

文章编号: 0451-0712(2005)12-0080-06

中图分类号: U412.35

文献标识码: B

互通立交设计有关问题的思考

杨智生

(交通部规划研究院 北京市 100029)

摘 要: 互通式立交是干线公路交叉的主要方式之一,更是高速公路重要构造物之一,正确把握互通立交设计要素,合理选择互通立交方案,准确应用技术指标,对保证行车安全和服务水平,降低公路工程投资,节约土地,提升公路景观效果等至关重要。目前国内互通立交设计在对互通立交规模的理解、方案选择和技术指标的合理应用等方面或多或少存在一些问题,有的问题还比较严重。通过总结近 5 年在初步设计审查中发现的互通立交设计普遍存在的问题,提出一些新的观点,与设计行业同仁商榷。

关键词: 互通立交; 设计速度; 交通组织; 规模; 占地; 思考

1 互通立交标准与规模

互通立交范围是由各条匝道所围的平面面积组成,一般情况下,匝道平面技术指标越高,匝道的建设里程就越长,占地数量往往会成倍增长。如环形匝道设计速度采用 50 km/h(最小半径采用极限值 80 m),其占地数量将比 40 km/h(最小半径采用一般值 60 m)的匝道增加约 1 倍,而绕行距离增加约 30%。以提高匝道计算速度而设想缩短车辆在 2 条公路之间的转换时间往往被增加的匝道长度所消耗,不良的后果是无谓增加投资成本和运营成本,更严重的是导致占地数量的成倍增长。因此,从实际应用出发,不应片面追求高的匝道行车速度。

互通立交尤其是靠近城市的互通式立交,一般是高速公路的标志性工程,部分设计人员尤其是部分行政管理人员往往以互通立交占地的大小来评价互通立交规模,认为占地大才能反映互通立交规模。如部分设计方案中全苜蓿叶互通立交的环形匝道半径采用 120~230 m;设置收费站的互通立交采用最小半径为 250 m 的半定向 Y 形方案;某互通立交以占地 $8 \times 10^5 \text{ m}^2$ 居亚洲第一。这些交叉工程除增加占地、建设成本和运营成本外,并没有缩短车辆在 2 条公路之间的转换时间,从使用功能角度考虑并没有实际意义。

结点位置重要且转换交通量大,确需设置大型

收稿日期: 2005-07-08

和二次振捣,按工程数量的统计来看,水泥混凝土施工的时间延长了 30%~50%。就本项目来说,与普通水泥混凝土路面相比,抛石水泥混凝土路面造价降低 857 元/1 000 m^2 。



图 4 抛石水泥混凝土路面外观

5 结语

(1) 抛石水泥混凝土路面中抛石的位置在中上部效果最好,但上部应预留 20~30 mm 左右的水泥混凝土层。

(2) 抛石的适宜粒径为 80~120 mm。

(3) 基体水泥混凝土强度应比抛石水泥混凝土施工配制弯拉强度提高 10%~20%。

(4) 需要强调的是,抛石会影响水泥混凝土动载性能。目前这方面尚没有展开研究,对水泥混凝土动载性能影响的程度尚不明确,因此,抛石水泥混凝土路面目前应严格限定在三、四级和等外级公路的中、轻交通水泥混凝土路面中使用,不可在二级以上(包括二级)高等级公路水泥混凝土路面中使用。

互通立交的交叉点,应通过增加互通立交交叉层次来满足使用功能,并体现互通立交规模。

2 互通立交匝道布设与占地

土地是国家的战略资源,根据我国严格的耕地保护制度的有关规定,应采取一切措施保护耕地,提高土地利用。

保护土地资源应从 2 个方面考虑:一是尽可能减少直接占用土地数量;二是尽量减少对土地的条块分割。有的土地虽然未直接占用,但被几条匝道切割成不规则的多个分块,农业灌溉及机械化耕作均很困难,实际成为利用率不高的劣质地。互通立交匝道封闭圈内土地的综合利用与开发比较困难,一般应将其作为公路景观设计用地全部征用。因此,为减少互通立交占地并降低互通立交绿化费用,互通立交平面布置时应尽可能压缩互通立交匝道(含主线和被交叉道路)封闭范围内的圈地面积。

自 1988 年沪嘉高速公路建成通车以来,已建成的互通立交已达 1 000 多座,总结设计和使用经验,从节约土地并有利于景观设计考虑,常用互通立交形式(如单喇叭或双喇叭等)应提倡标准化设计,避免因设计和审查人员经验与经历的不同出现占地面积各异且相差较大的布置形式。图 1 为主线与被交路成锐角交叉时德国某收费型单喇叭互通方案的平面布置形式及线形组合设计,占地面积约 $1.3 \times 10^5 \text{ m}^2$ 。这样的平面布置及线形组合设计不仅占地少,而且形式美观,充满“动感”,结合绿化造型,成为高速公路沿线美丽的风景点。

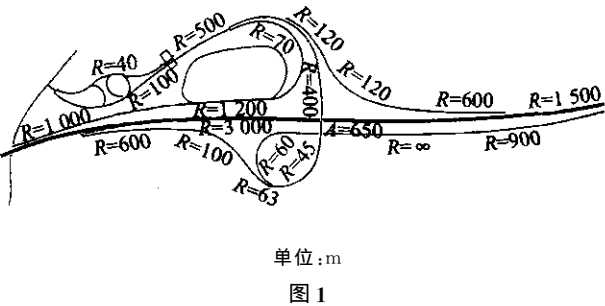


图 2 同样为主线与被交路成锐角交叉时国内常见收费型单喇叭方案的平面布置形式,占地面积约 $2.7 \times 10^5 \text{ m}^2$ 。这样的布置方式不仅占地面积大,而且匝道长,工程投资亦比较大。因圈地面积大,绿化费用较高,且线形生硬,动态景观较差。无论交通流如何分布,这样的线形设计也是应尽量避免的。

互通立交设置有时会与地方道路干扰,地方道

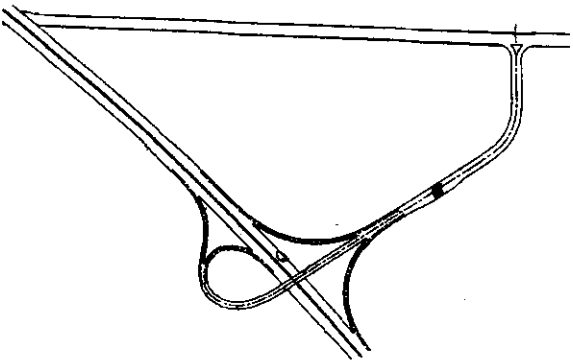


图 2

路改移应尽可能利用互通立交已征地,避免重新征用土地布设地方道路。

3 匝道设计速度与匝道平纵指标

经常存在这样的设计,即匝道两端已按规范要求设置了不短于规范要求的变速车道长度,但匝道又采用了 80 km/h 甚至 100 km/h 的设计速度,好像匝道设计速度与变速车道长度无任何关联,若如此,按规范设置规定的变速车道长度就没有意义了。很显然,这样的设计是值得商榷的。

因此,匝道的设计速度应分 2 类情况确定。一类是与主线直接相连,没有变速车道,如图 3 所示的主线直接分岔等。若速度变化没有变速车道过渡,为保证行车速度平稳过渡,匝道设计速度不宜低于 60 km/h。但匝道设计速度过高时,会导致占地面积的大幅增加,因此,匝道设计速度也不宜过高,只要行车速度通过采取标志预告、设置减速标线等措施过渡能保证行车安全,则匝道设计速度一般不宜超过 80 km/h。另一类是连接变速车道的匝道,如图 4 所示。这类匝道因有变速车道作为速度的缓和过渡段,只要变速车道长度不短于规范规定长,匝道再采用大于 60 km/h 的设计速度就没有必要了。

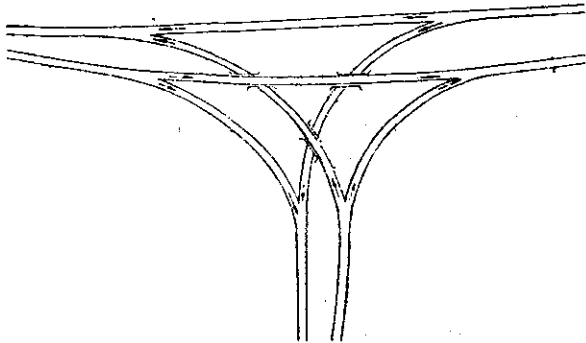


图 3

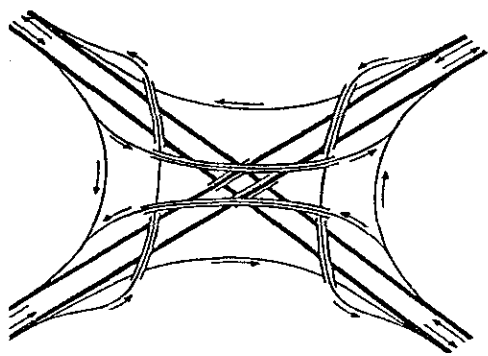


图 4

我国现行《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)规定,匝道最低一级的匝道设计速度为 30 km/h。但从近几年山区高速公路的实践经验来看,匝道最低设计速度按 30 km/h 控制时标准偏高,为此增加了大量不必要的投资,且对地形狭窄区域的自然生态环境也会造成一定程度的破坏。事实上,我国幅员辽阔,地形条件千差万别,各地经济发展很不平衡,在部分西部或山区高速公路中,为沿线乡镇提供出口互通立交的出入交通量极小,规划交通量远小于技术标准规定的四级公路所能适应之交通量。对这类互通立交,匝道设计速度应可采用 20 km/h,以节约投资并保护自然环境。

环形匝道设计速度对占地影响较大,若采用环形匝道,不论环形匝道是在枢纽型还是在一般型互通立交中使用,其设计速度均不应大于 40 km/h。

从我国的实际情况出发,建议设计速度按表 1 选用。

表 1 匝道设计速度 km/h

主线计算行车速度	120	100	80
设置变速车道	60、50、40	60、50、40、30	50、40、30、20
无变速车道	80	80	60

从匝道限速标志设置考虑,同一座互通立交采用的匝道设计速度不宜过多,可分 2 类设置:环形匝道作为一类;其他匝道可统一归为一类。

从理论上讲,匝道越短行程时间越短,应是匝道设计所追求的目标,但过低的纵面指标会影响行车安全。而片面提高匝道平、纵指标,会导致占地及工程投资的大幅增加。因此,合理应用匝道技术指标对互通立交设计至关重要。

根据实践经验,常见的“十”字交叉或“T”形交叉互通立交匝道的圆曲线半径在规范规定的最大值

和一般值之间选用,可保证纵面指标要求的安全系数,也不至于过多增加工程投资与占地。

4 互通立交方案选择应注意安全问题

影响选择互通立交方案的因素较多,从设计现状看,往往将交通条件作为互通立交方案选择的关键性因素,如通行能力、车辆绕行距离和主次交通流方向等,而对交通组织、行车安全、占地与环保等强调不够。合理的互通立交方案首先应保证交通组织合理可行,应把交通安全放在第一位;其次是环保与占地;再次是交通条件与投资。

潜伏交通安全隐患的不合理设计主要在交通组织、长直线(或陡坡)尽头接小半径匝道、互通立交出入口和主线为小半径时的匝道出口布置等。

4.1 交通组织

许多国家的营运经验和事故分析表明,左侧出口会造成运行、标志和安全方面的诸多麻烦,除枢纽互通立交的主线分岔外,原则上出、入口应布置在主线右侧。高速公路行车道横断面布置必须遵循从左至右、车速由高到低的基本规则。车速高、交通量大的交通流应从断面的左侧分、合流。图 5 为某高速公路和一级公路相交叉时某设计采用的互通立交方案,虽保持了原一级公路的整体式断面,但不封闭的一级公路横向干扰大,受其影响车速较低,与高速公路分、合流时,车速低的车辆在车速高的车辆的左侧行驶,不符合高速公路行车道横断面布置原则,因而是有缺陷的设计方案。该互通立交可适当改造一级公路,采用如图 6 所示的交通流组织方案。

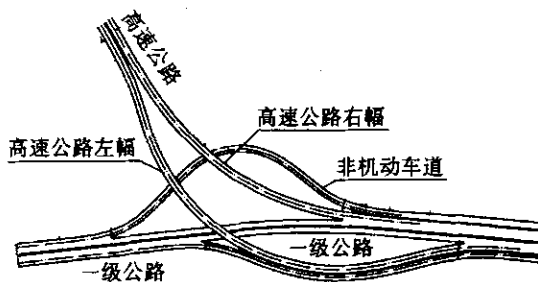


图 5

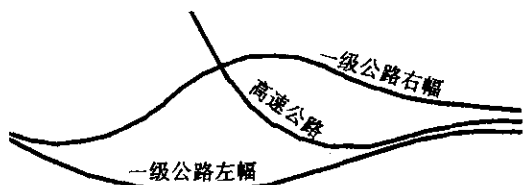


图 6

不论交通量大小,新建互通立交的线形设计均应符合某一行车速度的行车轨迹,交通组织中不应出现使车辆强行调头的行驶轨迹。图 7 为某高速公路与地方道路十字交叉的互通立交方案,因被道路交通量小,该设计采用在收费广场前调头出入高速公路的设计方案,而要求车辆强行调头是有缺陷的。

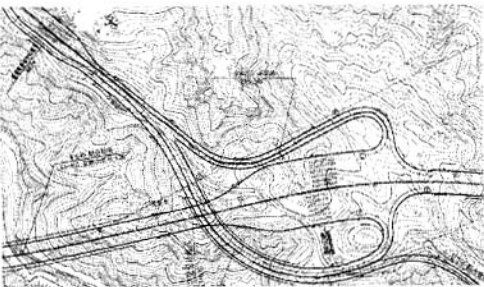


图 7

4.2 直线接小半径园曲线

2 条高速公路成“T”形交叉,当某一方向交通量较小时,诸多设计方案采用单喇叭方案,若环形匝道设计速度采用 40 km/h,最小半径采用一般值 60 m,则因环形匝道和主线行车速度级差过大,事实上形成了直线尽头接小半径的不良线形组合。如某互通立交,为保证行车安全,不得不设置密集的减速车道线和防撞桶等设施。为避免主线和匝道行车速度级差过大,图 8 所示互通立交的环形匝道最小半径采用了 160 m,但该方案占地达 $4.4 \times 10^5 \text{ m}^2$ 。鉴于此,笔者认为,这类互通立交可采用图 8 单线条所示的交通流组织方案,即保证行车速度级差在行车安全可控制范围之内,小交通量交通流按右出右入的原则布置在大交通量匝道的右侧,同时,可有效节约土地。接小半径的另一种情况是成十字交叉的 2 条高速公路采用苜蓿叶互通立交方案中的环形匝道,若主线为陡下坡,环形匝道作为出口匝道时常发生车辆冲出

路面的交通事故,故设计应采取设置长距离集散车道的工程措施。

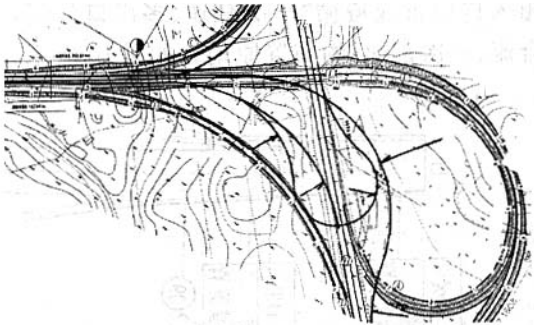


图 8

4.3 互通立交出口

科学实验表明,交通拥堵和行车路线过于复杂均会引发驾驶员的焦虑、烦躁、紧张和不安。这些“心理陷阱”是造成交通事故的原因之一。对于互通立交而言,行车路线复杂主要指互通立交形式及其出入口布置的复杂多变。互通立交形式多变是客观因素造成的,而出入口布置的复杂多变一般是由于设计人员的主观因素造成的。对于驾驶员而言,影响其驾驶心理的是互通立交的出入口布置,而不是互通立交形式。从驾驶员心理因素考虑,一般都希望所有的互通立交出入口是一致的,且在一座互通立交中同一方向的出口是唯一的,不希望高速行驶的同时再增加对出口位置的判断。

在图 9 中,高速公路同一侧短距离内有 2 个出口,在同一视线方向设置了 6 块标志牌,车速高且大型车混入率也较高时,标志牌遮挡标志牌、大型车遮挡标志牌等情况较为严重,易引起交通混乱。对不熟悉互通立交出入口布置情况的车辆而言,误行概率较高,一旦发生误行而下一出口调头距离又较远时,车辆往往会违章倒车进入匝道,引发重大交通事故。因而,这样的匝道出口设计是存在安全缺陷的设计。

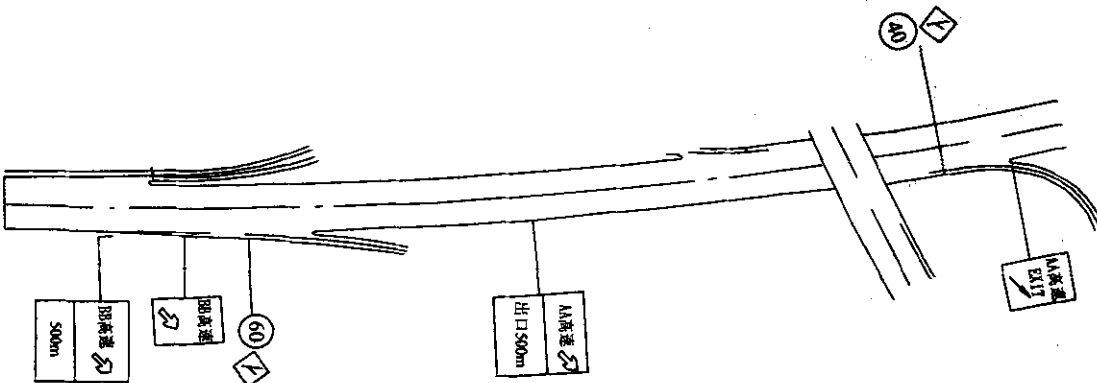


图 9

从方便标志牌设置、缩短车辆辨别出入口反应时间、顺势引导车辆有序进出互通立交考虑,互通立交出入口设置应遵循“一次减速、多出口分流,多入口合流、一次加速”的布置原则。如图 10 所示,每个

路径的改变处只有一个分流岔口,具有标志牌数量少,导向性好,对主线直行车干扰少等优点,是应推荐的出入口设计方案。

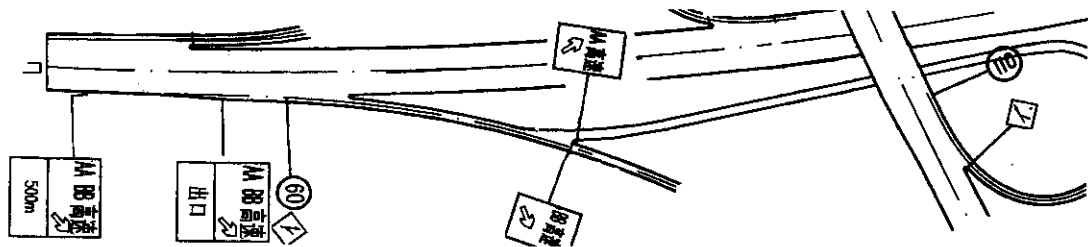


图 10

出口预告标志是保证出口行车安全的重要设施,应采取工程措施保证其设置位置。即使在地形极其困难的条件下,500 m 出口预告标志亦应能得到保证。在山区高速公路中,常见互通立交减速车道紧贴长隧道洞口情况,洞口至分流点不足 200 m,500 m 出口预告标志只有设置在视距难以保证的隧道中,出口没有预见性,潜伏事故隐患,应尽可能避免。

另一类对行车安全有影响的情况是匝道与主线的分流点布置在构造物之后,当采用主线下穿方案时,如图 11 所示,因桥涵构造物遮挡出口视线,增加司机对出口的判断时间,影响行车;当采用主线上跨方案时,如图 12 所示,受凸型竖曲线影响(若加大竖曲线半径,工程投资会大幅增长),出口的出现会令驾驶员猝不及防,诱发交通事故。出口布置应尽量采用如图 10 所示的设置方案,即适当增加匝道长度,将出口布置在构造物之前。



图 11

4.4 主线为小半径时的出入口问题

山区高速公路受地形条件制约,互通立交区段的主线圆曲线半径及纵坡有时达不到规范规定的标准值。当在曲线内侧设置出口时,流出口易被山体遮挡,往往辨认十分困难,成为事故多发区间;当在曲



图 12

线外侧设置出入口时,因匝道和变速车道与主线横坡的代数差较大,车辆安全流入流出是十分困难的,流出口成为事故的多发点。在这样情况下,可适当增加投资,在主线出口 500 m 预告牌之后增加 1 条直接连接出口匝道的专用车道,并增加 1 块专用出口车道预告标志,使车辆自出口预告之后,有足够的时间侧向横移至出口专用车道,保证车辆顺畅流出主线。

5 山区互通立交匝道线形

我国幅员辽阔,地形复杂多变,尤其是山区高速公路,布设互通立交的地形条件十分有限,若采用平原微丘区常用的互通立交形式,经常会导致大量的高填、深挖路基,对自然环境有较大影响。同时,工程投资亦会大幅度增长。

与主线线形设计相比,互通立交的平、纵面线形设计有更高的灵活性,只要设计人员突破设计定式,不拘泥于互通立交形式,无论地形如何变化,总能找到一个既环保又经济的设计方案。

图 13 为某山区公路,主线靠山脚布设,而连接道路又是与主线距离非常近的收费型互通立交布设方案。该方案通过设置沿主线方向拉伸的细长匝道避免了设置环形匝道所带来的开挖山体问题,很好

