

# 裂土堑坡平台的设置

答治华\* 沈尧良

(铁道部科学研究院西北分院)

**提 要** 高大裂土堑坡(一般指坡高大于6 m)常常被设计为两级边坡的复合坡面,而此时,若裂土堑坡是由差别不大的土质组成时就存在着一个平台的最佳设计(平台的位置和宽度)问题。本文从堑坡的稳定性和开挖的经济性两方面来综合考虑,对两种不同裂土堑坡设计方法中的这一共同问题作了有益的探讨。

**主题词** 裂土 堑坡 平台 设置

## 1 前言

裂土边坡的稳定坡率一般随土性和坡高的变化而变化。在工程实践中,对于较高的裂土堑坡,考虑到土石方的开挖和土地的占用等诸多因素而提出了多级边坡的设计方法,如常用的《铁路特殊土路基设计规则》中提出的裂土路堑边坡坡度和平台宽度设计表(表1,下文简称为“规则法”)和裂土堑坡设计经验公式 $\{H = 2 \text{Ctg} [(T - h) / 2] / KV\}$ ,下文简称为“简易设计法”等<sup>[1]</sup>。很显然,若整个堑坡的裂土土质差别不大时,多级边坡的设计中就必然存在平台的设置问题,而今,该问题仍未完全解决。例如:

表1 裂土路堑边坡坡度和平台宽度

| 边坡高度<br>(m) | 边 坡 坡 度 |                 |                 | 边坡平台宽度(m) |     |       |
|-------------|---------|-----------------|-----------------|-----------|-----|-------|
|             | 弱       | 中               | 强               | 弱         | 中   | 强     |
| < 6         | 1: 1.5  | 1: 1.5~ 1: 1.75 | 1: 1.75~ 1: 2.0 | 可 不 设     |     |       |
| 6~ 10       | 1: 1.75 | 1: 1.75~ 1: 2.0 | 1: 2.0~ 1: 2.5  | 1.5~ 2.0  | 2.0 | ≥ 2.0 |

(1)“规则法”中只规定了坡高在6~ 10 m范围内不同裂土边坡的平台宽度值,平台的具体位置却未有明确规定。

(2)“简易设计法”中的平台位置及宽度问题,尽管李妥德先生在文章<sup>[2]</sup>中已做过讨论,但是,分析中并未考虑平台的设计对整个堑坡稳定性的影响,而这一点又恰恰是最不容忽视的。

\* 本文收稿日期: 1997-09-07 答治华 32岁,工程师,铁道部科学研究院西北分院,兰州 邮编: 730000

在此, 本文将根据两种设计方法的自身特点, 在接从堑坡的稳定性和经济性 (开挖量) 两方面综合分析来对该问题作一探讨。

## 2 平台宽度问题

边坡平台的宽度无疑应满足两个条件: 即首先应保证第二级边坡的起坡线在第一级边坡最危险破裂面以外, 其次, 第二级边坡的设计要保证整个坡体的稳定。

为此, 本文将通过对第一级边坡的最危险破裂面位置的计算和整个坡体的稳定性随平台宽度的变化特征的计算来综合分析平台宽度的设计问题。

采用“简易设计法”进行一、二级边坡设计分析时  $K$  取 1.25

### 2.1 第一级边坡的最危险裂面在坡顶的裂缝位置计算

裂土边坡的坍塌面多呈上陡下缓的形式, 破裂面的后壁受张裂隙的影响呈陡直状, 下部近似圆弧状。因此, 计算采用简化毕肖普法, 张裂区的强度由于受张拉应力的影响而等于零。深度按公式:  $Z_0 = 2C \tan(45^\circ + h/2) / \gamma$  计算 (一级边坡坡顶属开挖而成, 尚不存在强风化区), 张裂区以下土的强度以综合强度 ( $C, h$ ) 计算。分析图式见图 1。

图 2 为三种不同裂土 (表 2) 按“简易设计法”设计的第一级边坡坡高 ( $H_1$ ) 与坡顶裂缝距离 ( $T_1$ ) 的关系曲线。结果表明:  $T_1$  与  $H_1$  及土的强度有关, 土的力学强度指标值越低, 坡高越大, 这一距离也越大 (算例中坡高范围在 11 m 以内, 其中  $T_1$  最大不超过 3 m)。

表 2 算例中的裂土强度指标值

| 裂土编号 | $C$ (kPa) | $H$ ( $^\circ$ ) | $V$ (kN/m <sup>3</sup> ) |
|------|-----------|------------------|--------------------------|
| ①    | 10.5      | 13.1             | 20.0                     |
| ②    | 16.2      | 16.0             | 20.3                     |
| ③    | 15.3      | 22.0             | 19.8                     |

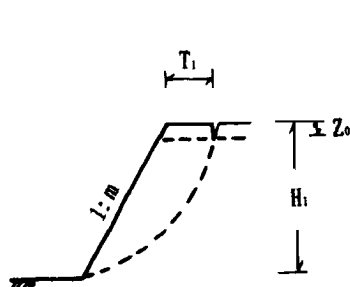


图 1

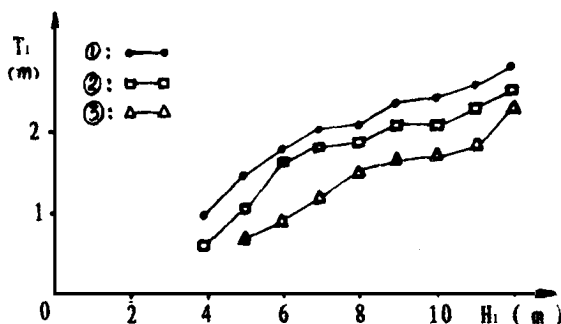


图 2

## 2.2 整个坡体的稳定性随平台宽度的变化特征

文中分析了三种不同的裂土(表2)按“简易设计法”设计的两级边坡的整体稳定性( $k_{\min}$ )随平台宽度( $T$ )的变化特征(见图3中的曲线①、②和③,设每种裂土堑坡的整个坡高均为15 m,其中,一级坡高为5.5 m,二级坡高为9.5 m)另外,还计算了①号裂土按“规则法”之规定设计的两级边坡的整体稳定性( $k_{\min}$ )与平台宽度( $T$ )的变化特征(见图3中的曲线①',设整个坡高为10 m,一级坡高为6 m,二级坡高为4 m)。

稳定性分析方法同前,并假设第二级坡坡顶为水平,坡顶张裂区即为裂土的强风化层,厚度一般为1~2 m(裂土地区现场调查结果),此外 $Z_0$ 取1.5 m,该层强度为零。分析图式见图4

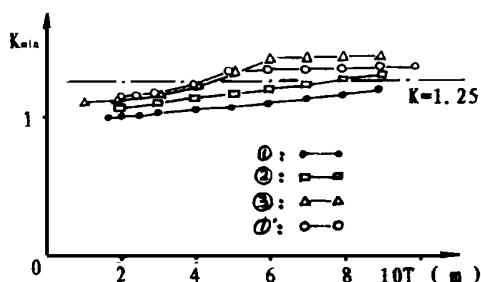


图 3

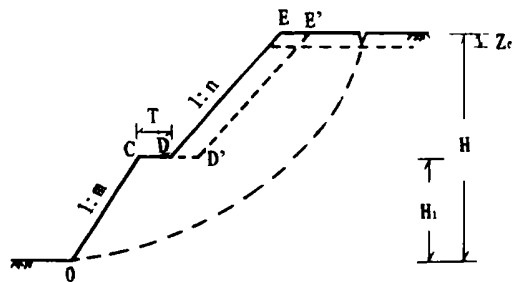


图 4

分析表明:(1)无论是按“简易设计法”或是按“规则法”进行的两级边坡的堑坡设计,其整个坡体的稳定系数比各分级坡坡体的稳定系数都要降低许多,只有当平台的宽度达到足够大时,整个坡体的最小稳定系数才有可能等于分级坡中稳定系数最小的那个值。(2)整个坡体的最小稳定系数随平台宽度的增大而增大,但是,其增大速度因土性的不同而不同,中等或强裂土的增大速度是明显缓慢的。

由此可见,(1)若要保证已设计了两级边坡的整个坡体的稳定性能达到设计的要求,可以通过增大两分级边坡的设计稳定系数的办法来实现。“规则法”对此已有所考虑,例如表1中关于6~10 m高的坡体,设计平台时的分级坡的规定设计坡率比小于6 m高的不需设计平台的边坡的规定设计坡率要小一档(也即其稳定性相应增大了)。但是,对于“简易设计法”,则情况有所不同,因为在土质( $C, h, V$ )和边坡设计稳定系数( $k$ )一定的情况下,坡率(或坡度 $T$ )是坡高( $H$ )的函数,当整个坡体按一个坡面来设计时,整体坡的稳定系数就是该边坡的设计稳定系数;而当采用两级边坡设计整个坡体时,正如前面所分析的:整个坡体的稳定系数比起分级坡的稳定系数要降低许多,以至于整个坡体的稳定性有可能达不到设计要求(当平台的宽度不足时)所以,采用“简易设计法”设计两级边坡时,两分级边坡的设计稳定系数值应考虑适当增大。(2)平台的宽度与上下各分级边坡的稳定性及整个坡体的稳定性有关。“规则法”中关于平台的宽度已有规定,而“简易设计法”中的平台宽度则应结合分级边坡的设计稳定系数和整个坡体的稳定性分析来确定。

### 3 平台位置问题

#### 3.1 从开挖量的角度考虑

为了计算简便,今假设未开挖前的坡体断面为  $OAB$ ,整个坡体设置两级堑坡,断面为  $OCDE$ ,其中  $CD$  为平台(设宽度为一定值)显然,此时多边形  $OAEDC$  的面积即为需开挖的土方面积。如果改变平台的高度(即位置)至  $C'D'$ ,则相应地开挖面积为  $OAED'C'$ (见图 5,按“规则法”设计)或  $OAED'C'$ (见图 6,按“简易设计法”设计)。

图 7 和图 8 中的曲线  $a$  分别为按“规则法”和“简易设计法”设计的边坡所计算的相对挖方量 ( $V$ ) 与平台高度 ( $H_1$ ) 的关系曲线。

图 9 为按“简易设计法”设计的边坡,不同坡高 ( $H$ ) 与相应最小挖方量所对应的平台高度 ( $H_1$ ) 的关系曲线。

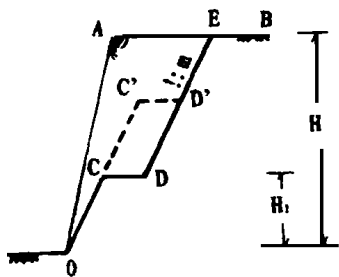


图 5

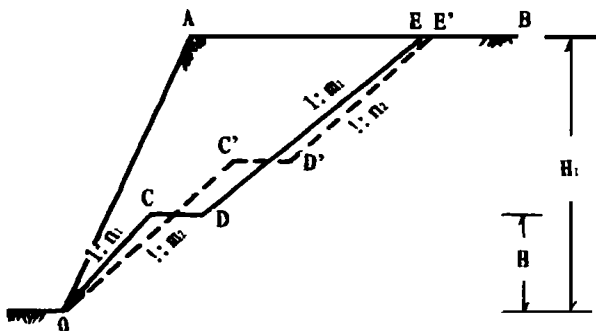


图 6

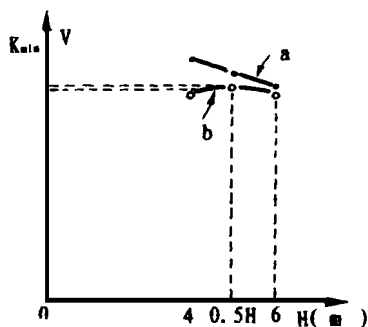


图 7

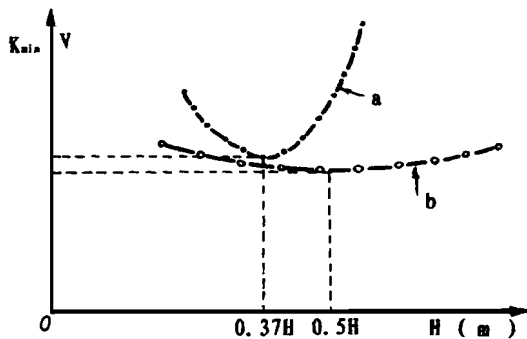


图 8

可见,若仅从开挖量角度考虑:(1)按“规则法”设计 6~10 m 高的裂土堑坡时,如果平台下边坡的坡率是一致的,显然可得出这样的结论:平台的位置应是距离坡脚愈高愈好(当然不得大于 6 m)(如图 5);(2)采用“简易设计法”设计两级边坡的裂土堑坡时,无论整个坡高如何变化,都存在着一个最小开挖量的断面,在这个断面中,平台的位置(即一级坡的坡高)大约是整个坡体高度的 0.37 倍。

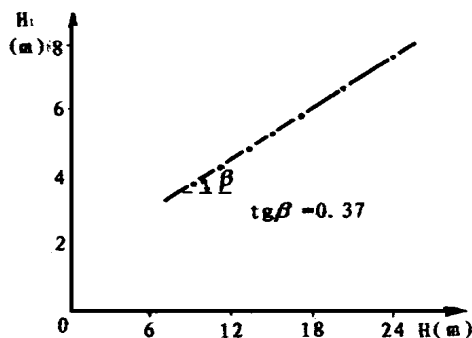


图 9

### 3.2 从坡体的稳定性角度考虑

前面已经从开挖量的角度讨论了平台的最佳高度,但是,整个坡体的稳定性与平台高度的关系又将如何?这里作一分析。

稳定性分析方法及基本假设同 2.2 节,采用②号裂土的土力学参数和平台宽度为 2 m 来分别计算了整体坡高为 10 m 一、二级坡坡率均为 1:2 的断面和整体坡高为 15 m 一、二级坡坡率按“简易设计法”设计的断面。

图 7 中曲线 b 为按“规则法”设计的堑坡断面的计算结果,表明整个坡体的稳定系数随平台高度的增大呈缓“抛物线”形变化,“抛物线”的顶点对应的平台高度为整个坡体高度的一半;图 8 中的曲线 b 为按“简易设计法”设计的堑坡断面的计算结果,稳定系数的变化形态与图 7 中的曲线 b 正好相反,最低点对应的平台高度为整个坡体高度的一半。

如果将两种不同设计法中的平台高度 ( $H_1$ ) 与整体坡的稳定系数  $k_{\min}$  和相对最小挖方量 ( $V$ ) 的关系曲线迭加 (见图 7 和图 8), 显然可见,若对前面所提出的平台最佳高度作适当降低,则整个坡体的稳定性将会得到一定程度的提高。因此,可得出这样的结论:对于“简易设计法”,平台的位置设在整体坡体的下 1/3 处应该是较为合理的;而对于“规则法”,当上下两级的坡率一致时,平台的位置可设在整体坡体的中部。

## 4 结论

(1) 当采用“简易设计法”进行高大裂土堑坡两级坡设计时,平台的位置设在整体坡体的下 1/3 处较为合理;而当按“规则法”设计上下两坡坡率一致的裂土堑坡时,平台的位置应设在整体坡体的中部。

(2) 采用“简易设计法”设计两级边坡时,在平台宽度不是足够大的前提下,其整个坡体的稳定性较各分级边坡的稳定性要降低许多,因此,可采用适当增大两分级边坡各自的设计稳定系数或者设置一定的支挡防护措施来提高整个坡体的稳定性;平台的宽度值应结合对上下分级边坡的稳定性设计及整个坡体的稳定性分析来综合确定。

(3) 在“简易设计法”中,中等或强裂土堑坡仅仅依靠增大平台的宽度来提高整体堑坡的稳定性是难以收到明显效果。

另外,需要说明的是:计算中未考虑坡体中塑性区及膨胀力的影响,故本文所计算的稳定系数应是偏大的,但这不影响本文中一般性结论的得出。

## 参考文献

- 1 铁路路基工程设计手册. 人民铁道出版社, 1992
- 2 李妥德. 裂隙粘土堑坡设计方法. 岩土工程学报, Vol. 12, No. 2

# INSTALLATION OF TERRACE FOR THE CUTTING SLOPE WITH FISSURED CLAY

Da Zhihua Shen Yaoliang

Northwest Branch, Chian Academy of Railway Sciences

**Abstract** The high big cutting slope with fissured clay (such as higher than 6 m) was usually designed as a combined slope with two-stage side slopes. Meanwhile, as if this kind of cutting slope is composed of the soil whose inside qualities have only small difference, the existing optimal design problem for the installation of a terrace may be the position and the width of the terrace. There are two design methods concerned with this problem. They are explored in this paper combined with the considerations of the stability of the cutting slope and the economy of the excavation.

**Keywords** fissured clay; cutting slope; terrace; installation

## 桥梁建设信息之二

### 路口大桥架通

横(峰)南(平)铁路路口大桥于1997年9月16日架设完成。

路口大桥是连结闽赣的重要桥梁,是进出福建省的第二通道,也是华东路网干线上的高大桥梁。它的建成对发展福建经济,扩大对外开放,开发国家级自然保护区——武夷山的旅游资源有着十分重要的作用。同时对江西东部地区实现“东出南引”战略,振兴老区经济具有重要意义。

路口大桥位于武夷山北,为横南线最高的大桥,最高墩达61 m,长436.3 m,架设桥梁13孔,32 m钢筋混凝土梁26片。以“高、难、新、险”被省建指列为横南线上铺架最关键的控制性工程。承担该大桥施工任务的是铁道部第二工程局二处、新运处。

### 长山河特大桥右幅连续梁贯通

1997年8月6日凌晨六点,沪杭高速公路长山河特大桥右幅连续梁顺利贯通。

长山河特大桥是沪杭高速公路浙江段主跨跨度最大的桥梁,桥长575.32 m,主跨最大跨径70 m,主桥三孔为预应力混凝土箱形连续梁,为了确保工程质量和施工期间航道正常通航,该桥的连续梁采用“挂篮悬臂浇注法”平衡施工,其技术含量之高、施工难度之大为沪杭全路少有。该工程是铁道部第四工程局六处承建的。

(薛亚供稿)