

内河航道工程设计规范

上海市建筑建材业市场管理总站

上海市建筑建材业市场管理总站

上海市工程建设规范

内河航道工程设计规范

Inland channel engineering design
code

DG/TJ08—2116—2012
J12229—2012

2012 上海

上海市工程建设规范

内河航道工程设计规范

Inland channel engineering design
code

DG/TJ08—2116—2012

主编单位：上海市交通运输和港口管理局

中交上海航道勘察设计研究院有限公司

批准部门：上海市城乡建设和交通委员会

施行日期：2013年1月1日

2012 上海

上海市城乡建设和交通委员会文件

沪建交[2012]1237号

上海市城乡建设和交通委员会 关于批准《内河航道工程设计规范》为 上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海市交通运输和港口管理局、中交上海航道勘察设计研究院有限公司主编的《内河航道工程设计规范》，经市建设交通委科技委技术审查和我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ08—2116—2012，自 2013 年 1 月 1 日起实施。

本规范由上海市城乡建设和交通委员会负责管理、上海市交通运输和港口管理局负责解释。

上海市城乡建设和交通委员会

二〇一二年十一月十九日

前 言

本规范是根据上海市城乡建设和交通委员会沪建交函[2010]731号文《2010年上海市工程建设规范和标准设计编制计划(第二批)》的要求,由上海市交通运输和港口管理局、中交上海航道勘察设计研究院有限公司共同编写而成。

本规范以国家、行业标准、规范、规定为基础,总结上海地区内河航道规划建设经验,针对上海市内河航道的特点,细化、补充、完善有关内容,形成符合上海市地方特点的航道设计规范,作为上海市内河航道规划、设计和通航安全影响论证的依据,以适应上海市内河航道建设、管理需要。在编制过程中,编制组以多种方式广泛征求了本市有关部门、单位,以及行业内专家的意见,经反复修改,最后由有关部门审查定稿。

本规范共分为十三个部分,分别为总则,术语,航道等级、通航水位与作业标准,代表船型与航道尺度,航道选线与布置,船闸,停泊区、服务区,航道护岸,航道疏浚、开挖,助航与航道信息化设施,管理设施,沿河、过河建筑物,附录,并附本规范用词说明和条文说明。

请各单位在执行本规范过程中,注意总结经验、积累资料,若有意见或建议,请反馈给上海市交通运输和港口管理局(上海市黄浦区大沽路100号,邮编:200003)和中交上海航道勘察设计研究院有限公司(上海浦东新区浦东大道850号,邮编:200120),以供今后修订时参考。

主 编 单 位:上海市交通运输和港口管理局

中交上海航道勘察设计研究院有限公司

参编单位:上海市航务管理处

上海同盛投资(集团)有限公司

上海同盛内河航道建设发展有限公司

主要起草人:徐元 马兴华 陈映彤 李孟黎 陈虹
施践

参加起草人:贾海林 赵东华 杨杰 华凤妹 阳建云
顾勇 戚秀莲 何建强 欧阳龙山 刘进峰
胡敏 陆东飞 吴少霖

主要审查人:冯健理 张林 周海 陈道熙 金宏松
万新宁 李新华

上海市建筑建材业市场管理总站

二〇一二年十月

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	航道等级、通航水位与作业标准	(6)
3.1	航道等级及规模	(6)
3.2	通航水位	(7)
3.3	作业标准	(9)
4	代表船型与航道尺度	(12)
4.1	一般规定	(12)
4.2	代表船型	(12)
4.3	航道尺度	(14)
5	航道选线与布置	(18)
5.1	一般规定	(18)
5.2	航道选线	(18)
5.3	航道平面布置	(18)
6	船 闸	(20)
6.1	一般规定	(20)
6.2	船闸规模	(20)
6.3	总体布置	(21)
6.4	船闸通过能力计算	(22)

7	停泊区、服务区	(24)
7.1	一般规定	(24)
7.2	停泊区、服务区选址	(25)
7.3	停泊设施	(26)
7.4	服务设施	(27)
8	航道护岸	(30)
8.1	一般规定	(30)
8.2	护岸结构	(30)
8.3	船行波对护岸的影响及措施	(38)
9	航道疏浚、开挖	(41)
9.1	一般规定	(41)
9.2	疏浚、开挖边坡及工程量	(42)
9.3	疏浚、开挖工艺	(43)
9.4	疏浚、开挖土管理	(45)
10	助航与航道信息化设施	(46)
10.1	一般规定	(46)
10.2	助航设施	(46)
10.3	航道信息化设施	(47)
11	管理设施	(48)
11.1	一般规定	(48)
11.2	海事站点	(48)
11.3	航道管理站	(49)

12 过河、临河建筑物	(50)
12.1 一般规定	(50)
12.2 水上过河建筑物	(50)
12.3 水下过河建筑物	(60)
12.4 临河建筑物和设施	(61)
附录 A 航道通过能力计算	(65)
附录 B 直线段航道底宽计算	(66)
附录 C 设计船行波波要素及其爬高的计算	(68)
附录 D 非限制性航道水上过河建筑物通航净宽的计算	(70)
本规范用词说明	(73)
引用标准名录	(74)
条文说明	(75)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Definitions	(2)
3	Channel classes, navigable water level and operating standards	(6)
3.1	Channel classes and scale	(6)
3.2	Navigable water level	(7)
3.3	Operating standards	(9)
4	Typical ship-type and channel dimension	(12)
4.1	General provisions	(12)
4.2	Typical ship-type	(12)
4.3	Channel dimension	(14)
5	Channel line selection and layout	(18)
5.1	General provisions	(18)
5.2	Channel line selection	(18)
5.3	Channel layout	(18)
6	Shiplock	(20)
6.1	General provisions	(20)
6.2	Shiplock classes	(20)
6.3	General layout	(21)
6.4	Shiplock through capacity	(22)

7	Parking zone and service area	(24)
7.1	General provisions	(24)
7.2	Parking zone and service area location	(25)
7.3	Berthing facilities	(26)
7.4	Service facilities	(27)
8	Channel revetment	(30)
8.1	General provisions	(30)
8.2	Revetment structure	(30)
8.3	The ship wave revetment and measures	(38)
9	Channel dredging, excavation	(41)
9.1	General provisions	(41)
9.2	Channel dredging, excavation slope and project amount	(42)
9.3	Channel dredging, excavation crafts	(43)
9.4	Channel dredging, excavation soil management	(45)
10	Aids to navigation and waterway information facilities	(46)
10.1	General provisions	(46)
10.2	Aids to navigation	(46)
10.3	Waterway information facilities	(47)
11	Management facilities	(48)
11.1	General provisions	(48)
11.2	Marine site	(48)

11.3	Waterway management station	(49)
12	Across the river buildings and riverside buildings	(50)
12.1	General provisions	(50)
12.2	Water across the river buildings	(50)
12.3	Underwater across the river buildings	(60)
12.4	Riverside buildings and facility	(61)
Appendix A	Calculation for channel through capacity	(65)
Appendix B	Calculation for channel bottom width of the line segment	(66)
Appendix C	Calculation for design boat trip wave elements and climbed higher	(68)
Appendix D	Calculation for Non-restricted channel water across the river navigable clear width of the building	(70)
	Explanation of wording in this code	(73)
	List of reference codes	(74)
	Explanation of this specification	(75)

1 总 则

1.0.1 为适应上海市内河水运发展需求,统一内河通航技术要求,在现行规范的基础上,结合上海市内河航道的特点,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于上海市内河航道(含船闸、过河建筑物、临河建筑物)的规划、设计和通航安全影响论证,不适用于黄浦江航道的规划、设计和通航安全影响论证。

1.0.3 内河航道的设计应符合城市总体规划、内河航运发展规划、内河港口布局规划和航道水系蓝线规划,结合水利规划,遵循以航运为主、水资源综合利用的原则,满足航运、水利、环保、节能要求,兼顾景观要求,注重航道生态,实现综合整治,提高综合效益。

1.0.4 内河航道应按批准的航道等级进行设计,通航尺度应通过综合技术经济比较,合理确定。船闸和过、临河建筑物等不易扩建、改进的永久性工程和一次建成比较合理的工程,应按远期航道技术等级或航运发展长远需求进行设计。

1.0.5 上海市内河航道的规划、设计和通航安全影响论证,除应符合本规范的规定外,尚应符合现行国家标准、行业标准和上海市工程建设规范中强制性条文的规定,以及法律法规的有关规定。

2 术 语

2.0.1 限制性航道

因水面狭窄、断面系数小,船舶航行阻力明显增加、对船舶航行有明显限制作用的航道。在本规范中指上海地区断面系数不大于 10 的航道。

2.0.2 非限制性航道

除限制性航道以外的航道。在本规范中指上海地区断面系数大于 10 的航道。

2.0.3 闸控航道

水位受闸控制的航道。

2.0.4 开敞航道

水位不受闸控制的航道。

2.0.5 通航水域

船舶及排筏可以通达的水面范围。

2.0.6 航道断面系数

设计最低通航水位时,过水断面面积与设计船型设计吃水时的舢横剖面浸水面积之比值。

2.0.7 航道尺度

设计最低通航水位时航道的最小水深、底宽和弯曲半径的总称。

2.0.8 航道水深

航道范围内设计最低通航水位至航道设计底高程的垂直距离。

2.0.9 航道底宽

垂直于航道中心线、航道两底边线之间的水平距离。

2.0.10 航道弯曲半径

弯曲航道中心线的圆弧半径。

2.0.11 船闸有效尺度

船闸闸室有效长度、有效宽度和门槛最小水深的总称。

2.0.12 船闸有效长度

船闸闸室内可供船舶安全停泊的长度。

2.0.13 船闸有效宽度

船闸闸室内可供船舶安全停泊的宽度。

2.0.14 门槛最小水深

设计最低通航水位至门槛顶部的垂直距离。

2.0.15 通航净空尺度

水上过河建筑物通航净空高度和净空宽度的总称。

2.0.16 通航净空宽度

在跨越航道建筑物的通航孔两侧墩柱的内空范围内,可供船舶安全航行的有效宽度,包括通航净宽和上底宽。

2.0.17 通航净空高度

在跨越航道建筑物通航孔的通航净空宽度范围内、从建筑物底部至设计最高通航水位间的垂直距离,包括通航净高和侧高,不包括建筑物自重引起的工后沉降和地面的整体沉降。

2.0.18 代表船型

为确定通航尺度,通过技术经济论证优选确定的、设计载重量可达到相应吨级的船舶。

2.0.19 代表船队

为确定通航尺度,通过技术经济论证优选确定的、由代表船型的船舶组成的船队。

2.0.20 船舶设计吃水

船舶处于设计载重量状态时的吃水。

2.0.21 候闸区

设置在船闸上下游引航道两侧,用于船舶等候过闸临时停泊的水域和设施。

2.0.22 前港

设置在船闸上下游引航道外,供过闸高峰时段超出候闸区能力的船舶、船队等候过闸临时停泊的水域和设施。

2.0.23 护岸前沿线

护岸结构临航道水域侧、高于设计最高通航水位的结构特征线。对于斜坡式护岸,护岸前沿线即为压顶或坡肩的前沿线;对于设有一级挡墙的护岸,即为挡墙顶部的前沿线;对于设有两级挡墙的护岸,为从航道侧起算第一个顶高程高于设计最高通航水位的挡墙顶部的前沿线,所述挡墙包括石笼、混凝土砌块、抛石堤等。

2.0.24 航道水系规划控制线

经批准的航道水系蓝线规划中航道水系蓝线和航道陆域建筑控制线的总称。

2.0.25 航道水系蓝线

经批准的航道水系蓝线规划中航道水系的驳岸控制线。

2.0.26 航道陆域建筑控制线

经批准的航道水系蓝线规划中位于航道水系蓝线后方,从规划层面控制航道沿线新建建筑物,保证航道建设用地范围的陆域控制线。

2.0.27 航道水系蓝线宽度

经批准的航道水系蓝线规划中航道水系两侧蓝线(驳岸控制

线)之间的距离,又称航道规划面宽。

2.0.28 航道陆域建筑控制宽度

经批准的航道水系蓝线规划中同一侧航道陆域建筑控制线与航道水系蓝线之间的宽度。

3 航道等级、通航水位与作业标准

3.1 航道等级及规模

3.1.1 上海地区的航道,按自然属性,可分为天然河流航道、综合利用的通航渠道和湖区航道;按是否设闸、水位是否受闸控制,可分为闸控航道和开敞航道;按船舶航行阻力是否明显受断面系数影响,可分为限制性航道和非限制性航道,其特点、分类用途见表 3.1.1。

表 3.1.1 上海市内河航道分类表

航道分类		航道特点	航道分类主要用途
按自然属性分类	天然河流航道	以天然为主形成;水位受径流、潮汐双重影响;流速大,有横流	确定水上过河建筑物通航净宽
	综合利用的通航渠道	除通航功能外,还有排洪、排涝、引水、灌溉等综合功能或之一功能	确定通航水位、通航保证率
	湖区航道	水面开阔,船舶受风浪影响较大	确定航道水深、航道底宽
按是否限制性分类	限制性航道	水面狭窄、断面系数小、对船舶航行有明显限制作用	确定航道水深、水上过河建筑物通航净宽
	非限制性航道	水面宽阔、断面系数大、船舶航行阻力较小	
按是否设闸分类	开敞航道	水位受径流、潮汐双重影响;流速大,有横流	确定通航水位、航道底宽
	闸控航道	水位受本地径流和人工调节控制;流速小,基本无横流	

3.1.2 内河航道应按可通航内河船舶的吨级划分为 6 级,见表 3.1.2。

表 3.1.2 航道等级划分

航道等级	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V	Ⅵ	Ⅶ
船舶吨级(t)	2000	1000	500	300	100	50

注:船舶吨级按船舶设计载重吨确定。

3.1.3 内河航道的线数应根据运输需求、航道条件和投资效益分析确定。除整治特别困难的局部航段外,应采用双线航道。当双线航道不能满足运输要求时,应采用三线或三线以上航道,其宽度应根据船舶通航要求研究确定。

3.1.4 内河航道的通过能力应满足设计水平年内各期的货运量和船舶通航要求。航道的设计水平年应根据航道的不同条件采用航道建成后 20 年~30 年;对于扩建和改建困难的工程,应采用更长的设计水平年。

3.1.5 航道通过能力可按附录 A 有关公式计算。

3.2 通航水位

3.2.1 通航水位应包括设计最高通航水位和设计最低通航水位。对于水文条件复杂多变或历史水位资料较短的航道,通航水位应考虑规划或设计水平年内水位变化趋势对通航水位的影响并留有适当富裕,通航水位宜由管理部门统一组织推算,统一发布。

3.2.2 水位资料的取用应符合下列规定:

1 当航道及相邻河网按规划建设后的水文条件与历史水位资料时期没有发生明显变化时,应采用近期、连续的历史水位资

料,年限不少于 20 年。

2 当航道及相邻河网按规划建设后的水文条件与历史水位资料时期发生明显变化时,应通过分析研究,并通过暴雨、径流、潮汐组合情况下河网水利计算确定,历史水位资料可作为校验。

3.2.3 开敞航道设计最高通航水位的确定应符合下列规定:

1 潮汐影响明显的航道,设计最高通航水位应采用年最高潮位频率为 5% 的潮位,按极值 I 型分布律计算确定。其计算方法按行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)的有关规定执行。

注:计算成果应包括统计年限内历年的最高潮位及出现时间,频率曲线,年最高潮位频率为 1%、2%、5%、10%、20%、33%、50%、99% 的潮位。

2 潮汐影响不明显的航道,设计最高通航水位应采用表 3.2.3 规定的各级洪水重现期的水位,按 P-III 型分布律计算确定。

注:计算成果应包括统计年限内历年的最高水位及出现时间,频率曲线,重现期为 2、3、5、10、20、50、100 年的高水位。

表 3.2.3 设计最高通航水位的洪水重现期

航道等级	II、III	IV、V	VI、VII
洪水重现期(年)	20	10	5

3.2.4 开敞航道设计最低通航水位的确定应符合下列规定:

1 潮汐影响明显的航道,设计最低通航水位应采用低潮累积频率为 90% 的潮位。其计算方法按行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)的有关规定执行。

注:计算成果应包括统计年限内历年的最低潮位及出现时间,低潮累积频率曲线,低潮累积频率为 90%、95%、99% 的潮位。

2 潮汐影响不明显的航道,设计最低通航水位应采用综合历时曲线法计算的多年历时保证率的水位,其多年历时保证率应

符合表 3.2.4 的规定。其计算方法按行业标准《内河航运工程水文规范》(JTS 145—1)的有关规定执行。

注:计算成果应包括统计年限内历年的最低水位及出现时间,综合历时曲线,多年历时保证率为 90%、95%、98%、99%的低水位。

表 3.2.4 设计最低通航水位的多年历时保证率

航 道 等 级	II	III、IV	V、VI、VII
多年历时保证率(%)	≥98	98~95	95~90

3.2.5 闸控航道设计最高通航水位应根据综合利用的要求,结合本规范第 3.2.3 条的有关规定确定。针对闸控航道的水情特点和运行特点,经技术论证,可按综合历时保证率法确定,综合历时保证率应不大于 1%。

3.2.6 闸控航道设计最低通航水位应采用以下三者之低值:

- 1 综合历时曲线法计算的多年历时保证率的水位,按第 3.2.4 条第 2 款执行。
- 2 规划防汛预降水位。
- 3 规划水资源调度低水位。

3.3 作业标准

3.3.1 内河航道的作业标准应包括通航水流条件、通航气象条件和设计航速。

3.3.2 航道设计应按《内河航运工程水文规范》(JTS 145—1)的规定取得航道的水流(潮流)资料。

3.3.3 通航水流条件应符合表 3.3.3 的规定。

表 3.3.3 通航水流条件

航道位置	流速(m/s)	
	Ⅱ~Ⅳ级航道	V~Ⅶ级航道
水中设墩桥区航道	纵向流速 ≤ 2.0 横向流速 ≤ 0.3 回流 ≤ 0.4	纵向流速 ≤ 1.5 横向流速 ≤ 0.25 回流 ≤ 0.4
船闸引航道口门区		
其他航段	纵向流速 ≤ 2.0 横向流速 ≤ 0.5 回流 ≤ 0.4	

注:本规范所称的水中设墩桥区航道,对于开敞航道,指水中设墩桥梁上游或下游航道代表船型顶推船队长度的3倍或拖带船队长度的2倍范围内的航段,对于闸控航道,指水中设墩桥梁上游或下游航道代表船型顶推船队长度的2倍或拖带船队长度的1.5倍范围内的航段。

3.3.4 通航气象条件应以保障船舶航行安全和沿跨航道设施安全为原则,根据航道等级、所处的航道位置、平面条件、水中设施情况分析确定,一般可按表 3.3.4 确定。

表 3.3.4 通航气象条件

航道位置	风力(级)	能见度
顺直微弯航段	≤ 6	$\geq 3\text{min}$ 航程,且 $\nless 500\text{m}$
船闸引航道		
弯道		$\geq 5\text{min}$ 航程,且 $\nless 1000\text{m}$
航道交汇口		
水中设墩桥区航道		

注:本规范所称的顺直微弯航段指转角 $\leq 15^\circ$ 的航段,以及弯曲半径大于等于航道代表船型顶推船队长度的6倍或货船长度、拖带船队最大单船长度12倍的航段,所称的弯道不包括顺直微弯航段。

3.3.5 设计航速应包括设计最高航速和设计最低航速,设计航速应以满足航运需要,保障船舶航行、护岸、船闸、水中设施安全为原则,根据航道等级、所处的航道位置、航道尺度、航道运量和航行繁忙程度、代表船型、流速流向和气象条件分析确定。

注:设计最高航速指设计允许的船舶对地最高航速,设计最低航速指设计允许的船舶对地最低航速。

4 代表船型与航道尺度

4.1 一般规定

4.1.1 代表船型禁止选用限制、淘汰型船舶。

4.1.2 航道尺度应根据航道类别、航道等级和代表船型确定。对于双线航道,开敞航道的断面系数不应小于7,闸控航道的断面系数不应小于6。

4.2 代表船型

4.2.1 代表船型可根据航道等级、功能、货种,依据现行《内河通航标准》(GB 50139)和表4.2.1选择。

表 4.2.1 航道代表船型

航道等级	船舶吨级(t)	代表船舶、船队	代表船舶、船队尺度(m) (总长×型宽×设计吃水)
II	2000	2000t 货船	90×15.4×2.6
		一顶一列式 2×2000t 顶推船队	船队 161×15.8×2.7~2.9, 驳船 68×15.8×2.7~2.9
III	1000	90TEU 内河集装箱船	72.7×12.6×2.7~2.8
		1200t 干散货船	64×10.8×2.7~2.9
		1000t 干散货船	58×9.8×2.7~2.9
		1000t 油船	68×10.8×2.7~2.9
		一拖一列式 5×1000t 拖带船队	船队 300×10.8×2.5, 驳船 55×10.8×2.5

续表 4.2.1

航道等级	船舶吨级 (t)	代表船舶、船队	代表船舶、船队尺度(m) (总长×型宽×设计吃水)
Ⅲ	1000	一拖一列式 6×900t 拖带船队	船队 345×9.8×2.4, 驳船 53×9.8×2.4
		一顶一列式 2×1000t 顶推船队	船队 161×10.8×2.2, 驳船 68×10.8×2.2
Ⅳ	500	60TEU 内河集装箱船	65×10.6×2.2~2.5
		700t 干散货船	52×9.6×2.2~2.5
		500t 干散货船	47×8.8×2.1
		500t 油船	52×9.6×2.2~2.6
		一拖一列式 7×700t 拖带船队	船队 342×9.2×2.3~2.4, 驳船 45×9.2×2.3~2.4
		一拖一列式 7×500t 拖带船队	船队 320×8.2×2.1, 驳船 42×8.2×2.1
		500t 自航驳+500t 顶推船队	船队 100×10.8×2.0
Ⅴ	300	30TEU 内河集装箱船	49×9.8×1.9~2.2
		24TEU 内河集装箱船	43×9.8×1.9~2.2
		16TEU 内河集装箱船	42×6.6×2.0
		400t 干散货船	42×7.5×2~2.1
		300t 干散货船	38×7.3×1.9
		300t 油船	42×8.2×1.9~2.2
		一拖一列式 7×400t 拖带船队	船队 303×7.3×2.0, 驳船 40×7.3×2.0
		一拖一列式 8×300t 拖带船队	船队 303×6.8×2.0, 驳船 35×6.8×2.0

续表 4.2.1

航道等级	船舶吨级 (t)	代表船舶、船队	代表船舶、船队尺度(m) (总长×型宽×设计吃水)
Ⅵ	100	200t 干散货船	32×6.2×1.7~1.9
		200t 油船	40×7.1×1.6~1.9
		100t 干散货船	26×5.0×1.5
		100t 油船	31×6.0×1.6
		一拖一系列式 9×200t 拖带船队	船队 311×5.8×1.7~2.0, 驳船 32×5.8×1.7~2.0
		一拖一系列式 12×100t 拖带船队	船队 333×5.1×1.6, 驳船 26×5.1×1.6

注:1. Ⅵ级航道的代表船型按《内河通航标准》(GB 50139);

2. 设计吃水取值:开敞航道取高值,闸控航道一般取高值,条件困难或设计航速较低时可取低值。

4.3 航道尺度

4.3.1 航道水深可按式(4.3.1)计算。

$$H \geq \gamma T \quad (4.3.1)$$

式中 H —— 航道水深(m);

T —— 船舶设计吃水(m);

γ —— 系数,按表 4.3.1 选用。

表 4.3.1 γ 取值表

航道断面系数 n	γ
6~7	1.6~1.5
7~10	1.5~1.4
10~14	1.4~1.25
14~20	1.25~1.15
>20	1.15

注：一般取高值，条件困难或设计航速较低时可取低值。

4.3.2 航道设计应对航道年回淤强度进行分析研究，并确定备淤深度。

4.3.3 直线段航道底宽可按附录 B 计算，当双线航道直线段航道底宽计算值小于表 4.3.3 的相应值时，应按表 4.3.3 确定。

表 4.3.3 双线航道直线段最小航道底宽

航道等级	船舶吨级 (t)	双线航道直线段最小航道底宽 (m)	
		开敞航道	闸控航道
II	2000	75	60
III	1000	60	50
IV	500	50	42
V	300	45	40
VI	100	30	20
VII	50	24	16

4.3.4 航道的最小弯曲半径应不低于《内河通航标准》(GB

50139)的取值,并符合下列规定:

1 航道的最小弯曲半径不宜小于顶推船队长度的3倍或货船长度、拖带船队最大单船长度的4倍。

2 在条件受限航段及航道交汇口,航道最小弯曲半径不能达到上述要求时,在航道底宽加宽值和驾驶通视均能满足需要,经充分论证后弯曲半径可适当减小,但不得小于顶推船队长度的2倍或货船长度、拖带船队最大单船长度的3倍。最小弯曲半径论证宜采用船舶实船航行试验或船舶操纵物理模拟试验,有同类工程经验时也可采用船舶操纵数值模拟试验。

3 复杂条件航段或航行密度大的航道交汇口,最小弯曲半径宜采用船舶实船航行试验或船舶操纵物理模拟试验研究确定,有同类工程经验时也可采用船舶操纵数值模拟试验研究确定。

4.3.5 弯曲段航道底宽应在直线段航道底宽的基础上加宽,其加宽值的确定应符合下列规定:

1 加宽值可按式(4.3.5)计算。

$$\Delta B = \frac{L_c^2}{2R + B} \quad (4.3.5)$$

式中 ΔB —— 弯曲段航道宽度增加值(m);

L_c —— 货船长度、顶推船队长度或拖带船队中单船长度(m);

R —— 弯曲半径(m);

B —— 直线段航道底宽(m)。

2 当弯道的弯曲半径、弯道转角、设计航速同时符合表4.3.5所列情形的,航道底宽的加宽值宜采用船舶实船航行试验或船舶操纵物理模拟试验研究确定,有同类工程经验时也可采用船舶操纵数值模拟试验研究确定,并不得小于按式(4.3.5)的计

算值。

表 4.3.5 宜通过试验研究确定航道加宽值的弯道

弯道弯曲半径	弯道转角	设计航速
$<6L_c$	$46^\circ\sim 75^\circ$	$>10\text{km/h}$
	$\geq 76^\circ$	$>8\text{km/h}$

3 当弯曲半径大于等于顶推船队长度的 6 倍或货船长度、拖带船队最大单船长度的 8 倍时,可不加宽。

4.3.6 采用船舶操纵物理模拟试验、船舶操纵数值模拟试验研究确定航道尺度时,应满足航道平面及断面尺度、设计水文条件、代表船型、设计航速等条件相似。

5 航道选线与布置

5.1 一般规定

5.1.1 航道选线和平面布置应利用现有航道和水系,减少征地拆迁,缩短航道里程,减少基建工程量。

5.1.2 航道选线应根据航道平面布置及尺度需要,结合现有河道的平面线形、水域宽度、弯曲半径、可供拓宽的陆域条件,经论证确定。

5.2 航道选线

5.2.1 当现有河道的平面线形、水域宽度、弯曲半径满足航道整治需要时,航道选线应采用直接利用现有河道的方式。

5.2.2 当现有河道的平面线形、弯曲半径满足航道整治,但水域宽度不能满足航道整治需要时,航道选线应采用拓宽现有河道的方式。

5.2.3 当现有河道局部航段的平面线形、弯曲半径不能满足航道整治需要时,航道选线应采用局部切滩的方式。

5.2.4 当现有河道的平面线形、水域宽度、弯曲半径不能满足航道整治需要,拓宽难度非常大时,应对拓宽现有河道方式和航道改线方式进行技术经济比较。

5.3 航道平面布置

5.3.1 航道平面布置应包括航道中心线布置、护岸前沿线布置、航道征地范围线布置、航道拓宽方式的确定、航道护岸断面型式

的选择、航道底边线与护岸前沿线距离的确定等。

5.3.2 航道平面布置应根据航道通航水域断面尺度、航道水深条件、航道沿线地形、沿跨河建筑物分布和工程地质情况,经技术经济比较后确定。

5.3.3 航道平面布置应符合下列规定:

1 航道中心线宜采用顺直、微弯线形,除航道交汇口外,弯道转角不宜超过 60° 。若因条件限制确需采用急弯,应符合第 3.3.5 条和第 4.3.5 条的有关规定;

2 航道中心线弯道段弯曲半径应符合第 4.3.4 条的规定,中心线采用圆弧线布置,圆弧线与直线段采用相切的方式连接;

3 航道中心线两个反向弯道之间必须设置直线段,直线段长度不得小于顶推船队长度的 1 倍或货船长度的 2 倍。

4 拓宽现有航道方式可采用单侧拓宽或两侧拓宽,具体应通过技术经济比较确定;

5 航道征地范围线布置应能满足航道建设运行和防汛通道设置需要。

6 航道中心线宜在两岸护岸前沿线之间居中布置,否则应设置内河助航标志标示。

5.3.4 对于已有航道水系规划控制线的航道,航道平面布置应符合航道水系蓝线、航道陆域建筑控制线及其相关规定。

5.3.5 航道护岸断面型式的选择应符合下列规定:

1 航道护岸断面型式一般采用复合式。

2 对于土地资源稀缺、动迁建筑物密集的岸段,航道护岸断面型式宜采用直立式。

3 对于河面宽阔,航道面宽、自然岸坡坡度满足斜坡式护岸建设需要的岸段,航道护岸断面型式可采用斜坡式。

6 船 闸

6.1 一般规定

6.1.1 船闸应按可通航内河船舶的吨级划分为6级,其分级指标与航道分级指标相同。

6.1.2 船闸应包括闸首、闸室、输水系统、引航道、口门区、连接段、候闸区、导航建筑物、靠船建筑物、闸门、阀门、启闭机械、电气控制和通讯、导助航、运行管理等附属设施及生产、生活辅助建筑物等。根据运行需要,可设置前港和远方调度站。

6.2 船闸规模

6.2.1 船闸通过能力应满足设计水平年内各期的货运量和船舶过闸量要求。船闸的设计水平年应根据船闸的不同条件采用船闸建成后20年~30年;对于增建和改建、扩建船闸困难的工程,应采用更长的设计水平年。

6.2.2 船闸有效尺度应符合下列规定:

1 有效宽度、有效长度、门槛水深按式(6.2.2-1)~(6.2.2-6)计算,当计算值小于《内河通航标准》(GB 50139)的相应值时,应按《内河通航标准》(GB 50139)确定。

$$L_k = \sum L_c + L_f \quad (6.2.2-1)$$

$$B_k = \sum B_s + B_f \quad (6.2.2-2)$$

$$B_f = \triangle B + 0.025(n-1)B_s \quad (6.2.2-3)$$

$$H_k \geq 1.6T \quad (6.2.2-4)$$

$$\text{拖带船队} \quad L_f \geq 2 + 0.03 \sum L_c \quad (6.2.2-5)$$

$$\text{顶推船队、货船} \quad L_f \geq 4 + 0.05 \sum L_c \quad (6.2.2-6)$$

式中 L_k —— 闸室有效长度(m)；

$\sum L_c$ —— 同一闸次过闸船队或货船的总长度(m)，当船队分解过闸时按分解后长度；

L_f —— 同一闸次过闸船舶纵向富裕总长(m)，

B_k —— 船闸闸首口门和闸室有效宽度(m)；

$\sum B_s$ —— 同一闸次过闸船舶并列停泊于闸室的最大总宽度(m)；

B_f —— 富裕宽度(m)；

ΔB —— 富裕宽度附加值(m)，当 $B_s \leq 7\text{m}$ 时， $\Delta B = 1\text{m}$ ，当 $B_s > 7\text{m}$ 时， $\Delta B = 1.2\text{m}$ ；

n —— 过闸停泊在闸室的船舶的列数；

H_k —— 船闸门槛最小水深(m)；

T —— 船舶设计吃水(m)。

2 船闸闸首口门和闸室有效宽度应等宽。

6.2.3 候闸区建设规模应根据运量、货种、代表船型及其比例、过闸时间计算确定，且不得小于一闸次船舶停靠所需长度。

6.2.4 当候闸区建设规模不能满足船闸设计通过能力的船舶、船队候闸停泊需要时，应设置前港，其建设规模应满足对应于船闸设计通过能力的船舶、船队停泊和安全进出需要。

6.3 总体布置

6.3.1 闸址选择、船闸总体布置和泥沙防治按《船闸总体设计规范》(JTJ 305)执行。

6.3.2 候闸区的平面布置应符合下列规定：

1 候闸区宜布置在一直线上，靠船建筑物宜连续布置，若受

航道条件限制,也可间隔布置。

2 连续布置靠船建筑物的泊位长度应按式(6.3.2-1)~(6.3.2-3)计算确定。

$$L_b = \sum L_c + L_f \quad (6.3.2-1)$$

$$\text{拖带船队} \quad L_f \geq 2 + 0.03 \sum L_c \quad (6.3.2-2)$$

$$\text{顶推船队、货船} \quad L_f \geq 4 + 0.05 \sum L_c \quad (6.3.2-3)$$

式中 L_b ——候闸区泊位长度(m);

$\sum L_c$ ——船队或货船的总长度(m),当船队分解候闸时按分解后长度;

L_f ——富裕长度(m)。

4 间隔布置靠船建筑物的泊位长度应不小于货船长度或船队长度。

6.3.3 引航道口门至主航道反向曲线之间的直线段长度不得小于顶推船队长度、货船长度。

6.3.4 船闸上、下游引航道外设置前港布置时应符合下列规定:

1 前港应选择在风浪小、水流缓、无泡漩的水域,不宜选在淤沙严重的水域,前港水深不应小于引航道内最小水深。

2 前港宜采用顺岸停靠方式,设置靠船墙、靠船墩、趸船、靠船桩等靠船设施,当水域条件允许时也可采用锚泊方式。

3 前港和引航道候闸区分开布置时,应同步设置远方调度站。

6.4 船闸通过能力计算

6.4.1 当设计水平年内各运行期间预测运量、货种、代表船型及其比例有明显不同时,可分别计算各期的通过能力。

6.4.2 平均一次过闸吨位应根据运量、货种、代表船型及其比

例,结合船闸有效尺度进行组合确定。

6.4.3 平均一次过闸时间应根据单向过闸和双向过闸的过闸时间和比例确定,可按下式确定:

$$T = nT_1 + mT_2 / 2 \quad (6.4.3-1)$$

$$n = 1 - m \quad (6.4.3-2)$$

式中 T —— 平均一次过闸时间(min)。

n —— 单向过闸次数的比例(%)；

T_1 —— 一次单向过闸时间(min)；

m —— 双向过闸次数的比例(%)；

T_2 —— 一次双向过闸时间(min)。

7 停泊区、服务区

7.1 一般规定

7.1.1 为满足船舶候泊、候航、补给、交通管制等航运需求,应在内河航道网设置停泊区、服务区,其功能和建设规模应能满足设计水平年内船舶停泊、服务需要。

7.1.2 停泊区、服务区的布局应根据内河航道网整体规划,统筹考虑,遵循方便船舶和管理的原则,结合航道运量、航行密度、自然、社会和建设等条件进行综合论证确定。

7.1.3 停泊区、服务区根据用途和功能可分为综合服务区、一般服务区、一般停泊区和检查停泊区,其功能配置应符合表 7.1.3 的规定。

表 7.1.3 停泊区、服务区功能配置

分类	用途	停泊功能	基本服务功能	拓展服务功能
综合服务区	用于船舶待泊、候航、补给、交通管制等情况下的停泊	应包括船舶停靠、生活垃圾回收、船舶污水回收	应包括应急救援、加水、加油、生活用品购物等	可包括岸电供应、配件供应、船舶检修、就餐、休憩等
一般服务区	用于船舶待泊、候航、一般补给、交通管制等情况下的停泊	应包括船舶停靠、生活垃圾回收、船舶污水回收	应包括加水、生活用品购物等	—
一般停泊区	用于船舶因水文气象条件不足、桥梁净高不足的候航停泊,需要控制流量或交通管制时的候航停泊	应包括船舶停靠	—	—

续表 7.1.3

分类	用途	停泊功能	基本服务功能	拓展服务功能
检查停泊区	用于省际检查站、海事站点船舶待检临时停泊	应包括船舶停靠	应包括应急救援	可包括生活垃圾回收、船舶污水回收

7.2 停泊区、服务区选址

7.2.1 停泊区、服务区宜邻近或结合港区、航道管理站、海事站点、省际检查站布置。

7.2.2 停泊区、服务区与水源保护区、水厂取水口的距离应符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)和相关规定。

7.2.3 综合服务区选址应依托 V 级及以上主干航道,结合城市总体规划、城镇规划、内河航运发展规划、内河港区布局规划和航道水系蓝线规划,邻近或结合内河集约化港区、航道网的关键节点,与城镇保持适当距离。

7.2.4 一般服务区选址应依托 VI 级及以上航道,结合城市总体规划、城镇规划、内河航运发展规划、内河港区布局规划和航道水系蓝线规划,邻近装卸码头相对集中的航段、航道网的重要节点布置,与城镇保持适当距离。

7.2.5 一般停泊区的选址应符合下列要求:

1 在湖区航道的入口附近、需要控制流量或交通管制的航段应设置一般停泊区,并应布置在控制航段之前、船舶前进方向的右侧。

2 其余航段可根据航道等级、航行密度情况,结合航道沿线水域、陆域条件,按 10km/座~50km/座的密度设置一般停泊区,且宜两岸间隔布置。

7.2.6 综合服务区、一般服务区的陆域条件应满足陆上设施建设需要,陆上交通条件应满足服务区与城镇的交通需要。

7.2.7 危险化学品船舶宜单独布置停泊设施和服务设施。

7.2.8 停泊设施与水中设墩水上过河建筑物、水下过河建筑物的距离应符合本规范第 12.4.4 条~第 12.4.5 条的规定。

7.3 停泊设施

7.3.1 停泊设施的建设规模应根据运量、货种、代表船型及其比例,以及需要停泊船舶的比例、船舶平均停泊时间和不均衡系数,按式(7.3.1)计算确定。

$$N = \frac{\bar{M} \times K_r \times K_t \times t}{24} \quad (7.3.1)$$

式中 N —— 泊位数量(个);

\bar{M} —— 日平均单向船舶通过量(艘);

K_r —— 需要停泊船舶的比例(%),须分析确定。其中,综合服务区、一般服务区和一般停泊区可取 10%~50%,停泊设施设置密度大的取小值,反之取大值;

K_t —— 停泊不平衡系数,根据航道运量、流向、运输特点综合确定,当缺乏资料时可取 1.5~2.0;

t —— 船舶平均停泊时间(h)。检查停泊区可取 1h,综合服务区、一般服务区和一般停泊区,可取 1h~6h。

7.3.2 停泊设施宜采用码头、靠船墩、趸船、靠船桩等型式,平面布置方式可采用顺岸式、顺岸挖入式和港池挖入式。

7.3.3 停泊设施采用顺岸式和顺岸挖入式布置时,应符合下列要求。

1 顺岸停靠 1 档船舶时,停泊水域宽度取代表船型型宽的 1 倍,顺岸停靠超过 1 档船舶时,停泊水域宽度相应加宽。

2 停泊水域外边线与航道边线的净距即连接水域宽度,不得小于航道代表船型型宽的 1 倍。

3 当允许船舶在停泊设施前沿直接回旋时,按本规范第 12.4.6 条第 3 款执行。

4 当在离开停泊设施一定距离的水域设置专门的回旋水域时,按本规范第 12.4.6 条第 4 款执行。

7.3.4 停泊设施采用港池挖入式布置时,应符合《河港工程总体设计规范》(JTJ 212)的有关规定。

7.4 服务设施

7.4.1 加水设施应设置给水栓和水表,加水效率应能满足船舶正常加水需要,并宜结合停泊设施布置。

7.4.2 加油设施应包括加油泊位、加油机、储油罐及附属设施、开票房等,并应符合下列规定:

1 加油设施的建设规模应根据各代表船型的数量及加油密度、加油量计算确定,其等级应符合表 7.4.2 的要求。

表 7.4.2 加油设施的等级

等 级	储油罐容积 V(m ³)	
	总容积	单罐容积
一级	240<V≤360	≤50
二级	120<V≤240	≤50
三级	V≤120	≤50

注：上表中容积按船用柴油考虑。

2 加油泊位宜布置在服务区岸线的端部,与其它泊位的安全距离应符合行业标准《河港工程总体设计规范》(JTJ 212)的有关规定。

3 储油罐、开票房应邻近加油码头布置,与服务楼等其他建筑物的安全距离和防护措施应按《建筑设计防火规范》(GB 50016)和《汽车加油加气站设计与施工规范》(GB 50156)执行。

4 储油罐、加油工艺系统、消防设施及给排水、供配电、防雷、防静电、报警系统、开票房等建筑物应按《汽车加油加气站设计与施工规范》(GB 50156)执行。

7.4.3 其它服务设施应符合下列规定：

1 综合服务区、一般服务区应根据停泊区、服务区功能要求设置服务楼,建设规模可按表 7.4.3 选用。

表 7.4.3 服务楼的建设规模

服务区类别	综合服务区	一般服务区
建筑面积(m ²)	1000~2000	500~1000

2 综合服务区、一般服务区应设有日用品商店和厕所,配备船舶污水收集船。

3 综合服务区宜设置岸电供应设施,可设置配件供应、船舶检修、应急救助、就餐、洗浴等设施,其规模可根据船舶流量情况确定。

4 其它服务设施应邻近停泊设施,尽量缩短步行距离。

5 服务区建筑物的设计应符合相关建筑设计规范的要求。

6 无市政管网的综合服务区、一般服务区应设置生活污水处理设施或收集设施。

7 综合服务区可根据需要配置内河水面上救助基地。

8 航道护岸

8.1 一般规定

8.1.1 护岸设计应遵循下列原则：

- 1 护岸应因地制宜，耐久、可靠、维护量小、便于维修；
- 2 护岸应有效抵御水流和船行波作用，保护岸坡免受冲刷；
- 3 护岸不得影响船舶通航安全；
- 4 具有防汛功能的护岸应满足防汛要求；
- 5 对于有条件的岸段，护岸宜考虑生态功能；
- 6 护岸宜与周边环境相协调。

8.1.2 护岸的安全级别应根据其重要程度，按《港口和航道护岸工程设计与施工规范》(JTJ 300)的有关规定，划分为1、2、3三级。对于具有防汛功能的护岸，尚应符合《防洪标准》(GB 50201)、《堤防工程设计规范》(GB 50286)、《城市防洪工程设计规范》(CJJ 50)、《水工挡土墙设计规范》(SL 379)等规范的有关规定。

8.2 护岸结构

8.2.1 护岸应按持久状况、短暂状况和地震状况设计，并应符合下列规定。

1 对持久状况，结构使用期应按承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。

2 对短暂状况，施工期和使用期临时承受某种特殊荷载时，应按承载能力极限状态设计，必要时尚应按正常使用极限状态设计。

3 对地震状况,使用期遭受地震作用时,应按承载能力极限状态设计。

8.2.2 护岸承载能力极限状态设计应考虑下列三种作用组合。

1 持久组合应为持久状况下的永久作用与可变作用组合。对于闸控航道护岸,应采用防汛设计高水位、极端低水位或历史最低水位、设计最高通航水位、设计最低通航水位与相应地下水的不利水位组合。对于开敞航道护岸,应采用防汛设计高水位、防汛设计低水位、极端高水位、极端低水位、设计最高通航水位、设计最低通航水位与相应地下水的不利水位组合。

2 短暂组合应为短暂状态下的永久作用与可变作用组合。使用期应采用设计最高通航水位、设计最低通航水位与相应地下水的不利水位组合。施工期应考虑施工期暴雨组合。当采用围堰和降水施工时,尚应考虑施工期围堰内水位和降水后的地下水的不利水位组合。当短暂组合稳定性不满足要求时,应首先考虑从施工上采取措施。

3 地震组合应包括地震作用,地震作用、计算水位应按现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTS 146)中的有关规定执行。

8.2.3 护岸结构型式应根据航道护岸断面型式、航道沿线岸坡挡土高度、工程地质等自然条件、施工场地等施工条件、邻近建筑物和设施等环境条件,以及工期、防汛、生态、环境协调等要求,本着技术可靠、经济合理的原则,经论证确定,并遵循以下原则:

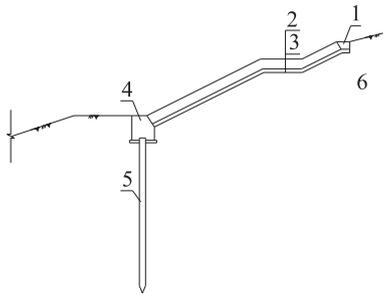
1 当航道沿线建设条件存在差异时,航道沿线应采用不同的护岸结构型式。典型护岸结构型式见图 8.2.3。

2 当航道护岸断面型式为斜坡式时,可采用干砌块石护坡、浆砌块石护坡、灌砌块石护坡等结构,在船行波作用范围内不宜

采用螺母块作为植草护坡结构。

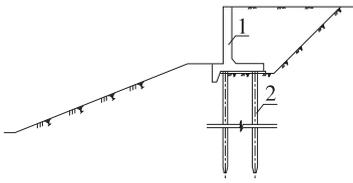
3 当航道护岸断面型式为复合式时,宜采用 L 型混凝土挡土墙结构或扶壁式结构等重力式结构。当地基承载力不足时,宜增设桩基。当船行波作用深度低于挡土墙前趾时,尚应在挡土墙外侧增设防护结构。

4 当航道护岸断面型式为直立式时,宜采用前板桩高桩承台结构,挡土高度较大或周边环境不允许采用挤土桩时,宜采用钢板桩高桩承台结构,挡土防渗桩及灌注桩效果确有保证时,可采用灌注桩高桩承台结构。具备施工围堰和大开挖施工条件时,经技术经济比较,可采用低桩承台结构。陆域宽度满足锚碇需要时,可采用锚碇板桩结构。

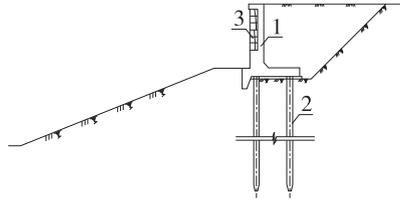


a、斜坡式护岸

1—压顶;2—护坡;3—反滤层;4—镇脚;5—镇脚桩;6—岸坡

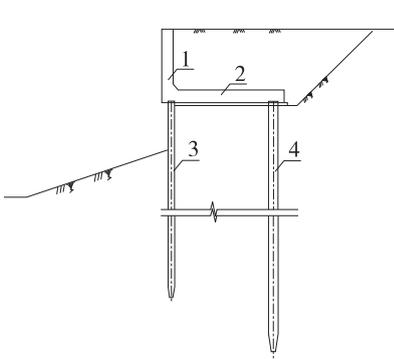


b、桩基 L 型挡土墙结构

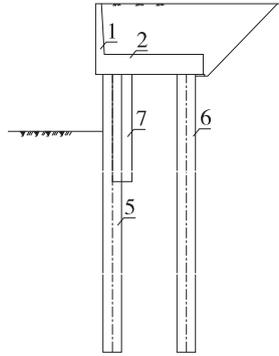


c、带浆砌块石立面的桩基 L 型挡土墙结构

1—挡墙及承台；2—方桩或管桩；3—浆砌块石立面



d、前板桩高桩承台结构



e、灌注桩高桩承台结构

1—挡墙；2—承台；3—板桩；4—矩形桩或管桩；5—灌注桩排桩；

6—灌注桩；7—挡土防渗桩

图 8.2.3 典型护岸结构型式图

8.2.4 斜坡式结构、重力式结构护岸的尺度及构造要求，应按《港口及航道护岸工程设计与施工规范》(JTJ 300)执行，兼作水利堤防的，尚应符合《水工挡土墙设计规范》(SL 379)的规定。

8.2.5 锚碇板桩结构、前板桩高桩承台结构、灌注桩高桩承台结构护岸的尺度及构造要求，应参照《板桩码头设计与施工规范》(JTS 167-3)和上海市《地基基础设计规范》(DGJ08-11)的有关

规定执行。

8.2.6 生态护岸结构应以满足护岸基本功能为前提,并宜遵循如下原则:

1 结构及构造设计应适应内河通航环境条件,具有可实施性,并满足通航安全及航运管理的相关要求。

2 宜在试验研究的基础上,使用植草空心砌块、石笼等效果好、质量及技术可靠的“软质”材料。

3 宜根据环境、景观、生物多样性、养护等要求,结合土壤、气候、水文条件和植物适应性等因素,从自然恢复和人工种植两方面综合研究选择植物。

4 生态护岸应减少后续的养护管理工作量。

8.2.7 斜坡式结构护岸应按《港口及航道护岸工程设计与施工规范》(JTJ 300)的规定计算或验算护面结构的稳定重量或厚度、护面结构的强度、护底结构的强度及稳定重量、岸坡的整体稳定性、地基沉降等。

8.2.8 重力式结构护岸应按《港口及航道护岸工程设计与施工规范》(JTJ 300)的规定计算或验算抗滑稳定性、抗倾稳定性、基床和地基承载力、整体稳定性、构件内力及强度、构件的裂缝宽度、地基沉降等。

8.2.9 对于设有桩基的重力式结构护岸,宜按桩土共同作用计算桩基内力和桩基承载力,确定桩基规格和桩长。

8.2.10 前板桩高桩承台结构、灌注桩高桩承台结构护岸应计算或验算前排板桩内力及桩长、后排独立桩内力及桩长、承台内力、挡墙内力、承台及挡墙墙顶位移,有条件时可按结构内力及变形协调考虑,采用有限元分析计算。

8.2.11 当护岸邻近已有建筑物和设施时,护岸设计应考虑护岸

建成投入运行后对周边已有建筑物和设施的影响,不应影响其结构安全,并符合下列规定:

1 护岸结构计算时应考虑周边已有建筑物和设施的荷载作用。

2 当周边环境有明确的变形控制标准时,应采用相关方法预估护岸建成后对周边环境的影响,并确定周边环境允许的护岸变形控制指标;当周边环境没有明确的变形控制标准时,可根据护岸前沿线与后方已有建筑物和设施之间的净距与挡土高度的关系,按表 8.2.11 确定周边环境允许的护岸变形控制指标。

表 8.2.11 周边环境允许的护岸变形控制指标

护岸前沿线与后方已有建筑物和设施之间的净距	护岸墙顶位移累计允许值
>2 倍挡土高度	挡土高度的 0.7%
>1 倍挡土高度、 ≤ 2 倍挡土高度	挡土高度的 0.3%
≤ 1 倍挡土高度	挡土高度的 0.18%

注:挡土高度指地面与墙前泥面的高差。

8.2.12 当护岸邻近已有建筑物和设施时,护岸设计应考虑护岸施工对周边已有建筑物和设施的影响,包括沉桩挤土、震动,以及基槽开挖的影响,不应影响周边已有建筑物和设施的结构安全,并应符合下列规定:

1 当护岸桩基中心间距大于等于 3 倍桩径且桩径小于等于 300mm、桩基与周边已有建筑物和设施的距离大于等于 0.5 倍桩基入土深度时,在采用静压法的前提下,可采用挤土桩。

2 当护岸桩基中心间距小于 3 倍桩径或桩径大于 300mm 时,应根据周边已有建筑物、设施的敏感性和相对距离采用不同

的桩型和沉桩方法,并应符合表 8.2.12 的规定。

表 8.2.12 桩基中心间距小于 3 倍桩径或桩径大于 300mm 时桩型选择

桩基与周边已有建筑物和设施的距离	周边已有一般建筑物和设施	周边已有敏感建筑物和设施
$<0.75l$	宜采用灌注桩、钢板桩等非挤土桩,不宜采用挤土桩和部分挤土桩	
$\geq 0.75l, < 1.5l$	在采用静压法的前提下,可采用挤土桩和部分挤土桩,但应按上海市《地基基础设计规范》(DGJ08-11)的规定进行沉桩监测,必要时采取预钻孔等措施减小沉桩挤土影响	采用挤土桩须论证研究对周边已有建筑物和设施的影响,在采用静压法的前提下,可采取预钻孔等措施减小沉桩挤土影响,并按上海市《地基基础设计规范》(DGJ08-11)的规定进行沉桩监测
$\geq 1.5l$	可采用挤土桩	

注:1. l 为桩基入土深度,指地面到桩尖的垂直距离;

2. 敏感建筑物和设施指有精密仪器与设备的厂房、采用天然地基或短桩基础的重要建筑物、住宅等,轨道交通设施、优秀历史建筑、重要管线应遵照政府有关文件和规定执行,其余为一般建筑物和设施。

3 邻近居民区不应采用锤击法施工。

4 基槽开挖、上部结构施工期间应采取必要的支护措施。

当基槽开挖底边线与周边已有一般建筑物和设施之间的净距大于等于 3 倍基槽开挖深度且基槽开挖深度小于等于 4m 时,或基槽开挖底边线与周边已有敏感建筑物和设施之间的净距大于等于 4 倍基槽开挖深度且基槽开挖深度小于等于 4m 时,可采用放坡开挖方式施工。放坡开挖暴露时间不宜超过 1 个月。开挖边坡应根据地质条件、开挖深度、坡顶交通荷载及堆载、雨水排水条件,通过边坡稳定计算确定,淤泥质土层的开挖边坡坡度不宜陡于 1:2,粘性土层的开挖边坡坡度不宜陡于 1:1.5。遇沙性土、

粉性土,尚应采取合理的降水措施。施工期间边坡的整体稳定、渗透稳定、开挖及降水对周边建筑物和设施的影响等应符合相关规范要求,防止滑坡、流沙、管涌等危害周边已有建筑物和设施安全的灾害的发生。

5 在护岸施工前,应对符合表 8.2.12 情形的周边已有建筑物和设施、与基槽开挖底边线之间的净距小于等于 3 倍基槽开挖深度的周边已有一般建筑物和设施,以及与基槽开挖底边线之间的净距小于等于 4 倍基槽开挖深度的周边已有敏感建筑物和设施的基本情况、现状和裂缝开展情况进行调查、测量,并建立初始记录;在护岸施工期间和完工后一段时间内应进行监测。

8.2.13 护岸墙后基槽回填设计应根据护岸结构尺度及对护岸整体稳定、渗透稳定、结构内力和变形的控制要求,结合回填土料来源、回填作业条件、绿化种植需要等因素,对回填土料、干密度、回填时机、排水要求、回填方法、施工顺序、回填速率和变形观测等提出要求,并应符合下列规定:

1 绿化种植深度范围内的回填土料可采用粉质粘土和粘土,有条件时采用耕植土或有机质土,不得采用建筑垃圾。

2 绿化种植深度范围以下的回填土料可采用粉质粘土、粘土、粉性土,不宜采用淤泥质粘土、淤泥质粉质粘土,当渗透稳定允许时,也可采用小块建筑垃圾。压实前土料的含水率宜控制在最优含水率左右,如含水率偏高,可采用翻晒、掺加石灰粉等措施;如含水率偏低,可采用预先洒水湿润等措施。

3 护岸墙后基槽回填宜在挡墙强度达到 100%后进行。

4 护岸墙后基槽回填前应排除基槽范围内的积水,清除浸泡、扰动或边坡坍塌形成的松软土。

5 绿化种植深度范围以下的护岸墙后基槽回填应遵循在水

平方向分层回填、分层压实、回填一层、压实一层、取样一层的原则,下一层回填土取样合格后方可进行上一层回填,回填时压实应同步跟上,否则不得回填;每层压实区域应相互搭接,防止漏压。严禁由基槽边坡向挡墙方向平推式回填。当护岸墙高较大时,应对回填速率提出控制要求。

6 绿化种植深度范围以下的护岸墙后基槽回填土宜采用夯土机等小型机械压实,不应采用挖掘机斗压的方法压实;当护岸结构承载力和整体稳定允许时,也可采用压路机碾压、推土机推压、挖掘机碾压等方法压实。

7 雨天不得回填,回填过程中应做好排水工作。

8 严禁护岸墙后基槽回填与墙前疏浚同时进行。

9 护岸墙后基槽回填过程中,应对护岸挡墙进行沉降、位移等变形观测,必要时开展护岸深层位移、挡墙内力和整体稳定原型观测。

8.3 船行波对护岸的影响及措施

8.3.1 设计船行波波要素和波浪爬高的确定应符合下列规定:

1 设计船行波的波高、波周期、波长等波要素和波浪爬高应根据代表船型、设计最高航速、航道断面尺度、护岸结构尺度研究确定,可按附录 C 估算。确定设计船行波时的设计最高航速应符合本规范第 3.3.5 条的规定,且不得小于表 8.3.1 所列数值。

表 8.3.1 确定设计船行波时的设计最高航速最小值

航道位置	确定设计船行波时的设计最高航速最小值		
	Ⅱ～Ⅲ级航道	Ⅳ～Ⅴ级航道	Ⅵ～Ⅶ级航道
任何航段	15km/h	13km/h	10km/h

2 对于设计航速较大航道的护岸、特别重要的护岸,以及尚未经过工程实践检验的新型生态护岸,宜在第 1 款计算的基础上,通过正态物理模型试验验证确定设计船行波波要素、波浪爬高,以及各特征点的越浪量、波压力。

注:正态物理模型试验应满足代表船型、航道断面尺度、护岸结构尺度、设计通航水位、设计航速等条件相似。

8.3.2 护岸结构应能适应设计船行波的作用,确保其自身在设计船行波作用下安全,并符合下列规定:

1 护岸的防护结构顶高程应不低于以下三者之高值:

- 1)设计最高通航水位以上设计船行波爬高;
- 2)设计最高通航水位以上 1 倍设计船行波波高;
- 3)设计最高通航水位以上 0.5m。

2 护岸的防护结构底高程应根据设计船行波作用深度、土坡的抗冲性能和防护结构型式确定。刚性防护结构的底高程不得高于设计最低通航水位以下 3 倍设计船行波波高,且不得高于设计最低通航水位以下 0.5m。柔性防护结构的底高程不得高于设计最低通航水位以下 0.5m,其宽度应根据最大允许冲刷底高程和最大允许冲刷坡度计算确定,最大允许冲刷底高程不得高于设计最低通航水位以下 3 倍设计船行波波高,最大允许冲刷坡度根据土质条件可取 1:3~1:5。

注:刚性防护结构指挡墙、板桩类墙、硬质护坡等不能适应冲刷变形的防护结构;柔性防护结构指砼联锁块软体排等可以适应冲刷变形的防护结构,不包括抛

石；柔性防护结构不得用于限制性航道。

3 护岸的防护结构应充分考虑设计使用年限内设计船行波的长期冲刷作用。

4 生态护岸应设置可靠的消浪或挡浪结构，所选择的水生植物应能适应设计条件下的越浪作用。

9 航道疏浚、开挖

9.1 一般规定

9.1.1 航道疏浚、开挖设计应合理利用资源,满足环保、节能和安全要求。

9.1.2 航道疏浚、开挖设计应取得下列基础资料:

- 1 水深测量和地形测量资料;
- 2 疏浚岩土勘察资料;
- 3 水文气象资料;
- 4 相关法规、规划、环保、防汛及引水灌溉等要求。

9.1.3 航道疏浚水深测量应符合下列规定:

1 当航道水域断面形态沿航道纵向较为单一时,宜采用断面测量。研究阶段,测量断面间距可采用200m~500m,测点间距不宜大于2m;设计阶段,测量断面间距可采用50m,测点间距不宜大于2m。

2 当航道水域断面形态沿航道纵向复杂多变时,应采用水下地形测量,具体按《水运工程测量规范》(JTJ 203)执行。

9.1.4 航道开挖陆域地形测量应按《水运工程测量规范》(JTJ 203)的有关规定执行。

9.1.5 航道疏浚、开挖工程地质勘察应按《航道工程地质勘察规范》(JTS 133-3)的有关规定执行。

9.2 疏浚、开挖边坡及工程量

9.2.1 航道边坡应根据土质、河道水动力条件、疏浚开挖工艺及设备,结合护岸结构安全和航道断面系数要求,综合分析确定。位于船行波作用范围的尚应考虑船行波对航道稳定坡度的影响。当缺乏资料时,航道边坡可参照《疏浚工程技术规范》(JTJ 319)的有关规定执行。

9.2.2 基建性疏浚、开挖工程的设计工程量应包括设计断面工程量、计算超深和计算超宽工程量、施工期回淤工程量。设计断面工程量、计算超深和计算超宽工程量计算断面示意图见图 9.2.2。施工期回淤工程量应根据回淤强度和施工工期,经研究确定。

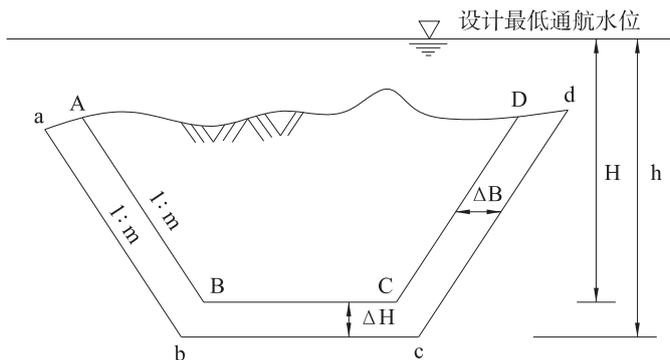


图 9.2.2 疏浚工程量计算断面示意图

ABCD—设计断面;abcd—工程量计算断面; ΔB —计算超宽;
 ΔH —计算超深; $1:m$ 设计坡比; H —航道水深; h —计算深度

9.2.3 基建性疏浚、开挖工程的计算超深、计算超宽尺度应根据航道条件、施工工艺、施工设备及航道边坡等因素分析确定。当缺乏资料时,可参照表 9.2.3 选用。

表 9.2.3 计算超深、超宽值(m)

内容	绞吸(m ³ /h)		抓斗(斗容 m ³)		铲斗(斗容 m ³)		干地 开挖
	40~80	200~400	1	2	0.25	0.75	
计算超深	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2
计算超宽	0.2×边 坡系数	0.3×边 坡系数	0.2×边 坡系数	0.3×边 坡系数	0.2×边 坡系数	0.3×边 坡系数	0.2×边 坡系数

注:以上数据适用于综合利用的渠道、运河,对于天然河流航道,计算超深宜增加 0.1m,计算超宽宜增加 0.1×边坡系数。

9.2.4 航道疏浚、开挖的允许超深、允许超宽不应影响护岸、码头及临河建筑物的安全,不宜超过计算超深、计算超宽的 2 倍。

9.3 疏浚、开挖工艺

9.3.1 航道疏浚、开挖工艺应根据地形条件、水域水深及宽度条件、泥土处理条件、水上交通条件、陆上交通条件,经论证确定。

9.3.2 航道疏浚工艺应根据工期、质量和环境要求,考虑航道水下地形、土质、水流、水位、水域宽度、通航条件等因素,结合疏浚土处理方式以及疏浚设备性能等合理确定。常用的疏浚工艺见表 9.3.2。

表 9.3.2 常用的疏浚工艺

方式	疏浚设备组合	工艺流程与适宜范围	特点
挖运抛	斗式挖泥船、泥驳	斗式挖泥船挖泥装驳—泥驳运泥—泥驳抛泥； 适宜具备抛泥区的疏浚工程	运距不受限制，土质适应能力强；使用设备种类和数量较多；对运泥通道有水深要求
挖运吹	斗式挖泥船、泥驳、吹泥船	斗式挖泥船挖泥装驳—泥驳运泥—吹泥船将泥土吹填至泥土处理区； 适宜疏浚区与泥土处理区相距较远，有水路相通的疏浚工程	运距不受限制，土质适应能力强；使用设备种类和数量较多；对运泥通道有水深要求
挖运卸	斗式挖泥船、泥驳、挖机、自卸卡车	斗式挖泥船挖泥装驳—泥驳运泥—挖机卸土—自卸卡车—运至泥土处理区； 适宜疏浚区与泥土处理区相距较远，有水路、陆路相通的疏浚工程	运距不受限制，土质适应能力强；使用设备种类和数量较多；对运泥通道有水深要求和陆路要求
挖吹	绞吸挖泥船	绞吸挖泥船挖泥区挖泥，通过输泥管线将泥土输送到泥土处理区； 适宜疏浚区与泥土处理区相距适宜的疏浚工程施工	施工船型单一，连续施工，船舶利用率高，土质适应性和施工能力强；疏浚区与泥土处理区距离受限制，施工对输泥管线有较高要求

注：对于“挖、吹”工艺，为了增加吹距，可加设接力泵，或把两条绞吸船串联。

9.3.3 当场地条件允许并经验算能保证边坡稳定时，可采用放坡开挖方式，放坡开挖应符合下列规定。

1 放坡开挖的厚度不应超过 7.0m，当开挖厚度超过 4.0m 时应多级放坡。

2 开挖边坡应根据土质、地下水位、开挖深度等因素确定，淤泥质土层的开挖边坡不宜陡于 1 : 2，其它土层的开挖边坡不宜陡于 1 : 1.5；多级开挖的坡间平台宽度不应小于 1.5m。

3 应对施工的安全性和措施进行详细的研究和设计，并充

分考虑暴雨、渗流、卸土、堆土的不利影响。当开挖底边线与周边已有建筑物和设施的净距小于等于4倍开挖深度且开挖坡面暴露时间较长时,应对开挖坡面采取合理有效的防护措施。遇沙性土、粉性土,应采取合理的降水措施。施工期间边坡的整体稳定、渗透稳定、开挖及降水对周边已有建筑物和设施的影响等应符合相关规范要求,防止滑坡、流沙、管涌等危害周边已有建筑物和设施安全的灾害的发生。

9.4 疏浚、开挖土管理

9.4.1 疏浚、开挖土管理方式应根据疏浚、开挖土的物理、化学特性和生物适宜性,利用与处置的条件、环境可接受性、施工可行性和施工成本等因素,经技术经济比较综合确定。对于清洁疏浚、开挖土,应优先采用作为回填料、绿化土等利用方式,当不具备利用条件时,可采用外抛至指定抛泥区、在泥土处理区临时堆放等处置方式;对于污染疏浚、开挖土,应采取处理方式。

9.4.2 泥土处理区邻近航道、河道布置时,设计应明确泥土处理区与航道、河道、周边已有建筑物和设施的安全距离和堆土高度。

10 助航与航道信息化设施

10.1 一般规定

10.1.1 助航设施和内河航道信息化设施应满足设计水平年内航道运行需要。

10.1.2 助航方式应根据航道条件,结合船舶装备和技术的发展,合理选择。内河助航标志与交通安全标志、桥梁警示标志应相辅相成,互为补充。

10.1.3 助航与航道信息化设施应与航道整治工程同步建设。

10.2 助航设施

10.2.1 在航道入口、交汇口、弯道等重要位置,应按《内河助航标志》(GB 5863)的规定设置内河助航标志。

10.2.2 内河航道交通安全标志的设置应符合《内河交通安全标志》(GB 13851)的规定。

10.2.3 对于跨内河航道的桥梁,应按《内河通航水域桥梁警示标志》(JT 376)的规定设置桥梁警示标志。

10.2.4 在对船舶航行安全有影响的水域、建筑物和设施附近,必须设置警示标志。有夜航要求时,应按有关规定设置发光信号。

10.2.5 内河航道的有关信息宜在内河助航标志上标示、在电子显示牌上滚动显示或通过管理信息系统发布。

10.3 航道信息化设施

10.3.1 内河航道信息化设施可包括传输设施、视频采集设施、AIS 基站、VHF 基站、雷达基站、信息汇聚处理设施和室外信息显示设施等,应按上海市《内河航道信息化设施设置规范》(DG/TJ08—2094)设置。

11 管理设施

11.1 一般规定

11.1.1 航道沿线应设置海事站点、航道管理站等管理设施,其功能和建设规模应能满足设计水平年内船舶航行管理需要。

11.1.2 航道管理站、海事站点宜邻近或结合服务区、停泊区布置,航道管理站应与海事站点结合建设。

11.1.3 建筑物造型应符合规划部门和行业管理部门的有关规定,建筑物色度应符合行业管理部门的有关规定。

11.1.4 建筑、防火、室内环境、建筑设备设计等应满足相关规范、标准和规定的要求。

11.2 海事站点

11.2.1 海事站点等级划分、选址与布置、建筑标准、装备配置应根据所辖水域管理工作量,按照行业管理部门的有关规定确定。其建设规模可按表 11.2.1 确定。

表 11.2.1 海事站点等级划分及建设规模

海事站点等级	一类海事所	二类海事所	三类海事所	海事执法点
建筑面积(m ²)	400~600	200~300	100~200	75~100

11.2.2 海事站点应配置疏航艇、巡逻艇、巡逻车和相应的工作船码头或趸船,可根据需要配置多功能救助船、应急处置船。

11.3 航道管理站

11.3.1 航道管理站应满足维护观测、航标维护、航道维护、整治建筑物维护等需要。

11.3.2 航道管理站建设规模可根据所辖航道的维护工作量,按表 11.3.2 确定。

表 11.3.2 航道管理站建设规模

航道管理站等级	大型	中型	小型
建筑面积(m ²)	750~1000	500~750	250~500

11.3.3 航道管理站应配置工作车辆、工作船及相应的码头设施。

12 过河、临河建筑物

12.1 一般规定

12.1.1 过河建筑物的过河方式和选址应根据过河建筑物的功能要求、建设条件、所在航段的航道条件、过河建筑物对通航的影响程度、造价等因素,通过技术经济比较确定。在通航环境复杂的航段建设过河建筑物,应优先采用水下过河的方式。

12.2 水上过河建筑物

12.2.1 水上过河建筑物选址与布置应满足下列要求:

1 水上过河建筑物应建在河床稳定、航道水深充裕和水流条件良好的平顺河段,远离河床易变的航段。

2 通航孔的布置应满足过河建筑物所在河段双向通航的要求。对于所在航道规划为多线通航的,通航孔的布置应满足多线通航要求。

3 水上过河建筑物的布置不得影响和限制航道的通过能力。

4 特殊困难和复杂河段水上过河建筑物的选址和布置必须通过船舶操纵物理模拟试验研究确定。船舶操纵物理模拟试验应满足航道平面及断面尺度、桥墩布置及尺度、设计通航水位、水流流速流向、代表船型、设计航速等条件相似。

5 在装卸码头、停泊区码头和锚地附近兴建水上过河建筑物,对船舶通航和作业安全构成威胁时,必须对装卸码头、停泊区码头和锚地等设施作出妥善处理。

12.2.2 在非限制性航道上的水上过河建筑物选址与布置,除应满足本规范第 12.2.1 条的要求外,尚应满足下列要求:

1 水上过河建筑物选址应避开通行控制航段,其安全距离,开敞航道不得小于航道代表船型顶推船队长度的 3 倍或货船长度的 4 倍,闸控航道不得小于航道代表船型顶推船队长度的 2 倍或货船长度的 3 倍。当不能满足要求时,水上过河建筑物应一孔跨过通航水域。

2 水上过河建筑物选址应避开弯道、航道交汇口,其安全距离,开敞航道不得小于航道代表船型顶推船队的 3 倍或货船长度的 4 倍、拖带船队的 2 倍,闸控航道不得小于航道代表船型顶推船队的 2 倍或货船长度的 3 倍、拖带船队的 1.5 倍。当不能满足要求时,水上过河建筑物应一孔跨过通航水域,且应采取在凸岸侧设置透空式边跨等措施,以满足航道通航要求。

3 水上过河建筑物选址应避开装卸码头、停泊区码头和锚地,其安全距离,开敞航道不得小于码头设计船型顶推船队长度的 3 倍或货船长度的 4 倍,闸控航道不得小于码头设计船型顶推船队长度的 2 倍或货船长度的 3 倍。当不能满足要求时,水上过河建筑物应一孔跨过通航水域。

4 两座相邻水上过河建筑物的轴线间距,Ⅱ~Ⅴ级航道应大于航道代表船型代表船队长度与代表船队下行 5min 航程之和,Ⅵ~Ⅶ级航道应大于航道代表船型代表船队长度与代表船队下行 3min 航程之和。

当不能满足要求,且所处通航水域无碍航水流时,可靠近布置,但两过河建筑物间边缘距离应控制在 50m 以内,且通航孔必须相互对应;对于闸控航道,经论证,距离可适当加大。

靠近布置的水上过河建筑物的数量不宜超过 2 座;在两座靠

近布置的水上过河建筑物近侧建设第 3 座水上过河建筑物,其通航孔应加大并对应布置。

当不能满足以上要求时,水上过河建筑物应一孔跨过通航水域。

5 水上过河建筑物的水中墩柱不应过于缩小河道的过水面积,水中墩柱纵轴线宜与水流流向平行,墩柱承台不得影响通航,不得造成危害船舶航行的不良水流。承台顶高程低于设计最高通航水位时,视作水下过河建筑物,应符合本规范第 12.3.2 条的规定。

6 水中设墩柱的水上过河建筑物轴线的法线方向与水流流向的交角不宜超过 5° 。

12.2.3 在限制性航道上的水上过河建筑物选址与布置,除应满足本规范第 12.2.1 条的要求外,尚应满足下列要求:

- 1 水上过河建筑物应一孔跨过通航水域。
- 2 水上过河建筑物选址应避免装卸码头、停泊区码头。
- 3 处于弯道及其附近、航道交汇口及其附近的水上过河建筑物应采取在凸岸设置透空式边跨等措施,以满足航道通视要求。

4 水上过河建筑物墩柱可结合护岸布置,但不得影响船舶通航安全,航道过水面积不得小于水务规定的过水面积。

12.2.4 在非限制性航道上的水上过河建筑物净空尺度应符合下列规定。

1 水上过河建筑物通航净空尺度应根据航道远期规划等级确定。

2 II~IV 级航道的水上过河建筑物通航净空应采用矩形, V~VII 级航道的水上过河建筑物通航净空宜采用矩形,也可采用梯形。

3 采用矩形通航孔时,通航净宽应按附录 D 的方法计算,并不应小于表 12.2.4-1 所列数值,当单孔双向通航净宽的计算值超过航道规划面宽时,可按航道规划面宽取值;通航净高不应小于表 12.2.4-1 所列数值,见图 12.2.4-1。

4 采用梯形通航孔时,通航净宽应按附录 D 的方法计算,并应符合表 12.2.4-1 的规定;通航净高、侧高、上底宽不应小于表 12.2.4-1 所列数值;当单孔双向通航净宽、上底宽超过航道规划面宽时,可按航道规划面宽取值,见图 12.2.4-2。

表 12.2.4-1 非限制性航道水上过河建筑物通航净空尺度(m)

航道等级	通航净高 H_m	双向通航孔				
		通航净宽 B_m		上底宽 b		侧高 h
		开敞航道	闸控航道	开敞航道	闸控航道	
II	7.0	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 130$	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 97$	—	—	—
III	7.0	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 101$	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 76$	—	—	—
IV	7.0	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 85$	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 68$	—	—	—
V	5.0	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 67$	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 57$	通航净宽 B_m 计算值-8, 且 $\nless 59$	通航净宽 B_m 计算值-8, 且 $\nless 49$	3.5
VI	4.5	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 40$	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 40$	通航净宽 B_m 计算值-7, 且 $\nless 33$	通航净宽 B_m 计算值-7, 且 $\nless 33$	3.4
VII	3.5	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 32$	通航净宽 B_m 计算值,且 $\nless 30$	通航净宽 B_m 计算值-5, 且 $\nless 27$	通航净宽 B_m 计算值-5, 且 $\nless 25$	2.8

注:1. 天然河流航道水上过河建筑物通航净宽尚应符合《内河通航标准》(GB 50139);

2. 通航净高、侧高不包括水上过河建筑物自重引起的工后沉降和地面的整体沉降。

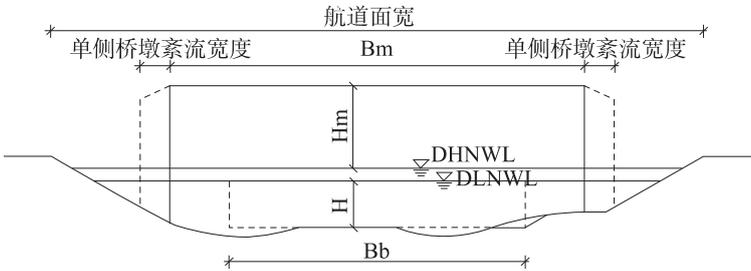


图 12.2.4-1 非限制性航道通航净空和航道断面示意图
(矩形通航孔)

B_m —水上过河建筑物通航净宽；

H_m —水上过河建筑物通航净高； b —上底宽；

a —斜边水平距离； h —侧高；DHNWL—设计最高通航水位；

DLNWL—设计最低通航水位； B_b —航道底宽； H —航道水深

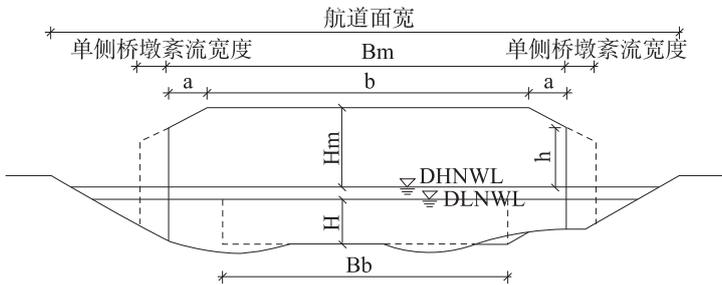


图 12.2.4-2 非限制性航道通航净空和航道断面示意图
(梯形通航孔)

5 水上过河建筑物在水中设有桥墩时,通航孔两侧桥墩净距应在通航净宽的基础上增加桥墩紊流宽度,并应符合下列规定。

1) 桥墩紊流宽度宜通过正态物理模型试验或三维水流数学模型计算确定,但通航孔两侧桥墩紊流宽度不得小于式(12.2.4-2)计算值 E_1 的 0.75 倍。水位应按设计最高通航水位;对于开敞航道,墩前水流流速应取与设计最高通航水位相同重现期的水流流速,且不得小于 2.0m/s;对于闸控航道,墩前水流流速应取最大引排水流量时的水流流速,且不得小于 1.5m/s。正态物理模型试验应满足航道平面及断面尺度、桥墩布置及尺度、设计通航水位、水流流速流向等条件相似,模型比尺不应小于 1:150,当桥墩宽度小于 15m 时,模型比尺不宜小于 1:75。

2) 当不开展正态物理模型试验或三维水流数学模型计算研究时,通航孔两侧桥墩紊流宽度可按以下公式计算。

$$E_2 = K_2 E_1 \quad (12.2.4-1)$$

$$E_1 = 0.88 K_1 v^{0.75} b^{0.56} h^{0.44} \quad (12.2.4-2)$$

- 式中 E_1 ——通航孔两侧桥墩紊流宽度标准值(m);
 E_2 ——通航孔两侧桥墩紊流宽度设计值(m);
 K_1 ——与桥墩形状相关的系数。圆柱墩和片状墩取 1.0,圆头墩取 0.8,尖头墩取 0.66,方头墩取 1.2;
 K_2 ——桥墩紊流宽度扩大系数。可取 1.5~2.0,条件简单时取低值,条件复杂时取高值;
 v ——墩前水流流速(m/s)。对于开敞航道,应取与设计最高通航水位相同重现期的水流流速,且不得小于 2.0m/s;对于闸控航道,应取最大引排水流量时的水流流速,且不得小于 1.5m/s。当河道断面上墩柱总宽度占河道过水宽度的比例超过 5%时,

墩前水流流速尚应按河道过水宽度与河道剩余过水宽度之比调整；

b —— 桥墩投影到航道中心线法线方向的宽度(m)。对于圆柱墩和片状墩, b 即为墩宽;对于圆头墩、尖头墩, $b=(墩长-墩宽)\sin\alpha+墩宽$;对于方头墩 $b=(墩长\sin\alpha+墩宽\cos\alpha)$; α 为墩柱轴线与水流夹角;

h —— 桥墩附近水深(m),从设计最高通航水位起算。

3)当双向通航孔两侧墩柱净距的研究计算值小于航道规划面宽和表 12.2.4-2 规定值时,应按表 12.2.4-2 取值。当双向通航孔两侧墩柱净距的计算值大于等于航道规划面宽时,可按航道规划面宽取值。

表 12.2.4-2 非限制性航道通航孔两侧桥墩净距最小值

航 道 等 级	非限制性航道双向通航孔两侧桥墩净距最小值(m)	
	开敞航道	闸控航道
II	145	106
III	115	85
IV	95	75
V	75	60
VI	45	43
VII	35	32

注:1. 本表适用于非限制性航道双向通航孔两侧桥墩净宽计算值小于航道规划面宽时;

2. 通航孔两侧桥墩净距指通航孔两侧桥墩投影到航道中心线法线方向的最小净距。

4)水上过河建筑物水中桥墩应设置必要的助航标志和必要的防撞保护设施,桥墩防护设施的宽度应计入墩宽。水上过河建筑物水中桥墩应能承受该航道代表船型在满载、设计最高航速情况下的撞击作用,设计最高航速应符合本规范第 3.3.5 条的规定,且不得小于表 12.2.4—3 所列数值。

表 12.2.4—3 水中桥墩防撞设计的设计最高航速最小值

航 道 位 置	水中桥墩防撞设计的设计最高航速最小值	
	Ⅱ～Ⅴ级航道	Ⅵ～Ⅶ级航道
任何航段	15km/h	12km/h

6 危险品管线的通航净高应在本条第 1～5 款规定的基础上增加 1.0m,且应一跨过河,护岸前沿线之间通航净空应为矩形。铁路桥、城市轨道交通桥、一般管线的通航净高及侧高应在本条第 1～5 款规定的基础上增加 0.5m。

12.2.5 在限制性航道上的水上过河建筑物净空尺度应符合下列规定。

1 水上过河建筑物通航净高应根据航道远期规划等级确定。

2 Ⅱ～Ⅳ级航道的水上过河建筑物通航净空应为矩形,Ⅴ～Ⅶ级航道的水上过河建筑物通航净空宜采用矩形,也可采用梯形。

3 采用矩形通航孔时,通航净宽应按表 12.2.5 计算,当通航净宽的计算值超过航道规划面宽时,可按航道规划面宽取值;通航净高应按表 12.2.5 确定,见图 12.2.5—1。

4 采用梯形通航孔时,通航净宽、上底宽应按表 12.2.5 计

算确定;通航净高、侧高、上底宽应不小于表 12.2.5 所列数值;当单孔双向通航净宽、上底宽超过航道规划面宽时,可按航道规划面宽取值,见图 12.2.5—2。

表 12.2.5 限制性航道水上过河建筑物通航净空尺度(m)

航道等级	通航净高 Hm	双 向 通 航 孔				
		通航净宽 Bm		上底宽 b		侧高 h
		开敞航道	闸控航道	开敞航道	闸控航道	
II	7.0	航道底宽+10, 且 $\nless 85$	航道底宽+10, 且 $\nless 70$	—	—	—
III	7.0	航道底宽+15, 且 $\nless 75$	航道底宽+15, 且 $\nless 65$	—	—	—
IV	7.0	航道底宽+15, 且 $\nless 65$	航道底宽+15, 且 $\nless 57$	—	—	—
V	5.0	航道底宽+10, 且 $\nless 55$	航道底宽+10, 且 $\nless 50$	航道底宽+2, 且 $\nless 47$	航道底宽+2, 且 $\nless 42$	3.5
VI	4.5	航道底宽+10, 且 $\nless 40$	航道底宽+10, 且 $\nless 30$	航道底宽+2, 且 $\nless 32$	航道底宽+2, 且 $\nless 22$	3.4
VII	3.5	航道底宽+9, 且 $\nless 33$	航道底宽+9, 且 $\nless 25$	航道底宽+2, 且 $\nless 26$	航道底宽+2, 且 $\nless 18$	2.8

注:通航净高、侧高不包括水上过河建筑物自重引起的工后沉降和地面的整体沉降。

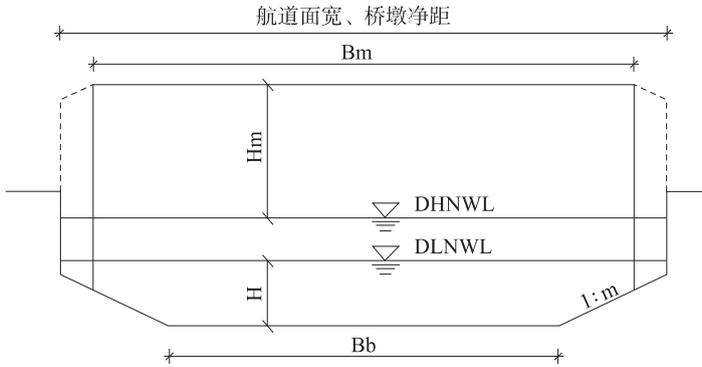


图 12.2.5-1 限制性航道通航净空和航道断面示意图(矩形通航孔)

m —航道边坡系数

航道面宽、桥墩净距

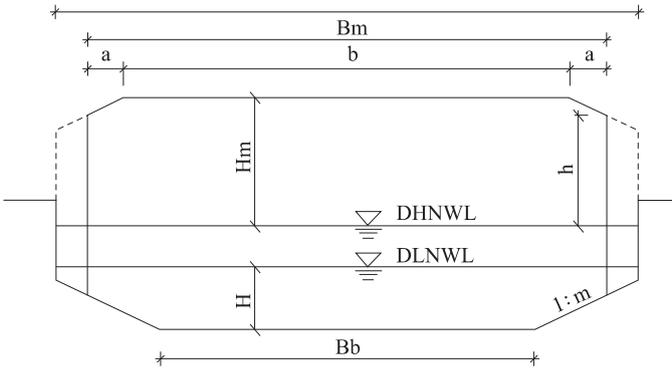


图 12.2.5-2 限制性航道通航净空和航道断面示意图

(梯形通航孔)

5 危险品管线的通航净高应在本条第 1~4 款规定的基础上增加 1.0m,护岸前沿线之间通航净空为矩形。铁路桥、城市轨道交通交通桥、一般管线的通航净高应在本条第 1~4 款规定的基础上增加 0.5m。

12.2.6 电力、通信和其它水上过河缆线的通航净空应符合下列

规定：

1 夏季垂弧最低点高程应不低于远期规划航道等级的设计最高通航水位、净空保护高度和安全富裕高度三者合计。

2 净空保护高度应按表 12.2.6-1 取值。

表 12.2.6-1 净空保护高度 (m)

类 别	类 别		
	第一类	第二类	第三类
	Ⅱ~Ⅳ级航道	Ⅴ~Ⅵ级航道	Ⅶ级航道
净空保护高度	17	14	8

3 安全富裕高度应按表 12.2.6-2 取值。

表 12.2.6-2 安全富裕高度 (m)

类 别	电 力 缆 线					通信缆线、 其他缆线
	电压等级(kV)					
	1-10	35	110	220	500	
安全富裕高度	1.5	2.0	2.0	3.0	6.0	1.5

4 应按《内河助航标志》(GB 5863-9)的要求设置内河助航标志。

12.2.7 应在铁路桥、城市轨道交通桥和危险品管线桥的上下游各 200m~500m 范围内设置限高拦截防撞设施,限高拦截防撞设施应采用钢缆绳吊挂限高标志牌等物理措施。

12.3 水下过河建筑物

12.3.1 穿越航道的水下缆线、管道、涵管和隧道等水下过河建筑物应布设在远离滩险、装卸码头、停泊区码头和锚地的稳定河

段,其距离不应小于 50m。

12.3.2 穿越航道的水下缆线、管道、涵管和隧道等水下过河建筑物应埋置于河床内,在航道两岸陆域建筑控制线之间的顶部设置深度应符合下列规定:

1 II~V 级航道不应小于远期规划航道底标高以下 2m,VI 级和 VII 级航道不应小于远期规划航道底标高以下 1m。当存在向上的施工偏差和埋设后上浮因素时,尚应根据向上的施工偏差和上浮量,相应增加埋置深度。

2 航道现状底标高低于规划底标高的,其水下过河建筑物顶部设置深度应自航道现状底标高起算。

3 对于开敞航道,应分析所在河床的稳定性和冲淤变化,并根据最大冲刷幅度增加埋置深度或采取管线防护措施保证埋置深度符合本条第 1 款的要求。

12.3.3 危险品管线的埋置深度应在本规范第 12.3.2 条规定的基础上加深 1m,其工作井应设置在航道陆域建筑控制线之外。

12.3.4 穿越航道的水下缆线、管道、涵管和隧道等水下过河建筑物,在已建航道护岸范围内应低于护岸结构最低点以下 0.5m。

12.3.5 在穿越航道的水下缆线、管道、涵管和隧道等水下过河建筑物的水域或两侧陆域,应按《内河助航标志》(GB 5863—9)的要求设置禁锚标志。

12.4 临河建筑物和设施

12.4.1 航道陆域建筑控制线和航道水系蓝线之间范围可用于护岸和防汛墙、防汛通道及附属设施、绿化带、助航标志及交通标志标牌、停泊区、服务区、海事站点、航道管理站、闸管所、水文测站、取排水构筑物、码头等水运、水利设施的建设,若设置其他沿

河建筑物和设施,须按有关规定执行。

12.4.2 铁塔、电杆、广告牌等沿河构筑物与航道水系蓝线的距离不得小于其自身在地面上高度的1倍。

12.4.3 航道两岸的取排水口设施不应占用通航水域,围栏设施应采用透空率不小于75%的高透空性结构,且应避免对河床稳定造成不利影响,避免出现碍航水流。对于开敞航道,应通过数值模拟研究影响程度,并提出改善措施。取排水设施建设后通航水域内的纵向和横向水流流速不得超过表3.3.3所列数值。

12.4.4 装卸码头的选址应符合下列规定:

1 装卸码头选址应符合相关港区规划。

2 装卸码头与水源保护区和水厂取水口的距离应符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749)和相关规定,并配备污染物、废弃物接收设施和必要的水污染应急处置设施。

3 装卸码头应避开水上过河建筑物。对于水中设墩的水上过河建筑物,其安全距离,开敞航道不得小于码头设计船型顶推船队长度的3倍或货船长度的4倍,闸控航道不得小于码头设计船型顶推船队长度的2倍或货船长度的3倍。

4 装卸码头应避开通行控制航段,其安全距离,开敞航道不得小于航道代表船型顶推船队长度的3倍或货船长度的4倍,闸控航道不得小于航道代表船型顶推船队长度的2倍或货船长度的3倍。

5 装卸码头应避开水下过河建筑物,其距离不应小于50m。

12.4.5 危险品码头的选址尚应符合以下规定:

1 一级、二级水源保护区范围内禁止设置危险品码头;

2 危险品码头必须远离饮用水取水口,不得对供水安全造成影响;

3 危险品码头必须配备污染物、废弃物接收设施,以及水污染应急处置设施。

12.4.6 非限制性航道上的装卸码头平面布置宜采用顺岸式或顺岸挖入式,顺岸式和顺岸挖入式码头应设置船舶回旋水域,并应符合下列规定:

1 顺岸停靠 1 档船舶时,停泊水域宽度取码头设计船型型宽的 1 倍,顺岸停靠超过 1 档船舶时,停泊水域宽度相应加宽。

2 停泊水域外边线与航道边线的净距即连接水域宽度,不得小于航道代表船型型宽的 1 倍。

3 当回旋水域设置在码头前沿时,应符合下列规定:

1)回旋水域尺度,闸控航道可按货船长度或船队中最大单船长度的 1.2 倍;开敞航道可按货船长度或船队中最大单船长度的 1.5 倍,经技术论证,可适当降低。

2)当需要利用航道底宽水域时,应通过技术论证分析船舶回旋对航道通航的影响,在不影响设计水平年航道正常通航的前提下,回旋水域可利用航道底宽水域。

3)当停泊水域宽度的可利用部分、连接水域宽度、允许利用的航道水域宽度合计能够满足代表船型回旋水域尺度时,可采用顺岸式,码头前沿线布置在航道水系蓝线处,见图 12.4.6—1,否则应采用顺岸挖入式,见图 12.4.6—2。

注:当顺岸停靠 1 档时,停泊水域宽度的可利用部分即为停泊水域宽度;当顺岸停靠超过 1 档时,停泊水域宽度的可利用部分为外档船舶的停泊水域宽度。

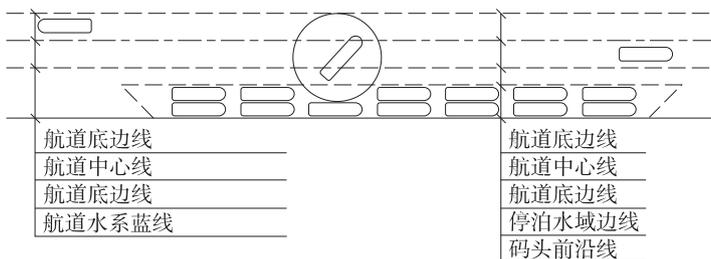


图 12.4.6—1 顺岸式码头平面布置

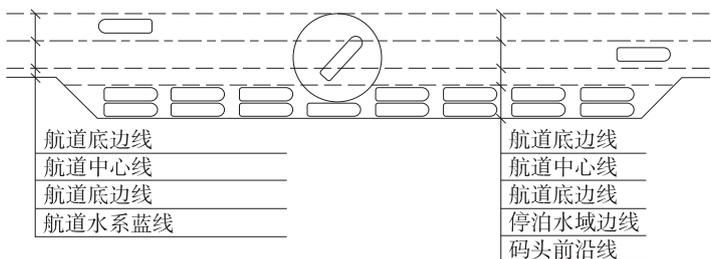


图 12.4.6—2 顺岸挖入式码头平面布置

4 当在离开码头一定距离、利用航道底宽水域专门设置回旋水域时,应通过技术论证分析船舶回旋对航道通航的影响,在不影响设计水平年航道正常通航的前提下,回旋水域可利用航道底宽水域。回旋水域尺度,闸控航道可按货船长度或船队中最大单船长度的 1.2 倍;开敞航道可按货船长度或船队中最大单船长度的 1.5 倍,经技术论证,可适当降低。

12.4.7 非限制性航道上的装卸码头平面布置采用港池挖入式时,应在港池内设有船舶回旋水域,具体应符合《河港工程总体设计规范》(JTJ 212)的有关规定。

12.4.8 限制性航道应采用顺岸挖入式或港池挖入式,不得采用顺岸式。顺岸挖入式和港池挖入式布置要求分别按本规范第 12.4.6 条和第 12.4.7 条执行。

附录 A 航道通过能力计算

A. 0. 1 航道通过能力应包括航道的船舶通过能力和航道的货物通过能力,航道的货物通过能力可按航道的船舶通过能力和船舶平均装载系数的乘积计算确定。

A. 0. 2 航道的船舶通过能力可按下式计算:

$$W = \frac{1000W_c V t S K}{L_c} \quad (\text{A. 0. 2})$$

式中 W —— 航道的船舶通过能力(t/a);

W_c —— 代表船型的载重量(t);

V —— 航道的设计航速(km/h);

L_c —— 代表船型的船长(m);

t —— 全年通航时间(h),按年通航天数、设计通航保证率、日工作系数和 24 小时的乘积取值。日工作系数,可夜航的航道可取 0.67~0.85,不夜航的航道可取 0.5;

S —— 航道线数;

K —— 综合系数,取 0.078~0.088,开敞航道取低值,闸控航道取高值。

A. 0. 3 当航道的代表船型较多、尺度差异较大、船舶平均装载系数差异较大时,可按式(A. 0. 2)分别计算不同代表船型的船舶通过能力和货物通过能力,再按不同代表船型的比例加权平均得到航道的船舶通过能力和货物通过能力。

附录 B 直线段航道底宽计算

B. 0. 1 直线段单线航道底宽可按下列公式计算：

$$B_1 = B_F + 2d \quad (\text{B. 0. 1-1})$$

$$B_F = B_s + L_c \sin\beta \quad (\text{B. 0. 1-2})$$

式中 B_1 —— 直线段单线航道底宽(m)；

B_F —— 船舶或船队航迹带宽度(m)；

d —— 船舶或船队外舷至航道边缘的安全距离(m)；船队可取 0.25~0.30 倍航迹带宽度，货船可取 0.34~0.40 倍航迹带宽度。

B_s —— 船舶或船队宽度(m)；

L_c —— 货船长度、顶推船队长度或拖带船队中单船长度(m)；

β —— 船舶或船队航行漂角($^\circ$)，见表 B. 0. 1；

表 B. 0. 1 船舶或船队航行漂角 β

	航 道 等 级					
	II	III	IV	V	VI	VII
开敞航道	3 $^\circ$	3 $^\circ$	3 $^\circ$	3 $^\circ$	2 $^\circ$	2 $^\circ$
闸控航道	1.5 $^\circ$ ~3 $^\circ$	0 $^\circ$ ~2 $^\circ$	0 $^\circ$ ~2 $^\circ$			

注：对于闸控航道，属于限制性航道时取低值，属于非限制性航道时取高值。

B. 0. 2 直线段双线航道底宽可按下列公式计算(见图 12. 2. 4-1、图 12. 2. 4-2、图 12. 2. 5-1、图 12. 2. 5-2)：

$$B_2 = B_{Fd} + B_{Fu} + d_1 + d_2 + C \quad (\text{B. 0. 2-1})$$

$$B_{Fd} = B_{sd} + L_{cd} \sin\beta \quad (\text{B. 0. 2-2})$$

$$B_{Fu} = B_{su} + L_{cu} \sin \beta \quad (\text{B. 0. 2-3})$$

式中

B_2 —— 直线段双线航道底宽(m);

B_{Fd} —— 下行船舶或船队航迹带宽度(m);

B_{Fu} —— 上行船舶或船队航迹带宽度(m);

d_1 —— 下行船舶或船队外舷至航道边缘的安全距离(m);

d_2 —— 上行船舶或船队外舷至航道边缘的安全距离(m);

C —— 船舶或船队会船时的安全距离(m);

B_{sd} —— 下行船舶或船队宽度(m);

B_{su} —— 上行船舶或船队宽度(m);

L_{cd} —— 下行货船长度、顶推船队长度或拖带船队中单船长度(m);

L_{cu} —— 上行货船长度、顶推船队长度或拖带船队中单船长度(m);

β —— 船舶或船队航行漂角($^\circ$),见表 B. 0. 1;

$d_1 + d_2 + C$ —— 各项安全距离之和(m): 船队可取 0. 50 倍~0. 60 倍上行和下行航迹带宽度, 货船可取 0. 67 倍~0. 80 倍上行和下行航迹带宽度。

附录 C 设计船行波波要素及其爬高的计算

C.0.1 航道的设计船行波波要素可按下列公式计算：

1 波高

$$H_c = \alpha H \left(\frac{S}{H} \right)^{-0.33} \left(\frac{V}{\sqrt{gH}} \right)^{2.67} \quad (\text{C.0.1-1})$$

式中 H_c —— 岸坡坡脚处的船行波波高(m)；

注：岸坡坡脚指航道岸坡与航道设计底高程的交线。

α —— 与船型有关的系数，宜取 0.42；

S —— 岸坡坡脚与船舷的距离(m)；

H —— 航道水深(m)；

V —— 船舶航速(m/s)；

g —— 重力加速度(m/s²)。

2 波长

$$L = 0.43V^2 \quad (\text{C.0.1-2})$$

式中 L —— 船行波波长(m)。

3 波周期

$$T = \frac{\sqrt{\frac{2\pi L}{gth}}}{\frac{2\pi H}{L}} \quad (\text{C.0.1-3})$$

式中 T —— 船行波周期(s)；

L —— 船行波波长(m)。

4 船行波传播角

$$\theta = 35.27 [1 - e^{12(F_d^{-1})}] \quad (\text{C.0.1-4})$$

式中 θ —— 船行波波向线与船舶轴线的夹角($^{\circ}$);

F_d —— 弗汝德数, $F_d = V/\sqrt{gH}$, 公式适用于 $F_d < 1.0$ 。

C.0.2 岸坡不陡于 1 : 1.5 时, 设计船行波在岸坡上的爬高可按下列公式计算:

$$R_u = R_0 K_{\Delta} K_{\theta} \quad (\text{C.0.2-1})$$

$$R_0 = 0.4T\sqrt{gH_c} \text{tg}\beta \quad (\text{C.0.2-2})$$

式中 R_u —— 船行波爬高(m);

R_0 —— 当船行波传播角 $\theta \leq 10^{\circ}$ 的爬高值(m);

K_{Δ} —— 岸坡糙率修正系数, 可按表 C.0.2 取值;

K_{θ} —— 船行波传播角修正系数, 当 $\theta \leq 65^{\circ}$ 可按 $K_{\theta} = \cos(\theta - 10^{\circ})$ 取值;

β —— 岸坡坡角($^{\circ}$)。

表 C.0.2 岸坡糙率修正系数

护 面 类 型	K_{Δ}
沥青, 光滑面的混凝土	1.00
混凝土块, 土工布垫层沥青砂, 草皮护面	0.95
沥青块石, 浆砌块石, 平整度较好的干砌块石	0.90
粗糙的混凝土块体, 平整度较差的干砌块石	0.80
石笼排	0.70

附录 D 非限制性航道水上过河建筑物 通航净宽的计算

D. 0. 1 非限制性航道水上过河建筑物轴线法线方向与水流流向的交角不大于 5° 时,通航净宽可按下列公式计算(见图 12. 2. 4-1、图 12. 2. 4-2、图 12. 2. 5-1、图 12. 2. 5-2):

$$B_{m1} = B_F + \triangle B_m + P_d \quad (\text{D. 0. 1-1})$$

$$B_{m2} = 2B_F + b + \triangle B_m + P_d + P_u \quad (\text{D. 0. 1-2})$$

$$B_F = B_s + L_c \sin\beta \quad (\text{D. 0. 1-3})$$

式中 B_{m1} ——单孔单向通航净宽(m);

B_F ——船舶或船队航迹带宽度(m);

$\triangle B_m$ ——船舶或船队与两侧桥墩间的富裕宽度(m); I ~ V 级航道可取 0.6 倍航迹带宽度, VI ~ VII 级航道可取 0.5 倍航迹带宽度;

P_d ——下行船舶或船队偏航距(m),可按表 D. 0. 1-1 取值;

表 D. 0. 1-1 各级横向流速下船舶下行偏行距

航 道 等 级	下 行 偏 航 距		
	横 向 流 速		
	0. 1m/s	0. 2m/s	0. 3m/s
II	10	15	20
III	8	10	15

续表 D. 0. 1—1

航道等级	下行偏航距		
	横向流速		
	0.1m/s	0.2m/s	0.3m/s
Ⅳ	8	10	15
Ⅴ	8	10	15
Ⅵ	8	10	15
Ⅶ	5	8	8

注：闸控航道横向流速按 0.1m/s，开敞航道横向流速实测确定，但不小于 0.2m/s。

B_{m2} ——单孔双向通航净宽(m)；

b ——上下行船舶或船队会船时的安全距离(m)，可取船舶或船队宽度；

P_u ——上行船舶或船队偏航距(m)，可取 0.85 倍下行偏航距；

B_s ——船舶或船队宽度(m)；

L_c ——货船长度、顶推船队长度或拖带船队中单船长度(m)；

β ——船舶或船队航行漂角(°)，可按表 D. 0. 1—2 选用；

表 D.0.1-2 船舶或船队航行漂角

	航 道 等 级					
	II	III	IV	V	VI	VII
开敞航道	6°	6°	6°	6°	3°	3°
闸控航道	3°~4°	3°~4°	3°~4°	3°~4°	1.5°~2°	1.5°~2°

注：对于闸控航道，属于限制性航道时取低值，属于非限制性航道时取高值。

D.0.2 非限制性航道水上过河建筑物轴线法线方向与水流流向的交角大于 5°，且横向流速大于 0.3m/s 时，按《内河通航标准》(GB 50139)执行。

本规范用词说明

1 对条文执行严格程度的用词,采用以下写法:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词一般采用“必须”,反面词一般采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词一般采用“应”,反面词一般采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词一般采用“宜”,反面词一般采用“不宜”;

表示允许有选择,在一定条件下可以这样做的,一般采用“可”。

2 条文中必须按指定的标准、规范或其他有关规定执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。非必须按所指定的标准、规范或其他规定执行的写法为“参照……”。

引用标准名录

现行国家标准

《内河通航标准》(GB 50139—2004)

现行行业标准

《航道整治工程技术规范》(JTJ 312—2003)

《河港工程总体设计规范》(JTJ 204—2006)

《船闸总体设计规范》(JTJ 305—2001)

《海港水文规范》(JTJ 213—1998)

《内河航运工程水文规范》(JTS 145—1—2011)

《港口及航道护岸工程设计与施工规范》(JTJ 300—2000)

《内河航道维护技术规范》(TJT 287—2005)

《运河通航标准》(JTS 180—2—2011)

现行上海市工程建设规范

《地基基础设计规范》(DGJ08—11—2010)

《基坑工程技术规范》(DG/TJ08—61—2010)

上海市工程建设规范

内河航道工程设计规范

DG/TJ08-2116-2012

条文说明

2012 上海

目 次

1	总 则	(77)
2	术 语	(80)
3	航道等级、通航水位与作业标准	(86)
3.1	航道等级及规模	(86)
3.2	通航水位	(89)
3.3	作业标准	(91)
4	代表船型与航道尺度	(95)
4.1	一般规定	(95)
4.2	代表船型	(95)
4.3	航道尺度	(98)
5	航道选线与布置	(108)
5.1	一般规定	(108)
5.3	航道平面布置	(108)
6	船 闸	(109)
6.1	一般规定	(109)
6.2	船闸规模	(109)
7	停泊区、服务区	(110)
7.1	一般规定	(110)

7.2	停泊区、服务区选址	(110)
7.3	停泊设施	(110)
7.4	服务设施	(110)
8	航道护岸	(111)
8.2	护岸结构	(111)
8.3	船行波对护岸的影响及措施	(116)
9	航道疏浚、开挖	(117)
9.1	一般规定	(117)
9.2	疏浚、开挖边坡及工程量	(117)
9.3	疏浚、开挖工艺	(118)
9.4	疏浚、开挖土管理	(118)
10	助航与航道信息化设施	(119)
10.2	助航设施	(119)
11	管理设施	(120)
11.1	一般规定	(120)
11.2	海事站点	(120)
11.3	航道管理站	(120)
12	过河、临河建筑物	(121)
12.1	一般规定	(121)
12.2	水上过河建筑物	(121)
12.3	水下过河建筑物	(135)

12.4 临河建筑物和设施	(135)
附录 A 航道通过能力计算	(137)
附录 B 直线段航道底宽计算.....	(138)
附录 C 设计船行波波要素及其爬高的计算	(139)
附录 D 非限制性航道水上过河建筑物通航净宽的计算	(140)

Contents

1	General provisions	(77)
2	Definitions	(80)
3	Channel classes, navigable water level and operating standards	(86)
3.1	Channel classes and scale	(86)
3.2	Navigable water level	(89)
3.3	Operating standards	(91)
4	Typical ship-type and channel dimension	(95)
4.1	General provisions	(95)
4.2	Typical ship-type	(95)
4.3	Channel dimension	(98)
5	Channel line selection and layout	(108)
5.1	General provisions	(108)
5.3	Channel layout	(108)
6	Shiplock	(109)
6.1	General provisions	(109)
6.2	Shiplock classes	(109)
7	Parking zone and service area	(110)
7.1	General provisions	(110)
7.2	Parking zone and service area location	(110)

7.3	Berthing facilities	(110)
7.4	Service facilities	(110)
8	Channel revetment	(111)
8.2	Revetment structure	(111)
8.3	The ship wave revetment and measures	(116)
9	Channel dredging, excavation	(117)
9.1	General provisions	(117)
9.2	Channel dredging, excavation slope and project amount	(117)
9.3	Channel dredging, excavation crafts	(118)
9.4	Channel dredge, excavation soil management	(118)
10	Aids to navigation and waterway information facilities	(119)
10.2	Aids to navigation	(119)
11	Management facilities	(120)
11.1	General provisions	(120)
11.2	Marine site	(120)
11.3	Waterway management station	(120)
12	Across the river buildings and riverside buildings	(121)
12.1	General provisions	(121)
12.2	Water across the river buildings	(121)

12.3	Underwater across the river buildings	(135)
12.4	Riverside buildings and facility	(135)
Appendix A	Calculation for channel through capacity	(137)
Appendix B	Calculation for channel bottom width of the line segment	(138)
Appendix C	Calculation for design boat trip wave elements and climbed higher	(139)
Appendix D	Calculation for Non-restricted channel water across the river navigable clear width of the building	(140)

1 总 则

1.0.1 现行国家标准、行业标准尚没有全面覆盖上海内河航道特点,尚不能满足上海内河航道规划和建设需要。上海地区内河航道在许多方面与《内河通航标准》(GB 50139)、《航道整治工程技术规范》(JTJ 312)、《运河通航标准》(JTS 180-2)所涵盖的航道存在较大差异,主要表现在以下几个方面。

1 天然河流航道有非限制性的,也有限制性的,如平申线上游段,宽度窄,断面系数小,对船舶航行有限制作用。而《内河通航标准》(GB 50139)针对的天然河流航道均作为非限制性航道对待。

2 非天然河流航道有限制性的,也有非限制性的,如长湖申线,面宽开阔、断面系数大,船舶航行无明显限制作用。这种情况既不属于天然河流、渠化航道,也不属于限制性航道,现行标准中没有涵盖。

3 闸控航道的水情和运行具有一定的特殊性。极高水位出现在台风暴雨期间、持续时间非常短暂。而台风暴雨期间风速往往大于7级,船舶需要中断通航。低水位主要由防汛预降水位和水资源调度低水位控制。

4 代表船型吃水大于现行标准,航道尺度与船舶吃水不匹配。代表船型现状及交通运输部发布的规划代表船型吃水普遍大于现行标准。

5 集装箱船航道设计尚无章可循。集装箱运输是今后主要发展方向,现行标准缺少集装箱船尺度,且集装箱船尺度普遍大于同等级的其他货船尺度。

因此,在现有规范的基础上,根据上海市内河航道的特点,细化、补充、完善有关内容,形成符合上海市地方特点的航道设计规范,以规范和指导内河航道的规划建设,适应上海市内河航道新一轮发展,实现上海市内河高等级航道网的规划目标,是必要的。

1.0.2 黄浦江航道属于受潮汐影响为主的天然河流航道,与上海其他内河航道在自然水深及面宽、水文特性、通航船型等方面明显不同,因此,黄浦江(分水龙王庙~巨潮港)完全按《内河通航标准》(GB 50139)执行,黄浦江(巨潮港~吴淞口)属于通航海轮航道,按《海港总平面设计规范》(JTJ 211)、《通航海轮桥梁通航标准》(JTJ 311)等规范执行。

1.0.4 根据《内河通航标准》(GB 50139)编制。“批准的航道等级”是指“批准的航道技术等级”或“批准的规划航道等级”。“批准的航道技术等级”是指1998年10月交通部、水利部、国家经济贸易委员会联合批准的全国Ⅰ~Ⅳ级航道(含省定Ⅴ级以下、500吨级以上海轮航道)技术等级和上海市市人民政府批准的Ⅴ~Ⅶ级航道技术等级。“批准的规划航道等级”是指经国家或交通行政主管部门和上海市人民政府批准的规划中所确定的航道等级。

1.0.5 上海内河航道网与苏南内河航道网、浙北内河航道网相连,是长三角内河航道网的重要组成部分。为实现长三角地区内河水运的一体化,与江苏省、浙江省连通航道设计应注意在代表船型、通航水位、通航净空尺度和航道通过能力等方面与江苏省、浙江省相衔接。

本条要求尚应符合现行国家标准、行业标准和上海市工程建设规范中强制性条文的规定,以及法律法规的有关规定,其主要标准有:《内河通航标准》(GB 50139)、《运河通航标准》(JTS 180—2)、《航道整治工程技术规范》(JTJ 312)、《河港总体工程设计规

范》(JTJ 204)、《渠化工程枢纽总体布置设计规范》(JTS 182-1)、《船闸总体设计规范》(JTJ 305)、《通航海轮桥梁通航标准》(JTJ 311)、《内河航运工程水文规范》(JTS 145-1)、《海港水文规范》(JTJ 213)、《港口工程地基规范》(JTJ 250)、《港口及航道护岸工程设计与施工规范》(JTJ 300)、《内河助航标志》(GB 5863)、《内河航道维护技术规范》(JTJ 287)、《地基基础设计规范》(DGJ08-11)、《基坑工程技术规范》(DG/TJ08-61)、《基坑工程施工监测规程》(DG/TJ08-2001)等,其主要法律法规有:《中华人民共和国航道管理条例》、《中华人民共和国航道管理条例实施细则》、《上海市内河航道管理条例》、《上海市河道管理条例》、《上海市饮用水水源保护条例》等。

2 术 语

2.0.1~2.0.4 《内河通航标准》在航道尺度中将内河航道主要分为天然河流航道、渠化航道、限制性航道等,默认天然河流和渠化航道对船舶航行无限制作用,而其他航道属于限制性航道,对船舶航行有限制作用。上海市平申线上游段属于天然河流航道,但面宽窄、断面系数小,对船舶航行有限制作用,而长湖中线为人工开挖,不属于天然河流航道,但面宽开阔、断面系数大,船舶航行无明显限制作用。可见天然河流航道、渠化航道、限制性航道属于两种不同性质的分类,天然河流航道、渠化航道大多情况下宽度大,断面系数大,对船舶航行无限制作用,但某些情况下宽度窄,断面系数小,对船舶航行也有限制作用。

本规范针对上海内河航道特点(参见第 3.1.1 条条文及条文说明、第 3.2.3~3.2.6 条条文说明),开展了以下分析:

1 按自然属性,分为天然河流航道、综合利用的通航渠道和湖区航道。

天然河流航道尚无定义,参照《航道工程基本术语标准》(JTJ/T 204)中天然航道的定义,天然河流航道指利用天然的河流开辟的航道。

综合利用的通航渠道的名称是根据《内河通航标准》(GB 50139)提出的,综合该标准和《航道工程基本术语标准》(JTJ/T 204)中通航渠道的定义确定,指可供船舶航行,兼有排洪、排涝、引水、灌溉、水资源调度等功能或之一功能的渠道。

2 从航道对船舶航行阻力大小角度,分为限制性航道和非限制性航道。航道断面系数与船舶航行阻力关系密切,断面系数

越小,航行阻力越大,断面系数还随船速的提高而增大。

国内外研究成果表明,当航速为 10km/h 时, n 值不宜小于 6~7,在此基础上提高 n 值,航行阻力有所改善,当断面系数 >10 时,断面系数对航道阻力的影响已很小,当 $n \geq 14$ 时, n 值的增加对阻力影响不明显。

《全国内河通航试行标准》的一~四级航道按航速 10km/h~12km/h 考虑,采用 $n=7.5\sim 9$ 。

根据水运工程 2006 年第 1 期《关于深水、浅水与限制性航道界定的探讨》(周华兴、郑宝友),限制性航道船舶阻力 $R_n = k_n R_\infty$, k_n 为限制性航道船舶阻力换算系数, $k_n = \{n/[n - (1 + 0.2\delta^2 V^2)]\}^{2.25}$, R_∞ 为船舶在无限宽深水域航行的阻力, n 为断面系数, δ 为船舶方形系数, V 为船舶航速。

不同航速情况下 k_n 与断面系数关系表

船舶方形系数 δ	断面系数 n	船舶航速 V m/s	限制性航道船舶 阻力换算系数 k_n	船舶航速 V m/s	限制性航道船舶 阻力换算系数 k_n
0.8	6	3	2.72	2.5	2.23
0.8	7	3	2.29	2.5	1.95
0.8	8	3	2.02	2.5	1.77
0.8	9	3	1.85	2.5	1.65
0.8	10	3	1.73	2.5	1.56
0.8	14	3	1.46	2.5	1.36
0.8	20	3	1.29	2.5	1.24
0.85	6	3	2.97	2.5	2.36

续表

船舶方形系数 δ	断面系数 n	船舶航速 V m/s	限制性航道船舶 阻力换算系数 k_n	船舶航速 V m/s	限制性航道船舶 阻力换算系数 k_n
0.85	7	3	2.45	2.5	2.04
0.85	8	3	2.14	2.5	1.84
0.85	9	3	1.94	2.5	1.71
0.85	10	3	1.80	2.5	1.61
0.85	14	3	1.50	2.5	1.39
0.85	20	3	1.32	2.5	1.25

计算表明(见上表), k_n 随 V 的增加而增大, 又随 n 增大而减小, n 值的缩小对阻力的增值, 比航速增加对阻力增值要快。当船舶方形系数 0.8~0.85、船舶航速 9km/h(2.5m/s)~10.8km/h(3m/s)时, $n=6、7、8、9、10、14、20$ 的 k_n 平均值分别为 2.57、2.18、1.95、1.79、1.67、1.43、1.27。可见, 限制性航道和非限制性航道是相对的、逐渐过渡的, 并无严格的划分界限, 限制性航道与非限制性航道划分的关键是 k_n 的取值。

上海闸控航道的 n 值大多在 6~7, 以Ⅲ级航道为例, 航道底宽大多为 50m, 航道面宽大多在 70m 左右。而苏申内港线航道规划面宽为 120m, 航道宽度富裕约 70%。可见, 此时航行阻力主要来自航道水深的限制, 而不是来自航道面宽的限制, 可以按非限制性航道考虑。

因此, 上海地区可考虑 $k_n=1.67$ (相应的 $n=10$) 作为限制性航道和限制性航道的划分界限。

综合以上分析, 取 $n=10$ 作为上海地区限制性航道和限制性

航道的划分界限。

3 参照《航道工程基本术语标准》(JTJ/T 204)的开敞运河和设闸运河的分类方法,按是否设闸、水位是否受航运水利枢纽控制,可分为设闸航道和开敞航道,其中设闸航道可进一步分为闸内航道和闸外航道。上海地区闸内航道水位基本受闸控制,习惯上称为闸控航道。同时,鉴于闸外航道与开敞航道的水文特点基本相同,本规范从简便考虑,不再区分,统称为开敞航道。

2.0.5 通航水域的定义系根据《航道工程基本术语标准》(JTJ/T 204)补充。

2.0.7~2.0.17 国标《内河通航标准》(GB 50139)只给出了内容,未给出具体定义,为便于理解和贯彻,本规范根据《航道工程基本术语标准》(JTJ/T 204)补充。

其中,对于通航净空高度,本规范规定不包括水上过河建筑物自重引起的工后沉降和地面的整体沉降。有关资料显示,由于地下水开采和大量建筑物建设产生的附加荷载导致土层发生缓慢、持续地固结,上海市普遍出现地面的整体沉降现象,2010年以后地面的整体沉降速度有所放缓,平均数值由10毫米/年左右减缓到6毫米/年左右。若地面的整体沉降速度按6毫米/年、跨航道建筑物设计使用年限为100年,则地面的整体沉降累计值为0.6米,因此,对于通航净空高度,地面的整体沉降不能忽略。

2.0.21 《船闸总体设计规范》(JTJ 305)中称为停泊段,但该名称未贴切地体现其过闸等候这一性质,且容易与停泊区的名称混淆,因此,本规范称之为候闸区。

2.0.23 护岸前沿线是航道工程平面布置的重要要素,在上海地区又称驳岸前沿线、河口线。传统护岸结构型式的护岸前沿线是显而易见的,但随着新型结构型式的不断涌现和护岸的生态化,

新型结构护岸前沿线的确定存在一定的困难和争议。为此,本规范对其定义作出规定。对于斜坡式护岸,护岸前沿线即为压顶或坡肩的前沿线,对于设有一级挡墙的护岸,即为挡墙顶部的前沿线,对于设有两级挡墙的护岸,为从航道侧起算第一个顶高程高于设计最高通航水位的挡墙顶部的前沿线,所述挡墙包括石笼、混凝土砌块、抛石堤等。

2.0.24~2.0.28 国内对于航道水系规划控制线、蓝线等尚无统一的定义,在实践中往往引起不同理解和争议,迫切需要统一定义。建设部第 145 号令《城市蓝线管理办法》关于“城市蓝线是指城市规划确定的江、河、湖、库、渠和湿地等城市地表水体保护和控制的地域界线”的定义较为宽泛、不够确切,无法直接引用。

本规范“航道水系规划控制线”、“航道水系蓝线”、“驳岸控制线”、“陆域建筑控制线”的名称及定义系根据 2005 年 7 月《“一环十射”航道水系蓝线规划(浦东、南汇、闵行)》和同年 8 月市规划局沪规划[2005]717 号文《关于〈“一环十射”航道水系蓝线规划(浦东、南汇、闵行)〉的批复》、2005 年 12 月《“一环十射”航道水系蓝线规划(金汇港、龙泉港、平申线、杭申线、长湖申线、苏申外港线、油墩港)》的有关内容编制。航道水系规划控制线是根据航道和河道使用要求,由市规划部门牵头并与河道管理部门、航道管理部门联合编制的、统一的规划控制线,既是内河航道规划控制线(见《上海市内河航道管理条例》),又是河道规划控制线(见《上海市河道管理条例》)，“航道水系蓝线”即为“驳岸控制线”、“河口控制线”或“河口线”，“航道陆域建筑控制线”即为“河道规划陆域控制线”，“航道规划面宽”即为规划河口宽。

2005 年 12 月《“一环十射”航道水系蓝线规划(金汇港、龙泉港、平申线、杭申线、长湖申线、苏申外港线、油墩港)》指出,航道

水系蓝线是河道(航道)水域用地的控制边线,目的是从规划角度控制和保证河道(航道)用地,在具体实施时,驳岸实施线(即本规范的护岸前沿线)可位于航道水系蓝线前方,但须满足航务及水务方面的要求。

另外,航道陆域建筑控制线是在规划阶段制订的,其制订深度为规划深度,目的是在规划层面避免新建建筑物侵入,保证航道建设用地范围,满足今后航道(护岸、防汛通道、景观及附属设施等)建设运行需要。航道征地范围线则是在建设阶段,以满足航道建设运行需要、节约土地资源和减少动拆迁量为原则,在航道陆域建筑控制线范围内,通过具体研究和设计确定的,对于航道陆域建筑控制线范围内的已有建筑物,若不影响航道建设运行,可予以保留。因此,由于两者制订的阶段、深度和出发点不同,航道陆域建筑控制线不等同于航道征地范围线。

3 航道等级、通航水位与作业标准

3.1 航道等级及规模

3.1.1 本条对上海地区各类航道的特点(闸内水位特点参见第3.2.3~3.2.6条条文说明)进行了梳理,在此基础上进行了分类,目的是为通航水位、航道水深、航道宽度、水上过河建筑物通航净空宽度等设计提供依据。

为发挥水资源综合利用效益,上海内河航道往往与水利河道结合建设,具有防洪、排涝、引水、灌溉、排污、航运等综合功能。上游苏申外港线航道、杭申线航道、平申线航道等与江苏、浙江直接连通的少数航道为天然河流航道,长湖申线航道、油墩港航道、苏申内港线航道(湖区航道除外)、浦东浦南地区的航道等属于综合利用的通航渠道,淀山湖航道为湖区航道,单纯的运河较少,上海地区没有渠化河流航道。

苏申外港线航道下游段、杭申线航道下游段、平申线航道、长湖申线航道等航道的面宽开阔、断面系数大,船舶航行无明显限制作用。赵家沟航道等航道面宽窄、断面系数小,对船舶航行有限制作用。

为满足太湖流域防洪排涝,以及黄浦江、长江口、杭州湾防汛需要,除少数与江苏、浙江连通的航道属于开敞航道外,上海市大部分内河航道属于设闸航道,即在近黄浦江、长江口、杭州湾的交汇口设置人工控制工程,形成闸内航段和闸外航段,闸内航段属于闸控航道,闸外航段属于开敞航道。

因此,我们对上海地区各类航道的特点进行了梳理,在此基

基础上进行了分类：

- 1)按自然属性,分为天然河流航道、综合利用的通航渠道、运河和湖区航道；
- 2)从船舶航行阻力大小角度,分为限制性航道和非限制性航道。
- 3)按是否设闸、水位是否受航运水利枢纽控制,分为开敞航道和闸控航道。

3.1.2 国标《内河通航标准》(GB 50139)航道等级按常规船舶吨级分级,50、100、300、500、1000、2000 吨级分别对应Ⅶ、Ⅵ、Ⅴ、Ⅳ、Ⅲ、Ⅱ级航道。但实际营运船舶和交通部 7 号令《关于调整京杭运河船舶标准化示范工程标准船型有关政策并公布京杭运河运输船舶标准船型主尺度系列的公告》发布的京杭运河运输船舶标准船型的载重吨并非刚好符合上述标准吨级。因此,有必要借鉴海港船舶分级办法(采用两个吨级的平均值作为吨位分界),结合京杭运河标准船型系列,对各级航道给出载重量范围值。本规范编制过程中开展了调研,建议如下：

不同航道等级对应的载重量范围

航道等级	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ
船舶吨级(t)	2000	1000	500	300	100	50
普通船舶载重量(t)	2500~1501	1500~751	750~401	400~201	200~76	≤75
集装箱专用船载箱量(TEU)	—	120~61	60~33	32~16	—	—

- 注：1. 普通船舶指装载和运输件杂货、干散货、液体散货的货船和驳船,集装箱专用船指专门用于装载和运输集装箱的货船；
2. 船舶吨级按船舶设计载重吨确定,载箱量按船舶设计载箱量确定,TEU 系指 20 英尺国际标准集装箱,箱重按 12.5t/TEU 考虑。

内河集装箱运输是长三角地区今后内河运输的主要方式之一,本世纪初上海市航务管理部门委托专门机构开发了 30TEU 集装箱船、60TEU 集装箱船和 90TEU 集装箱船,并已作为赵家沟航道、大芦线航道、苏申外港线航道等Ⅲ级干线航道的代表船型。因此,有必要增加集装箱船作为设计船型,并按载箱量划分航道等级,以适应上海航道发展特点。交通部 7 号令《关于调整京杭运河船型标准化示范工程标准船型有关政策并公布京杭运河运输船舶标准船型主尺度系列的公告》京杭运河集装箱船的货箱平均重为 14 吨/TEU,并规定若实际装载货箱重量大于或小于 14 吨/TEU 时,其载箱量会发生变化,此时应满足规范和法规的相应要求。根据海港设计船型,1000 吨~3000 吨级集装箱船的平均箱重为 12.5 吨左右,另外 20 英尺集装箱空箱重 2.3 吨,上海地区国际集装箱平均货重实际统计值约为 9 吨/TEU,则集装箱平均重量为 11.3 吨/TEU,因此,综合考虑建议上海内河集装箱船的集装箱箱重为 12.5 吨/TEU。

3.1.3 本条根据国标《内河通航标准》(GB 50139)编制,但结合上海地区特点,“整治特别困难的局部航段”的适用情况有所不同,是指因征地拆迁特别困难只能按单线航道建设的航段。根据长三角内河航道通过能力研究和实践,双线Ⅳ级航道的通过能力可达 6000 万吨/年,一线船闸的通过能力可达 1500 万吨级/年以上,因此,对于整治特别困难的局部航段,采取类似于船闸的措施、单向交替通航,在技术上是可行的,但会增加船舶航行等待时间、航期和成本。

3.2 通航水位

3.2.1 航道的通航水位在规划水平年内保持一定的稳定性十分重要。由于水系调整、流域治理导致上游水情发生变化、海平面上升等因素,苏申外港线、长湖申线、平申线、杭申线等许多开敞航道的水文条件复杂多变,设计最高通航水位有上调趋势,屡屡发生由于设计最高通航水位调整导致新建桥梁几年后净高不足(差0.2m~0.5m不等)需要改建的问题,而桥梁一旦建成,改建十分困难,大大增加了航道整治难度和船舶航行安全风险。行业标准《通航海轮桥梁通航标准》(JTJ 311)也规定当桥址所在地区的平均海面有上升趋势时,其上升的量应计入富裕高度,平均海面上升的预测年限不应少于50年。对于水文条件(水情)复杂多变或历史水位资料较短的航道,为避免因水位资料统计年限的变化,导致通航水位经常调整的现象发生,通航水位应考虑规划或设计水平年内水位变化趋势对通航水位的影响并留有适当富裕,通航水位宜由管理部门统一组织推算,统一发布。

3.2.2 本条根据国标《内河通航标准》(GB 50139)6.1.2条,结合上海特点编制。对于承泄上游洪水的航道(如长湖申线),上游泄洪河道整治建设后,水文条件(水位、流量、流速)往往与历史水位资料时期发生明显变化时,此时应通过分析研究,并通过暴雨、径流、潮汐组合情况下河网水利计算确定,历史水位资料可作为校验。

3.2.3~3.2.6 根据水位影响因素及特点,上海地区航道分为闸控航道和开敞航道(见第3.1.1条),闸控航道不受潮汐影响,开敞航道受潮汐影响,因此分两大类分别规定。上海地区的开敞航道无特殊性,按国标执行。而闸控航道不同于天然河流航道,水

位受本地降雨径流和人工调节(排涝、灌溉、引水)控制,具有一定的特殊性。

1 上海闸控航道的水位特点

根据上海地区地理位置和水文特点,上海闸控河道的主要任务包括排涝(内陆地区降雨形成)和水资源调度。

排涝:在河口(通长江、通海、通黄浦江)设置口门控制工程——节制闸,内陆地区的降雨形成的涝水利用低潮位开闸排入黄浦江、长江和外海,除涝标准为 20 年一遇。排涝运行方式为:暴雨前先将水位预降至 1.5m~2.0m,暴雨过程中和暴雨过后利用低潮位开闸排涝,河道最高排涝高水位按接近于地面高程确定,在较短时间内将水位降低到常水位上限,高于常水位上限的时间一般不超过 12 小时。

水资源调度:运行方式为“先排后引、一端引另一端排”。水资源调度低水位一般按 2.0m 控制,高水位按常水位的上限控制。

水位控制与河道、控制工程规模:在水利规划时,根据上述水位控制要求,通过河网水利计算,确定河道和控制工程规模。

根据河道功能和水文特点分析,上海闸控航道的水位特点如下:

水位的影响因素:影响因素有降雨、蒸发、灌溉、水资源调度、排涝。除了降雨、蒸发、灌溉外,水资源调度、排涝均通过节制闸实现。

常水位特点:常水位受灌溉、水资源调度运行需要控制,常水位持续时间长。

高水位特点:具有明显的季节性,高水位主要由汛期暴雨形成径流和涝水影响控制,极高水位出现在汛期台风暴雨期间、持续时间非常短暂。而台风期间风速往往大于 7 级,船舶需要中断通航。

低水位特点:低水位主要由防汛预降和水资源调度低水位控制。

2 闸控航道的设计最高通航水位

第 3.2.5 条参照《内河通航标准》(GB 50139)关于“设闸运河的通航水位应根据综合利用的要求,并结合天然河流航道设计通航水位的有关规定”的规定编制。另外,针对上海地区闸控航道极高水位出现在台风暴雨期间、持续时间非常短暂的特殊水情,以及台风期间船舶中断通航的运行特点,多年来上海对采用综合历时保证率确定设计最高通航水位的方法,进行了探索和实践,积累了一定的经验,设计最高通航水位按水位综合历时保证率分析论证确定,综合历时保证率不大于 1%,在统计意义上相当于剔除台风不通航时段水位后的重现期高水位。

3 闸控航道的设计最低通航水位

针对河道低水位受防洪预降和水资源调度低水位控制的特点,依据《内河通航标准》(GB 50139)“综合利用的通航渠道的设计最低通航水位应根据综合利用的要求并结合天然河流设计最低通航水位的要求确定”的规定,确定设计最低通航水位标准取防洪预降水位、水资源调度低水位和天然河流设计最低通航水位三者之低值。

3.3 作业标准

3.3.2 对于开敞航道,当潮汐影响明显时,宜取得秋季天文大潮和小潮期间的航道水流流速流向、弯道环流数据;当潮汐影响不明显时,宜取得与设计最高通航水位相同重现期的洪水流量时的航道水流流速流向、弯道环流数据。

3.3.3~3.3.4 实践表明,通航水流条件、通航气象条件关系到

船舶航行的安全性。现行内河航道规范、标准仅对船闸引航道的通航水流条件有明确规定,而对其他条件没有规定。本规范进行了补充。

1 船闸引航道的通航水流条件系根据《内河通航标准》(GB 50139)和《船闸总体设计规范》(JTJ 305)确定。人民交通出版社《海港工程设计手册》水文作业条件也建议顺流 $\leq 4\text{kn}$,即 2m/s 。

2 通航气象条件

允许风速 ≤ 6 级系根据人民交通出版社《海港工程设计手册》中航道的水文气象作业条件确定。

海港航道允许航行的能见度是 1km ,《内河通航标准》(GB 50139)规定两座相邻建筑物之间的距离不小于代表船队与代表船队下行 5min 航程之和。

暴雨对航行的影响体现在暴雨引起能见度显著降低,2010年第5期《气象科技》论文《短时强降雨对能见度的影响》研究成果表明,当暴雨强度达到 $0.4\text{mm}/\text{min}\sim 0.6\text{mm}/\text{min}$ 时能见度下降为 $1000\text{m}\sim 500\text{m}$,当暴雨强度达到 $0.7\text{mm}/\text{min}\sim 1.0\text{mm}/\text{min}$ 时能见度下降为 $500\text{m}\sim 300\text{m}$ 。

短时强降雨与能见度的对应关系

1h 雨强 /(mm h^{-1})	min 雨强 /(mm min^{-1})	能见度区间值 /m	能见度可以降低至 的低值/m
≥ 5	$0.4\sim 0.6$	$1000\sim 500$	500
≥ 10	$0.7\sim 10.0$	$300\sim 500$	250
≥ 15	$1.1\sim 2.0$	$100\sim 300$	$80\sim 150$
≥ 20	>2.0	$100\sim 150$	$50\sim 100$

3.3.5 实践表明,船舶航速大小关系到船行波大小及航道护岸

的安全、船舶航行的安全特别是急弯等特殊航段的航行安全、相邻水上过河建筑物的间距及水中桥墩的安全和航道通过能力的大小。现行内河航道规范、标准均没有对航速作出规定。本规范借鉴海港航道的设计航速、公路及道路设计标准中设计车速的理念,提出设计航速的概念,并针对不同航段的特点,尝试对设计航速提出建议。

设计航速的有关资料如下:

1 类似航道情况:苏南运河按Ⅳ级航道整治后预测航速为8km/h~10km/h,上海黄浦江航行条件优越,限速6kn(合11km/h)。海港航道情况:港内航道设计航速一般4kn~6kn(7.5km/h~11km/h),港外航道设计航速一般6kn~10kn(11km/h~18.5km/h)。

2 船舶性能:京杭运河标准船型中干散货船设计航速大多为11km/h~13km/h,集装箱船设计航速一般13km/h~15km/h。

3 船行波:计算表明,航速对船行波影响很大,特别是航速大于12km/h以后。因此,设计应对航道的最高航速作出规定。

4 弯道转角越大、船舶航速越高则离心力越明显,会使得船舶偏离航道,容易引发安全事故,天然河流航道弯道转角大时,还存在显著的弯道环流现象,流态差。为确保船舶安全通过弯道,设计应对航速作出规定。

5 设计最低航速应考虑航道流速和船舶舵效因素,不宜小于6km/h。

根据以上分析,建议设计最高航速一般不超过15km/h,设计最低航速一般不低于6km/h,具体设计航速可参考下表确定。

代表船型的设计航速

航 道 位 置		设 计 航 速		
		Ⅱ ~ Ⅳ 级 航 道	Ⅴ ~ Ⅶ 级 航 道	
一般航段	顺直微弯航段		≤15km/h、 ≥8km/h	≤13km/h、 ≥6km/h
特殊航段	弯道	弯道转角 15°~45°	≤13km/h	
		弯道转角 46°~75°	≤10km/h	
		弯道转角 ≥76°	宜开展专题研究确定	
	航道交汇口		宜开展专题研究确定	
	水中设墩桥区航道		≤13km/h、≥8km/h	
	船闸引航道		≤10km/h、≥6km/h	

- 注：1. 对于纵向流速较大、弯道环流明显的弯道，以及纵向流速较大、水中设墩桥区航道，设计航速尚应考虑能效因素，不宜过小；
2. 夜间设计最高航速应当降低。

4 代表船型与航道尺度

4.1 一般规定

4.1.2 航道断面系数

闸外航道、开敞航道流速大,根据《内河通航标准》(GB 50139)“流速较大的航道不应小于7”的规定,对于双线航道,断面系数取7,而闸控航道流速小,断面系数取6。兼顾船型的断面系数适当降低。对于设计航速较小的单线航道,经技术论证,断面系数可适当减小。

4.2 代表船型

4.2.1 本规范将船舶分为货船和驳船两大类。

货船指用于装载和运输货物的、具有自航动力的船舶,包括货轮、机动驳。在本规范中分为干散货船、油船和内河集装箱船。

驳船指用于装载和运输货物的、本身无自航动力、依靠拖船或推船带动的船舶。

Ⅱ~Ⅵ级航道的代表船型来自于长三角内河航道网,因此100吨级、300吨级、500吨级、1000吨级、2000吨级代表船型、尺度主要根据交通部7号令《关于调整京杭运河船型标准化示范工程标准船型有关政策并公布京杭运河运输船舶标准船型主尺度系列的公告》发布的京杭运河运输船舶标准船型主尺度系列确定,并补充了江苏、浙江规划船型。Ⅶ级航道的代表船型来自于长三角内河航道网,因此代表船型按《内河通航标准》限制性航道。

90TEU内河集装箱船为上海市航务管理处委托交通部上海

船舶科学研究所研制开发的船型。

航道代表船型尺度依据

航道等级	船舶吨级 (t)	代表船舶、船队	代表船舶、船队尺度(m) (总长×型宽×设计吃水)	依据
II	2000	2000t 货船	90×15.4×2.6	《运河通航标准》 (JTS 180-2) 船型
		一顶一系列式 2×2000t 顶推船队	船队 161×15.8×2.6~2.9, 驳船 68×15.8×2.6~2.9	交通部京杭运河 标准船型
III	1000	90TEU 内河 集装箱船	72.7×12.6×2.6~2.8	交通部上海船舶 科学研究所研制
		1200t 干散货船	64×10.8×2.7~2.9	交通部京杭运河 标准船型
		1000t 干散货船	58×9.8×2.7~2.9	交通部京杭运河 标准船型
		1000t 油船	68×10.8×2.7~2.9	交通部京杭运河 标准船型
		一拖一系列式 5×1000t 拖带船队	船队 300×10.8×2.5, 驳船 55×10.8×2.5	交通部京杭运河 标准船型
		一拖一系列式 6×900t 拖带船队	船队 345×9.8×2.4, 驳船 53×9.8×2.4	交通部京杭运河 标准船型
		一顶一系列式 2×1000t 顶推船队	船队 161×10.8×2.2, 驳船 68×10.8×2.2	交通部京杭运河 标准船型
IV	500	60TEU 内河 集装箱船	65×10.6×2.2~2.5	交通部京杭运河 标准船型
		700t 干散货船	52×9.6×2.2~2.5	交通部京杭运河 标准船型
		500t 干散货船	47×8.8×2.1	交通部京杭运河 标准船型
		500t 油船	52×9.6×2.2~2.6	交通部京杭运河 标准船型
		一拖一系列式 7×700t 拖带船队	船队 342×9.2×2.3~2.4, 驳船 45×9.2×2.3~2.4	交通部京杭运河 标准船型

续表

航道等级	船舶吨级(t)	代表船舶、船队	代表船舶、船队尺寸(m) (总长×型宽×设计吃水)	依据
IV	500	一拖一列式 7×500t 拖带船队	船队 320×8.2×2.1, 驳船 42×8.2×2.1	交通部京杭运河 标准船型
		500t 自航驳 +500t 顶推船队	船队 100×10.8×2.0	苏、浙两省规划 推荐船型
V	300	30TEU 内河 集装箱船	49×9.8×1.9~2.2	交通部京杭运河 标准船型
		24TEU 内河 集装箱船	43×9.8×1.9~2.2	交通部京杭运河 标准船型
		16TEU 内河 集装箱船	42×6.6×2.0	交通部京杭运河 标准船型
		400t 干散货船	42×7.5×2~2.1	交通部京杭运河 标准船型
		300t 干散货船	38×7.3×1.9	交通部京杭运河 标准船型
		300t 油船	42×8.2×1.9~2.2	交通部京杭运河 标准船型
		一拖一列式 7×400t 拖带船队	船队 303×7.3×2.0, 驳船 40×7.3×2.0	交通部京杭运河 标准船型
		一拖一列式 8×300t 拖带船队	船队 303×6.8×2.0, 驳船 35×6.8×2.0	交通部京杭运河 标准船型
VI	100	200t 干散货船	32×6.2×1.7~1.9	交通部京杭运河 标准船型
		200t 油船	40×7.1×1.6~1.9	交通部京杭运河 标准船型
		100t 干散货船	26×5.0×1.5	交通部京杭运河 标准船型
		100t 油船	31×6.0×1.6	交通部京杭运河 标准船型

续表

航道等级	船舶吨级(t)	代表船舶、船队	代表船舶、船队尺度(m) (总长×型宽×设计吃水)	依据
Ⅵ	100	一拖一列式 9×200t 拖带船队	船队 311×5.8×1.7~2.0, 驳船 32×5.8×1.7~2.0	交通部京杭运河 标准船型
		一拖一列式 12×100t 拖带船队	船队 333×5.1×1.6, 驳船 26×5.1×1.6	交通部京杭运河 标准船型

对于Ⅳ级及以上航道,根据运输需要并经论证,可将高一等级航道的代表船型作为航道的兼顾船型。

另外,上海市积极推行垃圾集装箱化运输,并专门开发了60TEU 环卫集装箱船,尺度为 70.0(全长)×10.8(型宽)×2.8(设计吃水)。因此,可根据运输需要,将 60TEU 环卫集装箱船作为兼顾船型。

4.3 航道尺度

4.3.1 基于以下分析,本规范考虑按航道断面系数 n ,分别规定不同的 H/T 值,实现航道水深计算公式由限制性航道到非限制性航道的连续、合理衔接。

1 限制性航道

《内河通航标准》(GB 50139)直接给出了限制性航道的航道水深,而未给出计算公式,由于上海地区船舶吃水与该标准船型存在差异,不能直接套用该标准的航道水深。

1)根据《内河通航标准》(GBJ 139—90)条文说明和《航道工程手册》:

国内外研究表明,具有最大水力半径的断面阻力最小,增加深度比增加宽度更能减小船舶航行阻力,即增加航道水深较增加

河宽更能减少船舶航行阻力。在断面系数相同条件下,航行阻力与 H/T 值成反比。当航道断面系数为 7、航道水深与船舶吃水比 H/T 小于 1.5~1.6 时,航行阻力急剧增加。为减小船舶航行阻力, H/T 不宜小于 1.5, $H/T=1.3$ 为低速航行的最小值。

国外在限制性航道设计上,尽可能增加水深,而不是增加宽度,如欧洲中德运河、易北河,水面宽 53m,航宽 39m~41m,自航驳尺度 80m×9.5m×2.5m, n 值为 7, H/T 为 1.6~1.8。

《内河通航标准》(GBJ 139-90)条文说明明确指出, $H/T=1.6\sim 1.7$,对于拖带船队由于其航速较小、吨位不大, H/T 可适当小一些。

2)根据《内河通航标准》(GB 50139)的航道水深和船舶吃水验算,限制性航道的 H/T 为Ⅱ~Ⅲ级 1.5~1.6,Ⅳ~Ⅶ级 1.25~1.33。

2 非限制性航道

根据《内河通航标准》(GB 50139)的航道水深和船舶吃水验算,天然河流航道的 H/T 为 0.2m~0.5m, H/T 基本为 1.15~1.2。

本规范考虑断面系数 $n>20$ 的 H/T 参照天然河流航道取 1.15,断面系数 6~7 的 H/T 取 1.5~1.6,断面系数 7~20 的 H/T 内插确定。

4.3.2 根据已有航道的建设和维护实际情况,本次规范参照海港航道,增加了航道备淤。当缺乏资料时,备淤深度可取 0.1m~0.3m。

4.3.3 按本规范,对闸控航道、开敞航道和闸外航道(含大治河闸内航道、赵家沟闸内航道、平申线上游段航道三条典型航道)的航道水深、双线直线段航道底宽、直立式断面的断面系数进行了测算,结果见下表。

限制性航道水深、航道

	航道等级	代表船型、船队	代表船型、船队尺度			航 道 水 深			
			长度 L_c	型宽 B_s	设计吃水 T	计 算			取值
			m	m	m	H= 1.4T	H= 1.5T	H= 1.6T	m
大治河 闸内航道	3	90TEU 内河 集装箱船	72.7	12.6	2.8	3.92	4.2	4.48	4
大治河 闸内航道	3	一顶 2×1000t 顶推船队	161	10.8	2.2	3.08	3.3	3.52	4
赵家沟 闸内航道	3	90TEU 内河 集装箱船	72.7	12.6	2.8	3.92	4.2	4.48	4.5
赵家沟 闸内航道	3	一顶 2×1000t 顶推船队	161	10.8	2.2	3.08	3.3	3.52	4.5
平申线上 游段航道	4	60TEU 内河 集装箱船队	65	10.6	2.5	3.5	3.75	4	4
平申线上 游段航道	4	500t 自航驳+ 500t 顶推船队	100	10.8	2	2.8	3	3.2	4
平申线下 游段航道	4	60TEU 内河 集装箱船	65	10.6	2.5	3.5	3.75	4	6
平申线下 游段航道	4	500t 自航驳+ 500t 顶推船队	100	10.8	2	2.8	3	3.2	6
闸控航道	2	一顶 2×2000t 顶推船队	161	15.8	2.9	4.06	4.35	4.64	4.5
闸控航道	3	90TEU 内河 集装箱船	72.7	12.6	2.8	3.92	4.2	4.48	4.5

底宽、断面系数验算表

直线段双线航道底宽									断面系数验算(直立式断面时)				
B_s	L_c	β	航迹带宽度 BF	$(d1+d2+c)/BF$	各项安全距离之和 $d1+d2+c$	航道底宽计算值	航道底宽国标值	航道底宽取值	护岸前沿线与航道底线距离	航道面宽	航道水深	设计最低通航水位以下断面积	断面系数
m	m	度	m		m	m	m	m	m	m	m	m ²	
12.6	72.7	2	15.1	0.67	20.3	50.6	45.0	64.0	19.0	102.0	4	332	9.41
10.8	161	2	16.4	0.50	16.4	49.3	45.0	64.0	19.0	102.0	4	332	13.97
12.6	72.7	1.5	14.5	0.67	19.4	48.4	45.0	50.0	17.5	85.0	4.5	282	7.99
10.8	161	1.5	15.0	0.50	15.0	45.0	45.0	50.0	17.5	85.0	4.5	282	11.87
10.6	65	3	14.0	0.80	22.4	50.4	50.0	55.0	15.0	70.0	4	250	9.43
10.8	100	3	16.0	0.60	19.2	51.3	50.0	55.0	15.0	70.0	4	250	11.57
10.6	65	3	14.0	0.80	22.4	50.4	50.0	55.0	15.0	185.0	5	600	22.64
10.8	100	3	16.0	0.60	19.2	51.3	50.0	55.0	15.0	185.0	5	600	27.78
15.8	161	1.5	20.0	0.50	20.0	60.0	60.0	60.0	2.5	65.0	4.5	293	6.38
12.6	72.7	1.5	14.5	0.67	19.4	48.4	45.0	50.0	0.0	50.0	4.5	225	6.38

续表

	航道等级	代表船型、船队	代表船型、船队尺度			航道水深			
			长度 L_c	型宽 B_s	设计吃水 T	计算			取值
			m	m	m	H= 1.4T	H= 1.5T	H= 1.6T	m
闸控航道	3	1200t 干散货船	64	10.8	2.9	4.06	4.35	4.64	4.5
闸控航道	3	1000t 油船	68	10.8	2.9	4.06	4.35	4.64	4.5
闸控航道	3	一顶 2×1000t 顶推船队	161	10.8	2.2	3.08	3.3	3.52	4
闸控航道	4	60TEU 内河 集装箱船	65	10.6	2.5	3.5	3.75	4	4
闸控航道	4	700t 干散货船	52	9.6	2.5	3.5	3.75	4	4
闸控航道	4	500t 油船	52	9.6	2.6	3.64	3.9	4.16	4
闸控航道	4	500t 自航驳+ 500t 顶推船队	100	10.8	2	2.8	3	3.2	4
闸控航道	5	30TEU 内河 集装箱船	49	9.8	2.2	3.08	3.3	3.52	3.5
闸控航道	5	400t 干散货船	42	7.5	2.1	2.94	3.15	3.36	3.5
闸控航道	5	300t 油船	42	8.2	2.2	3.08	3.3	3.52	3.5
闸控航道	6	200t 干散货船	32	6.2	1.9	2.66	2.85	3.04	3
闸控航道	6	200t 油船	40	7.1	1.9	2.66	2.85	3.04	3
闸控航道	7	50t 干散货船	25	5.5	1.6	2.24	2.4	2.56	2.5
开敞航道	2	一顶 2×2000t 顶推船队	161	15.8	2.9	4.06	4.35	4.64	4

直线段双线航道底宽									断面系数验算(直立断面时)				
B_s	L_c	β	航迹带宽度 BF	$(d1+d2+c)/BF$	各项安全距离之和 $d1+d2+c$	航道底宽计算值	航道底宽国标值	航道底宽取值	护岸前沿线与航道底边线距离	航道面宽	航道水深	设计最低通航水位以下断面面积	断面系数
m	m	度	m		m	m	m	m	m	m	m	m ²	
10.8	64	1.5	12.5	0.67	16.7	41.7	45.0	45.0	0.0	45.0	4.5	203	6.47
10.8	68	1.5	12.6	0.67	16.9	42.0	45.0	45.0	0.0	45.0	4.5	203	6.47
10.8	161	1.5	15.0	0.50	15.0	45.0	45.0	45.0	0.0	45.0	4	180	7.58
10.6	65	1.5	12.3	0.67	16.5	41.1	40.0	42.0	0.0	42.0	4	168	6.34
9.6	52	1.5	11.0	0.67	14.7	36.6	40.0	40.0	0.0	40.0	4	160	6.67
9.6	52	1.5	11.0	0.67	14.7	36.6	40.0	40.0	0.0	40.0	4	160	6.41
10.8	100	1.5	13.4	0.50	13.4	40.3	40.0	40.0	0.0	40.0	4	160	7.41
9.8	49	1.5	11.1	0.67	14.9	37.0	35.0	40.0	0.0	40.0	3.5	140	6.49
7.5	42	1.5	8.6	0.67	11.5	28.7	35.0	35.0	0.0	35.0	3.5	123	7.78
8.2	42	1.5	9.3	0.67	12.5	31.1	35.0	35.0	0.0	35.0	3.5	123	6.79
6.2	32	0	6.2	0.67	8.3	20.7	20.0	24.0	0.0	24.0	3	72	6.11
7.1	40	0	7.1	0.67	9.5	23.7	20.0	24.0	1.5	27.0	3	81	6.00
5.5	25	0	5.5	0.67	7.4	18.4	16.0	18.0	2.0	22.0	2.5	55	6.25
15.8	161	3	24.2	0.55	26.6	75.1	75.0	75.0	0.0	75.0	4.5	338	7.37

续表

	航道等级	代表船型、船队	代表船型、船队尺度			航道水深			
			长度 L_c	型宽 B_s	设计吃水 T	计算			取值
						m	m	m	
开敞航道	3	90TEU 内河集装箱船	72.7	12.6	2.8	3.92	4.2	4.48	4.5
开敞航道	3	1200t 干散货船	64	10.8	2.9	4.06	4.35	4.64	4.5
开敞航道	3	1000t 油船	68	10.8	2.9	4.06	4.35	4.64	4.5
开敞航道	3	一顶 2×1000t 顶推船队	161	10.8	2.2	3.08	3.3	3.52	4
开敞航道	4	60TEU 内河集装箱船	65	10.6	2.5	3.5	3.75	4	4
开敞航道	4	700t 干散货船	52	9.6	2.5	3.5	3.75	4	4
开敞航道	4	500t 油船	52	9.6	2.6	3.64	3.9	4.16	4
开敞航道	4	500t 自航驳 + 500t 顶推船队	100	10.8	2	2.8	3	3.2	4
开敞航道	5	30TEU 内河集装箱船	49	9.8	2.2	3.08	3.3	3.52	3.5
开敞航道	5	400t 干散货船	42	7.5	2.1	2.94	3.15	3.36	3.5
开敞航道	5	300t 油船	42	8.2	2.2	3.08	3.3	3.52	3.5
开敞航道	6	200t 干散货船	32	6.2	1.9	2.66	2.85	3.04	3
开敞航道	6	200t 油船	40	7.1	1.9	2.66	2.85	3.04	3
开敞航道	7	50t 干散货船	25	5.5	1.6	2.24	2.4	2.56	2.5

直线段双线航道底宽									断面系数验算(直立断面时)				
B_s	L_c	β	航迹带宽度 BF	$(d1+d2+c)/BF$	各项安全距离之和 $d1+d2+c$	航道底宽计算值	航道底宽国标值	航道底宽取值	护岸前沿线与航道底边线距离	航道面宽	航道水深	设计最低通航水位以下断面面积	断面系数
m	m	度	m		m	m	m	m	m	m	m	m ²	
12.6	72.7	3	16.4	0.80	26.2	59.1	60.0	60.0	0.0	60.0	4.5	270	7.65
10.8	64	3	14.1	0.80	22.6	50.9	60.0	60.0	0.0	60.0	4.5	270	8.62
10.8	68	3	14.4	0.80	23.0	51.7	60.0	60.0	0.0	60.0	4.5	270	8.62
10.8	161	3	19.2	0.55	21.1	59.6	60.0	60.0	0.0	60.0	4	240	10.10
10.6	65	3	14.0	0.75	21.0	49.0	50.0	50.0	0.0	50.0	4	200	7.55
9.6	52	3	12.3	0.80	19.7	44.4	50.0	50.0	0.0	50.0	4	200	8.33
9.6	52	3	12.3	0.80	19.7	44.4	50.0	50.0	0.0	50.0	4	200	8.01
10.8	100	3	16.0	0.55	17.6	49.7	50.0	50.0	0.0	50.0	4	200	9.26
9.8	49	3	12.4	0.80	19.8	44.5	40.0	45.0	0.0	45.0	3.5	158	7.31
7.5	42	3	9.7	0.80	15.5	34.9	40.0	40.0	0.0	40.0	3.5	140	8.89
8.2	42	3	10.4	0.80	16.6	37.4	40.0	40.0	0.0	40.0	3.5	140	7.76
6.2	32	2	7.3	0.67	9.8	24.4	30.0	30.0	1.0	32.0	3	96	8.15
7.1	40	2	8.5	0.67	11.4	28.4	30.0	30.0	1.0	32.0	3	96	7.12
5.5	25	2	6.4	0.67	8.5	21.3	24.0	24.0	1.0	26.0	2.5	65	7.39

由上表可见：

1 闸控航道：航道水深取 $1.6T$ 、航道底宽按航行漂角取 1.5° (Ⅵ、Ⅶ级取 0°) 和各项安全距离之和 d_1+d_2+C 取 0.5 倍 \sim 0.67 倍航迹带宽度计算、直立式断面的航道面宽在航道底宽基础上适当加宽，直立式断面的断面系数刚好超过 6 ，说明按本规范确定的航道水深、航道底宽和断面系数三者是协调的、合适的。

2 开敞航道：航道水深取 $1.6T$ 、航道底宽按航行漂角取 3° (Ⅵ、Ⅶ级取 2°) 和各项安全距离之和 d_1+d_2+C 取 0.55 倍 \sim 0.8 倍航迹带宽度计算、直立式断面的航道面宽在航道底宽基础上适当加宽，直立式断面的断面系数刚好超过 7 ，说明按本规范确定的航道水深、航道底宽和断面系数三者是协调的、合适的。

另外，与欧洲典型限制性航道断面尺度(根据国标《内河通航标准》GBJ 139—90)相比，也是合适的。

欧洲典型限制性航道断面尺度

航 道	长度 km	面宽 m	底宽 m	航宽 m	边坡	航道 水深 m	n 值	船型尺度 m	H/T
中德运河	310	53	28.5	39	1:3 ~4	4.0	7	自航驳 80×9.5×2.5	1.60
莱茵-美因 -多瑙河	677	55	31	40	1:3	4.0、 4.25	6.2、 7.4	顶推船队 183×11.4×2.5	1.70
易北河 -侧运河	115	53	26、 29	35、 41	1:3	4.5	7	自航驳 80×9.5×2.5	1.80
艾伯特 运河(北)	130	102	75	87	1:3	4.5~ 5.5	7.2	顶推船队 185×22.8×2.5	1.80

4.3.4 第 1、2 款引用国标《内河通航标准》(GB 50139)，第 3 款为本规范新增。

4.3.5 式(4.3.3)引自《航道整治工程技术规范》(JTJ 312)。

弯道转角大时,存在显著的弯道环流现象,流态复杂,同时船舶航速大时存在显著的离心力,这两个因素都会使得船舶偏离航道,容易引发安全事故。为确保船舶安全通过弯道,对于急弯和设计航速大的弯道加宽值提出宜通过船舶实船航行或模型试验确定的规定。

5 航道选线与布置

5.1 一般规定

5.1.2 航道选线方式一般包括直接利用现有河道、拓宽现有河道、局部切滩和航道改线等,航道改线包括利用其他现有河道拓宽和实地开挖。

5.3 航道平面和断面布置

5.3.3 对所有航道的平面布置作出了规定。

对于航道中心线两个反向弯道之间的要求,江苏实际操作按航道中心线两个反向弯道之间直线段长度不小于 200m 控制,《航道整治工程技术规范》(JTJ 312)规定“两组反向曲线之间直线过渡段长度应大于设计顶推船队长度”。

航道征地范围线布置应能满足航道建设运行和防汛通道设置需要,同一侧航道护岸前沿线与航道征地范围线之间的最小距离不小于 6m。

5.3.4 对已有航道水系蓝线的航道平面布置作出进一步规定。其余说明参见第 2.0.23~2.0.27 条条文说明。

5.3.5 本条根据交通部《长江三角洲高等级航道网建设有关技术问题的暂行规定》,结合上海市特点编写。复合式指由部分直立和部分斜坡组合形成的断面型式。

6 船 闸

6.1 一般规定

6.1.2 本条根据《内河通航标准》(GB 50139)第 4.2.1 条编制,鉴于上海内河限制性航道缺乏设置锚泊地的水域条件,多采用带缆停靠方式,因此将锚泊地改为候闸区。

另外,上海属于河网地区,低等级航道数量众多,其中相当部分有通航需求但通航密度不高,为此结合引排水工程,建设了相当数量的套闸。套闸具有过船、挡水、引排水等功能,一般由上下游两个闸首、中间闸室和必要的引航道组成,在引排水时段不通航,在通航时段不引排水。建议套闸的规划、建设和管理遵循以下原则:

- 1)套闸仅适用于通航密度不高的Ⅶ级航道和等外航道;
- 2)套闸参照船闸的有关规定执行。

6.2 船闸规模

6.2.1 本条引用《内河通航标准》(GB 50139)。

6.2.2 本条规定船闸有效尺度取计算值和《内河通航标准》的大值。船闸有效长度计算公式在《船闸总体设计规范》(JTJ 305)基础上作了适当修改。

船闸有效长度宜大于代表船队的长度,以满足代表船队不经解队直接进出需要,从而加快船队进出闸速度,提高船闸的运行效率和通过能力。

7 停泊区、服务区

7.1 一般规定

7.1.1~7.1.3 条文及用词根据交通部《长江三角洲高等级航道网建设有关技术问题的暂行规定》，结合赵家沟航道整治工程、大芦线航道整治工程、上海市检查站的停泊区、服务区设计情况编制。规范吸收和借鉴了浙江省《内河航道服务区总体设计规范》的成果。

7.2 停泊区、服务区选址

7.2.2 相关规定有《上海市饮用水水源保护条例》等。

7.3 停泊设施

7.3.2 鉴于上海内河航道的水流流速总体较小，沿线土地资源稀缺，水域拓宽困难，顺岸停靠 1 档船舶时，停泊水域宽度取代表船型型宽的 1 倍，停泊水域边线与航道边线的净距（即连接水域宽度），不小于该航道代表船型型宽的 1 倍。

7.4 服务设施

7.4.2 参照《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB 50156—2002）编制。

7.4.3 服务区的平面布置和建设应符合相关规范和标准。

8 航道护岸

8.2 护岸结构

8.2.1~8.2.2 条文参照《重力式码头设计与施工规范》(JTS 167-2)、《港口及航道护岸工程设计与施工规范》(JTJ 300),结合上海市内河航道建设经验编制。

8.2.3 根据上海航道整治经验,对护岸结构型式提出了推荐性意见。螺母块护坡抵御船行波效果差,在船行波作用范围内建议不采用。墙身全部为浆砌块石的挡土墙密实度和临水面砂浆勾缝质量难以保证,耐久性较差,且江苏、浙江地区石料资源越来越紧张,对于Ⅱ~Ⅳ级航道的永久性护岸不宜采用。

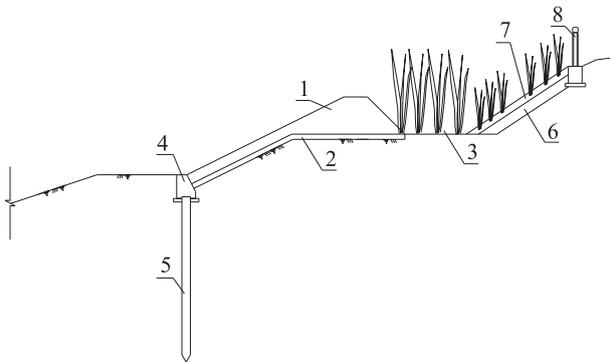
8.2.6 根据上海地区“十一五”期间已经实施的几条高等级航道生态护岸建设情况及取得的效果,生态护岸建设的总体原则应遵循以满足护岸基本功能为前提,适应航道水流、船行波作用,一定程度上优化河道滨岸带生态环境,改善生态条件,且能满足通航安全及航运管理的相关要求。

1 根据航道建设条件和通航环境条件,对于航道面宽或土地资源受限的航段,宜结合亲水性、改善护岸前后的水土交换条件等要求,采用直立式、半直立式、阶梯式生态护岸结构;对于河面宽阔或土地资源相对宽松的航段,宜兼顾结合河道滨岸带生物演替、生态系统恢复及河道水质改善等要求,采用全斜坡式、带生态水槽的复合式生态护岸结构;介于上述两者之间的其它航段,可结合实际情况,采用直立、斜坡、阶梯等组合式生态护岸结构。总体平面布置上,需与周边环境功能相协调。

2 生态护岸结构及构造宜减少钢筋混凝土、浆砌块石等“硬质”墙体结构。当不可避免时,可通过墙身增加透水孔、墙后设置多孔隙过渡棱体等措施,弱化“硬质”墙体结构对生态环境的不利影响。植草砌块、石笼、生态水槽等相对“软质”的材料和护岸结构型式,在上海内河航道生态护岸建设中积累了一定的经验,且取得了较好的效果,但还需要经过更长时间的观测。因此,对于新型的建筑材料及生态护岸结构,还宜结合不同的航道环境条件,在试验研究的基础上,优选效果好、质量及技术可靠的材料及结构设计方案。

3 生态护岸的植物选择宜多方面研究后综合确定,需尤其重视植物的生存条件和成活效果。水位变动区和船行波作用范围内的水生植物和湿生植物品种选择应充分考虑船行波、水流冲刷破坏等影响;水域到陆域扩展范围宜选择耐水湿性和耐盐碱性的草本植物和乔、灌木等陆缘植物品种,并有效结合野生自然植物的恢复,营造层次丰富的河岸生态景观。

4 受经济发展水平、航道沿线居民整体素质及人为破坏等因素影响,生态护岸的效果有时可能达不到预期的目标,且生态护岸的养护管理可能涉及不同行业主管部门的职能、经费安排等问题,在生态护岸研究设计时,应充分注意后期的养护管理问题,以保障生态护岸效果的可持续性。



某航道生态护岸结构型式图

- 1—透水防浪结构；2—反滤层；3—生态水槽；4—镇脚；
5—镇脚桩；6—垫层；7—护坡；8—护栏

8.2.11~8.2.12 近年来,护岸对周边已有建筑物和设施的影响已成为人们所关注的问题。护岸对周边已有建筑物和设施的影响主要体现在沉桩施工的挤土效应、震动影响引起的建筑物变形、裂缝,以及基槽开挖时土体变形引起的建筑物变形。通过多年的工程实践,在航道建设方面已积累了丰富的经验。另外,上海《地基基础设计规范》(DGJ08—11—2010)、《基坑工程技术规范》(DG/TJ08—61—2010)也提供了很好的参考。为此,根据上海航道建设经验,并参照上海市《地基基础设计规范》(DGJ08—11—2010)、《基坑工程技术规范》(DG/TJ08—61—2010)等规范,作了相应规定。

1 周边环境允许的护岸变形控制指标

周边环境允许的护岸变形控制指标是为航道工程建设方和周边建筑物、设施方提供量化依据,避免由于缺乏量化数据导致的争议。

根据上海市《基坑工程技术规范》(DG/TJ08—61—2010),周

边已有建筑物的变形量和基坑位移、基坑外地表沉降密切相关，而这又和它与基坑之间距离/挡土高度之比密切相关。当周边环境没有明确的变形控制标准时，可根据基坑的环境保护等级确定基坑变形的设计控制指标：当围护结构与后方已有建筑物、构筑物之间的净距大于 2 倍挡土高度时，围护结构位移不应大于基坑深度的 0.7%；当围护结构与后方已有建筑物、构筑物之间的净距大于 1 倍、小于等于 2 倍基坑深度时，围护结构位移不应大于基坑深度的 0.3%；当围护结构与后方已有建筑物、构筑物之间的净距小于等于 1 倍基坑深度时，围护结构的位移不应大于基坑深度的 0.18%。因此，本规范参照上海市《基坑工程设计规范》(DG/TJ08-61-2010)关于不同基坑等级、不同周边环境条件下围护结构允许位移的有关规定提出周边环境允许的护岸变形控制指标。

2 沉桩影响方面

工程实践经验表明，桩基密集(中心间距小于 3 倍桩径)、桩径较大(桩径大于 300mm)情况如前板桩高桩承台护岸，若采用挤土桩，对周边建筑物挤土效应明显；桩基较为稀疏(中心间距大于等于 3 倍桩径)、桩径较小(桩径小于等于 300mm)情况如桩基 L 型挡土墙护岸，挤土桩对周边建筑物挤土效应很小。

根据《桩基工程手册》，挤土包括土体的侧向位移和隆起，在粘性土地基中，土体的侧向位移和隆起在沉桩区及附近 10 倍~15 倍桩径范围达到较大值，并随距离的增大而逐渐减小，影响范围约为 1 倍桩基入土深度。

上海市《地基基础设计规范》(DGJ08-11-2010)规定，考虑振动和挤土的综合作用后，沉桩监测的最大范围为 1.5 倍桩基入土深度，适用于陈旧的三层以下砌体结构房屋，采用条基的建筑

物等的沉桩监测范围为 1 倍桩基入土深度,采用筏基、箱基的建筑物的沉桩监测范围为 0.5 倍桩基入土深度。

综合以上规定,本规范作出规定。

3 基槽开挖支护方面

上海地区护岸基槽开挖深度普遍小于 4m,基槽开挖底边线之间与建筑物、构筑物的净距大多大于等于 3 倍基槽开挖深度,普遍采用一级放坡开挖方式施工;当基槽开挖底边线之间与建筑物、构筑物的净距介于 2 倍~3 倍基槽开挖深度时,一般采用一排槽钢或原木桩支护;当建筑物、构筑物与基槽开挖底边线之间的净距介于 1 倍~2 倍基槽开挖深度且基槽开挖深度小于等于 4m 时,一般采用单排无支撑的型钢水泥土搅拌桩或钢板桩支护。根据《基坑工程技术规范》(DG/TJ08-61-2010),基坑开挖深度不超过 4m 时,可采用一级放坡的开挖方式;对于较重要的市政管线、采用天然地基或短桩基础的建筑物等,监测范围为 2 倍基槽开挖深度;对于优秀历史建筑、有精密仪器与设备的厂房、其他采用天然地基或短桩基础的重要建筑物、轨道交通设施、隧道、防汛墙、原水管、自来水管、煤气总管、共同沟等重要建筑物或设施,监测范围为 4 倍基槽开挖深度;对于板式支护体系,基槽开挖的主要影响范围为 0 倍~2 倍基槽开挖深度,其次影响范围为 2 倍~3 倍基槽开挖深度,3 倍基槽开挖深度处影响约 5%,最大影响范围为 4 倍。其他情况支护的设计可参照上海市《基坑工程技术规范》(DG/TJ08-61-2010)执行。

护岸施工前、施工期间和完工对有关建筑物和设施的监测具体可参照上海市《基坑工程技术规范》(DG/TJ08-61-2010)和《基坑工程施工监测规程》(DG/TJ08-2001)执行。

需要指出的是,护岸施工和建成后不应影响周边已有建筑物

和设施的结构安全是指护岸施工和建成后对周边已有建筑物和设施的结构安全影响程度不超过相关规范规定。

8.2.13 护岸墙后基槽回填质量关系到护岸的整体稳定、渗透稳定、结构内力和变形。本条根据上海市内河航道建设经验作出规定。

8.3 船行波对护岸的影响及措施

8.3.1 船行波是护岸结构设计的重要参数。由于船行波与船型、航速、护岸结构有关,现有船行波公式尚难以准确反映,尤其是设计航速较大时,另外植物在船行波作用的安全性是生态护岸设计需要解决的核心问题,尚无经验可循。因此本规范要求设计航速较大航道的护岸、特别重要的护岸,以及尚未经过工程实践检验的新型生态护岸,宜在计算的基础上,通过正态物理模型试验验证确定设计船行波波要素、波浪爬高,以及各特征点的越浪量、波压力。

8.3.2 生态护岸设置可靠的消浪、挡浪结构的目的是有效减小越浪波高和越浪量,防止越浪对水生植物造成损坏。

9 航道疏浚、开挖

9.1 一般规定

9.1.1 本章所称的航道疏浚是指护岸前沿线之间水下土方的疏浚,航道开挖是指护岸前沿线之间水上土方的开挖,不包括护岸基槽开挖中的土方开挖,护岸基槽开挖的规定见第8章。

9.1.3 根据上海地区的内河航道建设经验,航道疏浚工程采用断面测量法是比较合适的,而《水运工程测量规范》(JTJ 203)未对内河航道断面测量提出针对性的要求,本次规范编制补充了该内容。当河道断面形态较为单一、水下地形变化较小时,测量断面间距可取大值,反之应取小值。天然河流航道的弯道附近往往存在明显的凹岸冲刷问题,采用水下地形测量方法。当河道岸坡因水流、船行波等作用,沿岸冲刷、坍塌现象比较普遍时,沿岸冲刷坍塌区应进行局部水下地形平面测量,测点网格间距不宜大于2m。

9.2 疏浚、开挖边坡及工程量

9.2.4~9.2.5 由于内河航道的条件不同于外海,因此不宜直接套用《疏浚工程技术规范》的计算超深、超宽。本规范根据内河航道的特点和上海地区工程实践的经验,对计算超深、超宽作出了规定。允许超宽、超深是为了确保护岸及临河建筑物的安全,根据上海地区工程实践经验作出的规定。

另外,维护性航道疏浚工程应以不影响两岸已有建筑物和设施的安全为原则,根据航道维护的不同要求和可实施性,综合确

定计算超深、计算超宽、允许超深、允许超宽,必要时可采用允许欠宽、允许欠深值。

9.3 疏浚、开挖工艺

9.3.3 根据上海市内河航道规划,涉及多条内河航道需要干地开挖形成。从实施效果来看,在水下疏浚和泥驳运泥条件较差的航段,干地开挖工艺更为适用,但如果施工不当,会引发许多问题。因此,本规范根据上海地区多条内河航道干地开挖经验和上海市《基坑工程技术规范》(DG/TJ08-61-2010),针对性的提出了干地开挖工艺的要求。

9.4 疏浚、开挖土管理

9.4.1 根据即将发布的交通运输部《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS B. 3. Z2. 2-5)(送审稿),疏浚、开挖土管理方式包括利用、处置和处理。

结合上海内河航道建设条件和特点,疏浚、开挖土基本属于清洁疏浚、开挖土,一般采用利用方式,利用方式一般包括作为工程自身或其他工程的回填土料、作为工程自身或其他工程的绿化土、作为空心砖土料等。当不具备利用条件时,采用处置方式,处置方式一般包括外抛至指定抛泥区、在泥土处理区临时堆放等。

当疏浚、开挖土属于污染疏浚、开挖土时,应采取处理方式,以减少、清除或稳定疏浚土中的污染物,处理方式包括预处理、物理工艺处理、化学工艺处理、生物工艺处理、热工艺处理等。

10 助航与航道信息化设施

10.2 助航设施

10.2.5 内河航道的有关信息可包括航道尺度、水上过河建筑物通航净空尺度、设计最低通航水位、设计最高通航水位、通航气象条件与气象信息、设计航速、施工对通航的影响、通行控制信息、停泊服务信息。

11 管理设施

11.1 一般规定

11.1.1~11.1.4 管理设施设计尚应符合交通部《内河航道维护技术规范》(TJT 287)、国务院《中华人民共和国航道管理条例》、交通运输部《中华人民共和国航道管理条例实施细则》。

11.2 海事站点

11.2.1~11.2.2 海事站点是水上交通安全监督管理的基层执法单位,根据所管辖水域内管理工作量的大小而确定规模等级。建设要求按照上海市地方海事局沪地海装备[2009]79号文发布的《上海市地方海事局站点建设及装备配置标准》和上海市地方海事局沪地海监察[2011]2号文发布的《上海市地方海事(航务)系统政务中心外观形象、标志及内部设置标准》执行。省际检查站属于海事站点的一种。

11.3 航道管理站

11.3.1~11.3.3 按照《中华人民共和国航道管理条例实施细则》的有关规定配置航道管理站,其等级和数量可依据所管辖的航道情况配置。

12 沿河、过河建筑物

12.1 一般规定

12.1.1 本条根据《内河通航标准》(GB 50139—2012)报批稿的精神编制。

另外,上海地区等外航道数量众多,现行规范缺少对等外航道上水上、水下过河建筑物通航尺度的规定,无法满足建设、管理需要。同时,尽管随着船舶的大型化,等外航道的货运功能逐渐减弱,但随着城市化进程的推进和人民生活水平的提高,内河游艇休闲从无到有、逐渐发展,四通八达的等外航道的游艇通航功能日渐重要。因此,建议等外航道上的水上、水下过河建筑物的通航尺度遵循以下原则:

1 水上过河建筑物的通航净高一般不小于 3m,条件困难时不小于 2.5m,且梁底高程不低于 6.0m(上海市吴淞零点)。

2 水上过河建筑物的通航净宽:参照上海市水务局发布的《上海市跨、穿、沿河构筑物河道管理技术规定》,规划航道面宽小于等于 22m 的等外航道,水上过河建筑物一跨过河,规划航道面宽大于 22m 的等外航道,通航净宽不小于 16m。

3 水下过河建筑物在航道两岸陆域建筑控制线之间的顶部设置深度按Ⅶ级航道执行。

12.2 水上过河建筑物

12.2.1~12.2.3 根据《内河通航标准》(GB 50139)的相关内容结合上海市航道特点编写,按共性要求、非限制性航道要求、限制

性航道要求,以及不同情况重新梳理。

1 水上过河建筑物与通行控制航段的安全距离,开敞航道流速较大,且存在双向水流,不得小于航道代表船型顶推船队的 3 倍或货船长度的 4 倍,闸控航道流速很小,不得小于航道代表船型顶推船队的 2 倍或货船长度的 3 倍。

2 水上过河建筑物与装卸码头、停泊区码头和锚地的安全距离,开敞航道流速较大,且存在双向水流,不得小于码头设计船型顶推船队的 3 倍或货船长度的 4 倍、拖带船队长度的 2 倍,闸控航道流速很小,不得小于码头设计船型顶推船队的 2 倍或货船长度的 3 倍、拖带船队长度的 1.5 倍。

3 转角 $\leq 15^\circ$ 的航段,以及弯曲半径大于等于航道代表船型顶推船队长度的 6 倍或货船长度、拖带船队最大单船长度 12 倍的航段属于顺直微弯航段,不属于本规范第 12.2.2~12.2.3 条所指的弯道。上海地区岸线和土地资源十分宝贵,因此,对弯道及其附近、航道交汇口及其附近、停泊区码头及其附近、装卸码头及其附近的水上过河建筑物主要通过一孔跨过通航水域解决。

4 对于闸控航道,在通航孔相互对应的前提下,两过河建筑物间边缘距离,经论证,可适当加大,一般不超过航道代表船型顶推船队的 1 倍或货船长度的 2 倍。根据《内河通航标准》(GB 50139—2012)报批稿,多座水上过河建筑物靠近布置时,将产生“巷道效应”,对通航安全构成影响。对第 3 座靠近布置的水上过河建筑物,本次修订在原标准规定的基础上,还要求加大通航孔跨度并对应布置或采用一孔跨过通航水域。

5 水上过河建筑物轴线的法线方向与水流流向的交角,是指在不同的水位期可能出现的最大交角,对开敞航道应同时考虑径流或潮流可能产生的最大交角。

12. 2. 4~12. 2. 5

1 II~IV级航道水上过河建筑物通航净宽 B_m 范围内通航净高不应小于 7m,是根据交通部文件交水发[2005]27号《关于发布〈长江三角洲高等级航道网建设有关技术问题的暂行规定〉的通知》编制的。

2 非限制性航道的通航净宽

《内河通航标准》(GB 50139—2004)规定先按公式计算,若小于《内河通航标准》(GB 50139—2004)表 5. 2. 2—1,则按该表执行。测算表明,《内河通航标准》(GB 50139—2004)表 5. 2. 2—1规定的单孔双向通航净宽是以顶推船队、航行漂角 6° 、横向流速 0. 3m/s(Ⅲ级航道)、0. 2m/s(Ⅳ级航道)为条件的计算值。

基于以下考虑,本规范规定按附录 D 的方法计算确定通航净宽,当单孔双向通航净宽的计算值超过航道规划面宽时,按航道规划面宽取值(若航道按规划航道等级整治的航道实施面宽小于航道规划面宽时,可按航道实施面宽取值),而不把《内河通航标准》(GB 50139—2004)表 5. 2. 2—1 规定值作为最小值:

- 1) 上海地区闸控航道基本无横流,船舶或船队航行漂角减小为 $3^\circ\sim 4^\circ$ (II~V级)、 $1.5^\circ\sim 2^\circ$ (VI~VII级),横向流速取 0. 1m/s。
- 2) 上海地区开敞航道的航道面宽、纵向流速相对于长江等河道较小,相应横流也较小,且各航道条件也存在差异,不宜统一取横向流速 0. 3m/s(Ⅲ级航道)、0. 2m/s(Ⅳ级航道)作为最小值。
- 3) 上海市许多非限制性航道规划面宽窄,若按《内河通航标准》(GB 50139)表 5. 2. 2—1 规定值执行或规定最小值,通航净宽往往会超过航道规划面宽,不尽合理。

3 限制性航道的通航净宽:《内河通航标准》(GB 50139—2004)是基于限制性航道的宽度按满足船舶航行的最小宽度、桥梁一孔跨过通航水域这一假定,统一确定了桥梁净空尺度,但实际情况不一定这样。本规范参照《内河通航标准》(GB 50139—2004)中通航净空尺度与航道底宽的相互关系,根据实际航道底宽的取值调整确定:通航净宽 B_m 以设计的航道底宽 B 为基础增加富裕值的原则确定,富裕值为《内河通航标准》(GB 50139—2004)中的通航净宽 B_m 与航道底宽 B 的差值,同时规定当通航净宽计算值大于航道规划面宽时取航道规划面宽(若航道按规划航道等级整治的航道实施面宽小于航道规划面宽时,可按航道实施面宽取值)。

4 针对本规范各级航道的代表船型,分别按本规范限制性航道及非限制性航道、《内河通航标准》(GB 50139—2004)的限制性航道及天然河流航道,对闸控航道、开敞航道(含大治河闸内航道、赵家沟闸内航道、平申线航道三条典型航道)的通航净宽和通航孔两侧桥墩净距进行了测算,结果见下表。

水上过河建筑物通航

	航道等级	代表船型、船队	船舶尺度		桥墩参数		航道面宽	限制性航道 (按本规范表 12.2.5)		限制性航道 (按《内河通航标 准》)		β 度
			B_s	L_c	桥墩宽度	两侧桥墩紊流宽度		通航净空宽度 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	通航净空宽度 B_m	通航孔两侧桥墩净距	
大治河 闸内航道	3	90TEU 内河 集装箱船	12.6	72.7	12	10.0	102	79.0	89.0	60.0	70.0	4
大治河 闸内航道	3	一顶 2×1000t 顶推船队	10.8	161	12	10.0	102	79.0	89.0	60.0	70.0	4
赵家沟 闸内航道	3	90TEU 内河 集装箱船	12.6	72.7	9	9.0	85	65.0	74.0	60.0	69.0	
赵家沟 闸内航道	3	一顶 2×1000t 顶推船队	10.8	161	9	9.0	85	65.0	74.0	60.0	69.0	
平申线上 游段航道	4	60TEU 内河 集装箱船	10.6	65	9	14.0	70	70.0	84.0	55.0	69.0	
平申线上 游段航道	4	500t 自航驳+ 500t 顶推船队	10.8	100	9	14.0	70	70.0	84.0	55.0	69.0	
平申线下 游段航道	4	60TEU 内河 集装箱船	10.6	65	12	17.0	185					6
平申线下 游段航道	4	500t 自航驳+ 500t 顶推船队	10.8	100	12	17.0	185					6
闸控航道	2	一顶 2×2000t 顶推船队	15.8	161	9	9.0		70.0	79.0	60.0	69.0	3
闸控航道	3	90TEU 内河 集装箱船	12.6	72.7	7	8.0		65.0	73.0	60.0	68.0	3
闸控航道	3	1200t 干散货船	10.8	64	7	8.0		60.0	68.0	60.0	68.0	3

净宽计算比较表

非限制性航道通航净宽 (按本规范附录 D)						天然河流航道通航净宽计算值 (按《内河通航标准》)						通航 净宽取值		备注	
BF	船舶或队与侧墩间富宽度 ΔB_m	下行船舶或队航距 P_d	上行船舶或队航距 P_u	通航净宽 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	β	BF	船舶或队与侧墩间富宽度 ΔB_m	下行船舶或队航距 P_d	上行船舶或队航距 P_u	通航净宽 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	通航净宽 B_m 取值 (超过道宽时取宽)	通航孔两侧桥墩净距 (超过道宽时取宽)	
m	m	m	m	m	m	度	m	m	m	m	m	m	m	m	
17.7	10.6	8.0	6.8	73.3	83.3								79.0	89.0	限制性 航道
22.0	13.2	9.0	7.7	84.7	94.7								79.0	89.0	限制性 航道
													65.0	85.0	限制性 航道
													65.0	85.0	限制性 航道
													70.0	70.0	限制性 航道
													70.0	70.0	限制性 航道
17.4	10.4	10.0	8.5	74.3	91.3	6	17.4	10.4	10.0	8.5	74.3	91.3	75.0	92.0	非限制 性航道
21.3	12.8	10.0	8.5	84.6	101.6	6	21.3	12.8	10.0	8.5	84.6	101.6	85.0	102.0	非限制 性航道
24.2	14.5	10.0	8.5	97.3	106.3										
16.4	9.8	8.0	6.8	70.1	78.1										
14.1	8.5	8.0	6.8	62.4	70.4										

续表

	航道等级	代表船型、船队	船舶尺度		桥墩参数		航道面宽	限制性航道(按本规范表12.2.5)		限制性航道(按《内河通航标准》)		β
			B_s	L_c	桥墩宽度	两侧桥墩紊流宽度		通航净空宽度 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	通航净空宽度 B_m	通航孔两侧桥墩净距	
闸控航道	3	1000t 油船	10.8	68	7	8.0		60.0	68.0	60.0	68.0	3
闸控航道	3	一顶 2×1000t 顶推船队	10.8	161	7	8.0		60.0	68.0	60.0	68.0	3
闸控航道	4	60TEU 内河集装箱船	10.6	65	5	6.0		57.0	63.0	55.0	61.0	3
闸控航道	4	700t 干散货船	9.6	52	5	6.0		55.0	61.0	55.0	61.0	3
闸控航道	4	500t 油船	9.6	52	5	6.0		55.0	61.0	55.0	61.0	3
闸控航道	4	500t 自航驳+500t 顶推船队	10.8	100	5	6.0		55.0	61.0	55.0	61.0	3
闸控航道	5	30TEU 内河集装箱船	9.8	49	3	4.0		50.0	54.0	45.0	49.0	3
闸控航道	5	400t 干散货船	7.5	42	3	4.0		45.0	49.0	45.0	49.0	3
闸控航道	5	300t 油船	8.2	42	3	4.0		45.0	49.0	45.0	49.0	3
闸控航道	6	200t 干散货船	6.2	32	2	3.0		34.0	37.0	30.0	33.0	1.5
闸控航道	6	200t 油船	7.1	40	2	3.0		34.0	37.0	30.0	33.0	1.5
闸控航道	7	50t 干散货船	5.5	25	1	2.0		27.0	29.0	25.0	27.0	1.5
开敞航道	2	一顶 2×2000t 顶推船队	15.8	161	12	14.0		85.0	99.0	60.0	74.0	6

非限制性航道通航净宽 (按本规范附录 D)						天然河流航道通航净宽计算值 (按《内河通航标准》)							通航 净宽取值		备注
BF	船舶或两桥墩间富裕宽度 ΔB_m	下行船舶偏航距 P_d	上行船舶偏航距 P_u	通航净宽 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	β	BF	船舶或两桥墩间富裕宽度 ΔB_m	下行船舶偏航距 P_d	上行船舶或船队偏航距 P_u	通航净宽 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	通航净宽 B_m 取值 (超航道宽面取宽)	通航孔侧墩净距 (超航道宽面取宽)	
m	m	m	m	m	m	度	m	m	m	m	m	m	m	m	
14.4	8.6	8.0	6.8	62.9	70.9										
19.2	11.5	8.0	6.8	75.6	83.6										
14.0	8.4	8.0	6.8	61.8	67.8										
12.3	7.4	8.0	6.8	56.4	62.4										
12.3	7.4	8.0	6.8	56.4	62.4										
16.0	9.6	8.0	6.8	67.3	73.3										
12.4	7.4	8.0	6.8	56.7	60.7										
9.7	5.8	8.0	6.8	47.5	51.5										
10.4	6.2	8.0	6.8	50.0	54.0										
7.0	3.5	8.0	6.8	38.6	41.6										
8.1	4.1	8.0	6.8	42.3	45.3										
6.2	3.1	5.0	4.3	30.1	32.1										
32.6	19.6	15.0	12.8	128.4	142.4	6	32.6	19.6	10.0	8.5	119.1	133.1			

续表

	航道等级	代表船型、船队	船舶尺度		桥墩参数		航道面宽	限制性航道(按本规范表12.2.5)		限制性航道(按《内河通航标准》)		β
			B_s	L_c	桥墩宽度	两侧桥墩紊流宽度		通航净空宽度 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	通航净空宽度 B_m	通航孔两侧桥墩净距	
开敞航道	3	90TEU内河集装箱船	12.6	72.7	9	12.0		75.0	87.0	60.0	72.0	6
开敞航道	3	1200t干散货船	10.8	64	9	12.0		75.0	87.0	60.0	72.0	6
开敞航道	3	1000t油船	10.8	68	9	12.0		75.0	87.0	60.0	72.0	6
开敞航道	3	一顶2×1000t顶推船队	10.8	161	9	12.0		75.0	87.0	60.0	72.0	6
开敞航道	4	60TEU内河集装箱船	10.6	65	7	10.0		65.0	75.0	55.0	65.0	6
开敞航道	4	700t干散货船	9.6	52	7	10.0		65.0	75.0	55.0	65.0	6
开敞航道	4	500t油船	9.6	52	7	10.0		65.0	75.0	55.0	65.0	6
开敞航道	4	500t自航驳+500t顶推船队	10.8	100	7	10.0		65.0	75.0	55.0	65.0	6
开敞航道	5	30TEU内河集装箱船	9.8	49	5	8.0		55.0	63.0	45.0	53.0	6
开敞航道	5	400t干散货船	7.5	42	5	8.0		50.0	58.0	45.0	53.0	6
开敞航道	5	300t油船	8.2	42	5	8.0		50.0	58.0	45.0	53.0	6
开敞航道	6	200t干散货船	6.2	32	3	6.0		40.0	46.0	30.0	36.0	3
开敞航道	6	200t油船	7.1	40	3	6.0		40.0	46.0	30.0	36.0	3
开敞航道	7	50t干散货船	5.5	25	2	4.0		33.0	37.0	25.0	29.0	3

非限制性航道通航净宽 (按本规范附录 D)						天然河流航道通航净宽计算值 (按《内河通航标准》)							通航 净宽取值		备注
BF	船舶或队与侧墩间富宽 ΔB_m	下行船舶偏航距 P_d	上行船舶偏航距 P_u	通航净宽 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	β	BF	船舶或队与侧墩间富宽 ΔB_m	下行船舶偏航距 P_d	上行船舶或船队偏航距 P_u	通航净宽 B_m 计算值	通航孔两侧桥墩净距	通航净宽 B_m 值(超过航道面时取宽)	通航孔侧墩净距(超过航道面时取宽)	
m	m	m	m	m	m	度	m	m	m	m	m	m	m	m	
20.2	12.1	10.0	8.5	83.6	95.6	6	20.2	12.1	10.0	8.5	83.6	95.6			
17.5	10.5	10.0	8.5	74.8	86.8	6	17.5	10.5	10.0	8.5	74.8	86.8			
17.9	10.7	10.0	8.5	75.9	87.9	6	17.9	10.7	10.0	8.5	75.9	87.9			
27.6	16.6	10.0	8.5	101.1	113.1	6	27.6	16.6	10.0	8.5	101.1	113.1			
17.4	10.4	10.0	8.5	74.3	84.3	6	17.4	10.4	10.0	8.5	74.3	84.3			
15.0	9.0	10.0	8.5	67.2	77.2	6	15.0	9.0	10.0	8.5	67.2	77.2			
15.0	9.0	10.0	8.5	67.2	77.2	6	15.0	9.0	10.0	8.5	67.2	77.2			
21.3	12.8	10.0	8.5	84.6	94.6	6	21.3	12.8	10.0	8.5	84.6	94.6			
14.9	9.0	10.0	8.5	67.1	75.1	6	14.9	9.0	10.0	8.5	67.1	75.1			
11.9	7.1	10.0	8.5	56.9	64.9	6	11.9	7.1	10.0	8.5	56.9	64.9			
12.6	7.6	10.0	8.5	59.4	67.4	6	12.6	7.6	10.0	8.5	59.4	67.4			
7.9	3.9	10.0	8.5	44.4	50.4	3	7.9	3.9	10.0	8.5	44.4	50.4			
9.2	4.6	10.0	8.5	48.6	54.6	3	9.2	4.6	10.0	8.5	48.6	54.6			
6.8	3.4	8.0	6.8	37.3	41.3	3	6.8	3.4	8.0	6.8	37.3	41.3			

5 水中墩柱引起的紊流宽度根据《内河通航标准》(GB 50139—2004)相关规定,综合国内外有关研究成果编写。

国内外研究表明,紊流碍航宽度与墩柱形状及宽度、行进流速、行进水深、来流夹角等因素有关。

1)研究桥墩周围紊流特性的方法主要有正态物理模型试验、二维水流数值模拟、三维水流数值模拟。正态物理模型试验研究能够较好地模拟桥墩绕流特征、强三维性和非恒定性等,但需要注意模型缩尺效应和仪器测量的精度对研究精度的影响,模型比尺越小,对精度影响越大。桥墩局部绕流存在不规则的边界和很强的回流、强三维性和非恒定性,而二维水流数值模型中无法考虑三维漩涡的影响。Fluent 软件是目前国内外使用最多、最流行的商业 CFD(Computational Fluid Dynamics, 计算流体动力学)软件之一,在模拟定常/非定常三维水流运动方面具有很高的精度,近年来被水运工程界引进、用于丁坝局部水流数值模拟研究等,取得了较为满意的效果。因此,桥墩紊流宽度宜通过正态物理模型试验或三维水流数学模型计算确定。考虑到模型缩尺效应和仪器测量的精度对研究精度的影响,模型比尺不应小于 1 : 150,当桥墩宽度小于 15m 时,模型比尺不宜小于 1 : 75。

2)我国研究人员通过研究,提出了众多桥墩紊流宽度计算公式、方法,这些公式主要采用特定条件下的水槽试验研究数据,通过量纲分析的方法推导得出,使用范围受到很大的限制性。本规范对业内有一定代表性的计算公式作一定的述评,在此基础上加以选择并阐明规范取

用的理由。

胡旭跃等利用 PIV 技术测量了建桥河道中的二维水流流场,并根据水流表层涡漩情况确定桥墩紊流宽度,得到顺直水槽单个圆柱形桥墩两侧水流表层涡漩区宽度与弗汝德数 $Fr(0.14\sim 0.4)$ 的相关关系。当两墩间距与桥墩宽度的比值不小于 10 时,桥墩间距对紊动宽度影响甚小,按单个桥墩计算。 $B/D = -7.2377Fr^2 + 11.328Fr - 0.8728$ 。式中: B 为紊流宽度; D 为桥墩宽度; B/D 为相对紊流宽度。

许保华等通过水槽动床模型试验,分析了多种结构型式的桥墩在多种水流方向条件下的通航影响宽度,得到水流方向与桥墩轴线法线方向夹角变化条件下的桥墩周围单侧通航影响宽度 D_s 的计算方法:矩形沉井基础: $D_s = (0.0907\beta + 5.5835)R/2$, 桩基础: $D_s = (0.07323\beta + 2.507)R/2$ 。

庄元通过比尺 1 : 200 的水槽定床和动床试验进行对比分析,分析了行进流速、行进水深、来流角度、桥墩尺寸、桥墩墩型和桥墩冲刷等因素对桥墩紊流宽度的影响,并认为以定床模型试验成果作为桥墩紊流宽度的最终结果在一定程度上更加合理,函数关系表示为 $E = 0.88K_s v^{0.75} b^{0.56} h^{0.44}$, 其中: E 为桥墩紊流总宽度 (m), K_s 为与桥墩形状相关的系数, v 为墩前水流流速 (m/s), b 为墩形计算宽度 (m), h 为桥墩附近水深 (m)。对于圆柱墩和片状墩 $K_s = 1.0$, b 即为桥墩宽度;对于圆头墩 $K_s = 0.8$, $b = (\text{墩长} - \text{墩宽})\sin\alpha + \text{墩宽}$, α 为桥轴线与水流夹角;对于尖头墩 $K_s = 0.66$; $b = (\text{墩长} - \text{墩宽})\sin\alpha + \text{墩宽}$;对于方头墩 $K_s = 1.2$, $b = (\text{墩长}\sin\alpha + \text{墩宽}\cos\alpha)$ 。

何小花等通过概化水槽试验,采用 MicroADV 流速仪测量瞬时流速,得到矩形桥墩周围纵向、横向和垂向时均流速和紊流强

度的横向分布,发现水下的紊流强度相对水面的紊流强度要大,同时认为在确定通航不安全紊流范围时,应考虑水面以下涡漩运动更剧烈的区域;比较了有、无桥墩的时均流速和紊流强度横向分布变化,得出桥墩对时均流速和紊流强度的影响幅度和范围。给出了桥墩最大相对紊流宽度随断面平均流速的变化关系: $(B/D)_{\max} = 0.2241 \ln U + 1.3286$ 。

祖小勇认为桥墩对紊流强度的变化影响存在极值,极值大小和出现位置与流速有关,流速越大,极值越大,且极值位置与桥墩的距离也越大。根据极值出现位置离桥墩距离确定紊流宽度,即 $(X-D/2)$ 作为紊流宽度 B , B/D 与的函数关系可表示为: $(B/D) = 3.9977 Fr^{0.6}$ 。

对比分析认为,庄元公式基于较为系统的定床物模试验,考虑的因素比较全面,研究的精度较高,可作为紊流宽度计算公式,但考虑到模型缩尺效应和仪器测量的精度对研究精度的影响,模型试验研究与实际存在一定的差异,不能直接套用,因此考虑扩大50%~100%,作为不开展正态物理模型试验或三维水流数学模型计算研究时的紊流宽度取值。

另外,根据航务管理部门便于管理的要求,当双向通航孔的两侧墩柱净宽计算值小于航道规划面宽和表12.1.4-2规定值时,按表12.1.4-2取值。

6 内河航道上的桥梁从危险性和出事后果来看,最危险的是危险品管线桥,其次是铁路桥、城市轨道交通桥和一般管线桥。因此,危险品管线桥比标准提高1米,且采用矩形通航净空。铁路桥、城市轨道交通桥和一般管线桥比标准提高0.5米。

12.2.7 船舶撞击桥梁底部、损坏桥梁的事件时有发生。大桥、隧道采用限高杆等物理拦截措施有效地达到了限制超高、超宽车

辆的目的。借鉴这一做法,根据航道和船舶特点,提出在铁路桥、城市轨道交通桥和危险品管线桥上下游设置钢缆绳吊挂限高标志牌等物理拦截措施,目的是避免船舶航行对铁路桥、城市轨道交通桥和危险品管线桥造成的可能不利影响。红外线无法直接拦截,不宜采用。

12.3 水下过河建筑物

12.3.1 在《内河通航标准》(GB 50139—2004)的基础上,提出了离开码头、装卸区的距离要求。

12.3.2 在《内河通航标准》(GB 50139—2004)的基础上,提出了两点补充要求:1、明确适用范围为航道两岸陆域建筑控制线之间;2、埋置深度应扣除施工偏差和埋设后上浮量。对于尚无航道水系规划控制线的航道,埋置深度的适用范围则为现状航道两岸护岸前沿线或土坡坡肩线之间及其后方 20m 范围。

12.3.3 对危险品管线,增加埋置深度。

12.4 沿河建筑物和设施

12.4.1 对于尚无航道水系规划控制线的航道,航道两岸陆域建筑控制线取现状航道两岸护岸前沿线或土坡坡肩线后方 20m 处。

12.4.4 装卸码头与水源保护区和水厂取水口距离的相关规定有《上海市饮用水水源保护条例》等。

12.4.6 鉴于上海内河航道的水流流速总体较小,沿线土地资源稀缺,水域拓宽困难,顺岸停靠 1 档船舶时,停泊水域宽度取代表船型型宽的 1 倍,停泊水域边线与航道边线的净距(即连接水域宽度),不小于航道代表船型型宽的 1 倍。船舶利用航道底宽水域调头会不同程度地影响航道通过能力,需要加以限制,当缺乏

资料时,可根据航行密度与航道通过能力的比值按以下原则操作:设计水平年航道日船舶流量小于等于航道日船舶通过能力的 $1/3$ 的航段,允许船舶在航行密度不高的时段利用全部航道底宽水域调头;设计水平年航道日船舶流量介于航道日船舶通过能力的 $1/3\sim 1/2$ 之间的航段,允许船舶在航行密度不高的时段利用一半的航道底宽水域调头;设计水平年航道日船舶流量大于航道日船舶通过能力的 $1/2$ 的航段,船舶利用航道底宽水域调头会严重影响航道通过能力,船舶不应利用航道调头。

附录 A 航道通过能力计算

A. 0. 1~A. 0. 3 国内外航道通过能力计算公式众多,典型公式有德国公式、长江公式、苏南运河公式、闵朝斌公式等。本规范航道通过能力计算公式、参数根据《航道工程手册》和有关文献,综合德国公式、长江公式、苏南运河公式、闵朝斌公式等航道通过能力的有关公式和参数编制确定。

考虑到实际运行时不同航道的船舶平均装载系数会有所不同,单纯采用货物通过能力不尽合理。本规范航道通过能力分为船舶通过能力和货物通过能力。借鉴船闸通过能力计算中单向年过闸船舶总载重吨的概念,引入航道的船舶通过能力的概念,首先计算航道的船舶通过能力,再根据船舶平均装载系数计算航道的货物通过能力。由于航道的船舶通过能力剔除了船舶装载比例问题,对于从交通流量角度评价航道(特别是控制航段)的通过能力更有意义。

本规范综合系数 K 按标准船型船长与前后两艘船头距离之比、船舶航行密度增大使航行阻力增加引起的折减系数、到港不平衡引起的折减系数、船舶交会时减速引起的折减系数、标准船型折减系数的乘积取值确定。标准船型船长与两艘船头距离之比按 $0.2\sim 0.22$ (开敞航道取低值,闸控航道取高值),航行密度增大使航行阻力增加引起的折减系数取 0.9 ,到港不平衡引起的折减系数取 0.6 ,船舶交会时减速引起的折减系数取 0.8 ,标准船型折减系数取 0.9 ,由此,计算得到综合系数为 $0.078\sim 0.088$ (开敞航道取低值,闸控航道取高值)。

附录 B 直线段航道底宽计算

B. 0. 1~B. 0. 2 此条公式及参数引用《内河通航标准》(GB 50139—2004)、《航道整治工程技术规范》(JTJ 312—2003)径流河段直线段双线航道宽度计算公式。其中闸控航道基本没有横向流速,船舶或船队航行漂角适当减小。

附录 C 设计船行波波要素及其爬高的计算

C.0.1~C.0.2 此条公式主要根据《航道工程手册》中的荷兰 Delft 水工试验所提出的公式和我国船行波实测资料编制。船行波问题在荷兰、美国、前苏联已经进行了相当多的研究,荷兰 Delft 水工试验所提出的两套公式被广泛应用,其中 1 套公式被纳入国际航运协会常设技术委员会 57 号通报中。我国国内江苏、浙江在上世纪 90 年代分别开展船行波现场测试研究,研究表明,荷兰 Delft 水工试验所第 1 套公式的计算值与船行波实测值最为接近,但修正系数 α 值建议取用 0.35~0.42。本规范 α 值可取 0.42,考虑到船行波主要作用对象是岸坡,船行波波高应为岸坡坡脚处。

附录 D 非限制性航道水上过河建筑物 通航净宽的计算

D.0.1 此条公式及参数引用国标《内河通航标准》(GB 50139—2004)的天然和渠化河流水上过河建筑物通航净宽计算公式。其中上海地区闸控航道基本没有横向流速,船舶或船队航行漂角适当减小。