

阿里木江·亚力昆、常想德、孙静等,2017,2017年8月9日精河6.6级地震灾害损失及灾后恢复重建经费评估,中国地震,33(4),781~788。

# 2017年8月9日精河6.6级地震 灾害损失及灾后恢复重建经费评估

阿里木江·亚力昆 常想德 孙静 李帅 胡伟华

新疆维吾尔自治区地震局,乌鲁木齐市新市区科学二街338号 830011

**摘要** 2017年8月9日新疆精河发生6.6级地震,地震造成36人受伤,各类房屋建筑、公共服务设施、基础设施等遭受不同程度的破坏。通过实地抽样调查,按照国家标准的原则和方法,评估出此次地震造成的直接经济损失为429964万元,灾后恢复重建经费约需538461万元。

**关键词:** 精河6.6级地震 灾害 经济损失 灾后重建经费 评估

[文章编号] 1001-4683(2017)04-0781-08 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

## 0 引言

2017年8月9日7时27分,新疆博尔塔拉蒙古自治州精河县发生6.6级地震(44.27°N, 82.89°E),震源深度11km,博乐市、尼勒克县、伊宁县、乌苏市以及新疆生产建设兵团第5师部分团场震感强烈。地震发生后,中国地震局和新疆维吾尔自治区地震局立即启动地震应急Ⅱ级响应,派出近百人现场工作队奔赴灾区,开展烈度评定、灾害调查评估、初步科学考察等现场应急工作。现场工作队历时3天,累计行程2万余千米,对灾区4个县(市)及兵团第5师85团进行了居住房屋、公用房屋、生命线工程及其他重点行业破坏情况调查。同时,对此次地震灾害损失和灾后重建经费进行了计算分析,并将评估结果及时上报各级政府,为抗震救灾及灾后重建提供了重要科学依据<sup>①</sup>。

## 1 灾区概况及评估区的确定

### 1.1 灾区基本情况

精河6.6级地震的受灾范围包括博尔塔拉蒙古自治州精河县、博乐市及伊犁哈萨克自治州尼勒克县、伊宁县及兵团第5师8个团场的33个乡镇。灾区面积15623km<sup>2</sup>,受灾133695人、45114户,房屋毁坏和较大程度破坏造成失去住所人数约58450人、19480户。

### 1.2 灾区地形地貌及地质构造背景

灾区位于科古琴山和博罗科努山南北山前冲洪积倾斜平原,震中在地貌单元上位于博

[收稿日期] 2017-10-31; [修定日期] 2017-11-20

[项目类别] 地震应急青年重点任务(CEA\_EDEM-201619)

[作者简介] 阿里木江·亚力昆,男,1983年生,工程师,硕士,主要从事工程地震研究。E-mail: alim546@qq.com

① 精河6.6级地震现场工作队,2017,2017年8月9日新疆精河6.6级地震灾害损失评估报告

罗科努山西部的中低山区,附近山顶最高海拔 1700m。在此地貌单元内,山体整体走向近 EW,局部受构造作用走向呈 NE 向,震中南侧山顶呈脊状、梁状,山体沟壑纵横,沟谷两岸边坡陡峭,地形坡度大于 30°,部分地段在河流侵蚀及风蚀作用下,近于直立。震中北侧,山体相对低矮,且在山间发育有山间谷地,走向近 EW,以戈壁景观地貌为主,地表覆盖薄层冲、洪积相砾石层,局部第三系砂岩、泥岩裸露地表。河流在此区域拐弯,与另一支流合并汇成精河,顺流而下形成绿洲。

此次地震发生在库松木契克山前断裂东段,该断裂东起基普克一带,向西经扫子木图沿着库松木契克山前及北缘延伸至赛里木湖,总体呈 290°~300°方向延伸,长约 160km,断面南倾,倾角 40°~60°,性质以逆冲为主,兼右旋走滑,平面上断层呈略向北突出的弧形。沿此断裂曾发生过 4 次古地震事件。

### 1.3 评估区的确定

通过对灾区 33 个乡镇 355 个调查点的实地调查,按《中国地震烈度表》(GB/T17742—2008)(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局等,2008)确定此次地震烈度图等震线。根据地震破坏程度和灾区分布状况,综合考虑行政区划、地理、人口等诸多因素将灾区划分为 6 个评估区(图 1),其中,评估区一范围与烈度Ⅷ度(8 度)区一致,涉及精河县托里镇、茫丁乡及八家户农场;评估区二主体与烈度Ⅶ度(7 度)区一致,涉及精河县阿合其农场、大河沿子镇和第 5 师 82 团、83 团;评估区三与烈度Ⅵ度(6 度)区一致,涉及精河县、第 5 师、尼勒克县和伊宁县 23 个乡镇团场;评估区四为精河县城;评估区五为博乐市城区;评估区六为尼

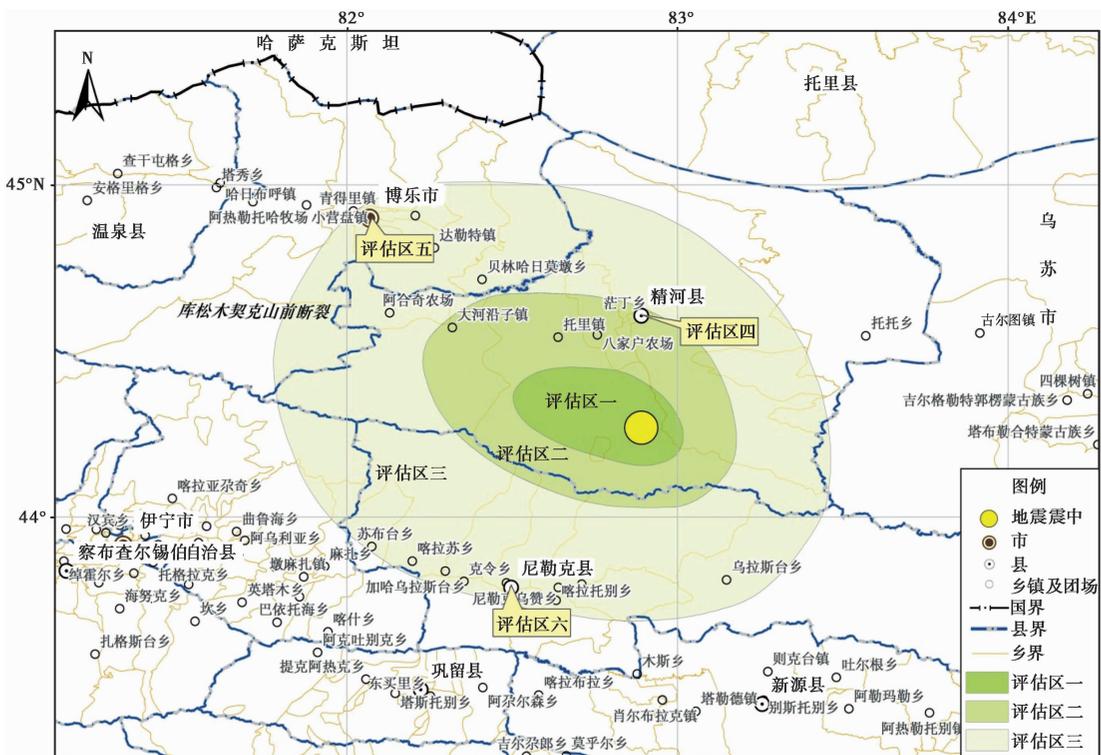


图 1 2017 年 8 月 9 日精河 6.6 级地震评估区分布

勒克县城。

## 2 灾害直接经济损失评估方法及结果

### 2.1 灾害直接经济损失评估方法

此次灾害直接经济损失评估对象主要由房屋损失,教育、卫生、公房等公共服务设施损失,交通系统、水利系统、电力系统、通讯系统等基础设施损失和产业损失等4部分组成。

(1)房屋建筑破坏造成的经济损失为灾区各类结构、各种破坏等级所造成的损失之和。按下列公式计算各评估子区各类房屋在某种破坏等级下的损失 $L_h$

$$L_h = S_h \times R_h \times D_h \times P_h \quad (1)$$

其中, $S_h$ 为该评估子区同类房屋总建筑面积; $R_h$ 为该评估子区同类房屋某种破坏等级的破坏比; $D_h$ 为该评估子区同类房屋某种破坏等级的损失比; $P_h$ 为该评估子区同类房屋重置单价。

将所有破坏等级的房屋损失相加,得到该评估子区该类房屋破坏的损失;将所有房屋类型的损失相加,得到该评估子区房屋损失;将所有评估子区的房屋损失相加,得出整个灾区的房屋损失。

(2)学校、医院、公房等公共服务设施损失在政府提供的相关数据的基础上,根据抽样调查核实结果按式(1)分系统进行计算,得到各系统损失,将所有系统损失相加,得到全部公用服务设施损失。

(3)生命线工程及重要设施、工矿企业等基础设施损失和产业损失在政府提供的灾情数据基础上进行核实确定。

### 2.2 房屋建筑破坏等级及破坏比

灾区主要房屋类型为土木结构、砖木结构、砖混结构、框架结构和安居富民房屋,按《地震现场工作第3部分:调查规范》(GB18208.3—2011)(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局等,2012a),将房屋破坏分为毁坏、严重破坏、中等破坏、轻微破坏、基本完好等5个等级。

震害调查按照地震现场工作规范,采用大范围均匀抽样方法进行房屋破坏程度的调查,抽样点基本均匀地分布在灾区范围内。根据灾区居民点分布情况,对于民居以自然村为统计单元进行抽样调查;对学校、医院、公房在政府提供相关数据的基础上,根据抽样调查核实的结果分系统进行评估;对生命线工程及重要设施、工矿企业等在提供的灾害数据基础上经核实确定。此次地震现场工作中调查点共355个,评估区内抽样点共104个。其中,评估区一内共有7个抽样点,评估区二内共有41个抽样点,评估区三内共有56个抽样点。经详细统计计算,得到各评估区各类房屋破坏比(表1)。

### 2.3 房屋建筑单价和破坏损失比

灾区地处山前低山丘陵及山前冲洪积平原地带,属农牧区,交通较为不便,各类建筑材料和人员务工费成本较高。根据当地调查和建设管理部门提供的资料,评估区各类建筑物造价见表2。

按照《地震现场工作第4部分:灾害直接损失评估》(GB18208.4—2011)(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局等,2012b),同时考虑城市评估区内装修房屋的直接经济损

表 1 评估区房屋破坏比资料汇总表

结构类型	评估区	比例/%				
		毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
土木结构	一	9.58	17.96	58.08	11.98	2.40
	二 四	7.50	12.29	18.75	20.00	41.46
	三 五 六	1.24	2.65	7.18	16.63	72.30
砖木结构	一	4.44	15.56	60.00	13.33	6.67
	二 四	0.80	4.80	14.80	24.80	54.80
	三 五 六	0.00	1.78	7.40	15.95	74.87
砖混结构	一	0.00	11.54	43.59	16.67	28.20
	二 四	0.00	0.71	12.01	19.79	67.49
	三 五 六	0.00	0.31	1.91	15.23	82.55
框架结构	二 四	0.00	0.00	0.00	54.60	45.40
	三 五 六	0.00	0.00	0.00	20.40	79.60

表 2 房屋建筑造价

结构类别	造价/(元/m <sup>2</sup> )
土木结构	800
砖木结构	1000
砖混结构	1600
框架结构	1800
安居富民房	1600

表 3 房屋建筑破坏损失比

结构类别	破坏损失比/%				
	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
土木、砖木、砖混结构	100	90	50	19	5
框架结构	100	90	60	25	10

失,确定了此次地震中土木结构、砖木结构、砖混结构、框架结构建筑物和安居富民房破坏损失比(表 3)。

## 2.4 直接经济损失评估结果

### 2.4.1 居住房屋建筑直接经济损失评估结果

在计算评估区内居住房屋直接经济损失时,灾区居住房屋总面积根据政府提供的数据确定。利用评估区各结构类型房屋破坏比计算可得到各评估区相应的破坏面积,通过式(1)可得到各行政区居住房屋直接经济损失(表 4)。

2.4.2 公共服务设施破坏情况及直接经济损失

依据规范,教育、卫生系统和其它公用建筑物需要单列,在计算评估区内学校、医院、公房等公共服务设施直接经济损失时,其破坏面积根据政府提供的数据确定,再通过式(1)计算得到直接经济损失。

(1)教育系统。地震造成精河县28所中小学及幼儿园房屋受损面积11.35万m<sup>2</sup>,其中,严重受损2.76万m<sup>2</sup>,一般受损8.59万m<sup>2</sup>,围墙受损5.3km。兵团第5师9所中小学和9所幼儿园共计1941间校舍墙体出现了不同程度的破坏,教学楼及辅助用房严重损坏52675m<sup>2</sup>,一般损坏43726m<sup>2</sup>。围墙严重损坏3672m,一般损坏2798m,教学设备损失3372件。

(2)卫生系统。地震造成精河县4所县级医疗卫生机构、6所乡镇场卫生院、19所村卫生室受损总面积4.03万m<sup>2</sup>,其中,严重受损面积1.03万m<sup>2</sup>,一般受损面积3万m<sup>2</sup>。兵团第5师卫生系统925间3.73万m<sup>2</sup>房屋受损,其他部位(楼房过道、楼梯、大门、围墙等)300余处建筑受损。83团第二医院、师医院精河分院、师医院医技楼等机构的部分建筑需拆除重建。210余件医疗设备损坏。

(3)其他公用房屋。地震造成精河县县城办公楼严重受损1栋,面积0.6万m<sup>2</sup>,一般受损41栋,面积12.3万m<sup>2</sup>,乡(镇、场)办公用房一般受损面积2.5万m<sup>2</sup>,村办公用房一般受损面积3.64万m<sup>2</sup>。兵团第5师81团、83团、85团、86团、88团、89团、90团和91团办公楼、招待所等面积共计41942.3m<sup>2</sup>的建筑出现不同程度损失。

根据上述当地政府统计上报数据,此次地震造成教育系统直接经济损失为17789万元,卫生系统为15047万元,其他公房为26063万元,合计为58899万元(表5)。

2.4.3 基础设施破坏情况及直接经济损失

在当地政府统计上报数据的基础上进行核实,汇总灾区基础设施损害如下。

(1)市政公用基础设施。地震造成精河县、第5师各团部及连队给水管网、排水管网、供热管网、锅炉房、水厂及换热站及其附属设施等不同程度受损。

(2)交通系统。地震造成精河县4座620m桥涵、5处涵洞、3条共9km县道农村公路、35km地震核心区附近巷道、146.5km牧道、12km道路防护等不同程度受损,专用道路有一定规模的边坡滑塌;第5师S208沙塔公路长10.2km的部分路基严重裂缝受损,X178塔昆线、Y001二十线、C076乌二线、Z112加托线、Y111托塔线、C400四牧线等全线路基路面裂缝,严重受损,S208沙塔路博河中桥T型梁、S305精博公路K32+269处桥梁T型梁、X168五巴线泄洪桥T型梁、X162精河一桥桥梁断裂,严重受损,交通中断,客运站受损房屋面积560m<sup>2</sup>,停车场1000m<sup>2</sup>,第5师公路养护中心办公用房墙体震裂4间,共计160m<sup>2</sup>。

(3)水利系统。此次地震对精河县和第5师各团部及连队的水利设施造成了一定程度的破坏,其中,精河县水利设施管理用房严重受损0.17万m<sup>2</sup>,一般受损0.29万m<sup>2</sup>;下天吉水库1.5m<sup>2</sup>面板产生裂缝,200m面板竖缝破坏,1处渠首引水闸开裂,2.32km干渠、15km干渠防洪坝、12座沉砂池、21.46km河道防洪堤、600处20km地理管等受损。第5师水利系统防

表4 灾区居住房屋直接经济损失

行政区名称		房屋直接经济损失/万元	
博尔塔拉	精河县	175153	合计 226538
蒙古自治州	博乐市	51385	
伊犁州	尼勒克县	16666	合计 18197
	伊宁县	1531	
第5师	第5师	59957	59957
合计		304692	304692

表 5 地震灾害直接经济损失汇总

损失评估项目		直接经济损失/万元						合计	比例/%
		精河县	第 5 师	博乐市	尼勒克县	伊宁县			
房屋	居民住房	175153	59957	51385	16666	1531	304692	70.86	
	教育系统	7228	10561	0	0	0	17789	4.14	
公共服务设施	卫生系统	7206	7841	0	0	0	15047	3.50	
	公用房	16556	9507	0	0	0	26063	6.06	
	小计	30990	27909	0	0	0	58899	13.70	
基础设施	市政公用设施	3703	1502	0	0	0	5205	1.21	
	水利系统	20448	7716	0	0	0	28164	6.55	
	交通系统	12420	4103	0	0	0	16523	3.84	
	电力系统	2303	686	0	0	0	2989	0.70	
	通讯系统	567	313	0	0	0	880	0.20	
	小计	39441	14320	0	0	0	53761	12.50	
产业	农牧业	3552	2927	0	240	0	6719	1.56	
	企业	2645	3248	0	0	0	5893	1.37	
	小计	6197	6175	0	240	0	12612	2.93	
合计		251781	108361	51385	16906	1531	429964	100.0	
比例/%		58.56	25.20	11.95	3.93	0.36	100	/	

浪墙多处出现裂缝,桥梁断裂 5 根,机电井管理房 270 座、引水闸 1 座、河水加压管道 4 处、引水渠及防洪护坡 73.514km、安全饮水管线 78 处受损。

(4) 电力系统。地震造成精河县 110kV 戈洲变电站围墙坍塌 110m, 移位 31m, 35kV、10kV 高压室墙面损坏 540m; 110kV 红杞变高压室墙面出现裂缝, 35kV 托里变直流电源发生移位。110kV 皇古牵线多处基础及山区段巡视索道损坏。第 5 师蘑菇滩供电所、沙山子供电所、布恩混图供电所、塔格特供电所、35kV 异地变电工区、3 个热力站等出现地面变形、控制设备损坏, 设备基础变形、变电设备损坏, 围墙开裂; 水电站渡槽、挡土墙变形, 渠道撕裂变形; 110kV 中心供电所出现户内高压真空断路器、电流互感器、直流屏、高压柜、10kV 母排烧毁等设备损坏; 110kV 阿卡尔变电站出现主变及 35kV 线路所有显示屏、2 号主变电缆、35kV 高压柜等烧毁; 110kV 塔斯尔海变电站出现变压器烧毁; 100km 的 10kV 线路倾斜; 80km 的 35kV 线路倾斜; 50km 的 110kV 线路倾斜等。

(5) 通讯系统。地震造成精河县移动、联通、电信、铁塔公司的业务用房、通信基站、传输设备等设施不同程度受损。第 5 师 10 处基站停电, 5 处基站退服, 11 处机房墙面开裂, 3 处光缆中断; 部分团场城镇通讯管理用房出现墙体开裂和损坏。

根据上述当地政府统计上报数据, 此次地震造成基础设施破坏的直接经济损失 53761 万元, 各单项系统直接经济损失详情见表 5。

#### 2.4.4 产业破坏情况及直接经济损失评估

在当地政府统计上报数据基础上进行核实, 汇总灾区产业损害如下。

(1) 农牧业。地震造成精河县 243 座牲畜圈舍、48 座大棚倒塌、受损, 65 头(只)牲畜、

29只家禽死亡。第5师各团牲畜圈舍倒塌16栋,1164座大棚墙体开裂,院墙倒塌8栋,损失牲畜315只,2130根水泥杆断裂,5根电线杆受损。尼勒克县45座棚圈倒塌,148座棚圈受损,倒塌围墙2345m,23座大棚厚坡钢丝绳断裂,死亡牲畜77只羊,23头牛。

(2)工矿企业。地震造成精河县15家工业企业房屋一般受损1.87万 $\text{m}^2$ ,1家矿业土建设施塌陷89处,面积3.5万 $\text{m}^2$ ;第5师各企业共计百余间房屋出现裂缝,多处设备基础出现下沉,墙面瓷砖脱落,支架及部分吊架松垮,多件设备损坏。

根据上述当地政府统计上报数据,此次地震造成产业破坏的直接经济损失12612万元,各单项系统直接经济损失详情见表5。

综上所述,此次地震造成总的直接经济损失为429964万元,属较大破坏性地震,地震灾害直接经济损失汇总见表5。

### 3 灾后恢复重建经费评估

#### 3.1 基本原则

依据国家标准《震后恢复重建工程资金初评估》(GB/T 27933—2011)(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局等,2012c),结合当地实际情况,考虑到破坏达到一定程度的房屋已经没有维修价值,将其确定为危房,重建面积相当的安居富民房或城镇正规设计房屋,以此为原则评价本次地震所需灾后重建总费用。

#### 3.2 房屋建筑灾后恢复重建经费评估

灾区位于我国地震重点危险区,今后遭受地震灾害的风险较大,考虑到砖混结构安居富民房的抗震性能,在重建时建议选择砖混结构安居富民房。对于灾区土木结构及砖木结构居住房屋,将毁坏和严重破坏的建筑面积及中等破坏的建筑面积的70%进行叠加,计算出灾区各县无修复价值的居住房屋面积,并按照实际调查情况,博尔塔拉蒙古自治州每户120 $\text{m}^2$ 、伊犁州和第5师每户100 $\text{m}^2$ 计算需要重建的户数,按照每户重建80 $\text{m}^2$ 安居富民房,根据目前安居富民工程的建安单价信息可知,造价为1600元/ $\text{m}^2$ ,以此计算房屋重建费用。恢复中等、轻微破坏级基本完好房屋的使用功能需要进行维修。需要恢复的面积为中等、轻微破坏及基本完好房屋总面积扣除中等破坏房屋中重建部分,单价与评估区计算得出的各结构类型房屋的单价相同,由此计算得到灾区居住房屋恢复重建经费为413189万元。

#### 3.3 工程和设施灾后恢复重建经费评估

灾区各县公共服务设施、基础设施及产业的恢复重建经费按该单项直接经济损失费用直接计算。汇总计算得到,此次精河地震所需的灾后恢复重建总经费约为538461万元。

### 4 震害主要特点及结论

(1)精河6.6级地震震级较大,震源浅,极震区范围相对较大,但是灾区人口密度相对较低,当地居民外出务农、务工和陪学等使得极震区农村房屋空置率较高。特别是2004年以来,新疆维吾尔自治区持续推进安居富民(抗震安居)工程建设,灾区农居房屋抗震能力普遍提高,此次地震中安居房均未出现损坏,这是此次地震没有造成人员死亡、受伤人数类比同等级地震相对较轻的主要原因。

(2)地震发生前,震区地方政府和地震工作部门组织了多次地震演练和防震减灾科普宣

传,有效增强了居民的地震应急避险意识,为减轻人员伤亡发挥了重要作用。

(3)地震发生在多组活动构造的交汇部位,山体破碎,地震诱发滚石、崩塌等地质灾害较重,对交通、电力、通讯等基础设施造成较严重破坏,后期存在引发泥石流等次生地质灾害的隐患。

(4)灾区北部场地地下水位较高,地基软弱,地震动放大作用明显;而南部由于断裂上盘由南向北的逆冲作用,导致上盘区域震动明显,最终导致灾区受影响范围相对较大。

经调查评估,2017年8月9日精河6.6级地震共造成36人受伤,总直接经济损失429964万元。考虑灾区位于我国地震重点危险区,今后遭受地震灾害的风险较大,灾后恢复重建经费约需538461万元。

### 参考文献

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会,2008,中国地震烈度表(GB/T17742—2008),北京:中国标准出版社。

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会,2012a,地震现场工作第3部分:调查规范(GB18208.3-2011),北京:中国标准出版社。

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会,2012b,地震现场工作第4部分:灾害直接损失评估(GB/T18208.4—2011),北京:中国标准出版社。

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会,2012c,震后恢复重建工程资金初评估(GB/T 27933—2011),北京:中国标准出版社。

## Assessment of disaster losses and reconstruction after the Jinghe earthquake with $M_s6.6$ in Xinjiang on August 9, 2017

*Alimujiang · Yalikun Chang Xiangde Sun Jing Li Shuai Hu Weihua*

Earthquake Administration of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830011, China

**Abstract** On August 9, 2017, an earthquake with  $M_s6.6$  occurred in Jinghe County, Xinjiang. The earthquake caused 36 injuries and varying degrees of damage to different types of buildings. Through the field survey, and in accordance with the principles and methods of national standards, the direct economic losses by the earthquake were estimated to be 4.3 billion yuan (RMB), and the post-disaster recovery and reconstruction funds required were about 5.38 billion yuan (RMB).

**Key words:** Jinghe  $M_s6.6$  earthquake; Disaster; Economic losses; Funds for post disaster reconstruction; Assessment