

这几天韩国那个超导很火热，岱岱一个二本都没毕业的学渣，还是文科生的学渣，十分感兴趣。

为了更好吃这个瓜，也是出于对超导领域的好奇求知，这几天岱岱是一头钻进了相关领域的资料中。

不断搜集资料，分析资料，硬啃这些艰涩的学问，岱岱从时政博主，转型成科普博主了。

首先，介绍超导的含义：

1、电阻是材料普遍具有的性质，当电流流经材料时，其内部的晶格、杂质等会对载流子运动产生阻碍，载流子本身携带的能量会被转移到晶格上，宏观上造成焦耳热，电势也会相应下降。

而没有电阻的超导体就完全没有上述问题，电流流经超导体，既不会发热，也不会出现压降，因此电流可以无衰减地在超导体中流动。

很明显，如果我们的电线都采用超导体，那就不会存在能量衰减。

2、同时，磁感应强度与电流强度成正比，也就是说，**电流越大，磁场越强，焦耳热又与电流的平方成正比**，焦耳热的来源是电阻，只要没有电阻，就可以完全不考虑焦耳热的影响，我们如果利用超导体线材制作线圈，就可以几乎无节制（磁场也可以抑制超导态，这里需要注意产生的磁场不能超过超导体的临界磁场）地提升线圈内的电流强度，进而获得强大的磁场。

讲人话就是，能源传输大大减少损耗，所有和电有关的产业设备都跨越进步，**材料直接悬浮人类御剑飞行不再是梦。**

然后，**超导是人类偶然情况下发现的，人类之前没有想过会有这样的存在：**

——1911年，昂内斯改进了制冷设备，率先将温度降至液氢沸点之下，在此期间，他发现汞的电阻在4.2K时突然降为零，经过再三确认，他最终确定，这不是实验上的失误或误差，这是汞本征的性质，由此，他打开了超导的大门，汞也是我们发现的第一个超导体， T_c 为4.2K。

——1933年，迈斯纳在对进入超导态的锡或铅金属球做磁场分布测量时发现，当材料进入超导态后，其内部的磁场会迅速

被排出体外，磁场只在超导体外部存在，超导体展现出完全抗磁性，这就是迈斯纳效应。

迈斯纳效应形象点说，就是排毒，一旦进入超导状态，内部磁场就被排毒一样排出去了，然后身轻如燕开始悬浮起来。

迈斯纳效应和零电阻现象，是实验上判定一个材料是否为超导体的两大要素。

韩国人那个材料，在国内复现通过的是迈斯纳效应，悬浮起来了，但因为材料还不够多，需要累计几星期才能有足够材料去试验是否有零电阻现象。

但通过迈斯纳效应就已经够重大意义了：



吃瓜岱宗岱 🍉

昨天 16:34 来自 微博网页版 已编辑

205万
阅读

推广



韩国人这个就算不是超导，也是非常牛逼的

目前热门的抗磁材料，是热解石墨片，可以常温下磁悬浮，被认为是人类磁悬浮技术的最好材料

但目前来看，韩国人这个材料，抗磁性同质量要比热解石墨高一两个量级

讲人话就是——就算它不是超导材料，也是人类已知最强的抗磁材料

更别说证明了苏联老大哥的内应力路线，是可行的

最强抗磁材料+证明内应力路线，韩国人已经立于不败之地了 [收起](#)

这几天好多地方都在转我的超导科普，无语，我三天前还是对这个领域一窍不通的人。

上世纪30年代，超导现象出现并有了明确定义，于是，人类开启了认知超导寻找超导的时期。

认识超导：

人类研究发现，超导体可以进一步划分为第一类超导体和第二类超导体。

第一类超导体展现出完全的抗磁效应，内部完全没有磁场。

而第二类超导体随外界变化而产生一定的磁场。

对于第二类超导体来说，当温度降到临界温度以下时，我们对它施以外加磁场，随着外加磁场增大，超导体内部的磁感应强度可能有三

1.当外加磁场比较小时，内部没有磁通线，这就是我们通常理解的超导态。

2.随着外加磁场增大到某个值，超导体内部开始出现了第一根磁通线，这时的外加磁场大小我们称其为下临界磁场。

对第二类超导体来说，随着磁场增强，超导态和正常态之间并不是直接转换的，它们中间隔着一个过渡区——混合态。处于混合态的时候，材料内部是允许有磁场进入的。

——1957年，Alexi Abrikosov发现，存在与常规超导体不同的“第二类超导体”，他因此获得了2003年诺贝尔奖。

主流理论：BCS理论

1957年，J.Bardeen, L.V.Cooper & J.R.Schrieffer三人发表文章，首次从微观上揭开了超导电性的秘密。该理论以三人名字的首字母命名，称之为BCS理论。

BCS理论是以近自由电子模型为基础，是在电子 - 声子作用很弱的前提下建立起来的理论。BCS 理论是解释常规超导体的超导电性的微观理论。

巴丁、库珀和施里弗因为提出超导电性的BCS理论而获得1972年的诺贝尔物理学奖。

这个理论简单的说，就是材料本没有超导可能，但外部给出低温或者高压，外部施加作用，让这个材料产生超导的作用。

不过，BCS理论并无法成功的解释所谓第二类超导，或高温超导的现象。

因为按照这个理论，超导只有在外部高压低温中实现，但人类的确发现了高温状态下实现超导的东西，直接和这个理论冲突了。

这个理论还认为物质在超导时内部是一点磁场都没有的，是完全磁悬浮的，但人类的确发现了第二类超导材料，其内部是有一点磁场的。

主流理论无法解释高温超导和第二类超导，所以一直处于打补丁的状态下。

但这个理论因提出最早，是50年代就提出的，且按这个理论搞炼丹的成本也比较低，所以十分盛行。

把环境搞成低温或者高压，然后你就把各种合成材料往里扔，调试压强温度，不断测试是不是超导就行。

这个理论属于无脑炼丹，很多科学家靠这个刷新了记录。

非主流理论：ISB理论

这就和岱岱一直说的，苏联人提出的内应力路线有关。

1970年就提出内应力路线，bogoliubov超导理论的苏联科学家，是尼古拉·尼古拉耶维奇·博戈柳博夫（俄语：Николай Николаевич Боголюбов；英语：Nikolay Nikolayevich Bogolyubov，苏联理论物理学家和数学家，博戈柳博夫在目睹苏联崩溃后的一年后就去世了。

Nikolay Bogolyubov


🌐 38 languages ▼

Article Talk

Read Edit View history Tools ▼

From Wikipedia, the free encyclopedia

For the actor, see [Nikolay Bogolyubov \(actor\)](#).



This article **needs additional citations for verification**. Please help [improve this article](#) by [adding citations to reliable sources](#). Unsourced material may be challenged and removed.

Find sources: "Nikolay Bogolyubov" – [news](#) • [newspapers](#) • [books](#) • [scholar](#) • [JSTOR](#) (July 2021) ([Learn how and when to remove this template message](#))

*In this name that follows [Eastern Slavic naming conventions](#), the *patronymic* is Nikolayevich and the *family name* is Bogolyubov.*

Nikolay Nikolayevich Bogolyubov (Russian: Никола́й Никола́евич Боголю́бов; 21 August 1909 – 13 February 1992), also [transliterated](#) as **Bogoliubov** and **Bogolubov**, was a [Soviet](#) and [Russian mathematician](#) and [theoretical physicist](#) known for a significant contribution to [quantum field theory](#), classical and quantum [statistical mechanics](#), and the [theory of dynamical systems](#); he was the recipient of the 1992 [Dirac Medal](#).

Biography [edit]

Early life (1909–1921) [edit]

Nikolay Bogolyubov was born on 21 August 1909 in [Nizhny Novgorod, Russian Empire](#) to [Russian Orthodox Church priest](#) and [seminary](#) teacher of [theology](#), [psychology](#) and [philosophy](#) Nikolay Mikhaylovich Bogolyubov, and Olga Nikolayevna Bogolyubova, a teacher of music. The Bogolyubovs relocated to the village of Velikaya Krucha in the [Poltava Governorate](#) (now in [Poltava Oblast, Ukraine](#)) in 1919, where the young Nikolay Bogolyubov began to study physics



他在70年代，提出了内应力理论的雏形。

超导内应力路线科普：

物体在不受外力作用的情况下，内部固有的应力叫内应力，它是由于物体内部各部分发生不均匀的塑性变形而产生的。

可将分为三类：

（一）第一类内应力（宏观内应力），即由于材料各部分变形不均匀而造成的宏观范围内的内应力；

（二）第二类内应力（微观内应力），即物体的各晶粒或亚晶粒（自然界中，绝大多数固体物质都是晶体）之间不均匀的变形而产生的晶粒或亚晶粒间的内应力；

（三）第三类内应力（晶格畸变应力），即由于晶格畸变，使晶体中一部分原子偏离其平衡位置而造成的内应力，它是变形物体（被破坏物体）中最主要的内应力。

科学界主流观点，超导需要处于外部的高温低压下才能实现，上世纪70年代，苏联科学家提出一个大胆设想，改变物质内部结构，让物质内部产生极强内应力，取代外部的高温低压，为超导创造条件，但是这个跟主流观点相悖，因此一直无人关注实践。

韩国说的这个材料，就是由晶格畸变引起的内应力进而产生的库伯对效应，更小的铜原子替换铅原子让结构内部收缩产生内应力，实现了抗磁，并可能有超导。

他还有个学生，是波兰科学家，齐格蒙特·马切伊·加拉谢维奇，也坚持这个理论路线。

但是，这个理论路线因为过于匪夷所思，要求很高的工艺，实践这个路线的成本太高了，加上是苏联人提出的，所以在业界一直没人搞。



少年伯爵

08月01日 18:35 来自 iPhone 12 Pro Max

#华科初步复现韩国室温超导材料#

Lk99材料具备常温抗磁跳变，很重要的一点就是用制备工艺“靠天吃饭”的内应力（难以真正高效复现和提纯），替代以前超导材料常用的超高外压力，

其实现在人类已经可以做到室温超导体，但是要求非常苛刻——需要极高的外界压力

➡2015年8月17日，氢和硫的化合物在70°C时出现了超导现象，2018年，氢和镧的化合物在13°C时具有超导性，

具体工艺过程是将氢镧化合物放到两个金刚石对顶砧和密封垫里面，然后施加267万个大气压的超高压力，13°C时测出了零电阻，妥妥板上钉钉的室温超导体。

但没有啥卵用啊，这么高的压力条件，无法实用化，

现在LK99也出现了这种类似的苗头——需要极为碰运气的内应力状态➡

第①磷酸根的框架不能塌，

第②铜离子要精确取代一个一维铅离子周边的铅离子，形成晶格畸变，

第③导电的还是铅离子，所以要求铜离子中间的铅离子不能破坏连续性，要一维连续。

这就是韩国科学家烧了二十年的丹炉，做了1000多次试验，才勉强得到4块半悬浮材料的原因之一。

搞材料的一看这种要求，估计头皮都得发麻，如果想真正实用化，其工艺提纯和内应力维持的苛刻程度并不亚于金刚石对顶砧+267万个大气压。 [收起^](#)

但是，韩国有个材料学教授，选择坚信苏联人的路线。

1993年 9月，高丽大学崔东植教授向Science Dong-A提出了 ISB（原子间超导带）理论，而不是解释现有超导体的BCS理论。在1993年的采访中，他提到苏联科学家和他学生波兰科学家齐格蒙特·马切伊·加拉谢维奇，就有类似的理论。

主流的BCS理论比苏联ISB理论，优越的地方，就是前者十分容易搞重复试验，并总结规律。

给材料创造高压低温的条件，一个大学实验室就能搞。

高压低温这两个参数容易反复调试，你搞出东西了也知道如何复现，调到当初的参数就行。

后者理论上不需要高压低温，似乎省事了，但你根本不知道材料内部哪个地方的变动产生的内应力，属于纯碰运气。

就算你撞大运搞出一块材料来，也很难复现。

正是这个韩国老教授，重复半辈子试验，用一千多次试验花光了所有运气，才搞出了4块半的材料，到死都摸索不出来规律，

无法发表论文名垂青史。

然后，就是岱岱在群里告诉大家的故事了。

老教授无法找出原理规律，无法科学复现，只是撞运气搞，到死也不能说他发现了超导。

于是把遗愿交给自己两个徒弟，要两个学生坚持这个路线，继续撞大运摸彩票。

然后，就是徒弟找在美韩国大佬入伙，就是两帮人内讧抢功，就是内讧导致还没完成科学复现就提前捅出。

然后就是全球各个实验室都在复现，但复现经验丰富的韩国搞一千次也才发现4块半材料顶用。

可想而知，全球各方复现的大部分都是垃圾，都是不顶用的。



新浪军事 🏆

08月01日 21:08 来自 微博发布平台专业版

【#LK99首批重复实验未复现超导#】“神奇”材料LK-99的第一批重复实验结果陆续公布，其中两篇来自中国，分别由来自北京航空航天大学材料科学与工程学院和中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家研究中心的科研人员完成；另一篇来自美国，由美国劳伦斯伯克利国家实验室研究员西尼德·M·格里芬完成。

但也有少部分试验者，买彩票般撞上大运，成功试验出近似韩国人的材料。

LK-99验证

🏆 全站排行榜最高第1名 >

801.1万

6.0万

2023-08-01 15:08:16



——华中科技大学材料学院博士后武浩、博士生杨丽，在常海欣教授的指导下，成功首次验证合成了可以磁悬浮的LK-99晶体，该晶体悬浮的角度比Sukbae Lee等人获得的样品磁悬浮角度更大，有望实现真正意义的无接触超导磁悬浮。

但不管怎么说，韩国人立功了。

特别是韩国人的内讧，立功了。

为什么验证这个内应力方向，比直接确认LK-99能实现常温超导更重要？

因为世界和平。

韩国人直接搞出完全体材料，美国掌握核心技术搞秘不外传，对其他国家降维打击

韩国人因内讧在成品出来前捅出技术路线和大致方向，各国得以在起跑线上开始竞争，all in内应力路线搞研发竞赛



吃瓜岱宗岱

11小时前 来自 微博网页版

9万 推广

韩国人搞的这出乱剧，反而利好中国欧洲

这种室温超导体技术，和核技术一样，应该全球共享，不能一国独占，如果那个在美韩国人搞出来了，肯定会被美国控制住，关键技术藏着掖着的，但韩国人搞的这出乱剧，在两边团队都没有搞明白原理的情况下，将技术路线和大致流程昭告天下，美国无法据为己有了

这是韩国人的闹剧，却是人类的幸运 [收起](#)

感谢韩国人的内讧~~~

最后，补充下岱岱这几天搜集分析的第四代核技术资料。

看完大家就知道，为什么技术路线很重要，为什么韩国人没搞出完全体的超导材料就内讧曝光是幸运。

第四代核电技术，谁都知道重要，是核聚变前的重要能源突破。



中国，美国，欧洲，日本，都在抢占这个技术高地。

但是，这个第四代核技术，有很多技术路线，光是主要的技术路线就有六种。

——2000年5月，美国能源部邀请了全球100名行业专家进行讨论，提出了第四代核电站技术的基本要求，并确立了6条发展路线。

三种快中子堆（钠冷快堆、铅冷快堆和气冷快堆）

三种热中子堆（超临界水冷堆、超高温气冷堆和熔盐堆）

	超高温堆 (VHTR)	超临界水堆 (SCWR)	气冷快堆 (GFR)	铅冷快堆 (LFR)	钠冷快堆 (SFR)	熔盐堆 (MSR)
反应堆						
冷却剂	氦气	水	氦气/CO ₂	铅/铅铋	钠	熔盐
特点	高压 900–1000℃	高压 510–625℃	高压 850℃	常压 480–570℃	常压 500–550℃	常压 700–1000℃
主要应用	发电、制氢	发电	发电、制氢 核废料处理	发电、制氢	发电 核废料处理	发电、制氢 核废料处理
燃料循环模式	开式循环	开式循环 闭式循环	闭式循环	闭式循环	闭式循环	闭式循环

6条路，选哪条路都需要耗费天量资源和时间，选哪条？

人类科技史，选错技术路线走了很多弯路，这是常态



直接选中技术路线少走弯路，这反而是少数情况



幸运的是，中国有个懂技术的长者，他从6个里面，选了两个。

一个是超高温气冷堆 (VHTR)

一个是熔盐反应堆 (MSR)

其中，熔盐反应堆是主要突破口，被长者寄予厚望。

——在上世纪70年代，我国也曾选择了“钍基熔盐堆”来作为发展民用核电的地点，这就是：728工程。只不过我国当时无论在科技、工业和经济水平有限，所以选择放弃，改为建设轻水反应堆。

——后来，当第四代核电技术被提出后，我国就计划要在“钍基熔盐堆核能系统”实现突破。2011年，我国正式启动了“未来先进核裂变能——钍基熔盐堆核能系统（TMSR）”专项。按照计划，花20年左右的时间，实现钍基熔盐堆在全球的首先应用，并建立起钍基熔盐堆产业链和配套的科技队伍。

长者甚至安排他的亲儿子，江绵恒，去推动这个项目。

结果也如长者所料。

我们的确领先欧美日，在熔盐反应堆取得了重大突破。

2MWt 液态燃料钍基熔盐实验堆运行许可证

国核安证字第 2307 号

美国早在上个世纪就开始研究钍基熔盐堆核能系统，欧洲也研究钍燃料研究了三十年了，但因为材料没能突破，至今没有建设任何的“验证堆”。

中国则进展迅速：

为什么中国进展迅速呢？

要知道，江绵恒接受这个项目的时候，还抱着学生的心态，去向美国取经。

江绵恒会见美国能源部助理部长Peter Lyons一行

文章来源：国际合作局

发布时间：2011-06-10 【字号： 小 中 大 】

江绵恒指出，双方应进一步增进互信，在钍基熔盐堆、混合能源系统等富有挑战性的前沿科技领域开展优势互补的互利合作，为解决中美两国乃至世界各国共同面临的能源安全困境做出实质性的贡献。

美国人当然不可能和我们技术分享。

即使美国内部推动这个技术路线的，是中国人民的好朋友比尔盖茨。

但这个技术实现的关键，是材料学。

那个熔盐堆是高腐蚀性，内部温度还高达700多度以上，绝大部分材料都不能在如此高温下还高度耐腐蚀。

材料不过关，装钍基熔盐堆的盘子就容易穿底，出现安全问题，就无法落地商用。

美国橡树岭国家实验室选用Hastelloy N合金做熔盐堆回路，理论运行温度范围560 ~ 760℃，但高温下耐腐蚀就不行了，依然不过关。

美国搞不定材料，卡关了。

但是，中国搞出了。

中国这边2011年还求学美国，美国不鸟中国，中国发愤图强，搞出了一个新材料。

2014年，中科院金属所熔盐堆结构金属材料研究团队，在这个领域实现了突破，成功研制出了“GH3535合金”，这种合金耐650摄氏度的高温和苛刻的熔盐腐蚀。该团队成员董加胜介绍说：

未来随着研究的深入，预计可发展出满足700甚至800℃使用要求的新材料。

【中国科学报】新材料助力新一代核电发展

——探访中科院金属所熔盐堆结构金属材料研究团队

2014-08-14 来源：中国科学报 彭科峰

【字体：大 中 小】



在能源供给日趋紧张，太阳能、光伏等新能源尚无法完全取代化石能源的当下，发展核电成为多个国家的选择。然而，目前的第三代核电技术仍存在巨大的安全隐患，其使用的铀资源储量也有限。

针对这一困局，中科院此前启动了先导A专项“未来先进核裂变能—钍基熔盐堆核能系统”，试图研发用钍做燃料发电的新一代核电。近日，《中国科学报》记者来到中科院金属所，对钍基熔盐堆核能系统的相关材料研发情况进行了探访。

正是这个材料，我们掌握美国没掌握，我们四代核技术一下就领先美国。

中国正是在14年攻克材料后，开启大发展：

2017年4月，甘肃省武威市与中国科学院，签订了“武威市民勤县红砂岗建设钍基熔盐堆核能系统（TMSR）”项目的战略合作框架协议，项目一共分为两期，总投资额达到220亿。

2018年，“钍基熔盐堆核能系统”项目开工建设；

2021年5月，2MWt液态燃料钍基熔盐实验堆，及配套设施的主体工程完工，并于9月底启动试运行；

2023年6月，根据公开信息，按照相关规定，国家核安全局决定颁发2MWt液态燃料钍基熔盐实验堆运行许可证。这意味着第四代钍基熔盐实验堆即将投入运营。

2023年6月初，中国科学院上海应用物理研究所获得了由国家核安全局批准发布的核反应堆运行许可证，其中提及位于甘肃武威的钍基熔盐反应堆正式开始试运行，有效期为10年。

美国也是在14年后，反过来虚心向我们讨教，希望中国能分享合作，比尔盖茨都来求我们了。

比尔·盖茨要与中国公司一起开发第四代核电技术

因为比尔·盖茨，还是概念的四代核电技术行波堆出名了。

危昱萍 2015年09月26日 07:26 浏览 19.9w

我们可能和美国分享这个吗？

不可能的。

同理， 四代核技术的一个重要材料， 我们搞出了美国没搞出， 我们四代核技术上这个材料， 美国上不了， 在四代核技术领域被我们碾压。

一旦超导被那个在美韩国人搞出了， 那就是美国搞出超导并封锁技术， 那就是美国在众多领域要碾压我们了。

所以， 感谢韩国人的内讧吧。

我举四代核技术的例子， 就是说明两点。

一个是技术路线的重要性。

长者慧眼独具选准路线， 韩国人验证内应力路线的可行， 都是十分意义重大的事。

一个就是韩国人内讧是真的好。

科学没国界但科学竞争有国界，韩国人要是闷声发大财的搞，美国除了卡半导体脖子外，未来还要卡我们超导脖子了。

岱岱是时政博主，历史博主，哲学博主，政治经济学博主，为什么能突然转型科普博主？

看起来，岱岱的核心竞争力是知识，其实不是。

我的核心竞争力就两个。

一个是信息搜集整合能力

一个是信息处理分析能力

公开新闻一叶知秋的内功心法，是这两个核心能力的具体运用。

时政也好，历史也罢，哲学亦然，政经更是，这些都是岱岱通过大数据信息收集并处理分析的。

科学的门槛是比前几个都高很多，岱岱一个文科差生怎么能搞科普？

有这两个能力，给我几天时间，我就能入门一个对我来说全新的领域。

有渔的技术，就算换条新的河钓，也能继续钓上鱼。

当然，达到精通专业的程度，我是肯定达不到的，给十年时间我都达不到，我不是理科出身也没理科天赋。

但达到科普入门的程度，还是可以的。

至少超导和钍基熔盐实验堆，我花了几天功夫，算是有入门级理解了。

岱岱以前经济就写的很差，后来写经济好多了，进步明显，买来的经济书籍我也没什么看，都是看书的大纲简介，就当看过的。

一个信息搜集整合能力

一个信息处理分析能力

互联网时代，掌握这两个能力，能让你迅速入门一个全新领域。

一些主要领域都入门了，说不定各个领域的知识能触类旁通互通有无，有一天如打通任督二脉般，就智慧涌现了。