

国内外坡度分级和王东沟试验区的坡度组成

刘元保 唐克丽

(中国科学院西北水土保持研究所)

提 要

本文概述了联合国粮农组织、澳大利亚、国际地理学会地貌调查和制图委员会以及日本等有代表性的坡度分级，五十年代黄河中游水土保持考察队罗来兴、祁延年、苏时雨、朱震达等专家作的小流域坡度图，以及朱显谟、唐克丽和陈永宗等学者针对土壤侵蚀对坡度分级的指标。最后，着重介绍王东沟试验区的地面坡度组成和分级方案，并附坡度分级详图。

一、引 言

坡度是影响坡面发育、降雨再分配和土壤侵蚀等各种地理过程的重要因素，是土地分级的重要指标。所以地貌、土壤、农业等方面的科研工作者，特别是土壤侵蚀工作者非常重视对坡度的研究。坡度分级是对坡度的一种研究手段，也是对坡度研究成果的总结，以便应用。坡度分级反映对坡度的认识水平和不同的应用目的。由于对坡度的认识不同，各地自然条件的差异和不同的坡度划分目的，各学者对坡度有不同的分级方案。目前世界上已有不同的坡度分级方案用于土壤、土地调查和流域规划等方面。我国目前还没有定型的分级方案。各单位在野外调查、制图中没有较一致和完善的分类系统，多以等分法或粗而无依据的几级来划分坡度，对水土保持规划等工作参考意义较小。所以，我们在王东沟试验区工作的基础上对前人的研究成果加以分析和总结，结合对该区的实际量算和分析，提出高原区的坡度分级方案，以供土地、土壤、土地类型、水土保持等方面的工作者参考和讨论。

二、国内外坡度分级方案介绍

联合国粮农组织 (FAO, 1985) ^[1]，用两种粗细不等的方案进行坡度分级。一种是把坡度分为如下5级：

平的到接近平的 (flat to almost flat)	0—2%
平缓起伏 (undulating)	2—6%
平缓起伏到起伏 (undulating to rolling)	6—25%
陡 (steep)	25—55%
非常陡 (very steep)	>55%

另外一种更详细的方案是将坡度分为三个大组，分别为0—2%、2—25%、>25%。第一组和第二组又进一步划分为5级，第三组划分为两级共12级。

澳大利亚J.G.Speight (1981) [2]为土地和土壤调查,参考他自己(1967)和A.Young (1972)的研究成果,按公式

$$\text{Altg}\theta = 101g(1000t\text{g}\theta) \quad (\text{Young } 1972)$$

决定的指数为指标,每隔5为一个坡度级,在25—30间加了一个27.5,相当于30°作为陡坡和非常陡(steep and very steep)的界线,具体划分7级如下:

分 级	符 号	坡 度	
		%	度
水平的(level)	LE	0—1	0°—0°35′
非常平缓(very gently inclined)	VG	1—3	0°35′—1°45′
平缓坡(gently inclined)	GE	3—10	1°45′—5°45′
中等坡(moderately inclined)	MO	10—32	5°45′—18°
陡坡(steep)	ST	32—56	18°—30°
非常陡(very steep)	VS	56—100	30°—45°
悬崖(precipitous)	PR	>100	>45°

国际地理学会地貌调查与制图委员会提议使用如下7级划分方案。

平原至微倾斜平原	0°—2°	急 坡	25°—35°
缓斜坡	2°—5°	急 陡 坡	35°—55°
斜 坡	5°—15°	垂 直 坡	>55°
陡 坡	15°—25°		

A.Young (1972) [3]对坡面进行了细致地研究,将坡度分为7级并分别将第一级和最后一级各分三个亚级。他的方案和J.G.Speight的方案类似。第一级0°—2°又进一步分为0°—0.5°、0.5°—1°、1°—2°,最后一级>45°又分为45°—70°、70°—90°、>90°。中间五级为2°—5°、5°—10°、10°—18°、18°—30°、30°—45°、18°—30°为陡坡,2°—5°为缓坡。

由上可以看出,缓坡和陡坡的概念比较统一,缓坡的上限为5°左右,陡坡的下限为15°左右,但具体各级的划分差异较大。

日本[4]从土地利用出发,同时考虑到耕地、草地、林地各种土地的分级问题,将坡度分为9级(见下表):

我国对坡度分级的研究较少,目前还没有系统的分类方案。五十年代黄河中游水土保持考察队[5]罗来兴、祁延年、苏时雨、朱震达等专家做了陕西靖边、榆林,山西河曲、兴县、离石,甘肃定西、会宁、西峰等地一些小流域的坡度图。他们的方案在20°以上以5°为间隔等分。有些从35°直接到45°。20°以下较陡一级有些是15°—20°,有些是12°—20°;较缓一级有些是0°—3°,有些是0°—5°;在这两级中间有些又以8°为界将其分为两级。

朱显谟(1956) [6]根据坡度对土壤侵蚀影响的野外观察结果,以坡度作为母质片蚀强度的

等级	坡度	分级上的处理		
		耕地	草地	林地
I	< 5°	< 5°	< 8°	< 18°
II	5°—8°	5°—8°		
III	8°—13°	8°—13°	8°—13°	
IV	13°—18°	13°—18°	13°—18°	
V	18°—23°	18°—23°	18°—23°	
VI	23°—30°	> 23°	23°—30°	18°—30°
VII	30°—40°		30°—40°	30°—40°
VIII	40°—45°		> 40°	40°—45°
IX	> 45°			> 45°

划分指标，坡度指标分别为< 5°、5°—12°、12°—20°、20°—35°、> 35°。

近年来，我国土壤侵蚀工作者唐克丽、陈永宗等从土壤侵蚀出发对坡度分级进行了研究，唐克丽（1983）〔7〕将坡度划分为如下五级：

0°—5°、5°—12°、12°—25°、25°—35°、> 35°。她认为12°以下以片蚀为主，25°以上以沟蚀为主。

总的来看，我国对缓坡（< 5°）的坡度分级不细，不能满足水土保持规划等方面的需要。

三、王东沟试验区地面坡度组成及分级方案

王东沟试验区，是国家“七五”计划中黄土高原综合治理试验区，位于陕西省长武县王东沟小流域，面积8.4平方公里，属黄土高原沟壑区。地面坡度变化很大，有几个明显的台阶。塬面一般小于0.5°，塬咀最大为4°24′，梁顶2—4.5°。塬边向塬坡过渡处坡度变化较大，从6°—24°，但主要集中在20°左右。圪下分布较缓的坡面中，保留较完好的沟台地3°—15°，侵蚀成为峁状地形的顶部为6°—19°。斜坡地17°—22°，沟湾地15°—22.5°，圪地27°—38°，主要集中在32°左右。沟坡除坡积裙有部分35°以下的坡度外，其余都在35°以上。坡度具体组成：0°—0°35′的占24.43%，0°35′—3°的占7.72%，3°—5°45′的占5.79%，5°45′以下的占37.94%。25°以上的共占41.23%，两项合79.17%，近80%。5°45′—25°之间共占20.84%，所占面积很小（见表1）。在5°45′—25°之间又有几个分布集中点，10°—12°占其中的10.12%，17°—20°占53.55%，21°—25°占25.22%，这三部分共占88.89%，具体见表2。

在上述地面坡度组成的基础上，本次从土壤侵蚀、流域治理和土地类型的划分等方面着眼，将坡度划分为9级。前三级以坡度1%、5%和10%为界，大约相当于0°35′、3°、4°45′。以百分数取整数是考虑到在坡度较小的情况下和对工程设计方面的人来说，一般对百分数表示坡度比较熟悉。1%和10%两个界线与J.G.Speight的界线基本一致。对黄土高原沟壑区来说，恰好代表塬面和塬咀的地面坡度，塬面95%以上的地面坡度< 1%，塬咀的坡度一般< 10%，绝大部分< 4.4%（2°30′），所以又以5%为界将1%到10%之间分为两级。第IV级为5°45′—15°，

表 1

各级坡度面积统计表

坡 级	面 积 (公顷)	占全区的比例 (%)
0°—0°35′	205.22	24.43
0°35′—3°	64.82	7.71
3—5°45′	48.62	5.79
5°45′—15°	30.84	3.67
15°—20°	113.05	13.46
20°—25°	31.16	3.70
25°—35°	141.00	16.78
35°—45°	128.66	15.32
>45°	76.63	9.13
合 计	840.04	100

表 2

5°45′—25°间地面坡度分布表

坡度	面积%	坡度	面积%	坡度	面积%	坡度	面积%
5°45′—6°	1.10	10°—11°	1.68	15°—16°	2.11	20°—21°	0.34
6°—7°	2.59	11°—12°	8.44	16°—17°	0.43	21°—22°	7.43
7°—8°	0	12°—13°	0.58	17°—18°	29.43	22°—23°	7.19
8°—9°	2.78	13°—14°	0	18°—19°	6.62	23°—24°	2.64
9°—10°	0.77	14°—15°	2.83	19°—20°	17.50	24°—25°	7.96

因为15°是世界上流行的陡坡 (steep) 的下限。另外5°—15°的坡度在塬区很少分布。王东沟试验区为5.79%，西峰南小河沟流域为1.3%〔4〕，而17°、18°、19°的面积很大（王东沟试验区>10%）。另外一个界线是25°。根据我国黄土高原田间工程的经验，一般认为，25°以上的地面不宜修梯田。15°—25°之间又以20°将其分为两级，分别为第Ⅴ级和第Ⅵ级。塬坡下部，现代侵蚀沟沟缘线以上分布有部分坡度较缓的地面，属于古代侵蚀沟被黄土填充后形成的凹地底部，而没有被现代侵蚀沟侵蚀掉的残留部分。这部分地面多为20°以下。另外紧靠塬边也有少量20°以下的坡面，目前多被修成埝地。所以15°—20°代表这两种地面的坡度。20°—25°的坡面与15°—20°的坡面形成与分布条件基本一致，只是由于现代侵蚀作用较强，使二者分化。20°—25°的土地是农田整治中的一种过渡类型。以上各级坡度的地面是宜农或经过整治可以用作农田的。>25°的坡面是陡坡悬崖，一般不宜用作农田。

>25°的坡面用35°、45°两个指标将其分为第Ⅶ、Ⅷ、Ⅸ三级。>45°的一般是悬崖陡壁，多为滑坡壁、泻溜面等发生严重重力侵蚀的地段，目前无法改造和利用。25°—35°为第Ⅶ级，朱显谟和唐克丽都用35°值，认为它是影响土壤侵蚀的一个重要转折点。从塬区坡度组成来看，35°以上的一般在沟谷分布，25°—35°的一般在沟间陡坡和堆积沟坡（坡积裙）。

为了实际应用方便和便于与其他分级方案对比，特别是同国际上的分级方案比较，并考虑到

我国传统的坡地命名方法，将本次分级方案归为5组，并分别给予中文名称和英文代号。代号以英文缩写字母表示，便于记忆。现将本次方案总结如下：

分 组	符 号	坡 度		分 级	符 号	坡 度	
		度	%			度	%
平 缓 坡	GE	0°—5°45′	0—10	平 坡	LE	0°—0°35′	0—1
				较 缓 坡	VG	0°35′—3°	1—5
				缓 坡	GE	3°—5°45′	5—10
中 坡	MO	5°45′—15°	10—27	中 坡	MO	5°45′—15°	10—27
陡 坡	ST	15°—25°	27—46.6	陡 坡	ST	15°—20°	27—36
				急 陡 坡	ST	20°—25°	36—46.6
圪 塔	VS	25°—45°	46.6—100	缓 圪 塔	VS	25°—35°	46.6—70
				陡 圪 塔	VS	35°—45°	70—100
崖	PR	>45°	>100	崖	PR	>45°	>100

参 考 文 献

- [1] EAO, "Watershed Development with Special Reference to Soil and Water Conservation", FAO Soil Bulletin 44 1985.
- [2] J. G. Speight, "Field Description of Land Forms for Australian Soil and Land Surveys", CSIRO, Institute of Earth Resources Division of Land Use Research, Canberra, 1981.
- [3] A. Young, "Slopes" (Oliver and Boyd, Essex), 1972.
- [4] 日本农林省农林水产技术会议事務局編, 1963《日本土地利用分类的程序和方法》, 1985山西省农业科学院农业情报研究室译, 农业出版社。
- [5] 罗来兴等, 《黄河中游黄土区域沟道流域侵蚀地貌及其水土保持关系论丛》(附图), 科学出版社, 1956。
- [6] 朱显谟, "黄土区土壤侵蚀分类", 土壤学报, 1956年第2期。
- [7] 唐克丽, "小流域土壤侵蚀调查制图的讨论", 《陕西省土壤学会一九八三年论文集》, 1983。
- [8] 祁延年, "陇东西峰镇南小河沟流域的地面坡度图"《黄河中游黄土区域沟道流域侵蚀地貌及其对水土保持关系论丛》1956, 科学出版社。

ON CLASSIFICATION OF SLOPE STEEPNESS AT HOME AND
ABROAD AND ITS COMPOSITION IN WANGDONG
EXPERIMENT AREA OF CHANGWU COUNTY,
SHAANXI PROVINCE

Liu Yuanbao Tang Keli

Northwest Institute of Soil and Water Conservation,

Academia Sinica

Abstract

This paper reviews representative slope steepness classification of **FAO**, **Australia**, **International Geographical Union Geomorphological Survey and Mapping Council** and **Japan**, small watershed slope map of 1950's **yellow River** soil and Water conservation survey team, and **Zhu Xianmo's**, **Tang Keli's** slope classification for soil erosion, and so on.

We take the Wangdong watershed experiment area as an example of plateau area of loess plateau, study the contribution of slope and **discuss** the classification, then, divided slope into 3 groups and 9 classes.