

# 汶川 8.0 级地震人员伤亡及分布特征分析<sup>\*</sup>

李 西<sup>1</sup>, 周光全<sup>1</sup>, 郭 君<sup>2</sup>, 非明伦<sup>1</sup>, 卢永坤<sup>1</sup>, 陈坤华<sup>1</sup>

(1. 云南省地震局, 昆明 650224 2 昆明冶金高等专科学校 冶金与矿业学院, 昆明 650033)

**摘要:** 在收集汶川 8.0 级地震造成人员伤亡统计数据的基础上, 结合笔者在此次地震现场工作期间的调查结果, 绘制出此次地震造成人员伤亡的分布图, 并分析了此次地震造成人员伤亡重、分布范围广的原因, 进而总结了经验和教训, 为灾区的恢复重建提出意见和建议。

**关键词:** 人员伤亡; 地震现场; 恢复重建; 汶川 8.0 级地震

**中图分类号:** P315.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0666(2008)增刊-0515-06

## 0 前言

2008 年 5 月 12 日 14 时 28 分 04 秒, 四川省汶川县 (103.4°E, 30.95°N) 发了 8.0 级特大地震, 震源深度 14 km。汶川地震是建国以来我国发生的破坏性最强、波及面最广的一次地震, 其强度和烈度都超过了 1976 年的唐山大地震, 极震区最高烈度达 XI 度, 给灾区人民带来了极大的人员伤亡和财产损失, 地震引发的大量次生地质灾害, 不仅对群众生命财产安全造成了严重威胁, 更加大了救援的难度。

笔者在部分极震区内、外现场灾情调查工作的基础上, 结合从都江堰抗震救灾指挥部和权威网站收集到的资料, 对此次地震造成的人员伤亡进行了统计, 并给出了此次地震造成的人员伤亡分布图。同时对此次地震造成人员伤亡惨重、分布范围广泛的原因进行了分析, 为灾区的恢复重建提出了意见和建议。

## 1 震区自然概况

### 1.1 震区地理环境

汶川县 (30°45'~31°43'N, 102°51'~103°44'E) 位于四川省阿坝藏族羌族自治州境内, 地处四川盆地西北缘, 因汶水得名, 是中国 4 个羌族聚居县之一, 东西宽 84 km, 南北长 105 km, 县域面积 4 085 km<sup>2</sup> (姚雪绒, 2008)。2000 年统计人口

110 118 人, 主要民族为汉、羌、藏和回族。东邻彭州、都江堰市, 南接崇州、大邑县, 西接宝兴县与小金县, 西北至东北分别与理县、茂县相连。东北部为龙门山脉所控制, 西南部受制于邛崃山系。地势由西北向东南倾斜, 西部多分布海拔 3 000 m 以上的高山, 其中作为主要旅游景点之一的四姑娘山海拔为 6 250 m。东南部漩口地区的岷江出口处海拔仅 780 m。岷江及其支流杂谷脑河、草坡河、寿江为境内主要河流。

### 1.2 震区地质构造及地震构造

震区地处龙门山推覆构造带上, 龙门山推覆构造带位于青藏高原与四川盆地的交界处, 北东起自广元, 南西止于天全, 全长约 500 km (陈社发等, 1994)。其北西侧为松潘—甘孜褶皱带, 南东侧为四川盆地, 在推覆构造带的南东侧, 即四川盆地的西缘发育了一个呈 NE 向展布的长条状川西前陆盆地。龙门山构造带主要由 3 条断裂带组成: 从西向东分别为汶川—茂县断裂、北川—映秀断裂和安县—灌县断裂 (图 1), 这三条断裂新生代以来的活动特征均表现为由南西向北东斜向逆冲, 并伴随右旋滑动分量 (李传友等, 2004)。对龙门山断裂构造带的 GPS 研究发现, 其现代构造活动总体表现为以挤压作用为主, 兼有走滑性质 (唐文清等, 2004; 2006; 李勇等, 2006)。根据此次地震的震源机制解资料推断, 汶川强震是因龙门山构造带中央断裂带——北川—映秀断裂在 NEE—SEE 向挤压应力作用下, 发生逆冲运动而致, 属于逆冲型地震, 与 1999 年台湾集集 7.3 级地震的类型一致。地震的破裂滑动面向

\* 收稿日期: 2008-07-14.

西倾, 倾角约 60°。

1900~2006年, 龙门山地震带及其附近区域多次发生 6级以上地震 (表 1、图 1)

由图 1 (4级以上余震序列, 统计时间截至 2008年 6月 18日) 可以看出, 此次大地震是单侧破裂地震, 破裂方向沿龙门山构造带的 NE方向。

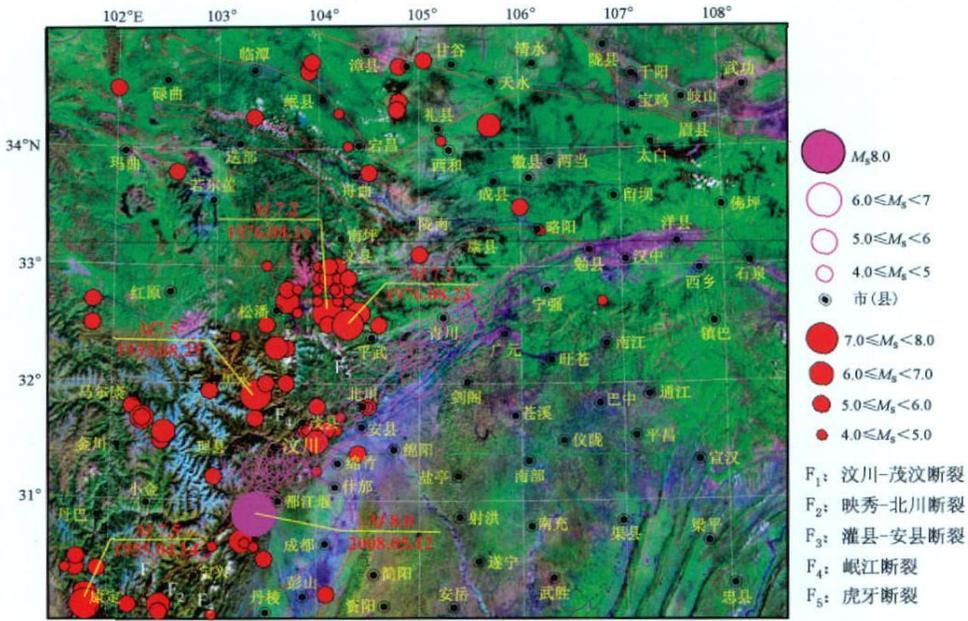


图 1 龙门山构造带及其附近地震构造示意图

表 1 龙门山构造带及其附近 6级以上地震目录

| 编号 | 时间         | 东经       | 北纬      | 震级    | 震中烈度  | 地点        |
|----|------------|----------|---------|-------|-------|-----------|
| 1  | 1932-03-07 | 101. 8°  | 30. 1°  | 6     | VIII  | 四川康定一带    |
| 2  | 1933-08-25 | 103. 4°  | 31. 9°  | 7. 5  | X     | 四川茂汶北迭溪   |
| 3  | 1936-08-01 | 105. 7°  | 34. 2°  | 6     | VIII  | 甘肃天水南     |
| 4  | 1938-03-14 | 103. 6°  | 32. 3°  | 6     |       | 四川松潘南     |
| 5  | 1941-06-12 | 102. 5°  | 30. 1°  | 6     |       | 四川泸定、天全一带 |
| 6  | 1941-10-08 | 102. 3°  | 31. 7°  | 6     | VIII  | 四川黑水一带    |
| 7  | 1955-04-14 | 101. 8°  | 30°     | 7. 5  | X     | 四川康定折多塘一带 |
| 8  | 1958-02-08 | 104°     | 31. 5°  | 6. 2  | VII   | 四川茂汶、北川一带 |
| 9  | 1960-11-09 | 103. 7°  | 32. 7°  | 6. 75 | IX    | 四川松潘      |
| 10 | 1970-02-24 | 103. 28° | 30. 65° | 6. 2  | VII   | 四川大邑西     |
| 11 | 1973-08-11 | 104. 1°  | 32. 9°  | 6. 5  | VII   | 四川松潘东北    |
| 12 | 1976-08-16 | 104. 1°  | 32. 6°  | 7. 2  | IX    | 四川松潘、平武间  |
| 13 | 1976-08-22 | 104. 4°  | 32. 6°  | 6. 7  | VIII+ | 四川平武北     |
| 14 | 1976-08-23 | 104. 3°  | 32. 5°  | 7. 2  |       | 四川松潘、平武间  |
| 15 | 1989-09-22 | 102. 51° | 31. 58° | 6. 5  | VIII  | 四川小金北     |

## 2 人员伤亡统计及分布特征

### 2.1 人员伤亡统计

截至 2008年 7月 2日 12时, 汶川地震已经造成 69 195人死亡, 18 389人失踪, 具体统计情况见表 2 (腾讯新闻, 2008 新浪网新闻中心, 2008)。

### 2.2 人员伤亡分布特征

在汶川大地震中, 我国 9个省、直辖市都有人员死亡 (表 2), 死亡人数高达 69 195人, 并有 360 730人受伤, 18 389人失踪, 造成了 500多万人无家可归。

从灾害分布 (据国家地震现场应急工作队资料) 及人员伤亡分布图 (图 2) 和表 2的统计资料

表 2 汶川地震伤亡及失踪人员统计表

| 地区   |      |      |    | 地区 |    |    |      |      |    |    |    |
|------|------|------|----|----|----|----|------|------|----|----|----|
| 省    | 州(市) | 县(市) | 死亡 | 受伤 | 失踪 | 省  | 州(市) | 县(市) | 死亡 | 受伤 | 失踪 |
| 四川   |      |      |    |    |    | 眉山 |      |      |    |    |    |
| 阿坝州  |      |      |    |    |    | 资阳 |      |      |    |    |    |
| 汶川县  |      |      |    |    |    | 巴中 |      |      |    |    |    |
| 茂县   |      |      |    |    |    | 南充 |      |      |    |    |    |
| 理县   |      |      |    |    |    | 遂宁 |      |      |    |    |    |
| 成都市  |      |      |    |    |    | 乐山 |      |      |    |    |    |
| 都江堰市 |      |      |    |    |    | 内江 |      |      |    |    |    |
| 彭州市  |      |      |    |    |    | 甘孜 |      |      |    |    |    |
| 广元市  |      |      |    |    |    | 广安 |      |      |    |    |    |
| 青川县  |      |      |    |    |    | 泸州 |      |      |    |    |    |
| 绵阳市  |      |      |    |    |    | 凉山 |      |      |    |    |    |
| 北川县  |      |      |    |    |    | 自贡 |      |      |    |    |    |
| 江油市  |      |      |    |    |    | 甘肃 |      |      |    |    |    |
| 安县   |      |      |    |    |    | 陕西 |      |      |    |    |    |
| 平武县  |      |      |    |    |    | 重庆 |      |      |    |    |    |
| 德阳市  |      |      |    |    |    | 河南 |      |      |    |    |    |
| 什邡市  |      |      |    |    |    | 云南 |      |      |    |    |    |
| 中江县  |      |      |    |    |    | 湖北 |      |      |    |    |    |
| 绵竹市  |      |      |    |    |    | 贵州 |      |      |    |    |    |
| 雅安   |      |      |    |    |    | 湖南 |      |      |    |    |    |

可以看到，在极灾区内，沿龙门山断裂带，从南到北人员伤亡最严重的分别是：都江堰市、什邡市、绵竹市、汶川县、茂县、北川县、平武县、青川县。其中死亡人员最少的是平武县，达 1 546 人，死亡人员最多的是汶川县，高达 15 941 人，绵竹市死亡人员高达 11 104 人居第二，位居第三的北川县死亡人员高达 8 605 人；受伤人员最多的是绵竹市，高达 37 141 人，其次依次是汶川县

34 583 人、什邡市 33 075 人、平武县 32 145 人。受伤人员最少的是都江堰市，达 4 388 人。失踪人员最多的是汶川县，高达 7 662 人。失踪最少的是茂县，104 人（以县、县级市为单位统计）。

从图 2 和图 3 可以看出，此次地震造成人员伤亡的分布范围十分广。在北面距离震中 690 km 远的甘肃省庆阳市有 6 人因地震死亡，36 人受伤。在 NE 方向，离震中 620 km 的陕西省咸阳市有

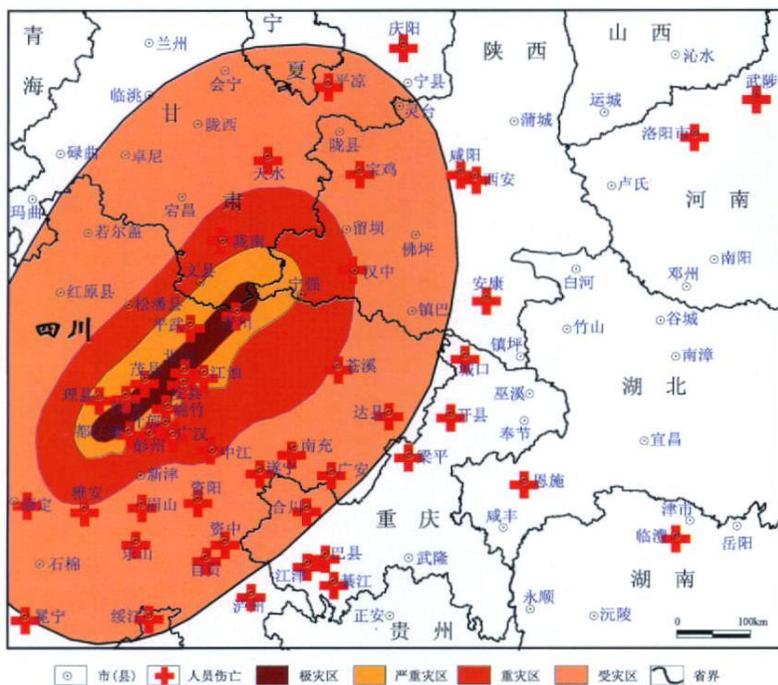


图 2 灾害分布及人员伤亡分布图

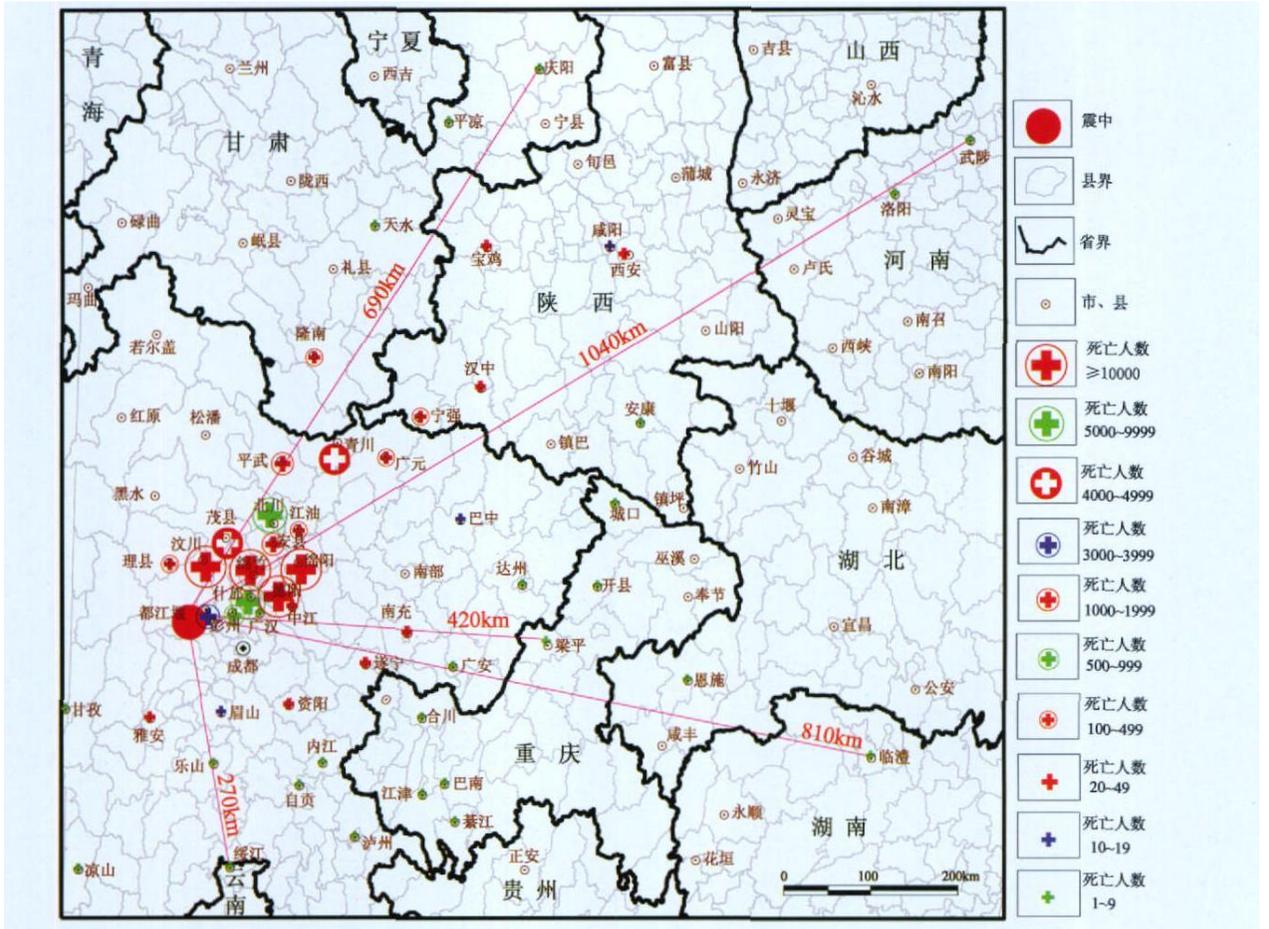


图 3 汶川地震死亡人员分布图

12人死亡，274人受伤；距震中 630 km 的西安市有 26人死亡、1 095人受伤。在东北方向离震中 1 040 km 远的河南省武陟县，有 1 名两岁大的小孩因地震造成中医院门楼倒塌被砸身亡。在东南方向离震中 420 km 远的重庆市梁平县，因地震致房屋倒塌造成 6 人死亡、66 人受伤，其中梁平县文化镇中心小学因学校房屋倒塌致 5 人死亡、19 人受伤，其中 5 人重伤；距震中 810 km 的湖南省常德市临澧县，有 1 人因地震从工作台上摔下致死。在南面离震中 270 km 的云南省昭通市绥江县，有 1 小孩因地震被摇入池塘中溺水身亡。

### 3 人员伤亡重、分布范围广的原因

(1) 此次地震的震级大、震源深度浅、破坏力强，且发生在人口密度较大的地方。四川是我国人口最为密集的地方之一，极灾区的都江堰市、理县、汶川县、什邡市、绵竹市、北川县、平武县、青川县都正好处在龙门山断裂带上，这些县、

市的所在地都是经济相对发达、人口较稠密的地方。

(2) 汶川地震震区地处高山峡谷地带。此次地震产生的地表破裂明显，主要表现为地震鼓包、挤压脊和张裂隙等，这些破裂使道路发生拱曲破坏，使桥梁垮塌或移位（地质学家求解汶川地震发震断裂性质，2008）。由于龙门山断裂带现代构造活动总体表现为以挤压作用为主，山体因长期受挤压岩体比较破碎，地震后引发的滑坡、泥石流掩埋村庄、堵塞河道、阻断交通（图 4）。同时，地震造成道路、桥梁、隧道的毁坏、垮塌以及通讯中断使部分重灾区长时间与外界隔绝，使救援部队无法赶赴灾区及时有效地开展施救工作，从而错过了很好的救援时机，加大了灾区人员的死亡率。

(3) 汶川地震属逆冲型地震。龙门山断层属于逆冲断层，逆冲断层的一个特点就是上盘是主动盘，下盘是被动盘。所以，上盘会摇得特别厉害，在断裂带附近灾情会比下盘严重很多，但上



图 4 山体大滑坡掩埋村庄 (a)、堵塞河道 (b)、阻断交通 (c)

盘衰减快、下盘衰减慢。这就解释了为什么汶川、茂县一带受灾远比成都严重, 但往断层 WN方向破坏范围明显减小, 往 ES方向则影响范围较大。从图 2可以清晰地看出上盘破坏重但衰减快、下盘破坏轻但衰减慢、影响范围广的特点。

(4) 部分房屋的抗震设防能力不足, 也是此次地震伤亡重、分布广的一个重要原因。一方面, 极震区房屋为 VII度抗震设防, 但此次地震极震区的烈度是 XI度, 远远超过了设防烈度; 另一方面, 有部分房屋没有按照抗震设计要求建盖, 比如农村的房屋。汶川地震现场倒塌房屋多是粉碎性倒塌 (图 5), 发达国家或地区地震倒塌的房屋很少有粉碎性倒塌。被掩埋在粉碎性倒塌房屋下面的人员很难有生还的机会。从图 3可以看到, 距震中 620 km外的陕西省西安市和咸阳市, 离震中 690 km远的甘肃省庆阳市都有多人死亡, 大量人员受伤, 距离震中 420 km外的重庆市梁平县有多名人员因房屋倒塌致死, 距震中达 1 040 km远的河南省内的武陟县都有因地震致房屋倒塌而死亡的人员, 由此可见, 我们的部分房屋建筑结构在抗震设防方面存在较大的问题。

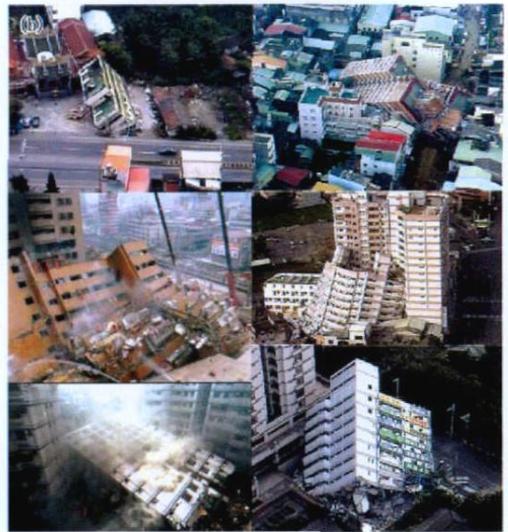


图 5 汶川地震中北川县城倒塌的商业街 (粉碎性) (a) 与 1999年台湾集集地震倒塌的房屋 (极少粉碎) (b)

(5) 地震安全知识不足。在地震发生时, 许多人不知道该如何应对, 由于慌乱, 有的从高楼上跳下被摔伤、摔死, 有的在逃生时被坠落的物体砸伤、砸死, 有的在慌乱逃生时被拥挤的人群踩踏受伤或死亡。所以, 应该大力加强地震安全知识的宣传和教肓, 在地震高发区还应该经常进行紧急疏散演练。

## 4 结语

汶川 8.0 级大地震给灾区人民带来了巨大的生命和财产损失。在地震过程中, 处在龙门山断裂构造带上的市、县、乡、镇以及村民委员会等居住地的房屋、水利、生命线工程都遭到了巨大的损毁和破坏, 人员伤亡尤其惨重。在地震恢复重建时, 除了要将这些人口聚集地的房屋建在远离地震带及抗震不利地段外, 房屋的设计及施工还应严格按照规范进行 (施伟华等, 2003)。同时, 还要加大建筑工程的监督、监管力度, 把好质量关。生命和血的教训告诉我们, 在缺乏预测和补救的情况下, 我们能做的就是提前做好准备 (肖亮等, 2008)。

## 参考文献:

- 陈社发, 邓起东, 赵小麟, 等. 1994. 龙门山中段推覆构造带及相关构造的演化历史和变形机制 (一) [J]. 地震地质, 16 (4): 404-412.
- 李传友, 宋方敏, 冉永康. 2004. 龙门山断裂带北段晚第四纪活动性讨论 [J]. 地震地质, 26 (2): 248-258.
- 李晓明. 地质学家求解汶川地震发震断裂性质. 2008-05-28. [http://bbs.1m.cn/technology/dzylkj/200805/20080528\\_235462.htm](http://bbs.1m.cn/technology/dzylkj/200805/20080528_235462.htm)
- 李勇, 周荣军, Densmore A L, 等. 2006. 龙门山断裂带走滑方向的反转及其沉积与地貌标志 [J]. 矿物岩石, 26 (4): 26-34.
- 施伟华, 周光全, 付正新, 等. 2003. 永胜 6.0 级地震的破坏特征及分析 [J]. 地震研究, 26 (4): 388-395.
- 唐文清, 刘宇平, 陈智梁, 等. 2004. 龙门山断裂构造带 GPS 研究 [J]. 大地测量与地球动力学, 24 (3): 57-59.
- 唐文清. 2006. 基于 GPS 监测的青藏高原东部及邻区地壳运动形变特征研究 [D]. 重庆: 西南交通大学.
- 腾讯新闻. 汶川地震伤亡总汇. 2008-07-02. <http://news.qq.com/a/2008/dizhen/newdata.htm>
- 肖亮, 韩鹏, 靳超宇, 等. 2008. UGS 中的汶川地震情况 [J]. 国际地震动态, (6): 16-26.
- 新浪网新闻中心. 各地伤亡汇总. 2008-07-02. <http://news.sina.com.cn/pc/2008-05-13/326/651.htm>
- 姚雪绒. 2008. 2008 年 5 月 12 日四川汶川 8.0 级地震震灾及救援简介 [J]. 国际地震动态, (5): 1-8.

## The $M_s$ 8.0 Wenchuan, Earthquake: Distribution Characteristics of Casualties

LIXI, ZHOU Guang-quan, GUO Jun, FEI Ming-lun, LU Yong-kun, CHEN Kun-hua

(1. Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

(2. Kunming Metallurgy College, Kunming 650033, Yunnan, China)

### Abstract

We make the diagram of distribution of casualties caused by the Wenchuan  $M_s$ 8.0 earthquake based on the statistical data of the number of casualties and the result of field survey. By analyzing the reasons for heavy and wide casualties, we summarize the experiences and lessons, and offer the suggestions of restoration and reconstruction in the disaster area.

Key words: casualty, earthquake occurrence site, restoration and reconstruction, Wenchuan  $M_s$ 8.0 earthquake