

最近波音飞机的坠落,严格说是人工智能影响人类的灾难性事件,也是智能化系统功能失效的典型案例。

波音 737 MAX8 是波音成熟度最高的机型,燃料消耗是同类机型的 30%,但发动机更改导致飞机机头容易抬高。因此,它使用了一个机动特性增强系统(MCAS),在飞机迎角过大时该系统会自动下调机头以进入它设定的安全状态。但从最近发生的事故来看,MCAS 更像波音公司在 737 MAX8 飞机上埋的炸弹。

狮航空难事故调查已有结论,其直接原因是机头左侧攻角传感器故障,使 MCAS 错误地连续 26 次进入自杀式俯冲。狮航飞行员曾 33 次试图拉升机头,但最终人工操作没能成功纠偏。埃塞俄比亚航空空难事故调查还在进行,但从已经披露的信息可以判断,飞机在起飞后,连续出现了爬升和下降两种飞行姿态,飞行员称无法控制飞机,最后导致坠毁。

这两起事故都是智能化系统功能错误导致的飞机失控,属功能安全事故。

什么是功能安全

功能安全是一门安全工程学科,专门研究复杂控制系统的功能失效避免。它的基础标准是 2000 年发布的 IEC61508。近 20 年来,针对各领域的安全相关系统,已经发展出一个标准族群。

功能安全主要从 3 个方面展开研究:预期功能安全、硬件随机性失效避免和系统性失效避免。其中,预期功能安全是系统性失效的一部分,它要求全面识别受控设备中的所有危险,并把风险控制在可容忍范围之内。一旦受控设备中包含智能化系统时就极富挑战——这也是目前面临的新问题。

硬件随机性失效避免要求组成安全相关系统的硬件系统必须具有足够的可靠性、足够的容错能力和诊断覆盖率,系统性失效避免则要避免所有可能导致系统性失效的错误和故障,如软件功能安全、环境适应性、检测到故障时的系统行为等。

功能安全标准规定了各种原则、方法,是多个行业多年经验的总结,对于提高复杂控制系统与保护系统执行功能的可靠性,具有十分重要的指导意义。

MCAS 存在的功能安全问题

埃塞俄比亚航空和狮航坠机事故原因都聚焦在波音 737 MAX8 飞机的 MCAS 上。MCAS 是一个安全相关系统,从功能安全角度看,它存在多个问题。

首先是设计缺陷,体现在:第一,波音公司在加装 MCAS 系统时,忽视了发动机更改会使飞机容易在大迎角飞行时失速,违背了本质安全原则;第二,对 MCAS 系统的危险评估定为有害等级而不是灾难级,定级有误,说明设计者对 MCAS 失效可能造成的后果严重性估计不足,对这个系统的软硬件都没有配置足够的鲁棒性;第三,系统容错能力不足,即



图为印尼狮航波音 737 MAX 8 客机。据报道,印尼狮航是波音公司 737 MAX 飞机的最大客户之一,正在考虑改用空客 SE,计划暂停与美国飞机制造商签订的图片来源:视觉中国

波音客机坠机的启示:
警惕智造系统
功能安全隐患

■史学玲

使是有害等级,MCAS 系统仅采集左侧传感器数据作为启动条件也是不符合要求的;第四,对安全关键部件(如攻角传感器)的故障,没有诊断和报警;第五,出现死亡俯冲时,没有明显提示警告机组人员;第六,波音公司的培训资料从未提及该项功能,也没有任何特别的培训课程。

其次是维护和操作问题。一个细节是,狮航飞机空难前带着这个故障飞行了 4 次之多,事故前一天还出现过机头持续下压的危险状况,直到飞行员关闭 MCAS 才安全降落。此外,狮航的维修工作及程序未能解决涉事客机的问题,而客机关键零件(攻角传感器)的安装及校准记录不完整未受到重视。

最后是监管问题。波音 737 MAX8 在美联储航空管理局进行新飞机的安全批准时,为了加快速度,把该机型 MCAS 系统的安全评估交给了波音,并要求工程师加快检查进度。这极大降低了监管的力度和有效性。同时,这也违反了功能安全标准的规定,“对于失效后会导致严重后果的安全相关系统,必须由独立的第三方评估后给出合格与否的结论”。

此外,波音提交的报告数据与实际不符,评估报告未发现 MCAS 的诸多设计缺陷,评估未要求飞行手册上标注 MCAS 且未要求特别的培训等,都是监管上的扯漏。

功能安全标准要求采用全生命周期来管理安全相关系统,设计者有责任设计高安全完整性等级的安全相关系统,维护者有责任维护安全相关系统,监管者有责任独立评估安全相关系统的功能安全性能。但如果在设计上存在本质缺陷,那么仅靠维护难以提高安全相关系统执行功能的可靠性。设计者要考虑到维护者和使用者的能力限制。

新技术下复杂系统
面临更多安全挑战

联想到狮航飞行员努力奋斗拉了 33 次机头仍失败坠机,听到埃塞俄比亚航空的飞行员惊恐地报告无法控制飞机的声音,所有人都会心疼不已。我们不禁要问,在智能化时代,我们应如何趋利避害?

从智能制造到人工智能,从 5G 到工

业互联网,新的热点层出不穷,新的技术不断更新换代,智能化系统越来越复杂。互联互通、信息集成,要将系统所有边界情况一网打尽是天方夜谭。这种情况下,无论是设计者还是监管部门都严重缺乏经验,面临“你不知道自己不知道什么”的困境。

我们批评波音自己对自己的系统进行评估,但实际上,对于类似 MCAS 这样的系统,监管部门的理解和评测能力很可能不足,也没有相应的标准。对复杂的智能化系统进行功能安全评测一直是业内难题。

在智能化系统控制的飞机、自动驾驶汽车、现代化的工厂中,人的错误可能是导致事故的重要原因。比如 2009 年 6 月 1 日法航 447 坠落事件中,空速管结冰导致飞行控制系统进入故障模式,副驾驶持续拉杆的错误动作导致飞机失速坠落。在波音这架飞机上,驾驶员与 MCAS 一直在抢夺控制权,最终驾驶员失败了。在危急时刻,该听谁的?这需要针对每个功能进行认真研究。

另外,机器学习具有“黑箱”特质(不确定性),面对相同情况时可能会产生不同结果。数据采集和学习系统的不完善,也可能导致无意的偏差和数据失真问题。以自动驾驶汽车为例,机器学习训练的自动驾驶汽车很有可能在学习了相关“学习资料”之后,仍会选择径直撞向穿荧光绿色背心的建筑工人。

因此,当我们推行智能化与人工智能技术时,必须同步研究功能安全。

为智能制造保驾护航

波音飞机坠机事件不是孤立的功能安全事故案例。近年来的特斯拉和优步自动驾驶汽车事故、大众汽车变速箱机电单元问题导致汽车失速事故、辽宁钢铁厂钢包控制系统功能失效事故、美国得州炼油厂因液位计失灵导致的爆炸事故等,都是由于设备故障导致系统失控,最终发生严重事故。

面对更新换代的新技术和“层出不穷”的热点,我们必须理解风险隐藏在哪儿,能够识别出那些未知且不安全的部分,然后让它们的风险控制在可容忍范围之内,对它们进行区分,拿出化解风险的方案并对其进行验证。需要制定标准规范行业行为,比如,制定安全标准以规范数据采集和学习系统的开发行为,从而减少人工智能系统无意的偏差和数据失真问题。

埃塞俄比亚航空和狮航空难是巨大的悲剧,所有新技术失败导致事故都是人为的灾难。看到这些灾难,不禁对智能化和人工智能等新技术心存敬畏。希望我们能深入研究功能安全技术,用标准和法规来保障新技术在安全的框架内发展。而任何一项新技术,也只有在解决了安全问题之后,才能真正为用户所接受。

(作者系机械工业仪器仪表综合技术经济研究所副总工程师、功能安全中心主任,国家安全生产专家组成员,国际权威机构认证的功能安全专家。)

智造论坛

几乎所有行业都在针对其行业特点推进智能制造进程,不同企业有不同的做法。未来的钢厂模型会是这样的形式,这是一种扁平化方式,没有那么多层次划分,是一个三级模型。这个三级模型分别由制造基地、平台化运营和生态圈构成。每一个层次都有很多内涵,和现在的钢厂构成模式有很大差异。

未来钢厂为什么会是这种模式?它完全是需求驱动生产的。中国的钢铁产能占了世界的一半多,但是它的分布和布局并不合理,在沿海、华东等经济比较发达的地区有很多大型高炉钢厂,但是在一些经济不太发达的地区,钢厂的布局并不合理,这就导致很多钢厂的成本难以控制。

所以,这就提出了一个未来钢厂的需求特点——首先,钢厂的未来布局是分布式的,尽可能使钢厂的产能规模分布与区域性经济需求相匹配。第二,钢厂各制造基地应该在一个平台上实现统一运营,这会大幅提高运营效率,降低成本。第三,通过平台实现市场、订单、制造、物流等的协同制造。第四,未来会产生很多短流程“钢”,是网络型钢厂,即通过网络来实现整个钢厂的运营,基地仅仅是加工车间等。

为达到这一目标,我们制定了钢厂的制造能力模型。首先,人员安全“无忧化”,虽然这看起来是一个不高的要求,但对钢铁行业来说却是非常致命的问题,因为钢铁行业的流程很长,有很多的工序环节,必须为工作人员提供一个无忧虑的工作环境。第二,现场工作“流程化”,大型钢厂基本的追求就是现场无人操作,现在的钢厂在很多自动化程度较高的工序上已经做到了这点。未来不论是主作业线还是辅助作业线,钢厂都将追求无人操作,实现完全的自动化。在此基础上,会产生其他的能力结构需求,比如车间管理的“精细化”、工序作业的“一键化”、质量成本的实时“可视化”、制造工作的“急控化”、工序服务的“协同化”等。

推进智能制造的过程中,不同的时间段,企业用户的需求是不一样的。第一阶段,纵向集成是企业内部最先考虑的问题。只有达到一定程度的时候才会自然而然地过渡到第二

步,即价值的外移,以产品为载体向用户拓展,使价值在原有基础上对外延伸。第三阶段,企业开始考虑在生态圈层面与上下游利益相关方实现协同。

工业互联网是新工业革命的关键支撑和智能制造的重要基石,是用于支撑工业智能的物质系统。推进智能制造,工业互联网的建设必不可少。构建工业互联网赋能智慧制造,钢铁企业有四个重要的关注点。

第一,无边界协同。对智能制造而言,协同是最基本、最核心的要点,任何时候都要靠协同提高效率。比如,装备互联是装备的协同,数据集成是数据的协同,企业内部打通管理流程、企业之间打通供应链,都是在做协同工作。

第二,系统重构。过去很多企业都建立了系统,这个系统和现在的工业互联网不一样,需要重构。重构的目的是要实现端到端的集成。

第三,流程再造。企业运营有其自有流程,但是,为了顺应未来工业互联网的建设需求,固化的流程需要再造,流程再造就是促进企业的管理变革。

第四,应用数据。应用数据干什么?追求运营模式的创新。运营数据不是为了重复过去已经解决的问题,其实过去的传统方法对解决很多问题非常有效。现在有了更多的数据,并不是为了重构,而是创新。

(作者系上海宝信软件股份有限公司技术总监、工业互联网产业联盟理事,本报见习记者赵利利据其在 2019 工业互联网峰会上的发言整理)

纵览

“电动汽车用高比能超级电容器研制”项目通过验收

本报讯 近日,中国科学院电工研究所超导与能源新材料研究部承担的北京市科委重点研发计划项目“电动汽车用高比能超级电容器研制”通过北京市科学技术委员会组织的验收。

经过两年技术攻关,课题组开发出高比容量活性炭材料、高倍率负极材料体系、石墨复合材料等关键材料,并结合先进的穿孔集流体无损涂布技术和负极可控预嵌锂技术等,成功研制出具有高能量密度和高功率密度的全炭型锂离子电容器单体。经轻工业化学电源研究所第三方检测,电容器单体实际容量为 2350 法拉,基于整个单体质量的能量密度达 33.6 瓦时/千克,功率密度达 5.2 千瓦/千

克,循环 1 万周容量保持率为 95.2% 以上,-20℃ 下容量保持率为 89%,并组装成容量为 7.5 安时、额定电压为 64 伏的锂离子电容器模组,应用在国内首辆以全炭型锂离子电容器为唯一动力源的示范观光车上。

专家组对项目取得的成果给予了充分肯定和高度评价:“相关技术指标处于国内领先水平,已建成超级电容器中试制备平台,具备软包装锂离子电容器的批量化制备能力,软包超级电容器可形成模组,已用于小型观光车示范,对促进超级电容器在电动汽车上的应用具有重要意义”。专家一致认为承担单位各项技术指标全部达到了课题任务书规定的考核指标要求,同意该课题通过验收。(赵利利)

雷尼绍发布临床研究新仪器

本报讯 近日,全球知名仪器商雷尼绍发布一款拉曼光谱新品——RA816 生物分析仪。这是一款紧凑型台式拉曼成像系统,主要用于生物和临床研究,该仪器可以从一系列生物样本(包括组织和生物液体)中快速收集详细信息。

该仪器不需要事先知道特定分子靶标及进行费时的标记或染色,就能获得完整的生化信息,可以帮助生物学家和临床医生识别和评估不同阶段疾病的生化变化。易于使用的硬件和软件使其成为适用于临床研究环境的高性能拉曼光谱工具。

此外,该仪器还可以快速获取生

物样品中生物化学物质的分布和数量方面的详细信息,包括组织活检、组织切片和生物液体。用户可以从生物样本中获取多方面的信息,包括组织中外源和内源化合物的分布、检测药物相互作用和组织损伤引起的蛋白二级结构变化。

雷尼绍生命科学高级应用科学家 Martin Isabelle 介绍道,该生物分析仪是专门为生物和临床用户设计的,可同时测定生物样品中的多种分子元素,高特异性有助于早期发病的疾病标志物的发现和验证,使其成为临床研究的理想工具。

(赵利利)

睿谱率先推出 2 毫米离子色谱系统

本报讯 近日,青岛睿谱分析仪器有限公司与青岛仪趣分析仪器有限公司联合,突破多项技术难题,在国内率先推出 2 毫米离子色谱分析系统。

2 毫米色谱柱灵敏度比同型号 4 毫米色谱柱高 4 倍,结合其他分析条件的控制,检测下限可达到纳克/升级别,因此广泛应用于核电、电子产业、生物、科研等痕量分析场合。另外,因为流速较小,该色谱系统的试

剂消耗量只有 4 毫米色谱柱的 1/4,节省分析成本。

据了解,由于国内抑制器、检测器等技术未能及时跟上色谱柱发展的步伐,长期以来,国外相关厂商垄断了国内色谱系统市场。随着国产 2 毫米离子色谱分析系统的推出,国内色谱系统使用者增加了选型渠道,高灵敏度检测系统在国内市场的广泛推广应用成为现实。(赵晋)

科普观察

3 月 21 日,中国科学院科学传播局、中国科学技术协会科普部、中国科学报社、中国科技馆、字节跳动联合发起名为“DOU 知计划”的全民短视频科普行动,号召全国科研机构、科研人员及其他有科普内容创作能力的机构和个人,基于抖音短视频平台积极创作和发布科普短视频。

科普与抖音的相遇,将会碰撞出哪些火花?作为“抖音科普顾问团”的一员,中国科学院院士匡廷云号召科技工作者“要在新媒体传播时代顺势而为”;作为平台方,抖音总裁张楠表示要把记录科学的美好这件事“坚持做下去”。

中国科学院院士匡廷云:
科普要在新媒体
时代顺势而为



2016 年 5 月,习近平总书记在“科技三会”上指出,“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼,要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置”,“没有全民科学素质普遍提高,就难以建立起宏大的高素质创新大军,难以实现科技成果快速转化”。这两句话对于科学普及与科学传播在国家创新驱动发展战略中的核心地位,无疑是高屋建瓴的表述。

科普和科学传播工作被提到了前所未有的高度,广大科技工作者注入了一剂“强心针”,科普工作不再是“不务正业”,而是一项肩负国家使命的重要责任。

我认为,科技传播是科研活动得以开展的重要基础,是科学知识应用的首选环节,也是提高国民科学素质的基本途径。科技传播的活跃对科技的发展与应用、经济社会的发展进步,都具有重要意义。

第十次中国公民科学素质调查发现,截至 2018 年,我国具备科学素质的公民比例达 8.47%,日益接近 2020 年底 10% 的目标。公民科学素质水平是决定国家整体素质的重要指标,至少 10% 的公民具备科学素养是一国成为创新型国家的重要节点。

因此,在公民科学素质的提升方面,我国距离真正成为创新型国家还有很多

工作要做。这就需要科学家来承担这样的历史使命和国家责任。

再从当今的传播趋势来看,网络传播、新媒体传播已经成为主流,科普和科学传播应该顺势而为,尽快融入到这样的传播方式中去。围绕如何利用网络传播的优势,探讨在新媒体时代创新科普传播方式,丰富科普传播内容,对促进科普事业发展十分有益。

第 42 次《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至 2018 年 6 月,我国网民规模达 8 亿,互联网普及率为 57.7%;手机网民规模达 7.88 亿,网民通过手机接入互联网的比例高达 98.3%。这些网民是科普短视频的一个庞大的潜在用户群体。

同时,随着广电网、互联网和通信网三网合一趋势的发展,特别是未来多媒体信息平台的问世,科普手段必然发生一场巨大的变革。比如,澳大利亚和葡萄牙的科普媒介中心就鼓励并协助科技工作者,在开展科研实验的同时做好视频拍摄工作,进而将这些素材作为重要的科普内容传播出去。

我们正在参与的“DOU 知计划”,也正是运用最新的传播手段将科学研究对全社会进行科普的一项非常有益的举措和尝试,真真正正将科学研究、科学传播融合到一起,必定会引发不可预估的社会反响。



抖音总裁张楠:
在抖音记录
科学美好

“妈妈,阳光是什么做成的?怎么这么漂亮?”

女儿偶然的发问,启发了我对科学和美之间关系的思考。在查阅了一些资料后,我发现其实科学家们在从事创造性科学发明和发现的同时,也常常发现科学本身的美,并且很善于将这种美好记录下来——

“日心说”的创立者哥白尼说,在太阳系的布局里“发现世界有一种美妙的和谐”;

20 世纪初,爱因斯坦创立了相对论,法国物理学家德布罗意认为它的“雅致和美丽是无可争辩的”;

进化论创始人达尔文会在著作中动情地描述一种昆虫幼虫的美丽:“它有六对构造精美而适于游泳的腿,一对非凡的复眼和极端复杂的触角”。

原来,科学与美不是两条平行线。在科学家们的眼中,科学不仅是开拓进取和实事求是,还有令人叹服的种种美好。科学的美好,是我们感情生活的组成部分,而且通常是给我们力量的那部分。

抖音的宗旨是“记录美好生活”。科学的美好,抖音也在记录:

在抖音上有一个视频演示了硝酸银与铜丝置换反应的过程,作者将这个反应的生成物与圣诞树联系起来,很像一棵有着成片片雪花另类圣诞树,美得很“治愈”;

一个视频介绍了 38 亿年前地球气候状况,视频里把这个时期称作“地球最艰难的时期”,想想当时地球遭遇的毒气四溢、熔浆横流、陨石飞落,当下个人的一些似乎无法释怀的纠结和困难,都显得微不足道;

北京海淀区一个致力于“用 15 秒讲清楚一个有趣知识”的作者用漫画的方式向我们普及抑郁预防治疗的常识,在压力巨大的现代社会,非常有用……

不仅仅是创作者非常有创意和激情,用户对科普视频的热情也非常高涨;中科院物理所研究员曹则贤在课堂上用电磁学原理勘误“两情若是久长时,又岂在朝朝暮暮”,被做成抖音短视频。这条视频目前已获 260 万点赞、近 6 万评论和 19 万转发(截至 3 月 21 日),有人说“在这条抖音里找到了异地恋不长久的科学依据”。

截至 2 月 28 日,抖音平台科普内容累计播放量已超过 3500 亿,条均播放量高出抖音整体条均播放量近 4 倍,用户点赞量已超过 125 亿次。

科学上没有平坦的大道,科普之路也并非只有鲜花和掌声,科普短视频要传播科学、弘扬科学精神,提升大众对科学的兴趣,还需要科普人和平台共同的创新、用心和努力。实践是检验真理的唯一标准,“DOU 知计划”,我们会从今天开始坚持做下去。