

新概念建筑结构设计丛书

**轻型门式刚架设计  
从入门到精通**  
(按GB 51022—2015编写)

庄伟 谢俊 邬亮◎编著

中国建筑工业出版社

新概念建筑设计丛书

# 轻型门式刚架设计从入门到精通

(按 GB 51022—2015 编写)

庄伟 谢俊 邬亮 编著

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

轻型门式刚架设计从入门到精通 (按 GB 51022—2015 编写)/  
庄伟等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 2  
(新概念建筑结构设计丛书)  
ISBN 978-7-112-20359-8

I. ①轻… II. ①庄… III. ①门式框架-轻型钢结构-结构设计 IV. ①TU392. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 012890 号

本书为《新概念建筑结构设计丛书》之一, 全书共分为六章, 主要内容包括: 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 与 CECS 102: 2012 比较; 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 摘录; 轻型门式刚架房屋厂房设计 (8t+5t+3t); 轻型门式刚架房屋厂房设计 (不带吊车); 轻型门式刚架房屋厂房优化设计; 门式刚架常见问题问答。本书将结构设计理论、规范、软件应用和施工图绘制实际工程联系起来, 使软件初学者尽快入门和提高。

本书可供从事建筑结构设计年轻结构工程师及高等院校相关专业学生参考使用。

责任编辑: 郭 栋 辛海丽

责任校对: 李欣慰 刘梦然

新概念建筑结构设计丛书

### 轻型门式刚架设计从入门到精通

(按 GB 51022—2015 编写)

庄伟 谢俊 邬亮 编著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13 字数: 310 千字

2017 年 4 月第一版 2017 年 4 月第一次印刷

定价: 39.00 元

ISBN 978-7-112-20359-8

(29903)

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)



# 前 言

掌握和使用 PKPM—STS 结构设计软件，是每个结构设计人员必须具备的一项技能。本书的思路是以《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 及《钢结构设计规范》GB 50017—2003 等规范为依据，采用设计院实战的模式，把理论、规范、软件应用（PKPM）和施工图绘制在 2 个轻型门式刚架房屋厂房的设计过程中完整地串起来，让结构设计的入门者建立起基本的结构概念，学会上机操作（CAD、PKPM），能进行基本的分析判断，并完成施工图的绘制，指导初学者尽快进入结构设计师的行列而不仅仅是一个学结构的学生或是没有设计概念的结构设计员，懂得怎么操作的同时，更明白其中的道理和有关要求。

本书全文由中南大学土木工程学院庄伟、中南大学建筑与艺术学院谢俊博士及湖南省电力设计研究院邹亮编写，在书的编写过程中参考了大量的书籍、文献及所在公司的一些技术措施。在书的编辑及修改过程中，得到了北京市建筑设计研究院戴夫聪，华阳国际设计集团（长沙）田伟、吴应昊，中机国际工程设计研究院有限责任公司（原机械工业第八设计研究院）罗炳贵、吴建高、廖平平、刘栋、李清元，中国轻工业长沙工程有限公司张露、余宽，湖南省建筑设计研究院黄子瑜，广东博意建筑设计院长沙分公司黄喜新、程良，湖南方圆建筑工程设计有限公司姜亚鹏、陈荔枝，湖南中大建设工程检测技术有限公司技术部副总工李刚，北京清城华筑建筑设计研究院徐珂，香港邵贤伟建筑结构事务所顾问唐习龙，中科院建筑设计研究院有限公司（上海）鲁钟富，淄博格匠设计顾问公司徐传亮，广州容柏生建筑结构设计事务所，广州老庄结构院邓孝祥，长房集团曾宪芳，保利地产（长沙）姜波，中民筑友科技集团有限公司鞠小奇、李政、谢志成、莫志兵、张贤超、何义、刘远洋、李昌州、刘斌，湖南省建筑科学研究院段红蜜，中南大学土木工程学院硕士研究生黄静、汪亚、徐阳等人的帮助和鼓励，同行余宏、庄波、林求昌、刘强、谢杰光、彭汶、李子运、李佳瑶、姚松学、文艾、谢东江、郭枫、李伟、邱杰、杨志、苏霞、谭细生等参与了全书内容收集、编写及图片绘制，在此表示感谢。

由于作者理论水平和实践经验有限，时间紧迫，书中难免存在不足甚至是谬误之处，也恳请读者批评指正。

# 目 录

1 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 与 CECS 102: 2012 比较	1
2 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 摘录	7
2.1 摘录 1 (总则)	7
2.2 摘录 2 (术语和符号)	7
2.3 摘录 3 (基本设计规定——设计原则)	8
2.4 摘录 4 (基本设计规定——材料选用)	8
2.5 摘录 5 (基本设计规定——变形规定)	11
2.6 摘录 6 (基本设计规定——构造要求)	12
2.7 摘录 7 (荷载和荷载组合的效应——一般规定)	13
2.8 摘录 8 (荷载和荷载组合的效应——风荷载)	13
2.9 摘录 9 (荷载和荷载组合的效应——屋面雪荷载)	14
2.10 摘录 10 (荷载和荷载组合的效应——地震作用)	15
2.11 摘录 11 (荷载和荷载组合的效应——荷载组合和地震作用组合的效应)	16
2.12 摘录 12 (结构形式和布置)	17
2.13 摘录 13 (结构计算分析)	18
2.14 摘录 14 (构件设计——刚架构件计算)	19
2.15 摘录 15 (构件设计——端部刚架的设计)	21
2.16 摘录 16 (支撑系统设计——一般规定)	22
2.17 摘录 17 (支撑系统设计——柱间支撑系统)	22
2.18 摘录 18 (支撑系统设计——屋面横向和纵向支撑系统)	23
2.19 摘录 19 (支撑系统设计——隅撑设计)	23
2.20 摘录 20 (檩条与墙梁设计——实腹式檩条设计)	24
2.21 摘录 21 (檩条与墙梁设计——桁架式檩条设计)	29
2.22 摘录 22 (檩条与墙梁设计——拉条设计)	30
2.23 摘录 23 (檩条与墙梁设计——墙梁设计)	31
2.24 摘录 24 (连接和节点设计——焊接)	32
2.25 摘录 25 (连接和节点设计——节点设计)	34
2.26 摘录 26 (围护系统设计——屋面板和墙面板的设计)	36
2.27 摘录 27 (围护系统设计——保温与隔热)	37
2.28 摘录 28 (围护系统设计——屋面排水设计)	37
2.29 摘录 29 (钢结构防护——一般规定)	38
2.30 摘录 30 (钢结构防护——防火设计)	38

2.31	摘录 31 (钢结构防护——涂装)	39
2.32	摘录 32 (钢结构防护——钢结构防腐其他要求)	40
2.33	摘录 33 (制作———般规定)	41
2.34	摘录 34 (制作——钢构件加工)	41
2.35	摘录 35 (运输、安装与验收)	41
<b>3</b>	<b>轻型门式刚架房屋厂房设计 (8t+5t+3t)</b>	<b>43</b>
3.1	工程概况	43
3.2	工程实例构件截面估算	43
3.2.1	钢梁	43
3.2.2	钢柱	48
3.3	刚架 STS 建模与计算结果查看	48
3.3.1	钢结构二维设计	49
3.3.2	布置钢柱	53
3.3.3	布置钢梁	54
3.3.4	计算长度	56
3.3.5	恒载输入	57
3.3.6	墙板荷载输入	58
3.3.7	活载输入	58
3.3.8	左风输入	59
3.3.9	右风输入	71
3.3.10	吊车荷载	71
3.3.11	支座修改	74
3.3.12	参数输入	74
3.3.13	补充数据	85
3.3.14	结构计算与计算结果查看	87
3.4	刚架节点设计	90
3.5	柱脚设计	104
3.6	吊车梁设计	110
3.6.1	吊车示意图及吊车梁截面的表达方式	110
3.6.2	吊车梁的形式	110
3.6.3	吊车梁截面及构造	112
3.6.4	吊车梁荷载	112
3.6.5	吊车梁内力计算	113
3.6.6	制动结构	114
3.6.7	程序操作	114
3.6.8	吊车梁设计参数表及最不利组合表	117
3.6.9	吊车梁截面尺寸	118
3.6.10	施工图绘制	118

3.7	抗风柱设计	121
3.8	屋面支撑、系杆设计	132
3.8.1	门式刚架传力路径及屋面支撑的作用	132
3.8.2	屋面水平支撑布置原则与方法	132
3.8.3	屋面水平支撑构造	133
3.8.4	屋面支撑系统计算	133
3.8.5	PKPM 程序操作 (屋面支撑)	134
3.8.6	屋面支撑节点	136
3.8.7	系杆设计	136
3.8.8	屋面支撑与系杆平面布置图	140
3.9	柱间支撑设计	141
3.9.1	柱间支撑布置	141
3.9.2	柱间支撑构造	142
3.9.3	PKPM 程序操作	142
3.9.4	柱顶位移控制	144
3.9.5	柱间支撑平面布置图	147
3.9.6	柱间支撑节点图	149
3.10	檩条、拉条、隅撑设计	149
3.10.1	檩条设计	149
3.10.2	拉条设计	161
3.10.3	隅撑设计	168
3.11	基础设计	170
3.11.1	内力查看	170
3.11.2	基础施工图	170
4	轻型门式刚架房屋厂房设计 (不带吊车)	175
4.1	工程概况	175
4.2	工程实例构件截面估算	175
4.2.1	钢梁	175
4.2.2	钢柱	175
4.3	刚架 STS 建模与计算结果查看	175
4.4	刚架节点设计	175
4.5	柱脚设计	177
4.6	抗风柱设计	178
4.7	屋面支撑、系杆设计	178
4.8	柱间支撑设计	181
4.9	檩条、拉条、隅撑设计	181
4.10	基础设计	183
5	轻型门式刚架房屋厂房优化设计	186

5.1	优化设计方法	186
5.1.1	建筑空间优化	186
5.1.2	结构构件优化	186
5.2	轻型门式刚架厂房最优经济跨度研究	186
5.3	轻型门式刚架厂房最优经济柱距研究	187
5.4	轻型门式刚架厂房最优经济坡度研究	188
5.5	轻型门式刚架厂房构件截面优化	189
6	门式刚架常见问题问答	190
	参考文献	197

# 1 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》 GB 51022—2015 与 CECS 102：2012 比较

1. 总则中明确了门式刚架类型，比 CECS 102：2012 规程增加了门式刚架的最大使用高度与高宽比。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：1.0.2 本规范适用于房屋高度不大于 18m，房屋高宽比小于 1，承重结构为单跨或多跨实腹门式刚架、具有轻型屋盖、无桥式吊车或有起重量不大于 20t 的 A1~A5 工作级别桥式吊车或 3t 悬挂式起重机的单层钢结构房屋。

本规范不适用于按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 规定的对钢结构具有强腐蚀介质作用的房屋。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》CECS 102：1.0.2 本规程适用于主要承重结构为单跨或多跨实腹门式刚架、具有轻型屋盖和轻型外墙、无桥式吊车或有起重量不大于 20t 的 A1~A5 工作级别桥式吊车或 3t 悬挂式起重机的单层房屋钢结构的设计、制作和安装。

门式刚架轻型房屋的外墙亦可采用砌体，此时应符合本规程第 4.4.3 条的规定。本规程不适用于强侵蚀介质环境中的房屋。

2. 基本设计规定中，增加了 LQ550 高强钢材的使用规定，增加对自攻钉、铆钉、射钉的强度设计要求。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：3.2.4-1 各牌号钢材的设计用强度值，应按表 1-1 采用。

设计用钢材强度值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1-1

牌号	钢材厚度或直径 (mm)	抗拉、抗压、抗弯强度设计值 $f$	抗剪强度设计值 $f_v$	屈服强度最小值 $f_y$	端面承压强度设计值 (刨平顶紧) $f_{cc}$
Q235	$\leq 6$	215	125	235	320
	$> 6, \leq 16$	215	125		
	$> 6, \leq 40$	205	120	225	
Q345	$\leq 6$	305	175	345	400
	$> 6, \leq 16$	305	175		
	$> 16, \leq 40$	295	170	335	
LQ550	$\leq 0.6$	455	260	530	—
	$> 0.6, \leq 0.9$	430	250	500	
	$> 0.9, \leq 1.2$	400	230	460	
	$> 1.2, \leq 1.5$	360	210	420	

注：本规范将 550 级钢材定名为 LQ550 仅用于屋面及墙面板。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》CECS 102：3.3.2-1 钢材强度设计值应按表 1-2 采用。

钢材强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1-2

牌号	钢材厚度或直径 (mm)	抗拉、压、弯 $f$	抗剪 $f_v$	端面承压 (磨平顶紧) $f_{ce}$
Q235 钢	$\leq 16$	215	125	325
	$> 16 \sim 40$	205	120	
Q345 钢	$\leq 16$	310	180	400
	$> 16 \sim 35$	295	170	

注：钢材屈服强度  $f_y$ ：对 Q235 钢取 235N/mm<sup>2</sup>；对 Q345 钢取 345N/mm<sup>2</sup>。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：3.2.2 连接件应符合下列规定：

(1) 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 和《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定，其机械性能与尺寸规格应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的规定；

(2) 高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定；

(3) 连接屋面板和墙面板采用的自攻、自钻螺栓应符合现行国家标准《十字槽盘头自钻自攻螺钉》GB/T 15856.1、《十字槽沉头自钻自攻螺钉》GB/T 15856.2、《十字槽半沉头自钻自攻螺钉》GB/T 15856.3、《六角法兰面自钻自攻螺钉》GB/T 15856.4、《六角凸缘自钻自攻螺钉》GB/T 15856.5 或《开槽盘头自攻螺钉》GB/T 5282、《开槽沉头自攻螺钉》GB/T 5283、《开槽半沉头自攻螺钉》GB/T 5284、《六角头自攻螺钉》GB/T 5285 的规定；

(4) 抽芯铆钉应采用现行行业标准《标准件用碳素钢热轧圆钢及盘条》YB/T 4155 中规定的 BL2 或 BL3 号钢制成，同时应符合现行国家标准《封闭型平圆头抽芯铆钉》GB/T 12615.1~GB/T 12615.4、《封闭型沉头抽芯铆钉》GB/T 12616.1、《开口型沉头抽芯铆钉》GB/T 12617.1~GB/T 12617.5、《开口型平圆头抽芯铆钉》GB/T 12618.1~GB/T 12618.6 的规定；

(5) 射钉应符合现行国家标准《射钉》GB/T 18981 的规定；

(6) 锚栓钢材可采用符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 规定的 Q235 级钢或符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 规定的 Q345 级钢。

3. 增加了荷载及荷载效应组合一章，对吊挂荷载的属性给予了确认，将 CECS 102：2012 附录中的风荷载的设计规定变更为正式一节，规定了适用范围；雪荷载也单列一节，对雪荷载的不均匀分布作出了规定。明确雪荷载按 100 年重现期取值。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：4.3.1 门式刚架轻型房屋钢结构屋面水平投影面上的雪荷载标准值，应按下式计算：

$$S_k = \mu_r S_0 \quad (1-1)$$

式中  $S_k$ ——雪荷载标准值 (kN/m<sup>2</sup>)；

$\mu_r$ ——屋面积雪分布系数；

$S_0$ ——基本雪压 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的 100 年重现期的雪压采用。

#### 4. 结构形式及布置中增加了夹层的结构形式。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：5.1.2-1 门式刚架分为单跨（图 1-1a）、双跨（图 1-1b）、多跨（图 1-1c）刚架以及带挑檐的（图 1-1d）和带毗屋的（图 1-1e）刚架等形式。多跨刚架中间柱与斜梁的连接可采用铰接。多跨刚架宜采用双坡或单坡屋盖（图 1-1f），也可采用由多个双坡屋盖组成的多跨刚架形式。

当设置夹层时，夹层可沿纵向设置（图 1-1g）或在横向端跨设置（图 1-1h）。夹层与柱的连接可采用刚性连接或铰接。

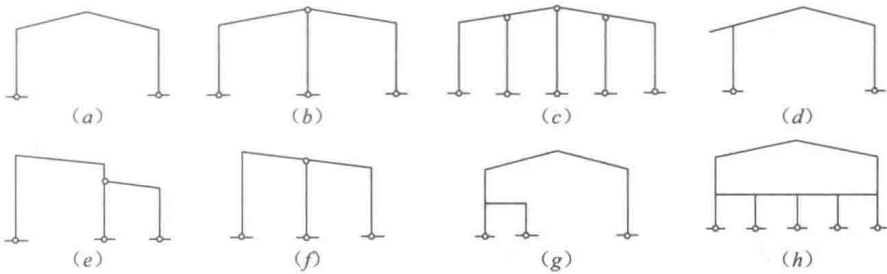


图 1-1 门式刚架 (GB 51022—2015)

(a) 单跨刚架；(b) 双跨刚架；(c) 多跨刚架；(d) 带挑檐刚架；(e) 带毗屋刚架；  
(f) 单坡刚架；(g) 纵向带夹层刚架；(h) 端跨带夹层刚架

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》CECS 102：4.1.2 门式刚架分为单跨（图 1-2a）、双跨（图 1-2b）、多跨（图 1-2c）刚架以及带挑檐的（图 1-2d）和带毗屋的（图 1-2e）刚架等形式。多跨刚架中间柱与斜梁的连接可采用铰接。多跨刚架宜采用双坡或单坡屋盖（图 1-2f），必要时也可采用由多个双坡屋盖组成的多跨刚架形式。

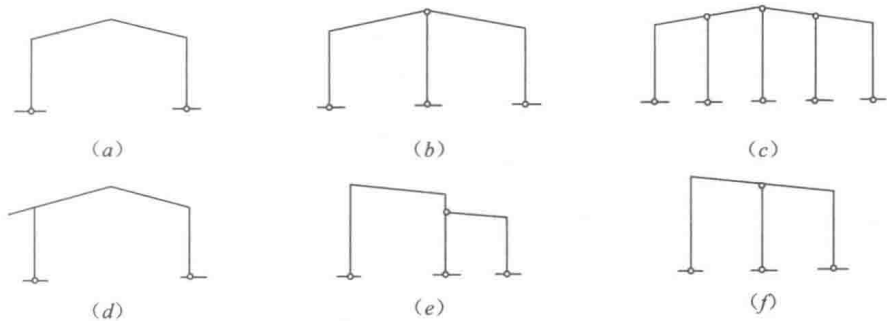


图 1-2 门式刚架 (CECS 102)

(a) 单跨刚架；(b) 双跨刚架；(c) 多跨刚架；(d) 带挑檐刚架；(e) 带毗屋刚架；(f) 单坡刚架

#### 5. 明确了隅撑可以保证梁柱的平面外稳定。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：5.1.1 在门式刚架轻型房屋钢结构体系中，屋盖宜采用压型钢板屋面板和冷弯薄壁型钢檩条，主刚架可采用变截面空腹刚架，外墙宜采用压型钢板墙面板和冷弯薄壁型钢墙梁。主刚架斜梁下翼缘和刚架柱内

翼缘平面外的稳定性，应由隅撑保证。主刚架间的交叉支撑可采用张紧的圆钢、钢索或型钢等。

6. 结构分析中将 CECS 102: 2012 附录中楔形梁计算长度系数合并，修订结构有多个摇摆柱时的边柱计算长度取值。等截面加腋的设计方法；地震分析按中震弹性，对宽厚比不提要求。

7. 明确轻型门式刚架阻尼比取值不同于普通钢结构。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：6. 2. 1 计算门式刚架地震作用时，其阻尼比取值应符合下列规定：

- (1) 封闭式房屋可取 0.05；
- (2) 敞开式房屋可取 0.035；
- (3) 其余房屋应按外墙面积开孔率插值计算。

8. 刚架构件计算中，合并原等截面及变截面的刚架设计方法；增加抗风柱的设计及构造要求。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：

7. 2. 1 风柱下端与基础的连接可铰接也可刚接。在屋面材料能够适应较大变形时，抗风柱柱顶可采用固定连接（图 1-3），作为屋面斜梁的中间竖向铰支座。

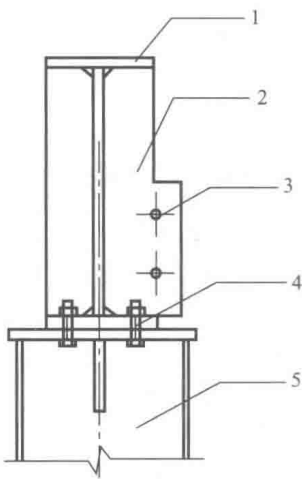


图 1-3 抗风柱与端部刚架连接  
1—厂房端部屋面梁；2—加劲肋；  
3—屋面支撑连接孔；4—抗风柱与  
屋面梁的连接；5—抗风柱

7. 2. 2 端部刚架的屋面斜梁与檩条之间，除本规范第 7. 2. 3 条规定的抗风柱位置外，不宜设置隅撑。

7. 2. 3 抗风柱处，端开间的两根屋面斜梁之间应设置刚性系杆。屋脊高度小于 10m 的房屋或基本风压不小于  $0.55\text{kN/m}^2$  时，屋脊高度小于 8m 的房屋，可采用隅撑—双檩条体系代替刚性系杆，此时隅撑应采用高强度螺栓与屋面斜梁和檩条连接，与冷弯型钢檩条的连接应增设双面填板增强局部承压强度，连接点不应低于型钢檩条中心线；在隅撑与双檩条的连接点处，沿屋面坡度方向对檩条施加隅撑轴向承载力设计值 3% 的力，验算双檩条在组合内力作用下的强度和稳定性。

7. 2. 4 抗风柱作为压弯杆件验算强度和稳定性，可在抗风柱和墙梁之间设置隅撑，平面外弯扭稳定的计算长度，应取不小于两倍隅撑间距。

9. 支撑对轻钢建筑的安全具有举足轻重的作用，类似对支撑计算单独设定一章，为柱间支撑、屋面支撑、檩条支撑三节详细说明其布置方案及设计方法。支撑节点大样发生变化。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：

8. 5. 1 钢支撑与刚架连接节点可用连接板连接（图 1-4）。

8. 5. 2 当圆钢支撑直接与梁柱腹板连接，应设置垫块或垫板且尺寸  $B$  不小于 4 倍圆钢支撑直径（图 1-5）。

10. 檩条及墙梁设计，在 CECS 102: 2012 的基础上增加了连接檩条搭接长度的规定；增加桁架檩条设计方法；增加檩条兼作压杆的要求。对墙梁设计明确了计算方法。

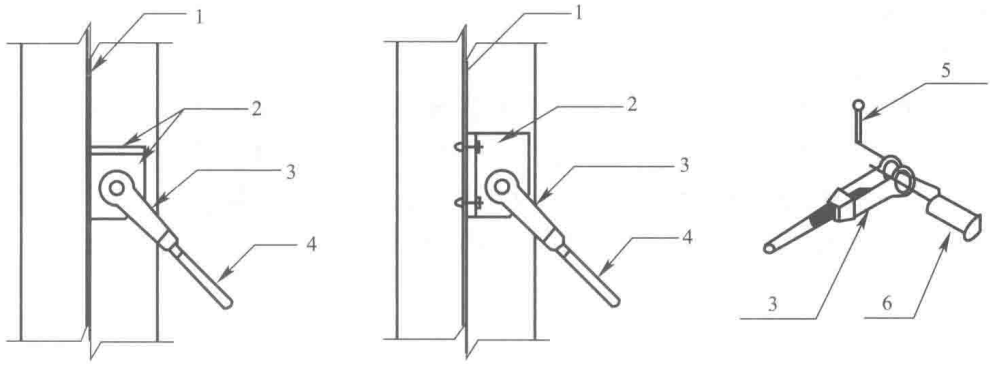


图 1-4 圆钢支撑与连接板连接

1—腹板；2—连接板；3—U形连接夹；4—圆钢；5—开口销；6—插销

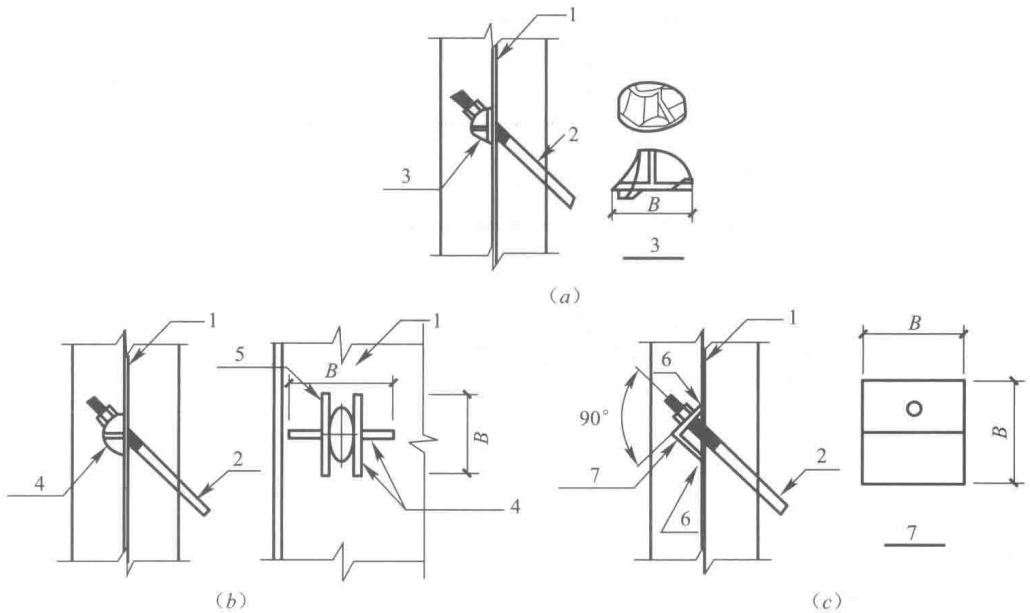


图 1-5 圆钢支撑与腹板连接

(a) 弧形垫块；(b) 弧形垫板；(c) 角钢垫块

1—腹板；2—圆钢；3—弧形垫块；4—弧形垫板，厚度 $\geq 10\text{mm}$ ；5—单面焊；

6—焊接；7—角钢垫块，厚度 $\geq 12\text{mm}$

11. 连接和节点中，增加了对女儿墙、山墙抗风柱、夹层梁、吊车牛腿等连接节点设计，引入了部分开口及宅楼连接设计；增加夹层柱梁连接的刚接设计做法。将原 CECS 102: 2012 附录中单面角焊缝的要求合并进来；规定 8 度及以上不能用单面角焊缝，并增加了牛腿等相应焊缝要求。

12. 维护系统设计分为屋面板设计、墙面板设计、保温节能设计和屋面排水设计四节，分别作出了相应规定。

13. 钢结构的防护中，增加了钢结构的防护目标；对钢结构的涂装、防腐蚀和防火保护作出了规定。

14. 制作单列一章，增加了门式刚架加工的具体质量要求，包括焊接、矫正、冲孔、

钻孔、切割、外形尺寸偏差等。

15. 运输、安装和验收合成一章，对安装提出了更加具体的安全要求，防止建筑物在安装过程中的倒塌。增加了验收一节，使规范更加全面。推荐用调整螺母调正柱脚。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015：14.2.4 柱基础二次浇筑的预留空间，当柱脚铰接时不宜大于 50mm，柱脚刚接时不宜大于 100mm。柱脚安装时柱标高精度控制，可采用在底板下的地脚螺栓上加调整螺母的方法进行（图 1-6）。

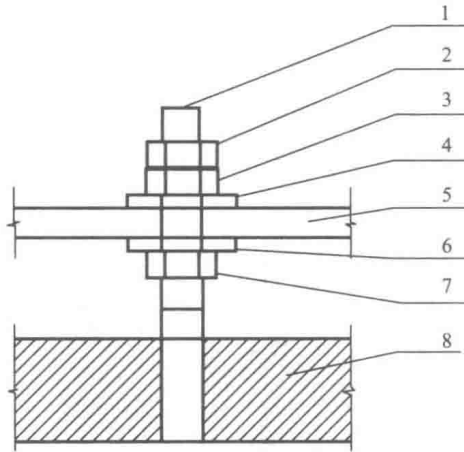


图 1-6 柱脚的安装

1—地脚螺栓；2—止退螺母；3—紧固螺母；4—螺母垫板；  
5—钢柱底板；6—底部螺母垫板；7—调整螺母；8—钢筋混凝土基础

## 2 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》 GB 51022—2015 摘录

### 2.1 摘录 1 (总则)

规范:

1.0.2 本规范适用于房屋高度不大于 18m, 房屋高宽比小于 1, 承重结构为单跨或多跨实腹门式刚架、具有轻型屋盖、无桥式吊车或有起重量不大于 20t 的 A1~A5 工作级别桥式吊车或 3t 悬挂式起重机的单层钢结构房屋。

本规范不适用于按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 规定的对钢结构具有强腐蚀介质作用的房屋。

条文说明:

1.0.2 本条明确了本规范的适用范围。房屋高度不大于 18m, 高宽比小于 1, 主要是针对本规范的风荷载系数的要求而规定的。本规范的风荷载系数主要是根据美国金属房屋制造商协会 (MBMA) 低矮房屋的风压系数借鉴而来。MBMA 的《金属房屋系统手册 2006》中的系数就是对高度不大于 18m, 高宽比小于 1 的单层房屋经风洞试验的结果。

悬挂式吊车的起重量通常不大于 3t, 当有需要并采取可靠技术措施时, 起重量允许不大于 5t。

考虑到此种结构构件的截面较薄, 因此不适用于有强腐蚀介质作用的房屋。强腐蚀介质的划分可参照现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的规定。房屋高度超过 18m 的类似建筑, 构件的强度、稳定性设计可参照本规范。

### 2.2 摘录 2 (术语和符号)

“门式刚架轻型房屋”是房屋高度不大于 18m, 房屋高宽比小于 1, 采用变截面或等截面实腹刚架, 围护系统采用轻型钢屋面和轻型外墙 (有时也采用非嵌砌砌体墙), 设置起重量不超过 20t 的轻中级工作制桥式吊车或悬挂式吊车的钢结构单层房屋。

“摇摆柱”是指上、下端铰接的轴心受压构件, 用于刚架的中间支承可有效地减小刚架梁在竖向荷载下的挠度和弯矩, 但不能提供侧向刚度, 不能用于支承吊车梁。

“隅撑”是用于支承斜梁和柱受压翼缘的支撑构件, 应根据设计方案设置。单面设置的隅撑受压时对斜梁产生不利影响, 应将该处隅撑截面适当加强。隅撑截面应符合规范的规定。隅撑应采用直径不小于 M14 的单个螺栓连接。

## 2.3 摘录 3 (基本设计规定——设计原则)

规范:

3.1.4 当抗震设防烈度 7 度 (0.15g) 及以上时, 应进行地震作用组合的效应验算, 地震设计状况应满足下式要求:

$$S_E \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (2-1)$$

式中  $S_E$ ——考虑多遇地震作用时, 荷载和地震作用组合的效应设计值, 应符合本规范第 4.5.4 条的规定;

$\gamma_{RE}$ ——承载力抗震调整系数。

3.1.5 承载力抗震调整系数应按表 2-1 采用。

承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$

表 2-1

构件或连接	受力状态	$\gamma_{RE}$
梁、柱、支撑、螺栓; 节点、焊缝	强度	0.85
柱、支撑	稳定	0.90

条文说明:

3.1.4 由于单层门式刚架轻型房屋钢结构的自重较小, 设计经验和振动台试验表明, 当抗震设防烈度为 7 度 (0.1g) 及以下时, 一般不需要做抗震验算; 当为 7 度 (0.15g) 及以上时, 横向刚架和纵向框架均需进行抗震验算。当设有夹层或有与门式刚架相连接的附属房屋时, 应进行抗震验算。国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 考虑到轻型房屋钢结构的特点, 在第 9.2.1 条中指出: 单层的轻型钢结构厂房的抗震设计, 应符合专门的规定。

3.1.5 承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$  对强度破坏取 0.85, 稳定破坏取 0.9, 是鉴于门式刚架轻型房屋钢结构构件的延性一般, 塑性发展有限。

## 2.4 摘录 4 (基本设计规定——材料选用)

规范:

3.2.1 钢材选用应符合下列规定:

1) 用于承重的冷弯薄壁型钢、热轧型钢和钢板, 应采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 规定的 Q235 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 规定的 Q345 钢材。

2) 门式刚架、吊车梁和焊接的檩条、墙梁等构件宜采用 Q235B 或 Q345A 及以上等级的钢材。非焊接的檩条和墙梁等构件可采用 Q235A 钢材。当有根据时, 门式刚架、檩条和墙梁可采用其他牌号的钢材制作。

3) 用于围护系统的屋面及墙面板材应采用符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518、《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978 和《彩色涂层钢板及钢带》GB/T 12754 规定的钢板, 采用的压型钢板应符合现行国家标准《建筑用压型钢板》GB/T 12755 的规定。

### 3.2.4 钢材设计指标应符合下列规定：

1) 各牌号钢材的设计用强度值，应按表 2-2 采用。

设计用钢材强度值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 2-2

牌号	钢材厚度或直径 (mm)	抗拉、抗压、抗弯强度设计值 $f$	抗剪强度设计值 $f_v$	屈服强度最小值 $f_y$	端面承压强度设计值 (刨平顶紧) $f_{ec}$
Q235	≤6	215	125	235	320
	>6, ≤16	215	125		
	>6, ≤40	205	120	225	
Q345	≤6	305	175	345	400
	>6, ≤16	305	175		
	>16, ≤40	295	170	335	
LQ550	≤0.6	455	260	530	—
	>0.6, ≤0.9	430	250	500	
	>0.9, ≤1.2	400	230	460	
	>1.2, ≤1.5	360	210	420	

注：本规范将 550 级钢材定名为 LQ550 仅用于屋面及墙面板。

2) 焊缝强度设计值应按表 2-3 采用。

焊缝强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 2-3

焊接方法和焊条型号	牌号	厚度或直径 (mm)	对接焊缝				角焊缝
			抗压 $f_c^w$	抗拉、抗弯 $f_t^w$		抗剪 $f_v^w$	抗拉、压、剪 $f_t^w$
				一、二级焊缝	三级焊缝		
自动焊、半自动焊和 E43 型焊条的手工焊	Q235	≤6	215	215	185	125	160
		>6, ≤16	215	215	185	125	
		>6, ≤40	205	205	175	120	
自动焊、半自动焊和 E50 型焊条的手工焊	Q345	≤6	305	305	260	175	200
		>6, ≤16	305	305	265	175	
		>6, ≤40	295	295	250	170	

注：1. 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 的规定。其中厚度小于 8mm 的对接焊缝，不宜用超声波探伤确定焊缝质量等级。

2. 对接焊缝抗弯受压区强度设计值取  $f_c^w$ ，抗弯受拉区强度设计值取  $f_t^w$ 。

3. 表中厚度系指计算点钢材的厚度，对轴心受力构件系指截面中较厚板件的厚度。

3) 螺栓连接的强度设计值应按表 2-4 采用。

螺栓连接的强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 2-4

钢材牌号/或性能等级	普通螺栓						锚栓		承压型连接高强度螺栓		
	C 形螺栓			A 级、B 级螺栓			抗拉 $f_t^b$	抗剪 $f_v^b$	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 $f_t^b$	抗剪 $f_v^b$	承压 $f_c^b$					
普通螺栓	4.6 级	170	140	—	—	—	—	—	—	—	—
	4.8 级			—	—	—	—	—	—	—	—
	5.6 级	—	—	—	210	190	—	—	—	—	
	8.8 级	—	—	—	400	320	—	—	—	—	