

UDC

中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB

P

YB 4358—2013

钢铁企业胶带机钢结构通廊设计规范

Code for design of steel structures of belt conveyor
corridor in iron and steel enterprises

中华人民共和国黑色冶金
行业标准
钢铁企业胶带机钢结构通廊设计规范
YB 4358—2013

*
冶金工业出版社出版发行
北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号
邮政编码:100009
三河市双峰印刷装订有限公司印刷
各地新华书店经销

*
开本 850×1168 1/32 印张 3 字数 81 千字
2014 年 3 月第一版 2014 年 3 月第一次印刷

*
统一书号:155024·560 定价:90.00 元

2013-10-17 发布

2014-03-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

中华人民共和国黑色冶金行业标准

钢铁企业胶带机钢结构通廊设计规范

Code for design of steel structures of belt conveyor
corridor in iron and steel enterprises

YB 4358—2013

主编单位:中冶赛迪工程技术股份有限公司

批准部门:中华人民共和国工业和信息化部

施行日期:2014年3月1日

冶金工业出版社

2014 北京

前 言

本规范是根据工业和信息化部工信厅科[2009]104号《关于印发2009年第一批工业行业标准制订计划的通知》要求,由主编单位中冶赛迪工程技术股份有限公司会同有关参编单位共同编制完成。

本规范在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结钢铁企业胶带机钢结构通廊工程设计经验和科研成果,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本规范的主要技术内容是:1 总则;2 术语和符号;3 基本规定;4 荷载和作用;5 通廊布置和选型;6 结构分析和杆件设计;7 构造要求;8 安全、环保和防护。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由工业和信息化部负责管理及对强制性条文的解释,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。执行过程中如有意见或建议,请寄送中冶赛迪工程技术股份有限公司行业标准《钢铁企业胶带机钢结构通廊设计规范》管理组(地址:重庆市渝中区双钢路1号;邮编:400013),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主编单位:中冶赛迪工程技术股份有限公司

参编单位:中冶建筑研究总院有限公司

中冶华天工程技术有限公司

中冶长天国际工程有限责任公司

中冶京诚工程技术有限公司

中冶南方工程技术有限公司
 中冶焦耐工程技术有限公司
 中冶北方工程技术有限公司
 鞍钢工程技术有限公司
 重庆大学
 宝钢集团宝钢监理公司
 中冶实久建设有限公司
 上海梅山钢铁有限公司

主要起草人:杨大元 张海军 李书本 李业绩 夏光军
 段正光 吴亚新 耿银龙 胡朝晖 李 宁
 董 超 马溯海 李慎虑 韩 军 薛尚铃
 梁长忠 罗宏伟 何 华 毛爱玲 李英民
 那杰夫 段 斌 苏长军 赵 军 陈国东
 闵克涛 包儒涵 雷 波
 主要审查人:郭启蛟 李志明 张长信 余海群 崔 佳
 王怀忠 张树生 李树彬 张 明

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	4
3.1 设计原则	4
3.2 钢材	5
3.3 连接材料	5
3.4 围护材料	7
4 荷载和作用	8
4.1 荷载和作用分类	8
4.2 工艺荷载	8
4.3 通廊自重	9
4.4 电缆和管道荷载	9
4.5 风荷载	9
4.6 积雪和覆冰荷载	10
4.7 积灰荷载	10
4.8 均布活荷载	11
4.9 温度作用	11
4.10 摩擦力	13
4.11 地震作用	13
5 通廊布置和选型	16
5.1 一般规定	16
5.2 结构形式	18
6 结构分析和杆件设计	24

6.1 结构分析	24
6.2 杆件设计	25
7 构造要求	27
7.1 伸缩缝	27
7.2 防震缝	28
7.3 支座	29
7.4 杆件和节点	33
8 安全、环保和防护	36
8.1 消防	36
8.2 通道	37
8.3 栏杆	38
8.4 环境保护	39
8.5 防雷	39
8.6 防护	39
本规范用词说明	41
引用标准名录	42
条文说明	45

Contents

1 General	1
2 Terms and Symbols	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols	3
3 Basic Requirements	4
3.1 Design Principle	4
3.2 Structural Steel Materials	5
3.3 Connection Materials	5
3.4 Surrounding Materials	7
4 Loads and Actions	8
4.1 Classification of Loads and Actions	8
4.2 Technology Load	8
4.3 Corridor Weight	9
4.4 Cable and Pipe Load	9
4.5 Wind Load	9
4.6 Snow and Icing Load	10
4.7 Dust Load	10
4.8 Uniformly Distributed Live Load	11
4.9 Thermal Action	11
4.10 Friction Force	13
4.11 Seismic Action	13
5 Corridor Layout and Type Selection	16
5.1 General	16
5.2 Structural Types	18
6 Structural Analysis and Member Design	24

6.1	Structural Analysis	24
6.2	Member Design	25
7	Detailing Requirements	27
7.1	Expansion Joints	27
7.2	Seismic Joints	28
7.3	Support Abutments	29
7.4	Members and Joints	33
8	Safety, Environmental and Steel Structure Protection	36
8.1	Fire Protection and Prevention	36
8.2	Passage	37
8.3	Handrail	38
8.4	Environmental Protection	39
8.5	Lightning Protection and Prevention	39
8.6	Prevention	39
	Explanation of Wording in This Code	41
	List of Quoted Standards	42
	Explanation of Provisions	45

1 总 则

1.0.1 为在钢铁企业胶带机钢结构通廊设计中贯彻执行国家的有关技术经济政策,规范通廊设计,做到技术先进、经济合理、安全适用、保护环境,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于钢铁企业胶带机桁架(梁)式钢结构通廊(简称通廊)设计。

1.0.3 通廊设计,除应执行本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 胶带机 belt conveyor

利用托辊支承、依靠传动滚筒与输送胶带间摩擦力传递牵引力,连续运送松散物料(块、粒、粉)的带式输送设备。

2.1.2 钢结构通廊 steel structural corridor

由廊身和支架组成,支承胶带机的栈桥式钢结构。廊身由纵向竖直桁架(主梁)、门式刚架、横梁、支撑、围护结构及通道等构成,有敞开、半封闭和封闭三种形式,分保温和不保温两种类型;支架有单片和固定两种形式。

2.1.3 通道 passage

通廊中的走道、过跨梯、平台、钢斜梯和直爬梯。

2.1.4 固定铰支座 fixed hinged support

不能平动,能转动;不传递弯矩,能传递廊身其他反力的约束节点。

2.1.5 单向滑动支座 uniaxial sliding support

横向不能平动,不传递弯矩,能传递廊身其他反力,接触面可保持不变地进行有限纵向位移的约束节点。

2.1.6 双向滑动支座 two-way sliding support

不传递弯矩,能传递廊身其他反力,接触面可保持不变地进行有限纵向和横向位移的约束节点。

2.1.7 单向滚动支座 uniaxial rolling support

横向不能平动,不传递弯矩,能传递廊身其他反力,接触面可不断改变地进行有限纵向位移的约束节点。

2.1.8 双向滚动支座 two-way rolling support

不传递弯矩,能传递廊身其他反力,接触面可不断改变地进行有限纵向和横向位移的约束节点。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

P_t ——廊身支座传递到支架顶部的纵向水平推力;

Δ_t ——廊身支座处热膨胀值;

F_x ——纵向摩擦力设计值;

g_L ——单位长度廊身水平投影等效重力荷载;

R_{GD} ——滚动支座反力。

2.2.2 计算指标

E ——支架材料弹性模量;

I ——支架截面惯性矩;

K_t ——保温影响系数:保温廊身取 0.6,不保温廊身取 1.0;

α ——钢材线膨胀系数;

K_{si} ——每个支架的侧移刚度;

K_a ——温度区段支架的总侧移刚度;

f ——辊轴强度设计值。

2.2.3 几何参数

H ——基础顶面至支架顶部高度;

L_j ——温度区段内变形约束中心点至计算支座间的廊身水平投影长度;

X_c ——通廊一端(坐标原点)至变形约束中心点的水平距离;

X_i ——每个支架至坐标原点的水平距离;

L_l ——计算竖向荷载范围廊身长度;

l ——辊轴与平板间的接触线长度;

d ——辊轴直径。

2.2.4 计算系数和其他

n ——辊轴数;

Δ_t ——通廊安装合拢时,室外环境温度与该地区最高(或最低)五日极端温度平均值之差;

μ_t ——摩擦系数。

3 基本规定

3.1 设计原则

3.1.1 本规范是根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 规定的原则制定的。

3.1.2 本规范采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以分项系数设计表达式进行设计。

3.1.3 通廊结构设计应根据其在使用过程中可能出现的最不利荷载效应组合,按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

3.1.4 荷载效应组合除应符合国家现行标准的有关规定外,尚应满足下列要求:

1 敞开式廊身通道、半封闭和封闭式廊身屋面,均布活荷载或雪荷载,应取其较大值;

2 敞开式廊身通道、半封闭和封闭式廊身屋面,均布活荷载或雪荷载,其较大值应与灰荷载同时组合;

3 通道、重锤张紧装置平台和位于胶带机托辊支架下面的平台,应取均布活荷载进行计算,用安装检修荷载进行校核;

4 风荷载与地震作用同时组合,且风荷载起控制作用时,其组合值系数应采用 0.2。

3.1.5 按承载能力极限状态设计通廊时,应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定,采用荷载效应基本组合和地震作用组合,必要时尚应计算荷载效应的偶然组合。

3.1.6 按正常使用极限状态设计通廊时,应根据不同要求,采用荷载效应标准组合。动力荷载不乘以动力系数,变形计算值不应超过本规范有关条文的规定限值。

3.1.7 通廊与胶带机的自振频率应错开。必要时,通廊承载能力极限状态和正常使用极限状态计算尚应包括振动分析。

3.1.8 通廊施工方案,应验算安装过程中可能处于不利状态下结构、构件、杆件或节点的强度或稳定,必要时应采取消除安全隐患的措施。

3.2 钢材

3.2.1 通廊钢材选用应满足下列要求:

1 可选用牌号为 Q235 或 Q345 钢材,也可选用牌号为 Q390 或等级更高的低合金高强度结构钢;

2 处在大气潮湿条件下或属于中、强腐蚀环境中的通廊,可选用牌号为 Q235NH、Q295NH 或 Q355NH 钢材;

3 焊接结构不宜选用牌号为 Q235A、Q345A、Q390A 或等级更高的低合金高强度 A 级结构钢;

4 有充分依据时,也可选用其他牌号钢材,且应符合国家现行标准的有关规定。

3.2.2 钢材 Q235 质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的有关规定;Q345、Q390 或等级更高的低合金高强度结构钢质量,应符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的有关规定;Q235NH、Q295NH 和 Q355NH 质量,应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的有关规定。

3.2.3 钢材强度设计值和物理性能指标,应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定;耐候钢强度设计值和物理性能指标,应符合现行国家标准《烟囱设计规范》GB 50051 的有关规定。

3.3 连接材料

3.3.1 通廊设计文件应明确对焊接材料的要求,其化学成分、力学性能等均应符合国家现行标准的有关规定,且熔敷金属力学性能不应低于相应母材标准规定的下限值。

续表 3.3.7

母材	焊接材料			
Q390	GB/T 5118 规定焊条: E55××	GB/T 8110 规定焊丝: ER55-×	GB/T 17493 规定焊丝: E55XT×-×	GB/T 5293 和 GB/T 12470 规定焊剂和焊丝: F50××-H08MnA 或 F50××-H10Mn2

- 注:1 当设计或被焊母材有抗冲击韧性要求时,熔敷金属冲击吸收功不应低于设计规定,或国家现行标准对母材的有关规定;
2 当所焊接头板厚 $\geq 25\text{mm}$ 时,焊条电弧焊应采用低氢型焊条;
3 ××、-×、×为对应焊材标准中的焊材类别。

3.3.2 焊条应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117 或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的有关规定。

3.3.3 气体保护焊使用的焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110、《碳钢药芯焊丝》GB/T 10045 或《低合金钢药芯焊丝》GB/T 17493 的有关规定。

3.3.4 埋弧焊使用的焊丝和焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293 和《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470 的有关规定。

3.3.5 气体保护焊使用的氩气应符合现行国家标准《氩》GB/T 4842 的有关规定,二氧化碳应符合国家现行标准《焊接用二氧化碳》HG/T 2537 的有关规定。

3.3.6 两种不同强度的钢材焊接在一起时,宜采用与强度较低钢材匹配的焊条或焊丝和焊剂。

3.3.7 通廊设计文件应明确焊接材料的型号。通廊常用钢材与焊接材料的匹配宜符合表 3.3.7 的规定。

表 3.3.7 通廊常用钢材与焊接材料匹配表

母材	焊接材料			
	焊条电弧焊 (SMAW)	实心焊丝气体保护焊 (GMAW)	药芯焊丝气体保护焊 (FCAW)	埋弧焊(SAW)
GB/T 700 和 GB/T 1591 标准规定钢材				
Q235、Q235NH、Q295NH	GB/T 5117 规定焊条: E43××	GB/T 8110 规定焊丝: ER49-×、 ER50-×	GB/T 10045 规定焊丝: E43XT-×、 E50XT-××	GB/T 5293 规定 焊剂和焊丝: F4××-H08A
Q345、Q355NH	GB/T 5117 和 GB/T 5118 规定焊条: E50××或 E50××-×	GB/T 8110 规定 焊丝:ER50-×	GB/T 17493 规定焊丝: E50XT×-×	GB/T 5293 和 GB/T 12470 规定焊剂和焊丝: F5××-H08MnA 或 F48××-H08MnA

3.3.8 焊缝强度设计值应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定。

3.3.9 六角头螺栓连接副应符合现行国家标准《六角头螺栓》GB/T 5782、《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780、《六角螺母 C 级》GB/T 41 和《平垫圈 C 级》GB/T 95 的有关规定。

3.3.10 高强度螺栓连接副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 和《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的有关规定。

3.3.11 六角头螺栓和高强度螺栓的强度设计值应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定。

3.4 围护材料

3.4.1 半封闭、封闭式廊身墙面和屋面采用的压型钢板,其质量应符合现行国家标准《建筑用压型钢板》GB/T 12755、现行行业标准《压型金属钢板设计施工规程》YBJ 216 和《金属压型板应用技术规范》的有关规定。

3.4.2 封闭式廊身的墙面和屋面可用玻璃窗采光,也可用阻燃型玻璃纤维增强聚酯采光板(玻璃钢采光板)采光。

4 荷载和作用

4.1 荷载和作用分类

4.1.1 荷载和作用取值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定。

4.1.2 通廊荷载和作用可分为下列四类：

1 永久性荷载与作用：通廊自重、设备、电缆和桥架、消防设施及管道等；

2 可变荷载与作用：物料，风、雪（冰）和积灰，安装、操作、备品备件和检修荷载，屋面、通道和平台活荷载，张力、单轨吊和温度效应等；

3 偶然荷载：爆炸和撞击力等；

4 地震作用。

4.2 工艺荷载

4.2.1 通廊设计应取得下列工艺荷载标准值及其相关参数：

1 胶带、托辊、导向轮、支架和防护罩等；

2 物料及其超载系数；

3 胶带机的启动、运行和制动张力；

4 设备垂直力、水平力位置及其相对高度；

5 单轨吊、除铁器、硫化机、计量秤、张紧装置和取样器等设施及其作用位置；

6 胶带机生产操作和检修荷载等。

4.2.2 直接支承工艺设备的板、次梁、桁架（主梁）及其节点应计算动力作用，该动力作用可简化为设备荷载乘以动力系数。动力系数应由工艺专业提供。

4.3 通廊自重

4.3.1 通廊自重包括结构、围护材料和其他建筑材料，如桁架、支撑、檩条、支架、压型板、落矿挡板、通道（包括地面）、支架和管线吊架等，其值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定计算确定。

4.3.2 自重变异较大的材料（如保温材料）和构件，其标准值应根据对结构产生的作用效应，正确选取上限值或下限值。

4.4 电缆和管道荷载

4.4.1 廊身内有电缆时，应取得电气专业荷载标准值及其相关参数，如电缆走向，桥架层数、位置、悬伸长度和作用点等。

4.4.2 电缆及其桥架宜沿廊身纵向均匀和对称敷设，且通道表面与电缆桥架间的净高度不宜小于 2m。

4.4.3 通廊上有除尘、给排水、热力或燃气等管道时，应取得管道荷载标准值及其相关参数，如管道走向、根数、直径、位置、支承点及管道内的积灰或积水。

4.4.4 管道对通廊的竖向或横向作用，应根据支点位置、输送介质、温度变化、摩擦类型和管道不平衡内压力（各种补偿器、盲板力）等进行计算。

4.4.5 廊身外有管道时，管道和廊身的风荷载、雪荷载或地震作用，应根据管道和廊身相互产生附加影响的实际工况进行计算。

4.5 风荷载

4.5.1 风荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定计算，并满足下列要求：

1 敞开式廊身风荷载体型系数宜参照桁架的体型系数取值；

2 半封闭和封闭式廊身体型系数可按体型类同者、有关工程资料或风洞试验确定。

4.5.2 通廊毗邻较高和相距较近建（构）筑物时，宜按现行国家

标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定,计算风力相互干扰的群体效应,将廊身体型系数乘以相互干扰增大系数。

4.6 积雪和覆冰荷载

4.6.1 雪荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定取值。

4.6.2 与建(构)筑物相连形成阴角的端跨通廊,应按积雪最不利工况计算。屋面板、檩条和横梁按积雪不均匀分布最不利工况计算;纵向垂直桁架(主梁)按全跨均匀分布、不均匀分布和半跨均匀分布三种工况计算。

4.6.3 敞开式廊身通道、半封闭和封闭式廊身屋面,设计文件应对其允许堆积雪(冰)的重量或厚度作出明确规定。

4.6.4 敞开式廊身,如符合覆冰气象条件,应计算廊身杆件表面因覆冰对杆件和结构产生的不利作用效应,如覆冰荷载、风荷载增大和不均匀脱冰等工况。

4.6.5 廊身杆件覆冰后风荷载增大系数和覆冰荷载,应按现行国家标准《高耸结构设计规范》GB 50135 的有关规定计算确定。

4.7 积灰荷载

4.7.1 邻近有排灰建(构)筑物时,半封闭和封闭式廊身屋面水平投影面积灰荷载,可按表 4.7.1 采用。

表 4.7.1 通廊屋面积灰荷载

项次	类别		标准值/(kN/m ²)
1	原料场区域(包括煤、矿石、烧结料和石灰料场等)		0.50
2	炼铁高炉区域	屋面离高炉距离≤50m	1.00
		屋面离高炉距离 100m	0.50
		屋面离高炉距离 200m	0.30
3	烧结区域	耐火厂、普通砖厂和硅砖厂	1.00
		烧结室和一次混合室	0.50
		其他	0.30

续表 4.7.1

项次	类别	标准值/(kN/m ²)
4	氧气转炉炼钢车间区域	0.30
5	其他	0.30

注:当通廊屋面与高炉间的距离为表内中间值时,可用插入法取值。

4.7.2 半封闭和封闭式廊身内落料(积灰)荷载应由工艺专业提供。

4.7.3 敞开式廊身通道、半封闭和封闭式廊身屋面及其内部,设计文件应对其允许堆积落料(积灰)重量或厚度作出明确规定。

4.8 均布活荷载

4.8.1 半封闭和封闭式廊身屋面,不上人时,水平投影均布活荷载宜取 0.5kN/m²。

4.8.2 廊身水平投影均布活荷载取值应符合下列规定:

1 走道、重锤张紧装置平台活荷载应由工艺专业提供。计算板、加劲和次梁时,取值不宜小于 2.0kN/m²;计算桁架(主梁)时,可根据《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定或工程数据适当折减。

2 胶带机托辊支架范围内平台均布活荷载可取 0.3~0.5 kN/m²。

3 胶带机头轮平台均布活荷载应由工艺专业提供,且取值不宜小于 4.0kN/m²。

4.9 温度作用

4.9.1 廊身支座采用固定铰与支架连接时,因温度作用从支座传递到支架顶部的纵向水平推力,可按下列各式计算:

$$P_t = \frac{3EI\Delta_L}{H^3} \quad (4.9.1-1)$$

$$\Delta_L = K_t L_j \alpha \Delta_t \quad (4.9.1-2)$$

式中 P_i ——廊身支座传递到支架顶部的纵向水平推力(N);
 E ——支架材料弹性模量(N/mm²);
 I ——支架截面惯性矩(mm⁴);
 Δ_L ——廊身支座处热膨胀值(mm);
 H ——基础顶面至支架顶部高度(mm);
 K_t ——保温影响系数,保温廊身取0.6,不保温廊身取1.0;
 L_j ——温度区段内变形约束中心点至计算支座间的廊身水平投影长度(mm);
 α ——钢材线膨胀系数(1.2×10⁻⁵/°C);
 Δ_t ——通廊安装合拢时,室外环境温度与该地区最高(或最低)五日极端温度平均值之差。

4.9.2 温度区段内通廊变形约束中心点可按下列方法确定:

1 一端采用滑(滚)动支座、另一端采用固定铰支座与建(构)筑物连接,该固定铰支座为通廊变形约束中心点;

2 两端与建(构)筑物脱开、中间设置一个固定支架,该固定支架中心为通廊变形约束中心点;

3 两端与建(构)筑物脱开、中间设置两个或多个固定支架,通廊变形约束中心点位置如图4.9.2所示,并可按下式计算确定:

$$X_c = \sum \frac{K_{ai} X_i}{K_a} \quad (4.9.2)$$

式中 X_c ——通廊一端(坐标原点)至变形约束中心点的水平距离(m);

K_{ai} ——每个支架的侧移刚度(m³);

X_i ——每个支架至坐标原点的水平距离(m);

K_a ——温度区段支架的总侧移刚度(m³)。

4.9.3 在变形约束中心点,廊身传递到支承结构顶部的纵向水平推力,应为该温度区段内廊身传递到其他支承结构顶部纵向水平推力的代数和。

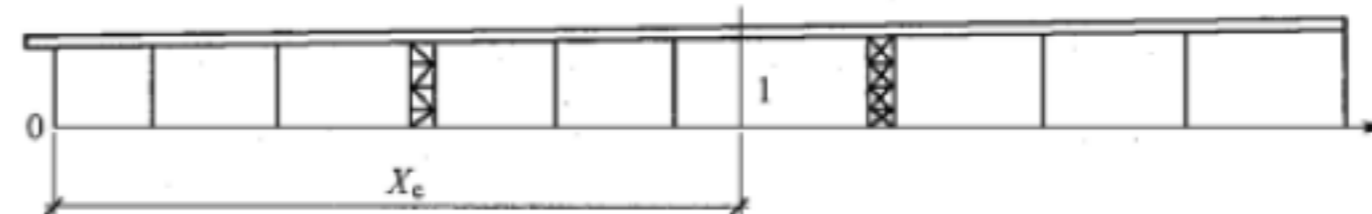


图4.9.2 通廊变形约束中心点位置示意图

1—变形约束中心点

4.10 摩擦力

4.10.1 廊身采用滑(滚)动支座时,传递到支承结构的纵向摩擦力设计值,可按下式计算:

$$F_x = \mu_t L_1 g_L \quad (4.10.1)$$

式中 F_x ——纵向摩擦力设计值(N);

μ_t ——摩擦系数,可按表4.10.1采用;

L_1 ——计算竖向荷载范围廊身长度(m);

g_L ——单位长度廊身水平投影等效重力荷载(N/m)。

表4.10.1 廊身滑(滚)动支座常用摩擦系数 μ_t

摩擦类型	滑动摩擦						滚动摩擦
	钢与钢	钢与混凝土	钢与聚四氟乙烯	聚四氟乙烯间	不锈钢与聚四氟乙烯(加硅脂)	不锈钢与聚四氟乙烯(不加硅脂)	钢与钢
摩擦系数	0.3	0.4	0.2	0.05	0.06	0.12	0.1

注:1 表中数值为试验值,计算摩擦力时可根据是否采取减阻措施适当增减;

2 当温度低于-25°C时,不锈钢与聚四氟乙烯板间的滑动摩擦系数应增加30%。

4.10.2 采用其他特殊材料或形式的廊身支座时,其摩擦系数应根据支座产品性能和试验数据确定。

4.11 地震作用

4.11.1 抗震设防烈度为6度和6度以上地区通廊,应进行抗震

设计。通廊计算单元应取相邻俩防震缝间的区段,纵向和横向水平地震作用由通廊相应方向抗侧移构件及其连接节点承担。

4.11.2 抗震设防烈度为 6 度时,可不计算通廊的地震作用,但应采取抗震措施。

4.11.3 抗震设防烈度为 7 度~9 度时,通廊地震作用计算和构造应符合下列规定:

1 可不计算廊身的横向和纵向地震作用,但应计算廊身支座和支架的水平地震作用,且通廊及其连接节点应采取抗震措施,廊身支座可按两倍水平地震作用计算强度;

2 跨度小于或等于 24m 的通廊,可不计算竖向地震作用;

3 跨度大于 24m 的通廊,抗震设防烈度为 8 度或 9 度时,应计算廊身及其支座和支架的竖向地震作用。

4.11.4 抗震设防烈度大于 9 度时,通廊的抗震设计应按有关规定执行。

4.11.5 通廊的地震影响系数,应根据场地类别、基本地震烈度、设计地震分组、结构自振周期和阻尼比按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的地震影响系数曲线确定。

4.11.6 计算多遇地震作用效应,当通廊顶部距离地面高度小于或等于 50m 时,阻尼比可取 0.04;大于 50m 且小于 200m 时,可取 0.03。通廊水平地震影响系数最大值,应按表 4.11.6 取值。

表 4.11.6 水平地震影响系数最大值

地震影响	6 度	7 度	8 度	9 度
多遇地震	0.04	0.08(0.12)	0.16(0.24)	0.32
设防地震(偶遇地震)	0.12	0.23(0.34)	0.45(0.68)	0.90
罕遇地震	0.28	0.50(0.72)	0.90(1.20)	1.40

注:括号内数值分别用于基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

4.11.7 通廊的竖向地震作用标准值可采用重力荷载代表值与竖向地震作用系数之积。竖向地震作用,可不向下传递,但构件和节点计算应予以计入。竖向地震作用系数,可按表 4.11.7 取值。

表 4.11.7 竖向地震作用系数

结构类别	设防烈度	场地类别		
		I	II	III、IV
钢桁架	8	可不计算(0.10)	0.08(0.12)	0.10(0.15)
	9	0.15	0.15	0.20

注:括号内数值系基本地震加速度为 0.30g 的地区。

5 通廊布置和选型

5.1 一般规定

5.1.1 通廊与铁路、公路、水域、人行通道、电源线、动力和能源管道等毗邻或立体交叉时,其净距应符合国家现行标准的有关规定。

5.1.2 廊身跨度,应根据工艺专业要求、总图布置、加工制作、运输安装、钢材材质及技术经济指标等因素综合确定。廊身跨度或支架间距宜在 20~30m 范围内,且不宜大于 60m。

5.1.3 通廊结构设计应根据工艺专业需要、被运送物料特性、是否保温或采暖、跨度、支承材料及受力特点等因素选择合理的结构形式,其平面、立面、横截面和支撑等布置宜规则 and 对称,并应具有足够的空间刚度。

5.1.4 廊身纵向竖直桁架和支撑与胶带机间的净距,应符合现行国家标准《带式输送机工程设计规范》GB 50431 的有关规定,并满足下列要求:

1 敞开式廊身的宽度,应大于或等于胶带机宽度与运行安全净距之和;

2 半封闭和封闭式廊身宽度应大于或等于胶带机宽度、安全净距及人行走道宽度(单侧或双侧)之和,其最小净距也可按表 5.1.4 选用。

表 5.1.4 半封闭和封闭式廊身最小净距(mm)

胶带机宽度		最小净高度	人行通道最小净宽度	检修走道最小净宽度
单台	500	2200	800	500
	650			
	800			

续表 5.1.4

胶带机宽度/mm		最小净高度	人行通道最小净宽度	检修走道最小净宽度
单台	1000	2200	800	500
	1200			
	1400			
	>1400	2500	800	600
双台	500	2200	1000(中间人行通道)	500
	650			
	800			
	1000			
	1200			
	1400			
>1400	2500	1300(中间人行通道)	600	

注:1 单台胶带机敞开式廊身,可在胶带机两侧设置人行通道,其净宽度不应小于 800mm;

2 表中廊身最小净高度是指垂直地面的高度,非垂直廊身弦杆高度;

3 三台及三台以上胶带机并列布置时,廊身最小净高度宜适当加大;

4 廊身内设置电缆桥架时,应根据电缆桥架宽度和层数,适当增加廊身最小净高度,电缆桥架宜在廊身两侧对称设置;

5 热返矿廊身净高度不宜小于 2600mm;

6 结构构件、电缆桥架和采暖设备等不应占用工艺专业需要的净宽度;

7 廊身内有过跨梯时,其高度应局部(过跨梯跨)加高;

8 采暖地区廊身应在表中尺寸基础上加采暖设备所占宽度。

5.1.5 更换胶带的装置(孔洞)不宜布置在廊身范围内。

5.1.6 封闭式廊身采光设计应符合现行国家标准《建筑采光设计标准》GB/T 50033 的有关规定,其照度应大于或等于 30lx。

5.1.7 封闭式焦炭胶带机廊身散热和通风窗户应结合采光需要统一布置。

5.1.8 封闭式水渣胶带机廊身屋顶应设置通风帽,并采取排水措施。

5.2 结构形式

5.2.1 廊身结构形式应满足下列要求:

- 1 工作温度高于 0°C 的廊身,可采用敞开、半封闭或封闭式。
- 2 工作温度低于或等于 0°C 的廊身,宜采用封闭式。当运送水渣、含水率较高的煤等松散物料时,廊身宜采取保温措施;保温廊身屋面和墙面宜采用夹芯板,走道底面或走道建筑面层宜铺设保温材料。
- 3 运送石灰等粉末状物料的廊身宜采用封闭式。
- 4 半封闭和封闭式廊身的屋面宜按双坡设计,走道与墙架间存在安全隐患孔洞时,应设置栏杆。

5.2.2 敞开式廊身可采用图 5.2.2 所示横截面形式。

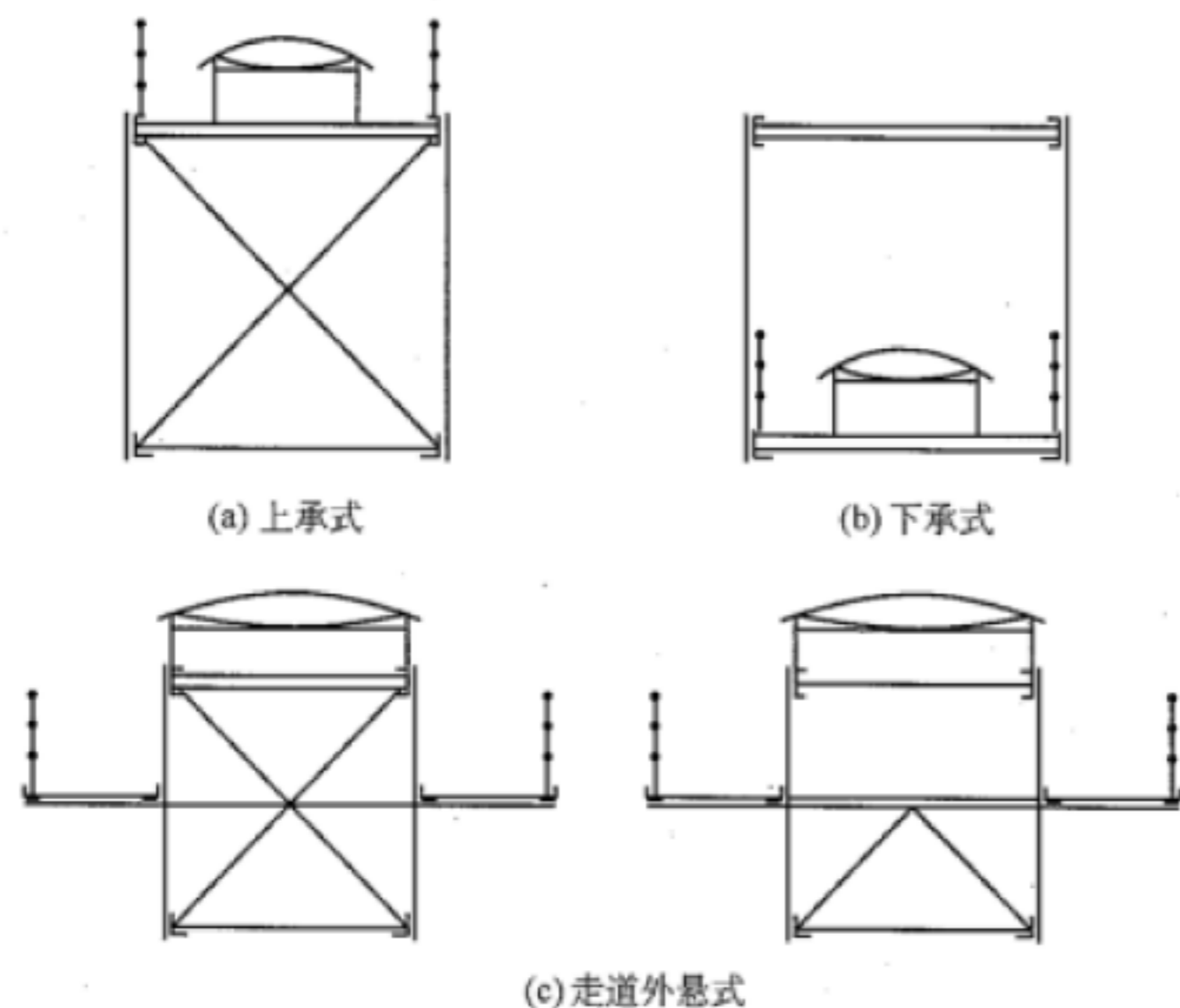


图 5.2.2 敞开式廊身横截面形式

5.2.3 半封闭式廊身可采用图 5.2.3 所示横截面形式。

5.2.4 封闭式廊身可采用图 5.2.4 所示横截面形式。

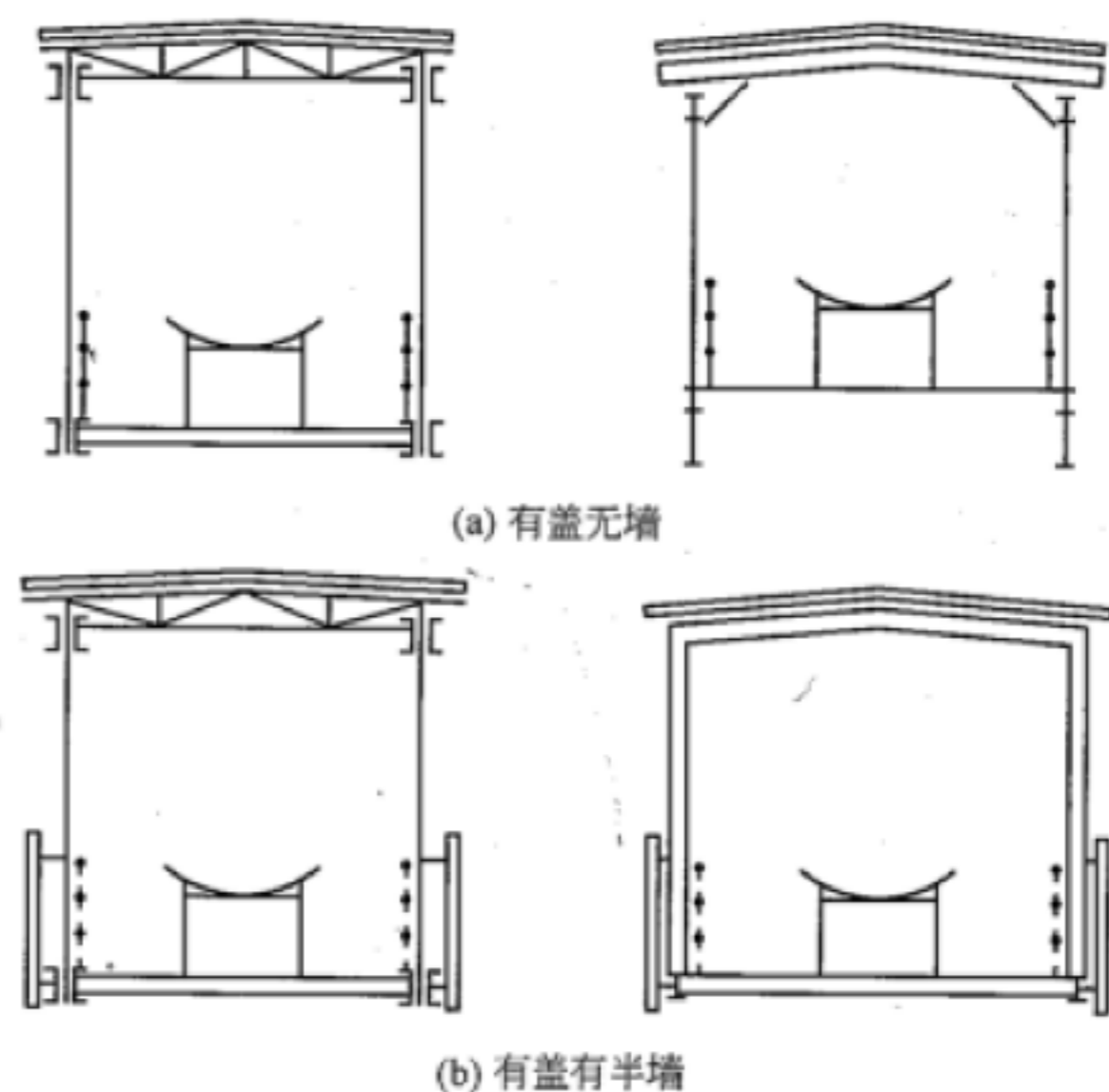


图 5.2.3 半封闭式廊身横截面形式

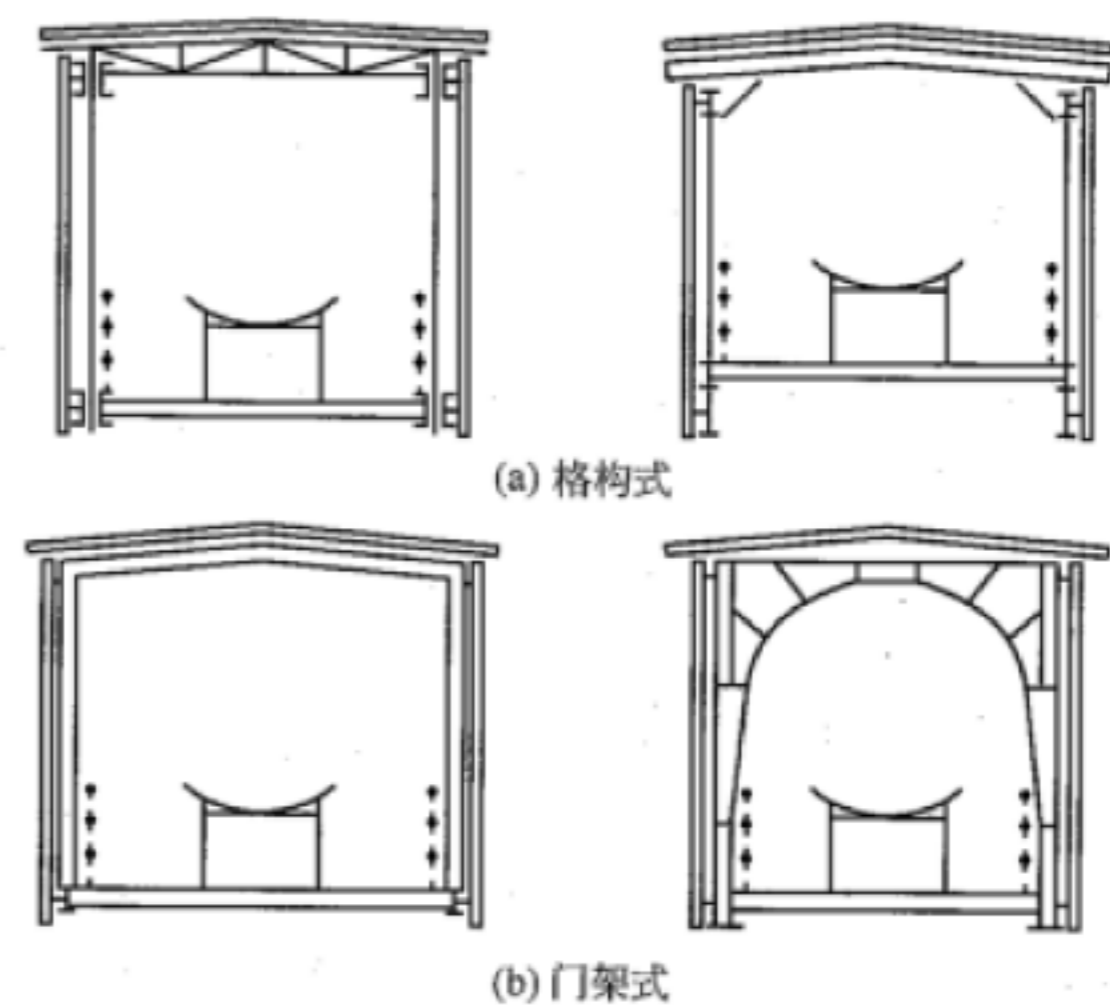


图 5.2.4 封闭式廊身横截面形式

5.2.5 廊身端部宜设置横向门式刚架。

5.2.6 廊身横截面杆件间连接为铰接时,宜在其上方适当部位加腋或设置隅撑(如人字形或八字形),且宜符合下列规定:

1 敞开式廊身跨度小于 10m 时,可在跨中设置一道;大于或等于 10m 且小于 24m 时,宜间隔两个节间设置一道;大于或等于 24m 时,宜间隔一个节间设置一道。

2 半封闭和封闭式廊身宜间隔一个节间设置一道,跨度较小等特殊情况下可间隔两个节间设置一道。

5.2.7 纵向竖直桁架设计应符合下列规定:

1 可采用等截面桁架(图 5.2.7a 和 5.2.7d),特殊情况也可采用变截面桁架(图 5.2.7c)或折线形桁架(图 5.2.7e)。

2 桁架计算高度 H_0 可取其跨度的 1/10~1/14,半封闭和封闭式廊身桁架计算高度不应小于 2200mm。

3 桁架节间长度应根据廊身高度和宽度综合确定,直腹杆与斜腹杆相交的夹角宜为 $35^\circ\sim 55^\circ$ 。

4 桁架分段长度应根据运输和安装条件确定。跨度小于或等于 12m 时可不分段;大于 12m 且小于 20m 时可分成两段;大于或等于 20m 时可分成多段,但每段长度不宜超过 12m;拼接接头宜位于廊身跨度的 1/3 处。

5 桁架节间数为奇数时,中央节间宜布置交叉斜腹杆(图 5.2.7f)。

5.2.8 纵向竖直桁架上(下)弦平面支撑设计应符合下列规定:

1 可采用图 5.2.8 所示支撑形式;

2 桁架上(下)弦平面内各节间宜设置支撑;

3 横梁与桁架下弦杆平接、满铺钢板或钢筋混凝土板,且板和横梁与下弦杆间采用焊接连接时,可不设置支撑;

4 支撑与桁架上(下)弦杆形成的横向桁架,其计算高度 B_0 可取跨度的 1/12~1/18,并符合本规范 5.1.4 的规定。

5.2.9 多条胶带机并行且共廊时,应根据工艺专业需要、荷载情况和场地条件,可设置两榀或多榀纵向竖直桁架,上(下)弦平面

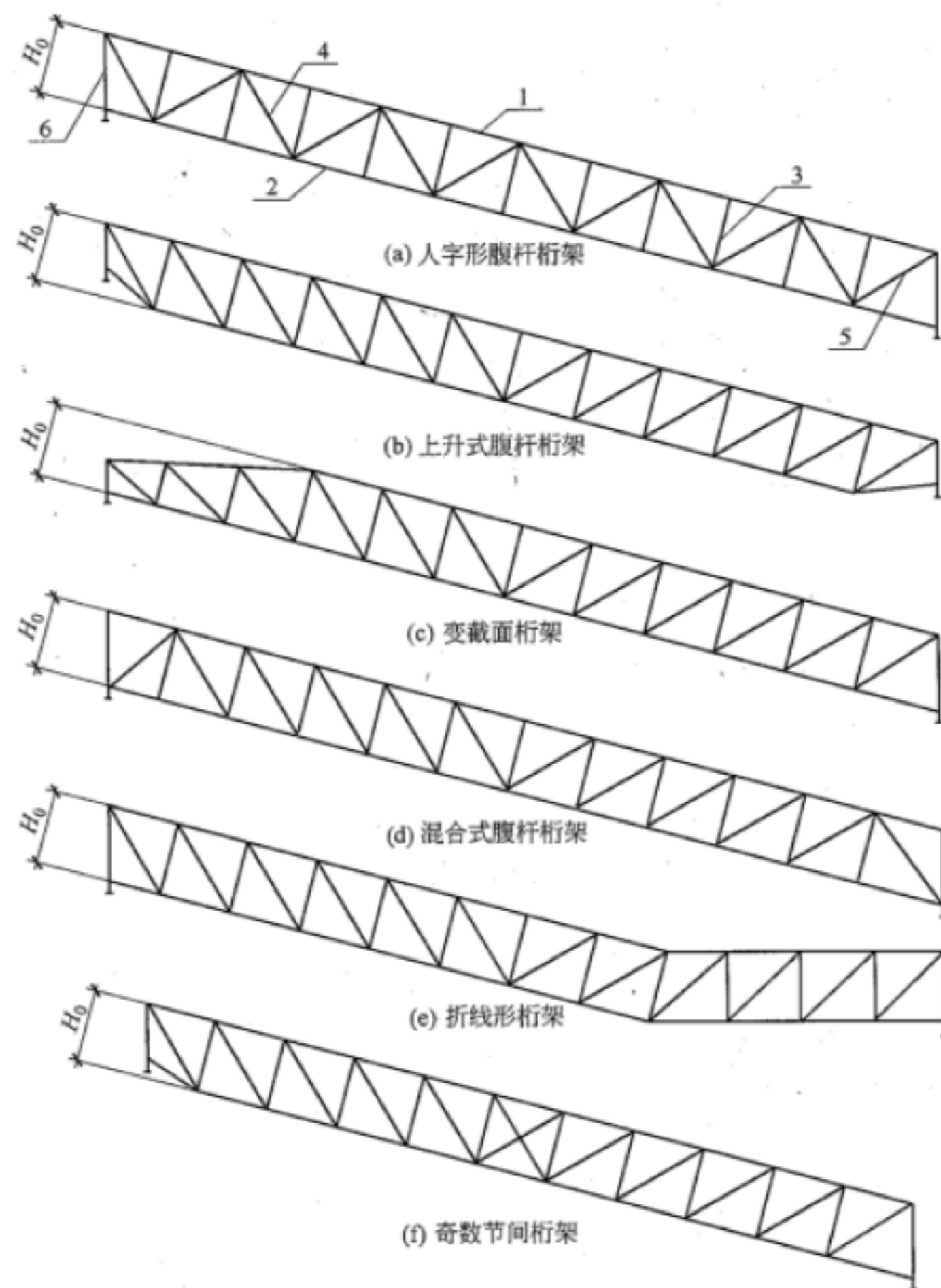


图 5.2.7 纵向竖直桁架形式

1—上弦杆;2—下弦杆;3—直腹杆;4—斜腹杆;5—端斜腹杆;6—端竖杆

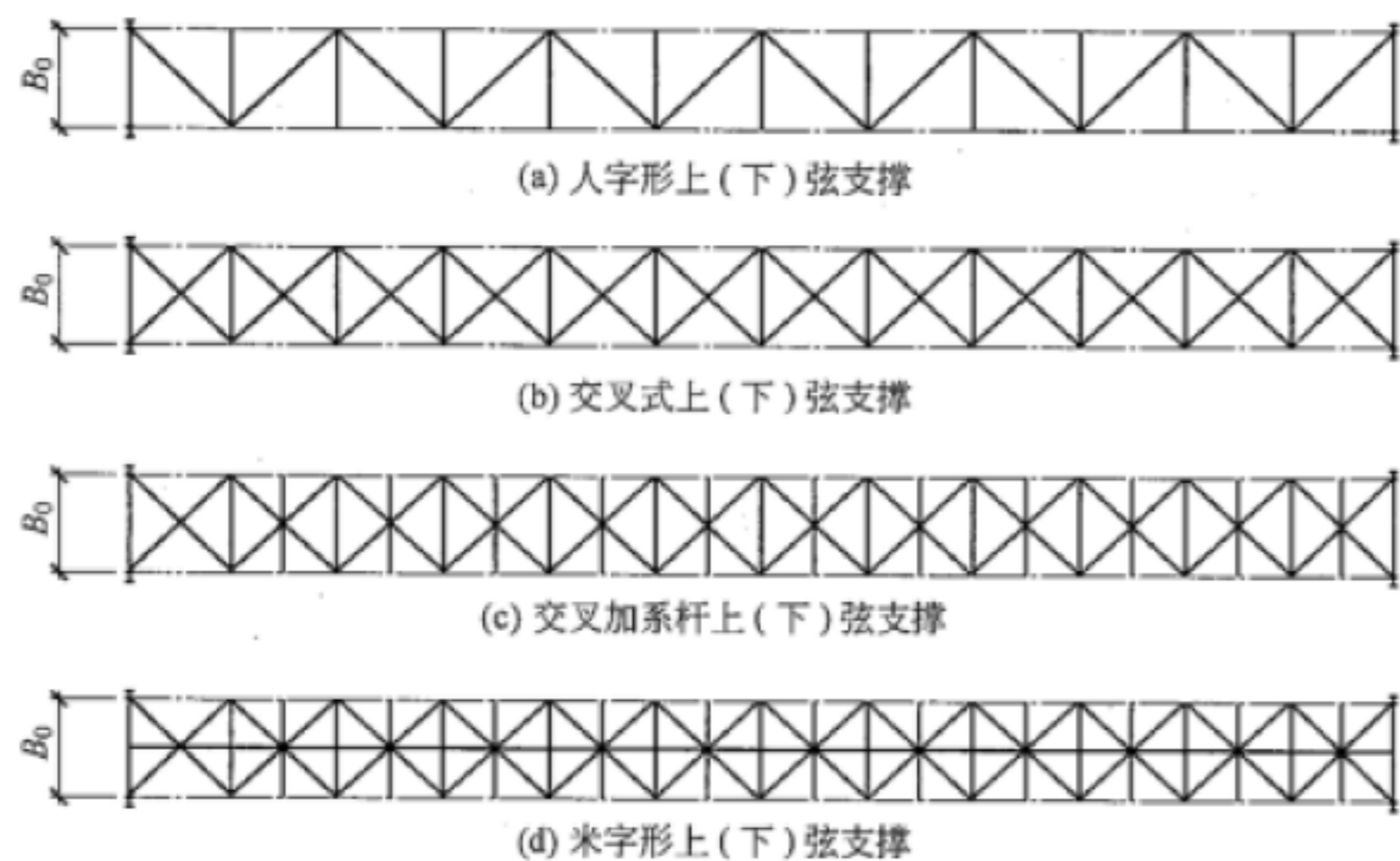


图 5.2.8 纵向竖直桁架上(下)弦平面支撑形式

宜设置封闭支撑。

5.2.10 廊身采用纵向竖直桁架不合理时,可采用以大梁为主要承重构件的结构形式。

5.2.11 支架可分为单片支架和固定支架,其设置应根据相邻俩建(构)筑物间的廊身长度、结构形式和温度区段确定,并符合下列规定:

1 敞开和半封闭式廊身长度小于或等于 120m、封闭式廊身长度小于或等于 180m,且其中一端固定于建(构)筑物时,可只设置单片支架;

2 敞开和半封闭式廊身长度大于 120m 且小于或等于 240m、封闭式廊身长度大于 180m 且小于或等于 360m 时,可设置一个或两个固定支架;

3 廊身长度超过第 2 款规定时可适当增设固定支架。

5.2.12 支架结构形式应根据支承廊身的需要确定,宜采用带平腹杆(支撑)的结构形式,并符合下列规定:

1 高度小于或等于 8m 时,可采用等截面支架(图 5.2.12a、

5.2.12b 和 5.2.12c);大于 8m 时,可采用变截面支架(图 5.2.12e 和 5.2.12f);地面和空间有特殊条件限制时,也可采用底层斜腹杆(支撑)为八字形的支架(图 5.2.12d)。

2 单片支架宜设置双柱。固定支架宜设置四柱,特殊情况时,也可设置三柱。

3 支架高度小于或等于 12m 时可整体制作;大于 12m 时可分段制作,且每段长度不宜大于 12m。

4 支架宽度大于 4m 时,可分开制作柱子和腹杆(支撑),现场组装。

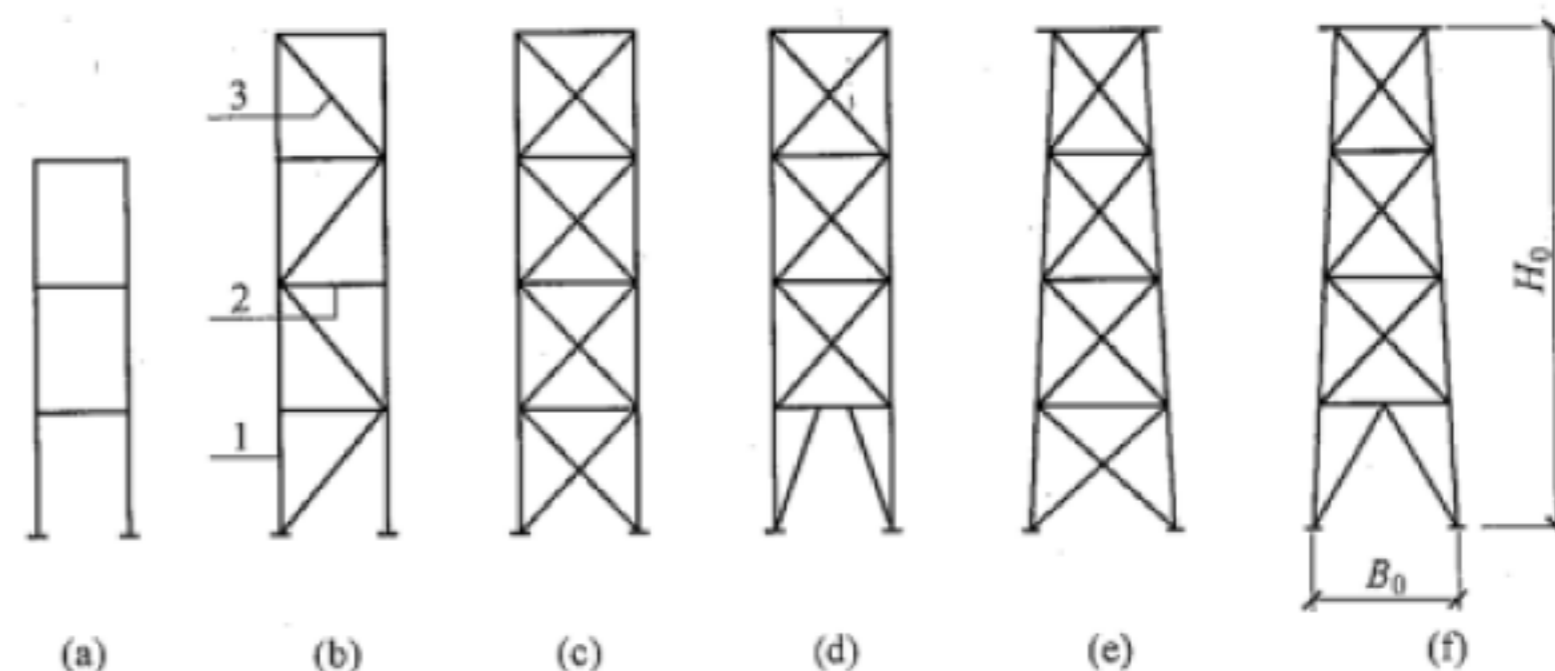


图 5.2.12 支架立面形式

1—柱子;2—平腹杆;3—斜腹杆

5.2.13 支架宽度设计应符合下列规定:

1 顶部宽度应满足支承廊身支座的需要,特殊情况时顶部大梁也可悬挑,如图 5.2.12e;

2 底部宽度可取其高度的 1/4~1/8,并应根据场地条件、竖向和横向荷载计算确定。

5.2.14 除处于抗震设防烈度为 6 度或 7 度的 I 类和 II 类场地,且跨度不大于 6m 的敞开式廊身外,不应采用 T 形或其他横向稳定性较差的支架支承廊身。

6 结构分析和杆件设计

6.1 结构分析

- 6.1.1 通廊结构作用效应宜采用弹性理论分析。
- 6.1.2 廊身与地下通廊、支墩、支架、转运站或厂房等建(构)筑物间的连接,可假定为固定铰支座或滑(滚)动支座。
- 6.1.3 杆件布置不规则或荷载复杂的通廊,宜采用空间分析方法计算整体作用效应。可将廊身和支架合在一起或分别建立模型分析。
- 6.1.4 杆件布置规则的廊身,可将其简化为纵向竖直桁架和横向桁架计算平面作用效应,并叠加竖向和横向荷载对共用弦杆产生的作用效应。
- 6.1.5 除采用空间分析方法外,简单支架也可简化为不完全铰接的平面杆系计算作用效应。
- 6.1.6 廊身变形应符合下列规定:
- 1 按永久和可变荷载标准值计算的最大竖向挠度值,应小于或等于廊身跨度的 1/500;
 - 2 按可变荷载标准值计算的最大横向挠度值,应小于或等于廊身跨度的 1/400;
 - 3 廊身支座位移不应影响胶带机正常生产。
- 6.1.7 支架顶部位移应符合下列规定:
- 1 按可变荷载或地震作用标准值计算的支架最大横向位移值,应小于或等于其高度的 1/350;
 - 2 固定支架纵向位移值应小于或等于其高度的 1/500,并与温度区段伸缩缝或抗震缝相适应。
- 6.1.8 支架柱子插入基础杯口深度,应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规

定计算确定。

6.2 杆件设计

6.2.1 廊身和支架杆件计算长度应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定取值;当牌号为 Q235 时,长细比不宜大于表 6.2.1 的限值。

表 6.2.1 廊身和支架杆件长细比限值

类别		非抗震区	抗震设防烈度					
			6度	7度	8度	9度		
廊身	纵向竖直桁架	上(下)弦杆、端斜腹杆和端竖杆	拉杆	400	350	300	250	200
			压杆	200	200	150	150	120
		直(斜)腹杆	拉杆	400	350	300	250	200
			压杆	200	200	150	150	120
	支撑	拉杆	400	400	350	300	250	
		压杆	200	200	200	200	150	
支架	柱子		200	150	150	120	110	
	平腹杆(支撑)		200	200	150	150	120	
	斜腹杆(支撑)	拉杆	400	350	300	250	200	
		压杆	200	200	150	150	120	

- 注:1 表中所列数值适用于 Q235 钢,当为其他牌号钢材时,应根据国家现行标准有关规定换算确定长细比限值;
- 2 廊身跨度大于或等于 60m 时,非抗震区的纵向竖直桁架上弦杆、端部受压斜腹杆和端竖杆长细比限值宜取 100,其他受压腹杆可取 150,纵向竖直桁架受拉下弦杆、上(下)弦平面交叉支撑和其他受拉腹杆长细比限值宜取 300;
- 3 非抗震区廊身在不同荷载组合中可能受拉也可能受压的同一根杆件,若压应力小于或等于其承载力的 50% 时,其长细比可取 200,否则长细比宜取 150;
- 4 有胶带机钢结构通廊实际工程数据时,可适当放宽长细比限值;
- 5 纵向竖直桁架上(下)弦杆平面外的计算长度,应根据其平面外实际布置的支撑条件确定。

6.2.2 无节间荷载作用时,两端铰接杆件应按轴心受拉或轴心受压杆件计算强度、稳定和连接;各腹杆形心线交点不在上(下)弦杆形心线上时,应计算节点附加弯矩所产生的次应力。

6.2.3 有节间荷载作用时,两端铰接杆件应按拉弯或压弯杆件计算强度、稳定和连接,并满足下列要求:

1 利用节点板连接的纵向竖直桁架上(下)弦杆,可按现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 有关规定确定节点刚度所引起的次弯矩;

2 型钢截面弦杆,端节间跨中正弯矩,可近似地取该节间为单跨简支梁时最大弯矩的 80%,其他节间正弯矩和节点负弯矩,可近似地取相应节间为单跨简支梁时最大弯矩的 60%。

6.2.4 廊身交叉支撑和支架交叉斜腹杆(支撑)可按一根杆件受拉进行计算。

7 构造要求

7.1 伸缩缝

7.1.1 通廊设计应划分温度区段。每个温度区段或分期建设区段的通廊,应为各自独立的稳定体系。两个温度区段间应设置温度伸缩缝,其宽度应满足温度变化时廊身有限纵向位移需要。通廊温度区段长度和廊身温度伸缩缝最小宽度宜符合表 7.1.1 的规定。

表 7.1.1 通廊温度区段长度和廊身温度伸缩缝最小宽度

结构形式	敞开和半封闭式廊身	封闭式廊身
通廊温度区段长度/m	120	180
廊身温度伸缩缝最小宽度/mm	75	105

注:1 处于气候干燥、炎热且暴雨频繁地区,或高温作用下的通廊,温度区段长度宜适当减小;

2 当增加通廊温度区段长度时,应计算温度变化和材料收缩对结构的作用效应;

3 有通廊实际工程数据时,温度区段长度可适当放宽。

7.1.2 伸缩缝可设置在廊身支座与地下通廊、支墩、转运站、筛分站、厂房及高炉框架等建(构)筑物的连接处,也可设置在双片或固定支架的顶部。

7.1.3 伸缩缝构造应满足下列要求:

1 廊身与建(构)筑物间设置伸缩缝时,端部廊身可支承在建(构)筑物柱子外附加梁或悬挑牛腿上,不宜伸到建(构)筑物里面,如图 7.1.3-1;

2 有坡度廊身在固定支架顶部设置伸缩缝时,伸缩缝下端一侧宜采用滑(滚)动支座,上端一侧宜采用固定铰支座,如图 7.1.3-2。

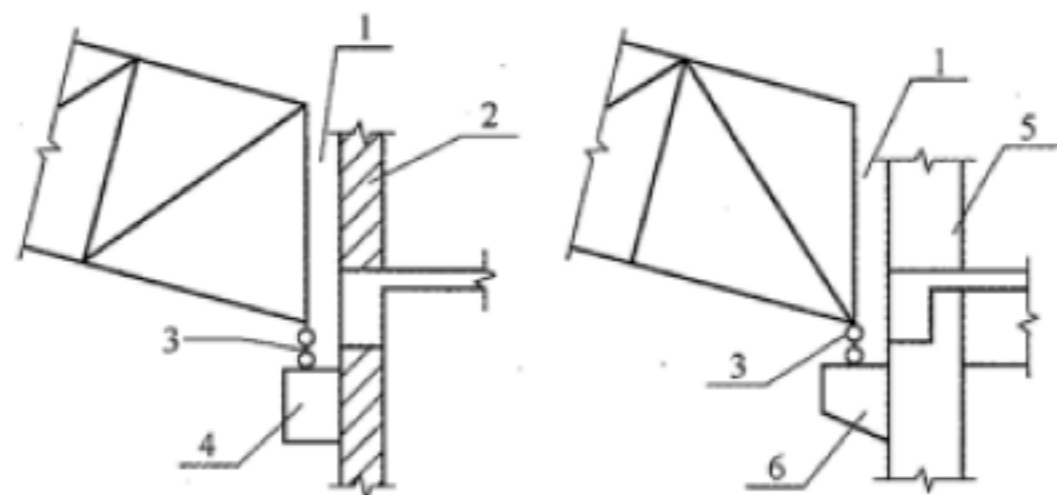


图 7.1.3-1 廊身与建(构)筑物间的伸缩缝
1—伸缩缝;2—建(构)筑物围护结构;3—滑(滚)动支座;4—附加大梁;
5—建(构)筑物柱子;6—悬挑牛腿

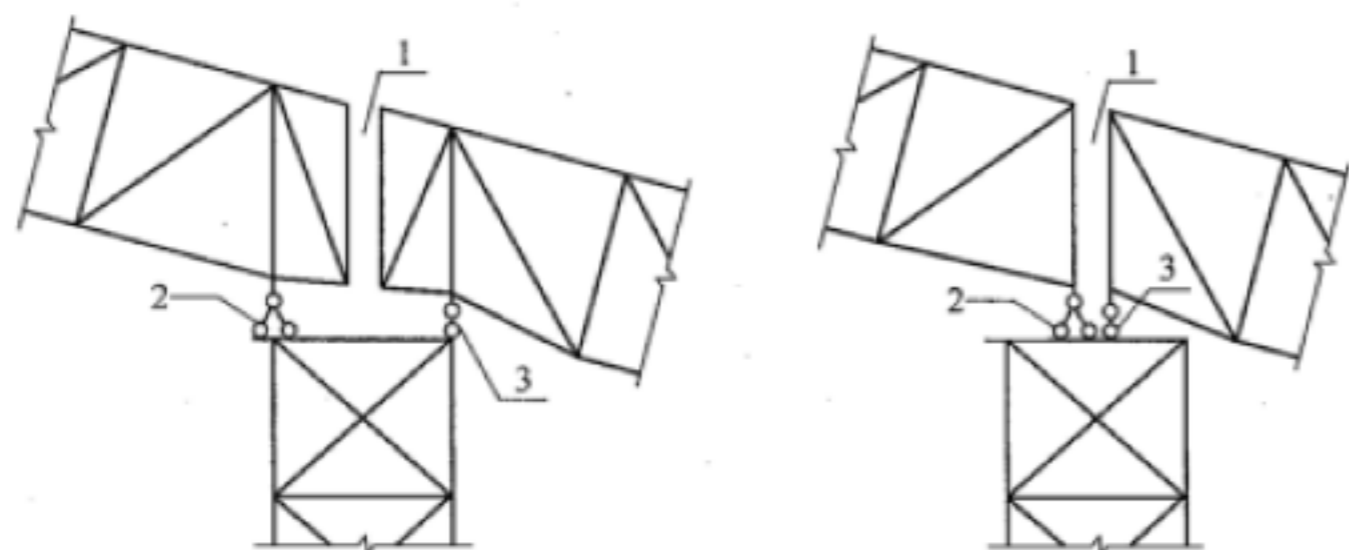


图 7.1.3-2 廊身在固定支架顶部的伸缩缝
1—伸缩缝;2—固定铰支座;3—滑(滚)动支座

7.2 防震缝

7.2.1 防震缝设置应根据建设场地类别和抗震设防烈度,按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定,结合通廊温度区段长度确定,并满足下列要求:

- 1 与建(构)筑物脱开的廊身两端,与建(构)筑物连接的滑

(滚)动支座一端,抗震设防烈度为 6 度、7 度的各种场地和 8 度的 I、II 场地,宜设置防震缝;8 度的 III、IV 场地和 9 度的各种场地,应设置防震缝。

2 廊身支承结构宜采用相同材料,用不同材料结构支承时,其分界处的廊身宜设置防震缝。

7.2.2 防震缝宽度应符合现行国家标准《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定。

7.2.3 防震缝构造应符合下列规定:

- 1 滑(滚)动支座可运动的有限纵向位移值,应大于或等于廊身在地震作用下产生的位移值;
- 2 与地下通廊相连的防震缝,其最低点宜高出地面 500mm;
- 3 廊身落地端防震缝宽度不宜小于 50mm。

7.3 支 座

7.3.1 廊身宜采用固定铰支座或滑(滚)动支座。坡度较大的通廊(如高炉上料通廊),宜将廊身固定铰支座设置在距离地面较低的一端。

7.3.2 支座构造应满足下列要求:

- 1 实际构造应符合计算假定;宜采用无偏心弯矩的对称连接;横向宜固定,纵向可固定或滑(滚)动。
- 2 支承廊身的建(构)筑物沿通廊纵向刚度较小时,廊身可位移端宜采用滚动支座。
- 3 廊身支座下部为钢结构支架时,宜将其直接置于支架柱子顶部;置于支架横梁上翼缘时,应加大横梁截面,并采取防止横梁扭转的构造措施,如图 7.1.3-2。

4 支座下部为钢筋混凝土结构时,支座底板应有足够面积将其反力传递给混凝土,底板厚度应计算确定。

5 滑(滚)动支座设计应有防滑落、防落料和防灰尘的措施,与滑(滚)动摩擦面接触的钢板应刨平。

6 连接螺栓应计算确定,可采用 C 级粗制螺栓,且构造螺栓

不宜小于 M24。

7.3.3 固定铰支座与其下部结构的连接可采用永久螺栓、永久螺栓加现场焊接或安装螺栓加现场焊接形式,坡度较大廊身纵向垂直桁架,下弦杆下面宜设置防滑安全挡块,如图 7.3.3。

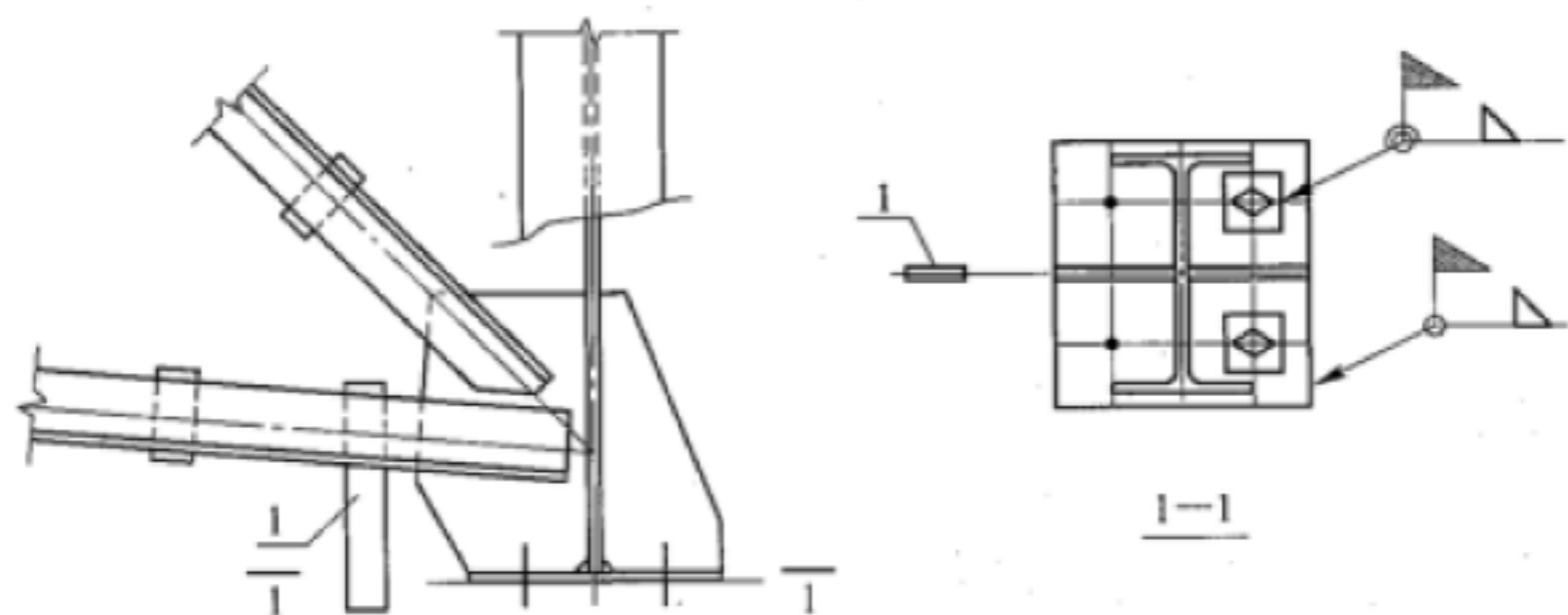


图 7.3.3 固定铰支座
1—防滑安全挡块

7.3.4 滑动支座摩擦副可采用聚四氟乙烯板、普通钢板或不锈钢板。无螺栓单向滑动支座如图 7.3.4-1,四周应设置安全挡块;有螺栓单向滑动支座如图 7.3.4-2,其下摩擦板应与支承结构固定,上摩擦板开长孔;纵向安全挡块间的距离和孔长应根据廊身

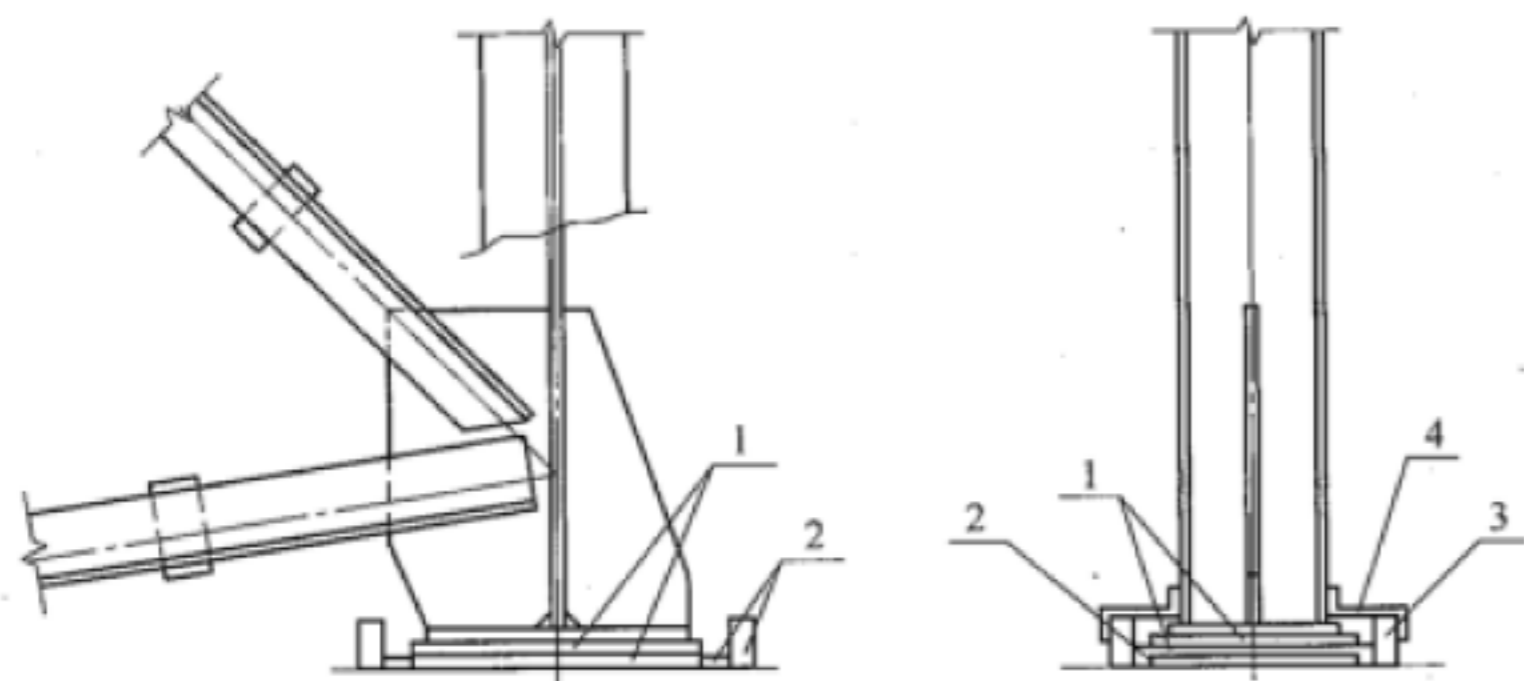


图 7.3.4-1 无螺栓单向滑动支座
1—摩擦副;2—纵向安全挡块;3—横向安全挡块;4—防护板

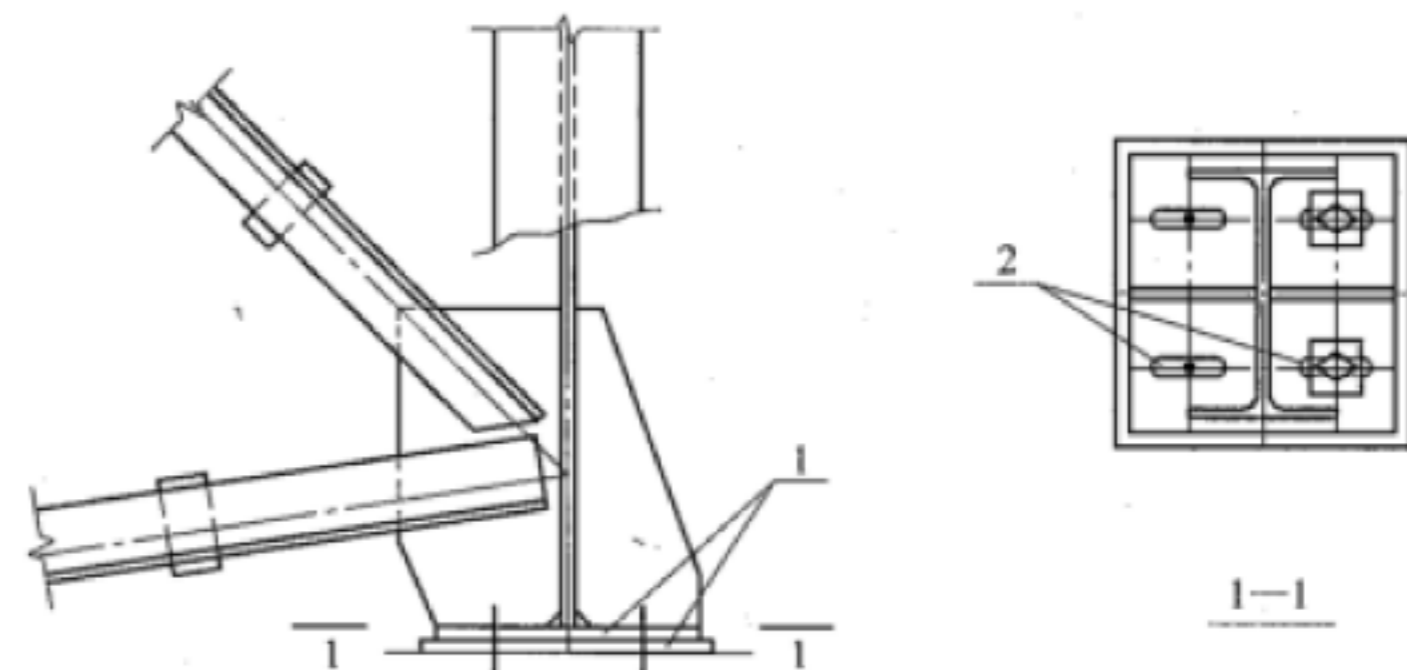


图 7.3.4-2 有螺栓单向滑动支座
1—摩擦副;2—柱底板上长孔

温度变形值,或地震作用下廊身的纵向位移值计算确定。

7.3.5 单向滚动支座辊轴可采用单辊(图 7.3.5-1)、双辊(图 7.3.5-2)或多辊,四周应设置安全挡块。辊轴直径、长度和数量应

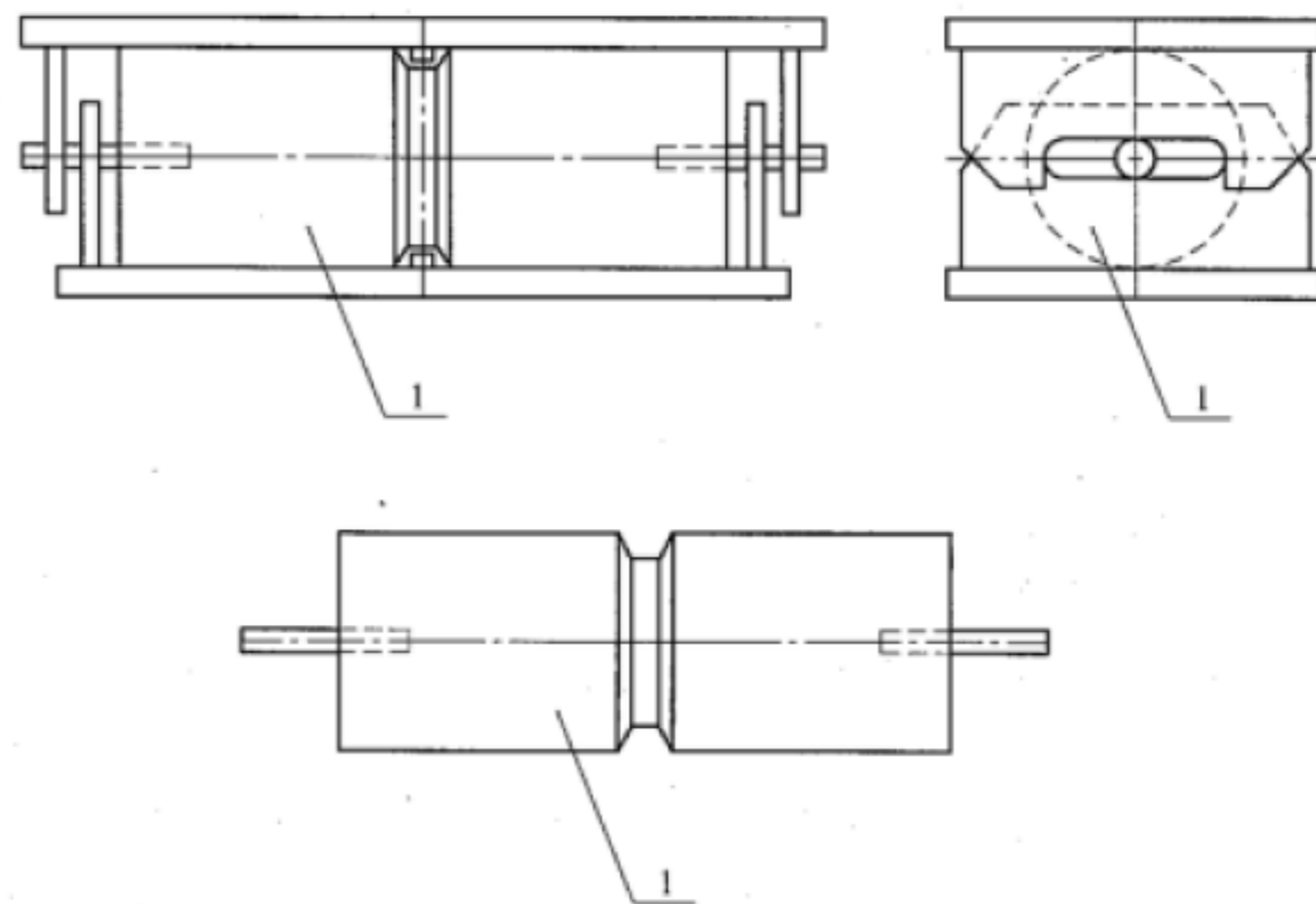


图 7.3.5-1 单向单辊轴滚动支座
1—单辊轴

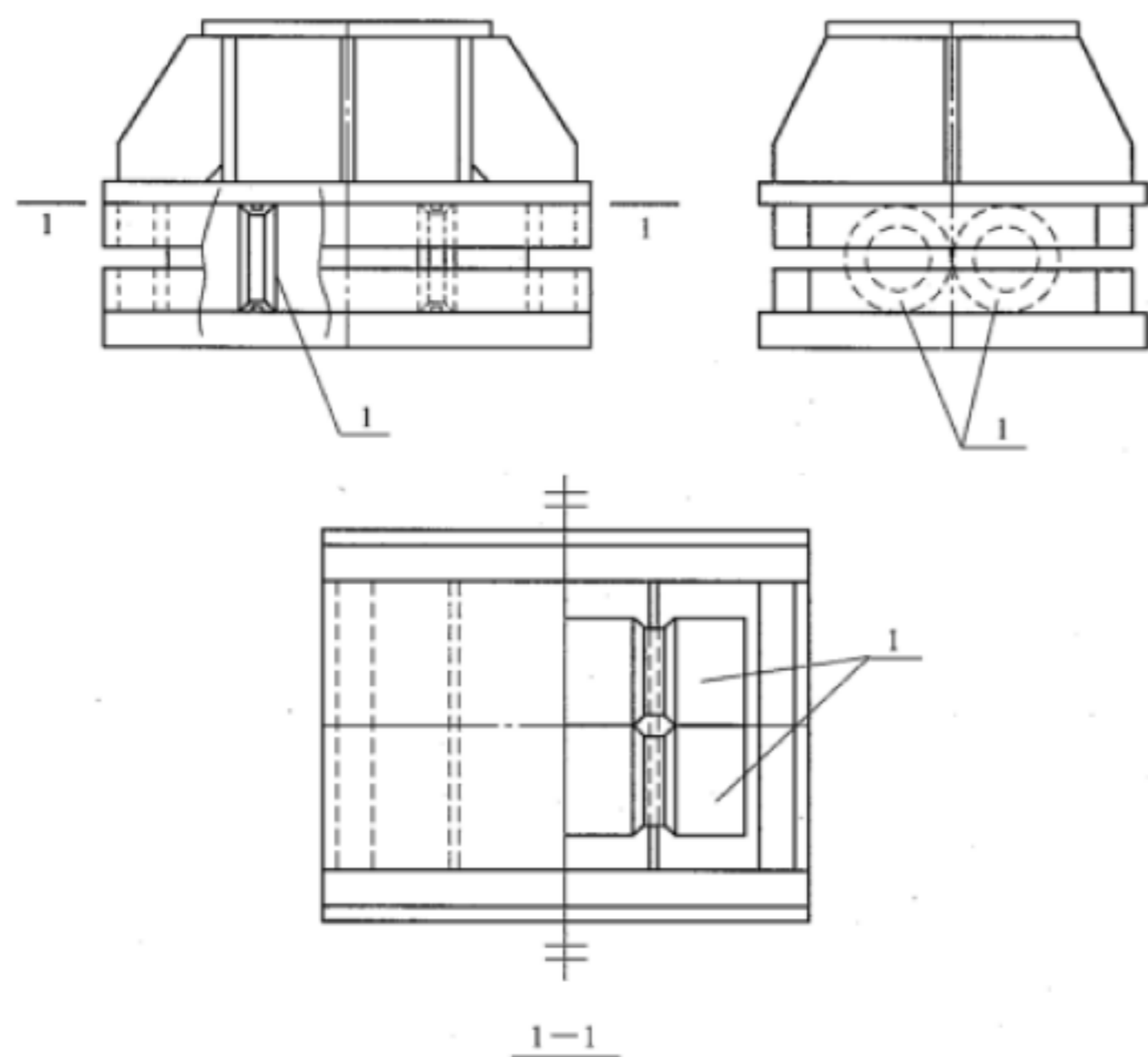


图 7.3.5-2 单向双辊轴滚动支座
1—双辊轴

根据廊身支座反力,按 7.3.5 式计算确定,且应符合下列规定:

- 1 辊轴和上(下)摩擦钢板宜选用牌号为 Q345 钢,或等级更高的低合金高强度结构钢;
- 2 辊轴行程和纵向安全挡块间距离,应根据廊身温度伸缩缝或防震缝的宽度确定;
- 3 同一单片支架顶部不应设置两组滚动支座;
- 4 设计文件应明确对制作、安装、生产和维护的具体要求。

$$R_{GD} \leq \frac{40ndlf^2}{E} \quad (7.3.5)$$

式中 R_{GD} ——滚动支座反力(kN);

n ——辊轴数;

d ——辊轴直径(mm);

l ——辊轴与平板间的接触线长度(mm);

f ——辊轴强度设计值。

7.3.6 位于地震区的通廊,端部廊身支承于建(构)筑物时,其两端支座设计应满足下列要求:

- 1 中部有传递纵向力的固定支架时,宜采用滑(滚)动支座;
- 2 中部无传递纵向力的固定支架时,一端应采用固定铰支座,另一端宜采用滑(滚)动支座。

7.3.7 以简支纵向大梁为主要承重结构的通廊,设计应采取防止纵向大梁支座扭转的措施。

7.4 杆件和节点

7.4.1 通廊杆件和节点构造应符合下列规定:

- 1 与计算假定模型吻合,受力明确、连接简单和施工方便。
- 2 各杆件应等强拼接,连接节点宜满焊。
- 3 杆件间相互直接焊接时应避免应力集中。
- 4 腹杆(支撑)杆件搭接焊于支架柱子,或廊身纵向竖直桁架上(下)弦杆,焊缝强度满足要求时,可不增设节点板。
- 5 用填板连接的组合杆件,应按实腹杆计算。受拉杆件填板间距应小于或等于 $80i$,受压杆件填板间距应小于或等于 $40i$ (i 为回转半径)。

6 受压杆件两个侧向支承点间的填板数量应大于或等于两块。

7.4.2 在满足强度和稳定要求及截面面积相等的前提下,廊身钢材牌号相同的杆件,应优先选用截面模量和回转半径较大者,且满足下列要求:

- 1 纵向竖直桁架上(下)弦杆、直腹杆、斜腹杆、立撑或隅撑可选用单角钢、T形钢、双角钢或单槽钢,跨度和荷载较大者也可

选用轧制或焊接 H 型钢、双槽钢、圆管或矩形管。

2 纵向竖直桁架上(下)弦杆选用槽钢、工字钢、轧制或焊接 H 型钢时,其横截面宜竖向放置。

3 纵向竖直桁架上弦杆角钢肢背宜朝上,下弦杆角钢肢背宜朝下,单角钢肢尖或单槽钢开口宜朝廊身内侧。

4 廊身端部横向门式刚架可选用轧制或焊接宽翼缘 H 型钢,也可选用等截面或变截面工字形杆件,其截面强轴宜平行于纵向竖直桁架跨度方向,上部横梁与柱子(端竖杆)宜刚接,柱子与支承廊身的支座可铰接。

5 纵向竖直桁架上(下)弦平面支撑可选用单角钢、T 形钢或双角钢;等边角钢组成的杆件宜采用 T 形或十字形截面;不等边角钢组成的杆件宜采用长肢相连的 T 形截面。

6 直腹杆需要支承墙面檩条传递来的风荷载时,宜选用槽钢、矩管、轧制或焊接 H 型钢;带隅撑的直腹杆也可采用角钢加槽钢的十字形截面,不宜选用圆管或双角钢 T 型组合截面。

7 围护结构檩条,可选用高频焊接薄壁 H 型钢、卷边槽(C 型)钢或卷边 Z 型钢,也可选用槽钢。高频焊接薄壁 H 型钢的质量,应符合国家现行标准《结构用高频焊接薄壁 H 型钢》JG/T 137 的有关规定;冷弯薄壁型钢的质量,应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

7.4.3 连接构造应使廊身与其支承结构共同形成完整的纵向稳定体系,并利用地面支墩、地上固定支架和建(构)筑物传递纵向力。

7.4.4 支架构造应符合下列规定:

1 高度小于或等于 10m 时,柱子可采用槽钢或工字钢,大于 10m 时宜采用轧制或焊接 H 型钢及矩形管;固定支架柱子也可采用圆管或单角钢。

2 柱子横截面高度小于或等于 600mm,并在腹杆(支撑)节点板处的柱子截面上设置横向加劲时,可设置单(片)腹杆(支撑);大于 600mm 时宜设置双(片)腹杆(支撑)。

3 固定支架顶部应设置水平支撑,中间部位宜间隔两个或三个节间设置一道水平支撑。

4 支架腹杆(支撑)宜采用角钢、T 型钢及其组合截面,非交叉斜腹杆也可采用圆管。横梁宜采用工字钢、轧制或焊接 H 型钢。

5 廊身支座下的支架横梁宜采用轧制或焊接宽翼缘 H 型钢,且横梁与柱子间的连接宜刚接。

7.4.5 支架柱脚与基础的连接采用外露或插入式时,应符合下列规定:

1 非抗震区、6 度和 7 度地震区可采用外露式。地脚锚栓直径应根据受力大小计算确定,柱脚水平剪力应由抗剪键承担,或由柱底板与基础间的摩擦力平衡。

2 8 度和 9 度地震区不应采用外露式柱脚。

3 非抗震区采用插入式柱脚时,插入深度应通过计算确定,且不应小于 500mm、截面高度(或外径)的 1.5 倍和吊装柱子长度的 1/20。

4 地震区采用插入式柱脚时,插入深度不宜小于单肢截面高度(或外径)的 2.5 倍。

7.4.6 以纵向大梁为主要承重结构的通廊,纵向大梁宜采用槽钢、工字钢、轧制或焊接 H 型及钢矩形管。

8 安全、环保和防护

8.1 消 防

8.1.1 通廊防火设计应按现行国家标准《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定执行,其火灾危险性类别和耐火等级宜按表 8.1.1 确定。

表 8.1.1 通廊火灾危险性类别和耐火等级

序号	工程名称	通廊名称	火灾危险性类别	耐火等级
1	原料工程	矿石胶带机通廊	戊类	二级
		焦炭胶带机通廊	丁类	二级
		煤炭胶带机通廊	丙类	二级
2	烧结球团工程	含铁原料胶带机通廊	戊类	二级
		焦炭胶带机通廊	丁类	二级
		煤炭胶带机通廊	丙类	二级
		溶剂胶带机通廊	丁类	二级
		成品胶带机通廊	丁类	二级
		热返矿胶带机通廊	丁类	二级
3	高炉工程	上料主胶带机通廊	丁类	二级
		矿石胶带机通廊	戊类	二级
		焦炭胶带机通廊	丁类	二级
		水渣胶带机通廊	戊类	二级
		喷吹煤胶带机通廊	丙类	二级
4	转炉和 LF 炉工程	副原料胶带机通廊	丁类	二级
		铁合金胶带机通廊	戊类	二级

8.1.2 廊身围护和保温等建筑材料应选用难燃或不燃材料。

8.2 通 道

8.2.1 通廊应设置人行通道,如走道、过跨梯、平台、钢斜梯和直爬梯。通道设置应符合下列规定:

1 并列布置胶带机数量小于或等于三条时,宜在胶带机两外侧设置单行走道,特殊情况下可在一侧设置;四条时,宜在胶带机间增设一条单行走道;超过四条时,应在胶带机机群间适当增设单行走道。

2 长度大于 100m 的廊身,宜在胶带机两外侧设置走道,并在纵向按 30~100m 的间距设置过跨梯(胶带机上部有设备移动区域除外);过跨梯下部净高度应满足工艺专业要求,上部净高度不应小于 1600mm,且应在其上方设置警示标志。

3 操作点至安全出口距离应由工艺专业决定,安全出口应设置直通地面的钢斜梯或直爬梯。

4 带防雨罩的胶带机,其敞开式廊身两外侧走道,宜低于胶带面 800~1200mm。

8.2.2 走道设计应符合下列规定:

1 除直爬梯外,单行通道净宽度不宜小于 800mm,双行通道净宽度不宜小于 1300mm。

2 通道板宜采用 5~6mm 的花纹钢板;无防尘和防漏要求的通道板可采用钢格栅板,但应采取防止物品坠落的措施。

3 通道表面与上部障碍物间的净高度不宜小于 2000mm。

4 通道表面水平夹角大于 6°,且小于或等于 12°时,应设置防滑条;大于 12°时应设置踏步。

8.2.3 钢斜梯设计应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分:钢斜梯》GB 4053.2 的有关规定,并满足下列要求:

1 坡度不宜大于 45°,条件受限时可适当放宽,但不应大于 60°;

- 2 高度大于 5m 时,宜在中部位置设置休息平台;
- 3 踏步应均匀布置,顶(底)踏步和中间踏步高差宜精确到毫米。踏步高度和宽度可按表 8.2.3 取值。

表 8.2.3 钢斜梯踏步高度和宽度

与水平面夹角/(°)	30	35	40	45	50	55	60
踏步高度/mm	160	175	185	200	210	225	235
踏步宽度/mm	310	280	250	225	210	180	160

注:踏步高度和宽度可根据实际情况按表中规定尺寸作微小调整,设计应确保踏步高度均匀,不应出现“高踏步”和“低踏步”。

8.2.4 直爬梯设计应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分:钢直梯》GB 4053.1 的有关规定,并满足下列要求:

- 1 内侧净宽度宜取 500mm。梯梁(框)可采用扁钢、不等肢角钢、等肢角钢或槽钢,且宜按拉弯杆件计算。
- 2 梯梁(框)伸到顶端时,可向行走方向弯曲代替扶手,且高于最高一级踏棍 1050mm,弯曲直径可取 200mm。
- 3 踏棍应均匀排列,间距可取 250~300mm;踏棍可采用 $\phi 20$ 的钢筋;踏棍与脚尖前方障碍物间的净距不宜小于 150mm。
- 4 高度大于 2m 的直爬梯应设置安全护笼;大于或等于 10m 的直爬梯,应间隔 5m 设置一个休息平台。

8.3 栏杆

8.3.1 敞开式廊身两侧、重锤或小车张紧装置中的重锤或小车四周、平台、操作面、有坠落危险的孔(洞)、走道、过桥、钢斜梯等敞开边缘,下方或相邻地面(板)距离大于或等于 1.2m 时,应设置防护栏杆。

8.3.2 栏杆设计,除应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分:工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3 的有关规定外,尚应根据栏杆根部距下方或相邻地面(板)距离确定栏杆的

高度:

- 1 距离小于 2m 时,栏杆高度不应低于 900mm;
- 2 距离大于或等于 2m 且小于 20m 时,栏杆高度不应低于 1050mm;
- 3 距离大于或等于 20m 时,栏杆高度不应低于 1200mm。

8.4 环境保护

8.4.1 廊身跨越公路、铁路、河道、水域、人行步(通)道时,必须在胶带机下部设置落料挡板。

8.4.2 廊身跨越下列位置时,应在胶带机下部或设备上设置落料挡板:

- 1 地面传递动装置、重锤拉紧装置、胶带机受料区段和导料槽;
- 2 建筑物和绿化带;
- 3 其他因环境保护或劳动安全等应设置的部位。

8.4.3 敞开和半封闭式廊身应防止胶带机回程胶带上粘附物料洒落和积灰飘洒措施。走道与墙架间存在安全隐患的孔洞,宜用钢板铺填。

8.4.4 落灰管应沿胶带机两侧对称和独立布置,其间距由工艺专业提供。积灰口应加装活动盖板,地面应设积灰池。

8.5 防雷

8.5.1 防雷应根据电气专业要求设计,并符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

8.5.2 避雷针引下线不应少于两根,并远离其他电气专业线缆。

8.6 防护

8.6.1 钢结构通廊应根据环境条件、腐蚀介质种类等进行防护处理。特殊地区的通廊,尚应采取相应的防护措施。

8.6.2 钢结构通廊应遵守“先除锈后涂漆”的原则,除锈、涂漆或

镀层应符合现行国家标准《带式输送机》GB/T 10595、《工业建筑防腐设计规范》GB 50046、《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 和现行行业标准《钢结构、管道涂装技术规程》YB/T 9256 的有关规定,并满足下列要求:

- 1 喷射或抛射除锈,除锈等级不应低于 Sa2 1/2 级;
- 2 手工或动力工具除锈,除锈等级不应低于 St3 级。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,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……的有关规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- [1] 《建筑结构荷载规范》GB 50009;
- [2] 《建筑抗震设计规范》GB 50011;
- [3] 《建筑设计防火规范》GB 50016;
- [4] 《钢结构设计规范》GB 50017;
- [5] 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018;
- [6] 《建筑采光设计标准》GB/T 50033;
- [7] 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046;
- [8] 《烟囱设计规范》GB 50051;
- [9] 《建筑物防雷设计规范》GB 50057;
- [10] 《高耸结构设计规范》GB 50135;
- [11] 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153;
- [12] 《构筑物抗震设计规范》GB 50191;
- [13] 《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414;
- [14] 《带式输送机工程设计规范》GB 50431;
- [15] 《六角螺母 C 级》GB/T 41;
- [16] 《平垫圈 C 级》GB/T 95;
- [17] 《碳素结构钢》GB/T 700;
- [18] 《碳钢药芯焊丝》GB/T 10045;
- [19] 《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228;
- [20] 《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229;
- [21] 《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230;
- [22] 《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;
- [23] 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632;
- [24] 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591;
- [25] 《固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分:固定式钢

直梯》GB 4053. 1;

[26] 《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分:固定式钢斜梯》GB 4053. 2;

[27] 《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分:固定式防护栏杆》GB 4053. 3;

[28] 《耐候结构钢》GB/T 4171;

[29] 《氩》GB/T 4842;

[30] 《碳钢焊条》GB/T 5117;

[31] 《低合金钢焊条》GB/T 5118;

[32] 《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293;

[33] 《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780;

[34] 《六角头螺栓》GB/T 5782;

[35] 《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110;

[36] 《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923;

[37] 《带式输送机》GB/T 10595;

[38] 《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470;

[39] 《建筑压型钢板》GB/T 12755;

[40] 《熔化焊用钢丝》GB/T 14957;

[41] 《低合金钢药芯焊丝》GB/T 17493;

[42] 《结构用高频焊接薄壁 H 型钢》JG/T 137;

[43] 《压型金属板设计施工规程》YBJ 216;

[44] 《焊接用二氧化碳》HG/T 2537;

[45] 《钢结构、管道涂装技术规程》YB/T 9256。

中华人民共和国黑色冶金行业标准

钢铁企业胶带机钢结构通廊设计规范

YB 4358—2013

条 文 说 明

2014 北 京

制定说明

行业标准《钢铁企业胶带机钢结构通廊设计规范》(YB 4358—2013),经工业和信息化部 2013 年 10 月以第 52 号公告批准发布。

本规范编制过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国钢铁企业胶带机钢结构通廊工程建设中的实践经验,同时参考了国外先进标准。

为便于广大设计、施工、科研和学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解并执行条文规定,编制组按章、节和条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据及执行中需注意的有关事项进行了说明,还对强制性条文的强制理由作了解释。但是,本条文说明不具备与规范条文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范的参考。

目 次

1 总则	51
2 术语和符号	53
2.1 术语	53
2.2 符号	53
3 基本规定	54
3.1 设计原则	54
3.2 钢材	55
3.3 连接材料	57
3.4 围护材料	58
4 荷载和作用	59
4.1 荷载和作用分类	59
4.2 工艺荷载	59
4.4 电缆和管道荷载	61
4.5 风荷载	62
4.6 积雪和覆冰荷载	63
4.7 积灰荷载	64
4.8 均布活荷载	65
4.9 温度作用	66
4.10 摩擦力	66
4.11 地震作用	67
5 通廊布置和选型	68
5.1 一般规定	68
5.2 结构形式	69
6 结构分析和杆件设计	73
6.1 结构分析	73
6.2 杆件设计	74
7 构造要求	76
7.1 伸缩缝	76
7.2 防震缝	77
7.3 支座	77
7.4 杆件和节点	79
8 安全、环保和防护	82
8.1 消防	82
8.2 通道	82
8.3 栏杆	84
8.4 环境保护	85
8.5 防雷	86
8.6 防护	86

1 总 则

1.0.1 钢铁企业胶带机钢结构通廊虽是特种构筑物,但仍属普通钢结构范畴。故与其他钢结构一样,通廊设计,理应执行国家方针政策和遵守国家法律、法规及标准的有关规定。

1.0.2 本条的目的是明确本规范适用范围,便于设计遵循。

钢铁企业(矿山、焦化、耐火、烧结、球团、原料、炼铁和炼钢等)常用胶带机主要有两种类型,即普通胶带机和管状胶带机。通常,普通胶带机通廊跨度大于或等于18m时适宜于采用钢结构,特别是采用两榀纵向竖直桁架,并用支撑将其上(下)弦杆连成空间结构的通廊更具有明显优势,如自重小、抗震性能好、加工制作方便和安装快捷等。本规范适用于该类通廊设计。当然,通廊跨度较小时也可采用梁式结构。

本规范不适用于非钢结构和特殊形式通廊设计。管状胶带机的配套支架和通廊一般由设备制造厂设计、制作和供货,故未列入本规范适用范围;用钢丝绳牵引、气垫、管式(包括圆形和椭圆形)、网架、悬索、鱼腹式及预应力等特种形式通廊目前应用还很少,也不属本规范适用范围;地下通廊通常采用钢筋混凝土结构,不属本规范适用范围;砌体结构和钢筋混凝土结构通廊(包括预应力钢筋混凝土结构)自重较大,相对来说抗震性能较差,应用正在逐步减少,也未列入本规范适用范围。

1.0.3 通廊工程牵涉面较广,与现行国家标准关系紧密。通廊设计时,荷载取值应符合《建筑结构荷载规范》GB 50009的有关规定;防火设计应符合《建筑设计防火规范》GB 50016和《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414的有关规定;结构设计应符合《钢结构设计规范》GB 50017的有关规定;抗震设计应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011和《构筑物抗震设计规范》GB 50191的

有关规定;受侵蚀介质作用的通廊,尚应按《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 进行防腐蚀设计;处于高温环境、寒冷及严寒地区中的通廊,设计尚应符合国家现行标准的有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

本章采用的术语是按现行国家标准《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132、《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083、《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 和《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定编写的,并根据需要增加了一些内容。

2.2 符号

本规范给出常用符号并对其下了特殊定义,它们均为本规范各章节所引用。

3 基本规定

3.1 设计原则

3.1.1 本条明确本规范编制原则。

3.1.2~3.1.3 本规范与国家现行其他结构设计规范一样,采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以分项系数设计表达式进行计算,按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。它们包括:通廊的整体结构、单个构件和节点强度、稳定及变形。

3.1.4 相对来说,作为为工艺等专业服务的胶带机钢结构通廊,其荷载类型还是比较多的。对不利工况的荷载效应组合应合理取舍,既要保证结构安全,又宜取得经济效益。故本条明确给出各种荷载效应的取值和组合要求。

实际工程中,有的通道采用格栅板,此时雪荷载和灰荷载应酌情折减。通道和位于胶带机托辊支架下面的平台均布活荷载与安装检修荷载,它们不应同时组合。当胶带机托辊支架下面没有设置平台或落料挡板时,可不计算均布活荷载。

钢铁企业胶带机钢结构通廊运输系统主要由料场、通廊和转运站三大部分组成。目前,大跨度廊身、高耸支架及复杂转运站日益增多,廊身处在体型和高度各异的建(构)筑物间,由刚度较小的支架或转运站支承。这种以横向结构(廊身)为主的通廊,与井架、烟囱和塔架等竖向结构相比,其重量和迎风面形状均有突变。由于荷载数据不足,廊身风载体型系数和风振计算在现行《建筑结构荷载规范》GB 50009 中并没有给出,仅在《建筑结构荷载规范》GBJ 9—1987 中给出过封闭式廊身的体型系数。因此,对廊身,风荷载是否起控制作用,是否需要和地震作用组合,很难作出准确判断。故本条第 4 款建按《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 5.4.1 条要求作出规定。这里,所谓风荷载起控制作用,指廊

身在风荷载或地震作用下产生,并传递至支架顶端或建(构)筑物支承点处的总剪力和倾覆力矩相当的情况。

3.1.7 本条的目的是提醒设计人员注意,胶带机运行速度较快、动力荷载较大或多条胶带机共廊时,宜计算胶带机对通廊的振动效应。

在钢铁企业生产调查中发现,高速、大型或多条胶带机启动、正常运行或关闭的瞬间(它们可能同时运行,可能部分运行,也可能错时运行),个别通廊确实有振动现象发生。为避免通廊与胶带机发生共振,设计应采取有效措施,控制它们的自振频率,其值不应接近,更不应重合,且宜大于或等于 20%。胶带机动荷载对通廊产生的动力效应可简化为设备荷载乘以动力系数,但对动力性能不清楚的设备,其效应应采用动力分析方法来解决。

3.1.8 安装过程中,通廊结构可能还没有完全形成稳定体系。这种情况下,廊身、支架、个别构件或杆件,其受力性能与安装完毕和生产过程中的工况不尽相同,可能处于不安全状态。故本条明确提醒有关人员应验算该工况下通廊结构的强度和稳定,尤其应注重高大通廊结构的验算,如分段的纵向垂直桁架和单片支架等,以便确定是否会产生安全隐患。

3.2 钢材

3.2.1~3.2.3 该三条给出在钢结构通廊设计中常用碳素结构钢和低合金高强度结构钢的牌号、所属标准,并明确设计指标选取要求,目的是便于设计人员选用。

据调研统计,在钢铁企业胶带机钢结构通廊主要承重结构设计中,我国几十年来大多采用牌号为 Q235(早期牌号为 A3F)的钢材。然而,我国现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 明确规定,用 Q235 级沸腾钢轧制的钢材厚度或直径不大于 25mm,现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 也规定了其使用范围,故牌号 Q235 级沸腾钢的使用范围受到一定限制。随着钢铁企业大型化、冶炼强度逐步加强和胶带机运输能力的不断提高,对通廊

钢材的要求也越来越高。统计表明,大跨度或重荷载钢结构通廊强度控制时宜采用低合金高强度结构钢,如牌号为 Q345、Q390 甚至等级更高的低合金高强度结构钢,以达到自重轻和造价低的目的。当然,非强度控制的构件,如平台板、走道板、过跨梯、钢斜梯、直爬梯和栏杆等宜选用牌号为 Q235 的钢材。

目前,耐候钢在我国建筑结构中的应用还十分有限,也没有见到在钢结构通廊中使用。但在钢铁企业胶带机钢结构通廊使用情况调研中发现,那些处在大气潮湿条件或中等腐蚀及其以上恶劣环境中的通廊,一般使用二、三十年就会出现不同程度的损坏,存在着极大的安全隐患。其中,纵向垂直桁架的拉杆或节点更是腐蚀和锈烂严重,有的节点板厚度减小,有的杆件尤其是端斜腹杆局部断裂,具有很大的失效风险。故本条提出在特殊情况下还可选用耐候钢,以扩大钢材的选择范围,有效地延长通廊的使用寿命,最大限度地保证通廊环保和节能,且在 50 年的设计基准期内可靠和安全。

现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 还明确规定:A 级钢冷弯试验合格时,抗拉强度上限可不作交货条件;在保证钢材力学性能符合标准的前提下,各牌号 A 级钢的碳、锰和硅含量可不作交货条件,其含量在质量证明书中予以注明。显然,Q235A 级钢的含碳量大于 0.22% 也属合格产品。同样,现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 也明确规定:在保证钢材力学性能符合标准规定的情况下,各牌号 A 级钢碳、硅和锰的化学成分可不作交货条件,也就是说 Q345A、Q390A 或等级更高的低合金高强度 A 级结构钢,含碳量可不受 $\leq 0.20\%$ 的限制。含碳量偏高会使碳当量增加,直接影响钢结构通廊的焊接性能,故本条规定焊接结构不宜采用 Q235A、Q345A、Q390A 或等级更高的低合金高强度 A 级结构钢。

实际工程中,用其他牌号国产或进口钢材替换碳素结构钢或低合金高强度结构钢的例子是经常碰到的,设计人员不能一概拒绝,也不能无条件地同意。钢材替换应有充分的依据,如有无实

践经验、钢种类别、钢材力学性能和化学成分等是否能符合我国现行标准的有关规定。

低温冷脆是钢结构的特殊问题,钢结构冷脆破坏在我国和世界各地均曾屡次发生。设计严寒和寒冷地区的通廊,尤其是敞开式廊身时,除正确选择与环境相适应、不同级别的钢材和保证钢材的冲击韧性外,还应采取其他有效构造措施,提高钢结构通廊的抗脆断的能力,防止通廊“冷脆”。

3.3 连接材料

3.3.1 合格焊接材料是获得良好焊接质量的基本前提,它对焊接结构安全性有着重大的质量影响。焊接材料化学成分、物理力学性能和工艺性能等是重要指标,应符合国家现行标准的有关规定。焊接材料厂家应出具产品质量证明书或检验报告,施工企业应采取抽样方法进行验证。

3.3.2~3.3.4 焊接材料熔敷金属中扩散氢的测定方法应根据现行国家标准《熔敷金属中扩散氢的测定方法》GB/T 3965 进行。水银置换法只适用于焊条电弧焊;甘油置换法和气相色谱法适用于焊条电弧焊、埋弧焊和气体保护焊。当用甘油置换法测定的熔敷金属材料中扩散氢含量小于 2mL/100g 时,必须使用气相色谱法测定。

采用埋弧焊时应按现行国家标准并根据钢材的强度等级、质量等级和牌号选择适当的焊剂,同时要求尽可能地选择有良好脱渣性能的焊接工艺。

3.3.5 氩气纯度应大于或等于 99.95%;优等品要求二氧化碳含量(V/V)应大于或等于 99.9%,水蒸气与乙醇总含量(m/m)应小于或等于 0.005%;一等品要求二氧化碳含量(V/V)应大于或等于 99.7%,水蒸气与乙醇总含量(m/m)应小于或等于 0.02%;合格品要求二氧化碳含量(V/V)应大于或等于 99.5%,水蒸气与乙醇总含量(m/m)应小于或等于 0.05%。其分类见表 3-1。以非发酵法所得的二氧化碳,对乙醇含量不作规定。

表 3-1 对焊接用二氧化碳组分含量的要求

项 目	组 分 含 量		
	优等品	一等品	合格品
二氧化碳含量, V/V, 10 ⁻² (不小于)	99.9	99.7	99.5
液态水	不应检出	不应检出	不应检出
油			
水蒸气+乙醇含量, m/m, 10 ⁻² (不大于)	0.005	0.02	0.05
气 味	无异味	无异味	无异味

3.3.9~3.3.11 习惯上,通常将六角头螺栓称之为普通螺栓。根据性能等级,六角头 C 级螺栓有 3.6、4.6 和 4.8 三个等级,六角头 A 级和 B 级螺栓有 5.6 级,均称之为普通螺栓;六角头 A 级和 B 级螺栓还有 8.8、9.8 和 10.9 等几个等级,它们采用低碳合金钢、中碳钢、中碳合金钢或合金钢,再经热处理(淬火并回火)制作,故也称之为高强度螺栓。为与钢结构用高强度大六角头扭剪型螺栓区别,避免混淆,本规范条文沿用了现行国家标准的术语。

3.4 围护材料

3.4.2 玻璃纤维增强聚酯采光板具有轻质高强、透光率高、耐腐蚀、耐老化、阻燃和不渗水等特点,正常使用寿命为 15~20 年,但目前还未见到其有关标准。根据现行国家标准图集《天窗 上悬钢天窗 中悬钢天窗 平天窗》GJBT—866(图集号 05J621-1)的有关规定,本规范推荐阻燃型玻璃纤维增强聚酯采光板的物理性能按表 3-2 执行,有关标准出台后应自动替换表 3-2 中的各项参数,执行新的有关规定。

阻燃型玻璃纤维增强聚酯采光板的横截面形状和尺寸应与彩色压型钢板完全吻合,色彩宜与工程所处环境协调。

表 3-2 阻燃型玻璃纤维增强聚酯采光板的物理性能

指标名称	氧指数 /%	树脂含量 /%	巴氏硬度 /HBa	弯曲强度 /MPa	透光率 /%	固化度 /%	适宜温度 /℃	导热率 /(W/(m·K))
指标值	≥30	65~75	≥40	≥110	≥85	≥82	-50~130	0.2~0.32

4 荷载和作用

4.1 荷载和作用分类

4.1.1~4.1.2 通廊荷载和作用可分为四类,即永久荷载、可变荷载、偶然荷载和地震作用。在设计基准期内,它们对通廊产生的效应是不一样的。永久荷载不随时间变化,或其变化与平均值相比可忽略不计,或其变化是单调的并趋于某一限值;可变荷载随时间的延续而变化,且其变化与平均值相比不可忽略不计;偶然荷载在通廊使用期间不一定出现,但一旦出现,其值很大且持续时间非常短暂。

4.2 工艺荷载

4.2.1 工艺荷载是通廊设计的重要依据,历来工艺专业设计人员的提法差别较大。本条的目的是明确工艺荷载获取要点和规范荷载参数形式,便于结构设计人员清理和掌握,避免遗漏。这里应注意的是,工艺专业提供的工艺荷载往往是胶带机在生产过程中不容易超过的最大值,它与现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的标准值是有区别的。故不能简单地将工艺专业提供的荷载作为工艺荷载标准值,要分析后与工艺专业协商,正确选择、使用工艺荷载并作为标准值。

一般情况下,胶带机的头部和尾部设施(如头轮、电机、减速机、料仓和尾轮等)均放置在转运站或车间内,中间部分设施(如重锤拉紧装置、硫化机、托辊及其支架等)才放置在通廊内,只有个别特殊情况胶带机头部设施才放置在通廊内,如高炉上料通廊。因此,非高炉上料通廊可不获取第 4 款的参数。

设备是局部的集中荷载,在其区域范围内应按集中荷载或等效荷载取值,以外应按均布活荷载取值。设备荷载包括:设备自

重和张力(包括启动、运行和制动张力)等。设备自重一般按永久荷载考虑,物料重和张力一般按可变荷载考虑。如果设备自重大于物料重时,应向工艺专业明确,要求将设备自重和物料重分别给出。在基本组合的荷载分项系数中,设备自重按永久荷载取分项系数,物料重和张力按可变荷载取分项系数。

生产过程中,被运送物料是否有超载情况出现,应由工艺专业设计人员明确。无超载时,分项系数可取 1.2;有超载时,分项系数可取 1.4。

设备自重和物料重对通廊作用是长期的,荷载组合时其组合值系数应取 1.0;计算地震作用时,组合值系数也应取 1.0。

生产操作荷载指生产时无设备区域的操作人员、小型工具等,可按均布活荷载计算;检修荷载指临时堆放的零星物料、可能拆卸的设备(胶带、托辊、导向轮、支架、防护罩、单轨吊、除铁器、硫化机、计量秤、张紧装置和取样器)、管线、工具等,可采用等效均布活荷载代替。

澳大利亚等国家的胶带机设计规范中,有“涌料”、“堵料”和“启动骤停”等工艺荷载概念。多个电机驱动的矿山长距离胶带机运输系统中,若没有设置同步驱动控制装置,前面胶带机停运后面胶带机继续运行就会出现“涌料”现象,但我国钢铁企业双电机驱动胶带机装有同步驱动控制装置,不会出现这种运行工况;“堵料”指料管(漏斗)堵塞时物料继续下落,胶带机头部或尾部的建(构)筑物内(譬如转运站)有可能出现这种工况,中间部位胶带机不会出现这种工况;目前我国的工艺荷载还没有达到将“启动骤停”这种荷载细分出来的程度,且生产过程中基本不会出现这种工况。因此,本规范没有提出计算通廊的工艺荷载需要考虑“涌料”、“堵料”或“启动骤停”等工况。

4.2.2 通廊常用设备动力系数也可按表 4-1 取用。该表是在调查了矿山、电厂和水泥等行业八个设计院(公司)所取动力系数的基础上确定的,是工程统计值。如果电机和减速机等驱动装置放在同一个设备基础(构架)上,可采用同一个动力系数,其大小可

按电机和减速机自重所占比例来确定。

表 4-1 通廊常用设备动力系数

序号	设备名称	部位和参数	动力系数
1	胶带机	头部(传递动部分)	1.5
		中部和尾部	1.3
		张紧装置部位	1.1
2	减速机	功率<75kW	1.2
		功率≥75kW	2.0
3	电动机	转速≤500r/min	1.2
		转速=750r/min	1.6
		转速=1000r/min	2.0
		转速=1250r/min	2.5
		转速=1500r/min	3.0

4.4 电缆和管道荷载

4.4.1~4.4.2 随着钢铁企业自动化生产程度的不断提高,廊身内的电缆也越来越多,电缆及其桥架荷载不容忽视。这里特别强调注意与电气专业协商,宜将电缆及其桥架敷设在屋面梁或两榀纵向垂直桁架直腹杆上,且宜均匀和对称,尽量避免单侧布置。因两榀纵向垂直桁架受力不均时,会在刚度本来就较弱的横截面方向产生不利于廊身的扭矩;此外,单侧布置多层电缆桥架还会增加廊身纵向垂直桁架高度。

调研中发现,电缆及其桥架敷设不规范现象较多:有不对称布置电缆桥架的,有将电缆桥架直接焊在纵向垂直桁架斜腹杆上的,还有通道表面与电缆桥架间净高度仅有 1.5m 的(电缆略高一些)。调研人员深切体会到,上述不规范敷设已给廊身造成不利影响,同时,让通行人员碰头在所难免。

4.4.3 本条提出的管道荷载,是指因生产需要由廊身和支架结构本身来支承的荷载。它们有除尘、给排水、热力或燃气等管道。

除尘管道直径较大,一般由支架直接支承;给排水、热力或燃气等管道直径较小,一般布置在廊身两侧,由廊身直接支承。对管道荷载,应分别计算施工、生产或事故等不同状态对支架和廊身产生的荷载效应。

4.4.4 管道尤其是大直径管道,除对通廊产生竖向作用外,还会对通廊产生水平作用,其值不容忽视。

4.4.5 廊身内部需要生产、检修和通行,其上附加的管道特别是一些大直径管道一般布置在廊身外侧,距离廊身外表面比较近。廊身对管道风荷载体型系数有一定的影响,反之管道对廊身风荷载体型系数也有一定的影响。此外,管道对廊身积雪和地震作用也会产生不同程度的影响。故计算上述荷载时,应按管道与廊身连接方式、管道根数、直径、排列方式和管道内介质重量等因素综合考虑它们间相互的附加影响。

4.5 风荷载

4.5.1 通廊廊身长而窄,体积小,且架空,其迎风面体型系数比一般落地建(构)筑物大;同理,其顶面和背面体型系数也比落地建(构)筑物大;当风从廊身底下穿过时,由于狭流效应会使风速加大,体型系数也会相应加大。但在现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中,没有给出敞开、半封闭和封闭式廊身的风荷载体型系数,原因是数据和依据不足。故本规范按敞开、半封闭和封闭式廊身两种情况分别提出廊身风荷载体型系数的取值方法。

此外,缺乏有关工程资料、数据和不具备作风洞试验条件时,也可参考图 4-1 确定封闭式廊身的风荷载体型系数。该图源于《建筑结构荷载设计规范》GBJ 9—1987 和《工业与民用建筑结构荷载设计规范》TJ 9—1974。

4.5.2 现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 在 2010 版中规定,当多个建(构)筑物特别是在集群高层建筑中,它们相互间距较近时,宜考虑风力相互干扰的群体效应,方法是将单独建

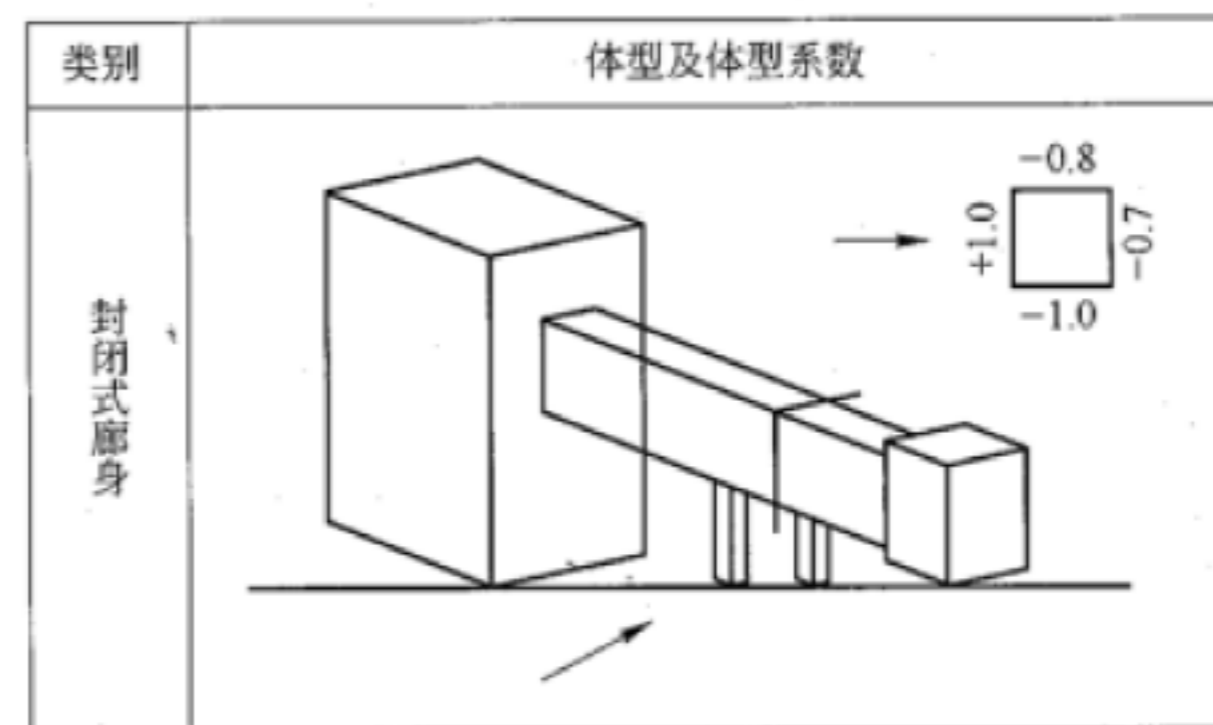


图 4-1 封闭式廊身风荷载体型系数

注:表中符号→表示方向;+表示压力;-表示吸力

(构)筑物体型系数乘以相互干扰系数,本条是根据该规定提出的。

4.6 积雪和覆冰荷载

4.6.2~4.6.3 据调研,2010 年初,我国西北大部分寒冷和严寒地区连降暴雪。某钢铁公司支承副原料通廊的炼钢连铸主厂房,其高低跨相连的低跨屋面因积雪(冰)反复冻融(积雪在白天温度上升时部分融化,晚上温度下降时结冰。之后再积雪,再融化,再结冰并越积越厚)。横向天窗和墙面间的雪(冰)堆积厚度高达 1600~2000mm,其实际雪(冰)荷载远远超过按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定计算得出的数值,致使局部的压型钢板、拉条和支撑严重弯曲变形,檩条侧弯扭曲,且屋面局部坍塌。

2011 年冬,我国西北另一钢铁公司炼钢厂屋面也发生了类似事故。原因是预留 $\phi 1200\text{mm}$ 的除尘管道上积雪(冰)高达 1000mm 左右,气温上升时与管道粘接的雪(冰)慢慢融化,大量雪(冰)失去粘结和支托砸向屋面,造成屋面局部坍塌。

与上述情况类似,2012年初,某轧钢厂过跨车轨道上方的纵向雨搭也发生过局部坍塌事故。此外,在华中、西南和西北地区,覆冰破坏钢结构事故也曾多次发生。

该两条条文是基于上述实际发生事故提出的,故设计说明中应明确限制通廊积雪(冰)的重量或厚度,建议业主建立健全相应的安全生产规章制度,及时清除积雪(冰),避免雪(冰)越积越厚的不利局面出现。

4.6.4~4.6.5 敞开式廊身(桁架式)有位于露天场地的,如矿山、原料场中的矿石通廊;也有位于厂内的,如炼钢厂里的铁合金通廊。显然,只有符合覆冰气象条件的敞开式廊身(桁架式)才需要计算覆冰对杆件和结构产生的不利作用效应,对不符合覆冰气象条件者则不需要作上述计算。

4.7 积灰荷载

4.7.1~4.7.3 屋面积灰是钢铁企业建(构)筑物所面临的特有问题,通廊也不例外,且半封闭和封闭式廊身还有内部落料和积灰问题。该三条是在现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009对灰荷载所作有关规定基础上,结合其他资料、数据和调研结果综合编写而成的。

设计人员应重视落料和积灰对通廊产生的不利荷载效应,设计说明应明确限制廊身内、外落料和积灰重量,建议业主建立健全相应的安全生产规章制度,及时清除落料和积灰,避免落料和积灰日益加厚的不利局面出现。

大量调查表明,半封闭和封闭式廊身采用洒水方式清扫,往往难以彻底清除落料和积灰,日积月累,它们的厚度会不断增加。钢结构廊身中凹角、死角长期处在干湿交替环境中,杆件和节点板会加速锈蚀,形成安全隐患。故设计说明还应建议业主选用能彻底清除落料和积灰的方法,有条件的地方可用压力水冲刷清扫,不推荐用洒水方式清扫。

考察得知,钢铁企业有灰源屋面积灰严重是常见现象,因积

灰过多导致屋盖局部坍塌的事故也时有发生,下面就是其中几个实例,可供通廊设计参考。

20世纪90年代,考察东北某钢铁公司紧邻副原料通廊的炼钢主厂房时发现,屋面积灰厚度没过鞋子的现象随处可见。

本世纪初期,考察南方某钢铁公司投产仅仅2~3个月的电炉炼钢厂主厂房时发现,积灰已达2~3mm。

前几年,南方某钢铁公司投产两年多的炼钢主厂房水渣车间,因积灰(壳)过多诱发高低跨相连的低跨屋架支座脱落,致使屋面压型钢板、檩条和托架严重变形,屋盖局部坍塌约800m²。究其原因,是因屋面积灰(壳)得不到及时清除,加之南方雨水频繁,积灰遇水结壳。之后,再积灰,再结壳……如此反复循环,灰(壳)厚度达100~200mm,成了名副其实的“灰砖”。经计算,发现实际灰荷载值超过现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009规定数值数倍。虽然,屋架端部刀板与柱子间的连接因塞焊钢筋引起应力集中是导致该事故发生的主要原因,但积灰(壳)太厚也是一个不容置疑的诱因。

近两年,考查西南地区某钢铁公司才投产2~3年的原料场运煤通廊时发现,通廊内部落料和积灰严重,行人通过困难。

4.8 均布活荷载

4.8.1 大多数通廊都是窄长、架空的特种构筑物,建筑面积相对较小,故规定屋面上人时,其均布活荷载取0.5kN/m²。

4.8.2 廊身内走道和支架上的重锤张紧装置平台具有供人通行和临时堆放工艺专业设施的双重功能,除计算各种人员的通行荷载外,还应考虑安装、操作、检修和事故等荷载,即应考虑通行人员、工具、更换的上(下)托辊及其支架等产生的局部集中荷载。局部结构负载较大的情况是客观存在的,故规定计算板、加劲和次梁时取值不宜小于2.0kN/m²。跨度较大的廊身,如跨度超过24m,若按2.0kN/m²的均布活荷载通长满铺计算,其值显然偏大。实际上,这种通长满铺的均布活荷载发生的概率较小,故规

定可按《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定和工程数据对 2.0kN/m^2 的均布活载适当折减。

调研中发现,胶带机托辊支架下面常有落料堆积,没能得到及时清除,故规定胶带机托辊支架范围内的平台均布活荷载可根据胶带机实际宽度取 $0.3\sim 0.5\text{kN/m}^2$,宽度较小时可取大值,反之则取小值。

胶带机头部平台活荷载取 4.0kN/m^2 ,主要是原因检修时需要堆放头轮、电机或减速器等工艺专业设施。

4.9 温度作用

4.9.1~4.9.3 通廊温度区段长度宜符合本规范第 7.1.1 条的有关规定。由于工艺布置原因或其他特殊条件限制,致使温度区段长度不符合该条规定时,应计算温度应力和温度变形对廊身及其支承结构产生的作用效应。

1 廊身支架顶部承受的纵向温度作用计算方法,主要参考了长沙冶金设计研究院归衡石先生撰写的《胶带机通廊支架设计中的几个纵向力的问题》一文,其计算公式系按该文内容归纳而成。公式中的计算温差,采用通廊安装合拢时室外空气温度与该地区最高(或最低)五日极端温度平均值之差,且可按夏季和冬季分别计算,计算时应注意作用力方向。

2 通廊变形约束中心点位置的确定也是参考上述论文内容归纳整理而成的。

3 实际廊身有保温和不保温的区别,在计算廊身热膨胀值时,我们引入了保温影响系数 K_t 。该系数是按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 中列举的采暖房屋和露天结构不同温度区段长度换算而来的。

4.10 摩擦力

4.10.1 本条参照现行国家标准《钢铁企业管道支架设计规范》GB 50709 的有关规定提出摩擦力计算方法。摩擦系数是根据国

家现行标准和试验资料整理得出,摩擦系数数值与滑(滚)动支座是否采取减阻措施关系密切。要获得较小的摩擦系数,应采取减阻措施,防止钢材腐(锈)蚀,如对钢结构支座将钢板刨光、涂黄油、洒石墨,对有聚四氟乙烯的支座加硅脂等。此外,支座设计还应注意非钢材材料老化和支座更换方便等问题,同时应建议业主加强管理,保证支座在设计基准期内可靠运行。

4.10.2 如采用其他的材料或其他形式的滑(滚)动支座,其摩擦系数理应由相应产品厂家提供或试验获得。

4.11 地震作用

4.11.6 除有专门规定外,通廊的阻尼比应取 0.05;当阻尼比不等于 0.05 时,通廊的水平地震影响系数应按《构筑物抗震设计规范》GB 50191 乘以阻尼修正系数。

5 通廊布置和选型

5.1 一般规定

5.1.1 通廊是架空的特种构筑物,虽然廊身宽度和高度只有数米,但廊身顶部距地面高度可达数十米;从长度上看,通廊短则几十米,长则几百米甚至数公里。通廊往往与铁路、公路、水域、人行通道、电源线、动力和能源管道等毗邻或立体交叉,从设计上保证它们之间有足够安全距离十分重要,故除符合现行国家标准有关规定外,也应符合国家现行标准的有关规定。

5.1.2 确定廊身跨度或支架位置,历来是一个比较棘手,经常让结构专业返工的问题。这是因钢铁企业建设场地中,建(构)筑物、铁路、公路、人行道、河道、水域、隧道和地下管网等错综复杂,廊身跨度或支架位置经常受到其制约,过大或过小跨度均会加大综合耗钢指标,单凭工艺专业需要和总图布置确定廊身跨度或支架位置,显然不尽合理。故结构和建筑专业应与工艺和总图专业密切配合,沟通协商,选择合理的廊身跨度或支架位置。

调研统计,廊身跨度或支架间距在 20~30m 范围内较为经济、合理。由于特殊原因,廊身跨度有大于或等于 60m 的,上料通廊廊身跨度也有达到 100m 的,但它们的耗钢指标均比较大。

5.1.3 虽然通廊设计主要由结构和建筑两个专业完成,但廊身采用何种结构形式(敞开、半封闭和封闭式)、保温与不保温、是否采暖等却是根据工艺专业需要确定的。故通廊设计首先应满足工艺专业需要,其次应优化结构体系、杆件形式、连接节点和细部构造,保证内力传递简捷和可靠。

5.1.4 确定廊身横截面高度和宽度,除满足工艺专业需要或业主特殊要求外,还应满足结构受力和安全生产需要,所以它是一个综合的设计问题。非采暖地区的采(选)矿、烧结厂 500~

1400mm 宽胶带机廊身设计,也可按表 5-1 确定其横截面尺寸。

表 5-1 非采暖地区采(选)矿、烧结厂单胶带机廊身横截面尺寸表(mm)

胶带宽度	B 采用宽度	A		C ₁	C ₂
		TD-75 型	DT-II 型		
500	3000	772	926	1600	1400
650		922	1076	1600	1400
800	3300	1132	1126 1276	1750	1550
1000		1486	1500	1750	1550
1200	3800	1760	1750 1760	2000	1800
1400		1960	1960 1990	2000	1800

注:TD-75 型和 DT-II 型为采(选)矿、烧结厂比较常用的两种通用胶带机类型。

5.1.5 如将更换胶带的装置(孔洞)布置在廊身范围内,可能切断廊身支撑杆,影响廊身水平力传递。故本条规定不宜将更换胶带的装置(孔洞)布置在廊身范围内,宜将其布置在与通廊头部或尾部连接的建(构)筑物中。

5.1.6~5.1.7 调研东北某些钢铁公司通廊得知,历来各设计单位对封闭式廊身的采光设计差别较大,哪怕是同一个工程,有的设置采光带,有的不设置采光带;有的开窗太少,廊身内部阴暗潮湿;有的开窗太多,廊身内部光线强烈刺眼。故本两条提出应按现行国家标准《建筑采光设计标准》GB/T 50033 的有关规定作采光设计,以满足生产需要。

5.2 结构形式

5.2.1 廊身采用何种形式,主要由工艺专业根据运送物料和工作温度决定。本条所讲的结构工作温度是指最低日平均温度。就温度而言,我国幅员辽阔,不同地区温差很大。在冬季,华东、

华中、西南和华南等温暖地区廊身最低日平均温度一般高于 0°C ，可采用敞开、半封闭或封闭式；东北、华北和西北等严寒或寒冷地区廊身最低日平均温度一般低于 0°C ，廊身宜采用封闭式。这里的“最低日平均温度”可按现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 中所列数值采用。本条仅原则性地规定了廊身形式的选择方法，实际设计中，可根据具体情况和有关数据酌情选择。

5.2.2~5.2.4 该三条列举的廊身横截面形式，均选自实际工程图纸，是最常见的廊身典型横截面，也是几十年来钢铁企业胶带机钢结构廊身横截面形式的设计总结。

图 5.2.3 和 5.2.4 用虚线表示的栏杆意义是：半封闭和封闭式廊身走道与墙架间有孔洞且有安全隐患时，应设置栏杆，否则可不设置栏杆。

5.2.5 廊身端部设置横向门式刚架，可保证廊身端部为几何不变体系。若廊身端部没有设置横向门式刚架，则应在梁、柱连接处加腋或增设隅撑，以保证廊身的横向稳定。

5.2.6 用支撑将两榀纵向竖直桁架上(下)弦杆连接成空间体系，是廊身最常见的结构形式。廊身横截面杆件间连接为铰接时，如果不加腋，也不设置支撑或隅撑，在不均匀风荷载或地震力作用下，廊身很容易发生屈曲变形或扭转，其横截面也有成为菱形甚至变成机动体系的可能，廊身端部更是如此。这里作出规定，主要目的是从构造上提高廊身的整体稳定性，保证廊身为空间几何不变体系。对加腋或隅撑间距的规定，是最低要求，设计时应根据廊身实际状况和需求，合理确定其间距和数量。此外，设置支撑或隅撑会占据廊身有效空间，设计人员应注意满足工艺专业和生产对净高度的要求。

5.2.7~5.2.8 纵向竖直桁架及其支撑形式均选自实际工程图纸。其中，图 5.2.7b 的特点是较短直腹杆受压，较长斜腹杆受拉；图 5.2.7d 的特点是端竖杆内力较小；图 5.2.7f 的特点是廊身为奇数节间时，中间斜腹杆可按拉杆计算；图 5.2.8a 型支撑适合

宽度较小的廊身；图 5.2.8d 型支撑适合宽度较大的廊身；图 5.2.8b 和图 5.2.8c 型支撑则适合常规的廊身。

设置通长支撑的主要作用是使廊身在横向形成几何不变体系，减小纵向竖直桁架上(下)弦杆的计算长度。因此，纵向竖直桁架下弦平面支撑设置应考虑板和横梁与弦杆间的连接关系，即平接或迭接问题。横梁与弦杆间平接，能保证剪力传递，可不设置支撑；横梁与弦杆间迭接，宜设置支撑。否则，应采取相应构造措施。

5.2.9 原料场、港口和码头会遇到多条胶带机并行且共廊的情况。此时荷载较大，廊身较宽，不宜设置满铺支撑，设置矩形封闭支撑比较合理，也节省钢材。

5.2.10 大多数廊身以纵向竖直桁架为主要承重构件，但当廊身跨度较小时，宜以纵向大梁为主要承重构件，如与建(构)筑物相连的端跨廊身、俩建(构)筑物间距离较小的廊身和建(构)筑物内部的廊身等。

5.2.11 支架是廊身的主要支承结构。以材料来划分，其类别较多：有砌体结构、钢筋混凝土结构和钢结构。砌体结构“支架”(支墩)基本被淘汰，钢筋混凝土结构支架的应用也越来越少，钢结构支架却越来越多地广泛应用于钢铁企业胶带机钢结构通廊建设之中。

以形式来划分，支架可分为单片支架和固定支架。设置单片支架的主要目的是合理划分廊身跨度、传递廊身竖向和横向荷载；除此之外，设置固定支架的另一个主要目的是保证廊身及其支架与相邻俩建(构)筑物能共同形成完整的纵向稳定体系和抗震体系。廊身长度较小时，纵向地震作用效应也较小，完全可以由相邻俩建(构)筑物中的一个来承担；廊身长度较大时，纵向地震作用效应也较大，故应在合适部位设置一个或多个固定支架来分担地震作用效应，以减小廊身因地震作用效应对建(构)筑物的影响。当然，确定固定支架位置和数量还应与廊身温度区段匹配，便于固定铰支座形成，以传递纵向力。

固定支架宜对称布置于温度区段的中部。当不对称布置时,固定支架中点至远端距离不宜大于温度区段长度的60%。

5.2.12 根据调研结果和设计数据统计,支架高度较小时,宜采用顶部和底部宽度相同的结构形式;支架高度较大时,宜采用上窄下宽的梯形结构形式。其目的是使支架受力合理、节约材料,同时减少用地、美化外观。这里的“变截面支架”包括“支架”和“柱子横截面”是“可变化的”两层意思。特殊情况下采用图5.2.12d型支架时,由于与八字形斜腹杆(支撑)相连的平腹杆(支撑)既受拉(压),又受弯,故应加大该杆件截面的抗弯刚度。

5.2.13 支架底部宽度应根据支架高度、竖向荷载和横向荷载大小计算确定。本条给出的取值范围,是多年工程设计数据的积累。此外,确定支架宽度还应避开地上和地下管线等设施,给基础留出位置,便于施工。

5.2.14 本条中“Ⅰ类和Ⅱ类场地”应按《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关条文确定。

6 结构分析和杆件设计

6.1 结构分析

6.1.3 通廊虽为空间结构,但相对于钢铁企业其他建(构)筑物来说还是比较规则和简单的。况且,计算机普及和计算机软件发展异常迅猛。因此,本条提出杆件布置不规则或荷载复杂的通廊,宜采用空间分析方法进行整体作用效应计算,这时的空间模型应包括廊身和支架。当然,建立这种模型困难时,将廊身和支架分开建立空间模型(不包括单片支架)也是可行的。事实上,目前许多结构设计人员也采用这种计算方法。廊身按空间模型分析时,宜包括纵向竖直桁架、上(下)弦平面支撑、中间刚架和端部刚架。

6.1.4 杆件布置规则的廊身,可用图解法或数解法对纵向竖直桁架杆件和支撑分别进行平面作用效应计算,这里强调应注意叠加竖向和横向荷载对纵向竖直桁架上(下)弦杆的双重作用效应。

6.1.6 通廊支承的工艺设备主要为胶带机,其竖向或横向变形过大均可能使胶带机不能正常运行,同时影响外观,给人以不安全感。故对廊身竖向和横向变形及支座位移提出限制要求。跨度大于或等于24m的廊身纵向竖直桁架宜预先起拱,起拱值可取永久荷载标准值作用下的廊身挠度值。该条规定的限值,是根据工艺专业要求、通廊多年设计积累和实测数据等资料总结和综合权衡确定的。

6.1.7 对支架顶部横向位移的控制值,我国现行有关标准中还未作出规定。在原苏联《煤炭工业建筑钢结构》(苏Г.Л.罗晋布利特著,王智新等译,1958)一书中,规定支架顶部横向位移值应小于或等于支架高度的1/250。我们调研了中冶赛迪近十几年设计的大量通廊施工图,其支架顶部横向位移值一般都在支架高度

的 $1/300 \sim 1/800$ 间,频率最多的是 $1/400 \sim 1/500$ 。这些工程已投产多年,目前尚未出现影响生产的问题。为安全起见,本规范参照原苏联规定,结合我国工程实际情况,偏严格地推荐支架顶部横向位移值应小于或等于支架高度的 $1/350$ 。

固定支架顶部纵向位移控制值,是按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 关于多层框架柱柱顶和建(构)筑物位移限值提出的,有实际工程数据时可适当放宽。

6.1.8 设计支架插入式柱脚时,钢筋混凝土基础杯口承载力应大于或等于支架钢柱屈服承载力。为保证柱脚与基础为刚性连接,使钢柱受压翼缘侧的细石混凝土不被压溃和挤出,钢柱必须有足够的插入深度。地震区钢柱插入深度,应按钢柱在强震作用下全截面进入屈服阶段计算。此时,作用于基础顶面的极限弯矩(塑性铰弯矩)和极限剪力,均由 H 型钢柱翼缘板或圆管外周边与二次浇灌细石混凝土间的压力流传递,极限轴力则由钢柱底板和钢柱与细石混凝土间的粘接力传递。

6.2 杆件设计

6.2.1 计算单角钢长细比,应采用角钢的最小回转半径;计算单角钢交叉受拉杆件平面外长细比,可采用与角钢肢边平行轴的回转半径。

表 6.2.2 给出的通廊杆件长细比限值是根据现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定,结合通廊杆件特点和有关工程数据给出的。

6.2.2 本条是轴心受拉或受压杆件强度和稳定计算要求。纵向垂直桁架所有斜腹杆和部分上弦杆等无节间荷载作用,且两端铰接杆件可按轴心受力杆件计算。轴心受力杆件强度和稳定承载力计算方法与普通钢结构杆件并无不同,故可按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定执行。

需要强调的是,对用节点板连接的单角钢杆件,应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 对其强度设计值予以折减;

对不用节点板连接并直接与上(下)弦杆焊接的单角钢杆件,应扣减起(落)对弦杆截面强度的削弱值;对腹杆与上(下)弦杆形心线不交于一点的节点,应计算附加应力。

6.2.3 本条是拉弯或压弯杆件强度和稳定计算要求。有节间荷载作用的上弦杆、半封闭或封闭式廊身纵向垂直桁架的所有直腹杆和下弦杆等,均应按拉弯或压弯杆件进行计算。此时,可将节间荷载分配到相邻两个节点上,先按节点荷载求出各杆件轴心力,再近似地计算出节间荷载引起局部弯矩。

有些情况,如受节点荷载作用的廊身纵向垂直桁架上(下)弦杆,两端假定为铰接时需要计算实际节点刚度引起的次弯矩。理论分析和试验表明,节点刚度引起的次应力控制在主应力 20% 内时,可不考虑因节点刚度引起的次弯矩效应。

廊身纵向垂直桁架上(下)弦杆为单角钢时,其抗弯刚度较小。当其承受节点荷载时,可忽略次弯矩的影响。

廊身纵向垂直桁架上(下)弦杆为 H 形或其他组合截面时,其抗弯刚度较大,在桁架平面内截面高度与杆件几何长度之比,超过下述限值时需考虑节点刚度所引起的次弯矩:弦杆大于 $1/10$,腹杆大于 $1/15$ 。

廊身纵向垂直桁架上(下)弦杆为圆管时,可按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定执行。

7 构造要求

7.1 伸缩缝

7.1.1 温度对通廊的作用是时时刻刻客观存在的。为减小外界温度变化对廊身及其支承结构产生的温度作用,最常用和最有效的办法就是在廊身长度方向设置温度伸缩缝,即将通廊划分为一个个独立的温度区段。每个温度区段可作为通廊的纵向计算单元,但应注意每个温度区段均应是独立的稳定体系。在地震区,温度伸缩缝应结合抗震缝设置。

通廊温度区段长度和廊身温度伸缩缝最小宽度是根据廊身、支承结构及其类别按现行国家标准的有关规定提出的。通廊温度区段长度符合本条规定时,可不计算温度应力和温度变形对廊身及其支承结构的作用;不满足本条规定时,应按本规范第4.9.1条至第4.9.3条规定计算温度变形对廊身及其支承结构的作用。

7.1.2 通廊是钢铁企业运输系统中不可分割的结构,与地下和地上建(构)筑物关系密切,在与之连接处设置伸缩缝是比较适宜和容易实现的。较长的通廊,也可在固定支架上设置伸缩缝。

7.1.3 大量工程实践证明,端跨廊身布置到建(构)筑物外面即可,没有必要伸入到建(构)筑物内部。这样做还可有效地避免廊身碰撞建(构)筑物。建(构)筑物里面的胶带机支承结构,可以简化为梁、板结构。

廊身每个温度区段伸缩端宜设置滑(滚)动支座,目的是释放温度应力和减少对下部支承结构的推力。有坡度的通廊,对同一跨来说,固定铰支座设置在伸缩缝上端一侧,意味着传递水平力一端在廊身标高相对较低的一侧,这样能减小下部支承结构的弯矩。

7.2 防震缝

7.2.1 防震缝设置应结合通廊温度区段和廊身温度伸缩缝最小宽度进行。抗震设防烈度为9度及以上地区,应对防震缝进行专门研究和特殊处理,保证廊身能双向位移。

7.2.2~7.2.3 震害调查表明,由于通廊与建(构)筑物的自振周期不同,廊身容易与支承它的建(构)筑物发生碰撞,并产生不同程度的破坏。因此,廊身与支承结构间不能脱开者,其中一端宜采用纵向水平推力较小的连接形式,如滑(滚)动支座,并设置相应宽度的防震缝,以保证廊身能适应地震位移,减少碰撞和破坏。

廊身防震缝宽度如何确定,是一个争论较多的问题。本规范执行现行国家标准的有关规定,可参考下述方法取值。架空廊身两端与建(构)筑物脱开,或者一端脱开另一端采用滑(滚)动支座与建(构)筑物相连,当连接处廊身屋面离地高度小于或等于15m时,最小防震缝宽度可取105mm;从大于15m开始,抗震设防烈度为6度时每增加高度5m、7度时每增加高度4m、8度时每增加高度3m和9度时每增加高度2m,可在最小防震缝宽度基础上相应加宽20mm。廊身中部设置防震缝时,其宽度可参照该方法取值。落地通廊的不落地端廊身,防震缝最小宽度可按上述情况取1/2计算确定,并增加20mm。

7.3 支座

7.3.1 通廊是相当细长且架空的特种构筑物,设计时应总体布局固定铰支座或滑(滚)动支座。头部和尾部高差较大的通廊,廊身固定铰支座设置在尾部时,可以有效地减小水平力对支承结构形成的弯矩,节约支承结构和基础材料。

7.3.3 本条提出的支座形式是廊身固定铰支座常规做法和工程总结。调研得知,上个世纪70年代末,日本新日铁为我国某项目一期工程设计和制造的一号高炉上料胶带机钢结构通廊,其廊身固定铰支座处的纵向竖直桁架下弦杆下面就设置有防滑安全挡

块。但后来的其他工程设计图纸中就少见这种防滑安全挡块了。正因如此,由于制作和安装误差(特别是积累误差),廊身支座底板经常在现场被扩孔,有的底板甚至被扩穿,给廊身安装带来安全隐患。某工程在廊身安装过程中,由于扩孔过度和塔吊钢丝绳在廊身支座焊接完毕之前脱钩(塔吊需要吊装其他构件,不能长时间停留;廊身支座焊接耗时较多,不能与塔吊吊装同步),致使廊身从高空滑落,造成巨大经济损失。故坡度较大的通廊设计,应采取防止廊身滑落的措施。

7.3.4~7.3.5 聚四氟乙烯板、普通钢板和不锈钢钢板相互间,及它们与钢筋混凝土结构间的滑动摩擦系数 μ_s 见本规范表4.10.1。聚四氟乙烯板相互间的摩擦系数较低,且其承载力较高,耐腐蚀性好,性能稳定,是较为理想的滑动支座摩擦副材料。普通钢板相互间摩擦系数较大,且钢板容易锈蚀(大量调研结果也证明了这一点),性能不太可靠,滑动性能也较差。

圆柱形辊轴与上(下)摩擦面钢板间为线接触,故宜选用牌号为Q345钢或强度更高的低合金高强度结构钢。滚动支座的辊轴也可按表7-1选用。

表 7-1 滚动支座辊轴承载力选用表

辊轴类型及直径 /mm	接触面长度 /mm	承载力设计值/kN	
		Q235 钢	Q345 钢
单辊 $d=160$	200	179	372
	400	358	744
双辊 $d=100$	200	295	587
	400	590	1174
双辊 $d=160$	200	359	745
	400	718	1490

调研发现,由于落料、灰尘、锈蚀、污染和维护等原因,钢板滑(滚)动支座常常不能滑(滚)动,故设计文件应明确对该类滑(滚)动支座的具体要求,防止滑(滚)动支座变成“固定铰支座”。

目前,夏季制作并安装的钢结构通廊的工程较多。在冬季,严寒地区廊身的滑(滚)动支座被拉裂的事故时有发生。分析原因,一是通廊温度区段过长,二是廊身温度伸缩缝宽度或长孔长度偏小。这些事故处理起来相当麻烦,有的甚至严重影响到生产,设计人员应高度重视。

7.3.6 震害调查表明,钢铁企业各个生产环节中,与建(构)筑物相连的通廊,其廊身支座多数都发生不同程度的破坏。究其主要原因,是地震时廊身会产生较大的水平推力,与支承它的建(构)筑物振动周期各不相同,相互间不能协同工作。因此,本条规定凡不能脱开者,廊身支座应采用水平推力小的连接形式,目的是减小廊身对建(构)筑物的推力,减少震害。

7.4 杆件和节点

7.4.1 受力较小的通廊杆件,相互间常常采用搭接焊,不设置节点板。此时尤其应避免应力集中现象发生。当焊缝长度不足时,可增加与支架柱子或廊身纵向竖直桁架上(下)弦杆翼缘等厚的节点板,并将其对焊在它们的翼缘肢尖上,这种对焊节点板与搭接焊节点板是有区别的。

双角钢组成的T形截面应选择一个角钢平行于填板形心轴的回转半径*i*,双角钢组成的十字形截面应选择一个角钢的最小回转半径*i*。只有符合该填板间距要求时,才能按实腹杆件计算。

通廊设计很容易忽视的构造问题,是组合受压杆件两个侧向支承点间的填板数量。调研和统计表明,杆件几何尺寸较大时,填板数量基本都能符合本条第4款的规定,反之则容易放置一块填板甚至不放置填板,故本条第6款明确提出该规定。

7.4.2 在胶带机钢结构通廊实际工程设计中,经常会发现有些设计人员对杆件截面选择只注重类别和大小,不注重选择回转半径、惯性矩、截面模量或肢厚,致使耗钢指标偏高。本条是基于该现象提出的,目的是使杆件具有相对较大的承载能力和抗弯刚度,便于相互连接和用料经济。

理想杆件设计,其平面内(外)的长细比不应有太大差别,这样才能获得较大的承载能力。否则,只注重控制杆件平面内长细比,忽视杆件平面外长细比,算不上好的杆件设计。

敞开式廊身纵向竖直桁架上(下)弦杆采用槽钢、工字钢、轧制或焊接 H 型钢,当截面横向放置时,容易积水、结冰、积灰和结壳,增加荷载(调研时专门对此进行过统计和计算,表明其值不容忽视),且锈蚀速度很快。故要求上述型钢横截面宜竖向放置(受力和连接需要除外),否则,应采取泄水和清灰措施。

用双角钢组成十字形截面可获得较好的截面特性,但其抗弯能力较弱,且与隅撑连接时能焊接的长度较短。所以本条第 6 款提出带隅撑时,直腹杆还可采用角钢加槽钢的十字形截面。在廊身横截面方向,该组合截面抗弯能力较强,槽钢腹板背面与屋面和平台的槽钢梁连接均比较方便。

用圆管作交叉支撑的现象在通廊工程中经常碰到。这里指出,由于圆管在各个方向的回转半径是相同的,显然,从受力角度看,采用圆管作交叉支撑和受弯杆件不如采用其他类型截面更为合理。

以往设计的通廊屋面和墙面围护结构檩条,一般都采用普通型钢,尤其是角钢和槽钢使用得较多。实践证明,高频焊接薄壁 H 型钢、镀锌冷弯薄壁型钢,如卷边槽(C 型)钢和 Z 型钢等有自重轻、耐腐蚀、强度高和截面性能良好的优点,完全可以替代普通型钢。

7.4.3 通廊的同一计算单元,仅用上(下)端均为铰接的单片支架支承廊身,该通廊在纵向是不稳定的。故应充分利用地面支墩、地上固定支架和建(构)筑物作为通廊纵向水平力的传递途径。柱脚为刚接的单片支架在通廊纵向是稳定结构,但其纵向刚度相对较小,故应避免利用其作为通廊纵向水平力的传递途径。

7.4.4 单片支架柱子采用圆管或单角钢时,因支架一般都设置腹杆(支撑),故柱子平面外长细比远远大于平面内长细比,平面内(外)稳定应力相差较大,这样显然不尽合理。当然,采用钢管

能减少涂装面积和维护费用。但从受力角度看,采用钢管或单角钢的单片支架也应尽量减少支架柱子的平面内(外)应力差。

7.4.5 按国家现行设计标准统一分类和柱脚位置的划分,柱脚与基础的连接方式,可分为外露式、外包式、埋入式和插入式四种。通常,外露式柱脚又可分为铰接连接和刚接连接,半刚接连接比较少见;外包式、埋入式和插入式连接一般为刚接连接。通廊支架常用的柱脚是外露式和插入式,故本条对这两种柱脚作出规定。

到目前为止,调研还未见到通廊支架外露式柱脚利用锚栓抗剪的例子。实际上支架外露式柱脚剪力,基本上由柱底板与基础间的摩擦力和抗剪键传递,故设计应计算确定其摩擦力和设置抗剪键。

8 安全、环保和防护

8.1 消防

8.1.1 火灾危险性类别为丙类的煤炭和喷吹煤通廊,应统一设置灭火器和消火栓。配置机罩的敞开式廊身属设备,不属建(构)筑物,其火灾危险性类别和耐火等级可按设备考虑。

8.1.2 廊身围护和保温等建筑材料不应采用可燃或易燃材料。2007年以来,我国由于采用发泡板、挤塑板等可燃或易燃保温隔热材料引发的火灾事故已接近1500起。虽然引起火灾的火源是烟头、焊渣等人为因素,但不能不说采用可燃或易燃保温隔热材料是预先埋下了火灾种子。因此,基于上述频发的火灾事故和国家现行防火标准的有关规定提出本条条文。

8.2 通道

8.2.1 通廊是架空的特种构筑物,合理设置检查、维修和参观等需要的连续通道显然是必须的。本条各款都是从安全生产、既有工程数据和使用效果等角度综合权衡提出的。

我国现行冶金安全规程或胶带机设计规范,从不同工艺角度出发,对廊身过跨梯间距作了不同规定。冶生第(1996)204号文件规定:带式输送机应根据需要设人行过桥,一般应每隔30~70m设一座人行过桥;国家现行行业标准《炼钢安全规程》AQ 2002规定适当设置过跨梯;国家现行行业标准《炼铁安全规程》AQ 2001规定,根据带式输送机现场需要每隔30~100m设置一个;现行国家标准《焦化安全规程》GB 12710规定50~100m设置一个;现行国家标准《钢铁企业原料场工艺设计规范》GB 50541规定,每隔70~100m设置一个;现行国家标准《带式输送机工程设计规范》GB 50431规定,过跨梯间距不宜大于150m。由于本

规范涉及的通廊普遍应用于上述标准界定的工程中,本条条文采用了国家现行行业标准《炼铁安全规程》AQ 2001的有关规定。确定某工程廊身过跨梯间距时,可根据相应专业设计规范或安全规程适当调整。

过跨梯上部净空高度是根据现行国家标准《焦化安全规程》GB 12710的有关规定提出的。规定取1600mm,主要原因是使用过跨梯的人员较少,同时希望合理确定廊身高度,不至于因过跨梯的设置增加廊身高度。

现行国家标准《带式输送机工程设计规范》GB 50431规定,通道应设置安全出口,由操作点至安全出口的距离,不应大于75m,相邻俩出口点间的距离,不应大于150m。但在钢铁企业胶带机钢结构通廊的实际工程中,是工艺专业根据相应安全规程对建筑和结构专业提出是否设置安全出口的具体要求,本条第3款就是根据这一实际情况提出的。

8.2.2 单(双)行(单行可供一人通行,双行可供两人同时通行)通道,其净宽度是根据现行国家标准有关规定提出的。但不同的安全规程和设计规范,对通道净宽的规定是有差别的。国家现行行业标准《炼铁安全规程》AQ 2002规定双侧(在胶带机两边)通道宽度不应小于800mm;国家现行行业标准《炼钢安全规程》AQ 2001规定单侧(在胶带机一边)通道宽度不应小于1000mm,双侧通道宽度不应小于800mm;现行国家标准《焦化安全规程》GB 12710规定单侧通道宽度不应小于1300mm,双侧通道宽度不应小于800mm;现行国家标准《带式输送机工程设计规范》GB 50431规定通道宽度不应小于700mm。本条条文采用了现行国家标准《焦化安全规程》GB 12710的有关规定。

通道钢板厚度和宽度与其下面布置的加劲肋密切相关,如钢斜梯踏步,它是受力构件,除应根据计算合理确定钢板厚度以外,还应考虑清洁和安全问题。钢格栅板应有条件地采用,且应采取消除坠落物料、杂物或检修工具等安全隐患。

带坡度的通道,超过多大坡度才采取防滑措施,目前国家现

行标准的有关规定也不统一。通过对大量通廊工程的总结,本条规定了通道表面设置防滑条和踏步的界限。同时,规定宜采用花纹钢板或格栅钢板,但不完全拒绝采用平钢板。采用平钢板时应采取防滑措施,如加电焊花纹或加工冲泡等。

8.2.3 从使用方便和安全角度考虑,钢斜梯角度应控制在 60° 内。条件受到限制时,应与工艺专业协商,采用直爬梯代替钢斜梯。设置休息平台的主要目的也是为使用方便和安全。

本条第3款的主要目的是强调钢斜梯踏步高度分配应均匀,避免出现“高踏步”和“低踏步”(踏步高度不一致)的现象。顶(底)踏步高度与中间踏步高度相比有数十毫米高差的现象在实际工程中时有发生,致使行人有“踏空感”或“触脚感”,步履不能连续和均匀。设计人员对钢斜梯踏步高度均匀性应引起足够重视,做到精细化设计。

8.2.4 直爬梯设计历来做法很多,本条的主要目的是规范和统一直爬梯设计。梯梁(框)截面选择应根据直爬梯总高度和支点间距确定。要求梯梁(框)按拉弯杆件计算的目的是减小梯梁(框)的横截面,节约钢材。

直爬梯顶端没有扶手时,攀爬人员的手不能抓扶,缺乏安全感。

踏棍与脚尖前方障碍物间的距离太小时,攀爬人员的脚尖会触及障碍物,影响攀爬,故本规范规定取净空150mm作为安全距离。

安全护笼立杆和笼箍受力较小,主要起防护作用,与钢斜梯踏步钢板受力状态有本质区别,故厚度应比钢斜梯踏步钢板略薄一些,设计时可采用4~5mm的钢板条。安全护笼应从2m处开始设置直至顶部,其直径可取650~800mm,水平笼箍间距可取1500mm,笼箍圆周上可用五根立杆条与其均匀相连。

8.3 栏杆

8.3.1 本条目的是尽量明确设置防护栏杆的条件和部位,以免

遗漏。设计人员应注意全面理解“有坠落危险的孔(洞)”这句话。

封闭式廊身应该是“封闭的”。但是,据回访反映和调研结果发现,近几年才建成投产的西南某钢铁公司原料输送系统,半封闭和封闭式廊身走道外边缘有很多存在安全隐患的孔洞,并且没有栏杆,业主意见较大。究其原因,是设计人员认为可利用外包墙架和维护材料代替栏杆。事实上,由于墙架柱横截面高度占据了空间,维护材料与走道板外边缘间往往会形成断断续续的缝隙(即宽度与墙架柱横截面高度基本相同的孔洞),给通行人员留下了安全隐患。故这种情况应在走道板外边缘设置防护栏杆。当然,如果在孔洞处铺填钢板或格栅板,没有孔洞存在,也就没有必要设置栏杆了。

8.3.2 本条主要界定三种条件下的栏杆高度,避免将栏杆高度一律设计为1050mm的现象发生。

栏杆立柱、扶手、横杆和踢脚板采用的材料十分丰富,形式也很多。设计时,立柱可采用 $\phi 48\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ 的圆管或L50X5的角钢,其间距宜小于或等于1m;采用角钢作立柱时应注意切(割)掉角钢与扶手交汇处的直角。扶手宜采用 $\phi 48\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ 的圆管。在栏杆中间应设置两道横杆,可采用 $\phi 16$ 钢筋或 $25\text{mm} \times 3\text{mm}$ 的扁钢,且均匀布置。栏杆根部应设置踢脚板,可采用 $100\text{mm} \times 3\text{mm}$ 的钢板,踢脚板与底板间的缝隙应小于或等于10mm。以往设计的栏杆踢脚板与底板间有留缝隙的,也有不留缝隙的。由于在花纹钢板上面设置的踢脚板与底板间没有缝隙是不可能的,故可取缝隙小于或等于10mm,以便清除粉尘和防止脚尖伸到底板之外。钢斜梯之上的栏杆可以不设置踢脚板。

8.4 环境保护

8.4.1 本条为强制性条文,须严格执行。廊身跨越公路、铁路、河道、水域、人行步(通)道时,如果没有安全防护措施,坠落的物料会对人员造成伤害甚至危及生命,因此必须在胶带机下部设置落料挡板。

8.4.2 本条也是从安全和环保角度提出的,虽然不是强制性条文,但正常情况下也应遵照执行。设计落料挡板或安全保护板之前,应取得工艺专业委托资料。具体设置范围和位置,应与工艺专业协商确定。

8.4.3 本条是从减少污染和保护环境角度提出的,也是某些钢铁公司既有胶带机钢结构廊身不能满足环保要求不得不改造的案例总结。

调研中发现,半封闭和封闭式廊身由于墙架柱横截面高度占据了空间,维护材料与走道板外边缘间形成的缝隙(即宽度与墙架柱横截面高度基本相同的孔洞)较多,胶带面洒落下来的物料容易通过该缝隙坠落、飘洒到地面,污染环境和带来安全隐患。因此,设计人员宜采用钢板铺填此缝隙。

8.4.4 落灰管由工艺专业提出要求,结构专业负责具体设计。故本条对落灰管和积灰池提出设计要求,以便在使用中清扫、收集和运输。

8.5 防 雷

8.5.1 除位于相距较近建(构)筑物间的通廊外,位于空旷地带和长距离运送物料的通廊,有遭受雷击的可能。为避免雷击事故发生,本条提出防雷设计要求。通廊可按第三类防雷建(构)筑物进行防雷设计。钢结构通廊本身就是一个良好的导体,可作为接闪器、引下线和接地装置。只有各部件间连接可靠,才能形成良好的电气专业通路,保证通廊的防雷安全。

8.5.2 采用金属屋面钢结构来代替接闪器引下线时,应采用截面为 $25\text{mm}\times 4\text{mm}$ 以上镀锌扁钢与接地装置连接,连接点不少于两点,避免单根避雷针引下线损坏出现安全事故。相互间有电气专业屏蔽物时,避雷针引下线与其他电气专业线缆间的距离可以不受限制。

8.6 防 护

8.6.2 大量调查和统计结果表明,钢结构通廊极易锈蚀,故应重

视其防锈设计。防锈涂料技术发展很快,品种很多,可选用醇酸磁漆、氯化橡胶、氯磺化聚乙烯、环氧防腐漆、聚氨酯漆、无机富锌漆和有机硅漆等品种。实践证明,酸雨严重的地区,采用普通防护涂料的钢结构通廊返锈速度较快,杆件因锈蚀而丧失承载能力的事故也时有发生,故这些条件下的钢结构通廊宜采用沥青耐酸漆或环氧沥青磁漆。

带锈涂料的防护效果不理想,故不应使用带锈涂料,更不应以带锈涂料代替除锈。

涂料应配套使用,漆膜应由底漆、中间漆和面漆组成,不应采用单一品种。涂料底漆应具有良好的防锈蚀性能和较强的粘着力;中间漆也应具有一定底漆和面漆的性能;面漆应具有较强的防锈蚀、抗老化和耐候性能。

通廊主要杆件除锈应优先采用喷射或抛射除锈,只有个别小件才采用手工或动力工具除锈。已建成投产的众多工程证明,除锈等级低于 Sa2 1/2 级或 St3 级时,返锈时间短,返锈现象较为严重。