

DOI:10.14048/j.issn.1671-2579.2021.06.059

大流量集中养护下高速公路交通可行性研究

赵佳军, 吴昊, 张文浩

(江苏高速公路工程养护技术有限公司, 江苏 南京 211106)

摘要:针对“大流量”日渐成为高速路网常态,传统养护模式局限性渐渐凸显的背景下,提出了“集中养护”的创新模式;首先对“集中养护”与“大流量”的定义做了详述,基于此,分别从流量预测、路网分流路径、施工前中后道路服务水平变化以及经济效益4个方面对大流量高速公路集中养护工程的交通可行性进行探究,同时以“单方向全封闭”的广锡高速公路、江阴大桥路面集中养护工程为依托,借鉴日本阪神高速公路集中养护经验并结合江苏省实际情况,验证此种方法的合理性与有效性,研究表明集中养护具有推广的可行性,并就此经验提出以后可进一步深化的建议。

关键词:大流量;高速公路;集中养护;交通组织;可行性研究

划分如表1所示。

1 项目背景

随着苏南长三角地区经济的快速发展,高速路网大流量通行渐为常态,路龄长、流量大、重载多、维护量大、维修占道多等问题与日俱增,导致施工和通行安全、交通畅通、养护质量矛盾突出,同时,传统养护模式作业空间受限制,施工便利性和安全性差;在通车车道间施工,施工作业内容受限,且施工质量无法保证;需要进行部分交通管制,工期长,社会影响大,且存在行车安全隐患。在这样的背景下,大流量高速公路集中养护新模式应运而生。该文通过对拟实施集中养护路段广锡高速公路、江阴大桥分别从流量预测、路网分流路径分析、施工前中后道路服务水平变化情况以及经济效益影响4个方面进行交通可行性分析,提出研究方法并最终通过项目的实施对大流量集中养护下的交通可行性分析方法进行验证。

集中养护是多种养护作业类型在规定时间内集约化实施,该模式的实施面临的首要问题是如何平衡区域路网内其他道路的交通压力,因此,需对拟实施区域路网进行有效的交通可行性分析。

JTG B01—2014《公路工程技术标准》采用V/C(最大服务交通量/基本通行能力)衡量拥堵程度,并作为评价高速公路服务水平的主要指标,将服务水平分为6级,分别代表一定运行条件下的驾驶员感受,具体

表1 高速公路路段服务水平分级

服务水平等级	V/C 值	不同设计速度(km/h)时最大服务交通量/[pcu·(h·ln) ⁻¹]		
		120	100	80
一	$V/C \leq 0.35$	750	730	700
二	$0.35 < V/C \leq 0.55$	1 200	1 150	1 100
三	$0.55 < V/C \leq 0.75$	1 650	1 600	1 500
四	$0.75 < V/C \leq 0.9$	1 980	1 850	1 800
五	$0.9 < V/C \leq 1$	2 200	2 100	2 000
六	$V/C > 1$	0~2 200	0~2 100	0~2 000

结合日本阪神高速公路多年以来的封闭集中养护经验,研究认为当服务水平达到三级时即可认定为“大流量”;服务水平达到五级时即认为达到拥堵状态,需采取相应的交通管制措施;根据高速公路的车道数量定义“大流量”的高峰期每小时交通量如表2所示。

当服务水平达到三级或施工路段高峰小时流量达到表2所示时,即可认定施工路段达到“大流量”。

当施工路段达到三级服务水平时,若采取占道施工会对施工路段车辆产生较大影响,以江苏省高速公路为例,单车道实际通行能力约为1 800 pcu/h,应急车道实际通行能力约为1 100 pcu/h,单侧半幅封闭占道施工、借道施工(含应急车道)对施工路段影响见表3、4。

收稿日期:2020-08-17(修改稿)

基金项目:2018年度交通运输行业重点科技项目清单国际科技合作项目(编号:2018-GH-008)

作者简介:赵佳军,男,硕士,研究员级高级工程师。E-mail:991595514@qq.com

表 2 高速公路的每条车道数可以定义为
大流量的高峰期每小时交通量

车道数 (单侧)	不同设计速度(km/h)时高峰 小时交通量/(pcu·h ⁻¹)			备注
	120	100	80	
四车道	4 800	4 600	4 400	根据大车混入率 会发生变化
三车道	3 600	3 450	3 300	
二车道	2 400	2 300	2 200	

注:具体项目需根据项目道路的货车比例、车道宽度、对驾驶

表 4 大流量单侧半封闭对向借一道施工对路段交通的最小影响

车道数 (单侧)	三级服务水平最小服务 交通量/(pcu·d ⁻¹)	通行能力/ (pcu·d ⁻¹)	V/C	施工服 务水平	对向原 V/C	对向借道 V/C	原服务 水平	施工服 务水平
二车道	57 600	86 400	0.67	三级	0.67	0.83	三级	四级
三车道	86 400	112 800	0.77	四级	0.67	0.77	三级	四级
四车道	115 200	129 600	0.89	四级	0.67	0.74	三级	三级

分析表 3、4 可知:单侧半封闭占道施工在原服务水平为三级的最小流量下,V/C 高达 1.33,为六级服务水平,对施工路段交通影响严重,对向借道组织方式会对对向车辆正常运行产生较大影响,双向车流仅靠锥桶等简单方式进行隔离,在大流量情况运行安全存在隐患,事故发生率增大,故在大流量情况下不宜采用单侧半封闭组织方式及对向借道的组织方式,推荐采取单侧全封闭交通组织方式。

2 项目概况

江阴大桥全长 3 071 m,桥面按六车道高速公路标准设计,宽 33.8 m,广锡高速公路是江阴长江大桥的南北连接线道路,双向六车道,路面宽 29 m,路基宽 33.5 m,设计速度 120 km/h,全长约 51.55 km。广锡高速公路、江阴大桥拟实施的集中养护工程主要包括广锡高速公路沥青路面大修、中修工程以及江阴大桥桥面专项维修工程,施工内容涵盖车道维修、裂缝预处理、薄层罩面、护栏板、伸缩缝更换、标线施工等,是多公司、多项目、多专业参与的高度集约化养护工程。项目路段示意图如图 1 所示。

该项目拟采取“单方向全封闭”集中养护方案,即完全分流模式,该模式面临的首要问题是区域路网是否具备有效管控与分流的条件。

3 交通可行性分析

鉴于高速公路养护路段进行交通组织方案设计

员驾驶特征的总体影响进行修正。

表 3 大流量单侧半封闭占道施工对路段交通的最小影响

车道数 (单侧)	三级服务水平 最小服务交通 量/(pcu·d ⁻¹)	剩余最小 通行能力/ (pcu·d ⁻¹)	V/C	施工服 务水平
二车道	57 601	43 200	1.33	六级
三车道	86 401	86 400	1.24	六级
四车道	115 201	129 600	1.33	六级



图 1 项目路段示意图

时,交通影响与经济损失是两个需要考虑的主要因素,因此该文从流量预测、分流路径分析以及养护道路服务水平恢复情况来探讨其交通影响情况,再结合经济情况综合评价高速公路集中养护模式的可行性。

3.1 流量预测分析

为准确判断分流车辆对周围路网的影响,项目组对 2019 年 5 月两阶段集中养护施工路段交通流量展开预测。基于 2018 年 1—4 月与 2019 年 1—4 月江阴大桥过桥流量,统筹观测其流量变化趋势,再结合 2018 年 5 月江阴大桥同期过桥流量对 2019 年 5 月不进行施工作业情况下江阴大桥流量做预测,经测算得出:Ⅰ阶段由北往南需分流 48 865 辆/日,转化为标准车约为 64 989 pcu/d;Ⅱ阶段由南往北需分流 45 516 辆/日,转化为标准车约为 59 887 pcu/d。

3.2 路网分流路径分析

因该项目施工路段包含江阴大桥,影响了绝大部分车辆的过江需求,故此次封闭会对润扬大桥、泰州大

桥、苏通大桥等过江通道及周围高速路网产生影响。对项目路段交通组成的调查统计并结合 OD 展开分析,具体出行比例与可分流路径见表 5、6。

由表 5、6 可以看出:此次江阴长江大桥与广锡高速公路封闭养护工程的分流路段涉及 3 座过江通道及其连接线(泰州大桥、苏通大桥与润扬大桥),最大影响

半径约为 120 km。另外,路网中受到影响的高速公路主要有 S39 江宜高速(大港枢纽—罗溪枢纽)、S38 常合高速(横林枢纽—峭岐枢纽)、G15w 常台高速(董浜枢纽—湘城枢纽)、G40 沪陕高速(广陵枢纽—兴东枢纽)、G42 沪蓉高速(丹徒枢纽—无锡枢纽)。各个道路分流比例见表 7、8。

表 5 I 阶段交通分流路径

交通流向	比例/%	可分流路径
连云港、盐城、南通前往上海、苏州、无锡及浙江方向	15.84	G40、苏通大桥、G15w
徐州、宿迁、淮安、扬州前往上海、苏州、无锡及浙江方向	26.66	润扬大桥、G42、泰州大桥、S39
泰州前往上海、苏州、无锡及浙江方向	48.73	G40、苏通大桥、G15w、G42、泰州大桥、S39
连云港、盐城、南通、泰州前往南京、镇江、常州方向	8.44	润扬大桥、G42、泰州大桥、S39、G40
滁州、南京江北前往苏州、无锡方向	0.33	泰州大桥、润扬大桥、G42、S39

表 6 II 阶段交通分流路径

交通流向	比例/%	可分流路径
上海、苏州、无锡、浙江前往连云港、盐城、南通方向	16.19	G40、苏通大桥、G15w
上海、苏州、常州、无锡前往徐州、宿迁、淮安、扬州方向	26.64	润扬大桥、G42、泰州大桥、S39
上海、苏州、无锡前往泰州方向	48.54	G40、苏通大桥、G15w、G42、泰州大桥、S39
南京、常州、镇江前往连云港、盐城、南通、泰州	8.41	润扬大桥、G42、泰州大桥、S39、G40
苏州、无锡前往滁州、南京江北	0.22	泰州大桥、润扬大桥、G42、S39

表 7 过江通道及其连接线分流比例

阶段名称	分流比例/%		
	润扬大桥及其连接线	泰州大桥及其连接线	苏通大桥及其连接线
I 阶段	10.07	57.22	32.71
II 阶段	12.52	65.94	21.54

表 8 其他高速公路分流比例

高速公路	分流比例/%		高速公路	分流比例/%	
	I 阶段	II 阶段		I 阶段	II 阶段
G40(广陵—兴东)	20.01	10.12	G42(横林—无锡)	56.83	63.77
G15w(董浜—湘城)	29.11	15.90	S39(大港—罗溪)	55.94	66.54
G42(丹徒—罗溪)	8.01	10.77	S38(横林—峭岐)	1.58	5.47
G42(罗溪—横林)	58.46	69.24			

3.3 服务水平变化分析

根据前文对项目路段交通组成的调查统计并结合 OD 展开分析,得出拟封闭路段主要以内外交通及项目区域内部交通为主,但项目路段流量处于较高水平,需进一步对分流车辆对分流路段的通行影响进行分析。基于 2018 年 1—4 月与 2019 年 1—4 月分流影响路段的数据,推算出各个路段的断面日均流量,并将预测分流的车辆累加到各个断面上,预测其服务水平变化,结果见表 9。

分析表 9 可知: I 阶段预计受影响的道路中有 30% 的道路流量增幅较小,服务水平并未变化,交通流仍处于自由流状态;40% 的道路流量增幅较大,服务水平由原二级下半段降低为三级上半段,交通流由原来的自由流转变为稳定流;剩余 30% 的道路服务水平虽由一级降为二级但交通流仍处于自由流状态。II 阶段预计受影响的道路中有 40% 流量增幅较小,服务水平并未变化,交通流仍处于自由流状态;30% 的道路流量增幅较大,服务水平由原二级下半段降低为三级上半段,交通流由原来的自由流转变为稳定流;剩余 30% 的道路服务水平虽由一级降为二级但交通流仍处于自

表 9 各断面服务水平

断面名称	I 阶段					服务水平 变化	II 阶段					服务水平 变化
	原流量/ (pcu· d ⁻¹)	增加量/ (pcu· d ⁻¹)	增加后/ (pcu· d ⁻¹)	通行能力/ (pcu· d ⁻¹)	V/C		原流量/ (pcu· d ⁻¹)	增加量/ (pcu· d ⁻¹)	增加后/ (pcu· d ⁻¹)	通行能力/ (pcu· d ⁻¹)	V/C	
润扬大桥及 连接线	30 343	6 535	36 878	129 600	0.28	一级→ 一级	32 669	7 498	40 167	129 600	0.31	一级→ 一级
苏通大桥 及连接线	67 792	21 228	89 020	129 600	0.69	二级→ 三级	62 160	12 900	75 060	129 600	0.58	二级→ 三级
泰州大桥 及连接线	26 654	37 135	63 789	129 600	0.49	一级→ 二级	24 894	39 489	64 383	129 600	0.50	一级→ 二级
G40(广 陵—兴东)	20 743	12 986	33 729	86 400	0.39	一级→ 二级	19 997	6 060	26 057	86 400	0.30	一级→ 一级
G15W(湘 城—董浜)	34 064	18 891	52 955	86 400	0.61	二级→ 三级	34 932	9 522	44 454	86 400	0.51	二级→ 二级
G42(丹 徒—罗溪)	54 824	5 198	60 022	172 800	0.35	一级→ 一级	65 517	6 449	71 966	172 800	0.42	二级→ 二级
G42(横 林—罗溪)	63 967	37 939	101 906	172 800	0.59	二级→ 三级	75 316	41 465	116 781	172 800	0.68	二级→ 三级
G42(横 林—无锡)	73 665	36 881	110 546	172 800	0.64	二级→ 三级	89 969	38 189	128 158	172 800	0.74	二级→ 三级
S39(大 港—罗溪)	16 441	36 303	52 744	129 600	0.41	一级→ 二级	17 062	39 848	56 910	129 600	0.44	一级→ 二级
S38(横 林—峭岐)	28 708	1 025	29 733	86 400	0.34	一级→ 一级	28 325	3 275	31 600	86 400	0.37	一级→ 二级

由流状态。总体来看,周边高速路网及过江通道可为施工期间车辆绕行提供良好的通行条件。

3.4 经济影响分析

根据前文分流预测的车流量并结合江苏高速公路收费标准对此次若实施单方向全封闭集中养护工程的经济影响进行分析测算。经测算,3座过江大桥与其连接线日均通行费收入增加量之和基本与广锡高速公路、江阴大桥封闭施工导致的日均通行费损失持平,但由于江阴大桥封闭,导致出行车辆采取绕行附近的过江大桥,产生了额外的绕行费用,整体路网的收入应该趋于平稳。

3.5 交通组织方案确定

通过以上4个方面对广锡高速公路、江阴大桥采用集中养护工程的交通可行性进行分析,初步认为实施路段区域内高速路网具备管控分流条件。结合施工路段养护工程作业量及养护功效制定了以下3种交通组织方案并分别从交通通行影响、施工工期、施工安

全、施工质量等多方面进行综合比较,借用日本阪神高速公路拥堵预测方法对拥堵长度进行预测,综合考虑下采用单方向全封闭方案(表10)。

另外,经前期调研,项目区域内有多条汽渡可供选择,为此次集中养护分流提供了良好的条件。在此基础上,结合以上路网可行性分析结果可知:采用“单方向全封闭”的集中养护方式,诱导分流与强制分流相结合,可共同分担封闭段需分流车辆且无较大经济、社会影响,即此次大流量路段采用集中养护模式具备可行性。

4 交通影响验证

前文对大流量下采取集中养护方式的可行性从流量预测、分流情况、对过江通道及路网服务水平影响以及经济影响4个方面展开了系统的分析,得出其具有可行性,下面以广锡高速公路、江阴大桥实施工程前后

表 10 交通分流方案综合比较

交通组织方案	施工工期/d	施工工效	施工质量	交通影响	交通安全	备注
单方向全封闭	16	能够保证	较好保障	对项目路段交通影响较小,但对整个高速公路路网有一定程度的影响	对向运行车辆与本向施工机械、车辆干扰较少,交通安全能够得到保证	推荐方案
半幅半封闭	131	受到影响	难以保障	施工>7 h时,拥堵长度>14 km,且拥堵无法消除	施工现场及对向正常行驶车辆的安全将难以保证,由于长时间拥堵,一旦发生交通事故,救援车辆将难以及时到达现场进行救援	
借用反向车道行驶	112	受到影响	难以保障	施工>7 h时,开始拥堵,且拥堵一直持续		

的跟踪监测以及统计分析结果加以验证。此次集中养护封闭施工分两个阶段:第 I 阶段西半幅施工,5月10日至5月19日期间封闭广陵枢纽—江阴大桥(含),共计23 km;第 II 阶段东半幅施工,5月20日至5月31日封闭无锡枢纽—广靖枢纽,共计57 km。

4.1 实际分流情况验证

此次施工采取“单方向全封闭”集中养护方案,面临的首要考验是区域路网内分流道路是否能够有效分流且在其承载范围内,表 11 对两阶段主要分流路段在施工期间流量的变化进行了统计与分析。

由表 11 可见:因江阴大桥进行单向全封闭集中养护,导致临近其他过江通道交通量增加,第 I、II 阶段中受影响的过江通道中泰州大桥及其连接线和苏通大桥及其连接线交通增量较大,路网中 G42 沪蓉高速(横林—罗溪)段与 S39 江宜高速分流量最大,G40 沪陕高速次之;与前文采用 OD 分析预测分流路径和分流量所得结果趋势相同,仅在具体的分流量方面稍有偏差,因此,在今后大流量高速公路集中养护工程中,应当更加精细化工作。

施工两阶段中,经调研统计,过江需求中泰州大桥因封闭养护所造成的流量涨幅大于 100%,如图 2 所示;路网系统中泰州大桥连接线 S35 泰镇高速镇江段与 S39 江宜高速(大港—罗溪)段流量涨幅较大,每天分流车辆均增加 1 倍有余,如图 3 所示,但施工期间并未出现任何拥堵不畅现象。

两阶段汽渡日均分流车辆 5 237 辆,多为内部通行车辆,基于前期信息宣传效果较为理想,部分内部出行民众或选择通过公共交通出行,只在江阴、靖江有小规模拥堵(拥堵距离 3 km,等待时间约 1 h),但未造成大范围交通干扰。

4.2 实际分流路段服务水平变化

结合工程实际情况,测算各分流路段的饱和度并对其施工前中后三阶段道路服务水平进行划分(表

12),并统计其通车后各分流路段车流量恢复情况(图 4~7)。

表 11 两阶段主要路段施工期间车流量增量变化

阶段	路线	施工前日均流量/(辆/日)	增量/(辆/日)	分流比例/%
第 I 阶段	泰州大桥及其连接线	17 185	19 523	39.95
	苏通大桥及其连接线	45 292	9 548	19.54
	润扬大桥及其连接线	19 618	2 573	5.27
	G15w(湘城—董浜)	27 147	2 672	5.47
	G42(丹徒—罗溪)	26 052	1 769	3.62
	G42(横林—罗溪)	32 098	12 632	25.85
	G42(横林—无锡)	38 688	13 389	27.40
	G40(广陵—兴东)	12 297	6 269	12.83
	S38(横林—峭岐)	20 885	369	0.76
	S39(大港—罗溪)	13 093	13 913	28.47
汽渡	2 867	5 474	11.20	
第 II 阶段	泰州大桥及其连接线	17 863	17 307	38.02
	苏通大桥及其连接线	42 983	7 778	17.09
	润扬大桥及其连接线	16 879	2 452	5.39
	G15w(湘城—董浜)	20 227	3 203	3.13
	G42(丹徒—罗溪)	31 261	1 557	3.42
	G42(横林—罗溪)	43 453	15 437	33.91
	G42(横林—无锡)	41 798	11 342	24.92
	G40(广陵—兴东)	10 549	3 534	7.76
	S38(横林—峭岐)	20 711	1 029	2.26
	S39(大港—罗溪)	13 144	14 439	31.72
汽渡	3 056	5 001	10.99	

结合表 12 及图 4~7 可直观看出: I 阶段预计受影响的道路中有 50% 流量增幅较小(增量<3 000 pcu/d),30% 的道路服务水平并未变化,交通流保持原有自由流状态;流量增幅较大的道路中有 30% 服务水

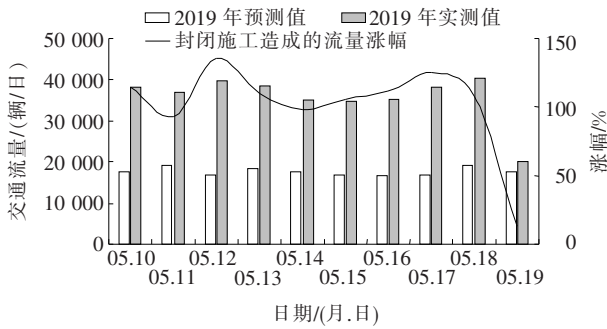


图2 泰州大桥流量涨幅(第I阶段)

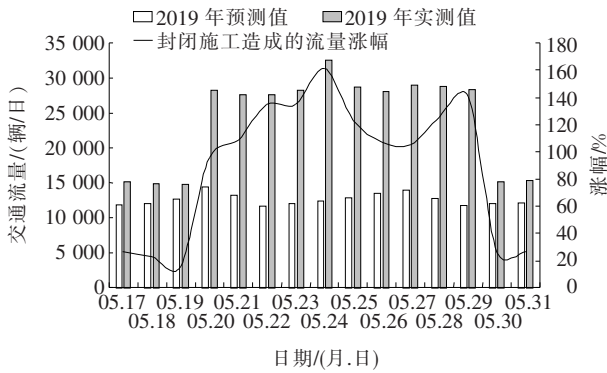


图3 S35泰镇高速公路镇江段流量涨幅(第II阶段)

表12 服务水平划分标准

服务水平/级	饱和度	服务水平/级	饱和度
一	≤0.35	四	0.75~0.90
二	0.35~0.55	五	0.90~1
三	0.55~0.75	六	>1

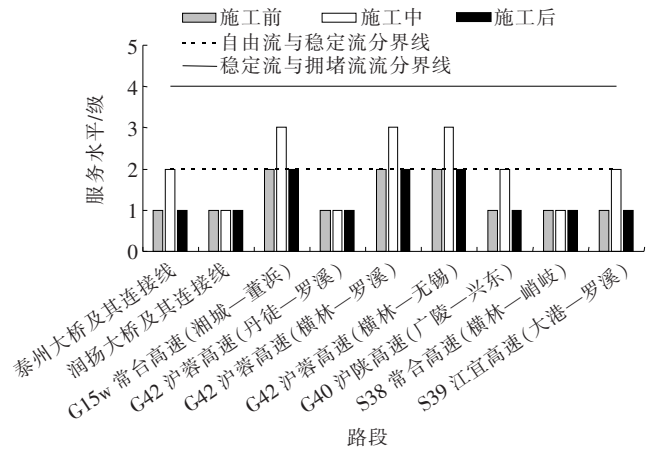


图5 第I阶段服务水平变化情况

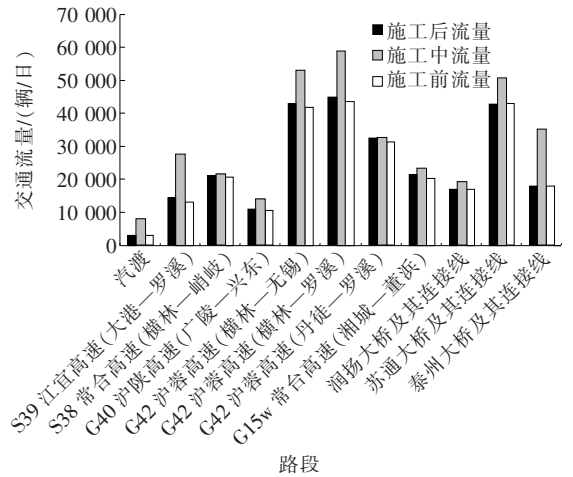


图6 第II阶段施工前后流量变化情况

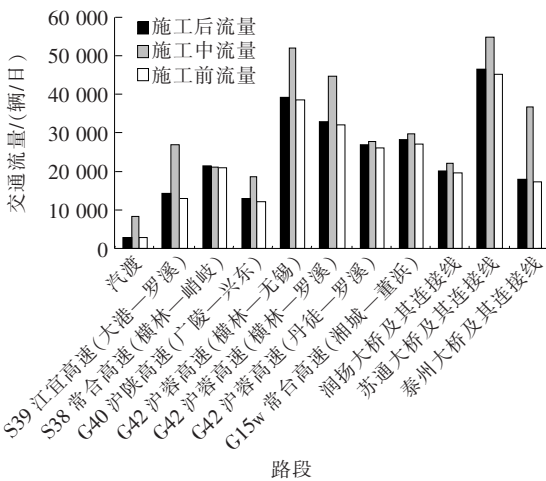


图4 第I阶段施工前中后流量变化情况

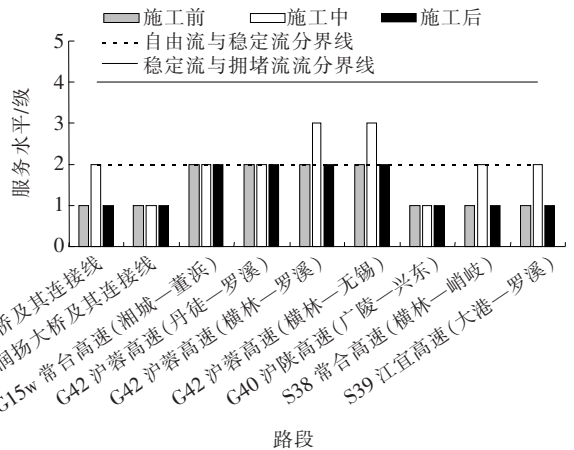


图7 第II阶段服务水平变化情况

车后快速恢复,相应地,交通流由原来的自由流转变为稳定流并在通车后恢复至自由流状态。

平由原一级降低为二级,交通流始终处于自由流状态;40%的道路服务水平虽由二级降为三级并在通

II阶段预计受影响的道路中有40%的道路流量增幅较小(增量<4 000 pcu/d),服务水平并未发生变

化,交通流处于自由流状态;30%的道路流量增幅较大,但源于其道路通行能力较大,服务水平虽由原一级降低为二级,交通流依然保持为自由流状态;剩余30%增幅较大的分流路径服务水平由原二级降为三级,交通流由自由流转变为稳定流,且均在通车后恢复至施工前服务水平与流量状态。

总体来看,此次单向全封闭集中养护工程虽然导致影响域内路网流量产生一定程度的涨幅,但均未达到拥堵流状态,且60%~70%分流路径服务水平始终稳定在一级或二级,保持自由流状态;与前文中采用OD预测分流路径服务水平变化以及道路流量状态情况基本一致,可见,项目路段周边过江通道与高速路网较为成熟,具有充裕的通行能力,可为施工期间车辆绕行提供良好的通行条件,同时表明了江苏高速路网具有较好的分流疏导弹性空间。

4.3 路网经济影响

集中养护实施的经济影响是不可忽视的一项指标,相关部门用于衡量施工带来的经济损失是否在可承受范围。据测算,此次集中养护期间路网整体运营平稳,从整个路网角度,根据江苏联网运营公司得到2019年5月施工前后收费数据,经分析得出养护时间段内(5月10日至5月25日)路网日均通行费收入比养护时间段外(5月5日至5月9日和5月26日至5月31日)高2%,广锡高速公路、江阴大桥日均收入与前一年同期相比稍有减少但量不大,说明此次集中养护对路网总体通行费收入没有明显影响,但管制段流量在路网内得到了很好分流。

5 结论

(1) 集中养护是多种养护作业类型在规定时间内的集约化实施,该模式的实施面临的首要问题是如何平衡区域路网内其他道路的交通压力。

(2) 当高速公路服务水平达到三级时即可认定为“大流量”;服务水平达到五级时即认为达到拥堵状态。此外,施工路段高峰小时流量:设计速度为120、100、80 km/h时,单侧四车道高峰小时交通量达到4 800、4 600、4 400 pcu/h,可认定该施工路段达到“大流量”;单侧三车道高峰小时交通量达到3 600、3 450、3 300

pcu/h,可认定该施工路段达到“大流量”;单侧两车道高峰小时交通量达到3 600、3 450、3 300 pcu/h,可认定该施工路段达到“大流量”。

(3) 通过广锡高速公路、江阴大桥集中养护工程实施前后,交通影响的跟踪监测数据与统计结果验证了从流量预测、路网分流路径分析、施工前中后道路服务水平变化以及经济效益影响4个方面,对大流量高速公路集中养护工程的交通可行性展开研究的方法是合理且有效的。

(4) 该文的研究,可为今后高速公路大流量日渐成为常态的趋势下,采用集中养护模式提供一定参考。

(5) 以后若推广集中养护模式可参考该文的交通可行性分析方法并可进一步在以下两方面进行细化与完善:① 为了精准分流可进一步提高流量预测及分析的精准度;② 为保证有效分流,可提前做好施工绕行方案及信息发布以便过往车辆及时根据自身实际情况安排出行,在最小社会影响的基础上保障道路的顺畅。

参考文献:

- [1] 严军. 大流量高速公路养护安全施工交通组织实践探讨[J]. 中国标准化, 2017(14).
- [2] 郭一奇. 日本高速公路建养新理念[J]. 养护与管理, 2013(25).
- [3] 余东, 杨伟, 夏茂翔. 高速公路大修期交通分流组织研究[J]. 智能城市, 2016(9).
- [4] 段丽媛. 浅析运营高速公路断交施工车辆分流的组织与管理[J]. 科技风, 2015(3).
- [5] 陈玉良, 武加恒, 李涛, 等. 高速公路改扩建施工交通分流方案研究[C]. 江苏省公路学会 2015 年学术年会, 2015.
- [6] 方芳, 高祥, 王森. 江苏联网高速公路收费稽查体系探讨[J]. 江苏交通科技, 2017(2).
- [7] 肖健. 高速公路路面养护工程交通组织方案的探讨[J]. 交通运输研究, 2006(8).
- [8] 邵春福. 高速公路交通阻塞量预测新探[J]. 中国公路学报, 1997(1).
- [9] 黄进堂, 刘俊, 贺磊, 等. 沪宁高速公路扩建工程施工期间交通组织的经验浅谈[J]. 交通与运输(学术版), 2008(1).
- [10] 欧阳青, 杨星. 高速公路改扩建时期区域路网分流方案研究[J]. 交通企业管理, 2017(5).
- [11] 周南, 齐远. 基于高速公路联网收费数据在前期工作交通流量预测中的应用[J]. 湖南交通科技, 2018(1).