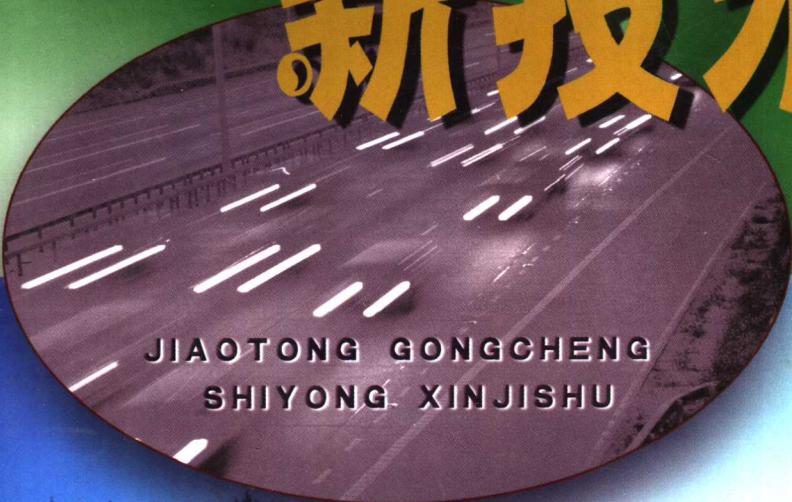


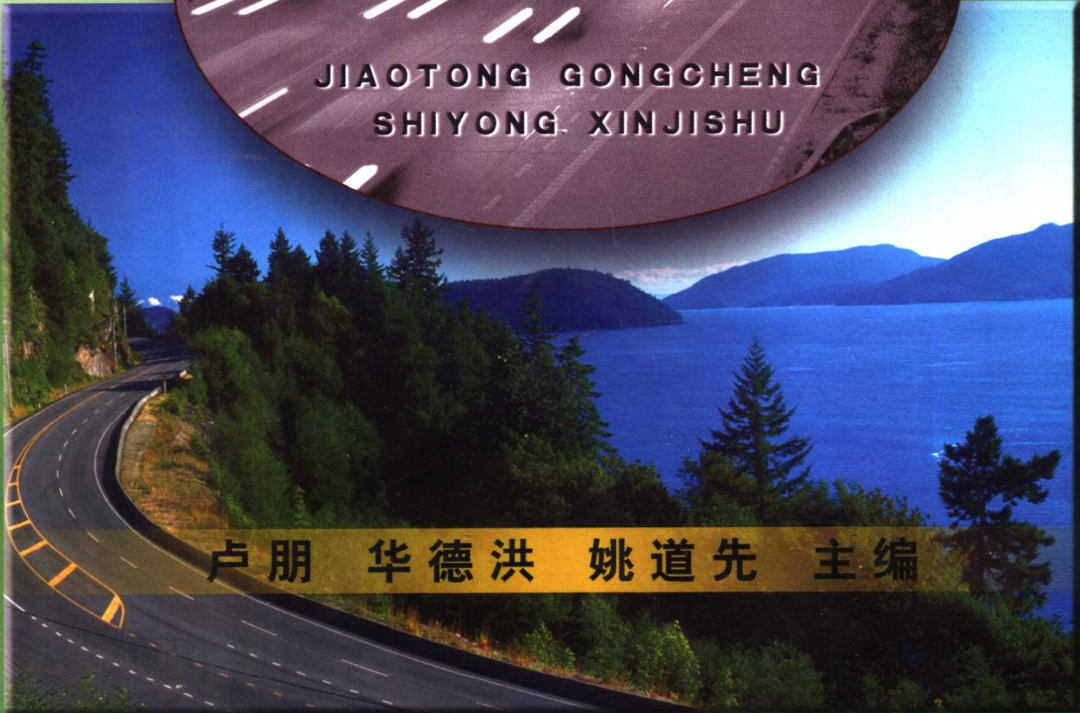
2006年中国铁道工程建设协会学术论文集

交通工程实用

新技术



JIAOTONG GONGCHENG
SHIYONG XINJISHU



卢朋 华德洪 姚道先 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



2006 年中国铁道工程建设协会学术论文集

交通工程实用新技术

卢 朋 华德洪 姚道先 主编

中 国 铁 道 出 版 社

2006年·北 京

图书在版编目(CIP)数据

交通工程实用新技术:2006年中国铁道工程建设协会学术论文
集 / 卢朋, 华德洪, 姚道先主编. —北京: 中国铁道出版社, 2006. 9
ISBN 7-113-07473-1

I. 交… II. ①卢… ②华… ③姚… III. ①交通
工程—学术会议—文集 IV. U-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 109225 号

书 名: 2006 年中国铁道工程建设协会学术论文集
交通工程实用新技术

作 者: 卢 朋 华德洪 姚道先 主编

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 王 健

责任编辑: 王俊法 张 婕

封面设计: 薛小卉

印 刷: 三河市国英印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 26.5 字数: 664 千

版 本: 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-113-07473-1/U·1975

定 价: 70.00 元

版板所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

编辑部电话: (010) 51873099 发行部电话: (010) 51873169

网址: <http://www.tdpress.com>

——编委会名单——

- 主 编:** 卢 朋 中铁十一局集团
 华德洪 中国铁道工程建设协会
 姚道先 石家庄铁道学院
- 主 审:** 李向国 石家庄铁道学院
 赵春虎 石家庄铁道学院
- 副主编:** 王铭三 中国铁道工程建设协会
 陈志平 中铁二十局集团劳人部
 许建军 中铁二十二局集团
 王海亮 内蒙古高速公路建管办
 李方东 中铁十四局第二工程有限公司
 李建旺 中铁十六局集团北京轨道交通工程有限公司
 栾昌信 中铁十四局集团第三工程有限公司
- 编 委:** 杨玲艳 石家庄铁道学院
 张 辉 中铁十二局集团第一工程有限公司
 纪学斌 中铁十六局集团有限公司柳州办事处
 朱小玲 中铁二十局集团第二工程有限公司
 王彦英 中铁十六局集团铁运公司
 张 辉 中铁十二局集团第一工程有限公司
 白国岩 中铁十六局集团电务工程公司
 闫国印 中铁建电气化局第三工程有限公司
 张 骅 中铁二十一局集团第五工程有限公司
 刘立国 石家庄公路桥梁建设集团
 田 杰 中铁二十局集团第三工程有限公司
 王红亮 石家庄公路桥梁建设集团
 胡 薇 中铁十六局集团公司
 梁 勇 石家庄公路桥梁建设集团
 符美成 中铁二十局集团川渝公司
 杨万仁 中铁二十局集团第五工程有限公司
 李朝云 中铁十五局集团第七工程有限公司
 吕永军 中铁二十局集团第四工程有限公司
 唐指军 中铁二十局集团第四工程有限公司
 谢文站 中铁建电气化局第三工程有限公司

前 言

交通运输是国民经济发展的基础,是社会生产、流通、分配、消费各环节正常运转和协调发展的先决条件,对保障国民经济持续健康快速发展、改善人民生活 and 促进国防现代化建设等具有十分重要的作用。

目前,铁路交通处在一个跨越式发展时期,不断提高铁路的运行速度,让铁路尽快赶超发达国家的水平,适应社会发展和人民生活水平提高,是中国铁路人孜孜以求的夙愿。根据国务院批准的《中长期铁路网规划》,到 2020 年,全国铁路营业里程达到 10 万 km,主要繁忙干线实现客货分线,复线率和电化率均达到 50%,运输能力满足国民经济和社会发展需要,主要技术装备达到或接近国际先进水平。

同时,近期也是我国公路交通发展最快、最好的时期,建设速度明显加快,基础设施总量迅速扩大,交通结构得到改善,运输生产持续增长,在综合运输体系中的作用明显增强,为进一步的发展奠定了坚实基础。我国正处在全面建设小康社会和加快推进社会主义现代化的新阶段,进一步加快公路交通发展是最近几年一项十分重要的任务。

为了反映我国交通土建工程领域工程设计、施工、管理等方面的新技术、新工艺、新材料和新方法,加强学术交流,自 2005 年起,中国铁道工程建设协会组织向交通土建工程领域的从业人士进行论文征集,并编辑出版优秀学术论文集,受到有关部门的高度关注和重视,一致认为其具有较高的学术价值。

今年自发布征稿通知以来,广大作者结合自身的工作,对近年来的技术成果以学术论文的形式进行了广泛系统的科学总结,共撰写各类学术论文 180 余篇,本次论文集编辑出版的只是其中经专家评审推荐的一部分。这些学术论文的内容广泛,涉及面广,以设计、施工、管理技术的应用为主体,许多论文体现了学术研究的创新性、观点内容的新颖性和技术成果的实践性,有较高的参考价值。

由于本论文集所涉及的内容多为高新技术,各方面的情况都在不断发展变化,同时限于时间和水平,书中缺点和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 8 月

目 录

01. 钢管混凝土的应用与发展	令 剑 赵 平	(1)
02. 浅谈建设工程造价的控制与思考	张军霞	(8)
03. 浅析隧道二次衬砌施工质量控制	林 辉	(12)
04. 闫家沟新黄土隧道洞口段施工技术	杨小娥	(18)
05. 预应力管桩桩—网结构加固软基施工控制技术	黄建国	(22)
06. 浅谈混凝土施工中裂缝产生的原因及防治措施	贾树岐	(31)
07. 我国计算机联锁系统的现状	谢文站	(33)
08. 关于以卵石为母材的级配碎石及其改良后施工的试验探索	张海龙	(37)
09. 基于 VLAN 的企业局域网改造及应用	杨乃光 赵代强 龚斯昆	(42)
10. 基于 P3E/C 的铁路建设施工项目管理平台开发及应用	赵代强 钱振地	(49)
11. 铁路岩石边坡喷混植生植物护坡施工技术	马宗磊	(57)
12. 高速铁路路基基床表层级配碎石施工技术	李方东	(61)
13. 提速道岔铺设施工技术	马宗磊	(68)
14. 浅谈工程量清单模式下招标阶段工程造价的合理控制	王格侠	(73)
15. 混凝土的施工温度与裂缝	秦翠玲	(77)
16. 浅谈大跨度隧道的施工	邵国明	(80)
17. 隧道施工技术浅谈	邵国明	(84)
18. 盾构法施工中与 VMT 导向系统配套的测量技术	李建旺	(88)
19. 盾构机带气压开仓换刀施工技术实例	李建旺	(96)
20. 深基坑流沙治理施工技术实例	丛恩伟	(101)
21. 广安白塔大桥拱箱梁吊装技术研究	尉兴丛	(105)
22. 浅谈三科三桥桩基施工	纪学斌	(110)
23. 浅谈膨胀土路基施工	纪学斌	(117)
24. 塑料排水板加固软土路基施工技术	王彦英	(125)
25. 隧道衬砌台车制作工艺	吴成斌	(128)
26. 建筑物近区进行中深孔控制爆破的实例	郝庆军	(132)
27. 漏泄同轴电缆的工程配置及应用	白国岩	(136)
28. 高速公路填方路基压实施工技术	何振国	(140)
29. 高架桥高墩变形预估与控制	易国良	(144)
30. 关于乌鞘岭特长隧道四标段施工组织的几点体会	许伟书	(151)
31. ZPW-2000A 制式下的区间点灯电路在工程设计中的注意事项	闫国印	(158)
32. 建筑企业人才流失及其对策的几点思考	米桃洁	(161)

33. 浅谈水泥稳定碎石基层的开裂原因及预防处理措施	李臣奇 (165)
34. 浅析混凝土增加截面加固法	李臣奇 (168)
35. 承台大体积混凝土一次浇注防裂技术	栾昌信 (171)
36. 不同外掺料在海工耐久混凝土抗氯离子渗透性能上的比较	张 玮 (179)
37. 遂渝铁路薛家坝涪江特大桥箱梁 悬浇施工	姚智慧 韩向朝 刘进友 贾世杰 (184)
38. 移动导梁悬臂灌注预应力混凝土连续箱梁	栾昌信 (189)
39. 水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)复合地基处理施工技术	赵智慧 (196)
40. 现代建筑电气安装工程与土建工程的配合施工控制	田芳云 (199)
41. 论视频会议在施工企业项目管理中的作用	马红芳 (203)
42. 大跨中承式拱桥短吊杆结构行为及其影响因素	王海亮 (207)
43. 浅析流沙的成因及防治措施	张 骅 (213)
44. 矿物细掺料改善高性能混凝土性能的分析与研究	徐玲芝 (216)
45. 高速公路特大桥 35 m 预应力箱梁施工工法	赵朝阳 (220)
46. 论企业文化建设	李朝云 (231)
47. 软弱围岩浅埋大跨拱隧道施工技术	许伟书 (233)
48. 虚拟误差在长大隧道控制贯通精度中的应用	苏 影 (238)
49. 电气化复线高路堑拓宽快速石方控爆技术	张文化 (242)
50. 砖混结构条形基础设计方法的研究	王丽丽 (245)
51. 切实处理好四个关系,努力打造企业人才建设平台	孙 彬 (249)
52. 水泥稳定基层裂缝的防治	冯广忠 (251)
53. 小议企业辩证经营理念	李朝云 (255)
54. 施工企业现场成本管理之我见	周先明 (257)
55. 热沥青混合料的生产及影响成品料质量的因素	赖世平 (260)
56. 大体积混凝土承台施工方案的设计及施工介绍	秦 文 (262)
57. 浅谈水泥稳定碎石基层的施工质量控制要点	陈桂玲 (267)
58. 谈施工企业项目施工过程中的成本控制	何 华 (270)
59. 超前地质预报技术在马家寨隧道施工中的综合应用	贾 学 (273)
60. 高压喷射灌浆技术研究	李新忠 (276)
61. 从施工角度谈高速公路高路堤沉降原因及预防措施	湛飞均 (280)
62. 保证混凝土施工的外观质量之我见	李晓春 (283)
63. 隧道二衬拱部油印、水印成因分析、预防措施和装修技术	符美成 (286)
64. 真空灌浆法的应用实践	肖 龙 (289)
65. 玻璃钢夹砂管、顶管施工方法应用实践	张鸣军 (292)
66. CFG 桩复合地基降低高填方路基沉降的应用	袁 军 (295)
67. 在新形势下如何提高工程项目成本管理水平	王永英 (301)
68. 窑山顶隧道可燃性气体处理措施	冯振宁 (307)
69. 浅谈施工企业财务的管理职能	王奕波 (310)
70. 五年投标工作经验浅谈	石文江 (312)
71. 对沥青混合料配合比设计方法的探讨	朱小玲 (315)

72. 跨铁路线连续刚构桥受火车行驶振动影响施工技术	方 雄 (318)
73. 采用水冲碎石砂施工有效减轻桥头跳车施工工艺研究	戴奇林 (320)
74. 铁路无缝线路钢轨焊接技术研究	姚道先 (323)
75. 铁路铺轨施工中钢轨联接器的应用	姚道先 (326)
76. 预应力混凝土空心板梁裂缝分析与控制	朱昆玉 (329)
77. 桥梁加固浅谈	常 玉 姬兵亮 蒙春玲 (332)
78. 浅谈成型路基石灰稳定土实验段施工方法	杨国军 (336)
79. 建设项目施工阶段的成本控制	张 辉 (340)
80. 浅谈高原冻土铁路隧道施工技术	林军民 (344)
81. 软弱围岩(Ⅱ、Ⅲ类)公路隧道上下台阶分三步作业施工工法	林军民 (349)
82. 双连拱桥满膛式钢管支架施工技术	王利章 (355)
83. 浅谈观音岩隧道病害整治工程	何瑞林 (362)
84. 浅谈投标报价	李泽涛 闫晓明 (367)
85. 加筋挡土墙施工质量控制	李泽涛 (372)
86. 浅谈如何加强施工企业成本管理	宋海鹰 (375)
87. 小半径弯桥薄腹梁架设安装技术	梁映敏 (378)
88. 钻孔灌注桩基础缺陷及预防处理措施	田 杰 (381)
89. 影响高等级公路沥青路面平整度因素浅析	梁 勇 王红亮 陈 缓 (387)
90. 桥梁裂缝产生原因浅析	刘立国 (390)
91. 高速公路风积沙路堤施工技术	吕永军 (394)
92. 高桥墩无支架施工技术	唐指军 (396)
93. 加强铁路档案干部队伍建设工作之探索	王翠红 (400)
94. 浅谈高等级公路材料质量控制	王红亮 梁 勇 陈 缓 (402)
95. 预应力锚索框架在黄土路基高边坡治理工程中的应用	杨万仁 (405)
96. 40 m 预应力 T 梁预制工艺及质量控制	姚 萍 (412)

01. 钢管混凝土的应用与发展

西安建筑科技大学 中铁二十局六公司 令 剑

西安建筑科技大学 赵 平

摘 要 介绍了钢管混凝土结构的种类、特点、研究现状及其工程应用,探讨了钢管混凝土结构研究方向,并分析了该种结构与传统的其他结构相比所具有的优缺点。

关键词 钢管混凝土 性能 结构

近 20 年来,钢管混凝土结构逐渐被应用于建筑结构尤其是在高层建筑结构中,随着建筑物高度的增加,钢管高强混凝土和钢管超高强混凝土结构的应用也将会得到快速的发展。一般的,我们把混凝土强度等级在 C50 以下的钢管混凝土称为普通钢管混凝土;混凝土强度等级在 C50 以上的钢管混凝土称为高强钢管混凝土;混凝土强度等级在 C100 以上的钢管混凝土称为超高强钢管混凝土。

钢管混凝土结构是由混凝土填入钢管内而形成的一种新型组合结构。由于钢管混凝土结构能够更有效地发挥钢材和混凝土两种材料各自的优点,同时克服了钢管结构容易发生局部屈曲的缺点。近年来,随着理论研究的深入和新施工工艺的产生,工程应用日益广泛。钢管混凝土结构按照截面形式的不同可以分为矩形钢管混凝土结构、圆钢管混凝土结构和多边形钢管混凝土结构等,其中矩形钢管混凝土结构和圆钢管混凝土结构应用较广。

1 钢管混凝土结构的特点

众所周知,混凝土的抗压强度高。但抗弯能力很弱,而钢材,特别是型钢的抗弯能力强,具有良好的弹塑性,但在受压时容易失稳而丧失轴向抗压能力。而钢管混凝土在结构上能够将二者的优点结合在一起,可使混凝土处于侧向受压状态,其抗压强度可成倍提高。同时由于混凝土的存在,提高了钢管的刚度,两者共同发挥作用,从而大大地提高了承载能力。钢管混凝土作为一种新兴的组合结构,主要以轴心受压和作用力偏心较小的受压构件为主,被广泛用于框架结构中(如厂房和高层建筑)。钢管混凝土结构的迅速发展是由于它具有良好的受力性能和施工性能,具体表现为以下几个方面:

1.1 承载力高、延性好,抗震性能优越

钢管混凝土柱中,钢管对其内部混凝土的约束作用使混凝土处于三向受压状态,提高了混凝土的抗压强度;钢管内部的混凝土又可以有效地防止钢管发生局部屈曲。研究表明,钢管混凝土柱的承载力高于相应的钢管柱承载力和混凝土柱承载力之和。钢管和混凝土之间的相互作用使钢管内部混凝土的破坏由脆性破坏转变为塑性破坏,构件的延性性能明显改善,耗能能力大大提高,具有优越的抗震性能。

塑性是指在静载作用下的塑性变形能力。钢管混凝土短柱轴心受压试验表明,试件压缩

到原长的 $2/3$, 纵向应变达 30% 以上时, 试件仍有承载力。剥去钢管后, 内部混凝土虽已有很大的鼓凸褶皱, 但仍保持完整, 并未松散, 且仍有约 5% 的承载力, 用锤敲击后才粉碎脱落。抗震性能是指在动荷载或地震作用下, 具有良好的延性和吸能性。在这方面, 钢管混凝土构件要比钢筋混凝土构件强得多。在压弯反复荷载作用下, 弯矩曲率滞回曲线表明, 结构的吸能性能特别好, 无刚度退化, 且无下降段, 和不丧失局部稳定性的钢柱相同, 但在一些建筑中, 钢柱常常要采用很厚的钢板以确保局部稳定性。但还常发生塑性弯曲后丧失局部稳定。因此, 钢管混凝土柱的抗震性能也优于钢柱。

1.2 施工方便, 工期大大缩短

钢管混凝土结构施工时, 钢管可以作为劲性骨架承担施工阶段的施工荷载和结构重量, 施工不受混凝土养护时间的影响; 由于钢管混凝土内部没有钢筋, 便于混凝土的浇注和捣实; 钢管混凝土结构施工时, 不需要模板, 既节省了支模、拆模的材料和人工费用, 也节省了时间。

1.3 有利于钢管的抗火和防火

由于钢管内填有混凝土, 能吸收大量的热能, 因此遭受火灾时管柱截面温度场的分布很不均匀, 增加了钢柱的耐火时间, 减慢了钢柱的升温速度, 并且一旦钢柱屈服, 混凝土可以承受大部分的轴向荷载, 防止结构倒塌。组合梁的耐火能力也会提高, 因为钢梁的温度会从顶部翼缘把热量传递给混凝土而降低。经实验统计数据表明: 达到一级耐火 3 h 要求和钢柱相比可节约防火涂料 $1/3 \sim 2/3$ 甚至更多, 随着钢管直径增大, 节约涂料也越多。

1.4 耐腐蚀性能优于钢结构

钢管中浇注混凝土使钢管的外露面积减少, 受外界气体腐蚀面积比钢结构少得多, 抗腐和防腐所需费用也比钢结构节省。钢管混凝土构件的截面形式对钢管混凝土结构的受力性能、施工难易程度、施工工期和工程造价都有很大的影响。圆钢管混凝土受压构件借助于圆钢管对其内部混凝土有效的约束作用, 使钢管内部的混凝土处于三向受压状态, 使混凝土具有更高的抗压强度。但是圆钢管混凝土结构的施工难度大, 施工成本较高。钢管混凝土受到的约束作用较小, 结构的承载力较低。

1.5 施工方面

钢管混凝土柱的零件较少, 焊缝少, 构造简单, 柱脚常采用在混凝土基础上预留杯口的插入式柱脚, 因而工厂制造比较简单, 同时构件自重较小, 运输和吊装也较易, 施工很简便, 而且钢管混凝土柱采用板材卷制, 板材厚度都不大, 一般在 40 m 以内, 无论工厂焊接和现场进行对接, 都没有什么困难。同时, 与钢筋混凝土柱相比, 钢管混凝土柱的外皮钢管具有钢筋的功能, 兼有纵向钢筋和横向箍筋的作用, 所以管内没钢筋, 省了钢筋下料和绑扎钢筋等一系列工艺, 又由于柱外皮钢管本身就是耐侧压的模板, 同时也省去了支模和拆模等工序。近年来, 泵送砼相当普遍, 现场浇灌并无困难, 我国创造并广泛使用的高位抛落不振捣混凝土的施工方法, 更简化了现场灌混凝土的工序, 简便了施工。也有在管柱下部开临时浇灌孔, 用混凝土泵自下而上灌注混凝土的方法, 既快, 又保证浇灌质量。而且, 在浇筑后, 钢管内处于相当稳定的湿度条件, 水分不易蒸发, 省去浇水养护工序, 简化了混凝土的养护工艺。

在钢管构件的制作、安装要求方面: ①钢管混凝土柱用的钢管, 焊接、制作要求较高。一般

应优先采用螺旋焊管,无螺旋焊接管时,也可以用滚床自行卷制钢管,但卷管的方向应与钢板压延方向垂直且对管的内径有一定的要求。焊接时除一般钢结构的制作要求外还要严格保证管的平、直,不得有翘曲、表面锈蚀和冲击痕迹,特别是对钢管内壁的除锈要求,因此可能会增加钢管的制作周期。②在构件制作过程中,钢管的对接是一个难点。结构要求焊后的管肢要平直,这就需要在焊接时采取相应的措施和特别注意焊接的顺序以及考虑到焊接变形的影响。管肢对接焊接前,对于小直径钢管应采用点焊定位。对于大直径钢管应另用附加钢筋焊于钢管外壁做临时固定联焊。在钢管对接焊过程中,如发现点焊定位处的焊缝出现微裂缝,则该微裂缝部位必须全部铲除重焊。为了确保连接处的焊缝质量,在现场拼接时,在管内接缝处必须设置附加衬管。对于格构式柱要求柱的肢管和各种腹杆的组装连接尺寸和角度必须准确。特别是腹杆与肢管连接处的间隙,应采用自动切管机按照相接面管的直径和角度切割成空间相交曲线的管端。如无自动切割机时应按钣金展开图进行放样切割。在高层建筑中常常采用变径的钢管,变径管的对接就又是一个施工难点,变径处节点构造较为复杂,无疑会影响到施工进度。

2 钢管混凝土结构的研究现状

20 世纪 60 年代之前,钢管混凝土结构的研究对象主要是圆钢管混凝土结构。从 60 年代后半期以后,开始比较系统地研究矩形钢管混凝土结构。目前,圆钢管混凝土结构的研究已经取得了丰硕的成果,很多国家制定了相应的设计和施工规范或规程,如欧洲标准 EC4(1996)、德国标准 DIN18800(1997)、美国标准 ACI319—89、SSLC(1979)和 LRFD(1997)、日本标准 AIJ(1980,1997)。在我国,钢管混凝土结构的研究主要集中在圆钢管中填充素混凝土的内填型圆钢管混凝土结构,最早开展研究工作的是原中国科学院哈尔滨土建研究所。1968 年以后,中国建筑科学研究院、冶金部冶金建筑科学研究院等单位也先后对钢管混凝土基本构件的工作性能、设计方法、节点构造和施工技术等方面展开了系统的研究。进入 80 年代后,研究工作进一步深入,通过大量的试验研究和理论分析,对构件的承载力和变形性能及其影响因素进行了全面的研究,得到了实用的设计计算公式。与此同时,钢管混凝土结构的施工技术也在迅猛发展,涌现出很多新的施工工艺和施工方法,钢管混凝土结构的优势得到了更加充分的发挥。近十几年来,我国钢管混凝土结构的科学研究和工程应用都取得了令人瞩目的成就。目前已经先后有国家建材局、中国工程建设标准化委员会、国家经济贸易委员会和解放军总后勤部颁布发行了有关钢管混凝土结构的设计规程。为钢管混凝土结构在我国的推广奠定了坚实的基础,使钢管混凝土结构广泛应用于各种大型建筑工程和交通运输工程中。钢管混凝土结构的应用在近 10 年的时间里得到了飞速的发展。

我国对于矩形钢管混凝土结构的研究工作开展得较晚,1985 年郑州工学院开始进行方钢管混凝土轴压短柱的研究,其后同济大学等单位也进行了方钢管混凝土构件的研究,取得了一定的成果,而我国的矩形钢管混凝土结构的设计施工规程尚在制定中。

3 钢管混凝土结构的工程应用

早在 19 世纪 80 年代,钢管混凝土结构就已经出现。例如,1879 年英国赛文(Severn)铁路桥的建造中采用了钢管桥墩,在钢管中灌注混凝土以防止内部锈蚀并承受压力。前苏联乌

拉尔的伊谢特铁路桥采用钢管混凝土构件做拱形桁架的上弦和上部建筑的柱子,省钢 25%。1961 年比利时建造船坞时,采用钢管混凝土构件做桁架的压杆和立柱,比钢结构节省钢材 40%。法国巴黎居民区的第一座摩天大楼采用了钢管混凝土框架柱,比钢结构节省钢材 40%。前苏联在一些吊车栈桥(跨度达 48 m)中采用钢管混凝土结构,比全钢结构节省钢材 12%~28%,降低造价 28%,比钢筋混凝土结构省钢 9%,降低造价 56%。日本、瑞士等国在输电跨越塔中采用了钢管混凝土结构,也都取得了显著的经济效益。

在 20 世纪 60 年代以前,由于钢管内浇筑混凝土的施工工艺尚未得到很好的解决,现场的施工操作显得繁琐,钢管混凝土结构在施工性能方面的优势没有得到应有的发挥。到 80 年代后期,由于泵送混凝土工艺的发展,解决了现场钢管内部浇灌混凝土的工艺问题,加上现代高强混凝土需要用钢管约束来克服其脆性。因此,钢管混凝土结构在美国和澳大利亚等国的高层建筑中得到了广泛应用,被认为是高层建造技术的一次重大突破。

我国钢管混凝土结构技术的开发和应用已有近 40 年的历史。1966 年钢管混凝土结构应用于北京地铁车站工程,70 年代又在单层工业厂房、重型构架中得到了成功的应用。近 10 年来,随着国家经济的迅猛发展,钢管混凝土结构在我国的高层建筑工程、地铁车站工程和大跨度桥梁工程中得到了卓有成效地应用,推动了建造技术的发展。在我国,钢管混凝土结构主要应用于以下的领域中。

3.1 高层建筑工程

在高层建筑结构中,钢管混凝土柱具有很大的优势:具有承载力高,抗震性能好的特点,既可以取代钢筋混凝土柱,解决高层建筑结构中普通钢筋混凝土结构底部的“胖柱”问题和高强钢筋混凝土结构中柱的脆性破坏问题;也可以取代钢结构体系中的钢柱,以减少钢材用量,提高结构的抗侧移刚度。钢管混凝土构件的自重较轻,可以减小基础的负担,降低基础的造价。全部采用钢管混凝土柱的工程可以采用“全逆作法”或“半逆作法”进行施工,从而加快施工进度;钢管混凝土柱的钢材厚度较小,取材容易、价格低。其耐腐蚀和防火性能也优于钢柱。钢管混凝土柱不易倒塌,即使损坏,修复和加固也比较容易。

3.2 大跨度桥梁工程

随着经济的迅速发展,需要建造能够跨越江河、海湾和山谷的,安全、经济且轻盈美观的大跨度桥梁。在我国,钢管混凝土已经被广泛地应用于拱桥结构中,也开始应用于斜拉桥结构中。

在拱桥结构中,钢管混凝土构件主要用来承受轴向压力。拱桥的跨度很大时,拱肋将承受很大的轴向压力,采用钢管混凝土构件是非常合理的。另外,钢管可以作为桥梁安装架设阶段的劲性骨架和灌注混凝土的模板。因此,钢管混凝土被认为是建造大跨度拱桥的一种比较理想的复合结构材料。自 1990 年在四川省旺苍县建成跨度为 115 m 的我国第一座钢管混凝土拱桥以来,在 10 年来的时间里,我国已经建成了 100 多座钢管混凝土拱桥,其中跨度在 100 m 以上的就有 30 多座,尤其是重庆市万县长江公路大桥,跨度达到 420 m,一跨过江。经过多年的实践,我国在钢管混凝土拱桥建设上已经积累了丰富的经验,形成了一套较为完整的钢管混凝土拱桥建造技术。

近年来,在斜拉桥和梁式桥中也开始采用钢管混凝土结构,同样取得了良好的经济效益。例如,广东南海市紫洞大桥、湖北秭归县向家坝大桥和四川万县万洲大桥都采用了钢管混凝土空间桁架组合梁式结构,减轻了结构恒载,提高了结构承载力利用系数,同时采用与之相适应

的、合理的施工工艺,简化了施工程序,减少了施工设备,加快了施工进度,降低了工程造价。在对广东南海市紫洞大桥主桥进行了技术经济分析,主桥采用钢管混凝土空间桁架组合梁式结构与采用预应力混凝土连续钢结构方案相比较,可以节省混凝土 44%,节省预应力钢材 62%,增加普通钢材 23%。加上施工设备、临时设施和施工工期等方面的因素,主桥的经济效益就更为可观。钢管混凝土空间桁架组合梁式结构适用于多种桥型,如系杆拱桥结构、特大跨径斜拉桥结构、特大跨径悬索桥结构等,推广其应用必将带来显著的经济效益和社会效益。

3.3 地铁车站工程

地铁车站是我国最早采用钢管混凝土结构的工程项目。早期的地铁车站是深埋地下的多跨结构,用明挖法施工;采用钢管混凝土柱主要是利用其承载力高的特点,以减小柱子的截面尺寸,有效地利用空间。近年来,在城市中心地区修建的地铁车站多为浅埋式的、具有综合功能的多层地下建筑。采用盖挖逆作法施工,以尽量减少对城市正常生活的干扰以及对地面交通和邻近建筑的影响。盖挖逆作法,是先施工地下结构的顶盖,在顶盖的保护下进行开挖,按照从顶到底的顺序进行施工。为此,必须在土方开挖前设置好顶盖的中间支撑柱,钢管混凝土柱将施工阶段的临时柱和结构的永久柱合二为一,因此是最好的选择。90 年代以来,北京地铁的复八线(复兴门至八王坟)工程中,采用盖挖逆作法建成了“天安门东站”、“大北窑站”和“永安里站”;在建中的南京地铁的“三山街站”也是采用的盖挖逆作法进行施工。

3.4 单层和多层工业厂房柱

单层工业厂房的柱属于偏心受压构件,为了充分发挥钢管混凝土结构的特点,很多工程中的柱子设计成格构式组合柱,如双肢柱、三肢柱和四肢柱,把偏心弯矩转变为轴心力。如 1972 年建成的本溪钢铁公司二炼钢轧辊钢锭模车间采用了四肢柱;1980 年建成的太原钢铁公司第一轧钢厂第二小型厂的下柱采用双肢柱;1982 年建成的吉林种子处理车间采用了三肢柱;1980 年建成的武昌造船厂船体结构车间采用了四肢柱。与钢筋混凝土柱和普通钢柱相比,钢管混凝土组合柱显得特别轻巧,节约钢材,施工简便,同时刚度好。单层工业厂房中采用钢管混凝土柱时,钢管中混凝土的浇注可以在全部主体结构安装完成后进行,所以大大缩短了工期。如 1992 年建成的哈尔滨建成机械厂大容器车间,从破土动工到竣工只用了 15.5 个月;同年该厂又建成了容罐式汽车车间,主体结构的施工仅用了半年时间。

80 年代初,我国开始在多层工业厂房中采用钢管混凝土柱。多层工业厂房柱基本为偏心受压单管柱,如 1984 年建成的上海特种基础科研所的科研楼,1985 年建成的柳州水泥厂窑尾加热车间。

4 钢管混凝土结构研究的发展方向

4.1 高强度材料的应用

采用高强混凝土可以减轻结构自重、降低工程造价。随着混凝土强度的提高,其延性下降,这阻碍了它在实际工程中的应用。将高强混凝土灌入钢管中形成高强钢管混凝土,由于受到钢管的约束作用,混凝土处于三向受压状态,其延性将大为提高,而其构件的承载力也得到了相应的提高。因此,高强钢管混凝土具有很大的发展潜力。

近年来,国内外对高强钢管混凝土构件的研究表明:高强钢管混凝土的力学性能与普通钢管混凝土有所不同,其设计不能套用普通钢管混凝土构件的设计公式。而我国现行的钢管混凝土设计施工规范和规程只适用于普通钢管混凝土结构,因此必须加大高强钢管混凝土的研究力度,尽快制定出相应的设计施工规范和规程。

4.2 节点动力性能的研究

节点是结构设计中的关键部位,也是施工的难点。对于钢管混凝土节点,其合理与否直接关系到结构的安全性和整个工程的造价。钢管混凝土节点可以分为两种:钢管混凝土柱与钢筋混凝土梁的连接节点和钢管混凝土柱与钢梁的连接节点。目前,国内对于钢管混凝土节点静力性能的研究较多,而对于节点动力性能的研究报道还较少。

4.3 耐火性能的研究

我国还没有制定针对钢管混凝土结构的防火规定。对于已经建成的钢管混凝土结构,有的采用钢筋混凝土结构的要求外包混凝土,有的按照钢结构的要求涂防火材料,都没有统一规定和科学的依据。近年来,国内学者就钢管混凝土的耐火性能问题进行了研究,已经取得了可喜的成绩,应尽快编制出适合我国国情的钢管混凝土结构防火规范。

4.4 钢管混凝土结构体系抗震性能的研究

在对采用钢管混凝土柱及钢筋混凝土柱的框架结构进行了抗震性能的对比试验研究,并从理论上分析比较了两种结构的动力性能,得出了钢管混凝土框架结构的抗震性能明显优于钢筋混凝土框架结构的结论。但目前对钢管混凝土结构抗震性能的研究,主要还是集中在基本构件方面,而对于钢管混凝土整体结构的抗震性能的研究还不多。应开展这方面充分的研究,以提供合理的抗震设计参数,便于工程应用。

4.5 矩形钢管混凝土结构的研究

矩形钢管混凝土结构中,钢管对于其内部混凝土的约束作用相对较弱,但是它具有节点形式简单,便于施工等优点。国外学者对矩形钢管混凝土结构已进行了大量的研究,制定了相应的设计规程,在工程应用上也取得了很大的进展。我国的矩形钢管混凝土结构的设计施工规程尚在制定中。

与钢筋混凝土结构和钢结构相比,钢管混凝土结构是一种相对年轻的结构形式。随着其理论研究的深入和完善,新型施工工艺的产生和高性能材料的应用,钢管混凝土结构的应用范围将不断扩大。

4.6 钢管混凝土施工方面的研究

钢管混凝土结构在施工中也有些问题不容忽视。在结构构件的连接构造方面:①当钢管混凝土柱与混凝土梁连接时,就必须借助于柱上的牛腿和加强板。如果用暗牛腿会给浇注混凝土带来不便,影响施工进度。②当钢管混凝土柱与无梁盖连接时,尤其是采用升板法施工时,板与柱的连接构造是相当复杂的,会直接影响到施工的进度。③为了能够充分发挥钢管混凝土的承载力,钢管混凝土的连接应尽可能地将连接力可靠地传递到核心混凝土上。常采用柱顶盖板、柱脚底板和层间隔板、穿心板等来实现。当然前提条件必须是应保证管内混凝土

的密实,做到这一点也是不易的。横隔板和上、下柱的连接是比较繁琐的,尤其是对于小直径管,特别不便于施工。穿心板的制作也很麻烦,而且还会妨碍管内混凝土的浇注和振捣。一般仅在大直径钢管混凝土中使用。

4.7 预应力钢管混凝土方面的研究

实际上,随着钢管混凝土组合结构体系的应用愈来愈广泛,钢管混凝土还常用于结构的受拉部位,如钢管混凝土空间桁架的下弦及受拉腹杆、大跨度拱桥的水平拉杆和挡土墙的锚杆等。因此,本文提出了预应力钢管混凝土结构,即对钢管混凝土构件施加预应力,以提高结构的承载力。预应力钢管混凝土结构不仅有效地拓展了钢管混凝土的应用范围(钢管混凝土结构的应用范围不再局限于轴心受压短柱,可扩展到结构的受拉部位),而且改善了钢管混凝土结构的性能,也充分发挥了组合结构的优势。另外,预应力钢管混凝土结构用于斜拉桥的斜拉索亦是一种有益的尝试,可改善结构的动力性能,减小斜索垂度的影响,提高索的耐久性和抗腐蚀能力。

4.8 薄壁离心钢管混凝土结构

薄壁离心钢管混凝土结构是介于钢筋混凝土环形杆和钢管杆之间的一种新型钢—混凝土复合结构,该结构既可以充分发挥钢和混凝土两种材料的物理力学性能,又可避免这两种材料在各自单独实用条件下的弱点,具有良好的共同工作和力学性能。我国从1984年起,开始该结构研究试验,目前关于该种结构的基本计算理论、技术规程、制造工艺以及施工及验收规程均已编制出版,已形成较为完整的体系。

该种结构与传统的其他结构相比具有以下优缺点:①与钢筋混凝土电杆相比,其优点为:在使用钢材相同的情况下,可减小断面,减轻重量;简化制造工艺,不需要钢模,提高劳动生产率;抗震和抗冲击能力强,运输、安装破损少,搬运及立塔施工方便;可解决混凝土杆所普遍存在的裂缝问题,延长使用寿命;不需预埋件、抱箍等附件,连接方便;提高了构件及工程的美观效果。②与钢管结构或普通钢结构相比,其优点为:节省25%~50%的钢材,降低造价20%~40%左右;提高局部稳定性;解决钢管内壁防腐问题。

参考文献

- [1]钟善桐. 钢管混凝土耐火性能研究的几个问题和方法. 哈尔滨工业大学学报增刊(中国钢协钢—混凝土组合结构第六次年会论文集,1997.
- [2]蔡益燕,钟善桐. 我国高层建筑钢结构发展方向初探. 1998 中国建筑钢结构工程暨学术会论文文集[C]. 北京:企业管理出版社,1998.
- [3]王锡钦. 高功能结构用钢板的发展[J]. 建筑钢结构进展,2002,(1):16-21.
- [4]钟善桐. 钢管混凝土在高层建筑中的发展[J]. 建筑钢结构进展,2000,2(4).
- [5]钟善桐. 钢管混凝土结构在我国的研究和发展[J]. 建筑技术,2001,(2).
- [6]许国良. 钢管混凝土结构在我国的研究和应用[J]. 钢结构进展,2001,(3).
- [7]钟善桐,等. 钢管混凝土结构抗震性能的研究[J]. 建筑钢结构进展,2002,(2):3-5.
- [8]贺军利. 钢管混凝土柱耐火性能的研究[D]. 黑龙江:哈尔滨建筑大学,1998.

02. 浅谈建设工程造价的控制与思考

中铁二十局集团有限公司 张军霞

摘 要 建设项目的造价控制贯穿于项目的全过程,即决策阶段、设计阶段、实施阶段和竣工阶段,都关系到建设项目的造价控制。针对建设项目的各个阶段,指出不同阶段造价控制中存在的问题和对策,以及几点建议。

关键词 建设项目 造价控制 决策 设计 招投标 施工 造价信息数据库

建设项目的造价控制贯穿于项目的全过程,即决策阶段、设计阶段、实施阶段和竣工阶段,都关系到建设项目的造价控制。以前工程造价控制的重点一直在项目的实施阶段,而实践证明工程建设的不同阶段对投资的影响程度有很大的差异。在项目决策阶段及设计阶段,工艺、流程、方案一经确定,工程造价基本上就确定了。据有关资料显示,这一阶段影响建设项目造价的可能性为 25%~75%,而在实施阶段影响建设项目造价的可能性仅为 5%~25%。显而易见,控制工程造价的关键就在于项目实施之前的项目决策和设计阶段,项目决策是决定因素,而设计则是关键因素。控制工程造价就是在项目的投资决策阶段、设计阶段、施工阶段、竣工结算阶段把工程造价动态地控制在一定的限额内,并随时采取措施,保证项目投资目标的实现。

1 工程造价控制中存在的问题

1.1 项目投资决策阶段

目前在项目建议书阶段,通常由建设单位提出投资估算,内容相当简单。在可行性研究阶段,建设单位委托中介单位或勘察设计单位编制可行性研究报告,并编制投资估算,该投资估算经审批后将作为项目工程造价的最高限额。但由于本阶段以经济分析和方案为主,工程量不明确,所以准确性较差,同时由于建设单位通常不是投资估算和造价控制的内行,而且对工艺流程和方案缺乏认真研究,有时为了所报项目能被批准,要求设计单位在投资估算时有意低估,增加了估算的不准确性。

1.2 项目设计阶段

当前推行限额设计存在的问题,有待更多的配套政策加以完善。一方面,长期以来人们只注重技术创新,设计人员在控制工程造价上的创新却很少被相应地重视,反而要承担更多的风险,这样势必挫伤设计人员主动控制工程造价的积极性。另一方面,现行设计费收费偏低和计算方法不利于开展限额设计。实行限额设计,设计单位和设计人员势必付出更多的劳动和时间,低费率的设计收费与其所付出的劳动并不匹配;设计收费按工程投资额及相应费率计算更是与实行限额设计相矛盾。

1.2.1 技术和经济的结合不够

长期以来,在工程建设领域,工程设计和投资控制工作联系不够紧密是一种普遍现象。一

提到设计,大家首先想到的是设计人员;而一提到造价控制,立刻想到的当然是造价人员。在实际工作中,一般都是设计人员首先根据现场调查,选择方案,进行设计;造价人员然后再根据有关资料,进行估价或预算。造价人员对工程概况、现场情况了解较设计人员少,无法将各种影响因素考虑全面。所以造价人员应该及时对项目投资进行分析比较,反馈造价信息,能动地指导设计,使设计方案在满足生产要求的前提下,节约投资。

1.2.2 设计中成本控制认识不足,影响竞争能力

设计人员在设计中一般都比较注重设计产品安全实用,技术先进,强调设计的产值,而对设计产品的经济性不够重视,忽视设计中的经济指标和成本控制工作。另外,现行的设计收费标准是以工程造价为取费基数,对设计中造成的浪费缺乏明确标准和控制措施。随着国家建设部对设计费重新调整,工程设计收费方法将引入限额按比例提成的机制,使得设计单位增强控制投资成本的意识。

1.2.3 造价控制各个环节不连续

对于建设项目,目前设计单位一般只负责设计阶段,结算、决算一般都不参与,由建设单位、施工单位和其他第三方来完成。而工程实践中新材料、新设备不断更新,价格不断变化,定额调整滞后,这些因素都造成预算和结算差距不断增大。如果设计单位没有机会了解实际发生的工程成本,缺乏信息反馈,无法进行事后分析,积累经验,在以后的工作中很难克服以往的不足以进一步提高工作质量。

1.3 招投标、施工阶段

1.3.1 一些建设单位为了减少建设资金,利用“僧多粥少”这一现象,在招标工程中超限度压价,导致工程造价发生不同程度的失真。使得个别施工单位通过低价中标,而在施工过程中又想方设法增加现场签证及技术变更,以弥补低报价带来的损失;或是由于单价偏低,造成资金不足以致工期滞后,严重影响工程建设进度;或偷工减料,在材料上以次充好,留下质量隐患。

1.3.2 工程项目的实施阶段是建筑物实体形成阶段,是人力、物力、财力消耗的主要阶段。这个阶段工程量大,涉及面广,影响因素多,施工周期长,材料设备价格、市场供求波动大等等。

这一阶段存在的问题:(1)施工单位对工程造价的控制目标制定不合理,缺乏科学性和先进性,没有一套完整的成本控制体系;(2)在施工组织方面,多数施工企业还一直沿用老办法,人员、机械配备不合理,管理效益低下,造成工程成本费用的增加。

2 工程造价控制的改进措施及对策

2.1 投资决策阶段

2.1.1 在投资决策阶段做好基础资料的收集,保证详实、准确

要做好项目的投资预测,需要很多资料,如工程所在地的水电路状况、地质情况、主要材料设备的价格及已建类似工程资料。造价人员要对资料的准确性、可靠性认真分析,保证投资预测、经济分析的准确。

2.1.2 做好方案优化是控制工程造价的关键