

渝昆高铁昭通车站主要地质问题及选线

刘观龙

(中铁二院工程集团有限责任公司,四川 成都 610031)

摘要:拟建渝昆高铁昭通车站位于昭通盆地东侧,地质条件复杂,岩溶、采空区、膨胀土、深厚软土是控制车站位置的主要地质问题。在昭通车站地质勘察及专题的基础上,对车站方案进行了研究比选,提出了采空区、深厚软土的选线原则,推荐方案避开了分布集中、性质复杂、处理困难的不良地质段,较好地控制了地质风险,对相似地质条件的高铁勘察选线具有一定的借鉴意义。

关键词:渝昆高铁;采空区;深厚软土;地质选线

中图分类号:P642.4

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)07-0067-03

0 引言

渝昆高铁昭通车站位于云贵高原昭通盆地东侧,属云贵高原丘陵区,地形起伏较小,区内发育有采空区、岩溶、软土、膨胀土、人工弃土等不良地质及特殊岩土。区内第四系及第三系覆盖层较厚,地下水较丰富,工程地质条件较复杂。本文结合地质勘查及地质专题研究成果,对影响昭通车站站位的地质问题进行分析,结合西南山区地质选线原则,开展了综合选线。

1 自然地理及地质环境特征

1.1 地形地貌

昭通至昆明段位于云贵高原,高原面地形波状起伏,碳酸盐岩与碎屑岩叠置组成山体。测区属云贵高原丘陵区,地形起伏较小,地面高程 1940~2050m,相对高差 10~110m,自然横坡 10°~50°。地表覆盖层较厚。

1.2 地层岩性及地质构造

测区上覆第四系全新统(Q)人工弃土、膨胀土,上第三系(N)膨胀土、软土、有机质土、细角砾土、粗角砾土、块石土等;下伏基岩为石炭系砂岩、页岩夹煤层及灰岩、白云岩;测区处于一级大地构造单元扬子亚板块,位于川黔东西向构造体系的盐津~威信构造带,由一系列大致平行呈“多”字型排列的不同规模褶皱、压扭断裂和与其近直角相交的张性断裂组成。测区以北东向构造为主,呈北东、南西向展布,岩层倾角陡,线型构造明显。测区主要发育大关口断裂及其支断裂。

1.3 水文地质条件

测区地表水主要为水库水、塘水、沟水和坡面暂时性流水,流量受季节影响明显,雨季降水量较大,旱季

降水量较小。地下水主要类型有第四系土层孔隙水、基岩裂隙水与岩溶水。上第三系土层较厚,含一定量孔隙水;下伏基岩岩体较破碎,含有一定的基岩裂隙水;基岩多为可溶岩,埋深较大,岩溶水发育。地下水主要由大气降水及地表水补给,地下水埋深较大。

2 地质问题特征

测区不良地质主要为岩溶、采空区;特殊岩土为人工弃土、深厚软土、膨胀土等^[1-2]。其中,对车站方案有影响的主要工程地质问题有采空区、深厚软土、岩溶、膨胀土等,主控地质问题为采空区、深厚软土。

2.1 采空区

测区分布主要为大塘阶旧司段(C₁dj)及上第三系(N)含煤地层。大塘阶旧司段(C₁dj)共含煤 7~10 层,煤层总厚度超过 5m,可采煤层主要有 3 层,是区内主要采煤地层;上第三系(N)含煤地层煤层分布无规律,以“鸡窝煤”为主。结合地质勘察及专题成果,测区主要分布煤矿有猫儿沟煤矿、富康路煤矿、兴旺煤矿、延吉煤矿等生产矿井及规模较小的老窑(共 56 个)。测区采空区分布复杂,勘察揭示采空区均在已知煤矿矿权范围外,采空区无规划、少支撑、埋深浅,勘察难度较大,线路通过小煤窑采空区易发生基底的不均匀沉降变形,安全风险大。

2.2 深厚软土

深厚软土层具有厚度大、密度较小、高含水量、大孔隙比、高压缩性、有机质含量较高等特点,基础沉降控制难度极大,根据试验统计,该层软土天然密度(ρ)为 1.32~1.69g/cm³,天然含水量(ω)为 48.2%~104.8%,

天然孔隙比(e)为 1.37~3.05,液性指数(IL)为 0.18~2.91,压缩系数(a_v)为 0.25~1.72MPa⁻¹,烧灼失量为 10.6%~30.5%。深厚软土主要分布在昭通盆地内上第三系(N)土层中,最大厚度超过 50m,对工程影响大。

2.3 岩溶

昭通盆地东侧及南侧边缘基岩多为碳酸盐岩地层,主要为二叠系(P)、石炭系(C)、泥盆系(D)灰岩、白云岩,裸露型、覆盖型岩溶均有分布,岩溶中等~强烈发育,岩体溶蚀严重,溶蚀裂隙、溶孔、溶洞等溶蚀形态发育,岩体破碎,对工程影响较大。

2.4 膨胀土

膨胀土膨胀性弱~中等,分布广泛,厚度变化大,具有失水收缩、开裂、硬结,遇水膨胀、软化、崩解的特性。测区膨胀土主要以上第三系(N)膨胀土为主,分布昭通盆地内及边缘,对车站边坡影响较大。

3 地质选线研究

3.1 选线原则

结合测区地质问题发育情况及前后工程设置,统筹考虑,昭通车站选线按以下原则^[3-9]进行。

(1)测区分布大塘阶旧司(C₁dj)含煤地层,煤矿较多,结合地质勘察资料及收集煤矿资料,测区采空区分布复杂;采空区无规划、少支撑、埋深浅,勘察难度较大,线路通过小煤窑采空区易发生基底的不均匀沉降变形,安全风险较大;线路应尽可能绕避煤矿及相应采空区,当平面无法避免时,应结合线路平、纵断面,预留足够的安全距离或对采空区进行处理,确保工程安全。

(2)昭通盆地存在深厚软土,在不对地基进行特殊处理的情况下,桥梁工程无论是单桩还是群桩沉降均难以控制,工后沉降及总沉降均不满足技术要求;车站范围内路基工程需全部进行沉降处理。线路方案应尽量绕避深厚软土地段。

3.2 方案比选

根据铁路发展规划并结合昭通市发展规划,本文重点对 G85 高速公路外侧设站方案(DK)、老机场与 G85 高速公路间设站方案(D1K)、靠城市侧设站方案(D2K)等 3 个方案进行比选。

(1)G85 高速公路外侧设站方案(DK)线路自小龙潭特大桥引出,经昭通隧道后,沿高速公路外侧于黄竹林村东侧设昭通东站,出站后,上跨 G356 国道、都香高速后紧坡南下至牛栏江,线路长度 61.286km。

(2)机场与 G85 高速公路间设站方案(D1K)线路

自小龙潭特大桥引出,经昭通隧道后,下穿麻昭高速公路,在机场与高速公路间设昭通东站,出站后,上跨麻昭高速公路、G356 国道、都香高速后紧坡南下至牛栏江,线路长度 62.069km。

(3)靠城市侧设站方案(D2K)线路自小龙潭特大桥引出,经昭通隧道(L-16.305km),上跨 G85 高速公路,在老机场西侧靠城市侧设昭通东站,出站后,分别上跨 G85 高速公路、G356 国道、都香高速,经花鹿坪新机场西侧后至牛栏江。线路长度 61.461km。

线路方案如图 1 所示,方案工程地质条件综合对比如表 1 所示。

靠城市侧设站方案(D2K)通过深厚软土约 10.8km,重点隧道(L-23.18km)有长约 2km 的可溶岩发育段落,无辅助坑道条件,该方案工程地质条件极复杂,工程风险高;且该方案穿越城市建成区,房屋密集,厂矿企业众多,拆迁成本大,实施困难;昭通站出站端线路右侧通道狭窄,对规划六威昭城际、规划攀昭毕铁路引入困难。综合分析,该方案工程地质条件极复杂,方案受控因素多,劣势明显。

机场与 G85 高速公路间设站方案(D1K)较 G85 高速公路外侧设站方案(DK)地质条件相对单一;G85 高速公路外侧设站方案(DK)存在岩溶、采空区等问题,但是岩溶、膨胀土处理技术已经比较成熟;该方案基本绕避了大规模煤矿采空区,仅存在浅层的、小规模采空区,开采深度 16.5~43.1m,采高 0.7~4.0m,通过采用“物探筛查,钻探验证”的方法,可较好的查明采空区的分布,总体来说采空区引发的安全风险在可控范畴。机场与 G85 高速公路间设站方案软土分布范围广、工程性质差、厚度变化大,路桥基础沉降控制难度极大,必须进行大规模基础处理,较 G85 高速公路外侧设站方案(DK)工程地质条件更差。综合对比分析,推荐 G85 高速公路外侧设站方案(DK)。

4 结语

渝昆高铁昭通车站站位主控的地质问题为采空区、深厚软土、岩溶、膨胀土。在对车站方案进行充分了比选后,推荐 G85 高速公路外侧设站方案(DK)。该方案虽然工程地质条件较复杂,但绕避了大型采空区,避开了分布集中、性质复杂、处理困难的不良地质段;方案通过的浅层、小规模采空区可以采用“物探筛查,钻探验证”的有效手段对安全风险进行较好的控制;岩溶、膨胀土的工程处理方法成熟有效;推荐方案在有效

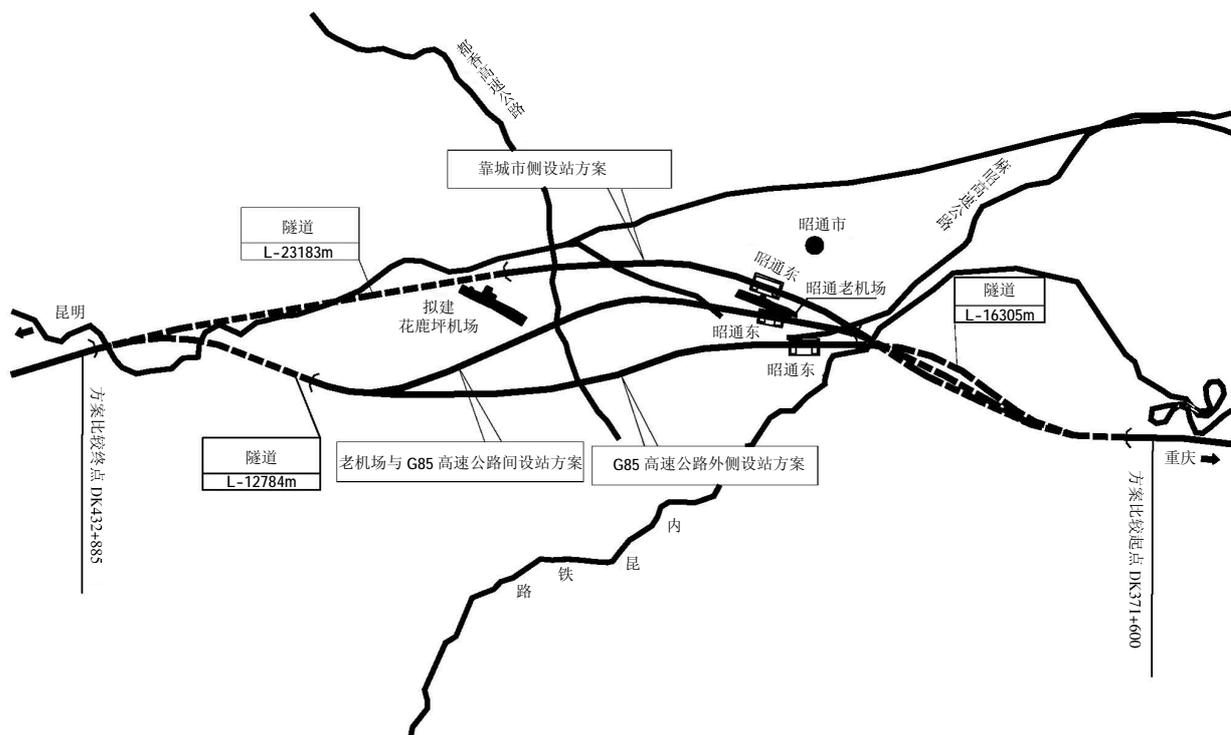


图 1 昭通车站站位

表 1 昭通车站方案工程地质条件综合对比表

| 工程地质条件 | 地形地貌 | 车站站位 地层岩性 | 主要地质问题 | | | | 工程地质条件评价 |
|------------------------|---|--|--|--|--|------------------------------------|-----------|
| | | | 岩溶 | 采空区 | 深厚软土 | 膨胀土 | |
| G85 高速公路外侧设站方案(DK) | 位于云贵高原的昭鲁断陷盆地边缘,为低山丘陵地貌,地面标高 1940~2050m,相对高差 10~110m,自然横坡 10°~50° | 地表上覆第四系(Q)、上第三系(N)膨胀土;下伏基岩为石炭系(C1y)碳酸盐岩,砂泥岩夹煤层 | 线路通过大塘阶上段(C1ds)和岩关阶(C1y)可溶岩地层,受构造影响,基岩破碎,砂溶蚀中等~强烈发育,对路基工程影响较大 | 沿线分布有大量煤矿;根据现场钻孔揭示,还存在浅层、小规模、无规律开采情况,采空区分布较为复杂,为方案主控影响因素 | 无深厚软土问题 | | 工程地质条件较复杂 |
| 机场与 G85 高速公路间设站方案(D1K) | 位于云贵高原的昭鲁断陷盆地,地势平坦,地面标高 1920~1940m,相对高差 5~50m,自然横坡 5°~30° | 上第三系(N)软土、膨胀土(黏土) | 无岩溶问题 | 线路与煤矿距离较远,无采空区问题 | 测段 D1K389+685—D1K397+900m 段约 8.2km 通过深厚软土,为方案主控影响因素 | 上第三系(N)膨胀土地段,为弱~中等膨胀土;对路基及其边坡有一定影响 | 工程地质条件复杂 |
| 靠城市侧设站方案(D2K) | 位于云贵高原的昭鲁断陷盆地内,地势平坦,地面标高 1900~1920m,相对高差 5~20m,自然横坡 5°~20° | | 跨都香高速后隧道(L-23.18km)通过二叠系(P)可溶岩地层,岩溶及岩溶水强烈发育,段落长约 2km,无辅助坑道条件,工程风险高 | 线路与煤矿距离较远,无采空区问题 | 测段 D2K389+685—D2K400+500m 段约 10.8km 通过深厚软土,为方案主控影响因素 | | 工程地质条件极复杂 |

控制地质风险的前提下节约了大量工程投资,地质选线效果显著。

参考文献

[1] 中华人民共和国铁道部. 铁路工程不良地质勘察规程: TB 10027—2012[S].北京:中国铁道出版社,2012.
 [2] 国家铁路局. 铁路工程地质勘察规范: TB 10012—2019[S].北京:中国铁道出版社,2019.
 [3] 朱颖,魏永幸. 复杂艰险山区铁路减灾选线[J]. 高速铁路技术, 2018, 9(6): 1-4.

[4] 朱颖. 复杂艰险山区铁路选线与总体设计论文集[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
 [5] 陈明浩, 张广泽, 付开隆. 重庆至昆明高速铁路减灾选线研究[J]. 高速铁路技术, 2020, 11(1): 79-84.

作者简介: 刘观龙(1990—), 男, 汉族, 四川安岳人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事铁路行业勘察设计及管理管理工作。