

崔蕴：火箭总装总测“把关人”

30多年默默奋战在火箭总装总测工作第一线的崔蕴，心系航天，始终坚守着内心的“航天梦”，以航天“质量第一”的原则，将自己的全部心血和精力都浇筑在一枚枚火箭和导弹生产中。

自1982年进入总装车间，崔蕴从事火箭（导弹）装配工作了38年，现受聘为中国运载火箭技术研究院首席技能专家，中国运载火箭技术研究院首个弹箭体装配专业特级技师，现任天津航天长征火箭制造有限公司总装车间副主任。崔蕴始终坚持质量至上和追求卓越的质量理念，不断地学习先进的质量工具和方法，不断地进行质量改进和工艺创新。多年以来，崔蕴先后设计并制造各类工装30多台（套），主编多套工作室教材、总装总测操作手册等规范，为航天型号产品的研制和生产做出了突出贡献。

天津航天长征火箭制造有限公司承担着长征五号、长征七号运载火箭的研制和生产任务。两型火箭作为新型号，总装车间面临着任务重、设计变更多、火箭直径大操作不便以及人员新、经验缺乏的难题。崔蕴从事弹箭体总体装配工作多年，熟练掌握了运载火箭的总装、总测及发射试验等各个环节的操作技能和理论知识，有丰富的质量预防和管理经验。他能够结合型号总装特点，及时地发现总装过程中的质量问题并予以纠正，对现场工艺状态有效地进行把控，并能对出

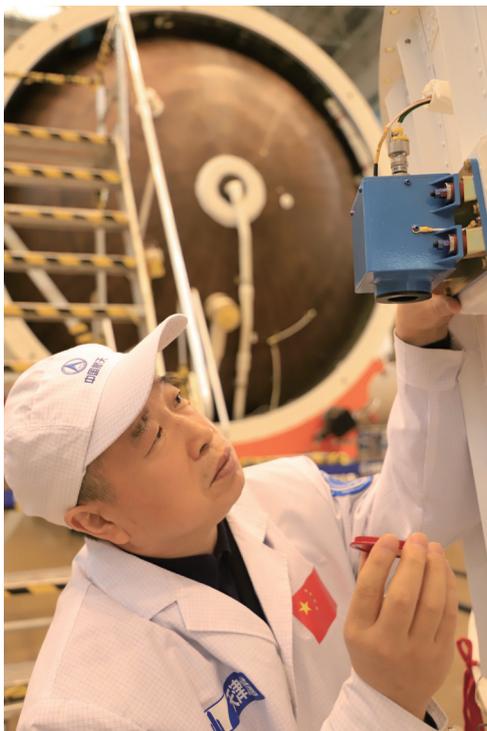
现的故障给出有效的解决意见，及时处理问题保证产品质量和总装进度。

长征七号运载火箭芯一级发动机存在体积大、质量大、接口复杂、接口精度要求高、箭体水平对接变形量较大等特点，与后过渡段对接时极易出现球窝座处螺栓无法装配的情况。崔蕴创造性地提出发动机垂直对接方案，使首发产品顺利实现螺栓装配过程中对中性的调整，并避免了发动机与后过渡段对接后四点连接容易造成机架变形的质量问题发生。

长征七号是我国新一代中型运载火箭，采用液氧

作氧化剂，相关设计人员在设计循环预冷试验储箱时，所有连接法兰的密封圈均采用传统火箭液氧箱的密封形式。在进行试验箱装配过程中，崔蕴通过对长征七号运载火箭动力系统、认真学习及仔细研究，发现经发动机加温后的储箱增压氨气温度远远高于钢丝密封圈的溶解温度，后经与型号两总商讨决定改变密封形式，重新研制密封圈，避免了一次在试验过程中密封圈失效、液氧泄露的灾难性质量事故。

崔蕴提倡以标准化保质量，对车间工艺文件进行改革，由一



体化工艺文件替代原来的工艺规程和质量控制卡片，从技术和设计文件上对总装工作进行质量保证。他力推工艺技术量化、精准化，减少误操作率，强化过程质量控制、提升质量稳定性、高效性，提高产品质量。总装工作中，零部件安装全部进行力矩量化，并在现场设置力矩校准仪器，对加力矩工具进行二次校准，改变了中国运载火箭装配力矩值只靠力矩扳手单次校准方式，避免传统方法可能带来的偏差，保证每一道工序满足质量要求。

崔蕴不断推进车间的信息化、自动化、标准化进程。引入“虚拟现实技术”，强化员工能力培养，提高了劳动生产率和产品质量；成功引入自动化对接技术、总装自动滚转技术、三维工艺设计与仿真等先进技术，为航天行业创造了新的工作模式；通过以设备代替手工来保证产品质量，采用数字化、智能化方法，将自动化设备引入总装总测，解决总装总测过程中易错、难操作的问题，攻克总装总测过程中涉及到的配气技术、电连接器插拔操作可靠性、发射中电连接器自动分离可靠性等核心关键技术。

崔蕴提倡“眼睛向内”“归零自省”“举一反三”的质量管理模式，在车间工作和靶场工作中对出现的问题进行自省，生成纸质版“归零”报告归档管理。在车间乃至全厂举一反三进行自查，杜绝同类质量问题的重复发生。他倡导并鼓励全车间进行质量创新，独创防脱落装置，避免了工具对产品可能造成的伤害且有效预防多余物产生，保证了产品质量。这一装置在靶场使用中得到广泛推广，得到基地领导的一致认可。

长征五号运载火箭是我国研制的最大直径大型运载火箭，质量重，体积大。大部段对接如果采用传统的手动对接，工作人员的人身安全和产品质量均存在巨大隐患。为此，崔蕴参考国际大部段对接技术，创造性地提出了自动对接技术，并与工作室成员一起研究，引入了总装数字化对接装备，该设

备执行系统采用伺服电机驱动，整套控制系统采用最先进的运动控制模块，精度高、运动平稳、同步性好，能实现火箭大部段六自由度调姿。执行系统底架采用新型的铝型材，在满足结构强度的基础上，也大大减轻了架车的重量，较现用的架车重量轻三分之一，节约了动力输入。大型运载火箭总装数字化对接装备已在长征五号首飞箭中开展应用，提高产品质量也保证了人身安全。

新一代运载火箭氧系统蓄压器重量为几十公斤，在发动机垂直状态安装时，用天车吊装至发动机氧泵密封法兰处安装。蓄压器法兰对接精度要求非常高，而天车升降速度最低约为2毫米/秒，极易导致安装时法兰无法对正，造成质量问题。崔蕴提出采用精密负载定位器和六自由度夹持工装组合进行蓄压器安装的方案。该方案将蓄压器法兰垂直接精度提高到几十微米级，可以在对接过程实现对蓄压器垂直、水平和滚转三个方向的精确控制，避免对接风险，提高了对接质量。

为了确保长征五号运载火箭复飞圆满成功，崔蕴提出了多项加严质量控制措施。运载火箭导航元件、燃料输送系统阀门等安装方向相关产品直接决定了火箭飞行的成败。针对这类涉及极性的产品，他提出分阶段再确认的思路，即在原有一体化文件的基础上，增加编制极性产品安装确认的专用一体化文件，由不同的操作、互检和检验再确认，确保这些关键产品安装无丝毫差错。为切实落实长征五号型号关于箭体制造过程多媒体记录的要求，确保制造过程的可追溯性，更好地协助型号做好全箭制造质量分析工作，他进一步量化、细化多媒体记录要素，提出了总装测试现场多媒体实时确认和重点关键项目分阶段确认的多媒体确认方针。为了提高人工装配一致性，他提出了多媒体范本指导一线操作的方法。这些举措的实施为长征五号运载火箭的第三次和第四次发射任务的成功打下了坚实的基础。🌐