

安徽安庆 $M_s4.8$ 级地震现场调查启示 与震害特征分析¹

洪海春 侯康明 谭慧明 毕雪梅

(江苏省地震局, 南京 210014)

摘要 本文通过安庆 $M_s4.8$ 级地震现场调查和震害特征分析, 探讨了 5.0 级左右中强地震现场调查的自身安全保障、灾民恐惧心理安抚, 以及震害分布、震害损失、人员伤亡等, 旨在为将来 5.0 级左右中强破坏性地震开展现场调查和研究震害特征等提供参考。

关键词: 安庆 4.8 级地震 现场调查 震害特征 中强地震

引言

2011年1月19日12时07分在安徽省安庆市市辖区、怀宁县交界处($N30.6^\circ$, $E117.1^\circ$)发生了安庆 $M_s4.8$ 级地震, 震源深度 9km。地震发生在郟庐断裂带中南段东侧的宿松-枞阳断裂带上, 可能与其最新活动有关。1963年3月13日发生在怀宁山口北的 4.5 级地震, 同样也是发生在宿松-枞阳断裂带上的一次较有影响的地震。安庆 $M_s4.8$ 级地震致使安庆周边城市如合肥、巢湖乃至南京部分区域震感明显, 震后还监测到 10 多次余震, 最大余震震级为 2.6 级。综合判定认为此次地震属“主震-余震”型地震, 震后发生较大余震的可能性不大。值得庆幸的是, 本次地震没有造成人员伤亡。

一般情况下, 小震就可能成灾, 中等地震就可能造成人员伤亡和较大的经济损失, 这种情况在全世界都比较普遍, 但我国的情况尤甚(高孟潭等, 2010)。据不完全统计, 21 世纪以来我国发生 5.0 级左右中强地震 20 余次, 地震部门承担了破坏性地震现场调查和震害评估任务。根据华东协作区应急联动方案, 作者在震后当天就赶赴震害现场进行了建筑物排查和灾评科考。本文通过安庆 $M_s4.8$ 级地震现场调查和震害特征分析, 探讨了 5.0 级左右中强地震现场调查的注意事项、震害情况、震害损失、人员伤亡等, 旨在为将来发生 5.0 级左右中强地震开展现场调查和震害特征分析提供参考。

1 安庆 $M_s4.8$ 级地震现场调查启示

基金项目: 中国地震局震灾应急救援司项目(CEA_EDEM-201006)、江苏省地震局青年科学基金项目(201007)联合资助

收稿日期: 2011-07-06

作者简介: 洪海春, 男, 生于 1977 年。博士, 高级工程师。主要从事地震工程和地震灾害预防方面的研究。E-mail:haichunhong@126.com

地震现场调查工作主要包括地震部门在震区及其周围地区开展的地震监测、震情趋势判断、灾情收集报送、灾害调查与损失评估、建筑物安全鉴定、地震科学考察和新闻宣传等,其主要目的是为政府开展抗震救灾工作提供服务(中国地震局,2010)。由此可知,地震现场调查是抗震救灾工作的重要组成部分。

安庆 $M_s4.8$ 级地震发生在元旦和春节中间,恰逢江淮大地普降大雪,这对地震现场调查是一次严峻的考验。地震现场是防震减灾工作的前沿阵地,高效有序地开展地震现场工作,是维护地震灾区社会稳定、开展抗震救灾工作和积累科学资料的重要保证。此次地震虽然没有造成人员伤亡,但是却让许多抗震性能较弱的农村民居、镇政府办公楼和校舍等遭到中等破坏甚至严重破坏和局部倒塌、开裂和歪斜等。这是在中强地震活动背景下中强地震成灾的典型案列,从而引起各级政府领导和新闻媒体的高度关注。其他相邻地区报告有震感,但未报告有重大灾情发生。在地震发生后的半个小时内,安徽省地震局有关部门迅速派出考察组奔赴地震现场,进行震灾评估和科学考察。

1.1 安庆 $M_s4.8$ 级地震现场调查自身安全保障

野外地质调查表明,宿松-枞阳断裂最新活动时代为第四纪早中期,晚更新世以来无断错地表的的活动迹象,结合断裂附近地震活动情况,综合分析认为该断裂晚第四纪以来虽然有所活动,但活动强度已减弱,未来仍然存在发生无地表位错的中强地震的可能,最大震级综合判定为 $M5.5$ 级(翟洪涛等,2010)。但实际上,安庆 $M_s4.8$ 级地震发生后并不能马上确定是否有更大的地震发生,因此,在地震现场调查过程中,调查队员要提防余震的发生可能造成的二次破坏、倒塌等,甚至危及自身安全的情况发生。

安庆市杨桥镇是本次地震的宏观震中(距离测定的微观震中约 5km),当地震感强烈,受灾较为严重,仅有少部分民宅倒塌,绝大多数民宅开裂受损,其中部分住房成为危房。地震现场工作队通过考察附近学校,提出利用大多数教学楼建筑完好的情况,妥善安置灾民。在杨桥中心学校建立了现场指挥部,开展地震应急等相关工作,同时也为抗震救灾提供安全场所。

地震现场调查队员备有应急救援工具、应急卫生医疗、应急食品等,其器材和物品主要包含:GPS、地质锤、数码(摄)像机、测距仪、衣物、逃生绳、三角巾、止血带、照明设备、手摇充电器等。这样的地震应急救援包不仅适合 5.0 级左右中强地震的地震现场调查,而且对于我国西部多震强震区的联手共建省局迅速采取地震应急处置和支援也提供了安全保障。笔者认为,地震应急救援包应当由地震现场调查队员自行保管(放在办公室),但是平时不能动用,一旦发生地震并启动地震应急预案后,应服从统一管理和调配。

为确保地震现场调查人员的自身安全,只有保护好自己才有可能进行灾害现场调查、开展灾害评估。由于地震现场存在部分老旧住房,在经历地震作用后,其破坏程度有所加剧,局部出现倒塌、开裂、掉块等现象,如果在现场震害调查过程中不注意安全的话,可能伤害到地震现场工作队员。地震灾区从地震后开始一直持续降雪且积雪较厚,气温较低,在这种极端恶劣的天气情况下,地震现场调查应注意防滑、防寒、保暖。此外,在雪地进行野外地震科考时,应戴防护眼镜。假如中强破坏性地震发生在高原地区,则地震现场调查队员可能面临着缺氧状态的极端恶劣气候条件,此时,便携式氧气瓶、呼吸器等对于队员和灾民均能起到良好的保健作用,甚至可以挽救伤员的生命。此次地震灾区的部分居民家里养犬,并且是散养而没有栓绳,地震现场调查队员在入户进行房屋破损灾害调查前,必须让户主确定犬不会咬人,否则,可能导致地震现场调查队员受伤而使现场地震灾害调查被迫中断。假如中

强破坏性地震的宏观震中位于山区，则应注意树林、草丛和山沟河谷间出没的毒蛇，避免可能被毒蛇咬伤。

由于此次地震的宏观震中位于村镇，居民普遍要求现场调查队员挨家挨户全部调查，使得地震现场抽样调查无法开展，从而导致地震现场调查和灾害评估难以快速完成。此外，居民通常会询问关于余震和财产损失赔偿等，作为地震现场调查队员应尽量避免回答这类问题，而宜强调地震灾害现场评估或者地震科考的重要性。由于我国各地的地震地质情况、地震活动环境和建筑物抗震性能等差别较大，5.0 级左右中强破坏性地震所造成的人员伤亡、财产损失和余震震级以及可能发生和情况也不尽相同，因此，地震现场调查队员应视具体情况，必须谨慎回答并按地震现场指挥部的要求统一口径。

1.2 灾区居民恐惧心理安抚

大的自然灾害，特别是突发性强的大地震灾害发生后，往往引起人们恐惧、慌乱、悲哀、绝望、甚至心理变态，加上灾害对经济的破坏，进而引起社会动荡不安（吴淑英，2008）。由于宿松-枞阳断裂活动特征、地震构造环境和新构造运动背景等因素，导致了此次安庆 $M_s4.8$ 级破坏性地震的发生。对于大多数村民而言从未经历过地震，对地震所造成的较强地面运动、房屋晃动、家用电器掉落地面和损坏等具有恐惧心理，在调查过程中，村民希望政府能派人视察灾情、安抚民心并给予适当的经济补偿等。此次地震总体造成的损失较重，对灾区群众正常生产生活影响较大。另外，进一步宣传和普及地震基本知识、开展地震应急演练等也是今后应重点开展的工作，如小震不用跑、大震跑不了等。

中强地震造成人员伤亡的多少在客观上与建筑物质量、地区相对位置、人口密度和地震发生时间等有关。此次地震发生在 12 时 07 分，这时大多数居民在家吃午饭，并且多数居民在平房一楼，因而普遍采取往外跑的方式逃生，部分房屋倒塌也未能造成人员伤亡。但是，2005 年 11 月 26 日 8 时 49 分发生的九江-瑞昌 5.7 级地震的遇难者，是在地震来袭时盲目沿着街边逃跑，有的跑到房檐下，有的呆在建筑物密集的地方遇难的。因此，绝大部分并非是直接被震塌的房屋压死，而是被附近掉落的屋顶砖瓦、墙头上震毁的女儿墙等砸死。还有许多学生是因为地震发生后由于人群拥挤踩踏而致伤亡（吴淑英，2008）。相对而言，在我国新疆和云南等地震多发地区的居民其抗震意识较强。如果 5.0 级左右中强地震发生在浙江、江西等人口稠密、历史地震频率低、震级较小（地震活动水平相对较低）的地区，多数居民对地震的认知程度和警惕性不够，部分民众慌忙逃生，可能是造成较大经济损失和人员伤亡的原因。

综合分析表明，此次地震属“主震-余震”型地震，因此，近期再发生 5 级以上地震的可能性不大，这有利于震后灾民安置工作的开展。例如，安庆市杨桥镇的少部分灾民被当地政府安置在杨桥中心学校教学楼，大部分灾民则采取投亲靠友、村帮互助、租住房屋等方式进行妥善安排。此外，在地震发生后的第三天已经有居民开始清理倒塌的砖块、瓦灰和玻璃等，而房屋基本完好的居民已开始拆除临时搭建的救灾帐篷并搬回家中住宿，这需要地震现场调查人员的积极引导。

2 安庆 $M_s4.8$ 级地震灾害特征及原因

宿松-枞阳断裂位于长江谷地，在地貌上构成山地和盆地分界线，具有一定程度的新活动。此次地震的主要特点为：震源浅，震中区破坏强烈，影响范围大；房屋受损较多，雪灾严重；

极震区相对集中,主要分布于杨桥镇的8个行政村;极震区呈椭圆形,长轴方向与宿松-枞阳断裂走向一致;当地农村民居普遍无抗震设防,造成房屋震害偏重。通过对现场大量数据的分析、研究和判断,现场工作队和后方指挥部专家认为:此次地震极震区为北北东向椭圆分布,其中Ⅵ度区面积约为 30 km^2 ,Ⅴ度区面积约为 120 km^2 ,辐射面积相对较小。根据地震现场灾评小组评定:此次地震造成安庆市杨桥镇等部分房屋开裂、局部倒塌,总体的地震损失较重,对人民群众正常生产生活影响较大。经专家鉴定,确定了500余户破损比较严重的房屋不能居住,绝大多数房屋集中在杨桥镇。

应当说,地震灾区没有经受住此次 $M_s4.8$ 级中强地震的考验。根据《中国地震动参数区划图(GB 18306—2001)》(中华人民共和国国家标准,2001),安庆市宜秀区的抗震设防烈度为Ⅶ度、设计基本地震动峰值加速度为 $0.10g$,而怀宁县的抗震设防烈度为Ⅵ度、设计基本地震动峰值加速度为 $0.05g$ 。根据当地的地震地质资料,受灾区域的覆盖土层较薄,其场地卓越周期接近于砖砌体结构的自振周期,致使房屋晃动比较剧烈,出现开裂、错位和少量贯穿型“X”裂缝。若在庐庐断裂带南段或者宿松-枞阳断裂发生震级更大的地震或者震中较远的大震,在房屋建筑物抗震防护措施没有改善的前提下,则震害必将加重。

相对于多震、强震地区而言,此次安庆 $M_s4.8$ 级地震发生在中强地震活动地区。就本地区而言,这样的中强地震是相对较大的一次。而地震造成的灾害大小,往往取决于地震周围地区的人口密度和建筑物质量,此外地震发生所在地的地质特征也会影响地震可能造成损失的严重程度。此次地震没有造成地表出现严重变形或破坏,少部分房屋建筑破损程度中等,经济损失较大。地裂缝、地震塌陷(形成陷坑、溶洞陷落)、砂土液化等地表变形或破坏现象也均未出现。地震灾区生命线工程受到轻微损失,有少部分居民家中用电暂时中断,通讯系统短暂信号欠佳,交通系统未受损失(道路积雪打滑是天气因素)。

2.1 土木结构房屋破坏

在此次安庆 $M_s4.8$ 级地震中,发生局部倒塌的房屋均为极震区杨桥镇附近地区上世纪90年代左右建造的老旧房屋或简易房屋,绝大多数为土木结构。土木结构是当地大多数厨房、仓库、畜棚的房屋建筑形式,少部分土木结构为居民住宿使用。土木结构建筑由木柱、木梁和墙体承重,整体性较差、抗震能力较弱(中华人民共和国住房和城乡建设部,2008),其房屋开间较大,存在墙体开裂、墙皮脱落、房屋掉土块或者歪斜等现象,这给居民生命财产安全带来较大隐患。由于建造施工简单、方便及经济等因素(都昌庭等,2006),地震灾区该类房屋建筑占30%左右,是本次地震灾害损失相对严重的房屋。在经济条件许可的情况下,应避免居住在土木结构房屋内。

2.2 砖砌结构房屋破坏

由于当地房屋以砖砌体结构为主,采用石灰或水泥砂浆勾缝,以墙为承重主体,很少采用承重柱、圈梁等抗震措施,纵横墙连接部位不牢固,房屋结构不合理等,所以抗震能力较差。砖砌结构房屋破损主要表现在部分室内墙体开裂、外层砂浆呈“X”形剪切裂缝,但是没有出现内外墙体大型贯通裂缝等(见图1)。窗户玻璃震裂甚至震碎,窗户的四周出现裂缝且上部裂缝宽于下部裂缝,最大宽度约 1 cm 。最近10年修建的房屋在地震后其主体结构基本完好,未造成实质性的损伤。由于当地近15年来修建的2层房屋绝大多数采用预制板作为楼板并采用传统拼接方法,在地震动作用下,预制板与预制板之间在长度方向产生开裂现象较多(见图2),而天花板也容易出现粉刷水泥块体或者石灰块体掉落,如果此次地震发生在夜

间的话，则可能使熟睡中的居民受伤。



(a) 1995 年修建房屋的内部破坏图



(b) 2005 年修建房屋的外部破坏图

图 1 不同年代房屋开裂破坏图

Fig.1 Fractures and cracks of the buildings from different construction times



(a) 预制板与预制板之间开裂



(b) 预制板与墙体之间开裂

图 2 灾区预制板开裂图

Fig.2 Fractures of precast-slabs

2.3 砖混结构房屋破坏

最近 5 年修建的房屋尽管其结构形式多数是砖混结构，但由于这类房屋在灾区造价最高，因此，居民很少采用钢筋混凝土楼板和现浇钢混圈梁、横梁等构件，地震发生时仍然出现预制板与预制板之间或预制板与墙体之间的拼接处出现开裂现象（见图 2），这表明地震灾区砖混结构房屋的建筑抗震性能还有待于进一步改善。另外，砖混结构房屋的楼梯间采用预制楼梯搭建而成，其稳定性较差，不利于结构抗震，应采用现浇混凝土楼梯。

“小震致灾”甚至“小震大灾”是我国农村地震灾害的显著特点，一次 5 级左右的地震就会造成房屋倒塌和人员伤亡，甚至一些 4 级多的地震也能造成人员伤亡和经济损失。此次安庆 $M_S4.8$ 级地震就是一个典型的例子，究其主要原因是震区场地条件较差，房屋抗震性能较低，建筑材料质量较差，才造成了如此较大的经济损失。为此在农村民居选址时，要尽量

避开地震活动断裂、抗震不良场地和塌陷等灾害易发地段,改善房屋抗震性能,严格按照镇(乡)村建筑抗震有关技术规定、政府核准的图集等进行设计、施工。

“震源浅、烈度高”是我国部分省份地震的特点,容易在地表产生较强的地面运动。虽然此次地震的震级只有 $M_S 4.8$ 级,但却造成了比较严重的破坏。地震持续时间较长(10s左右)和覆盖土层较薄是当地房屋破坏程度较重的主要原因。此外,安徽省农村地区经济发展水平相对较低,农村民房基本没有纳入规范建设管理,农村民房抗震能力普遍低下,广大农村地区基本处于不设防状态有很大关系(冯建林等,2007)。近10年来在我国大陆地区发生5级左右地震的统计平均分析表明,一般而言会造成1人左右死亡,3人重伤,25人轻伤;在震中区地震烈度一般能够达到VI度,有的甚至达到VII度(刘爱文等,2006);5级左右中强地震所造成的经济损失一般是1亿元左右。

中强地震造成人员伤亡和经济损失的主要原因为:①震源一般较浅。地震所释放的能量传到地面的距离较短、地震造成的地面运动较强。②房屋建筑抗震性能较差。一般房屋建筑没有采取抗震措施,房屋的结构形式、材料、砌筑方法等一般都不利于抗震。③防震减灾意识不强。原因是中等地震活动地区区划图烈度较低,政府部门相对不重视防震减灾工作,而居民的防震减灾意识也比较松懈。

3 结论

(1)研究表明,宿松-枞阳断裂带的周边存在发生更大震级地震的可能(翟洪涛等,2010),安庆市市辖区、怀宁县交界处的地震安全问题应得到高度重视。为此对宿松-枞阳断裂带内的地震活动,应开展地震环境和场地条件勘察,为农村民居建设选址、确定抗震目标提供依据。

(2)要高度重视地震现场调查,切实加强地震现场调查的队伍建设和技术培训,及时完善和补充地震现场调查装备,确保地震现场调查震前有所准备、震时见到实效、震后提供资料。

(3)当地居民应改变预制板作为楼板的建筑习惯,建议使用相对经济和安全的现浇混凝土楼板。

(4)宣传防震减灾科普知识和抗震设防技术方法,提高广大农民群众的防震减灾意识。全面提高广大农村地区地震灾害综合防御能力,逐步实施农村民居安全工程是各级政府和有关部门需解决的实际问题。

致谢:感谢中国地震局华东协作区现场指挥部的领导和专家对本文提供的帮助。本文部分资料来源于安徽省防震减灾信息网,在此也表示感谢。

参考文献

- 都昌庭,李文巧,卢宁等,2006. 2006年青海玉树5.0、5.6、5.4级地震灾害损失及震害特点. 震灾防御技术, 1(4): 371-377.
- 冯建林,李德庆,秦建增等,2007. 河南范县 $M_L 4.7$ 级地震的启示. 震灾防御技术, 2(4): 432-433.
- 高孟潭,肖和平,燕为民等,2010. 中强地震活动地区地震区划重要性及关键技术进展. 震灾防御技术, 3(1): 1-7.
- 刘爱文,常宝林,李雨生等,2006. 2006年7月4日河北省文安5.1级地震震害分析. 震灾防御技术, 1(3): 278-282.

- 吴淑英, 2008. 从九江—瑞昌 5.7 级地震与人员伤亡所想到的. 国际地震动态, (1): 29—33.
- 翟洪涛, 郑颖平, 李光, 孟凡月, 2010. 宿松-枞阳断裂最新活动时代及未来地震危险性研究. 防灾减灾工程学报, 30 (5): 567—571.
- 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2008. 镇(乡)村建筑抗震技术规程 (JGJ161-2008). 北京: 中国建筑工业出版社.
- 中华人民共和国国家标准, 2001. 中国地震动参数区划图 (GB 18306-2001). 北京: 中国标准出版社.
- 中国地震局, 2010. 地震现场工作管理规定 (中震救发(2010)74号).

Field Investigation and Analysis of Damage Characteristics of Anqing $M_S4.8$ Earthquake in Anhui Province

Hong Haichun, Hou Kangming, Tan Huiming and Bi Xuemei

(Earthquake Administration of Jiangsu Province, Nanjing 210014, China)

Abstract Based on the field investigation and analysis of damage characteristics of Anqing $M_S4.8$ earthquake in Anhui province, many related issues are discussed in this paper, such as security guarantee in oneself and fearful psychology propitiation of victims, earthquake damage distribution, earthquake loss of life and personal injury. The obtained results can provide reference and criteria to the related field investigation and damage characteristics of destructive $M_S5.0$ earthquakes or so (intermediate magnitude earthquake) in future.

Key words: Anqing $M_S4.8$ earthquake; Field investigation; Damage characteristics; Intermediate magnitude earthquake