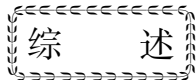


文章编号: 0253-3782(2004)04-0440-08



山西断陷盆地带与灾害高风险区^{*}

刘惠敏 苏桂武 邓 砚 高庆华

(中国北京 100029 中国地震局地质研究所; 中国北京 100029 科技部国家计委国家经贸委灾害综合研究组)

摘要 山西省是我国地震、洪涝、气象和地质灾害及农作物生物灾害等众灾频发的地区。研究表明,山西断陷盆地带的形成与发展,为这些灾害的孕育发生创造了有利环境和条件,致使盆地地区成为山西地震、洪涝、气象和地质灾害及农业生物灾害等众灾频发,且相互作用、相互强化最严重的地区;加之盆地地区恰是山西人口、工农业生产和社会经济财产最集中的部位,两方面因素的共同影响,使得该地区成为山西最严重的灾害高风险区。为了减轻山西省的自然灾害,保障其社会经济可持续发展,必须将盆地地区作为山西省的减灾重点区域,并进行综合减灾。

关键词 山西 断陷盆地 自然灾害 灾害风险 综合减灾

中图分类号: P315.2

文献标识码: A

引言

20 世纪 90 年代以来,随着对防灾减灾各方面问题认识的不断深化和国际减轻自然灾害十年(IDNDR)活动的逐步深入与扩展,灾害风险分析与风险管理工作在防灾减灾中的作用和地位日益突现。1999 年, IDNDR 科学与技术委员会,在其减灾十年活动的总结报告中,列出了 21 世纪国际减灾界面临的 5 个挑战性领域,其中 3 个领域与灾害风险问题密切相关:其一是综合风险管理与整体脆弱性降低;其二为资源与环境脆弱性;其三是发展中国家的防灾能力(Committee of the International Decade for Natural Disaster Reduction, 1999)。这表明,灾害风险研究乃是当前国际减轻灾害领域的重要研究前沿及挑战问题。

正确认识和恰当评价自然灾害给人类社会造成的风险,既是防灾减灾工作的基础环节,也是人类社会经济可持续发展的迫切需要。国内外大量的减灾实践表明,防灾减灾三大对策体系——监测预报体系、灾前防御体系和灾中(后)紧急救援体系,在时间域与空间域上的优化配置和有序建设,需要以正确的灾害风险分析为基本依据。同时,人类社会经济的可持续发展更是迫切需要知道在何时、何地、以什么方式和采取何种措施,才能经济有效地减轻灾害的限制与影响,而实现这一点的基础工作之一也恰恰是要对那时、那地的灾害风险问题有一个清醒的认识。由此可见,灾害风险研究还是实际的防灾减灾工作和实现社会经济可持续发展建设的基本依托。

山西是我国北方重要的工农业生产基地。但受当地地质、地形地貌、气候和水文条件

^{*} 国家“十五”重点科技攻关项目(2001-BA608B-13 及 2001-BA601B-04)和地震科学联合基金项目(102087)资助。
2003-12-09 收到初稿,2004-02-16 收到修改稿,2004-03-12 决定采用。

的影响,使得该省也是我国地震、洪涝、气象和地质灾害及农作物生物灾害等多种灾害频繁发生的地区.因此,需要在系统了解山西各类自然灾害发生发展条件和特点的基础上,用风险的理念认识灾害,才能最大程度地减轻灾害对该地区的不利影响,保障其社会经济的持续稳定发展.

1 山西断陷盆地带的发展与自然灾害

山西盆地带由大同、忻定、太原、临汾、运城盆地等 5 个面积较大的盆地组成,为汾渭地堑裂谷系的一部分,总体呈“S”形,诸盆地作雁行式排列.山西盆地带诸盆地受断裂控制,地堑两侧均发育有边缘大断裂,盆地内部断裂和隐伏断裂发育,大多为活动断裂,主要方向为 NNE-NE 向,次为 SN-NNW 向.由于在最新地质时期断裂和盆地发生了多次强烈活动,在盆地内发生了多次地震活动,而且盆地持续沉降,沉积了厚达 2 000~3 000 m 的上新世和第四系(邓起东等,1973;国家地震局《鄂尔多斯周缘活动断裂系》课题组,1988).由沉积建造反映的沉积环境说明该带气候发生过多 次干湿变化.另外,在这一时期内发生过多 次玄武岩喷发(李祥根,2003).这些都表明该盆地地带是一个构造、岩浆及气候等自然变异强烈的地带.

山西盆地带的形成既提供了人类栖息集居的条件,也是工农业集中发展的场所.由于该带自然变异强烈,自古以来就是自然灾害频发的地区.本文汇集山西省及有关部门专家的研究成果,反映出山西盆地带有灾害种类多、频次高、强度大、相互作用强烈等特点,是历史时期山西省自然灾害最严重的地带.

2 山西主要自然灾害及其相互影响

2.1 地震灾害

山西地震带是中国大陆最著名的地震带(马宗晋,1993).自公元 1000 年以来,经历了 4 个地震活跃期.在第二、第三活跃期中,地震活动尤为突出,洪洞、临汾两次特大地震,时间间隔不足 400 a,震中距离不过几十公里(邓起东等,1973).连续两次特大地震发生在同一地区,这在世界上大陆内部也是很少见的.有史料记载以来,在山西境内共发生 83 次破坏性地震(图 1),其中 8 级地震 1 次,7 级地震 5 次,6 级地震 16 次,大部分发生在盆地地区(表 1).其中死亡 5 000 人以上的地震就有 8 次;1303 年洪洞地震死亡 20 余万人,1695 年临汾地震死亡 5.2 万人,1815 年平陆地震死亡 3 万多人《山西自然灾害》编辑委员会,1989),在当时人口远比现在稀少的情况下,其死亡率是非常高的.

地震之所以给山西人民带来巨大的灾难,除了震级大的特点外,主要是破坏性地震大都发生在人口稠密和经济发达的盆地地区.例如 1303 年洪洞 8 级地震的受灾范围包括山

表 1 历史上各盆地地震情况统计表(《山西自然灾害》编辑委员会,1989)

发震地点	M5~5.9	M6~6.9	M7~7.9	M8	地震总数
大同盆地	4	2			6
忻定盆地(含灵丘)	7		4		11
太原盆地	16	2			18
临汾盆地	9	5	1	1	16
运城盆地(含灵宝)	5	3			8
占全省地震总数百分比	64%	86%	100%	100%	71%

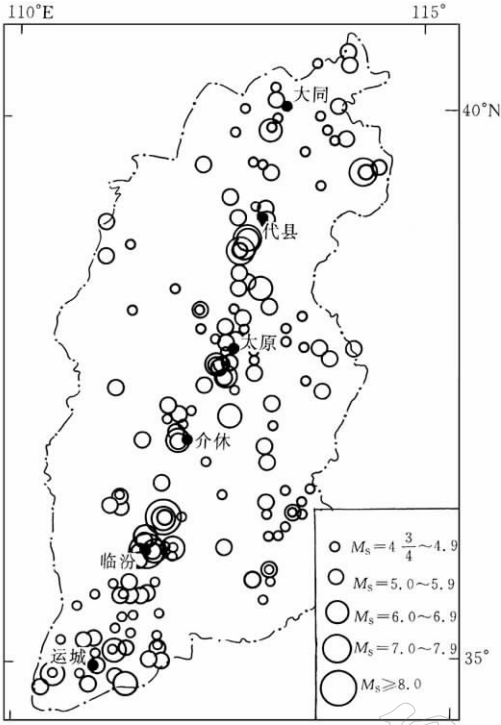


图 1 山西历史 $M_s \geq 5$ 以上地震分布图

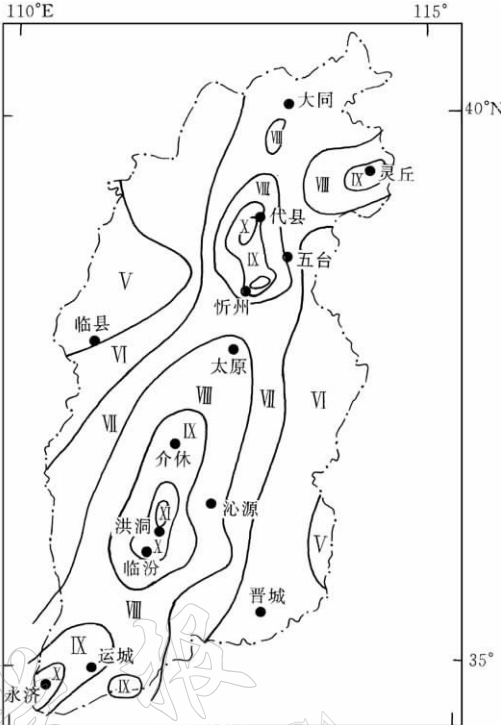


图 2 山西历史地震综合等震线图

(引自《山西自然灾害》编辑委员会, 1989)

西南部、中部、东南部, 以及晋、陕、豫交界的部分地区, 南北长 500 km, 东西宽 250 km, 从平遥古城到曲沃长 200 km 的盆地范围内是受灾最重的地区. 从地震综合等震线图来看(《山西自然灾害》编辑委员会, 1989; 图 2), 地震的重破坏区(即高烈度区)主要分布于各个盆地, 其中临汾、洪洞、运城、代县等盆地的中心区破坏最为严重. 现在依稀可辨的著名的赵城郗堡地滑就是 1303 年地震形成的. 地面产生大规模的崩塌、滑坡、地裂缝和喷水冒沙, 使灌溉临汾盆地的利泽渠彻底毁坏. 在这一次地震中人员伤亡惨重, 如吉县《大帝庙碑》曾经有过“河东地震压杀者二十余万人、屋之存者什之三、四”的记载; 万历《临汾县志》曾记载“于时死者二十余万人, 祸甚惨毒”; 孝义县贾家庄园墓砖壁上对这次地震记载着“倒尽房屋, 土平、人民均死无人埋葬”的悲惨景况(《山西自然灾害》编辑委员会, 1989).

2.2 地质灾害

地质灾害是地质体受内部环境或人为因素影响产生的位移、变形造成的灾害. 山西是我国地质灾害种类较多的省份之一, 其中分布比较广的有地裂缝、滑坡、崩塌等灾害.

1) 地裂缝. 山西地裂缝大都沿着盆地带发育. 自 20 世纪 50 年代以来, 山西盆地带及其周边地区地裂缝逐渐增多, 晋南 29 个县中有 19 个县出现地裂缝. 临汾下院、洪洞万安、翼城老关庄和侯马张家庄于 1970~1983 年先后出现地裂缝, 缝长 5~100 m, 宽 3~50 cm. 同一时期运城 13 个县有地裂缝, 裂缝分布带长达几十公里, 绛县、平陆、垣曲也发现地裂缝. 1974~1978 年榆次发现 29 条地裂缝, 一般长 2~100 m, 宽 1~20 m. 1976~1978 年太谷多处发生地裂缝. 1982~1984 年大同地区在天镇、浑源、大同都发生地裂缝, 大同机车厂地裂缝使 10 余座楼房、290 户居民受灾.

2) 滑坡. 山西境内的滑坡种类多、分布广, 有些则成群出现. 滑坡主要分布在各大盆地的边缘和山间盆地内. 由于现代盆地是在新生代松散沉积体上发育的, 所以在复杂地形广布的情况下, 滑坡在单位面积上分布密度大, 一般每平方公里内有十几个, 最多可达二三十个.

3) 崩塌. 可分为岩体和土体崩塌. 岩体崩塌主要分布在汾河、滹沱河、清漳河等河流所流经的狭谷段, 由于石灰岩卸荷与风化作用, 垂直裂隙不断加宽加深, 失去平衡造成崩塌. 土体崩塌则比较广泛, 这些崩塌大多产生在中更新统和上更新统冲洪积黄土状亚粘土中, 有些与地震滑坡一起堆积在大河谷当中, 阻塞了河流, 引起次生灾害.

2.3 气象灾害

1) 干旱灾害. 已有研究表明, 山西省大部分地区属于我国北方夏季风边缘区(苏桂武, 史正涛, 1992; 苏桂武, 张林源, 1998)的一部分. 季风气候的特点是年际变异性大. 郭其蕴(1983)用海陆垂向气压差研究了东亚夏季风强度的年际变化, 并依此推断 1951~1959 年为夏季风正常年, 1960~1966 年为强夏季风年, 1967~1980 年(除 1973 年)为弱夏季风年. 位于季风边缘区的甘肃陇中, 气象干旱有 3 a, 10~13 a 和 35 a 等周期或准周期(白肇烨等, 1988); 晋北、晋中和陕北的气象干旱周期则分别为 2, 5, 16.5 a 以及 5, 25, 50 a 等(钱林清等, 1991). 因北方气象干旱原因主要为夏季风降水异常减少. 上述研究表明, 夏季风活动也存在着某些周期或准周期现象; 再加上季风环流的随机振荡和季风环流的边缘效应的影响, 我国北方季风边缘区季风环流的影响变化更大, 不仅有迟有早, 而且强弱变化显著. 降水波动是季风波动最主要和最直接的结果, 也是本地区气象灾害, 特别是干旱灾害产生的主要原因. 吴永莲等(1989)研究表明, 华北(包括山西)盛夏强季风年由外来水汽输入形成的降水占 83.3%, 而弱季风年只占 68.9%. 可见降水变异之大.

在多变的夏季风环流的影响下, 山西省的干旱灾害十分频繁. 公元 500 年以来, 山西境内春旱几乎年年发生, 大旱主要发生在公元 536~537 年、612 年、687~688 年、962~966 年、1072~1076 年、1211~1213 年、1291~1292 年、1342~1347 年、1427~1428 年、1484~1488 年、1585~1587 年、1609~1612 年、1634~1641 年、1720~1722 年、1804~1805 年、1875~1878 年、1899~1900 年、1928~1929 年、1965 年、1972 年和 1978 年等. 干旱分布的范围主要以中部的运城、临汾、太原、忻定、大同等盆地的中心区最为严重.

2) 低温冷冻灾害. 冬季风环流——寒潮及其它级别冷空气活动是我国各类低温冷冻灾害产生的气候原因. 山西省地处我国北方, 是寒潮等冷空气影响的前哨. 寒潮等冷空气作用频繁而强烈. 其中仅春、秋两季强度达寒潮级别的冷空气作用于山西北半部的机率就分别高达 40.9% 和 60.0%. 寒潮等冷空气的强烈影响使山西地区, 特别是其中部和北部地区的低温冷冻灾害十分严重, 是我国低温冷冻灾害的重灾区之一.

3) 其它气象灾害. 受地形地貌、气候和生态环境的影响, 暴雨、冰雹、大风(包括沙尘暴)等灾害在山西也很严重.

2.4 洪涝灾害

山西多变的夏季风环流, 一方面使该地区干旱灾害严重, 另一方面也使该地区的洪涝灾害时有发生. 这主要是由于该地区的季风降水主要集中在夏、秋两季, 且又常以暴雨形式出现所致. 在山西, 一般性洪涝灾害的覆盖面积不如干旱范围大, 但是遇上大的洪涝灾害在全省范围内造成的危害还是很严重的. 例如, 1981 年洪水使得全省 55 个县 300 个公

社遭受洪涝灾害,受灾面积 80 万亩,冲毁土地 2 万亩,冲垮河堤 98 km,渠道 27 km,死 54 人,毁坏各种水利工程 200 多处,桥梁 24 处,塌房 5 500 间,冲走粮食 38 万公斤。此外,由于山西省特殊的地貌景观格局的影响——既有太行山及吕梁山分别斜贯山西省东、西两部,又有恒山、五台山、中条山等一系列山脉呈 NE-SW 向排列,使得山西各河流的水文等自然条件差异较大,洪涝灾害分布也有明显的地区差异性,且这种差异性显著地受盆地分布和盆地地形所控制,从而使各断陷盆地地区是山西洪涝灾害最为严重的地区。

2.5 农作物病虫草鼠灾害

据调查统计,山西省的农作物病虫草鼠灾害集中出现在盆地农业区,不仅历史久远而且种类繁多,发生频繁,危害严重。在山西境内共发生农作物病虫草鼠灾害有 1 000 多种,其中病害 400 多种,虫害 600 多种,鼠害 30 多种,农田杂草 200 多种。据统计每年因病虫草鼠灾害减收粮食 5~6 亿公斤,棉花 1 000 万公斤,还有水果、蔬菜等,严重地影响和制约着山西农业生产和经济发展。

2.6 各类自然灾害之间的相互影响与相互作用

山西省不但地震、地质、气象、洪涝、农作物病虫害、土地退化和水土流失等各单类自然灾害严重,而且这些灾害还常常交织在一起相互影响、相互作用,甚至相互强化,从而进一步加重了各类灾害对该地区的影响。其中,最常见和最显著的相互作用、相互强化作用是各类灾害链和灾害群的产生和发展。灾害链(包括群发和串发两种,其中前者就是灾害群发)产生的原因是:能量守恒、转化、传递和多途分配规律(郭增建,秦保燕,1989)。我国山西活跃的地质构造、复杂破碎的地形地貌、多边的天气气候系统、松散的地表第四纪沉积物和脆弱的生态环境等等,都强化了灾能的转化、传递和再分配及多途分配现象,因而各类灾害链(或灾害群发)更易产生,主要包括地震灾害链、干旱灾害链、暴雨灾害链和寒潮灾害链。

地震灾害链(群),可以临汾盆地的古地震作用为例,笔者 1986 年在作“山西中部地区古地震研究”时,根据前人的研究和当时的野外考察,在该盆地内发现了大量的地震断层、崩塌、滑坡、滑移、地裂缝、沙土液化、塌陷、堰塞湖等不同类型的古地震遗迹,这些古地震遗迹的大量存在表明各类地震灾害链(群)在该盆地历来就十分发育。同时,历史地震文献资料对该盆地的地震灾害链现象也有大量记载。

3 山西自然灾害高风险区的初步划分

3.1 自然灾害风险的概念内涵

何为风险,目前学术界尚无统一定论。经济学界,特别是保险行业广泛使用的“风险”,通常定义为损失的不确定性,一般借助概率论中的概率分布或概率密度(函数)加以描述。例如将风险描述成如下数学形式(式(1)),认为当损失概率为 0 或 1 时,风险为 0;当损失概率为 0.5 时,风险最大。

$$R = \frac{\sqrt{np(1-p)}}{n} \quad (1)$$

式中, R 为风险(risk), n 为损失风险单位数, p 为损失概率。

在灾害科学研究中,自然灾害风险目前一般被描述成自然灾害发生及造成损失大小的可能性和不确定性,通常认为灾害风险大小是灾害强度及其发生概率、承灾体脆弱性和人

类社会防灾减灾能力等几方面变量的函数(式(2));同时还认为,灾害风险的大小是随灾害发生概率的增大而增大的,即,灾害发生概率为 0 时,灾害事件是不可能事件,因此灾害风险为 0;而灾害发生概率为 1 时,灾害事件是必然事件,灾害风险最大.对比分析可知,这一点与经济学和保险学意义上的风险是有差别的.

$$R = f(M, P, V, Z_x) \quad (2)$$

式中, R 为风险(risk), M 为灾害强度(magnitude), P 为灾害发生概率(probability), V 为承灾体脆弱性(vulnerability), Z_x 为人类社会的防灾减灾能力.

3.2 自然灾害风险的分析方法概述

对于灾害风险分析而言,如果能从风险形成的角度出发,研究确定出灾害风险的上述理论函数式(2),那自然是完整和理想地描述了灾害风险.不过,在灾害科学现有的发展水平上,要确切给出这样的函数并非易事.

关于如何分析和评价自然灾害风险,目前的方法常因不同的学科背景、不同的研究角度等而有所不同.就不同的学科背景而言,如地震部门中的地震(烈度)区划工作,目前普遍采用的方法是基于地震地质学、地震学、工程地震学和概率论与数理统计的综合概率方法(胡聿贤, 1990; Giardini *et al*, 1999),滑坡、泥石流危险性分析多以模拟实验和多指标综合评判方法为主(刘希林, 唐川, 1995; 钟敦伦等, 1998),洪水灾害风险的分析则以历史洪水灾害调查和数值模拟方法为主(刘树坤等, 1993),森林火灾危险性分析主要是基于林火形成机制的多指标综合评判方法(王栋, 2000)等等.这些不同学科或部门用不同方法分析得到的成果,虽然均是相对于不同种类灾害的危险性而言的,但这些成果无疑为人们了解一个地区的灾害风险大小,提供了基本依据;同时各部门所采用的灾害危险性分析方法,也为进一步的灾害风险分析提供了方法论基础.

另一方面,研究或讨论问题的角度不同,灾害风险分析所采用的方法往往也有很大差异.比如,风险载体的类别不同,其主要分析方法也是多种多样的.这一点在我们以往的研究中已有总结(苏桂武, 高庆华, 2003),这里不再赘述.

总之,如何描述自然灾害风险,除上述理论函数式(2)外,人们还从实际情况出发,依据不同的服务目标,发展了一系列不同的方法和手段.例如,主要为房屋等建筑物建设服务的地震(烈度)区划之综合概率方法,为了解某林区森林火灾潜在危险大小的林火发生可能性之多指标综合评判方法等等.这些方法组合在一起极大地丰富了自然灾害风险分析的学术内涵和技术途径.

3.3 山西省自然灾害高风险区的初步划分

如前所述,山西省各类自然灾害严重,且相互作用、相互强化现象明显,是该省社会经济持续发展的重大制约因素.为了最大限度地减轻灾害对该地区社会经济建设的不良影响,首先需要对该地区的灾害风险情况有一个概况性的综合了解.为此,我们基于“历史灾害类比”和“数理统计”等方法,对该地区未来一段时期内的综合自然灾害风险进行了初步分析.

第一步,依据该地区的历史灾害资料和部分前人的工作成果,统计该省不同地区各类灾害的频次和强度.

第二步,依据不同强度的同类灾害的灾害损失率(如不同地震烈度下的同类房屋损失率)或历史灾害损失程度对比(如不同强度干旱造成的灾害损失对比等等)为权重,对上述统计得到的不同地区、不同种类和不同强度灾害的频次进行加权和评判.经过这一过程得

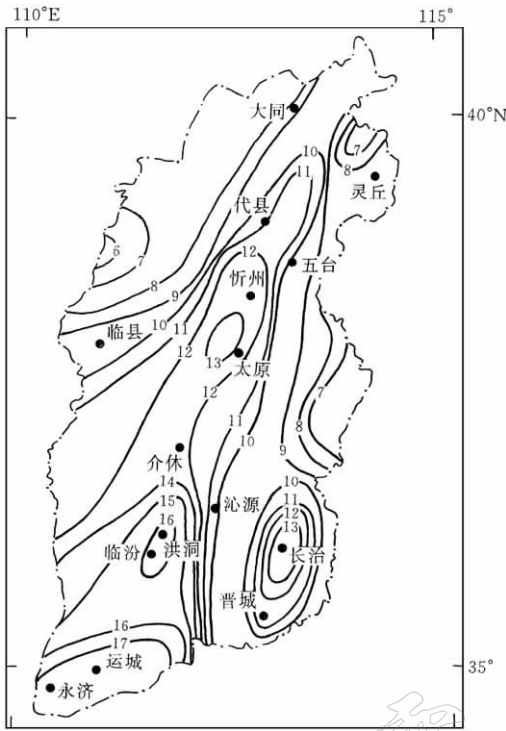


图 3 山西历史自然灾害综合等效频度略图

到的“频次”已经不再是步骤一中频次之单纯的次数概念，而是将“强度与损失”隐含在其中的一种加权频次，我们将其称为“等效频次”。

第三步，步骤二得到的等效频次是相对于各个单类灾害而言的，为了了解该省多类灾害造成的综合灾害风险，再以该省各类自然灾害造成的灾害损失对比，对第二步得到的不同地区各单类灾害的历史“等效频次”进一步加权和评判，就得到了该省不同地区历史时期的自然灾害“综合等效频次或等效频度”。依据“历史和现在是认识未来的钥匙”原则，这里得到的各地综合等效频次或综合等效频度，就大体反映了该省不同地区未来一段时期内的灾害风险及其区域差异的整体状况。

依据上述工作得到的各地综合等效频次或等效频度，编制出了山西省历史自然灾害综合等效频度略图(图 3)。从图 3 可知诸盆地地区恰是山西省自然灾害风险最严

重的地区。其中，运城盆地和临汾盆地的综合自然灾害风险最大，历史灾害综合等效频度在 16 以上；其次为忻定盆地和晋中盆地；再次为大同盆地区。而这些盆地的周边山地地区的历史灾害综合等效频度，则要比盆地地区小得多，一般为 9 以下，部分地区仅为 6。

4 主要认识和减灾对策

山西多种自然灾害的分布特征表明，这些自然灾害并不是孤立存在的，它们往往在某些地区集中出现而形成“灾害群”，加之盆地地区是社会人口、经济、财产最集中的地区，因而成为了山西自然灾害风险最高的地区。

基于上述认识，我们认为应该将盆地地区列为山西减灾的重点区域；并从盆地的发生和发展的历史研究各种自然灾害的灾变规律，加强监测、预报，制定针对地震、洪涝、干旱、地质、农业病虫害等各种灾害的综合减灾对策，特别是增强盆地地区的防灾减灾能力，增强人民的减灾意识，减少人为致灾作用。只有盆地地区有效地减轻灾害，才能使山西省以减灾促发展，使山西经济有较大的发展。

参 考 文 献

- 白肇烨, 徐国昌, 孙学筠, 等. 1988. 中国西北天气[M]. 北京: 气象出版社, 158~164, 204~210
邓起东, 王克鲁, 汪一鹏, 等. 1973. 山西隆起区断陷地震带地震地质条件及地震发展趋势概述[J]. 地质科学, (1): 37~74
国家地震局《鄂尔多斯周缘活动断裂系》课题组. 1988. 鄂尔多斯周缘活动断裂系[M]. 北京: 地震出版社, 84~90
郭其蕴. 1983. 东亚夏季风强度指数及其变化的分析[J]. 地理学报, 38(3): 207~216

- 郭增建, 秦保燕. 1989. 灾害物理学[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 117~121, 165~166
- 胡聿贤. 1990. 地震危险性分析的综合概率法[A]. 见: 胡聿贤主编. 地震危险性分析中的综合概率法[C]. 北京: 地震出版社, 1~8
- 李祥根. 2003. 中国新构造运动概论[M]. 北京: 地震出版社, 156~161
- 刘树坤, 杜一, 富曾慈, 等. 1993. 全民防洪减灾手册[M]. 沈阳: 辽宁人民出版社, 226~248
- 刘希林, 唐川. 1995. 泥石流危险性评价[M]. 北京: 科学出版社, 1~93
- 马宗晋. 1993. 山西临汾地区的地震研究和震灾预评估与预防[A]. 见: 马宗晋主编. 山西临汾地震研究与系统减灾[C]. 北京: 地震出版社, 1~10
- 钱林清, 郑炎谋, 郭慕萍, 等. 1991. 山西气候[M]. 北京: 气象出版社, 155~166, 191~200
- 《山西自然灾害》编辑委员会. 1989. 山西自然灾害[M]. 太原: 山西科技教育出版社, 253~265
- 苏桂武, 史正涛. 1992. 中国季风边缘区自然灾害的特点与区划[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 28(5): 212~218
- 苏桂武, 张林源. 1998. 试论我国北方季风边缘区自然灾害的成灾环境与成灾过程[J]. 中国沙漠, 18(1): 1~9
- 苏桂武, 高庆华. 2003. 自然灾害风险的行为主体特性与时间尺度问题[J]. 自然灾害学报, 12(1): 9~16
- 王栋. 2000. 中国森林火险调查与区划[M]. 北京: 中国林业出版社, 1~20
- 吴永莲, 涂美珍, 吴宝骏. 1989. 华北盛夏强弱季风年的对比分析[J]. 地理科学, 9(3): 213~219
- 钟敦伦, 王成华, 谢洪, 等. 1998. 中国泥石流滑坡编目数据库与区域规律研究[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 32~72
- Committee of the International Decade for Natural Disaster Reduction. 1999. *Final Report of the International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR)* [R]. <http://www.idnдр.org/stcrep.htm>
- Giardini D, Grünthal G, Shedlock K M, et al. 1999. The GSHAP global seismic hazard map[J]. *Annali Di Geofisica*, 42(6): 1 225~1 230

THE DOWN-FAULTED BASIN ZONE AND HIGH DISASTER RISK ZONE IN SHANXI PROVINCE, CHINA

Liu Huimin^{1,2)} Su Guiwu^{1,2)} Deng Yan^{1,2)} Gao Qinghua^{1,2)}

1) *Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China*

2) *The Integrated Research Group on Disasters under Ministry of Science and Technology, State Planning Commission and State Economic and Trade Commission of China, Beijing 100029, China*

Abstract: Shanxi Province is a region with frequent occurrence of earthquakes, floods and waterlogging, meteorological and geologic hazards, and agrobiohazards in China. The study shows that the formation and development of the down-faulted basin zone in Shanxi Province provides an available condition for preparation and occurrence of these hazards, so that the basin zone becomes an area with frequent occurrence of the hazards, such as earthquakes, floods and waterlogging, meteorological and geologic hazards and agrobiohazards in Shanxi and with their most serious interaction and mutual intensification. Moreover, the basin zone is an area with dense population and most concentrated industrial and agricultural productions and social-economic property in Shanxi. The comprehensive effect of the two factors caused the zone to be a high natural disaster risk area in Shanxi. For reduction of natural disasters and ensuring the sustainable social-economic development in Shanxi, it is necessary to regard the basin zone as an important area for disaster reduction in Shanxi and to carry out integrated disaster reduction.

Key words: Shanxi; down-faulted basin; natural disasters; disaster risk; integrated disaster reduction