

国标规定平面交叉口规划范围的意义

Significance of Specifying Intersection Planning Scope in the Nation Standard

杨小文, 李克平

(同济大学交通运输工程学院, 上海 201804)

Yang Xiaowen, Li Keping

(School of Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

摘要:《城市道路交叉口规划规范》第3.4.2条强制性条文规定:“新建、改建交通工程规划中的平面交叉口规划,必须对交叉口规划范围内规划道路及相交道路的进口道、出口道各组成部分作整体规划。”为了说明该条文对于充分、高效利用交叉口进口道“时空资源”、提高交叉口整体通行效益的意义,从交叉口进口道“时(绿信比)空(车道数量与宽度)资源”转化的基本理念及量化解析两方面入手,详细分析了该条文的基本原理,并利用实例进行定量计算。结果显示,若新建或改建的主要道路进口道不具备增加车道的条件,而相交次要道路进口道具备该条件,则通过增加次要道路进口道车道数,转换各进口道间的“时空资源”,不但能提高其本身的通行能力,还能同时提高主要道路的通行能力。

Abstract: Section 3.4.2 the mandatory provision in the national standard "Code for Planning of Intersections on Urban Roads" clearly states: "Intersection planning in newly-built and rebuilt transportation infrastructure planning should take planning roads, approaches and exits of intersecting roads as integrated". For proving the importance of this section in efficient use of "time and space resources" of approaches and improvement of overall traffic effectiveness of the intersection, this study comprehensively analyzes the basic principle of this provision from the basic idea and concise quantization of "time (green ratio) and space (number and width of lanes) resources" transformation. Quantitative calculation example shows that when it is impossible to increase number of lanes in the planning newly-built or rebuilt main road, only increasing the number of approaches in intersecting minor roads can increase not only the capacity of the minor roads but also the capacity of the main road by the means of "time and space resources" transformation of approaches in the intersection.

关键词:城市道路交叉口规划规范;通行能力;饱和流量;绿信比

Keywords: Code for Planning of Intersections on Urban Roads; capacity; saturation; green ratio

中图分类号: U412.35

文献标识码: A

收稿日期: 2012-06-07

作者简介:杨小文(1968—),男,上海人,博士研究生,主要研究方向:交通规划与管理。E-mail:xiaoweny@hotmail.com

0 引言

中国城市道路规划、设计历来以道路路线为主体,交叉口仅被视为规划路线上与相交道路的一个交叉点。主管单位在下达规划、设计任务书时,会在路线图上画定规划、设计的范围线,以指定规划、设计的范围;相交道路交叉口的范围线往往不把相交道路的进、出口道纳入指定规划、设计范围,见图1。于是,规划、设计单位就只做指定范围内主要道路交叉口进、出口道的规划、设计方案,而不考虑相交的次要道路。这样的方案大大折损了交叉口的整体通行效益。为了改变这种传统做法,《城市道路交叉口规划规范》(GB 50647—2011)(以下简称《规范》)第3.4.1, 3.4.2条明确规定:“平面交叉口规划范围应包括构成该平面交叉口各条道路的相交部分和进口道、出口道及其向外延伸10 m~20 m的路段所共同围成的空间”;“新建、改建交通工程规划中的平面交叉口规划,必须对交叉口规划范围内规划道路及相交道路的进

口道、出口道各组成部分作整体规划”^[1]。

主、次道路进口道整体规划、设计也是交叉口一体化规划、设计的主要含义之一。《规范》规定的规划、设计范围，通过包括主、次道路进、出口道的整体交叉口规划、设计，可在整个交叉口范围内转化主、次道路进口道间的时空资源，这对于高效使用交叉口用地、充分提高交叉口通行效益具有重大意义。例如，主要道路方向进口道的通行能力，可以通过其相交次要道路转移过来的时间资源得到提高，实现充分利用交叉口整体时空资源的目标。

1 平面交叉口时空资源转化原理

1.1 时空资源转化的基本理念

信号控制交叉口进口道的通行能力 CAP 是进口道各车道规划饱和流量 S_i 与该车道所属信号相位绿信比 λ_i 的乘积之和： $CAP = \sum_i \lambda_i S_i$ ^[2]。其中， S_i 由进口道的车道数及各车道宽度等空间因素决定^[3]，是进口道通行能力不可转移的车道饱和流量的“空间资源”。在改建或治理交叉口规划中，若有现状各交通流向的交通量数据，在有饱和流量数据时， λ_i 由各相位通车车道中最大流量比(交通量与饱和流量之比)决定，无饱和流量数据时， λ_i 可按各相位通车车道中最大交通量的比例确定；若无现状各交通流向的交通量数据时，则按新建交叉口规划有关规定确定。绿信比是确定各相位通车绿灯时长的依据，高效通车的绿信比应随各相位通车车道的最大流量比或交通量的比例调配，是通行能力可转移的相位绿灯时长的

“时间资源”。

在改建设计阶段，当某一进口道具备增加车道的改建条件时，通过改建提高其饱和流量“空间资源”和相应的通行能力后，该进口道通车相位的流量比和饱和度将随着减小，从而相应调小其通车相位的绿信比。在不改变周期时长的情况下，该进口道通车相位就产生由增加“空间资源”转化而来的多余绿信比。这部分多余的绿信比“时间资源”自然地被转移给原饱和度较高、又不具备改建条件的进口道，不但提高了改建进口道本身的通行能力、降低其饱和度，同时还增加了没有条件改建的进口道绿信比、提高其通行能力。即将改建进口道的多余“时间资源”转移成未改建进口道的“空间资源”，从而充分利用交叉口的整体“时空资源”，提高其整体通车效益。若交叉口各进口道都具备增加车道的改建条件，通过改建，各进口道的通行能力都有所提高、饱和度都得以降低，则在保持其饱和度不达到交通拥挤的条件下，可缩减整个交叉口的信号周期时长，降低交叉口的停车延误，提高交叉口的整体服务水平。

在交通工程规划阶段做交叉口红线规划时，应按用地条件展宽进口道的红线宽度，增加进口道的车道数。在满足通车初期最小延误的前提下，配以适用的、最小的最佳信号周期时长。由于通行能力随周期时长提高，可在通车初期保存一定的“储备”通行能力，未来在交通量逐步增加时，相应延长周期时长、提高通行能力，不致因空间受限而陷于难以改建的困境。

1.2 量化解析

为分析《规范》规定平面交叉口规划范围的原理，运用交叉口一体化设计在交叉口范围内时空资源转化的理念，采用最常见的交叉口进口道与信号相位方案进行量化解析。交叉口指定改建的主要道路为双车道进口道，相交次要道路为单车道进口道，并有条件增加一条车道(见图2)；采用两相位信号控制，绿信比按流量比分配。若主要道路不具备增加车道的改建条件，则可通过增加次要道路进口道的车道数提高主要道路的通行能力。

1) 次要道路增加一条车道后，饱和流量提高。

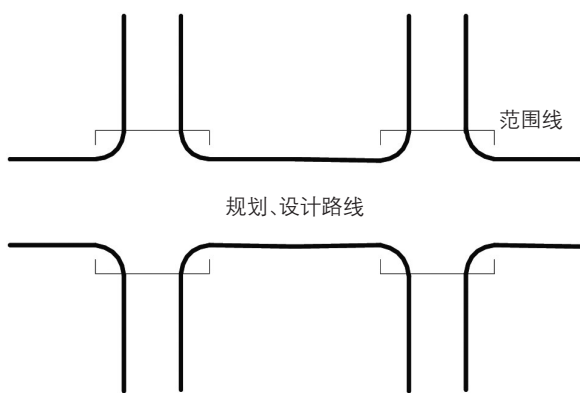


图1 传统的交叉口规划范围

Fig.1 Traditional intersection planning scope

次要道路增加一条车道后，改建为双车道进口道，且两条机动车道等宽(见图3)。设 S_{cy} 为次要道路改建前进口道饱和流量，考虑到前后对比分析时，车辆组成、路线纵坡及左右转弯半径不会有较大变化，为了使分析简化，可忽略进口道纵坡、重车率、左右转弯半径等对饱和流量的修正。

$$S_{cy} = S_{bt} f_t, \quad (1)$$

式中： S_{bt} 为信号交叉口直行车道基本饱和流量/(pcu·h⁻¹)； f_t 为改建前次要道路进口车道饱和流量车道宽度修正系数。

设 S'_{cy} 为次要道路改建后进口道饱和流量，

$$S'_{cy} = 2S_{bt} f'_t, \quad (2)$$

式中： f'_t 为改建后次要道路进口车道饱和流量车道宽度修正系数。

根据《规范》中各种宽度进口车道饱和流量的车道宽度修正系数表 A.3.2-2 可知，大多数情况下进口车道的宽度为 2.7~4.0 m。改建前取进口车道宽度为最宽的 4.0 m，在改建条件十分困难的情况下，改建后取进口车道宽度为最窄的 2.7 m，与之相对应 $f_t = 1.18$ ， $f'_t = 0.88$ ，可得 $2f'_t > f_t$ ，即在表列广泛的进口车道宽度范围内，始终有 $S'_{cy} > S_{cy}$ 。在车道宽度及其修正系数取最大、最小值的情况下，可得 $S'_{cy} = 2S_{cy} f'_t / f_t \approx 1.5S_{cy}$ ，即 S'_{cy} 至少可增大到相当于 S_{cy} 的 1.5 倍；若改建前后进口车道宽度均取 3.0 m，则 $S'_{cy} = 2S_{cy} f'_t / f_t \approx 2.0S_{cy}$ ，即 S'_{cy} 至多可增至相当于

S_{cy} 的 2.0 倍。由此可知：单车道进口道增加一条车道后，饱和流量的提高与改建前后车道宽度之差成反比；根据表 A.3.2-2 中给出的车道宽度及其修正系数的范围， S'_{cy} 为 1.5~2.0 S_{cy} 。

2) 次要道路增加一条车道后，绿信比减小。

次要道路增加车道、饱和流量提高后，在交通量不变的情况下，流量比减小，故可相应减小其通车相位的绿信比。设 λ_{cy} ， λ'_{cy} 分别为改建前后次要道路通车相位的绿信比，改建前后交通量不变，则

$$\frac{q_{cy}}{\lambda_{cy} S_{cy}} = \frac{q_{cy}}{\lambda'_{cy} S'_{cy}}, \quad (3)$$

式中： q_{cy} 为次要道路的交通量。则

$$\lambda'_{cy} = \frac{\lambda_{cy} S_{cy}}{S'_{cy}} = \frac{\lambda_{cy}}{(1.5 \sim 2.0)} = (0.5 \sim 0.67) \lambda_{cy}, \quad (4)$$

即改建后绿信比可减到相当于原绿信比的 0.50~0.67 倍，恰好是饱和流量增加值的倒数。次要道路在饱和流量增加且保持通行能力不变的条件下，可以减少需要的绿信比，从而生成多余绿信比： $\lambda_{cy} - \lambda'_{cy} = (0.33 \sim 0.50) \lambda_{cy}$ 。

3) 次要道路多余绿信比转移给主要道路，主要道路通行能力增加。

设主要道路原通行能力为 CAP_{zy} ，则提高后的通行能力

$$CAP'_{zy} = ((0.33 \sim 0.50) \lambda_{cy} + \lambda_{zy}) S_{zy}, \quad (5)$$

式中： λ_{zy} 为主要道路通车相位原绿信比； S_{zy} 为主要道路进口道饱和流量。

若主要道路具备增加车道的改建条件，则主

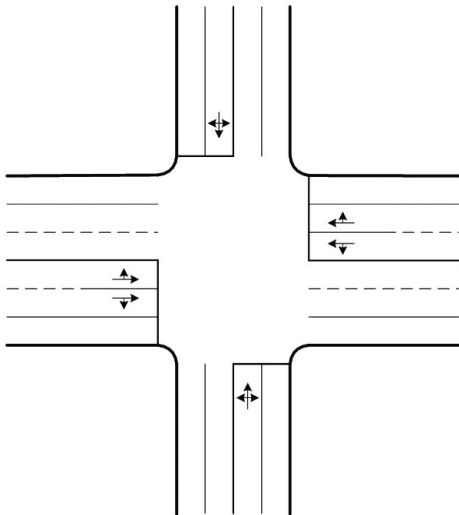


图2 现状交叉口

Fig.2 Original Intersection

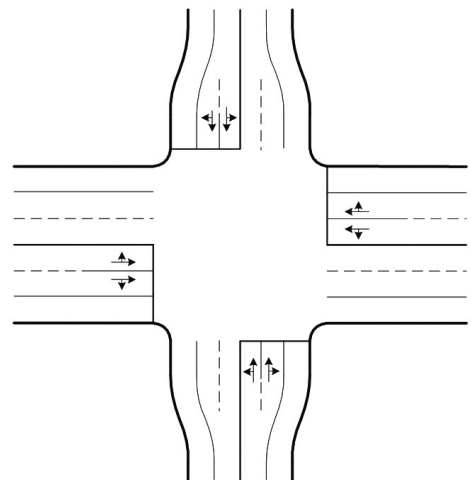


图3 改建后的交叉口

Fig.3 Rebuilt intersection

要道路的通行能力可由两个因素获得提高：1)本身增加车道；2)次要道路增加车道后转移过来的绿信比“时间资源”。

2 示例

为了进一步定量说明图2所示交叉口次要道路改建前后主要道路进口道通行能力的变化情况，假设该交叉口次要道路进口道在改建前有4.0 m宽的直左右机动车道和非机动车道各一条；改建后则有2.7 m宽的直左及直右机动车道各一条，以及一条3.5 m宽的非机动车道；主要道路进口道则为两条3.5 m宽的直右及直左机动车道。交叉口各进口道的交通量如表1所示。设车道的基本饱和流量为1 650 pcu·h⁻¹，交叉口改建前后的信号相位绿信比及通行能力见表2和表3。

次要道路饱和流量提高、绿信比减小，减小部分的多余绿信比自然转移给主要道路后，次要道路进口道的通行能力仍可提高20%；与此同

时，主要道路进口道的通行能力提高了17%。假设次要道路可保持其原有饱和度，按前述分析，次要道路南进口道原饱和度 $x_{cy}=0.67$ ，改建后的饱和度 $x'_{cy}=x_{cy}=0.67$ ，所需通行能力 $CAP'_{cy}=q_{cy}/x'_{cy}=600/0.67=896$ (pcu·h⁻¹)，多余的通行能力为 $CAP'_{cy}-CAP''_{cy}=1\,074-896=178$ (pcu·h⁻¹) (式中 CAP'_{cy} 为改建后次要道路进口道的通行能力)，尚可多余的绿信比 $\lambda''_{cy}=178/2\,904=0.06$ ；把这些多余的绿信比转移给主要道路后，主要道路的通行能力 $CAP''_{cy}=(\lambda'_{cy}+\lambda''_{cy})S_{zy}=(0.63+0.06)\times 2\times 1\,650=2\,277$ (pcu·h⁻¹)，比原通行能力提高28%。

3 结语

本文以交叉口整体“时空资源”转化为基本理念，通过量化解析及案例定量计算，阐述了《规范》规定平面交叉口规划范围及其一体化规

表1 交叉口各进口道的交通量

Tab.1 Traffic volume by intersection approaches

次要道路进口道	交通量/(pcu·h ⁻¹)	主要道路进口道	交通量/(pcu·h ⁻¹)
北	500	东	1 100
南	600	西	1 200

表2 改建前信号相位绿信比及通行能力

Tab.2 Green ratio and capacity before intersection rebuilding

进口道	车道宽度修正系数	饱和流量/(pcu·h ⁻¹)	流量比	相位最大流量比	绿信比	通行能力/(pcu·h ⁻¹)	饱和度
北	1.18	1 947	0.26	0.31(相位1)	0.46	896	0.56
南	1.18	1 947	0.31			896	0.67
东	1.00	2×1 650	0.33	0.36(相位2)	0.54	1 782	0.62
西	1.00	2×1 650	0.36			1 782	0.67

表3 改建后信号相位绿信比及通行能力

Tab.3 Green ratio and capacity after intersection rebuilding

进口道	车道宽度修正系数	饱和流量/(pcu·h ⁻¹)	流量比	相位最大流量比	绿信比	通行能力/(pcu·h ⁻¹)	饱和度
北	0.88	2×1 452	0.17	0.21(相位1)	0.37	1 074	0.47
南	0.88	2×1 452	0.21			1 074	0.56
东	1.00	2×1 650	0.33	0.36(相位2)	0.63	2 079	0.53
西	1.00	2×1 650	0.36			2 079	0.58

划、设计对提高交叉口整体通车效益的重要意义。提高主要道路进口道的通行能力，不仅可通过改建主要道路进口道来实现，也可通过改建次要道路进口道后用“时空资源”转化的理念实现，这对于没有条件改建主要道路进口道，但有条件改建与其相交的次要道路进口道的交叉口尤为重要。本文也指出了传统做法只顾规划、设计主要道路的改建方案，而不顾相交次要道路的改善，将折损交叉口的整体通车效益，并且在交通量增长后，此类方案具有难以改建的危害。

参考文献：

References:

- [1] GB 50647—2011 城市道路交叉口规划规范[S].
- [2] 索尔特 R J. 道路交通分析与设计[M]. 张佐周，译. 北京：中国建筑工业出版社，1982.
Salter R J. Highway Traffic Analysis and Design [M]. Zhang Zuozhou, translated. Beijing: China Architecture & Building Press, 1982.
- [3] TRB. Highway Capacity Manual 2000[M]. Washington DC: TRB, 2000.

(上接第83页)

- [8] Rajbhandari R, Chien S, Daniel J. Estimation of Bus Dwell Times with Automatic Passenger Counter Information[J]. Transportation Research Board: Journal of the Transportation Research Board, 2003 (1841): 120-127.
- [9] Cheng J. Learning Bayesian Networks from Data: An Information Theory Based Approach[J]. Computer and Information Science, 2002, 2(137): 43-90.
- [10] 刘祥. 基于贝叶斯网络的多方法短时交通流量联合预测[J]. 机电技术, 2010(3): 33-35.
Liu Xiang. Short-term Traffic Flow Prediction Based on Bayesian Network Multiple Methods[J]. Journal of Electromechanical technology, 2010(3): 33-35.
- [11] Nir Friedman, Moises G Z, Thomas J L. Bayesian Network Classification with Continuous Attributes: Getting the Best of both Discretization and Parametric Fitting [EB/OL]. 1998[2011-12-21]. <http://moodle08.cs.huji.ac.il/~nirf/Papers/FGL1.pdf>.
- [12] Yang Y, Webb G I. Discretization for Naive Bayes Learning: Managing Discretization Bias and Variance [EB/OL]. 2003[2011-12-21]. <http://www.springerlink.com/content/e30q39mt02g47208/>.
- [13] Dougherty J, Kohavi R, Sahami M. Supervised and Unsupervised Discretization of Continuous Features [EB/OL]. 1995[2011-12-21]. <http://www.math.unipd.it/~dulli/corso04/disc.pdf>.
- [14] Oded Maimon, Lior Rokach. The Data Mining and Knowledge Discovery Handbook [M]. Berlin: Springer Science & Business Media, Inc., 2005: 113-130.
- [15] Yang Y, Webb G I. Non-Disjoint Discretization for Naïve Bayes Classifiers[EB/OL]. 2002[2011-12-21]. <http://www.csse.monash.edu/~webb/Files/YangWebb02b.pdf>.
- [16] Fayyad U M, Irani K B. Multi-interval Discretization of Continuous-valued Attributes for Classification Learning [EB/OL]. 1993[2011-12-21]. <http://trs-new.jpl.nasa.gov/dspace/handle/2014/35171>.
- [17] 王建, 邓卫, 赵金宝. 基于贝叶斯网络多方法组合的短时交通流量预测[J]. 交通运输系统工程与信息, 2011, 11(4): 147-153.
Wang Jian, Deng Wei, Zhao Jinbao. Short-Term Freeway Traffic Flow Prediction Based on Multiple Methods with Bayesian Network[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2011, 11(4): 147-153.
- [18] 王双成. 贝叶斯网络学习、推理与应用[M]. 上海：立信会计出版社，2009.
- [19] Transportation Research Board. Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition [M]. Washington DC: Transportation Research Board, Transit Cooperative Research Program, 2003.