重庆市工程建设标准

钢结构工业厂房技术标准

Technical standards for steel structure industrial plants

DBJ50/T-446-2023

主编单位：中冶赛迪工程技术股份有限公司
批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会
施行日期：2023年10月01日

2023 重 庆

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2023〕23号

重庆市住房和城乡建设委员会
关于发布《钢结构工业厂房技术标准》的通知

各区县（自治县）住房城乡建委，两江新区、西部科学城重庆高新区、重庆经开区、万盛经开区、双桥经开区建设局，有关单位：

现批准《钢结构工业厂房技术标准》为我市工程建设地方标准，编号为DBJ50/T-446-2023，自2023年10月1日起施行。标准文本可在标准施行后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理，中冶赛迪工程技术股份有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2023年6月21日

前　言

根据重庆市住房和城乡建设委员会文件《关于下达2016年度重庆市工程建设标准制定修订项目计划(第二批)的通知》(渝建〔2016〕378号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实际工程经验,参考国内外相关规范标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准的主要技术内容包括:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.材料;5.作用;6.建筑设计;7.结构设计;8.制作、运输与安装;9.验收与使用维护。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由中冶赛迪工程技术股份有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有意见或建议,请寄送重庆市《钢结构工业厂房技术标准》编制组。(通讯地址:重庆市两江新区赛迪路1号,邮编401122;电子邮箱 jianshe.tang@cisdi.com.cn)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人员和审查人员：

主 编 单 位：中冶赛迪工程技术股份有限公司

参 编 单 位：中机中联工程有限公司
中煤科工重庆设计研究院（集团）有限公司
重庆大学
中冶建工集团有限公司
重庆市建筑科学研究院有限公司
重庆同乘工程咨询设计有限责任公司
重庆钢结构产业有限公司
国家钢结构技术研究中心西部研究院

主要起草人员：薛尚铃　胡朝晖　李　平　徐　革　傅中俊
唐建设　赵　轩　向渊明　邬险峰　李成芳
王　林　罗小峰　唐　毅　桑一民　蒋　煜
潘　文　陶　修　徐诗童　李　胜　肖正直
敬承钱　谢津成　郑伟昌　安卫锋　兰蕙敏
徐国友　王宇航　石玉良　罗宏伟　邓玉孙
黄小刚

审 查 人 员：谢自强　汤启明　段晓丹　沈治宇　肖　勇
陈晓波　杨长辉

目　次

1　总则 …… 1
2　术语和符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 3
3　基本规定 …… 6
4　材料 …… 9
4.1　钢材 …… 9
4.2　连接材料 …… 13
4.3　金属压型板 …… 14
4.4　采光板 …… 17
4.5　轻质板材 …… 18
5　作用 …… 19
5.1　一般规定 …… 19
5.2　楼面和屋面活荷载 …… 19
5.3　吊车荷载 …… 21
5.4　风荷载 …… 24
5.5　地震作用 …… 24
5.6　其他作用 …… 26
6　建筑设计 …… 28
6.1　一般规定 …… 28
6.2　平面布置 …… 28
6.3　楼梯、电梯、检修通道 …… 29
6.4　屋面 …… 31
6.5　墙体 …… 34

6.6 楼面、地面 …… 35
6.7 室内环境 …… 38
6.8 建筑防火、防爆 …… 41
6.9 建筑防腐蚀 …… 43
6.10 绿色设计 …… 47
6.11 金属围护系统细部构造 …… 48
7 结构设计 …… 50
7.1 一般规定 …… 50
7.2 单层框(排)架厂房 …… 53
7.3 门式刚架轻型厂房 …… 63
7.4 多层和高层厂房 …… 70
7.5 屋盖系统 …… 81
7.6 吊车梁系统 …… 91
7.7 墙架系统 …… 99
7.8 防护设计 …… 106
8 制作、运输与安装 …… 111
8.1 一般规定 …… 111
8.2 构件制作与运输 …… 112
8.3 主体结构施工安装 …… 115
8.4 外围护系统安装 …… 117
9 验收与使用维护 …… 121
9.1 一般规定 …… 121
9.2 主体结构系统验收 …… 121
9.3 外围护系统验收 …… 123
9.4 竣工验收 …… 125
9.5 使用维护 …… 126
附录 A 常用金属板化学成分、力学性能,使用环境耐腐蚀性等级、镀层、表面涂层耐久性 …… 128
附录 B 厂房结构、构件的变形容许值 …… 136

附录C　柱间支撑简化计算 …… 141
附录D　吊车梁疲劳计算 …… 145
附录E　常用涂装选用表 …… 148
附录F　隔热防护措施 …… 151
本标准用词说明 …… 155
引用标准名录 …… 156
条文说明 …… 159

Contents

1 General provisions ····· 1
2 Terms and symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 3
3 General requirements ····· 6
4 Material ····· 9
4.1 Steel ····· 9
4.2 Connection material ····· 13
4.3 Rrofiled metal sheets ····· 14
4.4 Lighting sheets ····· 17
4.5 Light weight sheets ····· 18
5 Actions ····· 19
5.1 General requirements ····· 19
5.2 Live load of floor and roof system ····· 19
5.3 Crane load ····· 21
5.4 Wind load ····· 24
5.5 Seismic actions ····· 24
5.6 Other actions ····· 26
6 Design for building ····· 28
6.1 General requirements ····· 28
6.2 Plan layout ····· 28
6.3 Stairs, elevators and maintenance passage ····· 29
6.4 Roof ····· 31
6.5 Wall ····· 34

6.6 Floor and ground ····· 35
6.7 Indoor environment ····· 38
6.8 Design for fireproofing and anti-explosion ····· 41
6.9 Building corrosion protection ····· 43
6.10 Green design ····· 47
6.11 Detailed configuration of metal peripheral system ····· 48
7 Design for structures ····· 50
7.1 General requirements ····· 50
7.2 Single-story plant with frame-bent structures ····· 53
7.3 Light-weight plant with gabled frames ····· 63
7.4 Multi-story and high-rise plant ····· 70
7.5 Roof system ····· 81
7.6 Crane girder system ····· 91
7.7 Wall system ····· 99
7.8 Protection design ····· 106
8 Fabrication, transportation and installation ····· 111
8.1 General requirements ····· 111
8.2 Fabrication and transportation of components ····· 112
8.3 Erection of structural system ····· 115
8.4 Erection of peripheral system ····· 117
9 Acceptance and usage ····· 121
9.1 General requirements ····· 121
9.2 Acceptance of structural system ····· 121
9.3 Acceptance of peripheral system ····· 123
9.4 Final acceptance ····· 125
9.5 Maintenance requirements ····· 126
Appendix A Chemistry, mechanics, corrosion resistant environment class, cladding and surface coating dura-

bility of common metal plate ····· 128
Appendix B Allowable values for deformation for factories and components ····· 136
Appendix C Simplified calculation of bracing systems between columns ····· 141
Appendix D Fatigue calculation of crane girders ····· 145
Appendix E Common selected coating ····· 148
Appendix F Thermal insulation methods ····· 151
Explanation of Wording in this standard ····· 155
List of quoted standards ····· 156
Explanation of provisions ····· 159

1 总 则

1.0.1 为了规范钢结构工业厂房的设计、制作、安装、验收及使用维护，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市钢结构工业厂房的建筑和结构设计、构件制作、安装、验收及使用维护。

1.0.3 钢结构工业厂房的设计、制作、安装及使用维护应贯彻节约用地、节约能源、节约原材料和保护环境、减少污染、技术进步及创新的绿色工业建筑的要求。

1.0.4 钢结构工业厂房的设计、制作、安装、验收及使用维护，除应执行本标准外，尚应符合国家、行业及重庆市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 工业厂房 industry workshop plant

直接用于工业生产的车间。

2.1.2 单层工业厂房 single-storey industrial workshop

不计建筑高度，建筑层数为单层的工业厂房。

2.1.3 多层工业厂房 multi-storey industrial workshop

层数不小于二层，建筑高度不大于24m的工业厂房。

2.1.4 高层工业厂房 high-rise industrial workshop

层数不小于二层，建筑高度大于24m的工业厂房。

2.1.5 门式刚架厂房 workshop with gabled frames

承重结构采用变截面或等截面刚架的单层工业厂房。

2.1.6 门式刚架轻型厂房 light-weight workshop with gabled frames

高度不大于18m，厂房高宽比小于1，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，围护系统采用轻型屋面或轻型外墙的门式刚架厂房。

2.1.7 侧向框排架结构 lateral frame bent structure

排架结构与多层或高层框架结构侧面相连接的结构。

2.1.8 竖向框排架结构 vertical frame bent structure

排架结构位于多层或高层框架结构上部的结构。

2.1.9 等截面柱 constant cross-section column

沿高度方向水平截面尺寸不变的柱。

2.1.10 阶形柱 stepped column

沿高度方向分段改变水平截面尺寸的柱。

2.1.11 分离式柱 separated column

依附于厂房框(排)架柱,并用水平缀材与之相连的支承起重机梁等的柱肢。

2.1.12 摇摆柱 leaning stanchion

上、下端铰接不能抵抗侧向荷载的轴心受力柱。

2.1.13 抗风柱 wind-resistant column

在厂房山墙和纵墙处设置的为承受风荷载的柱。

2.1.14 屋架 roof trusses

将屋盖荷载传递到墙、柱、托架或托梁上的桁架式构件。

2.1.15 框桁架 frame truss

与柱刚接的端头一定范围为实腹梁而跨中为桁架的一种屋架结构。

2.1.16 腐蚀 corrosion

金属与所处环境之间的物理化学作用,其结果使金属的性能发生变化,并常可导致金属、环境或由它们作为组成部分的技术体系的功能受到损伤。

2.1.17 建筑金属围护系统 building metal envelope system

采用压型金属板或金属面压型板作为屋面、墙面、底面系统的主要材料,通过支承结构构件与主体结构相连接,满足建筑外围护系统相应使用功能要求的建筑围护体系。

2.2 符 号

2.2.1 作用及作用效应

H ——水平力;

F ——集中荷载设计值;

M ——弯矩;

M_x、M_y——分别为同一截面处对 x 轴和 y 轴的弯矩设计值;

N ——轴心力；

N'_{Ex} ——绕 x 轴考虑抗力分项系数的欧拉临界力；

R ——支座反力；

V ——剪力；

G ——重力荷载；

$P_{k,max}$ ——吊车最大轮压标准值。

2.2.2 材料性能与计算指标

f ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

f_v ——钢材的抗剪强度设计值；

f_y ——钢材的屈服强度；

f_u ——钢材的抗拉强度最小值；

τ ——剪应力；

σ ——正应力；

$\Delta\tau$ ——剪应力幅；

$[\Delta\tau]$ ——容许剪应力幅；

$\Delta\sigma$ ——正应力幅；

$[\Delta\sigma]$ ——容许正应力幅；

$[\upsilon]$ ——挠度的容许值；

E ——弹性模量。

2.2.3 几何参数

A ——截面面积；

I ——截面惯性矩；

W ——截面模量；

W_e ——构件有效截面最大受压翼缘纤维的截面模量；

W_x、W_y ——对强轴和弱轴的毛截面模量；

l_0 ——计算长度；

l_{0x}、l_{0y} ——分别为构件对截面主轴 x 和 y 的计算长度；

H ——柱的高度；

H_1 ——阶形柱的上段柱高；

t ——板的厚度；

t_f ——计算截面的翼缘厚度；

e ——吊车梁或吊车桁架支座反力作用线至吊车肢重心线（y 轴线）间的距离；

S ——截面面积矩；

h ——截面高度。

2.2.4 计算系数及其他

α_f ——疲劳计算的欠载效应等效系数；

λ ——长细比；

γ ——截面塑性发展系数；

γ_x、γ_y ——x、y 轴截面塑性发展系数；

μ ——柱的计算长度系数；

φ ——构件的稳定系数；

ε_k ——钢号修正系数；

η ——截面影响系数。

3 基本规定

3.1.1 钢结构工业厂房根据其建筑高度和层数可分为单层工业厂房、多层工业厂房和高层工业厂房。

3.1.2 钢结构工业厂房设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定，建筑设计应以集成化为目标，按模数协调的原则实现构配件标准化、设备产品定型化，同时应兼顾建筑形式的多样化。

3.1.3 钢结构工业厂房宜采用信息化技术，为设计、施工和运行维护提供数字化协同工作平台，进行全过程的协同管理。

3.1.4 钢结构工业厂房设计应综合考虑抗震、防腐、防火、卫生、绿色低碳、经济等各项因素，并满足安全使用和安全防范的要求。

3.1.5 钢结构工业厂房必须按照基本建设程序进行岩土工程勘察。厂房建设的选址应符合国家现行有关标准的规定，并不应选择在以下区域：

1 有泥石流、严重滑坡、溶洞等直接危害的地段；

2 采矿塌落(错动)区地表界限内；

3 爆破危险区界限内；

4 建筑抗震的危险地段。

3.1.6 钢结构工业厂房在规定工作年限内应满足下列功能要求：

1 应能承受在正常施工和正常使用期间可能出现的设计荷载作用范围内的各种作用；

2 在正常使用时具有良好的使用性能；

3 在正常使用和正常维护下具有达到设计工作年限的耐久性能；

4 在火灾条件下，钢结构及建筑构件应能在规定时间内保

持承载能力、完整性或隔热性；

5 在发生爆炸、撞击和其他偶然事件时，结构应保持必需的稳固性，不出现与起因不相称的破坏后果。

3.1.7 钢结构工业厂房主体结构的设计工作年限不应少于50年，易于更换的构件及连接的设计工作年限不应少于25年。

3.1.8 结构构件的安全等级，宜与整个结构的安全等级相同。一般厂房主体结构安全等级不应低于二级，对其中部分结构构件的安全等级可进行调整，但不应低于三级。

3.1.9 钢结构工业厂房的抗震设防类别应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223的规定。

3.1.10 钢结构工业厂房的结构设计，应符合以下规定：

1 结构布置、结构体系选型和构造措施应根据生产工艺、建筑功能、施工技术、自然环境、岩土工程条件、材料供应和改扩建要求等因素综合确定；

2 结构设计应考虑使用功能、方便施工安装和检修维护；

3 结构设计应满足本标准第3.1.6条的功能要求；

4 结构设计中采用的新技术、新结构、新材料应经过论证或鉴定，并具有完整的技术文件；

5 结构设计中宜采用标准构配件，在同一工程中宜减少结构构件的种类。

3.1.11 钢结构工业厂房的制作、运输、安装和验收，应符合以下规定：

1 施工管理应符合现行法规的要求；

2 施工应采用成熟可靠的技术，施工中采用的新技术、新材料、新设备及新工艺应按有关规定进行评审、备案及施工工艺专项评价；

3 施工质量及施工验收应符合现行国家、行业和重庆市的有关标准要求；

4 施工中应采取安全措施保证施工安全。

3.1.12 钢结构工业厂房在使用过程中应进行合理的维护和保养，应保证设计预定的使用条件，当实际使用条件与设计不符时，应进行专门鉴定、分析及采取必要的措施。

3.1.13 钢结构工业厂房的结构系统、外围护系统、设备与管线系统以及内装系统宜进行集成化设计，提高集成度、施工精度和效率。

4 材 料

4.1 钢 材

4.1.1 承重结构钢材宜采用 Q235、Q355、Q390、Q420、Q460、Q345GJ、Q390GJ、Q420GJ 和 Q460GJ 钢，其质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 和《建筑结构用钢板》GB/T 19879 的规定。结构用钢板、热轧工字钢、槽钢、角钢、H 型钢、冷弯薄壁型钢和钢管等型材产品的规格、外形、重量及允许偏差应符合国家现行相关标准的规定。

4.1.2 承重结构所用的钢材应具有屈服强度、断后伸长率、抗拉强度和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳当量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材应具有冷弯试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需验算疲劳的构件所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

4.1.3 钢材的设计用强度指标，应根据钢材牌号、厚度或直径按表 4.1.3 采用。

表 4.1.3 钢材的设计用强度指标(N/mm^2)

钢材牌号		钢材厚度或直径(mm)	强度设计值			钢材强度	
			抗拉、抗压、抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压(刨平顶紧) f_{ce}	屈服强度 f_y	抗拉强度最小值 f_u
碳素结构钢	Q235	≤16	215	125	320	235	370
		>16,≤40	205	120		225	
		>40,≤100	200	115		215	

续表4.1.3

钢材牌号		钢材厚度或直径（mm）	强度设计值			钢材强度	
			抗拉、抗压、抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压（刨平顶紧） f_{ce}	屈服强度 f_y	抗拉强度最小值 f_u
低合金高强度结构钢	Q355、Q355N	≤16	300	175	400	355	470
		>16，≤40	295	170		345	
		>40，≤63	290	165		335	
		>63，≤80	280	160		325	
		>80，≤100	270	155		315	
	Q390 Q390N	≤16	345	200	415	390	490
		>16，≤40	330	190		380	
		>40，≤63	310	180		360	
		>63，≤100	295	170		340	
	Q420、Q420N	≤16	375	215	440	420	520
		>16，≤40	355	205		410	
		>40，≤63	320	185		390	
		>63，≤80	305	175		370	
		>80，≤100	300	175		360	
	Q460、Q460N	≤16	410	235	460	460	540
		>16，≤40	390	225		450	
		>40，≤63	355	205		430	
		>63，≤80	340	195		410	
		>80，≤100	340	195		400	
	Q355M	>40，≤63	290	165	380	335	450
		>63，≤100	280	160	375	325	440
	Q390M	>40，≤63	310	180	410	360	480
		>63，≤80	295	170	400	340	470
		>80，≤100	295	170	390	340	460
	Q420M	>40，≤63	320	185	425	390	500
		>63，≤80	310	180	410	380	480
		>80，≤100	305	175	400	370	470

续表4.1.3

钢材牌号		钢材厚度或直径（mm）	强度设计值			钢材强度	
			抗拉、抗压、抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压（刨平顶紧） f_{ce}	屈服强度 f_y	抗拉强度最小值 f_u
低合金高强度结构钢	Q460M	>40，≤63	355	205	450	430	530
		>63，≤80	340	195	435	410	510
		>80，≤100	340	195	425	400	500

注：1 表中直径指实芯棒材，厚度系指计算点的钢材或钢管壁厚度，对轴心受拉和轴心受压构件系指截面中较厚板件的厚度；

2 表中低合金高强度结构钢的牌号不带后缀者为热轧状态交货的钢材，带后缀"N"、"M"者分别为正火状态钢材和热机械轧制状态钢材，带后缀钢材的设计用强度指标未注明时可按不带后缀钢材的设计用强度指标采用；

3 冷成型钢材的强度设计值应按国家现行规范《冷弯型钢结构技术规范》GB 50018 的规定采用。

4.1.4 结构用钢板的设计用强度指标，可根据钢材牌号、厚度或直径按表 4.1.4 采用。

表 4.1.4 建筑结构用钢板的设计用强度指标（N/mm^2）

建筑结构用钢板	钢材厚度或直径（mm）	强度设计值			钢材强度	
		抗拉、抗压、抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压（刨平顶紧） f_{ce}	屈服强度 f_y	抗拉强度 f_u
Q345GJ	>16，≤50	325	190	415	345	490
	>50，≤100	300	175		335	
Q390GJ	>16，≤50	340	195	435	390	510
	>50，≤100	330	190		380	
Q420GJ	>16，≤50	355	205	450	420	530
	>50，≤100	350	200		410	
Q460GJ	>16，≤50	390	225	485	460	570
	>50，≤100	385	220		450	

4.1.5 钢材质量等级的选用，应符合下列规定：

1 A级钢仅可用于结构工作温度高于0℃不需要验算疲劳的结构，且Q235A钢不宜用于焊接结构。非焊接的檩条和墙梁等构件可采用Q235A钢材；

2 需验算疲劳的焊接结构用钢材，应符合下列规定：

1） 当工作环境温度高于0℃时，其质量等级不应低于B级；

2） 当工作环境温度不高于0℃但高于－20℃时，Q235钢、Q345钢和Q355钢不应低于C级，Q390钢、Q420钢及Q460钢不应低于D级；

3） 当工作环境温度不高于－20℃时，Q235钢、Q345钢和Q355钢不应低于D级，Q390钢、Q420钢及Q460钢应选用E级。

3 需验算疲劳的非焊接结构，其钢材质量等级要求可较上述焊接结构降低一级但不应低于B级。吊车起重量不小于50t的中级工作制吊车梁，其质量等级要求应与需要验算疲劳的构件相同。

4.1.6 厂房柱、框架梁、支撑等抗侧力构件以及地震下可能出现塑性耗能的构件，钢材的选用尚应符合下列规定：

1 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于0.85；

2 钢材应有明显的屈服台阶，其伸长率不应小于20%；

3 钢材应具有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

4.1.7 在T形、十字形和角形焊接接头的连接节点中，当其板件厚度不小于40mm且沿板厚方向有较高撕裂拉力作用时（含较高约束拉应力作用），该部位板件钢材宜具有厚度方向抗撕裂性能（即Z向性能）的合格保证，其沿板厚方向断面收缩率不小于按现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T5313规定的Z15级允许限

值。钢板厚度方向性能等级应根据节点形式、板厚、熔深或焊缝尺寸、焊接时节点拘束度以及预热、后热情况等综合确定。

4.1.8 处于外露环境，且对耐腐蚀有特殊要求或处于侵蚀性介质环境中的承重结构，宜采用 Q235NH、Q355NH 和 Q415NH 牌号的耐候结构钢，其质量应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的规定。

4.2 连接材料

4.2.1 焊接材料的选用应符合以下要求：

1 焊条或焊丝的型号和性能应与相应母材的性能相适应，其熔敷金属的力学性能应符合设计规定，且不应低于相应母材标准的下限值；

2 两种不同强度等级钢材的焊接连接，宜选用与较低强度等级钢材相匹配的焊接材料；

3 直接承受动力荷载或需要验算疲劳的结构，以及低温环境下工作的厚板结构，宜采用低氢型焊条。

4.2.2 钢结构用焊接材料应符合下列规定：

1 手工焊接所用的焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 的规定，所选用的焊条型号应与主体金属力学性能相适应；

2 自动焊或半自动焊用焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》GB/T 8110，及《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》GB/T 10045 的规定；

3 埋弧焊用焊丝和焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝—焊剂组合分类要求》GB/T 5293、《埋弧焊和电渣焊用焊剂》GB/T 36037 的规定。

4.2.3 钢结构用紧固件材料应符合下列要求：

1 钢结构连接用4.6级与4.8级普通螺栓(C级螺栓)及5.6级与8.8级普通螺栓(A级或B级螺栓),其质量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和《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺帽》GB/T 3103.1的规定。C级螺栓与A级、B级螺栓的规格和尺寸应分别符合现行国家标准《六角头螺栓C级》GB/T 5780与《六角头螺栓》GB/T 5782的规定;

2 圆柱头焊(栓)钉连接件的质量应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433的规定;

3 钢结构用大六角高强度螺栓的质量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的规定。扭剪型高强度螺栓的质量应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632的规定;

4 锚栓可选用Q235、Q355、Q390或强度更高的钢材,其质量等级不宜低于B级;

5 连接薄钢板采用的自攻螺钉、钢拉铆钉(环槽铆钉)、射钉等应符合有关标准的规定。

4.3 金属压型板

4.3.1 钢结构工业厂房宜采用金属压型板屋面,应根据屋面防水等级及防水层工作年限选用相适应的金属压型板材及建筑构造。

4.3.2 钢结构工业厂房墙面材料应根据使用地的气象条件、建筑等级和建筑造型确定,可采用金属压型板。

4.3.3 压型钢板的材料及选用,应符合下列规定:

1 压型钢板应符合现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀

层钢板及钢带》GB/T 2518、《建筑用压型钢板》GB/T 12755 的有关规定，压型钢板常用材料的化学成分与力学性能应符合本标准附录 A 的规定；

2 压型钢板用钢材按屈服强度级别，宜选用 250MPa、350MPa 结构用钢；

3 重要建筑的压型钢板应采用彩色涂层钢板，基板宜采用热镀铝锌钢板；一般建筑可采用镀层钢板或彩色涂层钢板，基板可采用热镀铝锌或热镀锌钢板；

4 压型钢板外层板公称厚度不应小于 0.6mm，内层板公称厚度不应小于 0.5mm；

5 压型钢板板型展开宽度（基板宽度）宜符合 600mm，1000mm，或 1200mm 系列基本尺寸的要求。

4.3.4 压型铝合金板的材料及选用，应符合下列规定：

1 压型铝合金板应符合现行国家标准《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190、《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880 和《铝及铝合金彩色涂层板、带材》YS/T 431 的有关规定。压型铝合金板常用材料的化学成分与力学性能应符合本标准附录 A 的规定；

2 压型铝合金板的板材宜采用牌号为 3XXX 系列的铝合金板；

3 重要建筑的压型铝合金板外层板公称厚度不应小于 1.0mm，一般建筑的外层板公称厚度不宜小于 0.9mm；内层板公称厚度不宜小于 0.9mm。

4.3.5 压型不锈钢板的材料及选用，应符合下列规定：

1 压型不锈钢板应符合现行国家标准《建筑屋面和幕墙用冷轧不锈钢钢板和钢带》GB/T 34200、《建筑用不锈钢压型板》GB/T 36154 的规定，不锈钢板常用材料的化学成分与力学性能应符合本标准附录 A 的规定；

2 压型不锈钢板牌号可采用奥氏体不锈钢、铁素体不锈钢

和奥氏体铁素体型钢，不锈钢牌号应按建筑重要性、环境腐蚀性等级和经济性根据设计要求选择；

3 压型不锈钢板厚度应通过计算确定，且不应小于 0.5mm；

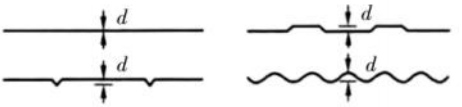
4 压型不锈钢板表面处理方式应根据设计要求和使用环境确定。

4.3.6 金属面夹芯板的材料及选用，应符合下列规定：

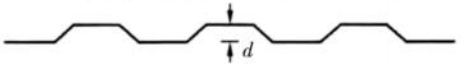
1 金属面夹芯板的金属面板可采用彩色涂层钢板、铝合金板、不锈钢板等，金属面板的相关要求见本标准 4.3.3、4.3.4 及 4.3.5 条；

2 金属面夹芯板的金属面板基板的公称厚度不应小于 0.5mm；金属面夹芯板总厚度不宜小于 30mm；平面或浅压型面板剖面凹凸最大高度 d 应不大于 5mm，深压型或压型面板剖面凹凸高度 d 应大于 5mm（图 4.3.6）；

3 金属面夹芯板的芯材可以采用模塑基苯乙烯泡沫塑料、挤塑基苯乙烯泡沫塑料、硬质聚氨酯泡沫塑料、岩棉及玻璃棉制作；其性能要求应符合现行国家标准《金属面夹芯板应用技术标准》JGJ/T 453 的有关规定。



（a）平面或浅压型面板（$d \leqslant 5mm$）



（b）深压型或压型面板（$d > 5mm$）

图 4.3.6 夹芯板基板版型剖面

4.3.7 压型钢板承重的单层防水卷材屋面，其承重层的压型钢板厚度不宜小于 0.75mm，基板的最小厚度不应小于 0.63mm，厚度 0.63mm～0.75mm 的基板应通过固定钉拉拔实验；金属夹芯板承重的单层防水卷材屋面，其夹芯板下层的压型钢板厚度不应

小于 0.75mm。

4.4 采光板

4.4.1 金属墙体和金属屋面上设置的采光带，宜采用玻璃纤维增强聚酯波纹板（简称 FRP 板）或聚碳酸酯板（简称 PC 板）。

4.4.2 玻璃纤维增强聚酯树脂（FRP）采光板采用机制阻燃型，树脂含量不低于 60%，宜采用氧指数大于 30%的板材，其主要性能指标应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 玻璃纤维增强聚酯（FRP）采光板主要性能指标

项目		技术指标要求
厚度（mm）	外板	≥1.5
	内板	≥1.2
板材固化度（%）		≥82
冲压式剪切强度（MPa）		≥100
热膨胀系数℃$^{-1}$		≤2.5x10^{-5}
透光率	1.2mm 阻燃型	73%
	1.5mm 阻燃型	70%
	2.0mm 阻燃型	65%
	2.5mm 阻燃型	60%
紫外线透射比（%）		≤0.001
耐温限度（℃）		−40～+120
氧指数	F1 级	30%
	F2 级	26%

4.4.3 聚碳酸酯（PC 板）采光板可采用空心板和实心板，其主要性能指标应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3　聚碳酸酯(PC)采光板主要性能指标

项目		技术指标要求			
		实心板		空心板	
落锤冲击(穿孔特性)	最大穿透力(N)	≥600			
	最大穿透能量(J)≥5				
热膨胀系数℃$^{-1}$		≤7.5×10^{-5}		≤3.5×10^{-5}	
透光率(%)		d=1.5mm	≥85	d=6mm	≥70
		d=3mm	≥83	d=8mm	≥70
		d=4mm	≥82	d=10mm	≥70
耐候性能(2000h)	色差	≤5.0			
	黄色指数变化	≤3.0			
	落锤冲击(穿孔特性)性能保持率(%)	≥60			
紫外线透射比(%)		≤0.001			
燃烧性能级别(级)		B_1			
耐温限度(℃)		−40～+120			

4.5　轻质板材

4.5.1　钢结构工业厂房墙板可采用蒸压加气混凝土墙板、发泡陶瓷墙板、轻骨料混凝土墙板、泡沫混凝土墙板、挤出成型水泥墙板或其他满足设计要求的工业化轻质板材。

4.5.2　轻质外墙板可采用内嵌式、外挂式、嵌挂结合式等形式与主体构件连接，宜分层悬挂或承托。

4.5.3　工业厂房的其余建筑用材应符合相应现行国家、行业和重庆市标准的有关规定。

5 作 用

5.1 一般规定

5.1.1 钢结构工业厂房结构采用的作用应包括永久作用、楼面和屋面活荷载(含积灰)、吊车荷载、风荷载、地震作用及其它作用。

5.1.2 根据使用过程中在结构上可能同时出现的作用,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行作用组合,并应取最不利作用组合进行设计。

5.1.3 直接承受动力荷载的构件和连接节点,当按静力荷载设计时,应乘以动力系数。

5.2 楼面和屋面活荷载

5.2.1 工业厂房的楼面、屋面活荷载应根据工艺资料和实际情况确定,对由设备、管道等产生的局部荷载,可采用等效均布活荷载代替。

5.2.2 当设备位置固定时,设备荷载可直接按固定位置对结构进行计算,但应考虑设备安装和维修过程中位置变化可能出现的最不利效应。

5.2.3 工业建筑楼面上无设备区域的操作荷载,包括操作人员、一般工具、零星原料和少量成品或半成品的自重,可按实际情况由工艺专业提供,且按均布活荷载计算时不应小于 2.0kN/m^2。

5.2.4 生产使用的楼梯活荷载,可按实际情况确定,但不宜小于 3.5kN/m^2;生产车间的参观走廊活荷载可采用 3.5kN/m^2。

5.2.5 多层和高层厂房的楼面操作荷载,在计算主梁、次梁及楼

板时均不宜折减；在计算多层、高层厂房柱和基础时，可根据楼层数量进行折减，也可依据工程经验与实际情况进行折减，折减后的操作荷载值不得小于其准永久值。

5.2.6 厂房不上人屋面活荷载可按下列规定取值：

1 压型钢板轻型屋面按水平投影面积计算不上人屋面竖向活荷载的标准值不应小于 $0.5kN/m^2$；

2 屋面板、檩条、挑檐、雨棚的设计，尚应考虑施工和检修集中荷载，其标准值应取 1.0kN 且作用在结构最不利位置上；当施工荷载有可能超过时，应按实际情况采用。

5.2.7 楼面、屋面对检修荷载进行区域划分的，应附有检修部件及其荷载分区布置图，并应在楼面上按布置图加设标志。

5.2.8 屋面积灰荷载取值应符合下列规定：

1 生产中有大量排灰且具有一定除尘设施和保证清灰制度的机械、冶金、水泥等厂房屋面，其水平投影面上的屋面积灰荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定采用；

2 屋盖结构应考虑积灰荷载在屋面天沟、阴角、天窗挡风板和高低跨连接处的增大效应；荷载增大系数在高低跨处两倍于屋面高差但不大于 6.0m 的分布宽度内取 2.0，在天沟处不大于 3.0m 的分布宽度内取 1.4。

5.2.9 厂房内设有 1.0t 以上无隔振锻锤时，振动影响范围内的屋盖承重结构竖向荷载应计入最大一台锻锤基础振动所产生的附加荷载，其值应为屋面荷载代表值乘以动荷载的附加百分比。锻锤基础振动范围和动荷载的附加百分比，可按表 5.2.9 条规定采用。

表 5.2.9 锻锤基础振动范围和动荷载的附加百分比

锻锤能量(t)	振动影响范围(m)	动荷载的附加百分比(%)
≤1.0	15～25	3～5
2～5	30～40	5～10
10～16	45～55	10～15

注：锻锤能量小者取下限，大者取上限。

5.2.10 标准值大于 $4kN/m^2$ 的厂房楼面活荷载，当对结构不利时，其作用分项系数不应小于 1.4；当对结构有利时，其作用分项系数应取 0。

5.3 吊车荷载

5.3.1 吊车竖向荷载标准值，应按不利原则分别采用吊车最大轮压或最小轮压。

5.3.2 计算厂房主体结构作用效应、吊车梁或吊车桁架水平挠度时，吊车纵向和横向水平荷载取值，应符合下列规定：

1 吊车纵向水平荷载标准值，应按作用在一边轨道上所有刹车轮最大轮压之和的 10%采用；该项荷载作用点位于刹车轮与轨道的接触点，其方向与轨道方向一致；

2 吊车横向水平荷载标准值，应取横行小车重量与额定起重量之和的百分数，并应乘以重力加速度，吊车横向水平荷载标准值的百分数应按表 5.3.2 采用；

表 5.3.2 吊车横向水平荷载标准值的百分数

吊车类型	额定起重量(t)	百分数(%)
软钩吊车	≤10	12
	16～50	10
	≥75	8
硬钩吊车	—	20

注：1 悬挂吊车的水平荷载应由支撑系统承受；设计该支撑系统时，尚应考虑风荷载与悬挂吊车水平荷载的组合；

2 手动吊车及电动葫芦可不考虑水平荷载。

3 吊车横向水平荷载应等分于桥架两端，分别由轨道上的车轮平均传至轨道，其方向与轨道垂直，并应考虑正反两个方向的刹车情况。

5.3.3 计算吊车梁或吊车桁架及其制动结构的强度、稳定性以及连接的强度时，吊车荷载取值应符合下列规定：

1 吊车竖向荷载应采用最大轮压，应与吊车水平荷载同时作用；

2 对中、轻级工作制吊车，额定起重量不大于10t的重级及特重级软钩吊车，吊车横向水平荷载标准值按本节第5.3.2条的规定取值；

3 除额定起重量不大于10t软钩吊车以外的重级及特重级吊车，吊车横向水平荷载标准值可按下式计算：

$$H_k = aP_{k,max} \tag{5.3.3}$$

式中：H_k——考虑起重机摆动引起的横向水平荷载标准值；

a——系数，对软钩起重机，取0.1；对抓斗或磁盘起重机，取0.15；对硬钩起重机，取0.2；

$P_{k,max}$——吊车最大轮压标准值；

4 吊车竖向荷载应乘以动力系数。对悬挂吊车（包括电动葫芦）及工作级别A1～A5的软钩吊车，动力系数可取1.05；对工作级别为A6～A8的软钩吊车、硬钩吊车和其他特种吊车，动力系数可取为1.1。

5.3.4 厂房主体结构计算，参与组合的吊车台数选取，当生产工艺有特定要求时，应按实际情况选取；当无特定要求时，宜符合下列规定：

1 计算单层吊车厂房的每榀框排架、门式刚架时，参与吊车的数量宜符合下列规定：

1） 单跨厂房吊车的竖向荷载，参与组合的吊车不宜多于2台；

2） 多跨厂房吊车的竖向荷载，参与组合的吊车不宜多于4台；

3） 单跨或多跨厂房的水平荷载，参与组合的吊车台数均不宜多于2台。

2 计算双层吊车厂房的每榀框排架、门式刚架时，参与吊车的数量宜符合下列规定：

1）单跨厂房双层吊车的竖向荷载，上层和下层参与组合的吊车分别不宜多于2台，且下层吊车满载时，上层吊车宜按空载计算；

2）多跨厂房的双层吊车竖向荷载，上层和下层参与组合的吊车分别不宜多于4台，且下层吊车满载时，上层吊车宜按空载计算；当上层吊车满载时，下层吊车不宜计入；

3）单跨或多跨厂房的水平荷载，参与组合的吊车台数均不宜多于2台。

5.3.5 楼盖或屋盖结构考虑悬挂起重机和电动葫芦的荷载时，在同一跨间每条运行线路上的台数，对梁式起重机不宜多于2台，对电动葫芦不宜多于1台。

5.3.6 计算框(排)架、门式刚架时，多台吊车的竖向荷载和水平荷载标准值，应乘以表5.3.6中规定的折减系数。

表5.3.6 多台吊车的荷载折减系数

参与组合的吊车台数	吊车工作级别	
	A1～A5	A6～A8
2	0.90	0.95
3	0.85	0.90
4	0.8	0.85

5.3.7 吊车荷载的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数可按表5.3.7中的规定采用。

表 5.3.7　吊车荷载的组合值系数、频遇值系数及准永久值系数

吊车工作级别		组合值系数	频遇值系数	准永久值系数
软钩吊车	工作级别 A1～A3	0.70	0.60	0.50
	工作级别 A4、A5	0.70	0.70	0.60
	工作级别 A6、A7	0.70	0.70	0.70
硬钩吊车及工作级别 A8 的软钩吊车		0.95	0.95	0.95

注：厂房排架设计时，在荷载准永久组合中可不考虑吊车荷载。

5.4　风荷载

5.4.1　门式刚架轻型厂房的风荷载取值应符合现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 的规定，其余类型的厂房风荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定执行。风荷载计算尚应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 的规定。

5.4.2　山地建筑钢结构工业厂房迎风面、背风面所受风荷载需分别计算，不宜利用叠加风载体形系数进行简化计算。

5.4.3　采用大跨度屋盖结构的钢结构工业厂房，屋盖主要承重结构和屋盖围护结构的风荷载，宜符合国家现行行业标准《屋盖结构风荷载标准》JGJ/T 481 的规定。

5.4.4　厂房需要进行施工阶段验算时，其基本风压可按 10 年重现期取用。

5.5　地震作用

5.5.1　钢结构工业厂房设计时，地震作用应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50009 的规定采用。

5.5.2　钢结构工业厂房应按下列原则考虑地震作用：

1　一般情况下，按厂房的两个主轴方向分别计算水平地震作用；

2　质量和刚度分布明显不对称的结构，应计算双向水平地震作用并计入扭转的影响；

3　计算地震作用时尚应考虑墙体对地震作用的影响；

4　在抗震设防烈度为 7 度的地区，当网壳结构的矢跨比大于或等于 1/5 时，应进行水平抗震验算；当矢跨比小于 1/5 时，应进行竖向和水平抗震验算。

5.5.3　在条状突出的山嘴、高耸孤立的山丘、非岩石和强风化岩石的陡坡、河岸和边坡边缘等山地不利地段建造钢结构工业厂房时，除保证其在地震作用下的稳定性外，尚应估计不利地段对设计地震动参数可能产生的放大作用，地震影响系数最大值应乘以增大系数，其值可根据不利地段的具体情况在 1.1～1.6 范围内采用。

5.5.4　地震作用计算时，重力荷载代表值应取结构和构件、固定设备及其配件自重标准值，以及各可变荷载组合值之和。各可变荷载的组合值系数应按表 5.5.4 采用。

表 5.5.4　可变荷载组合值系数

可变荷载种类		组合值系数
屋面积灰荷载		0.5
屋面活荷载		不计入
按实际情况计算的楼面活荷载		1.0
按等效均布荷载计算的楼面活荷载		0.75
贮存和槽罐内贮料重，各种机械设备生产过程中加入的物料重量		1.0
起重机悬吊物重力	硬吊钩	0.3
	软吊钩	不计入

注：1　硬钩吊车的吊重较大时，组合值系数应按实际情况采用；

2　贮仓和槽罐内贮料重以及各种机器设备在生产过程中加入的物料重量计算时，充盈系数可取 0.8～0.9，单仓、单槽罐和单机器设备时取大值。

5.5.5 地震作用计算时，钢结构工业厂房的阻尼比应符合下列规定：

1 单层厂房可根据屋盖和围护墙的类型，取 0.045～0.05；

2 封闭式门式刚架轻型厂房可取 0.05，敞开式门式刚架厂房可取 0.035，其余按外墙面积开孔率插值计算；

3 多、高层钢结构工业厂房，多遇地震作用下计算时可取 0.03～0.04，当多、高层厂房采用偏心支撑框架，且偏心框架部分承担的地震倾覆力矩大于结构总地震倾覆力矩的 50％时，其阻尼比可再增加 0.005；罕遇地震作用下计算时可取 0.05；

4 大跨屋盖钢结构和下部钢结构支承结构协同分析时，阻尼比可取 0.02。

5.6 其他作用

5.6.1 厂房建设在有雪荷载作用的地区，屋面积雪荷载应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定，并应考虑积雪的最不利分布。山区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。

5.6.2 有特殊要求的钢结构工业厂房，其特殊荷载和作用的计算及取值应符合国家现行有关厂房设计标准的规定。

5.6.3 钢结构工业厂房的地面荷载，应按工艺提出的要求确定。地面堆料荷载，应按大面积密集堆料或局部荷载两种分布状况确定。

5.6.4 地面运输荷载应按各种运输设备的竖向轮压确定，各种运输设备的竖向轮压应乘以动力系数，其准永久值系数可取 0.5。载重汽车轮压荷载的动力系数，可根据覆土厚度按表 5.6.4 的规定采用。

表 5.6.4　载重汽车轮压荷载的动力系数

覆土厚土(m)	≤0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	≥0.7
动力系数	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

5.6.5　设备搬运装卸荷载的动力系数可取 1.1～1.3，其动力荷载只传至楼板和梁。

5.6.6　厂房超长需要计算温度作用效应时，均匀温度作用应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。厂房纵向结构采用全螺栓连接时，可对温度作用效应进行折减，折减系数可取 0.35。

5.6.7　钢结构工业厂房楼梯、平台和检修平面的栏杆顶部水平荷载应取 1.0KN/m。

6 建筑设计

6.1 一般规定

6.1.1 厂房柱网及跨度等建筑平面布局应根据工艺流程及设备布置确定，并组织好人流、物流的平面及竖向交通，满足工艺生产需要。

6.1.2 厂房高度应根据工艺生产设备和配套管线的空间需求、运输起重设备安全运行及维护，结合起重运输设备轨面标高、安全尺寸、室内环境要求等参数综合确定。

6.1.3 钢结构建筑的防风、防雨、自然采光及通风、吸声隔声、防尘、保温隔热、防辐射等应根据不同的工艺要求采取相应的技术措施，以满足国家、地方、行业内的相关标准的要求。

6.1.4 建筑围护系统及构造设计应安全可靠、易于实施，并满足施工安装、生产运营及检修维护的要求；围护系统应根据工艺生产的腐蚀情况及建设地大气环境腐蚀性等级，进行防腐蚀设计，以保证钢结构工业厂房的合理工作年限。

6.1.5 钢结构厂房的室内外装修应不影响钢结构的安全性。装修工程应根据生产工艺、工业卫生、使用功能兼顾美观等要求，贯彻绿色建筑理念，采用节能、环保型装修材料。

6.1.6 钢结构工业厂房的防火设计，应按照《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 及相关行业防火设计标准及规定执行。

6.2 平面布置

6.2.1 厂房的平面和空间应根据生产特征、功能、工艺要求、物

流人流等合理组织，并宜具有一定的工艺布置灵活性。

6.2.2 设有梁式或桥式起重机的厂房，建筑平面应满足起重机跨度尺寸、安全限界尺寸以及起重机检修的要求；起重机桥架外缘端部净空尺寸不应小于100mm，顶部净空尺寸应满足起重机安全运行要求。

6.2.3 有通风散热要求的厂房，应纵横方向结合厂房内部运输通道，设置通风大门或通风过道；外墙应设置自然进风口，屋顶应设置自然排风天窗、排风帽或采用通风屋顶。

6.2.4 散发热量、烟尘和腐蚀性介质的工段，应靠近厂房外墙侧布置；对于影响严重的局部工段，应采用排烟排气罩机械送、排风。

6.2.5 有爆炸危险的甲、乙类厂房，或者有爆炸危险的生产部位，宜布置在单层厂房靠外墙处或多层厂房顶层靠外墙处，其泄压面积与泄压设施，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

6.2.6 不同生产性质的车间应采取减少相互影响的措施。

6.2.7 厂房轴网尺寸根据工艺需要设置，厂房跨度、柱距宜统一。

6.3 楼梯、电梯、检修通道

6.3.1 楼梯的设计应符合以下规定：

1 楼梯的数量、位置、梯段净宽、楼梯间型式应满足使用方便和安全疏散的要求，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定；

2 多跨或有天窗的厂房及檐口高度大于或等于6m的厂房，宜设上屋面检修钢梯，每部检修钢梯的服务半径不应大于100m；檐口高度超过10m时，垂直检修钢梯应设梯间平台；超过14.4m时，宜采用斜钢梯并设中间平台。当室内设有通达屋顶的检修人孔时，室外可不设检修钢梯；

3 高低跨屋面高差大于2m时，应设垂直检修钢梯，钢梯下

端距低屋面的高度宜为 0.6m；

4 高度小于 4.5m 的不经常上人平台，可采用垂直钢梯；高度大于或等于 4.5m 且经常上人平台，应采用斜钢梯；钢梯高度大于 5m 时，宜设中间平台；

5 经常上人屋面的钢梯，宜采用斜钢梯，梯段的净宽度不应小于 0.7m；

6 上起重机的钢梯及平台不宜设于厂房尽端柱间；平台及踏步板宜采用网纹钢板，不应采用钢筋条作踏步板；

7 有驾驶室的起重机，应设置上驾驶室钢梯；上起重机驾驶室的钢梯平台面距起重机梁底及管道等其他构件底净空，不应小于 1.8m。钢梯应设于平行于起重机行走方向的柱间；

8 上人屋面及作业平台的金属栏杆高度宜为 1.05m～1.20m，杆件连接应牢固，其下部 100mm～150mm 处不应留空，端部应采取加强措施。

6.3.2 电梯的设计应符合以下规定：

1 货梯应布置在靠近货流出入口处，客梯应靠近人流出入口处。货流、人流宜减少交叉；

2 电梯候梯厅的深度不宜小于电梯中最大轿厢深度的 1.5 倍，并不得小于大轿厢深度的 1.5 倍，同时不得小于 2.4m；

3 电梯宜成组布置，电梯井道不宜被楼梯环绕。客梯附近宜有疏散楼梯。

6.3.3 检修通道的设计应符合以下规定：

1 检修通道应根据设备检修要求及操作方便合理布置，并满足工作人员采光、通风的要求；

2 检修通道的宽度根据工作人员所用工具、操作空间确定，净宽不宜小于 0.9m；

3 检修通道的净空高度不应小于 2m。

6.3.4 金属屋面系统检修设施应符合下列规定：

1 金属围护系统屋面应设置安全可靠的防坠落设施，防坠

落设施应进行结构设计；

2 当金属屋面上设有需要定期检查维护的设施时，应在屋面设置专门的检修人员安全走道，检修人员安全走道与屋面连接应牢固可靠；

3 金属屋面应设置上屋面检修口和上屋面检修设施，一级防水等级金属屋面应设置专用上屋面检修通道。

6.3.5 起重机应设有走道板或检修平台，宜符合下列规定，并应符合相关行业标准的规定：

1 设有一台工作制等级为 A6 以上的桥式起重机，一级工作制等级为 A5 以下有操纵室的起重机规定标高大于或等于 8m 时，宜在起重机操纵室一侧的起重机梁面设置走道板，另一侧设置 12m 长的走道板宜用作检修平台；

2 同一跨内设有多台工作制等级为 A6 以上的桥式起重机时，起重机两侧梁面均应设置走道板；

3 工作制等级为 A5 以下的起重机，轨面标高小于 8m 时，可不设走道板，但每台起重机两侧宜设置 12m 长的走道板用作检修平台，并应设在上起重机钢梯位置的梁面上；

4 当起重机梁面靠墙一侧净空宽度小于 500mm 时，可不设走道板；

5 不设走道板的起重机梁面上方，均应设钢管扶手或钢索扶手；

6 地面操纵的起重机，可不设走道板，但应设置检修平台，并应在厂房端头设置可上起重机梁面的垂直检修钢梯。

6.4 屋　面

6.4.1 钢结构工业厂房屋面宜采用压型金属板或其他轻质板材，有防爆泄压要求的厂房屋面应采用压型金属板或其他轻质板材。

6.4.2 钢结构工业厂房屋面的防水排水设计应符合《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020、《建筑给水排水设计标准》GB 50015、《建筑屋面雨水排水系统技术规程》CJJ 142、《屋面工程技术规范》GB 50345 及《坡屋面工程技术规范》GB 50691 的相关规定。

6.4.3 钢结构工业厂房屋面设计应符合下列规定：

1 应根据屋面防水等级及防水层合理使用年限选择性能相适应的屋面板材及建筑构造；

2 设置保温隔热层的屋面应通过热工验算，采取防结露、防蒸汽渗透等措施，并应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定；

3 钢结构工业厂房当安装太阳能系统时，屋面宜与光伏发电系统统筹设计；

4 对风荷载较大地区的敞开式建筑，其屋面板上下两面同时受有较大风压时，应采取加强连接的构造措施。

6.4.4 金属压型板屋面的设计应符合下列规定：

1 金属屋面的设计工作年限不得低于 20 年。屋面的防水等级，应根据工程类别和工程防水使用环境类别确定，并按表 6.4.4 确定防水做法；

表 6.4.4 金属屋面工程防水做法

防水等级	防水做法	防水层	
		金属板	防水卷材
一级	不应少于 2 道	为 1 道，应选	不应少于 1 道；厚度不应小于 1.5mm
二级	不应少于 2 道	为 1 道，应选	不应少于 1 道
三级	不应少于 1 道	为 1 道，应选	—

2 当在屋面金属板基层上采用外露型防水卷材单层使用时，防水卷材的厚度，一级防水不应小于 1.8mm，二级防水不应小于 1.5mm，三级防水不应小于 1.2mm；

3 屋面板宜采用波高大于 50mm 的板型，屋面坡度不应小于 5%，在粉尘环境中屋面坡度不应小于 10%；

4 金属屋面板伸入天(檐)沟内的深度不应小于 120mm，屋面的檐口应用异型金属板材的堵头封檐板，山墙应用异型金属板材的包角板和固定支架封严；

5 屋脊应用金属屋脊盖板，并应在屋面板端头设置泛水挡水板和泛水堵头板；

6 金属压型板屋面的泛水高度不应小于 250mm，搭接口处应采取密封措施；

7 金属压型板屋面为单坡时，其屋脊应用包角板覆盖；

8 金属压型板连接方式为紧固件连接及咬边连接，连接位置应在屋面波峰处，其固定和搭接处应密封处理，不应有渗漏现象。

6.4.5 采用其他材料(非金属压型板)屋面的设计，宜符合下列规定：

1 现浇钢筋混凝土屋面和压型钢板现浇屋面，屋面面层做法应符合《屋面工程技术规范》GB 50345 的相关规定；

2 轻质混凝土等其他轻质屋面板，应根据轻质板材的特性，结合厂房的功能需求进行相应的屋面面层设计；

3 较大坡度屋面应采取固定加强和防止屋面系统各个构造层及材料滑落的措施。

6.4.6 钢结构工业厂房屋面排水设计应符合下列规定：

1 屋面排水宜优先采用外排水；高层厂房宜采用内排水，连续多跨及集水面积较大的屋面应采用天(檐)沟排水；屋面雨水管的数量、管径应通过计算确定；

2 屋面排水设计应包括雨水量计算，屋面排水组织，天(檐)沟、雨水口及雨水管的设置；一般厂房屋面雨水排水总能力不应小于 50 年重现期的雨水量，重要厂房屋面雨水排水总能力不应小于 100 年重现期的雨水量；

3　天(檐)沟的断面宽度和积水深度应根据屋面汇水面积和雨水量进行计算，天(檐)沟的有效深度不应小于250mm；雨水斗处应设置雨水防堵装置；

4　天(檐)沟应设置溢水设施，溢流口和溢流设施应保证溢流通畅，较长天(檐)沟分段排水时，每段均应设置溢流设施，溢流排水口的位置不得设在建筑主要出入口、主要设备、和人流集中等区域上方；

5　金属屋面的排水天沟、檐沟纵向坡度不宜小于1%；沟底水落差不得超过200mm；天沟、檐沟排水不得流经变形缝和防火墙；当沟内沿纵坡坡向有变形缝、防火墙时，应在变形缝、防火墙两侧分别设置雨水口；

6　多跨厂房的中间天沟应结合厂房伸缩缝布置，并应采用两端山墙外排水；山墙部分的天沟端壁应设溢水口；

7　厂房雨水管的雨水排至下层屋面时，应有防止水流冲刷屋面的设施；

8　雨水口和雨水管的布置及其截面应按汇水面积计算确定；每一屋面或天沟的雨水口不宜少于2个，雨水管公称直径不宜小于100mm，雨水口中心距端部女儿墙内边不宜小于500mm，雨水管距墙面不应小于20mm，排水口距散水坡的高度不应大于200mm，并应设45°弯头。

6.5　墙　体

6.5.1　钢结构工业厂房墙体宜采用压型金属板或其他轻质板材，有防爆泄压要求的厂房墙体应采用压型金属板或其他轻质板材。

6.5.2　钢结构工业厂房墙体设计应符合下列规定：

1　墙体应与钢结构有可靠连接，以满足抗震设防层间变形的需要和结构延性的需要；

2　墙体构件应尽可能模数化、工厂化、施工快捷，并应有配套的连接件；

3　设置保温隔热层时，应采用整体外包钢结构的安装方式；当采用填充钢框架式外墙时，外露钢结构部位应做保温隔热处理；

4　对墙体的预留洞口或开槽处应有补强措施，对隔声和保温隔热功能应有弥补措施。

6.5.3　金属板墙体的设计应符合下列规定：

1　金属板与结构构件宜采用紧固式连接；

2　应根据厂房的功能需求，设置其他构造层，满足系统保温隔热、水密性和气密性等要求；

3　厂房勒脚部位宜采用吸水性小的砖、砌块砌筑，并应设置钢筋混凝土构造柱、伸缩缝和现浇钢筋混凝土压顶板；

4　金属板墙体上开洞时，洞四周应采取加固措施，并应做防水构造处理；

5　金属复合板材之间应采取扣合安装，板与板侧面连接应采取封边组合，板与板上下搭接部位应设密封条。

6.5.4　其他轻型板材墙体设计，应符合下列规定：

1　采用砌体墙时宜采用具有自保温功能的薄砌工艺墙体，其墙板应与所在板、梁、柱有可靠的连接，并有防止或减轻开裂的构造措施；

2　采用轻质板材外墙时，可采用内嵌式、外挂式、嵌挂结合式等形式与主体构件连接，并宜分层悬挂或承托；

3　采用轻质板材内墙时，可采用轻质条板隔墙系统、骨架复合板隔墙系统或者其他满足力学和物理性能的轻质墙板。

6.6　楼面、地面

6.6.1　厂房地面面层应选用平整、耐磨、不起尘、防滑、防腐、易

清洗的材料，并应符合下列规定：

1 加工车间的地面面层，宜选用混凝土、细石混凝土、水泥砂浆、耐磨混凝土或耐磨涂料面层；

2 有强烈磨损及拖运尖锐金属物件的地面面层，宜选用金属骨料耐磨混凝土、钢纤维混凝土、块石、强度等级不低于C25的细石混凝土、铸铁板或钢格栅加固混凝土面层；

3 有坚硬重物经常冲击及有灼热物件接触地面和高温作业地段地面面层，宜选用素土、矿渣、块石、混凝土或铸铁板面层；

4 有爆炸危险的房间或区域地面面层，应选用不发火花面层；

5 有防静电要求的地面面层，应选用导电材料制成的地面并应做静电接地；

6 有防潮湿要求的库房地面面层，宜选用防潮混凝土、防潮水泥砂浆或沥青砂浆面层。

6.6.2 地面面层采用金属骨料耐磨混凝土及钢格栅加固混凝土的强度等级不宜低于C30。

6.6.3 防油渗楼面设计，应符合下列规定：

1 受机油直接作用的楼面，应采用防油渗混凝土面层，其厚度宜为70mm。现浇钢筋混凝土楼板上应设防油渗隔离层；

2 少量机油作用的楼面，宜在水泥类整体面层上涂刷耐磨性能好的防油渗涂料面层；

3 防油渗面层，可选用具有防油渗性能的聚合物砂浆或聚氨酯类涂料；

4 不允许面层开裂的防油渗混凝土面层，宜在面层顶面下20mm处配直径为4mm～6mm、间距为150mm～200mm钢筋网片，也可采用钢纤维混凝土；

5 露出地面的电线管、接线盒、地脚螺栓、预埋套管及墙柱连接处等，应采取防油渗措施。

6.6.4 地面垫层应根据面层类型和使用要求进行选择，并应符

合下列规定：

1 有水及侵蚀介质作用的地面，应采用刚性垫层；

2 现浇整体面层和以粘结剂或砂浆结合的块材面层，宜采用混凝土垫层；

3 砂或炉渣结合的块材面层，宜采用碎石、矿渣、灰土垫层。

6.6.5 混凝土垫层的最小厚度应为 80mm，混凝土材料强度等级不应低于 C15；兼作面层的混凝土垫层，其最小厚度不宜小于 100mm，强度等级不应低于 C20。

6.6.6 地面垫层的铺设应符合现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037 的有关规定。

6.6.7 散水及直接受大气影响的坡道等地面，当采用混凝土垫层时，宜在垫层下铺设水稳性较好的砂、炉渣、碎石、灰土等材料。

6.6.8 楼地面构造应符合下列规定：

1 有保温、隔热、隔声、隔汽等特殊要求的地面和楼面，其构造及厚度应通过计算确定；

2 有水和非腐蚀性液体经常浸湿的地面和楼面宜采用现浇水泥类面层；底层地面和现浇钢筋混凝土楼板宜设置防水层；装配式钢筋混凝土楼板应设防水层；地面、楼面与墙、柱面交接处应增加一层宽 300mm、高 150mm 的防水层；地面和楼面混凝土在墙体处应翻高 150mm；

3 经常冲洗或排除各种非腐蚀液体的地面和楼面的坡度，宜为 1.0%～1.5%；

4 地面和楼面与墙、柱等交接处，应做踢脚板，其高度宜为 150mm；

5 经常有水、油脂、油等易滑物质的地面、踏步和坡道，应采取防滑措施；

6 底层地面和楼层地面沉降缝、伸缩缝、防震缝的设置，应与结构相应的缝位置一致，并应贯通各构造层，同时应做盖缝处理；

7　有强烈冲击、磨损等作用的沟坑边缘、台阶和踏步边缘，应采取加强措施；

8　柔性垫层上的块材面层应采用松散材料填缝。

6.7　室内环境

6.7.1　钢结构工业厂房设计应满足生产工艺必需的操作检修面积和空间，应根据环境保护及地区气候特点充分考虑自然采光和夏季自然通风等条件，满足厂房对采光、通风、降噪、湿热控制等要求。

6.7.2　钢结构工业厂房的采光应符合下列规定：

1　厂房内光环境应满足主要生产功能房间的使用需求；需要采光的主要生产功能房间应按国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 的规定进行计算和设计；

2　厂房内应首先采用自然采光；大跨度或大进深的厂房宜优先采用屋顶天窗或导光管等采光装置系统，采光口的设置应充分和有效地利用天然光源，并对人工照明的配合作全面的考虑，应符合《建筑照明设计标准》GB 50034 的规定；

3　采光设计时，应采取下列减小窗的不舒适眩光的措施：

1）作业区应减少或避免直射阳光；

2）工作人员的视觉背景不宜为窗口；

3）可采用室内外遮挡设施；

4）窗框的内表面或窗周围的内墙面，宜采用浅色饰面。

4　有效采光窗面积计算应符合下列规定：

1）侧面采光时，厂房采光口离地面高度 1.00m 以下的部分不应计入有效采光面积；

2）侧窗采光口上部的挑檐、装饰板、防火通道及阳台等外部遮挡物在采光计算时应按实际遮挡参与计算。

6.7.3　钢结构工业厂房的通风设计应符合下列规定：

1 厂房应根据工艺使用功能和室内环境要求设置外窗、天窗(气楼)或通风设施;

2 厂房的通风设计应优先采用自然通风,当采用外窗自然通风时,外窗进排风口面积宜相近;当自然通风不能满足要求时,可采用自然与机械联合通风或机械通风;通风设计应符合《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定;

3 厂房采用自然通风时,应符合下列规定:

1) 消除工业厂房余热、余湿的通风,宜采用自然通风;

2) 厂房内放散的有害气体比空气轻时,宜采用自然通风;

3) 无组织排放将造成室外环境空气质量不达标时,不应采用自然通风;

4) 周围空气被粉尘或其他有害物质严重污染的生产厂房,不宜采用自然通风。

4 采用自然通风的空间,通风开口有效面积设计应符合下列规定:

1) 有人工作及使用的房间的通风开口有效面积不应小于该房间地面面积的 1/20;

2) 进出风开口的位置应避免设在通风不良区域,且应避免进出风开口气流短路。

5 厂房内厕所、卫生间宜设机械通风换气设施,无外窗的浴室、厕所和卫生间应设机械通风换气设施。

6.7.4 钢结构工业厂房的降噪应符合下列规定:

1 厂房内工作场所噪声控制应满足安全生产、劳动保护等现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB 50087 的规定;对产生超过卫生标准噪声的设备和区域,应采取消声减振、隔振吸声的综合控制措施;

2 噪声源宜相对集中,高噪声区与低噪声区应分开布置,远离厂房内外要求安静的区域如办公生活区或厂界等;并利用周围

对噪声不敏感的、有利于隔声的厂房或构筑物等屏障阻滞噪声向要求安静区或厂界外传播；

3 产生噪声或振动的设备机房应采取消声、隔声和减振等措施，并不宜毗邻办公用房和会议室，也不宜布置在办公用房和会议室的正上方；

4 设备选型及布置应采取降噪、减振措施，应选用低噪声生产设备和有利于控制噪声传播的布置形式；建筑噪声控制应根据声源特性及发声规律，首先从声源上进行控制，采取隔声、吸声、消声、减振、密封等措施。

6.7.5 钢结构工业厂房的湿热控制设计应符合下列规定：

1 应满足生产工艺的温湿度要求；设计应针对厂房热湿环境特点，有效设置处理措施；

2 在满足工艺需求的基础上，厂房内部功能布局应区分不同生产区域，为环境控制创造有利条件；对于大量散热的热源布置，宜放在厂房的外墙处并远离辅助生产用房；对于生产性用房内的热源，宜采取隔热措施，并宜采用远距离控制或自动控制；

3 夏季防热的厂房应符合下列规定：

1）应采取绿化环境、组织有效自然通风、外围护结构隔热和设置建筑遮阳等综合措施；

2）宜减少夏季东西向的日晒；以自然通风为主的厂房，其方位还应根据主要进风面和厂房形式，按夏季主导风向布置；

3）厂房的东、西向窗户及采光顶应采取有效的遮阳措施，且采光顶宜能通风散热；

4）建筑外围护结构的夏季隔热设计，应符合工业建筑节能设计相关标准。

4 设置空气调节的厂房应符合下列规定：

1）设置集中空气调节的房间应相对集中布置；

2）空气调节房间的外门窗应有良好的气密性。

5 保温设计应符合下列规定：

1）厂房宜布置在向阳、日照遮挡少、避风的地段；

2）厂房应降低体形系数、减少外表面积；

3）围护结构应采取保温措施，保温设计应符合工业建筑节能设计相关标准规定。

6 湿热地区厂房的室内楼地面、墙面及顶棚应采取防潮措施；有卫生洁净要求的厂房或相对湿度经常超过75%或有蒸气作业的房间或关键区域的室内内表面处理，除防潮措施外，还应采取抗菌防霉处理；

7 厂房平面宜避免四周贴邻设置辅助用房，对散发大量湿热空气的厂房外墙，不应贴邻设置辅助用房，必须设置时，可在车间和辅助用房之间设置内天井；

8 热加工厂房屋面天窗应设置在热源的上方，天窗应采用成品通风天窗或带挡风板的天窗，天窗采光材料宜采用建筑用安全玻璃、聚碳酸酯板或玻璃纤维聚酯树脂采光板。

6.8 建筑防火、防爆

6.8.1 钢结构工业厂房的金属承重构件耐火极限应符合下列规定：

1 钢铁冶金行业、有色金属行业及火力发电行业二级耐火等级的钢结构工业厂房，当其火灾危险性为丁、戊类，以及为单层丙类并设置有自动灭火系统时，其金属承重构件可不采用防火保护隔热措施；但对于火焰直接影响部位或热辐射温度高于200℃部位，其金属承重构件应采取外包敷不燃材料或其他防火保护隔热措施；

2 其他行业的钢结构工业厂房金属承重构件的耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016及行业防火规范（标准）的相关规定。

6.8.2 单层厂房内设有局部操作平台、设备平台等，操作平台和设备平台不计算层数，仍按单层厂房进行防火设计。

6.8.3 一、二级耐火等级厂房的非承重外墙采用不燃性墙体时，其耐火极限不应低于0.25h，4层及4层以下一、二级耐火等级丁、戊类地上厂房的非承重外墙采用不燃性墙体时，其耐火极限不限。一、二级耐火等级厂房的屋面板应采用不燃材料。厂房的非承重外墙、房间隔墙和屋面板采用金属夹芯板材时，其芯材应为不燃材料。

6.8.4 用于生产、加工、处理、转运或贮存过程中出现或可能出现爆炸性气体、爆炸性粉尘、可燃性导电粉尘、可燃性非导电粉尘和可燃纤维与空气形成的爆炸性粉尘混合物环境时的厂房，应进行防爆、抗爆设计。

6.8.5 爆炸危险区的划分应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058的规定。

6.8.6 爆炸性气体环境中的厂房应采取下列防止爆炸的措施：

1 应使产生爆炸条件同时出现的可能性减到最小程度；

2 工艺设计应采取消除或减少易燃物质的产生及积聚的措施；

3 防止爆炸性气体混合物的形成，或缩短爆炸性气体混合物滞留时间；

4 在区域内应采取消除或控制电气设备线路产生火花、电弧或高温的措施。

6.8.7 有爆炸危险的甲、乙类厂房宜独立设置，并宜采用敞开或半敞开式。其承重结构宜采用钢框架、排架结构。

6.8.8 散发较空气轻的可燃气体、可燃蒸气的甲类厂房，宜采用轻质屋面板作为泄压面积。顶棚应尽量平整、无死角，厂房上部空间应通风良好。

6.8.9 散发较空气重的可燃气体、可燃蒸气的甲类厂房和有粉尘、纤维爆炸危险的乙类厂房，应符合下列规定：

1　应采用不发火花的地面。采用绝缘材料作整体面层时，应采取防静电措施；

2　散发可燃粉尘、纤维的厂房，其内表面应平整、光滑，并易于清扫；

3　厂房内不宜设置地沟，确需设置时，其盖板应严密，地沟应采取防止可燃气体、可燃蒸气和粉尘、纤维在地沟积聚的有效措施，且应在与相邻厂房连通处采用防火材料密封。

6.8.10　有爆炸危险的设备宜避开厂房的梁、柱等主要承重构件布置。

6.8.11　有爆炸危险的甲、乙类厂房的总控制室应独立设置，分控制室宜独立设置，当分控制室贴邻外墙设置时，应采用耐火极限不低于3.00h的防火隔墙与其他部位分隔。

6.8.12　有爆炸危险房间的门应向疏散方向开启，门窗应采用撞击时不产生火花的材料制作。

6.8.13　有爆炸危险区域内的楼梯间、室外楼梯或有爆炸危险的区域与相邻区域连通处，应设置门斗等防护措施。门斗的隔墙应为耐火极限不应低于2.00h的防火隔墙，门应采用甲级防火门并应与楼梯间的门错位设置。

6.8.14　使用和生产甲、乙、丙类液体的厂房，其管、沟不应与相邻厂房的管、沟相通，下水道应设置隔油设施。

6.9　建筑防腐蚀

6.9.1　钢结构工业厂房防腐蚀设计应根据使用环境耐腐蚀等级及生产过程中的腐蚀性介质的类别及作用情况，结合施工、维修条件选用。

6.9.2　总平面及建筑布置应符合下列规定：

1　宜减少相邻装置或工厂之间的腐蚀影响。生产过程中大量散发腐蚀性气体或粉尘的生产装置，应布置在厂区全年最小频

率风向的上风侧；

2 生产或使用腐蚀性溶液和气体侵蚀的厂房，不得靠近大量散发粉尘的地段，亦不宜靠近精密仪表和有洁净要求的地段，应布置在厂房端头或转角处，并宜采取与无腐蚀性部分隔开的隔离措施；厂房内不应设置吊顶、地下室或半地下室；

3 厂房的生活间，宜布置在有腐蚀物质厂区全年最小频率风向的下风侧；

4 控制室和配电室不得直接布置在有液态介质作用的楼层下；其出入口不应直接通向有腐蚀性介质作用的厂房。

6.9.3 围护结构应符合下列规定：

1 金属围护系统防腐镀层及表面涂层种类、镀层重量、涂层厚度等应根据使用环境耐腐蚀性等级按照附录 B 确定；

2 金属围护系统板材的连接件，应采取防止不同金属直接接触腐蚀的隔离措施；

3 有腐蚀介质的厂房围护结构设计应防止结露，不可避免结露的部位应加强防护；

4 有腐蚀介质的厂房钢结构在涂装前必须除锈。钢铁基层的除锈等级应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》的相关要求；

5 厂房的墙、板、柱，不应作为输送或储存腐蚀介质的风道、沟槽壁板；

6 设备、沟、槽靠近的墙面，经常受腐蚀溶液侵蚀时，应做高度大于 1.2m 的耐腐蚀墙裙；

7 屋面形式应简单，宜采用有组织外排水；生产过程中散发腐蚀性粉尘的厂房，不宜设置女儿墙，并应设置耐腐蚀的排水设施；

8 在氯、氯化氢、氟化氢气体，碱性粉尘或石墨、煤、焦炭粉尘，铜、汞、锡、镍、铅等金属及其化合物的粉尘作用下，不应采用铝合金板屋面。在大量腐蚀性粉尘作用下，不应采用刚性防水屋面和水泥、混凝土的瓦屋面，当采用彩涂压型钢板屋面时，屋面坡

度不应小于10%；

9 受液态介质或固态介质作用的屋面，应按防腐蚀楼层地面设计，并应设置耐腐蚀的排水设施；

10 金属天(檐)沟应有防腐措施，天(檐)沟宜采用不锈钢板或镀锌钢板，天(檐)沟现场焊接后应采取相应的防锈防腐措施。

6.9.4 地面和楼面应符合下列规定：

1 地面面层材料应根据腐蚀性介质的类别、性质、浓度以及对建筑结构材料的腐蚀性等级等条件，结合设备安装和生产过程中的机械磨损等要求及《工业建筑防腐蚀设计标准》中相关表格选用，操作平台可采用玻璃钢格栅地面；

2 防腐蚀厂房地面不宜设置变形逢；当必须设置变形缝时，应将其布置在地面最高处，且其构造应严密，伸缩片应采用橡胶塑料或耐腐蚀金属等材料制作；排水沟不得穿越变形缝；

3 受液态介质作用的地面和楼面，应设朝向排水沟或地漏的排泄坡面；地面排泄坡面的坡度不宜小于2%，楼面排泄坡面的坡度不宜小于1%；排水沟内壁与墙边、柱边的距离不应小于300mm；地面与墙、柱交接处，应设置耐腐蚀的踢脚板，必要时设置墙裙；

4 有液态介质作用地面的下列部位，应设置高度不小于100mm的挡水：

1）不同材料的地面面层交界处；

2）楼层地面、平台的孔洞边缘和平台边缘；

3）地坑四周、排风沟出口与地面交接处及变形缝两侧。

5 符合下列情况的地面和楼面，应设置隔离层：

1）受腐蚀性介质作用且经常冲洗的楼层地面或有强腐蚀性、中等腐蚀性液态介质作用的底层地面；

2）受大量强腐蚀性易溶盐作用，且易溶盐可能吸湿潮解或被溶解时的地面；

3）受氯离子介质作用的楼层地面和苛性碱作用的底层

地面；

4）采用水玻璃混凝土地面和采用水玻璃胶泥或砂浆砌筑的块材地面。

6 在树脂砂浆、树脂细石混凝土和涂料等整体地面的垫层下，应设防潮层；当地下水位较高时，应设防水层。

6.9.5 门窗及建筑构件应符合下列规定：

1 门窗及其配件类型及开启方式应根据腐蚀性介质的性质确定；

2 对钢的腐蚀性等级为强腐蚀时，不宜采用推拉门、金属卷帘门或悬挂式折叠门，可采用平开门；

3 对钢、木的腐蚀性等级为中等腐蚀、弱腐蚀时，宜采用耐候钢窗或木窗，也可采用普通钢窗；

4 在氯、氯化氢、氟化氢等气体或氢氧化钠粉尘作用下，不得采用铝合金窗；

5 生产中散发碱性粉尘较多时，宜采用钢窗，不应采用木窗；

6 塑料窗的配件，应采用不锈钢、工程塑料等耐腐蚀的材料制作。

6.9.6 防腐蚀材料选用应符合下列规定：

1 防腐蚀材料的选择，应根据腐蚀性介质的性质，结合材料的性能、使用部位的重要性、施工的可操作性等因素综合确定；

2 当材料受多种介质混合作用、交替作用及非常温介质作用时，其耐腐蚀性能除确有使用经验外，应通过试验确定；

3 同时使用两种或两种以上材料时应考虑相容性，在不同行业特殊复合环境下，防腐蚀的涂装构造应考虑与防火、洁净等要求的相互协调。

6.9.7 防腐蚀涂料应符合下列规定：

1 防腐蚀涂料，应根据各部位对耐酸、耐碱、耐水、耐候、与基层的附着力，以及室内外特点等要求选择；

2　防腐蚀涂料的底涂料、中间涂料和面涂料等，应选用互相间结合良好的涂层配套；

3　对涂层的耐磨、耐久和抗渗性能有较高要求时，宜选用树脂玻璃鳞片涂料；

4　防腐蚀涂料用于室外时，应采用耐候性、耐久性好的涂料；

5　防腐蚀面涂料及底涂料的选择和防腐蚀涂层配套，应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB 50046 的有关规定。

6.10　绿色设计

6.10.1　钢结构工业厂房的绿色设计应根据工艺要求，满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的相关规定，对室内热环境进行热工设计，应满足《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 的相关要求。

6.10.2　钢结构工业厂房节能设计应按表 6.10.2 分类进行设计：

表 6.10.2　钢结构工业厂房节能设计分类

类别	环境控制及能耗方式	建筑节能设计原则
一类工业建筑	供暖、空调	通过围护系统保温和供暖系统节能设计，降低冬季供暖能耗；通过围护系统隔热和空调系统节能设计，降低夏季空调能耗
二类工业建筑	通风	通过自然通风和机械通风系统节能设计，降低通风能耗

6.10.3　一类工业建筑的钢结构工业厂房金属围护系统的热工设计应包括保温、隔热、防潮性能设计。

6.10.4　一类工业建筑的钢结构工业厂房设计应根据气候特点，确定厂房各部位的传热系数，选择构造层次及隔热材料种类，通过热工计算确定隔热材料厚度。围护系统的传热系数应为平均

传热系数。

6.10.5 一类工业建筑的钢结构工业厂房檩条与屋面及外墙交接处，外墙与屋面及地面交接处，外墙转角，门窗洞口，变形缝，固定支架与檩条连接处等热桥部位内表面温度不应低于室内空气露点温度，并应采取防热桥措施。隔热材料应连续设置，材料拼接处应连接紧密。

6.10.6 隔热层应采取防风、防潮、防水的保护措施，宜在金属围护系统靠室外侧设置防风层和透汽层，并根据室内外环境湿度应在水蒸气较多一侧设置隔汽层。

6.10.7 钢结构工业厂房应充分利用自然通风以消除厂房内的余热余湿，在利用通风时，应避免自然进风对室内环境的污染或无组织排放造成的对室外环境的污染。

6.10.8 钢结构工业厂房设计应充分利用天然采光，采光设计应符合《建筑采光设计标准》GB 50013 的规定。

6.11 金属围护系统细部构造

6.11.1 钢结构工业厂房金属围护系统的细部构造设计应包含以下内容：

1 屋面系统细部构造节点：屋面系统各构造层固定方式及搭接构造、屋脊、采光带（窗）、天（檐）沟、山墙、女儿墙、高低跨、雨水口、溢流口、排烟排气窗、孔洞、屋面检修走道及安全设施、出屋面设备管道、防雷、防风、防坠落设施及其他附加设施等的构造做法；

2 外墙系统细部构造节点：外墙系统各构造层固定方式及搭接构造、阴角、阳角、勒脚、门窗、采光带（窗）、与屋面交接处、检修爬梯、墙面穿管开孔、雨棚及室外吊顶、雨水管及其他附加设施等的构造做法；

3 屋面、外墙的变形缝等。

6.11.2 外露金属板的端头均应有相应的封闭构件或封堵措施。

6.11.3 天(檐)沟应与结构构件可靠连接,变形缝处应进行构造设计,雨水斗与天沟焊接后应进行相应的防腐处理。

6.11.4 钢结构工业厂房金属围护系统泛水板设计应符合下列规定:

1 泛水板应采用厚度不小于外层金属板厚度的相同材料加工制作;

2 泛水板与外层金属板及其他设施的连接应固定牢固、密封防水,并应采取适应屋面板和墙面板伸缩变形的措施;

3 设置泛水板时,下部应有可靠支撑;

4 金属屋面与突出屋面设施相交处,应采取屋面板断开、伸缩等构造措施,连接处构造应设置泛水板,泛水板立边高出屋面板顶面应不小于250mm。

6.11.5 泛水板、变形缝盖板与金属板的搭接宽度应结合板型确定,屋面板不应小于一个波距,墙面板不应小于100mm。

6.11.6 天窗等设施宜高出屋面不小于250mm,并应采取防止材料变形,防止雨水进入室内的措施,且宜设防坠落设施。

6.11.7 门窗洞口处应进行防水构造设计,洞口周边应设置不小于100mm宽的泛水板,窗顶应设滴水板,窗台处应设批水板。

6.11.8 穿墙构件应另设固定支架,不应固定在金属板或周边泛水板上,泛水板周边应密封。

6.11.9 金属围护系统变形缝的位置应与主体结构一致,并采用相适应的材料和构造,宜满足变形、抗震、防水、防火、保温、装饰等要求。

6.11.10 外露自攻螺钉、拉铆钉等连接件均应采用三元乙丙防水垫片密封。

6.11.11 有隔热层的金属围护系统,外层金属板或固定支架与支撑结构构件之间应采取防止热桥的措施。

6.11.12 金属屋面设置夹具时,应根据不同使用要求及板型确定夹具规格及数量,并应连接牢固,并不得影响屋面的相关性能。

7 结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 钢结构工业厂房结构体系可采用门式刚架结构、单层厂房框(排)架结构、多层及高层厂房结构。同一个钢结构厂房可以是门式刚架结构、单层厂房框(排)架结构、多层和高层厂房结构的组合。

7.1.2 厂房布置在满足工艺流程和建筑功能需求的前提下,宜符合以下规定:

1 平面和立面宜简单、规则,平面宜为矩形,抗侧力体系及屋面支撑体系应完备;

2 同一柱列的柱距宜相等,工艺要求净空高度相差不大的多跨厂房轨面宜等高;

3 厂房结构构件设计应与工艺管线设计密切配合,应使主体结构受力合理,当管线较多时,可设置集中布置的管架、管廊等;

4 厂房内的辅助用房宜与厂房结构脱开。

7.1.3 钢结构构件、连接及节点的承载力应按下列公式验算:

1 持久设计状况、短暂设计状况:

$$\gamma_0 S \leqslant R \tag{7.1.3-1}$$

2 地震设计状况:

多遇地震 $$S \leqslant R/\gamma_{RE} \tag{7.1.3-2}$$

设防地震 $$S \leqslant R_k \tag{7.1.3-3}$$

式中:γ_0——结构重要性系数:安全等级为一级的结构构件不应小于1.1,安全等级为二级的结构构件不应小于

1.0，安全等级为三级的结构构件不应小于0.9；对设计工作年限为25年的结构构件，不应小于0.95；

S ——承载能力极限状态下作用组合的效应设计值：对持久或短暂设计状况应按作用的基本组合计算；对地震设计状况应按作用的地震组合计算；

R、R_k ——结构构件的承载力设计值、结构构件的承载力标准值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。对门式刚架轻型厂房，结构构件和连接强度计算时取0.85，柱和支撑的稳定计算时取0.90；对其余的厂房，结构构件和连接强度计算时取0.75，柱和支撑的稳定计算时取0.80。

7.1.4 钢结构厂房及构件的变形容许值宜符合本标准附录B的规定。当有实践经验或有特殊要求时，可根据不影响正常使用和观感的原则对结构位移容许值进行调整。

7.1.5 钢结构构造应便于制作、运输、安装和维护，并使结构受力简单明确，减少应力集中，降低次应力影响，避免材料三向受拉。钢结构构件的连接及节点设计应传力简捷，构造合理，具有必要的延性，满足承载力极限状态要求，同时应便于加工及安装，容易就位及调整。钢结构构件宜采用工厂制作，现场螺栓连接安装。

7.1.6 焊缝的构造和承载力计算应符合现行国家标准《钢结构设计设计标准》GB 50017和《钢结构焊接标准》GB 50661的规定，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标准》GB 50205的规定。单面角焊缝、喇叭形焊缝应符合现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022的规定。紧固件的连接应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017和现行行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82的规定。销轴连接应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的规定。

7.1.7 钢结构设计施工图编制深度应符合国家及行业有关规定，尚应满足以下规定：

1 应注明所采用的规范或标准、建筑结构的设计工作年限、抗震设防烈度、钢材牌号及等级、连接材料的型号（或钢号）和对钢材所要求的力学性能、化学成分及设计所需的附加保证项目；应注明所要求的焊缝形式、焊缝质量等级、端面刨平顶紧部位及对施工的要求；应注明螺栓防松动构造要求，对高强螺栓连接，应注明预拉力、摩擦面处理和抗滑移系数；应注明钢结构防腐蚀设计年限和防护要求及措施，应注明对防火材料的技术要求；

2 应注明对施工有特别要求或禁止的事项；

3 应满足钢结构加工制作编制钢结构施工详图的要求。

7.1.8 单层厂房温度区段的划分宜符合以下规定：

1 厂房主体结构的温度区段符合表7.1.8条的规定时，一般情况下可不考虑温度应力和温度变形的影响；当超过规定且未采取有效措施时，应考虑厂房的温度应力和温度变形对厂房的影响；

表7.1.8 单层厂房温度区段长度值（m）

厂房情况		纵向温度区段	横向温度区段	
			柱顶为刚接	柱顶为铰接
框（排）架结构	热车间厂房	180	100	125
	一般厂房	220	120	150
	围护结构为金属压型钢板的厂房	250	150	
门式刚架轻型厂房		300	150	

2 围护结构为压型金属钢板时，其温度缝应在厂房主体结构温度缝处相应设置；围护结构为其他材料时，可根据具体情况按照有关规范设置；

3 当有可靠依据时，温度区段的长度可适当加大。

7.1.9 厂房的抗震设计可采用现行国家标准《钢结构设计标准》

GB 50017 性能化设计的方法。

7.1.10 非结构构件的抗震应按《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定执行。

7.1.11 厂房地基基础设计，应按现行国家标准《建筑地基基础设计标准》GB 50007 和重庆市地方标准《建筑地基基础设计规范》DBJ50-047 的有关规定执行。

7.2 单层框(排)架厂房

Ⅰ 一般规定

7.2.1 单层厂房框(排)架的结构形式，按横梁(屋架或屋面梁)与柱连接方式的不同，可分为铰接排架、刚接框架、铰接和刚接混合的框排架三大类。

7.2.2 厂房采用刚接框架结构体系时，宜采用等截面或变截面实腹式工字形屋面梁，跨度较大时可采用框桁架或刚接屋架。厂房采用铰接排架结构体系时，宜采用上承式屋架；当净空受限制时，亦可采用实腹式工字形屋面梁。

7.2.3 单层厂房每个温度区段内柱间支撑的布置应符合下列要求：

1 厂房单元的各纵向柱列，应在厂房单元中部布置一道下柱柱间支撑；当柱距数不超过 5 个且厂房长度小于 60m 时，亦可在厂房单元的端部布置下柱柱间支撑。当抗震设防烈度为 7 度，厂房单元长度大于 120m(采用轻型围护材料时为 150m)宜在厂房单元 1/3 区段内各布置一道下柱柱间支撑；上柱柱间支撑应布置在厂房单元两端和具有下柱支撑的柱间；

2 柱间支撑位置及形式，应满足工艺生产和操作的净空要求，应力求对称布置、传力明确、构造简单，有条件时可采用约束屈曲支撑；

3　屋盖支撑宜与柱间支撑协调，宜在结构单元同一个柱间内布置，形成封闭的空间结构支撑系统；

4　同一列柱内上段柱的柱间支撑刚度，不宜大于下段柱的柱间支撑刚度；同一列柱采用两道支撑时，其纵向刚度宜相同；

5　上吊车检修走台梯及屋面检修单轨吊宜避开柱间支撑布置。

Ⅱ　框(排)架计算

7.2.4　单层厂房框(排)架结构应进行横向和纵向内力分析。必要时可采用空间结构模型进行整体分析。

7.2.5　横向排架内力分析时，应根据柱网布置特点划分计算单元，并应符合下列规定：

1　每个纵向柱列应至少有一根柱子划入计算单元内，且应将受力最不利柱子划入计算单元内；

2　对各列柱距相等的厂房，每列柱可取一根柱组成计算单元；

3　对各列柱距不等的厂房，计算单元划分应符合下列要求：

1）一般情况下，宜采用较大柱列的柱距作为划分计算单元的宽度；

2）计算单元内柱子的刚度选取，应与柱子承担的荷载相对应；

3）划入一个计算单元中的各柱列宽度不宜超过5个柱距。

7.2.6　厂房框(排)架结构设计计算，应考虑地面大面积堆载所产生的地基不均匀变形对上部结构的不利影响。地基不均匀变形较大时，宜采用铰接排架等对不均匀变形不敏感的结构形式。

7.2.7　单层框(排)架厂房的抗震计算应符合下列规定：

1　当抗震设防烈度为6度时，一般可不进行地震作用计算；

2 平面规则、抗侧力刚度均匀的厂房，横向抗震可按平面框架计算，等高厂房可采用底部剪力法，高低跨厂房应采用振型分解反应谱法；当屋盖横梁支承有较重的设备时，应进行竖向地震验算；

3 采用轻型墙围护系统的厂房纵向地震作用，可采用底部剪力法计算，各纵向柱列的地震作用，对轻型屋盖可按纵向柱列承受的重力荷载代表值的比例进行分配；

4 厂房可不进行强柱弱梁验算；

5 梁柱刚接，屋面梁的板件宽厚比不应大于 S4 级，梁柱的连接应能可靠传递设防烈度的地震组合内力；否则应进行强节点弱构件的验算，计算方法应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行；当梁柱刚接节点最大应力区位于上柱时，全塑性受弯承载力应取实腹梁和上柱二者的较小值；

6 在地震作用组合时，柱间支撑杆件的应力比不宜大于 0.75；设置柱间支撑的柱列应计入支撑杆件屈曲后的地震作用效应；

7 柱间支撑与柱的连接，其极限承载力不应小于支撑杆件塑性承载力的 1.2 倍；

8 当采用外露式柱脚时，柱脚极限承载力不宜小于柱截面的塑性承载力的 1.2 倍。

Ⅲ 钢 柱

7.2.8 框(排)架结构阶形柱其上段柱宜为实腹式柱，下段柱宜为格构式柱，中段柱可为实腹式柱或格构式柱。格构式柱根据需要可采用钢管混凝土柱。

7.2.9 钢柱构件的设计应包括截面计算和构造设计，设计计算内容应包含柱截面、缀材、柱头、柱脚、肩梁、牛腿、人孔、柱脚等。

7.2.10 柱子截面形式选用，应满足安全可靠、施工方便、经济合

理，与厂房功能协调以及美观的要求。柱子截面应满足强度、刚度、稳定性的有关要求。

7.2.11 采用一阶弹性分析方法时，单层厂房下端固接的框（排）架柱平面内的计算长度应符合以下规定：

1 单层厂房在框（排）架平面内应按无支撑框架考虑，框（排）架柱的计算长度等于该层（段）柱的计算高度乘以计算长度系数；

2 阶形柱、等截面柱、带牛腿等截面柱的计算长度系数应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定计算。

7.2.12 厂房框（排）架柱平面外计算长度应取能阻止框架平面外失稳的支承点之间距离。

7.2.13 柱截面的计算应包括以下内容：

1 实腹式柱应按压弯构件对其进行截面强度、平面内稳定、平面外稳定、局部稳定和刚度计算；

2 格构式柱应进行整体截面强度、平面内整体稳定、整体刚度和缀材的计算，平面外整体稳定性可不计算，应由分肢的稳定性保证；格构式柱的分肢应进行截面强度、平面内稳定、平面外稳定、局部稳定和刚度计算；

3 吊车梁采用平板式支座时，对于格构式柱的吊车肢尚应考虑相邻两吊车梁支座反力之差所产生弯矩的影响。

7.2.14 实腹式压弯构件要求不出现局部失稳者，其腹板高厚比、翼缘宽厚比应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。当压弯构件的腹板不能满足宽厚比要求时，可设置纵向加劲肋补强，以满足宽厚比的要求。

7.2.15 实腹式柱身构造应符合以下要求：

1 当腹板的高厚比 $h_0/t_w \leqslant 8\varepsilon_k$ 时，可不设横向加劲肋；$h_0/t_w > 80\varepsilon_k$ 时，应设置横向加劲肋，其间距不得大于 $3h_0$，且每个运送单元不宜少于两个；横向加劲肋成对设置时，其外伸宽度 $b_s \geqslant h_0/30+40\text{mm}$，其厚度 $t_s \geqslant b_s/15$；单侧设置的横向加劲肋，

其外伸宽度 $b_s \geqslant 1.2(h_0/30+40\text{mm})$，$t_s \geqslant b_s/15$；

2 在设有悬挑牛腿处或有较大集中荷载作用处，应设置成对横向加劲肋，加劲肋厚度应由计算确定；

3 设置纵向加劲肋时，宜在腹板两侧成对配置，其一侧外伸宽度不应小于板件厚度 t 的 10 倍，厚度不宜小于 0.75t；单侧配置时（如箱形柱内侧）加劲肋尺寸不应小于上述数值的 1.2 倍；同时纵向加劲肋的惯性矩 $I_p \geqslant 6h_0 t_w^3$；当成对配置时，惯性矩按柱腹板轴线进行计算；单侧配置时，按与加劲肋相连的腹板边缘为轴线进行计算；计算加劲肋的惯性矩时不考虑腹板截面；

4 柱腹板用纵向加劲肋加强时，相应地要设置横向加劲肋，纵向加劲肋与横向加劲肋相交处，应让纵向 加劲肋通过，而将横向加劲肋切割，焊在纵向加劲肋上。

7.2.16 格构柱构造应符合以下要求：

1 柱的缀材宜选用缀条形式。H 型钢格构柱的缀条截面宜采用 T 型钢或单角钢，钢管或钢管混凝土格构柱的缀条截面宜采用钢管；

2 缀条竖向布置宜采用三角形，边列下段柱上部第一根斜缀条的上端宜与吊车肢相交；当柱肢间距离大于 3m 时，可采用 X 形或 K 形；斜缀条与构件轴线间的夹角宜在 30°～60°范围内；缀条节间宜相等，宜与柱肢范围内外荷载作用位置相协调，避免出现次弯矩；

3 缀板柱的分肢长细比 λ_1 不应大于 $40\varepsilon_k$，并不应大于 λ_{max} 的 0.5 倍，当 $\lambda_{max} < 50$ 时，取 $\lambda_{max} = 50$；

4 格构式柱在受有较大水平力处（如牛腿）和运送单元的端部均需设置横隔，横隔间距不宜大于柱截面较大宽度的 9 倍或 8m。

7.2.17 阶形柱的上柱与下柱的现场拼接接头，宜设在离肩梁顶面约 1.0m 的上段柱处，接头处翼缘与腹板宜错开 200mm 连接。

7.2.18 格构式柱宜采用插入式柱脚（图 7.2.18-1）或分离式柱

脚(图 7.2.18-2),单肢实腹柱宜采用插入式柱脚或外露式柱脚。插入式柱脚钢柱插入杯口的深度应由计算确定,其插入的最小构造深度不宜小于吊装钢柱长度的 1/20,且不宜小于 500mm,对实腹柱可取柱截面高度的 2.5 倍,对格构柱可取截面高度的 0.5 倍、柱截面宽度的 2.5 倍的较大值。分离式、外露式柱脚的锚栓不宜承受柱底水平力,柱底剪力应由柱脚与基础的摩擦力或设置抗剪件承担。

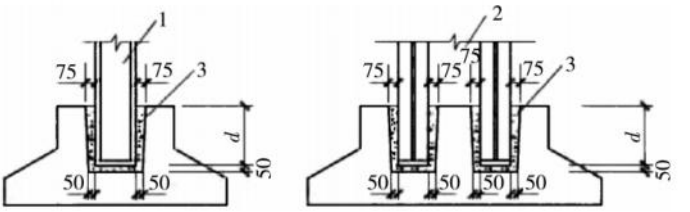


图 7.2.18-1　插入式柱脚基础构造示意图图

1—实腹柱;2—格构式柱;3—二次浇灌层;d—柱插入深度

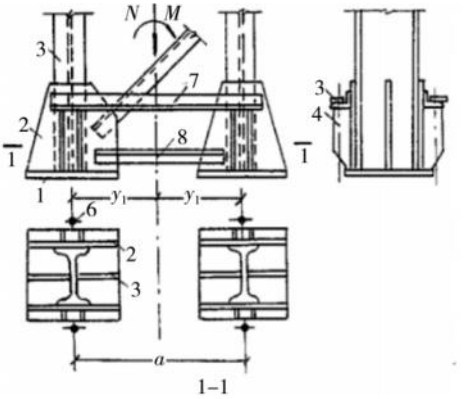


图 7.2.18-2　分离式柱脚示意图

Ⅳ　肩梁和人孔

7.2.19　阶形柱肩梁的设计应符合以下规定:

1 柱肩梁宜采用单腹壁肩梁，当有大吨位吊车、下段柱有参观走台的通行净空要求等情况下单腹板式肩梁不能满足要求时，宜采用双腹板式肩梁；

2 肩梁的刚度应保证上、下段柱连接成整体；

3 肩梁支承上段柱，其内力可近似地按简支梁计算；

4 肩梁抗弯强度、抗剪强度及折算应力可分别按下述公式计算，当吊车梁为突缘式支座，肩梁的腹板的抗剪应考虑两侧吊车梁对柱最大支座反力的作用；

抗弯强度
$$\sigma=\frac{M_{max}}{\gamma_x W_{nx}}\leqslant f \qquad (7.2.19\text{-}1)$$

抗剪强度
$$\tau=1.5\frac{V_{max}}{h_w t_w}\leqslant f_v \qquad (7.2.19\text{-}2)$$

折算应力
$$\sqrt{\sigma^2+3\tau^2}\leqslant 1.1f \qquad (7.2.19\text{-}3)$$

式中：M_{max}、V_{max} ——肩梁的最大弯矩和最大剪力设计值（N·mm、N），应选择最不利内力分别计算；

W_{nx} ——肩梁的有效截面模量（mm^3）。计算时腹板取全截面，上、下盖板取有效宽度 B_e，按（7.2.19-4）计算，且不大于肩梁上、下盖板的最窄处的宽度与有效宽度 20t（翼缘厚度）的较小值；

γ_x ——与截面模量相应的截面塑性发展系数；

t_w ——肩梁腹板厚度，双腹壁肩梁为两块腹板厚度之和（mm）；

f ——钢材的抗弯强度设计值（N/mm^2）；

f_v ——钢材的抗剪强度设计值（N/mm^2）。

$$B_e=0.36L' \qquad (7.2.19\text{-}4)$$

式中：L' ——肩梁上最大弯矩对应截面到较近支座的两倍距离（mm）

5 肩梁腹板与屋盖肢的连接焊缝，应承受肩梁端头剪力的

作用；肩梁腹板与吊车肢的连接焊缝，对于平板式支座，应承受肩梁端头剪力的作用；对于突缘式支座，除了承受肩梁端头剪力的作用外，还要考虑两侧吊车梁支座反力 R_{max} 的作用。

7.2.20 肩梁构造宜满足以下要求：

1 肩梁腹板的厚度应考虑吊车梁支座反力作用下的端面承压能力及安装偏差所造成的偏心影响，其上端应刨平顶紧上盖板，当难以刨平顶紧时应采用剖口焊透；

2 吊车梁支座处应设置肩梁垫板，其宽度一般比吊车梁支座宽 80mm，厚度可为 20mm～40mm；

3 单腹壁肩梁上段柱翼缘（除边列柱上柱外侧翼缘直接与下柱外侧翼缘或屋盖肢腹板对接焊接外）宜开槽插入肩梁腹板；

4 重型、特重型厂房下段柱为钢管混凝土柱肢时，验算钢管砼柱肩梁吊车肢局部承压时，不宜考虑钢管内砼的局部承压作用，应在钢管内设置加劲，应对肩梁部位的钢管柱肢壁厚进行验算，必要时可对肩梁下盖板以下 1.0 倍钢管直径处至上盖板范围的钢管壁厚适当加厚；肩梁腹板和上盖板应剖口焊透，宜采取构造措施确保混凝土浇灌密实，使钢管顶部混凝土与肩梁上盖板紧密接触。必要时，可以采用双腹板肩梁。

7.2.21 钢柱人孔的设计应符合以下规定：

1 人孔的宽度不应小于 400mm，高度不宜小于 2000mm；设置人孔的实腹柱最小截面高度不应小于 750mm，人孔宜居中设置；

2 人孔分肢的内力计算，可采用有限元分析，也可采用简化的计算方法；人孔每个肢按单向弯曲压弯构件计算，人孔每肢在平面内和平面外的计算长度可取人孔净空的高度。

7.2.22 当需要在格构式柱中间取消斜缀条，开设参观通道等时，通道范围柱肢应加固形成刚架。

Ⅴ 柱间支撑构件

7.2.23 当实腹式柱截面的高度小于800mm时，柱间支撑可采用单片支撑。当实腹式柱截面的高度等于或大于800mm，或上柱设有人孔时，宜采用双片支撑，格构式柱的支撑应采用双片支撑。

7.2.24 柱间支撑的计算假定和受力应符合下列规定：

1 在计算柱间支撑内力时，可假定节点为铰接，不考虑柱的压缩变形及支撑杆件在自重作用下的挠曲，并忽略上、下层支撑与柱交点不重合所带来的误差；在同一温度区段内的同一柱列设有两道或两道以上柱间支撑时，若屋面满足刚性盘体要求时，全部纵向水平荷载可假定由该柱列所有支撑共同承受，当支撑之间刚度相差不大时可等分，若支撑之间刚度相差较大时宜按每道支撑的纵向刚度进行分配；

2 柱间支撑兼作减小厂房柱弯矩作用平面外计算长度的支承点，应将厂房柱的受压翼缘（对实腹式柱）或受压分肢（对格构式柱）视为轴压构件计算各自的支撑力，并与纵向水平荷载进行比较，择其大者用于支撑截面设计；

3 纵向水平力对柱间支撑处两侧厂房柱会产生拉力或压力，甚至局部弯矩，当其与平面内厂房框（排）架计算内力相比不能忽略时，应参与组合进行柱子截面校核；

4 柱间支撑构件可按照附录C的简化方法进行内力计算。

7.2.25 柱间支撑的容许长细比宜符合表7.2.25的规定。

表 7.2.25　柱间支撑杆件的容许长细比表

构件名称	容许长细比		
	压杆	拉杆	
		有轻、中级工作制起吊车的厂房	有重级工作制吊车的厂房
吊车梁或吊车桁架以下的柱间支撑	150	300	200
吊车梁或吊车桁架以上的柱间支撑	200	400	350

注：1　计算单角钢杆件在支承点（包括端部支承和中间支承点）间的长细比时，应采用角钢的最小回转半径；计算单角钢交叉杆件在支撑平面外的长细比时，应采用与角钢肢边平行轴的回转半径；

2　在设有夹钳吊车或刚性料耙吊车的厂房中，吊车梁或吊车桁架以上的柱间支撑，其长细比不宜超过 300。

Ⅵ　抗震构造

7.2.26　单层框（排）架厂房的抗震构造措施应符合下列规定：

1　采用轻型围护结构的框架厂房，框架梁柱在塑性耗能区以外的板件宽厚比限值可采用 S4 级；塑性耗能区板件宽厚比限值可根据其承载力的高低按性能目标确定，当厂房能承受设防烈度的地震内力组合时，板件宽厚比可放宽至 S4 级；当厂房能承受 1.5 倍多遇地震的地震内力组合时，板件宽厚比可放宽至 S3 级；

2　厂房框架柱的长细比，轴压比小于 0.2 时不宜大于 150；轴压比不小于 0.2 时，不宜大于 $120\varepsilon_k$；

3　采用分离式或外露式柱脚时，锚栓的面积不宜小于柱子截面面积的 0.20 倍；采用插入式柱脚时，柱肢插入深度不应小于本标准第 7.2.18 的规定；

4　柱间支撑宜采用整根型钢，当超过材料最大规格长度时，可避开塑性耗能区进行等强拼接。

7.3 门式刚架轻型厂房

Ⅰ 一般规定

7.3.1 门式刚架轻型厂房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厂房。

7.3.2 门式刚架轻型厂房的横向结构体系应符合下列要求：

1 门式刚架分为单跨(图 7.3.2a)、双跨(图 7.3.2f、g)、多跨(图 7.3.2h)刚架以及带挑檐的(图 7.3.2b)和带毗屋的(图 7.3.2d)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 8.3.2i)，必要时也可采用由多个双坡屋盖组成的多跨刚架形式；当需要设置夹层时，夹层可沿纵向设置(图 7.3.2j、k)或在横向端跨设置(图 7.3.2l)；夹层与柱的连接可采用刚性连接或铰接；

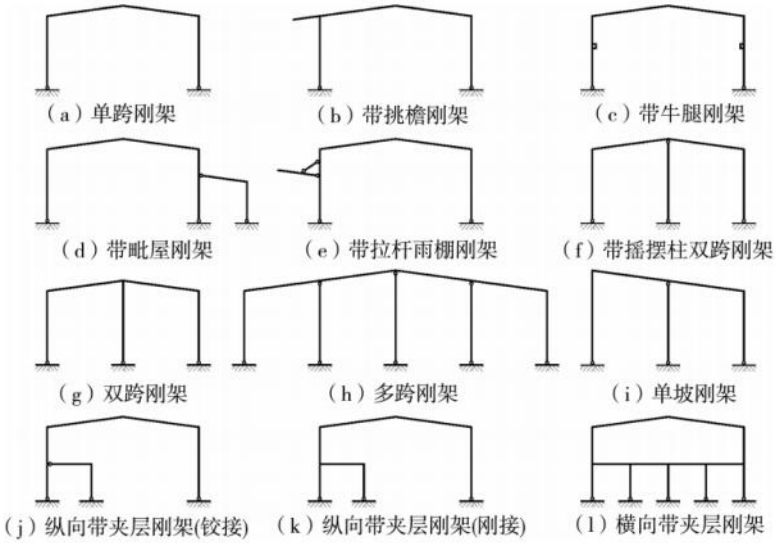


图 7.3.2 门式刚架轻型厂房形式示例

2 厂房柱脚宜按铰接设计，当设有 5t 以上的吊车时，柱脚宜设计成刚接；

3 厂房屋面坡度宜取 1/8～1/20，直立缝卷边屋面板的坡度不应小于 3%；

4 在多跨刚架局部位置抽柱时，宜布置托梁或托架。

7.3.3 门式刚架轻型厂房应按下列规定设置柱间支撑：

1 柱间支撑与屋面横向水平支撑宜设置在同一开间；

2 柱间支撑的间距，当无吊车时宜取 30m～45m；当有吊车时，吊车牛腿下部支撑宜设置在温度区段中部，当温度区段较长时，宜设置在中间 1/3 区段内；牛腿上部支撑设置原则与无吊车时的柱间支撑设置相同；

3 柱间支撑采用的形式宜为：交叉支撑、人字支撑、门形支撑或纵向刚架；当设有吊车时，吊车牛腿以下应采用型钢交叉支撑。

7.3.4 同一柱列不宜混用刚度差异大的支撑形式。在同一柱列设置的柱间支撑共同承担该柱列的水平荷载。门式刚架轻型厂房每个温度区段、结构单元或分期建设的区段、结构单元应设置独立的支撑系统，与刚架结构一同构成独立的空间稳定体系。

7.3.5 门式刚架轻型厂房屋面水平支撑和系杆的设置应符合下列规定：

1 屋面端部横向支撑应布置在温度区段的第一或第二开间，当布置在第二开间时应在第一个开间抗风柱顶部对应位置设置刚性系杆；

2 沿建筑长度方向横向水平支撑间距宜取 30m～45m，但不宜大于 60m；

3 对设有带驾驶室且起重量大于 15t 桥式吊车的跨间，应在屋盖边缘设置纵向水平支撑；在抽柱设置托梁或有局部夹层的跨间，宜设置纵向水平支撑；

4 屋面支撑形式可选用张紧的圆钢或钢索交叉支撑；当屋

面梁承受悬挂吊车荷载时，屋面支撑应选用型钢交叉支撑；屋面横向支撑节点布置应与抗风柱、墙架柱相对应，并应在屋面梁转折处布置节点。

7.3.6 门式刚架轻型厂房钢结构构件长细比应符合下列规定：

1 受压构件的长细比，不宜大于表 7.3.6-1 规定的限值。

表 7.3.6-1 受压构件的长细比限值

构件类别	长细比限值
主要构件	180
其它构件及支撑	220

2 受拉构件的长细比，不宜大于表 7.3.7-2 规定的限值。

表 7.3.6-2 受拉构件的长细比限值

构件类别	承受静力荷载或间接承受动力荷载的结构	直接承受动力荷载的结构
桁架杆件	350	250
吊车梁或吊车桁架以下的柱间支撑	300	—
其它支撑 （张紧的圆钢或钢索支撑除外）	400	—

注：1 对承受静力荷载的结构，可仅计算受拉构件在竖向平面内的长细比；

2 对直接或间接承受动力荷载的结构，计算单角钢受拉构件的长细比时，应采用角钢的最小回转半径；在计算单角钢交叉受拉杆件平面外长细比时，应采用与角钢肢边平行轴的回转半径；

3 在永久荷载与风荷载组合作用下受压时，其长细比不宜大于 250。

7.3.7 门式刚架轻型厂房钢结构在安装过程中，应根据设计和施工要求，采取保证结构整体稳定性的措施。

Ⅱ 计算要点

7.3.8 门式刚架轻型厂房应按弹性分析方法计算，门式刚架宜按平面结构进行分析。柱脚设计成双向刚接或柱顶部设有双向

刚接的钢梁时，柱应按双向受力进行设计计算。

7.3.9 当房屋的纵向长度不大于横向宽度的1.5倍且纵向和横向均有高低跨，或房屋山墙侧有拉杆雨棚时，宜按整体空间模型对支撑体系进行计算。

7.3.10 门式刚架梁和柱的设计应符合以下规定：

1 宜采用实腹式焊接工字形截面或轧制H型钢截面。当设有吊车或夹层时，柱宜采用等截面；当没有吊车或夹层时，柱可采用变腹板高度的楔形截面。屋面梁跨度不大时宜采用等截面，跨度较大时宜采用变截面实腹式焊接工字形截面；

2 门式刚架工字形截面构件受压翼缘板自由外伸宽度b与其厚度t之比，不应大于$15\varepsilon_k$；工字形截面梁、柱构件腹板的计算高度h_w与其厚度t_w之比，不应大于250；

3 实腹式刚架柱可利用腹板曲屈后强度，应进行强度、平面内稳定、平面外稳定计算；等截面柱平面内的计算长度可按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的规定确定，变截面柱进行平面内稳定计算时，一般采用大端截面的内力及截面特性，并考虑小端截面的影响；当柱的最大弯矩不出现在大端时，弯矩项应取最大弯矩和该弯矩所在截面的有效截面模量；小端铰接的变截面刚架柱平面内计算长度系数应考虑截面变化率、刚架梁的约束、摇摆柱数量及其轴力的影响；平面内计算长度可按现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022的确定；刚架柱平外的计算长度应取纵向柱间支撑点间的距离；

4 实腹式刚架梁可利用腹板曲屈后强度，应进行梁平面内强度、平面外稳定计算；实腹式刚架斜梁平面外计算长度，应取上下翼缘侧向支承点距离的较大值；斜梁下翼缘受压时，应在受压翼缘的侧面布置支撑作为斜梁的侧向支承或者设置隅撑；

5 腹板平均剪应力大于临界剪应力时，需要考虑屈曲后强度，应设置横向加劲肋，板幅的长度与板幅范围内的大端截面高度之比不应大于3；

6 刚架梁腹板应在与中柱连接处、较大集中荷载作用处和翼缘转折处设置横向加劲肋；梁腹板利用屈曲后强度时，其中间加劲肋除承受集中荷载和翼缘转折产生的压力外，尚应承受拉力场产生的压力；当验算加劲肋稳定时，其截面应包括每侧 $15t_w\varepsilon_k$ 宽度范围内的腹板面积，计算长度取 h_w。

7.3.11 门式刚架轻型厂房的抗震计算应符合下列规定：

1 当抗震设防烈度为 7 度(0.1g)及以下时，一般不需要作抗震验算；设有夹层或与厂房有相连接的附属房屋时，应进行抗震验算；夹层的抗震设计可单独进行，对内侧柱列的纵向地震作用应乘以增大系数 1.2；

2 单跨厂房、多跨等高厂房可采用基底剪力法进行横向刚架的水平地震作用，不等高厂房可按振型分解反应谱法计算；

3 纵向柱列的地震作用采用基底剪力法计算时，应保证每一集中质量处，均能将高度和质量大小分配的地震力传递到纵向支撑或纵向框架；

4 门式刚架轻型厂房可不进行强柱弱梁验算；

5 梁柱采用端板连接或梁柱节点处是梁柱下翼缘圆弧过渡时，可不进行强节点弱杆件的验算；其他情况下，应进行强节点弱杆件计算，计算方法应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行。

Ⅲ 连接构造

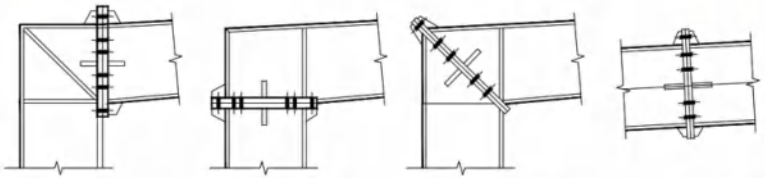
7.3.12 门式刚架轻型厂房，当 T 形连接的腹板厚度不大于 8mm，采用自动或半自动埋弧单面角焊缝时，应符合现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 的相关规定。

7.3.13 刚架构件的翼缘与端板或与柱底板的连接，当翼缘厚度大于 12mm 时宜采用全熔透对接焊缝，并应符合现行国家标准《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T

985.1 和《埋弧焊的推荐坡口》GB/T 985.2 的相关规定；其他情况宜采用等强连接的角焊缝或角对接组合焊缝，并应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的相关规定。

7.3.14 刚架构件间的连接，可采用高强螺栓端板连接。高强螺栓规格应根据受力确定，可采用 M16～M24 螺栓。高强螺栓承压型连接可用于承受静力荷载和间接承受动力荷载的结构；重要结构或承受动力荷载的结构应采用高强螺栓摩擦型连接；用来耗能的连接接头可采用承压型连接。

7.3.15 门式刚架斜梁与立柱的连接节点，可采用端板竖放、平放和斜放三种形式。斜梁与刚架柱连接节点的受拉侧，宜采用端板外伸式，与斜梁端板连接的柱的翼缘部位应与端板等厚。斜梁拼接时宜使端板与构件上边缘垂直，应采用外伸式连接，并使翼缘内外螺栓群中心与翼缘中心重合或接近。连接节点处的三角形短加劲板长边与短边之比宜大于 1.5∶1.0，不满足可增加板厚。



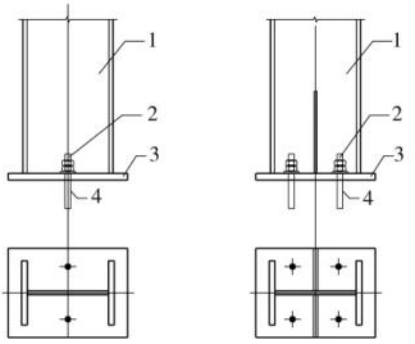
（a）端板竖放　（b）端板平放　（c）端板斜放　（d）斜梁拼接

图 7.3.15　刚架连接节点

7.3.16 端板连接应按所受最大内力和按能够承受不小于较小被连接截面承载力的一半设计，并取两者的大值。端板连接节点设计应包括连接螺栓设计、端板厚度确定、节点域剪应力验算、端板螺栓处构件腹板强度、端板连接刚度验算。

7.3.17 柱脚节点应符合下列规定：

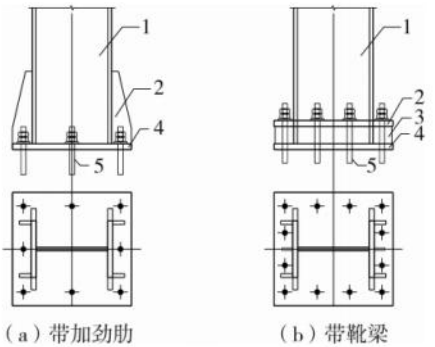
1 门式刚架柱脚宜采用平板式铰接柱脚，也可采用刚接柱脚；刚接柱脚可采用露出式带加劲肋平板式刚接柱脚、露出式带靴梁刚接柱脚或插入式柱脚；



（a）两个锚栓柱脚　　（b）四个锚栓柱脚

图 7.3.17-1　铰接柱脚

1—柱；2—双螺母及垫板；3—底板；4—锚栓



（a）带加劲肋　　（b）带靴梁

图 7.3.17-2　平板式刚接柱脚

1—柱；2—加劲板；3—锚栓支承托座；4—底板；5—锚栓

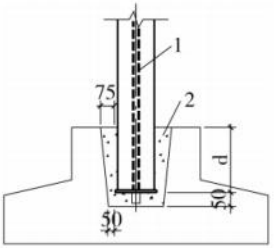


图 7.3.17-3　插入式柱脚

1—实腹式钢柱；2—杯口用细石混凝土灌实；d—柱的插入深度

2 计算带有柱间支撑的柱脚锚栓在风荷载作用下的上拔力时，应计入柱间支撑产生的最大竖向分立，且不考虑活荷载、雪荷载、积灰荷载和附加荷载影响，恒载分项系数应取 1.0；计算柱脚锚栓的受拉承载力时，应采用螺纹处的有效截面面积；

3 露出式柱脚锚栓不宜受剪，柱脚水平剪力应由底板与混凝土基础间的摩擦力来承受，摩擦系数可取 0.4，计算摩擦力时应考虑屋面风吸力产生的上拔力的影响，若不满足应设置抗剪键。

7.3.18 当地震组合作用的效应控制结构设计时，门式刚架轻型厂房的抗震构造措施应符合下列规定：

1 工字型截面构件受压翼缘板自由外伸宽度 b 与其厚度 t 之比，不应大于 $13\varepsilon_k$；工字型截面梁、柱构件腹板的计算高度 h_w 与其厚度 t_w 之比，不应大于 160；

2 柱的长细比不应大于 150；

3 采用外露式刚接柱脚时，锚栓的面积不应小于柱子截面面积的 0.15 倍；

4 纵向支撑宜采用型钢。当采用圆钢或钢索时，支撑与柱子腹板的连接应采用不能相对滑动的连接。

7.4 多层和高层厂房

Ⅰ 一般规定

7.4.1 多层和高层钢结构工业厂房可采用下列结构体系：

1 框架结构；

2 框排架结构，包括侧向框排架结构、竖向框排架结构；

3 框架-支撑结构，包括框架-中心支撑结构、框架-偏心支撑结构、单向框架-支撑结构。

7.4.2 高层钢结构工业厂房适用的最大高度应符合下列规定：

1 框架结构和框架-支撑结构厂房适用的最大高度，应符合

现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定；

2 框排架结构适用的最大高度，应按框排架结构中框架的结构类型（框架结构或框架-支撑结构）确定，适用的最大高度宜降低；竖向框排架结构厂房的高度应按上部排架柱顶面标高计算；

3 楼层上设置有贮仓、糟罐以及大型重设备的厂房，适用的最大高度宜降低；

4 当设备穿越多层楼层，使楼层楼面板开大洞口，楼层的平面内刚度严重削弱时，厂房适用的最大高度宜降低；

5 平面和竖向均不规则的结构，适用的最大高度宜降低；

6 超过规定适用的最大高度时，应进行专门研究和论证，并应采取加强措施。

7.4.3 多层和高层钢结构工业厂房应根据设防类别、烈度和厂房高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类厂房结构的抗震等级应按表 7.4.3 的规定确定。当厂房高度接近或等于表 7.4.3 中的高度分界时，应结合厂房结构的不规则程度、楼层设备重量和布置情况，以及场地、地基条件等确定结构抗震等级。

表 7.4.3 多层和高层钢结构工业厂房结构抗震等级

厂房高度(m)	烈度	
	6 度	7 度
≤50(40)	/	四
>50(40)	四	三

注：括号内数值适合于 7.4.2 条中 3、4、5 款的情况。

7.4.4 多层和高层乙类厂房和高层丙类厂房不应采用单跨框架，多层丙类厂房不宜采用单跨框架。

7.4.5 多层和高层厂房的布置，应满足工艺、设备管线布置的要求，并应符合以下规定：

1 厂房的平面和立面布置宜简单、规则、对称，平面宜为矩

形；厂房平面形状复杂、各部分构架高度差异大或楼层荷载相差悬殊时，应设置防震缝或采取其他措施；当设置防震缝时，缝宽不应小于相应混凝土结构的 1.5 倍；

2 重型设备宜低位布置，重型设备不宜布置在结构单元的边缘或端部楼层上；

3 当设备重量直接由基础承受，设备竖向需要穿过楼层时，厂房楼层应与设备脱开。设备与楼层之间的缝宽，不得小于防震缝的宽度；

4 楼层上的设备不应跨越防震缝布置；当运输机、管线等长条设备必须穿越防震缝布置时，设备应具有适应地震时变形的能力或防止断裂的措施；

5 厂房内的工作平台与厂房框架结构宜脱开布置；当与厂房结构连接成整体时，平台结构的标高宜与厂房框架的相应楼层标高一致；

6 在结构单元平面内，框架、框排架、柱间支撑等抗侧力构件宜对称均匀布置，并宜沿结构全高布置；

7 框排架结构应设置完整的屋盖支撑系统及柱间支撑。

7.4.6 侧向框排架结构的厂房，除应符合本标准 7.2 节及 7.4.5 条的规定外，尚应符合以下规定：

1 侧向框排架结构的框架部分，可采用框架、框架-支撑结构。排架跨与框架跨的连接宜采用铰接；

2 侧向框排架结构厂房当排架的纵向长度大于框架跨的纵向长度时，宜设置变形缝将厂房分为两个独立的结构单元；

3 排架跨屋架或屋面梁支座宜与框架跨楼层或屋面位于同一标高；排架跨屋架或屋面梁宜与框架跨的柱对应，当框架跨柱距大于排架跨柱距，需设置托梁支承排架跨的屋架、屋面梁时，托梁顶宜与框架跨楼层或屋盖位于同一标高；

4 排架跨设有桥式起重机时，起重机梁顶面宜与框架跨楼层或屋面位于同一标高；当工艺需要，排架跨的屋面或屋面梁、起

重机梁顶面位于框架跨的楼层之间时，应对此处的框架柱采取加强措施，并计入排架跨屋盖传来的水平力或起重机横向制动力在框架柱中产生的附件内力；

5 排架柱列的纵向抗侧力结构，可采用柱间支撑、框架，其纵向刚度宜与框架侧相当。

7.4.7 竖向框排架结构的厂房，除应符合本标准 7.2 节及 7.4.5 条的规定外，尚应符合以下规定：

1 排架中心宜与下部结构刚度中心接近或重合，多跨排架宜等高等长；

2 下部楼面宜采用现浇钢筋混凝土结构，顶层排架下部嵌固楼层应采用现浇混凝土楼板或现浇混凝土组合楼板，楼板厚度不宜小于 150mm，并应双层双向配筋；

3 排架柱与下部框架宜采用刚接，刚接时排架柱应竖向连续延伸至基础；排架柱与下部框架铰接时，应加强对排架柱柱脚的连接；

4 顶层排架设有纵向柱间支撑时，柱间支撑开间楼面不应设置有楼梯间或楼板大设大洞口；柱间支撑斜杆中心线应与连接处的梁柱中心线交于一点。

7.4.8 多层和高层框架-支撑结构的布置应符合下列规定：

1 支撑框架在两个方向均宜对称布置，支撑框架之间楼盖的长宽比不宜大于 3；

2 支撑框架宜布置在荷载较大的柱间，支撑框架宜上下连续贯通；当受工艺设计条件限制必须错开布置时，应在紧邻柱间连续布置，并宜增加附近楼层或屋面的水平支撑或柱间支撑相互搭接一层，应确保支撑承担的水平荷载和地震作用传递至基础；

3 有抽柱的结构，应增加相邻楼、屋盖的水平支撑，并应在相邻柱间设置竖向支撑；

4 支撑的形式沿竖向宜一致；对于采用偏心支撑的厂房，顶层可采用中心支撑；

5 支撑的轴线与框架梁、柱中心线宜在同一平面内；

6 框架-支撑结构的支撑水平杆兼作框架横梁时，框架横梁沿厂房应连续贯通；

7 各柱列的纵向刚度宜相等或接近。

7.4.9 中心支撑框架应符合下列规定：

1 中心支撑框架的支撑宜采用交叉支撑，也可采用人字形支撑、单斜杆支撑和 V 字形支撑（图 7.4.9-1）；多层不宜采用 K 形支撑，高层不应采用 K 形支撑；

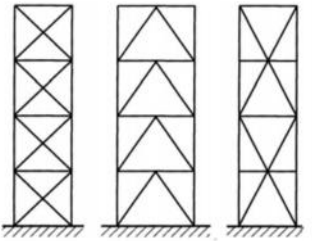


图 7.4.9-1 中心支撑框架

2 支撑框架的框架梁、柱应采用刚性连接；支撑的两端与框架可采用刚性连接，也可采用铰接连接，计算分析模型应与实际结构相一致；

3 支撑杆件的轴线宜交汇于框架梁柱构件轴线的交点，当构造上确有困难时，偏离交点的偏心距不应超过支撑杆件宽度；

4 当采用只能受拉的单斜杆支撑时，应同时设置不同倾斜方向的两组斜杆，且每组中不同方向单斜杆的截面面积在水平方向的投影面积之差不应大于 10%（图 7.4.9-2）。

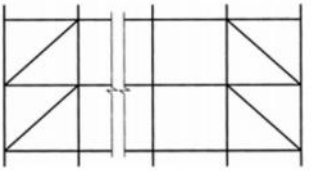


图 7.4.9-2 单斜杆支撑

7.4.10 偏心支撑框架应符合下列规定：

1 支撑由支撑斜杆及与其相交的框架梁段组成，可采用单斜杆形和人字形(图 7.4.10)；

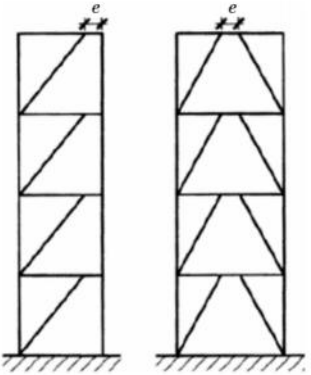


图 7.4.10 偏心支撑框架

2 偏心支撑的每根支撑轴线应至少有一端在框架的梁柱节点以外与框架梁轴线相交；

3 支撑框架的框架梁、柱应采用刚性连接；支撑的两端与框架应采用刚性连接，而结构计算分析时可按铰接计算。

7.4.11 多层和高层单向框架-支撑结构的支撑的布置应符合以下规定：

1 柱间支撑宜设置在柱列中部附近，当纵向柱数较少时，也可设置在端部；多层多跨框架纵向柱间支撑宜布置在质心附近，且宜减少上下层刚心的偏移；

2 纵向支撑宜设置在同一开间内，无法满足时，可局部设置在相邻的开间内；

3 支撑的形式可采用交叉形，人字形等中心支撑，当采用单斜杆中心支撑时，应对称设置。

7.4.12 多层和高层钢结构工业厂房，当设置地下室时，框架-支撑结构中竖向连续布置的支撑宜延伸至基础；钢框架柱应至少延

伸至地下一层，其竖向荷载应直接传至基础。

7.4.13 钢结构工业厂房的楼(屋)盖应符合下列规定：

1 楼板可选用压型钢板(或钢筋桁架楼承板)组合楼板、预制钢筋桁架混凝土叠合楼板或现浇钢筋混凝土楼板(含底模可拆式钢筋桁架楼承板)等；

2 楼板应与主体结构可靠连接，保证楼盖的整体牢固性；

3 抗震设防烈度为6、7度且厂房高度不超过50m时，可采用装配式楼板(全预制楼板)或其他轻型楼盖，但应设置水平支撑或采取有效措施保证预制板之间的可靠连接；

4 设置有振动设备的楼层，楼板开洞较大、楼层刚度削弱较大的楼层以及直接支承设备的楼板，应采用现浇钢筋混凝土楼板或现浇钢筋混凝土组合楼板；

5 钢铺板楼盖结构，宜沿楼盖四周设置水平支撑；楼板开大洞处以及厂房柱间支撑相应位置应设置水平支撑；当各榀框架侧向刚度相差较大、柱间支撑布置又不规则时，应设置水平支撑；

6 楼盖主、次钢梁的连接宜采用平接方案，即主梁和次梁顶面宜为同一标高；次梁与主梁的连接宜采用铰接构造。次梁有悬臂端时，应采用连续梁布置方案；

7 楼层上设置有设备的区域，宜设置钢梁支承传递设备荷载；

8 当屋面采用压型金属板时，屋盖的布置应符合本标准7.5节的要求；

9 有腐蚀性环境的楼层，楼盖结构的设计尚应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046的有关规定。

Ⅱ 计算要点

7.4.14 多层和高层厂房应采用空间模型进行计算，当结构布置规则时，可分别沿框排架结构的横向和纵向进行计算。

7.4.15 结构的作用效应计算时，楼、屋面当采用组合楼板、叠合楼板或现浇钢筋混凝土楼板且与梁可靠连接时，可假定楼板为刚性，当楼板有较大的洞口、楼板采用钢铺板等会产生楼板平面内变形时，应考虑其影响。

7.4.16 结构进行弹性分析时，现浇钢筋混凝土楼盖、压型钢板现浇钢筋混凝土组合楼板和装配整体式楼盖中梁的刚度，宜计入楼板的作用予以增大，刚度增大系数，可取1.2～1.5，单边有楼板的梁宜取小值。无现浇面层的装配式楼盖、钢铺板楼盖不宜计入楼板的作用。结构弹塑性分析时，不宜计入梁与楼板的共同工作。

7.4.17 中心支撑框架的计算应符合下列规定：

1 当支撑斜杆轴线偏离框架梁柱轴线交点的距离不超过支撑杆件的宽度时，可按中心支撑框架进行计算，但应计入由此产生的附加弯矩；

2 人字形支撑和V形支撑的框架梁在支撑连接处应保持连续，并应按不计入支撑支点作用的梁验算重力荷载和支撑屈曲时不平衡力作用下的承载力；不平衡力应按受拉支撑的最小屈服承载力和受压支撑最大屈曲承载力的30%计算；为减小竖向不平衡力引起的梁截面过大，人字形支撑和V形支撑可沿竖向交替设置或采用拉链柱。

7.4.18 多层和高层厂房的抗震计算，应符合下列规定：

1 当抗震设防烈度为6度时，规则的多层和高层厂房一般可不进行地震作用计算；

2 抗震计算时，多层和高层厂房宜采用空间模型进行计算；

3 框架-支撑结构的框架部分按刚度分配计算所承担的地震层剪力应进行调整，达到不小于结构底部总地震剪力的25%和框架部分计算最大层剪力的1.8倍二者的较小值；

4 抗震设计时，偏心支撑框架中与消能梁段相连接构件的内力设计值，应取消能梁段达到受剪承载力时该构件的内力乘以

增大系数，增大系数不应小于表 7.4.18 的规定；

表 7.4.18　偏心支撑框架构件内力增大系数

构件名称	抗震等级	
	二级	三级
与消能梁段相连接的支撑斜杆	1.3	1.2
与消能梁段同一跨的框架梁	1.2	1.1
与消能梁段相连接的框架柱	1.2	1.1

5　多层和高层厂房中的侧向单层框（排）架部分，可参考本标准 7.2.26 条的有关规定执行；其余多层和高层框架、框架-支撑结构，其抗震的计算应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

Ⅲ　连接构造

7.4.19　多层和高层厂房中框架结构的构造和节点连接应符合以下规定：

1　框架柱宜采用工字形截面、箱形截面、钢管混凝土或组合十字形截面，框架梁宜采用双轴对称的轧制或焊接的组合工字形截面；

2　框架梁与柱刚性连接，宜采用柱贯通型；在梁翼缘上、下各 600mm 的范围内，组合截面柱的组合焊缝应采用全熔透坡口焊缝；

3　框架梁、柱构件受压翼缘应根据需要设置侧向支承；梁柱构件在出现塑性铰的截面处，与Ⅴ形支撑或人字形支撑相交处，其上、下翼缘均应设置侧向支承；该支承点与梁端支承点间的侧向长细比以及支承力应符合现行国家标准《钢结构设计标准》B50017 中有关塑性设计的规定；

4　框架柱的长细比容许值应根据其结构的抗震等级确定：

二级时不应大于 $80\varepsilon_k$，三级不应大于 $100\varepsilon_k$，四级不应大于 $120\varepsilon_k$，非抗震时不应大于 $150\varepsilon_k$；

5 框架梁、柱板件的宽厚比应满足构件的整体稳定和局部稳定要求，并应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 等的有关规定执行；抗震设计时，尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定；

6 梁柱的节点域要求，梁柱节点连接要求应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

7.4.20 多层和高层框排架厂房的排架部分构造和节点连接尚应符合以下规定：

1 排架柱的长细比，轴压比小于 0.2 时，不宜大于 150；轴压比不小于 0.2 时，不宜大于 $120\varepsilon_k$；

2 排架柱的板件宽厚比，不应高于 S4 级，当腹板局部稳定不满足要求时，宜设置纵向加劲肋；

3 排架柱的柱间支撑，宜采用中心支撑，其长细比应符合本标准第 7.2.25 的规定；

4 柱间支撑与构件的连接，不应小于支撑杆件塑限承载力的 1.2 倍。

7.4.21 多层和高层框架-支撑厂房的支撑部分构件的构造和连接应符合以下规定：

1 支撑杆件宜采用轧制宽翼缘 H 型钢，以及角钢或槽钢的组合截面等抗压、抗拉承载性能良好的截面；抗震设计时，二级、三级的支撑杆件宜采用 H 型钢；二级支撑杆件采用焊接工字形截面时，其翼缘与腹板的连接宜采用全熔透连续焊缝；

2 支撑杆件的平面外长细比宜小于平面内的长细比，中心支撑的支撑杆件长细比不应大于表 7.4.21 的限值，偏心支撑框架的支撑杆件长细比不应大于 $120\varepsilon_k$；

表 7.4.21　中心支撑的支撑杆件长细比限值

类型	抗震等级	
	二、三级	四级
按压杆设计	120	120
按拉杆设计	—	180

注：1　表列数值适用于 Q235 钢，采用其他牌号钢材应乘以 ε_k，圆管应乘以 ε_k^2；

2　对于可能受拉和受压的杆件，应按受压杆件的规定采用。

3　中心支撑杆件的板件宽厚比，非抗震设计时，不应超过现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 规定的轴心受压构件在弹性设计时的宽厚比限值；抗震设计时，不应超过现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的限值；采用节点板连接时，尚应保证节点板的强度和稳定；

4　当支撑与框架采用节点板连接时，节点板每侧边缘与连接杆件轴线的夹角不应小于 30°；抗震设计时，支撑端部至节点板最近嵌固点（节点板与框架构件焊缝的端部）在沿支撑杆件轴线方向的距离不宜小于节点板厚度的 2 倍，抗震设计一、二级支撑框架不应小于节点板厚度的 2 倍（图 7.4.21）。当支撑采用轧制工字形杆件时，支撑端部宜放大或做成圆弧形；

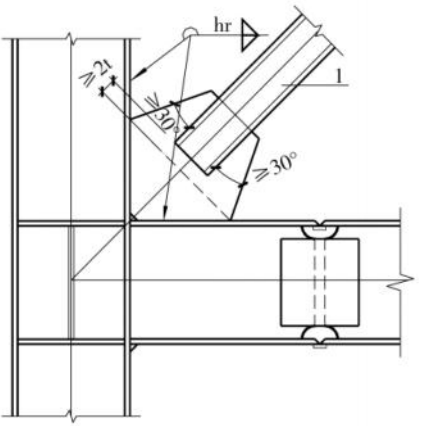


图 7.4.21　支撑杆件端部节点板构造

5 偏心支撑框架消能梁段的钢材屈服强度不应大于355MPa，偏心支撑消能梁段及与消能梁段同一跨内的非消能梁段板件的宽厚比，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的宽厚比限值；支撑杆件的板件宽厚比不应超过现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 规定的轴心受压构件在弹性设计时的宽厚比限值。

7.4.22 框架柱的柱脚应能保证传递柱的承载力。多层和高层厂房框架柱刚接柱脚可采用埋入式柱脚，插入式柱脚及外包柱脚，多层厂房框架柱尚可采用外露式柱脚；抗震设计 6 度、7 度且高度不超过 50m 时也可采用外露式。

7.5 屋盖系统

Ⅰ 一般规定

7.5.1 钢结构工业厂房宜采用屋面板为压型金属板或其他轻型屋面板材的轻屋盖。

7.5.2 屋盖结构可采用由屋架（屋面梁）、托架（托梁）、檩条及屋盖支撑组成的平面结构体系；对吊车工作制在重级（A6～A8 级）以下的双向大柱网厂房，屋盖宜采用网架等空间结构体系。当采用网架结构时，其设计应符合下列规定：

1 网架与厂房柱宜铰接连接，网架设计时应考虑厂房排架柱之间传给网架的剪力，与柱相连的节点和杆件宜加强；

2 网架下设有悬挂起重机时，网架结构的容许挠度不应超过网架短向跨度的 1/300；

3 网架下设有 A3 及以上的悬挂起重机时，宜采用焊接球节点，当应力循环次数不小于 5×10^4 时，应进行疲劳验算；

4 网架杆件上不宜承受其他荷载，当杆件上作用有荷载时，应计入杆件受弯的影响。

7.5.3 屋盖结构的布置应根据厂房的柱网、屋面围护材料、天窗的设置等确定，应符合以下规定：

1 檩条宜采用直接传荷到屋架（屋面梁）的布置方式，当厂房柱距大于18m时，可采用增设托架（托梁）并设置柱间屋架（屋面梁）、再布置檩条的复式布置方式；

2 檩条的间距应满足屋面板、采光板跨度及连接的要求；

3 天窗可选用成品天窗，不宜紧靠厂房单元端部设置；

4 屋盖每个温度区段内应设置完整的屋盖支撑体系。

7.5.4 屋盖横梁应根据与柱的连接关系、屋面坡度、跨度等因素选型，宜符合以下规定：

1 与柱铰接时，屋盖跨度不大于18m，屋面坡度为1/3～1/2.5时，双坡屋面宜选用三角形屋架，可采用芬克式、腹杆单斜式、腹杆人字式；单坡屋面可采用单坡三角形屋架或平行弦屋架；屋面坡度为1/20～1/8时，双坡屋面宜选用梯形屋架或双坡人字形屋架；单坡屋面可选用平行弦屋架或单坡倒梯形屋架；屋架的间距大于10m时，宜选用上承式屋架。屋架的跨度不小于42m时，可采用双腹壁桁架或空间桁架；

2 与柱刚接时，当厂房跨度不大于36m，宜采用变截面的实腹梁，也可采用刚接屋架；当厂房跨度不小于42m，宜采用框桁架；

3 屋架节间的划分应综合天窗、檩距、屋面吊点以及施工运输单元等因素，按照荷载作用在节点的原则确定；

4 柱间横梁与托架或托梁宜铰接连接，可采用屋架或屋面梁，宜与框（排）架柱相连的屋盖横梁形式相协调；

5 在跨度相差不大的多跨厂房中，各跨屋面梁的端部高度宜相同。

7.5.5 托梁或托架宜与柱铰接连接，托架宜采用上承式平行弦桁架。当托梁或托架跨度、荷载较大或需要抵抗较大扭矩时，托架可采用双腹壁，托梁可采用箱形截面。

7.5.6 檩条的选用，宜符合以下规定：

1　跨度不大于 9m、屋面荷载较小时，可采用冷弯薄壁卷边槽钢(C 形)、冷弯薄壁卷边 Z 形等冷弯薄壁型钢檩条；

2　跨度大于 9m 且不大于 18m、或屋面荷载较大时，可选用高频焊接薄壁 H 型钢、热轧 H 钢、焊接 H 型钢等实腹式檩条，也可采用格构式、蜂窝梁等空腹檩条；

3　跨度大于 18m，宜采用平面或空间桁架式檩条；

4　檩条可采用单跨简支，有条件时也可采用连续檩条。

7.5.7　屋盖支撑系统由横向水平支撑、纵向水平支撑、垂直支撑、水平系杆、隅撑等组成，其布置应做到传力简捷明确。

7.5.8　屋架或屋面梁横向支撑设置，应符合下列规定：

1　屋架的横向支撑应设置在传递屋架支座反力的平面内，上承式屋架应设置上弦横向支撑，下承式屋架，应设置下弦横向支撑及在对应位置设置上弦横向支撑；

2　屋面梁横向支撑宜设置在屋面梁上翼缘或上翼缘附近；

3　应在厂房结构每个温度区段两端或第二开间设置屋架或屋面梁横向支撑；当横向支撑设置在第二开间时，应在端开间相应位置设置水平刚性系杆；

4　当结构温度单元的长度较大时，宜在结构单元中部增设横向支撑，横向支撑的间距不宜大于 60m。

7.5.9　屋架或屋面梁纵向支撑设置，应符合下列规定：

1　设有桥式起重机的钢结构工业厂房，当符合表 7.5.9 的规定时，应设置纵向支撑；

表 7.5.9　钢结构工业厂房屋盖系统设置纵向支撑的条件

屋面特征 吊车特征	有天窗、柱顶高度≤15m 无天窗、柱顶高度≤18m		有天窗、柱顶高度>15m 无天窗、柱顶高度>18m	
起重机工作级别	A4、A5	A6、A7、A8	A4、A5	A6、A7、A8
单跨	Q≥50t	Q≥16t	Q≥32t	Q≥10t
等高多跨	Q≥75t	Q≥20t	Q≥50t	Q≥16t

注：Q 为起重机起重量。

2 厂房内设有夹钳、刚性料耙、抓斗、磁力等 A8 工作级别起重机，以及设有壁行起重机或双层桥式起重机时，应设置纵向支撑；

3 屋盖系统采用托架或托梁支承屋架或屋面梁时，应设置纵向支撑；仅局部柱间设有托架或托梁时，可仅在有托架或托梁的开间及两端各延伸一个开间设置纵向支撑；

4 厂房排架柱之间设有墙架柱，且以纵向支撑作为墙架柱的水平支撑点时，应设置纵向支撑；

5 屋架下弦或屋面梁底标高大于或等于 22m，且设有桥式起重机的厂房，应设置纵向支撑；

6 纵向支撑应与横向支撑组成封闭的支撑体系。沿柱列屋面纵向支撑的布置应符合以下规定：

1）单跨厂房，宜沿两侧边柱列设置屋面纵向支撑；

2）对等高多跨厂房或多跨厂房的等高部分，尚应在中列柱列增设屋面纵向支撑；对有重级工作制吊车的厂房，宜每隔一跨沿中列柱一侧设置一道屋面纵向支撑，对一般厂房每隔两跨间沿中列柱一侧设置一道屋面纵向支撑；

3）对高低跨分界的中列柱，应在柱两侧均设置屋面纵向支撑。

7 屋架的纵向支撑应设置在传递屋架支座反力的平面内，上承式屋架的纵向支撑应设置在上弦，下承式屋架的纵向支撑应设置在下弦；屋面梁的纵向支撑可布置在紧靠柱列的屋面梁上翼缘平面内。

7.5.10 屋架或屋面梁垂直支撑的设置，应符合下列规定：

1 下承式屋架端部高度大于 0.9m 时，应在屋架端部设置垂直支撑；下承式屋架跨度大于 18m 时，应在屋架跨中设置垂直支撑；当屋架跨度大于 30m 时，应在屋架跨度 1/3 附近的竖杆平面内设置垂直支撑。垂直支撑宜与屋架的上、下弦横向支撑位置

对应；

2 屋面梁简支于柱顶，端部高度大于 0.9m 时，宜在端部设置垂直支撑，宜与屋面梁上弦支撑位置对应。

7.5.11 屋盖支撑系统通长水平系杆的设置，应符合下列规定：

1 有檩屋盖体系，当有天窗时，应在天窗开洞范围内屋脊处及天窗架与屋架或屋面梁连接处设置上弦通长的水平系杆；

2 垂直支撑之间应设置上、下弦通长的水平系杆；

3 屋架弦杆平面外长细比要求或计算长度要求需要时，应设置通长的水平系杆；

4 屋架端部的下弦弯折处、屋面梁屋脊弯折处应设置通长的水平系杆；

5 钢屋架与柱刚性连接时，钢屋架下弦端节间未设纵向支撑的节点处，应设置通长刚性水平系杆；

6 屋架或屋面梁端部未设垂直支撑时，在柱顶支座处应沿厂房纵向设置通长刚性水平系杆；

7 檩条可兼做系杆，应满足承载力和刚度的要求；天沟不宜兼做系杆。

7.5.12 对上承式屋架或屋面梁，可不设置屋架下弦或屋面梁下翼缘支撑体系，但应设置隅撑，应符合下列规定：

1 对铰接的上承式屋架或屋面梁，隅撑可每隔 2-3 个檩距设置一道，并应保证屋架下弦平面外长细比满足要求；

2 对刚接的上承式屋架或屋面梁，在屋架下弦受压区和屋面梁端部负弯矩区，隅撑宜每个檩距设置一道，其余部分可每隔 2-3 个檩距设置一道；

3 隅撑宜在屋架或屋面梁两侧成对设置。

Ⅱ 构件设计

7.5.13 檩条的设计应符合以下要求：

1 檩条应进行强度和挠度计算，隅撑不应作为檩条内力计算时的支点，拉条或撑杆可作为檩条侧向的支点；

2 当屋面板或构造措施能阻止檩条侧向失稳和扭转时，檩条可不做整体稳定验算；当屋面板或构造措施不能阻止檩条侧向失稳和扭转时，檩条尚应验算其整体稳定；

3 在风吸力作用下，檩条受压下翼缘的内衬板约束能防止檩条扭转时，可不进行稳定性计算，否则应进行风吸工况下檩条受压下翼缘的稳定计算；

4 兼做屋面支撑压杆、纵向刚性系杆的檩条应叠加轴向力，按压弯构件设计，其长细比不应大于 200。

7.5.14 实腹式檩条的拉条或撑杆设计应符合以下要求：

1 当屋面坡度大于 1/12 或檩条跨度大于 4m 时，宜在檩条跨中设置 1 道拉条；当檩条跨度大于 6m 时，宜在檩条跨间设置 1～2 道拉条；当檩条跨度大于 9m 时，宜在檩条跨间设置不少于 2 道拉条；

2 应分别在檐口、屋脊处或天窗两侧设置斜拉条和刚性撑杆，组成桁架体系；设有纵向水平支撑的屋盖，可将拉条与纵向水平支撑统一考虑，不另设斜拉条和刚性撑杆；当构造能保证屋脊处拉条相互拉结平衡，在屋脊处可不设斜拉条和刚性撑杆；当单坡长度大于 50m，宜在中间增设一道双向斜拉条和刚性撑杆组成的桁架结构；

3 拉条、撑杆可设在檩条的受压翼缘或距檩条受压翼缘 1/3 腹板高度的范围内；当风吸工况下檩条下翼缘受压时，尚宜在下翼缘或下翼缘翼缘 1/3 腹板高度的范围内设置；如下翼缘有内衬板约束且能防止檩条扭转时，可不设置；

4 拉条、撑杆的截面大小应由计算确定，冷弯薄壁型钢檩条的拉条宜采用圆钢，直径不宜小于 10mm，H 型钢檩条的拉条可采用单角钢，长细比不宜大于 250；撑杆可采用钢管、方钢或组合角钢，长细比不应大于 200。

7.5.15 屋架设计应符合以下规定：

1 屋架的上下弦宜选用剖分T形钢、H形钢、方管或圆管，也可采用双角钢组成的T形钢，腹杆可采用双角钢组成的T形或十字形钢；

2 屋架腹杆与弦杆间夹角宜在30°～60°范围内，以45°为宜；

3 屋架内力计算应进行屋面活荷载、积灰荷载、雪荷载的满跨及半跨的不利组合；当有移动吊挂荷载时，应进行移动吊挂荷载的最不利组合；屋架内力计算应考虑厂房排架柱顶剪力对屋架的作用，应考虑屋架的部分杆件与屋面横向支撑等其他构件组合承受屋面平面内力时的不利组合；轻型屋盖自重不能抵消风荷载的吸力时，屋架应进行风吸工况下的验算；

4 屋架及杆件应进行强度、稳定、挠度和连接的计算；

5 屋架杆件截面的最小尺寸：角钢不宜小于L50x4，钢管不宜小于48x3；屋架杆件的截面宜将数量较少的规格型号进行归并，相同外形尺寸的角钢或管材，其厚度差不宜小于2mm；

6 屋架的受压弦杆和腹杆的长细比不应大于150，跨度不小于60m的屋架的受压弦杆和端压杆长细比不宜大于120；屋架中内力设计值不大于杆件承载能力50%的压杆，或用以减少受压构件计算长度的受压杆件，其长细比不应大于200；受拉弦杆和腹杆的长细比不宜大于250。

7.5.16 屋面梁的设计应符合以下规定：

1 屋面梁可采用等截面或变截面的工字形实腹梁。门式刚架轻型厂房屋面梁、与托架或托梁铰接的屋面梁可利用曲屈后强度；与柱刚接的非门式刚架轻型厂房的屋面梁板件的宽厚比不宜超过S4级；

2 与柱刚接的屋面梁内力应与厂房框架进行整体计算分析，与托架或托梁铰接的屋面梁可按简支梁进行内力计算，应考虑厂房排架柱顶剪力对屋面梁的作用；

3　屋面梁应进行强度、整体稳定、局部稳定、挠度的计算；

4　屋面梁与柱刚性连接，对应梁下翼缘的柱腹板部位应设置不小于梁翼缘厚度的横向加劲肋。节点域的受剪正则化宽厚比不应大于0.8，节点域的抗剪强度应满足现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的要求，当节点域厚度不满足抗剪强度要求时，可采取局部加厚腹板、节点域焊贴补强板或设置节点域斜向加劲肋加强。设置斜向加劲肋时，加劲肋及其连接应能传递柱腹板所能承担剪力之外的剪力，其截面尺寸应符合传力和板件宽厚比限值的要求。

7.5.17　托架和托梁的设计应符合以下规定：

1　柱间横梁反力合力宜作用在托梁或托架的中心，避免或减少其平面外受扭，当存在较大的偏心时，应采取措施或采用双腹壁托架或托梁；

2　托架杆件宜采用H、剖分T、角钢等型材，托梁可采用等截面或变截面工字形截面，双腹壁托梁可采用箱形截面；

3　托架及其杆件应进行强度、稳定、挠度和连接计算，托梁应进行强度、整体稳定性、局部稳定性、挠度计算，托梁可利用腹板屈曲后强度；

4　托架的受压弦杆和腹杆的长细比不宜大于120，不应大于150，对于托架中内力设计值不大于杆件承载能力50%的压杆，或用以减少受压构件计算长度的受压杆件，其长细比不应大于200；受拉弦杆和腹杆的长细比不宜大于250。

7.5.18　屋盖水平支撑、垂直支承、系杆的设计应符合以下要求：

1　屋架水平横向支撑和纵向支撑、腹杆宜采用交叉斜杆，也可采用单斜杆；垂直支撑的腹杆可采用W及V形布置，也可采用交叉斜杆布置。斜杆的倾角应在30°～60°之间；

2　交叉斜杆和柔性系杆可按拉杆设计，宜采用角钢，对门式刚架轻型厂房可采用圆钢或钢拉索；非交叉斜杆、竖杆以及刚性系杆应按压杆设计，可采用双角钢、矩管或圆管；

3 支撑拉杆的长细比不宜大于250，张紧的圆钢或钢拉索不受此限制。支撑压杆的长细比不应大于200。门式刚架轻型厂房屋面支撑的长细比应符合本标准第7.3.6条的要求。

7.5.19 隅撑的设计应符合以下规定：

1 成对设置在屋架下弦杆件受拉或屋面梁下翼缘受拉区的隅撑可按拉杆设计，长细比不宜大于250，对门式刚架轻型厂房，隅撑的受拉长细比不宜大于400；当单侧设置时，应按压杆设计，长细比不应大于200，对门式刚架轻型厂房，隅撑的受压长细比不宜大于220；

2 成对设置在屋架下弦杆件受压或屋面梁下翼缘受压区的隅撑，参与屋架下弦或屋面梁下翼缘平面外的约束时，应按压杆设计，长细比应满足本条第1款的要求，每根隅撑的计算轴力可取按式(7.5.19)计算值的1/2；当单侧设置隅撑时，隅撑应按式(7.5.19)的轴力进行构件的抗压计算，并宜考虑隅撑作为檩条的弹性支承点，按檩条、隅撑和被支撑的屋架或屋面梁整体分析对屋架或屋面梁下翼缘的不利影响。

$$N = Af/(60\cos\theta) \tag{7.5.19}$$

式中：A ——被支撑屋架下弦或屋面梁下翼缘的截面面积(mm^2)；

f ——被支撑屋架下弦或屋面梁下翼缘钢材的抗压强度设计值(N/mm^2)；

θ ——隅撑与檩条轴线的夹角(°)。

Ⅲ 连接构造

7.5.20 屋架与柱的连接可采用铰接连接或刚接连接，其连接构造应方便施工，且应符合计算假定的要求。

7.5.21 框桁架的构造应符合以下规定：

1 桁架的上、下弦杆件可直接贯通到柱边，与柱刚接。上、下弦杆件可采用热轧H、T型钢等截面，腹杆可采用钢管、角钢等

截面；

2 与柱连接的桁架端部的1～2节间用钢板焊接封闭，腹板靠近桁架一侧可用通长加劲补强，形成端部实腹梁与柱刚接。封闭端头腹板的宽厚比应符合本标准7.2.26条的规定；

3 框桁架与柱可采用全部焊接、栓焊连接的方式。

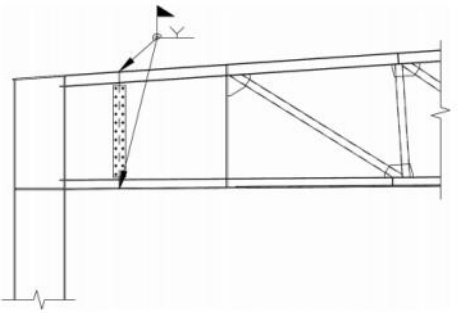


图7.5.21 框桁架与柱的连接节点

7.5.22 屋面梁与柱的刚接连接，可采用梁端与柱全部焊接、栓焊连接的方式，也可采用在柱头设置牛腿后采用栓焊连接、全栓连接的方式。柱对应梁的翼缘处应设置不小于翼缘厚度的加劲板。门式刚架轻型厂房的梁柱连接可按本标准第7.3.15条执行。

7.5.23 屋架、屋面梁支承在托架、托梁上时，其连接构造应方便施工，且应减少对支承构件的偏心。

7.5.24 托架、托梁与柱的连接宜减少对柱的偏心作用，宜使柱间屋架与托架、托梁的连接形式保持一致。

7.5.25 檩条与屋架或屋面梁的连接应能可靠传递檩条的支座反力，保证檩条的夹支条件，方便施工。檩条的拉条和撑杆宜连接在檩条的腹板上，应靠近檩条的受压翼缘，当风吸檩条下翼缘受压时，可设置双层拉条及撑杆。圆钢拉条与檩条应采用螺栓连接，斜拉条端部可弯折或设置垫块，撑杆宜采用外套钢管；型钢拉条、型钢撑杆与檩条可采用节点板连接。

7.6 吊车梁系统

Ⅰ 一般规定

7.6.1 吊车梁系统由吊车梁、制动结构、辅助桁架、支撑系统、检修走道、栏杆等组成。

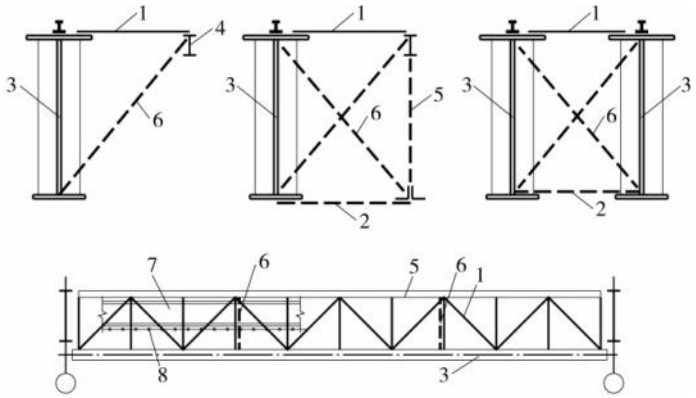


图 7.6.1 吊车梁系统组成示意图

1—制动板或制动桁架；2—下翼缘水平支撑；3—吊车梁；4—边梁；5—辅助桁架；6—垂直支撑；7—走道；8—栏杆

7.6.2 吊车梁宜设计为简支梁。对起重量不超过 32t 轻级工作制吊车，可采用连续吊车梁。

7.6.3 吊车梁的形式，宜符合下列规定：

1 一般吊车梁可采用焊接工字型吊车梁；

2 跨度不大于 9m、起重量不大于 20t 工作级别为 A1～A5 的吊车，以及悬挂单梁吊车，可采用型钢吊车梁或加强型钢吊车梁；

3 吊车梁跨度和轮压均较大时，可采用焊接箱型截面吊车梁；

4　支承夹钳或刚性料耙硬钩吊车以及类似吊车的结构，不宜采用吊车桁架。

7.6.4　符合下列情况之一的吊车梁，宜设置制动结构、辅助桁架及其支撑系统：

1　吊车工作级别为 A6～A8；

2　吊车梁跨度不小于 12m；

3　采用吊车桁架时。

7.6.5　制动结构的形式，应符合下列规定：

1　吊车工作级别为 A8 的吊车梁，宜采用制动梁；

2　起重量大于等于 150t、工作级别为 A6、A7 的吊车梁，当跨度大于等于 12m 或制动结构宽度小于 1.2m 时，宜采用制动梁；

3　支承夹钳或刚性料耙硬钩吊车以及类似吊车的结构，宜采用制动梁；

4　其他情况下，制动结构可采用制动桁架。

7.6.6　吊车梁的截面尺寸应由计算确定，同时应满足工艺和建筑要求、满足与轨道等连接的要求。

Ⅱ　吊车梁计算

7.6.7　吊车梁结构自重及其上活荷载的计算应符合以下规定：

1　吊车梁及其上走道、摩电架、轨道、制动结构、支撑等应按实际重量计算；

2　吊车梁与制动结构和辅助桁架走道上的活荷载应计入走道上活荷载和可能作用的灰荷载；

3　当吊车梁（或吊车桁架）和辅助桁架及制动结构还承受屋盖、墙架以及侧墙风荷载或其他荷载时，应按实际情况取值，并考虑作用效应的组合。

7.6.8　吊车梁按承载能力极限状态设计应采用荷载效应的基本

组合，进行强度、整体稳定、局部稳定、腹板局部压应力、吊车横向荷载作用下制动梁（或桁架）的应力等计算。

7.6.9 吊车梁受压翼缘的自由外伸宽度 b 与厚度 t 之比不应大于 $15\varepsilon_k$。腹板局部稳定计算和加劲肋配置，应符合以下规定：

1 腹板稳定计算宜选取正应力较大（梁中部）或剪应力较大（梁端部）区格，轻、中级工作制吊车梁计算腹板稳定性时，吊车轮压设计值可乘以折减系数 0.9；

2 当 $h_0/t_w > 80\varepsilon_k$ 时，吊车梁应配置横向加劲肋；

3 当受压翼缘扭转受到约束且 $h_0/t_w > 170\varepsilon_k$、受压翼缘扭转未受到约束且 $h_0/t_w > 150\varepsilon_k$，或腹板局部稳定不满足要求时，应在弯曲应力较大区格的受压区增加配置纵向加劲肋；局部压应力很大的吊车梁，必要时尚宜在受压区配置短加劲肋；对单轴对称吊车梁，当确定是否要配置纵向加劲肋时，h_0 应取腹板受压区高度 h_c 的 2 倍；在配置腹板加劲肋后，应对腹板由加劲肋所划分的区格进行局部稳定性验算；

4 支座处应设置支座加劲肋。

7.6.10 吊车梁支座加劲肋应按下列公式进行腹板平面外的稳定性和端面承压应力验算。

1 支座加劲肋在腹板平面外的稳定性计算：

$$\frac{R_{max}}{\varphi A} \leqslant f \tag{7.6.10-1}$$

式中：R_{max} ——支座最大反力设计值；

A ——支座加劲肋视为轴心受压构件的计算面积，对平板式支座，包括支座加劲肋和加劲肋两侧 $15t_w\varepsilon_k$ 范围内且不超过腹板实际边缘的腹板面积；对突缘式支座，包括支座加劲肋和加劲肋一侧 $15t_w\varepsilon_k$ 范围内的腹板面积；

φ —— 对应的轴心受压构件的整体稳定性系数；

ε_k —— 钢号修正系数，其值为 235 与钢材牌号中屈服点

数值的比值的平方根。

2 支座加劲肋端面承压应力计算：

$$\frac{R_{max}}{A_{ce}} \leqslant f_{ce} \qquad (7.6.10\text{-}2)$$

式中：A_{ce} ——加劲肋下端刨平顶紧的承压面积(不考虑腹板)；

f_{ce} —— 端面承压强度设计值。

7.6.11 吊车梁及其连接，当应力变化的循环次数 n 等于或大于 5×10^4 次时，应进行疲劳计算。吊车梁疲劳计算见附录 D。

7.6.12 吊车梁与制动结构按正常使用极限状态进行竖向和水平挠度计算时，其荷载均采用标准值，吊车轮压不乘动力系数，其荷载效应应按作用在跨间内最大一台吊车确定。吊车梁竖向挠度和制动结构水平挠度、制动结构边梁、辅助桁架竖向挠度不应超过附录 B 的限值。

Ⅲ 吊车梁构造

7.6.13 吊车梁制动系统及其相互之间的连接应通过计算确定。制动结构与吊车梁的连接形式应符合下列要求：

1 一般宜采用高强螺栓连接；

2 对于工作级别为 A6、A7 起重量小于等于 32t 的吊车以及工作级别为 A4、A5 起重量小于 100t 的吊车梁，可采用焊接或普通螺栓连接；

3 采用焊接连接时，可采用焊脚尺寸不小于 6mm 的间断焊，净距不应超过制动板板厚的 15 倍。

7.6.14 吊车梁相邻端部应设填板或连接板连接，其尺寸及连接用螺栓的直径和数量，可按吊车纵向刹车力和山墙传来的风荷载计算确定。填板或连接板宜设在梁的中下部。

7.6.15 吊车梁支座端与柱的连接，应符合下列要求：

1 吊车梁支座端顶部应采用连接板与柱连接传递横向水平

刹车力，连接板截面应根据吊车横向水平荷载（本标准第5.3.3条确定）设计值由计算确定，连接板与吊车梁宜采用板铰或高强度螺栓连接；

2 吊车梁支座下端与柱的连接，在有柱间支撑处，应满足传递纵向刹车力和山墙传来的风荷载的要求。

7.6.16 当利用吊车梁或吊车梁制动系统作为柱子侧向支点时，吊车梁或吊车梁制动系统与柱子应有可靠连接。

7.6.17 吊车梁的支座宜采用平板支座，也可采用突缘支座。梁的端部支承加劲肋下端，按端面承压强度设计值进行计算时，应刨平顶紧，其中突缘加劲板的伸出长度不得大于其厚度的2倍，并宜采取限位措施。

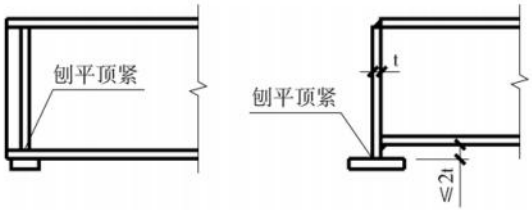


图 7.6.17 吊车梁的支座构造

7.6.18 跨度大于等于15m的吊车梁（桁架），宜按跨度的1/1000起拱。

7.6.19 吊车轨道宜采用抗弯和抗扭刚度较大的轨道，并宜采用焊接长轨；当厂房伸缩缝处轨道焊接连通时，轨道与车档之间应预留足够的伸缩空间。有条件时，宜在轨道与梁上翼缘间铺设弹性垫；压轨器应采用专用压轨器。吊车钢轨的连接构造应保证车轮平稳通过。当采用焊接长轨且用压板与吊车梁连接时，压板与钢轨间应留有水平空隙（约1mm）。

7.6.20 吊车梁系统需进行疲劳验算的焊接连接应符合以下规定：

1 严禁使用塞焊、槽焊、电渣焊和气电立焊连接；

2 焊接连接中，当拉应力与焊缝轴线垂直时，严禁采用部分焊透对接焊缝、背面不清根的无衬垫焊缝；

3 不同厚度板材对接时，均应加工成斜坡过渡。接口的错边量小于较薄板件厚度时，宜将焊缝焊成斜坡状，或将较厚板的一面（或两面）在焊前加工成斜坡，其坡度最大允许值为 1∶4。

7.6.21 需要验算疲劳的吊车梁构造应满足下列要求：

1 吊车梁翼缘板或腹板的焊接拼接应采用加引弧板和引出板的焊透对接焊缝，引弧板和引出板割去处应予打磨平整，并应符合下列要求：

1）上、下翼缘板的对接一般要求采用自动焊的直缝对接，并焊透；下翼缘的对接焊缝位于跨中 1/3 范围内时，宜采用 45°～55°斜缝对接；

2）翼缘与腹板的工厂拼接接头不应在同一截面上，应错开不小于 200mm，接头位置宜设在距离支座 1/3～1/4 梁跨度范围内；

3）焊接吊车梁的工地整段拼接应采用焊接或高强度螺栓的摩擦型连接。

2 在焊接吊车梁中，焊透的 T 形连接对接与角接组合焊缝焊趾距腹板的距离宜采用腹板厚度的一半和 10mm 的较小值，如图 7.6.21 示；

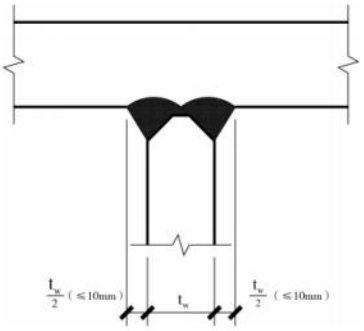


图 7.6.21　焊透的 T 形连接对接与角接组合焊缝

3 吊车梁横向加劲肋宽度不宜小于 90mm，在支座处的横向加劲肋应在腹板两侧成对设置，并与梁上下翼缘刨平顶紧（重级工作制可采用剖口焊透）；中间横向加劲肋的上端应与梁上翼缘刨平顶紧（重级工作制可采用剖口焊透），在重级工作制吊车梁中，中间横向加劲肋亦应在腹板两侧成对布置，而中、轻级工作制吊车梁则可单侧设置或两侧错开设置；在焊接吊车梁中，横向加劲肋（含短加劲肋）不得与受拉翼缘相焊，但可与受压翼缘焊接；端部支承加劲肋可与梁上下翼缘相焊，中间横向加劲肋的下端宜在距受拉下翼缘 50～100mm 处断开，其与腹板的连接焊缝不宜在肋下端起落弧；

4 重级工作制吊车梁中，上翼缘与柱或制动桁架传递水平力连接宜采用高强度螺栓摩擦型连接，上翼缘与制动梁连接可采用高强度螺栓摩擦型连接或焊缝连接；吊车梁端部与柱的连接构造应减少由于吊车梁弯曲变形在连接处产生的附加应力；

5 重级工作制吊车梁受拉翼缘板边缘，宜为轧制边或自动气割边；当采用手工气割或剪切机切割时，应沿全长刨边；

6 吊车梁受拉翼缘上不得焊接悬挂设备的零件，并不宜在该处打火或焊接夹具；当吊车梁受拉翼缘与支撑连接时，不应采用焊接连接。

Ⅳ 变截面吊车梁

7.6.22 吊车梁采用变腹板厚度时，可将梁跨度中段剪力较小部分腹板厚度减薄（图 7.8.30）。不同厚度腹板应采用熔透对接焊缝连接，其腹板厚度减薄处的截面应按折算应力进行强度验算。

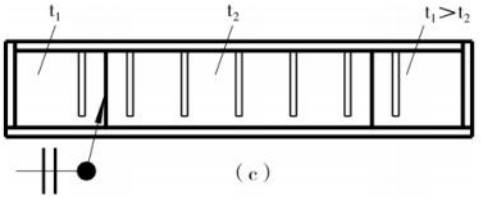


图 7.6.22　变腹板厚度吊车梁

7.6.23　特重级工作制(A8 级)不应采用支座突变式吊车梁,重级工作制(A6～A7 级)不宜采用支座突变式吊车梁,中、轻重级工作制(A1～A5 级)可采用支座突变式简支变吊车梁。支座突变吊车梁宜采用直角式突变支座。直角突变式支座构造应满足以下要求:

1　变高度后应对梁端截面及拐点处的强度、疲劳进行核算;构造应满足图 7.6.23 的要求(h1≥3/4H,h1≥2a,b≥2a);插板式构造的封板厚度应大于梁端腹板厚度,且与插入板焊透;

2　插入板厚度应大于 1.5 倍梁端腹板厚度;插入板应开槽与腹板相焊,焊前槽口端应预钻以防止过度切孔,焊接长度 b 应按焊缝与插入板截面等强计算确定;

3　直角突变处应设置补强角钢,补强角钢宜采用等边角钢。

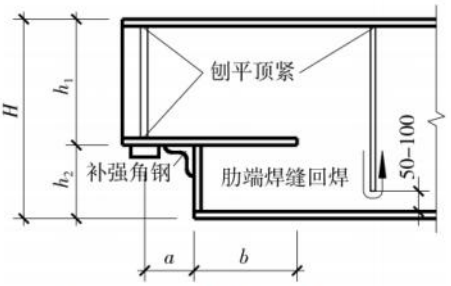


图 7.6.23　直角式突变支座构造

7.6.24　对既有变截面吊车梁,可采用端部三腹板做法进行吊车梁加固改造或更新(图 7.6.24)。

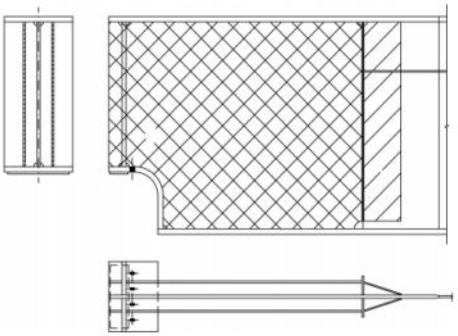


图 7.6.24　端部三腹板突变支座构造

7.7　墙架系统

Ⅰ　一般规定

7.7.1　钢结构厂房宜采用压型金属板或其他轻型材料的墙架围护系统。

7.7.2　钢结构墙架系统由墙架柱、檩条、拉条、压杆以及抗风桁架等构件组成，按传力方式可分为自立式和悬挂式，按结构体系可分为整体式和分离式。墙架系统选型应符合以下规定：

1　门式刚架轻型厂房的墙架柱宜采用自立式，墙架体系宜采用整体式；

2　高大重型厂房的墙架柱宜采用悬挂式，墙架体系宜采用分离式；

3　软弱地基上墙架柱基础有较大变形时，墙架柱宜采用悬挂式。

7.7.3　墙架构件设计时应考虑以下荷载及其最不利组合。

1　墙体材料自重、窗体自重、墙架构件自重；

2　对风荷载计算，檩条、墙架柱应考虑局部风压体型系数和阵风系数；

3 抗风桁架兼作吊车检修平台或走道板时，尚应考虑检修荷载或走道活荷载。

7.7.4 墙架柱宜采用热轧 H 型钢、焊接 H 型钢，墙架柱间距不宜大于 9.0m。

7.7.5 墙架檩条宜采用以下截面形式，墙架檩条间距由横梁跨度、墙面板类型、风荷载等因素确定：

1 宜采用水平放置的冷弯 C 型钢或者槽钢；

2 跨度不大于 4m 时，可采用单角钢；

3 当风荷载较大或者檩条跨度较大时，可采用工字钢或 H 型钢；

4 对于承重钢窗等构件时，可采用双槽钢或双冷弯 C 型钢组合构件；

5 竖向荷载较大处，如墙架顶部或中部通过拉条将墙体竖向力传递给墙架柱的檩条宜采用组合檩条。

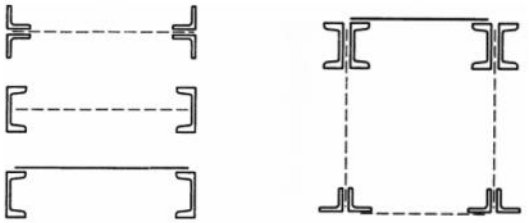
7.7.6 当墙面高度不小于 18m 时，可设置抗风桁架作为墙架柱的水平支撑点，设置的道数应根据墙面高度及风荷载大小确定，抗风桁架截面形式宜符合以下规定：

1 对设有吊车的厂房，宜利用吊车梁上翼缘处的水平制动结构兼作抗风桁架；

2 水平抗风桁架，其截面可采用如图 7.7.6(a)所示的形式；

3 兼作走道的双向抗风桁架，其截面可采用如图 7.7.6(b、c)所示的形式；

4 抗风桁架截面高度可采用跨度的 1/16～1/12，跨度较小或风荷载较大时取大值，反之取小值。



（a）水平桁架　　（b）双向抗风桁架

图 7.7.6　抗风桁架截面形式

7.7.7　山墙墙架布置应根据厂房跨度、门洞位置以及荷载条件综合确定，并应符合以下规定：

1　山墙墙架柱上端宜与屋盖端部横向水平支撑节点位置一致；对墙架柱不能与屋盖支撑节点位置一致时，应设置附加系杆或分布梁，使墙架柱上部水平反力传至屋盖水平支撑系统；

2　下部局部或全部敞开山墙，应在洞口顶部设置加强桁架，以承受竖向力和水平力；也可利用雨篷的平面支撑作为水平桁架，或者利用山墙抗风桁架承受墙架竖向力和水平力；

3　采用自立式墙架柱，墙架柱与屋盖的连接可采用弹簧片或开长圆孔形式；

4　采用悬挂式墙架柱，墙架柱与基础的连接宜采用套筒式。

7.7.8　纵墙墙架布置应根据厂房柱距、门洞位置以及荷载条件综合确定，并应符合以下规定：

1　柱距不大于 9m 的厂房可只设墙架檩条而不设中间墙架柱；其它厂房宜同时设置墙架柱和檩条；

2　对于边柱有吊车厂房，纵墙墙架柱中间可与吊车辅助桁架相连，墙架柱竖向荷载由辅助桁架承受，顶部采用弹簧板与屋面构件或屋架相连，基础宜采用套筒式柱脚，水平荷载分别由屋面构件、吊车走道板和柱脚承担；

3　对于没有吊车厂房，墙架柱宜采用自立式，顶部采用开长孔或弹簧板与屋面构件或屋架相连，墙架竖向荷载直接传至基础

或者悬挂于屋面构件；水平荷载由屋面构件和柱脚承担；

4 下部敞开纵墙，墙架柱上端可以采用吊挂连接，下端在水平方向则由雨篷桁架支承。

7.7.9 当墙面因设置门洞超过墙架柱间距时，可采取抽柱方式满足建筑要求。门洞周边应增加立柱和水平加强横梁，竖向荷载通过墙架柱直接传递给吊车梁辅助桁架，水平荷载通过水平加强梁传递至门洞两侧立柱，墙架柱再将水平荷载传递至基础或者吊车梁走道板。

7.7.10 墙架檩条布置应根据围护结构板型，墙架柱距离、门窗位置、墙面高度以及荷载条件综合确定，应符合以下规定：

1 墙架檩条最大间距应小于风荷载作用下围护结构板型及连接确定的最大距离；

2 墙架檩条可布置为单跨简支梁或双跨连续梁，支承在墙架柱或刚架柱上；

3 墙架檩条跨度为4m～6m时，宜在跨中设置一道拉条；当檩条跨度大于6m时，宜在檩条三分点位置设置两道拉条；拉条应与墙架檩条连续逐根连接，可分段通过斜拉条将拉力传至墙架柱，在设斜拉条的横梁之间，应设置相应的受压杆，以组成桁架檩条，此压杆可以采用单角钢或拉条和钢管组合构件；当墙板的竖向荷载有可靠途径直接传至地面或托梁时，可不设传递竖向荷载的拉条。

Ⅱ 计算要点

7.7.11 墙架檩条应根据承受墙体竖向荷载及水平风荷载作用，按双向弯曲构件进行承载力及刚度验算，并应符合以下规定：

1 在计算竖向荷载作用时，拉条可作为竖向支承点，檩条按多跨连续梁计算其内力；

2 当压型钢板与墙梁翼缘可靠连接，与压型钢板相连一侧翼缘受压时，可不进行整体稳定验算；

3 对门式刚架轻型厂房，当墙板底部端头自承重时，由竖向荷载产生的墙架檩条弯矩和剪力可取0，墙架檩条可按单向弯曲构件设计；

4 冷弯型钢墙梁的强度和稳定性应分别按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018相关规定进行计算；当采取构造措施防止受压翼缘侧向失稳与扭转时，可不计入双力矩B的影响。

7.7.12 墙架柱的内力应根据其支承情况确定计算简图进行计算，尚应考虑竖向荷载的偏心作用，墙架柱应按拉弯或压弯构件，按照现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017相关规定进行构件强度、稳定及刚度验算，并应符合以下规定：

1 与基础铰接的墙架柱，墙架柱弯矩作用平面内的计算长度取为该平面内支承点（基础、抗风桁架、屋盖平面支撑、吊车梁或吊车桁架的制动结构等）间距离；

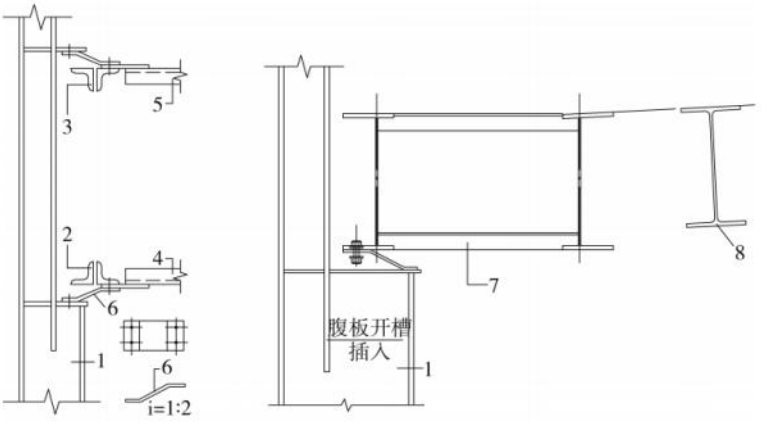
2 弯矩作用平面外的计算：当设有通长刚性系杆，或虽为柔性系杆但系杆与框架柱（或与框架柱可靠连接的墙角柱）连接可靠时，取系杆之间的距离；

3 墙架柱容许长细比，压弯构件不应大于150，拉弯构件不应大于250。

7.7.13 对金属压型钢板墙架系统，抗风桁架的水平位移不大于1/800跨度时，可作为墙架水平支点减少墙架柱的跨度及计算长度，抗风桁架依据其支承条件可按桁架进行承载力及刚度的设计计算。

Ⅲ 连接构造

7.7.14 墙架柱与屋架（或托架）、天沟相连时，可采用弹簧板连接（7.7.14(a)、(b)）。当墙架柱直接支承在基础上，与厂房主体结构的沉降变形可忽略时，宜采用螺栓固定连接。



（a）屋架与托架　　（b）天沟

图 7.7.14　墙架柱与屋架、天沟的连接示意图

1—墙架柱；2—托架下弦；3—托架上弦；4—下弦斜撑；5—上弦斜撑；6—弹簧板；7—天沟；8—屋面檩条

7.7.15　墙架柱悬挂在抗风桁架、辅助桁架上时，墙架柱与抗风桁架、辅助桁架相连接的上端应支承在抗风桁架、辅助桁架上，下端宜采用弹簧片与之连接(7.7.15(a)、(b))。

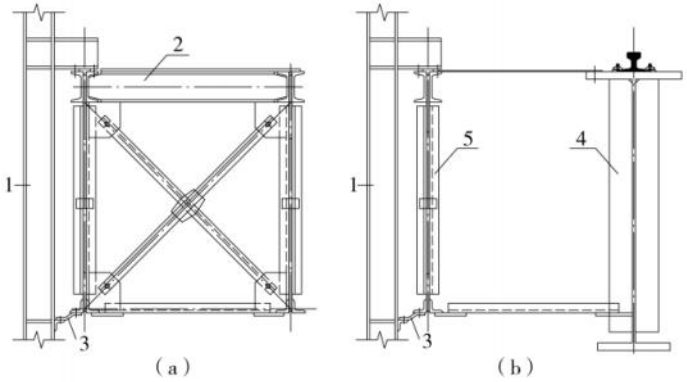


图 7.7.15　墙架柱与抗风桁架、辅助桁架连接示意图

1—墙架柱；2—抗风桁架；3—弹簧片；4—吊车梁；5—辅助桁架

7.7.16 悬挂式墙架柱与基础的连接宜采用套筒式连接或设置长圆孔，套筒及长圆孔的尺寸应适应墙架柱的变形及基础变形之和(图 7.7.16)。

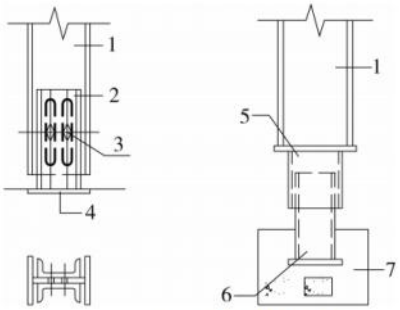


图 7.7.16 悬挂式墙架柱柱脚节点

1—墙架柱；2—槽钢；3—柱腹板长圆孔；4—地坪埋件；5—外套圆管 1；6—内套圆管 2；7—基础

7.7.17 墙面檩条隅撑可起到约束墙架柱，减少墙架柱受压翼缘计算长度的作用，其连接可采用如图 7.7.17 所示构造。

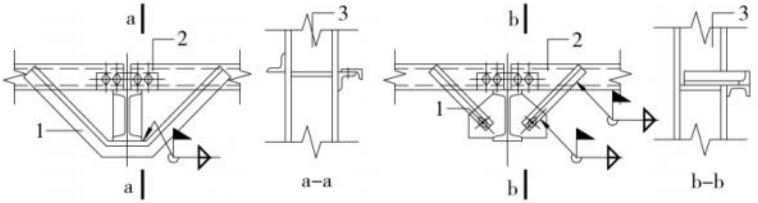


图 7.7.17 墙面檩条隅撑

1—隅撑；2—檩条；3—墙架柱

7.7.18 轻型板材墙体的托梁应与排架柱、墙架柱、抗风柱等连接，并应符合下列规定：

1 托梁宜布置在厂房主体结构柱外侧，可设计成简支或连续构件；当需要承受墙板重时，托梁应按双向弯曲设计；

2 跨度为 3.6m～6m 的托梁，应在其跨中设置拉条或撑杆；跨度大于 6m 的托梁，应在其跨度三分点或四分点处各设置一道

拉条或撑杆；托梁拉接点间距不宜大于3m；

3 托梁在风荷载作用下，应验算其整体稳定性，并可利用墙板或拉条等构造措施保证其整体稳定。

7.8 防护设计

Ⅰ 防腐蚀设计

7.8.1 钢结构工业厂房结构构件的防腐设计应根据厂房的重要性、环境腐蚀条件、施工和维修条件等合理确定防腐蚀预期使用年限和防腐蚀方案，并考虑钢结构工业厂房全寿命期内的检查、维护和大修。

7.8.2 钢结构工业厂房的防腐设计应考虑环保节能的要求。

7.8.3 钢结构工业厂房设计文件中应明确防腐蚀方案及必要的参数，应提出使用单位在使用过程中对钢结构防腐蚀进行定期检查和维修的要求，亦可制订防腐蚀维护计划。

7.8.4 钢结构工业厂房结构构件的防腐蚀方案宜符合以下规定：

1 一般构件宜采用防腐涂料进行防护；

2 屋面檩条、墙梁、隅撑、拉条等冷弯薄壁构件，宜采用表面热浸镀锌或镀铝锌防腐；

3 处于严重腐蚀使用环境且靠涂装难以有效保护的主要承重结构，宜采用耐候钢或外包混凝土；

4 对危及人身安全并且维护困难的构件及部位应加强防护。

7.8.5 钢材表面原始锈蚀等级和钢材除锈等级标准应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定》GB/T 8923的规定。

7.8.6 厂房主要承重构件，其表面应采用喷射或抛射除锈，除锈等级不宜低于Sa2.5。厂房辅助零星构件，可采用现场手工和动

力工具除锈，除锈等级不宜低于 St3。

7.8.7 钢构件的防腐蚀涂层厚度，应根据气态介质的腐蚀特性、腐蚀性等级、涂层使用年限、所处环境以及涂装品种等因素综合确定，应符合表 7.8.7 条的规定。

表 7.8.7 钢构件涂层的最小厚度(um)

涂层使用年限(a)	强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀	微腐蚀
10～15	280	240	200	160
5～10	240	200	160	120
2～5	200	160	120	80

注：1 室外工程的涂层厚度宜增加 20um～40um。

2 经工程实践或科学试验证明的某些性能优良的涂料品种，其涂层厚度可适当减薄。

7.8.8 钢结构工业厂房涂装工程中的涂料品种及配套方案应根据环境侵蚀分类、涂层使用年限、施工和维修条件等要求合理选用。钢结构工业厂房常用防腐涂装配套可按附录 E 选用。

7.8.9 不同金属材料接触部位，应采取避免接触腐蚀的隔离措施。

7.8.10 宜采用易于涂装和维护的实腹式或闭口构件截面形式，闭口截面端部应进行封闭；当采用缀合截面的杆件时，型钢间的空隙宽度应满足涂装施工和维护的要求。

7.8.11 螺栓、垫圈、节点板等连接构件的耐腐蚀性能不应低于主材材料。螺栓直径不应小于 12mm，垫圈不应采用弹簧垫圈。螺栓、螺母和垫圈应采用镀锌等方法防护，安装后宜再采用与主体结构相同的防腐蚀措施。处于不低于弱腐蚀环境时，连接处的缝隙应采取封闭措施。

7.8.12 柱脚在地面以下部分应采用低强度等级混凝土包裹(保护层厚度不应小于 50mm)，包裹的混凝土高出室外地面不应小于 150mm，室内地面不宜小于 50mm，并宜采取措施防止水分残留；当

柱脚底面在地面以上时，柱脚底面高出地面不应小于100mm。

Ⅱ 防火设计

7.8.13 钢结构工业厂房防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016及相关现行行业标准的规定，合理选取厂房的火灾危险性类别和耐火等级。

7.8.14 当钢结构构件的耐火时间不能达到规定的设计耐火极限要求时，应进行防火保护设计，应按现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249进行抗火性能验算。

7.8.15 在钢结构工业厂房设计文件中，应注明结构的设计耐火等级，构件的设计耐火极限、所需要的防火保护措施及其防火保护材料的性能要求。

7.8.16 钢结构工业厂房结构构件的防火保护可采用下列措施之一或几种的组合：

1 喷涂（抹涂）防火涂料；

2 包裹防火板；

3 包裹柔性毡状隔热材料；

4 外包混凝土、金属网抹砂浆或砌筑砌体。

7.8.17 防火涂层的品种、构造和厚度等应根据使用环境、材料性能和耐火极限等要求进行选用。钢结构防火涂料的技术性能指标及质量要求应符合现行国家标准《钢结构防腐涂料》GB 14907的规定。

7.8.18 防火涂料与防腐蚀涂料应具有相容性，防火涂层与防腐蚀涂层配套应符合以下规定：

1 采用膨胀型防火涂料时，应包含防腐蚀底涂层、防腐蚀中间涂层、防火涂层和防腐蚀面涂层；在弱、微腐蚀环境下，如防火涂层能够满足耐久性要求，可不设防腐蚀面涂层；

2 采用非膨胀型防火涂料时，应包含防腐蚀底涂层、防腐蚀

中间涂层、防火涂层，在强、中腐蚀环境下，尚应设置防腐蚀面涂层。

7.8.19 采用混凝土或者板材外包防火构造时，外包防火构造的耐火性能应有国家检测机构的检测认定或符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

7.8.20 防火板及兼作装饰面板的防火板安装工程质量应按《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 执行。

7.8.21 对于直接承受振动作用的钢结构构件，采用非膨胀型涂层或外包构造时，应采取必要的构造补强措施。

Ⅲ 隔热设计

7.8.22 钢结构工业厂房的隔热设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 、《钢结构设计标准》GB 50017、《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414 、《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 等的有关规定，合理进行钢结构隔热设计。

7.8.23 处于高温工作环境中的钢结构，应考虑高温作用对结构的影响。

7.8.24 高温环境下的钢结构温度超过 100℃ 时，应进行结构温度作用验算，并应根据不同情况采取防护措施：

1 涂耐热涂料，采用耐火钢或采取有效的隔热降温措施；

2 当高温环境下钢结构的承载力不满足要求时，应采取增大构件截面、采用耐火钢和采取有效的隔热降温措施（如加隔热层、热辐射屏蔽或水套等）；

3 当钢结构短时间内可能受到火焰直接作用时，应采用有效的隔热降温措施（如加隔热层、热辐射屏蔽或水套等）；

4 当钢结构可能受到炽热熔化金属侵害时，应采用砌块或耐热固体材料做成的隔热层加以保护；

5 高强度螺栓连接长期受辐射热（环境温度）达 150℃ 以

上，或短时间受火焰作用时，应采取隔热降温措施予以保护；

6 对处于长时间高温环境工作的钢结构，不应采用膨胀型防火涂料作为隔热保护措施。

7.8.25 钢结构隔热保护措施在相应工作环境下应具有耐久性，并应与钢结构的防腐保护措施相容。

7.8.26 钢结构工业厂房常用隔热防护措施可按附录 F 选用。

8 制作、运输与安装

8.1 一般规定

8.1.1 钢结构工业厂房工厂制作、运输和安装单位应具备相应的工程资质，并应建立完善的安全、质量、环境和健康管理体系。

8.1.2 钢结构工业厂房主体承重结构构件的制作、安装和防护应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关要求（通规）；对于门式刚架轻型厂房尚应满足现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》GB 51022 的有关要求；对于局部采用网架或网壳构体系的工业厂房尚应满足现行行业标准《空间网格结构技术规程》JGJ 7 的有关要求。

8.1.3 钢结构工业厂房金属围护系统的加工、运输和安装应符合现行国家标准《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896 和现行国家行业标准《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473 的有关要求。非金属围护系统的加工、运输和安装应符合现行国家和行业标准的有关要求。

8.1.4 钢结构工业厂房钢构件在制作前，应根据设计文件、制作详图要求和制作单位的技术条件编制加工工艺文件，制定合理的工艺流程。

8.1.5 施工前，施工单位应编制下列技术文件，并按规定进行审批和论证：

1 施工组织设计及配套的专项施工方案；

2 安全专项方案；

3 环境保护专项方案，含现场涂装施工时采取的环境保护

和劳动保护措施。

8.1.6 施工用的设备、机具和计量器具，应满足施工要求，并应在合格鉴定有效期内。

8.1.7 钢结构工业厂房建筑宜采用信息化技术，对安全、质量、技术、施工进度等进行全过程的协同管理。宜采用建筑信息模型(BIM)技术对结构构件、建筑部品和设备管线等进行虚拟建造。

8.1.8 施工单位应对进场的部品部件进行检查，合格后方可使用。

8.2 构件制作与运输

8.2.1 钢构件制作工艺和质量应符合以下要求：

1 钢构件深化设计应根据钢结构设计施工图和其他有关技术文件进行编制，其内容包括设计说明、构件清单、布置图、加工详图、安装节点详图等；

2 钢结构工业厂房钢结构所采用的钢材、辅材、连接和涂装材料应具有质量证明书，并应符合设计文件和国家现行有关标准的规定；

3 钢吊车梁、吊车桁架、屋面梁、网架等结构预变形起拱值应符合设计要求；

4 钢构件焊接宜采用自动焊接或半自动焊接，按制作单位审批的工艺文件进行焊接；焊缝质量符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《钢结构焊接标准》GB 50661 的规定；

5 高强度螺栓孔宜采用数控设备制孔和套模制孔，严禁烧孔或现场气割扩孔，质量符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定；

6 钢构件除锈宜在室内进行，除锈方法及等级应符合设计要求；

7　钢构件宜在室内进行防腐涂装；防腐涂装应符合设计文件要求，质量符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

8.2.2　金属围护系统制作工艺和质量应符合以下要求：

1　建筑金属围护系统深化设计应根据设计图纸、技术文件及国家现行有关标准进行编制，其内容应包括设计说明、设计图纸及其他技术文件；

2　加工金属围护系统的原材料应符合相应原材料的产品标准要求，并应有生产厂的质量证明书；

3　压型金属板、金属面夹芯板、天（檐）沟板、泛水板等加工成型后的板面不得开裂，应无明显凹凸和褶皱，表面应清洁，应无涂镀层剥落和擦痕等缺陷；

4　金属面夹芯板、压型金属板等宜在工厂加工，当受运输条件限制时可在工地现场加工。压型金属板现场加工时，应符合下列规定：

1）现场加工场地应合理规划，场地应平整、坚固，场地应有防雨雪措施；

2）压型金属板在加工前应进行加工设备的固定和调试，并应保持加工设备处于完好状态；加工设备应有维护、检修及检测记录；

3）原材料在装卸过程中应采用专用设备及布带吊装；

4）当压型金属板端部切割时应切割整齐、干净；

5）压型金属板在加工过程中应随时检查加工产品的质量，并应做好加工质量记录；

6）当压型金属板现场加工时，应按照设计要求进行分类、编号。

8.2.3　预制楼板制作应符合下列规定：

1　金属楼承板、钢筋桁架楼承板宜采用专用设备加工；

2　钢筋混凝土预制楼板制作应符合现行行业标准《装配式

混凝土结构技术规程》JGJ1 的规定。

8.2.4 外围护部品的生产应符合下列规定：

1 门窗预埋件安装应在工厂完成；

2 不同金属连接设置避免电化学反应的措施；

3 装配式金属外墙的骨架、基板、填充材料应在工厂完成。

8.2.5 构件宜采用自动化生产线进行加工制作，应尽量减少手工作业。

8.2.6 钢构件与墙板、内部部品的连接件宜在工厂与钢构件一起加工制作。

8.2.7 钢结构制作时，宜在结构上设置便于安装的吊装板或吊装孔，宜在钢柱及钢梁上设置便于安装的定位板、安装平台。

8.2.8 部件的运输、现场交验与堆放应符合以下要求：

1 部件宜通过平板车或货车运输，并做好运输过程中的固定与防护措施；

2 对于超限部件的运输，应当提前选择运输路线，并向相关交通管理部门提交申请；

3 运送到施工现场的部件应当进行产品质量检查与检验，并对照工厂交付文件和产品进场验收文件做好记录，主要包括：

1） 各个部件的产品生产验收合格文件；

2） 部件类型、数量以及完工程度；

3） 部件各个目视范围内的观感质量；

4） 结构尺寸变形情况。

4 出厂检验合格的到场部件经现场交货检验合格后，由现场监理和安装承建方共同签收；

5 堆放场地应平整、坚实，并按部品部件的保管技术要求采用相应的防雨、防潮、防暴晒、防污染和排水等措施；

6 构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；

7 重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层

数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施。

8.3 主体结构施工安装

8.3.1 钢结构施工前应进行施工阶段设计，选用的设计指标应符合设计文件和现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 等的规定。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 和《钢结构工程施工规范》GB 50755 的规定。

8.3.2 钢结构安装前应对厂房的定位轴线，基础轴线和标高，地脚螺栓位置进行复测并与基础施工方办理交接验收。

8.3.3 施工单位应根据工业厂房钢结构工程的特点，选择合适的施工方法，制定合理安装顺序，保证结构的稳定性和不导致永久性变形，必要时应增加临时支撑或临时措施。

8.3.4 工业厂房钢结构主构件的安装应符合下列规定：

1 单跨厂房可从跨端一侧向另一侧、中间向两端或两端向中间的顺序进行安装；多跨厂房，宜先吊装主跨、后吊装副跨，先吊装高跨，后吊装低跨；

2 安装宜从有柱间支撑的柱列开始，应在形成空间结构稳定体系后再扩展安装，必要时应设置稳定缆绳或临时柱间支撑；

3 厂房结构各构件的安装，应先吊装钢柱及柱间支撑，再吊装吊车梁、制动梁及托架，再吊装屋架、天窗架及其水平和垂直支撑，吊装时应随吊随调整，吊车梁的校正应在屋盖吊装完成并固定后进行；对门式刚架轻型厂房，刚架安装宜先立柱子，将在地面组装好的斜梁吊装就位，并与柱连接；

4 钢结构安装在形成空间刚度单元并校正完毕后，应及时对柱底板和基础顶面的空隙采用细石混凝土、灌浆料等进行二次浇灌；

5　对跨度大、侧向刚度小的构件，在安装前应确定构件重心，选择合理的吊点位置和吊具；对重要构件和细长构件应进行吊装前的稳定性验算，并根据验算结果进行临时加固，构件安装过程中宜采取必要的牵拉、支撑、临时连接等措施；

6　在安装过程中，应减少高空安装工作量；在起重设备能力允许的条件下，宜在地面组拼成扩大安装单元，对受力大的部位宜进行必要的固定，可增加铁扁担、滑轮组等辅助手段，应避免冒险吊装；

7　对大型构件吊点应进行安装验算，使各部位产生的内力小于构件的承载力，不至于产生永久变形。

8.3.5　多高层钢结构的安装应符合下列规定：

1　构件分段应综合考虑加工、运输条件和现场起重设备能力，本着方便实施、减少现场作业量的原则进行；

2　钢柱分段一般宜按(2～3)层一节，分段位置应在楼层梁顶标高1.2～1.3m；钢梁、支撑等构件一般不宜分段；特殊，复杂构件分段应会同设计共同确定；

3　各分段单元应能保证吊运过程中的强度和刚度，必要时采取加固措施；

4　当由多个构件在地面组拼成为扩大安装单元进行安装时，其吊点应经计算确定；

5　柱，梁，支撑等大构件安装时，应随即进行校正；

6　当天安装的钢构件应形成稳定的空间稳定体系。

8.3.6　钢结构施工期间，应对结构变形、环境变化等进行过程监测，监测方法、内容及部位应根据设计或结构特点确定。安装时须控制楼面、平台、屋面等位置的施工荷载，施工荷载严禁超过设计楼面使用荷载或设计控制要求。

8.3.7　钢结构现场焊接工艺和质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

8.3.8 钢结构紧固件连接工艺和质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的规定。

8.3.9 钢结构现场涂装应符合下列规定：

1 构件在运输、存放和安装过程中损坏的涂层以及安装连接部位的涂层应进行现场补漆，并应符合原涂装工艺要求；

2 构件表面的涂装系统应相互兼容；

3 防火涂料应符合国家现行有关标准的规定。

8.3.10 现场防腐和防火涂装应符合设计要求，并符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。压型钢板组合楼板和钢筋桁架楼承板组合楼板的施工应按符合国家标准《钢-混凝土组合结构施工规范》GB 50901 的规定。

8.3.11 混凝土叠合楼板施工应符合下列规定：

1 应根据设计要求或施工方案设置临时支撑；

2 施工荷载应均匀布置，且不应超过设计规定；

3 端部搁置长度应符合设计和国家现行有关标准的规定；

4 叠合层混凝土浇筑前，应按设计要求检查结合面的粗造度及外露钢筋。

8.3.12 钢结构工程测量应符合下列规定：

1 钢结构安装前应设置施工控制网；施工测量前，应根据设计图和安装方法，编制测量专项方案；

2 施工阶段的测量应包括平面控制、高程控制和细部测量。

8.4 外围护系统安装

8.4.1 外围护系统安装可与主体结构同步进行，应在安装部位的主体结构验收合格后进行。

8.4.2 外围护系统安装前的准备工作应符合下列规定：

1 对所有进场部品、零配件及辅助材料应按设计规定的品种、规格、尺寸和外观要求进行检查和验收；

2 对所有进场部品、零配件及辅助材料复核出厂合格证，有功能要求的复核性能检测报告；

3 应进行技术交底；

4 部品连接面应清理干净，预埋件和连接件应进行清理和防护；

5 按排版图对每个部品部件进行编号、标识，并做好测量放线。

8.4.3 部品吊装应采用专用吊具、吊索，且应进行安全性计算及复核。起吊和就位应平稳，防止磕碰。

8.4.4 金属围护系统安装应符合下列规定：

1 在安装墙板和屋面板时，墙梁和檩条应保持平直；

2 固定支架安装前，应在支承结构构件或固定基层上标出基准线和安装控制点；固定支架安装完成经验收合格后方可进行压型金属板安装；

3 运输至屋面就位的围护系统材料应当天完成连接固定，未就位的围护系统材料应采用非金属绳具与屋面系统绑扎固定；

4 金属面板的铺设和固定应符合下列规定：

1）金属面板铺装顺序宜逆主导风向铺设；

2）金属面板施工过程中，应定期对压型金属板的安装基准点进行校核；应从安装基准线开始，第一块板应保证垂直（横板水平）度，按规定顺序和分区结合转角收边的安装进行铺设，后续板块安装应与板横向搭接吻合，边安装边调整偏差；

3）当墙（底）面板铺设时，应根据支承结构构件位置在面板上预标注固定钉位置；

4）当金属面板安装时，应边铺设边调整位置、边固定；对于细部节点部位，应根据深化设计要求敷设泛水板和

防水密封材料等；

5）未完成连接固定的金属面板应有临时固定措施；

6）铺设面板时，应在面板上设置临时施工通道，板面不应受损伤；

7）应根据安装环境温差对金属面板长度进行修正。

5 金属面夹芯板与支承结构构件的连接应牢固可靠，并应满足热胀冷缩的要求；

6 在角部、屋脊、檐口、屋面板孔口或突出物周围，应设置具有良好密封性能和外观的泛水板或包边板；

7 金属围护系统施工应符合现行国家标准《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896 和现行行业标准《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473 的规定。

8.4.5 砌体外墙与主体钢结构的连接应符合设计要求，砌体墙的施工应符合现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 和《砌体结构工程施工规范》GB 50924 的规定。

8.4.6 预制外墙安装应符合下列规定：

1 墙板应设置临时固定和调整装置；

2 墙板应在轴线、标高和垂直度调校合格后方可永久固定；

3 当条板采用双层墙板安装时，内、外层墙板的拼缝宜错开；

4 蒸压加气混凝土板施工应符合现行行业标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 的规定。

8.4.7 现场组合骨架外墙安装应符合下列规定：

1 竖向龙骨安装应平直，不得扭曲，间距应符合设计要求；

2 空腔内的保温材料应连续、密实，并应在隐蔽验收合格后方可进行面板安装；

3 面板安装方向及拼缝位置应符合设计要求，内外侧接缝应在同一根竖向龙骨上；

4 木骨架组合墙体施工应符合现行国家标准《木骨架组合

墙体技术规范》GB/T 50361 的规定。

8.4.8 门窗安装应符合下列规定：

1 铝合金门窗安装应符合现行行业标准《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214 的规定；

2 塑料门窗安装应符合现行行业标准《塑料门窗工程技术规程》JGJ 103 的规定。

8.4.9 安装完成后应及时清理并做好成品保护。

9 验收与使用维护

9.1 一般规定

9.1.1 钢结构工业厂房的主体结构系统及外围护系统可分别按分部工程进行竣工验收；各分部工程应按检验批、分项工程、子分部工程、分部工程的顺序分别进行质量验收。

9.1.2 钢结构工业厂房的验收除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50330、《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032 等相关工程质量验收标准的规定。

9.1.3 钢结构工业厂房采用的原材料、构配件、部品部件及半成品进场时应检查其产品标准、出厂合格证、质量保证书和使用说明书。

9.1.4 同一厂家生产的同批材料、构配件、部品部件及半成品，用于同一工程项目且同期施工的多个单位工程，可统一划分检验批进行进场复检验收。

9.2 主体结构系统验收

9.2.1 主体结构分部工程所含的子分部工程、分项工程及检验批的划分和验收应符下列规定：

1 子分部工程、分项工程的划分应符合表 10.2.1 的规定；

表 9.2.1　主体结构系统子分部工程、分项工程划分

分部工程	子分部工程	分项工程
主体结构	钢结构	钢结构焊接、紧固件连接、零部件加工、钢部件(构)组装、钢部(构)件预拼装、单层钢结构安装、多层及高层钢结构安装、钢管结构安装、压型金属板、钢结构防火防腐涂装
	混凝土结构	模板、钢筋、混凝土、钢筋桁架楼承板、预制混凝土叠合板、抗剪栓钉、现浇结构等

2　检验批可根据厂房施工特征、后续施工安排和相关专业验收需要，按楼层、施工段、结构缝等进行划分，且应分别按主控项目和一般项目验收；

3　分项工程可由一个或若干个检验批组成，且宜分层或分段验收。分项工程的质量验收应在所含检验批验收合格的基础上，进行质量验收记录检查；

4　子分部工程验收应在相关分项工程验收合格的基础上，进行质量控制资料检查；

5　分层或分段验收内全部子分部工程验收合格，可认为主体结构分部工程验收合格。

9.2.2　钢结构子分部工程应开展下列项目的见证送样检测：

1　钢材、焊材复验；

2　高强度螺栓连接副复验；

3　摩擦面抗滑移系数试验；

4　金属屋面系统抗风能力试验。

9.2.3　钢结构子分部工程应开展下列项目的现场见证检测：

1　一、二级焊缝及有疲劳性能要求的焊缝的内部缺陷；

2　螺栓终拧扭矩、外露丝扣、未拧掉梅花头数量等终拧质量；

3　防腐涂层厚度、防火涂层厚度、涂料附着力、外观缺陷等涂装质量。

9.2.4　钢结构子分部工程应开展下列项目的安装偏差检测，安

装允许偏差值应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的相关规定：

1 建筑定位轴线、基础上柱的定位轴线和标高、柱支承面标高及水平度、地脚螺栓的位置等项目的安装偏差；

2 柱定位轴线、垂直度、弯曲矢高的安装偏差；

3 屋架、桁架、梁等构件的垂直度和侧向弯曲矢高的安装偏差；

4 主体结构的整体垂直度、整体平面弯曲偏差。

9.2.5 楼板结构子分部工程的验收应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的相关规定。

9.2.6 主体结构分项工程质量验收除应满足《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定外，尚应按表10.2.6中相关标准的有关规定执行：

表9.2.6 主体结构系统分项工程质量验收相关标准

序号	分项工程	质量验收标准
1	焊接、紧固件连接工程	《钢结构焊接标准》GB 50661 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82
2	涂装工程	《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》GB 50224 《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 《热喷涂金属和其他无机覆盖层辞、铝及其合金》GB/T 9793 《热喷涂金属件表面预处理通则》GB 11373 《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249
3	钢筋、混凝土及预制楼板工程	《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》JGJ/T 258 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

9.3 外围护系统验收

9.3.1 外围护系统的施工质量可按一个分部工程验收，该分部

工程所含的子分部工程、分项工程、检验批的划分和验收应符下列规定：

1 外围护系统分部工程可划分为外墙、屋面、门窗等子分部工程；

2 相同材料、工艺和施工条件的外围护部品每 $1000m^2$ 可划分为一个检验批，不足 $1000m^2$ 时也应划为一个检验批；

3 分项(子分项)工程可由一个或若干个检验批组成，且宜分层或分段验收；

4 外围护系统部品及配套材料的进场检验应符合 10.1.3 条的规定。

9.3.2 外围护系统分部工程应开展下列项目的现场见证检测：

1 饰面砖(板)的粘结强度；

2 外墙传热系数；

3 锚栓抗拔强度；

4 一、二级焊缝内部缺陷；

5 螺栓终拧扭矩、外露丝扣、未拧掉梅花头数量等终拧质量；

6 砌筑砂浆的强度及饱满度。

9.3.3 混凝土预制墙板围护系统，应开展轴线位置、标高、垂直度、平整度、接缝宽度、门窗洞口尺寸等项目的安装偏差检测，安装允许偏差值应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定。

9.3.4 砌体围护系统应开展轴线位置、垂直度、平整度、门窗洞口尺寸等项目的砌筑偏差检测，砌筑允许偏差值应符合《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的相关规定。

9.3.5 外围护系统分项工程质量验收应按表 9.3.5 中相关标准的规定执行：

表 9.3.5　围护系统分项工程质量验收相关标准

序号	分项工程	质量验收标准
1	外墙、内墙工程	《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 《钢结构焊接规范》GB 50661 《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 《蒸压加气混凝土建筑应用技术规范》JGJ/T 17 《木骨架组合墙体技术规范》GB/T 50361 《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ/T 110 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
2	门窗工程	《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210
3	屋面工程	《屋面工程质量验收规范》GB 50207 《屋面工程技术规范》GB 50345 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205

9.4　竣工验收

9.4.1　单位工程质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定执行，单位工程质量验收合格应符合下列规定：

1　所含分部（子分部）工程的质量均应验收合格；

2　质量控制资料和文件应完整；

3　所含分部工程中有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验资料应完整；

4　主要使用功能的抽查结果应符合相关专业验收规范的规定；

5　观感质量应符合要求。

9.4.2　竣工验收的步骤可按验前准备、竣工预验收和正式验收三个环节进行。单位工程完工后，施工单位应组织有关人员进行自检。总监理工程师应组织各专业监理工程师对工程质量进行

竣工预验收。建设单位收到工程竣工验收报告后，应由建设单位项目负责人组织监理、施工、设计、勘察等单位项目负责人进行单位工程验收。

9.4.3 施工单位应在交付使用前与建设单位签署质量保修书，并提供使用、保养、维护说明书。

9.5 使用维护

9.5.1 钢结构工业厂房的设计文件应注明设计条件、使用性质及使用环境。

9.5.2 钢结构工业厂房在使用过程中，未经批准，不应随意改变建筑使用条件、使用性质及使用环境，不应擅自更改结构布置，不应损伤主体钢结构、不应拆卸支撑或螺栓连接件。

9.5.3 钢结构工业厂房使用过程中发生以下情况之一，应对厂房进行检测鉴定。

1 进行改造、改变使用功能、使用条件或使用环境；

2 达到设计工作年限拟继续使用；

3 因遭受灾害、事故而造成损伤或损坏；

4 存在严重的质量缺陷或出现严重的腐蚀、损伤、变形；

5 有要求需进行质量评价时。

9.5.4 钢结构工业厂房在使用期，应制定厂房检查和维护的方案，并应进行常规检查和维护。

9.5.5 钢结构工业厂房使用过程中，其日常维护应符合以下规定：

1 应根据厂房使用环境，对屋面积灰、吊车走道积灰等进行定期清理；

2 对设计要求的易更换构件进行定期更换；

3 对钢结构的涂装进行正常维护；

4 对隔热保护措施、围护结构等进行正常维护；

5 其他需要日常维护的项目。

9.5.6 钢结构工业厂房的检查可采用目测观察或采用仪器检测。发现隐患时应优先选用无损或微损检测方法进行深入检测，并应由具有相关资质的单位进行。

9.5.7 钢结构工业厂房的检查包括使用环境检查、外观检查和系统检查：

1 使用环境检查：检查厂房的室外标高变化、排水沟、管道、虫蚁洞穴等情况；

2 外观检查：检查屋面及外墙渗漏、天沟、檐沟、雨水管道、防水设施等情况；

3 系统检查：检查主体钢结构系统、屋面系统、吊车梁系统、墙架系统等的安全和使用状况。

9.5.8 钢结构工业厂房的系统检查重点宜包括：

1 主体钢结构构件损伤、钢结构锈蚀、钢结构防火保护损坏等可能影响厂房主体结构安全性和耐久性的内容；

2 屋面系统外观、连接件锈蚀、固定螺钉松动和脱落等情况；

3 吊车梁系统的外观、连接件锈蚀、板件裂纹等情况；

4 墙架系统的外观、连接件锈蚀、固定螺钉的松动和脱落等情况。

9.5.9 对于检查项目中不符合要求的内容，应先组织实施一般维修，一般维修包括：

1 修复异常的主体钢构件；

2 修复受损墙体及屋面结构、连接件等。

9.5.10 对于一般维修无法修复的，应组织具有相应资质的单位进行维修、加固和修复。

附录 A　常用金属板化学成分、力学性能，使用环境耐腐蚀性等级、镀层、表面涂层耐久性

A.1　常用金属板化学成分、力学性能

A.1.1　热镀锌钢板、镀铝锌钢板基板的化学成分（熔炼分析）应符合表 A.1.1 的规定：

表 A.1.1　热镀锌钢板、镀铝锌钢板基板的化学成分

结构钢强度级别（MPa）	化学成分（熔炼分析）（质量分数）（%）				
	C	Si	Mn	P	S
250	≤0.20	≤0.60	≤1.70	≤0.10	≤0.045
280					
300					
320					
350					
550					

A.1.2　热镀锌钢板、镀铝锌钢板基板的力学性能应符合表 A.1.2 的规定：

表 A.1.2　热镀锌钢板、镀铝锌钢板基板的力学性能*

结构钢强度级别（MPa）	屈服强度** R_{eH} 或 $R_{p0.2}$（MPa）	抗拉强度 R_m（MPa）	断后伸长率（L_0=80mm，b=20mm）（%）	
			公称厚度（mm）	
			≤0.70	>0.70
250	≥250	≥330	≥17	≥19
280	≥280	≥360	≥16	≥18

续表A.1.2

结构钢强度级别（MPa）	屈服强度** R_{eH} 或 $R_{p0.2}$（MPa）	抗拉强度 R_m（MPa）	断后伸长率(L_0=80mm，b=20mm)(%)	
			公称厚度(mm)	
			≤0.70	>0.70
300***	≥300	≥380	≥15	≥18
320	≥320	≥390	≥14	≥17
350	≥350	≥420	≥17	≥16
550	≥550	≥560	—	—

注：1 * 拉伸试验的方向为纵向(沿轧制方向)；

2 ** 屈服现象不明显时采用 $R_{p0.2}$，否则采用 R_{eH}；

3 *** 结构钢强度级别 300 MPa 仅用于热镀铝锌钢板。

A.1.3 常用铝合金板的化学成分应符合表 A.1.3 的规定：

表 A.1.3 常用铝合金板的化学成分

牌号	化学成分(质量分数)(%)										
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	指定的其他元素	Ti	其他	
										单个	合计
3003	0.6	0.7	0.05～0.20	1.0～1.5	—	—	0.1	—	—	0.05	0.15
3004	0.3	0.7	0.25	1.0～1.5	0.8～1.3	—	0.25	—	—	0.05	0.15
3005	0.6	0.7	0.3	1.0～1.5	0.2～0.6	0.1	0.25	—	0.1	0.05	0.15
3104	0.6	0.8	0.05～0.25	0.8～1.4	0.8～1.3	—	0.25	0.05Ga0.05V	0.1	0.05	0.15
3105	0.6	0.7	0.3	0.3～0.8	0.2～0.8	0.2	0.4	—	0.1	0.05	0.15
5005	0.3	0.7	0.2	0.2	0.5～1.1	0.1	0.25	—	—	0.05	0.15
5052	0.25	0.4	0.1	0.1	2.2～2.8	0.15～0.35	0.1	—	—	0.05	0.15

续表A.1.3

牌号	化学成分(质量分数)(%)										
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	指定的其他元素	Ti	其他	
										单个	合计
5754	0.4	0.4	0.1	0.5	2.6～3.6	0.3	0.2	0.1～0.6Mn+Cr	0.15	0.05	0.15
6061	0.4～0.8	0.7	0.15～0.4	0.15	0.8～1.2	0.04～0.35	0.25	—	0.15	0.05	0.15

A.1.4 常用铝合金板的力学性能应符合表A.1.4的规定：

表A.1.4 常用铝合金板的力学性能

牌号	状态	抗拉强度 R_m (MPa)	规定非比例延伸强度 R_{p02} (MPa)	断后伸长率 A_{50mm} (%)	弯曲半径
3003	H24	145～195	115	4	1.0t
	H26	170～210	140	3	1.5t
3004	H24	220～265	170	4	1.0t
	H26	240～285	190	3	1.5t
3005	H24	170～215	130	4	1.0t
	H26	195～240	160	3	1.5t
3104	H24	220～265	170	4	1.0t
	H26	240～285	190	3	1.5t
3105	H24	150～200	120	4	2.5t
	H26	175～225	150	3	—
5005	H24	145～185	110	4	1.5t
	H26	165～205	135	3	1.5t
5052	H24	230～280	150	5	1.5t
	H26	250～300	180	4	—
5754	H24	240～280	160	6	2.5t
	H26	265～305	190	4	—

注：1 本表铝合金板厚为0.6mm～1.5mm；

2 3105板、带材弯曲180°，其他板、带材弯曲90°，t为板或带材的厚度。

A.1.5 常用不锈钢板的化学成分应符合表 A.1.5 的规定：

表 A.1.5 常用不锈钢板的化学成分

不锈钢牌号(钢种)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素
06 Cr19 Ni10	0.070	0.75	2.00	0.045	0.005	8.00～10.50	18.00～20.00	—	—	0.10	—
022 Cr19 Ni10	0.030	0.75	2.00	0.045	0.005	8.00～12.00	18.00～20.00	—	—	0.10	—
022 Cr17 Ni12 Mo2	0.030	0.75	2.00	0.045	0.005	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	0.10	—
022 Cr23 Ni5 Mo3N	0.030	1.00	2.00	0.030	0.010	4.50～6.50	22.00～23.00	3.00～3.50	—	0.14～0.20	—
019 Cr21 CuTi	0.015	0.50	0.50	0.040	0.005	—	20.50～23.00	—	0.30～0.80	0.020	Nb+Ti≥(16C+N)
019 Cr23 MoTi	0.015	0.50	0.50	0.040	0.005	—	21.00～24.00	0.70～1.50	—	0.020	Nb+Ti≥(16C+N)
019 Cr23 Mo2Ti	0.015	0.50	0.50	0.040	0.005	—	22.00～24.00	1.50～2.50	—	0.020	Nb+Ti≥(16C+N)

注：表中所列成分除标注外，其余均为最大值。

A.1.6 常用不锈钢板的力学性能应符合表 B.1.5 的规定：

表 A.1.6 常用不锈钢板的力学性能

不锈钢牌号(钢种)	对照牌号	规定非比例延伸强度 R_{p02} (MPa)	抗拉强度 R_m (MPa)	断后伸长率 A_{50mm} (%)	硬度值		
					HBW	HRB	HV
06 Cr19 Ni10	304	≥205	≥515	≥40	≤201	≤92	≤210
022 Cr19 Ni10	304L	≥180	≥485	≥40	≤201	≤92	≤210
022 Cr17 Ni12 Mo2	316L	≥180	≥485	≥40	≤217	≤95	≤220
022 Cr23 Ni5 Mo3N	2205	≥450	≥655	≥25	≤293	—	—
019 Cr21 CuTi	—	≥205	≥390	≥22	≤192	≤90	≤200
019 Cr23 MoTi	—	≥245	≥410	≥20	≤217	≤96	≤230
019 Cr23 Mo2Ti	445J2	≥245	≥410	≥20	≤217	≤96	≤230

A.2 压型金属板使用环境耐腐蚀性等级压型金属板镀层重量要求及涂层耐久性试验列表

A.2.1 压型金属板使用环境耐腐蚀性等级应按照表 A.2.1 进行划分确定：

表 A.2.1 压型金属板使用环境腐蚀性等级分级表

腐蚀性	腐蚀性等级	典型大气环境示例	典型内部环境示例
很低	C1	—	干燥清洁的室内场所，如办公室、学校、住宅、宾馆等
低	C2	大部份乡村地区、污染较轻城市	室内体育馆、超级市场、剧院
中	C3	一般工业区	厨房、浴室、面包烘烤房
高	C4	污染较重工业区	游泳馆、洗衣房、酿酒车间、海鲜加工车间、蘑菇栽培场
很高	C5	高湿度和腐蚀工业区	酸洗车间、电镀车间、造纸车间、制革车间、染房

A.2.2 压型钢板基板在不同腐蚀性环境中推荐使用的公称镀层重量应符合表 A.2.2 的规定：

表 A.2.2 压型钢板基板在不同腐蚀性环境中推荐使用的公称镀层重量表

基板类型	公称镀层重量(g/m^2)		
	使用环境腐蚀性		
	低	中	高
热镀锌基板	90/90	125/125	140/140
热镀锌铁合金基板	60/60	75/75	90/90
热镀铝锌合金基板	50/50	60/60	75/75
热镀锌铝合金基板	65/65	90/90	110/110

注：1 使用环境的腐蚀性可参照表附录 A.2.1 确定；

2 表中分子分母值分别表示正面反面的镀层重量。

A.2.3 压型钢板涂层耐中性盐雾试验时间应符合表 A.2.3 的规定：

表 A.2.3 压型钢板涂层耐中性盐雾试验时间表

面漆种类	耐中性盐雾试验时间(h)
聚酯	≥480
硅改性聚酯	≥600
高耐久性聚酯	≥720
聚偏氟乙烯	≥900

注：1 耐中性盐雾试验 3 个试样值均应符合表值的相应规定；

2 在表中规定的时间内，试样起泡密度等级和起泡大小等级不应大于现行国家标准《色漆和清漆 涂层老化的评级方法》GB/T 1766 中规定的 3 级，但不允许起泡密度和起泡大小等级同时为 3 级。

A.2.4 压型钢板涂层耐中性盐雾试验时间应符合表 A.2.4 的规定：

表 A.2.4 压型钢板涂层紫外灯加速老化试验时间表

面漆种类	试验时间(h)	
	UVA-340	UVB-313
聚酯	≥600	≥400
硅改性聚酯	≥720	≥480
高耐久性聚酯	≥960	≥600
聚偏氟乙烯	≥1800	≥1000

注：1 紫外灯加速老化试验 3 个试样值均应符合表值的相应规定；

2 在表中规定的时间内，试样应无起泡、开裂、粉化、不应大于现行国家标准《色漆和清漆 涂层老化的评级方法》GB/T 1766 中规定的 1 级；

3 面漆为聚酯和硅改性聚酯时通常用 UVA-340 评价，如用 UVB-313 进行评价应在订货时说明，面漆为聚酯和硅改性聚酯时通常用 UVA-313 评价，如用 UVB-340 进行评价应在订货时说明。

A.2.5 不同环境腐蚀性等级金属镀锌层耐腐蚀性及腐蚀速率应按表 A.2.5 确定。

表 A.2.5　不同环境腐蚀性等级金属镀锌层耐腐蚀性及腐蚀速率

环境腐蚀性等级	环境腐蚀性描述	环境腐蚀性程度	腐蚀速率每年镀锌层厚度损失(μm/a)
C1	室内：干燥	很低	≤0.1
C2	室内：偶尔冷凝 室外：农村地区室外暴露	低	0.1～0.7
C3	室内：高湿度，略有污染空气 室外：城市地区	中	0.7～2
C4	室内：游泳池、化工厂等 室外：工业城市地区	高	2～4
C5	室外：高湿度工业地区	很高	4～8

A.2.6　铝合金表面有机涂层相对使用寿命应按表 A.2.6 确定。

表 A.2.6　铝合金表面有机涂层相对使用寿命

表面涂层	年限		
	典型外部条件		
	高	中	低
聚酯	10	10	15
硅改性聚酯	10	10	15
耐磨性聚酯/聚氨酯	15	15	20
聚偏氟乙烯(PVF2/PVDF)	20	20	30

A.2.7　热镀锌钢板表面有机涂层相对使用寿命应按表 A.2.7 确定。

表 A.2.7　热镀锌钢板表面有机涂层相对使用寿命

表面涂层	年限		
	典型外部条件		
	高	中	低
聚酯	10	10	15
硅改性聚酯	10	10	15
聚偏氟乙烯(PVF2/PVDF)	10	15	15
带聚偏氟乙烯多道涂层系统(75μm)	20	20	20

附录 B　厂房结构、构件的变形容许值

B.1　厂房结构的水平位移容许值

B.1.1　单层钢结构工业厂房柱顶水平位移限值宜符合下列规定：

1　在风荷载标准值作用下，由排架、框架组成的普通单层钢结构工业厂房柱顶水平位移不宜超过表 B.1.1-1 的数值；

表 B.1.1-1　柱顶水平位移容许值

吊车情况	柱顶水平位移
无桥式起重机	$H/150$
有桥式起重机	$H/400$

注：1　H 为柱高度，当围护结构采用轻型钢墙板时，柱顶水平位移要求可适当放宽。

2　无桥式吊车，当围护墙采用砌体墙时，柱顶水平位移不应大于 $H/240$，当围护结构采用轻型钢墙板且房屋高度不超过 18m 时，柱顶水平位移可放宽至 $H/60$。

2　在风荷载或多遇地震标准值作用下，门式刚架轻型厂房的柱顶位移值不应大于表 B.1.1-2 的限值。夹层处柱顶的水平位移限制为 $H/250$，H 为夹层处柱高度。

表 B.1.1-2　柱顶水平位移容许值

吊车情况	其他情况	柱顶水平位移
无起重机	当采用轻型钢墙板时	$H/60$
	当采用砌体墙时	$H/240$
有桥式起重机	当吊车有驾驶室时	$H/400$
	当吊车由地面操作时	$H/180$

注：1　H 为刚架柱高度；

2　围护墙采用框支承幕墙或预制墙板时，其骨架宜与主体结构柔性连接，柱顶水平位移不宜大于 $H/200$。

3　在冶金厂房或类似车间中设有 A7、A8 级吊车的厂房柱，

在吊车梁或吊车桁架的顶面标高处，由一台最大吊车水平荷载所产生的计算变形值，不宜超过表 B.1.1-3 所列的容许值。

表 B.1.1-3　吊车水平荷载作用下柱水平位移(计算值)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	$H_c/1250$	$H_c/2000$
2	厂房的纵向位移	$H_c/4000$	—

注：1　H_c 为基础顶面至吊车梁或吊车桁架的顶面的高度；

2　计算厂房的纵向位移时，可假定吊车的纵向水平制动力分配在温度区段内所有的柱间支撑或纵向框架上；

3　在设有 A8 级吊车的厂房中，厂房柱的水平位移(计算值)容许值不宜大于表中数值的 90%；

4　在设有 A6 级吊车的厂房柱的纵向位移宜符合表中的要求。

B.1.2　多层钢结构工业厂房层间位移角限值宜符合下列规定：

1　在风荷载标准值作用下，有桥式起重机时，多层钢结构的弹性层间位移角不宜超过 1/400。

2　在风荷载标准值作用下，无桥式起重机时，多层钢结构的弹性层间位移角不宜超过表 B.1.2 的数值。

表 B.1.2　层间位移角容许值

结构体系			层间位移角
框架、框架-支撑			1/250
框-排架	侧向框-排架		1/250
	竖向框-排架	排架	1/150
		框架	1/250

注：1　对室内装修要求较高的建筑，层间位移角宜适当减小；无墙壁的建筑，层间位移角可适当放宽；

2　当围护结构可适应较大变形时，层间位移角可适当放宽。

3　在多遇地震作用下多层钢结构工业厂房的弹性层间位移角不宜超过 1/250。

B.1.3　高层钢结构工业厂房在风荷载和多遇地震作用下弹性层间位移角不宜超过 1/250。

B.2 厂房构件的挠度容许值

B.2.1 厂房屋盖构件及结构的挠度应符合以下规定：

1 屋盖构件的挠度不宜超过表 B.2.1-1 所列的容许值；

表 B.2.1-1 屋盖构件的挠度容许值

构件类别		构件挠度限值
屋面主梁或屋架	仅支承压型钢板屋面和冷弯型钢檩条	$L/180$
	除支承压型钢板屋面和冷弯型钢檩条外，尚有吊顶	$L/240$
	有悬挂起重机、支承屋面次梁、支承混凝土屋面材料	$L/400$
屋面次梁		$L/200$
檩条	仅支承压型钢板屋面	$L/150$
	尚有吊顶	$L/240$
	有吊顶且抹灰	$L/360$
	支承其他屋面材料	$L/200$
压型钢板屋面板		$L/150$

注：表中 L 为构件的跨度（对悬臂结构为两倍悬挑长度）。

2 当厂房屋盖采用网格结构时，其挠度不宜超过表 B.2.1-2 所列的容许值；

表 B.2.1-2 屋盖构件的挠度容许值

网架或空间桁架	挠度容许值	
	$[v_T]$	$[v_Q]$
无悬挂起重设备	$l/250$	$l/400$
设有悬挂起重设备	$l/400$	$l/500$

注：1 表中 l 为跨度（对悬臂结构为两倍悬挑长度）；

2 $[v_T]$ 为永久和可变荷载标准值产生的挠度（如有起拱应减去拱度）的容许值；$[v_Q]$ 为可变荷载标准值产生的挠度的容许值；

3 网架与桁架可预先起拱，起拱值可取不大于短向跨度的 1/300；当仅为改善外观条件时，结构挠度可取永久荷载与可变荷载标准值作用下的挠度计算值减去起拱值。

3 由柱顶位移和构件挠度产生的屋面坡度改变值，不应大于坡度设计值的 1/3；

4　检修葫芦的轨道梁的挠度不宜大于跨度的 1/400。

B.2.2　厂房吊车梁系统构件的挠度宜符合以下规定：

1　吊车梁、吊车桁架的挠度不宜超过表 B.2.2 所列的容许值；

表 B.2.2　吊车梁、吊车桁架的挠度容许值

吊车梁和吊车桁架(按自重和起重量最大的一台吊车计算挠度)	挠度容许值
(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	$l/750$
(3)中级工作制桥式起重机	$l/900$
(4)重级工作制桥式起重机	$l/1000$

注：l 为吊车梁的跨度；当吊车梁或吊车桁架跨度大于 12m 时，其挠度容许值应乘以 0.9 的系数。

2　辅助桁架、制动结构边梁的挠度不宜大于跨度的 1/400；

3　冶金厂房或类似车间中设有工作级别为 A7、A8 级起重机的车间，其跨间每侧吊车梁或吊车桁架的制动结构，由一台最大起重机横向水平荷载所产生的挠度不宜超过制动结构跨度的 1/2200。

B.2.3　厂房墙架系统构件的挠度宜符合以下规定：

1　普通厂房的墙架构件的水平挠度不宜大于表 B.2.3-1 的容许值；

表 B.2.3-1　普通厂房的墙架构件的水平挠度容许值

构件类别		构件水平挠度限值
抗风柱		$L/400$
抗风桁架(作为连续支柱的支承时)		$L/1000$
墙梁	砌体墙的横梁	$L/300$
	支承压型钢板墙	$L/100$
	支承其他墙面材料	$L/200$
	带有玻璃窗的横梁	$L/200$

注：1　表中 L 为构件的跨度(对悬臂结构为两倍悬挑长度)；

2　本表墙架构件的水平挠度容许值计算时，风荷载不考虑阵风系数；

3　当墙面采用延性材料或与结构采用柔性连接时，墙架构件的支柱水平位移容许值可采用 $L/300$，抗风桁架(作为连续支柱的支承时)水平位移容许值可采用 $L/800$；

4　带有玻璃窗的横梁竖向挠度允许值为 $L/200$ 或 10mm。

2 门式刚架轻型厂房的墙架构件的水平挠度不应大于表B.2.3-2的容许值；

表 B.2.3-2 门式刚架轻型厂房的墙架构件的水平挠度容许值

构件类别		构件水平挠度限值
抗风柱		$L/250$
墙梁	仅支承压型钢板墙	$L/100$
	支承砌体墙	$L/180$ 且≤50mm
	支承玻璃幕墙及预制墙板	$L/360$

注：表中 L 为构件的跨度(对悬臂结构为两倍悬挑长度)。

3 压型钢板墙板的水平挠度不应大于跨度的1/100。

B.2.4 多层和高层厂房楼面及工作平台构件的挠度不宜超过表B.2.4的容许值。

表 B.2.4 楼面及工作平台构件的挠度容许值

构件类别		挠度容许值	
		$[v_T]$	$[v_Q]$
有轨道的工作平台梁	重轨(重量等于或大于38kg/m)	$l/600$	—
	轻轨(重量等于或小于24kg/m)	$l/400$	
主梁或桁架(包括设有悬挂起重设备的梁和桁架)		$l/400$	$l/500$
次梁	有抹灰顶棚	$l/250$	$l/350$
	其他次梁(包括楼梯梁)	$l/250$	$l/350$
钢结构平台板		$l/150$	—

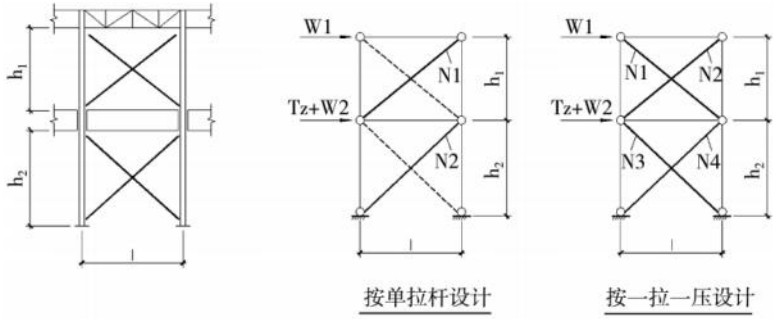
注：表中 l 为构件的跨度(对悬臂结构为两倍悬挑长度)。

B.2.5 当仅为改善外观条件时，结构挠度可取永久荷载与可变荷载标准值作用下的挠度计算值减去起拱值。

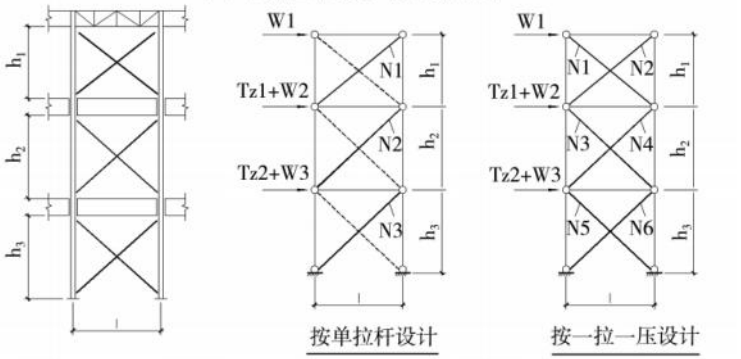
附录 C　柱间支撑简化计算

C.0.1　柱间支撑可以按照下述计算简图进行计算：

1　十字形交叉支撑，其计算简图如图 C.0.1-1 所示，一般可按拉杆设计；对地震区或设有重级工作制吊车时，当长细比 $\lambda \leqslant 109\varepsilon_k$ 时宜按一拉一压设计，当长细比 $\lambda > 109\varepsilon_k$ 或 $\lambda > 130$ 时可按单拉杆设计，当长细比 $\lambda \geqslant 200$ 时应按单拉杆设计。按一拉一压设计的支撑承载力不应小于按单拉杆设计的承载力；



（a）单阶柱十字交叉撑计算简图



（b）双阶柱十字交叉撑计算简图

图 C.0.1-1　十字交叉形支撑的计算简图

2 人字形支撑，斜杆一根受拉一根受压，按压杆设计，其计算简图如图 C.0.1-2 所示。当长细比较大时（参十字形交叉支撑），亦可按单拉杆设计，此时横梁设计应考虑单拉杆竖向分力所产生的弯矩；

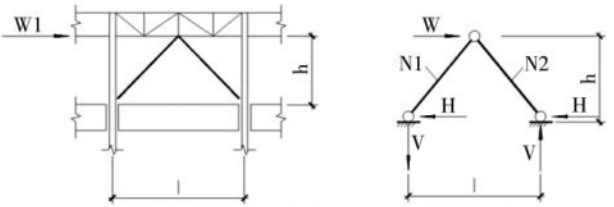


图 C.0.1-2　人字形支撑的计算简图

3 K 形支撑，横杆受压，斜杆一根受拉一根受压，按压杆设计，其计算简图如图 C.0.1-3 所示。当长细比较大时（参十字形交叉支撑），亦可按单拉杆设计，此时横杆应考虑单拉杆竖向分力所产生的弯矩按压弯构件设计；

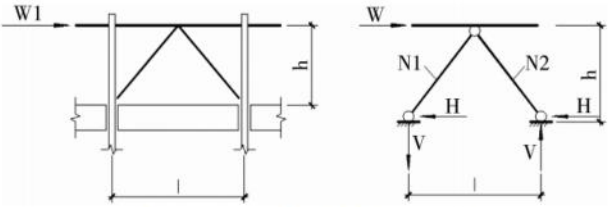


图 C.0.1-3　K 形支撑的计算简图

4 八字形支撑，一般在构造上采取措施，只承受水平荷载，不承受竖向荷载，支撑斜杆按拉杆设计，但在地震区宜考虑压杆起作用（即一拉一压），横梁设计均应考虑单杆的竖向分力，其计算简图如图 C.0.1-4 所示。如需撑杆作为上部结构的支承点，则其既承受水平荷载又承受竖向荷载，应按压杆设计；

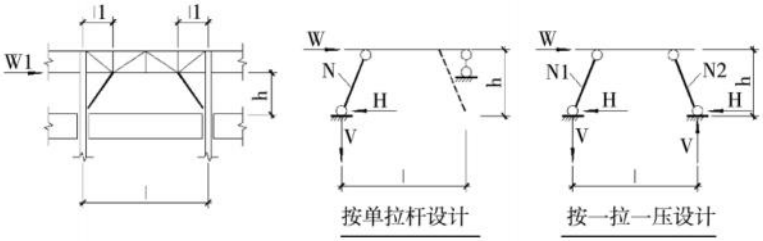


图 C.0.1-4　八字形支撑的计算简图

5　门形支撑的计算简图如图 C.0.1-5 所示；

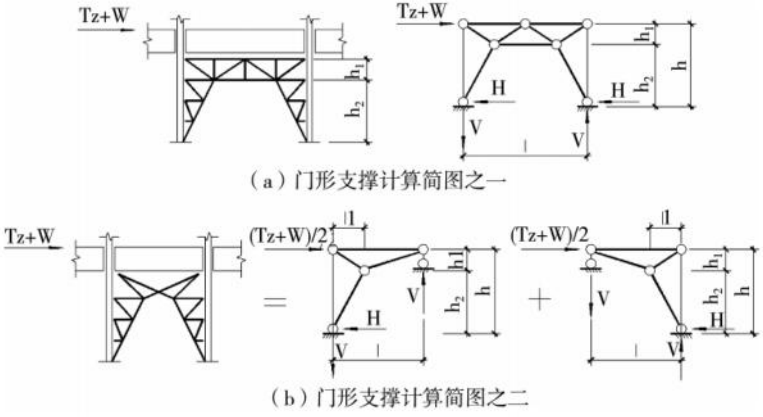


图 C.0.1-5　门形支撑的计算简图

6　L 形支撑的计算简图如图 C.0.1-6 所示；

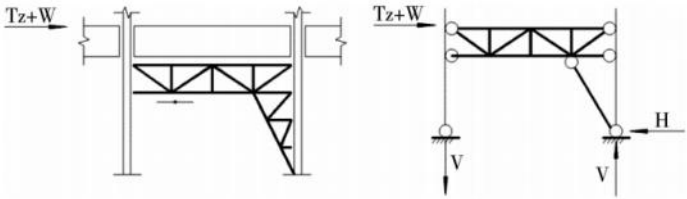


图 C.0.1-6　L 形支撑的计算简图

7　Y 形支撑的计算简图如图 C.0.1-7 所示。

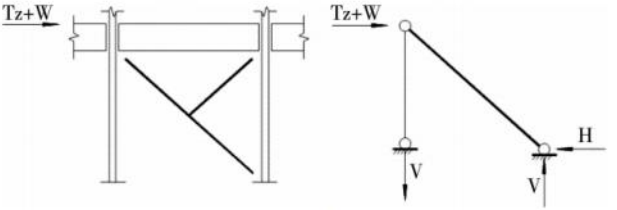


图 C.0.1-7　Y 形支撑的计算简图

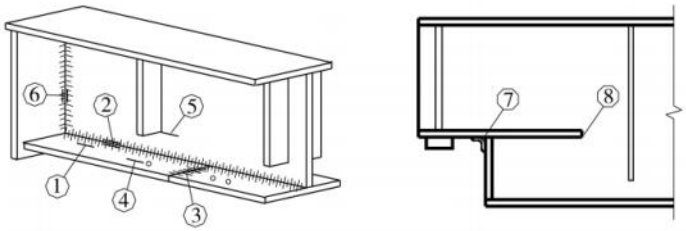
附录 D　吊车梁疲劳计算

D.0.1　吊车梁疲劳计算应采用容许应力幅法，应力按弹性状态计算，容许应力幅按构件和连接类别、应力循环次数以及计算部位的板件厚度确定。对非焊接的构件和连接，其应力循环中不出现拉应力的部位可不计算疲劳强度。计算疲劳时，应采用荷载效应的标准组合，其荷载效应按作用在跨间内最大的一台吊车确定，且其动力荷载标准值不乘以动力系数和荷载分项系数。

D.0.2　焊接工字形吊车梁的疲劳计算应选择疲劳敏感部位进行计算，应符合以下规定：

1　等截面吊车梁可选择如图 D.0.2(a)所示各计算点，其疲劳计算的构件和连接类别与相应容许疲劳应力幅见表 D.0.2；

2　变截面吊车梁尚应补充计算变截面处的疲劳应力，宜采用有限元进行节点应力分析。直角式突变支座应计算水平插板与端板连接处插板的疲劳应力、插板端部腹板的疲劳应力(图 D.0.2(b))；其疲劳计算的构件和连接类别与相应容许疲劳应力幅见表 D.0.2。



(a) 等截面吊车梁　　(b) 直角式突变支座

图 D.0.2　疲劳验算点位置

表 D.0.2　吊车梁疲劳计算部位及容许应力幅

计算部位	GB 50017 附录 K 的项次	说明	类别	容许应力幅 $[\Delta\sigma]_{2\times10^6}$ (N/mm^2)
①翼缘与腹板连接焊缝附近翼缘的母材	8	自动焊、二级 T 形对接和角接组合焊缝	Z2	144
		自动焊、角焊缝，外观质量标准符合二级	Z4	112
②下翼缘与腹板的连接角焊缝	36	按有效截面确定的剪应力幅计算	J1	59
③受拉下翼缘横向对接连接焊缝附近的主体金属	12/13	一级焊缝	Z4	112
		一级焊缝，并经加工磨平	Z2	144
④受拉翼缘板上螺栓孔附近母材	3	连系螺栓和虚孔处的母材	Z4	112
⑤横向加劲肋端部附近腹板的母材	21	肋端不断弧(采用回焊)	Z5	100
		肋端断弧	Z6	90
⑥梁端部突缘加劲肋与腹板的连接焊缝	36	按有效截面确定的剪应力幅计算	J1	59
⑦直角式突变支座水平插板与端板连接处插板的母材	22	水平插板与端板 T 形对接与角接组合焊缝	Z8	71
⑧直角式突变支座水平插板与腹板连接处腹板的母材	23	矩形节点板焊接于构件腹板处的母材	Z8	71

D.0.3　吊车梁疲劳计算应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定执行，并应符合以下规定：

1　吊车梁、吊车桁架变幅疲劳可按应力循环最大的应力幅考虑欠载效应的等效系数折算成常幅疲劳，吊车梁和吊车桁架欠载效应的等效系数应按表 D.0.3 取值；

表 D.0.3　吊车梁和吊车桁架欠载效应的等效系数 α_f

吊车类别	α_f
A6、A7 工作级别(重级)的硬钩吊车、A8 工作级别(重级)的吊车	1.0
A6、A7 工作级别(重级)的软钩吊车	0.8
A4、A5 工作级别(中级)的吊车	0.5

2　当循环次数 n 大于 2×10^6 时，应根据实际循环的应力谱折算成循环次数 n 为 2×10^6 次的等效应力幅；

3　吊车梁系统中抗剪摩擦型螺栓连接可不进行疲劳验算，但其连接处开孔主体金属应进行疲劳计算。

附录 E　常用涂装选用表

E.0.1　钢结构工业厂房常用防腐涂料配套见表 E.0.1。

表 E.0.1　钢结构常用防腐涂料配套

基层材料	除锈等级	涂层结构									涂层总厚度(um)	使用年限(a))		
		底层			中间层			面层				强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
		涂料名称	遍数	厚度(um)	涂料名称	遍数	厚度(um)	涂料名称	遍数	厚度(um)				
钢材	Sa2或Sa3	醇酸底涂料	2	60	—	—	—	醇酸底涂料	2	60	120	—	—	2～5
									3	100	160		2～5	5～10
		与面层同品种的底涂料或环氧铁红底涂料	2	60	—	—	—	氯化橡胶、高氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯等面涂料	2	60	120	—	—	2～5
			2	60					3	100	160	—	2～5	5～10
			3	100					3	100	200	2～5	5～10	10～15
		环氧铁红底涂料	2	60	环氧云铁中间涂料	1	70		2	70	200	2～5	5～10	10～15
			2	60		1	80		3	100	240	5～10	10～15	＞15

续表E.0.1

基层材料	除锈等级	涂层结构									涂层总厚度(um)	使用年限(a))		
		底层			中间层			面层				强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
		涂料名称	遍数	厚度(um)	涂料名称	遍数	厚度(um)	涂料名称	遍数	厚度(um)				
钢材	$Sa2\frac{1}{2}$	环氧铁红底涂料	2	60	环氧云铁中间涂料	1	70	环氧、聚氨酯、丙烯酸环氧、丙烯酸聚氨酯等面涂料	2	70	200	2～5	5～10	10～15
			2	60		1	80		3	100	240	5～10	10～15	＞15
			2	60		2	120		3	100	280	10～15	＞15	＞15
			2	60		1	70	环氧、聚氨酯、丙烯酸环氧、丙烯酸聚氨酯等厚膜型面涂料	2	150	280	10～15	＞15	＞15
			2	60	—	—	—	环氧、聚氨酯等玻璃鳞片面涂料	3	260	320	＞15	＞15	＞15
								乙烯基酯玻璃鳞片面涂料	2					

续表E.0.1

基层材料	除锈等级	涂层结构									涂层总厚度(um)	使用年限(a))		
		底层			中间层			面层				强腐蚀	中腐蚀	弱腐蚀
		涂料名称	遍数	厚度(um)	涂料名称	遍数	厚度(um)	涂料名称	遍数	厚度(um)				
涂料涂层	Sa2或Sa3	聚氯乙烯蚤丹底涂料	3	100	—	—	—	聚氯乙烯蚤丹面涂料	2	60	160	5～10	10～15	>15
	Sa2½		3	100					3	100	200	10～15	>15	>15
			2	80				聚氯乙烯含氟蚤丹面涂料	2	60	140	5～10	10～15	
			3	100					2	60	170	10～15	>15	>15
			3	100					3	100	200	>15	>15	>15
	Sa2½	富锌底涂料	见表注2	70	环氧云铁中间涂料	1	60	环氧、聚氨酯、丙烯酸环氧、丙烯酸聚氨酯等面涂料	2	70	200	5～10	10～15	>15
				70		1	70		3	100	240	10～15	>15	>15
				70		2	110		3	100	280	>15	>15	>15
				70		1	60	环氧、聚氨酯、丙烯酸环氧、丙烯酸聚氨酯	2	150	280	>15	>15	>15

注：1 涂层厚度指干膜的厚度；

2 单采用正硅酸乙酯富锌底涂料、硅酸锂富锌底涂料、硅酸钾富锌底涂料时，宜为一道；当采用环氧富锌底涂料、聚胺酯富锌底涂料、硅酸钠富锌底涂料和冷涂锌涂料时，宜为2道。

附录 F　隔热防护措施

F.0.1　钢柱隔热保护可采用以下措施：

1　采用外包砌烧结普通砖或耐火砖隔热(图 F.0.1-1)；

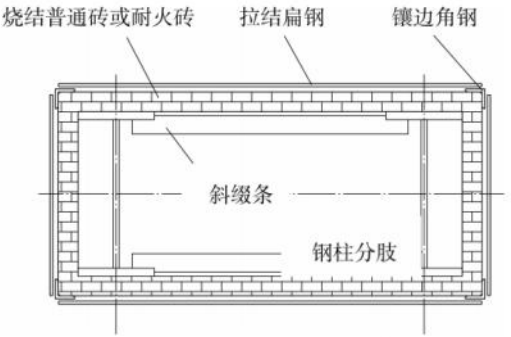


图 F.0.1-1　砖隔热防护示意图

2　采用外包隔热玻璃棉隔热(图 F.0.1-2)；

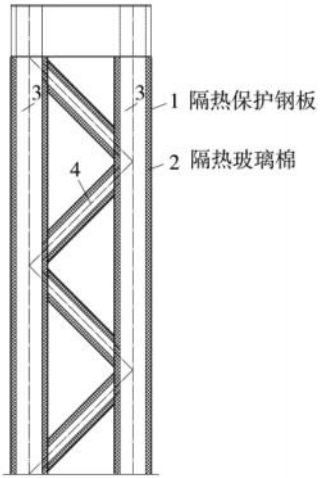


图 F.0.1-2　钢管柱隔热防护示意图

3　采用外包耐热喷涂料形式隔热(图 F.0.1-3)。

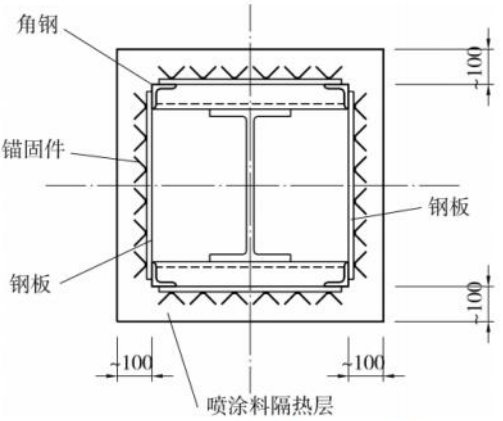


图 F.0.1-3　砖隔热防护示意图

F.0.2　柱间支撑可采用外包薄钢板利用空气流动进行隔热防护(图 F.0.2)。

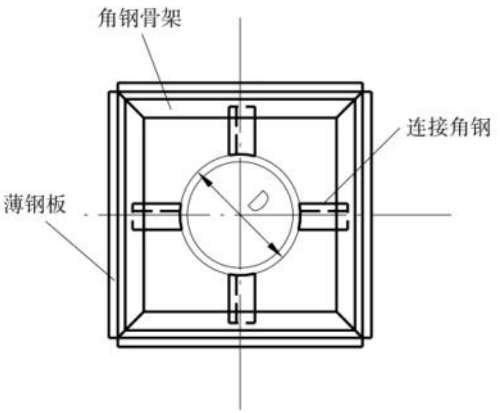


图 F.0.2　钢管支撑隔热防护示意图

F.0.3　吊车梁可采用外挂钢板的方式隔热(F.0.3),隔热连接角钢严禁与下翼缘相焊,应与吊车梁竖向加劲焊接。

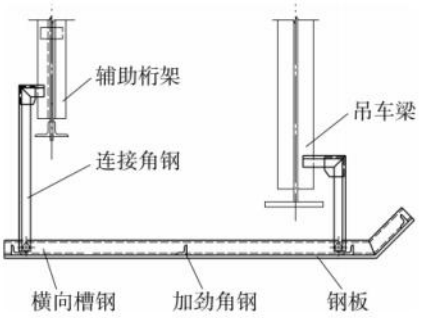
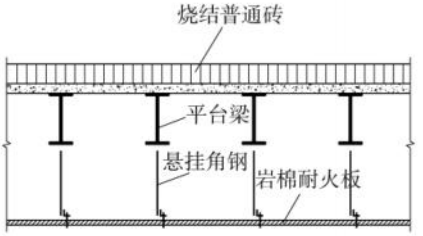


图 F.0.3　吊车梁隔热防护示意图

F.0.4　钢结构工业厂房的平台梁可采用在梁下翼缘设置岩棉耐热板(图 F.0.4-1),也可在梁的下翼缘吊挂隔热浇铸板隔热,浇铸板之间的缝隙采用粘土质耐火泥浆勾缝填平(图 F.0.4-2、图 F.0.4-3)。



F.0.4-1　石棉耐热板隔热防护

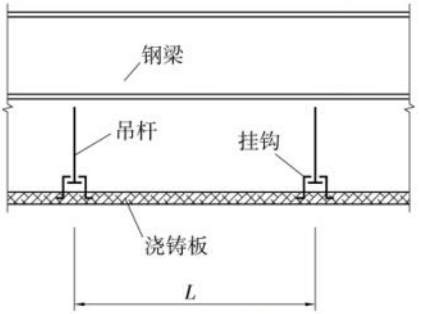


图 F.0.4-2　浇铸板隔热防护

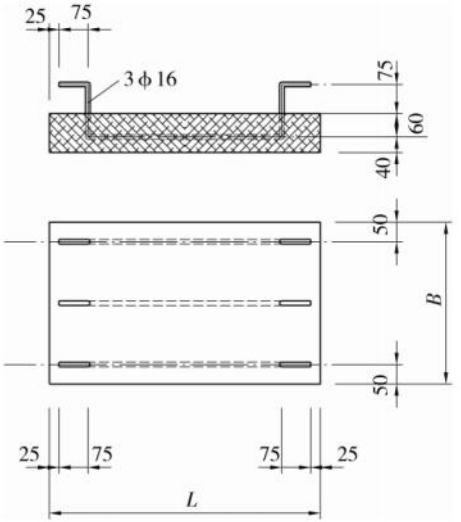


图 F.0.4-3　浇铸板示意图

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
2 《工程结构通用规范》GB 55001
3 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002
4 《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003
5 《钢结构通用规范》GB 55006
6 《砌体结构通用规范》GB 55007
7 《混凝土结构通用规范》GB 55008
8 《建筑环境通用规范》GB 55016
9 《绿色工业建筑评价标准》GB/T 50878
10 《钢结构设计标准》GB 50017
11 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022
12 《建筑结构荷载规范》GB 50009
13 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
14 《建筑抗震设计规范》GB 50011
15 《混凝凝土结构设计规范》GB 50010
16 《工业建筑防腐设计标准》GB/T 50046
17 《机械工业厂房结构设计规范》GB 50906
18 《有色金属工程结构荷载规范》GB 50959
19 《火力发电厂主厂房荷载设计技术规程》DL/T 5095
20 《航空工业工程设计规范》GB 51170
21 《医药工业仓储工程设计规范》GB 51073
22 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
23 《厚度方向性能钢板》GB/T 5313
24 《建筑设计防火规范》GB 50016

25 《钢结构工程施工规范》GB 50755

26 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205

27 《建筑用钢结构防腐涂料》JG/T 224

28 《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624

29 《防火封堵材料》GB 23864

30 《建筑模数协调标准》GB 50002

31 《高层民用建筑钢结构设计规范》JGJ 99

32 《厂房防雷设计规范》GB 50057

33 《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232

34 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

35 《智能建筑设计标准》GB 50314

36 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325

37 《屋面工程技术规范》GB 50345

38 《钢结构焊接规范》GB 50661

39 《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ 251

40 《碳素结构钢》GB/T 700

41 《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228

42 《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229

43 《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230

44 《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

45 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591

46 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副技术条件》GB/T 3633

47 《焊接结构用耐候钢》GB/T 4172

48 《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352

49 《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835

50 《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350

51 《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683

52 《建筑幕墙》GB/T 21086
53 《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267
54 《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498
55 《建筑工程施工组织设计规范》GB/T 50502
56 《单组分聚氨酯泡沫填缝剂》JC 936
57 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
58 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
59 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
60 《建筑施工起重吊装安全技术规范》JGJ 276

重庆市工程建设标准

钢结构工业厂房技术标准

DBJ50/T-446-2023

条文说明

2023 重 庆

目　次

1　总则 …… 163
2　术语和符号 …… 164
2.1　术语 …… 164
3　基本规定 …… 165
4　材料 …… 168
4.1　钢材 …… 168
4.3　金属压型板 …… 168
4.4　采光板 …… 170
4.5　轻质板材 …… 170
5　作用 …… 171
5.2　楼面和屋面活荷载 …… 171
5.3　吊车荷载 …… 173
5.4　风荷载 …… 173
5.5　地震作用 …… 175
5.6　其他作用 …… 176
6　建筑设计 …… 178
6.1　一般规定 …… 178
6.4　屋面 …… 178
6.5　墙体 …… 180
6.6　楼面、地面 …… 180
6.7　室内环境 …… 182
6.9　建筑防腐蚀 …… 183
7　结构设计 …… 186
7.1　一般规定 …… 186

7.2 单层框(排)架厂房 …… 188
7.3 门式刚架轻型厂房 …… 202
7.4 多层和高层厂房 …… 203
7.5 屋盖系统 …… 204
7.6 吊车梁系统 …… 213
7.7 墙架系统 …… 215
7.8 防护设计 …… 217
8 制作、运输与安装 …… 218
8.1 一般规定 …… 218
8.2 构件制作与运输 …… 219
8.3 主体结构施工安装 …… 220
8.4 外围护系统安装 …… 222
9 验收与使用维护 …… 223
9.1 一般规定 …… 223
9.2 主体结构系统验收 …… 223
9.3 外围护系统维修 …… 224
9.5 使用维护 …… 224

1 总 则

1.0.2 重庆市的钢结构工业厂房应用于冶金、机械、汽车、电子、轻工等行业，包括单层钢结构工业厂房和多高层钢结构工业厂房，结构受力体系主要有框架、排架、门式刚架，涵盖了重型钢结构工业厂房、普通钢结构工业厂房、轻型钢结构工业厂房。钢结构工业厂房主体结构采用钢结构(包括钢管混凝土结构)，围护结构以轻型钢结构为主，即屋盖采用轻型屋盖，墙板采用压型钢板或其他轻质墙板。

本标准适用于以上厂房的建筑结构的设计、构件制造、安装、验收及使用维护，对改建和扩建，也应遵循本标准。

对于核工业等特殊行业，不在本标准的范围内。门式刚架轻型厂房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厂房。对于下部为混凝土结构，上部为钢结构工业厂房的混合结构，也不在本标准范围内。

1.0.3 绿色工业建筑是工业建筑发展的方向，钢结构工业厂房在建筑的全寿命周期内，应贯彻节约用地、节约能源、节约原材料和保护环境、减少污染、技术进步及创新的要求，为人们提供适用、健康、安全、高效使用空间的绿色工业建筑。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.15 框桁架 frame truss

框桁架也可称为实腹端屋架，其特点是与柱刚架，端头为实腹梁，特别适合于大跨度屋面结构，主要有如下图示的做法。



框桁架示意图

3 基本规定

3.1.3 采用BIM技术是建筑发展大趋势。工业厂房的一大特点就是室内外管线和设备较多，空间也较为复杂，随着技术的进步，借助三维协同工作平台可更好地对厂房空间进行管理，尽量减少设备、管线之间的相互碰撞。因此在本条文中对厂房的空间管理提出了相应的数字化和信息化要求，以达到节约成本、降低风险、提升质量、方便管理的目的，创造了良好的经济效益和社会效益。

3.1.5 在工业建筑结构设计和施工前，必须按基本建设程序进行岩土工程勘察，按工程建设各阶段的要求，正确反映工程地质条件，查明不良地质作用和地质灾害，取得资料完整、评价正确的勘察报告，并据此进行基础设计。工业厂房岩土勘察应符合现行国家规范和标准《工程勘察通用规范》GB 55017、《岩土工程勘察规范》GB 50021、现行重庆市标准《工程地质勘察规范》DBJ/T 50-043、工业厂房所属行业勘察标准的要求。

工业建筑应优先选择对结构安全有利的地段。对不利地段，应力求避开；当因客观原因无法避开时，应进行分析，采取保证结构安全的有效措施。对危险地段，严禁建造甲类、乙类建筑，不应建造丙类建筑。对抗震不利地段，应提出避开要求或采取有效措施。

3.1.6 依据《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068-2018)第3.1.2条，钢结构工业厂房结构在规定的工作年限内必须满足安全性(第1项、第4项和第5项)、适用性(第2项)和耐久性(第3项)的要求。钢结构工业厂房结构应进行以下设计：

1 承载能力极限状态设计，应考虑正常使用时的各种荷载和作用，还要考虑施工、停产检修、设备运输安装调试、事故状态、

生产线升级换代等因素的影响；

2 正常使用极限状态设计，包括结构及构件变形控制，以及应满足工业厂房特殊的防爆抗爆 、防振、防微振、防腐蚀等要求；

3 耐久性设计，包括钢结构构件的防护设计，以及在厂房内高温、高湿、腐蚀性、有害气体等生产环境下，采取有效措施，保证结构的耐久性；

4 防火设计，结构及构件应满足有关现行防火规范的要求；

5 在偶然事件发生时和发生后，结构保持必要的整体稳定性。钢结构工业厂房一般采用平面结构体系，屋面及墙面有檩条及支撑等构件形成较多较强的拉结，在偶然事件下其连续倒塌的风险较低，因而可以根据厂房的重要性采取不同的对策：对重要的厂房结构，应采取必要的措施，对一般的厂房结构，宜采取适当的措施，以防止出现结构的连续倒塌；对次要的结构，可不考虑结构的连续倒塌问题。

3.1.7 本条规定的钢结构工业厂房不含临时性厂房。工业厂房围护系统应按附属于主体结构的外围护结构设计，其易于更换的结构构件，设计工作年限不应少于 25 年，其不易更换的结构构件，设计工作年限应与主体结构相同。

3.1.8 工业厂房的可靠性与生命财产安全等密切相关，一般工业厂房的安全等级为二级。临时性的厂房，特别重要的厂房可根据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068，按结构破坏后对人的生命安全、经济、社会等产生严重的影响确定。

厂房的构件的安全等级宜与结构的安全等级相同，可以根据实际情况调整构件的安全等级：对破坏后将产生严重后果的重要构件和关键传力部位，可适当提高其安全等级；对一般结构中的次要构件及可更换构件，可适当降低其安全等级及重要性系数。

3.1.9 现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223对采矿、采油和天然气、采矿的生产建筑，对冶金、化工、石油化工、建材和轻工业原材料等工业原材料生产建筑，对机械、船舶、

航空、航天、电子(信息)、纺织、轻工、医药等工业生产建筑,对工业与民用的仓库类建筑,依据其特点、规模,地震破坏后造成的直接和间接经济损失等,对各种工业建筑进行了抗震设防类别的划分。共划分为四个抗震设防类别:特殊设防类,即甲类;重点设防类,即乙类;标准设防类,即丙类;适度设防类,即丁类。钢结构工业厂房的抗震设防类别应符合该标准的要求,除一般储物品价值低、人员活动少、无次生灾害的单层钢结构仓库可划分为适度设防类外,其余厂房不宜低于标准设防类。

3.1.12 钢结构工业厂房是依据相应的使用条件、荷载设计值等进行结构设计的。在设计工作年限内,应保证建筑实际使用条件与设计条件一致,并做定期检查,进行必要的维修。当改变工业厂房用途和使用环境时,例如超载使用、生产工艺调整以及腐蚀等环境恶化等可能影响结构的安全及使用年限。任何对在建和已建结构上的改变,均须经设计许可或技术鉴定,以保证结构在设计工作年限内的安全和使用功能。

4 材 料

4.1 钢 材

4.1.1 管材的成型工艺分为冷成型和热成型两种。按《建筑结构用冷弯矩形钢管》JG/T 178，冷成型方管最大规格 500×22，矩管最大规格为 500×480×22，钢材牌号最高为 Q390，Ⅰ级产品适用于建筑、桥梁等主要构件，Ⅱ级产品适用于次要构件。受制于热轧钢卷产品来源和冷成型机组装备能力，厚度大于 18mm 冷弯产品较难采购，且角部质量显著降低，较少应用于建筑结构。热成型工艺生产的方矩管，弯角半径更小，产品强度更高。热成型矩管、槽钢、钢板桩等产品，其规格、外形、重量及允许偏差应符合相关标准的规定。

4.3 金属压型板

4.3.1 金属压型板材的种类很多，有钢板、锌板铝合金板、铝镁合金板、钛合金板、铜板、不锈钢板等，厚度一般为 0.4mm～1.5mm；板的制作形状也多种多样，有单板和复合板(夹芯板)，板的表层一般进行涂装，本条规定了金属压型板屋面的选用要求。由于金属压型板屋面可适用于防水等级要求为一～三级屋面，在选用时应按照建筑物类别、重要程度、使用功能、使用的经济条件，根据屋面防水等级及防水层合理使用年限选择性能相适应的金属压型板屋面。无论采用何种材料的金属压型板屋面，都应该满足金属压型屋面板在建筑中的两大要求：第一，适应建筑环境介质及满足屋面防水等级及防水层合理工作年限要求的耐久性；

第二，具有能弯曲、剪切等可加工性能。

4.3.2 金属压型板用于墙面与屋面的要求一致，故可参照本标准 4.3.3～4.3.6 的内容及条文说明执行。

4.3.3 本条对压型钢板的材料及选用进行了规定。

1 根据现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518、《建筑用压型钢板》GB/T 12755 中定义的各种结构用钢板，可直接使用基板压型成型，也可使用涂层钢板（涂层板）成型。如采用其他牌号、镀层或涂层的钢板及钢带时，应有可靠依据；

2 压型钢板分为搭接型板、扣合型板、咬合型板，其中搭接型板、咬合型板结构钢强度级别宜选用 250MPa、350MPa 钢板，扣合型板因连接刚度需要，其基板结构钢强度级别宜选用 550MPa 钢板；

3 压型钢板的不同镀层或涂层，直接影响其耐久性，本条参照现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的分类规定，将建筑物分为重要建筑和一般建筑。根据建筑安全等级分类，一级、二级建筑为重要建筑，其他建筑为一般建筑；根据建筑物使用年限规定，设计使用寿命大于等于 50 年的建筑物为重要建筑，其他为一般建筑；

4 由于压型钢板厚度过薄，不易保证建筑外观要求，故作厚度最小限值规定；

5 为统一模数，故作压型钢板板型展开宽度（基板宽度）的要求。

4.3.4 在现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 中压型铝合金板材推荐使用 3XXX 系列和 5XXX 系列的铝合金板。因目前国家相关标准中没有 5XXX 系列牌号铝合金板的设计强度值，无法进行设计计算，故本标准考虑 3XXX 系列牌号的铝合金板，当有可靠设计依据时，也可以采用其他牌号铝合金板或带板。对重要建筑及一般建筑，厚度的规定见本标准 4.4.3 的条文

说明。

4.3.6 金属夹芯板金属板面与压型钢板、铝合金板及不锈钢板的板材要求基本一致，故应执行 4.3.3、4.3.4 及 4.3.5 条的要求。金属面夹芯板的材料应根据使用地的气象条件、建筑等级、建筑造型、建筑物的使用功能进行相应的选择。

4.3.7 由于压型钢板厚度过薄，不能满足其承重的要求，故作厚度最小限值规定。

4.4 采光板

4.4.1 在钢结构工业厂房特别是多跨联合厂房，跨度大，仅靠外墙的窗户采光难以满足厂房的自然采光要求，因此常在厂房的外墙或屋顶上设置采光带以满足厂房内的自然采光的要求，故对采光带的材料提出相应的要求。

4.4.2 玻璃纤维增强聚酯(FRP)采光板主要性能指标部分参考《玻璃纤维增强聚酯波纹板》GB/T 14206-2015 编制。

4.4.3 对聚碳酸酯(PC 板)采光板从材料本身、覆膜要求、燃烧性能、防紫外线老化等关键技术参数予以明确规定，规定部分参考《聚碳酸酯(PC)实心板》JG/T 347-2012 及《聚碳酸酯(PC)中空板》JG/T 116-2012 编制。

4.5 轻质板材

4.5.3 本章就钢结构工业厂房中运用多且重要的结构用钢材及连接材料、建筑围护用金属压型板、采光板及其他轻质板材提出了要求。而工业厂房的类型多，所用到的材料非常多，应根据地区气候条件、产业基础、材料生产、使用功能等，选用安全可靠、技术成熟、质量稳定、经济合理的轻质材料构成钢结构厂房的围护系统。

5 作 用

5.2 楼面和屋面活荷载

5.2.1 不同生产工艺条件，其操作、测试、检修等差异较大，有色金属工程的厂房楼面荷载按《有色金属工程结构荷载规范》GB 50959 的有关规定采用，机械工业厂房的楼面荷载按《机械工业厂房结构设计规范》的有关规定采用，航空工业厂房的楼面荷载按《航空工业工程设计规范》GB 51170 的有关规定采用，医药工业仓储楼面荷载按《医药工业仓储工程设计规范》GB 51073 的有关规定采用，其它可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定执行。

5.2.2 按设备固定位置考虑设备荷载作用是基于生产状态，当设备处于安装和维修状态时，其作用位置并非固定位置，尚应考虑其作用效应对结构的影响。

5.2.3 操作荷载对楼面一般可取 $2kN/m^2$。对堆料较多的车间，如金工车间，操作荷载取 $2.5kN/m^2$；有的车间，例如仪器仪表装配车间，由于生产的不均衡性，某个时期的成品、半成品堆放特别严重，可取 $4kN/m^2$。操作荷载与设备检修、成品、半成品的堆放密切相关，工艺设计人员更清楚其具体情况，故其荷载可按实际情况，宜由工艺专业提供。

5.2.5 厂房的楼面操作荷载，在计算主梁、次梁及楼板时不宜进行折减；在计算多、高层厂房的柱、基础，且当楼面操作荷载大于或等于 $4.0kN/m^2$ 时，可按楼层数量的折减系数见表 5.2.5，对操作荷载进行折减。

表 5.2.5　荷载按厂房楼层数量的折减系数建议值

柱、基础计算截面以上的楼层数(层)	1～3	4～5	≥6 层
折减系数	1.00	0.90	0.85

注：当多层高层楼层的操作荷载的取值准确、作用范围没有富裕、同时出现的情况确实存在时，不应对操作荷载进行折减。

5.2.6　现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 中，将屋面均布活荷载标准值规定为不小于 0.5kN/m^2。取消了《建筑结构荷载》GB 50009-2012 中的“对不同结构可按有关设计规范的规定采用，但不得低于 0.3kN/m^2”的规定。

5.2.7　对楼面、屋面的检修荷载进行区域划分，利于优化结构布置、结构受力，经济性较好。但设计要求应在设计说明书中准确表达，否则，在施工安装和运行检修时不能遵照执行，将带来安全风险。

5.2.8　积灰荷载的取值应考虑积灰环境和清理积灰的措施采用相应的取值。

1　影响积灰的主要因素有：除尘装置的使用维修情况、清灰制度执行情况、风向和风速、屋面坡度和屋面挡风板等。调查结果表明，这些工业建筑的积灰问题比较严重，且性质也比较复杂。对积灰特别严重或情况特殊的工业厂房屋面积灰荷载应根据实际情况确定；

2　易于形成灰堆的屋面处，其积灰荷载的增大系数可按照《建筑结构荷载规范》GB 50009 中雪荷载的屋面积雪分布系数的规定来确定。《机械工业厂房结构设计规范》第 4.5.2 条有类似规定。

5.2.9　本条摘自《机械工业厂房结构设计规范》GB 50906-2013。

5.2.10　对于活荷载，荷载效应的作用分项系数，按照国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068-2018 的规定，一般取 1.5。对标准值大于 4kN/m^2 的厂房楼面活荷载，其作用的分项系数可取 1.4，这符合国家标准《工程结构通用规范》GB 55001-2021 的规定。

5.3 吊车荷载

5.3.1 按吊车荷载设计结构时，有关吊车的技术资料（包括吊车的最大或最小轮压、吊车的刹车轮数量等）应由工艺提供。工程实践表明，各工厂生产的起重机械，其参数和尺寸不太可能完全与相关标准保持一致，因此，设计时仍应直接按照制造厂当时的产品规格作为设计依据。

5.3.2 吊车的水平荷载分为纵向和横向两种，分别由吊车的大车和小车的运行机构在启动或制动时引起的惯性力产生。惯性力为运行重量与运行加速度的乘积，通过制动轮与钢轨间的摩擦传递给厂房结构。对于夹钳、料耙、脱锭等硬钩吊车，由于使用频繁，运行速度高，小车附设的悬臂结构使起吊的重物不能自由摆动等原因，以致制动时产生较大的惯性力。

5.3.4 设计厂房的吊车梁和排架时，考虑参与组合的吊车台数是根据所计算的结构构件能同时产生效应的吊车台数确定。它主要取决于柱距大小和厂房跨间的数量，其次是各吊车同时集聚在同一柱距范围内的可能性。

5.3.5 本条规定楼盖或屋盖结构悬挂起重机和电动葫芦在每一跨间每条运行线路上考虑的台数，系按设计单位的使用经验确定。《钢结构设计标准》第 3.3.3 条条文说明。

5.3.6 对不同工作制的吊车，其吊车荷载有所不同，即不同吊车有各自的满载概率，而多台吊车同时满载，且小车又同时处于最不利位置的概率更小。本条采用《建筑结构荷载规范》GB 50009 相应条文给出的折减系数。

5.4 风荷载

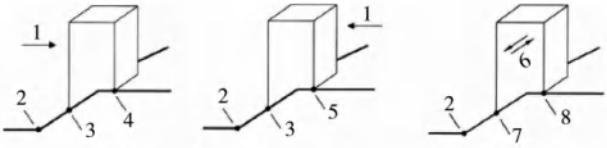
5.4.1 本条规定了钢结构工业厂房上作用的风荷载，依据结构

形式，直接根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 确定，同时，风荷载的计算尚应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 的规定。

5.4.2 风荷载标准值、风荷载的计算和考虑地形条件的风压高度变化系数的修正应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定执行。通过对风压高度变化系数进行修正来体现山地地形条件的影响，计算风压高度变化修正系数时：坡地起点一般取山脚位置；山脚是指山的主体边缘，也是山体海拔最低处，是山与其他陆地或者水域进行相互过渡的位置，可根据建设项目周围 1km 场地范围内的地形地貌综合确定坡地起算点；对于邻江、邻河的山地建筑结构，坡地起点可取江、河常水位高度。

计算顺坡方向风荷载时[图 5.4.2(a)]，山地建筑结构迎风面、背风面的风荷载体形系数 μ_s、风压高度变化系数 μ_z 的起算点取相应受荷面的室外地面，侧面风荷载体形系数 μ_s、风压高度变化系数 μ_z 的起算点取迎风面、背风面中较低的室外地面；计算横坡方向风荷载时[图 5.4.2(b)]，山地建筑结构迎风面、背风面的风载体形系数 μ_s、风压高度变化系数 μ_z 的起算点均取迎风面和背风面较低位置处室外地面，侧面风荷载体形系数 μ_s、风压高度变化系数 μ_z 的起算点取相应受荷面的室外地面。风压高度变化修正系数的起算点取风压高度变化系数的 μ_z 起算点。

风振系数 βz 的起算点取结构高度起算点处室外地面；对于掉层结构，当风振系数 βz 的起算点位于上嵌固端的室外地面时，掉层部分对应的 βz 可取值为 1。



（a）顺坡风向情况　　（b）横坡分向情况

图 5.4.2　风荷载计算示意

1—顺坡风向；2—山坡起点；3—侧面、迎风面风载体形系数和风压高度变化系数起算点；4—背风面风载体形系数农户和风压高度变化系数起算点；5—迎风面风载体形系数和风压高度变化系数起算点；6—横坡风向；7—迎风面、背风面、左侧面风载体形系数和风压高度变化系数起算点；8—右侧面风载体形系数和风压高度变化系数起算点

5.4.3　大跨度屋盖结构对风荷载特别敏感，其风荷载对屋盖的响应与多层和高层结构不同。《屋盖结构风荷载标准》JGJ/T 481对大跨度屋盖的主要承重结构、围护结构的风荷载的取值做了系统全面的规定，宜遵守。对大跨度屋盖结构厂房，屋盖主要承重结构的抗风设计应分别验算不少于 4 个不利风向的风效应，对重要或体型复杂以及周边环境复杂的屋盖抗风设计，宜增加不利风向数量。

5.4.4　常规厂房结构一般不需要进行施工阶段的验算，但对于体系复杂的大跨度屋盖结构等特殊的厂房，在建造过程中，由于建筑体型和结构状态不断变化，厂房表面风荷载和结构性能与成型后差异较大，风荷载有可能引发建造阶段的安全事故。施工阶段验算属，临时状态下的结构，可取 10 年重现期风压。

5.5　地震作用

5.5.2　对工业厂房，一般平面布置为矩形，有斜交抗侧力构件的情况极少。对有斜交抗侧力构件的结构，当相交角度大于 15°时，尚应分别计算各抗侧力构件方向的水平地震作用。

厂房屋盖采用空间结构时，在抗震设防烈度为 6 度或 7 度的地区（重庆地区的抗震设防烈度绝大部分为 6 度区，有极少部分

为 7 度区)，网架结构可不进行抗震验算。网壳结构属于曲面网格结构体系。与网架结构相比，由于壳面的拱起，使得结构竖向刚度增加，水平刚度有所降低，因而使网壳结构水平振动将与竖向振动属同一数量级，尤其是矢跨比较大的网壳结构，将以水平振动为主。对大量网壳结构计算机分析结果表明，在设防烈度为 7 度的地震区，当网壳结构矢跨比不小于 1/5 时，竖向地震作用对网壳结构的影响不大，而水平地震作用的影响不可忽略，因此本条规定在设防烈度为 7 度的地震区，矢跨比不小于 1/5 的网壳结构可不进行竖向抗震验算，但必须进行水平抗震验算。在抗震设防烈度为 6 度的地区，网壳结构可不进行抗震验算。

5.5.3 平台段水平地震作用增大系数的确定应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的相关规定；对于斜坡段(如图 5.5.3 所示)设计水平地震动放大系数宜根据《山地建筑结构设计标准》JGJ/T 472-2020 第 4.2.2 条条文说明确定斜坡段设计水平地震动放大系数。

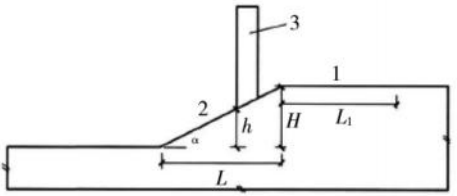


图 5.5.3 坡地斜坡段和平台段示意图

1—平台段；2—斜坡段；3—建筑

5.5.5 多高层钢结构工业厂房在多遇地震作用下的计算，高度不大于 50m 时，阻尼比可取 0.04；高度大于 50m 且不大于 200m 时，阻尼比可取 0.03。

5.6 其他作用

5.6.1 重庆大部分地区无雪荷载，但也有少数海拔较高地区存

在较大雪荷载的情况。如在这类地区建设工业厂房，应考虑雪荷载的不利作用。其基本雪压的确定可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定执行。

5.6.6 厂房超长温度效应计算时，温度作用效应的分项系数宜采用 1.5，温度作用的组合值系数、频遇值系数和准永久系数应分别取 0.6、0.5 和 0.4。

6 建筑设计

6.1 一般规定

从平面布局，人流和物流的组织上规定了工业建筑设计需要考虑的功能要素。从空间组成，提出了在竖向设计应考虑的一些空间因素。防腐蚀及防火设计是钢结构工业厂房设计的重要内容，因此在设计时应重点注意的一些要求在条文中予以了明确。

6.4 屋 面

6.4.4 不同种类金属压型板屋面的铺设、固定和搭接均有区别。本条只规定了金属压型板屋面的铺设、固定和搭接的一般要求。

1 对金属屋面的设计工作年限、屋面防水等级及相应的防水做法做出规定；

2 屋面天沟用金属板材制作时，为了便于固定密封，伸入屋面金属板材下的深度不应小于120mm；为了防止爬水和坚固不变形，天沟沟壁两侧的边缘应用角钢与屋面连接；屋面金属板材应伸入檐沟内，其长度不应小于50mm；为了保证屋面整体的质量，屋面的檐口应采用与板型相配套的异型金属板材的堵头封檐板，山墙应用异型金属板材的包角板和固定支架封严；

3 为防止屋面在风力作用时产生爬水现象，屋脊应用金属屋脊盖板，并在屋面板端头设置泛水挡水板和泛水堵头板；

4 泛水是金属板材屋面最易渗漏的部位，所以要求屋面的泛水板与突出屋面的构筑物及管道和墙体搭接高度不应小于250mm，搭接口处应采取密封措施；

5 单坡金属压型板屋面屋脊处的节点只有进行全包封闭才能做到可靠防水，其屋脊应用包角板覆盖；

6 金属压型板屋面一般面积较大，由于屋面强度要求金属压型板多为带肋型。因此，作为屋面的金属压型板材相互之间的连接和密封处理及与构筑物、管道、山墙、洞口等处的泛水节点密封处理设计非常重要。

6.4.6 目前屋面的防水设计中，开始注重整体设防概念，并建立起防排结合、刚柔共济、节点密封、复合防水、多道设防的新理念和新设计原则，由过去孤立的防水层设计转向根据基层特点，防、排结合一体化设计，其中屋面排水系统非常重要，必须克服过去对屋面排水重视不够，使屋面长期积水，产生防水节点渗漏的严重状况。本条规定了屋面排水的设计要求。

1 当采用有组织排水时，从安全使用和维修方便考虑，宜采用外排水。为了使雨水不经过屋面浸入到室内，除了对屋顶结构形式、屋面基层类别、防水构造形式和防水材料、功能、施工技术等进行充分研究、合理设计外，还要根据当地自然条件、年降雨量大小檐口高度、生产性质及屋面排水坡度、排水面积等条件确定屋面的汇水面积大小、流动方向、排水沟的位置、大小及雨水管数量和管径等排水方式；

2 根据历次全国屋面防水工程调查和全征求意见都认为排水天沟纵向坡度小于1%，施工难以保证，又易使天沟、檐沟积水普遍，致使防水材料因浸泡而发生霉烂，加速损坏，故规定坡度不应小于1%，沟底水落差不得超过200mm；天沟、檐沟经过变形缝，则构造节点复杂又难以施工，保证防水很困难，所以规定不得经过，也不得通过防火墙，否则防火墙会失去作用。根据工程实例，金属压型板屋面外檐沟在有困难时可不找坡，内檐沟及内天沟的坡度宜为0.5%，但出山墙部分的天沟及檐沟端壁应设溢水口；

3 雨水口和雨水管的数量、管径布置及截面均受到汇水面

积的制约，应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015的有关规定，通过雨水口的排水量及每根雨水管的屋面汇水面积计算确定。实践证明，目前雨水管的内径普遍偏小，造成排水不通畅且易堵塞，为使排水及时和防止雨水管堵塞及经久耐用，宜加大雨水管的内径，其公称直径不应小于100mm。每一屋面或天沟不宜少于2个雨水口，主要是考虑屋面常年因积灰、落叶和大雪等原因有可能使一个雨水口堵塞后仍能安全排水。为了施工方便，规定雨水口中心距端部女儿墙内边不宜小于500mm。雨水管距离墙面不应小于20mm，雨水管的底端部排水口距散水坡的高度不应大于200mm，并应设45°弯头，是为了保证雨水不溅到外墙勒脚造成渗漏影响墙基；

4 为了使多跨厂房中间天沟的雨水尽快排出，不产生积水最好不设或减少中间天沟雨水口的设置，所以规定了多跨厂房中间天沟应结合厂房伸缩缝布置，并应采用两端山墙外排水；出山墙部分的天沟墙壁，应设溢水口。

6.5 墙 体

6.5.3 为解决金属压型板受撞击易变形损坏问题，金属压型墙板的低侧窗窗台以下（勒脚）部位，宜采用吸湿性小的砖、砌块砌筑，并按结构专业要求采取拉结措施。由于金属压型板面板较薄，承载能力差，洞四周泛水难以处理，所以当必须在墙体上开洞时，洞四周应采取加固措施，并做好防水构造处理。

6.6 楼面、地面

6.6.4 地面垫层的选择应根据面层类型，结合车间或工段分类使用要求进行选择。

6.6.5 地面垫层类型应根据面层种类不同进行选择，垫层的最

小厚度不宜小于80mm，混凝土垫层强度等级不应低于C15。当垫层兼面层时，混凝土垫层的最小厚度不宜小于100mm，混凝土强度等级不应低于C20，是考虑随捣随抹平面层，经济上比较合理。

6.6.7 调查表明，采用混凝土垫层而直接受大气影响的露天堆场、散水及坡道等地面，其填土地基极易引起沉降、开裂，为了保证工程质量，本标准规定在混凝土垫层下宜铺设水稳性较好的砂、炉渣、碎石、灰土等材料。

6.6.8 本条对楼地面的构造进行了规定，考虑如下：

1 有特殊要求的地面和楼面，为了做到经济合理，避免盲目性，应通过计算确定其构造及厚度；

2 地面和楼面经常有水和非腐蚀性液体介质作用时，地面和楼面多数用现浇水泥类面层，如混凝土、水泥砂浆或水磨石等，均可满足使用要求。在排水通畅的条件下，底层地面不需专门设置防水层，基层混凝土的密实性、抗渗性可以满足使用要求，如设计采用具有一定抗渗强度的混凝土做基层而避免采用防水层，在技术上、经济上也许更趋于合理，对此可进一步探索。采用装配式钢筋混凝土楼板，因其整体性较差，板缝较多在水和非腐蚀性液体流淌状况下，即使板面上做了结构整浇层，为防止构件及面层受温度影响产生热胀冷缩应力变形产生面层开裂，在墙体处应设防水层楼面混凝土板，翻高150mm是为了避免墙体渗水，提高防水可靠度；

3 经常冲洗或排出各种液体的地面和楼面坡度，按照材料表面粗糙程度考虑排水坡度，主要是在不影响生产操作条件下，尽量采用上限；当楼层为现浇钢筋混凝土板，因无填充层，全靠找平层找坡可采用下限。同时考虑排水沟的纵向坡度小于1.0%时，不但施工不易做到，且排水也可能不畅。规定其地面和楼面坡度一般不小于1.0%；

4 从保护墙、柱面及地面和楼面防渗需要，对踢脚板作了明

确规定；

5 从使用安全考虑，经常有水、油脂、油等易滑物质的地面踏步和坡道，应采取防滑措施；

6 地面沉降缝和楼层沉降缝、伸缩缝及防震缝的设置应与结构相应的位置一致，地面与墙体间可设沉降缝，主要考虑墙体沉降较大时，地面边缘不被破坏。从使用、安全、美观、防渗考虑，地面和楼面变形缝应做盖缝处理；

7 沟坑边缘、台阶和踏步边缘，这些部位有强烈作用下易受撞击、摩擦等机械作用而损坏，应采取加强措施。

6.7 室内环境

6.7.2 采光系数标准值在规定条件下与窗地面积比有一定的对应关系，在计算窗地面积比时，窗洞口面积应为其有效面积。

1）因为采光标准规定的采光系数标准值和室内天然光照度标准值是指参考平面上的平均值，工业建筑规定的参考平面为距地 1.00m 的平面，采光口离地面高度 1.00m 以下的部分不应计入有效采光面积；

2）影响采光系数的因素很多，除了窗洞口面积以外，室内饰面材料的反射系数、窗的透光材料和窗结构以及建筑物自身的外部遮挡物挑檐、装饰板、防火通道及阳台等都会对采光系数产生重要影响，在进行采光计算时都应包括在内。

6.7.4 对噪声源进行规定的目的一是为了降低车间某些区域的噪声，二是为了便于控制噪声传播。同时，对许多设备制造厂家并不提供其产品的噪声指标，这给设备选型造成了困难。本条对噪声源设备做出了相应的原则性规定，也是从目前的实际情况来考虑的。

6.7.5 冷加工厂房的通风问题并不突出，在需要通风的炎热季

节，侧窗一般能满足要求，但不能满足均匀采光的要求。为节省人工照明的能耗，目前设计普遍采用矩形天窗、采光带及采光罩。热加工车间室内热源发出的热量，致使室内气温高于室外，为改善生产或工作环境条件，需要不断通风换气，宜采用出风口为负压区的成品自然通风器或带挡风板矩形天窗，以确保通风效果。

为保证人员安全，天窗玻璃宜采用建筑用安全玻璃或玻璃纤维聚酯树脂采光板。

6.9 建筑防腐蚀

6.9.1 厂房的防腐除了考虑厂房内的腐蚀性介质外，还应考虑室外环境对围护系统的腐蚀性能，故对防腐蚀设计所依据的前提条件做了规定，同时考虑到腐蚀性对厂房带来的不利影响，在设计时应综合考虑施工维护等情况。

6.9.2 本条从建筑总平面布置上考虑建筑防腐做法，各条说明如下。

1 工程实践表明，大量散发腐蚀性气体或粉尘的生产装置对邻近建筑物和装置的设备仪表均有影响，总平面布置合理对减轻腐蚀极为有利，其中风向和风频是主要考虑因素，由于一些地区的最大风频与次风频是正对的，这些生产装置或建筑应布置在厂区全年最小频率风向的上风侧，而不是最大风频的下风侧；

2 由于厂房内生产或使用腐蚀性溶液和气体及粉尘的生产装置对邻近建筑物和内部设备，尤其对精密仪表和有洁净要求的地段影响较大，因此在厂房总图布置和厂房内各房间平面布置时要注意通风排气和控制粉尘排放，以减少有害气体和粉尘对人和产品的影响；

3 在液态介质作用的楼层，容易因渗漏（尤其是在孔洞周围和地漏附近）对下层的顶棚和墙面，甚至设备和电线等造成腐蚀。控制室和配电室若与具有腐蚀性的场所直接相通，气体、粉尘会

进入室内，液体会被带入，控制室和配电室内的仪表和配线对腐蚀性比较敏感，一旦腐蚀，影响非常大。

6.9.3 围护结构的防腐蚀需要关注使用环境，还需在选材、构造设计等方面有所考虑，各条说明如下。

1 两种不同电化学势的金属材料直接接触时，如暴露在腐蚀环境中，它们之间就会产生电流，发生电化学反应，较活泼的金属就会被腐蚀，故宜在接触部位采取隔离措施，如用喷漆或绝缘橡胶垫做隔离层并加密封措施；

2 厂房围护结构的结露，容易发生在多雨地区和寒冷地区，结露的部位会使气态或固态介质转化为液态介质而加重腐蚀，围护结构受到干湿交替作用破坏严重。对少数经常有蒸汽和湿度大的厂房完全避免结露很困难，故对可能结露部分要加强防护；

3 钢结构采用涂料防护的效果与基层除锈有很大的关系。除锈效果不同的基层，其涂层使用寿命的差别达 2～3 倍。除锈等级和除锈方法与涂料的品种和构件的重要性有关。一般重要结构要求喷射处理(Sa)，涂层效果最好，手工除锈(St)次之；

4 采用有组织外排水的目的是为了避免带有腐蚀性介质的雨水漫流而腐蚀建筑物的墙面。调查表明，生产过程中散发腐蚀性粉尘的建筑物，屋面设置女儿墙后，容易在女儿墙处大量积聚粉尘，且不易排出，反而加重建筑的腐蚀性，故规定不宜设置女儿墙；

5 屋面材料应结合环境的腐蚀性介质综合考虑，选择合适的耐腐蚀材料。许多工程实例表明，在强腐蚀和高湿度的环境下，彩涂压型钢板使用时间一般仅为 1～2 年，弱腐蚀环境下一般可使用 5～10 年。在腐蚀环境下尤其是在强腐蚀环境下，采用彩涂压型钢板时应采取必要的防腐蚀措施：如①压型钢板必须采用耐腐蚀、优良的基板、镀层和涂层，并有足够的厚度。单层压型钢板屋面板背面彩涂面漆、道数、厚度等与正面相同。②当为单层压型钢板与玻璃棉或岩棉等保温材料组成的复合保温板时，应设

置隔汽层防止湿气聚集。③压型钢板应采用隐藏式的紧固件连接、搭接构造。④在腐蚀性粉尘的作用下，压型钢板的屋面坡度不宜小于10%。⑤铝锌合金镀层钢板应避免与混凝土、铜和铅直接接触。⑥压型钢板屋面工程在使用过程中应有定期的检查和维修措施。⑦不能与主体结构设计工作年限相同时，应设计成便于更换的构件。

7 结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 钢结构工业厂房在实际工程中采用最多的是门式刚架结构、单层厂房框(排)架结构、多层及高层厂房结构。

1 门式刚架结构为平面结构体系，横向抗侧力体系为刚架结构，一般是梁、柱单元刚接的组合体，中间柱可以与斜梁铰接；纵向抗侧力体系宜为柱间支撑结构，也可采用局部刚接框架。门式刚架结构是单层厂房框架结构中的一种特殊形式，因在工程中门式刚架轻型厂房被广泛运用，且具有特色，故单独划为一种结构体系；

2 单层厂房框(排)架结构一般为平面结构体系，横向抗侧力体系为框(排)架结构；纵向抗侧力体系宜为柱间支撑结构，也可采用刚接框架。适用于采用钢柱或钢管混凝土柱、钢屋架或钢屋面梁承重的单层工业厂房，厂房内一般设有 A3～A8 工作级别的桥式吊车；

3 多层及高层厂房结构一般为空间结构体系，横向抗侧力体系宜采用框架结构、框架-支撑结构；纵向抗侧力体系宜采用框架结构、框架-支撑结构，也可采用柱间支撑结构。

本标准按照使用功能对结构体系进行分类，重点对上述三种结构体系提出相关规定。

7.1.2 厂房平面布置同一柱列的柱距宜相等，力求做到不同柱距的数量为最少，既可以减少计算单元，减轻计算工作量，也可以减少加工制作的构件类型。工艺要求净空高度相差不大的多跨厂房轨面宜做成等高、屋面宜连续，既可以节省钢材量，又能方便

制作。厂房构件设计与工艺管线走向、大小、位置密切相关。因此，前期方案布置阶段应该稳定管线布置方案。

7.1.5 钢结构的构造涉及节点和连接。节点和连接是否合理，直接牵涉到构件受力是否实现，直接与安全相关，也影响钢结构构件的制作、安装，与保证钢结构的施工质量关系密切。本条提出了构造、连接及节点的设计原则。

7.1.7 钢结构设计文件应注明对施工有特别要求或禁止的事项，如施工期间应采取临时措施保证结构的稳定安全；严禁对吊车梁下翼缘任意切割或点焊打火；不得对屋架下弦和屋面梁下翼缘任意切割或施焊横向焊缝；对要求“封闭式”施工的厂房，在柱脚未浇灌混凝土固定并达到相应设计强度前，严禁动用厂房吊车吊运施工物件等。按照建办质〔2018〕31号《住房城乡建设部办公厅关于实施“危险性较大的分部分项工程安全管理规定”有关问题的通知》和中华人民共和国住房和城乡建设部令第37号《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》的规定，设计文件应对存在危险性较大的分部分项工程，应提出设计的要求。在钢结构工业厂房中，应重点对起重吊装及起重机械安装拆卸工程，钢结构、管桁架结构安装工程，采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程等提出安全要求。

7.1.11 重庆较多地区为山地地形，工业厂房通常占地面积较大，其地基基础的设计尤其应注意以下几点：

1 对于厂房有潜在威胁的滑坡、泥石流、危岩崩塌以及岩溶、土洞强烈发育地段、采空区可能引起塌陷等不良地质地段，未经处理，不应选作建筑场地；

2 新近填土和含有生活垃圾或有机质废料的填土，未经处理不得直接作为基础持力层；

3 当拟利用压实填土作为持力层时，应在平场前综合考虑场地地质条件、厂房荷载、基础形式、埋深、填料成份和现场条件

等影响选择合理的回填方案，并对拟压实的填土提出质量要求；未经检验以及不符合质量要求的压实填土，不应作为基础持力层；

4 对于土岩组合地基，应根据地基和上部结构的具体情况采用相应的地基基础方案；地基处理可根据土岩分布情况采用褥垫、置换、桩基，梁(拱)跨越处理等措施；

5 对于岩石地基，应充分考虑岩层产状、岩层特性的变化对地基承载力和变形的影响；岩石地基主要持力层深度内存在软弱下卧层时，应进行下卧层承载力验算；

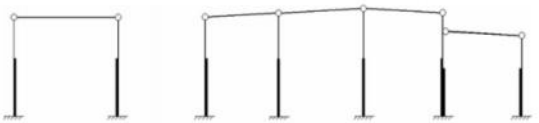
6 建造在斜坡上或坡顶附近的钢结构工业厂房，应进行地基稳定性验算；

7 厂房内部动力设备基础宜与厂房基础及主体结构脱开布置。

7.2 单层框(排)架厂房

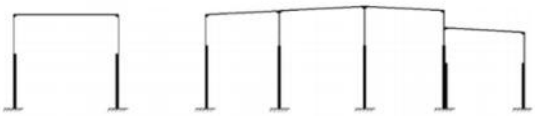
7.2.1 单层厂房排架柱的柱脚应刚性固定于基础；框架柱的柱脚与基础连接可采用刚接，也可采用铰接，但对厂房较高、吊车吨位较重或对厂房侧向刚度要求高的框架厂房，柱脚宜刚性固定于基础。

铰接排架可简称为排架，刚接框架可简称为框架。典型框(排)架的计算简图如图 7.2.1-1～7.2.1-3 所示。图 7.2.1-3(c)所示的框排架结构形式，可在一些特殊情况下使用。



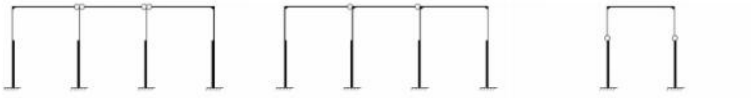
(a) 单跨　　(b) 多跨

图 7.2.1-1　铰接排架的计算简图



（a）单跨　　（b）多跨

图 7.2.1-2　刚接框架的计算简图

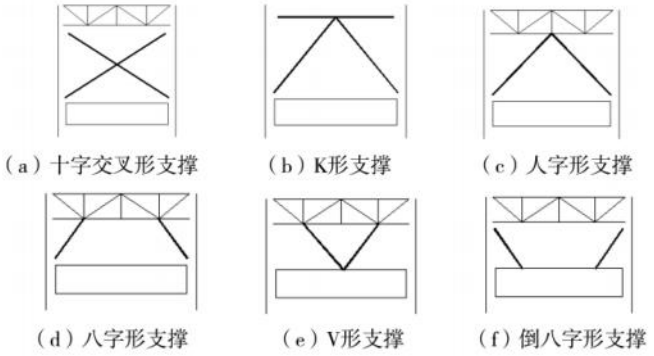


（a）边柱刚接框排架　　（b）设置塑性铰的框排架　　（c）上刚架与下悬臂铰接的框排架

图 7.2.1-3　框排架的计算简图

7.2.2　刚接框架结构采用变截面实腹式工字形屋面梁，有利于提高其经济性。框桁架结构是指屋面框架梁端头一定范围为实腹梁、跨中为桁架的结构形式，这种结构形式能够同时发挥实腹梁和桁架的优点，同时具有良好的经济性。

7.2.3　上段柱及中段柱的柱间支撑宜选用十字交叉形、K 形及人字形，当柱间距较大时，可采用八字形及 V 形（图 7.2.3-1）；下段柱的柱间支撑宜选用十字交叉形、K 形及人字形，当柱子较高时，可以设置双层，当柱间距较大时，或工艺上有特殊要求时，可采用门形、L 形、Y 形等特殊型式（图 7.2.3-2）。



（a）十字交叉形支撑　（b）K形支撑　（c）人字形支撑

（d）八字形支撑　（e）V形支撑　（f）倒八字形支撑

图 7.2.3-1　上段柱及中段柱柱间支撑的形式

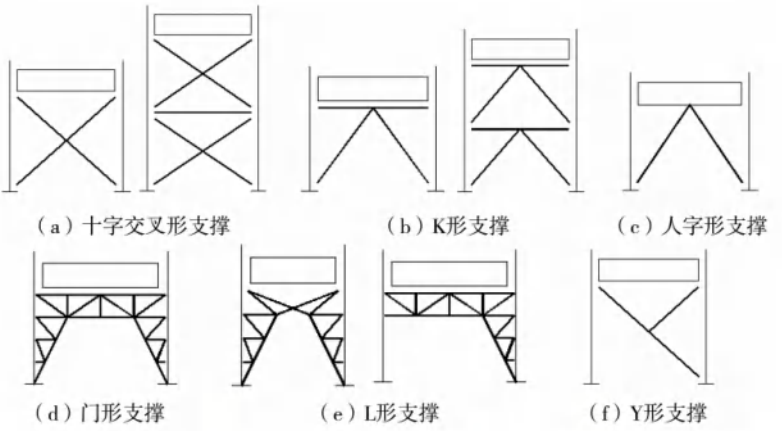


图 7.2.3-2　下段柱柱间支撑的形式

柱间支撑作为厂房纵向最主要的抗侧力构件和耗能构件，其布置应满足现行抗震设计规范的要求，其承载力应具有一定的富裕度；厂房纵向长度较长时，宜设置两道下柱支撑，有利于加强厂房的防连续倒塌能力。厂房内辅助用房往往布置在纵向柱列线上，过跨台车要横穿柱列，上吊车检修走台梯及屋面检修单轨吊也往往布置在厂房端部，柱间支撑的布置容易与上述建构筑物干涉。因此，特别提醒注意。柱间支撑的型式，应优先选用刚度和受力均较好的十字交叉等形式，因受生产工艺等限制，才考虑其他形式或特殊的支撑形式。对同一列柱，当柱间支撑采用两种不同的形式时，不同形式的柱间支撑抗侧刚度宜相等。

7.2.8　柱的结构类型，可分为等截面柱、变截面柱、阶形柱和分离式柱四大类，其中等截面柱及变截面柱适用于无吊车或吊车起重量不大于 20t 的 A1～A5 工作级别桥式吊车或 3t 悬挂式起重机的门式刚架轻型厂房或类似的轻型厂房，其有关设计等要求可见 7.3 节。分离式柱适用于半门型起重机或厂房改扩建工程。

当吊车起重量较大时，为了降低厂房耗钢指标，工业厂房阶形柱的下段柱经常采用钢管混凝土柱，钢管混凝土柱及其节点的

计算和构造设计，应符合现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936 的有关规定。

7.2.10 柱子截面形式以及截面尺寸的初选，可以参考如下钢结构厂房设计的经验选用：

1 实腹式柱的截面形式可以根据荷载的大小及使用功能按照图 7.2.10-1 选用。其中，(f)常用于厂房边列阶形柱的下段柱或双肩柱的中段柱，(g)、(h)、(i)常用于荷载较大的等截面柱；

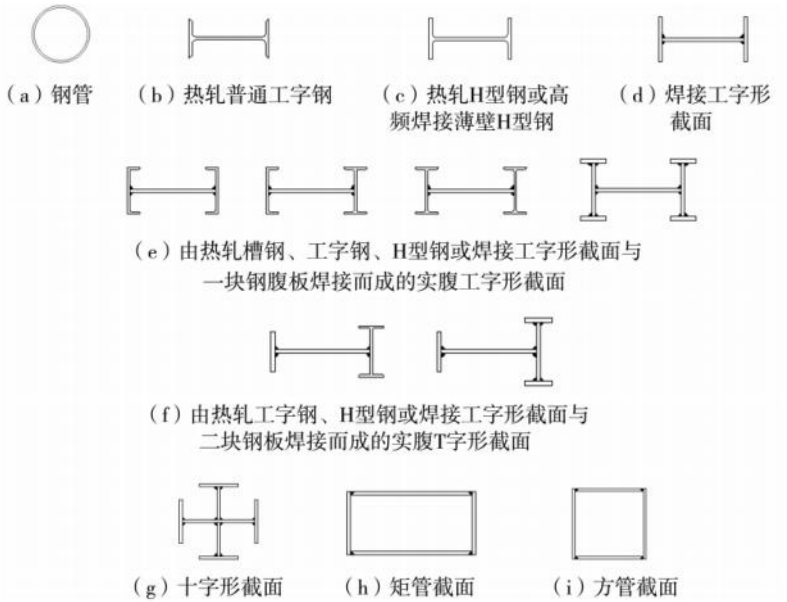
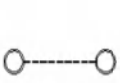


图 7.2.10-1 实腹式柱的截面形式

2 格构式柱的截面形式可以根据吊车吨位的大小及厂房的高度等按照图 7.2.10-2 选用。其中，(e)常用作吊车吨位特别大的厂房柱，(f)常用作转炉炼钢的塔楼柱，(g)常用作轨顶标高很高的冷轧厂房柱；



(a) 由热轧槽钢、热轧工字钢、热轧H型钢、角钢与钢板焊接截面、焊接工字形等的组合截面



(b) 双管组合截面



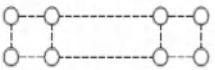
(c) 三管组合截面



(d) 四管组合截面







(e) 双肢为热轧H型钢组合截面　(f) 双肢为焊接箱形截面　(g) 双肢为四管组合截面

图 7.2.10-2　格构式柱的截面形式

3　柱子初选断面时，可根据柱子高度及吊车情况，参考表7.2.10初估截面高度。如果需要在上段柱的腹板中设置人孔，则其截面高度不宜小于750mm。中段柱的截面高度一般根据上段柱与下段柱的截面尺寸由构造确定。

等截面柱及上段柱的截面宽度的选择，宜使柱子平面外长细比与平面内长细比接近，可取其截面高度的0.35～1.00倍，一般不宜小于300mm。厂房柱的下段柱的截面宽度（垂直于跨度方向）可取截面高度的1/2～1/5，或下段柱高度的1/20～1/30，一般不宜小于400mm。分离式吊车肢的截面高度（沿吊车梁方向）约为其本身高度的1/15。以上均是长期设计经验的总结，供设计参考，可提高设计效率。

7.2.11　单层厂房下端固接的阶形柱平面内的计算长度，计算时应注意以下几点：

1　阶形柱与横梁（屋架）铰接时，可将柱视为柱顶自由的阶形柱；柱与屋架刚接时，可将柱视为柱顶可移动但不转动的阶形柱；柱与横梁刚接时，应考虑横梁的刚度对柱计算长度的影响，可按照《钢结构设计标准》GB 50017-2017 第8.3.3条第1款第2）项的规定执行；

表 7.2.10　框(排)架柱的截面高度(m)

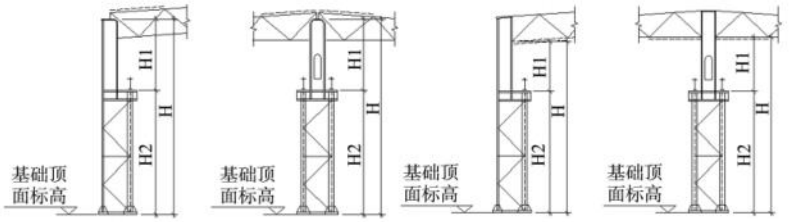
柱类别		柱高(m)	无吊车厂房	轻型厂房 Q≤30 吨	中型厂房 Q≤50～100 吨	重型厂房 Q≤125～250 吨	特重型厂房 Q≥300 吨
等截面柱		$H \leqslant 9$	$(\frac{1}{15} \sim \frac{1}{20})H$	$(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{18})H$	—	—	—
		$9 < H \leqslant 20$	$(\frac{1}{18} \sim \frac{1}{25})H$	$(\frac{1}{15} \sim \frac{1}{20})H$	—	—	—
		$H > 20$	$(\frac{1}{20} \sim \frac{1}{30})H$	—	—	—	—
阶形柱	上段柱	$H1 \leqslant 5$	—	$(\frac{1}{7} \sim \frac{1}{10})H_1$	$(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{9})H_1$	—	—
		$5 < H1 \leqslant 9$	—	—	$(\frac{1}{8} \sim \frac{1}{10})H_1$	$(\frac{1}{7} \sim \frac{1}{10})H_1$	$(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{9})H_1$
		$H1 > 9$	—	—	$(\frac{1}{9} \sim \frac{1}{12})H_1$	$(\frac{1}{8} \sim \frac{1}{12})H_1$	$(\frac{1}{7} \sim \frac{1}{10})H_1$
	下段柱	$H \leqslant 18$	—	$(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{15})H$	$(\frac{1}{11} \sim \frac{1}{15})H$	$(\frac{1}{9} \sim \frac{1}{12})H$	$(\frac{1}{8} \sim \frac{1}{10})H$
		$18 < H \leqslant 26$	—	—	$(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{18})H$	$(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15})H$	$(\frac{1}{9} \sim \frac{1}{12})H$
		$H > 26$	—	—	$(\frac{1}{15} \sim \frac{1}{20})H$	$(\frac{1}{12} \sim \frac{1}{18})H$	$(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15})H$

注：表中 H —柱的全高；H_1—阶形柱的上段柱高，参见图 7.2.11-1、图 7.2.11-2。

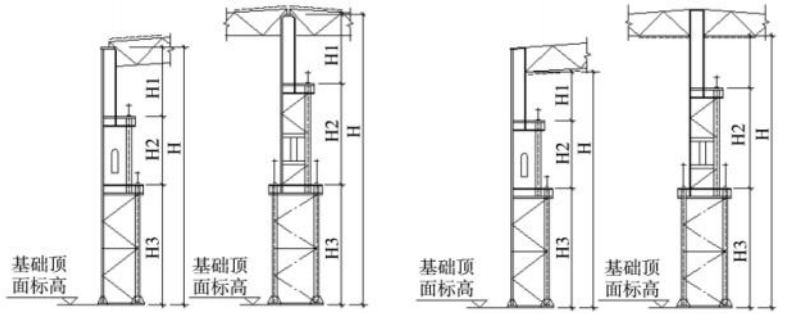
2 阶形柱的计算长度应依据厂房的跨度、纵向温度区段一个柱列的柱子数、屋盖情况和屋盖纵向支撑设置情况进行折减，折减系数可按《钢结构设计标准》GB 50017-2017 表 8.3.3 执行；

3 当计算格构柱或屋架的惯性矩时，应考虑柱或屋架高度变化或腹杆变形的影响；

4 厂房柱的计算高度与柱和屋盖的连接有关：当柱与屋架或横梁铰接时，柱的计算高度取至柱顶；当柱与屋架刚接时，柱的计算高度取至屋架的下翼缘。阶形柱分段计算高度的确定如图 7.2.7-1 所示；



（a）柱顶铰接的单阶柱及其计算高度　（b）柱顶刚接的单阶柱及其计算高度



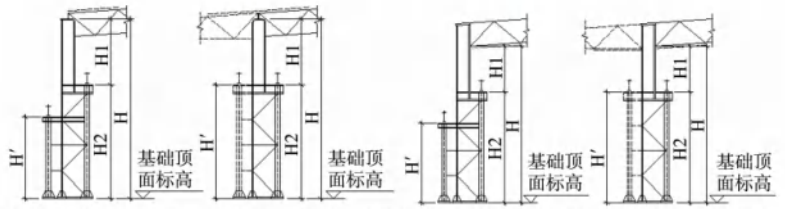
（c）柱顶铰接的双阶柱及其计算高度　（d）柱顶刚接的双阶柱及其计算高度

图 7.2.11-1　阶形柱计算高度

5 带有分离式柱的阶形柱计算高度的确定如图 7.2.7-2 所示。分离式柱系将一侧吊车肢与组成横向框架的下柱分离，两者之间以水平板相连组成的混合柱，由于水平板在竖向的刚度很

小，不满足缀板柱的构造要求，故认为分离式柱肢独立承担其吊车竖向荷载，其吊车水平荷载则由横向框架的柱肢承担。分离式柱构造简单，一般用于厂房边列柱外侧设有轨面标高较低的露天吊车，或厂房扩建跨时采用，可以减少对旧有横向框架的影响；

6 当柱与横梁刚接时，柱的计算高度取至横梁的形心线。



（a）柱顶铰接的带有分离式柱的计算高度（b）柱顶刚接的带有分离式柱的计算高度

图 7.2.11-2 带有分离式柱的阶形柱计算高度

7.2.12 厂房柱的平面外支承点，有柱的支座、吊车梁系统或辅助桁架、托架以及支撑和纵向梁的固定节点等。

7.2.13 格构柱的缀条计算和吊车肢平面外的弯矩计算的可按如下规定执行。

1 格构柱缀条计算时，缀条承受柱截面水平剪力 V，应取柱实际的水平剪力和式(7.2.13-1)计算所得出的剪力两者的较大值，由承受该剪力的缀条平均分担；

$$V=\frac{Af}{85\varepsilon_k} \tag{7.2.13-1}$$

式中：A ——柱全截面面积(mm^2)；

f ——钢材的强度设计值(N/mm^2)；

ε_k ——钢号修正系数，其值为 235 与钢材牌号中屈服点数值的比值的平方根。

缀条应按轴心受力杆件计算强度和稳定性，并应验算缀条与柱肢的连接焊缝。

2 吊车梁采用平板式支座时(图 7.2.13-1)，格构式柱的吊车肢会承受吊车梁支座反力之差 (R_1-R_2) 产生的弯矩 M_y。M_y

可假定全部由吊车肢承受，其沿柱高度方向弯矩的分布可近似地假定在吊车梁支座处为铰接，在柱脚处为刚性固定（图 7.2.13-2）。

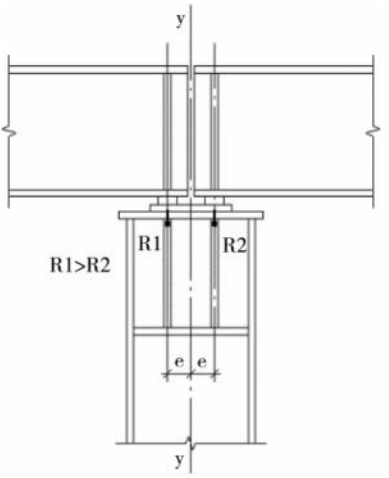


图 7.2.13-1　吊车梁支座反力的偏心影响

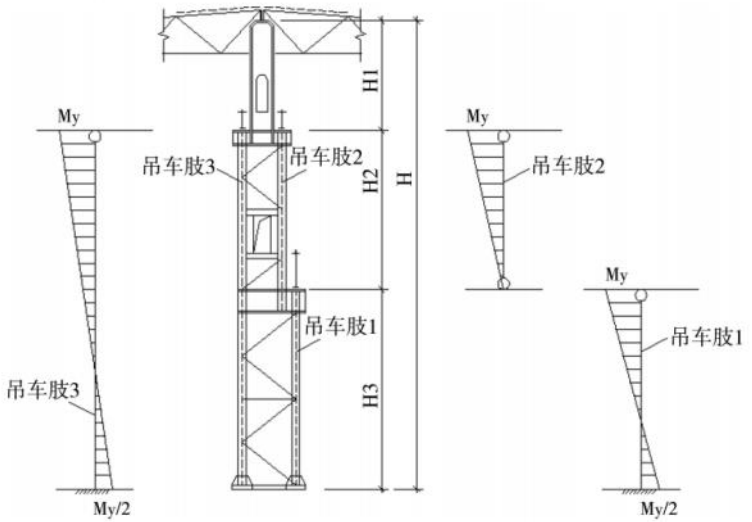


图 7.2.13-2　吊车肢平面外的弯矩分配图

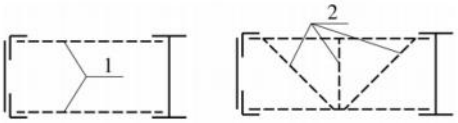
吊车肢的局部弯矩 My 可按下式计算：

$$M_y = (R_1 - R_2)e \qquad (7.2.13\text{-}2)$$

式中：R_1、R_2——相邻两吊车梁或吊车桁架的支座反力(N)，$R_1 > R_2$；

e ——吊车梁或吊车桁架支座反力作用线至吊车肢重心线(y 轴线)间的距离(mm)。

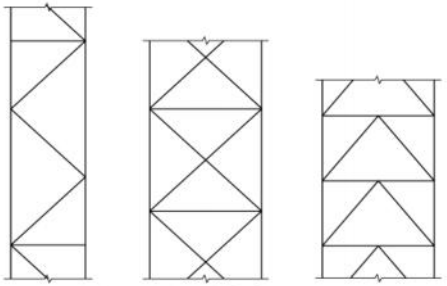
7.2.16 框(排)架单层厂房一般有吊车作用，且高度较高，格构柱的缀件宜采用缀条式。H 型钢格构柱的缀条截面宜采用 T 型钢或单角钢，两侧缀条之间可根据平面内和平面外长细比相近的原则选择不连系或相互连系(图 7.2.16-1)。缀条的立面形式见图(7.2.16-2)。



(a) 缀条间不连系　　(b) 缀条间连系

图 7.2.16-1　缀条的平面形式

1—缀条；2—缀条间连系杆



(a) 单边缀条　(b) X形缀条　(c) K形缀条

图 7.2.16-2　缀条的立面形式

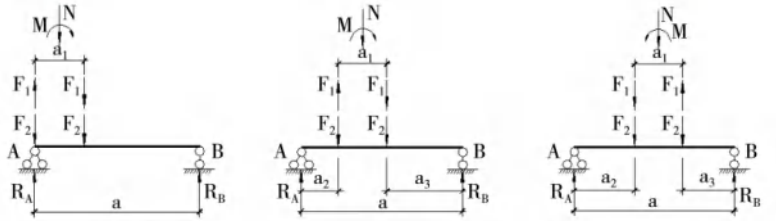
7.2.18 单层刚排架厂房柱脚最常用的型式是插入式柱脚和外露式柱脚。分离式柱脚是外露式柱脚的一种，用于格构柱。格构柱的整体式柱脚因构造计算复杂、耗钢量大，在工程中已经运用较少。

7.2.19 实腹式柱身肩梁计算如下。

1 肩梁是连接上柱和下柱的重要节点，应能够保证上、下段柱连接成整体，肩梁应具有一定的刚度，以减少上柱的 P-Δ 效应。肩梁高度不宜过小，初步选择时，肩梁高度可取下段柱截面高度的 0.4～0.6 倍；

2 肩梁受力比较复杂，肩梁的计算公式，一是参考国内的钢结构设计手册，二是参考国内有关学者对肩梁进行的有限元分析及试验研究成果：如西安建筑科技大学董振平、牛狄涛的《钢管混凝土双肢柱肩梁受力性能与设计方法研究》，于安林、童根树的《钢管混凝土柱肩梁研究总结及建议》，董超的《钢格构柱肩梁的计算分析》等。肩梁计算可以归纳为：a）不管是单腹壁肩梁、还是双腹壁肩梁，上、下盖板与腹板可以共同受力，但上、下盖板沿盖板宽度方向正应力分布不均，存在明显的中部大两边小，即存在“剪力滞后”现象，故正应力计算时，应采用肩梁的有效截面模量；b）肩梁破坏模式常为腹板的剪切破坏，肩梁剪应力计算时，考虑到腹板抗剪承载力的重要性，可不考虑上下盖板参与工作，仅考虑腹板抵抗剪力，并且考虑剪应力的不均匀性，最大应力取平均应力的 1.5 倍；c）肩梁剪应力沿腹板分布不均匀，与上盖板相交处剪应力大，且与最大剪应力相差不多，故应补充验算折算应力；

3 肩梁可按简支梁计算内力，其计算简图见如图 7.2.15-1 所示；



（a）边柱肩梁计算简图　（b）中柱肩梁计算简图一（$a_2 \leqslant a_3$）　（c）中柱肩梁计算简图二（$a_2 > a_3$）

图 7.2.19-1　肩梁计算简图

$$F_1 = \frac{M}{a_1} \qquad (7.2.19\text{-}1)$$

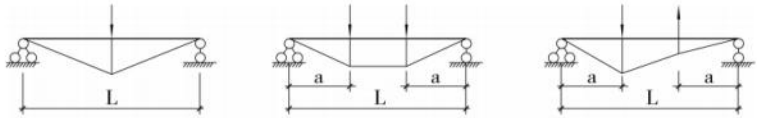
$$F_2 = \frac{N}{2} \qquad (7.2.19\text{-}2)$$

式中：N、M ——上段柱传来的对肩梁的最不利组合内力设计值（N 、N·mm）；

a_1 ——上段柱两翼缘板中心间的距离，可近似地取上段柱截面高度(mm)。

图中 a 为肩梁的计算跨度，对下柱为纯钢结构的肩梁，可取下段柱两分肢重心线之间的距离；对下柱为钢管混凝土柱的肩梁，简支梁的跨度可取钢管混凝土柱肢内侧与肩梁腹板间连接焊缝的距离。

4 肩梁的有效截面模量计算时，L' 的可按图 7.2.19-2 所示取值；



(a) $L'=L$　　(b) $L'=2a$　　(c) $L'=2a$

图 7.2.19-2　L' 的取值方法

5 当吊车梁为突缘式支座，计算肩梁腹板剪力时尚需考虑两侧吊车梁对柱的最大支座反力 R_{max} 的作用，计算剪力时，在吊车肢一侧 $V_{max} = R_B + \frac{kR_{max}}{2}$，$R_B$ 为肩梁在吊车肢的反力设计值，R_{max} 为两侧吊车梁对柱的最大压力设计值，k 为 R_{max} 的传力不均匀系数，可取 $k=1.2$。

7.2.20 近年来，具有重型、特重型吊车的厂房柱肩梁，特别是钢管混凝土柱的肩梁，发生了不少钢板和焊缝开裂现象。究其原因，除了施工质量较差外，吊车的超频繁使用使肩梁上盖板及其与加劲肋的连接焊缝产生了疲劳破坏，应引起高度重视。设计时

吊车肢的局部承压宜按纯钢结构考虑，不宜考虑混凝土的承压作用，或者适当增大板厚，加强焊缝质量，必要时进行疲劳验算；施工必须确保质量。

7.2.21 人孔的内力计算，采用有限元分析准确度高，但工作量大，除特殊的情况外，一般很少采用。工程上一般采用简化的计算方式，即假定柱肢上下两端为固定，反弯点在柱肢的中间进行人孔分肢的内力分析，如图所示 7.2.21-1、7.2.21-2 所示。

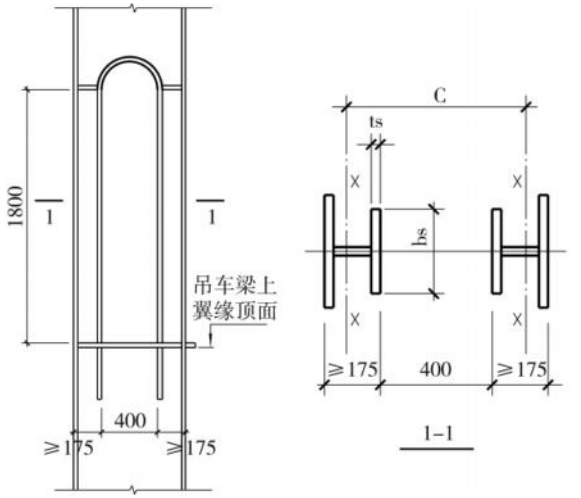
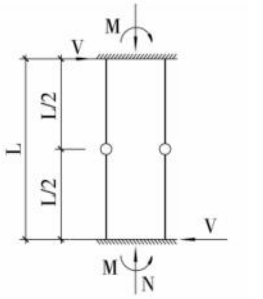
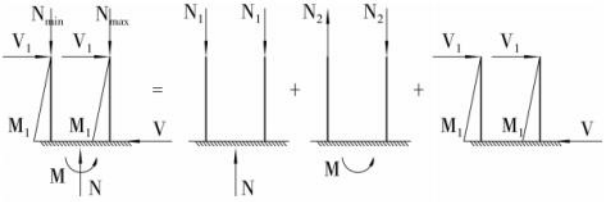


图 7.2.21-1 **柱人孔**



（a）人孔肢上的反弯点位置



（b）人孔肢内力

图 7.2.21-2　人孔的计算简图

作用在一个肢上的轴心压力为：

$$N_{max}=\frac{N}{2}+\frac{M}{c} \qquad (7.2.21\text{-}1)$$

作用在一个肢上的剪力为：

$$V_1=\frac{V}{2} \qquad (7.2.21\text{-}2)$$

作用在一个肢上的局部弯矩为：

$$M_1=\frac{1}{4}VL \qquad (7.2.21\text{-}3)$$

式中：M、N、V ——人孔范围框架内力分析时所提供的最不利组合内力（N·mm、N、N）；

c ——人孔两肢形心线之间的距离（mm）；

L ——人孔计算高度，取人孔净空高度（mm）。

7.2.24　上层柱间支撑承受山墙传来的风荷载、屋盖重力荷载对应的纵向地震作用；中层及下层柱间支撑除承受本层山墙传来的风荷载、纵向构件重力荷载对应的纵向地震作用外，还承受吊车的纵向刹车力，以及上层柱间支撑传递来的纵向力。当支撑同时承担结构上其他荷载作用时，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50007 的规定进行组合。

上层及下层柱间支撑均为单片支撑时，上、下层支撑形心线应重合。当下层柱间支撑为双片支撑时，上层柱间支撑的形心线与下层柱间任何单片支撑形心线重合时，则由该单片支撑独立承

担其传递的纵向水平力；否则，应根据其与下层双片支撑各自形心线的距离按简支梁分配其纵向水平力。当吊车梁中心线与吊车肢单片柱间支撑的形心线重合时，吊车肢单片柱间支撑独立承担吊车的纵向刹车力。

7.3 门式刚架轻型厂房

7.3.2 实践证明，多跨刚架采用单坡或单脊双坡有利于屋面排水；若工艺、建筑确定采用多坡结构形式，须考虑屋面排水及积雪堆积效应等不利影响。近年来带拉杆雨棚的门式刚架结构应用较多，本标准列出其形式示意，但拉杆雨棚的存在导致相邻边柱受力复杂，应注意模型的准确性及构造的合理性。

7.3.4 门式刚架轻型厂房的温度区段长度，应符合本标准7.1.8条的规定。钢结构厂房纵向构件一般采用螺栓连接，对于无吊车房屋，总长度不大于300m时纵向构件端部连接处的螺栓孔可以消除温度变化的影响；对于有桥式吊车的房屋，由于吊车梁和下柱支撑形成的纵向受力体系刚度较大，释放温度变形的能力有限，因此对于有桥式吊车房屋，纵向温度伸缩缝的间距宜从严控制。纵向伸缩缝可采用双柱；也可以在檩条、系杆的连接处采用长圆孔构造，该处屋面板、墙面板在构造上应允许涨缩。

在每个温度区段、结构单元或分期建设的区段，厂房应设置独立的支撑系统，保证结构单元的稳定性。

7.3.9 房屋山墙侧有大尺寸拉杆雨棚时，雨棚拉杆水平力通过山墙刚架与端部横向水平支撑传递给柱间支撑，对屋面支撑系统及相关刚架梁影响较大，应通过整体空间模型进行分析。

7.3.10 门式刚架轻型厂房，当设有吊车时，宜采用等截面柱，柱底宜刚接。当没有吊车时，宜采用楔形柱，柱底可铰接，这可取得较好的经济效益。

门式刚架轻型厂房，当受压板件的局部稳定临界应力低于钢

材屈服强度时，可按实际应力验算板件的稳定性。也可利用腹板曲屈后强度，采用有效宽度计算板件的有效截面，进行构件的强度、稳定的计算，其梁柱构件利用腹板曲屈后强度的强度，平面内、平面外计算公式可按现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 执行。

刚架斜梁是以承受弯矩为主、轴力为次的压弯构件，其轴力随坡度的减小而减小。门式刚架结构屋面坡度一般在 1/8～1/20，在竖向荷载作用下斜梁所受的轴力很小，斜梁按压弯构件计算的稳定计算应力一般不会超过强度计算的应力的 5%，因此刚架斜梁在平面内一般可按压弯构件计算其强度。

斜梁在柱端下翼缘受压，应在受压翼缘的侧面布置支撑作为斜梁的侧向支承。当屋面斜梁和檩条之间设置的隅撑满足：在屋面斜梁两侧均设置隅撑，隅撑上支承点的位置不低于檩条形心线，一对隅撑按受压杆件设计应满足本标准第 7.5.19 第 2 款的要求时，下翼缘受压的屋面斜梁平面外计算长度可以考虑隅撑的作用。同时注意，屋面斜梁截面高度较高、受压翼缘面积较大时，隅撑构不成完全的支承条件，不能充分地给梁受压翼缘提供侧向支撑，仅仅是弹性支承，需要按照隅撑-檩条支撑体系，计算下斜梁的弹性临界弯矩。具体计算公式可按现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 的规定执行。

7.3.17 平板式柱脚构造简单，施工便捷，在门式刚架轻型厂房工程中应用广泛，但也存在锚栓定位偏差大导致钢柱定位困难，柱脚刚接弯矩较大时柱脚锚栓规格大、柱脚用钢量偏大等问题。插入式柱脚传力机理明确，柱脚构造简单，施工方便，具有良好的抗震性能，在多项单层工业厂房工程中使用且效果良好。

7.4 多层和高层厂房

7.4.2 规则的框架结构和框架-支撑结构厂房适用的最大高度，

可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的多层和高层钢结构房屋适用的最大高度确定。对框排架结构厂房、楼层上设置有贮仓等大型重设备的厂房、楼板有大开口的厂房、平面和竖向均不规则的结构，厂房的适用高度宜降低。

7.4.3 本条与现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的多层和高层钢结构房屋有关规定一致。多层和高层钢结构工业厂房应根据所在地的抗震设防类别、抗震设防烈度以及厂房高度采用不同的抗震等级，并符合相应的计算和抗震措施，采用与其抗震等级对应的“作用效应调整系数”和“抗震构造措施”，以满足厂房的抗震要求。

考虑到不同类型厂房设备荷载相差大，结构布置不规则，结构受力复杂等情况，对符合 7.4.2 条中 3、4、5 款情况的厂房，其抗震等级的高度分界比民用钢结构房屋降低了 10m。

7.4.18 对于多层和高层厂房中的侧向单层框(排)架，因其刚度弱，在地震作用下水平力主要由多层和高层框架分担，可参考单层框(排)架结构，对强柱弱梁、强连接弱杆件适当放松。其余的多层和高层框架、框架-支撑结构应严格按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定，进行强柱弱梁、强连接弱杆件等的设计计算。多层和高层厂房除应进行地震作用下的弹性效应计算外，尚应按有关规定进行结构在罕遇地震作用下的弹塑性变形验算。

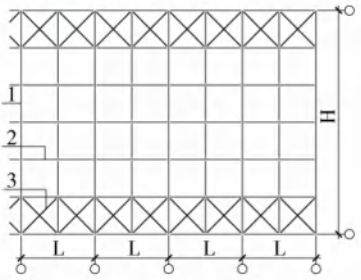
7.5 屋盖系统

7.5.1 厂房屋盖的设计不仅与建筑体型有关，而且需要满足通风、采光、保温、排水等建筑功能要求，一些大型工业厂房屋面还有除尘等工艺要求。厂房屋盖分为有檩屋盖体系和无檩屋盖体系。无檩体系通常采用钢筋混凝土预制大型屋面板，通过屋面板平面内的刚度及与钢屋架的有效焊接保证屋面的刚度，这种体系

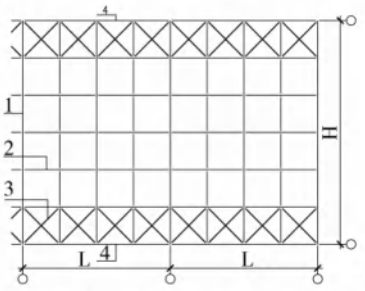
随着厂房大型化、绿色化的发展，运用逐渐减少。故本条推荐采用以压型钢板为代表的有檩轻屋盖体系。本节规定均是针对有檩轻钢屋盖体系，无檩体系的有关要求可按现行国家和行业标准采用。

7.5.2 厂房屋盖通常为平面结构体系。现今工业厂房设计中，工艺条件对建筑空间要求越来越高，双向大柱网布置需求逐渐增多，屋架大面积吊挂工艺荷载也比较常见，空间网架结构能够很好地实现大空间布置并能灵活设置吊点供工艺吊挂荷载使用，从技术上和经济性上很好地满足了工业厂房的设计需求。网架结构设计应满足《钢结构设计标准》GB 50017、《空间网格结构技术规程》JGJ 7 等现行国家、行业标准的要求。其中，对于网架支承柱结构设计时，计算长度应按照《钢结构设计标准》GB 50017-2017 附录 E 进行取值；对复杂结构体系计算长度不易确定时，可采用《钢结构设计标准》GB 50017-2017 第 5.5 节的直接分析设计法进行设计。

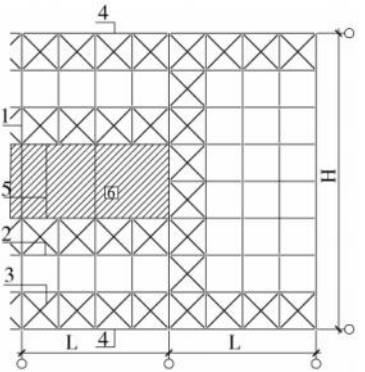
7.5.3 有檩屋盖常规的布置方式有屋面檩条直接传递荷载至屋架（屋面梁）的布置方式（图 7.5.3a）；当厂房柱距大于 18m 时，可采用增设托架（托梁）并设置柱间屋架（屋面梁）、再布置檩条的复式布置方式（图 7.5.3b、图 7.5.3c）。



（a）无天窗屋盖布置方式



（b）有托架（托梁）屋盖布置方式



（c）有天窗屋盖布置方式

图 7.5.3

1—屋架（屋面梁）；2—檩条；3—屋架支撑；4—托架（托梁）；
5—天窗桁架（支撑梁）；6—天窗范围

7.5.13 实腹式檩条的截面高度宜取跨度的 1/35～1/50，截面宽度应由所选的型钢规格确定；桁架式檩条的高度宜取跨度的 1/12～1/20，空间桁架上弦的总宽度宜取截面高度的 1/2～2/3；桁架式檩条上、下弦杆的节间长度可取 400mm～800mm，斜腹杆倾角宜取 40°～60°。

屋面坡度不大于 1/10，屋面板能阻止檩条侧向位移和檩条的扭转，可按现行《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 的规定，可仅需作沿腹板平面内的强度计算，无需计算垂直于腹板的荷载分量作用。

檩条的挠度应满足附录 B 的要求。对于悬挂钢窗，天窗窗扇上檩条的竖向挠度尚不得超过 10mm，天窗侧壁下的檩条的竖向挠度尚不得超过 20mm（无中间侧向竖杆）或 10mm（有中间侧向竖杆）。

实腹式檩条宜将其腹板垂直于屋面坡面，对 C 形、Z 形和倒 L 形檩条，宜将上翼缘肢尖朝向屋脊方向，也可变化檩条朝向平衡屋面对檩条的倾覆力矩。

7.5.14 拉条作为檩条的侧向支承，承担了屋面坡向分力，在施工和使用过程中减少了檩条的侧向变形，设置十分必要。多道拉条设置时宜均匀间隔布置，也可不均匀布置，可调整檩条侧向弯矩。拉条设计时，可假定拉条为檩条的侧向支承点，按连续梁计算拉条的内力，设计时按受力最大的一根拉条选择截面，其余受力较小的拉条选用相同的截面；冷弯薄壁型钢C形、Z形檩条的拉条计算可按现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022的规定执行。

7.5.15 屋架设计时，梯形屋架跨中的高度可取跨度的1/8～1/14，人字形屋架可取跨度的1/10～1/18。屋架计算简图的简化应符合现行国家标准《钢结构设计标准》的相关规定，对采用H形或钢管杆件，当节点具有刚性连接特征时，应考虑节点刚性引起的次弯矩。

7.5.16 屋面梁设计时，工字形实腹屋面梁的截面高度可取跨度的1/25～1/40。

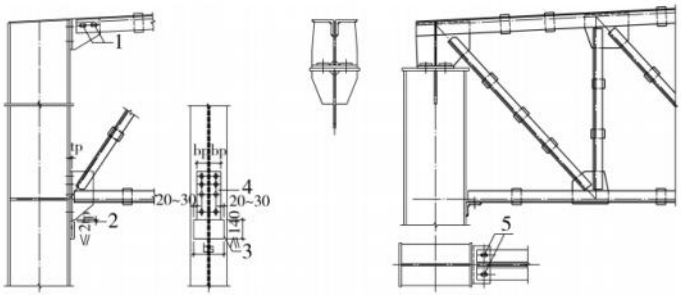
7.5.17 托架或托梁设计时，托架的高度可取跨度的1/5～1/12。托梁的高度可取跨度的1/8～1/18。托架或托梁在全部荷载标准值作用下产生的挠度应满足本标准附录B的要求，跨度较大时宜起拱。托架计算简图的简化应符合现行国家标准《钢结构设计标准》的相关规定，对采用对H形或箱形截面杆件，当节点具有刚性连接特征时，应考虑节点刚性引起的次弯矩。

7.5.18 X形交叉撑杆可按拉杆设计。普钢结构的拉杆除张紧的圆钢或钢拉索外，实际工程中其长细比超过250的极少，故本标准普钢屋面支撑拉杆的长细比建议不超过250，有工程经验时可突破。

7.5.19 对铰接屋架，屋架下弦受拉，隅撑的作用主要是约束屋架下弦，减少屋架下弦的平面外长细比，其隅撑构件以控制长细比进行设计。对刚接屋架（刚架屋面梁），在屋架（屋面梁）中部，隅撑可约束屋架下弦（屋面梁下翼缘），减少屋架下弦的平面外长

细比；在屋架（屋面梁）端部，屋架下弦（屋面梁下翼缘）受压，隅撑起支承作用，保证屋架（屋面梁）平面外的稳定性，对起支承的隅撑，除控制长细比外，尚应满足支承力的要求。隅撑宜在屋面恒载基本安装完成后固定，否则宜考虑屋面重力对隅撑承载力的影响。

7.5.20 屋架柱的铰接连接宜采用平板支座，支座宜采用螺栓或螺栓加焊接连接，边柱屋架的支座受力中心宜对准柱截面中心（图 7.5.20-1b），中柱两边屋架的合力点宜对准柱截面中心。当采用刀板支座与柱连接时，屋架端板与支托板应刨平顶紧，端板与柱翼缘板可采用螺栓连接（图 7.5.20-1a）。

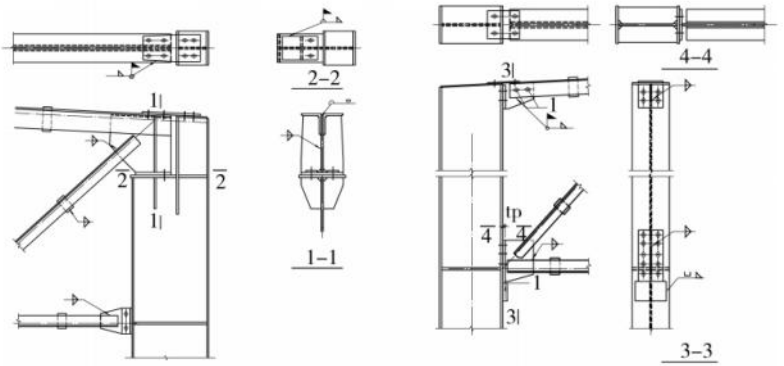


（a）下承式屋架刀板连接　　（b）上承式屋架平板板连接

图 7.5.20-1　屋架与柱铰接连接节点

1—上弦开长圆孔；2—刨平顶紧；3—支托板；4—支承板；5—下弦开长圆孔

屋架与柱刚接连接，竖向力可通过平板支座、刀板支座传递，弯矩和水平力传递可采取上弦杆件增加上盖板，下弦杆件采用螺栓连接或安装螺栓加焊接等方式与柱可靠连接（图 7.5.20-2）。



（a）上承式屋架刚性连接　　（b）下承式屋架刚性连接

图 7.5.20-2　屋架与柱刚接连接节点

1—刨平顶紧

7.5.23　屋架、屋面梁支承在托架、托梁上时，宜符合以下规定：

1　屋架与托架的连接宜采用平接（图 7.5.23-1）。厂房高低跨屋面共用托架时，高跨屋架宜与托架平接，低跨屋架可与托架竖杆或竖杆延长段侧面采用刀板支座连接（图 7.5.23-2）；

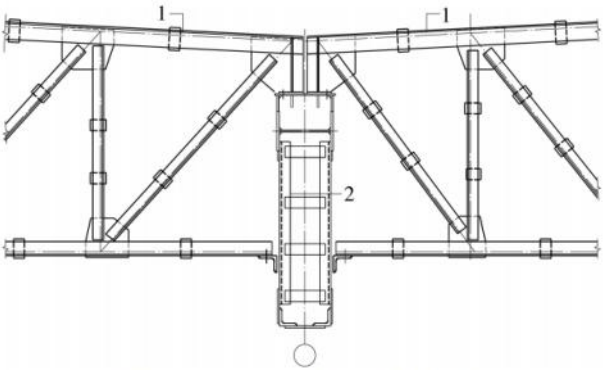


图 7.5.23-1　屋面与托架平接连接

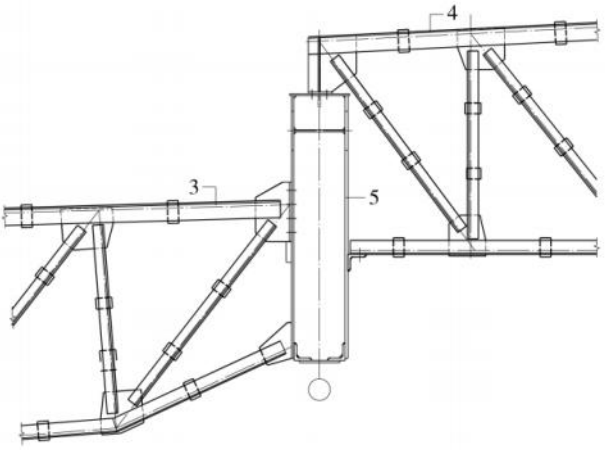


图 7.5.23-2　高低跨屋面与托架连接

1—屋架；2—托架竖杆；3—低跨屋架；4—高跨屋架；5—托架 H 型钢竖杆

2　三角形屋架、下承式屋架与托梁宜采用叠接，宜在屋架下弦节点设置斜撑杆与托梁下翼缘相连，减少托梁下翼缘平面外计算长度(图 7.5.23-3)；

3　上承式屋架与托梁宜采用平接，当屋架下弦与托架下弦的高度超过 1m 时，宜在屋架下弦节点设置斜撑杆与托架相连；当屋架下弦与托架下弦的高度不超过 1m 时，宜将与屋架相连的托架竖腹杆设计成工字形劲性截面(图 7.5.23-4)；

4　屋面梁与托梁宜采用平接连接。

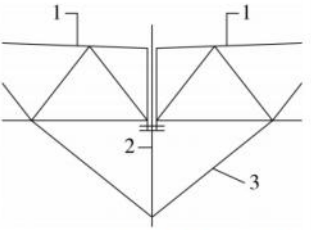


图 7.5.23-3　下承式屋架与托梁叠接连接

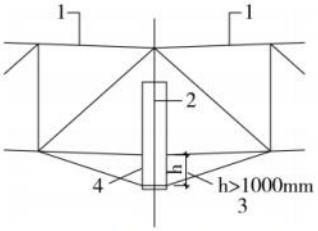


图 7.5.23-4　上承式屋架与托梁平接连接

1—屋架；2—托架；3—斜撑杆；4—劲性竖杆

7.5.24　托架、托梁与柱的连接宜符合以下规定：

1　托架与柱的连接，可采用将托架上承式平板支座嵌入柱内式的嵌入式连接（图 7.5.24-1），也可采用在柱腹板侧面连接的方式（图 7.5.24-2）；

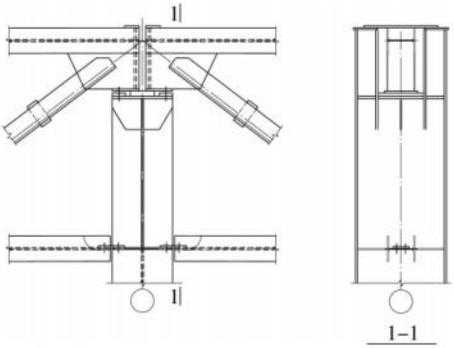


图 7.5.24-1　嵌入式连接

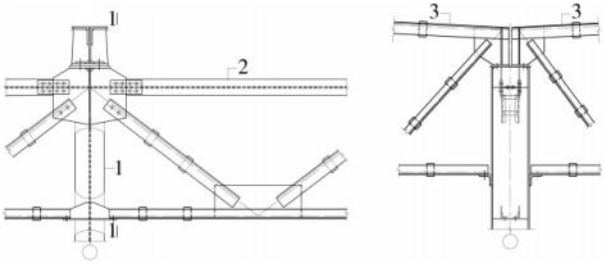


图 7.5.24-2　托架侧面连接

1—厂房柱；2—托架；3—屋架

2 与柱铰接连接可采取托梁腹板与柱侧加劲肋螺栓连接或安装螺栓加焊接连接的侧接方式，连接位置宜靠近柱形心（图 7.5.24-3）。

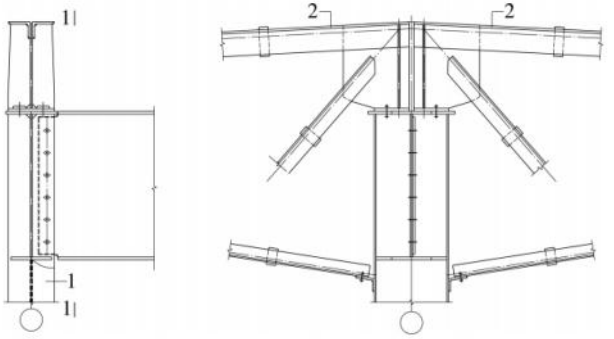
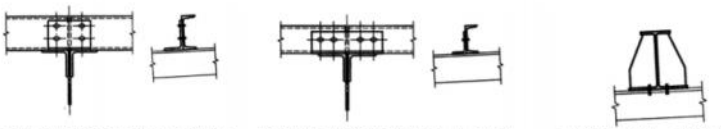


图 7.5.24-3　托梁与柱腹板连接板连接

1—厂房柱；2—屋架

7.5.25 檩条与屋架或屋面梁的连接为保证檩条的夹支条件，方便施工，宜符合以下规定。

1 实腹式檩条与屋架或屋面梁宜采用檩托连接，檩托的高度不宜小于檩条高度的 3/4，檩条每端应有两个螺栓连接，宜沿檩条高度方向，当檩条截面高度较小时，可按檩条长度方向布置；H 形钢檩条可采用设置支座加劲肋并局部加宽檩条支座与屋架或屋面梁连接（图 7.5.25-1）；



螺栓沿檩条高度方向设置　　螺栓沿檩条长度度方向设置　　H形钢支座加劲肋连接

图 7.5.25-1　檩条与屋架或屋面梁的连接

2 单根屋脊檩条可在屋脊节点板上采用角钢、檩托的方式连接（图 7.5.25-2）。屋脊为双檩条时，应在于其檩间拉条相同位置，用槽钢、角钢或圆钢相互拉结（图 7.5.25-3）。

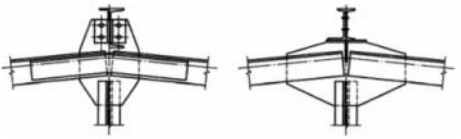


图 7.5.25-2　单根屋脊檩条与屋架连接



图 7.5.25-3　屋脊双檩条相互拉结

7.6　吊车梁系统

7.6.2　吊车梁按结构支承条件的不同可分为简支梁、连续梁及框架梁等。简支吊车梁的设计、施工简便，工程中应用较多。连续吊车梁竖向刚度较好，较简支梁省钢材，但对支座沉降敏感、梁支座附近上翼缘受拉需要进行疲劳验算，施工安装要求高，工程中应用较少，仅限于起重量小，不需要进行疲劳验算的情况。

7.6.3　吊车桁架具有一定的经济性，但设计、制作、安装等要求较高，目前使用不多。吊车梁跨度不小于 18m，起重量不大于 75t 工作级别为 A1～A5 的吊车，或起重量不大于 32t 工作级别为 A6～A7 的软钩吊车，也可采用吊车桁架。

7.6.6　吊车梁的截面尺寸应满足受力、工艺和建筑的要求，以及自身各构件间连接要求。吊车梁的高度当无特殊要求时，可按梁的经济高度确定。根据工程经验，吊车梁的高度可按下列规定确定（重级工作制宜取大值）：

1　工字型焊接吊车梁高度可取梁跨度的 1/7～1/10；

2　箱形焊接吊车梁高度可取梁跨度的 1/8～1/12；

3　吊车桁架高度，当跨度为 12m～18m 时，可取跨度的 1/6～1/7；当跨度为 24m～36m 时，可取跨度的 1/7～1/10。

7.6.7　吊车梁与制动结构和辅助桁架走道上的活荷载一般可按

2kN/m^2 考虑；灰荷载仅在生产积灰较多的车间内考虑，其上灰荷载可根据生产及清灰管理实际情况取值，一般可取 0.5～1.0KN/m^2。

7.6.8 吊车梁按同时承受竖向与水平荷载进行结构内力分析，此时可假定吊车梁上翼缘或桁架上弦与制动板（桁架）组成的制动结构承受水平荷载，对梁上翼缘或桁架上弦应按双向弯曲进行应力计算。吊车梁计算应注意：

1 计算吊车梁正应力时，梁的塑性发展系数 γ_x、γ_y 均取 1.0，且不应利用梁腹板屈曲后强度；

2 梁腹板或桁架上弦腹板上边缘处应按最大轮压作用验算局部承压强度；采用连续梁时其支座处截面同时受有较大正应力、剪应力和局部压应力，尚应再验算该处折算应力；吊车轮压较大时，应验算腹板上边缘的局部压应力。对重级工作制吊车梁其轮压值应乘以 1.35 的增大系数；

3 对于设有制动结构的吊车梁，其侧向刚度大，一般不需要验算整体稳定性。对没有设置制动结构的吊车梁，应进行吊车梁的整体稳定性验算；

4 进行重级工作制的吊车梁端上翼缘与柱的连接计算时，其作用力应按吊车摇摆横向力或横向制动力二者中较大者取值。在有柱间支撑的柱距内，吊车梁下翼缘与柱的纵向水平连接应能可靠传递本柱列在吊车梁以上的纵向水平力。

7.6.9 本条是关于吊车梁局部稳定计算的要求。受压翼缘的局部稳定应由板件的宽厚比控制，腹板的局部稳定可由设置腹板加劲肋来保证。

7.6.10 对吊车梁的平板式支座加劲肋和突缘式支座加劲肋，其应满足吊车梁的夹支条件要求，也应满足平面外稳定及支座端面承压的要求。当支座高度较高时，可在支座加劲肋中部与柱连接，减少其平面外的支承长度，有利于吊车梁抗扭。

7.6.11 对承载 A1、A2、A3 级吊车的轻级工作制等截面吊车梁，

一般用于检修，使用频率小，工程设计时一般可不进行疲劳计算；A6级及以上的吊车梁及其连接一般需要验算疲劳；对A4级、A5级（中级）吊车梁及其连接，应根据在设计工作年限内的使用循环次数确定。

7.6.12 吊车梁的竖向挠度可采用结构力学的方法准确计算，也可按 $f=Ml^2/(10EI)$ 的近似公式计算。有预起拱时，计算挠度可扣除预拱值。当大跨度梁挠度较大时宜在其跨中部预起拱，以满足梁挠度限值的要求。

7.6.24 既有变截面吊车梁需要加固改造时，由于厂房肩梁高度与轨顶标高已固定的原因，当采用等截面吊车梁难以实现时，可采用端部三腹板吊车梁进行加固，或者重新制作更新。端部三腹板吊车梁能有效降低变截面的应力集中，增加吊车梁的使用寿命。

7.7 墙架系统

7.7.2 工业厂房的墙架结构一般由墙架柱、檩条、拉条、压杆以及抗风桁架等构件组成，其作用是支撑墙板和保证墙板的稳定，并将墙体荷载（包括风荷载、地震作用）传递到厂房柱或者基础上。墙架结构根据传力方式分为自立式和悬挂式。自立式为墙架柱落地，直接将竖向荷载和水平荷载传递至基础；悬挂式为墙架柱悬挂在厂房柱或吊车辅助桁架上，墙架通过厂房钢结构来传递荷载。墙架结构体系又可分为整体式和分离式两种。整体式是利用厂房柱和中间墙架柱一起来支撑墙架檩条和墙体。分离式是在厂房柱外侧另外增设墙架柱，与中间的墙架柱和檩条等共同组成独立的墙架结构体系。分离式墙架虽然较整体式墙架多费钢材，但其构造简单，避免与吊车梁、辅助桁架以及雨排水管相碰，在重型厂房中较常用。

7.7.4 墙架柱为墙架的竖向构件，承受由横梁传来的竖向荷载

及水平荷载。墙架柱承受竖向荷载产生的轴向力及偏心弯矩，以及水平风荷载产生的弯矩，是典型的压弯或拉弯（悬吊部分）构件。

7.7.5 墙架檩条为墙架的水平构件，一般同时承受竖向荷载和水平荷载，是一种典型的双向受弯构件。

7.7.6 抗风桁架主要有两种型式，一种为只承受水平风荷载的桁架（简称水平桁架），一种为既承受水平荷载又承受墙架柱传来的竖向荷载（简称双向抗风桁架），双向抗风桁架同时可兼做山墙吊车检修走道。

7.7.7 山墙墙架柱通常采用支承式，墙架的横梁间距应按照风荷载大小以及墙体材料的强度和刚度来确定。

7.7.8 当厂房的柱距小于或者等于9m时，可只设墙架横梁不设中间墙架柱，否则宜同时设置墙架柱和横梁。对于有吊车的厂房，纵墙的墙架柱一般采用整根柱，柱脚一般采用铰接，对于软弱地基地区宜采用套筒式柱脚。

对于没有吊车的厂房，墙架柱一般落地，采用铰接，顶部采用弹簧板与屋面构件或屋架相连，墙架的竖向荷载直接传至基础或者悬挂于屋面等构件。水平荷载由屋面构件和柱脚承受。

纵墙下部敞开时，墙架柱上端可以采用吊挂连接，下端在水平方向则由雨篷桁架支承。墙架横梁和拉条的设置同山墙墙架横梁和拉条的设置要求。

7.7.9 墙架柱采用悬吊式时，可以在门洞两侧增加墙架柱，其墙架的竖向荷载由辅助桁架或者抗风桁架承受，水平荷载分别由吊车梁走道板和基础承受。

7.7.10 拉条一般采用直径10mm～16mm的圆钢制成，一端带螺纹而另外一端为固定螺母，一端的活螺母宜用两个，或者采用单螺母加点焊，以防松动。

当墙面设置通长洞口将拉条打断时，应在通长洞口下增设斜拉条，此时应按洞口上、下独立的两个拉条系统进行设置。

7.7.12 墙架柱的内力根据其支承情况所确定的计算简图进行计算，当计算由竖向荷载偏心作用产生的弯矩和水平风荷载产生的弯矩时，应将墙架柱视为支承于屋盖支撑、抗风桁架、吊车梁制动结构、基础等的单跨梁或多跨连续构件。墙架柱与基础的连接一般采用铰接，以简化连接构造，并节约基础材料。

压弯受力墙架柱垂直于墙面的截面高度不宜小于水平支点距离的1/40，一般取为400mm～600mm，悬挂式墙架柱的截面高度可不受此限制。

7.7.13 抗风桁架在墙架柱传来的水平集中风荷载作用下，杆件内力按照简支桁架进行分析。桁架各构件的截面形式和验算方法与普通屋面相同。当厂房山墙墙架柱高≤15m时，可不设置抗风桁架。当两侧吊车梁的走道板需贯通时，墙架柱需考虑平台荷载作用的影响。

7.8 防护设计

7.8.3 钢结构工业厂房设计应注明防腐蚀方案及必要的参数，如采用涂(镀)层方案，须注明所要求的钢材除锈等级和所要采用的涂料(或镀层)及涂(镀)层厚度、涂层使用年限。

7.8.23 高温工作环境对钢结构的影响主要包括：结构的热膨胀效应、高温对材料的力学性能、连接性能的影响。当钢结构的温度不大于100℃时，钢材的设计强度和弹性模量与常温下相同，当温度长时间超过100℃时，钢材的设计强度和弹性模量应折减。高强度螺栓连接的环境温度为100℃～150℃时，其承载力降低10%，当超过150℃时，承载力降低显著。

8 制作、运输与安装

8.1 一般规定

8.1.1 本条规定了从事钢结构工业厂房工程各专业施工单位的管理体系要求，以规范市场行为。

8.1.3 钢结构工业厂房以金属围护系统为主，当采用非金属围护系统时，其产品的加工、运输和安装应符合现行国家和行业标准的有关要求。如当采用砌体墙时，施工应符合现行国家标准《砌体结构工程施工规范》GB 50924、《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关要求；当采用蒸压加气混凝土墙板时，其加工生产应符合现行国家标准《蒸压加气混凝土板》GB 15762 和现行行业标准《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 的有关规定。

8.1.5 本条规定了钢结构工业厂房工程施工前应完成施工组织设计、专项施工方案、安全专项方案、环境保护专项方案等技术文件的编制，并按规定审批论证，以规范项目管理，确保安全施工、文明施工。施工组织设计一般包括编制依据、工程概况、资源配置、进度计划、施工总平面布置、主要施工方案、施工质量保证措施、安全保证措施及应急预案、文明施工及环境保护措施、季节性施工措施、夜间施工措施等内容，也可以根据工程项目的具体情况对施工组织设计的编制内容进行取舍。

编制专门的施工安全专项方案，以减少现场安全事故，规定现场安全生产要求。现场安全主要包括结构安全、设备安全、人员安全和用火用电安全等。可参照的标准有《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46、《建

筑施工安全检查标准》JGJ 59、《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 等。

为了能够保证钢结构安装的顺利进行，钢结构在出厂前应根据工程复杂程度、设计要求或图纸深化设计内容进行厂内预拼装。安装的校正、高强螺栓安装、负温下施工及焊接工艺等，应在安装前进行工艺实验或评定，应在此基础上制定相应的施工工艺或方案。

8.1.6 工业厂房钢结构建筑工程施工期间，使用的机具和工具必须进行定期检验，保证达到使用要求的性能及各项指标。

8.1.7 本条规定鼓励在项目管理的各个环节充分利用信息化技术，结合施工方案，进行虚拟建造、施工进度模拟，不仅可以提高施工效率，确保施工质量，而且可为施工单位精确制定人物料计划提供有效支撑，减少资源、物流、仓储等环节的浪费。达到一体化施工，各系统之间能更好的衔接，能及早的发现冲突或错误。

8.1.8 构件准备时，应清点构件的型号、数量、并按设计和规范要求对构件进行全面检查，在构件上根据就位、校正的需要做好标记。

8.2 构件制作与运输

8.2.1 钢结构设计图深化及制作前，应校对基础图和钢结构图纸中锚栓定位及标高、建筑图和结构图中行车轨距及轨顶标高是否表达一致，天沟节点和落水管设置是否满足结构空间和排水专业要求等多专业交接易错处，确保现场施工顺利。

吊车梁和吊车桁架组装完后经检查出现下挠，造成原因主要是没有按设计要求起拱或起拱不够，或制作角度不准，尺寸不符合设计要求等。同时吊车梁和吊车桁架一般由金属结构专业负责，而吊车轨道安装属于机械安装范畴。机械安装专业要求的轨道平整度要比金属结构对梁上表面平整度严格，金属结构常将梁

起拱偏高，机械安装采用加不同厚度垫块的办法来调整，否者无法达到验收标准，但这样不仅费工费料，且对轨道连接带来不利影响，所以钢吊车梁的起拱值应为梁自重下挠度加机械安装允许的正公差值，这样能较好的解决两专业不协调问题。

国内已建成的网架，有的起拱，有的不起拱。起拱给网架制作增加工作量，故一般网架可以不起拱。当网架跨度较大时，可考虑起拱，起拱值可取小于或等于网架短向跨度的 1/300。此时杆件内力变化“较小”，设计时可按不起拱计算。

8.2.2 建筑金属围护系统深化设计图纸宜包括以下详细内容：

1 支承结构构件尺寸、与主体结构的连接；

2 板型、排板图及定位等排板设计；

3 构造连接及材料规格；

4 细部构造与连接；

5 天沟布置与构造；

6 排水系统构造与连接；

7 屋面板温度变形计算和设计；

8 结构变形缝构造和连接设计。

8.2.3 钢筋混凝土预制楼板应遵循《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的规定，特别是预制楼板踏板的光洁度与观感度，可不必再在其上贴瓷砖等材料，既观感好，又低成本及高效。

8.2.7 除遵循《钢结构工程施工规范》GB 50755-2012 外，根据工程实践增加便于安装的工装，如在结构上设置便于安装的吊装板或吊装孔、应在钢柱及钢梁设置便于安装的定位板、安装平台。

8.2.8 对部件的堆放作出基本要求，以确保部件的成品质量、吊装安全。

8.3 主体结构施工安装

8.3.3 本条规定的合理顺序需考虑到平面运输、结构体系转换、

测量校正、精度调整及系统构成等因素。安装阶段的结构稳定性对保证施工安全和安装精度非常重要，构件在安装就位后，应利用其他相邻构件或采用临时措施进行固定。临时支撑或临时措施应能承受结构自重、施工荷载、风荷载、雪荷载、吊装产生的冲击荷载等荷载的作用，并且不使结构产生永久变形。门式刚架轻型厂房钢结构在安装过程中，应及时安装屋面水平支撑和柱间支撑。采取措施对于保证施工阶段结构稳定非常重要，临时稳定缆风绳就是临时措施之一。要求每一施工步完成时，结构均具有临时稳定的特征。

8.3.6 钢结构工程施工监测内容主要包括结构变形监测、环境变化监测（如温差、日照、风荷载等外界环境因素对结构的影响）等。不同的钢结构工程，监测内容和方法不尽相同。一般情况下，监测点宜布置在监测对象的关键部位以便布设少量的监测点，仍可获得客观准确监测结果。施工过程中，因现场场地条件、气候等因素，会导致构件集中堆放，因此需要对施工荷载进行控制。一般结构设计总说明中，都会注明各层楼面不同位置或不同功能房间的楼面使用荷载，对照建筑平面图即可知道不同楼面位置处的设计使用荷载，可以参照作为施工荷载的控制依据。当施工荷载超过设计楼面使用荷载或设计控制要求时，施工单位应计算复核并提交设计单位认可。

8.3.9 本条主要规定现场涂装要求。

1 构件在运输、安装过程中涂层碰损、焊接烧伤等，应根据原涂装规定进行补漆；表面涂有工程底漆的构件，因焊接、火焰校正、暴晒和擦伤等造成重新锈蚀或附有白锌盐时，应经表面处理后再按原涂装规定进行补漆；

2 条款中的兼容性是指构件表面防腐油漆的底层漆、中间漆和面层漆之间的搭配相互兼容，以及防腐油漆与防火涂料相互兼容，以保证涂装系统的质量。整个涂装体系的产品应尽量来自于同一厂家，以保证涂装质量的可追溯性。

8.3.11 混凝土叠合板施工应考虑两阶段受力特点，施工时应采取质量保证措施避免产生裂缝。

8.4 外围护系统安装

8.4.1 外围护系统可在一个流水段主体结构分项工程验收合格后，与主体结构同步施工，但应采取可靠防护措施，避免施工过程中损坏已安装墙体及保证作业人员安全。

8.4.2 本条主要对施工安装前的准备工作作相应要求。

1 围护部品零配件及辅助材料的品种、规格、尺寸和外观要求应在设计文件中明确规定，安装时应按设计要求执行。对进场部品、辅材、保温材料、密封材料等应按相关规范、标准及设计文件进行质量检查和验收，不得使用不合格和过期材料。并应按相关标准、规范、规程的规定对材料进行抽样检验；

2 应提供出厂合格证，且对有功能性要求的材料应提供性能检测报告，如隔音、防火、防水(潮)、防渗等性能；

3 应根据控制线，结合图纸放线，在底板上弹出水平位置控制线；并将控制线引到钢梁、钢柱上。

8.4.3 围护部品起吊和就位时，对吊点应进行复核，对于尺寸较大的构件，宜采用分配梁等措施，起吊过程应保持平稳，确保吊装准确、可靠安全。应进行安全性计算及复核，保证吊装工具的操作安全。

8.4.6 预制外墙吊装就位后，应通过临时固定和调整装置，调整墙体轴线位置、标高、垂直度，接缝宽度等，经测量校核合格后，才能永久固定。为确保施工安全，墙板永久固定前，吊机不得松钩。

9 验收与使用维护

9.1 一般规定

9.1.1 本条提出了钢结构工业厂房分部工程的划分方法及不同分部工程的验收顺序，其中，检验批是分项工程验收的基础。本标准钢结构工业厂房的验收主要包含主体结构系统验收和维护系统验收两部分，不含设备管线系统和内装系统。

9.1.3 本条对原材料、部品部件的质量控制提出了要求，要求进场时应检验其相关质量证明文件。

9.1.4 本条对同一厂家生产的产品用于同一项目、同期施工的多个单位工程，提出统一划分检验批的要求，主要目的是为了降低质量控制的成本，减轻企业负担。

9.2 主体结构系统验收

9.2.1 本条在参考《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032、《装配式钢结构住宅建筑技术标准》JGJ/T 469 的基础上，提出了主体结构分部(子分部)工程的划分方法及检验批、分项工程、子分部工程的验收要求。

9.2.2～9.2.3 第 9.2.2-9.2.3 条列出了钢结构工业厂房施工过程中的主要送检及现场检测项目。送检及现场检测的抽检数量、试验要求及合格评定标准应符合现行国家标准《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的相关要求。

9.2.4 本条提出了钢结构工业厂房主体结构安装偏差现场检验

的主要项目，其他检查项目应按《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的要求执行。

9.3 外围护系统维修

9.3.1 本条提出了外围护系统分部工程、分项工程、检验批的划分方法。

9.3.3 本条提出了外围护系统墙板安装偏差现场检验的主要项目及安装偏差检验方法。

9.5 使用维护

9.5.1 钢结构工业厂房的设计条件、使用性质及使用环境，是建筑设计、施工、验收、使用和维护的基本前提，使用荷载和装饰装修的改变，会影响厂房结构的安全。

9.5.2 厂房使用条件、使用性质及使用环境与厂房设计工作年限内的安全性、适用性和耐久性密切相关，不得擅自改变。为确保厂房主体钢结构的可靠性，在使用过程中，不应对主体钢结构进行切割、开孔等损伤主体钢结构的行为，不应拆卸螺栓连接件。如需进行改造，应进行鉴定、设计。

9.5.5 钢结构屋面厂房的积灰、枯枝落叶应进行及时清理，以免增加厂房屋面的荷载，进而影响厂房使用安全性。

9.5.8 本条款是对钢结构工业厂房主体钢结构的检查重点做出的规定。