

某单层排架结构厂房的抗震检测鉴定

谈 辉

上海勘察设计院（集团）股份有限公司 上海 200093

【摘要】结合工程实例对某空置排架结构厂房的调查检测，了解房屋现状及抗震性能，为后续装修改造提供依据，对该厂房主体结构进行房屋抗震鉴定，房屋抗震能力的分析与评估。

【关键词】排架结构；抗震鉴定；主体结构；

引言

受检房屋为一幢单层工业厂房，建造于 2007 年左右，房屋平面呈矩形，东西向长约 152.1m，南北向长约 72.4m，建筑面积约 11030 m²。房屋曾经作为生产车间及厂房使用，目前已空置。现委托方拟对该房屋进行重新装修。为了解房屋现状及抗震性能，并为后续装修设计提供依据，对该房屋进行房屋抗震鉴定。

1 房屋建筑结构概况

1.1 房屋建筑概况

该厂房室内为大空间，内部有 1# 车间（1-27/C-D 轴）、2# 车间（1-27/B-C 轴）、3# 车间（1-27/A-B 轴间），每个车间分别设置 2 台桥式吊车，共设有 6 台吊车。房屋室内各车间区域采用轻质砌块分隔，各车间内均设有大小不等的临时建筑。房屋内部公共地坪为混凝土地坪，室内外高差约 0.20m。厂房屋顶为不上人双坡屋面，中间跨高出屋面设双坡天窗。屋面屋脊高度约 19.44m，天窗屋脊高度约 22.04m，檐口底高度约 16.00m。

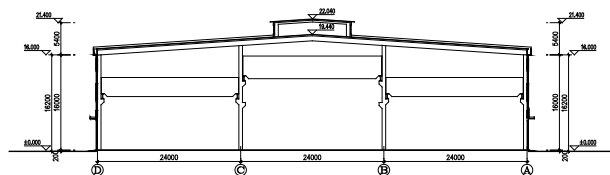


图 1 房屋横向剖面图

1.2 房屋结构概况

该厂房结构形式为单层现浇混凝土排架结构房屋。排架柱采用钢筋混凝土柱，屋盖为钢结构，屋面板采用双层复合保温彩钢板。房屋南北向共三跨，跨度均为 24.0m，主要柱列间距为 6m，共设有 27 列。房屋四周外墙为 240mm 厚烧结多孔砖，采用外贴砌筑方式，外墙内均设有混凝土圈梁。厂房 13-14 轴承台基础面上柱间设有抗震缝，抗震缝宽度为 100mm。

厂房各跨结构布置中 1~27/B 轴和 1~27/C 轴为中柱（分上下柱），下柱截面为 1800mm×600mm，上

柱为 650mm×600mm；1~27/A 轴和 1~27/D 轴为边柱（分上下柱），下柱截面为 900mm×500mm，上柱为 590mm×500mm。房屋柱身处设有牛腿，牛腿上纵向布置有吊车钢梁，机械桁车两端搁置于钢梁上，钢梁截面形式均为 H 型钢，截面为：750×450×240×12×20。房屋屋顶南北向设置屋架主钢梁（H 型钢，局部变截面），钢梁截面 H800×240×240×8×10，H600~800×240×240×8×10，H847~600×240×240×8×10，钢梁上每约 3.0m 设有加劲肋，屋面钢梁下翼缘设置隅撑，隅撑的另一端与屋面檩条连接。屋面每柱列檩条设有拉条，边跨处另设有斜拉条。梁变截面节点处为刚接，钢梁与混凝土柱节点采用铰接，屋顶天窗处钢柱柱脚采用铰接。房屋东西两侧边榀混凝土柱间设有抗风柱，间距约 6.0m，抗风柱顶部与平面外钢梁横向对应位置设有钢连系杆。

支撑体系方面，房屋在 1 轴和 2 轴、7~8 轴、12~13 轴、14~15 轴、14~15 轴、20~21 轴、26~27 轴间设置柱间支撑及屋面水平支撑，上、下柱间交叉支撑均采用角钢，屋面水平交叉支撑采用圆钢；各榀主钢梁间均设有 13 根圆形系杆（双坡天窗处另设有 3 根圆形系杆），分别布置于钢梁上。房屋屋面设有檩条，均为连续单檩条布置。

厂房基础形式为钢筋混凝土柱下预制钢筋混凝土方桩承台基础，承台面标高为 -2.0m。方桩截面为 350mm×350mm 预制方桩，桩长 26m，单桩竖向承载力设计值为 1134kN，桩混凝土等级均为 C30。房屋四周外墙下设有基础拉梁。

2 房屋建筑结构图纸复核

根据上海市《既有建筑物结构检测与评定标准》（DG/TJ08-804-2005）^[5] 的相关规定，对受检房屋进行建筑及结构图纸复核检测。

（1）房屋建筑图纸复核结果表明：受检房屋除 1/B-C 轴进门口处两侧抗风柱处位置对比原设计分别往两

侧偏移了 500mm，对应的抗风柱顶部连接屋面纵向钢梁的平面外传力构件不连续外。其余主要轴网尺寸偏差在 0mm ~ -8mm 范围内，房屋轴线尺寸与原设计基本相符。

(2) 房屋结构图纸复核结果表明：抽检的钢构件尺寸、混凝土柱尺寸及配筋、房屋支撑系统结构信息满足设计要求。

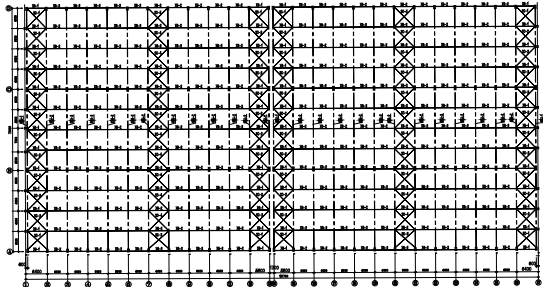


图 2 屋面结构布置平面图

3 房屋变形测量

根据《建筑变形测量规范》(JGJ8-2016)^[4]的相关规定，现场使用全站仪对受检房屋排架柱及外轮廓线分别进行了垂直度及倾斜测量。房屋倾斜测量具体结果包括原始施工和测量误差。房屋排架柱各测点南北向倾斜率介于 0.1% ~ 3.1% 之间；东西向倾斜率介于 0.1% ~ 3.2% 之间；房屋各测点倾斜率符合规范要求，且未见明显变化规律。外轮廓南北向倾斜率介于 0.1% ~ 2.9% 之间；东西向倾斜率介于 0.2% ~ 3.2% 之间；各测点倾斜率符合规范要求，且未见明显变化规律。

现场使用全站仪对受检房屋屋面钢梁挠度进行了抽样测量，根据钢梁受力变形特点，对钢梁下翼缘进行挠度测量。测量结果表明：受检房屋屋面钢梁抽样测量的挠度小于(限值: 1/400)的挠跨比要求，满足规范要求。

4 房屋完损检测

根据《房屋质量检测鉴定标准》DG/TJ08-79-2024^[3]的有关要求，对受检房屋外立面、室内及室内地坪进行了完损状况检测。受检房屋完损检测结果表明：房屋在围护墙面粉刷普遍存在开裂，局部墙面存在粉刷起皮、剥落，屋面板存在多处渗水，个别钢结构构件节点表面存在轻微生锈，房屋一层地坪存在较多开裂现象。上述完损问题主要是由于房屋长期使用过程中，材料自然老化收缩、温度应力、渗水受潮等因素所致。上述存在的完损问题未对主体结构承载力造成明显影响，但对正常使用存在一定影响。

5 房屋结构材料性能检测

根据《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T 23-2011)^[6]的相关规定，现场采用 ZC3-A 型混凝土回弹仪，对受检房屋混凝土柱构件选取了 15 个构件进行了非破损随机抽样检测；并选取 3 个典型混凝土排架

柱采用钻取混凝土芯样对柱混凝土强度进行修正。检测结果表明：根据规范要求混凝土按批强度推定值为 42.8，强度推定值满足原设计强度等级 C40 要求。

根据上海市《钢结构检测与鉴定技术规程》(DG/TJ-2011-2007)^[7]的相关规定，现场抽选部分钢材构件并去防火涂层、打磨表面油漆等，采用里氏硬度法对钢材构件的强度进行检测。屋面钢梁及檩条钢材的里氏硬度值在 408 ~ 438 之间，钢材抗拉强度在 471MPa ~ 534MPa 之间，达到原设计 Q345 钢材的强度要求。钢支撑及钢系杆钢材的里氏硬度值在 351 ~ 401 之间，钢材抗拉强度在 375MPa ~ 457MPa 之间，达到原设计 Q235 钢材的强度要求。

6 房屋抗震鉴定基本信息

受检房屋建造于 2007 年左右，已使用十余年，房屋使用功能为厂房。本次装修修缮不改变房屋后续使用年限及整体使用功能，因此根据《既有建筑鉴定与加固通用规范》(GB55021-2021)^[8]相关规定，按后续工作年限为设计剩余工作年限(B 类建筑)、不低于原建造时的抗震设计要求(参考《建筑抗震设计规程》DGJ08-9-2003)^[9]对受检房屋进行抗震鉴定。受检房屋抗震鉴定基本信息见表 1。

表 1 受检房屋抗震鉴定基本信息

上部结构类别	钢筋混凝土排架结构	基础形式	柱下独立桩承台
房屋总高、层数	19.40m(大屋面层)、一层	建筑用途	厂房
房屋建造年代	2007 年	后续使用年限	设计剩余工作年限内
抗震鉴定分类	B 类(通规)	抗震设防类别	丙类
抗震设防烈度	7 度	抗震措施设防烈度	7 度
设计地震分组	第二组	特征周期	0.90s
场地类别	上海Ⅳ类	设计基本地震加速度	0.10g

7 房屋抗震构造措施鉴定

受检房屋排架柱按不低于原建造时的设计要求执行，恒载、活载分项系数分别取 1.2 与 1.4，地震分项系数 1.3，结构重要性系数 1.0，房屋嵌固端为基础顶面，内力调整系数参考《建筑抗震设计规程》DGJ08-9-2003 进行计算分析鉴定。经鉴定存在以下抗震构造措施不足的情况：(1) 受检房屋在构件连接方面存在不符合项，部分构件存在螺栓、螺帽松动、缺失现象；(2) 结构构件连接节点方面，存在与移位处的抗风柱顶部与连接屋面钢梁的平面外无纵向支撑，传力构件不连续。(3) 其它抗震构造措施方面基本满足要求。

8 地基基础抗震鉴定

受检房屋建造于 2007 年左右, 房屋地基土经历十余年的固结, 沉降已基本稳定。根据房屋倾斜测量及现场检测结果, 未发现房屋上部主体结构构件因基础不均匀沉降及地基承载力不足而引起的严重开裂、倾斜和变形。表明受检房屋的基础承载力满足现状使用要求, 可评为无严重静载缺陷。

受检房屋后续修缮方案表明, 改造后吊车起重荷载维持不变, 符合原设计桩基础承载力的使用要求。受检房屋基础采用桩承台基础, 根据上海市《建筑抗震设计规程》(DGJ08-9-2003)^[9] 第 4.3.1 条规定: 当建筑物不位于边坡上或边坡附近时, 采用承受竖向荷载为主的低承台桩基, 且桩端和桩周无液化土层, 承台周围无淤泥、淤泥质土、松散填土或可液化土层的一般单

层厂房、单层空旷房屋, 可不进行其地基和基础的抗震承载力验算。

9 房屋抗震承载力验算

根据对受检房屋的现场测绘、检测结果, 采用中国建筑科学研究院编制的 PKPM 系列软件 2021 V1.5 版中的 PK 设计模块建立了力学模型, 结合后续修缮方案对排架结构房屋抗震承载力进行了计算分析。通过现场调查及收集到的部分吊车资料, 具体吊车荷载将根据跨度、起重量和工作级别由计算软件自动取值。房屋未考虑外墙刚度及整体空间作用, 对排架结构纵、横向分别进行了抗震承载力验算及变形分析。本次计算未考虑外墙刚度及整体空间作用和扭转影响。

9.1 计算参数

表 2 结构计算相关参数取值表

荷载类别	恒荷载标准值 (kN/m ²)	活荷载标准值 (kN/m ²)
屋面荷载	0.30kN/m ² (压型彩钢板及保温板自重) 支撑、檩条及拉条为 0.15kN/m ²	0.5kN/m ² (不上人屋面) 主钢架按 0.3 kN/m ²
墙体荷载	240mm 烧结多孔砖, 容重取 15kN/m ³ (墙体容重取为 18N/m ³)	
风荷载	基本风压 0.55kN/m ² , 地面粗糙度为 B 类	
材料强度取值	混凝土强度: 按原设计强度 C40 取值; 钢筋强度: 箍筋抗拉强度设计值按 210N/mm ² 取值; 主筋抗拉强度设计值按 360N/mm ² 取值。 钢材强度: 屋面梁采用 Q345, 檩条及支撑等采用 Q235	
地震作用	抗震设防烈度: 7 度; 设计地震分组: 第二组; 特征周期: 0.90s; 场地类别: 上海 IV 类; 设计基本地震加速度: 0.10g。	

9.2 抗震承载力验算

采用中国建筑科学研究院编制的 PKPM 系列软件 V1.5 版中的 PK 设计模块, 对受检房屋上部排架结构选取典型进行了纵、横向抗震承载力验算。根据《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB50018-2002)^[10] 的相关规定, 受检房屋屋面为压型钢板, 且檩条间设置拉条, 计算时考虑了屋面板对檩条上翼缘受压侧向稳定作用。檩条下翼缘无可靠构造措施, 因此未考虑构造保证风吸力下翼缘受压稳定性的作用。

9.3 验算结果

(1) 混凝土柱验算结果: 排架柱及抗风柱纵筋实际配筋和轴压比 (最大值为 0.35) 均满足规范要求。

(2) 屋面钢梁: 验算结果: 屋架钢梁最大应力比为 0.85, 最大挠度为 1/620 (限值为: 1/400) 满足规范要求。

(3) 屋面钢檩条: 檩条最大应力比 198 (限值: 305) 为及最大挠度值为 1/305 (限值: 1/200), 验算结果满足规范要求。

(4) 排架柱间交叉钢支撑验算结果: 房屋柱间钢支撑最大应力比为 0.81; 柱间钢支撑上柱最大长细比为 220 (限值: 上柱 250), 下柱最大长细比为 130 (限

值: 下柱 150) 均满足规范要求。

(5) 混凝土排架柱顶位移经验算: 混凝土排架柱顶横向最大位移为 1/375, 纵向最大位移为 1/600 (限值: 1/300) 均满足规范要求。

10 结论及建议

(1) 房屋完损检测中存在的钢构件表面生锈的情况, 进行全面的排查并进行除锈后重新涂装, 对室内地坪裂缝进行修复处理。对于其他非结构性完损问题, 应根据实际情况采取针对性的处理措施。

(2) 鉴于对移位处抗风柱与钢梁连接部位平面外无纵向支撑仅连接在钢梁上, 对钢梁受力情况存在不利影响, 建议对移位处的抗风柱与钢梁连接部位增加纵向支撑, 确保结构安全可靠。

参考文献

- [1] 束必清, 郑娟. 某排架结构厂房的检测鉴定及加固 [J]. 工业建筑, 2014, 44 (6) .
- [2] GB 50010—2010. 混凝土结构设计规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社. 2015 年版.
- [3] DG/TJ08-79-2024. 房屋质量检测鉴定标准 [S]. 上海: 上海市建筑建材业市场管理总站.
- [4] JGJ8—2016. 建筑变形测量规范 [S]. 北京: 中国

建筑工业出版社。

[5]DG/TJ08-804-2005. 既有建筑物结构检测与评定标准 [S]. 上海：上海市建设工程标准定额管理总站。

[6]GJ/T 23— 2011. 回弹法检测混凝土抗压强度技术规程 [S]. 北京：中国建筑工业出版社。

[7]DG/TJ-2011-2007. 钢结构检测与鉴定技术规程 [S]. 上海：上海市建筑建材业市场管理总站。

[8] GB55021-2021. 既有建筑鉴定与加固通用规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社。

[9]DGJ 08-9—2003. 建筑抗震设计规程 [S]. 上海：上海市建设和管理委员会。

[10]GB50018-2002. 冷弯薄壁型钢结构技术规范 [S]. 北京：中国计划出版社出版。