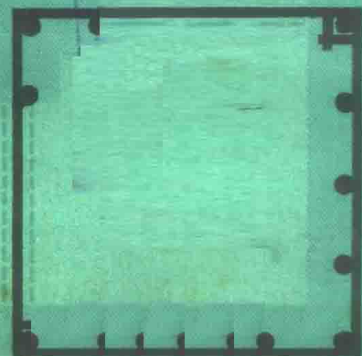


冶金建筑抗震加固技术措施

- 抗震鉴定加固技术要点
- 加固图例
- 计算示例

北京钢铁设计研究总院主编

冶金工业出版社



冶金建筑抗震加固技术措施

北京钢铁设计研究院等 编

冶金工业出版社

冶金建筑抗震加固技术措施

北京钢铁设计研究总院等 编

*

冶金工业出版社出版
新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 14 1/2 字数 312 千字
1979年12月第一版 1979年12月第一次印刷
印数00,001~12,000册

统一书号: 15062·3501 定价1.50元

出版说明

我国是一个多地震国家，有不少冶金工厂分布于地震区，其中有些建（构）筑物在过去建设中没有考虑地震影响或设防烈度偏低。为了贯彻地震工作“以防为主”的方针，适应冶金建筑抗震加固工作的需要，在调查和总结辽南、唐山震害的基础上，编制了这本《冶金建筑抗震加固技术措施》，以供参加抗震加固的工程技术人员参考。

本书分三个部分：第一部分为抗震鉴定与加固的技术要点，以文字形式简述鉴定要求和加固原则；第二部分为加固图例，以典型图例说明加固构造方案；第三部分为计算示例，以具体算例说明加固界限和构造细节中的计算方法。

本书编审过程中，得到全国许多厂矿、设计、施工、科研等单位和专业人员的大力支持和帮助，谨此表示诚挚谢意。

本书主编单位为：北京钢铁设计研究总院、北京有色冶金设计研究总院、鞍山焦化耐火设计研究院。参加编写的单位有：冶金部建筑研究院、鞍山黑色矿山设计研究院、冀东矿山设计院、鞍钢设计院、第二冶金建设公司设计处、马鞍山钢铁设计院、重庆钢铁设计院、首钢设计院和建字一一〇部队。

一九七九年二月

目

录

第一部分 抗震鉴定加固技术要点		
第一章 总则	1	第六章 单层厂房加固图例
第二章 单层厂房技术要点	3	第七章 多层厂房加固图例
I 屋盖系统	3	第八章 特殊构筑物加固图例
II 钢筋混凝土柱	5	
III 围护墙体	6	第三部分 计算示例
IV 单层砖柱厂房	7	第九章 单层厂房验算示例
第三章 多层厂房技术要点	8	I 基本假定
I 钢筋混凝土多层框架厂房	8	II 单跨钢筋混凝土厂房
II 内框架多层厂房	11	III 等高钢筋混凝土厂房
第四章 特殊构筑物技术要点	13	IV 不等高钢筋混凝土厂房
I 转运站	13	V 等高砖柱厂房
II 通廊	14	第十章 多层厂房验算示例
III 贮仓	15	I 钢筋混凝土多层框架厂房
IV 烟囱	16	II 内框架厂房
V 水塔	17	III 混凝土柱角钢围套加固
VI 焦炉基础	17	第十一章 特殊构筑物验算示例
第五章 抗震加固施工要点	18	I 通廊
		II 高架贮仓
		III 砖烟囱
		IV 砖筒水塔
		附录 I 抗震加固的常用材料
		附录 II 抗震加固的施工机具

第一章 总 则

一、为贯彻落实地震工作要以预防为主方针，做好冶金厂矿的震前加固工作，保障人民生命财产的安全，根据冶金工业建筑的特点编制《冶金建筑抗震加固技术措施》（以下简称《措施》）。

二、本《措施》适用于鉴定加固烈度为7度、8度和9度的冶金工业建筑物和构筑物。

三、鉴定加固烈度：抗震鉴定加固所采用的烈度。鉴定加固烈度应根据建筑物和构筑物的的重要性，按照区别对待的原则，在基本烈度的基础上调整确定。

（一）对于一般工业建筑物（如厂房、重要仓库等）和构筑物按基本烈度采用。

（二）对于次要建筑物（如一般仓库，人员较少且无重要生产设备的辅助建筑物等），按基本烈度降低1度采用，但基本烈度为7度时不降。

本《措施》中所称的烈度，均指鉴定加固烈度。

四、抗震鉴定加固时，首先应调查研究建筑物的原始资料、现状和抗震影响等，并结合场地条件考虑其对建筑物抗震有利或不利因素。

（一）对建筑在Ⅰ类场地土（稳定岩石）上的建筑物，可适当降低抗震构造措施，8度和9度时，抗震构造措施可降低1度考虑。

（二）对有全地下室、箱形基础、筏式基础的建筑物可适当降低抗震构造措施。

（三）对建在Ⅲ类场地土（饱和松砂、软塑至流塑的轻亚粘土、冲积土、松散的人工填土）、复杂的地形（条形突出的山脊、高耸孤立的山丘、非岩质的陡坡等）、不均匀的地基（故河道、暗藏沟坑的边缘地带，边坡上半挖半填的填土层，成因、岩性或状态明显不均匀的岩层）上的建筑物，应适当加强抗震构造措施。

（四）对体形复杂、质量刚度分布很不均匀的建筑物或建筑物十分密集时，应针对其薄弱环节适当提高其抗震构造措施。

五、对于地震时可能造成次生灾害的易燃、易爆部位，应着重进行检查和鉴定并采取必要的安全措施。

六、原设计未作抗震设防或设防标准低于抗震鉴定加固烈度的厂矿，应在原有结构的基础上对节点、支撑、砖墙等薄弱环节和承重结构强度不够的部位进行重点加固，以提高结构的抗震能力，力求作到不致倒塌伤人或砸坏重要生产设备，以便震后短期内可恢复生产。

一般不允许对原有建筑物大拆大改，或推倒重建。

对于难以达到抗震鉴定加固标准的建筑物，应积极采取措施，适当提高其抗震能力。对于尚可使用又无加固价值的建筑物，可暂不加固，但在震前必须对人员和重要设备采取安全措施。对于已无实际使用价值而抗震性能又不好的建筑物和构筑物。

物,如已报废的砖烟囱、砖筒水塔,厂房出入口上部的高女儿墙、大门脸等装饰物,应在震前拆除或采取其它措施,防止其倒塌坠落伤人及发生其次生灾害。

七、抗震加固应根据结构类别、建筑物现状及重要性,区分主次,分期分批地进行。优先加固地震时不得中断生产的建筑物和构筑物及其薄弱部位。

不能中断生产的建筑物和构筑物:如工厂中的发电站、总降压变电站、变电所、主电室、水源井、高位水池、鼓风机室、氢气管、氧气管、煤气管、液氨库、油库、主要生产线上的特殊构筑物等。

建筑物和构筑物中的薄弱部位:如厂房天窗架、屋架柱与垂直支撑的连接节点,屋面板与承重构件的连接部位,高低跨交接柱列上的小柱,高侧墙、山墙及其圈梁与柱的连接节点,框架的梁柱节点,内框架结构的承重砖墙,混凝土排架中的砖墙、砖柱,新旧厂房连接处的过渡跨屋盖,高架贮仓的支柱,通廊上部的砖砌墙体等。

八、对于全钢结构以及轻屋盖钢筋混凝土柱单层厂房,如厂房体型比较规则,且结构无重大缺陷,在满足静力强度和稳定性要求下,厂房的承重结构一般可不进行抗震加固。但在8、9度区应重点检查其主要受力节点的实际情况,当发现其有重要构造缺陷、施工质量差或已受严重腐蚀者,应视具体情况予以加固。

对于高重心的钢结构(如高架料仓的支柱,设置有大气包、大型开闭器或运输通廊的屋架),在8、9度区时应通过抗震验算以确定是否需要加固。

九、在通过抗震验算以确定原有结构是否需要加固时,材料的容许应力或结构的安全系数按下列规定采用:

(一)对于钢结构,容许应力取不考虑地震荷载时数值的

160%。

(二)对于钢筋混凝土结构,安全系数取不考虑地震荷载时数值的65%。

(三)对于单层厂房砖石结构,其安全系数取不考虑地震荷载时数值的80%。

对于砖墙、砖柱,除强度验算外尚应符合抗震建筑的配筋构造要求,否则亦应加固。

抗震验算应按现行《工业与民用建筑抗震设计规范》(TJ11-78)(以下简称《抗震规范》)中的有关规定进行。

对经过鉴定已确定需要加固的各类结构,加固计算时的安全系数,应按《抗震规范》的有关规定采用。

十、减轻重量,降低重心是提高建筑物抗震能力的有效措施。在不影响生产或实际可行的条件下,可考虑将高架重物移置地面或降低重物的标高。

冶金工厂中屋盖积灰及楼层上堆置无用的重物等应及时清除,以减轻屋盖及楼层的荷重。

十一、厂房和构筑物一般都是空间结构,地震时往往表现出明显的空间工作性质。为此,在确定具体加固方案时,要整体考虑,辩证处理,不要仅着眼于某一局部和采取头痛医头的简单方法,避免造成震害部位转移甚至对整体抗震性能反而有所削弱的不良后果。特别是要注意使上部结构的地震惯性力有向基础传递的明确途径,并注意加强传力途径中的薄弱环节。

十二、抗震加固的实际效果,在某种程度上取决于施工质量。加固部件与原有结构的紧密结合和可靠连接是保证其共同受力的关键。为此,要求严格按照设计图纸的规定,精心施工,确

保良好的施工质量。

十三、建筑物和构筑物的基础，如无重大缺陷，一般可不作抗震加固。

十四、建筑物和构筑物的地基，一般可不作抗震处理。当基础的持力层为可液化土壤、且液化土可能滑移产生严重的地裂缝时，有条件者可根据具体情况采取适当的处理措施。

第二章 单层厂房技术要点

I、屋盖系统

一、对单层厂房屋盖系统进行抗震鉴定时，应着重检查下列两个方面：

(一) 连接节点的设计施工和使用情况，这些节点一般包括：

1. 屋面板或檩条与天窗架、屋架等支承构件的连接。
2. 天窗架、天窗端壁板与屋架的连接。
3. 屋架与托架或柱的连接。
4. 托架与柱的连接。
5. 屋盖支撑与天窗架、屋架等构件的连接。

(二) 屋盖支撑（包括天窗架的上弦支撑和垂直支撑，屋架上下弦支撑和垂直支撑）的设置情况。

二、屋盖构件（屋面板，檩条，天窗架，屋架，托架以及支撑）凡有工程质量缺陷者，如保护层脱落、钢筋锈蚀、屋面板错位、屋架掉角或酥松等均需进行补强处理。

三、钢筋混凝土和预应力混凝土大型屋面板和檩条，在屋架（或屋面板，天窗架）上的实际搁置长度：6米屋面板或檩条不应小于50毫米，9米屋面板或檩条不应小于60毫米。不满足上述要求者，应用钢支托增加搁置长度。

四、当大型板或檩条与屋架等的焊接连接不符合原设计或施工验收规范要求时，应进行加固处理。

五、对突出屋面的门形天窗的钢筋混凝土天窗架，在下列情况下应加固：

(一) 在7度区的12米跨和8度区的6~12米跨天窗架，当为丁形截面时，应对设有垂直支撑处的立柱进行加固。

(二) 在9度区的6~12米跨天窗架，当为丁形截面时，对立柱均应加固。

六、屋盖支撑系统的设置

(一) 无檩钢筋混凝土屋盖上弦支撑和垂直支撑的设置应符合

合表2-1的要求。有檩钢筋混凝土屋盖上弦横向支撑除7度区与8度区相同外,其他均应符合表2-1的相应要求。

表 2-1
无檩屋盖的支撑布置和间距限值

支 撑 名 称	烈 度		
	7	8	9
屋 架 支 撑	上弦横向支撑	见本表注①	跨度 ≥ 18 米时, 厂房单元两端及柱间支撑跨间各一道
	屋架端部垂直支撑	在厂房单元两端各一道(其檩数: 跨度 ≥ 18 米时, 厂房单元两端及柱间支撑跨间各一道)	厂房单元两端及柱间支撑跨间各一道
	屋架端部垂直支撑	跨度 ≥ 15 米时, 厂房单元两端的屋架端部各一道, 其余柱距内有通长下弦水平系杆②。跨中垂直支撑及下弦通长系杆的布置与屋架端头高度 ≤ 90 厘米的要求相同	厂房单元两端的屋架端部各一道, 其余柱距内有通长下弦水平系杆②。跨中垂直支撑及下弦通长系杆的布置与屋架端头高度 ≤ 90 厘米的要求相同
天 窗 架 支 撑	上弦水平系杆	天窗区段屋脊节点处, 有通长水平压杆	
	上弦横向支撑	不作规定	当天窗跨度为9米、12米时, 除在天窗单元两端各设一道外, 中部有垂直支撑处增设一道
天 窗 架 支 撑	两侧垂直支撑	厂房单元的天窗两端各有一道, 每42米增设一道	厂房单元的天窗两端各有一道, 每18米增设一道

注: 新增设支撑时, 应结合厂房的原有支撑情况, 灵活运用本表的有关规定。

例如, 当厂房内原有下弦横向支撑且位于单元端部第二跨间时, 则新增的上弦横向支撑和垂直支撑即宜改设在第二跨间内, 此时, 厂房端部第一跨间于上弦横向支撑节点处应加设上弦压杆。

① 除下列情况外, 一般可不设上弦横向支撑:

- 1) 当天窗通到单元端部或距端部一个柱距时, 在天窗开洞范围内应设有屋架上弦横向支撑。
- 2) 当山墙壁柱与屋架上弦连接, 且屋面板的预埋件及其与屋架的连接焊缝强度不足以承受传来的地震力时, 应在厂房端部设上弦横向支撑。

② 在7度区, 当屋架跨度 ≥ 18 米且无上弦横向支撑时, 应于柱间支撑处增设一道屋架端部垂直支撑。

在8、9度区, 对于15米屋架, 应采取下列措施之一:

- 1) 于屋架端部设通长上弦水平系杆(边列柱当屋架顶部有通长圈梁, 且与屋架有可靠连接时, 可用以代替本系杆)。
- 2) 于厂房单元两端设上弦横向支撑。

(二) 屋架下弦支撑在符合使用要求情况下, 一般不另增设。但当厂房内有托架, 在托架区段内及其相邻跨间如原来未设下弦纵向水平支撑时, 7~9度区均应增设。

(三) 对于无腹杆的钢筋混凝土组合屋架, 应设置上弦横向支撑。在7度区内设于厂房各单元的两端, 在8、9度区内设于单元的两端及柱间支撑跨间内。

(四) 井式天窗、下沉式天窗和横向天窗(非锯齿式)屋盖的抗震性能较好, 其支撑系统的设置可根据具体情况单独考虑, 要求做到使屋盖纵向水平地震力(上、下弦平面内都有)有向柱顶传递的明确途径。凡传力途径有中断者, 应增设必要的支撑以连通之。

七、屋盖支撑系统的构造和加固

(一) 屋盖支撑及水平系杆, 一般宜采用钢结构。在钢材供

应有困难时,水平系杆可采用钢筋混凝土结构。在9度区,原有屋架端部垂直支撑如为钢筋混凝土空腹桁架(□□□□)时,宜采用增设型钢斜腹杆或其他办法予以加强。

型钢支撑杆件的长细比,一般应控制在200(当为压杆时)或400(当为拉杆时)左右。

(二)垂直支撑一般不采用无上、下弦杆的剪刀撑(×型支撑),如原有厂房中已采用了这种型式的支撑,除因布置很密、应力很低者外,一般均宜增设上、下弦杆。

(三)现有厂房中天窗架和屋架端部垂直支撑与天窗架和屋架的连接节点是抗震薄弱环节。对这些节点宜进行抗震验算,强度不足时,应予以加固。

八、在7度区Ⅲ类场地土和8、9度区,位于上弦横向支撑和柱间支撑处的拱形和折线形屋架,应对下列杆件进行加固:

II、钢筋混凝土柱

一、对单层厂房钢筋混凝土柱进行抗震鉴定时,应着重检查下列几个方面:

(一)厂房单元内柱间支撑的设置情况以及支撑与柱子连接节点的情况。

(二)披屋、室内小屋与厂房柱的连接情况。

(三)厂房内平台与厂房柱的连接情况。

(四)山墙抗风柱的柱顶与屋架的连接情况。

二、在符合静力强度要求情况下,对下列的钢筋混凝土厂房柱一般可不进行抗震加固:

(一)在7度区的厂房。

(一)上弦端压杆。

(二)突出于上弦杆支承屋面板最端部的小立柱。

(三)如屋架端头大于90厘米未设有端部垂直支撑时,应增设型钢上弦“零杆”;此时,该屋架的上弦端压杆可不再加固。

九、在7度区Ⅲ类土和8、9度区,位于上弦横向支撑、端部垂直支撑和柱间支撑处的梯形屋架的端竖杆应予加固。

十、屋架、托架与柱顶以及屋架与托架的连接节点不妥善,抗震能力不足时,应予以加固。

十一、对支承屋架的滚轴支座,应增设防止滚轴在地震时滚落的措施。

十二、当屋盖上设有水箱、气包、大型开闭器、管道支架等设备或重物时,该屋盖结构的抗震加固,特别是其支撑的设置问题,应专门研究和处理。

(二)8度区I、Ⅱ类场地土上的等高厂房。

(三)8度区Ⅲ类土和9度区的不等高厂房,当吊车重量大于75吨且风荷载大于50公斤/平方米时。

当不符合以上条件时,应对厂房排架进行抗震验算。验算结果,如柱子的强度安全系数不符合第一章中的要求时,应予以加固。

三、在8、9度区,对厂房柱的柱顶、支承屋架的牛腿或肩梁、及连接柱间支撑下节点的柱脚等,均应进行抗震验算。强度不足时,应予以加固。加固时,对吊车梁以上部分,宜采用外包型钢方案;对吊车梁以下部位,宜采用外包钢筋混凝土套的方案。

四、在8、9度区，对带孔洞的薄腹工字形柱宜加固。

五、在8、9度区，当两个厂房间的过渡跨与所毗邻的新、旧厂房均连在一起时，应根据整个厂房的实际情况进行抗震验算，强度（包括柱子和连接节点的强度）不足时应予加固。否则，应将过渡跨与一侧厂房脱开；此时应注意脱开后带悬臂端的过渡跨屋盖的强度和稳定性是否符合抗震要求（必要时可将过渡跨屋盖改为轻屋面钢结构）。

六、在8、9度区，对厂房内局部区段与厂房柱连在一起的工作平台、宜予以脱开。否则，应将该平台与厂房柱连在一起进行抗震验算，强度不足时应予加固。

七、在8、9度区，当披屋或室内小屋有砖承重横墙与厂房柱顶砌在一起时，宜予以脱开。否则应进行抗震验算，强度不足时应加固。

八、钢筋混凝土屋盖厂房的柱间支撑应符合下列要求：

（一）在7、8、9度区，厂房单元内各柱列必须有一道完

一、钢筋混凝土墙板抗震性能较好，一般不必加固，仅需检查板与柱的连接有无原始缺陷。此时墙板在牛腿上的支承长度：6米跨时，不小于5厘米，9米跨时，不小于8厘米，否则局部应补强。

二、对单层厂房围护砖墙进行抗震鉴定时，应着重检查下列几个方面：

山尖墙、檐墙（包括高低跨的高侧墙）、女儿墙等及其与主体结构连接是否可靠，圈梁布置及其与主体结构连接是否满足要

整的柱间支撑（包括上下柱支撑）。在8、9度区，各柱列的两端还应在上柱支撑。并应对支撑的截面及支撑与柱子的连接节点进行抗震验算。上柱支撑的顶部应设有上弦杆。

（二）新增设的柱间支撑一般用型钢制作，杆件长细比宜控制在150左右（交叉杆平面内的计算长度取交叉点间的距离）。对原有柱间支撑杆件的长细比可适当放宽。

（三）在9度区，除上柱支撑和托架处外，一般应设通长的柱顶压杆；如沿屋架端部已设有通长的水平系杆时，此项柱顶压杆亦可不设。

（四）单层厂房如有与柱等高的嵌砌墙，其砂浆标号不低于25号，砖标号不低于75号，且窗洞宽度不大于3.5米，并与柱有可靠拉结时，可代替柱间支撑。

九、在7度区Ⅲ类土及8、9度区，当山墙抗风柱的柱顶与屋架的连接不可靠时，应结合具体情况增强拉结措施。

三、围护墙体

求。

三、无端屋架的承重砖山墙顶部应设有钢筋混凝土卧梁并与屋盖连牢，否则在顶部应增贴型钢卧梁并与相邻屋架（梁）连接。山墙强度不足时，尚应采取措施加强墙体的强度和稳定性，必要时增设壁柱和横梁。

四、自承重砖山墙顶部如无钢筋混凝土卧梁并与屋盖妥善连接时，应采取措施加强墙体与屋盖的连接。

五、山墙砖壁柱如未通到墙顶时，应将柱加到墙顶。

预制圈梁应在砌墙同时坐浆安装,梁与墙不得脱开,否则,在8、9度区应增加圈梁与梁下墙体的连接。

八、用25号砂浆砌筑的厚24厘米的女儿墙,其悬墙高度不应超过0.5米,超出部分应予拆除。此时,可结合本节中的要求,檐墙或高侧墙竖贴的加固型钢应向上延伸至女儿墙区段。

九、等高跨或高差很小的平行跨,因工艺要求纵向隔砌到顶的砖墙(如某些轧机跨与主电室间的砖隔墙),可参照上述围护砖墙的鉴定加固要求处理。

厂房内一般砖隔墙,在有条件时,可改为轻质材料。否则,要根据具体情况,采取脱开或加强连接的措施。

与厂房围护砖墙整体砌筑的小披屋,应尽量采取脱开措施,如实在有困难时,应酌情处理。

厂房地坪或平台上的砖砌操作室或仪表间应予鉴定加固,或采取其他妥善措施。9度区也可考虑拆除,改用轻质材料建造。

IV、单层砖柱厂房

一、对单层砖柱厂房进行抗震鉴定时,应着重检查砖墙(柱)的强度和质质量、圈梁布置以及山尖、檐墙等易倒塌部位。

二、单层砖柱厂房的砖墙(柱)一般应作抗震强度验算。

在7度区I、II类场地土上,柱高不超过10米,经正规设计和施工的各跨等高层房屋可不验算,仅作构造鉴定和加固。

三、砖柱在8度区应配有不少于 $4\phi 10$ 和在9度区不少于 $6\phi 10$ 的竖向钢筋,砂浆标号不宜低于50号,否则应予加固。对在8、9度区变断面柱和不等高厂房柱尤应注意。

六、围护砖墙顶部(采用梯形屋架时,在屋架顶部标高附近)应设有闭合圈梁并与主体结构连接。此外砖墙与主体结构亦应连接。一般沿墙每隔10皮砖用 $2\phi 6$ 拉筋与柱拉连。否则,可在屋架与柱处沿檐墙外竖贴型钢加固。有重要设备披屋上的高侧墙应加固;必要时,在8、9度区可增贴顶梁。在7、8、9度区,对有出入口的柱距的墙顶尤应注意。

在9度区,也可考虑将高侧墙拆除,改用轻质材料,改装钢筋混凝土窗框、钢窗框或墙板。

七、沿厂房围护砖墙应有上密下疏的闭合圈梁:在7度区间距应为5~6米,8度区应为3.5~5米,9度区应为2.5米。顶部圈梁拉筋断面在9度区应不小于4平方厘米,8度区应不小于3平方厘米,7度区应不小于2平方厘米。否则,应酌情加固。

圈梁被伸缩缝切断时,在切断处的梁端应与屋架或柱连接。

圈梁不闭合时应有一搭接段,其搭接长度一般不小于两倍圈梁错开高度和1.5米,对于9度区,宜有一个柱距搭接段。

四、独立砖柱顶部应在两个方向有连接。横向与屋架(梁)连接,纵向对于7度区,如天沟、檩条、大型屋面板与三角形屋架或屋面梁焊接可靠时,可作为柱顶纵向系杆;对于8、9度区,如柱顶未设水平系杆,虽有天沟或檩条,也应增设纵向水平系杆。

五、独立砖柱的纵向柱列,在部分柱距内应有与柱整体砌筑的等高砖墙以承受纵向地震力。在8度和9度区,没有纵墙的独立砖柱,应采取加固措施。

六、砖墙顶应有闭合圈梁且与屋架（梁）、柱顶有连接；否则，可在屋架（梁）与柱处沿外墙竖贴型钢加固。对出入口区段的墙板，如与主体结构无可靠连接时，应重点加固。

七、沿房屋外墙和承重内墙应有上密下疏的闭合圈梁。在7度区间距应为5~6米、8度区应为2.5~4米、9度区应为2.5~4米，否则宜酌情加固。

八、山墙顶部应有卧梁并与屋盖连牢，否则应加固或增设顶梁并与屋盖构件拉连。

山墙壁柱应通到墙顶，未通到墙顶的壁柱应加固到顶。如本身强度不够时，还应予加固。

承重山墙尚应检查墙体的强度和稳定性，当强度不足时，可采取增设壁柱等措施。

九、厂房外墙转角处及外墙与内承重墙交接处应每隔10皮砖

设2φ6钢筋，且砂浆标号不低于25号，否则应酌情加固。

十、砖墙墙体构造局部尺寸应满足表2-2要求；否则，对8、9度区，墙体宜采取加固措施：如堵塞边角的门窗洞口、加固窗间墙、或结合门窗过梁的加固增设整体钢筋混凝土门窗框等。

房屋局部尺寸限值（米） 表 2-2

房屋局部尺寸	鉴定加固烈度			备 注
	7	8	9	
承重窗间墙最小宽度	0.8	1.0	1.5	承重墙指承受屋盖或梁板荷载的墙体
承重外墙尽端至门窗洞边最小距离	1.0	1.0	1.5	同上
内墙凸角至洞边最小尺寸	1.0	1.0	1.5	

第三章 多层厂房技术要点

I、钢筋混凝土多层框架厂房

一、对钢筋混凝土多层框架厂房进行抗震鉴定时，应着重检查下列几个方面：

（一）角柱、边柱、短柱、错层柱和刚度突变柱的抗震能力。

（二）装配式节点的构造和施工质量是否满足抗震要求。

（三）有抗震墙框架的楼（屋面）板刚度和抗震墙间距是否符合抗震规范的要求。

（四）砖墙和框架梁柱的拉结是否可靠。

(五) 框架顶层有无重设备、大水箱和突出屋面的小建筑物; 框架四周有无附属披屋等对结构抗震不利的影响。

(六) 使用过程中有无增加层数、加大楼层荷载、减弱楼板刚度或构件强度(如严重腐蚀、开孔过大)等不利抗震的变化。

二、下列情况之一的钢筋混凝土多层框架厂房可以不加固:

(一) 7度的I、II类场地土区, 使用荷载与设计荷载相同, 工程质量符合施工验收标准。

(二) 8度的I、II类场地土区, 在平、立面上结构刚度和质量分布匀称, 使用荷载与设计荷载相同, 工程质量符合施工验收标准, 且柱子总配筋率满足《工业与民用建筑抗震设计规范》要求。梁、柱节点附近的钢箍配置以及梁、柱主筋的锚固长度均满足《钢筋混凝土结构构造手册》的要求。

(三) 8度的I、II类场地土区, 且原建筑的纵、横两个方向均按7度进行设计。

三、在8、9度区, 框架顶部的局部突出部分以及不符合上述要求的多层框架厂房都应进行抗震强度验算。验算后, 梁柱的强度安全系数不满足第一章中要求时, 应予以加固。对于楼(屋面)板的整体刚度良好的厂房, 可采用增设抗震墙和抗震支撑的方法加固, 并做好抗震墙的基础设计; 否则, 宜采取加固框架的方法, 同时注意增强框架节点、角柱出入口两侧的边柱、伸缩缝处柱和楼梯间处柱的抗震能力。

抗震支撑及支撑与柱连接节点可按拉杆设计。8度时长细比 $\lambda \leq 200$, 9度时 $\lambda \leq 150$ 。

四、柱子可采用钢筋混凝土包套或包型钢套方法沿柱全高进行加固。柱的加固钢筋在各层间应贯通, 底部钢筋应锚入基础

内; 对于刚性地坪区的深基柱, 可只加固到地坪下1.0~1.5米处, 该范围的柱截面宜比地上部分大1.5~2.0倍左右。

框架节点加固可采用包钢筋混凝土套、包型钢套和加梁腋等方法。加固不应出现刚度突变的部位。

采用抗震墙和抗震支撑加固框架厂房, 墙或支撑的布置要匀称, 上、下各层宜贯穿, 加固后整个框架的刚度和质量分布要均匀。

9度区的框架厂房, 如果各层间的刚度中心与质量中心偏差较大时, 宜加强框架的抗震能力, 如加固角柱, 加强柱上、下端的抗剪能力等; 也可采用增加或减少部分结构刚度的方法, 以减少刚度中心与质量中心的偏差。

五、在8、9度区, 对于错层柱和刚度、质量不均匀的框架角柱, 经抗震强度验算后, 强度安全系数不满足第一章中要求, 且配筋率不满足抗震规范要求时, 应予以加固。对于有错层的框架柱和节点宜采用型钢加固。

六、在8、9度区, 横向刚接、纵向铰接的框架及纵向未经抗震验算的框架, 均宜加纵向柱间支撑。

七、在8、9度区, 柱净高与其截面高度之比小于或等于4, 且沿柱全长设置的箍筋: 在8度区不满足 $\phi 8 @ 100$ 毫米、9度区不满足 $\phi 12 @ 100$ 毫米的最低要求时, 宜采用加箍筋喷射水泥砂浆或外包型钢加缀板等方法加固。

八、在8、9度区, 对于无纵向框架梁的不完整框架厂房, 应增设框架梁和纵向柱间支撑。

九、钢筋混凝土框架厂房中, 部分承重结构为砖石砌体时, 宜加固砖石结构承重部分。

对于柱子施工缝,当新旧混凝土结合不良时,应予加固。

十、8、9度区的装配式钢筋混凝土框架结构厂房中,柱和梁的连接经过抗震强度验算后,强度不足时,应予加固。对于9度区,重要的装配式框架节点连接要进行质量抽查,焊接质量不好或后灌混凝土与原有构件结合不好时应加固或采用其他卸荷措施(如加抗震墙、抗震支撑、加中间支点、加长支座长度等)。

8、9度区的装配式框架中,对于未设防的明牛腿,可采用包型钢加螺栓夹紧牛腿或包钢筋混凝土牛腿等方法加固,避免牛腿产生危及安全的裂缝。

十一、对于承受特大荷载的柱和刚度突然变小的柱(如矿仓底部或顶部的柱),在柱上、下端两倍柱截面高度或五分之一层高加上梁高范围内的柱子箍筋应加密。箍筋的直径与间距为:8度时为 $\phi 8@100$ 毫米,9度时为 $\phi 12@100$ 毫米。如不满足,宜加型钢钢箍。承受特大荷载的柱加固后,应减少其侧向变形。

对于一般框架厂房,当节点加固时,在柱上、下端一倍柱截面高度或六分之一层高加上梁高范围内的柱子箍筋,应按上述要求加密。

十二、在8、9度区,对于框架顶上砌有局部突出的砖石承重房屋,宜采取加固墙体的措施:

(一)加型钢或钢筋混凝土构造柱和外墙四角区段增设转角型钢带或钢筋混凝土转角梁2至3道,每边长2至6米(最好是一个柱距长),并与主体结构拉结。

(二)加钢筋网外喷抹水泥砂浆(或混凝土)等。

十三、框架顶层为铰接排架时,应参照单层厂房有关要求鉴定,并应考虑地震力的放大作用。

十四、框架的外包墙、填充墙、内隔墙与柱无拉结或拉结不牢固时,可采用下列措施加固:

(一)在7、8、9度区,用型钢(或钢板)和螺栓加强墙体与柱子的拉结,沿墙高间距:外墙每隔500~750毫米一道;内隔墙每隔900毫米一道。楼梯间填充墙的拉结更应加强。

(二)在8、9度区,框架顶部以下在全高的五分之二范围内,宜用型钢(钢板)和螺栓加强墙体与梁的拉结,沿梁长方向间距为1.0~1.5米。

(三)框架中砖墙的圈梁间距宜上密下疏,对于240毫米厚砖墙的圈梁间距:7度区为5~6米左右;8度区为3.5~5.0米左右;9度区为2.5~4.0米左右。

对于砂浆标号低于25号,砖标号低于75号以及砌筑质量劣的砖墙和旁侧有低矮建筑物的框架墙,更应加强墙与梁、柱的拉结并适当缩小圈梁间距。

对于腐蚀严重的墙体,宜采取喷抹水泥砂浆加固和更换轻质墙体等办法。

女儿墙高度超过50厘米时应予加固。出入口位置的女儿墙宜拆除,或加设锚拉。

对于附属建筑物已与框架结构建在一起或其间隙不满足抗震要求时,宜结合具体情况采取有效措施,减轻建筑物的震害。

十五、设有抗震墙(或支撑)的框架厂房,应检查楼板刚度能否满足传递地震荷载的要求。

9度区预制楼板上未设置配筋整浇层时,可按下列方法进行加固:

(一)顶层和底层及中部每隔一层设置厚度不小于50毫米、

表 3-1 抗震墙间距与厂房宽度 (L/B) 比值

楼 盖 型 式	q (吨/米)				
	≤ 1.5	3	4	6	≥ 8
现浇或装配整体式	4.0	3.4	3.0	2.5	2.0
装 配 式	2.5	1.8	1.5	1.2	1.0

q ——楼层单位长度上的水平地震荷载。

8 度区 $\Sigma I/A \geq 5$;

9 度区 $\Sigma I/A \geq 8$ 。

ΣI ——扣除门窗孔洞后的净长总和。混凝土标号为 200 号和墙厚为 120 毫米时上述要求适用。若标号与墙厚变动时,可按比例方法折算。

不符合上述要求时,宜增设抗震墙。

十七、在 8 度区Ⅲ类场地上,框架柱基为单独基础时,基础间宜加连系梁连成整体。

II、内框架多层厂房

震支撑。抗震墙与楼板、柱、外墙及基础相互要有连接。

(二) 加强抗震墙的抗震能力。例如采用在墙的侧面或双面加设钢筋网,抹高标号水泥砂浆或喷射混凝土等。

(三) 沿外墙适当间距及房屋拐角处从基础到顶增设钢筋混凝土构造柱或型钢构造柱。并与原有墙体及梁、板有可靠的拉结。

当内框架横墙大梁的支承长度不足,锚拉不牢或无足够尺寸的混凝土垫块时,宜采用沿外墙的内侧增设钢筋混凝土柱(墙外侧设纵筋可抹高标号水泥砂浆)或型钢柱。

钢筋不小于 $\phi 6@200$ 的配筋整浇层,并与外墙的圈梁拉结(楼面如有无法移动的设备时,该局部可不作整浇层),同时保证新旧混凝土有可靠的结合。

(二) 每层楼面处沿外墙增设闭合的钢筋混凝土或型钢圈梁,并与柱子有可靠拉结。在顶层楼面处必须有闭合圈梁。

(三) 在楼板下面加水平支撑。

如不能堵洞,也不能加水平支撑时,对于开孔过大,整体刚度较差的楼板结构,不应采用抗震墙(或支撑)加固框架厂房,而应加固框架梁、柱。

十六、设有抗震墙或支撑的框架厂房应符合下列要求:

(一) 抗震墙(或支撑)的间距 L 与厂房宽度 B 的比值不应大于表 3-1 所示值。

(二) 平行于厂房每个主轴方向的每层抗震墙有效总长度 ΣI (厘米)与本层建筑面积 A (平方米)的比值:

一、对内框架多层厂房进行鉴定时,应着重检查平、立面布置、承重外墙、山墙、抗震横墙的砌筑质量,楼板刚度,抗震横墙的间距,房屋的总高度,楼盖与墙体的拉结。以及框架节点和柱的抗震能力等。

二、内框架多层厂房的总高度和抗震横墙的最大间距应符合表 3-2 的要求。当抗震横墙间距超过规定时,宜增设抗震横墙;当厂房总高度超过规定或经抗震验算强度不足时,宜采取下列方法之一进行加固:

(一) 增设抗震横墙(砖、钢筋砖和钢筋混凝土抗震墙)或抗

多层内框架厂房总高度和抗震横墙的最大间距 (米) 表 3-2

厂房类别	总高度和抗震横墙的最大限值	鉴定加固烈度		
		7	8	9
多排柱到顶	总高度限值 (米)	18	15	8
	抗震横墙最大间距 L (米)	≤ 30 米, $\frac{L}{B} \leq 2.0$		
单排柱到顶	总高度限值 (米)	16	13	8
		21	18	12
	抗震横墙最大间距	18	15	9
		12	9	6

- 注: 1. B 为厂房的宽度以米计。 L 为厂房的长度以米计。
 2. 抗震横墙为砖砌时, 宽度不应小于 24 厘米, 砂浆标号不应低于 25 号; 钢筋混凝土抗震横墙时, 混凝土标号不应小于 12 厘米, 混凝土标号不应低于 200 号。抗震横墙应贯通整个厂房的宽度和高度, 并与框架梁柱及其他墙体有可靠的连接。
 3. 底层为钢筋混凝土框架, 上部为砖石结构厂房的总高度限值, 按多排柱到顶厂房类别采取, 其抗震横墙最大间距值, 对于上部砖石结构部分应按单排柱到顶厂房类别采取, 底部应按 $\frac{L}{B} \leq 2.5$ 采取, 且纵横两个方向均应有抗震墙。每隔 10 皮砖应有 2 ϕ 6 钢筋与框架柱拉结。

三、在 8 度区Ⅲ类场地土和 9 度区, 支承楼层大梁的墙和山墙, 宜加钢筋混凝土构造柱或型钢构造柱。

四、对于楼(屋面)板开洞过大、过多的整体刚度差的内框架厂房, 外墙宜采用构造柱或配钢筋网喷射水泥砂浆(或混凝土)等法加固。

五、内框架多层厂房墙体局部尺寸应满足表 2-3 的要求。不满足要求时, 宜采取加固措施, 如配钢筋网喷射水泥砂浆加构造

柱或堵死边角的门窗洞口等。

六、8、9 度区, 当沿厂房尽端的外墙、山墙和承重横墙上, 有跨度大于 1.0 米的无筋拱砖过梁时, 在厂房四角处离尽端尺寸小于 1.0~2.0 米时, 宜采取堵死门窗洞口的措施; 在其他处宜加设钢筋混凝土过梁或型钢过梁。

七、8、9 度区, 当厂房的纵横墙未咬槎砌筑或未设拉结钢筋时, 宜在顶上 1~2 层纵横墙连接处, 增设型钢和螺栓与主体结构拉结, 或在该处山墙四角增设 2~3 道水平转角型钢带或钢筋混凝土转角梁, 长 2~6 米(最好是一个柱距)。9 度区, 厂房四角宜增设钢筋混凝土围套包角柱(从基础直到屋顶), 并与原墙、新旧圈梁及楼板加强拉结。

八、内框架多层厂房, 在每层楼(屋面)板处应设置圈梁, 且与楼(屋面)板有可靠拉结。现浇钢筋混凝土楼(屋面)板, 搁进外墙长度大于或等于 120 毫米时, 可认为楼板起到圈梁作用。不满足要求时, 应增设钢筋混凝土或型钢圈梁。该圈梁与楼(屋面)板应有拉结。

九、8、9 度区, 楼梯间墙宜增设钢筋混凝土构造柱及圈梁或在墙面配置钢筋网喷射水泥砂浆加固; 亦可采用对穿钢筋拉杆的办法加固。对于 8 度区, 应重点加固楼梯间顶层墙。对于 9 度区, 楼梯间墙体应全高加固。当预制楼梯焊接质量不可靠时, 应采取加固措施。

十、内框架多层厂房中, 对于错层柱、梁柱节点、结构腐蚀、顶层有局部突出的部位、顶层为排架结构或顶层有重物等的鉴定加固, 分别应参照单层厂房和多层框架厂房的有关条文进行处理。