

2020 年度软件和信息服务技术人才 供需现状研究报告

中国软件行业协会教育与培训委员会

2021 年 3 月

目录

前言.....	5
一、软件和信息服务技术人才状况与技术发展趋势.....	7
1. 技术人才数据.....	7
2. 技术发展趋势.....	13
3. 技术人才供需现状和趋势.....	17
二、人才体系矩阵的新内涵.....	18
1. 探索型.....	19
2. 前沿型.....	20
3. 成熟型.....	20
4. 成长型.....	21
5. 服务型.....	21
6. 自由型.....	21
三、前端技术岗位要求.....	22
1. 前端技术岗位普遍的技能要求.....	22
2. 全栈型开发人才受到欢迎.....	24
3. 大前端开发受到企业青睐.....	26
4. TypeScript 和 WebAssembly 等热门和潜力技术.....	27
四、人工智能技术岗位要求.....	28
1. 人工智能岗位技术需求.....	29
2. 人工智能企业运营模式和人才培养方式.....	30
3. 人工智能企业技术岗位设置.....	34
五、软件和信息服务业人才培养.....	38
1. 产教融合模式的必备要素.....	39
2. 现阶段产教融合发展面临的主要问题.....	42

3. 产教融合的探索.....	45
六、提升人才培养对企业需求的匹配度.....	48
1. 高职院校明确人才培养定位.....	48
2. 地方政府应积极提供支持.....	50
3. 院校需要开展多类型的产教融合工作.....	50
4. 院校应建立多对多合作模式.....	53
5. 坚持院校的主导地位，灵活制定合作形式.....	53
参考资料.....	55

图表目录

图表 1	2020 年中国程序员人数.....	7
图表 2	中国程序员人数增长趋势.....	8
图表 3	2019 年前端开发岗位人才缺口.....	9
图表 4	各类教育机构毕业生从事前端岗位比率.....	10
图表 5	2019 年高职计算机专业毕业生走向.....	11
图表 6	自动驾驶等级划分与判定流程.....	15
图表 7	技术人才体系矩阵.....	19
图表 8	2019 年全球开发框架份额.....	23
图表 9	2019 年全球库和工具份额.....	23
图表 10	Web 全栈技术构架图.....	25
图表 11	阿里巴巴 AI 全景图.....	32
图表 12	研究型技术岗位体系	34
图表 13	新型技术岗位体系	36
图表 14	传统应用开发技术岗位体系.....	37
图表 15	融合模式必备要素.....	40
图表 16	软件和信息服务相关专业毕业生走向.....	51
图表 17	分类培养的目标.....	52

前言

2020 年，中国软件行业协会教育与培训委员会（简称教培委）的调研工作主要围绕高等职业院校软件和信息服务相关专业人才培养与行业企业对人才需求的适配程度展开。

随着数字化转型的浪潮愈发猛烈，三类技术人才的缺口越来越大。第一类是具备尖端技术实力的研发型人才，致力于前沿领域的技术突破；第二类是了解各类数字化产品与客户行业知识的架构型人才，擅于提出解决方案；第三类是熟练掌握数字化技能的应用型人才，为传统行业提供技术支持、为数字化企业提供客服和运维等服务。

高职院校积极开办云计算、人工智能、物联网等软件和信息服务相关专业，支持数字化转型。但是，多数院校对行业企业的技术岗位体系和具体岗位要求不够了解，难以针对企业的技术人才需求进行人才培养。2020 年，教培委通过调研，对特定领域的企业技术岗位体系与具体技术岗位的实际需求进行归纳，为院校的人才培养提供参考。

2019 年底，教培委根据数字化技术人才的整体供需情况，提出了软件和信息服务业技术人才体系矩阵。以技术人才体系矩阵为基础，2020 年教培委对多个技术领域开展调研，4 月上旬开始了面向前端开发工程师岗位的研究项目，共实地走访了 24 家企业，5 家高职院校，并对 50 余家企业和院校进行了电话访谈，深入了解前端开发工程师的岗位需求，结合高职院校目前人才培养情况，于 8 月底发布了《软件与信息技术高职毕业生职业发展环境报告：前端开发工程师》。

9 月初，教培委针对人工智能相关的技术岗位体系展开调研，共实地走访了 34 家人工智能企业，8 家高等院校，并与 60 余位技术专家和投资者进行了电话访谈。通过梳理各类型人工智能企业技术岗位设置情况，编写了《人工智能企业技术岗位设置研究报告》，并于 11 月组织人工智能企业技术负责人和院校软件和信息服务相关专业负责人进行了会议研讨，于 12 月底正式发布报告。

2020 年下半年，教培委还访谈了 20 家积极开展产教融合工作的高职院校和企业，参加了顺德职业技术学院智能制造学院发起的“中高企合作人才培养模式研讨会”，针对我国高职院校产教融合现状编写了《高职院校软件和信息服务业相关专业产教融合现状报告》，于 2021 年 2 月发布。

2021 年教培委将继续开展软件和信息服务业技术岗位和人才供需的研究工作，重点针对云服务、5G、信息安全等领域，展示行业技术发展和人才供需现状及趋势，为高等院校提供人才培养建议。

再次感谢 2020 年度参与教培委访谈工作的企业、高等院校、专家与老师。教培委的研究工作仍有许多不足之处，望大家积极给予批评指正。

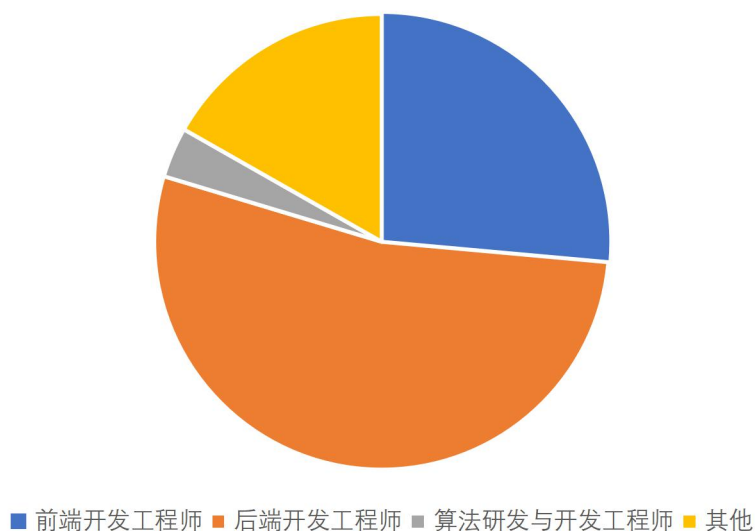
一、软件和信息服务技术人才状况与技术发展趋势

1. 技术人才数据

(1) 总体情况

教培委研究团队估计，2020 年我国程序员总人数为 280 余万人，比 2019 年增加约 13 万人。其中，前端开发工程师人数约 74 万人，后端开发工程师约 149 万人，算法研发与算法开发工程师总人数 10 万余人，此外还有运维人员、硬件开发工程师与安全、网络等领域技术人员。

2020年中国程序员人数

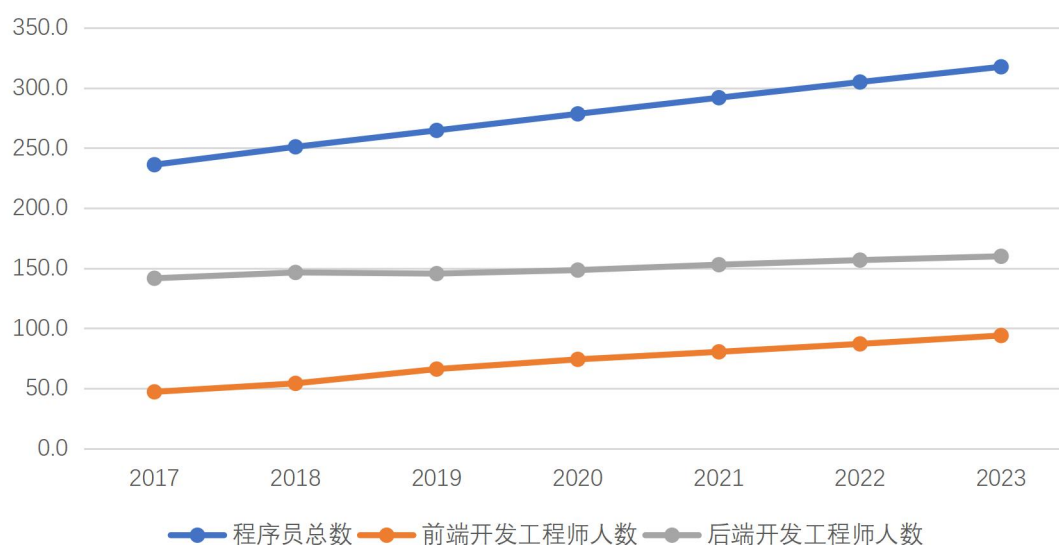


图表 1 2020 年中国程序员人数

我国程序员平均职业生命周期为 15 年，由于程序员面临较大的工作压力，技术能力强的程序员积极朝架构师、技术总监等涉及编码工作较少的技术岗位发展，技术能力

一般的程序员在一定工作年限后转型至非技术岗位。2020 年来自普通高校和高职院校的应届程序员约 30 万人，离岗的程序员约 17 万人。

中国程序员人数增长趋势（万人）



图表 2 中国程序员人数增长趋势

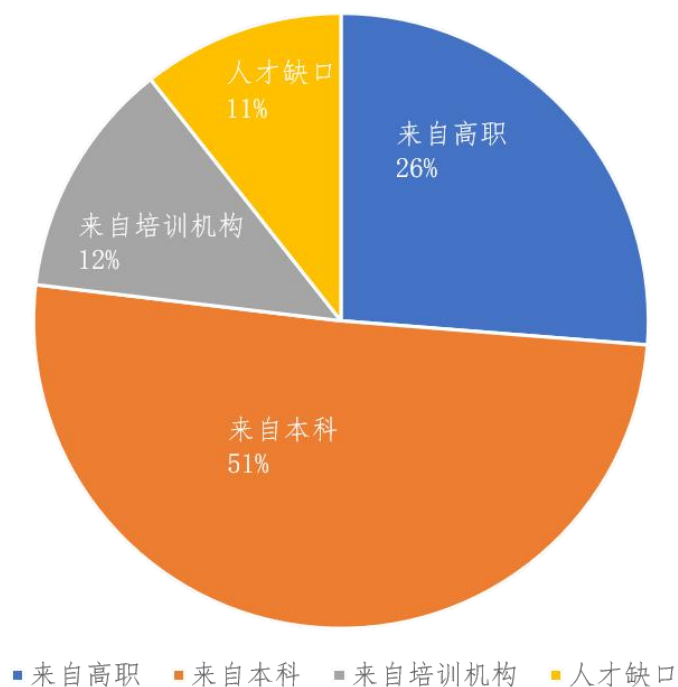
业务不同的企业人员流动率差距较大。以人工智能、云计算等新一代信息技术为核心的企业较为稳定，流动率在 10%左右。互联网企业流动率在 20%至 30%之间，项目外包企业人员流动率最高，超过 30%。

2020 年教培委专门调研了前端开发、人工智能、数据标注等技术岗位的具体人才供需情况。

(2) 前端开发

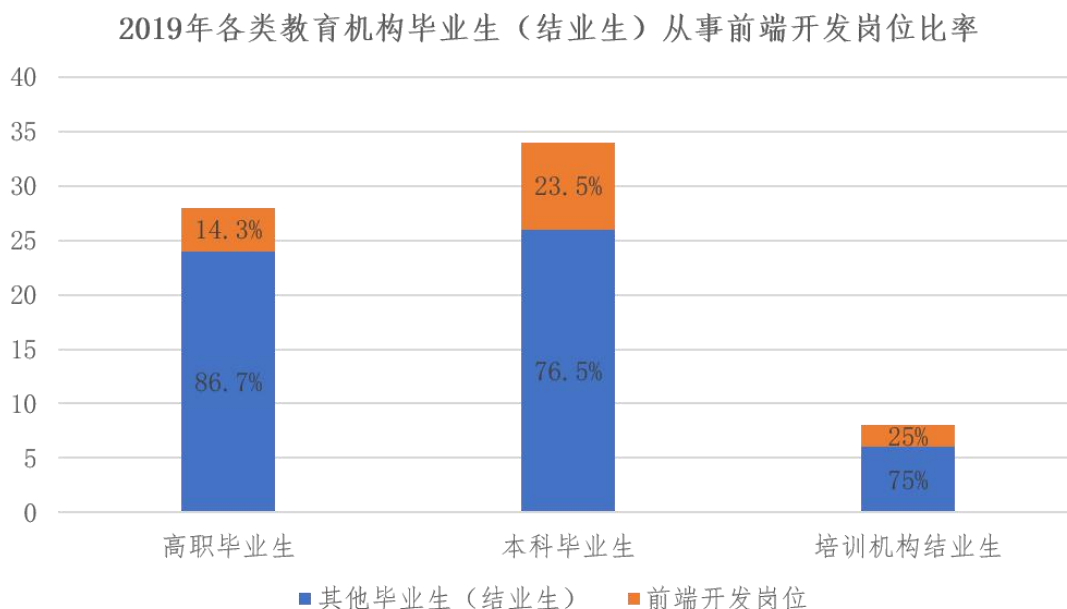
总体来看，前端开发工程师供不应求。根据教育部发布的数据，2019 年高职院校计算机相关专业毕业生 28 万余人，本科院校计算机相关专业毕业生 34 万余人，是前端初级工程师的主要人才供应渠道。通过对软件和信息技术服务业培训机构访谈，2019 年度培训机构向企业提供前端初级工程师总人数约为 2 万人。

2019年前端开发岗位人才缺口



图表 3 2019 年前端开发岗位人才缺口

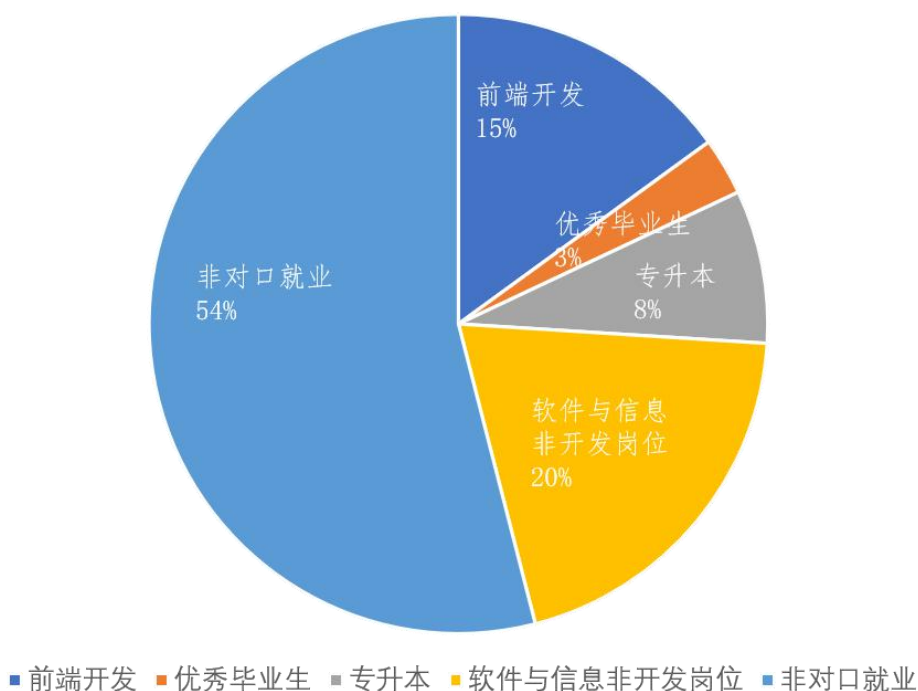
高职毕业生进行前端开发初级工程师求职时，竞争主要来自四个方面：其他高职毕业生，本科毕业生，培训机构结业人员，寻求新工作的在职人员。愿意从事前端开发岗位的本科院校毕业生竞争力最强，但占比较低，根据不完全统计推测，毕业后选择从事前端开发岗位的本科毕业生不足 25%。



图表 4 各类教育机构毕业生从事前端岗位比率

大部分高职院校毕业生由于不具备能够担任开发工程师的能力，选择非开发岗位或进入其他行业。优秀的 20%左右毕业生中，其中 8%左右选择专升本，3%左右顶尖的毕业生被成熟型企业选拔和培养，其他 10%-12%的毕业生可以在成长型或服务型企业从事前端开发初级工程师工作。

2019年高职计算机专业毕业生走向



图表 5 2019 年高职计算机专业毕业生走向

高职院校计算机相关专业优秀的 20% 毕业生以外，另有 20% 左右的毕业生掌握一定的计算机相关专业知识，但自身能力有限，他们退而求其次选择测试、运维、客户服务、销售等信息技术服务业岗位。另有一半以上的毕业生无法进入软件与信息技术服务业工作，选择非对口就业。

(3) 人工智能

我国 2020 年在职人工智能技术人员约 7 万人，包括算法研发类、算法开发类、芯片设计类等多种技术岗位，对人工智能技术没有要求或不需要深入了解的知识工程和应用开发岗位不在统计范围之内。目前在人才市场中求职的人工智能技术人员约 3 万人，企业需求数量约 5 万人，领英 2017 年发布的《全球 AI 领域人才报告》指出，2017 年全球人工智能技术人员数量超过 190 万人，其中美国拥有 85 万人。根据 TalentSeer2020 年发布的数据，在过去的四年中，人工智能技术人员的需求量以每年 74% 的速度增长，

其中最热门的职位包括机器学习工程师、深度学习工程师、数据科学家和算法开发工程师等。工作经验和教育背景等因素会影响技术人才的薪酬待遇。可以预见随着我国人工智能领域商业化探索逐渐深入，人工智能技术人才呈现供不应求局面，且人才需求量将稳步上升。

（4） 数据标注

专业的数据标注工作包含分类、画框、描点等。分类标注是从标签集中选择数据所对应的标签，是封闭集合，如标注图片中的男人、女人、小孩等，或标注语句中的主语、谓语、宾语、名词、动词等。画框标注通常用于计算机视觉，需要工作者框定要检测的对象，如图片中的人脸、车辆等。描点标注用于对于特征要求细致的场景，如人体关节、面部特征等。数据标注的内容、输出的格式、精细程度等可以根据客户需求定制化。

数据标注员的从业门槛较低，掌握基础的计算机操作技能即可通过学习使用数据标注工具达到上岗要求。为人工智能训练模型提供数据标注服务的企业普遍招收中职和高职学历的员工。根据应用场景的不同，数据标注工作的复杂度差异较大，例如，熟练的数据标注员可以每天完成两千余张普通图片的分类标注，而只能完成三百张自动驾驶所需要的激光雷达点云标注。

标注工作不需要太多专业知识时，数据标注员可以自行完成工作，如为图片中的车辆、人物画框。标注工作需要较多专业知识时，如法律文本的标注，客户的知识工程团队会对数据标注员进行培训，让其执行标注方案，并对标注结果审核。标注工作专业性较强时，如医学图像的标注，人工智能企业通常选择由内部的知识工程化团队进行标注工作。

目前我国数据标注员从业人数在 2 万至 4 万之间，由于专业性较低，客服、运维等其他岗位工作者也可兼职从事数据标注工作。数据标注员在熟悉某一行业的专业知识后，可以晋升为审核员，对标注结果进行审核。数据标注企业通过研发标注工具、提升标注

员行业知识水平来提升工作效率和服务质量，可以预见，这类企业的人才需求也将逐渐向知识工程转变。

2. 技术发展趋势

(1) RPA

RPA 是相对简单但功能强大的自动化人工智能应用，可以让企业将简单的业务流程自动化，在节省人力成本的同时减少失误，提高合规性与工作效率。目前，RPA 已在金融、会计、法律、医药、制造、物流等行业广泛应用，可以取代大部分需要重复操作的人工岗位。

Forrester 于 2020 年预测，全球 RPA 软件市场将于 2023 年增长到 42 亿美元，RPA 服务市场将达到 120 亿美元，北美和欧洲仍然占据了市场的大部分份额。亚太地区 RPA 软件市场规模预计于 2021 年达到 8 亿美元，中国 RPA 市场正在迎来爆发点。

RPA 在取代高重复性人工工作的同时，也创造了新的知识工程类岗位。这些岗位需要来自金融、法律、医学等领域的专业人才，以行业知识为基础，进行数据规范、清洗等工作，为算法开发工程师提供训练资源。

(2) 数字孪生

数字孪生概念起源于产品全生命周期管理 (PLM)，最早应用于航空航天领域，涵义是以特定目的为导向对物理世界现实对象的数字化表达。这一对象不仅包括产品、设备、建筑物等“实物”，也包括企业组织、城市等“实体”。通过对物理对象构建数字孪生模型，实现物理对象和数字孪生模型的双向映射。

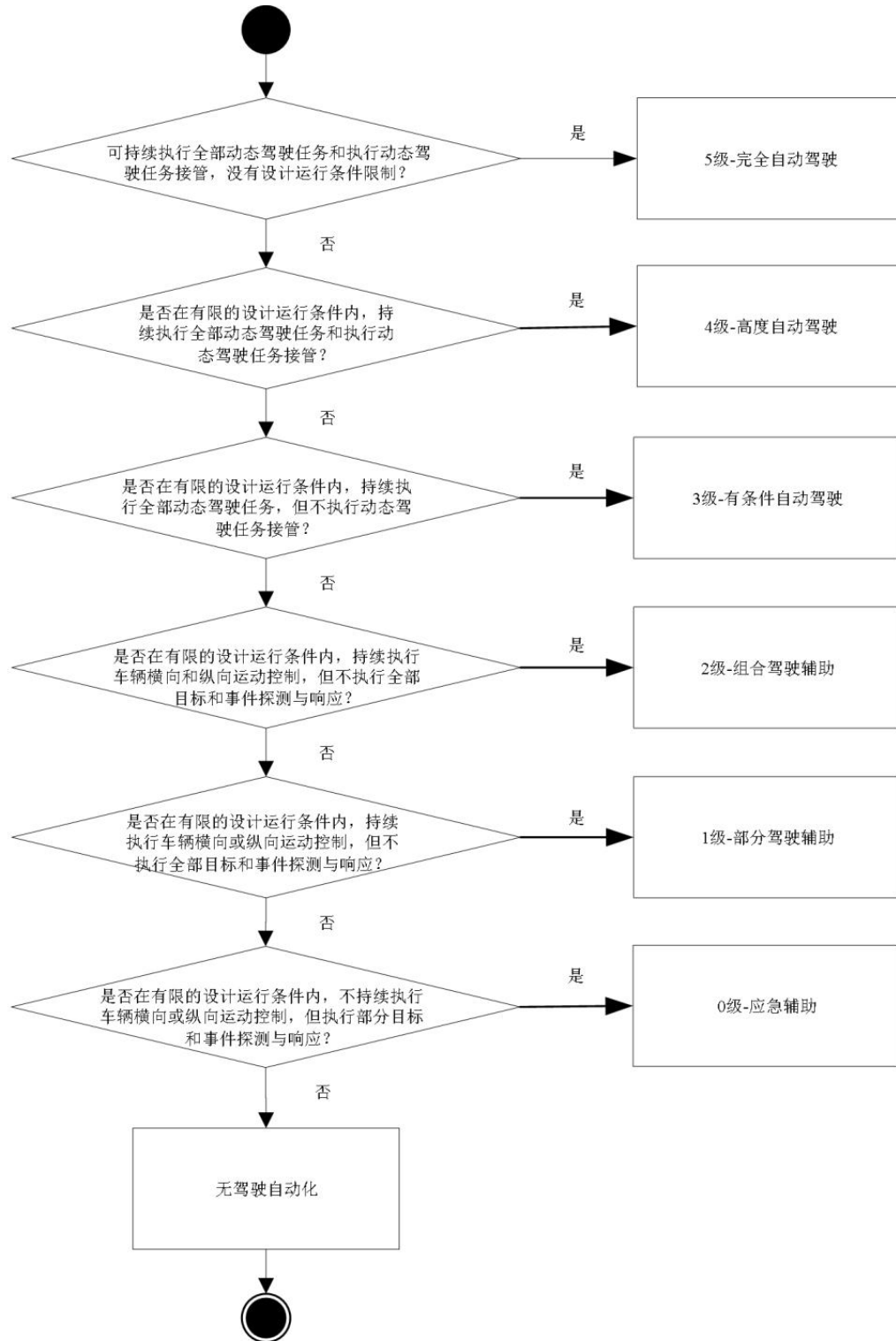
目前传感技术向微型化和集成化发展，支撑数字孪生更深入地获取物理对象数据。一是传感器向微型化发展，能够被集成到智能产品中，实现更深层次的数据感知。二是

多类传感能力集成至单个传感模块，支撑实现更丰富的数据感知获取。多传感器融合技术基于多数据融合分析提升决策水平。

数字孪生技术在智能制造领域的应用有重要意义，可改进制造工艺流程、提高生产效率与质量。数字孪生具备虚实融合与实时交互、迭代运行与优化，以及全要素、全流程、全业务数据驱动等特点，目前已被应用到产品生命周期各个阶段，包括产品设计、制造、服务与运维等。

（3）限定场景的自动驾驶

2020 年 3 月，工业和信息化部发布了《〈汽车驾驶自动化分级〉推荐性国家标准报批公示》，规定了自动驾驶 0 级至 5 级的判定方式。



图表 6 自动驾驶等级划分与判定流程（来源：工业和信息化部）

目前人工智能企业的自动驾驶技术不超过 4 级，我国大部分投入应用的无人驾驶技术正处于 2 级至 3 级的转化阶段，在园区、机场、矿区、港口等限定场景下商业化进展较快。限定场景环境较为简单，车辆、行人数量少，车辆行驶速度低，对计算能力要求较低。限定场景自动驾驶主要应用包含无人行李车、无人配送车、无人清扫车等。

未来限定场景下自动驾驶应用将提供更加稳定的性能、不断降低的成本和强大的场景复制能力。与此同时，自动驾驶的功能细节和用户使用的便利性也将提升，自动驾驶远程接管员、运维员、平台管理员等新岗位将出现。

在开放道路场景下，自动驾驶商业化还需要较长的发展时间。同限定场景相比，开放道路上的行人和车辆数量多，行为类型复杂，对自动驾驶技术计算能力要求高。当前阶段，开放道路场景下自动驾驶车辆多为乘用车和商用车，配有驾驶位，无法去掉安全员。开放道路场景下自动驾驶技术依靠云计算与边缘计算，将道路和车辆信息进行收集整理和分析规划，车辆需加装多种高性能传感器，制造成本因此上升，市场化难度较大。

(4) 5G

根据中国信息通信研究院发布的数据，截止至 2020 年 10 月，中国已累计建设 5G 基站超 70 万个，5G 终端连接数超过 1.8 亿。2020 年 11 月起，中国电信与中国移动先后宣布 5G 独立组网（SA）规模商用，中国联通也加紧从 5G 非独立组网到 5G 独立组网过渡，为端到端网络切片技术以及面向行业应用创造了基础条件。

2020 年全球 5G 网络市场规模超过 100 亿美元，基站出货量超过 100 万个。我国 5G 基站在全球市场份额保持领先。华为、中兴 5G 基站在 2020 年第二季度全球市场份额（按营收）分别达到 49.4% 和 18.5%，排名第一和第二。截至 2020 年 10 月，全球共发布 5G 终端 444 款，华为、小米、OPPO、VIVO 在 2020 年一季度全球 5G 手机市场份额分别为 33.3%、12%、10.4%、5%，位列二到五位，市场总份额超过 60%。

5G 技术标准沿着增强 5G 技术能力和支撑垂直行业应用两方向持续演进发展，5G 增强技术标准、端到端网络切片技术、5G 行业虚拟专网技术等取得阶段性进展。3GPP 于 2020 年 6 月正式发布 5G R16 标准，相比 R15，R16 标准的关键性能、应用能力和网络基础能力均显著提升。关键性能方面，R16 对低时延和高可靠性能进行了增强，实现空口单向时延小于 1ms、可靠性达到 99.9999%。此外，R16 增强了网络数据承载能力，特别是毫米波通信能力，扩展毫米波应用场景。网络基础能力方面，R16 持续增强 R15 的若干基础功能，显著提升网络自组织、自动化运营、米级定位等。应用能力方面，R16 完成后 5G 场景将扩大到人与物、物与物的连接，特别是低时延高可靠垂直行业的应用，重点支持工业互联网及自动化、车联网、远程驾驶、智能电力分配等应用场景，并通过支持时间敏感网络协议，实现微秒级的时延抖动，为垂直行业应用提供灵活的网络部署模式。

3. 技术人才供需现状和趋势

市场对程序员的需求保持平稳，程序员数量将持续增加。未来在人工智能技术的辅助下，大量的基础开发任务将程序来完成，从而使得程序员的职业生命周期逐渐延长，短期内程序员的人才需求量将不再出现爆发式增长。

我国企业对软件和信息服务技术人才的需求集中在中、高级工程师，但是由于拥有工作经验的程序员供不应求，重点高等院校毕业生变得抢手，成长型与成熟型企业（详见图表 7）普遍反应在校招方面难以吸引一本院校毕业生。

云计算和大数据的发展推动了产品的迭代速度加快，技术团队的小型化、敏捷化也要求程序员担任更多的技术角色，传统前后端程序员的界限逐渐模糊，前端程序员需要掌握一定的后端技能成为趋势，全栈程序员的需求大幅增加。

随着 PaaS 的功能逐渐丰富和强大，大量开发任务变得集中，促使开发程序员向研发程序员升级，研发程序员需求量将持续增加。

新兴非技术岗位将产生更多的人才需求，例如云计算咨询师、数据标注员、知识工程化人才等。

二、人才体系矩阵的新内涵

2019 年，教培委提出软件和信息服务业技术人才体系矩阵，展示了行业企业、技术人才和教育机构的生态全景。随着 2020 年的研究不断深入，教培委对技术人才体系矩阵也进行了更新，力求如实反映软件和信息服务业技术人才供需情况。

结构上，人才体系矩阵由五个层级更新为六种类型，将应用级和项目级企业重新划分为成熟型、成长型与服务型三种类型。

类别	企业特点	企业类型	企业市值	技术人才需求	教育机构
探索型	拥有前沿技术，企业规模大、业务范围广、生态体系较为完善，推动多个领域的技术进步	腾讯、华为、阿里巴巴、苹果、谷歌、亚马逊等国内外名企	2000 亿美元以上	看重人才的基础素质，期待技术人才求知欲旺盛，自我驱动力、学习能力与解决问题的能力强	海内外名校。培养高端科研人才，注重基础学科的教学和思维方式的培养
前沿型	科研实力强，在各自的领域处于技术领先地位，有被市场广泛接受的产品和服务，具备一定程度的影响力	超级独角兽企业和知名大型企业	300 亿至 2000 亿美元		海内外名校与双一流院校。培养科研人才与开发人才，注重算法、框架等顶层构架
成熟型	拥有具有竞争力的产品和服务，提供行业解决方案能力很强	具有一定规模、业务与商业模式稳定的企业	10 亿至 300 亿美元	主要需求高素质，并具备工作经验的人才	以一本院校为主，尽力寻找双一流院校出身的人才。更看重人才的工作经

类别	企业特点	企业类型	企业市值	技术人才需求	教育机构
成长型	拥有自研产品，业务围绕自研产品展开，在市场中处于成长期	拥有技术班底和自研产品的中小型企业	/		验与实操技能
服务型	为客户提供服务，业务以项目为主	各类项目外包型企业与解决方案提供商	/	综合素质较好，实践能力强，沟通能力强，熟悉客户行业应用场景	普通本科与高职院校。注重实践与操作能力
自由型	熟练使用特定技术的个人或组织	以工作室、新媒体、自由职业者等形式存在	/	熟悉完整的工作流程，实操能力强	/

图表 7 技术人才体系矩阵

1. 探索型

探索型企业包含阿里巴巴、腾讯、华为等国内企业，和微软、苹果、亚马逊、谷歌等国际企业。在各自领域具有决定性影响力，拥有领先的技术优势。这类企业的市值通常在 2000 亿美元以上，业务范围广，在多个领域建立了较为繁荣的合作生态，为保持行业领先地位，长期投入大量资源用于技术研发，通过组建大规模技术研究团队，保持企业的技术优势。

探索型企业对技术人才的学习能力、逻辑思维、解决问题能力与创新需求最高，渴求复合型人才，重视招聘海内外名校和双一流院校最优秀的毕业生，看重人才的潜力。

企业通常拥有完善的培训体系和充足的学习资源来支持员工的成长，对他们在校期间所学专业与已经掌握的技能关注度不高。

2. 前沿型

前沿型企业包括百度、京东等知名大型企业，和拼多多、字节跳动等超级独角兽企业，市值通常在 300 亿美元以上。这类企业科研实力强，在各自的领域处于技术领先地位，积极以自身为核心建设生态体系。与探索型企业相比，前沿型企业的市值与生态规模较小，商业领域较少。

前沿型企业对人才创新能力需求高，渴求复合型人才，对校园招聘的重视程度与社会招聘相当，前沿型企业比探索型企业更重视员工的工作经验，对员工的交付能力要求更高，同时也期待员工在组织内部快成长。企业拥有充足的学习资源，但通常不会开设长周期的培训，期待员工在工作之余自己学习成长。

3. 成熟型

成熟型企业拥有竞争力强的产品和服务，并占据了一定的市场份额，市值通常在 10 亿美元以上。这类企业的研发重心在于将新技术投入到自身的产品和服务中，提升核心竞争力，并有一定资源来对新技术进行研发，探索新的商业模式。

成熟型企业更青睐具备一定工作经验的员工，除技术能力外，需要员工具有场景化思维方式，强调技术与行业相结合，为不同行业用户提供适合的解决方案。大部分成熟型企业的校招比率较低，具有工作经验的年轻人是成熟型企业的主力军。规模较大的成熟型企业会招收应届生，对他们进行在岗培训，部分企业会建设内部学习平台来为员工提供学习资源。

4. 成长型

成长型企业也包含大量的科技型中小企业，如独立软件开发商、APP 与游戏开发商等。拥有优秀的创始团队与技术积累，开发了产品或服务，正在创建商业模式，积累用户。

成长型企业通常只招收经验丰富的员工，期待新员工可以快速上手工作。对技术人员除技术应用能力外，重视员工解决问题、团队合作和项目管控的能力。大部分成长型企业不会对新员工开展专门的培训环节，经验较少的新员工通常由老员工带领，熟悉工作流程。

5. 服务型

服务型企业以完成客户项目作为主要盈利模式，软件外包类企业和解决方案提供商是典型的服务型企业。

服务型企业专注于为客户解决特定的问题，需要人才具有很强的实践、应用能力，并且需要技术人员根据以往项目经验为客户提供解决方案，往往要求技术人员在客户处驻场并同客户的业务团队协同工作，对沟通与应变能力要求较高。服务型企业人力资源管理多采用项目团队方式，由于员工流动率较高，对应聘者学历背景重视程度较低。企业青睐一本院校毕业生，大多数企业也愿意接受二本院校与高职院校的优秀人才。

6. 自由型

自由型组织包含各类开发工作室、自媒体、自由工作者。随着项目对接渠道、微信公众号、短视频应用等平台的发展，大量个人或小微组织可以利用这些互联网资源开展业务，丰富了软件和信息服务业生态。

这类组织没有固定的形式，人员类型多样，包含程序员、平面和视频设计师、自媒体创作者、应届毕业生、主播等。

三、前端技术岗位要求

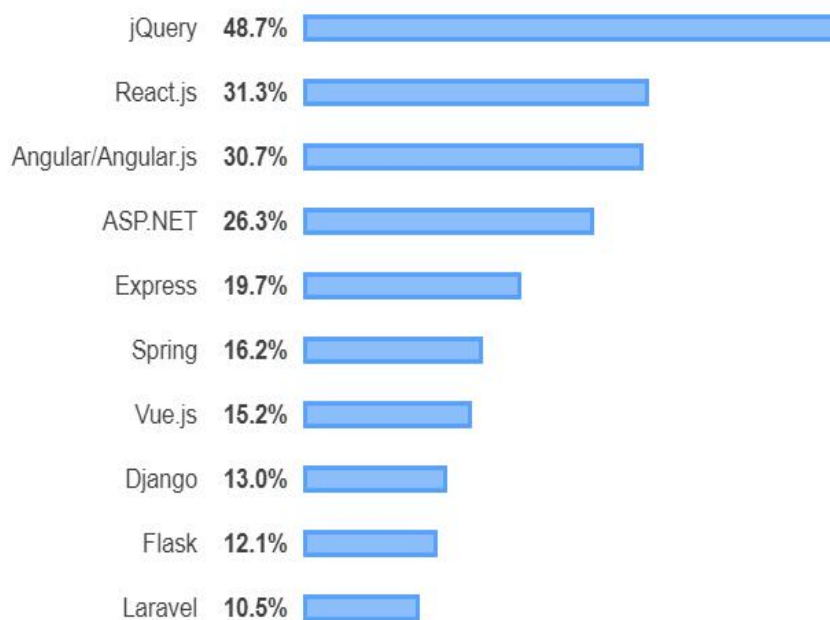
1. 前端技术岗位普遍的技能要求

前端开发以 HTML、CSS 与 JavaScript 技术为核心。在网站构建方面，HTML5 受到主流浏览器的支持与各大厂商的推广，成为中国使用率最高的技术。.NET 技术在中国已处于被淘汰状态，但在全球范围仍有较大份额。目前在传统企业与部分外企中仍有 ASP.NET 与 PHP 运行。CSS3 已经被大部分浏览器支持和应用，目前蓬勃发展的封装与组件技术使得页面开发越来越便捷，而快速掌握开发工具需要工程师对 CSS 技术原理有深入了解。JavaScript 也有多种简化开发框架，JSON 与 JQuery 具有简化 Web 开发功能，目前 JQuery 由于其低效，正在被市场逐渐淘汰，但在运行的项目中仍具有较大份额。

ASP.NET 是一个使用 HTML、CSS、JavaScript 和服务端脚本创建网页和网站的开发框架。支持三种不同的开发模式：Web Pages (Web 页面)、MVC (Model View Controller 模型-视图-控制器)、Web Forms (Web 窗体)，但由于 ASP.NET 多次出现严重安全漏洞，在国内的使用份额在迅速缩小。

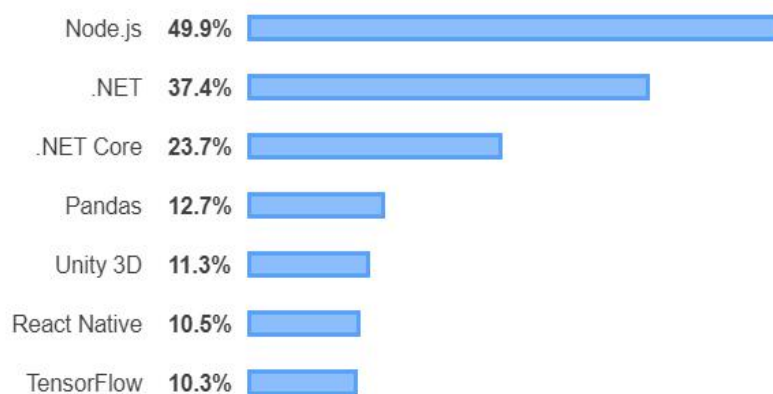
PHP 作为开源脚本语言，可以嵌入到 HTML 中进行 Web 开发，并适合编写 Web 中间层，曾被广泛使用。但 PHP 在构建大型网站与完成当前流行的微服务项目方面没有优势，国内对 PHP 工程师的需求量在逐渐缩小。

2019 年全球开发框架份额



图表 8 2019 年全球开发框架份额 (Stack Overflow, Developer Survey Results 2019)

2019 年全球库和工具份额



图表 9 2019 年全球库和工具份额 (Stack Overflow, Developer Survey Results 2019)

Node.js 是能够在服务器端运行 JavaScript 的开放源代码、跨平台的 JavaScript 运行环境。对于掌握 JavaScript 的工程师，Node.js 易学易用。一方面，Node.js 允许前端开发工程师进行一系列服务器端的操作，另一方面 Node.js 的非阻塞和事件驱动功能大大提升了服务器与前端交互的性能。

MySQL 是当前国内应用最广泛的关系型数据库，具有性能高、成本低、可靠性好的特点。搭配 Spring 逻辑开发，可以使前端工程师初步具有全栈技能雏形。其他类型数据库、信息安全技术、版本管理、模型与消息中间件相关知识，前端开发初级工程师可根据具体工作内容，按照职业规划进行安排学习。

Vue.js 是一个轻巧、高性能、可组件化的 MVVM 库，同时拥有非常容易上手的 API。Vue 是轻量级框架，具有简单易学、双向数据绑定、组件化、数据和结构的分离、虚拟 DOM、运行速度快等特性，在国内占据较高市场份额。另外，从发展角度看，React 性能高，适用大型项目开发，市场份额一直呈上涨趋势。在国内特有的小程序前端开发领域，不同厂商也推出了适配自身业务的小程序开发框架。

此外，企业对前端框架的应用偏好还取决于技术负责人的经验领域、项目性质和公司技术积淀。企业在实施大型项目时往往更加看重稳定性，不会贸然实践新技术。值得指出的是，某些特定行业技术人员愿意对新技术做二次封装，形成特殊框架来适应行业特点。

目前来看，毕业生最值得掌握的前端技术框架仍为 Vue，应尽量熟练掌握原理和应用，在此基础上，锻炼解决实际问题的能力，以便在工作中对新的技术框架实现快速学习和应用。

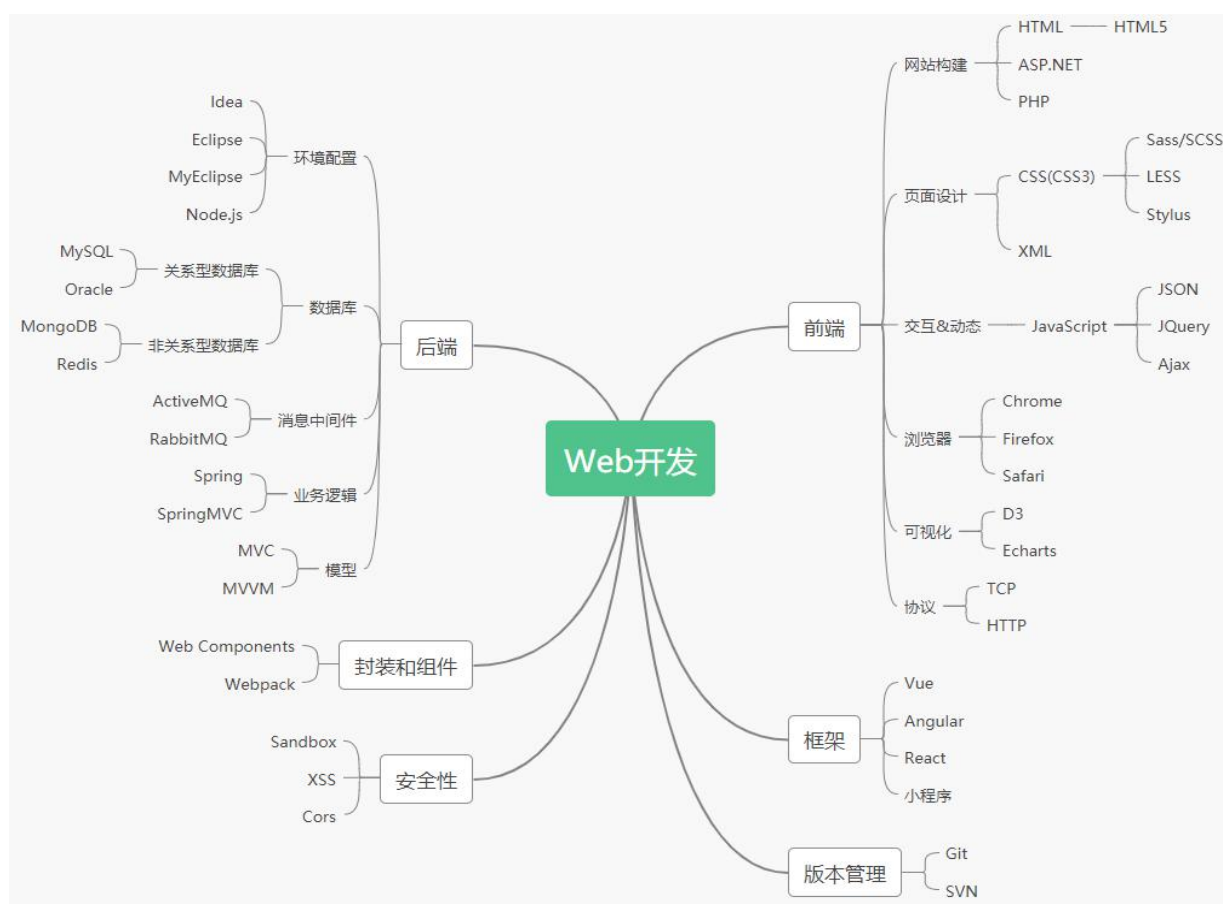
2. 全栈型开发人才受到欢迎

数字化转型时代下，全栈开发工程师受到广泛欢迎。成长型企业与部分成熟型企业通常没有管理大量后台数据的任务，期待一位工程师可以完成前端开发并管理数据库。

大型企业业务复杂，期待拥有全栈知识的人才进入项目团队降低前后端沟通成本，提高开发效率。

在开发复杂项目过程中，需要全栈工程师的全局性思维，如设置全栈的开发环境和 workflow、构建后端服务 API 和微服务、数据库操作、能够独立开发应用、部署到云端。这类工作中全栈工程师的地位目前无可取代。

软件和信息服务技术人员更换工作较为频繁，高职毕业生进行职业规划时，将自己培养成全栈型人才有利于提高自己的个人价值，在职业发展上拥有更多选择空间。



图表 10 Web 全栈技术架构图

上图为当前主流 Web 开发全栈技术，通常 Web 全栈开发工程师的工作重心依然是前端开发，对其他方面的技术有较为全面的了解。拥有三年以上经验的全栈开发工程师年薪可以普遍达到 30 万元以上。

3. 大前端开发受到企业青睐

目前,Windows、iOS、Android 是主流操作系统。通过一次开发来适用所有平台，开发者不需要多次进行原生开发即是大前端开发的特点。大前端的设计核心为通过跨平台开发来消除不同平台开发的差异，避免因各个平台使用的技术栈不一样而导致代码无法复用，进而增加成本的问题。

发展较早的跨平台开发技术为 HTML5 与原生混合开发，又称 Hybrid 开发，微信、淘宝、美团、爱奇艺等知名移动应用均使用这种模式开发。这类框架主要原理就是将 App 的一部分需要动态变动的内容通过 HTML5 来实现，通过原生的网页加载控件 WebView (Android) 或 WKWebView (iOS)，HTML5 部分是可以随时改变而不用发版，这样就解决了动态化的需求。

另一种跨平台开发解决方式为 JavaScript 开发配合原生渲染。这类开源框架的代表主要是 Facebook 的 React Native、阿里的 Weex，也有未开源的美团 Picasso，以及最新推出的快应用。原生渲染使得性能与动态化程度大幅度超出 HTML5，并且支持热更新。

还有两种发展势头迅猛的解决方式为 Google 推出的 Flutter 与 PWA (Progress Web App)。Google 的品牌效应为 Flutter 吸引了大量开发者，提供了相当规模的生态内容，开发者可以通过 Dart 语言开发 App，一套代码同时运行在 iOS 和 Android 平台。Flutter 提供了丰富的组件、接口，开发者可以很快地为 Flutter 添加原生扩展。Flutter 既不使用 WebView，也不使用操作系统的原生控件，相反，Flutter 使用自己的高性能渲染

引擎来绘制 widget，这样不仅可以保证在 Android 和 iOS 上 UI 的一致性，而且也可以避免对原生控件依赖而带来的限制及高昂的维护成本。

PWA 本质上是 Web App，借助一些新技术也具备了 Native App 的一些特性，比如离线能力、本地缓存和通知推送。PWA 兼具 Web App 和 Native App 的优点，看起来更像一个原生 App。PWA 完全使用前端技术栈，不过它需要手机和浏览器的支持，目前支持 Service Worker 和 Google Play Service 的 Android 手机，以及搭载 11.3 以上的 iOS 手机可以使用 PWA。PWA 在国内受关注较少，但 PWA 的设计思路最符合大前端理念，具有良好的发展前景。

小程序的火爆带动了一套独特的跨平台解决方案。小程序 HTML5 内嵌开发方式自带跨主流平台能力，性能与功能受到少量限制。Taro 和 Uni-App 采用跨多端的实现方式，支持一次开发，自动生成能运行在微信、百度、支付宝、字节跳动、QQ、小程序、快应用、H5、React Native 等的应用，比较适合那些功能需要同时满足多个小程序应用的场景的项目。

大前端相关的跨平台开发技术可以为企业显著降低开发成本，未来会持续受到追捧。优秀的高职毕业生可根据自身情况选择一到两种解决方案进行学习和掌握。

4. TypeScript 和 WebAssembly 等热门和潜力技术

TypeScript 是有类型定义的 JavaScript 的超集，包括 ES5、ES6 和其他一些诸如反射、泛型、类型定义、命名空间等特征的集合，为了大规模 JavaScript 应用开发而生。TypeScript 在开源社区的关注度迅速升温，大量重量级前端开源项目如 Angular、Vue3.0 采用 TypeScript 开发。TypeScript 在编码时可以规避 JavaScript 易出现的类型错误，受到程序员喜爱。强类型约束和静态检查，以及智能 IDE 可以规避因不同程序员注入程序时遗留的隐患，可以降低软件腐化的速度，提升可维护性。此外，TypeScript

理论上可以支持 JavaScript 现有代码，对于前端工程师而言学习成本低，易于解决版本兼容问题。

WebAssembly 是一种新的字节码格式，目前主流浏览器都已经支持 WebAssembly。和 JavaScript 需要解释执行不同的是，WebAssembly 字节码和底层机器码很相似，可以快速装载运行，因此性能相对于 JavaScript 解释执行而言有了极大的提升。有了 WebAssembly，在浏览器上可以跑任何语言。如 TypeScript 原本需要转译为 JS 才能被执行的，而 WebAssembly 是在浏览器里嵌入虚拟机，直接执行，不需要转译，执行效率大幅提高。WebAssembly 是一门不同于 JavaScript 的语言，但是，它不是用来取代 JavaScript 的。相反，它被设计为和 JavaScript 一起协同工作，从而使得网络开发者能够利用两种语言的优势。与 JavaScript 是一种高级语言相对，WebAssembly 是一门低级的类汇编语言。它有一种紧凑的二进制格式，使其能够以接近原生性能的速度运行，并且为诸如 C++ 和 Rust 等拥有低级的内存模型语言提供了一个编译目标以便它们能够在网络上运行。高级工程师需要掌握程序优化技能，WebAssembly 有潜力成为前端工程师职业发展道路上突破上升瓶颈的关键技术。

四、人工智能技术岗位要求

目前我国人工智能技术人才需求缺口主要来自三个方面：第一方面是非常缺少能够推动人工智能前沿技术与基础理论发展的顶尖人才，探索型和前沿型大型数字化企业愿意投入巨额成本获得此类人才，他们将目光投向海内外名校，挑选高潜力毕业生进行培养；第二方面缺少的是能够将人工智能前沿理论同实际算法模型相结合的人才，他们擅长设计和改进算法模型，这类人才受到探索型和前沿型大型数字化企业，以及人工智能头部企业欢迎；第三方面缺乏的是能够将人工智能技术与行业需求相结合的人才，他们可以深度理解应用场景，通过人工智能技术帮助用户降低运营成本、提升工作效率、改善产品与服务质量，这类人才的需求数量最多。

目前大部分人工智能技术岗位求职者是期待转岗的在职工程师，他们的人工智能知识主要通过自主学习或在工作中不断积累获得。有相当多的高校已经开设或正在建设人工智能专业，预计 3 至 5 年后每年将有超过一万人工智能专业毕业生进入人才市场求职。

除技术岗位体系以外，知识工程岗位大规模人才需求还未显现。教培委研究团队认为，知识工程类人才将成为人工智能行业发展的必需，我国互联网的海量数据与各类传感器生成的庞大数据，决定了对该类人才的大量需求，未来知识工程类人才数量将超过人工智能其他技术人才。

1. 人工智能岗位技术需求

大部分人工智能技术岗位要求从业人员具备扎实的软件开发基础，熟练掌握 C/C++、Python、Java、Shell、MATLAB 等编程语言；熟悉 Linux、Hadoop、Spark、Hive 等大数据计算工具；掌握 Caffe、TensorFlow、Parameter Server、MXNet、PyTorch、Keras、Scikit-learn、XGBoost、LightGBM 等深度学习框架和函数库；具备扎实的算法基础，熟练掌握深度学习以及相关的计算机视觉、自然语言处理等方向的常用算法，包括但不限于概率推理、概率图模型、强化学习、迁移学习、对抗学习、大规模优化、语义理解、问答系统、文本分类、图像分类、目标检测等；掌握大数据环境下的数据处理能力，如文本、图像、文档、网页等数据的导入、加工、转化等。

除在算法层面进行研究的探索型和前沿型大型数字化企业外，其他人工智能企业核心的技术人才为算法工程团队。另外，多数人工智能企业还未建立知识工程化团队进行不同维度的数据收集和处理，随着人工智能行业应用不断发展，知识工程化人才需求量将上升。

探索型和前沿型大型数字化企业重视人才的创造力、批判性思维、成长潜力、适应能力和沟通能力，通过教育背景筛选基础素质高的人才。这些企业的人工智能相关部门

会招收海内外顶尖高校硕士与博士应届毕业生进行培养。其他人工智能企业则通过社会招聘有经验的算法研究与算法工程人才，几乎不招聘应届毕业生。

人工智能领域技术人才的学习能力高于软件与信息技术服务业其他领域，技术人员能够不断学习新算法、框架与模型，对特定行业的业务有深入理解，有能力快速了解新行业知识。

根据教培委研究团队的调研，虽然人工智能行业技术人才供不应求，但企业技术人员流动率不超过 10%，低于软件和信息技术服务业平均水平。主要原因是人工智能企业需要技术人员对所服务的行业业务有深入了解，必须长期积累应用场景经验，因此企业愿意为经验丰富的员工提供优厚的待遇。另外，人工智能企业所服务的用户差异较大，技术人员的工作经验复用性低，因此比较稳定。

人工智能企业参与校企合作的意愿强烈，帮助高校培养人工智能技术人才。其原因主要有三个方面。第一方面，当前有经验的人工智能人才成本较高，招聘难度大，企业希望将成熟的行业应用场景和真实项目融入到高校课程体系，培养具有一定项目经验的毕业生满足自身的人才需求；第二方面，企业希望利用高校在行业知识和技术上的优势，通过共建实验室等方式进行算法工程化研究和开发；第三方面，人工智能企业希望将自身的技术和行业应用场景经验转化为人工智能的师资和课程，同高校进行专业共建。

2. 人工智能企业运营模式和人才培养方式

教培委研究团队调研发现，人工智能企业运营模式差异较大，不同类型的人工智能企业对人才的培养和校企合作的方式也不相同。从企业掌握的核心技术与提供的产品和服务分析，运营模式可以分为三类：第一类以探索型和前沿型大型数字化企业为主，他们拥有自主研发的人工智能算法，同合作伙伴一起建立以自身为核心的人工智能应用生态；第二类以人工智能头部企业为主，在特定行业应用场景具有技术优势，提供封装技术和解决方案，不断将自身的技术能力转化为商业应用；第三类以成熟型软件和信息技

术服务企业与数字化转型的传统企业为主，采用成熟的人工智能技术解决方案，根据具体业务场景进行不断优化。

(1) 构建人工智能应用生态

探索型和前沿型的大型数字化企业，有雄厚的人工智能技术积累和强大的算法、框架研发能力，通过搭建平台为合作伙伴提供人工智能技术，将算法优势应用到具体业务场景，建立应用生态。

以阿里巴巴人工智能战略为例，如其在 2019 年云栖大会发布的“AI 全景图”所示，在“AI 平台”“AI 算法”“AI 引擎框架”“AI 云服务”“AI 芯片”“产业 AI”等多个方面向合作伙伴提供人工智能技术，以“云+AI+IoT”的模式进行应用生态的全面布局。阿里巴巴开展的人工智能芯片研发，主要集中在 GPU 方面。

这类企业重视人才培养，通过同高校建立联合实验室、提供大量实习机会等方式，招收表现优异的毕业生。同时，积极同高校开展学科共建，通过 1+X 证书等校企合作方式，将内部培训课程和真实项目融入到教学中。

（2）自上而下寻找应用场景

成熟型的人工智能头部企业，如商汤科技、云从科技等，在人工智能特定技术领域具有先发优势，能够将人工智能技术应用到多个具体业务场景，积极寻找商业模式并开发商业化应用。

这类企业主要通过应用人工智能计算机视觉等技术，服务安防、金融等行业客户。它们也不断探索和发掘 ToB（面向企业）与 ToC（面向消费者）的应用场景，根据用户需求来改进产品和服务。例如，商汤科技所建立的“1（技术研究）+1（产品及解决方案）+X（行业）”模式，追求从技术、数据到产业的闭环效应，通过不断开创新应用场景来推动产业智能化升级。

这类企业的人工智能技术岗位通常不招收应届毕业生，避免花费过多成本在人才培养上。企业文化偏重技术实践，新入职员工由“导师”带领，通过参与项目来快速学习。部分企业会参与校企合作，期望利用高校的行业和知识优势，通过共建实验室等方式获得专业能力。有些企业还会招收实习生从事数据标注工作。

（3）自下而上提升技术能力

成熟型和成长型的人工智能企业大多从正在服务的应用场景入手，研究通过人工智能技术来优化业务能力，从而提升效率、降低成本和改善用户体验。这类企业通常不花费资源研究算法，而是通过对具体业务场景的理解来选择人工智能成熟技术进行应用。数字化转型的传统企业，也往往通过设立内部研发部门，将人工智能技术进行消化应用。

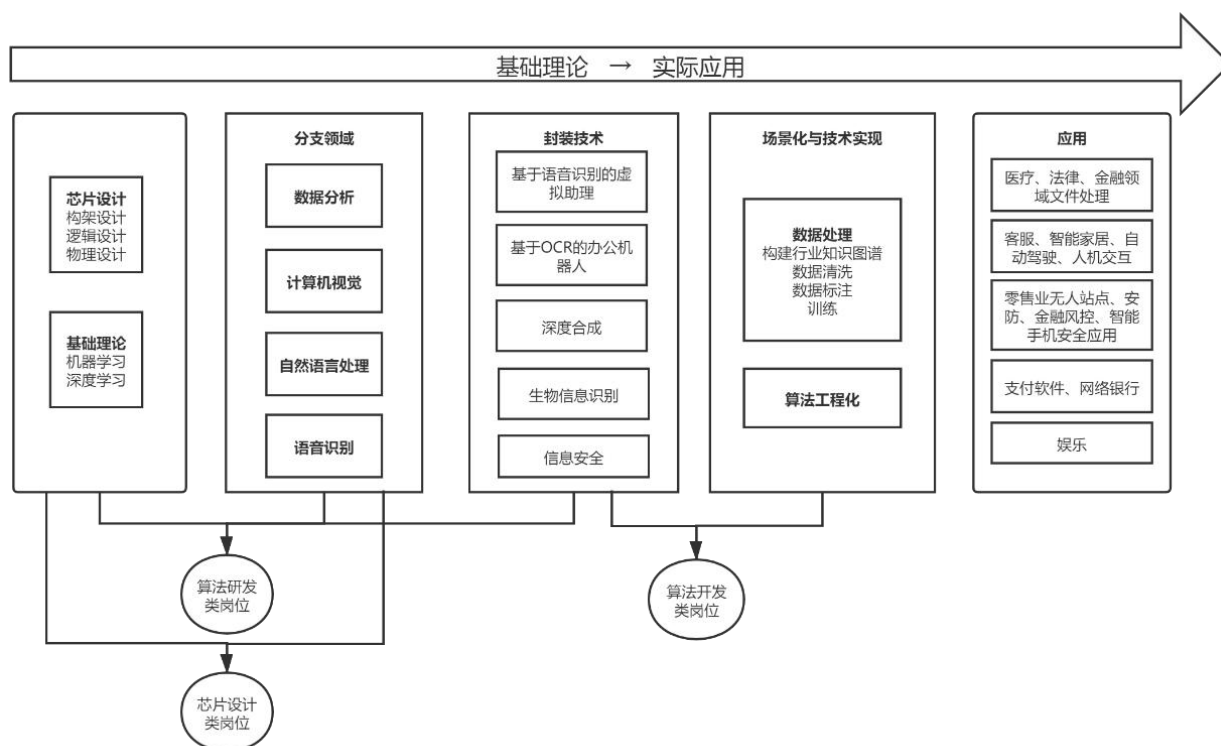
在技术层面，这类企业或寻求同人工智能企业进行合作，或委托科研实力强的高校、研究院所进行针对性研发。

3. 人工智能企业技术岗位设置

(1) 研究型技术岗位体系

人工智能企业的技术岗位体系差异较大，教培委研究团队的调研显示，不同运营模式的人工智能企业往往采取不同的技术岗位体系，同一运营模式企业的技术岗位体系则有相似之处。

探索型和前沿型的大型数字化企业在人工智能领域的业务范围广泛，涵盖基础理论、封装技术等方面，通过运营封装技术平台，服务多家合作伙伴来建立人工智能应用生态，通常设置算法研发类岗位和算法开发类岗位。算法研发类岗位负责人工智能基础理论的探索与算法研发、优化等工作，算法开发类岗位则针对具体业务场景给出恰当的算法解决方案。基础的数据标注工作通常以项目外包的形式完成。



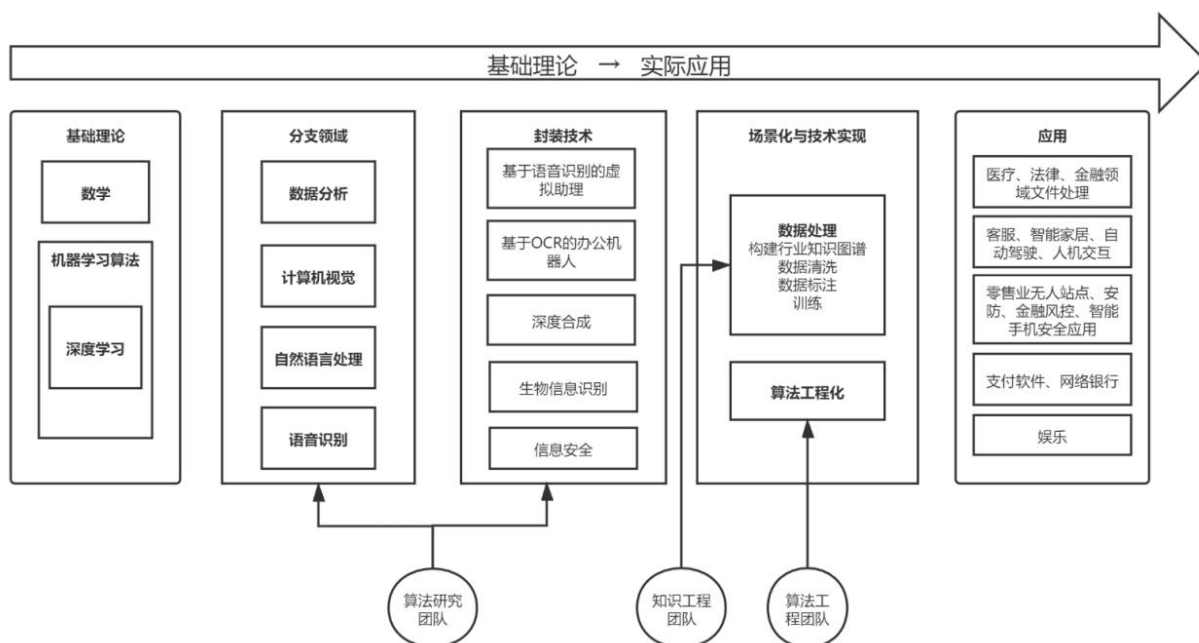
图表 12 研究型技术岗位体系

人工智能芯片岗位体系包含芯片的逻辑设计、架构设计、物理设计与芯片验证等，要求从业人员熟悉人工智能芯片实现原理与技术架构，具备机器学习与深度学习基础知识，掌握 C/C++、Python、Bash、Tcl、Perl 等编程语言，熟悉 Unix、Linux 操作环境与 Vi、Vim 常用操作，熟悉 Caffe、Tensorflow、PyTorch 等主流深度学习框架，熟悉异构 SoC 芯片设计流程等。对于人工智能芯片架构设计师岗位，要求能够理解用户需求，制定相应的人工智能计算解决方案，并负责落实方案评估、实施、演示、部署等流程，并根据市场与用户反馈，对方案进行不断迭代优化。

有的研究型技术岗位体系不设置数据处理岗位，数据处理工作由算法开发类岗位完成。大部分研究型技术岗位体系不设立应用开发岗位，商业化应用由合作伙伴完成。

(2) 新型技术岗位体系

部分成熟型和成长型的人工智能企业需要将人工智能技术应用到多个业务场景，其技术岗位体系采用人工智能算法研究团队和算法工程团队的结构。新型技术岗位体系的特点是同知识工程团队紧密配合。知识工程团队提供不同行业的业务数据并协助建立训练模型，算法研究团队结合应用场景进行算法适配，算法工程团队结合业务场景进行算法实现。面对用户需求时，算法研究团队、知识工程团队与算法工程团队共同探讨解决方案。这类企业接触的客户需求种类多样，针对不同类型的需求由不同团队技术成员负责对接需求与项目交付。



图表 13 新型技术岗位体系

这类企业通常不会涉及基础理论研究，主要研发方向是深度学习算法在各行业场景的应用。拥有专业的知识工程化团队是这类企业的特色，行业专家设计数据标注的维度和方式，数据标注师进行数据标注具体工作，从而提升非结构化数据处理的质量和效率。数据标注师也可以通过学习某一领域的行业知识成为行业专家，从事更加具有创造性的工作。这类企业的算法研究团队通常需要具备较强的算法适配能力，掌握 C/C++、Python 等编程语言，并有一定的行业业务经验同知识工程化团队协作。

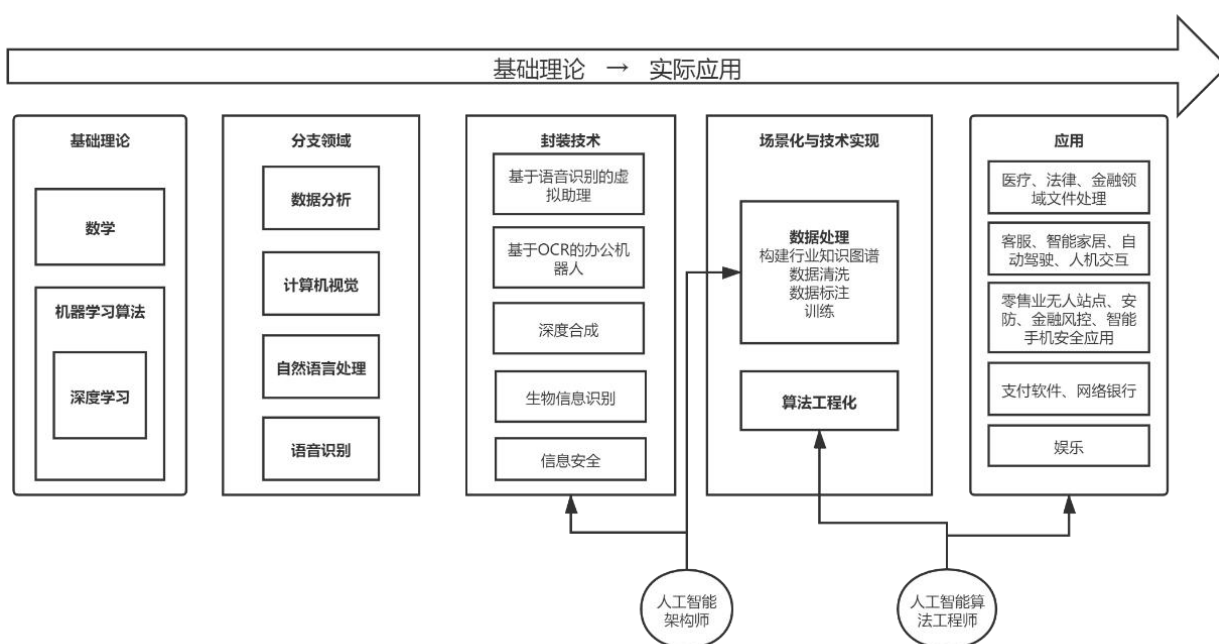
基于深度学习的人工智能技术依赖海量数据进行训练，但各行各业数据维度众多，数据的归纳、整理没有统一标准。越来越多的人工智能企业通过组建知识工程团队，使用具有人工智能技术和行业业务知识背景的人才来完成数据处理工作，为算法工程团队提供行业视角，设置数据采集维度，收集整理数据。

上述知识图谱和神经网络工程师岗位属于知识工程化团队，要求能够运用人工智能算法，并能将算法迁移到特定应用场景，要求对特定行业知识有较深入理解，通常不要求精通编程。

该岗位属于知识工程团队，通过拆分行业知识来处理数据，保障了人工智能技术与应用场景的贴合，同时降低了对算法工程团队技术人才的要求。

(3) 传统应用开发技术岗位体系

部分成熟型和成长型企业采用人工智能技术时，一般不对基础理论与封装技术进行研究，而是通过积累的行业经验为用户提供人工智能解决方案。它们往往采用人工智能架构师、人工智能项目经理、人工智能算法工程师的技术岗位体系，与传统的 CTO、项目经理、开发工程师的组织架构类似。这些企业通常服务特定行业，人工智能架构师需要对所处行业业务有着深入理解，应用算法模型并转化为技术路径，针对具体问题提供技术方案。人工智能项目经理负责与用户对接需求，同时与人工智能算法工程师和应用开发工程师沟通，提供解决方案，最终负责交付。



图表 14 传统应用开发技术岗位体系

这类企业的人工智能算法工程师职能繁杂，技术上需要了解训练模型、算法实现，同时需要了解业务场景，与用户沟通对接。这类企业不设立专门的算法研发类岗位，不

投入资源开发新技术，期待算法工程师在完成项目之余进行算法的优化，数据处理工作通常由外包企业完成，也有部分企业招聘实习生做基础的数据标注工作。

数字化转型的传统企业在寻求通过人工智能技术降低运营成本、提升工作效率、改善产品与服务质量时，通常选择设立研发部门或子公司，但在技术岗位体系的设置上受企业自身组织架构影响，算法研发岗位的职能同样繁杂，可能涉及人工智能封装技术、行业场景适配与应用开发等多个方面。

五、软件和信息服务业人才培养

近些年，我国政府先后出台多项政策，确定产教融合的重要战略地位。2020 年教培委重点调研了高职院校软件和信息服务业相关专业产教融合工作。

在政策的推动下，目前超过 90%院校的软件和信息服务业相关专业开展了不同形式不同层次的产教融合工作，接近 50%院校产教融合的合作对象为培训机构，30%左右的院校合作对象为大型数字化企业下设的教育业务部门，只有 10%左右的院校合作对象为有实际用人需求的服务级企业。

本次调研的高职院校层次分布比较全面，有十余家是荣获“全国高职院校国际影响力 50 强”、“国家示范性高职院校”和“中国特色高水平高职学校建设单位”等称号的优秀院校，三十余家为重点院校，其余为普通院校。

高职院校在开展产教融合过程中，产生了双师培养、现代学徒制、共建专业、订单班、产业学院等多种合作形式，这些合作形式包含的内容根据院校与企业协商结果具体制定。

订单班是目前较为普及的合作形式。合作程度较为深入时，企业负责招生、安排师资进行专业课程教学、提供设备等教学资源、组织学生实训和实习，推荐就业，院校则应企业要求提供部分课程师资、后勤管理等服务。合作程度较低时，院校根据企业的需

求招生、安排课程，学生第一年学习基础知识，第二年由企业派遣工程师带领进行实训，第三年进入企业进行实习。合作程度最低时，院校在招生时未确定合作企业，在第二、第三学年预留课程与实训时间，待确定企业后由企业安排填补。

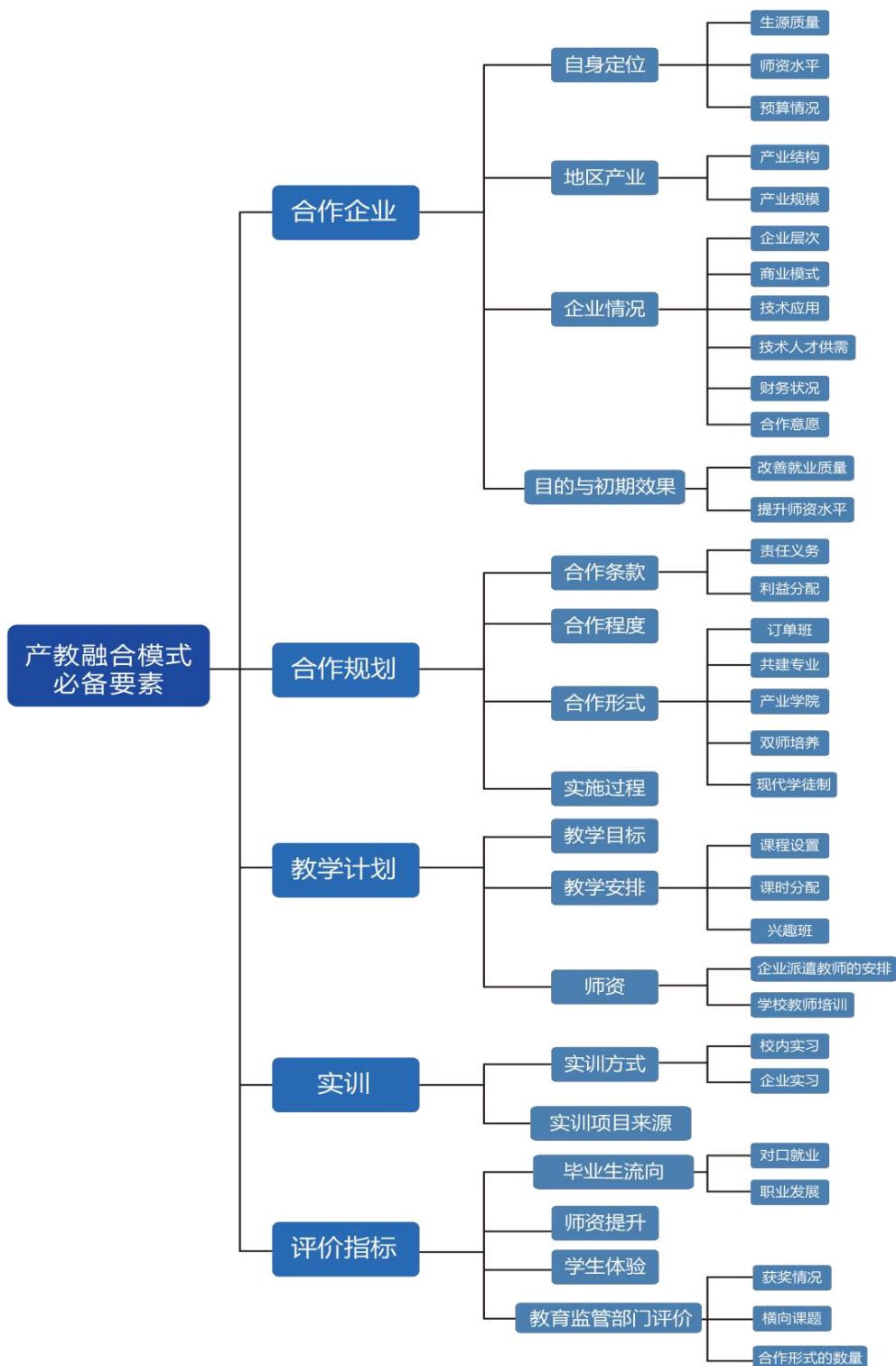
共建专业与产业学院的合作形式也比较普遍，同订单班相比合作规模较大，合作程度也更为深入。这类合作形式往往以企业为主，提供教学设备、师资，并由企业为主进行招生、制定与实施人才培养方案。但是院校受政策限制，无法与企业建设混合所有制产业学院，所以企业对于如何提高人才培养质量也不愿意承担责任。

双师培养与现代学徒制较少单独实践。双师型教师需要精通教学技能并能够指导学生实践，通常有很强实力的院校才有能力培养大量教师到软件和信息服务企业任职，或招聘工作经验丰富的软件工程师担任教师。现代学徒制受到政策的大力支持，从 2015 年至 2018 年，教育部分三批遴选了近 600 家单位作为现代学徒制试点单位和行业试点牵头单位。但在软件和信息服领域现代学徒制开展难度较高，因为企业工程师工作压力普遍较大，指导和带领学徒的动力不足。

调研发现，高职院校软件和信息服相关专业的合作形式并无统一标准，合作内容差异较大。教培委研究团队认为，完善的产教融合模式应从院校自身定位到具体评价指标形成闭环，并且能够不断自我完善，迭代提升。

1. 产教融合模式的必备要素

结合现实情况，教培委研究团队认为产教融合的模式应在以院校为主导，兼顾企业利益的基础上，采用有明确评价指标、可重复使用的执行体系，包括选择合适的合作企业、进行合作规划、安排教学计划、组织实训、制定评价指标。



图表 15 融合模式必备要素

教培委研究团队通过调研，总结了产教融合模式的五个必备要素，涵盖从开展合作前的合作企业选择，到完成一个合作周期后的评价指标。完整的产教融合模式应具备所有的要素，以提升人才培养质量为目标，不断自我验证、调整和完善，实现教育与产业的真正融合。

（1）合作企业

职业教育的重要目标是服务所在地经济，为当地产业发展提供应用型技能人才。因此高职院校应对当地软件和信息服务产业发展情况有充分的认知，包括产业规模、产业结构、知名企业情况、产业扶植政策等，结合自身的生源质量、师资水平、预算等条件，从企业层级、商业模式、技术应用、人才供需、企业财务状况、合作意愿、培养体系、其他院校产教融合经验等方面选择合作企业。

（2）合作规划

完成合作企业选择后，院校应同企业磋商确定合作规划，包括责任义务、利益分配、合作程度、合作形式和实施过程。院校应充分考虑企业的经济效益和社会效益诉求。

（3）教学计划

院校和企业确定合作规划后，需共同制定完善的教学计划，包括教学目标、课程设置、课时分配、教材建设、兴趣班课程等。在师资方面，需对企业派遣工程师与院校教师的工作统一筹划，例如是否由企业工程师为主负责课堂教学与带领实训工作，学校教师进行辅助；还包括院校的师资培训安排，例如派遣教师到企业进行项目实践和学习新技术，参加外部课程培训等。

（4）实训

帮助学生获取更多、更优质的实训机会和平台是产教融合的主要目的。实训有多种类型，一是在校园教室进行实训的形式，如将企业真实项目或各类比赛带入课堂；二是在实训基地进行实训的形式，如模拟实际工作场所来帮助学生熟悉真实工作流程；三是

在企业内部进行实训的形式，如安排学生跟岗或顶岗实习。院校应为学生争取最优质的实训方式与待遇，使学生对软件与信息服务业产生兴趣，树立职业生涯理念，从实践中培养解决问题的能力。

（5）评价指标

除满足本地教育监管部门提出的合作形式、获奖情况、横向课题等指标外，院校还应从毕业生流向、学生体验、师资提升等方面对产教融合工作进行评估，尤其是毕业生的对口就业质量和未来的职业发展情况，争取追踪毕业生工作后三年左右的职业发展情况，根据评估的结果，对当前产教融合各项举措进行调整，建立不断完善的机制。

2. 现阶段产教融合发展面临的主要问题

（1）政策尚需细化可执行

普通院校由于生源质量，师资水平，所在地软件和信息服务业发展情况的限制，希望通过产教融合提升教学质量和师资水平，但由于政策允许的探索空间不大，难以吸引用人企业，开展产教融合工作困难较大。

部分已经开展了产教融合工作的高职院校，为了迎合教育监管机构的要求，采取的产教融合形式往往不适合院校与企业的实际情况，缺乏对合作企业的科学筛选、对合作内容的完善设计和合作成果的量化检验，没有形成可持续发展的模式。例如，订单班的理念是企业带着明确的用人需求，提前与学生签约，院校按照企业提出的人才培养目标和知识能力结构，修订教学计划、组织教学，提升毕业生就业率和就业质量。但现实情况中现有订单班的合作企业，很多是培训机构和企业的教育业务部门，毕业生不会真正签约成为合作企业的员工，实际合作内容是向院校提供教学服务并推荐毕业生去其他企业就业。教育监管部门提倡发展产业学院的初衷是希望院校和企业以混合所有制形式成为利益共同体。但调研发现，混合所有制的合作模式目前在公办高职院校难以落地，产业学院的合作内容往往以企业提供教育资源、教师、实训机会为主。

(2) 大部分企业无法通过参与产教融合获利

软件和信息服务业具有人才要求高，技术更新快，市场竞争激烈等特点，企业参与产教融合的动力不强。随着互联网时代商业模式快速演化，细分市场壁垒不断被打破，平台型企业持续扩张赢家通吃，大部分企业经营和发展面临很大不确定性，难以建立稳定的盈利模式，企业失败概率高，生命周期普遍较短。在这种情况下，企业承担较大经营压力，难以在无法确保稳定生存的前提下，进行长期规划，参与周期较长的教育事业。

探索型和前沿型企业对技术人才的学习能力、逻辑思维、解决问题能力与创新能力需求最高，渴求复合型人才，重视招聘海内外名校和双一流院校最优秀的毕业生，这部分企业通常不招收职业院校毕业生参与产教融合的动力来源于提升教育业务部门的业绩，培养潜在客户和市场，响应政府激励政策。

成熟型企业有一定动力参与高职产教融合，但不愿从人才角度合作，而是倾向于销售教材、设备、系统等教学资源获得业绩。

服务型企业员工流动率较高，对应聘者学历背景重视程度偏低，大部分愿意接受二本院校与高职院校的优秀人才。企业普遍反映毕业生实操能力不足以立刻满足岗位要求，希望高校针对性培养学生的实践能力与应用型技能。因此，部分对技术人才需求量大的企业，如项目外包公司，有较强动力参与产教融合，希望招收足量的实习生完成基础性工作，并培养学生提前熟悉自身的业务流程，毕业后直接成为正式工程师。

成长型与自由型企业的数量众多，企业规模普遍较小，每名工程师承担的工作压力大，基础性工作通常通过外包完成，企业人力资源状况紧张。由于行业技术更新速度快、竞争激烈，企业难以判断二至三年后需要什么样的人。企业参与高职院校产教融合的人才培养周期普遍在二至三年，因为担心毕业生所掌握的技能不再是企业需要的，因此不愿参与产教融合工作。即便参与，企业也倾向于轻度的合作方式，如在最后一学期招收学生实习，或向院校销售教学资源、派遣工程师教学、进行师资培训等。

参与过产教融合的企业普遍反应，毕业生选择留在企业工作的比率往往达不到满意的程度，导致企业不愿意投入资源参与人才培养，但人才需求没有得到全部满足。另外，软件和信息服务业人才供需变化较大，技术人才流动率高，软件外包类公司的工程师流动率甚至达到 30%至 40%。对企业来说，通过产教融合培养的毕业生如果在一至两年内离职，就显著削弱了降低人力成本的效果。在这些负面因素叠加影响下，企业很难通过产教融合有效降低人力成本，导致企业与高职院校建立合作的积极性不高。

（3）企业对待产教融合的态度与技术领域相关

随着数字化技术的不断发展，一些高职院校为了有利招生，在自身师资能力不足的情况下开设了云计算、人工智能、大数据等新专业，希望和企业建立合作来完成新专业的教学。然而新一代信息技术能力强的企业以探索型与前沿型企业为主，高职毕业生无法满足他们的用人需求，从企业自身技术人才需求层面参与产教融合的兴趣不高，目前大多数合作形式为建设产业学院。

（4）师资水平提升困难

从教学管理角度看，高职院校在产教融合工作过程中普遍遇到的师资安排和激励等问题。常见问题包括：教师学习新技术动力不足、不愿在产教融合工作中承担更多任务、不能正确定位自身在产教融合工作中的角色等。

公立高职院校在现有体制下，受政策影响，可对教师采取的激励措施有限，目前产教融合工作中，教师的积极性主要源于自身的职业追求。教师普遍缺乏长期企业技术岗位工作经历，掌握的专业知识较为陈旧，开展数字化应用型技能的教学面临困难。

大部分高职院校的师生比达不到有效实施产教融合的要求，需要从企业引入工程师主导教学，院校教师从事管理与教学辅助工作。来自企业的工程师往往未受过正规的教育培训，教学能力普遍有所欠缺，在传授知识、课堂管理、批改作业、关注学生等方面完成效果不佳。

(5) 学生态度易被忽视

学生对产教融合的体验是这项工作能否顺利进行的重要因素，也是最容易被忽视的因素。如果学生体验不佳，产生的负面情绪很容易对企业形成较差的印象，表现出学习和工作态度不积极，毕业后存留率低，从而导致企业参与产教融合的效果不理想。

根据教培委研究团队在多个高职院校对数百名学生的问卷调查显示，超过半数学生对软件和信息服务业的行业情况了解不足，超过八成的学生没有清晰的职业生涯规划。如果缺乏对行业现状和职业生涯规划的正确认识，学生易对产教融合形式产生抵触情绪。

调研显示，学生对待产教融合具体工作的态度主要取决于三个方面。

第一，企业提供的岗位是否为劳动密集型岗位，如数据标注员、内容审核员、客服等。劳动密集型岗位劳动压力大、工作时间长、强度高，工作所需技能和所学知识不相符，缺乏创造性，学生普遍在实训过程中感受不到学习和应用知识的乐趣，认为院校与企业联合压榨他们的劳动力，对企业的印象恶化。

第二，实习和毕业后的薪酬待遇是否合理。如果企业提供的实习和毕业后的薪酬待遇低于行业平均水平，或者存在中介机构牟利，学生会认为被“出卖”，倾向于不留在合作企业中。

第三，授课的企业工程师教学水平是否达标。大部分企业工程师未接受过正规教学技能培训，如果不了解高职学生的基础水平与接受能力，将导致讲授内容较难被学生理解接受。

3. 产教融合的探索

(1) 三类企业参与产教融合意愿较强

在软件和信息服务整体参与产教融合意愿不强的环境中，目前较为积极参与产教融合的企业有三类。

第一类是有一定规模的服务型外包企业，此类企业技术人才流动率高，需要招聘大量高职实习生和应届毕业生进行补充，以前端开发、运维、测试等岗位为主。他们希望通过产教融合招收实习生来完成基础性工作，在实习过程中对学生培养，使学生掌握应用型技能并熟悉实际的工作流程，再对学生筛选并吸纳为正式的技术人员。这类企业人力资源策略主要考虑人员成本，希望通过参与产教融合从院校稳定招收在企业参与过实训的毕业生入职，降低招聘与培训方面的费用。

第二类是培训机构，其商业模式是向院校收取费用提供教育服务，涉及教材编写、授课、实训、推荐就业等环节。这类企业了解当地教育监管机构的产教融合政策，拥有完善的合作方案，主动寻找高职院校进行合作。

第三类是拥有领先技术的大型数字化企业的教育业务部门。一方面，这类企业可以向院校出售硬件设备、应用软件、云计算服务等教学资源；另一方面，又可以向院校输出技术与服务，赚取利润的同时提前抢占市场并培养潜在用户，为市场竞争做铺垫。这类企业愿意推荐毕业生到其生态伙伴处工作，协助降低生态伙伴的人力资源成本；还可以通过积极参与产教融合来提升企业形象，获得政府资源和政策方面的支持。

（2）多数院校与企业的合作模式不够完善

完整的产教融合模式需要包含所有必备要素，并形成能够不断自我完善的闭环。这些要素包含做好自身定位，分析地区产业和潜在合作企业情况，明确产教融合的目的与预期效果；依据院校与企业的共同发展目标来制定详细的合作方案，包括合作形式、合作程度、实施过程等内容；进行教学目标、教学安排、师资安排等教学计划管理；设计和组织进行符合实际条件与学生需求的实训项目；从学生流向、师资提升、教育监管部门评价等多个维度客观评估合作成果，持续改善产教融合模式。

总体来看，这些必备要素中“合作企业”部分完成度最低。原因有两个方面。首先，由于院校对当地企业层级、商业模式、技术应用和技术人才供需了解不深入全面，不能根据用人企业真实需求做好自身的人才培养定位，导致开展产教融合目标不明确，对企

业吸引力不足。其次，必备要素中“评价指标”部分往往侧重于考虑教育监管部门的评价，而对学生流向、师资提升等方面考虑不足，这种情况导致了培训机构或大型数字化企业的教育业务部门通过制定符合教育监管指标要求的合作方案，更容易同院校进行合作，有真实用人需求的中小企业往往很难参与。

参与调研的近 60% 高职院校软件和信息服务相关专业负责人表示，在同企业进行产教融合合作规划时，并没有可遵循的量化标准，而更多的是采用一事一议的方式进行。

调研显示，只有不足 20% 的院校将学生对合作企业的体验感受纳入产教融合的“评价指标”。院校收到学生负面反馈时更倾向于疏导学生的情绪，而不是对企业提出相应要求。另外，大部分院校没有完整的毕业生流向数据，缺乏充足的数据支撑来不断完善和调整产教融合模式。

(3) 三个值得关注的探索方向

调研发现，有三个产教融合的探索方向值得关注。第一种是高职院校对学生进行分层筛选，聚集优秀的学生开展小而精的工坊或精英班。进入工坊的学生由企业工程师负责教学、安排实训，院校教师负责管理。享受优质教学资源的学生可以在各类比赛中取得更好的成绩，获得更多的就业机会，提升院校的口碑，激励其他学生好学上进。实施难点在管理方式上，如分层筛选制度、学生额外费用收取、教师的安排与激励等。另外，这种合作形式可能需要向企业支付费用，对院校的经济实力有一定要求。

以某商业职业技术学院为例，开展的工匠工坊是一种以工坊为载体，以真实项目、真实工程案例开展的项目化教学方案。工坊中创新类项目支持学生成绩置换，教学类项目采用项目化考核。教师的酬劳由教师包班、教考分离、合格学生换算、项目课题和大赛奖励组成。工匠工坊以学生为中心提高了学生自主学习的积极性，并有效提升了大赛与创新项目的获奖数量。

第二个探索方向是向全部学生提供选修课与企业实训项目。以某科学职业技术学院为例，在第一学年教授基础知识后，第二学年根据行业主流技术领域开设针对典型技术岗位的专业课程，通过引导学生选择职业发展方向，让学生在第二学年后具备一定的工作能力。第三学年对接当地企业，尽量给所有学生创造企业实训机会。这种合作的关键在于通过前两年的高质量教学使学生具备一定的基础工作能力，显著增强了企业的合作意愿。难点在于院校所在地软件和信息服务产业发展需要到达一定程度，有足够数量的企业供院校选择。此外，对生源质量和院校师资水平要求也较高，对产业情况有较为深入全面的了解才能在第二学年帮助学生掌握一定的工作技能。

第三个探索方向是地方政府或产业园区提供资源支持，提升企业的参与意愿。具体形式有向企业提供产教融合专项资金补贴，生产办公场地租金减免等优惠措施，激发企业参与的积极性。经过政府或园区的支持，可以吸引有数字化技术人才需求的企业参与产教融合，使院校成为企业的人才池，为校企双方带来收益。

从产教融合必备要素角度分析，这三个探索方向都是以院校为主导，有针对性的选择合作企业，制定和实施了较为完备可量化的合作方案和教学计划，为学生提供了优质的实训机会。第一种适合产教融合预算充裕，教学管理灵活的院校，第二种适合生源质量高，师资水平强，所在地软件和信息服务产业较为发达的院校，第三种需要院校所在地政府或产业园区有意愿发展软件和信息服务产业，投入资源参与推进产教融合工作。

六、提升人才培养对企业需求的匹配度

1. 高职院校明确人才培养定位

目前，相当一部分高职院校计算机专业学生的学习目的是专升本，学校则会顺水推舟选择重视数学、计算机基础原理、英语等专升本考试相关科目的教学。受政策与教育

环境影响，高职计算机专业学生专升本成功率约为 8%，专升本考试失败的学生通常会努力寻求专业对口就业机会。

高职毕业生从事对口专业的比率为 20-30%，其中大部分进入服务级企业、自由级组织或传统中小企业的数字化部门，优秀的毕业生则有机会进入成熟型企业。

被访谈的服务级企业表示，高职毕业生所学知识过时，实战能力不足，缺乏可以直接在企业中应用的技能，需要在工作中进行教授和培训。拥有自主产品和服务的成熟型企业反应，优秀的高职毕业生进入公司后上手快，但后劲不足，学习新技能的主动性、独立解决问题的积极性也有欠缺。所有被访谈的企业均表示，高职毕业生心态较为稳定，流动率相对较低。

调研发现，目前高职院校普遍为计算机专业开设数据库、HTML5、CSS3、JavaScript 等基础课程，但是大部分高职院校并未根据前端技术发展趋势，教授学生熟练掌握一项框架技能。导致这种情况的原因有三个方面，首先，高职生源经过多次分流，学生学习的主动性，刻苦程度，职业规划发展意识都相对较弱；其次，高职院校受师资水平、体制限制，难以跟踪热门技术并将其引入教学；最后，学生需要真实的企业级项目进行实训来习得所需的技术能力，而高职院校往往做不到充分的产教融合来保障实训水平。

高职院校应根据自身情况，在保证基础原理课程正常教授的基础上，集中师资力量，将一到两项技能的教学做精、做深，并以此为切入点，深入开展产教融合实训，培养学生解决实际问题的能力，提升高职毕业生的求职竞争力。对于前端开发岗位而言，Vue 是国内目前最流行的框架技术，高职院校可以根据自身条件合理安排师资，加大对 Vue 教学的投入。有条件的高职院校可以加强对 Node.js 的教学，为毕业生未来成为全栈开发工程师打下基础。

2. 地方政府应积极提供支持

(1) 地方政府应出台具体可执行的指导政策

现阶段是数字经济发展的关键时期，大量传统企业面临数字化转型，高职院校培养的软件和信息服务人才对所在地经济数字化转型发展至关重要。地方政府应大力支持本地软件和信息服务发展，加快出台产教融合的促进政策。

超过半数参与调研的高职院校反映，开展产教融合缺乏细化可执行的政策支持。例如，同企业建设混合所有制的产业学院是目前最需要政策支持的领域，地方政府应出台详细的实施方法和管理细则，在实施过程中给予指导，并对效果显著的合作模式进行表彰奖励。

教育监管机构在评价院校开展产教融合工作的效果时，应减少形式上的指标，加强通过第三方机构对毕业生流向改善、学生体验提升、专业课师资水平提升等维度进行评估，应避免让院校为满足形式上的指标而开展不适合自身情况和当地产业特点的产教融合工作。

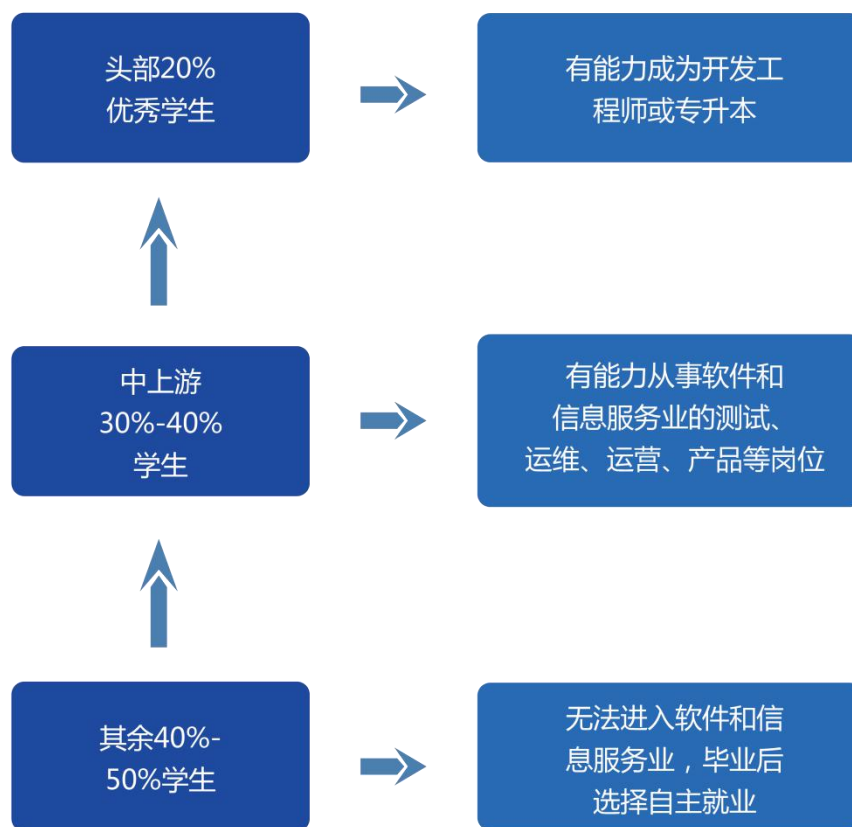
(2) 地方政府和产业园区应积极协助校企对接

首先，地方政府可以通过项目资助等方式为参与产教融合的企业提供资金或补贴。其次，地方政府可对当地软件和信息服务园区采取激励措施，使园区担任产教融合的桥梁。最后，政府对参与产教融合工作的不同类型企业应区别对待，使真正从事数字化技术开发的本地用人企业得到最大力度的支持，使院校成为这些企业的人才池，以此促进当地软件和信息服务与职业教育行业共同提高，协调发展。

3. 院校需要开展多类型的产教融合工作

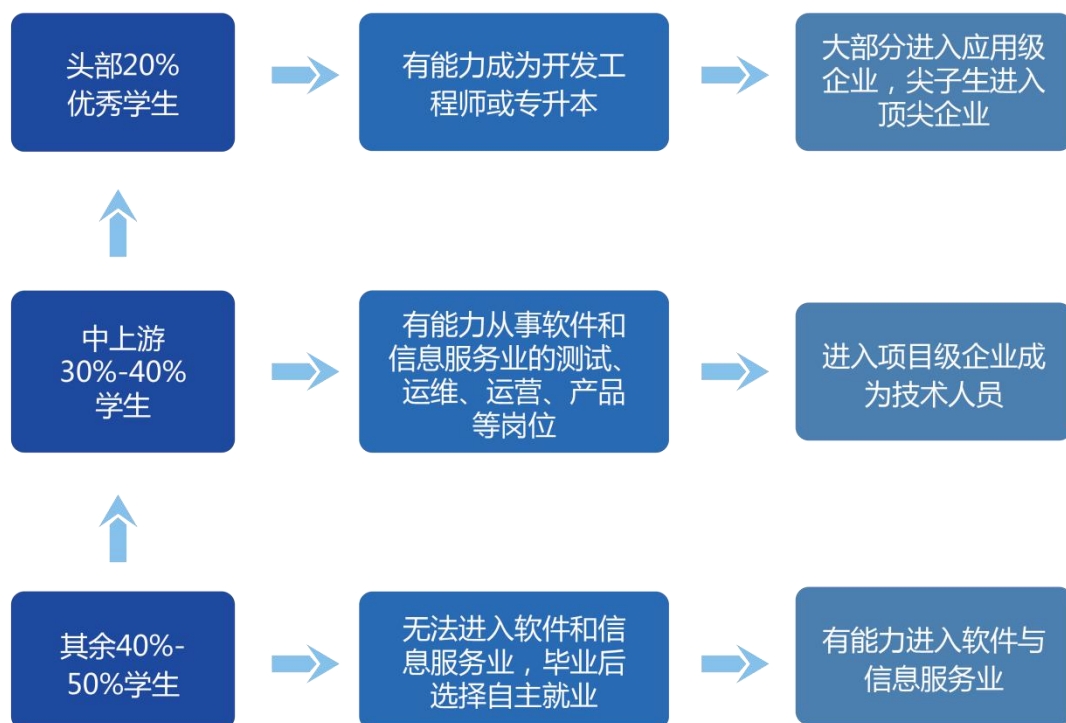
根据教培委以往的研究成果，高职院校软件和信息服务相关专业前 20%左右的优秀毕业生中，其中 8%左右选择专升本，其他 10%-12%的毕业生可以从事初级开发工程师工

作。另有 30%至 40%左右的毕业生掌握一定的专业知识，但自身能力有限，退而求其次选择测试、运维、客户服务、销售等信息服务业岗位。另有一半左右的毕业生无法进入软件与信息服务业工作，选择非对口就业。



图表 16 软件和信息服务相关专业毕业生走向

针对这种现状，院校可以根据自身情况，对学生进行分类培养，寻找不同层级的企业，面向多种类型的岗位进行产教融合工作，为学生提供更丰富的实训机会。



图表 17 分类培养的目标

分类培养思路下，为优秀学生建设工坊或精英班的形式值得提倡。探索型、前沿型和成熟型企业通常不接受高职学历员工，发展良好的成熟型企业也愿意选择双一流院校毕业的员工。但高职学历员工仍有两种路径进入这些企业，一种是通过内部推荐（如在职校友举荐，使毕业生直接获得面试机会）；另一种是通过参与服务级企业的外包项目进入这些企业工作，表现优异获得转正机会。通过筛选优秀学生建立工坊或精英班，院校有机会为这些学生对接成熟型企业，部分优秀和重点院校可以对接探索型和前沿型企业。通过在这些企业的实训，学生也获得了在软件和信息服务业开展职业生涯的敲门砖，即使不能转正，在这些企业的实训经历也可以为他们争取到更好的工作机会。进入探索型、前沿型和成熟型企业的学生会为院校带来良好的口碑，吸引更多企业参与合作，并为院校带来更优质的生源，形成良性循环。此外，院校还可以通过引导，强调进入工坊或精英班的榜样作用，激励学生努力学习，建立良好的学习氛围。

针对中上游学生，产教融合培养方案以提升整体素质为主，可以通过引入企业工程师授课，为学生开设岗位班。学生通过四至五学期的课程，具备初步的工作实操能力，达到进入企业实训的标准。最后通过合作企业推荐或学生自行寻找心仪企业实训，让学生毕业时具备进入软件和信息服务业所需的工作技能。

4. 院校应建立多对多合作模式

为实现多类型的合作，院校需要寻找多家企业同时开展产教融合工作。但一所院校培养人才难以满足多家企业的需求，同一地区多家院校联合开展合作可以对企业产生更大的吸引力。产教融合是指教育与产业以共同目标逐步结合，并非限定一所院校与一所企业的合作，多家院校与多家企业共同展开合作更加符合产教融合的内涵。

院校可以根据所在地职业教育和产业发展情况，通过地方政府、产业园区、院校联盟、企业协会等多种平台和渠道，增强同其他院校和多个企业的沟通交流，建立多对多的产教融合模式。此种模式下，企业提供的实训等教育资源可以得到更充分的利用，院校可以更加广泛的吸收技术与经验；多家院校联合开展产教融合时，可以形成更大的人才池，对企业的吸引力更强。例如，一家成熟型企业开设的精英课程可以由多家院校的优秀学生共同学习，组建跨校园工坊或精英班，降低企业的成本，形成院校之间良性竞争。

5. 坚持院校的主导地位，灵活制定合作形式

院校应根据自身条件，实事求是地探索产教融合模式，在与企业合作过程中坚持主导地位，选择适合的企业和合作形式，结合产教融合的必备要素制定切合实际的合作模式。

院校在与软件和信息服务企业合作模式的探索上应以轻度合作为主。例如，采取订单班合作形式时，可以在前两年为学生夯实基础，第三年开始与企业合作培养，这种形

式可以有效减轻企业参与人才培养的压力，使院校更容易同从事技术开发的用人企业合作。

普通院校可以选择同培训机构合作积累产教融合的经验。与培训机构的合作应注重师资培养与获取实训资源，提升院校自身的能力，以便于未来吸引从事技术开发的用人企业进行合作。

面对探索型和前沿型企业，院校可以主动承担地区技术代理的角色，在与企业合作的同时帮助企业在本地区传播技术和服务，主动成为这些企业生态的一部分。这样，一方面可以加强企业参与产教融合工作的动力，另一方面也可以帮助本地企业提升技术水平。

参考资料

- [1] 中国信通院 (2020). 中国 5G 发展和经济社会影响白皮书 (2020 年). 来自 http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202012/t20201215_366185.htm
- [2] Gartner(2020). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2020 来自 <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/>
- [3] Rasheed, A. , San, O. , & Kvamsdal, T. (2020). Digital twin: Values, challenges and enablers from a modeling perspective. IEEE Access, 8, 21980–22012.
- [4] 中国软件行业协会教育与培训委员会. 软件与信息技术高职毕业生职业发展环境研究报告[R]. (2019).
- [5] 中国软件行业协会教育与培训委员会. 人工智能企业业务与岗位研究报告[R]. (2020).
- [6] 中国软件行业协会教育与培训委员会. 软件与信息技术高职毕业生职业发展环境[R]. (2020).
- [7] 中国软件行业协会教育与培训委员会. 高职院校软件和信息服务相关专业产教融合现状报告[R]. (2021).

课题组组长：初晓光 中国软件行业协会教育与培训委员会秘书长

课题组成员：曹 瑀 中国软件行业协会教育与培训委员会研究员

高 霞 中国软件行业协会教育与培训委员会副秘书长