

第 4 册 特种·混合·检测·加固

现行 建筑 结构 规范 大全 (含条文说明)

中国建筑工业出版社

现行建筑规范大全

(含条文说明)

第4册

特种·混合·检测·加固

本社编

中国建筑工程出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现行建筑结构规范大全(含条文说明)第4册 特种·混合·
检测·加固/本社编. —北京:中国建筑工业出版社, 2014. 2
ISBN 978-7-112-16075-4

I. ①现… II. ①本… III. ①建筑结构-建筑规范-中国
IV. ①TU3-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 263937 号

责任编辑: 李 阳 向建国

责任校对: 赵 颖

现行建筑结构规范大全

(含条文说明)

第4册

特种·混合·检测·加固

本社编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 128 $\frac{1}{4}$ 字数: 4565 千字

2014 年 7 月第一版 2014 年 7 月第一次印刷

定价: 270.00 元

ISBN 978-7-112-16075-4

(24842)

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)

出版说明

《现行建筑设计规范大全》、《现行建筑结构规范大全》、《现行建筑施工规范大全》缩印本（以下简称《大全》），自1994年3月出版以来，深受广大建筑设计、结构设计、工程施工人员的欢迎。2006年我社又出版了与《大全》配套的三本《条文说明大全》。但是，随着科研、设计、施工、管理实践中客观情况的变化，国家工程建设标准主管部门不断地进行标准规范制订、修订和废止的工作。为了适应这种变化，我社将根据工程建设标准的变更情况，适时地对《大全》缩印本进行调整、补充，以飨读者。

鉴于上述宗旨，我社近期组织编辑力量，全面梳理现行工程建设国家标准和行业标准，参照工程建设标准体系，结合专业特点，并在认真调查研究和广泛征求读者意见的基础上，对2009年出版的设计、结构、施工三本《大全》和配套的三本《条文说明大全》进行了重大修订。

新版《大全》将《条文说明大全》和原《大全》合二为一，即像规范单行本一样，把条文说明附在每个规范之后，这样做的目的是为了更加方便读者理解和使用规范。

由于规范品种越来越多，《大全》体量愈加庞大，本次修订后决定按分册出版，一是可以按需购买，二是检索、携带方便。

《现行建筑设计规范大全》分4册，共收录标准规范193本。

《现行建筑结构规范大全》分4册，共收录标准规范168本。

《现行建筑施工规范大全》分5册，共收录标准规范304本。

需要特别说明的是，由于标准规范处在一个动态变化的过程中，而且出版社受出版发行规律的限制，不可能在每次重印时对《大全》进行修订，所以在全面修订前，《大全》中有可能出现某些标准规范没有替换和修订的情况。为使广大读者放心地使用《大全》，我社在网上提供查询服务，读者可登录我社网站查询相关标准

规范的制订、全面修订、局部修订等信息。

为不断提高《大全》质量、更加方便查阅，我们期待广大读者在使用新版《大全》后，给予批评、指正，以便我们改进工作。请随时登录我社网站，留下宝贵的意见和建议。

中国建筑工业出版社

2013年10月

欲查询《大全》中规范变更情况，或有意见和建议：
请登录中国建筑出版在线网站(book.cabplink.com)。登录
方法见封底。

目 录

7 特种结构·混合结构

高耸结构设计规范 GB 50135—2006	7—1—1
烟囱设计规范 GB 50051—2013	7—2—1
混凝土电视塔结构技术规范 GB 50342—2003	7—3—1
钢筋混凝土筒仓设计规范 GB 50077—2003	7—4—1
架空索道工程技术规范 GB 50127—2007	7—5—1
钢筋混凝土薄壳结构设计规程 JGJ 22—2012	7—6—1
型钢混凝土组合结构技术规程 JGJ 138—2001	7—7—1
建筑陶瓷薄板应用技术规程 JGJ/T 172—2012	7—8—1
纤维石膏空心大板复合墙体结构技术规程 JGJ 217—2010	7—9—1
建筑玻璃应用技术规程 JGJ 113—2009	7—10—1
型钢水泥土搅拌墙技术规程 JGJ/T 199—2010	7—11—1
施工现场临时建筑物技术规范 JGJ/T 188—2009	7—12—1

8 检测·加固

房屋建筑与市政基础设施工程检测分类标准 JGJ/T 181—2009	8—1—1
建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范 JGJ/T 302—2013	8—2—1
建筑工程检测试验技术管理规范 JGJ 190—2010	8—3—1
工程结构加固材料安全性鉴定技术规范 GB 50728—2011	8—4—1
砌体工程现场检测技术标准 GB/T 50315—2011	8—5—1
砌体基本力学性能试验方法标准 GB/T 50129—2011	8—6—1
钢结构现场检测技术标准 GB/T 50621—2010	8—7—1
木结构试验方法标准 GB/T 50329—2012	8—8—1
混凝土结构现场检测技术标准 GB/T 50784—2013	8—9—1
混凝土结构试验方法标准 GB/T 50152—2012	8—10—1
混凝土强度检验评定标准 GB/T 50107—2010	8—11—1
混凝土质量控制标准 GB 50164—2011	8—12—1
高强混凝土强度检测技术规程 JGJ/T 294—2013	8—13—1
回弹法检测混凝土抗压强度技术规程 JGJ/T 23—2011	8—14—1
后锚固法检测混凝土抗压强度技术规程 JGJ/T 208—2010	8—15—1
贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程 JGJ/T 136—2001	8—16—1
择压法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程 JGJ/T 234—2011	8—17—1

混凝土耐久性检验评定标准 JGJ/T 193—2009	8—18—1
普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法	
标准 GB/T 50082—2009	8—19—1
混凝土中钢筋检测技术规程 JGJ/T 152—2008	8—20—1
建筑变形测量规范 JGJ 8—2007	8—21—1
建筑基桩检测技术规范 JGJ 106—2003	8—22—1
地基动力特性测试规范 GB/T 50269—97	8—23—1
建筑基坑工程监测技术规范 GB 50497—2009	8—24—1
锚杆锚固质量无损检测技术规程 JGJ/T 182—2009	8—25—1
建筑结构检测技术标准 GB/T 50344—2004	8—26—1
危险房屋鉴定标准(2004 年版)JGJ 125—99	8—27—1
建筑抗震鉴定标准 GB 50023—2009	8—28—1
民用建筑可靠性鉴定标准 GB 50292—1999	8—29—1
工业建筑可靠性鉴定标准 GB 50144—2008	8—30—1
工业构筑物抗震鉴定标准 GB J 117—88	8—31—1
建筑抗震加固技术规程 JGJ 116—2009	8—32—1
砌体结构加固设计规范 GB 50702—2011	8—33—1
建筑钢结构防腐蚀技术规程 JGJ/T 251—2011	8—34—1
混凝土结构加固设计规范 GB 50367—2006	8—35—1
混凝土结构耐久性修复与防护技术规程 JGJ/T 259—2012	8—36—1
既有建筑地基基础加固技术规范 JGJ 123—2012	8—37—1
建筑边坡工程鉴定与加固技术规范 GB 50843—2013	8—38—1
古建筑木结构维护与加固技术规范 GB 50165—92	8—39—1
建筑结构体外预应力加固技术规程 JGJ/T 279—2012	8—40—1
建(构)筑物移位工程技术规程 JGJ/T 239—2011	8—41—1
附:总目录	

中华人民共和国国家标准

高耸结构设计规范

Code for design of high-rising structures

GB 50135—2006

主编部门：上海市建设和交通委员会

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2007年5月1日

中华人民共和国建设部 公 告

第 524 号

建设部关于发布国家标准 《高耸结构设计规范》的公告

现批准《高耸结构设计规范》为国家标准，编号为 GB 50135—2006，自 2007 年 5 月 1 日起实施。其中，第 3.0.4、4.2.1、4.4.1、5.1.1、5.1.2、6.5.5、6.5.6、7.1.1、7.1.3、7.1.4、7.2.5、7.4.1 条为强制性条文，必须严格执行。原《高耸结构设计规范》GBJ 135—90 同时废止。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
二〇〇六年十二月十一日

前 言

本规范根据建设部建标 [1999] 308 号文下达的“关于印发《一九九九年工程建设国家标准制定、修订计划》的通知”的要求，由同济大学会同有关设计、教学、科研和施工单位组成规范修订编制小组，对《高耸结构设计规范》GBJ 135—90 进行了全面的修订。

在修订过程中，开展了许多专题研究，总结了近年来的设计经验，参考了国内外其他有关规范的相关内容，并以研讨会、信函等多种方式征求全国有关单位的意见，经反复修改并组织新老规范的对比试设计，完成了本稿。

修订后的本规范共有 7 章 4 个附录，修订的主要内容有：将规范适用范围扩大，包括了输电高塔和通信塔；根据本轮规范修订的总体格式，增加了第 2 章“术语与符号”；与国家最近颁布的新规范相关内容相协调；规定了各类高耸结构按正常使用极限状态设计时，可变荷载代表值的取值；提出了高耸结构采用振动控制技术的条件；规定了桅杆风振系数的计算；规定了带塔楼高耸结构的温度作用计算；提出了钢塔的埃菲尔效应及相应结构措施；规定了单管塔的径厚比；增加了柔性法兰的计算方法；增加了高耸结构中预应力混凝土的设计规定；建议了高耸结构的基础选型，增加了高耸结构抗拔基础的设计和构造要求；增加了高耸结构桩基础设计的规定；附录中增加了高耸结构中常用的钢材的性能。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释，由同济大学负责具体技术内容的解释。在执行过程中，请各单位结合工程实践总结经验。对本规范的意见和建议，请寄至同济大学建筑工程系《高耸结构设计规范》国家标准管理组（地址：上海市四平路 1239 号，邮编：200092，传真：021-65984889）。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主 编 单 位：同济大学

参 编 单 位：中广电广播电影电视设计研究院
（原国家广播电影电视总局设计院）
中国建筑科学研究院
北京广播电影电视设备制造厂
中国石化集团洛阳石油化工工程公司
中冶长天国际工程有限责任公司
中国电子工程设计院
中国建筑西南设计研究院
中国冶金建设集团包头钢铁设计研究总院
北京市市政工程设计研究总院
电力规划设计总院
华东电力设计院
西北电力设计院
东北电力设计院
西南电力设计院
大连理工大学
东南大学

湖南大学
武汉理工大学
中讯邮电咨询设计院
河北省电力勘察设计研究院
青岛东方铁塔股份有限公司
浙江电联设备工程有限公司

主要起草人：王肇民 马人乐（以下按姓氏笔画为序）

马 星 牛春良 王 俊 王建磊
王墨耕 邓洪洲 乐俊旺 古天纯

刘大晖	何尧章	何建平	何敏娟
宋玉谱	张春奎	张相庭	李爱群
李喜来	杨春田	沈之容	肖克艰
陈俊岭	周 卫	罗命达	娄 宇
荆建中	赵德厚	唐玉德	唐国安
夏福来	徐传衡	徐华刚	秦益芬
黄 新	舒兴平	蒋寿时	蒋演德
韩汇如	鞠建英	瞿伟廉	

目次

1 总则	7—1—5	6 混凝土圆筒形塔	7—1—20
2 术语和符号	7—1—5	6.1 一般规定	7—1—20
2.1 术语	7—1—5	6.2 塔身变形和塔筒截面内力计算	7—1—21
2.2 符号	7—1—5	6.3 塔筒极限承载能力计算	7—1—22
3 基本规定	7—1—7	6.4 塔筒正常使用极限状态计算	7—1—23
4 荷载与作用	7—1—8	6.5 混凝土塔筒的构造要求	7—1—25
4.1 荷载与作用分类	7—1—8	7 地基与基础	7—1—25
4.2 风荷载	7—1—8	7.1 一般规定	7—1—25
4.3 覆冰荷载	7—1—13	7.2 地基计算	7—1—26
4.4 地震作用和抗震验算	7—1—14	7.3 基础设计	7—1—27
4.5 温度作用及作用效应	7—1—15	7.4 基础的抗拔稳定和抗滑稳定	7—1—30
5 钢塔架和桅杆结构	7—1—15	附录 A 材料及连接	7—1—31
5.1 一般规定	7—1—15	附录 B 轴心受压钢构件的 稳定系数	7—1—32
5.2 钢塔桅结构的内力分析	7—1—15	附录 C 在偏心荷载作用下, 圆形、 环形基础基底部分脱开时, 基底 压力计算系数 τ 、 ζ	7—1—33
5.3 钢塔桅结构的变形和整体稳定	7—1—15	附录 D 基础和锚板基础抗拔 稳定计算	7—1—34
5.4 纤绳	7—1—15	本规范用词说明	7—1—35
5.5 轴心受拉和轴心受压构件	7—1—16	附: 条文说明	7—1—36
5.6 偏心受拉和偏心受压构件	7—1—17		
5.7 焊缝连接计算	7—1—18		
5.8 螺栓连接计算	7—1—18		
5.9 法兰盘连接计算	7—1—18		
5.10 钢塔桅结构的构造要求	7—1—20		

1 总 则

1.0.1 为了在高耸结构设计中做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于钢及钢筋混凝土高耸结构,包括广播电视塔、通信塔、导航塔、输电高塔、石油化工塔、大气监测塔、烟囱、排气塔、水塔、矿井架、风力发电塔等构筑物的设计。

1.0.3 本规范是根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 规定的原则制定的。

1.0.4 设计高耸结构和选择结构方案时,应同时考虑钢结构制作、运输、安装和混凝土浇筑、施工以及建成后的环境影响、维护保养等问题。

1.0.5 设计高耸结构时,除遵照本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 高耸结构 high-rising structure

相对高而细的结构,包括钢塔、钢桅杆及钢筋混凝土杆塔等。

2.1.2 钢塔架 steel tower

自立式高耸钢结构。

2.1.3 拉线钢桅杆 guyed steel mast

由立柱和拉索构成的高耸钢结构。

2.1.4 钢筋混凝土圆筒形塔 reinforced concrete cylindrical tower

圆筒状的以钢筋混凝土为材料的自立式高耸结构。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应设计值

A_i ——风压频遇值作用下塔楼处水平位移幅值;

C ——设计时对变形、裂缝等规定的相应限值;

E_h 、 E_v ——水平、竖向地震作用;

F ——力、集中荷载、基础和锚板基础所受的拔力(设计值);

F_E ——结构总水平地震作用;

F_{Ev} ——结构总竖向地震作用;

F_k ——相应于荷载效应标准组合上部结构传至基础的竖向力值;

F_{ji} ——第 i 根桩桩顶在正常使用极限状态下轴向上拔力标准组合值;

F_i 、 F_{vi} ——质点 i 的水平地震作用、竖向地震作用;

G ——永久荷载、结构的重力、基础自重(包括基础上的土重)、桩身的有效重力,水下部分按浮重计;

G_i 、 G_j ——集中于质点 i 、 j 的重力;

G_E ——抗震计算时结构的总重力代表值;

G_s ——土体重量;

G_f ——基础和锚板基础重量;

G_{eq} ——结构等效总重力荷载;

G_k ——基础自重(包括基础上的土重)标准值;

H ——塔的总高度;

M ——力矩或弯矩、弯矩设计值、上部结构传至基础的弯矩(设计值);

M_s ——附加弯矩;

M_k ——相应于荷载效应标准组合下上部结构传至基础的力矩值;

M_C ——横向风振引起的弯矩;

M_A ——顺风向风力引起的弯矩;

M_x 、 M_y ——对 x 轴、 y 轴的弯矩;

N ——轴向力(拉力或压力)及其设计值、纤维拉力、上部结构传至基础的竖向荷载设计值;

N_{Ex}^l ——欧拉临界力;

N_k ——标准荷载作用下的轴向力;

N_m ——截面弯矩在单肢中引起的轴力;

P_k ——上部结构传至基础的水平力;

Q ——可变荷载;

R ——抗力;

S_{Ehk} 、 S_{Evk} ——水平地震作用、竖向地震作用标准值的作用效应值;

S_{Gk} 、 S_{Qk} ——永久荷载、第 i 个可变荷载标准值的荷载效应值;

S ——变形、裂缝等作用效应的代表值;

S_j —— j 振型水平地震作用产生的地震作用效应;

S_C 、 S_A ——横向风振、顺风向风力的荷载效应;

T ——高耸结构的基本自振周期;

T_j ——结构 j 振型的自振周期;

V ——剪力;

V_s ——土体滑动面上剪切抗力的竖向分量之和;

V_f ——缀板的剪力;

V_i ——分配到一个缀板面的剪力;

p ——基底均布荷载设计值;

p_k ——相应于荷载效应标准组合下基础底面平均压力代表值;

$p_{k,max}$ ——相应于荷载效应标准组合下基础边缘的最大压力代表值;

$p_{k,min}$ ——相应于荷载效应标准组合下基础边缘的最小压力代表值;

p_{max} ——基底边缘最大压力设计值;

p_x ——计算截面 $x-x$ 处的基底压力设计值;

p_0 ——基础底面处平均附加压力计算值;

q ——塔筒线分布重力;

q_s 、 q_l ——单位面积上、单位长度上的覆冰重力荷载;

r ——桅杆杆身最不利风荷载效应;

v_{cr} ——临界风速;

w_k ——作用在高耸结构 z 高度处单位面积上的风荷载标准值;

w_0 ——基本风压值;

$w_{1,0}$ ——横向共振引起的等效静风载;

σ_x 、 σ_y ——迎风面、背风面混凝土的压应力;

σ_s ——迎风面纵向钢筋的应力;

σ_{sv} ——在标准荷载以及温度作用下的纵向钢筋拉应力;

σ_{sT} ——温度作用下钢筋拉应力;

τ ——焊缝剪应力;

τ_x 、 τ_y ——垂直于焊缝长度方向、沿焊缝长度方向的焊缝应力;

ω_i ——结构振动第 i 阶圆频率;

Δu ——水平位移;

$\Delta u'$ ——层间水平位移。

2.2.2 计算指标

E ——钢材的弹性模量;
 E_c ——混凝土的弹性模量;
 E_s ——钢筋、钢丝绳的弹性模量;
 N^b ——每个螺栓承载力设计值;
 N_c^b, N_t^b, N_v^b ——每个螺栓的承压、抗拉、抗剪承载力设计值;
 f ——钢材、钢丝绳强度设计值;
 f_c^b, f_t^b, f_v^b ——螺栓的承压、抗拉、抗剪强度设计值;
 f_c ——混凝土的抗压强度设计值;
 f_a ——修正后的地基承载力特征值;
 f_{ak} ——地基承载力特征值;
 f_i ——桩穿过的各分层土的极限摩阻力;
 f_k ——材料强度的标准值;
 f_{SE} ——地基抗震承载力设计值;
 f_s ——钢筋强度设计值、地基承载力设计值;
 f_{tk} ——混凝土抗拉强度标准值;
 f_u ——钢材抗拉强度、钢丝绳的破坏强度;
 f_y ——钢材屈服强度;
 f_w^c, f_w^t, f_w^v ——对接焊缝的抗压、抗拉、抗剪强度设计值;
 f_w^c ——角焊缝的(抗压、抗拉、抗剪)强度设计值。

2.2.3 几何参数

A ——截面面积、毛截面面积、基础底面积;
 A_0 ——锚栓孔面积、换算截面面积;
 A_n ——净截面面积;
 A_u, A_{nu} ——格构式构件的单肢毛截面面积、净截面面积;
 A_s ——钢筋截面面积;
 B ——基础底面宽度(最小边长);或力矩作用方向的基础底面边长;
 H ——高耸结构的总高度;
 H_0 ——基础高度;
 I ——截面惯性矩;
 I_0 ——换算截面惯性矩;
 I_n ——净截面惯性矩;
 L ——基础底面长度;
 S ——作用(荷载)效应、截面对某轴的面积矩;
 W ——截面抗弯模量;
 W_n ——净截面抗弯模量;
 W_x, W_y ——对 x 轴、 y 轴的截面抗弯模量;
 W_i ——毛截面抗弯模量;
 a ——级板中到中的距离、振动加速度、合力作用点到基础底面最大压力边的距离;
 a_c ——圆(环)形基础的基底受压面宽度;
 a_k ——构件截面几何参数标准值;
 a_x, a_y ——合力作用点至 e_x 一侧、 e_y 一侧基础边的距离;
 b ——基本覆冰厚度、平行于 x 轴的基础边长;
 d ——螺栓直径、基础埋置深度、桩身直径、圆柱体直径;
 d_s ——螺栓(螺纹处)的有效直径;
 d_0 ——螺栓孔径;
 e_x —— x 方向的偏心距;
 e_y —— y 方向的偏心距;
 e_{ok} ——轴向力对截面重心的偏心距(标准荷载作用时);
 h ——高度、截面高度;
 h_{cr} ——土重法计算的临界深度;
 h_t ——角焊缝的焊脚尺寸;
 h_i ——计算截面 i 的高度、集中质点 i 的高度;
 h_i ——基础上拔深度;
 i ——(塔筒)截面的回转半径;
 l ——长度;
 l_i ——桩穿过的各分层土的厚度;

l_0 ——杆件的计算长度;
 $l_x(H), l_x(0)$ ——结构顶部与底部宽度;
 l_w ——(角)焊缝的计算长度;
 r_{co} ——截面核心距(半径);
 r ——塔筒壁厚中线的半径;
 $1/r_c$ ——塔筒代表截面处的弯曲变形曲率;
 s ——基础沉降量;
 t ——连接件的厚度,筒壁厚度;
 u_p ——桩的截面周长;
 α ——角度、受压区的半角系数;
 α_0 ——土体计算的抗拔角;
 α_k ——几何参数的标准值;
 θ ——孔洞的半角(弧度);
 λ ——构件长细比;
 λ_0 ——弹性支点之间杆身换算长细比;
 φ ——截面受压区半角。

2.2.4 计算系数及其他

A ——压缩系数;
 c ——凝聚力;
 E_a ——主动土压力;
 Re ——雷诺数;
 $R(\cdot)$ ——结构构件的抗力函数;
 R_M, R_N ——截面抗弯、抗压承载力;
 e ——孔隙比;
 Δt ——温度差;
 u_i, u_j —— i, j 点的水平位移;
 u_{jn} —— j 振型在 i 点处的相对位移;
 α_h ——桩与土之间抗拔极限摩阻力与受压极限摩阻力间的折减系数;
 α_{cr} ——(计算裂缝宽度)与构件受力有关的特征系数;
 α_E ——钢筋和混凝土的弹性模量比值;
 α_j ——相应于周期 T_j 的水平地震影响系数;
 α_{max} ——水平地震影响系数的最大值;
 $\alpha_{v, max}$ ——竖向地震影响系数的最大值;
 α_T ——混凝土的温度线膨胀系数;
 α_1 ——受拉钢筋的半角系数;
 α_1 ——与直径有关的覆冰厚度修正系数;
 α_2 ——覆冰厚度的高度递增系数;
 β_z —— z 高度处的风振系数;
 β_0 ——风振系数动力部分的基本值;
 β_{mx}, β_{ix} ——压弯构件弯矩作用平面内、平面外的等效弯矩系数;
 γ ——覆冰重度;
 γ_0 ——高耸结构重要性系数;
 γ_{eh}, γ_{ev} ——水平、竖向地震作用的分项系数;
 γ_G, γ_Q ——永久荷载、可变荷载的荷载分项系数;
 γ_j —— j 振型的参与系数;
 γ_{R1} ——土体重的抗拔稳定系数;
 γ_{R2} ——基础重的抗拔稳定系数;
 γ_R ——结构抗力分项系数;
 γ_{RE} ——抗力抗震调整系数;
 γ_w ——风荷载分项系数、抗震计算时风荷载分项系数;
 γ_c ——桩侧抗阻力分项系数;
 ϵ_1 ——风压脉动和高度变化等的影响系数;
 ϵ_2 ——振型、结构外形的影响系数;
 ϵ_q ——综合考虑风压脉动、高度变化及振型影响的系数;
 ζ ——结构阻尼比;
 η ——风振系数(动力部分)基本值的调整系数;

η_k ——考虑脉动风荷载沿竖向空间相关的折减系数；
 μ ——地基的摩擦系数；
 μ_1 ——横向力系数；
 μ_k ——风荷载体型系数；
 μ_z —— z 高度处风压变化系数；
 μ_{s1} ——风压脉动系数；
 ν ——计算裂缝宽度时与纵向受拉钢筋表面特征有关的系数；
 ξ ——脉动增大系数、杆身刚度折减系数、受压区相对高度；
 φ_b ——受弯构件的整体稳定系数；
 φ ——轴心受压构件稳定系数；
 ϕ ——挡风系数；
 ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数、环形基础底板外形系数；
 ψ_c ——可变荷载的组合值系数；
 ψ_q ——可变荷载的准永久值系数；
 ψ_f ——可变荷载的频遇值系数；
 ψ_w ——抗震计算时风荷载组合值系数；
 ψ_1 ——钢丝绳扭转强度调整系数；
 ψ_2 ——钢丝强度不均匀系数；
 ω ——塔筒水平截面的特征系数；
 ρ ——纵向钢筋的配筋率。

3 基本规定

- 3.0.1 高耸结构在规定的设计使用年限内应具有足够的可靠度。结构可靠度可采用以概率理论为基础的极限状态设计方法分析确定。
- 3.0.2 本规范采用的设计基准期为 50 年。
- 3.0.3 高耸结构在规定的设计使用年限内应满足下列功能要求：
- 1 在正常施工和正常使用时，能承受可能出现的各种作用。
 - 2 在正常使用时具有良好的工作性能。
 - 3 在正常维护下具有足够的耐久性能。
 - 4 在设计规定的偶然事件发生时及发生后，仍能保持必须的整体稳定性。
- 3.0.4 高耸结构设计时，应根据结构破坏可能产生的后果（危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等）的严重性，采用不同的安全等级。高耸结构安全等级的划分应符合表 3.0.4 的要求。

表 3.0.4 高耸结构的安全等级

安全等级	破坏后果	高耸结构类型示例
一级	很严重	重要的高耸结构
二级	严重	一般的高耸结构

结构重要性系数 γ_0 应按下列规定采用：

- 1 对安全等级为一级或设计使用年限为 100 年及以上的结构构件，不应小于 1.1。
- 2 对安全等级为二级或设计使用年限为 50 年的结构构件，不应小于 1.0。

注：对特殊高耸结构，其安全等级和结构重要性系数应由建设方根据具体情况另行确定，且不应低于本条的要求。

- 3.0.5 极限状态分为下列两类：

- 1 承载能力极限状态。这种极限状态对应于结构或结构构件达到最大承载能力或不适于继续承载的变形。
 - 2 正常使用极限状态。这种极限状态对应于结构或结构构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值。
- 3.0.6 对于承载能力极限状态，高耸结构及构件应按荷载效应的

基本组合和偶然组合进行设计。

- 1 基本组合应采用下列极限状态设计表达式中最不利值确定：

- 1) 由可变荷载效应控制的组合：

$$\gamma_0 (\gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik}) \leq R(\gamma_R, f_k, a_k, \dots) \quad (3.0.6-1)$$

- 2) 由永久荷载效应控制的组合：

$$\gamma_0 (\gamma_G S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik}) \leq R(\gamma_R, f_k, a_k, \dots) \quad (3.0.6-2)$$

式中 γ_0 ——高耸结构重要性系数，见表 3.0.4；

γ_G ——永久荷载分项系数，按表 3.0.6-1 采用；

表 3.0.6-1 永久荷载分项系数

荷载效应对结构有利与否	控制荷载或结构计算内容	γ_G
不利	由可变荷载控制	1.2
	由永久荷载控制	1.35
有利	一般结构计算	1.0
	倾覆、滑移验算	0.9

注：初始状态下导线或纤维绳张力的 $\gamma_G = 1.4$ 。

γ_{Q1} 、 γ_{Qi} ——第一个可变荷载、其他第 i 个可变荷载的分项系数，一般用 1.4；对温度作用可用 1.0；可变荷载效应对结构有利时，分项系数为 0；

S_{Gk} ——按永久荷载标准值 G_k 计算的荷载效应值；

S_{Qik} ——按可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值；

ψ_{ci} ——可变荷载 Q_i 的组合值系数，按表 3.0.6-2 采用；

n ——参与组合的可变荷载数；

$R(\cdot)$ ——结构抗力函数；

γ_R ——结构抗力分项系数，其值应符合各类材料的结构设计规范要求；

f_k ——材料性能的标准值；

a_k ——几何参数的标准值，当几何参数的变异对结构构件有明显影响时可另增减一个附加值 Δ ，考虑其不利影响。

表 3.0.6-2 不同荷载基本组合中可变荷载组合值系数表

荷载组合		可变荷载组合值系数				
		ψ_{cw}	ψ_{cl}	ψ_{cA}	ψ_{cT}	ψ_{cL}
I	$G + w + L$	1.0	—	—	—	0.7
II	$G + I + w + L$	0.6	1.0	—	—	0.7
III	$G + A + w + L$	0.6	—	1.0	—	0.7
IV	$G + T + w + L$	0.6	—	—	1.0	0.7

注：1 G 表示自重等永久荷载， w 、 A 、 I 、 T 、 L 分别表示风荷载、安装检修荷载、覆冰荷载、温度作用和塔楼楼面或平台的活荷载。

2 对于带塔楼或平台的高耸结构，塔楼顶及外平台面的活载准永久值加雪荷载组合值大于活载组合值时，该平台活载组合值改为准永久值，即 ψ_{cl} 均改为 0.4，而雪荷载组合系数 ψ_{cA} 在组合 I、II、III、IV 中均取 0.7。

3 在组合 II 中 ψ_{cw} 可取 0.25~0.7，但对覆冰后冬季风很大的区域，应根据调查选用相应的值。

4 在组合 III 中， ψ_{cw} 可取 0.6，但对于临时固定状态的结构遭遇强风时，应取 $\psi_{cw} = 1.0$ ，且按临时固定状况验算。

- 2 偶然组合：

高耸结构在偶然组合承载能力极限状态验算中，偶然作用的代表值不乘分项系数，与偶然作用同时出现的可变荷载，应根据观测资料和工程经验采用适当的代表值。具体的表达式及参数，应按有关规范确定。

- 3.0.7 高耸结构抗震设计时基本组合应采用下列极限状态表达式：

$$\gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \psi_{we} \gamma_w S_{wk} \leq R/\gamma_{RE} \quad (3.0.7)$$

式中 γ_{Eh} 、 γ_{Ev} ——水平、竖向地震作用的分项系数，应按表 3.0.7 的规定采用；

γ_w ——风荷载分项系数，应取 1.4；

$S_{G,E}$ ——重力荷载代表值的效应,可按本规范第 4.4.9 条采用;

$S_{E,hk}$ ——水平地震作用标准值的作用效应值;

$S_{E,vk}$ ——竖向地震作用标准值的作用效应值;

S_{wk} ——风荷载标准值的效应;

ψ_{wk} ——抗震基本组合中的风荷载组合值系数,可取 0.2;

R ——抗力,按本规范各章的有关规定计算;

γ_{RE} ——抗力抗震调整系数,按有关规范取值。

表 3.0.7 地震作用分项系数

考虑地震作用的情况	γ_{Eh}	γ_{Ev}
仅考虑水平地震作用	1.3	—
仅考虑竖向地震作用	—	1.3
同时考虑水平与竖向地震作用	1.3	0.5

3.0.8 对于正常使用极限状态,应根据不同的设计要求,分别采用荷载的短期效应组合(标准组合或频遇组合)和长期效应组合(准永久组合)进行设计,使变形、裂缝等作用效应的代表值符合下式要求:

$$S \leq C \quad (3.0.8-1)$$

式中 S ——变形、裂缝等作用效应的代表值;

C ——设计时对变形、裂缝等规定的相应限值,应符合本规范第 3.0.10 条的规定。

1 标准组合:

$$S = S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{Qi} S_{Qik} \quad (3.0.8-2)$$

2 频遇组合:

$$S = S_{Gk} + \psi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{fi} S_{Qik} \quad (3.0.8-3)$$

3 准永久组合:

$$S = S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \psi_{pi} S_{Qik} \quad (3.0.8-4)$$

式中 ψ_{f1} ——第 1 个可变荷载的频遇值系数,按表 3.0.8 取值;

ψ_{pi} ——第 i 个可变荷载的准永久值系数,按表 3.0.8 取值。

表 3.0.8 高耸结构常用可变荷载的组合值、频遇值、准永久值系数表

荷载类别	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_p
风载	0.6(0.2)	0.4	0
塔楼楼面活载	0.7	0.6	0.5
外平台及塔楼屋面活载	0.7	0.5	0.4
雪荷载	地区 I	0.7	0.5
	地区 II	0.7	0.2
	地区 III	0.7	0

注:1 雪荷载的分区按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的附录执行。

2 风的 ψ_c 仅在验算抗震时用 0.2。

3.0.9 高耸结构按正常使用极限状态设计时可变荷载代表值可按表 3.0.9 选取:

表 3.0.9 高耸结构按正常使用极限状态设计时可变荷载代表值

序号	高耸结构类别	验算内容	可变荷载代表值选用
1	微波塔	天线标高处角位移	标准值
2	带塔楼电视塔	塔楼处剪切变形	标准值
3	带塔楼电视塔	塔楼处加速度	频遇值
4	钢筋混凝土塔或烟囱	裂缝宽度验算	标准值
5	所有高耸结构	地基沉降及不均匀沉降验算	准永久值(频遇值)
6	所有高耸结构	顶点水平位移	标准值
7	非线性变形较大的高耸结构	计算非线性变形及其对结构的不利影响	设计值

注:风玫瑰图呈严重偏心的地区,计算地基不均匀沉降时可用频遇值作为风荷载的代表值。

3.0.10 高耸结构正常使用极限状态的控制条件应符合下列规定:

1 对于装有方向性较强(如微波塔、电视塔)或工艺要求较严格(如石油化工塔)的设备的高耸结构,在不均匀日照温度或风荷载(标准值)作用下,在设备所在位置的塔身角位移应满足工艺要求。

2 在风荷载或常遇地震作用下,塔楼处的剪切变形不宜大于 1/300。

3 在风荷载的动力作用下,设有游览设施或有人在塔楼值班的塔,塔楼处振动加速度幅值 $A_t \omega_1^2$ 不应大于 200 mm/s^2 。其中对常有常驻值班人员的塔楼 A_t 为风压频遇值作用下塔楼处水平位移幅值,其值为结构对应点在 $0.4u_0$ 作用下的位移值与 $0.4\mu_z \mu_s u_0$ 作用下的位移值之差, ω_1 为基频;对仅有游客的塔楼可按照实际情况取 A_t 为 6~7 级风作用下水平位移幅值。

4 在各种荷载标准值组合作用下,钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度不应大于 0.2 mm 。

5 高耸结构的基础沉降应按本规范第 7.2.5 条控制。

6 高耸结构在以风为主的荷载标准组合及以地震作用为主的荷载标准组合下的水平位移,不得大于表 3.0.10 的规定。

表 3.0.10 高耸结构水平位移限值

结构 类型	以风为主的荷载标准组合作用下			以地震作用为主的 荷载标准组合作用下		
	按线性分析	按非线性分析				
自立塔	$\Delta u/H$	1/75	1/50		$\Delta u/H$	1/100
桅杆	$\Delta u/H$	—	1/75		$\Delta u/H$	1/100
	$\Delta u'/h$	—	1/50			

注:1 Δu ——水平位移(与分母代表的高度对应);

$\Delta u'$ ——纤绳层间水平位移差(与分母代表的高度对应);

H ——总高度;

h ——纤绳之间距。

2 高耸结构中的单管塔的水平位移限值可比表 3.0.10 所列限值适当放宽,具体限值根据各行业标准确定。但同时应按荷载的设计值对塔身进行非线性承载能力极限状态验算,并将塔脚处非线性作用传给基础进行验算。

3 对于下部为混凝土结构,但上部为钢结构的自立式塔,总体位移控制条件不变。对下部混凝土结构,还应符合结构变形及开裂的有关规定。

3.0.11 对于变形控制的高耸结构,宜采用适当的振动控制技术来减小结构变形及加速度。

4 荷载与作用

4.1 荷载与作用分类

4.1.1 高耸结构上的荷载与作用可分为下列三类:

1 永久荷载:结构自重,固定的设备重,物料重,土重,土压力,初始状态下索线或纤绳的拉力,结构内部的预应力,地基变形等。

2 可变荷载:风荷载,覆冰荷载,常遇地震作用,雪荷载,安装检修荷载,塔楼楼面或平台的活荷载,温度变化等。

3 偶然荷载:索线断线,撞击、爆炸、罕遇地震作用等。

4.1.2 本规范仅列出风荷载、覆冰荷载及地震作用的标准值,其他荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

4.2 风荷载

4.2.1 垂直作用于高耸结构表面单位面积上的风荷载标准值应按下式计算:

$$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0 \quad (4.2.1)$$

式中 w_k ——作用在高耸结构 z 高度处单位投影面积上的风荷载标准值(kN/m^2 ,按风向投影);

w_0 ——基本风压(kN/m^2),其取值不得小于 0.35 kN/m^2 ;

μ_z —— z 高度处的风压高度变化系数;

μ_s ——风荷载体型系数;

β_z —— z 高度处的风振系数。

4.2.2 基本风压 w_0 系以当地比较空旷平坦地面、离地 10m 高、统计 50 年一遇的 10min 平均最大风速为标准,其值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用,且符合本规范第 4.2.1 条的规定。

4.2.3 当城市或建设地点的基本风压值在现行国家标准《建

筑结构荷载规范》GB 50009 全国基本风压图上没有给出时,其基本风压值可根据当地年最大风速资料,按基本风压定义,通过统计分析确定,分析时应考虑样本数量的影响。当地没有风速资料时,可根据附近地区规定的基本风压或长期资料,通过气象和地形条件的对比分析确定;也可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中全国基本风压分布图近似确定。

4.2.4 山区及偏僻地区的 10m 高处的风压,应通过实地调查和对比观察分析确定。一般情况可按附近地区的基本风压乘以下列调整系数采用:

- 1 对于山间盆地、谷地等闭塞地形,调整系数为 0.75~0.85。
- 2 对于与风向一致的谷口、山口,调整系数为 1.20~1.50。

4.2.5 沿海海面和海岛的 10m 高的风压,当缺乏实际资料时,可按邻近陆上基本风压乘以表 4.2.5 规定的调整系数采用。

表 4.2.5 海面和海岛的基本风压调整系数

海面和海岛距海岸距(km)	调整系数
<40	1.0
40~60	1.0~1.1
60~100	1.1~1.2

4.2.6 风压高度变化系数,对于平坦或稍有起伏的地形,应根据地面粗糙度类别按表 4.2.6-1 确定。

表 4.2.6-1 风压高度变化系数 μ_z

离地面或海平面高度(m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.17	1.00	0.74	0.62
10	1.38	1.00	0.74	0.62
15	1.52	1.14	0.74	0.62
20	1.63	1.25	0.84	0.62
30	1.80	1.42	1.00	0.62
40	1.92	1.56	1.13	0.73
50	2.03	1.67	1.25	0.84
60	2.12	1.77	1.35	0.93
70	2.20	1.86	1.45	1.02
80	2.27	1.95	1.54	1.11
90	2.34	2.02	1.62	1.19
100	2.40	2.09	1.70	1.27
150	2.64	2.38	2.03	1.61
200	2.83	2.61	2.30	1.92
250	2.99	2.80	2.54	2.19
300	3.12	2.97	2.75	2.45
350	3.12	3.12	2.94	2.68
400	3.12	3.12	3.12	2.91
≥450	3.12	3.12	3.12	3.12

- 1 地面粗糙度可分为 A、B、C、D 四类:
 - A 类指近海海面、海岛、海岸、湖岸及沙漠地区;
 - B 类指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的中小城市郊区;
 - C 类指有密集建筑群的中等城市市区;
 - D 类指有密集建筑群但房屋较高的大城市市区。
- 2 在确定城区的地面粗糙度类别时,若无实测资料时,可按下述原则近似确定:
 - 1) 以拟建高耸结构为中心,2km 为半径的迎风半圆影响范

- 围内的建筑及构筑物密集度来区分粗糙度类别,风向以该地区最大风的风向为准,但也可取其主导风。
- 2) 以半圆影响范围内建筑及构筑物平均高度 h 来划分地面粗糙度类别:当 $h \geq 18m$,为 D 类, $9m \leq h < 18m$,为 C 类, $h < 9m$,为 B 类。
- 3) 影响范围内不同高度的面域按下述原则确定,即每座建筑物向外延伸距离为其高度的面域内均为该高度,当不同高度的面域相交时,交叠部分的高度取大者。
- 4) 平均高度 $\bar{h}$ 取各面域面积为权重计算。
- 3 对于山区的高耸结构,风压高度变化系数除可按平坦地面的粗糙度类别由表 4.2.6-1 确定外,宜考虑地形条件的修正,修正系数 η 分别按下述规定采用:
 - 1) 对于山峰和山坡,其顶部 B 处构筑物在高度 z 处的修正系数 η_{zB} 可按表 4.2.6-2 确定。

表 4.2.6-2 爬坡增值效应系数最大值 η_{zB}

z/h	$\tan\alpha$				
	0.00	0.10	0.20	0.30	≥ 0.33
0.00	1.00	1.56	2.25	3.06	3.35
0.25	1.00	1.50	2.10	2.81	3.05
0.50	1.00	1.44	1.96	2.56	2.77
0.75	1.00	1.38	1.82	2.33	2.50
1.00	1.00	1.32	1.69	2.10	2.24
1.25	1.00	1.27	1.56	1.89	2.00
1.50	1.00	1.21	1.44	1.69	1.77
1.75	1.00	1.16	1.32	1.50	1.55
2.00	1.00	1.10	1.21	1.32	1.35
2.25	1.00	1.05	1.10	1.16	1.17
2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- 2) 对于山峰和山坡的其他部位,可按图 4.2.6 所示,取 A、C 处的修正系数 η_A 、 η_C 为 1, AB 间和 BC 间的修正系数按 η 的线性插值确定。
- 3) $z/h \geq 2.5$ 时, η_{zB} 均为 1.0。

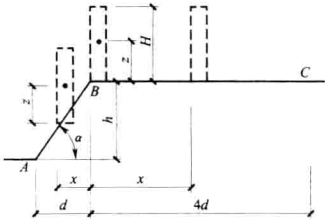
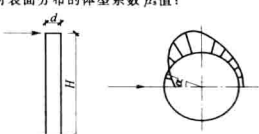
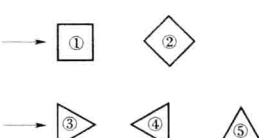


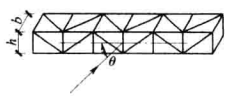
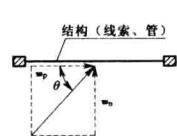
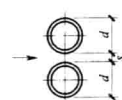
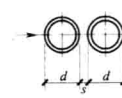
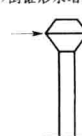
图 4.2.6 山坡或悬崖示意图

- 4.2.7 高耸结构的风荷载体型系数 μ_s ,可按下列规定采用:
 - 1 高耸结构体型如在现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中列出时,可按该规定采用。
 - 2 高耸结构体型如未在现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中列出但与表 4.2.7 所列结构体型相似时,可按该表规定采用。
 - 3 高耸结构体型与表 4.2.7 所列体型不同,而又无参考资料可以借鉴以及特别重要或体型复杂时,宜由风洞试验确定。

表 4.2.7 风荷载体型系数

项次	结构类型	结构体型及体型系数 μ_s																																																																																							
1	悬臂结构	1)局部计算时表面分布的体型系数 μ_{s1}值:  <table><tr><th>α</th><th>$H/d \geq 25$</th><th>$H/d = 7$</th><th>$H/d = 1$</th></tr><tr><td>0°</td><td>+1.0</td><td>+1.0</td><td>+1.0</td></tr><tr><td>15°</td><td>+0.8</td><td>+0.8</td><td>+0.8</td></tr><tr><td>30°</td><td>+0.1</td><td>+0.1</td><td>+0.1</td></tr><tr><td>45°</td><td>-0.9</td><td>-0.8</td><td>-0.7</td></tr><tr><td>60°</td><td>-1.9</td><td>-1.7</td><td>-1.2</td></tr><tr><td>75°</td><td>-2.5</td><td>-2.2</td><td>-1.5</td></tr><tr><td>90°</td><td>-2.6</td><td>-2.2</td><td>-1.7</td></tr><tr><td>105°</td><td>-1.9</td><td>-1.7</td><td>-1.2</td></tr><tr><td>120°</td><td>-0.9</td><td>-0.8</td><td>-0.7</td></tr><tr><td>135°</td><td>-0.7</td><td>-0.6</td><td>-0.5</td></tr><tr><td>150°</td><td>-0.6</td><td>-0.5</td><td>-0.4</td></tr><tr><td>165°</td><td>-0.6</td><td>-0.5</td><td>-0.4</td></tr><tr><td>180°</td><td>-0.6</td><td>-0.5</td><td>-0.4</td></tr></table> 注:表中数值适用于 $\mu_s w_0 d^2 \geq 0.02$ 的表面光滑情况,其中 w_0 以 kN/m^2 计,d 以 m 计。 2)整体计算时的体型系数 μ_{s2} 值:  <table><tr><th rowspan="2">截面</th><th rowspan="2">风向</th><th colspan="3">H/d</th></tr><tr><th>25</th><th>7</th><th>1</th></tr><tr><td rowspan="2">正方形</td><td>垂直于一边</td><td>2</td><td>1.4</td><td>1.3</td></tr><tr><td>沿对角线</td><td>1.5</td><td>1.1</td><td>1.0</td></tr><tr><td>正六及正八边形</td><td>任意</td><td>1.4</td><td>1.2</td><td>1.0</td></tr><tr><td rowspan="2">圆形</td><td>粗糙</td><td>0.9</td><td>0.8</td><td>0.7</td></tr><tr><td>光滑</td><td>0.6</td><td>0.5</td><td>0.45</td></tr></table> 注:1 表中圆形结构的 μ_{s2} 值适用于 $\mu_s w_0 d^2 \geq 0.02$ 的情况。d 以 m 计,w_0 为基本风压,以 kN/m^2 计。 2 表中“光滑”系指钢、混凝土等圆形结构的表面情况;“粗糙”系指结构表面有凸出肋条的情况。	α	$H/d \geq 25$	$H/d = 7$	$H/d = 1$	0°	+1.0	+1.0	+1.0	15°	+0.8	+0.8	+0.8	30°	+0.1	+0.1	+0.1	45°	-0.9	-0.8	-0.7	60°	-1.9	-1.7	-1.2	75°	-2.5	-2.2	-1.5	90°	-2.6	-2.2	-1.7	105°	-1.9	-1.7	-1.2	120°	-0.9	-0.8	-0.7	135°	-0.7	-0.6	-0.5	150°	-0.6	-0.5	-0.4	165°	-0.6	-0.5	-0.4	180°	-0.6	-0.5	-0.4	截面	风向	H/d			25	7	1	正方形	垂直于一边	2	1.4	1.3	沿对角线	1.5	1.1	1.0	正六及正八边形	任意	1.4	1.2	1.0	圆形	粗糙	0.9	0.8	0.7	光滑	0.6	0.5	0.45
α	$H/d \geq 25$	$H/d = 7$	$H/d = 1$																																																																																						
0°	+1.0	+1.0	+1.0																																																																																						
15°	+0.8	+0.8	+0.8																																																																																						
30°	+0.1	+0.1	+0.1																																																																																						
45°	-0.9	-0.8	-0.7																																																																																						
60°	-1.9	-1.7	-1.2																																																																																						
75°	-2.5	-2.2	-1.5																																																																																						
90°	-2.6	-2.2	-1.7																																																																																						
105°	-1.9	-1.7	-1.2																																																																																						
120°	-0.9	-0.8	-0.7																																																																																						
135°	-0.7	-0.6	-0.5																																																																																						
150°	-0.6	-0.5	-0.4																																																																																						
165°	-0.6	-0.5	-0.4																																																																																						
180°	-0.6	-0.5	-0.4																																																																																						
截面	风向	H/d																																																																																							
		25	7	1																																																																																					
正方形	垂直于一边	2	1.4	1.3																																																																																					
	沿对角线	1.5	1.1	1.0																																																																																					
正六及正八边形	任意	1.4	1.2	1.0																																																																																					
圆形	粗糙	0.9	0.8	0.7																																																																																					
	光滑	0.6	0.5	0.45																																																																																					
2	型钢及组合型钢结构																																																																																								
3	塔架	 1)角钢塔架的整体体型系数 μ_{s3} 值: <table><tr><th rowspan="3">s/d</th><th colspan="3">方 形</th><th>三角形</th></tr><tr><th rowspan="2">风向①</th><th colspan="2">风向②</th><th rowspan="2">任意风向 ③④⑤</th></tr><tr><th>单角钢</th><th>组合角钢</th></tr><tr><td>≤ 0.1</td><td>2.6</td><td>2.9</td><td>3.1</td><td>2.4</td></tr><tr><td>0.2</td><td>2.4</td><td>2.7</td><td>2.9</td><td>2.2</td></tr><tr><td>0.3</td><td>2.2</td><td>2.4</td><td>2.7</td><td>2.0</td></tr><tr><td>0.4</td><td>2.0</td><td>2.2</td><td>2.4</td><td>1.8</td></tr><tr><td>0.5</td><td>1.9</td><td>1.9</td><td>2.0</td><td>1.6</td></tr></table> 注:1 挡风系数 $\phi = \frac{\text{迎风面杆件和节点净投影面积}}{\text{迎风面轮廓面积}}$,均按塔架迎风面的一个塔面计算。 2 六边形及八边形塔架的 μ_{s3} 值,可近似地按上表方形塔架参照对应的风向①或②采用。 2)管子及圆钢塔架的整体体型系数 μ_{s3} 值: 当 $\mu_s w_0 d^2 \leq 0.003$ 时,μ_{s3} 值按角钢塔架的 μ_{s3} 值乘 0.8 采用; 当 $\mu_s w_0 d^2 \geq 0.02$ 时,μ_{s3} 值按角钢塔架的 μ_{s3} 值乘 0.6 采用; 当 $0.003 < \mu_s w_0 d^2 < 0.02$ 时,μ_{s3} 值按插入法计算。 当高耸结构由不同类型截面组合而成时,应按不同类型杆件迎风面积加权平均选用 μ_{s3} 值。	s/d	方 形			三角形	风向①	风向②		任意风向 ③④⑤	单角钢	组合角钢	≤ 0.1	2.6	2.9	3.1	2.4	0.2	2.4	2.7	2.9	2.2	0.3	2.2	2.4	2.7	2.0	0.4	2.0	2.2	2.4	1.8	0.5	1.9	1.9	2.0	1.6																																																			
s/d	方 形			三角形																																																																																					
	风向①	风向②		任意风向 ③④⑤																																																																																					
		单角钢	组合角钢																																																																																						
≤ 0.1	2.6	2.9	3.1	2.4																																																																																					
0.2	2.4	2.7	2.9	2.2																																																																																					
0.3	2.2	2.4	2.7	2.0																																																																																					
0.4	2.0	2.2	2.4	1.8																																																																																					
0.5	1.9	1.9	2.0	1.6																																																																																					

续表 4.2.7

项次	结构类型	结构体型及体型系数 μ_s																																																
4	格构式 横梁	1) 矩形横梁:  $\phi = \frac{\text{横梁正面投影面积}}{\text{横梁正面轮廓面积}}$ ① 当风向垂直于横梁 ($\theta = 90^\circ$) 时,横梁的整体体型系数 μ_s 值: <table><tr><th>ϕ</th><th>b/h</th><th>≤ 1</th><th>2</th><th>4</th><th>≥ 6</th></tr><tr><td>≤ 0.1</td><td>2.6</td><td>2.6</td><td>2.6</td><td>2.6</td><td>2.6</td></tr><tr><td>0.2</td><td>2.4</td><td>2.5</td><td>2.6</td><td>2.6</td><td>2.6</td></tr><tr><td>0.3</td><td>2.2</td><td>2.3</td><td>2.3</td><td>2.3</td><td>2.4</td></tr><tr><td>0.4</td><td>2.0</td><td>2.1</td><td>2.2</td><td>2.2</td><td>2.3</td></tr><tr><td>≥ 0.5</td><td>1.8</td><td>1.9</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.1</td></tr></table> ② 当风向不与横梁垂直时,横梁的整体体型系数 μ_s 值: <table><tr><th>θ</th><th>μ_{sn}</th><th>μ_{sp}</th></tr><tr><td>90°</td><td>1.0 μ_s</td><td>0</td></tr><tr><td>45°</td><td>0.5 μ_s</td><td>0.21 μ_s</td></tr><tr><td>0°</td><td>0</td><td>0.40 μ_s</td></tr></table> 注:1 μ_{sn}、μ_{sp} 分别为垂直和平行于横梁的体型系数分量。 2 μ_s 为风向垂直于横梁时的整体体型系数。 3 计算 μ_{sn} 及 μ_{sp} 时,均以横梁正面面积为准。 2) 三角形横梁的整体体型系数可按矩形横梁的值乘以 0.9 采用。 3) 管子及圆钢组成的横梁可参照项次 3 中 2) 的方法计算整体体型系数 μ_s 的值。	ϕ	b/h	≤ 1	2	4	≥ 6	≤ 0.1	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	0.2	2.4	2.5	2.6	2.6	2.6	0.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	0.4	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	≥ 0.5	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	θ	μ_{sn}	μ_{sp}	90°	1.0 μ_s	0	45°	0.5 μ_s	0.21 μ_s	0°	0	0.40 μ_s
ϕ	b/h	≤ 1	2	4	≥ 6																																													
≤ 0.1	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6																																													
0.2	2.4	2.5	2.6	2.6	2.6																																													
0.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4																																													
0.4	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3																																													
≥ 0.5	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1																																													
θ	μ_{sn}	μ_{sp}																																																
90°	1.0 μ_s	0																																																
45°	0.5 μ_s	0.21 μ_s																																																
0°	0	0.40 μ_s																																																
5	架空线、 悬索、 管材等	 当 $\mu_s w_0 d^2 \leq 0.003$, $\mu_{sn} = 1.2 \sin^2 \theta$; 当 $\mu_s w_0 d^2 \geq 0.02$, $\mu_{sn} = 0.7 \sin^2 \theta$; 当 $0.003 < \mu_s w_0 d^2 < 0.02$ 时, μ_{sn} 按插入法计算。 注: μ_{sn} 为作用于结构的垂直风向分量 w_n 的体型系数;作用于结构的平行风向分量 w_p 的体型系数 μ_{sp} 影响较小,可不计。																																																
6	架空管道	1) 上下双管:  整体体型系数 μ_{s3} 值 <table><tr><th>s/d</th><th>≤ 0.25</th><th>0.5</th><th>0.75</th><th>1.0</th><th>1.5</th><th>2.0</th><th>≥ 3.0</th></tr><tr><td>μ_{s3}</td><td>1.20</td><td>0.9</td><td>0.75</td><td>0.7</td><td>0.65</td><td>0.63</td><td>0.60</td></tr></table> 注:表中 μ_{s3} 值适用于 $\mu_s w_0 d^2 \geq 0.02$。 2) 前后双管:  整体体型系数 μ_{s3} 值 <table><tr><th>s/d</th><th>≤ 0.25</th><th>0.5</th><th>1.5</th><th>3</th><th>4</th><th>6</th><th>8</th><th>≥ 10</th></tr><tr><td>μ_{s3}</td><td>0.68</td><td>0.86</td><td>0.94</td><td>0.99</td><td>1.05</td><td>1.11</td><td>1.14</td><td>1.2</td></tr></table> 注:表中 μ_{s3} 值适用于 $\mu_s w_0 d^2 \geq 0.02$ 的情况,并为前后两管的系数之和。	s/d	≤ 0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	≥ 3.0	μ_{s3}	1.20	0.9	0.75	0.7	0.65	0.63	0.60	s/d	≤ 0.25	0.5	1.5	3	4	6	8	≥ 10	μ_{s3}	0.68	0.86	0.94	0.99	1.05	1.11	1.14	1.2														
s/d	≤ 0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	≥ 3.0																																											
μ_{s3}	1.20	0.9	0.75	0.7	0.65	0.63	0.60																																											
s/d	≤ 0.25	0.5	1.5	3	4	6	8	≥ 10																																										
μ_{s3}	0.68	0.86	0.94	0.99	1.05	1.11	1.14	1.2																																										
7	倒锥形 水塔的 水箱、 绝缘子	1) 倒锥形水塔的水箱:  $\mu_s = 0.7$ 2) 绝缘子:  $\mu_s = 1.2$																																																