

文章编号: 0451-0712(2006)12-0071-04

中图分类号: U418.8

文献标识码: B

安新高速公路改建工程台阶开挖方案分析

傅 珍¹, 王选仓¹, 陈星光², 李宏志³, 王小宁³

(1. 长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室 西安市 710064; 2. 广东省公路勘察规划设计院 广州市 510507;

3. 河南高速安新改建工程项目部 新乡市 450003)

摘 要: 随着我国经济的迅速发展,一些现有高速公路已不能适应交通量增长的要求,需要扩大道路通行能力,面临改扩建问题,而开挖台阶是新老路基结合处常用的技术措施之一。结合安新高速公路改建工程,分析了旧路开挖施工时可能产生坍塌的原因,提出合适的台阶开挖尺寸,针对不同路基填料尤其是不易松散土(粘土)与易松散土(砂土)提出相应的台阶开挖方案。研究表明,合适的台阶开挖方案有良好的效果,并可以有效避免施工过程中旧路基的坍塌,保证路基稳定性。研究成果对高速公路改建工程台阶开挖的设计与施工具有借鉴意义。

关键词: 道路工程; 扩建; 台阶开挖; 高速公路

20 世纪 80 年代以来,随着国民经济的飞速发展,我国高速公路的交通流量日益增加,原有高速公路的设计通行能力已远不能满足日益增长的交通需求。为了满足急剧增长的交通要求和提高道路服务水平,更好地为经济建设服务,有必要对原高速公路进行改扩建。近年来国内已有多条高速公路进行了改扩建,但大多是介绍了新老路基结合部的总体设计与施工方法^[1~4],而针对此类工程中台阶开挖问题却研究较少。本文以安新高速公路改建为依托工程,研究扩建高速公路路基时台阶开挖尺寸及施工方案。

1 工程概况^[5]

京珠国道主干线安阳~新乡段高速公路(以下简称安新高速)于 1994 年 9 月开工建设,1997 年 11 月建成后交付使用,是一条功能设施齐全、全封闭、全立交的四车道高速公路。近年来,其过境交通压力日显突出,2003 年平均日交通量(折合成小轿车)达 19 000 辆/日,1999 年~2003 年交通量平均增长率为 6.13%,是京珠线河南境最繁忙的段落,已不能满足经济发展的需求,改扩建工程势在必行。

安新高速路线全长约 113.173 km,计算行车速度为 120 km/h。原安新高速路基宽 26 m,现对其加宽成整体式八车道,加宽形式为双侧各加宽 8 m,加宽后路基总宽为 42 m,包括行车道宽 $2 \times 4 \times 3.75$ m、中

央分隔带宽 3.0 m、左路缘带宽 2×0.75 m、硬路肩宽 2×3.00 m(含右侧路缘带 2×0.5 m)和土路肩宽 2×0.75 m。自中央分隔带边缘起,向两侧路缘带、行车道、硬路肩的横坡为 2%,土路肩横坡为 3%。

现开工路段地形平坦,地层主要为第四系全新统黄褐~褐黄色亚粘土,K5 以南地层下部揭露出上更新统亚粘土、粘土等。地下水位埋深为 5.5~10.7 m。表层土具不均匀非自重湿陷性,湿陷系数为 0.015~0.042,湿陷起始压力为 173~200 kPa,湿陷带厚度为 5.0 m 左右。该开工路段属填方区,填方高度一般为 3~5 m。

2 台阶开挖尺寸分析

2.1 原路基边坡削坡和台阶开挖的作用^[6]

(1)清除老路路堤边坡一定深度内的表层植被土和压实度不足的填土。

(2)方便加宽部分路堤下地基处理。

(3)增加新老路结合部接触面积,增强结合部摩阻力和抗剪能力,保证新老路基之间的有效结合和整体性。

(4)横向台阶面为土工格栅的铺设提供一个锚固长度。

2.2 开挖尺寸

台阶的开挖尺寸(宽度和高度)有一定的限制。为考虑台阶尺寸变化对现有道路的影响,本文对台

阶开挖尺寸进行了有限元模拟,分别是台阶高度一定时(1 m)台阶宽度变化和台阶宽度一定时(1 m)台阶高度变化对水平位移和沉降的影响,计算结果见表1和表2。

表1 台阶高度一定时(1 m)台阶宽度变化
对水平位移和沉降的影响

台阶宽度/m		0.5	0.8	1	1.5
水平位移 cm	X1	0	0	0	0
	X2	1.964	1.896	1.847	1.706
	X3	0.318	0.405	0.484	0.623
	X4	1.705	1.614	1.548	1.379
沉降 cm	Y1	-0.081	0.03	0.085	0.185
	Y2	-6.607	-6.45	-6.14	-5.395
	Y3	-11.137	-10.873	-10.65	-10.032
	Y4	-5.312	-5.271	-5.235	-5.096

注:英文字母后数字1为旧路中心线,2为开挖点(即旧路基边缘),3为新路基边缘,4为新路基坡脚线;沉降栏中数据,正值为隆起,负值为沉降。以下同。

表2 台阶宽度一定时(1 m)台阶高度变化
对水平位移和沉降的影响

台阶高度/m		0.6	1	1.25	2
水平位移 cm	X1	0	0	0	0
	X2	1.678 6	1.847	1.903	1.985
	X3	0.665	0.484	0.408	0.29
	X4	1.326	1.548	1.613	1.758
沉降 cm	Y1	0.23	0.085	-0.004	-0.539
	Y2	-5.153	-6.14	-6.536	-7.267
	Y3	-9.831	-10.65	-10.883	-11.272
	Y4	-5.059	-5.235	-5.282	-5.325

由表1可以看出,当台阶高度一样宽度变化时,随着台阶宽度的增加,路基水平位移和沉降量逐渐降低。Y1的变化是由于高宽比小时,新旧路基作用明显,加宽路基相当于压坡护道,使得Y1隆起,尤其在路基加宽大、高度较小情况下更明显。由表2可以看出,当台阶宽度一样高度变化时,随着台阶高度的增加,路基水平位移和沉降量都逐渐增加。通过以上分析,结合安新高速改建工程,推荐台阶尺寸的高度采用80~100 cm,宽度采用100~200 cm。

3 台阶开挖施工方案分析

3.1 旧路开挖可能坍塌原因分析

台阶开挖有利于新旧路基的衔接和结合,但不

恰当的台阶开挖方式或施工方法将导致施工塌方,这对旧路基的影响比较严重。尤其在开放交通的情况下,旧路开挖坍塌问题应引起重视。分析其原因,开挖坍塌主要由以下几个方面引起:(1)未进行削坡处理,直接沿原边坡自下向上开挖,导致最下一级台阶高度过大;(2)旧路基排水不畅,含水量过高;(3)旧路基边缘压实度不足,松散土过多;(4)开挖后直接对原地表进行冲击压实,地基振动过于强烈;(5)拟扩建高速公路交通量过大,且重车较多。

3.2 台阶开挖方案

- (1)先不挖除土路肩,保护硬路肩和行车安全。
- (2)路基开挖方式是从土路肩外侧先清表,然后进行1:1的削坡处理,清除旧路基压实不到或受腐殖质影响的松散土,保证最下一级台阶开挖的稳定。
- (3)先填20 cm 碎石层再进行地基冲击压实。其目的有二:利用碎石层的松散结构消减冲击振动能量;地基含水量过大不宜直接进行冲击压实。
- (4)对含水量过高的旧路基,在削坡后不宜立即进行台阶开挖和地基处理,应先进行晾晒,并对地基及开挖后台阶面进行20 cm 深度的灰土处理。
- (5)冲击压实是路基坍塌的诱因,若以上措施仍无法保证旧路基稳定,则采用合适的压实方法取代冲击压实对地基进行处理。

3.3 不同路基填料的台阶开挖施工方式

- (1)一般路基(填料主要为粘土)。
 - ①先进行清表处理。因为需从土路肩外缘刷坡,若固定清表厚度将使刷坡点内移,因此清表厚度视坡面植物根茎影响深度和腐殖质厚度而定。清表后,从旧路土路肩边缘按1:1坡率进行刷坡。

- ②自下往上按100 cm 高、100 cm 宽的尺寸进行台阶开挖,其中顶级台阶尺寸为80 cm 高、100 cm 宽。从顶层算起第二级台阶尺寸(如图1虚线所示),以高度按 $h \geq 20$ cm 的原则计算得出,若 $h \leq 20$ cm,则应和顶级台阶并做一级台阶,即顶级台阶高度为 $(80+h)$ cm、宽度为 $(100+b)$ cm。当开挖第一级台阶(从基底算起)后进行基底处理。

- ③基底平整后,对基底天然含水量和最佳含水量进行测定。若天然含水量低于最佳含水量,可以直接对基底进行冲击压实,压实度不小于93%。若天然含水量高于最佳含水量,应在新路基基底清表30 cm 后,换填50 cm 碎石垫层并进行冲击碾压。为保证压实效果,地基清表后可以先铺设20 cm 碎石进行冲击压实,随后再铺设剩余厚度碎石并冲击压实。

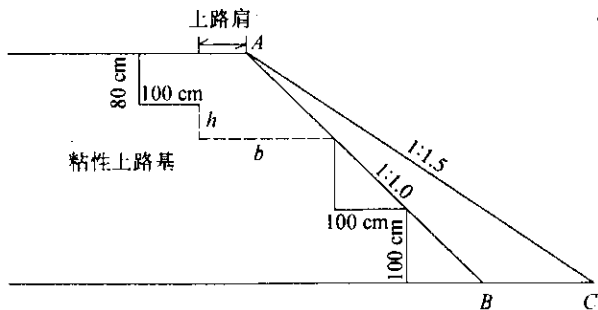


图 1 粘性土路基台阶开挖方式

④对于基底冲击压实,台阶内侧的冲击压实遍数可以少于台阶外侧,如 15 遍。为避免冲击压实对临空面的直接振动破坏,基底压实区内缘可以偏离第一级台阶内缘一定距离,该部分地基采取人工夯实的方法进行最后处理。

⑤碎石层铺设完毕,在其上铺设一层土工格室,若当地中粗砂价格合理可以考虑内填中粗砂(主要考虑碎石上面铺土层,土粒容易流失,而铺中粗砂则可以和碎石层一起形成排水层)。

⑥分层填筑各级台阶并逐层压实,压实方式采用振动压实,压实层厚度为 20 cm。在路基顶面补充冲击压实(20 遍)。

⑦若含水量较大,在各级台阶面进行 20 cm 深度的石灰土处理。

安新高速扩建工程目前开工路段在采用该方法后,路基开挖施工时保持稳定,未发生坍塌现象,如图 2 所示。



图 2 安新高速扩建工程开挖时路基保持稳定

(2)砂土等易松散土路基。

当路基填筑材料为较松散、透水性较强的砂性土时,路基开挖更容易发生坍塌危险,因此需采取更有效措施进行防护。其中地基处理采用两阶段施工法,具体方案如下。

①先进行旧路基坡面清表处理,因为需从土路

肩外缘刷坡,若固定清表厚度将使刷坡点内移,因此清表厚度视坡面植物根茎影响深度和腐殖质厚度而定。清表后,从旧路土路肩外边缘按 1:1.2 坡率进行刷坡,即挖除 $\triangle ABC$ 部分土体(如图 3 所示)。

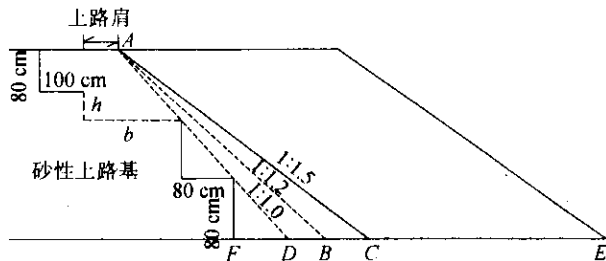


图 3 砂性土路基台阶开挖方式

②先对 BE 部分地基采用冲击压实进行处理。基底平整后处理方案同粘土路基③。

③ BE 部分地基处理完毕后,进行二次刷坡,从旧路土路肩外边缘按 1:1 坡率进行刷坡,并开挖出第一级台阶。

④自下往上按 80 cm 高、80 cm 宽的尺寸进行台阶开挖,具体处理方案同粘土路基②。

⑤每开挖一级台阶采用木板或钢板进行逐级支挡。开挖一级及时填筑一级,循环进行。

⑥当开挖第一级台阶后,由于 BF 部分地基尚未处理,需要及时对该部分地基进行处理。由于该部分地基在旧路施工时已处理过,且对差异沉降的影响没有外侧大,并考虑到对旧路基的冲击问题,建议对 BF 部分路基进行 15 次冲击压实处理,处理方法与粘土路基相同。

⑦地基处理结束后,铺设一层土工格室,内填合适填料。

⑧分层填筑各级台阶并进行压实,压实厚度控制为 20 cm。对压实不到的边角,辅以人力或小型机具夯实。在路基顶面补充冲击压实。

⑨对新老路基结合部强夯。为加强新老路基结合,各级台阶(路床底面和顶面因需进行冲击补压可除外)压实后在新旧路基结合部进行夯夯一次。强夯产生的土体侧向压力可以增强新老路基间的连接。

(3)路基填料中夹杂其他土质。

①当旧路基中夹杂有少量粉土、腐殖土等不良土质时,可以直接挖除。

②当旧路基中夹杂的粉土、腐殖土等不良土质较多时,尤其是呈层状分布时,台阶开挖尺寸应该进行适当调整并与之相适应,使得不良土层在同一级

台阶上。当不良土层含水量较大时,应用4%~5%石灰土处理台阶面,处理厚度为20~30 cm。

③若旧路基中间夹有砾石层,可以在清除坡面土层后,直接在新路基铺设相同的砾石材料层。

目前路基施工还未遇到(2)、(3)两种情况,故效果未得到验证。

4 结语

(1)分析了台阶尺寸变化对现有道路的影响,指出台阶高度不变而宽度增加时路基水平位移和沉降量逐渐降低,台阶宽度不变而高度增加时路基水平位移和沉降量都逐渐增加,并给出推荐台阶尺寸。

(2)指出不恰当的台阶开挖方式或施工方法将导致旧路路基边坡塌方,并分析了可能坍塌的原因。

(3)针对不同路基填料提出了相应的台阶开挖

方案,并通过实际工程验证了填料为不易松散土(粘土)的处理效果。

参考文献:

- [1] 黎志光. 高速公路加宽扩建工程新老路衔接的处理措施[J]. 广东公路交通, 2001, 68(2).
- [2] 余常俊. 高速公路拓宽工程新老路结合部施工技术[J]. 公路, 2004, (3).
- [3] 孙文智, 金爱国, 肖质江. 沪杭甬高速公路拓宽工程施工[J]. 中外公路, 2004, 24(4).
- [4] 刘桂强. 软弱地基上旧路加宽路基综合处治的设计[J]. 中外公路, 2004, 24(4).
- [5] 中交第一勘察设计研究院. 京珠国道主干线安阳至新乡高速公路改扩建工程施工图设计[Z]. 2005.
- [6] 孙杰. 软土地基高速公路拼宽工程变形特性研究[D]. 南京: 淮海大学, 2005.

Analysis on Scheme of Digging Steps in Anxin Widening Expressway

FU Zhen¹, WANG Xuan-cang¹, CHEN Xing-guang², LI Hong-zhi³, WANG Xiao-ning³

(1. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xian 710064, China;

2. Guangdong Highway Survey, Planning and Design Institute, Guangzhou, 510507, China;

3. Rebuilding Project Department of Anxin Expressway in Henan Province, Xinxiang 450003, China)

Abstract: With the rapid development of economic, some expressways cannot meet the requirements of traffic volum increasing. It is an acute problem to rebuild these expressways, and digging steps is one of the usual measures. On basis of Anxin Widening Expressway, the reasons of possible collapse on the old roadbed during construction are analysed, and appropriate sizes of steps put forward. Besides, corresponding schemes of digging steps in allusion to different filling of roadbed are presented. The results show that appropriate schemes have good effect, and can avoid collapse of the old roadbed. The research results have significance for digging steps in widening expressway.

Key words: road engineering; widening; digging steps; expressway

甘 肃 临 合 公 路 改 建 工 程 通 车

2006 年 11 月 21 日,经过参建人员两年的努力,西部大通道甘肃兰州至云南磨憨口岸的重要组成部分,甘肃通往大西南的重要通道,连接临夏、甘南两个少数民族地区的公路——临夏至合作段二级公路改建工程正式通车。

临合公路起点位于甘肃临夏回族自治州临夏市南陇镇,终点位于甘南藏族自治州合作市,与已建的合作至郎木寺公路相连,全长 94.473 km,采用二级公路标准设计,设计行车速度 80 km/h。该工程处在甘肃西南地区高寒阴湿地带,大部分路段沿河布设,建设者们克服气候多变、地形复杂的影响,于 2004 年 12 月动工后,提前一年完成了建设任务。

该路的建成通车,对促进临夏、甘南民族地区的经济发展、增进民族团结将起到重要作用,同时也将带动甘肃西南少数民族地区的旅游资源开发。