·专家访谈·

高金吉院士谈装备系统故障自愈工程

本刊在 2004 年第 1 期刊出徐滨士院士等撰写的“现代装备智能自修复技术”一文后，许多读者来信，希望了解更多智能自修复技术方面的信息。在本刊组稿刊出多篇金属磨损表面自修复技术研究成果的基础上，于 2005 年 7 月 11 日走访了中国工程院院士、本刊编委、北京化工大学高金吉教授。

记　者：请高院士向读者谈谈装备系统故障自愈的内涵及意义。

高金吉：现代装备日趋大型化、高速化、自动化、智能化，特别是高速透平机械、工业泵、风机、压缩机、离心机等重大装备与生产过程紧密相连，形成大系统。这类系统一旦发生故障可能导致重大事故，并造成巨大经济损失。从上世纪 60 年代开始，国际工程界开发了设备监测诊断技术，并广泛采用了紧急停车连锁系统，为确保安全生产发挥了重要作用，取得了实效。但是，故障停机检修会造成巨大的经济损失，起动停机过程中也可能产生新的安全隐患。传统的由人来维修排除故障称为“治愈”。工程实践表明，除了少数突发故障以外，大多数故障是一个渐进的过程，如果早期发现，及时采取恰当的措施是完全可以防止的。现代工程实践呼唤一种新的故障“自愈”技术。我国古代著名医书《素问》说：“自古圣人不治已病治未病，不治已乱治未乱，此之谓也。夫病已成而后药，乱已成而后治之，譬犹渴而穿井，斗而铸锥，不亦晚乎！”。未病就是尚未形成的病，疾病在未形成的阶段，就发现它，截获它，使它消灭于无形。这种见微知著、防微杜渐的观点，对人类与故障作斗争有着重要指导意义。现代工程科学正在开发一种实现装备本身安全和长周期运行的理论和方法，旨在改变仅靠紧急停车保护机器和完全靠人来检修消除故障的传统方法。这种理论与方法又有别于设备诊断与预知维修技术，它致力于使装备系统具备故障自愈功能，在运行中“自行”消除故障，而不完全是停机由人来排除故障，从而实现装备故障由单纯的“治愈”向“自愈”的跨越。

记　者：请高院士介绍一下，装备故障自愈包括哪些关键技术及当前的研究水平。

高金吉：故障自愈工程研究的主要领域大体包括：自适应调控技术、自修复技术、代偿技术、自保护技术、免疫技术等，装备系统故障自愈工程的开发应用，是用信息技术和智能材料改造传统装备制造业的必然趋势。例如，自适应调控技术包括旋转机械的自动平衡系统、离心压缩机的防喘振控制系统等；自修复技术包括摩擦副表面磨损的自补偿、应用智能材料的自密封和润滑油的自透析等；像表面工程常用的自钝化膜技术，阴极保护技术可列为自保护技术或免疫技术中。除上述关键技术外，还有许多共性基础性的课题需要研究，如装备系统故障的产生和发展规律、故障自愈原理、故障自愈机制建模、基于参数监测的故障自愈智能决策和主动控制技术等。

迄今为止，国内外对故障自愈原理和应用技术的研究还处于起步阶段，往往仍局限于某一个专业技术的范围内，如自动平衡系统和自修复技术主要是机械工程技术，防喘振系统属于工艺上的控制与调节，集散控制系统（DCS）的热后备智能切换属于过程的测控系统，而基于自愈机制的卫星通信系统属于信息技术。综合相关交叉学科和不同专业技术集成的自愈技术还没有成形。特别是有关故障自愈工程科学的研究在国内外学术界还没有引起足够重视。因而，应用故障自愈原理在设计阶段就指导新一代装备的研制还远没有开始。以上这些方面有着广阔的创新余地，我希望《中国表面工程》杂志的读者们积极地加入到装备系统故障自愈工程的研究中，为提升装备的性能、节约资源、保护环境做出贡献。

专家简介

高金吉教授，博士生导师，中国工程院院士。设备诊断工程专家。1942 年出生，辽宁本溪人。1966 年毕业于北京化工学院。1993 年获清华大学工程力学博士学位。1988 年被评为国家级有突出贡献的中青年科技专家，1999 年当选为中国工程院院士(机械与运载工程学部)。兼任中国振动工程学会副理事长，中国机械工程学会流体工程分会副理事长，《中国表面工程》编委。

高金吉院士原任中国石油辽阳石油化纤公司副总工程师，教授级高级工程师，2001 年赴任北京化工大学，创建诊断与自愈工程研究中心，任北京化工大学安全科学与监控工程研究中心主任。