# "创业 CP"开启农业育种低成本之路

■本报记者 李晨

一位负责算法,有着丰富的创业经验,擅长路演宣讲;一位负责实验,在国内外有着应用研究和产业化经历,承担着实验技术支撑责任。中国农业科学院深圳农业基因组所研究员刘毓文和常玉晓在同事眼中就是一对互补型的"创业 CP",即创业搭档。

"科研不能是纸上谈兵,如果做出来毫无 用处,那做它有什么意义呢?"

"科学家开公司不但不是不务正业,反而是积极响应号召,把自己所学所得应用到生活中,以科技推动产业,以产业推动发展。"

基于这样的共识,2022年10月,他们联手创办了中农芯跃(深圳)生物科技有限公司(以下简称中农芯跃),建立了"万相育种加速器平台"。该平台结合超低覆盖度全基因组测序和基于深度学习的基因组选择,通过改良的基因型检测方法,达到低成本获取动植物个体全基因组信息,并预测动植物表型,从而选育表型更优的品种的目标。

凭借这一加速器,他们在多个创业大赛中得到评委的青睐。目前,对中农芯跃的天使轮投资正在尽职调查中。

#### 创业路上的相遇

"我一直走在产业化的路上。"在刘毓文看来,搞科研必须有用武之地。2014年从美国芝加哥大学获得博士学位后,他就走上了创业之路。

读书期间,他领养了一只狗,但一直不知道它的血统。因为是做基因组研究的,于是他就想能不能通过测序得知狗的血统。

"但动物基因组测序鲜有人研究,测序成本也比较高,一般普通家庭负担不起。那时我就在想,能不能把动物基因组测序的价格降下来。"刘毓文说,当时他以为国外的宠物基因组检测市场已经逐步建立,国内应该也会很快出现增长。

于是,当同学们纷纷进入科研界时,他却决定放弃国外的科研职位回国创业。尽管当时他做了一些尝试,也通过开发宠物液相芯片降低了部分测序成本,但由于国内宠物基因组测序市场并不成熟,第一次的创业之路走得并不顺利。

不过,这段经历却成了刘毓文二次创业的 2因和基石。

忍受了芝加哥 12 年的严寒气候,刘毓文选择了深圳这个温暖的城市重新出发。"我特别喜欢深圳这个地方,从气候到环境、风景都让我觉得很亲切。深圳市政府对种业支持力度也非常大。"刘毓文说,农业基因组所的科研氛围更让他感觉"和在美国工作没有什么区别,一切都很务实、透明、制度化,非常舒服"。

于是,他在这里遇到了农业基因组所创所 之初就人职的常玉晓。

"我们是一起吃饭时认识的。当时就发现

我们是一起吃饭的人识的。当时就发现我和常老师的夫人都是湖北宜昌人,而且老家相距不到一公里。非常有缘,精准定位。"刘毓



刘毓文(左)和常玉晓共同创立中农芯跃(深圳)生物科技有限公司。

受访者供图

文回忆说,他们第一次见面就聊起基因组检测成本居高不下的问题。

当时的常玉晓正"犹豫着已有的成果要不要做技术转化,因为转化比较耗精力"。对创业很有热情的刘毓文恰好在这时出现了。

"我们两个的互补性非常好。我原来是做植物的,他是做动物的;我们又有比较类似的知识背景,都做过医学方面的研究。"常玉晓说。

"我一直想找能够跟我互补的人合作,互补才能达到'1+1>2'的效果。常老师在实验这一部分做得很好,而我在这方面是弱项。"刘毓文说,"我们当即一拍即合,他负责实验部分,我负责分析部分。"

两位科学家合作的目标是:突破传统的基因芯片技术,达到高准确度和低成本的动植物个体基因型鉴定。

他们发现,两个团队的技术储备经过协作改良,通过"生物技术+信息技术"的整合,只需要花费现有方法一半左右的成本,就能在动物个体中检测出 1000 万~1200 万个遗传标记,是现有芯片检测数量的 200 倍,具有很强的便捷性和数据稳定性。

就这样,他们俩组成了"创业 CP"。

#### "错误"的条带创出低成本育种技术

"目前,基因芯片技术主要被国外企业垄断,不仅研究成本高昂,非育种家也很难负担得起应用成本。"常玉晓告诉《中国科学报》,近年来,基因芯片技术在动植物育种中得到广泛应用。

基因芯片是指通过微加工技术将数以万计乃至百万计特定序列的 DNA 片段(基因探针),有规律地排列固定于 2 平方厘米的硅片、玻片等支持物上,构成一个二维 DNA 探针阵列。因为其与计算机的电子芯片十分相似,所以被称为基因芯片。

以猪育种为例,国外育种公司筛查一头猪的基因型需要花费 180 元,育种的整个群体测下来,可能就要花费上万元,而且往往要测数百甚至上千次才能得到准确结果。常玉晓说,这是因为传统的动物基因组检测用的是医学上采用的方法,难以大量应用,所以成本居高不下。

"很多人没有注意到农业样本的检测和医学样本的检测是不一样的。"常玉晓说,后者是对个体单独进行检测,对准确度要求极高,也可以接受极高的成本;而农业样本是对群体进行检测,相互之间可以参考,即使部分位点测错了,也可以借助群体进行校正,因此可以容忍一些错误,但绝对接受不了高价格。"基于此,针对农业样品的基因型检测,我们提出了'以质换价'的指导思想,在这个方向上开发农业样品专用的检测方法。"

说起研发过程,常玉晓回忆起一项关键技术的突破居然来自一位研究生的误操作。"当时她没有理解我的实验要求,有一个小步骤忽略了。结果学生以为自己做错了,很忐忑地拿着'错误'的条带给我看。"

结果,常玉晓一看,"有点意思!"虽然不是他预期的结果,但是这个结果很好!于是他们对此展开了深入研究,最终创制了一个低成本的检测方法。

"我们自主研发的 FBI-seq 测序技术,不仅简化了文库制备的流程,还极大降低了文库制备的成本,为高通量测序技术在育种中的应用扫除了高成本障碍,解决了测序'耗材成本高''技术难度大'等两大问题。"常玉晓说。

刘毓文说,他们把信息技术和生物技术结合起来,构建 Farm-Impute 体系,又解决了"测序数据量大"这一限制动植物基因型检测的大难题,通过降低个体检测的数据量需求进一步大幅降低了检测成本,同时搭建了一个基于深

度学习的多层级模型 DeepAnnotation,从海量的基因数据中筛选、鉴定得到所需要的有效育种信息。

"随着数据不断累积,模型也会越来越完善,算法结果也会越来越精确。从最初的个人兴趣出发,到现在项目的发展,我逐渐意识到这项技术的意义不仅仅再局限于服务个人、家庭,还与我们国家种业发展紧密相关。"刘毓文说。

为了推广这项技术,刘毓文和常玉晓参加了几次大型转化项目路演活动和大赛,引起了应用企业的关注。目前,他们的技术已经开始在巴马香猪等育种项目中得到应用。

#### 保护+创新:双轮驱动

"就我个人而言,科技产业化的一个核心问题,就是要根据产业需求制定科研方向。"刘毓文说,如果天天坐在实验室里搞科研,虽然可以解决一些问题,但在产业中很可能用不上,或者用处有限。

"真正要做产业化,一定得去产业里看看。"刘毓文说,他现在经常出差"跑产业",跑不同的育种公司,到牛场、鸡场去看。"只有亲眼见到那些动植物个体在田间和养殖场的表现,然后跟育种企业家交流,你才能更清楚地明白到底哪些问题能够解决,哪些问题是有价值的。一定要把方向选好。"

对于科学家该不该开公司的话题,刘毓文 认为,科技和产业就好像人的两条腿,只有两 条腿一样长、都有劲,才能走得稳、跑得快。一 个学科的发展也是一样,只有理论、实践双驱 动,才能获得稳定、健康、长久的发展。

不过,常玉晓直言,科学家开公司确实会 面临一些难以解决的困难:不具备专业的管理 运营经验;精力有限,无法很好地兼顾创业和 科研;产品转化周期长,无法快速变现。

为了做好产业化运营,他们邀请了一位专业的运营管理人才加入,形成了一个三人核心团队。此外,他们非常重视知识产权保护工作,专门设置了一个部门负责相关工作。

刘毓文说,目前他们已经申请了多项专利,对核心技术进行了较好的保护。与此同时,他们还在不断改进核心方法。

"现在我们推到市场上的是第二代技术, 我们还储备了第三代技术。"常玉晓说,他们一 直在做新的开发工作,这样即便在被别人复 制、专利也没办法保护的情况下,他们也留有 后手,可以拿出新的方法来超越竞争对手。

不久前,在湖南长沙召开的第一届(2023) 农业关键共性技术发展与应用研讨会上,中国 农业大学教授赖锦盛提出,希望未来的基因型 检测成本能够降低至10块钱。

"我们目前的技术对一个样品进行基因型 检测的价格在 150 元左右,正在开发的第三代 技术可以达到这个目标。"刘毓文说。

#### 视点

日前,科技部科技评估中心 牵头起草的《科技成果五元价值 评估指南》和《科技评估指标体 系构建通用要求》两项国家标准 研制工作会议在北京召开。关于 科技成果五元价值,2021年8 月国务院办公厅印发的《关于完善 善科技成果评价机制的指导是 见》就已明确提出,全面准确评 价科技成果的科学、技术、经济、 社会、文化价值。

笔者认为,围绕上述价值开展的科技成果五元价值评价,主要应解决"评什么"的问题。

其中,科学价值反映科技成果的造成大人人民新技术、发展新方法,以在原始创新方面的贡献度;技术、发展新方法,以在原始创新方面的贡献度;技术价值反映科技成果在促进科技成果在促进科技成果应的影响;社会价值风联科技成果整和产值反联科技成果整和产量,在解决人民健康、环境科技成果在解决人民健康、环境技成果在倡导科学精神、农民创新文化价值观等方面的影响;文化价值观等方社、发展创新文化、面的影响和贡献。

直

何

在科技成果五元价值体系中,科学价值是首要价值。科学价值越大,表明科技成果原创性越强、技术进步引领性越强、文化价值越大;技术价值越大,表明对经济社会发展的促进作用越大。科技成果只有应用推广才会产生经济价值和社会价值。

由于不同类型的科技成果 有各自不同的特征,其价值构成 也不同,须分别对其价值进行评

价,即解决"如何评"的问题。科技成果五元价值是 从不同侧面反映科技成果的价值,每一元价值的评价指标、评价方式都有所不同。

评价科技成果的科学价值,重点是评价该成果 是否能解决重大科学问题、提出原创性理论、发展 新的方法、开辟新的研究领域等,其主要评价指标 可采用世界科学前沿水平、原创性程度、影响力程 度等。

评价科技成果的技术价值,重点应评价该成果 是否取得重大发明及掌握新的技术知识,是否解决 了关键核心技术、产业关键共性技术、企业技术创 新难题等,可采用技术成熟度、技术先进度、技术创 新度、知识产权保护程度等作为主要评价指标。

评价科技成果的经济价值,重点应评价该成果在应用推广中已经取得和预期取得的经济效益,可采用已取得的收入、潜在收入、市场定位、市场规模、市场竞争力、市场前景等作为主要评价指标。

评价科技成果的社会价值,重点应评价该成果的应用和推广是否符合国家方针、政策和法令,是否有利于保护环境和生态平衡,是否有利于社会发展、劳动就业、社会福利,是否有利于人民生活、健康和文化技术水平的提高,是否有利于合理利用资源等,可采用节约利用资源、环境保护、创造就业机会等作为主要评价指标。

评价科技成果的文化价值,重点应评价该成果 在研发和应用推广中对价值观念的影响,可采用科 学价值观影响度、科学技术普及程度、科学文化传 播力、公众参与度等作为主要评价指标。

尽管科技成果五元价值的各个评价指标有所不同,但都可以采用定性定量相结合的评价方法,由评价机构组织相关专家或专家委员会进行评价。

科技成果评价可根据该成果的研发目标与导向,结合其特点,合理确定各元价值的权重。根据科技成果不同特点和评价目的,细化五元价值的评价标准和重点,有针对性地评价科技成果的价值。

当前,相关机构在对科技成果价值进行评价时有两种做法:一是对科技成果五元价值分别进行评价,得出该成果的价值谱系,进而全面反映该成果的价值;二是按照科技成果的构成分别设置五元价值的权重,在分别评价出其五元价值后,以定性和定量相结合的方式确定权重,再计算得出该成果的价值。

由上海市科技成果评价研究院牵头制定的两项地方标准《科技成果分类评价和价值潜力评价规范》和《科技评价服务规范》已正式实施。《科技成果分类评价和价值潜力评价规范》对各种类型的成果设置了五元价值的权重顺序,并采用该规范规定的赋权方法确定权重,同时设置了五元价值评价指标,并对指标赋值,分别计算出五元价值的得分,按照各自的权重综合计算出被评价科技成果价值的得分,形成该成果价值的评价结果。

笔者认为,第一种做法的好处是通过评价可以 全面了解被评价科技成果的价值谱系,以便采取措 施并作出决策;第二种做法的好处是可以对不同科 技成果价值进行比较,分出高下。但无论采取哪种 做法,都要看评价的目的。

如果评价是为了全面了解科技成果的价值谱系,以更好地挖掘其价值,更好地推进该成果转移转化,可采用第一种做法。如果评价是为了对科技成果予以奖励,在众多科技成果中分出高低,可采用第二种做法。

通过梳理分析,笔者发现,在现阶段科技成果 五元价值评价还有不少问题需要解决:一是认识上 还不到位,"破四唯"和"立新标"都取决于科技成果 评价方式方法还不适应科技成果评价的要求,需 要加大探索的力度,创新评价方式方法;三是科 技成果资产评估管理制度还不适应科技成果作 价投资及价值评估的要求,一定程度上制约与科 技成果评价机制的完善;四是科技成果评价与 数尽责、容错纠错机制之间的关系需要用制度来 明确,并予以完善。

元号。 (作者系上海市科学学研究所副所长)

# 探索人类与机器人和谐共生的世界

■本报见习记者严涛 ■张行勇

不久前,电影《流浪地球 2》结束公映。在这部影片中,有一群不同寻常的"演员",他们没有台词、不会笑场、不知疲倦,经常出现在各个场景中。他们就是给人留下深刻印象的智能机器人。

这些智能机器人来自深圳一家名叫优艾智合的科技公司。该公司还有另一个特殊身份——西安交通大学创业大赛孵化出的获奖团队之一,公司创始团队和业务骨干绝大部分来自西安交通大学机械学院。

万众瞩目的《流浪地球 2》为何会选中这样一家初创公司,作为片中智能机器人这一重要"角色"的合作者?

### 使用场景与剧组需求高度吻合

优艾智合市场部负责人关健是西安交通大学校友。他告诉《中国科学报》:"与电影的结缘是在2021年,当时公司参加了在上海举办的世界人工智能大会。我们带去了4个比较具有前沿代表性的机器人应用场景,都属于探索性的早期市场阶段产品。"

优艾智合参展的初衷是看看他们的机器 人能否普适于这个行业的发展,以便更好地根据个别客户的需求改进产品。

"参会之后,很快就有一位《流浪地球 2》剧组的工作人员联系到我们,表示我们的机器人产品和场景设置与电影的设计非常匹配,询问我们有没有兴趣参与到电影拍摄中。我们很快就答应了。"关健说。

加入到电影制作团队美术组后,片方发现优艾智合的智能机器人使用场景与剧组需求高度吻合,所以进一步深化了双方的合作。出现在电影中的机器人从最初的6款陆续增加到14款,在影片镜头中有30多个场景,基本覆盖了优艾智合80%的产品线。

对双方在产品上的契合度,关健打了个比方:"就好像考完试对答案,一道题一道题对下来,发现得了80分以上,非常开心。"

让关键感慨的还有电影片方认真的态度。 在拍摄过程中,每场关于机器人的戏份都有严 谨的剧情设置,每个机器人甚至都有人物小传 和具体的戏份安排,探索机器人背后的故事。 最终事实证明,影片中呈现的关于机器人的效果受到观众的广泛认可。

片中李雪健扮演的外交官在看到两排机器人重型设备时说:"我们迟早会被这些东西取代!"这句话听起来难分褒贬,但与优艾智合努力的方向吻合。"其实我们的目标一直很明确,就是探索你我与机器人和谐共生的世界。"关健说。

## "总得让我们自己的机器人来试一下!"

科技部火炬中心发布的《中国创业孵化发展报告(2022)》披露,2021年,全国创业孵化机构数量达 15253家。教育部统计数据也显示,2021年全国大学生创新训练项目 32667项、创业训练项目 4256项、创业实践项目 1569项。

作为创业大赛孵化的创业团队,优艾智合 荫发于西安交通大学机械工程学院,团队的首 席科学家梅雪松同时是西安交通大学机械工程学院教授。如果说关健和技术人员是闯荡江 湖的"侠客",梅雪松就是一手扶持这几位师兄弟从"学艺"到"下山"的"掌门人"。

"现在团队里有十几位是我的学生,都是毕业后跟着师兄一起工作。"梅雪松介绍说。梅雪松一直从事精密运动控制和高档数控机床研发,尤其是与电机相关联的机械臂控制方面的研究。2015年后,移动机器人行业渐热,逐步形成了工业化和批量化应用,梅雪松的研究领域也开始转向智能化工业机器人。

团队创始人之一的张朝辉作为梅雪松指导的硕博连读研究生,在此之前从事智能机器人方面的研究。"张朝辉 2012 年就来到我这边做机器人研究,后来陆续有一些学生加入,我就指导他们建立了一个机器人团队参加比赛。"2015 年,西安交通大学校长王树国委托梅雪松举办全国机器人创意大赛。通过这次比赛,团队初步成型。

"当时我们购买了韩国一个非常简陋但很昂贵的机器人,开始以这款机器人为基础,做一些移动导航软件编制等方面的研究。"梅雪松回忆说,一开始团队就得到了与国际巨头合作的机会——为米其林做轮胎巡检机器人,主

要功能是寻找轮胎里扎入的钉子和石头。米其

某半导体工厂的复合机

器人集群。 优艾智合供图

林希望用机器人代替人来完成这项工作。 完成这个项目之后,团队又根据市场需求 调整了产品目标,将电厂巡检机器人作为主要 的开拓方向。

"当时,电厂巡检机器人在市场上已经出现了同类产品,甚至上市公司也在做,面临很大的竞争。2018年,我们去投标一家电厂巡检项目,我至今对这家公司心存感激,因为它愿意接受这几名年轻人和他们的新产品。"当时这家电厂负责人的一句话让梅雪松至今印象深刻:"总得让我们自己的机器人有机会来述一下!"

我们自己的机器人有机会来试一下!"对于梅雪松来说,在创业初期就获得了这种信任是一种幸运。他回忆说,2018年接手这个电厂项目时,工人需要在1万平方米的高温厂房里长时间工作,厂房内冬天室内温度能达到47℃,是急需机器人代替工人的最佳事例。最后,团队从数家竞争者中脱颖而出,几名年轻人在3个月内就完成了任务。

梅雪松认为,一个好的产品是在用户使用后迭代发展起来的。在发达国家的行业限制下,自主产品替代已成趋势,应该给予自主装备更多的试错机会。他同时指出,在招标中注明需要提供产品之前的用户合同显然不利于国产设备的迭代发展。尤其在机器人行业,很多场景都是第一次出现,此时需要各方在研发阶段就给予团队持续的信任、耐心及持之以恒的支持。

#### 人工智能正在迎来拐点

目前,智能机器人在工业制造、服务、医疗、农业等领域已经得到广泛应用。酒店、景区、餐厅、商场,越来越多的机器人走入了我们

的生活,为我们服务。

据中国电子学会发布的报告显示,2019年中国智能机器人市场规模超过200亿元,预计到2025年将突破1000亿元。工业机器人细分市场预计2022—2027年的复合年增长率将达到12.17%。国内工业机器人行业涌现出拓斯达等大型机械臂企业,以及新松、优必选、海康和极智嘉等工业移动机器人品牌,行业矩阵初步形成。

据了解,目前工业智能机器人行业应用大致有两个方向,一类是在智能工厂中做原材料和半成品等各种工艺段之间的流转,完全遵循智能工厂发展的要求,同时储存智能化工厂的生产数据,打通不同机器设备之间的"数据孤岛",形成完整的数据流,支撑数据工厂的决策。

另一类是通过智能机器人的高度程序化 的控制和数据在线,利用机器人精准的机械 臂、假爪、视觉等智能传感器元器件,在某些高 危行业如能源领域进行仪表读取、管道巡检等 巡检运维工作。

"我认为现在的人工智能、智能机器人,包括 ChatGPT,就是一场科技革命。"梅雪松认为,人工智能目前已迎来拐点。现在的工业智能机器人需要实现复杂、精密的操作,同时控制多个不同的机器人进行工作。"这就需要有一个指挥大脑,相当于总的软件控制系统。"

"我们做的工作其实就是无人化工厂的核心技术,也是实现'黑灯工厂'的重要组成。现在有些人对国产设备过于苛刻,对国外设备又过于迷信。实际上,我国的基础研究要大力发展,基础工业也要得到大力支持。"梅雪松认为,如何实现科技的大规模工业应用,怎样在工厂里稳定、批量、低成本地制造出产品等,都是当下应该重视的问题。