

# 狮尾河流域地质灾害治理防护堤工程 施工设计问题讨论

王新建, 闫新亮, 李 锋

(北京中色资源环境工程股份有限公司, 北京 100012)

**摘要:** 云南省云龙县狮尾河流域地质灾害治理防护堤工程的施工设计存在不少问题, 特别是河道地形变化和防护堤越过已建固床坝这两个问题, 严重制约着施工进度, 影响着施工质量和工程安全。在分析原施工设计存在的问题的基础上, 提出了切实可行的解决办法, 并取得了良好的治理效果。

**关键词:** 防护堤; 施工设计; 泥石流; 地质灾害治理

中图分类号: TV64 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2017)06-0069-05

**Discussion of Construction Drawing Design for Geological Hazard Protection Embankment in Shiweihe Basin/WANG Xin-jian, YAN Xin-liang, LI Feng (SINOREX Resource and Environment Engineering (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100012, China)**

**Abstract:** In the construction process of Shiweihe of Yunlong County, Yunnan Province, some problems in the design of geological disaster control were encountered. There are many designing mistakes in the construction drawings of the protection embankment, especially the river terrain changes and protection embankment crossing over the built dam, which seriously restricted the construction progress, the construction period was delayed for a month and the construction quality and engineering safety were affected. Based on the actual project situation, some feasible solutions are put forward in this paper.

**Key words:** protection embankment; construction drawings design; debris flow; geological disaster prevention

## 1 项目背景

云南省云龙县城狮尾河流域地质灾害防治工程是我公司在云南承接的第一项地质灾害治理工程。

云龙县城曾发生过多次滑坡、泥石流地质灾害, 特别是1993年8月29日, 狮尾河流域暴发特大型泥石流, 直接经济损失达7亿余元, 其中狮尾河流域造成直接经济损失8629万元。雨季一来, 云南省云龙县大范围发生滑坡、泥石流地质灾害, 这些地质灾害给当地人民生命、财产造成了巨大的损失, 云龙县城地处地质灾害频发区, 且地质灾害损失十分严重, 灾情发生后得到了各级人民政府和社会各界的高度重视。

由于各级政府对该区地质灾害的重视而对该区泥石流进行了几次治理: 1994年完成了V形复式排导槽治理(见图1)。1994—1997年期间共完成防冲堤600余米, 谷坊30道, 固床坝30道, 拦砂坝5道(见图2)。



图1 复式V形排导槽



图2 拦砂坝照片

收稿日期: 2017-03-02

作者简介: 王新建, 男, 汉族, 1971年生, 高级工程师, 工程测量专业, 从事工程技术及管理工作, 北京市朝阳区安外北苑五号院四区, 905484285@qq.com。

1997年9月3日,狮尾河流域又暴发特大泥石流,现场估测流量达 $208\text{ m}^3/\text{s}$ ,大于200年一遇的洪水泥石流流量( $198\text{ m}^3/\text{s}$ )。修建的复式V形排导槽工程初见成效,泥石流顺利通过,未对和平村、象麓村及云龙县城产生大的危害。2011年8月16日,狮尾河流域再次暴发特大泥石流,由于狮尾河流域采取了一些治理措施,如复式V形排导槽、谷坊群、拦砂坝及固床坝工程,泥石流顺利通过,未对和平村、象麓村及云龙县城产生大的危害。这2次泥石流均能顺利通过,说明前期狮尾河流域治理措施发挥了较大的作用。

但由于近几年地质灾害增多,现有的工程已不能满足治理滑坡、泥石流地质灾害的要求,为了进一步控制并减轻滑坡、泥石流地质灾害的危害,使云龙县及其县城经济较快发展,2011—2013年,大理州及云龙县委委托有关单位对狮尾河进行了详细的勘察设计治理。2014年1月,我单位中标云龙县城狮尾河流域地质灾害防治工程项目。

施工过程中,遇到了一系列设计问题,将本计划开工的日期一再推迟,根据记录应该影响了1个月的工期。如果不解决,将会严重影响施工质量和工程安全。

## 2 施工设计概况和存在的问题

### 2.1 施工设计概况

#### 2.1.1 综合布置

干沟场箐谷坊坝GF1、GF2、GF3、GF4、GF5及狮尾河谷坊坝GF6;狮尾河拦砂坝LS1;狮尾河防护堤4段757 m。

#### 2.1.2 防护堤设计概况

(1)防护堤主要设置在干沟场村—山井村狮尾河两岸加固或修建,设在狮尾河两侧,沿沟边砌筑,总长约3.681 km,采用C25毛石砼。

(2)两侧防护堤净宽按无底排导槽进行计算,设计纵坡降为40‰,弯道的曲率半径 $R=125.0\text{ m}$ ,设计流速 $V_c$ 。采用设计频率30年一遇之值为 $7.47\text{ m/s}$ ,设计流量采用设计频率30年一遇之峰值流量 $Q_c=128.90\text{ m}^3/\text{s}$ 。

(3)设计荷载、抗滑稳定性、抗倾覆、结构稳定、合力偏心距及基底应力的验算均符合防护堤结构稳定性验算,设计防护堤满足设计规范安全要求。

(4)防护堤呈梯形形状,上宽800 mm,下宽

1680 mm,弯道段下宽为1780 mm。

(5)以清基线为基准,对清基线以上部分作挖方处理,对清基线以下部分作填方处理,保证防护堤埋深 $\leq 1.5\text{ m}$ ,地面以上有效高度 $\leq 2\text{ m}$ ,弯道位置有效高度 $\leq 2.5\text{ m}$ ,弯道超高过渡段 $\leq 5\text{ m}$ ;防冲地段,基础加深2~3 m。

(6)防护堤按10~15 m设计伸缩缝一条,缝中填塞沥青麻筋或杉木板,填塞深度 $\leq 25\text{ cm}$ 。

(7)根据地下水情况,应在防护堤上适当增设排水孔(主要是防护堤位于坡体下部且紧临坡体段),排水孔可采用 $\text{Ø}80\text{ mm}$  PVC管,排水孔外倾4%。

(8)防护堤进出口采用直墙式翼墙。

(9)防护堤基础开挖时,开挖临时坡比均按1:1放坡;防护堤背面路堤式填土,边坡坡率按1:1.5放坡。

### 2.2 施工设计存在的问题

#### 2.2.1 与已建固床坝处未设置防护堤连接问题

防护堤的修筑会经过数座已建固床坝,如按设计要求,防护堤高度不低于河床以上2 m,(以图3为例)将导致整段防护堤坡降的大幅度变化,不利于水流流出,可能会引起水流冲向两侧,不利于边坡的稳定。

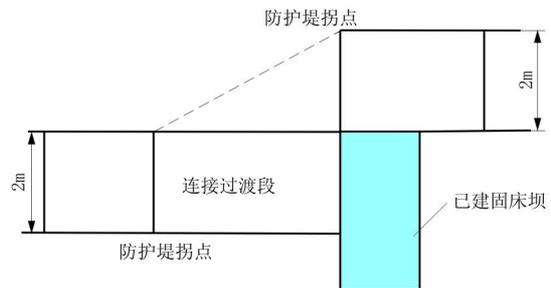


图3 固床坝处防护堤

#### 2.2.2 设计中的数据发生了变化,不能满足外露高度和埋深的要求

这是因为勘察设计的时间与施工的时间有一定的差距,各种地形情况会发生变更。

按设计要求,防护堤埋深 $\leq 1.5\text{ m}$ ,设计文件中已明确给出防护堤基底高程,经实测,对原地面到河床高差数值的测量后发现,如果按设计文件中防护堤基底高程施工,将会不满足埋深 $\leq 1.5\text{ m}$ 这个条件,如图4所示。

如果按此设计施工,设计防护堤基底高程与实际防护堤基底可能会产生一定的差值。这个差值

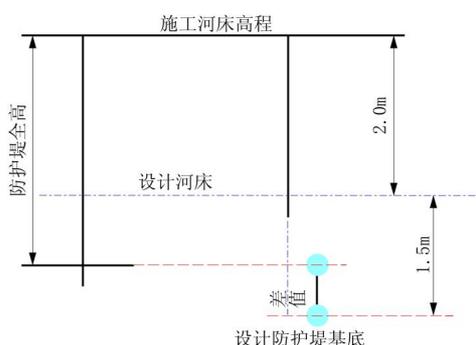


图 4 基底产生的设计差值

可能不固定,有些比设计值大,有些会比设计值小。具体见表 1。

表 1 实际防护堤基底与设计防护堤基底的差(部分数据)

编号	施工时河床高程/m	防护堤基底高程-原地高程/m	设计河床高程/m	实际防护堤基底-设计防护堤基底/m(防护堤埋深 $\geq 1.5$ m的设计要求)
F1	1701.414	-4.954		
F4	1699.999	-2.289	1698.849	0.361
F8	1700.236	-0.946	1700.196	0.654
F12	1703.408	-2.138	1702.768	满足埋深 $\leq 1.5$ m的要求
F16	1703.806	-0.906	1703.806	0.594
F20	1706.661	-1.461	1706.661	满足埋深 $\leq 1.5$ m的要求
F24	1709.551	-1.971	1707.991	1.089
F28	1710.898	-0.718	1710.368	1.312
F32	1714.229	-1.709	1714.020	0.511
F35	1720.977	-7.267	1720.977	5.767
F37	1722.174	-0.734	1721.324	1.616
F40	1723.392	-1.292	1723.132	0.468
F44	1726.616	-2.036	1724.666	1.414
F48	1732.023	-4.493		

### 2.2.3 防护堤与旁边公路的横穿涵洞未设置连接措施

防护堤 F8—F9 段及 F40—F41 段公路涵洞与此两段防护堤形成直接对冲,可能对防护堤造成破坏。如图 5 所示。



图 5 对接公路涵洞

一般应采取连接措施与防护堤有效地连接,保证防护堤的稳定。

### 2.2.4 个别段落临近公路的防护堤有高大陡的土质边坡,未采取加强措施

狮尾河流域地质灾害防治工程在勘察设计阶段,旁边的黄金公路大桥还未开工。治理项目开工后,地形发生了很大的变化。

其中有一座大桥横跨狮尾河,大桥建成后,造成局部高大陡的边坡,按照常规的设计尺寸(上宽 800 mm,下宽 1680 mm 的尺寸,深度 3.5 m)无法满足防护堤稳定性的要求。

原因有 4 个:(1)原来大桥下游 50 m 范围内填筑的土质边坡较陡,根据实测应该在 1: 0.5 以上;(2)填方高度有 10~15 m 高;(3)上方为公路,动荷载较大;(4)防护堤基础开挖不在填方边坡坡脚以外,在坡脚里边约 3~5 m,造成填方坡率更陡,实测坡率 $> 1: 0.75$ 。

以上原因造成该处防护堤不稳定,进而会影响黄金公路(即跃龙公路)的安全。如图 6 所示。



图 6 高大陡边坡防护堤

### 2.2.5 个别段落基底遇到了基岩,未设置设计措施

狮尾河上游 F49—F56 段遇到了岩石基底,设计上未采取有效的施工措施,这样造成防护堤与基岩不能有效地连接在一起,不利于防护堤的稳定,特别是该处位于河道转弯处,水流急速,容易引起防护堤的损坏。

### 2.2.6 大部分段落地下水丰富,未采取处理措施

防护堤位于狮尾河两侧,地下水丰富(见图 7),设计中并未采取有关的设计措施,而是直接倾倒入毛石混凝土。这样造成基底应力不达标,影响防护堤的稳定,长期会造成防护堤的断裂。按照施工规范要求,如此的基底应该设计增加基底应力的措施。



图7 地下水丰富

### 3 施工中的解决办法

#### 3.1 与已建固床坝处未设置防护堤连接问题

经过与设计单位协商,采取控制衔接段斜坡比率的方法,两端仍然按照设计的外露高度 2.0 m、埋深 1.5 m 设置防护堤。一般比率设置为 1: 0.75。同时,将底部固床坝上部钻孔植入连接筋,一般采用  $\text{Ø}16\text{ mm}$  的螺纹钢,间距符合设计,纵向间距 50 cm,横向间距 60 cm,植入坝体 30 cm,外露 50 cm。

如将此两段直接连接起来,既能保持坡降的连续性,也能保证美观,如图 8 所示。

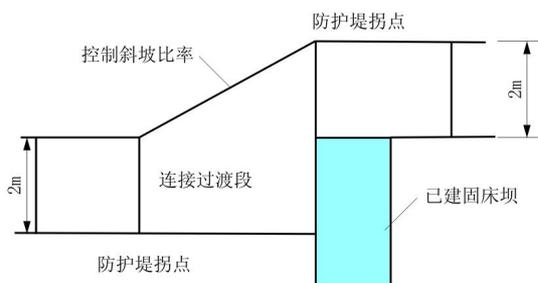


图8 跨结构物连接设计

根据实际测量两段高差,按照斜坡斜率 1: 0.75 的设置,连接长度一般在 15 ~ 20 m。增加工程量有限。

#### 3.2 设计中的数据发生了变化,不能满足外露高度和埋深的要求

因为勘查设计的时间与施工时间的相距较远,地形变化比较明显,所以这种变化非常正常。经过设计单位和建设方同意,我们确定了工作原则,重新进行了测量,点位不变,重新测定河床高程,按照施工图确定的外露高度和埋深重新确定,防护堤的高程包括顶面高程和底面高程,经设计代表同意,重新

绘制设计变更施工图。

#### 3.3 防护堤与旁边公路的横穿涵洞未设置连接措施

横跨公路的涵洞边坡很陡,水流很急,对连接狮尾河河道会造成很大的冲刷,而且还会有短距离的泥石流滚落,不利于防护堤的稳定。

经过与设计方设计代表充分协商,最后确定了采用跌水排水沟连接狮尾河河道的方式连接,连接采用浆砌石铺砌,具体见图 9。

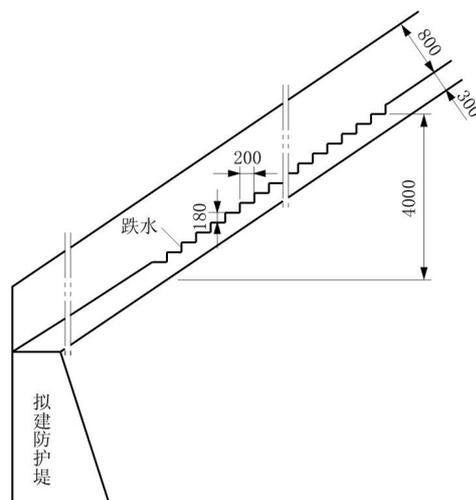


图9 连接跌水沟设计

排水沟砌体采用 M10 浆砌片石砌筑;石料抗压强度  $< 30\text{ MPa}$ ;沟顶和沟底采用 M10 浆砌片石,厚度 30 cm,砂浆抹面厚度 2 cm;沟邦要求平整光滑;排水沟坡度按涵洞口至拟建好的防护堤顶放坡即可,排水沟与拟建防护堤段做到过度美观。排水沟每 10 m 设 2 cm 宽伸缩缝,缝内填塞沥青木板,沿内面和顶面填塞,填塞深度  $< 15\text{ cm}$ 。

图中挖方与回填工程量需根据现场来确定,回填料用膨胀性小的碎石土或沙土,不得用膨胀性大的材料,回填前需夯实排水沟基础。

#### 3.4 个别段落临近公路的防护堤有高大陡的土质边坡,未采取加强措施

对于该处的危害治理,建设方和设计方非常赞同,提出了相应的修改意见。一般对防护堤的形式宽度和高度进行了相应的调整。具体见图 10。

本段防护堤长 20 m,采用 C25 毛石混凝土砌筑防护堤;从图 10 可以看出,顶宽变成了 1200 mm,底宽变成了 2667 mm,最重要的是底部采用了斜面坡度,坡度为 0.1: 1,由此引起总高度变为 4222 mm,

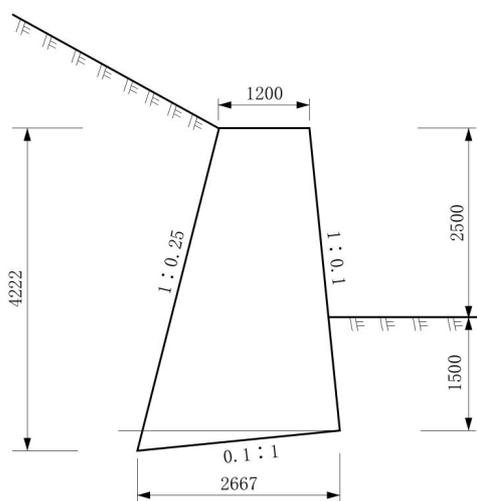


图10 高大陡坡防护堤设计

迎水面由直立改为1:0.1的坡度,背水坡改为1:0.25的坡度。

施工时按照专项安全施工方案采取一系列防护措施,加强安全监管和公路的监测,确保了施工无安全事故。

### 3.5 个别段落遇到了基岩,未设置设计措施

狮尾河上游段遇到了岩石基底,设计上未采取任何措施,问题提出后,设计方非常重视,负责人到现场查看,提出了非常有效的办法,具体如下。

(1)冲洗岩石面,保证无锈污等附着在岩石面,光滑岩面要凿毛。

(2)连接筋采用 $\text{Ø}16\text{ mm}$ 的Ⅱ级钢,采用 $\text{Ø}22\text{ mm}$ 钻头钻孔,冲洗洁净,用42.5水泥浆液灌满,然后插入加工好的钢筋。应保护连接筋在水泥浆终凝前不受到碰撞。

(3)连接筋的布置纵向为50 cm,横向布置根据高程位置布置2~4排,呈梅花形布置。施工中根据原堤身的实际情况,纵向间距可以做适当调整,但最大不能超过50 cm,可以适当加密。

(4)连接筋横向间距根据不同高程面的位置,间距一般为60 cm,布置1~2根。

(5)钢筋外露长度为50 cm,埋深为30 cm,总长度为80 cm。

(6)钢筋和水泥的材料质量应符合国家有关检验和验收标准。

施工效果见图11。

### 3.6 大部分段落地下水丰富,未采取处理措施



图11 施工效果

碎石垫层、贫混凝土垫层、砂垫层,我们根据地质情况选用了碎石垫层,既增加了防护堤的稳定性,又能给建设方节省资金。

垫层厚度一般采用20 cm,表面5 cm厚度采用粒径 $< 10\text{ mm}$ 的碎石,下部15 cm厚度采用20~31.5 mm的碎石,摊铺均匀,夯实。

## 4 实施效果

通过我方的努力,施工工期顺利保证,整体治理工程的工程质量得到了有效保证,施工安全得到了有效保证。按照大理州政府的要求顺利在要求的工期前完成了治理任务。从2014年至今,已经历了3个年度,未发生质量安全事故,经受了洪水的考验。

## 5 结语

地质灾害的防治和治理相对比较不完善,各地在勘查设计上还存在好多不完善的地方,同时资金的欠缺也会造成设计上的不完善。需要施工单位或监理单位在实施工程的过程中,尽量完善,以保证治理工程的预期效果。

## 参考文献:

- [1] DZ/T 0219—2006, 滑坡防治工程设计与施工技术规范[S].
- [2] GB 50010—2002, 混凝土结构设计规范[S].
- [3] GB 50204—2002, 混凝土结构工程施工质量验收规范[S].
- [4] JBJ 18—96, 钢筋焊接及验收规范[S].
- [5] 张盛鲲,彭敏. 汶川地震灾区文家沟特大型地质灾害防治引水隧洞设计与动态施工[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(3): 71-74.
- [6] 李乾坤,石胜伟,韩新强,等. 国内地质灾害机理与防治技术研究现状[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(7): 52-54.
- [7] 梁柱,陈燕,陈宏伟. 特大型泥石流地质灾害治理工程[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(8): 70-74.