

# 基于综合效益比较的枢纽互通立交选型研究

李建士, 巩琛

(山东省交通规划设计院, 山东 济南 250031)

**摘要:** 针对济东(济南—东营)高速公路滨州西枢纽互通选型,通过计算混合式和双喇叭形立交建设期投资成本及运营期内汽车油耗、时间价值和尾气排放数量等主要社会成本进行项目综合效益比较,结果显示双喇叭形立交虽然建设投资较少,但运营期的社会成本较高,考虑交通安全和节约社会资源、能源的长远利益,推荐采用混合式立交方案作为最终设计方案。

**关键词:** 交通经济;枢纽互通立交;选型;社会成本;综合效益

中图分类号:U412.3

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2019)04-0152-03

随着国家高速公路网的逐步完善,枢纽型互通立交的建设数量越来越多,由于其规模大、造价不菲,枢纽型互通立交的形式选择至关重要,其中方案的经济分析是选型的重要依据。通常的经济分析主要以计算项目造价为主,很少考虑立交投入使用后由于资源、能源节约而产生的经济效益节约和社会效益增加。本着节约全社会资源和能源的原则,一个好的互通立交方案在满足使用功能的前提下,既要考虑建设方的投资大小,也要考虑其投入使用后为道路使用者节约的社会成本,努力使项目建设达到综合效益最佳。该文从这一角度出发,以济东(济南—东营)高速公路滨州西枢纽互通立交选型为例,对采用混合式和双喇叭形设计该互通立交进行综合经济效益分析,为立交形式选择提供借鉴。

## 1 项目概况

滨州西枢纽互通立交位于滨城区杨柳雪镇刘国

梓村西南侧,被交路为长深(长春—深圳)高速公路滨大段,实现济东、长深高速公路的快速连接。滨大段路基宽 28 m,设计速度 120 km/h。由于长深高速公路西侧有滨州西外环北延线,刘国梓村南有东西方向的村村通,考虑尽可能减少对西外环和村村通交通的影响,该互通立交宜采用在东北、西南象限设置对向环形匝道的混合式互通立交或在东南象限设置双喇叭形立交,其中混合式立交采用济东高速公路上跨长深高速公路的形式。两种立交形式的平面及桥梁布置见图 1。

## 2 工程量及造价

### 2.1 主要结构物工程量及造价

桥涵结构物是影响互通立交造价的关键因素,不同形式立交会形成不同数量与长度的桥梁、涵洞、通道等,主要取决于主线、匝道的纵坡及其与被交路间的跨越方式和位置。滨州西混合式立交方案主线

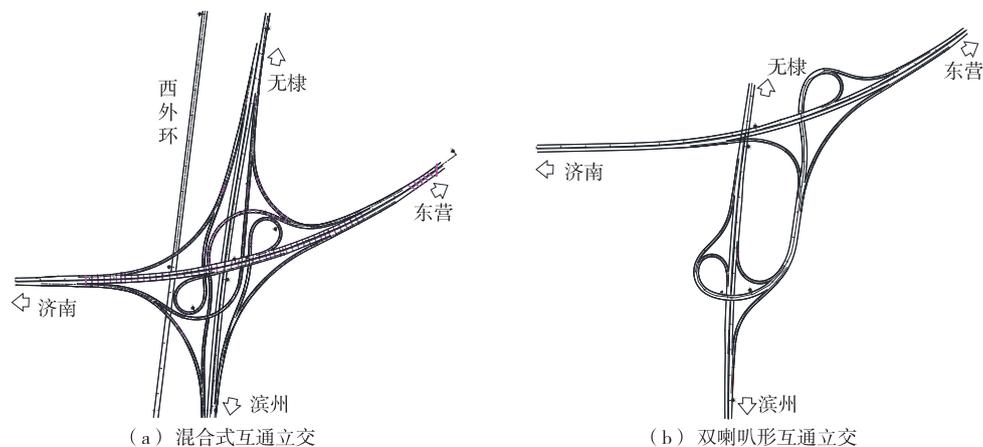


图 1 滨州西枢纽立交的平面及桥梁布置

在 200 m 距离内上跨滨州西外环、长深高速公路及 4 个方向的左转匝道,造成整个互通立交范围内桥梁长度较大。双喇叭形互通立交方案相对来说占地面积小,需设置的桥涵结构物也较少,与混合式相

比,双喇叭形互通立交方案的匝道桥数量减少 7 座、通道减少 3 个、箱涵增加 2 个。根据《公路工程概预算编制办法》,双喇叭形方案主要结构物的工程造价比混合式合计降低 10 234.64 万元(见表 1)。

表 1 两种立交方案主要结构物工程量及造价比较

构造物名称	工程量		造价/万元	
	双喇叭形	混合式	双喇叭形	混合式
主线桥	36 827.17 m <sup>2</sup>	41 713.7 m <sup>2</sup>	14 730.87	16 685.48
匝道桥	15 296.67 m <sup>2</sup>	35 526.6 m <sup>2</sup>	6 118.67	14 210.59
通道	420 m <sup>2</sup>	1 408.561 m <sup>2</sup>	168.00	563.42
箱涵	158.14 m	75.225 97 m	395.37	188.06
	合计		21 412.91	31 647.55

## 2.2 其他工程量及造价

除桥涵等结构物外,互通立交的工程量和造价还体现在路面工程、排水工程、防护工程和占地面积等方面,两方案的工程量及造价对比见表 2。由表 2 可知:双喇叭形方案其他工程的造价比混合式合计增加 317.9 万元。

表 2 两种立交方案其他工程量及造价比较

项目	工程量		造价
	双喇叭形	混合式	差值/万元
主线路面及排水	14 509 m <sup>2</sup>	13 570 m <sup>2</sup>	48.0
匝道路面及排水	42 757 m <sup>2</sup>	36 133 m <sup>2</sup>	358.0
植草防护	2 846 m <sup>2</sup>	4 098 m <sup>2</sup>	-1.5
拱形防护	52 503 m <sup>2</sup>	73 736 m <sup>2</sup>	-62.0
边沟	6 796 m	8 218 m	-35.0
填方	445 849 m <sup>3</sup>	442 486 m <sup>3</sup>	11.0
挖方	6 005 m <sup>3</sup>	8 073 m <sup>3</sup>	-0.6
	合计		317.9

注:造价差值=双喇叭形立交的造价-混合式立交的造价。

## 2.3 造价对比

综上,双喇叭形互通立交的工程造价比混合式节约 9 916.74 万元。双喇叭形互通立交占地 24.8 hm<sup>2</sup>,混合式占地 33.0 hm<sup>2</sup>,双喇叭形互通立交用地节约 8.2 hm<sup>2</sup>,按 94.5 元/m<sup>2</sup> 的征地标准计算,双喇叭形互通立交节约征地费用 774.9 万元。综合比较,双喇叭形立交共节约建设投资 10 691.64 万元。

## 3 主要社会成本

双喇叭形立交方案虽然占地省、建设投资相对节约,但存在匝道 6 个方向绕行较远的缺点,运营使用后车辆绕行距离较长,会增加汽车使用油耗及车

辆磨损,同时带来行驶时间增加和环境污染加剧等问题,导致立交使用期内社会成本大幅增长,这些因素在项目全寿命使用周期中均应作为综合经济效益的一部分予以考虑。在两种立交形式中主线及其被交路相同的桩号范围内,选择有代表性的汽车油耗、行驶时间和尾气排放量 3 个典型指标计算社会成本,计算中假设车辆在两种立交上的运行速度一致、相关安全保障措施也相同。经计算比较,混合式立交的匝道长度比双喇叭形立交短约 7 330.4 m。

### 3.1 汽车油耗

汽车总油耗主要与互通立交上通行交通量大小及车辆行驶距离有关。为了和初始建设投资进行综合比较,考虑资金的时间价值,采用 8% 的折现率计算汽车油耗成本现值。计算中根据目前相同性质高速公路匝道限速情况和燃油价格水平确定匝道平均行驶速度为 50 km/h,汽车耗油为 10 L/(100 km),初始年燃油价格为 7 元/L,以后按年均 5% 的增长率计算。根据工程可行性报告中预测交通量及上述数据计算得到的燃油消耗费用差值见表 3。根据表 3,仅汽车油耗一项,混合式立交比双喇叭形立交在项目使用期内可节约成本约 4 355.8 万元。

### 3.2 运输时间价值

运输时间价值是指运输过程中由于节约和合理利用时间而产生的效益增值量的货币表现。根据中国高速公路建设项目可行性研究和后评价成果,高速公路建设产生的经济效益中,运输时间节省的效益占 30%~50%,最高达 50%,说明运输时间节省效益的高低已成为决定项目可行与否和经济效益好坏的主导因素。

在运输时间价值确定中,客运和货运分析的侧

表3 汽车油耗成本比较

年份	交通量/ (辆·d <sup>-1</sup> )	油耗量 差值/L	油耗费用 差值/元	油耗费用差 值现值/元
2015	7 372	-190 123.7	1 330 865.9	1 330 865.9
2016	8 078	-208 893.4	1 462 253.8	1 421 635.7
2017	8 854	-228 310.9	1 598 176.3	1 510 621.9
2018	9 708	-250 379.5	1 752 656.5	1 610 621.3
2019	10 638	-274 366.3	1 920 564.1	1 715 896.1
2020	11 646	-300 335.5	2 102 348.5	1 826 133.1
2021	12 510	-322 638.2	2 258 467.4	1 907 247.6
2022	13 436	-346 560.5	2 425 923.5	1 991 755.0
2023	14 430	-382 193.3	2 675 353.1	2 135 528.9
2024	15 498	-399 722.1	2 798 054.7	2 171 431.3
2025	16 628	-428 798.9	3 001 592.3	2 264 681.5
2026	17 694	-456 375.8	3 194 630.6	2 343 374.1
2027	18 826	-485 550.6	3 398 854.2	2 423 924.3
2028	20 030	-518 047.0	3 626 329.0	2 514 312.6
2029	21 312	-549 642.6	3 847 498.2	2 593 558.4
2030	22 678	-584 851.0	4 093 957.0	2 683 035.6
2031	23 652	-609 962.9	4 269 740.3	2 720 508.9
2032	24 668	-636 199.7	4 453 397.9	2 758 708.1
2033	25 730	-663 573.5	4 645 014.5	2 797 479.1
2034	26 836	-692 072.3	4 844 506.1	2 836 578.7
合计	330 220	8 528 597.6	—	43 557 898.0

注:油耗量差值=混合式立交的油耗量-双喇叭形立交的油耗量。

重因素不同,客运主要受地区经济发展、社会文化背景、工资水平等因素的影响,货运则受所运输货物的种类、数量、运距及交通方式的影响较大。以往研究虽提出了一些关于客货运输时间价值的确定方法,但对于不同地区、道路条件和交通方式的普适性不够。通过对目前客货运输车辆、山东地区经济发展情况和工资水平的调查,确定该项目中运输时间价值为20元/h。根据匝道行车速度和两种互通方案中行车路径长度差,计算出混合式立交比双喇叭形立交在项目使用周期内可节约在途时间 $(1\ 127.1 \times 57\ 560 + 312.7 \times 57\ 560 - 69.3 \times 59\ 934 + 396.0 \times 59\ 934 + 1\ 041.0 \times 24\ 592 + 723.2 \times 24\ 592 + 2\ 587.3 \times 23\ 024 + 1\ 212.3 \times 23\ 024) \times 365 / (1\ 000 \times 50) = 1\ 703\ 274.4$  h,相应时间价值节约3 406.5万元。

### 3.3 尾气排放量

由于汽车尾气排放量受车型、车速、发动机转速等诸多因素的影响,到目前为止,对汽车尾气排放量

的计算还没有精确的方法。主要参考文献[8]中对中等排量小汽车在50 km/h速度下行驶时尾气排放因子的实测数据粗略估算两种立交方案在使用寿命期内尾气排放量差值,其中主要污染物NO<sub>x</sub>、HC、CO的排放量分别按4.554、0.505、22.7 mg/s计,则使用期内混合式立交的尾气排放主要污染物NO<sub>x</sub>、HC、CO比双喇叭形立交分别减少4 742.45、438.25和23 639.37万t。

## 4 结论

综上所述,滨州西枢纽互通立交采用双喇叭形方案的建设投资比混合式方案节约10 691.64万元,但项目投入使用后增加的燃油消耗和时间成本达7 762.3万元,若进一步考虑车辆磨损增加的成本和由于双喇叭形立交匝道上车辆交织对行车安全产生的负面效应,项目运营期内使用成本将增加更多,且双喇叭形方案会大大增加汽车尾气排放量,造成环境污染加剧。因此,从长远利益和提倡保护资源、节约能源的角度,采用混合式方案更有利。

### 参考文献:

- [1] 赵云安,於天福.高速公路造价影响因素分析及降低工程造价措施[J].公路,2011(8).
- [2] JTG D20-2006,公路路线设计规范[S].
- [3] JTG B06-2007,公路工程基本建设项目概算预算编制办法[S].
- [4] 杜渐,赵广斌.公路项目评估中折现率的选择分析[J].中国工程咨询,2009(12).
- [5] 苏清泉.汽油价格预测分析法应用[J].中国石油企业,2006(5).
- [6] 王海洋.客货运输时间价值的确定方法研究[D].西安:长安大学,2001.
- [7] 王海洋,周伟,王元庆.货物运输时间价值确定方法研究[J].公路交通科技,2004,21(7).
- [8] 张西振.汽车排放影响因素及微观排放模型研究[D].西安:长安大学,2007.
- [9] 张加华,欧舟,李娜,等.城市关联性互通立交选型研究[J].公路与汽运,2012(1).
- [10] 邓绍玉.新店枢纽互通式立交方案选型对比[J].浙江树人大学学报:自然科学版,2015(2).
- [11] 李峰伟.高速公路枢纽互通式立交方案选择及综合评价研究[D].北京:北京工业大学,2009.