

# 广陵枢纽互通改扩建方案研究

曹文涛<sup>1</sup>, 胡皓<sup>2</sup>

(1. 江苏交通控股有限公司, 江苏 南京 210019; 2. 华设设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210014)

**摘要:**江苏泰州广陵枢纽是G2京沪高速、G40沪陕高速和G1515盐靖高速公路之间交通转换的复杂多肢枢纽。该文以广陵枢纽为依托,通过对枢纽的现状、远期适应性分析,制定改扩建原则,提出多个改扩建方案,并从服务功能、技术指标、经济效益、施工保通等方面进行综合比选研究,确定适合的推荐方案。

**关键词:**枢纽; 多肢; 改扩建; 方案; 功能

**中图分类号:** U412.38 **文献标志码:** A

江苏泰州广陵枢纽衔接G2京沪高速、G40沪陕高速和G1515盐靖高速公路,是实现3条高速公路交通转换、发挥沿线过江通道功能的重要节点(图1),3条高速公路先后建设和接入,形成了现状复杂的“K”字枢纽。随着交通量的持续增长和规划<sup>[1-2]</sup>相继落地,区域路网进入了重构期,枢纽衔接的高速公路均已完成扩容改造或开展改扩建的前期研究工作,因此,广陵枢纽的改建方案研究也应适时开展。广陵枢纽功能定位高,交通流量大,形式复杂,各控制因素相互影响和制约,改扩建方案选择难度大,该文结合区域路网,综合考虑枢纽功能、工程经济和保通方案等因素,对广陵枢纽的改扩建方案展开研究。



图1 广陵枢纽互通位置示意图

## 1 广陵枢纽现状

现状广陵枢纽为半直连组合型枢纽互通<sup>[3]</sup>(图2),枢纽范围内,G2京沪高速为主线,采用双向六车道高速公路标准,路基宽度34.5 m,设计速度120 km/h;G1515盐靖高速、G40沪陕高速公路均采用单向双车道的匝道标准与主线衔接,设计速度80 km/h。

在枢纽范围以外,根据路网中各道路采用的技术标准和建设历史,可分为4个路段,分别是G2京沪高速江都至广陵段(路段I),G2京沪高速广陵至靖江段(路段II),G40沪陕高速平潮至广陵段(路段V)和G1515盐靖高速(路段IV),4个路段的技术标准<sup>[4]</sup>见表1。

枢纽附近有广陵互通和广陵服务区两座大型工点,其中广陵互通(设于G40沪陕高速公路平潮至广陵段)为A形单喇叭互通,位于枢纽东侧约1.5 km



图2 广陵枢纽互通现状示意图

处,与广陵枢纽净距不满足规范要求,因此在G40沪陕高速公路平潮至广陵段扩建工程的施工图设计<sup>[5]</sup>

表 1 衔接高速公路技术标准

路段名称	现状技术标准		拟扩建的技术标准		建设时段/年
	车道数	设计速度/(km·h <sup>-1</sup> )	车道数	设计速度/(km·h <sup>-1</sup> )	
路段 I	双八	120	—	—	2015—2018
路段 III	双六	120	双十	120	2023—2026
路段 V	双四	100	双八	120	2020—2023
路段 IV	双四	100	双八	120	2026—2029

中,将广陵互通向东侧移动约 1.1 km,进行移位新建;广陵服务区(设于 G2 京沪高速公路)位于广陵枢纽南侧约 2.1 km 处,与枢纽的最小净距仅有 551 m,净距不满足规范要求,在此次广陵枢纽扩建方案中需要考虑一并解决。

## 2 交通量预测

广陵枢纽交通量方法采用“四阶段法”,远景年交通量预测结果见图 3。广陵枢纽平均日交通总量高达 226 809 pcu/d,京沪高速公路的平均日交通量为 77 729 pcu/d,沪陕高速公路平均日交通量为 41 549 pcu/d,盐靖高速公路平均日交通量为 64 894 pcu/d,盐城往返南通方向为主要转向交通流向。

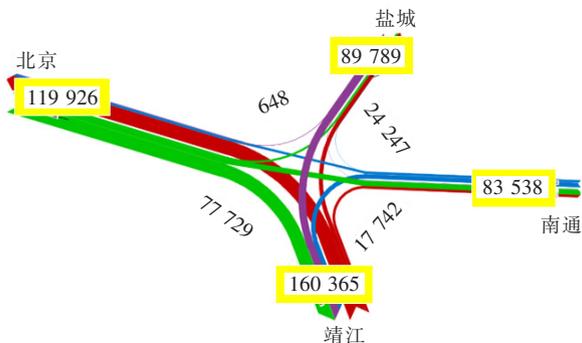


图 3 广陵枢纽交通量分布图(单位:pcu/d)

## 3 广陵枢纽适应性分析

### 3.1 枢纽功能适应性分析

G2 京沪、G40 沪陕、G1515 盐靖高速是国家高速公路网的重要组成部分,也是组成江苏省高速公路大通道骨架的重要支撑;对保障国家级高速通道的畅通,实施长江经济带战略、促进沿线区域经济社会发展具有重要意义。广陵枢纽作为江苏省高速路网南北通道衔接的交叉节点,地理位置十分重要,然而枢纽范围内

G40 沪陕、G1515 盐靖高速公路主线仅采用 80 km/h 的匝道设计标准,导致主通道功能不连续,无法发挥广陵枢纽的功能,并且在交通量快速增长的背景下,远景年仅可满足匝道的四级服务水平,将形成“瓶颈路段”,严重影响主通道的畅通。

### 3.2 枢纽交通适应性分析

结合交通量预测成果(图 4),对广陵枢纽主线和匝道基本路段、分合流的连接部进行服务水平计算和通行能力分析<sup>[6]</sup>,结论如下:H 匝道单向设计交通量大于 400 pcu/h,且匝道长度大于 350 m,现状采用单车道断面不满足规范要求;D、G 匝道连接部、环形匝道 E 在远景年不满足通行能力需求<sup>[7]</sup>。

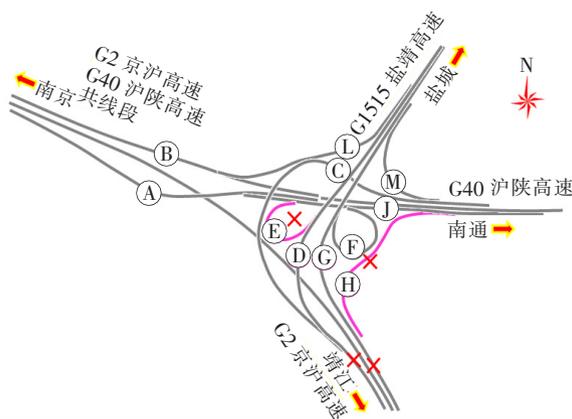


图 4 广陵枢纽交通适应性分析结论示意图

### 3.3 枢纽行车安全分析

(1) 出口行车方向与目标地理位置不一致

现状枢纽 G2 京沪与 G40 沪陕高速的连接部,采用以京沪高速作为主线、沪陕高速作为匝道的出入口方式,往南通方向的车辆需先右转往南通通过出口后,再折向东直行,这与南通的地理位置(行车的直行方向)不符,在已设置减速标线、提前出口预告等措施的情况下,驾驶人员仍会出现误判而错过出口的情况,存在一定安全隐患。

(2) 枢纽与服务区的间距问题

现状枢纽与服务区间距较近,净距不满足 JTG D20—2017《公路路线设计规范》中相邻设施间最小距离的要求,且未设置贯通的辅助车道,车辆交织段对通行能力影响较大,易出现拥堵现象。

## 4 枢纽改扩建设计原则

(1) 从充分认识广陵枢纽功能定位,满足交通转换需求的角度,提出枢纽改造方案<sup>[8]</sup>。

(2) 枢纽改造应坚持问题导向<sup>[9]</sup>,方案制定应消除现状枢纽存在的问题,对通行能力不足的匝道及出入口进行优化改造,对净距不满足要求的段落采取改造措施,提高安全性及舒适性。

(3) 枢纽改扩建是既有工程改造,应最大程度利用原有工程和减少新增用地。

(4) 枢纽附近有大型构造物,改造方案应保证各自使用功能,并尽量减少对邻近工点的影响<sup>[10-11]</sup>。

(5) 此处枢纽是3个通道的重要交叉节点,实施期间的保通非常重要,分析施工期间交通组织,确保方案可行性。

## 5 枢纽改扩建方案

### 5.1 方案设计

基于以上各节的论证分析,从进一步发挥广陵枢纽功能出发,针对枢纽的不适应问题,贯彻灵活的指导思想进行设计,拟定了多个改扩建方案,从其中选择5个有价值的方案,做进一步探讨。

#### (1) 方案1

采用原位改建方案(图5),提升枢纽内G40沪陕高速和G1515盐靖高速的技术标准,将原A、B、D、G单向双车道匝道,按照设计速度120 km/h、单向三车道的高速公路分离式路基设计标准改建。以京沪为主通道,京沪与沪陕、京沪与盐靖的连接部均采用主线分、合流方式,京沪高速和沪陕高速的分流由匝道右出改为主线左侧直接分流。在服务区无法移位的情况下,为解决与服务区净距不足的问题,将G2京沪主线改造成分离式路基,沪京方向原位利用,京沪方向拆除新建R线,与盐靖D线合流后设置贯通的辅助车道。E匝道由环形匝道改为外转弯式双车道的半直连匝道,其他匝道需结合调整后的主线进行重建。改造完成后,枢纽与广陵互通、广陵服务区出入口间距均可满足规范的要求。

优点:枢纽范围内各通道主线技术指标高且连续,主交通流向清晰,服务水平高,远期京沪、盐靖、沪陕主线均能满足三级以上服务水平;枢纽整体布局紧凑,新增占地、拆迁少;加大了枢纽与服务区间距,并设置贯通的辅助车道,运营期交通组织简单,安全性高。缺点:原枢纽拆除重建,废弃工程较多;改造方案与现状枢纽重叠较多,实施过程中保通方案复杂。

#### (2) 方案2

采用移位新建方案(图6),结合现状枢纽匝道基

本无法利用的情况,从提高盐靖、沪陕通道技术指标出发,将枢纽的主体往东侧移动,与现状枢纽拉开,扭正盐靖、沪陕高速的交叉角度,重建正十字枢纽。在枢纽范围内,沪陕、盐靖按照设计速度120 km/h双向六车道高速公路分离式路基标准进行改造,京沪与沪陕的连接部处理与方案1相同;盐靖高速的线形更为顺直,向南连续跨越沪陕高速和京沪高速后,因与服务区距离较近,故选择与京沪高速分离并行,跨越服务区贯穿匝道后再与京沪高速合流;京沪、盐靖分别设置服务区出入匝道,与服务区贯穿车道进行沟通,避免主线分合流与服务区出入的交织。改造完成后,广陵枢纽与移位新建的广陵互通净距不足,需设置辅助车道。

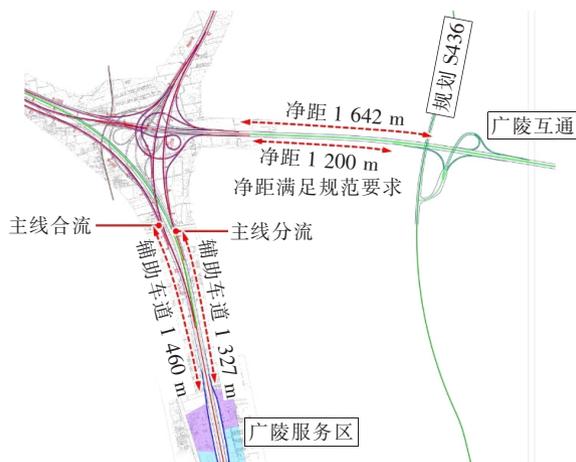


图5 广陵枢纽改扩建方案1平面图



图6 广陵枢纽改扩建方案2平面图

优点:枢纽内盐靖高速指标较高;移位改扩建方案避开现状枢纽,施工期间对枢纽运行影响较小;京沪、盐靖主线在服务区之前采用分离式断面,缩短了京沪改造为分离式路基的长度,避免了主线分合流与服务区出入的交织,提高了京沪、盐靖的通行能力,远期京沪、盐靖、沪陕主线均能满足三级以上服务水平,京沪、

盐靖采用分离式路基避免交织,有利于提高枢纽至服务区路段行车安全性。缺点:工程规模大,新增占地多,废弃工程多;广陵服务区的出口需进行方向识别,易造成拥堵;移位后枢纽与广陵互通净距不足,需设置辅助车道。

### (3) 方案 3

方案 3(图 7)在结合前述两个方案的基础上提出,仅将盐靖主线拉开,枢纽主体仍进行原位改建。在枢纽范围内,以京沪为主通道,沪陕、盐靖主线按照设计速度 120 km/h 双向六车道高速公路分离式路基标准进行改造;在现状枢纽东侧,将盐靖主线拉出跨越枢纽后与京沪高速并行;对服务区的处理思路同方案 2,在京沪、盐靖上分别设置服务区出入口,避免主线分合流与服务区出入的交织。改造完成后,枢纽与广陵互通的净距满足规范要求。

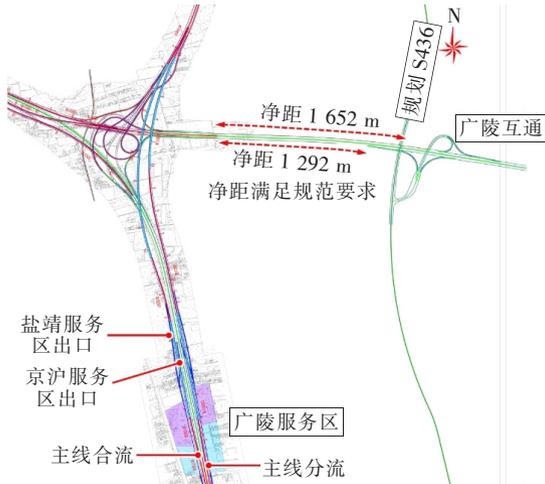


图 7 广陵枢纽改扩建方案 3 平面图

优点:将交通大的盐靖主线进行局部改线,减小了施工对现状枢纽运营的影响;枢纽主体布置在原位,新增用地较方案 2 少;枢纽与广陵互通净距大,对广陵互通影响较小,与方案 2 一致,远期京沪、盐靖、沪陕主线均能满足三级以上服务水平,京沪、盐靖采用分离式路基避免交织,有利于提高枢纽至服务区路段行车安全性。缺点:盐靖与京沪的主线并行路段长,工程规模较大;广陵服务区的出口需进行方向识别,易造成拥堵。

### (4) 方案 4

方案 4(图 8)在方案 1 的基础上提出,广陵枢纽是复杂的多肢枢纽,内部出入口较多,驾驶人员由于判断择道进行降速,在满足通道功能前提下,应适当降低设计速度,合理控制工程规模。枢纽范围内各高速公路均按主线标准设计,设计速度采用降一档处理,京沪主通道采用设计速度 100 km/h 进行改造,原 A、B、D、G

匝道按照设计速度 100 km/h 单向三车道高速公路标准进行改造,其他的处理方式与方案 1 类似。



图 8 广陵枢纽改扩建方案 4 平面图

优点:枢纽范围内各通道主线设计标准适中,远期京沪、盐靖、沪陕主线也能满足三级服务水平,并且枢纽内主线适当降低运行速度,也有利于提高出入口的行车安全性,同时枢纽形式紧凑,工程规模、新增用地较方案 1 小。缺点:主线设计指标较方案 1 低;原枢纽拆除重建,废弃工程较多;改造方案与现状枢纽重叠较多,实施过程中保通方案较为复杂。

### (4) 方案 5

方案 5(图 9)在方案 1 的基础上提出,在满足通道功能前提下,尽量利用现状匝道,减少废弃工程。枢纽范围内各高速公路均按主线设计,设计速度采用降两档处理,京沪主通道采用设计速度 80 km/h 进行改造,沪陕、盐靖按主线 80 km/h 双向六车道高速公路标准进行改造,其他的处理方式与方案 1 类似。改造完成后,沪陕、盐靖主线服务水平由四级下限可提升至三级。



图 9 广陵枢纽改扩建方案 5 平面图

优点:枢纽形式更紧凑,工程规模、新增用地更小,并且C、L、M匝道可以部分利用。缺点:枢纽范围内主线设计指标低,与一般段落衔接需进行分段降速,使得整体路网上的通行能力和服务水平相对较弱;原枢

纽拆除量仍然较大,废弃工程较多;改造方案与现状枢纽重叠较多,实施过程中保通方案较复杂。

## 5.2 方案比选

5个方案的比选见表2。

表2 广陵枢纽互通改扩建方案比较

比较项目	单位	方案1	方案2	方案3	方案4	方案5
枢纽功能		强	强	强	较强	弱
枢纽区主线设计速度	km/h	京沪 120	京沪 120	京沪 120	京沪 100	京沪 80
		沪陕 120	沪陕 120	沪陕 120	沪陕 100	沪陕 80
		盐靖 120	盐靖 120	盐靖 120	盐靖 100	盐靖 80
通行能力及服务水平		3个通道均采用120 km/h设计速度,技术指标高,线形流畅,远景年服务水平始终保持在三级以上服务水平			通行能力得到较好的提升,远景年均能满足三级服务水平	通行能力及服务水平提升较少,扩建后可满足三级服务水平
对京沪的影响 (京沪下行线改造)	km	3.5	2.1	2.1	2.8	2.5
与广陵互通之间的总体方案		无需特殊处理	设置辅助车道	无需特殊处理	无需特殊处理	无需特殊处理
与广陵服务区之间的总体方案		京沪、盐靖合流后,设置贯通的辅助车道,进出服务区	京沪、盐靖分别设置服务区专用匝道对服务区出入交通量进行分合流	京沪、盐靖分别设置服务区专用匝道对服务区出入交通量进行分合流	京沪、盐靖合流后,设置贯通的辅助车道,进出服务区	京沪、盐靖合流后,设置贯通的辅助车道,进出服务区
交通安全性分析	主线分流行车安全问题	对现状枢纽存在的京沪、沪陕分流点行车方向与目标地理位置不一致的问题均进行了改造,改造后均采用主线分合流形式,提高其分流线形指标,使其行车方向与目标地理位置一致,线形指标较高,行车流畅,安全性高				对目前存在的分流点安全性问题有一定的改善作用,但采用的技术指标较低
	与服务区交织问题	间距需满足计算要求,仍存在一定的交织	京沪、盐靖采用分离式路基避免交织问题,安全性较高	同方案1,但间距较长,安全性较高	同方案1,间距更长,安全性高	
施工期保通方案		与现状枢纽匝道重叠较多,施工期间保通方案复杂,保通费用较高	新建枢纽位置东移,与现状枢纽几乎无交叉,施工期间可利用现状枢纽,保通方案简单且费用较少,通行安全性高	新建盐靖高速采用高架,对现状枢纽影响较小,其余转向匝道可避开现状匝道,施工对现状枢纽影响较小,保通较简单	基本与方案1相当	与现状枢纽匝道有一定重叠,但部分匝道可利用
新增用地	亩	703	1 252	744	515	468
工程估算	亿元	11.993	17.104	14.040	9.919	7.922

5个方案均能满足广陵枢纽互通的交通转换功能,解决现状枢纽存在的问题。方案2和方案3为了

实现保通方案简单的目标,对盐靖的线位做了较大调整,工程规模和新增用地都增加较多,故对这两个方案

进行了舍弃;在枢纽原位改建的“高中低”3个方案中,综合考虑造价、行车安全以及与服务区之间交织距离等因素,推荐采用100 km/h设计速度的方案4。

## 6 保通方案

广陵枢纽是路网中重要通道的转换节点,交通量较大,改扩建施工保通是枢纽方案可行的重要前提。针对拟推荐方案,进行施工期间的交通组织方案设计,在结合路网分流的情况下,通过分阶段施工、设置临时保通道路等措施,保障交通正常通行(图10)。



图 10 广陵枢纽改扩建保通道路示意图

第1阶段:按推荐方案拼宽4个方向高速,同时实施不影响现状枢纽的H匝道,新建H匝道投入运营后,拆除现状H匝道,形成工作面后新建F匝道环形部和沪陕南侧的新G线。

第2阶段:在现状M匝道外侧建设保通道路BM,新建盐靖的右幅保通道路BD,BD在沪陕高速北侧接入现状C匝道,在BD上分流保通道路BE和BL,其中BL顺接现状L匝道,BE通过便桥跨过沪陕高速,接入现状E匝道的环形部。封闭盐靖的左半幅,建设新G线的剩余部分和新的M匝道。

第3阶段:利用新建的新G线、M匝道和F匝道保通原匝道,利用BD、BL、BE保通盐靖3个方向交通,拆除现状D、G匝道和保通道路BM,新建盐靖D线、C匝道、E匝道和L匝道,完成后拆除现状E匝道、C匝道及保通道路BD、BL、BE。

第4阶段:将现状B匝道拼宽改造成沪陕B线,并对不受影响的京沪R线和沪陕A线部分进行施工,在现状A匝道的右侧修建保通道路BA,利用BA实

现南京至南通方向的保通,将A匝道剩余部分改造成A线,完成拆除现状A匝道及保通道路BA,然后新建剩余的京沪R线,在沪陕A线右侧进行接入。

## 7 结语

阐述了广陵枢纽互通的现状和改扩建的必要性,采用“四阶段法”进行交通量预测,并对现状枢纽的适用性进行了分析。从工程的实际出发,制定改扩建设计原则,综合考虑枢纽的功能定位、通行能力及服务水平、交通组织方案及运行安全分析、既有工程利用和衔接路网及邻近设施的影响多个因素,布设了原位改建和移位新建5个方案,经比选后推荐路网功能完善、设计指标和工程规模适中的原位改建方案。

随着社会的发展、路网规划的调整和交通量的快速增长,早期建设的高速公路之间交通转换的枢纽互通,往往会出现功能调整、交通量不适应等问题,需进行改扩建,广陵枢纽改扩建方案研究作为典型案例,可为复杂枢纽互通的改扩建工程提供参考。

## 参考文献:

- [1] 国家发展改革委. 长江干线过江通道布局规划(2020—2035年)[Z], 2020.
- [2] 江苏省交通运输厅. 江苏省高速公路网规划(2017—2035年)[Z], 2017.
- [3] 华设计集团股份有限公司. 京沪高速公路广陵至靖江段扩建工程广陵枢纽方案研究报告[R], 2021.
- [4] 江苏交通控股股份有限公司. 江苏交控系统高速公路改扩建时机研究报告[R], 2020.
- [5] 华设计集团股份有限公司. 沪陕高速公路平潮至广陵段扩建工程施工图设计[Z], 2020.
- [6] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司. 公路路线设计规范: JTG D20—2017[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017.
- [7] 中国公路工程咨询集团有限公司. 公路立交设计细则: JTG/T D21—2014[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2014.
- [8] 李迎春, 韦剑, 杨和平. 高速公路多肢枢纽互通立交改扩建方案设计研究[J]. 中外公路, 2010, 30(5): 7—10.
- [9] 邱万军. 浅论互通式立交改扩建方案的设计[J]. 公路, 2011, 56(4): 95—98.
- [10] 樊火印, 侯明哲. 鉴湖复合式枢纽互通立交方案研究[J]. 公路, 2019, 64(7): 52—56.
- [11] 曹文涛, 李志涛, 孙学琴. 沪武高速董浜枢纽改扩建方案研究[J]. 公路与汽运, 2020(6): 115—118.