

新时期软件人才培养模式研究报告

中国电子信息产业发展研究院

党中央高度重视人才培养

“全面推进产业化、规模化应用，**重点突破关键软件**，推动软件产业做大做强，提升关键软件技术创新和供给能力。”

——习近平**2021年10月18日**在中共中央政治局就推动我国数字经济健康发展进行第三十四次集体学习时的讲话

“要打好科技仪器、操作系统和基础软件国产化攻坚战，鼓励科研机构、高校同企业开展**联合攻关**，提升国产化替代水平和应用规模。”

——习近平**2023年2月21日**在中共中央政治局就加强基础研究进行第三次集体学习时的讲话

“进一步加强科学教育、工程教育，加强拔尖创新人才**自主培养**，为解决我国关键核心技术攻关提供人才支撑。”

——习近平**2023年5月29日**在中共中央政治局就建设教育强国进行第五次集体学习时的讲话

软件产业对高质量人才的需求旺盛

■ 支撑关键软件技术创新

- ✓ 除了操作系统、数据库等基础软件和工业软件，互联网、云计算、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术关键核心都是软件
 - ✓ 需要**高水平的软件人才**投身于关键核心技术创新
-

■ 支撑行业数字化转型

- ✓ “软件定义”是新一轮科技革命和产业变革的新特征和新标志，经济社会数字化转型的本质是经济社会运行逻辑的代码化、算法化和软件化，“软件定义”不断拓展软件人才的需求边界
 - ✓ “软件定义”过程需要大量**复合型创新型软件人才**
-

■ 支撑自主软件生态构建

- ✓ 开源通过知识复用解决软件面临的跨学科、高复杂性的重大问题，能够快速及时迭代响应经济社会数字化发展需求，已覆盖软件开发的全域场景，正在重塑软件发展新生态
- ✓ **开源人才**将成为未来生态构建的主力军



软件人才的新认识、新特点

从人才数量看，我国软件从业人员数量呈增长趋势

- 伴随软件产业的快速发展，近年来我国软件从业人员规模保持稳步增长态势
- 经估算，2022年我国软件从业人员达**737万**左右

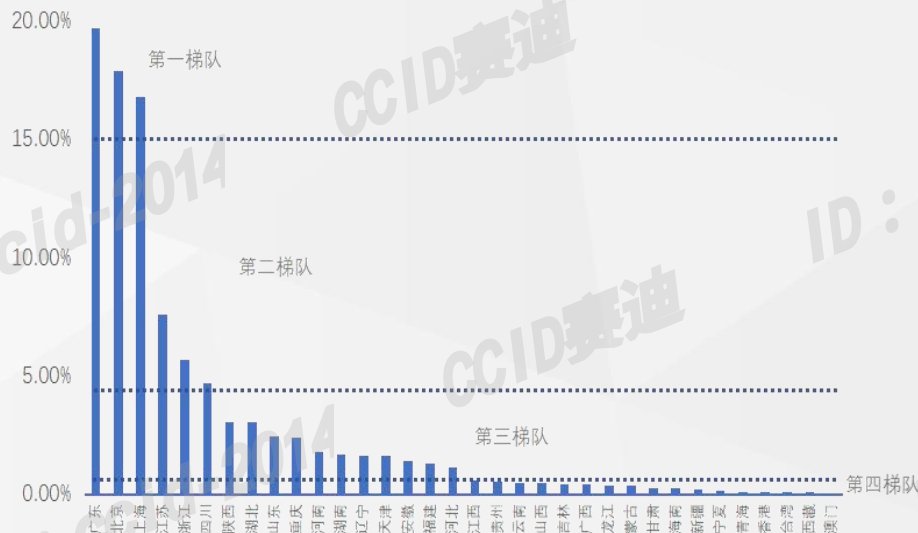


2017—2022年我国软件业从业人员规模及增速情况

数据来源：工信部运行局，赛迪智库测算

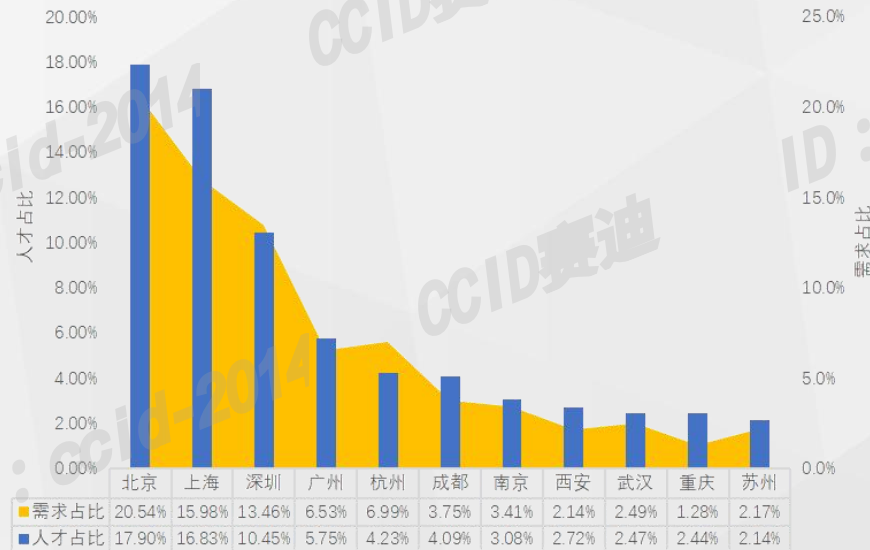
从区域分布看，软件人才主要集中在软件产业发达城市

- 绝大部分软件人才分布在广东省、北京市、上海市、江苏省等软件产业高度集聚省市
- 同时，这些城市也是软件人才的主要需求地、软件用户集中区，关键软件领域人才需求达到全国总体需求的**78.7%**



我国关键软件领域从业人员省（市）分布

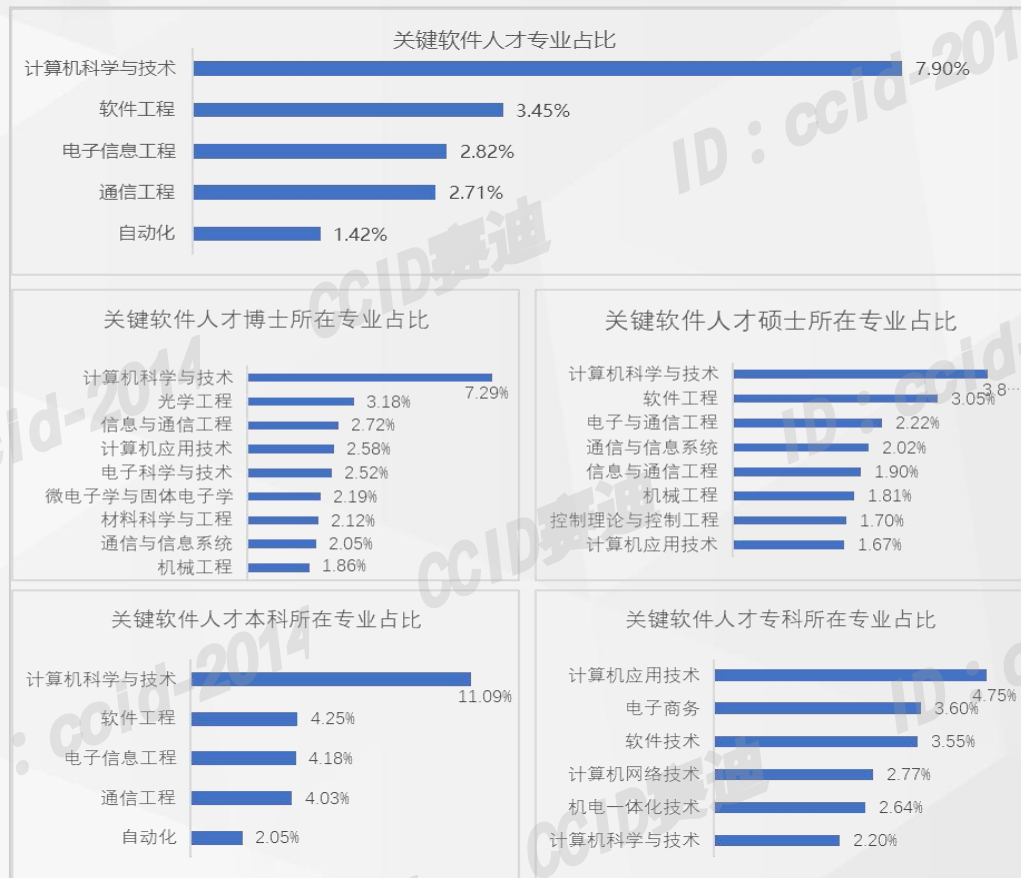
数据来源：猎聘大数据研究院



我国关键软件领域从业人员城市分布

数据来源：猎聘大数据研究院

从专业分布看，计算机科学与技术、软件工程专业占比最高

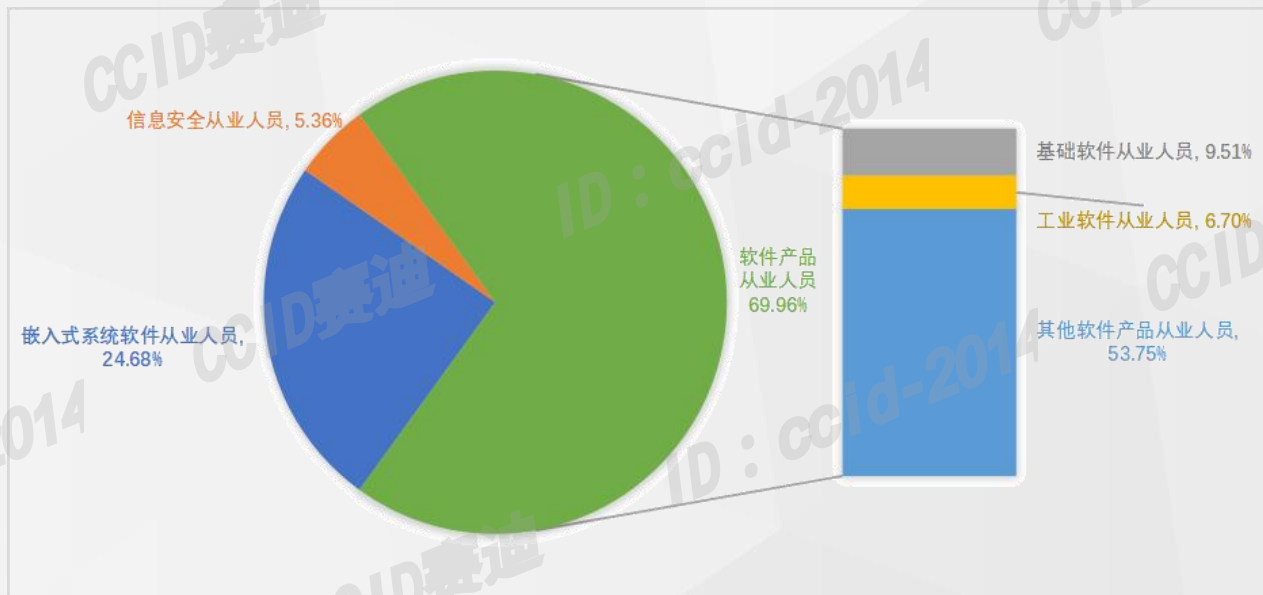


数据来源：猎聘大数据研究院

- 我国软件人才主要分布在计算机科学与技术、软件工程、电子信息工程、通信工程和自动化等专业，其中，**计算机科学与技术、软件工程**占比最高
- 工业软件人才专业背景**多元化特征**显著，近年来**机械类、力学类、自动化类**专业博士学历人才流向**工业软件行业**

从人才结构看，产业链关键环节从业人员占比仍在少数

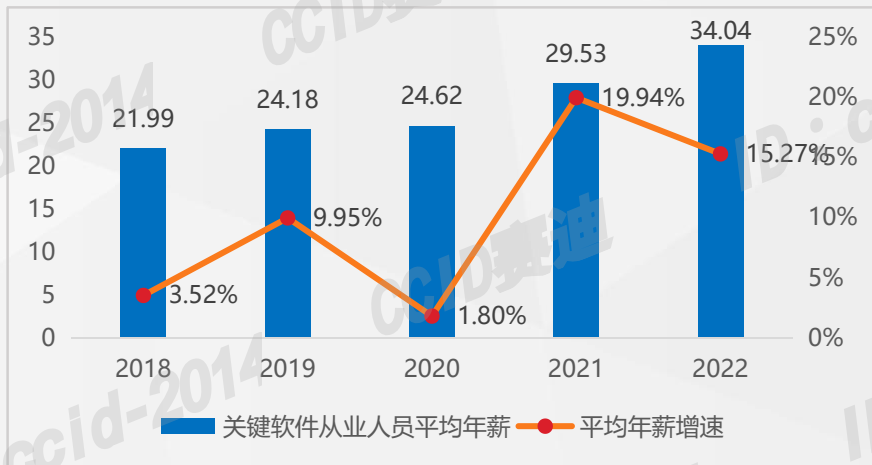
- 在整体软件从业人员中，基础软件、工业软件、行业应用软件、嵌入式软件、新型平台软件等五大关键软件从业人员约**245万人**
- 基础软件行业从业人员数量为**23.3万人**，占关键软件领域从业人员比重为**9.5%**
- 工业软件行业从业人员数量为**16.4万人**，占关键软件领域从业人员比重为**6.7%**



2022年我国关键软件从业人员规模分布

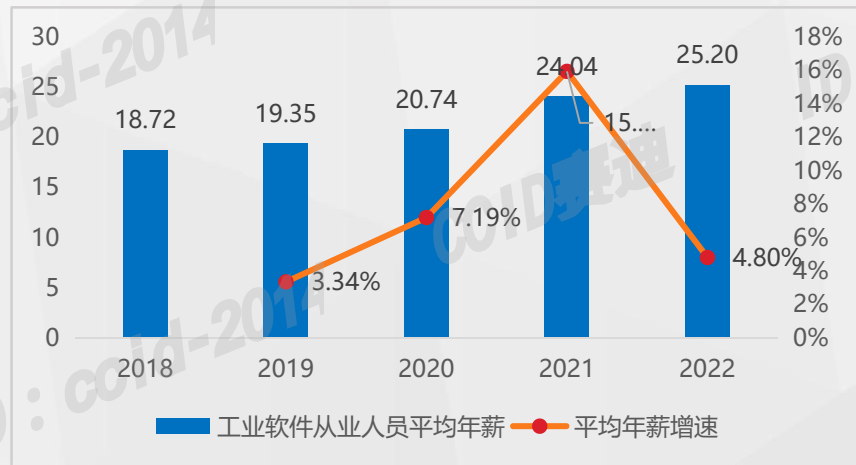
从人才价值看，软件人才平均年薪整体保持增长态势

- 近五年在互联网企业及华为等头部企业拉动下，软件领域从业人员薪酬不断增长
- 2022年从业人员平均薪酬达**34万元**，属于公认的高薪行业
- 以**工业软件**为代表的产业链关键领域，从业人员薪酬不高，求职者从业意愿普遍较低



2018—2022年我国软件从业人员平均年薪

数据来源：猎聘大数据研究院

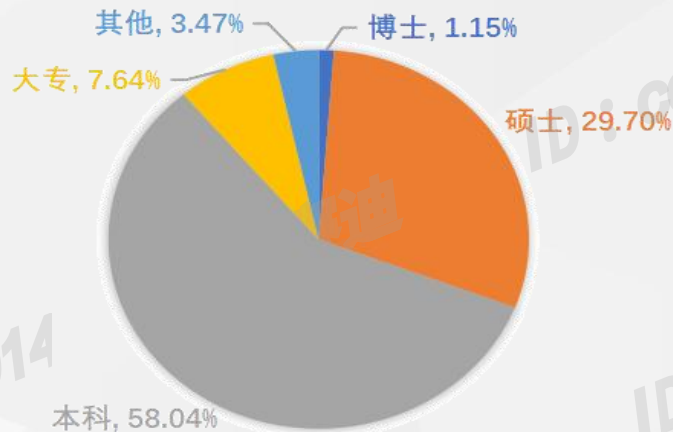


2018—2022年我国工业软件人才平均年薪

数据来源：猎聘大数据研究院

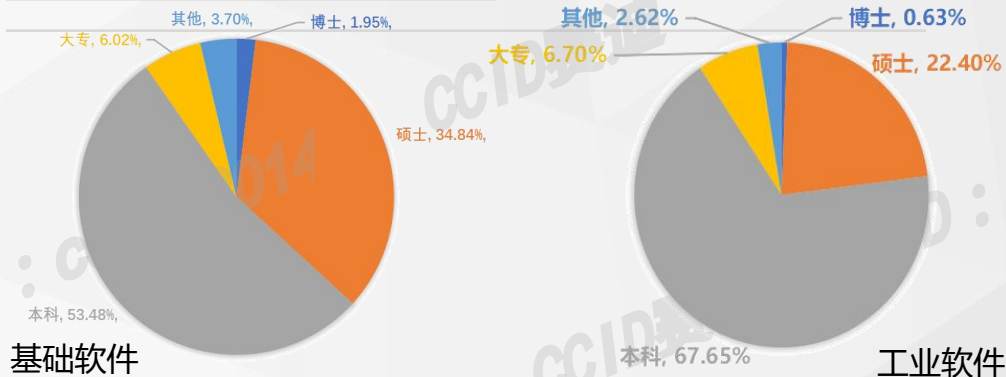
从学历分布看，大部分软件人才为本科学历，高学历人才占比较少

软件产业



- 大部分软件人才为本科学历，硕士博士占比**30.85%**

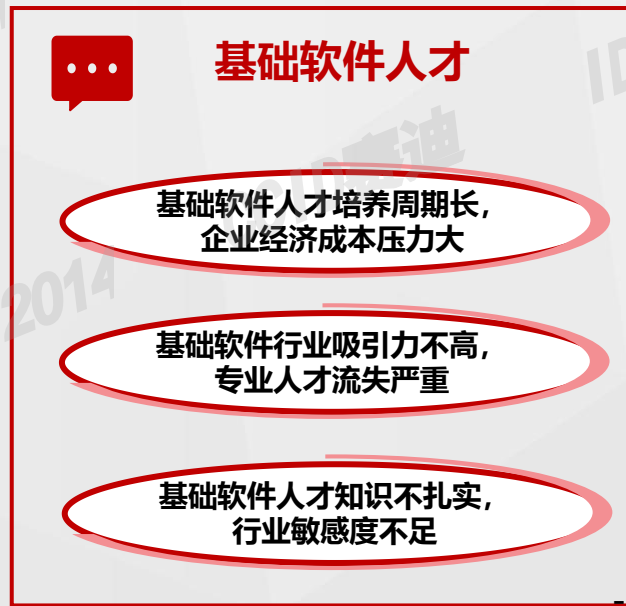
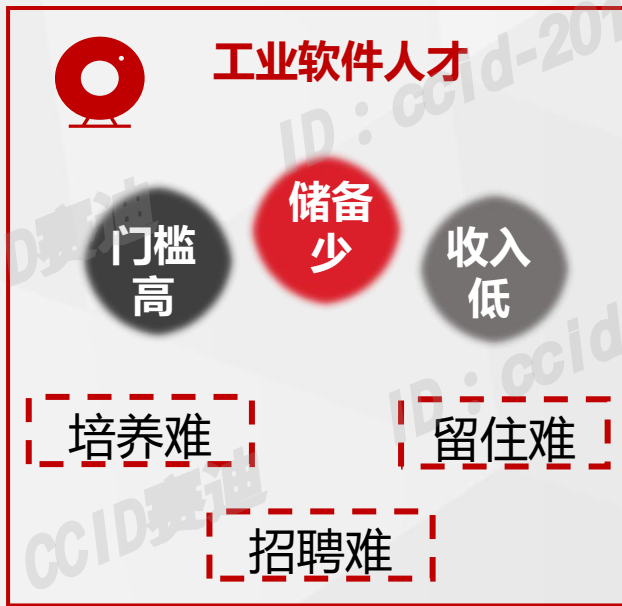
- 工业软件**人才学历低于软件整体水平，硕博比例仅为**23.03%**，工业软件领域高端人才缺乏更为严重



- 博士生占比**1.15%**，高于我国博士学历人才占劳动年龄人口（16-59岁）的比重

从人才供需看，软件人才结构性问题突出

- 当前软件人才缺口依然较大，尤其在基础软件、工业软件领域紧缺程度较高
- 需求侧**：人才要求高但吸引力不足，**企业招人难**，毕业生被互联网、金融等行业分流现象显著
- 供给侧**：人才培养体系更新慢，**企业招到合适的人更难**，一半以上企业反馈在校招中难以招到匹配毕业生。对于复合型较强的岗位，企业校招比例非常低，部分工业软件企业甚至校招人数基本为零。





软件人才培养新模式

从世界工业强国的崛起来看：校企合作是培养高质量人才的关键



美国：创业型

校企合作、产教融合起源



德国：双元制

学生+员工的双重身份



法国：精英制

校企共建课程、联合授课



英国：学徒制

“实践-学习”工学交替



理念升级

- 学校**培养**，企业**使用**
- 企业参与培养
- 学校**面向企业需求**培养



校企**共同**培养

企业**深度**参与培养

校企**共同**面向国家需求培养



路径和模式升级

- 企业专家授课
- 企业实际场景是实
习资源
- 定向毕业生



创新链：联合科研攻关

教育链：双师、联合课程

产业链：软件应用试验田

校企深度合作：从“**由谁培养**”到“**为谁培养、怎样培养**”

校企共建特软学院：软件人才培养新一轮布局



建设意义

- ✓ 从**国家**层面来看，特软学院将**承担实现国家软件发展战略的新使命，构筑形成人才培养和科技发展的新高地**；
- ✓ 从**高校**层面来看，对于软件学院**明确办学方向、创新办学模式、完善人才培养机制、探索高质量软件人才培养新模式**具有重要意义；
- ✓ 从**企业**层面来看，特软学院抓住推动软件产业高质量发展的关键要害，对**构建软件人才培养新机制**有着重要指导意义。



建设情况

- ✓ 2021年12月，教育部高等教育司公示首批特色化示范性软件学院名单，共计**33所高校**的相关学院、**68家企业**入围首批建设名单。
- ✓ 首批特软学院要**聚焦国家软件产业发展重点，建设校企合作典范**。



首批持续建设要求

明确建设目标

突出特色发展

强化统筹协同

加大资源投入

- ✓ **高校**要**统筹各类资源**，对学院建设予以**政策、经费支持和倾斜**，及时报送特软学院建设情况。
- ✓ **地方**要加强支持力度，积极将有关内容纳入**地方发展规划**，统筹解决好发展过程中的重大问题，积极**总结典型经验**，发挥**示范带动作用**。
- ✓ **企业**要提供切实有效的人员、资金、场地、设备、技术等**资源要素**，与高校合作建立**收益共享和风险分担机制**，**持续追踪投资成效**，并按期提交年度合作报告。

软件领域校企合作呈三大模式

贯穿人才培养多环节的
产学研结合模式

连通技术创新全流程的
产研协同模式

覆盖多主体全链条的
生态共建模式

校企合作定位



自主软件人才培养

培养的紧缺、创新型
人才

培育软件用户



支撑关键软件技术攻关

引导高校通过校企合作
来支撑关键软件技术攻关



加速企业技术创新进程
增强企业技术实力和产品竞争力



助力产业生态构建

开源
生态

开源进校园、开源进课程、
师生进项目、学生进社区

应用
生态

在教材、课程、实训、教
具等环节为软件提供应用
空间

国际
生态

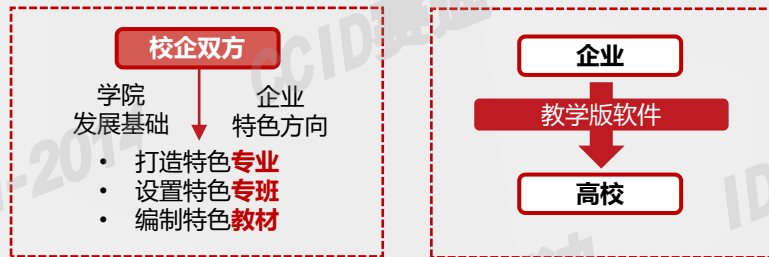
了解国际技术动态、参与
国际标准制定

模式一：贯穿人才培养多环节的产学结合模式

人才培养环节：教学、实践、就业



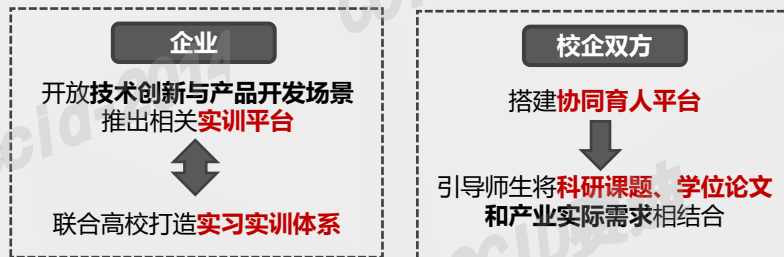
环节一：教学



- 华为聚焦HarmonyOS终端软件，和西北工业大学成立终端软件菁英班
- 安恒信息聚焦安全软件，和华东师范大学打造“关键软件安全保障技术”微专业、成立“安全可信产业班”
- 东方地球物理公司为国内外40余所高校提供超10000CPU核的国产科教版软件GeoEast
- 蚂蚁金服向浙江大学提供OceanBase相关软件超500万



环节二：实践



- 翼辉信息基于自主嵌入式操作系统，打造教学实训实验箱
- 美亚柏科推出基于网络安全技术的“卧龙斋”演训一体化平台，协助学生进行实训演练
- 山大地纬每年选派20余人受聘山东大学教授
- 金证科技鼓励学生依托企业实际项目开展毕业设计

模式一：贯穿人才培养多环节的产学结合模式

人才培养环节：教学、实践、就业



环节三：就业

企业

搭建**内外部就业渠道**

优先吸收**合作院校毕业生**
进入产业生态

企业

自主构建**培训、认证、
就业**一体化的高校大学
生培养体系

- 安恒信息搭建覆盖全国30多个分支机构以及外部企业的就业渠道，协助**华东师范大学**完成300人以上的就业指标

- 统信软件、翼辉信息根据操作系统领域需求打造**初、中、高级能力认证**，对通过认证的毕业生进行就业推荐
- 艾融软件围绕银行互联网应用软件开发工程实施方法打造了**SQUARE 培训认证体系**

合作成果

企业获得**按需培养、定向输送的优质毕业生**

锁定**高校软件用户群体**

软件人才供应**降本缩期**

培养合作高校师生乃至**全教育领域用户习惯**

为产品推广、迭代升级奠定**用户基础**

加速**国产软件在教育行业应用推广**

高校实现**多方协同育人**

推动**毕业生高质量就业**

模式二：连通技术创新全流程的产研协同模式

技术创新环节：技术攻关、成果转化、应用推广

环节一：技术攻关

共建研发中心、
实验室等载体

纵向
课题

横向
课题

项目制

- 浪潮与西安电子科技大学成立“数据库创新实验室”，联合申报承接分布式数据库重点课题
- 华为和上海交通大学通过技术管理委员会对联合实验室进行共同管理、共同命题，孵化操作系统及分布式系统领域世界级技术

环节二：成果转化

将技术攻关成果
集成至企业现有产品

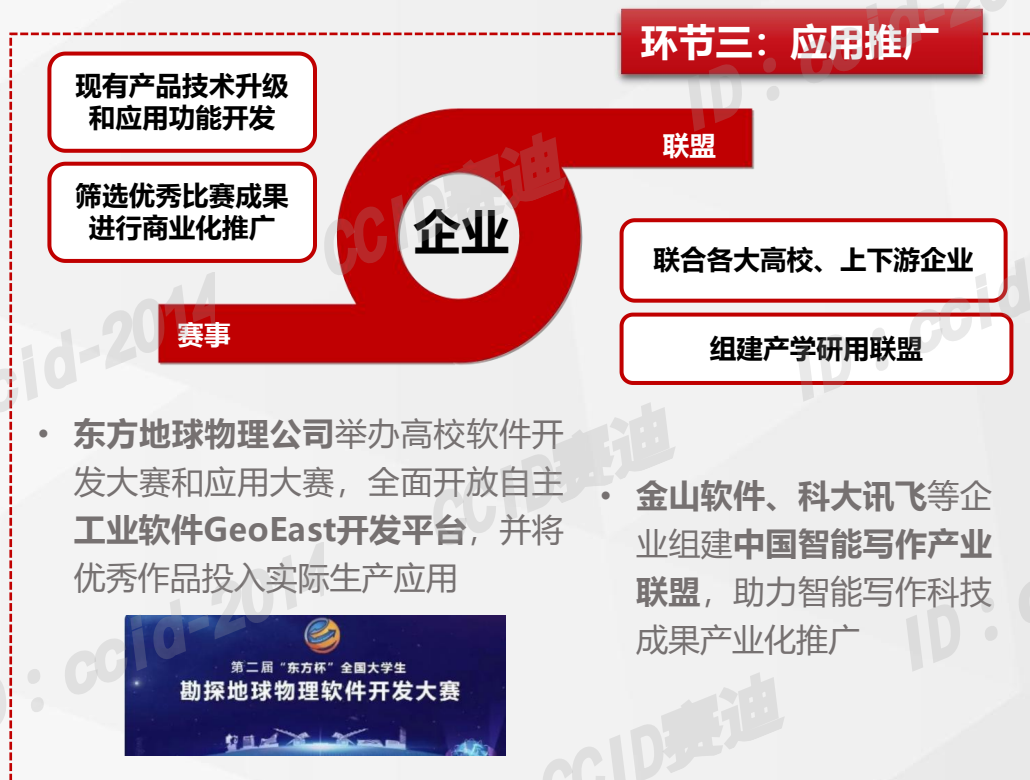
通过中试平台、
熟化基地等载体

制定行业规范
或技术标准

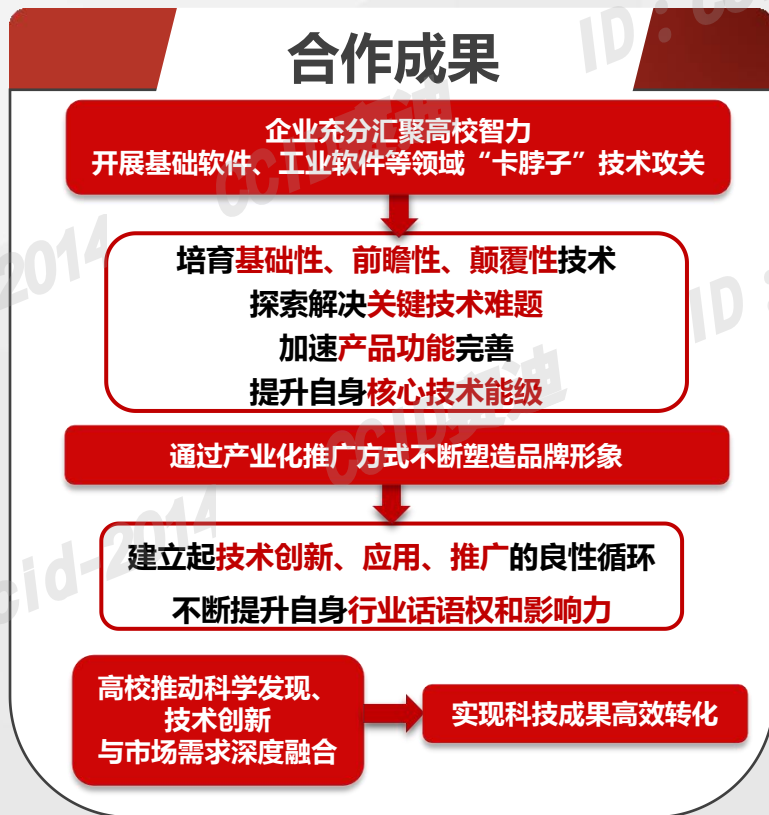
- 山大地纬和山东大学共同进行智能生产平台开发研究，并通过中试平台将成果转化推广至用户侧
- 国网信通与北京邮电大学成立技术标准校企联合科普教育基地，培育形成两项ITU-T国际标准提案
- 中国电科32所与华东师范大学基于锐华嵌入式操作系统产品，形成可信嵌入式软件行业规范与标准体系

模式二：连通技术创新全流程的产研协同模式

技术创新环节：技术攻关、成果转化、应用推广



合作成果



模式三：覆盖多主体、全链条的生态共建模式

- 三大生态：开源生态、应用生态、国际化生态
- 生态伙伴：高校、软件企业、行业企业、地方政府、第三方机构

开源体系打造

开源进校园

师生进项目

开源进课程

学生进社区

- 开放原子基金会、开源联盟等第三方组织开展开源大讲堂等校园活动，大力普及开源文化
- 麒麟软件联合国防科技大学、优麒麟开源社区举办“麒麟杯”全国开源应用软件开发大赛，引导师生参与开源建设
- 旷视开源深度学习框架MegEngine，并搭建MegStudio学习实践平台，为师生提供数据、框架和算力
- 青岛数智船海联合哈工程成立FastCAE开源学院，培训讲座累计覆盖70余家单位1700余人

引导师生积极开发、维护、推广开源项目

应用生态构建

布局高校所在教育领域
国产软件应用



与行业企业、地方政府
形成生态联合体

- 统信软件、麒麟软件向高校捐赠自研操作系统，加快教育信创进程的同时，不断打造品牌标杆、扩大产品辐射范围，加速产品向金融、军工等领域落地
- 东软、海信、东方物探和中国石油大学（华东）在青岛市政府的支持下共建青岛软件学院，形成软件产业生态群落，同时带动区域经济不断发展

推动高校所在行业领域
国产软件应用

模式三：覆盖多主体、全链条的生态共建模式

推动国际发展

企业

共建**国际软件学院**
举办**国际赛事**
参与**国际标准**
参与**国际开源社区**

高校

- 山大地纬合作成立山东大学-南洋理工大学人工智能国际联合研究院



- 东方地球物理公司和中国石油大学（华东）举办的应用开发大赛设置**国际赛道**
- 国网信通和北京邮电大学培育ITU-T国际标准等高等级成果

合作成果

企业吸引更多主体参与
更大范围、更高效率调动多方资源实现产业目标

推动国产软件**创新应用**
快速提升产品的**市场占有率和行业影响力**

通过开源、国际化等方式

推动**技术、产品和标准**走向国际舞台

高校集聚生态力量
培养多层次、复合型
领军创新人才

实现**教育链、创新链**
与**产业链**融合发展

下一步工作

贯彻落实国家软件发展战略和《“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》，持续做好软件人才相关工作



高校端

- ✓ 协同高校服务产业发展需求，加大人才智力保障



企业端

- ✓ 助力企业强化创新主体地位，集聚产学研多方力量攻坚克难



地方端

- ✓ 服务校企双方融入区域产业化集群化发展，支撑地方经济建设



产业端

- ✓ 推进生态开源化、产业链条化发展，深化软件创新应用

谢谢!

课题研究单位：赛迪智库信息化与软件产业研究所

课题组邮箱：wangf@ccidthinktank.com