联网融合发展，制造技术与数字技术、网络技术的密切结合重塑制造业的价值链，推动制造业从数字化制造向数字化网络化制造的范式转变。

数字化网络化制造是智能制造的**第二种基本范式**，也可称为**“互联网+制造”**，或**第二代智能制造**。**“互联网+制造”**实质上是**“互联网+数字化制造”**。

3) 制造系统发展的第三阶段：数字化网络化制造与人-信息-物理系统 (HCPS1.5)

最大的变化在于信息系统：互联网和云平台成为信息系统的重要组成部分，既连接信息系统各部分，又连接物理系统各部分，还连接人，是系统集成的工具；联接互通与协同集成优化成为了信息系统的重要内容。



3) 制造系统发展的第三阶段：数字化网络化制造与人-信息-物理系统 (HCPS1.5)

“互联网+制造”的实质是有效解决了“联接”这个重大问题：在数字化制造的基础上，深入应用先进的通讯技术和网络技术，用网络将人、流程、数据和事物连接起来，联通企业内部和企业间的“信息孤岛”，通过企业内、企业间的协同和各种社会资源的共享与集成，实现产业链的优化，快速、高质量、低成本地为市场提供所需的产品和服务。先进制造技术和数字化网络化技术的融合，使得企业对市场变化具有更快的适应性，能够更好地收集用户对使用产品和对产品质量的评价信息，在制造柔性化、管理信息化方面达到了更高的水平。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

新世纪以来，互联网、云计算、大数据等信息技术日新月异、飞速发展，并极其迅速的普及应用，形成了群体性跨越。这些历史性的技术进步，集中汇聚在新一代人工智能（AI2.0）的战略突破，新一代人工智能已经成为新一轮科技革命的核心技术。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

新一代智能制造 (Intelligent Manufacturing)

——数字化网络化智能化制造是智能制造的**第三种基本范式**。

其本质上是“**人工智能+互联网+数字化制造**”。

标志性事件

2016年Google AlphaGo以4:1战胜围棋世界冠军李世石。



**这个重大历史性事件，
标志着“新一代人工智能”时代的到来。**

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

为什么是“新一代人工智能”？

60年前，1956年，一批顶级专家在美国达特茅斯 (Dartmouth) 聚会，首次确定了“人工智能”概念：让机器像人那样认知、思考和学习，即用计算机模拟人的智能。

60年来，人工智能技术几起几伏，顽强地奋斗，不断地前进，但总体而言，还是属于第一代技术，属于“人工智能1.0”时代。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

六十年一甲子，量变到质变。

近年来，随着计算能力的极大提高，

互联网引发了真正的大数据，

在各种先进技术互融互通的基础上，

人工智能技术已经实现战略突破，

进入了“新一代人工智能”（AI2.0）时代。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

新一代人工智能呈现出深度学习、跨界融合、人机协同、群体智能等新特征，大数据智能、跨媒体智能、人机混合增强智能、群体集成智能和自主智能装备正在成为发展重点。



4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

2022年底，ChatGPT
横空出世！

2023年3月，GPT-4

GPT-Generative Pre-Training Transformer

生成式 预 训练 变换器

GPT是一种预训练自监督生成式学习算法；

本质上是一种深度学习算法，

一种人类指导的大数据智能强化学习算法。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

生成式大模型GPT开始具备了理解和学习的功能，具有强大的解决实际问题的能力。

量变到质变，ChatGPT是人工智能发展史上一次革命性里程碑意义的重大突破、重大跨越，跨越了弱人工智能到强人工智能的拐点，宣示着通用强人工智能时代的到来。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

短暂一年多，大模型+大数据+大算力的新一代人工智能飞速发展，迎来了通用人工智能时代。

人工智能进入通用人工智能时代，其应用性发生了质的改变，将使能百模千态、赋能千行万业，实现各行各业的智能转型，人类社会正在加速迈向智能世界。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

最关键的是，新一代人工智能解决复杂问题的方法从“**强调因果关系**”的传统模式向“**强调关联关系**”创新模式转变，进而向“**关联关系**”和“**因果关系**”深度融合的先进模式发展，解决复杂问题的能力突飞猛进。

最本质的是，新一代人工智能具备了学习的能力，具备了生成知识和更好地运用知识的能力，实现了质的飞跃。

新一代人工智能为人类提供了认识复杂系统的**新思维**，提供了改造自然和社会的**新技术**。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

充分认识到新一代人工智能技术的发展

将深刻改变人类社会生活、改变世界，

我们国家发布了“新一代人工智能发展规划”，

以抓住机遇，抢占先机。

世界各国也都把新一代人工智能的发展

摆在了最重要的位置。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

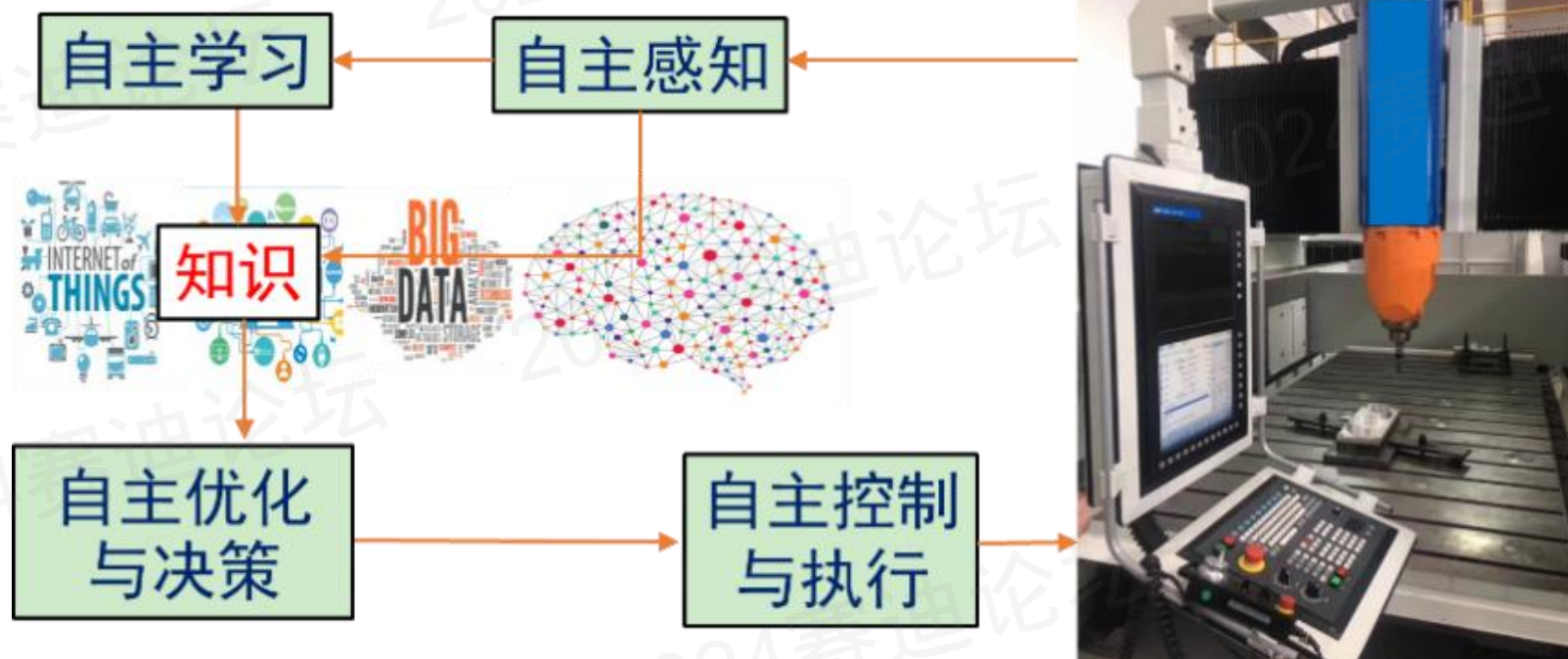
总之，新一代人工智能已经成为新一轮科技革命的核心技术，正在形成推动经济社会发展的巨大引擎。

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

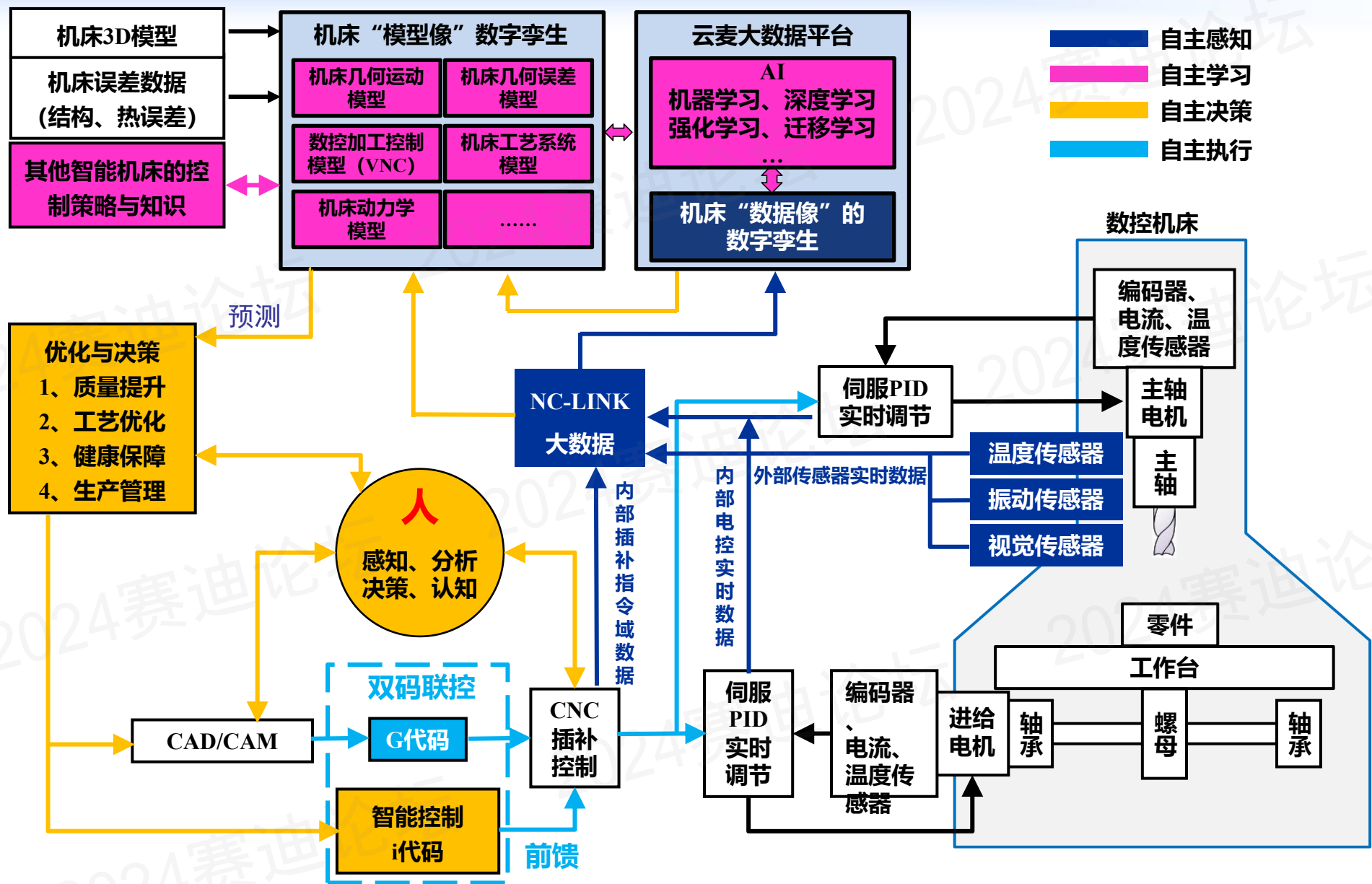
**新一代人工智能技术与先进制造技术的深度融合，
形成了新一代智能制造技术，
成为了新一轮工业革命的核心技术，
成为了第四次工业革命的核心驱动力。**

例：新一代智能机床 (Intelligent Machine Tool)

新一代智能机床是在工业互联网、大数据、云计算的基础上，应用新一代人工智能技术和先进制造技术深度融合的机床。



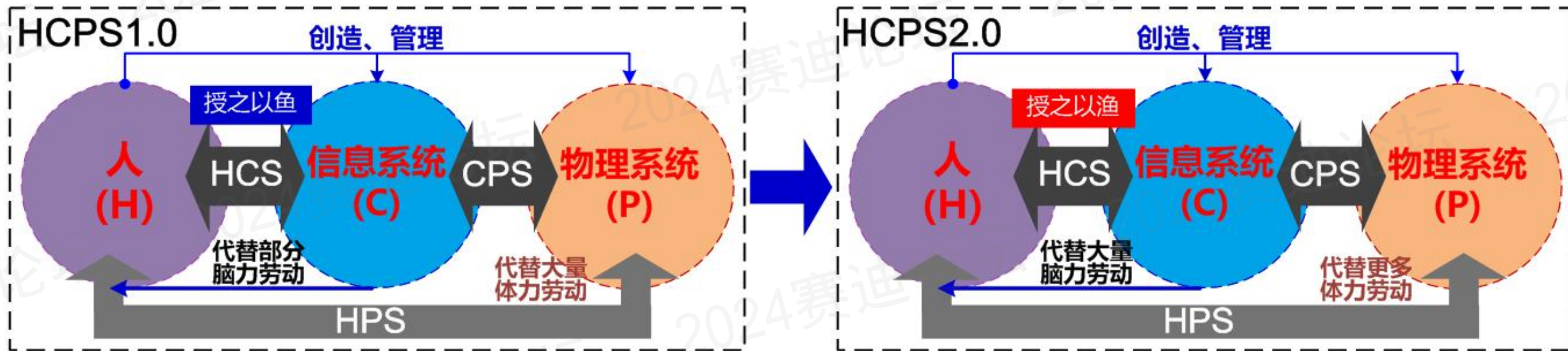
新一代智能机床能够实现自主感知、自主学习、自主优化与决策、自主控制与执行，极大提高机床加工质量、使用效率，降低成本，是第四次工业革命的典型产品。



智能机床控制原理

4) 制造系统发展的第四阶段：数字化网络化智能化制造与人-信息-物理系统 (HCPS2.0)

人和信息系统的关系发生了根本性的变化，即从“授之以鱼”变成了“授之以渔”。



二、人工智能赋能新型工业化——智能制造

是推进新型工业化的主要技术路线

- 1.人工智能赋能新型工业化——智能制造的核心要义
- 2.智能制造的三个基本范式
- 3.面向智能制造的人-信息-物理系统（HCPS）的进化历程
- 4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

**新一轮科技革命和产业变革
与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇。**

——习近平

交汇点在哪里？

智能制造是最重要的交汇点。

4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

一代技术 一代产品 一代工业

纵观历史，制造工程创新发展有许多途径，主要有两种途径：
一是制造技术原始性创新，这种创新是根本性的，极为重要；
二是共性赋能技术与制造技术融合创新，应用共性赋能技术对制造技术“赋能”，两者深度融合形成创新的制造技术，对各行各业各种各类制造系统升级换代，是一种革命性的技术融合和系统集成式创新，具有通用性、普适性。

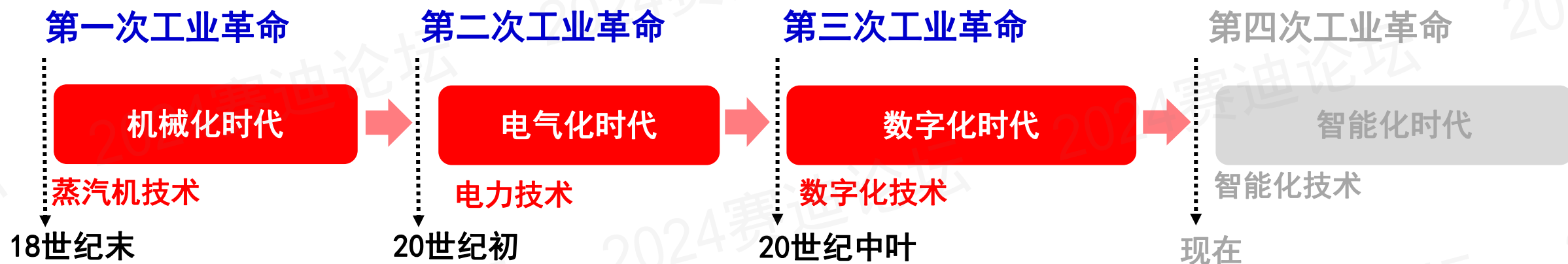
4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

一代技术 一代产品 一代工业

前三次工业革命的共性赋能技术分别是蒸汽机技术、电机技术和数字化技术，第四次工业革命的共性赋能技术是数字化网络化智能化技术，这些共性赋能技术与制造技术的深度融合，可以推动各行各业各种各类制造技术创新升级，引领和推动制造业革命性的转型升级。

4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

一代技术 一代产品 一代工业

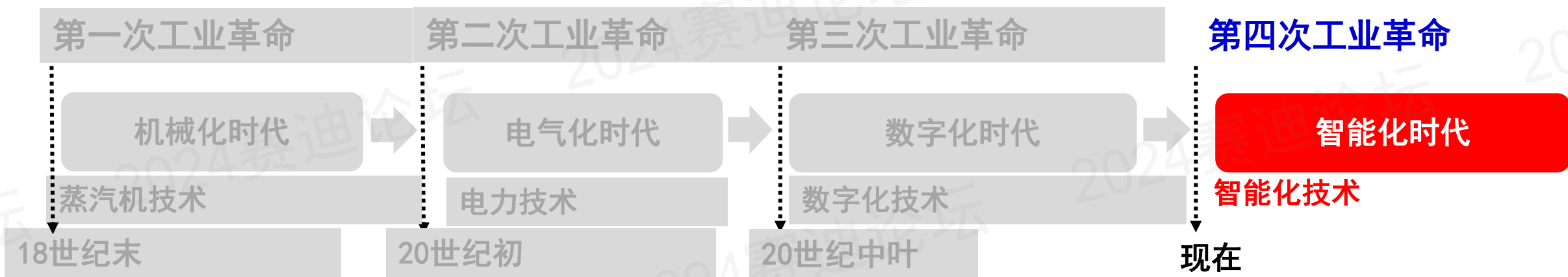


第一次工业革命和第二次工业革命分别以蒸汽机和电力的发明和应用为根本动力，极大地提高了生产力，人类社会进入了现代工业社会。

第三次工业革命，以计算、通讯、控制等数字化技术的创新与应用为标志，持续将工业发展推向新高度。

4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

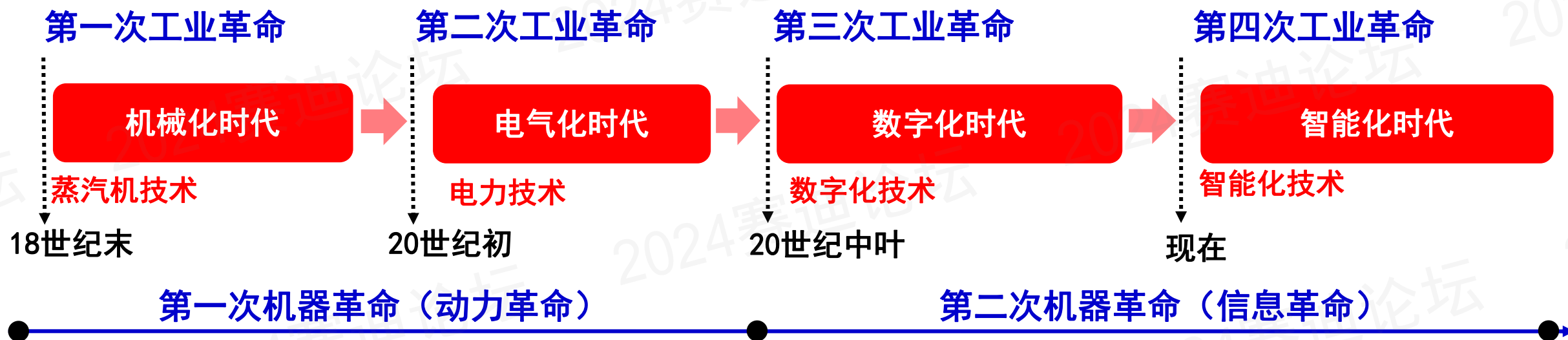
一代技术 一代产品 一代工业



新一代人工智能突破和应用进一步提升了制造业数字化网络化智能化的水平，从根本上提高工业**知识产生和利用的效率**，极大地解放人的体力和脑力，创新的速度大大加快，应用的范围更加泛在，从而推动制造业发展步入新阶段，即数字化网络化智能化制造——**新一代智能制造**。

4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

一代技术 一代产品 一代工业



如果说数字化网络化制造是新一轮工业革命的开始，那么**新一代智能制造的突破和广泛应用**将推动形成这次工业革命的高潮，重塑制造业的技术体系、生产模式、产业形态，并将引领真正意义上的“工业4.0”，实现第四次工业革命。

例：智能汽车

近期智能汽车的快速发展远远超出了人们的预想。汽车正经历**燃油汽车**→**电动汽车（数字化）**→**网联汽车（网络化）**的发展历程，朝着**无人驾驶汽车（智能化）**的方向极速前进。



4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

随着新一代人工智能技术的深入应用，未来汽车将会进入无人驾驶时代，将成为一个智能移动终端，成为人们工作和生活的更加美好的移动空间。

4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

中国新能源汽车产业为什么能够“异军突起、出奇制胜”？

“异”在哪里？“奇”在哪里？

技术创新！

数字化、网络化、智能化！

开道超车、跨越发展！

启示：紧紧抓住第四次工业革命的历史机遇，坚持以创新为第一动力，以智能制造为主攻方向，推进制造业数字化转型、智能化升级，中国制造业一定能够由大变强，实现制造强国建设的伟大历史任务。

4.抓住第四次工业革命的机遇，推动制造业转型升级

智能制造——

数字化转型·智能化升级

是我国制造业创新发展的主要技术路径，

是我国制造业转型升级的主要技术路线，

是加快建设制造强国的主攻方向。

一、推进新型工业化，加快建设制造强国

二、人工智能赋能新型工业化——智能制造

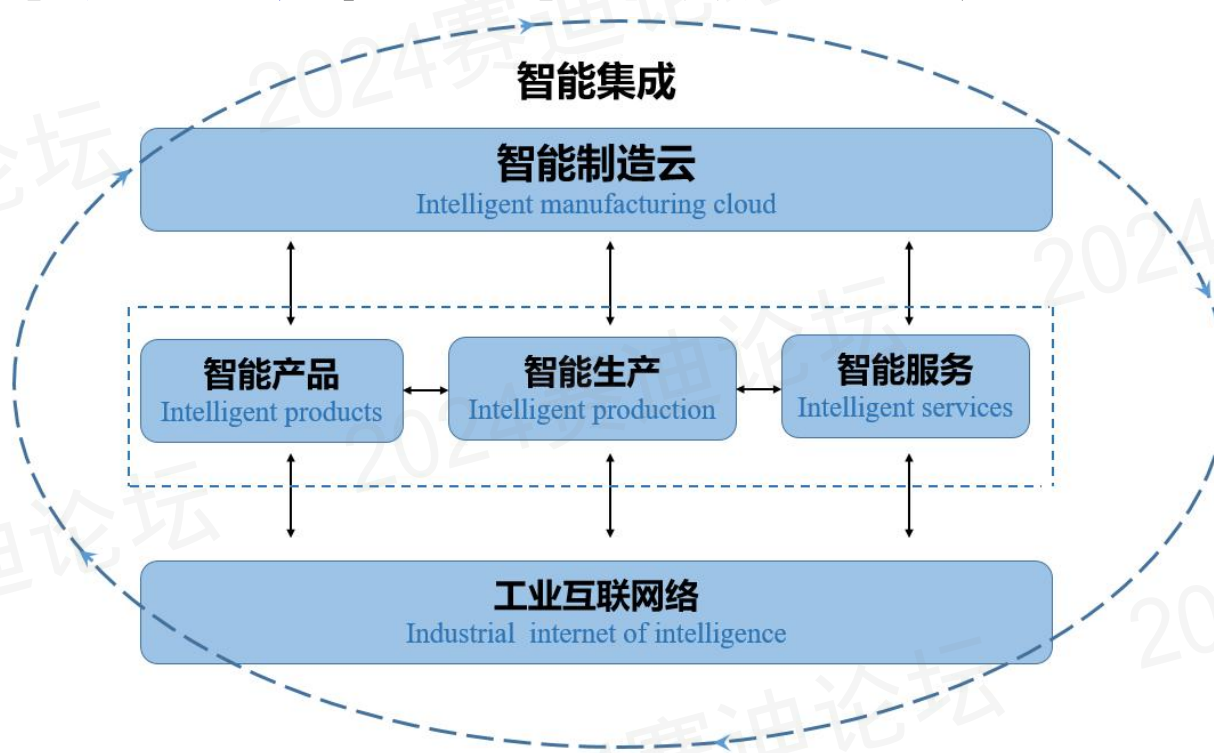
是推进新型工业化的主要技术路线

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

智能制造是一个大系统，一个集成大系统



智能制造系统主要由智能产品、智能生产及智能服务三大功能系统以及智能制造云和工业互联网两大支撑系统集合而成。

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

制造业创新的内涵包括四个方面：

一是**产品创新**；

二是**生产技术创新**；

三是**产业模式创新**；

四是**制造系统集成创新**。

在这四个方面上，**数字化网络化智能化**都是制造业**创新的主要途径**。

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

制造业创新发展的主要路径：

1. 产品创新——数字化网络化智能化产品
2. 生产技术创新——数字化网络化智能化生产
3. 产业模式创新
——以数字化网络化智能化服务为核心的制造业新模式新业态
4. 制造系统集成创新
——数字化网络化智能化集成制造系统

1. 产品创新——数字化网络化智能化产品

产品（主要指装备类产品）是制造的主要载体和价值创造的核心。数字化网络化智能化技术的广泛应用将给产品带来无限的创新空间，使产品产生革命性变化，从“**数字一代**”整体跃升至“**网联一代**”，进而整体跃升至“**智能一代**”。

例如，**智能手机、智能汽车、智能家电、智能火车**等就是典型的智能产品。

例：智能手机

过去20年，智能手机横空出世，极速发展、极速普及，创造了产品创新的奇迹。



华为Mate 60 pro

我们现在使用的智能手机，操作系统有1亿行代码，计算能力远远超过当年的超级计算机Cray-2。

华为Mate 60 pro展示了新一代智能手机的强大智能，已经搭载了**人工智能芯片**，麒麟9000S，开始具有了学习功能。

不久的将来，
新一代人工智能全面应用到手机上，
智能手机将发生什么样的变化呢？

我们充满了热切的期待。

1. 产品创新——数字化网络化智能化产品

综上所述，作为一种**共性赋能技术**，新一代智能制造技术可广泛应用于国民经济各行业各种产品与装备的升级换代。产品的创新与升级换代将极大提升各种产品的性能与市场竞争力，提高整个制造业的生产效率和质量水平。

(1) 机械制造装备

- ◆ 各种金属加工设备特别是金属切削机床；
- ◆ 各种非金属加工专用设备，如塑料加工机械；
- ◆ 食品、饮料、农副产品、日用化工、制药等专用制造设备；

(2) 通用机械装备

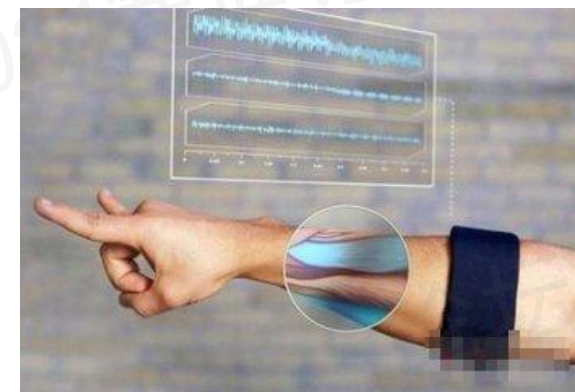
- ◆ 汽车、火车、飞机、轮船等交通运输设备；
- ◆ 火炮、雷达、坦克等武器装备；
- ◆ 工程、农业、建筑、港口、印刷、医疗机械等。

**可以预见，
新一代智能制造技术
将为产品和装备的创新插上腾飞的翅膀、
开辟更为广阔的天地。**

**到2035年，
我国各种产品和装备都将从“数字一代”
发展成“智能网联一代”，
升级为智能网联产品和装备。**

1. 产品创新——数字化网络化智能化产品

一方面，要涌现出一大批**先进的智能网联生活产品**，如智能网联终端、智能网联家电、智能网联服务机器人、智能网联玩具等，为人民更美好的生活服务。



1. 产品创新——数字化网络化智能化产品

另一方面，制造、运载、电子、服务装备必将全面**数字化转型、智能化升级**，如信息制造装备、航天航空装备、船舶和海洋装备、汽车、火车、能源装备、农业装备、医疗装备等等，特别是智能制造装备，如智能机床、智能机器人等，我们的“大国重器”将装备“工业大脑”，更加先进、更加强大。



三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

制造业创新发展的主要路径：

1. 产品创新——数字化网络化智能化产品
2. 生产技术创新——数字化网络化智能化生产
3. 产业模式创新
——以数字化网络化智能化服务为核心的制造业新模式新业态
4. 制造系统集成创新
——数字化网络化智能化集成制造系统

2. 生产技术创新——数字化网络化智能化生产

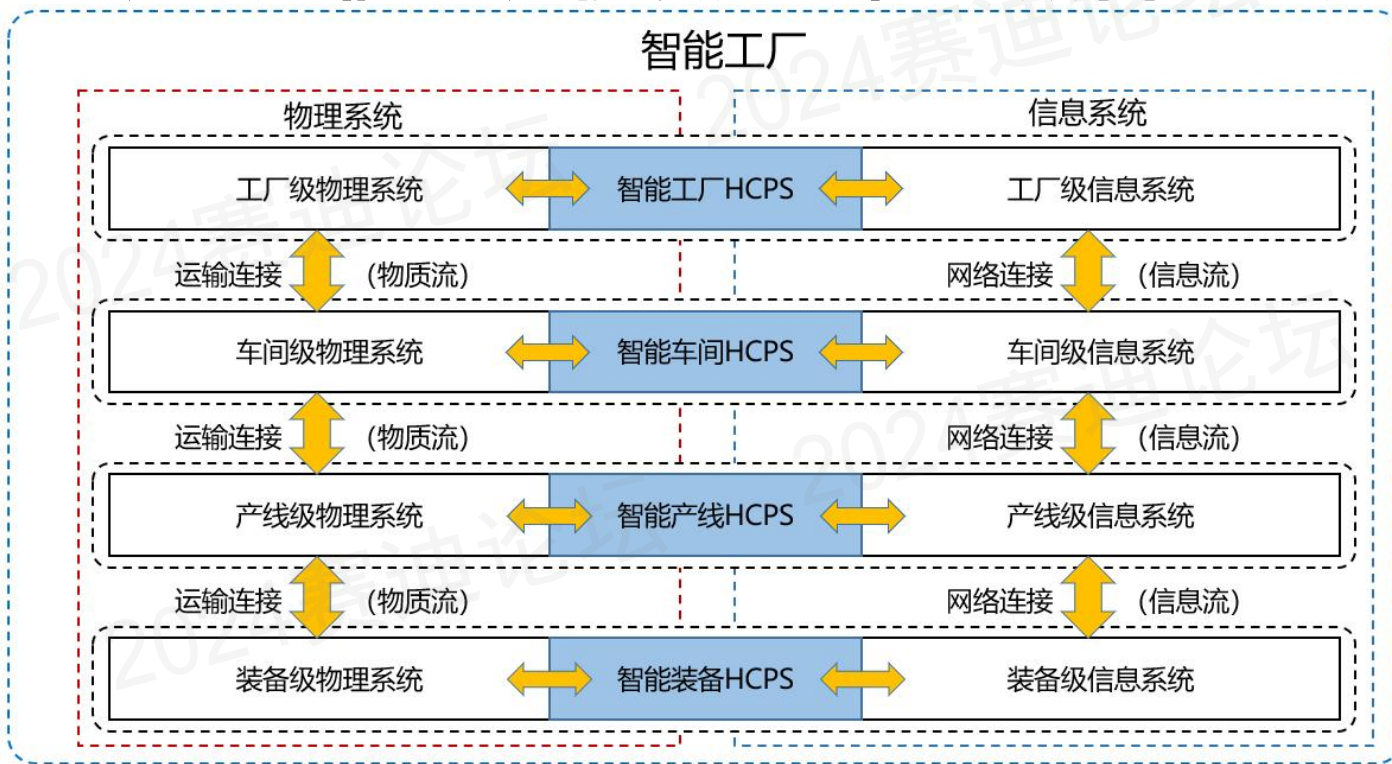
智能生产是制造智能产品的物化过程，亦即狭义而言的智能制造。

智能工厂是智能生产的主要载体。广义而言，智能工厂包括了产品设计、产品生产、销售服务等各方面业务。这里，主要讨论智能工厂的主体功能——智能生产。

智能工厂根据行业的不同可分为离散型智能工厂和流程型智能工厂，追求的目标都是生产过程的优化，大幅度提升生产系统的性能、功能、质量和效益，重点发展方向都是智能生产线、智能车间、智能工厂。

2. 生产技术创新——数字化网络化智能化生产

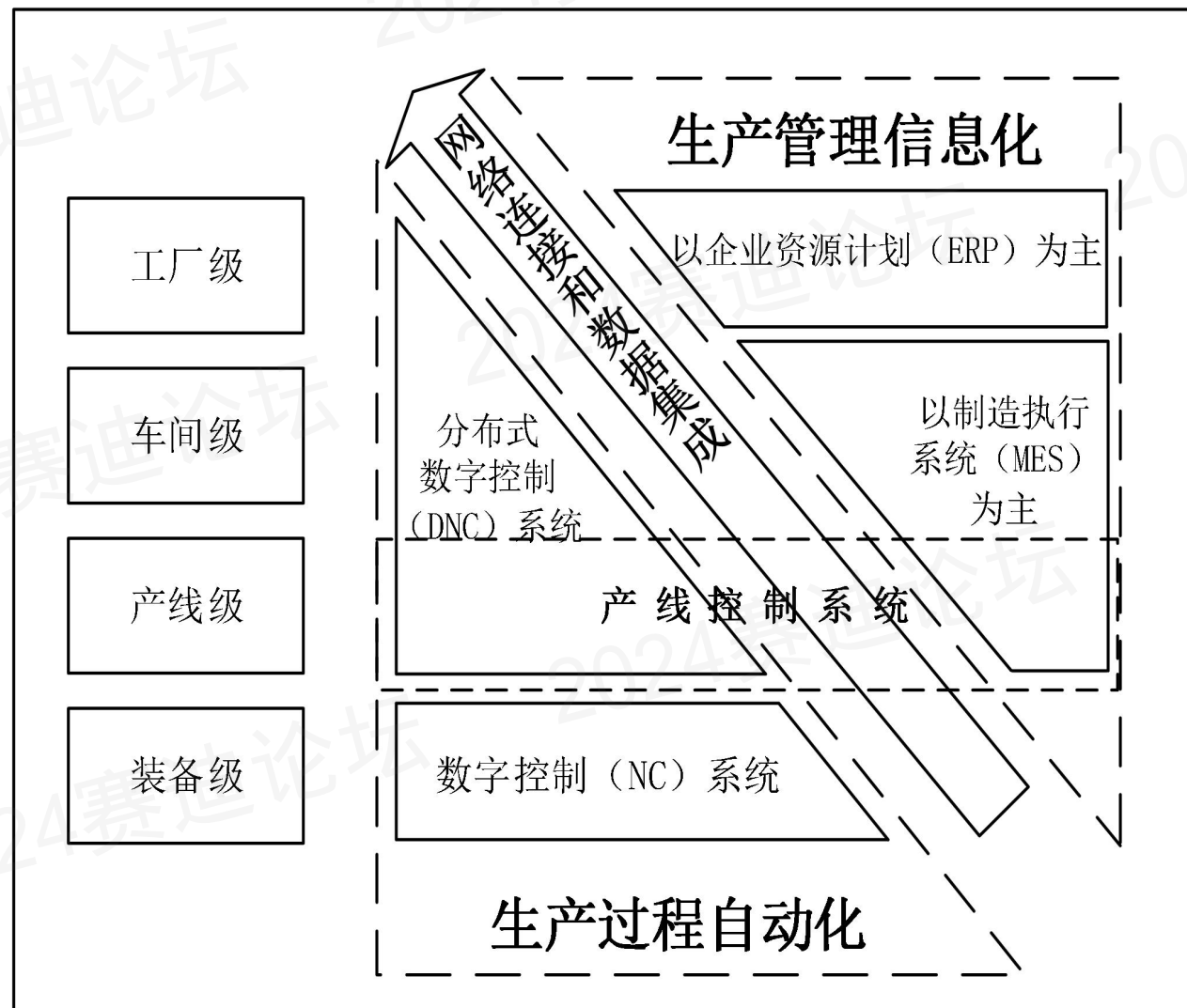
一般而言，智能工厂包含四个层级——智能装备、智能产线、智能车间和智能工厂。每个层级都是一个CPS，由物理系统和信息系统两个方面组成。各个层级的物理系统由运输系统联接起来，组成智能工厂的物理系统；各个层级的信息系统由网络系统联接起来，组成智能工厂的信息系统。智能工厂层级的物理系统和信息系统集成融合，并且与其运作者和控制者——人，集成融合形成智能工厂的人-信息-物理系统——HCPS。



智能工厂是智能生产的主要载体

数字化网络化智能化技术与制造技术的融合，主要从两条主线实现智能工厂的转型升级：

一方面，实现生产过程自动化；
另一方面，实现生产管理信息化。在网络联接和数据集成的支持下，两条主线深度集成，推动装备、产线、车间、工厂发生革命性的大变革。



2. 生产技术创新——数字化网络化智能化生产

智能工厂

将应用新一代人工智能技术
实现加工质量的升级、加工工艺的优化、
加工装备的健康保障、生产的智能调度和管理，
建成真正意义上的智能工厂。

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

制造业创新发展的主要路径：

1. 产品创新——数字化网络化智能化产品
2. 生产技术创新——数字化网络化智能化生产
3. 产业模式创新
——以数字化网络化智能化服务为核心的制造业新模式新业态
4. 制造系统集成创新
——数字化网络化智能化集成制造系统

3. 产业模式创新

——以数字化网络化智能化服务为核心的制造业新模式新业态

数字化网络化智能化技术引发了产品和生产的翻天覆地的变化，同样，数字化网络化智能化技术也引发了制造服务的翻天覆地的变化。

数字化网络化智能化技术正在深刻地改变着产品服务的方方面面。

3. 产业模式创新

——以数字化网络化智能化服务为核心的制造业新模式新业态

推进先进制造业与现代服务业深度融合，催生制造业产业模式和产业形态的根本性转变，实现从“以产品为中心”向“以用户为中心”的根本性转变，完成深刻的供给侧结构性改革。

从“以产品为中心”到“以用户为中心”的根本性转变，主要体现在生产模式、组织模式、产业形态的根本性变革。

3. 产业模式创新

——以数字化网络化智能化服务为核心的制造业新模式新业态

主要表现在三个方面——两个新模式和一个新业态：

第一，制造业生产模式从大规模流水线生产转向定制化规模生产。

第二，制造业组织模式从竞争与垄断走向竞争与协同共享。

第三，制造业产业形态从生产型制造向服务型制造转变。

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

制造业创新发展的主要路径：

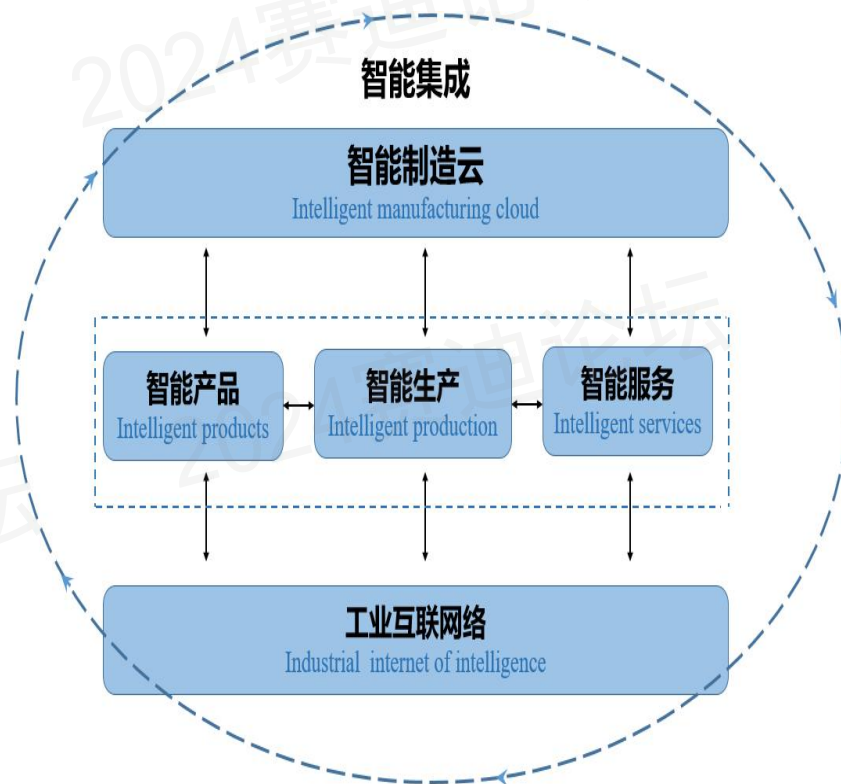
1. 产品创新——数字化网络化智能化产品
2. 生产技术创新——数字化网络化智能化生产
3. 产业模式创新
——以数字化网络化智能化服务为核心的制造业新模式新业态
4. 制造系统集成创新
——数字化网络化智能化集成制造系统

4. 制造系统集成创新

——数字化网络化智能化集成制造系统

1) 工业互联网是推进智能制造的关键支撑

智能制造价值创造的另一个重要方面是
通过**工业互联网**和**智能制造云平台**
两大支撑系统将**智能产品**、**智能生产**和
智能服务三大功能**系统集成**起来，
通过系统的集成优化实现新的价值创造。



4. 制造系统集成创新

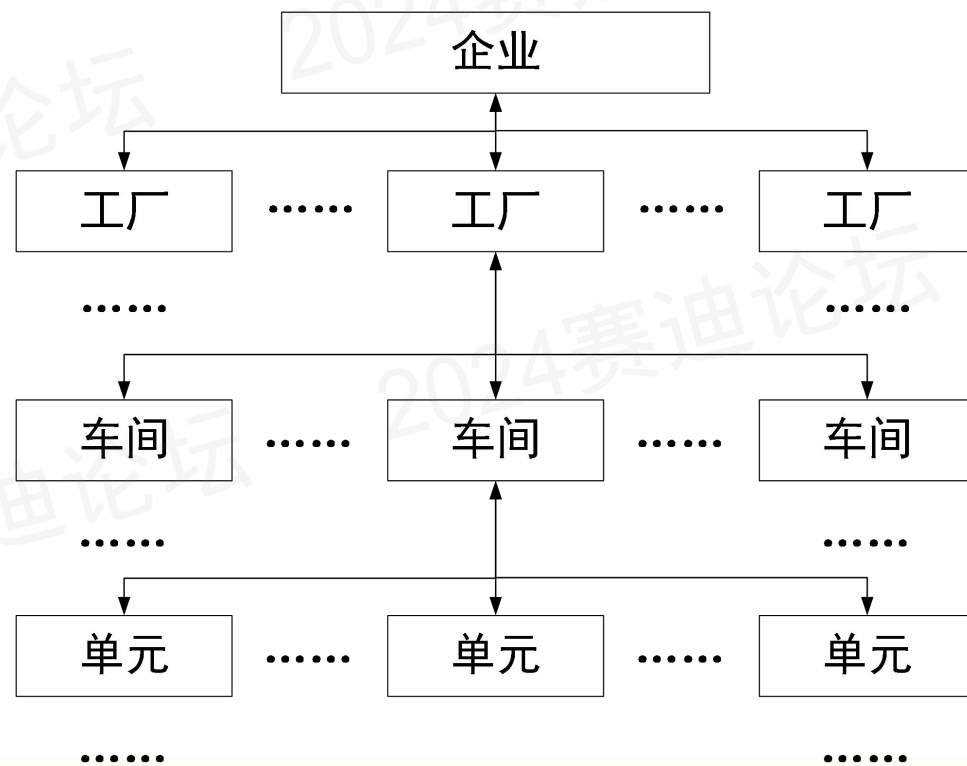
——数字化网络化智能化集成制造系统

2) 智能制造系统——一方面是制造系统内部的“大集成”。

智能制造包括三个方面的集成，
体现出智能制造的三个核心特征。

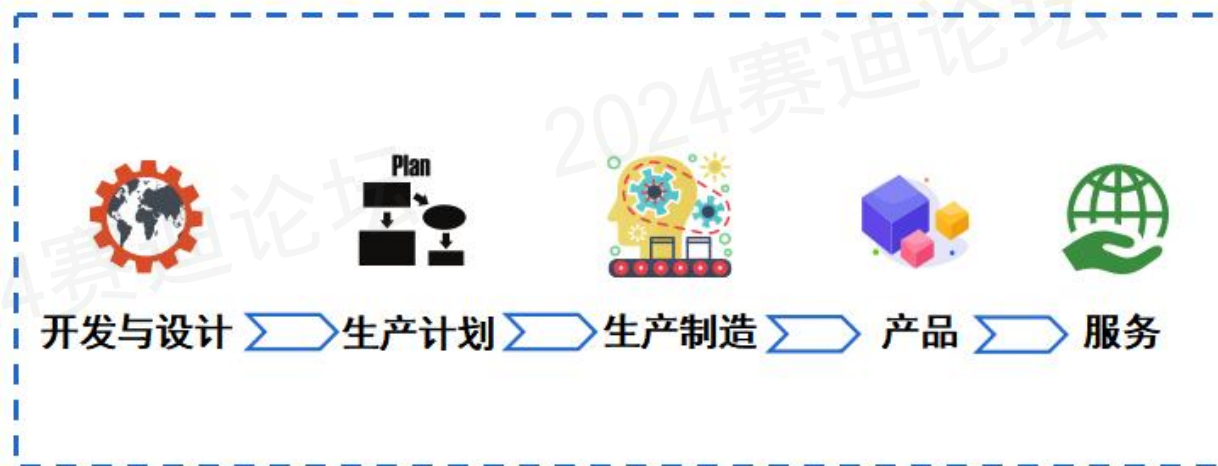
智能制造纵向集成

这是一个企业内部的系统集成，基于企业工业互联网和智能云平台，将企业内部不同层级的HCPS系统进行全面的集成，既包含企业不同层级信息化系统的集成，又包含企业内部不同层级的信息系统和物理系统之间的集成。纵向集成实现贯穿企业内部装备、产线、车间、工厂、企业各个层级的业务流程集成；同时，实现贯穿企业内部产品制造全生产周期的业务流程集成，形成企业内部智能制造纵向集成体系，亦即企业内部智能集成制造系统。



智能制造的横向集成

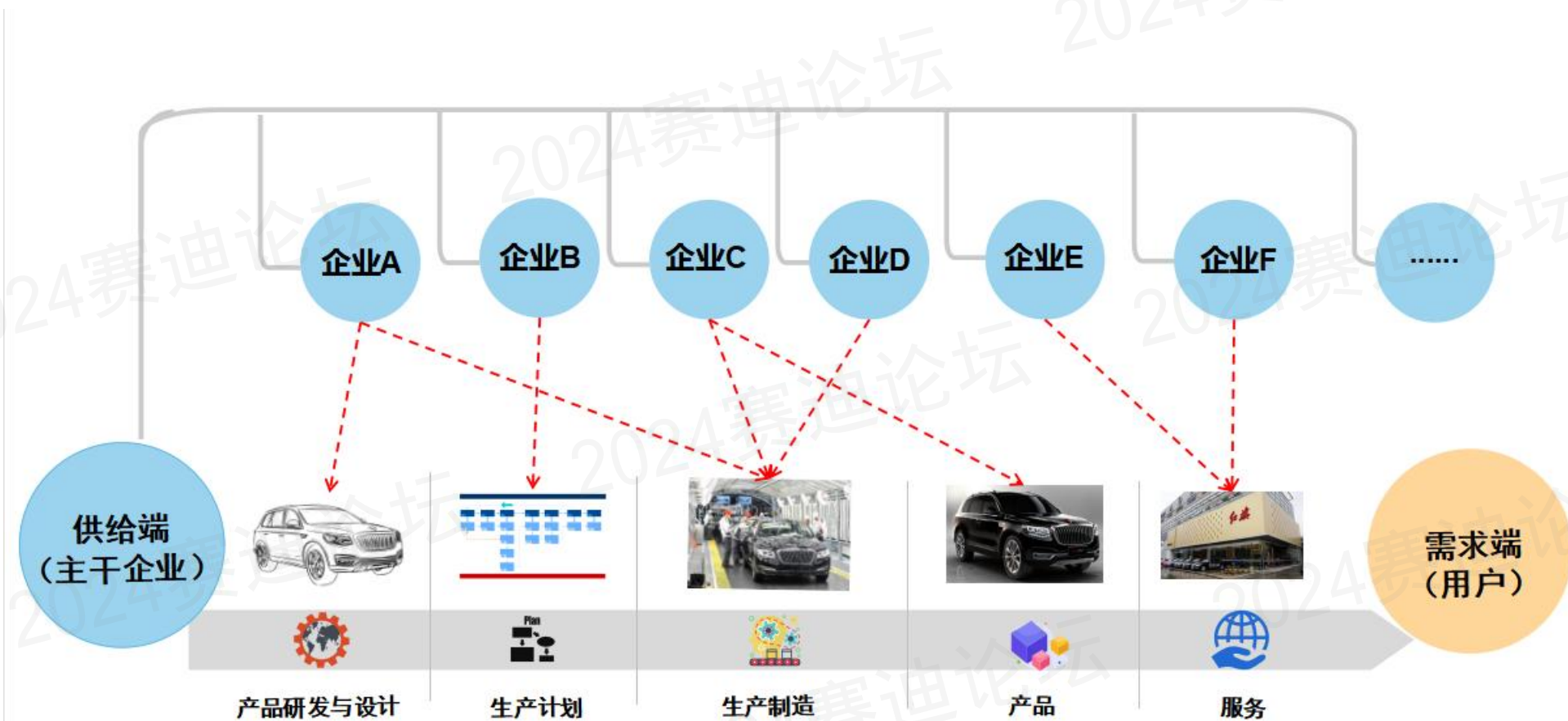
构建不同企业之间的社会网络，实现不同企业之间的信息合作、资源整合和协同与共享。以价值网络为主线，强调产品制造的价值流（增值过程）集成，实现相关企业之间的信息集成。将各种不同制造阶段和工程任务的信息系统集成起来，实现不同企业之间的三流（物流、能源流、信息流）合一，形成价值网络的社会化集成。



智能制造的端到端集成

这是围绕特定产品的一个动态的系统集成。通过特定产品制造全生命周期和为实现客户要求而组成的主干企业内部和相互协同合作企业之间的系统集成，实现特定产品制造整个价值链的工程化信息集成，集成产品制造的研发、设计、生产、服务等全生命周期内的各项工程活动，集成价值链上主干企业内部和相关合作企业的所有终端和用户端，实现用户需求和智能制造的完美集成。这是产品制造价值链的集成，是围绕特定产品制造生命周期的主干企业与相关合作企业之间的集成；是以用户要求为中心，以主干企业为核心，集成各有关企业的力量，组成从供给端到用户端的完成制造全生命周期所有任务的所有终端和用户端的系统集成。

智能制造的端到端集成



4. 制造系统集成创新

——数字化网络化智能化集成制造系统

应用新一代人工智能技术，
在智能制造纵向集成、
端到端集成和横向集成的基础上，
智能制造将推动企业内部、
企业与相关合作企业之间、
企业与顾客之间
以及价值网络中不同企业之间的
合作、协同与共享。

一、推进新型工业化，加快建设制造强国

二、人工智能赋能新型工业化——智能制造

是推进新型工业化的主要技术路线

三、以智能制造为主攻方向，全面推动制造业高质量发展

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

从现在到2035年，是中国制造业实现由大到强的关键时期，也是制造业发展质量变革、效率变革、动力变革的关键时期。

从现在到2035年，我国的智能制造发展总体将分成两个阶段来实现：

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

➤ **第一阶段：数字化转型，深入推进“制造业数字化转型重大行动”**。到2027年，规上企业基本实现数字化转型，数字化制造在全国工业企业基本普及；同时，新一代智能制造技术的科研和攻关取得突破性进展，试点和示范取得显著成效。

➤ **第二阶段：智能化升级，深入推进“制造业智能化升级重大行动”**。到2035年，规上企业基本实现智能化升级，数字化网络化智能化制造在全国工业企业基本普及，我国智能制造技术和应用水平走在世界前列，中国制造业智能升级走在世界前列。

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

贯彻全国新型工业化推进大会精神，2023-2027年数字化转型工作主要体现在四个方面：

1.推进数字化转型重大行动

今后五年，工业企业数字化转型是推进智能制造、实现我国制造业创新发展的主战场，要集中优势力量，在全国工业战线大规模普及性推进“数字化转型重大行动”。

全国工业战线总动员，以企业为主体，产学研金政协同推进，在全国工业企业大规模普及性推进技术改造-数字化转型。争取到2027年，数字化制造在全国工业企业基本普及，规上企业数字化转型基本完成。

“数字化转型工程”主要着力点在于生产能力的数字化转型，同时，还要重点推进“装备数字化行动”，推进产品和装备的数字化转型，和“制造业新模式新业态推进行动”，推进制造业产业模式和形态的数字化转型。

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

2.开展新一代智能制造技术的攻关、试点和示范

新一代人工智能技术和先进制造技术融合而成的新一代智能制造技术，将引起制造业革命性转型升级。今后五年，抓好新一代智能制造技术的攻关、试点和示范。

——攻关。加快推进新一代智能制造重大专项开展，攻克新一代智能制造关键核心技术。

——试点。在重点领域、企业开展新一代智能制造试点行动，探索形成具有特色的新一代智能转型升级路径

——示范。在各行业、各领域选树一批排头兵企业进行示范，推进新一代智能制造高质量发展。

通过“攻关-试点-示范”行动，为2028-2035年“制造业智能化升级重大行动”做好充分准备。

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

3. 筑牢工业互联网、工业人工智能等数字乃至智能基础设施关键底座

深入开展实施工业互联网创新发展工程，推进“新基建”，建设网络、平台、安全、标识、数据体系乃至工业大模型等基础底座，优化基础设施布局、结构、功能和系统集成，构建现代化信息集成设施体系。推动工业互联网和工业智能在重点产业链广泛普及、深度融合。

四、推进人工智能赋能新型工业化的战略部署

4.完善数字化转型服务体系

中国工业的数字化转型、智能化升级，是一个浩大的革命性工业工程，广大企业是这场变革的主体，但是，还必须有一只强有力的高水平的工程队伍，服务于广大企业的数字化转型和智能化升级，和广大企业一起完成数字化转型和智能化升级的历史任务。

做强数字化转型和智能化升级系统解决方案供应商，推动解决方案供应商与工业软件、智能装备等关键企业融通发展，构建公共服务平台体系，为广大工业企业数字化转型和智能化升级提供强大的技术支持；在这个过程中，形成新兴的强大的智能制造产业集群。

中国制造业战线的同志们有一个共同的奋斗目标：坚定不移地以创新为根本动力，以智能制造为主攻方向，推进人工智能赋能新型工业化，加快建设制造强国；再经过22年奋斗，我们伟大的祖国全面实现新型工业化，成为全球领先的制造强国，以制造业的繁荣和强大，支撑国家的繁荣和强大，实现中国式现代化，托起中华民族伟大复兴的中国梦。