

中国土木工程学会高强混凝土委员会

高强混凝土结构设计 与施工指南

(第二版)



中国建筑工业出版社

高强混凝土结构设计与施工指南

(第 二 版)

中国土木工程学会
高强与高性能混凝土委员会

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

高强混凝土结构设计与施工指南/中国土木工程学会
高强与高性能混凝土委员会编著. --2版. --北京:中
国建筑工业出版社, 2001.3
ISBN 7-112-04480-4

I. 高… II. 中… III. ①高强混凝土-混凝土结构
-结构设计-指南②高强混凝土-混凝土施工-工程技术-
指南 IV. ①TU37-62②TU755-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 58152 号

高强混凝土结构设计与施工指南

(第 二 版)

中国土木工程学会

高强与高性能混凝土委员会

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 6 字数: 159 千字

2001 年 3 月第二版 2001 年 3 月第三次印刷

印数: 15,201—17,200 册 定价: 18.00 元

ISBN 7-112-04480-4

TU·3984 (9950)

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)

本书是中国土木工程学会高强与高性能混凝土委员会组织编写并于1999年完成的一份技术条例文件，并附有详尽的说明，用此代替1993年出版的本书第一版。书中介绍高强混凝土结构的设计与施工方法，为在工业与民用建筑和一般构筑物中推广应用C50—C80级的高强混凝土提供了具体依据，弥补现行混凝土结构设计和施工规范中的空缺。在附录中还介绍了近年来发展迅速的高性能混凝土的定义与发展方向。本书可供土建部门的设计施工人员、有关专业的科研人员及大专院校师生参考应用。

责任编辑：蒋协炳

本书编写人员名单

第一篇：主要起草人：

钢筋混凝土结构部分—陈肇元、庄崖屏、蔡绍怀、钱稼茹、朱金铨；

预应力混凝土结构部分—蒋永生；

钢管混凝土柱部分—蔡绍怀；

钢骨混凝土构件部分—叶列平；

混凝土施工部分—吴佩刚、臧宣武、冯乃谦、覃维祖。

参加本规程编写的人员还有：曹天霞、韩素芳、柯长华、张璐明、安同富、石人俊等。

全文汇总后由陈肇元、朱金铨统一修改定稿。

第二篇：

陈肇元、蔡绍怀、钱稼茹、蒋永生、叶列平、冯乃谦、吴佩刚、阎培渝。

全文汇总后由陈肇元、阎培渝统一定稿。

附录 1：陈肇元。

附录 2：蔡绍怀。

附录 3：起草人：陈肇元、阎培渝。

第二版编写说明

本书第一版于1994年10月由中国建筑工业出版社出版后，广受读者欢迎，先后二次印刷共1.5万余册，对高强混凝土在我国的推广使用起到了积极的作用。为了反映近年来高强混凝土的工程应用经验和新的研究成果，我们组织清华大学、中国建筑科学研究院、东南大学、铁道部科学研究院、中国建筑工程总公司、上海建筑材料工程公司、北京城建集团建筑科学研究所、北京城建集团总公司构件厂、北京市建筑设计研究院等单位，对原来的《高强混凝土结构设计指南》(HSCC93—1)和《高强混凝土结构施工指南》(HSCC93—2)两个技术文件进行了大幅度修订补充，合并成如今的文件——《高强混凝土结构设计施工指南》(HSCC—99)，作为第二版。这一文件于1999年经中国工程建设标准化协会批准为《高强混凝土结构设计施工技术规范》(CECS104:99)。

《高强混凝土结构设计施工指南》(HSCC—99)即第二版的增补修订内容主要有：

1. 针对工程应用的需要，在结构设计的内容中增加了钢管混凝土柱和钢骨混凝土各一章，在混凝土施工的内容中增加了高效减水剂与水泥相容性检测方法、高强混凝土拌合物工作性能检测方法和高强混凝土用粉煤灰性能要求与需水量比试验方法等三个附录。

2. 对混凝土抗拉强度设计值、预应力混凝土构件的设计计算参数、钢筋混凝土轴心受压构件承载力的计算、最小配筋率，特别是钢筋混凝土结构抗震设计的条文作了修订或补充。

高强混凝土施工的质量控制与质量保证，是当前推广应用高

强混凝土工作中最应受到关注的薄弱环节,其中包括裂缝控制。在本书的附录 1 内,对高强混凝土工程应用中的一些问题,包括原材料、结构设计、混凝土质量控制与检验、裂缝控制技术 etc 作了一般性的叙述。

本书的附录 2 则对钢管高强混凝土这一值得大力提倡的结构类型作专门的介绍。

在现代高强混凝土技术上迅速发展起来的高性能混凝土已得到了工程界的高度重视。为帮助读者了解,我们将高性能混凝土一文列为本书的附录 3。

本书的编写得到了国家自然科学基金委员会和建设部等单位联合资助的重点科研项目——“高强与高性能混凝土材料的结构与力学性能”(项目号 59338120) 的很大帮助。在编写过程中,我们还得到了邵卓民研究员的具体指导和帮助,在此一并致以谢意。

本书难免有疏漏之处,望读者批评指正,并将意见和建议寄北京清华大学土木工程系(邮编 100084)转本委员会。

中国土木工程学会
高强与高性能混凝土委员会

2000 年 8 月

目 录

第二版编写说明

第一篇 高强混凝土结构设计与施工指南 (HSCC—99)

1	总则	1
2	主要符号	2
3	混凝土结构材料计算指标	5
4	混凝土结构基本设计规定	7
5	混凝土结构承载能力极限状态计算	8
5.1	正截面承载力计算	8
5.2	斜截面承载力计算	11
5.3	扭曲截面承载力和受冲切承载力计算	14
5.4	局部受压承载力计算	15
6	混凝土结构正常使用极限状态验算	17
7	混凝土结构构造	20
8	混凝土结构构件设计	22
9	混凝土结构抗震设计	24
10	钢管混凝土柱设计和施工	28
10.1	一般规定	28
10.2	承载力计算	28
10.3	局部受压计算	32
10.4	变形计算	34
10.5	节点构造	34
10.6	施工质量要求	39
11	钢管混凝土构件设计	40
12	混凝土施工	43

12.1	混凝土原材料	43
12.2	混凝土配合比	45
12.3	混凝土拌制	46
12.4	混凝土运输与浇筑	47
12.5	混凝土泵送施工	48
12.6	混凝土养护	49
12.7	混凝土质量检查	50
附录 A 配制高强混凝土用粉煤灰的性能要求及需水量		
	比试验方法	52
附录 B 高效减水剂与水泥相容性检测方法		
附录 C 高强混凝土工作性检测方法		
第二篇 高强混凝土结构设计与施工指南 (HSCC—99) 条文说明		
1	总则	59
2	主要符号	61
3	混凝土结构材料计算指标	61
4	混凝土结构基本设计规定	66
5	混凝土结构承载能力极限状态计算	68
6	混凝土结构正常使用极限状态验算	73
7	混凝土结构构造	75
8	混凝土结构构件设计	77
9	混凝土结构抗震设计	78
10	钢管混凝土柱设计和施工	81
11	钢管混凝土构件设计	85
12	混凝土施工	87
附录 1 高强混凝土在建筑工程中的应用		
附录 2 钢管高强混凝土在我国土建工程中的应用		
附录 3 高性能混凝土——定义、现状与发展方向		

第一篇 高强混凝土结构设计 与施工指南(HSCC—99)

1 总 则

1.0.1 为在我国推广应用现代高强混凝土技术,并在高强混凝土结构设计和施工中做到技术先进、安全可靠、经济合理、保证质量,特制订本指南。

1.0.2 本指南适用于工业与民用房屋和一般构筑物中采用高强混凝土的钢筋混凝土和预应力混凝土承重结构的设计与施工。其中,高强混凝土为采用水泥、砂、石、高效减水剂等外加剂和粉煤灰、超细矿渣、硅灰等矿物掺合料,以常规工艺配制的C50~C80级混凝土。

1.0.3 本指南的结构设计部分根据国家标准《建筑结构设计统一标准》GBJ68—84规定的原则制订;符号和术语采用国家标准《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T50083—97的规定。

1.0.4 除本指南已作规定者外,设计高强混凝土结构时必须同时遵循《混凝土结构设计规范》GBJ10—89的其他规定;设计地震区的高强混凝土结构时必须同时遵循《建筑抗震设计规范》GBJ11—89的其他规定;设计钢管高强混凝土柱时必须同时遵循《钢管混凝土结构设计施工规程》CECS28:90的其他规定;设计钢骨高强混凝土构件时,必须同时遵循《钢骨混凝土结构设计规程》YB9082—97的其他规定。

1.0.5 除本指南已作规定者外,高强混凝土结构施工时,尚应遵守现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204—92的规定。

2 主要符号

2.0.1 混凝土结构

E_c ——混凝土弹性模量；

E_s ——钢筋弹性模量；

C60——表示立方体抗压强度标准值为 60N/mm^2 的混凝土强度等级；

f_{cu} ——边长为 150mm 立方体的混凝土抗压强度；

$f_{cu,10}$ ——边长为 100mm 立方体的混凝土抗压强度；

f_{ck} 、 f_c ——混凝土的轴心抗压强度标准值、设计值；

f_{tk} 、 f_t ——混凝土的轴心抗拉强度标准值、设计值；

f_y 、 f'_y ——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

f_{py} 、 f'_{py} ——预应力钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

N_{p0} ——混凝土法向预应力等于零时预应力钢筋及非预应力钢筋的合力；

V ——剪力设计值；

V_{cs} ——构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值；

σ_{ss} ——按荷载的短期效应组合计算的纵向受拉钢筋应力或等效应力；

σ_{p0} ——预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力；

$\omega_{\max}$ ——考虑裂缝宽度分布的不均匀性和荷载长期效应组合影响的最大裂缝宽度；

b ——矩形截面宽度，T形、I形截面的腹板宽度；

d ——钢筋直径；

- c ——混凝土保护层厚度；
- e_0 ——轴向力对截面重心的偏心距；
- h ——截面高度；
- h_0 ——截面有效高度；
- s ——沿构件轴线方向横向钢筋的间距；
- x ——混凝土受压区高度；
- A_s 、 A_s ——受拉区、受区压纵向非预应力钢筋的截面面积；
- A_{sv} 、 A_{sh} ——同一截面内各肢竖向、水平箍筋的全部截面面积；
- A_l ——混凝土局部受压面积；
- β ——与受压区混凝土计算高度有关的系数；
- γ ——受拉区混凝土塑性影响系数；
- λ ——计算截面的剪跨比；
- ρ ——纵向受拉钢筋配筋率；
- θ ——考虑荷载长期效应组合对挠度增大的影响系数；
- ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数。

2.0.2 钢管混凝土柱

- A_a ——钢管的横截面面积；
- A_c ——钢管内混凝土的横截面面积；
- A_l ——局部受压面积；
- d ——钢管的外直径；
- E_a ——钢材弹性模量；
- e_0 ——柱较大弯矩端的轴向压力对柱截面重心轴或压强重心轴的偏心距；
- f_y ——钢材屈服强度；
- l ——钢管混凝土柱或构件的长度；
- l_e ——钢管混凝土柱或构件的等效计算长度；
- N ——轴向力设计值；
- N_0 ——钢管混凝土轴心受压短柱的承载力设计值；
- N_u ——构件的轴向受压承载力设计值；

r_c ——钢管的内半径；

t ——钢管的壁厚；

θ ——钢管混凝土的套箍指标。

3 混凝土结构材料计算指标

3.0.1 高强混凝土强度标准值应按表 1.3.0.1 的规定采用。

高强混凝土强度标准值(N/mm²) 表 1.3.0.1

强度种类	符 号	强 度 等 级						
		C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
轴心抗压	f_{ck}	32.0	35.0	38.0	41.0	44.0	47.0	50.0
抗 拉	f_{tk}	2.65	2.75	2.85	2.90	3.00	3.05	3.10

3.0.2 高强混凝土强度设计值应按表 1.3.0.2 的规定采用。高强混凝土的弯曲抗压强度设计值取等于轴心抗压强度设计值。

高强混凝土强度设计值(N/mm²) 表 1.3.0.2

强度种类	符 号	强 度 等 级						
		C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
轴心抗压	f_c	23.5	26.0	28.0	30.5	32.5	35.0	37.0
抗 拉	f_t	1.95	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	2.30

注：1 计算现场浇筑的钢筋混凝土轴心受压和偏心受压构件时，如截面的长边或直径小于 300mm，则表中强度设计值应乘以系数 0.8。

2 离心混凝土的强度设计值另行规定。

3.0.3 高强混凝土受压或受拉时的弹性模量 E_c 应按表 1.3.0.3 的规定采用。

高强混凝土弹性模量 E_c ($\times 10^4 \text{N/mm}^2$) 表 1.3.0.3

强度等级	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
弹性模量	3.45	3.55	3.60	3.65	3.75	3.80	3.90

注：1 高强混凝土的弹性模量与所用粗骨料种类、砂率及引气剂有关，对于重要工程应按实测平均值的 0.95 倍取用。

2 对于采用引气剂和较高砂率的泵送混凝土，当无实测数据时，表中 E_c 值应乘折减系数 0.90~0.95。

3 表中数值不适用于自密实混凝土和砂率大于 0.44 的混凝土。

3.0.4 高强混凝土的疲劳强度设计值应按表 1.3.0.2 的规定值乘以疲劳强度修正系数 γ_p 确定，其中 γ_p 可按《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 的规定采用。对于经常受潮的构件， γ_p 应乘折减系数 0.8。高强混凝土的疲劳变形模量 E_c^f ，应按表 1.3.0.3 中弹性模量 E_c 规定值的 0.47 倍采用。

3.0.5 高强混凝土的剪变模量 G_c ，可按表 1.3.0.3 中弹性模量 E_c 规定值的 0.4 倍采用。高强混凝土的线膨胀系数和泊松比可按《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 的规定采用。

3.0.6 高强混凝土用钢筋宜采用较高强度级别的钢筋，预应力钢筋宜优先采用高强度碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线和热处理钢筋；非预应力受力钢筋宜采用Ⅱ级~Ⅳ级钢筋。钢筋的强度与弹性模量设计值应按《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 的规定采用。

4 混凝土结构基本设计规定

4.0.1 高强混凝土结构的基本设计规定应按《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 第三章的规定执行。高强混凝土承重结构必须配置钢筋，对重要工程中的梁、柱构件，其主要受力部位宜设计成约束混凝土。在高强混凝土梁、柱计算中，可考虑混凝土徐变较小的有利因素。

4.0.2 高强混凝土超静定结构构件的内力计算，可按《钢筋混凝土连续梁和框架考虑内力重分布设计规程》CECS51：93 的规定考虑非弹性变形产生的塑性内力重分布，但最大弯矩截面上受压区混凝土相对计算高度的上限值应取 $\beta/0.8$ ， β 值应按表 1.5.1.1 确定。

4.0.3 施加预应力时，在满足锚固区局部承压抗裂所要求的强度条件下，经计算确定的混凝土立方体抗压强度可低于混凝土强度设计值的 75%，但不宜低于 70%。

4.0.4 预应力构件因混凝土收缩、徐变引起的预应力损失，当按《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 第 3.4.11 条所列公式计算时，

式中的常数 220 可乘以折减系数 $\sqrt{\frac{28}{f_c}}$ （当该值大于 1 时，取等于 1）， f_c 为混凝土抗压强度设计值，按表 1.3.0.2 的规定采用。

5 混凝土结构承载能力极限状态计算

5.1 正截面承载力计算

5.1.1 混凝土结构构件的正截面承载力应按下列基本假定计算:

- 1 截面应变保持平面;
- 2 不考虑混凝土抗拉强度;

3 对矩形、T形、I形、环形和圆形截面,可将受压区混凝土的应力图形简化为等效矩形,其高度 x 取按平截面假定计算的中和轴高度乘以表1.5.1.1规定的系数 β 。矩形应力图的应力值取与轴心抗压强度设计值 f_c 相等,非均匀受压混凝土的极限应变 ϵ_{cu} 对C50~C80混凝土均取0.003;

4 钢筋应力取钢筋应变与弹性模量的乘积,但不得大于强度设计值。受拉钢筋的极限应变 ϵ_{su} 取0.01。

混凝土受压区高度系数 β

表 1.5.1.1

强度等级	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
β 值	0.80	0.78	0.75	0.73	0.70	0.68	0.65

5.1.2 受拉钢筋和受压区混凝土同时达到强度设计值时的相对界限受压区高度,应按下列公式计算:

对有屈服点的热轧钢筋和冷拉钢筋

$$\xi_b = \frac{\beta}{1 + \frac{f_s - \sigma_{p0}}{0.003E_s}} \quad (1.5.1.2 - 1)$$

对无屈服点的热处理钢筋、钢丝和钢绞线