

国家科技进步奖二等奖

“上海中心大厦工程关键技术”

“中国第一高楼”荣登创新巅峰

从金茂大厦、环球金融中心再到上海中心大厦,“上海高度”以每十年约百米的速度,一次次突破天际线。特别是上海中心大厦的建设全面展现了中国企业的科技创新能力——这是中国人首次将建筑造到600米以上的高度;这个“超级工程”在很多方面创造了“中国第一”和“世界之最”:世界上第一次在软土地基上建造重达85万吨的单体建筑;世界民用建筑一次性连续浇筑方量最大、达到6万立方米的基础底板工程;世界上第一次在超高层建筑中使用14万平方米的柔性幕墙……

上海中心大厦开工之际,陆家嘴高层建筑鳞次栉比,这决定了上海大厦施工时不能

大开大挖、产生大噪声。但上海中心大厦需要打下一根近90米的地桩基,相当于地下九层楼高。如果按照传统操作,必然噪声雷动、尘土飞扬。为了让“施工噪声尽量小”,上海中心建设“不走寻常打桩路”:通过研究首次在350米以上的超高层建筑中使用了钻孔灌注桩工艺,即先用钻机在地基上钻孔,把钢筋笼放下去后,再用混凝土灌注。为了提高桩基的承载力,采用了桩底注浆工艺,使桩基极限承载力提高近4倍,承载力与传统钢管地基持平,但造价节省了60%以上。

在项目第一完成人龚剑的带领下,“上海中心大厦工程关键技术”突破软土摩大大

上海中心大厦高632米,是中国第一高楼,也是我国唯一突破600米高度的建筑。这座创造了无数个NO.1的中国第一高楼,今天再一次登上创新荣耀的巅峰。由上海建工集团股份有限公司主持完成的“上海中心大厦工程关键技术”荣获2023年度国家科学技术进步奖二等奖。

楼打入式钢管桩的传统,率先在350米以上超高层建筑中采用钻孔灌注桩,新型桩基工艺体系实现单桩极限承载力的成倍增长;建立了软土卸荷深层滑移带理论和卸荷隆起与沉降机理的基坑分区支护微变形控制技术,实现基础工期、经济、环保综合最优建造。同时,还首创设计了主体结构与悬挂结构变形协同一体的内刚、外柔双层超高巨型新型结构体系等等。

此前,双层幕墙从未出现在350米以上的超高层建筑中。十年间,上海建工创新团队偏偏用科技做“绣花针”,20357块大小不同的曲面玻璃幕墙,严丝合缝地悬挂在建筑

外立面,每一片的施工精度误差都在1.5毫米以内。犹如一件“金缕玉衣”,上海中心大厦披上了美丽的玻璃霓裳。

更有趣的是,上海中心大厦将安放在125层的“定楼神器”——高20米、重达1000吨的阻尼器,艺术地化为一件巨型雕塑作品“上海慧眼”。它是世界上首个用于超高层建筑的电涡流摆式调谐质量阻尼器,可削弱强风下高层建筑的晃动,增加大楼里人们的舒适度感受。这套首创并制造的千吨级电涡流调谐质量阻尼器,显著改善了大楼风振舒适度,形成工程应用理论基础和技术体系。

本报记者 马亚宁

复旦大学武利民教授团队

把“神奇涂料”用在火星车表面

包括远洋货轮在内的各种舰船,常常由于海水侵蚀和海洋生物污垢而造成船体腐蚀、增重和航行阻力增加,缩短了舰船维修周期和服役寿命,严重时还影响装备的战术性能,贻误作战时机。但此前国内聚合物涂层主要集中在中低端行业,高端领域都

被国外所垄断。

武利民团队的“硅氧烷杂化聚合物功能涂层设计制备新技术及其应用”项目,围绕大型舰船、航天器等国家重大需求,独辟蹊径,提出了硅氧烷杂化树脂成膜物分子设计和涂层表面微-纳结构创制的新思路,经过

聚合物涂层是国民经济建设和国防安全非常重要的功能材料,几乎所有的产品表面都需要涂覆聚合物涂层进行装饰、保护或赋予其新的功能,已成为许多行业和高技术领域不可或缺的关键材料之一,其质量好坏直接影响到产品的安全、使用效能和寿命。复旦大学武利民教授团队研发的“涂料”,荣获2023年度国家技术发明二等奖。

15年的持续研究和产学研合作,发明了一系列高性能海洋防污聚合物涂层、高性能防腐涂层和具有自修复功能的长效自清洁涂层等的制备新技术,共获授权中国发明专利45项、美国专利1项、国际PCT专利3项。该研究同时发表了系列相关论文,出版了国际上第

一本功能聚合物涂层英文专著。相关技术成功进行了产业化,产品应用于多种型号舰船、“天问一号”火星车等国家重大工程,为重大装备的高效使用提供了不可或缺的材料保障,产生了良好的社会效益和经济效益。

本报记者 张炯强

上海交通大学王如竹教授团队

空气源热泵技术带来高效能源

在上海交大中意绿色能源楼,顶层的两室一厅冬暖夏凉。特别是在冬天,墙角的铜管小风口吹出温润的热风,室内宛如“温室”。这一绿色“样板房”正是应用了空气源热泵热水器和小温差换热末端技术。

以空气源热泵循环系统和蓄热水箱组成的空气源热泵热水器可以通过热泵利用空气作为低温热源来制取生活热水,该系统全年的运行平均供热性能系数COP值可达到4.0,是传统的电加热热水器用电量的1/4。

空气源热泵结合小温差换热末端技术则将换热设备中的管道设计得如同“毛细血

管”,大大增加了与外界“交流”的表面积,显著提升了单位体积的换热能力,让整个热泵系统的供热水温度需求降低,较传统的45℃热水供热,仅需35℃热水就可以为全屋供暖,同时使得热泵制热效率提高近30%。

空气源热泵水系统供暖不仅能实现“即开即热,快速升温”,而且使得室内湿度得以保持,避免“燥热”。而在夏季制冷时,通过加大风量,循环冷媒的温度在12—15℃便能轻松达到制冷要求,且无强力送风的不适感和噪声干扰。

空气源热泵供暖不仅为南方地区带来了舒适绿色的供暖方式,项目团队还研发了

热泵技术消耗一份电,却能从水源、地源、空气源、余热等低温环境热源中额外吸收搬运3份热,实现4倍于电加热的供热能力。上海交通大学王如竹教授团队历时20年攻关技术瓶颈和应用现实难题,形成了热能品位广、供热效率高、应用范围宽的“空气源热泵多品位高效供热系列关键技术”,实现了空气源热泵高效加热供应热水、采暖以及工业蒸汽。该项目获得国家科技进步奖二等奖。

气液混合喷射压缩技术,使得空气源热泵在-35℃的北方极寒低温环境也能稳定高效运行。这项技术巧妙地将制冷剂蒸汽与液体同时注入压缩机,不仅显著降低了压缩机排气温度,而且也提高了热泵的制热效率,还确保了空气源热泵供热水温度能够满足多样化的采暖需求。

该技术在北京鸟巢场馆的采暖项目确保了赛事的舒适环境,为全国的绿色能源转型树立了标杆;在素有“中国北极村”之称的漠河,低温空气源热泵直面-40℃到-30℃的极端低温挑战,稳定供热保障了20℃的室内温度,有力证明了空气源热泵在超低温环

境下的可靠性和高效性。

针对100—150℃的工业供热及供蒸汽需求,项目团队创新提出了空气源大温升复叠热泵技术,将常温水高效加热至80℃中温或者甚至被加热到90—120℃。团队首创空气源大温升复叠热泵蒸汽发生系统,最高输出温度可达到150℃,制热性能系数达到1.85,电耗仅为电锅炉的一半。

该系统为工业热能的高效供应开辟了新途径。团队还制定了我国第一本工业热泵发展白皮书,为工业热泵的未来发展提供了重要的指导和参考。

本报记者 易蓉

中国科学院分子细胞卓越中心许琛琦团队

埋首研究T细胞免疫触发机制

T细胞免疫的触发依赖于T细胞抗原受体(TCR)和共刺激受体CD28,同时受共抑制受体PD-1的负调控。许琛琦领衔的团队对TCR、CD28和PD-1的活化机制展开深入的研究,发现了近膜静电调控元件在免疫受体触发中的关键功能,进而提出了“近膜静电调控”理论。“我们发展了免疫受体调控的新

策略,并验证了其在肿瘤免疫治疗中的应用前景。”他介绍。

此外,TCR作为膜蛋白,其触发活化受细胞质膜脂质组成的调控。许琛琦等科研人员揭示了细胞质膜胆固醇对TCR触发和T细胞抗肿瘤免疫的调控机制,首次提出通过调控胆固醇代谢来增强T细胞抗肿瘤免

T淋巴细胞素来是人体免疫“大军”中的“主力”。它通过抗原识别方式清除病原体 and 肿瘤细胞,维护机体健康。基于T细胞免疫发展的PD-1阻断疗法和CAR-T细胞免疫疗法在癌症治疗上取得重大突破,但临床应用仍然有限。中国科学院分子细胞科学卓越创新中心研究员许琛琦带领团队一直埋头于T细胞免疫的触发机制研究。此次荣获2023年度国家自然科学奖二等奖。

疫的新策略。

许琛琦团队还创新性地将TCR静电调控元件引入CAR分子中,增强了CAR-T细胞的抗肿瘤活性,由此发展了E-CAR-T细胞治疗新策略——这一策略目前正在开展临床试验。中国科学院分子细胞卓越中心表示,T细胞免疫的触发机制系列成果回答

了免疫学核心基础理论问题,为新一代免疫疗法的设计提供基础,推动了学科和相关产业的发展。

“做科学,大家有时会跟着潮流去做。但T细胞生物学调控反而研究得少,这正是我们从事基础研究的人更应关注的基本问题。”许琛琦说。

本报记者 郜阳

上海新华医院儿心血管团队

推广小儿先心病治疗“微创化”

小儿先天性心脏病,是5岁以下儿童死亡的主要原因。心脏是个空腔脏器,要了解内在的先天性复杂结构畸形,过去只能靠有辐射、有创伤的心脏介入导管来诊断。为减少对先心患儿的伤害,新华医院小儿心血管团队国内创建二维超声循序分段诊断方法,给心脏外科医生提供了同等精准的诊断,使得全国有创心导管使用率从90%下降至5%。此后,团队又首次提出5剖切面10剖视面三维超声心脏诊断方案,让复杂型先心病的精确诊断率从74.8%提高至90.5%。此

后,团队国际首创先心病超声虚拟内窥镜系统(VR),可以从心脏的内部观察异常心脏;超声联合磁共振完成国际最大样本数的宫内胎儿先心病的诊断(7282例),胎儿先心病诊断精准率从43%提升至79%。

曾经,治疗危重先心病往往只能靠需要体外循环的开胸手术,这对孩子们来说是一场大冒险。1981年,项目组在国内率先报道经皮球囊房隔造口术治疗新生儿完全性大动脉转位,标志我国先心病治疗进入了介入手术新时代。迄今,项目团队已在国内率先

开展了10项先心病介入治疗新技术,引领了国内小儿先心病介入治疗的发展。同时,项目团队还研发了一系列适用于儿童的医疗器械,例如原创研发系列小儿可降解介入器械,这些器械适配小儿血管的成长特性,望从源头解决金属介入器械远期潜在风险,避免了给孩子们留下长期的金属残留,以及固定金属支架无法跟随儿童心血管生长而造成的固定狭窄问题。

对于在妈妈肚子里就被发现患有严重先心病的宝宝,项目团队创新性地提出了“超早

期介入治疗”和“宫内诊治”模式——通过改良特型导管技术成功治疗了335例新生儿肺动脉瓣闭锁狭窄,死亡率从国际平均水平的35%降至0.3%。这些技术的创新,不仅打破了国际技术壁垒,更将手术效果提升至国际一流团队水平,为那些出生后治疗预后差甚至可能胎死腹中的危重患儿带来了生的希望。项目组的工作成果已在全国32个省市自治区的313家医院广泛应用,手术成功率高达98.3%,手术死亡率和严重并发症率显著降低。

本报记者 左妍