

# 数字射线检测技术 给压力罐做“体检”

身着白色工装的无损检测工程师一边熟练操控平台，一边紧盯着电脑数字成像。身后，两扇紧闭的门扉上，醒目地闪烁着“照射”警示标识。这是中国国际海运集装箱(集团)股份有限公司(以下简称“中集”)旗下南通中集能源装备有限公司(以下简称“南通能源”)低温制造车间中的一幕。

目前，中集正探索将数字射线检测技术与人工智能技术融合应用于金属压力容器焊缝检测，助力进一步提升焊缝检测效率与精准度，为工业安全构筑坚实防线。



资料图片

## 3000只封头验证 可靠性

如何将医疗领域数字射线检测技术应用于金属压力容器焊缝检测?

南通能源质量管理部经理熊丽华介绍，低温压力容器是该企业核心产品，能耐受零下196摄氏度极低温。这种容器通常被用于存储LNG、液氧、液氮、液氢等介质。但这些储存介质具有极低温特性，需要高真空多层绝热保温。这对容器焊缝质量提出极高要求，需要焊缝100%射线探伤合格。

“任何缺陷或损伤都可能导致产品失效和安全事故。”熊丽华说，“数字射线检测技术的加持让这些隐患无所遁形。”

数字射线检测技术利用射线穿透物质时的吸收差异，精准识别金属制件中的缺陷。“射线检测的过程相当于拍胸

片，但检测对象由人变为结构复杂的压力容器。”熊丽华举例，如20英尺的低温罐箱，其检测部位近200处。

面对焊缝多样性挑战，无损检测工程师们采取分阶段试验，从简单的封头部件开始，逐步扩展到更复杂的压力容器检测。经过半年时间，工程师们完成了3000只封头的对比试验，验证了数字射线检测技术的可靠性。

“以前8人1天检测90只封头。采用数字射线检测技术后，仅需4人即可每天完成140只封头的检测。”熊丽华介绍。

## 166万张数字图像 降本超千万元

为进一步提升检测效率，南通能源量身定制自动化流水线，并创新研发出智能横梁臂。

智能横梁臂犹如灵巧的机器人，能够自动响应系统预设，精准锁定每一处待检部位。“以20英尺低温罐箱为例。运用传统

胶片检测法对这种低温罐箱进行检测，耗时长达10小时，在引入数字射线检测技术及开发自动化系统后仅需4小时。”南通能源检测中心副主任戴小江说，对于更大尺寸的低温罐箱，与传统检测技术相比，数字射线检测技术检测效率可提升97%。

戴小江介绍，采用传统胶片法检测时，检测人员要钻入罐体内部，肩扛重20公斤到40公斤设备在闷罐中“探伤”。如今，通过数字射线检测与人工智能技术融合，无论10英尺至53英尺低温罐箱，还是1立方至400立方低温储罐，数字射线检测爬机器人对它们进行精准“体检”。

按照特种设备安全规范，射线底片需长期存档。“对于设计寿命长达20年的产品，底片需同步保存20年。这导致企业需要建设庞大的底片档案室，成本很高。”戴小江介绍。

而数字射线检测技术可使用数字图像存档，无疑打破物理空间限制，是实现便捷、高效、低成本长期数据管理的最优选择之一。

截至今年6月，南通能源已具备5条数字射线检测流水线，检测占比80%以上，共计完成数字射线检测拍片量166万张，相当于节省1062万元的射线胶片费用。

“公司数字射线检测技术的应用目前已从制品检测延伸至售后诊断，并可针对特定检测对象定制化设计检测系统。”熊丽华说，他们还深度参与了《NB/T 47013.11 射线数字成像检测》标准制定，推动数字射线检测技术标准化，引领行业创新。

(罗云鹏)

## 成果

## 真菌和计算机 组合机器人问世

美国康奈尔大学研究人员成功开发出一种由真菌和计算机组成的“生物混合机器人”。这种机器人能够将真菌的电信号转化为数字指令，为构建更加可持续的机器人开辟了新途径。相关论文发表在最新一期《科学机器人》杂志上。

“生物混合机器人”是一个新兴的研究领域，它涉及将植物、动物和真菌细胞与合成材料相结合来制造机器人。然而，使用动物细胞的成本高昂及其带来的伦理问题，以及植物细胞对于外部刺激反应缓慢的特性，一直是该领域面临的挑战。最新研究显示，真菌可能是解决这些难题的关键。

此次，研究人员首先从杏鲍菇中培育出菌丝体，并引导其在布满电极的3D打印支架上生长。相互连接的菌丝体会对环境变化产生电脉冲，类似于大脑中神经元交流时所产生的信号。由于菌丝体网络与电极相连，因此其电脉冲能与计算机接口进行通信。接着，计算机将这些电脉冲转换为数字指令，并传送到机器人的阀门和电机等部位，指示它们执行前进等操作。

真菌-计算机接口实现了菌丝体与机器人之间的有效通信。当研究人员对菌丝体进行光照时，它们会产生电脉冲以驱动机器人移动。研究人员发现，由于真菌不喜光，因此当向接口照射更多紫外线时，真菌产生的电信号响应更强烈，从而使机器人移动得更快。

真菌对环境极为敏感，与传统的合成机器人相比，新的真菌“生物混合机器人”在检测农田中的化学污染物、毒药或病原体方面表现更出色。真菌能在极咸的水或严寒环境中生存，这使得这类机器人在极端环境中比动物或植物“生物混合机器人”更具优势。真菌“生物混合机器人”还可在危险环境中协助检测辐射。另外，这些机器人完成任务后，需要的清理工作较少，遗留的有害物质也较少。

(陆成宽)

## 新技术 改造超大盾构机“消化系统”

近日，在山东省济南市黄河北岸，随着“山河号”盾构机刀盘缓缓启动，济南市黄岗路穿黄隧道开始盾构掘进，我国最大直径水下盾构隧道开启穿越黄河之旅。

济南市黄岗路穿黄隧道将穿越黄河和沿线多条公路，全长5755米，其中盾构段长约3290米。隧道将与在建G309互通立交相衔接，打通济南市黄河两岸交通大动脉。

为确保水下盾构隧道顺利建设，中铁十四局集团有限公司量身打造了这台“钢铁巨兽”——“山河号”盾构机。该设备刀盘直径17.5米，相当于6层楼高，并配备带压复合型刀盘、伸缩式主驱动等先进设备，搭载超前地质预报、同步注浆检测等智能化装备系统，盾构机整体装备水平达到世界先进水平。

“作为17米级超大直径盾构机，‘山河号’与常规盾构机相比，系统集成更复杂，制造难度、施工难度和风险系数呈几何式增长。”中铁十四局济南市黄岗路穿黄隧道项目盾构经理薛永超介绍，盾构开挖面积达240平方米，每环管片足有12块，因此拼装风险更大、时间更长，精准度也更难控制。

黄河下富含砂石和粉质黏土，在盾构穿越过程中，最低点距离水面仅63米。重达5200吨的“钢铁巨兽”要穿越“粘糕”一样的地层，沉降控制是关键。尤其是在穿越黄河大堤时，最大沉降要求不能超过1厘米。黄河下还夹杂着大量钙质结核，就像“粘糕”里镶嵌着大小不一的“红枣核”，给隧道施工带来了巨大挑战。

为了让盾构机顺利吃下这块“软骨头”，项目团队凭借丰富的水下隧道施工科研数据，对盾构机的“消化系统”进行改造。项目团队采用定制化刀盘，配备适合黄河流域黏土地层的撕裂刀和高流量中心冲刷器，有效应对刀盘结泥饼问题，提高底部排渣效率。同时，项目团队还采用同步注浆双液浆技术，实现盾构隧道沉降的毫米级精控。

此外，为了保护黄河两岸生态环境，项目团队增加压滤设备，开展压滤尾水无害化及梯级资源化利用关键技术研究，使废浆处理量能满足每天的推进需求。这也为破解我国大型穿越黄河隧道的泥浆尾水处理难题，提供了新思路和技术方案。

(王延斌)

## 智慧应急 技术赋能



9月4日至6日，2024北京国际安全应急产业博览会在中国国际展览中心(朝阳馆)举行。本届博览会以“智慧应急，安全新时代”为主题，聚焦大数据、云计算、人工智能、物联网等新一代信息技术在应急管理、防灾减灾救灾领域的深入应用，集中展示中外企业在工程救援、智慧应急、无人机应用、应急科普体验等方面的最新技术和产品。

图为参展的应急救援步履式挖掘机。

郭海/摄