

中国钢结构协会标准

货架钢结构检测与评定标准

Standard for the inspection and assessment of
steel storage rack structures

T/CSCS 032-2022

主编单位：上海稳图货架安全检测技术有限公司

南 京 工 业 大 学

批准部门：中 国 钢 结 构 协 会

施行日期：2 0 2 2 年 1 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2022 北 京

中国钢结构协会

中钢构协〔2022〕26号

中国钢结构协会关于发布团体标准 《货架钢结构检测与评定标准》的通知

现批准《货架钢结构检测与评定标准》为中国钢结构协会团体标准，编号为T/CSCS 032-2022，自2022年11月1日起实施。本团体标准由中国钢结构协会委托中国建筑出版传媒有限公司出版发行。

中国钢结构协会
2022年8月22日

前 言

根据中国钢结构协会《关于发布中国钢结构协会 2020 年第一批团体标准编制计划的通知》（中钢构协〔2020〕第 10 号）文件的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考国家、行业和地方相关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共 7 章，主要内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料的检测与评定；5. 构件的检测与评定；6. 节点的检测与评定；7. 结构的检测与评定以及附录。

本标准由中国钢结构协会负责管理，由上海稳图货架安全检测技术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，请反馈至上海稳图货架安全检测技术有限公司（地址：上海市奉贤区沪杭公路 1588 号 2 号楼 306 室，邮编：201400）。

本标准主编单位：上海稳图货架安全检测技术有限公司
南京工业大学

本标准参编单位：浙江舜江建设集团有限公司
上海精星仓储设备工程有限公司
南京工大建设工程技术有限公司
北京嘀嘀无限科技发展有限公司
必维船级社（中国）有限公司
莱茵技术（上海）有限公司
江苏正贸仓储设备制造有限公司
滁州赛迩斯数字技术有限公司
中国计量科学研究院
同济大学

上海大学

东华大学

沃尔玛（中国）投资有限公司

河北澳润特物流装备有限公司

本标准主要起草人员：王 拓 彭 洋 顾洪潮 李宏亮
赵明玉 李 宁 王建敏 宋长智
肖 玲 李士春 李自鹏 武 彤
贾良玖 任 重 戴惠良 陈 路
熊 勇

本标准主要审查人员：罗永峰 耿树江 弓俊青 孟祥武
方 海 刘正勇 闫 伸 戴柳丝

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	检测与评定要求	4
3.2	工作程序与内容	5
3.3	评定标准	6
4	材料的检测与评定	8
4.1	一般规定	8
4.2	材料性能	8
4.3	检测方法	9
4.4	性能评定	10
5	构件的检测与评定	11
5.1	一般规定	11
5.2	构件的检测	11
5.3	构件的评定	12
6	节点的检测与评定	14
6.1	一般规定	14
6.2	节点的检测	14
6.3	节点的评定	15
7	结构的检测与评定	16
7.1	一般规定	16
7.2	结构的检测与验算	16
7.3	结构的评定	17

附录 A 货架钢结构构件检测方法 19

附录 B 货架钢结构连接和节点检测方法 38

附录 C 货架钢结构性能的静力荷载试验 41

本标准用词说明 45

引用标准名录 46

附：条文说明 49

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Regulations	4
3.1	Inspection and Assessment Requirement	4
3.2	Working Procedure and Content	5
3.3	Assessment Standard	6
4	Inspection and Assessment of Steel Materials	8
4.1	General Requirements	8
4.2	Performance of Steel Material	8
4.3	Inspection Method	9
4.4	Performance Assessment	10
5	Inspection and Assessment of Members	11
5.1	General Requirements	11
5.2	Inspection of Members	11
5.3	Assessment of Members	12
6	Inspection and Assessment of Joints	14
6.1	General Requirements	14
6.2	Inspection of Joints	14
6.3	Assessment of Joints	15
7	Inspection and Assessment of Structure	16
7.1	General Requirements	16
7.2	Inspection and Structural Calculation of Structure	16
7.3	Assessment of Structure	17

Appendix A	Inspection Method of Steel Storage	
	Rack Members	19
Appendix B	Inspection Method of Steel Storage	
	Rack Joints and Connections	38
Appendix C	Static Loading Test of Steel Storage	
	Rack Performance	41
	Explanation of Wording in This Standard	45
	List of Quoted Standards	46
	Addition; Explanation of Provisions	49

1 总 则

1.0.1 为规范货架钢结构检测与评定工作，保证结构安全，贯彻执行国家技术经济政策，做到安全高效、确保质量、技术先进、经济适用，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于以冷弯型钢构件制作的货架钢结构的检测与评定。

1.0.3 货架钢结构的检测与评定，除应符合本标准的规定外，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 货架钢结构 steel storage rack structure

由立柱、横梁等钢构件组装成的货架储物设施。

2.1.2 既有货架钢结构 existing steel storage rack structure

已经建成的各类货架钢结构，包括已完工或部分已完工但尚未验收的货架钢结构。

2.1.3 检测 inspection

对结构的状况或性能所进行的现场量测和取样试验等工作。

2.1.4 评定 assessment

根据检查、检测和分析验算结果，对钢结构的安全性和使用性按照规定的标准和方法所进行的评价。

2.1.5 目标工作年限 target working life

评定钢结构所期望的使用年限。

2.1.6 部件 component

钢结构的组成部分，可分为构件、连接等。

2.1.7 构件 member

钢结构系统中进一步细分的基本评定单位，指承受各种作用的单个结构构件，或承重结构的一个组成部分。

2.1.8 连接 connection

采用焊缝、螺栓、焊接、铆钉、射钉、咬合和锚固等方式把构件或配件结合在一起的系统。

2.1.9 体系完整性 system integrity

包括结构形式和支撑布置是否合理，传力路线是否明确，结构构造和连接是否可靠，结构系统是否完备等。

2.2 符 号

- a 、 b 、 c ——部件的评定等级；
- A 、 B 、 C 、 D ——结构的评定等级；
- k_f ——几何尺寸不定性变异系数；
- k_m ——材料强度不定性变异系数；
- k_t ——考虑结构试件变异性的因子；
- R_d ——结构构件抗力的设计值；
- R_{dt} ——基于试验的承载力设计值；
- $R_{\min}$ ——承载力试验结果的最小值；
- S_d ——荷载基本组合效应的设计值；
- γ_0 ——结构重要性系数；
- γ_R^t ——基于试验的抗力分项系数。

3 基本规定

3.1 检测与评定要求

3.1.1 在建货架钢结构出现下列情况之一时，应进行检测与评定：

- 1 施工质量存在缺陷或争议，供验收的质量控制资料不足以证明工程质量符合要求；
- 2 结构遭受意外损伤或损坏；
- 3 改变设计使用条件；
- 4 建设过程中停工后恢复建设。

3.1.2 既有货架钢结构出现下列情况之一时，应进行检测与评定：

- 1 按规定或业主要求，进行日常维护；
- 2 拟改变使用功能、使用条件或使用环境；
- 3 拟进行结构改变、改造、异地重复使用；
- 4 因遭受灾害、事故作用而产生明显损伤或损坏；
- 5 出现明显的结构功能退化现象或有明显的变形，对结构抗力产生影响；
- 6 达到设计工作年限拟继续使用；
- 7 其他需要了解货架钢结构安全的情形。

3.1.3 检测与评定对象可以是构件与节点，也可以是整个货架钢结构，包括结构功能相对独立的部分。对于在建货架钢结构的质量验收与既有货架钢结构的性能日常维护，应进行构件与节点的检测与评定。对有特殊要求的货架钢结构还应进行整体专项检测与评定。

3.1.4 检测与评定应明确货架的后续目标工作年限。后续目标工作年限可由业主或委托方根据货架的使用要求提出，并由检测

人员按照货架已工作年限、历史、现状，结合未来使用要求综合分析后确定。

3.2 工作程序与内容

3.2.1 货架钢结构检测与评定应按下列流程（图 3.2.1）进行，检测与评定中，可根据实际情况进行补充和细化。

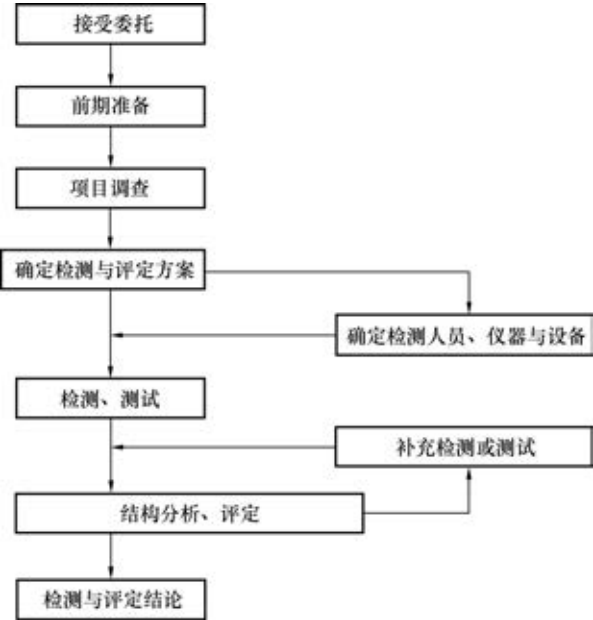


图 3.2.1 货架钢结构检测与评定工作程序

3.2.2 前期准备工作应包括确定检测对象、明确检测目的、编制检测方案。

3.2.3 项目调查至少应包括下列工作内容：

1 收集相关资料，包括工程地质勘察报告、设计图和计算书、设计变更、沉降观测记录、施工记录、材料质保书、材料检验文件、竣工图及竣工验收文件。

2 了解货架建造、使用、损坏、检测及维修历史，是否受过灾害。

3 当无原结构设计图纸，应测量绘制结构图。

3.2.4 检测与评定方案应包括检测范围、内容和方法。

3.2.5 检测应包括：结构布置、结构体系组成、荷载情况、结构状态（包括损伤、变形、缺陷、腐蚀）、材料力学性能、尺寸规格、涂层厚度及质量状况、连接部件、连接做法和连接状况。测试应包括：静力荷载、变形、材性试验。

3.2.6 对结构进行理论分析时的力学模型应能反映结构实际构造和实际受力情况。

3.2.7 检测与评定报告应包括检测结果与评定结论，并提出相应维护与处理意见。

3.3 评 定 标 准

3.3.1 货架钢结构评定应划分为构件及节点、结构系统两个层次。在建货架钢结构应先评定单根构件与节点，再按照批量结果进行评定并给出结果。既有货架钢结构应按照单根构件与节点进行评定并给出结果。

3.3.2 在建货架钢结构构件及节点质量评定应分为 a 、 b 、 c 三个等级，且应符合下列规定：

a 级：构件或节点质量符合标准，可以验收；

b 级：构件或节点质量基本符合标准，在设计方认可的情况下可不采取措施或需对少数构件或节点采取适当措施，之后可以验收；

c 级：构件或节点质量不符合标准，不可验收。

3.3.3 既有货架钢结构构件及节点性能评定应分为 a 、 b 、 c 三个等级，且应符合下列规定：

a 级：构件或节点承载性能不受影响，不必采取措施；

b 级：构件或节点承载性能受到有限影响，应对受影响存储空间采取隔离措施并安排维护，在维护完成之前不应增加荷重；

c 级：构件或节点承载性能受到严重影响，应对受影响存储空间立即卸载并安排维护，在维护完成之前不应放置任何荷重。

3.3.4 货架钢结构系统（包括结构功能相对独立的子结构）应按结构体系完整性、承载力与变形分别进行综合评定，评定结果分为 *A*、*B*、*C*、*D* 四个等级，且应符合下列规定：

A 级：在目标工作年限内安全，可不采取措施；

B 级：在目标工作年限内不显著影响结构系统安全，可不采取措施或有少数构件（节点）应采取适当措施；

C 级：在目标工作年限内显著影响结构系统安全，应采取措施；

D 级：已严重影响结构系统安全，应立即采取措施。

4 材料的检测与评定

4.1 一般规定

4.1.1 在建货架钢结构钢材检测项目应按国家现行相关产品标准进行，碳素结构钢应满足现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的要求，低合金高强度结构钢应满足现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的要求；既有货架钢结构钢材性能检测项目应根据评定的需要确定。

4.1.2 既有货架钢结构钢材性能，应按下列要求进行检测：

1 当图纸资料有明确说明，且无怀疑时，可通过现场抽样或现场测试进行符合性验证；

2 当无图纸资料或存在问题有怀疑时，应通过现场取样或现场测试进行检测；

3 当发现存在因腐蚀、残余变形等引起的材料性能劣化现象时，应进行现场取样检测。

4.1.3 钢材性能检测现场取样，应根据检测内容和目的确定取样部位、取样数量、样品尺寸，并应保证样品具有代表性，取样方式应不影响试样的性能。

4.1.4 取样之前应记录取样的具体位置、样品尺寸和形状、构件表面原始状态等信息。

4.2 材料性能

4.2.1 钢材性能检测内容应包括：钢材材质、力学性能、物理性能、化学成分、内部质量。

4.2.2 钢材性能检测应包括下列参数：

1 钢材的力学性能参数应包括：屈服强度、抗拉强度、伸长率、冷弯、冲击韧性；

2 钢材的物理性能参数应包括：弹性模量、温度系数、密度、硬度；

3 钢材的主要化学成分应包括：C、Mn、Si、S、P，还可包括 V、Nb、Ti 等元素。

4.2.3 当钢结构材料发生烧损、变形、断裂、腐蚀或其他形式的损伤，需要确定微观组织是否发生变化时，可进行金相检测。

4.3 检测方法

4.3.1 钢材力学性能检测应符合下列规定：

1 屈服强度和抗拉强度的检测方法应符合现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1 的规定；

2 冷弯检测方法应符合现行国家标准《金属材料 弯曲试验方法》GB/T 232 和《焊接接头弯曲试验方法》GB/T 2653 的规定；

3 冲击韧性的检测方法应符合现行国家标准《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》GB/T 229 和《焊接接头弯曲试验方法》GB/T 2653 的规定。

4.3.2 测定钢材中 C、Mn、Si、S、P、V、Nb、Ti 等元素的含量时，检测方法应符合现行国家标准《钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）》GB/T 20123 和《钢铁及合金化学分析方法》GB/T 223 中相应元素化学分析方法的规定。

4.3.3 钢板内部裂纹、夹渣、分层等缺陷可采用超声波探伤法或射线法进行检测，应符合现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的规定。

4.3.4 钢板外部损伤可采用磁粉、渗透以及辅以放大镜肉眼观察的方法检测，应符合现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的规定。

4.3.5 钢板厚度宜采用超声波测厚仪进行检测，应符合现行国

家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的规定。

4.3.6 既有构件取样难度较大时，钢材的强度等级和钢材的品种可采用直读光谱法或材料化学成分分析法进行辅助检测判定，应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 和《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的规定。

4.3.7 型材取样应符合现行国家标准《钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备》GB/T 2975 的规定。

4.4 性能评定

4.4.1 钢材力学性能、化学成分应符合结构设计依据的国家相关标准的规定。当钢材力学性能检测结果不满足国家相关标准的规定时，该批钢材的强度设计值可按屈服强度试验结果最低值的 0.85 倍确定。

4.4.2 当构件和连接的使用条件发生变化时，应符合国家现行有关标准的规定。

5 构件的检测与评定

5.1 一般规定

5.1.1 钢构件宜划分为柱、梁、撑杆、板和拉杆。

5.1.2 货架钢结构构件的检测内容应包括几何尺寸与制作偏差、安装偏差、涂装质量；对于既有货架钢结构构件的检测内容尚应包括变形、缺陷与损伤、腐蚀检测。

5.1.3 在建货架钢结构构件的评定内容应包括设计符合性与施工质量；既有货架钢结构构件的评定内容应包括性能等级评定。

5.2 构件的检测

5.2.1 构件的几何尺寸与制作偏差、安装偏差检测可使用超声测厚仪、千分尺、游标卡尺、钢卷尺、钢直角尺、倾角仪、塞尺、激光测距仪、水准仪、经纬仪、全站仪、三维扫描仪等，按照合理方法步骤进行量测。

5.2.2 构件的损伤变形、缺陷与损伤检测可采用钢直角尺、水准仪、经纬仪、全站仪、三维扫描仪等，按照合理方法步骤进行量测。

1 水平构件的挠度检测宜选取构件支座及跨中的若干点作为测点，测量构件支座与跨中的相对高差，利用该相对高差计算构件的挠度；竖向构件的弯曲度、垂直度，宜测定构件顶部相对于底部的水平位移，计算倾斜度。

2 构件表面质量可采用目测法检测，构件损伤残余变形可用观察和尺量的方法检测，构件的腐蚀可按本标准第 A.6 节的规定进行检测。

5.2.3 构件的几何尺寸与制作偏差的检测，检测抽样数量应根据货架制作批量确定，每批次相同规格的每种构件检测不少于 5

件，不足 5 件时宜全数检测；垂直度检测抽样数量不应少于货架可检测位置立柱数量的 30%，挠度检测抽样数量为每批次相同规格承载梁不少于 3 件，不足 3 件时宜全数检测；缺陷与损伤、腐蚀宜全数检测。

5.3 构件的评定

5.3.1 在建货架钢结构单根构件应按照本标准附录 A 进行现场检测。在建货架钢构件根据设计图纸和现场检测结果评定为 *a*、*b*、*c* 三个等级，且应符合下列规定：

1 *a* 级：符合设计图纸，且检测项的偏差全部满足标准。

2 *b* 级：基本符合设计图纸，且最大偏差不超过现行规范要求；对于几何尺寸制作偏差或安装偏差，检测项的偏差至少有一项不满足标准，所有不满足项应有 90% 及以上的检测构件满足标准，且偏差最大值（或最小值）不应超过其极限偏差值的 1.2 倍。对于涂装，检测项至少有一项不满足标准，但不影响构件耐久性。

3 *c* 级：除 *a* 级与 *b* 级外的其他情况。

5.3.2 在建货架钢结构单批构件应按照本标准附录 A 进行现场检测。在建货架钢构件根据设计图纸和现场检测结果评定为 *a*、*b*、*c* 三个等级，且应符合下列规定：

1 *a* 级：符合设计图纸，且检测项的偏差全部满足标准。

2 *b* 级：基本符合设计图纸，且最大偏差不超过现行规范要求；对于几何尺寸制作偏差或安装偏差，检测项的偏差至少有一项不满足标准，所有不满足项应有 90% 及以上的检测构件满足标准，且偏差最大值（或最小值）不应超过其极限偏差值的 1.2 倍。对于涂装，检测项至少有一项不满足标准，但不影响构件耐久性。

3 *c* 级：除 *a* 级与 *b* 级外的其他情况。

5.3.3 既有货架钢结构单根钢构件按照变形、缺陷、腐蚀和损伤的检测 results，应评定为 *a*、*b*、*c* 三个等级，且应符合下列

规定：

- 1 a 级：检测结果不超过标准限值；
- 2 b 级：检测结果超过标准限值但不超过 2 倍标准限值；
- 3 c 级：检测结果超过 2 倍标准限值。

6 节点的检测与评定

6.1 一般规定

6.1.1 节点宜划分为梁柱节点和柱脚节点。

6.1.2 在建货架钢结构节点的检测与评定内容应包括：焊缝质量、焊缝构造及其尺寸、螺栓的构造及尺寸、螺栓等级、部件组装质量。如有工程施工图，应复核设计图纸和现场检测的一致性。

6.1.3 既有货架钢结构节点的检测与评定内容应包括：焊缝腐蚀及开裂状况、螺栓的变形及损伤、部件缺陷及损伤。

6.2 节点的检测

6.2.1 焊缝外观质量检测，宜采用辅以放大镜的目测，当目测不能满足检测要求时，可采用磁粉探伤或渗透探伤；对接焊缝内部质量检测，可采用超声波无损检测法。螺栓连接检测的方法宜为观察、尺量、锤击检查和扭矩检测。

6.2.2 节点部件组装质量和缺陷与损伤宜为观察检测，必要时可参照本标准附录 B 进行节点试验。

6.2.3 焊缝检测的抽样应符合下列规定：

- 1 结构关键部位焊缝的检测，应全数普查和目测外观质量；
- 2 对外观质量检查有疑问的焊缝，应进行无损探伤，抽样比例不应少于 2%，且不应少于 3 处；
- 3 焊缝长度每 300mm 应定义为 1 处，小于或等于 300mm 者，每条焊缝为 1 处；
- 4 抽样位置应覆盖结构的关键受力部位、大部分区域以及不同的焊缝形式。

6.2.4 螺栓连接检测的抽样应符合下列规定：

1 检测的抽样比例不应少于同类节点数的 2%，且不应少于 3 个节点，抽查位置应覆盖结构的大部分区域以及不同连接形式的区域；同类节点总数不足 10 个时，应全数检查；每个抽查节点检测的螺栓数不应少于 10%，且不应少于 1 个。

2 有损伤的节点和指定检测的节点，应全数检查。

6.3 节点的评定

6.3.1 在建货架钢结构单个节点应按照本标准附录 B 进行现场检测。在建货架钢节点根据设计图纸和现场检测结果评定为 *a*、*b*、*c* 三个等级，且应符合下列规定：

1 *a* 级：符合设计图纸，且检测项全部满足标准；

2 *b* 级：基本符合设计图纸，且最大偏差不超过现行规范要求；检测项至少有一项不满足标准，所有不满足项应有 90% 及以上的检测节点满足标准，且偏差最大值（或最小值）不应超过其极限偏差值的 1.2 倍或不影响节点传力；

3 *c* 级：除 *a* 级与 *b* 级外的其他情况。

6.3.2 在建货架钢结构单批节点应按照本标准附录 B 进行现场检测。在建货架钢节点根据设计图纸和现场检测结果评定为 *a*、*b*、*c* 三个等级，且应符合下列规定：

1 *a* 级：符合设计图纸，且检测项全部满足标准；

2 *b* 级：基本符合设计图纸，且最大偏差不超过现行规范要求；检测项至少有一项不满足标准，所有不满足项应有 90% 及以上的检测节点满足标准，且偏差最大值（或最小值）不应超过其极限偏差值的 1.2 倍或不影响节点传力；

3 *c* 级：除 *a* 级与 *b* 级外的其他情况。

6.3.3 既有货架钢结构单个节点按照连接、部件缺陷与损伤的检测 results，应评定为 *a*、*b*、*c* 三个等级，且应符合下列规定：

1 *a* 级：检测结果满足标准；

2 *b* 级：检测结果不满足标准且影响节点传力；

3 *c* 级：检测结果不满足标准，节点不能传力。

7 结构的检测与评定

7.1 一般规定

7.1.1 货架钢结构的检测与评定内容应包括结构体系完整性、主要构件承载力和稳定性、主要节点的强度、结构整体变形、结构整体稳定性。

7.1.2 货架钢结构的检测与评定应根据抗震信息，确定结构的抗倾覆性能。

7.1.3 当结构按承载能力极限状态验算时，根据结构对荷载的反应，可采用线性或非线性理论；当结构按正常使用极限状态验算时，可采用线性理论。

7.1.4 货架钢结构防止连续性倒塌构造措施，应根据检测与评定的结果进行设置。当设置需要与建筑结构相连时，尚应对建筑结构进行检测与评定。

7.2 结构的检测与验算

7.2.1 货架钢结构检测应包括体系完整性、结构和支撑布置、传力路线、结构构造和连接。

7.2.2 当货架为无侧移结构时，抗侧力支撑体系应符合现行《钢货架结构设计规范》CECS 23 的要求。当抗侧力支撑体系不满足要求时，应按有侧移结构进行结构计算。

7.2.3 货架钢结构应根据结构体系的特点、空间作用性能以及结构上的荷载（作用），建立合理的计算模型，按照现行《钢货架结构设计规范》CECS 23 对结构抗力与作用效应进行分析，验算主要构件承载力与稳定性、主要节点的强度、结构整体变形和结构整体稳定性。

7.2.4 当理论计算或数值模拟分析不能满足要求时，可按本标

准附录 C 采用现场试验或模型试验等方法进行评定。

7.3 结构的评定

7.3.1 货架钢结构等级评定，应按结构体系完整性、承载力与变形分别评定，并应取其中的较低等级作为结构系统的评定等级。

7.3.2 货架钢结构体系完整性应按下列规定评定等级：

A 级：结构形式和构件选型正确，结构和支撑布置合理，传力路线明确合理，结构构造和连接可靠，没有薄弱部位，结构系统完备，满足安全使用要求。

B 级：结构形式和构件选型基本正确，结构和支撑布置合理，传力路线基本合理，结构构造和连接基本可靠，没有明显薄弱部位，结构整体系统完备，局部不满足要求，但不影响安全使用。

C 级：结构和支撑布置基本合理，存在薄弱部位，结构形式、构件选型、结构构造和连接不符合要求，影响安全使用，应采取措施。

D 级：结构和支撑布置、结构形式、构件选型、结构构造和连接不符合要求，危及安全，必须及时采取措施。

7.3.3 货架钢结构的承载力与变形，应按下列规定评定等级：

A 级：结构主要构件与节点承载力均满足建造时或最后一次改造时所执行的货架结构设计标准，即符合下式要求。

$$R_d \geq \gamma_0 S_d \quad (7.3.3-1)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，应按建造时或最后一次改造时所执行的标准采用；

S_d ——荷载基本组合效应的设计值；

R_d ——结构构件抗力的设计值。

B 级：结构主要构件与节点承载力基本满足建造时或最后一次改造时所执行的货架结构设计标准，局部结构承载力下降不超过 10%，即符合下式要求。

$$R_d \geq 0.9 \gamma_0 S_d \quad (7.3.3-2)$$

C 级：结构主要构件与节点承载力无法满足建造时或最后一次改造时所执行的货架结构设计标准，但局部结构承载力下降不超过 20%，即符合下式要求。

$$R_d \geq 0.8 \gamma_0 S_d \quad (7.3.3-3)$$

D 级：结构主要构件与节点承载力无法满足建造时或最后一次改造时所执行的货架结构设计标准，局部结构承载力下降超过 20%，即不符合式（7.3.3-3）要求。

附录 A 货架钢结构构件检测方法

A.1 构件几何尺寸与制作偏差

A.1.1 钢构件几何尺寸与制作偏差的检测应符合下列规定：

1 检测项应包括：构件钢材厚度、构件横截面尺寸、构件轴线或中心线尺寸、构件直线度、构件扭转度、构件板件平整度；

2 检测抽样数量应根据货架制作批量确定，每批次相同规格的每种构件检测不少于 5 件，不足 5 件时宜全数检测；

3 检测应在构件的 3 个不同部位进行测量，取 3 处实测值的平均值作为该尺寸的代表值；

4 测量可使用超声测厚仪、千分尺、游标卡尺、钢卷尺、钢直角尺、倾角仪、塞尺，按相关产品标准的规定量测。

A.1.2 钢构件的几何尺寸制作偏差应以最终设计文件规定的尺寸为基准进行计算，并应符合相应产品标准的规定。当无产品标准时，可参考以下标准：

1 构件钢材厚度偏差应符合现行国家标准《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709、《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 708 的有关规定；

2 构件横截面尺寸偏差不应超过表 A.1.2-1 规定的极限偏差；

3 构件轴线或中心线尺寸偏差不应超过表 A.1.2-2 规定的极限偏差；

4 构件直线度不应超过 $1/1000$ ；

5 构件扭转度不应超过 $1^\circ/\text{m}$ ；

表 A. 1. 2-1 构件横截面尺寸极限偏差（单位：mm）

两侧与其他板件相连的板件（如 C 型钢截面的腹板）					
构件壁厚	极限偏差				
	≤40	>40 且≤100	>100 且≤200	>200 且≤400	>400
≤1.5	±0.50	±0.50	±0.75	±1.25	—
>1.5 且≤3.0	±0.75	±0.75	±1.00	±1.50	±1.75
>3.0 且≤6.0	±1.00	±1.00	±1.25	±1.75	±2.00
>6.0 且≤8.0	—	±1.25	±1.50	±2.00	±2.50
一侧与其他板件相连一侧自由的板件（如 C 型钢截面的翼缘）					
构件壁厚	极限偏差				
	≤40	>40 且≤100	>100 且≤150	>150 且≤200	>200
≤1.5	±0.75	±0.75	±1.00	—	—
>1.5 且≤3.0	±0.80	±1.00	±1.25	±1.50	—
>3.0 且≤6.0	±1.00	±1.25	±1.50	±1.75	±2.00
>6.0 且≤8.0	±1.25	±1.50	±1.75	±2.00	±2.25

表 A. 1. 2-2 构件轴线或中心线尺寸极限偏差（单位：mm）

名义长度	极限偏差
≤2000	±0.5
>2000 且≤6000	±1.0
>6000 且≤10000	±1.5
>10000 且≤15000	±2.0
>15000	±3.0

6 构件板件平整度不应超过板件名义尺寸的 $1/125$ 与 0.5mm 之较大值，如图 A. 1. 2 所示。

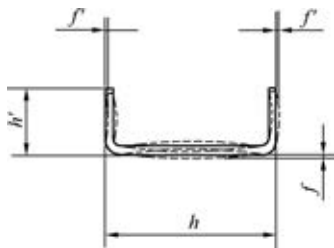


图 A. 1. 2 构件板件平整度偏差

A. 2 构件安装偏差

A. 2. 1 钢构件安装偏差的检测应符合下列规定：

1 构件的安装偏差可使用钢卷尺、钢直角尺、倾角仪、激光测距仪、水准仪、经纬仪、全站仪、三维扫描仪，按照合理方法步骤进行量测；

2 检测项应根据货架技术协议规定确定，各检测项抽样数量应与委托方沟通确定；

3 水平构件的挠度检测宜选取构件支座及跨中的若干点作为测点，测量构件支座与跨中的相对高差，利用该相对高差计算构件的挠度；

4 竖向构件的弯曲度、垂直度，宜测定构件顶部相对于底部的水平位移，计算倾斜度。

A. 2. 2 钢构件的安装偏差应以最终设计文件为基准进行计算，并应符合相应产品标准的规定。当无产品标准时，可参考以下标准：

1 横梁式货架与窄巷式货架的安装偏差不应超过表 A. 2. 2-1、图 A. 2. 2-1 与图 A. 2. 2-2 规定的极限偏差；

表 A.2.2-1 横梁式货架与窄巷式货架安装极限偏差（单位：mm）

水平方向（XZ 平面内）极限偏差		
尺寸测量规则与描述	横梁式货架	窄巷式货架
δA 任意层高处两立柱净距偏差	± 3	± 3
δA_1 靠近地坪处 n 跨货架总长累计偏差	$\pm 3n$	$\pm 3n$
B 垂直巷道方向对应立柱的错位，随跨数 n 累计，在靠近地坪处测量； 人上式：仅巷道两侧立柱适用； 人下式：巷道两侧立柱与背部立柱都适用	不适用	以下较大值： ± 10 或 $\pm 1.0n$ （人上式） $\pm 0.5n$ （人下式）
δB_0 货架端部相对于 Z 向基准线的偏差，在靠近地坪处测量	± 10	± 10
BF 立柱组两立柱的错位（全高）	40	不适用
C_x 货架立柱 X 方向倾斜程度（垂直度）	$\pm H/500$	$\pm H/750$
C_z 货架立柱 Z 方向倾斜程度（垂直度）	$\pm H/500$	$\pm H/750$
δD 立柱组宽度偏差	± 6	单排 ± 3 ，双排 ± 6
δE 靠近地坪处货架巷道宽度偏差	± 15	± 5
δE_1 侧导轨间距偏差	不适用	沿总长 $0/+5$ 最大变化率 2mm/m
δE_2 侧导轨与立柱间距偏差	不适用	± 5
δF 巷道沿 X 向基准线直线度偏差，在靠近地坪处测量	± 15	± 10
F_1 相邻立柱 Z 向偏差，在靠近地坪处测量	不适用	± 5
G_z 横梁 Z 向直线度偏差	$\pm A/400$	$\pm A/400$
J_x 间距 HB 的两横梁之间的立柱沿 X 向的直线度偏差	± 3 与 $\pm HB/400$ 较大值	± 3 与 $\pm HB/750$ 较大值
J_z 立柱沿 Z 向的初始弯曲	$\pm H/500$	$\pm H/500$
δM 顶部导轨偏差	不适用	由规划者或叉车 供应商确定
T_w 横梁跨中扭转（每米）	1°	1°

续表 A. 2. 2-1

竖直方向（Y 向）极限偏差		
尺寸测量规则与描述	横梁式货架	窄巷式货架
	以下较大值	
G_y 横梁沿 Y 向的直线度偏差	± 3 或 $\pm A/500$	± 3 或 $\pm A/500$
δH_{1A} 底层横梁上表面距柱脚底板距离偏差	± 10	± 7
δH_1 任一横梁上表面距底层横梁距离偏差	± 5 或 $\pm H_1/500$	人上式： ± 5 或 $\pm H_1/500$ 人下式： ± 3 或 $\pm H_1/1000$
δH_3 顶部导轨公差	不适用	由规划者或叉车 供应商确定
H_y 同一货格内前后横梁高度偏差	± 10	± 10

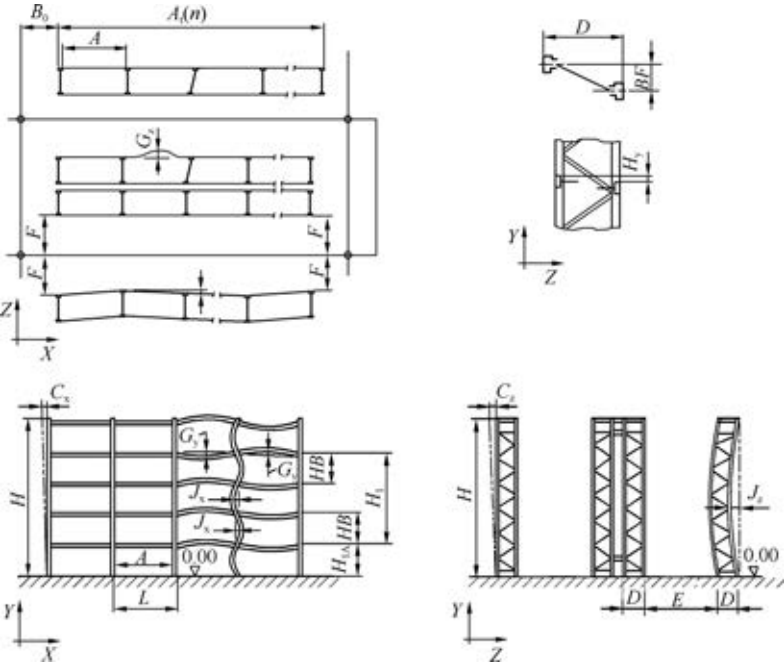


图 A. 2. 2-1 横梁式货架安装偏差

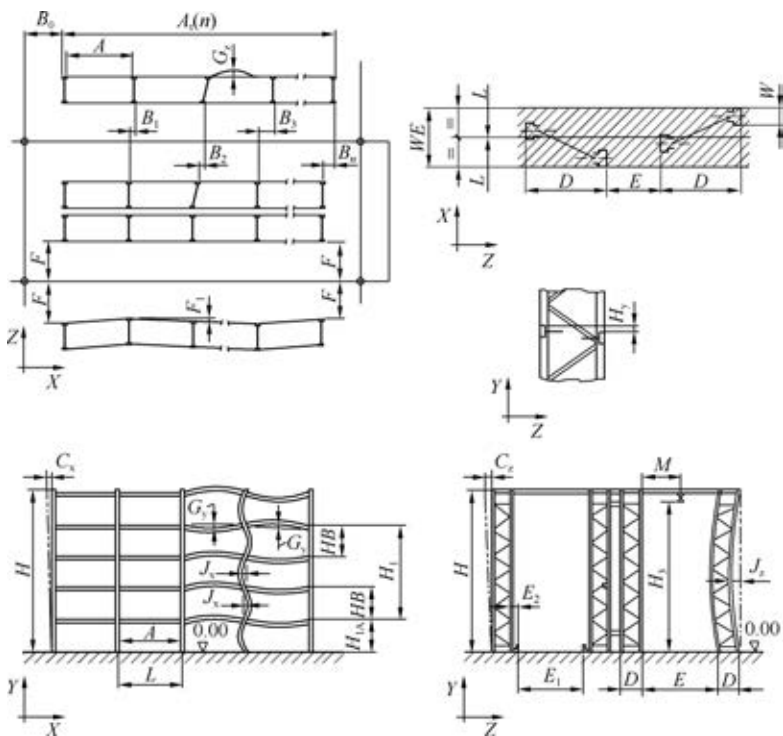


图 A. 2. 2-2 窄巷式货架安装偏差

2 驶入式货架的安装偏差不应超过表 A. 2. 2-2 与图 A. 2. 2-3 规定的极限偏差；

表 A. 2. 2-2 驶入式货架安装极限偏差（单位：mm）

尺寸测量规则与描述	极限偏差
δA_T 单条驶入车道宽度尺寸偏差（顶部）	± 1.5
δA_B 单条驶入车道宽度尺寸偏差（底部）	± 5.0
$\delta A(n)$ 沿外部巷道方向 n 条驶入车道宽度尺寸累计偏差（顶部或底部）	$\pm 2.0n$
δE 立柱组沿外部巷道方向的同轴度偏差（顶部与底部分开测量）	± 3.0
C_x 货架立柱沿驶入车道方向倾斜程度（垂直度）	$\pm H/500$

续表 A. 2. 2-2

尺寸测量规则与描述	极限偏差
C_z 货架立柱垂直于驶入车道方向倾斜程度（垂直度）	$\pm H/500$
δD 货架深度尺寸偏差	± 5.0 每立柱组
J_z 立柱沿垂直于驶入车道方向的初始弯曲	$\pm H/1000$
L 牛腿层高偏差	$\pm L_i/250$
M 同一储位左右牛腿高度偏差	± 6.0

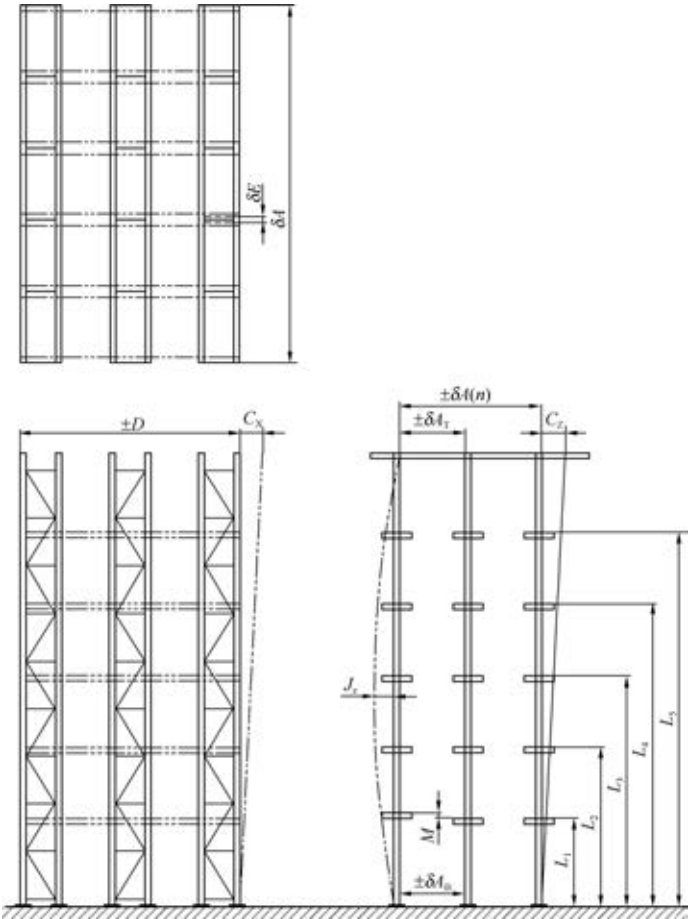


图 A. 2. 2-3 驶入式货架安装偏差

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/498031031041006130>