序

习近平总书记在党的十九大报告中指出，创新是引领发展的第一动力。面对新一轮科技革命和产业变革大势，面对日趋激烈的科技竞争，无论对国家还是对企业，根本出路就在于创新。对中国航天系统科学与工程研究院来说，实施创新驱动发展战略，是应对环境变化、提高核心竞争力的必然选择，也是突破发展瓶颈、解决深层次矛盾、实现“高质量、高效率、高效益”发展的根本出路。

“创新”对中国航天系统科学与工程研究院也具有非同寻常的历史意义。钱学森倾其智慧，在原航天 710 所（中国航天系统科学与工程研究院前身）创办的轰动国内外的“系统学讨论班”，开启了我国创建系统学的伟大探索，推动了系统工程在中国的飞跃发展，为系统工程“中国学派”的诞生奠定了重要基础。钱老一生谦恭，从不自诩，但对系统工程、对总体设计部思想，他十分自豪地称为“中国人的发明”“前无古人的方法”“是我们的命根子”。他在获国务院、中央军委授予的“国家杰出贡献科学家”荣誉称号后就曾说：“‘两弹一星’工程所依据的都是成熟理论，我只是把别人和我经过实践证明可行的成熟技术拿过来用，这个没有什么了不起，只要国家需要，我就应该这样做，系统工程与总体部思想才是我一生追求的”。系统工程的“中国学派”，就是钱学森学派，是名副其实、当之无愧的中国创造，这也奠定了中国航天系统科学与工程研究院在系统工程学科上不可撼动的地位。

中国航天系统科学与工程研究院成立之初，就把“创新驱动”作为其发展的重要抓手，坚决冲破陈旧思想观念束缚，向积存多年的顽瘴痼疾开刀，探索适宜的创新发展之路。在战略上，“变能启盛，唯变不破”。积极探索新的发展空间和机遇，跳出航天、跳出国防、跳出全中国，努力下好先手棋，打好主动仗，掌握思想意识的制高点，寻求发展的快车道，敢于和世界范围内的巨无霸比高低，以“星火燎原”赢得尊严地位。在战役上，突出“深、广、久、独”，布局具有自身特质的独有的产业，以“事在四方、要在北京”的大格局，选准制高点、突破口和主攻方向，打造唯我独有、唯我独精、唯我独强的拳头品牌，以“席卷天下、包举宇内”的磅礴气势开拓各级市场。在战术上，走“不求所有、但求所用”的捷径，弘扬系统工程的集大成文化，不看出身、不分地域、不拘一格，聚天下英才而用之，实现“集贤汇智、网罗天下”，借船出海、借梯登高，团结一切力量、用好一切资源，既兼收众长、益以创新，又主权在我、自主发展。

经过两年多的创新驱动发展实践，我们举全院之力打造的“四大业态”，正在形成一些独有的产品和品牌，为掌握相关领域规则制定权、发展话语权奠定了基础。在钱学森业态方面，初步形成了由钱学森智库决策咨询、钱学森综合集成研讨厅、钱学森论坛、钱学森传媒、钱学森出版物、钱学森教育、钱学森故居建设、钱学森创新研究院、钱学森人体自修复工程、太空体验园、航天育种 11 项子版块业务构成的钱学森业态，取得了显著的经济效益和社会效益。其中，以“六大体系、两个平台”为主要特色的钱学森综

合集成研讨厅在淮南、福州、青岛落地建设；钱学森智库水治理（宁夏）研究中心发展迅速；16 期钱学森论坛影响空前，先后被 CCTV 报道 10 余次，被《新华社》《光明日报》《解放军报》等媒体报道数十次，体现了中央对其作为“智库的智库”的重要地位的认可。与相关高校和地方政府共建了钱学森学院、钱学森创新研究院、钱学森特种医学研究中心，与多地中小学共建了钱学森班，与相关企业签订了两千万量级合同，共同推动了西安钱学森系列学校的建设。智慧业态方面，形成了以“四个统筹”“十智”模型为特色的理论方法、以航天先进技术为特色的技术应用体系、以高端平台为支撑的咨询服务体系和以军民融合为主体的产业配套服务体系。另外，以“星融网”为核心架构，成功推动了多个 5000 万量级的重大项目落地。其中，宁夏水利“盐环定扬黄”信息化自动化工程，为陕甘宁三省区解决供水难题、打赢脱贫攻坚战、全面建成小康社会提供了有力支撑。福建长乐综合应急指挥中心项目为金砖五国会议召开提供了保障。军民融合业态方面，以“需求牵引、政府搭台、航天推进、企业唱戏、基金跟随、民众受益”为思路，建设专业化的技术交易、成果转化、资本积聚、产业孵化平台。在军民融合技术转移中心、成果转化中心、创新促进中心等相关中心建设，以及网信军民融合、军民融合产业园、航天体验园等军民融合特色领域，取得了一系列成果。推动了合肥蜀山、江苏南通、山东威海、辽宁沈阳、广东佛山及深圳等 10 多个地方、企业军民融合转移中心的建设运营。组织举办的“中国军民两用技术创新应用大赛”，形成了 1500 余项成果，并在党十九大召开前被列入了“砥砺奋进的五年”大型成就展，体现了中央对我院军民融合产业平台建设总体地位的高度认可。军工业态方面，形成了如科技评估、试验鉴定、数据工程、反无人机、反恐维稳与应急管理装备、防核生化攻击、微纳卫星及应用、地面测控运控、指控与态势展示、工控安全互联、仿真与评估、系统集成等业务方向，推动态势感知、指挥控制系统、低慢小目标监测防控、网络化反隐身等技术在军方占据了一席之地，使中国航天系统科学与工程研究院不再只是做咨询、写文章、搞信息化的软单位，逐步具备了保军强军的硬实力，推动了与中国人民解放军火箭军共建武器装备体系创新研究院、与中国人民解放军军事科学院共建钱学森军事系统工程研究院、与中国人民解放军信息工程大学共建军民融合创新研究院。中国共产党中央军事委员会装备发展部政委安兆庆中将、副部长王力中将、陆军司令员韩卫国上将、中国人民解放军火箭军副司令员张振中中将等军方首长莅临我院调研或参加我院活动、考察我院项目。四大业态的蓬勃发展，使我院在旧的增长点逐步褪色难以为继的当下，一系列新的增长点正在破茧而出、应运而生，凝聚形成经济发展的强大新动能。而且始终重视管理创新，面对治理体系不适应、跟不上的矛盾，精准施策、靶向治疗，狠抓制度建设、程序完善、督察督办三个方面，为经济发展提供了坚实的保障。

历史证明，每一次创新变革，给中国航天系统科学与工程研究院带来的都是一次大发展、大飞跃，“把历史变为我们自己的，我们就从历史进入永恒”。今天的中国航天系统科学与工程研究院，正团结一心，众志成城，坚持创新驱动发展，把科技创新作为发展的最大动力，传承钱学森的战略思想、赶超意识、创新精神，想别人没想过的事，走别人没走过的路，成就别人没能成就的伟业，在赶超跨越中使自己处于不败之地，把履行“三大使命”、打造“四大业态”不断引向深入、推向新高，确保我院“高质量、高效率、高效益”发展。“中国航天系统科学与工程研究院优秀论文奖”也是其为激发全院

员工的工作积极性和创造性，扩大研究院的影响力和知名度而设立的奖项。近年来在我院浓烈的创新氛围中，得到了全院员工的纷纷响应，每年都有近百篇论文参与评选。为了展现员工的这些辛苦创作，进一步挖掘其中所蕴含的价值，鼓励大家在科研生产工作中继续坚持创新，并不断推出精品，中国航天系统科学与工程研究院科学技术委员会组织把近三年评选出的优秀论文编辑成了《中国航天系统科学与工程研究院优秀论文集(2015—2017)》，并与人力资源部商议确定此文集为《中国航天系统科学与工程研究院研究生教程（第五辑)》。《中国航天系统科学与工程研究院研究生教程》是中国航天系统科学与工程研究院硕士研究生、博士研究生和博士后培养的必备教程，此前已先后出版了四辑，收录了近年来“系统工程高级研讨班”“钱学森系统科学与系统工程讲座”“口述钱学森工程”等的最新成果，汇集了系统科学与系统工程领域的著名专家、学者的最新论述，为系统科学与系统工程的发展和传播做出了重要贡献。本书作为该系列的第五辑，也是为了进一步宣传钱学森思想，使读者能更深刻地理解钱学森思想，并在钱学森思想指引下有更多的创新，为强军梦、航天梦、中国梦的实现贡献更大的力量。

是为序。

薛惠锋

2018 年 11 月 20 日

目　　录

对我国现行政治体制改革顶层设计的建议 …… 1
基于贝叶斯神经网络遗传算法的锅炉燃烧优化 …… 6
An application of the patent co-citation visualization in the analysis of front and hotspot technologies in the field of shale gas …… 14
Performance Comparison of TF * IDF, LDA and Paragraph Vector for Document Classification …… 21
中国工程科技 2035 技术预见…… 32
基于 FPGA 的高可靠高速单向传输系统的设计与实现 …… 43
基于改进 D-S 证据理论的国防采办绩效评估方法 …… 95
宁夏水资源管理情况的系统分析和建议 …… 105
面向航天器的体系结构框架设计及应用 …… 111
技术成熟度在国家科技重大专项评估中的应用 …… 123
国外国防数字化设计技术的发展分析 …… 131
Attitude Determination of Autonomous Underwater Vehicles based on Hydromechanics …… 137
美国武器装备发展的“委员会+ 工作组”组织模式 …… 148
基于 Hadoop 平台的日志分析模型 …… 162
基于决策树的煤化工污染物定量化溯源研究 …… 175
技术成熟度评价在航天系统工程中的应用研究 …… 185
A Research for Aerospace Complex Software System Runtime Fault Detection …… 195
通过全球专利分析看深空探测自主导航与控制技术发展 …… 204
基于 DoDAF 的遥感卫星地面系统体系结构建模与仿真 …… 213
Research of technology readiness assessment for aerospace projects …… 227
基于支持向量机的网络舆情预测 …… 235
一种面向技术预见研究的专利共引可视化方法 …… 244

航天技术识别与预见的方法及应用 …… 254
航天制造成熟度方法及其应用研究 …… 268
基于信息流的关键软件缺陷定位技术 …… 278
航天安全攸关系统的软件可信性度量方法 …… 287
基于物联网的电力需求侧管理平台的设计和应用 …… 293
系统工程方法在国防领域专利战略研究中的应用 …… 298
中关村生物医药产业创新链布局与对策研究 …… 306
国防专利质量评价体系研究 …… 316
一种三维工艺知识多粒度表示与重用方法研究 …… 324
美国空间安全政策发展研究 …… 332
面向三维工艺设计的知识推送方法研究 …… 344
人工智能技术在武器装备中的应用探讨 …… 361
无人机气动布局技术专利现状及发展趋势 …… 369
钱学森总体设计部思想的当代意义 …… 377
数据推进的历史使命 …… 388
主要航天国家航空航天技术研究发展态势——基于 web of science 数据库的科学计量分析 …… 391
基于职务发明人报酬的专利价值评估方法研究 …… 403
从美国 2018 财年国防预算看其高超声速技术发展动向 …… 410
装备预研项目竞争性采购管理与评估方法研究 …… 416
世界工程科技重大计划与前沿问题综述 …… 425
以服务经济社会为目标的航天重点发展领域探讨 …… 437
日本第十次技术预见及其启示 …… 444
新常态下航天企业固定资产投资审计模式研究 …… 457
我国国防知识产权现状、问题与对策研究 …… 467
冷原子干涉陀螺仪技术专利分析研究 …… 472

对我国现行政治体制改革顶层设计的建议[①]

薛惠锋　李琳斐

（中国航天系统科学与工程研究院，北京，100048）

摘要：顶层设计政治体制改革，必须在思想观念上实现新的突破。半个多世纪的探索，我国形成了具有中国特色的社会主义理论、制度和道路，当前我们处在一个关键历史时期，全面深化改革的要求，考问我们是否在政治体体制改革领域有勇气实现突破，从而使中国社会主义发展实现赶超跨越，这对进一步促进世界历史发展进程也具有重要意义。

关键词：十八届三中全会；政治体制改革；顶层设计；依法治国

党的十八届三中全会是我国在改革开放重要关头召开的一次重要会议，大会做出了全面深化改革的决定，描绘了全面深化改革的新蓝图、新愿景、新目标，是全面深化改革的又一次总部署、总动员。在十八届四中全会以法治为核心的主题即将出台之前如何进一步落实三中全会精神，助推政治体制改革，提出如下建议：

1　改革和调整国家政治制度的价值取向

人民代表大会制度是按照民主集中制原则，由选民直接或间接选举代表组成人民代表大会作为国家权力机关，统一管理国家事务的政治制度，以人民代表大会为基石的人民代表大会制度是我国的根本政治制度。

人民代表大会制度是适合我国国情的根本政治制度，它是建立我国其他国家管理制度的基础，在阶级矛盾突出时期，它直接体现民主专政的国家性质。但随着改革开放的牵引，国家政治体制改革的不断推进，人民代表大会应转向发挥人民群众参加国家治理的层面上，需要最大限度地发挥人民的自主性、基础性和监督性。所以，人民代表大会制度的核心价值取向应调整为“人民捍卫国家主权和维护国家安全”。

第一，它有利于保证国家权力体现人民的意志。人民不仅有权选择自己的代表，随时向代表反映自己的要求和意见，而且对代表有权监督，有权依法撤换或罢免那些不称职的代表。

第二，有利于保证中央和地方的国家权力的统一。在国家事务中，凡属全国性的、需要在全国范围内做出统一决定的重大问题，都由中央决定；属于地方性问题，则由地

---

① 本文原载于《中国教育科学探究》. 2014（10）：1-4

方根据中央的方针因地制宜地处理。这既保证了中央集中统一的领导，又发挥了地方的积极性和创造性，使中央和地方形成坚强的统一整体。

第三，有利于保证我国各民族的平等和团结。依照《中华人民共和国宪法》和法律规定，在各级人民代表大会中，都有适当名额的少数民族代表；在少数民族聚集地区实行民族区域自治，设立自治机关，使少数民族能管理本地区、本民族的内部事务。

总之，我国人民代表大会制度，能够确保国家权利掌握在人民手中，符合人民当家作主的宗旨，适合我国的国情。

从性质和地位上来看，中华人民共和国的一切权力属于人民。人民行使国家权力的机关是全国人民代表大会制度。代表大会和地方各级人民代表大会。全国人民代表大会和地方各级人民代表大会都由民主选举产生，对人民负责，受人民监督。国家行政机关、审判机关、检察机关都由人民代表大会产生，对它负责，受它监督。全国人民代表大会是最高国家权力机关；地方各级人民代表大会是地方国家权力机关。

只有充分发挥人民在人民代表大会制度中的主人翁地位，培育人民自主捍卫国家主权和国家安全的价值取向，才能保证国家治理体系和治理能力实现现代化的目标。当前应该大胆创新，努力将人民代表大会制度建成：一是人民代表大会制度的核心价值取向是中国人民捍卫国家主权和维护国家安全。二是人民代表大会制度是中国共产党领导的人民民主制度。三是人民代表大会制度是中国的根本政治制度。

改革开放 40 年来党积累的宝贵经验是：共产党的统一领导。人民当家作主，必须建立法治国家，实行依法治国。实践是理论提升的基础，在新一轮的全面深化改革中，政治体制改革必须打破固有的僵化思想，勇于探索新思路。

创新是党保持生机与活力的源泉，也是推动党的建设与时俱进的强大动力。面对国情、党情的深刻变化、改革发展稳定的重大任务，必须在思想上引起重视，行动上主动探索，实践中积极创新，以理念创新带动思路创新，以机制创新推进工作规范，以方法创新提高工作水平，从而使党的建设始终体现时代性，把握规律性，富于创造性，不断开创新局面。

观念是行动的先导。创新工作，首先思想观念要创新。要进一步推动观念创新，深入研究和解决工作中的新情况新问题，善于换位思考、多角度思考、创造性地思考，勇于突破不合时宜的观念、做法、体制和机制，使改革创新成为一种自觉的思维理念、行为方式和目标追求。

2　依法治国是政治体制改革的护航舰

改革的科学定义指各种包括政治、社会、文化、经济、宗教组织做出的改良革新，相较于以极端的方式推翻原有政权以达成改变现状为目的的革命而言，改革是在现有的政治体制之内实行变革，是对旧有的生产关系、上层建筑作局部或根本性的调整变动。

改革的成功与否会影响一个国家的命运。中国的改革阶段由“摸着石头过河”进入了“深水区”和攻坚期。党的十八届三中全会展示了党坚定的改革姿态，体现了坚持和发展中国特色社会主义的道路自信、理论自信和制度自信，体现了中国共产党对当代中国发展阶段性特征、现代化规律和世界发展潮流的把握，体现了当代中国共产党与时俱

进的时代品质和精神特质，体现了党实现国家治理体系和治理能力现代化的自主抉择，昭示了新一届中央领导集体大胆改革、坚定改革的决心、信心和勇气，充分体现了党高度的改革自信、改革自觉、改革自主。

我国现阶段的改革已经切入到制度层面、利益调整层面和自我革命层面等深层问题，触及了转变政府职能、缩小收入差距、打破行业垄断、强化权力制约等一系列“硬骨头”问题，越往后改，难度越大，越需要啃“硬骨头”。中国古代就有“治大国如烹小鲜”，“如履薄冰，如临深渊”等警语。要改掉“存在明确问题的、不合理的、落后的、严重影响生产力发展的”部分，使之更加合理完善，具有历史性进步意义。反思近年改革出现的一些倾向性问题，就不难发现，其症结在于决策改革长期存在有法不依的突出问题。

改革开放以来，以《中华人民共和国宪法》为核心的立法突飞猛进，法律已经涵盖社会生活的方方面面，但存在一个必须引起高度警觉的突出问题，就是在执行机关和地方官的具体操作中，决策改革存在有法不依的突出问题，如《中华人民共和国宪法》规定“社会主义经济制度的基础是生产资料的社会主义公有制，即全民所有制和劳动群众集体所有制”。

十八届四中全会确定了依法治国的主题，这是历史上的第一次。如果依法治国理念能得到贯彻实施，任何利益集团完全从一己之力，绑架、吞噬经济进程与成果的行为将得到最大程度的遏制，经济生产力与效率也自然能够得到大幅提升，因此，顺势强化全党全国的依法治国理念，也是顺理成章的事。

3　重点要在全面深化制度建设上下功夫

改革必须竭尽全力、拼搏奋进、敢于担当、勇于负责。伟大建树，体现在哲学、经济学、政治学、文化学、社会学、外交学、军事学等的学科和领域，无论是习总书记的讲话也好，谈话也好，还是作的报告也好，都包含了很多睿智的思想，提出了振聋发聩的观点，需要我们很好地去深思、领悟。笔者认为就是要“所学、所思、所做”，才是改革的最好的方法。

当前的改革，已经由35年前——那时候就叫改革，而现在是进入了一个全面深化改革的新阶段，叫全面深化改革，就是在原有的改革前面，加上了“全面深化”四个字。这就是说，它不是一般的改革。笔者的理解，这个“全面”，就是全方位；这个“深化”，就是深层次，全面深化改革就是全方位、深层次改革。什么是全面深化改革确立起来的或者塑造的目标呢？笔者认为就是，通过全面深化的制度建设达到全面深化的国家治理。什么是全面深化的制度建设呢？就是要建立健全比较系统、完备的制度体系，依法治国实现法治化。什么是全面深化的国家治理呢？就是要涵盖经济、政治、文化、社会、生态、国防和军队、执政党建设各个领域、各个方面。国家治理是一个结构性的动态均衡调试过程。尤其是面对社会经济结构性变化和对传统国家治理能力的重大挑战，必须首先保障国家治理结构的相对稳定和防止制度性崩溃。

“全面深化改革的总目标是完善和发展中国特色社会主义制度，推进国家治理体系和治理能力现代化”。这是党的十八届三中全会《公报》所强调的。我们要准确把握国家治理体系和治理能力现代化的新内涵，努力使国家治理走上科学化、规范化之路，从而实

现政治清明、社会公正、民心稳定、长治久安。对目前中国改革发展中存在的问题，有观点认为①，只有实行西方资本主义民主，才能根本解决。这一主张在理论上不成立，在实践上也蕴含着巨大风险。因此，在当前条件下，“治理创新而不是西方式民主化”，或者说“功能的提升而不是根本结构的改变”，才是中国政治体制改革的方向和核心内容，也是推进中国式民主的现实路径。通过治理创新，既可以解决中国目前面临的问题，也可以最大限度地降低经济社会转型的风险。

正是在这样的目标指引下，最近中央关于改革的政策、措施出台了不少，如户籍改革、公车改革、央企薪酬改革、财税体制改革、领导干部限权改革等，非常鼓舞斗志、振奋人心。这些改革我们过去想也想到了，也议论很久了，但是就是碰不得、推不动，而现在雷厉风行、说干就干。改革的步伐明显在加快，措施越来越多。

有了科学的国家治理体系才能孕育高水平的治理能力，不断提高国家治理能力才能充分发挥国家治理体系的效能。强调国家治理体系和治理能力的现代化，就是要使国家治理者善于运用法治思维和法律方式治理国家，从而把中国特色社会主义各方面的制度优势转化为治理国家的效能。现在看来，全面深化改革事业将面临一个大好的转机，一个大好的发展趋势和局面。

4　克服僵化的社会主义思想

指导党和国家事业发展的理论基础是马克思主义。马克思主义的核心是辩证历史唯物主义。它要求一切从实际、实践出发，从客观存在的事物出发，寻求内在的规律，使之上升到理论，再用理论去指导实践，并在实践中检验理论的正确与否，给以总结、修正、提高。马克思主义的本质是实事求是、与时俱进，就是客服一切僵化的陈旧思想。

时代在不停前进，社会在不断发展。新的事物层出不穷，新的社会实践不断进行，新的探索不断进行。对旧有的理论，进行总结、修正、提高也应不断进行。这正是马克思主义的活力所在。抱着旧有残缺的理论，不容许任何批评，就是僵化思想的突出表现。

改革的历史经验总结告诉我们，党要进步，国家要发展，就必须破除教条主义和僵化模式。人们总以为保守是安全的，事实却并非如此。例如，守着盲目建设、GDP 崇拜、不讲生态环境保护、继续采用透支未来的粗放型发展模式和发展理念不放，认为这是敢闯敢干，还口口声声说“发展是硬道理”。而不知道科学发展、和谐发展才是正确的发展战略。片面的和破坏性的增长、无效的增长、无前途的增长、无未来的增长、无幸福的增长，是思想僵化的表现。盲目地开发，盲目地上项目，继续引进一些发达地区不要的垃圾项目，都是应该被淘汰的观念和做法。

要克服因循守旧观念，就要找到其根源，以便对症下药。从思想认识方面来说，一是缺乏强烈的事业心和责任感，不求有功，但求无过，敷衍了事，得过且过；二是不讲学习，满足于已有的知识，不愿意接受新事物和汲取群众创造的新鲜经验；三是骄傲自满，小进即止，小富即安，小成即骄，缺乏忧患意识；四是主观主义，不深入实际，不

① 来自《转型期社会问题与国家治理创新》；求是理论网，[2011-10-31].

调查研究，不尊重客观规律，满足主观意志和已有经验；五是官僚主义，脱离群众，不走群众路线，只凭长官意志办事。

思想指导行动，思路决定出路。创新是一个民族进步的灵魂，是经济和社会发展的不竭动力，是加快发展、科学发展、率先发展的力量源泉。在坚持改革开放上实现新突破，必须强化改革创新意识，克服僵化思想，强化改革创新意识，改革创新应该是一个系统的工程，外在的创新首先需要内在的创新，就是思维的创新。不能只停留在口头上，而要落实在行动上，着力解决影响经济社会发展的体制机制问题。

5　建立健全干部人事制度是政治体制改革的先锋军

“执政党的作风关系党的形象，关系人心向背，关系党和国家的生死存亡。”执政党作为执掌国家政权的政治组织，由千万个党员干部组成，他们的整体素质决定了国家的兴衰成败。可以说，党员干部能否“清正廉洁”决定了执政党能否长期执政的命运。

为了遏制吏治腐败，保证党和国家的长治久安，现阶段党和国家的反腐败斗争和干部人事制度改革与时俱进、双管齐下，新的法规、条规不断出台，既“打苍蝇”也“打老虎”，有关纪律三令五申，对腐败分子严惩不贷，始终保持高压态势。花大气力进行思想教育、条规约束、事后惩治，这虽然是必要的，但只能治标，不能治本，只是权宜之计。只有找准选人用人这个着力点，改革用人制度，才能对吏治腐败“釜底抽薪”。

现阶段党和国家在干部人事制度改革取得了巨大成就，但在许多地方领导干部实际上还是“任命制”。通过政治体制改革，现在要赶快把好的干部人事制度建立起来，我们就要多在民主上下功夫，想一些办法，用民主的方法考察干部，避免片面的由领导人说了算。同时，我们也要尊重民意，对干部选拔工作有很好的监督，打击歪风邪气。人民群众是国家的主人，国家机关工作人员代表人民管理国家事务，是人民的公仆。只有让各级领导干部“升降去留”的权力掌握在人民手中，“公仆”对“主人”才不敢懈怠；只有让人民监督政府，才不会人亡政息。现在一些地方探索实行的新的选举办法，明显增加了选人用人的透明度，大大压缩了暗箱操作的空间。如果能再建立相应的制度，对不作为、乱作为的领导者，党员和群众有权随时提出问责、罢免或撤换，则能促使其时时当心，如履薄冰，谨言慎行，不敢懈怠，遏制吏治腐败的长效机制就会真正建立。

随着改革逐步从宏观层面演化到微观操作层面，新一轮政治体制改革正步入攻坚期，有很多人心存顾虑、配套政策和法治环境不完善等“硬骨头”将制约改革进程。所以要先培育出一批信念坚定、为民服务、勤政务实、敢于担当、清正廉洁的好干部，才能将政治体制改革进行到底，产生实效。

总而言之，治国理政，重在用人，政治体制改革应以人事制度改革为先导。

基于贝叶斯神经网络遗传算法的锅炉燃烧优化

方海泉　薛惠锋　李　宁　费　晰

（北京信息控制研究所，北京，100048）

摘要：燃煤电站发电用煤在我国整个能源消耗中所占比重居首位，提高电站火力发电机组的效率，降低污染物排放，对提高我国整体能源利用水平，解决当前日益突出的制约国民经济发展的能源问题，实现社会的可持续发展具有重大意义。

锅炉是燃煤电站的主要设备，锅炉热效率和 NO_x 排放是电站锅炉燃烧系统的两个首要控制目标，实践表明：通过燃烧优化调整可以获得较高的锅炉燃烧效率与较低的 NO_x 排放，是一种经济有效的方法[1]。近年来一些学者已经开展了燃煤电站锅炉多目标优化方面的研究。杨巧云[2]采用遗传算法，对锅炉高效低 NO_x 排放燃烧进行优化；鲍春来和张竞飞[3]运用径向基函数神经网络建立锅炉运行优化模型并进行优化；周霞[4]利用人工蜂群算法对锅炉燃烧多目标问题进行优化；余廷芳等[5]提出了改进非劣分类遗传算法在燃煤锅炉多目标燃烧优化中的应用；卢洪波和王金龙[6]利用改进的支持向量机算法对锅炉燃烧系统进行建模，结合微分进化算法，通过调整参数，得到飞灰含碳量和 NOx 排放浓度的最优值；王志心等[7]应用神经网络建立锅炉燃烧模型，并用遗传算法进行多目标优化；高正阳等[8]利用支持向量机模型结合数值方法建立锅炉燃烧的数学模型，采用加权方法把锅炉燃烧多目标优化问题转换为单目标优化问题进行优化。

贝叶斯神经网络在很多领域都得到广泛应用，本文将贝叶斯神经网络和遗传算法（genetic algorithm）相结合，对锅炉燃烧多目标优化问题进行研究。

关键词：贝叶斯神经网络；燃烧控制；多目标优化；节能减排

1　理 论 基 础

1.1　贝叶斯神经网络

1.1.1　反向传播神经网络

人工神经网络是一种模拟人脑结构及其功能的非线性动力系统，具有自组织、自适应、自学习和较强的鲁棒性与容错性等显著特点[7]。反向传播（back propagation，BP）

神经网络是目前应用最广泛的神经网络模型之一，是基于误差反向传播算法的多层前向神经网络，它的学习规则是使用最速下降法，通过误差反向传播来不断调整网络的权值和阈值，使网络的误差平方和最小[7]。

1.1.2 正则化方法

正则化方法可以通过控制网络权值的大小来有效地限制过拟合的现象，正则化方法最大的变化是对误差函数的修改，通过在样本数据外设置一定的约束，以正则项的形式加入误差函数[9]。一般神经网络的训练性能函数采用均方误差函数 mse，即

$$\mathrm{mse} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(t_i - a_i)^2 \tag{1}$$

式中，t_i 和 a_i 分别是 N 个训练样本中第 i 个训练时的目标值与输出值。在正则化方法中，网络性能函数 msereg 经改进变为如下形式：

$$\mathrm{msereg} = \gamma \times \mathrm{mse} + (1-\gamma) \times \mathrm{msw} \tag{2}$$

$$\mathrm{msw} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\omega_j^2 \tag{3}$$

式中，γ 为比例系数；msw 为所有网络权值平方和的平均值，ω 为多网络的权值。

通过采用新的性能指标函数，可以保证在网络训练误差尽可能小的情况下，网络具有较小的权值，这实际上相当于自动缩小了网络规模，当网络规模远小于训练样本集的大小时，则发生过度训练的机会很小，有利于提高网络的泛化能力，常规的正则化方法通常很难确定比例系数的大小，而贝叶斯正则化方法可以在网络训练过程中自适应地调整其大小，并使其最优[9]。

1.1.3 贝叶斯方法

贝叶斯方法利用概率语言对事物进行描述，贝叶斯学派的最基本观点是：任何一个未知量 θ 都可以看成一个随机变量，应该用一个概率分布去描述对 θ 的未知状况，在获得任何数据前，用于描述一个变量 θ 的未知情况的概率分布称为先验分布[10]。

贝叶斯公式可表示为

$$\pi(\theta \mid x) = \frac{p(x \mid \theta)\pi(\theta)}{\int_{\Theta} p(x \mid \theta)\pi(\theta)\,\mathrm{d}\theta} \tag{4}$$

后验分布 $\pi(\theta \mid x)$ 是反映人们在抽样后对 θ 的认识，是样本 x 出现后人们对 θ 认识的一种调整[10]。

1.2 遗传算法

遗传算法是一类借鉴生物界自然选择（nature selection）和自然遗传机制的随机搜索算法（random searching algorithms）[2]。它是由美国的 J. Holland 教授 1975 年首先提出，其主要特点是直接对结构对象进行操作，不存在求导和函数连续性的限定；具有内在的并行性和更好的全局寻优能力；采用概率化的寻优方法，能自动获取和指导优

化的搜索空间，自适应地调整搜索方向，不需要确定的规则[2]。遗传算法中的主要步骤包括参数编码、种群初始化、适应度函数的设定、遗传操作设计和终止原则的判定等部分[2]。

2　锅炉燃烧系统建模与优化方法

通过调整运行参数可以提高锅炉燃烧的运行状态，从而达到燃烧优化的目的，而实现锅炉燃烧优化需要解决的主要问题有两方面：

（1）建立锅炉燃烧的模型；

（2）确定优化目标函数及优化策略。

2.1　锅炉燃烧系统模型的建立

首先建立贝叶斯神经网络的结构，根据需要优化的目标即提高燃烧效率和降低 NOx 排放量，确定神经网络的输出变量为热效率和 NOx 浓度，再看哪些因素会影响输出变量进而确定网络的输入变量，由此也就确定了神经网络的输入层输出层神经元的数目，还需要确定隐层神经元的数目，隐层神经元的数目一般需要通过多次仿真实验才能确定，设定隐层神经元的数目的一个取值范围，通过编程可以找到隐层神经元的数目的最佳取值。

其次对建好的贝叶斯神经网络进行训练和测试，将测试工况划分为训练集和测试集两部分。用训练集对建好的神经网络模型进行学习，训练完之后用测试集进行测试，检测该神经网络的泛化能力是否符合需求，泛化能力好的神经网络说明其预测更加准确，才能用于后续与遗传算法结合进行优化。

2.2　锅炉燃烧系统的多目标寻优

锅炉燃烧优化的主要目标是提高锅炉燃烧效率同时尽可能降低 NO_x 的排放，然而这两个目标的实现往往相互矛盾，所以选取一个合适的优化目标函数显得尤为重要。本文目标函数为

$$f(x_{\mathrm{NO}x}, y_\eta) = a \times \frac{x_{\mathrm{NO}x} - \min(\mathrm{NO}x)}{\max(\mathrm{NO}x) - \min(\mathrm{NO}x)} - (1-a) \times \frac{y_\eta - \min(\eta)}{\max(\eta) - \min(\eta)} \tag{5}$$

式中，a 属于 0 ~ 1 的实数，为权重系数；$x_{\mathrm{NO}x}$、y_η 分别表示 NOx 和锅炉热效率变量；max(NOx)、min(NOx) 为实测 NOx 排放浓度的最大值和最小值；max(η)、min(η) 为实测锅炉热效率的最大值和最小值。

根据实际情况，确定可调运行参数和不可调运行参数，把可调运行参数作为遗传算法的优化变量进行调节，不可调运行参数作为限制约束条件保持不变。根据测量数据的最大值和最小值来确定可调运行参数的变化区间。以贝叶斯神经网络建立的燃煤锅炉燃烧系统模型为基础，在不可调运行参数保持不变的情况下，采用遗传算法对可调运行参数进行优化调整。

3　锅炉燃烧系统多目标优化算例仿真

3.1　锅炉燃烧系统建模的仿真

3.1.1　数据介绍

采用文献［11］中所提供的20组实验工况数据。与文献［12］所分析的数据一致，这样就有可比性。

3.1.2　实验设计

将20组测试工况划分为两部分：训练集（17个工况：工况1～2、工况4～11、工况13～16和工况18～20）和测试集（3个工况：工况3、工况12和工况17）。以负荷、氧量、给煤机转速等26个运行参数作为模型的输入量，锅炉热效率和NO*x*排放量作为模型的输出量。于是建立贝叶斯神经网络模型时选用26个输入节点，2个输出节点，隐层神经元传递函数采用tansig，输出层神经元传递函数采用purelin，通过调用Matlab7.11神经网络工具箱中的trainbr函数来实现贝叶斯正则化训练，通过大量仿真模拟发现当隐层神经元数取17个时误差最小，于是确定该贝叶斯神经网络的结构为26-17-2。

3.1.3　算法对比

贝叶斯神经网络算法通过控制网络权值的大小来有效地限制过拟合，从而提高神经网络的泛化能力。文献［12］应用最小二乘快速学习网（least square fast learning network，LSFLN）方法，LSFLN是快速学习网（fast learning network，FLN）改进的学习算法，FLN是一种双并联型前馈神经网络，其不仅接收来自隐层神经元的信息，而且还可以直接从输入层接收相关信息。

3.1.4　结论对比

贝叶斯神经网络模型训练完成之后，把测试集放入训练好的贝叶斯神经网络进行预测，表1和表2给出了对测试集进行预测的结果，可以看出在锅炉热效率方面，贝叶斯神经网络预测3个工况的相对误差绝对值都比文献［12］应用LSFLN方法的低；NO*x*浓度方面，贝叶斯神经网络预测相对误差绝对值最大为2.10%，而LSFLN方法预测相对误差绝对值最大为6.84%，从而可以看出应用贝叶斯神经网络建立的模型具有更好的泛化能力，可以作为燃烧热效率和NO*x*排放量预测的模型，从而为锅炉燃烧优化的实现奠定了基础。

表1　测试样本锅炉热效率的预测值

工况	原始数据	LSFLN方法		贝叶斯神经网络	
		预测值	相对误差绝对值（%）	预测值	相对误差绝对值（%）
3	89.46	90.30	0.94	89.95	0.54

续表

工况	原始数据	LSFLN 方法		贝叶斯神经网络	
		预测值	相对误差绝对值（%）	预测值	相对误差绝对值（%）
12	91.57	92.22	0.71	91.78	0.22
17	90.36	90.54	0.20	90.53	0.19

表 2　测试样本 NO*x* 排放量的预测值

工况	原始数据	LSFLN 方法		贝叶斯神经网络	
		预测值	相对误差绝对值（%）	预测值	相对误差绝对值（%）
3	753.50	756.54	0.40	760.34	0.86
12	754.35	805.94	6.84	769.11	1.95
17	577.00	577.97	0.17	564.91	2.10

3.2　锅炉燃烧系统的多目标优化仿真

3.2.1　数据介绍

采用文献［11］中所提供的 20 组实验工况数据。

3.2.2　实验设计

根据电站锅炉燃烧实际运行情况来确定可调运行参数和不可调运行参数，其中，可调运行参数包括氧量、给煤机转速（A、B、C、D）、一次风速（A、B、C、D）、二次风速（AA、AB、BC、CD、DE）、燃尽风挡板开度（OFA 上、OFA 下和 SOFA）共 17 个运行参数，其余的锅炉运行参数如负荷、煤质特性、排烟温度是不可调运行参数。

整个算法通过 Matlab7.11 的遗传算法与直接搜索工具箱进行仿真实现，计算过程中设置的参数为：种群规模 50，交换概率 0.8，突变概率 0.15，实数编码，适应度函数就取目标函数。

3.2.3　算法对比

采用遗传算法对锅炉可调参数进行寻优。文献［12］采用的算法是预测选择人工蜂群算法Ⅱ（PS-ABCⅡ），该算法是对人工蜂群算法（artificial bee colony，ABC）的一种改进，人工蜂群算法是受蜂群觅食行为启发而提出的一种的智能优化算法。

3.2.4　结论对比

为了实现既提高锅炉热效率又降低 NO_x 排放浓度的目标，需要确定权重的 a 取值，下面在 a 取不同值下对 20 组工况进行优化，优化结果如图 1 和图 2 所示。从图 1 中可以很直观地看出，a 取 0.68 时是最为理想的，此时 20 个工况优化后锅炉的热效率都得到提升，都大于原始实测效率的最大值 91.8（图 1 中横线表示）；在 NO*x* 排放浓度方面，