

长江上游泥石流危险度区划的步骤*

钟敦伦 谢 洪 韦方强

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 本区划分为四个步骤: 1. 单指标分级、分区, 并编制成图; 2. 复合指标分级、分区, 并编图; 3. 专项指标分级、分区, 并作图; 4. 泥石流危险度指标分级、分区, 并作成“长江上游泥石流危险度分区图”(见刊前)。

关键词 长江上游 泥石流 危险度 区划 步骤

鉴于目前长江上游区域泥石流研究程度深浅不一, 资料空缺区众多, 故本区划遵循四个区划原则, 侧重用间接自然指标(计有地貌、地质、气温、降水四个综合评价值)进行泥石流危险度区划^[1], 并以直接自然指标作为验证依据, 进而据泥石流自然危险度指标和经济发展程度指标确定泥石流危险度指标, 后者即是进行泥石流危险度区划的依据。

长江上游泥石流危险度区划的步骤如后。

1 单指标分级及单指标分区图

用作本区泥石流危险度区划的单指标有四个。

1.1 地貌指标分级及地貌指标分区图

某地的相对高度可大体代表当地的地貌综合评价值(即地貌指标)^[1], 将其分级后, 便可编成分区图(图 1)。

本区划的地貌统计单元取自 1:20 万地形图。每个统计单元(亦即基本单位) 包含纬度 10′、经度 15′, 其面积由南到北为 468. 34km²→418. 79km², 平均 443. 57km², 误差±5. 6%。“统计单元”一词还用在地质指标分析中。

基本单位内的最高点海拔 H_1 与最低点海拔 H_2 之差, 即为统计单元相对高度 h 。 h 可视为单位面积上的相对高度, 彼此间可比性佳。

根据长江上游不同的相对高度及其与泥石流活动的关系, 将地貌指标分为五级(各自相应泥石流活动区): 1. $h \geq 3\ 000\text{m}$, 地貌条件利于泥石流极强烈活动区; 2. $h = 3\ 000 - 2\ 000\text{m}$, 地貌条件利于泥石流强烈活动区; 3. $h = 2\ 000 - 1\ 000\text{m}$, 地貌条件利于泥石流中等活动区; 4. $h = 1\ 000 - 500\text{m}$, 地貌条件利于泥石流一般活动区; 5. 5₁. $h = 500 - 300\text{m}^{(1)}$ 或 $200\text{m}^{(2)}$, 地貌条件利于泥石流微弱活动区; 5₂. $h < 300\text{m}^{(1)}$ 或 $< 200\text{m}^{(2)}$, 地貌条件不利于泥石流活动区。

* 长江水利委员会水土保持局资助项目。

四川大学物理系硕士研究生罗德军参加了部分野外考察和资料整理工作。

1) 适用于长江上游的青藏高原地区。

2) 适用于长江上游的其他地区。

本文收稿日期: 1994-01-19。

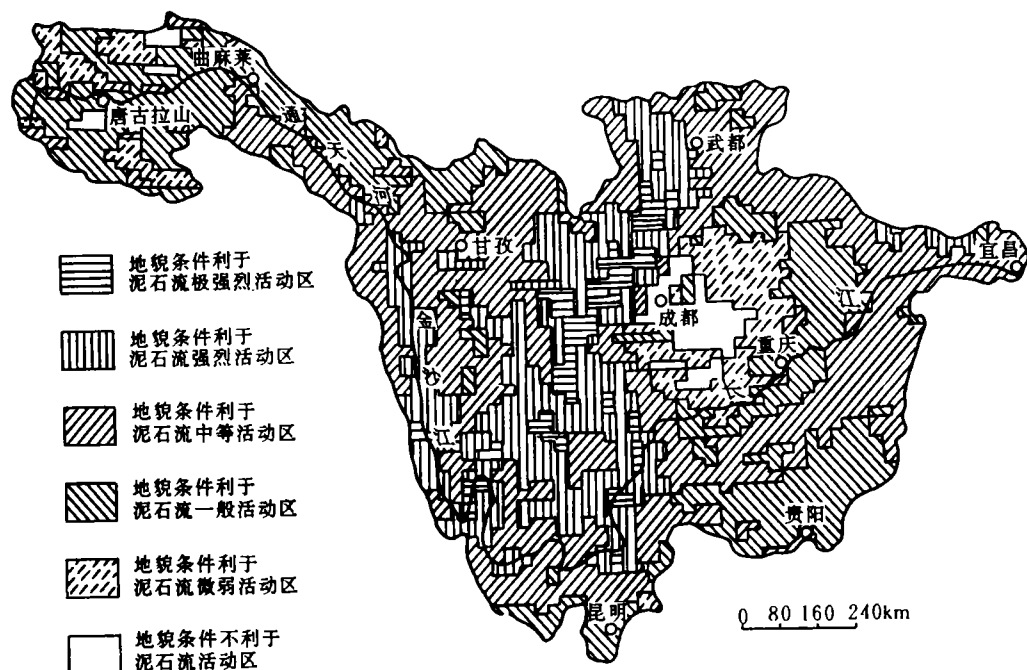


图1 长江上游地貌指标分区图

Fig. 1 Division map of landform indexes in the upper reaches of Changjiang River

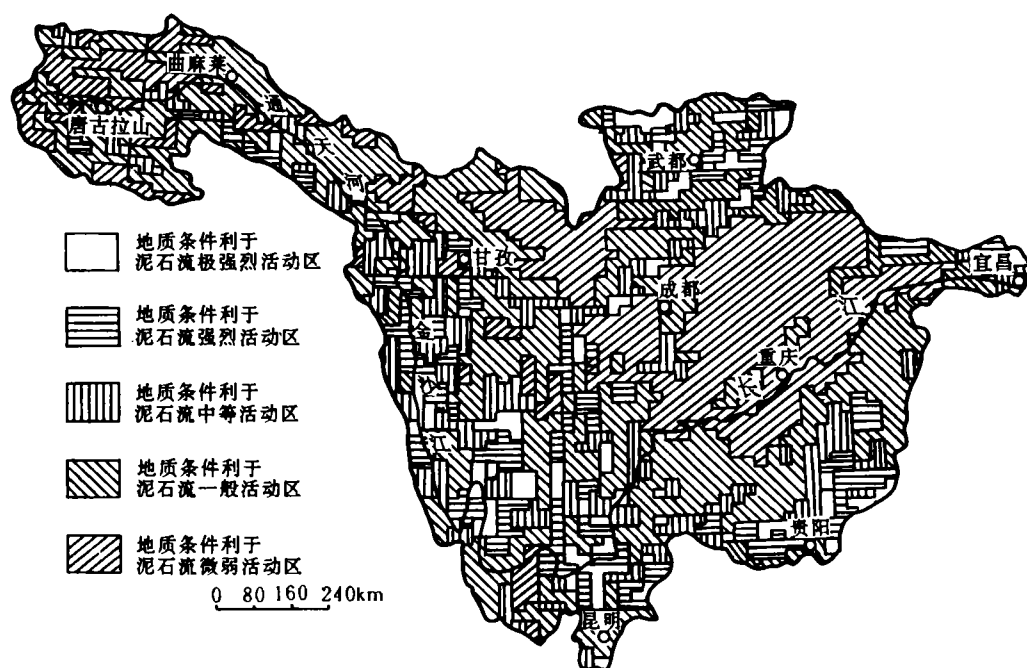


图2 长江上游地质指标分区图

Fig. 2 Division map of geologic indexes in the upper reaches of Changjiang River

据长江上游地貌指标分级标准和地貌指标资料,作出地貌指标分区图(见图 1)。

1.2 地质指标分级及地质指标分区图

某地的断层长度和地层风化系数之积可近似代表当地的地质综合评价(即地质指标)^[1]。各统计单元间的断层长度和地层风化系数之积,拥有甚佳可比性。

根据长江上游不同的断层长度和地层风化系数之积 S 及其与泥石流活动的关系,将地质指标分为五级(各自亦相应应有泥石流活动区):1. $S \geq 0.25$,地质条件利于泥石流极强烈活动区;2. $S = 0.25 - 0.20$,地质条件利于泥石流强烈活动区;3. $S = 0.20 - 0.15$,地质条件利于泥石流中等活动区;4. $S = 0.15 - 0.10$,地质条件利于泥石流一般活动区;5. $S < 0.10$,地质条件利于泥石流微弱活动区。

据长江上游地质指标分级标准和地质指标资料,作出地质指标分区图(图 2)。

1.3 气温指标分级及气温指标分区图

用气象台站都能收集到的年均温、气温年较差、气温极端较差、年均最高温与年均最低温之较差,加以整理并作出因素分析后,求得气温综合评价(即气温指标)^[1]。

根据长江上游不同的气温综合评价 T 及其与泥石流活动的关系,将气温指标分为五级(各自相应应有岩石风化区):1. $T \geq 24.0$,气温利于岩石极强烈风化区;2. $T = 24.0 - 20.0$,气温利于岩石强烈风化区;3. $T = 20.0 - 16.0$,气温利于岩石中等风化区;4. $T = 16.0 - 12.0$,气温利于岩石一般风化区;5. $T < 12.0$,气温利于岩石微弱风化区。

据长江上游气温指标分级标准和气温指标资料,作出气温指标分区图(图 3)。

1.4 降水指标分级及降水指标分区图

本区的泥石流水源条件虽复杂多样,但以降水(尤其以暴雨)为主。因此降水的多寡基本上能代表本区的泥石流水源条件的充分与否。兹用气象-水文台站能收集到的年降水量、年降水日数、最大一日降水量、日降水量 $\geq 50\text{mm}$, $\geq 100\text{mm}$, $\geq 150\text{mm}$ 的日数,以及降水变率等,通过整理和因素分析,可求得降水综合评价(即降水指标)^[1]。

根据长江上游不同的降水综合评价 Q 及其与泥石流活动的关系,将降水指标分为五级(各自亦相应应有泥石流活动区):1. $Q \geq 32.0$,降水利于泥石流极强烈活动区;2. $Q = 32.0 - 24.0$,降水利于泥石流强烈活动区;3. $Q = 24.0 - 16.0$,降水利于泥石流中等活动区;4. $Q = 16.0 - 8.0$,降水利于泥石流一般活动区;5. $Q < 8$,降水利于泥石流微弱活动区。

据长江上游降水指标分级标准和降水指标资料,作出降水指标分区图(图 4)。

2 复合指标分级及复合指标分区图

复合指标由单指标组合整理而成。区内有两个。

2.1 地质地貌指标分级及地质地貌指标分区图

通过综合分析地貌指标和地质指标,确定地质地貌指标,并将两者组合成一个复合指标(即地质地貌指标)。鉴于地貌对泥石流活动的影响较为显著,需侧重于地貌指标,以使地质地貌指标更趋合理。

根据长江上游不同的地质地貌指标及其与泥石流活动的关系,将地质地貌指标分为五级(表 1)。

根据长江上游地质地貌指标分级标准和地质地貌指标资料,作出地质地貌指标分区

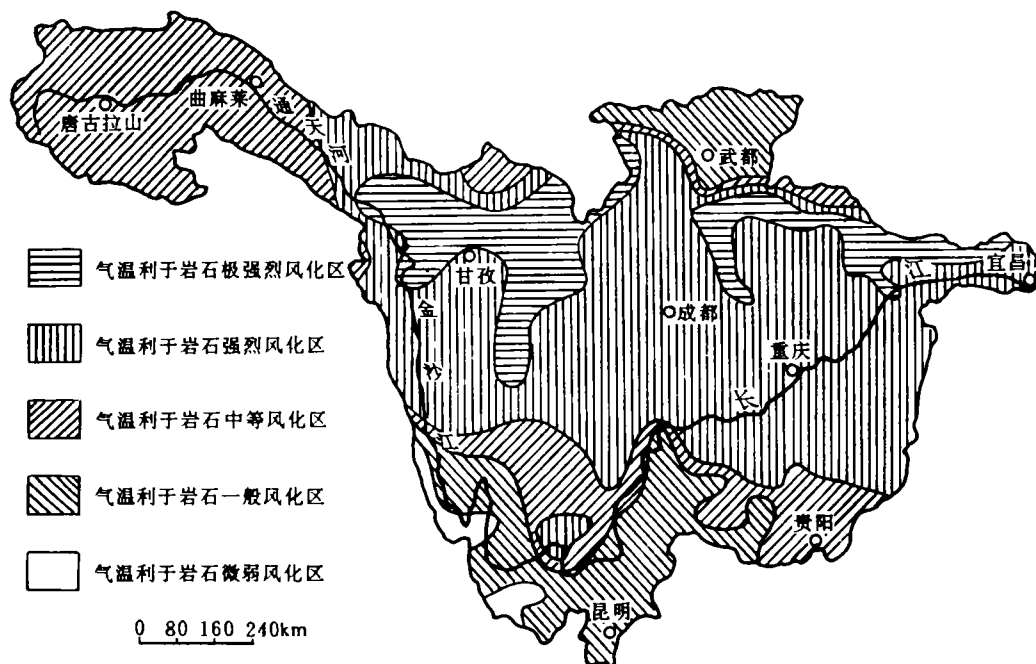


图3 长江上游气温指标分区图

Fig. 3 Division map of temperature indexes in the upper reaches of Changjiang River

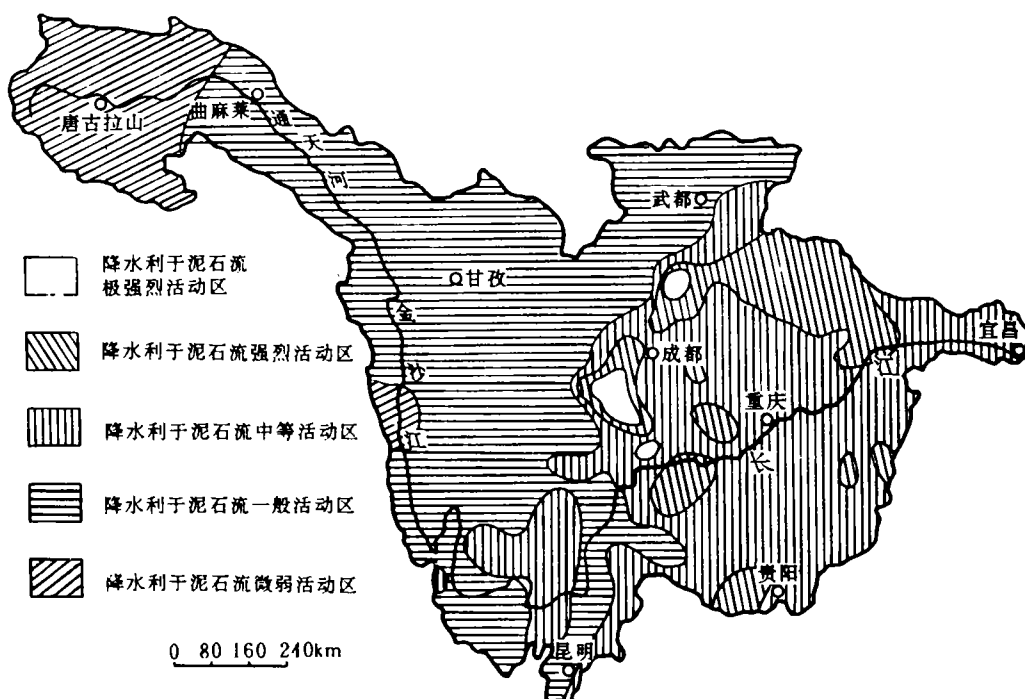


图4 长江上游降水指标分区图

Fig. 4 Division map of precipitation indexes in the upper reaches of Changjiang River

图(图 5)。

表 1 长江上游地质地貌指标分级

Table 1 Classification of comprehensive indexes of geology and landform in the upper reaches of Changjiang River

地质指标级别	地貌指标级别					
	1	2	3	4	5	
					5 ₁	5 ₂
1	a	a	b	c	b, e ₁	e ₂
2	a	b	c	d	e ₁	e ₂
3	a	b	c	d	e ₁	e ₂
4	a	b	c	d	e ₁	e ₂
5	b	c	d	e ₁	e ₁	e ₂

a. 地质地貌条件利于泥石流极强烈活动区；

b. 地质地貌条件利于泥石流强烈活动区；

c. 地质地貌条件利于泥石流中等活动区；

d. 地质地貌条件利于泥石流一般活动区；

e₁. 地质地貌条件利于泥石流微弱活动区；

e₂. 地质地貌条件不利于泥石流活动区。

2.2 气候指标分级和气候指标分区图

通过综合分析气温指标和降水指标,确定气候指标。在将两者组合成气候指标时,应注意到降水指标对泥石流活动的影响较为明显,需侧重于降水指标,以使气候指标更趋合理。

据长江上游不同气候指标及其与泥石流活动的关系,将气候指标分为五级(表 2)。

表 2 长江上游气候指标分级

Table 2 Classification of climatic indexes in the upper reaches of Changjiang River

气候指标级别	降水指标级别				
	1	2	3	4	5
1	a	a	b	c	d
2	a	b	c	d	e
3	a	b	c	d	e
4	a	b	c	d	e
5	b	c	d	e	e

a. 气候条件利于泥石流极强烈活动区；

b. 气候条件利于泥石流强烈活动区；

c. 气候条件利于泥石流中等活动区；

d. 气候条件利于泥石流一般活动区；

e. 气候条件利于泥石流微弱活动区。

据长江上游气候指标分级标准和气候指标资料,作出气候指标分区图(图 6)。

3 专项指标分级及专项指标分区图

专项指标分级有二。

3.1 泥石流自然危险度指标分级及泥石流自然危险度分区图

由地质地貌指标和气候指标确定泥石流自然危险度指标。地质地貌指标和气候指标都是构成泥石流自然危险度指标的重要依据,其中地质地貌指标是泥石流活动的基础指标,其影响较为显著。因此在确定泥石流自然危险度指标时,应侧重于地质地貌指标,以使泥石流自然危险度指标更趋合理。

据长江上游不同泥石流自然危险度指标及其与泥石流活动的关系,将泥石流自然危险度指标分为五级(表 3)。

据长江上游泥石流自然危险度指标分级标准及泥石流自然危险度指标资料,作出泥石流自然危险度分区图(图 7)。

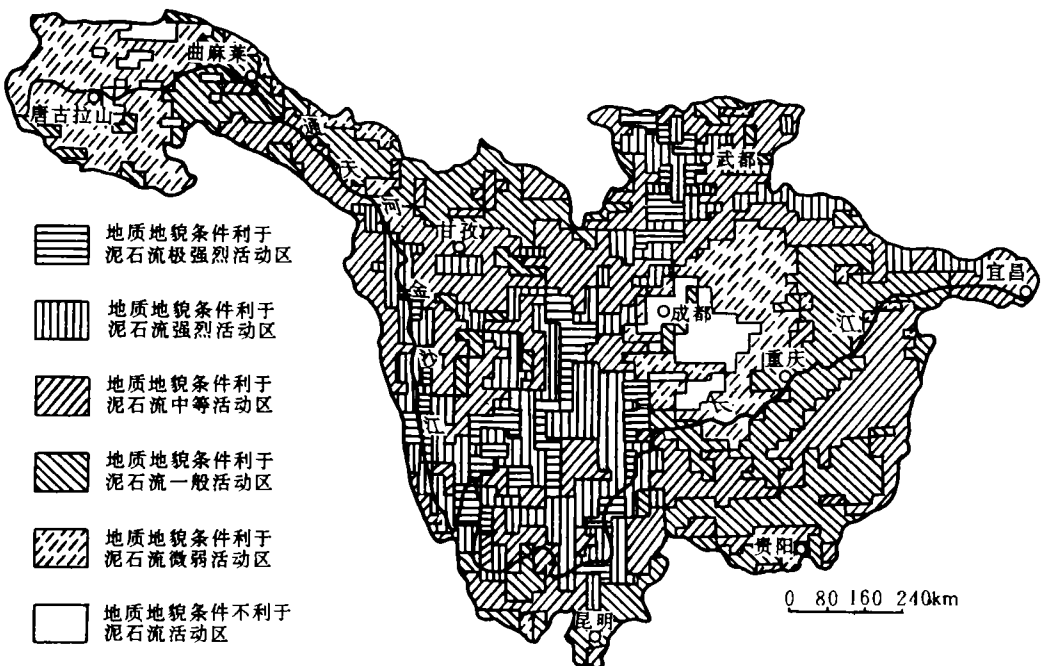


图 5 长江上游地质地貌指标分区图

Fig. 5 Division map of comprehensive indexes of geology and landform in the upper reaches of Changjiang River

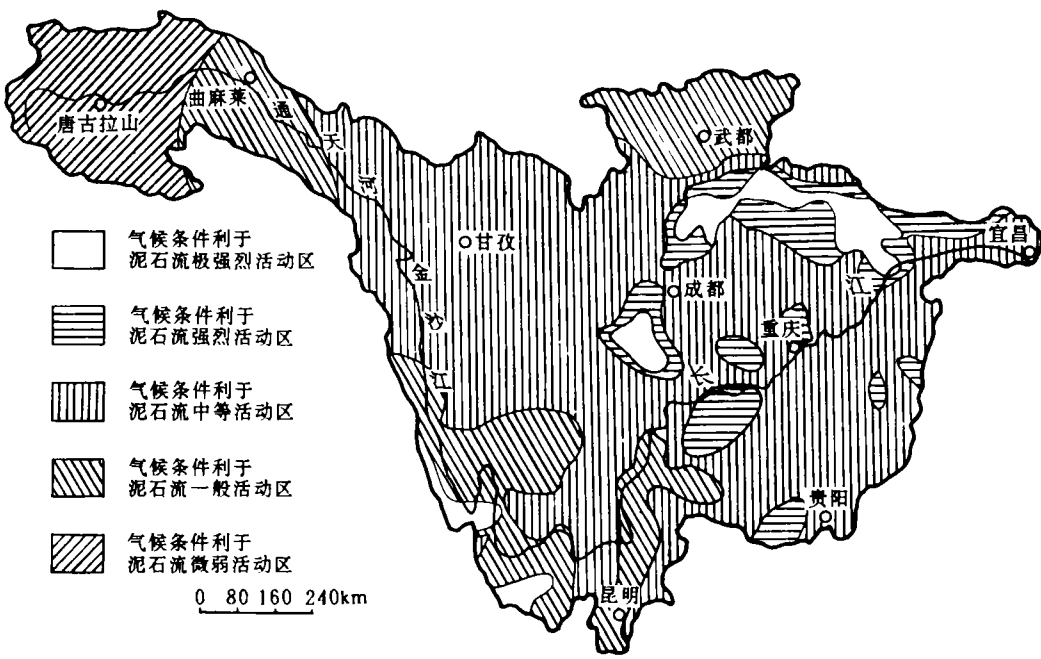


图 6 长江上游气候指标分区图

Fig. 6 Division map of climatic indexes in the upper reaches of Changjiang River

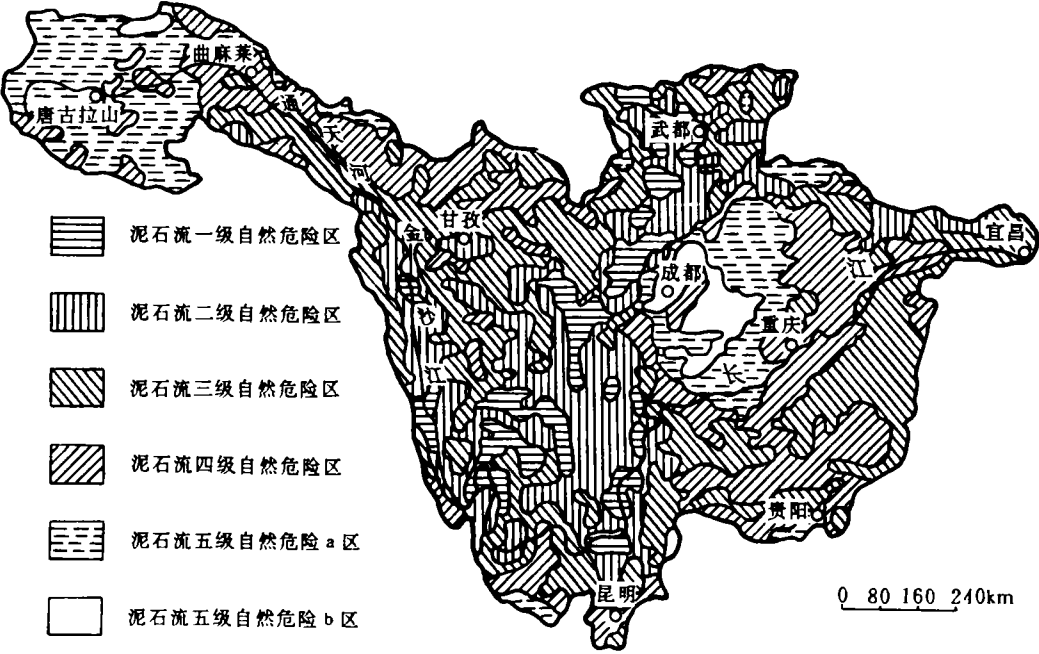


图 7 长江上游泥石流自然危险度分区图

Fig. 7 Division map of natural danger degree of debris flow in the upper reaches of Changjiang River

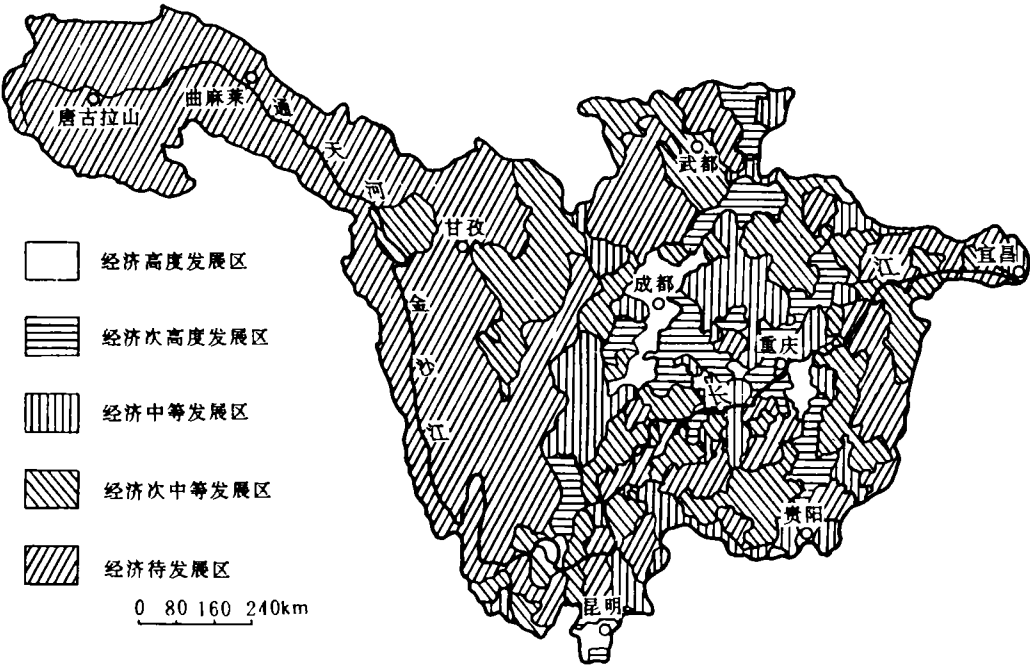


图 8 长江上游经济发展程度分区图

Fig. 8 Division map of economic developmental level in the upper reaches of Changjiang River

3.2 经济发展程度指标分级及经济发展程度分区图

经济发展程度指标主要为：统计单元(以县为单位)内单位面积上的社会生产总值、工业产值与社会生产总值之比、人均收入值^[2-6]、交通发展程度系数等，通过因素分析，求出经济发展程度综合评价价值(即经济发展程度指标)。

据长江上游不同经济发展程度综合评价价值 J 及其与泥石流活动的关系，将经济发展程度指标分为五级(各自相应经济区域)¹⁾：1. $J \geq 24.0$ ，经济高度发展区；2. $J = 24.0 - 21.8$ ，经济次高度发展区；3. $J = 21.8 - 19.0$ ，经济中等发展区；4. $J = 19.0 - 17.5$ ，经济次中等发展区；5. $J < 17.5$ ，经济待发展区。

表 3 长江上游泥石流自然危险度指标分级

Table 3 Classification of natural danger degree of debris flow in the upper reaches of Changjiang River

气候 指标 级别	地质地貌指标级别					
	a	b	c	d	e	
					e _a	e _b
a	A	A	B	C	D, E _a	E _b
b	A	B	C	D	E _a	E _b
c	A	B	C	D	E _a	E _b
d	A	B	C	D	E _a	E _b
e	B	C	D	E _a	E _a	E _b

A. 泥石流一级自然危险区；

B. 泥石流二级自然危险区；

C. 泥石流三级自然危险区；

D. 泥石流四级自然危险区；

E_a. 泥石流五级自然危险 a 区；

E_b. 泥石流五级自然危险 b 区。

据长江上游经济发展程度指标分级标准和经济发展程度指标资料，作出经济发展程度分区图(图 8)。

4 泥石流危险度指标分级及泥石流危险度分区图

由泥石流自然危险度指标和经济发展程度指标确定泥石流危险度指标。泥石流自然危险度指标和经济发展程度指标都是构成泥石流危险度指标的重要依据，其中泥石流自然危险度既是衡量泥石流危险度的基础，又是产生泥石流的根源。因此在确定泥石流危险度指标时，应侧重于泥石流自然危险度指标，以使泥石流危险度指标更趋合理可靠。

据长江上游不同泥石流危险度指标及其资料，将泥石流危险度指标分为五级(表 4)。

表 4 长江上游泥石流危险度指标分级

Table 4 Classification of debris flow danger degree in the upper reaches of Changjiang River

经济发展 程度指标 级 别	泥石流自然危险度指标级别					
	A	B	C	D	E	
					E _a	E _b
1	I	I	I	II	IV, V _a	V _b
2	I	II	II	IV	V _a	V _b
3	I	II	II	IV	V _a	V _b
4	I	II	II	IV	V _a	V _b
5	I	II	IV	V _a	V _a	V _b

I. 泥石流最重度危险区；

II. 泥石流重度危险区；

III. 泥石流中度危险区；

IV. 泥石流较轻度危险区；

V_a. 泥石流轻度危险区；

V_b. 基本无危险区。

1) 这是据流域内经济发展相对程度划定的，不能作为其他经济分区的标准。

据长江上游泥石流危险度资料及分级标准,编制成图(见刊前“长江上游泥石流危险度分区图”).

5 结 论

据上所述,可将长江上游划分为五级不同的泥石流危险区:Ⅰ.泥石流最重度危险区,由 9 个小区组成;Ⅱ.泥石流重度危险区,由 18 个小区组成;Ⅲ.泥石流中度危险区,由 21 个小区组成;Ⅳ.泥石流较轻度危险区,由 20 个小区组成;Ⅴ:Ⅴ_a.泥石流轻度危险区,由 15 个小区组成;Ⅴ_b.基本无危险区,由 4 个小区组成.

参 考 文 献

- [1] 钟敦伦,韦方强,谢洪.长江上游泥石流危险度区划的原则与指标.山地研究,1994,12(2):78—83.
- [2] 中华人民共和国公安部.1990 年度中华人民共和国全国人口统计.北京,群众出版社,1991. 104—107,119—146.
- [3] 四川省统计局.四川统计年鉴.北京,中国统计出版社,1991. 59—102.
- [4] 湖北省统计局.湖北统计年鉴.北京,中国统计出版社,1991. 199—231.
- [5] 甘肃省统计局.甘肃统计年鉴.北京,中国统计出版社,1991. 496—529.
- [6] 青海省统计局.青海统计年鉴.北京,中国统计出版社,1991. 472—500.

SOME STEPS OF THE REGIONALIZATION OF DEBRIS FLOW DANGER DEGREE IN THE UPPER REACHES OF CHANGJIANG RIVER

Zhong Dunlun Xie Hong Wei Fangqiang

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*
& *Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041*)

Abstract

The statistical unit, occupied latitude 10' and longitude 15', is adopted as a basic unit, in order to analyze and contrast the data of landform and geology. The area of the statistical unit is 486 to 419 km² from south to north and the average area is 444 km². The error rate is $\pm 5.6\%$.

The steps of the regionalization are as follows:

1. Classification of single index and its mapping

The landform indexes are classified into 5 classes by relative height; geologic indexes by the product of the weathering coefficient of stratum and the length of fault; temperature indexes by the comprehensive value of its elements; and precipitation indexes by comprehensive value of its elements. The regionalizations of the 4 indexes are worked out based on the classification, and

then the division maps may be mapped as Fig. 1—4 according to these regionalizations.

2. Classification of compound indexes and their mapping

Compound indexes, including comprehensive indexes of geology and landform (consisting of geologic indexes and landform indexes) and climatic indexes (consisting of temperature indexes and precipitation indexes), are classified into 5 classes. The regionalization of them are worked out based on the classification and the division maps are mapped as Fig. 5—6 according to the regionalizations.

3. Classification of special indexes and their mapping.

Special indexes, including the indexes of natural danger degree of debris flow consisting of comprehensive indexes of geology and landform and climatic indexes, and the indexes of economic developmental level, are classified into 5 classes. The regionalization of them are worked out based on the classification and the division maps are mapped as Fig. 7—8 according to the regionalizations.

4. Classification of the indexes of debris flow danger degree and its mapping

The indexes of debris flow danger degree consisting of the indexes of natural danger degree of debris flow and the indexes of economic developmental level is classified into 5 classes too. The regionalization is worked out based on the classification and “Division map of debris flow danger degree in the upper reaches of Changjiang River” is mapped as the figure on the head of the publication according to the regionalizations.

Key words upper reaches of Changjiang River, debris flow, danger degree, regionalization, steps

欢迎订阅《长江流域资源与环境》杂志

该刊是由中国科学院自然与社会协调发展局和中国科学院武汉文献情报中心联合主办的综合性学术刊物, 1992 年创刊, 公开发行。刊内集宏观指导性与实用性于一体, 主要设有资源开发利用与保护、生态环境、资源与社会经济等栏目, 适合有关单位的科研人员、决策与管理人员及高等院校有关专业师生阅读。本刊为季刊, 每期 96 页, 定价 5.00 元。有意订阅者可随时径与本编辑部(邮编与地址: 430071 武汉市武昌小洪山西区 25 号)联系。

《长江流域资源与环境》编辑部