

文章编号: 1108 - 2786 - (2016) 1 - 110 - 11

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000107

基于 GIS 的都汶公路沿线地质生态社会环境评价

孟祥瑞¹ 裴向军¹ 刘清华¹ 张 雄² 胡云华³

(1. 成都理工大学/地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室 四川 成都 610059; 2. 四川蜀通岩土工程公司 四川 成都 610041;

3. 四川省第三测绘工程院 四川 成都 610500)

摘 要: 我国是一个多山的国家,生存空间的紧缺导致大量人口不得不生活于山区,同时为了克服山区相对较差的交通条件,人口又多聚集在公路沿线。山区公路沿线地质条件复杂,生态环境脆弱且社会经济发展相对落后,故而针对山区公路沿线开展地质、生态、社会环境的全方位调查与评价,对于山区社会经济可持续发展具有重要意义。以都(江堰)汶(川)公路沿线区域为研究范例:1)从地质、生态、社会发展三方面选取了共计 18 个指标,进行地质、生态、社会环境评价;2)基于 GIS 平台和一系列评价标准,对各评价指标进行量化计算,并以层次分析法确定各指标权重,得到地质、生态、社会环境三方面的评价分区结果;3)结合评价结果对研究区进行综合分区,并从耕地资源和建设用地两方面对研究区进行了人口承载容量分析。所得成果与研究区实际情况相符,对山区公路沿线区域发展规划有显著借鉴意义。

关键词: 山区公路沿线;环境评价;GIS;规划分区;人口容量

中图分类号: X141

文献标志码: A

我国是一个多山的国家,山区面积约占整个国土面积的 69%,同时我国人口众多,平原盆地等地势平坦适宜人类居住和从事生产活动的区域显得极其有限。由于生存空间的紧缺,全国有 56% 的人口不得不生活在交通不便、不适宜进行生产活动的山区,为了弥补交通不便的缺陷,山区居民多居住与活动于公路沿线。山区公路沿线地质环境复杂,这对沿线居民生产建设等活动带来不便,同时山区公路沿线地质灾害频发,可能影响到公路通行安全以及沿线居民生命财产安全。山区公路沿线的生态环境一般较为脆弱,包括道路修建等在内的人类活动可能会对沿线的生态环境造成重大影响。此外,山区社会经济发展较为落后,公共基础设施薄弱,因此充分利用有限资源,合理规划安排城镇建设十分重要。针对此类公路沿线开展地质、生态及社会环境评价

研究,掌握公路沿线地质环境、生态环境和社会经济发展水平,对合理规划布局公路沿线人类生产活动、保护沿线生态环境以及推动地区可持续发展具有重要的参考价值。

1 研究区概况

本研究选取都(江堰)汶(川)公路沿线为研究区,边界的确定主要是以公路两岸小流域的分水岭为界,同时参照行政区划进行划定。研究区内的都汶公路(国道 317 与国道 213 共用段)和都汶高速公路两条公路处于龙门山系和邛崃山系之间,属于青藏高原东部边缘,是我国三大阶梯中由第一阶梯青藏高原向第二阶梯四川盆地及边缘山地过渡地带,高山、中高山、中山、低山和河谷均有分布,公路

收稿日期(Received date): 2015 - 07 - 02; 改回日期(Accepted): 2015 - 09 - 01。

基金项目(Foundation item): 四川省测绘地理信息局支撑课题(NO. J2014ZC12); 地理空间信息工程国家测绘地理信息局重点实验室开放研究基金(NO. 201419)。[Sichuan Geographic Information Bureau Support Issues(NO. J2014ZC12); National Bureau of Surveying and Mapping Geographic Information Key Laboratory of Geo Spatial Information Engineering Open Research Foundation.]

作者简介(Biography): 孟祥瑞,男,汉族,1993 年出生,山西临汾人,现攻读成都理工大学地质工程硕士学位,主要从事地质灾害及地质工程研究。[Meng Xiangrui, male, born in 1993, in Linfen, Shanxi, Now reading for masters degree in geological engineering, Chengdu University of Technology. Research Interests: Geological Hazards, Geological Engineering, et al.]E-mail: 452652713@qq.com

沿岷江河谷逆流而上,山高谷深,地貌反差强烈,沿线出露基岩主要以三叠系须家河组碎屑岩、泥盆系地层以及元古代侵入岩体为主^[1],主要地质构造有汶茂断裂以及映秀断裂,其中映秀断裂是“5·12”汶川大地震的发震断裂。气候属大陆性季风气候,夏季高温,冬季寒冷,降水主要集中在夏季,同时,降雨量因受高山河谷阻挡的影响,由东南向西北递减明显,降雨量时空分布不均。由此可见,研究区内地质环境、生态环境等非常有代表性,研究具有良好的典型示范作用。

2 评价指标选取与量化

2.1 数据来源

本研究主要基于 GIS 平台进行,基础数据来源于地理国情普查数据。数据涉及范围广且质量高,地表覆盖数据分类精确且齐全,为后续评价提供了高质量的数据支持。

2.2 研究方法

目前国内对于区域环境的评价多基于单方面,例如地质条件和地质环境的评价及生态环境的评价等,对各方面环境的综合评价及分析则较少,而一个地区发展的规划应该是基于多方面的,对于一个地区进行多方面的环境评价意义更加现实也更加显著。因此,本研究的评价指标综合地质环境、生态环境、社会环境三方面进行选取^[2-4],指标涉及广泛,可以全面反映地区发展条件。

研究思路是将指标图层进行量化,并依据一定标准将评价结果划分为 5 级,分别以分值 1~5 的 5 个数值来代表 5 个级别,分值高低代表该项指标的适宜程度,分值越高,该项指标的适宜性越好,反之则越差。在得到各个评价指标结果图层后,通过层次分析法建立指标的评价体系,对结果图层进行空间叠加分析,得到地质环境、生态环境、社会环境的评价结果并为综合评价和分析提供数据支持。评价体系中的所有指标均在 ArcGIS 中实现,具体评价指标及赋值标准如表 1 所示。

2.3 指标量化

断裂带密度: 断裂带密度用于反映构造断裂的发育程度以及对地质灾害可能产生的影响,其密度的量化使用断裂带数据进行线密度分析,并依据自然间断点法^[5]分成 5 级并赋值,赋值标准见表 2,量化得到的图层见图 1。

断层距离: 断层是地震的发震构造,在进行建设活动时,应考虑断层两侧避让原则。断层距离的量化主要依据断层数据进行缓冲区分析生成,并依据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)^[6]规定划分成 5 级并赋值,赋值标准见表 2。

地震烈度: 地震烈度是地震影响区内地面及房屋等建筑物受破坏程度的量度指标。基于研究区地震烈度数据,将研究区重分类为 5 级并赋值,赋值标准见表 2,量化得到的图层见图 2。

工程地质岩组: 岩石的矿物成分、结构构造等决定了其强度,不同岩石强度对工程活动有不同的支撑条件,坚硬的岩石更加适宜工程活动的修建。依据《工程岩体分级标准》(GB50218-94)^[7],一般将岩石按照强度分为坚硬岩、较坚硬岩、较软岩、软岩、极软岩,并以此标准来对研究区岩性数据进行重分类赋值,赋值标准见表 2,量化得到的图层见图 3。

表 1 评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system

一级指标	二级指标	三级指标
地质环境	地质构造因子	断裂带密度、断层距离、地震烈度
	地层岩性因子	工程地质岩组
	地貌因子	高程、坡度
	地质灾害因子	地质灾害避让区、灾害点密度
	水资源因子	年降雨量、用水条件
生态环境	土地资源因子	耕地条件
	环境质量因子	植被覆盖、生物多样性
	人口因子	居民点密度
社会环境	经济因子	人均 GDP
	基础设施因子	交通通达性、能源支撑、公共服务能力

高程、坡度: 地貌条件是山区人居环境的重要因素,其中高程及地形坡度对于山区人类居住和农业耕作、生产用地有很大的影响,随着海拔升高、地形坡度的增加,人类生存环境受到限制,土地利用难度增加。高程划分使用 DEM 数据进行重分类,坡度量化基于研究区 DEM 高程数据运用 ArcGIS 进行表面分析得到。赋值标准^[8]见表 2,量化得到的图层见图 4、5。

地质灾害避让区: 研究区震后主要发生的滑坡、崩塌、泥石流灾害可能直接对人类生命财产安全造成损害,人类的活动应避让可能被地质灾害直接影响的区域。地质灾害威胁区采用经验公式^[9]结合目视解译的方法进行划分,对威胁区赋 0 值,其余区域赋值 5,量化得到的图层见图 6。

表 2 各指标赋值标准
Tab. 2 Index assignment criteria

指标	1	2	3	4	5
断裂带密度/(km/km ²)	1.8 以下	1.3 ~ 1.8	0.9 ~ 1.3	0.3 ~ 0.9	> 0.3
断层距离/m	15 ~ 200	-	200 ~ 400	-	> 400
地震烈度	> X	IX	VIII	VII	≤ VI 及
地质岩组	极软岩	软岩	较软岩	较硬岩	坚硬岩
高程/m	> 3 000	2 000 ~ 3 000	1 200 ~ 2 000	800 ~ 1 200	< 800
坡度/°	> 30	15 ~ 30	8 ~ 15	5 ~ 8	< 5
灾害点密度/(个/km ²)	> 27	15 ~ 27	8 ~ 15	3 ~ 8	< 3
年降雨量/mm	< 200	200 ~ 400	400 ~ 800	800 ~ 1 000	> 1 000
用水成本/元	> 5	3 ~ 5	1 ~ 3	0.3 ~ 1	< 0.3
耕地条件/°	20 ~ 25	15 ~ 20	10 ~ 15	5 ~ 10	< 5
植被指数	< 20	20 ~ 35	35 ~ 55	55 ~ 75	> 75
生物丰度指数	< 20	20 ~ 35	35 ~ 55	55 ~ 75	> 75
居民点密度	> 45	25 ~ 45	10 ~ 25	5 ~ 10	< 5
人均 GDP/美元	< 975	975 ~ 3 855	3 855 ~ 11 905	3 855 ~ 11 905	> 11 905
交通通达性	< 0.2	0.2 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.6	> 0.6
能源支撑	< 0.3	0.3 ~ 0.5	0.5 ~ 0.7	0.7 ~ 0.9	> 0.9
公共服务能力	< 1.5	1.5 ~ 2.5	2.5 ~ 3.5	3.5 ~ 4.5	> 4.5

灾害点密度: 该指标是评价单元地质灾害发育情况的综合反映,曾发生地质灾害的地方,再次发生灾害的可能性更高。基于研究区灾害隐患点解译数据,运用核密度分析对灾害点密度进行量化,并采用自然间断点法分为 5 级并赋值,赋值标准见表 2,量

化得到的图层见图 7。
年降雨量: 年降雨量是指一个区域内多年的年降雨量的平均值,该指标对当地生态环境、水资源与水环境有重要意义^[10]。降雨量指标赋值标准见表 2,量化得到的图层见图 8。

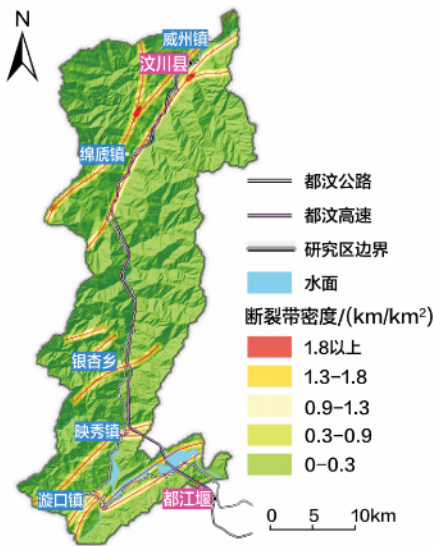


图 1 断裂带密度
Fig. 1 Density of faults

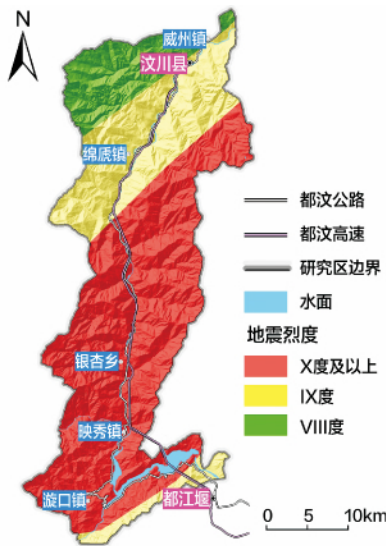


图 2 地震烈度
Fig. 2 Earthquake intensity

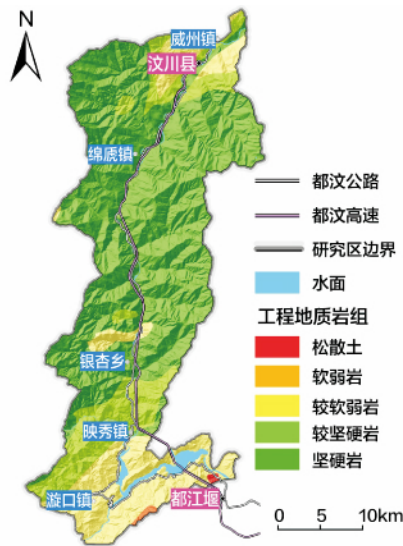


图 3 工程地质岩组
Fig. 3 Stratum

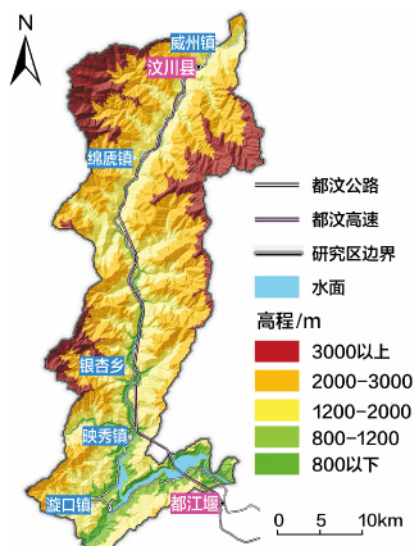


图4 高程

Fig. 4 Altitude

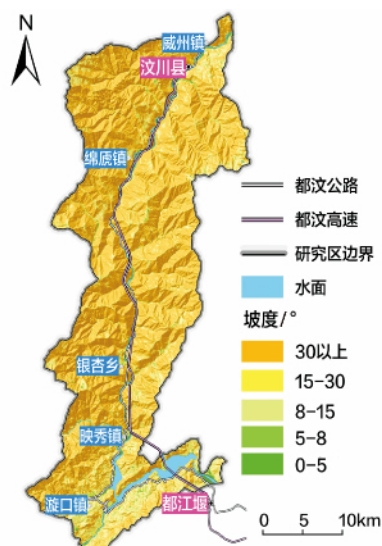


图5 坡度

Fig. 5 Slope



图6 地质灾害避让区

Fig. 6 Geological hazard threat area

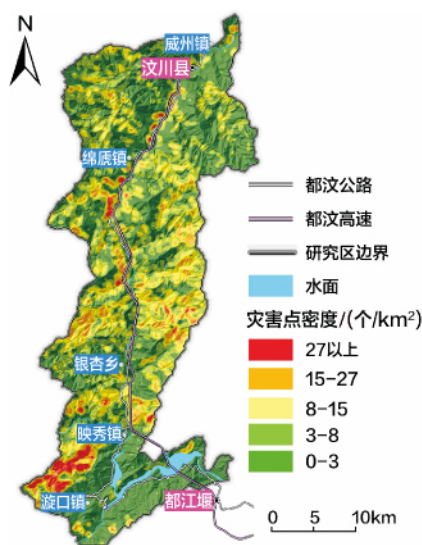


图7 灾害点密度

Fig. 7 Density of disasters

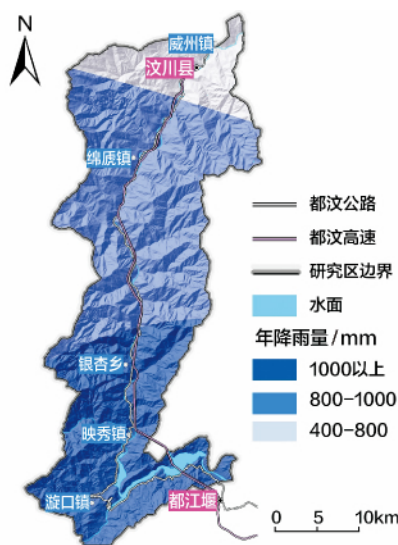


图8 年降雨量

Fig. 8 Annual rainfall

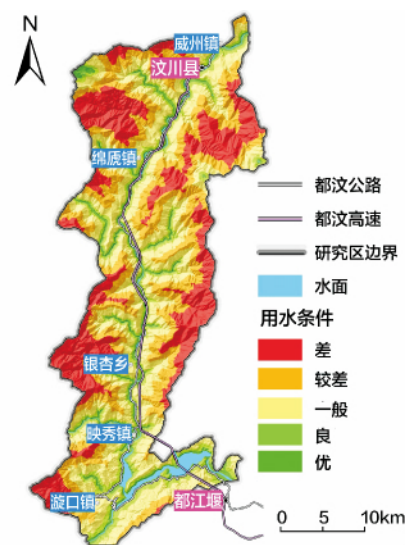


图9 用水条件

Fig. 9 Water condition

用水条件: 用水条件反应了用水成本的高低,即水资源从水源地引至使用地时的运输成本高低。用水条件的计算运用地表的河网数据以及高程数据进行距离分析和成本分析,根据当地条件,管道维护成本取 $0.03 \text{ 元}/(\text{m}^3 \times \text{km} \times \text{a})$;提水成本取 $0.04 \text{ 元}/(\text{m}^3 \times \text{a})$,将量化结果划分为5级^[8]。赋值标准见表2,量化得到的图层见图9。

耕地条件: 耕地是能为人类提供最多能量来源的土地使用类型,其条件好坏对于国民经济发展具重要影响。本研究依据耕地的坡度对耕地条件进行评价,具体的评价标准见表2。

植被覆盖、生物多样性: 两者是一个区域生态环

境好坏的重要参照。两者的计算以地理国情数据中的地表覆盖数据为基础,参照《生态环境状况评价技术规范(试行)(HJ/T 192-2006)》^[11]进行。评价采用 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 的网格为单位,得到的图层见图10、11,划分标准见表2。

居民点密度: 对生态环境和社会而言,利用区域内有限的自然资源及经济资源,在保证一定条件的物质生活水平下,所能持续供养的人口是有限制的^[12]。由于研究区人口分布不均,故使用居民点密度反映人口情况。居民点密度的量化采用居民点数据进行核密度分析,并依据自然间断点法进行分级,分级标准见表2,量化得到的图层见图12。

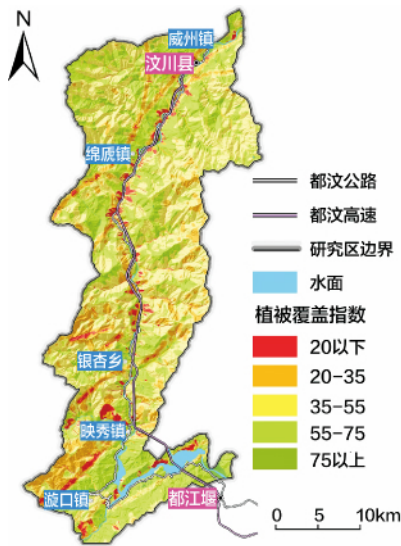


图 10 植被覆盖

Fig. 10 Vegetation cover

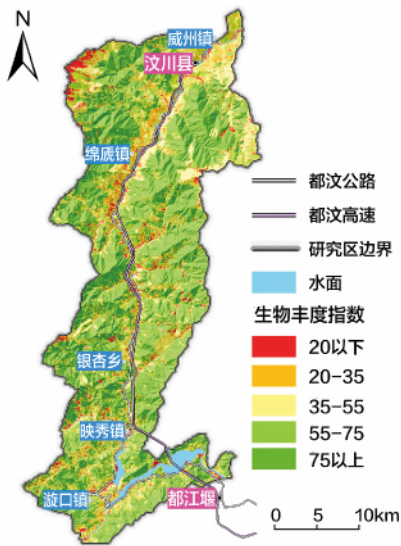


图 11 生物多样性

Fig. 11 Bio - diversity

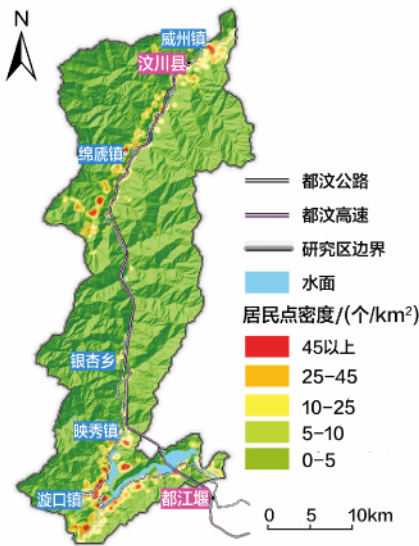


图 12 居民点密度

Fig. 12 Density of population

人均 GDP: 人均 GDP 比较客观地反映了一定区域内社会的发展水平和发展程度。其赋值方法采取世界银行在 2008 年发布的对高中低收入国家的界定标准进行赋值, 标准见表 2。

交通通达性: 交通通达性的量化使用道路数据进行缓冲分析并参照表 3 的标准进行赋值, 之后结合高程和坡度数据, 参照表 4 进行地形修正, 并对结

果进行归一化处理, 依照表 2 标准赋值。该指标可贴切反应每个栅格位置交通条件的便利性^[8], 得到的结果量化图层见图 13。

能源支撑: 能源支撑能力主要根据距离衰减原则依照不同的距离衰减系数(表 5) 对研究区内的发电设施与送电设施进行路径距离分析, 其赋值标准见表 2, 量化得到的图层见图 14。

表 3 公路交通物理通达性距离赋值标准

Tab. 3 Distance assignment standard of traffic

距离/km	机场	火车站	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路	等外公路
0~0.1	1	1	1	0.8	0.7	0.6	0.4	0.2
0.1~0.5	0.95	0.95	0.95	0.75	0.65	0.55	0.38	0.18
0.5~1	0.9	0.9	0.9	0.7	0.6	0.5	0.35	0.16
1~1.5	0.85	0.85	0.85	0.65	0.55	0.45	0.3	0.14
1.5~2	0.8	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4	0.25	0.12
2~3	0.75	0.75	0.75	0.55	0.45	0.35	0.2	0.1
3~5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.4	0.3	0.15	0.05
5~10	0.65	0.65	0.65	0.45	0.35	0.25	0.1	0.01
10~15	0.6	0.6	0.6	0.4	0.3	0.2	0.05	0
15~20	0.55	0.55	0.5	0.35	0.25	0.15	0.01	0
20~25	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0
25~30	0.45	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0	0
30~40	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0	0	0
40~50	0.3	0.2	0.1	0.05	0	0	0	0
50~60	0.2	0.1	0.05	0	0	0	0	0
60~80	0.1	0.05	0	0	0	0	0	0
80~100	0.05	0	0	0	0	0	0	0

表 4 地形高程坡度权重赋值标准

Tab. 4 Correction parameter of altitude and slope

高程区段/m	<400	400~500	500~600	600~700	700~800	800~900	900~1 000	1 000~1 500
距离赋值	1.0	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.6
高程区段/m	1 500~2 000	2 000~2 500	2 500~3 000	3 000~3 500	3 500~4 000	>4 000		
距离赋值	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05		
坡度区段/°	0~5	5~10	10~15	15~25	25~35	35~45	45~90	
坡度区段/°	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1	0.05	

表 5 电源电路设施的距离赋值标准

Tab. 5 Distance assignment standard of energy facilities

距离区段/km	0~1	1~3	3~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30
距离赋值	1.0	0.95	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
距离区段/km	30~40	40~50	50~70	70~100				
距离赋值	0.3	0.2	0.1	0.05				

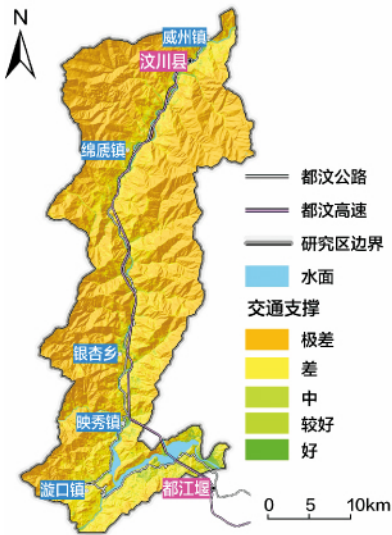


图 13 交通通达性

Fig. 13 Traffic accessibility

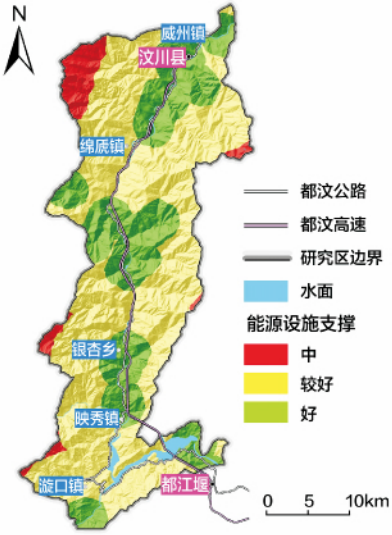


图 14 能源支撑

Fig. 14 Energy support

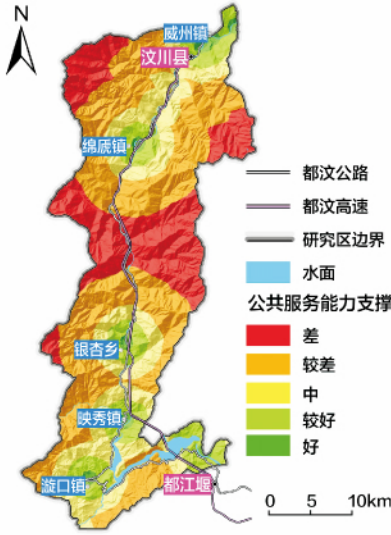


图 15 公共服务能力

Fig. 15 Public service ability

公共服务能力: 公共服务能力从教育、卫生、行政服务设施三个方面分别进行。对研究区范围内的学校、卫生机构、政府部门分别进行路径距离分析, 依据距离衰减的原则进行分级和赋值(表 6) 并将三者进行加权叠加, 所得结果的赋值标准见表 2, 量化图层见图 15。

表 6 公共基础设施距离赋值标准

Tab. 6 Distance assignment standard of public infrastructure

距离/km	<1	1~3	3~5	5~10	>10
赋值	5	4	3	2	1

3 模型建立及评价结果

3.1 评价模型

层次分析法是一种定性和定量相结合的、系统化的、层次化的分析方法。它是将半定性、半定量问题转化为定量问题的行之有效的一种方法。层次分析法通过逐层比较多种关联因素来为分析、决策、预测或控制事物的发展提供定量依据, 层次分析法在评价体系的建立和权重的确立中有广泛成熟的运用, 在此不再详细叙述层次分析法的具体运算步

骤^[13]。利用层次分析法对指标权重进行比较分析,分别得到地质、生态、社会环境三方面评价体系各指标权重如下。

3.1.1 地质环境类(表 7)

地质环境评价中,地貌因素比重较大,这是由于限制研究区居民生产建设活动的主要是地形因素,其次是地质构造和地质灾害因素;研究区内岩性单一,地层岩性的影响较小,故其比重最小。

3.1.2 生态环境类(表 8)

生态环境评价中,水资源和环境因素权重较高;而研究区内非主要农业区,故而土地资源权重赋值较小。

3.1.3 社会环境类(表 9)

社会环境评价中,较多考虑了基础设施因素对一个区域发展的支持作用,即某地的交通通达性和公共服务能力越高,其发展的适宜性越好。

3.2 评价结果

在 ArcGIS 中对所得图层按照上一步所求得的权重表进行加权叠加分析,得到地质环境、生态环境、社会环境适宜性的评价结果,见图 16~18。由评价结果看出,地质环境方面,总体上靠近都江堰的区域地质环境更好,同时岷江河谷两岸的平坦开阔地地质环境较好,断裂带附近以及地质灾害聚集区的地质环境相对较差;生态环境方面,总体呈东南向西北逐渐变差的趋势,其中都江堰到映秀段的生态环境最好,汶川县城附近较差,此外,海拔较低以及靠近河流和水库的地区生态环境更好;社会环境方面,靠近都江堰市、漩口镇、映秀镇和汶川县城的区域社会环境更好,基础设施完善,更适宜人类生活和进行生产活动。

4 综合分区及人口承载分析

4.1 综合分区

基于地质环境评价、生态环境评价、社会环境评价结果以及各单个指标的结果,对研究区进行综合分区,划分为:农业发展区、灾害避让带、建设适宜区、生态恢复区四类,各区的划分标准如下:

4.1.1 农业发展区

包括原有的耕地以及园地,不包括退耕还林还草的区域(坡度大于 25°的耕地)。

4.1.2 灾害避让带

包括断裂带两侧 15 m 以内的断裂带避让区以及地质灾害避让区,不包括农业发展区。

4.1.3 建设适宜区

包含满足以下所有条件的区域: a、地质环境、生态环境及社会环境评价得分均在好和较好级别; b、交通条件评价得分在好和较好级别; c、不包括建设避让区、农业发展区以及地表水体。

4.1.4 生态恢复区

除建设适宜区、建设避让区及农业发展区以外的区域,包括退耕还林还草的区域。

图 19~21 分别为汶川县城区域、映秀镇区域、紫坪铺区域综合分区结果,其中红色区域为建设适宜区,棕红色区域为灾害避让带,砂色区域为农业发展区,其余部分为退耕地和生态恢复区。

4.2 可承载人口分析

本研究从耕地资源和建设用地资源分别对可承载人口进行了测算。其中基于耕地资源的人口承载力即传统的土地资源人口承载力评价,它是以土地

表 7 地质环境评价体系权重表

Tab. 7 Index weights of geological environment assessment

目标层	准则层	权重	方案层	权重	综合权重
地质环境 适宜性 A	地质构造因素 B ₁	0.218 9	断裂带密度 C ₁	0.643 4	0.140 8
			断层距离 C ₂	0.073 8	0.016 2
			地震烈度 C ₃	0.282 8	0.061 9
	地层因素 B ₂	0.062 3	工程地质岩组 C ₄	1	0.062 3
	地貌因素 B ₃	0.359 4	高程 C ₅	0.333 3	0.239 6
			坡度 C ₆	0.666 7	0.119 8
	地质灾害因素 B ₄	0.359 4	灾害点密度 C ₇	0.5	0.179 7
			地质灾害威胁区 C ₈	0.5	0.179 7

表 8 生态环境评价体系权重表

Tab. 8 Index weights of ecological environment assessment

目标层	准则层	权重	方案层	权重	综合权重
生态环境 适宜性 A	水资源因素 B ₁	0.428 6	年降雨量 C ₁	0.5	0.
			用水条件 C ₂	0.5	0.214 3
	土地资源因素 B ₂	0.142 8	耕地条件 C ₃	0.142 8	0.142 8
			植被覆盖 C ₄	0.333 3	0.142 9
	环境质量因素 B ₃	0.428 6	生物多样性 C ₅	0.666 7	0.285 7

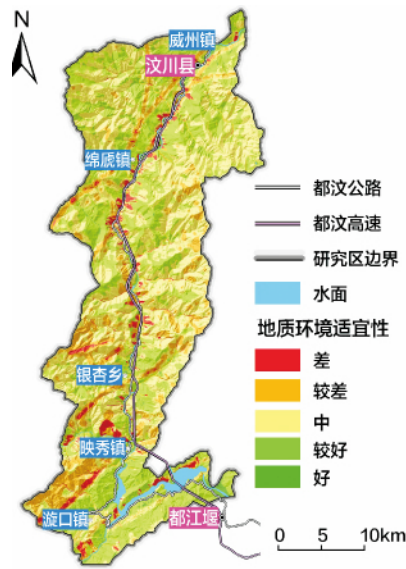


图 16 地质环境评价结果

Fig. 16 Geological Environment

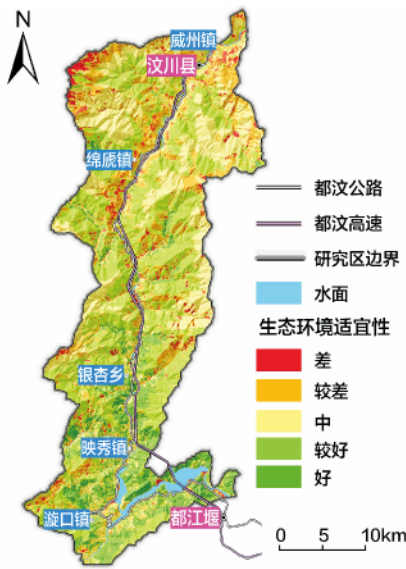


图 17 生态化境评价结果

Fig. 17 Ecological Environment

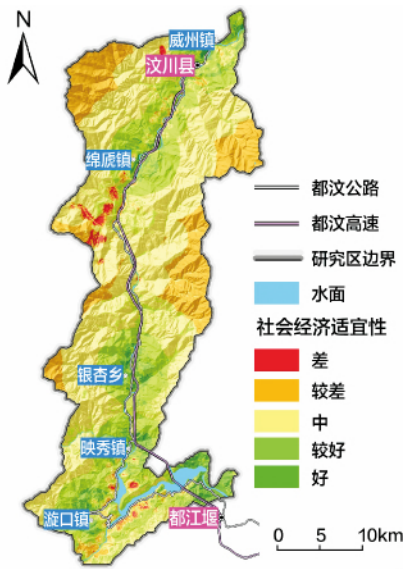


图 18 社会环境评价结果

Fig. 18 Social Environment

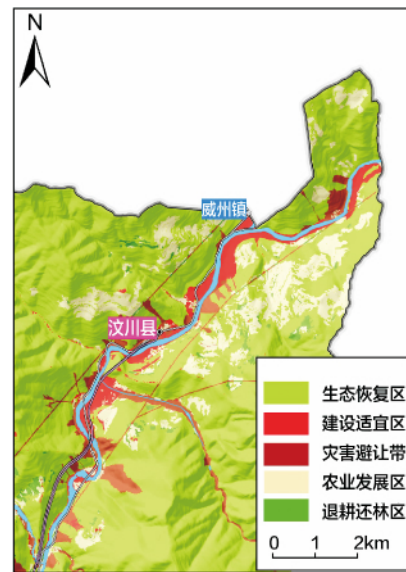


图 19 汶川县城区域

Fig. 19 Wenchuan county area

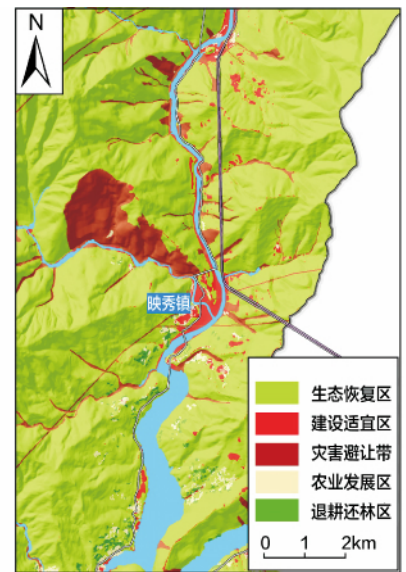


图 20 映秀镇区域

Fig. 20 Yingxiu town area

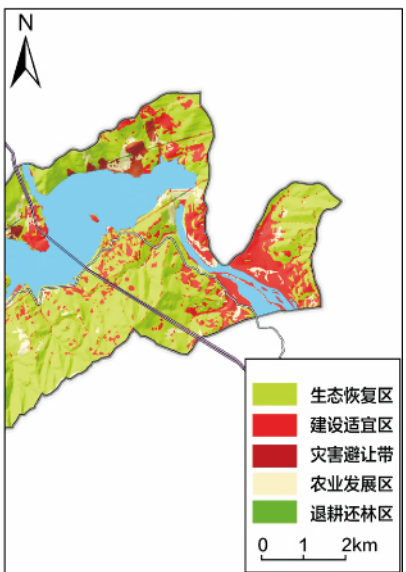


图 21 紫坪铺区域

Fig. 21 Zipingpu area

表 9 社会环境评价体系权重表

Tab. 9 Index weights of social environment assessment

目标层	准则层	权重	方案层	权重	综合权重
社会经济 适宜性 A	人口因素 B ₁	0.197 6	居民点密度 C ₁	0.197 6	0.197 6
	经济发展因素 B ₂	0.311 9	人均 GDP C ₂	0.311 9	0.311 9
			交通通达性 C ₃	0.4	0.196 2
	基础设施因素 B ₃	0.490 5	能源支撑 C ₄	0.2	0.098 1
			公共服务能力 C ₅	0.4	0.196 2

生产潜力为基础根据区域人口与粮食的关系,用一定粮食消费水平下区域粮食生产力所能供养的人口规模来度量,其计算公式^[14]为:

$$\max P_f = \frac{F_a M S_f}{P_f} \quad (1)$$

式中 $\max P_f$ 为基于土地粮食的承载人口, F_a 为耕地面积(m^2), M 为平均复种指数, S_f 为种粮面积比重, f 为粮食单产, P_f 为人均粮食定额。

参考文献^[15],四川复种指数潜力为 276.5%;四川省 2008 年粮食平均亩产 348 kg(即 0.522 kg/ m^2),为了充分估计土地的粮食生产潜力,种粮面积设置比重为 100%;温饱型人均粮食定额 350 kg,小康型人均粮食定额 400 kg。研究区耕地面积为 $6.644 \times 10^6 \text{ m}^2$,其中在汶川境内的有 $6.642 \times 10^6 \text{ m}^2$,按照温饱标准和小康标准分别测算得到研究区汶川境内可承载人口为 27 390 人与 23 967 人。

其次,当今社会建设用地的规模在很大程度上决定了一个地区的经济发展和人口承载能力^[14]。研究区范围内汶川境内适宜建设面积 $1.12 \times 10^7 \text{ m}^2$,其中现有建设面积 $5.35 \times 10^6 \text{ m}^2$,开发系数 0.477,选取 10% 的增幅对未来一段时间进行评价,即选定开发系数 0.577,并结合参考镇规划标准 GB50188-2007^[16] 中建制镇用地人均建设面积 80~100 m^2 ,测算得到研究区汶川境内在今后一段时间内可承载人口为 64 597 到 80 764 人。

研究区并非主产粮区,故建议使用建设用地评价结果进行参照。研究区范围内属汶川管辖有威州、绵虬、银杏、映秀、漩口 5 个乡镇,现有人口 63 983 人,按照 100 m^2 /人的标准人口承载已接近极限,而按 80 m^2 /人的标准,仍可承载约 17 000 人。

5 结论

1) 结合研究区实际情况,从地质环境、生态环

境、社会环境三个方面选取了共计 18 个评价指标以对研究区进行详细的评价,基于 GIS 平台,结合专家经验、各类规范,利用重分类、缓冲区分析、距离分析等一系列函数方法对所选取的指标进行了量化,得到了研究区各个指标所对应的栅格图层,为下一步评价分析提供基础。

2) 利用层次分析法分别建立了地质环境、生态环境和社会环境三个方面的评价模型及指标权重,并在 ArcGIS 中实现了评价结果的栅格化,得到了地质环境、生态环境和社会环境的评价结果分区图。由评价结果看出,地质环境方面,总体上靠近都江堰的区域地质环境更好,同时岷江河谷两岸的平坦开阔地质环境较好,断裂带附近以及地质灾害聚集区的地质环境相对较差;生态环境方面,总体呈东南向西北逐渐变差的趋势,其中都江堰市到映秀段的生态环境最好,汶川县城附近较差,此外,海拔较低以及靠近河流和水库的地区生态环境更好;社会环境方面,靠近都江堰市、漩口镇、映秀镇和汶川县城的区域社会环境更好,基础设施完善,更适宜人类生活和进行生产活动。

3) 结合评价结果以及单项指标的评价结果,依据一定条件对研究区进行了综合分区,将研究区分为建设适宜区、灾害避让区、农业发展区、生态恢复区四类,为研究区的合理规划和可持续发展提供参考依据,并从耕地资源和建设用地面积方面分别对研究区域内的可承载人口进行了评估,并建议使用建设用地评价结果进行参照。研究区汶川境内现有人口 63 983 人,按照 100 m^2 /人的标准人口承载已接近极限,而按 80 m^2 /人的标准,仍可承载约 17 000 人。

参考文献(References)

- [1] 崔鹏, 韦方强, 何思明, 等. 5.12 汶川地震诱发的山地灾害及减灾措施[J]. 山地学报, 2008, 3(26): 280-282 [Cui Peng, Wei Fangqiang, He Siming, et al. Mountain Disasters Induced by the

- Earthquake of May 12 in Wenchuan and the Disasters Mitigation [J]. Mountain Research 2008 3(26):280-282]
- [2] 倪忠云. 西藏曲水-桑日地区生态地质环境承载力研究[D]. 成都: 成都理工大学 2011. [Ni Zhongyun. Study on the Eco-geological Environment Carrying Capacity of Qushui-Sangri Area in Tibet [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology 2011.]
- [3] [赵银兵. 面向矿产资源开发的地质生态环境研究——以甘孜藏族自治州东部为例[D]. 成都: 成都理工大学, 2009. [Zhao Yinbing. Study on Geo-ecological Environment Based on Mineral Resources Development: Case Study in Eastern Ganzi [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology 2009.]
- [4] 龙晓君. 地质生态环境多尺度非线性智能评估研究——以康东地区为例[D]. 成都: 成都理工大学 2011. [Long Xiaojun. Non-linear Multi-scale Intelligent Assessment of Geological Environment: A Case Study in Kangdong Area [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology 2011.]
- [5] De Smith, Godchild, Longley. Geospatial Analysis - 5th Edition [EB/OL]. 2015, <http://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html>.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部及中华人民共和国质量监督检验检疫总局. GB50011-2010, 建筑抗震设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the PRC, Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the PRC. GB50011-2010, Code for Seismic Design of Buildings [S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2010.]
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部及中华人民共和国质量监督检验检疫总局. GB50218-94, 工程岩体分级标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1994. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the PRC, Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the PRC. GB50218-94, Standard for Engineering Classification of Rock Masses [S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 1994.]
- [8] 樊杰, 等. 芦山地震灾后恢复重建资源环境承载能力评价[M]. 北京: 科学出版社 2014. [Fan Jie et al. Evaluation of the resource and environment carrying capacity of Lushan Earthquake Reconstruction [M]. Beijing: Science Press 2014.]
- [9] 刘希林, 唐川, 朱静, 等. 泥石流危险范围的流域背景预测法[J]. 自然灾害学报, 1992 3(1): 56-66 [Liu Xilin, Tang Chuan, Zhu Jing, et al. The drainage Background Forecast on the Risk Range of DebrisFlow [J]. Journal of Natural Disasters, 1992 3(1): 56-66]
- [10] 庄宇, 胡晓蕊, 马贤娣. 水环境承载力与经济效率的多元回归模型及应用[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(9): 41-45 [Zhuang Yu, Hu Xiaorui, Ma Xiandi. A Multiple Regression Model of Water Environment Carrying Capacity and Economic Efficiency and its application [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment 2007 21(9): 41-45]
- [11] 中华人民共和国环境保护部. HJ192-2015, 生态环境状况评价技术规范[S]. 北京: 中国环境科学出版社 2015. [Environment Protection Department of the People's Republic of China. HJ192-2015, Technical Criterion for Ecosystem Status Evaluation [S]. Beijing: China Environment Science Press 2015.]
- [12] 周伟, 钟祥浩, 刘淑珍. 青藏高原生态承载力研究: 以山南地区为例[M]. 北京: 科学出版社, 2008. [Zhou Wei, Zhong Xianghao, Liu Shuzhen. Study on the ecological carrying capacity of Tibet Plateau: A case study in Shannan [J]. Beijing: Science Press, 2008.]
- [13] 邓雪, 李家铭, 曾浩健, 等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J]. 数学的实践与认识, 2012 7(42): 93-100 [Deng Xue, Li Jiaming, Zeng Haojian, et al. Research on Computation Methods of AHP Weight Vector and its applications [J]. Mathematics in Practice and Theory 2012 7(42): 93-100]
- [14] 彭立, 刘邵权. 土地功能视角下的土地资源人口承载力研究——以攀枝花、六盘水市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012 21(21): 74-81 [Peng Li, Liu Shaoquan. Population carrying capacity of land resources from the perspective of land function—A case study of Panzhihua and Liupanshui Cities [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin 2012 21(21): 74-81]
- [15] 范锦龙, 吴炳方. 基于GIS的复种指数潜力研究[J]. 遥感学报, 2004 8(6): 637-644 [Fan Jinlong, Wu Bingfang. A study on cropping index potential based on GIS [J]. Journal of Remote Sensing 2004 8(6): 637-644]
- [16] 中华人民共和国住房和城乡建设部及中华人民共和国质量监督检验检疫总局. GB50188-2007, 镇规划标准[S]. 北京: 科文图书业信息技术有限公司, 2007. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the PRC, Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the PRC. GB50188-2007, Standard for Planning of Town [S]. Beijing: Kewen Book Industry Information Technology Co., Ltd 2007.]

GIS – Based Environmental Assessment from Three Aspects of Geology , Ecology and Society along the Road from Dujiangyan to Wenchuan

MENG Xiangrui¹ , PEI Xiangjun¹ , LIU Qinghua¹ , ZHANG Xiong² , HU Yunhua³

(1. State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection , Chengdu University of Technology , Chengdu 610059 , China ;

2. Sichuan Shutong Geotechnical Engineering Company , Chengdu 610041 , China ;

3. The Third Surveying and Mapping Engineering Institute in Sichuan Province , Chengdu 610500 , China)

Abstract: Many people in China are living in the mountains because of the shortage of living space. To overcome the inconvenience of traffic , most of them choose to live along the paths. With the sophisticated geological setting , weak environment and the backward social economy there , launching the investigation and assessment along with the mountains' paths in the aspects of geology , zoology , society plays a positive role with the sustained economic growth in the mountains area. This subject takes area along the roads from Dujiangyan to Wenchuan in Sichuan of China as the research sample: 1) Selecting 18 indexes based on geology , zoology and social economy to finish the corresponding assessments in the study area. 2) Based on the GIS and a series of standards , this study needs to digitalize the selected indexes. With the assigned weights from AHP , then it can be calculated the specific results of each evaluation on the geology , zoology , and society. 3) Combining with the evaluation results , the integrated partitions can be created in the research area. Choosing the agricultural land and architecture land from the partitions , the analysis of the population capacity can be finished. The final study result match the current situation of the research area. So it shows the good reference value on the mountains' road planning.

Key words: mountains' road; environment evaluation; GIS; planning division; population capacity

封面照片: 雪崩

雪崩是发生在山坡上的积雪崩塌现象 , 多发生在高海拔山区 , 如我国西部的青藏高原和天山等地。随着山区开发的深入 , 登山运动和滑雪运动的蓬勃兴起 , 人类活动越来越多的接近雪崩危险区 , 雪崩对人的威胁与危害越来越大。

发生突然、运动快速、破坏力大是雪崩的主要特点 , 因此常造成重大灾害。当其发生时 , 往往摧毁或掩埋其前进道路上的森林、房屋、公路、铁路、车辆、电力与通讯设施等 , 在其活动范围内的人员自然难以幸免。在登山、山地旅行和山地滑雪场滑雪等人类活动中 , 人的运动也可以引起雪崩。

雪崩的过程可分为形成、运动、堆积三个阶段 , 相应其活动场所也可以分成形成区、运动区和堆积区。

照片为西藏东南部的雪崩堆积及其对公路的危害。

(左嘉益)