

电气化铁路既有线明棚洞设计与施工

电气化铁路既有线明棚洞设计与施工

马永潮 编著

1126-490

出版社

中国铁道出版社

(京)新登字063号

内 容 简 介

本书通过典型工程实例,介绍电气化铁路既有线明棚洞的类型、结构及有关设计与施工的特点及方法。

书中总结了山区电气化铁路既有线上常见的路基病害类型、产生原因和防治措施,如抗滑桩棚洞、悬臂棚洞、梁式和悬臂拼装棚洞等设计和在施工中带电和停电作业的安全操作技术的实践经验。内容翔实,具有较高的实用参考价值。本书可供设计、施工及运营管理部门的工程技术人员学习和参考,也可作为大专院校及职工培训等教学之参考。

电气化铁路既有线明棚洞设计与施工

马永潮 编著

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 陈 健 封面设计 陈东山

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: 4.5 字数: 97 千

1993年5月 第1版 第1次印刷

印数: 1—1200册

ISBN7-113-01319-8/TU·238 定价: 2.90元

前 言

我国第一条山区电气化铁路宝成线的宝鸡—凤州段，自1961年正式通车以来，相继又修通了宝成、宝天、襄渝、阳安、成渝、石太等山区电气化铁路。近几年来，在平原、丘陵地区的单（复）线上，也修建了电气化铁路。“六五”计划末期，全国铁路营业里程52000km，电气化铁路里程达4035km，电气率7.69%。“七五”计划末期（1990年底）我国已有16条铁路实现了电气化，电气化铁路的里程已达到6947km，占我国铁路总营业里程的13.1%，承担我国铁路总运量的17.7%。

穿越山区的电气化铁路线路，往往依山傍水，蜿蜒于群山峻岭之中，陡崖壁立，山峰高耸，峡谷深陷，河流湍急经常发生各种路基病害，尤其是崩塌、落石、滑坡，是自然山坡和铁路路堑边坡变形的一种很普遍现象。

崩塌、落石、滑坡会影响列车正常和安全运行，给铁路运输生产带来巨大的损失。因此，防治崩塌、落石、滑坡等山区路基病害，就具有极其重要的意义。

1981年，宝成、宝天、阳安三条电气化铁路，遭受特大洪水破坏，据统计在长851km的既有线路上，遭受水害的就有750km，占88.1%，93个区间中断运输的有53个，占57%，257处山体坍方，坍塌土石方188万 m^3 ，干线通信电缆63处被拉断，接触网支柱损坏211根，信号设备损坏35站，房屋倒塌64000 m^2 。特别是宝广段，铁路、公路、通信、供电“四不通”。其受灾范围之广、损失之重、破坏程度之大、中断

运输时间之长，为建国以来所罕见。

在铁道部的亲切关怀和直接领导下，广大铁路职工按照“保证安全，力争时间，先通后固，照顾今后”的方针，昼夜突击，奋勇抢修，时达两个月之久，“三线”才相继恢复了临时行车。经过四年抢建，耗资四亿多元，才恢复正常速度运行。

我国设计、施工和养护部门的工程地质专家和工程师们，在电气化铁路既有线路上，在整治铁路路基边坡崩塌、落石、滑坡等路基病害工程实践中，创造并采用了绕避、遮栏拦截、支挡、喷锚、疏排、监测等综合治理措施，为整治电气化铁路既有线路上的路基病害，保障行车安全，作出了重大贡献。

本书主要是描写山区电气化铁路既有线上常见的崩塌、落石、滑坡等路基病害类型、产生原因分析和防治措施；遮栏建筑物的明棚洞类型；特殊型明棚洞设计和带电、停电施工作业方法，以及施工安全操作技术等实践经验。可供铁路设计、施工和运营管理部门的工程技术人员学习参考。

首次写书，在写作和内容等方面难免存在错误和缺点，敬希读者不吝提出批评指正，以臻完善。

作 者

1992年于西安

目 录

第一章 电气化铁路山区病害对运营的影响·····	1
第一节 山区铁路常见的病害类型·····	1
第二节 山区铁路路基病害发生的原因分析·····	8
第三节 山区铁路常见病害的防治措施·····	11
第二章 明棚洞的类型和结构·····	14
第一节 明洞的类型和结构·····	14
第二节 悬臂棚洞的类型和结构·····	24
第三章 特殊型明棚洞设计·····	35
第一节 抗滑柱明洞设计·····	35
第二节 悬臂棚洞设计·····	45
第三节 梁式棚洞设计·····	56
第四节 悬臂拼装棚洞设计·····	70
第五节 钢筋混凝土盖板棚洞设计·····	75
第四章 电气化铁路既有线明棚洞的施工·····	85
第一节 明棚洞基础施工·····	85
第二节 明棚洞边墙施工·····	92
第三节 明棚洞拱梁部混凝土施工·····	93
第四节 明棚洞洞顶回填·····	129
第五节 混凝土及浆砌圬工的冬季施工·····	130
第五章 明棚洞带电施工安全操作技术·····	131
第一节 Dm-1型防电拱架车施工安全操 作技术·····	131
第二节 防电拱架台车明洞施工安全操作技术·····	133
第三节 人工架设钢筋混凝土盖板棚洞施	

	工安全操作技术.....	134
第四节	简易吊装架架设棚洞梁施工安全	
	操作技术.....	136

第一章 电气化铁路山区病害对运营的影响

第一节 山区铁路常见的病害类型

山区电气化铁路沿线往往是山高谷深，川大流急；线路穿山越涧，蜿蜒曲折，傍山靠崖；沿线悬崖陡壁，地势峭峻，地质复杂；工程高填深挖，桥隧连绵，甚为艰巨。

自然山坡岩体（或土体）铁路路堑边坡，经人工开挖长期裸露在大气中，不断受到自然风化营力和雨水冲刷的破坏作用，以及其他人为因素的影响，经常发生崩塌、落石、滑坡、错落、边坡坍塌、溜坍、风化剥落、坡面冲刷、泥石流、路基沉滑、黄土陷穴、岩溶、河岸冲刷等常见的路基病害。

山体滑坡、错落、溜坍、风化剥落等位移缓慢，而崩塌、落石、坍塌等位移急速，具有坠落、翻倒、滚动的特征。

本章侧重概述电气化铁路既有线上常见的崩塌、落石、滑坡等路基病害对运营的影响，病害类型，产生原因分析及其防治措施。

一、崩 塌

崩塌是指在地形陡峻地质条件复杂的斜坡上，巨大的岩体（或土体）因长期受风化侵蚀或地震影响突然脱离母体，在重力作用下，在极短时间内发生急剧地向下倾倒、崩落、翻滚和跳跃等的一种动力地质现象。

崩塌通常都是在岩体剪应力值超过岩体的软弱结构面（节理面、层理面、片理面以及岩浆侵入接触带等）的抗剪强度时发生。

还有一种过渡的形式即滑坡性崩塌和崩塌性滑坡。前者，山坡变形开始是滑坡的，但是以崩塌而告终；后者，则恰恰相反，岩层的移动先以崩塌开始，然后逐渐过渡为滑溜和爬移。

在电气化运营铁路的实践经验中，常见的山坡崩塌现象按其地形地势、地质构造可分为构造崩塌和非构造崩塌两大类：

构造崩塌 主要是由于路堑边坡的构造因素（如岩层构造裂隙、断层等）所引起的崩塌。它又可分为断层崩塌、节理崩塌、岩层软硬不均的崩塌。

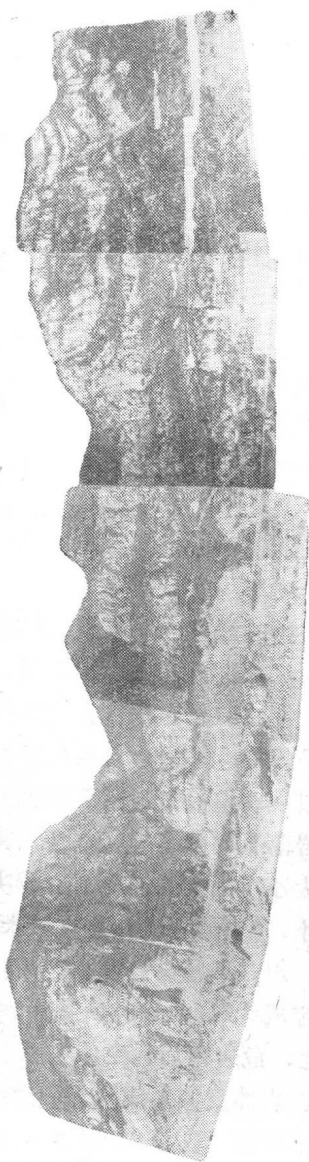
非构造崩塌 是由于岩质边坡的非构造因素（如风化、水的软化作用及非构造裂隙、人为因素等）所引起的崩塌。它又可分为风化破碎带崩塌、风化岩层沿较完整岩层面崩塌、溶洞崩塌。

山坡崩塌按其物理特征可分岩体崩塌、土体崩塌和混合性崩塌。

崩塌对电气化运营线路的威胁很大，在施工中由于崩塌的发生，可能造成严重工伤事故，拖延工期。在列车运营过程中线路上产生崩塌，则砸断高压供电馈线，中断运输，威胁行车安全。

图 1—1 照片是宝成线冉家河车站南端——老鸦崖隧道进口段线路和陡坡全貌。坡上多悬崖峭壁，地形十分陡峻，成为山区电气化铁路危岩崩塌、落石的一个典型山坡。

崩塌规模小的为几立方米至10、100或1000，甚至10000立方米以上，不仅毁坏线路，而且堵塞河道，造成堰塞湖，



1-1-1



淹没上流良田和建筑物。

二、落 石

落石系指个别岩块从悬岩陡坡上突然坠落。山体本身基本上是稳定的。

自然山坡和铁路路堑边坡的落石具有速度快、冲击力大的特点。根据落石发生地点的形态、运动形式上的观察分析，大致可以分为直落、滑动、滚动、跳跃四种类型。

落石是山区铁路的一个特殊问题，过去往往多重视堑坡允许开挖高度的所谓“临界高”，而忽视了堑坡以上自然坡面的稳定性和落石、坍塌的威胁性，特别是既有电气化运营线上，不仅有同一般线路的行车干扰，还有高压导线及其设备，落石常常造成钢轨砸伤，供电接触网导线、柱杆砸断，引起停电、停运，列车脱线、颠覆事故，危害极大。因此，更显得危岩落石威胁的严重性。宝成线略阳—广元段自1958年通车以来至1981年水害前，先后接长明洞近70处，80%以上皆因危岩落石。在1981年水危害抢建工程中，由于危岩落石所增工程无论是投资、整治建筑物长度都占很大比例（超过60%），这足以说明整治危岩落石的重要性。

山区铁路危岩落石的问题较为复杂，其频率、块径、运动规律、冲击力大小等因素均尚待研究解决。

落石的规模小，岩块体积从几立方厘米至几十立方厘米。虽然落石体积小，但是经常会打乱列车运行图，危害极大，不可低估。例如宝成线K341+330~380，距路基面高约20~50m的堑坡陡壁上，危岩四面临空，如图1—2照片所示。危岩由灰岩构成，岩体受倾向线路，倾角约80度的张开节理切割，节理缝上下贯通，缝内卡有小落石，危岩体积约3000m³，危岩下部有泥页岩夹层，夹层在陡壁上已风化剥蚀成凹形，

使危岩基座外侧倒悬。在1985年采取改线绕避措施，线路靠右侧穿山修建长隧道方案，躲避崩塌落石的危害。



图 1-2

又如1983年8月19日9点15分，因连降大雨，大量地表水下渗及坡面冲刷，导致襄渝线巴山至官渡间k451+782高出线路轨顶82.0m椎左侧山坡局部浅层滑动，致使原先埋于土内的孤石外露，其中一块 $3.0\text{m} \times 2.1\text{m} \times 2.0\text{m} = 12.6\text{m}^3$ 的孤石随滑动体下滑而坠落，坠落岩块击中了楠木沟大桥（全长109.6m，3—31.7m预应力钢筋混凝土梁）第一孔左片梁腹部（距梁端8.7m，距梁底0.9m），将梁腹击了一个宽0.64m，

高0.86m的大洞，但该片梁的整体稳定性未遭到破坏，在坠落岩块击荷载作用下，第一孔右片梁坠落于桥下断成3节。中断行车122小时45分，其病害处的横断面如图1—3所示。

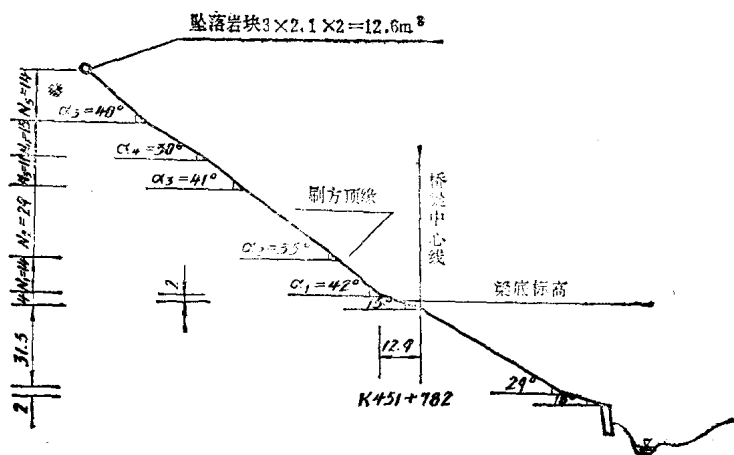


图1—3 (单位: m)

三、滑 坡

滑坡是在一定的地形地质条件下，由于各种自然的和人为的因素影响，破坏了岩（土）体的力学平衡，使山坡上的不稳定岩（土）体在重力作用下，沿着山坡内部某一软弱面（带）作整体的、缓慢的、间歇性的向下滑动的变形现象。

滑坡按其滑体的物质组成可分为：粘性土滑坡、黄土滑坡、堆填土滑坡、堆积土滑坡、破碎岩层滑坡、岩石滑坡等。

滑坡按其滑动的力学性质可分为：牵引式滑坡、推动式滑坡。

滑坡按其构造特征和滑动面的相互联系可分为：均质滑坡、顺层滑坡、切层滑坡等。

滑坡按其主滑面成因类型可分为：层面滑坡、构造面滑坡、接触面滑坡等。

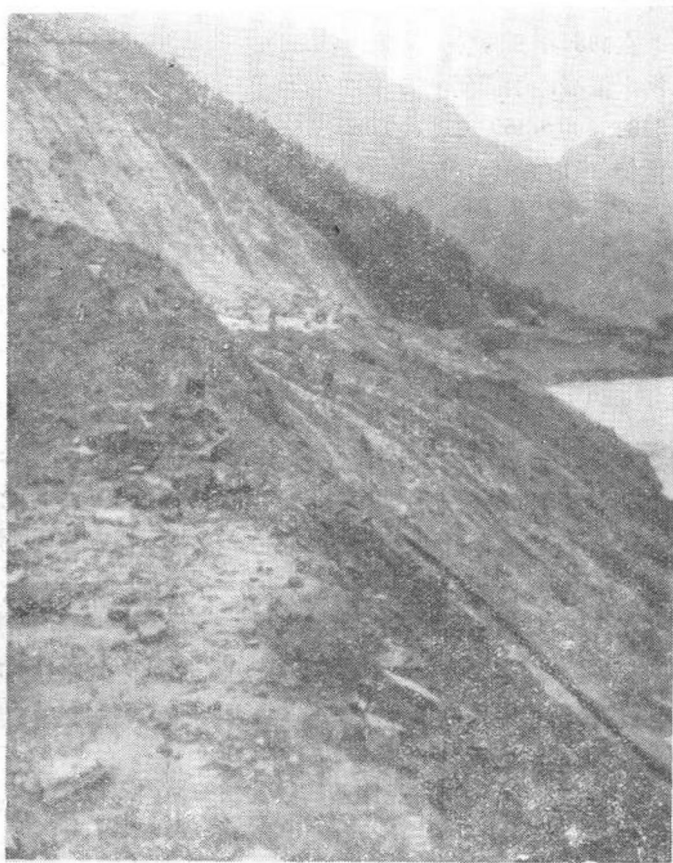


图 1—4

滑坡按其滑体规模和厚度可分为：特大型滑坡（巨厚层

滑坡)、大型滑坡(厚层滑坡)、中型滑坡(中层滑坡)、小型滑坡(浅层滑坡)等。

此外,还有按滑坡的发展和形成的历史划分为古滑坡、老滑坡、新滑坡、近代活动滑坡;或划分为原生滑坡、次生滑坡等。

在1981年8月份,宝成沿线连续发生大雨、暴雨、嘉陵江洪水猛涨,于同年9月4日7点40分在军师庙到朝天间K313+100~360突然发生崩塌性滑坡,滑下岩土20余立方米滑体,当时有16万立方米滑体推到嘉陵江中,江水截流12分钟,回流水长达1 km多。摧毁一幢临时工棚,造成10余名职工殉难。破坏线路和供电接触网各300m,如图1—4所示。

第二节 山区铁路路基病害发生的原因分析

山区铁路路基病害的产生和分布,取决于地形地貌、岩性、地质构造和水文等工程地质条件的变化情况,它的发生原因是受多种因素影响,它对既有电气化运营线的行车安全危害严重,这是今后山区修建电气化铁路中不容忽视的问题。

所以,我们必须提高对山坡崩塌、落石、滑坡等病害的发生和发展规律的认识。对可能产生其病害的各种条件和因素做出判断和分析,以便为电气化既有线路上的路基病害整治工程提供依据。

山区电气化铁路常见路基病害发生的原因分内在原因和外界原因。

一、内在原因

发生崩塌、落石、滑坡的内在原因是指当地的地形地

貌、地质构造、岩性和气候特征等。

(一) 地形地貌：系指山高谷深，岸坡陡峻，高差显著，有陡壁、石峰、悬崖；山坡陡度大于 55° ，高度大于30m，坡面多呈上陡下缓；线路切割坡脚，深陡路堑地段；河流切割剧烈，坡陡流急，河曲发育；河谷多呈V形。

侵蚀堆积与冲蚀沉积地貌，经常在沟谷中交错分布，坡积、残积、冲积及重力堆积等物质相互重叠，交错分布。

(二) 地质构造：岩层在构造运动中形成具有促使崩塌、落石、滑坡易于发生的断层、褶皱、破碎带和裂隙带；由挤压、张拉应变形成岩层的构造面，如劈理、解理、片理、层理、节理面。岩层倾向山坡特别是倾向线路，倾角大于 45° 而小于自然坡度时；岩层发育，具有多组节理，把地层切割成大小不等的块体；弧形节理，节理呈弧形弯曲的光滑面；岩浆岩侵入接触带附近，岩体破碎，交互成层，风化严重，强度降低；变质岩中片理片麻构造发育，沿片理方向片状矿物富集，风化后形成软弱面。

(三) 岩性：岩石本身的矿物成分、结构，胶结不牢，易于风化破碎；在高陡斜坡上，存在着片理发育的软硬相间岩层。其坚硬岩层多呈块状或层状岩石，如砂岩、石灰岩、花岗岩、玄武岩、石英岩、板岩、片岩、片麻岩等。节理裂隙发育，岩体破碎。

山坡的土石具成层性，在厚层中夹有软弱岩土或软硬交互成层，软层持水性强，透水性差，遇水强度急剧下降形成持水，隔水的软层。

(四) 气候特征：昼夜温差，热胀冷缩；大气降雨，强烈而频繁的风。

二、外界原因

(一) 水文条件

水是产生路基病害的重要条件。大气降雨，地表水冲刷，地下水浸润，动水压力，暴雨激发往往是造成路基病害的客观诱发因素。

1. 地表水的作用：地表水渗入岩体裂缝内，使岩层层理面和岩层裂隙充水，流动冲刷、淘刷，软化土石，容量增大。冰冻胀裂，树根穿插，加剧裂隙增大，浸水促进岩体风化。

2. 地下水的作用：地下水在岩层或土体裂隙中流动，充水，潜蚀，淋溶，降低摩擦力，动水压力及其它。

3. 气温因素的作用：昼夜温差，季节温度变化，严寒、冻融、飓风、风蚀、日晒、雨雪，促进岩石风化和破碎的作用。

4. 江、河、湖、海和水库的波浪冲击、淘刷。

5. 降雨量、蒸发量、降雨量强度及持续降雨时间。

(二) 人为因素

1. 人工开挖路堑边坡，造成沿线高填、深堑。路堑边坡高陡，基岩、覆盖层大面积暴露；过量切坡，破坏了山体的自然平衡，上部岩（或土）体失稳。再经久雨，岩（或土）体被水泡浸，致使山体再次进行应力调整，岩（或土）体失去平衡或开挖基础失去支撑，增加坡脚压力，剪力和推力。

2. 自然山坡毁林开荒，滥砍滥伐，陡坡种地，破坏植被，破坏生态平衡；地表径流冲刷、淋蚀，风化剥落，水土流失严重，影响山体稳定。

3. 铁路沿线有些水库、塘坝、储水池标准低，质量差，严重危及铁路安全。

当地村民不合理的耕作，降低山坡植被覆盖率，甚至在铁路地界内两侧的陡坡上，滑坡禁耕区开垦梯田、挖坑、取土、堵沟、蓄水养鱼、修建私房，以致植被被毁，山坡表土松散，孤石、危石扰动，水土流失，堵塞截水沟、侧沟、排水沟，影响路基排水系统，引起路基病害，危及行车安全。

4. 工程建设施工措施不当，向滑坡体引流排泄地表水、地下水，增大了滑体自重或恶化滑带土的性能，造成山坡力学性质变化而引起古滑坡的复活。

5. 地震、大爆破、列车、大重型机器的震动。

6. 路基养护维修力量薄弱，维修工作跟不上，保养工作不及时。如铁路堑坡坡面悬岩，危石矗立，无力养护，侧沟、截水沟、排水沟以及桥涵堵塞未能及时疏通，淤积后排水不畅；排水系统失修；山体和路基裂缝未及时整修等。此外，如夯填，土石受暴雨及地表径流、淋蚀、湿化、冲移，日久松动，路堤边坡、路堑山坡病害日益加剧，均可以造成灾难性的后果。

第三节 山区铁路常见病害的防治措施

防治山区电气化铁路常见路基病害，必须贯彻“预防为主，治理为辅，预防与整治相结合”的方针，力求做到防患于未然。多年来实践经验表明，路基病害整治原则可分为两种情况：一为针对病因采取措施，二为针对危害采取措施。

因此，在电气化铁路既有线上，对大型的崩塌、滑坡或路基病害集中成群出现的地段，应以绕避为主。对中、小型路基病害，应尽快查清其性质和原因，一次根治，不留后患。对大型复杂的路基病害短期内不易查清其性质的，应分期连续治理，先采取稳定崩滑体的临时措施，在查清其性质后，应采取果断措施予以根治。