

“喀秋莎站在峻峭的岸上，歌声好像明媚的春光……”
 很多人熟悉这首经典老歌，但恐怕没有多少人会第一时间想起与这首歌同名的武器——“喀秋莎”火箭炮。作为第一款现代火箭炮，二战期间，苏联军队首次派出这个“美丽的姑娘”上阵，强大的火力让德军阵地顷刻化为一片火海。
 与传统线膛压制火炮相比，火箭炮的出现无疑是陆军武器装备发展的一次飞跃。上世纪80年代，世界各主要军事强国纷纷研制出性

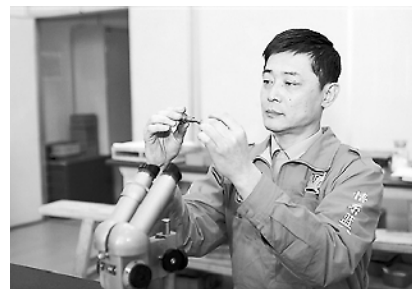
能更加先进的新一代火箭炮，在战场下起一阵阵钢铁似的“冰雹”。
 面对一无资料、二无经验、三无设备的境况，我国军工工人迎难而上，从1989年正式立项，到2004年列装部队，中国兵器工业集团所属某重工集团公司用了15年时间，打造出一款集远程、高精度、自动化、信息化等性能于一体的某型远程火箭炮，被网友亲切地称为“中国钢雹”。本期，我们为您讲述的就是这型远程火箭炮台前幕后的故事。

军工圈

点评军工圈里的人和事

■本期观察：罗娟 孙成 刘含钰

1微米



1微米是什么概念？百度给出的答案是，1微米相当于烟尘的微粒直径，1根头发丝直径的七十分之一。

精密仪器的常用长度单位是微米。如果仅靠双手将精度控制在1微米以内，难度犹如“刀尖上起舞”。在航空发动机叶片修复上，航利集团工匠张永光用双手打磨的模具，测量精度就能够达到1微米。

张永光的工作是为航空发动机叶片接长，有人形容这份工作“比修复壁画还难”。为了达到1微米精度，张永光磨掉了6根手指的指纹，他开玩笑地说：“如今的手机指纹解锁功能，我都用不上。”
 用“金贵”来形容张永光的手再合适不过。一次处理航空发动机动力控制部分的重要部件，工艺要求部件锐边最大半径不能超过0.03毫米，要减少误差，必须通过手工打磨。为了保持触感，张永光不戴手套打磨，一天下来手上全是一道道深深浅浅的划痕。张永光常说：“航空发动机修理就是给飞机‘心脏’做手术，必须细之又细、分毫不差。”

在常人眼里，1微米或许只是简单的长度单位，但在张永光的手中，1微米是打造大国重器的精度。从那双磨掉指纹的手，我们看到了大国工匠专注一事的匠心、精益求精的工作态度和打造精品意识。这是军工人的成功密码。

新千克



1千克有多重？过去一个多世纪以来，一个藏在法国巴黎秘密地下室里的小圆柱体定义着精确的数值，业内人士通常叫它“大K”。

它波瀾不惊地工作了一个多世纪，最近，因为“瘦了”50微克，“大K”不得不宣告“退休”。前不久，第26届国际计量大会通过投票，自2019年5月20日起，千克将基于物理常数普朗克常数计算得到。

对于绝大多数人来说，这个变化带来的直接影响可以忽略不计。但全世界的科学家都在关注这一变革，对他们而言，“大K”带来的不确定性是不能容忍的。

如果作为基石的单位出现问题，这种不精确会逐步累积，动摇我们对整个物理世界的测量。这让计量学家们希望找到一套普遍、稳定、不受地球观念束缚的测量系统。周国栋感慨地说，“铸‘箭’十五载，此生无悔！”

在第26届国际计量大会上，摩尔、安培和开尔文的定义也被更新了。它们不再依赖于测量，完全由基本常数确定。自此，人类首次在本单位体系中彻底摆脱实物基准，迈向“量子化”时代。

我们有了越来越便携、性能越来越好的智能穿戴类电子产品；北斗定位系统的精度越来越高，无人驾驶已经落地……科学家们常常垂青与基本单位测量有关的研究，每当人类制造出一台更准的秤、一把更好的标尺、一个更准的温度计，都会催生一些无法预期的新应用。也许在不久的将来，质量测量精度中的“小数点”会继续向后挪动，我们的生活方式也会悄然发生变化。

“中国钢雹”诞生记

■本报特约记者 李佳豪 通讯员 陈增 薛子康



‘拳击赛’中，我们不仅能够做到出‘拳’更远，而且打得也更精准。”

“研发武器装备，要有甘坐10年冷板凳的决心和定力”

迈过理论层面的这道坎，周国栋的科研团队又在具体实施中犯了难。

当时，对于新型火箭炮的结构设计，整个科研团队有两种截然不同的想法：一部分人认为，应当继承现有装备的刚性结构，这样可以大大缩短整个研发周期；另一部分人则认为，采用刚性结构就意味着牺牲新型火箭炮的机动性能，这在节奏更快、对抗更加激烈的现代战争中，无疑是致命伤。

一番论证过后，周国栋决定通过自主创新，探索设计新的结构。对此，有人表示不解，搞创新意味着从零开始，耗时费力。面对质疑，周国栋有自己的考虑：“研发武器装备，眼光不能局限于现在，更要紧盯未来战场，要有甘坐10年冷板凳的决心和定力。”

创新路上难免经历坎坷。当时工厂主要还在生产老式火箭炮，所有的生产设备相对落后，无法满足新型火箭炮样机的制造工艺。最初的设计方案确定后，整个研发团队只能拿着设计图纸干着活。

“机器干不成的事儿，咱们自己干！”无奈之下，他们只好手工制造。“一根7米多长的发射管，硬是靠十几名高

级钳工耗时将近3个月，一点点敲了出来。周国栋回忆说，新型火箭炮的第一台原理样机，就是这样在全厂工人的敲敲打打中诞生。

从原理样机到定型样机，从手工制造到更新全自动化生产线，这一次，他们又用了整整4年时间。其中的酸甜苦辣，只有他们自己能够体会。

周国栋还记得，那是1996年的深冬，他率领研发团队开赴试验场进行样机的试验试射。一次现场试验，样机的传动箱被冻裂，火箭炮在齐膝深的积雪中成了不能动的“铁疙瘩”。为了不影响试验进度，周国栋二话不说，当即脱去身上的厚衣服，钻进只能容下一个人平躺的底盘下进行维修。

时间一分一秒地流逝。渐渐地，周国栋周围的积雪化成了雪水，而他身上单薄的衣物也早已浸透。“无论吃多大的苦，我们也要把这款远程火箭炮给造出来。”

一次又一次的失败、尝试，再失败、再尝试，周国栋研发团队终于攻克了一系列结构难题。那年，新一代远程火箭炮样机正式定型。谈及装备，周国栋难掩自豪之情，他说：“这型火箭炮与上一代产品相比，在火力、机动性等方面，都有了质的突破。自此，我国火箭炮技术一举跃入世界先进行列。”

“就算咬碎了牙，也必须挺过这一关”

“和航母战斗群一样，远程火箭炮

只有配备了相关的保障要素，形成了作战体系，才能真正形成战斗力。”看着最终定型的远程火箭炮样机，周国栋喜忧参半。

“就好比一名优秀的拳击手，火箭炮不过是他的双拳，而指挥车则是他的大脑，侦察车是双眼，装填车是双臂。还有各种车辆所需的信息化装备，共同组成了这名‘拳击手’的神经网络。”样机定型后，周国栋说起了下一步打算，“从火箭炮到火箭炮系统，想要走完这段路，还要很长一段时间。”

周国栋缺的恰恰是时间。眼看距离立项已经过去8年，由于老式火箭炮已逐渐被部队淘汰，此时的工厂面临着组建以来最大的困境：旧产品接不到订单，新产品还在研发中，青黄不接的局面让大家举步维艰。

周国栋还记得，那是步入新世纪前的最后一个周末。举国上下都在为即将到来的“千禧年”而欢庆，摆在工厂数千名职工眼前却是彻骨的“寒冬”。那一年，工厂每名职工只领到了3个半月的工资。

“眼前是几千名职工张着嘴巴等着吃饭，身后是部队官兵期待新装备的殷切目光。远程火箭炮系统能否研发成功，决定着工厂的前途命运。”新年第一天，时任远程火箭炮总设计师高阳，组织研发团队开了一次座谈会。会上，高阳率先表态：“就算咬碎了牙，也必须挺过这一关。”

随即，工厂“勒紧裤腰带”转入民品生产，进而反哺军品研发。周国栋回忆说：“后来的几年里，不少职工离开了工厂，而唯独远程火箭炮的研

发团队，没有一人离开。因为大家都知道，自己肩头承担的是这家老牌军工厂的前途命运。”

艰苦创业，向死而生。可喜的是，经过“马拉松式”的研发长跑，2003年底，新一代远程火箭炮系统终于迎来了部队有关部门验收的日子。

那一天，周国栋至今难忘。大漠戈壁，朔风呼啸，数门新型远程火箭炮列阵沙场。波诡云谲的战场环境中，海量的信息从气象、侦察等保障单元车辆，通过电波汇聚到指挥车的“神经中枢”。经过信息化火控系统的解算处理，一组组数据迅速被分发到各炮位。

阵地上，接到指令的试装试训官兵操演装填车，将炮弹从弹药车装填至发射管。与此同时，远程火箭炮的战斗员轻触按键，装备立即按照预定程序进入战斗状态……从进入阵地到待发，4名操作手短时间内便完成了此前需要7个人的射击准备工作。

随着一枚枚火箭弹直刺苍穹，远在百公里外的目标在一片火海中化为灰烬。硝烟散去，现场响起了欢呼声……

“为国铸箭、为厂育人、为军服务，想到这些，我们觉得一切的付出是值得的。”摩挲着这型远程火箭炮的模型，周国栋感慨地说，“铸‘箭’十五载，此生无悔！”

上图：陆军某旅在高原腹地组织某型火箭炮实弹射击。

胡靖摄

版式设计：刘程

军企发展进行时

关键词：转型重塑

“别人打得到你，你却够不到别人，怎么能打打赢”

说起“中国钢雹”，周国栋感受颇深。从20岁出头的小伙子，到如今步入不惑之年，这位科研带头人把自己的青春，都倾注在这型火箭炮上。

大学毕业后，周国栋来到这家军工企业。那时候厂里鲜有大学生，进厂不久后，他便担任研究所技术员，自此和火箭炮结下不解之缘。在担任技术员期间，周国栋了解到，此时国外各军事强国已研制出新一代火箭炮，其射程远大于我军现役的同类型装备。周国栋比喻说：“这就好比两个拳击手比赛，你打得到我，我却够不到你，怎么能打打赢？”

这一情况很快引起部队有关部门领导的高度重视。1989年，部队有关部门决定依托该厂，研发我军新一代远程火箭炮。临时受命，时任项目副总设计师的周国栋带领团队立下了“军令状”。

立誓易，践誓难。其实，周国栋心里清楚，火箭炮射程的倍增并不是简单的加法，背后是基础理论层面的颠覆性重构。那时，他手头除了几张外军火箭炮的外观图片外，无任何资料。立项动员大会上，周国栋半开玩笑地对大家说：“我们干的是‘照猫画虎’的工作。不仅如此，还要把虎‘画’得更凶更猛！”

“火箭炮有独特的发射方式，如果解决不了发射动力学的问题，一切都是白搭。”周国栋说，这就好比用自动步枪进行连发，无论打第一枪时瞄得有多准，可是前一次发射带来的后坐力，都会导致后面的子弹偏离瞄准点。对于射程更远的火箭炮来说，这样的偏差会被放大上百米。

即便放到现在来看，哪怕利用计算机完成发射动力学相关的模拟仿真，背后庞大的计算量也是一组天文数字。在研发初期，该厂连一台计算机都没有，周国栋只能使用最原始的方法——带领科研团队在黑板上列方程，用算盘一组组地打数据……

那段时间，周国栋不是在办公室里苦思冥想，就是到试验场开展论证试验。周国栋依然记得，那几年，自己常常是天不亮就离家，直到深夜才下班，虽然每天都能见到熟睡中的儿子，但少有时间交流。

“好在我们的努力没有白费。4年后，新型火箭炮的原理性论证终于完成。”回忆至此，周国栋难掩兴奋之情，他说：“最终的方案确定下来，新型火箭炮的理论射程和精度都超出既定指标。这意味着，在火箭炮领域的这场

匠心慧眼

商界流传着一则著名的故事：有两个推销员同时来到非洲某岛考察鞋的市场。他们发现这里的人都赤脚而行，无人穿鞋。于是，一个推销员急忙给公司发电报说，这里没有市场，因为根本没有人穿鞋，我已经买好了明天返程的机票。另一个推销员却给公司发电报说，另一个推销员却给公司发电报说，我没有穿鞋，我准备长期住下去。

一种现况，两种观点，仁者见仁，智者见智。不过，大家更多赞赏第二个推销员的看法，因为市场需要与创造市场是一致的。一个原始状态的民族，没有穿鞋的习惯，自然不知道穿鞋的好处，一旦有人带头穿起来，大家就会效仿，文明习惯终究会取代蒙昧。

需求有时存在于现实问题之中，有时纯粹是创造引导需求。因此，高

明的企业家不只是寻找市场，更重要的是创造市场、营造商机。乔布斯做智能手机的时候，手下人问他，是不是应该做一下市场调查？乔布斯说，不用做市场调查，因为“消费者并不知道自己需要什么”。他坚信，只要有革命性、创造性的产品发明，就足以对用户起到引导作用。果不其然，苹果智能手机一经推出，立即风靡全球，引领了需求、创造了消费，长时间占据手机市场的主导地位。

武器装备作为一种特殊的产品，其研发机理与生意人创造市场需求有许多相通之处。1887年，一位名叫马克沁

的美国人带着一挺形状奇特的机枪到彼得堡进行试验表演。当时的俄国军事当局根本不相信，这种枪射击能达到600发/分的理论射速。显然，他们对于该型武器的概念还闻所未闻。当马克沁在试验中扣动扳机，300多发子弹仅用半分钟打光时，俄军指挥官顿时目瞪口呆。从此，马克沁机枪成为世人公认的优良武器。

事实上，不仅是马克沁机枪，诸如原子弹等武器系统的构想与创造，也并非来自于一线官兵的直接需求，而是源于科学家的科学预见和据理力谏。诚如曾担任过英国国防部首席科学顾问

的米克曼所言，恰恰是武器研制机构用新计划的必要性说服了政治家，“先是以这种或那种理由提出有必要改进或设计一种新的核弹头，继而又提出要有新式导弹与之相配套的，不是陆、海、空军的士兵，而是武器研制机构的人们”。所谓军事需求的正式提出过程，开头的总是技术人员，而不是战场指挥官。

从历史经验看，从现实之中发现并满足需求不易，从未来之中提出并创造需求更难。作为军工企业的科研人员，要想引领时代发展，首先要对部队现状和战争规律了然于胸。更重要

的是，要有超前的理念、敏锐的眼光、独特的判断，能够把握未来战争的脉搏，敢于设想前人未打过的仗，进而创造出新的制胜手段，研制出别具一格、让人爱不释手的武器装备。如果只是在原有基础上修修补补，那么创造需求就无从谈起。

“用户说要更快的马，你给一匹赤兔马就可以满足他，但如果给他一辆福特车，就相当于创造了需求。”需求可以被发现，也可以被创造。不止于满足需求，更在乎创造需求，引领新的生活方式乃至作战方式，才是产品畅销的制胜法宝，是企业常青的立足之本。

需求也可以创造出来

■张西成