

李秀娟, 符诗存. 梅州市人工边坡成灾规律分析及防治对策 [J]. 华南地震, 2020, 40 (2) : 111-117. [LI Xiujuan, FU Shicun. Analysis on Disaster Regularity of Artificial Slope in Meizhou City and Prevention Countermeasures [J]. South China journal of seismology, 2020, 40 (2) : 111-117]

梅州市人工边坡成灾规律分析及防治对策

李秀娟, 符诗存

(广东省地质环境监测总站, 广州 510510)

摘要: 梅州市主要为低山、丘陵地貌区, 人多地少, 随着经济的发展, 人民生活水平的提高, 新建、扩建住宅显著增多, 削坡建房情况普遍, 形成了大量的人工边坡, 产生了大量的地质灾害隐患点, 削坡建房诱发的地质灾害高发、频发, 造成较多人员伤亡和财产损失。从灾害空间分布特征、时间分布特征、灾害与降雨关系、灾害与人类工程活动关系, 分析总结梅州市人工边坡成灾规律, 并提出防治对策。

关键词: 梅州市; 人工边坡; 成灾规律; 防治对策

中图分类号: TU43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2020) 02-00111-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2020.02.017

Analysis on Disaster Regularity of Artificial Slope in Meizhou City and Prevention Countermeasures

LI Xiujuan, FU Shicun

(Guangdong Institute for Geo-Environment Monitoring, Guangzhou 510510, Guangdong)

Abstract: Meizhou City is mainly a low mountain and hilly landform area with a large population and few land. With the development of economy and the improvement of people's living standards, the number of new-built and expanded houses has increased significantly. Slope cutting and housing construction are common. A large number of artificial slopes have been formed, resulting in a large number of potential geological hazards. Geological disasters induced by slope cutting and housing construction occur frequently, resulting in more injuries, deaths and property losses. Based on the characteristics of spatial distribution, temporal distribution, relationship between disasters and rainfall, and relationship between disasters and human engineering activities, this paper analyzes and summarizes the disaster regularity of artificial slopes in Meizhou City, and puts forward prevention and control countermeasures.

Keywords: Meizhou city; Artificial slope; Disaster regularity; Prevention countermeasures

0 前言

梅州位于广东省东北部五岭山脉南麓的丘陵地带, 地处闽、粤、赣三省交界处, 下辖梅江区、梅县区、兴宁市、大埔县、丰顺县、五

华县、平远县、蕉岭县 2 区 1 市 5 县, 面积约 1.6 万 km², 2015 年末户籍人口为 543.79 万人。由于该市地处山区, 山多田少, 尤其开阔的平地少, 近年来, 随着经济的发展, 人民生活水平的提高, 新建、扩建住宅显著增多, 再加上当地客

收稿日期: 2019-08-20

项目基金: 2018 年度广东国土科技项目 (GDGTKJ2018004)

作者简介: 李秀娟 (1984-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事灾害地质、环境地质研究。

E-mail: 277830464@qq.com

家人居家讲究“风水”，房子要“靠山”，很多房子都建在山坡上。山坡上建房，必然要削坡，因此，梅州山区农村削坡建房的现象十分普遍。而削坡本身就改变了原有地质条件，破坏了原有山体的稳定性；再加之削坡的坡度过大，住房与坡脚之间距离过小，护坡措施不当等问题，屋后的削坡边坡在自身重力的作用下，强降雨的诱发下易发生山体滑坡、崩塌灾害^[1-2]。近年来，梅州市因削坡建房形成了大量的人工边坡，产生了大量的地质灾害隐患点，削坡建房诱发的地质灾害高发频发，造成较多人员伤亡和财产损失。据统计，2007年以来梅州市削坡建房人工边坡诱发的地质灾害共造成46人死亡，其中2016年有8处削坡建房的人工边坡发生崩塌、滑坡，造成14人伤亡，直接经济损失73万元。为了探索削坡建房形成的人工边坡引发崩塌、

滑坡地质灾害防治与管理模式，最大限度地降低地质灾害造成的人员伤亡和经济损失，本研究分析总结了梅州市人工边坡成灾规律，并提出防治对策。

1 灾害空间分布特征

梅州市人工边坡引发的地质灾害空间分布上有明显的地域性。从空间上看，绝大多数灾害点分布在海拔100~500 m的丘陵区，标高>500 m的低山、中低山区如阴那山脉、莲花山脉，以及标高<100 m的盆台区如梅城盆地、兴宁盆地、松口盆地等，分布较少^[3]。从平面上看，灾害点主要集中分布在梅州市的东南部和西北部、北部地区；在西部、西南部、东部，灾害分布较少(图1)。

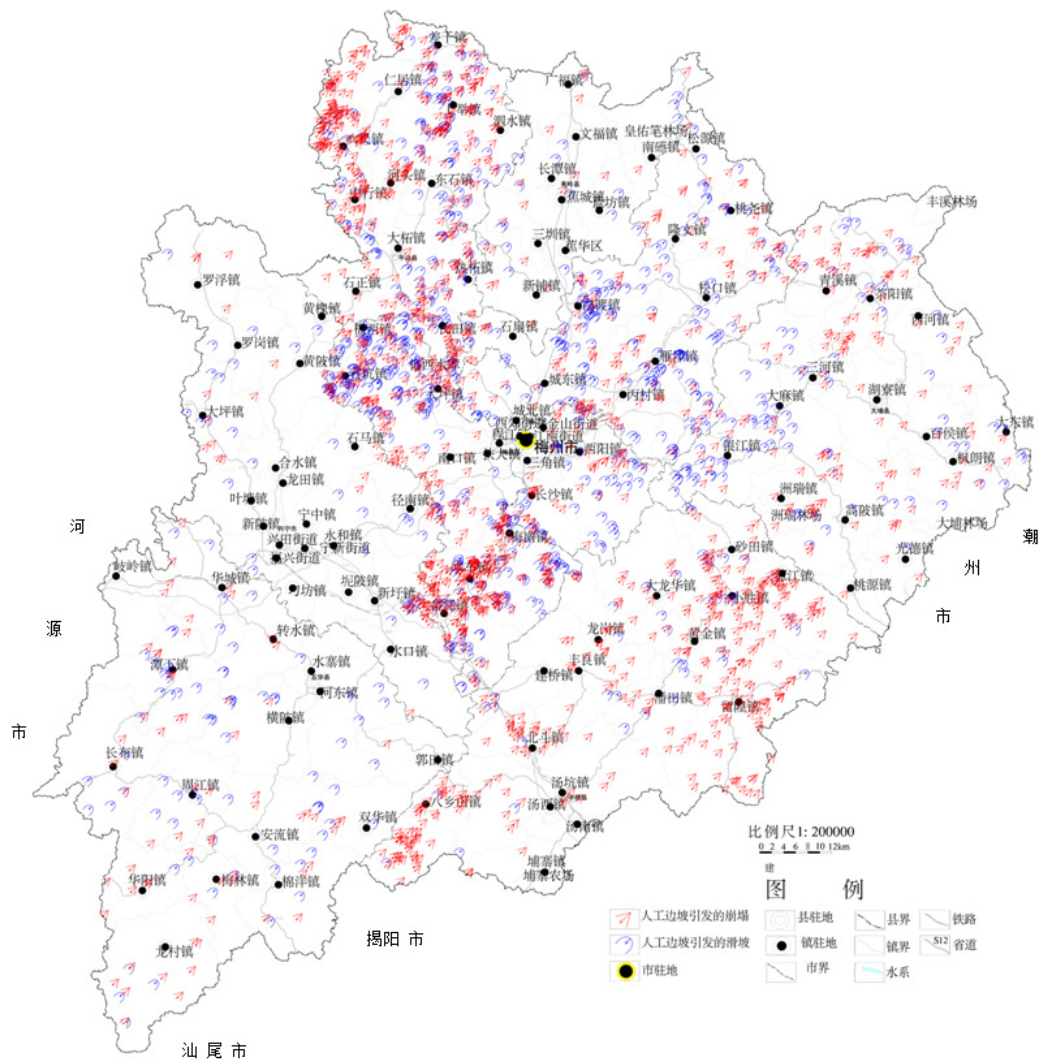


图1 梅州市人工边坡引发地质灾害空间分布图

Fig.1 The space distribution map of geology disaster caused by artificial side slope in Meizhou city

2 灾害时间分布特征

梅州市人工边坡引发的地质灾害发生时间有明显的季节性，据 2017 年底完成的梅州市各

县（市、区）1：50000 地质灾害详细调查资料，有明确发生时间的 2230 处统计，其中有 2082 处发生在 4～9 月的汛期雨季，占 93.36%，说明大气降雨是崩塌、滑坡发生的最主要的外在诱因。

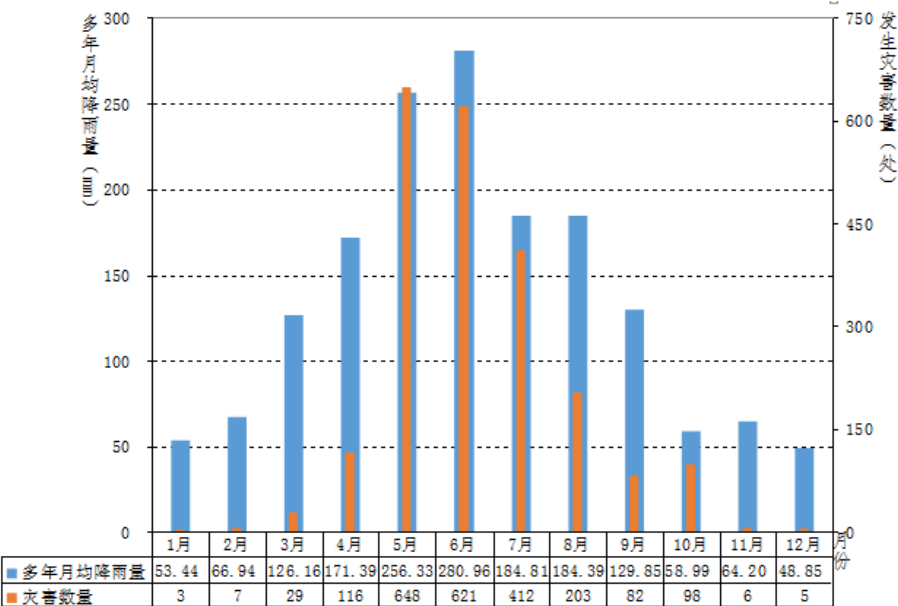


图 2 梅州市人工边坡引发地质灾害数量与多年月均降雨量关系图

Fig.2 Relation graph between geology disaster quantity caused by artificial side slope and multi-years average monthly rainfall in Meizhou city

3 灾害与降雨的关系

梅州市崩塌、滑坡地质灾害无论从多年统计的长周期看，还是从年内月统计的短周期看，明显受降雨作用的控制；地质灾害的形成与降雨量、降雨分布、降雨强度、降雨历时和过程降雨量等密切相关，每年汛期及台风暴雨时期的崩塌、滑坡地质灾害活动更加频繁。

3.1 地质灾害与多年平均降雨量

梅州市人工边坡引发的崩塌、滑坡地质灾害分布数量与多年平均降水量的关系如表 1 所示。约 95% 的崩塌、滑坡地质灾害出现在年降水量 1300～2000 mm 的地区，特别是 1300～1400 mm 区域地质灾害发育密集占 43.9%；年降水量少于 1300 mm 的地区崩塌、滑坡地质灾害数量较少，约占 3%。

表 1 梅州市人工边坡引发地质灾害与多年平均降雨量关系统计表

Table 1 Statistical relation table of geology disaster quantity caused by artificial side slope and average annual rainfall in Meizhou city

年均降雨量（mm）	地质灾害数量			
	崩塌（处）	占比（%）	滑坡（处）	占比（%）
<1300	19	1.3	19	2.3
1300～1400	531	37.7	448	54.5
1400～1600	164	11.6	97	11.8
1600～1800	489	34.7	208	25.3
1800～2000	138	9.8	46	5.6
2000～2100	0	0	0	0
2100～2200	7	0.5	3	0.4
≥2200	60	4.3	1	0.1
合计	1408	100	822	100

说明：本表以 2017 年底完成的梅州市各县（市、区）1：50000 地质灾害详细调查有明确发灾时间资料统计。

3.2 地质灾害与季节变化

降雨量的季节性变化决定着地质灾害暴发的季节变化。梅州市旱季、雨季比较明显，雨季较长，一般 4~9 月为雨季，10 月至次年 3 月

雨量较少为旱季。据统计，约 90% 的地质灾害发生在 4~9 月雨季内，以 5、6 月份暴发频率最高，10 月至次年 3 月发生地质灾害的频率较小(表 2)。

表 2 梅州市人工边坡引发地质灾害与降雨量关系统计表
Table 2 Statistical relation table of geology disaster quantity caused by artificial side slope and rainfall in Meizhou city

月份	降雨量		地质灾害	
	多年平均降雨量 (mm)	占年均降雨量 / (%)	发生地质灾害 / (处)	占灾害点总数 (%)
1	53.44	3.3	3	0.1
2	66.94	4.1	7	0.3
3	126.16	7.8	29	1.3
4	171.39	10.5	116	5.2
5	256.33	15.8	648	29.1
6	280.96	17.3	621	27.8
7	184.81	11.4	412	18.5
8	184.39	11.3	203	9.1
9	129.85	8.0	82	3.7
10	58.99	3.6	98	4.4
11	64.20	3.9	6	0.3
12	48.85	3.0	5	0.2
合计	1626.30	100	2230	100.0

说明：本表以 2017 年底完成的梅州市各县（市、区）1：50000 地质灾害详细调查有明确发灾时间资料统计

3.3 地质灾害与降雨强度

梅州市区域性崩塌、滑坡活动不仅同年降雨量分布密切相关，而且深受降雨量的集中程度和降雨强度的影响。一般而言，连续阴雨加

暴雨、暴雨过程及台风期大面积降雨过程是崩塌、滑坡活动的主要时间段。梅州市的崩塌、滑坡主要发生在暴雨时期，区域性崩塌、滑坡活动同长历时强降雨过程密切相关。

表 3 梅州市人工边坡引发地质灾害与日最大降雨量关系统计表
Table 3 Statistical relation table of geology disaster quantity caused by artificial side slope and daily rainfall in Meizhou city

日最大降雨量 (mm)	地质灾害数量				合计 (%)
	崩塌 (处)	占比 (%)	滑坡 (处)	占比 (%)	
<50	3	0.2	7	0.9	0.4
50 ~ 100	16	1.1	17	2.1	1.5
100 ~ 150	201	14.3	51	6.2	11.3
150 ~ 200	958	68	632	76.9	71.3
200 ~ 250	121	8.6	89	10.8	9.4
≥250	109	7.7	26	3.2	6.1
合计	1408	100	822	100	100

说明：本表以 2017 年底完成的梅州市各县（市、区）1：50000 地质灾害详细调查有明确发灾时间资料统计

71.3% 的人工边坡灾害落在日降雨量 150~200 mm 区间（表 3），说明当日降雨量达 150 mm 及以上时，将是人工边坡引发地质灾害易发、高发、频发阶段；44.8% 的花岗岩类人工

边坡灾害落在时降雨量 100~150 mm 区间(表 4)，说明当时降雨量达 100 mm 及以上时，将是花岗岩类人工边坡引发地质灾害易发、高发、频发阶段，地质灾害防治工作者应高度重视。

表 4 梅州市花岗岩人工边坡地质灾害与时最大降雨量关系统计表

Table 4 Statistical relation table of geology disaster quantity caused by artificial side slope in granite areas and hourly rainfall in Meizhou city

时最大降雨量（mm）	地质灾害数量				合计（%）
	崩塌（处）	百分比（%）	滑坡（处）	百分比（%）	
≤50	172	33.8	48	33.6	33.7
50 ~ 100	94	18.5	46	32.2	21.5
100 ~ 150	243	47.7	49	34.3	44.8
>150	0	0	0	0	0

说明：本表以 2017 年底完成的梅州市各县（市、区）1：50000 地质灾害详细调查花岗岩区资料统计

4 灾害与人类工程活动的关系

梅州市近几年来，随着经济建设的力度加大，村民修房切坡削坡现象普遍，特别是村民切坡削坡时放坡不规范，局部形成高陡边坡，进而改变了斜坡的原始状态，对崩塌、滑坡等地质灾害的发生产生了明显的诱发作用。影响崩塌、滑坡发育的主要因素为斜坡坡高、坡度、坡形。

4.1 人工边坡高度与地质灾害

人工边坡坡高与地质灾害的发生存在着明显的控制关系，边坡坡顶、坡面、坡脚的应力状态会随着边坡高度的变化发生显著的变化，最终导致不同程度产生变形破坏。

通过表 5 统计分析可知，总体上，地质灾害主要分布在高度为 5~10 m 和 10~20 m 人工边坡，分别为 327 处和 226 处，占灾害总数的 50.2% 和 34.7%。产生这一规律的主要原因是地质灾害的发生大多数为人为因素（削坡、开挖坡脚等）造成，高度小于 5 m 的人工边坡总数较少，诱发的地质灾害相对少；人工削坡高度主要 3~20 m，为了减少土方量，削坡坡度一般较陡，极易发生地质灾害。自然坡一般趋于稳定状态，削坡破坏了斜坡结构，在其它条件都相同的情况下，坡高越大，重力势能越大，坡体安全系数减小，对斜坡的稳定性越不利。从另一个方面讲，坡高也是地形地貌的一种外在表现形式。

表 5 花岗岩人工边坡高度与地质灾害关系统计表

Table 5 Statistical relation table of artificial side slope height in granite areas and geology disaster quantity

斜坡高度 /（m）	滑坡		崩塌		合计 /（处）	百分比 /（%）
	数量 /（处）	百分比 /（%）	数量 /（处）	百分比 /（%）		
0 ~ 5	0	0	34	6.7	34	5.2
5 ~ 10	61	42.7	266	52.3	327	50.2
10 ~ 20	54	37.8	172	33.8	226	34.7
> 20	28	19.6	37	7.3	65	10.0
合计	143	100.0	509	100.0	652	100.0

说明：本表以 2017 年底完成的梅州市各县（市、区）1：50000 地质灾害详细调查花岗岩区资料统计

4.2 人工边坡坡度与地质灾害

坡度对地质灾害的发生有很明显的控制作用。坡度不同，不仅会影响斜坡地质体重力稳定性，也影响到斜坡的变形失稳模式。梅州市村

民建房形成的人工挖方边坡坡度一般为 20°~80°不等，而 0°~20° 的边坡一般不会发生滑坡、崩塌地质灾害。

表 6 花岗岩人工边坡坡度与地质灾害关系统计表

Table 6 Statistical relation table of artificial side slope gradient in granite areas and geology disaster quantity

斜坡坡度 / (°)	滑坡		崩塌		合计 / (处)	百分比 / (%)
	数量 / (处)	百分比 / (%)	数量 / (处)	百分比 / (%)		
20 ~ 30	14	9.8	3	0.5	17	2.6
30 ~ 40	29	20.2	1	0.2	30	4.6
40 ~ 50	46	32.2	25	4.9	71	10.9
50 ~ 60	30	21.	116	22.8	146	22.4
60 ~ 70	20	14	234	46.0	254	38.9
70-80	4	2.8	123	24.2	127	19.5
> 80	0	0.0	7	1.4	7	1.1
合计	143	100.0	509	100.0	652	100.0

说明：本表以 2017 年底完成的梅州市各县（市、区）1：50000 地质灾害详细调查资料花岗岩区统计

通过表 6 统计分析可知，地质灾害主要分布在坡度为 30°~80° 的人工边坡，共计 628 处，占灾害总数的 96.3%。从单个灾种来看，滑坡主要分布在 30°~60° 人工边坡，共计 105 处，占灾害总数的 73.4%；崩塌主要分布在 50°~80° 人工边坡，共计 473 处，占灾害总数的 92.9%。滑坡主要发育在低、中坡度的边坡中，崩塌主要发育在高坡度的边坡中。

4.3 人工边坡坡形与地质灾害

斜坡形态可因人类工程活动而改变，分

为凸形坡、凹形坡、直线坡和阶梯形四种类型。通过表 7 统计分析可知，滑坡、崩塌灾害在各坡形均有分布，其中直线形坡分布最多，占总数的 47.2%，凸形坡分布最少，占总数的 14.4%。从单个灾种来看，滑坡主要分布在直线坡和凹形坡，分别为 56 处和 37 处，占总数的 39.2% 和 25.8%，分布在直线形坡的滑坡一般为浅层滑坡，表层浮土滑下，出露直线形滑面；崩塌分布最多的为直线坡和凹形坡，分别为 252 处和 103 处，占总数的 49.5% 和 20.2%。

表 7 花岗岩人工边坡坡形与地质灾害关系统计表

Table 7 Statistical relation table of artificial side slope shape in granite areas and geology disaster quantity

斜坡形态	滑坡		崩塌		合计 / (处)	百分比 / (%)
	数量 / (处)	百分比 / (%)	数量 / (处)	百分比 / (%)		
凸形	28	19.6	66	13.0	94	14.4
凹形	37	25.8	103	20.2	140	21.5
直线形	56	39.2	252	49.5	308	47.2
阶梯形	22	15.4	88	17.3	110	16.9
合计	143	100.0	509	100.0	652	100.0

说明：本表以 2017 年底完成的梅州市各县（市、区）1：50000 地质灾害详细调查资料花岗岩区统计

5 防治对策

如何预防山区农村削坡建房产生人工边坡引发地质灾害，最大限度减少人员伤亡和财产损失，结合本次成灾规律研究，提出如下建议：

（1）科学选址，减少人为削坡。山区农民建房时，依山就势，挖掘山体，形成了高切坡。当高切坡土质疏松，土层较厚时，在吸收水分后，降低了坡体强度，极易发生滑坡、崩塌或泥石流等灾害。因此，山区居民建房时，应科

学选址，尽量避免人为削坡，将地质灾害隐患消除在形成之前，是防灾减灾较为彻底的低成本做法。

（2）尽快出台技术指引，指导山区居民合理选址、削坡、护坡。梅州市山多平地少，依山建房、削坡建房仍是山区群众无奈的选择。建议有关部门尽快编写《农村削坡建房技术指引》等的科普读物，免费发给山区群众，教他们建房时如何选址、如何削坡、如何护坡。如在确需削坡处建房时，尽量选择坡度较小，风

化土层较薄的地方，要尽可能减少对原有地形的破坏程度。削坡时要注意：房屋前后削坡面的坡度应尽量放缓，一般不要大于 45° ；削坡高度尽量控制在 5 m 以下；削坡面最好削成台阶形，台阶面要有足够的宽度；房屋距边坡要留有安全距离，并做好护坡措施，如砌筑挡土墙、修筑排水沟、栽种植物等。

(3) 加强汛期监测预警，及时撤离避让。灾害性天气来临时，有关部门要密切关注强降雨的动态情况，及时发布预警信息。在连续阴雨加暴雨、暴雨过程及台风期大面积降雨时，是崩塌、滑坡活动的主要时间段，农村靠近山坡居民遇到暴雨期间要采取主动避让措施，没有条件避让的也要做到“住二楼不住一楼”、“住前房不住后房”。必要时当地政府要动员组织隐患点附近村民撤离避让，确保万无一失。

(4) 加大宣传力度，努力提高全民防范地质灾害的意识和能力。要广泛、深入、持久地开展地质灾害防治宣传和技术培训工作，要进村入户，用身边、村旁、屋后的真实事例，对群众进行宣传，切实增强和提高村委一级的安全意识和自救能力，特别是以山区村民的防灾意识。

6 结论

(1) 梅州市人工边坡引发地质灾害分布上有明显的地域性。从空间上看，绝大多数灾害点分布在海拔 100~500m 的丘陵区，标高 >500m 的低山、中低山区以及标高 <100 的盆台区分布较少。从平面上看，灾害点的分布主要集中在梅州市的东南部和西北部、北部地区；在西部、西南部、东部，灾害分布较少。

(2) 梅州市人工边坡引发地质灾害的发生时间有明显的季节性，主要发生在 4~9 月的汛期雨季，大气降雨是发生崩塌、滑坡最主要的外在诱因。

(3) 梅州市人工边坡引发地质灾害的形成与降雨量、降雨分布、降雨强度、降雨历时和过程降雨量等密切相关。约 95% 的崩塌、滑坡地质灾害出现在年降水量 1300~2000 mm 的地区，特别是 1300~1400 mm 区域地质灾害发育密集占 43.9%；当日降雨量达 150 mm 及以上时，将是人工边坡引发地质灾害易发、高发、频发阶段；当时降雨量达 100 mm 及以上时，将是花岗岩类人工边坡引发地质灾害易发、高发、频发阶段，地质灾害防治工作者应高度重视。

(4) 削坡改变了斜坡的原始状态，影响崩塌、滑坡发育的主要因素为斜坡坡高、坡度、坡形。人工边坡引发灾害主要分布在高度为 5~10 m 和 10~20 m 人工边坡，产生这一规律的主要原因是人工削坡高度主要为 3~20 m，特别是高度小于 5 m 的人工边坡总数较少，诱发的地质灾害相对少；地质灾害主要分布在坡度为 30° ~ 80° 的人工边坡，从单个灾种看，人工边坡引发滑坡主要发育在 30° ~ 60° 的低、中坡度的边坡中，崩塌主要发育在 50° ~ 80° 的中高坡度的边坡中；滑坡、崩塌灾害在各坡形均有分布，其中直线形坡分布最多，凸形坡分布最少。

(5) 梅州市山区削坡建房现象普遍，形成了大量人工边坡隐患点。如何预防人工边坡引发地质灾害，最大限度减少人员伤亡和财产损失，是地质灾害防治工作者及有关部门应该深度思考和探索的。

参考文献

- [1] 曾玲玉. 广东梅州客家居民削坡建房与泥石流灾害 [J]. 四川地质学报, 2007, 27(4): 285-287.
- [2] 曾玲玉. 广东梅州崩塌滑坡地质灾害成因及防治对策 [J]. 四川地质学报, 2007, 27(3): 198-200.
- [3] 蔡慕尧, 廖武坚, 曾旭青. 广东省梅州市地质灾害发育基本特征与成因分析 [J]. 嘉应学院学报(自然科学), 2007, 25(3): 98-103.