

南昌生米大桥总体设计

廖宜勤¹ 王朝华²

(1 上海林同炎李国豪土建工程咨询有限公司 上海 200092)

(2 生米大桥建设项目管理办公室 江西南昌 330025)

摘要:生米大桥是南昌市外环快速道上的城市桥梁,全长3880m。本文简要介绍生米大桥的项目概况、建设条件、总体布局、技术标准、技术特点、关键技术、科学研究等有关情况。

关键词:拱桥 钢管混凝土结构 总体设计

1 概述

生米大桥是江西省的重点工程,是南昌市外环快速道上的跨越赣江、连接南昌市区与昌北城的重要通道,是目前赣江上规模最大的城市桥梁,该桥的建设对拉大南昌市的城市框架,促进南昌地区的经济繁荣具有重要的意义。

生米大桥由东引桥(含东互通)、副桥、主桥及西引桥(含西互通)4部分组成,全桥长3880m。其中,主桥采用2跨228m中承式钢管混凝土系杆拱,目前为同类连拱桥型国内第一;主桥610m长的系杆为世界第二索。生米大桥是一座技术先进、设计施工难度较大的桥梁,其主桥形似雄鹰展翅,设计创意为江西、南昌在腾飞,大桥建成后将成为江西省又一标志性建筑。

2 建设条件

2.1 气候状况

生米大桥位于北回归线以北,属亚热带季风气候,多年平均气温15.8℃,1月份气温最低,平均5℃,极端最低气温-9.3℃;7月份气温最高,多年日最高气温40.6℃。年降雨量1645mm,4~6月为梅雨季节;7~9月为台风季节,主导风向为北风和北东风,历史上出现的最大阵风风速达35m/s。

2.2 水文条件

赣江纵贯江西全省,流入鄱阳湖,干流长766km,总流域面积8.3万平方公里。桥址处设计频率水位(黄海高程):20年一遇水位为23.43m,100年一遇水位为24.39m,300年一遇水位为24.93m。

2.3 地形地貌

桥区属河流冲积地貌,其特征可分江心滩、

注:《南昌生米大桥中承式系杆连拱设计》项目获第二届欧维姆预应力技术奖三等奖。

河漫滩、河床阶地3部分;河床底部标高一般在6~12m之间,东西两侧为I级阶地,标高一般在14~20m之间;东西两岸建有防洪堤,堤面标高在25~26m之间;江中冲积形成宽约500m舌状江心滩,河漫滩较发育,两岸地形平坦,地面标高在17~19m之间。

2.4 地质

桥位区域第四纪发育,下伏基岩为第三纪红砂岩系,第四纪总体厚度在15~37m之间,区域内地质构造不存在构造断裂带,桥址处于一个相对稳定的安全区。地下水主要有松散岩类孔隙水和红层基岩裂隙水两类,均对混凝土无腐蚀性。

2.5 地震

依据《南昌生米大桥工程场地地震安全性评价报告》,生米大桥位于基本烈度6度地震区,地震动峰加速度小于0.05g,反应谱特征周期小于0.35s,为基本稳定区。桥位区无地震液化土层,属抗震有利地段。

2.6 通航

根据江西省交通厅规划的赣江通航标准,生米大桥桥址处河段为内河Ⅲ—3航道,净宽60m,净高10m,通航孔不少于4个。考虑到主泓摆动,河势可能变迁,要求中、枯水位期主桥两侧的副桥能通航。

3 主要技术标准

桥梁等级:双向8车道城市快速道特大桥;

设计车速:60km/h;

设计荷载:城—A级,人群3.5kN/m²;

校核荷载:汽—超20,挂—120;

桥面宽度:35m(主桥39m);

通航标准：内河Ⅲ—3级，不少于4个通航孔；

设计洪水频率：1/300；

设计最大纵坡：2%；

设计基准期：100年。

4 总体设计原则

(1) 认真贯彻执行国家的各项法规及有关标准和规范。

(2) 全面贯彻“实用、安全、经济、美观”的技术方针和“自力更生、立足国内”的建设基本原则。

(3) 在满足桥上使用功能和桥下泄洪、防洪、通航要求的前提下，力求桥梁造型新颖、体现当今国内、乃至世界建桥的先进水平，选用技术可靠、经济合理和施工可行的方案。

(4) 在满足结构受力安全的同时，还要充分重视桥梁美学与景观设计，与周围环境协调，为项目区域增加新的景观。

(5) 充分应用国内外先进技术和成功经验，特别是国内同类工程已有的成熟技术，以使设计方案技术合理、施工可靠、造价较省。

(6) 重视施工方案的研究，充分应用国内大型设备，尽量减少现浇混凝土和水上施工的难度，以加快施工进度，保证工程质量，降低施工风险。

5 总体布局

生米大桥全长3880m，其中：主桥采用(75+2×228+75)m中承式钢管混凝土系杆拱，东、西两副桥均采用2×70m预应力混凝土T构，引桥和高架桥均采用连续箱梁桥，见图1。

5.1 平面线形

桥轴线位于规划的南昌市外环快速道上，与中高洪水水流方向基本正交，东、西互通与建成的城市道路沟通。

5.2 纵面线形

最低桥面标高取决于航道的通航净空、水文条件、被交道路净高和防洪堤标高。主通航孔桥、辅航道桥桥面标高由通航净空和梁高控制。主桥纵坡采用0.3%，引桥最大纵坡采用2%。

6 主桥结构及技术特点

6.1 主拱和边拱

主桥上部结构采用2跨钢管混凝土拱，全长606m，其中两个主跨为228m连拱，两侧边拱跨径均为75m，主桥属于刚性拱柔梁无推力中承式系杆结构。主拱桥面以上为钢管混凝土拱，主跨矢跨比 $f/L=1/4.5$ ，拱轴线采用二次抛物线；边主跨矢跨比 $f/L=1/8.5$ ，拱轴线采用 $m=1.8$ 的悬链线。主跨钢管混凝土拱肋断面采用4根 $\phi 900$ mm钢管组成空间桁架结构，主孔拱肋高4.6m，拱肋宽2.6m。4根主钢管通过横向缀条、隔板和腹杆连接，并在两缀条间和钢管内都灌注C50微膨胀混凝土；主拱钢管采用大型门式支架吊装施工。边拱采用悬链线拱，拱肋高5.0m，拱肋宽3.0m，为现浇混凝土拱，外形上做成和主拱相似的形状，边拱采用满堂支架施工。主桥桥型布置及横断面见图2和图3。

主拱肋在桥面以上共设3道钢管桁式横撑，另外在拱肋与桥面系交接处的固定横梁与混凝土

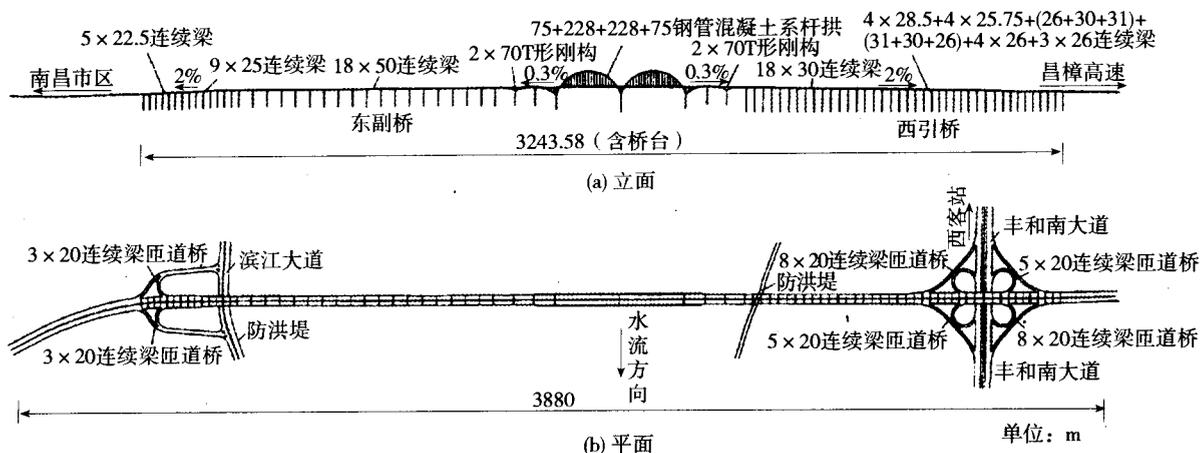


图1 生米大桥总体布置示意

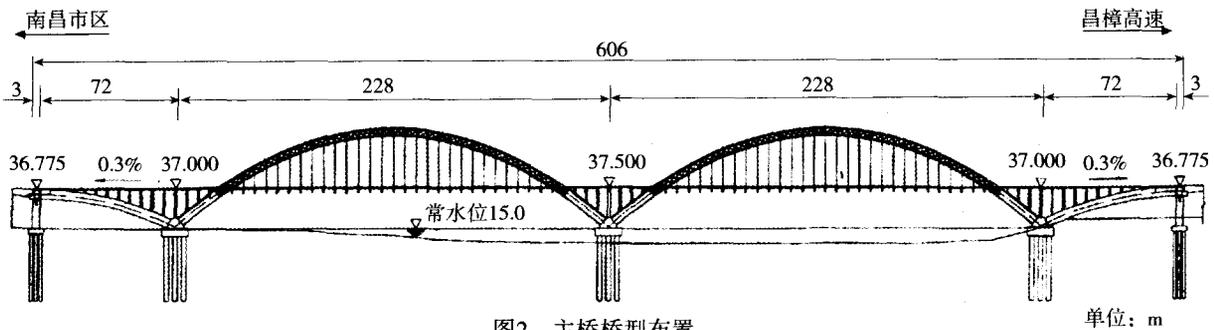


图2 主桥桥型布置

单位: m

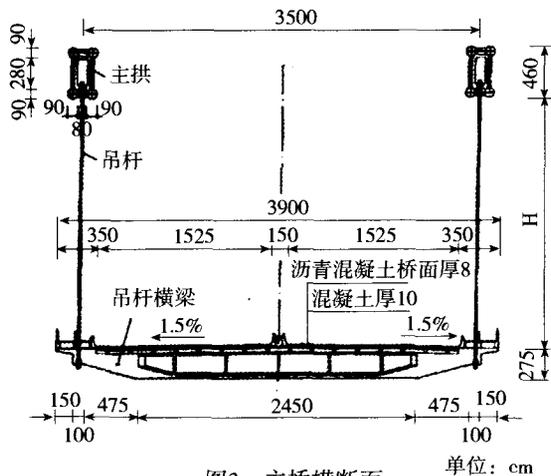


图3 主桥横断面

单位: cm

斜撑构成混凝土横撑。拱肋钢管、横撑钢管均采用Q354d锰钢板材卷制成型,外表均喷铝加油漆防腐,主拱肋钢板厚度为20mm,横撑钢板厚度为12mm。立柱与主拱肋固结,立柱顶端设盆式橡胶支座与横梁连接。立柱采用现浇施工。横梁为预应力混凝土结构,采用预制安装施工。

6.2 吊杆

吊杆采用工厂生产的挤包保护层高强钢丝锚头锚成品吊杆,用锚头锚分别锚于主拱肋的下缘板及横梁下缘,全桥共56对吊杆。吊杆的上端为可调锚头,下端为固定锚头。吊杆采用OVMLZM7—109成品吊杆,外包双层PE防护,钢丝为 $\phi 7\text{mm}$ 镀锌钢丝。

6.3 系杆

系杆钢丝规格为301- $\phi 7$ 成品索,并考虑可更换,在边拱肋两端锚固。通过张拉系杆,等于在边拱端加上了向拱方向的水平力,用以平衡主边拱水平力的差值。每束系杆采用301根 $\phi 7\text{mm}$ 镀锌钢丝,共设12束,每侧拱肋处设6束。系杆索下料长度应计入温差影响,结构设计按南昌地

区平均温度 15°C 为基础温度。每束张拉力为8700kN,安全系数取2.2。

6.4 桥面系

桥面车行道板和人行道板为普通钢筋混凝土槽形板,槽形板采用预制安装施工。桥面铺装采用钢筋混凝土和沥青混凝土2层。

6.5 主桥基础及下部结构

主桥基础共有5个桥墩,主墩为固定墩,采用28根 $\phi 2.5\text{m}$ 钻孔桩,边墩采用24根 $\phi 2.5\text{m}$ 钻孔桩,辅墩采用12根 $\phi 1.5\text{m}$ 钻孔桩。主墩和边墩的承台尺寸均为 $55.6\text{m} \times 14.2\text{m} \times 4.5\text{m}$,水流方向设圆弧形端面,承台上设拱座,拱座截面为T形,高度约为6m,拱座横向张拉预应力钢绞线。辅墩承台尺寸为 $10\text{m} \times 6.4\text{m} \times 2.5\text{m}$,为横向相互独立式结构。

7 副桥及引桥结构

7.1 70m跨T形刚构桥

为确保常水位、枯水位通航,主桥两侧各设一个 $2 \times 70\text{m}$ 跨T构,上部结构采用预应力混凝土变截面箱梁,根部梁高8.5m,端部梁高2.8m,为单箱双室斜腹板箱形截面,采用三向预应力体系,箱梁纵向和横向采用高强度低松弛钢绞线,竖向预应力采用高强精轧螺纹钢,箱梁采用全梁段对称平衡悬臂现浇施工。其下部采用双薄壁墩接承台,每个承台下设4根 $\phi 2.5\text{m}$ 钻孔桩。

7.2 50m跨连续梁桥

东副桥采用18跨50m预应力混凝土等截面连续梁,6跨一联,共设三联,全长为900m,其上部构造主梁高为2.8m,为单箱单室截面,斜腹板,采用纵、横向预应力体系。东副桥箱梁采用移动模架逐孔现浇施工。下部构造桥墩为独柱

墩，桥墩为哑铃形断面，采用滑模施工。基础为4根 $\phi 1.6\text{m}$ 的钻孔桩接厚度2.5m的承台。

7.3 30m跨连续梁桥

西引桥采用18跨30m预应力混凝土连续箱梁桥，6跨一联，共三联，全长540m。连续梁梁高1.8m，为单箱单室截面，斜腹板，均采用纵、横向预应力体系。箱梁采用移动模架逐孔现浇施工，也可以采用满堂支架逐孔现浇施工。

其它主线上的预应力混凝土连续箱梁桥，均为单箱多室变宽截面，直腹板，箱梁均采用纵向预应力体系，西互通在A、C、E、G匝道均设8跨20m普通钢筋混凝土等截面连续箱梁，在B、D、F、H匝道均设5跨20m普通钢筋混凝土等截面连续箱梁，梁高均为1.6m，A、C匝道桥宽为12m，其余匝道桥宽均为8m。均采用满堂支架现浇施工。

其下部构造桥墩均采用造型优美的Y形墩。基础为4根 $\phi 1.2\text{m}$ 的钻孔桩接厚度2.0m的承台；桥台为肋墙式。

7.4 桥面系

桥面铺装由5cm厚AK—13A沥青混凝土和8cm厚C40防水混凝土组成。伸缩缝采用模数式钢缝，规格有D80、D160、D240和D320型。支座均采用盆式支座。

8 东西互通立交

(1) 东接线采用部分苜蓿叶立交，造价低，能满足近期滨江大道的交通量需要，非机动车上下立交也较方便。

(2) 西接线采用苜蓿叶型完全互通立交，其主要优点是通行能力大，线形美，造价省，交通流畅。

9 绿化、亮化、美化

(1) 生米大桥处于快速道上，考虑到动态视觉效果，绿化工程以大色块、本地化、四季常青为特点。

(2) 亮化工程综合考虑了越江交通功能，景观功能、维护功能及节能技术。照明工程主要包括桥面道路照明、桥体景观照明、观光步道照明、航道标志照明等。

(3) 生米大桥除了在采用桥梁涂装、美化

单体造型、美化栏杆等方面下功夫外，还依据环境美学，景观美学原理对大桥环境艺术进行综合美化设计。主要构思是以大桥为中心，沿岸找点、以点连线、以线带面，形成总体景观格局并美化桥头堡、桥头广场、东西互通公园、管理所等景观。

10 交通工程

生米大桥交通工程设计首先要配合道路桥梁工程系统，使两者协调统一，同时从系统的实用性、可靠性、技术经济、标准化等多角度选择最佳高标准方案。其设计内容包括交通标志、交通标线、视线诱导设施、防撞栏及交通监控系统。

11 科研与创新

生米大桥是赣江上最大规模的城市桥梁，在建设中遇到了许多技术问题需要解决，为此，建设单位组织科研单位、大专院校、设计单位及施工单位的科研力量进行了多项科学试验与专题研究，为验证生米大桥的设计理论、方法、参数、优化大桥设计方案、指导大桥的施工提供了科学依据和技术支持。目前在专题研究的基础上，已开展的科研与创新工作如下：①河床数模分析及水工模型试验验证研究；②桥梁抗风、抗震分析研究；③自平衡法试桩试验与桩基施工工艺研究；④钢管和混凝土连接处结构三维模型分析与吊杆节点足尺模型试验验证研究；⑤吊杆抗疲劳试验与系杆抗老化试验研究；⑥主桥施工过程的工程控制与检测；⑦大跨径移动模架造桥机技术与施工工艺研究；⑧大型单壁整体套箱围堰技术设计与施工工艺研究；⑨大型龙门架设钢管拱安装设计与施工工艺研究；⑩桥面铺装材料和施工工艺研究；⑪桥梁加载试验研究；⑫桥梁美学及景观设计研究。

12 结语

生米大桥于2003年12月28日正式开工，2005年年底建成通车。生米大桥已融入“落霞与孤鹜齐飞，秋水共长天一色”的赣江美景中，并肩负着南昌经济建设的重任，承载着江西人民，满怀豪情开创未来。