

MT 机械工程导报

Mechanical Engineering Trends

<http://www.cmes.org>

2020年第1期 总第206期

新冠疫情对中国制造业带来的影响分析与建议 p1

装备制造业企业亟待复工

——装备制造业企业复工问题与对策调研报告 p6

新冠疫情对中国制造供应链的影响 p16

2019年机械工业运行情况综述

——缓中趋稳 压力犹存 持续推进高质量发展 p22

美国制造业如何培养人才 p30

众志成城
抗击疫情



目 录

CONTENTS

机械工程导报

MECHANICAL ENGINEERING TRENDS

1998 年创刊
2020 年第 1 期 (总第 206 期)
2020 年 2 月 28 日出版

主办: 中国机械工程学会工作总部
地址: 北京市海淀区首体南路9号
主语国际4号楼11层
邮编: 100048
电话: 010-68799036 (编辑部)
传真: 010-68799050
E-mail: zhongyg@cmes.org
网址: www.cmes.org
主编: 陈超志
责任编辑: 钟永刚
出版: 《机械工程导报》编辑部
发行: 中国机械工程学会工作总部



院士专稿 FEATURE FROM ACADEMICIAN

新冠疫情对中国制造业带来的影响分析与建议 1



热点关注 CURRENT POINT

装备制造业企业亟待复工
——装备制造业企业复工问题与对策调研报告 6
新冠疫情对中国制造供应链的影响 16
2019 年机械工业运行情况综述
——缓中趋稳 压力犹存 持续推进高质量发展 22



专家视点 EXPERT OPINION

美国制造业如何培养人才 30



学会资讯 CMES INFORMATION

中国机械工程学会召开装备制造业企业复工复产专题研讨会 47
中国大学生机械工程创新创意大赛入选《2015-2019 年全国
普通高校学科竞赛排行榜》 48

新冠疫情对中国制造业带来的影响分析与建议



中国机械工程学会 李培根 中国科协智能制造学会联合体 黄培

从2019年12月在武汉爆发的新型冠状病毒疫情当前已经蔓延到全国和全球20多个国家（注：截至2月27日，已达43个国家），抗击疫情的战斗仍在继续。此次突发的公共卫生安全事件，将会对中国制造业带来哪些深刻的影响？促进我国制造业实现哪些变革？本文提出九个方面的思考与建议。

一、制造企业应加强对HSE（健康、安全与环境）的管理

此次疫情发生之初，武汉一家上市公司的员工就出现了被感染的状况。如果由于在企业中员

工之间的密切接触而导致交叉感染，对于企业将可能成为灭顶之灾。因此，此次疫情将会促进广大制造企业，大大加强对员工健康、安全与环境的管理，建立和强化灾难预警机制。建议国家相关部门大力加强对HSE的评审和认证体系的推进力度。

二、中国制造业应当更加务实地推动智能制造

此次疫情正值中国传统的春节，疫情的发展对我国制造业带来的直接影响，就是大量务工人员无法按期返岗。这对于急于开

工的制造企业，尤其是中小型制造企业可以说是雪上加霜。因此，从长期来看，制造企业的负责人势必会更加重视智能制造，推进少人化和柔性生产，聘用更多高技能和多技能的工人，从而能够更好地应对劳动力的波动给企业带来的不利影响。另一方面，此次抗击疫情过程中，出现了医用口罩、防护服、护目镜等防护用品生产不及时，跟不上需求的情况，也会促进生产相关医疗物资和医疗器械的制造企业更加注重推进柔性自动化生产线的应用。

未来，有条件的企业可以考虑构建智能工厂，进一步减少对人工的依赖。建议国家加大对传统产

业的数字化、智能化改造力度，支持企业面向实践中的工艺问题和市场需求，注重解决实际问题，杜绝盲目追求“高大上”的面子工程。

三、中国制造企业应当更加重视企业生态系统的维护和重构

在一个重大社会公共安全事件发生后，企业都会受到不同程度的影响。任何一个企业都存在一个由其供应商和客户组成的生态系统。维护一个好的企业生态系统是企业可持续发展的重要因素。在重大灾难或者公共安全事件中，生态中的关联企业受到的影响是不一样的。一个优秀的、负责任的企业，不能仅仅关注自身受到的损失，还要尽可能地考虑如何与生态系统中的其它企业共生。越是在非常时期，越需要与伙伴企业共商应对措施。当然，重大灾变或安全事件后，生态中的某些企业可能因为不可抗拒的因素失去原有的能力，短期内不可恢复，如供应链中的某

企业失去了供应某部件或原料的能力。此时，企业当然不得不另外寻求供应源，这就需要企业提升供应链的抗风险能力。这种能力需要建立在数字化、网络化甚至智能化的基础之上。如何预测战略寻源、自动化采购执行与前瞻性供应商管理以实现降本增效？如何发掘更多合格供应商资源？如何智能分析和预测供应商的可靠性和创新能力？拍脑袋解决此类问题显然不是一个现代企业的方式。在平常时期，企业就应该注意形成这方面的能力。当然，企业也可以利用外部数字化、网络化的资源进行相关分析。如Ariba网络可连接全球超过250万供应商，并根据不同商品的关税、运输及汇率等因素，自动计算所有原产地的上岸成本及应当成本，在全球市场中发现最优供应商^[1]。

四、制造企业的数字化转型需要覆盖事务、 workflow 及战略管理

当前，企业的数字化转型主

要集中在产品、工艺、生产、营销及其管理上，而企业的诸多事务及工作流程监控和管理优化等尚未引起很多企业的重视，更不用说战略管理。这次新冠肺炎的流行当能引起企业对事务及 workflow 管理问题的重视。现在，因为隔离、封城之缘故，很多员工难以按时返岗，有的企业的工作可能因此处于停滞状态。即便有些企业选择了让员工在家办公，但因为条件限制，工作还是受到很大影响。倘若企业具有对事务、任务、工作流的数字化和网络化的管理手段，情况则大不一样，事件对工作的影响会降到最低。这从一个侧面体现出企业对数字化技术的现实需求。可以预见，制造企业会对远程协作的任务管理、项目管理、workflow 管理等软件提出迫切的需求。好的管理首先要求各种事务（如研发、财务、采购……）的业务要数据化，让数据驱动工作流程。透明的数据显然有利于优化管理。这些本来就是企业平常应该具备的能力，只是在这个特别时期更显出此种能力的重要。数字化技术的深层

次应用可以帮助企业提高员工的协作效率，提高生产与运营的透明度，帮助企业更高效地应对市场需求的波动，缩短新产品上市周期，乃至创新商业模式，由卖产品转向卖产品使用的服务。企业数字化转型应该覆盖到战略管理，这一点未能引起多数制造业的重视。战略管理一方面是涉及企业宏观的、长远发展的问题，另外一方面也表现在特殊时期的战略应对。所有这些问题往往与社会的某些宏观数据有关，因此，企业应该注意收集宏观数据。数字化转型最根本的价值，是能够帮助制造企业的各级领导真正从全方位洞察数据，从数据中看出正确的趋势。条件好的企业未来可关注商业智能(Business Intelligent/BI)的应用。BI的特征就是从数据分析入手。比如，2007年，SAP收购法国Business Objects公司，推出SAP HANA商业智能方案。该方案由数据仓库、查询报表、数据分析、数据挖掘、数据备份等组成，帮助企业提升在财务会计、资源计划、产品生产与品质，到供应链、客

户关系等经营性管理上的效率。甚至连投资这样的战略问题也可以借助智能技术。香港有一家叫DeepKnowledge Ventures (DKV)的风投公司，五年前聘请了一名叫作“瓦投”(VITAL)的AI董事，它是英国AgingAnalytics公司研发的AI投资系统。AI董事的专长是基于大数据机器学习，能在毫秒内分析、判断、决策那些无法被人类分析师观察到的趋势。瓦投做了人们“直觉”做不了的“针对海量信息的逻辑分析”，靠强大的计算机直觉，确保投资决策“做正确事”。^[2]可以肯定，在此疫情之后，制造企业会逐步重视对BI、大数据分析和AI等技术的实际应用，并对数据分析师提出迫切的需求。

五、进一步明确智能服务和智能施工的作用

在病毒疫情、地震、台风等意外事件发生的时候，制造企业的维修服务人员往往不能及时赶到现场，因此，推进基于工业互联网的远程智能服务，通过增

强现实等技术进行远程指导，基于对设备的运行状态监控进行故障预警，这些智能服务会逐渐从理念变成现实。在灾害和意外事件后，往往需要紧急的施工和维护等。这种情况下智能施工可以发挥更好的作用。小松开发了智能施工系统。在工地，通过无人机测量获得的数据，形成可视化的2D和3D数据图。能自动计算出施工土方量，快速制定施工作业计划，并仿真。通过云端服务器——小松云(KomConnect)可将现场实际数据与施工图数据进行对比，不断优化，以保证施工的质量和进度。此次武汉建立火神山和雷神山两座临时医院，要求在短短10天之内完成。可以想象，此项目对工程机械设备和相关物资的需求、对施工等都提出了巨大的挑战。如何对设备和物资进行优化调度，如何快速高质量地施工，这都是实实在在的需求。建议政府相关部门结合这些实际案例，帮助企业通过数字化、网络化、智能化技术提高服务水平和应急施工与维护的能力。

六、大力推进生物医药卫生产业的创新发展

长期以来，我国医药企业还是仿制药为主，创新能力不足，类似青蒿素这样的原创药品很少，这在几年前麦肯锡发表的一个中美制造业创新能力对比的研究报告中进行过详细分析。而通过此次疫情，国家势必会更加重视研发各种应对病毒的检测、抑制和治疗的相关药品和试剂，而公众对于类似流感疫苗这类产品的使用量也会大大提高。因此，会有越来越多的医药企业加强创新药物和医疗器械的研发与制造。2019年，中国人均GDP突破一万美元。随着生活水平的提高，国民对于健康管理和保健将会有更高的需求，带动相关产业发展。此次突发的新冠疫情，则将显著加速我国生命科学产业的发展。建议国家进一步推进远程医疗和智慧医疗，解决医疗资源不足的问题。而提供相关产品和解决方案的制造企业将迎来新的发展机遇。

七、推进智慧城市、智能家居和智慧交通的理念更新和产业发展

此次疫情暴露出，实际上已推进多年的智慧城市、智能家居和智慧交通还是停留在表面。如何能够快速、准确地定位每一个疑似的新冠病毒肺炎患者、疑似感染者和密切接触者？我们认为，应当更大程度上发挥物联网技术的作用，及时监控相关者的健康状态，对可能出现的疾病进行早期预警。这些需求将会促进相关企业研发更多的智能产品和基于智能移动终端的APP。我们也建议汽车企业在推进汽车智能化的解决方案时，积极推进与驾乘人员健康有关的技术。

八、国家应更加重视收集处理各方面的宏观数据

此次新冠病毒疫情，不仅将对中国的生活服务业和生产服务业带来深远的影响，也将对制造业的发展走向产生巨大影响。建

议国家更加重视收集各方面的宏观数据，以利于预测某些突发事件。如2009年美国出现了一种新的流感病毒，甲型H1N1。在甲型H1N1流感爆发的几周前，谷歌公司的工程师们在《自然》杂志上发表了一篇引人注目的论文。它令公共卫生官员们和计算机科学家们感到震惊。其预测冬季流感的传播：不仅是全美范围的传播，而且可以具体到特定的地区和州。谷歌通过观察人们在网上搜索记录来完成这个预测，而这种方法以前一直是被忽略的。谷歌保存了多年来所有的搜索记录，而且每天都会收到来自全球超过30亿条的搜索指令，如此庞大的数据资源足以支撑和帮助它完成这项工作。这是未来信息化、智能化社会所需要的一种新型能力：以一种前所未有的方式，通过对海量数据进行分析，获得有巨大价值的产品和服务，或深刻的洞见^[3]。国家应该重视类似的能力建设。而企业也应当具备对某些相关的社会宏观数据进行分析的能力，以便提前应对突发事件。

九、领导中心与去中心化之间的平衡

中国的优势在于极强的社会动员组织力量。社会的确需要一个强大的领导中心。新冠疫情事件中，统一的指挥部署依然发挥了重要作用。但另一方面，此次新冠疫情提示人们，不能形成对中心的过分依赖。什么事情都要等待上面的决策，势必在关键时

期贻误时机。如果地方政府的领导能够敢于担当，果断决策、应对，疫情肯定不至于像今天这样严重。因此，社会治理要有一定程度的去中心化，尤其是在一些突发的、紧急的问题上，这恐怕也是社会稳定的重要因素。企业肯定需要一个有效的领导中心。同样，一个大的企业或大的工程技术系统，相当程度的去中心化是有利于系统稳定的。去中心化的系统出问

题往往是局部的，而完全中心化的系统则可能出现全局性的问题。互联网就是最大的去中心化的系统。另外，去中心化有利于发挥分系统领导者的潜能，《孙子兵法》中有言：“将能而君不御者胜”，此言极是。去中心化易使分系统尽可能优化，各个分系统的优化又使整体近优。领导中心与去中心化之间的平衡，国家与企业都需要考虑。MT

参考文献：

- 【1】汪鑫，传统采购模式数字化颠覆，哈佛商业评论，2017-10-02
- 【2】吴霖虹，从直觉到智慧决策，哈佛商业评论，2020-01-13
- 【3】维克托·迈尔-舍恩伯格 & 肯尼思·库克耶，大数据时代—生活、工作与思维的大变革，盛杨燕 & 周涛译，浙江人民出版社，2013. P.02-04.

装备制造业企业亟待复工

——装备制造业企业复工问题与对策调研报告



中国机械工程学会

2020年春节期间，新型冠状病毒感染肺炎疫情从武汉波及全国，全国各地随即采取了严格的疫情防控措施。全国性的区域封闭、道路隔断等措施，一直持续到2月中旬，造成员工返岗难、企业复工延迟，部分企业甚至停产。装备制造业领域，除全力保障医疗防护物资、生活必需物资的生产企业外，大多企业基本处于停滞状态。

随着复工日期的一再延迟，企业不得不背负起营业收入减少、生产成本增加、流动资金日趋紧张、订单无法按时完成等一系列问题。更为严峻的是，我国

装备制造业正面临着前所未有的来自国内外供应链断裂带来的挑战。此次疫情不仅考验着我国装备制造业应对危机的能力，也考验着我国作为制造大国在全球制造业产业链上的责任担当。当前，一手抓疫情防控，一手抓复工复产，全国统筹协调、分类有序推动复工已经成为我国装备制造业领域的当务之急。

2020年2月8日，国务院应对新型冠状病毒感染肺炎疫情联防联控机制印发《关于切实加强疫情科学防控有序做好企业复工复产工作的通知》。在随后的十多天里，各地有序推动企业复

工复产。

在这一背景下，中国机械工程学会自2月12日起，动员专业分会和省区市学会，共同启动装备制造业企业复工复产问题与对策调研。截至2月20日，共回收问卷301份，覆盖21个省、自治区和直辖市。企业类型主体为民营企业，占61.5%，其次是国企和国有控股企业，占26.3%；员工规模在500人以内的企业占61.1%。本次调研针对装备制造业企业复工复产面临的困境，提出政策建议和企业对策。调研行业及企业基本情况如图1、图2所示。

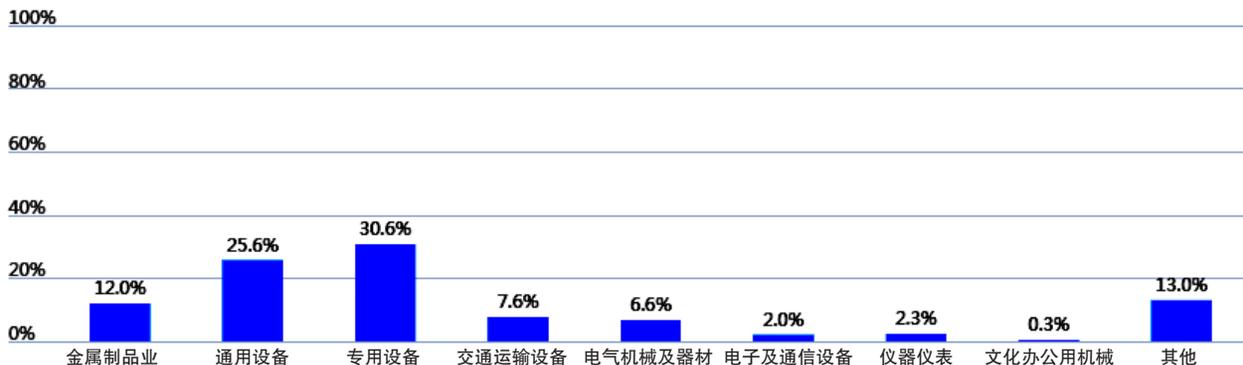


图1 调研企业行业分布

一、新冠疫情下装备制造制造业面临的困境

1. 企业复工大面积延误

受疫情影响，全国范围内人员流动受限和主被动隔离对装备制造制造业企业复工提出了严峻的挑战。

根据各地政府的规定，除湖北地区外，复工时间不早于2月9日24时。调查显示，装备制造制造业企业复工时间普遍在地方政府规定的复工时间之后。有72.3%的企业在2月10日至2月底复工，在2月10日之前复工的企业仅占9%，仍有18.7%的企业复工时间在3月之后（图3）。

2月10日之前复工的企业，员工返岗率和第一季度生产能力发挥程度并不理想，只有36%的企业返岗率达到了90%以上；第一季度生产能力发挥程度预计可以达到90%以上的企业占比更低，只有8%。装备制造制造业企业为多工序配合、顺序性生产，前一工序没有完成，后一工序则不能开始。因此，只要有一个环节的员工没有就位，生产线就无法启动，企业不能实现复产（图4、图5）。

从企业在供应链方面遇到的困难看，74.3%企业反馈供应商未复工是目前面临的第一大困

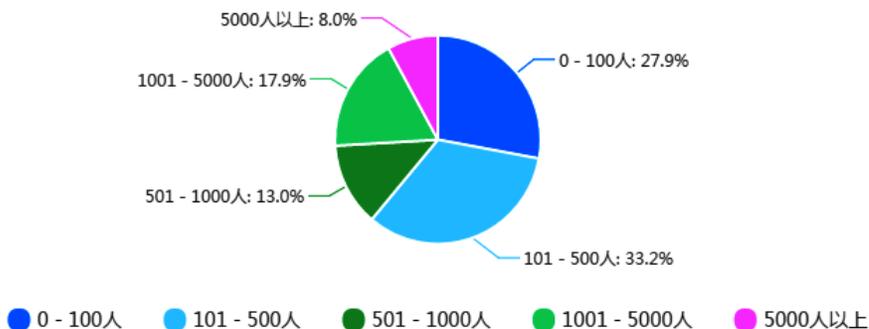


图2 调研企业员工规模

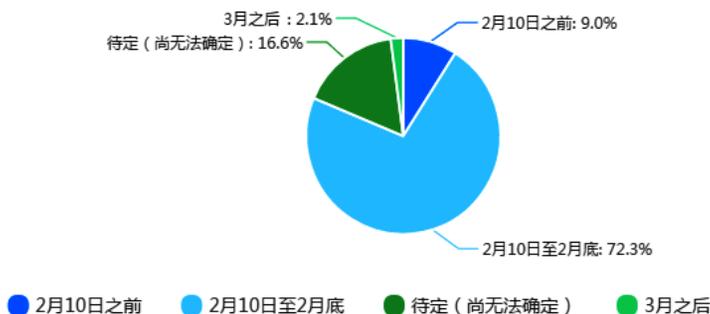


图3 调研企业复工时间

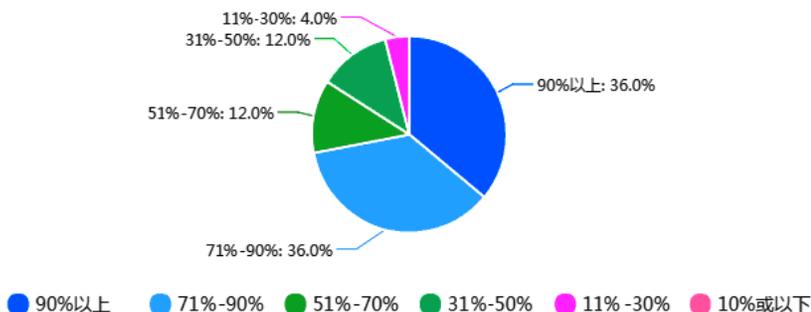


图4 2月10日之前复工企业员工返岗率

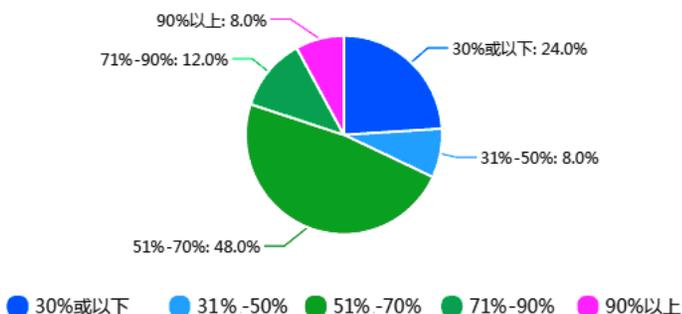


图5 2月10日之前复工企业预计第一季度生产能力发挥程度

难，这也进一步说明，装备制造业企业复工时间普遍滞后于政府规定的企业复工时间（图6）。

根据被调研企业对“本次疫情对企业最大的影响”问题的反馈情况看，复工每延迟一天，既给企业带来入不敷出的现实影响，也给企业的后续经营带来不可预测的负面影响。

2. 经济形势需要，企业亟待复工

2019年，我国第二产业占全国GDP的比重为39%（第一、二、三产业分别占比7.1%、39%和53.9%）。装备制造业、高技术制造业增加值增速明显高于规模以上工业增速，二者占全部规上工业的比重分别为32.5%和14.4%。装备制造业在推动我国制造业高质量发展和改革创新发展中发挥越来越重要的作用。

与第三产业和第一产业相比，装备制造业对经济的影响具有滞后性。从短期看会给企业造成巨大的经济损失，从长远看将会影响到我国制造业企业在全产业链上的信誉，甚至会影响到我国制造业的综合实力和全球竞争力。因此，疫情对装备制造业的影响要有长期预判。

山东豪迈集团公司表示，由于生产方式采用订单式生产，原材料辅料等采购均根据订单进行采购，无法大量备货。受疫情影响，国内供应商开工时间及运输状态未知，后续原料辅料将受到非常大的冲击。同时，疫情引发客户恐慌，未来国外客户调整订单分配，可能不会将大部分订单投放给国内企业或者单一企业，这样将导致企业丢失一些优质订单和潜在订单。

陕西华拓公司表示，计划年

后启动的一些重要项目和设备研制及生产都无法正常开展，如与一汽、商飞等的合作项目和设备生产都必须延期进行，与国内外鞋帽箱包行业的合作洽谈也无法如期举行。其他年前已有意向的客户对接工作只能全部推后，正在准备筹建的设备生产基地也无法确定启动时间，新一轮的融资工作也会延后。

由于企业复工延迟，装备制造业企业的成本压力增大。企业没有营业收入，企业各项支出又不能减少，导致企业流动资金紧张。北京精雕公司反映，由于延迟开工，生产经营不能正常开展，而员工工资等正常支出不能减少，加剧企业经营负担，造成当前企业资金周转困难。山东豪迈集团，受工期延迟、人工、房屋和设备空置等因素，公司生产成本大幅提升。

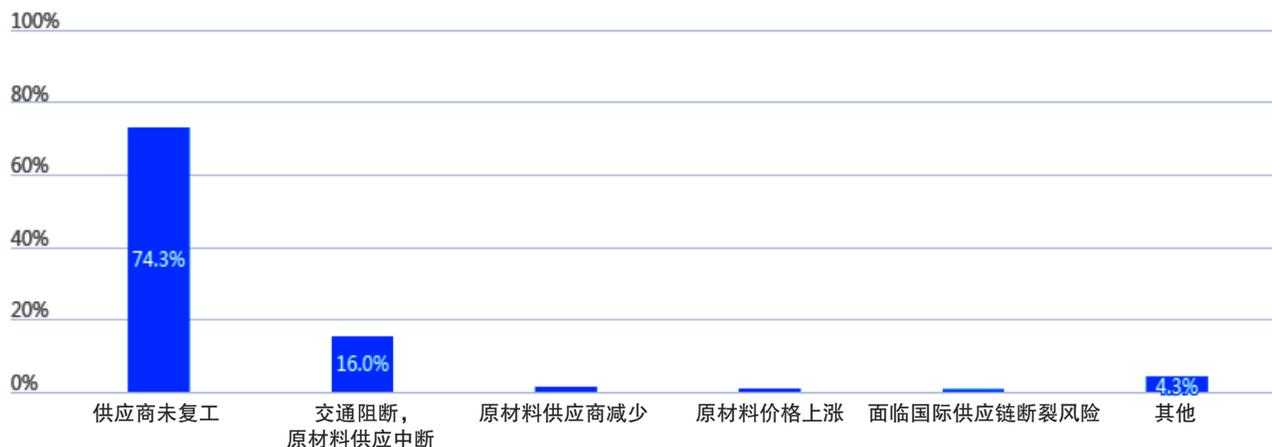


图6 企业在供应链方面遇到的困难

疫情带给装备制造业企业成本压力普遍存在。调查中，有 88.9% 的企业首先都面临营业收入减少、流动资金紧张的情况(图 7)。

调查显示，民营企业规模越小，疫情对其第一季度营收的影

响程度越大。5000 人以上规模企业，预计第一季度营收下滑程度全部在 30% 以内；1001-5000 人规模企业，下滑在 30% 以内的企业占 56%，下滑程度均在 50% 以内；501-1000 人规模企业，下滑在

30% 以内的企业占 43%，下滑超过 50% 的企业约占 10%；101-500 人规模企业，下滑超过 50% 的企业占 17%；100 人以下规模企业，下滑超过 50% 的企业达到 25%，其中，下滑超过 70% 的企业占 14%(图 8)。

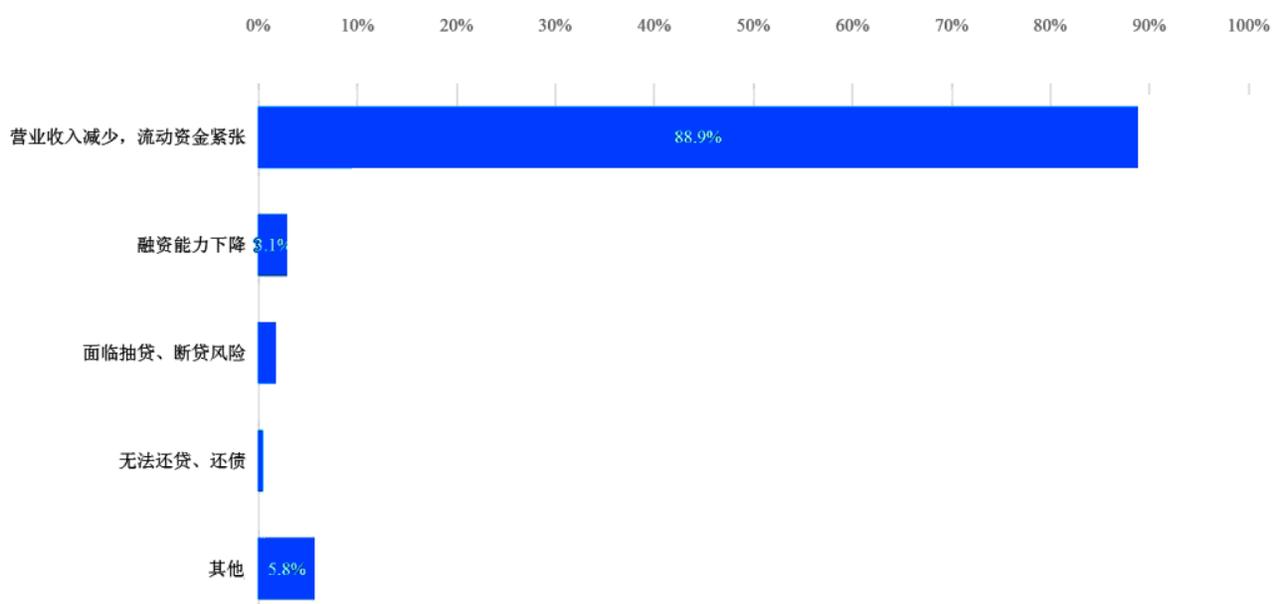


图 7 企业在资金方面面临的主要困难

	0 - 100人	101 - 500人	501 - 1000人	1001 - 5000人	5000人以上
基本平稳	7.8%	3.4%	0.0%	5.6%	0.0%
下滑10%以内	3.1%	3.4%	4.8%	5.6%	33.3%
下滑11%-30%	25.0%	25.9%	38.1%	44.4%	66.7%
下滑31%-50%	31.3%	39.7%	33.3%	38.9%	0.0%
下滑51%-70%	10.9%	10.3%	9.5%	0.0%	0.0%
下滑71%或以上	14.1%	6.9%	0.0%	0.0%	0.0%
无法预测	7.8%	10.3%	14.3%	5.6%	0.0%

图 8 民营企业预计第一季度营收受疫情影响程度

在疫情影响下，中小民营企业的经济形势非常严峻，亟待复工，进而实现复产。但是面对疫情的严格防控要求，企业又显得力不从心，彷徨无措。

3. 企业为复工迎难而上

调查显示，装备制造业在手订单3个月内的企业占比为67%。其中，民营企业形势更加严峻，100人以内规模的民营企业只有一个月订单的占比45.3%，2-3个月订单的占比为37.5%，在手订单不超过3个月的达到80%；101-500人规模的民营企业在手订单不超过3个月的占比77.6%（图9）。

数据显示，超过30%的民营企业现金余额维持企业生存时间在一个月以内，另有超过39%的企业维持在2-3个月，企业现金余额仅能维持不超过3个月运营的占比达到70%以上（图10）。

在调研中，山东省民营企业反映，面对如此严峻的疫情，对复工后的疫情防控也是忧心忡忡、夜不能寐。尽管复工依然面临高风险，但目前的经济压力迫使企业必须顶着聚集性疫情高风险，尽最大可能创造条件能够尽快复工复产。

根据有些机构的分析，WHO（世界卫生组织）解除PHEIC（国

际关注的公共卫生紧急事件）认定有两个时间期，若是防控及时得力，疫情持续时间较短，对企业的经济压力主要局限在第一季度；若是复工人口流动使得病毒传播造成防控不得力，疫情可能延续至第二季度，对贸易的冲击将更加明显，企业将面临更为严峻的经济压力。

一方面，由于企业技术研发和生产的需求，员工需要到生产现场进行操作和劳动。同时，装备制造业企业生产对员工的技能有一定要求，而且有的操作环节

对员工的专业知识和技能要求较高，在较短时间内无法实现替代，还必须原岗位员工返岗才行。比如，北京精雕公司反映，受制造业生产方式和公司保密制度的影响，大部分员工必须在公司办公。

另一方面，企业面临复工后发生聚集性疫情的风险。若企业中再次出现确诊患者，又将面临停工消毒以及员工隔离2周的措施，损失更加惨重。2月10日，攀钢重庆钛业公司发生一起聚集性疫情事件，公司有2例确诊，1例无症状阳性感染者，造成

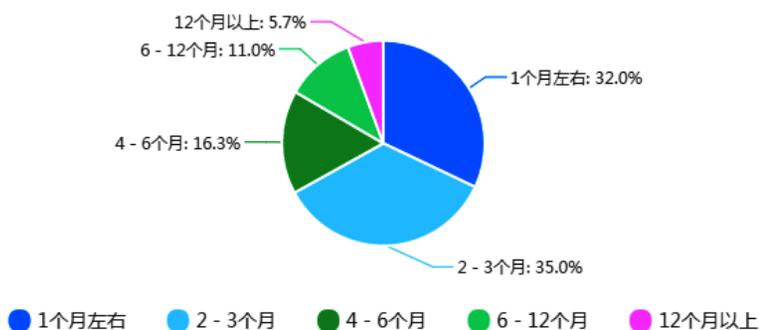


图9 装备制造业企业在手订单情况

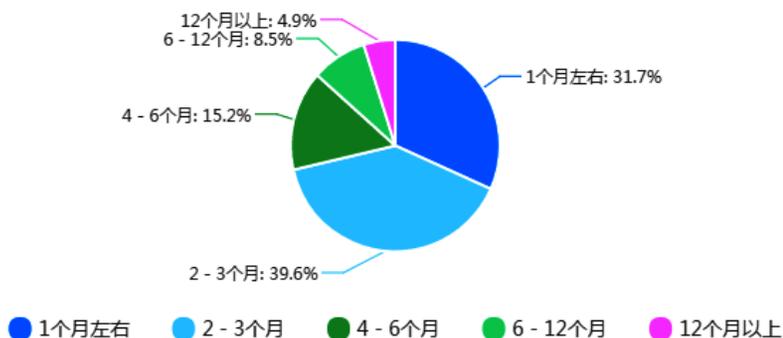


图10 民营企业现金余额维持企业生存时间

131人密切接触，企业封锁隔离，停止生产。

“一半是海水，一半是火焰。”面对疫情高风险，装备制造业的产业特征对企业复工提出了挑战，一方面需要科学引导，分类有序让有准备、有条件的企业实现复工，另一方面要求企业在复工时间上更加谨慎，在复工准备条件上更加严防死守。

二、装备制造业企业复工面临的问题

1. 政府复工时间与政策不明确

地方政府出台复工时间和政策是企业实现复工复产的前提，只有在时间和政策都明确的情况下，企业才能提前做好准备并制订周密的复工和疫情防控计划。目前，仍有部分企业因地方政府未出台复工政策而造成了复工延迟。在企业希望政府帮助解决的问题中，作为第一选项，“明确复工时间与政策”仅次于“出台税收减免政策”，排在第二位，占比为41.2%（图11）。

由于地域受疫情影响的程度不同，除疫情较重的湖北省外，一些疫情状况不算严重的地区仍然有装备制造业企业在等待地方

政府的复工政策和时间通知。比如陕西省，企业复工面临最大的困难是地方政府复工政策不明确，正在等待复工通知。复工政策推出时间比较早的一些省份，有16.7%的企业选择复工遇到的第一困难是地方政府复工政策不明确（图12、图13）。

另外，虽然有些地区已经出台了复工政策，也明确了复工时

间，但条件苛刻、手续繁琐。有企业反映，复工需要经过7个相关部门的审批。还有企业反映，由于所在工业园区或街道封闭管理，无法进入园区，复工时间和政策也就成了纸上谈兵。

2. 员工返岗困难

当前，所有装备制造业企业面对的最大困难还是员工返岗问

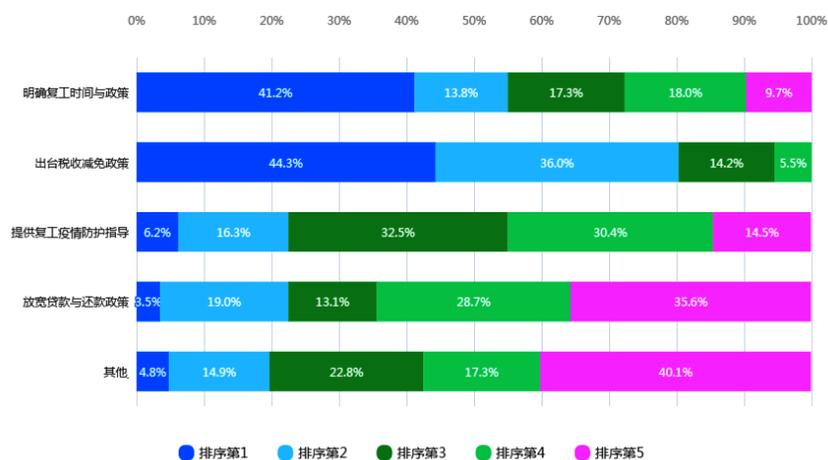


图11 企业对政府和政策的诉求

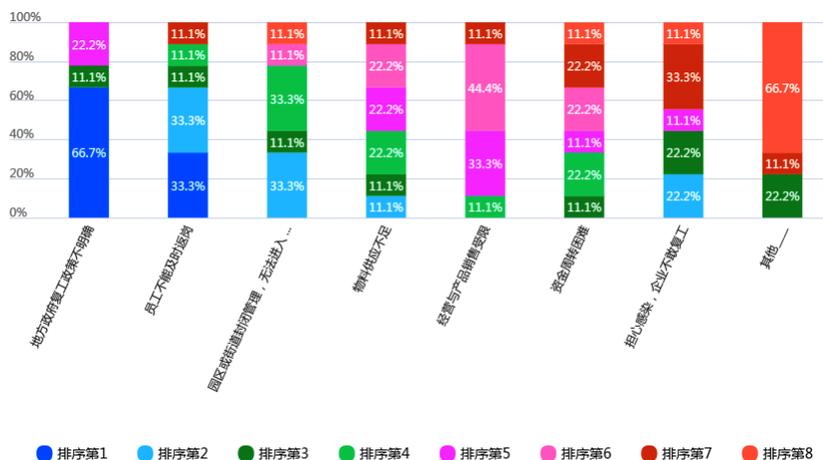


图12 陕西省装备制造业企业复工遇到的困难

题。虽然从数据反馈看，员工不能及时返岗作为第一选项占比为38.1%。但是不考虑地方政府复工政策不明确的因素，这一占比将上升到65.8%（图14）。

疫情防控 and 人员返岗是当前企业复工面临的最主要矛盾，破解区域隔离，道路阻断是当前棘手难题。在解决人员返岗途中的安全，少接触、不接触外界的考量下，有企业与地方政府对接，直接点对点用长途大巴接送员工回厂；也有地方政府采用专列、包机的方式解决员工返岗困难。不过，面对装备制造业企业及其员工广泛分布，当前举措还是杯水车薪。员工返岗面临的困难还包括主观因素，如员工受疫情影响不愿意返岗，企业无法解决上下班的交通问题，无法解决员工隔离、住宿、工作用餐等问题。

3. 上下游物流受阻

调查数据显示，交通阻断、原材料供应不足是企业在供应链方面遇到的第二大困难。各地复工配套政策互不相通，造成跨省物流不通，企业的原材料进货和产品出库基本处于停滞状态。由于交通运输限制，不仅国内的原料运输受影响，

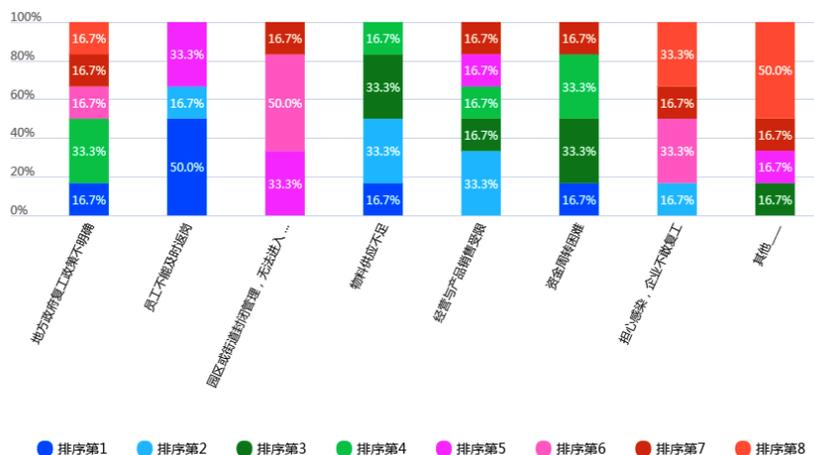


图13 复工较好省份的装备制造业企业复工遇到的困难

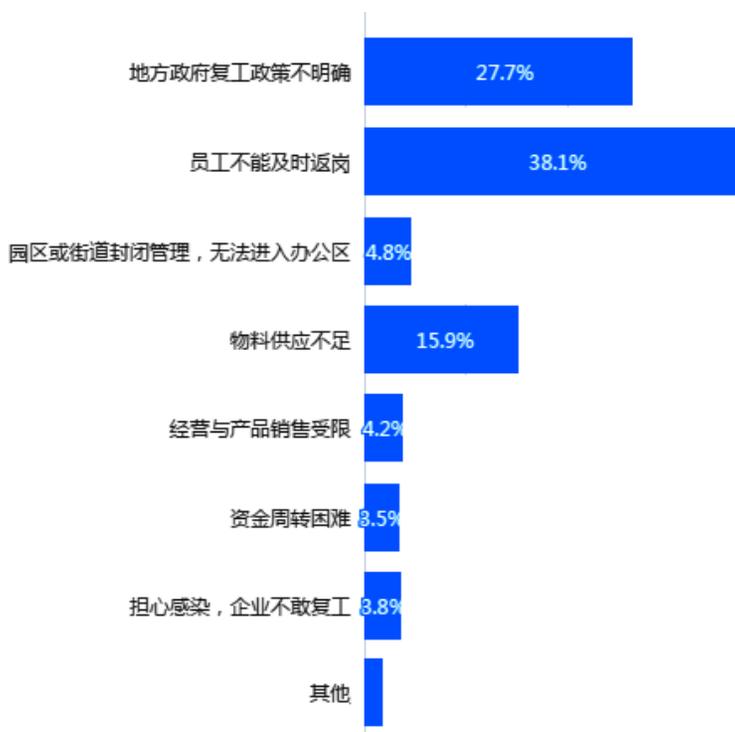


图14 企业复工面临的困难

进口商品的通关速度和进口量也有明显的放缓趋势，国际工程输出也受到了比较大的影响。每个企业都是产业链的一环，任何一环出现危机，都将威胁

整条产业链的健康运行。

汽车企业因产业链长、供应商分布广泛，物流不畅问题尤为突出。据广汽集团反馈，因全国其他省市疫情管控状态还未放

开，很多配套企业暂未复工，物流暂未通行，部件无法生产及运输，致使企业无法生产。为尽快恢复生产，广汽已经向湖北、广

东、浙江、江苏、河南、福建等6个省份的10余个城市发出通行申请（图15）。

目前，企业在经营与销售方

面面临的困难，产品物流受阻排在第一选项第二位，占比29%。原料进不来、产品出不去，打通物流是当务之急（图16）。

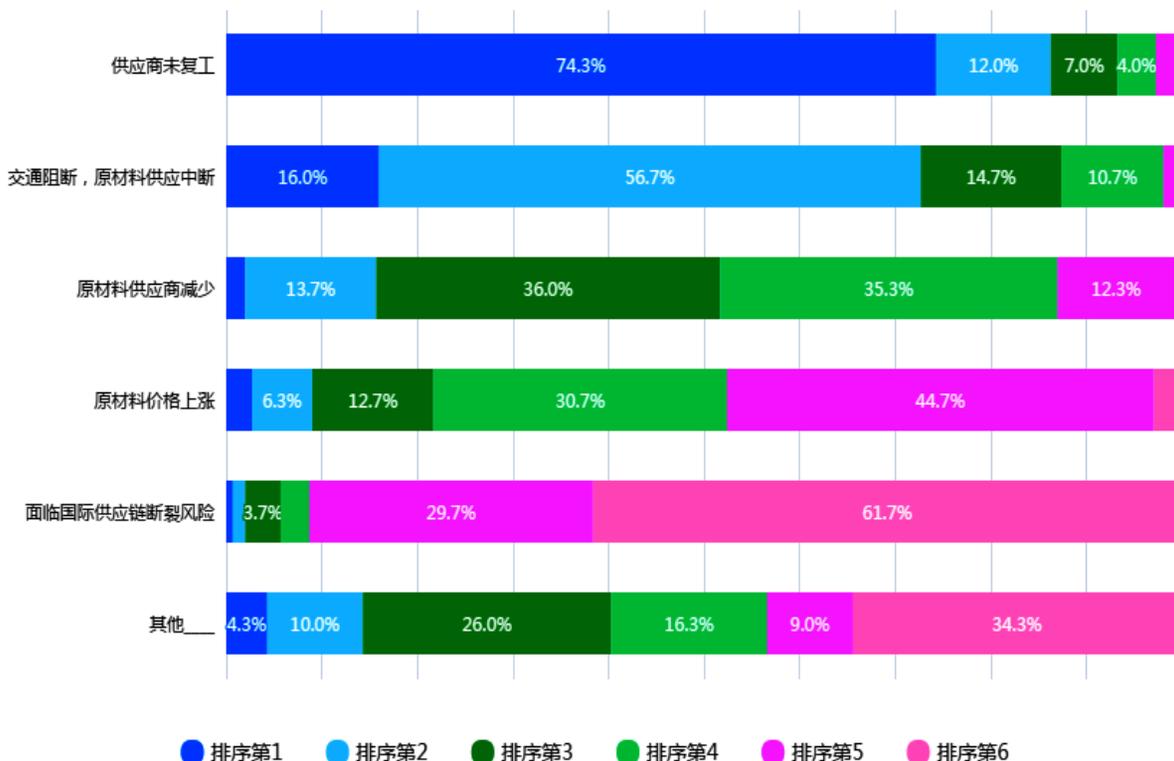


图15 企业在供应链方面遇到的困难（含排序）

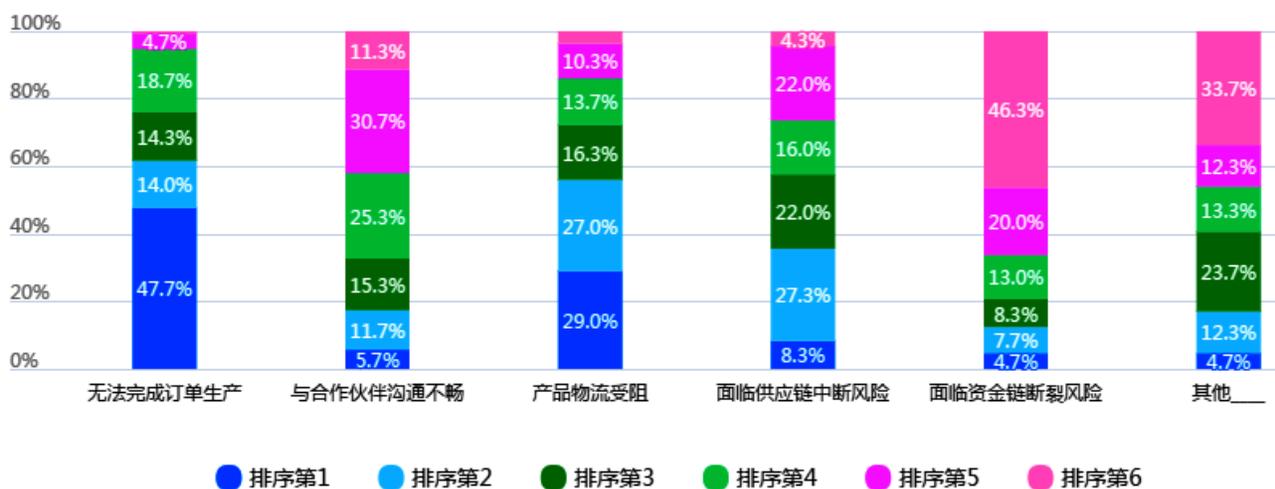


图16 企业在经营与销售方面遇到的困难

4. 防疫物资匮乏

根据调研，疫情防护用品不足是员工返岗难的第二大原因。50%的企业反馈复工遇到的最突出问题 and 瓶颈问题以及急需政府协助解决的问题时，均提到需要防护物资，包括测温设备、口罩、消毒液等。员工返岗后，解决口罩问题是第一大问题。在这一情况下，有些企业调整策略新增口罩生产线，比如上汽通用五菱，比亚迪、广汽集团、长安汽车等企业为复工复产，研制和改装口罩生产线，满足企业需求的同时，也为社会提供。

三、装备制造业企业复工复产的对策建议

1. 梳理产业链断点，精准施策

建议国家统筹制订《装备制造业优先复工复产的企业分类目录和保障措施》。装备制造业复工复产要区分主次和轻重缓急。确定优先复工复产的重点领域，根据产业链的薄弱程度和重要性，梳理重点领域优先复工复产的企业名录。统筹协调、分类有序推动复工复产。建议各地政府

部门针对企业复工面临的问题，精准施策。

梳理重点领域产业链中的薄弱环节，甚至是影响产业链整体复工的断点，各级政府与行业组织统筹协调，通过就近替补供应、协调临时替代产品、利用技术提出解决方案等形式来克服产业链短期瓶颈问题。

重点发挥供应链上龙头企业的复工拉动作用，发挥军工企业、大型国有企业的带头作用，一企一策。

2. 推动重点区域和行业加快复工

充分发挥主要制造业中心地区，如长三角地区的铁路、船舶、汽车产业，珠三角的船舶、汽车、通信设备、计算机及相关电子设备产业等，成渝及西安地区的航空航天、电子信息产业等的带动作用，拉动整个区域的复工复产。

鼓励原材料生产企业优先复工，包括钢铁、化工、石油等，为其他行业企业复工提供基本保障。

鼓励产业链比较短的行业，通过行业协会协调整合，以及调剂相关生产要素积极复工。鼓励

复工地区的企业加大本地化配套力度，虽然短期增加生产成本，但可以降低因疫情严重地区供应商停工带来的经济影响。

3. 制订灵活措施，确保有工可用

鼓励用工地区和劳动力输出地区主动对接，精准摸排用工需求，推进线上供求匹配和远程招聘。鼓励劳动力输出地区和用工地区之间的“点对点”运输，避免公共交通出行中疫情的风险。

加快推进疫情不严重地区之间人员健康状况互认，减少因跨省流动造成长时间的人员隔离，促进员工返岗和工程服务人员开展对外服务。

鼓励企业采取灵活的用工方式。如，非疫区的应届毕业大专学生提前参加工作，以工代培，为企业复工提供人力资源保障；聘用非疫区的退休人员；在复工之后根据订单需要短期内组织员工加班加点；在合适的环节和岗位加快推进机器换人。

4. 完善复工保障措施，统筹监督

加强湖北省以外的其他地

区复工复产的统一部署。明确重点领域、重点企业复工时间，统筹各地疫情防控情况，为企业复工复产提供全面恢复交通、保障物流、路途防疫等保障，引导企业制订生产防疫的具体细则。复工地区通过征用宾馆、体育馆等预留备用，加强防疫预案。各级政府部门对于不认真落实复工复产要求的地区要明确通报责令纠正。监察督查措施要落到县城，细化到乡村，通知到人员，各地交管部门务必确保高速公路畅通。确保外地返程复工人员“车能行”、“门能进”。

各级政府要统筹安排保障企业防疫物资的供应。从国家层面，从长远看，建议有关部门考虑做好重要防疫物资生产设备的关键零部件及技术资料的战略应急储备，以便在出现突发公共卫生事件时，以最快的速度形成防疫物资的生产能力。

鼓励上下游装备企业之间豁免延期履约的违约金，为企业提供基于订单的中短期低额或免息

贷款，为出现现金流问题的中小企业提供必要资金担保等。

各级政府要对中小型装备制造企业给予重点关注，千方百计避免中小企业因为疫情影响导致的短期现金流断裂而致使企业破产、人员下岗，政府部门应组织金融机构、龙头企业提供短期贷款、供应链融资等各种金融手段，给予积极帮助，以使中小企业顺利度过难关。

5. 复工企业要疫情防控与保障生产两不误

企业应建立以经营责任第一人为负责人的疫情防控工作体系，保障应急物资、消杀用品、防护物品等，安排专门的医疗点，并设立临时的隔离点，做好突发情况预案。

采取严格的防疫措施。加强员工每日的体温监测，通过视频监控等手段，加强生产过程中的防疫监管，在办公楼、餐厅和宿舍均应当及时消毒，避免员工聚集。对于劳动力密集的生产线，

如电子行业的总装线，要适当降低生产节拍，加大员工的间距。

采取科学、先进、有效的生产管理措施。通过错峰排班、分时生产等形式保障重点产品、紧急订单、重要客户、国外订单等重要订单的生产。鼓励企业采用科技手段及时补上产业链断点，如通过增材制造的方式替代模具制造；加快改进生产设备的柔性化和无人化，优化生产流程，减少原材料、半成品、成品等物料的搬运频次，缩短搬运距离；通过VR/AR等方式为新聘人员进行培训等。

采取灵活方式拓展生产经营。利用大型互联网平台提供的信息化服务，积极推行网上办公、远程协作和数字化管理。采用在线远程办公、视频、电话、网上投标等多种方式进行市场开发，以及为客户提供优质的线上服务，尽量确保重大项目进展不受影响。

（说明：本次调研工作数据采集截至2020年2月20日）

疫情对中国制造供应链的影响



北京联讯动力咨询有限公司 中国科协智能制造学会联合体 林雪萍

在山东临沂的一个村里，经过漫长假期的年轻人小王已经憋坏了，他比任何时候都想去上班。然而村里已经封堵了路口，充满戒备的村民不允许任何人进出。即使他能逃离这一关，到了镇上也会发现公路仍然被封锁，没有客车可以通往他的向往之地：富士康工厂。

一时间，新冠病毒似乎切断了所有时空的联系。

一、全球商品体系的混乱

这位年轻人不知道的是，他工厂生产的商品无法按照原计划及时供货了。苹果手机做出至

少会降产 10% 的预计，鸿海是苹果 iPhone 手机的全球最大组装厂，同时还为华为智能手机、亚马逊电子书 Kindle 及智能音箱 Echo、惠普与戴尔等电脑巨头提供产品。苹果正在大卖的无线耳机出货速度会大幅度放缓，而作为苹果无线耳机的三大供应商立讯精密、歌尔股份和英业达都已关闭了工厂，即使 AirPods 的组装工作复工，但由于上游工厂都分布在中国各地，零部件仍可能供不应求。而实际上，即使大家能够恢复生产，产能的利用率能达到 50% 就不错了。

Facebook 也暂停了对其最新款 Oculus Quest VR 头显的订购，要知道在春节期间，它一直处于

缺货状态，而当前开售日期已经被推迟到 3 月 10 日。

如果这还都是看上去的商品短缺，那么它背后就是全球供应链的混乱。作为全球最大的原材料消费国，中国几乎每一种主要商品的贸易都面临风险：石油需求暴跌了 20%，炼油厂正在缓慢运营，液化天然气、煤矿保持关闭，农产品卡在港口。

与此同时，从全球版图来看，这种混乱已经在各地发生连锁反应。拉丁美洲对中国的原油销售停止了，船舶在澳大利亚被隔离，印度尼西亚计划停止从亚洲国家进口食品。从伦敦的铜到吉隆坡的棕榈油，世界各地的大宗商品备受打击，人们现在还没有时间

能去计算这种新型病毒会造成的经济后果。

二、新冠疫情如何破坏全球供应链

新冠病毒，让全球供应链彻底中毒。首先跑不动的，就是物流。

备受打击的海上运输。按体积计算，世界货物贸易中约有80%是海上运输，而世界上十个最繁忙的集装箱港口中有七个港口在中国。在二月初，德国物流集团DHL报告说：“进出航空货物、卡车和铁路货运服务受到严重干扰。”截止2月9日，巴黎总部Alphaliner海事咨询公司根据对中国主要港口的集装箱的观察，从1月20日开始中国港口出货量下降了20%。

航空的表现则因为旅行会被消费者更容易感受到，几乎所有飞往中国的航班都已经被取消。到2月10日，71家国际航司中有67家航空公司取消了航班。然而这背后的供应链受到的冲击则更为致命。航空运输仍然是易碎、易腐或高价值货物的关键运

输方式之一，需要快速交货。而空中交通的中断将在很大程度上影响化学产品、药品、高科技产品和机械行业关键性产品的生产。如果航空旅行禁令持续时间延长，那么随着累积库存的耗尽，国内外企业可能就会开始感受到药品等商品的短缺。

至于路上交通，则呈现了本土性而非国际性的特点。它直接限制了工人的流动和大量货物的积压，从源头上导致复工只是一个脆弱的标志而已。复工多少，产能释放多少，并不是一个工厂宣布复工就是实实在在的复工了。

这直接影响了工厂的生产，供应链呈现了全球化一损俱损的局面。疫情主灾区的湖北，产值占中国汽车产量8%，数千家零部件供应商分布在此，为全球供货。仅以武汉东风大道为例，就聚集了近2万家企业，营收总和达到万亿级。包括7家整车企业，12个汽车总装工厂，500多家零部件企业，每年汽车产量过百万。疫情之后的启动策略是什么？现在也需要紧急给出应对方案。目前上海、广东、重庆、浙江等都在延长假期或者处于半复工状

态，这些地区占据全国汽车产量的三分之二以上。

而这些零部件本土中断，则加剧了国际汽车制造的震荡。日本三大公司受到严重冲击。本田公司在武汉市的汽车工厂预计要到17日以后恢复生产；原本乐观的丰田汽车，在中国境内的四处工厂要延期至17日以后重启。而这些日本的各家厂商在中国的数据点面临长期停工，供应链断裂也令日本本土生产出现延迟的可能性升高。

由于中国的供应链中断，法国汽车制造商雷诺在韩国子公司RSM也只能间断性的停产釜山工厂。由于地理位置邻近，釜山工厂是中国供应中断最严重的地点。然后这种距离效应不断放大，菲亚特、克莱斯勒也已经发出预警，供应链中断可能在两到四周内威胁到该公司一家欧洲工厂的生产。

供应链上的张力，使各地的工厂开始吃紧，从中国各地，辐射到韩国、日本等近邻，然后进一步渗透到欧洲和美国本土。

据德国欧瑞公司的预计，中国的汽车制造商可能会在2020

年第一季度减少 15% 的产量。而作为回应，博世、麦格纳国际和英伟达等汽车供应商也计划缩减产量。至于消费者信心下降而导致的汽车销售受损，则几乎是必然的。欧瑞保守预计，2020 年中国新车市场将下降 2%，尽管由于持续的不确定性和汽车公司的利润率下降，损失可能会更大。

三、非疫情风险：来自美国的挤压

如果供应链不是都放在中国，那么制造格局会怎么样？美国的特朗普总统一直是这个问题最热心、也是最危险的强硬分子，一直不遗余力地挤压中国制造供应链的外溢。去年，他甚至曾经“命令”美国企业家，都要搬回到美国本土。尽管他无法直接用行政令做到这一点，但这种“命令撤出”的口气，至少也是一种心理战，形成了一种巨大的压力和糟心的暗示。它会让董事会，不得不考虑未来不确定性的代价。从这个意义而言，特朗普阴影已经成为损害中国供应链的一种关键效应，而且正在干扰跨国

公司企业董事会的理性判断。

而另外一个更加持久的干扰，则是来自美国国防部。美对华的三大鹰派中的国家安全、经济和人权方面，它对中国经济的警惕不亚于安全。国防部每年都会完成对制造业基础的调研报告，用大量的数据来鼓吹中国制造的威胁。在 2018 年 10 月份出台的一份《美国制造业供应链弹性与脆弱性》报告中，详细地指出了中国供应链对美国工业的损害。这份报告指出军方供应链中存在着大量转包，第二级、第三级等分包商存在着十种可能的风险，包括唯一供应商、单一供应商、脆弱的供应商、产能受限于市场供应等。而这些，会导致将近 300 种漏洞。美国人一一地列举了这些漏洞。

而供应链安全被量化之后，按照美国人的习惯，随后就会通过各种措施，把这些漏洞给一一堵上。那些供应链上脆弱的单一供应商，或者唯一供应商，就会出现替代的方案。

在 2019 年，就可以发现美国开始对这些漏洞进行一一封堵。去年 11 月一群美国联邦探

员“突袭”了纽约州长岛的一家科技公司，逮捕了一批高管及员工，原因是该公司涉嫌向美国军方出售号称“美国制造”的监控和安全设备，但这些设备实际上产自中国。包括至少一台交付给美国海军康涅狄格州新伦敦潜艇基地的夜视摄像机，25 台供美国空军基地安全人员使用的随身摄像机，还有将安装在美国能源部在田纳西州一个设施的旋转门。

看上去美国正在采用手术刀式的排查清理。这一举措正在成为美国的政治正确了。美国司法部长 2 月初在美国大学与智库会议上发表的主题演讲，再次将矛头对准中国。他公开对美国 5G 的落后要大力追上的措施。最为离奇的是，他建议美国公司入股爱立信和诺基亚，以期待这两个加起来在 5G 市场分别为 17% 和 14%，能够对抗中国以华为产品为代表的 40% 市场份额。司法部长心中可能最钟意的候选企业应该是思科，但思科 CEO 随后坚决否定了这种可能性。而在 2 月 14 日德国慕尼黑安全会议上，美参议院议长佩洛西继续在国际场合攻击华为的技术会威胁西方的民主制度。

这些细微的小动作，慢慢就会形成一种腐蚀的力量，侵蚀中国制造的集群优势，中国供应链的护城河就会一点点地被减弱。而这种中国供应链松动，正是特朗普们梦寐以求的事情。即使有些制造业搬不回美国，那最好也要离开中国。一月份美国商务部长罗斯在 Fox 电视采访的时候表态，这次疫情，有助于制造回归美国。外企在中国评估供应链的时候，很难不注意到这个风险。特朗普总统竞选的最重要承诺之一就是要把就业机会带回美国，这位商务部长认为致命的武汉新型冠状病毒的爆发，会有助于总统履行这一承诺。灾难降临，人性呈现。连美国 CNN 都觉得这种表态在当下显得毫无人情、令人不齿，但他无遮掩的表态，可能也是一句大实话。实话难听，后续的应手，则需要严阵以待。

目前美国正研究遏制华为的新手段。路透社 2 月 5 日消息，美国政府计划于 2 月底开会，讨论进一步限制向华为供货，并消除政府内部对于严厉制裁华为的分歧。与此同时，美国替代方案也在紧锣密鼓。美政府正在与微

软、戴尔、AT&T 等合作，开发替代华为的 5G 产品。此前微软、戴尔等并未像华为那样开发 5G 基础架构硬件，而是主要开发通用的工程标准，以允许 5G 软件开发人员在 5G 硬件上完成开发。而现在美国也开始“举国之力”来围剿华为，技术也下沉到华为的核心基础优势。更加凶险的是，美国商务部正在部署修改长臂管辖原则，将管控范围从美国技术占比的 25% 降到 10%。一旦实施，就意味着大量日韩零部件将无法为华为供货。而在 2019 年作为对美国元器件的替代，华为采购日韩部件的总量超过 200 亿美元，增长 50% 以上。但如受到 10% 的限制，许多关键零部件也会受影响不能给华为供货；更加关键的一步棋在于台积电。华为是台积电最重要的大客户之一，占台积电收入的 10%，然而来自美国的订单则占到台积电的 70%。如果台积电断供，那将是华为正在大卖的手机所完全不能承受的。届时华为真的是大难压顶。想一想，一批美国人在墙角下，拿着各种放大镜、显微镜，围绕着华为这座巨大城墙寻找漏洞，伺机突破。

2019 年华为承受住了第一轮重炮，2020 年将再次面临更加凶险的战役。同样，对于海康威视、大华、大疆等那些实体清单上的优秀制造企业，更需要有一种国家的力量联防做支撑。

至此，全球化分工精神，已经荡然无存。

四、同时要防止来自欧盟的风险

同样需要考量的是来自欧盟国家。

1 月份，一向对中国很友好的德国机械设备制造业联合会（VDMA）突然发表了一份措辞强硬的立场声明，表达了对于中国的担忧。该组织是德国工业 4.0 的发起者和主要推动者，代表了 6000 多家机械制造商的利益，在 2019 年前 9 个月，德国机械向中国出口了 160 亿美元，仅次于美国。VDMA 此次出台了一份小型报告名称为《中国对手：贸易政策工具新调整》。该文件表示，中国对企业的国家补贴和排斥外国企业的自我封闭机制，决定性地导致了德国和中国机械制造商之

间的不公平竞争。VDMA 呼吁德国和欧盟审查欧盟的贸易政策工具，从而应对中国的新形势。而且 VDMA 负责人认为中国已经不再是发展中国家，建议欧盟不能再对中国提供发展援助与特别优惠政策。值得注意的是，VDMA 此次批评中国不仅向国有企业，而且也在向私营企业发放补贴。作为一个民间组织，这次发声是非常罕见的。

这并不是孤例，一年前另外一个影响力巨大的德国工业联合会（BDI）就推出了一个针对中国的原则文件，题目是《伙伴和全面竞争者——我们如何与由国家掌控国民经济的中国相处？》。BDI 认为德国的自由、开放的市场模式与中国“政府主导型经济”的竞争日趋激烈。

这些来自非政府组织的呼声，都不是空穴来风，而且容易走向愈演愈烈之势。中国需要尽快拿出应对之策。

五、中国制造供应链的攻防战

全球供应链都是相互镶嵌

的。中国疫情打乱了全球的制造业务，是因为中国经济在全球国内生产总值中所占的比例已经达到 16%，已经是 2003 年 SARS 时的 4 倍。

那么全球受影响最大的产业是什么？根据欧洲欧瑞公司的预测，影响最大的三项产业是家庭用品、高科技产品、纺织产品；其次是机械设备、橡胶、医药和医疗用品和化学品。这主要是跟中国出口占比有关，影响最高的三大产业，在中国 2018 年的出口在全球占比都超过 20% 以上，而日用品则超过 33%。在高科技产品中，智能手机、VR 头显、游戏主机等技术类产品都将会出现供应短缺现象。随着这些行业的生产中断将对全球供应链产生不利影响，因此这些公司都将努力寻找替代供应商。

这次疫情实际上提供了一个重要的教训。就目前而言，大多数企业过于依赖一两个主要供应来源。但相信许多公司，都会从中学学习并建立有弹性的供应链。如果一家企业有多个相同产品的供应商，那么在出现紧急状况的时候，他们就可以将损失降低到

最小。

但无论是什么逻辑，这正是特朗普想让企业家们领会的逻辑。分布式供应链将取代集中式供应链。多元供应商将取代单一供应商。

然而，也有一些有利的因素，那就是供应链具有强烈的结网效应，有些网状节点是死扣，很难解开。在这一点上，丰田曾经有过一个巨大的教训。工业巨头都想避免对单一供应商的依赖，但这一点其实很难做到，尤其是对源头供应商。荷兰 ASML 的光刻机再牛，它的镜头必须依赖德国蔡司，独此一家，别无分店。但有些依赖，则非常隐蔽。例如丰田汽车非常注意维持多元供应商的局面，但最后也很难解开汽车电子的硬结。以控制燃料喷射的 ECU 为例，1992 年丰田对电装公司的依赖度是 75%，到 2007 年只有 43%；而 ABS 的 ECU，对电装公司则从 1992 年的 64% 下降到 2007 年的 1.7%。尽管如此，随着芯片的微型化发展，最深的地基越来越隐形地集中在寡头的手中。看上去丰田有多个供应商，但其实最后还是又回到了对瑞萨

的依赖。结果丰田最后对于瑞萨的依赖，仍然是单极集中。这种风险在2011年关东大地震被集中释放出来。当时瑞萨工厂受损严重，因此丰田同一零部件的多家供应商全部断货。丰田只好派遣2500人前去关东现场援助瑞萨电子的工厂，这样一圈一圈地解开供应链的二级承包商，再到一级承包商复工，最后才轮到丰田的产能启动。这背后的原因就是各级供应商都有严密的工艺流程耦合，涉及到几百个工序，一旦完成“生产线认可”，再次改动将是伤筋动骨的大事。因此临时换流程几乎是不可能的。

这就是供应链死结不容易打开的关键原因。

福耀玻璃也给出了另外一种对策。在2月9日美国92届奥斯卡，福耀玻璃意外成为新明星。一部以福耀在美国工厂经历为主题的《美国工厂》，刚刚获得了最佳纪录片！这是一次超级荣誉。可以说，这是中国制造最为艰难的一次国际化突破。这部电影充分展示了中国和美国两种文化的冲突。中国引以为豪的敬业精神、集体主义和效率压倒一

切，在美国都变成丑陋的表演；取而代之的，是发达国家最典型的既要安全生产又要高薪福利的工会诉求。然而福耀玻璃成功地压制了工会的神话，拒绝了工会的存在。这是中国制造在国际化过程中改变规则的一次新的尝试。这里召集的工人基本都是美国社会的最底层，是美国传统制造的余烬。如果没有福耀玻璃在这里落地，他们可能会四处随风而去。而福耀则再次激活了这些曾经是松松散散的烟火。这家工厂前身是已经停产的通用汽车雪佛兰皮卡，这里曾经1分钟就可以生产一台皮卡。而福耀利用这个巨人的废墟，用人性的视角和充分的透明克服了不同文化的巨大沟壑，并且通过四年时间完成盈利。这也意味着中国制造正在奏响另外一种全球化的旋律。在当前中美巨大的贸易冲突面前，对抗、抨击、扼杀、双伤之外，《美国工厂》展示了中美另外一种对话的全新可能。中国制造太需要这样的故事了。然而，它从更宽、更高的视角，证明中国制造可以在全球化版图上，有更加积极的布局方式。

小结

不是所有的行业都具有供应链网状效应的保护，也不是所有的企业都能像福耀玻璃那样找到好的妥协方案，中国制造供应链面临着一场攻防战。这里面既有来自美国凶狠的挤压、欧盟和日本的警惕，也有东南亚各国的虎视眈眈。而疫情显然增加了一个巨大的警告效应。各国企业是否会让其供应链加速逃离中国，还是中国供应链的结网效应是无法取代的？这是相互角斗的两种力。按照全球产业链环节的影响程度，优先复工、有序复工只是第一步，而理解产业链松动可能带来的持久风险，则比当下的经济增速更为重要。国外制造商会迫切寻找的中国制造的替代商，而这些链条一旦失去，往往就很难再补回来。正在被撕裂的中国制造供应链苦不堪言，疫情势必会重塑全球分工格局的供应链。而如何分行业、分层次做好中国制造供应链的守护工作，应对疫情的紧急措施之外，还需要拿出一套系统化的考量。MT

2019 年机械工业运行情况综述

——缓中趋稳 压力犹存 持续推进高质量发展



中国机械工业联合会

2019 年，面对国内外风险挑战明显上升的复杂局面，机械工业认真贯彻落实党中央、国务院的决策部署，克服困难，承压前行。年初主要经济指标大幅下滑，3 月份短暂回升，此后再度持续回落；进入三季度后，多项稳增长措施逐渐见效，减税降费政策利好显现，机械工业经济运行态势有所改善。全年营业收入小幅增长、产销逐渐回稳、出口基本稳定。但总体而言，困扰行业发展的产业结构性矛盾尚未明显缓解，效益下降、投资低迷的状况仍未扭转，实现机械工业平稳运行的压力依然存在。

一、2019 年机械工业运行基本情况

（一）行业运行特点

1. 增加值增速波动回稳

2019 年机械工业增加值波动较大，1-2 月同比仅增长 2%，

1-3 月迅速回升至 6.3%；但 4 月至 7 月则持续放缓至 3.9%；8 月以后回稳的趋势逐步显现。全年机械工业增加值增速回升至 5.1%，仍低于同期全国工业平均水平（5.7%），也低于上年机械工业 6.3% 的增速。见图 1。

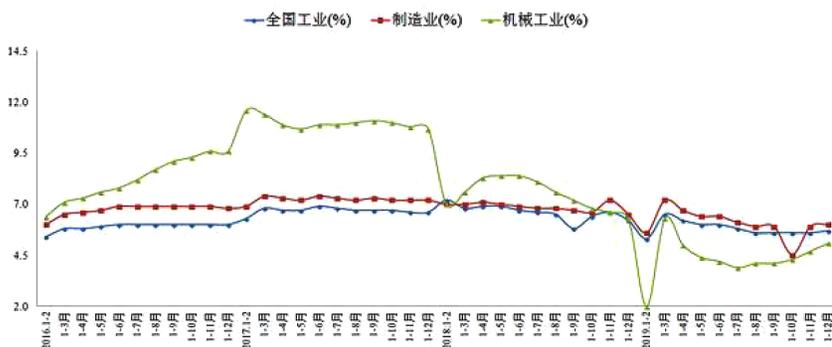


图 1 近 4 年机械工业增加值变动情况

2. 产品生产逐渐回升

自 2018 年 6 月以来机械工业产品生产逐步走弱，重点监测的主要产品中产量增长的种类持续减少，至 2019 年 8、9 月份降至阶段性低点，产量增长品种数仅占 120 种重点产品的 35.8%。此后逐月趋稳回升，全年主要产品中产量同比增长的 50 种，占比为 41.7%；产量同比下降的 70 种，占比为 58.3%。见图 2。

主要产品产量增减表现出以下特点：一是起重设备、石化装备、部分通用设备和基础件产品的生产保持稳定增长；二是工程机械、仪器仪表、环境保护产品经过高速增长后，增速普遍回落，但总体景气度仍较好；三是发电设备、输变电设备、机床工具产品、农机产品生产持续低迷；四是汽车产销明显下降，但下半年降幅逐渐收窄。

3. 经济效益指标下滑

2019 年机械工业累计实现营业收入 21.76 万亿元，同比增长 2.46%，全年持续低速增长，增速较全国工业低 1.39 个百分点；实现利润总额 1.32 万亿元，同比下降 4.53%，全年持续负增长，增速较全国工业低 1.24 个百分

点。见图 3。

2019 年机械工业营业收入利润率为 6.08%，比上年下降 0.44 个百分点，高于全国工业 0.22 个百分点；每百元资产实现营业收入 88.78 元，比上年同期减少 2.79 元，低于全国工业 0.01 元。

4. 行业运行分化明显

2019 年汽车行业延续了上年的下行走势，全年实现营业收入比上年下降 1.66%、实现利润总

额比上年下降 15.3%，是导致机械工业主要经济指标回落的主要原因。扣除汽车行业，机械工业中非汽车行业营业收入比上年增长 5.18%、利润总额增长 4.11%，均高于同期全国工业及机械工业平均水平；其中工程机械、机器人与智能制造等行业营业收入实现两位数增长，文化办公设备、重型矿山设备、食品包装设备行业利润增速超过 20%。见图 4。

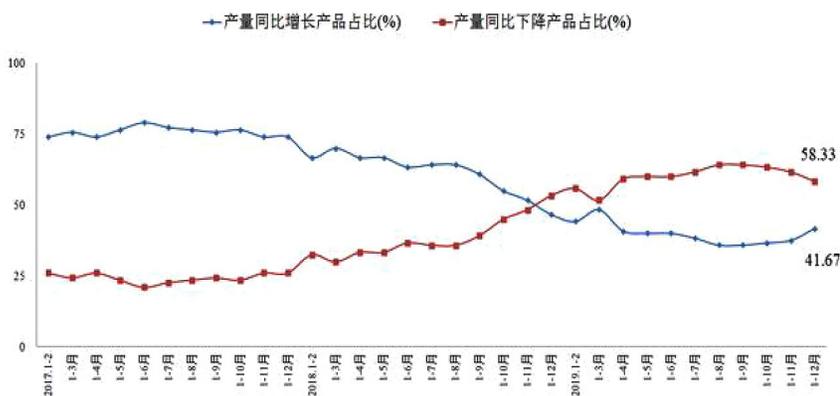


图 2 近 3 年机械工业重点监测主要产品产量增长情况

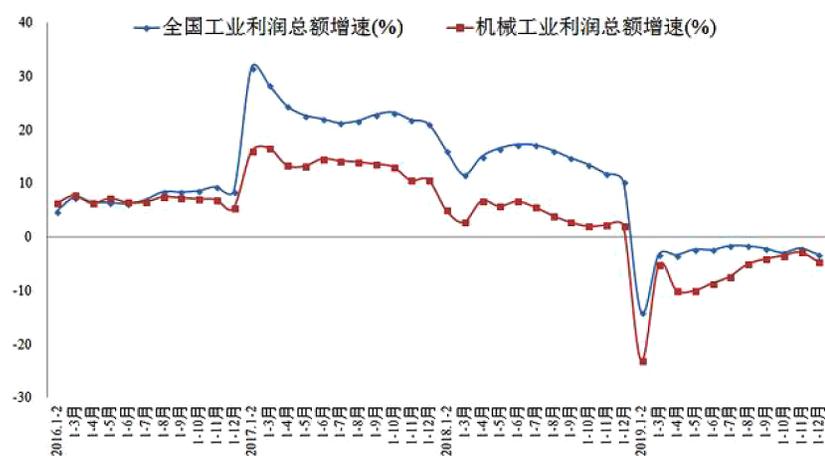


图 3 近 4 年机械工业利润总额增长情况

5. 进出口总体低迷

据海关统计，2019年机械工业累计实现进出口总额7735亿美元，比上年下降2.08%。其中进口3151亿美元，比上年下降6.5%，十四个分行业进口金额全部负增长；出口4584亿美元，比上年增长1.22%，十四个分行业中内燃机、文办设备、电工电器、机械基础件和汽车行业出口下降，其他九个分行业出口金额增长。全年机械工业累计实现贸易顺差1433亿美元。见图5。

6. 行业运行景气回升

机械工业景气指数的编制涵盖生产、投资、外贸、经效等多个维度，综合反映机械工业的运行情况。上半年景气指数波动较大，5月份之后缓慢回升的态势逐渐显现，进入四季度后景气指数持续处于临界值之上，反映出机械行业运行的景气程度回升，12月机械工业景气指数为100.75。见图6。

（二）运行中存在的主要问题

1. 需求不足、订货回落

钢铁、煤炭、电力、石化等传统用户行业处于产能调整期，



图4 2019年机械工业营业收入增速及利润总额增速



图5 2019年机械工业进出口增速

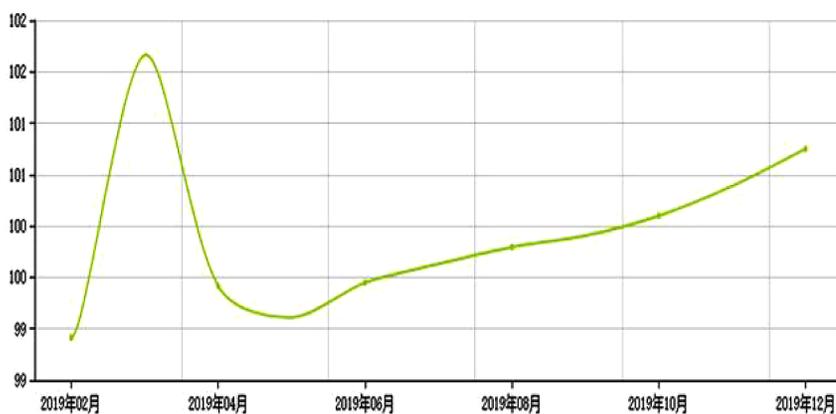


图6 2019年机械工业景气指数变化

总体需求下降。自 2017 年以来固定资产投资中与机械设备购置直接相关的设备工器具购置投资呈现下滑趋势。2019 年虽然全国固定投资增速基本稳定在 5%-6% 水平，但其中设备工器具购置投资持续负增长，全年下降 0.9%。反映出机械产品需求市场总体疲软的态势。在此背景下，机械企业订货不足的问题愈发突出，数据显示，2019 年重点联系企业累计订货持续下滑，年末降幅为 0.62%，降幅虽比年初有所收窄，但仍未扭转负增长状态。

2. 固定资产投资放缓

2019 年机械工业主要行业固定资产投资增速总体回落。全年通用设备制造业投资同比增长 2.2%，增幅比上年回落 6.4 个百分点；专用设备制造业投资同比增长 9.7%，比上年回落 5.7 个百分点；汽车制造业投资同比下降 1.5%，与上年相比由正转负，回落 5 个百分点；电器机械及器材

制造业投资同比下降 7.5%，比上年大幅回落 20.9 个百分点；仅仪器仪表制造业投资保持高位增长，增速达到 50.5%，比上年加快 43 个百分点。见图 7。

3. 成本上升、价格下行、亏损增加

2019 年机械工业原材料、用工等各项成本费用上升的压力依然较大，全年累计发生营业成本 1.82 万亿元，同比增长 2.4%；此外，销售费用增长 2.87%、财务费用增长 3.88%。而同期机械工业产品价格持续保持在低位。2019 年各月机械工业出厂价格指数始终处于同比下降的状态，且降幅不断加深。12 月机械工业出厂价格同比下降 1.1%，优质产品不能优价的问题非常突出。受此影响，机械工业亏损企业及亏损额显著增加。截至 2019 年底机械工业有规模以上亏损企业 14474 家，亏损面达 16.24%，比上年扩大 1.86 个百分点，亏损

企业亏损额同比增长 25.98%。

4. 账款回收难、运行效率下降

应收票据及应收账款数额大、回收难是当前影响机械企业生产经营最为突出的问题。截至 2019 年底，机械工业应收票据及应收账款总额已达到 5.74 万亿元，同比增长 2.26%，占全国工业的三分之一，此占比远高于机械工业营业收入在全国工业中的占比（20.57%）；应收票据及应收账款平均回收期为 95 天，比全国工业平均水平多 41.3 天；流动资产周转率仅为 1.48 次，运行效率明显下降。

5. 中美间贸易受影响

美国三次加税清单（共计 5500 亿美元）涉及机械工业税号已占机械工业全部税号的 98%。受此影响，2019 年机械工业对美贸易显著下滑。全年累计自美进口 325 亿美元，同比下降 10.73%，降幅较机械工业平均水平低 4.23 个百分点；对美出口 698 亿美元，同比下降 16.59%，降幅较机械工业平均水平低 17.81 个百分点。贸易摩擦对中美机械工业贸易已产生较大影响。见图 8。

	通用设备制造业	专用设备制造业	汽车制造业	电器机械及器材制造业	仪器仪表制造业
投资增速 (%)	2.2	9.7	-1.5	-7.5	50.5
比上年增减 (百分点)	-6.4	-5.7	-5	-20.9	43

图 7 2019 年机械工业主要行业固定资产投资增速

二、持续推进机械工业高质量发展

（一）战略性新兴产业的带动作用增强

2019年机械工业中战略性新兴产业相关行业实现营业收入16.03万亿元，同比增长4.16%；实现利润总额9730.82亿元，同比增长0.89%。战略性新兴产业营业收入和利润总额同比增速均高于同期机械工业平均增速，分别向上拉动收入和利润增长3.01和0.62个百分点，对全行业实现平稳增长发挥积极的带动作用。见图9。

机械工业战略性新兴产业相关行业的营业收入占全行业的73.68%，比上年同期提高了1.2个百分点；利润总额占比73.61%，同比提高3.95个百分点。

（二）创新发展不断深入

1. 创新体系建设持续推进，成果有所显现

截至2019年底，实际挂牌运行和在建的机械工业创新平台共241家，其中工程研究中心134家、重点实验室106家、创新中心1家。2019年当年新增创新平台14家，其中工程研究中

心和重点实验室各7家。这些创新平台涵盖农业机械、内燃机、工程机械、仪器仪表与自动化、通用机械、重型与矿山机械、机床工具、电工电器、机械基础零部件、机械共性技术等共11个机械工业主要技术领域。通过持续的发展，已在基础核心零部件制造、加工成形装备制造、风力发电设备、工业机器人检测等方面取得了突破性进展。

2. 企业参与研发与创新的内生动力增强

2019年机械工业固定资产投资虽总体仍处于低位，但企业对研发创新的投入并未减少。机械工业重点联系企业统计数据显示，超过70%的企业2019年研发费用同比增长。此外近45%的机械工业创新平台以企业为依托建立。表现出企业作为市场主体正越来越积极地投入到研发与创新活动之中。

3. 网络化、智能化发展拓展企业服务领域

机械工业龙头企业积极在网

出口、进口增速比较

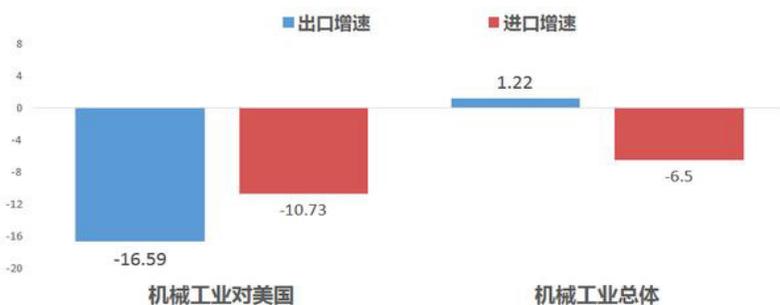


图8 2019年机械工业对美国进出口增速

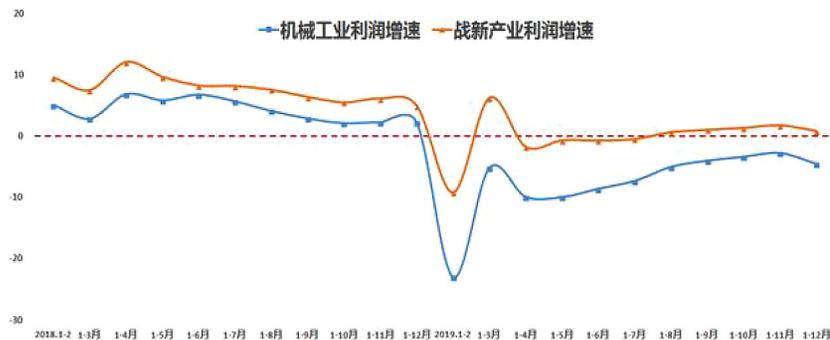


图9 2019年机械工业对美国进出口增速

络化、智能化发展中实践与创新，不断拓展服务领域。徐工集团电商公司打造国际站 Machmall 和国内站螳螂网两大平台，通过打造机电产业集群电子商务平台和生态系统，推进供需两端的对接，满足全球客户机电产品贸易、租赁、二手设备、配件等多样化需求，助推我国优质机电产品走向全球。振华重工自主研发港口无人机智能巡检系统，并在宁波北仑港成功应用，率先将无人机技术应用在港机维保工作中，较人工巡检效率提升 8 倍以上。上海电气搭建“星云智汇”工业互联网平台，将企业的线下优势搬到线上，在火电、风电、燃机、分布式能源等行业实现应用，并逐步提供工业 APP、工业算法、大数据分析等增值服务。

（三）重大装备提升产业制造能力

在国家一系列产业政策的推动下，一批自主研发的重大装备投入使用，机械企业的设计水平和系统集成能力、核心部件研制水平逐步提升。徐工集团打破了传统旋挖钻机结构形式，成功研制了全球最大吨位旋挖钻机 XR800E，该设备动力头最大输出扭矩达

793kN·m，为全球最大，最大钻孔深度达 150 米，最大钻孔直径达 4.6 米，已用于广东新地标“恒大深圳湾超级总部项目”的桩基础施工。中铁集团研发制造了刀盘直径 12.26 米、整机长度约 158 米、总重约 2840 吨的全球功能最全的盾构机。该装备具备精良的传感系统，具有可感知能力，可解决平衡掘进过程中的力量不均问题，并具有常压换刀功能，现已用于大连地铁 5 号线建设海底隧道的挖掘工程，为我国开展海底长大隧道工程积累了经验。特变电工研发成功国内首台套百万千瓦机组配套的 800kV 三相共体整体运输升压变压器，将用于甘肃酒泉至湖南 ±800kV 特高压直流输电工程的配套调峰火电项目，建成后将从根本上解决酒泉地区新能源弃风、弃光的问题。

（四）强基工程提升产业基础水平

在强基工程的引导和鼓励下，机械行业加大在高端基础零部件、先进基础工艺等“四基”方向的研发力度，并逐步取得成果。中车株洲电机有限公司历时两年半研制的时速 400 公里高速动车组用 TQ-800 永磁同步牵引电

机成功下线，标志着我国高铁动力首次搭建起时速 400 公里速度等级的永磁牵引电机产品技术平台，为我国轨道交通牵引传动技术升级换代奠定了坚实基础。东方电气集团东方电机有限公司自主研发的国内首台 24MW 级 6000r/min 管线压缩机防爆无刷励磁同步电动机通过专家鉴定，主要指标达到国际同类产品先进水平，未来可在天然气长输管线等领域推广使用。珠海格力电器股份有限公司、哈尔滨工业大学和珠海凯邦电机制造有限公司共同研制了高性能直线伺服电机及驱动器，核心关键技术取得重大突破，实现了高推力密度和低推力波动有效结合，大幅提升了直线伺服电机系统的速度和定位精准度，将为高档数控机床、高精检测仪器、高精度定位平台、高速高精自动化设备的发展提供积极支撑。

三、对 2020 年机械工业运行的展望

（一）新型冠状病毒肺炎疫情影响

自 2020 年一月下旬开始快速蔓延的新型冠状病毒肺炎疫情，

已对我国社会运行与经济发展产生影响，需求和生产骤然放缓，消费低迷、投资不振、出口下行。机械工业作为国民经济的支柱产业，其生产运行也面临巨大挑战。

为了解疫情对机械行业的影响，中国机械工业联合会第一时间开展专题调研。根据目前数千余家企业的反馈，当前的影响主要表现在以下几方面：

第一，复工延迟、生产受阻。为防控疫情蔓延，许多地方政府出台了延期复工的通知，机械企业的复工复产时间普遍延迟，超过九成的企业由于延期复工，导致实际生产时间减少较多，一季度生产经营计划被迫调整。

第二，交通限制致物流运输困难。疫情发生后，物流运输尤其是省际间的物流基本暂停，对生产活动造成明显影响。一方面表现在原材料、零配件、外协外购件运输不畅，导致生产难以保障；另一方面表现在已销售的产品难以交付，设备调试安装人员难以到达现场工作。

第三，产业链上下游复工衔接不畅，供应链难以保障。机械工业产业链较长，产业链上的企业多数分散在全国不同地区。由于各地疫情不同，停工复产期限不一致，上下游企业间生产供应

的匹配难度明显加大，破坏了部分较脆弱的产业生态。

第四，企业承受多重压力，资金链紧张。受疫情影响，市场、生产长时间停滞，导致订单损失，资金回笼减少，但企业依然需支付职工工资、社保等费用，承担着较重的人工成本负担。同时由生产停滞导致的订单交付难、合同执行难，使企业承受着违约成本上升的压力。此外信贷利息、固定费用等支出，也对企业形成了明显的资金压力。

第五，对外贸出口的影响值得高度关注。世界卫生组织已经宣布新型冠状病毒肺炎疫情已构成国际关注的突发公共卫生事件。受此影响，已有部分机械企业收到了延期提货的通知，同时还有部分企业也已收到取消订单的讯息。虽然目前此类事件尚不普遍，但后续走势需密切关注，特别是通过产业链传导产生的影响尚难以估计。

第六，基层员工返岗难。为了控制疫情蔓延，各地对外地返回人员基本都要求在家自行隔离14天，部分地区社区、村委会甚至对外地返回人员强制隔离，此外还采用发放出入证、登记出入等形式严格限制人员出入次数，正常居住人员进出也受到限制，导致基层员工返岗难。

第七，防疫物资供应有缺口。机械企业生产制造过程中协作性强、劳动力相对密集，复工复产企业每天要消耗大量的口罩、消毒液等防疫用品。而目前这些物资市场供应仍存在较大缺口，难以保证充足的供应。

（二）全行业积极投身疫情防控斗争

面对突如其来的疫情影响，中国机械工业联合会充分发挥行业组织的桥梁纽带作用，积极部署开展防控工作。一是相继向系统单位印发了《关于加强当前新型冠状病毒疫情防控工作的通知》、向行业发出了《坚定信心，攻坚克难，打赢疫情防控人民战争》倡议书，向各专业协会、地方行业协会发出《关于做好疫情防控与企业有序复工复产服务工作的通知》；二是开展重点企业疫情影响专题调查，建立企业复工复产情况日报制度，积极了解企业在生产经营、复工复产中遇到的问题与困难；三是及时向政府有关部门上报有关疫情防控动态、疫情对机械企业影响以及提出相关的意见和建议。

机械工业广大企业发挥自身优势，通过各种形式积极投入到抗击疫情的战斗中。江铃福特、上汽

大通、郑州宇通客车、北汽福田、珠海鹏宇、苏州金龙等汽车企业加快节奏、开足马力紧急复工生产负压救护车；东风集团、吉利控股、比亚迪等企业组织出行服务车队，配合疫情防控用车调度，提供免费出行服务；工程机械行业徐工集团、三一重工、中联重科、广西柳工等超过 17 家企业参与驰援全国各地“小汤山”式医院的建设；新风股份、科瑞特风机、盈达空调设备、冠龙阀门、华怡净化等通用设备生产企业向火神山和雷神山医院、负压救护车生产企业等捐赠空调风机、新风净化机组、风阀、污水处理泵等通风系统消毒系统类物资。此外，机械工业企业充分发挥自身研发、制造能力强的特点，快速转产疫情防控物资及装备。国机集团下属恒天嘉华转产医用口罩，上海通用五菱、比亚迪、广汽、长安等一些汽车生产企业相继宣布跨界改造生产口罩、消毒液等防疫物资；上海机床厂、济南一机床、宁江机床等机床企业，以及国机智能、沈阳新松、南京埃斯顿等机器人制造企业成功研发制造全自动口罩生产线并已投放市场。

（三）企业复工复产有序推进

近日在党中央、国务院统筹

疫情防控与经济社会秩序恢复的指导下，机械工业加快了复工复产的进度。中国机械工业联合会每日会同 18 个分行业协会调查其所属会员企业和重点联系企业约 7000 家，复工率已由 2 月 13 日的不足 30% 升至 2 月 24 日的 66%（其中职工复工率 48.5%）。部分行业复工复产进度更为迅速，如电工电器、制冷空调、农业机械、文化办公设备和仪器仪表行业复工率超过 80%；通用机械、食品及包装机械、内燃机、零部件和塑料机械行业复工率超过 70%。随着地方政府对复工复产管理工作的进一步细化，前期已提出申请与做好复工复产准备的机械企业将加快恢复生产步伐。

（四）对未来走势的预判

短期看，由于疫情仍在延续，行业复工复产还面临员工紧缺、物流运输受阻、供应链配套尚未恢复、口罩消毒液等防疫用品短缺等具体问题，全面恢复到正常的生产经营状态还需要一定的时间，因此近一时期行业运行总体仍处于逐步恢复阶段。加之前期停工停产已造成的损失，预计一季度机械工业主要经济指标将出

现较大程度的回落。

中期看，为缓解疫情对企业生产经营带来的困难，国家和地方有关政府部门集中发布了多项扶持与救助政策，涉及市场保障、财税支持、金融支持、职工返岗等诸多方面，为提振市场与企业信心发挥积极作用。调查显示，如果疫情一季度得到有效控制，超过九成的企业预计二季度生产经营将得以恢复。

长期看，我国经济的基本面是稳定的，疫情过后开展的恢复性建设与投资，可能为机械行业释放出潜在的市场，为机械工业结构调整、转型升级带来新的机遇。

综合分析，预计 2020 年机械工业经济运行将呈现前低后高、逐步回升的走势，如疫情能早日结束，工业增加值增速仍可达 5% 左右，营业收入、利润总额等指标将保持小幅增长。

2020 年是全面建成小康社会和“十三五”规划收官之年，面对当前的困难与挑战，让我们坚定信心、振奋精神、主动作为，以实际行动参与到有效抗击疫情与有序恢复生产的工作之中，为实现行业平稳健康发展、保证全年任务目标按期完成做出应有的贡献。MT

美国制造业如何培养人才



美国战略和国际问题研究中心

编者按：本文为美国战略和国际问题研究中心（CSIS）发布的报告“Training the Next Revolution in American Manufacturing”的中文版本，报告分析了全美先进制造业的不同劳动力发展计划，旨在更好地了解教育和培训未来工人所需的条件。本刊全文刊登，旨在为国内相关从业者提供参考和借鉴。

一、引言

当前，制造业依然是美国经济的关键领域，为美国经济创造了数百万个就业机会和数万亿美元的价值。但是，制造业作为岗位提供者，其就业人数在1979年6月左右达到了峰值。从此至2010年，制造业流失了800万余

个工作岗位。2010年为制造业劳动力的一个转折点，根据美国劳工统计局（Bureau of Labor Statistics）的最新数据，自2010年起制造业岗位数量缓慢稳健增长，现雇佣人数近1300万。尽管如此，美国距离曾经的制造业岗位巅峰仍然有很长的路要走。1953年美国32%的劳动者

就业于制造业领域。从绝对数字来看，1979年，制造业就业岗位1950万个，为历史之巅峰，占劳动力总数的26.4%。截至2018年年底，尽管经历了8年的稳健增长，但在制造业就业人数为1280万，仅占劳动力总数的8%左右。

但制造业就业反映的仅是问题的一个方面。圣路易斯联邦储

备银行的钱伊利 (Yili Chien) 和保罗·莫里斯 (Paul Morris) 指出,“自 20 世纪 40 年代以来,制造业在实际 GDP 中所占的份额一直相当稳定,保持在 11.3% 至 13.6% 范围内,其中 2015 年该比例为 11.7%。”换言之,虽然在制造业工作的美国人越来越少,但在过去 80 年中,美国制造业的发展与其他经济部门的发展保持同步。

导致上述情况的因素很多。首先,美国的劳动力已呈现出稳步老龄化的态势。美国劳工统计局预计,65 岁及以上的美国人在劳动力中的比例已从 20 世纪 90 年代的 12% 提升至目前的 18% 以上。正如 2017 年 12 月参议院发布的有关老龄化报告中所述,“65 岁后,劳动力结构改变。但制造业中年龄较长的劳动者比例下降。”美国 25~54 岁的劳动者中有 10.5% 从事制造业的相关工作,而老年劳动者中的这一比例仅为 7.3%。

第二,美国制造业的生产率已经提升。尽管根据前文所述,制造业就业人数有所下降,

但产出却有所增加。哈佛大学经济学家格里高利·曼昆 (Greg Mankiw) 指出,在 2016 年,尽管多位总统候选人埋怨制造业岗位的大量消失,但国家制造商的产出占比 47%,比前 20 年的总和还要多。曼昆解释道,“产出增加而劳动者数量减少,即为生产力的提高,这反过来又受到技术创新的驱动。”

布鲁金斯学会的达雷尔·韦斯特 (Darrell West) 同意技术进步已经重塑了制造业这一观点。韦斯特认为,“机器人正在帮助增加总体产出并节省资金,但不能帮助增加就业。”虽然 2010~2016 年制造业产出增长了 10%~20%,但韦斯特发现,同期,制造业就业岗位的增长仅为 2%~5%。

尽管新增就业机会的速度很慢,但制造业的新增工作岗位并未得到填补。这是由于劳动者所接受培训的内容与 21 世纪制造业工作所需技能之间的差距越来越大。德勤与制造研究所的一项研究发现,由于劳动者缺乏填充这些岗位所需的技能,2018~2028

年期间可能会有 240 万个制造业岗位空缺。当前,80% 的制造商宣称其缺乏或严重缺乏合格求职者来填补技术性制造业岗位。德勤预测,如果这些预计的职位空缺无法填补,那么 4540 亿美元的制造业 GDP 可能面临风险。德勤和制造研究所调查的制造商表示,未来 3 年,技能短缺的情况可能会恶化。此外,接受研究调查的大部分制造商表示,“新型先进技术及自动化技术的引入而导致的技能转化”是技能短缺的首要原因。

1. 技术变化导致未来工作变化

技术的变化通常会导致劳动力结构的相应变化:机器人和机器生产之前,依靠流水线作业及蒸汽机推动经济发展,但需要众多工作岗位来完成。但是,正如麦肯锡全球研究院 (McKinsey Global Institute) 指出的那样,“如今自动化技术的发展速度,以及其对工作领域的影响规模,都史无前例。”

机器人、人工智能和其他

技术进步的影响不会涉及所有劳动者。根据麦肯锡的研究，高技能劳动者将从技术进步中受益，而低技能劳动者可能不会。低技能劳动者将在生产力方面有所提升，但这反过来会增加相似低技能劳动者在其行业中的可用人才数量，并对工资构成下行压力。

比工资水平降低更糟糕的是，部分劳动者可以预见其行业将因技术的发展而遭到淘汰。常引用的例子大多与自动驾驶技术相关。依靠驾驶出租车、公交车、货车、卡车以及其他交通工具谋生的500万美国人占美国劳动力总体的3%。但是国内外的制造商们设想了另一个很好的例子。国际劳工组织(International Labor Organization)2016年进行的研究表明，柬埔寨88%的纺织劳动者面临较高因技术改变所产生的自动化风险。回到国内，如今沃尔玛售卖的浴室脚垫和毛巾为100%机器缝制，完全无人力参与，并注明了是“美国制造”。

制造业工作岗位的流失对发达经济体和发展中经济体均是挑战。对于发展中国家而言，制

造业代表着哈佛大学经济学家丹尼·罗德里克(Dani Rodrik)所称的传送梯——“大量承载非技术性工作”，可令各国将从事农业的人员转移至附加值更高的行业。对于工业化国家而言，自动化导致的制造业工作岗位流失极大地伤害了技能层级中底层的劳动者，进一步拉大了富人和穷人之间的差距。这会导致社会的不平等，助长不同群体之间的怨恨，从而产生不良的政治影响。

当然，自动化和技术进步也创造了新的就业机会。根据世界经济论坛的研究，到2022年，自动化和新技术将取代7500万个工作岗位，但会创造1.33亿个新的就业机会，特别是在服务业。由于机器人取代了一些工作，相应的一些劳动者重获自由去从事新的工作，其中部分工作是过去不曾存在的。过去25年，美国创造的新就业岗位中有三分之一在此之前并不存在。制造业内部也将发生转变。任美国智库新美国高级顾问一职的莫莉·欣德(Molly Kinder)表示，即使是在特定的工厂中，“流失的工作

岗位极大部分为技能层级中的底层岗位”。未来，新技术将要求所有劳动者，包括制造商，培养新技能。

2. 用人单位的需求不断变化

虽然劳动力的总体构成已经从制造业转向服务业，但制造业内部的就业构成也有所发展。其实这些变化相互反映：从低技能、低收入的工作到高技能、高收入的工作。

全国制造商协会(NAM)描述了制造业内部从“黑暗、肮脏、危险的工厂中的低收入、低技能工作”到“有望获得升职的高薪技术性工作”的这一转变。许多曾在制造业从事过工作的美国劳动者可能并不具备从事更先进的制造业工作的技能。

这导致以前所需的制造技能与当前21世纪经济中所需技能之间的不匹配。如上所述，制造业工作岗位正在增加，但制造业的工作比以前需要更多的和不同的技能，用人单位很难找到合适的员工。如今，39万制造业工作

岗位空缺依旧未能得到填补，大部分职位空缺的原因是制造商未能找到具有高技能制造方法培训经验的劳动者。正如 Software Advice 的内容分析师贾斯丁·吉恩 (Justin Guinn) 所言，“计算机控制机器的普及……如今要求制造业劳动者具备数学能力、直觉力、毅力，往往还需要大学文凭”。

吉恩表示，未来，仅靠积极进取的工作态度还不足以胜任制造工作。“那个凭借双手、结实的脊背和良好职业道德就可以胜任高薪制造业工作的时代早已离我们而去了。”就业机会重现，但要求劳动者需要具备技能和培训经验来理解新机器的的工作原理，并运用批判性思维来执行更复杂的任务。

3. 美国的教育情况

美国的教育机构位于满足现代劳动力技能需求的第一线。然而，需求中的先进制造技能正在快速变化。这就要求教育机构迅速适应最新的技能，这些技能可能大相径庭，以满足特定用人单

位在其所在领域的需求。对于员工和用人单位来说，这同样是一大挑战，他们可能需要更多的职业中期教育（与前几代人相比）来提升现有劳动力的技能。

近年来，公立中学越来越重视科学、技术、工程和数学 (STEM) 教育。这些技能虽在现代劳动力中是必备的，但学校却很少重视 STEM 技能如何应用于职业或技术培训。有一种观点认为，大学或大学预科是学生的首选规划路线，而高中毕业后立即进行已有工作的技能培训则不太受欢迎。许多学校已经取消或大幅减少了教授职业技能课程的项目，1990 ~ 2009 年间，美国高中生获得的职业和技术教育学分下降了 14%。

长期以来，高等社区学院和技术学校一直在帮助劳动者提高技能，以满足地方用人单位的需求。但这些机构采取的方法有很大的差异。在一些州，社区学院作为一个全州系统运行，允许跨校园进行更多的协调，并让潜在的学生即使在地方机构也能获得全州范围的资源。在其他州，协

调较少，但地方机构有更大的灵活性和自由度，可以直接与地方用人单位合作，创建独特的项目，以满足用人单位的需求。

4. 政府对劳动力需求的响应

联邦政府自“人力管理署”——如今被称为劳工就业与培训署 (ETA)——1954 年建立起，就在劳动力技能方面发挥着一定的作用。ETA 设立于美国劳工部，管理着许多不同的项目，并为各个州政府、地方政府、公私合营企业运营的相关项目直接或间接性地提供资金。但是，其他联邦部门和机构对技术性劳动力影响巨大，其中包括教育部（为中学、高职院校及大学制定标准）以及国防部和退伍军人事务部（为现役军人技能制定标准并帮助他们在兵役期满后过渡至普通工作中）。

联邦政府意识到当前美国制造业面临的机遇和挑战。特朗普总统在 2018 年夏季签署了鼓励劳动者培训和学徒计划的总统令，并建立了美国工人全国委员

会和美国劳动力政策咨询委员会。扩宽学徒计划的途径这一重点值得关注。

劳工部引导白宫采取相应措施来提升下一代制造业所需的技能水平。其鼓励企业、行业协会和工会制订他们自己的“行业认可的学徒指导方针”。推广“学徒计划”，特别是在新的领域，是白宫计划的关键。正如特朗普政府所指，“劳工部数据表明，超九成的学徒在完成学徒计划后实现就业，并且其平均初始年薪达6万美元。”

这项工作一直由美国劳工部部长亚历山大·阿科斯塔（Alexander Acosta）主持。2018年夏季，劳工部向社区团体、州和市政当局发放了8440万美元的补助金款，着眼于那些技能水平很难满足要求的空缺职位。尽管将重点放在技能培训和学徒计划上的转变值得关注，但这些尝试仍处于初级阶段，还有大量工作可以落实。

联邦为提升劳动力发展和增加教育机会做了大量工作，并且宣传十分到位。表1列出了劳工

部近期的劳动力发展项目及其出资水平。

我们所研究的许多项目利用了上述联邦项目及相关资金，以帮助为其各自的项目及培训项目提供资金。联邦政府资金仍然是当下劳动力发展和培训计划体系的关键部分。

5. 研究

本研究旨在更好地了解联邦政府，乃至各州政府对先进制造的相关培训所作的努力。根据经济合作与发展组织（OECD），先进制造技术可被定义为“用于产品设计、制造或处理的计算机控制设备或者基于微电子的设备”。

表1 近期政府项目

贸易调整援助社区学院和职业培训资助计划（TAACCCCT）项目	本项目共有19亿美元补助金，旨在提升社区学院能力，具体针对四年制学院的两年项目，对劳动者进行培训从而获得行业认可的相关证书和技能。本项目旨在帮助贸易调整援助项目下的合格劳动者，并帮助其他失业人员。至2018年9月，本项目共发放补助256项，帮助TAACCCCT项目中的学生478434名，涉及研究项目2678个。
促进就业的国家紧急拨款项目	此项目于2014年向32个州、波多黎各及切罗基部落拨款1.548亿美元，用于培训那些非自身原因而导致失业的劳动者，助其从事高需求行业的工作。
美国学徒补助计划	本项目于2016年向46个公私合营企业拨款1.75亿美元，用于发展高质量学徒计划。受益企业承诺在未来五年中在高科技和高速发展的行业中再多雇佣3.4万名新学徒。
美国学徒倡议项下的国家发展补助计划	本项目于2016年向全国37个受益者拨款5050万美元。补助金旨在加强利益相关者之间的合作，从而发展创新体系，加强作为培训策略的学徒计划的落实。2018年美国劳工部又为该项目提供5000万美元资金，并将未来两年的增长目标设定在10%。
青少年塑造项目	此项目2006年推出，2018年劳工部将出资8500万美元，用于支持和发展项目，旨在对困难青少年进行适当的建筑技能教育，并为他们提供高中文凭或一般同等文凭。
重点行业领域补助计划	相关部门于2018年公布了1.5亿补助金用于在重点行业领域全国性地发展学徒计划。此项工作推动相关领域采取措施对学徒计划进行大规模发展。学徒计划最终应颁发行业认可的相关证书并符合相关质量标准。

这涵盖广泛的加工过程及相关装置，通常以应用复杂技术和创新方法生产新型先进商品为特点。3D 打印技术、自动化和机器人技术以及纳米技术都可以归于先进制造技术范畴之中。本研究具体关注私营部门及学术机构中提出的相关倡议，旨在调查有哪些非政府组织参与了教育与先进制造技术相关的劳动力这一工作。为了弄清这一情况，我们先提出了以下几个问题：这些项目的具体内容是什么？它们成效如何？其中有哪些经验教训和优秀的实践方法可被广泛应用，从而走向成功？

为此，我们调查了此方面的相关人员，他们分别来自社区学院、四年制院校和国家认证机构。我们还在美国更为广泛的范围内寻找调查对象，尤其是在美国的中西部及东南部。我们对相关组织进行了实地视察、当面采访和电话采访，来更好地了解当前相关项目及其工作情况。此外，我们还向相关组织发放调查问卷，增加调查对象数量，扩大调查范围。

表 2 总结了我们对相关参与者的个人采访，指出了调查和采访中的一些发现，为有效促进先进制造能力的提出了若干方法建议。

二、研究发现

总体来说，我们发现，在先进制造业中增加技能型劳动力这一常常提及的挑战集中于潜在劳动力对制造业工作的消极看法。采访对象中的大多数人都谈及了这种现象减少优质求职者数量的原因，还提到了他们为帮助劳动力摆脱这一消极看法而做出的许多努力。我们还发现，学徒计划正逐渐成为劳动力发展的首选模式，并且对于学徒计划，大家正在可用资金的支持下努力发展。现有的培训项目，尤其像是“初学者训练营”的短期培训模式，正在被塑造成“预科学徒”计划。其参与者范围十分广泛，包括用人单位，员工，公私教育机构，联邦、州和地方政府机构，以及公私合营企业和劳动力发展委员会。我们所见的最为成功的地方

在于，各界不同参与者为共同的目标和策略统一战线，集中资源，来提供一系列项目，这些项目不仅满足了用人单位对于技能型劳动力的需求，还满足了员工想要获得相关文凭及薪水可观的工作岗位的愿望。

1. 潜在劳动力对制造业工作的看法

对于没有接受过高等教育的美国人而言，制造业历来都是中产阶级较好工作的来源。从亨利·福特（Henry Ford）的装配线到如今的现代机器人，美国在制造业中长期处于创新和技术的最前沿。但是，尽管美国制造业产出持续增长，生产率的增长却要求更少的劳动者生产更多的商品。20 世纪 70 年代末，美国制造业就业人数达到顶峰，尽管近年来制造业就业岗位略有增加，但总体一直在下降。凭借与客户拉近距离，美国制造业不断发展，制造商数量不断增多。然而，他们往往很难找到企业所需的、符合当前需求的技能型劳动者。

采访中，每个调查对象都谈

表 2 分析项目概览

项目	地点	类型	是否授予其学位或证书	是否提供非教育资源支持	是否有创客空间	是否属于高中拓展活动或初学者培训营项目
罗伯特·C·伯德研究所	西佛吉尼亚州	社区劳动力发展资源支持	否（支持授予学位的机构）	否	是	否（尽管其所支持的学院属于）
制造业创新中心	南卡罗来纳州	制造针对性训练场地	是（附属于格林维尔技术学院）	否（通过附属学校提供学生服务）	是	是
西门子燃气涡轮制造厂	北卡罗来纳州	私营企业学徒计划	是（包括地方社区学院的学费）	否	否	是（作为应用过程一部分的预科学徒计划）
匹兹堡大学制造业援助项目	宾夕法尼亚州	制造业特定培训机构，社区劳动力发展资源支持，传统四年制大学	是	是：交通援助，药物检测	是	否
库亚和加社区学院	俄亥俄州	社区学院	是	否	是	否
艾维社区技术学院	印第安纳州	社区学院	是	否	否	否
俄亥俄州制造业伙伴计划	俄亥俄州	政府资助型资源支持	否（支持授予学位的机构）	是：交通援助	否	是
FREEDM 系统中心与 PowerAmerica	北卡罗来纳州	传统四年制大学	是（附属大学授予学士学位学分）	否	否（一些演示设备）	是（针对大学生）
韦恩县学校就业指导中心	俄亥俄州	政府资助型资源支持	否	是：药物检测，药物治疗及咨询	否	是（高中就业咨询）
印第安纳大学制造业政策倡议	印第安纳州	传统四年制大学，政策分析及研究	是	否	否	否
美国制造（America Makes）	以数字化形式存在于全国，实体位于得克萨斯州和俄亥俄州	数字化资源支持	否	否	否	是（位于俄亥俄州扬斯敦市）
ToolingU-SME 在线制造业培训	以数字化形式存在于全国	数字化资源支持	否	否	否	否

及了人们对制造业工作的消极看法，但他们也明白此类看法与现代制造业的现实不符。“这不是你祖父的工厂”这句口头禅常常能从一些人口中听到。调查中，大多数调查对象认为，为先进制造业培训项目寻找求职者是一大挑战，并且许多潜在的学生并不知道先进制造业中的职业选择。

美国中学常常将精力集中于让学生备考四年制大学，而近些年来学生备考四年制大学的压力更大了。数十年来，职业技术教育愈加不被重视。布鲁金斯学会（Brookings）报告显示，1990年至2009年间，此类项目的学分下降了14%。由于人们对上大学的关注度极高，制造业培训项目以及用人单位寻找技能型劳动力的难度大大增加。其中一位老师提到了其预科学徒计划中一个前途无量的学生，但随后遗憾地表示，“他本可以任意挑选学徒培训地点的，薪水也会很可观。但令我们感到难过的是，他决定继续攻读工程学学位。”

根据德勤和制造业研究所的一项研究，仅有不到30%的父母

会鼓励孩子将从事制造业工作作为职业选择；1/3的父母强烈反对他们的孩子从事制造业工作，最令人忧虑的因素是工作不稳定，职业发展前景差，薪酬低。这也反映在就业的总体趋势之中：虽然制造业的收入和福利水平高于全国平均水平，但总就业仍远低于20世纪70年代末的峰值，比起就业岗位的增加，人们更在意的是失业问题。

2. 培训及劳动力发展项目体系

调查和采访中，我们发现了由不同机构组成的庞大体系，各机构均参与了先进制造业的劳动力发展工作。这些机构包括社区学院和技术学校、地方性劳动力发展委员会、联邦政府项目、线上盈利培训项目、咨询公司及创客空间。

数十年来，社区学院和技术学校一直是劳动力发展的支柱。其结构及其处理地方项目的方式是多种多样的。例如，印第安纳州的艾维社区技术学院在全国有四十多个分校区。其结构使得学

校可以分享资源并采用最佳的实践方法。但在许多州中，并没有那么多校区遍及全国的地方社区学院，这对大步发展的用人单位无疑是巨大的挑战，他们若想从不同领域中招募人才，就必须与诸多不同类型的教育机构建立关系。

地方性劳动力发展委员会及协会是劳动力发展体系的关键组成部分。其中大多数，或者通过其所在州、地方商会，或通过联邦政府项目，得到了各种类型的资助。美国国家标准技术研究所（NIST）运营着全美50个州的制造业拓展伙伴计划（MEP）项目的庞大网络。这些MEP项目运营着公司合营企业，其资金来源包括联邦政府，个人援助以及客户。作为一个整体，这些组织帮助员工及其相关需求与可用劳动者相联系。他们还常常与其领域中的用人单位一同指导发展学徒计划的相关工作。

这一体系中的挑战之一是为学生及用人单位同时提供多样的培训资金来源。帮助培训项目筹集资金的主要联邦项目为劳动力

创新与机会法案（WIOA）以及社区学院与职业训练的贸易调整援助计划（TAACCCT）。劳工部也宣布为学徒计划资助 9500 余万美元。

WIOA 于 2014 年颁布，是 1998 年劳动力投资法案的后续法案。其主要资助“一站式”就业及工作安置服务。资金由劳工部门管理，但地方政府对项目的管理有很大的控制权。需设立“一站式”服务点来提供就业服务和获取培训服务的渠道。

TAACCCT 资助金是另一资金来源，由劳工部直接提供给社区学院和技术学校，过去四年中共拨款 19 亿美元。款项针对因贸易调整而流离失所的群体及劳动者；在 TAACCCT 项目的帮助下，全国 50 个州均获得资助，约 60% 公立社区学院得到资助。此项资助因涉及面较广，且集中关注从用人单位角度出发的职业道路，对所有劳动者产生了深远的影响。

近年来，大量劳动力培训项目朝着线上模式转型，例如提供线上制造业培训的 ToolingU。这

些项目可以弥补传统课堂培训环境中的不足，同时满足注册学徒计划的教育要求。一位老师在采访中着重强调，通过与线上培训项目合作，他能够把时间集中起来，教会学生如何实操机器。

在线教育模式同样是现役及退伍军人专注的焦点。这些军人可以获得文凭，在退伍之后过渡至好的工作岗位。

在对于各种员工和培训项目拥有多种不同选择的情况下，我们发现有许多咨询服务公司直接参与到了这个体系之中。咨询公司可帮助用人单位指导申请注册学徒计划资金的相关文书工作。咨询公司常与劳动力发展委员会或制造业拓展伙伴计划（MEP）项目联系紧密。MEP 在公私架构下运作，并向参与的员工收取客户费用，其实有时跨域了公共服务与私人咨询公司之间的界限。我们发现，在该领域中有着一种看法：申请认证是十分复杂的过程，只能在外界帮助下完成，通常是咨询公司。降低复杂性、减少官僚主义能够降低员工成本，鼓励更多人参与认证的培训计

划。采访中，大家对公私合营企业呈现出积极态度。它们在鼓励更多人参与的同时，还能保证这些项目的责任性，达到公共资助的目的。

值得关注的一点是，几乎所有受访对象都有经营创客空间（maker spaces）。在这里，创业者和地方企业可以使用培训中心的设备及专业技术资源。这些小型企业可以按月付费租用空间，与其他创业者合作，并可以使用工作室的设备进行构思和原型设计。

经营有创客空间的大部分采访对象提到了他们创客空间不用一定盈利。但是他们强调了其对特定群体的重要性，并且成效并非总能得到直接体现。大型全国连锁创客空间——创客工坊（TechShop）近期宣布破产，但是此类空间是十分重要的公益事业，有助于许多其他企业的发展。例如，匹兹堡的匹兹堡大学制造业援助中心（UPitt MAC）与几个小型企业共用一个办公空间。另外一个例子就是 Thread

International 公司，其生产的背包由从海地回收的塑料瓶制成。通过制造业援助中心（MAC），他们可以使用一些设计设备。同样，小型企业 BoXZY 如今正在开发台式三合一机，用作计算机数控铣床、激光雕刻机和 3D 打印机。

最后，这些创客空间提供了一个展现新型制造业和各种工作机会的平台。在某种程度上，人们对工厂的工作岗位总是持有消极的印象，此类空间的存在有助于改变大家的看法。我们采访的所有机构都在全年接待高中学生参观设备，同时定期接待其他团体和利益相关人群，并集中向服务体系不完善的团体、少数民族、女性及退伍军人提供帮助，以突显制造业中的工作机会。

3. 培训项目类型

通常，教育机构提供的教学有以下几种类型。

短期集中入门级初学者培训营作为生产车间所需的技能型劳动力的入门培训项目已有一定的历史了。接受我们采访的大部分项目，仍会为那些想要进入制造

业的潜在求职者或需要快速培训新员工的用人单位提供这类培训项目。

我们采访的许多项目将这些培训项目重组为“预科学徒计划”，并且正在将重心转向具备职业前景职位。预科学徒计划项目可以作为潜在用人单位的筛选流程以及潜在劳动者的简化版应用流程。西门子公司的受访者尤其指出，这种预科学徒计划模式可以使多个地方用人单位共同工作，来招募未来的学徒。

与初学者培训营项目相关的是面向高中（有时也面向初中）的夏季培训营。采访中有几个组织提供有此类项目，他们讲到了两个主要获益点。第一，他们帮助学生（及其家长）消除了消极的看法。处于先进制造业技术环境下的学生（并将他们介绍给潜在用人单位）有更高的可能性将制造业工作岗位视为更想从事的岗位。他们能意识到高中毕业后立即从事工作的益处，同时仍然可以选择（通过学徒计划或继续教育）继续接受高等教育。第二，帮助学生在求职先进制造工作岗

位之前掌握所需技能。由于许多中学课程中减少了相关职业和技术的课程，这些初学者培训营往往成为了让学生首次了解到基本加工理念的地方。同时也让学生们了解到先进制造业工作岗位的必备技能，如数学、编程，学生们可以以此为依据，在常规的学年中选择相关课程。

社区学院常常参与到采访的机构所设的劳动力发展的项目之中，但是他们有几种不同的方式。一些社区学院项目直接与用人单位合作，而其他一些社区学院采取的方式似乎更为被动。大部分劳动力发展组织和制造业拓展伙伴计划（MEP）与地方社区学院建立直接关系，共用社区学院的同一校区或场所。这些组织通常承担起与用人单位合作构思项目的角色，但是学生最终将通过社区学院选择课程（并申请助学金）。

学徒计划需要成为教育的一部分，员工和用人单位均希望教育学分能纳入学位评定标准。劳工部新规定，社区学院可被认证纳入行业认可的学徒计划（IRAP）

之列，允许其代表那些想要参加学徒计划却担心文书工作和管理责任的用人单位承担认证要求。

学院的实验室或工作室通常对用人单位组织的培训课程开放。然而一些受访者认为，对于用人单位，尤其是小型用人单位，实现课堂满员从而实现经济上的可行是十分困难的。不管怎样，这些学院往往乐于灵活地对针对用人单位的培训需求来进行安排，比如在用人单位方便的时候单独开课，或者将用人单位的实习生转到的班级中，与其他学生一起学习。

几乎所有受访学院会将用人单位与可在用人单位工厂现场教学的老师联系起来。这种做法的优势就是能够让学生直接接触到各类设备，在工作中获取相关经验，并为用人单位的生产计划定制最佳时间。而劣势就是这种培训可能会占用生产时间，这对许多用人单位带来了挑战。大多数受访者同意，在繁忙的生产计划中，用人单位很难挤出时间来培训员工。

大部分教育机构都有专门针

对“培训教员”的项目及为其他教育者和老师所设的项目。采访中多人表示这是全面提高劳动力发展的重要部分，因为企业中的教员可以化身为导师，让员工无需离开工作场所，就能提升工作能力。

4. 学徒计划

在与我们采访的所有组织交流的过程中，学徒计划常常是在我们谈话之初无意被提及的词。长期以来，学徒计划模式是融入技术行业的传统方式。然而，美国劳工部最近将学徒计划重视了起来，为其提供了超1.5亿美元的补助资金，将其作为提高先进制造业等行业技能的一种模式。用人单位、员工及教育机构认为学徒计划的模式可取的原因包含以下关键点。

第一，在继续教育的同时工作的能力。这对于员工是有益的，无需背负债务即可在获得学位的同时赚取薪水。这也有益于用人单位，可以迅速为其填补职位空缺，提供针对其特定设备或制造技术的培训。此外，显而易见的

是，学徒的入学率十分稳定，这对社区学院和技术学校都是有益的。

第二，可用资金。美国劳工部最近宣布将为学徒计划项目拨款1.5亿余美元。此外，还有大量的州政府、地方政府补贴、私营部门补贴，以帮助用人单位补贴因雇佣技能不足的员工消耗的成本，并对用人单位和教育机构在教育与培训方面的成本进行资助。劳动力发展委员会与制造业拓展伙伴计划（MEP）通常对可用资金流及赋税优惠的情况十分了解，并帮助用人单位计划相关项目，开发其领域的资源。

采访中，我们谈及了学徒计划带来的种种忧虑，以及减轻这些忧虑的可行方法。

用人单位常常担心，获取认证的文书工作或管理成本过高，无法获得经济收益。认证过程需要两级审批：一是联邦政府一级，由劳工部和教育部进行，二是州政府一级，由州立机构及相关程序进行。多数的地方劳动力发展委员会与制造业拓展伙伴计划（MEP）（以及其他咨询公司）

十分愿意帮助用人单位完成文书工作和学徒计划注册，但若用人单位选择不注册，他们也同样愿意帮助用人单位计划学徒计划或提高技能的相关项目。地方劳动力发展委员会与制造业拓展伙伴计划（MEP）特别强调了学徒计划的注册不仅可以获得补贴和资助，还可以让员工获得相关文凭（包括出师学徒认证及两年制和四年制学位），这样能让员工更为清楚地了解到培训的益处。在我们采访到的项目中，有一些也不愿在认证过程中有太多的联邦干预，而是要保证地方项目具备独立性和灵活性，针对当地的需求和环境来设计项目。

用人单位同样也会担心被“挖墙脚”：他们在员工身上投入金钱和时间成本，而员工在学徒计划期满后却到其他用人单位任职。但是，在许多对个人的采访中，我们发现“挖墙脚”这一现象并不常见。大多数的学徒计划项目会要求员工在项目结束后的固定时间内留在用人单位。但即使没有此项要求，员工也会对其用人单位的投入心存感激，忠

于公司和项目。员工明白，即便他们因为一些原因（如家庭原因）而不得不离开用人单位，他们还是会获得一本全国认可的证书。而即使他们不打算立刻到竞争对手公司入职，只是需要工作变动，全国认可的证书所具备的价值也并不小。

5. 挑战

我们向受访者询问了他们和学生们面临的挑战。有趣的是，他们指出就业并非一项重大挑战：对于具备高技能的合格申请人的需求量太大了，他们项目的就业率异常高。确实，有几位受访者表示，如果学生没有完成项目，可能是因为他们已经在这个行业中找到了工作。最为人认同的两大挑战是：鼓励用人单位参与和找到合格的申请人以便开展项目。

很多人指出用人单位有时候会努力参与到劳动力发展项目中去。他们通常认为是以下几个原因导致的：第一，就是经济和时间。很多用人单位，尤其是小型企业，通常是精益运营。如果

其已经以全部的力量在运营，就很难抽出额外时间为员工进行培训。第二，用人单位认为项目涉及的文书工作十分麻烦，不值得为此花费时间。可获得的公私部门赠款五花八门，自然会产生情况复杂的印象。第三，他们担心为员工提供培训和认证会导致竞争对手挖走优秀员工。

受访机构应对挑战的方法有：第一，将提高员工技能带来的效益与灵活适应用人单位的需求和安排相结合。受访者指出，即使是在小型企业，让员工知道学徒计划不仅局限于新员工，同时也是提高现有员工技能水平的一种模式，这一点是很重要的。第二，完全消除用人单位的文书工作负担，或至少为其提供协助。像罗伯特·C·伯德研究所（RCBI）和制造业扩展伙伴计划（MEP）这样的机构，通常愿意直接帮助用人单位申请并获取培训与学徒计划的赠款资金，而不管学徒计划项目是否注册，他们都愿意提供协助。在最近的学徒计划倡议中，这种颇具灵活性的做法已经受到了关注。现在各组

织可以获得加拿大产业研究援助计划（IRAP）认证，从而消除用人单位的文书工作及认证负担。最后，用人单位还远不需要担心竞争对手挖人。几家机构指出，对员工进行投资，会让员工产生更强的忠诚感，会更愿意为用人单位工作。

一般而言，找到申请人通常被认为是一项重大挑战。提及的原因有：首先是制造业岗位不是很吸引人。很多高中都把重心放在了为大学做准备上，因此技术就业项目往往遭到挤压或淘汰。同理，家长通常不愿鼓励他们的子女从事制造业岗位。因此，我们采访的大部分机构向当地学区提供一些服务以及外展服务，不仅仅局限于高中职业技术学校，还包括中学和社区青年组织。这些计划有助于激发走上这些职业道路的兴趣，并让学生和家长知道在制造业也有好的高薪工作。有了这些机构，学生可以参观运转的机器，这是外展服务的一部分，同时还会举行讲习班和夏令营。一些项目还会将便携桌面3D打印机带到学校进行展示。

对于那些对该行业感兴趣的群体，下一项挑战就是找到满足最低技术资格要求的申请人。先进制造业的基本特征不断变化，需要申请人身兼数种技能。他们仍需具备传统制造技能，如操作手摇车床或铣床。提供技术教育、手艺课程的学校越来越少，许多有潜质的学生完全不知道这些机器是如何运作的。甚至不知道在3D打印机上制造出来的东西，通常仍需其他机器的加工，才能最终成为制成品。然而同时，要从事先进制造业的工作，还需满足数学和计算机操作能力的最低标准。电脑数控车床和3D打印机需要技术员能够熟练编程，或在机器发生故障时进行故障排查。利用计算机辅助设计（CAD）进行测量并将其转换成设计，需要综合运用多种技能，同时还需要发挥一点创意。（然而拥有那些技能的潜在申请人通常更热衷于四年制本科学位。）

许多机构还提到了来自潜在申请人的其他挑战，如贫困、交通和阿片类药物成瘾。匹兹堡大学制造业援助中心（UPitt MAC）

最近搬到了霍姆伍德附近，是匹兹堡经济不景气的一个地区。不管怎样，由于交通不便利或获取或负担儿童保育服务，这些人毕业后可能不会选择该地区其他地方的工作。位于西弗吉尼亚州的罗伯特·C·伯德研究所（RCBI）也特别指出了交通带来的挑战，学生有时需要从这个州的其他地区开车一个小时或更久，才能到达培训场地或者见到用人单位。罗伯特·C·伯德研究所（RCBI）所处地区也是阿片类药物泛滥成灾，所以用人单位通常不愿意雇佣服用阿片类药物史的员工。罗伯特·C·伯德研究所（RCBI）已经帮助潜在申请人进行药物检测，他们的学徒预备期计划可以作为一个筛选过程，来为未来用人单位提供帮助。

增材制造和3D打印是用人单位进行人才招聘时所看中的技能，但是很少会有用人单位会雇佣只擅长那些技能的员工。大部分先进制造业的用人单位都在寻找可以在车间操作多种不同设备的员工。3D打印通常是产品开发的设计和原型制作阶段的一个关

键元素，甚至对于非制造业企业来说也是如此（如想要创建模型的建筑公司）。

然而，虽然 3D 打印的发展远远超过了简单的原型制作，但其通常仅用于生产单批次或小批量的独特零件。战略与国际研究中心（CSIS）2017 年发布的一项报告指出，短期内增材制造不可能替代传统制造业，部分原因是由于“这一技术目前不能实现规模生产，而传统的制造业在大批量生产上拥有巨大的成本优势”。虽然如此，增材制造仍然具有巨大潜力。一项研究估计，未来十年增材制造将创造 300 万到 500 万的工作岗位，并将为年度经济增长贡献 6000 亿到 9000 亿美元。

这就为那些意欲致力于增材制造技能或已具备高级增材制造技能的培训计划带来了挑战。对于关注面狭窄的项目，目前还没有足够的需求量来证明其合理性。但如果是一个项目试图满足一个领域中所有用人单位和员工的要求，就会显得过于宽泛。宽泛的计划往往没有具体的在职培训作用大，因为不同用人单位的

生产过程和设备可能需要使用不同的技能。

三、建议

总体而言，为先进制造业工作的劳动者做准备将需要多个利益相关方的共同努力，包括各级政府部门和私人各方。具体建议如下。

1. 青年教育与参与

- 让年轻学生参与进来。

在我们的采访过程中，几个组织强调了其针对高中生甚至初中生开展的训练营和夏令营。我们建议更多的组织，不管是地方政府劳力发展机构、社区大学，还是在线教学网站，在开展外展服务时应将这些年轻的受众纳入考虑之中。如上所述，这些计划鼓励学生更小的年龄探索在先进制造业教育和就业的可能性，从而使其在接受四年大学教育的选择之外，接触到更多选择。在更小的年龄接触制造业，还有利于改变观学生和家对制造业脏乱、危险和限制职业发展的消极刻板印

象。

- 扩大和完善高中职业培训教育。先进制造业的工作需要综合技能，包括基本的机械加工、机械学和计算机编码。学生可以从制造实物的机会中获得灵感，这种灵感可以有益于学生所追求的任何领域。

- 明确 STEM 教育不仅是大学预科。有几个与我们交流的组织强调，许多有潜力的学生只是缺乏操作先进机械的数学、技术、工程和解决问题的能力。然而这又涉及到了公共教育体制中的更为重要的问题，我们建议努力向所有学生传授这些技能，这些技能不仅是先进制造业所必需的，也是未来许多工作所必需的。

让学生、家长、辅导员和管理人员接触先进的制造业工作，作为一种有吸引力的职业选择。职业生涯应强调职业道路和职位的多样性，证明学生们可从这些技能中得到机遇。学生应该明白，他们的职业生涯不会局限于一种职业或一家公司，因为这些技能是可以变通的，能让多个行业中获得就业机会。指导顾问和管理

人员需要更好地了解制造技术和他们自己的机构和社区提供的培训计划，以便积极支持这些计划的实施，并确保将这些培训计划整合到学业计划和日程中，而非只是被动完成这些计划，从而可以鼓励学生好好利用培训计划，从中受益。

- 重新定位和重塑制造业品牌。应该努力改变围绕制造业职业的对话，避免将其描述为与我们的数字未来不匹配的、脏乱的夕阳产业。制造业企业应做出更多努力，突显出学生可以学到的高科技和跨学科技能、学生将用到的先进机械设备以及该领域可观的就业前景。此外，应将制造业定位为制造实物、要求实践能力的创意行业。这些技能是数字技能生态系统的一部分，适用于编码、机械加工、DIY、人性化设计以及社会影响设计。总体而言，先进制造业提供了一个机会，让我们可以去亲自实践、去设计、去创造。

2. 终身学习

- 为成人继续教育和职业转

变创造多个“入口”。人力发展的传统模式是希望年轻的员工在单一的职业生涯上发展，通常受雇于单一用人单位。然而年轻一代的员工通常期望在其一生中可以多次更换用人单位，改变职业发展的道路。教育机构需要确定进入先进制造业工作的“入口”，以及为那些可能正在寻找下一步职业发展的员工确定“出口”。跨越多个用人单位和职业道路的终身学习将需要将成本社会化，以允许更多的模块化和移动性。

- 提供并推进勤工俭学计划。包括高中和社区大学的教育机构，必须结合灵活的课程安排和远程教学来全力为学生（特别是农村地区的学生）提供全职工作。同时，用人单位须认识到使其在职员工提高技能水平的价值：从当下生产计划中拿出部分时间学习技能，将会在未来提高生产率。制定计划为更多员工提供培训可长期受益，因为学生可称为公司内部教师老师，这将提升高技能劳动力的影响力。

- 学徒计划可以成为用人单位和员工在终身学习中合作的

一个很好的模式。应在行业、政府、劳工和教育利益相关者的领导下，制订并广泛采用国家标准。学徒计划应为员工提供模块化、便携的证书，并应给予补贴，以改善用人单位及其员工的机会。

3. 地方政府和社区组织

- 提供全方位、以社区为中心的支持服务。我们采访的几家机构和组织不仅提供先进制造业的培训课程，还提供了其他种类的服务。其中包括交通补助和药物检测。潜力优秀的学生和员工在进入先进制造业时往往面临着巨大的障碍。很多学生和员工来自低收入、服务匮乏的社区，交通成本（无论是体力还是财力）负担可能很重，例如学生为参加培训计划而出行，或优秀毕业生要前往可能雇佣他的用人单位或工地。试图让班级规模具有成本效益的培训计划可采取交通补助的方式，吸纳不同地区生源，从而扩大班级规模。匹兹堡大学制造业援助中心（UPitt MAC）与俄亥俄州制造业扩展伙伴计划（Ohio MEP）都意识到了交通补助的益处。

培训计划亦可考虑提供其他的服
务，例如托儿、住房、医疗等，
以吸纳更为多样化的生源。

帮助改善阿片类药物（注，
根据世界卫生组织的定义，所谓
“阿片类药物”，是罂粟衍生的
精神活性物质或人工合成的具有
类似效果的物质。阿片类药物可
造成药物依赖。）泛滥成灾的现
状。在全国很多社区，尤其是经
济不景气的地区中，阿片类药物
泛滥依然是很重要的一个问题。
UPitt MAC 计划和韦恩县学校
（Wayne County Schools）都有
谈及药物检测服务乃至咨询服
务的提供。在培训阶段完成的药
物检测，为用人单位消除了昂贵
又耗时的药物检测负担，对于因
滥用药物被解雇的员工来说，还
能节约入职培训费用，节省培训
时间。这对培训中心来说也是一
项福利，用人单位知道从这些培
训中心毕业的学生更为可靠，他
们能获得未来雇主的信任良好的
声誉。

总的来说，提供支持服务的
计划可获得三倍的收益。首先，
它们为服务不足的社区提供了机

会，无论是在培训方面，还是在
获得稳定、高薪的工作方面。第
二，他们为用人单位提供经过筛
选和可靠的劳动者。最后，他们
帮助培训机构为用人单位、学生
和当地社区建立信任关系和可靠
的声誉。

4. 创客空间

• 扩大先进制造业通用工具
与技术使用范围。许多教育机构
已经拥有了配备这种设备的实验
室。我们鼓励更广泛地利用创客
空间这种形式作为一个入门的机
会，让对探索先进制造业可能性
感兴趣的个人和企业参与进来，
并进行学习。受访的几个培训计
划针对其通用设备举办了创客空
间。

• 这些创客空间向小型企
业、企业家以及公众提供了接触
先进工具和技术（如 3D 打印机）
的机会，通常是收费的，有时也
会免费。西弗吉尼亚州的罗伯
特·C·伯德研究所（Robert C.
Byrd Institute）、南卡罗来纳
州格林维尔市的制造业创新中心
（Center for Manufacturing

Innovation）、UPitt MAC 计
划以及俄亥俄州的凯霍加河社
区大学（Cuyahoga Community
College）都提到了他们拥有这
些创客空间。

• 创客空间是感兴趣的个人
和组织接触先进制造技术和概念
的低门槛入口点。在我们的采访
过程中，我们发现参与这些空间
的各种用户，通常是出于他们自
己的好奇心，并且超出了任何正
式培训课程的范围。创客空间为
培训机构提供了展示新技术并让
感兴趣的各方参与的机会。创客
空间可以用来教育人们关于技术
本身，使用它所需的培训，以及
在这些机器上进行培训所带来的
就业机会。

• 创客空间也是将许多行
业的企业家聚集起来的中心。经
济学家早已提出行业中集群的益
处：可以让许多个体近距离接触，
共享创意和最佳实践。同时，能
让企业家和小型企业充分利用规
模经济，而这通常只是大型企业的
特权。将这些空间紧密联系在一起，
使其成为行业的一个聚集地，
会在未来产生效益。

5. 联邦和州政府

• 精简和简化学徒计划的官僚程序。许多计划特别提出其帮助用人单位申请资金或赠款，以开展员工培训和认证学徒计划的用人单位认证。然而很多用人单位发现申请资金和认证的整个程序太过繁冗复杂，十分耗时。尽管我们对一些教育机构为用人单位提供相关专门知识以通晓这些程序的做法表示赞许，但是这一程序应该被简化，以鼓励更多用人单位的进一步参与。要熟知这一程序、成功申请到资金或认证，用人单位不应该依赖机构或咨询公司。我们建议从事赠款分配和项目认证的政府机构分析如何更好地简化流程。通过降低负担，用人单位、劳动者和教育项目可以更好地获得财政支持，产生更好的培训，从而获得更好的工作。

• 必须成为所有政府资助项目必须建立在评估的基础上，

从一开始就要有明确的目标和标准，同时以简单、公开透明的方式追踪影响和效果。对资金流向的评估必须成为联邦和州政府的标准惯例。项目设计应优先考虑评估标准，而不是亡羊补牢。评估不应是单纯地增加了一份文书工作，而是要成为资金密不可分的一部分。应扩大成功实现了目标的项目，并灵活调整面临着挑战的项目。

• 联邦政府工作人员和军人应以身作则。联邦政府直接员工高达 280 万人，美国武装部队现役军人 130 万人、预备役 80 万人。从某种意义上来说，美国军队是世界上最大的劳力发展培训计划之一。提高这成千上万员工的技能水平并让其学习新技能，确保他们能够接受培训和终身学习，可以刺激私营经济的发展。这一点对现役军人尤其有利，他们在服兵役期间能够学到有用的技能，方便将来退役时，直接转

业到适合自己的行业中。

四、结论

这一研究证明：首先，全国有大量的先进制造业劳动力培训活动，许多人预见到了未来技能培训的重要性，做出了积极的努力，赋予了劳动人员这些技能。第二，成功的培训计划并不局限于培训课程和制造业的直接培训。打造成功实现就业的优秀毕业班，附加服务（如滥用药物支持、交通补助以及医疗援助）可能成为决定性因素。劳动力的有效培养应采用创造性的方式，也就是在将接受高中教育的学生人群作为目标的同时，也要囊括年轻的学生群体以及大龄员工，不管是不是意味着需要将先进制造业视为可行的职业选择，或者对职业生涯中期员工就新技能进行再培训。最后，显然就这一问题进行的深入研究对未来劳动力和持续的经济增长十分有益。MT

中国机械工程学会召开装备制造业企业复工复产专题研讨会

2020年2月21日下午,中国机械工程学会及其生产工程分会联合山东、广东、江苏、浙江、陕西、四川等6个省区市机械工程学会,以视频会议的形式组织召开“装备制造业企业复工复产专题研讨会”。工信部装备一司苗长兴巡视员、叶猛调研员参会听取了企业代表们在复工复产方面的做法和建议。中国机械工程学会张彦敏常务副理事长出席会议,陆大明副理事长兼秘书长主持会议。

当前,疫情防控已取得积极进展。推动企业有序复工复产,是装备制造业企业面临的重要任务。为响应党和政府有序复工复产战略部署,推动跨区域、跨行业、跨所有制企业交流复工复产的做法,促进企业间的互学互鉴,中国机械工程学会在前期开展装备制造业企业复工复产调研的基础上,组织召开了本次研讨会。

会上,济南二机床集团公司总经理张世顺、山东豪迈科技集团公司副总经理张伟、广州汽车集团股份有限公司经理刘畅、珠

海格力电器股份有限公司副部长陈锦权、南京二机齿轮机床有限公司董事长尹仁华、杭州汽轮机股份有限公司总经理叶钟、陕西鼓风机(集团)有限公司总经理刘金平、四川省机械研究设计院副院长费宇、中车资阳机车有限公司部长曾令勇、四川宏华石油设备有限公司公司办主任朱良派等十位企业代表做了典型发言。

从参会企业介绍的情况看,各企业的复工都在有序向前推进,均采取了严格的防护措施,在所有参会企业中,未出现员工感染新冠肺炎的情况。但在推动复工复产的过程中,仍存在着一些共性问题,具体表现在:(1)各省尽管出台了很多复工配套政策,但跨省之间的政策不互通,造成企业物流、工程人员的跨省流动仍基本处于停滞状态;(2)企业均面临着原材料、零部件等供应不足的问题;特别是在国际物流和工程输出等方面存在比较大的困难;(3)存在防疫物资储备短缺的问题。

关于企业如何实现有序复

工,代表们也提出了很好的建议,例如,希望从国家层面能够推进省与省之间员工健康状况互认,减少因跨省流动造成的人员隔离,促进员工返岗和工程服务人员的对外服务;希望国家有关部门能够考虑做好防疫生产设备关键零部件的战略应急储备;希望国家能统筹协调,从政策方面给企业,特别是中小企业以更大的支持。

张彦敏常务副理事长代表学会对参会企业代表表示了感谢,感谢企业分享在疫情防控 and 有序复工等方面的好做法,表示学会系统将更加努力工作,充分发挥作为政府和企业间桥梁纽带作用,一方面通过学会平台向全国宣传推广企业的做法,供其他企业学习借鉴,另一方面把参会代表们提出的建议进行汇集整理,形成政策建议,报送有关部门。

山东、广东、江苏、浙江、陕西、四川等省区市机械工程学会、23家企业代表,以及中国机械工程学会及其生产工程分会40多位代表参加了本次专题研讨。MT

中国大学生机械工程创新创意大赛入选《2015-2019年全国普通高校学科竞赛排行榜》

2020年2月22日，中国高等教育学会发布“2019年全国普通高校学科竞赛排行榜”，中国机械工程学会主办的“中国大学生机械工程创新创意大赛”成功入选《2015-2019年全国普通高校学科竞赛排行榜》！

“全国普通高校学科竞赛排行榜”由中国高等教育学会《高校竞赛评估与管理体系研究》专家工作组研发。竞赛评估遵循公平、公正、公开，引导性，可操作性，分类和成果导向原则，秉承“质量为本、谨慎推进”的思路，从获奖贡献、组织贡献和研究贡献三个方面竞赛数据开展排行。获奖贡献考虑“竞赛项目等级”“竞赛项目形式”“竞赛项目历史”和“竞赛项目奖项数量”四个维度；组织贡献考虑“竞赛秘书处”“竞赛承办单位”“优秀组织单位”和“优秀指导教师”四个维度。在本次发布的排行榜中，新增“研究贡献”，主要考

虑学科竞赛研究拓展、延伸的内容，包括高校学生竞赛类教学成果奖和教改论文。“全国普通高校学科竞赛排行榜”已连续4年发布，获得了高等院校和社会各界的广泛关注。

“中国大学生机械工程创新创意大赛”以拓宽大学生的科学视野，提高其创新能力、工程设计能力和工程实践能力以及创业能力为目标，下设有“铸造工艺设计大赛”（铸造分会组织）、“材料热处理创新创业大赛”（热处理分会组织）、“起重机创意大赛”（物流分会组织）、“过程装备实践与创新大赛”（压力容器分会组织）、“工业工程与精益管理创新大赛”（工业工程分会组织）、“智能制造大赛”（同济大学组织）等6项专业赛事。其中，中国机械工程学会压力容器分会与华东理工大学于2006年在全国高校中开展的“过程装备实践与创新大赛”，是最早开展的专业赛，

已经有13年赛事历史。经过多年的建设和发展，“中国大学生机械工程创新创意大赛”的规模和成效不断提升。2019年度，全国共有522所高校，2304支队伍参加比赛，参赛学生达万余名。

本次上榜，充分显示我会主办的“中国大学生机械工程创新创意大赛”作为提升大学生工程能力和创新能力的活动平台，在引导大学生开展创新创意实践探索、培养机械行业优秀人才、促进我国机械行业发展等方面取得了良好的成效，得到了高等教育学术界、高等院校和行业的广泛认可。我会将继续努力，做好“中国大学生机械工程创新创意大赛”的各项工作，不断提高赛事的水平和影响力，扩大入围榜单的阵容，为我国大学生能力培养和机械行业发展发挥重要作用。

附表，2015-2019年全国普通高校学科竞赛排行榜内竞赛项目名单。MT

2015-2019 年全国普通高校学科竞赛排行榜内竞赛项目名单

序号	竞赛名称	备注
1	中国“互联网+”大学生创新创业大赛	
2	“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛	
3	“挑战杯”中国大学生创业计划大赛	
4	ACM-ICPC 国际大学生程序设计竞赛	
5	全国大学生数学建模竞赛	
6	全国大学生电子设计竞赛	
7	全国大学生化学实验邀请赛	
8	全国高等医学院校大学生临床技能竞赛	
9	全国大学生机械创新设计大赛	
10	全国大学生结构设计竞赛	
11	全国大学生广告艺术大赛	
12	全国大学生智能汽车竞赛	
13	全国大学生交通科技大赛	
14	全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛	
15	全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛	
16	全国大学生工程训练综合能力竞赛	
17	全国大学生物流设计大赛	
18	外研社全国大学生英语系列赛-英语演讲、英语辩论、英语写作、英语阅读	
19	全国职业院校技能大赛	只纳入高职排行
20	全国大学生创新创业训练计划年会展示	
21	全国大学生机器人大赛-RoboMaster、RoboCon、RoboTac	其中, RoboTac 只纳入高职排行
22	“西门子杯”中国智能制造挑战赛	
23	全国大学生化工设计竞赛	
24	全国大学生先进成图技术与产品信息建模创新大赛	
25	中国大学生计算机设计大赛	
26	全国大学生市场调查与分析大赛	
27	中国大学生服务外包创新创业大赛	
28	两岸新锐设计竞赛“华灿奖”	
29	中国高校计算机大赛-大数据挑战赛、团体程序设计天梯赛、移动应用创新赛、网络技术挑战赛	
30	世界技能大赛	只纳入高职排行
31	世界技能大赛中国选拔赛	只纳入高职排行
32	中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛	
33	全国大学生信息安全竞赛	
34	全国周培源大学生力学竞赛	
35	中国大学生机械工程创新创业大赛-过程装备实践与创新赛、铸造工艺设计赛、材料热处理创新创业赛、起重机创意赛	
36	蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛	
37	全国大学生金相技能大赛	
38	“中国软件杯”大学生软件设计大赛	
39	全国大学生光电设计竞赛	
40	全国高校数字艺术设计大赛	
41	中美青年创客大赛	
42	全国大学生地质技能竞赛	
43	米兰设计周--中国高校设计学科师生优秀作品展	
44	全国大学生集成电路创新创业大赛	

2020 深圳再相聚

MEET AGAIN IN SHENZHEN 2020

BEW2020

第25届北京·埃森焊接与切割展览会

THE 25th BEIJING ESSEN WELDING & CUTTING FAIR

珠三角经济发展提速

Accelerated Economic Development of Pearl River Delta

东南亚市场开拓活跃

Active Market Exploration in Southeast Asia

“一带一路”东风强劲

Strong Wind of “Belt and Road”



关注我们的微信公众号，
可获取更多展会信息。



2020年6月2-5日
深圳国际会展中心

June 2-5, 2020

Shenzhen World

International Exhibition & Convention Centre



www.beijing-essen-welding.com

www.埃森焊接展.com