

山区高速公路建设关键技术

Key Technologies of Highway Construction in Mountain Area

——江西武吉高速公路建设实践

凌宏亿 俞文生 王运金 王建秀 彭爱红 编著



人民交通出版社
China Communications Press



湖南大学图书馆ZS0816195

山区高速公路建设关键技术

Key Technologies of Highway Construction in Mountain Area

——江西武吉高速公路建设实践

凌宏亿 俞文生 王运金 王建秀 彭爱红 编著



人民交通出版社
China Communications Press

U459.2
22

内 容 提 要

本书共分9章,集成了武吉高速公路建设关键技术的代表性成果。主要包括:武吉高速公路概况、高填路堤加筋与强夯加固技术、连拱隧道结构选型及荷载计算技术、隧道塌方调查及监测预警技术、九岭山特长隧道通风防灾技术、特长纵坡沥青路面施工控制技术、高墩大跨度桥梁路面施工控制技术、隧道路面阻燃温拌技术及大跨径桥梁移动模架施工控制技术。

本书可作为高速公路勘察、设计和施工人员的参考用书,也可供大专院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

山区高速公路建设关键技术:江西武吉高速公路建设实践/
凌宏亿等编著. —北京:人民交通出版社, 2011.6

ISBN 978-7-114-09102-5

I. ①山… II. ①凌… III. ①山区道路:高速公路—
隧道施工—施工技术 IV. ①U459.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第088523号

书 名:山区高速公路建设关键技术——江西武吉高速公路建设实践

著 作 者:凌宏亿 等

责任编辑:韩亚楠 郝瑞萍

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) 59757969, 59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:17.5

字 数:323千

版 次:2011年9月 第1版

印 次:2011年9月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09102-5

定 价:46.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

PREFACE

江西省武宁—吉安高速公路（以下简称武吉高速公路）是国家高速公路“7918”网规划中“纵五线”大庆至广州国家高速公路江西境内的北段，是江西省高速公路规划的“三纵四横”公路主骨架的主要组成部分，也是江西省一次性投资额最大、建设里程最长、施工难度最大的重点建设项目。路线北起赣鄂省界武宁县，南至吉安市，与赣粤高速公路相接，途经九江市的武宁县、修水县，宜春市的铜鼓县、宜丰县、上高县，新余市的分宜县、渝水区、仙女湖区，吉安市的吉安县、安福县、吉州区等4个设区市、11个县（区）、38个乡镇（场）、150个行政村。全长285.809km，总投资131亿元。2008年8月，随着武吉高速公路宜丰天宝互通以北路段的通车，武吉高速公路全线正式宣告通车运营，自此结束了赣西北无高速公路的历史。

本书集成了江西省交通运输厅“高填路堤稳定性及非均匀沉降控制技术研究”、“连拱隧道衬砌结构受力体系转换研究”、“隧道塌方预警预测体系及治理措施研究”、“特长隧道的通风防灾关键技术研究”、“山区高速公路沥青路面结构及材料组成设计研究”等科研成果和相关的勘察、设计、施工资料，重点介绍山区高速公路建设关键技术中的代表性成果。全书共分9章，第1章介绍武吉高速公路概况；第2章介绍高填路堤加筋与强夯加固技术；第3章介绍连拱隧道结构选型及荷载计算技术；第4章介绍隧道塌方调查及监测预警技术；第5章介绍九岭山特长隧道通风防灾技术；第6章介绍特长纵坡沥青路面施

工控制技术；第7章介绍高墩大跨度桥梁路面施工控制技术；第8章介绍隧道路面阻燃温拌技术；第9章介绍大跨径桥梁移动模架施工控制技术。全书紧密结合武吉高速公路展开，采用现场监测、试验以及理论分析等方法解决建设中的关键技术问题；可供相关设计、施工人员及科技工作者参考。

本书由凌宏亿、俞文生、王运金、王建秀、彭爱红编著，感谢科研项目完成单位同济大学、东南大学、重庆交通科研设计院、长沙理工大学的支持。在资料收集过程中，得到了相关科研、设计、施工单位的大力配合，编写过程中参考了国内外相关学者的部分研究成果，研究生谷雪影、胡蒙蒙、张兴胜、付慧仙、郭太平、吴远斌等参加了现场调研、资料收集和整理工作，在此一并致谢。

本书内容涉及多个专业技术领域，在成书过程中难免有错误、疏漏和不妥之处，恳请专家与同仁批评指正，并提出宝贵意见。

编 者

2011年3月

目 录 CONTENTS

1	武吉高速公路概况	1
1.1	山区高速公路特点	1
1.2	武吉高速公路概况	2
1.3	武吉高速公路建设关键技术分析	8
2	高填路堤加筋与强夯加固技术	12
2.1	高填路堤加筋技术	12
2.2	碎石土高填路堤强夯加固技术	20
3	连拱隧道结构选型及荷载计算技术	27
3.1	连拱隧道结构选型	27
3.2	连拱隧道荷载计算技术	30
4	隧道塌方调查及监测预警技术	40
4.1	隧道典型塌方调查	40
4.2	隧道塌方预警监测内容与方法	48
4.3	隧道塌方的监测预警	56
4.4	基于监测曲线的隧道塌方预警方法	70
5	九岭山特长隧道通风防灾技术	80
5.1	工程概况	80
5.2	交通组成和工况分析	81
5.3	隧道需风量计算	82
5.4	通风方案比选	87
5.5	隧道通风优化方案计算分析	96
5.6	隧道通风防灾控制原则	105
6	特长纵坡沥青路面施工控制技术	110
6.1	沥青路面及分类	110
6.2	特长纵坡坡度与稳定速度	112

6.3	特长纵坡沥青路面混合料高温稳定性试验方法	115
6.4	特长纵坡沥青路面混合料高温稳定性评价与检测方法	120
6.5	沥青路面车辙数值计算	129
6.6	特长纵坡条件下车辙	139
6.7	影响车辙的因素及材料控制	150
7	高墩大跨度桥梁路面施工控制技术	163
7.1	水泥混凝土桥面沥青铺装损坏类型及原因	165
7.2	高墩大跨度桥梁沥青路面铺装的应力分析与施工控制	172
7.3	高墩大跨度桥梁沥青路面铺装防水黏结层与施工控制	183
7.4	高墩大跨度桥梁沥青路面铺装施工控制	208
8	隧道路面阻燃温拌技术	211
8.1	隧道路面的特点	212
8.2	阻燃材料技术特点	213
8.3	隧道路面阻燃材料与温拌技术	215
9	大跨径桥梁移动模架施工控制技术	221
9.1	笔架山高架桥工程概况	221
9.2	移动模架施工技术的发展及应用	223
9.3	移动模架比选	226
9.4	MSS1800 型 50m 上承式移动模架主要结构	228
9.5	移动模架拼装	234
9.6	移动模架预压	243
9.7	箱梁施工	247
9.8	移动模架过孔	263
9.9	移动模架拆除	267
	参考文献	268

1 武吉高速公路概况

1.1 山区高速公路特点

山区地形、地质和水文情况复杂,山区高速公路和平原区地区高速公路建设相比有以下特点。

(1)技术标准

在拟定平原区高速公路技术标准时,主要考虑公路网规划、项目在路网中的地位和作用,按照公路的使用任务、功能和远景交通量综合确定相关指标。在拟定山区高速公路技术标准时,除考虑平原区的相因素外,还必须着重考虑项目所在区域的自然条件,正确处理项目与自然条件的关系,在最大限度地保护区域自然环境的前提下,拟定技术标准。

(2)路线方案

平原区高速公路路线方案布置,注重考虑高速公路与区域路网的关系,路线控制点主要为城镇或交通枢纽,强调方案的交通功能。路线方案比选,着重考虑路线的便捷程度,与交通源的联系以及拆迁、占地等方面的。山区高速公路路线方案布置,主要考虑地形、地质、水文、生态等自然条件方面的因素。路线控制点较为分散,路线方案比选除考虑平原区的相关因素外,要着重考虑自然保护区的内容,如路线对自然环境的破坏程度及恢复的可行性,取、弃土方案,生态植被恢复方案等。

(3)技术指标

平原区高速公路一般采用较高的技术指标,以最大限度地满足行车舒适性要求。山区高速公路技术指标运用,强调与自然条件相结合,在满足道路使用基本功能的前提下选用适合的技术指标,并强调技术指标的均衡性。

(4)地质勘察

平原区不良地质现象主要有软土、液化土、盐渍土、采空区、岩溶等,勘察范围小,易被勘察人员发现。山区高速公路不良地质除了以上类型外,还有滑坡、泥石流、崩塌等灾害,且分布面较广,处理难度大。有些地质问题在一定程度上对路线方案起着极强的控制作用,山区高速公路原则上提倡地质选线。

(5) 施工方案

平原区高速公路施工方案的拟订,一般是在符合路线总体走向的前提下进行,不因局部施工方案的变化而影响路线总体方案的布局。山区高速公路施工方案的拟订与路线方案有着极强的内在联系,主要施工方案的拟订如高路堤或高架桥、深路堑或隧道等,将会对路线方案有较大的制约与影响,有时会改变路线的总体布局。

(6) 其他

平原区高速公路的环境保护主要体现在解决噪声、景观等问题方面。山区高速公路环境保护则强调主动保护区域自然环境,最小限度地破坏大自然。从工程造价方面讲,由于山区复杂的地形、地质、水文、生态等自然条件,造价一般高于平原区高速公路。另外,平原区的道路景观一般以人为的景观设计为主,而山区高速公路的道路景观更强调与自然景观的融合,设计难度较大。

1.2 武吉高速公路概况

1.2.1 工程概况

大庆至广州高速公路(以下简称大广高速)是交通运输部新规划的国家高速公路网“7918”中的“纵5线”,是纵贯我国东北、华北、华中和华南广大区域的交通运输大动脉。大广高速的建设对于完善全国干线公路网布局、促进沿线各省市的国民经济和社会发展将起重要作用。武宁—吉安高速公路(以下简称武吉高速)是大广高速在江西境内的北段,也是江西省“三纵四横”高速公路主骨架网“西纵”的一部分,位于江西省西北部、长江中下游接合处,地处东经 $114^{\circ}40'$ ~ $115^{\circ}56'$ 、北纬 $25^{\circ}58'$ ~ $30^{\circ}04'$,贯穿赣西北与赣中西部地区。路线起点位于江西省武宁县鄂赣两省交界处,与大广高速公路湖北段相接,途经武宁县、修水县、铜鼓县、宜丰县、上高县、分宜县、新余市渝水区和仙女湖区、吉安县、安福县、吉安市吉州区等11个县(市、区),终点位于吉安市吉安县大溪村(赣粤高速吉安南互通以南2.0km),与赣粤高速相接。路线总长285.809km。图1-1为武吉高速公路路线地理位置图。

武吉高速公路为山区高速公路,其技术标准为:

- (1) 全线按双向四车道高速公路设计;
- (2) 全线采用的设计速度为100km/h;
- (3) 全线路基设计宽度为26m,路面结构为沥青混凝土;
- (4) 设计荷载:公路—I级;

(5)设计洪水频率:特大桥为 1/300,大、中、小桥涵和路基为 1/100;

(6)全线设置安全、监控、通信、收费、供电照明及服务等设施。

全线主要工程数量见表 1-1。

武吉高速公路全线建成通车,结束了赣西北无高速公路的历史,它的实施将极大地促进沿线各市县与外界的经济文化交流,推动全面建设小康社会的进程,对于实现江西在中部地区崛起也将产生深远影响。



图 1-1 路线地理位置图

武吉高速公路主要工程数量表

表 1-1

序 号	主要单项工程	分 项 工 程	单 位	数 量
1	路基土石方	土方	万m ³	2 228.9
2		石方	万m ³	2 912.5
3	路面工程	级配碎石底基层	千m ²	5 739.1
4		水泥稳定基层	千m ²	5 141.4
5		沥青稳定基层	千m ²	4 909.8
6		沥青混凝土路面	千m ²	4 708.5
7	排水工程	边沟	万m ³	43.3
8		截水沟	万m ³	5.2
9	防护	挡土墙(混凝土)	万m ³	5.8
10		骨架式满铺防护片石圪工	万m ³	43.2
11		客土植草	千m ²	3 133.2
12	桥涵工程	特大桥(含高架桥)	m/座	2 774/2
13		大桥(含高架桥)	m/座	26 912/82
14		中桥	m/座	2 141.9/30
15		小桥	m/座	56.1/2
16		涵洞	道	485
17	隧道工程	特长隧道	m/处	13 656/3
18		长隧道	m/处	6 324/5
19		中隧道	m/处	5 824.5/9
20		短隧道	m/处	3 455.3/10
21	交叉工程	互通式立交	处	13
22		分离式立交	处	69
23		通道	道	390
24	交通工程及沿线设施		公路公里	285.809

1.2.2 地形、地貌

武吉高速公路路线跨越中低山、丘陵、平原三个地貌区。总体上,北部为幕阜山、九岭山余脉的中低山区,其间分布众多小块盆地和河间阶地、南部为九龙山丘陵与吉泰盆地。地势总趋势为北高南低。工作区内最高海拔 1 794m,为武宁、修水、靖安三个县交界处。路线自北向南穿过不同的地貌单元。

K0~K10(五里凸—外坪)为中低山地貌,路线起点处海拔 860m,相对高差大于 500m;

K10 ~ K35(外坪—南坑)为盆地地貌;

K35 ~ K120(南坑—牛头岭)为中低山地貌,路线上最高海拔1 000m,相对高差大于500m;其中张家铺—何家垅、炉坊—领头为山间盆地地貌,高程200 ~ 300m,坡度不大。

K120(牛头岭)以南为大面积的丘陵地貌,其中 K130 ~ K160(敖桥—湖镜)海拔较低,高程基本在200m以下,地势平缓;湖镜—云前地势略有起伏,有一些NE走向的中低山地貌排列其中。

中低山地貌区海拔高度都在500m以上,相对高差500m左右。山体整体走向NE向,多呈垄状、踞状,山脊延伸远、切割深,阴影明显,多被植被覆盖。丘陵地貌区海拔100 ~ 500m,地势略有起伏,可见零星NE走向山冈。盆地地貌区海拔高度一般低于200m,地势较为平缓,相对高差小于100m。赣江一级支流锦江与袁河东西横贯,发育二级阶地和平缓的河谷平原。

1.2.3 水系、水文及气象情况

1) 地表水

武吉高速公路路线带内水系较为发育,属赣江流域,自北向南有修水、北潦河、潦河、锦河、袁河等河流穿过,皆为近EW流向。其中,修水在K21处、锦河在K145处、袁河在K207处分别与路线相交。K20东面为江西省最大的柘林水库,库容达 $7.92 \times 10^9 \text{ m}^3$;K206西侧为江口水库,库容达 $8.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。路线南端丘陵地带还分布有光华水库、彭湖水库、西坑水库、北门水库、白马桥水库、双峰水库、沙江水库等较多小水库。

2) 地下水

武吉高速公路路线带内温湿多雨,为地下水提供了充足的补给水源,依照地貌、岩性、地下水类型和富水性等因素,将其划分为六个水文地质区,见表1-2。

水文地质分区表

表 1-2

水文地质分区	代号	富水等级
河谷平原松散岩类孔隙水区	I	强富水
低山丘陵碳酸盐岩类裂隙溶洞水区	II	强富水
低山丘陵碳酸盐岩类夹碎屑岩类裂隙溶洞水区	III	强—弱富水
低山沉积碎屑岩类裂隙水区	IV	中—弱富水
丘陵红层裂隙孔隙水区	V	中—弱富水
中低山岩浆岩类,变质岩类裂隙水区	VI	弱—贫富水

1.2.4 区域地质构造、地层岩性

1) 地质构造

从大地构造位置来看,武吉高速公路路线带大致以萍乡—广丰深断裂(新余分

宜)为界,以北属扬子准地台,由四个构造单元组成,从北向南依次为:九宫穹断束、修水—武宁凹褶断束、九岭穹断束、萍乡—高安凹褶断束。以南属华南褶皱系,由两个构造单元,武功山—华山隆断束、吉安凹陷组成。

路线带的区域地质特征是:地层为 NE—NEE 向展布,构造总体也呈 NE—NEE 走向。路线带北部九宫穹断束主要由中元古界地层组成;修水—武宁凹褶断束主要由下古生界和早三叠统地层组成;中部九岭台隆核心为规模巨大的九岭花岗岩体,两侧为古老的中元古界地层;萍乡—高安凹褶断束主要由上古生界和中生代地层组成,灰岩、煤系发育,南部武功山—玉华山隆断束震旦系广泛发育,上古生界和早三叠统地层分布于安福盆地一带,吉安凹陷主要地层为白垩系与部分侏罗系及第三系。

路线带内有多条 NE—NEE 走向的深大断裂和一般断裂通过,在地壳运动影响下,区域内形成一系列的褶皱和断裂层。

在整个图幅范围内,褶皱严格受区域大地构造影响,从北向南依次出现:修水—武宁复式向斜(受修水—武宁凹褶断束控制)、九岭复式背斜(受九岭穹断束控制)、万载—高安复式向斜(受萍乡—高安凹褶断束控制)和新余—吉安复式背斜(武功山—玉华山隆断束控制)。

2) 地层岩性

武吉高速公路路线带内地层自老到新依次为元古界、古生界、中生界、新生界。各时代地层分述如下。

(1) 中元古界

路线多次长距离穿越下亚群地层,其岩性呈深灰、暗灰色、灰绿色,为中—巨厚层状变沉积灰岩,变余砂岩、千枚岩、砂质板岩,部分地段出现变辉绿岩、变细碧—石英角斑岩。路线中部、北部长距离穿越上亚群地层,其岩性为灰色、灰绿色中厚—巨厚层状变余凝灰质细砂岩、粉砂岩、千枚岩、板岩、变余杂砾岩。局部地区见少量的变灰绿玢岩、细碧岩以及变石英角斑岩夹层。

(2) 上元古界

震旦系为冰川,河流—滨海碎屑岩,硅泥岩—碳酸盐建造。路线在北部及其他一些地段穿越震旦系,其岩性为灰色、灰白色、中厚层状细砂岩、粉砂岩、灰黑色夹炭质页岩、深灰色厚层状长石石英砂岩、灰白色石英砾岩。

(3) 古生界

①寒武系:为潮坪—深湖相有机质、泥质沉积和浅海—滨海相泥质—碳酸盐岩沉积建造。在路线带北部穿越,其岩性以黑色中薄层状炭质页岩,灰黑色厚层状含炭硅质页岩,夹深灰色薄层状硅质岩,灰黑色中厚层状泥质灰岩夹纯灰岩透镜体和钙质页岩,灰色、灰黑色中厚层状灰岩,粉砂质页岩为主。

②奥陶系:属于浅海潮坪相碳酸盐岩以及泥质组成的细碎屑岩复理石建造。路线在北部穿越该组地层,其岩性以灰绿、青绿色页岩,砂质页岩,灰黑色、黑色页岩,泥质粉砂岩为主。

③志留系:为浅海潮坪环境下沉积的泥砂质类复理石和滨海半咸水环境下沉积的碎屑岩复理石建造。路线在北部穿越该组地层,其岩性为灰绿色、深灰色、紫红色、黄绿色长石石英砂岩夹页岩、砂质页岩、泥质粉砂岩。

④泥盆系:泥盆系在图幅范围内发育不全,近残余泥盆系上统五通组,而出露范围很小。本线路在南端穿越该组地层。其岩性为紫红色、灰白色厚层状石英砂砾岩、石英砂岩、长石石英砂岩夹紫红色粉砂岩。

⑤石炭系:为滨海平原环境下沉积的碎屑岩石和浅海环境下沉积的碳酸盐岩建造。路线主要在南部,中部、北部的少数路段穿越该组地层。其岩性为紫红色、灰黄色、灰白色厚层状石英砂砾岩,石英砂岩、长石石英砂岩夹灰黑色、紫红色灰色砂质页岩,粉砂岩、灰白色、浅灰色中厚—厚层状白云岩,灰白色、灰黑色厚层状—块状微粒灰岩、生物灰岩、细粒白云质灰岩。

⑥二叠系:为浅海环境下形成的碳酸盐岩和滨海沼泽环境下的含煤碎屑岩建造。路线主要在南部,中部、北部的一些路段穿越该组地层。其岩性为灰色瘤状灰岩与钙质页岩互层、深灰色中—厚层状含燧石条带状灰岩、灰黑色含炭钙质页岩、瘤状灰岩、扁豆状灰岩、长石石英砂岩、浅灰色中厚层状石英细砂岩、硅质灰岩。

(4) 中生界

①三叠系:为浅海相碳酸盐岩及泥质碎屑岩和海陆交互相碎屑岩建造。路线主要在南部,中部的少数路段穿越该组地层。其岩性为黄褐色、灰绿色页岩、粉砂岩,夹薄层竹叶状灰岩、泥质灰岩,灰色、灰黑色中薄层灰岩、泥质灰岩,白云质灰岩夹紫红色页岩、粉砂岩,黄绿色、紫红色粉砂岩,灰黑色、棕褐色石英燧石砾岩,深灰色中厚层状石英质细砂岩、粗砂岩。

②白垩系:为巨厚层状陆相红色碎屑岩建造。路线在南部长距离穿越该组地层。其岩性为紫红色厚层状、块状砂砾岩,夹紫红色含砾砂岩,紫红色厚层状、块状泥岩,粉砂岩夹紫红色、灰白色砂砾岩、钙质砂岩。

(5) 新生界

①第三系:为红色陆相粗碎页岩建造。路线在北部穿越该组地层。其岩性为紫红色厚层状砾岩,含钙质砂砾岩、钙质粉砂岩、粉砂质页岩、紫红色钙质砂岩、钙质粉砂岩及含钙质砂砾岩、紫红色厚层状含钙质砾岩及钙质砂岩。

②第四系:为冲积型、残积型、沼泽型以及冰川沉积型。主要分布在本路线带北部的修水流域,南部的锦江流域,以及零星分布在中部山区的河谷中。其岩性为松散的砂、砾土堆积物和沉积物。

3) 地震

据关于路线区域内史料记载,1575~1986年,共发生地震13次,除1575年、1865年修水县两次大地震规模较大,推算为6~7级外,其余均系4级以下小震,未造成灾害。根据《江西省地震动参数区划图》,公路选线区域地震动峰值加速度 $0.05g$,即地震基本烈度6度。

1.2.5 不良地质

路线区域内不良工程地质现象主要有:幕阜山地带滑坡和崩塌,九岭花岗岩地区的滑坡和泥石流,上高—分宜一带的岩溶崩塌和煤层的采空,修水流域和锦江流域的沉降、局部的软土地基,安福地质区的溶洞和地下河发育、岩溶地面塌陷等。

(1) 修水流域受三都—罗坪大断裂(F_4)和修水—德安深大断裂(F_2)控制,两断裂均近EW向展布。其中 F_4 为活动断裂,该断裂控制了渣津、三都、武宁断陷盆地的分布。本地区地壳稳定性较差,常有小震发生,并有温泉分布,寒武系地层灰岩较发育。

(2) 九岭地区花岗岩和Pt双桥山群板岩、千枚岩均易强烈风化,本区构造也十分发育,极易产生滑坡崩塌。

(3) 上高—宜丰地区是以晚古生代和早中生代的碳酸盐岩和含煤地层为主,萍乡—新建断裂带(其主干断裂为 F_{11})又强烈作用于其中。本区第四系孔隙水和岩溶水十分丰富,溶洞和地下河发育,加上煤矿采空,可能产生地面塌陷灾害。

(4) 江口—油田地区(第Ⅷ工程地质分区)的上元古界神山群和震旦系千枚岩、千枚岩状砂岩、板岩强烈风化,极易产生崩塌滑坡。

(5) 安福工程地质区(第Ⅸ工程地质分区)是以晚古生代和早中生代的碳酸盐岩和含煤地层为主,本区第四系孔隙水和岩溶水十分丰富,溶洞和地下河发育,岩溶地面塌陷是可能发生的主要地质灾害。此外,本区的含煤地层、页岩、粉砂岩等强烈风化,崩塌、滑坡较易发生。

1.3 武吉高速公路建设关键技术分析

武吉高速公路是江西省一次性投资额最大的基建项目,项目概算总投资达131.577亿元;是江西省一次性开工建设里程最长的高速公路建设项目,路线全长达285.809km;是江西省高速公路施工难度最大的项目,项目桥隧比例高达21%,桥隧总长近60km,有60%地处山岭重丘区,有60km地处岩溶发育区;是江西省公路隧道群最多、最长的公路项目,项目共有隧道24座,单洞总长近60km,其中九岭山被誉为“江西第一长隧道”。其建设关键技术主要有以下八项。

1.3.1 高填路堤加筋与强夯加固技术

土体抗拉强度较低,在土中加入适当的加筋材料,使筋材抗拉强度和土体抗压强度相结合,改善土体的强度和变形特征,从而可达到控制沉降及不均匀沉降的目的。以往很多研究把土工格栅当成线弹性或非线性弹性材料处理,没有充分考虑土工格栅作为高分子聚合物具有的长期荷载下的流变特性以及长期蠕变对加筋土结构长期工作性能的影响。

通过土工格栅室内蠕变试验,探讨其在环境温度和不同荷载条件下的蠕变特性,建立较可靠地反映土工格栅蠕变特性的黏弹塑性损伤模型,然后建立基于土工格栅黏弹性的加筋土本构模型,并且进一步研究预应变加筋机理,并用工程实例证实其有效性,这些对加筋土结构的分析及安全设计具有重要意义。高填路堤加筋与强夯加固技术是武吉高速公路建设的关键技术之一。

1.3.2 连拱隧道结构选型及荷载计算技术

连拱隧道结构形式的差别主要是中墙的形式。连拱隧道按中墙形状的不同可分为直中墙连拱隧道和曲中墙连拱隧道,按中墙结构可分为整体中墙连拱隧道和三层中墙连拱隧道。如何因地制宜地进行连拱隧道的选型,最大限度地发挥连拱隧道的优势,是亟待解决的问题。单洞隧道围岩压力的计算是在长期观察地下洞室开挖后的破坏特性的基础上建立的,而对于连拱隧道而言,如何科学合理地计算其围岩压力,是保证连拱隧道安全的关键。

目前针对连拱隧道的实践和理论研究工作相当有限,对其中很多问题的认识尚在探索阶段,连拱隧道设计理论不成熟,在一定程度上影响了连拱隧道的应用与推广。为达到安全、经济、合理、快速地设计与施工的目的,应推进连拱隧道在公路建设中的应用与推广。连拱隧道选型及围岩压力计算技术是武吉高速公路建设的关键技术之一。

1.3.3 隧道塌方及监测预警技术

武吉高速公路隧道工程沿线水文、地质条件复杂多变,断面大且形式多样,施工工艺复杂,在施工中出现了多处塌方(如九岭山隧道塌方、梅沙隧道塌方等),塌方事故易造成施工困难、机械损毁以至人员受伤等情况,是隧道工程建设的主要风险源之一。

现场监控量测可以跟踪围岩动态变化,了解围岩应力分布,判断围岩稳定性;掌握支护结构受力状态,确定衬砌支护形式、支护参数和合理的支护时间,在评价支护结构的合理性及安全性等方面起着传统方法无法替代的作用。隧道塌方及监

测预警是武吉高速公路建设的关键技术之一。

1.3.4 特长隧道通风防灾技术

武吉高速公路九岭山隧道属于特长隧道,在运营过程中将遇到通风、防灾等问题,隧道斜井风机房、隧道通风系统设置、隧道通风系统节能分析、防灾救援排烟、隧道火灾临界风速等问题则亟待解决。

九岭山隧道运营环境的优劣取决于运营通风效率及其通风控制,同时,在隧道火灾控制方面也需要通风设施来发挥作用。特长隧道通风防灾技术是武吉高速公路建设的关键技术之一。

1.3.5 特长纵坡沥青路面施工控制技术

沥青路面具有良好的力学强度、平整耐磨的表面、平稳舒适的行车性能、扬尘少、振动小、噪声低、施工期短以及养护维修简便等特点,是我国高速公路路面结构主要形式。武吉高速公路处于山岭重丘区,存在大量的特长纵坡,车辆行驶速度缓慢,对路面加载时间较长。如果进行路面结构设计时考虑不周或沥青混合料选材不当,极易导致路面由于强度不足而发生剪切破坏,在路表形成车辙。车辙的出现严重影响路面的平整度,车辆在超车或变更车道时容易方向失控,影响车辆操纵的稳定性;同时由于轮迹处沥青层厚度减薄,削弱了路面结构的整体强度,从而容易诱发其他病害。

特长纵坡沥青路面结构及材料组成设计可用于防止高温重载作用下沥青路面车辙的出现,分析特长纵坡条件下车辙的形成规律及影响因素,研究特长纵坡沥青路面施工控制技术是武吉高速公路建设的关键技术之一。

1.3.6 高墩大跨度桥梁沥青路面施工控制技术

武吉高速公路地形复杂,桥隧等构造物特别多,部分地段桥隧比例高达80%,还存在一些高墩大跨度桥梁,如水口高架特大桥,孔桩基础分布在河道或山腰处,桩孔最深达36m,最高墩达41.8m,施工技术难度大。对于桥面沥青混凝土结构来讲其受力比普通道路沥青路面复杂得多。不仅对车辆轮重起重分布作用,还要防止车轮轮胎直接磨耗桥面板,保护主梁免受雨水侵蚀。对于连续梁桥、拱桥及悬臂梁桥等结构的沥青路面层需承受由荷载的作用而产生的负弯矩或拉力。桥面板的变形、大跨度桥梁本身的变形、位移和振动都将直接影响铺装层的工作状态。铺装层还应与桥面板黏结良好,避免水平推移或因温度变化桥面板或梁结构产生过大挠曲而产生裂缝。同时施工过程中考虑到桥梁主体的安全,一般要求避免使用振动碾压,以保证桥梁沥青路面的密实性。