

探路 新质生产力

New / Quality / Productive / Forces

实验室周记

“黑灯实验室”： 跨越合成生物学“死亡谷”

■本报记者 单颖文

“明天9点多我去实验室看结果，如果结果不理想，我们再约时间。”蹲点结束前一晚，“宗师兄”发来微信。实验按周排期，但辛苦设计构建出来的菌株，表现不符合期待也是常有的事。

“宗师兄”本名宗夜晴，合成生物企业蓝晶微生物科技有限公司的高级研究员。他主要负责设计自然界中不存在的基因代码、编写基因程序，用新分子和新材料“造”出菌株，供工厂规模化量产塑料替代品——被誉为“绿色塑料”的可降解生物聚合物PHA。而他用来筛选优质PHA菌株最重要的装备，则是“黑灯实验室”。所谓“黑灯实验室”，是一组自动化实验仪器组，在操作环节可实现全程无人化智慧运行，“不开灯也能做实验”。

去年，蓝晶微生物在上海设立总部，是刚建成的虹口区北科创生物技术产业园首批入驻企业。这里，新的实验室面积是原先的两倍，“黑灯实验室”与诸多相关实验设备同处一室，更便于操作；操作的高级研究员，只需“宗师兄”一人即可。

当然，这并不需要“宗师兄”一人打几份工——随着蓝晶微生物迅速发展，压力从研发端转向生产阶段。他要做的是“好上加好”：研发出更具新质生产力特征的PHA，使其产量更高、稳定性更强、使用原料价格更低。最近一周的实验，就是通过改写原本吃棕榈油的PHA菌株基因代码，让它们能吃餐厨油、变质油等，且长得更快、产得更多。由此为公司降本增效，也让这家环保企业的绿色基因成色更足。

本周实验任务结束，“宗师兄”将与菌株开发团队前往量产PHA的工厂一线；实验室的一小步，将在工厂量产时成为降本增效的一大步。这也敦促他们不断构建并筛选出更高性能的新菌株，以适应日新月异的产线需求。

贴近产线的“黑灯实验室”，成了行业“光照进来”的地方。

“黑灯实验室”的意义

让信息化、智能化的“黑灯实验室”参与合成生物研发，是蓝晶微生物的创新突破。

屏幕上，交错攀升的线条昭示着本期“黑灯实验室”的实验结果：最新合成的能吃餐厨油的新菌株，在生长速度、耐受度、转化率等方面的表现，均优于对照组。

公司研发团队中，生物技术与电子技术团队人数相仿，以跨学科合作赋能企业全链条发展。一年多前自主研发的“黑灯实验室”，就来自生物学、物理学、自动化设计、机械工程等多领域人才的合作——技术人员将研究员的思路通过编程表达出来，并引入机器人、机器视觉等先进技术，形成流程自动化、过程可视化、操作无人化的高效处理系统。

得益于跨学科合作，“黑灯实验室”在投用后不断优化。比如覆盖在细菌培养多孔板上的透气膜，如果按传统做法，每次取样都要损耗一张。而高通量实验且高频次取样，成了一笔不小的开销。与研发团队反复讨论、实验后，工程人员开发出一种“透气盖”及配套开盖装置，盖子可在灭菌后重复使用，节省成本还更环保。同时，研究人员的操作界面简单友好。实验室

合成生物学的最终目的，是将生命科学的原理和突破，转变为技术创新和生产力。从这个角度看，每次菌株实验，都蕴藏着拓宽人类知识边界的契机。

极强的《实验室使用手册》。“我们都上过他的课，他是大家当之无愧的‘宗师兄’。”公司95后研发人员琉璃说。

工厂的进击

一根蓝晶™PHA制成的吸管，从落入海水的一刻起，就会引来微生物啃食，第四周便几近消失。每每被问及“蓝晶微生物是做什么的”，公司执行总监张杰就用这段小视频“有图有真相”地介绍。

合成生物作为绿色制造的核心技术，是以物理定理来设计、构建出模拟生物，再通过实验预测生物性能，因而具备高附加值、低环境影响等产业特征。与石油的不可再生相比，人类原创出的PHA不会产生二次环境污染，而且生产PHA的原料都是微生物菌种，可以不断被培育生产、优化升级。“黑灯实验室”筛选出的RE菌株进入工厂前，还得通过一扇自动门：门的另一侧，是蓝晶微生物的小试实验室，这里将以1:10的比例优中选优，再将选出的菌株规模化生产。

从Lab(实验室)研发到Fab(工厂)工业量产，被称为合成生物学的“死亡谷”。因为，实验室场景是理想条件下的DBTL(设计-构建-测试-学习)闭环。量产，面对的是复杂复杂的工艺放大系统，要担心空气质量等因素对微生物生长的影响，要考虑“三废”的处理压力、能耗指标的限制等等。

去年，蓝晶™PHA一期工厂当年动工、当年投产，而这一过程在其他国家通常需要5至8年。要走通产品商业化，更需要包括“宗师兄”在内的菌株研发团队走进工厂贴近产线：将菌株实验室研发数据与生产关联，减少技术转移带来的偏差，并将菌株开发、小试、中试到工业量产各环节的数据整合成系统，从宏观层面发现并解决问题。

生物医药是上海重点规划发展的三大先导产业之一。入选2023福布斯中国创新力企业50强的蓝晶微生物，在去年上海全球投资促进大会上作为重大项目签约落地。

新一周的安排已出炉。本月底，蓝晶微生物与北科创集团筹建的“天工开物”生物技术产业孵化服务平台将上线，蓝晶微生物办公室将出现“一桌一企业”联合办公场景，小试实验室也将开放给其他科创公司使用。张杰介绍，该平台不仅将共享实验设备，还将共享运营管理、驻场科学家以及研究、技术和行业资源，提供成果供给、概念验证、创新孵化等科创服务，以生态创新推动更多生物技术企业突破“从0到1”，并走向“从1到10”。“争取成为培育独角兽的独角兽企业。”

连接的电脑上，通过可视化程序，只需拖动鼠标，就能调整菌株结构、培育时长、实验顺序等；透过曲线图可看到菌株表现。

由于生物实验的误差较大，特别是多孔板发酵这样的小规模实验，必须重复至少3次实验且保持同一结果，才算达标。这也导致了生物实验的大体量。以往，把实验材料和耗材在仪器设备间“腾来挪去”的生物实验，需要实验室时刻有人，且能精准完成每次“挪动”。以生产PHA的菌株培养、筛选为例，无论靠机器还是人力，一场实验都需要两三天。但自动化实验室的“一开一关”，可以替代10人次的“三班倒”，且不出错，让企业以降本提质的方式开展系统性实验。

宗夜晴说，“黑灯实验室”还能无缝衔接菌株从“造出来”到“养出来”再到“挑出来”等环节，提升菌株上产线的效率。同时，优化分配企业研发资源，让研究员把更多时间投入到更有挑战性的研发工作中。

“宗师兄”的炼成

人是生产中最活跃、最具决定性力量的因素。在蓝晶微生物，与研发“黑灯实验室”几乎同步的，还有一个带有创新意义的“人才矩阵”。

在“黑灯实验室”助力下，蓝晶微生物也能腾出更多精力培育跨学科人才。粗略统计，从菌株研发、发酵提取工艺开发优化，再到工业量产，PHA仅在技术端就涉及二级学科20余门。而每次突破性发展，至少需要集合生物、化学、环境、材料4类专业人才，投身研发、工艺、工程、生产4个关键节点。

宗夜晴出生于1987年，博士毕业于中国科学院微生物研究所生物化学与分子生物学专业。2002年起，国内院校开始设立合成生物学相关专业，毕业生规模小且集中，学术背景关联度很高。蓝晶微生物成立于2016年，作为公司创始人“师出同源”的学术伙伴，宗夜晴2019年入职。此次公司扎根上海，大量90后研发人员从北京、深圳等地前来，在以花名示人的蓝晶微生物，宗夜晴自然被大家尊为“师兄”。

当然，能成为“宗师兄”，宗夜晴还有其他过人之处，比如他参与了公司“知识管理团队”的建设。作为一家知识密集型的企业，蓝晶微生物有大量专业知识需要沉淀和管理，并被员工学习吸收。为此，公司召集宗夜晴等开发了学习系统BlueUp，不仅海纳学科，还将同一课程细分为多个等级，分别供本专业研究生、其他专业研究生和“小白”学习。来上海后，宗夜晴又承接了“黑灯实验室”的员工培训，参与编写了操作性



①



②



③

记者手记

改变世界的菌株

■本报记者 单颖文

“黑灯实验室”里，那些微小到肉眼难以观察的菌株，将改变世界。

它们，带来产业革命，让石油化工不再是必需品。甚至将废油作为养料，走通环保变废为宝，为全球生物技术研究者提供引领性方案。

它们，带来理念革新，以跨学科合作赋能发展全链。从实验室到工厂，聚合各类人才形成通力协作，最终产出可观效益。

它们，带来生态革新，“投小投早”推动整个产业。菌株开发的成功经验与失败教训，都是同行者的捷径，也是“把蛋糕做大”的原料。

蝴蝶扇动翅膀，会飞得更高，也将气流带到远方。

①宗夜晴正在查看“黑灯实验室”中的菌株表现。

②菌株被送入自动化小试发酵平台进一步培育筛选。

③蓝晶微生物在上海总部的实验室面积扩大了两倍，“黑灯实验室”与其他实验器材同处一室。

④蓝晶微生物是虹口区北科创生物技术产业园首批入驻企业。

均本报记者 叶辰亮摄



④