

·读者之声·

## 谈谈“世界首个自主运动可变形液态金属机器”

最近,比较受关注的一条科学新闻是:世界首台自主运动可变形液态金属机器出现了,据报道,中国科学院理化技术研究所和清华大学医学院联合研究小组在世界上首次发现了一种独特的现象和机制,即液态金属可在“吞食”少量物质后,以可变形机器形态长时间高速运动,实现了无需外部电力的自主运动。这为研制液态金属机器人等奠定了理论和技术基础。该成果发布后引起很多关注与讨论。

许多媒体似乎都在暗示,机器人研究有了巨大进展,甚至可以考虑将《终结者III》里面那位能够干掉施瓦辛格的美女机器人变成现实。我对该研究内容很感兴趣,特意查找资料进行了一番学习,由此也引出一些个人思考。

研究揭示,置于电解液中的镓基液态合金可通过“摄入”铝作为食物或燃料提供能量,实现高速、高效的长时运转,一小片铝即可驱动直径约5 mm的液态金属球实现长达1个多小时的持续运动,速度高达5 cm/s。这种柔性机器既可在自由空间运动,又能于各种结构槽道中蜿蜒前行;令人惊讶的是,它还可随沿程槽道的宽窄自行作出变形调整,遇到拐弯时则有所停顿,好似略作思索后继续行进,整个过程仿佛科幻电影中的终结者机器人现身一般。

如此说来,美女机器人离现实世界的距离并不遥远,我很是为施瓦辛格担心,所以就上网查阅相关资料,得到了这样一些信息:液态金属很少,我们最熟悉的就水银了。其他的液态金属包括:一些碱金属元素的熔点在室温附近,再有就是镓了;一些合金在室温下也是液态,例如,钠钾合金、镓铟锡合金以及一些汞合金。

该新闻里提到的科学工作采用的就是镓铟锡合金,它是由适当比例的镓、铟、锡混合而成的。镓的熔点是29.78℃,铟的熔点是156.61℃,而锡的熔点是231.9℃,但神奇的是,它们的合金熔点可以达到-19℃。适当地调节组分比例,还可以调整熔点的高低。这些

原材料好像并不贵,做起来似乎也不难:原材料的成本一般是每克几块钱,而涉及到操作方法,用坩埚把几种金属烧烧、熔化到一起好像就行了,几年前有网友曾经描述过自己的制备过程。

然而,关于可变形液态金属机器的新闻讲得很神奇,但是从新闻中却难以了解该液态金属机器具体到底是怎么实现的,我又查了些资料,大致搞清楚了基本原理。

实验是这样做的:将小液滴放在容器里。液滴大概有1~2 mm,总之不是很大。既然是液体,自然就可以变形。表面张力可能比较大,所以液滴就不容易破裂。把它放在容器里,容器里面是氢氧化钠溶液,再拿个镊子把一小片铝条粘到液滴的后面,过几分钟,液滴就可以往前跑了。大概每秒跑几毫米的速度,可以跑上一两个小时。

跑步的原因是这样的:金属铝能够和氢氧化钠发生反应,产生氢气,生成的氢气起初附着在金属上,形成气泡,气泡越来越大,就会破裂,引起水的振动,水波就推动液滴前行了。铝片可以附着在液滴上,但不会被液滴吞没,总能保持与氢氧化钠接触,发生反应。铝的化学活性很强,所以很容易发生反应,铝片外面通常有一层致密的氧化膜,但凑巧的是,氧化铝也可以和氢氧化钠反应,所以很容易去除。当然,金属液滴应该是不和氢氧化钠发生反应的,至少是反应速度非常慢。因为只有液滴后边部分产生气泡,所以,液滴才往前跑了,一直可以跑到铝片用完了。显然,溶液不一定要用氢氧化钠,换上盐酸溶液大概也可以的。跑动的速度依赖于溶液的浓度,氢气产生的越快,跑动得也就越快。实际上也不一定要用氢气,如果你不怕麻烦,可以自己拿个管子在液滴后面吹泡泡,液滴也肯定会往前跑的——不过这就不能算是自主运动,只能算是人工辅助的空气动力了。

作者们似乎认为还有一个动力机制:不同金属接触时会产生电势差,也就是电场,这个电场会改变溶液的表面张力,从而导致液滴运动。我认为这个贡献相对于气泡推力来说应该是微乎其微的,但是他们把这个因素排在了前面。

综上所述,就是世界首台自主运动可变形液态金属机器。这让我想起中学时

老师演示的化学实验,拿出一小块金属钠放在水面上,它就会充满活力地到处游动,这是因为钠可以和水发生剧烈的化学反应。如果那时候的化学老师有些钱,用得起金属钠,然后又肯不辞辛苦地在夏天大太阳底下做实验的话,世界首台自主运动可变形液态金属机器也许就可以早诞生几十年了。

是的,毋庸置疑这是个很大的进步,但是,现在我们至少还可以喘口气、略微放心些了:那位可以干掉施瓦辛格的终结者III代、液体机器人美女杀手,大概还要在实验室里多呆些时候了。

——中国科学院半导体研究所研究员  
姬扬  
(编辑 石萌萌)



### 《科技导报》“读者之声”栏目征稿

为促进科技交流、优化学术环境、分享科研经验、倾听前沿呼声,《科技导报》“读者之声”栏目面向广大科技工作者、研究生征稿。

征文范围:

1) 个人科研体会;学术交流、实地考察的见闻、心得;实验室趣闻;申请课题、项目研发的经历、感悟;导师/研究生交流的经验及小故事;科研论文撰写、投稿的体会、收获等。

2) 对《科技导报》办刊的评论、意见、建议;投稿、审稿的经历、感受;对科研论文、栏目文章的评论、评议;对办刊方针、刊物定位、栏目设置、整体特色的认识、评价等。

征文要求:1000~2000字左右/篇,所述不求全面,但求真真切,具有原创性、合理性、可读性。

投稿邮箱:kjdbbjb@cast.org.cn 或 shimengmeng@cast.org.cn。

——《科技导报》编辑部