

实用钢结构 施工技术手册

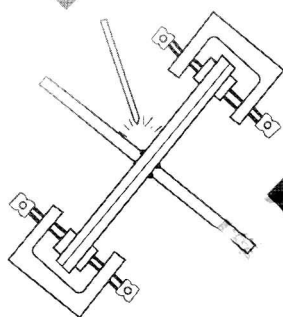
上官子昌 主编

SHIYONG GANGJIEGOU
SHIGONG JISHU SHOUC



化学工业出版社

实用钢结构 施工技术手册



上官子昌 主编

SHIYONG GANGJIEGOU
SHIGONG JISHU SHOUCHE



化学工业出版社

· 北京 ·

本书根据《钢结构工程施工规范》(GB 50755—2012)、《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)以及国家和行业有关钢结构工程施工的最新标准、规范等编写,主要包括:钢结构工程施工阶段设计、钢结构工程识图、建筑钢结构用材料、钢结构焊接工程、紧固件连接工程、钢部件加工与构件组装、钢构件预拼装工程、钢结构工程施工测量、钢结构安装工程、压型金属板工程、钢结构涂装工程、钢结构工程质量控制、钢结构工程施工管理。

本书可供钢结构工程施工技术人员、质量检查人员以及相关专业大中专院校的师生学习参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

实用钢结构施工技术手册/上官子昌主编. —北京:
化学工业出版社, 2013.1

ISBN 978-7-122-16197-0

I. ①实… II. ①上官子昌… III. ①钢结构-工程施工-技术手册 IV. ①TU758.11-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 001142 号

责任编辑: 彭明兰

文字编辑: 张绪瑞

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮编编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

880mm×1230mm 1/32 印张 18½ 字数 654 千字 2013 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员

主 编 上官子昌

参 编 (按姓氏笔画顺序排列)

于海利

马 军

王 慧

王燕琦

卢 玲

白雅君

刘 捷

孙 聘

江 宁

齐丽丽

张润楠

李 伟

李冬云

杨 杰

远程飞

邵 晶

陈伟军

单 超

房建兵

姚 鹏

姜 媛

姜丽莹

战 薇

段文民

徐旭伟

郭 凯

陶素娟

高菲菲

韩 旭

前言

随着我国国民经济的迅速发展，钢结构在建筑结构中应用的比重越来越高，国家建筑技术政策的支持，也使钢结构建筑出现了规模更大、技术更新的局面。现在不论是大跨度的体育场馆，还是超高层的办公楼，乃至大面积的工业厂房，无不见到钢结构的踪影。为适应目前钢结构建筑发展需要，我们根据国家最新颁布实施的钢结构工程各相关设计规范、施工规范，并结合有关方面的著述，编写了本书。

本书依据现行《钢结构工程施工规范》(GB 50755—2012)、《钢结构焊接规范》(GB 50661—2011)、《钢结构现场检测技术标准》(GB 50621—2010)和《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)等最新标准、规范编写。全书结构体系重点突出、详略得当，还注意了相关知识的融贯性，突出整合性的编写原则。

本书可供钢结构工程施工技术人员、质量检查人员以及相关专业大中专院校的师生学习参考使用。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，恳请有关专家和读者批评指正，提出宝贵意见。

编者

2012. 12

目 录

1 钢结构工程施工阶段设计	
1.1 施工阶段分析和验算	1
1.2 结构预变形设计	9
1.3 钢结构构造设计	14
2 钢结构工程识图	
2.1 投影知识	39
2.2 钢结构制图一般规定	44
2.3 钢结构工程施工图识读	68
3 建筑钢结构用材料	
3.1 钢材	78
3.2 焊接材料	131
3.3 紧固标准件	147
3.4 成品件	152
3.5 涂装材料	159
3.6 材料的进场验收与存储	167
4 钢结构焊接工程	
4.1 焊接基础知识	171
4.2 钢结构焊接工艺	177
4.3 钢结构焊接施工	215
4.4 焊接补强与加固	227
4.5 钢结构焊接质量检验	229
4.6 钢结构焊接质量控制措施	243
5 紧固件连接工程	
5.1 紧固件预处理	247

5.2	普通紧固件连接	252
5.3	高强度螺栓连接	259
5.4	施工质量验收	269

6 钢部件加工与构件组装

6.1	施工准备	278
6.2	放样和号料	280
6.3	切割	286
6.4	矫正和成形	293
6.5	边缘加工	307
6.6	制孔	311
6.7	管球加工	315
6.8	构件组装	320
6.9	施工质量验收	328

7 钢构件预拼装工程

7.1	钢构件预拼装要求	339
7.2	钢构件预拼装施工	341
7.3	钢构件预拼装变形预防和矫正	349
7.4	施工质量验收	352

8 钢结构工程施工测量

8.1	施工测量工具	354
8.2	施工控制网	360
8.3	高程控制网	367
8.4	钢结构施工测量	368

9 钢结构安装工程

9.1	起重设备和吊具	373
9.2	基础施工	397
9.3	单层钢结构安装	405
9.4	多层、高层钢结构安装	435
9.5	钢网架结构安装	446
9.6	施工质量验收	464

10 压型金属板工程	
10.1 压型金属板工程材料选用	477
10.2 压型金属板加工	479
10.3 压型金属板的连接	481
10.4 压型金属板安装	484
10.5 施工质量验收	494
11 钢结构涂装工程	
11.1 表面处理	498
11.2 防腐涂料涂装	510
11.3 防火涂料涂装	531
11.4 施工质量验收	539
12 钢结构工程质量控制	
12.1 钢结构工程质量控制要点	544
12.2 钢结构工程质量通病防治	546
12.3 钢结构工程施工事故处理	562
13 钢结构工程施工管理	
13.1 概述	566
13.2 施工现场平面布置	568
13.3 施工材料管理	571
13.4 施工安全管理文明施工	574
参考文献	584

钢结构工程施工阶段设计

1.1 施工阶段分析和验算

1.1.1 施工阶段分析和验算内容

进行施工阶段设计时，选用的设计指标应符合设计文件、现行设计规范等的有关规定。

当钢结构工程施工方法或施工顺序对结构的内力和变形产生较大影响，或设计文件有特殊要求时，应进行施工阶段结构分析，并应对施工阶段结构的强度、稳定性和刚度进行验算，其验算结果应满足设计要求。

施工阶段结构分析的荷载效应组合和荷载分项系数取值，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)等的有关规定。

施工阶段分析结构重要性系数不应小于 0.9，重要的临时支承结构其重要性系数不应小于 1.0。

施工阶段的荷载作用、结构分析模型和基本假定应与实际施工状况相符合。施工阶段的结构宜按静力学方法进行弹性分析。

施工阶段的临时支承结构和措施应按施工状况的荷载作用，对构件应进行强度、稳定性和刚度验算，对连接节点应进行强度和稳定验算。当临时支承结构作为设备承载结构时，应进行专项设计；当临时支承结构或措施对结构产生较大影响时，应提交原设计单位确认。

临时支承结构的拆除顺序和步骤应通过分析和计算确定，并应编制专项施工方案，必要时应经专家论证。

对吊装状态的构件或结构单元，宜进行强度、稳定性和变形验算，动力系数宜取 1.1~1.4。

索结构中的索安装和张拉顺序应通过分析和计算确定，并应编制专项施工方案，计算结果应经原设计单位确认。

支承移动式起重设备的地面或楼面，应进行承载力和变形验算。当支承地面处于边坡或临近边坡时，应进行边坡稳定验算。

1.1.2 钢结构设计指标

1.1.2.1 钢材的强度标准值

材料强度标准值是结构设计时采用的材料强度的基本代表值，根据《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001) 规定，取材料强度实测值总体中，具有 95% 以上的保证率为材料强度的标准值。这意味着材料强度标准值是一个可能出现偏低强度的强度指标，即存在 5% 的风险。

热轧钢的强度标准值取原冶金部颁布的屈服强度废品限值，即其保证率为 97.73%。所谓部颁屈服强度废品限值是指原冶金部为避免质量过低的钢材出厂，规定在每 60t 钢材或每炉钢材中抽取两个试件，每个试件的屈服强度应不低于规定的废品限值，否则认为是废品。

1.1.2.2 钢材的强度设计值

(1) 材料的分项系数 γ_f 在承载能力极限状态设计中，为了充分考虑材料的离散性和施工中不可避免的偏差带来的不利影响，使实际的可靠指标 β 值与规定的目标可靠指标 $[\beta]$ 在总体上误差最小，对全套分项系数经过优化找出最佳匹配取值，钢结构构件抗力分项系数，对 Q235 (3 号钢)、Q345 钢，取 $\gamma_f = 1.087$ ；对于 Q390 钢、15MnVq 钢，取 $\gamma_f = 1.111$ 。

(2) 钢材强度设计值 材料的强度设计值 f 为强度标准值除以分项系数，强度设计值可以保证构件达到所要求的承载能力极限的可靠程度。表达式如下

$$f = f_k / \gamma_f \tag{1-1}$$

① 钢材的强度设计值。钢材的强度设计值应根据钢材的厚度或直径不同分别取值，见表 1-1。

表 1-1 钢材强度设计值

钢材		抗拉、抗压 和抗弯 $f/(N/mm^2)$	抗剪 $f_v/(N/mm^2)$	端面承压 (刨平顶紧) $f_{ce}/(N/mm^2)$
钢号	厚度或直径/mm			
Q235 钢	≤16	215	125	325
	16~40	205	120	325
	40~60	200	115	325
	60~100	190	110	325

续表

钢材		抗拉、抗压 和抗弯 $f/(N/mm^2)$	抗剪 $f_v/(N/mm^2)$	端面承压 (刨平顶紧) $f_{ce}/(N/mm^2)$
钢号	厚度或直径/mm			
Q345 (16Mn 钢、 16Mnq 钢)	≤ 16	310	180	400
	16~35	295	170	400
	35~50	265	155	400
	50~100	250	145	400
Q390 (15MnV 钢、 15MnVq 钢)	≤ 16	350	205	415
	16~35	335	190	415
	35~50	315	180	415
	50~100	295	170	415
Q420 钢	≤ 16	380	220	440
	16~35	360	210	440
	35~50	340	195	440
	50~100	325	185	440

注：表中厚度系指计算点的钢材厚度，对轴心受力构件指截面中较厚板件的厚度。

② 构件和连接的强度设计值。钢铸件的强度设计值应按表 1-2 采用。

表 1-2 钢铸件强度设计值

N/mm²

钢号	抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}
ZG 200-400	155	90	260
ZG 230-450	180	105	290
ZG 270-500	210	120	325
ZG 310-570	240	140	370

连接的强度设计值按表 1-3~表 1-5 采用。

表 1-3 焊缝的强度设计值

焊接方法和 焊条型号	构件钢材		对接焊缝				角焊缝
	牌号	厚度或 直径/ mm	抗压 $f_c^w/(N/mm^2)$	焊缝质量为下 列等级时抗拉 $f_t^w/(N/mm^2)$		抗剪 $f_v^w/(N/mm^2)$	抗拉、 抗压和 抗剪 $f^w/(N/mm^2)$
				一级、 二级	三级		
自动焊、半自动 焊和 E43 型焊条的 手工焊	Q235 钢	≤ 16	215	215	185	125	160
		16~40	205	205	175	120	
		40~60	200	200	170	115	
		60~100	190	190	160	110	

续表

焊接方法和 焊条型号	构件钢材		对接焊缝				角焊缝
	牌 号	厚度或 直径/ mm	抗压 $f_c^w /$ (N/mm ²)	焊缝质量为下 列等级时抗拉 $f_t^w /$ (N/mm ²)		抗剪 $f_v^w /$ (N/mm ²)	抗拉、 抗压和 抗剪 $f^w /$ (N/mm ²)
				一级、 二级	三级		
自动焊、半自动 焊和 E50 型焊条的 手工焊	Q345 钢	≤16	310	310	265	180	200
		16~35	295	295	250	170	
		35~50	265	265	225	155	
		50~100	250	250	210	145	
自动焊、半自动 焊和 E55 型焊条的 手工焊	Q390 钢	≤16	350	350	300	205	220
		16~35	335	335	285	190	
		35~50	315	315	270	180	
		50~100	295	295	250	170	
	Q420 钢	≤16	380	380	320	220	220
		16~35	360	360	305	210	
		35~50	340	340	290	195	
		50~100	325	325	275	185	

注：1. 自动焊和半自动焊所采用的焊丝和焊剂，应保证其熔敷金属的力学性能不低于现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》（GB/T 5293—1999）中相关的规定。

2. 焊缝质量等级应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205—2001）的规定，其中厚度小于 8mm 钢材的对接焊缝，不应采用超声波探伤确定焊缝质量等级。

3. 对接焊缝在受压区的抗弯强度设计值取 f_c^w ，在受拉区的抗弯强度设计值取 f_t^w 。

4. 表中厚度系指计算点的钢材厚度。对轴心受拉和轴心受压构件系指截面中较厚板件的厚度。

表 1-4 铆钉连接的强度设计值 N/mm²

铆钉钢号和构件钢材牌号		抗拉（钉头 拉脱） f_t	抗剪 f_v		承压 f_c	
			I 类孔	II 类孔	I 类孔	II 类孔
铆钉	BL2 或 BL3	120	185	155	—	—
构件	Q235 钢	—	—	—	450	365
构件	Q345 钢	—	—	—	565	460
	Q390 钢	—	—	—	590	480

注：1. 属于下列情况的为 I 类孔：

（1）在装配好的构件上按设计孔径钻成的孔。

（2）在单个零件和构件上按设计孔径分别用钻模钻成的孔。

（3）在单个零件上先钻成或冲成较小的孔径，然后在装配好的构件上再扩钻至设计孔径的孔。

2. 在单个零件上一次冲成或不用钻模钻成设计孔径的孔属于 II 类孔。

表 1-5 螺栓连接的强度设计值

N/mm²

螺栓的钢材牌号 (或性能等级) 和构件的钢材牌号		普通螺栓						锚 栓	承压型连接 高强度螺栓		
		C 级螺栓		A 级、B 级螺栓							
		抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	承压 f_c^b	抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	承压 f_c^b	抗拉 f_t^a	抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	承压 f_c^b
普通螺栓	4.6 级、4.8 级	170	140	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.6 级	—	—	—	210	190	—	—	—	—	
	8.8 级	—	—	—	400	320	—	—	—	—	
锚 栓	Q235 钢	—	—	—	—	—	—	140	—	—	—
	Q345 钢	—	—	—	—	—	—	180	—	—	—
承压型连接 高强度螺栓	8.8 级	—	—	—	—	—	—	—	400	250	—
	10.9 级	—	—	—	—	—	—	—	500	310	—
构 件	Q235 钢	—	—	305	—	—	405	—	—	—	470
	Q345 钢	—	—	385	—	—	510	—	—	—	590
	Q390 钢	—	—	400	—	—	530	—	—	—	615
	Q420 钢	—	—	425	—	—	560	—	—	—	655

注：1. A 级螺栓用于 $d \leq 24\text{mm}$ 和 $l \leq 10d$ 或 $l \leq 150\text{mm}$ （按较小值）的螺栓；B 级螺栓用于 $d > 24\text{mm}$ 或 $l > 10d$ 或 $l > 150\text{mm}$ （按较小值）的螺栓。 d 为螺栓公称直径， l 为螺杆公称长度。

2. A、B 级螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度，C 级螺栓孔的允许偏差和孔壁表面粗糙度，均应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205—2001）的要求。

(3) 强度设计值的折减系数 上述钢材和连接强度设计值是在结构处于正常工作情况下求得的，对处于不利情况下的结构构件和连接，其强度设计值应予适当折减，即在计算下列情况时，将强度设计值乘以相应折减系数。

① 单面连接的单角钢。按轴心受力计算强度和连接，取 0.85。按轴心受压计算稳定性时，对等边角钢，取 $0.6 + 0.0015\lambda$ ，但不大于 1.0；对短边相连的不等边角钢，取 $0.5 + 0.0025\lambda$ ，但不大于 1.0；对长边相连的不等边角钢，取 0.70。其中， λ 为长细比，对中间无联系的单角钢压杆，应按最小回转半径计算，当 $\lambda < 20$ 时，取 $\lambda = 20$ 。

② 无垫板的单面施焊对接焊缝取 0.85。

③ 施工条件较差的高空安装焊缝和铆钉连接取 0.90。

④ 沉头和半沉头铆钉连接取 0.80。

当以上几种情况同时存在时，其折减系数应连乘。

1.1.3 钢结构的荷载作用

1.1.3.1 承载能力极限状态

当结构或构件达到最大承载力、疲劳破坏或达到不适于继续承载的变形状态时，该结构或构件即达到承载能力极限状态。结构或构件由于塑性变形而使其几何形状发生显著改变，虽未到达最大承载能力，但也彻底不能使用，也属于达到这种极限状态。

当结构或构件出现下列状态之一时，即认为超过了承载能力极限状态。

- ① 整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡（如滑移或倾覆等）。
- ② 结构构件或连接因其应力超过材料强度而破坏（包括疲劳破坏），或因过度的塑性变形而不适于继续承载。
- ③ 结构转变为机动体系而丧失承载能力。
- ④ 结构或构件因达到临界荷载而丧失稳定。

按承载能力极限状态设计钢结构时，例如计算强度和稳定性，应考虑荷载效应的基本组合，必要时尚应考虑荷载效应的偶然组合。钢结构主要为单一材料制成，按传统习惯在按承载能力极限状态设计时，采用应力表达式；塑性设计强度计算、组合结构计算，则采用内力表达式。

承载能力极限状态设计见表 1-6。

表 1-6 承载能力极限状态设计

表达式		说明
不考虑地震作用时： $\gamma_0 S_d \leq R_d$	(1) 荷载基本组合的效应设计值 S_d ，应从下列荷载组合值中取用最不利的效应设计值确定： ① 由可变荷载控制的效应设计值 $S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \gamma_{Q1} \gamma_{L1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \Psi_{ci} S_{Qik}$ ② 由永久荷载控制的效应设计值 $S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \gamma_{Li} \Psi_{ci} S_{Qik}$	γ_0 ——结构重要性系数 S_d ——荷载组合的效应设计值 R_d ——结构构件抗力的设计值 γ_{Gj} ——第 j 个永久荷载的分项系数，见表 1-7 γ_{Qi} ——第 i 个可变荷载的分项系数，其中 γ_{Q1} 为可变荷载 Q_1 的分项系数，见表 1-7 γ_{Li} ——第 i 个可变荷载考虑设计使用年限的调整系数，其中 γ_{L1} 为可变荷载 Q_1 考虑设计使用年限的调整系数；对楼面 and 屋面活荷载应按表 1-8 采用 S_{Gjk} ——按永久荷载标准值 G_{jk} 计算的荷载效应值
	(2) 荷载偶然组合的效应设计值 S_d 可按下列规定采用：	

续表

表达式		说明
不考虑地震作用时： $\gamma_0 S_d \leq R_d$	① 用于承载能力极限状态计算的效应设计值 $S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + S_{Ad} + \Psi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \Psi_{qi} S_{Qik}$	S_{Qik} ——按可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值，其中 S_{Q1k} 为诸可变荷载效应中起控制作用者 Ψ_{f1} ——可变荷载 Q_1 的组合值系数 m ——参与组合的永久荷载数 n ——参与组合的可变荷载数 S_{Ad} ——按偶然荷载设计值 A_d 计算的荷载效应值 Ψ_{f1} ——第 1 个可变荷载的频遇值系数 Ψ_{qi} ——第 i 个可变荷载的准永久值系数
	② 用于偶然事件发生后受损结构整体稳固性验算的效应设计值 $S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + \Psi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \Psi_{qi} S_{Qik}$	

注：1. 基本组合中的效应设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。
2. 当对 S_{Q1k} 无法明显判断时，应轮次以各可变荷载效应为 S_{Q1k} ，选其中最不利的荷载组合效应设计值。

表 1-7 基本组合的荷载分项系数

项目		分项系数
永久荷载	当其效应对结构不利时： 对由可变荷载效应控制的组合 对由永久荷载效应控制的组合	1.2 1.35
	当其效应对结构有利时的组合	不应大于 1.0
可变荷载	一般情况	1.4
	对标准值大于 4kN/m ² 的工业房屋楼面结构的活荷载	1.3

楼面和屋面活荷载考虑设计使用年限的调整系数 γ_L 应按表 1-8 采用。

表 1-8 楼面和屋面活荷载考虑设计使用年限的调整系数 γ_L

结构设计使用年限（年）	5	50	100
γ_L	0.9	1.0	1.1

注：1. 当设计使用年限不为表中数值时，调整系数 γ_L 可按线性内插确定。
2. 对于荷载标准值可控制的活荷载，设计使用年限调整系数 γ_L 取 1.0。

1.1.3.2 正常使用极限状态

当结构或构件达到正常使用的某项规定限值的状态时，该结构或构件即达到正常使用极限状态。例如某些结构必须控制变形、裂缝才能满足使用要求，因为过大的变形会造成房屋内部粉刷层剥落，填充墙和隔断墙开裂，以及屋面积水等后果，过大的裂缝会影响结构的耐久性，同时过大的变形或裂缝也会使人们在心理上产生不安全感。

当结构或构件出现下列状态之一时,即认为超过了正常使用极限状态:

- ① 影响正常使用或外观的变形;
- ② 影响正常使用的局部损坏;
- ③ 影响正常使用的振动;
- ④ 影响正常使用的其他特定状态。

设计结构或构件时通常按承载能力极限状态设计以保证安全,再按正常使用极限状态进行校核以保证适用性。并应考虑荷载效应的标准组合,对钢与混凝土组合梁,尚应考虑准永久组合。

正常使用极限状态设计见表 1-9。

表 1-9 正常使用极限状态设计

	表达式	说明
考虑荷载标准组合: $S_d \leq C$	① 荷载标准组合的效应设计值 S_d , 按下式采用:	S_d ——荷载组合的效应设计值 C ——结构或结构构件达到正常使用要求的规定限值,例如变形、裂缝、振幅、加速度、应力等的限值
	② 荷载频遇组合的效应设计值 S_d 按下式采用:	S_{Gjk} ——按永久荷载标准值 G_{jk} 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,其中 S_{Q1k} 为诸可变荷载效应中起控制作用者
	③ 荷载准永久组合的效应设计值 S_d 按下式采用:	Ψ_{ci} ——可变荷载 Q_i 的组合值系数 m ——参与组合的永久荷载数 n ——参与组合的可变荷载数 Ψ_{1i} ——第 1 个可变荷载的频遇值系数 Ψ_{qi} ——第 i 个可变荷载的准永久值系数

注:组合中的设计值仅适用于荷载与荷载效应为线性的情况。

1.1.3.3 雪荷载和风荷载

(1) 雪荷载 雪压是指单位水平面积上的雪重,单位以 kN/m^2 计。当气象台站有雪压记录时,应直接采用雪压数据计算基本雪压;当无雪压记录时,可间接采用积雪深度,按下式计算雪压

$$s = h\rho g \quad (\text{kN/m}^2) \quad (1-2)$$

式中 h ——积雪深度,指从积雪表面到地面的垂直深度, m ;

ρ ——积雪密度, t/m^3 ;

g ——重力加速度, 9.8m/s^2 。

屋面水平投影面上的雪荷载标准值,应按下式计算

$$s_k = \mu_r s_0 \quad (1-3)$$

式中 s_k ——雪荷载标准值, kN/m^2 ;

μ_r ——屋面积雪分布系数;

s_0 ——基本雪压, kN/m^2 。

基本雪压应按《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)给出的50年重现期的雪压采用;对雪荷载敏感的结构,应采用100年重现期的雪压。

山区的雪荷载应通过实际调查后确定。当无实测资料时,可按当地邻近空旷平坦地面的雪荷载值乘以系数1.2采用。

雪荷载的组合值系数可取0.7;频遇值系数可取0.6;准永久值系数应按雪荷载分区Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ的不同,分别取0.5、0.2和0。

(2) 风荷载 垂直于建筑物表面上的风荷载标准值,应按下述公式计算:

① 当计算主要受力结构时

$$\omega_k = \beta_z \mu_s \mu_z \omega_0 \quad (1-4)$$

式中 ω_k ——风荷载标准值, kN/m^2 ;

β_z ——高度 z 处的风振系数;

μ_s ——风荷载体型系数;

μ_z ——风压高度变化系数;

ω_0 ——基本风压, kN/m^2 。

② 当计算围护结构时

$$\omega_k = \beta_{gz} \mu_{s1} \mu_z \omega_0 \quad (1-5)$$

式中 β_{gz} ——高度 z 处的阵风系数;

μ_{s1} ——风荷载局部体型系数。

基本风压应按《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)附录E中附表E.5给出的50年重现期的风压采用,但不得小于 0.3kN/m^2 。对于高层建筑、高耸结构以及对风荷载比较敏感的其他结构,基本风压的取值应适当提高,并应由有关的结构设计规范具体规定。

风荷载的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数可分别取0.6、0.4和0。

1.2 结构预变形设计

1.2.1 结构预变形的类别

当在正常使用或施工阶段因自重及其他恒载作用,发生超过设计文件或现行相关标准规定的变形限值时,或设计文件对主体结构提出预变形要求时,应在施工期间对结构采取预变形。