

滑坡文集

(第五集)



中国铁道出版社

滑 坡 文 集

(第 五 集)

滑坡文集编委会主编

中 国 铁 道 出 版 社

1 9 8 6 年 · 北 京

滑 坡 文 集

(第五集)

滑坡文集编委会主编

中国铁道出版社出版

责任编辑 施以仁

封面设计 翟 达

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：9.75 字数：224 千

1986年3月 第1版 第1次印刷

印数：0001—3,000册 定价：2.65元

内 容 简 介

本文集选稿23篇，内容有：（1）滑坡勘测与防治：包括对滑坡的调查研究及防治工程设计经验；（2）滑坡测试与分析研究：包括对滑坡的发生机理的探讨，遥感技术在滑坡研究中的应用，新型土工仪器的研制，抗滑桩受力状态的试验研究；

（3）国外滑坡的整治经验介绍；（4）新技术、新方法：包括激光全息摄影技术及超声波技术在滑坡研究中的应用，防灾预警系统的探讨等。本文集内容比较广泛，除总结了我国西南、西北近30年来铁路沿线滑坡勘测、设计和整治方面的成果外，也反映了全国各部门在实践中对一些大型滑坡的分析研究和防治效果。

本文集可供工程地质研究及土建工程设计者参考。

滑坡文集编委会

主任委员：李 嘉 副主任委员 徐邦栋

委 员：居恢扬 刘祥海 唐永富

王少东 陈自生 孟英喆

车石轩 吴大复 潘传爵

刘光代 王恭先 马 骥

程鸿寿

目 录

一、滑坡勘测及防治经验

1. 西北地区铁路滑坡整治概况……………凌 澜 (1)
2. 西南山区铁路防治滑坡工程措施的回顾及体会……………车石轩 (10)
3. “两宝”铁路崩塌、滑坡及其防治……………刘兴国 (15)
4. 成都铁路局管内滑坡简介……………唐庚尧 王崇祥 (21)
5. 工程滑坡及其防治……………傅永贵 (27)
6. 锚杆在斜坡抗滑支挡中的应用初探……………王少东 (35)
7. 炳草岗变电所滑坡特点及其整治……………林振湖 朱成豪 (42)
8. 抗滑挡墙的加固……………刘光代 (47)

二、滑坡测试与分析研究

9. 老道庙滑坡成因分析……………纪鸿仁 王秀峰 (53)
10. 四联电动往复直剪仪的设计和标定……………张颖钧 (59)
11. 都江堰灌区中的“成都粘土”滑坡……………黄大廷 (70)
12. 几类滑坡的发生机理……………徐邦栋 王恭先 (77)
13. 从地质结构和地貌特征分析洒勒山滑坡性质……………傅传元 (82)
14. 单根抗滑桩受力条件的实验研究……………马 驥 (88)
15. 调查黄土塬边古老滑坡应注意的几个问题……………陈南森 (97)

三、外 文 摘 译

16. 瑞典塔维滑坡……………(原作者: Mats Jansson) 罗芳衍译(102)
17. 霍普滑坡的动力……………(原作者: Bruce I., Cruden D.) 刘光代译(112)
18. 锚杆抗滑桩组合结构的计算……………(原作者: Л.К.金布格, В.И.依申柯)
王世才译(117)

四、新技术、新方法报导

19. 铁路崩塌滑坡的短临预报与警报……………周宏业 李鸿科(121)
20. 超声波技术在滑带土颗粒分析试验中的初步应用……………冯维敏(125)
21. 激光全息光弹在滑坡研究中的应用——鹰厦线K163滑坡模拟试验 ……………
王海彪 周龙宝 朱建国 秦燕燕 (128)
22. 激光与滑坡……………于济民(132)
23. 遥感图象在滑坡与崩塌调查研究中的应用……………程玉章(133)
24. 滑坡照片……………(145)

Proceedings of Landslides

Volume Five

Contents

I. The Experience of Reconnoitering Designing and Controlling Landslides

1. The General Situation of Controlling Landslides on the Northwestern Railways Ling Lan
2. The Review and Recognition of the Engineering Treatments of Controlling Landslides on the Southwestern Mountain-Railways in China.....
Che She-Xuan
3. To Protect against the Landslides and Rock-Falls along the Baoji-Tianshui Railway Section on the Baoji-Lanzhou Line and Baoji-Quangyuan Railway Section on the Baoji-Chengdu Line..... Liu Xing-Guo
4. The Brief Introduction about Landslides on the Railways of the Chengdu Railway Administration Tang Geng-Yao, Wang Chong-Xiang (The Chengdu Railway Administration)
5. Induced Landslides in the Engineering Construction and Their Treatments
Fu Yong-Gui
6. A Preliminary Approach of Applying Anchor Rods Against Slope Sliding Wang Shao-Dong
7. Some Characteristics and Correction Measures of a Landslide Near the Bing-Caogang Transformer Station Lin Zhen-Hu, Zhu Cheng-Hao
8. Reinforcement of the Retaining Wall Against Sliding
Liu Guang Dai

II. The Methods of Measuring Landslides and Their Analysing Researches

9. Analysis of Factors Causing Slide of the old Taoist Temple Landslide.....
Ji Hong-Ren, Wang Xiu-Feng
10. The Design and Calibration of Reversal Direct Apparatus of Four-Shear Boxes.....Chang Ying-Jun
11. Chengdu Clay Slides in Dujiang Yan Irrigation District.....Huang Da-Ting

12. The Occurring Mechanism of Several Types of Landslides..... Xu Bang
Dong, Wang Cong-Xian
13. Analysis of the Landslide at Sale Mountain from the Point of View of the
Geological Structure and the Geomorphological Features
Fu Chuan Yuan
14. An Experimental Study on Mechanical Conditions of a Single Pile Against
Landslide..... Ma Ji
15. Several Considerations of the Investigation of the Old Landslides on the Bank
of Loess Terrace.....Chen Nan-Sen

III. Translations

16. The Landslide at Tuve on 30 November 1977 (Mats Jansson)
Translator, Luo Fang-Yan
17. The Dynamics of the Hope Slide Bruce I..... (Cruden D.) Translator,
Liu Guang-Dai
18. The Calculation of the Composite Structure of the Anchor Rods against Sliding
..... (P.K.Genzbyerg, V.E.Eshenko) Translator, Wang Shi-Cai

IV. The Information on the New Techniques of Measuring Methods

19. The Short Time and Temporary Predications and Alarms of Landslides and
Collapses on Railways..... Zhou Hong-Ye, Li Hong-Ke
20. The Primary Application of Transonic Technique in Clayey Soil Particle Size
Distribution Test of Sliding Zone..... Feng Wei-Min
21. Laser Holographic Optical Elastic Technology Applied to the Railway Land-
slides Research—The Simulated Test about the K163 Landslide at Ying-Sha
Railway..... H.B.Wang, L.B.Zhou, J.G.Zhu and Y.Y.Qin
22. The Relation between Laser and Landslides..... Yu Ji-Min
23. The Use of Remote Sensing Image in Researching of Landslides.....
Gheng Yu-Zhang
24. The Landslide Photographs

西北地区铁路滑坡整治概况

凌 澜

(铁道部第一勘测设计院)

提 要

本文总结了近三十年来在西北地区铁路整治滑坡的主要经验和教训。对各类整治工程的适用条件、使用中应注意的事项,联系实例作了进一步阐述,并提出了整治工作中有待研究的问题。

一、建国以来在西北地区整治过的滑坡工点概况

西北地区,主要是在陕西省境内的各条铁路线上,几乎均有滑坡分布。特别是五十年代修建的宝成线宝略段和陇海线宝天段改建,七十年代修建的梅七线梅前段,更为集中。

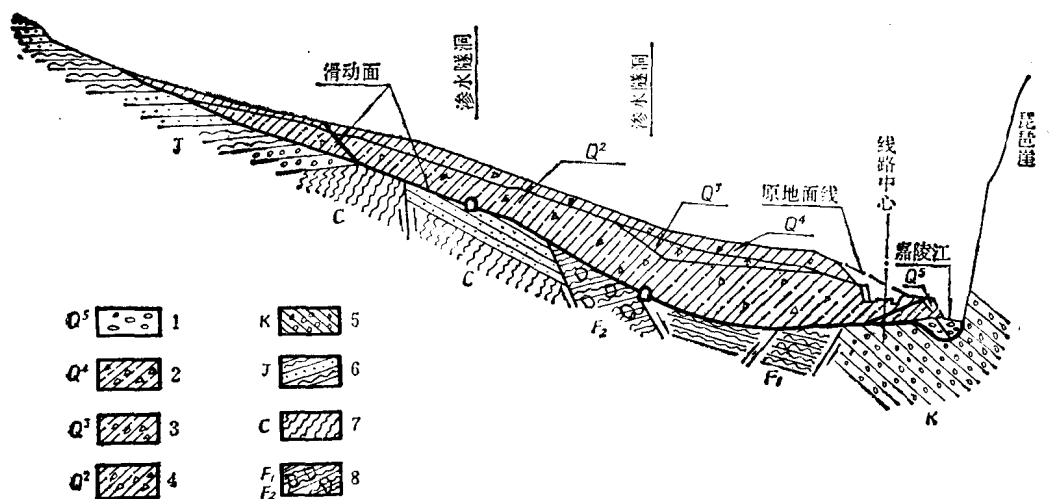


图 1—1 宝成线K115滑坡断面示意图

1——卵石土; 2——坡积砂粘土; 3——冲积砂粘土; 4——洪积砂粘土; 5——白垩系砾岩; 6——侏罗系页砂砾岩; 7——石炭系板岩; 8——断层破碎带。

宝成线宝略段位于秦岭山区,铁路越岭后沿嘉陵江行进,地形、地质条件复杂。其中灵官峡以南属峡谷区,在山坡拗陷较平缓地段为巨厚堆积层(粘性土有块碎石互层或透镜体),下卧岩层为泥质页岩、云母片岩及断层破碎带等,多属老滑坡体,地下水旺盛,多泉流和湿地,局部承压高出地表4~11m,下侧有河流冲刷,铁路多在滑坡舌部以路堑通过。大多是

施工中过量切割坡脚，引起老滑坡复活，属大型堆积层滑坡。如宝略段 K115 西坡车站老滑坡（见图 1—1）。

我院在宝成线宝略段整治过滑坡38处。大多是在施工期间产生的，其中属于老滑坡复活者24处。

宝天段通过的地层多为古老的变质岩系，基岩面上局部有厚2~10m的碎石土分布，表层普遍为厚10~65m的黄土质砂粘土所覆盖，地下水不太发育。在切坡后由于雨水等长期作用，曾产生过一些大型的黄土崩塌性滑坡。如K1344滑坡，边坡高达80m，1963年9月27日产生40万方的大滑坡，中断行车达169小时（见图1—2）。

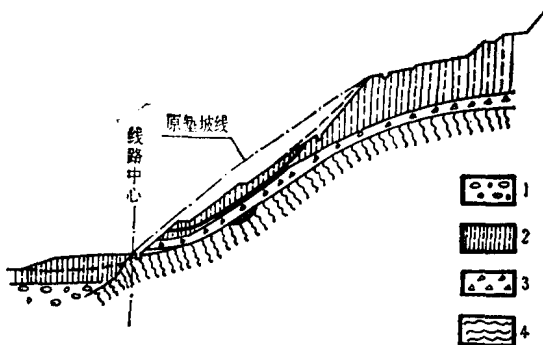


图 1—2 宝天段 K1344 滑坡断面示意图

1 — 卵石土；2 — 黄土质砂粘土；
3 — 碎石土；4 — 石英云母片岩。

我院在宝天段整治过滑坡14处，大多是在运营期间改建时进行的。属于老滑坡复活者有9处。

梅七线梅前段，滑坡多集中在凤凰山两侧山坡地带，多为堆积层沿基岩面滑动的古滑坡群，滑带大都由泥质岩层及其风化堆积物所构成，具隔水、含水和强度软弱等特点。线路无论在老滑坡的腰部、顶部以挖方或填方通过，都曾引起滑坡的重新活动。全段30公里范围内计路堑滑坡25处，路堤滑坡12处，滑坡的密集程度是其它线路上少见的。路堑滑坡大都是当挖方（一般高10~30m）切割至临近老滑坡的滑面时导致滑动的。如K54滑坡（见图1—3）。

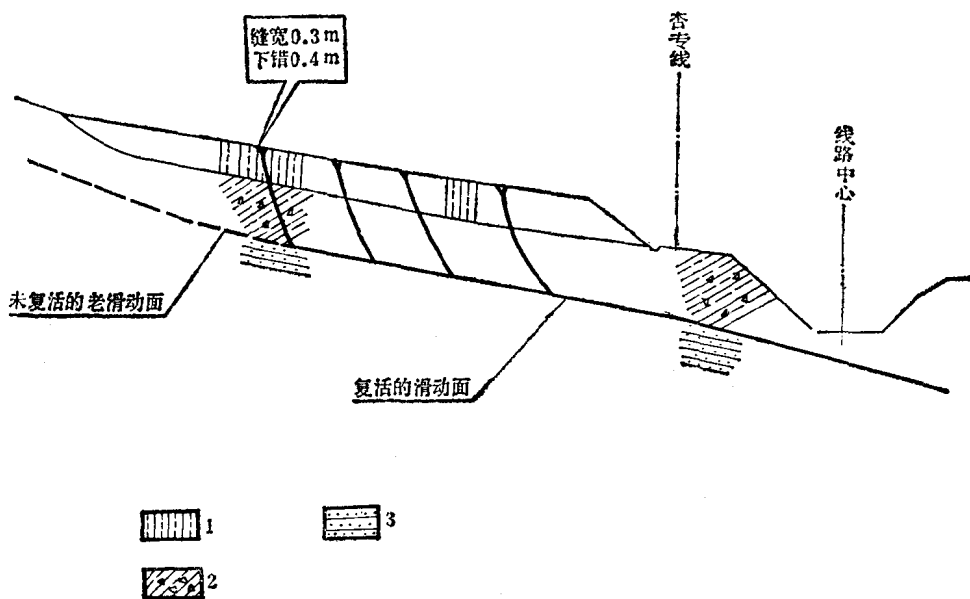


图 1—3 梅七线 K54 滑坡断面示意图

1 — 黄土质砂粘土；2 — 砂粘土夹碎石；3 — 砂岩。

一些路堤（高7~9m）修筑在老滑体上。变形首先表现为路堤沉陷，施工四、五年

后, 不仅路堤本身沉落, 而且是沿老滑坡基底滑动的。如K57、K59滑坡 (见图 1—4)。

还有, 阳安线通过裂隙粘土地段总长约136公里。由于当时对裂隙粘土没有认识, 铁路均按一般路基来设计, 致使施工和运营过程中产生了滑坡21处。如K159滑坡, 堑坡按1:1坡度开挖, 施工后产生滑动, 滑坡体向纵深发展, 经增建二级挡墙进行全面整治后, 才基本稳定 (见图 1—5)。

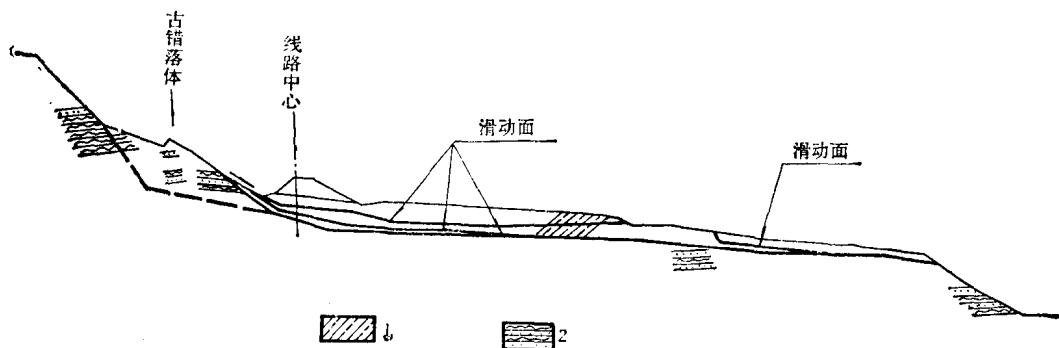


图 1—4 梅七线K57滑坡断面示意图

1——砂粘土, 2——砂页岩。

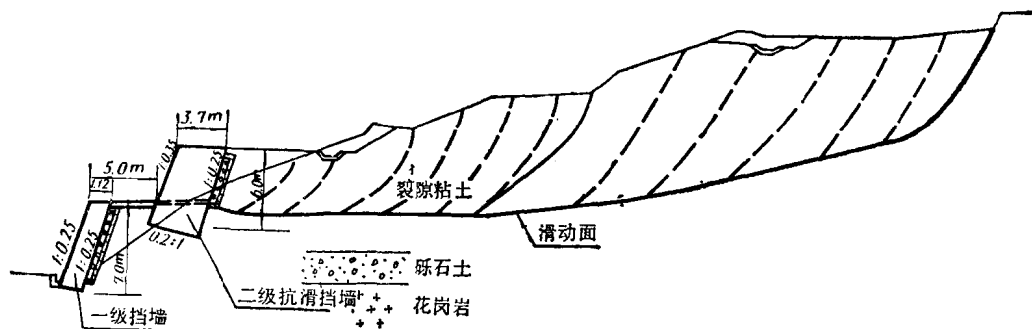


图 1—5 阳安线K159滑坡断面示意图

其它, 如西延线、乔新专用线、铜王专用线及桑树坪专用线等也均有滑坡产生。滑坡主要是新黄土、老黄土沿泥岩面滑动, 还有几个是基岩顺层滑动。根据概略统计, 我院在西北地区共计整治滑坡约130处, 经过整治均基本得到稳定。尤其是经过 1981 年 8 月陕西省罕见的连续多天的大暴雨考验, 几个重大的滑坡工点都保持了稳定性。但有些滑坡, 是经过几次反复整治才得到稳定的, 施工队伍几上几下, 造成工程花费大, 教训也是深刻的。

二、采用的主要整治措施及点滴体会

滑坡成因复杂, 形成条件及影响因素主次有别, 故整治滑坡多用综合措施, 因地制宜, 有主有辅, 才能起到应有效果。如主要是由于地下水作用形成的宝成线横现河一号滑坡, 修了渗水隧洞, 排除了地下水, 解决了主要矛盾。但由于滑坡滑动过程中, 滑床以上的地层多遭破

坏,且含水丰富,故配合地下水的排除,还必须沿坡面设置多条支撑渗沟,疏干坡体,在坡脚处设挡墙,才使滑坡得到稳定。又如对坡脚失去支撑的宝成线 K122 滑坡,除设保持稳定的挡墙主体工程外,又在破坏了、有渗水富集的坡面设了支撑渗沟,以疏干稳定坡体,这样对整个滑坡的稳定才能得到保证。所以说在滑坡的处理上切忌单打一,必须综合整治,相辅相成,才能得到最好的效果。

整治滑坡采用的原则,可概括为:减轻“水”的危害;增加滑坡体的重力平衡条件;局部改线,躲避或减少滑坡对线路的威胁。

(一) 减轻“水”的危害

水是形成路基病害的主要原因之一,对滑坡的危害尤为突出。它不仅增加土的容重,增大滑坡的下滑力,更严重的是使滑带的土质软化,减低滑坡面的综合摩阻系数。大型滑坡体积庞大,因增大容重及降低摩阻系数,往往产生顺线路方向每延米达数百吨或更大的下滑力,非一般支撑建筑物所能抗拒,故考虑整治措施时,首先应注重排水工程,把排水工程视为整治滑坡之本。

1. 排除地表水工程

排除地表水是整治滑坡中不可少的辅助措施,而且是应当最先采取的措施。排除地表水的目的在于:拦截、旁引滑坡范围外的地表水,使其不进入滑坡区;将滑坡范围内的雨水及泉水尽速排除,不渗入滑坡体内。排除地表水的工程分为:滑坡体外截水沟;滑坡体地表排水沟;引泉工程(多用浅小渗沟引出排走)。如在整治 K115 西坡滑坡,对其上部 4 条自然沟进行铺砌,总长约 3 公里以上;在整治 K150 谈家庄滑坡,修建了排水沟 13 条总长 2968m,这些都对整治滑坡起到良好作用。

另外,注意做好滑坡范围内的绿化工作,是配合排除地表水工程的一项有效措施。尤其对渗水严重的塑性滑坡和浅层滑坡,效果更为显著。

2. 排除地下水工程

对地下水“可疏而不可堵”。根据水文地质条件,特别是滑带水分布类型、补给来源及方式,分别采用截、排、疏引等措施。我们采用的型式有边坡渗沟、支撑渗沟、截水渗沟、渗水隧洞等。

(1) 边坡渗沟——用于排除滑坡前缘的边坡壤中水。在各条线路中应用较多,特别是对整治浅层的小型滑坡,疏干边坡壤中水,效果更好。

(2) 支撑渗沟——用于较深层滑动面的不稳定边坡,或在路堤、路堑坡脚的下部,或在抗滑挡墙背后与挡墙配合使用。

支撑渗沟在整治各条线的滑坡中得到较普遍的应用。宝成线双石铺以北共有滑坡 10 处,以土体浅滑为主,多由于雨后土体饱和引起,处理措施以加强地表排水,边坡设支撑渗沟为主,一般效果都较好。宝成线谈家庄、白水江、丁家河、横现河等大型滑坡中配合其他工程对上层滞水形成的浅层滑动采用支撑渗沟,效果亦好。梅七线的滑坡整治,大量的都是结合支挡工程作边坡支撑渗沟,处理浅层、多层滑动,对加固边坡,也起到了应有的作用。

支撑渗沟沟底要嵌入稳定地层内,浅了会被滑体滑动所破坏,如梅七线 K55、K66 都曾加深重做。

(3) 截水渗沟——对地下水位埋藏较深,含有多层壤中水的大型滑坡,设置截水渗沟往往能收到预期效果。如在宝成线 K144、K345 滑坡体上部地下水汇集的咽喉地段修建截水渗沟后,对截除上方地下水流入滑坡起了很大作用。在宝成线 K150 的 1~3 号滑坡中部采

用了截水渗沟，将上部浅层地下水拦截引导于滑坡体外，减少了水流产生的动水压力，对疏干土体稳定滑坡起了很大作用。

(4) 渗水隧洞——适用于地下水埋藏较深，含水层有规律，水量较大，且多富集于滑动面附近为造成滑动主要因素的滑动区。

据过去调查已建成的十余处渗水隧洞，排水效果良好的，如宝成线 K174 的 2 号滑坡，地下水主要分布于堆积层与千枚岩接触带，水量大而集中，建洞前有泉水 25 处，总流量达 167t/d，洞成后泉水基本消失，滑坡渐趋稳定。又如宝成线 K207 的 2 号滑坡，K150 的 2 号滑坡，K185 及 K144 滑坡均属地下水流集中而分布较深的滑坡，通过渗水隧洞排水，对稳定滑坡都起到了决定性的作用。但如果对地下水的规律没有搞清，而设置渗水隧洞就会失败，如 K116 滑坡就是这样。仅凭一个钻孔地下水涌出地表，就设了长达 327m 的隧洞，实际通过滑坡一段仅 27m，排水量仅 1.7t/d，对一个面积达 82500m² 的滑坡，没起到多大作用。且由于 K116 滑坡的渗水隧洞出口段埋设在 K115 滑坡的滑面上，当滑坡滑动时该段渗水隧洞即被拉裂，水流集中灌入滑面，更促使 K115 滑坡条件恶化。此外，因设置隧洞地段滑坡面的起伏形态事先未了解清楚，施工中为了把洞身设于滑面以下，多次改变隧洞纵坡，给施工带来了一定的困难。

修筑上述截水渗沟和渗水隧洞时，由于造价高昂、施工困难，必须收集详细而准确的工程地质、水文地质资料，经过仔细的研究分析，进行多种方案比较后，才可修建。否则，难以收到预期的效果。

综上所述，在整治滑坡的实践中以排水为主要措施，并取得显著效果者，不乏实例。特别在整治宝成线 K144 丁家河滑坡，K150 谈家庄滑坡，K207 横现河滑坡等几个大型滑坡时，均采用以排水工程为主要措施，收到显著的效果。

(二) 改善滑坡体的重力平衡条件

改善滑坡体的重力平衡条件方法有二种：

(1) 刷方减重，减少滑坡下滑作用部分的重量。(2) 设置抗滑支撑建筑物，增加抗滑力。现分述如下：

1. 刷方减重

多用于滑面上陡下缓，并以缓坡或反坡从路基面下较深处通过，地下水不发育，且在滑坡范围（指滑坡上方）外稳定的岩层外露或接近山脊，滑坡范围不可能向上发展时的推动式滑坡。这种方法适用于整治中小型滑坡，但对大型滑坡因刷方工作量太大，且在很大程度上破坏原有的自然地貌，影响因素较为复杂，往往不宜单独使用。

在宝成线有采用减重为主整治滑坡者，但成功的较少，而失败的较多。梅七线曾做刷方减重工点 15 处，大多只在配合支挡或和排水相结合的条件下，效果才好。宝天段亦是如此。如宝成线 K153 滑坡，它是堆积层沿基岩面下滑的推动式深层滑坡。采取在上部减重 9 万方后，滑坡并未稳定（见图 1—6），直到在后缘修建了拦截地下水工程之后，滑坡才稳住。

此外也有由于减重刷坡，扩大了病害发展的。如梅七线 K56 滑坡，系砂粘土沿基岩面滑动的古滑坡。原设计为路堑，深 15~30m，1972 年施工过程中堑坡开裂，滑坡沿基岩面重新活动，曾设计清方减重 16 万方，并已施工三分之二，因减重位置不当，位于滑坡的中下部，滑坡继续发展，最后不得不改做明洞。本工点曾四次修改或补充设计，历时七、八年，报废了大量土方工程，教训是深刻的（见图 1—7）。其它还有，梅七线一些路堑施工初期堑顶开裂，边坡坍塌，当时没调查分析是由于山体不稳定还是由于边坡过陡引起的，就盲目的采

用刷方放缓边坡的处理方法，结果反而促使滑坡发展。因此，必须强调：在堑顶裂缝产生原因、滑坡性质、滑动面位置未了解清楚之前，是不允许随便进行刷方减重的。因为仅仅根据现有变形来减重，可能并非位于大滑坡的上部，而是中下部，结果反而加剧了滑坡病害的发展，因而必须慎重对待。

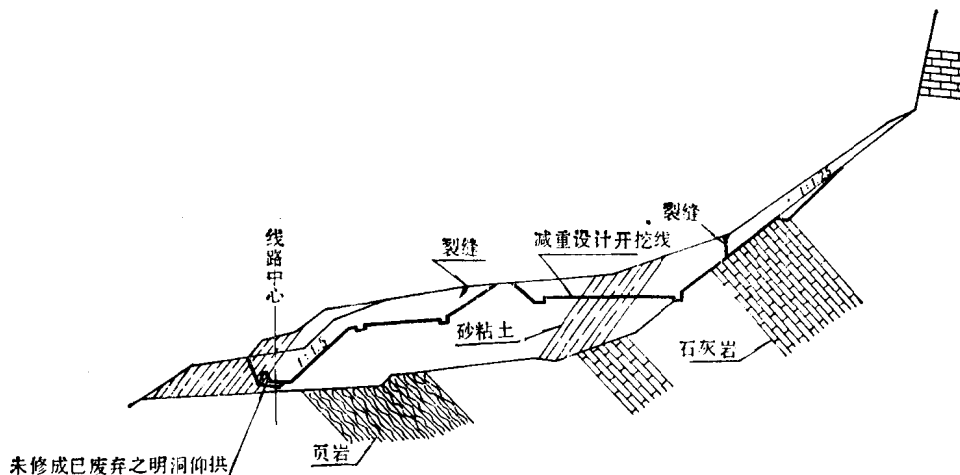


图 1—6 宝成线K153滑坡断面示意图

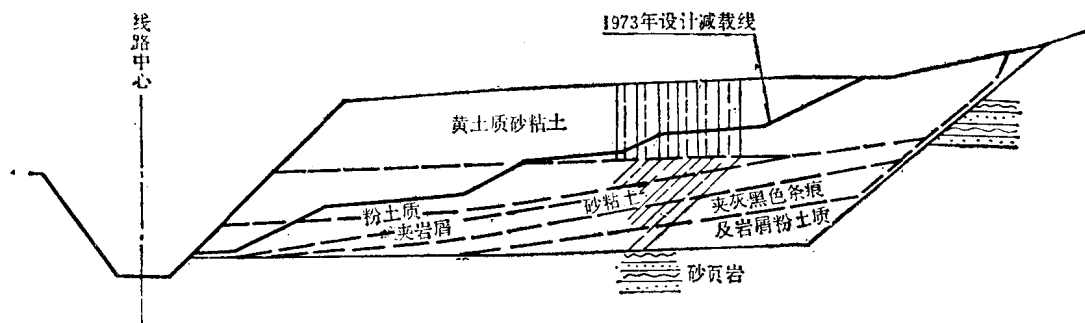


图 1—7 梅七线K56滑坡断面示意图

2. 设置抗滑支挡建筑物

我们采用过的抗滑支挡建筑物有：抗滑挡墙、抗滑桩、片石垛、反压护道、沉井式抗滑挡墙、竖向预应力锚杆挡墙，以及抗滑拱涵、抗滑明洞等。现将最常用的抗滑挡墙与抗滑桩分别介绍如下：

(1) 抗滑挡墙：这是较普遍采用的抗滑工程，既适用于山坡坡脚被挖走失却了支撑而引起滑动的牵引式滑坡，也适用于中、小型推动式滑坡。特别是当滑床过陡，含水量较小，整体性较强，滑动较急剧的滑坡，修好了抗滑挡墙马上就能起抗滑作用。当墙后土潮湿，则需在墙后增设支撑渗沟，以疏干土体及担负一部分抗滑力。挡墙基础必须置于滑面以下一定深度，最好放在基岩上，也可放在稳定的土层中，如 1962 年修建的宝成线K122滑坡抗滑挡墙，基础就是放在土层中的（见图 1—8）。

在建成的很多抗滑挡墙当中（如宝成线K101、K122、K202，宝天段 K1324 及梅七线 K36等处的挡土墙工程），均能使滑坡得以稳定，起到较好的支挡作用。但也有由于认识不

足, 抗滑挡墙仅按一般挡墙来设计 (如宝成线K150及K174滑坡, 阳安线K159滑坡), 以致修筑挡墙断面偏小而被剪裂, 后经改变设计, 将挡墙加厚, 才使滑坡稳定。

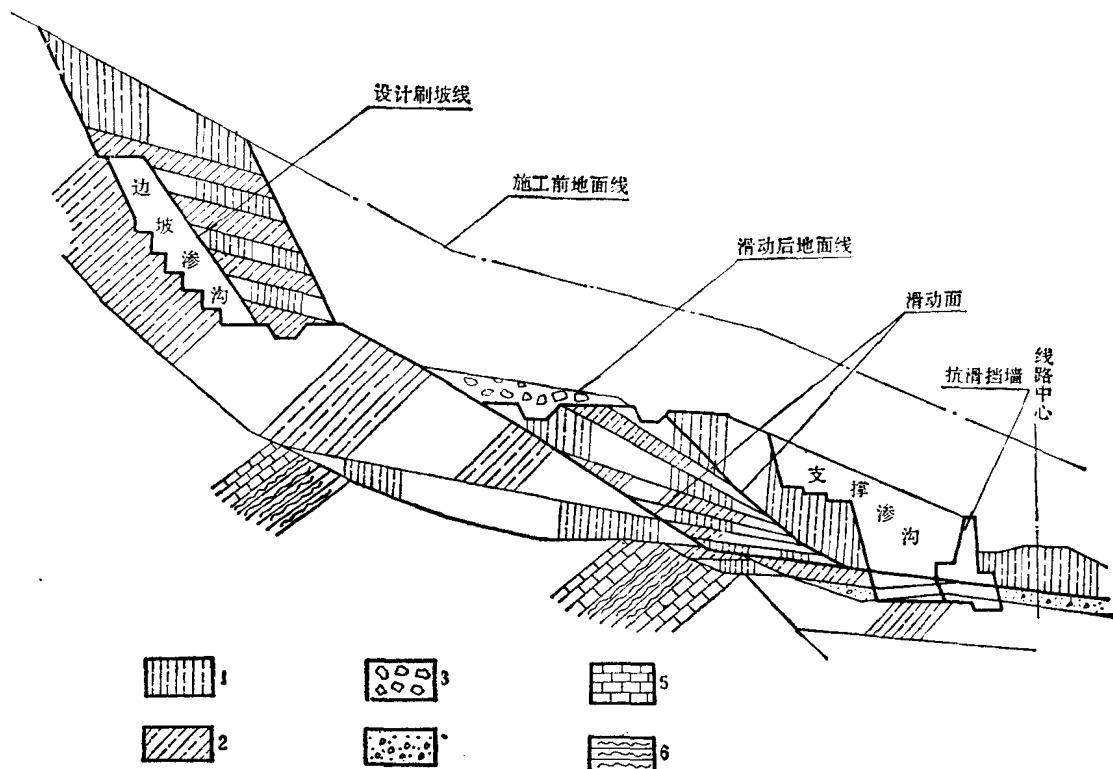


图 1—8 宝成线K122滑坡断面示意图

1——黄土质砂粘土; 2——砂粘土; 3——块石土; 4——角砾土; 5——页岩; 6——灰岩。

设计抗滑挡墙, 除考虑本身滑动、倾覆及被剪断外, 还应考虑下述两种滑动的可能性: 一是墙身可能连同墙基下岩层一起移动, 另一是滑坡体可能自墙顶以上滑出, 这是关系墙的埋置深度及其高度的问题, 设计时一定要引起注意。如宝成线 K115 滑坡, 它是堆积层沿基岩面下滑的大型深层滑坡。当时只认识了前缘浅层滑坡, 没有发现深层大滑坡。为设站场, 减少刷方, 设置了挡墙, 把挡墙修在深层滑面以上, 结果挡墙修成后整个外移, 并被浅层滑坡剪裂, 是应引以为教训的。

(2) 抗滑桩: 我院于七十年代才开始推广使用抗滑桩, 特别是在整治梅七线滑坡工程中使用得较多。到目前为止, 在梅七线上共用抗滑桩271根, 累计长3000m左右。对于滑体较厚, 滑床埋藏较深, 推动力较大的滑坡, 若采用抗滑挡墙圬工量大, 施工开挖易引起滑体下滑时, 采用抗滑桩具有很大的优点。抗滑桩虽然耗费钢材较多, 但利于施工, 在施工中干扰滑体的稳定性少, 还可以逐步检验其效果, 加以调节增减; 可以作为紧急处理的手段, 也可以作为预防的措施, 机动灵活。梅七线滑坡的滑床多为基岩, 对于一些大型滑坡, 如K57、K59、K61、K64、K69等的整治工程, 多在路堤、路堑出现病害以后设计的, 都做了抗滑桩。大部分抗滑桩都成排的设置于堑、堤坡脚部位, 既稳定了滑坡, 也加固了路基的边坡。

当滑坡土是软塑的, 可能出现次一级浅层滑动时, 一般需在桩间加辅助工程, 如挡墙、

支撑渗沟、纵向渗沟等，否则深层滑动虽然制止住，表层的浅层滑坡仍可造成病害。如梅七线K60滑坡，在路堑坡脚用抗滑桩处理，并设置了桩间挡墙。也曾由于浅层滑体坍塌破坏了一段桩间挡墙，后来重建，将挡墙增厚，并加做了支撑渗沟，才算稳定下来（见图1—9）。

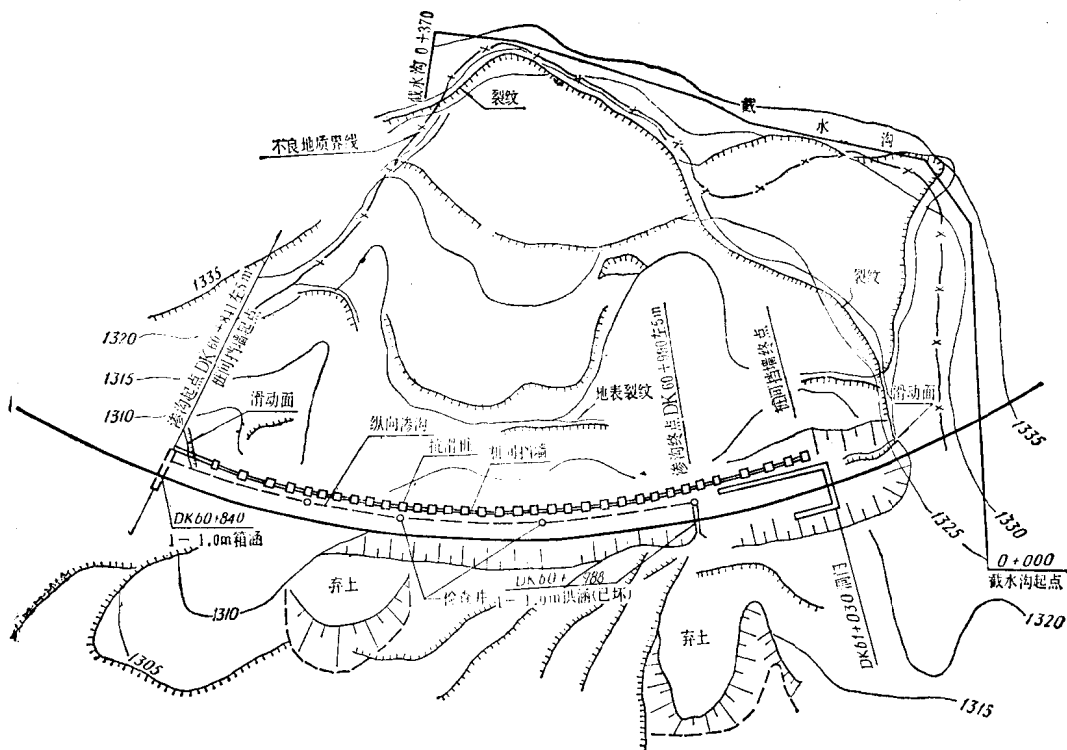


图1—9 梅七线K60滑坡处理平面示意图

（三）局部改线，躲避或减少滑坡的威胁

对于大型复杂滑坡，最好在未开挖滑坡体坡脚之前设法改线绕避。当滑坡出现后再进行改线，工作就被动，但为了避免继续开挖滑坡坡脚，便于在坡脚设置抗滑建筑物，适当外移线路仍然是必要的。如宝成线的白水江、谈家庄滑坡等均曾适当外移了线路。

又如梅七线K64滑坡，原来线路以路堤通过老滑坡腰部，外侧做了反压，施工以后，滑坡剧烈变形，后将线路移在滑坡体外以挖方通过，效果良好。

还有，梅七线K36滑坡，原来线路以路堑通过，后因滑体厚10~50m，基岩又在路基面下约20m，且山坡高陡，地形险峻，这样的滑坡难以整治，只好采取绕避滑坡的改线方案。

总之，通过近三十年来的滑坡整治工作，使我们认识到：在整治滑坡时，首先一定要分析滑坡的成因、性质、发育阶段，才能透过错综复杂的各种现象分清主次，掌握规律，抓住主要矛盾，采取有针对性的措施来进行整治；其次，由于滑坡成因复杂，影响因素多，不能用“单打一”的措施来进行整治，特别是大型滑坡，多采用“综合治理”；再有，滑坡一经发现，应及早治理，采取措施要彻底，否则病害继续蔓延恶化，甚至会发展到难以收拾的地步。

三、整治工程设计中有待研究的问题

滑坡给铁路造成的危害已引起人们的普遍重视,但由于种种条件的限制,至今未能很好掌握其规律,杜绝滑坡事故的发生,在滑坡整治设计中也还存在不少问题,需进一步研究解决。

(一) 要进一步研究确定滑带土的抗剪强度指标的方法

滑带土的抗剪强度是随滑坡滑动的阶段和次数而起变化,在滑坡稳定检算中,如何能反映真实的数据,确是一个难题。当前仅凭室内试验,只能做细粒土的,对岩层、块石土、粗粒土尚无法提供,对细粒土的试验如何模拟其真实情况也没达到满意的结果,通常用反算法求得的抗剪强度指标亦只是一个粗略的概数,往往是不能令人信服的。这个问题不解决,影响到对滑坡的稳定程度的判断,对整治工程量的大小,关系很大,应进一步研究。

(二) 对排水工程要研究改进

引起塑性土滑坡滑动原因,不外乎是地下水停滞在滑带,排泄不畅,削弱了土的抗剪强度,故在整治这类滑坡时,把排除地下水作为整治的主要措施是无可非议的。但目前采用的地下排水建筑物如隧洞、纵向渗沟、支撑渗沟等,不但工程造价高,且在已失稳的滑体上大量开挖,施工也确有困难,养护也不便。故到七十年代以后,在处理大型滑坡中采用了抗滑桩,而排除地下水,仍然是很重要的措施之一,要支挡与排水综合整治,不能偏废,问题是如何改进排水建筑物,使它们更好地发挥其作用。国外已广泛采用水平钻孔技术,可节省造价,我国也在某些滑坡上采用过,取得较好的效果。但因施工机具少,并无专门的生产厂制造,因此限制了这项新技术的推广。希望我们能在在这方面有所突破。

(三) 改进抗滑桩的结构型式

抗滑桩优点多,近年来已普遍应用。但抗滑桩的造价毕竟是昂贵的,应进一步从抗滑桩的结构形式上研究改进。例如成都局采用刚架式桩,从结构上改变了桩的受力状态而节省圬工,同时一些抗滑桩也开始考虑了在桩顶、桩中或桩底结合锚杆,以改善桩的受力状态,以节省钢材和圬工。

(四) 加强调查研究,坚持作业程序,是认识和防治滑坡的保证

在西北地区整治了约 130 个滑坡,绝大多数滑坡是在施工或运营中发现的。如果说五十年代初期在修建宝成铁路中由于技术水平所限,于勘测阶段未能预先判识滑坡,那么七十年代修建梅七线梅前段,定测时只提出了 3 个滑坡,而在施工中竟陆续增至 37 个,就不能不令人深思了!这个教训说明了在铁路勘测中坚持正常作业程序的重要性,工程地质工作是勘测设计的重要一环,在安排勘测时间上,在专业力量上都应给予足够的重视。在复杂的山区铁路搞勘测,要有专业化的地质队伍,要给予充分的时间去作细致的调查。如能在勘测阶段多发现滑坡,尽量在线路方案选择上充分研究,或不待其恶化就主动去防治,情况一定能好得多。

参 考 文 献

- (1) 《滑坡勘测及处理经验》(资料),铁道部第一勘测设计院,1965年。
- (2) 《对于梅七支线梅前段滑坡勘测和处理的初步认识》(资料),铁道部第一勘测设计院第四勘测总队,1980年。

西南山区铁路防治滑坡工程措施的回顾及体会

车 石 轩

(铁道部第二勘测设计院)

提 要

本文总结了近三十年在西南地区铁路防治滑坡的认识过程。主要吸取宝成、成昆两线整治滑坡的经验教训,提出了综合治理和分清主、次、早治、根治的原则,采用工程措施以及整治滑坡中应注意的一系列问题的探讨。

一、防治铁路滑坡工程措施的回顾

建国初期修建成渝铁路和我院勘测设计的宝成南段、黎湛、鹰厦铁路时,对滑坡认识肤浅,措施简单,如对成渝线龙潭寺成都粘土滑坡基本刷平。鹰厦铁路通车以后,路基病害较多,尤以滑坡为甚,经四院及福州局十年整治,效果较好。宝成南段,对地质不良地区的危害性认识不足,未能结合工程地质选线或拟定有效措施,以至施工中及铺轨以后陆续出现滑坡病害。整治手段,开始采用刷坡,边坡越刷越高,使病害更加扩大,后来改用支挡、明洞工程或移动线路处理。对抗滑支挡也有了初步认识,结合地形、地质特点的支挡形式也逐步发展,衡重式挡土墙、钢筋混凝土桩和支垛都采用过。当时认为整治滑坡工程复杂,投资大,对一些短期内难以查清性质的滑坡,根据情况先做第一期工程,继续观察后效再进一步加强,以致未能得到彻底整治,铁路运营以后又花了较多力量整治滑坡。

六十年代后期接受了先期修建铁路的经验教训,在川黔、贵昆、成昆铁路的选线中,绕避了大量严重滑坡区群,注意了综合考虑工程方案。但一些复杂滑坡整治工程仍多出现在车站挖方、桥头、洞口。同时又陆续碰到发生在平缓山坡的裂隙粘土滑坡,由于当时对其土质特征没有认识,单纯采用放缓边坡治理,以至滑坡扩大后,再增加支挡才取得稳定。贵昆线上这样的滑坡即有20余处,凤凰山、大海哨滑坡比较典型,都采用了坡脚支挡抗滑。成昆线上成都粘土路堑滑坡普遍,滑坡的性质与规模随开挖路堑切穿下伏砾石层或页岩而产生塑性滑动、顺层滑动、块状滑动。狮子山滑坡群最为典型,采用疏挡结合措施整治成功。这段时期增添了较多整治手段,贵昆线贵州段一填方基底滑坡,首次采用圆形沉井式基础挡墙整治。以后又在川黔线楚米铺,采用拼装式钢筋混凝土管柱,沉井式挡墙整治。1966年成昆铁路引用桥基挖孔桩的经验,在沙北1号滑坡和甘洛2号滑坡中做抗滑桩,试点成功。1969年在松藻矿区专用线,还修了一处直径为7.2m,深达36m的巨型锚固桩整治。滑坡的支挡结构也出现了较多的新形式。抗滑明洞得到广泛引用,仅成昆线设置的独立抗滑明洞就约有10处,突出的如阿底滑坡采用半路堑偏压衡重式抗滑明洞。对排除滑坡地下水的形式除渗水暗沟、渗