

“时间之心”在方寸之间精益求精，“动力之心”驱动巨轮破浪前行

精密制造背后的大国匠心

张智萍 何辉 杨帆

你还用手表看时间吗？你有多久没有听过机械表“喀嗒喀嗒”的声音呢？在辽宁省丹东市孔雀表业集团的展厅内，一块直径34厘米的机械表机芯模型让人眼前一亮，两个金色的摆轮时而同频共振，时而交替振动，“喀嗒喀嗒”的走时声在安静的展厅中回荡，仿佛时间的脚步声。

据工作人员介绍，这是一块放大了10倍的双陀飞轮机心模型，是基于拥有7项国家技术专利的SL5301孔雀同轴半镂空双陀飞轮机心的升级再造，这款机心由7位设计师耗用6000多个工时，共设计了188张图纸，27位工艺人员历时15天完成零部件工艺编制，180台设备参与完成夹板、齿轮、擒纵机构和游丝的制造。最后，在无尘装配车间，机心装配师将200多个零部件逐一精准装配到机心夹板上。

小小的机心背后，是无数次的探索与努力。

对于陀飞轮手表来说，“分秒必争”的奥秘就在于它装有“擒纵调速装置”。擒纵叉，

是决定机械表走时精度的重要零件之一，生产一个擒纵叉要经过多道工序，且操作难度复杂。来自模具车间的武志荣师傅，带领着团队成功研制出擒纵叉一次成型模具，极大地提高了擒纵叉零件合格率。“几代老师傅都有一个愿望，能不能一次‘成型’，后来做成了，大家都觉得效率高又高质量又好。”当时武志荣提出来一次落料成型的思路，公司在各方面都给予了大力支持。

拥有自主知识产权的5·7点位双陀飞轮机心是孔雀表业集团历经十余年的代表性突破成果。在研发过程中，孔雀表业投入了多种高精端设备开展联合研发应用，这也开启了传统制表业转型升级之路。2023年，“百万只高端机械表机心智能研发制造平台”在这里启动上线，每年平均能开发出4款全新产品，推出20项技术改进产品，100万只高端机心从这里走向世界。

见识了方寸之间的精密制造，让我们沿着海岸往南走，看看披荆斩浪的大国重器。

在大连重工下属的曲轴公司生产车间，一个丝滑转动的大家伙引人注目，它好像是一段用钢铁拧成的巨型麻花，这就是船用曲轴。

工艺员谢宏明说，曲轴连接着发动机和螺旋桨，用以传递推进力，是船舶动力系统的核心部件之一，可以说是船舶主机的“心脏”。由于曲轴位于发动机的内部，维修或更换成本高，所以船用曲轴的寿命直接决定了一条航运船的使用周期。大型船用曲轴的制造能力，也是衡量一个国家造船工业水平的标志之一。

曲轴的重量大、精度高、制造工艺复杂，我国长期依赖进口，不仅价格高，还容易被外商“卡脖子”，面临“船等机、机等轴”的产业发展瓶颈。

2006年，大连重工开启船用曲轴国产化攻关，2007年末首支船用曲轴成功下线，同时攻克了7项国家科技支撑计划课题。说起研制过程的艰难，教授级高级工程师赵钰民深有体会。“曲轴制造最大的难度，就是我们看见它在那，却不知道怎么造出来。”由于曲轴的制造精度要求相当苛刻，分多道工序才能完成，精度要求相互约束，加工时经常需要一次做好，从形位精度、尺寸精度到表面粗糙度，生产的各环节都面临巨大考验。

一次次的方案尝试、总结，他们采用分解加工的方法，把一根曲轴分解为10个工步，

再由10个工步分解为上百个工步，逐一破解加工技术难题。在这个攻坚克难的过程中，他们也总结编制出各种型号的曲轴加工指南等操作工艺规范，让加工工艺日趋完善。

十多年来，始终围绕国家产业发展需求进行科技创新，国产船用曲轴制造迎来跨越式的发展。2024年，世界首支、全球最大国产24000TEU甲醇双燃料动力集装箱12G95型船用曲轴在曲轴公司成功下线，这款曲轴长23.67米，重539吨，被称为“巨轮之芯”。仅用57天就突破了近10项技术难关，而且实现了从毛坯到成品的完全国产化生产。目前，我国已经跻身世界船用曲轴制造的领军行列。

从完全进口，到自主创新，从“一轴难求”到“国轮国机国轴”终成现实，万吨巨轮装上“中国心”。关键基础部件自主配套，让我国造船工业真正实现独立自主，把高端装备制造制造业的发展主动权牢牢握在自己手中。

一个是方寸之间精益求精的“时间之心”，一个是驱动巨轮破浪前行的“动力之心”，以大国匠心突破技术壁垒，铸造“中国心”，传统制造业在制造向“智造”的跃迁中，激荡出守正创新的澎湃动能。



备战“618”

随着“618”网购节到来，各家快递企业加紧进行腾仓扩容，增强人力、运力，利用自动化分拣设备，提高快件配送的时效。图为6月10日，江苏省连云港市东海县电商物流产业园内快递工人正在流水线上分拣快递包裹。

张玲 摄

班组之星

从“花草园丁”到“集输大拿”

郑涛

当第一缕晨光刺破油区的薄雾，大庆油田采油九厂葡西作业区集输3班集输岗的罗贤银，总爱站在集输泵房外，听着管道里原油流动的“脉搏声”。尽管他今年已经58岁，可他却总也闲不下来。被同事们称为“百事通”的他，三十多年前还是个捧着《园林植物养护》的园艺专业农校毕业生。

1993年，刚转岗采油九厂集输岗的罗贤银，面对轰鸣的机泵和复杂的管线，满脑子都是“隔行如隔山”的茫然。但当他第一次看到老师傅仅凭掌心贴在管道上，就能精准判断油温异常时，心底那簇热爱的火苗被点燃了。“原来这钢铁森林里，也藏着需要精心培育的‘生命’。”他开始把钻研集输技术当作培育花草般，耐心观察每台设备的“生长规律”。

那些年，罗贤银上百本的笔记密密麻麻记满数据：凌晨3点记录机泵的震动频率，暴雨天蹲守在沉降罐旁观察液位变化。为攻克快开过滤器手摇除垢难题，他连续一个月“泡”在工作室，用废弃管件制作模拟装置，反复推演优化流程。当改良后的“过滤器”装置让每天两个员工拆洗三次，折腾几小时的问题，变成一人二十分钟解决，同事们才发现，这个曾经摆弄花花草草的“园丁”，早已成长为能驯服钢铁巨兽的“集输大拿”。

如今，罗贤银的技能专家工作室里，陈列着满墙的奖状和50余项创新成果和多项国家专利，为企业创造了上千万元的经济效益，更活跃着一群年轻的“追光者”。他独创的“三步带徒法”——理论拆解像绘制植物图谱、实操训练如修剪枝叶般精细、经验传承似播种育苗，已为厂里培养出多位集团公司技术能手、高级技师等高级人才。徒弟宋申记得，师傅带他们辨识管线渗漏时说：“就像判断植物缺水，细微的变化里藏着关键信息。”

从园艺学子到中国石油集团公司技能专家，罗贤银的工位始终摆着一盆绿萝。“它陪着我熬过每个技术攻坚的深夜。”抚摸着叶片上的油迹，他笑道，“现在明白，不管是侍弄花草还是守护油脉，热爱就是最好的养分。”

班组快讯

岗位月度考核推动质检精细化专业化

本报讯 为全面提升油品质量安全管理水平，江苏南通石油江海油库日前推行“质检岗位月度考核”制度。该制度以每月一次的标准化考试为抓手，系统强化质检人员专业能力，促使江海油库在质量管理领域迈入精细化、专业化新阶段。通过“理论+实操”双维度考核，既检验员工对质量管控要点的掌握程度，又重点考察检测仪器等关键设备的规范化操作能力。（陈明军 王晓婷）

以迅应“汛”保安畅

本报讯 6月15日，受大风暴雨等极端天气袭击，浙江开化县油古线、城白线、桃下线、星下线沿线共有10多棵行道树被大风刮断或连根拔起，倒伏在公路上。开化县公路港航与运输管理中心养护班组及时组织养护人员分头赶到现场进行抢险，一边迅速将倒伏的树木进行扶正加固，一边将刮断的行道树逐一清除出路面，确保了汛期山区公路行人和行车安全。（徐曙光 余坚）

“九必须九严禁”培训提升安全素养

本报讯 6月11日，中国兵器集团江南公司组织压药班30多名员工开展了压药“九必须九严禁”培训。培训内容包括工艺文件的执行、模具管理制度、压药设备的操作、工艺参数确认、多余物的控制措施、浮药和废药的清理等方面。此次培训提高了员工的安全素养，提升了员工的安全技能，进一步固化了班组“管理制度化、纪律严明化、行为规范化、场所整洁化、工作秩序化”的管理流程。（方钢）

“班前会”掀起“隐患排查”热潮

本报讯 “铁路沿边杂草多，影响行车安全。”“近期风大，铁路道口栏杆需加固。”在河钢集团张宣科物流物流公司机务组“班前会”上，职工们争先恐后“举报”着安全隐患。自“查找身边安全隐患”行动以来，该班组加大事故隐患内部报告奖励，“小隐患小奖、大隐患大奖”，鼓励职工排查安全风险隐患。据悉，6月份以来已累计整改隐患20余项，整改达标率100%。（王杨 刘宁）

机器人助力防暑降温

本报讯 6月12日，气温攀升至37摄氏度。在河南豫光金铅股份有限公司冶炼一厂，氧化炉下料口岗位的操作工安稳坐在中控室，通过屏幕和控制器远程操控智能通渣机器人完成清渣作业。曾经，高温期该岗位环境温度超50摄氏度，操作工穿牛皮靴鞋底都会被烫坏。如今，随着6月5日智能通渣机器人正式投用，实现下料口通渣向“智能驱动”的转变，工作环境得到显著改善。（屈联西 张鹏波）

吊装下井

6月11日，由中国石油管道局建设公司盾构机组承建的烟台港西港区LNG长输管道海域段盾构工程盾构机吊装工作顺利完成。图为在山东省烟台市开发区大季家镇，班组职工将一台盾构机稳稳地放置在竖井始发轨道上。

宋洋 摄

他山之石

微创新解决老问题

蔡海涛 王惠武

“天天在井下拉电缆、翻皮带，这活干得太费劲了！”在中能袁大滩煤矿11209工作面安装筹备会上，运输队长刘裕平的发言道破了传统胶带安装作业的行业痛点。

井下作业现场，铲车驮运沉重胶带如“大象转陀螺”般笨拙，H架与托辊安装需像“搭积木”般精准对齐，数百米长的胶带卷更似盘踞的“铁蟒”，人力拖拽时纹丝不动，更给操作的职工带来不确定的安全隐患。

为破解传统工艺弊端，该矿组织技术骨干深入井下跟班调研，人工打扣精度误差大、胶带铺设需多班组协同、翻带环节需12名工人同时作业……这份清单如同“诊疗报告”，倒逼技术团队启动创新攻坚。

该矿成立专项小组，技术骨干结合20余年检修经验绘制设计草图，技术员与检修班长连续7天驻守车间，通过“加工一试验一改进”的循环迭代，最终研发出“胶带机中间架快速安装车”与“胶带双面头打扣卷带机”两种装备。

据悉，设备投用后作业工序从8项简化至6项，单班作业人员降幅38%，安装工期缩短33%，尤其彻底取消“翻带”环节，更是消除了最易发生安全事故的操作流程。

“现在胶带铺设像‘拉绸带’一样顺滑，安全又省力！”看着巷道中笔直延展的胶带，安装工人李师傅感慨道。这两项基于现场需求的“微创新”，使得单个工作面安装效率提升40%，年累计可节省人工成本约120万元，关键风险工序自动化率达100%。

实时监测护航平安路

刘阳

6月11日，中国铁路郑州局集团有限公司洛阳电务段综合分析室里，几名工作人员盯着电脑屏幕，对远在300公里外的西峡站区室外轨道电路设备运用曲线监测分析，捕捉到站内2DG轨道区段运用异常，经联系现场人员并排查后，及时处理了一件轨温升高挤破轨道绝缘的设备问题。

6月份以来，针对高温、暴雨等恶劣天气的增多，该段依托动态环境监测系统、微机监测系统、音视频管理分析系统，实现了对室内外设备运用状态及设备周围环境的全方位管控。增派专业分析调看人员，运用数据整合与智能分析，对铁路沿线设备运行状态开展24小时不间断实时监测。针对车流量大、设备使用频繁的重点站场，加密监测调看频次。一旦智能监测系统捕捉到不良报警信息，工作人员第一时间将信息传递到现场，各现场车间迅速响应，进行细致排查与精准处理。该段充分发挥安全生产指挥中心、综合分析室以及技术专家组的协同联动优势，利用分析室、车间、班组三级设备运用体系，对客车运行径路上的固定设备运用状态，以及维修、应急处置作业过程进行全方位、深层次的监测与监督分析。



左手紧握闸把，右手传递微光

李海东

凌晨3点，中国铁路上海局集团有限公司南京东机辆段南京东整备场，一辆辆摘挂掉货物的机车正排着队等候进入洗车区域。

“感应网压2.4KV、总风缸压力700Kpa以上，接触网上方无绝缘铜段关节，可以升弓。”地乘司机于广生坐在HXD2B101电力机车的司机室座椅上，眼睛盯着操纵台屏幕数据，右手轻轻推动提速手柄……从爬上机车到把车挪到指定位置，要40多分钟，一个夜班下来，他大约要挪13辆机车。

于广生19岁进入铁路系统工作，从铲煤开始干起，先后驾驶过蒸汽机车、内燃机车、电力机车。今年54岁的他，是一名拥有4本铁路机车驾照、34年驾龄、一直保持“零事故”的火车司机。

地乘司机这个岗位是四班倒班制，需要轮流上夜班，于广生虽已临近退休，但身子

骨硬朗，夜班下来他短暂休息后又匆匆奔赴了另一个“战场”——“三献”志愿服务公益事业。

早上8点，于广生准时蹲在医院门口，等着路人就讲献血有多重要。忙到下午5点，嗓子都喊哑了，他抓俩包子塞嘴里，又蹬车前往大行宫献血点。攥着宣传单在那儿一站又是两三个钟头。从2011年到现在，他所有休息日全用在志愿服务上。

现如今于广生累计无偿献血志愿服务超过3200个小时，已达到申报“无偿献血志愿服务终身荣誉奖”的标准。

2021年，好友因心脏病猝然离世，让于广生坚定了学习急救救护技能的决心。他坚持学习，成功考取了救护员证书。他还将自家周边30多台AED设备的精确位置和使用状态一一实地查看、熟记于心。

为了让生命的火种在更多人手中传递，于广生又考取了救护师资格证，成为3个急救救护志愿者团队的骨干。如今，经他培训

的学员已超千人。

2021年底签署遗体捐献协议成为“捐友”后，于广生又积极投身遗体器官捐献志愿服务。目前，其遗体捐献志愿服务时长已达1300小时。

1999年，于广生第一次在南京新街口的献血车献血，从那时起，从全血到成分血，于广生一献就是26年，累计65次24400毫升。

为了带动更多的人投入到“三献”和志愿服务中来，于广生组建了“乐于广生·爱满人间”志愿服务队，现有志愿者20余人，今年以来，团队先后在大行宫地铁献血车、林陵安养院等地开展了公益活动，惠及群众超300多人。“在于师傅身上，我感受到了凡人大爱，我们想和他一起，把这份大爱传递下去。”多次参与志愿服务的南京东机辆段青年职工方海龙说。

驾驶室内，于广生推动机车操纵手柄。仪表盘跳动的数据，丈量着他双轨人生的刻度——左手紧握34年“零事故”的闸把，右手传递4500小时的生命微光。

数控刀锋上的“精度革命”

王晓红

在内蒙古一机集团轰鸣的车间里，一把肉眼难辨的数控刀具正以0.005毫米的精度雕刻着国之重器的“骨骼”。操纵它的，是全国劳动模范于庆峰。他说：“数控机床上没有‘差不多’，0.01毫米的误差，可能就是战场上的生死之差。”

1999年，山东少年于庆峰攥着包头职业技术学院的录取通知书，对着“数控技术”四个字发愣。色弱导致他不能实现成为医生的梦想，却意外打开了一扇工业强国的大门。

在机床的轰鸣声中，这个农民的儿子发现了更震撼的“生命体征”。当一段代码让钢铁精准起舞时，他触摸到了另一种“生死扶伤”——用技术拯救装备制造“生命”。

“别人编程是让机床动起来，我要让它‘活’起来。”2004年，他带着内蒙古数控大赛银

奖冲进军车间，却在首件传动箱体加工中遭遇“精度生死劫”：公差从0.03毫米压缩到0.021毫米，相当于头发丝的1/4。连续18小时不眠不休，他硬是用数学公式破解6万节点编程迷宫，让首件合格率达70%飙升至98%。

军工产品的最后一道工序是于庆峰坚守的“战场预演区”。这里没有容错率，只有生死线。

某型装甲传动箱体加工时，他独创“宏程序嵌套法”，将20道工序压缩至8道；面对价值百万元的精密液压件，他发明“无痕铣削法”，让刀具轨迹如绣花针般精密穿梭。更令人惊叹的是他提出的“DNC云端数控库”：把3000多个经典加工程序上传云端，让每台机床都能“秒调”最优方案，这项创新每年可节约费用180余万元。

走进于庆峰劳模创新工作室，墙上20本泛黄的笔记本格外醒目。从手动编程时代的手绘图纸到智能车间的三维建模，这些“数

字家谱”记录着中国数控的进化史。

他要求徒弟们每天提交“误差日志”：“0.01毫米的偏差，必须写出三种补偿方案。”如今，他的89个徒弟中，13人成为省部级技术能手，8人包揽内蒙古数控大赛前三名。

“真正的工匠精神不是独门绝技，而是可复制的工业基因。”他带领团队开发的“特征定位法”，让新手也能快速识别复杂零件加工路径；用声音监控刀具寿命，将突发故障率降低90%。

当3D打印设备亮起蓝光，于庆峰正带着90后团队跨界研究智能制造，攻关某新型装甲车辆核心部件。“0.005毫米不是终点，我们要让中国机床听懂中国软件的‘语言’。”说话时，工作室里徒弟们正在利用套了深度求索（DeepSeek）的三维软件进行AI自动编程。

从齐鲁大地到北疆草原，于庆峰用24年走出了一条“代码长征路”，这或许就是中国工匠最硬核的浪漫。