DOI:10.14048/j.issn.1671－2579.2019.03.059

广州市北环高速沙贝互通立交及临近路段堵塞问题技术研究

周月明

（广州市交通设计研究院有限公司，广东 广州 511430）

摘要：该文对广州市北环高速沙贝互通立交及临近路段堵塞问题进行了分析、评价，并制定了分时限货管制措施方案，同时对措施方案的实施进行了效果评估，以便于给管理者进行科学合理的交通疏导提供理论依据。为了有效解决广州周边高速公路交通堵塞问题，在此次的技术研究过程中，严格遵循“事前分析、事后评估”的原则，并采用了“限导结合”的创新方法。研究成果在实施后，效果尚可。

关键词：北环高速；堵塞；评价；限货管制；效果评估

1 项目概况

1.1 北环高速概况

广州北环高速公路（以下简称“北环高速”）是中国最早建成通车的高速公路之一，是广东省乃至中国车流量最高的高速公路之一。随着汽车迅猛增加，北环高速服务水平迅速下降，经常发生严重的交通拥堵，尤其是沙贝互通立交及临近路段（图1）。

1.2 研究背景

近年来对北环高速的交通拥堵问题持续有研究，如2013年的广州环城高速限货交通引导标志工程方案设计研究。

2013年实施限行后，大型货车的交通量出现了明显的降低，限行也起到了一定的效果。但是大型货车的交通量仍然较大，没有完全达到限行的目的，也间接反映出2013年的限货研究的主体是限货，而忽视了绕行路径引导的研究，再加上货车限行执法配套的政策研究不足，造成了大量货车误入或强行进入北环高速通行，说明前期的研究还存在一定程度的不足。

1.3 研究思路

此次项目组制定了科学的、严密的、系统的思路与

4 结论

（1）结合互通式立体交叉和服务设施合并设置方案的特点，分析了交通量和间距对二者合并设置的影响。

（2）当主线为双向四车道，且同时满足下面两个条件：① 预测的第20年交通量小于表2中上限值；② 互通式立体交叉出口匝道转向交通量 $T<600$ veh/h，且该路段将二者分别单独布设不可行时，适合对互通式立体交叉与服务设施进行合并合置。

参考文献：

[1] 李宝铭.互通式立交与服务设施合并设置的探讨[J].北方交通，2006(12).

[2] 陈建宗，陈建新.高速公路互通立交与服务区合建设计研究[J].广东交通职业技术学院学报，2014(2).

[3] 美国交通研究委员会.道路通行能力手册[M].北京工业大学交通研究中心，译.北京：人民交通出版社，2007.

[4] 吕蒋聪.长龙立交与服务区合并设计方案探讨[J].广州航海学院学报，2014(1).

[5] JTG/T D21－2014 公路立体交叉设计细则[S].

[6] JTG B01－2014 公路工程技术标准[S].

[7] JTG B05－2015 公路项目安全性评价规范[S].

[8] 交通运输部.公路工程项目建设用地指标[M].北京：人民交通出版社，2011.

收稿日期：2019－05－27（修改稿）

作者简介：周月明，男，大学本科，高级工程师.E－mail:448231808@qq.com

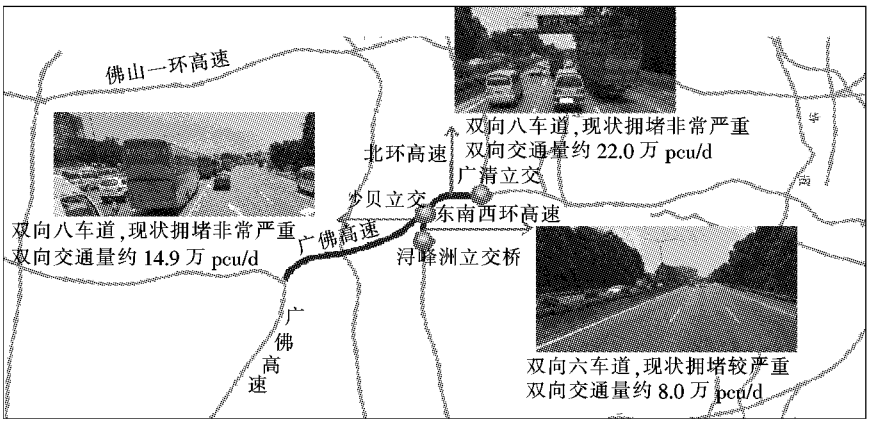

图 1　沙贝互通立交及临近路段平面示意图

方法，具体的研究路线见图 2。

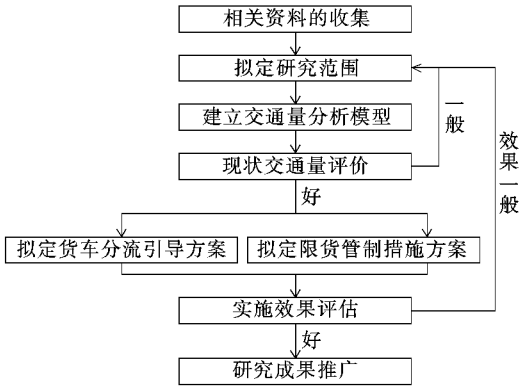

图 2　研究路线与方法流程图

2　交通运行现状评价

2.1　现状路段及出入口交通量

根据北环高速 2017 年 1—11 月收费数据，处理后得到各路段断面分车型交通量数据见表 1。

北环高速各路段断面汇总交通量数据见表 2，经过对全线各路段断面交通量 2017 年日均绝对交通量进行换算后，其中沙贝至广清西路段双向合计换算交通量最大，约达到 22.00 万 pcu/d，远高于其他断面。

经统计北环高速各出入口分车型日均交通量数据，再经过合计相加汇总后，进一步转换为标准车次交通量数据（表 3）。出入口交通量方面，连广佛出入交通量最大，达到 14.76 万 pcu/d，其次为连广深，达到 14.35 pcu/d，广清西出入交通量也较大，达到 9.44 万 pcu/d。

表 1　北环高速各路段断面分车型交通量数据　　pcu/d

路段范围	东向西方向						西向东方向					
	1 类车	2 类车	3 类车	4 类车	5 类车	合计	1 类车	2 类车	3 类车	4 类车	5 类车	合计
沙贝－广清西	74 268	1 563	8 103	1 410	4 902	90 246	65 790	1 422	8 429	1 100	5 039	81 780
广清东－广花	53 341	973	5 777	783	3 634	64 508	56 552	1 540	5 596	774	3 177	67 639
广花－广园	32 931	734	4 120	628	2 643	41 056	34 303	905	4 859	579	2 237	42 883
广园－广从	40 563	904	4 808	655	2 684	49 614	40 308	1 013	5 286	585	2 253	49 445
广从－岑村北环	44 422	960	4 871	655	2 669	53 577	44 688	1 096	5 383	572	2 233	53 972
岑村北环－科韵路	46 029	1 210	5 658	619	2 506	56 022	44 377	979	5 872	511	2 052	53 791
科韵路－广深	50 251	1 263	5 695	616	2 367	60 192	47 083	1 036	6 230	514	2 033	56 896
合计	341 805	7 607	39 032	5 366	21 405	415 215	333 101	7 991	41 655	4 635	19 024	406 406

2.2　现状车型构成分析

北环高速全线客货比为 69∶31，货车比例较高。从 5 类车型的比例来看，车型以 1 类车为主，占 69.0%；2 类占 2.3%；3 类车占 14.6%；4 类车占2.6%；5 类车占 11.5%，具体见表 4。

2.3　现状交通流向分析

将北环高速 OD 数据整理得到车流站点分布情况见表 5。将部分站点合并处理得到北环高速车流站点空间分布见图 3。

表 2 北环高速各路段断面交通量汇总表

路段范围	日均绝对数/(pcu·d^{-1})			日均换算数/(pcu·d^{-1})		
	东向西	西向东	双向合计	东向西	西向东	双向合计
沙贝—广清西	90 246	81 780	172 026	114 206	105 718	219 924
广清东—广花	64 508	67 639	132 147	81 423	83 496	164 919
广花—广园	41 056	42 883	83 939	53 407	54 945	108 352
广园—广从	49 614	49 445	99 059	62 894	62 040	124 934
广从—岑村北环	53 577	53 972	107 549	66 911	66 630	133 541
岑村北环—科韵路	56 022	53 791	109 813	69 788	66 305	136 093
科韵路—广深	60 192	56 896	117 088	73 668	69 755	143 423
合计	415 215	406 406	821 621	522 297	508 889	1 031 186

表 3 北环高速各出入口交通量表(标准车) pcu/d

出入口	进入高速	离开高速	合计
沙贝	5 727	5 728	11 455
广清东	22 178	17 207	39 385
广清西	49 976	44 386	94 362
广花	17 906	14 491	32 396
北环广园	7 173	9 566	16 739
广从	17 225	16 652	33 876
北环广汕	16 152	15 409	32 561
北浔峰洲	47 751	47 824	95 574
连广深	73 707	69 794	143 501
岑村北环	34 738	37 683	72 421
科韵路	13 256	13 686	26 941
三元立交	26 153	31 594	57 747
三元里	6 333	4 842	11 175
连广佛	69 596	78 009	147 605
合计	407 868	407 868	815 735

从图 3 中各站点 OD 分布来看(图中流向分布线的宽窄代表各站点之间的转换交通量的大小,而较宽的实线代表站点之间的转换交通量大,较窄的虚线代表转换交通量适中),北环高速最主要 OD 流向为广清与广佛及西环之间的转换,其次为三元里立交与广佛及西环之间的转换,广佛及西环与广深之间、岑村及华快与广深之间的转换交通量也较大。

2.4 现状运行服务水平评价

交通流状态的主要指标参数为 V/C 比,V/C 比为公路交通量与基本通行能力(基本通行能力为五级服务水平条件下对应的最小小时交通量)的比值,与平均运行速度、车流密度一起作为公路服务质量的关键评价指标。根据 JTG B01—2014《公路工程技术标准》第 45 页附录 A 高速公路服务水平分级表的规定,查得北环高速单车道基准通行能力为 2 100 pcu/h,考虑车道数、货车比重大等因素需要适当折减,此次研究取平均单车道的实际通行能力为 1 850 pcu/h。

根据北环高速公路的交通流量统计数据,可计算出各路段内单车道的实际服务交通量 V 值及对应路

表 4 北环高速各类车型构成

车辆种类	绝对数				换算数			
	客车/(pcu·d^{-1})	货车/(pcu·d^{-1})	合计/(pcu·d^{-1})	比例/%	客车/(pcu·d^{-1})	货车/(pcu·d^{-1})	合计/(pcu·d^{-1})	比例/%
1 类车	248 693	32 554	281 247	84.1	248 693	32 554	281 247	69.0
2 类车	2 363	3 780	6 143	1.8	3 545	5 670	9 215	2.3
3 类车	15 380	14 458	29 838	8.9	30 760	28 916	59 676	14.6
4 类车	0	3 519	3 519	1.1	0	10 557	10 557	2.6
5 类车	0	13 478	13 478	4.0	0	47 173	47 173	11.5
合计	266 436	67 789	334 225	100.0	282 998	124 870	407 868	100.0

表 5　北环高速车流站点 OD 分布　　pcu

出入口	沙贝	广清东	广清西	广花	广园	广从	广汕	浔峰洲	广深	岑村	科韵路	三元立交	三元里虚	广佛
沙贝	0	0	1 536	927	0	130	116	1 349	501	186	39	945	0	0
广清东	0	4	0	6 106	5	1 576	1 932	0	5 967	2 214	611	3 756	0	8
广清西	2 536	0	0	0	0	0	0	21 947	0	0	0	0	0	25 494
广花	1 202	5 146	0	0	0	0	0	3 351	0	0	0	0	0	8 207
广园	0	2	0	0	7	705	359	1	4 208	1 721	159	4	1	7
广从	139	986	0	0	981	97	2 824	998	4 025	3 055	842	923	455	1 903
广汕	64	1 130	0	0	611	3 270	61	395	4 373	2 674	223	1 062	226	2 066
浔峰洲	124	1	22 275	2 164	9	1 013	440	0	1 790	791	64	10 962	0	8 119
广深	541	5 114	0	0	5 417	3 656	4 629	1 871	39	19 282	8 903	2 687	3 244	18 326
岑村	175	1 502	0	0	2 167	2 609	1 722	766	17 726	176	1 632	1 328	805	4 133
科韵路	41	685	0	0	328	865	160	87	8 058	1 111	175	454	103	1 191
三元立交	908	2 638	0	0	4	487	1 149	9 307	1 604	1 131	374	3	8 548	
三元里虚	0	0	0	0	23	437	505	0	4 344	925	88	6	6	0
广佛	0	1	20 576	5 295	15	1 808	2 514	7 754	17 162	4 418	578	9 466	0	10

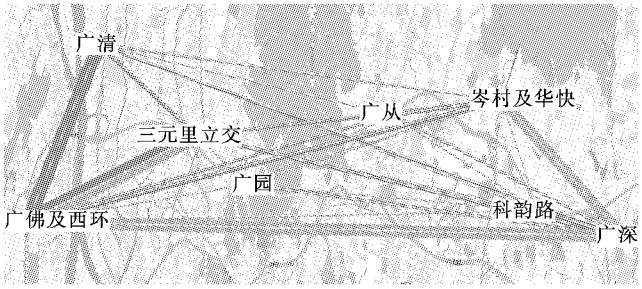

图 3　北环高速车流站点空间 OD 分布图

段 V/C 比值，计算结果见表 6。计算结果显示，北环高速公路沙贝—广清西路段东向西方向 V/C 值最大，服务水平达到最低的六级服务水平，其次为广清东—广花路西往东方向，其服务水平亦达到六级，这两个路段交通流处于不稳定状态，时常发生交通阻塞，这与北环高速经常出现堵车的实际情况相符。

根据北环高速的交通量和车流密度的分析结果，可计算出对应的平均行程车速，见表6。沙贝—广清西段双向和广清东—广花段西往东方向高峰小时平均行程车速低于 30 km/h，服务水平较低。

表 6　北环高速各路段断面单车道交通量及 V/C

路段范围	东向西				西向东			
	V/C	交通量/[pcu·(h·ln)$^{-1}$]	车速/(km·h^{-1})	服务水平	V/C	交通量/[pcu·(h·ln)$^{-1}$]	车速/(km·h^{-1})	服务水平
沙贝—广清西	1.06	1 953	22.9	六级	0.98	1 808	24.7	五级
广清东—广花	1.00	1 856	30.4	五级	1.03	1 904	29.6	六级
广花—广园	0.66	1 218	41.3	三级	0.68	1 253	40.1	三级
广园—广从	0.78	1 434	46.6	四级	0.76	1 415	47.2	四级
广从—岑村北环	0.82	1 526	64.9	四级	0.82	1 519	65.2	四级
岑村北环—科韵路	0.86	1 591	38.5	四级	0.82	1 512	40.5	四级
科韵路—广深	0.91	1 680	35.2	五级	0.86	1 590	37.2	四级

3　分时限货管制方案

3.1　限行管制目标

限行管制的目标主要为减小相关高速公路的交通流量，优化交通组成，以提高相关高速公路的服务水平，改善相关高速公路的交通状况，最大程度地发挥其城市快速干道的交通功能。

3.2　分时限货管制方案

3.2.1　方案 1

制定全线分时限货方案，减少日间交通量。考虑广佛高速、北环高速车流结构货车比例高的现状，结合

日峰时车流量情况，在白天高峰时段(07:00—22:00)对载重 15 t 及以上货车(指核定载重质量、牵引质量为 15 t 及以上的货车、牵引车)，在广佛高速及广州环城高速全线限行，以提高沙贝互通立交东西路段通行能力。方案 1 限行方案见图 4(a)，限行范围见图 5。

(a) 方案 1 (b) 方案 2

图 4 限行货车方案禁令标志大样图

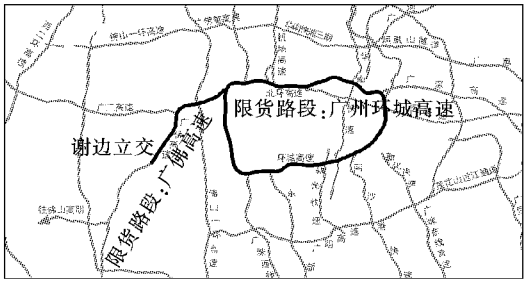

图 5 广佛及环城高速限行路段平面示意图

3.2.2 方案 2

在早高峰时段(07:00—9:00)、晚高峰时段(17:00—19:00)对载重 5 t 及以上货车(指核定载重质量)，也是在广佛高速及广州环城高速全线实行限行，以提高沙贝互通立交东西路段通行能力。方案 2 限行方案见图 4(b)，限行范围见图 5。

4 货车分流引导方案

4.1 货车分流的目标

为保障路网整体交通功能的完整性，积极引导区域路网内禁止行驶的货车于既定的分流点分流，将原需经广佛高速及广州环城高速前往目的地禁止行驶的货车疏导至其他正常运营的道路。

4.2 货车分流引导方案

环城高速西往东方向、东往西方向疏导主通道和辅助通道路径图(4 条超限货车绕行路径)分别见图 6、7。

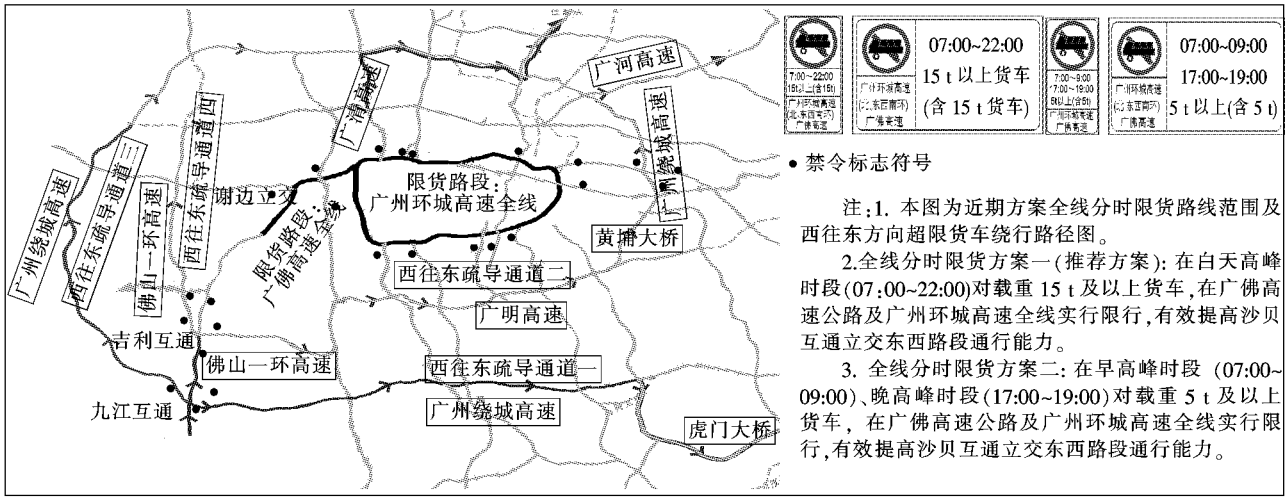

图 6 4 条西往东方向超限货车绕行路径示意图

5 分时限货管制措施

限行交通管制应综合采用媒体宣传告示、路网内诱导分流、全线远程监控和交警流动执法等管理措施，保障限行交通管制措施最大程度地发挥作用，达到限行预期目标。

在高速公路限货路段相关路网内实行三级诱导分流：远端诱导分流、近端诱导分流和入口处的诱导分流，以诱导不符合高速公路限货路段通行要求的车辆提前绕行路网内其他路径通行，避免车辆集中在高速公路限货路段各入口前，造成交通拥堵。

6 实施效果评估

6.1 对环城高速交通运行的影响分析

6.1.1 方案 1

根据对北环高速现状货车比例分析，北环高速 5 类货车日均货车数 4.72 万 pcu/d，占比达到11.6%。实施限货方案后，5 类货车受到限制，大货车比例下

降、交通流量整体下降，路段通行能力提高，预计车速可提升 15%，各路段饱和度降低到 0.9 以下。沙贝—广清西段服务水平提升到四级，交通运行较现状有明显好转。改善前后交通运行情况见表 7。

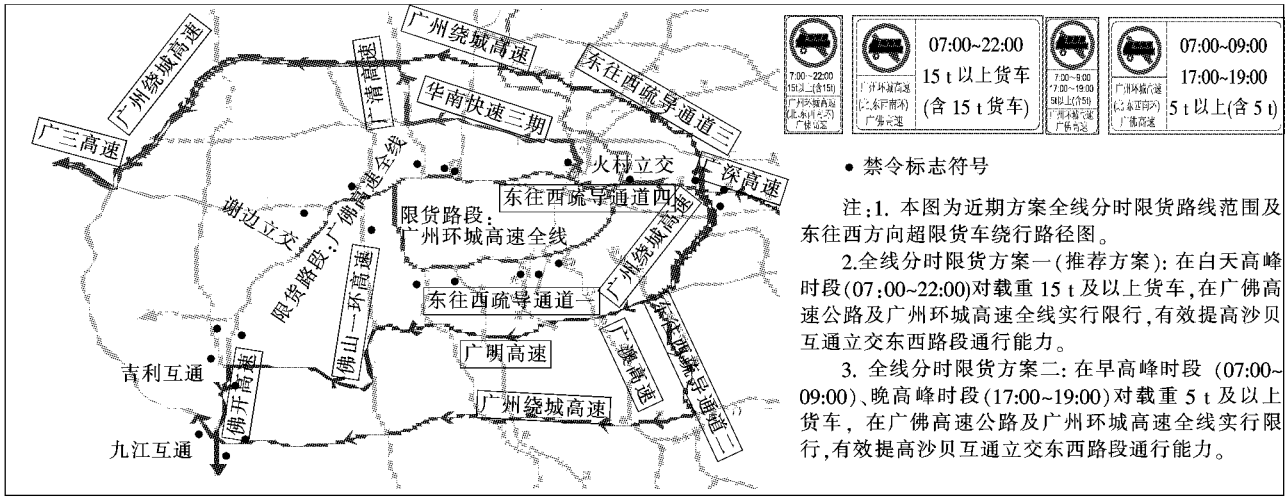

图 7　4 条东往西方向超限货车绕行路径示意图

表 7　方案 1 实施近期改善后北环高速各路段断面交通运行情况

北环路段范围	东向西方向							西向东方向						
	改善前			改善后			交通量变化/%	改善前			改善后			交通量变化/%
	V/C	交通量	服务水平	V/C	交通量	服务水平		V/C	交通量	服务水平	V/C	交通量	服务水平	
沙贝—广清西	1.06	1 953	六级	0.90	1 660	四级	−15.0	0.98	1 808	五级	0.81	1 506	四级	−16.7
广清东—广花	1.00	1 856	五级	0.85	1 566	四级	−15.6	1.03	1 904	六级	0.89	1 650	四级	−13.3
广花—广园	0.66	1 218	三级	0.54	1 007	三级	−17.3	0.68	1 253	三级	0.58	1 074	三级	−14.2
广园—广从	0.78	1 434	四级	0.66	1 220	三级	−14.9	0.76	1 415	四级	0.67	1 235	三级	−12.7
广从—岑村北环	0.82	1 526	四级	0.71	1 313	三级	−14.0	0.82	1 519	四级	0.72	1 341	三级	−11.7
岑村北环—科韵路	0.86	1 591	四级	0.75	1 391	三级	−12.6	0.82	1 512	四级	0.73	1 348	三级	−10.8
科韵路—广深	0.91	1 680	五级	0.81	1 491	四级	−11.2	0.86	1 590	四级	0.77	1 428	四级	−10.2

注：交通量单位：pcu/(h·ln)。

6.1.2　方案 2

根据对北环高速现状货车比例分析，北环高速 5 t 及以上货车日均货车数 8.66 万 pcu/d，占比达到 21.2%。实施限货方案后，效果同方案 1 预计车速可提升 25%，各路段饱和度降低到 0.8 以下。沙贝—广清西段服务水平提升到四级。改善前后交通运行情况见表 8。

6.2　对周边路网的影响分析

6.2.1　方案 1

根据受影响车辆的 OD 分布及可能的绕行路径分析，近期实施限货方案 1 后，主要分流道路的交通流量及饱和度情况见表 9。

结果显示，华快三期、佛山一环、北二环、广和大桥高峰期间交通压力稍大，整体上周边路网能够承担环城高速、广佛高速限货后的大货车转移需求。

6.2.2　方案 2

近期实施限货方案 2 后，与方案 1 同理分析表 9 方案 2 的数据，结果显示，北二环、佛山一环、广和大桥服务饱和度大幅提升，服务水平降到五级，高峰期间交通压力大，华快三期服务水平也降至四级，实施限货方案 2 后对周边路网影响较方案 1 大，意味着交通状况存在不稳定情形，需要在限货政策执行前有所预案，故此次研究推荐采用方案 1 分时限货管制方案是合适的。

表 8 方案 2 实施近期改善后北环高速各段断面交通运行情况

北环路段范围	东向西方向							西向东方向						
	改善前			改善后			交通量变化/%	改善前			改善后			交通量变化/%
	V/C	交通量	服务水平	V/C	交通量	服务水平		V/C	交通量	服务水平	V/C	交通量	服务水平	
沙贝—广清西	1.06	1 953	六级	0.77	1 433	四级	−26.6	0.98	1 808	五级	0.69	1 276	三级	−29.4
广清东—广花	1.00	1 856	五级	0.74	1 376	三级	−25.9	1.03	1 904	六级	0.79	1 470	四级	−22.8
广花—广园	0.66	1 218	三级	0.47	864	二级	−29.0	0.68	1 253	三级	0.50	924	二级	−26.3
广园—广从	0.78	1 434	四级	0.58	1 072	三级	−25.2	0.76	1 415	四级	0.58	1 081	三级	−23.6
广从—岑村北环	0.82	1 526	四级	0.63	1 167	三级	−23.5	0.82	1 519	四级	0.64	1 189	三级	−21.7
岑村北环—科韵路	0.86	1 591	四级	0.68	1 250	三级	−21.4	0.82	1 512	四级	0.64	1 193	三级	−21.1
科韵路—广深	0.91	1 680	五级	0.73	1 355	三级	−19.3	0.86	1 590	四级	0.69	1 270	三级	−20.2

注：交通量单位：pcu/(h·ln)。

表 9 方案 1、方案 2 限货前后主要疏解道路交通流量及饱和度数据对比

周边路网高速公路	方案 1				方案 2			
	限货前		限货后		限货前		限货后	
	流量/(pcu·d^{-1})	高峰饱和度	流量/(pcu·d^{-1})	高峰饱和度	流量/(pcu·d^{-1})	高峰饱和度	流量/(pcu·d^{-1})	高峰饱和度
北二环(蚌湖以东)	110 144	0.77	123 349	0.87	110 144	0.77	126 454	0.94
西二环	61 850	0.46	72 933	0.55	61 850	0.46	75 631	0.61
东二环(黄埔大桥)	33 705	0.26	45 037	0.35	33 705	0.26	47 970	0.42
东二环(广惠以北)	74 198	0.58	80 667	0.63	74 198	0.58	82 365	0.67
南二环	33 718	0.25	43 526	0.33	33 718	0.25	46 016	0.38
华快三期(春岗西)	70 333	0.65	83 231	0.77	70 333	0.65	86 447	0.87
华快三期(平沙东)	94 016	0.71	106 914	0.80	94 016	0.71	110 130	0.88
广明高速	36 773	0.27	51 513	0.37	36 773	0.27	55 074	0.45
佛山一环	103 810	0.76	114 947	0.84	103 810	0.76	117 203	0.90
广和大桥	71 953	0.76	83 327	0.88	71 953	0.76	86 096	0.97

7 结语

研究吸取了以往研究成果的经验与不足，研究的思路与方法具有科学性、严密性、系统性。研究方案采用了“限导结合(限货管制、分流引导)”双管齐下的创新举措，避免研究成果出现以往“限而不导”、“导而不限”的缺陷。

参考文献：

[1] 卓玺.重庆主城货车交通管理对策研究[D].重庆交通大学硕士学位论文，2012.

[2] 广州市公路勘察设计有限公司.广州市北环高速沙贝互通立交及临近路段堵塞问题整治方案研究报告[R]，2017.

[3] 广州市公路勘察设计有限公司.广州北环高速公路沙贝立交至广清立交段通行能力扩容方案研究报告[R]，2016.

[4] 广东省公路勘察规划设计院股份有限公司.广州北环高速公路分时段货车限行方案评估报告[R]，2014.

[5] 广州市公路勘察设计有限公司.广州环城高速限货交通引导标志工程方案设计研究报告[R]，2013.

[6] 广州公路勘察设计有限公司.广州市道路交通指路标志系统设计技术指引(修订版)[Z]，2013.

[7] JTG B01—2014 公路工程技术标准[S].