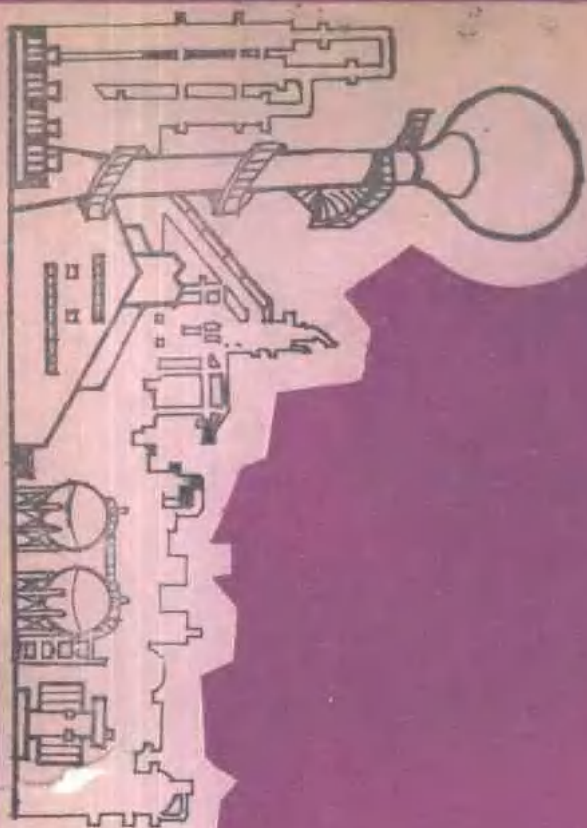


冶金工业设备抗震技术措施

第一册 钢铁工业设备



冶金工业部抗震办公室
中国有色工业总公司抗震办公室

86.218
8806432

关于印发《冶金工业设备抗震技术措施》(试行)的通知

(86)冶抗字第793号

(86)中色基字第0574号

各有关单位:

为了提高现有企业的综合抗震能力,减轻地震灾害,更好地贯彻原国家建委颁发的《工业设备抗震鉴定标准》(试行),特制定《冶金工业设备抗震技术措施》(试行),现印发给你们,请参照执行。

由于目前对各类设备的抗震防灾经验还不多,且冶金工业设备种类繁多,难以逐一制定具体的抗震措施。各单位在试行过程中要注意总结经验,积累资料。未列入本《措施》的设备,可参照类似设备进行鉴定和加固处理。新建工程也可参照本《措施》精神办理。在试行中有什么问题和意见,望告冶金工业部和中国有色金属工业总公司抗震办公室。

冶金工业部
中国有色金属工业总公司

一九八六年七月

前 言

为了提高冶金企业的综合抗震能力,减轻地震灾害损失,1983年10月冶金部基建局、中国有色金属工业总公司基建部以(83)冶基抗字第231号、有色基字第110号文下达了编制《冶金工业设备抗震技术措施》(以下简称《措施》)任务。

本《措施》共分三册,分别由下列单位主编:

第一册 钢铁工业设备

第一部分 矿山设备 由鞍山黑色冶金矿山设计研究院主编

第二部分 钢铁厂设备 由北京钢铁设计研究院主编

第三部分 焦化耐火材料厂设备 由鞍山焦化耐火材料设计研究院主编

第二册 有色工业设备

第一部分 矿山设备 由鞍山黑色冶金矿山设计研究院主编

第二部分 重有色冶炼设备 由北京有色冶金设计研究院主编

第三部分 铝镁工业设备 由沈阳铝镁设计研究院主编

第四部分 有色加工设备 由洛阳有色金属加工设计研究院主编

第三册 公用设施

第一部分 电气设备 由北京钢铁设计研究院主编

第二部分 通信设备 由北京钢铁设计研究院主编

第三部分 氧气站、重油库、热工设备 由北京钢铁设计研究院主编

第四部分 给排水设备 由北京有色冶金设计研究院主编

为使用方便,以上各册保持相对独立性。第一、二册分别适用于钢铁、有色工业。第三册适用于钢铁、有色工业的公用设备。

本《措施》各册一般包括抗震鉴定要点；抗震技术措施；抗震验算；加固图例和应急措施。可供生产、设计、施工和各级抗震部门的工程技术人员、管理干部参照使用。

鉴于国内外有关工业设备的抗震性能研究和加固方法资料甚少，本《措施》主要是吸取了1975年辽南地震、1976年唐山地震震害经验，并参考了国内外有关资料。冶金工业设备种类繁多，特别是上述两次地震地区，有色企业很少，对其设备震害的规律认识不够，故本《措施》难以一一列举。未列入的各类设备，除一般可不进行鉴定、加固者外，生产、设计部门可自行参照类似设备进行抗震验算和加固处理。

本《措施》中抗震计算例题的地震荷载的取法按《工业设备抗震鉴定标准》（试行）附录一的方法取用。

本《措施》在编制过程中曾吸取了兄弟部门的许多宝贵经验，如电气、通信设备的加固图例，主要是参照石油部、石化总公司和邮电部的有关资料，在此表示感谢。

冶金工业部抗震办公室
中国有色金属工业总公司抗震办公室

一九八五年十一月

总 则

第1条 为了贯彻落实抗震工作以防为主的方针,保障地震区冶金工业生产设备和人身安全,特制定《冶金工业设备抗震技术措施》(以下简称《措施》)。

第2条 本《措施》适用于7度至9度地震区进行抗震鉴定的钢铁、有色企业现有生产设备和管道。抗震鉴定烈度一般可按基本烈度。

第3条 凡符合本《措施》要求的工业设备和管道,在遭受抗震鉴定所采取的基本烈度的地震影响时,要求一般不致发生严重损坏及引起危及人身和生产安全的次生灾害。

第4条 抗震鉴定和加固工作,应从全局出发,正确处理生产与安全、重点与一般等关系。对于主要生产流程、重要设备,以及因本身震害而引起严重次生灾害的生产环节等,更应认真进行抗震鉴定、加固,并根据具体情况,制定可靠的应急措施。

第5条 冶金工业设备的抗震鉴定工作,应执行《工业设备抗震鉴定标准》(以下简称《鉴标》)的有关规定,本《措施》是该《鉴标》的延伸和具体化。建筑物、构筑物、公用设施等,应执行《工业与民用建筑抗震鉴定标准》、《工业构筑物抗震鉴定标准》、《室外煤气热力工程设施抗震鉴定标准》等有关规定。

第6条 鉴于辽南、唐山震害教训,冶金工厂生产设备的

震害,除因局部抗震强度不足而直接遭受地震力破坏者外,因震前技术准备不足,震后不能及时卸荷或排险而产生的次生灾害尤为严重。为此,本《措施》编制了若干必要的临震应急措施,供各单位在编制应急措施时参照。

第7条 本《措施》抗震验算例题中的地震荷载,除注明者外,均按《工业设备抗震鉴定标准》附录一的方法计算。

非标准单体设备,由于建造年代不同,原设计构造和强度不尽一致,加上使用年限和土建基础条件各异,在验算抗震强度和确定加固方案时,须根据实际情况,具体分析薄弱环节,合理确定计算系数。

第8条 本《措施》所指抗震能力,仅适用于在正常维修周期内设备良好运转。因长期失修或锈蚀已不能保持原设备强度的陈旧设备,应根据具体情况处理。

第9条 本《措施》中关于场地土分类,均按现行规范工业与民用建筑抗震设计规范》(TJ23-77)的分类法。即分为I、II、III三类。

第10条 本《措施》中未编入的设备和管道等,各厂可根据具体情况,参照《工业设备抗震鉴定标准》和本《措施》的有关规定进行抗震鉴定、验算和加固。

目 录

总则	1
第一部分 矿山设备	
第一章 矿山井下抗震措施	3
第一节 安全出入口的设置	3
第二节 地下水的防治	3
第三节 电源与通讯系统	3
第四节 通风系统	4
第五节 提升系统	4
第六节 井巷工程的支护	4
第二章 选矿厂输送及尾矿管道抗震措施	4
第三章 烧结厂抗震措施	5
第一节 起重运输及卸矿设备	5
第二节 给矿、破碎、磨矿、混合、烘干设备	5
第三节 烧结抽风机竖炉	5
第四节 金属结构件	5
第二部分 钢铁厂设备	
第一章 炼铁设备	7
第一节 抗震鉴定要点	7
第二节 抗震技术措施	8
第三节 抗震计算例题及图例	9
第二章 炼钢设备	14
第一节 抗震鉴定要点	14
第二节 抗震技术措施	15
第三节 抗震计算例题	15
第三章 铁合金设备	18
第一节 抗震鉴定要点	18
第二节 抗震技术措施	19
第四章 轧钢设备	19
第一节 抗震鉴定要点	19
第二节 震前技术措施	20
第五章 轧钢和机修用工业炉	20
第六章 机修设施	20
第一节 抗震鉴定要点	20
第二节 抗震技术措施	20
第三部分 焦化耐火材料厂设备	
第一章 炼焦化工设备	23
第一节 一般规定	23
第二节 管式加热炉	23
第三节 釜式加热炉	23
第四节 立式设备	24
第五节 卧式设备	26
第六节 赤道式球罐和水槽式贮气柜	26
第七节 常压立式贮槽	27
第二章 炼焦化工设备加固示例及应急措施	27
第一节 一般规定	27
第二节 不动火加固方案	28

第三节 动火加固方案	33
第四节 震前应急措施	39
第三章 工艺管道	40
第一节 一般规定	40
第二节 架空管线	41
第三节 地下管线	42
第四章 炼焦设备	43
第五章 耐火工艺窑炉	43
第一节 窑炉设备	43
第二节 窑炉设备管道	44
第三节 应急措施	44

第四节 耐火工艺生产设备	45
第六章 采煤通风除尘及机修设备	45
第一节 采煤通风除尘设备	45
第二节 机修设备	46
附录	
附录一 立式设备抗震计算方法及例题	47
附录二 常压立式贮槽抗震计算方法及例题	53
编制说明	
一、矿山设备	55
二、钢铁厂设备	60
三、焦化耐火材料厂设备	62

第一部分 矿山设备

第一章 矿山井下抗震措施

第一节 安全出口的设置

为了保证井下人员在地震发生时，能够安全的走到地表，在设计、基建、生产时必须考虑下列诸情况：

第1.1.1 条 在有条件的新矿井设计时，在技术条件允许情况下，开拓系统应尽量优先采用斜井作为安全出口，并没有人行踏步和扶手的人行道。

第1.1.2 条 罐笼井应设梯子间，梯子间的金属网应设置活动门以便停电时人员出入，梯子出口尺寸要大于 600×700 毫米，并要加强防腐蚀处理工作。

第1.1.3 条 安全出口地表建筑物设置，应采取严格抗震防震措施，以免堵塞安全出口。

第1.1.4 条 当风井作为安全出口时，风速应不超过 8 米 / 秒，如有井口密闭设施时，应设置内外都能用手开启的密闭门。

第1.1.5 条 按保安规程规定，一个独立坑内矿山，不能少于二个安全出口。对于走向长度太长或者是大水矿床，还要尽量多设安全出口。

第1.1.6 条 在井下应标示出人员安全撤离路线，并做出明显路标，对职工要进行上井安全教育工作。

第1.1.7 条 所有安全通道，应增设照明，井下人员必须配带矿灯。

第1.1.8 条 正在基建的矿山，当竖井施工完毕后，并筒中设有永久梯子间时，应安装上梯子，以便人员升井方便。

第二节 地下水害的防治

第1.2.1 条 为防止地震后因停电而造成矿井被淹没，使恢复生产困难，要设置防水闸门，保护矿井的排水设备（水泵、电机、管路）免遭淹没。防水闸门的位置、形式、结构的设计应认真考虑研究。防水闸门在生产使用中，应加强维修，保证启闭灵活。

第1.2.2 条 对于大水矿床和有突然涌水的矿井，要准备一定数量的备用电机、水泵和排水管道等。

第1.2.3 条 临震时，井下泵房和变电所要增加值班人员和设施。检查防水设备的适应性。井下水仓应清理；临震前应低水位运行，但不准产生气蚀现象。

第1.2.4 条 要组织好抢修人员，以便发生问题时，能及时的进行抢修工作。

第三节 电源与通讯系统

一般是地震发生后就停止供电。矿井提升、排水、通风、照明等全部是依靠电力才能进行工作的，所以电源问题是一个关键，首先在电源上要采取措施，保证线路和变电所正常生产。应备有柴油发电机来保证矿山电力供应。

临震时，井上、井下要考虑专门可靠的通讯联络装置。

第四节 通风系统

第1.4.1条 通风系统的风门和返风装置应灵活可靠，在风机停止运转期间应及时调正风门，以便充分利用自然通风。

第1.4.2条 砖石砌筑扩散器及风道强度不够，转角联接不牢或有明显裂缝的应采取加固措施。

第五节 提升系统

第1.5.1条 提升机防止过卷、过速的紧急开关、过电流或无电压等保护装置应齐全并灵活可靠。常用闸、保险闸及附件应完好。

第二章 选矿厂输送及尾矿管道抗震措施

第2.0.1条 悬空的长管道，必须用管卡固定。

第2.0.2条 地震如发生在冬季，突然断电时，水式作业的设备应有放水措施，以防设备冻坏。

第2.0.3条 临震预报后，各种料仓应控制上料料位，贮料应控制在生产的最低水平。

第1.5.2条 竖井罐笼的断绳防坠装置、斜井人车的防撞保险器应灵活可靠，多绳提升系统的楔形罐道及其附件应完好。

第1.5.3条 震前应对提升钢丝绳及连结装置进行检查，并按规定执行。

第1.5.4条 罐笼的顶盖及多层罐笼层间应增设向下开启的人孔。

第1.5.5条 斜井人车应增设掉道信号。

第六节 井巷工程的支护

第1.6.1条 在井下断层和破碎带地区，以及大断面硐室，必须加强支护，采用可靠的支护形式，同时要采用抵抗力强的支护材料。

第1.6.2条 应保证施工质量，必须按规定要求施工，以保证混凝土的强度。

第1.6.3条 井颈部份必须采用钢筋混凝土材料进行支护。

第2.0.1条 安装在两个独立构筑物上的长皮带机支架，应在与构筑物对接处断开。

第2.0.5条 尾矿输送管道如选用铸铁管，应采用胶圈接口。

第2.0.6条 尾矿输管在纵向上，不宜出现凹形管段。

第三章 烧结厂抗震措施

第一节 起重运输及卸矿设备

第3.1.1条 各种起重运输设备，均应有灵活有效的安全闸及固定措施。

第3.1.2条 临震于报后，翻车机停止工作，车辆退出棧桥。

第3.1.3条 胶带运输机的支架及托辊传动装置及逆止装置等应保持完好状态。

第3.1.4条 对浮放设备如移动胶带机、移动漏矿车等应有固定措施。临震于报后予以固定。

第二节 给矿、破碎、磨矿、混合、烘干设备

第3.2.1条 严格执行设备操作规程，对烧结厂的一些重要设备如：圆盘给矿机、锤式破碎机、反击式破碎机、球磨机、圆筒混合机及烘干机等，在临震于报后各设备均应按操作规程中突然断电停水的规定作好停机准备工作。

第3.2.2条 设备的基础地脚螺栓应牢固，如有断裂锈蚀和松动应于加固处理。

第3.2.3条 临震于报后应适当减少设备负荷。

第3.2.4条 地震如果发生在寒区冬季，突然断电停水后，应放出设备内存水，以防冻坏设备。寒区的水冷却及水式作业设备应有放水设施。

第3.2.5条 临震于报后，大型高位矿仓、矿槽应减少贮量，维持 $\frac{1}{2}$ 以下贮量的低料位运行，避免满贮量受震破坏严重。

第三节 烧结抽风机、竖炉

第3.3.1条 点火器应有高位备用水箱，并处于良好状态。临震于报后水箱内应充满水，以备断电停水时延长冷却时间。

第3.3.2条 点火器前的煤气罐管，应有阀门及放散阀门，电动阀门要有手动措施，保证开启灵活，操作方便。

第3.3.3条 烧结机和冷却机的抽风机润滑系统应有牢固的高位油箱，没有的应补设，失修的及时修好，高位油箱应充满油，以备断电时由高位油箱向风机的主轴承供油。

第3.3.4条 竖炉炉体钢结构、铁皮烟囱、拉固钢丝绳等，凡变形显著或锈蚀严重应局部加固或更新。主要受力部位焊缝，凡有开裂或其他缺陷者应补焊，地脚和主要连接螺栓应紧固。

第3.3.5条 竖炉砌砖体应完好，尤其是燃烧室部位，凡过度烧损、倾斜、裂缝、塌陷、松动或变形者均需修补完好。

第四节 金属结构件

第3.4.1条 对于各种金属构件凡有明显锈蚀、变形、焊缝开裂或其它缺陷而影响强度者，应局部更换、加固或补焊。

第一章 炼铁设备

本章适用于炼铁厂的专用设备。通用设备、动力设施和各种管道，应执行有关的抗震鉴定标准和抗震技术措施。

第一节 抗震鉴定要点

震前，应加强在用设备的维修，消除隐患，7度区达到完好设备标准，8度、9度区达到Ⅰ级完好设备标准。对以下设备或部位，应重点鉴定并保持Ⅰ级完好设备标准。

第1.1.1条 高炉斜桥和炉顶钢结构，凡构件明显变形、锈蚀、焊缝开裂或有其它缺陷而影响强度者，应局部加固或补焊，达到原设计强度。

第1.1.2条 高炉斜桥上料轨道的轨距、轨面高低差、接头错口，应达到安装规定，料车车轮应满足设计要求，确保料车走行平稳，车轮和轨道间隙不能过大。

第1.1.3条 高炉料车和大、小料车的卷扬机，其传动部件应达到Ⅰ级完好设备标准，制动器的制动力距应满足设计要求的额定值。钢丝绳按《工业设备抗震鉴定标准》附录三进行鉴定和更换。

第1.1.4条 高炉碎焦小车轨道结构与碎焦仓的联结部位，

均应根据情况，参照《工业构筑物抗震鉴定标准》进行加固。

第1.1.5条 高炉进风弯管、直吹管等各接口处，应达到设计要求，不许漏风。直吹管的压紧弹簧应验算其压紧力能否满足密封要求。弹簧有裂纹或老化者应更新。对现有的吊挂式热风围管宜加以固定。

第1.1.6条 高炉煤气上升管的三岔管下部、煤气下降管和上升管、遮断阀管的两端联结、下降管的三岔管等，凡因磨损、烧损、锈蚀、变形、焊缝开裂或其他缺陷而影响强度者，应局部加固或补焊。

第1.1.7条 浮放在电子秤上的容器如称量漏斗、喷煤粉罐等，根据现场条件，在容器上增设拉杆或挡轮，如图1.1.7，防止容器水平方向位移。

第1.1.8条 架空的水渣流槽，如浮放或固定不牢固者，应增设防震落措施。

第1.1.9条 风选式制煤粉系统的粗粉分离器及细粉收集器，如与基础联结强度不足时，应加固。

第1.1.10条 易腐蚀、损坏的钢结构平台和走梯，如铸铁机后平台、热风炉顶平台及走梯、炉顶料车绳轮平台等，有明显损坏者应补强或更换，有锈蚀但不影响强度者，应除锈刷漆。

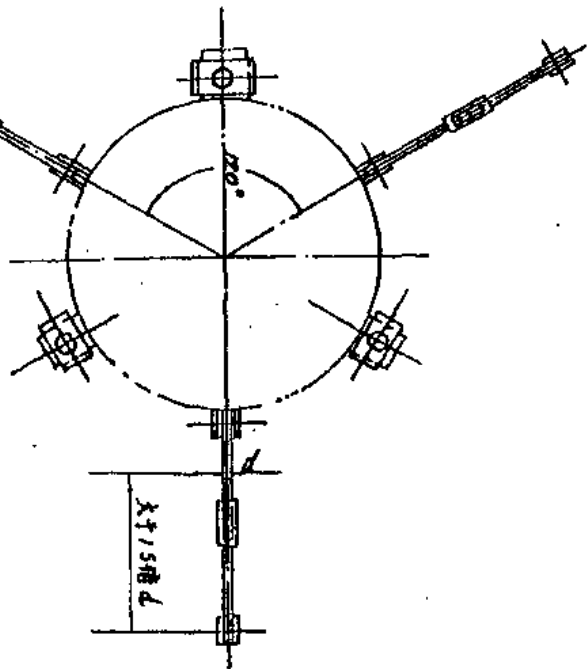
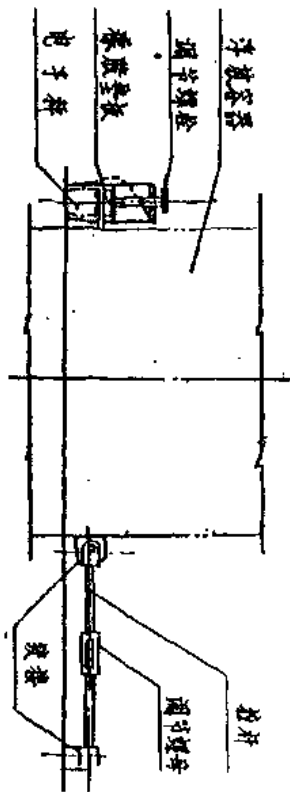


图 1-1-7 浮放容器固定图

第二节 抗震技术措施

震前、震后，宜采取以下措施。

第1.2.1条 大、中型高炉，震前应清除炉顶和各层平台上的积灰及杂物，防止地震时大量粉尘和杂物下落，妨害震后工作。

第1.2.2条 震前，凡条件许可者，应配备高炉炉体外部淋水冷却措施。双路供电、供水系统如存在薄弱环节，应增设临时发电及水泵供水设施。

第1.2.3条 震后，应有专人及时检查并鉴定厂区铁路，组织抢修，保障震后铁路运输畅通。

第1.2.4条 临震前，8度、9度地震区，高炉操作应采取以下措施：

一、高压炉顶操作，应适当降低压力或改为常压操作，减轻冶炼强度；

二、停止喷吹，改为全焦操作，减少料批，以减轻上料及炉顶装料系统的负荷；

三、适当减少贮矿槽的贮量；

四、做好休风封炉和事故出渣、出铁准备。

高炉附近有空旷场地时，还应设置事故渣坑和铁水坑，否则，应准备足够数量的渣罐和铁罐，以备事故调用。

第1.2.5条 临震前，宜对下列设备或装置采取措施：

一、旋紧直吹管的压紧弹簧或用拉杆拉住，以防接口处受震时冒火；

二、凡能停止运转的设备如门型吊车、炉顶悬臂吊车等，

停止运转并停放在安全位置。

第1.2.6条 震后高炉因事故不能短期复风时，应尽快放净渣、铁，然后封炉。冬季封炉时，应放净设备和管道内的集水、焦油，防止冻裂或凝固。

第三节 抗震验算例题及图例

对高炉均压放散管、风口装置的密封性，应验算其抗震强度。

地震荷载用《工业设备抗震鉴定标准》附录一的方法计算。以下计算例题按基本烈度9度计算，地震时的风压按 $q = 55 \text{ kgf/m}^2$ 计算。

第1.3.1条 高炉均压放散管抗震验算例题

一、按两种情况验算：1. 正常情况，即放散管内壁无结垢，支承无开裂，钢管内外表面无明显锈蚀和腐蚀；2. 失修情况，即内壁无结垢，支承焊缝受震开裂，钢管壁厚锈蚀或腐蚀1/3。

二、高炉均压放散管正常情况的抗震验算。

放散管外形如图1.3.1 - 1。

放散管自重 $W_1 = 430 \text{ kg}$ 。

放散阀自重 $W_2 = 600 \text{ kg}$ 。

X - X为支承面。

全高 $\frac{7300}{426} = 17 > 15$ 。

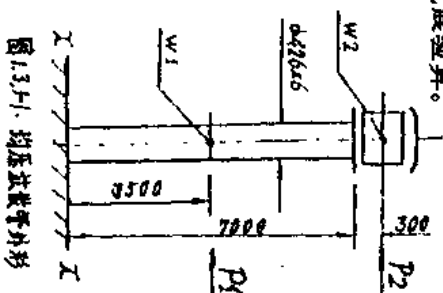


图1.3.1-1 均压放散管外形

1. X - X支承面受水平地震荷载的应力 σ_1

水平地震荷载 $P_2 = C_2 \cdot d_1 \cdot \gamma_1 \cdot H_1^2 \cdot W_0$ [注1] 式内

$$\gamma_1 = \frac{\sum H_i^2 \cdot W_i}{\sum H_i^2 \cdot W_2} \quad [\text{注2}]$$

以图1.3.1 - 1中数值代入上式，列表计算如下：

计算参数	设备部件	抗震等级	抗震等级
管中地震荷载重量	$W_1 (\text{kg})$	430	600
质心至距支承面高度	$H_1 (\text{cm})$	350	730
H_1^2	(cm^2)	$350^2 = 122500$	$730^2 = 532900$
$H_1^2 \cdot W_1$	$(\text{kg} \cdot \text{cm}^2)$	430×10^5	384×10^6
$H_2^2 \cdot W_2$	$(\text{kg} \cdot \text{cm}^2)$	537×10^5	3197×10^5
$H_1^2 \cdot W_1$	$(\text{kg} \cdot \text{cm}^2)$	643×10^5	17040×10^5
$\gamma_1 = \frac{(537 + 3197) \times 10^5}{(643 + 17040) \times 10^5}$	$1/\text{cm}^2$	0.21×10^{-5}	
综合影响系数 C_2		1.0	
相当于设备基本烈度的地震影响系数 d_1		$d_1 = K_1 \beta = 0.4 \times 0.25 = 0.1$	
$P_2 = 0.9 \times 0.21 \times 10^{-5} \times 700^2 \times 600 (\text{kg} \cdot \text{f})$		99.6	555.7
$P_1 \cdot H_1 = 99.6 \times 350 (\text{kgf} \cdot \text{cm})$		34860	
$P_2 \cdot H_2 = 555.7 \times 730$			388900

$$\Sigma P_1 \cdot H_1 = 34850 + 388990 = 423850 \text{ (Kgf-cm)}$$

放散管截面模数 $W = 0.0982 (D^4 - d^4) / D = 820 \text{ (cm}^3\text{)}$

$$\sigma_1 = \Sigma P_1 \cdot H_1 / W = 423850 / 820 = 517 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

注1、注2：参见《工业设备抗震鉴定标准》(附录八)、

(附录九)公式。

2. X-X支承面受竖向地震荷载的应力 σ_2 ?

根据《工业设备抗震鉴定标准》附录一规定：“9度时还应验算竖向地震荷载的作用。验算时，按水平地震荷载与竖向地震荷载同时作用于设备上的最不利情况考虑，竖向地震荷载可取设备总重量的20%，并应考虑上下两个方向的作用”。

因此

$$\sigma_2 = \frac{1.2(W_1 + W_2)}{F}$$

式内F为放散管的截面积

$$\sigma_2 = \frac{1.2(4304.680)}{\pi(21.5^2 - 20.7^2)} = 15.6 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

3. 风荷载应力 σ_3

X-X支承面承受风荷载的弯矩为

$$M_{F2} = 0.5 \cdot K_d \cdot S_H \cdot q \cdot D \cdot H^2$$

式内：

K_d —受风面积折算系数，单独圆管 $K_d = 0.68$

S_H —中型高炉 $S_H = 1.4$;

q—风压， $q = 55 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$;

D—放散管外径 $D = 42.6 \text{ (cm}^2\text{)}$;

H—放散管高度 $H \approx 700 \text{ (cm)}$ 。

$$M_{F2} = 0.5 \times 0.68 \times 1.4 \times 55 \times 10^{-4} \times 42.6 \times 700^2 = 54648 \text{ (Kgf-cm)}$$

根据《工业设备抗震鉴定标准》附录一规定，荷载组合时“风荷载取25%”

$$M_F = 0.25 M_{F2} = 0.25 \times 54648 = 13662 \text{ (Kgf-cm)}$$

$$\sigma_3 = \frac{M_F}{W} = \frac{13662}{820} = 16.7 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

4. X-X支承面的总应力 σ

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 517 + 15.6 + 16.7 = 549 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

5. 结论：放散管受震时安全。

三、高炉均压放散管失修情况的抗覆验算

如上所述，放散管失修的情况为：内壁无结垢，管壁厚度腐蚀约1/3，支承焊缝承受强烈地震时开裂，此时，放散管的外形如图1.3.1—2，计算方法与步骤同前。

1. 计算 σ_1

放散管自重 $W_1 = 930 \text{ (kg)}$

放散阀自重 $W_2 = 600 \text{ (kg)}$

W_1 距支承面 750 (cm)

W_2 距支承面 1530 (cm)

