

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 12 月 24 日 (24.12.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/201742 A1

- (51) 国际专利分类号:
E02B 1/00 (2006.01) E02B 5/00 (2006.01)
E02B 3/04 (2006.01) E01F 7/04 (2006.01)
E02B 3/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/079443
- (22) 国际申请日: 2013 年 7 月 16 日 (16.07.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310244992.8 2013 年 6 月 20 日 (20.06.2013) CN
- (71) 申请人: 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 (INSTITUTE OF MOUNTAIN HAZARDS AND ENVIRONMENT CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国四川省成都市武侯区人民南路四段 9 号, Sichuan 610041 (CN)。
- (72) 发明人: 陈晓清 (CHEN, Xiaoqing); 中国四川省成都市武侯区人民南路四段 9 号, Sichuan 610041 (CN)。游勇 (YOU, Yong); 中国四川省成都市武侯区人民南路四段 9 号, Sichuan 610041 (CN)。崔鹏 (CUI, Peng); 中国四川省成都市武侯区人民南路四段 9 号, Sichuan 610041 (CN)。陈建刚 (CHEN, Ji-

angang); 中国四川省成都市武侯区人民南路四段 9 号, Sichuan 610041 (CN)。邹玉华 (ZOU, Yuhua); 中国四川省成都市武侯区人民南路四段 9 号, Sichuan 610041 (CN)。王涛 (WANG, Tao); 中国四川省成都市武侯区人民南路四段 9 号, Sichuan 610041 (CN)。

(74) 代理人: 成都赛恩斯知识产权代理事务所 (普通合伙) (CHENGDU SCIENCE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国四川省成都市武侯区一环路南二段 16 号中国科学院成都文献情报中心 302 室, Sichuan 610041 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: DEBRIS FLOW DRAINAGE TROUGH PLANNING AND DESIGNING METHOD AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 一种泥石流排导槽规划设计方法及其应用

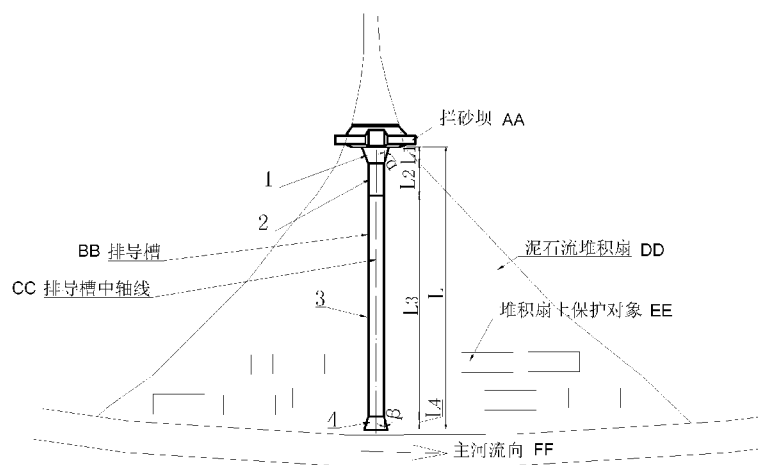


图 1 / FIG. 1

AA SAND BLOCKING DAM

BB DRAINAGE TROUGH

CC CENTRAL AXIS OF THE DRAINAGE TROUGH

DD MUD AND SAND ACCUMULATION SECTOR

EE PROTECTED OBJECT ON THE
ACCUMULATION SECTOR

FF FLOW DIRECTION OF THE MAIN RIVER

(57) Abstract: A debris flow drainage trough planning and designing method comprises the following steps: determining the total length L of a proposed drainage trough and the longitudinal gradient of a drainage trough gully bed; determining the full lining trough type of an inlet section (1), the length L_1 of the inlet section (1) and the included angle α between a side wall and a main trough of the inlet section (1); determining the full lining trough type of an outlet section (4), the length L_4 of the outlet section (4) and the included angle β between a side wall and the main trough of the outlet section (4); determining the full lining trough type of an acceleration section (2) and the length L_2 of the acceleration section (2); and finally, determining the trough type of a main trough section (3) and the length L_3 of the main trough section (3). The method provides high drainage efficiency, makes siltation avoided, provides effective protection, and needs low cost. Also disclosed is an application of the designing method.

(57) 摘要:

[见续页]



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种泥石流排导槽规划设计方法, 包括如下步骤: 确定拟建排导槽的总长度 L 和排导槽沟床纵比降; 确定进口段 (1) 采用全衬砌槽型, 及进口段 (1) 长度 L_1 和进口段 (1) 侧墙与主槽的夹角 α ; 确定出口段 (4) 采用全衬砌槽型, 及出口段 (4) 长度 L_4 和出口段 (4) 侧墙与主槽的夹角 β ; 确定加速段 (2) 采用全衬砌槽型, 及加速段 (2) 长度 L_2 ; 最后确定主槽段 (3) 槽型, 及主槽段 (3) 长度 L_3 。本方法排泄高效, 避免淤积, 保护得力, 费用低廉。还公开了该设计方法的应用。

一种泥石流排导槽规划设计方法及其应用

技术领域

本发明涉及一种泥石流防治技术，特别是涉及一种泥石流排导槽的规划设计方法，及其分别在 300 米及以下泥石流堆积扇和 300 米以上泥石流堆积扇上的应用。

背景技术

泥石流具有比水流高得多的容重，其包含碎屑土的流体二元结构具有特殊性，表现出惯性高、输移力强、冲击力巨大等特点。泥石流运动产生的强烈冲刷，导致沟床发生剧烈改变，引起沟床揭底和沟岸崩塌，增加了补给泥石流的固体物质来源，增大了泥石流的危害。排导槽是防治泥石流的主要工程措施之一，合理规划泥石流排导槽，对于减小泥石流的破坏力，提高下游防护对象的安全性，具有重大的社会经济意义和生态环境意义。

受山区地形、泥石流沟与主河的交互作用等因素的影响，修建排导槽的泥石流堆积扇可能很长，达 1000 米以上，也可能很短，只有 100 米左右。针对不同长度的泥石流堆积扇，如何合理规划泥石流排导槽是有效防治泥石流、保护堆积扇上保护对象的关键。

目前，泥石流排导槽平面上一般包括进口段、主槽段和出口段，三段均采用同一槽型，主要采用全衬砌型和横向贯穿齿槛型；这种整体单一槽型的结构极易出现泥石流在主槽上端流速提升太慢、下端流速太高，而导致排导槽上端淤积和下游冲刷的问题。另一方面，对于长堆积扇（300 米以上）目前一般采用

同一排导槽对泥石流进行排导，导致难以适应长堆积扇沟床纵比降的巨大变化，而存在上端冲刷、下端淤积的缺陷，且过长的排导槽不利于整个排导系统的稳定性；例如，云南云龙县狮尾河 750 米长全衬砌型排导槽出现排导槽上端揭底后发生连锁揭底而全槽破坏的结果。

发明内容

本发明的目的就是针对目前修建排导槽缺乏合理规划设计的情况，提供一种泥石流排导槽的规划设计方法，科学规划泥石流排导槽组成，合理选用主槽的槽型，特别针对在长度大于 300 米的长泥石流堆积扇上修建排导槽的情况，利用槽间过渡带调控泥石流流速，高效地将泥石流通过排导槽向下游排泄，防止泥石流在排导槽内大冲大淤，最大限度保护堆积扇上的保护对象。

为实现上述目的，本发明的技术方案是：

本发明提出一种泥石流排导槽规划设计方法，所述排导槽沿泥石流流向分为呈上大下小喇叭口状的进口段、加速段、均衡流动的主槽段和呈上小下大喇叭口状的出口段；所述排导槽规划设计方法步骤如下：

- (一) 根据泥石流堆积扇的地形条件，规划排导槽位置，确定拟建排导槽的总长度 L ；根据拟建排导槽的地形，并按照挖方和填方基本平衡的原则确定排导槽沟床纵比降。排导槽的总长度 L 小于等于 300m。
- (二) 进口段采用全衬砌槽型；根据排泄泥石流的性质和步骤（一）中确定的排导槽沟床纵比降，确定进口段长度 L_1 及进口段侧墙与主槽的夹角 α 。进口段长度 L_1 一般取排导槽底宽的 1.5-5.0 倍，进口段侧墙与主槽的夹角 α 一般取 10-30 度；具体取值参照泥石流性质，粘性泥石流 L_1 取大值、 α 取小值，过渡性泥石流 L_1 和 α 均取中值，稀性泥石流 L_1 取小值、 α 取大值。

- (三) 出口段采用全衬砌槽型；根据排泄泥石流流的性质和步骤（一）中确定的排导槽沟床纵比降，确定出口段长度 L_4 及出口段侧墙与主槽的夹角 β 。出口段长度 L_4 一般取排导槽底宽的 1.0-3.0 倍，出口段侧墙与主槽的夹角 β 一般取 5-15 度；具体取值参照泥石流流性质，粘性泥石流 L_4 取大值、 β 取小值，过渡性泥石流 L_4 和 β 均取中值，稀性泥石流 L_4 取小值、 β 取大值。
- (四) 加速段采用全衬砌槽型；根据明渠恒定非均匀渐变流计算模型，确定加速段长度 L_2 。即，加速段长度 $L_2 = (E_x - E_s)/(i - J)$ ，其中 E_x 为加速段下游断面的断面比能， $E_x = h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$ ； E_s 为加速段上游断面的断面比能， $E_s = h_1 + \frac{v_1^2}{2g}$ ； i 为排导槽沟床纵比降； J 为加速段泥石流顶面的平均水力坡度； h_1 为加速段上游断面的泥石流泥位深度； v_1 为加速段上游断面的泥石流流速； h_2 为加速段下游断面的泥石流泥位深度； v_2 为加速段下游断面的泥石流流速。
- (五) 根据步骤（一）中确定的排导槽沟床纵比降、及不同排导槽槽型适用的最佳沟床纵比降区间，确定主槽段槽型；确定主槽段长度 $L_3 = L - L_1 - L_2 - L_4$ 。主槽段槽型可以是全衬砌型（又称V型槽），或对称齿槛型（具体结构参见专利ZL 2010 2 0223262.1），或交错齿槛型（具体结构参见专利ZL 2009 1 0058217.7），或横向贯穿齿槛型（又称东川槽），或箱体衬砌型（具体结构参见专利申请 201110380681.5）。不同排导槽槽型适用的最佳沟床纵比降区间为：全衬砌型为 0.01-0.03，对称齿槛型为 0.03-0.08，交错齿槛型为 0.08-0.12，横向贯穿齿槛型 0.12-0.20，箱体衬砌型为 0.20-0.40。

上述泥石流排导槽规划设计方法的主要技术思想是：从上游到下游以调控泥石流流速为主线，防止泥石流在运动中出现强烈的冲刷和大量淤积；以尽量提升泥石流流动速度但不超出槽体材料的承受范围为目标，将排导槽分为进口段（让泥石流顺利进入排导槽）、加速段（快速提升泥石流流速）、主槽段（泥石

流以尽量快但不超过材料承受范围的流速均衡排泄)和出口段。为了顺利入流和出流,进口段、加速段和出口段均采用全衬砌槽型;由于泥石流在不同槽型中的运动特征不同,耗能量不同,冲淤特征也就不同,根据沟床纵比降,对主槽段槽型选用全衬砌型、或对称齿槛型、或交错齿槛型、或横向贯穿齿槛型、或箱体衬砌型,其中全衬砌型和横向贯穿齿槛型的合理比降范围是依据大量实际排导槽工程统计得到,对称齿槛型、交错齿槛型和箱体衬砌型的合理比降是根据槽型的糙率依据经验确定。

所述调控泥石流流速,根据排导槽材质结构,确定排导槽的限制流速;对于浆砌石结构,限制流速 6 米/秒;对于混凝土结构或钢筋混凝土结构,限制流速 8 米/秒;对于钢纤维混凝土结构,限制流速 10 米/秒。为了使排导槽的排泄效率最大化,加速段下游断面的设计流速 v_2 和主槽段的设计流速按照所述限制流速的 0.8-1.0 倍设计。

所述规划设计方法适用于修建总长度 L 小于等于 300m 的泥石流排导槽,且进口段上游设置一座调控泥石流运动的拦砂坝,与修建的排导槽配合使用。

当泥石流堆积扇的长度大于 300m,从上游至下游首尾相连至少 2 个相对独立的、按照所述规划设计方法修建的泥石流排导槽,且最上游排导槽的进口段上游设置一座拦砂坝配合使用。在上下游两个排导槽之间设有一过渡带,用于接纳扇面支沟泥石流或山洪的汇入,或用于导出部分泥石流进行停淤。针对长堆积扇上修建排导槽的情况,根据长堆积扇的沟床比降,在长堆积扇上采用分段相对独立的短槽,每个短槽均包括有进口段、加速段、主槽段和出口段,且各独立短槽的沟床纵比降和主槽段槽型分别单独确定;两短槽之间的衔接部位设有过渡带,可以接纳扇面其他支沟泥石流或洪水的汇入;由于沟床纵比降的变化,对于下端排泄能力降低的情况,可以导出部分泥石流进行停淤(通过过

渡带上设置溢流口，连接停淤场)，消除局部淤积，维持排导槽的安全运行；长堆积扇分成若干个短槽，各个槽体相对独立，避免一处溃决、全槽破坏的情况。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：充分利用泥石流在排导槽内的运动特征，以调控泥石流运动流速为主线，合理选用排导槽主槽槽型，针对在长度大于 300 米的长泥石流堆积扇上修建排导槽的情况，将长排导槽分解为数个短排导槽，并在槽间设置过渡带调控泥石流流速，将泥石流高效向下游排泄，避免泥石流在排导槽内大冲大淤，为排导槽两侧的防护对象提供最大保障，并减小工程的运行维护费用。

附图说明

图 1 是按照本发明泥石流排导槽规划设计方法修建的泥石流排导槽的平面布置示意图。

图 2 是泥石流堆积扇长度大于 300m 情况下、过渡带有支沟泥石流汇入时，按照本发明泥石流排导槽规划设计方法修建的泥石流排导槽的平面布置示意图。

图 3 是泥石流堆积扇长度大于 300m 情况下、过渡带导出部分泥石流停淤时，按照本发明泥石流排导槽规划设计方法修建的泥石流排导槽的平面布置示意图。

图中标号如下：

1 进口段

2 加速段

3 主槽段

4 出口段

5 过渡带

α 进口段侧墙与主槽的夹角

β 出口段侧墙与主槽的夹角

L 总长度

L_1 进口段长度

L_2 加速段长度

L_3 主槽段长度

L_4 出口段长度

具体实施方式

下面结合附图，对本发明的优选实施例作进一步的描述。

实施例一

如图 1 所示。某泥石流沟为粘性泥石流，流域面积 5.4km^2 ，堆积扇长 260m，为了治理泥石流灾害，拟采用流域内修建拦砂坝群、堆积扇修建排导槽的防治方案。所述排导槽沿泥石流流向分为呈上大下小喇叭口状的进口段 1、加速段 2、均衡流动的主槽段 3 和呈上小下大喇叭口状的出口段 4；排导槽为混凝土材质结构，因此确定排导槽的限制流速为 8.0m/s 。所述排导槽规划设计方法步骤如下：

第一步，根据泥石流堆积扇的地形条件，在堆积扇中部位位置规划排导槽，并在排导槽进口段 1 上游设置一座调控泥石流运动的拦砂坝，根据堆积扇长度确定拟建排导槽的总长度 L 为 250m，并按照挖方和填方基本平衡的原则确定排导槽沟床纵比降为 0.15；根据排导槽设计排泄流量为 $40.0\text{m}^3/\text{s}$ ，确定排导槽底宽为 4.0m。

第二步，进口段 1 采用全衬砌槽型；根据排泄设计标准下泥石流为粘性泥石流，第一步中确定的排导槽沟床纵比降为 0.15，确定进口段 1 长度 L_1 为排导槽底宽的 5.0 倍，即 $L_1 = 5.0 \times 4.0 = 20.0\text{m}$ ，同时确定进口段 1 侧墙与主槽的夹角 α 为 10 度。

第三步，出口段 4 采用全衬砌槽型；根据排泄设计标准下泥石流为粘性泥石流，第一步中确定的排导槽沟床纵比降为 0.15，确定出口段 4 长度 L_4 为排导

槽底宽的 3.0 倍, 即 $L_4 = 3.0 \times 4.0 = 12.0\text{m}$, 同时确定出口段 4 侧墙与主槽的夹角 β 为 5 度。

第四步, 加速段 2 采用全衬砌槽型; 根据现场调查, 确定加速段 2 上游断面的泥石流流速 v_1 为 2.3m/s , 加速段 2 上游断面的泥石流泥位深度 $h_1 = \text{设计排泄流量}/(\text{排导槽底宽} \times v_1) = 40.0/(4.0 \times 2.3) = 4.35\text{m}$; 加速段 2 下游断面的设计流速取限制流速的 1.0 倍, 即 $v_2 = 8.0\text{m/s}$, 加速段 2 下游断面的泥石流泥位深度 $h_2 = \text{设计排泄流量}/(\text{排导槽底宽} \times v_2) = 40.0/(4.0 \times 8.0) = 1.25\text{m}$; 将上述参量带入明渠恒定非均匀渐变流计算模型, 迭代计算得到加速段 2 长度 $L_2 = 10.9\text{m}$ 。

第五步, 根据第一步中确定的排导槽沟床纵比降为 0.15、及不同排导槽槽型适用的最佳沟床纵比降区间, 确定主槽段 3 槽型为横向贯穿齿槛型; 确定主槽段 3 长度 $L_3 = L - L_1 - L_2 - L_4 = 250 - 20.0 - 10.9 - 12.0 = 207.1\text{m}$ 。

实施例二

如图 1、图 2 所示。某泥石流沟为稀性泥石流, 流域面积 8.6km^2 , 堆积扇长 500m , 为了治理泥石流灾害, 拟采用流域内修建拦砂坝群、堆积扇修建排导槽的防治方案。由于泥石流堆积扇的长度大于 300m , 因此拟建排导槽包括从上游至下游首尾相连 2 个相对独立的泥石流排导槽 (即包括上排导槽和下排导槽)。在上下两排导槽之间设有一过渡带 5, 其沿流向长度为 20m , 用于接纳扇面支沟泥石流的汇入。

上排导槽沿泥石流流向分为呈上大下小喇叭口状的进口段 1、加速段 2、均衡流动的主槽段 3 和呈上小下大喇叭口状的出口段 4; 上排导槽为钢筋混凝土材质结构, 因此确定排导槽的限制流速为 8m/s 。所述上排导槽规划设计方法步骤如下:

第一步, 根据泥石流堆积扇的地形条件, 在堆积扇上部位置规划上排导槽,

并在上排导槽进口段 1 上游设置一座调控泥石流运动的拦砂坝，拟建上排导槽的总长度 L 为 300m，并按照挖方和填方基本平衡的原则确定上排导槽沟床纵比降为 0.22；根据排导槽设计排泄流量为 $64.0\text{m}^3/\text{s}$ ，确定上排导槽底宽为 5.0m。

第二步，进口段 1 采用全衬砌槽型；根据排泄设计标准下泥石流为稀性泥石流，第一步中确定的上排导槽沟床纵比降为 0.22，确定进口段 1 长度 L_1 为排导槽底宽的 1.5 倍，即 $L_1 = 1.5 \times 5.0 = 7.5\text{m}$ ，同时确定进口段 1 侧墙与主槽的夹角 α 为 30 度。

第三步，出口段 4 采用全衬砌槽型；根据排泄设计标准下泥石流为稀性泥石流，第一步中确定的上排导槽沟床纵比降为 0.22，确定出口段 4 长度 L_4 为排导槽底宽的 1.0 倍，即 $L_4 = 1.0 \times 5.0 = 5.0\text{m}$ ，同时确定出口段 4 侧墙与主槽的夹角 β 为 15 度。

第四步，加速段 2 采用全衬砌槽型；根据明渠恒定非均匀渐变流计算模型，迭代计算得到加速段 2 长度 $L_2=6.1\text{m}$ 。

第五步，根据第一步中确定的上排导槽沟床纵比降为 0.22、及不同排导槽槽型适用的最佳沟床纵比降区间，确定主槽段 3 槽型为箱体衬砌型；确定主槽段 3 长度 $L_3=L-L_1-L_2-L_4=300-7.5-6.1-5.0=281.4\text{m}$ 。

下排导槽沿泥石流流向分为呈上大下小喇叭口状的进口段 1、加速段 2、均衡流动的主槽段 3 和呈上小下大喇叭口状的出口段 4；下排导槽为浆砌石材质结构，因此确定排导槽的限制流速为 6m/s 。所述下排导槽规划设计方法步骤如下：

第一步，根据泥石流堆积扇的地形条件，在堆积扇下部位置规划下排导槽，拟建下排导槽的总长度 L 为 180m，并按照挖方和填方基本平衡的原则确定下排导槽沟床纵比降为 0.07；由于扇面支沟泥石流的汇入 $13.0\text{m}^3/\text{s}$ ，下排导槽设计排泄流量为 $77.0\text{m}^3/\text{s}$ ，确定下排导槽底宽为 6.0m。

第二步，进口段 1 采用全衬砌槽型；根据排泄设计标准下泥石流为稀性泥石流，第一步中确定的下排导槽沟床纵比降为 0.07，确定进口段 1 长度 L_1 为排导槽底宽的 2.0 倍，即 $L_1 = 2.0 \times 6.0 = 12.0\text{m}$ ，同时确定进口段 1 侧墙与主槽的夹角 α 为 30 度。

第三步，出口段 4 采用全衬砌槽型；根据排泄设计标准下泥石流为稀性泥石流，第一步中确定的下排导槽沟床纵比降为 0.07，确定出口段 4 长度 L_4 为排导槽底宽的 1.5 倍，即 $L_4 = 1.5 \times 6.0 = 9.0\text{m}$ ，同时确定出口段 4 侧墙与主槽的夹角 β 为 15 度。

第四步，加速段 2 采用全衬砌槽型；根据明渠恒定非均匀渐变流计算模型，迭代计算得到加速段 2 长度 $L_2=4.3\text{m}$ 。

第五步，根据第一步中确定的下排导槽沟床纵比降为 0.07、及不同排导槽槽型适用的最佳沟床纵比降区间，确定主槽段 3 槽型为对称齿槛型；确定主槽段 3 长度 $L_3=L-L_1-L_2-L_4=180-12.0-4.3-9.0=154.7\text{m}$ 。

实施例三

如图 1、图 3 所示。与实施例二相同的地方不再重复赘述，不同之处在于：过渡带 5 用于导出部分泥石流进行停淤，在面向下排导槽的左侧设置停淤场 1 座。

1. 一种泥石流排导槽规划设计方法，其特征在于：所述排导槽沿泥石流流向分为呈上大下小喇叭口状的进口段（1）、加速段（2）、均衡流动的主槽段（3）和呈上小下大喇叭口状的出口段（4）；所述排导槽规划设计方法步骤如下：
 - （一） 根据泥石流堆积扇的地形条件，规划排导槽位置，确定拟建排导槽的总长度 L ，并按照挖方和填方基本平衡的原则确定排导槽沟床纵比降；
 - （二） 进口段（1）采用全衬砌槽型；根据排泄泥石流的性质和步骤（一）中确定的排导槽沟床纵比降，确定进口段（1）长度 L_1 及进口段（1）侧墙与主槽的夹角 α ；
 - （三） 出口段（4）采用全衬砌槽型；根据排泄泥石流的性质和步骤（一）中确定的排导槽沟床纵比降，确定出口段（4）长度 L_4 及出口段（4）侧墙与主槽的夹角 β ；
 - （四） 加速段（2）采用全衬砌槽型；根据明渠恒定非均匀渐变流计算模型，确定加速段（2）长度 L_2 ；
 - （五） 根据步骤（一）中确定的排导槽沟床纵比降、及不同排导槽槽型适用的最佳沟床纵比降区间，确定主槽段（3）槽型；确定主槽段（3）长度 $L_3 = L - L_1 - L_2 - L_4$ 。
2. 根据权利要求 1 所述的泥石流排导槽规划设计方法，其特征在于：根据排导槽材质结构，确定排导槽的限制流速；加速段（2）下游断面的设计流速和主槽段（3）的设计流速为所述限制流速的 0.8-1.0 倍。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的泥石流排导槽规划设计方法，其特征在于：主槽段（3）槽型为全衬砌型，或对称齿槛型，或交错齿槛型，或横向贯穿齿槛型，或箱体衬砌型。
4. 根据权利要求 3 所述的泥石流排导槽规划设计方法，其特征在于：不同排导

槽槽型适用的最佳沟床纵比降区间为：全衬砌型为 0.01-0.03，对称齿槛型为 0.03-0.08，交错齿槛型为 0.08-0.12，横向贯穿齿槛型 0.12-0.20，箱体衬砌型为 0.20-0.40。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的泥石流排导槽规划设计方法，其特征在于：进口段（1）长度 L_1 为排导槽底宽的 1.5-5.0 倍，进口段（1）侧墙与主槽的夹角 α 为 10-30 度。
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的泥石流排导槽规划设计方法，其特征在于：出口段（4）长度 L_4 为排导槽底宽的 1.0-3.0 倍，出口段（4）侧墙与主槽的夹角 β 为 5-15 度。
7. 根据权利要求 1 或 2 所述的泥石流排导槽规划设计方法，其特征在于：排导槽的总长度 L 小于等于 300m。
8. 如权利要求 1 所述的泥石流排导槽规划设计方法的应用，其特征在于：所述规划设计方法适用于修建总长度 L 小于等于 300m 的泥石流排导槽，且进口段（1）上游设置一座拦砂坝，与修建的排导槽配合使用。
9. 如权利要求 1 所述的泥石流排导槽规划设计方法的应用，其特征在于：当泥石流堆积扇的长度大于 300m，从上游至下游首尾相连至少 2 个相对独立的、按照所述规划设计方法修建的泥石流排导槽，且最上游排导槽的进口段（1）上游设置一座拦砂坝配合使用。
10. 根据权利要求 9 所述的泥石流排导槽规划设计方法的应用，其特征在于：在上下游两个排导槽之间设有一过渡带（5），用于接纳扇面支沟泥石流或山洪的汇入，或用于导出部分泥石流进行停淤。

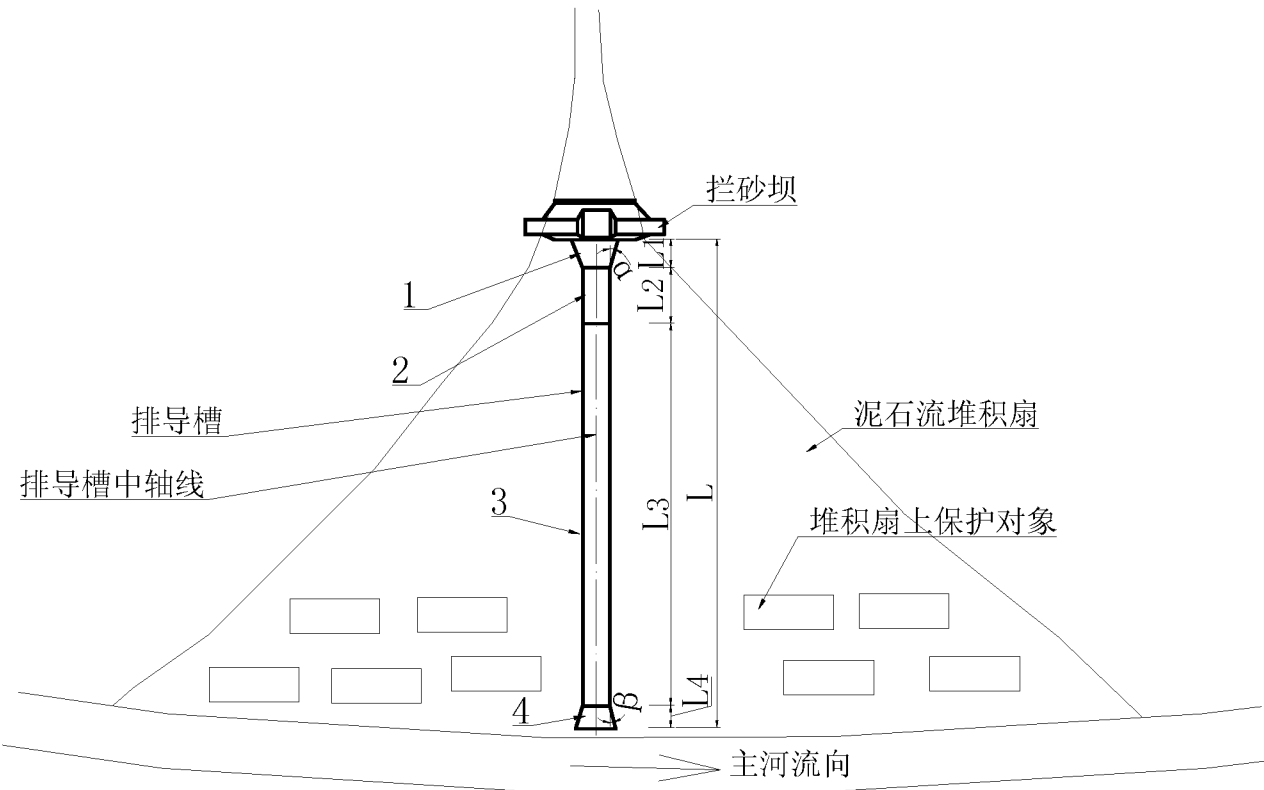


图 1

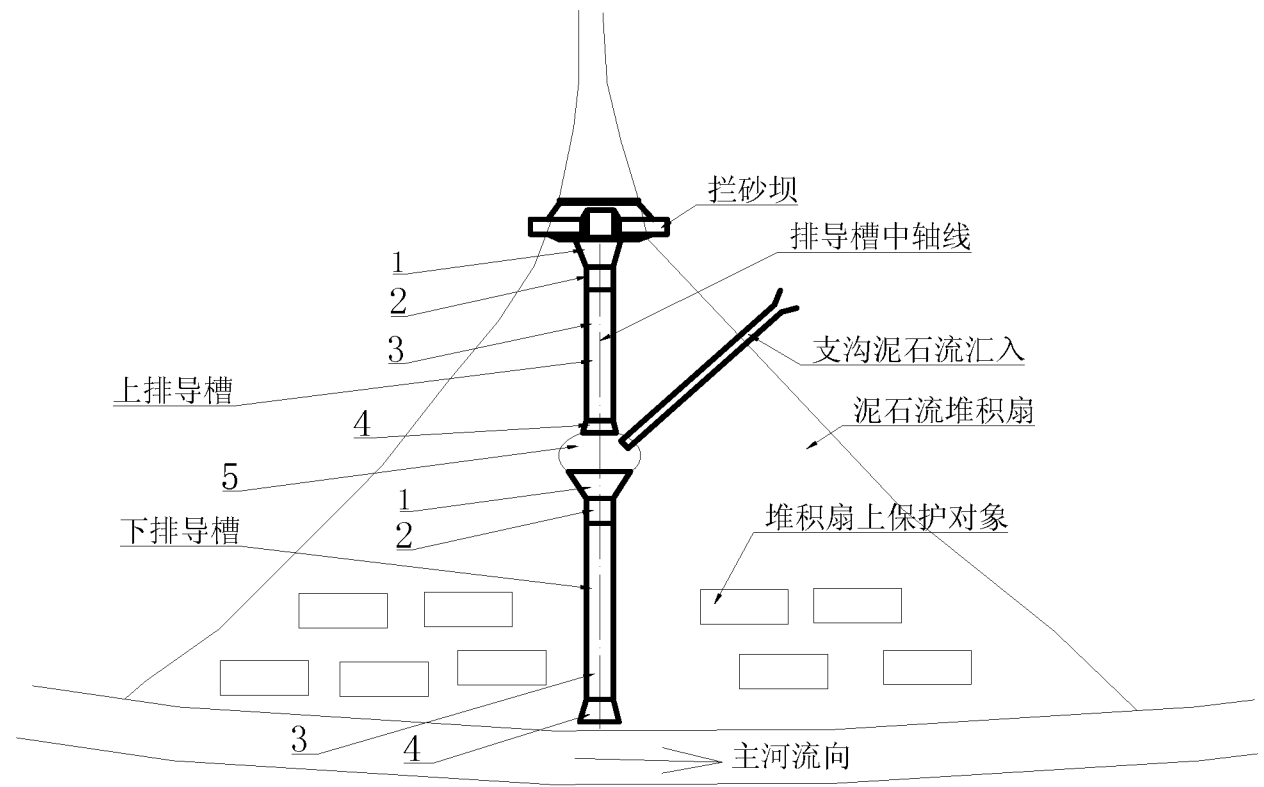


图 2

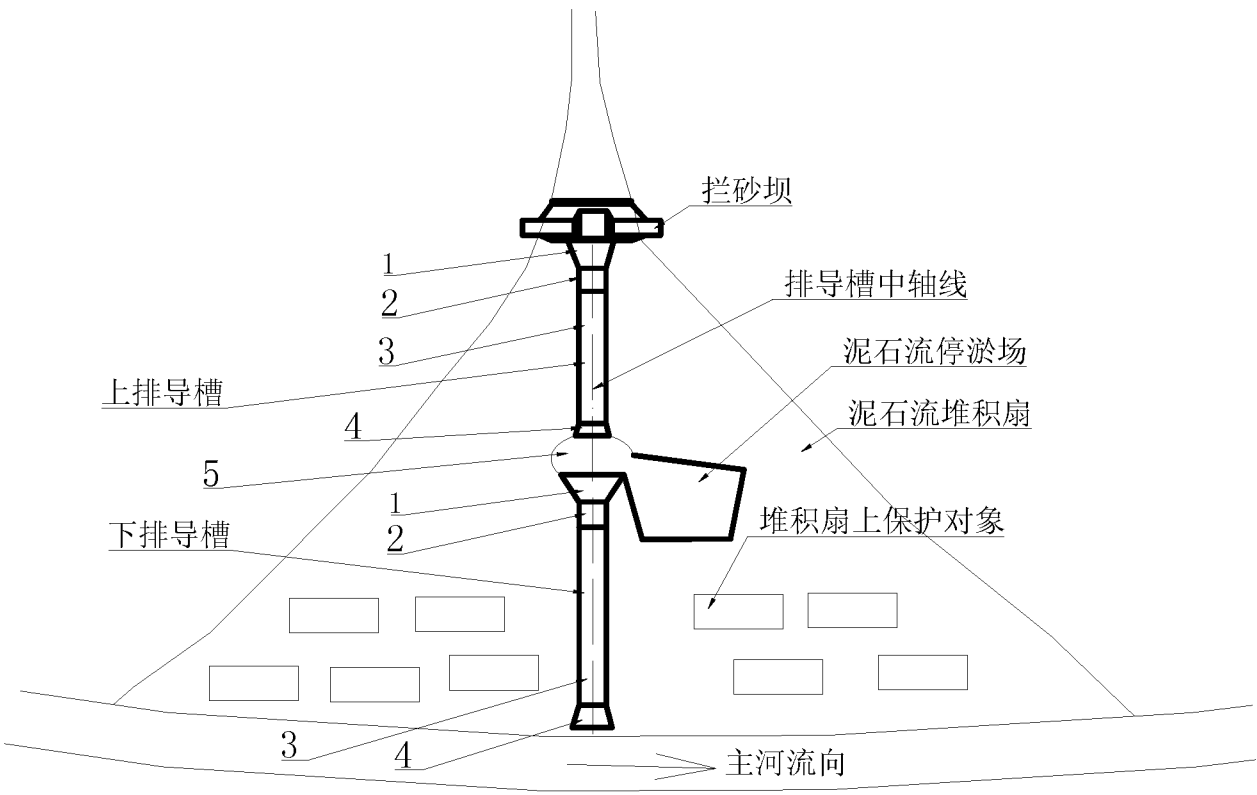


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/079443

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: E02B 3/-; E02B 5/-; E02B 1/-; E01F 7/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI; EPODOC; CPRS; CNKI: CHENGDU Institute of Mountain Hazards and Environment, debris W flow, mudflow, mud W stone W flow, drainage, canal, ark, groove, slot, tank, vessel, ditch, channel, trough, lining, liner

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101886374 A (CHINESE ACAD SCI CHENGDU INST) 17 November 2010 (17.11.2010) claim 1 and figures 1 to 8	1-10
A	CN 2734820 Y (CHEN, Hongkai et al.) 19 October 2005 (19.10.2005) the whole document	1-10
A	RU 2188277 C2 (KABARDINO-BALKARSK AGRIC ACAD) 27 August 2002 (27.08.2002) the whole document	1-10
A	SU 1224377 A1 (DZHUMABAEV K S) 15 April 1986 (15.04.1986) the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 13 February 2014 (13.02.2014)	Date of mailing of the international search report 27 March 2014 (27.03.2014)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer YAN, Junxia Telephone No. (86-10) 62084950

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/079443

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101886374 A	17 November 2010	CN 101886374 B	26 October 2011
CN 2734820 Y	19 October 2005	None	
RU 2188277 C2	27 August 2002	None	
SU 1224377 A1	15 April 1986	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/079443

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02B 1/00 (2006.01) i

E02B 3/04 (2006.01) i

E02B 3/10 (2006.01) i

E02B 5/00 (2006.01) i

E01F 7/04 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/079443

A. 主题的分类

见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:E02B 3/-; E02B 5/-; E02B 1/-; E01F 7/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI;EPODOC;CRPS;CNKI: 成都山地灾害与环境研究所, 泥石流, 石流, 水石流, 排导, 槽, 沟, 渠, 设计, 规划

Debris W flow, mudflow, mud W stone W flow, drainage, canal, ark, groove, slot, tank, vessel, ditch, channel, trough, lining, liner

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 101886374 A (中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所) 17.11 月 2010 (17.11.2010) 权利要求 1, 附图 1-8	1-10
A	CN 2734820 Y (陈洪凯 等) 19.10 月 2005 (19.10.2005) 全文	1-10
A	RU 2188277 C2 (KABARDINO-BALKARSK AGRIC ACAD) 27.8 月 2002 (27.08.2002) 全文	1-10
A	SU 1224377 A1 (DZHUMABAEV K S) 15.4 月 1986 (15.04.1986) 全文	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

13.2 月 2014 (13.02.2014)

国际检索报告邮寄日期

27.3 月 2014 (27.03.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

闫骏霞

电话号码: (86-10) **62084950**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/079443

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 101886374 A	17.11.2010	CN 101886374 B	26.10.2011
CN 2734820 Y	19.10.2005	无	
RU 2188277 C2	27.08.2002	无	
SU 1224377 A1	15.04.1986	无	

A. 主题的分类

E02B 1/00 (2006.01) i

E02B 3/04 (2006.01) i

E02B 3/10 (2006.01) i

E02B 5/00 (2006.01) i

E01F 7/04 (2006.01) i