

树立创新旗帜 推进全国科技创新中心建设

——“2017年北京市科学技术奖”获奖项目巡礼(一)

近年来,北京在建设具有全球影响力的科技创新中心进程中,充分发挥科技资源丰富的优势,通过加强基础研究和前沿技术研究提升原始创新能力,抢占未来科技发展制高点。据北京市科委党组书记、主任许强介

绍,按照以习近平同志为总书记为核心的党中央的战略部署,北京正在加快建设具有全球影响力的全国科技创新中心,央地合力进一步凝聚,“三城一区”主平台建设呈现新局面,面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重

大需求,取得了一批原创性科技创新成果。

在2017年北京市科学技术奖获奖成果中,来自“三城一区”的科技成果成就斐然,在纳米材料、生命科学、电子通讯、信息科学等领域取得了一系列新原理、新方法、新技术、

新产品,在全球范围产生重要影响,为北京成为世界级研发成果的“产出高地”奠定了良好基础。本期为您推荐这两个获奖项目,从一个侧面代表了“三城一区”的科技创新推动力。

非能动安全试验平台:国产三代核电站的安全基石

本报记者 申明



非能动堆芯冷却系统试验装置(ACME)

不需外部能量的“非能动安全系统”

防止反应堆堆芯过热,是保护反应堆安全的重中之重。常华健告诉记者,日本福岛核电站在地震发生时,反应堆已经紧急停堆,正常的链式核反应已经停止,但堆芯衰变热仍在不断产生,这时在正常情况下,核电站会用应急柴油发电机组和外部电网供电对反应堆进行冷却,但是随后而来的海啸却摧毁了这些设备,导致核反应堆得不到冷却,造成堆芯温度升高和过热,进而引发了堆芯熔化的严重事故。

而所谓非能动安全系统,就是依靠重力、温差和压缩空气等自然力来驱动的安全系统,通过蒸发、冷凝、对流、自然循环等这些自然过程来带走热量,因此它无需依靠泵等这些依靠外部电源的能动部件。

“发生事故之后,如果有电的情况优先使用能动的安全设备。即使像福岛事故那样的事情发生,即使动力电没了,只要非能动系统正常工作,依靠非能动安全系统的散热能力,就可以保障反应堆的安全。”常华健说。

据了解,CAP1400有三道非能动安全防线。第一道是非能动堆芯冷却系统,它设置



安全壳穹顶水发配试验装置

实现系统可控降压的自动降压系统,以及多个不同压力下对堆芯进行注水和冷却的安注系统,确保堆芯充分冷却。燃料组件始终被水淹没,不会发生过热烧毁。

核电站采用“纵深防御”的设计理念,即使第一道防线失效,仍有第二道防线。堆内熔融物滞留措施是非能动压水堆独特设计,通过淹没压力容器底部,用压力容器外部水的沸换热带走热量的方式,将高达2000多摄氏度的熔融物保持在反应堆压力容器内,防止放射性的泄漏。

“这三道非能动防护屏障,三代核电站的安全水平相比第二代提高了约100倍。”常华健说。

非能动实验台架挑战重重

“相对于现有商用核电机组所采用的能动安全系统,非能动安全系统的设计原理发生了根本变化,事故进程和物理现象与原二代核电有较大区别。因此,CAP1400安全评审要求对非能动安全系统设计全面开展试验验证。”常华健表示。

通过试验来验证核电站安全性是最为可靠的手段,但在真实核电站上直接进行事故研究是不现实的。因此,通常采用缩小比例的整体试验台架来研究系统级过程,而针对重要物理过程研究则采用单项试验台架。

“试验验证对于核电安全发展具有重要作用并已有广泛研究,但对全面采用非能动理念的核电站而言,试验研究难度依旧很大。”常华健表示。

首先,对于全新的非能动电站设计,事故现象的试验研究是一个新领域,各道非

能动安全系统作用于不同事故或事故的不同阶段,设计各不相同,研究内容非常复杂,需要进行大跨度的系统性和局部性的试验研究,需要优化组合后采用不同的整体和单项试验台架相互配合,从而确立可行的试验方案。

其次,各研发机构对于热工水力试验具有各自的专长领域,往往只是针对某个系统甚至某个现象进行试验研究。在AP600的开发过程中,对于非能动堆芯冷却整体性能的验证采用了世界上的三个综合试验台架,由于各有一定的局限性,这三个台架仅能分别研究事故的某些特定阶段。对于非能动安全壳冷却系统,各试验台架之间的比例、参数、模拟工况范围等,都不能很好的统筹考虑台架试验的完整性、充分性和匹配性。

“而我国在商用压水堆安全试验技术上起步较晚,尤其是在复杂非能动系统事故瞬态过程的试验研究方面,在引进AP1000技术时仍基本处于空白。”常华健说。

国际首个完整的核电安全试验平台

为了对CAP1400的安全特性进行全面可信的验证,在国家科技重大专项支持下,研

究团队决定自主设计并建设全面的试验验证平台,包括用于研究主回路及非能动堆芯冷却系统和非能动安全壳冷却系统的两大整体试验台架ACME(Advanced Core-cooling Mechanism Experiment)和CERT(Containment Safety Verification via Integral Test),研究非能动安全壳冷却系统关键物理过程(壳外水分配、壳内冷凝、冷凝水膜耦合)以及严重事故下熔融物滞留系统关键传热过程(金属层传热、压力容器外部冷却)的五个单项台架。

“我们总共搭建了七个台架,形成了具备对各道非能动安全系统进行全面验证能力的试验平台。”常华健说。

为验证我国自主研发的先进核电站的非能动堆芯冷却系统的性能,科研团队在大型综合实验设计等技术上多年攻关,建成了我国自主研发的非能动堆芯冷却系统的整体性试验台架ACME,验证了非能动堆芯冷却系统的可靠性。

压力容器的外部冷却是核电站严重事故缓解的核心技术,这个试验具有工况恶劣、模拟实际情况技术难度大等特点。研究团队通过对于真实物理过程模拟技术的研究,采用与实际反应堆压力容器相同的表面材料,完成了两个单项试验台架的设计与建设,并验证了堆内熔融物滞留技术的有效性。

由于非能动安全壳整体冷却过程中的物理现象多且复杂,需要分别开展整体以及单项实验研究。国际上原有实验的技术条件与实际条件有明显差距,为了达到验证的目的,科研团队大胆创新,设计并建造了世界上规模最大的安全壳整体性能试验台架CERT及三个高参数的单项试验台架,充分验证了安全壳冷却系统的可靠性。

“这七个试验平台功能互补、相互配合,构成了国际首个完整的核电非能动安全试验平台,大幅提高了非能动核电整体安全性能的验证水平。”常华健说,通过这些试验模拟和对数据的深入研究,全面验证了CAP1400核电站非能动安全系统的可靠性,为我国自主化核电技术发展奠定了坚实的试验验证技术基础。

AMiner: 科研搜索“神器”

本报记者 申明

毫无疑问,搜索引擎是互联网诞生以来最重要的发明之一。每天,我们的工作和生活都离不开搜索。但对于张启飞而言,普通的搜索早就不能满足他对学术研究的要求了。

作为一名计算机学科的科研人员,张启飞认为,“如果只是为了找些数据信息的话,一般的搜索引擎就可以了。但很多时候,我们需要对数据分析理解后的知识,而不是大量罗列的数据。比如我们想了解多个技术领域的发展趋势、当前的技术热点,以此确定自己的科研规划;或者需要找到与某一个专家相似的一批专家来组织一次学术会议等。这些信息,需要对科技文献、学者、会议等科技大数据资源进行整合,构建内部关联关系,深入分析挖掘,进而形成经过理解和组织的知识,并且能直观地展示出来”。

AMiner解决了张启飞的痛点。“在AMiner除了能够得到相关的论文,还能够基于话题模型提取出最权威的领域专家和顶级会议,给出全面的专家学术画像,包括专家历年研究兴趣变化趋势、专家关系网络、学术活跃度及影响力评价等,分析当前技术热点及其从最早提出至今的相关技术发展变化等。最新最全,一目了然。”张启飞说。

挑战重重 亟待探究 科技大数据挖掘的新途径

据了解,科技大数据挖掘的知识发现服务搜索系统AMiner由清华大学计算机科学与技术系副教授唐杰率领团队建立,它是具有完全自主知识产权的新一代科技情报分析与挖掘平台。该平台建立了超过2.3亿学术论文、专利和1.36亿学者的科技智库,提供面向科技文献、专家学者和学术活动的语义

搜索、语义分析、成果评价等知识服务。

“我们通过对科技文献、专家学者、学术活动等科技大数据进行分析挖掘,获得价值信息,比如某个技术领域的不同层次人才都有哪些?人才在全球的分布如何?当前某个技术领域的前沿技术有哪些?不同科技公司之间的技术优劣势对比分析等。这些价值信息对于科研机构或科研人员明确科研方向,解决科研难题,加速科技创新及产品升级等具有重要意义。”唐杰告诉记者。

AMiner自2006年上线,经过十余年的研究和应用,探索出了一条面向异构科技情报网络的深度挖掘和知识服务的新途径。用户覆盖全球220个国家和地区800多万独立IP用户。核心技术应用于中国工程院、科技部、国家自然科学基金委、华为、腾讯、搜狗、阿里等20余家单位,2017年被三位院士领衔的鉴定委员会评价为“对加速科技创新具有重要意义”“在高质量语义内容生成、网络实体隐含语义及关联关系挖掘方面达到世界领先水平”。该项目也获得了2017年北京市科学技术奖一等奖。

现在是大数据的时代,也是科技大数据爆发的时代。

科技大数据记载着科学技术的发展和进步,对其进行深入挖掘,对于掌握科技发展动态,让科技成果服务于国家安全、经济发展和人民生活,占领下一代科技信息知识服务的

技术制高点具有重要的战略意义。

“与普通大数据相比,科技大数据具有规模大、增长快、数据多样、动态变化等特点,同时科技大数据有一个突出的特点是价值巨大。”唐杰说。众所周知,科技文献是科研工作者智慧的结晶,个体数据本身便已经具有重要价值,而将海量的科技数据集合起来进行深入挖掘,更能发现大量隐藏的价值信息,掌握科技发展的深层规律,对于加速科技创新,推动科技产业发展具有重要作用。

然而,互联网环境下科技信息资源具有规模大、分布及异构等特点,通用搜索技术在科技情报信息挖掘方面的服务能力有限,亟待探究新的技术途径。然而数据中语义的匮乏仍严重制约着科技情报分析的进一步发展。国际数据公司(IDC)和高德纳公司(Gartner)等权威机构的分析报告指出,目前大数据仅3%的数据包含语义标注信息,深层次语义分析和挖掘是国际公认的技术难题。

“更难的是,还要构建数据之间的内在联系,挖掘发现知识的产生、传播和产业化的深层规律。”唐杰表示,“这也是我们设计AMiner的初衷。AMiner是一个开放的平台,我们希望能集合中国乃至世界领域科研人员的智慧,共同解决这一难题,推动科技情报分析和智能知识服务的产业发展。”

精准匹配 为科技大数据“画像”

谈及项目研发中遇到的最大技术挑战,

唐杰表示,“构建科技文献与专家学者之间的归属关系(我们称之为命名排歧)是本领域一个核心关键问题,也是一个公开的世界级难题”。

学者同名是一个普遍现象,尤其在中国,例如像张静这样的名字有20多万,再考虑到实际论文中作者姓名的拼写格式多样,不同的中文名字也会对应于同一个拼写。所以命名排歧的难度会进一步增加。

项目团队在该问题上进行了长期的技术攻关,从合作者、单位、研究领域、名字出现频率等多个方面进行评判,取得了多项技术成果,申请了相关发明专利10余项,相关技术已经应用于构建AMiner系统平台中1.3亿学者与2.3亿论文文献之间的归属关系,效果良好。

“我们在知识图谱构建、隐含语义分析、情报快速匹配与决策服务等方面取得了一定的技术突破。”唐杰自豪地说。项目团队提出的动态关系依赖的概率图语义标注方法,降低了语义识别错误率,可以实现从开放互联网获取结构化知识。

知识图谱是实现大规模智能系统的关键。人们使用搜索功能是为了方便快捷地发现知识,从而开阔眼界。然而目前的搜索系统远不够智能,仍然需要用户的大量交互才能获得期望的搜索结果。知识图谱可以帮助提供更加智能化的搜索功能,其基本想法就是对查询结果进行系统的知识整理,使每个用户搜索的关键词都能映射到知识库中的知识节点。



科技情报大数据挖掘及服务系统(AMiner)建立了超过2.3亿学术论文、专利和1.36亿学者的科技智库。

“我们构建了超过800万知识概念,上亿关系连边的知识图谱,有效的提升了我们对科技情报分析挖掘的准确性及全面性,提升了用户对搜索结果的满意度。”唐杰说。

同时项目相关技术应用于阿里巴巴的数据平台上,项目团队建立的融合语义特征和隐含特征模型,语义知识图谱(Hybrid-KG),将知识图谱构建的准确率由55%提升至88%。

打破垄断 为中国科研“提速”

据悉,自AMiner研发以来,便一直强调免费为公众提供服务,推动科技创新发展,帮助企业产品升级,产生了良好的社会效益和社会效益。

如今AMiner服务全球科研人员。覆盖了全球220个国家和地区832万独立IP用户,服务21万余家企事业单位及各类机构,提供科研数据下载230万次,近3年年均数据访问量在1100万次以上。

平台为中国工程院、国家自然科学基金委、科技部等科研管理部门提供专家智库、科技发展战略规划等科技情报挖掘服务。与中国工程院共建“知识智能”联合研究中心,建设中国工程科技知识中心的学术分中心,在其当前24个上线分中心中访问量排名第一。

平台为北京搜狗公司构建搜索同义词库及上万节点的知识图谱,并直接在搜狗学术搜索上线,为搜狗用户提供科技情报挖掘服务。平台还服务于腾讯、阿里等20余家重大科技企业,助力企业产品升级,加速企业科技创新。