

doi: 10.3724/SP.J.1201.2013.06178

南水北调中线工程北汝河段串流区 淹没解决方案分析

和宛琳, 刘伟, 刘晓琴

(河南省水利勘测设计研究有限公司, 郑州 450016)

摘要: 北汝河和石河之间以及石河右岸地势较低, 北汝河和石河洪水漫溢出槽; 南水北调中线工程总干渠及各河道建筑物修建后缩窄了行洪断面, 对河道的行洪产生一定影响, 上游水位壅高、淹没时间延长, 上游耕地和村庄淹没水深有所增大。结合北汝河串流片特点对淹没影响进行处理, 选定了征迁安置、河道防护、河道治理、河道防护与河道治理结合 4 个处理方案进行研究比选, 按照技术可行、经济最优并最大限度的保障受淹没影响村民安居乐业的标准, 选定方案三即河道治理方案为最优方案。

关键词: 南水北调中线工程; 串流区; 淹没影响; 处理方案; 总干渠; 调洪演算

中图分类号: TV 68 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-1683(2013)06-0178-03

Comparative Study of Different Engineering Measures for Furcating conflux Flow of Beiru River Section in the Middle Route of South to North Water Diversion Project

HE Wair lin, LIU Wei, LIU Xiaolin

(Survey, Design & Research Co., LTD of Water Conservancy of Henan, Zhengzhou 450016, China)

Abstract: The inundation areas between the Beiru River and Shi River and at the right side of the Shi River are at high risk of flooding due to low elevation. Construction of the main channel and river buildings in the Middle Route of South to North Water Diversion Project decreases the cross section of flood flowing area and therefore affects the flood flowing in the river with higher water level and longer inundation time in the upstream of river. The inundation depth of farmland and village increases in the upstream as well. In this paper, four different engineering measures for mitigating the inundation effects were compared based on the furcating conflux flow characteristics of Beiru River, including the resettlement, river protection, river treatment, and combination of river protection and treatment. The results showed that the third measure is the best option in consideration of technical feasibility, economic optimization, and guarantee of people's living standards to the maximum extent.

Key words: Middle Route of South to North Water Diversion Project; furcation conflux flow; inundation effect; engineering measures; main channel; flood routing

1 淹没区概况

南水北调中线工程北汝河串流片南起岭湾北沟南侧、北至北汝河北侧, 区域内包含石河、北汝河 2 条交叉河流和岭湾北沟、肖楼北沟 2 个左岸排水沟道, 总干渠交叉断面以上总流域面积 3 926.03 km²。北汝河右岸有大边庄和镇海寺等几个村庄, 左岸滩地宽阔, 河滩附近无村庄; 石河交叉断面上游约 400 m 河道两岸有大乔庄和毛庄, 交叉断面下游约 600 m 河道两岸有肖庄和侂子营。北汝河串流片地形图见

图 1。北汝河和石河之间以及石河右岸地势较低, 通过二维洪水模拟, 20 年一遇洪水标准时北汝河洪水出右岸后向肖楼北沟低洼地带行洪, 石河在交叉断面以上向两岸低洼地带漫溢行洪; 修建总干渠后北汝河的水位壅高影响范围从北汝河左岸至肖楼村, 石河的水位壅高影响范围从肖楼村至岭湾北沟, 淹没时间延长, 上游耕地和村庄淹没水深有所增大。

初步设计阶段北汝河淹没影响移民搬迁 5 600 人, 原则是对 20 年一遇洪水淹没水深在 0.3 m 以上的村庄人口全部征迁安置^[1-2]。

收稿日期: 2012-12-17 修回日期: 2013-09-23 网络出版时间: 2013-10-10

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20131010.1028.016.html>

作者简介: 和宛琳(1978-), 女, 河南南阳人, 工程师, 硕士, 主要从事水文水资源方面研究。E-mail: 312759358@qq.com

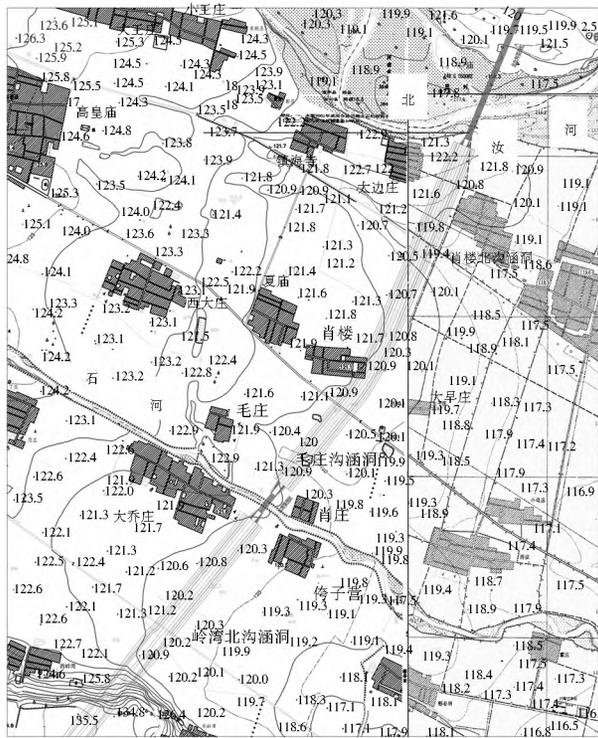


图1 北汝河串流片地形图

Fig.1 The topographic map of furcating conflux flow of the Beiru River

2 淹没影响人口的确定

初步设计修改阶段对北汝河串流片淹没影响的村庄和人口进行了复核,按照南水北调有关技术规定:上游水位允许壅高值的确定,既要考虑减少建筑物的过水断面以减少其工程量,又要考虑基本不恶化建筑物所在河流的防洪条件。上游水位设计壅高值一般按20年一遇洪水水位较天然最高水位增加值不大于0.3m的原则确定。因此本次复核淹没影响人口按照20年一遇洪水工程后比天然情况下壅高值超过0.3m的村庄人口。

经复核,20年一遇洪水时有淹没影响的村庄有肖楼村全部和大乔庄部分,涉及1258人;石河交叉建筑物口门下游正对肖庄村位置,下泄洪水对肖楼有顶冲影响的人口235人,需全部搬迁。因此,北汝河串流片合计淹没影响人口为1493人^[3]。对淹没影响村庄采取工程措施进行处理,如何在技术可行、经济最优的同时,最大限度保障受淹没影响的村民安居乐业,成为北汝河串流片初设修改阶段亟需解决的问题。

3 淹没影响处理方案

结合北汝河串流片特点,对淹没影响村庄采取工程措施进行处理,选定了征迁安置、河道防护、河道治理、河道防护与河道治理结合4个处理方案,通过4个方案进行技术经济比较和处理效果分析确定推荐方案。以下对4个方案分别进行论述。

3.1 方案一征迁安置

根据地形地势并结合各村现状,对肖楼村、肖庄及大乔庄采取不同征迁方案。除肖楼村从总干渠左侧整体搬迁至总干

渠右侧外,其余两村庄均为后靠至本村地势较高处安置。

表1 北汝河串流片淹没解决方案

Table 1 Engineering measures for furcating conflux flow of the Beiru River

方案	名称	内容
方案一	征迁安置	对受20年一遇洪水淹没影响的人口全部搬迁安置
方案二	河道防护	对北汝河和石河两岸修筑堤防,并对北汝河进行防护
方案三	河道治理	对北汝河和石河两岸修筑堤防,对北汝河进行防护,对石河河道疏浚治理
方案四	河道防护与河道治理相结合	对北汝河右岸修筑堤防并防护,对石河两岸修筑堤防并进行河道疏浚治理

3.2 方案二河道防护

为合理确定北汝河筑堤长度,对北汝河20年一遇情况下的洪水进行了二维非恒定流数学模型模拟^[4],通过有无总干渠工程时北汝河漫溢壅水情况和两岸修筑堤防后的效果对比,确定两岸筑堤防护长度为交叉断面上游2.5km范围,防洪标准为20年一遇。为保岸坡稳定和新筑堤防安全,对北汝河右岸大弯道处岸坡进行浆砌石防护,长度410m,其中交叉断面上游190m,下游220m,本次根据河道流线变化情况,护砌范围为交叉断面上游190m,再向下游延伸900m。

石河交叉断面上游2.3km范围内,左右岸共有5个村庄,交叉断面下游0.6km范围内肖庄和侏子营距河岸较近,渠道倒虹吸下泄洪水对两村庄有冲刷影响;因此根据石河河道特点和村庄分布情况,确定筑堤范围为交叉断面上游2.3km、下游0.6km,堤距100m,防洪标准为20年一遇。

3.3 方案三河道治理

北汝河和石河两条河流均有河道治理规划^[5,6],且治理范围包括南水北调总干渠交叉断面附近河段,因此结合河道治理规划制定方案三,即河道治理方案。北汝河和石河两岸堤防设计和北汝河河道防护设计完全同方案二,不同的是石河根据规划进行疏浚治理。北汝河和石河治理规划平面图分别见图2和图3。

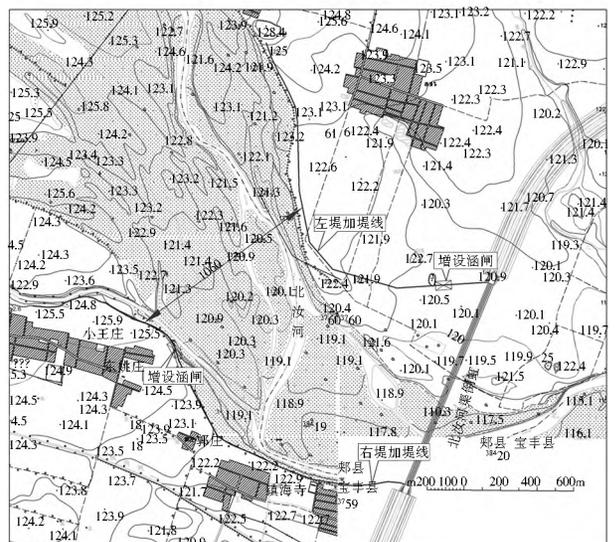


图2 北汝河治理规划平面图

Fig.2 Schematic map of management measures in the Beiru River

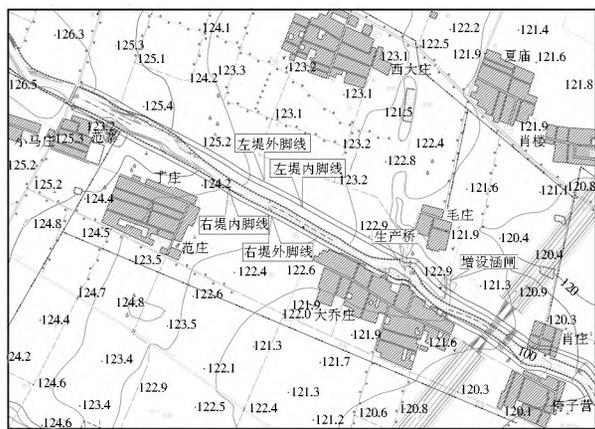


图 3 石河治理规划平面图

Fig. 3 Schematic map of management measures in the Shi River

3.4 方案四河道防护与河道治理相结合

考虑到 20 年一遇洪水淹没影响村庄主要分布在北汝河右岸, 急待解决的是淹没影响问题, 左岸为宽浅河滩地带, 分布村庄较少, 淹没影响较小, 因此提出了北汝河右岸筑堤保护方案; 石河两岸村庄较密集, 淹没影响分布在石河两岸, 适于两岸筑堤。石河治理同方案三, 北汝河为右岸筑堤和护砌, 范围标准同其他方案。

4 方案比选

4 个方案均能基本解决 20 年一遇洪水对村庄的淹没影响。下面从技术可行性、治理效果和投资等方面对四个方案进行综合分析, 见表 2。

表 2 4 个方案综合比较

Table 2 Comparison of four different measures

方案	方案一	方案二	方案三	方案四
技术	可行	可行	可行	可行
征迁安置 / 人	1 493	122	122	122
投资 / 万元	5 095	4 221	3 729	3 091
优点	1、基本能解决群众淹没影响; 2、不涉及地方河道主管部门	1、基本能解决耕地和群众淹没影响; 2、优于南水北调工程前洪水淹没情况	1、基本能解决耕地和群众淹没影响; 2、优于南水北调工程前洪水淹没情况; 3、与河道治理规划相结合, 可节省投资	1、基本能解决耕地和群众淹没影响; 2、投资最少; 3、优于南水北调工程前洪水淹没情况
缺点	1、不能解决耕地淹没问题; 2、投资最大; 3、大量群众搬迁	1、石河未疏浚, 未达治理规划要求; 2、投资较大; 3、少量群众搬迁	1、投资大于方案四; 2、少量群众搬迁	1、加重对北汝河左岸防洪影响, 涉及两县水事问题; 2、少量群众搬迁
实施效果	一般	较好	最好	较好

方案一不能从根本上解决淹没影响问题, 大量群众搬迁安置影响生产生活, 且需要国家投入大量资金, 实施效果一般。

方案四中北汝河为右岸单侧筑堤, 由于北汝河是宝丰郑县两县界河, 右岸属宝丰县、左岸属郑县, 仅在北汝河右岸一侧筑堤, 将增加左岸的防洪风险, 易发生两县水事纠纷, 不利于工程实施。

方案二和方案三均能解决 20 年一遇洪水对村庄的淹没影响, 基本保证了群众的生命财产安全。但方案三投资比方

案二少, (方案二和方案三从工程上差别是有无石河疏浚治理, 方案三比方案二投资少, 有两个方面原因: (1) 由于总干渠北汝河串流段属高填方段, 土料缺乏, 方案三进行石河疏浚治理开挖土方可用于修筑堤防填筑料, 节省了土方工程量; (2) 方案二不疏浚河道, 相对方案三修筑堤防较高, 筑堤工程量较大), 且对北汝河和石河两岸修筑堤防, 对石河河道进行疏浚治理, 并对北汝河右侧岸坡进行防护, 不仅解决了工程后洪水淹没问题, 而且相对于天然情况下减少了淹没。保障了串流区村庄人民的和财产安全, 有利于两岸百姓的安居乐业。

5 结论与建议

北汝河串流片由于北汝河和石河洪水漫溢出槽, 北汝河和石河之间以及石河右岸地势均较低, 总干渠修建后加重了漫溢洪水对村庄和耕地的淹没影响, 增大建筑物规模对于减少上游淹没水深效果不明显, 因此提出了方案一征迁安置方案、方案二河道防护方案、方案三河道治理方案、方案四河道防护与治理结合方案共 4 个淹没影响处理方案进行比选。

通过淹没影响处理方案比选, 推荐方案三河道治理方案: 对北汝河和石河两岸修筑堤防, 对石河河道进行疏浚治理, 对北汝河右岸进行防护方案。北汝河防护和石河治理方案实施后, 北汝河、石河 2 条交叉河流 20 年一遇洪水均不出河道, 村庄防洪标准达到 20 年一遇。

北汝河串流区淹没影响处理方案只是对北汝河、石河河道交叉断面附近进行局部防护治理。对两河道系统全面治理, 是解决防洪影响的根本途径, 随着国家对水利工程加大投入, 希望两河道系统治理工程尽快实施。

参考文献 (References):

- [1] 南水北调中线一期工程总干渠宝丰和郑县段初步设计报告 [R]. 河南省水利勘测设计院, 2009. (Preliminary Design Report of Baofeng & Jiaxian Section of the Mid Route South to North Water Diversion Project [R]. Survey, Design & Research Co., LTD of Water Conservancy of Henan, 2009. (in Chinese))
- [2] 南水北调中线一期工程总干渠河渠交叉建筑物防洪评价报告 (平顶山市渠段) [R]. 河南省水利勘测设计院, 2009. (Flood Assessment Report of Canals Cross Buildings of the Mid Route South to North Water Diversion Project (Pingdingshan Section) [R]. Survey, Design & Research Co., LTD of Water Conservancy of Henan, 2009. (in Chinese))
- [3] 北汝河串流片淹没影响处理方案专题报告 [R]. 河南省水利勘测设计院, 2010. (Thematic Report of Engineering Measures for Overflow Area Section of Beiru River [R]. Survey, Design & Research Co., LTD of Water Conservancy of Henan, 2010. (in Chinese))
- [4] 李义天, 赵明登, 曹志芳. 河道平面二维水沙数学模型 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001. (LI Yitian, ZHAO Mingdeng, CAO Zhi fang. Two dimensional River Flow and Sediment Mathematical Model [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2001. (in Chinese))
- [5] 北汝河、沙河综合治理工程规划 [R]. 平顶山市水利局, 2003. (Plan of Beiru River & Sha River Comprehensive Treatment Project [R]. Water Conservancy Bureau of Pingdingshan City, 2003. (in Chinese))
- [6] 宝丰县石河治理工程初步设计 [R]. 平顶山市水利勘测设计院, 2002. (Preliminary Design Report of Shi River Treatment Project [R]. Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute, Pingdingshan, 2002. (in Chinese))

doi: 10.3724/SP.J.1201.2013.06181

缅甸 DAPEIN(I) 水电站岔管优化设计

罗 玮, 周 玮

(江西省水利规划设计院, 南昌 330029)

摘要: 根据缅甸 DAPEIN(I) 水电站压力管道段工程布置及地质条件, 选择埋藏式钢岔管和钢筋混凝土岔管两种岔管类型, 分别建立三维有限元数值模型, 从岔管位置的确定、岔管的体型设计、应力应变等方面进行分析。结果表明: 钢岔管围岩属 II 类, 相对较差、管壳及管壁应力较大, 焊接工艺复杂、施工制作困难、造价较高; 钢筋混凝土岔管围岩属 III 类, 采用对称 "Y" 型结构, 岔口附近应力集中, 双层配筋, 并对围岩进行固结灌浆及回填灌浆等措施。

关键词: 埋藏式钢岔管; 钢筋混凝土岔管; 水电站; 优化设计

中图分类号: TV 732.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2013)06-0181-04

Optimization Design of Branch Pipe in DAPEIN (I) Hydropower Station

LU O Wei, ZHOU Wei

(Jiangxi Provincial Water Conservancy Planning and Designing Institute, Nanchang 330029, China)

Abstract: According to the engineering design and geological conditions of the pressure pipe in DAPEIN (I) hydropower station, two types of bifurcation pipes were chosen including the buried type steel bifurcation pipe and reinforced concrete bifurcation pipe. Three dimensional numerical analysis models were developed for both types of bifurcation pipes and model results were compared from the aspects of the bifurcation pipe position, bifurcation pipe size design, and stress and deformation. The results showed that the geological conditions of the reinforced concrete bifurcation pipe are II~ III wall rock, which is suitable for the layout of reinforced concrete branch pipe. However, the disadvantages of the steel bifurcation pipe included the poor geological conditions, complexity of welding technology, difficulty in construction, and high cost. The concrete branch pipe can use the "Y" type structure, and round treatment can be performed in the line of intersection. The tunnel can use the double reinforced concrete and the wall rock needs the consolidation grouting treatment.

Key words: buried type steel bifurcation pipe; reinforced concrete branch pipe; hydropower station; optimization design

岔管是大型水电站引水发电系统中的重要组成部分, 按材料可分为钢岔管和钢筋混凝土岔管两种类型。钢岔管防渗性能较好、适应性强, 但焊接工艺复杂、施工制作较困难^[1]; 钢筋混凝土岔管是围岩与钢筋混凝土联合承载的地下结构, 因其良好的力学性能和易于施工等原因, 被广泛应用于大型水电站地下结构中^[2]。本文针对缅甸 DAPEIN(I) 水电站两种不同结构型式岔管, 建立有限元数值分析模型, 分别从应力、变形、经济等方面开展研究。

1 工程概况

缅甸 DAPEIN(I) 水电站位于缅甸克钦邦境内紧邻中缅边境的太平洋江上。采用地面式厂房, 装机容量 $4 \times 60 \text{ MW}$, 共 240 MW 。引水发电系统包括两条隧洞, 一洞两机型式布置。引水建筑物由进水口、隧洞、调压室、岔管等组成。隧洞围岩的力学参数见表 1。

表 1 围岩材料力学参数

Table 1 The mechanical parameters of wall rock

岩层	变形模量 E/GPa	泊松比 μ	抗剪断摩擦系数 f'	抗剪断黏聚力 c'/MPa	密度 $\rho/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$
$\text{II} - \text{III}$ 类围岩	2.0~ 2.5	0.30	0.61~ 0.65	0.31~ 0.35	26
III 类围岩	6.1~ 7.1	0.28	0.81~ 0.85	0.72~ 0.75	26
IV 类围岩	10.1~ 11.1	0.24	1.11~ 1.21	1.21~ 1.52	26

收稿日期: 2013-07-03 修回日期: 2013-09-22 网络出版时间: 2013-10-10
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20131010.1028.023.html>
作者简介: 罗 玮(1980-), 男, 江西吉安人, 工程师, 主要从事水工结构方面研究。E-mail: Luo807813@126.com

2 可研阶段岔管设计

缅甸 DAPEIN(I) 水电站可研阶段选择了钢岔管^[45], 岔管位于桩号引 3+ 233.166, 位于强风化岩体内。围岩覆盖厚度 20~ 30 m, 岩体完整性差, 呈镶嵌碎裂结构。钢岔管 HD 值为 980 mm, 采用对称“Y”型月牙肋加强结构, 分岔角为 70°, 岔管主管内径 6.8 m, 支管内径 4.8 m, 蜗壳进口处钢管内径 4.8 m, 钢岔管最大内水压力为 1.25 MPa。

2.1 计算模型

岔管是一个复杂的空间模型, 模型在主管和支管端部取固端全约束, 为了减小约束端的局部应力影响, 主、支管段轴线长度从公切球球心向上、下游分别取最大公切球直径的 1.5 倍。钢岔管的体型见图 1、图 2, 主要参数见表 2。

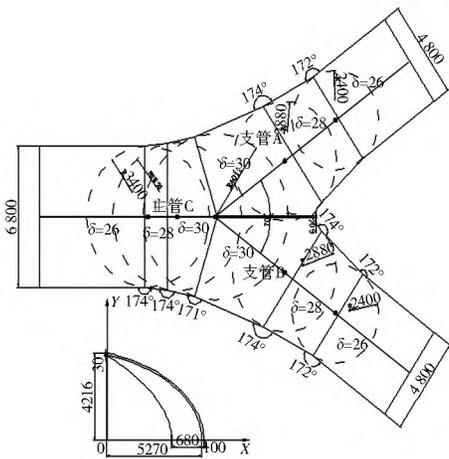


图 1 岔管体形图

Fig. 1 The body form of branch pipe

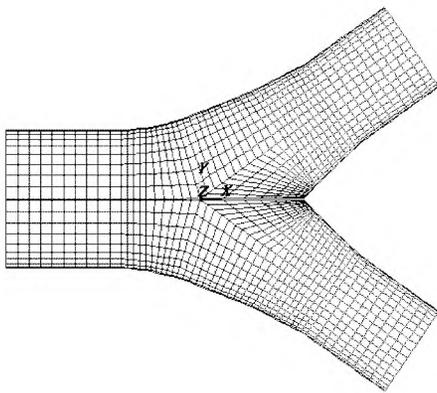


图 2 岔管管壳有限元网格

Fig. 2 The finite element of branch pipe

2.2 模拟结果及分析

管壳和肋板的 Mises 应力图分别见图 3、图 4。

(1) 从图 3、图 4 中可以看出, 月牙肋钢岔管管壳部分最大 Mises 应力为 224.60 MPa, 出现在钝角区母线转折处; 肋板最大 Mises 应力为 188.41 MPa, 都接近钢板允许最大应力值。

(2) 岔管满足应力、抗外压稳定要求, 但钢板 (30 mm) 及肋板 (90 mm) 厚度较大, 抗外压临界压力较大, 需采用加筋措施, 以保证结构安全。

表 2 对称“Y”形月牙肋岔管形体参数

Table 2 The main parameters of the symmetrical Y-shaped crescent rib branch pipe

位置	项目	参数值
主 锥 管 C	主管进口内半径/mm	3 400
	过渡管节公切球半径/mm	3 400
	基本管节公切球半径/mm	3 570
	最大公切球半径/mm	4 012
	过渡管节半锥顶角/(°)	4
	基本管节半锥顶角/(°)	10
	圆柱管节管壁厚度/mm	26
	过渡管节管壁厚度/mm	28
	基本管节管壁厚度/mm	30
	肋 管	肋板高/mm
肋板总宽/mm		6 307
断面最大宽度/mm		2 150
肋板宽/肋板高		1.53
断面最大宽度/肋板高		0.52
断面最大宽度/肋板总宽		0.34
肋板厚/mm		90
肋板厚/壳板厚		3
分岔角/(°)		70

(3) 工程实践表明, 钢岔管施工工艺和质量直接影响到工程进度和安全, 对钢岔管焊接质量和焊缝检测严格要求, 避免焊接裂纹的产生。

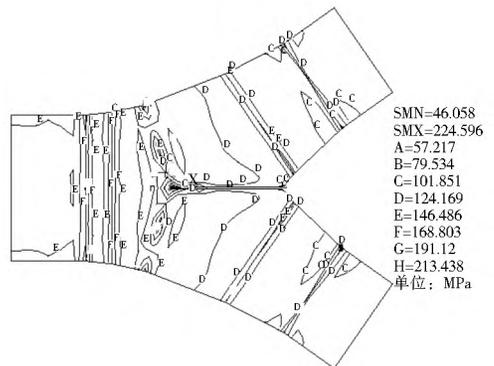


图 3 管壳 Mises 应力等值线

Fig. 3 Isolines of Mises stress in branch pipe

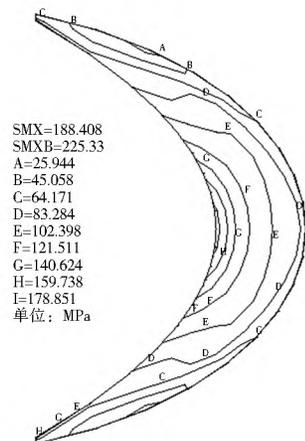


图 4 肋板 Mises 应力等值线

Fig. 4 Isolines of Mises stress in costalia