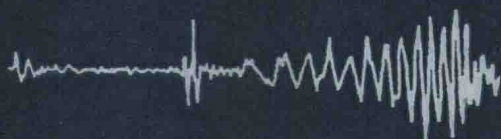


冶金建筑抗震加固文集



冶金工业出版社

冶金建筑抗震加固文集

冶金部建筑研究院抗震研究室 编

冶金工业出版社

冶金建筑抗震加固文集
冶金部建筑研究院抗震研究室
(内部发行)

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 10 3/4 字数 257 千字
1978年10月第一版 1978年10月第一次印刷
印数 00,001~11,700 册
统一书号: 15062·3378 定价(科三) 0.90 元

前 言

伟大领袖和导师毛主席深刻指出：“自然界这个敌人也是有办法制服它的”。

我国是一个多地震国家。目前我国正处于地震活动高潮期，近如海城地震、唐山地震，都对冶金企业造成了不同程度的损失或破坏。而不少处于地震区的冶金厂矿企业，有的设防不足，有的因烈度区划调整后亦需提高抗震能力。大量的事实证明，震前有否合理的抗震设防措施，震后的结果大不一样。因此，为了保证地震区冶金厂矿企业人员的安全与生产的正常进行，震前的抗震鉴定加固与设防是刻不容缓的任务。

1976年唐山地震后，冶金工业部召开的抗震工作会议决定，按华东与华北地区、西南与西北地区分别举行震前加固技术交流会，推动加固工作。

根据这一决定，1977年2月和5月先后在山东淄博和四川渡口召开了两次技术交流会。这里汇编的就是那两次会议中交流的有关建筑抗震方面的资料。

因此，本汇编中的技术资料是普及性的，强调实用的，同时也是受当时条件局限的。有关单位在参考本汇编时应因地制宜，结合实际，特别要注意的是对其中所提的一些具体规定不要全盘套用。

在上述技术交流会之后，国内又有了不少的新成果，如：加固工艺、鉴定标准、加固图集、验算方法等，也都是当前具有实用参考价值的材料。本汇编限于时间和篇幅没有增补会后的新内容。

在山东开会时，请北京建筑工程学院郭继武同志讲的《结构抗震知识》讲义，原计划是要编入的，鉴于现已由中国建筑工业出版社出版，书名《房屋结构抗震设计》，故不在此重印。

汇编过程中得到各供稿单位大力支持，在此一并致谢。

冶金部建筑研究院抗震研究室

1977年9月

目 录

总结冶金企业抗震经验, 战胜地震灾害

.....冶金部唐山震害调查组 (1)

关于地震与工程地质方面几个问题的初步认识

.....昆明冶金设计院勘察处 李鸿翔 (7)

对斜坡抗震问题的几点看法

.....冶金部成都勘察公司 杨锡达 (21)

唐山地区矿山井口部分震害情况

.....鞍山黑色冶金矿山设计研究院土建科 (32)

地震力计算理论及其应用 (普及讲义)

.....二冶建筑研究所 吴乃柏 (36)

关于工程结构震前加固的若干问题

.....冶金部建筑研究院抗震室 韩清宇 (92)

关于房屋抗震鉴定程序和内容的几点看法

.....冶金部建筑研究院抗震室 王福田 (109)
冶金部沈阳铝镁设计院土建室 关维昌

攀钢轨梁车间部分区段抗震鉴定及加固设想

.....重庆钢铁设计院土建科 周善文等 (125)

混凝土喷射加固

.....中国人民解放军建字 110 部队等 (149)

压力灌浆修补砖墙裂缝工艺

.....北京市建筑工程研究所等 (158)

化学灌浆修补混凝土的裂缝

.....中国人民解放军建字 110 部队等 (162)

砖墙打孔用钻头

.....冶金部建筑研究院加工厂 (168)

总结冶金企业抗震经验,战胜地震灾害

冶金部唐山震害调查组

唐山地震冶金建筑主要震害及分析

唐山地震,使唐钢和天津各冶金厂的建筑分别遭到10度和8度影响。

冶金厂建筑,总的来说,主厂房的震害比辅助建筑的震害轻。主要原因是:冶金主厂房吊车吨位大,工作制繁重,一般静力设计时支撑较完备,空间整体性较好,因而有较大的潜在抗震能力,如炼钢主厂房。再如锻压车间,平时就考虑了锻锤动力影响,即使未设防,在10度地震作用下也保持完好。而辅助车间,则因多为轻型设备,且又采用砖结构,强震之下大量破坏。

另外,冶金厂还有一些半地下建筑,震害很轻,甚至完好。如唐钢二炼钢半地下室水泵房,虽是砖房,震后裂缝也未发现。象这样在强震之下保留下来的建筑物,提供了丰富的抗震经验,值得深入总结研究。

再则,某些冶金厂的生产条件对建筑损坏较快,有些年久失修的厂房也是容易产生震害的原因;还有一些建于厂房内高位平台上的孤立小砖房,在地震中往往倒塌伤人。这些是在震前加固中应予注意的。

冶金厂房的破坏,除一般由于结构抗震强度不足、联结不牢外,由于工艺上的原因,厂房平立面布置复杂,往往加剧震害,如高低跨、披屋等,在地震中或高砸低,或低顶高,互相挤撞破坏。

以下按建筑类别分述震害。

1. 单层工业厂房

冶金厂单层工业厂房的震害主要表现在纵向天窗、阶梯柱的上柱、柱头联结、高低跨、过渡跨、支撑、砖围护墙和厂房之间挤撞的破坏。其具体震害情况分述如下。

(1) 天窗

按一般静力设计的钢筋混凝土纵向天窗,在唐钢大多遭到严重破坏或倒塌;天津冶金厂有的车间这种天窗的震害也较重。其主要原因是:天窗突出屋面,振动效应大;天窗两侧垂直支撑的设置数量不满足抗强烈地震的要求;支撑杆件与天窗架联结不牢。而唐钢二轧车间,由于沿天窗纵向通长设置垂直支撑,没有发生破坏。

钢天窗架上置大型屋面板的纵向天窗震害较轻,其上用轻盖的更好。井式天窗震后基本完好。

因此,对高烈度区的纵向天窗,在选型和选材上要注意。对于钢筋混凝土纵向天窗,在高烈度区宜适当增设垂直支撑和加强支撑杆件与天窗架的联结。

(2) 阶梯柱上柱和柱头联结

10度区的唐钢厂房震害的主要特征之一是阶梯柱上柱以及柱头联结的破坏较多,而且

往往是导致厂房屋盖倒塌的主要原因。很多上柱由于强度不够，在吊车梁上翼缘处或上柱与下柱交接面处出现水平裂缝或折断。很多柱头与屋架（梁）的联结由于强度不足和构造上不适应强震冲击，出现螺栓剪断、柱头劈裂、柱头削掉、屋架（梁）支座混凝土酥裂、埋设件不起作用等现象。而海城地震时在8~9度区，上柱和柱头联结仅是一般损坏，基本上没有出现小柱折断和螺栓剪断的情况。

10度条件下，上柱和柱头联结有很多遭到严重破坏，但也有许多保持完好的。这一现象对研究上柱和柱头联结的抗震强度提供了经验。

冶金厂中有些柱头联结是采用柱头钢板同屋架（梁）支座钢板直接焊联的，地震时，厂房横向摆动，由于柱头联结的固接作用使柱头内边缘应力集中，引起柱头局部劈裂。因此，在柱头联结部位采用支承压板较好，使应力仅作用在有钢筋和钢箍的区域内。

屋架（梁）端部垂直支撑在高烈度区应予加强，以改善屋盖的整体性，减轻屋架（梁）平面外摆动，避免支座破坏。

（3）高低跨厂房

高低跨厂房的中柱破坏较重。地震时，高跨屋盖和低跨屋盖可能同时摆向一侧，可能交错摆动，可能两种摆动同时出现，在交错摆动（即所谓“高振型”）时，中柱受力最大，因此容易破坏。中柱破坏表现在顶部上柱的上下端出现水平裂缝或折断、支承低跨的牛腿劈裂、柱头和柱头联结破坏。冶金厂房屋盖倒塌，多为高低跨厂房。砖柱承重的高低跨厂房受害最重。

有些高低跨厂房屋盖高差很小，仅几十厘米，这时以做成等高厂房较好，以免由于顶部上柱破坏而危及整个厂房的安全。

有些高低跨厂房，为了节约，将低跨边柱设计成砖柱，这样一来，厂房的抗震能力就降低为砖柱厂房的抗震能力，在地震区这样做是不合适的，往往会因小失大。

（4）过渡跨

在冶金厂房中有些是带有过渡跨的厂房。过渡跨的屋盖结构支承在两个主跨厂房柱的牛腿上。地震时两个厂房互相挤压或分离，引起过渡跨屋盖结构损坏或倒塌，甚至主跨主体结构破坏。如唐钢二轧车间，上柱受过渡跨影响而破坏，导致三个屋架倒塌和过渡跨屋盖大面积坠落。又如，天津二炼钢侧吹车间与铸锭车间之间的过渡跨，二轧中型与修模车间之间的过渡跨，屋盖都发生大面积破坏和倒塌。

唐钢二炼钢车间，过渡跨的钢梁没有支承在主跨厂房柱子位置上，而是支承在主跨柱列间特设的钢托架上，由于托架平面外较柔，变位适应性较大，虽然出现了侧向变形，但没有发生很大破坏。

因此，在地震区，过渡跨应认真对待，从设计方案和构造上处理好，使之适应地震时两厂房间的相互变位。

（5）支撑

冶金厂屋盖支撑一般布置较多，但也有少数厂房的支撑布置较弱，屋盖遭到严重破坏，如天津二炼钢机修车间。屋盖支撑，特别是垂直支撑，是保证厂房屋盖整体性的重要措施，在地震区必须予以足够重视。

唐钢厂房柱间支撑多数遭到压曲失稳，支撑杆件与柱联结节点锚件拉坏、焊缝拉断，个别交叉杆件的节点板压曲、拉断。但是，总的来说，未按抗震设计的支撑，在一定程度

上起到了“保险丝”的作用，厂房柱受害不严重。因此，我们认为，柱间支撑在地震区应比非地震区要求适当加强，但又不必设计得过于刚劲，支撑交叉杆件一般可按拉杆进行设计。柱间支撑杆件与柱的联结强度必须大于支撑杆件的强度。

(6) 围护墙

唐山地震再次证明，砖围护墙在地震作用下，不论是10度还是8度，都大量遭到破坏，特别是山墙顶和侧墙顶部破坏和倒塌更为严重。其中高低跨封墙的破坏，危害很大，常说高墙砸低房的，都是这种封墙。因此，凡厂房顶部的砖围护墙，都必须增强拉结，加密圈梁。

在唐钢二炼钢车间，使用了一千多平方米的6米和12米长的大型钢筋混凝土墙板，在10度地震作用下，基本完好。这种墙板应积极推广。

(7) 防震缝

唐钢建筑未按抗震设计，本无防震缝可言，但对地震时厂房之间的撞痕和一些破坏现象分析，对研究防震缝的宽度可能是有益的。

沿厂房纵向的温度缝一般为3厘米，从唐钢厂房震害看，温度缝两侧主体结构受害不明显。这可能是由于设有柱间支撑而使厂房有较大的纵向刚度的缘故。而厂房横向与横向之间的纵缝虽有较大缝隙，却遭到了很大冲撞。例如，二轧车间原料跨支承天沟的钢挑梁与一炼钢车间成品跨柱头纵梁之间有4厘米的缝，地震时两者相撞，原料跨上柱被撞断。又如二轧车间原料跨与炉子跨之间缝隙为13.5厘米，屋檐板还被撞酥。

由上可见，厂房的纵向和横向防震缝宽度，在今后设计时可有区别，即前者应大于后者。

2. 多层工业建筑

唐钢多层工业建筑一般为三层，最多五层。结构形式有：低层为框架上层为铰接排架；低层为框架上层为砖房；或全框架结构。

低层为框架上层为铰接的厂房，主要震害表现为顶层排架柱的破坏或屋盖倒塌。

低层为框架顶部为砖房的建筑主要震害表现在顶部砖房的严重破坏或倒塌，如唐钢球团车间的棒磨房和成球间等。实质上，这种房屋相当于砖屋，不过冶金厂框架建筑的顶层砖房常为皮带廊，较空旷，对抗震而言，较一般砖房更为不利。

框架建筑有因刚度布置不均匀而遭到严重破坏的。如唐钢石灰石筛分车间，是一座五层钢筋混凝土框架建筑，第三层有两根柱子直接放在钢筋混凝土筒仓上，筒仓高度相当于两层框架，与其他柱子相比，这两根柱子的刚度特别大，地震时受力较大，结果筒仓顶部的第三层框架柱全部错断，以致第四层和第五层建筑整个下落在第二层的顶面上。若将筒仓与框架柱分开，刚度布置均匀，则可能不致于出现这种严重破坏。

3. 构筑物

唐钢近2万立方米的高位贮仓，有90%遭到严重破坏或倒塌，晾水塔有80%遭到严重破坏，砖烟囱全部破坏或倒塌，3个砖筒支承水塔倒塌2个，3个砖通廊倒塌1个、严重破坏2个，有的转运站和沉淀池因砂土液化产生很大倾斜。

高架钢筋混凝土贮仓和晾水塔的破坏，主要是柱子抗震强度不够，柱子上下端开裂、露筋，贮仓柱子破坏严重者倒塌。在10度区，对这类结构适当设置柱间支撑可能得到经济合理的效果。钢贮仓有两组全部倒塌，主要原因之一是原设计考虑不周，即使在静荷载下，

安全系数也达不到规范要求。地下贮仓抗震性能较好，三个半地下贮仓震后都完好。

钢筋混凝土支架的砖通廊，上部砖墙的上下端均出现通长的水平裂缝，濒于倒塌，有一个通廊砖墙全部倒塌，支架基本完好。通廊与转运站或与其他建筑物相接处，一般都出现拉撞破坏，如转运站的框架柱和砖墙都挤坏，支承通廊的牛腿和横梁都出现斜裂缝或牛腿局部酥裂。

二炼钢车间的一个转运站由于砂基液化，柱子不均匀沉陷，转运站顶部沿通廊方向侧移20厘米，一侧通廊插入转运站，另一侧通廊随此转运站倾斜，而该通廊与另一转运站相连的支座联结螺栓剪断，拉出20厘米，通廊几乎坠落。

二炼钢车间两个圆形沉淀池，震前紧密相连，但因砂土液化各向相反方向倾斜，顶部相互位移20厘米。

砖烟囱破坏很普遍，而且震坏后常因修复困难，拖长复产时间。因此，对已有的砖烟囱，在震前应很好加固；对中、低烈度区的砖烟囱的设计，应加强抗震措施；在高烈度区应尽量采用钢筋混凝土结构。

加强抗震工作的几点意见

我国是多地震国家，目前正处于地震活动期，就冶金系统来讲，不少钢铁、有色冶金企业和矿山在强地震区，根据中央“预防为主”的方针，加强抗震防震工作是十分迫切的战斗任务。我们根据唐山地震的一些经验教训，提出以下几点意见，供参考。

1. 在党的一元化领导下，建立健全抗震组织，大搞群众运动，认真贯彻“预防为主”的方针

搞好抗震防震工作的关键是在毛主席革命路线指引下，加强党的领导，认真贯彻执行“在党的一元化领导下，以预防为主，专群结合，土洋结合，依靠广大群众，做好预测预报工作”的方针。处在地震区的各企业的抗震组织必须健全和加强。

抗震防震机构的任务，首先要教育广大职工，树立“人定胜天”的无产阶级革命精神和舍己为人的高尚品德，学习抗震救灾英雄模范人物的先进思想；第二，普及地震知识，培训排险抢修骨干；第三，组织对房屋设备和构筑物的鉴定加固工作。为了减少损失，还要从生产操作上，制订应急措施，防止次生灾害。达到震前有准备，震时不慌乱，震后有办法。

贯彻执行以预防为主方针，须对不合抗震要求的建筑物和构筑物，分别情况进行加固处理，以避免或减少地震中的伤亡及损失，这对保证正常生产或缩短震后复产时间有很大意义。而且，震前加固也较震后修复经济得多。

2. 坚持正确的抗震设防标准

唐山地震中人员的伤亡多由于住房倒塌。现行抗震设计规范中，住房列为一般建筑物，“设计烈度可比基本烈度降低一度。”我们认为，这条规定需要重新考虑。

冶金生产连续性强，生产一环扣一环。唐钢、天钢及迁安铁矿在本次地震中，主厂房、主要生产设备基本完好，但辅助车间和水电风油气系统损坏严重，迫使全厂停产。因此我们认为：在冶金企业中，临时建筑不设防；对于贮存不重要或不易砸坏的物资贮备仓库和其他次要建筑物，设计烈度按基本烈度降低一度采用，但基本烈度为7度时不降；一般生产和生活用房的设计烈度均按基本烈度采用；对于地震时不能中断使用的水、电和通

讯系统中的主要建筑物和关键部位，对于医院和设置有很贵重仪器和设备的建筑物，对于重要的冶金炉和地震时易产生严重次生灾害的建筑物（例如尾矿坝、液氯库、液氧罐和油库等），应认真对待。

3. 高烈度地震区在目前也可推行以钢筋混凝土结构为主的技术方针

地震区合理的建筑设计，应该做到设计烈度下不坏，即基本完好或只受轻微损坏，在遇到超出设计烈度1~2度的意外强震袭击下不倒塌。按照这个设计思想来衡量，钢筋混凝土结构是能满足抗震要求的，唐钢的建筑过去未予设防，这次地震，在10度的强震下钢筋混凝土厂房倒塌的面积只占5%，而其倒塌的原因，又主要是节点、上柱和天窗架支撑，以及整个结构布置不符合抗震原则。经过改进，不用增加多少投资，即可达到抗震的要求。砖石结构抗震性虽然较差，但经过合理的抗震设计，也能够满足广大地震区的要求。

在目前钢材供应不足的情况下，不宜普遍地大量采用钢结构，而应采用改进了抗震设计的钢筋混凝土结构。对于抗震要求比较高的厂房，可采用钢屋架，其它仍用钢筋混凝土结构即可。

工业厂房的围护墙应尽量采用轻质板材、大型墙板。用砖墙时，加强联接、提高砂浆标号，加密圈梁，单跨时采用嵌砌墙，对提高墙柱的抗震能力有好处，但在柱顶与屋架联接处要采取适当措施。

总之，要认真贯彻鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义的总路线和独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的方针。我们认为在地震区建设中，目前仍可采用以钢筋混凝土结构为主的技术方针。

4. 大力发展适应抗震要求的建筑材料和施工技术

对于非保温的轻型围护结构，我们认为加筋石棉瓦资源丰富，建厂投资不多，生产效率高，使用效果好，应大力发展。在保温的轻质墙板及屋面板方面，可采用膨珠、陶粒、珍珠岩为骨料制作的保温板。对这些围护结构材料，有的要抓紧攻关，有的则宜结合工程需要，建立若干基地，大力生产，以满足建设需要。

发展钢筋混凝土结构，必须大力增加水泥生产，狠抓工业废料如冶金渣的综合利用。对于硅酸盐以外的建筑材料，有关单位应组织攻关，以满足日益发展的需要。

在改进装配式结构构件联接、提高施工质量的同时，要努力发展滑模、大模板等现浇混凝土施工技术，加速混凝土输送泵等现浇混凝土机械的研制和生产。抓紧混凝土减水剂的研究、试点、鉴定和组织生产。

5. 发展设备露天配置

为避免生产设备在地震时被倒塌的建筑物砸坏，发展设备露天配置是一条重要途径。

冶金工业设施的露天配置，不及石油化工工业。这种现象，部分是现有工艺要求，部分是由于缺乏露天设备，更主要的是由于思想上不够重视。如唐钢很多变压器就因沿袭惯例设于室内而被房屋倒塌砸坏。

设备露天必须有相应的设备和工艺，这种设备和工艺以往有过一些，但没有得到重视和推广，或推行一阵，遇到困难，又退了回去。如露天的锅炉、电站、泵站、栈桥等都曾用过，很多有色冶金企业的槽罐都可露天放置。我们认为设备露天配置是一项重大的生产工艺改革，建议有关部门组织工艺、设备制造和土建设计人员共同攻关，以逐步扩大工厂露天生产的范围。

6.加强建筑物和构筑物抗震科学研究，修订和制订必要的抗震设计施工规程

辽南地震、唐山地震对冶金建筑抗震科学研究提出了迫切的要求，目前特别需要研究解决下列几方面的问题：

（1）工程地质与地震破坏力的关系，研究小区划分，正确选择地震区厂址和建筑场地，合理布置总平面。

（2）冶金建筑在地震作用下的破坏机理，提出建筑物和构筑物有效的抗震措施，发展抗震设计的理论和方法。

（3）地基（包括桩基）对建筑物在地震中的效应；防止软弱地基、砂土液化地基失效导致建筑物和构筑物破坏；研究尾矿坝的抗震问题。

（4）研究总结冶金建筑震前加固、补强的经验。

（5）探测地下管网震坏的仪器和方法。

（6）为了正确贯彻中央对抗震工作的方针，在冶金企业中必须修订和补充制订必要的抗震设计施工规程和规范。

（7）审定补充现行构配件标准图，以适应抗震要求。

（一九七六年十一月）

关于地震与工程地质方面 几个问题的初步认识

昆明冶金设计院勘察处 李鸿翔

我国处在世界两大地震带之间,是一个多地震的国家。而云南、四川西部地处喜马拉雅山——地中海地震带中,是全国地震最多的地区之一。目前我国正处在地震活动的高潮期,仅云南及四川西部,自1970年通海发生7.7级地震以来,1971年4月28日云南思茅,1973年2月6日四川炉霍,1974年5月11日云南永善、大关,1976年5月29日云南龙陵、潞西,1976年8月16日四川松潘、平武,1976年11月7日云南宁蒗、盐源等地,发生6.5~7.9级地震。此外还有许多小于6级的地震。

伟大领袖毛主席、党中央对地震工作十分关怀,敬爱的周总理,英明领袖华主席给我们制定了地震工作的方针,指明了地震工作的方向,使我国地震地质工作得到了很大的发展,积累了不少经验,取得了很大的成绩。但由于“四人帮”的干扰和破坏,影响了毛主席、党中央制定的方针的贯彻,在地震方面给我国的社会主义建设和人民生命财产带来了很大的损失。

经过这么多强烈地震的考验,也使我们更深刻地认识到认真贯彻执行毛主席、党中央“以防为主”的地震工作方针,是关系到贯彻落实伟大领袖毛主席“备战、备荒、为人民”伟大战略方针的问题。特别是我们工作的云南、四川西南地区,地震活动频繁,震源浅,强度大,在这样的地方搞冶金工业,如何做好防震、抗震工作,完成好上级交给的勘察任务,为冶金工业选好场地、当好尖兵,也是我们当前面临的一个新的课题。

下面就搜集到的各兄弟单位的资料,结合云南及川西南工程地质与地震特点,谈几点粗浅的看法。

一、地震与地质构造的关系

云南、川西南地区发生强烈地震,多数是构造地震,即与地质构造有密切的关系。如1966年东川6.5级地震,发生在南北向小江断裂与北西向东支断裂的交汇处,震中在猴子坡、绿毛塘一带(图1);1973年四川炉霍地震是发生在北西向鲜水断裂带上;1970年通海地震,发生在北西向的曲江断裂带上,这里是山字型、康藏歹字型、南北向和东西向构造的复合部位(图2)。

总的看来,本区较强烈的地震,特别是震中烈度为9度以上的地震,多发生在新生代以来强烈活动的南北向、北西向深、大断裂的某些部位,这些部位多为不同方向多组构造体系的交汇处;活动性构造的端点、走向急骤拐弯处;新生代断陷谷、断陷盆地;隆起构造边缘与沉陷构造的交接区。

发震断裂控制了地震的分布,也控制了烈度的分布。如东川地震烈度线及余震震中,

Q	第四纪粘土
T	三迭纪红层
P ₂	古生界地层
Z	震旦系
P ₂	前震旦纪昆阳群
	輝長岩
	地震引起的地裂
	被震塌两节之烟囱
	地震产生之下降泉
	地震产生之间歇性上升泉
	地震产生之湧水区
	強地震震中分布区普遍产生地裂及滑坡
	地震波及区地震少見房屋产生裂缝少或倒塌
	Ⅵ度震中
	Ⅳ—Ⅴ度震中
*	宏观震中
△	地震台

图 1 东川地震地质略图

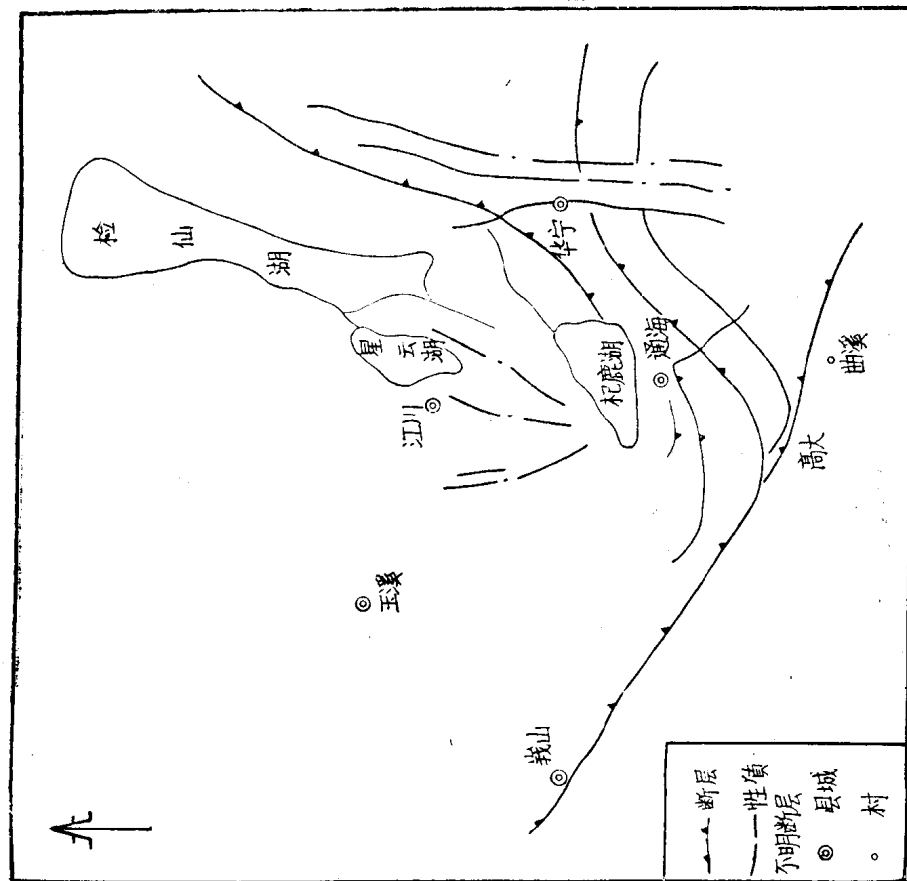


图 2 断层分布示意图

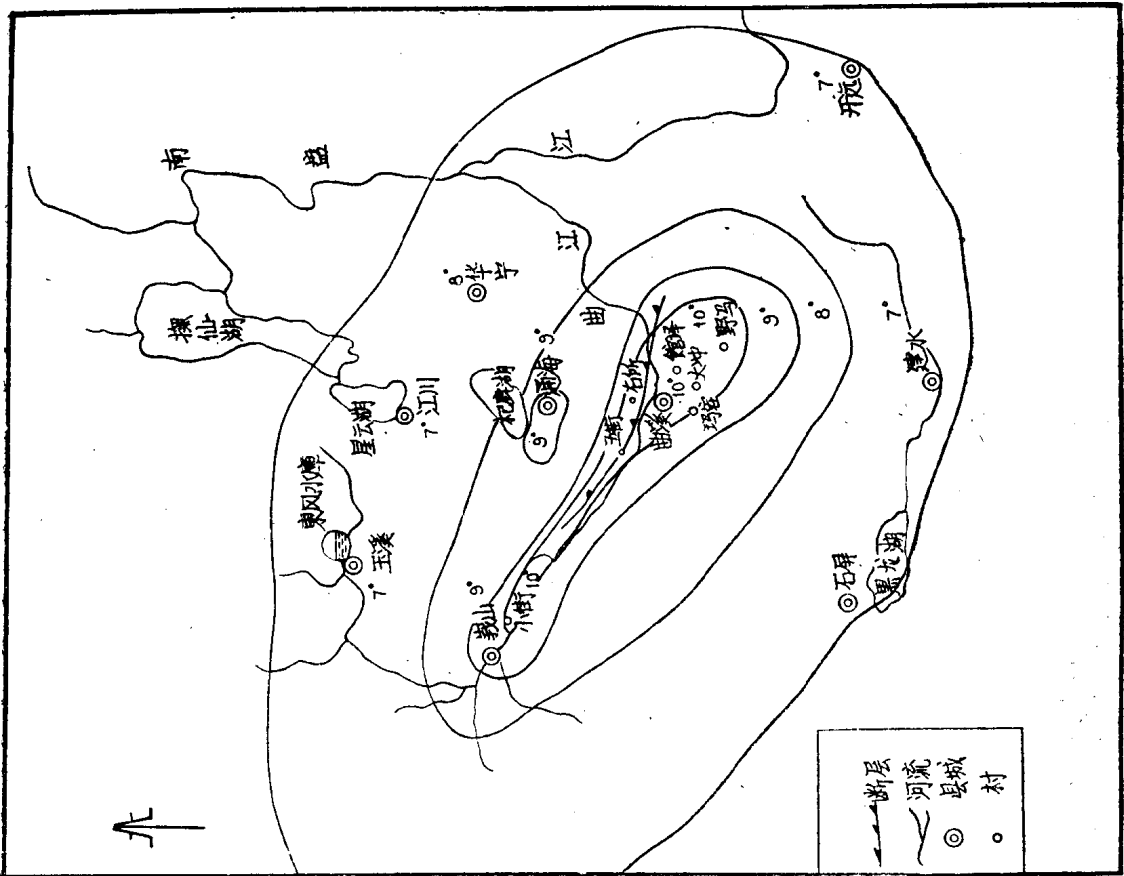


图 3 通海地震烈度分布示意图

与主要发震断裂有直接关系的断层或断层破碎带，由于主震时，沿这些断层也有能量的释放，使地震烈度比周围高1~2度。如通海地震时，绿冲河断层上烈度为8度，较周围6度区高2度，该断层与历史上的通海地震有关，且2月5日余震震中就位于此断层的正兴附近（见图4）。

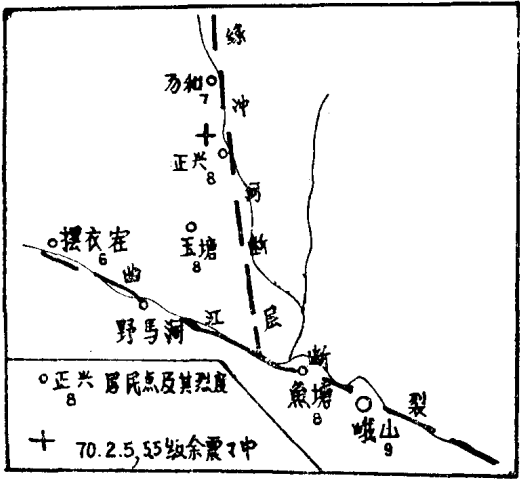


图4 通海地震2月5日余震震中位于断层示意

造成地表变形，使建筑和构筑物遭受严重破坏，其次是强烈地震波自发震断层向四周传递，能急骤破坏震中附近的建筑和构筑物，尤其是水平地震波对建筑物的破坏性最大。地表变形包括：发震断层两侧发生相对位移反映到地表产生的地裂缝，称为构造裂缝；沿河、湖岸边向水中位移的重力裂缝；滑坡、崩塌、塌陷等现象。位于这些变形地段的建筑和构筑物均遭严重破坏。如通海地震时，沿曲江断裂形成60余公里长的地裂带，带宽一般20~30米，最大水平错距2.4米，垂直错距1米多，地裂带内的建筑和构筑物全倒平。东川1966年地震时，在震中犀牛山以东大尖山村第四系坡、残积层中出现一组北50°~55°东，倾向北西，倾角75°的张扭性断层，地震后循该断层出现地裂，地裂附近有严重的岩石崩塌、空洞陷落、喷砂、冒水现象。位于余震震中的东川梭山村东南端，在冲积砾石、粗砂及下伏石炭系破碎灰岩中，连续出现十几条阶梯状断层，地震后沿断层线方向出现地裂缝，位于断层上的矽肺病疗养院和梭山村均遭严重的破坏（见图5）。

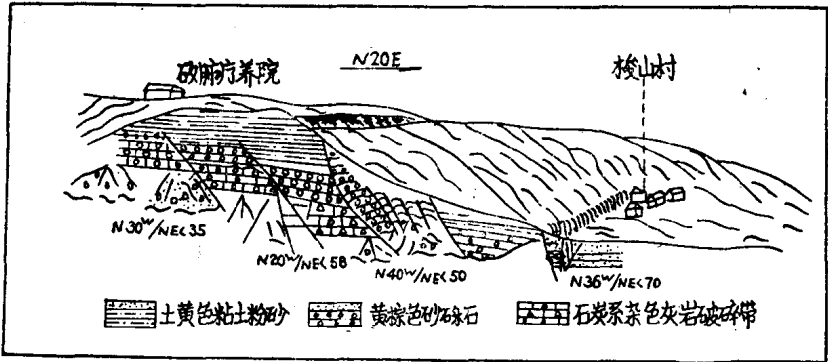


图5 东川梭山村阶梯状断层素描图

唐山地震时,位于主要活动断层安机寨~国各庄断层上的小山街,呈现最宽达3~4米,深1~2米的地裂缝,将建筑物拉开、切断了公路、毁坏了桥梁。

从发震断裂释放巨大的地震波,对震中及附近建筑物的剧烈破坏,在历次地震中屡见不鲜。西南地区如通海地震时,极震区(10度)内村庄、民房基本倒毁,仅剩断墙残壁。太平庄除靠山坡的房子还有一些木架外,其余全倒平。官驿除质量好的木架歪歪斜斜还保留一些外,其余全倒平。东川地震时,震中区的绿毛塘、玉碑地一带民房全倒平。

鉴于这些宏观现象,在云南、川西南地震强度大、震源浅、频度高的地区,新建厂址不宜建在新生代以来还剧烈活动的南北向、北西向深、大断裂与多组不同方向构造体系的交汇地带,特别不能建在南北向、北西向深大断裂带上的发震点附近,建筑物不能横跨发震断层破碎带。这些地段不仅烈度高,强烈地震对建筑物直接破坏性极大,特别是断层两侧相对移动,横跨断层的建筑物遭极严重的倒塌破坏,用一般的抗震措施亦无法解决。而且,这些地段次生灾害也比较严重,如地裂缝拉坏水管、煤气管道、输电线路,易造成次生灾害。

对于水工建筑物的坝址,不能选在活动断裂带上,特别是大型水库,如地震时强烈地震波可以使库内的水对坝产生较大动压力,坝坡产生滑移、坝体沉陷、垮塌或坝体被切开造成水灾。再则,水的渗透润滑断层,降低其稳定性,一方面会引起地应力的变化,也可能使历史上未发生过地震的地方引起地震,在历史上没有强震的地方产生强震,这种诱发地震对大型水库的建设应引起注意。如印度柯因那水库,1962年开始注水,当贮水量未达总库容的一半时,水库上小震频繁出现,到1967年12月水库发生6.4级地震,大坝遭严重破坏。我国广东河源新丰江水库,1959年10月蓄水,11月发生很小地震,当即严密监视地震的活动,并对大坝采取了加固措施。这样,1962年3月19日发生6.1级地震,105米高的混凝土坝才未遭破坏。辽南地震时,营口造纸厂水库,坝体被横向裂缝切开,库水冲开20米缺口,由于抢救及时,才未造成损失。所以,水库建设特别是大型水工建筑物坝址选择应引起重视。

地震与断裂有密切的关系,但并非所有断裂带或新生代以来具有强烈活动的断裂带的所有部位都有发震的可能,而地震,特别是强震仅是发生在新生代以来具有强烈活动的断裂带的某些部位,所以,经过详细的地震地质工作,认为没有发震构造背景的断裂带或活动断裂的部位,也不能排斥建厂的可能;再则,地震能量必定在地应力易于集中的地壳不均匀地段,尤其是十分不均匀的某些断裂带的交汇地带释放,造成地震。所以,一般两断裂之间完整的地块或活动性断裂的一侧,往往可视为相对稳定的地带,这些地带可选为新建厂址。如渡口就是这样的地方。

对于处在强震活动区,并已形成工业区的地方,新建建筑物场地应选在相对稳定的地段。如断裂带中岩石比较完整的地段,且建筑物朝向不应与断层垂直,以利抗震。我国抗震规范规定“对建筑物危险地段,一般是发震断裂带附近……”,并规定“不宜在危险地段进行建设”。即是指出在发震断裂带附近地震的巨大能量释放,对建筑物的破坏性极大,特别是位于发震断裂带上的建筑物,用一般抗震措施无济于事。对于发震断层带上的烈度,在烈度区划中从地震的破坏及能量释放方面已进行圈定,除特殊情况外,不应再提高,而对非发震断层,可作一般地基土考虑,其上的烈度更不应提高使用。

二、地形、地貌的地震效应

川西南、云南地区新生代以来地壳升降剧烈，多为高山峡谷，中间夹有一些沉陷盆地，俗称“坝子”，地形起伏较大，地貌比较复杂，地质岩性变化也十分悬殊。往往一个工业区有数百米或数千米的高差，繁多的地貌单元，地质岩性有数十种之多。如东川，新村标高仅1000米，而落雪的标高是3000多米，牯牛寨则更高达5000多米。地貌上有河谷流水地貌、构造地貌、构造剥蚀地貌等。地层除基岩外，还有残积、坡积、冲洪积、泥石流堆积等。岩性有岩石、大块碎石类土、砂、软土等。其它矿山也有类似的情况。强烈地震发生后，在极震区及波及区对不同的地形、地貌、地质岩性就有不同的反映，主要有以下几个方面。

1. 地震对坝区及山区的影响

从1970年1月5日通海地震及1941年耿马地震调查证明，除极震区外，在8度以下的地区，山区较坝区同一或相邻烈度区内，烈度常低1度以上(如图6、图7)。

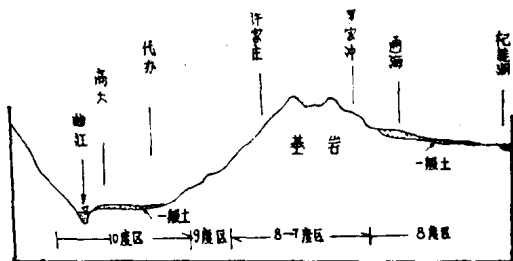


图6 山区与坝区烈度分布实例之一

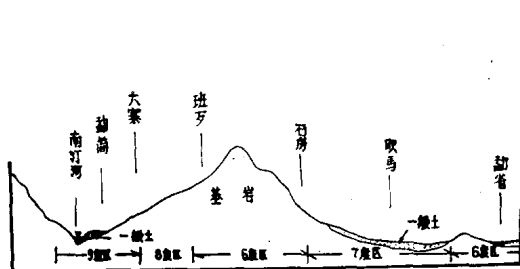


图7 山区与坝区烈度分布实例之二

2. 突出的地形、地貌地震效应大

陡坡地段，特别是非岩质陡坡，条状山脊，突出之山咀，高耸的孤山包，三面临水一面靠山的山包等地貌地震效应大，其上的建筑物破坏也较严重。

通海地震时，建水曲溪区的建水三中，位一孤立山丘（慈云山）的斜坡上，地基土在地表的3~4米为坡积粘性土，下为基岩，但校后有一几十米深切的冲沟，地震后校舍全部倒塌；而与之相距不远，平缓山坡上的大营村倒塌却为79%；洗澡塘位于四面环山的山凹中，倒塌占29%，其东南端房屋质量基本相同，但位于一高台地上的大冲，倒塌达91%；位于平缓山坡上的王马寨倒塌占31%，比紧邻东端山咀上的大红坡倒塌91%轻得多。

永善、大关地震时，位于狭长山梁上的芦湾六队，处于山梁端部的三栋民房全部倒塌，烈度达9度；中间处于鞍部的房屋仅出现局部倒塌，有一间土墙上裂缝也未见到，烈度呈现7度；而后部的房子又处于一孤立突出的山包上，有两栋全倒，其余局部倒塌或土墙严重开裂，烈度呈现8度；芦湾五队也有类似情况（见图8,a,b）。

位于金沙江边缓坡上的沙湾，村子最下部一四合院，土石墙草顶房，座落在高约2米的一小鼓包上，鼓包顶部大小与房屋基础相同，震后房屋全部倒塌，而该村其它房屋仅见轻微裂缝，烈度仅6度强。

东川地震时，震中猴子坡村位于两条河谷交汇处突出的山咀上，震后83%的房屋倒塌，而相距50米左右一洼地上的另一自然村仅受严重破坏。