



建筑技术资料

建筑物倒塌实例与分析

(建筑物鉴定、修复和改造之十三)

张富春 编

冶金部建筑研究总院建筑技术情报室

一九八九年六月

目 录

第一章 建筑物倒塌现状和对策

第一节 我国建筑物的拥有量

第二节 我国建筑物倒塌状况

第三节 防止建筑物倒塌的措施和方法

第二章 建筑倒塌实例

第三章 建筑物倒塌实例分析。

第一章 建筑物倒塌现状和对策

第一节、我国建筑物的拥有量

据一九八六年十二月二日国家统计局和建设部的调查统计,我国城镇有房屋建筑面积达46.76亿平方米。照100元/平方米折价成固定资产,就有4676亿元。

其中有三百二十三个城市拥有房屋28.33亿平方米,占60%;县镇房屋18.43亿平方米,占40%。

按产权划分,单位自管公房35.03亿平方米,占75%;房管部门直管公房4.21亿平方米,占9%;私人房屋7.38亿平方米,约占16%。

按结构划分:混合结构21.1亿平方米,占45%;砖木结构17.69亿平方米,占38%。

按房屋层数划分:平房和楼房各占50%;

按建筑年代划分:八十年代占36%;七十年代占32%;六十年代和五十年代占23%;建国前建造的房屋占9%。

按使用用途划分:住宅22.91亿平方米,占总建筑面积的49%;工业交通,仓库用房13.53亿平方米,占29%;商业服务用房3.88亿平方米,占9%;教育医疗科研用房3.88亿平方米,占7%;文化体育用房0.5亿平方米,占1%;办公用房0.6亿平方米,占1%。

第二节 我国建筑物的倒塌状况

总的建筑物倒塌资料还统计不全。其中一部分倒塌实例见表2-1, 2-2。

1981—1985年建设部统计,这五年间全国城镇共发生倒塌建筑物406起,五年间平均每年倒塌建筑物81起,每四天半倒塌一起。其中1985年发生86起,导致死亡73人,重伤164人。1986年发生倒塌事故47起,死亡47起,重伤98人。

上述的建筑物倒塌不包括偶然事件发生的倒塌。偶然事件建筑物倒塌是指地震、火灾、水灾,风灾等特殊情况下发生的倒塌。

由于地震、水灾、风灾、火灾等造成的房屋倒塌数量大得惊人。例如1976年7月28日唐山地震倒塌房大于21.12万间,1987年5月广西暴雨倒房4509间,1987年5月19日~23日广东雨水灾倒房2.47万间,1985.5.20~22福建暴雨水灾倒房6.67万间,1985.5.20四川合川风灾倒房6200间,1987.5.6~6.2大兴安岭烧房4万余间等,仅上述有限的几项合计33.608万间。

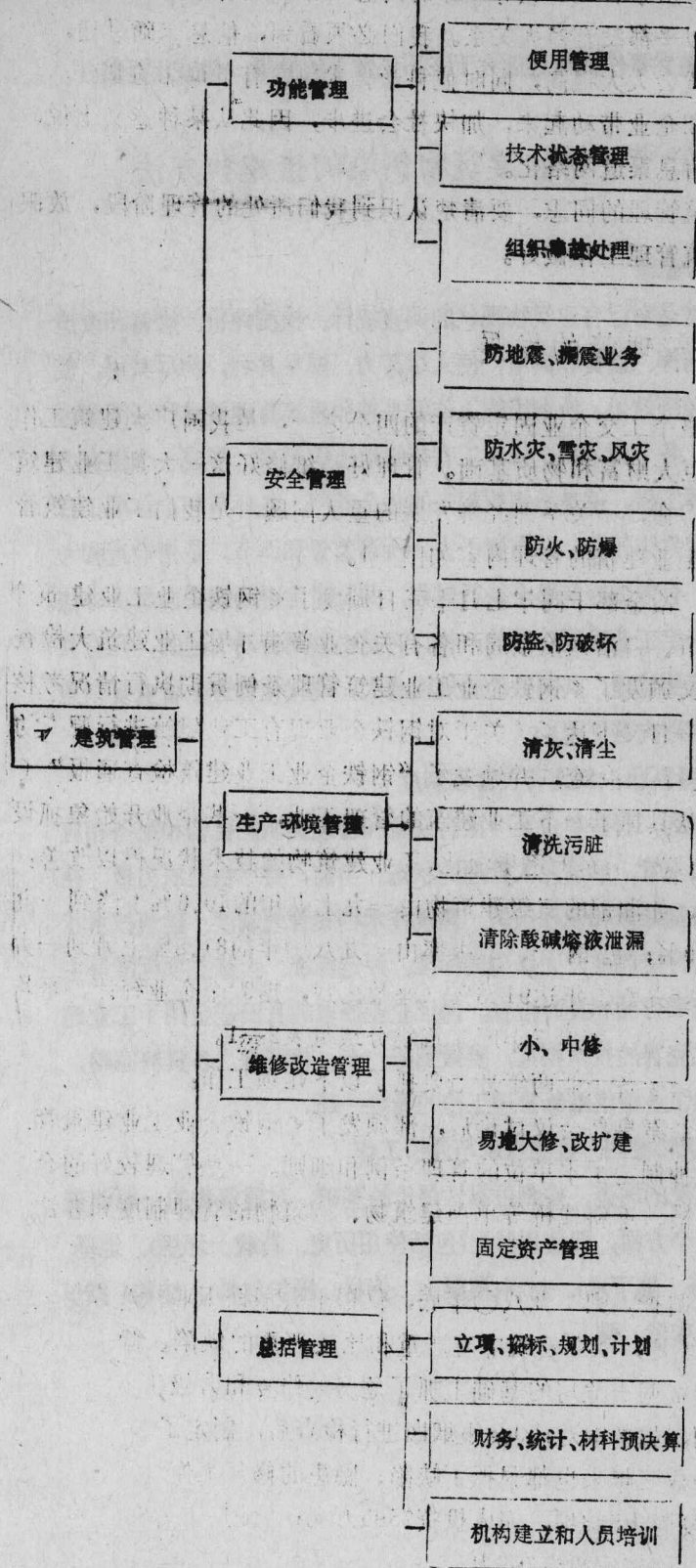


图 1-1 建筑物 综合管理业务内容

从上述可见，偶然事件倒塌远远大于三不正常下的倒塌，相差几百倍。

第三节 防止建筑物倒塌的措施和方法

1. 加强建筑物的管理

管理建筑物管理，就是对已有建筑物现状的调查统计、检测评价、维修和改造等活动进行组织、指挥、监督和调节，使人尽其力，财尽其利，物尽其用，使建筑物发挥其最大经济效果。所谓组织工作就是按照建筑管理要求和经济管理目的，把各个部门、各个环节和全体职工有持续地组织起来，形成一个强有力的管理网；所谓指挥工作，就是给组织起来的各个部门、各环节和全体职工在时间上、空间上规定具体任务，并布置下去。所谓监督和调节，是指检查和考核执行任务的情况，有效地控制整个执行过程，并及时发现问题采取解决办法。

建筑物管理是一定工业发展阶段的产物，它是由共同劳动引起的，凡有共同劳动的地方，都需要管理，共同劳动的规模愈大，现代化管理也就愈复杂愈重要。建筑物具体管理内容见图1-1。

2. 建立健全维修队伍、制定有关管理制度

从检查中还可看到，有些单位至今没有设置和管理的职能机构和配备相应的人员，有的是兼而未管，形成无人管理的状态。当前，要尽快组织力量，在调研基础上制订建筑物维修和管理条例、建筑技术档案管理制度、建筑技术状况按标准定级和检查评定制度、大修周期标准、评定标准、大修立项标准等主要规章制度。做到有章可循和及时检查，保证企业提取的折旧基金用于工业建筑维修和改造。建立完善的技术档案，要做到账、卡、相符合，各资料完整，数据准确，这是加强工业建筑维修管理工作的重要一环。

3. 发展已有建筑物检测、鉴定技术与评价工作

作为对建筑物技术状况的调查、检测可靠性评价的基础，对建筑物的一般调查检测内容包括以下四个方面，即使用状况(包括使用历史、荷载、环境)、地基基础(基础和桩、地基、地下水)、材料(混凝土、钢材、围护材料)、结构(结构尺寸、抗震强度、变形、裂

缝、构件损伤、连接、刚度、承载力和振动特性)等,其中基本检测项目不下四十余个,还不包括为查明某些结构异常破坏的原因要进行的辅助性物理化学检测项目。要检测这些项目涉及到很多专业知识和专用设备、仪器。由于检测工作要在结构上进行,又要不因检测而破坏结构本身,应发展半破损和非破损检测技术,特别是非破损技术。而非破损检测方法,由于通常是通过测定其他参数来间接得到所需要的指标,单一测试方法所得到的结果准确性常较低,为提高测试结果准确性要推广多方法检测的综合判定法。如混凝土强度检测的可靠性,常常要取用两种或三种方法综合检测判定,如采用超声脉冲速度与回弹测试综合评定,超声脉冲速度、拉拔和回弹测试综合评定等等。在已有建筑构件刚度和承载力检测方面,采用单纯定值的理论分析方法是够的。应发展在弹性范围以内的非破坏静载试验法和振动特性(固有频率、振幅、衰减)的非破损直接测定方法。从宏观方面对建筑物进行刚度和强度判定。此外,由于老厂地下构筑物位置不清,造成工程设计和施工困难而需要大量开挖调查,因此,除了应完善已有的地下金属管道、电缆的非破损探测技术外,特别应发展非金属管道的非破损探测技术。

在结构可靠性鉴定方面,目前我国基本上还是沿用习惯的传统经验法,这种方法主要是按原设计规程校核,凭工程技术人员的经验判定,以个人目视观察及定值法验算进行可靠性评价,显然这种方法易失之于判断人员的主观性和实践经验的丰富程度,技术先进国家现已不采用了。在传统经验法的基础上发展起来的实用鉴定法,克服了传统经验法的缺点,它利用现代检测仪器和测试技术、概率论数理统计、电子计算机等作为有效的科学手段,对建筑物的可靠性进行描述、分析和预测。从而给出建筑物更客观准确的鉴定结论。当前我们应淘汰传统经验法,大力推广实用鉴定法,并不断积累经验向概率法鉴定的方向发展。已有建筑物检测、鉴定技术仍是我国土建工程技术发展中的一个薄弱环节,建立相应的专业机构,配备足够数量的专业技术人员和检测设备,大力开展这项技术的研究是一项迫切的任务。

第二章 建筑物倒塌实例

第二章介绍国内外几百个倒塌实例概况,原因和损失情况。工业建筑物倒塌149

起实例见表2-1,民用建筑物倒塌113实例见表2-2。工业民用建筑物总共倒塌实例为262起

工业建筑物倒塌事故实例 149起

表 2-1

序号	地区	工程名称	工程事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况		备注
								死亡	重伤 金额 (万元)	
一、柱、墙首次破坏造成房屋整体倒塌										
1	吉林、长春	某厂汽车库	车库为砖柱承重，现浇R、C屋盖，全长66M，宽16M，由两个19M跨组成，外墙垛承重，中间有49×49砖柱承重，主要原因原因是砖柱包心砌筑，并在砖柱上打深15cm的洞，砖柱上无梁托，引起砖柱破坏。	施工			59年3月15日晚三点			
2		建工部二局五公司汽车库	在49×49砖柱上打12cm深的洞过多，造成砖框首先破坏，屋面随之倒塌	施工		二局五公司	60年2.4晚			
3	甘肃兰州	某厂制氧站	因砖柱内放了钢筋，砌砖时又不砍砖，形成墙缝砌体标号不够，砖柱也不直，框首先破坏，造成屋面倒塌	施工			60年5.17			
4	上海	某厂房	外墙砖垛承重，上有15M薄腹梁和天窗架、柱用包心砌筑法，砖垛首先破坏，屋盖随之倒塌	施工		上海三公司	60年7.29			

续表 2-1

序号	地区	工程名称	工程事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况			备注
								死亡	重伤	金额 (万元)	
5	山东荣城	食品厂包装车间	单层混合结构270平方米, 跨度12米, 层高4.5米, 砖垛过小, 安全系数仅0.88, 结构构造不合理, 砖垛倒塌, 造成整体倒塌	设计	县设计室	农村	80年8、25				
6	贵州遵义	遵义卷烟厂	二层混合结构, 680平方米, 砖柱截面过小, 上部未设圈梁, 造成整体倒塌	设计	轻工局技术员	农村	80年8、31				
7	浙江平湖	化肥厂仓库	三层建筑, 1 309平方米, 砖柱设计强度不够, 施工质量也不好, 造成七间倒塌	设计与施工		县建筑公司	80年				
8	浙江庆元	庆元林化厂	三层建筑1 300平方米, 混合结构, 砖柱设计过小, 受荷后弯曲倒塌	设计		农村	80年				
9	湖南衡阳	泉溪公社猪鬃厂造毛车间	混合结构, 原二层1, 400平方米, 由一个瓦工设计, 领导乱改图纸, 砖柱截面减少1/3, 50#砂浆改为4#, 又增加一层, 施工质量低劣, 砖墙组砌方法不对, 五至八顺一顶, 包心柱, 通缝达二十几皮, 80年3月交工, 82年6月15日, 砖垛首先破坏, 造成中间四个开间1—3层, 全部倒塌	设计与施工	私人	农村	82年6月	40多人			

续表 2-1

序号	地区	工程名称	工程事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况		备注
								死亡	重伤	
									金额 (万元)	
10	山东博山	博山区梁料厂食堂	该工程为二层混合结构,长24米,跨度12米,房屋层高5.1米,二层层高4.3米。八三年一月施工完屋面保温层后,因冬季停工,倒塌的主要原因是:原批准建筑面积为600平方米,建设单位自行扩大为1060平方米,将原4米的开间改为6米,9米的跨度改为12米,窗间墙宽由1.6米改为1米,致使窗间墙截面减小,荷载增加,由于窗间墙承载力不足及山墙加厚,比过大失稳引起建筑物倒塌	设计	自营	博山区建筑公司	1983年			
11	北京丰台	东管头构件厂锅炉房	该锅炉房建筑面积为110平米,跨度6米高5米,八三年四月三日下午吊装屋面板时倒塌。倒塌的主要原因是砖墙无圈梁,6米长的钢筋混凝土大梁直接搁在砖墙上,无梁垫,砌体砂浆标号只有3~4#,强度不够造成倒塌	设计与施工	自营	农村	1983年4、3 下午3:30			

续表2-1

序号	地区	工程名称	工程和事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况			备注
								死亡	重伤	金额 (万元)	
12	安徽屯溪	屯溪市橡胶厂综合楼	建筑面积71.4平米, 三层混合结构, 当墙体砌至三层窗口时, 发生整体倒塌。主要原因是: 设计安全系数严重不足, 底层砖墙只有1.53(规范为2.3), 加上施工质量差, 砌筑砂浆随意配合, 墙体接搓不好, 终于造成倒塌	设计与施工	市建筑设计室	农村	1984年2月 1日上午8时				
13	山东济南	济南国棉一厂厂房	核厂房建筑面积为45.073平米, 柱网8×14米, 柱高4.6米, 屋面为薄壳板, 八三年七月二十二日吊装薄壳板时, 其中一排五根柱及柱上构件全部倒塌, 主要原因是: 设计的错误, 柱断面尺寸为400×300mm应配筋8φ22, 而实际只配4φ18, 承载力严重不足。施工中沒有临时支撑, 又使柱子产生大偏心受压造成倒塌	设计与施工	山东省纺织设计院	省建四公司	1983年7月 22日下午1.35				

续表 2-1

序号	地区	工程名称	工程事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况		备注
								死亡	重伤	
								金额 (万元)		
14	安徽屯溪市	屯溪市提花织 物厂车间	建筑面积为9800平米, 二层钢筋混凝土 框架结构, 54年3月5日, 当浇筑屋面混 凝土梁板时, 第一跨框架柱折断, 楼板 随之塌落。主要原因是框架柱设计强度 及刚度不足, 施工中违反操作规范程	设计与施工	私人	农村	1984年3月5 日凌晨2时			
二钢筋混凝土屋架倒塌										
15	山西大同	428厂铸钢车 间	该车间采用预应力拱形屋架, 在上屋面 板时, 屋架临时支撑和天窗架剪力撑都 未安装, 即行吊装, 造成三间屋架及屋 面板倒塌	施工			58年7.27			
16	辽宁	某厂	钢筋混凝土拱形屋架, 下弦钢筋混凝土, 下弦角钢, 设计本身稳定性就差, 施工中 焊接质量又不好, 造成倒塌	设计与施工		省建二处	58年9.1			
17	山西太原	重机厂	预应力拱形屋架跨度21.6M, 设计节点 构造不合理, 施工时上弦节点灌浆不 实, 焊接质量不好, 造成二榀屋架和三 间屋面板倒塌	设计与施工		省五建	58年9.22			

续表 2-1

序号	地区	工程名称	工程事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况			备注
								死亡	重伤	金额 (万元)	
18	内蒙包头	某厂	8品钢筋混凝土天窗架及大型屋面板, 在安装时未加支撑和揽风索造成倒塌, 砸坏下部薄腹梁及屋面板	施工			58年				
19	浙江杭州	半山钢铁厂厂房	单层厂房, 跨度18M, 高11.8M, 面积3456m ² , 八个节间的钢筋混凝土组合屋架, 在一分钟内倒塌, 设计假定不合实际, 节点松造不合理, 施工焊接质量也不好, 并将揽风板压在屋面板上	设计与施工	机部二分院标浙江一建一处 准图		58年11.13				
20	河北邯郸	某厂机修车间	面积2644m ² , 58年5月开工, 快速施工, 修改设计与施工于11月竣工, 发生一根薄腹梁和20块屋面板倒塌。倒塌原因是屋面荷重比原设计增加约一倍。把4厘米泡沫混凝土改为10厘米炉渣白灰混凝土, 屋面板与薄腹梁焊接不好, 梁安装偏差高达5.5厘米。				58年11.14晚 八点半				
21	黑龙江 哈尔滨	某铸造工房	共11根12M薄腹梁, 其中主筋所用材料是用45号钢代并进行焊接, 结果在低温(错用钢材)下脆断	施工		市二建	59年11.21 7点30分				

续表 2-1

序号	地区	工程名称	工程和事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况			备注
								死亡	重伤	金额 (万元)	
22	贵州	某车间	单层厂房, 18M单坡钢筋混凝土梯形桁架, 上有天窗架, 由于天窗架与桁架连接不好, 造成天窗架首先倒塌, 落在桁架上, 而桁架的支撑又未安上, 也未采取临时加撑措施, 造成桁架也倒塌	施工		省二建	76年5.9				
23	湖北	旭东机械厂铸钢车间炉料库	跨度15M, 柱距6M, 檐高8M共11三角形钢筋混凝土组合屋架, 因下弦节点计算有错误, 构造不合理, 施工时又进一步削弱了下弦节点, 结果下弦中间角钢在切口处断裂, 造成屋架倒塌	设计与施工			74年3.8				
24	山西	541厂氧气站	跨度18M, 柱距6M, 面积400M ² , 钢筋混凝土组合屋架, 因设计下弦中间节点构造不合理, 施工焊接质量不好, 屋架安装垂直偏差过大, 使屋架在平面外受力下破坏倒塌	设计与施工		国营	72年5.21				

续表 2-1

序号	地区	工程名称	工程和事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况			备注
								死亡	重伤	金额 (万元)	
25	吉林省吉林市	毛纺厂厂房	建设面积1400m ² , 钢筋混凝土园弧形拱屋架, 因未采取承受水平推力的构造措施, 引起整体倒塌	设计与施工	厂自营	工厂自营	72年10.7				
26	辽宁辽阳	制药厂仓库	厂自筹资金, 自行设计, 结构不合理, 私招农村建筑队施工质量低劣	设计与施工	自营	农村	1972年				
27	辽宁宽甸	造纸厂抄纸车间	混合结构10202平方米: 由本厂一个不懂结构的测量人员设计, 设计错误造成倒塌	设计	自营	农村	80年10.11				
28	辽宁本溪	市缝纫机厂铸造车间	混合结构1200平方米, 设计错误, 大雪后倒塌	设计		农村	80年12月				
29	浙江金华	武义县农机厂	混合结构仓库, 屋架下弦拉杆两端应用M22螺槽, 误用M24螺帽, 受力后滑牙, 全部倒塌	施工		农村	80年				
30	辽宁阜新	铁路分局铆钳车间	混合结构909平方米, 因乱套用图纸, 造成屋面塌落	设计		农村	80年				

序号	地区	工程名称	工程和事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况			备注
								死亡	重伤	金额 (万元)	
31	河南商水	县毛呢厂主厂房	单层厂房3,300平方米, 跨度15米, 柱距6米, 钢筋混凝土组合屋架, 屋盖系统没有纵向传力设置, 造成中跨1,000平方米全塌	设计	县建公司一工人技术人员	县建公司	81年2.15				
32	山西长治	长治汽车修配厂	混合结构832平方米, 用钢筋混凝土双拱屋架, 下弦安全系数小, 倒塌三间, 砸坏小汽车五辆, 大卡车三辆	设计	晋东南建筑公司	农村	81年5.16				
33	安徽霍邱	县棉麻公司仓库	装配式结构1 825平方米, 钢筋混凝土屋架柱和板联接处, 均未焊接, 屋架未设临时支撑, 吊装时, 触动屋架下弦, 屋架失稳倒塌	施工		农村	81年9.30				
34	新疆	巴楚县修造厂修造车间	混合结构, 双铰拱屋架, 建筑面积1228m ² , 跨度12米, 77年冬季开工78年10月竣工, 84年1月2日上午, 大樑屋架突然塌落, 倒塌的主要原因是施工中自行更改设计, 将屋架2根75+16扁钢的下弦拉杆改为2根825圆钢, 使截面减少35%, 接头处采用单面帮条焊, 且帮系断面过小, 应力集中造成倒塌	施工	某设计室	农村	84年1月2日上午10时				

序号	地区	工程名称	工程和事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况		备注
								死亡	重伤	
三、木屋架倒塌(含钢木屋架)										
35	甘肃兰州	工程局加工厂	设计的木屋架不稳定, 施工中又未把剪力墙的螺丝拧紧, 上弦用料也不好, 造成倒塌	设计与施工			58年6.1			
36	四川	四公司工人宿舍	砖柱、木屋架, 平瓦屋面, 由于设计的整体性不好"又地处山沟, 在大风下整体倒塌	设计	四川四公司	四川四公司	58年7.12			
37	天津	某车间	采用钢木五角形桁架, 上弦木料, 下弦钢筋, 屋架设计刚度不够, 砖柱间也无连系梁, 施工时未安水平支撑就挂瓦, 造成倒塌	设计与施工			58年9.30			
38	浙江杭州	无缝钢管厂	砖木结构, 跨度14M, 因木屋架的设计尺寸不够, 施工时又集中上三十多人, 在上天窗架时倒塌	设计与施工			58年11.16			
39	湖南株洲	机车厂铸钢车间	砖木结构, 因施工时木屋架缺少临时支撑, 檩条端部又钉裂失去锚固作用, 屋架偏斜时也不纠正, 造成倒塌	施工			58年11.22			

续表2-1

序号	地区	工程名称	工程和事故概况	主要原因	设计单位 (或人员)	施工单位	倒塌时间	损失情况			备注
								死亡	重伤	金额 (万元)	
40	上海	北郊铸钢车间	砖木结构，共两跨，一跨为15M，另一跨为12M，全长78M，吊车轨高6M。屋面用连续悬臂檩条，木屋架之间支撑系统很少，下弦联接采用单排螺栓，使整个屋面的空间稳定性很差，节点也薄弱，在屋面铺好后的一个晚上即倒塌。	设计			1958年				
41	江西广昌	广昌电视机壳厂	691平方米，18米跨钢木屋架，设计错误，施工质量低劣，造成倒塌	设计与施工		农村	86年6.26				
42	山西晋中	榆次纺织品库	砖木结构 1000 平方米，施工时缺乏支撑，木屋架失稳倒塌	施工	本厂自营	农村	80年				
43	山西临汾	侯马玻璃车间	砖木结构200 平方米，设计不完善，施工质量不好，造成木屋架倒塌	设计与施工		农村	80年				
四、钢屋架倒塌(含轻钢屋架)											
44	黑龙江 哈尔滨	某厂铸钢车间	建筑面积3600M ² ，跨度17.3M钢屋架，因设计支撑系统不完善，造成七排钢屋架倒塌	设计			59年5.22 5点40分				