

西藏自治区1949—2020年历史地震灾害调查概要

柏伟国, 孙东霞, 吴中海, 张耀玲, 韩 帅, 贡秋卓玛

Overview of historical earthquake disasters in Xizang Autonomous Region from 1949 to 2020

Bai Weiguo, Sun Dongxia, Wu Zhonghai, Zhang Yaoling, Han Shuai, and Gongqiu Zhuoma

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.19987/j.dzqxjz.2024-150>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

2020年全球地震灾害概要

Overview of worldwide earthquake disasters in 2020

地震科学进展. 2021(7): 289–296

2020年西藏尼玛 M_S 6.6和 M_S 4.8地震震源机制测定

Focal mechanism determination of Nima M_S 6.6 and M_S 4.8 earthquakes in Tibet in 2020

地震科学进展. 2021(5): 234–240

3次大理历史地震的预测、预报和预防

Forecast, prediction and prevention of three historical earthquakes in Dali

地震科学进展. 2023(3): 133–138

2019年全球地震灾害概要

Overview of worldwide earthquake disasters in 2019

地震科学进展. 2020(9): 1–7

2021年全球地震灾害概要

Overview of worldwide earthquake disasters in 2021

地震科学进展. 2022(6): 263–270

2022年全球地震灾害概要

Overview of worldwide earthquake disasters in 2022

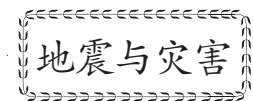
地震科学进展. 2023(8): 351–359



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

柏伟国, 孙东霞, 吴中海, 等. 西藏自治区 1949—2020 年历史地震灾害调查概要 [J]. 地震科学进展, 2024, 54(10): 712-720. doi:10.19987/j.dzksjz.2024-150

Bai W G, Sun D X, Wu Z H, et al. Overview of historical earthquake disasters in Xizang Autonomous Region from 1949 to 2020[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2024, 54(10): 712-720. doi:10.19987/j.dzksjz.2024-150



西藏自治区 1949—2020 年历史地震灾害调查概要

柏伟国¹⁾ 孙东霞^{2,3)*} 吴中海^{2,3)} 张耀玲^{2,3)} 韩 帅^{2,3)} 贡秋卓玛¹⁾

1) 西藏自治区地震局, 西藏拉萨 850002

2) 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081

3) 中国地质调查局新构造与地壳稳定性研究中心, 北京 100081

摘要 地震是对人类生命安全和社会发展造成严重危害的自然灾害之一, 地震灾害被列为第一次全国自然灾害综合风险普查的重要灾种, 摸清历史地震灾害灾情数据并掌握发展态势, 对防震减灾、科学制定防灾计划来说显得尤为重要。根据西藏自治区地震灾害风险普查实施方案, 通过收集地震部门正式公布的最新地震目录、正式出版的地震损失报告汇编、西藏自治区地震局汇总的地震报告资料等, 主要包含地震灾情资料表、资料卡片、地震灾害调查资料、损失评估报告、地震应急响应与处置工作总结等 45 份。全面调查、整理、汇总了 1978—2020 年各县级行政区年度历史地震灾害灾情统计数据, 建立了 1949 年以来全区重大历史地震灾害事件强度、范围、灾情等要素完整、内容翔实、数据规范的长时间序列重大历史地震灾害时空数据集。1978—2020 年全区 $M_s 5.0$ 以上地震达 600 余次, 产生地震灾害共计 43 次。1949—2020 年发生了造成重大地震灾害的地震共 5 次。破坏性地震空间分布在受构造体系控制的基础上, 根据西藏自治区的实际情况, 主要受地震发生地人口分布、国民经济情况影响。

关键词 西藏自治区; 历史地震灾害; 防震减灾

中图分类号: P315 文献标识码: A 文章编号: 2096-7780(2024)10-0712-09

doi: 10.19987/j.dzksjz.2024-150

Overview of historical earthquake disasters in Xizang Autonomous Region from 1949 to 2020

Bai Weiguo¹⁾, Sun Dongxia^{2,3)}, Wu Zhonghai^{2,3)}, Zhang Yaoling^{2,3)}, Han Shuai^{2,3)}, Gongqiu Zhuoma¹⁾

1) Earthquake Agency of Xizang Autonomous Region, Xizang Lhasa 850002, China

2) Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China

3) Research Center of Neotectonism and Crustal Stability, China Geological Survey, Beijing 100081, China

收稿日期: 2024-09-29; 采用日期: 2024-10-24。

基金项目: 西藏自治区第一次全国自然灾害综合风险普查项目(2021 年地震灾害部分)(XZLX-BMC-2021-037)和西藏自治区第一次全国自然灾害综合风险普查项目(2022 年地震灾害部分)(XZLX-BMC-2022-053)联合资助。

第一作者: 柏伟国(1975-), 男, 工程师, 主要从事地震监测和城市活断层探测等研究。E-mail: 582825141@qq.com。

* 通信作者: 孙东霞(1984-), 女, 副研究员, 主要从事新构造与活动构造、低温热年代学研究。E-mail: sundongxia_2000@163.com。



Abstract Earthquake is one of the natural disasters that pose a serious threat to the safety of human life and social development. Earthquake disasters are listed as an important disaster type in the first national comprehensive risk assessment of natural disasters. Clarifying historical earthquake disaster data and understanding the development trend are of great significance for earthquake prevention and scientific plans to avoid the disaster threats. According to the earthquake disaster risk assessment implementation plan in Xizang Autonomous Region, a comprehensive collection of materials was conducted, including the latest earthquake catalog officially published by the earthquake department, officially published compilations of earthquake damage reports, and earthquake report data summarized by the Earthquake Agency of Xizang Autonomous Region. This included 45 items such as earthquake disaster information tables, data cards, earthquake disaster survey materials, damage assessment reports, summaries of earthquake emergency response and disposal work. A thorough investigation, organization, and compilation of annual historical earthquake disaster statistics for each county-level administrative region from 1978 to 2020 were carried out, establishing a long-term spatial-temporal dataset of major historical earthquake disasters since 1949, which contains complete, detailed, and standardized data on intensity, scope, and disaster conditions. There were over 600 earthquakes with a magnitude of $M_S 5.0$ or above during the study period, causing 43 earthquake disasters, with a disaster rate of approximately 7.2%. Between 1949 and 2020, there were 5 major earthquakes that caused significant casualties and economic losses. The spatial distribution of destructive earthquakes is primarily controlled by tectonic systems. However, based on the actual conditions in the Xizang Autonomous Region, it is significantly influenced by the population distribution and the national economic situation of the areas where the earthquakes occur.

Keywords Xizang Autonomous Region; historical earthquake disasters; earthquake prevention

0 引言

西藏自治区历史灾害调查与评估是西藏自治区第一次全国自然灾害综合风险普查的重要工作组成部分。该项工作旨在通过全面调查、整理、汇总 1978 年以来自治区各县级行政区年度自然灾害灾情统计数据,建立 1949 年以来全区重大自然灾害事件强度、范围、灾情等要素完整、内容翔实、数据规范的长时间序列重大历史自然灾害时空数据集^[1]。

青藏高原东缘强震频度高且强度大,是我国地震灾害问题最为突出的地区之一。城市活断层探测、重大工程与城镇区的活断层鉴定等工作提升了青藏高原东缘及邻区强震构造的调查研究程度^[2]。地处青藏高原内部的西藏自治区,受到印度欧亚板块碰撞的影响,地震灾害更为频发,开展地震地质调查是防震减灾、保障地质安全的重要举措,历史地震灾害调查更是为自治区地震灾害未来趋势发展研究、政府部门制定防震减灾计划、规划和有关科技人员研究震害提供科学依据。

1 西藏自治区地震活动基本特征

目前地震监测主要通过固定地震台网地震仪,对地震活动产生的地震波进行记录,从而确定地震活动的时间、地点和强度等信息,由这些信息组成的

地震目录是研究区域地震活动的主要资料。西藏自治区采用国家地震台、区域地震台和利用邻省地震台站信号组建成了覆盖全区及邻近地区的具有 56 个子台的地震台网,目前的测震台站密度使西藏自治区的理论地震监测能力达到了 $M_L 1.1 \sim 2.7$ ^[3]。地震震级是量化地震释放能量大小,定量评价地震活动强度的主要度量。常用的地震震级包括里氏震级、矩震级、面波震级等。里氏震级是根据地震仪记录到的最大地震波振幅计算的震级,通常用 M_L 表示。矩震级是根据地震释放能量计算的震级,通常用 M_W 表示。面波震级是根据地震产生的面波振幅计算的震级,通常用 M_S 表示。本文采用面波震级衡量地震活动强度。

西藏自治区曾被划为地中海—喜马拉雅或南亚地震带中段,地震活动频繁、强烈且强度大、复发周期短,活动构造带是控制该地区地震、地热活动的最重要构造^[4]。1900 年以来的青藏高原 6 级以上强震分布特点显示高原陆陆碰撞—挤出构造体系对区域强震活动起到显著控制作用^[5]。根据中国地震台网中心国家地震科学数据中心(<http://data.earthquake.cn>)的地震目录,1949—2020 年,西藏自治区 $M_S 4.7$ 以上地震约 1400 次(图 1),绝大多数属浅源地震,其中 42% 的地震震源深度小于 10 km, 18.7% 的地震震源深度集中在 11~20 km, 39.3% 的地震震源深度大于 20 km。

西藏自治区现今总体处于近东西向伸展与挤出变形环境,历史强震震级在 $M_s 6.0 \sim 8.0$ 之间,近百年的中-强地震活动具有明显的空间不均匀性。区域内的中-强地震活动以走滑断层和正断层型地震为主,近南北向活动裂谷是区域内主要的控震构造,其次

是岩石圈尺度的边界走滑断裂——喀喇昆仑断裂(尤其西北段),以及班公湖—怒江缝合带一线的 NE 和 NW 向走滑断层^[4, 6],尤其对于区域上规模较大或变形更显著的走滑断层最为明显,而且地震活动明显受到了深部构造过程的控制。

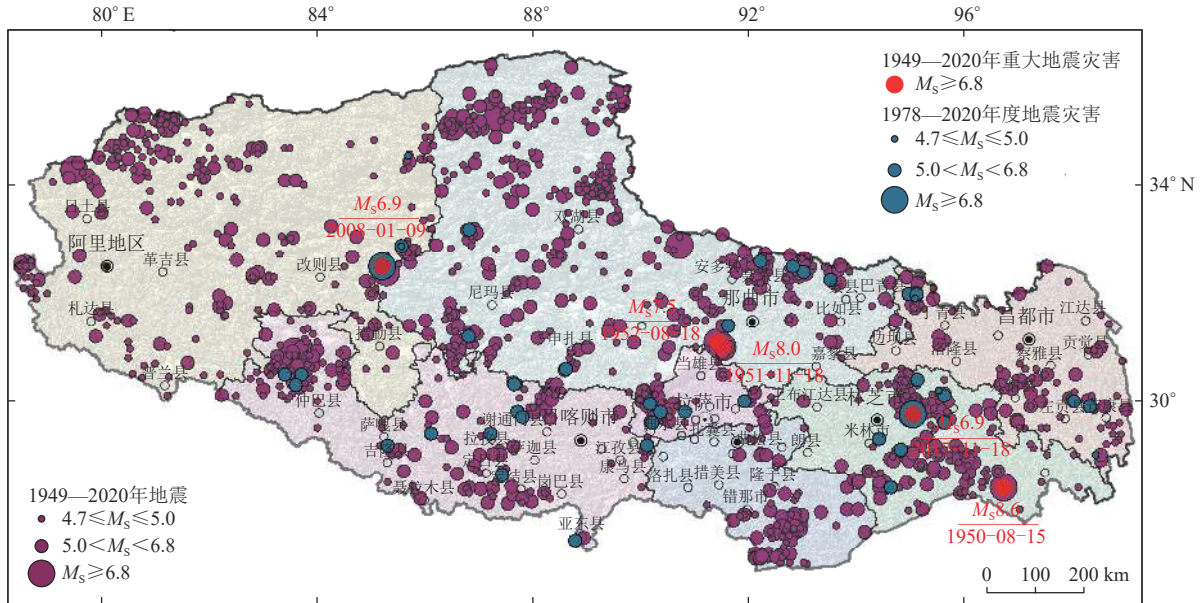


图 1 西藏自治区 1949—2020 年地震及地震灾害分布

Fig. 1 The distribution of earthquakes and earthquake disasters in Xizang Autonomous Region from 1949 to 2020

2 工作内容

2.1 调查内容

西藏自治区全区历史地震灾害调查包括相关资料收集、整理、标准化、入库。根据西藏自治区地震灾害风险普查实施方案^[7],该项工作要求全面调查、整理、汇总 1978 年以来各县级行政区年度历史地震灾害灾情统计数据,建立 1949 年以来全区重大历史地震灾害事件强度、范围、灾情等要素完整、内容翔实、数据规范的长时间序列重大历史地震灾害时空数据集。

调查内容包括年度历史地震灾害、重大地震灾害事件两部分。年度历史地震灾害调查:1978—2020 年各县级行政区逐年历史地震灾害的年度灾害灾情信息,主要包括灾害基本信息、灾害损失信息、救灾工作信息、社会经济信息等;重大地震灾害事件调查:1949—2020 年全区重大地震灾害事件的灾害信息,主要包括重大地震灾害事件强度、范围等基本信息、灾害损失与应对信息、救灾与恢复重建等工作信息。

《国家地震应急预案》将地震灾害分为特别重大、重大、较大、一般共 4 级。本次工作中西藏自治

区年度地震灾害调查包括一般地震灾害和较大地震灾害调查 2 种,将特别重大、重大地震灾害归于重大地震灾害事件。

2.2 年度地震灾害调查

调查范围涵盖自治区、地(市)、县三级行政区域;调查主要包括 1978—2020 年发生的年度地震灾害情况、核心灾情指标数据。地震灾害的基本情况数据包括时间、震中、震源深度、震级、受灾人口、死亡人口、直接经济损失、烈度图等。核心灾情指标数据包括当年总人口、当年地区生产总值等基础数据,以及地震灾害报告等。

2.3 重大地震灾害事件调查

按照《国家突发公共事件总体应急预案》《国家自然灾害救助应急预案》的有关要求,重大自然灾害指数达到启动国家级 II 级(含)以上应急响应阈值标准的灾害事件,阈值标准按照死亡失踪 100 人及以上判定,倒塌和严重损坏房屋、紧急转移安置人口不作为阈值标准(根据西藏人口分布情况及实际地理环境,调查 $M_s 6.8$ 以上地震)。

调查范围涵盖自治区、地(市)、县三级行政区域

(属地管理为主); 调查内容为 1949—2020 年发生的重大历史地震灾害情况, 主要包括反映重大历史地震灾害事件总体情况的致灾因子数据、灾区基本情况数据(震级、发震日期、发震时间、震源经度、震源纬度、震源深度、设防烈度、人口密度、灾区 GDP、建筑情况、基础设施情况、宏观震中、震中烈度、受灾范围等), 以及人员受灾情况、房屋倒损情况、基础设施损毁情况等灾情数据, 包括指标数据、报告数据、专题图数据、照片数据。

3 资料来源

本次工作按要求和流程主要收集了地震部门正式公布的最新地震目录、正式出版的地震损失报告汇编、西藏自治区地震局收集的地震报告资料等 3 个部分。具体资料情况如下:

中国地震局震害防御司编制出版的《中国近代地震目录(公元 1912 年—1990 年 $M_S \geq 4.7$)》, 该书收集了中国 1912—1990 年间 4.7 级以上的地震目录^[8]。

楼宝棠主编的《中国古今地震灾情总汇》, 该书收集了公元前 2221 年至公元 1994 年中国地震灾情资料 1409 条, 重点为 1950 年以来, 其次为 1900 年以来的灾情资料。震级方面, 重点收集 $M_S \geq 4.7$ 地震灾情资料, 1950 年以后 $M_S \leq 4.6$ 地震若有灾情也予以收录。内容包括地震灾情资料表及卡片, 分期、分省区、分地区、分震级的地震灾情统计表和重要地震一览表及部分省区实际死亡人数表, 中国地震灾情概况和比较研究以及地震灾害损失预估经验公式。书末附有地震灾情事件检索、地震损失等级评估、地震损失推断、地震赈灾拨发钱款等 8 个附表^[9]。

国家地震局、国家统计局编制出版的《中国大陆地震灾害损失评估汇编(1990—1995)》, 该书汇编了 1990—1995 年中国大陆地震灾害的主要资料和数据, 包括 1990—1995 年间每年的中国大陆地震灾害述评和 1993 年以来历次破坏性地震灾害损失评估报告两部分内容。各年地震灾害述评介绍了当年中国大陆的主要地震事件及灾害数据, 分析了当年地震灾害的特点。破坏性地震灾害损失评估记述了各次地震的基本参数、灾区概况、建筑物破坏、经济损失、社会影响和经验教训^[10]。

中国地震局监测预报司编制并出版的《中国大陆地震灾害损失评估汇编(1996—2000)》^[11]、中国地震局震灾应急救援司编制并出版的《2001—2005 年中国大陆地震灾害损失评估汇编》^[12]、《2006—

2010 年中国大陆地震灾害损失评估汇编》^[13]、《1966—1989 年中国地震灾害损失资料汇编》^[14], 汇编了 1966—2010 年中国大陆地区破坏性地震事件的灾害损失评估资料。

西藏自治区地震局整理的《2000—2019 年西藏自治区破坏性地震考察工作汇编》^[15]、《2020 年西藏自治区破坏性地震汇编》^[16], 分别收录了 2000—2019 年西藏自治区及周边对藏区产生灾害的破坏性地震考察工作报告 18 份、2020 年西藏自治区地震应急响应与处置工作总结 5 份。

林芝市地质灾害普查办收集的《林芝市历史地震灾害调查(破坏性地震)资料汇编》, 收录了 1950—2020 年发生在林芝市内的破坏性地震调查资料 5 份^[17]。

地震灾害损失评估工作相关手册或补充规范指南等颁布后, 从 1996 年开始, 中国地震局相关部门相继出版了 1990—1995 年、1996—2000 年、2001—2005 年、2006—2010 年间中国大陆地震灾害损失评估汇编。为了研究震害工作方便起见, 2015 年中国地震局震灾应急救援司综合相关资料出版了 1966—1989 年中国大陆发生的地震灾害调查资料汇编。根据西藏自治区地震局有关部门收集的地震考察工作总结、损失评估报告等资料来看, 2011 年以后中国地震局依然对破坏性地震灾害进行考察并对灾害造成的损失进行评估, 相关资料未见出版。

汇编的地震灾害损失评估报告或考察工作总结是由省(自治区、直辖市)地震部门或下属地震部门提供的, 各单位报告编写提纲不完全统计, 详略差异比较大。随着时间的推移、工作条件的改善、科学技术的进步, 评估报告从开始的概述推断为主, 越来越趋于多部门协作完成, 使得调查数据更加完善、报告更加详实。此次分析工作主要来源于以上资料中的数据, 基本满足了历史地震灾害调查的工作要求。

4 历史地震灾害调查结果

4.1 西藏自治区年度地震灾害调查

1978—2020 年西藏自治区发生了造成地震灾害的地震共计 43 次, 地震灾害详细信息见表 1。值得注意的是, 并非所有的地震都能引起地震灾害, 比如 1997 年西藏发生 5 级以上地震 18 次^[9], 其中 1997 年 11 月 8 日玛尼发生 $M_S 7.9$ 地震^[18], 是我国 20 世纪 90 年代大陆内震级最大的一次地震, 却并非成灾事件^[9]。

西藏自治区年度地震灾害在震级分布、时间分布、空间分布具有以下特征:

表 1 1978—2020 年年度地震灾害调查信息一览表
Table 1 List of annual earthquake disasters from 1978 to 2020

序号	发震时刻	发震地点		震中		震级 (M_S)	震中 烈度	震源 深度/ km	受灾 人口/人	死亡 人口/ 人	直接经 济损失/ 万元	资料来源
		地级市	县	北纬/ $^{\circ}$	东经/ $^{\circ}$							
1	1979-12-06 17:48:55	林芝	波密	30.1	95.6	5.1	VI	10			<500	文献[9, 14]
2	1980-02-22 11:02:44	那曲	申扎	30.6	88.6	6.6	VII	15	1		<500	文献[9, 14]
3	1980-04-13 13:26:38	林芝	波密	30.2	95.5	4.7					<500	文献[9]
4	1980-11-20 03:00:46	日喀则	亚东	27.43	88.77	6.6		17	27	3		文献[14]
5	1985-08-01 20:13:46	林芝	米林	29.3	94.4	5.6	VII	30			50	文献[9, 14]
6	1986-02-06 05:59:36	昌都	芒康	29.9	98.3	5.1	VI	9			50	文献[9, 14]
7	1986-06-21 01:12:46	那曲	尼玛文部	31.2	86.8	6.5	VII	38	6		150	文献[9, 14]
8	1987-09-26 07:16:27	拉萨	拉萨	29.8	90.8	5.3	VI	50				文献[14]
9	1988-01-25 09:12:16	林芝	波密	30.4	95.1	5.6		14			<500	文献[9]
10	1989-02-04 01:49:55	拉萨	尼木麻江	29.95	90.15	5.6	VI	52			<500	文献[9, 14]
11	1989-04-09 10:31:36	日喀则	仁布	29.18	90.10	5.1	VIII	10			<500	文献[9, 14]
12	1992-07-30 16:24:46	拉萨	尼木	29.6	90.2	6.5	VII		3		3652	文献[9]
13	1992-08-17 04:16:38	拉萨	墨竹工卡	30.0	91.9	5.1	VII		19		177	文献[9]
14	1993-03-20 22:52:02	日喀则	拉孜—昂仁	29.4	87.2	6.6	VII		3	2	6900	文献[9-10]
15	1994-06-30 02:22:38	那曲	巴青	32.25	93.5	6.3	VII				150.92	文献[9-10]
16	1996-07-03 14:44:40	日喀则	谢通门	29.7	87.8	6.0		26			126	文献[11]
17	1997-11-03 10:29:38	日喀则	吉隆	29.17	85.3	5.6		14			794.04	文献[11]
18	1998-07-20 09:05:59	日喀则	谢通门	29.8	87.7	6.1	VII	14			976.3	文献[11]
19	1999-06-01 03:59:26	昌都	芒康	29	98.4	5.0		30	10851		3067.92	文献[11]
20	2003-08-18 17:03:00	林芝	波密	29.6	95.6	5.7		9		2	4341.84	文献[12]
21	2004-03-07 21:29:00	那曲	班戈县巴木错	31.4	96.1	5.6		15	5		1462	文献[12]
22	2004-07-12 07:08:00	日喀则	仲巴	30.5	83.4	6.0		16			1622.17	文献[12]
23	2004-08-24 18:05:00	那曲	安多	32.6	92.2	5.8					83.38	文献[12]
24	2005-04-08 04:04:00	日喀则	仲巴	30.5	83.7	6.5		10			1034.2	文献[12]
25	2005-04-08 05:41:00	日喀则	仲巴	30.3	83.6	5.2		12				文献[12]
26	2005-06-02 04:06:00	林芝	墨脱	29.1	94.8	5.9					4187.4	文献[12]
27	2008-01-09 16:26:00	阿里	改则	32.5	85.2	6.9		33			500	文献[14]
28	2008-10-06 16:30:00	拉萨	当雄	29.8	90.35	6.6	VIII	8	60	10	41137	文献[13-14]
29	2009-11-08 04:08:00	日喀则	昂仁	29.4	86.1	5.6	VII	33	416		3094	文献[14]
30	2010-03-24 10:06:00	那曲	聂荣	32.4	93	5.7		8	2215		4058.22	文献[14]
31	2010-03-24 10:44:00	那曲	聂荣	32.5	92.8	5.5		7				文献[14]
32	2013-08-12 05:23:00	昌都	左贡、芒康	30	98	6.1		10	2810000		270714.6	文献[14]
33	2016-02-23 08:33:00	昌都	丁青	31.91	95.06	4.7		6	970		30364.91	文献[14]
34	2016-05-11 09:15:46	昌都	丁青	31.99	94.94	5.5		7	56534		144616.439	文献[14]
35	2017-11-18 06:34:00	林芝	米林	29.75	95.02	6.9		10			19975.55	文献[14]
36	2018-12-24 03:32:00	日喀则	谢通门	30.32	87.64	5.8		8				文献[14]
37	2019-04-24 04:15:00	林芝	墨脱	28.4	94.61	6.3		10				文献[14]
38	2020-01-25 06:56:00	昌都	丁青	31.98	95.09	5.1		10				文献[16]
39	2020-02-21 02:01:00	阿里	改则	34.56	85.68	5.0		9				文献[16]
40	2020-03-10	阿里	改则	32.88	85.55	5.0		10				文献[16]
41	2020-03-12	阿里	改则	32.88	85.55	5.1		10				文献[16]
42	2020-03-20 09:33:00	日喀则	定日	28.63	87.42	5.9		10	4549		885.508	文献[16]
43	2020-07-23 04:07:00	那曲	尼玛	33.19	86.81	6.6		10				文献[16]

震级分布方面, 最大震级为 $M_s 6.9$, 最小震级为 $M_s 4.7$ (表 1)。其中 $M_s \geq 5.0$ 地震 41 次, 最大震级达到 $M_s 6.9$, 为 2008 年 1 月 9 日西藏阿里地区改则县 $M_s 6.9$ 地震、2017 年 11 月 18 日林芝市米林县 $M_s 6.9$ 地震; 仅有 2 次 $M_s < 5.0$ 地震, 为 $M_s 4.7$, 也是最小震级, 为 1980 年 4 月 13 日西藏波密 $M_s 4.7$ 地震、2016 年 2 月 23 日昌都市丁青县 $M_s 4.7$ 地震。根据地震目录统计, 西藏自治区 1978 年以来 $M_s \geq 5.0$ 地震达 600 余次, 成灾地震占比 7.2%。

时间分布方面, 1978—2020 年之间的 43 年期间, 有 26 年发生了地震灾害, 占比 60.46%(图 2)。2016—2020 年连续 5 年发生地震灾害。根据地震灾害次数随时间分布特征(图 2)分析, 26 个发生地震灾害的年份中, 62% 的年份(16 个年份)每年发生地震灾害为 1 次, 23% 的年份(6 个年份)每年发生地震灾害为 2 次, 12% 的年份(3 个年份)每年发生地震灾害为 3 次, 4% 的年份(1 个年份)每年发生地震灾害为 6 次。

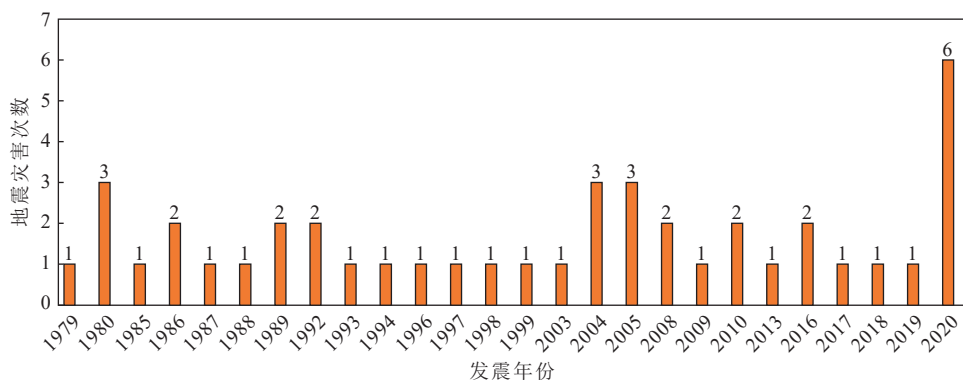


图 2 1978—2020 年地震灾害次数分布

Fig. 2 Frequency distribution of earthquake disasters from 1978 to 2020

空间分布方面, 根据 1978—2020 年历史年度地震灾害发生地点分布(图 3), 西藏自治区 7 个地级市行政区中除了山南市以外, 其他 6 个地级市行政区均发生过地震灾害, 其中日喀则市发生次数最多为 12 次。74 个县级行政区中, 共有 29 个县发生过地震灾害, 占比 39%。林芝、那曲有超过 55% 的县城发生过地震成灾事件, 阿里地区 7 个县级行政区中只有 2 个发生过地震成灾事件, 占阿里地区县城总数的 29%(图 4)。

1978—2020 年历史地震灾害共造成直接经济损失约 543971.397 万元(表 1、图 5), 其中 2013 年 8 月 12 日西藏昌都地区左贡、芒康县交界 $M_s 6.1$ 地震造成的经济损失最大, 第 2 和第 3 分别为 2016 年 5 月 11 日西藏昌都市丁青县 $M_s 5.5$ 地震、2008 年 10 月 6 日西藏拉萨市当雄县 $M_s 6.6$ 地震。造成死亡人口历史地震灾害事件 4 次, 分别是 1980 年 11 月 20 日西藏亚东附近 $M_s 6.6$ 地震(3 人)、1993 年 3 月 20 日西藏拉孜—昂仁 $M_s 6.6$ 地震(2 人)、2003 年 8 月 18 日林芝波密县 $M_s 5.7$ 地震(2 人)和 2008 年 10 月 6 日西藏拉萨市当雄县 $M_s 6.6$ 地震(10 人), 共造成 17 人死亡。

表 1 中对 1950—1994 年的地震灾害进行了损

失等级评估, 依据表 2 中死亡人口、经济损失、房屋受损情况来划分, 在 15 次地震灾害调查中, 其中 13 次地震灾害评为轻微等级, 2 次被评为较轻等级。

4.2 西藏自治区历史地震重大地震灾害事件调查

西藏自治区 1949—2020 年发生了造成重大地震灾害的地震共 5 次, 详细地震灾害信息见表 3。

从时间分布上看, 1950—1952 年连续 3 年分别在林芝、拉萨、那曲发生了重大地震灾害, 其余 2 次分别发生在 2008 年阿里地区改则县、2017 年林芝米林县(图 6)。

从空间分布上看, 林芝 2 次、拉萨 1 次、那曲 1 次、阿里 1 次, 其余 3 个地级市行政区昌都、日喀则、山南未出现过重大历史地震灾害。

在经济损失方面, 造成直接经济损失最大的地震灾害事件为 2017 年 11 月 18 日米林 $M_s 6.9$ 地震, 5 次灾害事件共造成直接经济损失约 20539.285 万元(表 3、图 7)。

在人员死亡方面, 5 次重大地震灾害中有 2 次造成人员死亡, 最为严重的发生在 1950 年察隅—墨脱 $M_s 8.6$ 地震中, 造成 3300 人死亡, 另外 1 次为 1952 年那曲 $M_s 7.5$ 地震, 造成 54 人死亡(表 3、图 7)。

表 2 地震损失等级评估参照指标表^[9]
Table 2 Reference for earthquake loss level evaluation^[9]

损失等级	人员死亡/人	经济损失 ^a /万元	房屋受损 ^b /间			
			1950—1994年	1900—1949年	1655—1900年	1654年前
①轻微	4人以下	<500	<1600	<800	<400	<200
②较轻	数人~数十人	500~10000	1600~32000	800~16000	400~8000	200~4000
③中等	数十~数百人	10000~50000	32000~160000	16000~80000	8000~40000	4000~20000
④严重	数百~数千人	50000~200000	160000~640000	80000~320000	40000~160000	20000~80000
⑤非常严重	万人以上	>200000	>640000	>320000	>160000	>80000

注：^a经济损失为1990年可比价，用于1950—1994年评估；^b表内数字系折合为毁坏数量

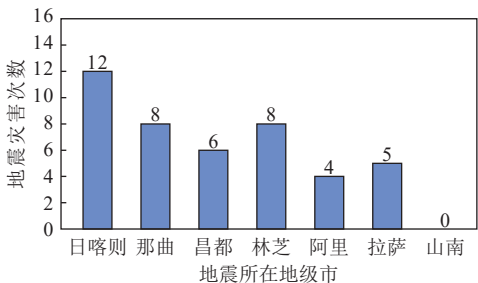


图 3 1978—2020 年不同地区地震灾害发生次数分布

Fig. 3 Spatial distribution of annual earthquake disasters from 1978 to 2020

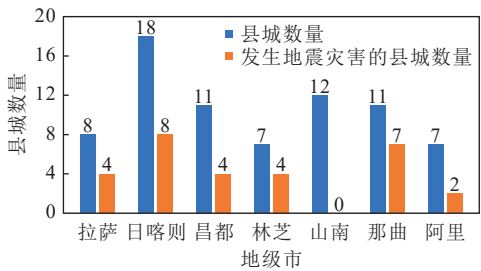


图 4 1978—2020 年地震灾害发生县城数量分布

Fig. 4 Distribution of the number of counties affected by earthquake disasters from 1978 to 2020

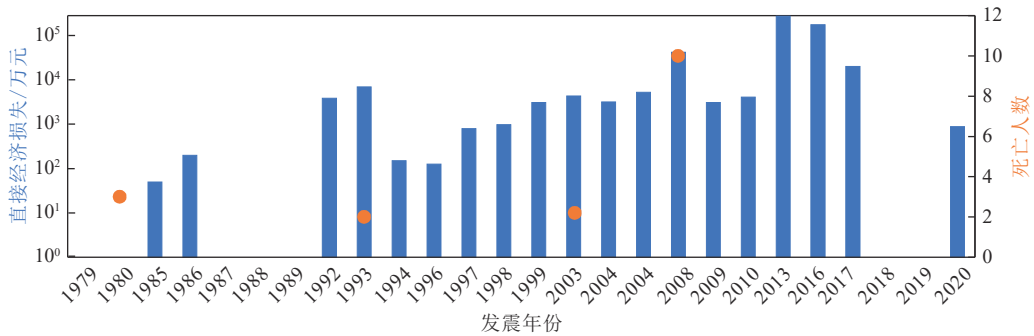


图 5 1978—2020 年地震灾害造成直接经济损失及死亡人口统计

Fig. 5 Statistic of direct economic losses and casualties caused by earthquake disasters from 1978 to 2020

表 3 1949—2020 年历史地震重大灾害事件调查信息一览表^[9]
Table 3 List of devastating earthquake disasters from 1949 to 2020^[9]

序号	发震时刻	发震地点		震中		震级 (M_S)	震中 烈度	震源深 度/km	受灾人 口/人	死亡人 口/人	直接经济 损失/万元
		地级市	县	北纬/ $^{\circ}$	东经/ $^{\circ}$						
1	1950-08-15 22:09:34	林芝	察隅—墨脱	28.4	96.7	8.6	XII	壳内	260	3300	推断23.1
2	1951-11-18 17:35:50	拉萨	当雄	31.1	91.4	8.0	XI		3		
3	1952-08-18 00:02:11	那曲	那曲	31.0	91.5	7.5				54	推断40.635
4	2008-01-09 16:26:00	阿里	改则	32.5	85.2	6.9		33			500
5	2017-11-18 06:34:00	林芝	米林	29.75	95.02	6.9		10			19975.55

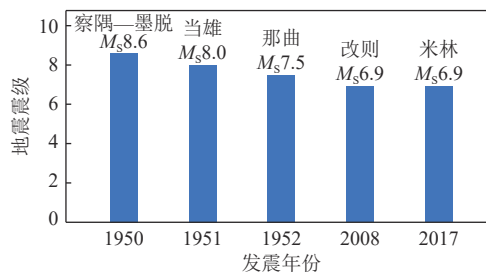


图 6 1949—2020 年重大地震灾害事件

Fig. 6 Distribution of devastating earthquake disasters from 1949 to 2020

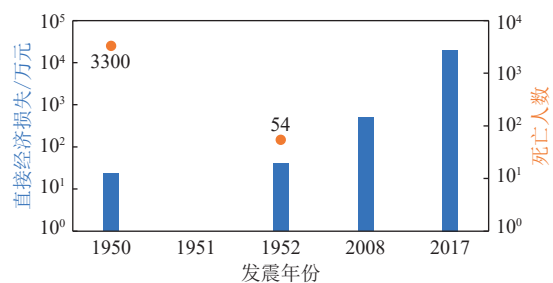


图 7 1949—2020 年重大地震灾害事件直接经济损失及死亡人口统计

Fig. 7 Statistic of direct economic losses and casualties caused by devastating earthquake disasters from 1949 to 2020

5 讨论与结论

1978—2020 年西藏自治区超过一半的年份发生了地震灾害, 时间占比 60.46%。2016—2020 年连续 5 年发生地震灾害, 有愈发频繁的发展趋势。这期间全区 $M_s 5.0$ 以上地震达 600 余次, 成灾地震共计 43 次, 占比约 7.2%, 该占比主要受地震发生地人口密度及经济发达程度的影响。造成死亡人口历史地震灾害事件 4 次, 分别为 1980 年 11 月 20 日西藏亚东附近 $M_s 6.6$ 地震、1993 年 3 月 20 日西藏拉孜—昂仁 $M_s 6.6$ 地震、2003 年 8 月 18 日林芝波密县 $M_s 5.7$ 地震、2008 年 10 月 6 日西藏拉萨市当雄县 $M_s 6.6$ 地震, 共造成 17 人死亡。根据西藏自治区及下辖地市统计局发布的第七次全国人口普查主要数据, 亚东、昂仁、波密、当雄的常驻人口数量在整个西藏自治区并不靠前, 说明地震灾害造成人员伤亡事件及伤亡数量随机性比较大, 主要是跟西藏自治区地广人稀、居民分散、相距较远有关。

1949—2020 年西藏自治区发生的造成重大地震灾害的地震共 5 次, 1950 年(察隅—墨脱 $M_s 8.6$)、1951 年(当雄 $M_s 8.0$)、1952 年(那曲 $M_s 7.5$) 连续 3 年

发生重大地震灾害, 其余 2 次分别发生在 2008 年阿里地区改则县($M_s 6.9$)、2017 年林芝米林县($M_s 6.9$)。5 次重大地震灾害造成的直接经济损失随着震级降低反而增加(图 6、图 7), 从 1950 年(察隅—墨脱 $M_s 8.6$)推断的损失 23.1 万元增至 2017 年(米林 $M_s 6.9$)的 19975.55 万元, 这种趋势主要受地震发生地当时的经济水平控制。

西藏自治区的地震是典型的大陆地震, 空间分布广、震源深度浅、成因类型复杂。1990 年以来发生的 $M_w \geq 6.5$ 强震受到青藏高原陆陆碰撞—挤出构造体系的控制^[6, 19]。破坏性地震空间分布在受构造体系控制的基础上, 根据西藏自治区的实际情况, 主要受地震发生地人口分布、国民经济情况影响。

致谢

首都师范大学李家存老师帮助提供了部分图件地理数据, 林芝市地质灾害普查办提供了部分资料汇编, 审稿专家对本文提出了宝贵的修改完善意见和建议, 在此一并表示感谢。

参考文献

- [1] 西藏自治区第一次全国自然灾害综合风险普查领导小组办公室. 西藏自治区自然灾害综合风险普查实施方案[R]. 2021
Natural Disasters Leading Group Office of First National Comprehensive Risk Assessment in Xizang Autonomous Region. Implementation plan for comprehensive risk assessment of natural disasters in Xizang Autonomous Region[R]. 2021
- [2] 吴中海, 何仲太, 钟宁, 等. 青藏高原东缘及邻区强震构造: 专辑序言[J]. 地震科学进展, 2024, 54(1): 1-9
Wu Z H, He Z T, Zhong N, et al. The strong earthquakes and seismogenic structures in eastern margin of Tibetan Plateau and adjacent areas: A preface for the special topic[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2024, 54(1): 1-9
- [3] 欧文东, 邹振轩, 益西拉姆. 西藏自治区数字地震台网监测能力评估[J]. 高原地震, 2023, 35(增刊 1): 7-12
Ou W D, Zou Z X, Yixi L M. Evaluation of monitoring capability of Tibet digital seismic network[J]. Plateau Earthquake Research, 2023, 35(S1): 7-12
- [4] 韩同林. 试论西藏活动构造带及其对地震的控制作用[J]. 地质学报, 1986, 60(4): 332-338

- Han T L. Active tectonic belts in Tibet and their control on earthquakes[J]. *Acta Geologica Sinica*, 1986, 60(4): 332-338
- [5] 吴中海. 青藏高原陆陆碰撞-挤出活动构造体系控震作用: 以 1990 年以来强震活动为例[J]. *地质力学学报*, 2024, 30(2): 189-205
- Wu Z H. The earthquake-controlling process of continental collision-extrusion active tectonic system around the Qinghai-Tibet Plateau: A case study of strong earthquakes since 1990[J]. *Journal of Geomechanics*, 2024, 30(2): 189-205
- [6] 韩帅, 吴中海, 王世锋, 等. 羌塘地块中西部布木错走滑断裂系的第四纪晚期地表变形特征与构造意义[J]. *地质力学学报*, 2024, 30(2): 298-313
- Han S, Wu Z H, Wang S F, et al. Late Quaternary surface deformation and tectonic implications of the Bue Co strike-slip fault system in central-western Qiangtang block[J]. *Journal of Geomechanics*, 2024, 30(2): 298-313
- [7] 西藏自治区地震局. 西藏自治区地震灾害风险普查实施方案[R]. 2021
- Earthquake Agency of Xizang Autonomous Region. Implementation plan for earthquake disaster risk assessment in Xizang Autonomous Region[R]. 2021
- [8] 中国地震局震害防御司. 中国近代地震目录(公元 1912 年—1990 年, $M_S \geq 4.7$)[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1999
- Department of Earthquake Disaster Prevention, China Earthquake Administration. Catalog of modern earthquakes in China (1912—1990 $M_S \geq 4.7$)[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 1999
- [9] 楼宝棠. 中国古今地震灾情总汇[M]. 北京: 地震出版社, 1996
- Lou B T. Compilation of earthquake disasters in ancient and modern China[M]. Beijing: Seismological Press, 1996
- [10] 国家地震局, 国家统计局. 中国大陆地震灾害损失评估汇编(1990~1995)[M]. 北京: 地震出版社, 1996
- National Earthquake Administration, National Bureau of Statistics. Compilation of earthquake disaster loss assessment in mainland China (1990—1995)[M]. Beijing: Seismological Press, 1996
- [11] 中国地震局监测预报司. 中国大陆地震灾害损失评估汇编(1996~2000)[M]. 北京: 地震出版社, 2001
- Department of Monitoring and Forecasting, China Earthquake Administration. Compilation of earthquake disaster loss assessment in mainland China (1996—2000)[M]. Beijing: Seismological Press, 2001
- [12] 中国地震局震灾应急救援司. 2001~2005 年中国大陆地震灾害损失评估汇编[M]. 北京: 地震出版社, 2010
- Department of Emergency Rescue, China Earthquake Administration. Compilation of earthquake disaster loss assessment in mainland China (2001—2005)[M]. Beijing: Seismological Press, 2010
- [13] 中国地震局震灾应急救援司. 2006~2010 年中国大陆地震灾害损失评估汇编[M]. 北京: 地震出版社, 2015
- Department of Emergency Rescue, China Earthquake Administration. Compilation of earthquake disaster loss assessment in mainland China (2006—2010)[M]. Beijing: Seismological Press, 2015
- [14] 中国地震局震灾应急救援司. 1966~1989 年中国地震灾害损失资料汇编[M]. 北京: 地震出版社, 2015
- Department of Emergency Rescue, China Earthquake Administration. Compilation of earthquake disaster loss assessment in China (1966—1989)[M]. Beijing: Seismological Press, 2015
- [15] 西藏自治区地震局. 2000~2019 年西藏自治区破坏性地震考察工作汇编[M]. 2019
- Earthquake Agency of Xizang Autonomous Region. Compilation of investigations into destructive earthquakes in Xizang Autonomous Region from 2000 to 2019[M]. 2019
- [16] 西藏自治区地震局. 2020 年西藏自治区破坏性地震汇编[M]. 2020
- Earthquake Agency of Xizang Autonomous Region. Compilation of investigations into destructive earthquakes in 2020[M]. 2020
- [17] 林芝市地质灾害普查办. 林芝市历史地震灾害调查(破坏性地震)资料汇编[M]. 2021
- Geologic Hazard Survey Office. Compilation of investigations into historical earthquake disasters (destructive earthquakes) in Linzhi[M]. 2021
- [18] 单新建, 李建华, 张桂芳. 1997 年玛尼 7.9 级地震的构造环境和地表破裂带特征[J]. *地球物理学报*, 2006, 49(3): 831-837
- Shan X J, Li J H, Zhang G F. The tectonic condition and the feature of surface rupture zone of the Mani earthquake ($M_S 7.9$) in 1997[J]. *Chinese Journal of Geophysics*, 2006, 49(3): 831-837
- [19] 吴中海. 青藏高原 1990 年以来的 $M_W \geq 6.5$ 强震事件及活动构造体系控震效应[J]. *地震科学进展*, 2024, 54(1): 10-24
- Wu Z H. The $M_W \geq 6.5$ strong earthquake events since 1990 around the Tibetan Plateau and control-earthquake effect of active tectonic system[J]. *Progress in Earthquake Sciences*, 2024, 54(1): 10-24