

全面系统的资料，简捷快速地查找

国内

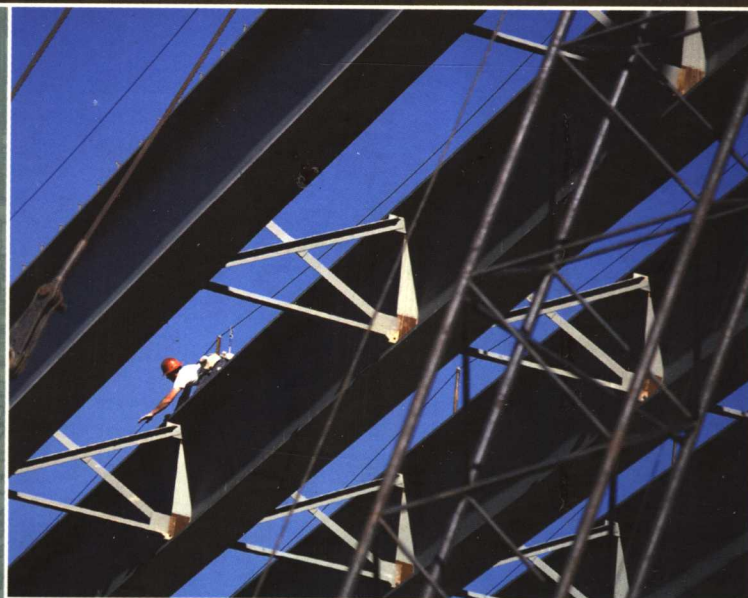
第一套

结构设计施工
资料集

简明 钢结构 设计施工

资料集成

本书编委会 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

简明 钢结构 设计施工 资料集成

本书编委会 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书以国家最新颁布的钢结构相关工程现行设计规范、施工质量验收规范、行业标准等为依据,参考大量文献资料编写而成。

本书主要包括:空间网格结构、屋面板、单层工业厂房、钢结构梁、钢结构柱以及轻型钢结构的设计与施工等。本书以表格和图形的形式,将设计、计算、施工、质量检验等各个环节的资料进行汇总,相信对广大读者进行钢结构设计有较好的辅助作用。

本书综合了各种钢结构资料集以及设计手册的材料,以通俗形象的图表来表现,相比于手册类书有着明显的特点,简明实用,内容全面,方便查找、应用。

本书可供广大建筑业从事钢结构设计与施工人员使用,也可供大专院校土木工程类专业师生、研究单位工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明钢结构设计施工资料集成/《简明钢结构设计施工资料集成》编委会编. —北京:中国电力出版社, 2005

ISBN 7-5083-3070-6

I. 简... II. 简... III. ①钢结构-结构设计②钢结构-建筑工程-工程施工 IV. ①TU391.04②TU758.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 135962 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑:梁瑶 伍孝波 责任印制:李志强

北京机工印刷厂印刷·各地新华书店经售

2005 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

889mm×1194mm 1/16·27.5 印张·672 千字

定价:65.00 元

版权专有 翻印必究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

本社购书热线电话(010-88386685)

编委会成员

主 编 夏训清 郑 宇 梁 杰

编 委 (按姓氏笔画排名)

付 乐 佟慧超 郑 宇 夏训清 侯晓武 涂 鹏 梁 杰
喻 林

前 言

钢结构体系具有自重轻、安装容易、施工周期短、抗震性能好、投资回收快、环境污染少等综合优势，与钢筋混凝土结构相比，具有重量轻、施工方便等独特优势。我国钢结构的市場发展前景十分广阔，它符合保护环境和节约土地资源的国策，我国二十几年来的改革开放和经济发展，已经为钢结构体系的应用创造了极为有利的发展环境。近十年来，迅速发展的轻型金属板材及其配套的门式刚架等系列轻型钢结构开始广泛应用；大跨度结构，尤其是网架结构的应用达到了新的广度和深度；而集中代表了钢结构综合技术水平的高层钢结构在我国建设中的应用也已初具规模，同时，与其相应的各种建筑钢材、连接技术及加工、安装技术等也都进一步达到了系列配套的要求。这一切都表明，正在蓬勃发展中的钢结构已经成为我国建筑业中一个重要的并且十分富有活力的分支。

为了适应建筑业中钢结构的迅猛发展，国家不断修订旧的规范、规程，制定新的规范规程，这些规范规程涵盖了设计、施工、验收以及行业标准等各个方面，这为钢结构体系的不断完善奠定了坚实的技术基础。

本书以现行《钢结构设计规范》、《冷弯薄壁型钢结构设计规范》、《网架设计规程》等相应系列的新版规范及技术标准为指导，在内容上力求详尽。内容上主要包括钢结构设计常用资料、屋盖结构、钢结构单层厂房设计、轻型钢结构、高层钢结构柱、梁以及网架结构设计施工等，每一章节都从设计、计算、施工、质量检验等各个方面展开论述。书中包含大量构造图、施工设备图、施工流程图和节点图等以及丰富的设计实例，希望能够为设计施工人员提供良好的借鉴作用。

本书具体参加编写人员如下：第1章由侯晓武、郑宇、夏训清编写，第2章由夏训清、涂鹏编写，第3章由侯晓武、郑宇、佟慧超编写，第4章由郑宇编写，第5章由付乐编写，第6章由侯晓武编写，第7章由梁杰、喻林编写。最后由梁杰、喻林整理统稿。

编者

目 录

前言

第 1 章 钢结构设计常用资料	1	2.3.7 压型钢板的安装	52
1.1 术语和符号	1	2.4 太空板屋面	54
1.1.1 术语	1	2.4.1 太空板简述	54
1.1.2 符号	2	2.4.2 太空板屋面	54
1.2 设计指标	5	2.4.3 太空屋面板的节点构造	58
1.2.1 材料	5	2.5 普通钢屋架设计	61
1.2.2 连接	5	2.5.1 屋架的形式及其规定	61
1.3 结构或构件的变形容许值	7	2.5.2 普通钢屋架的设计计算	65
1.4 构造要求	7	2.5.3 屋架的构造与设计	74
1.4.1 一般规定	7	第 3 章 钢结构单层厂房设计	85
1.4.2 焊缝连接	8	3.1 概述	85
1.4.3 螺栓联接和铆钉联接	10	3.1.1 钢结构单层厂房的组成	85
1.4.4 对起重机梁和起重机桁架（或类 似结构）的要求	11	3.1.2 钢结构单层厂房设计程序	86
1.4.5 大跨度屋盖结构	12	3.2 单层厂房横向平面框架设计	87
1.4.6 制作、运输和安装	12	3.2.1 基本规定	87
1.4.7 防护和隔热	12	3.2.2 荷载	90
1.5 压型钢板的相关参数	13	3.2.3 横向框架的形式	91
第 2 章 屋盖结构	19	3.2.4 框架的计算及内力组合	93
2.1 屋面概述	19	3.3 屋盖结构	93
2.1.1 几种屋面材料	19	3.3.1 屋盖结构的组成	93
2.1.2 几种屋面建筑构造	20	3.3.2 托架与托梁	93
2.2 压型钢板	28	3.3.3 屋架	97
2.2.1 压型钢板的选用	28	3.4 支撑体系	100
2.2.2 压型钢板的侵蚀级别	29	3.4.1 屋盖支撑	100
2.3 压型钢板屋面	30	3.4.2 天窗支撑	104
2.3.1 压型钢板的计算	30	3.4.3 柱间支撑	107
2.3.2 压型钢板的构造	34	3.4.4 檩条支撑	111
2.3.3 常用压型钢板及夹芯板的板型及 檩距	36	3.4.5 支撑的设计	112
2.3.4 屋面坡度与排水	39	3.5 墙架	113
2.3.5 压型钢板屋面节点构造	40	3.5.1 墙架的布置	113
2.3.6 压型钢板屋面的腐蚀处理	51	3.5.2 轻型墙的墙架结构布置	116
		3.5.3 山墙墙架	116
		3.5.4 砌体自承重墙和大型墙板的墙架	

布置	118	4.5.6 梭型屋架	174
3.5.5 墙架构件的连接	119	4.6 网架与网壳	176
3.6 起重机梁	121	4.6.1 网架的特点和常用形式	176
3.6.1 基本数据	121	4.6.2 网架的选型	178
3.6.2 起重机梁的形式	121	4.6.3 网架的构造要求	179
3.6.3 起重机梁的竖向刚度要求	125	4.6.4 网架施工中需要注意的问题	180
3.6.4 起重机梁的截面高度要求	125	4.6.5 网壳的形式	181
3.6.5 起重机梁的制动结构	126	4.6.6 网壳的计算方法	184
3.6.6 起重机梁的荷载	127	4.6.7 网壳的节点构造	184
3.6.7 焊接实腹起重机梁的截面选择	128	4.7 制作、安装及防护	187
3.6.8 构造要求	130	4.7.1 轻钢结构的制作	187
3.6.9 起重机桁架	131	4.7.2 轻钢结构的安装	188
3.6.10 起重机梁的制动结构、支撑和梁		4.7.3 轻钢结构的防护	189
柱连接	133	4.8 门式刚架	190
第4章 轻型钢结构	135	4.8.1 门式刚架的特点及适用范围	190
4.1 概述	135	4.8.2 门式刚架的结构形式及布置	
4.1.1 轻型钢结构的概念、优缺点、材		要求	191
料及应用	135	4.8.3 门式刚架的内力和侧移计算	196
4.1.2 轻型钢结构的连接	137	4.8.4 门式刚架的截面设计	200
4.2 轻型钢结构的基本设计规定	138	4.8.5 门式刚架的节点连接与构造	203
4.2.1 设计原则	138	第5章 柱	208
4.2.2 屋面荷载	139	5.1 概述	208
4.2.3 对钢材性能的要求	139	5.1.1 柱的类型	208
4.2.4 轻型钢结构的变形和构造要求	140	5.1.2 柱的截面形式	208
4.3 压型钢板	142	5.1.3 柱的截面尺寸选定	210
4.3.1 概述	142	5.2 柱的设计与构造	210
4.3.2 压型钢板的强度和挠度计算	142	5.2.1 柱的计算长度	210
4.3.3 压型钢板的截面特性	144	5.2.2 柱的容许细长比	215
4.3.4 压型钢板的构造、连接及常用零		5.2.3 柱身板件的宽厚比	216
配件	146	5.2.4 柱截面验算	217
4.4 檩条设计	149	5.2.5 格构式柱缀条(缀板)计算	219
4.4.1 檩条的形式和特点	149	5.2.6 柱的主要节点的构造与计算	224
4.4.2 实腹式檩条的设计	153	5.3 柱间支撑	237
4.4.3 空腹式檩条的设计	156	5.3.1 柱间支撑的布置	237
4.4.4 檩条的布置、连接和构造	156	5.3.2 柱间支撑的内力计算	237
4.5 轻型钢屋架设计	161	5.3.3 柱间支撑的截面形式和截面	
4.5.1 轻型屋架设计规定	161	验算	240
4.5.2 轻型屋架设计要点	167	5.4 柱设计施工详图	243
4.5.3 T型钢屋架	168	第6章 梁	265
4.5.4 三角形屋架	170	6.1 梁的形式	265
4.5.5 三角拱屋架	172	6.1.1 按受力和使用要求划分梁的	

形式	265	6.9.8 组合梁的构造要求	298
6.1.2 型钢梁的类型	265	第7章 网架结构设计与施工	301
6.1.3 钢梁梁格形式	265	7.1 网架的分类及选型	301
6.2 梁的强度和刚度要求	266	7.1.1 网架的分类	301
6.2.1 梁的强度及刚度计算公式	266	7.1.2 网架的选型	307
6.2.2 截面塑性发展系数 γ_x, γ_y 值	267	7.2 网架几何尺寸的确定	308
6.3 梁的整体稳定	267	7.2.1 上弦网格数及跨高比	309
6.3.1 影响钢梁整体稳定的主要因素	267	7.2.2 斜杆布置	309
6.3.2 可不计算梁的整体稳定性的 情况	268	7.2.3 多点支承网架的悬臂长度	309
6.3.3 受弯构件整体稳定计算公式	268	7.3 网架设计	309
6.3.4 梁的整体稳定性系数表	269	7.3.1 网架设计的一般规定	311
6.4 梁的局部稳定	272	7.3.2 网架的一般计算方法	313
6.4.1 定义	272	7.3.3 地震作用下网架内力的计算 原则	313
6.4.2 两受压翼缘自由外伸宽度 b_1 与其 厚度 t 之比应满足的要求	272	7.3.4 温度作用下网架内力的计算 原则	315
6.4.3 组合梁腹板配置加劲肋应符合的 规定	273	7.4 网架杆件及节点设计与构造	316
6.4.4 局部稳定的计算	274	7.4.1 网架杆件设计	316
6.5 梁的剪切中心	275	7.4.2 节点设计与构造	316
6.5.1 定义	275	7.5 网架结构施工质量验收	351
6.5.2 规律	275	7.5.1 焊接球节点	351
6.6 梁的扭转	276	7.5.2 螺栓球节点	352
6.6.1 分类	276	7.5.3 焊接钢板节点	354
6.6.2 自由扭转剪应力	276	7.5.4 杆件	355
6.7 梁的拼接和连接	277	7.5.5 网架结构安装	355
6.7.1 梁的拼接	277	7.5.6 油漆、防腐、防火涂装工程	356
6.7.2 次梁和主梁的连接	277	7.6 工程常用节点	357
6.7.3 梁与柱的连接	278	附录 A 轴心受压构件的稳定系数	362
6.8 高楼钢结构中的钢梁	281	附录 B 柱的计算长度系数	369
6.8.1 构造要求	281	附录 C 结构钢材的选用	394
6.8.2 梁的连接和拼接	283	附录 D 考虑冷弯效应的钢材强度设 计值	395
6.9 钢与混凝土组合梁	290	附录 E 疲劳计算的构件和连接分类	400
6.9.1 概念、特点及应用	290	附录 F 常用截面回转半径及截面特征近似 计算公式	403
6.9.2 类型	290	附录 G 管材规格、尺寸及截面特性	406
6.9.3 截面形式	291	附录 H 冷弯槽钢的尺寸、截面面积、理论 重量及截面特性	415
6.9.4 截面组成	292	附录 I 连接承载力设计值	418
6.9.5 组合梁的材料及设计指标	293	参考文献	427
6.9.6 抗剪连接件	293		
6.9.7 组合梁的设计	294		

第 1 章 钢结构设计常用资料

1.1 术语和符号

1.1.1 术语（见表 1-1-1）

表 1-1-1

常用术语列表

序号	名称	英文	说明
1	强度	strength	构件截面材料或连接抵抗破坏的能力。强度计算是防止结构构件或连接因材料强度被超过而破坏的计算
2	承载能力	load-carrying capacity	结构或构件不会因强度、稳定或疲劳等因素破坏所能承受的最大内力；或塑性分析形成破坏机构时的最大内力；或达到不适用于继续承载的变形时的内力
3	脆断	brittle fracture	一般指钢结构在拉应力状态下没有出现警示性的塑性变形而突然发生的脆性断裂
4	强度标准值	characteristic value of strength	国家标准规定的钢材屈服点（屈服强度）或抗拉强度
5	强度设计值	design value of strength	钢材或连接的强度标准值除以相应抗力分项系数后的数值
6	一阶弹性分析	first order elastic analysis	不考虑结构二阶变形对内力产生的影响，根据未变形的结构建立平衡条件，按弹性阶段分析结构内力及位移
7	二阶弹性分析	second order elastic analysis	考虑结构二阶变形对内力产生的影响，根据位移后的结构建立平衡条件，按弹性阶段分析结构内力及位移
8	弯曲	buckling	杆件或板件在轴心压力、弯矩、剪力单独或共同作用下突然发生与原受力状态不符的较大变形而失去稳定
9	腹板屈曲后强度	post-buckling strength of web plate	腹板屈曲后尚能继续保持承受荷载的能力
10	通用高厚比	normalized web slenderness	参数，其值等于钢材受弯、受剪或受压屈服强度除以相应的腹板抗弯、抗剪或局部承压弹性屈曲应力之商的平方根
11	整体稳定	overall stability	在外荷载作用下，对整个结构或构件能否发生屈曲或失稳的评估
12	有效宽度	effective width	在进行截面强度和稳定性计算时，假定板件有效的那一部分宽度
13	有效宽度系数	effective width factor	板件有效宽度与板件实际宽度的比值
14	计算长度	effective length	构件在其有效约束点间的几何长度乘以考虑杆端变形情况和所受荷载情况的系数而得的等效长度，用以计算构件的细长比。计算焊缝连接强度时采用的焊缝长度
15	细长比	slenderness ratio	构件计算长度与构件横截面最小回转半径的比值
16	换算细长比	equivalent slenderness ratio	在轴心受压构件的整体稳定计算中，按临界力相等的原则，将格构式构件换算为实腹构件进行计算时所对应的细长比或将弯扭与扭转失稳换算为弯曲失稳时采用的细长比
17	支撑力	nodal bracing force	为减小受压构件（或构件的受压翼缘）的自由长度所设置的侧向支承处，在被支撑构件（或构件受压翼缘）的屈曲方向，所需施加于该构件（或构件受压翼缘）截面剪心的侧向力

续表

序号	名称	英文	说明
18	无支撑纯框架	unbraced frame	依靠构件及节点连接的抗弯能力, 抵抗侧向荷载的框架
19	强支撑框架	frame braced with strong bracing system	在支撑框架中, 支撑结构(支撑桁架、剪力墙、电梯井等)抗侧移刚度较大, 可将该框架视为无侧移的框架
20	弱支撑框架	frame braced with weak bracing system	在支撑框架中, 支撑结构抗侧移刚度较弱, 不能将该框架视为无侧移的框架
21	摇摆柱	leaning column	框架内两端为铰接不能抵抗侧向荷载的柱
22	柱腹板节点域	panel zone of column web	框架梁柱的刚接节点处, 柱腹板在梁高度范围内的区域
23	球形钢支座	spherical steel bearing	使钢结构在支座处可以沿任意方向转动的钢球面作为传力的铰接支座或可移动支座
24	橡胶支座	couposite rubber and steel support	满足支座位移要求的橡胶和薄钢板等复合材料制品作为传递支座反力的支座
25	主管	chord member	钢管结构构件中, 在节点处连续贯通的管件, 如桁架中的弦杆
26	支管	bracing member	钢管结构中, 在节点处断开并与主管相连的管件, 如桁架中与主管相连的腹杆
27	间隙节点	gap joint	两支管的趾部离开一定距离的管节点
28	搭接节点	overlap joint	在钢管节点处, 两支管相互搭接的节点
29	平面管节点	uniplanar joint	支管与主管在同一平面内相互连接的节点
30	空间管节点	multiplanar joint	在不同平面内的支管与主管相接而形成的管节点
31	组合构件	built-up member	由一块以上的钢板(或型钢)相互连接组成的构件, 如工字形截面或箱形截面组合梁或柱
32	钢与混凝土组合梁	composite steel and concrete beam	由混凝土翼板与钢梁通过抗剪连接件组合而成能整体受力的梁

1.1.2 符号 (见表 1-1-2 ~ 表 1-1-6)

表 1-1-2

作用和作用效应设计值

符号	意义	符号	意义
F	集中荷载	P	高强度螺栓的预拉力
H	水平力	Q	重力荷载
M	弯矩	R	支座反力
N	轴心力	V	剪力

表 1-1-3

其他荷载符号

$Q; q$	可变作用、活荷载或荷载; 均匀分布的可变作用、活荷载或荷载	$S (S_n); s$	雪荷载、分布雪荷载
		$s_k; s_d$	分别为分布雪荷载的标准值、设计值
Q_{rep}	可变作用、活荷载或荷载的代表值	S_0	基本雪压
Q_k, Q_d	分别为可变作用、荷载或活荷载的标准值、设计值	$W; \omega$	风荷载、分布风荷载波
		ω_k, ω_d	分别为分布风荷载的标准值、设计值
q_k, q_d	分别为分布的可变作用、荷载或活荷载的标准值、设计值	w_0	基本风压
		T	湿度作用 (力)
L	楼面活荷载	F_t	温度作用 (力)
L_k, L_d	分别为楼面活荷载的标准值、设计值	E	地震作用 (力)

续表

E_k, E_d	分别为地震作用的标准值、设计值	R	合力、支座支力
F_{yh}, F_{Ev}	分别为水平、竖向地震作用(力)	H	水平分力
$F_{E,x}, F_{E,y}$	分别为 j 振型 x, y 方向地震作用(力)	V	竖向分力
A	偶然作用(力)	F_x, F_y, F_z	分别为平行于 x, y, z 轴的力
A_{rep}	偶然作用代表值	M	外力矩
F_e	爆炸力	M_{ov}	倾覆力矩
F_i	撞击力	T	转矩

表 1-1-4

计算指标

E	钢材的弹性模量	f_t^c	角焊缝的抗拉、抗剪和抗压强度设计值
E_c	混凝土的弹性模量	f_c	混凝土抗压强度设计值
G	钢材的切变模量	Δu	楼层的层间位移
N_t^a	一个锚栓的抗拉承载力设计值	$[v_Q]$	仅考虑可变荷载标准值产生的挠度的容许值
N_t^b, N_v^b, N_c^b	一个螺栓的抗拉、抗剪和承压承载力设计值	$[v_T]$	同时考虑永久和可变荷载标准值产生的挠度的容许值
N_t^c, N_v^c, N_c^c	一个铆钉的抗拉、抗剪和承压承载力设计值	σ	正应力
N_v^c	组合结构中一个抗剪连接件的抗剪承载力设计值	σ_c	局部压应力
N_t^{pj}, N_c^{pj}	受拉和受压支管在管节点处的承载力设计值	σ_f	垂直于角焊缝长度方向, 按焊缝有效截面计算的应力
S_b	支撑结构的侧移刚度(产生单位侧倾角的水平力)	$\Delta\sigma$	疲劳计算的应力幅或折算应力幅
f	钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值	$\Delta\sigma_e$	变幅疲劳的等效应力幅
f_v	钢材的抗剪强度设计值	$[\Delta\sigma]$	疲劳容许应力幅
f_{ce}	钢材的端面承压强度设计值	$\sigma_{cr}, \sigma_{e,cr}, \tau_{cr}$	板件在弯曲应力、局部压应力和剪应力单独作用时的临界应力
f_{st}	钢筋的抗拉强度设计值	τ	切应力
f_y	钢材的屈服强度(或屈服点)	τ_f	沿角焊缝长度方向, 按焊缝有效截面计算的切应力
f_t^a	锚栓的抗拉强度设计值	ρ	质量密度
f_t^b, f_v^b, f_c^b	螺栓的抗拉、抗剪和承压强度设计值		
f_t^c, f_v^c, f_c^c	铆钉的抗拉、抗剪和承压强度设计值		
f_t^e, f_v^e, f_c^e	对接焊缝的抗拉、抗剪和抗压强度设计值		

表 1-1-5

几何参数

A	毛截面面积	W_n	净截面模量
A_n	净截面面积	W_p	塑性毛截面模量
H	柱的高度	W_{pn}	塑性净截面模量
H_1, H_2, H_3	一阶形柱上段、中段(或单阶柱下段)、下段的高度	a, g	间距; 间隙
I	毛截面惯性矩	b	板的宽度或板的自由外伸宽度
I_t	毛截面抗扭惯性矩	b_0	箱形截面翼缘板在腹板之间的无支承宽度; 混凝土板托顶部的宽度
I_w	毛截面扇性惯性矩	b_s	加劲肋的外伸宽度
I_n	净截面惯性矩	b_e	板件的有效宽度
S	毛截面面积矩	d	直径
W	毛截面模量	d_e	有效直径

续表

d_0	孔径	l_w	焊缝的计算长度
e	偏心距	l_w	集中荷载在腹板计算高度边缘上的假定分布长度
h	截面全高; 楼层高度		
h_{c1}	混凝土板的厚度	l_z	部分焊透对接焊缝坡口根部至焊缝表面的最短距离
h_{c2}	角焊缝的计算厚度		
h_e	角焊缝的焊脚尺寸	s	板的厚度; 主管壁厚
h_f	腹板的高度	δ	加劲肋厚度
h_w	腹板的计算高度	δ_s	腹板的厚度
h_0	截面回转半径	δ_w	夹角
i	长度或跨度	α	夹角; 应力扩散角
l	梁受压翼缘侧向支承间距离; 螺栓 (或铆钉) 受力方向的连接长度	θ	梁腹板受弯计算时的通用高厚比
		λ_b	梁腹板受剪计算时的通用高厚比
		λ_s	梁腹板受局部压力计算时的通用高厚比
l_1	弯曲屈曲的计算长度	λ_c	细长比
l_0	扭转屈曲的计算长度	λ	换算细长比

表 1-1-6

计算系数及其他

符号	意义	符号	意义
C	用于疲劳计算的有量纲参数	β_b	梁整体稳定的等效临界弯矩系数
K_1, K_2	构件线刚度之比	β_f	正面角焊缝的强度设计值增大系数
k_s	构件受剪屈曲系数	β_m, β_t	压弯构件稳定的等效弯矩系数
O_v	管节点的支管搭接率	β_1	折算应力的强度设计值增大系数
n	螺栓、铆钉或联接件数目; 应力循环次数	γ	栓钉钢材强屈比
n_l	所计算截面上的螺栓 (或铆钉) 数目	γ_0	结构的重要性系数
n_f	高强度螺栓的传力摩擦面数目	γ_x, γ_y	对主轴 x, y 的截面塑性发展系数
n_v	螺栓或铆钉的剪切面数目	η	调整系数
α_1	线膨胀系数; 计算起重机摆动引起的横向力的系数	η_b	梁截面不对称影响系数
α_E	钢材与混凝土弹性模量之比	η_1, η_2	用于计算阶形柱计算长度的参数
α_e	梁截面模量考虑腹板有效宽度的折减系数	μ	高强度螺栓摩擦面的抗滑移系数; 柱的计算长度系数
α_f	疲劳计算的欠载效应等效系数	μ_1, μ_2, μ_3	阶形柱上段、中段 (或单阶柱下段)、下段的计算长度系数
α_0	柱腹板的应力分布不均匀系数	ξ	用于计算梁整体稳定的参数
α_y	钢材强度影响系数	ρ	腹板受压区有效宽度系数
α_1	梁腹板刨平顶紧时采用的系数	φ	轴心受压构件的稳定系数
α_{2i}	考虑二阶效应框架第 i 层杆件的侧移弯矩增大系数	φ_b, φ'_b	梁的整体稳定系数
β	支管与主管外径之比; 用于计算疲劳强度的参数	ψ	集中荷载的增大系数
		ψ_n, ψ_s, ψ_d	用于计算直接焊接钢管节点承载力的参数

1.2 设计指标

1.2.1 材料

表 1-2-1

低合金钢材的强度设计值

(N/mm²)

钢材		抗拉、抗压和抗弯	抗剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}
牌号	钢材厚度或直径/mm	f		
Q235 钢	≤ 16	215	125	325
	$> 16 \sim 40$	205	120	
	$> 40 \sim 60$	200	115	
	$> 60 \sim 100$	190	110	
Q345 钢	≤ 16	310	180	400
	$> 16 \sim 35$	295	170	
	$> 35 \sim 50$	265	155	
	$> 50 \sim 100$	250	145	
Q390 钢	≤ 16	350	205	415
	$> 16 \sim 35$	335	190	
	$> 35 \sim 50$	315	180	
	$> 50 \sim 100$	295	170	
Q420 钢	≤ 16	380	220	440
	$> 16 \sim 35$	360	210	
	$> 35 \sim 50$	340	195	
	$> 50 \sim 100$	325	185	

表 1-2-2

钢铸件的强度设计值

(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}
ZG200—400	155	90	260
ZG230—450	180	105	290
ZG270—500	210	120	325
ZG510—570	240	140	370

表 1-2-3

钢材和铸钢件的物理性能指标

弹性模量 E / (N/mm ²)	切变模量 G / (N/mm ²)	线膨胀系数 α_1 (以每℃计)	质量密度 ρ / (kg/m ³)
206×10^3	79×10^3	12×10^{-6}	7850

1.2.2 连接

表 1-2-4

焊缝的强度设计值

(N/mm²)

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	焊缝质量为下列等级时， 抗拉 f_t^w		抗剪 f_v^w	抗拉、抗压和 抗剪 f^w
				一级、二级	三级		
自动焊、半自动 焊和 E43 型焊条的 手工焊	Q235	≤ 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	焊缝质量为下列等级时, 抗拉 f_t		抗剪 f_v	抗拉、抗压和 抗剪 f_t
				一级、二级	三级		
自动焊、半自动 焊和 E50 型焊条的 手工焊	Q345	≤ 16	310	310	265	180	200
		$> 16 \sim 35$	295	295	250	170	
		$> 35 \sim 50$	265	265	225	155	
		$> 50 \sim 100$	250	250	210	145	
自动焊、半自动 焊和 E55 型焊条的 手工焊	Q390	≤ 16	350	350	300	205	220
		$> 16 \sim 35$	335	335	285	190	
		$> 35 \sim 50$	315	315	270	180	
		$> 50 \sim 100$	295	295	250	170	
	Q420	≤ 16	380	380	320	220	220
		$> 16 \sim 35$	360	360	305	210	
		$> 35 \sim 50$	340	340	290	195	
		$> 50 \sim 100$	325	325	275	185	

表 1-2-5

螺栓联接的强度设计值

(N/mm²)

螺栓的性能等级、锚栓和构件钢材的牌号		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^a	抗剪 f_v^a	承压 f_c^a
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	—	—	305	—	—	405	—	—	—	470
	Q345	—	—	385	—	—	510	—	—	—	590
	Q390	—	—	400	—	—	530	—	—	—	615
	Q420	—	—	425	—	—	560	—	—	—	655

表 1-2-6

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	—	—	—	450	365
	Q345	—	—	—	565	460
	Q390	—	—	—	590	480

1.3 结构或构件的变形容许值

(1) 起重机梁、楼盖梁、屋盖梁、工作平台梁以及墙架构件的挠度不宜超过表 1-3-1 所列的容许值。

表 1-3-1 受弯构件挠度容许值

项次	构件类别	挠度容许值	
		$[v_T]$	$[v_Q]$
1	起重机梁和起重机桁架 (按自重和起重量最大的一台吊车计算挠度)		
	(1) 手动起重机和单梁起重机 (含悬挂起重机)	$l/500$	
	(2) 轻级工作制桥式起重机	$l/800$	
	(3) 中级工作制桥式起重机	$l/1000$	
	(4) 重级工作制桥式起重机	$l/1200$	
2	手动或电动葫芦的轨道梁	$l/400$	
3	有重轨 (线质量等于或大于 38kg/m) 轨道的工作平台梁	$l/600$	
	有轻轨 (线质量等于或小于 24kg/m) 轨道的工作平台梁	$l/400$	
4	楼 (屋) 盖梁或桁架、工作平台梁 (第 3 项除外) 和平台板		
	(1) 主梁或桁架 (包括设有悬挂起重设备的梁和桁架)	$l/400$	$l/500$
	(2) 抹灰顶棚的次梁	$l/250$	$l/350$
	(3) 除 (1)、(2) 款外的其他梁 (包括楼梯梁)	$l/250$	$l/300$
	(4) 屋盖檩条		
	支承无积灰的瓦楞铁和石棉瓦屋面者	$l/150$	
	支承压型金属板、有积灰的瓦楞铁和石棉瓦等屋面者	$l/200$	
	支承其他屋面材料者	$l/200$	
	(5) 平台板	$l/150$	

(2) 在冶金工厂或类似车间中设有 A7、A8 级起重机的厂房柱和设有中级和重级工作制起重机的露天栈桥柱, 在起重机梁或起重机桁架的顶面标高处, 由一台最大起重机水平荷载 (按荷载规范取值) 所产生的计算变形值, 不宜超过表 1-3-2 所列的容许值。

表 1-3-2 柱水平位移 (计算值) 的容许值

项次	位移的种类	按平面结构图形计算	按空间结构图形计算
1	厂房柱的横向位移	$H_e/250$	$H_e/2000$
2	露天栈桥柱的横向位移	$H_e/2500$	
3	厂房和露天栈桥柱的纵向位移	$H_e/4000$	

注: 1. H_e 为基础顶面至起重机梁或起重机桁架顶面的高度。

2. 计算厂房或露天栈桥柱的纵向位移时, 可假定起重机的纵向水平制动力分配在温度区段内所有柱间支撑或纵向框架上。

3. 在设有 A8 级起重机的厂房中, 厂房柱的水平位移容许值宜减小 10%。

4. 在设有 A6 级起重机的厂房柱的纵向位移宜符合表中的要求。

1.4 构造要求

1.4.1 一般规定

钢结构设计的构造一般规定见表 1-4-1, 其温度区段长度值见表 1-4-2。

表 1-4-1

钢结构设计的构造一般规定

序号	规 定
1	钢结构的构造应便于制作、运输、安装、维护并使结构受力简单明确，减小应力集中，避免材料三向受拉。以受风载为主的空间结构，应尽量减少受风面积
2	在钢结构的受力构件及其连接中，不宜采用：厚度小于 4mm 的钢板；壁厚小于 3 mm 的钢管；截面小于 $L 45 \times 4$ 或 $L 56 \times 36 \times 4$ 的角钢（对焊接结构），或截面小于 $L 50 \times 5$ 的角钢（对螺栓联接或铆钉连接结构）
3	焊接结构是否需要采用焊前预热或焊后热处理等特殊措施，应根据材质、焊件厚度、焊接工艺、施焊时气温以及结构的性能要求等综合因素来确定，并在设计文件中加以说明
4	结构应根据其形式、组成和荷载的不同情况，设置可靠的支撑系统。在建筑物每一个温度区段或分期建设的区段中，应分别设置独立的空间稳定的支撑系统
5	单层房屋和露天结构的温度区段长度（伸缩缝的间距），当不超过表 1-4-2 的数值时，一般情况可不考虑温度应力和温度变形的影响

表 1-4-2

温度区段长度值

(m)

结构情况	纵向温度区段 (垂直屋架或构 架跨度方向)	横向温度区段 (沿屋架或构架跨度方向)	
		柱顶为刚接	柱顶为铰接
采暖房屋和非采暖地区的房屋	220	120	150
热车间和采暖地区的非采暖房屋	180	100	125
露天结构	120		

注：1. 厂房柱为其他材料时，应按相应规范的规定设置伸缩缝。围护结构可根据具体情况参照有关规范单独设置伸缩缝。

2. 无桥式起重机房屋的柱间支撑和有桥式起重机房屋起重机梁或起重机桁架以下的柱间支撑，宜对称布置于温度区段中部。当不对称布置时，上述柱间支撑的中点（两道柱间支撑时为两支撑距离的中点）至温度区段端部的距离不宜大于表 1-4-2 纵向温度区段长度的 60%。

3. 当有充分依据或可靠措施时，表中数字可予以增减。

1.4.2 焊缝连接

焊缝连接构造要求见表 1-4-3。

表 1-4-3

焊缝连接构造要求

序号	规 定
1	焊缝金属应与主体金属相适应。当不同强度的钢材连接时，可采用与低强度钢材相适应的焊接材料
2	在设计中不得任意加大焊缝，避免焊缝立体交叉和在一处集中大量焊缝，同时焊缝的布置应尽可能对称于构件形心轴 焊件厚度大于 20mm 的角接头焊缝，应采用收缩时不易引起层状撕裂的构造 钢板的拼接当采用对接焊缝时，纵横两方向的对接焊缝，可采用十字形交叉或 T 形交叉；当为 T 形交叉时，交叉点的间距不得小于 200mm
3	对接焊缝的坡口形式，宜根据板厚和施工条件按有关现行国家标准的要求选用
4	在对接焊缝的拼接处：当焊件的宽度不同或厚度在一侧相差 4mm 以上时，应分别在宽度方向或厚度方向从一侧或两侧做成坡度不大于 1:2.5 的斜角（图 1-4-1）
5	当采用部分焊透的对接焊缝时，应在设计图中注明坡口的形式和尺寸，其计算厚度 h_e (mm) 不得小于 $1.5\sqrt{t}$，t (mm) 为焊件的较大厚度 在直接承受动力荷载的结构中，垂直于受力方向的焊缝不宜采用部分焊透的对接焊缝
6	角焊缝两焊脚边的夹角 α 一般为 90° （直角角焊缝）。夹角 $\alpha > 135^\circ$ 或 $\alpha < 60^\circ$ 的斜角角焊缝，不宜用作受力焊缝（钢管结构除外）

续表

序号	规 定
7	角焊缝尺寸符合的要求 (1) 角焊缝的焊脚尺寸 h_f (mm) 不得小于 $1.5\sqrt{t}$, t (mm) 为较厚焊件厚度 (当采用低氢型碱性焊条施焊时, t 可采用较薄焊件的厚度)。但对埋弧自动焊, 最小焊脚尺寸可减小 1mm; 对 T 形连接的单面角焊缝, 应增加 1mm。当焊件厚度小于或等于 4mm 时, 则最小焊脚尺寸应与焊件厚度相同 (2) 角焊缝的焊脚尺寸不宜大于较薄焊件厚度的 1.2 倍 (钢管结构除外), 但板件 [厚度为 t] 边缘的角焊缝最大焊脚尺寸, 尚应符合下列要求 1) 当 $t \leq 6\text{mm}$ 时, $h_f \leq t$ 2) 当 $t > 6\text{mm}$ 时, $h_f \leq t - (1 \sim 2)\text{mm}$ 圆孔或槽孔内的角焊缝焊脚尺寸尚不宜大于圆孔直径或槽孔短径的 1/3 (3) 角焊缝的两焊脚尺寸一般为相等。当焊件的厚度相差较大且等焊脚尺寸不能符合本条第 (1)、(2) 款要求时, 可采用不等焊脚尺寸, 与较薄焊件接触的焊脚边应符合本条第 (2) 款的要求; 与较厚焊件接触的焊脚边应符合本条第 (1) 款的要求 (4) 侧面角焊缝或正面角焊缝的计算长度不得小于 $8h_f$ 和 40mm (5) 侧面角焊缝的计算长度不宜大于 $60h$, 当大于上述数值时, 其超过部分在计算中不予考虑。若内力沿侧面角焊缝全长分布时, 其计算长度不受此限
8	在直接承受动力荷载的结构中, 角焊缝表面应做成直线形或凹形。焊脚尺寸的比例: 对正面角焊缝宜为 1:1.5 (长边顺力方向); 对侧面角焊缝可为 1:1
9	在次要构件或次要焊缝连接中, 可采用断续角焊缝。断续角焊缝焊段的长度不得小于 $10h_f$ 或 50mm, 其净距不应大于 $15t$ (对受压构件) 或 $30t$ (对受拉构件), t 为较薄焊件的厚度
10	当板件的端部仅有两侧面角焊缝连接时, 每条侧面角焊缝长度不宜小于两侧面角焊缝之间的距离; 同时两侧面角焊缝之间的距离不宜大于 $16t$ (当 $t > 12\text{mm}$) 或 190mm (当 $t \leq 12\text{mm}$), t 为较薄焊件的厚度
11	杆件与节点板的连接焊缝 (图 1-4-2) 宜采用两侧面焊, 也可用三面围焊, 对角钢杆件可采用 L 形围焊, 所有围焊的转角处必须连续施焊
12	当角焊缝的端部在构件转角处做长度为 $2h_f$ 的绕角焊时, 转角处必须连续施焊
13	在搭接连接中, 搭接长度不得小于焊件较小厚度的 5 倍, 并不得小于 25mm

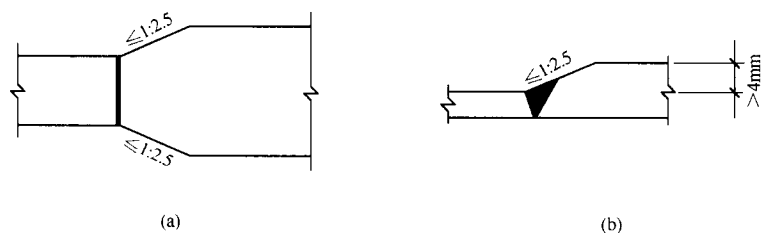


图 1-4-1 不同宽度或厚度钢板的拼接

(a) 不同宽度; (b) 不同厚度

注: 直接承受动力荷载且需要进行疲劳计算的结构, 斜角坡度应不大于 1:4。