



### 1 蛰伏

中关村保福寺桥东一座写字楼27楼的一间大屋子，是王震西现在的办公室，与物理所一路之隔。82岁的王震西隔窗望向为坚守创新和初心而奋斗过的地方，回忆起半个多世纪前的岁月。

1973年，在施汝为、章综两位院士的推荐下，31岁的王震西前往法国国家科学研究中心的路易·奈尔磁学实验室访问。路易·奈尔是1970年诺贝尔物理学奖得主，因在反铁磁性和铁氧体磁性领域的基础研究与发现而获奖。

当时，国际上掀起非晶态材料研究的新高潮。到法国后不久，王震西专程拜访正在巴黎的美国科学院院士、加州大学伯克利分校教授沈元壤，请教选择什么研究方向。沈元壤建议：“晶态研究历史已有100余年，非常成熟。你可以转向研究非晶态材料，这是新的国际前沿。”

王震西接受了建议，决定开展非晶态稀土合金材料的结构和磁性研究。这位年轻人出于科研本能和直觉作出这一选择，并未认识到其真正的意义。

非晶态磁性材料具有很多常规晶态磁性材料不具备的优异性能，如高韧性、优良磁性、强耐腐蚀性等，如今已成为新能源、航空航天、智能制造等领域不可或缺的材料。

距离法国国家科学研究中心不远处，有世界首个基于反应堆的高通量中子源，这是当时研究磁性材料磁结构的最强手段之一。王震西在这里得到了前所未有的科研训练，为后来的工作打下坚实基础。1975年，王震西回国，一头扎进实验室，带领团队开展稀土-铁系磁性材料基础研究。

稀土家族由15个镧(La)系元素，加上同族的钇(Y)和钪(Sc)共17个元素组成。由于4f电子的特点，稀土元素与铁、钴、镍等3d过渡族元素结合，能够制造性能优异的永磁材料。自20世纪60年代起，随着工业发展需求的增长，基于稀土元素的永磁材料迅猛发展，先后经历了三代更迭。1967年，美国K.J.Strnat研制的1:5钕钐永磁体最大磁能积达25兆高奥，被称为第一代稀土永磁。20世纪70年代，日本T.Ojima等研制成功磁性更好的2:17钕钐钕钐永磁体，最大磁能积达32.5兆高奥，被称为第二代稀土永磁。第三代稀土永磁的成功紧随其后。

1983年9月，国际磁学界在北京召开第七届国际稀土永磁材料及其应用会

议。日本著名学者金子秀夫宣布，日本住友特殊金属公司最近研制成功一种新型超强磁性材料，它就是磁能积高达36兆高奥的第三代稀土永磁——钕铁合金。他随即说：“请原谅，我只能说这一句，请诸位不要提任何问题，我不能回答。”

坐在台下的王震西敏锐地意识到，这可能是“革命性”的，钕铁合金以磁性强且廉价的铁取代稀缺战略物资钐，并且以稀土矿中含量丰富的钕取代钐，使得磁体成本大幅下降、性能大幅增强。此外，其磁性能比之前广泛应用的铁氧体高出10倍，比前两代稀土永磁高近一倍，一个骰子大小的钕铁材料就能吸起一斤多重的铁体。这很有可能成为未来支撑全球高新技术领域蓬勃发展的关键材料。

会议结束后，王震西回到实验室，定下了目标——突破钕铁合金产业化生产和工艺。他带着物理所磁学组，与中国科学院电子学研究所（以下简称电子所）稀土磁组成员开展联合攻关。

1983年11月，住友特殊金属公司的佐川真人在美国磁学与磁性材料会议上报告了详细的研究成果——烧结钕铁硼合金成分为Nd<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>B<sub>2</sub>。

王震西回忆，在1983年9月的会议现场，金子秀夫专门隐去了添加物“硼”。因为仅钕铁形成的金属间化合物无法形成永磁材料需要的内禀磁性，只有加上非晶态元素硼，才可形成具有强各向异性磁晶的各向异性的晶体。

1983年冬天比往年似乎更加寒冷、长久一些。中国科学院研究人员在物理所一间25平方米的临时仓库电炉间开展实验，设施破旧、空间狭窄，但困不住他们渴望追赶的心。120多天里，他们不断尝试配方、探寻工艺。电炉旁、马路边的路灯下……任何一个地方都有他们开会讨论的身影。一次不行就再来一次，实验方案不断更新。终于在1984年2月，中国第一块磁能积达到38兆高奥的钕铁硼永磁材料诞生了。

王震西和同事们来不及庆祝。为了降低成本，尽早投入应用，他们采用国产低纯度钕为原料，历经3个月，成功研制出磁能积高达41兆高奥的低纯度钕铁硼永磁材料。

一个“无声”的宣告从这间仓库向全球发出：中国有能力自主研发钕铁硼永磁材料，且已达到世界先进水平。

如果不出意外，王震西可能会做一辈子纯粹的科学。20世纪80年代，他收到美国、法国、加拿大等国多家实验室的工作邀请……成长为一名科学家，这是一条王震西熟悉又有信心的道路。同时，妻子正在国外进修，王震西期待尽早与家人团聚。

然而，人生总是充满了意外。随着改革开放的到来，中国科学院实施了科技体制改革，努力推动科研成果转化为现实生产力。稀土永磁应用价值高、市场前景好，将研发成果推向产业化恰逢其时。

与此同时，严酷的现实刺痛了科学家的心。当时中国企业缺乏保护稀土资源的意识，日本在透露其成果前夕，抢先与我国江西某矿签订了稀土原料低价购买合同。事隔不久，致原料价格急速上涨。

这就有了文章开头，周光召与王震西展开近5个小时讨论的那一幕。但那时，王震西不敢轻易答应，因为他虽然已带领团队研发出钕铁硼永磁材料，但实验室研究与产业化完全是两码事。

经过连续多日的辗转反侧，青丝熬成白发，王震西最终决定接受时代赋予他的新使命，投身产业和市场。1985年4月，中国科学院正式委任王震西，将物理所、电子所、电工研究所、长春应用化学研究所等单位从事稀土研究的科技人员联合起来，创立了三环公司（1999年改制为中科三环）。

还是那间25平方米的仓库，王震西写下公司名称贴在门上。钕铁硼成果产业化之路正式开启。

“三环”的寓意是，希望将科研、生产、市场紧密联系起来，走一条科技成果产业化、市场化新路。”王震西说。

当年6月，这些创业者南下赣南。当亲眼看到全世界最丰富、最优质的重稀土资源就在脚下时，他们有了底气。

“事关国家发展战略，不能再等了。”

这是时任中国科学院院长周光召第三次与时任中国科学院物理研究所（以下简称物理所）研究员王震西讨论“创业”的事儿了。1985年4月9日中午12点半，在院长办公室，周光召一边吃着从家里带来的盒饭，一边听王震西汇报第三代稀土永磁材料——钕铁硼合金的研发进展。

一年前，王震西带领攻关小组成功研发出中国第一块磁能积达到38兆高奥的钕铁硼永磁材料，使中国成为世界上第三个研发出第三代稀土永磁材料的国家。

那天，关于“创业”的谈话从12点半进行到下午2点半，又从傍晚6点下班后持续到晚上9点。神情言语之间，周光召袒露迫切期待——创造中国自己的“稀土磁谷”。

然而，40多岁的王震西，科研事业正处高峰，这时跨出“象牙塔”去筹办公司，难度和挑战可想而知。王震西连续几个晚上彻夜难眠，竟然熬出了人生第一缕白发，“像伍子胥过昭关一样”。最终，他决定带着几个年轻人“下海”。渐渐地，他们在这条路上越走越宽阔、越走越坚定。

数十年过去了，已经成为中国工程院院士、北京中科三环高技术股份有限公司（以下简称中科三环）董事长的王震西，带领团队始终坚持自主研发和技术创新，推动中国钕铁硼永磁产业从无到有、从弱到强。现在，中国稀土永磁产量已占到全球份额的90%。

“身在伟大时代，又有前辈指引，能够为国家实实在在做一件有关国家战略新材料的大事，把核心技术牢牢掌握在中国人自己手中，再艰难也是值得的。”回首50多年科技创新、成果转化历程，王震西无悔无憾。

数十年来，王震西一直坚守在科研一线，他深知，只有把核心技术牢牢掌握在自己手中，才能使我们从稀土资源大国转变为稀土战略强国。

中科三环执行董事长胡伯平从北京大学本科毕业后在物理所读研究生，毕业后放弃出国深造，加入钕铁硼创业团队担任公司研发部负责人，在公司推动产业化进程的同时专攻核心技术，那时他只有30岁。

胡伯平说，中科三环承担了“高档稀土永磁钕铁硼的产业化及其应用”“高性能稀土永磁材料、制备工艺及产业化关键技术”等一系列国家“863”计划项目，开展全面技术攻关，筑牢中国钕铁硼永磁产业发展的创新根基。

中科三环作为产业“龙头”和“示范”，诸多企业紧随其后，如雨后春笋般崛起，钕铁硼产业得以迅猛发展。到了2000年，中国钕铁硼永磁产量位居世界第一。

产业开拓历尽艰辛。王震西感慨，在科技创新和改革开放的时代洪流中，他们没有做“观潮者”，而是跳进洪流成为“弄潮儿”。“我们不懈努力把公司越办越好，为国家守住了钕铁硼永磁这一战略新兴材料的高地。”

在江西，中国科学院赣江创新研究院于2020年成立，进一步布局稀土新材料研发，推动新技术和新工艺实施，促进我国稀土产业发展。

“中国科学院在推动钕铁硼材料研发方面发挥着重要的主导作用。”沈保根说。

现在的王震西已退居二线，他很欣慰，因为“40年前老院长带着我们做的梦，已经变成了现实”，而新一代年轻人正沿着前辈的足迹，砥砺前行，实现新的梦想。

在北京，物理所磁学国家重点实验室持续开展前瞻性研究。

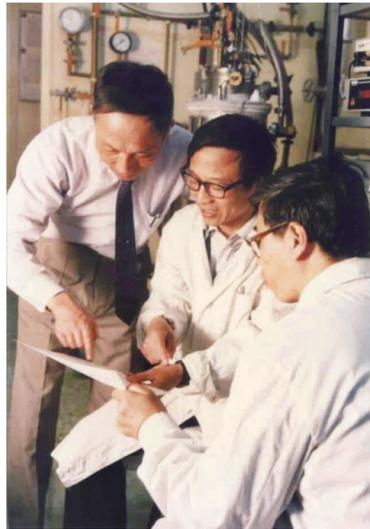
在宁波，中国科学院宁波材料技术与工程研究所于2004年成立，随后专门搭建稀土永磁材料联合创新中心工程化平台，打通从原始创新到产业应用全链条的技术

壁垒。历经20年，宁波材料技术与工程研究所已成为稀土永磁材料技术创新的重要力量，引领了钕铁硼磁体高丰度元素规模化利用、重稀土元素减量技术等技术的应用和发展，推动了国家战略资源的高效平衡利用。2022年，由中国科学院提供科技和成果孵化等支撑的宁波市磁性材料集群被国家工业和信息化部正式列入45个国家先进制造业集群名单。

面对国家新的需求，中国科学院再度布局。

# 中国稀土磁谷 从25平方米临时仓库中走出

本报记者 韩扬眉



20世纪70年代，王震西（左）回国后在物理所带领团队从事稀土磁性研究。



1991年，周光召院长（右一）来初创的三环公司视察指导，王震西（左一）向他作介绍。



20世纪80年代的宁波科宁达公司——中国第一家钕铁硼产业基地。

中科三环供图 蒋志海制版

### 3 “里程碑”

创业团队为了尽快实现钕铁硼永磁材料产业化，决定找生产企业“联姻”。

王震西找到姚宇良。他是王震西在中国科学技术大学时的同学、同年被导师章综选进物理所工作的同事。已在宁波磁性材料厂当了10年技术厂长。得知王震西的需求，姚宇良表现出极大的兴趣和信心，当即回到原来工作过的物理所，在实验室了解钕铁硼材料制备的工艺技术。

姚宇良回到宁波后，和18位技术骨干一起，在租借的两层厂房里夜以继日进行工业化试验，最终取得成功，少量产品还走向国际。这鼓舞了所有人。

1986年初，中国科学院和宁波市决定拿出90万美元，支持三环公司与宁波磁性材料厂合作，引进气流磨、真空烧结炉、自动压机3台大型设备，筹建钕铁硼工业化生产线。

为了尽快实现稳定生产，大家轮流值班，每个小组由研发人员、技术人员和工人组成，从研究技术资料、设备引进到设备安装、调试运转等“一盯到底”。当年秋天，他们迎来收获——中国第一家钕铁硼稀土永磁工厂建成投产，相关技术工艺等奠定了我国烧结钕铁硼技术路线之基。

首批标示“中国制造”的钕铁硼永磁材料陆续出口到美国、英国和东南亚。经美国圣地亚哥磁测中心检验，产品质量完全可与美、日同类产品媲美。这意味着中国成为继美、日之后，第三个能够批量生产钕铁硼永磁材料的国家。原国家科委成果局专门组织召开了三环科技成果产业化现场经验推广会，并提出要“走三环道路”。

这是中国钕铁硼永磁产业的“里程碑”。

### 4 如愿

不过，王震西深知，还没到放松的时候。中国虽然是稀土大国，稀土储量占世界1/3以上，但长期以来只处于廉价原料出口国的地位。他从创业之初就认定，必须将核心技术牢牢掌握在自己手中，才能使我们从稀土资源大国转变为稀土战略强国。

中科三环执行董事长胡伯平从北京大学本科毕业后在物理所读研究生，毕业后放弃出国深造，加入钕铁硼创业团队担任公司研发部负责人，在公司推动产业化进程的同时专攻核心技术，那时他只有30岁。

胡伯平说，中科三环承担了“高档稀土永磁钕铁硼的产业化及其应用”“高性能稀土永磁材料、制备工艺及产业化关键技术”等一系列国家“863”计划项目，开展全面技术攻关，筑牢中国钕铁硼永磁产业发展的创新根基。

中科三环作为产业“龙头”和“示范”，诸多企业紧随其后，如雨后春笋般崛起，钕铁硼产业得以迅猛发展。到了2000年，中国钕铁硼永磁产量位居世界第一。

产业开拓历尽艰辛。王震西感慨，在科技创新和改革开放的时代洪流中，他们没有做“观潮者”，而是跳进洪流成为“弄潮儿”。“我们不懈努力把公司越办越好，为国家守住了钕铁硼永磁这一战略新兴材料的高地。”

### 5 接续

钕铁硼材料的产业化是全球功能材料的一次重大应用变革，极大推动了全球能源结构转型、节能技术革新以及信息通信等诸多产业技术升级。我国在这场变革中展现出强劲的趋势。

如今，高品质钕铁硼材料已成为不可或缺的关键材料。中国科学院院士、物理所研究员沈保根表示，高品质钕铁硼材料是国家重大战略需求，是风力发电、新能源汽车、轨道交通等领域实现国家“双碳”目标的急需材料，仍需开展针对性研究。

面对国家新的需求，中国科学院再度布局。

在北京，物理所磁学国家重点实验室持续开展前瞻性研究。

在宁波，中国科学院宁波材料技术与工程研究所于2004年成立，随后专门搭建稀土永磁材料联合创新中心工程化平台，打通从原始创新到产业应用全链条的技术

壁垒。历经20年，宁波材料技术与工程研究所已成为稀土永磁材料技术创新的重要力量，引领了钕铁硼磁体高丰度元素规模化利用、重稀土元素减量技术等技术的应用和发展，推动了国家战略资源的高效平衡利用。2022年，由中国科学院提供科技和成果孵化等支撑的宁波市磁性材料集群被国家工业和信息化部正式列入45个国家先进制造业集群名单。

面对国家新的需求，中国科学院再度布局。

在北京，物理所磁学国家重点实验室持续开展前瞻性研究。



稀土颜料。图片来源：视觉中国