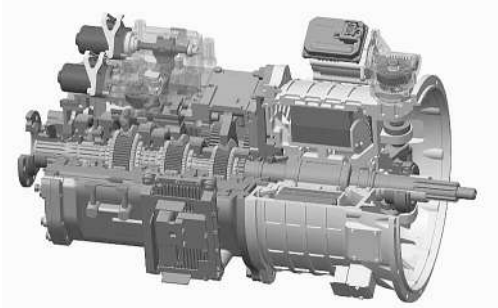


汇智聚力 加强全国科技创新中心建设

——“2016年北京市科学技术奖”获奖项目巡礼(四)

编者按 北京,这座有着千年历史的古城,正在向世界展现其蓬勃的活力。尤其是习近平总书记强调的北京要“建设国际一流的和谐宜居之都”的战略目标,正成为北京未来5年前进的动力源泉。北京要想成为人民幸福、社会和谐的首善之区,成为天蓝水清、森林环绕的生态城市,成为引领世界创新的新引擎,离不开科技创新的助力。

近年来,北京市委围绕全国科技创新中心建设,着力建设国际一流的和谐宜居之都,围绕提升城市出行运输效率、保障“城市生命线”系统安全等方面超前部署了一大批科技支撑项目,并在新能源汽车、重大工程项目、水污染治理、生态环境改善等方面进行科技攻关和成果推广,取得了显著成效。今天,我们将为您推荐三个获得2016年度北京市科学技术奖的获奖项目。



并联混动三维剖视图

高效汽车自动变速箱核心技术长期受制于人的短板,成为中国车企的一大痛点。尤其是在混合动力汽车上,基于AMT(自动机械变速箱)等自动变速箱的混合动力机电耦合系统,更是被国外公司垄断,严重影响我国新能源汽车战略目标的实现。

清华大学项目团队历时10年,针对混合动力系统构型创新、高效控制等难题开展攻关,成功研制出基于AMT的同轴并联机电耦合系统,打破了国际垄断。该项目在2016年北京市科学技术奖评选中,荣获一等奖。

“老司机”面临新挑战

肖献奇是湖南长沙宝骏公交三公司913路的一位客车老司机,他的行驶路线途经多个大专院校和市中心商业区,一直以来都是人多易堵的线路,但肖师傅却几乎每个月都能获得公司的节油奖励。

原来肖师傅开的是搭载了苏州绿控AMT变速箱的并联式混合动力客车,与以前的燃油车相比,现在的车不仅油耗低,而且操控性极好。

苏州绿控正是由清华大学项目团队李磊等多位清华大学汽车系硕博硕士生创立的汽车混合动力系

一栋坐落于深圳市福田CBD的摩天大厦,以其冠绝华南的“身高”和一柱擎天的“颜值”,始终吸引着公众的目光,它就是平安国际金融中心大厦。

作为中国华南第一高楼,同时也是国内第一座600米以上正式投入使用的高楼,平安国际金融中心在深圳这座海滨城市拔地而起绝非易事,而它的总承包单位——中建一局则用8年的努力和坚持,成功刷新了华南的天际线。该项目荣获2016年北京市科学技术奖二等奖。

千米泵送:穷尽千米路,更上一层楼

平安国际金融中心施工面临的问题很多:如何应对台风等气象灾害频发的气候特点、如何攻克复杂环境下33.8m超深基坑设计与施工、坚硬岩石中8米超大直径人工挖孔桩爆破嵌岩施工、超高结构液压爬模施工、600米超高层建筑竖向变形结构补偿控制、超高层建筑施工工斗高精度平面—高程同步控制、超高层重型钢结构吊装就位等。而首要的问题,则是如何将混凝土成功送到600米的高空。

平安金融中心在建造中需要将C60高强混凝土一次泵送到586米的高空作业面。打个比方,我们平时用吸管可以很轻松地把手油吸到嘴里,但如果把水换成粘稠的糯米浆,把吸管加长到586米呢?

针对上述施工难题,中建一局采用产学研协同创新模式进行了联合攻关,采用目前国际领先的混凝土泵送技术,将这种最黏稠的“糯米浆”,用一根长将近1000米的“吸管”送到高空。

600米的高空可以送到,那么1000米呢?虽然,世界高层都市建筑学会将300米作为超高层建筑衡量线,但千米级的高楼离我们并不遥远。建造千

当林雪每天乘坐着14号线地铁,穿梭在北京上下班的路途中时,她并不知道在隧道内外有无数个传感器、监测仪器在默默守护着地铁的运营。

其实,当14号线开始建设时,就有一张安全的“保护伞”覆盖在地铁施工的每个环节。这个名为《城市轨道交通工程监测技术规范》(以下简称《规范》)的“大网”保护的不仅仅是北京,全国30多个城市的轨道交通建设、运营都离不开它的“护卫”,正是因为这项《规范》的实施,大幅度减少了我国轨道交通的安全事故。

如同人需要定期体检,以便及早发现和消除疾病一样,城市轨道交通工程建设也开展“体检”工作,这就是工程监测工作。工程监测就是一位“健康医生”,为城市轨道交通工程建设全程把脉,在工程建设过程中及时发现威胁工程健康的安全问题,以便技术人员及早发现,及早整治,确保安全。因此,研究和制定新时期符合我国轨道交通建设特点和需求的监测技术标准意义重大。

2010年,在住建部的支持下,北京城建勘测设计研



已建成的盾构区间

国产混合动力AMT:十年磨一剑 打破国际垄断

本报记者 申明

技术创新企业,并在清华大学苏州汽车研究院得以孵化成功。在清华大学汽车安全与节能国家重点实验室李亮、宋健的带领下,团队长期坚持产业研用的合作,研制出的商用车AMT同轴并联式混合动力系统,在国内具有绝对领先地位。

变速箱是汽车中一个至关重要的部件,其性能的优劣一定程度上决定了一辆汽车的动力性和燃油经济性,直接影响车辆的价值。然而变速箱一直是国内汽车产业的薄弱环节,更不用说混合动力汽车上的AMT了。

“我们国家很早就启动了相关研究,但要将发动机和电机两个驱动系统耦合在一起,涉及到动力性耦合、能量耦合,技术挑战度很大,一直是我国混合动力汽车发展的瓶颈性难题。”李亮说。

经常开车的司机都知道,AMT就相当于一位“经验老到的司机”,会主动选择最佳换挡时机,精准换挡,因此可提升汽车行驶的安全性,降低油耗,减少司机的疲劳性,进一步提高商用车的运营效率。但对于混合动力汽车,这位“老司机”面临新挑战。

“混合动力机电耦合系统直接决定混合动力汽车动力性与燃油经济性,基于多档位自动变速箱的并联机电耦合系统是国际公认的两大主流构型之一,其系统构型方法与控制技术是国外各大汽车企业核心机密。”同时,“相对于类似普锐斯的混联混合动力系统而言,并联混合动力系统运行效率与复杂工况难以适应的难题在国际上仍未得到根本解决。”李亮说。因此项目团队需要对机电耦合系统构型进行创新设计,同时开发更多高效的工作模式以及系统一体化控制技术以应对复杂运行工况,

技术挑战度大。

项目组经过十年的不懈努力,认识到突破上述技术难题需在系统构型与控制方法上进行创新,先后围绕机电耦合系统总体设计层、执行应用层、控制协调层等三个层次四个核心任务展开攻关,创建了混合动力机电耦合系统技术研发体系,研制出我国首款自主混合动力机电耦合系统产品,实现了大规模应用,创造了良好的经济和社会效益。

节油率提升到45%

据了解,国际上美国伊顿等少数公司垄断了商用车同轴并联机电耦合系统技术。我国早期推广应用的汽车混合动力系统因缺少可自动控制的变速箱,不具备减速增扭与发动机工作区调节功能,整车动力性和燃油经济性难以兼顾。

针对该问题,项目组发明了以多档位AMT为核心部件的自主同轴并联机电耦合系统构型新方案,开发出充分发挥该构型特长的七种典型高效工作模式,提出了机电耦合系统构型参数与控制参数大规模(40个)并行优选的混合遗传算法,成功研制出客车、货车用系列化机电耦合系统产品。

“根据交通工况、整车动力性、燃油经济性与安全性约束,该构型多工作模式可自适应动态切换,实现分区能量优化管理,克服了传统并联系统效率低的缺点,节油率提升到45%。”李亮说,“这个数据达到了国际最优水平。”

让汽车领会司机意图

AMT结构简单、传动效率高,但其平顺快捷控制是

国际同行公认的技术难题。尤其是机械变速箱相对自动变速箱制造精度要求低,使用过程中产品位置偏差与磨损程度一致性较差,进一步加剧了AMT离合与换挡过程的动态冲击。

对此,项目组提出了离合器与换挡位置偏差自主学习算法,实时修正AMT机械部件磨损、传感器误差等带来的位置偏差;进而提出了离合器分离力动力学模型估计与二阶神经网络观测器相结合的方法,估算离合过程负载,实现了离合位置精确调控。

“说通俗些,我们就是用人工智能的方法,通过对驾驶意图量化得到驾驶人加速换挡目标,实现能够模拟有经验驾驶员离合换挡操作动作的拟人式AMT换挡控制,从而达到了AMT换挡燃油经济性与驾驶性综合最优。”李亮说。

混合动力客车“坡起”不再愁

开过混合动力或者纯电动车的人都知道,当你松油门时,会有能量再生制动。但当汽车运行在雨雪等低附着道路时,如果不对机械制动与再生制动进行合理调控,极易导致车轮制动抱死,发生危险事故。

对此,项目组发明了基于再生制动车轮滑移率双向补偿调控技术,建立再生制动过程整车制动强度与轮胎附着动力学的模型,进而实时调节前后轮制动力、驱动轮再生制动力与气压制动力比例,在保障制动稳定性与制动能量回收效能的前提下,该方法整车制动距离较常规限值方法缩短10%。

针对AMT换挡固有的动力中断特性极易引起汽

中建一局:在600米高空筑梦

本报记者 申明

超高层施工:匠心擎天柱,雕铸紫金冠

米级高楼最先要解决的难题,依然是如何把混凝土送到千米高空。

在建设平安国际金融中心的过程中,中建一局的技术人员开展了千米高楼混凝土泵送实验。

据中建一局集团建设发展有限公司副总经理、总工程师周予启介绍:“为解决千米高程泵送的难题,首先要找到合适的场所,平安国际金融中心的混凝土结构只有555米,我们采取了用水水平长度转换竖向高度的方式进行模拟试验,本次试验共使用直管长度达2300米。”

2014年,中建一局与清华大学合作,就高强度、高性能混凝土进行了深入研究,最终实现了混凝土高强度与泵送性能的统一,研制出“12小时初凝、45Mpa压力下工作性能不变”的C100超高强度、高性能的混凝土。C100混凝土能在1平方米的面积上承受一万吨的重量。

要将C100混凝土泵送到1000米高度,管道将承受超过45Mpa的压力,传统的管道固定与连接方式不能满足该项要求。中建一局根据试验场所特点,对泵管固定方式进行了深入的探讨和研究,最后采取了楼板夹持与墙体固定相结合的方式,成功解决了这一大难题。

此次试验的成功打破了在世界第一高楼迪拜塔的606米混凝土泵送纪录和2014年在中国第一高楼上海中心创造的620米高度的混凝土泵送纪录,创造了全球超高层混凝土泵送新的世界纪录,同时还解决了“水平长度与竖向高度的转换关系研究”“管道固定方式及泵送设备研究”“C100超高强度、高性能混凝土研究”三大科研难题。

工程监测:城市轨道交通安全的“体检医生”

本报记者 申明

究院承担了该项课题。经过2年的努力,项目组集合了国内13个单位及专家的意见,最终形成了近16万字的国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB50911-2013),该《规范》全面覆盖了城市轨道交通工程监测工作开展的全过程,是该行业不可多得的一本综合性最强、分量最重的技术标准。该《规范》在工程监测基本原则、监测控制指标、工程影响分区、工程监测等级、综合监测技术手段、监测新技术引用等方面取得了重大创新成果,填补了我国城市轨道交通工程监测技术国家标准的空白,总体技术水平达到了同类技术的国内领先水平。在2016年北京市科学技术奖评选中,该项目荣获三等奖。

2014年5月1日,国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB50911-2013)正式实施。

填补了我国城市轨道交通监测技术标准的空白

据统计,在城市轨道交通所有风险事故中,70%以上的事故原因是由施工技术处置不当和管理滞后引起。

“如果能够加强管理、实时监控、及时处置,这些事故是可以避免的。”北京城建勘测设计研究院总工程师张建全告诉科技日报记者。

据悉,国内外城市轨道交通建设都曾经经历过基坑坍塌、隧道坍塌、道路塌陷等事故,如国外新加坡Nicoll大道地铁基坑坍塌事故,而国内北京、上海、广州等各地轨道交通建设城市在先期的建设过程中,也曾经出现过多起坍塌事故。

“我国城市轨道交通工程设计、施工、第三方监测、管理以及工程建设主管部门对监测工作的监督检查,缺少针对性的技术依据,我们亟须统一监测技术标准,切实发挥工程监测的安全保障作用。”张建全说。

总结国内主要城市的轨道交通工程监测技术,形成覆盖全国的工程监测国家标准,规范各地工程监测工作,保证工程建设的安全顺利开展,成为迫切需要进行的工作。

建立基于风险的监测设计体系

在标准的制定过程中,项目组首先遇到的难题是针对基坑、隧道工程如何实施监测,比如如何确定监测多大范围,监测哪些项目,测定哪些部位,要间隔多长时间测定一次,如何巡视,巡查哪些部位,评价标准是什么,需要开出有针对性的“处方”,给出科学的指导标准。

我们体检时,会有重点的对一些明显疾病进行筛查,如是否有携带乙肝病毒。工程监测与此类似,建立在对风险管控认识基础上,先识别出工程风险源清单,再按“分区域、分等级、分方法、分对象”的监测工作基本原则开展工作。如基坑工程,按与基坑的距离区分主要、次要及一般影响部位,根据基坑深度划分基坑等级,根据环境对象类型、重要性、与工程的近接关系、发生变形和破坏后果的严重程度划分环境对象等级,对地质条件区分为简单、中等、复杂几类,综合考虑基坑、环境及地质条件三者,以最不利风险因素考虑,确定出工程监测等级,找到监测工作重点。

如同人体体质差异不一样,轨道交通结构多样,我

现十二级台风,大楼也固若金汤。

在平安国际金融中心施工中,核心筒是施工的“带头大哥”,为保证“大哥”的施工速度,工程特别定制了一套世界领先的液压爬模体系。该体系依附于已完成的筒体上,随着结构施工而逐层爬升,当最上一层核心筒墙体混凝土达到拆模强度而脱模后,模板不落地,依靠液压千斤顶将爬模平台继续向上爬升一层,定位紧固,如此反复循环施工。大楼每“长高”一层,爬模就随之爬升一层,由于采用此项先进爬模技术,核心筒施工速度大大加快,平均保持4天一层的施工速度。

如果说核心筒爬模的升高是拔高平安国际金融中心这座巨人的身高,那么巨柱爬模的一步步爬升则是不断强壮这座巨人的身躯。

平安国际金融中心巨柱结构变化复杂,截面多次变化并向内收缩,对巨柱爬模体系要求严格。为此,工程集成国内先进爬模技术,创新设计了一套巨柱爬模体系,既可直接,也可斜爬,爬升速度快,可适应巨柱多种倾斜角度。该工程堪称国内300米以上超高层巨柱外包混凝土结构爬模施工的典范。

科技服务:拔地参天起,构筑新引擎

随着经济的蓬勃发展,城市化进程持续加快,城市中心区土地资源的稀缺,迅速推高了城市的天际线,尤其是北京、上海、广州、深圳、天津等城市500m以上的超高层建筑越来越多。巨型框架—核心筒作为一种适

车坡道起步溜车的难题,项目组发明了基于气压制动系统主动压力调节的坡道起步辅助技术。基于坡起辅助技术,搭载的混合动力客车坡道起步能力较美国伊顿系统提升了2倍,可全面适应我国西南山区道路条件。

“相对国外公司AMT并联混合动力系统的最大起步坡度10%,绿控的产品则达到30%。”因此,在我国重庆等山区城市,道路上运行的新能源公交车绝大部分采用的都是绿控的产品。

昔日只可仰望的对手,今日已是追赶者

科技成果只有走向市场,才有意义。鉴于我国缺乏专业从事混合动力机电耦合系统生产企业,项目团队创立了苏州绿控传动科技有限公司开展创新成果转化孵化。

据了解,公司先后研制出AMT及混合动力系统试验平台,建立了我国第一条机电耦合系统生产装配检测线;制定相关企业标准11项,生产工艺12项;制造出覆盖6—12米混合动力/插电式混合动力/纯电动客车用4个系列机电耦合系统产品,打破了国外公司独家垄断。

如今,苏州绿控传动科技有限公司成为了继美国公司之后,全球第二家具有基于AMT的机电耦合系统研发与制造能力的高新技术企业。

由于绿控的AMT更加适用于国内市场,实现了在性能上超越伊顿。如今,绿控的产品在国内市场销量已经超过了伊顿,为宇通客车、北汽福田、厦门金龙等国内20余家车企企业供货,并在国内超过300个城市的18000辆新能源车上示范运营,占我国并联混合动力客车市场的70%。

昔日只可仰望的对手,今日已是追赶者。



平安国际金融中心

宜的结构体系,将以其显著的优势越来越广泛地被采用,项目成果已应用于北京国贸三期B、天津117大厦等数十项我国标志性的超高层建筑,带动了地区经济的蓬勃发展。

以该项目成果为基础,制定了国家标准1部,获国家工法1项、北京市工法5项,有效提高了工程质量和安全标准,带动了我国超高层建筑施工技术的蓬勃发展。在国家实施“一带一路”、京津冀协同发展、长江经济带战略的重要时期,项目的实施落地有力推进了北京建筑服务业发展,提升北京科技创新的辐射能力,为加快建设世界级城市群,打造中国经济发展新引擎提供了支撑。同时部分技术有利于提高施工过程中节能减排,可减少施工污染并改善空气质量,在服务城市建设、构建绿色城市和加强社会管理等方面起到积极的作用。

现问题及时预警并处理,避免工程结构坍塌、地表塌陷等一系列风险事故,保障工程安全。

为了评价监测数据,实现信息的互联互通,工程技术人员开发了监测信息管理系统软件平台,通过与自动采集硬件系统连接,实现对传感器的控制,接入互联网,与监测信息管理系统软件平台联通,通过手机客户端,可在任何时候获取监测信息,实现与管理人员的互联互通交互。

全面提升了我国城市轨道交通工程建设的质量安全水平

“项目成果保证了工程自身和周边环境的安全,全面提升了我国城市轨道交通工程建设的质量安全水平。”张建全说。

据了解,北京城建勘测设计研究院等单位制定的《规范》国家标准发布后,在北京市全面实施应用的基础上,迅速辐射到全国其他城市的轨道交通工程建设中。目前,该标准在国内轨道交通工程建设城市的全部新建线路范围内顺利推行、应用,该《规范》的各项条款得到了全面执行,为规范我国城市轨道交通工程监测工作,保障工程建设的安全顺利开展发挥了巨大的作用。在轨道交通建设全面开展工程风险管理并推进实施《规范》后,与监测工作相关的工程风险事故数量明显减少,据住建部最近几年对城市轨道交通开展的工程质量安全督察结果,工程监测较以往更为规范,质量明显提高。

据统计,在2008至2013年之间,轨道交通工程百公里事故率约7起,在2014年标准发布实施后降至百公里事故率不到4起,事故率较以往下降约40%以上,且未出现重大、特别重大事故的发生,项目成果的应用,使轨道交通工程自身和周边环境的安全保障能力得到提升,全面提升了我国城市轨道交通工程建设的质