



*Regional
Characteristics of
Asphalt Pavement
in Fujian Province*

福建省沥青路面区域特性

胡昌斌 杨龙清 © 著



人民交通出版社
China Communications Press

福建省沥青路面区域特性

胡昌斌 杨龙清 ◎ 著

*Regional
Characteristics of
Asphalt Pavement
in Fujian Province*



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书针对我国华南地区高温多雨的湿热气候和山区公路特点,以福建省为例,具体从典型病害、气候分区与温度场、路基工程特性与温度场、路用石料性能与黏附性、路面车辙与材料设计、路面典型结构性能与组合设计等方面出发,对沥青路面的区域特性问题进行了研究。

本书可供道路工程专业的科研人员、公路工程领域的从业人员以及相关专业的高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

福建省沥青路面区域特性/胡昌斌,杨龙清著. —

北京:人民交通出版社,2013.3

ISBN 978-7-114-10242-4

I. ①福… II. ①胡… ②杨… III. ①沥青路面—研究—福建省 IV. ①U416.217

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 292585 号

书 名:福建省沥青路面区域特性

著 作 者:胡昌斌 杨龙清

责任编辑:王 霞 付宇斌

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)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:19

字 数:330 千

版 次:2013 年 3 月 第 1 版

印 次:2013 年 3 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10242-4

定 价:45.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

截至2012年,福建省高速公路建成通车里程已达3000km,同时近年来普通公路、市政道路也开始修建或加铺沥青路面。新的《海峡西岸经济区高速公路网布局规划》规划总里程增加到约6100km,可以预见,随着未来十至二十年经济及交通领域的迅速发展,福建省沥青路面的建设仍将以较快速度发展。

相比改革开放之初,目前福建省沥青路面无论从数量还是技术方面均已实现了飞跃发展。从福建省沥青路面技术的发展历程来看,与我国其他地区有着类似的摸索和发展过程,但值得注意的是,由于福建省气候炎热、高温多雨,山岭库岸路基众多,沥青路面工作环境具有典型的南方湿热地区公路区域特性。

福建省路面性能表现存在很多与国内其他地区显著不同的地方特点。现场调查发现,由于施工工艺、地理位置、使用年限、交通量和路面结构不同,福建省各地沥青路面病害特点并不相同,成因复杂。福建省很多路段沥青路面的一些过早病害和反复病害问题,往往与福建省高温多雨、区域路基土特性、地方筑路材料的基本特性、区域地质水文等区域特性直接相关。同时,在养护维修工作中亦发现,仅仅依靠管理系统技术决策或者试图通过国家大类规范,而不分析诊断具体路段的区域情况就想解决和改善相关路面病害问题,往往达不到理想效果。

以上在福建省沥青路面工程实践中反映出的问题均说明,要有效保障和改善公路沥青路面性能,除了不断进行沥青路面基础理论研究和技术创新外,考虑本地气候、路面结构、材料选择、施工、养护的区域特点,将沥青路面的研究和创新进一步细化、区域化,提高对本地路面

区域特性的理解,进而在实践中因地制宜地进行福建省沥青路面设计施工和养护方案决策,这也是确保路面具有良好质量的关键之一。

在当前福建省已有和未来仍将建设大量沥青路面的形势下,及时总结福建省沥青路面的区域特性、分析区域病害成因与发生机制,并提出有效技术对策,对于后续建造更高质量的沥青路面和科学的养护管理无疑十分必要,也将具有重要的理论和工程实践价值。

鉴于此,在福建省交通运输厅交通科技发展项目的支持下,作者近年来结合华南地区湿热气候和区域地理环境特点,具体从福建省沥青路面的典型病害、气候分区与温度场、路基工程特性与湿度场、路用石料性能与黏附性、路面车辙与材料设计、路面典型结构性能与组合设计等方面出发,对福建省高速公路沥青路面的区域特性问题进行研究。

为及时总结相关研究成果,引起对沥青路面区域性问题的关注和重视,促进相关研究发展,作者以“福建省沥青路面区域特性”为题,撰写了本书,内容如下:

- 第一章 福建省公路地理环境与沥青路面
- 第二章 福建省沥青路面典型病害与成因
- 第三章 福建省沥青路面温度场与气候分区
- 第四章 福建省路基土工程特性与湿度场
- 第五章 福建省沥青路面路用石料性能与黏附性
- 第六章 福建省沥青路面高温稳定性与车辙防治
- 第七章 福建省典型沥青路面结构性能与组合设计
- 第八章 研究技术展望

全书由胡昌斌、杨龙清组织统稿并合作撰写,胡昌斌撰写第一、三、四、六、七章,杨龙清撰写第二、五、八章。本书在研究过程中得到了福建省交通科学技术研究所、福州大学道路与桥梁工程系、福建省高速公路建设总指挥部、南平浦南高速公路有限责任公司等单位的大力

支持,在此作者向以上相关单位领导和技术支持人员在项目实施中给予的热心指导与帮助表示衷心感谢!

本书在进行研究和总结时,参阅了大量国内外文献和资料,尽可能的都一一引出,在此一并向这些文献资料的原作者表示衷心的感谢和敬意!限于时间和作者水平,研究和总结难免存在疏漏,还恳请专家、读者批评指正。

作者

2012年10月于福州

目 录

第一章 福建省公路地理环境与沥青路面	1
第一节 福建省地理气候	1
一、福建省的地形特点	1
二、福建省的气候特征	2
三、福建省公路工程地质条件	3
第二节 福建省沥青路面技术发展	4
第三节 福建省沥青路面区域特性	8
一、夏季高温	8
二、降雨量大、雨热同季	9
三、山区地形地质与不良路基条件	10
四、地区石料来源与工程特性	12
五、福建省沥青路面区域特性	13
参考文献	13
第二章 福建省沥青路面典型病害与成因	15
第一节 福建省沥青路面典型病害	15
一、路面裂缝	15
二、水损害	16
三、坑槽	19
四、车辙	19
五、泛油	21
六、沉陷	22
七、松散、推移	23
八、柔性基层沥青路面病害	23
第二节 病害成因分析	25
一、重载交通	25
二、路面结构与构造	26

三、路面材料	26
四、路面施工	27
五、养护管理	28
第三节 福建省沥青路面区域特性问题	29
参考文献	29
第三章 福建省沥青路面温度场与气候分区	31
第一节 福建省气象参数时空分布	31
一、太阳辐射	31
二、气温	35
三、风速	47
四、湿度	48
五、降雨	49
第二节 福建省高速公路沥青路面温度场监测	52
一、实测方案	53
二、观测仪器	53
三、观测路段温度传感器布设	53
第三节 福建省高速公路沥青路面温度场特征分析	55
一、环境因素随时间变化	55
二、路面内不同结构层温度随时间变化	56
三、相近地区不同结构的温度场实测比较	57
四、相同结构不同地区的温度场实测比较	58
五、福建省沥青路面温度场监测特征与极值	59
第四节 福建省沥青路面的温度场预估模型	62
一、统计回归预估模型	63
二、数值分析预估	71
三、福建省沥青路面典型结构温度场计算推荐极值	77
第五节 福建省沥青路面气候分区建议	83
一、四季气候特性	83
二、地区气候特性	85
三、福建省沥青路面气候分区	86

参考文献	88
第四章 福建省路基土工程特性与湿度场	90
第一节 福建省公路路基土	90
第二节 福建省公路路基典型病害	93
第三节 沥青路面路基工程性能要求	95
一、土基支承能力	95
二、路基累积变形	97
第四节 福建省公路路基设计模量	98
一、路基设计回弹模量取值方法	98
二、路基设计回弹模量取值讨论	99
三、福建省沥青路面路基土设计模量要求	101
第五节 福建省公路路基湿度场特性	105
一、路基湿度来源、影响因素	105
二、路基水分迁移理论	108
三、福建省高速公路路基湿度场现场监测	110
四、福建省路基湿度场监测结果	113
五、福建省路基湿度场特性分析	122
第六节 福建省公路路基平衡湿度与回弹模量修正	123
一、方法介绍	124
二、福建省气候区域 TMI 湿度指数划分	125
三、福建省路基湿度状况划分方法	125
四、福建省路基土的基质吸力预估模型	129
五、福建省路基土的土水特征曲线模型与参数标定	136
六、福建省高速公路路基平衡湿度预估	140
七、福建省路基回弹模量平衡湿度修正	147
八、讨论	152
第七节 福建省路基土累积变形特性与竖向压应变控制	153
一、高速公路沥青路面路基受力特性	153
二、福建省黏性路基土累积变形特性试验	155
三、福建省公路路基土容许临界应力	160

第八节 福建省公路路基性能改善技术	161
一、路基水稳定性能改善技术	161
二、路基土变形控制	163
参考文献	164
第五章 福建省沥青路面路用石料性能与黏附性	168
第一节 石料岩石与集料特性	168
一、石料岩石学	168
二、矿物组成对集料特性的影响	171
三、集料加工	172
四、集料质量控制指标	175
第二节 福建省沥青路面适用石料基本情况	176
第三节 福建省沥青路面适用石料工程特性	178
一、石料总体工程特性	178
二、压碎值	180
三、洛杉矶磨耗损失	182
四、表观相对密度、吸水率	183
五、集料与沥青的黏附性	184
六、粗集料的磨光值	184
七、集料耐候性	188
八、福建省沥青路面路用石料性能特点小结	190
第四节 福建省沥青路面集料黏附性与混合料水稳定性	191
一、沥青与集料的黏附性与剥落机理	191
二、沥青路面抗剥落剂与集料选用	193
三、福建地区沥青路面路用集料黏附性	195
四、固体抗剥落剂改善沥青混合料水稳定性能	205
五、消石灰改善沥青混合料水稳定性能	207
六、水泥改善沥青混合料水稳定性能	210
七、各种抗剥落剂改善水稳定性效果对比分析	213
八、石料黏附性与混合料水稳定性小结	214
第五节 福建省沥青路面石料路用性能改善技术建议	215

一、充分利用本地石料	215
二、重视集料的加工工艺	217
三、综合防治水损害	219
参考文献	220
第六章 福建省沥青路面高温稳定性与车辙防治	221
第一节 沥青路面车辙发生机制与影响因素	221
第二节 沥青路面车辙预估与模拟	222
第三节 连续变温条件下福建省沥青路面车辙数值分析	223
一、计算模型及参数	224
二、沥青路面车辙特性数值分析	230
三、不同因素对车辙的影响	246
四、福建省沥青路面车辙特性分析	247
第四节 福建省沥青路面车辙预估方法	250
一、轴载换算	250
二、基于数值结果统计分析的车辙预估	251
三、基于等效气温的车辙预估方法	252
第五节 福建省沥青路面车辙防治技术建议	258
一、基于容许车辙的材料调整方法	258
二、基于车辙控制的沥青性质指标选择	259
三、沥青改性与抗车辙剂	262
四、水泥沥青混凝土抗车辙路面技术	263
参考文献	264
第七章 福建省典型沥青路面结构性能与组合设计	268
第一节 福建省沥青路面典型结构	268
一、沥青路面典型结构	268
二、福建省沥青路面结构	269
第二节 半刚性沥青路面结构的力学性能分析	271
一、福建省半刚性沥青路面结构性能	271
二、福建省半刚性沥青路面结构性能改进	273
第三节 倒装沥青路面结构的力学性能分析	274

 福建省沥青路面区域特性	
一、路基回弹模量的影响	275
二、半刚性与倒装沥青路面结构力学性能对比	277
三、倒装沥青路面结构性能特性分析	280
第四节 福建省沥青路面结构组合设计	282
一、福建省沥青路面结构组合问题	282
二、福建省沥青路面结构组合设计建议	283
参考文献	285
第八章 研究展望	286

第一章 福建省公路地理环境与沥青路面

第一节 福建省地理气候

一、福建省的地形特点

福建以福州、建州(今建瓯)各取一字得名。唐属江南东道,后设福建观察使,为福建得名的开始;宋置福建路;元设福建海右道;明置福建省,后改福建布政使司;清改福建省,省名至今未变。因古时为闽越族居地,简称“闽”。

福建省的平面形状呈一斜长方形,东西最大间距约 480km,南北最大间距约 530km。全省土地面积为 12.14 万平方公里,约占全国土地总面积的 1.3%,海域面积达 13.6 万平方公里。

从地形角度来看,福建省位于欧亚板块的东南部,大地构造属新华夏系巨型构造体系的第二隆起带,南岭纬向构造体系的东端,三面环山,一面临海。境内峰岭耸峙,丘陵连绵,河谷、盆地穿插其间,多山岭少平地,其中山地、丘陵面积占全省土地总面积的 82.4%,素有“东南山国”之称。

福建地势自西北向东南下降,横断面略呈马鞍形,地形呈“二起”(中部戴云山、西部武夷山)、“二伏”(东部滨海及西部沙溪等河谷)。受新华夏构造的控制,在西部和中部形成走向大致与海岸平行的、斜贯全省的两列大山带:西列是以武夷山脉为主体的闽西大山带;中列是由鹫峰山、戴云山、博平岭等山脉组成的闽中大山带。这两大山带之间为互不贯通的河谷、盆地,俗称闽中大谷地。东部沿海为丘陵、台地、平原、地带。其中海拔 1000m 以上的地面占全省土地总面积的 3.3%,500~1000m 的占 32.9%,200~500m 的占 51.5%,200m 以下的占 12.5%。

全省水系发育,河网密度大。全省拥有 29 个水系、663 条河流,内河长度达 13569km,河网密度每平方公里超过 0.1km。闽江为全省最大河流,全长 577km,流域面积约占全省面积的一半。由于受断裂构造的控制,主要河流多与山脉走

向垂直,支流与山脉平行,形成典型的外流区单向性的格状水系;河谷形态多呈串珠状,峡谷和盆谷相间排列;属山地性河流,多峡谷险滩,河床比降大,多在万分之五以上,加上境内降水量大,径流量丰富。

二、福建省的气候特征

福建省位于欧亚大陆东南边缘,东临太平洋,靠近北回归线,是典型的亚热带季风气候。全世界亚热带气候的共同特点是气温较高,气候干燥。而福建背山面海,山清水秀,森林茂密,横亘西北的武夷山脉,像屏障般挡住北方寒冷空气入侵,海洋的暖湿气流可以源源不断输向陆地,这就使得福建大部地区冬无严寒,夏少酷暑,雨量充沛,形成暖热湿润的亚热带海洋性季风气候。

福建主要气候特征如下。一是季风环流强盛,季风气候显著。气候的回暖和转凉,四季的开始和结束,都随季风环流活动而转移。二是冬短夏长,热量资源丰富。全省无霜期有 250 ~ 336d,多数地区接近或超过 300d,与两广和台湾相近。三是冬暖,南北温差大;夏凉,南北温差小。四是雨、干季分明,水资源充沛。五是地形复杂致使气候多样。六是灾害天气频繁。水、旱、风、寒历年可见,气候经常偏离常态。水灾主要是梅雨型洪涝和台风型洪涝。风灾主要有台风、大风、冷空气活动造成的沿海大风和局地强对流天气下的大风;早有春旱、夏旱和秋冬旱之别;寒有倒春寒、五月寒、秋寒和隆冬寒四种。

全省地跨中亚热带和南亚热带两个自然地理带,福建境内,以福州—福清—永春—漳平—上杭线为界,可分为中亚热带和南亚热带。福建大部分属中亚热带,闽侯白沙、福州新店和连江黄岐半岛以南,戴云山和博平岭以东为南亚热带。

福建多年平均水面蒸发量 1000 ~ 2300mm,自山区至沿海渐增。多年平均降雨量为 1000 ~ 2000mm,自沿海至山区渐增。雨期较集中,降雨量也大。多年平均相对湿度 70% 以上,在岛屿上及武夷山与其东侧则大于 80%。风向以东北风为主,但夏季有西南季风,内陆则尚有偏南、偏北风等,平均风速 1 ~ 7m/s,自陆向海增加,5 ~ 11 月间常有台风,尤以 7 ~ 9 月为多。常伴暴雨(最大暴雨量达 590mm)和风、潮、洪灾,瞬间风速可达 12 级。

福建山地地形复杂,形成了多种多样的地方性气候,而且气候的垂直变化也比较显著。一些较高的山地(如黄岗山等),除山麓基带属于中亚热带外,随着高度上升,就会出现北亚热带、暖温带,甚至中温带气候,降水量也随着高度不同发生变化。

三、福建省公路工程地质条件

福建省路基工程地质条件受地形、地貌、地层岩性、构造及水文地质等诸多因素的共同制约,不同的地貌单元工程地质条件差异明显。

福建西、西北部中低山区群峰耸峙,间夹有河谷盆地,地形坡度大,沟谷切割深。组成岩石变质岩类、岩浆岩类大部分为块状结构,新鲜岩石致密坚硬、强度大、稳定性高,工程地质条件好,基本适宜建设各类工程项目。沉积岩、变质岩地区岩性复杂,软弱岩层与坚硬岩层相间。由于岩石结构和断裂构造的影响,风化程度不一,故在地下水潜蚀、顶托的作用下,沿层间易产生滑坡、崩塌和泥石流等不良物理地质现象。

山间盆地、谷地及山前地带以冲积、洪积层广泛分布,工程地质条件相对复杂。地下水位埋藏较高,一般埋深1~2m。

岩溶盆地主要分布于龙岩、永安、三明、连城等地,出露面积小。多为埋藏型,少部分出露地表。因大量抽取地下水而产生的下降漏斗和岩溶坍塌、地下突水,是主要的工程地质问题。

沿海丘陵台地主要由花岗岩、火山岩及其风化物组成。岩体呈块状结构,新鲜岩石致密坚硬,但风化剧烈,多形成强风化带,厚度一般10~20m,个别地区可达50~80m。常造成水土流失,间有崩塌、滑坡等现象。

台地主要分布于沿海岛屿和半岛地区,地表由第四系残积层组成,地形较为平坦,主要为花岗岩类和火山岩类风化而成,厚度10~30m,往下过渡到基岩强风化带或中等风化带,一般从上至下,承载力逐渐增高,工程地质条件较好。

沿海河口平原和港湾地区地势低平、水网较发育。第四系沉积物主要为全新统冲积、冲积海积层,底部常见有晚更新统冲洪积海积层。

港湾地区一般分布面积较小,普遍发育着不同程度的淤泥、淤泥质土、饱和液化砂土与粉土等不良地基土,工程地质条件复杂。

福建省区域路基土类型主要有:岩质、冲积土、洪积土、冲积海积土、花岗岩残积土、火山岩残积土。由于福建路基土质复杂多样,同时地形峰峦叠嶂,丘陵起伏,河谷与盆地错落相间,自然斜坡十分发育,岩石风化强烈,是地质灾害的多发地区。滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷和地面沉降是福建省危害最大的地质灾害。

滑坡占已调查地质灾害总数的三分之二,广泛分布于福建省的中低山丘陵地区,灾害类型以土质为主,岩土混合质次之。单点灾害的影响范围和成灾规模

比较小,但在强降雨的触发下,常出现群发。崩塌也是福建省主要的灾种之一,占已调查地质灾害总数的近三分之一,主要以小型土质崩塌为主。福建省泥石流灾害主要分布在中部大山带两侧,地形切割强烈、坡降较大、雨量相对集中的中低山区,以及一些大中型矿山的固体废弃物堆场和工程建设的弃土场及其下游地区,主要为中、小型的山坡型泥石流。

地面塌陷主要分布于矿山采空区和闽西南覆盖型岩溶区。主要是由于矿山洞采或开采(疏干)岩溶水引起,一般规模不大。福建省较大面积的地面沉降分布在福州市区,主要因地下水过量开采和工程建设引起。

福建地处大陆边缘活动带,地质构造复杂,地质作用多样,带来了众多的地质难题,对其公路工程地质特性进行深入研究,对于保障福建公路路面性能具有重要意义。

第二节 福建省沥青路面技术发展

福建省的公路路面是从无到有,从低级向中、高级逐步发展的。民国初期修筑的公路,大部分是没有路面的土路,后来才逐步铺上砂土、砂石路面。中华人民共和国成立以后,福建公路路面在数量和等级方面都发生了变化。20世纪五六十年代兴筑的公路路面,大部分为泥结碎石,少部分为砾石级配的中级路面;70年代以后,全省主要干线上已普遍铺设黑色路面,并逐步向高级、次高级路面发展。

随着交通运输业的发展,“七五”期间福建省开始发展水泥混凝土路面。1993年,公路“先行工程”确立了以打通国省道断头路、提高公路技术等级和路面等级为重点的路网建设,带动县乡公路的等级改造建设。经过4年公路“先行工程”建设,到1996年底,全省高等级公路达到4000多公里,此时间段内福建省干线公路广泛采用水泥混凝土路面结构,沥青路面方面主要进行公路乳化沥青、沥青贯入式路面、表面处治路面等低等级沥青路面研究。

福建公路沥青混凝土路面真正发展是伴随高速公路建设而来的,福建省第一条高速公路泉厦高速公路于1994年6月4日破土动工,1997年12月建成通车,路面结构类型为沥青路面。

2000年以后福建省借助实体工程建设和开展课题研究,沥青路面技术力量得到迅速提升。福建省交通科学技术研究所2000年全套引进Superpave沥青试验检测仪器,并进行了大量沥青与沥青混合料有关配合比设计与质量抽检工作。

2000年8月,福建省高速公路部门针对福建省高温多雨气候,以及所建高速公路多为山区高速公路,重车比例大等区域特点,充分吸收国内外 SMA 路面与桥面的成功经验及美国 SHRP 科研成果(Superpave),结合漳龙高速公路和溪一新祠段(18km)工程,开展了 SMA 技术在山区高速公路上的应用研究。课题在改性沥青的选择上,根据 Superpave 结合料性能分级规范确定改性沥青等级,在混合料的设计上参考 Superpave 的体积设计法与美国 1999 年 SMA 规范,采用美国 PINE 型旋转压实仪压实成型试件。自 2002 年通车运营以来路面路用性能良好,近年通车的泉三高速公路三明段(近 60km)以及福厦漳拓宽工程(八车道,近 270km)全线已采用 SMA 路面。

在改性沥青研究方面,2000 年以前福建全部使用进口壳牌或埃索 70 号沥青,均未改性。2000 年开始采用进口沥青进行改性的课题研究,在漳龙龙岩段三期使用 PG 等级进行分级。在沈海线福宁、罗长、漳诏高速公路继续对上面层使用改性沥青,使用 PG 等级进行分级。2001 年 8 月,针对福建省国道主干线同三线罗长、福宁、漳诏三条高速公路 340 多公里的改性沥青路面工程项目,相关公路建设单位开展了改性沥青路面施工工艺及质量指标应用的课题研究。课题以福建同三高速公路 340km 工程项目为依托,对改性沥青工地储存性能衰减规律进行了试验研究,并针对当地自然气候条件,结合欧美一些国家技术规范,提出了较完整的包括动态指标在内的改性沥青性能指标要求。同时通过工程的施工实践,总结了 Superpave—13 混合料生产施工工艺和施工指标。2007 年以来,福建省采用国产沥青进行改性,在泉三高速中上面层大规模使用,在后续修建的漳龙高速龙岩段三期、泉三高速、永武高速、泉厦高速公路扩建工程、福州绕城、莆秀高速公路、渔平高速公路等中上面层均使用了改性沥青。

在沥青路面的结构形式方面,2006 年以前福建修成通车的高速公路,如泉厦、厦漳、福泉、罗宁、罗长、漳诏、福宁、三福、漳龙、邵三高速公路等,和同时代我国高速公路主流的沥青路面结构形式一样,均采用半刚性基层沥青路面结构。但由于福建省典型的潮湿多雨气候作用,再加上交通的迅猛发展,福建高速公路半刚性沥青路面结构的性能表现并不理想,半刚性基层反射裂缝导致路面渗水,引起的基层松散破坏、唧泥的病害现象严重。为提高沥青路面性能,1997~2006 年间福建高速公路沥青面层厚度不断增加,从最初的 15cm 一直增长到 18cm,但由于半刚性基层沥青路面结构在南方湿热地区大交通量路段本身的不适应性,相关路面性能一直未得到明显改善。

针对该问题,福建省高速公路指挥部与交通运输部公路院等单位合作,针对南方多雨高温地区自然、交通、材料特点及沥青路面主要损坏形式,对高速公路