

生物技术动态



2013年第2期

总第63期



特别企划：iGEM 特别刊

主要内容：iGEM 基础知识
合成生物学
华农 iGEM 团队

生命科学技术学院学生工作办公室主办

生科院大学生科技协会承办

iGEM特刊前言

华农学子来自五湖四海，为着各自的理想，聚首狮山，开启精彩人生的序幕，期待实现个人的梦想和对社会的价值。面向大学本科生的各类竞赛活动，为我校学生展示自己的智慧与才能提供了广阔的舞台。生科学子作为华农学子中的佼佼者，对于各类竞赛活动一向活跃。我院学生曾取得的成绩。但受限于我校偏农的专业设置，同学们对国际上的一些竞赛活动，关注度不高，更很少参与。为了开阔我院学生的视野，培养大家参与国际竞争的意识 and 能力，在学院领导的大力支持和各方专家的积极倡议之下，我院今年组织申报了合成生物学领域的 iGEM 国际大赛，并邀请生物信息中心课题组的相关老师担任教练。

逐年增多，并多次取得过金牌佳绩。这些曾经的成功激励我们继往合成生物学 (Synthetic Biology) 是本世纪初新兴起的一门交叉学科，是后基因组时代生物技术和基因工程的自然延续。它运用工程学的思维，把生物体看成一些零部件的有机组合，并以设计和改造这些生物部件作为目标，用来解决材料、能源、健康和环境等各方面的问題。iGEM 的全称是 “international Genetically Engineered Machine competition”，直译为国际遗传机器大赛，是目前合成生物学领域中唯一的国际赛事。iGEM 最早出现在 2003 年，起初只是麻省理工学院的校内比赛；两年后，迅速升级为世界范围内的参赛的队伍已经过百，分别来自美洲、亚洲、非洲和欧洲等世界各地。我国高校首次组队参赛是在 2007 年，之后未有间断，且参赛队伍开来，再创辉煌。



我院今年是第一次组队参加 iGEM 比赛，面向院内各专业的本科生进行招募。目前，报交流，汲取经验，完成了参赛队伍的组织和分工。参赛队员拟分成 “实验组”、“模拟组”、“宣传推广组”、“网页设计组” 和 “伦理安全组” 等五个小组。在日前组织的头脑风暴活动中，同学们发挥奇思妙想，涌现出一批好的 idea，并通过与指导老师的讨论，确定了今年参赛项目的主题，为开展后续的实验设计和理论模拟确定了方向。



iGEM 比赛作为生命科学领域中为数不多的国际赛事，值得进一步宣传和推广。今年队就是这次宣传活动的的一个重要组成部分。我们希望通过这些宣传活动，进一步激发我校特别是我院学生参与 iGEM 竞赛的热情，并将这一活动像国内的比赛那样持续下去，也希望越来越多的同学关注和参与到这一活动中来。为此，我们呼吁生科的广大学子，抓住机遇，踊跃参赛，通过与世界各国同龄人的较量、交流和互动，拓展自己的国际视野，提高自己的思维、动手能力和国际交流水平，以热情和佳绩，为自己的大学生活增添一抹亮丽的色彩。

激昂青春的梦想，追求卓越的人生；iGEM 国际大赛就是你一展风采的舞台，来吧，come on!

马彬广

主带队老师

生物信息中心课题组成员

华中农业大学生命科学技术学院副教授

目录

IGEM 新手秘籍	1
前期准备与参赛流程	5
合成生物学：基因图谱与“生物砖块”	6
人造生命的起点	8
合成生物学五大挑战	10
Nature 新技术：合成生物学新动向	12
生物发光树	13
华农 IGEM 团队	14

iGEM 新手秘籍!!!



Synthetic Biology based on standard parts

Welcome! 各位有兴趣来看这篇日志的朋友们，有人曾经说过“好奇心造就科学家”。这虽然可能有些绝对，但是今天，你的好奇心绝对不会让你失望的，本秘籍虽然不能保证在 10 分钟让你成为科学界的“独孤求败”，但只要 10 分钟的学习至少可以让你了解未来世界最热门的领域是什么，让你对自己和这个世界有一个新的认识。

你可能听过 iGEM，也可能你的朋友中就有人是曾经的 iGEMer，当然，最大的可能是你从来都没有听过 iGEM 这个词，也不知道 iGEM 是干什么的，不过这些都没有什么关系，本秘籍将带你走“终南捷径”，快速进入 iGEM 的世界，了解什么是合成生物学，什么是 iGEM 以及 iGEM 和合成生物学的关系。即使你不打算参加 iGEM 比赛，也没时间去参加我们 2013iGEM 的宣讲，本秘籍都将使你受益匪浅。



下面就是本秘籍主要内容：

秘籍总则：学此秘籍，必时刻保持第一条的状态，否则走火入魔，后果不堪设想，此为秘籍关键，切记。

第一条：

请放下手中的其他工作，全身放松，调整呼吸，

双眼注视，以十万倍的注意力阅读，并试图记住本秘籍的所有内容。

新手秘籍——上篇

第二条：

首先问你两个问题，你是谁？你从何而来？是从一个蛋里凭空造出来的，还是在大约 150 亿年前的宇宙大爆发后，过了不知多少亿年的时间，从宇宙里的一个不起眼的小星球上生成的一锅原始汤出发，又经过了同样漫长的岁月，才进化出你——人类，Who knows？如果你知道上述问题的答案，那么你就已经超越了自人类开化以来的所有智者。你当然也不必坐在这了，因为你已经步入了仙人的行列。此秘籍显然不是小说中所写的读一读就能成仙的天书，自然也不能给出这些问题的答案，但是，本秘籍可以帮助你换个角度看问题。

既然我们不能回答什么是世界的本源，那么我们为什么不想一下这个问题：世界为什么要“长”成我们现在所看到的这个样子呢？比如，为什么熊猫要吃竹子，它吃汉堡行吗？为什么人要长头发……不妨暂且假设有这么一个上帝，有一天他突发奇想，创造了人类。那么，既然他给了我们一双手、一颗智慧的脑袋，我们为什么不改造下周围世界，让它们更好地为人类服务呢？如果此时你觉得你好像可以做点什么呢？那么，恭喜你，你已经顺利的修炼完了本秘籍的第一重境界，就像 N 年前一群生物学家提出合成生物学概念时一样。世界在合成生物学家眼中不再是死气沉沉了的，而仿佛是仿佛跳动的音符一样充满变化，你似乎可以随心所欲的对它们进行改造。

第三条：

但是当你正兴高采烈地准备大干一场时，你一定发现梦想总是美好了，而现实总是残酷的，就像是天上的月亮一样可望而不可及（此处暂且忽略掉那些宇航员）。因为，虽然你有一个想法，但是你

不知应该怎样实现。比如，你想让那种在你身体某部位内广泛存在的一种细菌——大肠杆菌（这也是它名字的来历，不要吓到）来发光。虽然这个想法不错，但该如何具体实现呢，你却犯了难，似乎像灯丝一样给它们通电流只会产生一种烧焦羽毛的味道。现在，就来本秘籍帮助你唤醒那沉睡已久的记忆吧。如果你还记得，哪怕只是一丁点高中时学过的生物的话，相信你一定对 DNA 这个词记忆深刻，并且你应该好像还记得所有的生物都是由 DNA 的编码来控制的（也就是一种四进制）。谢天谢地，多亏有了那么多为了解析 DNA 密码而甘愿奉献自己青春年华的生物学家们，现在你已经可以明确地知道哪些 DNA 片段可以发光，哪些片段又可以让细菌产生泡泡，虽然其中的工作原理可能仍然是个谜，但这并不妨碍你去使用它们。人们称这些具有特定功能的 DNA 片段为生物元件（这个概念对后面的学习至关重要）。那么，现在的问题似乎就变得很简单了，“肆意”改造周围世界似乎只需要两步：1.复制你想要的 DNA 片段 2.把它们粘贴到大肠杆菌的 DNA 上。而看到这里，你也很自然地修炼完了本秘籍的第二重境界。但是在此，本秘籍要再一次提醒你注意保持秘籍第一条的状态，否则走火入魔，本秘籍可是不负有法律责任的。

第四条：

如果你认为改造世界仅仅只是复制和粘贴一样简单的话，那么你就没有充分认识到生物的复杂性。现在，请你回忆一下，你是怎样“吹、吹、吹个大气球的”。肺活量大的小盆友们可能经历过这样的悲惨遭遇：吹着吹着，气球就“咣”地爆炸了，吓你一大跳。从工程的角度看吹气球，扁气球和空气是 input，吹好的气球是 output；而你打算用嘴、打气筒、亦或鼻孔吹气球等等等等相关的具体方法是中间的过程，或者说像是飞机的 black box。而这个传说中的黑匣子就是一个系统了。但是如果你需要的不是一个吹破的气球而是一个完好的可以 play with 的球，这就涉及到一个系统控制的问题啦~（吹爆了的气球就是一个失控系统的产物）。所以，选出你想要的具有特定功能的生物元件只是万里长征的第一步，如何控制这些元件就成了下一个亟待解决的问题。

那么该如何控制呢？用手捏，还是用眼看，某些有特异功能的童鞋可能还会用耳朵听……而所有这些控制可以体现为系统中的反馈：“足够鼓了就赶紧扎紧气球吧”——这是负反馈；“还很瘪再吹吹吧”——这是正反馈。这两种系统控制其实在生物体中到处都是：比如，正是 XX 激素的正反馈作用，使女性在生产时婴儿能够持续增大——想象一下没有这种控制的情形吧：婴儿们只能在妈妈的子宫里老实待着了（老子，李母怀胎八十一载，逍遥李树下，乃割左腋而生——史记）。同样是 XX 激素，它显然不可能在体内持续发挥作用，因此它作用的抑制显然又是一种负反馈。……然后，就这样，机体内的分子作为节点一个连一个相互作用构成一个复杂而精密的网络。而对于合成生物学家来说，生物系统的可控可观性自然是他们关注的重点（各位工程达人肯定对这些术语很熟悉吧~此处打小广告一幅：我们竭诚欢迎各类人才来扩大 iGEM 系统多样性~）。毕竟，作为一群幻想着成为 The Creator 的人，谁都希望自己搭出的“大肠杆 Adam&Eve”可以稳定的存在并且发挥功能。总之，简单的对生物元件进行复制和粘贴操作并不是真正的合成生物学，合成生物学面对的是一个庞大的生物系统，必须采取工程控制的方法才能使得人工建造的系统正常的进行工作。如果，到此你都能很好的理解以上内容的话，恭喜你，你已经成功的修炼完了本秘籍的第三重境界。

新手秘籍——中篇

学习了秘籍上篇中合成生物学就不能不 show 一下它的扩展包——iGEM (the International Genetically Engineered Machine)——本秘籍下篇的主角，MIT 的新星。

第五条：

追本溯源，iGEM 刚落草时可不叫着这个响亮的名字。话说那还是 2003 年的一月份，每年一度 MIT IAP (Independent Activity Period) 时节，有这么一群科学狂人，开始了人工合成生物的初探……嘘，低调啊，所谓的初探，只不过是不同功能的 DNA 片段（生物元件）以神似搭积木的手法连在一块儿，导入微生物（通常是大肠杆菌）体内，从而使这种人工改造的工程菌能够行使某种特

定的功能。野心与务实的融合使 2003IAP 在次年即变身为 SBC (Synthetic Biology Competition), 得到了加州理工、普林斯顿、德州大学奥斯丁以及波士顿大学的响应。五校各有若干小分队在积木的路线指导下完成了生物元件的拼接, 从而创造出了许多行使不同功能的基因机器。二零零四年十一月, 各股力量齐聚 MIT, 童子军挥起了合成生物学大旗, jamboree 的传统由此诞生! 当奥斯丁的队员通过搭建感光激酶通路使每个具备这种改造序列的大肠杆菌都成为一个活体像素, 而无数这些亲密接触的活体光点在红光激发之下打出暖暖的“hello world”的时候), 亲爱的 science geek 们, 你们是否开始觊觎这样一张生物胶片, 上面是可爱的大肠杆菌为你们摆出的矩阵世界、衍射图样, 或者, MM 的情影? 德州奥斯丁的这份作品已然成为 IGEM 的经典, 详情参阅那本叫做 Nature 的著名课外读物(OMG !做 iGEM 还能顺便发个 Nature.....), 此处省略三千字.....iGEM 的历史继续向前, 到了 2005, IGEM 由于 US 之外 Cambridge、ETH Zurich 等校的加入真正成为了 International 的 Genetically Engineered Machine, 此后的四年间, 参赛的队伍数量一路飙升, 人气爆棚的 2009 IGEMer 已是来自 111 支队伍的 dreamer, 数以千计的 I-dreamer ! 明年呢? Who knows? 未来将由你们揭晓。好了, 如果看到此处, 你还能记住 iGEM 的英文全称的话, 那么恭喜你你已经成功的修炼完了本秘籍的第四重境界, 不能怎么办还用问吗? 赶紧重新再读一遍加深印象吧。

第六条：

如果聪明的你能够问出 iGEM 比赛和合成生物学的关系这种高难度的问题的话, 你可以在旁边偷着乐了, 因为你已经无师自通了, 成功的修炼完了本秘籍的第五重境界。如果你没有想到过这个问题也不要紧。这条秘籍就是详述 iGEM 与合成生物学的关系, 可得看仔细了。话说, 当 iGEM 从 MIT 孕育而生的时候, 那些科学界的大牛就发现了这样一个问题: 一个科学狂人搭建出来的生物系统, 不能移植到另一套系统中。为什么呢? 举个形象的例子, 就仿佛是你用方形的砖建房, 我用三角形的砖建房, 你的砖我用不了, 我的砖你也用不了。这样

就限制了各自少儿的砖的应用范围。你可能会想, 大家都约定好吧砖烧成一样的大小不就行了吗? 的确, 这也就是 iGEM 比赛其中一个重要的用意——合成生物学标准化。通过规定标准化的生物元件(iGEMers 称之为 BioBrick)构建方式和标准化的组装过程就可以实现生物元件的反复组装(如果感到抽象就想想乐高积木吧)。总而言之, 当你拥有了数量可观的 DNA 功能元件 BioBrick 以及酶切位点所提供的标准化拼接铰链(可以想成积木之间的借口) 便可以大言不惭地自称 DNA 工程师啦——因为只要发挥想象与创造力, 这些零件与接口完全能够如你所愿地组合成听话的机器, 听话的生物机器.....在 iGEM, 这不是科幻, 不是 YY。有句话曰“人类一思考, 上帝就微笑”, 那么, 如果一部 bio-machine 有一天被你接入带有某种智能序列的 BioBrick, 相信你一定会露出会心的微笑, 因为, 你就是创造出这种思考的上帝.....



新手秘籍——下篇

如果一切顺利的话, 相信你应该已经成功地修炼到了第五重境界, 不要走开, 下面更精彩。

第七条：

好奇的你看到此肯定会有种蠢蠢欲动, 参加 iGEM 比赛的想法。时光倒流, 仿佛又回到了两年前的一个冬天...那个时候的合成生物学还鲜为人知, iGEM 大业在华夏中原也是方兴未艾, 来自科协第一届的 iGEMers 在鱼山校区率先建立起了系统生物学总舵。一群年轻有为的壮士不知从哪看到了 iGEM 武林大会的报名英雄帖, 便义无反顾地投身创造新世界的伟大运动中。后来, 后来...iGEMers 越来越多, 他们都有踩着前人的足迹向一片未知的领域探索 2011, 2012, 就这样, iGEM 在海大, 在 OUC-China 一做就是两年。我山之石可以攻金, 他山之石更可以攻玉, 终于, 菌种间信息交流、群体协作, 赤潮预警器, 比较器, 漂浮元件等独门武功都练成啦, 从第一次参加便斩获铜奖, 到第二次参加荣获金奖、两个单项奖、挺入世界决赛, iGE

M@OUC-China的名气是越来越大，每年的 iGEMers 也是越来越强，生物、实验、信息、数学模型、网页制作，都可以为 iGEM 添砖加瓦。

第八条：

学完了 OUC-China 参加 iGEM 的历史，你一定会对在每年一度在 MIT 举办的 iGEM 武林大会充满好奇吧。这条秘籍就介绍下 jamboree 的特点。话说，每年十月，在香港，都会有一群“武艺”高强的人们聚集在港科大学学术大厅里。他们就是每年亚洲赛区的 iGEMers。每年十月初（大概国庆期间的一个周末），全亚洲的顶尖 iGEMers 都会带着自己的海报和 presentation 齐聚港科大，参加一年一度的“华山论剑”。在这里，不只是学术，更是宣传和交流。而在每年的 11 月初，正是秋高气爽，出门踏青的好时节，各路群雄就又会齐聚 MIT，少长咸集，准备在 MIT 的独峰之顶开 Jamboree。何谓 Jamboree？Large party & celebration 是也，当然，这不是指 large rally of Scouts of Guides，那简直是幼稚太年轻...我们要设计！徽标设计，音响留声机植物细胞娃娃齿轮纽扣&^r^**&#@&%\$\$......合成生物学的影子凡所应有，无所不在。我们要队服！简单的 T 字最适合各路少侠，不过长帽衫也不错，背心和短裤么，如果你都喜欢，就操起画笔自己设计吧...说到这里，亲爱的同学你要知道，队服不仅可以用来穿，用来搭配出全新的大虾风范，更重要的，武林大会上不需要荷包里的银子，把你的心爱队服作为一般等价物，然后放下屠刀，就可以换得亚、非、拉、南北美、东西欧的各派队服，有什么关系，这是英雄爱英雄...我们要风采！很紧张于决战时刻的答辩么？Presentation 也可以超脱于一切答辩时空白的脑袋、手心里被汗水模糊的 slice 备注便笺、用全部体重来压制的腓肠肌不自主颤动之上！你可以把决战变成新闻采访变成 XXX 变成 XXX.....美景、美食、美 X 自然也是必不可少的。Boston 除了 MIT 一座山之外还有好几座名山可以游历，独孤求败的你如果决战之后觉得意犹未尽，乔装路人甲四处逛逛似乎也是个不错的选择。面包和冷拼也许你吃不惯，Subway 你也许特喜欢，还有还有.....但是但是，无论怎样，一切新鲜都值得年少游侠的你去见一见不是

么？

好了，如果你能耐着性子把以上的各条 YY 全部看完，你就已经“毕业”了，成功地修炼完了本秘籍的第六重境界；而第七重境界，可不是一般人能够修炼成的哦，必须得有过硬的基本功和一颗富有创造性的头脑，还要能忍受整天做着重复性实验的和编程的寂寞，当然如果你对 iGEM 有着无比巨大的热情，相信这些对你都不是什么问题。



前期准备流程

10月：新队员的招募及选拔
2013年项目的总结

期末考试前：自学生化、合成生物学导论、分子生物学、系统生物学；届时会组织相应老师进行培训讲座，对于实验组的成员要求上面课程必须自学完；网页组至少必须学习完合成生物学导论，并自学网站的构建等项目。

寒假期间：看完往期项目（2012年已累积到800+的项目）和文献，想idea

收假前10天到收假：提前返校，头脑风暴拿出备选项目，需要有文献支持和可行性的论证，并参与答辩确定项目。

3,4月：与各个实验室联系，索取需要的基因和元件。生物制品的邮寄时间比较长，如果和海外实验室联系的话必须得过海关，需要把时间留足。IGEM大赛注册报名；活动经费和场地的解决；实验技能的培训。

5,6月：湿实验组进行连接；干实验组初步建模；活动推广，队服，logo等制作

暑假：实验通路的表达检验，模型的建立和wiki的制作；海报的制作；准备去香港的相关签证。

9月：撰写成果，和老师讨论进行；准备演讲展示和海报；预订机票，旅店。

10月：赴香港参加区域比赛。

参赛流程

队伍项目描述，项目题目和综述的提交选择分组安全问题的提交

——8月初截止

参赛队员的提交地区比赛费用的提交

——8月中旬

项目及相关文档的提交，包括申请哪些奖项的申请书

注册并提交元件

Wiki冻结

——时间还未公布，去年是9月底

相关展示材料的整理

完成 presentation PPT、完全熟悉正式展示环节发言稿、海报的打印

——9月底截止

亚洲地区比赛

——10月初去香港参加地区赛

如果地区赛获得进入总决赛的机会，则有如下环节

全球参赛费用提交

全球冠军 wiki 的冻结

注册并添加元件（非必须）

——10月中下旬

7. 总决赛（美国麻省理工）

——11月初

铜奖条件

队伍注册

完成 judging form

有 team wiki

在 jamboree 上做了

presentation，挂了 poster 至少提交了一个新的注释良好的标准组件（BioBrick Part or Device）。

或者是对以前组件的新应用和增加了定量化的功能注释也可以。

银奖条件

在满足铜奖条件之外，另需：证明该队的新组件或项目确实按照预期工作了

测定了至少一个新组件的功能特点并提交到

Part/Device Registry 系统中

金奖条件

除铜奖、银奖条件之外，至少再满足以下条件中的一点：

提高了一个已存在的组件性能帮助另一支 iGEM 团队，比如帮助测定部件性能、建立数学模型、修正部件等

提出一种新的有关生物安全、伦理、推广、创新的 human practice 方式

期待大家的

积极参与哟~~



合成生物学：基因图谱与“生物砖块”

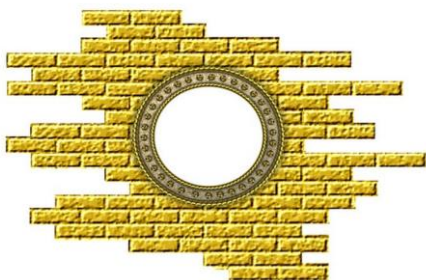
合成生物学取得的进展是建立在对生物基因图谱越来越多的了解上。第一个基因图谱的排序 1995 年完成，它是对一种细菌基因图谱进行排序。此后，对几种动物的基因图谱进行了排序。这些成果的取得，使得人们于 2003 年制造出人工病毒目前，科学研究还集中于通过掌握 DNA 来控制细胞的功能。普林斯顿大学的科研人员罗·卫斯认为：“用不了多久，我们就能够像设置一台电脑那样，对细胞的行为进行设计。”2 年前，卫斯重新编排了埃布氏菌的基因程序，使这种细菌之间能够相互交接，使试管中的颜色发生了变化。

为了
为，合成生
程的概念，
表述，即两
DNA 片
可以直接
组装连接，
一样，一旦
物砖块”就
能。目前只
试验，如使
某种细菌



寻求修改细菌的行
物学引进了电器工
用所谓“生物砖块”
端可连接的合成
断。“生物砖块”
与细胞中的 DNA
就像组装一个玩具
连接后，每个“生
会修改一种细胞功
是进行一些简单的
用“生物砖块”让
产生芳香或发光。

图行天下 photophoto.cn



麻省理工学院开发“生物砖块”项目的生物学家德莱乌·恩迪说，将来把“生物砖块”与细菌连接起来后，会激发更复杂的过程，比如探测和治疗疾病，甚至制造燃料。“生物砖块”就像电路中的开关器，它可以在细胞内部开启或关闭细胞的功能。现在已经有一些合成生物学项目接近或达到了自己的目标。

加州大学化学家杰伊·肯斯林制造出一种用于治疗疟疾的微型组织。治疗疟疾最有效的药物之一是一种艾蒿提取物，但制造这种物质的工业过程复杂而昂贵，而肯斯林使这一过程变得简单而低廉。

合成生物学的隐忧

在庆祝这些成绩的时候，合成生物学研究人员对这种强大的技术可能会被某些个人利用而感到十分担忧。主要担心是这可能被恐怖分子利用来制造生物武器，另一个担心是这些人工生物在实验室外如何作出反应，如何与大自然结合。

阿拉莫国家实验室物理学家斯蒂恩·拉斯蒙森说，这些新的生命是鲜活的，它们会进化，因此，必须建立伴随它们数量增加而引起变化的必要防御措施。

最后，科研人员们还担心业余爱好者的行为：今天，只要有 5 万美元，就可以装备一个二手设备的生物技术家庭实验室；在英特网上，已经有网页在教授从细胞中分离 DNA 以及在紫外线下制造发光菌，人们不受限制地接触这些信息会产生什么样的后果将难以预料。

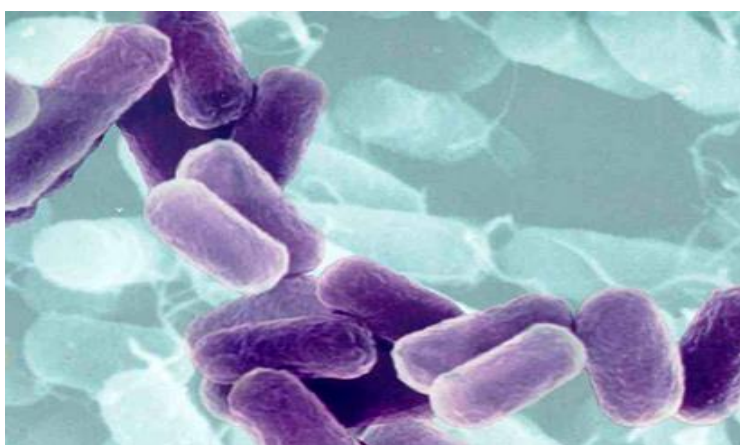
重塑生命

重塑生命，这个看似胆大妄为的奇思妙想正成为国内外科学家的研究热点。近日，在主题为“合成生物学”的第 322 次香山科学会议上，数十名专家就这一研究领域展开热烈的讨论。

“比起当前的转基因、基因工程等技术，合成生物学的研究更前卫，代表了下一代生物技术。”本次会议执行主席之一，中科院院士张春霆介绍说，合成生物学，顾名思义，就是通过设计和构建自然界中不存在的人工生物系统，来解决能源、材料、健康和环保等问题。它是人类基因组计划实施以来，基因组学、生物信息学和系统生物学等学科发展的一个合乎逻辑的结果。它包括两个方面，一是设计和构建新的生物零件、组件和系统；二是对现有的、天然存在的生物系统的重新设计和改造，以造福人类社会。

与传统生物学通过解剖生命体以研究其内在结构截然相反，合成生物学的研究方法是从最基本的要素开始一步步地制成零部件直至人工生命系统，这正是合成生物学这一门新兴科学的核心思想。

天津大学教授赵学明等专家说，合成生物学在细胞网络、基因线路、合成生物材料与物质、最小基因组与合成生物等领域均有新进展。



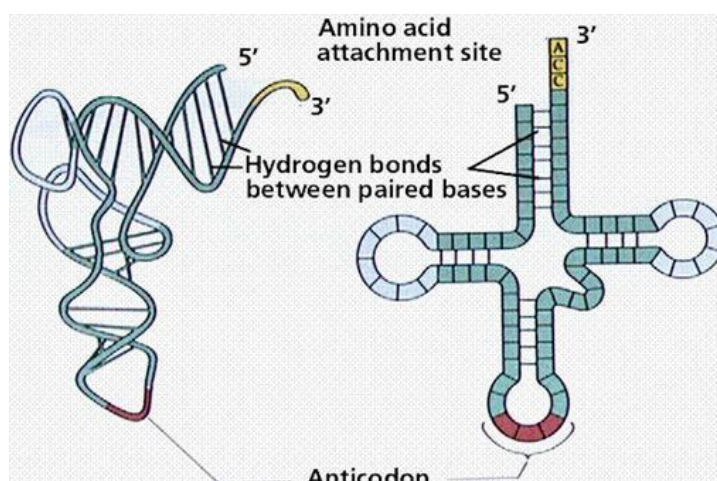
例如，美国科学家科斯林与同事成功地用合成生物学方法在大肠杆菌和酵母中合成了青蒿素的前体物质——青蒿酸，有望大幅增加青蒿素产量、降低治疗疟疾的费用。这一研究就是利用合成生物学的思路：始终把细胞当作微生物制药工厂进行设计、加工、集成、组装和控制。由于科斯林有化学、生物学和化学工程的学术背景，所以能够成功地进行学科交叉。他也因为在生物合成抗疟疾药物研究方面的

突出成就，被美国《发现》杂志评选为 2006 年度最有影响的科学家之一。

合成生物学技术上包括 DNA 序列的合成和对来自细菌、酵母及植物（如青蒿）等多种生物基因及代谢途径的组装、多基因的精密调控等。

更令人兴奋的是合成生物学在合成能源物质上的新发现。研究证明，由 13 个酶组成的合成酶途径，可以由具有高能量密度载体的淀粉及水在温和的反应条件下，高效低成本地生产氢气。随着技术发展及与燃料电池的集成，该技术也有望解决与氢气的储存、销售相关难题，因而在汽车领域应用潜力巨大。科学家们在利用合成生物学技术生产生物石油方面取得了进展。

专家预测，合成生物学将会像信息技术一样得到迅速发展，并将在能源、化学品、材料、疫苗等领域得到广泛应用。美国出版的《技术评论》将合成生物学列为将改变世界的 10 大新出现技术之一。专家普遍认为，合成生物学代表了生物技术发展的一个新制高点，必将对我国生物经济发展产生重大影响。



人造生命的起点

对合成生物学形象的描述是这样的：“像组装电路一样组装生命”。这会带给您怎样的联想？

科学家的工作似乎已让我们看到了这种可能，5月20日美国科学家克雷格·文特尔在《科学》上公布了创造出历史上首个“人造单细胞生物”的消息。之后一个多月的时间，国内外掀起一片讨论的热潮，以这项成果为代表的合成生物学也受到了前所未有的关注。

近日，中国科协第40期新观点新学说学术沙龙，以“合成生物学的伦理问题与生物安全”为题，探讨了这一新兴学科的进展及其在我国的发展前景。

文特尔的“爆炸新闻”

因为性格张扬，美国生物学家克雷格·文特尔被很多人称为生物学界的“坏小子”，他曾经公然挑战“国际人类基因组计划”，想将人类基因组图谱申请成专利并从中牟利。现在，他又利用基因技术制造出首个“人造单细胞生物”。

面对人们的指责，文特尔依然我行我素。

5月20日，《科学》杂志上公布了文特尔的最新成果：他在实验室中通过化学合成“丝状支原体丝状亚种”的DNA，并将其植入去除了遗传物质的山羊支原体体内，创造出世界上首个“人造单细胞生物”，这个被命名为“辛西娅”(Synthia)的生物立即给公众带来了惊叹、争议和恐慌。

但在学术沙龙上，多位专家指出，媒体中广为使用的“首次合成人工生命”之说，并不准确。文特尔的成功之处，在于用化学试剂合成了人工染色体，并在另一微生物中显示出生物功能。DNA是决定生物性状的遗传密码，却不是生命的唯一组成部分。

解析合成生物学

合成生物学是近年来新兴的一门学科，与传统生物学通过解剖生命体以研究其内在构造不同，合成生物学从最基本的生命要素开始研究，目的是建立人工生物体系。

对合成生物学的研究内容，中国科学院心理学研究所的王晶研究员给出了这样的说法：设计自然

从这个意义上讲，文特尔只不过创造了部分生命。这项研究成果最为直接的意义，只是人造的支原体可以利用化学合成的染色体生存繁殖，并导致山羊的乳腺炎。“首次创造生命”之说言之过甚。

事实上，文特尔本人在《科学》杂志上发表的文章题目

却更为客观、严谨：“首

次合成由化学合

成基因组控制的

细菌”。《科学》杂

志的相关评论指出，这项

研究成果其实并不是首次创

造新的生命形式，科学的定义应

该是“生命再创造”或“篡改生命”。

因为辛西娅除了染色组是人工合成外，

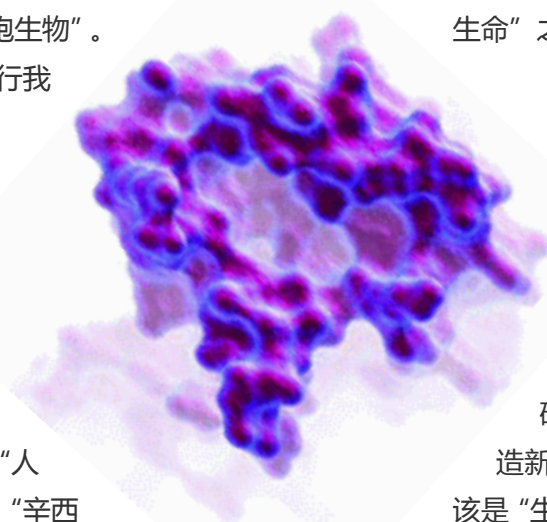
生命体的其他组分均是来自于已有生命形

式。

但正如许多媒体中的评价所言，无论如何这项耗资4000万美元的科技成果，毕竟是人类生命科学发展的重大进步，英国《经济学人》将此成果与上个世纪原子弹的诞生相提并论。

界中原本不存在的生物或对现有生物进行改造。“它将工程学的思想用于生物学研究当中”，王晶说。

“以造汽车为例，合成生物学把复杂的生命系统分解为各个元件，建立成标准的元器件库，将这些标准化的元器



合成生物学

件进行组装，所以合成生物学研究的一个重要内容就是建立理想的载体细胞，用汽车来比喻就是理想的底盘，这样可以实现设计新的物种。”

她介绍说，合成生物学的发展主要涉及四个重要的技术。首先是测序，有了测序技术的发展，了解原有的系统才能更好的设计新的系统；第二部



分就是计算机模拟建模，了解了整个生命系统的构成，对生命系统有一个系统的认识之后，通过计算机模拟建模分析，编制我们想要实现的新的生命体系，第三步就是从无到有获得新的基因；最后是通过移植技术获得新的生命细胞。

别让伦理讨论绊住发展的脚步

当国内外的生物学家们为文特尔的新成果感到欢欣鼓舞时，辛西娅的出现却给公众带来了恐慌。

有专家坦承，人工合成的生物系统一旦逃逸到自然界，可能会引发生态灾难；恐怖分子可能会利用合成生物学技术制造生物(基因)武器，造成重大人员伤亡。合成生物学的研究比当前的转基因技术、基因工程等更为前卫，产生的社会效益与风险也是一把双刃剑。

中科院院士杨焕明研究员十分担心这种舆论会阻碍我国合成生物学发展的脚步，“那样的话，会真正拉开发达国家和发展中国家的距离，使我们陷入非常尴尬的局面。”

他认为，科学本身的伦理性不可否认，没有科学的发展就没有人类的进程。如果有人利用科学去

做不合伦理、不道德的事情，那不是科学本身的错。现在的生物实验室里也有许多可能会危害人类的细菌、病毒等，但因为有相关的管理措施，也没有发生人们想象的恐怖事件。在他看来，道德、伦理方面的问题与科学技术发展不应该是互相排斥的。

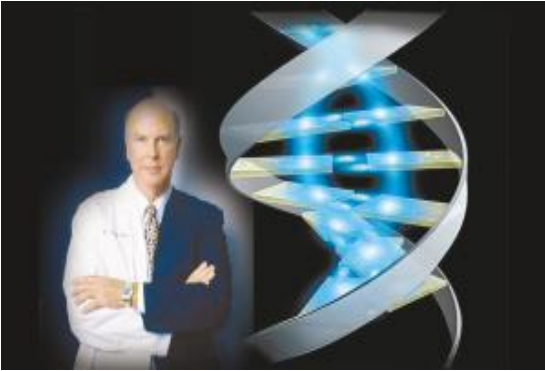
对于公众的恐慌和担心，军事医学科学院生物工程研究所凌焱副研究员说，这些技术被用于真正创造人造生命，其实还有很远的路。毕竟，创造人工生命远不像拼接电路、垒积木那样简单。曾有报道说，这也正是人类基因组破译十年后，其研究成果不能直接应用于医疗的原因。



合成生物学五大挑战

挑战 1：很多部件不明确

生物部件可以是编码特异蛋白质的 DNA 序列到启动子(即促进基因表达的序列)的任何东西，问题是很多部件还没有被表征清楚。即使进行过测试，它们的性能也会随细胞类型的不同或不同的实验室条件而改变。



例如，设在麻省理工学院的“标准生物部件登记处”已有超过 5000 个可以订购的部件，但不能保证它们的质量，该登记处主任兰迪·雷特伯格(Randy Rettberg)说。其中大多数部件是由参加国际遗传工程机器设计大赛(iGEM)的大学生呈报上来的，该大赛开始于 2004 年，每年举办一次。在比赛中，学生们用从“工具箱”中拿来的部件或自己开发的新部件来设计合成生物系统。但是，很多参赛者没有时间表征这些部件。

挑战 2：电路系统难预料

科斯林说，即使每个部件的功能是已知的，然而当这些部件组合在一起时，它们也可能不会像期望的那样工作。合成生物学家经常被试错法(trial-and-error)过程所困扰，这和其他现代工程学中发现的、具有更多预测性的设计程序不同。

“我们仍像莱特兄弟(飞机发明者)一样，把木头和纸装配在一起，”西班牙巴塞罗那基因组调控中心的合成生物学家路易斯·塞拉诺(Luis Serrano)说，“你放飞了一种东西，它坠毁了，然后你再尝试另一种东西，或许它飞得好一点。”



挑战 3：复杂性难以处理

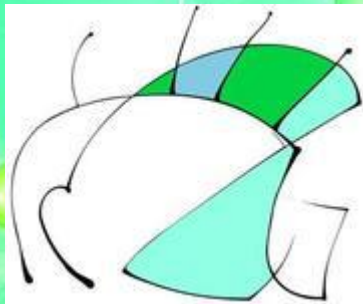
随着电路越来越大，构建和检测它们的过程将变得更加令人畏惧。科斯林团队开发的一个系统，或许是这个领域目前最常引用的成功范例——用大约 12 个基因在微生物中生产抗疟药青蒿素的前体。科斯林估计，该系统花费了大约 150 人/年(工作量计算单位，表示一个人一年完成的工作量——译者注)的工作量，包括揭示参与反应途径的基因、开发或改善部件以控制基因的表达。例如，研究人员不得不检测很多部件的变异型，最后才发现一个能充分增加酶产量的结构，而这种酶是清除一种有毒的中间分子所必需的。

设在波士顿的一家新成立的公司——“银杏生物工作室”(Ginkgo BioWorks)的共同创办人雷希玛·谢蒂(Reshma Shetty)说：“人们甚至还没有思考过应对这些项目，因为这要花费太多的经费和时间。”为

Nature新技术: 合成生物学新动向

合成生物学是基因工程最新和最先进的阶段，能用于解决世界上最棘手的一些问题，比如能源燃料是可持续生产，关键药物的研发，以及安全清除环境里的有毒物质和放射性废物。然而为达到这些目的，科学家们必须令生物系统的设计和构建能像计算机硬件的组装那样，具有预测性。

由美国能源部劳伦斯伯克利国家实验室的著名合成生物学专家 Adam Arkin 领导的研究小组，近期在这方面迈进了重要的一步，他们研发出了一种“转接子” (adaptor)



，能通过将大肠杆菌中翻译调控因子转换成转录调控因子，令微生物元件基因工程过程变得更容易，也更易预测。

“这种转接子能集合转录调控因子，其本身的可组合性能方便微生物复杂生物环路的基因工程操控，” Arkin 说，“从而能帮助研究人员建立更安全，更高效的微生物复杂功能。”

合成生物学成功的关键之一就是要在微生物中设计和构建自定义的基因开关，用于调控编码和非编码 RNA 的表达，作用于操纵子 (在单链 mRNA 中共转录，带有相关功能的小基因)，具有高序调控功能。

“细菌大部分调控序列都包含在 5' 端非翻译区域 (UTRs)，调控物理位置相邻的下游基因的表达，这已成为合成生物学中具有吸引力的平台，” Arkin 说，“这种

方法改变目标基因的表达，整合了能对定制输入产生应答的调控元件，如果要取得长效成功，那么必须满足两个条件。首先，调控部分必须易于操控，从而能产生对不同定制输入产生应答的同质突变，第二，各部分必须是可组合的，这样这些组成元件才能方便的，可预测性的被组装成具有高序功能的有机体。”



在细菌细胞的 5' 端 UTRs 中，有两种基本的调控因子能作为设计转录延长和翻译调控新元件的起点，转录延长调控因子通过增加多功能性和可组合性来满足第二标准，而翻译调控因子则通过易于操控性和细菌相对普遍性来满足第一个标准。

“我们这一解决方案能满足这两个条件，这种新研发的转接子基于色氨酸酶，是能将翻译启动调控因子转换成转录延长调控因子的一种色氨酸操纵子”，Arkin 说，“这种转接子策略绕过了两项标准之间的严格平衡要求，因此我们认为这种方法对于能用于设计自定义元件的 5' 端 UTRs 平台的发展具有重要意义。”



英科学家研制“生物发光树”，有望替代路灯

科学家正在培育一种“生物发光树”，未来它将成为天然的路灯，而无需电能供给。这项最新生物发光技术可使一些标识无需接通电源。

据英国每日邮报报道，目前，科学家正在培育一种“生物发光树”，未来它将成为天然的路灯，而无需电能供给。

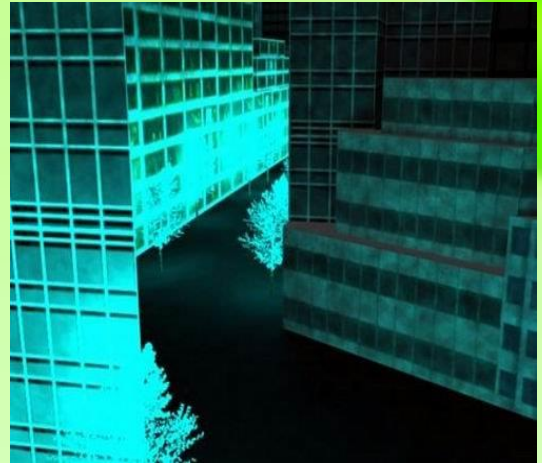
英国剑桥大学的研究小组正在研制一种特殊的基因，该基因具备萤火虫的生物发光特征，未来可植入不同类型的生物体。如果利用该基因培育树木，它将有效地替换传统路灯，生物发光植物还将为那些没有输电网络的居民带来生活便利。

同时，如果人们需要获得更多的照明，仅通过更多地繁殖培育该植物即可实现。剑桥大学的科学家使用萤火虫的基因和发光海洋细菌的特殊成份构建了“生物积木”，这是一种遗传性积木结构，可植入不同类型生物体形成相应的基因组。

当植入该改良基因至大肠杆菌样本之中，可以生成多种颜色，该活生物体所释放的光线可以满足阅读书籍。

科学家通过建立一种叫做氧合虫荧光素(oxyluciferin)的物质可产生发光效应，这是一种起初是高能状态的物质，然而很快它就会进入稳定的低能状态，在此期间只喷射一种光子光线。

该研究小组成员之一的遗传学家西奥·桑德逊(Theo Sanderson)告诉《新科学家》杂志记者说：“我们不会停止培育生物发光树，这是一项令人鼓舞的研究项目。我们将更深入地开展一系列研究，使生物发光技术变得更加实用有效！”目前，这项研究报告发表在美国马萨诸塞州技术学会召开的国际遗传工程机械大赛(iGEM)年度会议上。



该研究小组称，这种生物发光技术具有巨大的商业潜力，未来可替换路灯，成为天然发光系统。同时，这一设计理念还非常环保，其运行原理并不产生电能，并且所产生的光子光线属于非常低能状态。

同时，科学家认为激活生物发光树中化学反应的“燃料”可能来自人类垃圾或者食品残渣。如果这种发光植物是以水藻形式存在，那么它们可以从太阳能中获取能量。研究小组指出，我们可以想像一种房屋屋顶具有一个生物反应器，它由残留食物提供能量，该生物反应系统可将发光的水藻在夜间遍布整个房屋，而白天遍布在屋顶。

同时，科学家认为激活生物发光树中化学反应的“燃料”可能来自人类垃圾或者食品残渣。如果这种发光植物是以水藻形式存在，那么它们可以从太阳能中获取能量。研究小组指出，我们可以想像一种房屋屋顶具有一个生物反应器，它由残留食物提供能量，该生物反应系统可将发光的水藻在夜间遍布整个房屋，而白天遍布在屋顶。

在另一项研究中，台湾科学家发现在树叶中嵌入金纳米微粒，可使叶绿素变成红色。在紫外线下金纳米微粒可发出蓝光，导致周围的叶绿素变成红色。

华农 I G E M 团队

我校 I G E M 团队成立于 2013 年 4 月 28 日,由生科院段德军院长提议,生物信息中心张红雨、马彬广两位老师任带队老师,该团队的成立旨在开阔学生学术视野,提高学生国际竞争力。

团队规模最初只有六人,后经招新扩充,发展到目前 30 余人。团队成员年级分层,专业互补,梯队明显,以大三为主力,同时兼顾培养大一大二优秀学生。整个团队可划分为干实验组、湿实验组、伦理论证组、网页制作组、活动推广组五个小组,各小组自主性强,同时紧密配合,各司其责。

团队成立初期,生科院各领导、辅导员、老师即给予大力支持。I G E M 项目依托理科基金项目展开,筹备资金 10 万到 15 万元,除此之外,在院领导的帮助下,团队顺利解决了实验场地、实验器材等众多难题,为团队免去了后顾之忧。

大学生科技协会作为依托社团,开展宣传、招新等工作,为团队推广及宣传提供了良好的平台。同时,大学生科技协会为华农 I G E M 团队从队员选拔到培训等一系列流程制定章程,使比赛趋于正规化,使参赛队员得到更合理的参赛体验。

队长:熊乐

湿实验组

元件的标准化
通路的构建
表达的检验

干实验组

模型的建立和
模拟
应用软件的制作

网页组

Wiki 的制作

安全论证

实验伦理论证
各项国家安全
标准的评估

活动推广

面向学校广大
师生宣传并推
广 I G E M

指导老师:张红雨、马彬广

后勤保障:祁婧、刘莉、兰涵旗、大学生科技协会



千问计划

2006年底，生命科学技术学院教授熊立仲给 2005 级本科生布置了一道作业：每人发自内心地问十个与本专业或课程有关的问题。

全年104名同学共提交了一千多个问题，涉及生命之谜、医学健康、生命科学、教育改革等方面，不乏奇思妙想。学生孙林啸就写下这样的疑问：“水稻是够可以长成和树一样，既可以绿化城市，还可以收获粮食？”

如今，当年提出“千问”的学生相继毕业。《生物技术动态》会将“千问计划”继续下去并且推向深入。

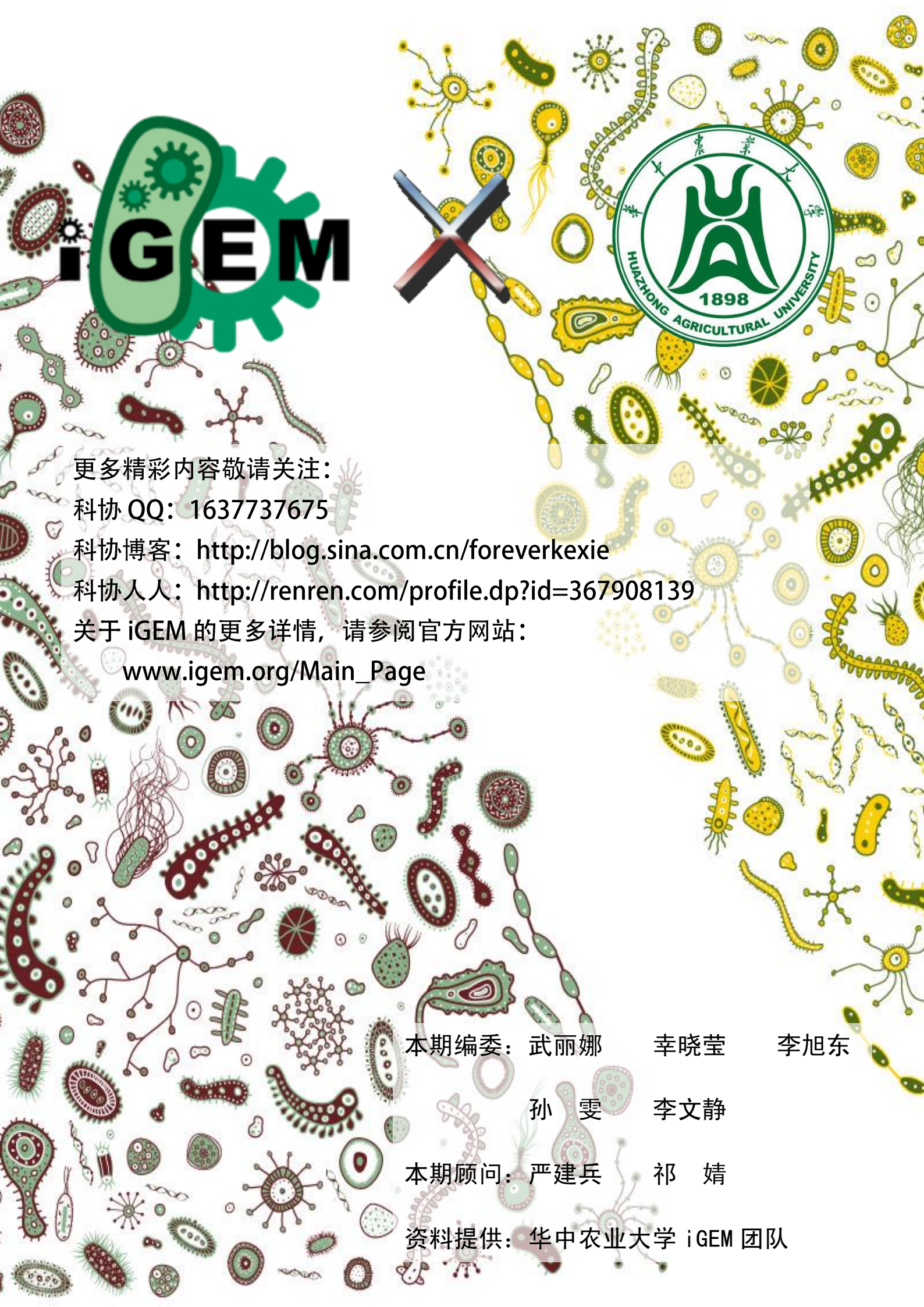
现向读者征集三个与生物专业或课程有关的问题，请将它们写在本刊物的封底。并在《生物技术动态》下发三天内内将本刊最后一页投入科协的宣传栏上的回收袋中，协会工作人员再将问题交给老师解答，在下期登出答案。

如果你对我们的《生物技术动态》有什么建议或者意见，也可以写出来。

千问计划

姓名：

专业班级：



更多精彩内容敬请关注：

科协 QQ: 1637737675

科协博客: <http://blog.sina.com.cn/foreverkexie>

科协人人: <http://renren.com/profile.dp?id=367908139>

关于 iGEM 的更多详情，请参阅官方网站：

www.igem.org/Main_Page

本期编委：武丽娜

幸晓莹

李旭东

孙 雯

李文静

本期顾问：严建兵

祁 婧

资料提供：华中农业大学 iGEM 团队