

钢管混凝土叠合柱结构

—— 工程实录及论文摘引

李庆钢 佟铁 主编



中国建筑工业出版社



钢管混凝土叠合柱结构

——工程实录及论文摘引

李庆钢 佟 铁 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢管混凝土叠合柱结构——工程实录及论文摘引/李庆钢, 佟铁主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2011. 5
ISBN 978 - 7 - 112 - 13136 - 5

I. ①钢… II. ①李…②佟… III. ①叠合—钢管混凝土结构—工程实例②叠合—
钢管混凝土结构—文摘—汇编 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 056063 号

《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》(CECS 188:2005), 自颁布以来已经 5 年了。5 年的推广实践使这个由我国自主研发的新型结构体系得到了工程界的广泛认可, 应用范围已从辽宁省扩展至全国各地。本书收录了部分全国各地近年来钢管混凝土叠合柱结构工程实例, 其中许多工程已获得全国优秀建筑设计奖。并将十几年来有关这一课题部分已发表论文摘录于后, 以便于读者全面地了解这种结构的诞生、发展和实践过程。

责任编辑: 杨 军
责任设计: 陈 旭
责任校对: 陈晶晶 王雪竹

钢管混凝土叠合柱结构 ——工程实录及论文摘引 李庆钢 佟 铁 主编

*

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
华鲁印联 (北京) 科贸有限公司制版
北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11¼ 字数: 276 千字
2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月第一次印刷
定价: 35.00 元

ISBN 978 - 7 - 112 - 13136 - 5
(20506)

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)

顾 主 编	问 编 委	钱稼茹	林立岩		
		李庆钢	佟铁		
		袁朝	白宏涛	徐云飞	王立长
		康洪震	江枣	李晓光	林南
		张忠刚	张春良	刘晓辉	宋作军
		李爱国	佟咸豪	王绽兰	解维威

前 言

《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》(CECS 188:2005)自2005年颁布以来已经5年了,5年的推广实践使这个由我国自主开拓研发的新型结构体系得到了工程界的广泛认可,应用范围已从辽宁省扩展至全国各地,最大结构高度已超过300m。在高层建筑密集的重庆市,在建的最高建筑就是采用这种结构体系;在深圳,卓越皇岗世纪中心二号塔楼68层,高260m,也采用了钢管混凝土叠合柱。最近,某地一座近400m的超高层建筑,经过我国超限高层建筑抗震设防审查专家委员会几位专家的初步论证,也建议采用钢管混凝土叠合柱结构体系。

辽宁省是最早在工程中应用叠合柱的地方。1995年在沈阳日报社大厦的地下室工程中,由于和已有建筑零距离,创造性地采用了自支护半逆作施工工法,同时逼出个钢管混凝土叠合柱。从此开始了钢管混凝土叠合柱的系统研究。辽宁省建筑设计研究院与清华大学、大连理工大学、哈尔滨工业大学等单位同心合力,对这一结构进行了深入的试验研究。3个大学都培养出多名博士生,共同编制了《技术规程》。许多著名的专家,如中国工程院院士容柏生、赵国藩、王光远、陈肇元、欧进萍、江欢成等都曾分别在设计方法、试验方案、构造处理、工程应用、高性能混凝土的组合等方面进行指导并参加研究,为本课题的发展作出贡献。

遵照上级领导的要求,现将15年来的主要工程进行实录整理,报请备案,同时,将十几年来有关这一题目的部分已发表论文收录于后,以便读者更全面地了解这一结构体系的研究情况和发展历程。这次主要将辽宁地区的工程进行实录,虽然在上海、广州、重庆、南京、深圳等地也都建成了采用钢管混凝土叠合柱的工程,但由于信息不够,仅能抽选几项作为代表加以介绍。其中许多工程已获得全国优秀建筑设计奖。从中可以看到这种结构诞生、发展的历史轨迹,也可以看到我省的发展差距。

15年来的研究成果和工程试点积累了丰富经验,也发现了一些需要改进和提高的地方,已经到了需要修订和升级该《技术规程》的时候了。

15年的开拓实践证明,钢管高强混凝土叠合柱利用不同材料的合理组合,是技术密集型的结构体系。由于其科技含量高,原创实力强,在推广过程中表现出超越势头猛,开发效益显著的特点,在同类结构体系中已处于领先水平。该项技术在推广应用过程中也经常遇到一些阻力和困难,希望我省各设计、研究和管理部门继续发扬敢于竞争、勇于超越的精神,严谨、认真、踏实地面对各种挑战,深入研究探索存在的问题,不断总结实践经验,把科技创新推向新阶段,使我省在“十二五”期间从建筑结构的“科技大省”向“科技强省”转化。

本实录按工程建设的先后次序排列,先编录辽宁省的工程,后编录国内有代表性的工程。论文按发表的先后次序排列,论文可能有缺点和错误,望读者批评指正。

本实录由辽宁省土木建筑学会建筑结构专业委员会主任委员李庆钢和辽宁省勘察设计

协会秘书长佟铁担任主编。袁朝、白宏涛、徐云飞担任责任编辑。

感谢《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》的两位主编清华大学钱稼茹教授和辽宁省建筑设计研究院林立岩设计大师对本书的编辑和出版给予的积极指导和热情协助，并应聘担任本书的学术顾问，在此表示最衷心的感谢。

辽宁省土木建筑学会 名誉理事长 伊玉成

2010年10月

目 录

《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》简介

一、工程实录

一、沈阳日报社大厦	7
二、辽宁省邮政枢纽大楼	7
三、辽宁物产科贸大厦	9
四、沈阳和泰大厦	10
五、沈阳市和平区地税局办公楼	11
六、沈阳电力花园双塔	11
七、沈阳方圆大厦	12
八、京沈高速公路兴城服务区跨线餐厅楼	12
九、沈阳富林广场	14
十、营口立德大厦	17
十一、鞍山移动通讯大厦	17
十二、沈阳远吉大厦	18
十三、沈阳贵和回迁楼	18
十四、沈阳皇朝万鑫大厦	19
十五、抚顺万隆商住公寓	22
十六、东北大学综合科技大楼	23
十七、沈阳宏发国际名城	25
十八、清华同方信息港大厦	25
十九、东北传媒大厦	26
二十、重庆朝天门滨江广场	27
二十一、重庆天成大厦	27
二十二、深圳地铁老街站	30
二十三、深圳市诺德金融中心大厦	30
二十四、南京新世纪广场	32
二十五、深圳卓越·皇岗世纪中心二号塔楼	32
二十六、上海保利广场	33
二十七、广州珠江新城 D3-7 写字楼	35
二十八、广州交通信息指挥中心	36
二十九、重庆联合国际	36
三十、重庆重宾·保利国际广场	38
三十一、重庆环球金融中心大厦	39
三十二、鲁尔大厦	40

三十三、万县长江公路大桥	40
三十四、成都国金中心办公大楼	42
三十五、大连奥泰中心 1#楼	43
三十六、营口世贸中心大酒店	45

二、论文摘引

一、钢与混凝土的组合促进高层建筑结构的发展	李庆钢	袁 朝	王国明	47	
二、钢管高强混凝土叠合柱	林立岩	佟 铁	李晓光	53	
三、钢管高强混凝土叠合柱的抗震性能研究	李 惠	吴 波	林立岩	61	
四、钢管混凝土叠合柱的设计概念与技术经济性分析	林立岩	李庆钢	佟 铁	70	
五、沈阳富林广场的钢管高强混凝土叠合柱结构	林立岩	张春良	宋作军	79	
六、钢管高强混凝土组合柱抗震性能试验研究	钱稼茹	康洪震		85	
七、钢管高强混凝土组合柱轴压承载力试验研究	康洪震	钱稼茹		99	
八、钢管高强混凝土组合柱轴心抗压数值分析	康洪震	钱稼茹		107	
九、高轴压比钢管混凝土剪力墙抗震性能试验研究	钱稼茹	江 枣	纪晓东	117	
十、钢管混凝土叠合柱、组合柱、钢管混凝土柱和型钢混凝土组合柱 应用于高层框筒结构中的技术经济比较	白宏涛	李庆钢	佟 铁	130	
十一、评东北大学综合科技楼的工程设计	林 敢	李 伟	林 南	王绽兰	141
十二、钢管高强混凝土叠合柱核心区 抗剪试验研究与有限元分析	黄智辉	程丽荣	钱稼茹	林立岩	147
十三、钢管混凝土叠合构件受弯性能研究	王 刚	钱稼茹	林立岩	153	
十四、钢筋混凝土梁-钢管混凝土组合柱 节点抗震性能试验研究	钱稼茹	江 源		162	

《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》简介

钱稼茹 林立岩

1. 概述

由清华大学和辽宁省建筑设计研究院主编的中国工程建设标准化协会标准《钢管混凝土叠合柱技术规程》(CECS188:2005)已于2005年11月1日起施行。由中国工程建设标准化协会撰写的前言高度评价了叠合柱:“钢管混凝土叠合柱是在钢筋混凝土柱的中部设置钢管混凝土的一种叠合构件,已形成我国自主开拓的一种结构体系。它较钢筋混凝土和型钢混凝土(也称型钢混凝土)柱具有更优良的抗压和抗震性能。”

钢筋混凝土叠合柱(简称叠合柱)是由截面中部的钢管混凝土和钢管外的钢筋混凝土叠合而成的柱(图0-1)。按照钢管内混凝土和钢管外钢筋混凝土是否同期浇筑,叠合柱可以分为同期施工叠合柱(也称为组合柱)和不同期施工叠合柱。不同期施工叠合柱的施工大体分为3步:(1)安装钢管,浇筑钢管内混凝土,形成钢管混凝土柱;(2)以钢管混凝土柱为楼盖梁的支柱,施工楼盖结构,使钢管混凝土柱承受施工期间的部分竖向荷载,浇筑楼板混凝土时,在柱周围的楼板上预留后浇孔;(3)钢管混凝土柱的轴压力达到该柱轴压力设计值的30%~60%倍时,浇筑钢管外混凝土,成为钢管混凝土叠合柱。

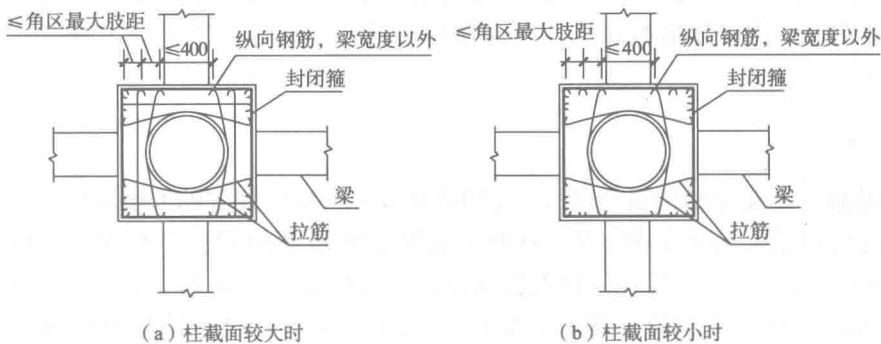


图0-1 叠合柱平面

叠合柱的主要优点有:(1)钢管内浇筑高强混凝土,钢管的约束作用克服了高强混凝土的脆性,同时,使管内混凝土的轴心抗压强度大幅度提高,充分发挥了高强混凝土受压能力高的优势,从而减小柱的截面尺寸,增大使用空间。(2)对于组合柱,作用在截面上的轴力设计值按轴向刚度分配给钢管混凝土和管外的钢筋混凝土;对于叠合柱,轴力设计值减去浇筑管外混凝土时钢管混凝土已经承受的轴力后,按轴向刚度分配给钢管混凝土和管外的钢筋混凝土。分配轴压力时,钢管混凝土的轴向刚度随其轴心受压承载力的提高而提高。结果,钢筋混凝土分担的轴压力比按管外、管内混凝土面积比分担的轴压力小得

多。由于钢筋混凝土部分承担的轴压力小、轴压比低，通过配置适量的纵筋和箍筋，容易实现具有延性的大偏心受压破坏形态。(3) 截面中部的钢管混凝土提高了柱的受剪承载力，容易实现强剪弱弯。(4) 钢管混凝土提高了节点核心区的受剪承载力，可简化核心区构造，方便施工。(5) 在轴压力和往复水平力作用下，由于钢管混凝土的存在，延长了叠合柱从屈服到破坏的过程，提高了柱端塑性铰的转动能力，使叠合柱具有良好的延性和耗能能力。(6) 钢管内和钢管外都有混凝土，钢管壁不会发生屈曲。(7) 钢管外的混凝土可起抗火作用。

1995年辽宁省建筑设计研究院提出叠合柱的概念，并会同大连理工大学、哈尔滨工业大学和清华大学进行了大量的试验，研究叠合柱及节点核心区的受力性能和设计方法。叠合柱首先应用于沈阳日报社大厦的地下室逆作法施工。1996年，辽宁省邮政枢纽采用叠合柱，成为第一幢采用叠合柱结构的高层建筑。至今，仅辽宁地区已有19幢高层建筑采用叠合柱结构，其中16幢已经建成并投入使用，包括：23层的辽宁省邮政枢纽、22层的沈阳和泰大厦、33层的沈阳电力花园双塔、28层的沈阳远吉大厦等。其中远吉大厦和贵和大厦在钢管内采用C100高强混凝土；富林广场在钢管内设计采用C90混凝土，实际按C100施工，检测表明，钢管内混凝土达到C100的强度。试点工程表明，只要合理组织施工，叠合柱的结构的施工并不复杂，其进度比同类的钢筋混凝土结构略快。

叠合柱结构适用于我国非抗震和抗震地区的房屋建筑，尤其适用于抗震设防地区的高层建筑。

2. 主要技术内容

《钢管混凝土叠合柱技术规程》的主要技术内容包括：总则、术语和符号、材料、荷载和地震作用、结构设计基本规定、叠合柱框架设计、钢管混凝土剪力墙设计、构件连接、结构施工和验收。

3. 材料

规程根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2002)规定的C40~C80混凝土的强度值和弹性模量值，外推得到C85~C100混凝土的强度值和弹性模量值。GB50010-2002对C80混凝土采用的棱柱体强度与立方体强度的比值为0.82，由此外推C100的相关比值为0.86，试验实测的平均值为0.89，高于外推值。由于试验值比较少，仍采用0.82。混凝土考虑脆性的折减系数也采用GB50010-2002的外推值。C80以上的混凝土，不同配合比时模量可能相差较大。因此，C80以上混凝土的弹性模量也可根据实验结果采用。

4. 结构设计

叠合柱结构是钢筋混凝土结构。其荷载、地震作用、建筑抗震设防类别和抗震设防标准、建筑设计、结构体系和布置要求以及结构规则性要求等，应符合现行设计规范。

4.1 叠合柱的布置

规定了叠合柱结构采用叠合柱的最少楼层数。部分框支剪力墙结构的框支柱是框支层

的重要抗震防线，框支柱采用叠合柱时，全部框支柱宜采用叠合柱，其钢管至少应伸至转换构件的顶面。在一幢建筑内，可以从下到上全部采用叠合柱，也可以底部采用不同期施工叠合柱、中部采用组合柱、上部采用钢筋混凝土柱。叠合柱的优点显著，当一幢建筑采用叠合柱时，应有尽可能多的楼层采用叠合柱。采用叠合柱的层数，可通过计算确定，规程规定了采用叠合柱的最少层数：当高度不超过 A 级高度钢筋混凝土高层建筑结构的最大适用高度时，叠合柱至少应伸至房屋高度的 1/3 处；当高度接近或达到 B 级高度钢筋混凝土高层建筑结构的最大适用高度时，叠合柱至少应伸至房屋高度的 2/3 处；当高度在 A 级高度与 B 级高度之间且未接近 B 级高度时，采用叠合柱的高度可在房屋高度的 1/3 ~ 2/3 之间。

4.2 钢管混凝土剪力墙的布置

钢管混凝土剪力墙包括无端柱和有端柱两种。与钢筋混凝土剪力墙相比，钢管混凝土剪力墙的正截面承载力和斜截面承载力提高，延性和耗能能力大。当建筑高度超过钢筋混凝土高层建筑 A 级的最大适用高度时，剪力墙底部加强部位及以上一层或以上若干层布置钢管混凝土剪力墙。剪力墙可在下列位置设置钢管混凝土：无端柱剪力墙（墙上可没有洞口，或有一列洞口，或有多列洞口）的两端，宽度超过 4m 的洞口两侧，筒的转角，有端柱剪力墙的端柱内等。

4.3 叠合柱结构的楼盖梁

可为钢筋混凝土梁、钢骨（型钢）混凝土梁或钢梁。

4.4 叠合柱结构的最大适用高度

对框架结构和 9 度抗震设防时，其最大适用高度与《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3-2002）对 A 级高度钢筋混凝土高层建筑最大适用高度的规定相同；对非抗震设计和 6、7、8 度抗震设防时，除框架结构外，其他结构的最大适用高度与现行 JGJ3-2002 对 B 级高度钢筋混凝土高层建筑最大适用高度的规定相同。

4.5 框支层的层数

框支柱为叠合柱且转换层以下框支层设置钢管混凝土剪力墙时，地面以上的大空间层数：抗震设防 8 度时不宜超过 5 层，7 度时不宜超过 8 层，6 度时可适当超过 8 层；底部带转换层的框架-核心筒结构和筒中筒结构的转换层以下采用叠合柱且转换层以下设置钢管混凝土剪力墙时，其转换层位置可比上述规定适当提高。

4.6 抗震等级

叠合柱结构的抗震等级划分，与 JGJ3-2002 对相同烈度、相同结构类型、相同高度的钢筋混凝土高层建筑结构的抗震等级划分相同。

4.7 截面刚度

叠合柱的截面弹性刚度为管内混凝土、钢管和管外混凝土弹性刚度之和。钢管混凝土剪力墙的截面弹性刚度取相同截面尺寸的钢筋混凝土剪力墙的截面弹性刚度。

4.8 层间最大位移角的限值

在风荷载和地震作用下，与 JGJ3-2002 对使用功能相同的钢筋混凝土结构的规定相同。

5. 叠合柱设计

5.1 最小受剪截面

验算叠合柱的最小受剪截面时，考虑了钢管约束对管内混凝土轴心抗压强度的提高作用。

5.2 叠合比

不同期施工叠合柱，在浇筑管外混凝土前，配置在截面中部的钢管混凝土柱已经承受了部分轴力。钢管混凝土柱先期承受的轴力与叠合柱的轴力设计值的比值称为叠合比。若叠合比过大，则有可能不满足叠合后的承载力要求；若过小，则不能充分发挥叠合柱的特点。叠合比可通过试算确定。一般情况下，叠合比可取 0.25 ~ 0.6。

5.3 轴力设计值的分配

对不同期施工的叠合柱，轴力设计值减去浇筑管外混凝土前钢管混凝土柱已经承担的轴力后，按管外混凝土和管内混凝土的轴向刚度分配；对同期施工的叠合柱，按管外混凝土和管内混凝土的轴向刚度分配。管内混凝土的轴向刚度，考虑钢管约束后随强度的提高而提高。

5.4 正截面承载力计算

叠合柱在轴力和弯矩作用下的正截面承载力按《混凝土结构设计规范》（GB50010 - 2002）关于钢筋混凝土柱正截面承载力的公式计算。计算时，轴压力采用钢筋混凝土部分承受的轴压力设计值，弯矩采用叠合柱全截面的弯矩设计值，按叠合柱的截面尺寸和钢管外混凝土的强度等级计算。

5.5 斜截面承载力计算

根据 38 个试件的试验结果给出叠合柱斜截面受剪承载力的公式。试验结果表明，叠合柱内的钢管混凝土可提高柱斜截面受剪承载力。

5.6 轴压比限值

叠合柱的轴压比采用管外钢筋混凝土的轴压比，即钢筋混凝土分担的轴力设计值除以管外混凝土轴心抗压强度设计值与管外混凝土截面面积的乘积。轴压比限值按《建筑抗震设计规范》（GB50011 - 2001）有关钢筋混凝土柱轴压比限值的规定采用。

5.7 构造要求

规定了不同抗震等级框架柱中钢管混凝土的套箍指标和钢管的含钢率，规定了钢管的最小直径和钢管外混凝土的最小厚度；规定了叠合柱的混凝土强度等级；纵向钢筋的最小总配筋率，箍筋加密区箍筋的最大间距和最小直径，箍筋加密范围、箍筋加密区的体积配箍率，非箍筋加密区的体积配箍率，以及节点核心区的箍筋配置，按 GB50011 - 2001 关于相同抗震等级钢筋混凝土框架柱的规定执行。计算纵向钢筋的配筋率时，取纵向钢筋的截面面积与钢管外钢筋混凝土截面面积的比值；计算体积配箍率时，混凝土的体积取外围箍筋与钢管之间混凝土的体积。

6. 钢管混凝土剪力墙设计

6.1 钢管混凝土剪力墙

边缘构件内设置参与受力的钢管混凝土的剪力墙，包括无端柱剪力墙和有端柱剪力墙。有端柱钢管混凝土剪力墙的端柱为叠合柱，端柱的构造要求与叠合柱的要求相同。

6.2 无端柱钢管混凝土剪力墙

规定了边缘构件内钢管混凝土的最小套箍指标和最小钢管截面面积；钢管壁外表面焊接闭合的钢筋环箍，环箍间距不宜大于 1000mm；剪力墙中竖向和横向分布钢筋的最小配筋率，约束边缘构件的范围及其配箍特征值和纵向钢筋最小截面面积、构造边缘构件的范围及其配筋要求，与 GB50011-2001 的规定一致。

6.3 承载力

正截面承载力计算方法与普通剪力墙相同，端部钢管的截面面积计入剪力墙端部纵向钢筋的面积；斜截面承载力采用叠加法计算，即钢筋混凝土腹板的受剪承载力与钢管的受剪承载力叠加，钢管的抗剪作用考虑为销栓作用。

6.4 轴压比限值

无端柱时，轴压比限值与钢筋混凝土剪力墙相同；有端柱时，轴压比限值比钢筋混凝土剪力墙提高 0.05。计算轴压比时，考虑钢管对混凝土的约束作用。

7. 连接设计

7.1 构件连接

包括钢管接长，梁柱连接，组合柱与叠合柱连接以及叠合柱柱脚。

7.2 钢筋混凝土梁与叠合柱连接

可采用钢管贯通型、钢板翅片转换型和钢管钢筋转换型连接（图 0-2）。钢管贯通型连接的上下层钢管贯通梁柱节点核心区，在管壁开孔，梁的纵向钢筋直接穿过；在核心区高度范围内，在钢管壁外表面焊接不少于两道闭合的钢筋环箍，目的是加强钢管与管外混凝土的粘结。其他两种连接的上下层钢管不贯通核心区，采用厚壁小直径钢管加钢板翅片和钢筋连接上下层钢管。上下层钢管不贯通，便于梁纵向钢筋穿过核心区，但应保证上下层钢管的连接有足够的承载力。

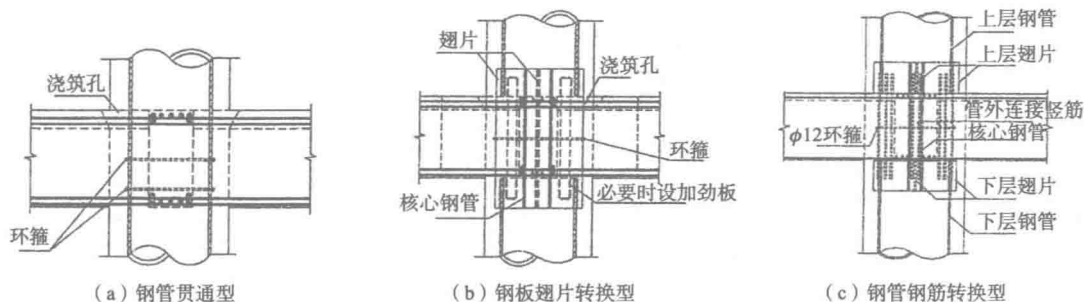


图 0-2 连接节点立剖面

7.3 钢筋混凝土梁与叠合柱连接

上下层钢管在核心区贯通，钢筋混凝土梁中的钢梁与钢管之间可通过钢悬臂梁段及钢筋连接，悬臂梁段翼缘和腹板的厚度应分别不小于钢梁翼缘和腹板的厚度，钢筋混凝土梁的纵筋可穿过钢管与钢筋混凝土梁的纵筋连接，或与悬臂梁段的翼缘焊接。

8. 叠合柱算例

钢筋混凝土框架-核心筒结构，高120m，7度抗震设防。二级框架，组合的轴力设计值为103000kN，轴压比限值0.85。采用钢筋混凝土柱，C50，则截面为2300mm×2300mm，轴压比为0.843，满足要求。

采用叠合柱，钢管外、内混凝土分别为C50、C60。若截面为1700mm×1700mm，Q345钢的钢管直径、壁厚分别为1400mm，35mm。采用不同期浇筑叠合柱时的叠合比为0.3。两种叠合柱的计算结果见表0-1。叠合柱与钢筋混凝土柱的截面面积比为0.546。

两种叠合柱比较

表0-1

叠合柱	管外、内混凝土的面积比	管外、内混凝土分担的轴力比	轴压比	
			管外混凝土	管内混凝土
同期	0.467:0.533	0.232:0.768	0.766	0.67
不同期	0.467:0.533	0.162:0.838	0.536	0.73

本文引自《建筑结构·技术通讯》2006年3月

一、工程实录

一、沈阳日报社大厦

沈阳日报社大厦地上 24 层，地下 2.5 层，总高 105m，如图 1-1-1。1995 年在地下室半逆作法施工中采用了钢管混凝土叠合柱，是我国在实际工程中第一次应用钢管混凝土叠合柱。

本工程和相邻建筑距离很近，地下室无法采用常规方法施工，创造性采用半逆作自支护法施工。钢管混凝土叠合柱既是主体的竖向承重构件，还在施工期间利用核心钢管混凝土柱作为深基坑自支护体系的竖向支撑构件。这种施工工法在我国也是第一次。

本工程原设计仅 16 层，施工到一半时业主要求增建到 24 层，荷载增加很大。这是我国第一栋采用结构叠合理论成功对原有框架柱进行加固改造的高层建筑，使加固量大为减少。

本工程创造了三项“中国第一”。

林立岩 供稿



图 1-1-1 沈阳日报社大厦

二、辽宁省邮政枢纽大楼

辽宁省邮政枢纽大楼地上 23 层，总高 96.9m，总建筑面积 33800m²，1996 年完成主体施工，如图 1-2-1。如果说沈阳日报社大楼是因为地下室施工难度太大，逼出一个创新结构构件，那么辽宁省邮政枢纽大楼则是我国首次在工程中完整应用钢管混凝土叠合柱概念进行设计、施工的高层建筑。

本工程的底层结构平面图及标准层结构平面图见图 1-2-2，图 1-2-3，其中，



图 1-2-1 辽宁省邮政枢纽大楼

1~4号柱: 1~6层为叠合柱, 7~9层为组合柱, 10~23层为普通钢筋混凝土柱;

5~6号柱: 1~2层为叠合柱, 3~9层为组合柱, 10~23层为普通钢筋混凝土柱;

7~12号柱: 1~9层为组合柱, 10~23层为普通钢筋混凝土柱;

其他柱: 均为普通钢筋混凝土柱。

柱断面沿竖向变化(以1~4号柱为例), 见图1-2-4;

1~3层 950mm × 950mm ($\phi 558.8 - 12$); 4~6层 900mm × 900mm ($\phi 508.8 - 12$); 7~9层 850mm × 850mm ($\phi 299 - 12$), 10层以上 850mm × 850mm ~ 600mm × 600mm。

混凝土强度等级: 钢管内均采用 C60, 管外混凝土强度等级由 C60 渐变至 C50, C40。

辽宁省城市建筑设计院 联合设计
辽宁省建筑设计研究院
林立岩 吴凌云 供稿



图 1-2-2 底层结构平面图

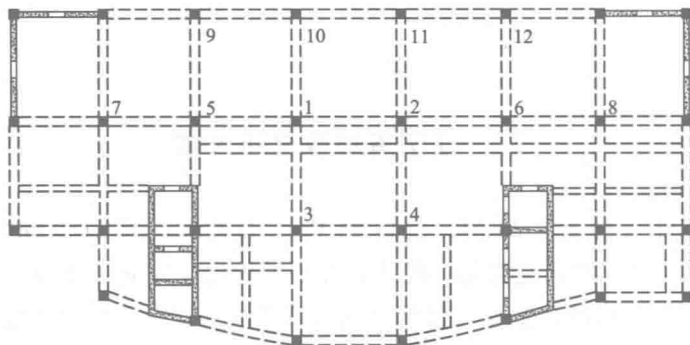


图 1-2-3 标准层结构平面图

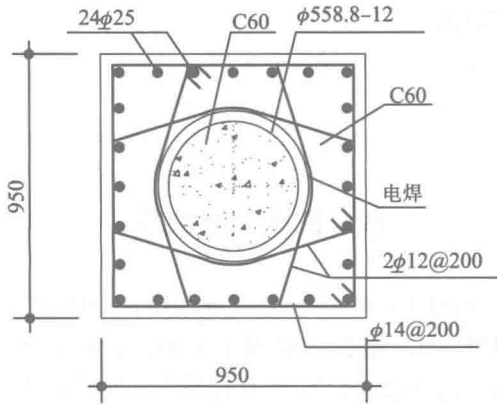


图 1-2-4 柱截面图

三、辽宁物产科贸大厦

辽宁物产科贸大厦地上 28 层，总高 100m。框架柱钢管内外同期浇筑 C80 混凝土，见图 1-3-1。1996 年完成组合柱施工，是当时我国 C80 混凝土试点工程。配合比由中国建材科学研究院提供。由于担心 C80 混凝土的性能，在柱中增加了一个断面较小的构造钢

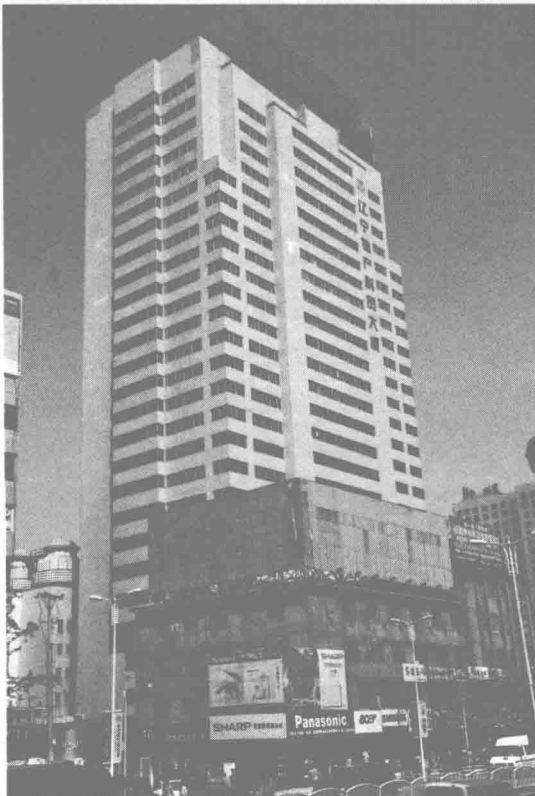


图 1-3-1 辽宁物产科贸大厦