



中建总公司科学技术奖 获奖成果集锦 2014年度

中国建筑工程总公司 编
CHINA STATE CONSTRUCTION
ENGINEERING CORP.

中国建筑工业出版社



中建总公司科学技术奖获奖成果 **集锦**

2014 年度

中国建筑工程总公司 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京千辰公司制版

北京画中画印刷有限公司印刷

*

开本：880×1230 毫米 1/16 印张：26 插页：4 字数：840 千字

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月第一次印刷

定价：70.00 元

统一书号：15112·26322

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>



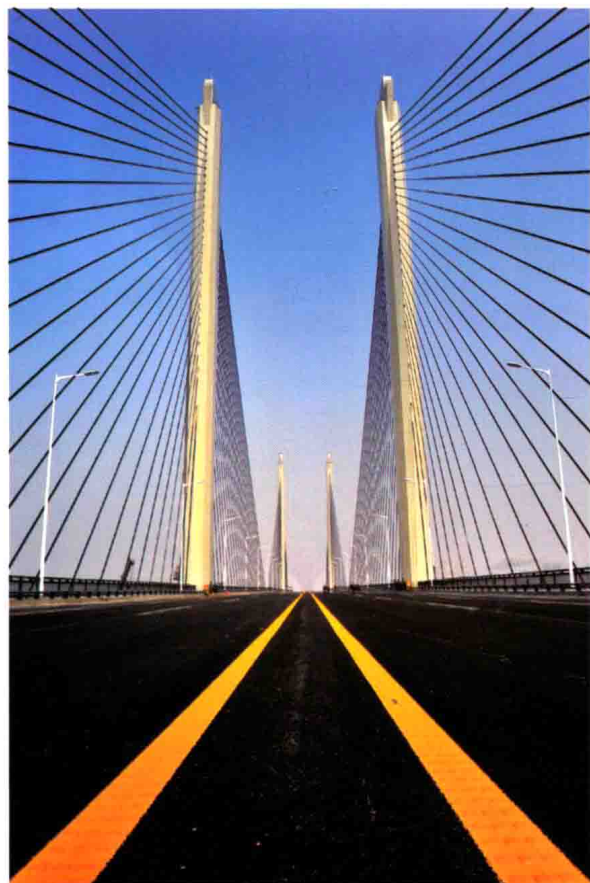
百层高楼斜交柱单元设计创新



文昌卫星火箭垂直总装测试厂房



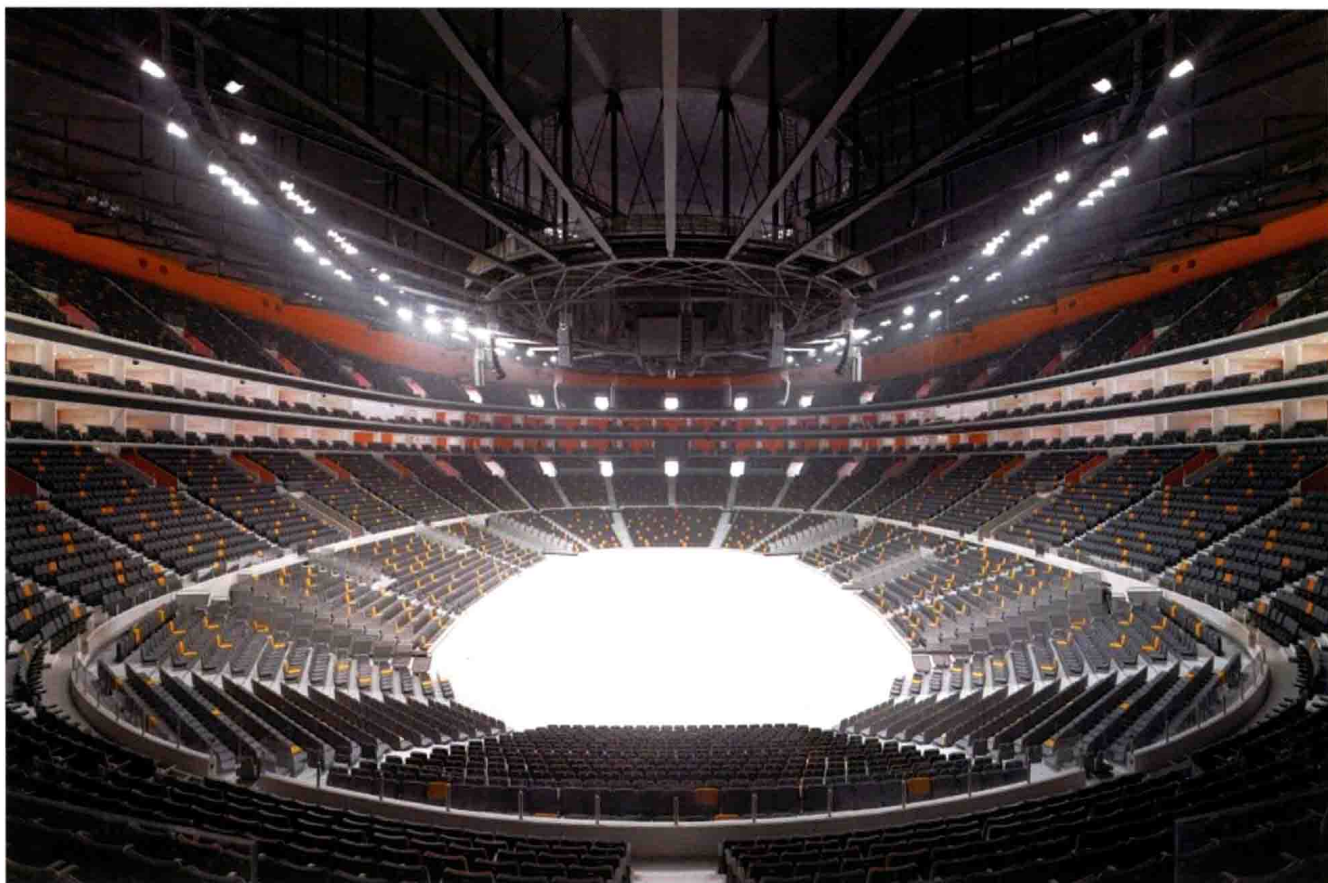
全工况流动式架桥机



双直立塔P.C.斜拉桥塔梁施工技术



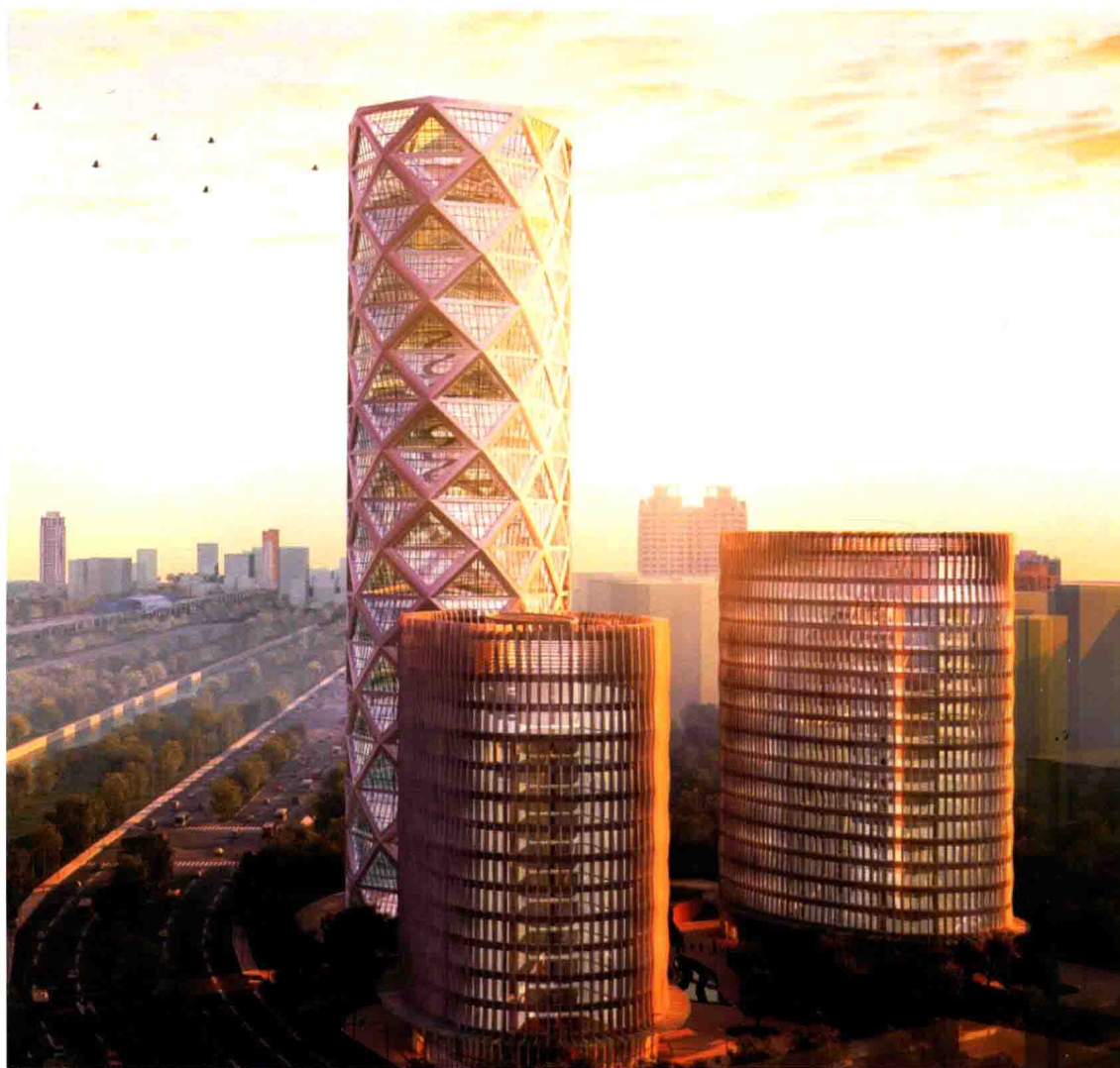
武汉中心项目



东莞篮球中心



盘锦体育中心



保利国际广场



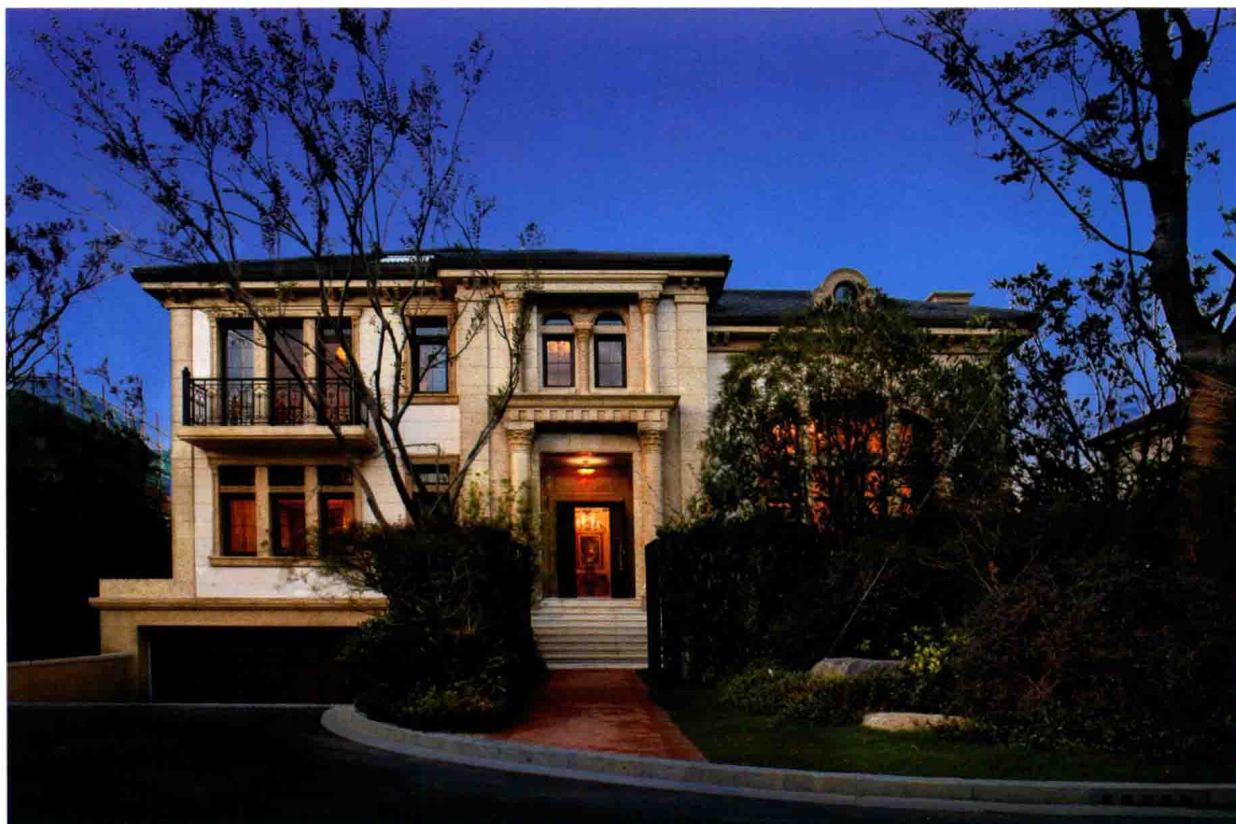
深圳平安金融中心大体积底板混凝土施工技术



LNG储罐筒体施工技术



中储粮（天津）仓储物流大豆散粮输送系统MEC工程



苏州中海独墅岛



室内植生幕墙



仿石彩色透水混凝土砖



低热低收缩高强自密实大体积混凝土的研制

中建总公司科学技术奖获奖成果集锦(2014 年度)
编辑委员会名单

主 编:毛志兵

副 主 编:蒋立红 周文连 宋中南

编 辑:张晶波 何 瑞 郭海山 于震平

欧亚明 单彩杰 吴克辛 孙 盈

目 录

国家奖

现代预应力混凝土结构关键技术创新与应用	3
百层高楼结构关键建造技术创新与应用	5
拆除工程精确爆破理论与关键技术应用	11

一等奖

新一代运载火箭结构力学试验厂房与发射垂直总装测试厂房关键施工技术	15
磷矿废渣资源化的研究与推广应用	26
全工况流动式架桥机研制与综合应用技术	33
建筑工程模板和安装支撑体系施工技术研究	45
大跨空间结构新体系研究与应用	54

二等奖

双直立塔 PC 梁斜拉桥塔梁施工技术研究与应用	63
核电站牺牲混凝土的开发研究	77
东莞篮球中心关键施工技术研究与应用	87
中国南方建筑围护结构节能关键技术与应用	101
基于大规模房地产开发的项目设计师操作手册	108
机场车站类高大空间新型空调系统的研究与应用	113
保利国际广场超高层空间斜交网格结构关键施工技术研究与应用	124
基于 BIM 技术的大型复杂机电工程精细化施工关键技术	133
第三代 (EPR) 核电站常规岛施工技术研究	142
海外燥热地区项目价值工程和关键施工技术研究	152
超高层建筑单片式钢板-高性能混凝土组合剪力墙施工关键技术	158
超高层不对称悬挂结构设计施工技术研究与应用	168
塔吊支架架悬挂高效拆卸施工技术的研与用	176
大跨度拱形空间预应力体系钢结构工程施工技术研究与应用	193

三等奖

住宅精装修定额配置标准..... 207

高大异形复杂结构关键技术研究与应用..... 212

钢索吊架在大空间厂房机电安装中的应用研究..... 225

深圳平安金融中心大体积底板混凝土设计与施工关键技术..... 231

建筑遮阳节能技术综合研究..... 245

深厚软土区深大基坑无内支撑支护体系与超深降水施工技术..... 253

城市高架桥施工关键技术..... 262

贵阳未来方舟绿色施工技术研究与应用..... 268

铁路隧道立体交叉施工技术研究与应用..... 284

超大面积混凝土地面无缝施工技术规范..... 292

附墙爬升施工装备与大幅度悬臂变长度施工平台技术与产业化开发技术..... 300

大型群体粮食仓储机电工艺设备安装成套施工技术研究与应用..... 315

大跨非对称索膜结构关键技术研究与应用..... 325

施工塔吊基础设计及应用技术..... 334

红层软岩大直径素混凝土置换桩复合地基设计理论及应用研究..... 345

立体极限围岩压力计算理论及在复杂地质条件下隧道施工的应用研究..... 350

逆作法工程暗插钢柱及地下室施工关键技术研究与应用..... 356

大跨度重心偏移组合结构低位整体提升及可视化数字监控技术..... 367

光引发连续氯代反应技术与反应器的开发与优化..... 378

CSCECENG-WFGD 烟气脱硫核心技术的开发与运用..... 384

16 万立方大型 LNG 储罐施工技术研究..... 391

低热低收缩高强自密实大体积混凝土的研制与应用..... 396

室内空气净化植物墙..... 402

仿石材纹理透水混凝土地坪成套技术与应用..... 407

国家奖

现代预应力混凝土结构关键技术创新与应用

完成单位：东南大学、同济大学、中国建筑股份有限公司、中交公路规划设计院有限公司、中国建筑科学研究院，柳州欧维姆机械股份有限公司，西部中大建设集团有限公司、中国建筑第八工程局有限公司、中国建筑一局（集团）有限公司

完 成 人：吕志涛、薛伟辰、蒋立红、张喜刚、冯大斌、孟少平、朱万旭、程建军、苏如春、贺志启、潘钻峰、王景全、刘 钊、郭正兴、冯 健

奖项类型：2014 年国家科技进步一等奖

一、立项背景

20 世纪 90 年代以来，我国工程建设规模举世瞩目，大跨、超长、重载以及高新技术工程（核电、磁悬浮等）面临前所未有的机遇和挑战。例如，预应力结构的应力扰动区及抗剪设计等基本理论亟待完善，大跨径混凝土梁桥开裂与持续下挠的普遍存在，无缝超长建筑结构的抗裂对策，中高烈度地区预应力结构的预应力度选择，超低温核电安全壳的大吨位锚固技术长期被欧美垄断等。

当前我国基础设施的年建设规模，已超过世界上其他所有国家的总和。保障重大工程结构的安全性与耐久性是实现可持续发展的迫切需求，预应力混凝土技术是提升结构性能、延长服役寿命、降低全寿命成本、实现节能减排与环境保护的重要手段。

我国预应力混凝土技术 60 年的发展大致可分为三个阶段：20 世纪 50~70 年代，为引进吸收阶段，这一期间中国建筑科学研究院、东南大学等单位在国内率先开展了预应力混凝土技术的研究，主要采用中、低强度预应力钢材，应用对象为梁、屋架等中小型构件，未形成我国自己的设计方法；20 世纪 70~90 年代末，为跟踪提高阶段，预应力混凝土技术得到了快速发展，高强度低松弛预应力钢材、钢绞线群锚体系逐步得到推广应用，预应力应用范围由构件向超静定体系发展；21 世纪以来，我国预应力混凝土技术开始进入到创新超越阶段，由于基础设施建设需求空前，工程结构的复杂化（超高、大跨、超长、重载、特种结构等）、高性能化（裂缝与变形控制严格、灾后易修复与高耐久性等）等对预应力混凝土技术提出了新的挑战，我国在国际预应力研究及应用领域逐步取得创新与突破。

针对新世纪预应力混凝土技术发展中的科学问题及其在重大工程应用中的技术难题，以我国预应力学科带头人吕志涛院士为首的科研团队，从结构基础理论、新材料应用、新型结构体系、新工艺与新装备等方面着手，深入、系统地开展了预应力混凝土结构的理论与技术创新研究，取得了一系列原创性成果，引领了我国预应力混凝土技术的发展。专家鉴定认为，该项目具有重大的理论意义和应用价值，促进了土木工程结构领域的科技进步，研究成果达到国际领先水平。

二、详细科学技术内容

项目组针对上述需求并瞄准国际预应力技术发展前沿，经过长期的产学研联合攻关，取得如下创新成果：

1. 建立了我国现代预应力混凝土结构的设计计算理论和标准体系。基于大量试验研究与理论分析，揭示了体内一体外混合预应力结构体系、预应力 FRP 增强混凝土结构、预应力钢—混凝土组合结构的破坏模式与损伤机理，完善了设计计算理论，主编或参编了我国预应力专业大多数规范。完成专著《现代预应力结构体系与设计方法》获国家“三个一百”原创图书。此外，在国际上首次提出力流模型设计

理论，解决了预应力锚固区等应力复杂区的设计难题。

2. 攻克了大跨度、超长、重载预应力混凝土结构裂缝与挠度控制中的若干关键难题，为实现工程结构长寿命提供了技术支撑。建立了高强混凝土修正收缩徐变模型，在国内外首次完成长达 10 年的预应力混凝土梁长期性能试验，建立长期变形计算方法，完善了预应力超长结构设计方法。主编 1 本国家标准，主（参）编 2 本行业标准。

3. 解决了预应力混凝土结构抗震设计难题。提出了混合配筋预应力混凝土梁的抗震理念，完成了一大批不同预应力度度的梁、节点和框架的低周反复荷载试验和振动台试验，确定预应力度度的合理限值，系统提出预应力混凝土框架、高层建筑转换层、巨型框架等结果的抗震设计方法，主编了我国首部《预应力混凝土结构抗震设计规程》（JGJ 140—2004）。

4. 开发了大吨位、超低温预应力锚固体体系，并应用高效预应力技术解决了高新技术工程和特种结构中的核心问题。开发了用于核电安全壳的超大吨位高效锚固体体系以及适用于 -196°C 的超低温锚固体体系，打破了国外垄断，实现了我国锚具产品在核电、LNG 储罐等领域零的突破。实现了环向及竖向预应力在特种结构中的创新应用。主编了 2 本国家行业标准。

三、形成主要成果

本研究形成主要成果如下：主编国家标准与行业标准 9 部，参编 4 部；主编地方标准 2 部。出版著作 5 部，其中《现代预应力结构体系与设计方法》入选 2011 年国家新闻出版总署“三个一百”原创出版工程。发表 SCI 收录论文 25 篇（其中，在国际权威期刊—ACI、ASCE 系列期刊上发表论文 14 篇）、EI 收录论文 80 篇。授权国家发明专利 12 项，新型实用专利 10 项。经科技查新和专家鉴定，本项目成果达到国际领先水平。

四、应用推广及效益情况

本研究成果已应用于苏通大桥、京沪高铁济南西客站、上海磁浮轨道交通工程、方家山核电站等近百项建筑、桥梁、轨道交通和特种结构工程中，新增产值超过数十亿元。主（参）编的国家标准与行业标准完善了我国技术标准体系，指导了全国预应力混凝土工程的建设。成果的应用提升了结构安全与耐久性能，降低了全寿命周期成本，项目还建设了国家预应力工程技术中心和教育部混凝土及预应力混凝土重点实验室，推动了我国土木工程领域的科技进步。

百层高楼结构关键建造技术创新与应用

完成单位：中国建筑第四工程局有限公司、中建三局第一建设工程有限责任公司、奥雅纳工程咨询（上海）有限公司、华南理工大学建筑设计研究院、中建钢构有限公司、广州市建筑集团有限公司、贵州中建建筑科研设计院有限公司

完 成 人：叶浩文、毛志兵、杨 玮、令狐延、冯乃谦、方小丹、赵 宏、刘 巍、张晶波、向小英

一、立项背景

随着城市人口的不断增加，城市化进程的加快，城市的土地资源日益紧缺，超高层建筑成为解决人口与土地资源的最有效手段之一。当前我国的建筑业在快速发展时期，许多大城市超高层建筑在城市建筑比重中不断提升，超高层建筑成为是我国建筑业的重要部分。

百层高楼已是城市化建设的主要潮流，但其普遍存在着侧向刚度要求高、节点应力集中、泵送高度和混凝土强度高、施工组织区域密集、重大措施风险大、功效低等一系列难题，课题组针对以上问题展开了攻关研究，取得了系列创新成果，并在多个百层高楼中得到成功应用。

二、详细科学技术内容

1. 一种以节点和构造单元为主体的设计理论与方法创新

百层高楼结构设计中，因结构超高、高宽比超大，构件承载力要求高，其侧向刚度和扭转刚度成为结构设计的关键主控指标；桁架层节点应力过于集中，不增加结构构件尺寸的情况下提高结构的侧向和扭转刚度及平衡节点应力成为关键性研究课题。课题组主要从平衡节点应力和斜交单元在百层高楼中的应用两个方面展开研究。

（1）百层高楼斜交柱单元设计创新

在百层高楼结构体系中，外框局部或整体应用斜交柱单元设计，形成巨型斜撑钢框架或斜交网格钢框架，构建一个空间强度、刚度比较大的建筑外模壳，提高侧向刚度和扭转刚度，效果显著。

发明了空间多支巨型钢管混凝土斜交节点。提出一种新型的相贯节点，通过设置连接厚板和外加强环、加厚节点钢管壁、提高节点区混凝土强度等级，巧妙解决了不增大节点区外廓线，交汇节点应力有效传递问题，并达到强节点的设计要求。在钢管相贯最小断面处，通过设置外加强环提高交汇节点的套箍效应，效果明显（如图 1 所示）。

（2）斜交单元节点平面外约束设计技术

斜交单元有序组成的网格体系，实现良好的结构受力体系。若上下左右斜交单元组拼不在同一平面，则会在节点层产生较大的单元面外力。于节点层创新设计超长环形体外预应力索，可形成斜交单元平面外的有效约束，节点层周边传力均匀。促使斜交单元、外环梁、拉梁及核心筒结构形成一个稳固的整体。

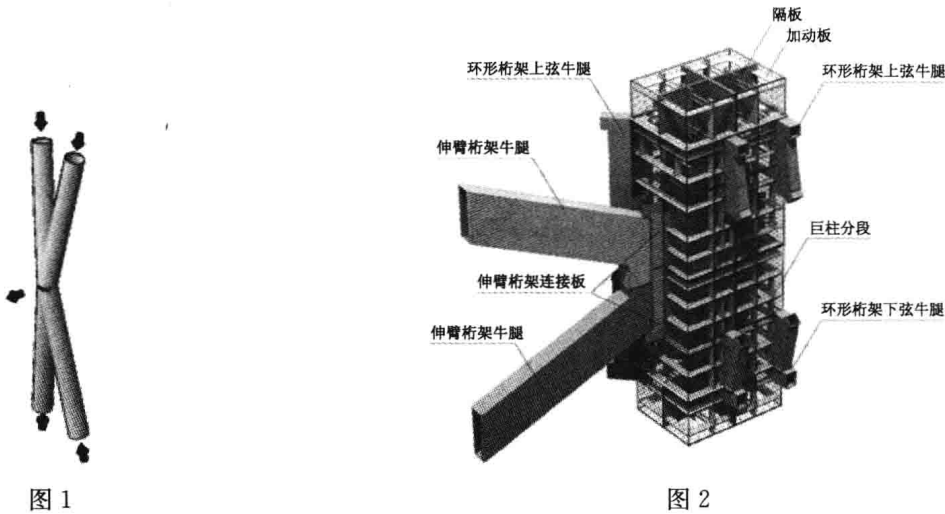
预应力索的动态模拟与分析：为保证环索的预应力张拉与相应施工阶段荷载的平衡，模拟分析张拉力与施工工况之间的复杂非线性数学关系。

创新分析了张拉索对临近环索的应力影响，以及水平张拉力大小与竖向荷载的相互影响，从而确定预应力索相应阶段的荷载和张拉等级、张拉次数，指导科学施工。

（3）贯入式伸臂桁节点设计技术

对于百层高楼的巨柱框架体系，由于外框与核心筒连接的整体性较弱，均需要设置加强层，有效提

高内筒与外框协同作用的整体性。通常加强层部位会存在比较大的应力传递，因此一般伸臂桁架节点设计往往会非常复杂，对此，我们做了系统的分析，创新设计了贯入式伸臂桁架节点，创新性地改进了连接桁架与巨柱框架的连接形式（如图 2 所示）。



2. 超高强、超高工作性能混凝土施工技术的研发与应用

高强混凝土的研究与应用是混凝土技术的发展方向，我们针对百层高楼的设计和施工中混凝土体量 大、强度高、泵送高、浇筑构件密集复杂等特点，使用常规材料配制 C100~C120，并创下了 C100 混 凝土一次性泵送 440.75m 和 C120 混凝土一次性泵送 417m 的世界纪录。

(1) 提出了适用于百层高楼混凝土制备的系列配比量化指标

通过近万组试验，验证并明确了该混凝土配置用水量、水胶比、骨料级配、超细掺和物配方以及混 凝土的各项工作性能衡量指标。

实现了具有坍落度大于 22cm、扩展度大于 60cm、倒筒时间小于 8s、U 形箱填充高度大于 32cm 的 优异工作性能，并进行超百层（超 400m）超高泵送。

充分利用原材料微珠球状颗粒形貌的自身“滚珠”润滑效应，超细粉体的紧密堆积效应和超高活 性，最大限度降低混凝土的需水量，提高流动性，提高混凝土强度，平衡混凝土的高强度和工作性能的 矛盾。

(2) 创新发明自适应多组分高效外加剂，提出以载体流化剂为基础的混凝土性能延时控制理论

多组分外加剂具有增稠、高分散、持续工作、抗离析的特性，可使混凝土实现高流态、自密实、 4h 保塑时间，并提高混凝土泵送状态下的稳定性，其优良性能是实现混凝土在长时间运输能力和超 400m 高度送能力的重要保证。

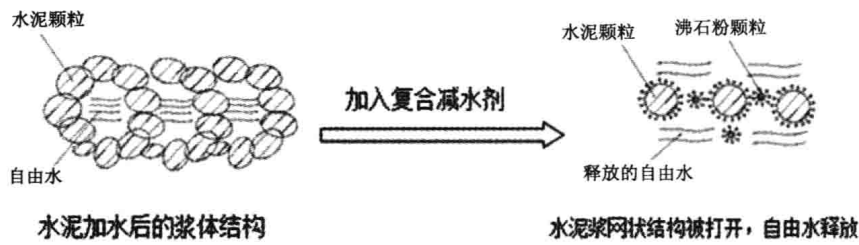


图 3

(3) 超高强耐火混凝土试验研究

利用有机纤维在高温下熔化产生混凝土内部压力释放通道的机理，使混凝土的高温稳定性得到提 高，并设计超高强混凝土在持荷状态下的高温爆裂试验。试验显示，通过掺入有机纤维，可使混凝土的 断裂韧性提高 30%，并在 30% 极限荷载下抵抗 500℃ 高温 2h 不发生破坏。