



中国自动化学会

电话: 010-82544542
传真: 010-62522248
邮箱: CAA@IA.AC.CN

您想了解自动化领域前沿科研成果吗?

您想免费参加中国自动化大会等顶级学术活动吗?

您想领略自动化领域专家风采吗?

让我们走进中国自动化学会,
一同感触自动化学界的魅力!

在这里,
作为个人会员, 您可以:

- ◆ 免费获得自动化领域学术刊物和《控制科学与工程学科发展报告》
- ◆ 优惠或免费参加学会和分支机构主办的学术活动(中国自动化大会、钱学森国际杰出科学家系列讲座、中国控制会议、中国过程控制会议、青年学术年会, 等)

作为团体会员, 您可以:

- ◆ 在学会会刊及相关宣传媒介发布专利、项目成果信息
- ◆ 优先获得学会提供的技术咨询服务
- ◆ 优先获得学会提供的产品展示、技术培训服务
- ◆ 优先获得学会提供的成果鉴定、项目验收、奖项申报服务
- ◆ 优先获得学会提供的人才推荐、宣传和推广服务

只需一分钟, 一切都实现!

姓名		性别		出生年月	
专业		工作单位		职称职务	
电子邮件				联系电话	
通信地址				邮编	

欢迎通过中国自动化学会官方网站WWW.CAA.ORG.CN, 中国自动化学会新浪微博(@中国自动化学会微博)以及“中国自动化学会”微信平台与我们互动交流!感谢您对中国自动化学会的关注与支持!



微信二维码



微博二维码



中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

主办: 中国自动化学会 http://www.caa.org.cn E-mail: caa@ia.ac.cn

智慧电厂



中国自动化学会通讯

二〇一七年六月

第三十八卷第三期



扫描二维码
关注官方微信



扫描二维码
关注官方微博

ISSN 2151-335X



6 915920 700067

2017年6月

第3期

第38卷 总第192期

Contents



第38卷 第3期 总第192期 2017年6月

www.caa.org.cn

主办单位：中国自动化学会

主编寄语



作为制造业大国和能源消费大国，电能在我国能源结构中占据重要地位，智能电网和智能电厂领域的研究受到科研人员的广泛关注，为促进自动化及其他相关领域的研究人员了解国内外智能电厂研究的最新进展，《中国自动化学会通讯》2017年第三期专刊关注智能电厂。感谢浙江省电力公司电力科学研究院孙长生老师，他作为本期专刊的召集人，组织了来自大学、研究所的专家学者，分别从火力发电厂智能化建设、智能电厂体系、智能发电技术等方向介绍了领域最新发展动态。

《发电自动化专业委员会工作回顾》总结了发电自动化专业委员会成立三年来所开展的工作。《火力发电厂智能化建设探讨》在回顾智能电厂发展历程以及国内外发展现状的基础上，给出了智能电厂的定义和技术特征，介绍了智能电厂的体系架构，提出智能电厂的建设应综合考虑的因素。《智能电厂体系研究》对比分析了国内外“智慧”和“智能”概念，界定了智能电厂术语及智能层级，提出了智能电厂的参考架构和总体功能，并指出了国内智能电厂建设成功的要素及方法。《智慧电厂与智能发电技术方向探讨》介绍了智慧电厂的典型技术研究方向，列举了智能控制优化、网源协调灵活发电控制、智能巡检、远程诊断，以及工控信息安全等技术的典型应用。《基于大数据分析的性能评估与状态诊断技术》讨论了发电行业数据分析应用的现状与问题，阐述了华润电力大数据中心建设过程中使用大数据分析技术进行发电机组性能评估与设备状态诊断、预警中的应用，并介绍了集中监测与专家分析系统的框架与功能。《超（超）临界火电机组智能控制部分关键技术研究及应用》对目前超（超）临界机组实现智能控制的难点问题进行了分析，指出在机组启动路径规划、制粉系统启/停控制、汽轮机自启停控制等关键技术方面还存在不足。

郑南宁

专题

- 4 发电自动化专业委员会工作回顾
- 11 火力发电厂智能化建设探讨
- 19 智能电厂体系研究
- 26 智慧电厂与智能发电技术方向探讨
- 33 基于大数据分析的性能评估与状态诊断技术
- 41 超（超）临界火电机组智能控制部分关键技术研究及应用

学者风采

- 48 淡泊以明志，宁静而致远
——访中国自动化学会青年科学家奖获得者郭戈教授

热点扫描

- 51 同济大学着力推进人工智能研究
- 52 院士热议人工智能需不需要量子计算机的能力
- 54 美“字母表”公司下属企业将与利夫特合作研发自动驾驶汽车
- 55 干扰民航事件频出 无人机6月1日起实名登记
- 56 人工智能：一种与人类迥异的智能形态
——访美国《连线》杂志主编凯文·凯利
- 57 首个皮肤病智能辅助系统可“拍图识病”
- 58 中国科学家：AlphaGo赢了，但其实它远不及人脑
- 60 科技改变生活：2050年花式交通工具前瞻
- 61 科技部部长万钢：氢能燃料电池汽车将成重要发展方向
- 62 战斗力不比AlphaGo，“日本Go”被中国棋手淘汰
- 63 人工智能峰会将帮助世界赤贫者
- 64 飞机自动驾驶：飞机进步的里程碑

形势通报

- 66 《2016年智能网联汽车信息安全报告》发布
- 68 科协党组重温习近平总书记在“科技三会”上的重要讲话精神

录

Chinese Association of Automation

70 李源潮：加快推进科协系统改革为建设世界科技强国建功立业

——在第十九届中国科协年会开幕式上的讲话

73 刘云山：奋力创新争先 勇攀科技高峰
在建设世界科技强国中建功立业

学会动态

74 中国自动化学会十届七次常务理事会在京召开

74 中国自动化学会荣获
“全国科协系统先进集体”称号

75 “未来出行——氢燃料电池及智能车辆技术”
国际研讨会在长春召开

76 深圳自动化学会成功举办
“自主创新大讲堂”——《现代企业信息化之路》

77 河北省自动化学会八届三次理事会会议暨自动化技术
在地方传统产业改造升级中的应用学术研讨会召开

78 第32届中国自动化学会青年学术年会顺利召开

80 “第六届IEEE数据驱动控制与学习系统”会议
(DDCLS'17) 在重庆成功召开

81 “新加坡-成都”智能制造企业交流与对接会在蓉举办

82 2017年中国发电自动化技术论坛顺利召开

84 中国智慧城市物媒文化发展论坛暨
全国贫困地区物媒扶贫工程启动仪式

85 中国自动化学会“粒计算与多尺度分析专业委员会”
成立大会成功召开

86 中国自动化学会智能建筑与楼宇自动化专业委员会
2017年年会召开

87 2017不确定系统先进控制理论及网络空间安全国际学
研讨会顺利召开

党建强会

89 中国科协推进“两学一做”学习教育常态化制度化

90 李源潮：深化群团改革 推动群团组织和工作的创新转型

中国自动化学会通讯

Communications of CAA

编辑委员会

主 编

郑南宁 CAA理事长、中国工程院院士、
西安交通大学教授

副主编

王飞跃 CAA副理事长兼秘书长、中国科学院
自动化研究所研究员

杨孟飞 CAA副理事长、中国空间技术研究院
研究员

陈俊龙 CAA常务理事、澳门大学教授

编 委（按姓氏笔画排列）：

丁进良	王 飞	王占山	王兆魁
王庆林	尹 峰	石红芳	吕金虎
乔 非	刘成林	孙长生	孙长银
孙彦广	孙富春	阳春华	李乐飞
辛景民	张 楠	陈积明	易建强
赵千川	赵延龙	胡昌华	钟麦英
侯增广	姜 斌	祝 峰	黄 华
董海荣	韩建达	解永春	戴琼海

刊名题字：宋 健

编辑：中国自动化学会办公室

地址：北京市海淀区中关村东路95号 邮编：100190

电话：(010) 8254 4542 E-mail: caa@ia.ac.cn

传真：(010) 6252 2248 http://www.caa.org.cn

本刊声明

为支持学术争鸣，本刊会登载学术观点彼此相左的不同文章。来稿是否采用并不反映本刊在学术分歧或争论中的立场。每篇文章只反映作者自身的观点，与本刊无涉。



关注官方微信



关注官方微博

发电自动化专业委员会工作回顾

孙长生，尹 淞，孙洁慧

发电自动化专业委员会秘书处

摘要：本文总结了发电自动化专业委员会成立三年来，在学会的领导和各发电集团及相关单位的支持下，围绕委员会成立宗旨开展的工作，通过组织发电厂自动化技术论文征集和评审、技术论坛、标准制定与审查、优秀工程师评选、科技咨询与科技项目鉴定、电厂热点问题调研等工作，探索和开创了委员会工作的新局面，推动了热控专业的进步。

关键词：发电自动化专业委员会，科技项目鉴定，标准制定，技术论坛

发电自动化专业委员会成立于2014年4月23日，目前有来自各大发电集团公司和部分地方发电集团公司，省级和集团级研究院、设计院、发电厂（包括核电厂）、高等院校、设备厂家等单位委员70人。自成立以来，在中国自动化学会领导和各发电集团及委员们的支持下，委员会围绕“提高发电厂热控系统可靠性、促进发电厂热控系统节能减排”主题，开展每年的发电自动化技术论文征集和评审、召开技术论坛、组织标准制定与审查、优秀工程师评选、科技咨询与科技项目鉴定、电厂热点问题调研等工作，逐步扩大了委员会在行业内的影响。

1 创新驱动，助力行业发展

1.1 针对行业共性需求，组织专题研究

1) 组织“火电厂炉膛进口火焰检测器运行可靠性调研分析与改进”专项调研

为了解火焰检测系统运行中存在的问题，交流故障处理经验与教训，探讨提高火焰检测系统运行可靠性的措施，在有关发电集团和电科院的

协助下，秘书处通过书面函调查、电厂实地调研和征集的论文提炼等多种形式，组织对电力行业发电厂炉膛进口火焰检测系统运行情况进行了调研。同时经过对大型机组使用进口产品调研情况的总结提炼，完成了《火电厂炉膛进口火焰检测器运行可靠性分析与改进》调研，调研报告发表于《中国电力》2014年第11期，供同行在进口产品火焰检测系统的选型、检修维护和改造中作参考。

2) 组织《热工电源系统设计优化与可靠性预控措施》专题研究

针对发电厂发生的多起由电源问题导致的机组停机事件，2014年委员会组织“热工电源系统设计优化与可靠性预控措施”专题研究项目，由委员岳建华（神华国华电力研究院）牵头进行。该项目对电源系统问题造成的机组跳闸案例进行了调研、分析、总结提炼和相关试验后，提出并完成《热工电源系统设计优化与可靠性预控指南》反事故措施制定，委员会组织审查、发布后，由中国电力出版社出版。

3) 组织智能化电厂建设研究

电厂智能化建设是当前发电集团的热点，也

是发电企业未来较长时期的发展方向。但由于没有标准和文献可参考,定义不清、方向不明,导致各集团重复研究,迟滞了发展进展。为此委员会于2016年初开始组织行业专家和委员进行智能化电厂建设专题研究,由委员陈世和牵头,研究院、高校、设计院、电厂联合研究,在收集国内外电厂智能化建设相关资料和当前我国电厂实际需求的基础上,通过5次专题会议的研讨,编制了《智能电厂技术发展纲要》。委员会于2016年9月20日审查后发布、出版,为发电企业智能化电厂的建设和改造完善提供参考。

与此同时,委员会委托委员郭为民,联合电科院、集团、电厂近20家单位的专业人员,进行了中国电力企业联合会团体标准《火力发电厂智能化技术导则》制定。委员会秘书处配合中国电力企业联合会标准化管理中心,组织部分行业热工标委会委员、发电集团企业、电科院、设计院、信息领域共30位专家,于2017年1月14日在杭州对标准的送审稿进行审查。会议通过了审查,形成的主要意见纪要认为,该标准是国际上首次针对火力发电厂智能化领域制定的技术标准,填补了国际上智能化火力发电厂建设与发展的技术标准空白;该标准涵盖了火力发电厂智能化基本概念、体系结构、功能与性能、调试与验收、检修维护与检测评估等方面的技术要求,框架结构合理、内容全面、可操作性强,与有关标准相协调,达到了国际先进水平。

4) 组织全国发电厂2016年热控系统故障案例收集、分析

近年来由热控系统问题引起机组跳闸的案例呈上升趋势,由于缺少交流平台,不同电厂发生了相同的故障案例。为改变这种状况,委员会秘书处于2017年2月提出收集2016年发电厂热控或与热控相关原因引起的机组跳闸案例并汇编出版的建议。在各发电集团、电力科学研究院和电厂委

员们的支持下,两个月的时间内共收集200多个案例,从中筛选了来全国各发电企业生产与基建过程中发生的部分控制系统典型故障案例,并在此基础上,进行了提炼、整理、专题研讨,最终汇总成《2016年热控系统故障分析处理与预控》。

2017年4月22日在湖州组织部分参编人员,对出版前的书稿进行专题研讨。参会人员提出了一些修改建议,同时认为,该书稿介绍了各故障分析处理过程与防范措施,从提高控制系统可靠性的角度,提出控制系统的预防与控制措施,可以让专业人员快速了解各类型控制系统故障的现象、成因与预控,并学会针对性的故障分析方法,对指导发电生产实际中的控制系统设计、检修、运行、维护与管理等全过程的可靠性提升,具有实际意义,是发电自动化专业委员会工作接地气的很好体现。

1.2 针对热点问题,开展企业个性问题咨询,为企业排忧解难

1) 组织江苏国信淮安燃气电厂“9E型燃气机组辅机逻辑优化研讨会”

受江苏国信淮安燃气发电有限公司委托,2014年8月14日,委员会秘书处在电厂主持召开了9E型燃气机组辅机逻辑优化研讨会。研讨会参加单位有国信集团、GE公司、方天电力等单位近20位专家参加。会议针对9E燃气轮机运行逻辑过于苛刻的问题,电厂从热控保护在防止机组保护拒动的同时兼顾防保护误动的原则出发,梳理出6大类控制可靠性问题,从保护设置目的到优化方案进行了讨论,提出了修改意见。

2) 为“浙能集团磨煤机煤火检逻辑改进”提供咨询

浙能源集团所属电厂的大型旋流对冲锅炉的火检,由于超低排放低氮改造后,煤粉着火延迟,火焰中心整体上移,而且近年新建机组单机

装机容量大幅增大，容积热负荷降低，导致燃烧器区域炉膛温度降低，引起火检信号时而发生丢失现象，影响了机组的安全经济运行。为此浙能技术研究院组织了浙能集团“磨煤机煤火检逻辑改进”专题研究。在“浙能集团磨煤机煤火检逻辑改进研讨会”上，秘书处应邀在会上交流了委员会2015年的调研报告《火电厂炉膛进口火焰检测器运行可靠性分析与改进》，对会议讨论技术措施提供了借鉴，并在之后的反事故制定上，提供了咨询。

3) 组织浙能镇海电厂智能化建设专题研究报告论证

浙江能源集团有限公司在镇海电厂产能置换搬迁改造2×660MW超超临界燃煤发电机组工程推进电厂智能化建设，按照浙能集团镇海电厂智能化建设总体要求，浙能镇海发电有限责任公司组织相关单位开展了智能电厂建设相关的13个专题研究、经过半年多的努力，完成相应的专题研究报告。受浙江能源集团有限公司建设管理部委托，中国自动化学会发电自动化专业委员会邀请了国内近30名专家，分别于2016年12月28日，2017年1月13-14日，在杭州组织了13个专题研究报告论证会。提出了方案设计、组织实施上存在的不足与完善建议，电控组、信息组和综合组成员与专家们一起就这些建议进行了充分讨论和交流，取得满意效果。

4) 开展基建热控系统过程可靠性控制研究与实践专项工作

以往基建机组投产后，会留下许多隐患，为改变这一现状，委员会协助基建电厂开展基建过程可靠性活动：

(1) 开展宁夏枣泉电厂一期2×660MW工程开展《提升基建过程热控系统可靠性预控和监督能力的研究与实践》，从对电厂、火电、东发、工程管理单位、监理等单位专业人员培训着手，通过设计审查、逻辑审核、每2月一次现场检查、

对发现的一些问题进行分析、讨论，提出整改意见。每2个月一次到现场，对安装调试质量进行检查，现场分析，提出改进意见。

(2) 组织浙能滨海电厂基建机组热工系统安装调试可靠性专项评估，为提高浙江浙能滨海热电公司二期#3机组基建热控系统安装、调试可靠性，减少机组投产后的MFT作次动数和机组的安全经济运行，发电自动化专业委员会受浙能滨海电厂邀请，与浙江省电力股份有限公司和滨海电厂生产准备联合，组织浙江省内外专业人员于2017年3月26-28日对滨海电厂#3机组基建热工、电气系统安装调试质量进行可靠性专项评估。

1.3 发挥行业专委会作用，推动国产设备进步

1) 组织“本土化制造DCS运行可靠性情况”专项调研

为促进本土化生产的DCS系统质量改进、完善、提高和更多的应用，委员会组织多单位参与的调研组，对近几年来投产机组的本土化DCS系统（涉及和利时、国电智深、浙江中控、南京科远、上海新华和上自仪等）运行情况进行调研，调研对象主要是电厂的热工专工或维护和运行人员。调研的主要内容包括各个DCS系统的投产后的DCS系统原因造成跳机、系统网络运行稳定情况、控制器和卡件损坏情况、系统抗干扰情况、人机亲和程度、备品备件价格、售后服务态度与质量和DCS需要改进的问题等，调研区域包括新疆、山西、安徽、湖南、浙江、广东、辽宁、贵州、湖南、山东、内蒙古，吉林、神华国华、华润、国电投吉电股份等公司。编写了调研报告，汇报相关部门，在不同场合交流调研结果。

2) 组织“国产化制造TSI运行可靠性情况”专项调研

长期以来，我国200MW及以上机组的汽轮机和给水泵小汽机，基本为进口产品所垄断，但在运行中也暴露出不少问题。与此同时，国内一

些科技工作者及企业也在为这一设备的国产化进行不懈的努力,通过探索、研发攻关,近几年从材料、工艺、技术上得到突破,生产出具有自主知识产权的这类系列产品,应用在电力、石化、冶金等行业的小型机组和大型风机、泵等旋转机械设备上,一些厂家针对进口探头无法解决现场运行中暴露的难题,研发生产的探头替代进口探头,应用在200MW-600MW机组的主机上运行达5年以上。但在主机上应用还是举步艰难,为全面了解国产TSI设备在实际生产运行中的应用情况,以促进国产TSI设备在质量改进、功能完善、服务提高的基础上健康发展,推动国产TSI设备的更广泛应用,秘书处于2016年上半年至9月份,分阶段组织多种形式的系列调研,编写了调研报告,汇报相关部门,在不同场合交流调研结果,为政府和发电集团进行相关决策时提供参考。

1.4 承接政府职能,提升委员会行业影响

1) 组织科技项目咨询、合作研究与项目鉴定

2014年至2017年年初,委员会开展科技咨询,协助、指导科技项目单位进行科技项目总结、鉴定资料整理编写,协调鉴定主持单位和邀请专家,通过中国自动化学会或中国电机工程学会,先后组织完成科技项目技术鉴定15项,控制系统改造后评估1项、科技项目鉴定前现场测试2项,合作研究科技项目4项。

在组织的科技鉴定项目中,获得中国电力科技奖二等奖2项,中国自动化学会科技奖一等奖1项、二等奖4项,全国电力职工奖一等奖4项,浙江省电力科技奖一等奖2项、二等奖5项、三等奖3项。

2015年完成中国科协下达的学会团体标准《电子皮带秤在线期间核查技术规范》制定。

2016年完成中国科协承接政府转移职能与科技公共服务工程项目《电力行业自动化科技项目过程评估、鉴定与推广应用》。

2) 组织标准制定

委员会成立筹备期间及成立后,组织、协助不同发电集团、发电厂、电力研究院,先后完成3部电力行业标准(已出版)、3部国家标准(待发布)和2部团体标准制定。其中中国电力企业联合会(简称“中电联”)团体标准“火力发电厂智能化技术导则”,是目前我国乃至国际第一部电厂智能化规程。因此受到中国电力企业联合会标准化中心极大的重视,直接主持了征求意见稿和送审稿审查会。

目前委员会有1部、2部行业标准,在组织制定过程中:

(1) 协助大唐国际电力股份公司,编写IEEE标准制定申请所有文件、2015年7月在美国丹佛IEEE组织的专业委员会会议上通过答辩,IEEE批准为1865项目;2015年11月召开了IEEE P1865项目启动会,2016年12月在美国召开了IEEE P1865标准征求意见稿讨论会。

(2) 分别协助浙江能源技术研究院等单位申报电力行业标准《热工自动化系统抗干扰技术措施》和华电集团杭州下沙热电公司等申报电力行业标准《燃气蒸汽联合循环机组热工自动化系统检修运行规程》,指导编写。

(3) 组织《发电厂工控网络和信息网络安全防护与管理建设研究与应用》试点,工业控制网络与信息在确保我国电力安全生产、节能降耗、经济环保运行方面发挥了重大作用。但IT技术与自动化技术的融合也不可避免地带来了工业控制网络与信息安全隐患的出现。为落实国家主管部门关于加强工业控制系统信息安全(以下简称“工控安全”)保障能力建设的相关要求,做好工控安全防护保障工作,树立工控安全防护与标准试点应用项目,形成行业示范效应,委员会和工信部电子工业标准化研究院信息安全中心(以下简称“信息安全中心”)合作,经调研、组织相关单位多次专题研究后提出方案。选择浙能台州第

二发电有限责任公司（以下简称“台二公司”）和华能长兴发电厂作为“发电厂工控与信息系统安全智能防护及管理体系建设”示范项目，协助申报了浙能源集团和华能集团的科技项目。

2016年9月22日，委员会和工信部标准化院联合在北京召开了《发电厂工控与信息系统安全智能防护及管理体系建设试点项目》方案论证会，包括各大发电集团在内的20家单位的专业人员参加了认证会。委员会和信息安全中心联合，于2016年10月12日在台二公司、2017年5月9日在浙江长兴发电厂，分别召开了“发电厂工控与信息系统安全智能防护及管理体系建设”试点项目启动会。目前二试点项目在顺利进展中。

2 关注专业需求，传播专业技术

2.1 针对专业需求

(1) 组织技术书籍编写与出版；

(2) 委员会先后组织编写、审查，已由中国电力出版社出版的有：

- 《压水堆核电站过程控制系统》
- 《热工电源系统设计优化与可靠性预控措施》
- 《超临界发电机组APS控制技术及其实施》
- 《火力发电厂热工自动化系统规程解读》
- 《热工自动化系统安装调试技术》
- 《电厂热控系统故障分析与可靠性控制》
- 《智能电厂技术发展纲要》
- 团体标准T/CIE 004-2015《电子皮带秤在线期间核查技术规范》

(3) 已提交中国电力出版社，在出版过程中的有：

- ECS-700《分散控制系统典型故障应急处理预案》
- 《2016年电力行业发电厂热控系统故障分析

处理与预控》

- 《智能电厂与工控信息安全》

2.2 外界合作

委员会论文征集、评审与发表工作，得到了《中国电力》《自动化博览》《仪器仪表用户》《浙江电力》杂志和《中国电力报》记者的大力支持，一、二等奖和部分三等奖，经秘书处修改后，陆续在上述杂志上发表。其中自2015年开始至今，《仪器仪表用户》全年开辟了《发电自动化专栏》；《中国电力》杂志每年专设一期《发电自动化专栏》。2014年在《中国电力报》每周四开辟《热工自动化专栏》，报导热控的行业动态、案例分析、经验交流、技术论坛、热点问题、人物专访、新产品与新技术等。全年共刊出报道50篇。

与浙江省电力学会、《中国电力》等杂志联合，在浙江绍兴举办以节能减排为主题的“2014年中国发电自动化技术论坛”。

与中国仪器仪表学会产品信息工作委员会、宁夏回族自治区经信委、银川市人民政府、《中国电力》杂志社联合，在宁夏银川召开了“2016年中国发电自动化技术论坛”。

与《中国电力》、国网河南电力公司电力科学研究院等单位联合，在郑州举办了“2017年中国发电自动化技术论坛”。

2.3 继续教育和培训

自成立以来，秘书处先后为大唐、华电和神华集团，广东省总工会（广粤电集团承办）、浙江省总工会（浙能源集团承办）、第九届全国电力行业热工职业技能竞赛（中国电力企业联合会、中国能源化学工会全国委员会联合主办）、华能国际电力股份公司、神华神福发电公司的专业技能竞赛，提供技术支持（包括竞赛方案设计，协

助竞赛工作准备；推荐命题组专家，组织命题组命题；推荐裁判长和裁判，赛后评卷及大赛点评）。

3 委员会主要日常工作

3.1 围绕“中国发电自动化技术论坛”开展的工作

1) 论文征集与评审

在每年的“中国发电自动化技术论坛”召开前，委员会秘书处联合《中国电力》等多家杂志社组织论文征集，共征集论文1169篇（平均每年征集论文292多篇）；秘书处组织多家来自不同研究院、高校的专家（通常8家单位）、对征集的论文进行初评、集中复评，评出一等奖20篇、二等奖38篇、三等奖84篇。这些获奖论文均推荐至《中国电力》《自动化博览》《仪器仪表用户》《南京工程学院学报》《浙江电力》等杂志发表（共发表约120篇），同时评审后筛选的论文按控制系统、测量与仪表、模拟量控制、开关量控制、故障分析处理、综合分类与可靠性管理等章节，汇编成当年的《中国发电自动化技术论坛论文集》，共16册合计880篇论文。秘书处自2016年开始，组织评审人员对获奖论文进行格式化修改，以达到推荐杂志社文章发表的质量要求。2017年秘书处聘请专家，对入选《2017年中国发电自动化技术论文集》的160篇论文按论文格式要求全部进行修改，为论文作者提供示范的同时提高论文集印刷质量。

2) 组织先进评选活动

为进一步推动热控自动化的发展，给广大工程技术人员搭建展示才干、脱颖而出的舞台，树立刻苦钻研、拼搏创新的榜样，激励广大工程技术人员为发电自动化创新发展贡献力量，委员会成立后，经中国自动化学会同意，制定了评选条件与办法，开展了每年度的“优秀热控工程师”

推荐评选活动。评选由个人申请、所属单位审批和发电自动化专业委员会委员推荐、秘书处组织初评、提交委员会函审投票，发电自动化专业委员会副主任委员组成的评审委员会评审通过，报中国自动化学会批准，在当年的“中国发电自动化技术论坛”上进行颁奖表彰，同时“优秀热控工程师”业绩材料寄送各集团、委员会网站和微信公众号发布，并刊登于委员会合作杂志《仪器仪表用户》。

此外，委员会积极向外推荐委员会中的优秀人才，委员张晋宾被授予2015年度（首次评选）中国自动化学会“杰出自动化工程师”，委员陈世和、尹峰、郭为民荣获中国自动化产业年会暨中国自动化产业世纪行活动评选的“2014-2016年中国自动化领域年度人物”称号。在2015中国自动化大会上，委员会也获中国自动化学会“2014-2015年度先进集体”称号。

3) 组织“中国发电自动化技术论坛”

委员会每年5月前后组织“中国发电自动化技术论坛”，来自全国各发电（投资）集团公司、发电厂、电力研究院、电力设计院、高等院校、控制系统与仪表厂家等单位的热控自动化专业人员，中国自动化学会发电自动化专业委员会委员，《中国电力报》和中国电力摄影家协会记者，《中国电力》《自动化博览》《仪器仪表用户》和《浙江电力》杂志社领导或编辑，共有1000多人参加，每次参会人员200人左右。

会上对“优秀热控工程师”和论文的一、二、三等奖获奖论文进表彰，颁发获奖证书。安排3-4个专题和10-16位优秀论文交流，另安排半天时间对电厂机组运行疑难问题进行讨论。

3.2 针对专业关心热点，组织专题研讨会

1) 组织DL/T 1340《分散控制系统故障应急处理导则》宣贯交流会

DL/T 1340《分散控制系统故障应急处理导

则》后，委员会于2014年11月11日-13日在浙江宁波，组织了宣贯交流会，来自全国各发电（投资）集团公司、发电厂、电力研究院、电力设计院、高等院校、控制系统与仪表厂家等单位的热工自动化专业人员，《中国电力报》记者，《仪器仪表用户》杂志社编辑等单位的200多人参加。会上安排了规程参编人、DCS厂家维护人员在会议上进行17项专题发言，就电厂热工方面存在的问题进行了专题讨论。

2) 组织召开“2015年数字化电厂建设论坛”

中国自动化学会于2015年6月3日在上海光大会展中心组织智能制造与生产论坛与展览。委员会结合年度工作计划，配合学会工作组织一个分会场，召开“2015年数字化电厂建设论坛”，参会人数近80人，除安排了10人发言外，就数字化电厂的内容与发展方向展开了讨论。

3) 组织《燃机发电机组运行故障分析处理与可靠性优化》研讨会

2015年委员会为配合燃机电厂可靠性研究，组织《燃机发电机组运行故障分析处理与可靠性优化论文集》征文，共征集论文121篇。秘书处组织初评和复评二轮评审，评出一等奖3篇、二等奖6篇、三等奖9篇、优秀奖5篇。另2015年中国自动化学会2015年度ABB征文推荐15篇，获二等奖2篇、三等奖2篇。

4) 联合承办“2016第五届工业控制系统信息安全峰会”

2016年7月20日在杭州，专委会与ICSISIA秘书处等单位联合承办了由工业控制系统信息安全产业联盟（ICSISIA）主办，国网浙江省电力公司电力科学研究院协办的“2016第五届工业控制系统信息安全峰会”第二站会议，来自电力行业用户单位、系统集成商、产品供应商、设计院、大专院校及科研单位的150多位代表参加了峰会，共同深入交流当前工业控制系统信息安全政策、标

准、技术、应用等多方面的最新研究进展，探讨电力行业工控信息安全的关键需求及应对策略。

3.3 委员会工作会议

每年5月前后召开委员会工作会议，主要审议委员会上半年工作总结、年底工作计划进展，增补委员审查、年度费用使用情况汇报、技术专题交流、讨论下半年工作计划变更等。

每年12月召开委员会年末工作座谈会。审议委员会年度工作总结和年底工作完成情况，技术专题交流、讨论第二年工作计划和规划委员会发展方向。

3.4 科技文献信息加工

中国自动化学会承接中国科协科技文献信息加工项目，委员会组织翻译团队落实学会安排的专利翻译工作，团队负责人参加了学会组织的各次专利翻译工作推进会。两年中完成约200篇的专利翻译工作。

3.5 启动希望基金

2016年在宁夏委员会工作会议上，提议了建立希望基金事项。联系中国自动化学会后，张楠副秘书长积极支持，在中国自动化学会全国秘书长会议上正式提出，得到了郑南宁理事长和王飞跃秘书长的支持，2017年5月经中国自动化学会工作会议讨论，同意开展该项工作，秘书处开始进行相关准备工作。

4 结束语

发电自动化专业委员会在学会的领导下，结合发电厂需求扎扎实实开展工作，推动了一些专业问题的解决，促进了专业的发展，得到了发电行业的认可，专业影响正逐渐扩大。我们将继续努力，为打造一流专业委员会而更好地工作。

火力发电厂智能化建设探讨

郭为民, 张广涛

国网河南省电力公司电力科学研究院

摘要: 在回顾智能电厂发展历程以及国内外发现现状的基础上, 给出了智能电厂的定义和技术特征, 包括: 可观测与可控制、自适应与自寻优、互动性与安全性。其次, 给出了智能电厂的体系架构, 其包括三大体系: 生产运营管理体系、技术支撑体系和外部接口。最后, 提出智能电厂的建设应综合考虑技术与成效、资源与应用, 以提高成效为目标, 秉持“求是”思想选择技术路线。总而言之, 火电发电厂智能化建设的内外部条件均已成熟, 应根据电厂的实际发展需求, 充分利用先进信息技术、通讯技术与控制技术, 稳步递进地提升电厂的自动化、数字化和信息化水平。

关键词: 智能电厂, 智能化, 自动化 数字化, 信息化

1 概述

电能在我国能源结构中占据重要地位, 根据国家统计局发布的2015年度能源消费数据, 我国电力消费占能源消费的比重超过40%, 其中火力发电占电力生产总量的比重约73.7%。随着火力发电自动化水平的不断提高, 在煤价上涨、环保要求日益提高的背景下, 为实现更加安全、经济、环保的电力生产, 迫切需要通过实现火力发电厂智能化。此外, 火力发电厂的智能化建设对落实国务院提出的“互联网+”智慧能源重点行动具有重要意义。

我国火力发电厂智能化建设的构想起源于本世纪初期, 在2015年国务院发布的《中国制造2025》行动纲领中上升为国家战略。与之对应, 德国于2011年提出“工业4.0”, 美国政府则力推先进制造或智能制造^[1]。本世纪以来, 欧美发达国

家的电力需求增长缓慢, 其在能源行业的发展重点布局在风电和光伏发电等新能源领域。常规火电领域的投资较少, 相关的新技术研究也较少, 与火电厂智能化相关的文献多是上世纪90年代发表的关于利用计算机技术实施诊断或控制等局部问题的研究工作^[2]。虽然国外缺少针对火力发电这一特殊的流程工业的智能化建设开展有针对性的全面研究, 但是其技术发展方向仍可以从智能(智慧)工厂领域的研究中看出端倪。

国外对智能工厂的研究可以粗略分为两个类别: 一类是理论或技术导向型的研究, 例如信息物理系统(Cyberic-physical System, CPS)^[1,3-4]、物联网(Internet of Things, IoT)^[1]、IoS(Internet of Services)、泛在计算(Ubiquitous Computing)^[4]等; 另一类是问题导向型的研究, 例如厂级优化与监控、故障检测与隔离、运行指导、建模与仿真等。

比较而言，我国作为制造业大国和能源消费大国，近年来对智能工厂的研究成为热点，智能电网和智能电厂作为相对独立的研究和创新领域也非常活跃。这主要得益于我国经济长期高速增长所带来的电力需求持续强劲增长，使得电力建设长期保持快速发展态势；同时，国家倡导通过科研创新和技术进步提升能源利用效率、减少污染物排放。多方面的有利因素为智能电厂的研究与建设奠定了良好基础，也使我国在这一领域，尤其是智能火电厂方面的发展水平居于国际前列。

虽然智能火电厂概念的兴起是近年来的事情，但其源头可追溯到上世纪80年代。当时分散控制系统（Distributed Control System, DCS）开始引入国内，并逐步在发电厂得到推广应用。1997年，厂级监控信息系统（SIS）概念的提出，迅速得到业界认可，成为电厂生产管理系统的重要组成部分^[5,6]。DCS、SIS与管理信息系统（MIS）相融合，使我国火电厂的数字化和信息化建设进入了快车道。进入21世纪，现场总线技术在火电厂从小范围试用开始，随着技术的不断成熟，应用范围持续扩大，目前部分发电厂控制系统的现场总线覆盖率已超过60%。现场总线提供了更为丰富的监控信息，伴随近年来云计算、大数据、人工智能等信息技术的迅猛发展，智能火电厂建设的基础已基本具备。

关于智能化电厂的报道在2015年之前即已出现，但真正在业内达成共识，并成为发电自动化领域的主要发展方向，是在《中国制造2025》和《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》发布之后。一方面，部分发电企业依托新机组的建设，在机组自启停（Automatic Unit Startup/Stop, AUS/APS）、现场总线、三维可视化、智能安防等智能电厂相关技术的应用方面进行了积极探索；另一方面，在中国自动化学会发电自动专业委员会等学术团体的协调下，组织各电

力科研机构和发电集团的专业人员，积极开展智能火电厂体系建设的研究工作，出版了《智能电厂技术发展纲要》，编制团体标准《火力发电厂智能化技术导则》，为我国火电厂智能化建设指明了方向，提出了技术框架。

2 智能电厂的定义与技术特征

2.1 智能电厂定义

借鉴智能工厂的定义，国内外多位专家根据各自的实践和研究分别给出了不同的定义，这些定义有的侧重于云计算、大数据、现场总线等先进信息与通信技术在发电厂的应用，有的把智能电厂的范围扩展至由多个电厂组成的发电集团，有的强调电厂从设计、建设、运行到退役全生命周期的智能化。

综合比较各家之言，笔者倾向于《火电厂智能化技术导则》给出的定义：火力发电厂智能化是指火力发电厂在广泛采用现代数字信息处理和通信技术基础上，集成智能的传感与执行、控制和管理等技术，达到更安全、高效、环保运行，与智能电网及需求侧相互协调，与社会资源和环境相互融合的发展过程。

这个定义有以下几个重要特点：一是把火电厂智能化定义为一个发展过程，给智能电厂的建设留下了广阔空间；二是宽泛的技术要求，以适应日新月异的技术进步，避免限定特定技术可能导致的负面影响；三是在技术和成效两个方面的要求较为均衡，既鼓励新技术应用，更关注智能电厂在效率、安全和环境友好性方面的提升。

2.2 智能电厂的技术特征

结合当前研究成果和实践经验，认为智能火电厂应具备如下几项主要技术特征：

1) 可观测与可控制

可观测是指一座智能化的火力发电厂应能够

对电厂生产全过程和经营管理各环节进行监测和多种模式的信息感知,实现发电厂全寿命周期的信息采集与存储。从空间和时间两个维度,为发电厂的生产控制与经营决策提供全面丰富的信息资源,这些信息应以数字化的方式存储和使用。

这些信息不仅包括通过各种传感器和监测仪器直接采集获取的数据,还包括那些无法直接测量,需要通过软测量等方法获取的指标或数据,如锅炉和汽机的性能、热力系统中设备的耗差等。存在于检修和维护记录等非结构化或半结构化数据中的关键信息也应能够被提取出来,从而用于对设备的可靠性分析。

可控制是指智能化的火力发电厂应能够实现全部工艺过程的控制。控制系统的计算资源不仅可以满足常规PID和逻辑控制的需求,也应支持基于状态空间的现代控制算法的需求,在“无人干预,少人值守”条件下,保证发电机组在生产全过程的各个工况下均处于受控状态,满足安全生产和经济环保运行要求。

同时,这些控制指令的执行机构应具有足够的可靠性和准确度。在设计阶段即应充分考虑无人干预条件下的可控性,最大限度减少就地手动操作。上述两个特征是实现智能化电厂的基本技术要求,这两项技术特征也可以从诺伯特·维纳提出的控制论(Cybernetics)中找到。

2) 自适应与自寻优

自适应是指智能化火力发电厂应根据环境条件、设备条件、燃料状况、市场条件等影响因素的变化,自动调整控制策略、方法、参数和管理方式,适应机组运行的各种工况,以及电厂生产运营的各种条件,使电厂生产过程长期处于安全、经济、环保运行状态。

就机组运行控制层面而言,控制系统应具备以下两方面能力:

- 在设备无损伤,机组发生工况恶化等功能性故障时,具有自愈能力,通过自动调整将机组恢

复到原来的稳定状态;

- 对设备故障具有自约束能力,在将故障设备隔离的同时,根据受约束的最大稳定边界,通过自动调整将机组过渡到一个新的稳定工况。

自寻优是指智能化的火力发电厂可以充分挖掘生产控制系统和管理信息系统中的数据资源,识别出发电厂生产和经营中关键指标的关联性和内在逻辑,获取运营火力发电厂的有效知识,根据获取的知识,通过适当的寻优算法,在对机组运行效能、电厂经营管理、外部监管与市场等信息进行自动分析处理的基础上,对机组运行方式、电力交易行为等持续自动优化,提高发电厂安全、经济、环保运行水平。

自寻优的关键在于自动对以数学模型为主要形态的知识的准确获取,并利用它们作用于生产和经营过程,以达到资源的高效利用和对需求与环境的快速反应。美国提出的智能制造所关注的就是这项技术特征。

在这两项技术特征中,前者是一种被动响应机制,以保证机组安全稳定为主要目标;后者则是一种主动干预机制,以追求节能提效为主要目标。

3) 互动性与安全性

互动性包括以下两方面内容:

- 设备与设备互动(Machine to Machine, M2M):在智能化火力发电厂内部,装置与装置、装置与系统、系统与系统之间能够进行高效的信息交互与协作。在发电厂与外部的智能电网、电力市场、电力大客户等之间也能够实现信息交互和共享,通过分析和预测电能需求状况,合理规划生产和管理过程,促进安全、经济、环保的电能生产。

- 人与设备互动(Human to Machine, H2M):智能化火力发电厂应具备高效的人机互动能力。应支持丰富的信息展示与发布功能,使运行和管理人员能够准确、及时地获取与理解需

关注的信息。同时，火力发电厂的控制与管理信息系统应准确、及时地理解与执行运行和管理人员以多种方式发出的指令。

国外对未来智能工厂的规划中，更多强调“M2M”方面的互动协作，因为一个不需要人管理的完全自动化的智能工厂，是不存在人与机器之间的互动的。但目前这只是一种美好的愿望，在可预见的很长一段时期内，发电厂的维护和检修等工作是无法完全由机器替代的，最佳的解决方案也只是提供更好的检测设备和检修工具帮助检修维护人员完成相关工作，因此，人机之间的交互是必要的。

本节的安全主要指信息安全。目前，根据国家有关监管办法，发电厂通信网络应该满足“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的要求。通信网络是智能化火力发电厂的神经系统，在当前严峻的工控信息安全形势下，智能化火力发电厂的控制与信息系统还应具备在线监测与主动防御网络攻击的能力。

交互性与安全性存在一定程度的矛盾，为了保证网络安全所采取的措施，会在不同程度上约束信息交互的开发和效率，这两者之间需要达到某种平衡状态，可以根据实际情况，为其中一项要求设置底线（例如：安全性），在此基础上最大程度追求另一项的性能（例如：互动性）。

3 智能电厂的体系架构

按照CPS架构，一座智能化的火力发电厂由两部分构成：一是锅炉、汽机、发电机所构成的物理系统，它们相互协作完成能量的流动，实现从储存在燃料中的化学能到热能到动能到电能的三次能量转换及能量传递；二是将控制和信息系统作为载体，反映能量转换和传递过程的虚拟化的信息流。二者相互影响和融合，共同构成一个信息物理系统（CPS）。

上述架构作为理论层面的描述是清晰的，但建设一座智能化的火力发电厂，需要一幅易于实施的工程蓝图，如图1所示。

在图1所示的功能架构中，黑色粗线所示的矩形边框之内代表发电厂的物理边界，但是信息与通信技术的发展，使发电厂的虚拟边界，也就是信息域的边界可以超出其物理边界，所以有了边框以外的内容。从系统功能的角度来看，一座智能化火力发电厂由以下三大部分构成。

3.1 生产运营管控体系

管控体系作为火力发电厂智能化的核心，主要包括三个层级：智能设备层、智能控制层和智能管理层。

1) 智能设备层

主要包括智能化的检测仪表、检测设备、自动巡检、执行机构及现场总线设备等。该层构成了火力发电厂智能化管控体系的底层，实现对生产过程状态的测量、数据上传，以及从控制信号到控制操作的转换，并具备信息自举、状态自评估、故障诊断等功能。

智能设备层不仅指智能变送器和智能执行机构，一些独立设备或系统配备有控制装置，这些控制装置和其宿主设备共同构成一个智能设备，如一个带有控制器的空气压缩机、给煤机或润滑油站，甚至一个配备独立MEH控制器的汽动给水泵也可看作一个智能设备。

如果把软件工程中常用的面向对象概念引入控制系统中，每个能够完成特定功能的独立设备或系统都宜配备一个智能控制器，与该宿主设备紧密相关的顺序控制、保护和自动控制逻辑都可以在这个控制器中实现。整个系统对外部来说如同一个黑盒子，通过简单的网络接口和标准的通信协议，与其他设备或系统交换少量必要的信息就可以相互协作，而不必把全部控制需求都上

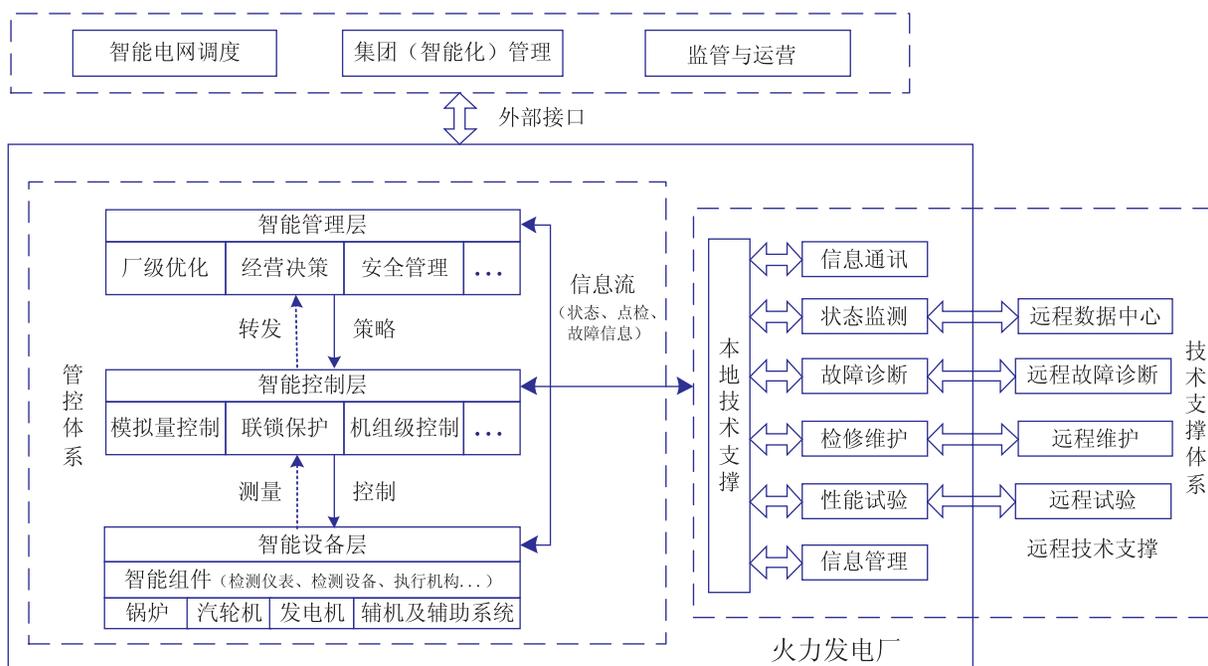


图1 智能化火力发电厂功能架构示意图

交给DCS完成。这种功能实现方式更符合物联网（Internet of Things, IoT）的概念。

2) 智能控制层

智能控制层对火力发电厂的生产及辅助装置实施控制、优化和诊断。该层实现对生产及辅助装置的数据集中处理、控制信号计算和产生，具备机组级的自适应和自寻优功能。

在当前发电厂的控制系統架构中，DCS与智能控制层的功能高度重叠，但是从工业4.0或智能制造的角度来看，DCS如何适应IoT和服务互联网（Internet of Services, IoS）的设计思想是个重要问题。

目前，DCS不仅在功能架构上处于智能设备之上，在网络拓扑结构中也处于现场设备之上，但是IoT更类似于互联网。以互联网为例，Google公司由众多服务器构成的巨大计算资源相对于人们手中的一部手机，在互联网上都只是由一个（或多个）IP地址所代表的节点，它们并无高下之分。

从IoS的角度来看，这一问题更为明显，一台智能装置（如变送器或执行机构）主要提供监控

现场设备的功能，而DCS控制器提供的是完成特定逻辑计算的功能，一台支持基金会现场总线协议（Foundation Field Bus）的变送器或执行机构也可以提供逻辑计算功能，它们可以共同构成IoS。通过信息交互协作完成对生产过程的监控，有些协作功能的实现甚至不需要DCS的参与。

因此，随着现场总线、泛在计算、IoT和IoS技术的发展，以DCS为核心的智能控制层是否需要进行重大变革，是一个值得关注的问题。

3) 智能管理层

智能管理层协调管控各生产与管理子系统，实现生产过程优化、经营决策支撑和安全防护管理。

目前的管理层由管理信息系统（MIS）、企业资源管理系统（ERP）、厂级信息监控系统（SIS）等组成。未来的智能管理层应该是一个一体化的平台，这也是管控一体化的发展要求。

除厂级负荷优化调度等部分生产管控功能外，智能管理层很难有统一的功能清单。主要原因是各发电集团或发电公司的管理模式有较大区

别，不同发电集团下属的发电厂承担的运营职责也不尽相同，因此，智能管理层的功能设计应根据各厂的具体需求而定。管理是最易发生变化的领域，所以智能管理层在体系架构的设计方面应采取较为灵活的功能可配置方案，如面向服务的架构（SOA）。

3.2 技术支撑体系

与文献^[7-8]建议的架构不同，本文给出的智能化火力发电厂体系架构有一个技术支撑体系。它主要包括检修维护、性能试验和故障诊断等内容。

生产管控体系的主要任务是提升发电机组的运行效能，而技术支撑体系的重点是提升设备的健康状况。前者服务于生产发电，后者则服务于设备维护。

技术支撑体系包括由发电企业自己完成本地技术支撑（如日常维护、点检等）和外部组织完成的远程技术服务（如远程试验和诊断）。随着云计算和网络通信技术的快速发展，远程服务在技术支撑体系所占比重和重要性将迅速提升，驱动这种变化的主要原因有：

1) 成本因素

对格式化的日常运行数据和非格式化的大量检修维护记录进行数据的存储、清洗、挖掘和分析应用，以实现性能分析和故障诊断等功能，需要庞大的计算资源和存储资源；同时，维护这一复杂信息系统也需要具有一定技能的IT专业人才。对于一个发电企业而言，成本过于昂贵，更好的选择是用较为低廉的价格从外部购买这些计算服务，或者由集团公司统一建设和运营数据中心来分摊成本。

2) 技术因素

准确的性能计算和故障诊断技术难度高，近年来的发展趋势是采用大数据、人工智能等新技术与传统的机理模型、故障树等技术相结合，试

图大幅提升性能计算和故障诊断的准确度与效率。要利用深度学习（Deep Learning）等方法建立有效的状态评估和故障预警模型，需要足够数量的训练样本。各发电企业运行维护水平的提升，使得单一发电厂甚至单一发电集团很难拥有数量满足要求的失效模型，用以训练神经网络。只有集团层面或者跨集团的数据中心，或者拥有大量运行数据并具备数据分析能力的设备供应商才能提供上述服务。

3.3 外部接口

完整的智能化电力系统是由智能化的发电厂、智能化的电网和智能化的电力用户共同组成，在更加宏观的层面，发电厂是社会与环境的有机组成部分。智能化发电厂要做到与电网和需求侧相互协调，与环境融合共生，需要安全和开放的信息接口，使其友好地融入未来的绿色智慧城市系统。智能化火力发电厂至少应提供以下三类外部接口。

1) 集团化管理

虽然不同发电集团对其下属发电厂的运营管理模式不同，但是智能化火力发电厂与集团之间的信息交互主要包括经营管理信息和生产运行信息。目前，前者是双向的，后者则多为单向，即发电厂向集团实时报送机组运行数据。

随着虚拟电厂技术的发展，在保证电网安全的前提下，由发电集团适度调度其下属各发电厂的负荷分配存在一定的可能性；另外，发电集团向电厂提供同类型机组的运行和故障信息，建立标杆指标，也可以帮助发电厂优化运行方式，提升机组效能和安全性。

2) 智能电网调度

能源结构的变化促使火力发电厂在电网中作用逐步发生变化。风电、光伏等间隙性能源和电力需求峰谷差的增大，促使火电厂承担更多电网支撑服务功能，如满足调峰需求、维持网频稳定等。

为适应上述变化,智能化的电网和电厂需要更深层次的相互协作。虽然目前电网可以通过监测考核等手段要求发电厂提升AGC、AVC、一次调频等性能,但这些方法多为管理措施,而且把每台火电机组当作性能等同的电源点来对待,这与实际情况是不符的。所以,智能电网需要掌握更多发电机组的性能状况,例如:机组负荷快速响应能力(取决于动态变化的机组蓄势水平)、短期负荷调节能力(取决于磨煤机的起停方式)等,把每台机组的这些动态性能指标引入AGC算法中,能够更有效地挖掘火力发电机组的灵活性潜力,提升电网的调控水平。

3) 监管与运营

发电厂向政府公开的监管接口提供主要污染物实时排放信息。如果国家电网提出的“两个替代”(能源开发实现清洁替代,能源消费实施电能替代)能够达到预期目标,能源生产会进一步向发电厂集中,政府对火力发电厂的污染物排放监控力度将进一步加大,监管接口承担的重要性也将日益加强。

为利用市场规则实现电力资源的高效合理配置,国家正在逐步放开售电市场,加大电力交易的改革力度,计划电量和交易电量的此消彼涨是必然趋势。一个发电企业如何增强竞争力,在市场博弈中获取更多利益,不仅要依靠智能化建设提升机组运行效率,还需要从电力交易市场和燃料交易市场获取更多供求信息,利用商业智能(Business Intelligence, BI)提高经营决策的正确性和效率,控制运营风险。所以,智能化的火力发电厂需要提供接口与上、下游两个市场,以及大客户与主要燃料供应商实时交互商业信息。

4 智能电厂的建设

近年来,国内多家发电企业在智能化电厂建设方面做了各种有益探索,充分利用现代信息通

信技术和先进控制技术在一些领域取得了突破。中国自动化学会发电自动化专业委员会组织专家制定的团体标准《火力发电厂智能化技术导则》进一步明确了智能火电厂的发展方向和技术路线。但是,在发电厂智能化建设的过程中,需要关注以下几方面因素之间的关系,避免落入认知误区。

4.1 技术与成效

火力发电厂的智能化建设应以成效为导向,简单地把大数据和人工智能等先进技术堆砌在一起并不是智能化。技术是实现目标的手段,火力发电厂智能化建设的长远目标是建成“无人干预、少人值守”的全自动化发电厂,并且其经济、安全和环保指标都优于传统的发电厂。

虽然上述目标在短期内难以实现,但可以结合电厂的实情,向着这个终极目标制定合理的智能化建设里程碑,例如:研究建设火电机组的性能分析与运行优化系统,提升机组发电效率;通过实现机组全过程自动控制进一步减少运行人员的操作,避免人为操作失误等。

在技术的选择上应持开放态度,新兴的深度学习和大数据分析技术与经典的机理模型仿真分析,都有各自的最佳应用场景,现代控制理论与经典的PID控制也各有千秋。我们在火力发电厂智能化建设的技术路线选择上,不必一味“求新”,而应秉持“求是”的思想,通过实验对比分析各种技术的特点,针对特定问题提出最合适的解决方案。

4.2 资源与应用

对于智能化电厂的建设,投资建设先进的硬件设施,获取丰富的数据资源固然是非常重要的,但更重要的是对这些系统和数据的充分应用。

拥有先进的网络和计算机系统并不代表拥有先进的生产力；拥有海量的数据资源不等同于拥有丰富的信息，更不代表掌握了知识。其实，现在多数发电企业已拥有丰富的工业大数据资源，充分挖掘利用现有数据资源，逐步建立完善机组性能评估模型和故障预警模型，与只关注获取更多的数据资源相比，其产出/投入比要高出许多。

简而言之，资源通过应用才会产生价值，因此，资源的投入和获取应该根据应用的需要进行配置。

5 结论

综上所述，火力发电厂智能化建设的内生需求和外部条件都已成熟，根据发电厂更加安全、经济和环保的发展需求，充分利用快速发展的先进信息技术、通信技术和控制技术，稳步递进地提升电厂自动化、数字化和信息化水平，智能化的火力发电厂终将成为现实。

参 考 文 献

- [1] Kang H S, Ju Y L, Choi S S, et al. Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions[J]. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology, 2016, 3(1):111-128.
- [2] Taylor A, Ekwue A O. Intelligent power plant control, for enhanced life management[C]// International Conference on Life Management of Power Plants. IET, 1994:61-65.
- [3] 缪学勤. 智能工厂与装备制造业转型升级[J]. 自动化仪表, 2014, 35(3):1-6.
- [4] Zuehlke D. Smart Factory-Towards a factory-of-things [J]. Annual Reviews in Control, 2010, 34(1):129-138.
- [5] 侯子良. 再论火电厂厂级监控信息系统[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(15):1-3.
- [6] 梁秀琛. 火电,国产控制系统已及世界先进水平[J]. 自动化博览, 2012(9):28-29.
- [7] 杨新民, 陈丰, 曾卫东等. 智能电站的概念及结构[J]. 热力发电, 2015, 44(11):10-13.
- [8] 陈世和, 张曦. 基于工业4.0的智能电站控制技术[J]. 自动化博览, 2015(9):42-50.

Discussion on Construction of Smart Thermal Power Plant

GUO Wei-min, SUN Chang-sheng, ZHANG Guang-tao

Electric Power Research Institute of State Grid Henan Electric Power Company

Abstract: In reviewing the development of smart power plant at home and abroad, the definition and technical features of smartpower plant are given, including: observation and control, self-adaptionand self-optimization, interaction and security. Secondly, the architecture of the smartpower plant is given, which includes three systems: production and operation management system, technical support system and external interface. Finally, the construction of smart power plants should be considered comprehensively in terms of technology and effectiveness, resources and applications, with the goal of improving effectiveness, and the selection of technology according to the practical situation. In short, it is available of the internal and external conditions for developingsmartthermal power plants, which should improve the automation, digitization, and informationization level by making full use of the advanced information technology, communication technology and control technology.

Key words: smartpower plant, intelligence, automation, digitalization, informatization

智能电厂体系研究

张晋宾¹, 周四维²

1. 中国电力工程顾问集团有限公司

2. 中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

摘要: 对比分析了国内外“智慧”和“智能”概念,界定了智能电厂术语及智能层级;在分析工业4.0和工业互联网参考架构基础上,提出了智能电厂的参考架构;并在架构基础上,分析给出了智能电厂总体功能;最后指出了国内智能电厂建设成功的要素及方法。

关键词: 智能电厂, 体系, 参考架构, 功能, 要素

1 引言

在全球社会、经济、工作、生活已迈入数字时代的今天,电力工业领域也发生着惊人的变革,电力云、电力大数据分析、数字电厂、智能电厂等新概念、新技术如雨后春笋般层出不穷,“智能电厂”是其热点之一。但遗憾的是,对于智能电厂目前仍没有形成公认的、系统全面的定义和架构,智能电厂的功能及实施更是如“春秋战国”般纷乱无序。

为此,本文着眼于厘清“智能电厂”的概念、内涵,提出其架构、功能和实施途径,以期促进我国智能电厂建设发展的有序化、科学化和标准化。

2 智能电厂概念

2.1 “智慧”与“智能”辨析

尽管智能或智慧耳熟能详,但全世界并没有形成公认的统一定义。我国《现代汉语词典》中

将“智慧”定义为“辨析判断、发明创造的能力”,将“智能”定义为“智慧和能力”。从语义和日常用法上理解,智慧偏向于指生物,智能则有将能力发挥出来之意;“形而上者谓之道,形而下者谓之器”,似乎“智慧”和“智能”分别对应所谓的“道”和“器”。

国际上,“智慧”“智能”所对应的英语用词基本为“intelligent”和“smart”。在《Longman Language Activator》(朗文英语联想活用词典)中,“intelligent”释义为“having a high level of natural mental ability so that you are good at thinking about and understanding thing。”

(拥有高级自然心智能力,故善于思考和理解事物),“smart”释义为“a word used especially in American English meaning good at learning and understanding things quickly”(美国英语常用词,意思是善于快速学习和理解事物)。由此观之,“intelligent”是倾向于自然造物,与人或动物关联度高些,故才有“artificial intelligence”

(AI, “人工智能”或“仿人智能”)之说;而“smart”则不论人或物,只要具备快速学习、思考或理解能力,均可冠之以“smart”,如国际上常讲的“smart factory”(智能工厂)、“smart grid”(智能电网)等用语。

国内应用中,较之国外,智能或智慧用语较不规范。例如,国际上常用的“smart grid”和“smart city”术语,国内则对应称之为“智能电网”和“智慧城市”,同为英文“smart”,而汉语对应用词则大不同。同样,同一英文术语AI,大陆称之为“人工智能”,台湾称之为“人工智慧”(注:从前面分析可知,台湾“人工智慧”的说法较为可取。但考虑到国内的约定俗成,本文仍沿用“人工智能”说法)。

从学术角度看,对于嵌入有人工智能、仿人智能等技术或具有其相应属性的对象,似冠之以“智能”为妥。综合国际用语习惯,笔者认为用“智能电厂”而不用“智慧电厂”称谓较妥。

2.2 “智能电厂”定义与层级

智能电厂是两化(工业化和信息化)融合、智慧能源等在发电侧的具体体现。当前,我国电力工业发展在取得瞩目成绩的同时,也面临诸多挑战,如电力设备利用效率不高、火电利用小时数持续下降、新能源发电消纳困难、局部地区电网调峰能力严重不足、环境资源约束不断加强等。电力工业的现状,客观上要求必须改善原有的发电模式,加强传统能源和新能源发电协同,增强运行灵活性,提升负荷响应性能,提高发电效率和智能化水平,建设新型智能电厂成为必然选择。此外,通过智能电厂建设的推动,并采用“流创新”方法,可催生出电力的新模式和新业态,进而大大加快我国绿色低碳、安全高效现代能源体系的构建。

在IEC(国际电工委员会)术语标准中,将“smart grid”(智能电网)定义为:“electric

power system that utilizes information exchange and control technologies, distributed computing and associated sensors and actuators, for purposes such as: - to integrate the behaviour and actions of the network users and other stakeholders, -to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies”(利用信息交换和控制技术、分布式计算和相关的传感器和执行器的电力系统,用以实现以下目的一整合电网用户和其他利益相关者的行为和行动;一有效地提供可持续、经济和安全的电力供应)。

综合以上分析,可将“智能电厂”定义为:面向电厂全生命周期,利用新一代信息技术、人工智能技术、检测和控制技术、工程技术、管理技术等先进技术,以发电系统为载体,在其关键环节或过程,形成具有一定自主性的感知、学习、分析、决策、通信与协调控制能力,能动态地适应发电环境的变化,并与智能电网高度协调,从而实现全局(包括发电产出、可利用率、效率、可靠性、可维修性、灵活性、损耗等)或局部优化目标,实现安全、可靠、绿色、经济、灵活的电力可持续供给。

全面系统的智能,应具有对外部世界的感知能力、记忆和思维能力、学习和自适应能力、行为决策能力、执行控制能力等基本特点。通常从技术角度,可将智能分为以下三个层级:

①计算智能:快速计算和记忆存储能力(如工业中所应用的工控机);

②感知智能:视觉、听觉、触觉等感知能力(如应用计算机视觉技术的机器人);

③认知智能:能理解、会思考、推理和决策等(如Google公司的AlphaGo和Master)。

当前在商业化方面,AI在语音和图像识别等感知层面已达到很高水平,但相对而言其在认知、因果关系等分析预测上突破不大。与之类似,现役电厂也是在计算、感知智能层级方面进

步不小，但距离认知层级的要求还有一定差距。

3 智能电厂架构

3.1 工业4.0参考架构

在2013年4月举办的德国汉诺威工业博览会上，德国政府正式推出了国家级高科技战略项目“工业4.0”，旨在推动传统工业领域的计算机化，使之向智能生产、数字工厂、智能工厂转型。

工业4.0参考架构模型（见图1）参照“批控制”（IEC 61512）、“企业控制系统集成”（IEC 62264）、“工业过程测量、控制和自动化系统和产品的生命周期管理”（IEC 62890）等系列国际标准。其中，生命周期&价值流由类型（包括开发、维护/应用）和实例（包括生产、维护/应用）两大类组成；层级纵向自下而上分为资产（Asset）、集成（Integration）、通信（Communication）、信息（Information）、功能（Functional）、业务（Business）等六层。等级横向从左到右分为产品（Product）、现场设备（Field Device）、控制设备（Control Device）、站（Station）、工作中心（Work Centers）、企业（Enterprise）、互联世界（Connected World）等七个等级^[1]。

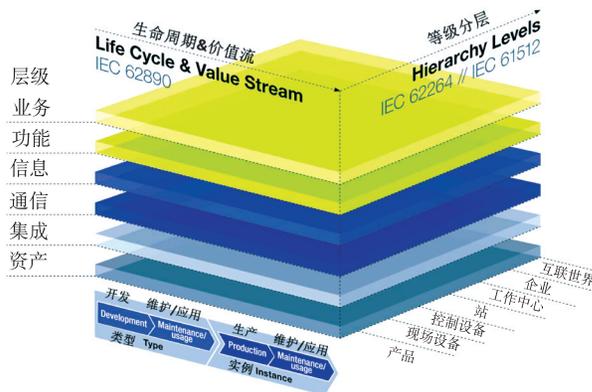


图1 工业4.0参考架构模型

3.2 工业互联网参考架构

美国工业互联网联盟（IIC）由AT&T、思科、通用电气、IBM和Intel五家公司于2014年3月成立，现已有二百多家成员。旨在打造机器、计算机和人之间的互联网，进而通过采用先进的数据分析工具，实现智能工业应用，从而改变原先的工业运营模式。

IIC参考架构模型（见图2）主要是基于软件和互联网等核心技术，其纵向自下而上分为物理系统（physical systems）、传感器和执行器（sensors & actuators）、边缘聚合/分析和控制（edge aggregation, analytic & control）、设备管理（device management）、数据服务（data service）、分析服务（analytic service）、应用和集成（application & integration）、业务系统（business systems）共八层，横向分为软件定义的基础结构（software defined infrastructure）、互联（connectivity）、可管理性（manageability）、可信和安全（trust & security）、互操作性（interoperability）五个层次^[2]。

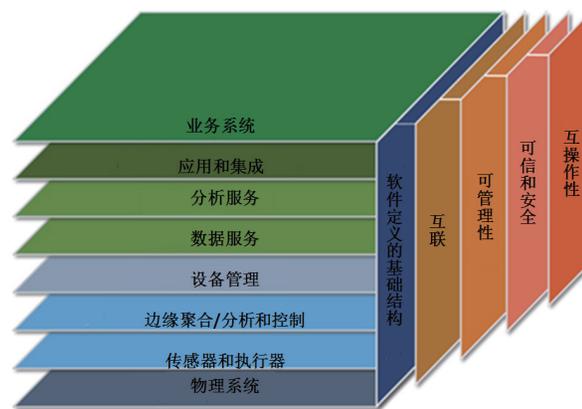


图2 IIC参考架构模型

3.3 智能电厂参考架构

为了应对国际竞争，提高国家制造业创新能力，推进工业化和信息化深度融合，进一步增强

绿色、可持续发展能力，国务院于2015年5月推出了《中国制造2025》的战略部署。在《中国制造2025》中明确指出：以促进创新为主题，以提质增效为中心，以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向。为此，工信部和国标委也提出了包括层级、功能、生命周期三个维度的智能制造系统架构^[3]。

借鉴工业4.0和IIC参考架构，参考我国智能制造系统架构维度，笔者提出了智能电厂参考架构，如图3所示。

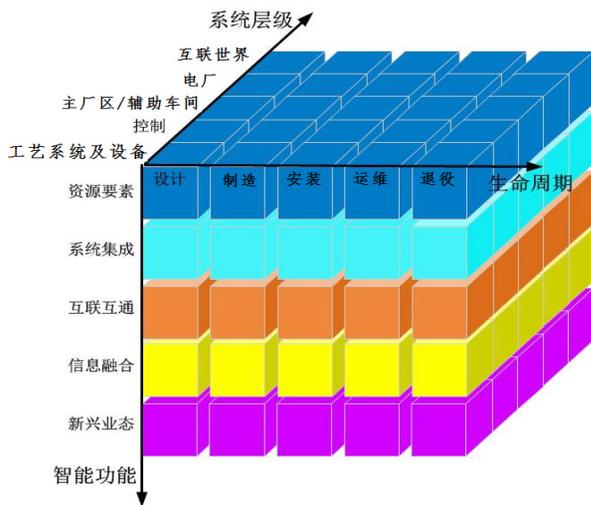


图3 智能电厂参考架构

智能电厂参考架构由生命周期、系统层级和智能功能三个维度构成。各个维度描述如下：

1) 生命周期维度

生命周期是由设计（包括产品设计和工程设计）、制造、安装、运维、退役等一系列相互联系的价值创造活动组成的链式集合。应确保各个活动阶段所产生数据的无缝移交、管理和利用。

2) 系统层级维度

系统层级自下而上分为工艺系统及设备层、控制层、主厂区/辅助车间层、电厂层和互联世界层等五层。各层描述如下：

- 工艺系统及设备层级：包括机械装置或设备（包括锅炉等热力机械在内）、电气装置或设备、工艺流程、管道、仪器仪表、条码或二维

码、射频识别等，是电厂（包括各车间）进行生产活动的物质技术基础。

- 控制层级：包括可编程逻辑控制器（PLC）、分散控制系统（DCS）等电厂计算机控制系统或控制装置。

- 主厂区/辅助车间层级：实现面向电厂机组及辅助车间（或系统）的生产管理，包括厂级或车间级高级优化控制等。

- 电厂层级：实现面向电厂层面的经营管理，包括企业资源计划系统（ERP）、产品生命周期管理（PLM）、供应链管理系统（SCM）和客户关系管理系统（CRM）等。

- 互联世界层级：由发电产业链上不同企业通过互联网络共享信息，实现协同工程、智能发电、精准物流和智能服务等。

3) 智能功能维度

智能功能包括资源要素、系统集成、互联互通、信息融合和新兴业态等五层。各层描述如下：

- 资源要素层：包括设计施工图纸、工艺文件、材料、设备、工艺系统等物理实体，也包括电力、压缩空气等能源，还可包括物理实体的计算机模型等。此外，人员也可视为资源的一个组成部分。

- 系统集成层：是指通过条码、二维码、射频识别、软件等信息技术集成材料、能源、设备等各种电厂资源。由小到大实现从智能设备到智能处理单元、数字化车间、智能车间和主厂房，以及智能电厂的集成。

- 互联互通层：是指通过有线、无线等通信技术，实现发电设备及关联设备之间、设备与控制系统之间、人员之间、上下游企业之间的互联互通，从而构成设备（包括材料）、计算机和人员之间的互联互通。

- 信息融合层：是指在系统集成和通信的基础上，利用电力云计算、电力大数据分析预测等新

一代信息技术，在保障信息安全的前提下，实现电力信息协同共享，模式识别和预测性管控等。

• 新兴业态层：包括电厂远程运维、远程预测性分析和诊断、工业云服务等服务型生产模式。

4 智能电厂功能

智能是个体对客观事物进行合理分析和判断，并灵活自适应地对变化的环境进行响应的一种能力。机器智能包括环境感知、逻辑推理、策略规划、行动和学习（进化）五种能力或功能。这是判定一个对象或系统是否具有智能的主要根据。推而广之，对于真正意义上的“智能电厂”而言，应具备下列功能特征：

①环境感知能力：建立环境（包括过程、对

象）基本模型，并能够感知到环境（包括工况）的变化。

②逻辑推理能力：对感知到的环境变化进行逻辑推理和判断，识别或提前预测出对系统或过程运行的影响，以决定是否采取行动。

③策略规划能力：在逻辑推理得出需采取行动时，负责确定最佳的行动策略。

④行动能力：按照策略规划功能给出的决策，执行系统进行行动操作。

⑤学习（进化）能力：每次执行行动完成后，对执行的结果进行评估、训练；通过学习和知识积累，系统得以进化，功能和性能得以提升。

在此基础上，依据智能电厂参考体系构架，形成智能电厂总体功能框架，如图4所示。

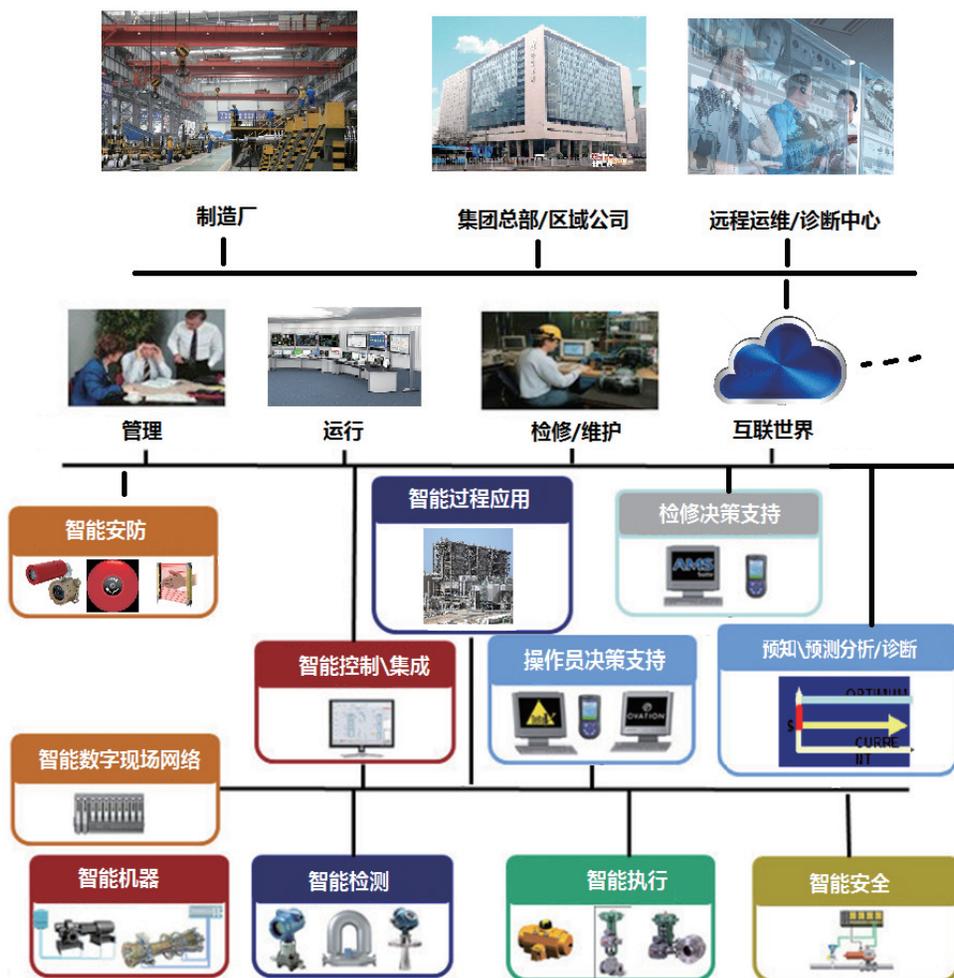


图4 智能电厂总体功能框架示意图

从图4可知，智能电厂至少包括以下功能内涵：

①仪表的智能化：智能传感器、智能执行器等；

②设备的智能化：嵌入式系统，机器人、智能机器等；

③生产过程的智能化：优化调度、智能控制、精益生产等；

④检修维护的智能化：预见性、预测性故障诊断、专家系统、CMMS（计算机检修管理系统）、智能资产管理等；

⑤经营决策的智能化：业务单元操作的智能化（知识应用）、业务决策的智能化（工业大数据、云计算）、业务协同的智能化（流程管理）等；

⑥企业间协作的智能化：集团内、上下游间，协同供应链和物流管理等；

⑦电力系统的智能化：发、输、变、配、用间的IOS（服务互联网）、能源互联网，形成智能服务世界等。

总之，智能电厂的核心在于人—过程—技术三者有机结合，即智能技术、工具和系统与知识型人才耦合的企业级应用，并与电厂的业务和生

产使命完全吻合，来进行规划、设计、建造、营运、保持和管理电厂设施。例如，充分利用工业数据挖掘分析预测、智能控制等技术，不仅可降低损耗，实现预见性管控，在故障或事故发生前，即提前采取措施，防止电厂故障或事故的发生，而且也可使电厂的整体性能最优化。通过预见性、预测性的电厂优化和管控，可实现电厂零事故、零故障、最小化环境影响（如能源用量、用水量、排放量）的目标。

5 智能电厂的实施

智能电厂的构建是一项复杂的系统工程，需要长期科学、严谨、细致、扎实的工作。而智能电厂建设成功的关键要素有四个方面：第一是企业文化（包括对新生事物的接受性、适应能力等）；第二是战略规划布局（需求导向）；第三是项目组织和管理；第四是技术。企业如果没有开放、包容、敢于创新的心态和能力，是难以胜任这项开天辟地的智能电厂建设革命的。

对于众多已投运电厂的智能电厂升级改造实施方案编制，可遵循图5所示流程。即应在对电厂现状、绩效分析评估的基础上，依据智能电厂建设目标、KPI（关键性能指标）、未来可扩展性，

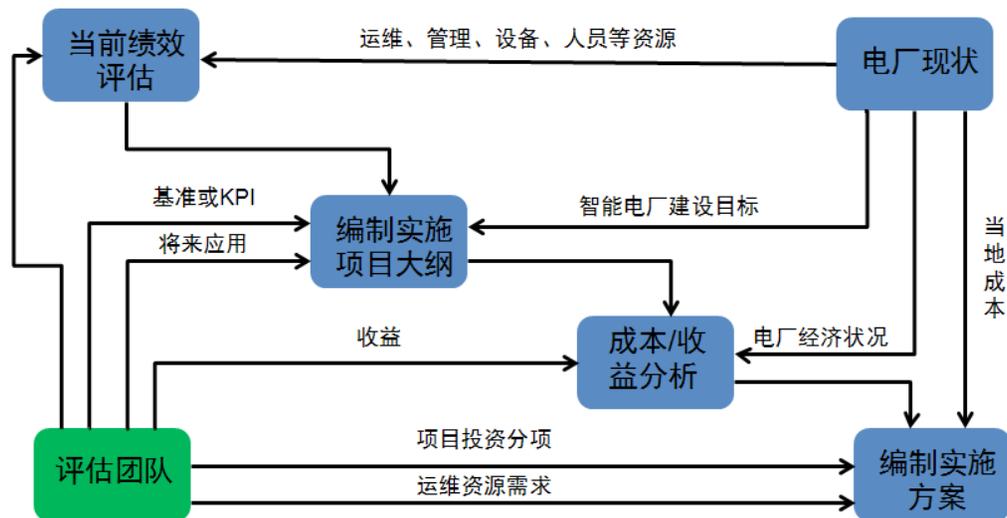


图5 智能电厂实施方案编制流程

编制智能电厂实施项目大纲,进而综合成本、效益、资源需求等因素,形成最终的智能电厂实施方案。

此外,智能电厂实施方面还应注意以下几点:

① 标准或导则、架构:标准或导则用以规范或引导智能电厂的实施,而架构则是智能电厂的骨架或主干;

② 规划、制造、设计、建设、运维:这些是智能电厂生命周期中重要的五个阶段,环环相扣,其中任一阶段出现问题,都会对智能电厂的实施带来不利影响;

③ 机器安全、功能安全、信息安全:机器安全是基础;功能安全和信息安全相互交叉融合,构成增强的安全防线;

④ 人、资源、过程的全方位交互与集成(互操作性):这是智能电厂建设成败的关键点。若不能做到三者的互联互通,进而实现互操作性,则会使智能电厂的效能大打折扣;

⑤ 数据移交:这是保证数据价值链充分发挥作用的关键;

⑥ 数据分析:是提升性能,优化控制和管理,实现预测性、预知性运维的基础;

⑦ 学习、培训、持续改进等。

6 结语

智能电厂的建设是一项复杂的系统工程,至少包含标准和参考架构的建立、工作组织和管理、设计(包括建模、工程设计等)和建设、基础设施(如网络或信息系统的横向、纵向、端到端集成等)搭建、信息安全、规章建立、应用培训等多个方面,因此我国应借鉴德国政府的“工业4.0”战略项目,合理规划布局,扶持或建立相应的智能工厂(电厂)研究组织,并确定相应的示范工程项目,以促进我国工厂(包括发电装备制造厂、发电厂、仪器仪表厂等)的数字化、智能化,提高我国工业的竞争力,使我国在新一轮工业革命中占领先机。

参考文献

- [1] VDI/VDE/ZVEI. GMA status report: Reference architecture model Industry 4.0 (RAMI 4.0) [R], 2015.
- [2] IIC Working TWG and SWG. Industrial Internet Reference Architecture [R], 2015.
- [3] 工业和信息化部、国家标准化管理委员会. 国家智能制造标准体系建设指南(2015年版) [R], 2015.
- [4] 张晋宾,周四维. 新一轮工业革命下自动化技术发展探讨[J]. 自动化博览, 2016, 33(z1): 269-277.

Study on Smart Power Plant Framework

ZHANG Jin-bin¹, ZHOU Si-wei²

1. China Power Engineering Consulting Group Co., Ltd.,

2. Southwest Electric Power Design Institute of CPECC

Abstract: The paper analyses the main differences and similarities between "smart" and "intelligent", points out intelligent level, and defines the term of smart power plant. It gives reference architecture of smart power plant after analyzing Industry 4.0 and Industrial Internet Architecture, and analyses features and aspects of smart power plant. Key element and method for implementation of smart power plant are also introduced.

Key words: smart power plant; smart power plant system; reference architecture; function; key element

智慧电厂与智能发电技术方向探讨

尹 峰

国网浙江省电力公司电力科学研究院

摘要：以数字化和自动化为基础的信息化与智能化技术发展为智慧电厂的建设创造了条件，文章介绍了智慧电厂的典型技术研究方向，列举了智能控制优化、网源协调灵活发电控制、智能巡检、远程诊断以及工控信息安全等技术的典型应用。

1 引言

智慧电厂的本质是信息化与智能化技术在发电领域的高度发展与深度融合，体现在大数据、物联网、可视化、先进测量与智能控制等技术的系统化应用，主要特征是泛在感知、自适应、智能融合与互动化。在智能制造与智慧能源的发展框架下，智慧电厂与智能发电技术得到了快速的发展，并成为能源互联网技术发展的重要组成部分。智慧电厂也称为智能电厂或智能电站，其技术核心是信息融合与智能发电技术，目前在水电^[1]、燃气轮机电厂及新能源电站^[2]均有不同程度的研究与应用，智能核电概念也已提出^[3]，但范围最广、复杂程度最高的常规燃煤火电厂的智能化发展才是智慧电厂研究与应用的最重要领域，本文主要就常规火力发电厂的智能化技术展开讨论。

智能发电是智能制造的一部分，而智能制造则是我国国家发展战略《中国制造2025》的主攻方向。智能制造的本质就是机器人，通过人与智能化的检测、控制与执行系统实现对人类专家的替代，体现在生产制造过程的柔性化、智能化和高度协同化，将数据挖掘、遗传算法、神经网络和预测控制等先进的计算机智能方法应用于工

程设计、生产调度、过程监控、故障诊断、运营管控等，实现生产过程与管理决策的智能化^[4]。

2 智慧电厂的典型研究方向

随着电力转型发展与市场化改革的需要，清洁、高效、安全、电网友好型的智能发电技术是现阶段的重点研究方向，伴随先进检测与控制、人工智能以及数据利用与信息可视化技术的快速发展，在以下的一些技术领域将首先获得应用性成果，推进火电厂的智能化进程。图1是智慧电厂部分核心功能的简化拓朴结构示意图。

2.1 三维空间定位与可视化智能巡检

随着计算机运算能力与软件应用水平的提高，大范围的三维空间设计建模成为可能。通过三维空间定位，实现设备、管道、仪表取样点及隐蔽工程信息可视化。图2为DCS监控系统与设备空间布局对应关联的意向图，可体验逻辑操作场景与实际物理场景信息互动的感受，将传统运行人员的操作界面在物理维度上延展，共享智能巡检系统的现场信息。

基于WIFI或RFID无线自组网技术的三维定位结合巡检人员智能终端，借助图像识别与无线通

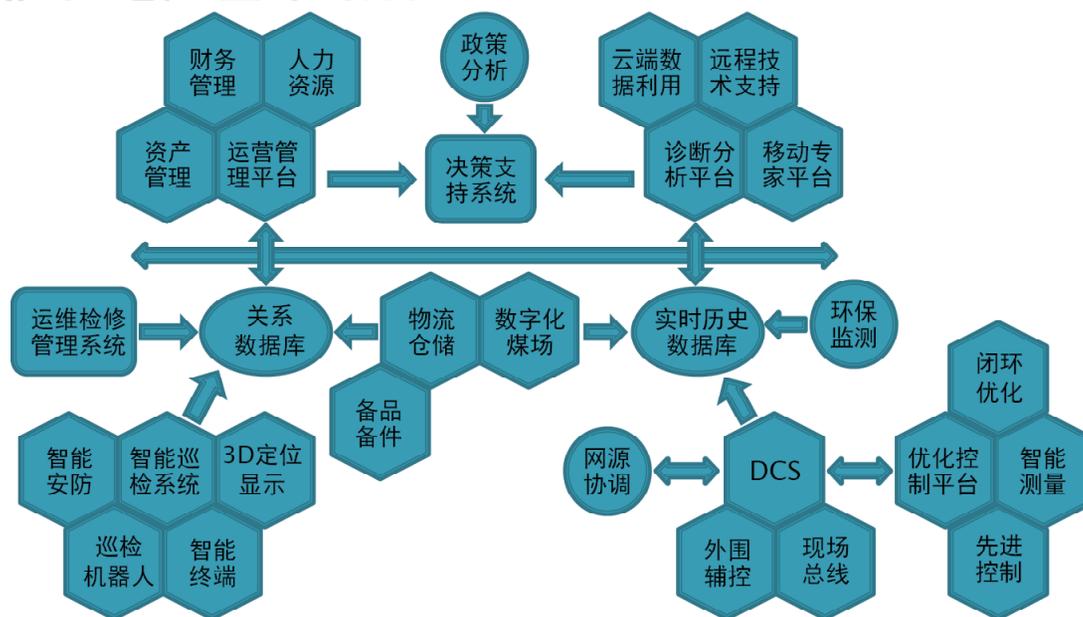


图1 智慧电厂简化拓扑结构示意图

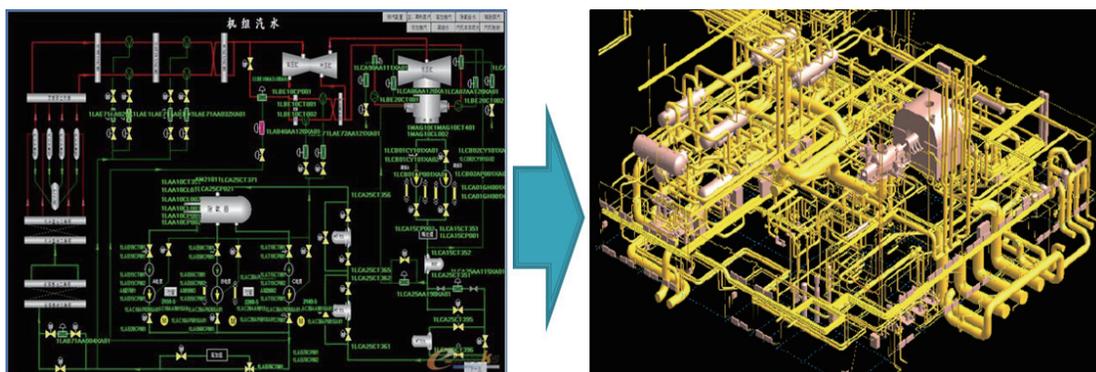


图2 DCS监控画面与巡检定位系统关联意向图

讯技术，实时关联缺陷管理数据库，可实现现场设备的智能巡检与自动缺陷管理。借助设备与人员定位，还可同时实现智能安防与区域拒止等智能管理功能。在技术成熟时，借助各类型机器人的应用，可实现无人化的智能巡检方式。其中涉及的关键性技术还包括设备参数自动识别、信息可视化记录存取、异常数据实时归档、巡检人员实时定位、现场风险预警、数据加密传输等。

2.2 炉内智能检测与燃烧优化控制

近年来，基于光学图像、光谱、激光、放射、电磁以及声学、化学的各种先进检测机理的

炉内测量技术实用化研究进展较快，在炉内煤粉分配、煤种辨识、参数分布、排放分析等方面为多目标全局闭环优化控制创造了条件。同时随着计算机技术的快速发展，先进智能控制技术也逐步进入实用化阶段，伴随各类灵活可靠的优化控制平台载体的推广应用，电站控制参数的智能优化技术得到了快速的发展，并推动了DCS系统的功能改进与能力提升。

通过系统性整合基于先进机理的检测技术、智能控制算法、软测量及智能寻优技术，实现燃煤锅炉炉内温度、氧量、一氧化碳浓度等燃烧参数空间分布的实时测量与自动调整、燃烧器煤种

在线识别、风煤参数与布局自动配置、锅炉效率在线软测量、效率环保指标综合寻优、最优目标预测控制等技术手段，最终达到安全环保约束条件下锅炉燃烧效率的实时闭环最优控制。

2.3 数字化煤场与燃料信息智能互动

煤是燃煤电站的主要成本输入，煤场物理空间广，采制与管理的工作量大，同时用煤种类繁多，变化频繁，配煤掺烧与适应性调整操作繁琐。利用图像识别与信息可视化技术可实现数字化煤场三维空间与时间动态的4D信息管理，智能优化煤场空间布局与运行计划。采用数据利用技术实现锅炉和煤场的智能信息互动与自动燃料配置，与燃烧优化控制系统实时关联，实现煤种的智能混烧。

2.4 信息挖掘与远程专家诊断预警

电厂机组故障分析与操作记录文档是宝贵的信息资源，利用结构化存储与检索调用技术可以形成可用资源，结合语义识别等数据利用技术，关联机组运行的实时、历史数据，实现故障诊断与实时预警。同时利用远程专家AR（增强现实）互动平台系统，引入云平台数据挖掘资源，可便捷实现跨地域的专家共享与数据共享。在厂内知识信息管理、技术监督远程数据平台、专家网络移动式互动共享平台等技术载体支撑下，利用数据挖掘与风险预测、实时风险预警设置、全局风险预警设置等技术手段，实现区域或集团层面的设备状态智能管控系统。

2.5 网源协调结合与电力市场辅助决策

智能发电衔接智能电网体系，实现网源协调互动与策略最优。电力市场实施后，机组调频调峰功能都与电厂效益相关，通过功能优化与效益寻优，使机组在竞价上网的决策中实现利益最大化。

系统整合调频调峰能力预测、调频调峰策略

配置、节能调度、竞价上网效益寻优与APS快速启停等灵活发电技术，实现机组AGC深度调峰全程智能控制、深度低频负荷快速提升、兼顾机组经济性的混合调频技术、AGC指令节能分配、辅助服务与电量效益寻优等技术目标。

2.6 沉浸式仿真培训与AR辅助检修维护

在虚拟现实（VR）技术发展逐渐成熟的前提下，可以逐步开展虚拟现实与增强现实在培训与作业中的应用研究，提升专业人员的培训感受，提高设备检修维护工作效率与操作规范性。设备虚拟拆解培训与检修操作可视化辅助技术在计算机运算能力足够支撑设备细节与流畅互动的情况下，对改善培训与检修质量所带来的效益是非常值得期待的。

3 智能发电技术的典型应用

3.1 基于高效节能目标的智能燃烧优化控制技术

利用高效节能控制策略与智能优化技术实现机组的经济运行是智慧电厂建设的首要目标。近年来，随着国家节能减排政策力度的持续加大，国内新建燃煤机组采用工艺改进的方法提升机组发电效率的努力已接近极限，相关的节能潜力已基本用尽，而随着风电、光伏等新能源发电容量的实质性增长，大量的调峰需求均需由煤电机组来承担，特别是在东部沿海经济发达地区，特高压区外来电占比很大，燃煤机组年平均利用小时数已从接近6000小时下降到了4000小时左右，大量机组处于非额定设计工况低负荷运行，难以保持最优的经济运行状态^[5]。而基于高效节能目标的智能燃烧优化控制技术正可发挥其优势，利用先进的检测技术与智能算法，在投资增加不多的前提下达到提升运行经济性的目标。

目前较为典型的基于煤种辨识的燃烧优化方案可通过以下技术路线实现（如图3所示）：

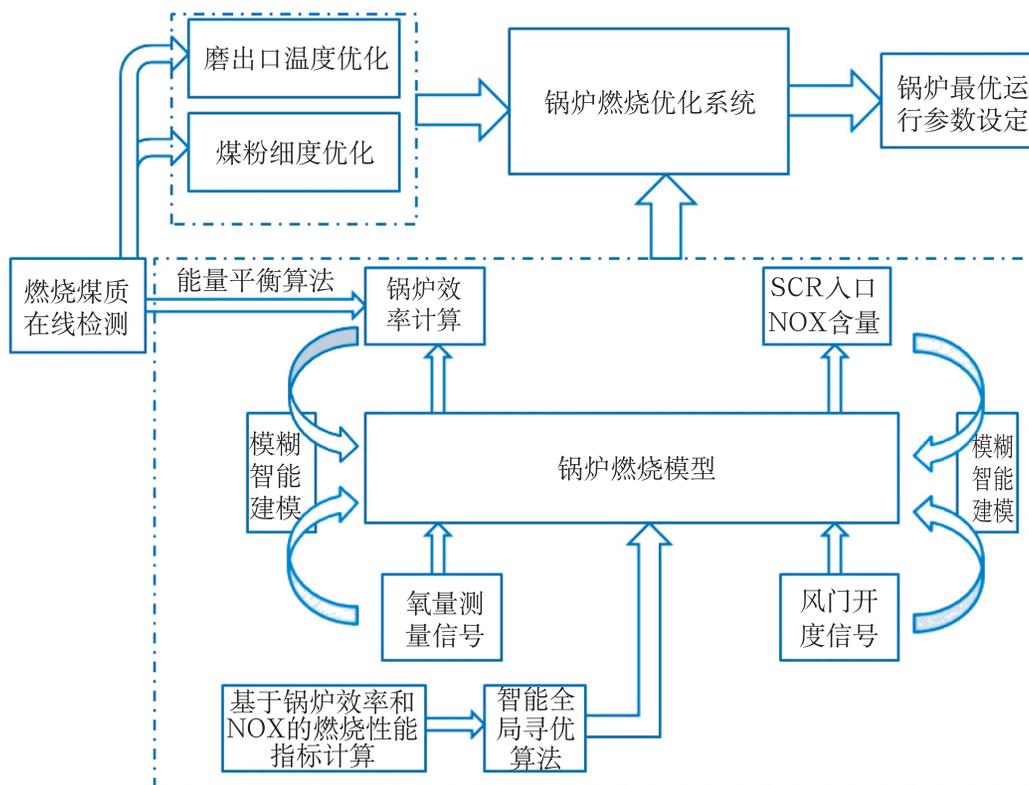


图3 多目标智能燃烧优化控制方案原理图

(1) 通过煤质在线检测获得当前燃烧煤种的情况，根据煤种情况结合锅炉参数，采用软测量技术在线计算锅炉效率。

(2) 以氧量、各类风门开度以及煤量分配等参数为输入，锅炉效率和SCR入口NO_x含量等参数为输出，利用锅炉燃烧简化数学模型，通过模糊算法进行智能建模，获取机组的燃烧优化模型。

(3) 采用免疫遗传、非线性规划等算法对优化模型进行智能寻优，获取最优的参数从而对机组进行燃烧闭环优化，不断提高锅炉效率。

(4) 通过煤质在线检测获得各层燃烧器实时燃烧煤种，动态切换磨煤机煤粉细度和出口温度等重要参数，针对不同煤种调整设备状态，实现最经济运行。

3.2 基于深度调频与深度调峰的网源协调灵活性发电技术

网源的协同特性决定了电网的安全可靠必须

以电源的稳定可控为基础，智慧电厂在利用智能化技术提升机组运行经济性的同时，也为发电供给侧加强电网友好型发电技术的研究提供了平台，通过网源协调与灵活性发电技术的研究与应用，提高发电供给侧响应电网调度的能力和灵活性。

在电网负荷与频率控制环节，发电机组的AGC与一次调频控制是电源为电网提供的主要辅助服务功能。针对各种类型与容量的发电机组，研究与改善AGC调节性能与一次调频动作能力，是智慧电厂顺应市场化服务的重要需求，通过面向锅炉、汽机以及辅助系统的各种蓄能利用与平衡技术，提高机组负荷响应能力，实现快速可控的负荷与频率控制策略。同时采用机组群协同控制技术，使电源控制性能与电网控制目标合理匹配，集团或区域电厂综合效益达到全局最优。

在频率控制方面，发电机组的深度调频与负荷快速控制技术可有效提高区域电网运行的容错性能与自愈能力。目前较为成熟的负荷快速控制

技术只有RUNBACK技术，在电源重要辅机故障时保障机组运行安全，减少负荷损失。在电源点出线发生故障时，FCB功能可以快速切除机组负载，保持机组带厂用电运行，为迅速并网恢复线路运行提供保障，但该技术受机组设备能力与运行方式限制，仅有少量应用。另一项利用机组快速减负荷功能提高电网故障运行方式下局部线路输送限额的技术目前已有应用案例^[6]，通过设计验证机组在规定时间内快速减负荷的能力，使机组在线路故障时的出力上限得到拓展。在大容量输电线路故障闭锁或大容量电源点故障跳闸的情况下，如何利用现有机组调节余量，快速升负荷支援电网的控制技术正在开展相关研究，这项技术的实现将最终为负荷快速控制技术带来对称的调节能力。

随着运行机组负荷率不断下降，电网越来越需要机组具备深度灵活调峰的能力。如果机组能深度调峰至30%额定负荷甚至更低时，对机组而言可以减少机组的调停次数，对电网而言则能增加电网的备用容量，提升电网的安全性。但该方式对机组辅机的正常运行是一个严重的考验。尤其针对超临界机组而言，除常规亚临界机组面临的低负荷稳定燃烧、环保装置低负荷投用等问题外，还带来了诸如低负荷干态运行区间延伸、湿态协调运行方式等一系列的问题。因此通过采用双向解耦与多变量智能控制策略，解决深度调峰过程中机组干态转换时机与过程控制问题，可实现火电机组的深度调峰运行及控制过程优化。同时通过磨组智能启停控制技术实现火电机组AGC无断点智能连续运行，可提高机组AGC深度调峰的工况适应性与智能化水平，降低机组运行操作风险，改善机组AGC运行可靠性与灵活性。

3.3 基于智能终端与机器人应用的智能巡检系统

电厂智能巡检系统整合图像识别、非接触检测、多传感器融合、导航定位、模式识别、机器

人应用等技术，实现对电厂设备的自主检测。智能巡检系统结构如图4所示，主要由以下三部分组成：数据库服务器、图像识别及各种应用服务管理系统和移动智能终端。

智能巡检需要巡检设备在移动中处理数据和交互信息，因此稳定的无线网络也是必要的硬件基础。系统可采用多种形式移动智能终端，包括手持工业巡检仪、智能采集终端、智能巡检机器人等。智能巡检机器人可用于全厂范围开阔平坦地带重要设备状态巡检，对于智能巡检机器人不方便进入的狭窄空间，可由巡检人员佩戴智能采集终端进入巡检。

通过关联实时数据与历史趋势可提高智能巡检的预知性与互动性，巡检人员收集的现场设备运行状态和运行数据可为设备状态检修与在线评估提供有效数据支持，及时安排相应的检修、维护和保养，并通过数据的积累和挖掘为设备更新、选型作辅助决策。

为确保数据的安全性，系统需要具有自动备份数据功能，备份用户注册信息、设备台帐信息、历史缺陷数据等。通过与电厂生产管理系统的各种接口，实现与实时历史数据库、缺陷管理系统、台帐管理系统等的互联互通。

3.4 数据信息挖掘与远程专家诊断技术

目前发电设备常规的监测手段均采用绝对值报警，当运行参数超过设定值时产生报警提示，因此发电设备状态检修仍基本上停留于事后处理，这种单一的监测手段难以及时发现设备的早期征兆并对其发展趋势进行跟踪，大大增加了设备故障最终导致被迫停机的概率。通过智能诊断技术为机组运行提供预警信息，变被动检修为主动检修，变非计划停机为计划停机，避免设备问题或故障影响扩大，则能在节约生产成本，提高发电企业的市场竞争力上发挥很大的潜能。

通过构建集团级发电设备远程在线实时综合数据处理平台、建立集中式的设备诊断和故障预

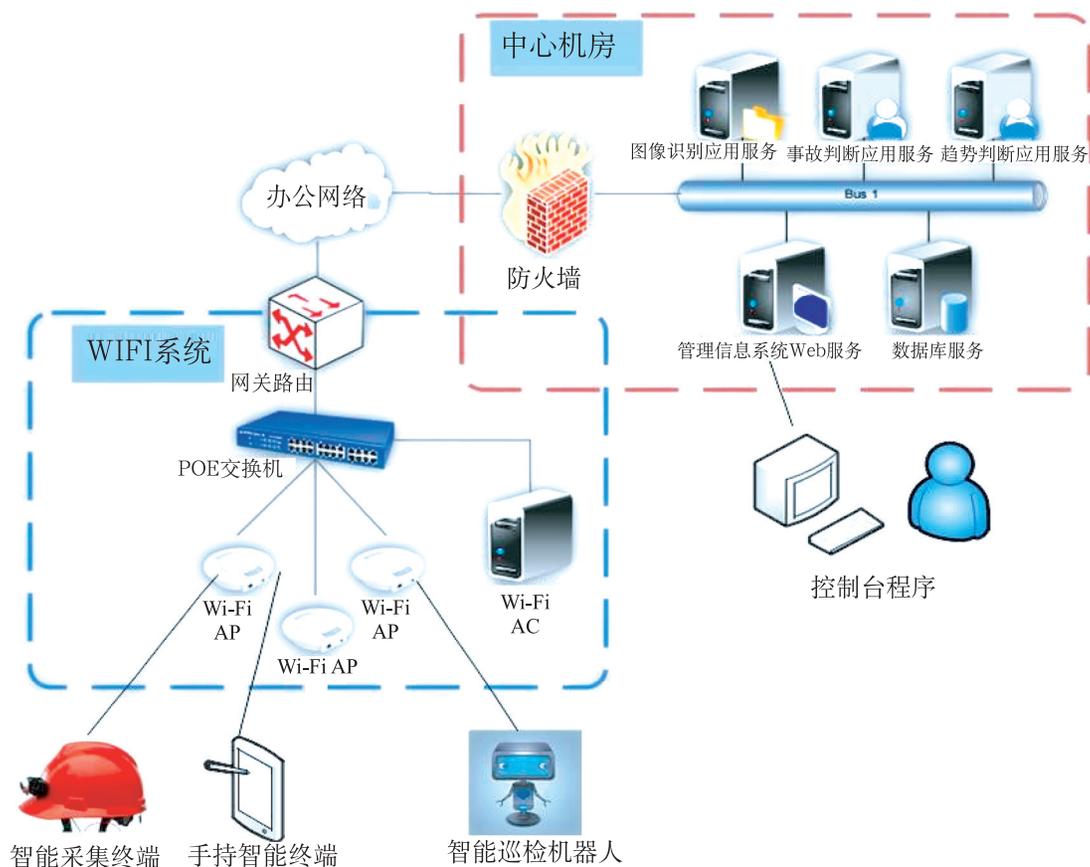


图4 智能巡检系统原理结构示意图

警中心，可实现电厂设备的数据积累、信息挖掘与远程诊断技术应用。采用基于相似性原理（SBM）的建模技术，实时分析运行测点数据的内在逻辑和相关性，建立与实际设备或部件相似的数学模型矩阵和每个测点信号的期望值。采集的设备实时运行数据与期望值实时比较，之间异度（差值）超出阈值范围时开始记录和辨识，对其动态变化过程在线展示，当达到显著异常时发出预警，并及时提醒维护人员进行设备维护。

通过建立远程诊断系统和专业分析队伍对数据的深度挖掘分析，让集团决策层及相关职能部门能够借助实时信息平台，及时掌控各发电厂机组设备的健康状况，及时识别潜在的系统风险，为指挥日常生产活动和设备故障处理提供辅助决策支持。同时，系统形成的检测诊断分析数据库可实现数据共享学习与故障模型辨识，为发电机组设备问题提供预警信息，提出预防性检修建议，减

少设备异常扩大导致故障的风险，优化设备健康状况，可有效降低整个集团公司的生产成本。

3.5 智慧电厂的工控系统信息安全技术

工业控制系统的信息安全是保证设备和系统中信息的保密性、完整性、可用性，以及真实性、可核查性、不可否认性和可靠性等。工控信息安全技术的主要目的是保障智慧电厂控制与管理系统的运行安全，防范黑客及恶意代码等对电厂控制与管理系统的恶意破坏和攻击，以及实现非授权人员和系统无法访问或修改电厂控制与管理系统的功能和数据，防止电厂控制与管理系统的瘫痪和失控，以及由此导致的发电厂系统事故或电力安全事故。

智慧电厂的工控信息系统安全规划主动适应“互联网+”、工业互联网、新电改等新形势业务发展以及新一代信息化应用需求，基于“可管、

可控、可知、可信”的总体防护策略，全面提升信息安全监管预警、边界防护、系统保障和数据保护能力。

“可管”是指健全智能电厂信息安全管理机制，加强组织领导，建立健全安全防护管理制度，推进网络安全人才培养体系建设，强化内部安全专业队伍建设，常态化开展风险评估和内控达标治理工作。

“可控”是指加强网络边界安全防控，实施“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的防护原则，分区部署、运行和管理各类电力系统，同时按照等保要求区分系统安全域，各安全域的网络设备按该域所确定的安全域的保护要求，采用访问控制、安全加固、监控审计、身份鉴别、资源控制等措施加强边界安全。

“可知”是指基于大数据的信息安全事件深度分析、安全态势感知、智能预警等信息安全监控预警技术，实现对资产感知、脆弱性感知、安全事件感知、异常行为感知的能力，构建全方位安全态势感知体系。

“可信”是指按照国家信息安全等级保护和电力行业的安全要求，针对电厂计算资源（软硬件）构建保护环境，加强智能电厂主机、终端、应用和数据的安全防护，采用相应的身份认证、访问控制等手段阻止未授权访问，采用主机防火墙、数据库审计、可信服务等技术确保计算环境的安全。

4 结语

智慧电厂与智能发电技术是系统性渐进发展的技术，对于新建机组，在建设期就要提前规划同步实施，积累过程数据建立静态模型，并通过数字化移交将模型数据完整转入实际商业运行维护，并在实际运行中完善运维动态模型，静态智能化模型数据和电厂运行产生的动态信息相结合，形成电厂运维所需的动态智能化模型，使发电厂生产过程处于安全经济环保最佳运行状态，与电网用户智能互动，使电能产品安全快速满足用户要求。智能化技术的发展将不断改变发电厂的传统面貌，其作为智能电网的有机组成部分，将为社会的持续发展提供坚实的动力。

参考文献

- [1] 张家治. 葛洲坝电站智能化建设的研究和实践[J]. 水电站机电技术, 2015,(7):1-13.
- [2] 张天文, 沈道军, 周承军, 陆川. 能源互联网之智能光伏电站建设与运维探讨[J]. 科技展望, 2016,(32):4-6.
- [3] 我国首次启动智能核电工程2017年起全面应用[J]. 电力勘测设计, 2014,(6):44.
- [4] 林汉川, 汤临佳. 新一轮产业革命的全局战略分析[J]. 学术前沿, 2015,(6):62-75.
- [5] 尹峰. 基于火焰光谱检测的炉内煤种辨识与锅炉优化控制技术研究[D]. 浙江大学, 2016.
- [6] 赵洪宇, 尹峰, 顾正皓, 杨震力. 电网线路过载减速减机组出力控制[J]. 中国电力, 2011,44(10):64-68.

Discussion on Smart Power Plants and Smart Power Generation Technology

Feng Yin

State Grid Zhejiang Electric Power Corporation Electric Power Research Institute

Abstract: The development of information and intelligent technology based on digitalization and automation has created conditions for the construction of smart power plants. The paper introduces the typical technical research direction of smart power plant, lists the typical applications of intelligent control optimization, grid and power source coordination, flexible generation control, intelligent inspection, remote diagnosis, and industrial information security.

基于大数据分析的性能评估与 状态诊断技术

陈世和

华润电力技术研究院有限公司

摘要: 大数据分析技术的发展为智能电厂建设过程中的机组性能评估与设备状态诊断提供了新的技术手段。本文讨论了发电行业数据分析应用的现状与问题,结合近年来快速发展的机器学习算法,阐述了华润电力大数据中心建设过程中使用大数据分析技术进行发电机组性能评估与设备状态诊断、预警中的应用,并介绍了集中监测与专家分析系统的框架与功能,实现大数据技术在智能电厂应用的示范作用。

关键词: 大数据分析,性能评估,状态诊断,智能电厂,大数据中心

1 引言

近几年,大数据迅速发展成为科技界和企业界甚至世界各国政府关注的热点。*Nature*和*Science*等相继出版专刊专门探讨大数据带来的机遇和挑战。著名管理咨询公司麦肯锡称:“数据已经渗透到当今每一个行业和业务职能领域,成为重要的生产因素。人们对于大数据的挖掘和运用,预示着新一波生产力增长和消费盈余浪潮的到来”^[1]。

工业4.0的概念由德国在2011年的汉诺威工业博览会上提出,并在2013年发布了“工业4.0实施建议”,美国在2010年提出了《美国制造业促进法案》并在2013年发布了《先进制造业国家战略计划》研究报告,提出了运用数字制造和人工智能等未来科技重构美国的制造业^[2]。中国政府在2015年正式提出了《中国制造2025》和“互联

网+”的概念,为中国制造业升级和数字化转型提供了政策支持。国务院印发《中国制造2025》提出了“通过‘三步走’实现制造强国的战略目标”,并将“推进信息化与工业化深度融合”纳入战略任务重点,电力装备是十大重点发展领域之一^[3]。围绕制造业与互联网融合关键环节,积极培育新模式新业态,强化信息技术产业支撑,完善信息安全保障,夯实融合发展基础,营造融合发展新生态,充分释放“互联网+”的力量,发展新经济,加快推动“中国制造”提质增效升级。

针对电力行业,国务院印发《国务院关于积极推进互联网+行动的指导意见》中,特别将“互联网+智慧能源”作为重点行动,强调“推进能源生产智能化”,“鼓励能源企业运用大数据技术对设备状态、电能负载等数据进行分析挖掘与预测,开展精准调度、故障判断和预测性维护,提高能源利用效率和安全稳定运行水平。”数据分

析和新型计算能力的爆炸式发展以及人工智能、大数据技术等领域的进步和创新都在改变能源行业自身的性质，并最终改造产业链的每个环节。将数据转化成商业价值将成为能源与发电行业创造价值的动力来源。中国信息化推进联盟电力专业委员会、中国自动化学会发电自动化专业委员会联合各发电集团共同发起组建中国智能电厂联盟，“2016中国智慧电厂践行论坛”发布了智能电厂相关标准、规范和技术导则^[4]。

2 发电行业数据分析应用现状

2.1 现有发电行业数据应用存在的问题

国内发电行业自动化、信息化建设的发展，近些年已经取得了长足的进步，发电企业普遍都建设了DCS、SIS、ERP以及发电集团的运营监管系统，并积累了海量的生产、运行、管理相关的数据。但是，针对数据的应用目前仍存在以下问题：

(1) 智能数据感知层

①数据完备性不够，有些必要的分析基础数据目前还没有或者不全，如缺少关键辅机的振动数据、控制系统的中间变量或者计算量、煤质和飞灰在线测量数据等；②数据准确性不够，如关键流量测点如给水流量、凝结水流量、主蒸汽流量，锅炉燃烧系统所需的氧量测点，脱销系统中的氨逃逸测量等；③人工数据收集不及时，包括化学化验数据、灰渣分析数据等，一般为8个小时或者1天甚至经常忘记录入到信息系统中，人工巡检过程的记录数据不全，缺少辅助故障分析的声音、视频、红外等多媒体数据；④已经建设的集团级数据应用，机组测点不够多，一般单台机组为300~2000个测点，如华能集团运营监管系统单台机组为300点，国电投集团河南分公司的远程专家诊断系统单台机组为1000点，浙能集团的远程监测与诊断系统单台机组为2000点，测点数量仅为了满足管理决策功能和部分分析功能，对发

电过程运维所需的性能评估、状态诊断还远远不够。

(2) 数据传输层

①实时性不够，带宽受限，一般的发电集团的集中监测系统数据传输带宽仅为2M，同时还要给视频会议预留1M的余量，导致数据测点的刷新频率慢，一般为10S以上，有的甚至为分钟级；②典型分析与诊断需求的高频数据没有实时上传，如汽机振动、重要辅机振动的关键原始数据，以及对于电网两个细则考核分析很重要的机组频率测点等数据的传输，没有达到数据分析可用要求。

(3) 数据分析层

①现有平台实时数据库与关系型数据库的互联互通一体化存在问题；②关系型数据、时间序列型数据、非结构化数据的多元数据统一存储存在问题；③各专业包括机、炉、电、热、化、环保等各种原始数据与指标数据的存在融合问题，如化学专业中水的结晶浓度数据与汽机专业流道特性数据相融合，锅炉专业的燃烧状态数据与环保专业的排放指标相融合的问题；④各专业的数据技术分析结果如何用于生产管理存在问题，包括设备分析与检修维护需求相融合、故障诊断与安全管理相融合、性能评估与运行管理相融合等；⑤数据分析结果的有效性，导致目前有许多诊断分析结果无法使用，原因为分析结果的有效性、准确性不够，误报过多。

(4) 管理决策层

①各专业的数据技术分析结果如何用于管理决策存在问题，包括生产的燃料消耗如何与燃料采购与库存相结合、设备诊断如何与备品备件以及设备的全生命周期管理相结合、基建期的项目管理数据如何用于专业技术分析，性能评估、运行优化结果如何与发电成本核算相结合进而影响发电竞价策略等；②如何通过数据分析实现生产流程与管理流程全局最优的目标。

2.2 大数据分析技术的发展

从一般意义上讲，普遍认可大数据具有“4V”的特征，即：

Volume-量，即非结构化数据的超大规模和快速增长；

Velocity-速度，即实时分析而非批量式分析，数据的产生与采集异常频繁；

Variety-多样性，即大数据的异构和多样；

Veracity-真实性，即避免数据收集和提炼过程中发生数据质量污染所导致的“虚假”信息。

而在工业4.0中，大数据还应该有两个“V”^[5]，即：

Visibility-可见性，即通过大数据分析使以往不可见的重要因素和信息变得可见；

Value-价值，即通过大数据分析得到的信息应该被转换成价值。

为了应对大数据带来的上述困难和挑战，以Google、Facebook、Linkedin、Microsoft 等为代表的互联网企业近几年推出了各种不同类型的大数据处理系统。借助于新型的处理系统，深度学习、知识计算、可视化等大数据分析技术也得已迅速发展，已逐渐被广泛应用于不同的行业和领域。

要挖掘大数据的大价值必然要对大数据进行内容上的分析与计算。在电力数据常规统计分析中，采用的算法包括临近算法^[6]、SVM支持向量机^[7]、Boost 树分类^[8]、贝叶斯分类^[9]。随着电力大数据分析应用需求越来越深入方法，需要使用能解决更复杂问题、更大量数据的人工智能算法，而机器学习是当今人工智能应用的核心^[10]。

大数据分析的一个核心问题是如何对数据进行有效表达、解释和学习，无论是对图像、声音还是文本数据。传统的研究也有很多数据表达的模型和方法，但通常都是较为简单或浅层的模型，模型的能力有限，而且依赖于数据的表达，不能获得很好的学习效果。大数据的出现提供了

使用更加复杂的模型来更有效地表征数据、解释数据的机会。深度学习就是利用层次化的架构学习出对象在不同层次上的表达，这种层次化的表达可以帮助解决更加复杂抽象的问题。

深度学习的起源要追溯到神经网络，20世纪80年代，后向传播（BP）算法的提出使得人们开始尝试训练深层次的神经网络。然而，BP算法在训练深层网络的时候表现不够好，以至于深层感知机的效果还不如浅层感知机。于是很多人放弃使用神经网络，转而使用凸的更容易得到全局最优解的浅层模型，提出诸如支持向量机、boosting等浅层方法，以至于此前大部分的机器学习技术都使用浅层架构。转机出现在2006年，多伦多大学的Hinton等人使用无监督的逐层贪婪的预训练（greedy layer-wise pre-train）方法成功减轻了深度模型优化困难的问题^[11-12]，从而掀起了深度学习的浪潮。Hinton引入了深度产生式模型DBN，并提出高效的逐层贪婪的学习算法，使用DBN初始化一个深度神经网络（DNN）再对DNN进行精调，通常能够产生更好的结果地。Bengio等人^[13]基于自动编码器（auto-encoder）提出了非概率的无监督深度学习模型，也取得了类似的效果。近几年，深度学习在语音、图像以及自然语言理解等应用领域取得一系列重大进展。从2009年开始，微软研究院的Dahl等人率先在语音处理中使用深度神经网络(DNN)，将语音识别的错误率显著降低，从而使得语音处理成为成功应用深度学习的第1个领域^[14]。在图像领域，2012年，Hinton等人使用深层次的卷积神经网络（CNN）在ImageNet评测上取得巨大突破，将错误率从26%降低到15%^[15]，重要的是，这个模型中并没有任何手工构造特征的过程，网络的输入就是图像的原始像素值。在此基础上，当前使用深度学习算法在图像识别领域的ImageNet评测上的错误率以及降低到3%以下，达到甚至超越了人类的水平。

3 基于大数据分析的性能评估与状态诊断技术

目前大数据技术应用包括常规数据分析如回归分析、支持向量机、贝叶斯分类等，大数据分析技术包括深度学习、强化学习、迁移学习、对抗学习等。上述大数据分析技术在发电大数据分析中可以用在建模、识别、检测和预测各类应用问题中。如控制系统建模，复杂工艺过程的数据建模与参数相关性分析，优化运行过程中的判断准则的建立，安全监控以及检修过程中的图片、视频特征识别，设备运行故障特征检测，设备故障预警、环保排放预测、关键参数运行预测等以及在线仿真虚拟平行系统的构建等。

华润电力技术研究院有限公司根据业务发展需要，利用信息物理融合技术（CPS, Cyber Physical System）和互联网技术，计划建设一个互通融合的汇集控股、大区、项目公司离散数据的统一大数据平台，并通过大数据分析、人工智能来辅助专家团队决策，构建集中监测与分析专家系统（CSASS, Centralized Supervision & Analysis Specialist System）^[16]。通过系统建设达到提升管理效益、提高生产效率的目标，同时推动华润电力运营管理的流程化、标准化、专业化、信息化、移动化、开放化、智能化。

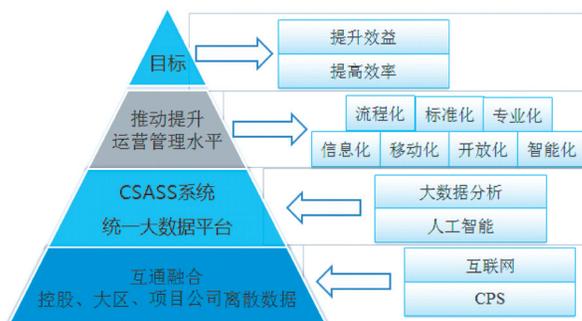


图1 华润电力大数据平台

为了构建大数据分析平台，实现发电过程与设备的性能评估与状态诊断，并分布解决2.1节提

及的当前数据应用中存在的问题，在发电厂现场逐步推行智能电厂建设，如图2所示。在其中的智能设备层与智能控制层加装必要测点和引出控制系统计算中间量，如煤质在线测量、氨逃逸测量、控制系统内部设定值、中间计算值等。并且：

- (1) 每台机组采集测点数目不少于1万点。最高采集频率为秒级。
- (2) 转动设备的振动数据采集可以达到毫秒级，可以存储振动原始数据供应用分析。
- (3) 在满足电力系统二次防护规定的前提下，保证数据传输过程中数据的准确性与加密，同时进行数据有效性的校验。
- (4) 采用10~50M的专线网络进行数据传输，并进行实时数据采集的北斗及GPS天文时钟对时。
- (5) 数据统一进行主数据管理并统一数据编码体系与单位标准。

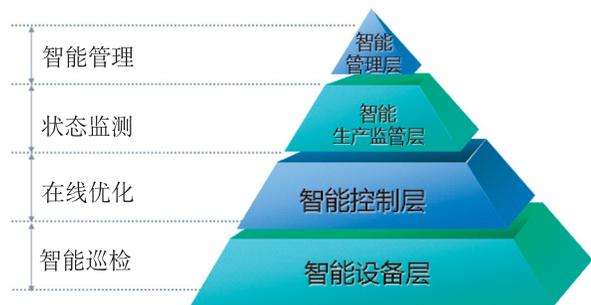


图2 智能电厂建设

大数据分析技术包含统计分析和机器学习方面主流的、经典的算法实现，以及各类业务数据模型的建立。发电厂的性能评估与状态诊断应用可以基于大数据分析技术来构建满足特定业务需求的预测模型。大数据分析技术需适用目前主流的大数据分析的并行计算框架Hadoop/Storm/Spark等，最大限度的提升预测分析的性能，并支持采用通用程序语言（Java、Scala、Python、R、C、C++等）进行功能模块自主开发；经过验证授权的技术应用可灵活添加到大数据平台工具箱。

针对于发电机组的性能评估,首先采用分级决策与机器学习方法相结合的方法,提前对实时数据流进行数据检验。基于数据挖掘的方法通过分析数据本身来研究系统的特性,因此保证数据的准确性和完整性尤为重要。然而,传统燃煤机组负荷变化大,各设备运行状态也存在不确定变化,会产生大量非稳态过程数据,这些数据变动剧烈,不能正确反映系统的一般特性,降低模型的准确性,从而导致故障检测的误诊。因此,通过可靠的稳态监测方法识别系统的非稳态过程,可以有效提高系统的可靠性。当机组处于稳定工况时,由于燃料热值、外界因素等发生变化和传感器测量各参数值存在偶然误差等原因,各参数数据以某一定值为基础在一定范围内上下波动,呈随机正态分布。而当数据出现变化趋势时,机组处于不稳定状态。不稳定工况主要包括数据变化出现上升或下降趋势、阶跃和大波动等情况。在机组启机和停机时,随着负荷的上升或下降,各参数值会出现不断上升或下降的趋势;在机组正常运行过程中,当机组升负荷或降负荷时,也会出现数据上升或下降的趋势。数据发生阶跃变化一般则是由于机组某部分出现故障或传感器测量参数值出现延迟。而大波动情况主要是由于负荷出现大范围上下波动造成的。针对该现象,在对数据进行准确性判断后,进行数据流稳定性判断,采用样本熵的机组稳态判定方法。经长期大量测试,当机组处于稳定工况时,数据呈随机正态分布,其样本熵值较大;而当机组处于不稳定状态时,数据出现上升或下降趋势、阶跃和大波动变化,其样本熵值则会明显下降。因此各参数的样本熵值的大小可以作为机组稳定性判断的依据。

在进行机组性能指标分析计算时,机组运行参数、负荷条件、运行人员操作水平以及性能指标(如汽机热耗率、锅炉效率等)之间有着复杂的相互关系,这种关系在大量的历史数据记录中

就表现为运行参数、负荷、性能指标等数据项之间的关联关系,将这种关系定量化“发现”出来就是反映机组运行实际情况的定量关联规则。在其中将运行人员操作水平等条件进行优化,也就是选择相应性能指标优化的定量关联规则,可以为运行最佳值的定量化提供支持。在机组典型工况库的基础上,采用数据挖掘的方法,结合线性规划、人工智能等数据拟合方法获取机组煤耗特性曲线,建立煤耗特性模型。

详细的获取流程为:

(1) 从能耗指标数据库获得各参数的原始数据。参数包括机组负荷、环境温度的运行数据以及供电煤耗的计算值。

(2) 数据预处理。基于采集的原始数据,通过稳态判定去除不稳定数据,建立样本数据库。为提高建模效率,对样本数据进行数据约减,删去近似度较高的样本,保证剩余样本的多样性。

(3) 依据不同环境温度进行划分,采用改进聚类算法获得不同负荷工况下的供电煤耗值,并对聚类类心进行合理选择,使其代表机组的性能。

(4) 以聚类获得的类心作为训练样本,采用人工智能算法进行机器学习建模,建立机组负荷、环境温度与供电煤耗的三维模型。

(5) 将拟合得到的煤耗特性模型添加到煤耗特性库中。

针对发电设备的状态诊断与故障预警,通过对EAM、RCM等系统中的历史故障数据(故障、解决方案等),通过解析历史维修记录的自然语言处理,负责面向非结构化数据的诊断规则的建立,训练产生初始模型和数据处理结果,进行处理数据的存储,形成基于历史故障的故障知识库。同时基于对传感器数据进行分析,形成面向传感器、数值数据的诊断规则。之后定期利用新数据和用户反馈进行再训练,更新故障知识库和故障

规则库，并对两类规则进行建模和合并，给出涵盖非结构化数据和数值数据的综合诊断规则。

设备状态诊断与预警中，有的设备老化仅仅体现在经济性下降方面，而不引起安全生产事故，属于正常老化，同时由于机组检修和技术改造，势必会对预警模型产生影响，如果经前期训练后的模型不做修正，预警模型在后续的实时监测过程中会对这些正常的关系特征变更发出持续报警，从而误报率上升，增加预警处理人员的工作负担。因此系统通过在线半自主学习的方式，对预警模型进行更新。当电厂的设备和系统发生正常关系特征改变时，如技术改造、机组检修和正常老化，经前期训练的模型在后续投入使用的初期，会对系统和设备发出报警，此时报警处理人员通过流程化作业，确定该报警属于正常的关系变更引起，则系统后台自动将该报警时间段推送至模型训练接口，对模型进行重新训练，从而降低误报率。

系统通过表达式与监督学习相结合的方式，实现对同一个模型支持多种不同工况的识别，如启动、正常运行等，将相同运行模式下的正常数据使用同一个模型进行训练，不同运行模式下的正常数据使用不同的模型进行训练，保证了运行模式切换时测点相关性的正常切换，从而增加预警模型的预测精度，进而降低系统的误报率和漏报率。另外，可以采用基于概率密度的异常模式识别技术，通过对历史时间段进行采样和分析，利用统计模型和机器学习模型，对采样点进行聚类分析，基于电厂设备和系统的异常状态通常处于低概率的前提下，对概率密度低的离群点进行甄别，从而识别异常。

4 华润电力大数据中心与CSASS系统的建设

华润电力大数据中心基于大数据分析技术，通过建设集中监测与分析专家系统（CSASS），

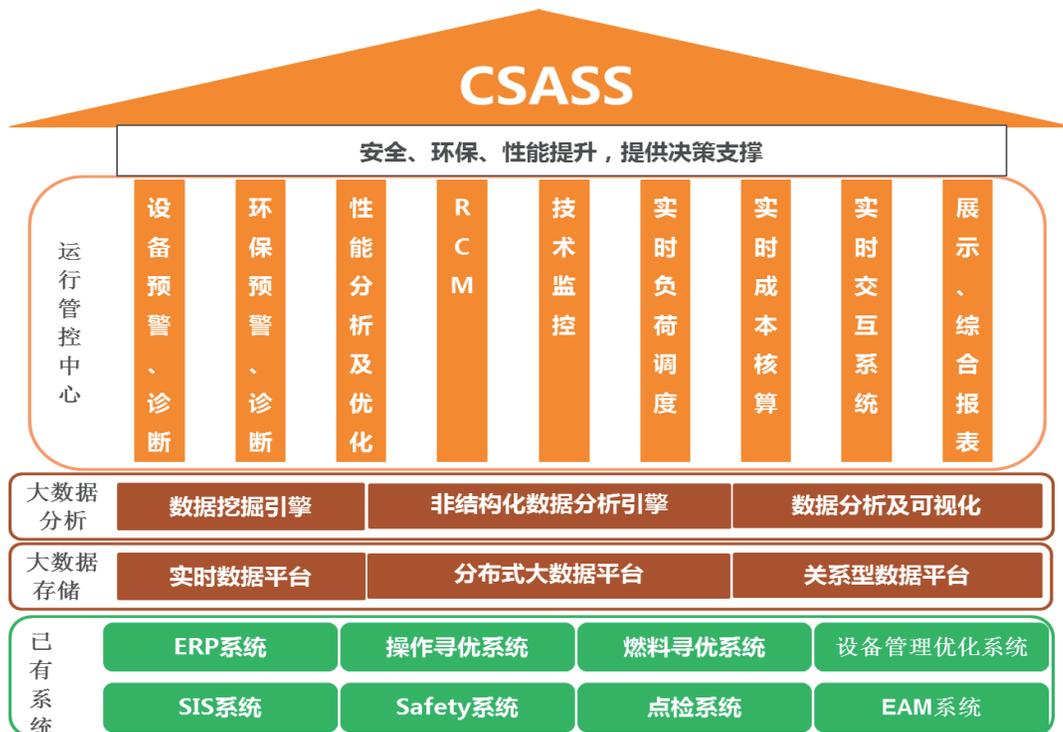


图3 CSASS系统架构

整合现有ERP、EAM、SIS、OOS和燃料寻优系统，通过物联网技术和互联网技术将数据集中到大数据中心的物理平台，进而建设大数据中心的存储和分析平台。

通过大数据中的建设实现：①对项目公司的生产技术数据进行深层次分析和挖掘；②实现面向设备的数据展示与统计，科学化管设备对象；③自动生成控股、大区、项目公司生产运营报表；④通过集中优势人才、技术，打造统一的生产技术监控平台；⑤对监测设备建立诊断分析模型，进行状态预警，实现对发电企业的远程诊断与生产技术分析；开展设备状态评估，根据设备运维状况以及公司设备维护检修标准，实现设备远程诊断和状态检修；⑥通过对电厂性能数据进行分析、对标，提出运行优化建议；⑦提高项目公司自动化控制水平，实现少人值守的目标；⑧通过与ERP等系统连接，实现发电成本核算，应对国家输配电改革，收集发电和售电侧信息，为电力营销提供策略支持；⑨根据机组性能，结合负荷预测实现大区或项目公司负荷最优分配。

5 结论

通过基于大数据分析的性能评估与状态诊断技术，构建华润电力集中监测与分析专家系统，能够成为大数据技术在智能电厂应用的示范工程。通过项目建设，能够整合系统，集成利用数据资源，适应电改形势，发挥集团的集中优势，提升发电企业自动化水平和运行水平。

集中监测与分析专家系统实现了四个统一：

(1) 平台的统一：以数据为驱动，破除信息孤岛，打造统一的数据、信息共享平台，在统一数据平台基础上实现统一管控。

(2) 分散系统的统一：整合原有分散的应用系统，开发统一的系统平台，向生产和管理提供应用统一接口。

(3) 与智能电厂技术发展高度统一：集中监

测与分析专家系统是智能化电厂技术在集团级的实现，并且由下而上，由数据驱动，为智能化电厂的应用提供了整体解决方案。

(4) 虚拟与现实的统一：集中监测与分析专家系统依托大数据技术，通过建立数据模型，提出了虚拟化电厂的概念，通过高度仿真和模拟电厂实际生产状态，在虚拟空间重构了现实中的电厂，利用加速运行等手段同，可以指导实际电厂的生产运行。

参考文献

- [1] Manyika J, Chui M, Brown B, Bughin J, Dobbs R, Roxburgh C, Byers AH. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. 2011. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/big_data_the_next_frontier_for_innovation.
- [2] Council of Competitiveness & Deloitte Touche Tohmatsu Ltd(DTTL) Global Manufacturing Group. 2013 Global Manufacturing Competitiveness Index 2012. http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20assets/Documents/us_pip_GMCI_11292012.pdf.
- [3] 中国政府网,“国务院关于印发《中国制造2025》的通知”,
http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm.
- [4] 中国自动化学会发电自动化专业委员会,电力行业热工自动化技术委员会. 智能电厂技术发展纲要[D]. 中国电力出版社,2016.
- [5] Jay Lee. INDUSTRIAL BID DATA, the revolutionay transformation and value creation in INDUSTRY 4.0 Era[D].
- [6] 刘应东,牛惠民. 基于k-最近邻图的小样本KNN分类算法[J]. 计算机工程,2011,37(9):198-200.
- [7] 范昕炜. 支持向量机算法的研究及其应用 [D]. 杭州: 浙江大学, 2003.
- [8] Boost 机器学习. [EB/OL]. (2012-12-17) [2015-09-05]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-571755-643502.html>.
- [9] 曹京津,秦立军. 改进贝叶斯分类器在电力系统负荷预测中的应用[J]. 科技创新与生产力,2014,244:108-110,112.
- [10] Gary Anthes, Future Watch: AI comes of age, www.computerworld.com, 2009.1.26
- [11] Hinton G. and Salakhutdinov R. Reducing the dimensionality of data with neural networks[J]. Science, 2005,313(5786): 504 - 507.

[12] Hinton G, Osindero S, Teh Y W. A fast learning algorithm for deep belief nets. *Neural Computation*, 2006,18(7):1527-1554. [doi:10.1162/neco.2006.18.7.1527]

[13] Bengio Y, Lamblin P, Popovici D, Larochelle H. Greedy layer-wise training of deep networks. In: *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2007,19:153.

[14] Dahl GE, Yu D, Deng L, Acero A. Context-Dependent pre-trained deep neural networks for large-vocabulary speech recognition. *IEEE*

Trans. on Audio, Speech, and Language Processing, 2012,20(1):30-42. [doi: 10.1109/TASL.2011.2134090]

[15] Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In: *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2012. 1097-1105.

[16] 华润电力2017年度第12批集中招标《CSASS平台-分析专家系统》招标文件[D]. 招标编号: S01001917SZ0003XM.

Performance Evaluation and State Diagnosis Technology Based on Large Data Analysis

ZHANG Jin-bin¹, ZHOU Si-wei²

1. China Power Engineering Consulting Group Co., Ltd.,
2. Southwest Electric Power Design Institute of CPECC

Abstract: The development of big data analysis technology provides a new technical method for power unit performance evaluation and equipment state diagnosis during the construction of smart power plant. This paper discussed the current situation and problems of data analysis and application in power generation industry, combining with the rapid development of machine learning algorithms in recent years, described the big data analysis technology application in power unit performance evaluation and equipment state diagnosis and fault prognosis, during the construction process of large data center of China Resources Power. This paper also introduced the framework and functions of Centralized Supervision & Analysis Specialist System, and the realization of big data technology in the demonstration of smart power plant.

Key words: Big data analysis, Performance evaluation, State diagnosis, Smart power plant, Big data center

关于组织机器人操作系统（ROS）技术及应用培训的通知

为了提高参加中国机器人大赛、RoboCup机器人世界杯中国赛各参赛队在机器人领域的研究水平，普及和推广机器人操作系统（Robot Operating System，简称ROS）在教学、科研、竞赛等领域的应用，介绍家庭服务机器人在青少年机器人教育中的最新成果，中国自动化学会机器人竞赛与培训部组织开展“机器人操作系统（ROS）技术系及应用培训”。

本次培训活动将邀请国防科技大学机器人研究团队长期从事机器人操作系统研究和应用的青年骨干教师及科研团队，系统、详细的介绍机器人操作系统的基本情况，并结合国防科技大学机器人研究团队多年的研究经历，开展基于ROS的多智能体动态对抗条件下的协作机制设计、救援机器人软件系统设计、移动机器人自主导航系统设计等具体应用的讲解，以及上机实践操作。邀请RoboCup国际及日本理事会家庭服务机器人组执行委员会委员，介绍近年发起的RoboCup@HomeEducation项目，推广家庭服务机器人教育活动。培训活动结束后，为参加培训人员颁发结业证书，并组织观摩2017中国机器人大赛。详情请登录中国自动化学会官网www.caa.org.cn。

超(超)临界火电机组智能控制部分 关键技术研究及应用

朱晓星^{1,2}, 寻新^{1,2}, 陈厚涛^{1,2}, 王志杰^{1,2}, 王锡辉^{1,2}, 彭梁¹

1. 国网湖南省电力公司电力科学研究院

2. 高效清洁火力发电技术湖南省重点实验室

摘要: 超(超)临界火电机组启停过程安全风险大、调峰能力差,有必要研究其智能控制技术,提高控制效果。对目前超(超)临界机组实现智能控制的难点问题进行了分析,指出在机组启动路径规划、制粉系统启/停控制、汽轮机自启停控制等关键技术方面还存在不足;基于机组启动前的设备状况等约束条件,通过混合整数线性规划算法实现了机组启动路径的智能规划;建立了制粉系统优化启/停控制专家知识库,解决了制粉系统启/停顺序和启/停时机智能选择的技术难题;采用基于模糊数相似度风险分析方法,对汽轮机启动过程进行风险预估,实现了一种不依赖于热应力模型的汽轮机自启动控制方式,适用于各种主流汽轮机。工程应用表明,以上关键技术控制策略设计得当,提高了机组对不同启动工况的适应能力和变负荷能力,整体提升了火电机组的智能化控制水平。

关键词: 火电机组, 智能控制, 启动路径, 制粉系统, 汽轮机自启动, 专家系统, 风险分析

近年来,为提高火电机组深度快速调峰能力,提升机组运行灵活性,越来越多的火电厂开始建设数字化电厂、智能化电厂^[1-3]。文献[4]以机组自启/停控制系统(APS)和常规智能控制技术为基础,构建了火电机组智能控制系统(thermal power unit intelligent control system, PIC System),包括智能启机、智能运行、智能停运三大功能模块,实现了火电机组启动、升降负荷、停机全过程的智能控制。本文对实现PIC系统的部分关键技术进行了分析,提出了解决思路,并在实际工程上开展了应用。

1 关键技术

当前大型火电机组主要的全程自动控制技术

已经比较成熟,如给水、燃料、汽温、旁路的全程自动控制都已有较好的解决方案^[5-7],风机、给水泵的自动并退技术^[8-9]也已得到工程应用。但还有以下一些关键技术亟待解决:

(1) APS一般按照设计步序依次运行各断点及功能组,从而完成机组的启动过程。这种方式下,每一功能组均需等待上一个功能组执行完成后才能开始执行,机组启动过程耗时长;且执行步序中的某个设备出现故障时,系统无法继续执行。为此,有必要研究机组启动路径智能规划技术,根据不同的机组初始工况、不同的设备状况自动规划合适的启动路径,从而缩短机组启动时间、提高系统可用率。

(2) 当前大型火电机组一般配置多套制粉系

统，制粉系统的启/停时机直接关系到机组带负荷能力、协调调节品质、厂用电率等经济指标；而制粉系统的启/停顺序对锅炉运行的安全性有较大影响^[10-11]。当前APS一般在固定的机组负荷点按固定的顺序启/停制粉系统，这样的控制方式没有考虑煤质的变化及设备的故障情况，容易引起超温或燃烧不稳等问题。为此，有必要研究制粉系统的启/停智能控制技术，使制粉系统在适当的时机按适当的顺序自动启动。

(3) 汽轮机自启动控制是PIC系统的重要组成部分。国内汽轮机厂家对引进的汽轮机热应力模型的研究还不够完善，提供的基于热应力计算的自动汽轮机控制(ATC)功能尚不成熟，因此除上海汽轮机厂借鉴西门子技术生产的汽轮机能较好地实现自启动功能外^[12]，其他都未取得较好的实用效果。此外，热应力模型建模过程复杂、计算耗费时间长，难以广泛应用到其他机型，因此有必要研究一种不依赖于热应力模型的汽轮机自启动控制技术，以实现不同型号汽轮机的自启动控制功能。

2 解决思路

2.1 机组启动路径智能规划

PIC系统采用混合整数线性规划算法，智能规划机组启动路径。

2.1.1 混合整数线性规划算法

线性规划是指有一个目标函数和一组约束方程，且目标函数和约束方程都是线性的数学模型。一般的线性规划问题具有以下几个特征：

(1) 可用一组决策变量 (x_1, x_2, \dots, x_n) 表示某一方案，这组决策变量的值就代表一个具体方案。

(2) 存在一定的约束条件，可以用一组线性等式或线性不等式来表示。

(3) 都有要求达到的目标，可用决策变量的线性函数来表示。

常见的线性规划数学模型形式如下式(1)、式(2)所示：

$$\max(\min) f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, & i=1,2,\dots,m \\ x_j \geq 0, & j=1,2,\dots,n \end{cases} \quad (2)$$

其中，式(1)为目标函数；式(2)为约束条件； x_j 为决策变量。

若变量全部取整数，称此为纯整数线性规划。若其中仅部分变量要求取整数，则称为混合整数线性规划。

2.1.2 启动路径规划设计

根据启机过程中工艺系统的独立性及关联性，将某630MW超临界机组的智能启机模块分为33个功能组。基于混合整数线性规划算法，以最小机组启动时间为目标，设定目标函数如式(3)所示：

$$\min T = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{33} a_i t_j x_j \quad (3)$$

式中， a_i 为启动方式； t_j 为执行第 j 个功能组所需的时间； $x_j=0$ 或 1 ，为第 j 个功能组的决策变量(0-不执行该功能组，1-执行该功能组)。

根据以下规则设定约束条件：

(1) 启动方式：机组每一次启动前，系统通过相关参数判断属于冷态、温态、热态、极热态四种启动方式中的哪一种，并根据不同启动方式执行不同的功能组步序路径。如温态启动时将不执行开式冲洗、冷态循环清洗等功能组。

(2) 功能组关联性：对工艺系统关联性较小、相互不影响的多个功能组，设定为可同时执行，如空预器系统启动功能组和凝结水系统启动功能组，冷态循环清洗与真空轴封系统启动功能组等。此时，执行这些功能组所需的时间为单独

执行各功能组所需时间中的最大值。

(3) 设备状态: 若某功能组内主要设备已启动完成且相关参数正常, 则不执行本功能组, 将其对应的决策变量置0; 对部分辅机设备, 如某风机润滑油泵, 当系统未能成功启动时, 将在报警的同时自动启动备用油泵。

每次运行智能启机模块时, PIC系统都将分析机组当前状况, 根据设定的以上目标函数及约束条件, 自动规划出启动时间最少的机组启动路径。

2.2 制粉系统启/停智能控制

PIC系统根据专家经验建立了制粉系统启/停专家知识库, 实现了制粉系统启/停顺序和启/停时机的智能控制。以配置了6套制粉系统的某630MW超临界机组为例, 该专家控制系统主要包括制粉系统启/停顺序知识库、启/停时机知识库以及推理机三个部分。

2.2.1 启/停顺序知识库

不同的燃烧方式, 制粉系统启/停顺序规则不同。若为四角切圆燃烧的锅炉, 设其制粉系统按燃烧器布置位置从下往上依次编号为A~F, 则制粉系统启/停顺序知识库规则主要包括:

(1) 正常情况下, 按照A→B→C→D→E→F顺序启动制粉系统, 按相反顺序停运制粉系统;

(2) 若A、B制粉系统配等离子点火器, 则不同制粉系统的运行组合中必须保留A、B制粉系统中的至少一套;

(3) 主要燃用高钠煤的机组, 在500MW以上负荷运行时, 必须保证至少一套磨制低钠煤的制粉系统运行, 以防锅炉严重结焦。

若为前后墙对冲燃烧或W型火焰燃烧的锅炉, 则制粉系统启/停顺序专家知识库中的规则主要包括:

(1) 根据经验将制粉系统分为X、Y两组,

如A、B、C制粉系统分别对应X(1)、X(2)、X(3); D、E、F制粉系统分别对应Y(1)、Y(2)、Y(3)。

(2) 启动序列中, X组优先于Y组, 同组中编号1的优先级最高, 编号3的优先级最低; 停运序列中优先级相反。

(3) 某制粉系统故障检修时, 将其置检修位, PIC系统即将该制粉系统从启动序列中移出; 检修完成后取消检修位, PIC系统又将该制粉系统加入到启动序列中。移出和加入过程都将自动重新生成制粉系统启动序列表。

(4) 当X(Y)组中的某套制粉系统启动完成后, X(Y)值将增加1; 当X(Y)组中的某套制粉系统停运完成后, X(Y)值将减少1。为保证热负荷在锅炉中心线前后、左右均对称分布, 机组运行过程中禁止产生 $|X-Y| \geq 2$ 的情况。

2.2.2 启/停时机知识库

制粉系统的启/停时机与机组负荷、制粉系统平均出力等因素密切相关, 其专家知识库中的规则主要包括:

(1) 锅炉点火至机组并网初期, 1套制粉系统运行;

(2) 机组负荷0MW至100MW, 2套制粉系统运行;

(3) 机组负荷100MW至300MW, 3套制粉系统运行;

(4) 机组负荷300MW至450MW, 4套制粉系统运行;

(5) 机组负荷450MW至500MW, 5套制粉系统运行;

(6) 机组负荷500MW以上, 6套制粉系统运行;

(7) 第一套制粉系统出力 ≥ 45 t/h时, 启动第二套制粉系统;

(8) 从第三套制粉系统开始, 运行的制粉系

统平均出力 ≥ 50 t/h时,启动下一套制粉系统;

(9) 运行的制粉系统平均出力 < 45 t/h时,停运一套制粉系统。

以上参数应根据燃用煤质、制粉系统额定出力等因素具体调整。此外,各条规则还分别设置了可信度。

2.2.3 推理机设计

在专家知识库的基础上,还需设计推理机,以针对当前问题的条件或已知信息,检索比较知识库中的规则,从而得到问题的结果^[13]。对本问题,已知信息是机组当前的运行状况,包括制粉系统运行情况、机组负荷、总燃料量等,需要获得的结果是下一套需启/停的制粉系统的编号及时机。设计的推理机推理流程如图1所示。

图1中,推理机实时获取相关机组参数,并与专家知识库中的各规则进行比较。机组在任何工况下,总有一套待启动或停运的制粉系统,因此首先将相关参数与启/停顺序知识库中的规则相比较,以确定当前待启/停的制粉系统的编号;进一步,当机组负荷或制粉系统平均出力发生变化时,推理机实时判断是否触发了启/停时机知识库中的各条规则;若有可用的规则被触发,则进行可信度判断,当总可信度达到一定值时,发出启/停指令。

2.3 汽轮机自启动智能控制

2.3.1 启动步序设计

PIC系统将汽轮机启动过程分为多个步序,对汽轮机启动的每个步序进行风险预估和管控,从而实现了不依赖热应力计算的汽轮机自启动智能控制,并在哈尔滨汽轮机厂提供的某630MW超临界汽轮机上成功应用。

不同类型的汽轮机启动步序略有不同,如哈尔滨汽轮机厂典型600MW等级汽轮机的启动过程就可分为挂闸、运行、升速到500r/min、摩擦检

查、升速到2000r/min、中速暖机、升速到2900r/min、阀切换、升速到3000r/min等9个步序,每个步序都设置有严格的启动允许条件和完成条件。当汽轮机自启动智能控制模块被运行人员手动启动或被PIC系统调用时,在启动允许条件满足的前提下,模块将自动顺序执行各步序,使汽轮机自动完成挂闸到升至额定转速的全过程。其中,每个步序的启动允许条件中都包含了“汽轮机启动安全风险低”的条件。

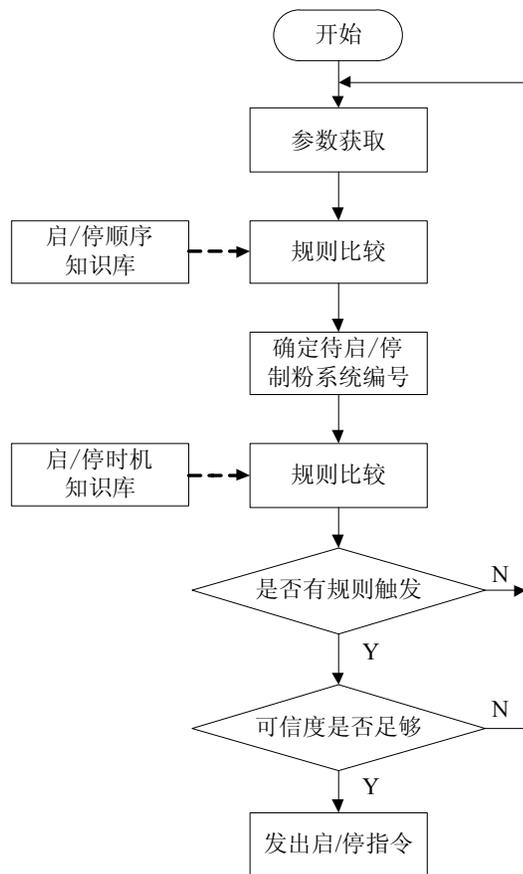


图1 制粉系统启/停控制知识库推理流程图

2.3.2 安全风险分析

一般而言,汽轮机的启动安全风险主要包括汽轮机超速、轴向位移大、轴承振动大、主蒸汽温度低、凝汽器真空低、润滑油压低、主油箱油位低、瓦振大等8个风险子事件,将这些风险子事件分别设为 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_8 ,根据各自对应的

参数（如“汽轮机超速”风险子事件对应的参数为汽轮机转速）数值大小，将其风险发生的概率依次分为很低、较低、低、稍低、中等、稍高、高、较高、很高等九个等级，此时任何工况下的汽轮机启动安全风险都可用这8个风险子事件及其发生概率的集合来表征。采用文献14提供的模糊数相似度风险分析方法对该集合进行分析计算，就可以得出汽轮机在当前工况下的启动安全风险等级。当结论为“低”或以下时，“汽轮机启动安全风险低”条件满足，系统认为汽轮机处于安全状态，可执行下一步序。

3 应用情况

在某630MW超临界机组上全面应用了PIC系统。该机组锅炉为东方锅炉（集团）有限公司生产的超临界参数、带启动循环泵、一次中间再热、“W”型火焰燃烧锅炉；制粉系统采用双进双出钢球磨冷一次风机正压直吹式系统；汽轮机为哈尔滨汽轮机厂有限责任公司生产的超临界、单

轴、三缸四排汽、双背压凝汽式汽轮机；每台机组配置二台50% BMCR容量的汽动给水泵，一台30% BMCR容量的电动启动备用给水泵；旁路系统选用高低压两级串联简化系统，按40%BMCR容量设置。对该机组PIC系统主要功能及性能的测试结果如下：

智能启机模块实现了包括启动准备、锅炉上水、循环冲洗、点火启动、升温升压、汽机冲转、机组并网、由小负荷逐渐升负荷、干湿态转换、投入协调控制的启机全过程；智能停机模块实现了任意负荷点开始逐渐降负荷、机组解列、锅炉灭火、主要辅机停运的停机全过程的智能控制；除了少量必要的人工确认外，系统可全自动完成以上过程的控制，控制过程安全可靠。

智能启机和智能停机模块主要性能指标如表1所示：

智能运行模块实现了机组正常运行区段的全过程智能控制，在252MW至630MW区间能投入CCS方式或AGC方式自动运行，AGC实际变负荷

表1 智能启机和智能停机模块主要性能指标

序号	指标内容	测试结果	允许值
1	冷态启动准备至启机完成投入协调控制的时间 (水质合格的情况下)	586min	-
2	升温升压过程中平均升温速率	1.70℃/min	≤1.85℃/min
3	升温升压过程中最大升温速率	1.81℃/min	≤1.85℃/min
4	汽机冲转转速最大动态偏差	3.6r/min	≤±6r/min
5	汽机冲转转速稳态偏差	1.5r/min	≤±3r/min
6	给水主旁路阀切换耗时	5min	-
7	给水主旁路阀切换时给水流量最大动态偏差	20t/h	-
8	第一台汽泵并入耗时	3.5min	-
9	第一台汽泵并入时给水流量最大动态偏差	7t/h	-
10	第二台汽泵并入耗时	4min	-
11	第二台汽泵并入时给水流量最大动态偏差	15t/h	-

表2 AGC变负荷过程主要性能指标

序号	指标内容	测试结果	允许值
1	AGC调峰范围	252MW-630MW	-
2	AGC实际升负荷速率	11.2MW/min	$\geq 7.56\text{MW/min}$
3	升负荷过程机组功率最大动态偏差	3.2MW	$\leq \pm 12.6\text{MW}$
4	升负荷过程机组功率最大稳态偏差	1.3MW	$\leq \pm 6.3\text{MW}$
5	升负荷过程主汽压力最大动态偏差	0.51MPa	$\leq \pm 0.76\text{MPa}$
6	升负荷过程主汽压力最大稳态偏差	0.20MPa	$\leq \pm 0.51\text{MPa}$
7	升负荷过程主汽温度最大动态偏差	4.5℃	$\leq \pm 8\text{℃}$
8	升负荷过程主汽温度最大稳态偏差	1.6℃	$\leq \pm 3\text{℃}$
9	AGC实际降负荷速率	11.1MW/min	$\geq 7.56\text{MW/min}$
10	降负荷过程机组功率最大动态偏差	3.6MW	$\leq \pm 12.6\text{MW}$
11	降负荷过程机组功率最大稳态偏差	1.1MW	$\leq \pm 6.3\text{MW}$
12	降负荷过程主汽压力最大动态偏差	0.56MPa	$\leq \pm 0.76\text{MPa}$
13	降负荷过程主汽压力最大稳态偏差	0.16MPa	$\leq \pm 0.51\text{MPa}$
14	降负荷过程主汽温度最大动态偏差	4.9℃	$\leq \pm 8\text{℃}$
15	降负荷过程主汽温度最大稳态偏差	1.5℃	$\leq \pm 3\text{℃}$

速率可达11.2MW/min，变负荷及稳态过程中主要参数运行平稳。AGC变负荷过程主要性能指标如表2所示：

4 结语

超（超）临界火电机组启停过程安全风险大、调峰能力差，有必要基于APS和其他先进控制方法，研究其智能控制技术，以提高控制效果。当前，超（超）临界火电机组主要全自动控制技术已经比较成熟，但在机组启动路径规划、制粉系统启/停控制、汽轮机自启停控制等关键技术方面还存在不足。本文基于机组启动前的设备状况等约束条件，通过混合整数线性规划算法实现了机组启动路径的智能规划，提高了对机组不同启动工况的适应能力；建立了制粉系统优化启/停

控制推理专家知识库，解决了制粉系统启/停顺序和启/停时机智能选择的技术难题；采用基于模糊数相似度风险分析方法，对汽轮机启动过程进行了风险预估和管控，实现了一种不依赖于热应力模型的汽轮机自启动控制方式，可用于各种主流型号的汽轮机。工程应用表明，以上关键技术控制策略设计得当，主要性能指标优于同类机组。

参 考 文 献

- [1] 杨新民,高海东,陈丰. 数字化电厂概念的解析及探讨[J].热力发电,2015,44(5):98-101.
- [2] 张晋宇,郭鹏,朱赫,等. 全生命周期的数字化电厂[J].热力发电,2015,44(7):93-96.
- [3] 杨新民,陈丰,曾卫东,等. 智能电站的概念及结构[J].热力发电,2015,44(11):10-13.
- [4] 张建玲,朱晓星,寻新,等. 超(超)临界机组智能控制系统设计[J].热

- 力发电,2015,44(5):59-63.
- [5] 潘凤萍,陈世和,陈锐民,等. 火力发电机组自启/停控制技术及应用[M].北京:科学出版社,2011.
- [6] 王志杰,寻新,刘武林,等. 增量式自适应逆控制及在过热汽温中的应用[J].控制工程,2015,22(3): 470-474.
- [7] 刘文丰,王伯春,寻新. 超(超)临界火电机组全程给水智能控制研究[J].湖南电力,2015,35(3): 8-11.
- [8] 朱晓星,陈厚涛,吕学年,等.火电机组风烟系统智能控制模块设计与应用[J].中国电力,2016,49(6): 1-5.
- [9] 朱晓星,刘武林,张建玲.大型火电机组智能并退给水泵功能的设计与研究[J].湖南电力,2012,32(5): 10-12.
- [10] 王运民,周永强,明勇.电厂锅炉制粉系统优化调整试验[J].中国电力,2011,44(3):34-38.
- [11] 李培,梁增同,高振昱,李帅英等. 某电厂600MW机组锅炉掺烧劣质煤制粉系统优化调整试验研究[J].热力发电,2013,42(5):64-68.
- [12] 赵俊杰,田景奇,侯奇,等.上海汽轮机厂1000 MW汽轮机启动时的各项准则分析[J].热力透平,2014,43(3):167-171.
- [13] 钟秀琴,刘志,丁盘苹. 基于混合推理的知识库的构建及其应用研究[J].计算机学报,2012,35(4):761-766.
- [14] 陈树伟,王延昭. 一种基于模糊数相似度的风险分析方法[J].模糊系统与数学,2013,27(5):112-122.

Research and Implementation of Some Key Technologies for Intelligent Control of Supercritical/ Ultra-supercritical Thermal Power Units

ZHU Xiaoxing^{1,2}, XUN Xin^{1,2}, CHEN Houtao^{1,2}, WANG Zhijie¹,
WANG Xihui¹, PENG Liang

1.State Grid Hunan Electric Power Corporation Research Institute

2. China Hunan Province Key Laboratory of High Efficiency & Clean Thermal Power Technology

Abstract: Supercritical/ultra-supercritical thermal power unit has high safety risk in the process of start-up and shutdown, and low peaking capability. It is necessary to study the intelligent control technology to improve the control effect. The difficult problems of intelligent control were analyzed, the deficiencies on start-up path planning, start/stop control of pulverizing system and automatic turbine control(ATC) were pointed out. Based on the constraints of equipment conditions before the start-up of unit, the intelligent planning of unit start-up path was realized by mixed integer linear programming algorithm. With the establishment of the expert knowledge based for start/stop control of pulverizing system, the problem of intelligent selecting start/stop sequence and time of the pulverizing system was solved. Using the risk analysis method based on fuzzy numbers' similarity, the risk was forecasted in the start-up process of steam turbine, and further the star-up control method without thermal stress model was realized. This star-up control method is applicable to all kinds of prevalent steam turbines. Application shows that, the control strategies of above key technologies are well designed, improved the unit's adaptability to different start-up conditions and load change capability, enhanced the intelligent control level of thermal power units.

Key words: thermal power unit; intelligent control; start-up path; pulverizing system; automatic turbine control (ATC); expert system; risk analysis

个人简介：郭戈，1972年出生。从事车联网与智能交通系统、海洋监测网络、无人飞行器、信息物理系统等研究。发表论文200余篇，出版专著3部，承担国家、省部级科研项目20余项，获省部级科技奖5项，培养硕士、博士生80人。获首批教育部新世纪优秀人才、甘肃省“十大杰出青年”提名、霍英东教育基金项目、大连市领军人才等荣誉，2017年6月获中国自动化学会青年科学家奖。任国际期刊IJSCC执行主编、多个国际SCI期刊副编及《自动化学报》《控制与决策》等期刊编委、中国自动化学会控制理论专委会及过程控制专委会委员。

淡泊以明志，
宁静而致远

访中国自动化学会青年科学家奖获得者郭戈教授



若把人生比作一副画卷，他的人生画卷其实并没有特别之处，甚至可谓平淡无奇。它是一幅探索未知和科学真理的水墨丹青，墨山淡水，挥洒而成，描绘了科学阵地上披荆斩棘的学术春秋，二十余载勤耕不辍，终收获幸福和喜悦。它着色淡泊宁静，不为外界所扰；它用价值良知写意，自始至终不随波逐流；它布局求真向善，光明磊落不拖泥带水；它构图乐观豁达，不留白于

困难与苦恼。他就是第三届中国自动化学会青年科学家奖获得者——大连海事大学郭戈教授。

眼前的郭戈全然没有笔者想象的严肃和刻板，一身T恤配牛仔裤，简单干练，幽默健谈。和普通上班族一样，他每天早早来到学校，在食堂匆匆吃点早餐，就开始一天的研究工作，直到深夜。冬去春来，年复一年，这看似忙碌枯燥的生活，怎样过得有滋有味、丰富多彩？就让笔者来

告诉你。

热爱源于好奇心

都说好奇是一切发现和创新的源泉。对郭戈来说，好奇是与生俱来的品质，他说，“只要对事物充满好奇心，就能收获预料之外、情理之中的惊喜，找到通往未知世界的钥匙”。知之者不如好之者，好之者不如乐之者。郭戈教授既是知之者，也是好之者，更是乐之者。

1994年大学毕业时，出于对学术的好奇，郭戈选择继续深造，而不是谋求稳定的工作。他以东北大学自动控制系第一名的成绩进入流程工业综合自动化国家重点实验室，跟随柴天佑院士和王伟教授，带着好奇心和对科研的热情，踏上了科学研究的征程。兴趣和热情是科学研究必不可少的要素，“追随你的兴趣，这一点很重要。”郭戈说，“你热爱的事情一定会成为你最擅长的事情。”

不畏浮云遮望眼

社会的纷繁复杂常会使人眼花缭乱，浮躁而不知所从。郭戈却认为，“学者要始终坚守应有的良知和价值观，不让外部环境扰乱内心的平静，一心追求科学真理”。他说，“在纷繁的环境中保持平静和专注非常重要，也非常难得，只有这样才能在自己的领域开展纯粹、有深度的研究”。

1998年，26岁的郭戈获得博士学位，“那时博士是稀缺物种，工作很好找，本来有机会去待遇非常好的大公司呢”，他爽朗地笑道。让他选择留在大学的还是对科学研究的热爱，且一干就是二十年，经历了无数个苦心钻研的日夜。可以想象，学术界难免也受外界因素的影响，不再是安静的乐土。笔者好奇郭教授是如何面对外界的干扰和种种诱惑而岿然不动，郭戈认为，“学者是社会的精神脊梁，不该浮躁，更不应逐利。”

正所谓初心所使，浮云亦是无用。外界形形色色的干扰，对于学者来说，不过浪花点点，掀不起波澜。

千里之行，恒者行远

人生的道路从来不会平坦，需要一步一个脚印地走。科研工作更是如此，但郭戈似乎一路顺风顺水，32岁破格晋升为教授。对此，郭戈笑着说，“科研工作属于高风险低收益行业，局外人只看到科学家面前的鲜花，却看不到背后的汗水。”他补充道：“做科研需要的是持久的专注和咬牙坚持的那股精神头。”他常鼓励学生：

“无论哪个行业，做到出类拔萃都非常难。但是，能坚持到最后的人其实很少，所以，只要坚持到最后，你就是成功者。”坚持二字看似简单，能做到者恐怕终究寥寥。所谓不积跬步无以至千里，锲而不舍，方有所得。

坚持是成功路上的基石，幽默感则是途中的调剂品。郭教授具有天生的幽默感，访谈中，他的自信和幽默感染了大家。谈到晦涩难懂的专业知识和科研内容，郭教授总能用风趣幽默的语言讲得通俗易懂。几位研究生提起与郭教授讨论学术问题的经历，“有时感觉研究遇到了瓶颈，不知怎么突破。每次和郭老师讨论后，都会感觉找到了新的思路，”一位研究生说，“郭老师往往不是直接告诉我们具体办法，而是通过一连串的问题让我们恍然大悟。”

科研不跟风，不畏难，讲品位

十年前，郭戈教授带领他的团队果断地把目光瞄准了基于车联网和网联车辆的交通运输这一新领域。“那时候，没有多少人想到交通运输系统会发展到车路协同控制。”面对很多人对智能运输技术的迟疑和无感，郭教授坚信智能交通运输领域的未来一片光明。他说：“我国物流业发

展迅速，目前货运量占世界总货运量的五分之一以上，已是不折不扣的世界物流强国，对智能运输技术有着重大需求。”面向学术前沿，选择具有重大战略需求的技术领域作为突破，正是郭戈多年坚持的科研理念。“重复别人的工作一定是低水平的研究，要选择有重要科学意义和重大技术挑战性的研究课题，追求高水平、高品质的研究成果。”说到这里，郭戈提起柴天佑院士常说的一句话，“做科研要敢于做别人没做过的工作，解决别人未解决的问题。”他也一直这样要求自己的学生，“要做高品质的科研，不赶时髦，不求数量，想别人未曾想，做别人未曾做”。可以想象，卓越的研究工作离不开理性挑战传统科学范式的勇气和信心，更离不开独立思考、不随波逐流的态度。思者常新，方得始终，郭戈教授始终坚信：“只有当一个人把追求真理当作一种内在的需要时，才算是真正的学术追求。”

漫漫科研路，上下求索之

科学研究是很有挑战性的工作，需要一个长期积淀的过程，郭戈对此有更深刻的认识：“选

择做研究，就要做好一败涂地的心理准备，尽管经历了千辛万苦。”他告诉笔者，车路协同的智能交通运输系统要求从根本上改变现有的车辆和基础设施，甚至改变人们的思想观念和法律法规，才可能落地成为现实技术。“我们研究的是面向未来的全新交通运输方式，这种技术一旦成为现实，将彻底改变人们的生活。但在此之前，还有很长的路要走。”他的话让我们想起居里夫人说过的一句话，“我要把人生变成科学的梦，然后再把梦变成现实。”其实，科学的真正目的，不外乎这样：把新的发现和新的力量馈赠给人类生活。

结束访谈离开时，已近黄昏，夕阳的余晖映在窗台盛开的兰花上。郭戈坐回电脑桌前，准备继续挑灯夜读，钻研学术了。一杯淡茶，一张书桌，无欲无求，有滋有味。所谓学者，能淡泊方可明志，非宁静无以致远；所谓学者，性情淡然，求真理，不逐利；所谓学者，面对浮躁，内心无波无澜，方能一路沐浴阳光，有所感悟，有所收获。

（撰稿人：郭淘沙、王秀蒙）

关于中国自动化学会青年科学家奖

宗旨：为激励自动化相关领域的青年学者在科学、技术或社会服务等方面作出重要贡献和突出成就，推动社会进步，促进青年人才成长而设立中国自动化学会青年科学家奖。

每届奖励人数不超过5名。

（一）评选范围和条件

1. 热爱祖国，具有“献身、创新、求实、协作”的科学精神及“严以修身、严以律己”的科学作风；
2. 在自动化学科领域科学研究、技术发明

或社会服务等方面有突出成果和重要贡献；

3. 40周岁以下（含40周岁）的中国自动化学会会员；

4. 具有博士学位、或副高级职称（含）及以上者或做出突出贡献的其他人员。

（二）推荐渠道及推荐名额

1. 学会理事单位，分支机构，省级自动化学会，可推荐本学科领域的候选人1名；
2. 三位学会理事可联名推荐本学科领域的候选人1名。

同济大学着力推进人工智能研究

5月7日，同济大学人工智能研究院揭牌成立。教育部原副部长、同济大学原校长、基金委管理学部主任吴启迪，清华大学吴澄院士，中国自动化学会理事长、西安交通大学郑南宁院士，中国人工智能学会理事长、总参第61研究所李德毅院士，国家自然科学基金委信息学部主任、东北大学柴天佑院士，中科院上海技术物理所龚惠兴院士，华中科技大学丁汉院士，同济大学李同保院士，东华大学校长蒋昌俊等参加揭牌仪式。

据悉，该研究院将汇聚同济大学十多个学院的跨学科资源，有组织承接国家科技创新重大项目、重大工程，开展跨学科智能技术的协同创新研究，并带动这一领域的卓越人才培养。这也为探索新形势下高校加强自主创新能力建设，在学科交叉、项目组织、科技人员和资源调配、交叉学科高端人才培养等方面实施改革之举。

人工智能是当今世界科学与技术发展的一大主流方向。去年AlphaGo战胜人类顶尖棋手，极大刺激了社会大众对智能技术的认知，推动了人工智能产业的发展。人们不得不面对机器智能在许多领域超越人脑智能的事实，也激发着人类创造“机器大脑”帮助人类解决问题，甚至创造“机器超脑”代替人类进行更加智能的决策。因此，人工智能技术必将成为未来新产业、新业态、新模式的孵化器和助推器。随着“脑计划”“人工智能2.0”“智能制造和机器人”等科技创新2030战略的提出，我国人工智能领域的研究和技术发展进入了一个新的阶段。

同济大学已在多个学科，包括计算机、自动化、交通、汽车、建筑、机械、土木等开展了人工智能技术的研究。在此背景下，同济大学成立人工智能研究院，旨在依托相关十多个学院，进一步推动同济人工智能相关学科的发展，促进跨学科智能技术及其应用。这一研究院将密切关注

国家人工智能战略，面向国家人工智能技术和应用的研究前沿，通过用人聘人机制、科研机制体制的改革，推进学科交叉协同创新研究，并培养人工智能领域的卓越拔尖人才。研究院将重点研究智能城市与规划、智能制造、智能医疗、智能设施农业、智能军事等。

在研究院揭牌仪式上，一批与会专家受聘成为同济大学人工智能研究院学术委员会委员。

在当天举行的人工智能技术发展战略高峰论坛上，郑南宁院士、李德毅院士、柴天佑院士、丁汉院士分别围绕人工智能进展作了精彩的学术报告。郑南宁院士的报告以“基于认知构建的类人自动驾驶”为题，针对当前自动驾驶领域面临的挑战，将情境计算应用于智能驾驶中，提出了基于认知构建的自动驾驶基本框架。李德毅院士在题为“自动驾驶技术变迁”的报告中，针对汽车自动驾驶的基本问题，即解决车的问题还是解决人的问题，提出了一种创新的理念架构——“驾驶脑”，并总结出自动驾驶的基本路线为：自动驾驶+交互=可交互轮式机器人。柴天佑院士的报告题目是“大数据与知识自动化驱动的制造流程智能化”，报告结合智能制造的发展趋势和核心技术，得出流程工业智能制造的新模式，并对此提出了关键共性技术与挑战的科学问题。丁汉院士以“面向产品创新的智能制造技术”为题，详细介绍了智能制造的概念、关键技术及发展方向，特别针对机器人技术，分析了当前的发展趋势，及其主要技术特征。四位院士诙谐幽默的图文表达方式，获得了现场师生热烈的反响。

论坛上，多位人工智能领域的院士、专家分享真知灼见，为同济大学的人工智能研究指点方向，畅谈中国的人工智能科学研究与产业发展。

(来源：科学网)

院士热议人工智能需不需要 量子计算机的能力

就像打了一剂强心针，当世界上第一台超越早期经典计算机的光量子计算机横空出世后，人们对人工智能时代的期待似乎有了更多的底气：超越经典的量子计算机已经有了，打败超级计算机的量子计算机还会远吗？

一旦后者实现，人类将再次以计算能力为傲，窥探人类大脑的奥秘，从而扫除人工智能研究的一大障碍。从目前来看，面对人类大脑，这个虽然只有1.5公斤左右重，却拥有1011个神经元的家伙，让人类束手无策——要模拟整个大脑的计算能力，世界上目前任何一台计算机都难以胜任。

在近日由中国科学院学部主办，中国科学院自动化研究所等协办的“脑科学与人工智能”科学与技术前沿论坛上，就有不少业内人士提出这样的遐想：建设支持深度学习的新型计算机群，已成为一些人工智能研究的必然选择，那么人工智能研究究竟需不需要量子计算机那样的计算能力？

“我们今天的科学家，尤其是计算机科学家，把‘计算’用得也太狠了，对‘计算’的依赖甚至有些‘贪得无厌’了！”中国工程院院士、中国人工智能学会理事长李德毅却在论坛上给大家泼了冷水。在他看来，人工智能学者不能只盯着“计算认知”，一味要求“人脑”研究的步伐有多快，而要拿出更多的精力放在“记忆认知”和“交互认知”上。

脑科学能启发人工智能的并不多？

李德毅之所以对“计算认知”不感冒，还要从谷歌公司的一则报道说起——

2015年5月15日，谷歌对外称该公司旗下无人驾驶汽车有上百万英里的测试经验，大致相当于

人类75年的驾龄。

“这75年的驾龄是如何‘计算’出来的？”这引发了李德毅的思考：当无人车上路、发驾照提上日程，驾驶认知“度量”已经成为各国交管部门当务之急时，脑认知该如何度量？信息是用“比特”来度量，能量是用“焦耳”来度量，那么脑认知呢？

脑科学学者似乎并未给出这样的答案，人工智能学者也就无从得到启示。

这成了一个隐喻：脑科学、人工智能，两个同属21世纪的前沿学科，在过去数十年间彼此相对独立，鲜有交叉。

中国科学院外籍院士、中国科学院神经科学研究所所长蒲慕明在当天的论坛上也提到，不管是国内还是国外，都是如此，不过随着研究手段不断丰富，研究领域不断突破，两者的交叉融合成为热点，甚至出现一个新的研究名词——类脑智能。美国、欧盟都相继启动相关研究计划，中国也启动了脑计划。他说，中国的计划是将脑科学和人工智能结合得最为紧密的。

比如，现在流行的深度学习，就是基于人工神经网络的一个应用，这些人工神经网络都可以从神经科学的一些规律中得到灵感。蒲慕明说，比如可以借鉴神经突触的可塑性、记忆储存、提取与消退，等等。

不过他也承认，目前的脑科学研究能启发人工智能的并不是特别多。

蒲慕明给出一个类比，当前的脑科学研究，仅相当于物理、化学等学科在19世纪末期的研究水平，“要完全理解大脑，可能是几个世纪的事

情，而不是我们这个世纪就可以达到的。”他说。

那为何还要做类脑研究，蒲慕明说，必须要在这个时候做一些适当的应用，假如不把已经知道的知识应用到对脑疾病的诊断、干预和治疗上，那么到2050年我们的医疗系统很可能要面临崩溃——那时你会发现仍然没有一个脑疾病能够治愈。

相应地，人工智能的应用也是如此。他说，不一定非要完全搞清楚，神经科学一些具有阶段性的成果，也可以给人工智能的发展提供启发。

什么是人类最重要的智能行为？

中国科学院院士、中国科学院自动化研究所研究员谭铁牛就在现有的研究基础上，得出一个结论：“模式识别”是人类最重要的智能行为，也是人工智能重要的研究内容——机器的“模式识别”能力，在一定程度或者很大程度上反映了机器智能“类人”的程度。

在当天的论坛上，谭铁牛列举了几个模式识别的例子。比如语音识别，近些年突飞猛进的科大讯飞，能将维吾尔语翻译成汉语，汉语翻译成维吾尔语；再如步态识别，尽管看不到人脸、虹膜和指纹，仍能通过步态在几十米外感知到其身份。

此外，还有图像识别，其中具有代表性的人脸识别，早在几年前马云刷脸支付已经引爆舆论热点。谭铁牛本人就在进行虹膜识别的研究，并建立了目前国际上规模最大的共享虹膜图像库，被多国共享使用。他说，这不仅可以用在手机上，还可以用在查找丢失儿童上。

谭铁牛说，模式识别的技术瓶颈可借鉴生物机理来突破，生物启发的模式识别在人工智能领域前景可期。其最终追求，是希望模拟逼近人的模式识别，这将是非常艰巨的过程。

他也提到，模式识别的主要瓶颈在于鲁棒性、自适应性和可泛化性。

鲁棒性，说白了，就是人工智能“够不够皮实”“是不是稍微有点扰动，就会出错”。谭铁

牛举了一个例子，比如在酒会上聊天，背景噪音比较多，如果想听清其中某一个人的声音，就要忽略或者抑制背景中其他对话的干扰——人类可以做到这一点，也就是听觉系统所谓的鸡尾酒效应，但人工智能可以吗？

所谓自适应性，则比较容易理解。谭铁牛说，人类的眼睛会随着灯光的变化、环境的变化进行调整，这说明自适应性非常强。这一点可以应用到人工智能上，比如人脸识别，有一位朋友十几年甚至几十年没见，再见面是否还能认出来？他说，现有的模式识别在这方面还不是很理想。

可泛化性，说白了就是“举一反三”。谭铁牛说，当小孩认识苹果后，即便只认识了一种，也可以识别其他类型的苹果，这说明人类看到一个东西后，不仅知其然，还知其所以然。而知其所以然，就是人工智能领域所说的“深度学习”。但目前的人工智能深度学习，必须建立在大量数据的基础之上，这一点也有待进一步研究。

谭铁牛说，要解决这3个问题，关键还是看人类本身。在微观层面上，人工智能的模式识别可借鉴人类的神经元，神经元有兴奋性、抑制性、功能可塑性和传播性。科学家受到这个启发，增强了模式识别动态系统的稳定性。

无人驾驶是人工智能的突破口？

李德毅已经找到了一个实践的突破口：自动驾驶。他说，无论是对话、诗词或者驾驶，图灵测试都允许测试者现场介入，判定结果都带有近似性和主观性。但是，和对话、诗词测试相比，驾驶的图灵测试则可以得到更为精确、更为客观的评测结果。

他说，当初汽车被发明出来的时候，人们最感兴趣的是汽车的结构、机械、传动、轮胎、底盘和车身。到20世纪，人们感兴趣的则是发动机、碳排放和被动安全。到20世纪末21世纪初，人们总体上关心3件事情，即轻量化、清洁化、智能化。

所谓智能化，在他看来有4个阶段，第一是理性辅助驾驶，以人驾为主；第二是自动驾驶，局部时段可以放开手和脚；第三也是自动驾驶，即用自动驾驶接管驾驶权；第四是人机协同驾驶。

在李德毅看来，无人驾驶，难在拟人。

他感叹：汽车是从马车演变而来的，作为动力工具，汽车的马力可以达到100匹马力，但汽车远远不如马在应对不同的负荷、天气、路面以及不同车辆情况下的适应能力。说白了，汽车的感知、认知能力远远不如马这个认知主体，“老马

识途，车不如马！”

李德毅说，其根本问题不在于车而在于人，要解决人的问题，就要让驾驶员的认知能够用机器人替代，让机器人具有记忆、决策和行为能力，于是就产生了新的概念——“驾驶脑”。

“驾驶脑”不等于驾驶员脑，“驾驶脑”是要做驾驶员的智能代理，要去完成包括记忆认知、计算认知和交互认知在内的驾驶认知，他说，这应该是人工智能时代最有意义的课题之一。

（来源：中青在线）

美“字母表”公司下属企业 将与利夫特合作研发自动驾驶汽车

据美国媒体日前报道，美国“字母表”公司旗下自动驾驶技术公司“出行新方式”与叫车软件运营商美国利夫特公司结成合作伙伴，共同推动自动驾驶汽车商业化进程。此举反映了自动驾驶领域激烈的竞争局面。

不愿透露姓名的知情人士对《纽约时报》说，两家公司已达成协议，将通过试乘计划和产品研发，在自动驾驶汽车进入大众市场方面展开合作。

“出行新方式”与利夫特均未就此发布正式消息，协议的细节还不清楚。但两家公司都证实了这一合作伙伴关系。

利夫特公司说，“出行新方式”拥有当今世界最先进的自动驾驶技术，与他们合作将加快实现通过最好的交通方式改善人们生活的共同愿望。

“出行新方式”表示，利夫特对改善城市出行的远见与承诺将有助于“出行新方式”的自动驾驶技术进入更多地方，为更多人所使用。

“出行新方式”的前身是“字母表”旗下子公司谷歌的自动驾驶研发团队。谷歌从2009年开始致力于研发自动驾驶技术，是这一领域的先行

者和领先者。今年4月开始“出行新方式”将基于谷歌自动驾驶技术的汽车从公路测试转向公共试乘，在美国亚利桑那州菲尼克斯投入了600辆搭载自动驾驶技术的汽车。

利夫特是美国第二大叫车软件运营商，业务扩展至美国约300个城市。利夫特自身并不研发自动驾驶技术，但去年与美国通用汽车公司达成协议，联手展开自动驾驶汽车测试。

随着自动驾驶技术成为热门的新兴领域，为占据优势、推动实现自动驾驶汽车商业化，参与研发的众多传统汽车制造商、科技大公司、初创公司以及自动驾驶相关技术供应商展开激烈竞争，相互之间的合纵连横也越来越多。

与利夫特合作，可能意味着“出行新方式”的自动驾驶技术朝着大众市场更近一步。对利夫特来说，与“出行新方式”的合作无疑是对大力研发自动驾驶技术的主要竞争对手美国优步公司的一个打击。目前，“出行新方式”状告优步窃取其自动驾驶技术商业机密，这起官司还在审理中。

（来源：中国科学报）

干扰民航事件频出 无人机6月1日起实名登记

民航局宣布已初步完成民用无人机登记注册系统的开发，并将于5月18日上线运行，6月1日正式对质量250克以上的无人机实施登记注册。同时正在建立无人机登记数据共享和查询制度，实现与无人机运行云平台的实时交联。

当前无人机监管面临重大挑战

5月12日，民航局召开无人驾驶航空器专项整治工作部署电视电话会，下发针对性的措施要求。各地区管理局、监管局、机场也在制定完善防止无人机干扰运行的程序，联系地方政府建立联防联控机制，各项工作正在积极推进，全面铺开。

民航局副局长王志清指出，必须充分认清无人机管理的复杂严峻形势。由于管理制度缺失、进入门槛低、运行管控难、查证处置难，当前无人机监管面临重大挑战。

将加快建立军地联合监管机制

王志清表示，民航局已启动做好专项整治工作。要站在确保航空运输绝对安全的高度，以对人民生命财产高度负责的精神，坚决打赢专项整治这场硬仗，尽快遏制无人机干扰民航运行多发、频发的现状；要加强对无人机飞行对民航运行带来的影响的研究与评估，逐步建立无人机管控长效机制。

民航局要求各管理局、监管局、机场、空管单位要利用有效手段，做好无人机管控防治、处置工作。

此外，还要加快建立军地联合监管机制。重点要建立完善军地联管、空地联动应急处置机制，确保一旦出现情况，能够快速处置，最大程

度降低对民航正常飞行秩序的影响，同时配合地方公安做好查处工作。

成都机场周边设立无人机监控点

据透露，在无人机扰航事件接二连三发生后，成都机场周边区域重点设置了管控网络以及无人机监控点，并专门为人员配置专业望远镜等设备。

华北空管局相关负责人表示，由于空管部门在地面缺乏对无人机进行专业监管的系统设备，体积较小的无人机很难被空管雷达监测。

我国《民用航空法》《民用机场管理条例》均禁止在民用机场净空保护区域内，放飞影响飞行安全、无人驾驶的其他升空物体；《民用无人驾驶航空器系统空中交通管理办法》第十条也明确规定：民用无人驾驶航空器飞行应当为其单独划设隔离空域，明确水平范围、垂直范围和使用时段。

已有网店宣传242克产品

无人机大疆方面表示，每台大疆无人机都装有GPS，设置“电子围栏”禁止在禁飞区起飞，还以特殊方式向外广播自身的唯一SN码、位置信息等，当其飞到特殊区域附近，相关监管部门可使用专用设备读取上述数据，查询所需信息。

但也有网友称，网上可购买软件和模块改装，即使是合法无人机也可能变成“黑无人机”。北京青年报记者在某网店看到，民航局针对250克以上无人机实施实名登记销售的监管措施刚发出，就有商家宣传某产品只有242克重，可以脱离监管视线。

(来源：北青网-北京青年报)

人工智能：一种与人类迥异的智能形态

——访美国《连线》杂志主编凯文·凯利

近年来，人工智能快速发展，它是否已成为超越人类的智能形式呢？该如何理解人工智能呢？在日前举办的第四届中国机器人峰会暨智能经济人才峰会上，美国《连线》杂志主编凯文·凯利接受了采访。该杂志是一份科技类月刊杂志，创刊于1993年，刊发科学技术在当今和未来人类生活中的应用类文章。凯文·凯利被称为“科技商业预言家”，著有多本预测科技走向的畅销书籍。

在一些“点”上比人类“聪明”

“人工智能会从大约相当于老鼠的智能程度逐渐发展到人类的智能程度，这是一个错误的认知。”在凯文·凯利看来，人工智能的一大特点是单一维度的思维方式，这与人类的综合思维方式具有差异性，是完全不同的另外一种智能形态。

因而，在他看来，人工智能的发展并不遵循由低级到高级的进化过程，“而是会在一些‘点’上，突然变得比人类‘聪明’很多。”而这样的智力维度，在动物身上也有所体现。“比如一个松鼠就可以记住成百上千的松果埋在哪里，在这方面它优于人类。”

凯文·凯利表示，人类创造出了飞机、汽车等很多自然界原本不存在的物体，而人工智能则是人类发明的思维方式。每个人工智能项目就是一种不同的思维方式，而千差万别的思维方式会帮助人类解决科学研究、生活、经济等领域中的一些难题。

“这种新的思维方式在自然当中不存在，但却可能会是最有用的思维方式。”凯文·凯利说，

“就像计算器比人类算得快，GPS的导航能力比人类强，百度能记住60万亿个网页当中的每一个词，在记忆方面超过人类是一个道理。”而目前的人工智能就是在运算和逻辑推理等方面能够超越人类的人造物，“并不是与人类类似的智能”。

感知、“小数据”是最前沿

如今，人工智能技术经过60多年的发展，已在深度学习领域取得巨大进展，那么，炙手可热的人工智能技术研究的最前沿还有哪些方向呢？对此，凯文·凯利认为感知、情感、“小数据”等领域会是人工智能需要攻克的前沿。

凯文·凯利表示，感知是生命体对外界的反应和判断，例如视觉可以让人看到东西，听觉则能够让人听到声音等，而成功模仿这些感知就可以产生更加复杂的集成人工智能形式，但“我们还没有到达这一步，这是人工智能科学的前沿”。

拥有人类的情感一直以来被视作人工智能最难突破的地方，但既然人工智能是迥异于人类的智能形式，那么对人工智能所具有的情感形式的理解也要换一个思路。在凯文·凯利看来，目前一些人工智能程序已经可以识别人的表情，据此判断人类喜悦、愤怒或惊讶的情绪，并对此有相应的反应。而另一方面，当人们看到机器人被推倒或者踢打时，会产生这是在“虐待”机器人的想法。他认为，这些都表明，人类其实已经与机器人、人工智能有了情感纽带，“而这种存在于人类与机器人之间的情感非常值得关注”。

尽管从大量的数据中寻找规律被视作是深度

学习的基础，但凯文·凯利认为人工智能未来的一个突破点却是利用“小数据”学习。“如果现在想让人工智能程序辨别出猫和狗，就需要给它数百万个猫、狗的照片。但非常有意思的是，一个刚刚学走路的小孩也许只需要十几个例子，就能分辨出这两种动物之间的差异。”他表示，未来的人工智能应该是只需要很少的数据量就能够学习，而一旦成功，“能够让现在的技术发生颠覆性的转变”。

抢走“饭碗”也带来“饭碗”

尽管人工智能和机器人可能会抢走人类的

“饭碗”，但凯文·凯利对此却很乐观。据他介绍，目前已经出现了服务于精准农业的机器人，未来它可以帮助人类逐个关注农场当中的植物，记录其所生长的土壤中农药、水、化肥等的含量，从而精确控制其使用量，实现精细化管理。

“它当然可能会替代很多的农场劳动力，但哪个农户能像它那样关注到植物的个体层面呢？”他说，这会带来完全不同于现有模式的农业革命，随之也会产生农业机器人研发、农业机器人管理等其他岗位。“我们正身处人工智能的起步阶段，可能有很多就业机会摆在我们面前，而我们并未意识到。”

(来源：光明日报)

首个皮肤病智能辅助系统可“拍图识病”

将患病皮肤拍照，上传图像识别系统，系统便能给出患病病种提示。5月19日，记者从中南大学湘雅二医院获悉，该院联合我国最大医生专业社交平台丁香园、人工智能技术公司大拿科技，已研发出较成熟的红斑狼疮人工智能辅助诊断模型，该模型对红斑狼疮各种亚型以及其类似疾病，可进行较准确区分，识别准确性在85%以上。这也是我国首个皮肤病人工智能辅助诊断系统。

皮肤疾病病种多，皮肤损害形态也呈多样化。从外部表征看，部分皮肤病皮损极其相似，给皮肤科医生特别是基层皮肤科医生的临床诊断带来了巨大挑战。“皮损表现是疾病诊断线索的

主要信息来源。因此，皮肤病是适宜开展人工智能医疗应用的潜在疾病。特别是，随着图像识别、深度学习等关键技术的突破。”中南大学湘雅二医院皮肤科主任陆前进说。

近三年来，在中南大学临床大数据项目的支持与推动下，湘雅二医院积累了大量皮肤病皮损及病理照片。“系统开发成功后，可为医生提供学习交流的平台，为患者提供足不出户初判病情的机会，还可获取更海量疾病数据积累，不断加强系统‘记忆’功能，提高其判断准确率。一举三得。”陆前进说，未来将逐步扩展病种，建立多发病常见病的临床辅助诊断模型。

(来源：科技日报)

中国科学家：AlphaGo赢了， 但其实它远不及人脑

时至今日，人工智能的应用方向层出不穷、饱受期待。欧盟启动了投资十亿欧元的“人类脑计划”，美国启动了“美国脑计划”；今年，人工智能首次被写入我国政府工作报告，我国也即将启动“中国脑计划”，发展脑科学与类脑人工智能。



景变数太多，就无法表现出令人满意的性能。

“比如，在《星际争霸》游戏比赛中，人工智能至今无法达到最低级别的专业选手水平。”吴枫教授说，相比于“完

全信息博弈”的围棋，《星际争霸》是一款实时类策略类游戏，玩家要根据不完全的信息进行评估并及时作出一系列策略实施。

“能耗过高也是一个重大缺陷。”吴枫教授告诉记者，人脑是自然界几亿年进化的高级智能产物，具有强大的新环境适应能力、新信息与新技能自动获取能力、复杂环境下稳定有效的决策能力和低功耗的复杂任务处理能力等。“虽然大脑每时每刻要处理大量的问题，但能耗只有25瓦，人工智能采用的主流GPU服务器能耗通常则高达几千瓦。”

“类脑人工智能是要充分学习和借鉴人脑的优点，从机制和机理上让人工智能可以像人脑一样运作。”吴枫介绍，具有相同运算能力水平的神经网络，最新的寒武纪深度学习芯片能耗比传统GPU低1-2个数量级，而类脑智能技术及应用国家工程实验室正在研制的神经形态芯片，预期能耗比寒武纪还要再低1-2个数量级。

“人工智能”目前还远不及人脑

什么是类脑人工智能？它与深度学习人工智能有什么不同？为什么要发展类脑人工智能？带着好奇，记者走进了5月13日刚刚在安徽合肥成立的“类脑智能技术及应用国家工程实验室”。

“虽然AlphaGo屡次战胜围棋大师，但目前深度学习人工智能技术还远不能与人脑相比。”实验室主任、中国科大信息学院执行院长吴枫教授告诉记者，现有的科研水平对人类大脑的认识只有百分之几。人脑经过几亿年进化，具有超强的智能和超高的稳定性。如果能够探明并掌握人脑运行的机理与规律，对人工智能的发展有极大的推动作用。

“现在的深度学习人工智能是人工智能的一个重要发展方向。”吴枫教授介绍，近年来，深度学习人工智能取得了很多的成就，但也具有很多局限性——深度学习需要大量的数据和限定应用场景的学习，一旦数据量不够充分或者应用场

多学科交叉探寻人脑秘密

记者了解到，“类脑智能技术及应用国家工

程实验室”交叉融合了中科大多个学科的力量，同时联合复旦大学、中科院沈阳自动化研究所、中科院微电子所、中科院电子学研究所、中科院神经科学所以及百度公司、科大讯飞、微软亚洲研究院等单位共建。

类脑智能国家工程实验室理事会理事长、中国科学技术大学校长万立骏院士表示，“类脑是人工智能发展的重要途径，通过发展类脑智能可以揭示人脑信息处理的途径，有利于完备智能技术体系，推动我国智能产业发展。”在多学科先进研究力量的合作之下，实验室计划通过基础研究，大规模获取脑成像数据，各种微观层面的脑数据，用人工智能技术进行分析。

“这是一个浩大工程，比如，小鼠脑的分析数据就有几百个G。我们分析之后，运用多学科交叉的研究手段，来了解脑的工作机理。”吴枫告诉记者，在此基础上，实验室将发展更好的神经网络模型和方法，开发适应性更强，具有小样本迁移学习能力的人工智能技术；根据大脑的计算机理来发展神经形态芯片和并行计算系统，开发低功耗、低发热、高性能的新型计算芯片。

实验室将建立类脑智能的全链条技术体系：脑认知与神经计算平台、类脑感知与信息处理平台、类脑芯片研发平台、类脑智能计算平台、量子人工智能科研平台、类脑智能机器人平台等，并完成类脑感知与信息处理、类脑芯片、人工智能量子模拟器、类脑智能机器人等方面的原型产品，为我国智能技术与产业的跨越发展注入创新源动力。

实验室实行一对一的合作机制：企业通过工程实验室了解更新的技术，通过应用推动相关技术发展进步；高校和科研院所则在共同的研究兴

趣上进行科研合作。

“类脑智能”有望撬动千亿市场

“实验室具有灵活产学研推动机制。”吴枫告诉记者，实验室将充分利用各级政府的投资，建设定位于人工智能的大科学装置，建立公益性平台——“合肥市类脑智能计算中心”。建设智能技术及产业所需的计算资源和数据资源，并将智能技术进行封装，面向科研和企业用户提供云服务。

“我们还要建立一家商业化的运营公司，并针对性地提供定制服务。”吴枫说，“如此可以实现持续稳定的收入，对有效支撑计算中心的运行和智能技术的迅速迭代‘非常有意义’”。

事实上，这种政府投资，大学负责管理，事业单位负责公益运营，加上企业市场化运作的新型运行模式，同时保障了基础科研的持续性和对应用需求的迅速反应，能够迅速抓住热点，使成果迅速产业化。

类脑技术可分支为类脑视觉、类脑听觉、类脑芯片和类脑机器人等，我们熟悉的这些分支的应用分别有虚拟现实、智能语音、类脑芯片、量子计算机、类脑机器人等领域。作为智能时代的共性核心技术，类脑智能技术能够与社会各行业相结合，具有极强的产业带动性，对信息处理、芯片、机器人、物联网、高性能计算等相关产业的快速发展和升级将起到有效的推动作用。

权威数据表明，到2018年中国人工智能市场将逼近1000亿元。类脑人工智能技术处于产业的核心，也将在以上相关领域直接或间接撬动巨大的产业市场。

（来源：科技日报）

科技改变生活：2050年花式交通工具前瞻

据英国《每日邮报》近日报道，到2050年，从传送管到全景窗口飞机、从自动驾驶汽车到单轨旅行，从太空电梯到更有趣的飞机，这些高科技交通工具在有生之年有望成为现实。

为了更清楚地了解2050年可能会出现的高科技交通工具，电子公司RS Components创建了一个交互式模块，并做出一些令人兴奋的预测。用户输入年龄就可以知道还有多少年他们乘坐全景客机的愿望能够成真。

到2020年，由于汽车领域使用了增强现实技术，旅行会更加快速。车辆能够将交通状况、实时事故警报和旅游景点信息传递给司机。信息可以显示在挡风玻璃上而不是在卫星导航屏幕上。超音速超级高铁有望取代现代火车，以700英里每小时（1,100公里/小时）的速度行驶，满足快速客货运输需求。

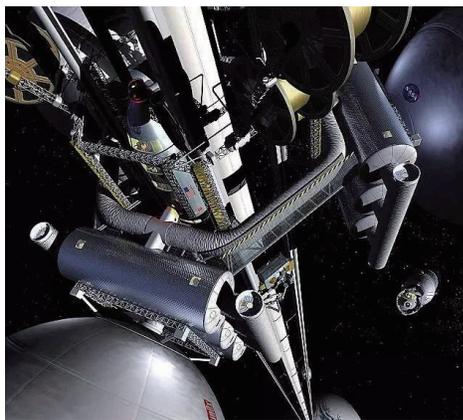


到2025年，乘客们可能会使用“天行者（SkyTran）”磁悬浮公共交通系统。NASA艾姆斯研究中心（Ames Reserach Center）工程师正在开发一条高速、低成本的“个人快速运输（PRT）系统”，将在以色列的特拉维夫市上空单轨升降。天行者的吊舱悬挂在轨道下面，可搭载两名乘客并保持快速移动且节约成本。

到2035年，预计90%的道路车辆将成为自动或电动驾驶。虽然现在看起来不太可能，但世界上大多数汽车制造商如沃尔沃和宝马正在研究自动

驾驶技术。即使像Google这样的科技巨头也加入其中，为消费者提供了足够经济的自动驾驶汽车。

到2050年，当自动驾驶汽车成为日常生活的一部分，太空旅行将更加吸引人们。如果空客对未来展望正确的话，游客可以借助全景飞机飞往太空。根据2015年提交的专利，飞机通过使用交互式玻璃窗，乘客就可以了解下方景象。飞机还将具备全息通信、娱乐中心，同时实现声音阻隔，防止因个人打扰周围乘客。人类将突破天空的限制，如果计划用电缆搭建电梯到太空，那么人类到达月球的梦想就会实现。



日本公司Obayashi Corporation基于2012年建成的世界第一高塔东京晴空塔提出太空电梯的概念。如果建成，人类将可以从一个“地球港”到达3.6万公里以外的地球静止轨道上的站点。计划到2050年，该系统将由长9.6万公里的碳纳米管电缆，直径400米浮动地球港和重达12.5吨的平衡配重物组成。

该公司称其他设施包括火星/月球重力中心，低地球轨道、地球静止轨道站、火星门和太阳系探测门。他们还承认，虽然目前的技术水平还不足以实现这一概念，但他们认为这些在未来都可能成为现实。

（来源：环球网）

科技部部长万钢：氢能燃料电池汽车 将成重要发展方向

科技部部长万钢6月25日在吉林长春发表演讲时表示，氢具有来源广泛、大规模稳定储存、持续供应、远距离运输、快速补充等特点，在未来车用能源中，氢燃料与电力将并存互补，共同支撑新能源汽车产业发展。

万钢是在第十九届中国科协年会“未来出行——氢燃料电池及智能车辆技术”国际研讨会作出上述表述的。他说，氢能燃料电池目前在寿命、可靠性、使用性能上基本达到车辆使用要求，国外主要国家和地区高度重视氢能燃料电池汽车战略地位，给予持续支持。

据介绍，我国已初步掌握了燃料电池关键材料、电堆、动力系统、整车集成和氢能基础设施的核心技术，基本建立了具有自主知识产权的燃料电池汽车动力系统技术平台，实现了百辆级动

力系统与整车的生产能力。

万钢认为，我国必须加强协同创新，加快推动氢能燃料电池产业全面发展。一方面加强政策协同，加快开展氢能燃料电池汽车发展政策研究，通过发展政策系统推进氢能燃料电池产业发展，加快掌握更多关键核心技术。另一方面，加强产业及市场协同，推动全产业链体系的市场协同，同时强化跨产业、跨领域的产业协同应用。

万钢还表示，我国将整合各方资源，积极参与国际合作。目前，我国已发起并组建国际氢能燃料电池协会，目标是建成一个覆盖全产业链、推进燃料电池商业化的国际化平台，加速推动国际氢能燃料电池技术和产业发展。

(来源：新华社)

中国自动化学会第三届青年科学家奖评审结果公告

中国自动化学会第三届青年科学家奖评审工作于2017年5月25日结束。经专家评审委员会评审，共有七位获得中国自动化学会第三届青年科

学家奖，评审结果于2017年5月25日至6月4日在中国自动化学会官网公示，期间无异议。

现将评审结果公告如下：（按姓氏笔画排序）

序号	姓名	性别	工作单位
1	方勇纯	男	南开大学
2	刘妹琴	女	浙江大学
3	李智军	男	华南理工大学
4	赵 勇	男	东北大学
5	郭 戈	男	大连海事大学
6	谢少荣	女	上海大学
7	魏庆来	男	中国科学院自动化研究所

中国自动化学会
二零一七年六月五日

战斗力不比AlphaGo， “日本Go”被中国棋手淘汰



王昊洋（右）被柯洁戏称为“人类的希望”

浙江乌镇的三番棋，让围棋人工智能AlphaGo成了压在柯洁等棋手心头的一块大石。昨天在第三届梦百合杯世界围棋公开赛32强赛中，中国棋手王昊洋六段击败了日本围棋程序DeepZenGo，让柯洁惊呼“你是人类的希望”！可赛后DeepZenGo发明人加藤英树坦言，是程序有漏洞导致判断错死活。看起来，虽然AlphaGo和DeepZenGo都带“Go”，但还是有高下之分。

浙人类逼出程序大漏洞

在乌镇的三番棋较量中，柯洁无时无刻不想逼出AlphaGo的bug（漏洞）以战而胜之，可惜未能如愿。如今这个愿望被王昊洋在梦百合杯中实现了。

这盘棋DeepZenGo执黑，序盘阶段都很正常，到了黑57一路“跳”，事后看是本局的败因。局后加藤英树说，DeepZenGo以为跳了之后是把白棋吃掉了，直到二十多手之后才判断出左边是自己死了。随后，看错死活的DeepZenGo又走出一串人类无法理解的棋。下到后来，代替DeepZenGo落子的加藤英树连连摇头，表情黯然。

至207消劫转换，白棋小胜局面已定。奕

至252手，加藤英树向裁判说了一声“pass（认输）”，裁判开始数子。数子结果，黑棋184子，王昊洋白棋胜1/4子。数子的时候，观战的柯洁对王昊洋笑道：“你是人类的希望啊！”

AI败了有人欢喜有人忧

击败AI，最开心的自然是王昊洋，他说：“以前在弈城网上和它下过两盘，都输了。”加藤英树则表示，DeepZenGo的表现没有达到他的预期。

“因为之前在网上下的是快棋，这个比赛是慢棋，慢棋总是对人类有点好处。”王昊洋说，自己赛前也没做什么准备，“就是打了场羽毛球。还有，崔哲瀚告诉我说别跟它对杀，因为它的力量很大。”

加藤英树则认为问题出在程序自身的技术方面，他表示，是DeepZenGo出现了误判，一直认为是黑杀白，所以判断自己胜率达到了60%，后来它才发现左边的棋是自己死了。而判不清死活，显然是程序的大漏洞。

而这已不是DeepZenGo第一次在比赛中崩溃。今年3月的2017世界围棋最强棋士战首轮比赛，中国棋手聿昱廷对DeepZenGo的人机比赛中，终局阶段DeepZenGo判断不清输赢，忽然开始胡乱落子，以致DeepZenGo团队不得不终止比赛认输。这样看来，日本程序赶超AlphaGo的道路还很漫长。

AI证明自身价值

自从本次梦百合杯围棋世界大赛将外卡颁给围棋程序，反对的声音就没有断过。卫冕冠军柯洁更是直言不愿意、不接受。但无论两轮比赛的

对战质量还是赛事的受关注程度都有提升，这也显示了AI本身的价值。

对于颁给人工智能世界大赛外卡，本次比赛的赞助商梦百合家居科技有限公司董事长倪张根坚持认为，自己的决定没有错。他表示：“虽然受到诸多质疑，但我还是认为邀请DeepZenGo参赛是正确的选择。我们有幸身处最好的时代，应该更大度地去面对人工智能带来的变化。当然，

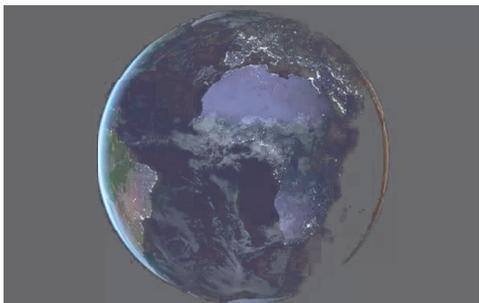
我比谁都希望人类棋手能赢……让我们拭目以待。”

此外，加藤英树昨天也透露，日本围棋国家队已确定邀请DeepZenGo加入到其国家队的日常训练中，成为日本棋手的训练对战平台。“我们未来还会推出新的版本，希望能使AI水平再升两个段位。”加藤英树说。

(来源：北京青年报)

人工智能峰会将帮助世界赤贫者

人工智能演算法可对比夜间和白天卫星影像，以测量贫穷水平。



在全球最富裕的社区，人工智能（AI）系统正开着自动驾驶汽车在街道上穿行，房子主人正在向其声控扬声器发号施令。但AI革命尚未对全球生活在贫困中的30亿人提供帮助。

这一矛盾是6月7日至9日在瑞士日内瓦举行的以“全球杰出AI峰会”为主题的会议的核心。此次包括联合国相关机构、AI专家、政策制定者和业界人士在内的聚会讨论了如何利用AI和机器人解决人类面对的最持久性的问题，如贫困、营养不良和不平等。

开发机构正在带来各种想法，不过目前仅有一小部分达到先导试验阶段。尽管如此，科学家警惕AI的兴起可能会带来难以预测或管理上的社会扰乱，并波及世界上多数弱势群体。“发展中国家从AI中得到的可能会最多，但如果我们不警

惕，它们也可能是失去最多的一方。”会议组织者、联合国国际电信联盟电信标准局主任Chaesub Lee说。

很多研究人员希望AI系统能够帮助评估和跟踪测量方法，以消除贫困。加州斯坦福大学经济学家Marshall Burke说，目前对于贫困人口居住在哪里仍没有确切的数据，因为住户调查通常在贫穷和遥远的地方展开。

Burke和同事正在用夜间观测卫星（照明良好区域是富裕的粗略代表）训练算式，以此了解白天卫星图像有哪些特征，如道路或房屋种类等，与相对富裕或贫困相关。在5个非洲国家进行的试点研究中，该团队发现其AI系统预测的村庄级富裕程度比此前单独使用夜间灯光模式更佳。

斯坦福大学由Jiaxuan You带领的其他科学家正在利用AI和卫星遥感数据在收获前的几个月预测作物产量，并希望以此预测粮食缺乏程度。联合国儿童基金会（UNICEF）正在资助一些研究了解深度计算能否通过图像和儿童视频诊断营养不良状况。“目前，这是利用儿童上臂围检测，速度缓慢且经常不能足够准确。”UNICEF创新与投资基金部主任Christopher Fabian说，“我们相信能够做得更好。”

(来源：环球网)

飞机自动驾驶：飞机进步的里程碑

飞机的制造历史，从模仿鸟类的翅膀，到依靠滑翔，然后靠人为操纵。进入现代，利用计算机技术，实现了在允许的条件下，把驾驶员解放出来，由设定好的程序自动驾驶。这是科学的进步，也是飞机改革中重要的里程碑。

飞机为什么可以自动驾驶

为了使飞行员不会过于疲劳，现代飞机都装有自动驾驶系统，由机载计算机控制飞机自动飞行。人们早在几十年前，就发明了自动驾驶仪。那时的自动驾驶仪简单，由高度表、陀螺仪、加速度计、简单的电路和检测飞机状态信息的设备构成。由于其精度较差，校正飞机的飞行状态经常需要飞行员去做。现代的设备精密复杂，可以自动控制飞机准确飞行，只要有一点状态的改变就可以察觉出来。主要是利用计算机产生精确的信号，飞机航线无需飞行员人工干预，校正由卫星定位系统完成。但是由于计算机在有些情况下，应变能力不如人类，还需要采用人工操作。

现在的技术虽然可以使飞机自动完成降落，但是只有在没有任何特殊的情况下才有保证。为了保证飞行安全，在飞机降落时，不采用计算机进行自动控制，由飞行员来操纵降落。

飞机进行了怎样的“变身”

飞机在飞行中与空气作用，会导致空气的振动。空气振动传播的速度就是声速，就像水中的涟漪一样，一圈圈传播开去。当飞机的声速和速度一样快时，前一圈空气振动“涟漪”还来不及传递开，就被后一圈“涟漪”追上，叠加就会产

生“激波”的剧烈振动。激波会使飞机抖动、失控，进而产生巨大的飞行阻力，造成飞机空中解体。



飞行员可以实现对自动驾驶仪和领航模式的控制

一些速度较快的活塞式战斗机在第二次世界大战后期，加速俯冲速度达到约0.9倍声速时，就容易发生这样的情况，有的机毁人亡。当时的飞机已突破声速，这种现象称之为“音障”，飞机在接近声速时，难以逾越，就像撞到墙一样。



米格-25“狐蝠”

人们发现：飞行的速度并不是机翼上出现激波时的气流速度，而是机翼前缘垂直方向上的气流速度。如果采用后掠翼，垂直机翼前缘的气流速度分量会低于飞行速度。与平直机翼飞机相

比，在更高的速度下才会出现激波，从而推迟了激波的产生。

声速突破后，如果想再提高飞行速度，那么就会碰到另一个障碍，即“热障”。飞机飞行速度超过2.2倍声速，由于空气在机翼、机身的前缘，被剧烈压缩导致强烈的气动加热，产生高达数百摄氏度的高温，对机体材料产生很大的影响。飞机一般都是用铝合金做蒙皮，小于2.2倍的声速时，铝合金的强度尚可维持，达到3倍声速后，铝合金就不能满足要求了。

飞机要采用可满足热障速度飞行要求的其他耐高温材料。有的采用钛合金作为结构材料，如美国的311-71“黑鸟”；有的采用不锈钢作为结构材料，如苏联的米格-25。普通喷气发动机的工作效率已不能满足要求，飞行速度超过3倍声速时，需要采用其他的发动机。例如，飞行速度达到3倍声速时的“黑鸟”，为保证高速飞行时的效率，发动机就通过某种机构变化成冲压发动机。

飞机的“心脏”为什么说是发动机

鸟类靠翅膀飞行，产生向前的推力和向上的升力扇动翅膀。人类早期就模仿鸟类制造扑翼机飞行实践，希望用鸟类的办法飞上天空，类似的尝试都以失败告终。

后来，人们改变了思路，不再使用同一个部件，把产生向前推力和向上升力的部件与动作分开，用一种动作煽动“翅膀”同时完成两个任务。采用这个思路，推动空气或利用喷气的反作用力利用螺旋桨来产生向前的推力，使飞机产生

速度。这是个很聪明的办法，由此产生的气流流过机翼形成压力差，产生向上的升力。飞机飞行时所需要的动力就大大降低了。

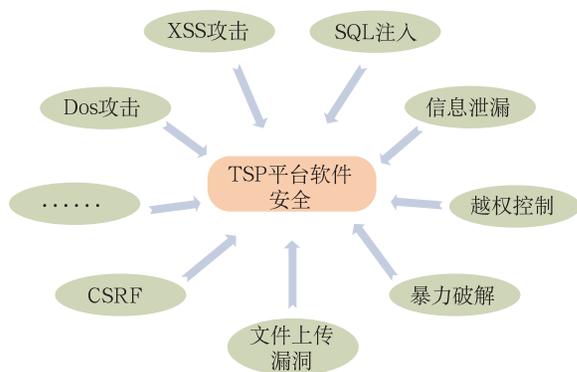


飞机发动机

有科学家计算过，如果人类用鸽子一样的方式靠自己的力量飞上天空，那么，我们需要有一米厚的胸肌。人如果靠人力驱动一个螺旋桨来提供推力，坐在固定机翼的飞行器中，那么这样的人力飞机，已经可以飞行超过1000千米。通过把升力和推力的产生机制分开的方式，飞行的效率大大提高了。飞机发动机在一定的速度范围内，速度越快，动力越强劲，升力也就越大。所以说，发动机不仅是产生升力的源泉，而且也为飞机提供了速度。发动机与飞机飞行性能的好坏有着直接的关系，只有优秀的发动机才能使飞机具有优良的性能。这就如人类的心脏，人体的好坏全靠心脏支撑，所以发动机是飞机的“心脏”就成为人类最爱的表达方式。

(来源：科普中国)

《2016年智能网联汽车信息安全报告》发布



4月25日，工信部、发改委、科技部联合印发《汽车产业中长期发展规划》的通知，旨在落实建设制造强国的战略部署，推动汽车强国建设。根据规划，到2020年，智能网联汽车与国际同步发展，同时要求，汽车产业关键技术取得突破，全产业链实现安全可控，汽车信息安全成为最受关注的领域。

近日，国内首支专注于汽车信息安全研究领域的顶级安全团队360智能网联汽车信息安全实验室（360天行者团队）发布《2016年智能网联汽车信息安全报告》，（以下简称《报告》），《报告》重点对智能网联汽车技术发展、汽车信息安全以及2016年汽车安全事件破解案例进行分析，提出智能网联汽车面临的七种安全威胁以及主要攻击方法和必要防范措施。

这份《报告》指出，智能网联汽车遭受的信息安全威胁主要包括TSP安全威胁、APP安全威胁、T-Box安全威胁、IVI安全威胁、Can-bus总线安全威胁、ECU安全威胁、车内通信安全威胁等七种。《报告》对每种威胁可能引起的黑客攻击路径、攻击方法、造成的安全风险等进行了前沿的技术分析和风险提示。

TSP安全威胁

TSP是指汽车远程服务提供商。TSP作为车联网产业链最核心的环节之一，为汽车和手机提供内容和流量转发的服务。TSP平台漏洞可能来自软件系统设计时的缺陷或编码时产生的错误，也可能来自业务在交互处理过程中的设计缺陷或逻辑流程上的不合理之处。这些都可能被有意或无意地利用，对整个车联网的运行造成不利影响。例如系统被攻击或控制、重要资料被窃取、用户数据被篡改、甚至冒充合法用户对车辆进行控制等。

APP安全威胁

APP安全威胁是指黑客通过root用户的手机端或者诱导用户下载安装恶意程序，利用这些远程控制APP窃取用户个人信息及车辆的控制权，从而控制车辆开锁落锁。早在2015年，安全人员Samy Kamkar就向公众演示了通过在车内安置一个小硬件来入侵车辆的远程控制APP的手法，实现车主信息窃取及车辆控制权窃取。

实际上，通用安吉星、克莱斯勒UConnect、奔驰Mbrace和宝马Remote均遭受过APP安全威胁。随着车主通过手机远程控制功能更加丰富，网联汽车APP安全威胁的风险也有所提高。

T-Box系统安全威胁

T-Box系统的作用主要为远程控制、查询和安防服务。2016年，研究人员通过更加全面的技术对车联网核心控制系统T-Box进行了安全分析并成

功破解，实现了对车辆的本地控制及其它车辆远程操作控制。

IVI安全威胁

IVI 是采用车载专用中央处理器，基于车身总线系统和互联网服务，形成的车载综合信息娱乐系统。对IVI的攻击也可分为软件攻击和硬件攻击。软件攻击方面可以通过软件升级方式获得访问权限，进入目标系统。

Can-bus总线安全威胁

汽车电子元器件是通过CAN网络连接的，电子元器件之间通过CAN包进行通信。Can-bus总线安全威胁通过逆向工程、模糊测试等方法获得其通信矩阵并破解汽车的应用层总线协议，在不增加汽车执行器的情况下实现对汽车的自动控制功能。也就是说，只要抓住了CAN总线，我们就相当于是抓住了汽车的神经，就能对汽车进行控制。

ECU安全威胁

ECU电子控制单元，是汽车专用微机控制器，其作用是根据其内存的程序和数据对空气流量计及各种传感器输入的信息进行运算、处理、判断，然后输出指令。

对ECU展开的攻击可分为前门攻击、后门攻击、漏洞利用三种。前门攻击是劫持原始设备制造商（OEM）的访问机制，对原厂编程方法进行逆向工程的攻击方式；后门攻击则使用更为传统的硬件黑客手段；漏洞利用则检测并发现非预期

访问机制，基于bug或问题执行驾驶人员非预期的功能。

车间通信安全威胁

车联网是以车内网、车际网和车载移动互联网为基础，按照约定的通信协议和数据交互标准，在V-X（V：vehicle，X：车、路、行人及互联网等）之间进行无线通讯和信息交换的系统网络。

车间通信安全威胁主要是无线通信领域的信号窃取、信号干扰等固有安全问题。黑客通过在链路层上设置接收器窃取车辆信息并跟踪目标车辆。此外，恶意行为人对车间通信的安全性影响也是车间通信安全的威胁之一。

“以前，汽车是孤立的，物理隔离的，因此黑客很难远程入侵汽车内部控制器，随着互联网的进化，汽车受到的远程网络攻击就不再是猜想。”刘健皓指出，2016年，智能汽车遭“入侵”事件增多，黑客不仅能造成车内财物丢失或者车辆被盗，并且可能危及到司机和乘客的生命安全，厂商在设计之初就应该全盘考虑安全问题，将安全放在首位。

记者了解到，360智能网联汽车信息安全实验室是由全球最大的互联网安全公司360组建，与浙江大学、特斯拉、长安汽车等研究机构、汽车生产企业和汽车信息安全相关厂商合作，在智能汽车安全研究方面拥有多项成果，360智能网联汽车信息安全实验室从2014年开始对国内十多家车联网厂商进行安全评估。

（来源：中国科学报）

科协党组重温习近平总书记 在“科技三会”上的重要讲话精神

5月22日上午，中国科协召开党组理论学习中心组学习会议，学习、重温习近平总书记在“科技三会”上的重要讲话精神。中国科协党组书记、常务副主席、书记处第一书记尚勇主持会议，党组副书记、副主席、书记处书记徐延豪，党组成员、书记处书记王春法、吴海鹰、束为、项昌乐，党组成员王延祐、宋军出席会议，机关各部门主要负责人参加会议。

会议认为，在“科技三会”召开一周年之际，在首个全国科技工作者日来临之际，学习、重温习近平总书记在“科技三会”上的重要讲话精神，很有必要也很及时，对认真总结、全面回顾一年来科协贯彻落实中央各项战略决策部署、深化科协系统改革取得的成就和经验，推动科协更好地履行“四服务”、深入建设“三型”组织具有重要意义。会上，党组成员以及机关各部门主要负责人结合工作实际发言，交流学习体会，畅谈了贯彻落实习近平总书记重要讲话精神取得的新成绩、新进展，查找了在贯彻落实讲话精神方面存在的不足、短板和努力方向，对今后进一步全面深入贯彻落实讲话精神，更好地转化为科技工作和科协工作的实际成果提出建议。

尚勇在讲话中指出，习近平总书记在“科技三会”上的重要讲话，以宽广的国际视野把握时代发展脉搏，高瞻远瞩、高屋建瓴，紧密结合中国国情，紧密结合实现中华民族伟大复兴中国梦的战略要求，提出了向世界科技强国进军的宏伟目标，描绘了“三步走”的战略步骤；指出了新的历史时期“三个面向”科技工作方针，提出了我国新时期科技发展战略蓝图，明确了各个层面

各个领域科技创新重大任务和目标要求。习近平总书记在讲话中对如何深化以科技创新为核心、引领科技体制深刻变革作出了整体制度设计；对全面深化科技体制改革，进一步优化科技创新环境，激发科技人才创新创造创业的积极性，建设宏大的高水平的科技人才队伍提出了明确要求。习近平总书记在讲话中把科学普及提高到与科技创新同等重要的位置，对中国科协各级组织提出了非常系统、具体的要求，即“四个服务”职责定位和“三型组织”建设，特别是在接长手臂、扎根基层，团结引领广大科技工作者进军科技创新，开展创新争先行动，促进科技繁荣发展，促进科学普及推广等方面明确了任务要求；提出了科协组织要成为党团结联系科技工作者的人民团体，成为科技创新的重要力量的使命责任。

尚勇表示，一年来，我们在实践中深刻地体会到习近平总书记重要讲话精神中蕴含的真理的力量，这是我们做好一切工作的指导思想和行动纲领。我们必须在思想上政治上行动上全面贯彻落实习近平总书记重要讲话精神，用习近平总书记重要讲话精神统一思想、指导行动，取得更大成效。一年来，党组及各级科协组织把落实好总书记重要讲话精神作为一切工作的重中之重和方向指南，充分发挥科协优势，组织广大科技工作者认真学习领会和贯彻落实。通过举办科技领军人才专题研修班、科协九大代表培训班等各种形式，使地方科协、全国学会和各部门（单位）都把学习习近平总书记重要讲话作为重要的政治任务，统一思想，提高认识，增强了贯彻落实总书记重要讲话的自觉性和积极性。

尚勇指出,中国科协积极响应习近平总书记号召,组织开展了创新争先行动,这是落实习近平总书记提出的“三步走”战略目标和坚持“三个面向”方针的具体行动,也是科协的一项统领性工作任务。创新争先行动在全国各地、各部门、各全国学会蓬勃开展,激发了各领域各方面科技工作者创新争先的热情。一大批科技成果喷涌而出,很多学科实现了集群性突破,一些重大科学技术难题得以攻克,一些重大工程项目取得了突破性的成果,创新争先奖就是这些成果的集中体现。经国务院批准设立的全国科技工作者日,也突显了全党全社会对科技工作者的重视,把科技创新摆在核心位置,极大地激发了科技工作者的创新热情。

尚勇强调,一年来,科协组织认真贯彻落实习近平总书记提出的“四服务”职能定位和“三型”组织定位,经过不懈努力,在“四服务”方面有了很多创新举措和重大成果,各方面工作取得了重要进展,迈上新台阶。一是在服务科技工作者方面,加强机制创新,进一步密切与科技工作者的联系,初步解决了和科技工作者不亲不紧的问题。通过学会和各级基层组织加强与科技工作者的联系,通过建立平台和枢纽畅通联系科技工作者的渠道,通过各项任务和活动更加紧密凝聚科技工作者,搭建了联系科技工作者的新的平台,拓宽了新的渠道,在学术交流、学术论文发表、重大科技成果推广、协同创新等方面,使科技工作者充分发挥作用,展现才能,体现社会价值;努力为科技工作者排忧解难,解决了不少科技工作者的担忧和顾虑,使他们更加放手创新;通过实施人才激励工程,充分激发了老中青科技工作者的创新积极性。二是在服务创新驱动发展方面,引领、凝聚广大科技工作者积极投身经济建设主战场。实施创新驱动助力工程,影响和范围不断扩大,3000多个院士工作站、上百个学会服务站和一大批科技成果,通过创新驱

动助力工程与地方的供给侧改革、产业发展紧密结合;通过举办“双创”活动,在全国形成新的创新创业热潮,使科技工作者和各级科协组织彰显优势,发挥作用;通过实施“海智计划”升级版,吸引广大海外科技工作者在国内进行各种技术服务和科技合作,开展离岸创业创新,搭建了海外科技工作者为国服务的桥梁,激发了海外科技工作者为国服务的热情;积极响应党中央脱贫攻坚号召,实施科技助力精准扶贫工程,通过实招硬招,取得显著实效,发挥了科协组织科技扶贫的重要作用。三是在服务全民科学素质方面,通过“科普中国”品牌大幅度推动科普信息化建设,使科普供给大为丰富;通过“百城千校万村工程”引导“科普中国”在城市、社区、学校、农村迅速落地,有效扩大覆盖面,使科普惠及广大人民群众特别是基层群众,为公民科学素质提升奠定了良好基础;针对青少年科普推出一系列新的举措,举办了青少年科学素质电视大赛等一批有影响力的活动。四是在服务党和政府决策方面,进一步加强科协系统高水平科技创新智库建设,集中科技工作者的智慧和力量,为党和政府提供一系列重大决策建议;积极承担科技评估工作,彰显科协作为第三方的积极作用。五是在科协改革和自身建设方面,按照“科技三会”精神和中央关于加强和改进党的群团工作的意见,特别是中央关于科协系统深化改革实施方案要求,全面铺开落实中央部署的各项工作任务,目前已有三分之一以上的任务已经完成,其余方面也取得了实质性进展。特别是在学会治理体系和治理方式改革、基层组织建设、联系科技工作者机制建设、服务科技工作者和社会的各种平台建设、网上科协建设等方面都取得了实质性进展。科协作为“三型”组织的特性进一步彰显,在社会上得到广泛认同,各级科协组织的活力和凝聚力、战斗力显著增强,与科技工作者的联系更加密切,工作作风明显好转。

尚勇要求，科协下一步要在认真总结成绩和经验的基础上，坚持问题导向，查找不足和短板，采取有力措施，进一步全面深入贯彻落实习近平总书记重要讲话精神，切实做到落地生根、开花结果、惠及人民。一是在推动科技体制改革和优化创新环境方面狠下功夫，充分利用第三方评估优势，进一步促进“科技三会”出台政策落地，真正破除束缚科技工作者创新的痼疾，真正让科技工作者能够放手大胆创新，真正使科技工作者得到实惠，真正做到聚集天下英才。二是在“四服务”方面要加大力度、增加深度、提升高度，切实提高服务的质量、能力和水平，特别是在学会改革方面要攻坚克难，增强学会作为社会组织的活力，增强对广大会员的凝聚力和感召

力，增强学会在创新驱动发展方面的驱动力和社会影响力。三是在提升全民科学素质方面，针对科普手段和覆盖面离广大人民群众对科学知识和科学素质提升的需求仍有差距的现状，要进一步加强和各部门的协同联合，努力提高公民科学素质特别是基层人民群众的科学素质，在科学技术普惠人民群众上下功夫。四是打铁还需自身硬，各级科协组织必须进一步转变作风、转变职能、转变工作方式，认真总结经验，查找差距，真正把总书记交给我们的各项工作任务落到实处，使科协组织成为贯彻落实习近平总书记讲话精神、推动科技创新和科技强国建设的一支有生力量。

（来源：中国科协）

李源潮：加快推进科协系统改革为 建设世界科技强国建功立业 ——在第十九届中国科协年会开幕式上的讲话

今天，第十九届中国科协年会在长春召开。我受党中央委托，向各位与会专家和科技工作者表示亲切问候和良好祝愿，向吉林省委、省政府和长春市委、市政府对年会的大力支持表示感谢！

刚才，万钢主席和巴音朝鲁同志作了很好的讲话，听了很受启发。本届年会以“创新驱动·全面振兴”为主题，很有意义。创新驱动发展，科技工作者是主力军，服务引导科技工作者是科协的重要职责。当前，科协改革正在有序有力推进，这是党领导的群团组织和工作总体改革的一个重要组成部分。习近平总书记主持中央深改领导小组会议审议《科协系统深化改革实施方案》，党中央书记处专题研究部署。科协系统改革总的要求是：坚定不移走中国特色社会

主义群团组织发展道路，保持和增强组织和工作的政治性、先进性、群众性，推动“三型”组织建设，履行“四服务”职能，更好成为党和政府联系服务科技工作者的桥梁和纽带。一年多来，70项改革举措落实落地，取得明显成效。科协九大基层一线代表比例超过70%，学会承接政府转移职能经过两轮试点已常态化推开，科普信息化建设加快推进，“科普中国”访问量近百亿人次，全部省级科协启动改革工作，科技工作者对改革满意度72.3分。这些成绩中央都给予充分肯定。科协系统改革与科技工作者息息相关，各位科学家都十分关心，乘今天的机会，我向大家介绍一下科协改革的总体情况，并对进一步深化改革讲些意见。希望大家支持改革、参与改革、推进改革，努力在建设世界科技强国、实现中国梦的伟大征程中作

出更大贡献。

第一，加强党对科协组织的领导，引领广大科技工作者更加紧密地团结在以习近平同志为核心的党中央周围。今年我们党要召开十九大，团结一致、凝聚人心是党领导的人民团体第一位的任务。科协要把强化科技工作者思想政治引领作为重要改革举措来抓。要引导科技工作者学习习近平总书记系列重要讲话精神和治国理政新理念新思想新战略，增强中国特色社会主义“四个自信”。要引导科技工作者学习领会总书记关于科技创新的重要论述，强化建设世界科技强国的责任担当。要引导科技工作者增强“四个意识”，在思想上政治上行动上同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致。中国科协与中央党校联办高层次科技领军人才研修班，实践证明效果很好。当时参加学习的黄大年同志说，“我们要响应总书记号召，不忘当年立志振兴国家科技的初心，实现自己在国外不能实现的抱负”。

第二，坚持围绕中心、服务大局，动员科技工作者为建设世界科技强国建功立业。为建设世界科技强国建功立业，这是科协改革的时代主题。中国科协向全国科技工作者发出“创新争先活动”倡议，号召科技工作者为建设世界科技强国、实现中国梦贡献智慧和力量。一是激励科技工作者勇攀世界科技前沿。我国科技创新并跑领跑世界前沿的态势日益凸显，但原始创新能力不强仍是最大短板。希望科协改革服务科技创新大局，激励科技工作者短板攻坚争相突破，前沿探索争先领跑，形成国家发展的新优势。二是动员科技工作者服务经济转型升级。当前，科技创新创业已成为全球经济最具潜力和活力的发动机，更加需要具有市场意识的“科学家”。中国科协实施“创新驱动助力工程”推动102家全国学会与40个示范市对接科技供需，转化科研成果1800多项，这件事做得很好。科协还积极配合国家发改委等部门推动“大众创业、万众创新”活

动在全国展开。希望科协改革推动科技与产业有机融合，让科技成果走出高墙深院，为地方和企业“雪中送炭”。三是引导科技工作者培育和践行社会主义核心价值观。总书记对黄大年同志先进事迹作出批示，要求科技工作者学习他心有大我、至诚报国的爱国情怀，教书育人、敢为人先的敬业精神，淡泊名利、甘于奉献的高尚情操。黄大年同志生前与我有过多次交流。我昨天专门去吉林大学参观了黄大年同志生前工作的办公室，同去的人都被黄大年同志的高尚品德和奋斗精神所感动。黄大年同志是吉林首批引进的“千人计划”专家，回来的时间虽不长，但已为国家的科技创新事业作出重大贡献。他身上展现出的爱国情怀、敬业精神和高尚情操是我国科学家精神的时代体现。中国科协要认真落实总书记要求，宣传黄大年、李保国、杨衍忠等科技工作者先进典型，用他们高尚的科学家精神激励科技工作者，弘扬社会主义精神文明新风尚。

第三，积极承接政府转移职能，为科技工作者搭建更加广阔的创新创业平台。中国科协所属学会有序承接政府转移职能是习近平总书记和李克强总理亲自批准和指导的一项综合性改革，纳入了中央全面深化改革总体部署，3年前在科协系统改革中率先启动。这项改革坚持试点先行，68家全国学会承接了21个政府部门的86项职能，5000多名科技专家参与其中。“双创”政策评估被李克强总理称为“送给部长们的大礼”，国家引才目录、重点实验室评估、技术标准研制、科技奖励推荐，从中央领导到社会各方面反响都很好。学会承接政府转移职能改革，一方面拓展创新了科协和学会的社会化服务职能，另一方面也为科技工作者提供了施展才华的新舞台。科协要继续推进和完善这项改革，提高学会承接能力，建立可负责、可问责的运行机制，确保承接职能接得住、接得好，努力做到政府放心、社会满意、科技工作者认可。希望广大科技工作者充分

发挥专业优势，积极参与承能工作，更好实现科技创新与科技服务的社会价值。

第四，推进网上科协建设，让科协工作实现互联网时代转型。习近平总书记对网上群团提出了“亮出旗帜，发出声音，让群众在网上找到组织，让群众在网上参加活动”的4条具体要求。党中央批准的科协系统改革方案，把网上科协建设作为重要内容。当前，社会信息化、信息网络化、网络移动化已成为时代发展的大趋势。互联网正在重构科协与科技工作者之间的联系，科协组织和工作的网上改革、网上创新、网上转型已是大势所趋。要大力推进科普信息化，让科学在网上流行起来。现在群众的科普需求很强，前不久国产大飞机C919试飞，“科普中国”专题解读上线72小时传播量就超过1亿人次；现在量子通讯成了个热门话题，有个大学生在“知乎网”上用最通俗的方式讲量子物理，近千人付费听他的科普讲座。科协要加快科普信息化建设，吸引动员更多科技工作者特别是科技名家参与网上科普，实现科普理念、方式、手段的信息化转型与创新。要大力建设网上科协，为科协插上互联网的翅膀。科协调查，69.3%的科技工作者把网络作为获取信息和服务的第一渠道。科协的服务不走网上渠道就是自我错位。推进网上科协建设，一方面是“互联网+科协”，就是要按照总书记的4条要求，使科协和学会在网上有阵地、有组织、有服务、有活动。另一方面是“科协+互联网”，就是充分利用互联网开展各项科协工作，争取把科协和学会对科技工作者的联系、服务、引导、动员工作都利用网络做起来，网上网下的工作充分结合。刚刚上线的“科猫”APP，打造了学术交流、成果转化、创新创业的网上社区，是网上科协一个很好的平台。现在，“科猫”正在网上直播本届年会，不在现场的科技工作者也能全程体验。网上科协要让科技工作者好用、爱用，引导广大科技工作者共建共用自己的网上家园。

第五，建立直接联系服务科技工作者制度，助力科技工作者成长成才。习近平总书记指出，当前群团存在的主要问题是脱离群众。科协要认真落实总书记要求，建立直接联系服务科技工作者制度，解决科技工作者与科协“不亲”问题。科协改革提出每年下基层的机关干部不少于五分之一，直接联系服务科技工作者的时间不少于五分之一。这项改革举措很好，关键要下到基层直接联系，有实在的服务内容。中国科协要眼睛向下、加强基层，大力加强基层组织建设，在科技工作者密集的科研院所、高校、产业园区建为科技工作者服务的组织，在基层党组织领导下共建共用服务群众阵地。希望广大科技工作者积极参与身边的科协活动，共同打造有活力、有吸引力的基层组织。科协要经常性地发现举荐青年科技人才。举荐人才是科协的重要职责。刚才，25位同志获得了求是杰出青年奖，这是鼓舞他们奋发向前的动力。科协的“青年人才托举工程”、“未来女科学家计划”等项目，为青年科技人才成长搭起“第一块跳板”。青年科技工作者认为这对他们是莫大的支持。这些工作要坚持不懈地做下去。科协还要引领科学道德建设。最近，有关国际学术期刊撤稿事件引起社会广泛关注。真实诚信是科技工作者应当坚守的道德底线。中国科协会同教育部等部委出台《发表学术论文“五不准”》，国家科研诚信建设联席会议各成员单位采取“组合拳”坚决遏制学术不端行为并及时向社会公布进展，这些工作都很必要。科协要积极开展科学道德和学风宣讲教育，培育良好的学术环境。

希望广大科技工作者紧密团结在以习近平总书记为核心的党中央周围，牢记职责使命，投身创新驱动，为建设世界科技强国、实现中华民族伟大复兴的中国梦不懈创新创造，以优异成绩迎接党的十九大胜利召开。

（来源：中国科协）

刘云山：奋力创新争先 勇攀科技高峰 在建设世界科技强国中建功立业

在习近平总书记在
全国科技创新大会、两
院院士大会、中国科协
九大上的重要讲话发表
一周年之际，庆祝全国
科技工作者日暨创新争
先奖励大会5月27日在京
举行。中共中央政治局
常委、中央书记处书记



刘云山出席会议并讲话，代表党中央向广大科技工作者致以节日问候，向获奖先进集体和先进个人表示热烈祝贺。

今年5月30日是首个全国科技工作者日。会上，颁发了首届全国创新争先奖，大亚湾反应堆中微子实验团队等10个科研团队被授予创新争先奖牌，王过中等28人被授予创新争先奖章，丁列明等254人被授予创新争先奖状。全国创新争先奖由中国科协联合有关部门共同设立，每3年评选表彰一次。

刘云山在讲话中指出，党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高度重视科技创新，作出系列重大部署，推动我国科技事业取得新的重大成就，开启了向世界科技强国进军的新征程。要深入学习贯彻习近平总书记系列重要讲话精神，把握时代发展大势和科技进步潮流，坚持国家至上、民族至上、人民至上，奋力创新争先，勇攀科技高峰，在建设世界科技强国中建功立业，为实现中华民族伟大复兴的中国梦提供有力科技支撑。

刘云山希望广大科技工作者围绕树立和落实新发展理念、适应和引领经济发展新常态、推进

供给侧结构性改革，聚焦国家重大战略和重大工程实施，谋划和确定科技创新的主攻方向和重点着力点，实现科技创新与经济社会发展深度融合。坚定创新自信，勇于挑战最前沿的科学问题，着力提出更

多原创理论、作出更多原创发现，创造更多领跑世界的科技成果，努力抢占科技创新和科技竞争制高点。认真贯彻习近平总书记对黄大年同志先进事迹作出的重要指示，以先进典型为榜样，保持严谨求实、拼搏奉献的精神品格，自觉践行社会主义核心价值观，继承发扬优良学风，做科学精神的忠实践行者、科学真理的不懈追求者。

刘云山强调，各级党委和政府要把科技创新摆在突出位置，改革完善体制机制，抓好科技人才队伍建设，大兴识才、爱才、敬才、用才之风。科协组织要牢牢把握工作的正确方向，有力有序推进自身改革，加强对科技界思想政治引领，提高联系服务科技工作者的能力。要广泛宣传党和国家的科技政策和工作部署，宣传我国科技发展取得的辉煌成就，宣传科技战线涌现的先进典型，在全社会营造崇尚科学、尊重创新的良好环境。

刘延东、李源潮、沈跃跃、陈竺、张阳出席会议，万钢主持会议。

中央和国家机关有关部门、中央军委科技委负责同志，全国创新争先奖获奖者和获奖团队代表、科技界代表等参加会议。

(来源：新华社)

中国自动化学会十届七次常务理事会在京召开

中国自动化学会十届七次常务理事会议于5月26日在北京自动化大厦召开。学会理事长郑南宁院士，副理事长兼秘书长王飞跃研究员，张纪峰研究员、杨孟飞研究员、于海斌研究员、周东华教授、王成红研究员等副理事长及42位常务理事参加了会议。会议由理事长郑南宁院士主持。

首先，会议听取了山东大学张承慧教授关于2017年中国自动化大会筹备情况报告；学会副理事长兼秘书长王飞跃研究员对学会秘书处在2016年开展的工作进行了汇报总结；张剑武副理事长、张楠秘书长分别就学会2016年的财务工作和党委工作进



行了汇报；此外，其他副理事长和副秘书长也分别汇报了各自分管工作的进展情况。

随后，为提升学会国际影响，规范学会有序发展，会议讨论并审议通过了CAA一带一路工作方案（审议稿）、分支机构以及固

定资产等相关事宜，并形成决议。

最后，根据理事长建议，会议一致认为成立自动化学会历史工作委员会、出版工作委员会以及发展与规划工作委员会，是重要且必要的，对于提高学会人员凝聚力、向心力，促进学会工作规范有序发展有积极的推动作用。

（学会秘书处 供稿）

中国自动化学会荣获“全国科协系统先进集体”称号

近日，人力资源社会保障部、中国科学技术协会发布了关于表彰全国科协系统先进集体、先进工作者的决定，中国自动化学会被授予“全国科协系统先进集体”荣誉称号。获此荣誉，既是对学会以往工作的肯定，更是学会未来发展前行的动力。

中国自动化学会将继续努力，在深入学习贯彻习近平总书记系列重要讲话精神的基础上，把会员和广大科技工作者的期待转化为学会行动，继续改革创新，依法治会，民主决策；紧紧围绕

国家创新驱动发展战略，按照“推动创新、拓展提升、开放协同、普惠共享”要求，不断创新工作机制、拓展工作思路，在服务科技、经济、社会发展的主战场上奋发有为，再建新功，以更加优异的成绩迎接党的十九大胜利召开！

本次，人力资源与社会保障部和中国科协还对一批科协系统先进工作者进行了表彰，中国自动化学会专职副秘书长张楠获“全国科协系统先进工作者”荣誉称号。

（学会秘书处 供稿）

“未来出行——氢燃料电池及智能车辆技术” 国际研讨会在长春召开

6月25日，第十九届中国科协年会第七分会场暨“未来出行——氢燃料电池及智能车辆技术”国际研讨会在吉林省长春市召开。研讨会由中



国科学技术协会、吉林省人民政府主办，中国汽车工程学会、中国自动化学会承办。中国工程院院士、吉林大学校长李元元担任分会场主席。中国工程院院士、中国科学院大连化学物理研究所研究员衣宝廉担任学术委员会主席。全国政协副主席、中国科协主席、科技部部长万钢，中国科协党组成员、书记处书记项昌乐，中国科协党组成员兼学会学术部部长、企业工作办公室主任宋军，吉林省政协副主席别胜学，中国科学院院士、吉林省科协主席、吉林大学化学学院教授冯守华，吉林省科协党组成员、副主席张明耀出席。

研讨会分为三个部分。上午，国际氢能燃料电池协会（筹）理事会、车辆控制与智能化研讨会召开。下午，“未来出行——氢燃料电池及智能车辆技术”国际研讨会召开。

国际氢能燃料电池协会（筹）理事会由中国汽车工程学会常务副理事长兼秘书长张进华主持，理事会后开展了促进氢能燃料电池汽车产业发展政策制定意见的讨论。理事会全体成员出席会议。

车辆控制与智能化研讨会由吉林大学教授陈虹主持。会上，车辆控制与智能化专业委员会正

式成立，中国自动化学会副理事长李少远教授致辞。会议形成了专委会方向性报告。专委会全体成员出席。

李元元校长为研讨会致开幕辞。

衣宝廉院士作了题为“车用燃料电池技术现状”的专题报告，国防科学技术大学教授贺汉根作了关于“面向未来交通的无人车关键技术”的专题报告，美国阿岗国家实验室教授王全录作了题为“氢能燃料电池汽车：环境效益和市场机会”的演讲。日本本田车辆研发中心总工程师安井裕司作了关于Honda's Challenge to Automated Driving System Using AI Technologies的专题报告。吉林大学教授陈虹作了题为“智能汽车的控制——一点思考”的专题报告。

来自全国有关部门的领导和院士、专家，及来自上汽、一汽、东风、丰田等海内外相关企业的科技工作者齐聚一堂，结合吉林省汽车发展特点，就新能源汽车、智能车辆技术和行业未来发展等问题展开了热烈的交流和讨论，为吉林省新一轮东北老工业基地振兴、《中国制造2025》战略顺利实施提供支持。

中国车技术研究中心、同济大学等整车、零部件、高校及科研机构的技术专家共200余人参加此次研讨会，发放会议材料200余份。

（学会秘书处 供稿）

深圳自动化学会成功举办

“自主创新大讲堂”——《现代企业信息化之路》

5月19日下午，由深圳市科学技术协会主办、深圳自动化学会承办的“自主创新大讲堂”——《现代企业信息化之路》，在“点线世界”六楼演播厅成功举办。甲骨文、西门子、罗克韦尔等原厂系统或设备提供商、行业专家以及企业信息化部门主管、工程师等百余人参加了本次大讲堂。



深圳自动化学会终身名誉会长杜育繁会长首先代表学会对参会者表示热烈的欢迎。杜会长在讲话中提到，自主创新大讲堂是深圳市科协搭建的平台，深圳自动化学会每年都积极参与承办工作，目的是要把自动化行业的各个专家聚集到一起，探讨当前自动化方面的前沿技术，推动行业创新与发展。

本次大讲堂邀请苏广民先生为主讲嘉宾，苏总现任深圳自动化学会专家、智能制造与测控技术专业委员会秘书长，原华为公司信息主管、采购专家团主任、终端供应链运营主管，曾全面负责公司内部管理信息系统的开发建设，引进NOTE邮件并以此为中心建立了初期的华为

办公自动化系统。任职期间，首次在中国引入ORACLE的ERP系统全面管理公司运营，后期对标德国工业4.0，组织实施了终端MES系统，可谓信息化之路的先锋。

演讲嘉宾苏总主要从企业信息系统既有的几大领域（PLM、ERP、MES、WMS、TMS等）的概念、演变、作用及未来的价值定位，以及企业信息系统如何从现实顺利走向未来，与业界同仁进行有益的分享。苏总谦虚地发表了个人的一些“谬论”，例如：信息管理系统需求常常是企业变革的“垃圾站”，建成后往往又成了业务人员的“吐槽箱”；信息管理系统建设是一个持续的投资行为，要在做好架构/系统规划的基础上，分布/分期进行，用实实在在的收益来推动公司的业务管理共同成长；每一个信息管理系统建设项目都要有清晰合理的需求边界及项目功能与目标，有投入产出管理，做实收益为先，在“做一个成一个”的良性循环中逐步建立信息系统部门的“价值感”。

大讲堂的其中一个环节是现场交流，本次来的多是专业人士，特别珍惜难得的机会，现场踊跃提问或分享。现场分享之外，为了便于今后的交流，本次大讲堂特别创建微信交流群，群友表示非常感谢苏总的精彩演讲，干货满满，收益多多。

在热烈的掌声中结束了本期大讲堂。主持人在最后特别预告——5月23日，由中国机器人产业发展高峰论坛组委会、深圳自动化学会联合主办的高峰论坛——中国机器人产业发展高峰论坛汽车后市场分论坛（深圳站）将在深圳会展中心3号馆B002会议厅隆重开幕，新的期待又被点燃。

（深圳自动化学会 供稿）

河北省自动化学会八届三次理事会会议暨 自动化技术在地方传统产业改造升级中的 应用学术研讨会召开

5月20-21日，我会在邯郸市河北工程大学召开了“河北省自动化学会八届三次理事会会议暨自动化技术在地方传统产业改造升级中的应用学术研讨会”。

5月20日下午，我会召开了学会理事长扩大会议。赵江理事长，何谓秘书长，贺洪江、姚福来、卢志刚三位副理事长及五位常务理事参加了会议。何谓秘书长汇报了上次理事长扩大会议后到2017年5月间学会秘书处的工作，赵江理事长发表讲话，对学会今后的发展、服务企业、服务会员等工作进行了指示，副理事长及参会常务理事一致认为学会今后工作重点是提升、改造我省中小企业，做好省内企业自动化技术提升的牵线人。

会后，参会人员参观了河北工程大学机器人团队和赛车团队。

5月21日，由河北省自动化学会主办，河北工程大学、河北科技大学、河北博柯莱智能装备科技股份有限公司承办的“自动化技术在地方传统产业改造升级中的应用学术研讨会”在河北工程大学东校区第十三教学楼报告厅召开，会议邀请了长江学者关新平教授、千人郭士杰教授、千人王洪波教授、万人计划华长春教授作专题报告，学会常务理事、理事、相关企事业单位及河北工



程大学师生约200人参会。

会议由何谓秘书长主持，学会理事长赵江教授致辞，河北工程大学常委曹庆奎教授发表了讲话，专题报告瞄准技术前沿，报告主题侧重于工业无线网络系统的感知、传输与控制，医疗、养老服务机器人的研发与产业化，机器人远程遥控操作及应用。专题报告后，学会两个理事单位中信重工开诚智能装备有限公司姜国焕教授、河北博柯莱智能装备科技股份有限公司杜宏图董事长介绍本企业的自动化及智能机器人产品。

会后，报告专家、学会常务理事和理事共同参观了河北博柯莱智能装备科技股份有限公司，了解了该公司自主研发的产品和自动化技术应用情况，并与学会理事杜宏图董事长、公司技术人员进行了面对面的交流。

(河北省自动化学会 供稿)

第32届中国自动化学会青年学术年会 顺利召开

第32届中国自动化学会青年学术年会（YAC2017）于5月19-21日在合肥召开，本次大会由中国自动化学会主办，中国自动化学会青年工作委员会、中国科学技术



大学信息学院、中科院数学与系统科学研究院和合肥创新创业高层次人才协会承办。会议吸引了自动化领域有激情、有思想和有社会责任感的学者翘楚相聚合肥，就该领域的前沿问题进行研讨和思辨，为青年教师、青年科技工作者及博士生、硕士生等海内外青年才俊提供了一个良好的学术交流平台。

大会开幕式由中科大信息学院副院长王永教授主持，三位大会总主席吴枫教授、孙长银教授及吕金虎教授，国家自然科学基金委副主任高文院士，华东理工大学钱锋院士以及中国科学院自动化研究所王飞跃研究员列席大会主席台。中国自动化学会副理事长兼秘书长王飞跃研究员，中国自动化学会副秘书长、青年工作委员会主任委员孙长银教授，中国科学技术大学信息学院院长吴枫教授分别代表中国自动化学会、青年工作委员会以及中国科学技术大学发言并就会议致欢迎辞。

为期3天的学术会议包括会议注册、青工委工作会议、大会开幕式、大会报告、主编论坛、杰青论坛、优青论坛、青年长江论坛、青年千人论坛、青年女科学家论坛、论文张贴以及大会闭幕式。

本届会议邀请到4位知名学者作大会报告，分别是国家自然科学基金委副主任高文院士，华东

理工大学副校长钱锋院士、中国科学院自动化研究所王飞跃研究员、广东工业大学刘德荣教授。报告内容涉及多领域的研究进展、理论和应用问题。

5月20日下午，张海涛教授、虞文武教授、刘腾飞教授和陈彩莲教授分别主持了分会场的优青论坛、青年长江论坛、青年千人论坛以及青年女科学家论坛。中国科学院自动化研究所研究员程龙、吉林大学教授高炳钊、北京工业大学教授韩红桂、北京科技大学教授贺威、北京理工大学教授孙健、西北工业大学教授许斌、清华大学教授张靖、北京航空航天大学教授胡庆雷、哈尔滨工业大学教授邱剑彬、东南大学教授虞文武、浙江工业大学教授张文安、大连理工大学教授赵珺、东北大学教授代文武、浙江大学研究员贺诗波、东北大学教授刘腾飞、清华大学副教授孟子阳、华东理工大学教授唐漾、清华大学副教授游科友、南通大学教授顾菊平、渤海大学教授伦淑娴、东北大学教授叶丹、四川大学研究员刘淑君为大家带来了精彩纷呈的学术报告。

次日上午的杰青论坛由华南理工大学李智军教授主持，东南大学宋爱国教授、清华大学孙富春教授、上海大学谢少荣教授、上海交通大学张卫东教授分别带来了题为“力觉临场感遥操作机器人研究进展”“面向机器人灵巧操作的认知传感与跨模态信息处理”“复杂岛礁海域无人自主测量装备及其应用”“面向实际控制需求的高效

先进设计理论”的学术报告。



随后，刘德荣教授主持了本次会议的主编论坛，澳门大学科学与技术学院院长、IEEE Fellow、AAAS Fellow、IEEE TSMC: Systems 主编 C. L. Philip Chen (陈俊龙) 教授，哈尔滨工业大学理学院院长、智能控制与系统研究所所长、长江学者、国家杰青、IEEE Fellow、IEEE TIE 共同主编高会军教授，美国罗德岛大学电子计算机与生物工程系终身教授、Robert Haas 讲席教授、智能计算与自适应系统实验室主任、IEEE 高级会员、计算机专业国际顶级期刊IEEE TNLS 主编何海波教授，英国萨里大学计算科学系计算智能讲席教授、“长江学者奖励计划”讲座教授、芬兰国家技术创新局“芬兰讲座教授”、IEEE Fellow、IEEE TCDS 主编金耀初教授出席了本次论坛，就期刊近年的主要情况进行了介绍，并展开了近2小时的专题座谈。



大会举办期间，中国自动化学会青年工作委

员会主任委员孙长银教授组织召开了青工委工作会议。会上通报了本年度青年工作委员会相关工作进展以及本次会议的筹备情况，会议讨论并经表决决定了2018年的YAC会议由东南大学承办。

会议吸引了来自相关院校、科研单位、企业代表等行业权威专家500余人。本次会议录用的242篇论文将继续在IEEE收录出版。据悉2016年年会会议录用的论文已被EI检索。



中国自动化学会青年工作委员会旨在为45岁以下的青年学生和学者介绍自动化领域的最新研究动向和热点问题，提供学术交流的平台。青年工作委员会在中国自动化学会的领导下，负责主办每年的青年学术年会，不定期主办青年科学家学术论坛，推荐中国青年科学家奖候选人并承担其他由中国自动化学会交付的任务。青年工作委员会委员来自全国各地的高校和研究所，具有广泛的代表性。今后，青年工作委员会将继续在中国自动化学会的监督指导下，进一步加强自动化领域的学术交流，为科技建设和行业发展做出积极贡献。

同时，本次大会的成功举办，不仅为自动化领域的青年学者们提供了深入探讨交流的平台，展现了自动化领域的最新研究和应用成果，也很好地展示和宣传了中国科学技术大学，为在校的学子们提供了一个难得的倾听大牛、感受自动化前沿的机会。

(青年工作委员会 供稿)

“第六届IEEE数据驱动控制与学习系统” 会议 (DDCLS'17) 在重庆成功召开

5月26-27日，由中国自动化学会数据驱动控制、学习与优化专业委员会（以下简称“专委会”）主办，重庆交通大学承办的第六届数据驱动控制与学习系统会议（2017 IEEE 6th Data Driven Control and Learning Systems Conference, DDCLS'17）在重庆华商国际会议中心成功召开。本次会议得到了IEEE北京分会、IEEE工业电子协会和北京交通大学的支持。

会议开幕式由专委会秘书长浙江工业大学何熊熊教授主持，专委会主任北京交通大学侯忠生教授致开幕词，重庆交通大学副校长王平义教授致欢迎辞。

会议吸引了来自美国、新加坡以及中国的众多知名学者及代表共计184人出席。DDCLS'17会议包括大会特邀报告、杰出青年学者报告、panel discussion和分组报告四个部分。DDCLS'17会议共录用论文141篇，论文稿件无论从数量上还是质量上都达到了新的高度。录用论文将进入IEEE Xplore系统，并被EI检索。所有录用论文在24个分组交流会场进行宣讲，其中一组为优秀论文评选组。

5月26日上午安排了3个大会特邀报告，分别是中南大学桂卫华院士的“Intelligent Optimized Manufacturing in Process Industry”、意大利布雷西亚大学Marco C. Campi教授的“Virtual Reference Feedback Tuning (VRFT): a handy approach to tune industrial controllers”以及美国克里夫兰州立大学Zhiqiang Gao教授的“Active Disturbance Rejection Control: Data-Driven and Model Averse”。5月26日下午安排了分组报告交流和优秀论文评审。

5月26日晚，召开了数据驱动控制、学习与优化专业委员会工作会议，汇报了过去一年专委会所做的工作，讨论了未来一年内的工作计划，投票选举了新委员，批准了湖北民族学院承办“第七届数据驱动控制与学习系统会议”的申请，并商讨了其他相关事宜。

5月27日上午新加坡国立大学的Danwei Wang教授主持了题为“Data Driven Control and Learning Systems”的panel discussion，邀请了王成红研究员、张化光教授、侯忠生教授和Zhiqiang Gao教授分别作了主旨发言，并回答了大家关心的领域内热点问题。之后会议安排了4个杰出青年学者报告，分别是中国科学院自动化研究所魏庆来研究员的“Local-Data-Based Self-Learning Optimal Control via Iterative Adaptive Dynamic Programming”；北方工业大学大学庞中华副教授的“Data-Driven Control of Networked Nonlinear Systems with Communication Constraints”；北京航空航天大学王卓教授的“Data-Based Characteristics Analysis of Linear Discrete Time-Delay Systems”；和江南大学许德智副教授的“Improvement and Application of Model-Free Adaptive Control”。5月27日下午是论文的分组报告交流。

5月27日的大会闭幕式上，专委会主任侯忠生教授和重庆交通大学信息科学与工程学院院长宋军教授分别致了大会闭幕辞和感谢辞。最后，湖北民族学院的向军教授进行了下届DDCLS会议的承办宣传。

本次会议优秀论文评选委员会经过两轮严格的评审，共提名5篇优秀论文进入Finalist。最后经

过作者现场宣讲和专家评奖小组的答辩，评选出2篇论文获“最佳论文奖”，分别是魏庆来等的论文“Discrete-Time Zero-Sum Games for Nonlinear Systems via Adaptive Dynamic Programming”，以及郑家琪等的论文“Switching Autoregressive Dynamic Latent Variable Model for Fault Detection in Multimode Processes”。

本次会议经过程序委员会、组织委员会与专委会秘书处协同配合与精心筹备，大会从筹办、征稿、专家审稿到成功举办，历时近9个月。会议期间，来自各地的专家、学者和科技人员汇聚一堂，针对各自研究方向的相关问题各抒己见，氛围活跃，讨论热烈。与会人员认为本次会议为领域内的学者提供了一个具有良好学术氛围的学习和交流平台。在聆听各位专家精彩纷呈的学术报告的同时，与会学者开展了热烈而深入的思想交

流和学术讨论，为数据驱动控制、学习与优化领域的研究和发展提出了诸多宝贵的意见，并同时一致肯定了本次会议对数据驱动控制、学习与优化研究领域的发展做出的巨大贡献，对会议主办方和承办方所做的工作表示感谢。

新颖的学术报告、丰硕的学术成果、深入的学术交流、出色的优秀论文评奖，共同见证了DDCLS'17会议的成功举办。在大数据、物联网、云计算的新时代背景下，本次会议不仅增进了相关领域专家的交流和了解，开阔了年轻学者的学术视野，还指引了数据驱动控制、学习与优化领域的研究新方向，为增强我国在该研究领域科技发展实力、加强国际合作和提高国际学术影响力做出了积极贡献。

（数据驱动控制、学习与优化专业委员会 供稿）

“新加坡-成都”智能制造企业交流与对接会在蓉举办

6月7日下午，“新加坡-成都”智能制造企业交流与对接会在来福士广场雅诗阁酒店隆重举行。会议由新加坡国际企业发展局、成都市经济和信息化委员会、成都市科学技术局主办，成都科学技术服务中心、成都自动化研究会、成都企业信息化促进会承办，四川省自动化与仪器仪表学会、成都市机器人产业技术创新联盟、成都创客空间联盟协办。

出席会议的主要嘉宾是新加坡国际企业发展局中国司华西区副司长张德隆、新加坡国际企业发展局高新技术产业司制造业部门副司长李利伦、成都市科学技术局科技合作与成果管理处代表、成都科技服务中心主任唐仕正、成都市经济和信息化委员会大数据管理局局长王锐以及成都创客空间联盟、成都机器人产业技术创新联盟负责人等。

会上，新加坡国际企业发展局、企业代表分享了对工业4.0的理解、智能制造的相关解决方案和案例。同时，20余家成都地区智能制造企业（希望森兰、成渝高速、致源控制、兴恒合科技、海科工控、富士康等企事业单位）与到会的新加坡政府代表团、高新技术企业代表团展开了深入的交流。会议促进了智能制造领域的科技成果在蓉落地，加强了成都与新加坡在科技方面的国际交流与合作，拓展了跨区域协同创新的新渠道。

新加坡国际企业发展局是促进国际贸易及推动新加坡企业迈向国际的主导政府机构。主要为各国公司介绍并联系拥有泛亚或全球业务的新加坡合作伙伴，为各国公司提供亚洲最新的商业趋势和商机。

（四川省自动化与仪器仪表学会 供稿）

2017年中国发电自动化技术论坛顺利召开

2017年中国发电自动化技术论坛在中原福地郑州顺利召开，作为一年一度发电自动化行业的盛典，本次技术论坛由中国自动化学会发电自动化专业委员会、《中国电力》杂志社主



办，国网河南省电力公司电力科学研究院承办，《自动化博览》《仪器仪表用户》《南京工程学院学报》杂志社协办，发电自动化专业委员会的委员以及来自全国各地的200多名专业人员参加了本次论坛。

本次会议开幕式上，国网河南省电力公司电力科学研究院院长和中国电力杂志社李琼副社长分别致辞后，委员会副主任委员尹松代表委员会讲话，他总结了委员会半年来的工作成绩，分析了当前电力形势与火力状况，指出了火电智能化和专业的发展趋势，提出了委员会未来工作努力方向。

会上，由副主任委员金丰宣读了关于表彰2016年度优秀热控工程师的通知，副主任委员朱北恒宣读了2017优秀论文获奖名单。之后，对2016年度优秀热控工程师和2017论坛论文集优秀论文进行了颁奖，浙江大唐乌沙山发电有限公司冯博代表十名获奖优秀工程师发表了获奖感言。

在随后的会议专题交流中，共有24位专家在会上发言。

1. 委员会专题交流中，3位委员发言，分别是：郭为民委员作“火力发电厂智能化技术导则制定”报告；尹峰副秘书长作“2016年全国发电

厂热控系统故障分析与预控”报告；副秘书长陈世和作华润集团大数据研究中心“基于大数据分析的集中监控与专家诊断技术”报告。

2. 在科技项目与成果交流专题中，4位专家作报告，分

别是：“智能巡检机器人系统在火力发电行业的应用研发及示范”——田磊（深圳钰湖电力有限公司）；“发电厂工控网络与信息系统安全智能防护研究与应用”——杜永春（杭州聚盛广科技有限公司）；“基于DCS与对象控制模型的全范围热控系统仿真与实训平台的研究”——杨明花（浙江浙能温州发电有限公司）；“智能电厂研究——‘智’的探讨”——白利光（神华国华电力研究中心）。

3. 中国制造交流专题中，5位专家作报告，分别是：“计算机时代下的自动控制理论”——韩璞教授（华北电力大学）；“大型电站国产装备互联互通关键技术的研究及工程应用”——沈铁志（神华福能发电有限责任公司）；“1000MW二次再热超超临界机组控制技术及其自启停技术”——吴东黎（国电泰州发电有限公司）；“maxDNA控制系统在首台固体电蓄热调峰锅炉中的应用”——陈江旺（南京国电南自维美德自动化有限公司）；“国产状态监测保护装置在化工机组中的应用”——史俊红（中原大化公司）。

4. 优秀论文交流专题中，7位优秀论文作者进行了交流，分别是：《乘数型主汽温预测函数控

制研究及应用》——李泉（国网浙江省电力公司电力科学研究院）；《特高压直流闭锁后超临界机组大频差控制策略》——费章胜（淮沪煤电田集电厂）；《超临界火电机组灵活性提升控制策略研究及应用》——马天霆（国华太仓发电有限公司）；《采用基于闭环辨识IMC-PID实现串级汽温的鲁棒控制》——李晓枫（广东电网责任有限公司电力科学研究院）；《超超临界1000MW机组深度调峰控制策略》——王化喜（华能国际玉环电厂）；《无线仪表技术在火电厂中的应用》——李湘（华润电力湖南有限公司）；《湿法脱硫供浆自动调节系统优化设计》——刘玉奇（大唐国际陡河发电厂）。

5. 热控系统故障预控专题交流中，5位优秀论文作者进行了交流，分别是：《上海区域20年热控故障引起机组跳闸原因统计分析及预控措施》——高天云（原华东电力科学研究院热工监督主管）；数字化电厂Profibus现场总线系统故障浅析——孙魏（华能南京金陵公司）；《浅谈汽轮机TSI探头超温的应对策略》——钟瑜（广东粤电云河发电有限公司）；《火电厂压力开关测量方式的分析及优化》——许锐锋（华润电力焦作发电公司）；《提高国产引进型汽轮机ETS低真空保护可靠性实例》——李文辉（国电投吉林电力股份浑江发电公司）。

6. 专业问题技术答疑中，专家与与会专业人员分别就专业问题进行解答与互动和探讨。

当前深度调峰调频机组的锅炉燃烧滞后、蒸汽压力和温度调整困难等问题的解决办法或建议；DCS淘汰年限与标准立项可行性讨论；DCS问题讨论；国产DCS与进口DCS在性能质量与可靠性上的差别问题；汽机TSI等系统保护可靠性讨论；火检信号标定，能否加延时？锅炉壁温元件如何维护、校验、更换周期？在线流量测量一次元件定检如何进行？

为筹备本次会议，中国自动化学会发电自动

化专业委员会与《中国电力》《自动化博览》《仪器仪表用户》《南京工程学院学报》等杂志联合，于3月1日发出《2017年中国发电自动化技术论坛》征文通知后，至4月10日结束共征集论文248篇。秘书处从这些论文中筛选出160篇论文，按上册（获奖论文）、中册（测量与控制仪表技术、模拟量控制技术、开关量控制技术、控制系统应用改造及优化）、下册（辅控系统控制优化、故障分析处理、可靠性研究与管理、数字与智能化电厂研究应用及相关技术）三册9部分分类编排，汇编成《2017年中国发电热工自动化技术论坛论文集》献给本次盛会。



另在各发电集团、电力科学研究院和相关电厂的支持下，委员会组织收集了2016年全国发电企业因热控原因引起或与热控相关的机组故障案例近200个，从中筛选了涉及到系统设计配置、安装、检修维护及运行操作等方面的130起案例，并进行了统计分析和整理，汇编成《电力行业火力发电机组2016年热控系统故障分析与处理》一书，作为本次会议资料提供给与会专业人员，通过这些典型案例的分析、提炼和学习，有利于专业人员积累故障分析查找工作经验，探讨优化完善控制逻辑、规范制度和加强技术管理，为制定提高热控系统可靠性、消除热控系统存在的潜在隐患的预控措施带来思路拓展，以进一步改善热控系统的安全健康状况，遏制机组跳闸事件的发生，为提高机组和电网运行的可靠性作出贡献。

（发电自动化专委会 供稿）

中国智慧城市物媒文化发展论坛暨 全国贫困地区物媒扶贫工程启动仪式

为贯彻落实国家十三五规划100个重大示范工程的第一百项“建设好讲好中国故事队伍”，中国自动化学会智慧城市工作委员会与华人频道将共同推进智慧城市的研究成果，促进地方文化和区域经济发展，主旨“弘扬中国制造，传播中国文化”。

为进一步推进智慧城市的研究成果落地福建，6月24-25日，在中国扶贫开发协会产业扶贫委员会的指导下，由华人频道和中国自动化学会智慧城市工作委员会主办，福建华人天下文化传播股份有限公司承办的中国智慧城市物媒文化发展论坛暨全国贫困地区物媒扶贫工程启动仪式在福州举办。熊垓智秘书长、常涛副秘书长、北京大学政府管理学院袁伟教授等出席本次活动。

本次论坛主要面向福建省及全国各省市具有特色物产的地区和国家精准扶贫区，以精准电商扶贫、文化旅游扶贫切入贫困地区物媒扶贫工程，各地区主要领导、优秀企业家近200人参加会议。

大会由华人频道总制片人方庆致开幕辞，福建省政协原副主席、福建省扶贫开发协会会长叶继革致欢迎辞。同时中国扶贫开发协会会长袁文先将军（正军级）、中国自动化学会智慧城市工作委员会秘书长熊垓智、中国扶贫开发协会顾问兼产业扶贫委员会主任林嘉驷、全国政协委员，



经济日报社原总编辑冯竝分别讲话。

下午的会议首先由中宣部新闻局原副局长武家奉作第一场主题报告，武局长从我国外宣工作

角度出发，就在国际形势下，如何面对挑战输送中国制造传播中国声音；随后中央党校哲学教研部徐平教授从社会学和哲学思维讲解了中国传统文化传播与物媒体的角色定位；最后中国传媒大学李继东教授详细剖析了新媒体传播状况与趋势发展，并展望了物媒体的美好的未来。

大会在重要环节启动了“大道之行——为家乡推介福建篇开启仪式”。之后，各地方政府现场与华人频道签约“为家乡推介”物媒合作协议。

物联网作为全球万物互连的大数据无线互联网平台，有效推动智慧城市及智慧产业与现代服务业的迅猛发展。华人码“物媒”正是将移动互联终端作为传播手段，呈现移动化、个性化、微传播、轻应用的文化内容，打造物联网传播新模式，拓展新兴媒体传播阵地，创新全媒体时代的国际传播。

本次会议以物联网+文化为主题，借助中华文化传播新途径、新通道开展展示、观摩、研讨活动，并选择一些条件比较成熟的区域作示范，以文化作为载体，为各地智慧城市的产业集群发展

提供支撑性服务。智慧城市工作委员会将与华人频道全面展开“讲好中国故事，传播中国文化，促进中国经济发展”等系列专场活动。在各方参与单位和人员的全力支持下，会议取得圆满结束。

此外会议还得到人民日报、经济参考报、福

建日报、海峡都市报、海峡生活报、海峡导报、东南快报、福州晚报、闽东日报、福建电视台、福建广播、东南网、酷6、新浪微博等媒体的大力支持。

(智慧城市工作委员会 供稿)

中国自动化学会“粒计算与多尺度分析专业委员会”成立大会成功召开

中国自动化学会粒计算与多尺度分析专业委员会成立大会暨“粒计算与人工智能”高峰论坛于6月11日在福州大学隆重召开。中国自动化学会领导、福建省教育厅领导、福州大学领导、专委会委员等70余人出席了大会。

福建省教育厅副厅长陈国龙教授出席开幕式并致辞，对专委会的成立表示热烈的祝贺，希望粒计算的研究能在大数据产业发展中发挥更大作用。福州大学副校长黄志刚教授在致辞中介绍了福州大学的基本情况，希望专委会能带动福州大学计算机学科建设一流学科。中国人工智能学会人工智能基础专委会副主任张小红教授作为兄弟专委会的代表对中国自动化学会粒计算与多尺度分析专业委员会成立表示祝贺。

中国自动化学会副秘书长孙长银教授，代表中国自动化学会主持了第一届专委会领导机构的



选举工作。经中国自动化学会批准，与会代表投票选举产生的领导机构如下：专委会主任祝峰教授，专委会副主任谢刚教授、纪荣嵘教授、郭文忠教授、文成林教授、莫红教授，专委

会秘书长陈德旺教授。孙秘书长代表中国自动化学会给祝峰教授颁发了主任委员聘书。

粒计算与多尺度分析专委会的成立，标志着在我国自动化学科领域，粒计算正式登上舞台，即将发挥更大的作用。在成立大会之后，专委会还组织召开了首届“粒计算与人工智能”高峰论坛。国家杰青、东南大学孙长银教授应邀作了“无人机遇到人机混合智能的思考”的大会报告，精彩的演讲引起了热烈的讨论。今后，专委会将每年召开一次该论坛，以持续推动粒计算的发展，迎接智能自动化时代的到来。

(粒计算与多尺度分析专委会 供稿)

中国自动化学会智能建筑与楼宇自动化 专业委员会2017年年会召开

6月24日下午，中国自动化学会智能建筑与楼宇自动化专业委员会在北京工业大学软件楼210会议厅召开了专委会2017年年会，本次会议参会的智能建筑类企业20余家，参会嘉宾80余人。中国自动化学会理事/北京工业大学教授郭维钧、中国自动化学会荣誉理事/中国军事科学院研究员孙柏林、中国自动化学会党支部书记吕爱英代表学会参加了专委会本次年会。

本次年会由智能建筑与楼宇自动化专委会秘书长、北京工业大学信息学部副教授孙中华主持。会议进行过程中，专委会主任/北京工业大学教授、研究生院副院长贾克斌同志代表专委会进行了年度工作总结汇报：2017年专委会新增副主任委员7人（董世运、舒天忙、张少华、陈军、俞宁、邓潇、张剑霖），新增专家5人（李会强、王生纲、杜守纪、江玮、黄群骥），新增副主任单位会员7个；本次年会出版论文集1本，评选出年会优秀论文11篇，评选出智能建筑创新企业3家、专委会表现突出企业2家、智能建筑绿色节能创新企业2家。

本次会议邀请了日本前桥工科大学钟宁教授作了“脑信息智慧服务在智慧城市与智慧医疗的



应用”的主题报告，北京和欣运达科技有限公司、泛达网络产品国际贸易（上海）有限公司、锐捷网络股份有限公司、深圳达实信息技术有限公司以及广东西奥物联网科技股份有限公司分别作了行业技术发展报告，与参会者进行了广泛交流。

会议进行过程中，郭维钧教授、孙柏林研究员、吕爱英书记和贾克斌主任分别为获奖论文作者、获奖企业代表颁发了证书。本次年会促进了从事智能建筑与楼宇自动化领域研究的科研人员与企业技术人员的交流，推进了智能信息与智能建筑的产学研合作，提升了专委会的知名度与影响力，本次会议在6月24日18:00圆满结束。

（智能建筑与楼宇自动化专委会 供稿）

2017不确定系统先进控制理论及 网络空间安全国际学术研讨会顺利召开

由中国自动化学会控制理论专业委员会不确定系统建模与优化学组、四川省自动化与仪器仪表学会主办，西南交通大学电气工程学院承办的“2017不确定系统先进控制理论及网络空间安全国际学术研



讨会”于6月26-28日在西南交通大学峨眉校区湖山宾馆会议厅隆重举行。会议研讨的主题有两个：一是探讨不确定性控制理论与轨道交通系统发展的可能融合、相互促进；二是探讨网络空间安全的最新进展以及可能发展方向。

著名控制与自动化专家、中国工程院院士、中南大学桂卫华教授，西南交通大学副校长、国家级教学名师冯晓云教授，不确定性系统建模与优化学组主任、清华大学周彤教授，不确定性系统建模与优化学组副主任、国家“千人计划”专家、国际顶尖鲁棒控制理论专家周克敏教授，学组秘书长、中科院数学与系统科学研究院赵延龙研究员，国家轨道交通电气化与自动化工程技术研究中心主任高仕斌教授等，以及来自其他兄弟院校的10余位专家学者出席了会议，此外，电气工程学院40余名师生也参加了本次盛会。

6月27日上午8点30，电气工程学院电子信息工程系主任黄德青教授主持并宣布会议开幕，他首先对各位专家进行了简单介绍，并感谢了各位专家学者支持研讨会的召开。

周彤主任对本次研讨会致辞，对学术研讨会的召开进行了简要介绍，对研讨会会务人员以及承办单位表示了感谢，并指出此次研讨会将促进不确定性控制理论与轨道交通相关学科专业的交融发展，探究

网络空间安全未来的发展方向。

冯晓云副校长代表学校进行致辞，她对与会专家学者表示了热烈欢迎，对学校在轨道交通控制和先进控制以及网络空间安全方面的研究进行了简要介绍。

会议开幕式结束之后，全体与会人员在湖山宾馆一楼进行了合影留念。

上午9:00，学术主题报告正式开始，与会专家学者为大家带来了精彩的学术讲座。中国工程院院士桂卫华教授以“流程工业智能优化制造”为主题作了开场报告。他指出原材料工业作为国民经济支柱产业，其生产的高效化和绿色化是国家重大需求，他对各国针对智能制造制定的战略对策和相关研究现状进行了详细介绍，并表示智能优化制造才是我国流程工业转型升级的必由之路。

高仕斌教授作了以“高速铁路牵引供电新技术”为主题的学术报告。他以高速铁路牵引供电新技术如何更智能、更节能、更安全为角度，对高电压大容量节能型牵引变压器、高过载牵引变

压器、数字化牵引变电所、受电弓—接触网系统运行安全检测与诊断系统等研制情况进行了详细介绍。

上海交通大学计算机科学与工程系朱浩瑾教授的报告题目为“多层融合的网络控制系统安全”。他指出网络控制系统（NCS）的特点就是通过连接网络空间与物理空间，实现远程任务执行，他结合自己的研究经验对如何设计一个多层融合的网络控制系统（NCS）表达了看法，并提出了相关意见和建议。

6月27日下午，共进行了4场学术主题报告。西南交通大学副校长、国家教学名师冯晓云教授以“列车运行控制与牵引传动关键技术发展趋势与挑战”为题，对轨道交通运输系统进行了详细介绍，探讨了列车群协调优化控制、单列车运行自动控制等技术，并针对当前面临的问题提出了相应解决方法，对列车运行控制与牵引传动技术的未来发展趋势进行了展望。

北京交通大学自动控制系主任、卓越百人计划“领军人才”入选者侯忠生教授的报告题目为“如何设计数据驱动控制系统”。他介绍了基于模型控制理论存在的问题、数据驱动控制的定义、分类、科学目标以及相关的一些问题，展

示了一种面向控制系统设计新颖的动态线性化方法，介绍了基于该种动态线性化的两种数据驱动控制无模型自适应控制设计过程，并展示了应用结果。

中国计算机学会YOCSEF西安副主席、中国自动化学会工业控制系统信息安全专委会委员、西安交通大学沈超副教授以“面向工业监控系统的基于人机控制交互行为的身份主动式管控技术”为题，对身份安全管控领域出现的一系列问题进行了详细介绍，并探讨了基于人机控制交互行为特征的身份主动安全管控技术、工控系统及网络的识别指纹识别技术等。

北京航空航天大学张臻老师对国家自然科学基金重点项目“动态迟滞非线性系统建模、控制与应用研究”进行了介绍，展示了该项目自2015年执行以来的主要研究进展和所取得的成果，对动态迟滞非线性系统进行了重点介绍，并对今后需要进一步深入研究的问题进行了总结。

据悉，本次研讨会共持续三天。其中6月27日全天为学术主题报告。6月28日为自主学术交流环节，全体与会学者将一起围绕研讨会主题进行思维碰撞。

（四川省自动化与仪器仪表学会 供稿）

《自动化学报》新一屆主编人選公告

中国自动化学会于2017年5月26日召开《自动化学报》主编换届评审会议，经换届委员会工作会议讨论并决议，产生了新一屆主编人選，候选人情况于2017年5月26日-6月6日在中国自动化学会网站公示，期间无异议。

现将《自动化学报》新一屆主编人選公告如下：

姓名	单位	专业	职称
柴天佑	东北大学	控制理论与控制专业	院士、教授

中国自动化学会
二零一七年六月七日

中国科协推进“两学一做”学习教育 常态化制度化

5月2日上午,中国科协党组召开理论学习中心组学习会议。中国科协党组书记、常务副主席、书记处第一书记尚勇主持会议,党组副书记、副主席、书记处书记徐延豪,党组成员、书记处书记王春法、吴海鹰、束为、项昌乐,党组成员王延祐、宋军出席会议,机关各部门主要负责人参加会议。

会议认为,一年来,在党中央的坚强领导下,全党认真组织开展“学党章党规、学系列讲话,做合格党员”学习教育,取得了重要进展和明显成效。中国科协也按照“基础在学、关键在做”的要求,突出问题导向,突出经常性教育特点,结合科协实际,分三个专题扎实开展学习教育,取得良好效果。中国科协的“两学一做”学习教育,既认真贯彻落实中央部署要求,又突出了科协特点和学习教育特色。下一步要认真学习各地区各部门的经验做法,查找在学习教育方面存在的差距,在推进中国科协“两学一做”学习教育常态化制度化上下功夫。尚勇就中国科协“两学一做”学习教育常态化制度化工作提出三点要求。

一是进一步提高对“两学一做”学习教育常态化制度化重要意义的认识。中央部署推进“两学一做”学习教育常态化制度化是坚持思想建党、组织建党、制度建党的的重要举措,各级党组织和全体党员要以习近平总书记系列重要讲话精神和治国理政新理念新思想新战略武装头脑、统一思想、指导实践,切实增强政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识,真正做到在复杂多变的国内外形势和挑战面前,自觉在思想上政治上行动上同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致。要通过推进“两学一做”学习教育常态化制度化,将思想上的统一共识切实转化为推动工

作的实际行动,振奋精神,鼓足干劲,撸起袖子加油干;要通过学习教育及时发现和解决思想、行动、纪律、作风等方面存在的问题,拧紧理想信念“总开关”,对照党章党规,对照习近平总书记系列重要讲话精神,对照合格党员标准,结合工作实际,认真对照检查,坚持以学促做,学有所用,以实际行动迎接党的十九大胜利召开。

二是结合科协实际,科学谋划“两学一做”学习教育。我们前一阶段的“两学一做”学习教育,内容主要是贯彻落实习近平总书记关于全面从严治党的重要思想和党的十八届六中全会精神,并结合年度工作和民主生活会解决存在的问题。下一步的学习还要分专题开展,有计划进行。5月份,要围绕增强“四个意识”,认真学习习近平总书记系列重要讲话精神和学习党章。要增强政治意识,旗帜鲜明地讲政治,牢记党的奋斗目标和实现中华民族伟大复兴中国梦的目标,坚定理想信念,增强政治定力,明确政治方向;要正确认识党的十八大以来取得的伟大成就,进一步增强核心意识、看齐意识,真正从感情上、思想上、行动上拥戴和忠诚党的核心,围绕服务党和国家事业大局,更好地发挥好科协党员干部的作用;要认真学习习近平总书记的政治品格、责任担当和为民情怀,认真查找理想信念上存在的问题,真正做到知行合一,增强与党中央保持高度一致的自觉性。6月份,要重点围绕“全面深化改革、全面依法治国”开展学习。要紧密结合科协改革实际,认真查找问题,特别是在科协“九大”召开一周年之际,要认真对照中央关于科协深化改革的部署,检查还存在哪些差距,对照习近平总书记对科协的161字要求,检查还有哪些差距,认真进行整改。7月份,要重点学习新的发展理念,围绕科技体制改革,围绕创新驱动、

引领支撑，围绕供给侧改革服务等方面，充分发挥好全国学会的作用，为创新、协调、绿色、开放、共享发展服务。8、9月份，要围绕全面从严治党进一步深入学习，增强学习的系统性和综合性，切实学深学透，真正提高党员干部的政治责任。党的十九大召开后，要重点学习贯彻党的十九大精神。

三是进一步改进学习教育方法，提高学习教育效果。一是全面系统地学习，要读原著、学原文、悟原理，掌握理论体系和思想体系，把握精神实质。要抓住重点学，突出“四讲四有”和“四个合格”，学以致用。二是查找好问题。针对有些党员干部四个意识不完全到位、思想认识存在模糊的问题；政治辨别力、政治定力不强的问题；工作能力欠缺、思想懈怠、不思进取、作

风不实问题；治党不严，遵规守纪、严格自律不强的问题；基层支部工作开展不力、“三会一课”制度坚持得不够好、党内政治生活不健全的问题，认真对照检查，分门别类，找准问题。要加大学习力度，各部门各单位党委（总支、支部）一个月要集中学习一次，党小组每半个月学习一次。要把平时自学与集中学习结合起来，自学要做到有计划、有总结，集中学习要做到少读文件、多开展讨论，结合实际重点解决问题。要把党的工作和“两学一做”学习教育作为科协主体业务工作的引领和动力，将两者紧密结合起来，以主体业务工作和党员干部队伍建设取得的成绩和实际效果，衡量“两学一做”学习教育的成效。

（来源：中国科协）

李源潮：深化群团改革 推动群团组织和工作创新转型

5月19-20日，中共中央政治局委员、国家副主席李源潮在安徽调研群团改革进展。他指出，各级群团组织要按照习近平总书记要求，以深化群团改革为动力，做好联系群众、服务群众、引导群众、动员群众工作，以优异成绩迎接党的十九大召开。

5月19日，李源潮在芜湖调研。他考察了芜湖科普产业园，详细了解入园企业经营情况，要求科协推动科普企业探索“一企一品”，实现专业化规模化发展。在问天量子、埃夫特智能装备和东旭光电，李源潮与企业研发人员交流，希望他们坚持创新智能化通用化和质量标准化精细化方向，提升产品竞争力。在三只松鼠电子商务公司，李源潮要求在企业普遍建立团组织，实现对团员青年的广泛覆盖。镜湖小学开展了形式多样的校园科普活动，李源潮与正在使用科普e站的小学生亲切交谈，叮嘱科协负责人动员当红科学家走进校园做科普，点燃青少年的科学梦。20日，李源潮在合肥调研。在中国科技大学先进技术研究院，他通过量子通信网与北京、新疆等地的科

研人员视频通话，勉励他们勇攀世界科技高峰，以一流创新成果服务人民、报效祖国。在大圩镇党群活动中心，李源潮要求妇联干部直接联系服务最基层的妇女群众，当好党和政府联系广大妇女的桥梁纽带。在青年电子商务产业园，李源潮要求基层团干部落实好“1+100”直接联系服务青年制度，帮助青年实现创业梦。

李源潮在合肥主持召开群团改革调研座谈会，认真听取地方青妇科侨负责同志和基层群团干部意见建议。他指出，青妇科侨要增强“四个意识”，深化群团改革，增强组织和工作的政治性、先进性、群众性，引领广大群众听党话、跟党走，为实现中国梦建功立业。要改进工作作风，直接联系服务群众，帮助解决实际困难。拓展工作思路，在党组织领导下共建共用基层服务群众阵地，实现基层群团有阵地、有制度、有窗口、有活动。创新工作手段，推动群团组织和工作网上改革、创新、转型，使群团在网上有旗帜、有组织、有服务、有活动，为群团工作插上互联网的翅膀。

（来源：中国科协）

2017中国自动化大会 暨中国国际智能制造大会 征文通知 2017年10月20-22日 山东·济南



会议简介

2017中国自动化大会（CAC2017）暨中国国际智能制造大会（CIMIC2017）将于2017年10月20-22日在泉城济南召开。本届大会由中国自动化学会、济南市人民政府和中国人工智能学会主办，山东大学等单位承办。大会主题为“智能自动化改变世界”。大会已邀请自动化、电气信息技术、先进制造等相关领域的近20位院士、200余位长江学者、国家杰青、千人计划学者、知名专家等杰出学者出席，将有2000余名国内外科技工作者参加大会。大会接收中、英文投稿。大会活动主要包括开幕式、大会报告、专题报告、专题研讨、特色论坛（产业高峰、女科学家、青年学者、主编面对面）、展览，以及其他专项活动等。本届学术盛会将对中国自动化、电气信息、先进制造前沿技术及产业发展起到重要的推动作用。

会议时间： 2017年10月20-22日
会议地点： 山东大厦、南郊宾馆（山东省济南市历下区马鞍山路）

主要征文领域（但不局限于）：

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 01、大数据与知识自动化 | 02、随机与非线性系统控制 |
| 03、网络集群与网络化控制 | 04、智能控制理论与方法 |
| 05、智能计算与机器学习 | 06、工业机器人与服务机器人 |
| 07、智能制造、微纳制造与绿色制造 | 08、模式识别 |
| 09、智能电网控制系统 | 10、新能源控制与节能技术 |
| 11、图像处理与计算机视觉 | 12、空间飞行器控制 |
| 13、船舶控制与综合操纵 | 14、无人系统自主控制 |
| 15、智慧城市与物联网 | 16、电力电子与运动控制 |
| 17、多智能体编队与协同 | 18、医学图像、生物信息与仿生控制 |
| 19、脑机接口与认知计算 | 20、先进传感技术与仪器仪表 |
| 21、无线传感网与数据融合 | 22、故障诊断与系统运行安全 |
| 23、工程优化控制 | 24、复杂系统的平行控制和管理 |
| 25、社会计算和社会系统管理 | 26、海洋环境监测与仿真 |
| 27、类脑智能与深度学习 | 28、流程工业智能优化控制 |
| 29、物流系统与自动化 | 30、车辆控制与电动化 |
| 31、工业控制系统信息安全 | 32、其它 |

投稿要求

1. 来稿未曾公开发表过，具备真实性和原创性。论文摘要及全文请勿涉及国家秘密。
2. 凡投稿论文被录用且未作特殊声明者，视为已同意授权出版。
3. 英文论文篇幅限制4-6页（IEEE会议模板），中文论文篇幅不限。
4. 中英文论文稿件格式模板请浏览会议官网自行下载。
5. 投稿须登录在线投稿系统提交，投稿时请注明论文所属大会专题和征文领域。

论文出版

大会将出版CAC2017论文集（U盘版）。

重要时间节点

- | | |
|-----------|------------|
| 邀请组申请截止日期 | 2017年5月15日 |
| 投稿截止日期 | 2017年8月15日 |
| 录用通知日期 | 2017年8月31日 |
| 终稿提交截止日期 | 2017年9月10日 |

联系人

- 王坛、赵学亮、宋锐、王新立
咨询信箱：caa@ia.ac.cn cac2017@sdu.edu.cn
咨询电话：010-82544542（中国自动化学会）
15315583620（宋锐）15315583623（王新立）

会议官网及投稿网站

会议官网：<http://cac2017.sdu.edu.cn> 投稿网址：<http://cac2017.caa.org.cn/>

大会组织机构

【主承协办单位】

- 主办单位：**
中国自动化学会 济南市人民政府
- 承办单位：**
山东大学 山东省科学技术协会 济南高新区管委会
全国智能机器人创新联盟
- 协办单位：**
山东科技大学 中国石油大学（华东）
山东师范大学 青岛大学
曲阜师范大学 济南大学
山东建筑大学 临沂大学
青岛科技大学 山东理工大学
山东省自动化学会 山东省科学院自动化所
欧德神思软件系统（北京）有限公司
青岛智能产业技术研究院
Technische Universität Dresden/德累斯顿工业大学
Technische Universität München/慕尼黑工业大学

【顾问委员会】（姓氏笔画为序）

- 丁汉、王子才、王天然、王常力、包为民、孙优贤
李衍达、李德毅、吴澄、吴宏鑫、吴启迪、沈昌祥
张嗣瀛、陈翰馥、周康、周孝信、房建成、俞梦孙
桂卫华、柴天佑、徐宗本、高文、郭雷、席裕庚
黄琳、黄瑞松、彭实戈、程代展、蔡鹤皋、戴汝为

【大会主席团】

- 大会名誉主席：**
戴汝为、孙优贤
- 大会主席：**
郑南宁、张荣
- 大会副主席：**
何友、钱锋、丁汉、王恩东、贾磊、王成红
周东华、张纪峰

【程序委员会】

- 程序委员会主席：**
王飞跃、陈杰
- 程序委员会副主席：**
于海斌、杨孟飞、李少远、张剑武、韩力群、张焕水
武玉强、杨波、段培永、李玉霞、于海生、耿艳峰

【组织委员会】

- 组织委员会主席：**
张承慧、孙长银
- 组织委员会常务副主席：**
刘允刚、田新诚、张承进、马立新
- 组织委员会副主席：**
王起功、高瑞、张化祥、杨殿才、王中华、张运楚
张存山、刘喜梅、邱建龙、朱运海、吴臻、陈宝权
黄传真、刘玉田、黄卫平、李贻斌、蒋保臣、吴耀华
田国会、陈阿莲、张彩明、张新、刘常春、尹义龙

【会议秘书机构】

- 会议秘书长：**
宋锐、王光臣
- 会议常务副秘书长：**
张楠、张伟