

高强混凝土工程应用

高强与高性能混凝土委员会 编

清华大学出版社



高强混凝土工程应用

高强与高性能混凝土委员会 编

ND2066



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书主要介绍高强混凝土在土木工程中的应用。书中较好地反映出我国在研制和应用高强混凝土方面的发展过程和实际水平。我国自 60 年代开始探索,70 年代由于高效减水剂的研究成功,高强混凝土的研究和应用有一个稳定的发展期。近十多年来,尤为迅速,在各类工程中应用 C60 级已有一定范围,以至在有些工程实施了 C80 级泵送。本书介绍了 30 多个工程应用的实例。由于研制的深入,工程实践的增多,为编制高强混凝土结构设计和施工规程创造了条件。书中也涉及到国际上应用和发展的情况。

本书可供土木建筑部门的设计与施工人员、商品混凝土工厂和施工单位的技术和管理人员以及大专院校相关专业师生作参考。

主要编写人员:吴佩刚、赵若鹏、刘元鹤、冯文林

编者:

范家骥 雷富恒 韩素芳 魏建民 徐湘生 路来军 冼伟华 金宗濂 崔安远
李卫国 黄兆龙 魏荣华 李光中 王志金 林立岩 李虎军 李继忠 张璐明
盛兰政 顾志石 虞孝伟 陈怀汉 孙根松 卢雄强 吴菊珍 黎思幸 刘慧琴
杨稚华 李淑峰 周 勇 杨彦克 杨亮明 李长忠 朱 瞰 凌淑媛

主要编写单位:中国土木工程学会高强与高性能混凝土委员会,清华大学土木工程系

书 名:高强混凝土工程应用

作 者:高强与高性能混凝土委员会

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:清华大学印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:11.5 插页:20 字数:301 千字

版 次:1998 年 10 月第 1 版 1998 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-03112-6/TU·137

印 数:0001~5000

定 价:21.00 元

前 言

在国内外有关高强混凝土的研究和发展很快,在国际上一些发达的工业国家已应用到 C60~C80 级,也有用到 C100~C130 级的报道。我国建设部已将 C50~C80 级泵送混凝土施工列为“八·五”、“九·五”的重点推广项目。目前 C50~C60 泵送混凝土已有一定的应用,C80 级吊斗施工及泵送施工已有工程实践,有的高层建筑的局部试验柱子混凝土强度已达 124MPa~131MPa。工程实际应用水平已经达到国际先进水平。经过研究及工程应用,中国标准化协会组织编写的“高强混凝土结构设计与施工规程”将公布,这将进一步推动我国高强混凝土的应用及发展。

本书的编写是在中国土木工程学会高强与高性能混凝土委员会的支持和关心下进行的。文内对一些重要的典型工程尽可能的征集,较充分的反映出我国各地应用高强混凝土的实际水平。同时也对国际上高强混凝土的应用及发展作了介绍。出版本书其目的是为互相学习、借鉴和推动,同时也是对高强混凝土的发展作出辛勤努力和贡献的工程技术人员的一个记载。由于时间仓促,加上平时的联系不够,会有一些实际应用水平很高的单位或个人未能提交论文,在此表示歉意。并希望能及时与我们联系,寄上您的论文,可以在“高强与高性能混凝土通讯”及学术交流会上发表,待一段时间后,准备出版第二集。

本书共收集论文 38 篇,涉及我国 18 个省市及军事部门,混凝土强度级别为 C50~C80 级,工程类型有高层建筑、铁路、公路桥梁、立交桥、机场、火车站、电视塔、井筒井壁、大吨位水压机、防护大门、渡槽等,结构形式有钢筋高强混凝土柱、剪力墙、框筒、底板,钢管高强混凝土柱,钢管高强混凝土拱,钢骨高强混凝土柱,叠合结构高强混凝土梁,预应力高强混凝土梁,离心高强混凝土管形构件,拱形防护门结构,高强混凝土屋架等。

本书除了高强与高性能混凝土委员会及清华大学土木工程系的部分同志担任主要编写人员外,所有提交论文的第一作者均为本书的编写成员。

由于水平有限,有不当之处,请批评指正。

吴佩刚

1998 年 6 月

目 录

高强混凝土的研究和应用	吴佩刚等(1)
关于“高强混凝土工程应用”的期刊摘录	范家骥(6)
500号、1000号干硬性高强混凝土在我国研究应用历史的回顾	雷富恒(12)
C60级泵送混凝土在深圳贤成大厦(鸿昌广场)工程中的应用	韩素芳等(17)
高强混凝土在深圳经协大厦工程中的应用	魏建民等(20)
北京西站北站房及综合楼工程高强混凝土工程应用实例	徐湘生(26)
北京西客站工程施工情况简介	路来军(30)
佛山市应用高强混凝土工程实例	冼伟华(31)
高强卵石混凝土在湖南国际贸易中心工程中的应用	金宗谦等(34)
高强混凝土在齐鲁宾馆二期工程中的研究与应用	崔安远等(37)
C50混凝土在“长春香格里拉大饭店”工程中的应用	李卫国(41)
高性能混凝土泵送作业——东帝士85层国际广场大楼案例——	黄兆龙等(43)
武汉地区高强混凝土的研制与工程应用	魏荣华等(54)
C60混凝土在长春英海大厦工程中的应用	李卫国(59)
C50混凝土在“长春百货大楼南营业楼”工程中的应用	李卫国(61)
C55高强卵石泵送混凝土在湖南国际金融大厦工程中的应用	李光中(63)
西安某大学高层综合教学楼工程高强混凝土的设计与施工	王志金等(65)
C80高性能混凝土研制及在北京静安中心大厦工程中的应用	路来军(72)
钢管高强混凝土叠合柱在辽宁省邮政枢纽大楼工程中的应用	林立岩等(76)
方圆大厦工程施工情况简介	路来军(79)
首都国际机场停车楼高性能混凝土施工技术	路来军等(82)
高性能混凝土在首都国际机场新航站楼中的应用	路来军等(87)
深圳余氏广场C60混凝土的研制及应用	张璐明等(93)
C60高强泵送混凝土在上海虹桥万都中心的应用	盛兰政(99)
EA-2缓凝减水剂在金茂大厦基础底板R56C50高强大体积超长 超厚混凝土工程中的应用	顾志石等(103)
C60高强混凝土在柳州银龙大厦等工程的应用	虞孝伟等(108)
大吨位钢筋混凝土结构水压机	陈怀汉(113)
高强混凝土在海军防护工程中的研究与应用	冯文林等(115)
武汉长江二桥斜拉桥主梁高强高性能混凝土的应用	孙根松等(123)
珠海前山大桥C65高强混凝土的施工	卢雄强等(126)
C60高强泵送混凝土在东方明珠——上海广播电视塔工程中的应用	吴菊珍等(130)
龙滩大桥工程双掺粉煤灰和高效减水剂配制C50泵送混凝土的	

• III •

试验研究.....	黎思幸等(135)
高性能混凝土在京九铁路黄沙尾特大桥的配制与应用.....	刘慧琴(137)
万县长江公路大桥钢管混凝土试验与应用.....	杨稚华等(144)
中山东明大桥主桥 V 型连续刚构施工技术	卢雄强等(157)
山东金桥煤矿冻结井筒混凝土井壁工程.....	李长忠等(166)
南水北调中线总干渠漕河渡槽.....	朱 瞰(171)
高强混凝土在“中国工商银行郴州中心支行”大楼工程中的应用.....	凌淑媛等(174)

高强混凝土的研究和应用

清华大学 吴佩刚 庄崖屏 赵光仪

一、概述

在国内外有关高强混凝土的研究和应用发展很快,在国际上,混凝土强度等级已应用到 C100 级,有的已达 C130 级。我国建设部已将 C50~C80 级混凝土列为“八·五”、“九·五”重点推广项目。目前,C50~C60 级泵送混凝土已广泛推广,C80 级混凝土用吊斗施工和泵送施工也已有工程实践,有的高层建筑局部试验柱混凝土强度已达到 124MPa~131MPa。

高强混凝土的研究开发得到了各国政府的高度重视:

1. 加拿大政府于 1989 年提出了一个协作网研究计划,从 158 项提议中评选出 15 项,其中土木工程学科领域仅占一项,这就是高强高性能混凝土。有七个大学、二个企业参与了“高性能混凝土协作网研究”,1990 年资助经费 500 万美元,进行了 4 年研究。到了 1994 年,原有 15 个项目中有 10 个项目继续得到支持,其中就有高强高性能混凝土,资助经费 550 万美元。

2. 法国政府于 1986 年组织国内 23 个单位(包括政府研究机构、大学、公司及承包商)进行了“混凝土新途径”研究项目,开展高强高性能混凝土的研究,并建造示范工程。这个项目于 1993 年完成,并建成一座三跨预应力桥(34m+46m+34m)的示范工程,虽然跨度不大,但用 C70 级混凝土代替了 C40 级混凝土,并采用了体外预应力,使混凝土用量减少了 30%,自重减少了 24%。1996 年法国政府公共工程部和教育与研究部又组织了“高性能混凝土 2000”的国家研究项目,为期 4 年,经费 550 万美元,有 40 多个机构参与,大部分是施工企业。

3. 挪威结合北海海洋石油开发的需要,皇家科技研究院的科学工业研究基金持续资助高强高性能混凝土的研究:

1986 年—1992 年 高强混凝土材料研究计划;

1988 年—1993 年 高强混凝土结构设计研究计划(强度为 60MPa~115MPa);

1988 年—1995 年 有关高性能混凝土及其浮动结构的研究计划。

挪威的混凝土结构设计规范以 10cm 立方体强度为标准,已列到了 105MPa。

4. 日本 日本建设厅 1988 年设立一项简称“新 RC”的研究计划,研究高强混凝土和高强钢筋在建筑工程中的应用,投资很大,许多机构参加。日本正集中力量研究 60~70 层房屋的试设计和抗震分析,认为 C110 级混凝土建造这类高层建筑是可行的,柱子断面可以控制在 1m×1m 以内。

日本一家公司用超高强混凝土(相当于 120MPa~150MPa)制造了足尺的梁柱构件,对混凝土的配制及施工作了模拟,准备用到高层建筑上。

5. 德国 在超高高性能混凝土方面也做了不少工作。1992 年结合建造 51 层高 186m 的大楼采用 C80 级混凝土,进行了材料、构件和防火性能的系统研究。德国已有用 C115 级混凝土建造 100 层建筑的计划,在高速铁路桥中采用 C80 级混凝土。1995 年提出超高混凝土结构设计指南(包括 C65~C95 级混凝土)。

6. 中国 国家自然科学基金委员会和建设部于 1986 年—1990 年资助了建设部重点科研项目“超高混凝土的配制、结构设计和施工方法”。全国钢筋混凝土标准技术委员会在 1987 年—1991 年组织了《混凝土结构设计规范》第四批课题“超高混凝土结构性能及设计方法”,在 1992 年—1996 年组织了《混凝土结构设计规范》第五批课题“超高混凝土结构基本性能”,列入了工程建设国家标准重点科研计划。1994 年—1997 年,国家自然科学基金重点资助了“超高与高性能混凝土材料的结构与力学性能研究”项目。国家计委在 1996 年起设立一项“重大工程中混凝土安全性”重大科研项目,资助人民币捌佰万元,项目中就有超高高性能混凝土的内容。中国铁道部正着手资助该方面的研究工作。

7. 从国际上的一些学术会议也可看到超高混凝土的发展动向:

1978 年 12 月在美国芝加哥伊利诺斯大学 第一次召开了国际“超高混凝土专题讨论会”

1978 年 6 月在挪威 召开了“第一次超高混凝土应用国际学术讨论会”

1990 年 5 月在美国 Berkeley 加州大学 召开了“第二次超高混凝土应用国际学术讨论会”

1993 年 6 月在挪威 召开了“第三次超高混凝土应用国际学术讨论会”

1994 年 11 月在新加坡 召开了高性能混凝土专题讨论会

1996 年 5 月在法国巴黎 召开了“第四次超高混凝土应用国际学术讨论会”

计划每 3 年举行一次国际学术讨论会,到会代表逐年增加。

二、国际超高混凝土研究和应用

1. 美国

在 60 年代工程应用的混凝土平均为 28MPa,70 年代提高到 42MPa,其中预拌混凝土可达 53MPa~63MPa,预应力混凝土已达 70MPa。

1965 年在芝加哥最早应用超高混凝土于高层建筑——Lake point 塔楼,70 层,下层柱子混凝土强度等级为 C65。同期还有 C70 级超高混凝土用于修建核电站工程。

1975 年在芝加哥 262m 高水塔广场大厦,79 层的工程中,从地下室至第 25 层的柱子用了 C70 级混凝土。

1978 年在华盛顿州建成 Pasco-Kennewick 桥,最大跨度 299m,用 C50 级混凝土

1984 年建成西弗吉尼亚到俄亥俄的 Huntington-Proctorville 公路桥,跨度 274m,用 C65 级混凝土。在华盛顿州建成跨越 Toutle 河的一座预应力公路桥,主跨 49m,用 C75 级混凝土。

1988 年建成西雅图 58 层 Two Union Square 大厦,采用钢管混凝土柱,混凝土设计

强度为 110MPa(56d),施工时最高达到 C130 级泵送混凝土。

1989 年建成西雅图 Pacific First Center 大厦,采用钢管混凝土柱,平均强度达到 140MPa,目的是增加组合柱的刚度。

1990 年,建造芝加哥 South Wacker 街 311 号塔楼,共 71 层,用了 C95 级混凝土,最高泵送达 295m,而且楼板混凝土也用到了 C70 级混凝土。

预计本世纪末,会有 200MPa 的商品混凝土供应。

美国的高强混凝土主要用于高层建筑的柱、墙板、船、桥和特种工程如发射井等。

2. 日本

1965 年,能生产 80MPa 混凝土桩,在预应力桥梁上采用 60MPa~80MPa 高强混凝土。

1970 年,建成 Kaminoshima 公路桥,最大跨度 86m,用了 C70 级混凝土。

1974 年,建成 Fukaimitsu 公路桥,跨度 26m,用了 C80 级混凝土。

1976 年,建成 Akkagawa 铁路桥,跨度 46m,用了 C80 级混凝土。

1990 年,开始研究自流平、不振捣、低收缩、耐久性好的高性能混凝土,强度等级可达 C50。

1992 年,大阪建成一幢高层建筑,41 层,129.8m 高,用了 C60 级高强混凝土。并研究 60 层到 70 层高层建筑,进行试设计和抗震分析,认为采用 C110 级混凝土建造这类高层建筑是可行的,柱子断面可控制在 1m×1m 之内。

近几年,日本一家公司用 120MPa~150MPa 高强混凝土制造了足尺大小的梁柱试件,对配制方法及施工工艺作了模拟,准备用到高层上,但尚未见到用于高层的报导。日本还在研究高强塑性混凝土,强度可达 243MPa。

3. 其它国家

(1) 澳大利亚:在高层建筑中应用高强混凝土始于 70 年代。1987 年,在墨尔本建造了三个大型工程,设计强度为 60MPa~65MPa,泵送施工。其中有 55 层,高 200m 的 Melbourne 中心大厦和 55 层的 Bourke place 大厦。

(2) 挪威:1973 年,北海油田建成第一个混凝土储油罐和钻井平台(70 米水深),其防波堤的混凝土达 70MPa。到 1995 年,挪威用高强混凝土建成了 23 个钻井平台。

(3) 马来西亚:吉隆坡的 City Center 双塔大厦高 450m,底层柱子用了 C80 级混凝土。

(4) 加拿大:多伦多的 Scotia Plaza 高 69 层 275m,下层柱混凝土强度相当于 C80。

三、国内高强混凝土研究和应用

在国内研究和应用高强混凝土发展也很迅速。70 年代以来,由于高效减水剂和高标号水泥的生产,为普通工艺条件下制备高强混凝土提供了技术条件。近几年来,由于掺合料的发展和应用,高效减水剂的改性及扩大品种,为制备更高强度的高强混凝土提供了更有利的条件。

我国应用的大致情况:

1. 1976 年,海军工程设计研究局和清华大学合作,在连云港海军基地施工了 C60 级混凝土防护门。

2. 1980年,海军工程设计研究局和清华大学合作,在长山岛上施工了13m宽,21m高的防护大门,坍落度达15cm,强度达到88.4MPa,高强混凝土量近200m³。同期,我国第一座铁路预应力斜拉桥——湘桂线的红水河桥,主跨96m,用了C50混凝土,实际28d强度达70.9MPa。

3. 1986年,衡广复线花县的江村南桥40m跨T型简支梁的混凝土为C80级,28d强度实际达到92.8MPa。

4. 1988年,北京新世纪饭店31层,10层以下及地下2层柱子用了泵送C60级混凝土,28d强度实际超过70MPa。同期,沈阳18层的辽宁省工业技术交流馆(现已改为宾馆),采用吊斗施工C60级混凝土。比原来C30级混凝土柱子断面减小了56%,整体造价降1.2%。

5. 1990年以来,上海推广C50~C60级混凝土,南浦大桥、杨浦大桥的塔身用了C50级混凝土。南浦大桥488块桥面预制板12m×4m,平均强度达75MPa。

6. 1992年—1993年,上海电视台(东方明珠塔)总高454m,高程0m~180m段采用C60级,高程180m~225m段采用C50级,高程225m~350m采用C40级。于1993年12月18日,在350m高处,原施工C40级,专门试验了30m³C60级泵送混凝土,28d强度达62.5MPa,56d强度达67.7MPa。

7. 目前,C50~C60级泵送高强混凝土有很大推广,一些有名的大桥都用了高强混凝土,如:钱塘江二桥、汕头海湾大桥、黄石大桥、武汉长江二桥、珠海前山大桥、万县长江大桥、京津塘高速公路和首都机场路上的一些桥梁。

8. 自1992年以来,国内应用高强混凝土建造的高层建筑已不少。据不完全统计高度超过100m的建筑就有30多座。见附表。建设地点包括:北京、上海、天津、广州、青岛、武汉、海口、深圳、沈阳、济南、福州、乌鲁木齐、西安、南京、长春、长沙、柳州等地。

9. 1994年前后,大秦电气化铁路的接触网支柱混凝土,已达到C80级。

10. 预应力高强混凝土离心管桩,就广州羊城管桩有限公司一个厂,年产C80级混凝土40万m³,采用掺加磨细砂及高压蒸养后,强度达到100MPa以上。

11. 南水北调中线总干渠漕河渡槽,T型梁C60级混凝土,桁架C60混凝土,共计56000m³。

12. 1994年10月在上海浦东的世界广场地下室工程,1995年7月在上海国际大厦主楼工程第21层框架结构中,实施了C80级商品混凝土泵送。

13. 1995年在辽宁省沈阳市物产大厦,用了吊斗施工C80级混凝土。

14. 1995年10月,北京城建集团混凝土公司在北京静安中心大厦(23层)的地下三层柱中,用了C80级泵送混凝土,共600m³。

15. 1995年11月,北京城建集团总公司构件厂在北京财税大楼首层柱子施工中,选定4根柱子用C110级商品预拌混凝土,实际施工混凝土强度为124MPa~131MPa,平均达到127.5MPa。

城建集团总公司构件厂从1990年至1996年底,在供应的1500000m³商品混凝土中,C50~C60高强混凝土已有300000m³。

16. 国内部分应用高强混凝土工程列表如下:

建筑名称	层数	高度(m)	用途	强度等级	高强混凝土量/m ³
北京新世纪饭店	31	110	RC 柱	C60	
北京四川大厦	32	100	RC 柱	C60	
广州国际大厦	63	200	屋顶直升机坪	C60	
青岛中银大厦	53	238	RC 柱	C60	
广州中天大厦	80	322	RC 柱	C60	
广州好世界大厦	32		钢管混凝土柱	C60	
武汉世贸大厦	58	222	RC 柱	柱 C55,C60 基础	16 000
广东成龙花园	58		RC 柱	C60	
海口财政金融中心		200	钢骨混凝土柱	C60	
深圳鸿昌广场大厦	59	218	RC 柱	C60	8 092
上海金茂大厦	88	382	钢柱加混凝土	C60	
辽宁物产大厦	27	102	RC 柱、墙	C80	
海口 868 公寓	68	260	RC 柱	C60	
山东齐鲁宾馆	44	153	RC 柱	C60	
济南亚洲酒家	44	156	RC 柱	C60	
济南电力大楼	44	156	RC 柱	C60	
北京航华科贸中心主楼	34	142.5	RC 柱	C60	2 000
深圳彭年广场	52	186	RC 柱	C60	
新疆中亚发展中心	27	128	RC 柱	C60	
福州金龙大厦	33	105	RC 柱	C50	
西安兴庆二区大厦	32	108	RC 柱	C60	
西安小寨塔楼	32	108	RC 柱	C50	
上海东方实业大厦		150	RC 柱	C60	
天津今晚报大厦	38		钢管混凝土柱	C60	
长春英海大厦	35	132	RC 柱	C60	
南京邮政中心		124	RC 柱	C60	
长沙国际金融大厦	43	163	RC 柱	C55	12 000
长沙国际贸易金融中心	50	171	RC 柱	C60	
长春金融培训中心	28	100	RC 柱	C50	
辽宁长途电信枢纽工程	28	103	RC 柱	C60	
长春国际商贸城 1 [#] 楼	28	100	RC 框筒	C55	
长春尊爵商场	28	100	RC 柱	C50	
柳州银龙大厦	26	100	RC 柱	C60	3 820

关于“高强混凝土工程应用”的期刊摘录

同济大学 建工系 范家骥

一、摘自《结构工程师》1992年4期“高强混凝土在高层建筑中的应用”(华东建筑设计院 胡精发、周建龙文)见表1至表4。

表1 美国、加拿大在70年代用高强混凝土建造的高层建筑

建筑名称	地点	建造年份	层数	混凝土设计强度/MPa
大陆广场大厦	芝加哥	1972	50	60
前方大厦		1973	55	62
水塔广场大厦		1975	79	62
河川广场大厦		1976	56	62
芝加哥商业交易所		1982	40	62 底层柱用100
皇岸广场大厦	多伦多	1975	40	60
里士满-阿德莱德中心		1978	33	60

表2 上海供销综合商场

工程情况	结构体系		框架-剪力墙结构																							
	基础		采用桩基与箱基结合																							
	柱承受的竖向荷载		一般约 800t,最大可达 1 300t																							
层 次			底 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24																							
原设计	混凝土强度		C38	C28																						
	柱截面	中柱	800mm×1 500mm					800mm×1 200mm					800mm×800mm													
		边柱	800mm×1 200mm					800mm×1 000mm																		
1990 年初 修改设计 后	混凝土强度等级		C60					C40					C30													
	柱截面	中柱	600mm×1 000mm																							
		边柱	600mm×800mm, 600mm×900mm																							
	技术经济效益			建筑物自重减轻 1 500t,减少 10 根桩,节约水泥 258t、钢材 84t、木材约 6.6m ³ 。																						

表 3 苏州苏美中心高层商住公寓

工程 情况	结构体系	框架-剪力墙结构																	
	基础	采用桩基与箱基结合																	
层 次		底 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 > 18																	
扩初 设计	混凝土强度等级	C40、C35、C30																	
	柱截面	1 200mm×1 200mm				1 000mm×1 000mm				800mm×900mm									
	墙厚度	400mm						350mm						300					
重新 设计 后	混凝土强度等级	C60						C40				C30							
	柱截面	800mm×800mm																	
	墙厚度	300mm																	

表 4 表 2、表 3 实例的整体计算结果

工程 实例	混凝土 强度等级	建筑 总重	地震力		地震周期		顶位移		最大层间位移	
			Q_x	Q_y	T		$2\Delta_x/H$	$2\Delta_y/H$	$2\delta_x/H$	$2\delta_y/H$
上海供销 综合商场	普通等级	23 381t	588	689	1.823	2.506	1/619	1/451	1/451	1/350
	C60 级	21 824t	523	653	1.816	2.532	1/631	1/454	1/495	1/367
苏州苏美中 心商住公寓	普通等级				2.05	2.47	1/1 400	1/1 135	1/630	1/514
	C60 级	31 865t	520	484	2.63	2.66	1/1 457	1/1 399	1/414	1/400
经济效益	可见高层建筑某层以下采用 $\geq$ C60 级高强混凝土后,其受力性能完全符合有关规范的要求,但柱和墙的截面则可以大大减小。这样就扩大了建筑使用面积;同时减轻了结构自重,有利于软土地基。									

二、摘自中国建筑科学研究院(96)建培资字第 16 号文见表 5。

表 5 混凝土强度等级为 C60 的钢管高强混凝土结构已成功应用

项 目	工程情况	原 设 计	现 采 用
广州“好世界广场大厦”	地下 3 层,地上 33 层	1.8m×1.8mC40 级 方桩	$\varnothing$ 1.1m 钢管 C60 级混凝土圆桩
天津“今晚报大厦”	地下 2 层,地上 38 层		
深圳、广州、重庆等地	多座 50~70 层超高层建筑		目前正采用钢管高强混凝土结构
万县长江大桥	跨度 420m		采用 C60 级钢管混凝土拱结构,效益显著,为迄今世界上跨度最大的混凝土拱桥

注:CECS28:90 和 HSCC93 中已分别列入了混凝土强度等级为 C50~C60 和 C50~C80 的钢管混凝土结构。

三、摘自《预应力技术简讯》1996 年 2 月号见表 6。

表 6 汕头海湾悬索桥

项 目	情 况
设计、施工单位	铁道部大桥工程局
意 义	我国第一座大跨度混凝土现代悬索桥,自主设计和施工,具开创性,瞄准世界先进水平,多处突破创新
桥 址	地处海湾,地质构造复杂,潮汐影响大,为强台风和大地震多发地区
跨 度	悬索桥主跨 452m,三跨双铰式,创现有混凝土主梁悬索桥之最(1964 年建成的、保持纪录达 30 年之久的加拿大赫得逊·霍普大桥主跨仅 207m)。
基 础	主塔基础采用不同长度的大直径柱桩,并套井固结成整体
抗 风	首次采用全流线型预应力混凝土箱梁,单箱三室,外型为倒机翼状
抗 震	在设计构思中,创造“三道防线”的隔震减震技术措施
薄壁箱	加劲箱梁顶板厚 18mm,底板厚 14mm,创最薄纪录
预应力索	主梁采用单股 HDPE 防护的高强度低松弛镀锌钢绞线作下缘的体外预应力束,并以聚四氟乙烯管作导向固定装置。其体外束类型及细节在国际上尚无先例。主梁部分的超长预应力索连续长度达 450m
材料强度	主梁梁体混凝土强度等级为 C60 级
端支承体系	一改传统方式,采用盆式球形橡胶支座作悬索桥主梁的竖向约束支承,与特长混凝土主梁多因素变形相匹配
鞍座减摩	引用军工技术,在鞍座底板界面采用特种涂层技术,既防蚀,又减少滑移时摩擦阻力,消除了传统辊轴式结构弊端,极大地降低费用

四、摘自《预应力技术简讯》1996 年 3 月号“深圳华侨保龄球中心”(华森设计公司马耀庭文)见表 7。

表 7 40m 跨预应力混凝土拱架设计、施工

项 目	情 况
设计单位	深圳华森设计公司设计,预应力设计及施工由中国建研院深圳分院负责
施工单位	江苏建安深圳一公司承包
	总面积 三层共 13 438m ²
	房址 整个工程位于新填土的冲沟上面

续表

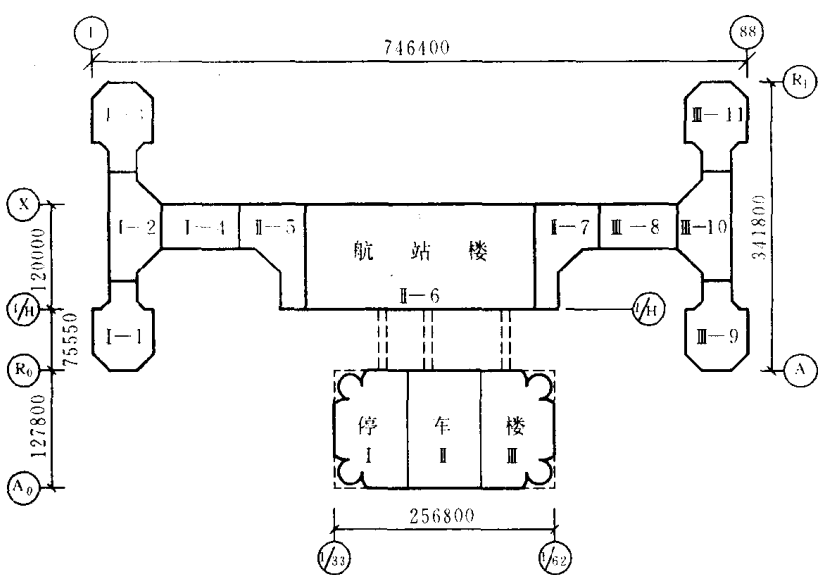
项 目	情 况					
工程情况	地下层	结构	8m×20m 柱网框架结构,作为车库和设备用房			C40
		框架梁	20m 跨, $b \cdot h=600\text{mm} \times 1\,100\text{mm}$ 局部加肋。用两束 9 $\varnothing$ 15 及 8 $\varnothing$ 15 的低松弛钢绞线,强度为 1 860MPa。用无粘结筋			
		次梁	8m 跨,3.3(4)m 间距。 $b \cdot h=300\text{mm} \times 400(450)\text{mm}$ 。用无粘结筋			
		板厚	100(110)mm			
	二层	结构	采用 8 榀 40m 跨预应力混凝土拱架,40m×72m 大空间作为保龄球场			
		层高	5.7m			
	三层	结构	利用拱架吊杆形成 4m×8m 网格,作为台球大厅			
		层高	5m,拱架矢跨比为 1/8			
	拱架	结构	设计构思为 X、Y、Z 三向,X 向为拱架下弦,Y 向为次梁,Z 向为拱架吊杆。用有粘结筋			C50, 临 空 段 的 上 弦 曲杆用 C60
		拉杆	用 4 束 12 $\varnothing$ 15 有粘结筋			
		支座	采用板式橡胶支座,置于下柱顶面			
		下弦中 点挠度	计算值	6.47mm;起拱 1‰即 40mm		
			拆除支撑后	下垂 3.1mm,仍上拱 36.9mm		
施工	框架梁	拆除模板(满堂支撑)后,梁侧及底面发现一些收缩裂缝,张拉预应力筋后大多闭合				
	楼、屋 面板	面积 90m×50m,掺 UEA 膨胀剂,中段设加强带,未留后浇带,至今未发现收缩裂缝				

五、摘自《预应力技术简讯》1996 年 10 期“首都国际机场新航站楼”(北京市建筑设计院 张承起文)见表 8。

表 8 首都国际机场新航站楼

		航 站 楼		停 车 楼	
		中央大厅	两 翼		
设计单位		北京市建筑设计院			
承包单位		北京市城建集团总公司			
预应力施工单位		中国建筑科学研究院、冶金建筑研究院、北京市建筑工程研究院			
工程 简况	尺度		747.5m×342.9m	256.8m×127.8m	
	基底占地面积		89 000m ²	35 160m ²	
	总建筑面积		270 000m ²	170 000m ²	
	层数、层高	地上	三层(首层 6.1m、二层 4.5m、三层 3.9m)		一层(层高 4.5m)
		地下	一层(层高 6m)		四层(层高均 3m)

续表

		航 站 楼		停 车 楼
		中央大厅	两 翼	
结构体系		框架-剪力墙结构	板柱-剪力墙结构	框架-剪力墙结构
	屋顶	空间曲面预应力钢管桁架		
建筑平面				
构件尺寸	18m 梁	$b \cdot h = 1\ 200\text{mm} \times 800\text{mm}$		
	楼板	±0 地面层	300mm	200mm
	厚度	其他各层	150mm	150mm
柱直径		1\ 000mm		
外墙厚		400mm		500mm
基础板厚		650mm		1\ 000mm
基础、外墙、外柱、板、梁构件		均采用无粘结部分预应力混凝土		
混凝土强度等级		基础采用 C40, 其他均为 C60		
预应力钢筋		采用 7 $\varnothing$ 5mm, 强度为 1\ 860MPa 的低松弛预应力钢绞线, 用夹片式锚具		
预应力 平板 筏基	柱数量	1\ 218 根		316 根
	形式	带墩基的平板型整块筏式基础		
	减少磨擦损失	采取基础板下做滑动层的措施		

六、摘自《预应力技术简讯》1996 年 9 期“混凝土耐久性与高性能混凝土”(吴中伟文) 见表 9。

表 9 美国、挪威高强度混凝土的应用

工 程 名 称	地点	年代	层数	混凝土强度等级
Lake point tower	芝加哥	70 年 代 中期	70	C50
	西雅图			最高用到 C130
(增强试验性路面的抗冲耐久)	挪威			C160
希亨汀顿桥	美国			C55
(实验用于桥的主梁)		现在	C70	

七、摘自《预应力技术简讯》1995 年 12 期“无粘结部分预应力空心板桥梁工程实例简介”(李文伦文)见表 10。

表 10 蒲江驭仙桥

项 目	情 况
位置	蒲江经济开发区 城市桥梁
结构	3m×20m 无粘结部分预应力空心板结构,宽 24m
空心板	板厚 0.8m,计算跨径 19.6m,跨高比 25
配筋	采用 11 束高强平行钢丝束(4 束为抛物线形,7 束为直线形)
	配有 9 根主要受力普通 II 级钢筋
混凝土	采用 C50 级
施工	采用穴模工艺,双控