

Spatial Comprehensive Geological Route Selection of Railway in Danjiang River Valley

Yongzhan Hu^{1,2}

¹China Railway First Survey and Design Institute Group Ltd., Xi'an Shaanxi

²Shaan Railway and Underground Traffic Engineering Key Laboratory, Xi'an Shaanxi

Email: 31718286@qq.com

Received: Oct. 27th, 2019; accepted: Nov. 11th, 2019; published: Nov. 18th, 2019

Abstract

In the Danjiang River valley area of Shangzhou-Danfeng section, the geological structure is developed, unfavorable geology such as landslide and slump at the slopes on both sides of the bank is widely distributed, hydrogeological conditions are complex, and the engineering properties of Tertiary strata are poor. In order to study the route scheme of Xi'an-Nanjing Railway in the Danjiang River valley area of Shangzhou-Danfeng section, based on large-area geological mapping, the engineering geological and hydrogeological conditions such as geological structure, stratigraphic lithologic characteristics, unfavorable geological distribution such as landslide and slump at the slopes on both sides of the bank, groundwater development, etc. in the area were found out by using remote sensing technology combined with geological comprehensive investigation methods such as drilling, geophysical exploration and laboratory tests. The stability of slopes on both sides of the Danjiang River, such as landslides and slumps, has been analyzed and evaluated accurately. At the same time, the engineering adaptability of Tertiary strata has been comprehensively analyzed and studied. A new idea of geological route selection in the Danjiang River valley has been formed. The specific principles of geological route selection have been put forward: the route scheme should pass through the slope sections as few as possible, and the Tertiary strata should pass through tunnels as few as possible.

Keywords

Xi'an-Nanjing Railway, Danjiang River Valley, Unfavorable Geology, Tertiary Strata, Comprehensive Survey, The Geological Line Selection

丹江河谷区铁路空间综合地质选线

胡永占^{1,2}

¹中铁第一勘察设计院集团有限公司, 陕西 西安

²陕西省铁道及地下交通工程重点实验室, 陕西 西安

文章引用: 胡永占. 丹江河谷区铁路空间综合地质选线[J]. 土木工程, 2019, 8(9): 1344-1348.

DOI: 10.12677/hjce.2019.89156

Email: 31718286@qq.com

收稿日期: 2019年10月27日; 录用日期: 2019年11月11日; 发布日期: 2019年11月18日

摘要

商州至丹凤段丹江河谷区, 地质构造发育、两岸斜坡处滑坡、溜坍等不良地质广泛分布、水文地质条件复杂, 第三系地层工程性质差。为研究宁西铁路在商州至丹凤段丹江河谷区线路方案, 通过在大面积地质调绘基础上[1], 采用遥感技术与钻探、物探、室内试验相结合的地质综合勘察手段, 查明了该区域的地质构造、地层岩性特征、两岸斜坡处滑坡、溜坍等不良地质分布、地下水发育情况等工程地质及水文地质条件, 重点对丹江两岸滑坡、溜坍等斜坡稳定性进行了准确的分析评价, 同时对第三系地层的工程性质进行了工程适应性综合分析研究, 形成了丹江河谷区地质选线的新思路, 提出了地质选线的具体原则: 线路方案宜尽量少通过斜坡段落, 并且宜少以隧道方式通过第三系地层。

关键词

宁西铁路, 丹江河谷区, 不良地质, 第三系地层, 综合勘察, 地质选线

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

宁西铁路是国家“八纵八横”铁路网的重要铁路干线, 是国家规划的跨世纪铁路建设中的又一条贯穿中国东西的铁路线。它连接两大历史名城(西安市、南京市), 横贯五省和六条南北干线, 投资规模庞大, 为国家一级电气化铁路。总长 1085 km, 其中西安至合肥段全长 967.6 km。沿线地形地貌复杂, 地层岩性多样, 地质构造、地下水发育。地震动峰值加速度 0.05~0.20 g, 地震基本烈度 VI~VIII 度。秦岭以北渭河盆地为暖温带亚湿润季风气候, 夏季湿润多雨, 冬季寒冷干燥, 雨量稀少[2]; 秦岭中山区属暖温带亚湿润山地气候, 降水和气温垂直分带性明显, 随着高程的增加, 降水逐渐增大, 气温逐渐降低; 秦岭以南低山丘陵区属亚热带湿润气候: 四季分明, 夏季湿润多雨, 冬季寒冷潮湿[3]。

商州至丹凤段丹江河谷区, 地质构造发育, 不良地质广泛分布, 地层岩性工程性质差, 改革开放以来, 本区域修建了不少工程, 也取得了不少工程经验, 但本区域仍然存在着众多工程地质问题, 为此研究本区域的工程地质选线很有现实意义。

2. 工程概况

宁西铁路商州至丹凤段位于秦岭山区中的商丹盆地丹江河谷区, 线路八次跨越丹江, 走行于丹江河谷阶地及左右两岸斜坡处, 以桥梁工程横跨丹江通过, 以路堑、隧道通过河谷两岸的山体及斜坡地带。本段线路全长约 48.6 km。丹江两岸山体斜坡稳定性差及第三系地层的工程性质及水文特性是本段选线的重点和难点。其中第三系砂岩、泥岩、砾岩, 成岩作用差[4], 黏粒含量少, 结构疏松, 强度低, 其水文特性极其复杂。砂岩、砾岩遇水结构迅速松散, 工程性质极速恶化, 泥岩遇水膨胀。特别是富水的砂岩、砾岩路堑、隧道工程, 安全风险极大, 投入工程巨大, 是影响方案和控制工期的重要因素。

3. 影响选线的主要地质因素

3.1. 不稳定斜坡

宁西铁路商州至丹凤段走形于丹江河谷区地貌单元，河谷宽阔，地形平坦。丹江发源于秦岭南坡，流经商州至丹凤间中、新生代构造盆地。商丹盆地宽 4~6 km，丹江河谷宽 1~3 km，河床宽 200~500 m，水流弯曲，河床纵坡约 3‰，两侧分布有较宽的河漫滩，两岸发育有一、二级阶，三、四、五级阶地仅局部残留，多呈梁崕状地貌。

两岸斜坡多为第三系地层斜坡，表层分布有较薄的膨胀土，沿 F21-、F2-2 两条区域断裂带附近，滑坡、溜坍等不良地质呈条带状广泛分布。因此不良地质在两岸斜坡沿区域断裂带呈条带状广泛分布，是本段地质选线的特点和难点。两岸陡缓边界处以及高陡覆盖层斜坡是产生滑坡、溜坍最集中发育的段落。

3.2. 地层岩性

丹江河谷区地层岩性受地质构造和微地貌单元控制。丹江河床及河漫滩主要地层表层为第四系全新统冲积砂类土、细(粗)圆砾土、卵石土等，下伏第三系砂泥岩、砾岩；丹江一、二级阶地主要地层表层为第四系全新统冲积粉质黏土，中部为第四系全新统冲积砂类土，下部为第四系全新统冲积细(粗)圆砾土、卵石土，下伏第三系砂泥岩和砾岩；丹江三级以上高阶地主要地层表层为第四系中上更新统冲积膨胀土，中部为第四系中上更新统冲积冲积细(粗)圆砾土、卵石土，下伏第三系砂泥岩和砾岩[5]；丹江两侧斜坡处发育有草坪街—商南断层(F2-2)和金陵寺—夜村—商南断层(F2-1)两条区域断裂，主要地层表层为第四系全新统坡积层，下伏第三系砂泥岩和砾岩、元古界片岩以及断层带中的构造岩。其中第四系膨胀土和第三系砂泥岩对选线影响最为重要。尤其是第三系砂泥岩地层的复杂水文地质条件是本段地质选线一大难点。

第三系砂泥岩、砾岩属陆相湖盆及山间凹地沉积而成，地层岩性较单一，颗粒较均一，结构紧密，属新生代沉积，受构造运动影响较小，节理、裂隙不发育。地下水主要赋存于砂岩孔隙中，由于砂岩胶结程度、黏粒含量及补给途径的不同，使地下水分布具有不均匀性，表现为局部沟谷地段砂岩含水率偏高或地下水相对富集，水文地质条件十分复杂[6]。第三系砂泥岩、砾岩成岩性差，泥质弱胶结，岩体遇水后结构迅速破坏，开挖后多呈砂状，稳定性差，易产生边坡失稳、围岩变形、坍塌、涌水、涌砂、基底软弱等现象，对路堑、隧道开挖极为不利，安全风险极高。

3.3. 地质构造

丹江河谷区沿丹江南北两岸分别发育有草坪街—商南断层(F2-2)和金陵寺—夜村—商南断层(F2-1)两条区域断裂，地质构造发育，如图 1 所示。

金陵寺—夜村—商南断层(F2-1)：西起商州市金陵寺镇，东至商南县，延伸约 110 km，断层产状为 N65°~75°W/60°~75°S，早期为压扭性逆断层，后期表现为张性正断层[7]，断层破碎带宽 20~60 m，为碎裂岩。

草坪街—商南断层(F2-2)：展布于汤峪、草坪街、商州、商南一线。总体为北西西向，倾向北，倾角 60°~70°。在丹凤张村处与 F2 断裂(商丹大断裂)交汇，断层破碎带宽 50~100 m，主要由碎裂岩组成，松散破碎。

两岸山体斜坡受构造影响，岩体松散破碎，路堑边坡或隧道围岩稳定性差，易变形、坍塌，施工开挖风险极高。因此，地质构造发育，两岸山体斜坡岩体松散破碎、稳定性差，是本段地质选线的又一难点。

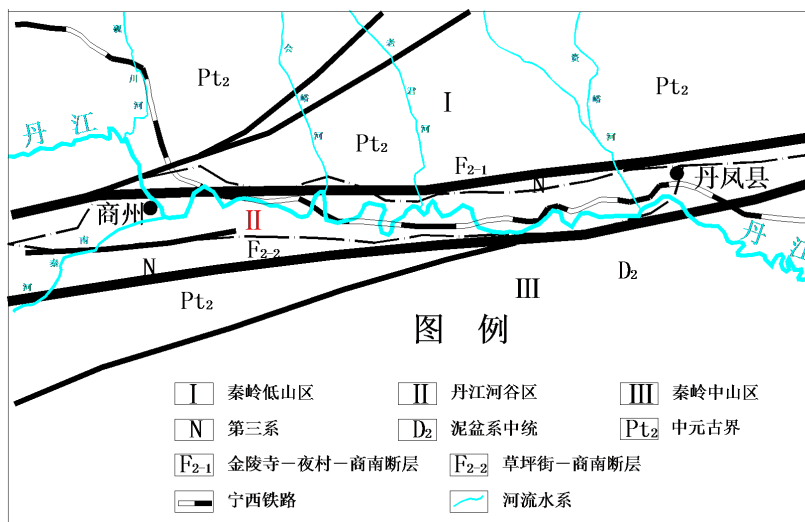


Figure 1. Outline of the structure of the Shangzhou to Danfeng section of Xi'an to Nanjing Railway [8]

图 1. 宁西铁路商州至丹凤段构造纲要图[8]

4. 综合地质选线原则

通过对丹江两岸滑坡、溜坍等斜坡稳定性、第三系地层的工程性质、以及地质构造综合分析，形成了丹江河谷区地质选线的新思路，提出了地质选线的具体原则。

4.1. 不稳定斜坡地质选线原则

采用大面积地质调绘和遥感判释解译技术，查明了丹江河谷区两岸不良地质的分布情况，结合钻探和室内试验资料对丹江两岸斜坡的稳定性进行了分析评价，一致认为：两岸斜坡分布有滑坡、溜坍等不良地质，斜坡不稳定。

因此，提出了线路应绕避两岸不稳定斜坡，宜远离不稳定斜坡地带或以隧道工程走行于两岸山体中。

4.2. 第三系砂泥岩地质选线原则

通过钻探、取样、室内试验为主的综合勘察方法[9]，对第三系地层的物理力学指标(包括天然密度、颗粒密度、黏粒含量、渗透系数、含水率、抗压强度)、水稳特性及水文地质特征等方面进行分析研究，详细查明了第三系地层的工程性质及水文特性，提出了线路方案宜尽量减少隧道工程通过第三系地层。

4.3. 断层破碎带地质选线原则

在大面积地质调绘和遥感判释解译技术基础上，通过物探和钻探等综合勘探手段，详细查明了丹江河谷区两岸断层分布范围广、破碎带宽、断层物质工程性质差，提出了线路应绕避两岸断层破碎带或大角度以简易工程垂直通过断层的地质选线原则。

5. 结论

根据上述地质选线原则，综合分析形成如下结论：

(1) 线路在绕避两岸不稳定斜坡段落和断层破碎带的基础上，且不宜长大段落傍山通过，宜外移设桥和简易路基通过。

(2) 采用路基通过时，线路尽量减少高边坡，同时避开滑坡、溜坍等不良地质段，并应做好边坡外自

然山坡的稳定性评价[10]。

(3) 若必须采用隧道通过时,宜以尽可能短的隧道通过,且进出口尽量选在稳定的山坡,避免在高陡山坡设置洞门,切忌傍山浅埋设置,傍山隧道位置选择要充分考虑临江侧斜坡的稳定性,应遵循早进洞、晚出洞的选线原则。

参考文献

- [1] 徐正宣,等. 成都至都江堰铁路工程地质勘察[J]. 铁道标准设计, 2014(s): 009-013.
- [2] 王朋. 某既有铁路地质灾害及路基病害发育分布规律[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(2): 56-62.
- [3] 改建建宁西铁路可行性研究报告[R]. 西安: 中铁第一勘察设计院集团有限公司, 2009.
- [4] 黄启迪. 铁路隧道风险管理与评估[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2011.
- [5] 徐碎安,等. 旋挖钻在卵石、泥岩地质条件下钻孔灌注桩施工[J]. 科技咨询导报, 2007(3): 21-25.
- [6] 甄秉国. 兰渝铁路特殊复杂地质环境及特征研究[J]. 铁道标准设计, 2013(4): 001-04.
- [7] 王建鹏. 北秦岭南缘中低山区地质选线[J]. 铁路地质与路基, 2003(6): 12-16.
- [8] 改建建宁西铁路可行性研究报告第四篇(地质)[R]. 西安: 中铁第一勘察设计院集团有限公司, 2009.
- [9] 李建强. 成都地铁岩土工程勘察[J]. 隧道建设, 2007(9): 16-21.
- [10] 李善俊. 地质选线对铁路主体工程的影响与评价[J]. 科学时代, 2014(1): 52-57.