

# 基于稳定性控制的西十高铁郧西车站 高陡路堑边坡方案优化研究

李怡然<sup>1</sup> 王茂会<sup>2</sup>

1. 武汉江腾铁路工程有限责任公司 湖北 武汉 430000

2. 武九铁路客运专线湖北有限责任公司 湖北 武汉 430000

**摘要:** 西十高铁郧西车站路堑边坡具有地形复杂、岩体风化不均、挖方量大、边坡高度大等特点,原设计采用分级锚杆框架梁防护。为确保复杂地质条件下高边坡的长期稳定与施工安全,结合现场开挖揭示的地质情况,对原设计方案进行了优化。本文介绍了优化后的“桩板墙+锚杆框架梁”组合支护体系,即通过在坡脚增设抗滑桩以“强腰固脚”,上部采用分级锚杆框架梁防护。文章详细阐述了优化方案的 design 内容、施工工艺及安全控制措施。实践证明,该优化方案有效提高了边坡的整体稳定性与安全储备,其经验可为类似工程提供参考。

**关键词:** 高速铁路; 郧西车站; 高边坡; 方案优化; 桩板墙; 锚杆框架梁

## 引言

高速铁路作为国家重要的交通基础设施,其建设常需穿越地形地质条件复杂的山区,由此产生的高陡路堑边坡稳定性问题成为工程安全的核心挑战。西十高铁郧西车站段边坡高达54米,地处秦岭南麓与武当山北坡交汇的低山丘陵区,地质构造复杂,岩体风化程度不均,且挖方量巨大,对边坡的长期稳定性和施工安全提出了极高要求。原设计采用常规的分级锚杆框架梁防护方案,虽能满足一般工况,但在揭示的实际复杂地质条件下,其整体安全储备略显不足。为确保这一关键控制性工程的安全可靠,并兼顾车站区域的景观协调性,亟需对原方案进行针对性优化<sup>[1]</sup>。本文基于“强腰固脚”的设计理念,通过现场地质复核与工程论证,提出并实施了“桩板墙+锚杆框架梁”的组合支护体系,旨在为同类复杂地质条件下的高陡路堑边坡工程提供可借鉴的技术路径与实践经验。

## 1 工程概况

本工点为西十高铁郧西车站左侧路堑高边坡防护工程,起讫里程DK214+938.11~DK215+079.821,全长141.711m。线路在该段最大中心填高11.0m,最大中心挖深16.0m。工点位于秦岭南麓与武当山北坡交汇的低山丘陵区,属郧西县东侧约2km处的黄石梁村。地形起伏较大,沟壑纵横,地面高程263~306m,交通较为便利。

## 2 工程地质及水文地质

### 2.1 工程地质

工点地层自上而下依次为:第四系全新统坡积层(粉质黏土、角砾土、块石土)和冲-洪积层(粉质黏

土、圆砾土、卵石土),下伏基岩为元古界武当山群片岩。各地层具体特征如下:

#### 2.1.1 第四系全新统(Q<sub>4</sub>)

• 粉质黏土(Q<sub>4</sub><sup>{dl+pl}</sup>): 褐黄色,硬塑~软塑,厚2-15m,Ⅱ级普通土,地基承载力 $\sigma_0 = 120\text{kPa}$ (地下水位以上)或80kPa(以下)。

• 细角砾土(Q<sub>4</sub><sup>{dl}</sup>): 黄褐色,中密,厚2-6m,Ⅱ级普通土, $\sigma_0 = 350\text{kPa}$ 。

• 细圆砾土(Q<sub>4</sub><sup>{al+pl}</sup>): 灰色,中密,厚2-5m,Ⅱ级普通土, $\sigma_0 = 400\text{kPa}$ 。

• 粗角砾土(Q<sub>4</sub><sup>{dl}</sup>): 黄褐色,中密,厚4-10m,Ⅲ级硬土, $\sigma_0 = 450\text{kPa}$ 。

• 粗圆砾土(Q<sub>4</sub><sup>{al+pl}</sup>): 灰色,中密,厚2-7m,Ⅲ级硬土, $\sigma_0 = 500\text{kPa}$ 。

• 卵石土(Q<sub>4</sub><sup>{al+pl}</sup>): 灰黄色,中密,厚1-3m,Ⅳ级软石, $\sigma_0 = 600\text{kPa}$ 。

• 块石土(Q<sub>4</sub><sup>{dl}</sup>): 杂色,中密, $\sigma_0 = 800\text{kPa}$ 。

#### 2.2 元古界武当山群片岩(Pt<sub>wdh</sub>)

灰黑色~灰绿色,岩层产状N30°~50°W/25°~45°N。根据风化程度可分为全风化(Ⅲ级硬土, $\sigma_0 = 350\text{kPa}$ )、强风化(Ⅳ级软石, $\sigma_0 = 500\text{kPa}$ )和弱风化(Ⅳ级软石, $\sigma_0 = 700\text{kPa}$ )三层,风化层厚3~12m。

#### 2.3 水文地质

地表水主要为激浪河及其支沟的常年性水流,受大气降水补给。地下水类型主要为基岩裂隙水和第四系孔隙潜水,水位埋深8~16m。据水质分析报告,地表水及地下水对混凝土无侵蚀性<sup>[2]</sup>。

### 3 原设计与优化背景

#### 3.1 原设计方案

原设计对于DK214+969.95~DK215+110段左侧边坡,采用分级锚杆框架梁防护方案。其主要参数为:

- 边坡分级:最高边坡54m,共分6级,每级高10m,坡率1:1.25。
- 平台设置:各级间设3m宽平台,平台采用0.2m厚C25混凝土封闭。
- 防护措施:边坡采用锚杆框架梁防护,锚杆长8.0m,间距3.0m,框架梁为C30钢筋混凝土现浇,尺寸0.35m×0.4m,框架内铺设加筋植被护坡网。
- 排水系统:顶设梯形天沟(0.4×0.6m),各级平台设梯形截水沟(0.4×0.4m),并通过引水沟将水引入天沟。水沟均为C25混凝土现浇。
- 位移监测:于DK215+000断面设置8处表层位移观测桩和2处深部水平位移监测孔。

#### 3.2 优化原因

原方案为通用设计。由于该段边坡高达54m,属于典型的高陡路堑边坡,且位于车站范围,对稳定性和美

观性要求更高。施工揭示,现场地形复杂,地层分布不均,岩体风化差异性大。为提高边坡在复杂地质条件下的长期稳定性与安全储备,确保施工线型顺直美观,需对原防护方案进行针对性优化。

### 4 方案优化措施

#### 4.1 支挡工程(固脚)

为从根本上提高边坡的整体稳定性,采取“固脚”措施,在坡脚增设抗滑桩。

- 位置与范围:DK214+938.11~DK215+079.821段左侧坡脚。
- 结构形式:C35钢筋混凝土“T”型桩板墙。
- 抗滑桩设计:共设29根,采用跳桩施工。
- 7根桩截面为2.0m×2.5m,桩间距5m,桩长18~23m。
- 22根桩截面为1.5m×2.0m,桩间距5m,桩长14m。
- 挡土板:采用C35钢筋混凝土板,支承于桩侧翼板之间。
- 附属设施:桩顶设角钢立柱防护栏杆。抗滑桩平面及立面布置见图4-1、图4-2。

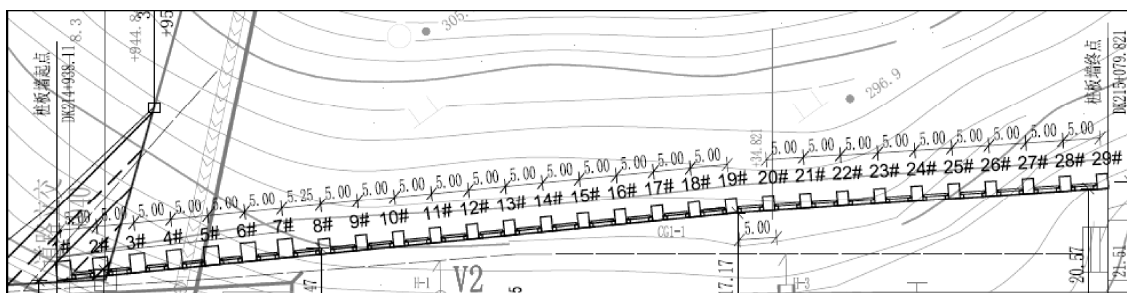


图4-1 抗滑桩平面图

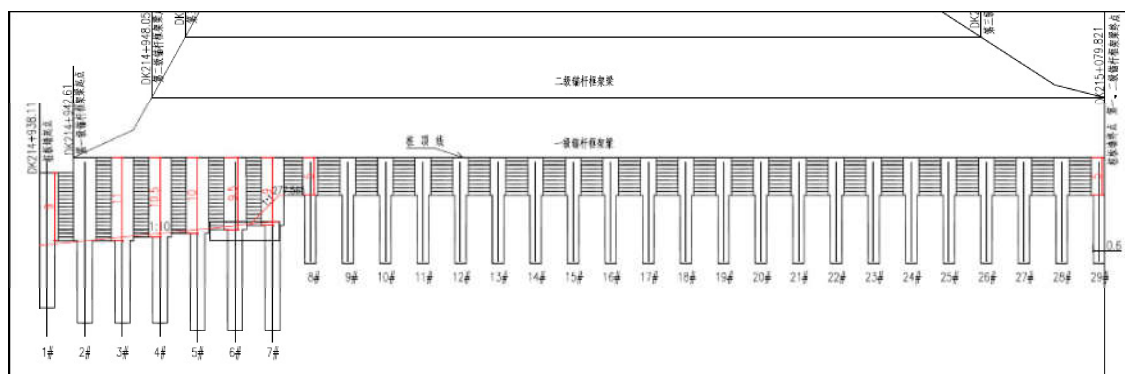


图4-2 抗滑桩立面图

#### 4.2 路堑边坡防护(强腰)

在桩顶以上边坡,优化分级和防护措施,实现“强腰”。

- 边坡分级优化:仍设六级边坡,每级高度调整为

8~10m,坡率保持1:1.25。各级平台宽度根据地形和受力需要调整:第一级(含桩顶)宽3~5m,第二级宽3m,第三级宽5.5m,第三级以上均为3m<sup>[3]</sup>。

- 防护措施优化:维持锚杆框架梁防护形式。锚杆间

距3.0m，长度8.0m，设计锚固力80kN，框架内铺设加筋植被护坡网。

## 5 施工与效果

### 5.1 关键工序施工

• 抗滑桩施工：严格按照“分段跳桩、由两侧向中心、开挖一根灌注一根”的原则进行，确保成桩质量和施工安全（见图5-1 抗滑桩施工图）。



图5-1 抗滑桩施工图

• 路堑边坡施工：坚持“分级开挖，分级防护”原则。开挖前先完成截排水系统，施工中采用全站仪和挂线法确保边坡线型顺直，坡度尺控制坡率<sup>[4]</sup>。

• 框架梁施工：采用潜孔钻成孔，机械配合人工刻槽，定型塑钢模板进行混凝土浇筑。



图5-2 路堑边坡施工

### 5.2 排水与安全措施

• 排水系统完善：各级平台铺设0.2m厚C25混凝土，并设截水沿。平台截水沟、引水沟与堑顶天沟形成完整排水体系，每10~20m设置伸缩缝。锚杆框架梁护脚处每隔3m设置一个泄水孔（ $\phi 0.1m$  PVC管，后设复合排水垫）<sup>[5]</sup>。

• 施工安全保障：严格执行“先排水后开挖”、边开

挖边监测、抗滑桩间临时锚网喷封闭、暗桩明作、及时回填等一系列安全措施。

### 5.3 实施效果

目前，该段边坡的锚杆框架梁、堑顶天沟及坡脚29根抗滑桩已全部安全顺利完成（见图5-3 边坡防护施工图）。施工过程安全可控，成型边坡线型顺直美观。



图5-3 边坡防护施工图

## 6 结论与体会

对于地质条件复杂、风化差异大的铁路路堑高边坡工程，采用“强腰固脚”的设计理念至关重要。本案例通过现场核对与论证，在坡脚增设抗滑桩，与上部锚杆框架梁形成组合支护体系，显著提高了边坡的整体稳定性和安全储备，验证了该理念的有效性。

车站范围内的路基工程设计，需兼顾工程安全与景观效果。在确保主体结构安全的前提下，应注重边坡线型的顺直、防护结构的规整以及与周围环境的协调，体现“以人为本，安全第一，美观和谐”的设计原则。

### 参考文献

[1] 中华人民共和国国家铁路局. TB 10001-2016 铁路路基设计规范[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2017-04-01.248页

[2] 李海光. 新型支挡结构设计工程实例[M]. 2版. 北京: 人民交通出版社, 2011-01-01.530页

[3] 张鲁渝, 郑颖人, 赵尚毅, 等. 有限元强度折减法在土坡稳定分析中的应用[J]. 岩土工程学报, 2002, 24(3): 343-346.

[4] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 新建西安至十堰高速铁路湖北段施工图设计文件[G]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2021-06-30.1280页

[5] 王恭先. 高边坡设计与加固的思考[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(13): 2219-2224.