

物流仓储系统组装货架选型技术要求

Technical requirements for lectotype of assembling shelf in logistics warehousing system

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间: 2024.04.18)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

| | |
|--------------------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 总体要求 | 2 |
| 5 组装货架类型和技术要求 | 2 |
| 6 材料选用 | 9 |
| 7 构件及连接件选型 | 10 |
| 8 抗震与防灾选型 | 11 |
| 附录 A（资料性） 线性插值法 | 12 |
| 附录 B（资料性） 梁下挠和上拱变形对间隙的影响 | 13 |
| 附录 C（规范性） 结构偏心 | 16 |
| 参考文献 | 17 |

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国物流与采购联合会提出。

本文件由全国物流标准化技术委员会（SAC/TC269）归口。

本文件起草单位：南京音飞储存设备（集团）股份有限公司、湖北物资流通技术研究所、江苏六维智能物流装备股份有限公司、上海稳图货架安全检测技术有限公司、南京市特种设备安全监督检验研究院、中南财经政法大学、湖北文理学院。

本文件主要起草人：金跃跃、肖骏、王锋、施明、赵经纬、徐正林、王拓、周前飞、董慈蔚、刘静、冯金云、冉凯、李文新、李焯星。

物流仓储系统组装货架选型技术要求

1 范围

本文件规定了物流仓储系统组装货架选型的总体要求、组装货架类型和技术要求、材料选用、构件及连接件选型，以及抗震与防灾选型的技术要求。

本文件适用于以立柱、横梁、悬臂梁、导轨梁、轨道梁和牛腿为主要结构件组装而成的可重复拆装的钢结构组装货架的选型。

本文件不适用于旋转式货架、抽屉式货架等结构独特的货架，也不适用于存储料箱的货架。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2518 连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带
 GB/T 15675 连续电镀锌、锌镍合金镀层钢板及钢带
 GB/T 39681-2020 立体仓库货架系统设计规范
 GB 50009 建筑结构荷载
 GB 50011 建筑抗震设计规范
 GB 50017-2017 钢结构设计标准
 GB 50018 冷弯薄壁型钢结构技术规范
 JB/T 11270 立体仓库组合式钢结构货架技术条件
 JB/T 14173 单元托盘储存类穿梭车货架
 JGJ 145 混凝土结构后锚固技术规程
 WB/T 1042 货架术语
 WB/T 1044-2012 托盘式货架
 WB/T 1045-2012 驶入式货架
 WB/T 1075-2018 悬臂式货架
 WB/T 1137 轻型穿梭式货架
 CECS 23: 90 钢货架结构设计规范
 CECS 410: 2015 不锈钢结构技术规程

3 术语和定义

JB/T 11270、JB/T 14173和WB/T 1042界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

极窄巷道货架 very narrow aisle racking

VNA货架

巷道宽度仅够叉车和货物单元宽度加上作业间隙，叉车无法通过90°转弯进入货架面来进行装载和卸载的组装货架。

3.2

宽巷道货架 wide aisle racking

巷道宽度足够普通工业叉车通过，并能够进行90°转弯进入货架面来进行存取货物的组装货架。

3.3

货架系统 racking systems

由货架和相应的货物单元搬运设备及其附属设备所组成的具有存储功能的整体。

注：本文件中货架系统的货架均为组装货架。

3.4

巷道宽度 aisle width

相邻货架结构之间或货架结构与阻挡物之间,用于叉车及其他搬运设备存储作业的通道横向最小尺寸。

4 总体要求

4.1 组装货架选型应先明确客户的物流仓储规划需求。

4.2 应结合客户需求,依据现场环境、物料特性、货物单元尺寸及配套的搬运设备等要素,合理进行组装货架类型选择、材料选用、构件及连接件选型。

4.3 组装货架投入使用后,作业时搬运设备与货架和货物不应发生碰撞,选择的组装货架应满足以下要求:

- a) 货架尺寸满足货物放置空间要求以及搬运设备作业安全间隙要求;
- b) 安装后货架巷道宽度满足货物搬运设备运行要求以及作业安全间隙要求。

4.4 组装货架选型应符合抗震、消防要求;库架合一式货架还应满足抗风、抗雪荷载等要求。

5 组装货架类型和技术要求

5.1 组装货架类型

5.1.1 依据物流仓储系统中使用的搬运设备、存储作业特征、货物单元特征等,将物流仓储系统组装货架分为6种类型,如表1所示。

表1 物流仓储系统组装货架类型

| 组装货架类型 | | 分类依据 | | | 适用场景 | |
|---------------|-----------|-----------------------|---|---|-----------|----------|
| | | 搬运设备 | 存储作业特征 | 货物单元特征 | | |
| 堆垛机货架 | 100级堆垛机货架 | 堆垛机 | 搬运设备没有精细定位系统辅助定位 | | 托盘单元 | 自动化立体库 |
| | 200级堆垛机货架 | 堆垛机 | 搬运设备配备精细定位系统辅助定位 | | 托盘单元 | 自动化立体库 |
| 极窄巷道货架(VNA货架) | 人上式极窄巷道货架 | 极窄巷道作业叉车 ^a | 操作人员跟随货物单元共同上下进行提升作业,并通过手工调节高度来放置货物。或者操作人员在地面工作,使用间接视觉辅助设备为操作人员提供指导 | 货物单元在巷道内处理与搬运,不需要叉车转身进入货架面。叉车通常被引导沿巷道方向运行,拥有固定或可以抬高的驾驶室 | 托盘单元 | 普通仓库、立体库 |
| | 人下式极窄巷道货架 | 极窄巷道作业叉车 | 叉车操作人员保持在地面工作,且不使用间接视觉辅助设备 | | | |
| 宽巷道货架 | | 叉车 | 叉车可在巷道内通过90°转弯进入货架面进行存取货物 | | 托盘单元 | 普通仓库 |
| 驶入式货架 | | 叉车 | 叉车无法在车道内转弯但可以驶入存储区域作业 | | 托盘单元 | 密集存储仓库 |
| 悬臂式货架 | | 叉车 | 承载结构为悬臂结构的货架使用 | | 较长的物品 | 普通仓库 |
| 穿梭式货架 | | 穿梭车 | 由各类穿梭车进行搬运、存储货物单元 | | 托盘、轻型集装单元 | 密集存储仓库 |

^a极窄巷道作业的叉车无需在巷道内转弯，只需要较窄的作业宽度，通常由沿巷道方向的导轨引导，有固定的或可移动的操作室。

5.1.2 不同类型组装货架的技术要求应符合 5.2 至 5.7 的规定。

5.2 堆垛机货架技术要求

5.2.1 安全间隙

5.2.1.1 水平间隙

堆垛机货架同一货格上货物单元与立柱之间以及货物单元之间的水平间隙应保证存取时货物单元与两侧立柱之间的安全，水平间隙值宜取50-100mm。

5.2.1.2 垂直间隙

堆垛机货架上货物单元与上层横梁下侧之间的垂直间隙应保证存取时货物单元与上层横梁之间的安全。确定堆垛机货架垂直间隙时，应将堆垛机参数以及梁下挠和上拱的影响作为依据。

5.2.2 变形

5.2.2.1 Y 方向横梁变形

堆垛机货架在正常使用极限状态下，Y方向横梁挠度变形应符合表2要求。

表 2 堆垛机货架正常使用极限状态下 Y 方向横梁挠度变形（荷载系数 $\gamma=1.0$ ）

| 横梁 | 100级堆垛机货架 | | 200级堆垛机货架 | |
|-----------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
| | 下挠 | 上拱 | 下挠 | 上拱 |
| 沿巷道方向单列横梁 | $\leq L/300$ | $\leq 7\text{mm}$ | $\leq L/200$ | $\leq 9\text{mm}$ |
| 悬挑货位横梁 | $\leq L/100$ | $\leq L/100$ | $\leq L/100$ | $\leq L/100$ |

注1：上拱限值是基于三跨连续梁在最不利布置的情况下给出的。
注2：L为单跨立柱中到中距离。

5.2.2.2 X 方向和 Z 方向的整体侧移变形

堆垛机货架正常使用极限状态下，X方向和Z方向的整体侧移变形应满足表3的要求。

表 3 堆垛机货架正常使用极限状态下的侧移变形限值（荷载系数 $\gamma=1.0$ ）

| 货架高度 (m) | X 方向侧移 (mm) | Z 方向侧移 (mm) |
|-----------|-------------|-------------|
| ≤ 15 | 12 | 15 |
| 20 | 16 | 20 |
| 25 | 20 | 25 |
| 30 | 24 | 30 |
| 35 | 28 | 35 |
| 40 | 32 | 40 |

注1：15m以上其他高度的堆垛机货架侧移变形限值采用线性插值法计算得到，计算方法见附录A。例如，18m高的货架，X方向侧移限值是14.4mm，Z方向侧移限值是18mm。
注2：Z方向的侧移变形限值的计算仅考虑单个堆垛机力。

5.2.3 货架安装要求

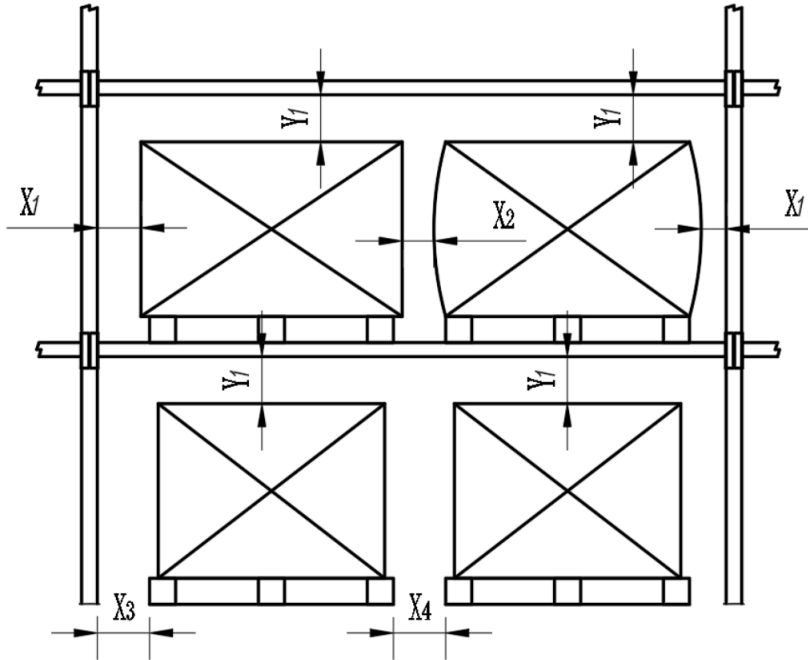
堆垛机货架安装公差应满足JB/T 11270的要求。

5.3 极窄巷道货架技术要求

5.3.1 安全间隙

5.3.1.1 水平及垂直间隙

极窄巷道货架水平及垂直间隙示意图1。水平及垂直间隙最小值应满足表4要求，还宜考虑横梁在最不利布置的情况下，梁的下挠和上拱变形对间隙的影响。梁下挠和上拱变形对间隙的影响见附录B。



标引序号说明：

- X_1 ——立柱和货物单元之间的间隙；
- X_2 ——货物单元之间的间隙；
- X_3 ——立柱和托盘之间的间隙；
- X_4 ——托盘之间的间隙；
- Y_1 ——横梁下侧与货物单元之间的间隙。

图 1 极窄巷道货架水平及垂直间隙示意图

表 4 极窄巷道货架水平及垂直间隙要求

单位为毫米

| 横梁挂接高度 (横梁上表面到地坪的 高度) | 人上式 | | 人下式 | |
|-----------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| | $X_1、X_2、X_3、X_4$ | Y_1 | $X_1、X_2、X_3、X_4$ | Y_1 |
| ≤3000 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| 6000 | 75 | 75 | 75 | 100 |
| 9000 | 75 | 75 | 75 | 125 |
| 12000 | 75 | 75 | 100 | 150 |
| 15000 | 75 | 75 | 100 | 175 |

| | | | | |
|-------------------------|-----|----|-----|-----|
| 横梁挂接高度 (横梁上表面到地坪的高度) | 人上式 | | 人下式 | |
| >15000 | 75 | 75 | 不适用 | 不适用 |

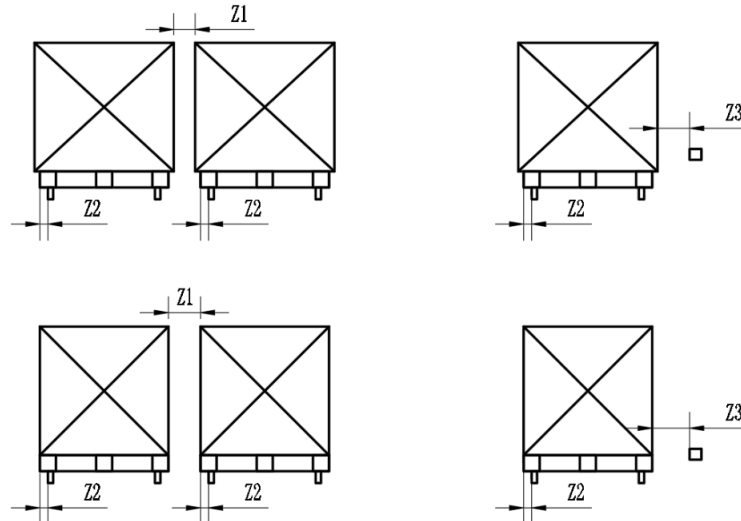
若使用特殊叉车作业，地面层的 Y_1 间隙应加上地板到托盘下部留给特殊叉车的安全作业间隙，安全作业间隙由叉车供应商提供。
注：横梁挂接高度在3000mm与15000mm之间的其他高度的间隙最小值采用线性插值法计算得到，计算方法见附录A。

5.3.1.2 进深方向间隙

极窄巷道货架进深方向间隙示意图见图2。若背靠背的货架装有搁撑，两个背靠背的托盘和货物及附属构件之间的最小间隙 Z_1 应不小于100mm。若背靠背的货架未装搁撑，间隙 Z_1 应不小于100mm加上 $H_d/100$ 。若荷载后有安全后挡板， Z_3 应大于或等于 Z_2 ，且不小于50mm。

注1： H_d 是最上层用作承载的横梁上表面到地坪的高度，单位为mm。

注2：如果立柱外表面和梁外表面的距离小于5mm，与横梁外表面的距离可以等效为与立柱面的距离。



标引序号说明：

Z_1 ——相邻托盘货物单元间的距离；

Z_2 ——托盘外边缘与横梁外表面的距离；

Z_3 ——托盘货物单元与背挡间距离。

图2 极窄巷道货架进深方向间隙示意图

5.3.2 变形

5.3.2.1 Y方向横梁变形

极窄巷道货架在正常使用极限状态下，Y方向横梁变形限值应满足表5的要求。若有超过3列以上的有效连续的梁跨，还宜考虑梁的下挠和上拱变形。

表5 极窄巷道货架Y方向横梁变形限值

单位为毫米

| 弯曲变形 | 下挠 | 上拱 |
|------------------|-----------|-----------|
| 普通梁 | $L_1/200$ | $L_1/200$ |
| 悬挑梁 ^a | $L_2/100$ | |

注： L_1 是梁跨度（立柱中到中距离）， L_2 是从立柱中线开始算的悬臂长度。

°此处规定的变形限值仅适用于托盘货架。

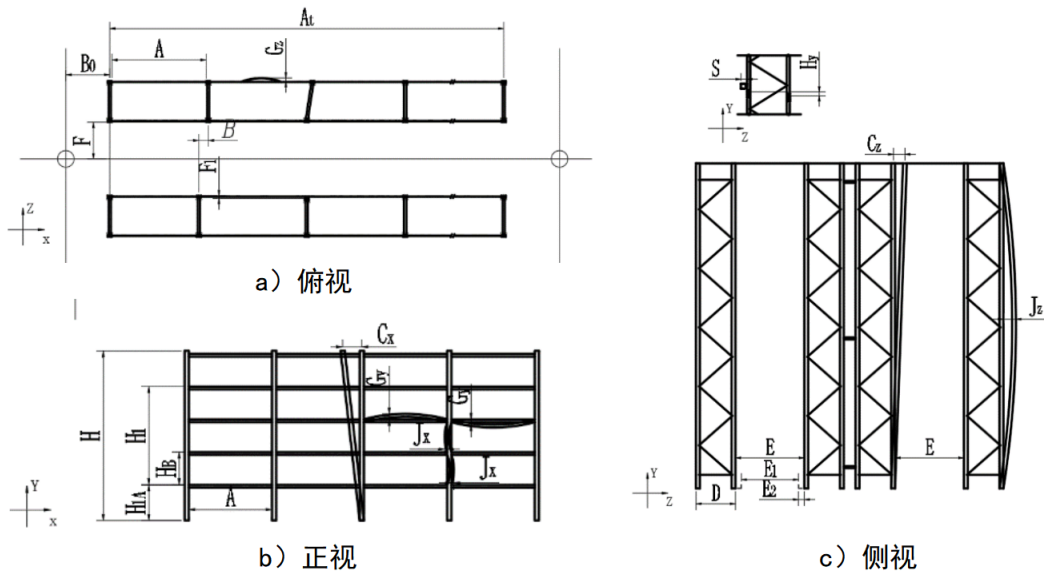
5.3.2.2 X方向和Z方向整体侧移变形

X方向和Z方向的货架立柱摆动侧移不应超过货架高度的1/200。

5.3.3 货架安装要求

5.3.3.1 水平安装公差

极窄巷道货架水平安装公差示意图见图3。空载状态下，极窄巷道货架水平安装公差应满足表6的要求。



标引序号说明：

- A_1 ——单排货架总长度；
- A ——单货格净宽；
- B_0 ——货架端部或存取货台与安装基准线Z距离，在地面处测得；
- B ——巷道左右货架组对应货格立柱片位置错位差，随货位数 n 累计；
- C_x, C_z ——单根立柱在X向和Z向的垂直度；
- D ——立柱片进深方向尺寸；
- E ——巷道宽度；
- E_1 ——巷道两侧导轨的距离尺寸；
- E_2 ——立柱外表面到一侧导轨的尺寸；
- F ——巷道直线度与巷道X基准轴距离，于地面处测得；
- F_1 ——Z方向相邻立柱之间的差值，于地面处测得；
- G_z, G_y ——横梁Z方向与Y方向直线度；
- H ——货架总高度；
- H_B ——层高；
- H_y ——同层横梁挂接高低差；
- H_{1A} ——地坪到第一层承载横梁距离；
- H_1 ——从第一层承载横梁到顶层承载横梁距离；
- J_x, J_z ——立柱片在X方向与Z方向直线度。

图3 极窄巷道货架水平安装公差示意图

表6 极窄巷道货架水平安装公差要求

单位为毫米

| 项目 | 指标要求 |
|----|------|
|----|------|

| 项目 | 指标要求 |
|--|--|
| δA 单货格净宽公差 | ± 3 |
| δA_t 单排货架总长度公差 | $\pm 3n$ |
| B 巷道左右货架组对应货格立柱片位置错位差，随货位数 n 累计； 对于人上式货架，仅适用于巷道侧立柱； 对于人下式货架，适用于巷道侧及后侧立柱。 | 人上式： ± 10 或 $\pm 1.0n$ 中的较大值 人下式： ± 10 或 $\pm 0.5n$ 中的较大值 |
| δB_0 货架端部或存取货台与安装基准线 Z 距离公差，在地面处测得。 | ± 10 |
| C_x 单根立柱在 X 向的垂直度 | $\pm H/500$ |
| C_z 单根立柱在 Z 向的垂直度 | $\pm H/500$ |
| δD 立柱片进深方向尺寸公差 | 独立单排立柱片： ± 3 背靠背立柱片： ± 6 |
| δE 巷道宽度尺寸公差 | ± 5 |
| δE_1 巷道两侧导轨的距离尺寸公差 | $+5-0$ |
| δE_2 立柱外表面到一侧导轨的尺寸公差 | ± 5 |
| δF 巷道直线度与巷道 X 基准轴距离公差，于地面处测得。 | ± 10 |
| F_1 Z 方向相邻立柱之间的差值，于地面处测得。 | ± 5 |
| G_z Z 方向上横梁的直线度 | $\pm A/400$ |
| J_x 立柱片 X 方向的直线度 | ± 3 或 $\pm HB/750$ 中的较大值 |
| J_z 立柱片 Z 方向的直线度 | $\pm H/500$ |
| T_v 横梁扭转限值 | $< 1^\circ /m$ |

5.3.3.2 垂直安装公差

极窄巷道货架垂直安装公差示意图见图3。空载状态下，极窄巷道货架垂直安装公差应满足表7的要求。

表 7 极窄巷道货架垂直安装公差要求

单位为毫米

| 项目 | 指标要求（若有两种限值，以较大值为准） |
|------------------------------------|---|
| G_y 横梁 Y 方向直线度 | ± 3 或 $\pm A/500$ |
| δH_1 从第一层承载横梁到顶层承载横梁距离累计公差 | 人上式： ± 5 或 $\pm H_1/500$ 人下式： ± 3 或 $\pm H_1/1000$ |
| δH_{1A} 地坪到第一层横梁距离累计公差 | ± 7 |
| H_y 同一承载层横梁挂接高低差 | ± 10 |

5.4 宽巷道货架技术要求

5.4.1 安全间隙

宽巷道货架的间隙应满足WB/T 1044-2012中7.1-7.5的要求。

5.4.2 变形

宽巷道货架的变形应满足WB/T 1044-2012中第8章的要求。

5.4.3 货架安装要求

宽巷道货架的安装公差应满足WB/T 1044-2012中7.6的要求。

5.5 驶入式货架技术要求

5.5.1 安全间隙

驶入式货架的安全间隙应满足WB/T 1045-2012中7.1-7.7的要求。

5.5.2 变形

驶入式货架的变形应满足WB/T 1045-2012中第8章的要求。

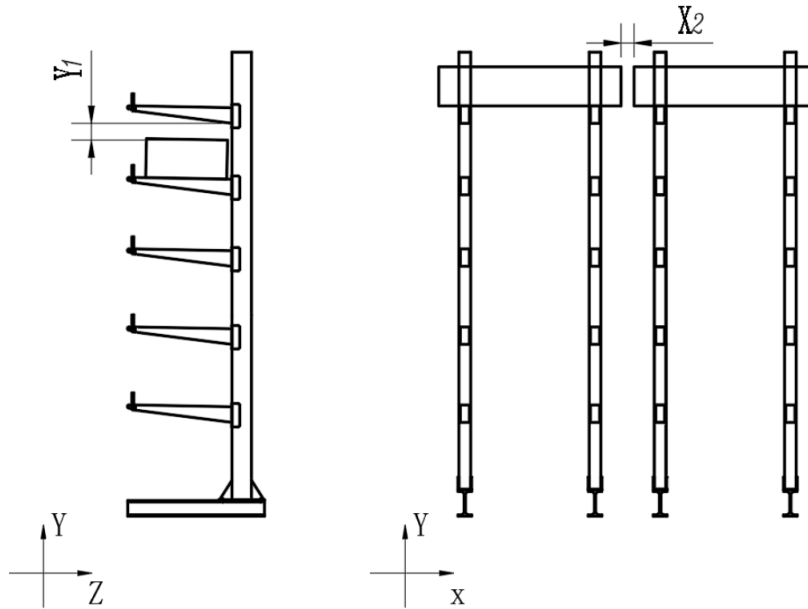
5.5.3 货架安装要求

驶入式货架的安装公差应满足WB/T 1045-2012中7.8的要求。

5.6 悬臂式货架技术要求

5.6.1 安全间隙

悬臂式货架水平和垂直间隙示意图见图4。悬臂式货架水平和垂直间隙最小值应满足表8的要求。



标引序号说明:

X_2 ——货物单元之间的间隙;

Y_1 ——货物单元与悬臂梁底部之间的间隙。

图 4 悬臂式货架水平和垂直间隙示意图

表 8 悬臂式货架水平和垂直间隙最小值要求

单位为毫米

| 悬臂高度 从地面到悬臂层 | X_2 | | | Y_1 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| | 单元货物长度 小于 3m | 单元货物长度 3m-6m | 单元货物长度 超过 6m | |
| ≤3000 | 200 | 250 | 300 | 75 |
| 6000 | 250 | 300 | 350 | 100 |
| 9000 | 300 | 350 | 400 | 150 |
| 13000 | 400 | 450 | 500 | 200 |

注：悬臂高度>3000mm的其他高度的间隙限值采用线性插值法计算得到，计算方法见附录A。

在一些高风险环境中，宜适当放大间隙来维持安全的作业条件。若考虑货物单元自身变形，宜适当增加 Y_1 值。悬臂货架上的货物单元自身变形示意图见图5。

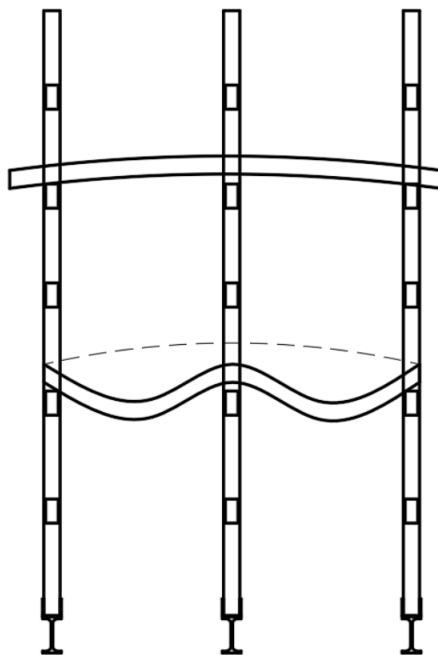


图5 悬臂货架上的货物单元自身变形示意图

5.6.2 变形

悬臂式货架的变形应满足WB/T 1075-2018中6.4的要求。

5.6.3 货架安装要求

悬臂式货架的安装公差应满足WB/T 1075-2018中6.3的要求。

5.7 穿梭式货架技术要求

5.7.1 托盘穿梭式货架的安全间隙、变形限值、安装公差应满足 JB/T 14173 的要求。

5.7.2 轻型穿梭式货架的安全间隙、变形限值、安装公差应满足 WB/T 1137 的要求。

6 材料选用

6.1 通用要求

6.1.1 货架结构材料应根据承载货物重量、类型及经济性原则选用普通钢、冷弯薄壁型钢及不锈钢。所选用的钢材牌号、技术条件、性能指标均应符合 GB 50017、GB 50018、CECS 410 的规定。

6.1.2 货架结构承重构件、低温环境下选用钢材、铸钢件、焊接承重结构所用的钢材应符合 GB 55006 中的材料要求。

6.1.3 按极限状态设计方法进行选型时，钢材的强度设计值应以钢材的屈服强度标准值除以钢材的材料分项系数求得。

6.1.4 当选用镀锌板时，热镀锌应满足 GB/T 2518 的要求，电镀锌应满足 GB/T 15675 的要求。

6.2 货架结构材料选用要求

6.2.1 普通钢

普通钢结构货架材料选型应满足GB 50017-2017 中第4章的要求。

6.2.2 冷弯薄壁型钢

6.2.2.1 冷弯薄壁型钢货架选用钢材应满足 GB 50018 中的材料要求。

6.2.2.2 冷弯薄壁型钢货架选用材料技术参数应满足 GB 50018 中的设计指标要求。

6.2.2.3 若选用 GB 50018 中未列出的其他牌号钢材时，宜按照 GB 50017-2017 中 4.4 的要求确定其设计指标及适用范围。

6.2.3 不锈钢

6.2.3.1 不锈钢货架选用钢材应满足 CECS 410: 2015 中 3.1 的要求。

6.2.3.2 不锈钢货架选用材料技术参数应满足 CECS 410: 2015 中 3.3 的要求。

6.3 连接材料选用技术要求

6.3.1 普通钢货架、冷弯薄壁型钢货架选用焊接材料及紧固件材料应满足 GB 50017-2017 中 4.2 的要求。

6.3.2 不锈钢货架选用焊接材料及紧固件材料应满足 CECS 410: 2015 中 3.2 的要求。

7 构件及连接件选型

7.1 通用要求

7.1.1 应依据外荷载确定货架各构件的承载力情况，并根据构件的承载力情况选择构件截面的形状规格及钢材牌号。选择构件截面形状规格时，应将倒圆角半径、截面开孔、构件局部失稳等影响作为依据。

7.1.2 构件选型时，应按附录 C 的要求将结构偏心对构件的影响作为依据。

7.1.3 货架结构连接件的选型应与连接的实际受力情况相符，并按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行计算。

7.1.4 货架构件及连接件的选型应保证货架整体结构的侧移满足第 5 章中各类组装货架的变形要求，达到货架整体结构刚度要求。

7.2 货架主要承载构件选型

7.2.1 横梁/托梁选型

立体库的横梁/托梁选型应满足 GB/T 39681-2020 中 6.3 的相关规定，非立体库的横梁/托梁选型应满足 CECS 23: 90 的相关规定；选用的横梁/托梁变形限值根据组装货架类型应满足第 5 章中变形要求。

7.2.2 轨道梁/导轨梁、牛腿选型

轨道梁/导轨梁与牛腿选型应满足 GB 50017、GB 50018、CECS 410 中对构件的要求，选用的轨道梁/导轨梁与牛腿变形限值根据组装货架类型应满足第 5 章中变形要求。

7.2.3 立柱片选型

立柱片选型应符合 GB/T 39681-2020 中 6.2 的相关规定，并根据立柱片里各构件选用钢材类型满足 GB 50017、GB 50018、CECS 410 中的构件要求。

7.3 货架连接件选型

7.3.1 普通螺栓连接、铆钉连接、高强度螺栓连接，应按照 GB 50017-2017 中第 11 章的规定进行选型。

7.3.2 螺栓孔加工精度、高强度螺栓施加的预拉力、高强度螺栓摩擦型连接板的摩擦面处理工艺应保证螺栓连接的可靠性；已施加过预拉力的高强度螺栓拆卸后不应作为受力螺栓循环使用。

7.3.3 货架结构焊接材料应与母材相匹配。焊缝应选用减少垂直于厚度方向的焊接收缩应力的坡口形式与构造措施。

7.3.4 柱脚锚栓应按照 JGJ-145 相关规定进行选型。

7.3.5 不锈钢货架构件选用紧固件与碳素钢及低合金钢构件连接时，应选用绝缘垫片分隔或采取其他有效措施防止双金属腐蚀，且不应降低连接处力学性能。不锈钢构件不应与碳素钢及低合金钢构件进行焊接。

8 抗震与防灾选型

8.1 抗震选型技术要求

自动化立体库或者较高的VNA货架在区域抗震设防烈度为6度及以上的地区使用时,应将抗震作为选型依据,且抗震应符合GB 50011的要求。

8.2 抗风、雪选型技术要求

8.2.1 库架合一式货架结构选型时应将风荷载、雪荷载与屋面活荷载等对于整体结构的影响作为选型依据。

8.2.2 风荷载、雪荷载及屋面活荷载应按照 GB 50009 确定,并且分项系数应按照 GB/T 39681 确定。

8.3 消防选型技术要求

仓储货架选型应符合消防系统布置,货架主要承载构件不宜承担消防系统的荷载。

附录 A
(资料性)
线性插值法

A.1 线性插值法基本原理

线性插值法用于根据两个已知点的坐标，基于直线方程来估算这两点之间任意位置的值。假设两个点 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) ，要估算在这两点之间某个 x 值对应的 y 值，按公式(A.1)计算：

$$y = y_1 + \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}(x - x_1) \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

x 、 y ——已知两点之间某一点的坐标值；

x_1 、 x_2 ——已知两点分别在 x 方向的值；

y_1 、 y_2 ——已知两点分别在 y 方向的值。

A.2 线性插值法应用示例

以堆垛机货架为例，采用线性插值法估算总高为18m的货架在正常使用极限状态下X方向的侧移变形限值。

从5.3.2.1中表3可知，货架高度18m，在15m至20m两个高度之间，这一区间与两个高度对应的X方向的侧移变形限值分别为12mm、16mm，即： $x_1=15m$ ， $x_2=18m$ ， $y_1=12mm$ ， $y_2=16mm$ ，按照公式(A.1)进行计算，高为18m的货架X方向的侧移变形限值为14.4mm。

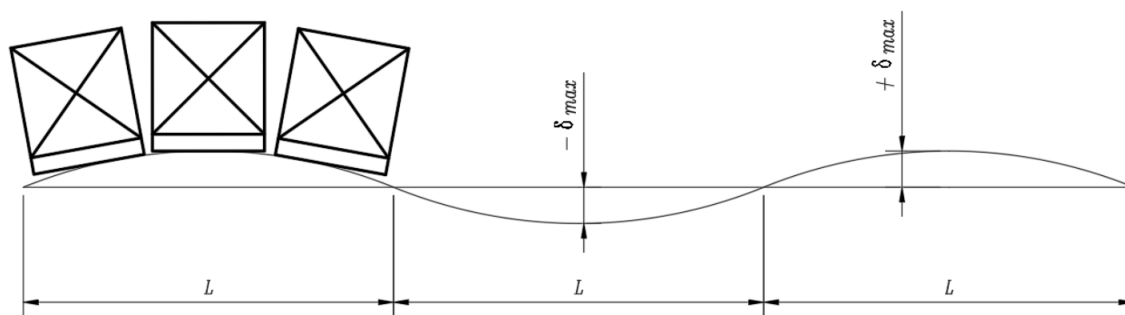
附录 B

(资料性)

梁下挠和上拱变形对间隙的影响

B.1 无悬臂梁的梁下挠和上拱变形对间隙的影响

无悬臂梁的梁下挠和上拱变形对垂直间隙的影响见图B.1，对水平间隙的影响见图B.2。



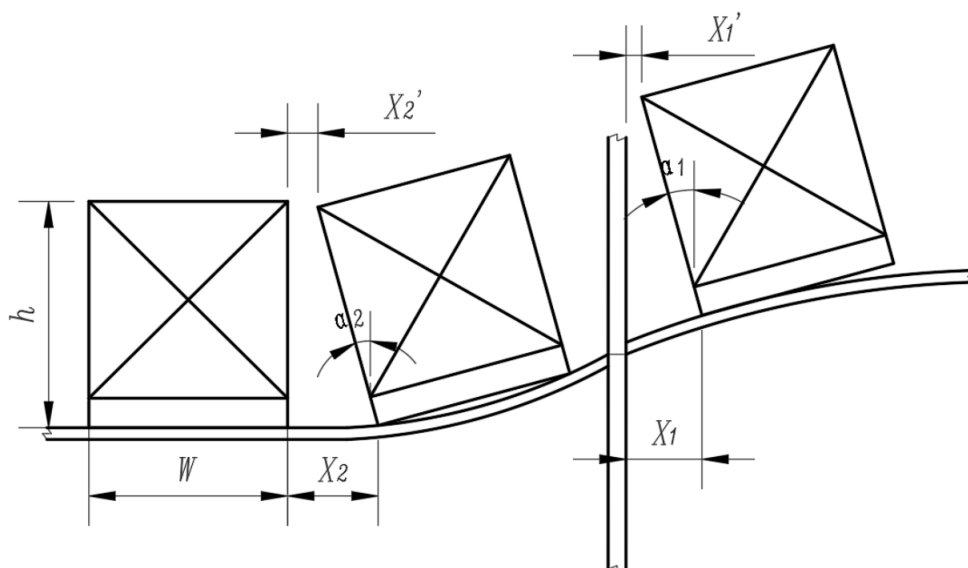
标引序号说明：

L ——立柱片中到中距离；

$+\delta_{max}$ ——横梁最大上拱变形；

$-\delta_{max}$ ——横梁最大下挠变形。

图 B.1 无悬臂梁的梁下挠和上拱变形对垂直间隙的影响



标引序号说明：

h ——单元托盘货物高度；

W ——单元托盘货物宽度；

α_1 、 α_2 ——单元托盘货物倾斜角度；

X_1 ——立柱和货物单元之间的间隙；

X_2 ——货物单元之间的间隙；

X_1' ——考虑横梁变形影响后立柱和货物单元之间的间隙；

X_2' ——考虑横梁变形影响后货物单元之间的间隙。

图 B.2 无悬臂梁的梁上挠和下拱变形对水平间隙的影响

考虑横梁变形的影响后，立柱和货物单元之间的间隙 X_1' 的计算方法见公式（B.1）：

$$X_1' = X_1 - \alpha_1 h \quad \text{..... (B.1)}$$

式中：

- X_1 ——立柱和货物单元之间的间隙；
- α_1 ——单元托盘货物倾斜角度；
- h ——单元托盘货物高度。

货物单元之间的间隙 X_2' 的计算方法见公式（B.2）。

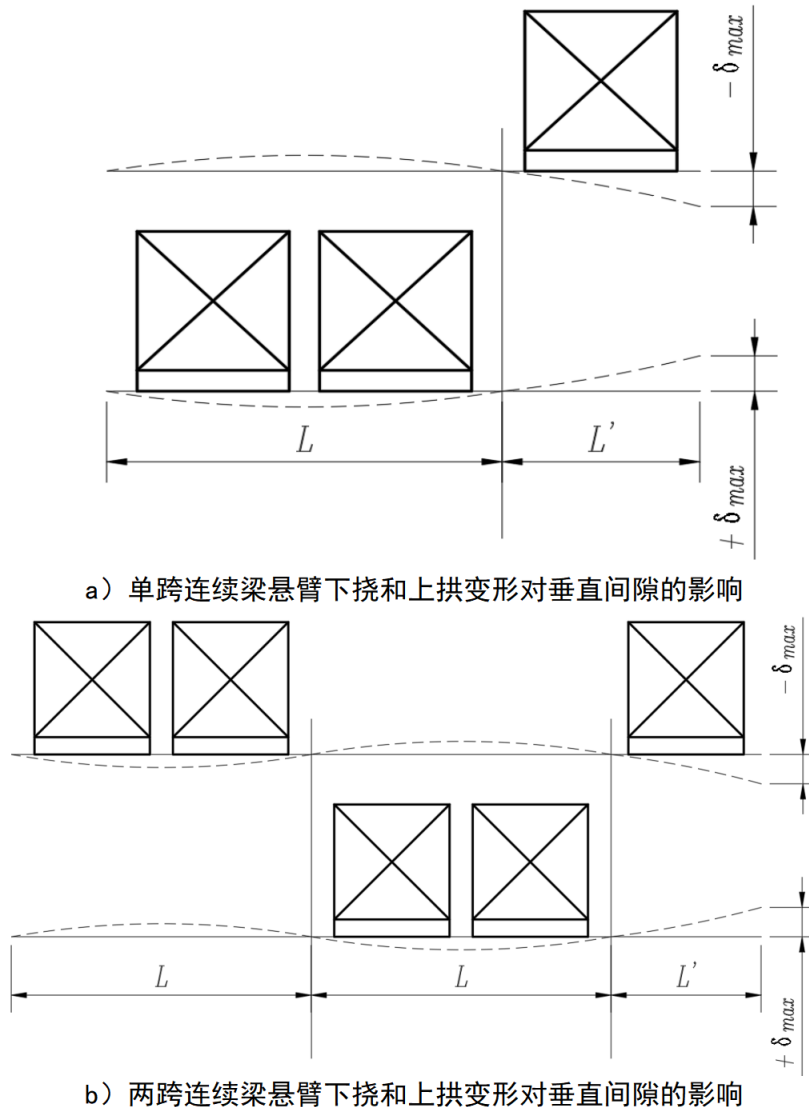
$$X_2' = X_2 - \alpha_2 h \quad \text{..... (B.2)}$$

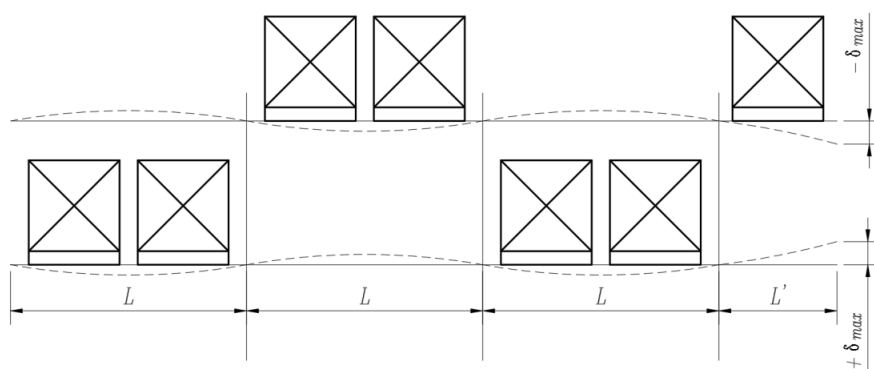
式中：

- X_2 ——货物单元之间的间隙；
- α_2 ——单元托盘货物倾斜角度；
- h ——单元托盘货物高度。

B.2 连续梁悬臂下挠和上拱变形对垂直间隙的影响

对于穿过货架端部框架形成的悬臂梁，连续梁悬臂下挠和上拱变形对垂直间隙的影响见图B.3。





c) 三跨连续梁悬臂下挠和上拱变形对垂直间隙的影响

标引序号说明:

L' ——悬臂梁长度;

L ——立柱片中到中距离;

$+\delta_{max}$ ——横梁最大上拱变形;

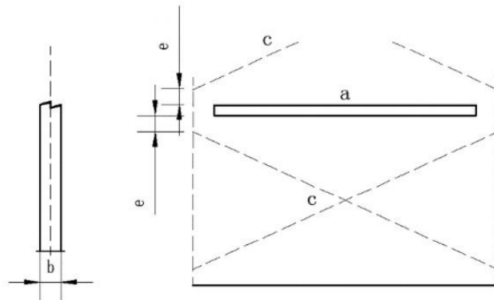
$-\delta_{max}$ ——横梁最大下挠变形。

图 B.3 连续梁悬臂下挠和上拱变形对垂直间隙的影响

附录 C
(规范性)
结构偏心

C.1 支撑偏心

相邻支撑杆件的形心轴的交点不在立柱形心轴上时，便存在支撑偏心，支撑偏心的示意图见图C.1。若支撑偏心 $e \geq b/2$ ，货架构件的选型宜考虑支撑偏心导致的二次弯矩。



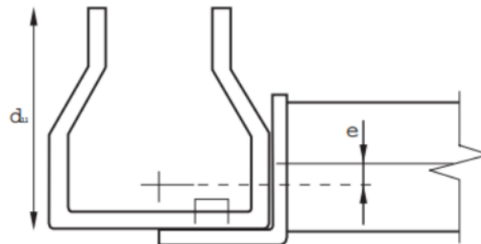
标引序号说明：

- a ——托盘；
- b ——立柱在垂直货架片方向宽度
- c ——构件轴心受力线；
- e ——支撑偏心距。

图 C.1 支撑偏心示意图

C.2 横梁与立柱间的偏心

横梁形心轴与立柱形心轴之间可能存在偏心，横梁与立柱间的偏心示意图见图C.2。若偏心 $e < 0.25d_v$ ，此偏心可以忽略；若 $e \geq 0.25d_v$ ，应将额外的偏心荷载作为货架构件选型依据。



标引序号说明：

- d_v ——立柱垂直巷道方向尺寸；
- e ——立柱形心轴与横梁形心轴的偏心。

图 C.2 横梁与立柱间的偏心示意图

参 考 文 献

- [1] GB 55006-2021 钢结构通用规范
 - [2] JB/T 9018-2011 自动化立体仓库 设计规范
 - [3] EN 1552-2020 Steel static storage systems — Adjustable pallet racking systems — Principles for structural design
 - [4] EN 15620-2021 Steel static storage systems-Tolerances, deformations and clearances
 - [5] FEM 9.831-2012 Calculation principles of storage and retrieval machines. Tolerances, deformations and clearances in the high-bay warehouse
-