

崩塌滑坡类地质灾害成因及防治措施探讨 ——以中山市为例

牟元英

中山市海洋与地质环境监测站, 广东 中山

收稿日期: 2022年7月23日; 录用日期: 2022年8月18日; 发布日期: 2022年8月29日

摘要

为了做好地质灾害防治工作, 保障人民群众生命和财产安全, 本文在中山市2018年至2021年应急调查数据基础上, 对斜坡崩塌滑坡发生的时间、位置、坡度、岩土类型、降雨情况等等进行分析, 研究中山市地质灾害特征、分布规律, 探讨生成地质灾害的条件及原因, 在此基础上部署防治工作, 在6月、8月和9月发生地质灾害频繁, 要安排人员加密巡查, 南部4镇丘陵散布, 要重点巡查监测, 提出群测群防和综合治理相结合的“人防 + 技防”防治措施。

关键词

地质灾害特征, 崩塌滑坡, 分布规律, 防治措施

Discussion on the Causes and Prevention Measures of Collapse and Landslide Geological Disasters—Taking Zhongshan City as an Example

Yuanying Mou

Zhongshan Marine and Geological Environment Monitoring Station, Zhongshan Guangdong

Received: Jul. 23rd, 2022; accepted: Aug. 18th, 2022; published: Aug. 29th, 2022

Abstract

In order to prevent and control geological disasters and ensure the safety of people's lives and

property, based on the emergency survey data of Zhongshan City from 2018 to 2021, this paper analyzes the time, location, slope, rock and soil type and rainfall of slope collapse and landslide, and studies the characteristics and distribution law of geological disasters in Zhongshan City. The conditions and causes of geological disasters are discussed, and prevention and control work is arranged on this basis. Geological disasters occur frequently in June, August and September, and personnel should be arranged for intensive patrol and monitoring. The hills of the four towns in the south are scattered, and the key patrol and monitoring measures of “civil air defense + technical prevention” are put forward, which is combined with group measurement and mass prevention and comprehensive management.

Keywords

Geological Hazard Characteristics, Collapse and Landslide, Distribution Law, Prevention Measures

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中山市位于广东省中南部，珠江三角洲中部偏南的西江、北江下游出海处。根据地貌的形态和岩性物质组成可将中山地貌分为低山、丘陵、台地和平原四大类。由于中山市经济建设发展，交通建设、房地产开发、农村削坡建房、经济作物种植等活动在一定程度上破坏了植被及山体，加剧了水土流失等环境地质问题，甚至诱发地质灾害。地质灾害是由于自然或人为因素引发的，危害或威胁人类生命和财产安全及生存环境质量的不良地质作用和现象[1]。地质灾害防御不到位会造成经济损失，甚至是危及生命。各地地质环境和人类活动有差异，不同地区地质灾害的类型、特征不尽相同，研究中山市地质灾害特征和分布规律，有的放矢地开展地质灾害防治工作是十分迫切和有意义[2]。

从知网 2018 年以来文献资料搜索关于“地质灾害成因”中崩塌、滑坡类地质灾害成因文章有 20 篇左右，国内县市级针对崩塌滑坡类地质灾害成因及防治措施仍在深入研究阶段[3]，国外的研究热点从之前的灾害评估转向对特定的某一地质灾害的研究，特别是对地震和滑坡的研究[4]。

目前，国内各地对地质灾害特征、分布规律和防御措施做过一定的探讨、研究，有的侧重个案剖析和评价[5]，有的侧重现有隐患点分析[6] [7]，有的侧重地质构造和岩性分析[8] [9]，有的侧重分析时间和空间规律[10]，有的侧重地形地貌和气象水文条件分析[11]等等，形成了一些共性规律和共性的防御建议，如汛期是地质灾害高发期，降雨是地质灾害发生主要诱因，地形地貌是先决条件，提出综合治理、监测预警等防御措施等等[12] [13]。

中山市 2018 年以前主要注重现有在册点的巡查，防御以发布预警信息，极端天气动员群众撤离为主。从 2018 年开始重视学习其他各地地质灾害防治研究经验，登记发生崩塌滑坡边坡的崩滑类型、岩土质类型、现有隐患点或新增风险点、稳定性、规模、时间、高度、坡度、镇区、自然或人工边坡等属性信息，进而对 4 年来的详实数据进行统计分析，确切得出中山市地质灾害特征，对中山市地质灾害孕灾地质条件、诱发因素和分布规律有足够的认识，提出从源头控制到综合治理等人防和技防防治措施建议，从而践行“人民至上、生命至上”理念，做好地质灾害防治重点工作，保障广大人民群众生命和财产安全。

2. 中山市地质灾害特征

2.1. 地质灾害类型

中山市地质灾害主要有滑坡、崩塌、地面沉降、泥石流四种类型。地面沉降主要分布在平原地区，属蠕变型缓慢发育的一种区域性地质灾害，发生突发灾情险情可能性很小，可进行专题研究。泥石流只有一处，且距离人居活动场地较远，发生灾情险情的可能性也很小，故本文针对崩塌、滑坡类地质灾害进行分析。如表 1 所示，2018 年发生了 147 宗崩塌滑坡，其中 7 宗在册点，在册点占比 5%，2019 年发生了 41 宗，5 宗是在册点，占比 12%，2020 年发生了 42 宗，10 宗是在册点，占比 24%，2021 年发生 66 宗，4 宗是在册点，占比 6%，4 年来在册点发生崩滑的宗数平均占比 8%，92% 的崩滑均为不在册点。发生崩塌共 207 宗，滑坡 89 宗，崩塌的比例占 70%，滑坡占 30%。

Table 1. Statistical table of geological disasters caused by collapse and landslide in each year from 2018 to 2021

表 1. 2018~2021 年各年度发生崩塌、滑坡地质灾害统计表

年度	宗数	崩塌	崩塌占比	滑坡	滑坡占比	在册点	不在册点	在册点占比	不在册占比
2018	147	90	61%	57	39%	7	140	5%	95%
2019	41	30	73%	11	27%	5	36	12%	88%
2020	42	38	90%	4	10%	10	32	24%	76%
2021	66	49	74%	17	26%	4	62	6%	94%
合计	296	207	70%	89	30%	26	270	8%	92%

2.2. 崩塌、滑坡特征

崩塌有土质、岩质和岩土混合型斜坡崩塌，通常发生于斜坡的中上部，坠落高度较大，重力势能较大，且岩石滚落过程中路径难以预测，因此较小块径的岩石亦能造成较大的危害。滑坡灾害均发生于人工边坡处，滑坡以土质和岩土混合质斜坡为主，人工边坡多为直线型，一般厚度较薄，多小于 5 m，滑移结构面较为单一，多为组合接触面，有松散覆盖层与下伏基岩接触面、强风化与弱风化接触带、强透水层与相对弱透水层接触带等，滑动面普遍与坡面一致。具有突发性强，危害性较大的特点。地质灾害发生时，既有碎石滚落崩塌，也有后缘开裂土体顺坡滑移。根据《广东省地质灾害特征认定和分级标准》要求，对崩塌、滑坡地质灾害进行统计，得到的数据如表 2 所示；地质灾害岩质斜坡仅占 9%，几乎全部为崩塌地质灾害类型，岩土混合斜坡占 37%，土质占 54%，岩土质和土质斜坡既可能发生崩塌，也可能发生滑坡。地质灾害体规模以小型为主，占 86%，中型占 14%，大型只有 1 宗。斜坡稳定性差占 77%，稳定性较差占 23%。从受威胁人口和潜在经济损失分析，险情以中小型为主，小型占 48%，中型占近 50%，大型占 2%。

Table 2. Statistical table of geological hazard characteristics of collapse and landslide

表 2. 崩塌滑坡地质灾害特征统计表

年份		崩塌	滑坡	合计
分类分级		207	89	296
岩土类型	土质	宗	56	160
		百分比	50%	54%
	岩质	宗	3	27
		百分比	12%	9%
	岩土混合	宗	30	109
		百分比	38%	37%

Continued

规模级别	大	0	1	1
	中	21	19	40
	小	186	69	255
稳定性	稳定性好	0	0	0
	稳定性较差	47	21	68
	稳定性差	160	68	228
险情分级	大型	4	3	7
	中型	95	51	146
	小型	108	35	143

3. 地质灾害分布规律

3.1. 时间分布特征

广东省汛期一般在4月中旬至10月中旬，5、6月是龙舟雨时期，而8、9、10月是台风易发期。暴雨或持续降雨往往会造成地质灾害多发，从表3可以看出6月、8月、10月是崩塌滑坡的高峰月，三个月崩塌、滑坡占全年67%。

Table 3. Time statistics of collapse and landslide

表3. 崩塌、滑坡发生时间统计表

年度	总数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2018	147	1	0	1	0	7	58	2	40	24	8	6	0
2019	41	1	1	4	3	10	11	4	4	3	0	0	0
2020	42	1	1	1	11	4	7	3	12	1	0	1	0
2021	66	0	1	0	1	1	10	3	3	2	45	0	0
统计	296	3	3	6	15	22	86	12	59	30	53	7	0
占比		1%	1%	2%	5%	8%	29%	4%	20%	10%	18%	2%	0

3.2. 空间分布特征

从表4可以看出，南部、中部、东部崩塌、滑坡占比94%，南部4镇占比38%，占比最大；西北部镇区位于平原区，地质灾害较少；东部、南部、中部分布着众多丘陵、台地，又因为中山市建设用地缺乏，各类工程建设造成了很多人工切坡，从而形成很多地质灾害隐患。

Table 4. Spatial distribution of geological disasters of collapse and landslide

表4. 崩塌、滑坡地质灾害空间分布

年度	镇区	东部(火炬开发区、南朗)	南部(三乡、板芙、神湾、坦洲)	西北部(小榄、古镇、横栏、东升、南头、东风、阜沙)	东北部(三角、黄圃、民众)	中部(东区、西区、南区、石歧区、五桂山、港口、沙溪、大涌)
2018年		48	54	2	3	40
2019年		4	9	0	4	24
2020年		15	9	0	5	13
2021年		9	41	1	2	13
合计		76	113	3	14	90
占比		26%	38%	1%	5%	30%

3.3. 高度分布特征

根据 2021 年中山市城市地质调查资料得知, 几乎所有发生地质灾害的斜坡类型均为人工削坡形成。从 181 个有高程测量记录的崩塌滑坡做统计表 5, 崩塌、滑坡地质灾害高程为人工切坡的坡顶高程, 崩塌、滑坡多发育于 15.0~45.0 m 之间, 占总数的 76%。可见, 地质灾害多发育于坡脚至山坡 45.0 m 高程之间, 而越往高处地质灾害越少, 发育密度越低。这是由于 0.0~45.0 m 高程区间是人类活动频繁而密集区, 而高处基本人迹罕见。

Table 5. Collapse and landslide statistics by elevation

表 5. 崩塌、滑坡按高程统计表

高程(m)	≤15	16~30	31~45	46~60	61~100	>100
地质灾害数量(处)	39	55	43	20	14	10
百分比(%)	22	30	24	11	8	5

3.4. 坡度分布特征

斜坡的坡度对滑坡和崩塌的形成有重大影响。从表 6 可得滑坡一般发生在 40°~90°的斜坡, 多发生于坡度大于 60°~79°的人工临空陡坡, 占滑坡总数的 60%, 崩塌发生在 40°~90°的斜坡, 多发生于坡度大于 60°的人工临空陡坡, 占崩塌总数的 88%, 崩塌、滑坡发生坡度大于 60°的占总数的 84%。

Table 6. Statistical table of collapse and landslide according to slope

表 6. 崩塌、滑坡按坡度统计表

地质灾害类型	坡度划分(°)					合计
	40~49	50~59	60~69	70~79	80~90	
崩塌	6	10	35	41	41	133
滑坡	6	6	11	17	7	47
合计	12	16	46	58	48	180
百分比(%)	7	9	25	32	27	100.00

4. 地质灾害形成条件及诱发因素

4.1. 地形地貌条件

地形地貌是崩塌、滑坡等地质灾害产生的先决条件。中山市中部低山丘陵区山高坡陡, 风化侵蚀严重, 山体四周边缘地带的剥蚀残丘岩土体结构较疏松, 靠近人类聚集区的斜坡, 人类工程活动导致陡崖式人工边坡分布较为普遍。火炬开发区南部、中部低山和丘陵集中分布, 表层被黄土覆盖, 区域内有马鞍山、横门山、烟管山、飞鹅山、大王山等; 五桂山街道高低丘陵分布比较零散, 山地超过 84%; 坦洲镇西北部为丘陵, 属于白水林丘陵区, 境内有铁炉山、狮子山、坦洲山、蚬洲山等; 三乡镇分布着台地和丘陵, 四面环山, 这些山脚下密布着民房厂房; 神湾镇神湾大道以东为丘陵, 以西为平原, 山坡上随处可见种植的菠萝, 降水充沛; 板芙镇东部为丘陵地带, 矮小的山岭此起彼伏, 为燕山期花岗岩组成, 久经自然侵蚀, 表层为残坡积土和全风化层, 而山体残坡积土和全风化层厚度大, 岩土体松散, 粘聚力差, 遇水极易松散, 土体吸收雨水后, 土体自重压力超过土体抗剪强度, 就发生了地质灾害。中山 73% 的地质灾害发生在这 6 个镇区。

4.2. 降雨诱发条件

中山南部濒临南海, 夏季风带来大量水汽, 雨量充沛。水是滑坡、崩塌主要诱发因素, 强降雨或连续降雨, 对坡体连续冲刷、侵蚀作用, 造成斜坡岩土体变形下滑; 随着雨水下渗, 岩土体含水量明显增加, 对岩土体起到一定的软化作用, 并趋于饱和, 动水压力增加, 自重不断增加, 土体抗剪强度明显降低, 加大了土体向下变形、滑移的趋势, 对斜坡的稳定造成了不利影响。5、6 月龙舟雨期和 8、9 月台风期不仅降雨总量大, 且有暴雨出现, 易引发地质灾害。

4.3. 人为因素条件

剥蚀丘陵处于城区、公路、主要交通干线旁, 山体周边人口密集, 土地稀缺, 房屋基本紧挨着山脚, 甚至削坡而建, 形成了密集分布的人工边坡, 同时修建公路时不可避免地形成了大量的人工边坡, 工程建设(工厂、学校、公园等)、采石取土等也形成局部陡坡, 神湾镇菠萝坡地种植导致山体植被被破坏, 岩土局部裸露等等, 人工边坡多数未采取有效的支护措施, 所以易引发滑坡、崩塌地质灾害。从 2021 年城市地质调查对 165 宗存在人工切坡的地质灾害进行调查统计表 7, 其中削坡建房造成的崩塌、滑坡 73 宗, 占比 44%, 建厂建校建公园等工程建设造成的崩塌、滑坡 49 宗, 占比 30%, 切坡筑路造成的崩塌、滑坡 25 宗, 占比 15%, 采石取土造成的崩塌、滑坡 18 宗, 占比 11%。

Table 7. Statistical table of human engineering activities and geological hazards

表 7. 人类工程活动与地质灾害统计表

人类工程活动	灾害类型		合计(处)	百分比(%)
	崩塌	滑坡		
削坡建房	50	23	73	44
工程建设	34	15	49	30
切坡筑路	19	6	25	15
采石取土	15	3	18	11

5. 防治措施

5.1. 防治原则

地质灾害防治工作, 应当坚持预防为主, 避让与治理相结合, 全面规划、突出重点的原则。通过人防结合技防, 达到防治效果。

5.2. 规划措施

中山市在 2018 年 4 月完成了 1:5 万地质灾害详细调查, 2022 年根据《广东省自然资源厅关于开展地质灾害风险普查工作的通知》和《中山市第一次全国自然灾害综合风险普查实施方案》的要求, 即将完成中山市地质灾害风险普查工作, 在市地质灾害风险普查之后, 要做好地质灾害防治规划, 明确每一年的防治任务, 对重要地质灾害点提出切实可行的防治方案, 有计划、有步骤、有重点、有针对性地开展防治措施。编制城市总体规划、村庄和集镇规划, 应当将地质灾害防治规划作为其组成部分。中山市 2020 年发布的《关于加强自然山体规划建设管理的通知》规定, 总体规划及控制性详细规划编制过程中, 对市域内所有坡度大于 25% 的现状自然山体及山体余脉不得规划为绿地以外的建设用地, 不得任意开挖、砍伐植被。对于坡度大于 25% 的山地、林地以及海拔超过 50 米高地原则上禁止开发, 并限制新建、扩建

与生态产业发展相悖的建设项目。这些措施出台可以减少对山体的人为损害，从源头上防范地质灾害隐患的出现。

5.3. 宣传和演练

地质灾害发生具有季节性，非汛期人们安全防范意识有所松懈，在汛期来临之前，要张贴宣传标语，更新警示牌，必须要开展地质灾害识别、避险、巡查等知识宣传，组织应急避险演练，通过宣传和演练，提高群众防范意识，提升自救、互救本领能力，在汛期来临时快速进入防御状态。

5.4. 群测群防“三查”

发动地质灾害隐患点群众、工厂保安、学校保安等加入到群测群防队伍中来，由他们担任专管员，负责日常巡查工作，通过目视检查，发现地质灾害隐患点形变和位移迹象，对稳定性较差、危险性小的地质灾害隐患点开展宏观监测，发动村委会干部担任管理员，带领专管员做好值守、雨前排查、雨中巡查和雨后核查，向群众派发避险明白卡等工作，镇政府领导担任负责人，强化属地地质灾害防治责任，形成“三员共管”网格化人防监测网络，落实“三员共管”机制，健全群测群防员队伍，做到群防群治。

5.5. 监测措施

对有变形迹象，危害程度大，稳定性差，威胁人员数量多的地质灾害隐患点安装雨量计、含水率、位移计、倾角加速度等专业或普适型监测设备，实时采集分析数据，及时发现地质灾害变化情况，及时发布预警信息，明确告知大家采取相应的防御措施。对一些不易到达，不易目测监测，变形不明显的地质灾害隐患点可以安装监控设备，可以拉近放大观看坡体细节部位，也可以监控过往的行人，进行远程调度指挥。

5.6. 应急调查和应急处置措施

制定应急预案，快速组织应急调查、应急监测，划定危险区域，竖立警示牌，对崩塌滑坡处覆盖防水布，避免雨水进一步冲刷，造成更大的崩塌滑坡面，查明地质灾害发生的经过、原因，研判趋势，提出当前处置和后续防治建议。

5.7. 综合治理

因地制宜，采取搬迁避险、排危除险、工程治理等经济适用的综合治理措施。简易厂房、棚房可以采取搬迁的办法；对于整体斜坡处于稳定状态，植被发育很好，只是暴雨情况下在岩土体裸露处局部被雨水冲刷，对这种危害程度小，规模小的水土流失区可以采取在汇水处挖建排水沟，坡脚种树，坡面植草等生物防治措施；此外还有坡表防渗、裂缝回填、后缘减载，回填压脚、支挡、拦石墙、削坡清表减载、分级削坡、挖环山排水沟等排危除险措施，既经济又管用。对于采石造成的崩塌陡坡可以采取柔性防护网、被动防护网等措施；对于风险高、险情大的点，建议经济条件好的镇区采用锚固 + 格构 + 喷播植草措施进行工程治理。

5.8. 防治措施预期效果

中山市到目前为止尚未发生过因地质灾害致伤致死情况，经济损失也较小，这与政府部门重视地质灾害防御和采取的上述防治措施有直接关系，在探索加强山体保护，从源头上控制地质灾害增量，政府各部门还要通力合作，达到一定坡度和高度的山体，禁止开发，未达到限制的山体，也要按照“谁引发、谁治理”要求，加大执法力度，才能达到预期效果。

6. 结论

中山市地质灾害类型以崩塌、滑坡为主；地质灾害特征以土质斜坡发生崩滑数量最多，土质斜坡易吸水，容易发生险情，所以对松散层应及时清表、削坡减载；灾害体规模以中小型为主，险情以中小型为主；在时间分布上，6月、8月、9月雨水多，易发生崩塌、滑坡，要加密巡查次数；在空间分布上，中山南部4镇发生崩滑数量最多，是巡查重点区域；地形地貌是崩塌滑坡的先决条件；人工削坡是形成地质灾害隐患点的主要原因；强降雨或持续降雨是造成小崩小滑小型险情的主要诱因；要加强群测群防和综合治理力度，把握预防为主，避让与治理相结合的原则；开展中山市地质灾害风险普查工作十分及时和必要，防治工作不仅要关注在册点，同时也要关注非在册已经发生过小崩小滑的风险点；加强宣传培训，提高人民群众对地质灾害的预防意识，避免人工切坡，从源头上避免地质灾害隐患点的生成。

参考文献

- [1] 中国地质灾害防治工程行业协会. 地质灾害防治基本术语(试行) [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2018.
- [2] 李博融. 陕西省略阳县地质灾害特点及预警现状分析[J]. 地矿冶金, 2010(S1): 26-27.
- [3] 许启松, 李明胜, 朱莹宏, 樊辉, 黄勇博. 贵州盘州市地质灾害分布特征及成因研究[J]. 四川水泥, 2022(6): 115-119.
- [4] 朱霞, 张戈, 王耕, 黄学勇. 国内外地质灾害研究进展的文献计量分析[J]. 河北地质大学学报, 2020, 43(2): 34-40.
- [5] 姚能文. 潮州市潮安区地质灾害特征、分布规律及防治措施探讨[J]. 西部资源, 2021(6): 10-12.
- [6] 赵付明, 王博, 谢超. 安徽省地质灾害隐患点现状分析与研究[J]. 安徽地质, 2016, 26(2): 143-145.
- [7] 何韵. 合肥市地质灾害现状、发展趋势分析和防治建议[J]. 安徽地质, 2021, 31(3): 257-260.
- [8] 赵玉微, 张锦宾. 乐清市地质灾害现状及成因分析[J]. 广东水利水电, 2010(3): 14-16.
- [9] 张国华, 何学文, 齐良. 江西省吉安县崩滑流地质灾害形成条件分析及防治对策[J]. 地质灾害与环境保护, 2021, 32(4): 19-33.
- [10] 符诗存, 张建国. 广州市地质灾害现状与防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008, 19(3): 92-95.
- [11] 李永丰. 中山市地质灾害分布规律[J]. 勘探测绘, 2018(29): 85-86.
- [12] 王玉超. 地质灾害防治现状及实践对策分析[J]. 科学技术创新, 2020(23): 44-45.
- [13] 李行. 滑坡成因分析及防治策略研究[J]. 工程前沿, 2020(14): 36-37.