
钢管混凝土统一理论

——研究与应用

钟善桐 著



清华大学出版社

钢管混凝土统一理论

——研究与应用

钟善桐 著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书论述的钢管混凝土结构新理论,由国际钢结构著名学者钟善桐教授在近40余年的研究基础上总结而成。书中阐述的内容为具有国际领先地位的成果,反映了我国学者在钢管混凝土结构领域保持国际领先水准的理论探索和工程实践。

“统一理论”是运用计算机技术,由钢材和混凝土的本构关系,用数值分析法导出钢管混凝土基本构件典型应力-应变全过程的关系曲线,并得到统一设计公式。“统一理论”的提出和确立,标志着钢管混凝土结构的研究进入了一个崭新的高度,并为其发展奠定了坚实的理论基础。

本书可供大学土木工程专业本科和研究生作为教材使用,亦可作为土木工程技术人员和研究人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

钢管混凝土统一理论:研究与应用/钟善桐著. —北京:清华大学出版社,2006.8
ISBN 7-302-13574-6

I. 钢… II. 钟… III. 钢管结构:混凝土结构—研究 IV. ①TU375 ②TU392.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第087545号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

责任编辑:徐晓飞

印 装 者:清华大学印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:12 字数:225千字

版 次:2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-13574-6/TU·311

印 数:1~3000

定 价:29.00元

引 言

作者自 20 世纪 60 年代末开始从事钢管混凝土构件工作性能的研究以来,迄今已近 40 年.在总结前人的研究成果和提出的设计方法的基础上,率先运用计算机技术,由钢材和混凝土的本构关系,用数值分析法导出圆钢管混凝土轴心受压时的压力和变形关系的全过程关系曲线,为研究钢管混凝土的统一组合性能奠定了基础,获得了各种因素对钢管混凝土性能影响的系列和连续性.随后,具体应用到空心钢管混凝土轴心受压性能的研究和实心钢管混凝土各种荷载作用以及共同作用下工作性能和承载力的研究,进一步获得了它们之间的连续性和相关性,并得到了统一设计公式.

在上述成果的启发下,完成并提出了“钢管混凝土统一理论”——首先把钢管混凝土视为统一体,看做是一种组合新材料,研究其组合性能,得到了一系列组合力学性能指标,并用这些力学性能指标来计算构件的承载力和变形,使设计工作大为简化.

根据“钢管混凝土统一理论”,可推断钢管混凝土各种情况下性能变化的规律.由此,开展了用等效截面研究各种截面钢管混凝土构件在轴心压力作用下的性能,得到了荷载变形的系列全过程关系曲线,取得了新成果.同时,研究了圆钢管混凝土构件的动力性能,得到了在抗震设计中控制构件的长细比而不限制轴压比的新成果,大大提高了应用圆钢管混凝土构件的经济效益,促进了其应用.由此可见,“钢管混凝土统一理论”是指导这一新结构研究有力的理论工具,在钢管混凝土结构发展方面起着极大的作用.

按照“钢管混凝土统一理论”导出了一个普遍通用的统一设计公式,无论是单向受力状态,还是复杂受力状态;无论是实心或空心构件,还是圆形、多边形、方形和矩形截面全都适用.只是式中各项的分母项分别采用各自的几何与物理参数即可(参见后记).因此,该公式掌握和应用都很方便.

“钢管混凝土统一理论”是在多年来的科研实践基础上逐渐形成的,形成后又指导科学研究向更深的层次发展.如上所述,在钢管混凝土构件承载力的计算中,已得

到一个统一的设计公式。因为钢管混凝土作为一种组合材料,它的工作性能是连续的、相关的。这些成果确实来之不易,它提供了正确的研究方向和方法,促进了这一结构的发展。但是,科学发展永无止境,我们尚需不断奋斗,努力创新。

所有已取得的成就是约 50 位研究生 40 年来共同努力的结果。目前,他(她)们都已在我国蓬勃发展的科技战线上作出了自己应有的贡献,取得不少成绩。在此对他(她)们表示谢意,祝他(她)们在今后的工作中不断取得更大的成就!为我国在 21 世纪中的科技发展作出更大的贡献!

钟善桐

2006 年 4 月

Preface

Since the end of 60's former centry, author researches the behaviors of concrete filled steel tube (CFST) members. Up to now, there is hear to 40 years. On the base of summarized achievements of older researchers and according to the constitutive relationships of steel and concrete, the computer technique is used firstly to derive the relationship of force with deformation for circular CFST members under axial compression. It sets up a new research method to find the composite behaviors of CFST members. And we found that the change of behaviors of it has unification, continuation and relativity. After this, we reseach various factors influence the behaviors of CFST members under various loadings, including axial compression, tension, bending, torsion, shear and combined loadings, and solid and hollow (H-CFST) members.

All of these achievements inspirited us to complete and set up the "Unified Theory of CFST". We considered firstly the CFST is looked as a unified body, a new composite material. Then, we research its composite behaviors. After this, a serious composite characteristics index was obtained. Then, the bearing capacities and deformations for members are calculated by use of composite indexes. It is a new method for design, and simplifies the design work.

The "Unified Theory of CFST" infers the change rules of behaviors for various members, including solid and hollow cross sections and circular and non-circular one under various loadings.

Under the guidance of "Unified Theory", we extend the deeper research works of CFST members. Such as: the behaviors of various forms of members under axial compression by use of equivalent circular members including the solid and hollow cross sections. We research the behaviors of member's antiseismic. We can limit the slenderness of CFST member, while don't control the compression ratio of it. These

achievements promote greatly the application of CFST structure used in tall buildings,owing to more economic benefits are got.

According to the guidance of “Unified Theory”, a general design formula is provided, which is suitable for solid or hollow CFST member, circular or non-circular form. It is more conveniently for design work.

The “Unified Theory of CFST” is formed on the base of scientific researches works for 20 and over years. And it guides the scientific research works forward. As it was mentioned above, for the calculation of bearing capacities of CFST members, an unified design formula has been derived. Because CFST is set up a composite material, the changes of its behaviors are continuation and relativity. The obtainment of all of these achievements are not easily, it provides a right research direction and method. It promotes the development of CFST structures. But as every one knows, there is no end for the development of science. We should strive continuously, and make an effort to innovate.

All of these achievements are the results of collective efforts for about 40 post graduate students. At present, they have made many contributions to the scientific technique, and have got many new achievements. Author show my gratitude to them, and congratulate them to get more successes. As every body knows, the development of science and technology do not stop forever. Author expects them to get greater achievements in this field in 21 century.

Zhong Shantong

April, 2006, in Harbin, P. R. China.

主要符号

材料指标

E_s ——钢材弹性模量;
 E'_s ——钢材切线模量;
 G_s ——钢材剪切模量;
 E_c ——混凝土弹性模量;
 E'_c ——混凝土切线模量;
 $E_{0.2}$ ——混凝土峰值点的割线模量;
 μ_s ——钢材泊松比;
 μ'_s ——弹塑性阶段钢材的泊松比;
 μ_c ——混凝土泊松比(横向变形系数);
 f_y ——钢材屈服点;
 f_p ——钢材比例极限;
 f_u ——钢材极限强度;
 f_y^V ——钢材抗剪屈服点;
 f ——钢材抗压、抗拉和抗弯强度设计值;
 f_v ——钢材抗剪强度设计值;
 f_{cu} ——混凝土立方强度(强度等级);
 f_{ck} ——混凝土抗压强度标准值;
 f_c ——混凝土抗压强度设计值;
 f_{sc}^k ——钢管混凝土组合抗压强度标准值;
 f_{sc}^p ——钢管混凝土组合比例极限;
 f_{sc} ——钢管混凝土组合抗压强度设计值;
 f_{sc}^V ——钢管混凝土组合抗剪强度标准值;
 f_{sc}^V ——钢管混凝土组合抗剪强度设计值;
 f_{sc}^k ——空心钢管混凝土抗压强度标准值;
 f_{sc} ——空心钢管混凝土抗压强度设计值;
 E_{sc} ——钢管混凝土组合弹性模量;
 E'_{sc} ——钢管混凝土组合切线模量;
 E'_{sc} ——钢管混凝土组合强化模量;

E_{scm} ——钢管混凝土组合抗弯模量;
 G_{sc} ——钢管混凝土组合剪切模量;
 σ_1 ——钢管环向应力;
 σ_2 ——钢管径向应力;
 σ_3 ——钢管纵向应力;
 σ_s ——钢管应力;
 σ_{cr} ——临界应力;
 σ'_1 ——混凝土环向应力;
 σ'_2 ——混凝土径向应力;
 σ'_3 ——混凝土纵向应力;
 σ_c ——混凝土应力;
 $\bar{\sigma}$ ——钢管混凝土组合压应力;
 $\bar{\tau}$ ——钢管混凝土组合剪应力;
 ϵ_1 ——钢管环向应变;
 ϵ_2 ——钢管径向应变;
 ϵ_3 ——钢管纵向应变;
 ϵ'_1 ——核心混凝土环向应变;
 ϵ'_2 ——核心混凝土径向应变;
 ϵ'_3 ——核心混凝土纵向应变;
 ϵ_0 ——核心混凝土极限压应变;

几何尺寸

A_s ——钢管截面面积;
 A_c ——核心混凝土截面面积;
 A_{sc} ——钢管混凝土构件截面面积;
 D ——钢管外径;
 r_0 ——钢管外半径;

r_{co} ——核心混凝土外半径;
 r_{ci} ——核心混凝土内半径;
 t ——钢管厚度;
 t_f ——钢梁翼缘厚度;
 t_w ——钢梁腹板厚度;
 h ——钢梁截面高度;
 L ——构件计算长度;
 λ ——构件长细比;
 λ_x ——构件绕 $x-x$ 轴的长细比;
 λ_y ——构件绕 $y-y$ 轴的长细比;
 λ_{ox} ——格构式构件绕 $x-x$ 轴的换算长细比;
 λ_{oy} ——格构式构件绕 $y-y$ 轴的换算长细比;
 λ_{1-} ——格构式构件单肢长细比;
 I_{sc} ——钢管混凝土构件截面惯性矩;
 I_{sc}^0 ——钢管混凝土构件截面净惯性矩;
 W_{sc} ——钢管混凝土构件抗弯截面模数;
 W_{sc}^T ——钢管混凝土构件抗扭截面模数;
 i_{sc} ——钢管混凝土构件截面回转半径;
 A_s ——钢管截面面积;
 A_c ——核心混凝土截面面积;
 A_{sc} ——钢管混凝土截面面积;

α ——含钢率 $\alpha = A_s/A_c$;
 ϕ ——空心率;
 ξ ——标准套箍系数 $\xi = \alpha f_y / f_{ck}$;
 ξ_0 ——设计套箍系数 $\xi = \alpha f / f_c$;

计算系数

φ ——轴心受压构件稳定系数;
 β_m ——等效弯矩系数;
 γ_m ——构件截面抗弯塑性发展系数;
 γ_v ——构件截面抗剪塑性发展系数;
 γ_T ——构件截面抗扭塑性发展系数;
 γ_{sc} ——钢管混凝土构件分项系数;
 β ——可靠度指标;
 C_1 ——钢管混凝土轴心受拉构件强度提高系数;
 k_1 ——组合标准强度提高系数;
 k_2 ——组合设计强度提高系数;
 k ——空心截面强度影响系数;
 k_s ——轴压稳定折算系数;

目 录

第 1 章 前 言	1
1.1 钢管混凝土构件的特点	1
1.2 钢管混凝土结构在我国的应用和发展	4
1.3 钢管混凝土的理论研究概况	13
第 2 章 钢管混凝土统一理论与圆钢管混凝土的工作性能	15
2.1 钢管混凝土统一理论	15
2.2 圆钢管混凝土轴心受压时的工作性能	16
2.3 圆钢管混凝土轴心受压时 $N-\epsilon(\bar{\sigma}-\epsilon)$ 全过程分析	20
2.4 圆钢管混凝土轴心受拉时的工作性能	26
2.5 圆钢管混凝土受扭和受剪时的工作性能	28
2.6 圆钢管混凝土受弯时的工作性能	31
第 3 章 钢管混凝土构件的强度	36
3.1 圆钢管混凝土构件轴心受压时的强度	36
3.2 各种截面钢管混凝土构件轴心受压时的强度和刚度	46
3.3 各种截面钢管混凝土构件轴心受拉、受扭和受剪时的强度和刚度	62
3.4 各种截面钢管混凝土构件受弯时的承载力和刚度	71
第 4 章 钢管混凝土构件的稳定和多种荷载作用下构件的承载力	78
4.1 圆钢管混凝土轴压构件的稳定	78
4.2 各种截面钢管混凝土轴压构件的稳定	79

4.3	格构式圆钢管混凝土轴压构件的稳定·····	85
4.4	各种截面钢管混凝土压弯构件的承载力·····	94
4.5	多种荷载作用下钢管混凝土构件的承载力·····	101
第5章	空心钢管混凝土构件的强度与稳定·····	108
5.1	空心钢管混凝土构件轴心受力时的工作性能和承载力·····	108
5.2	空心钢管混凝土构件轴心受压时的稳定承载力·····	126
5.3	空心钢管混凝土构件受扭、受剪和受弯时的承载力·····	131
5.4	多种荷载作用下空心钢管混凝土构件的承载力·····	135
第6章	钢管混凝土构件其他性能的统一性、连续性和相关性·····	136
6.1	圆钢管混凝土构件的抗震性能·····	136
6.2	钢管混凝土构件的施工初应力的影响·····	154
6.3	钢管混凝土构件的抗火性能·····	164
后记 ·····		175
参考文献 ·····		179

Contents

Chapter 1	Introduction	1
1.1	The Characteristics of CFST members	1
1.2	Application and Development of CFST Structures in China	4
1.3	General Situation of Theoretical Research Works for CFST Structures	13
Chapter 2	The Unified Theory of CFST Members and The Behaviors of Circular CFST Members	15
2.1	The Unified Theory of CFST Members	15
2.2	Behaviors of Circular CFST Members under Axial Compression	16
2.3	The Analysis of $N-\epsilon$ Whole Process of Circular CFST Members under Axial Compression	20
2.4	Behaviors of Circular CFST Members under Axial Tension	26
2.5	Behaviors of Circular CFST Members under Torsion and Shear	28
2.6	Behaviors of Circular CFST Members under Bending	31
Chapter 3	The Strength of CFST Members	36
3.1	The Strength of Circular CFST Members under Axial Compression	36
3.2	The Strength and Rigidity of Various Forms CFST Members under Axial Compression	46
3.3	The Strength and Rigidity of Various Forms CFST Members under Axial Tension, Torsion and Shear	62
3.4	The Strength and Rigidity of Various Forms CFST Members under Bending	71

Chapter 4	Stability of CFST Members and Their Load Carrying Capacities under Multiple Loadings	78
4.1	Stability of Circular CFST Members under Axial Compression	78
4.2	Stability of Various Forms of CFST Members under Axial Compression	79
4.3	Stability of Latticed Circular CFST Members under Axial Compression	85
4.4	Bearing Capacities of Various Forms of CFST Beam-Columns	94
4.5	Bearing Capacities of CFST Members under Multiple Loadings	101
Chapter 5	The Strength and Stability of H-CFST(Hollow-CFST)Members	108
5.1	Behaviours and Bearing Capacity of H-CFST Members under Axial Loadings	108
5.2	Stability of H-CFST Members under Axial Compression	126
5.3	Bearing Capacity of H-CFST Members under Torsion, Shear and Bending	131
5.4	Bearing Capacity of H-CFST Members under Multiple Loadings	135
Chapter 6	Unification, Continuity and Relationship of Another Behaviors for CFST Members	136
6.1	Anti-seismic Property of Circular CFST Members	136
6.2	The Effect of Initial Stresses on The Property of Circular CFST Members During Constructed	154
6.3	Fire proof Property of CFST Members	164
Postscript		175
Reference		179

第 1 章 前 言

1.1 钢管混凝土构件的特点

众所周知,在建筑工程中用于承重的建筑材料采用最多的是钢材和混凝土,它们各具有优缺点。

1. 钢材

钢材的性能最接近匀质等向体,力学性能最稳定. 在使用应力阶段,属于理想弹性工作,弹性模量高达 $2.06 \times 10^5 \text{ MPa}$,因而,变形很小. 按照力学计算构件内力和变形与实验结果符合得最好. 达屈服应力后,发展很大的塑性. 在正确设计和正常使用条件下,一般不发生脆性破坏,安全而可靠.

钢材的容重虽大,但强度却很高. 在相同的荷载条件下,钢结构的自重小;因而是大跨度结构和高层建筑的优良材料.

此外,建筑用的钢材具有良好的焊接性能,使钢结构的连接大为简化,适应制造各种复杂形状的构件和结构. 制造简便,具有良好的现场装配性. 施工方便而快捷,工期较短且可不受季节的限制,因而投资效益高.

归纳起来,采用钢材建造的建筑钢结构具有以下特点:科技含量高、建造速度快、符合环保要求以及可再生利用.

目前,我国已成为世界第一产钢大国,钢材的年产量已超过 2 亿吨. 钢结构的发展十分迅速. 普遍用于大跨度空间结构,高层和超高层建筑,轻工业厂房和仓库,以及轻钢住宅建筑等. 由于自重小,减轻了基础负担,也减小了地震反应,抗震性能好,因而,也提高了经济效益.

当然,钢结构也存在一些缺点.力学性能方面的缺点是稳定问题.由于钢材的强度高,构件截面壁薄而纤细,受压时的承载力将由稳定控制,强度常不能充分利用.物理性能方面的缺点是易锈蚀和抗火性能差.此外,目前采用钢结构的造价也较高.

2. 混凝土

混凝土的特点是抗压性能好.由于强度低,截面大,不存在稳定问题,且可适应各种复杂形状的构件和结构,施工简便,取材容易,因而造价较低;但抗拉强度很低.

由于抗压强度低,因而截面大,自重较大.施工时需要支模板和养生,因而工期较长.同时又是湿作业,常造成环境污染.废弃和拆除时,工作繁重,还不能再生利用.

3. 钢材和混凝土的混合应用

如果在钢管中浇灌混凝土,就组成了钢管混凝土构件.这是把两种材料融合在一起面组成的组合构件.

钢管混凝土构件在承受轴心压力作用时,截面保持平面,钢管和混凝土共同受力而产生纵向变形.众所周知,弹性材料在产生纵向变形的同时,必将产生横向变形,横向应变与纵向应变之比称泊松比(钢材 μ_s)或横向变形系数(混凝土 μ_c).

钢材的泊松比 μ_s 在弹性阶段变化很小,平均值为 0.283. 进入弹塑性阶段后到屈服应力时,由 0.283 逐渐增大到 0.5, 然后保持 0.5 而不变(在屈服台阶阶段).混凝土的横向变形系数 μ_c 则随纵向压应力的增大而变化,由低应力时的 0.167 随抗压强度逐渐增大到 0.5 及更大.实验证明,当钢管的纵向压应力 σ_3 接近比例极限时, $\mu_c \approx \mu_s$. 随后,随着轴心压力的增加, $\mu_c > \mu_s$, 钢管的横向变形小于核心混凝土的横向变形,这时混凝土的横向变形受到钢管的约束,由此产生了相互间的紧箍力 p . 这时,核心混凝土处于三向受压状态($\sigma'_1, \sigma'_2, \sigma'_3$),而钢管处于纵向和径向受压(σ_2, σ_3)、环向受拉(σ_1)的三向应力状态,如图 1-1 所示.

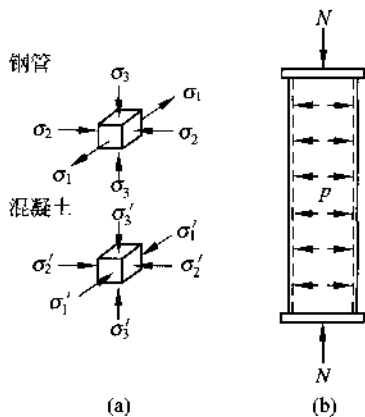


图 1-1 钢管和混凝土三向应力状态

三向受压混凝土不但纵向抗压强度得到提高,而且弹性模量也得到提高,并增加了塑性.由混凝土抗压试验可见,达抗压强度时,试块纵向开裂,呈脆性破坏.混凝土的抗压强度越高,脆性就越显著.但管内混凝土由于受到钢管的约束,成为三向受压,工作性能起了质的变化.

对于钢管来说,在纵向轴心压力作用下,属于异号应力场,其纵向抗压强度将下降,小于单向受压时的屈服应力。同时,钢管是薄钢管,单向受压时,其稳定承载力受管壁局部缺陷的影响很大,远远低于理论临界应力计算值。但当管内填入混凝土后,由于混凝土的密贴,充分保证了钢管不会发生屈曲,可使折算应力达到钢材的屈服强度,得以充分发挥钢材的强度承载力。由此可见,钢管和混凝土组合构件中混凝土和钢材弥补了彼此的弱点,充分发挥了二者的强度承载力,可以说是钢管和混凝土两种材料的最佳组合利用。

此外,由于核心混凝土的存在,使构件的抗火性能大大提高,也使钢管遭受环境腐蚀的接触面减少了一半。对于管内混凝土而言,由于承载力的提高,比钢筋混凝土构件可减少约 1/2 甚至更多的混凝土。不但节约了大量混凝土,而且减轻了结构自重;减小了对基础的压力及地震反应,因而将取得十分明显的经济效益。

众所周知,混凝土立方试块在均布压力作用下,如果在上下两面涂上油脂,消除压力板和试块间的摩擦力,则在试件纵向压缩变形的同时将产生横向拉伸变形。由于混凝土的抗拉强度很低,试件将开裂成片状破坏。但当试件两端面不涂油脂时,由于摩擦力的作用,相当于两端有了箍的作用。试件将呈锥形破坏。在钢管内的混凝土,因四周受到钢管的约束,在轴向压力的作用下混凝土或被剪切破坏或被压碎。但是,混凝土的抗压强度高于抗剪强度,显然应该受剪先破坏。如果钢管的约束力很强,则将抑制混凝土剪切破坏,直到混凝土压碎。

管内混凝土究竟以何种形式破坏,近似地可用套箍系数来衡量,套箍系数 $\xi = A_s f_y / (A_c f_{ck}) = \alpha f_y / f_{ck}$ 。这里, A_s 和 A_c 分别是钢管和混凝土的面积, f_y 和 f_{ck} 分别是钢材和混凝土的抗压强度标准值, $\alpha = A_s / A_c$ 是含钢率。笼统地说,套箍系数 ξ 大时,钢管混凝土短试件将以压曲成腰鼓形破坏;套箍系数 ξ 较小时,钢管混凝土短试件将以上下交错鼓凸而剪切破坏。

不过,套箍系数的变化还要看是钢管的承载力 ($A_s f_y$) 的变化,还是混凝土的承载力 ($A_c f_{ck}$) 的变化。因为混凝土抗压强度的提高,伴随着混凝土本身脆性的增加。因而,单纯由套箍系数的大小来推断钢管混凝土的整体性能只能是相对的,是在常用的含钢率范围内的近似关系。

对圆钢管混凝土构件整体来说,套箍系数 $\xi \geq 1$ 的轴压短柱 (长径比 $L/D = 3 \sim 3.5$) 证明,荷载和变形关系全曲线具有很好的塑性性能,且无下降段。试件大都呈腰鼓形破坏,少数为剪切破坏 (参见图 2-2)。而在反复循环荷载作用下,可只控制构件的长细比,就可不限制轴压比。对高层和超高层建筑来说,这种长细比的限制常可得到满足。可见,圆钢管

混凝土构件的抗震性能很好,远胜于钢筋混凝土柱,也优于钢柱。因为,在高层建筑中的钢柱,虽采用了厚度超过 100mm 的厚钢板,但在强烈的地震作用下,钢柱的组成板件还会发生局部屈曲而导致钢柱破坏。

除此以外,钢管混凝土柱中采用的钢板厚度较薄,即使达到三四百米高度的超高层建筑,采用的钢管厚度也不会超过 40~50mm,不要求 Z 向钢材。因此钢材的价格较低,且加工和焊接也都较易,节省加工费用。

总之,钢材与混凝土组合成钢管混凝土构件,不但充分发挥了两种材料的优点,相互弥补了对方的弱点,而且还显示了新的优异的工作性能:抗压强度高,塑性性能好,抗震性能优异,堪称是一种优质、高强、经济合理的构件。

钢管混凝土构件所以具有上述突出的优点,其根本原因是在轴心压力作用下,钢材与混凝土之间产生了相互作用的紧箍力的缘故。当然,这种构件适宜用作轴心受压构件,或小偏心受压构件,不宜用于受拉,更不宜用来受弯。对于大偏心受压构件,可采用双肢、三肢、四肢或更多肢的格构式构件,把偏心压力转变为轴心力才能使钢管混凝土发挥其长处和优点。

钢管混凝土构件以圆形的应用最多,也有采用方形、六边形和多边形等截面的。显然,方形和多边形等截面构件在轴心压力作用下,核心混凝土的向外横向变形,使各个边受弯而变形。因而,各边所受的紧箍力较小,分布又不均匀。因此,由紧箍效应产生的一系列优异性能也都较差,抗压承载力也就较低。所以,以圆钢管混凝土构件的组合性能最好;由圆形到多边形到方形其优异性能逐渐下降;而以方钢管混凝土构件的组合性能最差,见图 1-2。

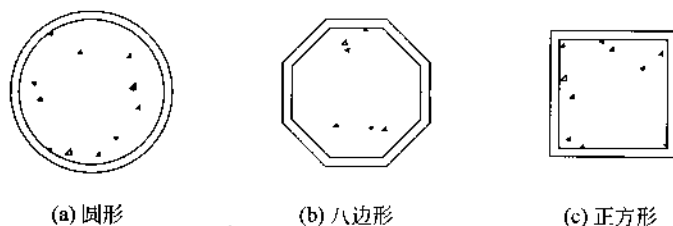


图 1-2 圆形、正方形和八边形截面形式

1.2 钢管混凝土结构在我国的应用和发展

自 20 世纪 60 年代中期钢管混凝土引入我国以来,迄今已有半个世纪。它在我国的应用和发展经历了两个阶段,即:“应用推广阶段”,由 20 世纪 60 年代中到 80 年代中;和