



# 2024未来工业技术融合创新报告

施耐德电气出品

绿色智能制造技术融合创新专家委员会

Schneider  
Electric  
施耐德电气

亿欧

# 目录

# CONTENTS

---

<b>前言</b>	<b>2</b>
<b>序言：创新融生态 共赴未来工业新征程</b>	<b>3</b>
<b>1 未来工业概述</b>	<b>4</b>
1.1 未来工业概述	
1.2 未来工业驱动因素	
1.3 绿色智能制造政策梳理	
1.4 5T技术融合基础	
1.5 5T技术框架	
<b>2 未来工业技术与融合</b>	<b>15</b>
2.1 5T技术融合关系与分类	
2.2 5T技术应用架构	
2.3 5T技术融合发展趋势	
<b>3 未来工业应用场景分析</b>	<b>24</b>
3.1 重点行业筛选	
3.2 石油化工未来场景分析	
3.3 动力电池未来场景分析	
3.4 氢能储能未来场景分析	
3.5 集成电路未来场景分析	
3.6 食品饮料未来场景分析	
3.7 有色行业未来场景分析	
3.8 六大行业总结	
<b>4 未来工业生态合作伙伴</b>	<b>46</b>
4.1 生态圈构成	
4.2 生态圈对服务商的必要性	
4.3 生态圈对企业用户的价值	
4.4 生态圈合作伙伴案例	
<b>5 未来工业挑战与展望</b>	<b>55</b>
5.1 未来工业挑战与应对	
5.2 未来工业技术融合挑战与应对	
5.3 未来工业技术发展挑战与应对	

---

# 前言

---

随着“中国制造2025”、“十四五智能制造发展规划”及“碳中和”战略的深入实施，中国工业在过去几年中继续展现出显著的进步和变革。2023年，我们见证了中国工业增加值的持续增长，特别是在光伏、风电等新能源产业领域，中国不仅保持了其全球领先地位，而且在关键核心技术和产业基础方面取得了重要进展。这些成就标志着中国制造业从“中国制造”向“中国创造”的转变正在加速进行。

在这一年时间里，中国工业制造领域的智能技术与绿色技术的融合和应用场景落地取得了显著成果。特别是在中国政府提出了新质生产力背景下，绿色智能制造成为了未来工业形态的重要组成部分。通过对信息技术（IT）、运营技术（OT）、通信技术（CT）、数字技术（DT）和低碳技术（ET）的深度融合，中国制造业正在构建一个更加高效、环保的生态合作体系。这不仅满足了当前的场景需求，而且为未来工业的智能化和可持续发展奠定了坚实的基础，为新时代新征程加快科技创新、推动高质量发展提供了科学指引。我们有理由相信，中国制造业将在全球工业领域中发挥更加重要的作用，为全球可持续发展做出更大贡献。

# 序言

## 创新融生态 共赴未来工业新征程

当前，新一轮科技革命和传统产业转型迎来历史性交汇时刻，“数字化”和“绿色低碳”两股大潮势不可挡。工信部等八部门最新发布的《关于加快传统制造业转型升级的指导意见》提出，要坚持创新驱动，推动传统制造业向高端化、智能化、绿色化、融合化方向转型，提升发展质量和效益，加快实现高质量发展，大力推进新型工业化。

创新是新型工业化的根本动力。这其中，IT（信息技术）、OT（运营技术）、CT（通信技术）、DT（数字技术）、ET（能碳技术）等基础技术相互集成融合，形成一系列创新技术代表——工业数字孪生架起了虚拟和物理世界之间的桥梁；云原生为工业互联应用提供了灵活敏捷的运行环境；5G边缘计算保障了设备互联互通的实时稳定连接；能碳管理技术支撑了未来工业的可持续发展……

技术融合创新的趋势已成共识，“技术枝干”的生长离不开“产业土壤”的滋养。要想真正发挥数字化技术的价值，就必须加大创新技术与产业场景的深度融合，以科技创新推动产业创新，催生新产业、新模式、新动能，发展新质生产力。

在《2024未来工业技术融合创新报告》中，施耐德电气呈现了创新技术和产业场景融合的最佳范本。报告筛选石油化工、食品饮料、有色行业、动力电池、氢能储能、集成电路这六个规模大、增速快、行业战略地位高的垂直领域，从产品生命周期场景、生产全过程场景、供应链管理场景三大维度，对企业的转型现状进行深入评估，最终锚定27个技术融合创新场景，为企业的“数字化”和“绿色低碳”双转型提供了行之有效的参考。

面对未来工业变革中来自市场、环境和供应链的种种挑战，企业需要加强生态合作伙伴之间的协作和共享。施耐德电气联合产、学、研、用，自2020年起推出“绿色智能制造创赢计划”，至今已连续举办4季。从围绕一线真实需求，输出联合创新解决方案，再到小规模复制、市场化，施耐德电气和合作伙伴对入营企业展开全方位赋能，以独树一帜的“真实场景”和“前沿探索”成为业内开放式创新的标杆。

2024年是实现“十四五”规划目标任务的关键一年，也是全面推进新型工业化的重要一年。施耐德电气将秉承企业责任担当，持续引领创新生态圈建设，与所有合作伙伴一起创造更大的影响力、共同奔赴更加开放、高效与韧性、可持续、以人为本的未来工业。

熊宜

施耐德电气高级副总裁  
战略与业务发展中国区负责人  
商业价值研究院院长

# 1 未来工业概述



# 1.1 未来工业概述<sup>1</sup>

以软件为中心的工业自动化系统，推动工业向高效节能、灵活敏捷和富有韧性的方向发展。未来工业强调自动化、大数据、人工智能等先进技术的应用，以及对环保、节能、低碳等理念的追求，还强调创新、协作、团队合作和持续学习的重要性。未来工业的发展趋势包括自动化和智能化、绿色和可持续发展、个性化定制和灵活生产等。

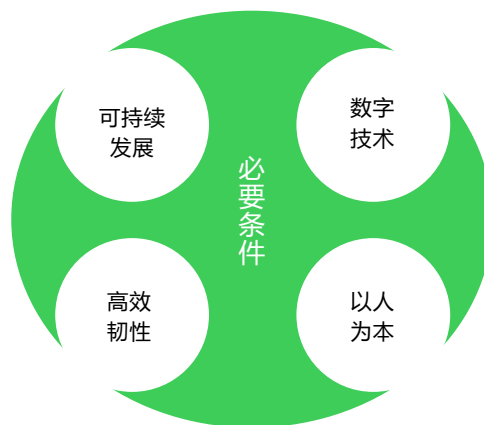
## 1.1.1 未来工业特征

开放化、可持续发展、高效韧性、数字技术和以人为本既是未来工业的本质特征，也是实现未来工业的必要条件。工业是全球碳排放最大的领域，可持续运营在很大程度上能够有效推动工业企业取得商业上的成功。数字化管理、电气化流程运营、一体化供应链和技术赋能的专业人员使得绿色智能工厂的运营极具稳健性、灵活性且更加高效节能。以工业物联网(IIoT)、工业软件和自动化以及先进数据分析技术为基础，工业企业实现了智能化运营并实现了重大突破和进步。通过对现有工业人才进行数字化转型培训，同时投资培养新一代人才，企业能够很好地顺应数字化时代发展，有助于构建高效和富有前瞻性的运营模式。

### 未来工业特征

30%的二氧化碳排放来源于工业。工业是全球碳排放最大的领域，能源、自动化和软件是工业实现可持续发展的重要因素，许多工业企业已然证明，可持续运营在很大程度上能够有效推动企业取得商业上的成功。

工业是被网络犯罪攻击最多的领域。事实证明，数字化管理、电气化流程运营、一体化供应链和技术赋能的专业人员使得智慧工厂极具稳健性、灵活性且更加高效节能。



仅有少数的工业企业在规模性数字化转型中成功收益。依靠工业物联网(IIoT)、工业软件和自动化以及先进数据分析技术，工业企业实现了智能化运营，并正在经历着十年前难以想象的重大进步。

2023年，工业领域的人才缺口预计将达到800万人。通过对现有工业人才进行培训，同时投资培养新一代人才，企业能够很好地顺应数字化时代发展，有助于建立更具活力、更高效以及更具前瞻性的运营模式。

注[1]: 施耐德电气

### 1.1.2 未来工业路径

未来工业的发展路径包括推广工业软件应用并提升信息安全、发展工业可持续技术、实现开放自动化、培育数字化技术赋能的人才、构建合作伙伴和服务生态以及完善数字化供应链建设。

#### 未来工业路径

##### 工业软件和信息安全

未来工业需要一种数字化思维方式——而软件和数据在其中扮演着重要角色。可以降低运营成本，提高灵活性，并提升工业企业的可持续发展前景。越来越多的设备开始以软件为中心，在提高性能的同时支持远程操作和服务。工业企业必须在安全、可靠、稳妥的数字生态系统中运营，以保障人身安全以及数据和业务完整性。

##### 数字化技术赋能的人才

尽管有论调认为技术发展会导致工业领域的岗位大幅减少，但实际上数字化技术却有望为未得到充分利用和未充分就业的工业人才创造更多的工作岗位和机会。数字化运营改变了工业领域的工作方式，使其变得更安全、更高效、更具价值。

##### 工业可持续发展技术

可持续发展有助于提升组织机构的敏捷性和创新性，实现工业可持续发展意味着组织机构将极大提升运营效率、实现智能化能耗管理以及近零废弃。实现工业的可持续发展，工业软件、自动化系统和能源管理缺一不可，这是实现可持续运营的三大要素。

##### 合作伙伴和服务生态

数字化世界是由许多不同的企业、组织和个人共同构成的，他们通过各种方式和手段相互合作和竞争，共同推动着数字化世界的发展。在数字化世界中，企业需要与其他企业和组织进行合作，共享资源和信息，以提高自身的竞争力和创新能力。同时，企业也需要与其他企业和组织竞争，以获得更多的市场份额和利润。

##### 开放自动化

封闭的、专有的工业自动化技术正在阻碍我们完全实现第四次工业革命的愿景。另一方面，开放自动化主要依托“即插即用”型自动化软件组件，这些组件均基于IEC61499标准，因此无论属于哪个品牌，它们都支持互操作性和可移植性。

##### 数字化供应链

供应链数字化不仅有助于找到最具竞争力和最符合可持续要求的供应商，更有助于提高运营韧性和敏捷性，帮助企业应对市场上各项不利因素以及处于不断变化的市场态势。

## 1.2 未来工业驱动因素<sup>1</sup>

可持续发展、高效韧性、数字技术和以人为本是未来工业的本质特征，是实现未来工业的必要条件，同时也是驱动未来工业发展的关键因素。

### 1.2.1 可持续发展

气候变化已对我国自然生态系统带来严重不利影响，并不断向经济社会系统蔓延渗透，进而通过产业链影响气候变化敏感产业布局和运行安全，甚至可能引发系统性风险。日益严峻的气候变化挑战叠加社会可持续发展趋势，工业绿色化转型需求持续提升。

全球气候正在显著变暖，20世纪中叶以来，全球平均温度增速达 $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ ，预计到本世纪中期，气候系统的变暖仍将持续，气候变化不利影响和风险将不断加剧<sup>2</sup>。从区域来看我国受到气候影响更为严重，1951至2020年平均气温升温速率达 $0.26\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ ，高于同期全球平均水平。2020年后极端气温持续困扰中国。从行业来看工业碳排放占整体碳排放约70%<sup>3</sup>，绿色低碳零碳化发展为工业未来范式的重要转型方向。



### 1.2.2 高效韧性

工业生产不仅需要追求效率，更需具备足够的韧性面对来自内外部的突发挑战，尤其是考虑到网络攻击和供应链管理的复杂性，工业生产流程的韧性化在现代制造业中显得尤为关键。

随着工业生产对数字技术和互联网的日益依赖，它们成为潜在的攻击目标。网络攻击不仅威胁数据安全和保密性，还可能导致生产中断，引发巨大经济损失。另一方面，全球化的供应链因其广泛的地理分布和参与者多样性，容易受到多种风险的冲击。一次自然灾害、政治动荡或交通中断都可能打乱原有的供应节奏，导致关键部件短缺，进而影响整个生产流程。因此，韧性化的生产流程能确保企业在面对在面对在面对这些不确定性和潜在风险，如网络安全威胁或供应链中断仍能迅速调整、恢复并维持其生产活动的稳定与连续性。

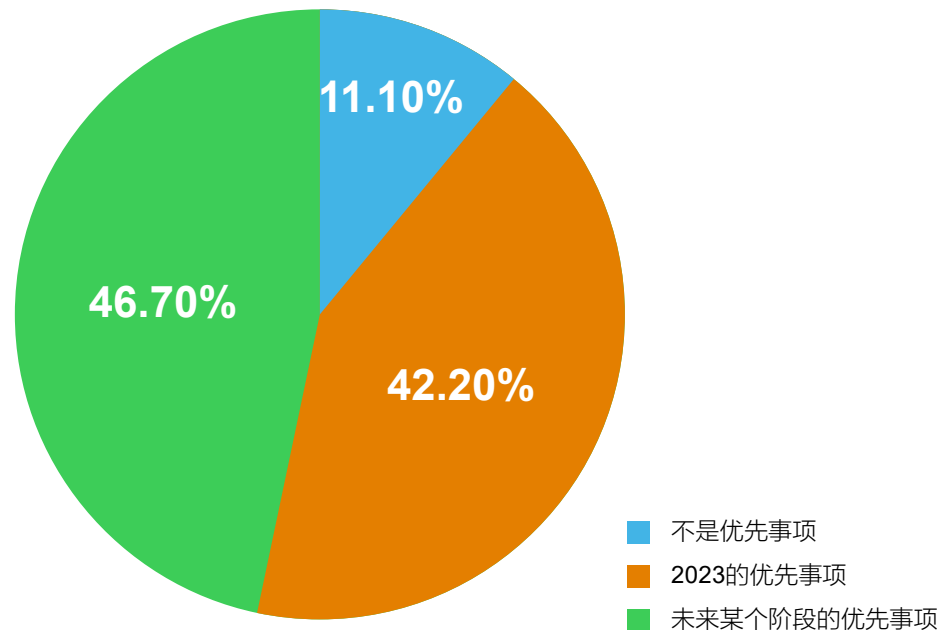
注[1]：施耐德电气

注[2]：《气候变化蓝皮书》中国气象局

注[3]：《对“十四五”工业绿色发展的思考和建议》

根据市场调查，供应链的持续稳定与工业网络的正常运行，是企业持续高效运作的重要保障。其中在2022年企业转型需求调查中<sup>1</sup>，42.20%的企业将供应链作为2023年优先进行转型的环节，46.70%的企业将供应链转型划分到未来某个阶段的优先事项，供应链在企业转型中的地位日益提升。此外在2022年工业安全生产调查中<sup>2</sup>，72%的企业决策者将网络安全作为企业生产活动的威胁，94%的企业决策者维持或提升了网络安全的重要程度，工业网络的安全性和韧性在企业生产经营中的重要性日益提高。

### 2022年企业转型需求调查-供应链



### 2022年工业生产安全调查

**72%** 企业决策者将网络安全作为企业生产活动的威胁

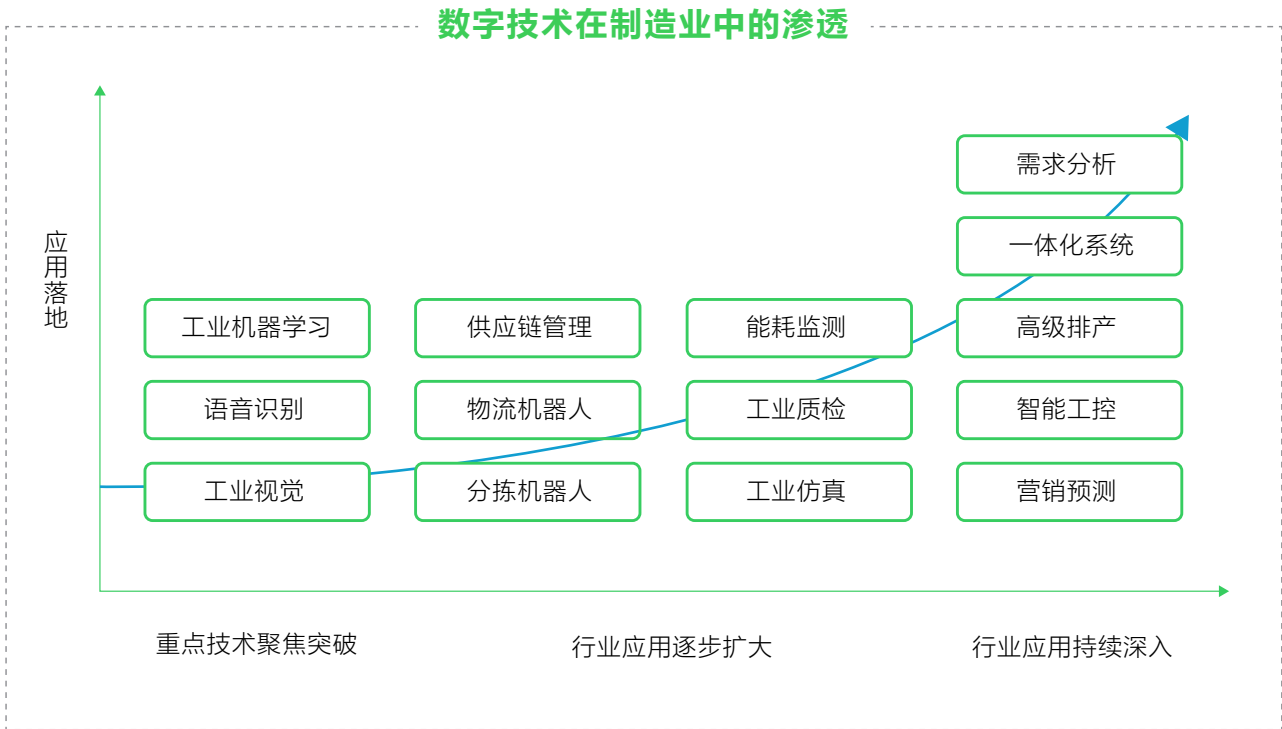
**94%** 企业决策者维持或提升了网络安全的重视程度

**39%** 企业决策者相信他们的企业拥有足够的IT安全保护

注[1]: 汇丰控股《供应链安全调查》  
注[2]: 卡斯基《工业安全生产调查》

### 1.2.3 以数字技术为核心的5T技术创新

实现高效与韧性的双重目标，数字技术是关键要素之一，它能为生产过程带来智能化的调度、优化和自适应调整。掌握新兴数字技术，如移动互联网、物联网、云计算、大数据、5G等，可以推动传统产业向数字化转型升级，实现未来范式的工业改革。以AI为代表的新兴技术为未来工业的发展提供了强大的推动力。通过AI技术，企业可以实现智能化制造，提高生产效率和质量，降低生产成本，还可以实现个性化定制，满足消费者的个性化需求。目前数字技术在制造业中的渗透率持续提高<sup>1</sup>，需求分析、一体化系统、高级排产、智能工控和营销预测等技术在行业中的应用持续深入，供应链管理、能耗监测和工业质检等技术的应用范围持续扩大，工业机器学习、语音识别和工业视觉等持续实现技术突破，未来将有效赋能工业精益化和柔性化转型。



### 1.2.4 以人为本

仅依赖技术创新无法真正走上未来工业变革之路，真正能发挥数字技术潜力的，是那些熟练掌握这些技术、并能够应用于实际生产环境的人才。他们是推动工业向更高效、更有韧性方向发展的关键。

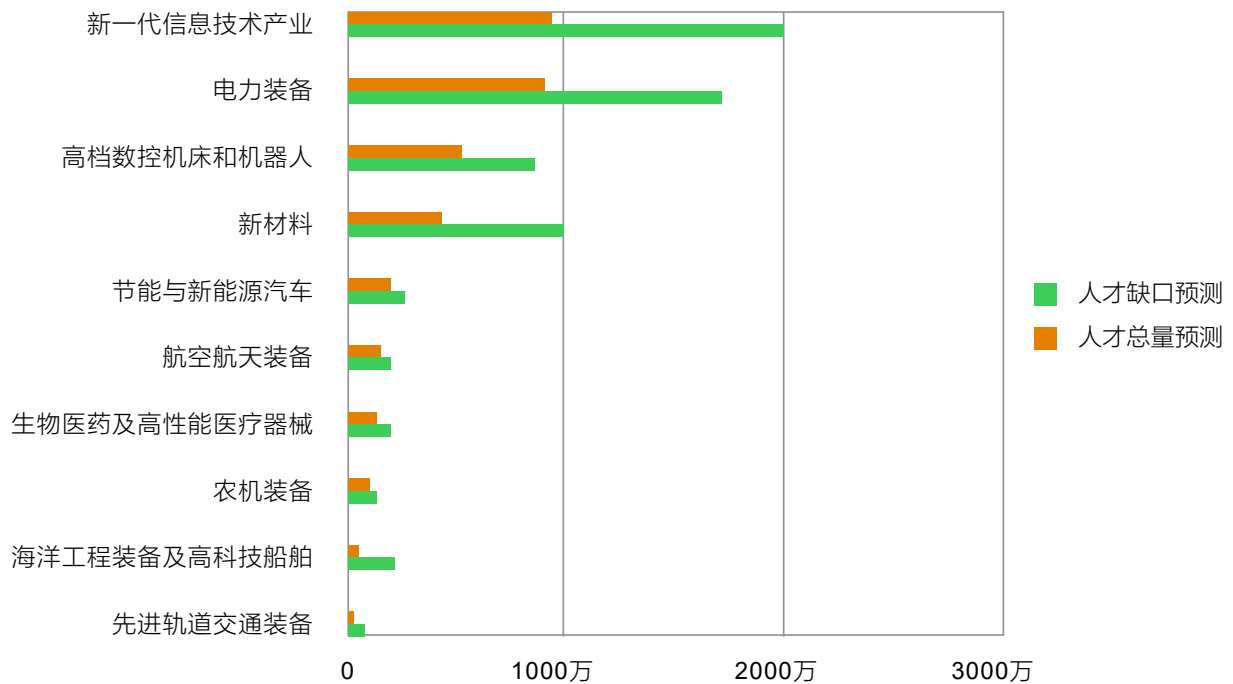
数字化人才是传统制造业提质升级的关键因素，人才供求缺口巨大，预计2025年在新一代信息技术产业、电力装备、高档数控机床和机器人及新材料等领域将出现较大的人才缺口<sup>2</sup>。数字人才是制造业数字化转型的关键因素之一，熟练掌握数字化知识和技术才能将其应用于企业的核心环节，提高劳动效率，推动制造业数字化转型。此外，数字化人才还能够为企业提供创新思路和方案，推动企业不断创新和发展。在《中国制造2025》中，数字人才培养作为智能制造发展的主攻方向之一，并强调建设制造强国的根本在于人才。调研显示65.60%的企业数字化人才培养需求相对增加<sup>3</sup>，随着培训体系的完善和以人为本理念的深化，工业企业适应未来数字化生产需求的能力将持续提高。

注[1]: 《2023年中国制造业数字化转型研究报告》  
 注[2]: 《制造业人才发展规划指南》教育部  
 注[3]: 《2022中国企业培训市场前景分析报告》CSTD

## 2022年企业数字化人才培养需求同比变化



## 2025年制造业十大重点领域人才需求预测



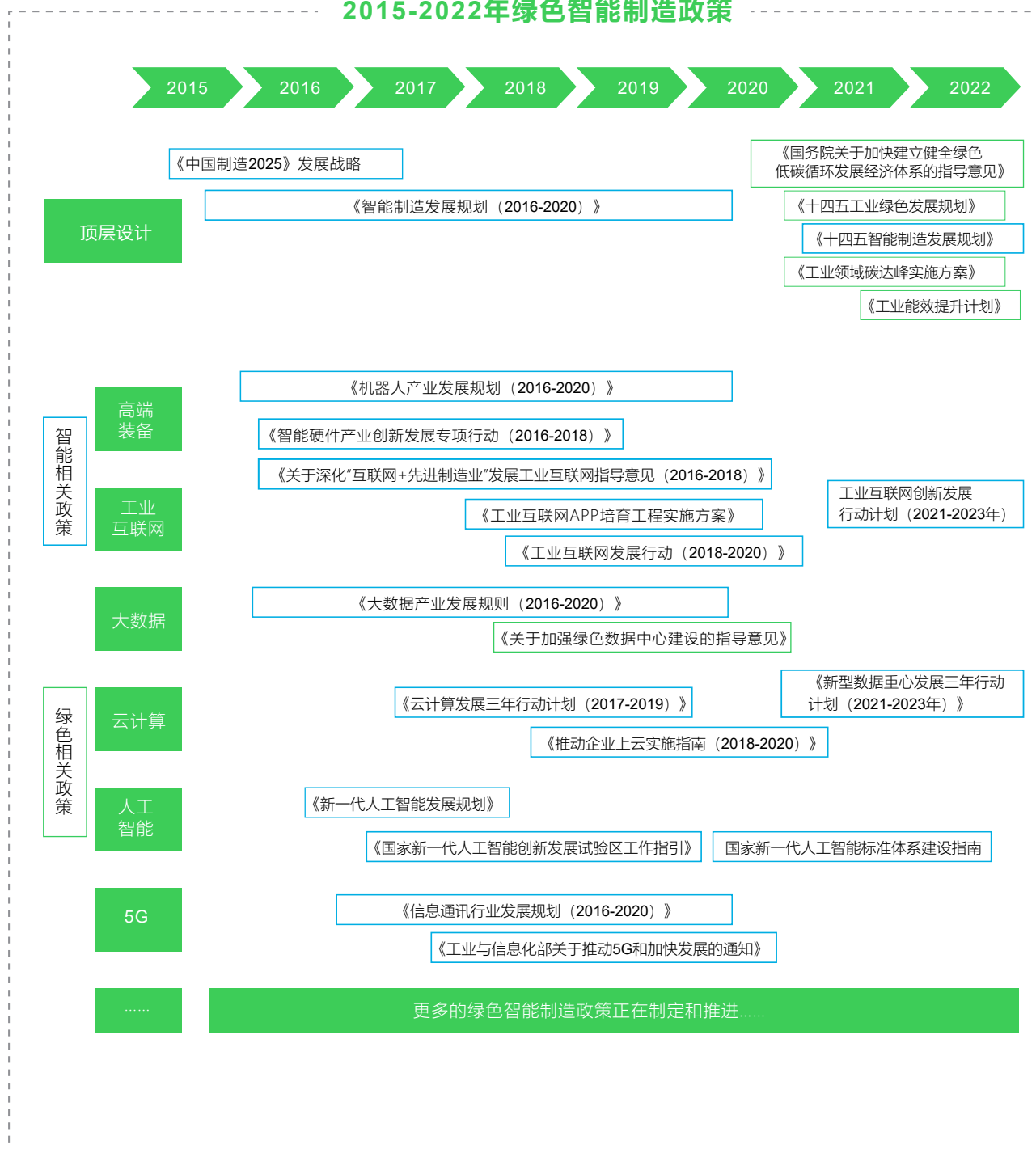
## 1.3 绿色智能制造政策持续颁布支撑工业未来化转型

绿色智能制造的政策对于引导工业未来化转型至关重要，2015年至今已颁布多个涉及顶层规划、重点技术的政策文件，其中，绿色相关的顶层设计在2020年后密集出台。目前来看，绿智政策主要以供给、产业环境、需求3个方向，对8大重点行业进行引导。

### 1.3.1 绿色智能制造政策

以《中国制造2025》发展战略为基础，2015年至今密集出台多项围绕智能制造和绿色制造的政策，政策既涉及顶层规划，也涉及高端装备、工业互联网、大数据、云计算、人工智能和5G等相关技术的落地。绿色制造相关的政策在2020年后密集颁布，主要包括《国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》、《十四五工业绿色发展规划》、《工业领域碳达峰实施方案》等政策。

## 2015-2022年绿色智能制造政策



## 1.3.2 绿色智能制造政策具体措施

绿色智能政策基本可以分为3个方向，4个类别<sup>1</sup>；供给型政策通常以提升技术能力、市场营销、品牌合作等手段提高供应能力，政策偏长期属性；环境型政策着力于产业环境的长久支持；需求型政策以短期形式对市场进行引导。

注[1]：政府网站、国家社会科学基金项目-四川大学从0到1创新研究项目

## 绿色智能制造政策扶持方向



绿色智能制造政策围绕钢铁、有色金属、纺织、轻工、建材、绿色环保装备、机械和石化化工8大重点行业展开<sup>1</sup>，有序引导行业装备改造和工艺升级，推动行业绿色发展。

## 绿色智能制造政策重点行业

### 钢铁行业

实施焦炉煤气精脱硫、高比例球团冶炼、焦化负压蒸馏、焦化全流程优化等技术和装备改造。

### 有色金属行业

实施氧化铝行业高效溶出及降低赤泥技术，铜冶炼行业短流程冶炼、连续熔炼，锌冶炼行业高效清洁化电解、氧压浸出，镁冶炼行业竖式还原炼镁等技术和装备改造。

### 纺织行业

实施小浴比染色、无聚乙烯醇上浆织造、再生纤维素纤维绿色制浆、超临界二氧化碳流体染色、针织物平幅染色、涤纶织物少水连续式染色等技术和装备改造。

### 轻工行业

实施短流程低水耗离型纸节约型合成革制造、皮革浸灰与铬鞣废液封闭循环、生物制革、大宗发酵制品高效生产菌种和绿色提取精制等技术和装备改造。

### 建材行业

实施水泥行业脱硫脱硝除尘超低排放、玻璃行业熔窑烟气除尘、脱硫脱硝、余热利用（发电）“一体化”工艺技术和成套设备改造。

### 绿色环保装备

重点发展污染治理机器人、基于机器视觉的智能垃圾分类分选技术装备、干式厌氧有机废物处理技术装备、高效低耗难处理废水资源化技术装备、非电领域烟气多污染物协同深度治理技术装备、高效连续的挥发性有机物吸附-脱附。

### 机械行业

持续推进基础制造工艺绿色优化升级，实施绿色工艺材料制备，清洁铸造、精密锻造、绿色热处理、先进焊接、低碳减污表面工程、高效切削加工等工艺技术和装备改造绿色产品。

### 石化化工

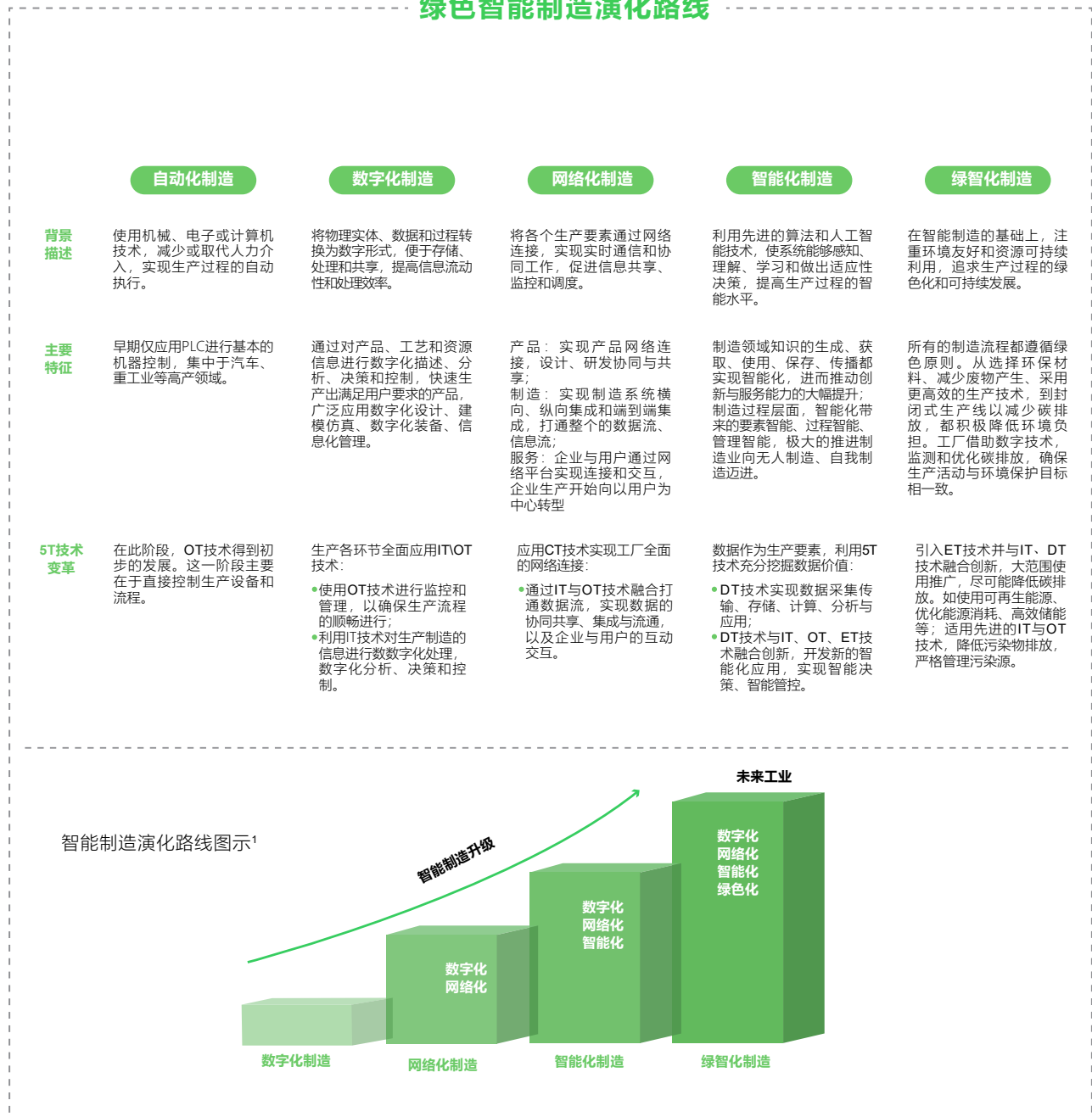
实施高效催化、过程强化、高效精馏等工艺技术改造，以及废盐焚烧精制、废硫酸高温裂解、高级氧化、微反应、煤气化等装备改造。

注[1]：通过《十四五工业绿色发展规划》、《十四五智能制造发展规划》、《工业能效提升计划》梳理

## 1.4 5T技术融合是未来工业发展的基础

绿色智能制造的演化路线分为五个阶段<sup>1</sup>，首先是自动化阶段，主要是在汽车制造、重工业领域，利用OT技术对生产设备与产线进行赋能。数字化制造阶段，该阶段的主要特征为通过对产品信息、工艺信息和资源信息进行数字化描述、分析、决策和控制，快速生产出满足用户要求的产品，广泛应用数字化设计、建模仿真、数字化装备、信息化管理。进入网络化制造阶段，在此阶段中“互联网+”不断推进互联网和制造业融合发展，网络将人、流程、数据和事物连接起来，通过企业内、企业间的协同和各种社会资源的共享与集成，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转变。绿色智能制造在经济社会发展的强烈需求以及互联网的普及、云计算和大数据的涌现、物联网的发展等信息环境急速变化的共同驱动下，大数据智能、人机混合、增强智能、群体智能、边缘智能等新一代人工智能技术加速发展，实现了战略性突破，开始进入智能化制造阶段。最后，从双碳政策的影响下进入绿智化制造阶段，促进了智能制造与绿色制造的加速融合，这标志着制造系统的未来范式进入绿色化与智能化齐头并进、融合呼应的新一阶段。在这一阶段，绿色智能制造不仅关注生产效率和创新能力，更重视其对全球生态环境的影响和责任。

### 绿色智能制造演化路线

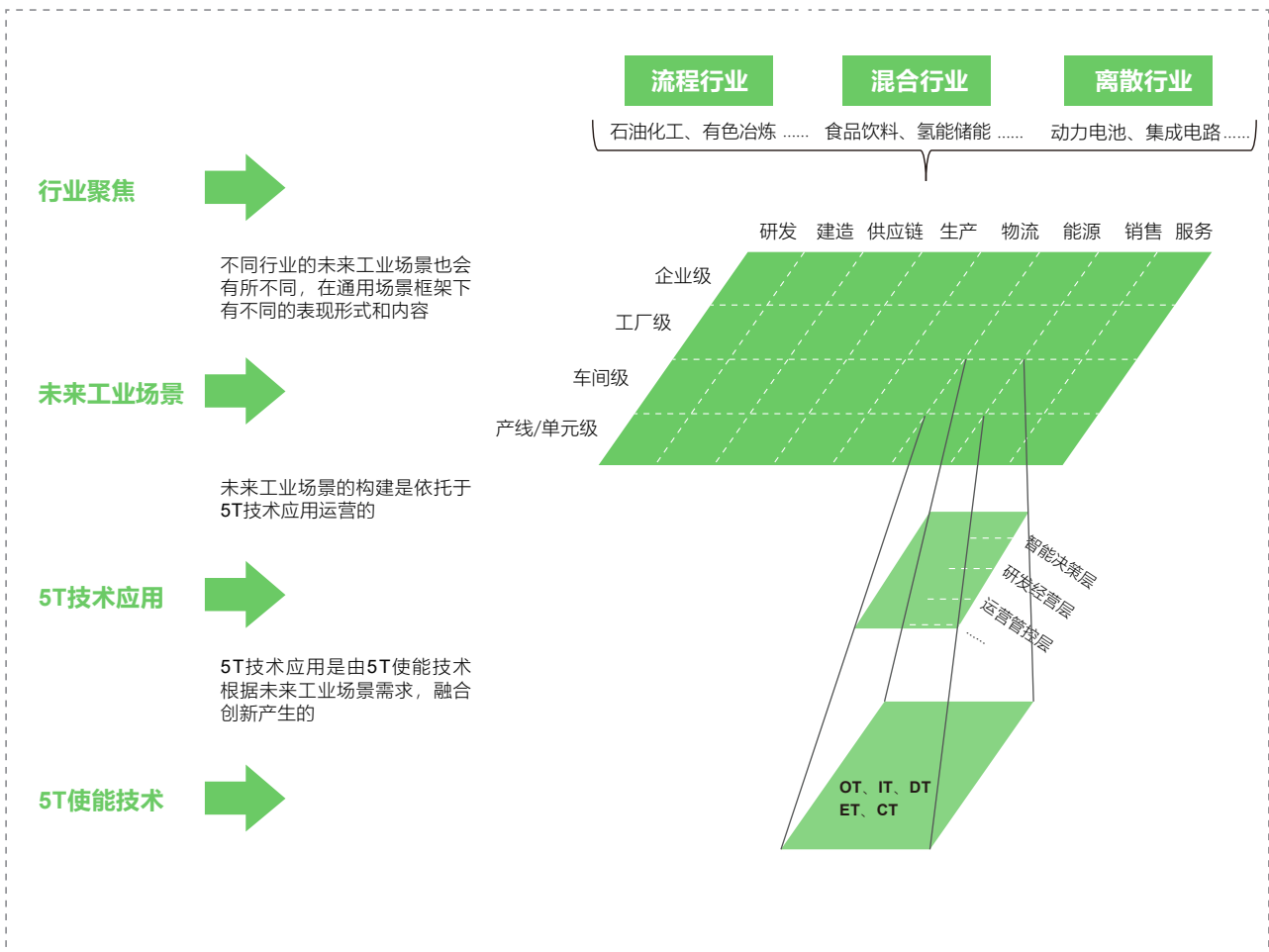


注[1]：《走向新一代智能制造》中国工程院

## 1.5 5T技术框架<sup>1</sup>

绿色智能制造的未来范式是，通过融合5T技术创新应用覆盖制造企业经营管理、生产运营、工艺过程的全流程，以IT（信息技术）作为信息化、数字化的底座，融合OT（运营技术）实现对生产运营的灵活稳定的自动化控制与调度，通过CT（通信技术）进一步促进设备、人员和系统之间的无缝连接，利用DT（数字技术）挖掘工业大数据的价值，支撑智能决策，最终实现对资源、生产流程和事件的全面调度与智慧管控，确保生产与运营的协同高效。与此同时，引入ET（能碳技术），使整个制造过程的用能更稳定，更环保高效，构建绿色化的智能制造解决方案，保障工业企业的高效可持续发展。5T技术的融合创新必将驱动绿色智能制造解决方案向前迈进，描绘出未来工业的新范式、新蓝图。

由于制造细分行业的工艺流程、运营管理、人才与技术基础等多方面因素差异化巨大，构建未来工业的绿色智能制造解决方案，需要遵循鲜明的行业特性。不仅要通过总结行业共性构建具有行业针对性的整体解决方案，还要解构分析绿色智能工厂各个管理层级，包括企业级、工厂级、车间级、产线/单元级；同时拆分贯穿产品全生命周期的各个流程环节，通过交叉分析流程环节与管理层级的运营痛点与绿智化需求，构建恰当合理符合用户综合需求的绿色智能制造应用场景。不同行业的未来工业场景也会有所不同，在通用场景框架下有不同的表现形式和内容。未来工业场景的构建是依托于5T技术应用运营的，5T技术应用是由5T使能技术根据未来工业场景需求，融合创新产生。



注[1]：施耐德电气

# 2 未来工业技术发展与融合



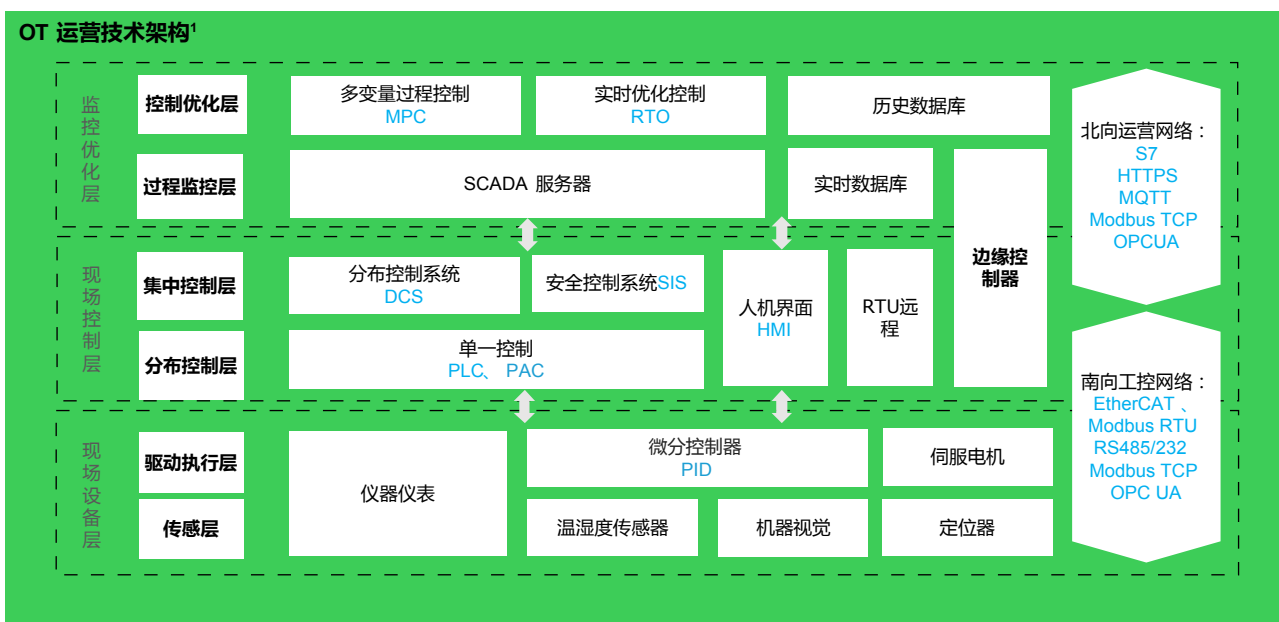
## 2.1 5T技术融合关系与分类

5T技术融合创新产生5T应用，不断在5T应用架构中补充完善着支撑绿色智能工厂各层级的场景运营的系统 and 装置。其中OT运营技术、IT信息技术、ET能碳技术为功能性技术，此类功能性技术均是传统应用或设备的主要组成部分，即运用OT技术、IT技术或ET技术直接开发传统应用，使其成功运行某个功能， just 不具备数字化和智能化的特性；DT数字技术、CT通信技术为赋能性技术，这是由于DT与CT技术均无法单独支撑某个应用系统与装置，但可为功能性技术创造的传统应用赋能，使之更适应数字化或智能化的要求。所以通过赋能技术与功能技术的融合创新，得以优化与重构原本的传统技术应用。



### 2.1.1 5T技术融合关系与分类——OT技术

**OT运营技术**：基于ISA-95工控自动化架构、工业现场运营、工控网络等技术架构，构建OT技术框架。通过不断丰富与运用OT技术，实现设备实时自主控制、集中控制与优化，提高生产效率并降低运营成本。

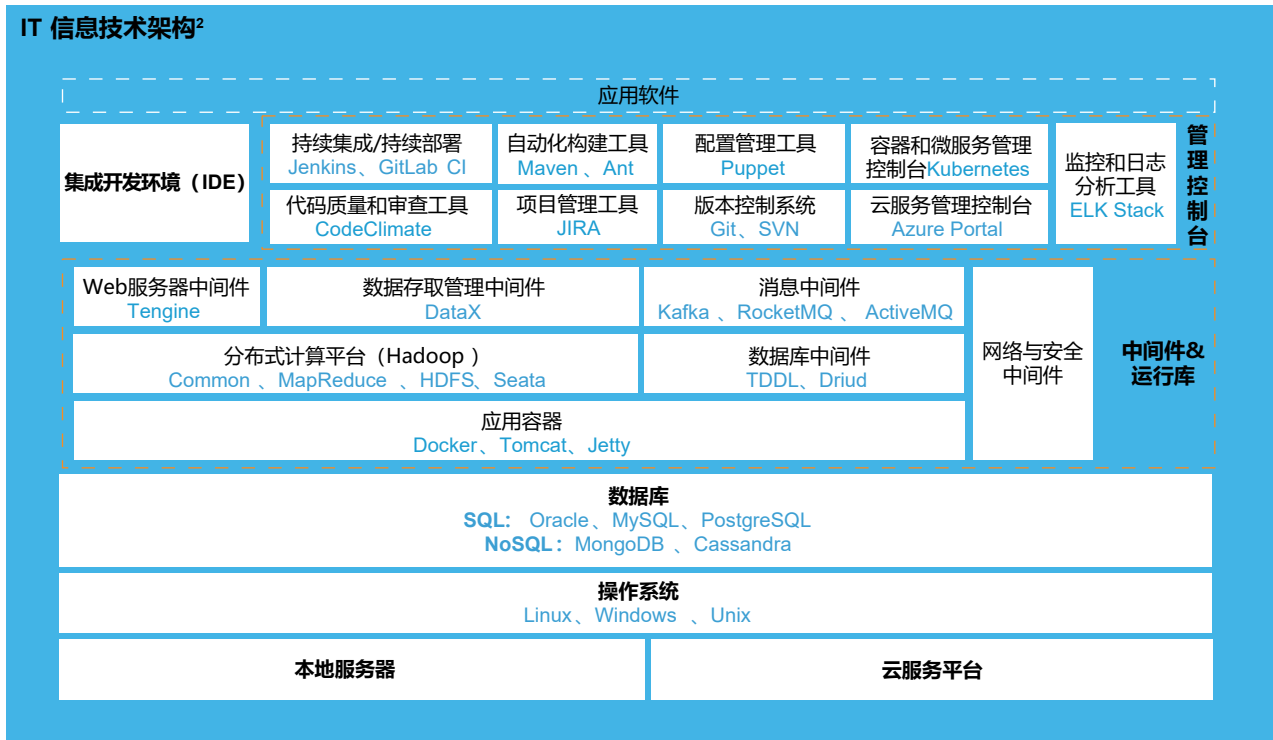


备注：以上细分技术由于篇幅原因未详尽罗列

注[1]：施耐德电气、MES的ISA-95标准模型

### 2.1.2 5T技术融合关系与分类——IT技术

**IT信息技术：**一种用于管理和处理信息所采用的技术，通过操作系统、数据库等基础系统，由中间件在分布式环境下支撑各类应用开发、运行和集成<sup>1</sup>。



备注：以上细分技术由于篇幅原因未详尽罗列

### 2.1.3 5T技术融合关系与分类——ET技术

**ET能碳技术：**聚焦在用户侧，贯穿能源规划设计、调度、生成、存储、使用的全流程中的一系列相关技术，以提高能源利用效率、减少碳排放的推动工业社会的可持续发展。



备注：以上细分技术由于篇幅原因未详尽罗列

注[1]: <http://www.xckfsq.com/index/xczx/22052.html>

注[2]: 施耐德电气、<https://zhuanlan.zhihu.com/p/338310828>

注[3]: 施耐德电气、清华大学能源互联网创新研究院课件

### 2.1.4 5T技术融合关系与分类——CT技术

**CT通信技术：**一种以TCP/IP模型分类为基础，通过网络接口层、网际层、传输层和应用层等层级间的传递关系，实现不同设备之间信息交换和通信的技术。



备注：以上细分技术由于篇幅原因未详尽罗列

### 2.1.5 5T技术融合关系与分类——DT技术

**DT数字技术：**一种对数据进行采集、存储、计算（清洗、标注、处理、挖掘、分析），并支持数据服务与应用的技术，将工业数据作为生产资料，实现对数据的深入挖掘和动态运用，使数据可以在生产的决策闭环中发挥价值。



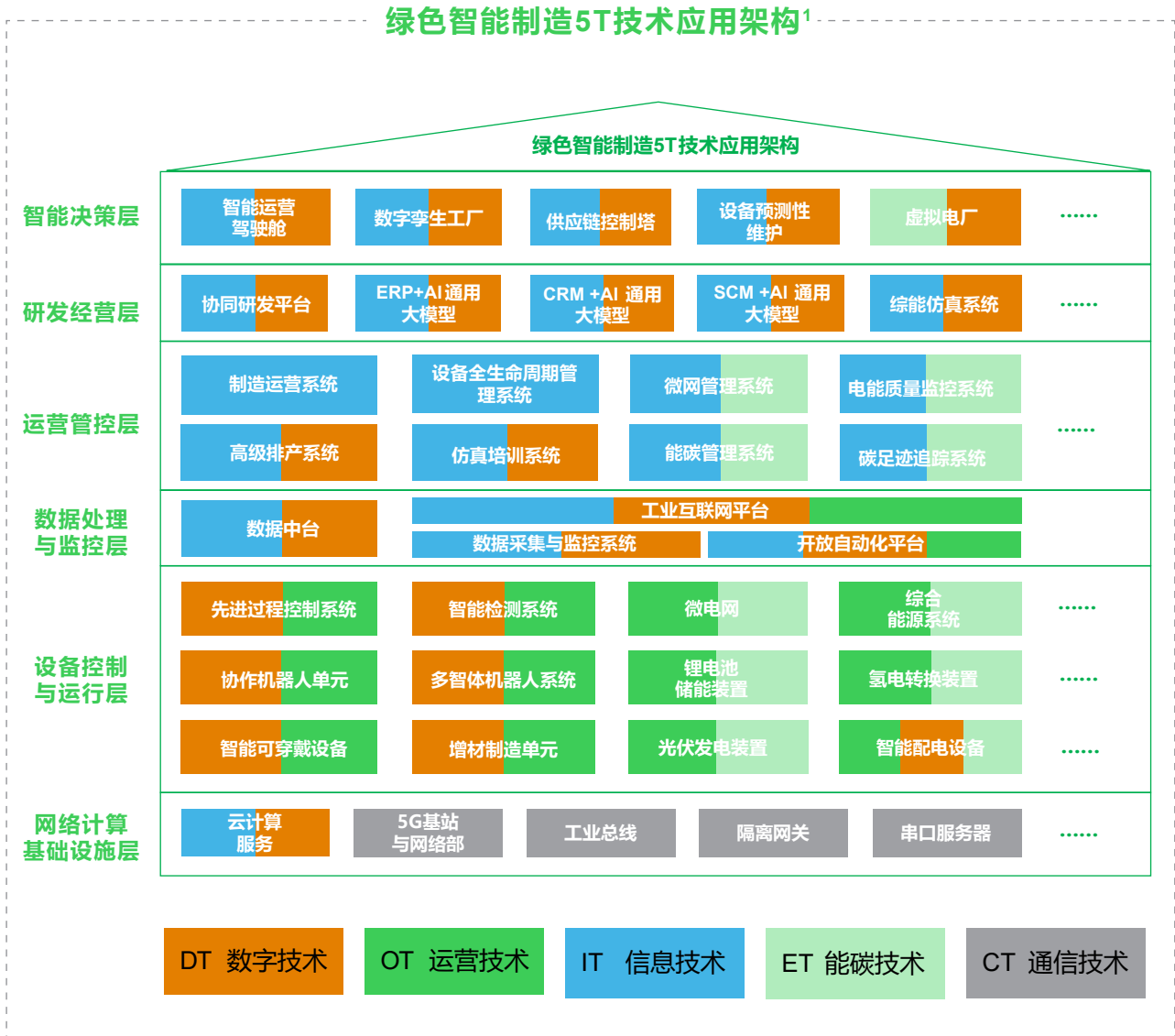
备注：以上细分技术由于篇幅原因未详尽罗列

注[1]：施耐德电气、五层体系结构、TCP/IP四层体系结构

注[2]：施耐德电气、《精益数据方法论》、<https://www.51cto.com/article/686174.html>

## 2.2 5T技术应用架构

未来工业场景的构建依托于5T技术应用，横向和纵向集成的各类系统与装备支撑未来工业场景运行。依照绿色智能工厂管理层级可搭建5T技术应用的架构，下图展示了在技术应用架构中的智能决策层、研发经营层、运营管控层、数据处理与监控层、设备控制与运行层、网络计算基础设施层等各层级的前沿技术应用。一些传统的IT应用系统或OT设备在融合技术创新后，可以更好地融入和支撑整个绿色智能工厂，例如AI人工智能大数据分析等DT技术赋能的PLM(产品生命周期管理系统)、ERP(企业资源计划管理系统)、CRM(客户管理系统)等传统研发与经营管理系统均可扩展原有的功能，有效提高用户体验；此外，5T技术的融合创新也催生出一系列新兴的应用系统和智能装置设备，如数字孪生工厂、设备预测性维护系统、高级排产系统、工业互联网平台、智能检测系统、云计算服务平台等。



注[1]: 施耐德电气

## 2.3 5T技术融合发展趋势

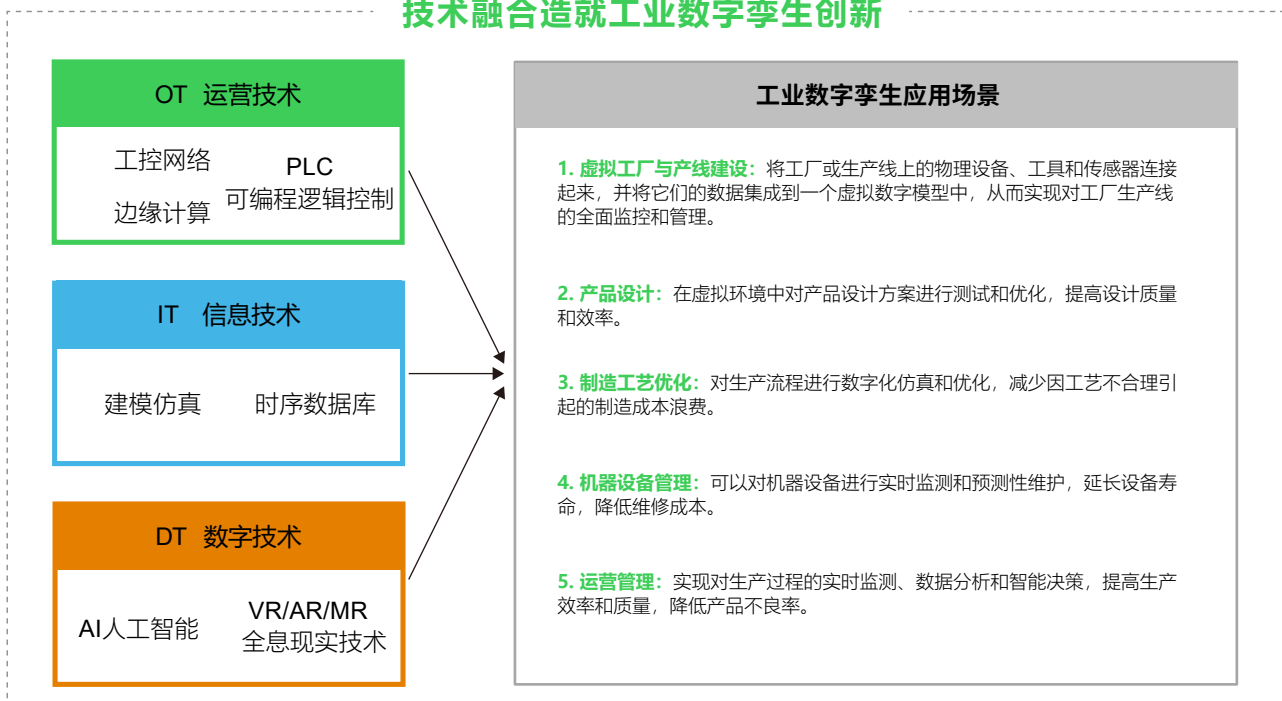
### 2.3.1 OT、IT、DT技术融合，加速工业数字孪生体创新与迭代

工业数字孪生体是OT、IT和DT中多个基础技术融合而成的创新技术应用。随着越来越多的应用实践和基础技术不断发展，催化技术间的加速融合，未来工业数字孪生体将会向更高精度、加强实时性和安全性的方向发展，达到真正意义上的自感知、自适应的智能体目标。

数字孪生以数字化方式创建物理实体的虚拟实体，再基于历史数据、实时数据以及算法预测，来模拟、验证、预测、控制物理实体全生命周期的运行。

工业数字孪生体可应用于绿色智能工厂中的多个场景，如虚拟工厂与产线建设、产品设计、制造工艺优化、机器设备管理和运营管理。随着技术成熟度的提高和应用需求增长，数字孪生已在工业领域发挥越来越重要的作用，推动工业生产的绿色化、智能化转型。

#### 技术融合造就工业数字孪生创新



#### 技术发展优化趋势

##### 第一阶段：优化性能

**提高精度和可靠性:** 随着数字孪生技术的不断发展，其精度和可靠性将得到进一步提高。通过引入更多的数据来源、改进算法和模型等手段，数字孪生技术将能够更准确地模拟物理世界，为决策提供更可靠的支持。

##### 第二阶段：实时同步

**增强实时性:** 数字孪生技术需要实时地获取和处理数据，以便对物理世界进行准确的模拟和预测。未来，随着通信技术的发展，数字孪生技术的实时性将得到进一步增强，从而更好地支持实时决策。

##### 第三阶段：数据安全

**增强安全性:** 数字孪生技术将与区块链技术相结合，实现数字孪生信息的安全性和可靠性。通过区块链技术的分布式账本特性，可以确保数字孪生数据的不可篡改性和可追溯性，从而提高数据的安全性。

##### 第四阶段：智能决策

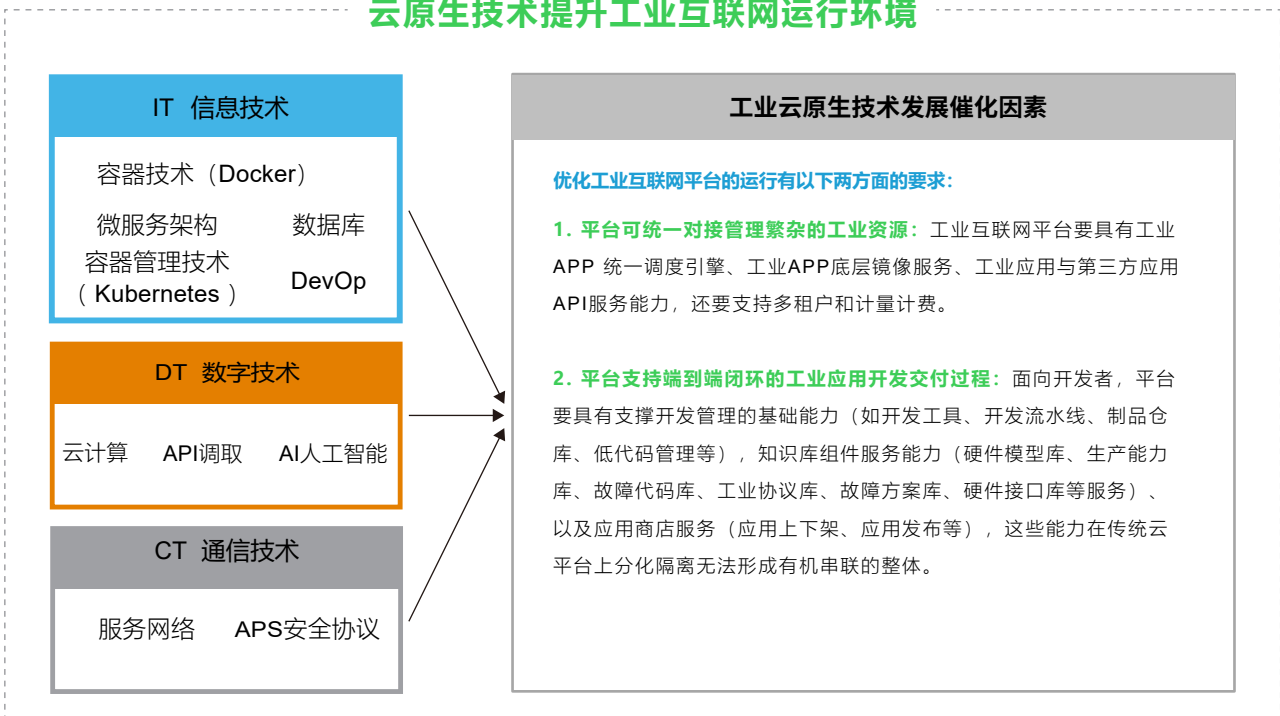
**实现自适应优化:** 数字孪生技术将逐渐实现自适应优化，即通过对实时数据的分析，自动调整模型和算法，以适应物理世界的动态变化，提高模拟和预测的准确性。

注[1]: 施耐德电气

### 2.3.2 IT、DT、CT技术融合，云原生技术提升工业互联网运行环境

云原生技术是IT、DT和CT多类基础技术融合产生的创新技术代表。基于Kubernetes容器管理技术的云原生平台，为工业互联网平台提供灵活敏捷、易于扩展、高可用的运行环境，降低平台运维复杂度并提高效率。为了优化工业互联网平台的运行，平台需要从两个方面改进。一方面平台要能够统一对接管理繁杂的工业资源，另一方面要能够支持平台上端到端闭环的工业应用开发。随着工业互联网平台持续提高运行优化的要求，未来工业云原生平台将进一步加强IT、DT和CT技术融合创新，实现在安全性、性能优化、多元云、自决策等多方面的迭代优化。

#### 云原生技术提升工业互联网运行环境



#### 技术发展优化趋势

##### 第一阶段：数据安全

**安全合规：**在短期内，由于数据泄露和网络攻击的威胁不断增加，组织将着重加强安全性和合规性，以保护数据和遵守法规。在此背景下，CT技术将会加速与IT、DT融合，催生更多技术安全工具和安全框架。

##### 第二阶段：性能优化

**容器优化：**容器编排工具将在中期内继续发展，以满足大规模部署和管理的需求。这有助于在快速变化的环境中更好地管理和维护云原生应用程序。

##### 第三阶段：技术组合

**混合云和多元云：**混合云和多云战略将在中期内逐渐成为主流。组织将寻求更好地支持跨云平台的一致性管理、安全性和性能优化，以实现更灵活的部署和资源利用。这促使CT和DT技术中的更多网络安全技术、数据安全技术与IT技术融合

##### 第四阶段：智能决策

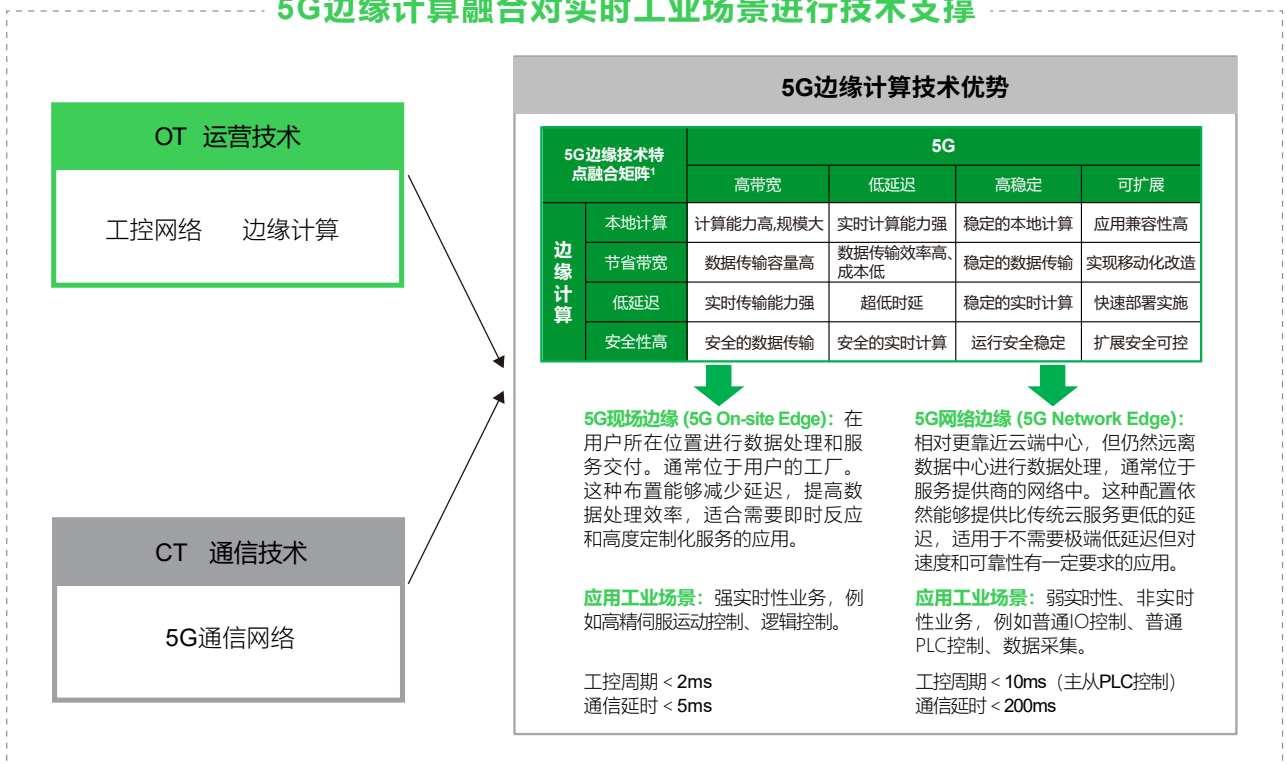
**融合通用AI：**长期来看，云原生技术将更广泛地集成多类AI人工智能技术，例如传统机器学习算法和生成式AI，实现平台自主优化，使工业互联网平台及平台上的工业应用更流畅地运行。

注[1]：施耐德电气、云原生产业联盟、亿欧智库整理

### 2.3.3 OT、CT技术融合，5G边缘计算支撑工业场景互联需求

5G边缘计算是OT和CT技术集成融合而成的创新技术。打造未来工业的首要任务就是，能够短时间内处理海量的工业大数据；而传统的通讯技术和本地计算服务，并不能满足这一需求。5G边缘计算融合了5G通信技术与边缘计算技术的特点，为绿色智能制造工厂提供实时、高带宽、稳定、可拓展的互联通信。5G边缘计算主要有两类应用：5G现场边缘（5G On-site Edge）和5G网络边缘（5G Network Edge）。5G边缘计算融合了5G网络的高带宽、低延迟、高稳定、可扩展，以及边缘计算的本地化数据处理能力、节省带宽及安全性高的特点。两种技术的融合允许数据在产生的地点或其附近即时处理，减少了对中心云资源的依赖，从而提高了数据处理速度，降低了延迟，并优化了网络带宽的使用。这种结合为要求实时和高效率的应用（如实时边缘控制优化、先进过程控制等）提供了必要的技术支持。

#### 5G边缘计算融合对实时工业场景进行技术支撑



#### 5G边缘计算技术发展优化趋势<sup>1</sup>

##### 第一阶段：边缘部署

**基础边缘部署:** 加强单设备、单站点的基础部署，数据采集能力聚焦设备及工厂，计算能力主要满足静态、手动计算。

##### 第二阶段：5G渗透

**实现多点连接:** 提升多设备连接能力，数据采集能力聚焦与企业层面，计算能力基本达到半自动计算。

##### 第三阶段：性能稳定

**成熟5G边缘能力:** 能够连接多设备、多站点，数据采集能力聚焦供应链环节，计算能力实现动态半自动计算。5G边缘计算技术融合已经来到3.0阶段，这代表着已经形成多站点的连接能力，聚焦于供应链上下游进行协同通信。

##### 第四阶段：全面融合

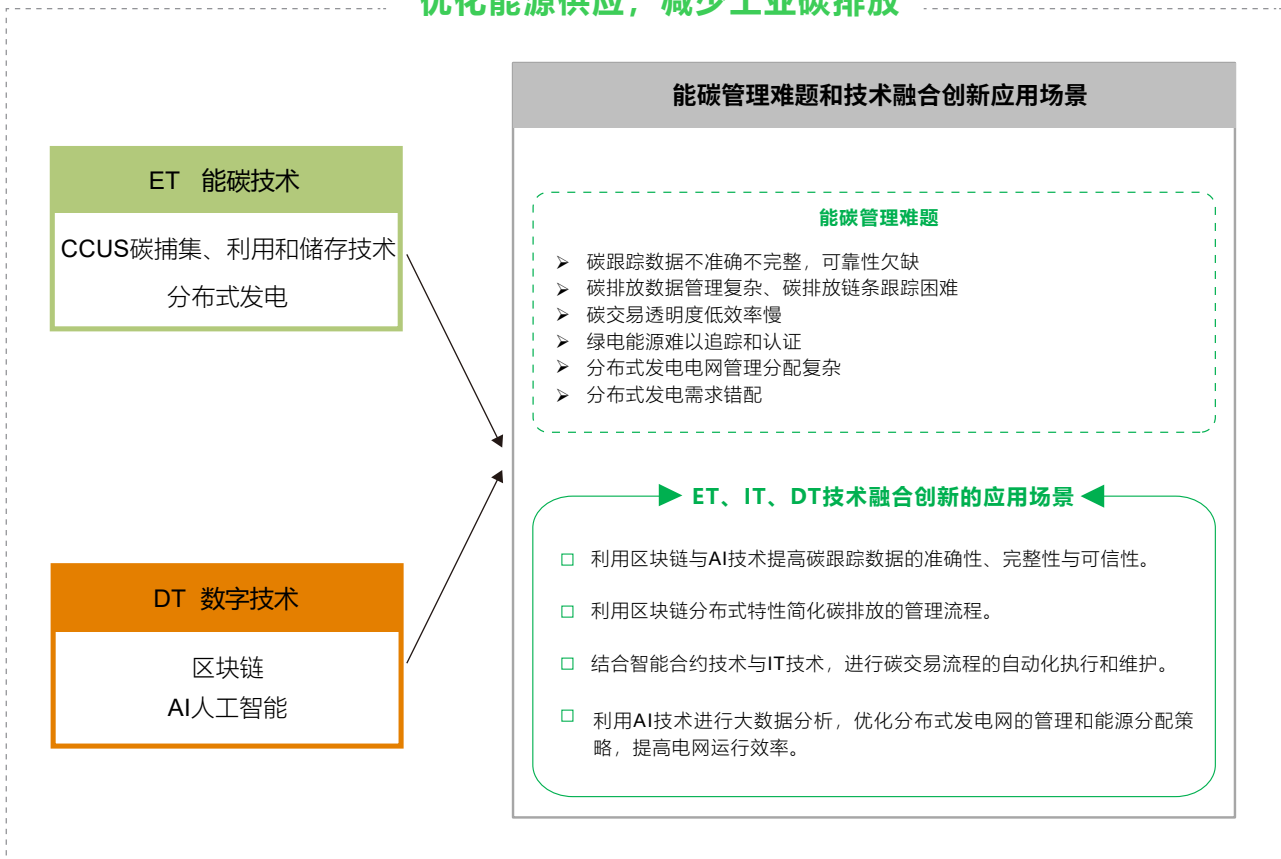
**技术深度融合:** 多组织连接，数据采集能力聚焦于产业链，计算能力达到自适应、自迭代。

注[1]: 信通院

### 2.3.4 ET、DT技术融合，支撑工业可持续化发展

智能化能碳管理系统是ET、IT和DT技术融合而成的创新技术应用，可以优化能源系统的运行效率和可靠性，助力工业可持续发展。集成了AI人工智能技术、区块链技术的先进能碳管理系统，旨在优化分布式发电系统的运行效率和可靠性，同时减少和追踪碳排放。这种系统运用DT技术进行智能化分析和决策来优化能源消耗和平衡能效；并利用区块链技术的透明度、安全性和不可篡改性，实现碳排放追踪；同时结合碳捕集、利用和储存技术（CCUS）在能碳实时监控过程中有针对性地在高排放工艺段降低碳排放。在工业场景中，能碳管理面临一系列难题，可以利用区块链与AI技术优化能碳管理系统，实现高效节能减排。未来工业中的智能化能碳管理系统将实现全数据要素收集、预测识别、数据安全和智能决策的升级。

#### 优化能源供应，减少工业碳排放



智能碳管理技术在初期注重整合和提高碳排放数据精确性，借助大数据分析确保准确可靠；随后利用人工智能、机器学习和区块链技术实现预测分析、安全性提升以及实时自适应优化，以提高能源利用率和降低碳排放。

#### 技术发展优化趋势

##### 第一阶段：全数据要素收集

**整合和数据精确性提升：**在初期阶段，重点是利用大数据分析技术，整合各种碳排放数据源，提高数据的精确性和可靠性，为后续决策提供坚实基础。

##### 第二阶段：预测识别

**预测分析和趋势识别：**基于AI算法模型，根据历史和当前数据的深入分析，预测用能侧未来耗能排碳的长期趋势，以便更好地分配能源，并更有针对性地实施降碳措施。

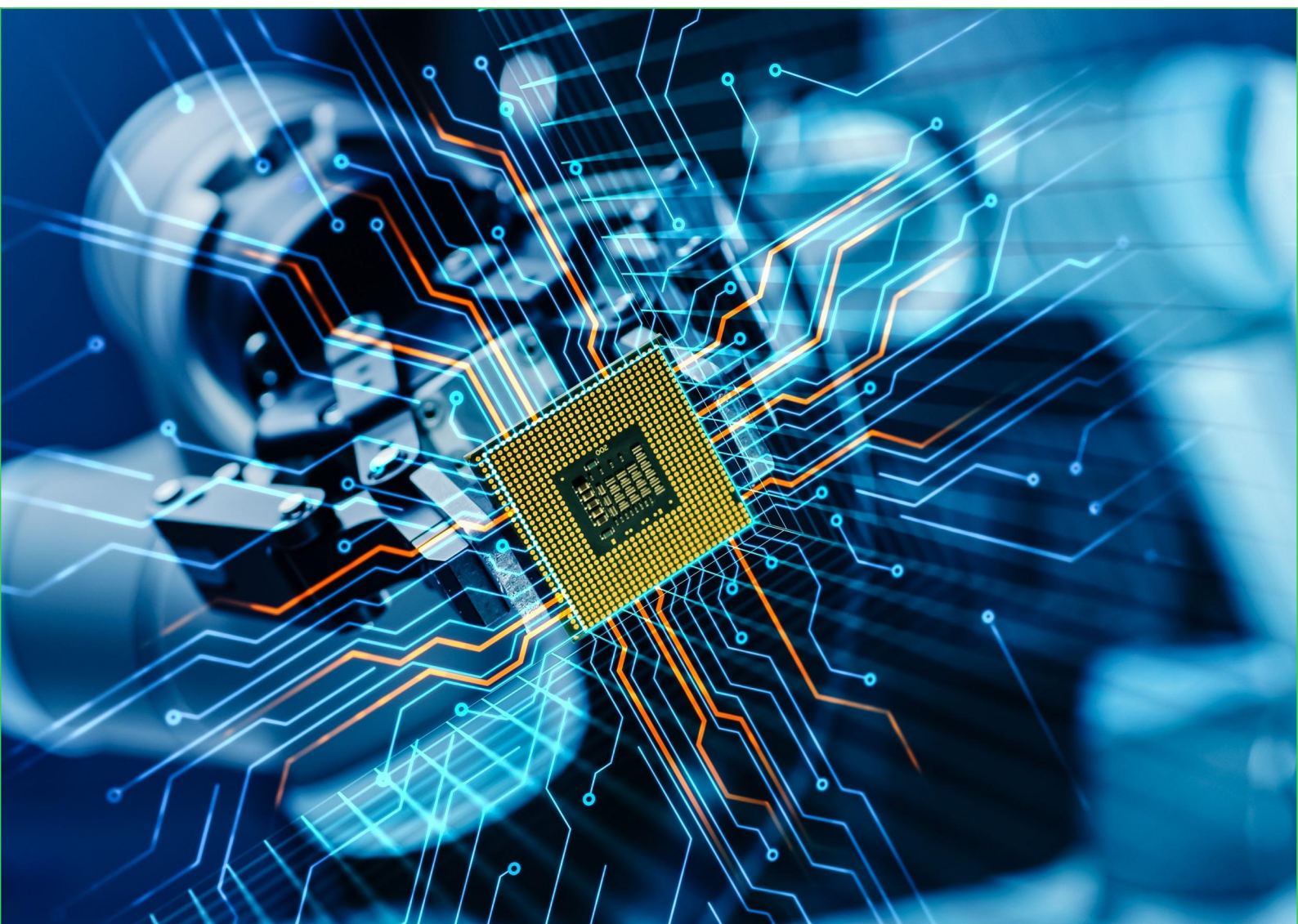
##### 第三阶段：数据安全

**安全性和可靠性提升：**结合区块链技术，增强先进能碳管理系统中数据的安全性和可靠性。利用区块链的不可篡改性和透明度，保护关键数据免遭篡改，提高整个碳足迹追踪系统的信任度和抗干扰能力。

##### 第四阶段：智能决策

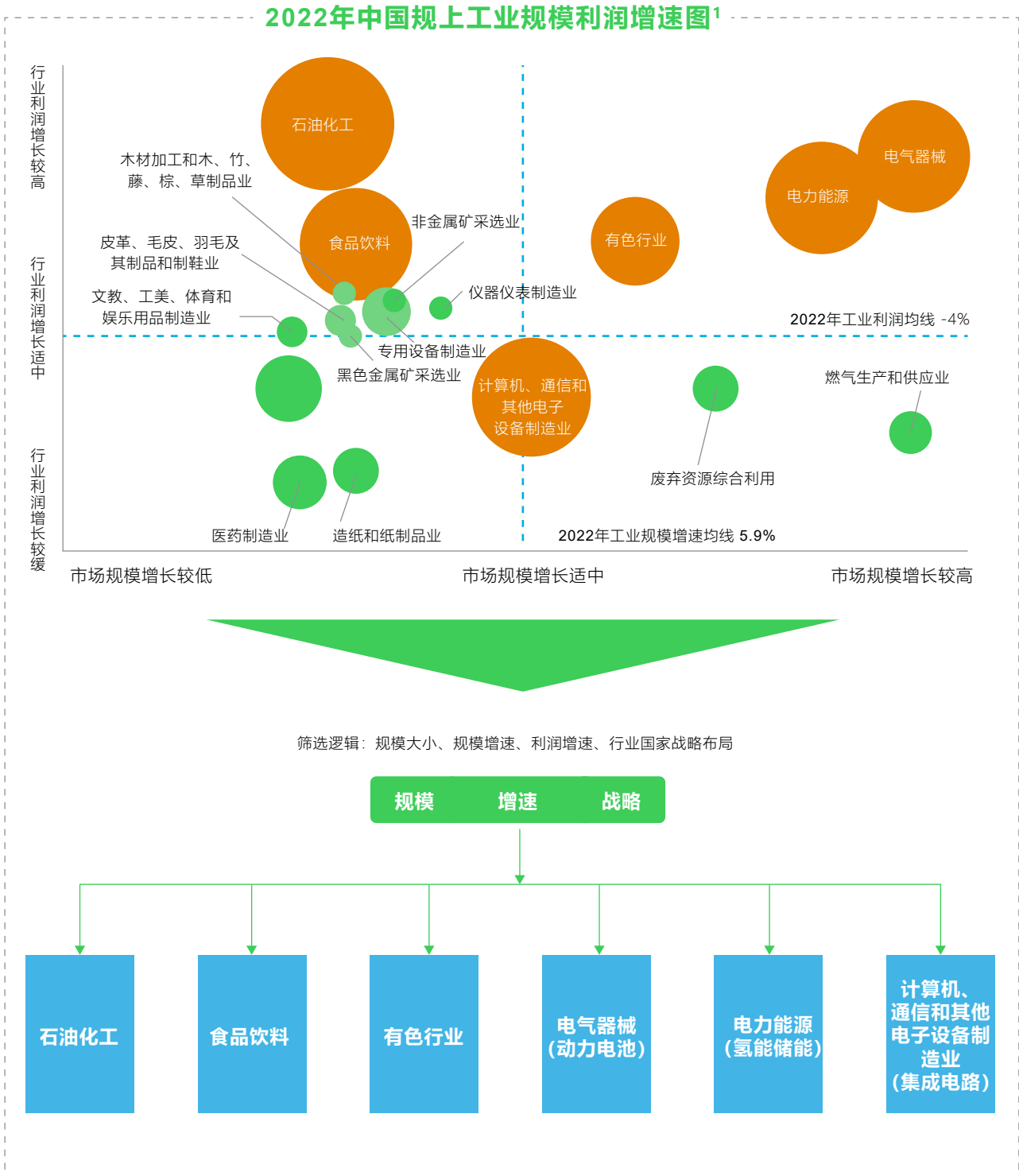
**自适应优化和智能决策：**自适应优化和智能决策：结合DT技术创新，系统可以自动优化能源管理和碳减排策略，根据大数据预测耗能趋势，通过自动控制配电设备和用电设备优化能耗，通过智能化预测与自适应控制实现节能减排。

# 3 未来工业应用场景分析



## 3.1 重点行业筛选

根据2022年规上企业经营数据，通过考察行业规模大小、行业规模增速、行业利润增速和国家战略布局等关键标准，筛选出石油化工、食品饮料、有色行业、电气器械（动力电池领域）、电力能源（氢能储能领域）、以及计算机、通信和其他电子设备制造业（集成电路领域），这6个行业具有规模大、增速快、行业战略地位高的特点。



注[1]：国家统计局

本章节研究内容聚焦6大重点行业，根据问卷调研与内外部专家访谈收集的数据和资料，采用定量分析与定性分析相结合的方法筛选出各行业中潜在需求高增长的未来工业应用场景，以此指导这6大行业用户和服务商未来在构建绿色智能制造解决方案时需要重点关注的方向。

### 01.6 大行业基本面分析

#### 1.1 市场规模分析

#### 1.2 行业数字化程度与行业5T技术投入程度



### 02. 行业绿智化转型需求与转型现状评估

#### 2.1 问卷调研定量分析场景的绿智化程度，筛选重要一级场景

#### 2.2 针对行业一级场景分析痛点与需求



### 03. 筛选行业未来场景

#### 3.1 二级场景现有部署与未来1-3年内部署占比差异分析

#### 3.2 筛选出部署占比高增长的二级场景

#### 3.3 高潜力场景的扫描



### 04. 优秀案例展示

高潜力场景中，已有解决方案落地的个别案例展示

## 3.2 石油化工未来场景分析

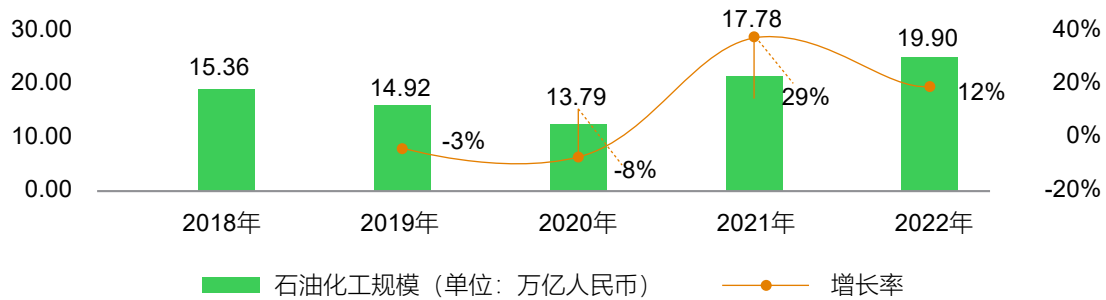
石油化工整体呈增长态势，过半受访企业绿智化进度较慢，目前部署的绿智化场景主要针对工艺的改进，生产过程的管控及物流的配送。

### 3.2.1 行业基本概况

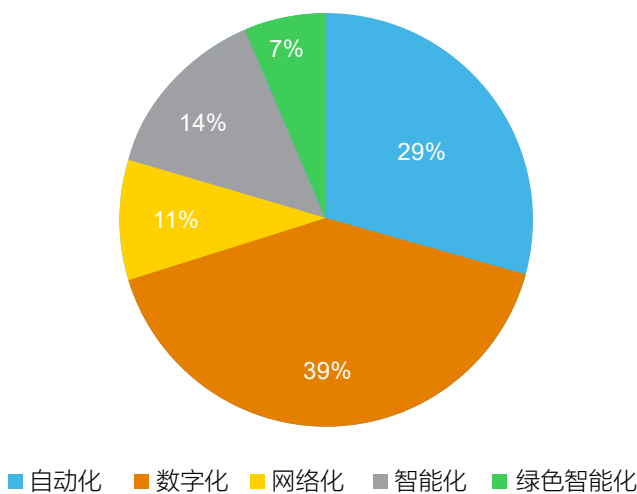
石油化工受大宗商品价格影响，行业面临市场规模波动价格变动大的挑战，但整体保持增长态势，石油化工行业绿色智能化进程较为缓慢，目前集中于自动化、数字化，占受访企业的68%；约一半的受访企业选择重点投入IT、OT、CT技术。

#### 行业基本概况

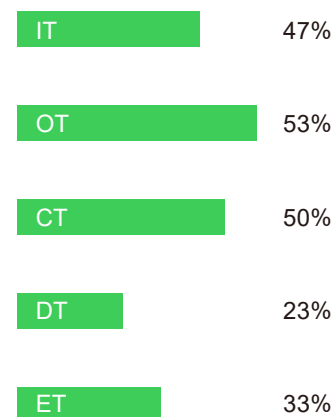
2018-2022年中国石油化工市场规模<sup>1</sup>



受访企业绿色智能化进程<sup>2</sup>



受访企业5T投入程度<sup>2</sup>



注[1]: 国家统计局, 市场规模计算基于石油化工、化工原料、塑料等产业  
注[2]: 调查问卷(n=180), 衡量%占比的企业选择优先投入5T技术的方向

### 3.2.2 石油化工绿智化转型需求与转型现状评估

石油化工的项目投资成本极高，工艺复杂且伴随较高的安全风险，企业间的同质化竞争伴随市场快速扩张不断强化，需要企业在工艺路线选择、产品如何快速投入市场、优化生产作业以及提升供应链计划调度优化管理上进行投入。

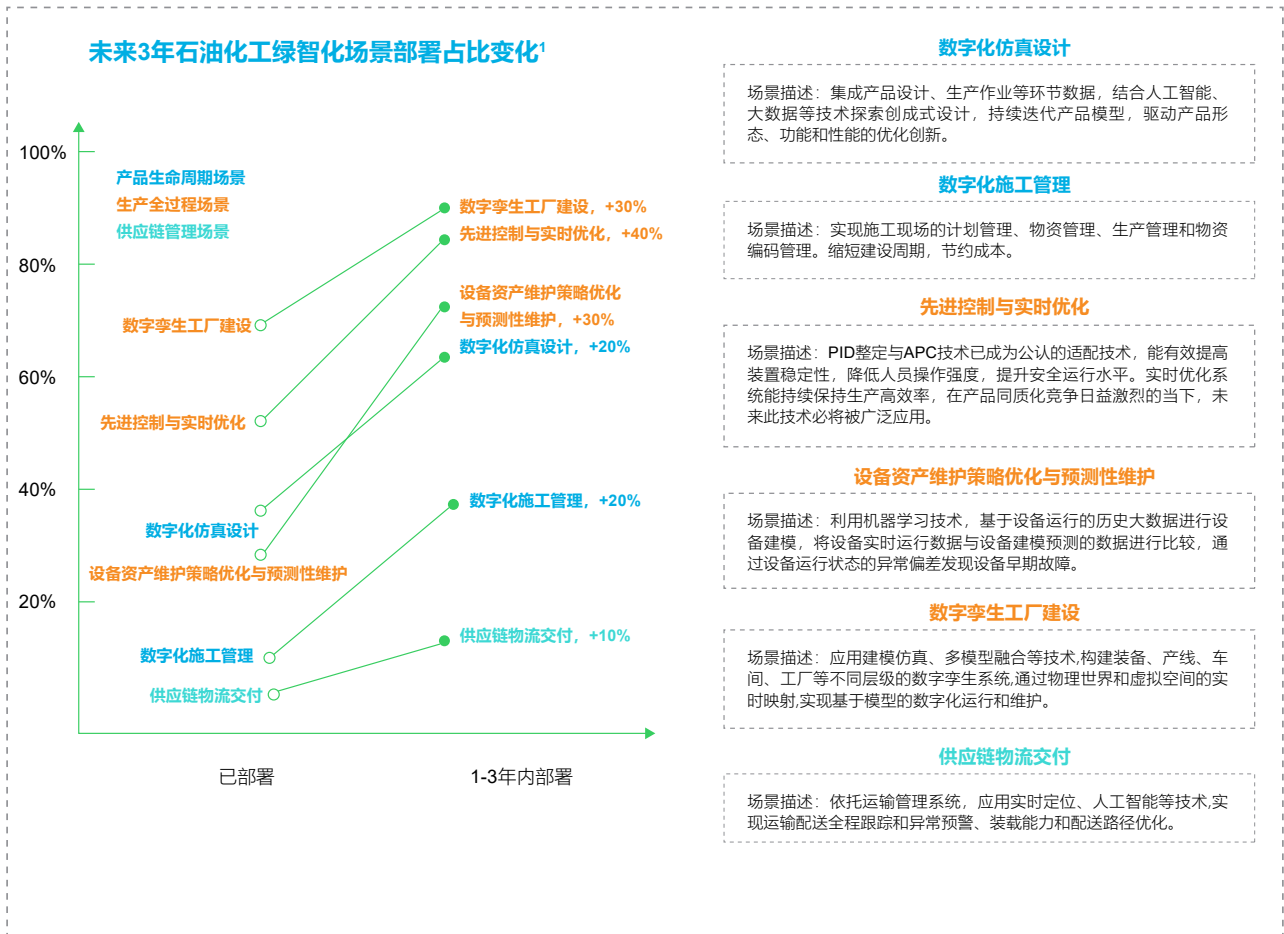


### 3.2.3 石油化工未来场景部署

从三个维度的场景分析，石油化工绿智化场景的未来部署集中于生产全过程场景，石油化工企业通过价值链优化技术提升企业盈利能力是业主最核心的诉求。

石油化工的二级绿智场景未来部署偏向数字化设计与建造，生产过程的优化，供应链计划优化和调度管理，对冲同质化工产品带来的利润侵蚀。

注[1]: 调查问卷(n=180)  
注[2]: Mckinsey



## 石油化工行业优秀解决方案案例



- 石化行业是高耗能行业，多年来一直对环保政策、能耗成本、能耗效益非常敏感。希望通过数字化技术实现节能减排。
- 全面部署PID整定+报警管理对区域内所有装置进行生产过程管理，提高企业运营管控水平；
- 在关键装置部署先进控制APC+实时优化RTO技术，实时优化工艺核心参数，降低生产成本，最大化生产效益；
- 基于实时数据库部署运营管理中心，在提升数据完整性，强化企业经营数据应用。
- 打通了“能源和工业自动化”的协同作业，“企业全生命周期”的一体化管控。
- 提升了生产的稳定性和安全性，实现节能环保。成功优化产品结构和工艺成本，预计年化经济效益超过3000万人民币。

注[1]：调查问卷(n=180)

## 3.3 动力电池未来场景分析

动力电池装机量整体呈增长态势，企业集中于数字化及智能化阶段，目前部署的绿智化场景主要针对设计、生产、设备管控及供应链计划与服务场景。

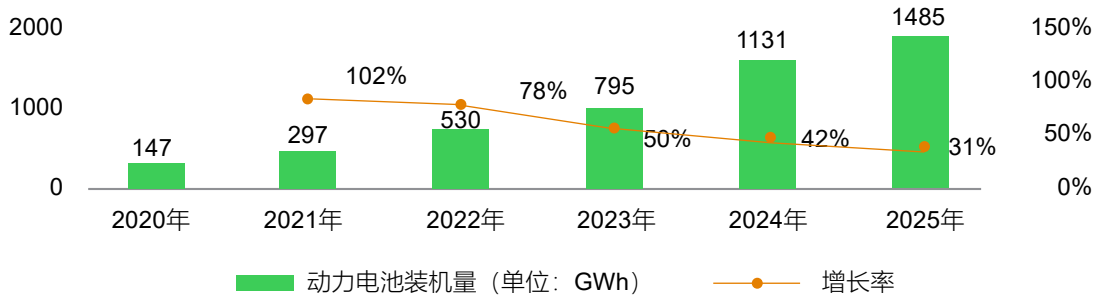
### 3.3.1 行业基本概况

受储能及新能源车蓬勃发展影响，动力电池发展出现爆发式增长，根据动力电池厂商的产能规模，未来2年内依旧会维持30%以上的增速。

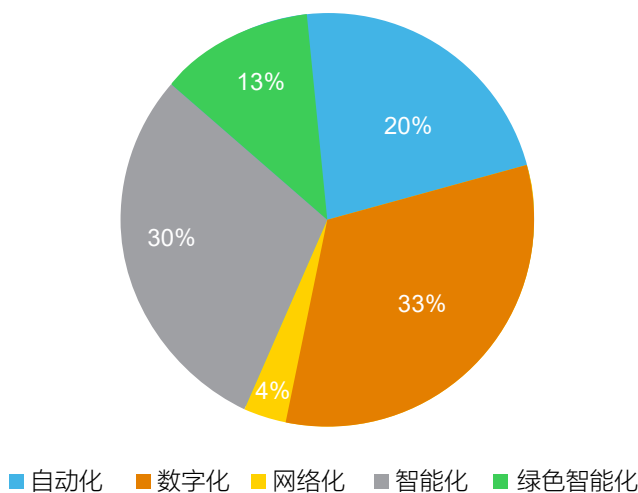
动力电池行业目前集中于数字化、智能化，达成绿色智能化阶段的企业较少；目前超过60%的受访企业选择重点投入IT、OT技术。

#### 行业基本概况

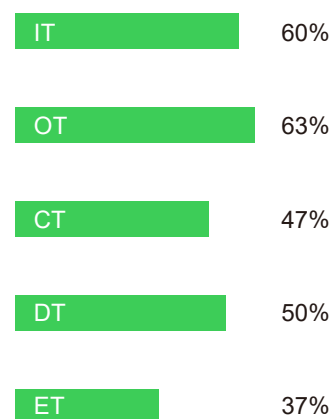
2020-2025年全球动力电池装机量规模、增速<sup>1</sup>及预测



受访企业绿色智能化进程<sup>2</sup>



受访企业5T投入程度<sup>2</sup>



注[1]: 亿欧智库

注[2]: 调查问卷(n=180), 衡量%占比的企业选择优先投入5T技术的方向

### 3.3.2 动力电池绿智化转型需求与转型现状评估

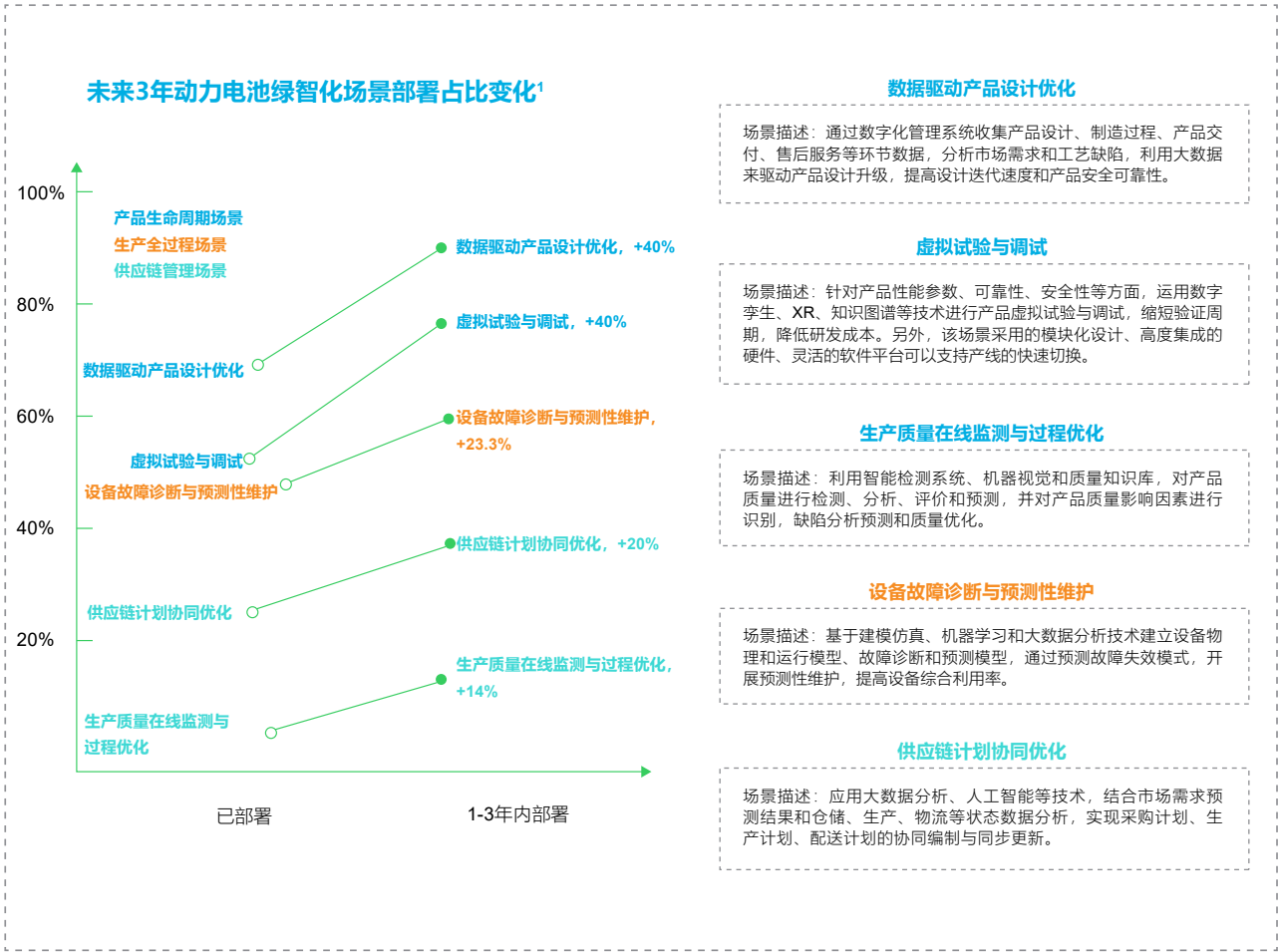
动力电池市场竞争激烈，技术迭代快，产线停工造成损失较大，产业供应链遍布全球各地，企业在产品设计、设备管理、供应链计划与服务投入较多。



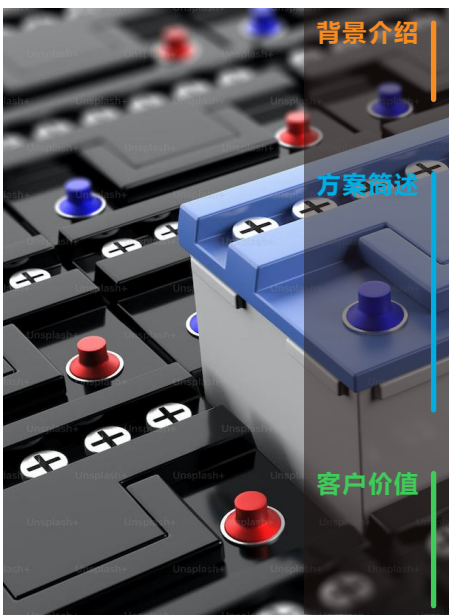
### 3.3.3 动力电池未来场景部署

动力电池的二级绿智场景部署偏向于上下游协同、快速研发、设备管理和质量检测等场景，保证产品可以持续迭代、原材料供应的韧性以及生产的不间断。

注[1]：调查问卷(n=180)  
注[2]：MIT Technology Review



## 动力电池行业优秀解决方案案例



- 公司动力电池化成成分容库，需要现场设备到位上电后，才能实现联动调试，交付周期长。这要求设备商提前预编程和调试验证，提高交付效率。
- 施耐德电气提供基于IEC61499标准的开放自动化平台和EMET数字孪生环境，帮助设备商无锡中鼎完成对某动力电池公司的设备高效交付。在发货前实现软硬件解耦的预编程，同时可以在EMET数字孪生环境下，进行现场生产环境模拟，从而在发货前完成设备虚拟测试验证与调试工作。同时保证了整个项目交付的高效和系统的稳定可靠。
- 编程简单，节省设计时间 30%。
- 成本降低10%。
- 更快的交付速度，更好的项目交付质量。

注[1]: 调查问卷(n=180)

## 3.4 氢能储能未来场景分析

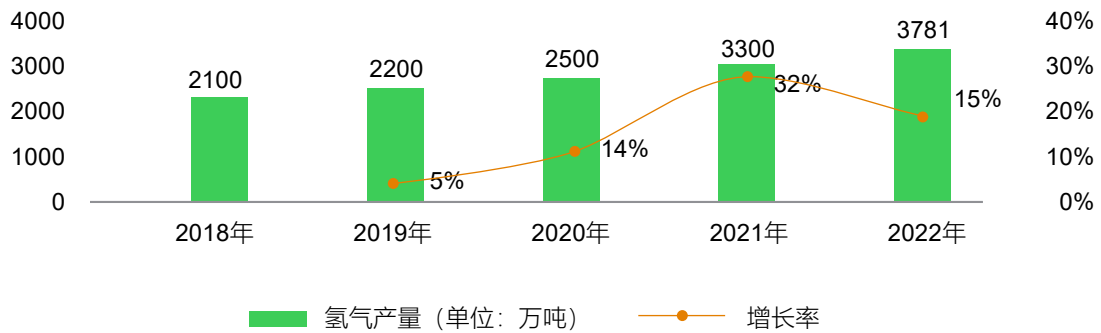
氢能储能整体呈增长态势，企业数字化进程较为分裂，大量灰氢、蓝氢企业位于自动化阶段、数字化阶段，目前部署的绿智化场景主要针对工厂的数字孪生、质量管理、设备管理。

### 3.4.1 行业基本概况

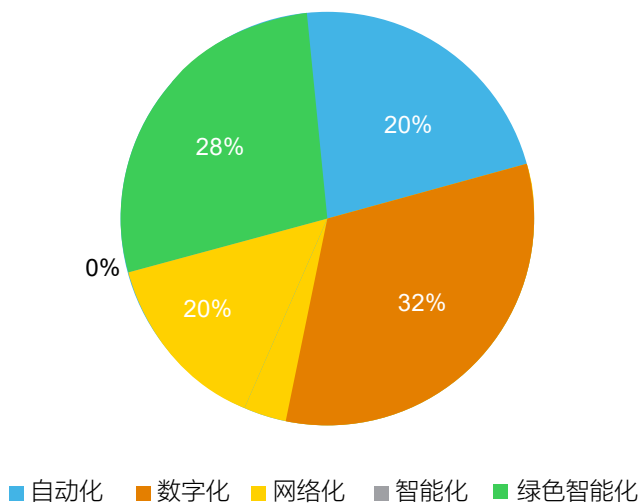
受2030双碳目标发布影响，氢气产量出现快速提升，目前受制氢工艺的限制，绝大部分氢气为灰氢、蓝氢，绿氢占比不足2%。氢能储能行业较为分裂，绿氢企业普遍位于绿色智能化阶段，灰氢、蓝氢企业受制于产能腾退趋势影响，基本遍布在自动化到网络化的阶段；OT与CT技术为受访企业重点投入技术。

#### 行业基本概况

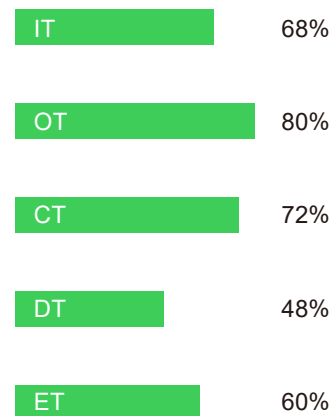
2018-2022年中国氢气产量及增速<sup>1</sup>



受访企业绿色智能化进程<sup>2</sup>



受访企业5T投入程度<sup>2</sup>



注[1]：中国氢能联盟

注[2]：调查问卷(n=180)，衡量%占比的企业选择优先投入5T技术的方向

### 3.4.2 氢能储能绿智化转型需求与转型现状评估

制氢过程复杂、危险系数高，产出物虽然单一，但需要保证纯度才能供应给下游客户，所以工厂的建设、质量管理、设备管理成为受访企业优先投资场景。



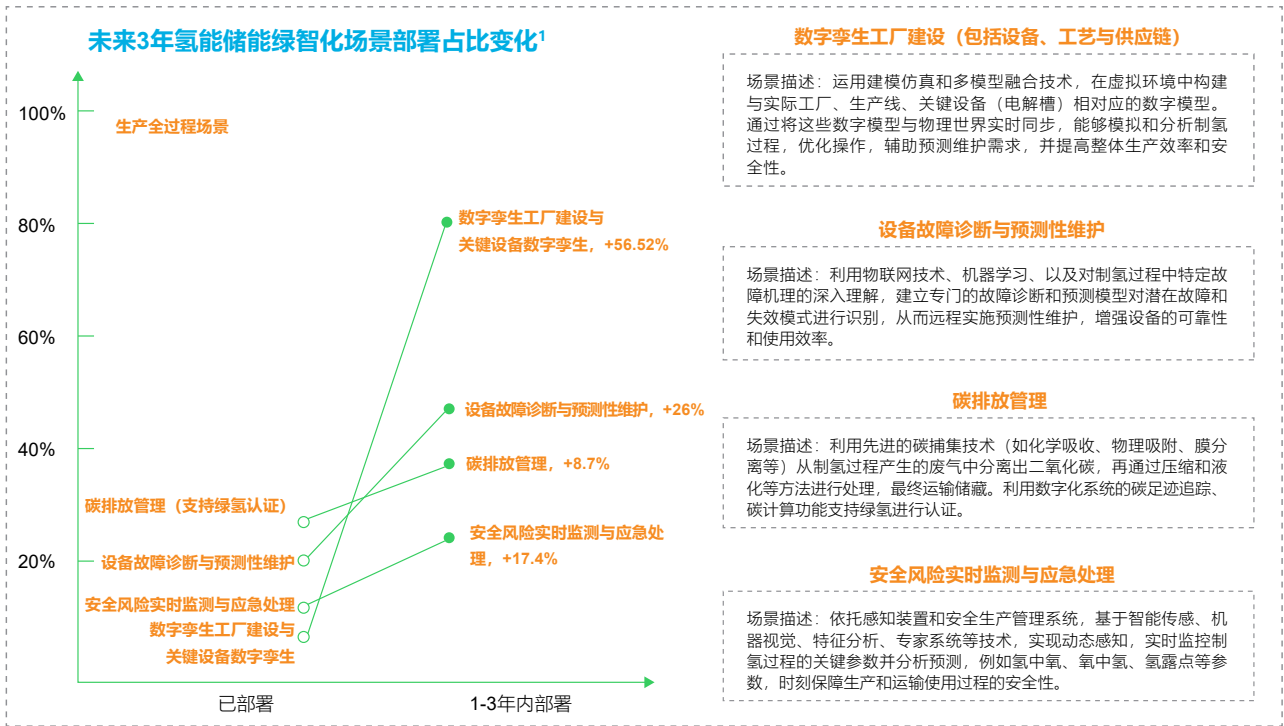
### 3.4.3 氢能储能未来场景部署

氢能储能绿智化场景的未来部署集中于生产全过程场景，利用数字孪生进行工厂及关键设备的建设，对设备故障进行诊断、预测性远程维护以及绿氢进行认证。

氢能储能的二级绿智场景未来部署偏向于氢气的安全监测，数字孪生、设备故障诊断与预测及绿氢的认证。

注[1]: 调查问卷(n=180)

注[2]: 《“天然气+氢能”全产业链融合发展现状及趋势》中石油规划总院



## 氢能储能行业优秀解决方案案例



- 背景介绍
- 方案简述
- 客户价值
- 在绿电不稳定的情况下，如何合理配置储能和储氢，是水木明拓绿氢制合成氨项目所面临的挑战。
- 施耐德电气通过提供一系列绿氢耦合化工流程的模拟仿真软件，以及配套的技术支持，帮助水木明拓建立从风光发电、电解水制氢、储能和储氢以及合成氨全流程的高精度模型，并不断深化和扩展功能，最终实现多场景以及多运营层级的数字孪生。
- 综合考虑技术可行性、经济可行性，平衡CAPEX和OPEX投资成本。
- 通过更快速、更高准确度的数据整理、和信息关联，支撑高级分析、结论生成与互证，实现上下游协调联动和优化。

## 数字孪生贯穿生产始终



注[1]: 调查问卷(n=180)

## 3.5 集成电路未来场景分析

集成电路市场规模整体呈增长态势，行业绿智化程度较高，大部分企业已经完成数字化、绿智化场景部署以产品、生产相关场景为主。

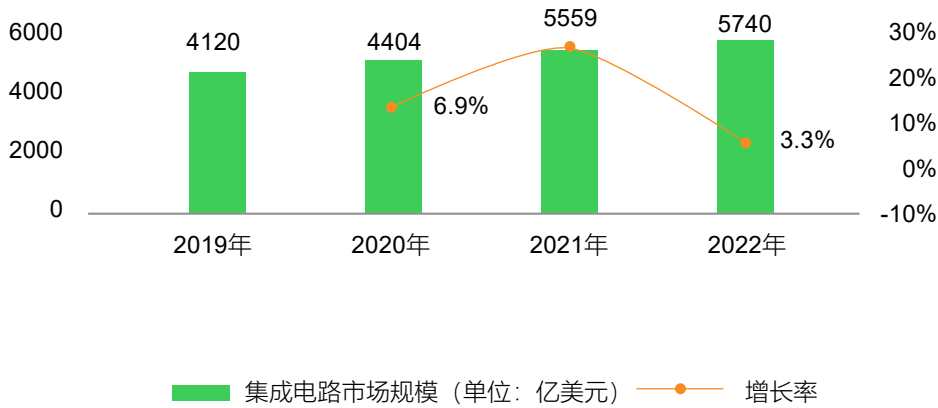
### 3.5.1 行业基本概况

集成电路市场规模呈增长态势，22年后受宏观经济影响，整体进入调整期。

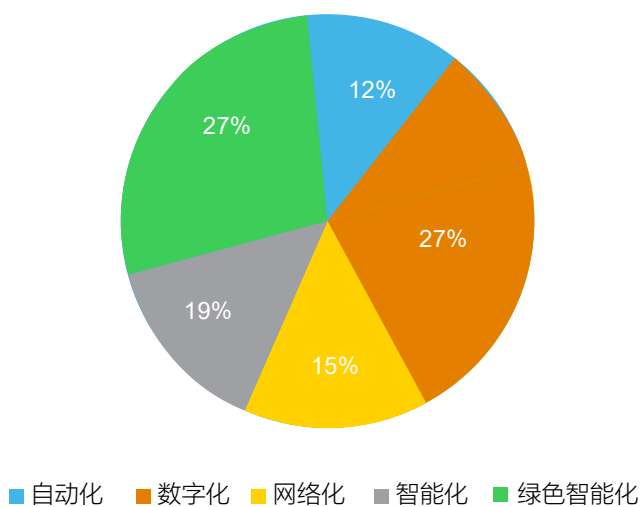
集成电路绿智化程度较高，46%受访企业已经达到智能化及绿色智能化，88%的受访企业已经完成了数字化；5T投入较为均衡，其中，IT技术相对较多。

#### 行业基本概况

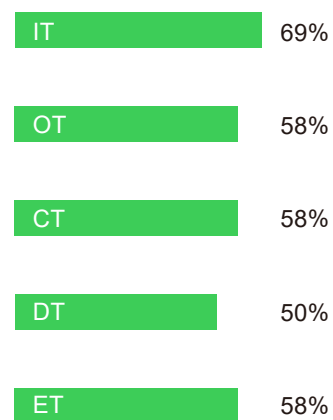
2019-2022年全球集成电路市场规模<sup>1</sup>



受访企业绿色智能化进程<sup>2</sup>



受访企业5T投入程度<sup>2</sup>



注[1]: 国家统计局

注[2]: 调查问卷(n=180), 衡量%占比的企业选择优先投入5T技术的方向

### 3.5.2 集成电路痛点与绿智化转型评估

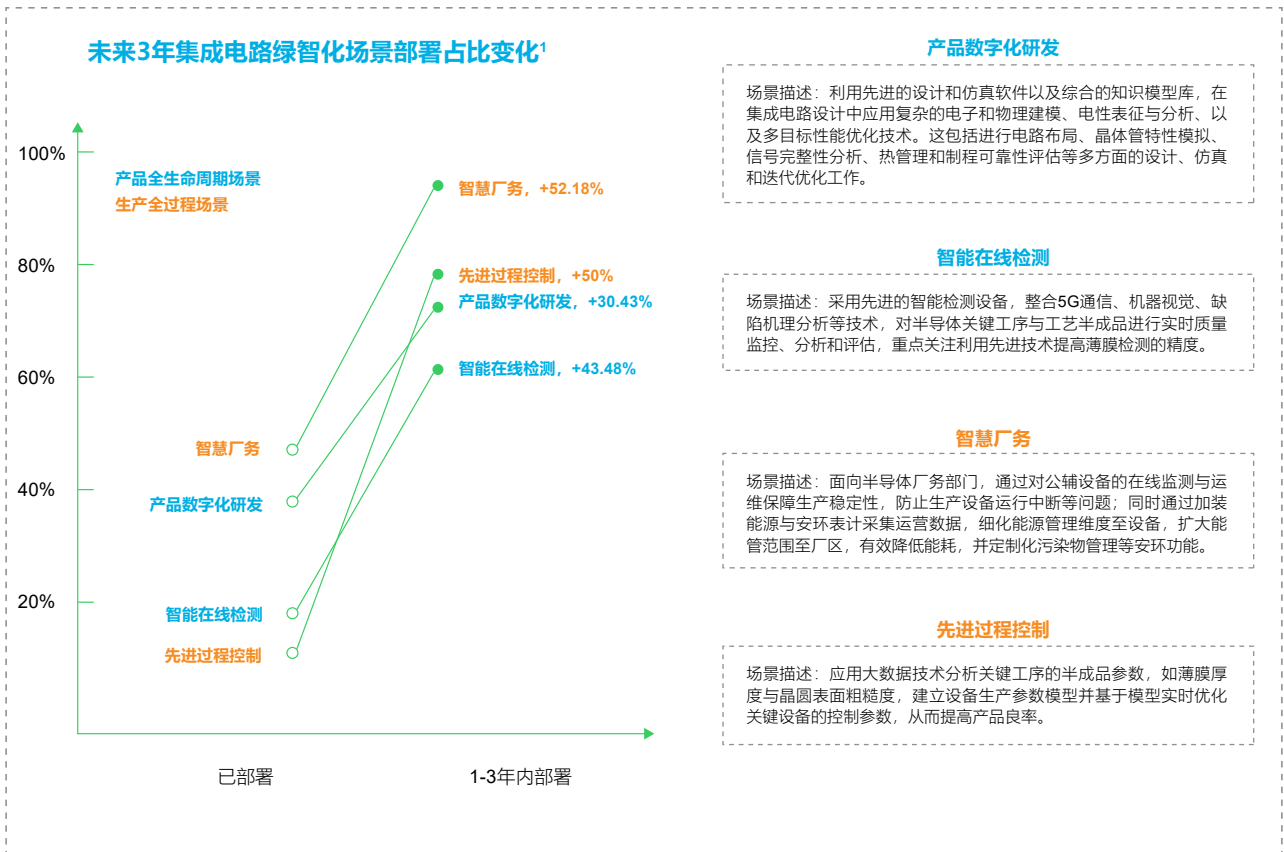
集成电路运营管理常常在集成电路产品设计、产品良率管控、产线稳定运行等方面出现问题。针对这些痛点和其相应需求，集成电路重要绿智化场景有产品数字化设计、质量在线检测、设备管理、智慧厂务管理等。



### 3.5.3 集成电路未来场景部署

集成电路绿智化场景的部署集中于产品数字化研发、智慧厂务、先进过程控制及智能在线检测，该4类场景在未来3年类部署占比超过50%，其中每个场景的部署增量超过30%。

注[1]: 调查问卷(n=180)  
注[2]: semiengineering



## 集成电路行业优秀解决方案案例



- 某领先半导体龙头企业的厂务管理系统，子系统较多，系统运行对工程师经验依赖大，能耗大，能耗点位不清晰；值班运维人员流动大，厂务设备运行状态难以统计分析。
- 其智慧厂务系统依托施耐德的工业互联网平台（xIoT），通过多种数据采集协议，打通各个子系统，促进信息一体化管理，自动监控记录分析厂务系统的各设备运行状况。通过设备管理、智能巡检、智能工单等系统功能的相互协作，将厂务系统设备运行和人员维护有机结合在一起，实时记录值班人员工作内容及方法，不断完善知识库，从能源角度、设备角度、人员角度实现厂务日常运维的精细化管理。在整体提升了异常响应及事件处理能力的同时，集中管控平台也为节能改造提供数据依据、为员工优化改进操作提供方法。
- 节约3%的电费，节省1/3的运维人员。
- 增加厂务设备的数据覆盖，减少事故率，为决策提供数据依据，加速集成电路工厂绿色智能化转型进程。

注[1]：调查问卷(n=180)

## 3.6 食品饮料未来场景分析

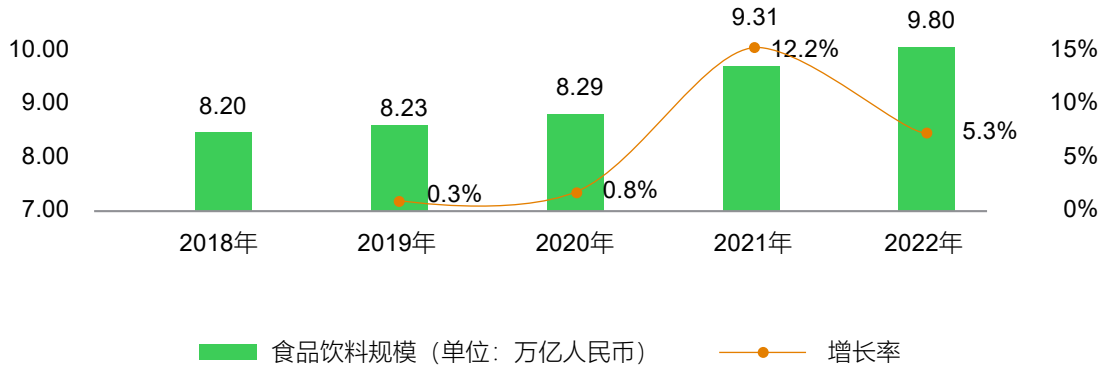
食品饮料规模整体呈增长态势，但企业绿智化进度维持了较慢的态势，目前部署的绿智化场景主要针对工艺改进，生产过程优化和供应链配送。

### 3.6.1 行业基本概况

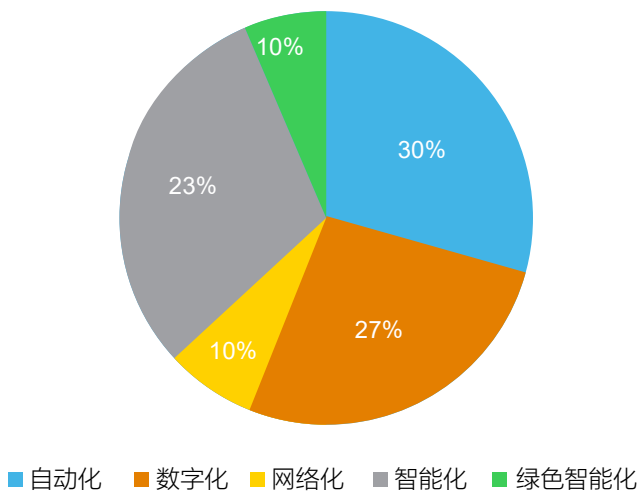
食品饮料市场规模较大，随着新式茶饮、植物基饮料等众多细分赛道的发展，未来将保持稳定增长态势。行业绿色智能化转型处于初期，目前集中于自动化和数字化，占受访企业的57%；60%以上的受访企业选择重点投入IT、OT、CT技术。

#### 行业基本概况

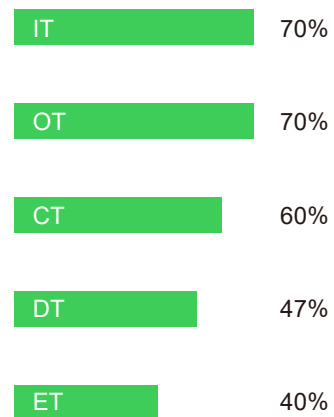
2018-2022年中国食品饮料市场规模<sup>1</sup>



受访企业绿色智能化进程<sup>2</sup>



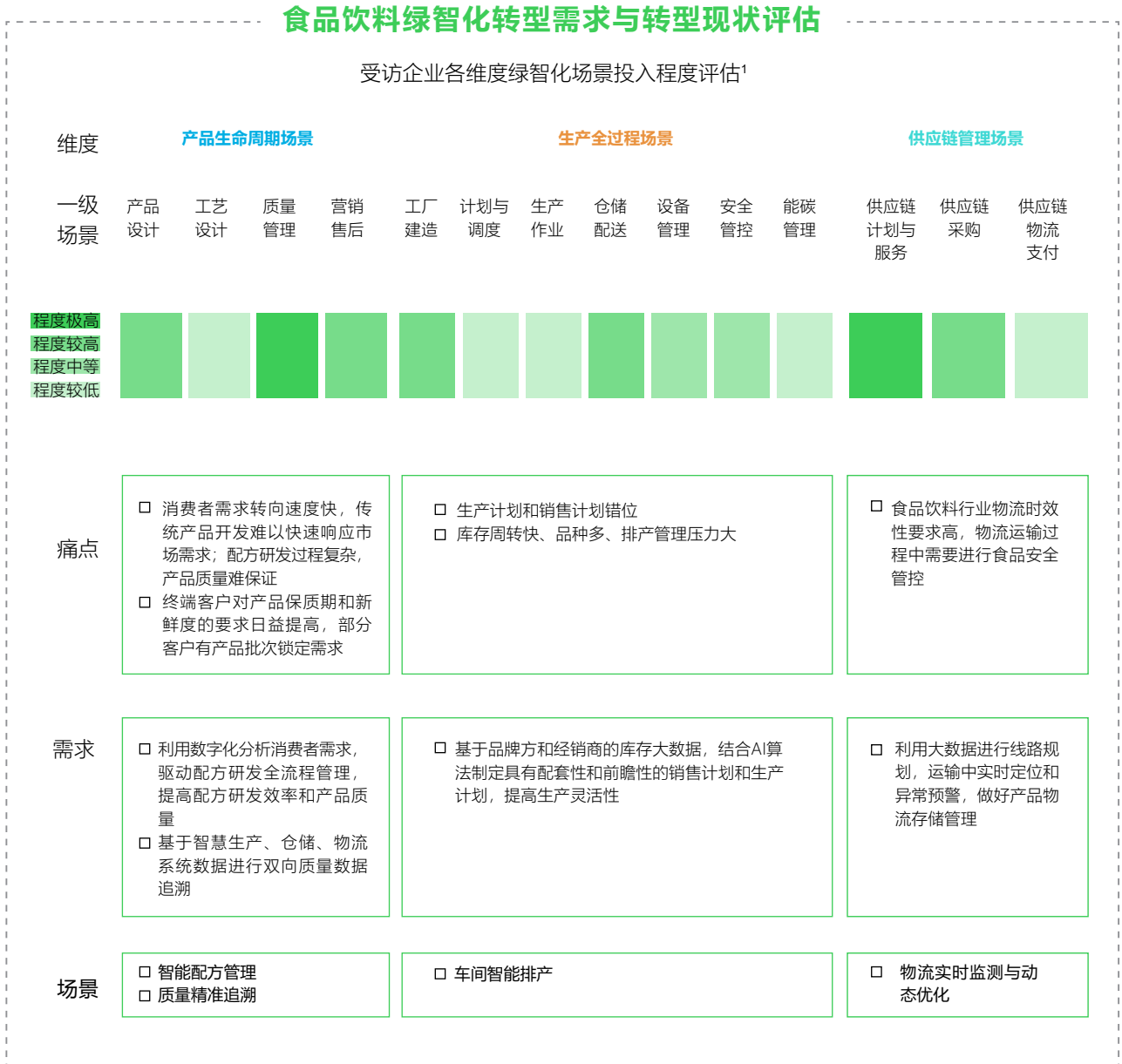
受访企业5T投入程度<sup>2</sup>



注[1]：国家统计局  
注[2]：调查问卷(n=180)，衡量%占比的企业选择优先投入5T技术的方向

### 3.6.2 食品饮料绿智化转型需求与转型现状评估

食品饮料行业面临多样化的产品种类、高要求的产品安全性以及快速迭代的产品周期。为应对这些挑战，企业在工艺设计、计划调度、仓储配送和供应链物流交付等方面进行投入，以满足不断变化的消费者需求。由于消费者需求转向速度快，传统产品开发难以迅速响应，数字化手段成为重要工具，特别是通过全流程管理提高研发效率和产品质量。

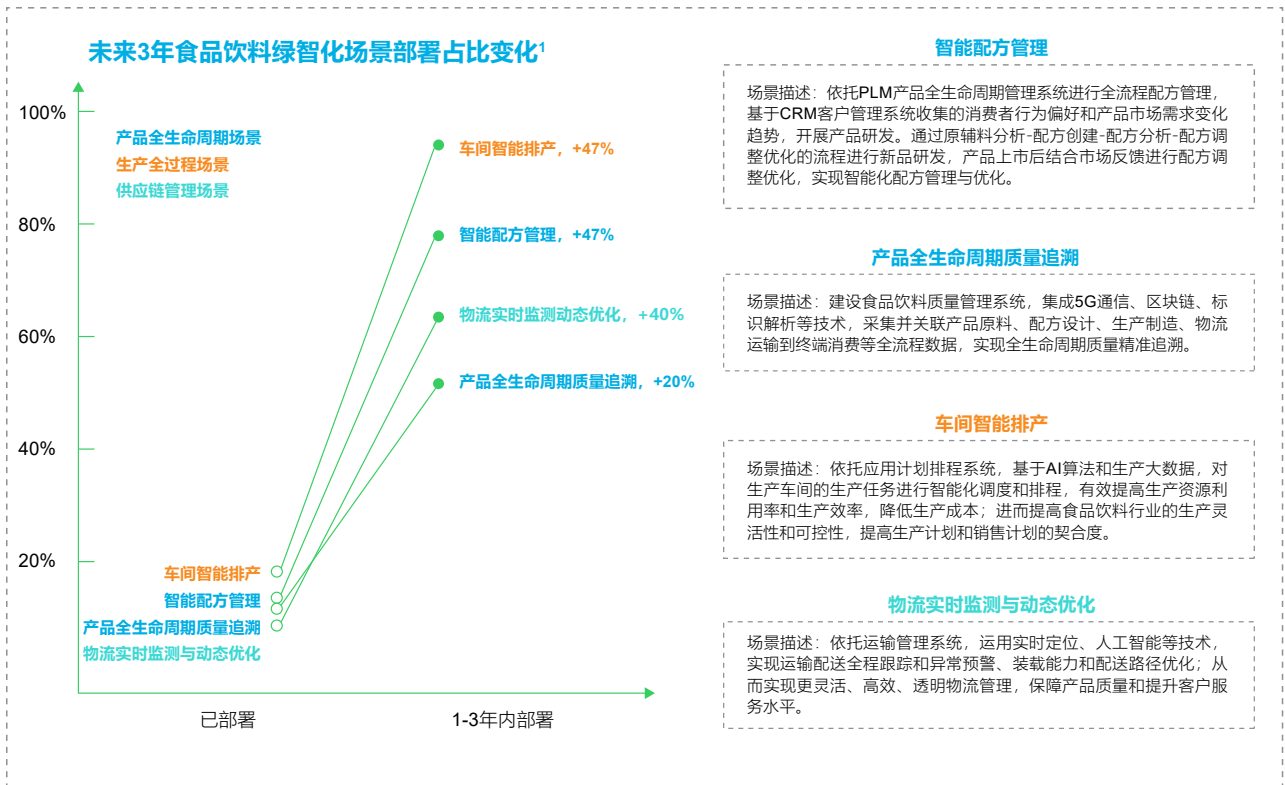


### 3.6.3 食品饮料未来场景部署

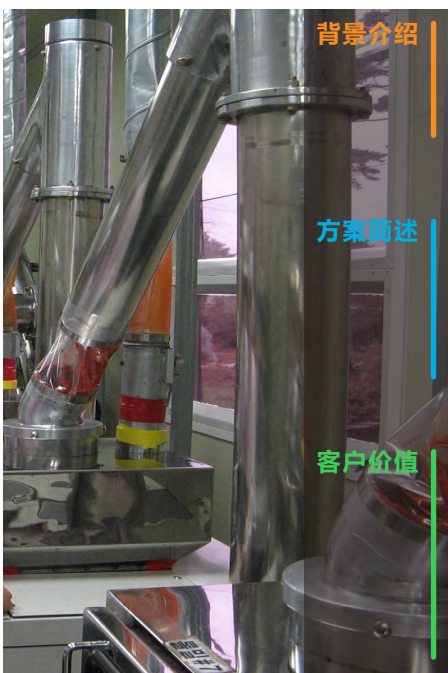
智能配方管理、车间智能排产和物流实时监测与动态优化三类场景未来3年内部署占比均超过50%，场景部署增量平均在40%及以上。

食品饮料行业的绿智部署场景围绕产业链前中后端，前端智能配方管理实现消费者需求的准确把握和产品快速落地，中端供应链物流交付体系保证产品配送时间，后端车间智能排产以及全流程的双向追溯有效提升产品质量与生产效率。

注[1]：调查问卷(n=180)



## 食品饮料行业优秀解决方案案例



- 古越龙山通过数字化系统（APS+MES）打造智能工厂，并通过智能化系统应用实现生产排产智能化、现场生产，建设了包含11条灌包装分栋线的智能制造工厂。推动行业绿色低碳产业变革，加速数字化转型。
- APS+MES整体解决方案包含了，包装车间高级排程，仓储物料及备料管理，流程无纸化，生产全流程追溯，生产报工等模块；其中联合了生态技术合作伙伴高级排程的基础能力，完善定制化的智能共同打造工厂解决方案。
- 最优生产效率，产销协同，合理调度和匹配资源；
- 全生命周期管控，实现产品追溯；
- 节省大量低价值劳动，流程无纸化，自动记录生成报告；
- 过程数字化，仓储、备料和生产叫料数字化；
- 为灯塔工厂奠定基石，人机料法环实现闭环，精益+管理+软件。

注[1]：调查问卷(n=180)

## 3.7 有色行业未来场景分析

有色行业整体呈增长态势，企业绿智化进程缓慢，目前部署的绿智化场景主要针对质量管理、工厂建造、仓储配送、安全管控和供应链服务等方面。

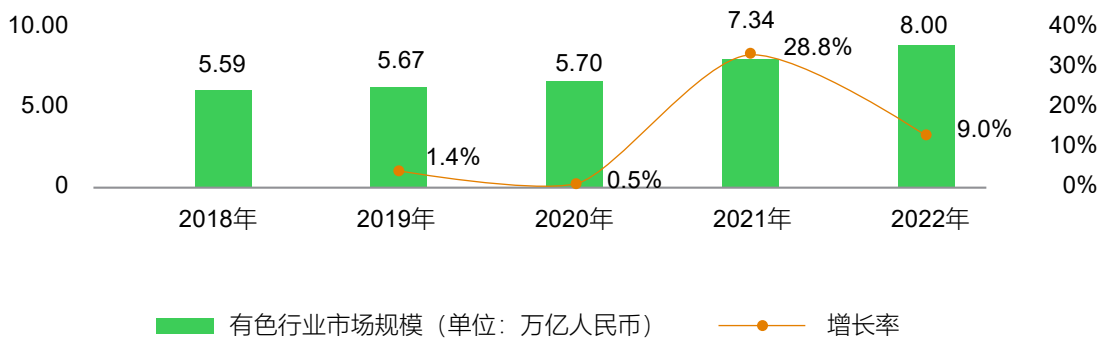
### 3.7.1 行业基本概况

有色行业受大宗商品价格影响，市场规模震荡较大，但整体保持增长态势。

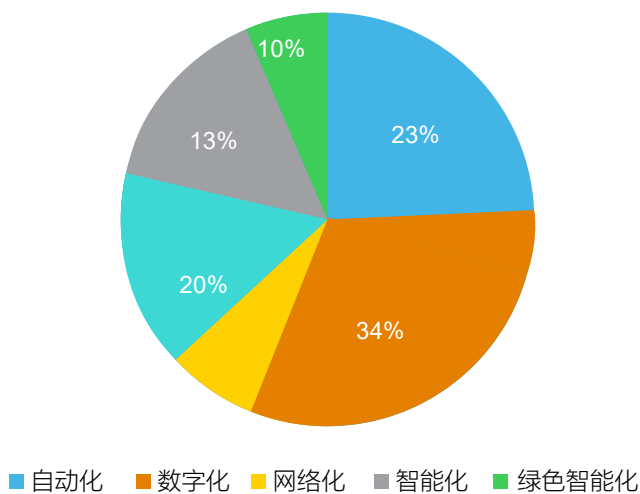
有色行业绿色智能化转型起步晚，目前57%的受访企业集中于自动化和数字化；50%以上的受访企业由于控制网络的投入等因素选择重点投入OT、CT技术，主要是控制网络投入较高。

#### 行业基本概况

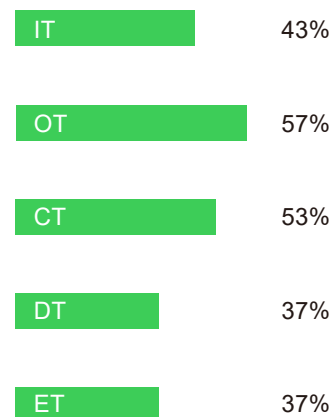
2018-2022年中国有色行业市场规模<sup>1</sup>



受访企业绿色智能化进程<sup>2</sup>



受访企业5T投入程度<sup>2</sup>

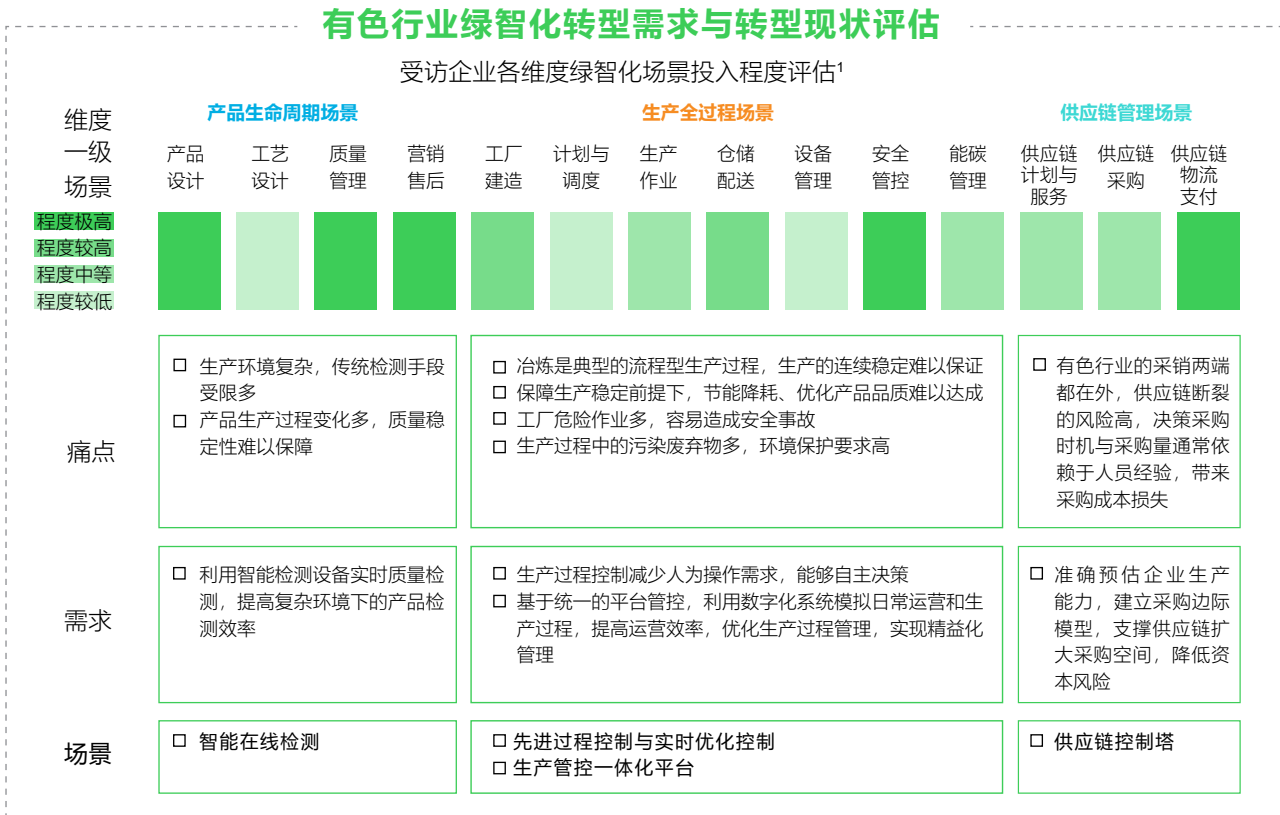


注[1]: 国家统计局

注[2]: 调查问卷(n=180), 衡量%占比的企业选择优先投入5T技术的方向

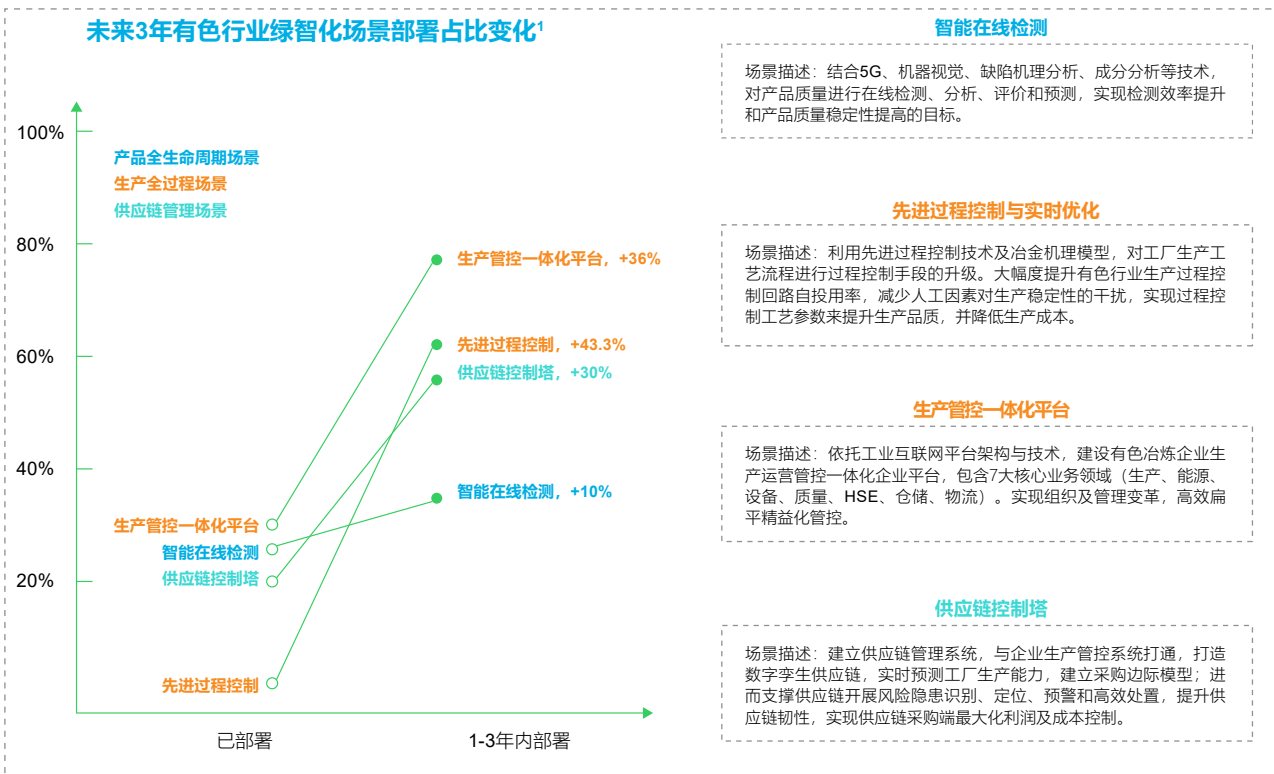
### 3.7.2 有色行业绿智化转型需求与转型现状评估

有色行业行业生产过程和环境复杂、物流及人力成本高、供应链面临风险高，企业整体在质量管理、工厂建造、仓储配送、安全管控和供应链服务方面进行投入的程度较高。



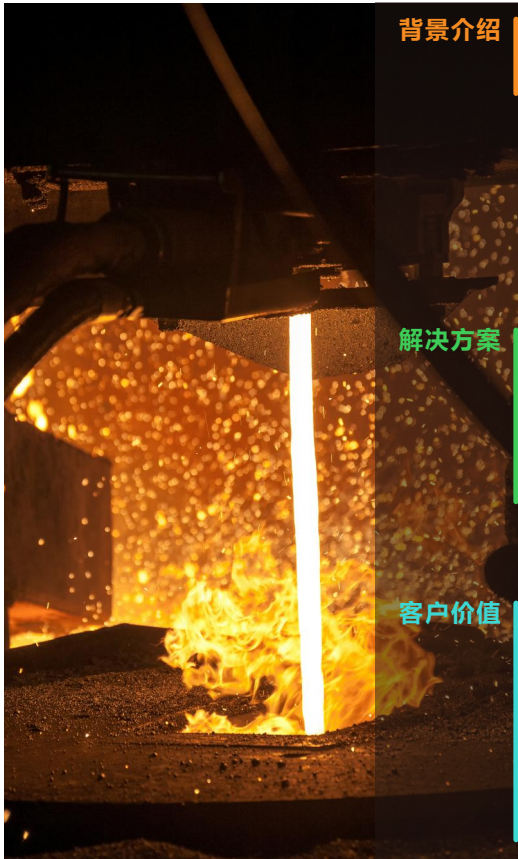
### 3.7.3 有色行业未来场景部署

有色行业行业智能化转型起步晚，相较于其他行业场景部署占比较低。未来部署将围绕智能在线监测、先进过程控制、生产管控一体化平台、供应链控制塔进行。有色行业行业的绿智部署场景包括产品质量提升、过程的控制优化、一体化的管控实现组织及管理的变革。



注[1]：调查问卷(n=180)

## 有色冶炼行业优秀解决方案案例



背景介绍

- 铜业公司是白银有色集团股份有限公司下属分公司，“一五”计划期间156个重点建设项目之一。1960年投产，目前产能规模高纯阴极铜40万t/a、“白银炼铜法”是铜业公司拥有自主知识产权的铜冶炼工艺。
- 熔炼炉、吹炼炉产生工艺烟气波动大、手工控制变频风机。
- 硫酸转化工序人工操控入口稳定，劳动强度大。
- 硫酸系统与工艺生产系统相互耦合，协同控制难度大。

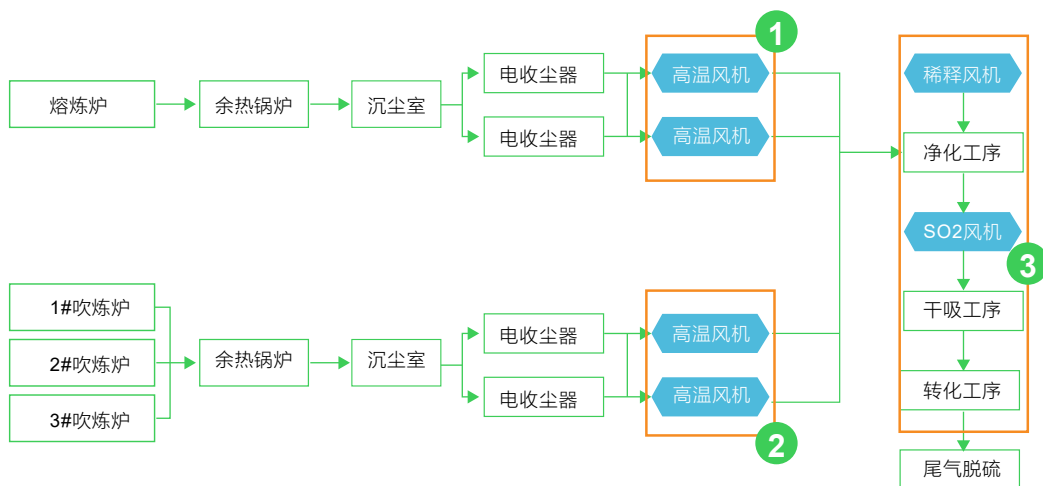
解决方案

- 应用3套AVEVA APC先进过程控制软件。
- 熔炼炉、吹炼炉炉膛负压控制。
- 高温风机、SO<sub>2</sub>风机自动变频控制。
- 制酸烟气SO<sub>2</sub>浓度自动平稳控制。
- 硫酸转化工序四层转化器入口温度自动控制。

客户价值

- 提高装置自动化水平：实现制酸烟气的全流程的协同优化自动化控制，提高生产流程的高效稳定，提高生产作业率。
- 降低生产运行成本：稳定控制炉膛负压、平衡制酸烟气流量及浓度以及减少转化工序转化器入口温度波动，实现风机直接用电节能、降低制酸成本。
- 降低人员的劳动强度：引导操作人员将注意力转向最佳过程参数配置和调整，减少人为失误，以此减少甚至杜绝安全隐患。

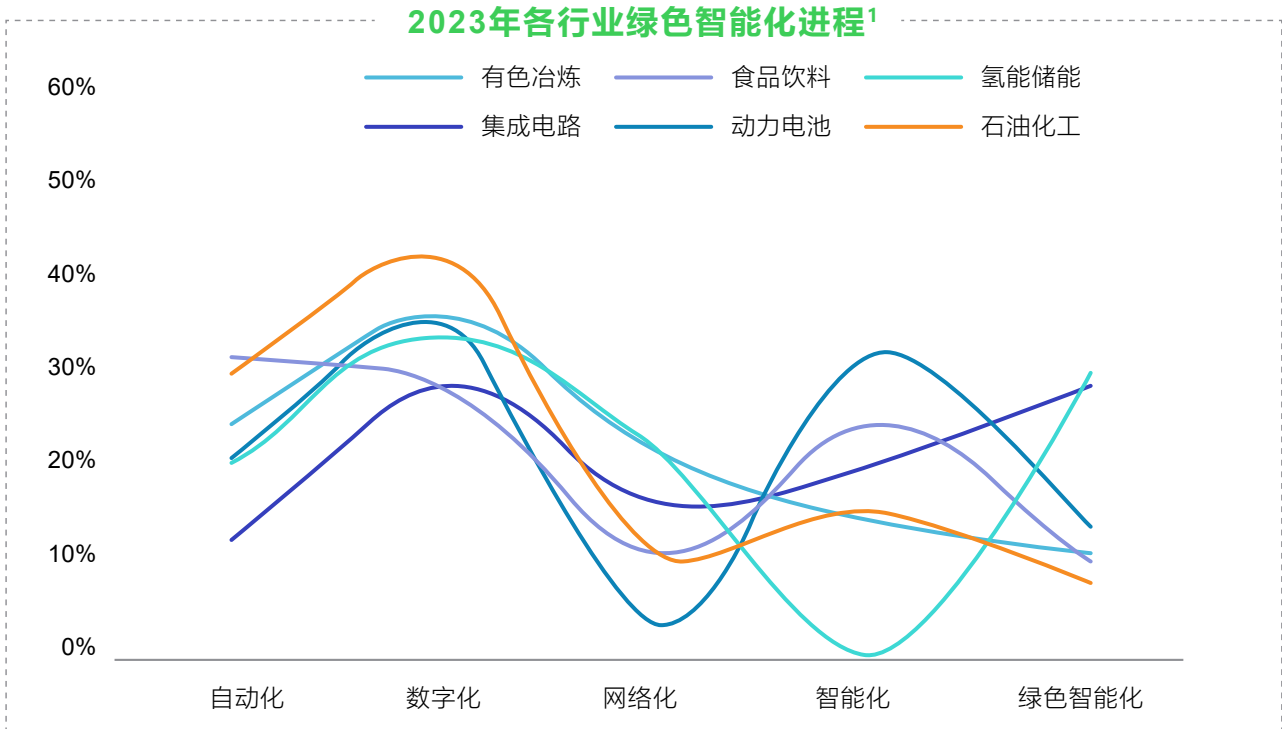
### 为工厂提供稳定高效协同的烟气处理及制酸优化控制系统



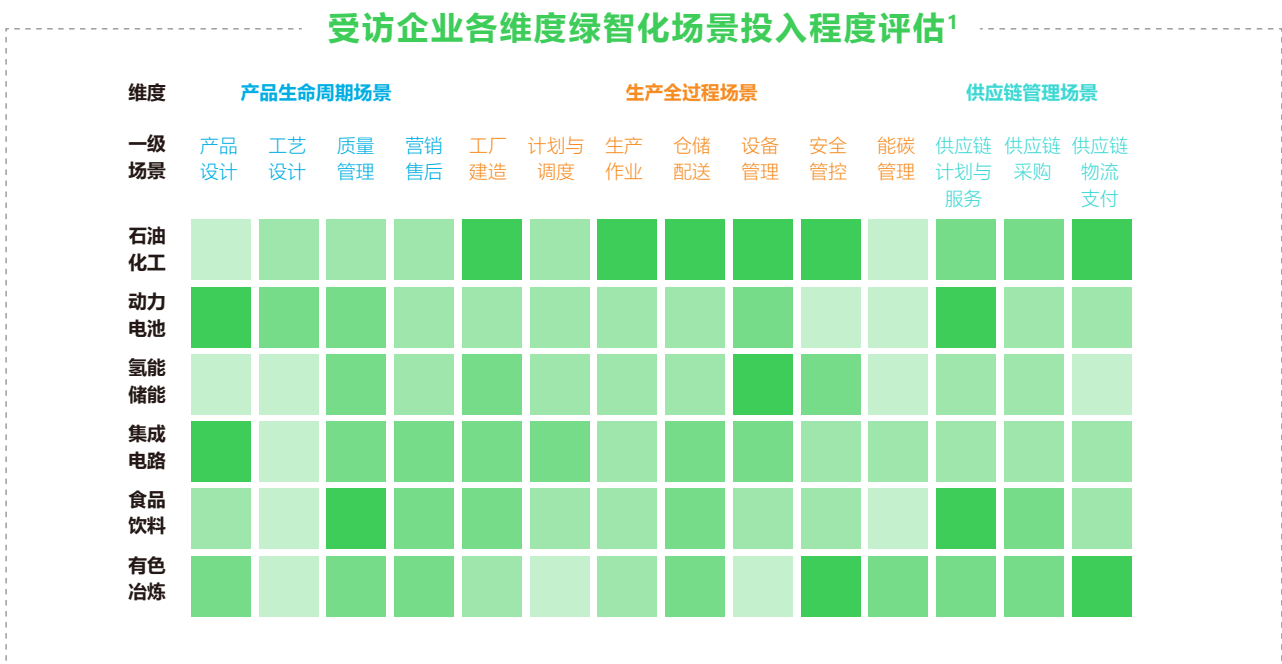
## 3.8 六大行业总结

整体来看，石油化工、有色行业、食品饮料目前绿智化程度低于集成电路、动力电池、氢能储能；场景投入中，质量管理、工厂建造、仓储配送、设备管理、供应链计划与服务为重点投资的对象。

六大行业绿色智能化进程差异明显，其中石油化工、有色行业、食品饮料处于绿智化初期，自动化及数字化占该行业受访企业的68%、57%、57%；集成电路、氢能储能、动力电池绿智化进展整体较快，其中集成电路、氢能储能部分头部企业已经走向了绿色智能化。



从受访企业对于各一级场景投入程度来看，质量管理、工厂建造、仓储配送、设备管理、供应链计划与服务为重点投资的一级场景，这些场景应用效果的期望目标是，确保产品质量，加强仓储并优化生产流程，确保设备运行的高效性，通过供应链合作增强市场适应性。这些集中的策略对于提高客户满意度、增强市场竞争力和保持企业的可持续发展至关重要。



注[1]: 调查问卷(n=180)

# 4 未来工业生态合作伙伴



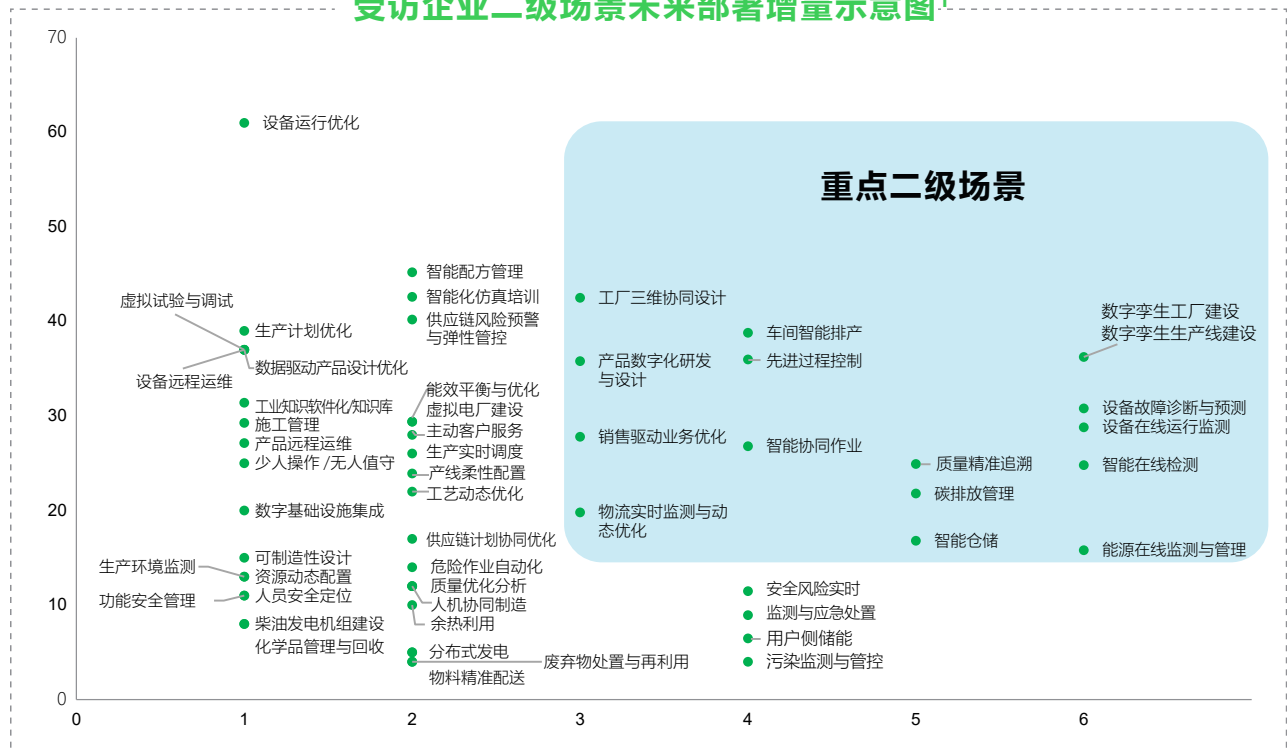
# 4.1 生态圈构成

## 4.1.1 技术类生态合作伙伴

根据受访企业对于二级场景的行业渗透与未来3年的平均部署增量可见，筛选出以下15个重点部署的二级场景：数字孪生工厂建设和数字孪生生产线建设、工厂三维协同设计、车间智能排产、产品数字化研发与设计、先进过程控制、销售驱动业务优化、智能协同作业、设备故障诊断与预测性维护、设备在线运行监测、质量精准追溯、智能在线检测、碳排放管理、物流实时监测与动态优化、智能仓储、能源在线监测与管理场景。

由于涉及多行业、多学科领域的绿色智能制造场景构建与部署难度高，单个服务商难以同时满足整体解决方案中多场景建设的需求，所以我们主张通过组建生态圈来共创涉及6大重点行业的15个重点绿色智能制造场景。由此，依照上述重点二级场景的所属的一级场景类别，施耐德电气将生态圈中的技术类生态合作伙伴分为7大类。

受访企业二级场景未来部署增量示意图<sup>1</sup>



## 重点二级场景生态圈优秀合作伙伴

### 设计与研发类场景解决方案服务商

擅长“数字孪生工厂建设、数字孪生生产线建设”、“工厂三维协同设计”和“产品数字化研发与设计”，提供工具和平台支持产品设计和测试。

### 生产优化类场景解决方案服务商

涵盖“车间智能排产”和“先进过程控制”两个场景，专注于提高生产效率和优化制造过程。

### 业务与销售优化类场景解决方案服务商

涵盖“销售驱动业务优化”等场景，提供CRM供应商管理系统、市场分析和销售优化等工具。

### 物流与供应链管理类场景解决方案服务商

针对“物流实施监测与动态优化”、“智能协同作业”，提供供应链管理、物流追踪和优化解决方案。

### 质量管理与追溯类场景解决方案服务商

涵盖“质量精准追溯”、“智能在线监测”、“智能仓储”三个场景，提供质量在线监测应用和产品全生命周期质量追溯解决方案。

### 环境管理与能源优化类场景解决方案服务商

涉及“碳排放管理”和“能源在线监测与管理”绿智化场景，提供碳足迹追踪、碳排放计算和能源管理解决方案。

### 设备维护与监控类场景解决方案服务商

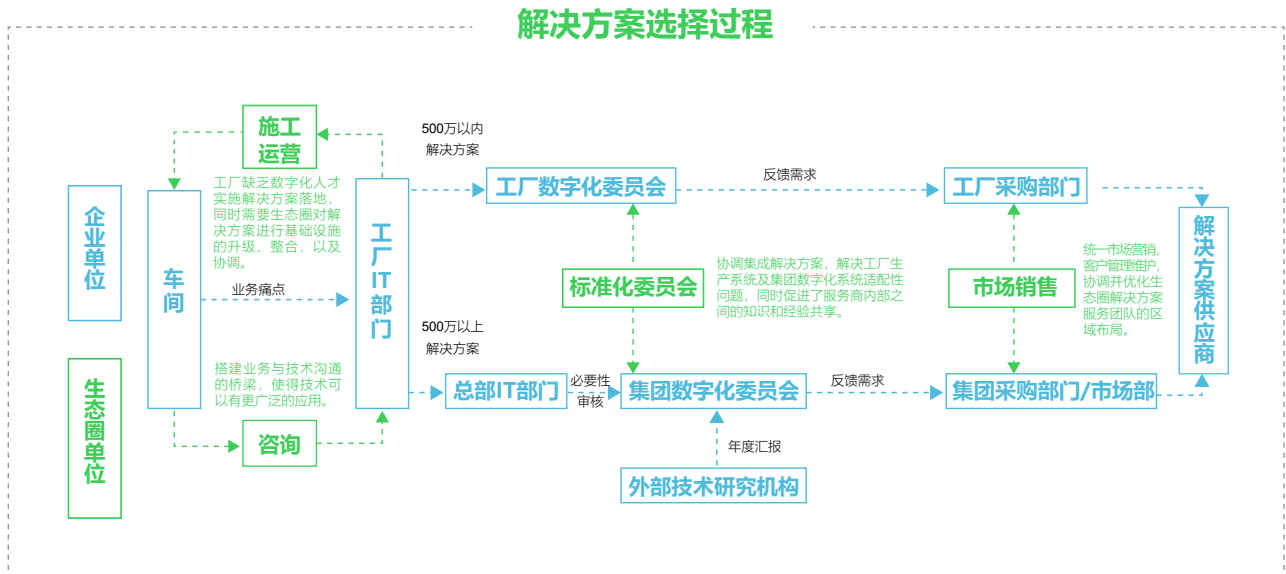
涉及“设备故障诊断与预测性维护”、“设备在线运行监测”等场景，提供设备健康监测、预测性维护和故障诊断服务。

注[1]：调查问卷(n=180)

### 4.1.2 非技术类生态合作伙伴

除了解决方案生态合作伙伴外，生态圈还需要咨询服务团队、设备安装施工运营团队、技术标准化委员会、解决方案服务商的市场销售团队等角色在解决方案落地方面进行协同。通常来说，目前多数重要甲方企业选择要部署的解决方案时的决策链主要有2条。

- 1) 车间主任上报业务痛点到工厂IT部门，如果项目小于500万且不影响集团数字化则工厂IT部门上报工厂数字化委员会，工厂数字化委员会向总部IT部门寻求自研解决方案，若无法自研则向工厂采购部门寻求采购，工厂采购向方案提供商采购。
- 2) 车间主任上报业务优化需求到工厂IT部门，如果项目大于500万或影响集团数字化则工厂IT部门上报总部IT部门，总部IT部门向集团数字化委员会反馈需求，集团数字化委员会向集团采购部门寻求采购方案，集团采购部门向方案提供商采购。



在该解决方案的决策链条中，生态圈非技术类合作伙伴可以为甲方企业内部采购流程赋能，协助企业进行决策。

#### 车间至IT部门需要生态圈角色协助设计与落地解决方案

- IT部门难以了解一线制造单元的业务痛点，制造单元对技术的应用理解不够全面。
- 另外在施工运营方面，两者都缺乏相应的数字化人才，难以长期运营管理解决方案场景。

#### 工厂与集团的数字化委员会都需要生态圈标准化委员会协助集成与构建解决方案

- 两者采购选择的标准具有一定差异，工厂端的数字化委员会对成本效益、解决方案的落地效果、使用维护的难易程度较为敏感，而在集团层面，会对数据管理、安全合格等有较多要求。

#### 工厂与集团的采购部门需要解决方案服务商按区域布局市场销售，覆盖当地的项目机会

- 集团采购严格遵守入库供应商列表的原则进行采购，但受到地域差异的影响，服务商之间的交付能力、后续运维能力会有较大的区别，通常来说工厂倾向于采购当地服务商。

## 4.2 生态圈对服务商的必要性

工业领域正经历快速的技术变革，市场需求的快速转变、复杂的供应链管理、环境的持续恶化等外部影响要素持续影响着制造业企业的经营管理。企业绿色智能化的转型迫在眉睫，但目前大部分企业的转型遇到困境，根据受访企业的调研可知，目前工业解决方案在落地时存在以下五个主要的阻碍点。

### 工厂数字化解决方案阻碍点调查<sup>1</sup>

**55%**

的受访企业认为  
解决方案系统  
不兼容

**49%**

的受访企业认为  
欠缺可以将解决  
方案进行应用的  
数字化人才

**23%**

的受访企业认为  
顶层战略及升级  
改造目标不明确

**23%**

的受访企业认为  
解决方案对企业的  
数字化、基础  
设施现状不够  
了解

**12%**

的受访企业认为  
解决方案服务 商  
未能有效触达

### 目前解决方案服务商面临的普遍问题



#### 服务商之间的解决方案协同困难

兼容性问题导致各种解决方案的集成难度极大。多个应用系统需要单独维护和支持，增加了工厂管理难度，加重了运营和维护成本。另外不同的数字化系统生成的数据格式也不统一，影响数据处理、整合和分析。



#### 解决方案落地欠缺数字化人才

制造企业普遍缺乏数字化人才，对重要技术理解不深，导致解决方案实施困难，从而拉长项目周期，同时长期的数字化人才匮乏会导致工厂无法提升自身的运营管控效率与质量。



#### 解决方案缺乏统一视角

解决方案头疼治头，脚痛医脚，服务商普遍欠缺对企业整体各层级管理的理解，各家解决方案形成各自的孤岛，责任归属不明确，难以定位解决方案实施与运行的问题。最终，增加解决方案后续维护升级的额外成本，并可能导致长期总成本更高。



#### 解决方案未考虑到采购方的数字化差异

解决方案未考虑到不同工厂的基础设施和数字化程度的差异，导致解决方案不能与现有的系统有效集成。



#### 销售和市场策略低效

解决方案服务商通常需要单独制定市场推广和销售策略，根据市场反馈优化销售策略，但是目前销售走访仍然是主要的营销渠道，耗时耗力。

注[1]: 调查问卷(n=180)

通过建立生态圈，解决方案服务商能够有效应对整体方案集成困难、数字化人才短缺、客户需求理解缺失、工厂数字化基础设施差异及市场区域性营销资源不足等挑战。通过加强生态合作伙伴之间的协同工作和资源共享，解决方案服务商能够灵活适应市场项目需求变化，提高解决方案交付效率，推动工业企业数字化转型。

### 绿色智能制造生态圈4大优势

#### 集成性和兼容性

生态圈通过整合多个解决方案供应商，提供了更好的系统集成和兼容性。这种集成性意味着数据格式和接口可以标准化，简化数据整合和分析。集成的服务还意味着统一的维护和支持体系，降低运营复杂性和维护成本。

#### 资源共享和人才培养

生态圈提供了共享资源的平台，包括人才、知识和技术。通过共享的培训资源，可以帮助制造企业提高员工的数字化技能。另外共享的专家资源可以弥补企业内部的技能缺口，同时促进技术的快速实施和有效运营。

#### 深入理解与协作

生态圈内的多方合作有助于深入理解企业的全面需求，包括不同生产单元的特殊需求。通过跨领域合作，生态圈能够提供更符合企业整体需求的解决方案，避免形成解决方案的孤岛。信息共享和明确的协作机制有助于清晰责任归属，简化问题定位和解决过程。

#### 灵活性与适应性

生态圈能够提供多样化和定制化的解决方案，适应不同工厂的基础设施和数字化程度。通过共享的经验和技术，生态圈可以更有效地调整解决方案，以符合各个工厂的具体需求。生态圈还可以共同制定更有效的市场推广和销售策略，减少单个供应商的市场推广负担。

## 4.3 生态圈对企业客户的价值

**生态圈的合作可以提供自上而下完整的解决方案，兼顾绿色智能工厂的个性化需求与企业总部绿智化转型的标准化需求。**

**对于工厂端**，解决生产中的痛点、平衡解决方案的成本效益、解决方案的落地难度及实操便捷程度是最大的考量因素。因此，工厂会更加青睐于定制化的解决方案。

**对于企业总部**，解决方案需要符合企业数字化战略，方案可以进行工厂之间的复用，同时解决方案需具备技术的先进性，数据安全与网络安全的合规性。因此，企业总部会更加青睐于具有通用性的解决方案。

但是往往符合企业总部需求的解决方案对于工厂端来说成本高昂，方案实施落地过程复杂，还不能够满足工厂部分的个性化功能需求；反之，小型服务商虽然可以满足工厂端对项目成本控制和个性化定制的需求，却常常达不到企业总部的对数据安全、信息管理合规、技术先进性和方案多工厂可复用的要求。所以在生态圈内整合多方服务商的优势，共建适配甲方总部与工厂需求的解决方案是明智之举。

注[1]：调查问卷(n=180)

## 解决方案采购存在工厂端口与集团总部目标不一致



生态圈具备技术集成、兼容性、协同优势、灵活的服务和支持形式，多方服务商可以共建整体解决方案，发挥各自所长，兼顾解决方案采购端口的需求差异，满足多维度的绿智化转型需求。

## 生态圈可以兼顾企业多维度的绿智化转型需求

### 01. 定制化与标准化的平衡:

生态圈可以为集团提供具备标准化的整体解决方案，同时保留各工厂定制化功能的空间，解决各自特殊的需求痛点。对于集团总部而言，这也能确保解决方案符合整体数字化战略，具备通用性和一致性。

### 02. 技术集成和兼容性:

生态圈内，各服务商在技术开发时考虑了相互的兼容性和可集成性。这有助于集团总部实施统一的技术标准和平台，同时满足工厂对特殊需求的要求。

### 03. 资源共享和协同优势:

生态圈内的资源共享和协同合作为集团总部带来规模经济和创新的 优势。对工厂而言，这意味着更多样化、成本效益更高和技术更先进的解决方案。

### 04. 灵活的服务与支持:

生态圈提供的服务通常更为灵活，能够根据工厂的具体需求提供个性化的支持。确保了这些服务和支持与集团总部的整体战略和政策一致，维持平衡。

## 4.4 生态圈合作伙伴案例

### 4.4.1 案例1：酒类企业智能包装车间数字化升级

施耐德电气联合技术合作伙伴Y打造智能供应链计划与排程解决方案，助力某头部酒类企业围绕基酒、空瓶、瓶盖、包装物料的自动化配套与生产流水线，实现智能化生产排产、透明化生产记录、数字化生产控制，达到“产供销”协同的目标，在计划管理上具备周生产计划、日生产计划的精细化排产能力，在有限资源下实现人、机、料等生产资源的最优匹配。

### 案例1 酒类企业智能包装车间数字化升级

#### 项目背景

作为行业头部企业，该客户正加速企业数字化改革，着力打造智能化未来工厂，进行一场智能供应链变革，从包装车间高级排程、仓储物料及设备管理、流程无纸化、生产全程透明可追溯、生产报工等模块入手，建设酿酒行业的数字化工厂。

#### 业务诉求

计划管理：根据订单变更情况、设备异常、物料不齐全等现象，系统智能化解决计划变更、插单等问题；

生产管理：实现生产批次的正反向全流程追溯，实现生产过程异常反馈和监控功能；

质量管理：双向质量追溯管理，并对连续批次质量问题报警；

数据采集：自动采集包装车间生产设备的运行数据、工艺参数。

#### 项目痛点

消费需求多样化，使得产品需求预测和计划制定的难度逐渐增大；

供应链链条节点多，从原料采购、生产、仓储到物流配送等，多部门多组织间协同困难；

存在信息孤岛，组织计划管理灵活性不足，难以及时应对外部环境变化。

#### 解决方案：

##### 有限产能计算 识别产能瓶颈

物料缺口识别  
设备缺口识别  
人员缺口识别

##### 计划执行监控 滚动式计划调整

生产进度跟踪  
欠变量计算  
滚动更新计划

##### 质量管理 全流程追踪追溯

生产过程追溯  
原材料追溯  
产品追溯

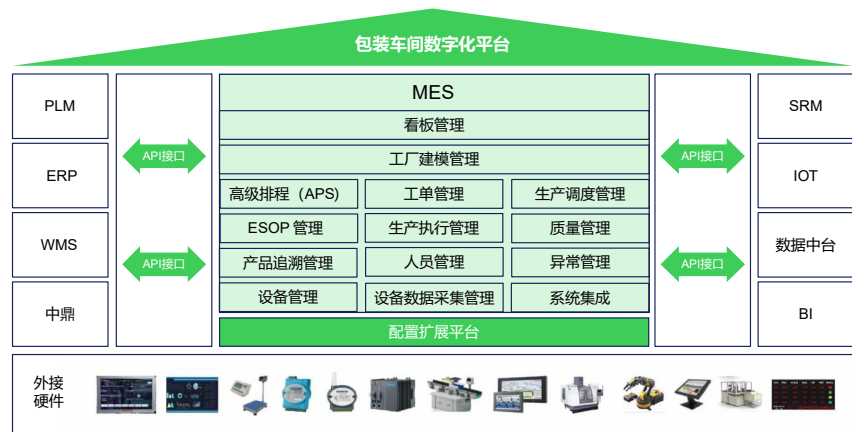
##### SCADA 设备数据采集

实时数据监控  
视频连接  
风险/异常预警

##### 异常预警 多部门工作衔接

异常预警  
数据分析指导  
通知负责人调整

#### 包装车间数字化框架设计



#### 实现成效：

- ✓ 能够提供准确的交期评估，围绕订单交期监控计划执行，提升交期履约率13%；
- ✓ 制定的计划能确保符合生产实际，计划临时性变更可被执行，整体提升计划达成率20%；
- ✓ 发现异常预警，系统及时通知到人，将数据披露异常带来的影响最小化，降低异常调整时间70%。

## 4.4.2 案例2：冶金企业数字孪生智能工厂

施耐德电气携手强思数科，成功构建基于数字孪生的数字化智能工厂，实现了对冶金行业不同生产过程的多维度监控，并在此基础之上借助系统平台的扩展性和智能分析工具，为客户带来更多高质量的数据分析报表，帮助客户进行设备资产预测性维护、能源总体分析、生产过程数据整合等工作。

### 案例2 冶金企业数字孪生智能工厂

#### 项目背景

客户A经过近40年的发展，形成了建筑、交通、机械、能源四类产品集群，是全国重要的建筑用钢、优钢线材、特钢棒材生产企业。产品国内市场覆盖30个省市，销往113个国家和地区，其中33个“一带一路”沿线国家和地区，被应用到港澳大桥等知名工程；已建成2个江苏省智能制造示范工厂和7个江苏省智能制造示范车间，是江苏省“两化融合”示范企业。

#### 业务诉求

客户A是集炼铁、炼钢和轧钢为一体的大型联合钢铁企业。为了确保安全生产，提升产品的质量，客户A需要建设绿色智能化工厂提高运营管理水平。

#### 项目痛点

钢厂设备种类繁多、长期高负荷运行下容易出现老化和磨损问题，易发生非计划停车；  
钢厂能源消耗巨大、能源利用率较低、缺乏精细化管理；  
钢厂生产过程数据来源多样、数据标准不统一、数据质量参差不齐、业务流程复杂，缺乏统一性的整合管理分析。

#### ➤ 数字孪生智能工厂方案：

- ✓ 方案以钢铁行业业务需求为导向，以系统平台和数字孪生系统为基础底座，针对客户的三维数字化智能工厂可视化、设备资产闭环管理、人员培训、安全管理、能源管理等业务需求建立了行业模板，简化实施过程，加速方案落地。同时以现场实时数据驱动三维孪生体，实现更加逼真有效的生产过程监控，并能在虚拟环境中仿真运营过程，找到生产问题，协助生产效率的提升。

#### ➤ 方案成效：

- ✓ 提升75%工艺生产监控效率；
- ✓ 提升企业可视化设备管理能力，缩短报警管理响应时间，减少检测维修成本及非计划停车率；
- ✓ 从L0-L5，打通各个系统，打破数据孤岛，多维数据可视化，建设运营驾驶舱；
- ✓ 借助实时数据，利用数字孪生平台，实现生产过程仿真，提升生产效率；
- ✓ 借助孪生平台，实现操作员VR操作培训，提升员工操作熟练度，缩短员工上岗时间。

#### ➤ 基于数字孪生技术智能工厂效果图



### 4.4.3 案例3：PMA设备预测性维护顾问的案例分析

施耐德电气携手辉度智能，基于大数据分析和AI人工智能技术，结合设备的工艺数据，以数理+机理模型为驱动对设备进行智能诊断分析，实现故障预测。同时提供PMA预测性维护平台，定位故障部位、制定运维建议，最终可帮助用户降低35%的设备维护成本，提高15%生产效率，减少80%意外宕机。

## 案例3 PMA设备预测性维护顾问的案例分析

### 项目背景

施耐德电气是全球能源管理和自动化领域数字化转型的专家，服务于家居、楼宇、数据中心、基础设施和工业市场，业务遍及全球100多个国家和地区；施耐德电气武汉工厂被达沃斯世界经济论坛专家委员会评为发展中的“灯塔工厂”，为中国乃至全球的智慧工厂在数字化转型方面做出示范。

### 业务诉求

机械设备作为人、机、料、法、环中的重要组成部分，企业对于设备维保、部件寿命预测的关注度愈发高。如何解决过维保、欠维保的问题，以及满足集团工厂更精益化管理的要求是企业的核心诉求。

### 项目痛点

设备所处的环境恶劣如高温、地下，日常巡检困难或易发生故障，无法准确定位故障。流程工艺的关键设备，一旦停机会影响全生产线的稳定生产及产品品质。

客户发现设备故障后，没有专业系统提供数据支撑进行故障的定位和原因追溯。

设备单体价值昂贵，发生故障后，维修费用或备件更换费用非常高。

### ➤ PMA方案介绍：

- ✓ PMA利用高频温振传感器采集设备的振动数据，通过边缘计算网关将数据上传至云平台，实时监测设备的运行状况和收集大量数据。通过数据分析和机器学习算法，预测设备可能出现的故障和维护需求，提前对设备故障问题进行告警和工单推送，以避免突发故障，并减少计划维护的频率。结合施耐德电气TPM设备全生命周期管理系统提供设备静数据，并采集用户的DCS系统内的工艺数据，可实现设备的全面监测、维护计划优化。设备预测性维护系统通过数据分析提前发现设备潜在故障，TPM系统协助优化维护计划，提高设备可靠性。
- ✓ 数据共享与优化：多个系统的集成使数据共享更容易，协助管理层制定更精确的决策，提高工厂运营效率，降低成本，提升设备寿命。

### ➤ 方案成效：

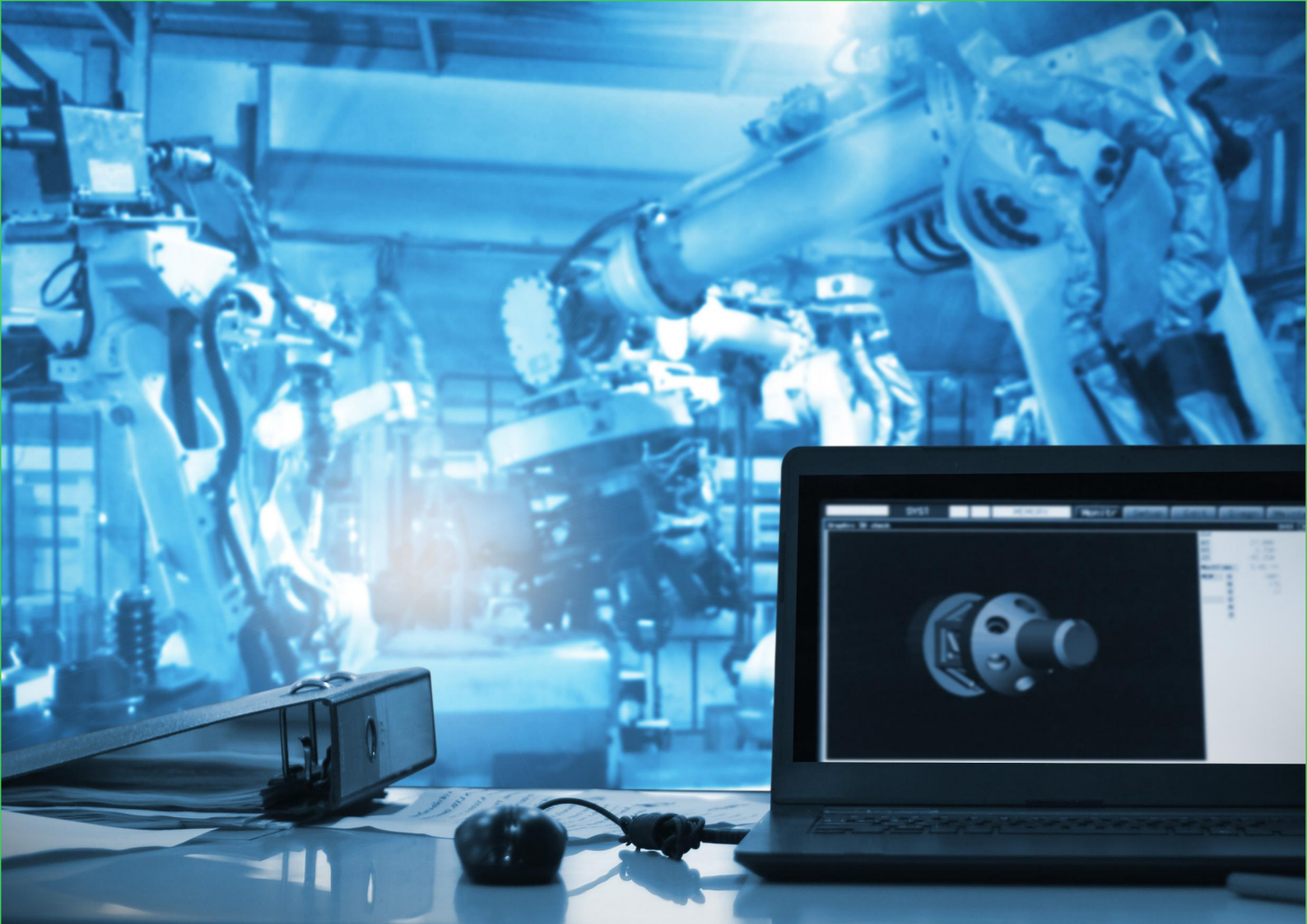
- ✓ 故障率减少、维修成本降低：设备故障率在应用预测性维护系统后减少了20%-50%，维修成本减少10%-30%；
- ✓ 生产效率提高：设备的可用性和生产效率提高了10%-20%。例如，设备的运行时间从80%增加到90%；
- ✓ 设备寿命延长：设备通过全生命周期的PMA管理，更规律规范性地对设备进行维保，平均使用年限可以延长20%-30%；
- ✓ 安全性改善：事故和安全事件减少了10%-20%。

### ➤ 开放的PMA平台架构



### ➤ 开放的PMA平台架构





# 5 未来工业展望

## 5.1 未来工业挑战与应对

改革开放之际，中国工业经历了迅猛的发展，但这种工业发展长期依赖于高耗能、低效率的生产模式。不仅造成了能源资源的巨大浪费，还引发了严重的环境污染问题，如空气质量恶化、水体污染和自然生态破坏，同时还加剧了社会问题，比如城乡发展不均衡和环境恶化带来的“健康风险”。

面对这些挑战，中国政府提出了“中国制造2025”和“十四五”规划两大政策，旨在转变工业发展方式，推动工业向更高效、智能化、绿色化方向发展。其中，“中国制造2025”旨在通过技术创新和产业升级，将中国制造业引向更高的附加值层面；而“十四五”规划则侧重于促进可持续发展，强调环境保护和绿色发展。这两大政策的实施推动了智能制造和绿色制造的融合发展。智能制造不仅提高了生产效率，还通过精确控制和优化资源分配，降低了能源消耗。同时，绿色制造采用可再生能源与先进的能碳管理应用，有效提高了能源利用效率，降低碳排放，减少了环境污染，助力工业可持续发展。

施耐德电气主张，制造型企业面临这些外部挑战时，应以绿智化转型为目标，以价值创造为导向，以生态合作为主要方法，创新发展绿色智能制造解决方案，打造未来工业。而未来工业绿智化转型的下一阶段面临着两大类主要挑战，一方面为技术融合带来的挑战，另一方面为技术发展带来的挑战。

## 5.2 未来工业技术融合挑战与应对

### 5.2.1 未来工业技术融合挑战

随着一些领军企业的实践探索，智能制造和绿色制造的技术方案融合取得了一定进展，但绿色智能制造下一阶段的深入发展仍面临着许多技术融合层面的挑战。首先，绿色化与智能化转型对应的两种使能技术（DT数字技术与ET能碳技术），在成熟度和发展速度上存在差异，导致融合过程复杂且不均衡。其次，实现技术融合需要大量的资金和资源投入，而这些往往受到企业实际资源分配策略的限制。同时，完善的政策和监管框架尚未全面到位，影响了技术融合方案的有效实施。此外，市场需求和企业用户接受度的不确定性，技术标准化建设和兼容性问题，以及相关领域专业人才的缺乏，都是推进绿智化技术融合过程中的难点。因此，如何推进智能制造技术和绿色制造技术深度融合仍然是一个复杂课题，这需要生态圈中所有角色在以上多个挑战层面上协同创新，探索答案。

### 绿色制造与智能制造技术融合挑战

#### √ 技术成熟度差异：

智能制造技术和绿色制造技术发展的速度和成熟度不一致。例如，某些智能制造技术已相对成熟，如自动化控制和数据分析，而一些绿色制造技术，如先进的可再生能源发电技术和碳足迹追踪技术可能仍处于发展阶段。这种成熟度的差异影响了两者的有效结合。

#### √ 技术标准和兼容性问题：

不同技术体系之间可能存在兼容性和标准化问题。智能制造技术与绿色制造技术结合的过程中，这些差异可能导致技术集成困难，影响融合效果。

#### √ 短期成本和投资回报的考量：

许多工厂在选择解决方案时，往往优先考虑短期成本和投资回报。智能制造技术和绿色制造技术集成往往需要较高的前期投资，而且这些投资的回报周期较长。这导致工厂更倾向于投资能够迅速解决当前问题、成本较低的解决方案，而不是长期的、成本更高的综合解决方案。

#### √ 缺乏长期数字化规划：

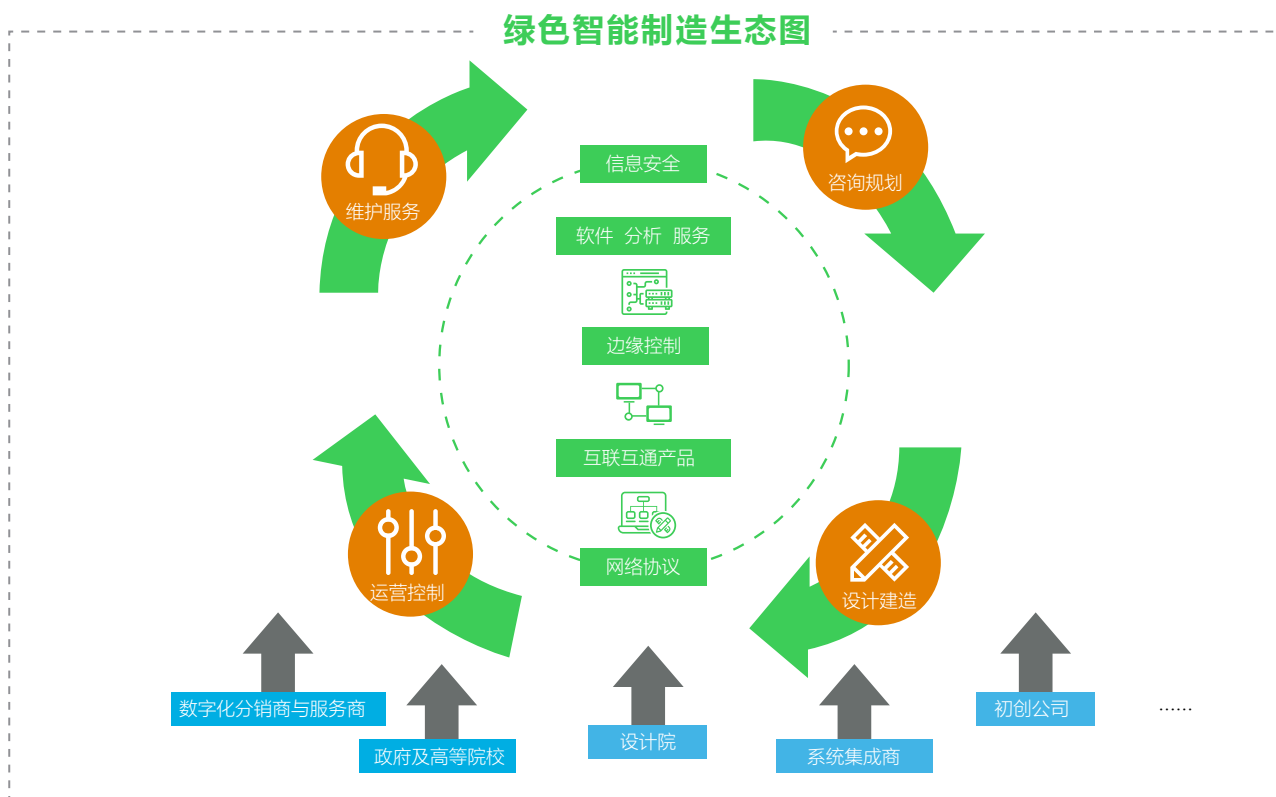
很多工厂缺乏对长期智能化和绿色转型的规划。这导致他们在采购解决方案时，更多地关注于当前的生产需求和痛点，而非未来的可持续发展和技术升级。这种追求短期回报导向的决策方式导致了解决方案的碎片化建设过程，而放弃系统性的整体解决方案，无法建立起一个循环改进的机制，同时也忽视了智能制造技术和绿色制造技术融合创新的潜力。

#### √ 市场和政策信号的不确定性：

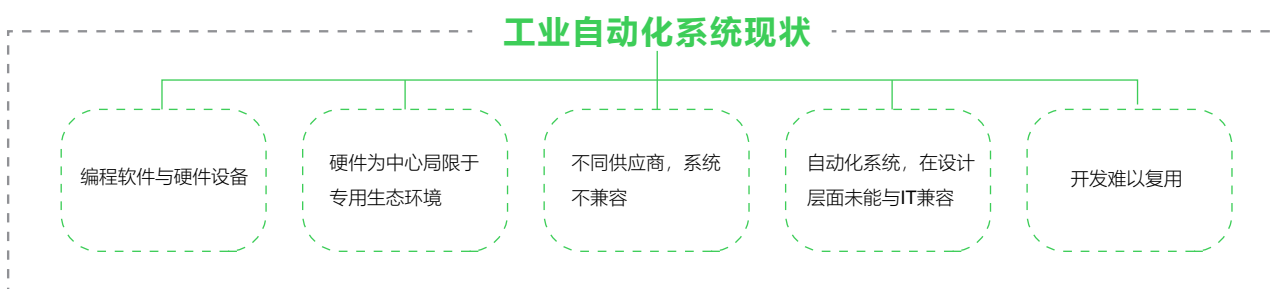
市场的快速变化和政策环境的不确定性也可能导致工厂在采购决策时趋于保守。没有清晰的市场导向和政策支持挑战，工厂可能不愿意冒险投资于长期的、可能风险较高的技术融合项目。

## 5.2.2 生态合作是应对技术融合创新挑战的良策

为了应对重重挑战，进一步推动5T技术的深度融合创新，需要组织生态圈内各类角色发挥各自优势，合作共赢。因此，施耐德电气长期致力于持续完善生态合作体系，赋能各类合作伙伴。



一方面，解决方案服务商间的生态合作有望解决工业体系技术标准不统一带来的长期痛点。当前的工业自动化系统仍相对封闭，具有以下特征：



针对这一难点，可利用生态圈合作共同推广适应智能互联时代的新一代工业自动化标准，支持各类工业设备无缝连接与通讯。为此，施耐德电气创建了工业开放自动化系统，开放自动化系统具备以下特点：



另一方面，生态圈合作可以打造具有性价比的整体解决方案，解决企业缺乏长期规划与项目投资不足的问题，助力制造企业完成从战略端到业务端的全面绿智化转型。在目前的工业环境中，解决方案的选取常常缺少长远的战略目光和技术前瞻性。众多工厂在应对生产运营的难题时，习惯于采用即时的应对措施，奉行技术方案层面的“拿来主义”，忽略了要遵循企业战略发展方针来协同业务流程改造与技术应用创新。这种追求短期回报导向的决策方式导致了解决方案的碎片化建设过程，而放弃系统性的整体解决方案，无法建立起一个循环改进的机制，同时也忽视了智能制造技术和绿色制造技术融合创新的潜力。

而生态圈集合了众多工业转型的优质合作伙伴，拥有多行业绿智化转型的全局视角。方案集成商能够在支撑企业战略发展需求基础上，基于技术类服务商自身对技术创新的长期跟踪理解，通过数字化咨询服务团队与乙方内部的数字化委员紧密合作，分析企业的数字化现状和生产流程痛点，结合行业标准化委员会对行业特有痛点的理解，打造一个兼具技术前瞻性和成本控制的整体解决方案，且着眼于方案设计、实施路径规划与交付、和后期持续运维等项目全生命周期中各个环节助力企业转型。

## 5.3 未来工业技术发展挑战与应对

### 5.3.1 未来工业技术发展挑战

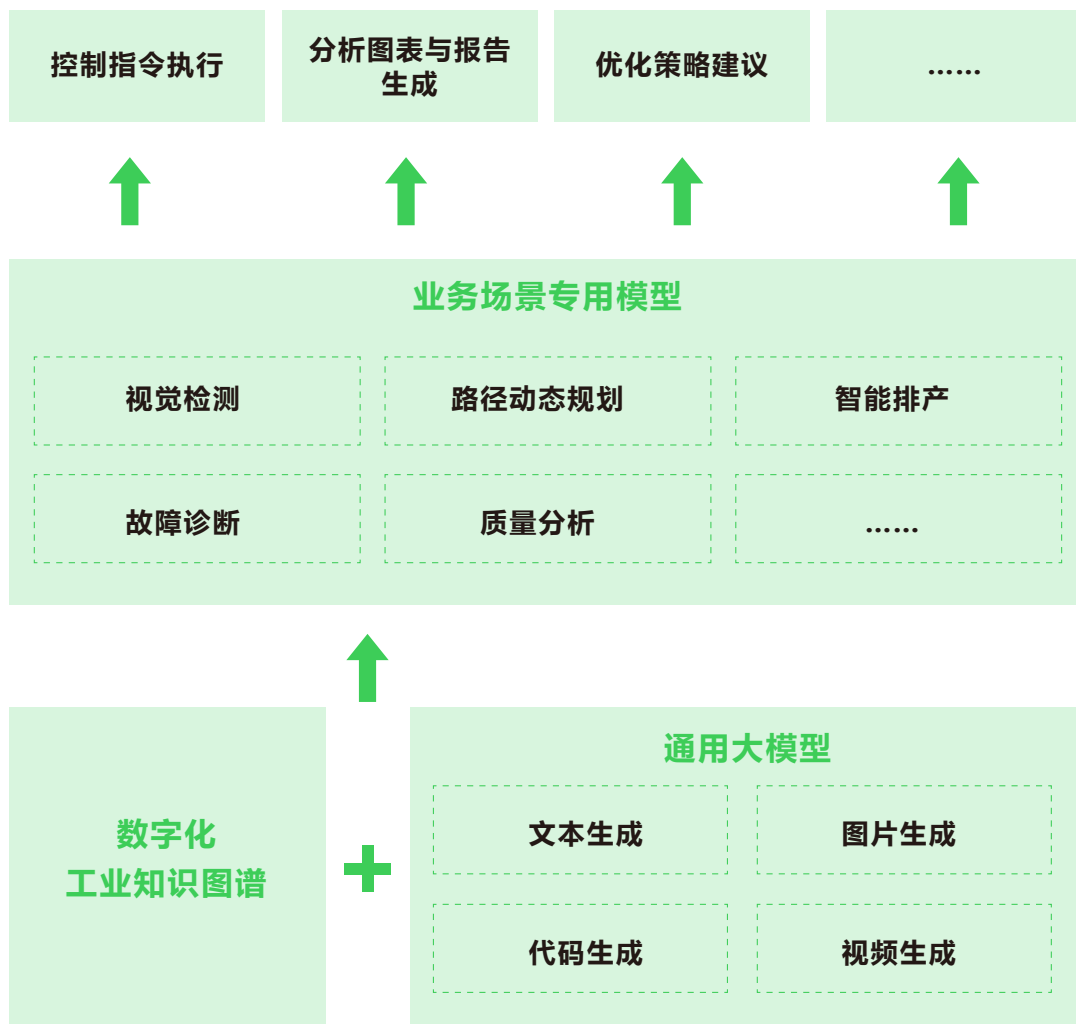
随着绿色智能制造的解决方案的不断深入探索，相当一部分制造型企业逐渐完成了IT与OT的技术融合，通过系统间的集成，打通了数字化工厂的横向、纵向数据流，积累了原始的数据资产。这类数字化程度较高、绿智化转型探索较为领先的企业在下一阶段，不仅要继续深化IT/OT技术融合，也应该开始在数字化工厂的基础上进一步深度融合DT技术，创建大量的数据模型，并管理数据资产。在工业的智能化时代，数据不仅仅是一个被动的记录元素，而是被视为一种新的生产要素，与传统的土地、劳动、资本和企业家才能并列，通过将数据视为核心生产要素，企业可以利用先进的数据分析和人工智能技术来加速决策过程，优化资源配置，并最终提高生产力。由此可见，未来工业的5T技术融合方向一定是以价值创造为导向来构建解决方案，将数据视作为一种全新的生产要素，利用一系列创新技术挖掘数据价值，从而助力制造业加速提升生产力。但也可以预见的，企业在朝这个方向转型的过程中对数字技术快速发展的迫切需求，必然会带来一系列的挑战。

#### 工业数据带来的挑战

- ✓ **数据收集与整合：**首先带来的挑战是需要高效地收集和整合来自不同来源和系统的数据。这不仅包括生产线上的机器和设备数据，还包括从供应链管理、客户关系管理等IT应用系统中的数据。有效整合这些数据，以形成一个全面的数据视图，是实现进一步数据分析和应用的前提。
- ✓ **数据质量与准确性：**不准确或低质量的数据可能导致错误的决策和预测，影响整个生产过程的效率和质量，数据质量对数据建模和模型参数调整尤为关键。
- ✓ **深度分析与应用：**在数据资产积累到一定程度后，如何通过高级数据分析技术，如机器学习和数据建模，来挖掘这些数据中的价值成为关键。
- ✓ **数据安全与隐私：**随着数据量的增加，数据的安全性和隐私保护也成为重要的考虑因素。企业需要确保系统管理符合相关法规，并采取适当的技术和管理措施来保护数据免受未经授权的访问和泄露。

### 5.3.2 各类AI模型与传统IT系统的融合创新可有效应对数据价值挖掘带来的挑战

如何应对数据技术发展带来的挑战，是下一阶段建设未来工业的关键之一。但工业企业当前似乎除了基于工业大数据建立特定场景的AI算法模型，如视觉检测模型、设备故障诊断模型、质量分析模型等外，似乎并没有一个明确的蓝图来指导制造型企业如何利用数据价值挖掘来完成全面的智能化转型。在建立完善的应对策略之前，可以确定的是，制造企业数据价值挖掘的全景蓝图是依托于各类AI模型的。不可忽视的一点是，基于生成式AI技术的通用大模型应用，为工业AI模型的发展带来了启示。AI技术可分为生成式AI与判别式AI，利用这两类技术创建的AI模型分别具有内容生成和判别决策的功能特点。工业运营过程对AI决策的精确度要求极高，这要求研发端常常运用判别式AI建立专用场景的模型，而对生成式AI技术讨论并不多。用于判别的参考依据通常是工业知识的内容梳理与信息提取，这要求我们建立数字化的工业知识图谱。与此同时，基于生成式AI创新的通用大模型恰恰擅长于文本、图片、视频等内容的梳理与信息提取，所以有机结合通用大模型、数字化工业知识图谱与工业专用场景模型成为未来的重要话题。



# 编写团队

## 绿色智能制造技术融合创新专家委员会

本委员会由工业和信息化部国际经济技术合作中心、施耐德电气(中国)有限公司共同发起，旨在通过创新驱动，帮助制造企业进行绿色智能制造转型和升级，提高中国优势产业和战略性新兴产业的绿色智能制造能力。委员会由绿色智能制造相关领域技术专家组成，重点关注绿色智能制造技术融合创新，并提供信息交流平台，促进业务合作，协助工业企业提升在绿色智能制造领域的产业创新能力和方案竞争力，推进中国工业企业在绿色化、智能化趋势下的高质量发展。

## 亿欧

亿欧，专注科技+产业+投资的信息平台和智库。成立于2014年2月，总部位于北京，在上海、深圳、宁波、纽约等设有分公司。亿欧立足中国、影响全球，用户/客户覆盖超过50个国家或地区。旗下产品和服务包括:信息平台亿欧网(iyiou.com)、亿欧国际站(EqualOcean.com)、研究和咨询服务亿欧智库(EO Intelligence)，产业和投融资数据产品亿欧数据(EO Data)；行业垂直子公司亿欧大健康(EO Healthcare)、亿欧汽车(EO Auto)、元宇宙与碳中和研究院等。基于对中国科技、产业和投资的深刻理解，同时凭借国际化视角和高度，亿欧为中外客户提供行业研究、投资分析、创新咨询、数据产品、品牌公关、国际化落地等服务。

## 指导委员会

施耐德电气高级副总裁  
战略与业务发展中国区负责人  
商业价值研究院院长

熊宜

## 总策划

施耐德电气工业创新生态中国区负责人

蔡婷婷

## 主编

施耐德电气首席数字化设计师  
亿欧智库新科技事业部研究总监

毛春景  
孙毅颂

## 编写组

亿欧智库 刘旻昊、杨雨然  
施耐德电气 周利朝、曹华雄、肖文武、宫达人、潘知翼、  
张官祥、刘佳、曹丹丹

## 特别鸣谢

施耐德电气 申红锋、刘金兵、刘帅、杨立里、谢小军、吴子怡

## 联系我们

施耐德电气首席数字化设计师

毛春景

chunjing.mao@se.com

亿欧智库新科技事业部研究总监

孙毅颂

sunyisong@iyiou.com

Life Is On

Schneider  
Electric™  
施耐德电气

施耐德电气（中国）有限公司  
Schneider Electric(China)Co.,Ltd

北京市朝阳区望京东路6号  
施耐德电气大厦  
邮编：100102  
电话：(010)8434 6699  
传真：(010)8450 1130

Schneider Electric Building, No.6.  
East WangJing Rd, Chaoyang District  
Beijing 100102 P.R.C.  
Tel: (010)8434 6699  
Fax: (010)8450 1130