

# 《钢管混凝土结构技术规程》(DBJ 13 - 51 - 2003) 设计方法及可靠度分析\*

尧国皇

韩林海

(福州大学 土木建筑工程学院 福州 350002) (清华大学 土木工程系 北京 100084)

**摘要:** 简要介绍了福建省工程建设地方标准《钢管混凝土结构技术规程》(DBJ 13 - 51 - 2003) 中钢管混凝土构件承载力计算公式,并将该规程的计算结果与收集到的试验结果进行了比较。结果表明,计算结果和试验结果总体吻合较好。基于《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068 - 2001),应用结构可靠度分析的一次二阶矩法,对福建省工程建设地方标准中有关圆钢管混凝土和方、矩形钢管混凝土轴压、纯弯及压弯构件的承载力设计公式进行了可靠度分析,分析结果表明,规程中设计公式基本满足统一标准对塑性材料可靠度指标的要求。

**关键词:** 钢管混凝土 轴压 纯弯 压弯 承载力 可靠度

## DESIGN METHOD OF TECHNICAL SPECIFICATION FOR CONCRETE FILLED STEEL TUBULAR (DBJ 13 - 51 - 2003) AND RELIABILITY ANALYSIS

Yao Guohuang

(College of Civil Engineering & Architecture, Fuzhou University, Fuzhou 350002)

Han Linhai

(Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

**Abstract:** The design formulae listed Technical Specification for Concrete Filled Steel Tubular Structures (DBJ 13 - 51 - 2003) of Fujian local standard are introduced in this paper. A comparison between the predicted results and test results is carried out. Good agreement is achieved. The second moment of first order method recommended in the National Design Standard of Building Structures (GB 50068 - 2001) is applied to analyse the ability of design formula of axial compressing, pure bending and compression-bending members, these formulae are recommended in Fujian local standard. The analytical results indicate that the reliability indexes of the design formula satisfy the demand of the National Design Standard of Building Structures (GB 50068 - 2001) for plastic material on the whole.

**Keywords:** concrete filled steel tube axial compression pure bending compression-bending bearing capacity reliability

钢管混凝土由于具有承载力高、塑性和抗震性能好、防火性能优于钢结构等优点,在实际工程中得到越来越广泛的应用,已取得良好的经济效果和建筑效果。国内外学者多年来对钢管混凝土力学性能和设计方法开展了深入细致的研究工作,已取得丰硕成果。国外有关钢管混凝土的设计规程相继出版,其中有欧洲 EC4 (1994)、英国 BS5400 (1979)、美国 AISI-LRFD (1999) 和日本 AII (1997) 等<sup>[1]</sup>。自 20 世纪五六十年代以来,我国的研究者也进行了钢管混凝土力学性能和设计方法方面的研究工作,特别是近十几年来取得了令人瞩目的成就,先后颁布发行了有关设计规程,如 JGJ 01 - 89 (1989)<sup>[2]</sup>, CECS 28 - 90 (1992)<sup>[3]</sup>, DL/T 5085 - 1999 (1999)<sup>[4]</sup>、

GB 4142 - 2000 (2001)<sup>[5]</sup> 和福建省工程建设地方标准《钢管混凝土结构技术规程》(DBJ 13 - 51 - 2003)<sup>[6]</sup> 等。

文献[7]对文献[4,5]中有关钢管混凝土构件承载力设计公式进行了可靠度分析。本文拟简要介绍文献[6]中关于钢管混凝土构件承载力的计算公式,并将规程的计算结果与收集到的试验结果进行了比较,最后按照《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068 - 2001)中的有关规定,利用一次二

\*国家杰出青年科学基金资助项目(编号:50425823)。

第一作者:尧国皇 男 1980年11月出生 博士研究生

收稿日期:2005 - 06 - 26

阶矩法对承载力计算公式进行可靠度分析。

## 1 钢管混凝土构件承载力计算公式

### 1.1 设计公式

下面简要介绍文献[6]中关于钢管混凝土构件承载力的计算公式。

#### 1) 轴心受压构件

轴心受压构件承载力设计公式为：

$$N \leq \eta \cdot f_{sc} A_{sc} \quad (1)$$

式中  $\eta$ ——轴心受压稳定系数<sup>[6]</sup>；

$f_{sc}$ ——钢管混凝土组合轴压强度设计值,对于圆钢管混凝土: $f_{sc} = (1.14 + 1.02 \cdot \eta) \cdot f_c$ ;对于方、矩形钢管混凝土: $f_{sc} = (1.18 + 0.85 \cdot \eta) \cdot f_c$ ;

$\eta$ ——构件截面的约束效应系数设计值,  $\eta = \eta_s / f_c$ ;

$\eta_s$ ——构件截面含钢率,  $\eta_s = A_s / A_c$ ;

$A_s, A_c$ ——钢管、混凝土的横截面积;

$f$ ——钢材屈服强度设计值;

$f_c$ ——混凝土的轴心抗压强度设计值;

$A_{sc}$ ——钢管混凝土的截面积。

#### 2) 纯弯构件

纯弯构件承载力设计公式为：

$$M \leq \eta_m W_{sc} f_{sc} \quad (2)$$

式中  $M$ ——所计算构件段范围内的最大弯矩设计值;

$\eta_m$ ——构件截面抗弯塑性发展系数,对于圆钢管混凝土: $\eta_m = 1.1 + 0.48 \ln(\eta + 0.1)$ ;对于方、矩形钢管混凝土: $\eta_m = 1.04 + 0.48 \ln(\eta + 0.1)$ ;

$\eta$ ——构件截面的约束效应系数<sup>[8]</sup>;

$W_{sc}$ ——钢管混凝土构件截面抗弯模量。

#### 3) 压弯构件

压弯构件承载力设计公式为：

$$\left. \begin{aligned} & \frac{N}{A_{sc} f_{sc}} + \left( \frac{a}{d} \right) \cdot \frac{\eta_m M}{W_{sc} f_{sc}} \leq 1 - \frac{N}{f_{sc}} \cdot 2 \cdot \eta_m A_{sc} \\ & - \frac{bN^2}{A_{sc}^2 f_{sc}^2} - \frac{cN}{A_{sc} f_{sc}} + \left( \frac{1}{d} \right) \cdot \frac{\eta_m M}{W_{sc} f_{sc}} \leq 2 \cdot \eta_m A_{sc} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中  $a, b, c, d$  均为计算参数<sup>[6]</sup>;对于圆钢管混凝土: $d = 1 - 0.4(N/N_E)$ ;对于方、矩形钢管混凝土: $d = 1 - 0.25(N/N_E)$ ;  $N_E$ 为欧拉临界力,  $N_E = \pi^2 E_{sc} A_{sc} / l^2$ ;  $E_{sc}$ 为钢管混凝土的组合弹性模量;  $W_{sc}$ 为钢管混凝土构件弯矩作用平面内截面抗弯模量;  $\eta_m$ 为等效弯矩系数,可按钢结构设计规范的有关规定确定;  $\eta$ 为弯矩作用平面内的轴心受压构件稳定系数。

“规程”(DBJ 13 - 51 - 2003)适用于工程中常用的圆形截面和方、矩形截面钢管混凝土结构的设计,计算公式概念清晰,且规程中有关系数都制成了相应的表格,便于工程设计人员使用。

### 1.2 承载力计算结果与试验结果比较

为了验证上述公式计算钢管混凝土压弯构件承载力的准确程度,表1给出了“规程”(DBJ 13 - 51 - 2003)的计算结果与收集到的1296个试验结果的对比情况,同时也给出了其

他规程计算结果与试验结果的对比情况,试验数据的详细出处请参见文献[8]。计算时,钢材和混凝土强度指标均采用标准值。由表1可见:

1) 在进行圆钢管混凝土轴压强度承载力的计算时,文献[4]( $\mu = 0.960$ ,  $\sigma = 0.141$ )的计算结果与试验结果最为吻合,文献[6]( $\mu = 0.914$ ,  $\sigma = 0.121$ )次之,BS 5400(1979)( $\mu = 1.037$ ,  $\sigma = 0.178$ )的计算结果略高于试验结果,而LRFD(1999)、AII(1997)、EC 4(1994)和ACI 31 - 89(1999)规程计算结果与试验结果相差较大且偏于安全。在进行方、矩形钢管混凝土轴压强度承载力的计算时,文献[5]( $\mu = 0.970$ ,  $\sigma = 0.088$ )和文献[6]( $\mu = 0.972$ ,  $\sigma = 0.103$ )的计算结果与试验结果最为吻合,EC4( $\mu = 0.903$ ,  $\sigma = 0.098$ )次之,其他各计算结果与试验结果相比更偏于安全。

2) 在进行圆钢管混凝土轴压稳定承载力的计算时,文献[4]( $\mu = 0.998$ ,  $\sigma = 0.161$ )的计算结果与试验结果最为吻合,BS 5400(1979)( $\mu = 0.970$ ,  $\sigma = 0.156$ )次之,文献[6]( $\mu = 0.920$ ,  $\sigma = 0.115$ )再次之,而LRFD(1999)、AII(1997)、EC 4(1994)和ACI 31 - 89(1999)规程计算结果与试验结果相差较大且偏于安全。在进行方、矩形钢管混凝土轴压稳定承载力的计算时,文献[6]( $\mu = 0.961$ ,  $\sigma = 0.110$ )的计算结果与试验结果最为吻合,EC 4( $\mu = 0.955$ ,  $\sigma = 0.107$ )次之,文献[5]( $\mu = 0.944$ ,  $\sigma = 0.106$ )、LRFD和BS 5400再次之,其他各计算结果与试验结果相比更偏于安全。

3) 在进行圆钢管混凝土抗弯强度承载力的计算时,文献[4]( $\mu = 0.988$ ,  $\sigma = 0.107$ )的计算结果与试验结果最为吻合,其他规程计算结果与试验结果相比更偏于安全。在进行方、矩形钢管混凝土抗弯强度承载力的计算时,文献[5]( $\mu = 0.965$ ,  $\sigma = 0.119$ )的计算结果与试验结果最为吻合,文献[6]( $\mu = 0.906$ ,  $\sigma = 0.098$ )和BS 5400( $\mu = 0.906$ ,  $\sigma = 0.086$ )次之,其他各计算结果与试验结果相比更偏于安全。

4) 在进行圆钢管混凝土压弯构件临界力的计算时,EC 4(1994)( $\mu = 0.973$ ,  $\sigma = 0.146$ )的计算结果与试验结果最为吻合,文献[6]( $\mu = 0.963$ ,  $\sigma = 0.152$ )次之,文献[4]( $\mu = 0.935$ ,  $\sigma = 0.150$ )再次之,其他规程计算结果与试验结果相比则更偏于安全。在进行方、矩形钢管混凝土压弯构件临界力的计算时,文献[5]( $\mu = 0.982$ ,  $\sigma = 0.125$ )和文献[6]( $\mu = 0.968$ ,  $\sigma = 0.113$ )的计算结果与试验结果最为吻合,ACI( $\mu = 0.934$ ,  $\sigma = 0.178$ )次之,EC4( $\mu = 1.050$ ,  $\sigma = 0.144$ )的计算结果略高于试验结果,其他各计算结果与试验结果相比则更偏于安全。

## 2 钢管混凝土构件可靠度分析

按照“标准”(GB 50068 - 2001)中的有关规定,利用一次二阶矩法对文献[6]中圆钢管混凝土和方、矩形钢管混凝土轴压、纯弯和压弯构件进行承载力设计公式可靠度分析。由于篇幅有限,可靠度分析方法本文不做详细介绍,其具体方法和分析过程请参见文献[8]。

### 2.1 荷载和抗力统计参数

进行可靠度分析前,必须确定有关计算参数。决定构件可靠度的因素是构件综合抗力和荷载综合效应,而对构件抗力和荷载效应起主要影响的有关材料性能不定性、构件几何

表1 钢管混凝土压弯承载力计算值与试验值的对比<sup>[8]</sup>

试验数据		文献	文献	ACI 318 - 89		AISC - LRFD		AII (1997)		EC 4 (1994)		BS 5400		文献[6]		
个数	参数	[4]	[5]	(1999)		(1999)		(1997)		(1994)		(1979)				
圆形	方、矩形	圆形	方、矩形	圆形	方、矩形	圆形	方、矩形	圆形	方、矩形	圆形	方、矩形	圆形	方、矩形	圆形	方、矩形	
251	210	轴压强度 $\mu$	0.960	0.970	0.791	0.893	0.765	0.868	0.791	0.893	0.887	0.903	1.037	0.880	0.914	0.972
			0.141	0.088	0.116	0.099	0.111	0.107	0.116	0.099	0.125	0.098	0.178	0.097	0.121	0.103
262	79	轴压稳定 $\mu$	0.998	0.944	0.625	0.736	0.810	0.941	0.781	0.786	0.831	0.955	0.970	0.938	0.920	0.961
			0.161	0.106	0.147	0.160	0.106	0.098	0.168	0.144	0.097	0.107	0.156	0.089	0.115	0.110
24	41	纯弯 $\mu$	0.988	0.965	0.864	0.912	0.736	0.809	0.745	0.815	0.851	0.917	0.820	0.906	0.886	0.906
			0.107	0.119	0.141	0.104	0.160	0.090	0.157	0.090	0.118	0.122	0.136	0.086	0.111	0.098
268	161	压弯 $\mu$	0.935	0.982	0.850	0.934	0.746	0.903	0.829	0.863	0.973	1.050	0.883	0.907	0.963	0.968
			0.150	0.125	0.142	0.178	0.189	0.111	0.195	0.132	0.146	0.144	0.130	0.108	0.152	0.113

注： $\mu$ 为计算值与试验值比值的平均值；为均方差。

参数不定性、计算模式不定性及荷载变异等。按照“标准”(GB 50068 - 2001)的有关规定,在分析结构的可靠度时,取三种最常见的荷载效应组合,即  $S_G + S_{L办}$ ;  $S_G + S_{L住}$ ;  $S_G + S_W$ 。这里,  $S$  为荷载效应,下角 G、L 和 W 分别代表永久荷载、可变荷载和风荷载,“住”指住宅建筑的楼盖活荷载,“办”指办公室活荷载。表 2 分别列出了恒载和各活载的统计参数。

表 2 荷载指标统计参数

荷载类别	恒载	办公室活载	住宅活载	风荷载
平均值	1.060	0.700	0.859	0.999
变异系数	0.070	0.290	0.233	0.193

如前所述,对结构抗力的不定性起主要影响的是材料性能不定性、构件几何尺寸不定性和计算模式不定性等影响因素。由于钢管混凝土截面几何尺寸的精度主要取决于钢管加工时的精度,与混凝土的浇筑无关,因此,钢管和混凝土截面的几何统计参数可统一按钢结构取用,其平均值为 1.00,变异系数为 0.05。

本文在分析可靠度时选用了 Q235、Q345 两种钢材和 C30、C40、C50 三种混凝土强度,材料性能不定性分别采用钢管和混凝土的不定性系数,见表 3 所列。

构件计算模式不定性需根据钢管混凝土构件承载力的实测值和计算值的比值来确定,按照概率统计的方法,分别计算出计算模式不定性系数的平均值 ( $\mu_{kp}$ ) 和变异系数 ( $\sigma_{kp}$ )。

表 4 和表 5 分别给出了圆钢管混凝土和方、矩形钢管混凝土轴压构件计算模式的不定性参数。由于计算轴压构件承载力时,稳定系数为构件长细比的连续函数,在理论上,对应每个值都应存在计算模式不定性参数的一个平均值和变异系数。为了简化计算,把连续曲线离散到不同的区段,分段求出计算模式不定性参数的平均值和变异系数,从而算出各区段内的可靠度指标。按照试验数据的分布情况,对于圆钢管混凝土,将分成 6 个区段;对于方、矩形钢管混凝土,将分成 5 个区段。钢管混凝土轴压构件在长细比 20 时的试验数据较多,且数据分布较为分散,暂统一给出计算模式不定性参数的平均值 ( $\mu_{kp}$ ) 和变异系数 ( $\sigma_{kp}$ )。在每个区段内分别计算出 Q235 钢和 Q345 钢的计算模式不

定性统计参数,由于圆钢管混凝土在较大时的试验数据很少,且来源相对集中,故在较大时,计算模式不定性统计参数不区分钢材种类。

表 3 材料性能指标统计参数

材料	$f_y(f_{ck})/MPa$	$f(f_c)/MPa$	平均值	变异系数
Q235	235	215	1.080	0.080
Q345	345	315	1.090	0.070
C30	20	15.0	1.41	0.190
C40	27	19.5	1.35	0.160
C50	33.5	23.5	1.32	0.135

表 4 圆钢管混凝土轴压构件计算模式不定性参数

	平均值	变异系数	数据个数
20	1.116	0.138	251
20 ~ 40 Q235 钢	1.101	0.101	33
20 ~ 40 Q345 钢	1.098	0.114	90
40 ~ 60	1.090	0.117	57
60 ~ 80	1.046	0.112	32
80 ~ 120	1.175	0.132	29
120 ~ 160	1.191	0.138	21

表 5 方、矩形钢管混凝土轴压构件计算模式不定性参数

	平均值	变异系数	数据个数
20	1.039	0.101	210
20 ~ 40	0.997	0.065	21
40 ~ 60	1.028	0.069	20
60 ~ 80	1.109	0.087	20
80 ~ 100	1.101	0.134	18

对钢管混凝土构件在纯弯受力状态下的试验数据不多,圆钢管混凝土计算模式不定性参数的平均值为 1.170,变异系数为 0.116,试验数据为 24 个;方、矩形钢管混凝土计算模式不定性参数:平均值为 1.134,变异系数为 0.098,试验数据为 41 个。

根据试验数据的分布情况,将压弯构件按长细比 ( $\lambda$ ) 和荷载偏心率 ( $e/r_0$ ) 分别分为两个区段进行计算,且不区分钢材种类。表 6 列出圆钢管混凝土和方、矩形钢管混凝土压弯构件承载力计算模式不定性参数。

表6 压弯构件计算模式不定性参数

构件	长细比	偏心率	平均值	变异系数	数据个数
圆钢管 混凝土	70	$e/r_0 = 0.80$	1.093	0.127	177
		$e/r_0 > 0.80$	1.013	0.071	21
	>70	$e/r_0 = 0.75$	1.019	0.129	53
		$e/r_0 > 0.75$	0.929	0.061	17
方、矩形钢 管混凝土	50	$e/r_0 = 0.80$	1.053	0.129	64
		$e/r_0 > 0.80$	1.036	0.107	27
	>50	$e/r_0 = 0.75$	1.100	0.115	50
		$e/r_0 > 0.75$	0.934	0.123	20

在确定了以上有关计算参数后,即可进行钢管混凝土构件的可靠度分析,分析时的基本参数为:钢材采用 Q235、Q345 两种;混凝土采用 C30、C40 和 C50 三种;含钢率为 0.04 ~ 0.20;荷载比( $\alpha$ ,即可变荷载与永久荷载标准值之比)为 0.25、0.5、1.0 和 2.0。

由于“标准”(GB 50068 - 2001)仅对明确脆性破坏或延

性破坏的结构构件提出了可靠度指标要求,考虑到钢管混凝土构件在外加荷载作用下破坏时,一般均表现出较好的塑性,本文借用“标准”(GB 50068 - 2001)中对延性材料可靠度指标的要求,暂规定构件的可靠度指标要求为 3.2。

### 2.2 轴压构件

表 7 和表 8 分别列出了圆钢管混凝土和方、矩形钢管混凝土轴压构件可靠度指标的计算结果,表中的每个数据均为 17 种含钢率、3 种荷载比和 3 种荷载组合情况下 153 个可靠度数据的总平均值(以下同)。可见,当 C30 混凝土和各钢种组合时,其  $\beta$  值较小。对于圆钢管混凝土,最小值(为 3.512)为  $\alpha = 70$  时 Q345 和 C30 的组合;对于方、矩形钢管混凝土,最小值(为 3.577)为  $\alpha = 90$  时 Q345 和 C30 的组合。从表 7 和表 8 可见,随混凝土强度的提高而提高,随含钢率的提高而降低,钢材类别对  $\beta$  大小的影响不大。可见,轴压构件承载力符合可靠度指标要求。

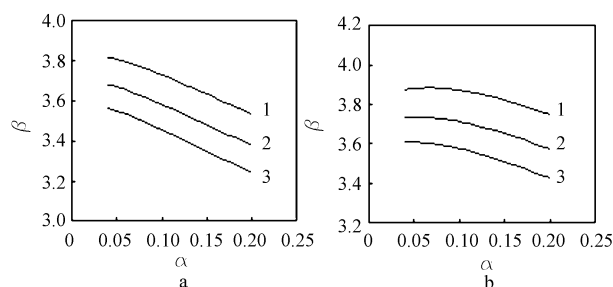
表7 圆钢管混凝土轴压构件的  $\beta$  值

混凝土类别	Q235 钢						Q345 钢					
	20	=30	=50	=70	=100	=140	20	=30	=50	=70	=100	=140
C30	3.568	3.876	3.672	3.526	3.860	3.855	3.546	3.879	3.661	3.512	3.849	3.842
C40	3.750	4.087	3.870	3.726	4.049	4.041	3.701	4.057	3.828	3.683	4.009	3.999
C50	3.941	4.311	4.078	3.937	4.248	4.235	3.830	4.188	3.946	3.814	4.18	4.097

表8 方、矩形钢管混凝土轴压构件的  $\beta$  值

混凝土类别	Q235 钢					Q345 钢				
	20	=30	=50	=70	=90	20	=30	=50	=70	=90
C30	3.638	3.721	3.848	4.075	3.594	3.636	3.737	3.867	4.095	3.577
C40	3.859	3.968	4.094	4.312	3.789	3.825	3.948	4.077	4.296	3.745
C50	4.093	4.232	4.357	4.565	3.994	4.005	4.089	4.206	4.403	3.876

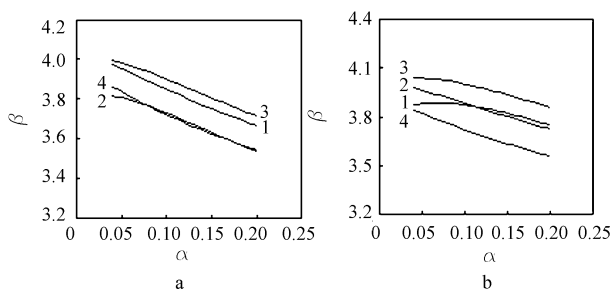
图 1 和图 2 分别给出活载类别和荷载比( $\alpha$ )对  $\beta$  影响的典型关系曲线。可见,当恒载和各种活载组合时,在与办公室活载组合的情况下  $\beta$  值最高,住宅活载次之,风荷载最低。荷载比  $\alpha$  对  $\beta$  的影响没有明显规律,当  $\alpha$  较大或较小时,都较低,这是由于恒载的平均值较活载大,但变异系数要较活载小的缘故。



a - 圆钢管混凝土;b - 方、矩形钢管混凝土

1 - 办公室活载;2 - 住宅活载;3 - 风荷载

图1 活载类别对  $\beta$  的影响(Q235 钢、C30 混凝土)



a - 圆钢管混凝土;b - 方、矩形钢管混凝土

1 -  $\alpha = 1.0$ ;2 -  $\alpha = 0.25$ ;3 -  $\alpha = 0.5$ ;4 -  $\alpha = 2.0$

图2 荷载比  $\alpha$  对  $\beta$  的影响(Q235 钢、C30 混凝土)

表9 纯弯构件的  $\beta$  值

混凝土类别	圆钢管混凝土		方、矩形钢管混凝土	
	Q235 钢	Q345 钢	Q235 钢	Q345 钢
C30	3.938	3.942	4.001	4.017
C40	4.130	4.102	4.215	4.199
C50	4.331	4.273	4.444	4.396

### 2.3 纯弯构件

表 9 分别列出圆钢管混凝土和方、矩形钢管混凝土纯弯

构件可靠度指标计算结果,结果表明:最小的可靠度指标为 C30 混凝土和各钢种组合时的情况,对于圆钢管混凝土,其最

小值为 3.938;对于方、矩形钢管混凝土,其最小值为 4.001,符合可靠度的要求。

#### 2.4 压弯构件

表 10 和表 11 分别列出圆钢管混凝土和方、矩形钢管混凝土压弯构件可靠度指标计算结果。对于圆钢管混凝土,当

长细比较大( $\lambda > 100$ )且偏心率较小( $e/r_0 < 1.0$ )时,可靠度指标较小,最小值为 3.396;对于方、矩形钢管混凝土,当长细比较大( $\lambda > 70$ )且偏心率较大( $e/r_0 > 1.0$ )时,可靠度指标较小,最小值为 3.233。可见,压弯构件承载力符合可靠度指标要求。

表 10 圆钢管混凝土压弯构件的可靠度指标值

$e/r_0$	混凝土	Q235 钢					Q345 钢				
		= 30	= 50	= 70	= 100	= 140	= 30	= 50	= 70	= 100	= 140
0.25	C30	3.604	3.610	3.618	3.478	3.485	3.568	3.567	3.564	3.404	3.396
	C40	3.810	3.813	3.818	3.686	3.690	3.746	3.740	3.737	3.587	3.578
	C50	4.025	4.024	4.025	3.901	3.899	3.926	3.921	3.915	3.773	3.763
0.50	C30	3.607	3.612	3.619	3.479	3.486	3.572	3.571	3.570	3.411	3.403
	C40	3.815	3.847	3.821	3.687	3.691	3.748	3.746	3.743	3.594	3.586
	C50	4.033	4.030	4.029	3.903	3.901	3.933	3.927	3.921	3.781	3.771
1.00	C30	3.747	3.756	3.767	3.627	3.644	3.736	3.740	3.744	3.587	3.583
	C40	4.000	4.005	4.013	3.872	3.884	3.951	3.953	3.956	3.798	3.797
	C50	4.273	4.273	4.274	4.132	4.138	4.182	4.179	4.177	4.020	4.014
1.50	C30	3.746	3.753	3.763	3.620	3.636	3.737	3.740	3.744	3.584	3.584
	C40	4.001	4.004	4.010	3.868	3.878	3.953	3.953	3.955	3.798	3.796
	C50	4.277	4.273	4.273	4.128	4.133	4.186	4.181	4.178	4.021	4.016

表 11 方、矩形钢管混凝土压弯构件的可靠度指标值

$e/r_0$	混凝土	Q235 钢				Q345 钢			
		= 30	= 50	= 70	= 90	= 30	= 50	= 70	= 90
0.25	C30	3.645	3.637	3.773	3.761	3.622	3.610	3.743	3.726
	C40	3.877	3.866	3.997	3.984	3.821	3.808	3.938	3.920
	C50	4.121	4.108	4.233	4.217	4.033	4.018	4.143	4.125
0.50	C30	3.647	3.638	3.773	3.761	3.624	3.611	3.743	3.725
	C40	3.880	3.869	3.998	3.984	3.825	3.810	3.939	3.920
	C50	4.128	4.112	4.236	4.219	4.039	4.022	4.146	4.125
1.00	C30	3.591	3.583	3.297	3.283	3.568	3.556	3.252	3.233
	C40	3.827	3.816	3.517	3.502	3.771	3.757	3.445	3.426
	C50	4.079	4.063	3.749	3.732	3.988	3.972	3.648	3.628
1.50	C30	3.593	3.586	3.301	3.289	3.570	3.559	3.258	3.241
	C40	3.830	3.820	3.522	3.508	3.774	3.761	3.451	3.434
	C50	4.083	4.068	3.755	3.739	3.992	3.976	3.656	3.637

### 3 结 语

“规程”(DBJ 13 - 51 - 2003)中有关钢管混凝土构件承载力计算式的计算结果与试验结果总体吻合较好,但稍偏于安全。用“规程”的计算式进行设计基本满足“规范”(GB 50068 - 2001)对延性材料可靠度指标的要求。在本文基础上,要进行更深入的钢管混凝土构件可靠度分析,必须做到更大量地收集试验数据,得出更为准确的构件可靠度分析结果。

#### 参考文献

1 ASCCS Seminar Report. Concrete Filled Steel Tubes—A Comparison of

International Codes and Practices. Innsbruck:1997  
 2 JGJ 01 - 89 钢管混凝土结构设计与施工规程  
 3 CECS 28 - 90 钢管混凝土结构设计与施工规程  
 4 DL/T 5085 - 1999 钢 - 混凝土组合结构设计规程  
 5 GB 4142 - 2000 战时军港抢修高强度型组合结构技术规程  
 6 DBJ 13 - 51 - 2003 钢管混凝土结构技术规程  
 7 陶 忠,韩林海,杨 华. 钢管混凝土构件设计计算及可靠度分析. 工业建筑,2000,30(6):1 - 6  
 8 韩林海. 钢管混凝土结构——理论与实践. 北京:科学出版社,2004

## 中国科学院、中国工程院 2005 年新增土木、水利与建筑工程学科院士

据中国科学院、中国工程院分别于 2005 年 12 月公布的本年度新增院士名单中,新当选的土木、水利与建筑工程学科的科学院院士有:中国水利水电科学研究院的陈祖煜教授、华南理工大学的吴硕贤教授;工程院院士有:中国水利水电科学研究院王浩教授、解放军信息工程大学许其凤教授、东南大学的孙 伟(女)教授、同济大学的沈祖炎教授、上海市市政工程设计研究院的林元培教授、铁道第一勘察设计院的梁文灏教授、中联程泰宁建筑设计研究院的程泰宁教授。