

立交桥设计中的若干问题

陈双林

(华东勘测设计研究院, 浙江杭州 310014)

摘要:论述了设计立交桥过程中,常被设计人员忽视的技术问题,这些问题对立交桥的技术指标、运行安全性、交通功能的发挥有非常重要的影响。

关键词:立交桥;立交造型;右进右出;平面设计;纵断面设计;横断面设计

中国分类号:U448.17 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0006-03

0 引言

我国城市经济正获得前所未有的蓬勃发展,与之联动的效应是,城市交通问题日趋严重,交通拥堵和延误产生的危害,已波及社会各方面。解决城市交通问题的途径很多,例如,可以新建和拓宽改造道路;可以进行路网交通组织优化;可以对交通拥堵节点修建立交或沿主干线修建高架路;可以修建城市隧道或城市轻轨。

本文主要针对立交工程设计中容易被忽视的盲点问题,提出设计思路和解决办法,以免立交工程建成投入使用后存在后患。因为立交桥工程是永久性工程,一旦设计和建设完工,将永久发挥作用,若存在隐患问题,立交改造工作是极为困难的。

1 立交桥型式选择中的盲点问题

立交型式选择的目的是为了提高行车效率,适应交通需求和达到行车速度指标,并要与环境相协调。立交选型主要考虑的因素有:交通功能、地区路网规划、工程经济性、市容环境和场地自然条件。往往是其中一种或几种因素起控制作用,控制因素不一样,产生的立交型式也不一样。

1.1 立交功能与工程造价之间的关系

无论是三肢路、四肢路或是五肢路的交叉口,最为理想的道路立交是建造功能完善的全互通立交,全互通立交特别是设计指标高的全互通立交,往往工程造价较高。在确定立交功能定位时,我们不能片面追求立交功能的全面性而不顾工程投资的合理控制,事实上,在一定工程投资控制条件下,通过精心优化设计,总能找到满足交通功能需求的立交型式。反之,也不能片面强调工程投资的节约,而不顾立交型式和功能性需求,在这方面,国内不成功的立交事例太多了,立交是造成了,但交通拥堵仍然严重。因此,构思立交方案时,一定要合理确定立交功能定位,选定与之对应的立交型式。如果确实因工程投资因素的制约,不能建造满足远期交通需求的立交,可以考虑近远期结合分期投资策略,近期工程选用部分互通,但一定要使近期工程能全部或大部分被远期工程所用,以免造成不必要的浪费。

1.2 立交造型问题

随着设计水平提高,建桥经验的丰富,立交型式正越来越呈多样化的趋势,最为常见的立交有菱形立交、环形立交、蝶式立交、苜蓿叶立交、蜗轮形立交、喇叭形立交、双子叶式立交等。目前,设计人员往往喜欢选用这些立交型式的变种或组合式立交,每一座立交均被认为是一座

建筑创作作品,建筑创作呈现多样性,当然是一件好事。然而,我们不能片面追求造型,特别是片面追求立交布局的对称美,而忽视有效利用地形、地势和地物等因素,忽视与周边环境的协调配合。我们认为,立交造型顺地势而布局,不但造型别致,而且经济性好。虽说有的立交造型异样,但如果通过立交绿化、景观和标志标线等附属设施的设计和配合,同样能使立交造型优美,与环境融为一体,相得益彰。

1.3 右进右出问题

我国交通运行体制为右行制,对于单向3个车道道路,最内侧车道(靠道路中心线一侧车道)为超车道,行驶车速较高;中间车道为行车道,其车道上车辆行驶车速一般为设计车速的0.9倍;最外侧车道一般为重型车行驶车道,该车道行驶速度较设计车速低。我们又知,重型车质量重、惯性大、车速低,从一个车道移位至另一个车道,比小型车困难,耗时多,易干扰车道上其它车辆行驶。因此,立交匝道的出口和入口宜考虑方便重型车行驶要求(满足了重型车行驶要求,也即满足了其它车种行驶要求),因此,最理想的匝道出入口为右进右出。如果立交布置极为困难,难以避免采用左出或左进匝道,则设置合理长度的变速车道,见图1(为典型左出驶出道口),并且要在出入口处和之前有警告标志和指路标志,防止内侧车道驾驶者走错路线。

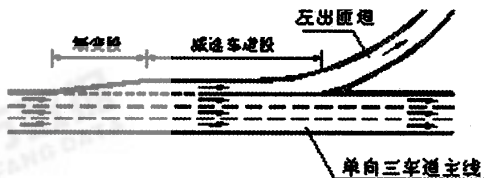


图1 左车匝道设计示意图

2 立交桥平面设计中的盲点问题

2.1 前后段曲线指标配合问题

立交桥中主线的曲线技术指标和前后段曲线指标的配合,往往不成问题,但匝道线经常遇到S形、C形、卵形以及突形等,前后段圆弧曲线半径相差不宜过大。

对于卵形曲线:

$$\frac{R_2}{R_1} = 0.2 \sim 0.8$$

$$\frac{D}{R_2} = 0.003 \sim 0.03$$

$$\frac{R_2}{2} \leq A \leq R_2$$

收稿日期:2005-05-26

作者简介:陈双林(1964-),男,江苏溧阳人,工学硕士,从事城市道桥设计工作。

式中, R_2 为小圆半径, R_1 为大圆半径, D 为两圆之间的间距, A 为缓和曲线参数。

$$\frac{A1}{A2}=1.0\sim2.0$$

$$\frac{R2}{R1}=0.3\sim1.0$$

对于 S 形曲线:

式中, A_1 为与大圆相连段的缓和曲线参数, A_2 为小圆相连段的缓和曲线参数, 其它符号同上。

$$\frac{A1}{A2}=1.0\sim1.5$$

$$\frac{R2}{R1}=0.5\sim1.0$$

对于 C 形曲线:

式中符号意义同上。

除了考虑前后段曲线参数指标配合以外, 每段圆弧曲线最小半径、最小长度和缓和曲线最小长度均要满足规定的技术指标要求。例如, 缓和曲线段一般同时作为超高横坡变化段, 或者兼作道路加宽渐变段, 超高横坡变化有渐变率规定要求, 见表 1。因此, 缓和曲线长度要满足渐变率要求。

表 1 超高横坡渐变率

| 匝道行车速度(km/h) | 绕边线旋转 | 绕中线旋转 |
|--------------|-------|-------|
| 60 | 1/125 | 1/175 |
| 50 | 1/110 | 1/160 |
| 40 | 1/100 | 1/150 |
| 30 | 1/75 | 1/125 |
| 20 | 1/50 | 1/100 |

2.2 匝道上曲率半径与车辆行驶特性配合问题

一般而言, 匝道上车辆的行驶速度由大到小再到大变化, 与之相应, 匝道的曲率半径也应该由大到小再到大变化。因此, 以典型的苜蓿叶匝道(环圈式匝道)为例, 不能设置为单曲线, 最好能将之设置为分合流点处半径较大, 中间段半径较小的复曲线, 或设置为水滴形, 或设置为卵形曲线, 不但匝道线形优美, 视觉感受好, 更重要的是符合车辆行驶轨道特性要求。对于出口匝道的分流点, 应设置较大的平曲线半径和回旋曲线参数值, 见表 2。

表 2 分流点的曲率半径和回旋曲线参数

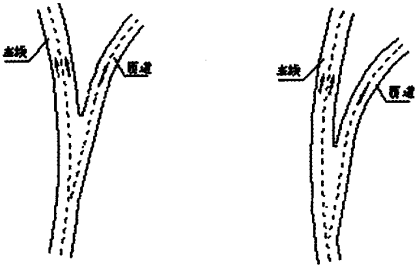
| 主线计算行车速度 (km/h) | 分流点行驶速度 (km/h) | 分流点最小曲率半径 (m) | 分流点回旋曲线参数 A (m) |
|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| 120 | 60(80) | 250(400) | 90(160) |
| 100 | 55 | 200 | 70 |
| 80 | 50 | 170 | 60 |
| 60 | ≤40 | 100 | 50 |

2.3 匝道端口形式选择问题

匝道端口分为驶离主线的出口端和驶入主线的人口端两类, 每一类端口又分为平行式和斜行式(又称直接式)两种形式。平行式端口和斜行式端口各有其优缺点, 平行式的优点为视觉感观明显, 易于驾驶者识别, 缺点是由主线驶入匝道或由匝道驶入主线, 行驶轨道为小 S 弯。斜行式的优点是车辆行驶直接、便捷, 缺点是不易被识别。

匝道端口最好设置在顺直主线路段或大半径主线路段, 通视条件要好, 并易尽早被识别。尽量避免在小半径的内侧或陡坡段下坡不远处设置驶出口, 前者行驶不安全, 后者经常让驾驶员来不及识别驶出口就开过头。

当主线曲线半径较小($R < 250m$)在曲线内侧或外侧均不太适宜设置驶出口, 若非得设, 则宜采用平行式驶出口, 不宜用斜行式驶出口。如图 2 所示, 在内侧或外侧设置斜行式驶出口, 一来减速车道线布不下, 二来对于图 2(a)情况, 端口处由主线横坡调整到反方向的匝道横坡较为困难, 另外, 主线上车辆有顺着驶出匝道走错路线的可能性。



(a)主线外侧直接式驶出口图 (b)主线内侧直接式驶出口图

图 2 主线曲线段驶出口示意图

同理, 驶入道口设在小半径主线内侧或外侧, 也宜采用平行式驶入道口。

2.4 构筑物后设置驶出口

构筑物后设置驶出口的典型实例是三肢喇叭形立交, 见图 3 所示, $B \rightarrow A$ 左转是 D 点下穿 AC 线后实现, D 处的构筑物可能是箱涵, 也可能是跨线桥, 该构筑物对 $B \rightarrow A$ 向车辆来说是“暗室”, 若 BD 为直线, 且正交于 AC , 则车辆顺直快速驶过“暗室”后, 突然小半径转弯, 驾驶员会感到很突然, 来不及转动方向盘而撞入护栏。因此, BD 线不宜为直线, 宜为大半径曲线, 也不宜与 AC 线正交, 大半径线与小半径线间用卵形线相连, 这样, 驾驶员驶入“暗室”之前就已转动了方向盘, 便于顺利驶入小半径轨道。

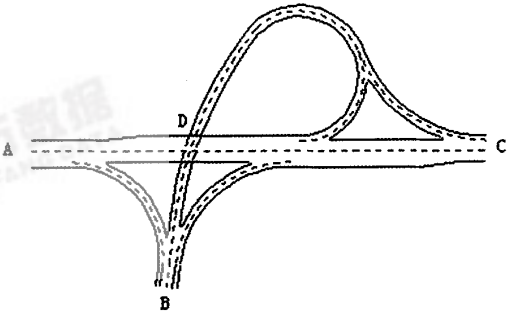


图 3 典型肢喇叭形立交示意图

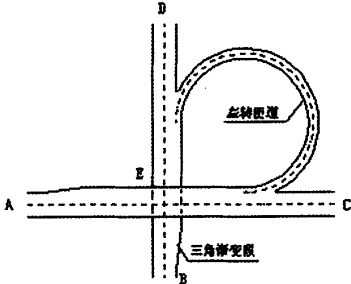


图 4 典型左转苜蓿叶匝道设计示意图

如图 4 所示,由主线 BD 转向至主线 CA,设置苜蓿叶左转匝道 BA 是常见的一种形式,基于上述同样理由,设计时宜注意的问题有:(1)CA 主线下桥墩间距应满足 BA 左转车辆视觉要求;(2)减速车道三角渐变段下宜设置在构筑物 E 之前;(3)在三角渐变段之前提前设置左转弯指路标志。

3. 立交桥纵断面设计中的盲点问题

3.1 匝道纵线起伏和极限纵坡问题

设计匝道纵断面线时,尽量保持纵断面平缓,最好只有一次起伏,避免多次起伏。但设计立交匝道时,经常碰到匝道驶出主线后又分岔,一为左转匝道,另一为右转匝道,两匝道因在分岔处纵坡应需保持一致,常常使得有的匝道纵向起伏不止一次,这种匝道的行驶舒适性欠佳。实在无法避免多次起伏时,可以通过如下方法改善行驶舒适性,其一,可以适当在远处设置驶出道口,拉长匝道,使得纵坡平缓;其二,驶出匝道又分岔之前就将两条匝道分离为互为独立的两条匝道。

匝道需克服上、下线的高差,往往需设置较大的纵坡,但尽量避免选用规范规定的极限最大纵坡,可选用一般最大纵坡值。若处于小平曲半径匝道段,应计算合成纵坡是否满足要求,否则需提高匝道平曲线技术指标,拉长匝道,使匝道纵坡值调整到合理值之内。

3.2 匝道端口处纵坡处理

匝道的起、终点必须与主线平顺连接,分岔之前和合流之后匝道的竖向标高应与主线保持一致。匝道的竖曲线应设在分岔之后和合流之前的匝道上。

匝道起点、终点的标高应由主线相应桩号的设计标高,由主线横坡推算得到。对于匝道曲线与主线曲线相反的端口,超高横坡方向相反,匝道在端口处的标高应根据主线超高横坡渐变规律推算得到,端口还应作详细的竖向设计。

如果匝道的起、终点位于主线竖曲线上,一般来说主线竖曲线半径较大,匝道标高仍可由主线竖曲线标高和横坡推算得到,分岔之后或合流点之前的匝道纵坡和标高应符合端口平顺与主线衔接的原则。

4. 立交桥横断面设计中的盲点问题

4.1 合理取用匝道超高横坡问题

匝道的设计行驶车速取决于主线的设计车速,一般取用主线设计车速的 0.5~0.7 倍。选定匝道平曲线半径,主要考虑两个方面的因素,分别是匝道设计车速和超高横坡。设计和使用经验表明,匝道的超高横坡不宜取得太大,一般取用 2%~6%,最好取用 2%,特别是对于城市立交,若取用大值,因交通流量大,匝道上行驶车速低或出现停车等候情况,此时正巧碰到冰雪天气,会发生侧滑等安全事故。反映平曲线半径

$$R=\frac{V^2}{127(f+i)}$$

(R)、设计车速(v)和超高横坡(i)三者关系的关系式为:式中,f为横向力系数,f取值≤0.15 时,较为理想。城市立交匝道的设计车速常用值为 30、35、40km/h,则由上式得到,超

| 表 3 匝道取用半径常见值 | |
|---------------|-----------|
| 匝道设计车速(km/h) | 匝道最小半径(m) |
| 30 | 54.5 |
| 35 | 74.2 |
| 40 | 96.9 |

高横坡取用 2%时,计算结果见表 3。

4.2 线型平纵横组合问题

匝道平纵横线形组合设计的基本要求是使匝道立体线形平顺,无扭曲突变,行车安全舒适、路容美观。设计时要注意如下问题。

(1)纵坡最高点不应是平曲线的切点或反向曲线拐点,对于陡纵坡,更应注意。调整的措施可以是移动平曲线切点(通过改变平曲线半径)、移动纵坡点最高点,适当拉长凸型竖曲线长度增大视距。

(2)超高横坡的渐变满足最小渐变率要求,尽量少用连续 S 弯曲线,合成坡度也应满足规定要求。

(3)除了满足线形设计、超高、加宽等技术指标外,还要检查线形组合设计中的匝道视距问题,主要指满足停车视距要求。

(4)应避免小半径竖曲线与回旋线相重合的线形(道路标高和曲率半径同时在变)。事故调查分析表明,这种组合的事故率最高,特别是凸形竖曲线,更为不利。

