

# 山区高速公路 大修技术

Shanqu Gaosu Gonglu

Daxiu Jishu



王世彪 主编



人民交通出版社

China Communications Press

# 山区高速公路 大修技术

Shanqu Gaosu Gonglu

Daxiu Jishu

王世彪 主编



人民交通出版社

China Communications Press

## 内容提要

随着交通需求的日益增大,我国早期修建的高速公路已面临大修、改扩建等问题。石太高速大修工程采取双幅交替断交施工,属全国首例,又因地处山区,其组织、管理、设计和施工要求较高、难度较大。本书对石太大修宝贵经验加以总结,以期对国内其他新建成大修的高等级公路提供有益的借鉴或参考。

本书适用于从事高等级公路管理、组织、设计和施工的相关人员。

## 图书在版编目(CIP)数据

山区高速公路大修技术/王世彪主编. —北京:人民交通出版社, 2005.12  
ISBN 7-114-05844-6

I. 山... II. 王... III. 山区-高速公路-大修-经验-中国 IV. U418

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 134665 号

书 名: 山区高速公路大修技术

主 编: 王世彪

责任编辑: 侯素燕

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 19.25

字 数: 475 千

版 次: 2005 年 12 月第 1 版

印 次: 2005 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05844-6

印 数: 0001—3000 册

定 价: 38.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# **《山区高速公路大修技术》**

## **编写委员会**

---

**顾 问:**李镇边、刘振维

**主 编:**王世彪

**副主编:**王虞君、白乐胜、李志刚

**主 审:**赵保平

**副主审:**曹润月、郭跃东、郝新利、刘彦光

**编 委:**杨国力、焦梅青、李建法、贺玉辉、冯建立

马泽铭、李 博、朱建民、王享元、史瑞军

王林山、高领谦、杨晓慧、曹国英、陈瑞滋

# 前言

## Qianyan

近二十年来,随着国民经济的快速增长,我国的交通运输事业,特别是高等级公路建设取得了突飞猛进的发展,其中高速公路建设正处在空前的高速增长时期,到2005年底高速公路通车里程已达到35 000km。在结构类型上,已建高速公路大部分采用沥青路面。高速公路沥青路面在经受繁重的轴载负荷和密集交通量的反复作用的同时,还经受气候、环境的影响,路面使用品质呈逐年下降趋势,有的还会出现裂缝、车辙、沉陷、龟裂等破损病害。保持优良的路面使用品质是高速公路为车辆提供高速、畅通和舒适行车的重要保障,世界各发达国家均采用科学的方法对高速公路路面的使用品质做连续跟踪观察,并及时预报路况变化的趋势,在路况变化达到一定限度时,及时采取现代化的养护对策,快速进行修复,使沥青路面的使用品质始终保持在良好状态。

当路面使用一定年限后,特别是当前超载问题严重,对路面质量造成很大的损害,甚至影响到了路基,因此尽管日常养护和小中修在一定程序上可以恢复路面使用性能,但没有从根本上解决。针对这种情况,我们以石太高速公路大修工程为依托,在总结我国高等级公路养护经验与教训的基础上,结合近几年关于高速公路维修研究方面的主要成果,并吸取了国内有关的先进技术,编写了本书。全书共十二章,第一章简要阐述了大修的主要技术内容和经验总结;第二章对大修工程的建设管理和交通组织做了介绍,尤其是交通组织的经验教训很值得读者参考;第三章至第六章主要阐述大修工程设计的方方面面,包括病害调查与分析、大修方案设计、混合料设计等;第七章至第九章介绍了新技术新工艺在石太大修上的应用;第十章阐述了大修中桥梁病害的处理和结构加固;第十一章介绍了交通设施设计与施工;第十二章则介绍了大修工程的验收与鉴定。

全书共分十二章编写分工如下:

- 第一章、第十二章 郝新利、马泽铭、李博
- 第二章、第十一章 王世彪、焦梅青、李建法
- 第三章、第六章 刘彦光、李志刚、白乐胜、杨晓慧
- 第四章、第五章 郭跃东、曹润月、王虞君、王世彪
- 第七章、第九章 王虞君、贺玉辉、冯建立
- 第八章 王享元、史瑞军、王林山、高领谦
- 第十章 曹润月、杨国力

最后由王世彪统稿、赵保平统审。

山区高速公路大修病害复杂,涉及面广,而且如此规模的大修国内尚没有先例,石太大修走了国内山区高速公路大修先河,本书是大修全体工程人员的智慧结晶,期望它能为今后国内其他高等级公路大修提供一定的参考价值。

由于编者水平有限,加之编写仓促,书中难免疏漏甚至错误,不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2005年12月于石家庄

# 目次

## Muci

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第一章 绪论</b> .....              | 1   |
| 第一节 工程背景.....                    | 1   |
| 第二节 大修技术标准.....                  | 2   |
| 第三节 大修主要工作.....                  | 3   |
| 第四节 大修工作经验体会与存在问题.....           | 8   |
| <b>第二章 大修工程建设管理与交通组织</b> .....   | 11  |
| 第一节 大修工程组织实施与管理 .....            | 11  |
| 第二节 大修的交通组织工作 .....              | 16  |
| 第三节 大修工程施工质量和进度控制 .....          | 21  |
| 第四节 大修工程中施工监理工作 .....            | 24  |
| 第五节 地方工作经验 .....                 | 30  |
| <b>第三章 原路面使用性能检测及分析</b> .....    | 32  |
| 第一节 高速公路沥青路面路况调查方法简述 .....       | 32  |
| 第二节 结构承载力调查与评价 .....             | 33  |
| 第三节 路况调查 .....                   | 37  |
| <b>第四章 大修工程设计技术</b> .....        | 59  |
| 第一节 大修工程设计标准与原则的确定 .....         | 59  |
| 第二节 大修路段路线设计与路面线形的恢复 .....       | 60  |
| 第三节 大修路段路面设计 .....               | 63  |
| 第四节 山区高速公路其他方面设计 .....           | 72  |
| 第五节 石太山区高速公路大修设计小结 .....         | 75  |
| <b>第五章 高速公路旧路病害处治技术</b> .....    | 78  |
| 第一节 病害原因分析 .....                 | 78  |
| 第二节 路面病害处治 .....                 | 85  |
| 第三节 路基下沉压浆处理技术.....              | 105 |
| <b>第六章 沥青混合料配合比设计与路用性能</b> ..... | 113 |
| 第一节 概述.....                      | 113 |
| 第二节 沥青混合料原材料技术要求及性质分析.....       | 113 |
| 第三节 GTM 在大修路面面层混合料设计中的应用 .....   | 124 |
| 第四节 布敦岩沥青在沥青混合料设计中的应用.....       | 137 |
| 第五节 岩沥青掺量对改性沥青混合料性能的影响.....      | 141 |
| 第六节 岩沥青混合料施工.....                | 149 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>第七章 沥青热再生技术的应用</b>      | 151 |
| 第一节 概述                     | 151 |
| 第二节 沥青混合料的再生机理概述           | 153 |
| 第三节 施工段路况检测与分析             | 154 |
| 第四节 材料性能测试                 | 161 |
| 第五节 再生沥青混合料设计              | 165 |
| 第六节 经济效益和社会效益分析            | 169 |
| 第七节 路面再生段施工                | 170 |
| <b>第八章 大修工程的路面施工技术</b>     | 173 |
| 第一节 路面施工主体工程概况             | 173 |
| 第二节 热拌沥青混合料施工              | 174 |
| 第三节 水泥碎石基层混合料设计与施工         | 183 |
| 第四节 透层、粘层及防水层施工            | 191 |
| <b>第九章 微表处在大修工程中的应用</b>    | 200 |
| 第一节 概述                     | 200 |
| 第二节 微表处的材料及技术要求            | 201 |
| 第三节 改性乳化沥青                 | 203 |
| 第四节 改性乳化沥青的技术标准和检验方法       | 206 |
| 第五节 微表处混合料的配合比试验           | 212 |
| 第六节 微表处的施工要求和在我国的应用前景      | 216 |
| 第七节 石太高速公路微表处设计与施工         | 218 |
| <b>第十章 桥梁病害处治与加固技术</b>     | 225 |
| 第一节 桥梁的检查与技术状况评定           | 225 |
| 第二节 甘陶河大桥桥墩冲刷防护            | 233 |
| 第三节 甘陶河大桥病害治理              | 236 |
| 第四节 甘陶河大桥检测                | 246 |
| 第五节 金良河桥和庙岩桥桥面大修           | 261 |
| <b>第十一章 交通安全设施的设计与施工技术</b> | 267 |
| 第一节 概述                     | 267 |
| 第二节 交通标志的更换                | 268 |
| 第三节 防眩板的安装施工               | 272 |
| 第四节 标线施工                   | 277 |
| 第五节 其他附属交通安全设施工程           | 282 |
| <b>第十二章 大修工程竣工验收与质量鉴定</b>  | 284 |
| 第一节 大修工程的质量鉴定              | 284 |
| 第二节 大修工程的竣工验收              | 291 |
| 第三节 大修工程一年后的质量评定           | 292 |

# 第一章

## 绪 论

### 第一节 工程背景

石太高速公路河北段东起石家庄市郊区南高营镇,与京珠高速公路、石黄高速公路连接,西至晋冀界的旧关,与太旧高速公路相连,是交通部“八五”规划公路主骨架重点建设项目(307国道)中的一段,也是河北省重点建设项目之一。1992年1月3日组建了河北省石太公路建设指挥部,具体负责工程的组织实施。该建设项目分两期实施,其中一期工程 K332 + 129.372(鹿泉市申后)至 K378 + 120.86(晋冀界旧关)全长 45.99 km,于 1992 年 4 月破土动工;二期工程从 K310 + 000(石家庄市南高营)至 K332 + 129.372(鹿泉市申后)全长 22.13km,于 1994 年 4 月破土动工。两期工程全长 68.12km,同时于 1995 年 10 月 18 日剪彩通车。

石太高速公路河北段取道太行山,约三分之二路段处于山岭重丘区,是我国在山岭重丘区修建的高等级公路中开工最早,也是河北省境内修建的第一条山岭重丘区的高等级公路。沿线地形复杂,地面海拔高程 65 ~ 642m,高差变化大,特别是接近山西省界段地形起伏剧烈、山脊纵横交错、地形变化无规则、地质多变、地下水位较深、地表水十分匮乏;侧沟、梯田遍布山沟、山坡,天然沟槽已不复存在,汇水区域为鸡爪形山体分割,一旦暴雨则成地面漫流;农业水利灌溉系统完善,渠网布满全区,水利化程度高,灌溉期渠水满地流,对公路危害较大。

在建设项目实施过程中,土石混填和填石路基还没有技术规范和检验标准可循,也无成功经验可借鉴。该工程是施工难度大,工程技术较为复杂的项目之一。

自 1992 年 4 月该建设项目陆续开工,至 1995 年 6 月下旬,雨水一直偏少。1995 年 7 月初,当路面工程、沿线设施正在紧张施工,排水设施尚未完善和形成系统时,雨季提前降临,连续降雨 11 天。据石家庄气象部门统计,1995 年降雨量是往年同期降水量的 6.5 倍,致使该建设项目遭严重水毁,特别在高填方路段,出现下沉、变形、细料严重流失等。全线进行了抢修、恢复和完善。

全线通车营运后,1996 年 8 月上旬,公路沿线普降罕见特大暴雨,造成山洪暴发,山体滑坡,使运营中的石太高速公路河北段又一次遭受严重水毁,一度断交,经全力抢修,才恢复通车。

石太高速公路开放交通投入运营以来,作为晋煤外运的重要通道,交通量增长很快,并且载重汽车比例很大,超载严重。据 2002 ~ 2003 年统计,全线日行使车辆已达 1.7 万辆左右。大型车辆占 20% ~ 25%,最大车载高达 100 多吨。

路面沥青老化、雨雪和车辆等原因对石太高速公路的路基路面、构造物等结构造成了较大损害,使其使用功能下降,日常养护费用逐年增大,加之原设计采用的技术标准偏低,故于 2004 年上半年对南半幅 K332 + 000 ~ K378 + 120.68 进行了大修,2004 年下半年对北半幅 K332

+000~K378+120.68进行了大修,具体建设依据见下节所述。图1-1是正在半幅单向行驶半幅断交大修的石太高速公路俯视图。

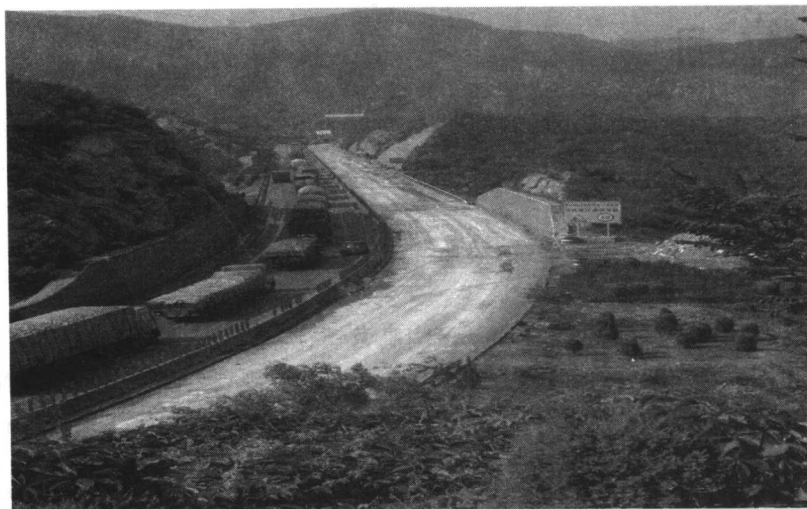


图1-1 大修中的石太高速

## 第二节 大修技术标准

### 一、大修技术依据

为了能为石太高速公路养护对策的制定提供科学依据,石太高速公路管理者组织开展了养护质量指数各分项指标的调查工作,得出高速公路养护质量指数(MQI)平均值为70。根据《高速公路养护质量检评方法》(试行),MQI应经常保持80以上,当低于75时,必须采取相应的维修措施,而且从各分项指标状况来看,一般的养护罩面已无法解决存在问题,故应及时进行大修。

### 二、大修工作的基本原则

这次大修本着勤俭节约、治理病害、恢复功能、保证质量的原则,做到既能让破坏路段及桥涵病害得到彻底根治,恢复原设计标准,保证路面的使用功能;又不盲目扩大大修范围,浪费资金。在施工中既保证施工质量、施工进度,又不影响车辆的运行,保证行车安全。河北省交通厅公路管理局在《石太高速公路河北段大修工程一期施工图设计的审查、批复意见》中确定本次大修原则为“恢复原设计、根除病害、完善功能、适当提高标准”。大修完成后,应达到以下的效果:

- (1)对桥梁构造物的病害进行治理,消除安全隐患,避免以后发生重大安全事故的可能。
- (2)根据原设计标准,结合现有道路路况,通过本次大修使道路满足运营标准。

### 三、技术标准及主要技术指标

按照“恢复原设计”的大修原则,决定继续沿用原设计标准,具体指标见表1-1。

石太大修技术标准

表 1-1

| 技术指标名称       |     | 技术 指 标              |                     |
|--------------|-----|---------------------|---------------------|
|              |     | 平 原 微 丘             | 山 岭 重 丘             |
| 计算行车速度(km/h) |     | 100                 | 60                  |
| 行车道宽度(m)     |     | 2×7.5               | 2×7.0               |
| 路基宽度(整体式)(m) |     | 24.5                | 21.5                |
| 平曲线最小半径(m)   |     | 700                 | 200                 |
| 限制最大纵坡(%)    |     | 4                   | 6                   |
| 硬路肩宽度(m)     |     | 2.50                | 2.0                 |
| 土路肩宽度(m)     |     | 0.75                | 0.5                 |
| 中央分割带宽度(m)   |     | 2.0                 | 1.5                 |
| 路缘带宽度(m)     |     | 0.5                 | 0.5                 |
| 设计洪水频率       | 路基  | 1/100               | 1/100               |
|              | 特大桥 | 1/300               | 1/300               |
|              | 桥涵  | 1/100               | 1/100               |
| 桥涵车辆荷载标准     |     | 汽车—超 20 级<br>挂车—120 | 汽车—超 20 级<br>挂车—120 |

### 第三节 大修主要工作

#### 一、概 述

本次大修的总体原则是翻修沥青面层、整修基层。先挖除部分或全部行车道、超车道旧沥青面层,整修破损的基层,利用完好的基层,路面底、中面层用新沥青混合料修补后,在全宽新加铺改性沥青混凝土表面层。以及标志、标线、防眩板、伸缩缝、路基压浆等附属工程施工,实际完成的工程量如表 1-2。

工 程 量 汇 总

表 1-2

| 序 号 | 项 目      | 单 位            | 工 程 数 量 |
|-----|----------|----------------|---------|
| 1   | 挖除旧路面基层  | m <sup>3</sup> | 16 138  |
| 2   | 挖除旧路面面层  | m <sup>3</sup> | 67 129  |
| 3   | 水泥碎石基层   | m <sup>3</sup> | 39 045  |
| 4   | 透层       | m <sup>2</sup> | 483 392 |
| 5   | 粘层       | m <sup>2</sup> | 754 767 |
| 6   | 防水层      | m <sup>2</sup> | 885 438 |
| 7   | 沥青混凝土下面层 | m <sup>3</sup> | 37 444  |
| 8   | 沥青混凝土中面层 | m <sup>3</sup> | 35 155  |

续上表

| 序 号 | 项 目      | 单 位            | 工 程 数 量 |
|-----|----------|----------------|---------|
| 9   | 沥青混凝土上面层 | m <sup>3</sup> | 40 126  |
| 10  | 桥上部结构重建  | 座              | 3       |
| 11  | 更换伸缩缝    | m              | 1 270   |
| 12  | 重划标线     | m <sup>2</sup> | 70 894  |
| 13  | 单波改双波护栏  | m              | 5 106   |
| 14  | 调整、设置护栏  | m              | 14 593  |
| 15  | 立柱式轮廓标   | 根              | 2 722   |
| 16  | 各类标志牌    | 块              | 360     |
| 17  | 支架式轮廓标   | 块              | 5 111   |
| 18  | 粘贴式轮廓标   | 块              | 7 782   |
| 19  | 诱导标      | 处              | 470     |
| 20  | 公里桩      | 处              | 136     |
| 21  | 百米桩      | 块              | 1 207   |
| 22  | 安装防眩板    | 块              | 55 205  |
| 23  | 更换隔离墩    | 块              | 1 841   |
| 24  | 通讯井抬高更换  | 套              | 736     |
| 25  | 水泥路面更换段板 | m <sup>2</sup> | 23 274  |
| 26  | 稀浆封层     | m <sup>2</sup> | 267 565 |
| 27  | 紧急停车港湾   | 处              | 14      |
| 28  | 紧急避险车道   | 处              | 1       |
| 29  | 边坡喷铺     | 处              | 10      |
| 30  | 路基压浆     | 段              | 7       |
| 31  | 热再生      | m <sup>2</sup> | 26 844  |

## 二、完成的主要工作

### (一)交通组织

石太高速公路是晋煤外运的主要通道,是主干线公路,它的畅通对华北地区的经济建设和人民生活有重要影响。石太高速公路大修工程采取双幅交替断交施工,属全国首例,无经验可循。石太高速公路地处太行山脉,属山岭重丘地区。受地形地貌的影响,坡陡、弯急,路况十分复杂,在这样的路段上实施单幅通行、单幅施工,而且在部分路段要借道行驶、交叉作业,特别是在南半幅大修时,车辆沿北半副逆向行驶,保安全、保畅通的工作非常艰巨。省交通厅公路局、省道路开发中心、石青公司多次召开石太高速公路交通安全协调会及专家论证会,认真分

析石太高速公路断交施工带来的各种不利影响,充分考虑石太高速公路处于山岭重丘区,施工条件受限制,合理安排,以尽可能缩短工期,最大限度地减少对社会和本身经营的影响。根据分流路线的承受能力等因素,制订科学、合理的大修工程施工交通组织方案,并在实施过程中不断的总结完善。石青公司在省政府、省交通厅、省道路开发中心的全力支持下,在公司全体员工、工程监理、施工单位的共同努力下成功地组织了整个施工过程的安全保障工作,确保了石太高速公路在大修期间道路安全畅通、施工秩序良好。

## (二)建设管理

### 1.工程合同管理

石太大修工程采用的是 FIDIC 管理模式,按照交通部“公路工程招标投标管理办法”的要求,参照《公路工程国内招标文件范本》编制了:

- (1)石太高速公路大修工程施工招标文件;
- (2)石太高速公路大修一期交通工程招标文件。

路基路面、构造物、交通安全设施按照国家颁布的《中华人民共和国招标投标法》和交通部颁布的《公路工程施工招标评标办法》的要求全部采用招标方式选择承包单位。

### 2.工程资金管理

石太高速公路大修工程概算总投资 2.3 亿元人民币,全部为银行贷款。为此,公司在资金的管理上始终本着在合理运用资金的基础上,尽量节约资金,降低成本的基本原则。

(1)严格遵守财会制度,做到专款专用,不挪用建设资金,在董事会批准的预算额内控制各项费用的支出。

(2)大修工程新增、变更工程多,对合同内变更项目和发生费用要严格审查,做到变更有依据,变更数量、金额准确。

(3)严格审查施工单位的支付报表及其审批手续,实行驻地监理签认,总监办审核两级控制,建设单位工程、计划、财务等多层把关。

### 3.工程质量管理

质量永恒的主题。公司董事会要求本次大修工程坚持“质量第一”。公司工程部负责定期抽查,工程部鹿泉办公室负责日常检查和巡视,着重做好如下工作:

- (1)加强质量管理机构建设,建立健全质量保证体系;
- (2)抓好工程质量的源头关;
- (3)对关键工序、关键部位进行重点控制;
- (4)优化、完善设计,搞好工程变更;
- (5)采用新技术、新工艺、新材料,提高整体质量。

### 4.进度控制

为了缓解 307 国道的交通运输压力,交通厅要求将原设计 12 个月两年完成的工期压缩到一年完成。为此,建设单位、施工单位和监理单位的工程管理人员群策群力,三次修改施工进度计划,改进施工工艺,优化管理,广大工程人员不辞辛苦,加班加点战斗在第一线。各方人员齐心协力,在保证各项工序工程质量的前提下,如期圆满完成了建设任务。

在工程完工之时,季允石省长和付双建副省长视察了石太高速公路大修工程(图 1-2),对

石太高速公路大修工程给予了充分肯定,特别是对交通部门通过精心组织和科学安排,对原计划有效工期 12 个月、两年完成的工期缩短为七个月在一年内完成的做法非常满意。



图 1-2 省领导视察石太大修工程

## 5. 地方工作

公司成立了以副总经理为首,办公室、工程部、营运部主要负责人组成的地方问题工作小组,专门调查地方提出的事宜,协调和解决了弃渣占地、地方排水等问题,使大修工程顺利进行得到了有效保障。

## (三) 病害调查与分析

在进行路面调查、钻孔检测的基础上,综合路面弯沉、雷达瑞雷波检测、历年路面挖补养护资料、路面竣工与设计资料,结合石太高速公路路面病害现状,进一步明确了各段路面破损的原因。石太高速公路主要病害为:

1. 沥青路面发生车辙、拥包、龟裂、网裂、开裂、坑槽、沉陷等破坏现象比较普遍;
2. 部分高填方路基和纵横向路基填挖结合部路段,发生不均匀沉陷较为严重;
3. 部分挖石方路基路段地下水含量较高,对路面造成破坏;
4. 部分路基防护排水设施破坏严重;
5. 部分桥涵桥面铺装损坏、渗水,板底出现受力裂缝,伸缩缝、支座损坏,桥头跳车明显。

## (四) 大修设计

本次设计,根据河北省交通厅公路管理局的指示精神,按照“恢复原设计、根除病害、完善功能、适当提高标准”的原则进行。尽量采用先进的现代化检测手段,取得充分、可靠的基础资料,充分汲取国内外高速公路大修工程的经验和教训,结合石太高速公路的实际,科学合理地进行了施工图设计。

### 1. 路线

本次大修路线设计按照尽可能改善路面平整度的原则进行,恢复旧路面纵、横断高程。主要完

成了外业测量,对旧路面高程进行纵断拉坡设计,按照原设计图恢复路面横坡及弯道超高。

## 2. 路基

主要完成了对挖方潮湿段路基排水设计,并对路基边坡防护不完善之处和病害进行了处治设计。

## 3. 路面

(1)平原区路段:路面局部少量挖补后,北半幅采用半幅全宽罩面 4cm,对应的南半幅罩面 5cm。

(2)面层局部挖除路段:行车道为全部挖除,其余为局部挖补,加铺新沥青混凝土补强罩面层 5cm。

(3)连续挖除路段:全部挖除行车道和超车道旧沥青面层,整修基层后重新铺筑 15cm 面层。

(4)挖方潮湿段按新建路面进行设计。

## (五)病害处治

从便于设计施工的角度出发,通过研究分析,并结合石太高速公路病害特点,将沥青路面病害按沥青面层铣刨、沥青面层挖除、沥青面层修补、基层修补、基层挖补和基层破除等六种处理方式进行病害设计分级,并按照如下原则进行了路面病害处治:

(1)全部挖除沥青面层:龟裂,坑槽(坑深大于 2.5cm),重度沉陷(深度大于 2.5cm),车辙、拥包(高差大于 3cm),开裂唧浆。

(2)铣刨沥青表面层:车辙、拥包(高差小于等于 3cm),坑槽(坑深小于等于 2.5cm),轻度沉陷(深度小于等于 2.5cm),重度不规则裂缝(块度 50~100cm)。

(3)挖补基层:基层重度开裂(块度小于等于 100cm)、松散(钻孔取芯,不能成整体)。

(4)基层破除:对局部路面弯沉值  $L_r$  大于 31.0(0.01mm)的路段。

(5)路面的其他病害类型,按《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073.2—2001)要求进行维修。

## (六)路基

主要是对路基强度不足、有沉陷病害的路段进行了压浆处理,并重新设计了挖方潮湿段,进行挖方段排水设施的设计与施工。此外对边坡冲刷和支挡结构物病害进行了处理。

## (七)路面翻修与罩面

大修工程主体主要是路面基层的翻修和沥青层的重铺和加铺,从某种意义上说基本与新建路面工序一致,主要有以下几部分组成:

1. 沥青旧路面的挖除;
2. 旧基层破除;
3. 水泥稳定碎石基层施工;
4. 普通沥青混凝土底面层施工;
5. 改性沥青面层施工;
6. 粘层、封水层、SBS 防水层施工。

此外,本次大修还较大范围地应用了四种新技术:

1. 岩沥青试验段施工;
2. 沥青混合料设计全部采用 GTM 设计法;
3. 热再生试验路施工;
4. 改性乳化沥青稀浆封层施工。

### (八)桥梁

1. 对于桥梁承重结构的病害,如梁板底的受力裂缝、露筋锈蚀部位,根据病害轻重程度,分别采用环氧树脂砂浆、粘贴碳纤维布或换梁(板)措施处理。铰缝砂浆或混凝土严重脱落部位重新进行浇注,并在梁板顶铰缝处增设  $\phi 16$  钢筋,间距 20cm,以加强梁板间的横向联系。代表工程是甘陶河大桥病害治理工程。

2. 对于铰缝出现脱落、漏水和裂缝的桥涵构造物,将出现问题的铰缝全部凿除,采取加强连接的有效措施重新浇注铰缝。

3. 对结构性破坏的桥涵构造物,先更换损坏结构再恢复整体结构。

4. 对于石拱通道、涵洞出现的裂缝拟采取环氧树脂砂浆进行勾缝,必要时还加注浆处理,个别变形严重处进行现浇混凝土加固,对勾缝砂浆脱落部分重新进行勾缝。

5. 对于破损的桥面铺装凿除重建。增设 SBS 防水层,桥面混凝土铺装钢筋由  $\phi 8$  改为  $\phi 12$ ,在条件许可下将混凝土厚度调整到 7cm 以上,沥青混凝土桥面铺装层采用与路面相同的结构。其中金良河大桥、庙岩中桥和 K351 + 947 分离立交的上部结构按原设计重建,但在板厚、混凝土标号等方面适当有所提高。更换了大修工程路段内的所有桥梁伸缩缝。

6. 对于损坏的伸缩装置进行更换。

7. 对于损坏严重的支座进行更换。

8. 对于桥头搭板断裂的进行拆除重新浇注。

9. 对于混凝土表面网裂、剥落部位进行抹面处理。

10. 对于结构物八字墙、锥护坡勾缝砂浆脱落部位重新勾缝,对局部沉陷、破损、空洞部位进行重新砌筑。

### (九)交通工程

全路段的交通标线采用 GB 5768—1999 的规定。全路段高填方路段( $H > 8m$ ),路侧选用双波护栏。对原沉降段的护栏按照原设计标准调顺、调高,诱导标、轮廓标、指示标志全部按照 GB 5768—1999 安置。对路基沉降段中央隔离带隔离墩调高,全路段中央隔离带隔离墩上安装防眩板。增设 14 处停车港湾,1 处紧急避险车道。

## 第四节 大修工作经验体会与存在问题

### 一、大修工程关键技术与创新点

大修工程项目组通过大量的国内外调研发现,国内几条已经完工的高速公路大修项目基

本上是全部挖除沥青面层,或者是全部挖除沥青面层和基层后重新铺筑。对于山岭重丘区高等级公路的大修工程还未见相关报道。为此,根据石太高速公路河北段的实际情况,通过采用先进的现代化检测手段、人工现场调查与收集历年路面挖补养护资料和路面竣工资料相结合的方法,对路况及路面病害有了清楚的认识后,采取了有针对性的技术措施,在石太大修工程中完成如下关键技术改进和创新:

1.全面系统地完成了山区高速公路大修工程设计,为山区大修设计提供了一个完整的设计样本。

2.作为国内首次山区高速大修,石太高速公路大修工程开创性地采取双幅交替断交施工,属全国首例,也是公路大修的一个特别之处。为了确保施工安全和最大限度地减少断交施工对社会和本身经营的影响。根据分流路线的承受能力等因素,制定了科学、合理的大修工程施工交通组织方案,为今后大修的交通组织工作积累了一定的经验。

3.对石太特有的挖方潮湿段进行了综合设计,处理路基病害,完善排水设施,重建路面,这是石太大修工程的一大特色。

4.全线采用 GTM 沥青混合料,表中面层使用改性沥青,大大提高了路面的抗车辙能力和路用性能。

5.增设 SBS 改性沥青防水层,全面防治水损病害。

6.对部分路段,使用了岩沥青以提高路面的路用功能。

7.加强对原材料的质量控制,采用专用石料,适当提高原材料部分技术标准。

8.对部分路段进行了热再生施工,为这种新型养护技术在河北省的推广应用积累了一定的经验。

## 二、经验体会

石太大修走了国内山区高速公路大修先河,全体工程技术人员与施工人员群策群力,在施工中不断总结和积累大修技术,充分展示他们在大修工程中的管理水平和技术力量,为今后国内其他高等级公路大修提供了样板和丰富的实际经验。

由于大修工程涉及内容多,需要总结的地方很多,但限于篇幅,只能对比较重要之处做以阐述。以下是对大修工程的几点体会:

1.本次大修充分做好勘察调查、论证、设计等方面的前期工作,而且开工前以及旧路破除过程中的路况复核调查应提前安排组织,由监理、施工单位、业主配合设计部门共同现场办公,及时进行变更设计的批复,加快了工程进度。

2.本次大修积累了一个较为丰富的山区高速大修双幅交替断交的施工交通组织方案编制经验,也为今后大修的交通组织工作积累了一定的经验。

3.与正常的新建项目相比,大修工程虽然总的工程量不大,但是所涉及的各分项工程多,需用机械设备不比新建工程少。所以要保证工程的顺利开展,更需认真做好施工前的准备和施工方案的确定,科学合理编排施工组织计划。比如大修工程旧路面的破除往往占用的工期比较长,要加快工程进度,一般情况下采用的措施是在人员设备上多做准备,如用挖掘机、装载机,配合切割机、风镐进行破除,并且多分作业段全线进行破除。但是本次大修工程由于工期特别紧,采取了特别措施,为加快进度,大部分路面破除采用了大型铣刨机进行铣刨,这样进度

快、效率高,不足之处是成本较高。

4.石太大修作为大修工程,抓住了重点,将影响交通和交通安全的项目统一安排,集中在最短的时间内完成,对不影响使用的某些项目,比如平原区的水泥路面和大部分的桥梁病害,已在正式路面大修前处理完成,从而确保了工程进度。

5.本次大修采用了近年来河北省科研的诸多成果,使这些新材料、新工艺在山区公路大修中得到了应用,取得了良好的效果。

### 三、问题与建议

1.高速公路大修在河北省尚属首次,并且设计中既要考虑尽可能利用旧路的可利用部分,以节省造价,又要提高标准和功能,所以对旧路的现场调查是否全面、详细、可靠,直接影响设计成果的可行性。从本工程来看,就旧路面破除来说,虽大部分图纸提供的位置与实际路面破损情况相符,但是还有许多路段实际破损情况与图纸不符,特别是旧基层的情况更突出些。建议加强大修前的检测,并且设计部门在破除旧油面后,应该到现场重新调查一次,进行补充变更设计,以完善原设计的不足。

2.GTM设计法在全段高速公路沥青混合料设计和施工中的大规模应用,这在国内尚属首例,目前正处在试验阶段,应加强检测,但是在施工中发现该方法用油量偏少,对动稳定度没有最大限制,这样可能会降低使用寿命。建议适当考虑提高油石比,并拟定车辙稳定度最高量的限制指标,对材料和施工工艺做更严格的要求,方能达到 GTM 设计法的效果。

3.在施工中发现某些没有处理的高填方路基,出现沉降裂缝(特别在雨后或超重载作用下)并有下沉趋势,从北幅几段高填方处的注浆情况来看,进浆量很大,表明路基中空隙还很多(特别是填石方段),沉降并没有完全趋于稳定,建议大修前应先对高填路基、桥涵、填挖结合部进行压浆处理。

4.路面基层的处理采用的是水泥稳定碎石,很有可能在今后的运营过程中出现反射裂缝,应在日常养护过程中注意观察,及时采取措施进行处理。

5.高速公路大修工程在采取半幅断交施工半幅通车的情况下,有关部门应做好各项分流的准备工作。