

I.CTE



Sino-German Center for  
Sustainable Development

**giz** Akademie  
für Internationale  
Zusammenarbeit (AIZ)  
**TVET Academy**

# Industry 4.0 | 工业4.0

及其对职业技术教育与培训的影响

And its Consequences for TVET Education

米夏埃尔·格罗施（Michael Grosch）博士，教育学院

# 目录 | Content

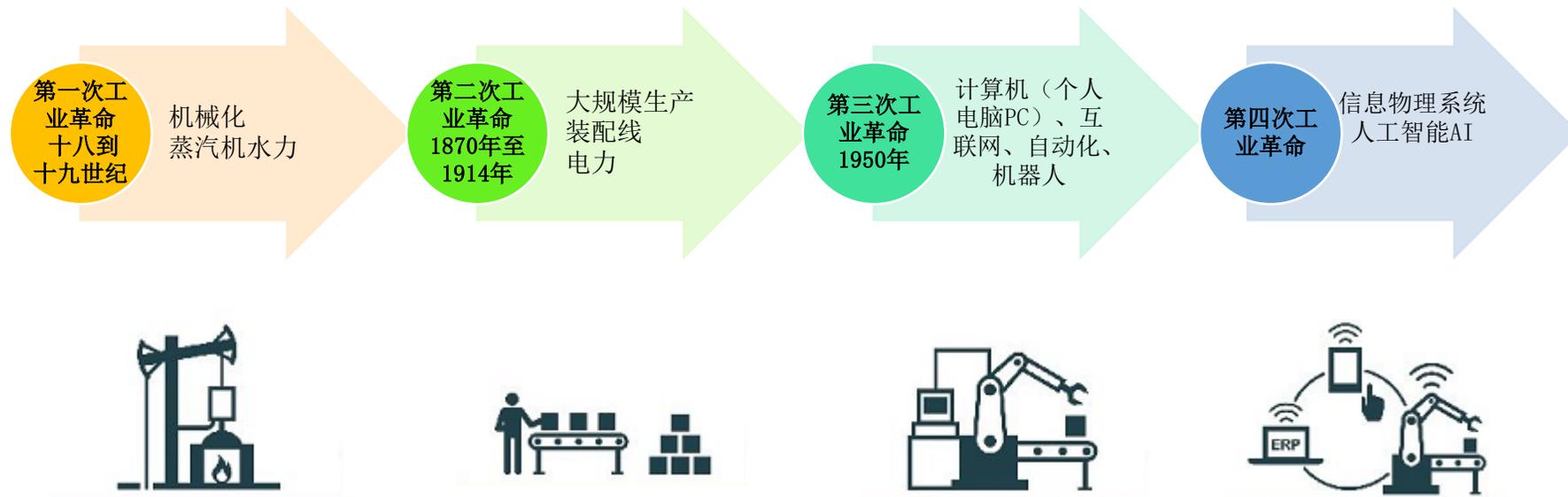
- 目标
- 工业革命的四个阶段
- 什么是工业4.0?
- 工业4.0和高校
- 工业4.0技能
- 良好实践案例
- 总结

# 目标 | Objective

我们如何帮助大学的学生和老师做好  
工业4.0的准备？

# 什么是工业4.0？ | What is Industry 4.0?

“工业4.0是第四次工业革命（4IR）”



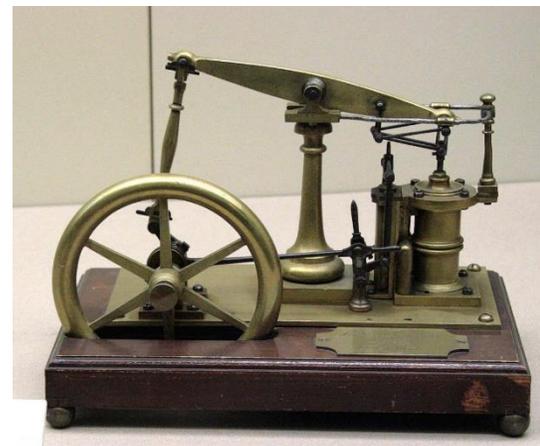
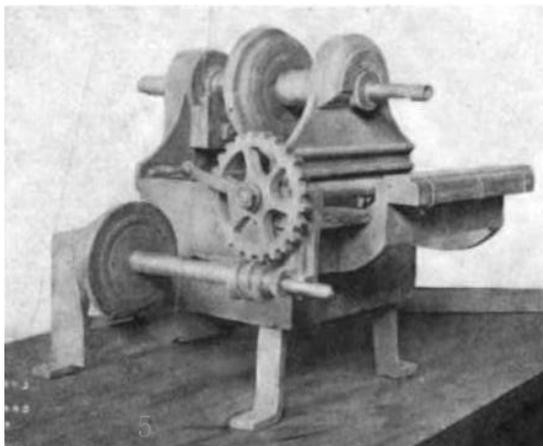
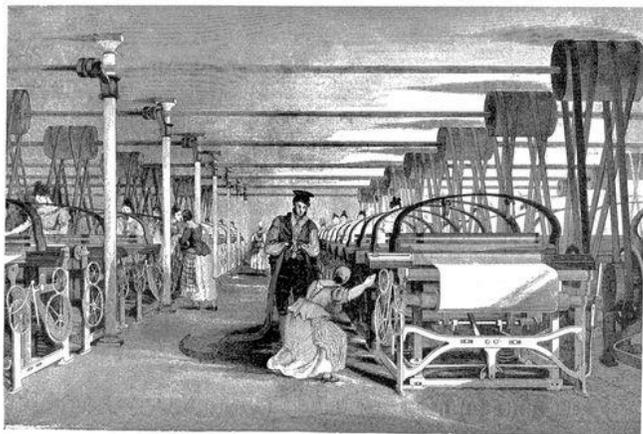
不同国家目前处于不同阶段

第一次工业  
革命 | 1st

# 工业革命 | Industrial Revolution



- 十八至十九世纪的欧洲和美国
- 社会：农业社会、农村社会转变为工业社会和城市社会
- 经济变革：发明了工厂系统，纺织业和钢铁产业起步
- 技术：蒸汽机；机床

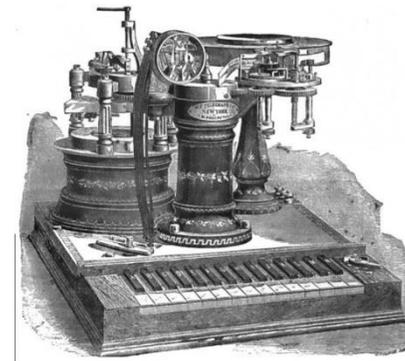
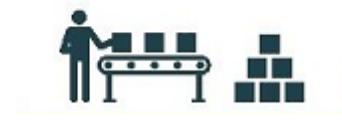


第二次工业革命  
2nd

# 工业革命 Industrial Revolution

## “技术革命”； 1870-1914年

- 技术：改进的制造方法让众多技术得到了应用：
  - 钢材价格大幅下降（贝塞麦炼钢工艺）
  - 电力：电报、照明系统、发电机和电机、交流电
  - 石油工业、柴油发动机
  - 蒸汽：效率更高，铁路，蒸汽船
- 社会经济：高人口增长率；生活水平得到改善（健康、营养、产品成本）；现代化的企业管理；大规模生产；装配线；失业；童工；新的意识形态；全球化

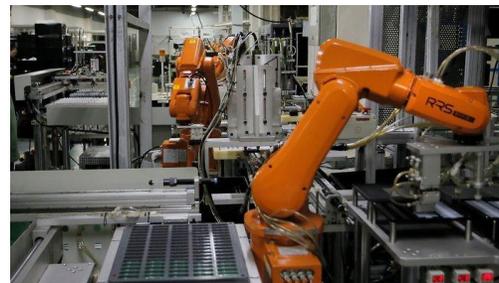


# 工业革命 Industrial Revolution

## “数字革命”；始于1950年前后



- 技术：机械/模拟→数字；晶体管；微处理器；数字逻辑电路；工业机器人；计算机/家庭计算机；数字蜂窝电话；互联网
- 社会经济：开启“信息时代”；从低技能劳动力向高技能劳动力的转变；生活的计算机化；第二波全球化



# 工业革命 Industrial Revolution



- 技术：各种技术的融合正在模糊物理、数字和生物领域之间的界限：机器人技术、人工智能、纳米技术、量子计算、生物技术、物联网、虚拟现实、3D打印和自动驾驶车辆
- 社会经济：新的通信交际方式，不平等情况加剧；当今世界秩序被扰乱；长期影响尚不清楚，因为这些影响刚刚显现



# 第四次工业革命

# Industrial Revolution - Timeline 工业革命——时间表

已能感受到的影响  
Impact felt already

2015–2017

2018–2020

- 地缘政治的波动性增加
- 移动英特网和云技术
- 计算能力和大数据领域取得了进步
- 众包、共享经济和端对端的平台
- 中产阶级在新兴市场中的崛起
- 新兴市场中的年轻人群
- 快速城镇化
- 变化中的工作环境和灵活的工作安排
- 气候变化、自然资源限制和绿色经济转型

- » Rising geopolitical volatility
- » Mobile internet and cloud technology
- » Advances in computing power and Big Data
- » Crowdsourcing, the sharing economy and peer-to-peer platforms
- » Rise of the middle class in emerging markets
- » Young demographics in emerging markets
- » Rapid urbanization
- » Changing work environments and flexible working arrangements
- » Climate change, natural resource constraints and the transition to a greener economy

- » New energy supplies and technologies
- » The Internet of Things
- » Advanced manufacturing and 3D printing
- » Longevity and ageing societies
- » New consumer concerns about ethical and privacy issues
- » Women's rising aspirations and economic power
- 新的能源供给和技术
- 物联网
- 先进制造和3D打印
- 长寿和老龄化社会
- 新的消费群体注重道德和隐私问题
- 女性拥有远大的抱负和更大的经济权力

- » Advanced robotics and autonomous transport
- » Artificial intelligence and machine learning
- » Advanced materials, biotechnology and genomics
- 先进的机器人技术和自动化运输
- 人工智能和机器学习
- 先进材料，生物技术和基因学

影响工业、商业模式的时间范围 (WEF 2016, 第18页)



“人工智能（AI）有可能摧毁文明，将有可能成为人类最大的劫难”

# 什么是工业4.0? | What is Industry 4.0?

- “工业4.0”是德国政府旨在加强制造业计算机化发展所倡议的项目。
- 制造技术的发展趋向自动化和数据交换。
- 个性化产品：“批量尺寸1”
- 包括信息物理系统、物联网、云计算和认知计算
- 工业4.0创造了一个“智能工厂”。
- 这一智能工厂和环境反映在虚拟现实之中。
- 建立工业4.0及其组成部分是一个持续的过程。



# 工业4.0——特征 | Industry 4.0 - Characteristics

- **互操作性：**机器、设备、传感器和人通过物联网（IoT）或人联网（IoP）通信。
- **信息透明度：**信息系统使用传感器数据创造新的数字工厂模型，从而创建物理世界的虚拟副本。
- **技术辅助：**支持人类的辅助系统，负责收集信息并将其可视化，以便作出知情决策，并在短时间内解决紧急的问题。  
信息物理系统能够执行一系列令人不快、让人过于疲惫或不安全的任务，为人类提供物理支持。
- **分散决策：**信息物理系统有能力自行做出决策，

并尽可能地自动执行任务。只有在例外、干扰或目标冲突的情况下，任务才会委派给更高级别。



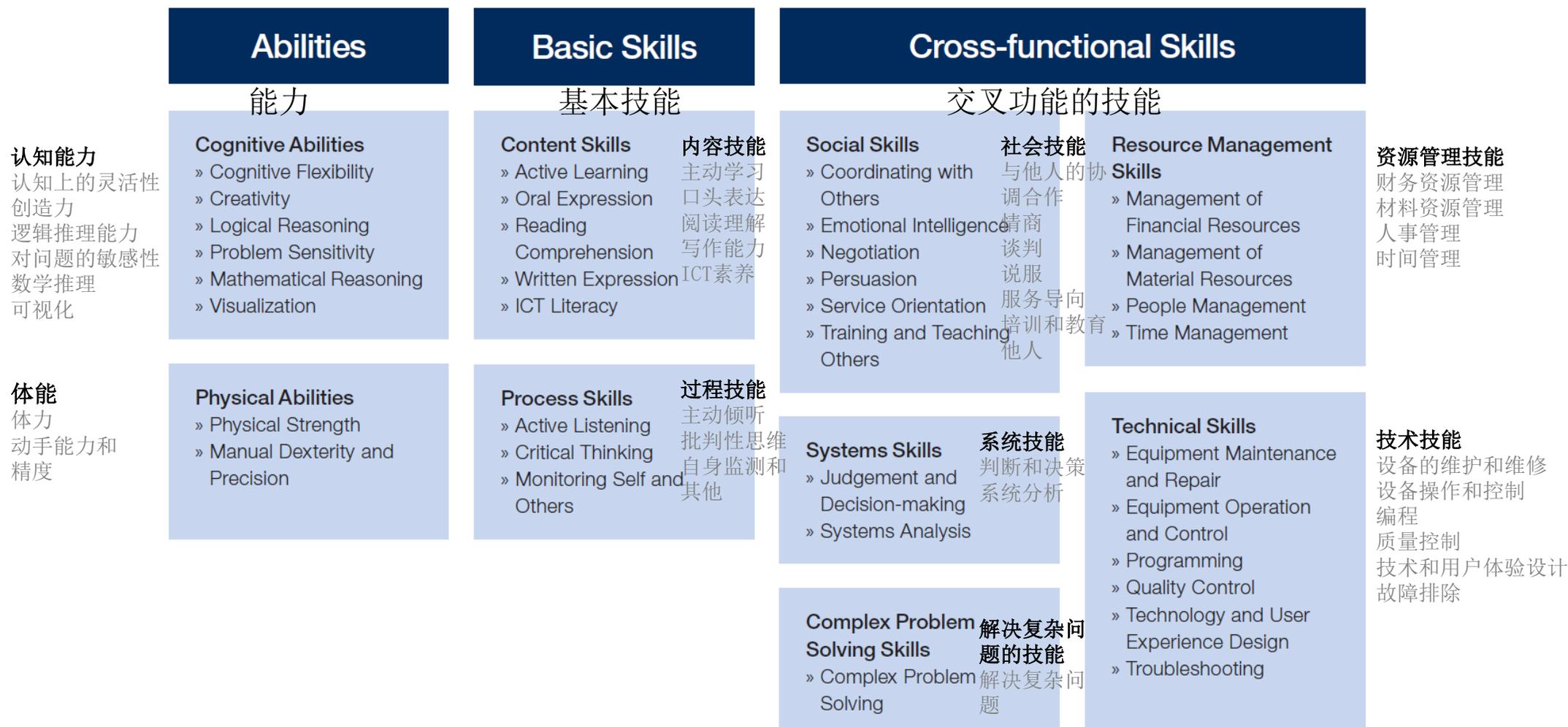
# 教育领域中的工业4.0

## Industry 4.0 in Education

- 学生应在学习的早期阶段为技术世界做好准备（例如通过理工科的学习）
- 我们不仅要让学生为当前的工作世界做好准备，也要为未来的工作世界未雨绸缪。
- 工业4.0正在塑造综合性大学，反之，作为创新中心的大学也在塑造着工业4.0。
- 我们需要哪些能力？
- 工业4.0涉及不同的教育领域：信息和通信技术、工程、管理、电子、科学
- 需要设置新的教学项目，调整现有的课程大纲，以匹配智能工厂的要求。



# 工业4.0技能 | Industry 4.0 Skills



# 工业4.0教育 | Industry 4.0 Education

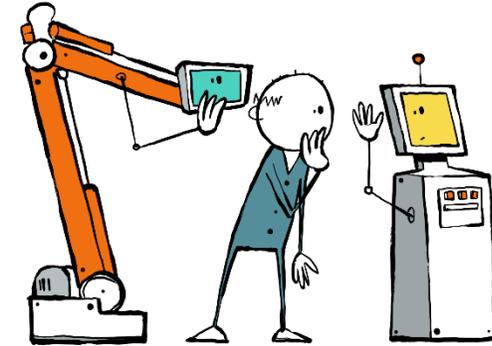
## 技能/知识/学习主题 | Skills/Knowledge/Learning Topics

五大教育领域和级别\*：第一和第二级别也适用于工业1.0至3.0

**1. 工业成功：** 安全生产；  
效率和生产力；工业  
质量体系；故障排除；  
协作；问题解决；纪律；时间管理

**2. 工业设备和技术：**

- 设备：工业机器人、机械加工、挤出、铸造、人工和机器人焊接、输送机、机械驱动、机械制造、锻造、冲压、成型、模具等
- 技术：交流/直流电、热力学、气动、液压、紧固、产品精加工、材料和计量学也很重要



\*)：参考：Kirchner 2017，第3-7页

# 工业4.0教育 | Industry 4.0 Education

## 技能/知识/学习主题 | Skills/Knowledge/Learning Topics

- 3. 智能传感器和智能设备：**工业4.0的核心技术是智能传感器和智能设备。收集信息，使用嵌入式智能技术以完成编程功能，并通过计算机网络和互联网与其他系统和设备共享信息。示例：真空传感器、超声波高度传感器、压力、温度、烟雾、气体、液位、湿度、力、扭矩、加速度、代码读取器、射频识别RFID
- 4. 控制系统：**控制系统使用传感器数据实时监督整个制造过程。所涉及的技术和知识包括：可编程逻辑控制器（PLC）的操作和编程；安全PLC操作和编程；操作员和人机接口；分布式I/O；电子和变频驱动器；电机和运动控制；电源和控制电子



# 工业4.0教育 | Industry 4.0 Education

## 技能/知识/学习主题 | Skills/Knowledge/Learning Topics

- 5. 连通性和联网控制系统：**网络服务器、分布式服务器、路由器、交换机、网关设备、以太网、现场总线Fieldbus和Profibus基础、无线通信、连结技术和多用户应用、数据安全（盗取、病毒）
- 6. 数据分析和**管理（针对部分学生）：分析数据并规定相应的行动；来自传感器的大量数据需要新的分析。某一部分的数据对特定受众重要。写入数据分析、统计、回归分析、轻量化编程、熟悉SQL、SSAS和R、基于云的生产控制



# 职业技术教育与培训机构的工业4.0教育 Industry 4.0 Education at TVET Institutions

- 这是一个交叉主题，需要克服典型部门和程序的障碍及壁垒。
- 所有六个领域都必须跨多个课程和学科，具体内容和覆盖深度因课程和程度而异。
- 智能工厂是很好的教学方法，因为六个学习领域须结合在一起。



# 良好实践：作为教育产品的智能工厂实验室

## Good Practice: Smart Factory Lab for Education Products



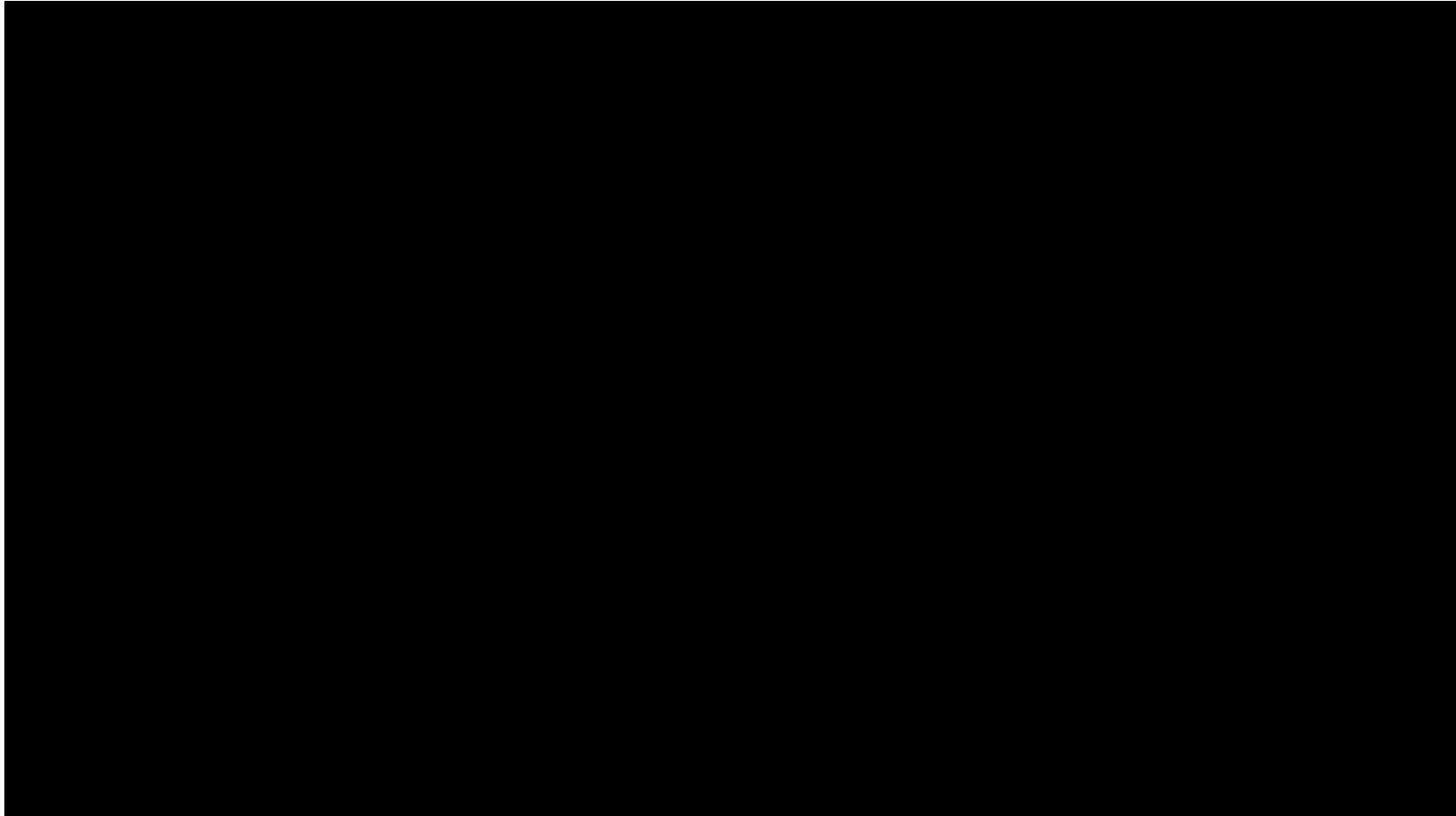
**LEGO** mindstorms  
education EV3



**FESTO**  
*Didactic*



视频示例：德国慧鱼智能工厂  
Example Video: Fischer Technik Smart Factory



# 其他教学-学习活动

## Other Teaching-Learning Activities

- 3D打印项目
- 使用Google Home或Amazon Echo的智能家居技术项目
- 实地考察
- 项目



# 总结 | Summary

- 第四次工业革命刚刚拉开帷幕。
- 它会彻底改变我们。
- 它会彻底改变大学。
- 我们需要跨越院系的边界。
- 让学生为未来数字时代做好准备
- 在技术教育领域中，智能工厂实验室是达到上述目标的良好实践途径。

# 结论和展望 | Conclusion and Further Steps

有许多尚未解决的问题：

- 如何克服院系和学科的界限？
- 如何构筑工业4.0能力结构和教学大纲结构？
- 如何改变课程和教学大纲的细节？
- 需要修订课程，将工业4.0能力纳入现代能力标准和框架课程，类似于**STEM**理工科的教育。
- 课程方案应结合新旧课程方案与教学大纲。
- 需要把六大块内容转化为教学大纲

# 其他参考文献 | Further References

- [1] Kirchner 2017. Teaching the Industrial Internet of Things Preparing Students and Learners for Industry 4.0. (工业物联网的教学帮助学生为工业4.0做好准备) : <https://labmidwest.com/wp-content/uploads/2017/09/Teaching-IIoT-Preparing-Students-and-Learners-for-Industry-4.0-2.pdf>
- [2] Newsweek Online (2017). Stephen Hawking AI Warning Artificial Intelligence Could Destroy Civilization.. (霍金的人工智能警告：人工智能可能会摧毁文明)  
<http://www.newsweek.com/stephen-hawking-artificial-intelligence-warning-destroy-civilization-703630> (2018年4月7日)
- [3] WEF - World Economic Forum (世界经济论坛) (2017), The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution (职业的未来——第四次工业革命的就业、技能和劳动力策略)

感谢您的聆听！  
Thank you for your attention