

# 国外没做到的技术，他凭什么先做出来

■本报记者 温才妃



王立鼎磨削标准齿轮。

冬日的长春，滴水成冰，哈出一口白气仿佛都要冻上。远处一个人一路小跑过来，身影由小变大。  
从20世纪60年代到80年代的25年间，从冬到夏，从夏至冬，王立鼎每天早晨都是这样开始的。  
他夜里12点睡觉，早上5点起床，跑步5分钟到离家不远的加工间。这是一个与

他人合用的加工间，没有恒温，也达不到超净，唯有地基防震性“勉强过关”。他把齿轮磨床Y7431开起来预热，以便7点30分快速进入工作状态。  
开好齿轮磨床，他再一路小跑回到家。从地窖取一些白菜、萝卜、土豆，洗切后“刺啦”一声下锅开炒，再蒸一锅窝窝头或贴张玉米饼。7点，他跟一家人其乐融融地吃完

早餐，和夫人再分头上班……  
那每天雷打不动给全家人做早餐的手，曾做出了我国第一套超精密齿轮，这让王立鼎在30岁出头时就成为业界公认的“齿轮王”。  
中国科学院院士王立鼎把一辈子献给了齿轮研制。目前，他率领的团队是我国唯一一支超精密齿轮研制的队伍，承担国家相关重大项目。



## 1 “一战成名”

“什么？要把齿轮的精度做到1级？”1965年，中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（以下简称长春光机所）接待了南京的一家科研机构，他们要制造一款新型精密测量雷达，而其关键要素是齿轮精度。

可是如何做，仅有外国杂志的文字描述，其制作工艺、关键数据无人知晓。在很多人看来，这几乎是一项不可能完成的任务。要知道，在当时，全球范围内只有德国、瑞士才能做出2级及以上精度的齿轮。

更没想到的是，时任长春光机所所长王大珩把这项重任交给了齿轮研究室的磨齿组，并由一名大学刚刚毕业5年的“小年轻”王立鼎承担。

当然彼时的这名“小年轻”，在齿轮领域已是一名“熟练工”，经他手加工的齿轮可达4级，而在当时，国内工厂加工的齿轮精度普遍为7级。因为这手本事，他荣获了中国科学院优秀科研成果奖。

同事们也发现王立鼎与众不同。齿轮组同事张玉玲曾打趣说：“他观察问题，比女同事还要细。”一些细节看似简单却不易操作，比如将磨齿芯轴的径向跳动从1微米调到0.5微米，王立鼎可以一次成功，换作他人就很难实现。

要如何完成制作1级超精密齿轮这项看似不可能完成的任务呢？  
早在接手任务的两年前，即1963年第一届全国机械传动年会结束后，王立鼎跟随同事去上海机床厂参观。他看见录磁机中的录磁盘回转轴系由多颗高精度钢球构成，激动得挪不动脚步。“录磁机的精度比加工齿轮的机床高得多，如果我能用上它的轴系该有多好！”王立鼎心中感叹。

正巧王立鼎经常使用的一台机床轴系的主轴坏了。但按当时的规定，更换机床轴系的主轴需要第一机械工业部批准，机床厂才会生产，一来二去很耽误时间。受上海之行启发，王立鼎决定自行研制轴系。

“加入了400颗精密钢球，这时候我发现主轴的刚度大幅度提高，轴承误差由原来的2微米缩小到0.5微米，远高于国内外同类机床制造精度。”王立鼎喜出望外。

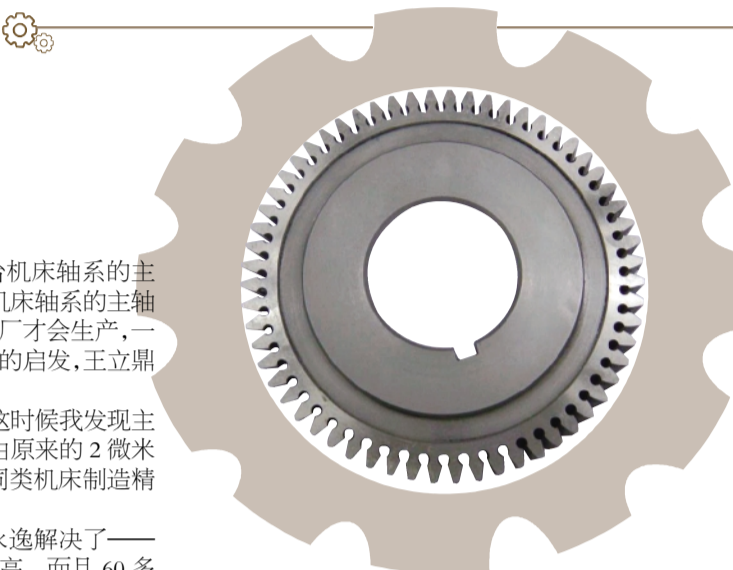
机床主轴精度就这样一劳永逸解决了——不仅比当时国内外机床的精度都高，而且60多年后精度始终不降，到现在还在使用。“这为后来研制超精密齿轮解决了不可或缺的设备精度问题。”王立鼎说。

王立鼎多次检查分度盘都发现，分度误差呈曲线变化，很多人没注意这是一条什么曲线，而王立鼎却仔细琢磨起来。“它的形态似曾相识，就像是一条正弦曲线。”

他再仔细检查分度盘，判断有两种可能性——一是分度盘装偏了，没有跟中心对准；二是分度盘没有装偏，而是在制造中产生了误差。  
“无论分度盘是否装偏，纠正的方法都是采用反正弦曲线，一正一反相互抵消，这样就能大幅度提高分度盘的精度。”于是，王立鼎故意把它装偏一点，产生反正弦曲线，把分度误差从50角秒减小到13角秒。这便是他自创的“正弦消减法”。

1966年，仅用一年多时间，王立鼎就采用“正弦消减法”和“易位法”等磨齿工艺，研制出我国首套超精密齿轮，达到雷达设计精度要求。

王立鼎姓王，又研制出我国首个1级超精密齿轮，一位前来采访的记者在文章中用“齿轮王”来称呼他。很快，“齿轮王”的美名就传遍了整个业界。



A级精度剃齿刀。

## 3 “自讨苦吃”

“你是超精密齿轮方面的顶级专家，贸然尝试一个陌生领域，就不怕毁掉自己的名声？何必自讨苦吃！”周围的人摇摇头，走开了。

那是1984年，国际上掀起一股激光光盘热。光盘可擦写次数达到100万次，其信息存储量是磁盘的100倍。

中国科学院把这一项目争取到手，可是交给谁呢？时任长春光机所所长唐九华心中最合适的人选是王立鼎。

“我一个搞齿轮出身的，没搞过整体的仪器，能行吗？”王立鼎说。

“我就找你，你能把国产设备加以改造，做出世界上精度最高的齿轮，我就看中了你这种敢为人先的精神！”唐九华笃定地说。

世界上能做光盘模板设备的，当时已有荷

兰的飞利浦，日本的日立、索尼，以及美国与欧洲的几家公司。面对西方封锁，要做出自己的设备，该如何着手？

“硬着头皮也得干。”王立鼎成为了光机电一体化计算机总体第一负责人。

“今天我们讲计算机操作系统第一章……”三用机中传出浑厚的男声，周围同事立刻反应过来，王立鼎又在用功了。

那时，计算机刚刚在国内兴起，清华大学教授周明德编写了一本计算机操作系统的图书，并把讲课内容录制到磁带中。周明德足足讲了84课，王立鼎就84课一课不落地听课、记笔记，最后的测验竟得了100分。

“我就是有这个劲儿，要做就一定要做好。”王立鼎说。

那阵子，王立鼎就像海绵吸水一样，没日没夜地学习。学机电一体化控制，王立鼎跟着工农兵学员一起听课，因为他之前学过控制系统等知识，很快便补齐了短板。学俄语出身的他不懂英文，就跟着工农兵学员补习基础英语，以便阅读文献。

“我本身擅长机械，加上各专业都懂一点，才可以跟各领域专业人员平等对话、探讨。”王立鼎深知这个道理，即便是负责人，在未知领域面前也从无怠慢之心。

在他的带领下，团队从几个人的齿轮教研组，扩大到1个项目总体组下设5个专业组的100人团队。每天王立鼎都第一个进光盘实验室，最后一个离开。他处处带头，就连实验室地板刷油都要参与。

“做事情一定要做得非常细致，往往出来的成果会比一般人好。”王立鼎说。带着这份执着，经过4年的艰苦奋斗，从无到有，有了图纸、实物，王立鼎团队成功研制出中国第一

台刻录光盘母板的纳米分辨率精密设备。

中国科学院组织的成果鉴定验收结果显示，该项目有10余项技术达到国际先进水平。从此，中国有能力制造自己的光盘母机了，并开发了自己的CD-ROM和VCD等光盘技术，填补了国内空白。1992年，该成果获得国家科技进步奖二等奖。

王立鼎再次给人留下了“敢为人先”的印象。当然，这肯定不是最后一次。

20世纪90年代，中国科学院一位领导从国外回来，带来了微纳系统的资料。一开始，大家都不知道微纳系统有什么前途。

“此前长春光机所已经错失两次机会，一次是机器人，一次是半导体设备。”这一次，王立鼎不想再当“老二”，错失微纳研究的良机了。对于周围人对他跨领域的质疑，王立鼎说：“人不能有傲气，但不能没有傲骨，要有自信才能把事情做好。”

他心里非常明白：“我做微纳系统的目的是什么？就是想把高科技引入国内，给青年人铺路，让他们朝这个前沿方向发展。”

在王立鼎的推动下，长春光机所于1992年成立了我国第一个微机械工程研究室，并出版了中国第一本微系统译文集《微机械》。王立鼎成为我国微纳系统研究领域的开拓者之一。

1995年，王立鼎当选中国科学院院士。1998年，他来到大连理工大学工作，在这里组建了大连理工大学跨院系、跨学科的微系统研究中心。之后，他又牵头组建了微纳技术及应用辽宁省重点实验室。

2002年，他郑重地将“物联网”这一新的研究方向，写入由他牵头制定的2020年国家中长期科学和技术发展规划纲要的纳米技术规划之中。

## 2 懂理论的大工匠

“为什么德国、美国等发达国家的标准齿轮没做到1级，反而中国先做到了？”直到现在，还经常有人问王立鼎。

“机床是由我们改装的，测量齿轮的仪器是我们自行设计的，齿轮加工方法也是我们开发的。在国外，搞齿轮设计的是大学教授，搞齿轮制造的是公司里的工人，搞计量测试的是实验室里的实验员。他们各自一摊，难以聚合，而我们则是把所有工作串起来。从某种程度上说，我本人既是科技工作者，也是高级大工匠。”王立鼎告诉《中国科学报》。

自己动手，丰衣足食。这个观念深深烙印在王立鼎心中。

由于出生在伪满洲国，儿时的王立鼎不能说自己是中国孩子，否则就有专门的“官员”找上门来。彼时，家里一贫如洗。上初中后，全班只有他买不起书。没有书却十分想读书，王立鼎比周围的同学都发愤图强，临毕业时取得全校第一的好成绩。

生活的磨砺让王立鼎养成了勤动手的习惯。他在家开辟出一块菜园，日常挑水、施肥，从不间断。种地、劈柴、做煤饼、压水抬水的活儿，他都主动揽过来。上初中时，赶上家乡辽宁省辽阳市大马路义务劳动，他挑着土篮子穿梭在工地整整20天，都坚持了下来。

王立鼎在学校足球队担任队长，仅有一双胶鞋穿破了就自己缝补，仅有一套洗得发白的衣服，周末洗完、晾干，周一接着穿。初中毕业后，由于中专不用交书本费、伙食费，他不得不选择了中专。即便如此，上了中专的他仍然保持着学习第一名的成绩，而且是足球队队长。

终于等到中专毕业生可以考大学的那一天。学校选派了64名学生参加考试，王立鼎是全校唯一一名考取的学生，收到了吉林工业大学（2000年合并入吉林大学）机械系的录取通知书。

成年后，爱动手的习惯升级为配置润滑油、紧螺丝、装配调试设备。他做得比工人更好，工人反倒给他做助手。遇到不熟悉的机床操作，王立鼎总是先看机床说明书，再去中国第一家汽车厂——长春第一汽车制

造厂的车间看工人如何操作。连续两周，王立鼎就像实习生一样，站在工人身边跟着学习，不懂就问，回去再自己摸索，破解了很多操作难题。

长春光机所倡导“一竿子插到底”的理念，号召大家把科研与工程技术结合起来。所里几位研磨技师，水平最高的那一位职级相当于副教授中的最高级。每次王大珩看见他们都笑呵呵地打招呼。这样的氛围也让王立鼎感同身受。

光动手不动脑是不行的。从小养成的记笔记的好习惯，成年后王立鼎也一直保持着。“我每年都准备一个大本，把这一年有感触的发言、要事、心得都记下来，到了年底就像年终总结一样，一目了然。”大本子一时不在手边，王立鼎就记在日历上，再像蚂蚁搬家一样，一点点誊写到大本子上。经年累月，大本子竟攒了近一个书架，好不壮观。



AA级插齿刀(m4)。

王立鼎家门口有一个院子，那里总是生机勃勃，杏树、柿子树、豆角、茄子等果蔬绿意盎然、枝繁叶茂，月季、芍药等花卉争奇斗艳，幽香阵阵。王立鼎劳动的身影时常穿梭其中，沉甸甸的一大桶水，他一下子就能提起来，“我比较有劲儿，跟这么多年的劳动分不开”。

他和夫人把院子打理得井井有条，还特别“有规则”。杏树只施有机肥，平时路过，家人总觉得臭烘烘的，可结出的上百颗果实却让生摘了带走。

年纪渐长，但家里没有雇保姆，王立鼎依旧像从前一样，自己种菜、做饭、打扫。“溜肉段、拔丝山药……家常菜我几乎都会做。”赶上夫人忙碌，他就系上围裙亲自到厨房露一手。每天早上，他依然承包做早餐的活儿。“都是儿

## 4 “我等不起啊”

时艰苦生活学下的本事。”

见夫人着急出门，王立鼎就自个儿端着水果去水龙头前洗干净，再一个个装到塑料袋里，嘱咐她“一定要吃完”。“我从来不认为在一个家庭里，谁挣钱多就听谁的，夫妻之间要互相爱护，不能有好东西就揣自己兜里。”王立鼎说。他把工资都交给夫人，自己只留了一张“小卡”。

就连同事都在背地里夸他“贤惠”“好男人”。“王院士经常跟我们开玩笑，除了织毛衣、生孩子，女士能做的他都能做。”王立鼎的助理锁刘佳说，他连鞋底、踩缝纫机做衣服都会，把很多女士都比下去了。

可是，在锁刘佳等同事眼里，一向善待他人的王立鼎也有自己的心酸、无奈——做了一辈子齿轮研究，找磨齿的传承人却很困难。

2023年他看好了一名博士生接磨齿的班。临毕业的一天，学生跑来跟他合影留念，一

番寒暄后十分抱歉地告诉他，自己找了别的工作，无法留在实验室了。

“我等不起啊。”一向好脾气的王立鼎当天情绪有点波动。年逾九十的王立鼎刚刚在医院给眼睛打完针，视神经下降明显，本来他是远视眼，现在只能眯着眼睛看资料。

这并不是第一个拒绝他的人。想进院士团队的人其实不少，但一听磨齿就认为是“老工艺”，是“匠人”干的活儿，干没多久就心生退意。就连他最看重的得意弟子，也在多年前前下了。

王立鼎无奈地摇摇头，光是找继承人，他和校方就商议了好几回。“断了线，我怎么向国家交代？”他无不遗憾地说。

最后，他只能带着锁刘佳、五十来岁的女儿，以及一名博士生支撑起这项工作。人少活儿多，中午12点是午饭时间，女儿手边的活儿还停不下来，和工人叫了盒饭，匆匆忙忙吃了接着干。

很多人看不懂王立鼎的坚持。他告诉《中国科学报》，如今在直驱技术的改进下，使用成型砂轮磨齿技术在机床上磨制小批量的2级精度齿轮，在工业上可以实现，但仍然达不到1级精度齿轮的整体技术要求。

“国内现在生产的标准齿轮制造精度低于国外1~2个级别。如果把标准齿轮精度整体提升1个等级，其指标便可以与多数西方国家同类产品水平相当，有助于摆脱我国高端机床长期依赖进口的现状。”王立鼎说。

“我希望把工艺传承下去，今后一旦国家急需1级齿轮，哪怕只需要一件，我们也能立刻在现有的加工和测试成套设备上完成任务。”王立鼎说。

他从不吝啬分享磨齿技术。前来自长春光机所、大连理工大学学习的科研人员、厂家技术人员不少，每次他都毫无保留地分享经验。如今年纪越来越大，视力越来越差，这个愿望就更加迫切了。

“如果国家有需要，我愿意随时传授相关加工技术。”王立鼎眼神坚定。



▼王立鼎（左）与徒弟一起磨削齿轮。



▲王立鼎的菜园丰收了。  
▼王立鼎绘制齿轮图。



受访者供图 郭刚制版