

指导性文件  
GUIDANCE NOTES  
GD02-2020



中国船级社

# 浮箱固冰通道检验指南

2020

2020年3月1日生效

北京

# 目录

第1章 通则 .....	1
1.1 目的.....	1
1.2 适用范围.....	1
1.3 定义.....	1
1.4 船舶类型.....	1
1.5 各方责任.....	1
1.6 其他.....	1
第2章 检验与发证 .....	2
第1节 一般规定.....	2
2.1.1 一般要求 .....	2
2.1.2 检验种类 .....	2
2.1.3 检验间隔期.....	2
第2节 检验.....	3
2.2.1 建造检验/初次检验.....	3
2.2.2 年度检验 .....	4
2.2.3 中间检验 .....	4
2.2.4 换证检验 .....	4
第3节 证书的签发、签署及失效.....	5
2.3.1 证书的签发及签署 .....	5
2.3.2 证书的有效期 .....	5
2.3.3 证书失效 .....	5
2.3.4 其他 .....	6
附录 浮箱检验项目表.....	6
第3章 浮箱结构 .....	8
第1节 一般规定.....	8
3.1.1 适用范围.....	8
3.1.2 材料与焊接.....	8
3.1.3 计算载荷.....	8
第2节 浮箱结构.....	11
3.2.1 一般规定.....	11
3.2.2 船底板.....	11
3.2.3 舷侧板.....	12
3.2.4 船底骨架.....	12
3.2.5 舷侧骨架.....	12
第3节 连接装置.....	13
3.3.1 一般规定.....	14
3.3.2 连接铰链.....	14
3.3.3 制约挡板.....	15
3.3.4 跳板.....	15
附录 I 结构直接计算 .....	15
第1节 一般规定.....	15
I.1.1 一般要求.....	15
第2节 双体浮箱体结构直接计算.....	15

I .2.1 计算模型.....	15
I .2.2 边界条件.....	16
I .2.3 载荷计算.....	17
I .2.4 计算工况.....	18
I .2.5 强度标准.....	19
<b>第 3 节 单体浮箱结构直接计算.....</b>	<b>19</b>
I .3.1 结构模型.....	19
I .3.2 边界条件.....	19
I .3.3 载荷计算.....	20
I .3.4 计算工况.....	20
I .3.5 强度标准.....	20

# 第1章 通则

## 1.1 目的

为贯彻交通运输部办公厅《关于浮箱固冰通道管理有关事项的函》(厅函运〔2011〕157号)的相关要求,保障冰封期间我国与俄罗斯口岸间架设的浮箱固冰通道的安全运营,中国船级社(以下简称“本社”)特制定《浮箱固冰通道检验指南》(以下简称“本指南”)。

## 1.2 适用范围

1.2.1 本指南适用于搭建黑龙江水系冰封期间架设的浮箱固冰通道的浮箱。

1.2.2 本指南并不覆盖搭建和拆解等操作因素以及本指南适用范围以外的活动。

1.2.3 除本指南有明确规定者外,浮箱尚应满足中国海事局《内河船舶法定检验技术规则》(以下简称《内法规》)、《河船法定建造检验技术规程》(以下简称《内建造规程》)、《河船法定营运检验技术规程》(以下简称《内营运规程》)和中国船级社《钢质内河船舶建造规范》(以下简称《内规》)中关于适用船舶类型的相关技术要求,其中锚泊设备、消防设备、救生设备和信号设备的配备可根据浮箱的使用特点作相关考虑。

## 1.3 定义

1.3.1 本指南适用的定义如下:

(1) 浮箱:系指用于搭建浮箱固冰通道的箱式结构,包括单体和双体浮箱。

(2) 双体浮箱:系指由两个单片体横向固联在一起而构成的浮箱。

(3) 浮箱固冰通道:系指我国与俄罗斯口岸间由浮箱连接搭建的、甲板能通行车辆且固置于冰层及浅滩上的冰上运输通道。

(4) 现有浮箱:系指在本指南发布前已经投入运营并持有检验证书的浮箱。

(5) 专用浮箱:系指仅用于搭建浮箱固冰通道使用的浮箱。

(6) 兼用浮箱:系指不搭建浮箱固冰通道时用作其他船舶用途(如从事货物运输等)的浮箱。

1.3.2 其他相关定义按《内法规》和《内规》的规定。

## 1.4 船舶类型

1.4.1 现有浮箱沿用原船舶类型,包括汽车渡驳、分节甲板驳等。

1.4.2 新建专用浮箱和现有船改为专用浮箱,船舶类型统一为“汽车渡驳”。

1.4.3 新建兼用浮箱和现有船改为兼用浮箱可使用申请的船舶类型,包括汽车渡驳、甲板货驳、分节甲板驳和港用围船。

## 1.5 各方责任

1.5.1 除应满足《内法规》和《内规》的责任规定外,尚应符合以下规定。

1.5.2 浮箱固冰通道所有人、经营人在浮箱营运期间内,应确保浮箱处于良好的营运状态,按照本指南的规定及时向本社申请相关的检验,确保浮箱持有有效的证书,并对浮箱营运安全管理负责。

1.5.3 如第三方使用本指南,但没有经过本社审图和检验而产生的后果,本社不承担责任。

## 1.6 其他

1.6.1 对于船舶类型属于《老旧运输船舶管理规定》适用范围的浮箱,应符合《老旧运输船舶管理规定》的规定。

1.6.2 浮箱恢复为正常船舶用途使用时,应向本社申请临时检验,按《内法规》初次检验范围进行检验,可视情免于图纸送审(如无需要增加审批的图纸或修改图纸)以及船底外部检查和测厚(如未到期)的要求。如存在改装或重大改建,尚应满足改装或重大改建的相关要求。

## 第2章 检验与发证

### 第1节 一般规定

#### 2.1.1 一般要求

2.1.1.1 除本章另有明确规定者外，应按《内法规》、《内建造规程》和《内营运规程》的规定进行检验和发证。

2.1.1.2 现有船舶改为浮箱投入运营之前，浮箱所有人或经营人应向本社申请检验。当属于重大改建时，应执行建造检验；否则应申请临时检验，并按本指南初次检验范围进行检验，可视情免于图纸送审（如无需要增加审批的图纸或修改图纸）以及船底外部检查和测厚（如未到期）的要求。

#### 2.1.2 检验种类

(1) 建造检验：在浮箱新建投入营运以及第一次对浮箱签发证书之前，或浮箱重大改建，对浮箱签发新证书之前，对与证书有关的所有项目进行一次完整检验，以保证这些项目满足有关要求，并且适合浮箱预期的营运业务。

(2) 初次检验：对于证书失效时间超过一个换证检验周期（或一个特别定期检验周期）的浮箱，第一次对浮箱签发证书之前，对与证书有关的所有项目进行一次完整检验，以保证这些项目满足有关要求，并且适合浮箱预期的营运业务。

(3) 年度检验：对与证书有关的指定项目进行总体检验，以确保其处于良好状态，并且适合浮箱预期的营运业务。

(4) 中间检验：对与证书有关的指定项目进行检验，以确保其处于良好状态，并且适合浮箱预期的营运业务。

(5) 换证检验：在浮箱证书到期之前，对与证书有关的项目进行检验，以确保其处于良好状态，并且适合浮箱预期的营运业务，并签发一份新证书。

(6) 船底外部检查：对浮箱水下部分和有关项目进行检验，以确保其处于良好状态，并且适合浮箱预期的营运业务。

(7) 特别定期检验：对船舶类型属于《老旧运输船舶管理规定》适用范围的浮箱，按其船舶类型达到规定的船龄之日起，对与证书有关的项目进行检验，以确保其处于良好状态，并且适合浮箱预期的营运业务，并签发一份新证书。

(8) 临时检验：按《内法规》规定的应申请临时检验的情况，根据具体情况进行全面的或部分的检验，以确保其处于良好状态，并且适合浮箱预期的营运业务。

#### 2.1.3 检验间隔期

2.1.3.1 浮箱年度检验、中间检验及换证检验的间隔期见表 2.1.3.1。

表 2.1.3.1

换证检验次数 间隔期限（年） 检验种类	第一次	第二次	第三次及以后各次
换证检验	8	8	4
中间检验	4	4	2
年度检验	1	1	1

2.1.3.2 浮箱在换证检验间隔期内应至少进行两次船底外部检查，其中一次应结合换证

检验进行，另一次一般结合中间检验或在两次中间检验之间进行，且两次船底外部检查的间隔期不超过换证检验间隔期的 2/3。

## 第 2 节 检 验

### 2.2.1 建造检验/初次检验

2.2.1.1 建造检验前，船厂或浮箱所有人或经营人应向本社申请建造检验，并按本节 2.2.1.5 规定提交送审图纸和技术资料一式三份，经审查批准后方可施工。

2.2.1.2 初次检验前，浮箱所有人或经营人应向本社申请初次检验，并按本节 2.2.1.5 规定提交送审图纸和技术资料一式三份供审查。

2.2.1.3 现有船舶改为浮箱投入运营之前，浮箱所有人或经营人应按照本章 2.1.1.2 的规定向本社申请检验。申请单位或个人应提供现有船舶的法定检验证书和其他相关技术资料，并按本节 2.2.1.5 规定提交送审图纸和技术资料一式三份供审查。

2.2.1.4 浮箱建造、初次检验或现有船舶改为浮箱过程中如有重大修改，应将涉及的图纸资料送交审查。

### 2.2.1.5 送审图纸资料

批准图纸资料如下：

- (1) 总布置图；
- (2) 基本结构图，包括纵剖面、甲板和船底结构图等；
- (3) 主要横剖面图；
- (4) 外板展开图；
- (5) 舱壁图；
- (6) 全船开口布置及结构图；
- (7) 载重线标志和水尺图；
- (8) 焊接规格表；
- (9) 干舷计算书；
- (10) 系固设备计算书；
- (11) 稳性计算书；
- (12) 消防、救生、信号设备图纸（如适用时）；
- (13) 本社认为必要的其他图纸资料。

备查图纸资料如下：

- (1) 总体说明书；
- (2) 型线图和型值表；
- (3) 连接装置装配图（如适用时）；
- (4) 舾装布置图；
- (5) 静水力曲线图；
- (6) 浮箱体结构规范计算书；
- (7) 连接装置强度计算书（如适用时）；
- (8) 吨位计算书；
- (9) 浮箱使用手册。

### 2.2.1.6 检验项目

(1) 检查船用产品证书，确认上船产品符合《内法规》、《内规》和中国海事局《船用产品检验规则》的产品持证要求；

- (2) 检查浮箱体结构材料，包括板材、型材和焊接材料等；
- (3) 检查舾装设备，包括锚泊设备、系泊设备和拖曳系结设备等；
- (4) 检查水密/风雨密关闭装置，包括小舱口盖、通风筒和空气管等；
- (5) 检查结构完整性，包括浮箱体结构以及舾装和系固设备所涉及的结构；
- (6) 检查浮箱体结构和设备，确认其材料、尺寸、布置、安装和焊接质量等各方面均符合批准的图纸资料和其他技术文件的要求，对采用分段建造的浮箱，检查还应包括分段和大合拢接头；
- (7) 检查浮箱主尺度、载重线标志和水尺勘划；
- (8) 检查连接装置制作及安装符合要求（如适用时）；
- (9) 检查舷墙、栏杆、防滑等安全装置的形式及安装符合要求；
- (10) 浮箱体密性试验；
- (11) 倾斜试验，检查试验前浮箱状况，并进行试验后的评估，确认浮箱的空船重量和重心；
- (12) 检查船舶识别号、船检登记号；
- (13) 系泊试验（如适用时）。

2.2.1.7 浮箱建造完工时，船厂应向本社提供相关的船用产品证书和质量证明书。

2.2.1.8 船厂还应提交浮箱在建造或改建中的有关资料 and 文件。

## 2.2.2 年度检验

2.2.2.1 年度检验的项目如下：

- (1) 应尽实际可能检查浮箱外板、甲板、舱壁、主要构件及焊缝有无较大变形、碰伤、裂纹、脱焊、锈蚀等缺陷；
- (2) 舷伸结构、连接装置（如适用时）、构件及连接桥的外观检查；
- (3) 支柱上下端及相关构件外观检查；
- (4) 对于有水密、风雨密要求的开口、出入口、人孔等及其关闭装置进行外观检查和效用试验；
- (5) 甲板线、载重线标志的外观检查；
- (6) 舷墙、栏杆、防滑条等安全装置的外观检查；
- (7) 核查浮箱未发生影响载重线勘划的任何改变；
- (8) 系固设备外观检查；
- (9) 对跳板及其连接部位进行外部检查，检查中应注意连接件、连接部位的箱体和跳板结构及其焊缝和铰链处是否有裂纹；
- (10) 对跳板的升降装置进行外部检查，确认其处于良好状态。

2.2.2.2 当发现大范围锈蚀或锈蚀严重的部位，可要求测厚检查。

## 2.2.3 中间检验

2.2.3.1 应包括本节 2.2.2 的项目和有关要求。

## 2.2.4 换证检验

2.2.4.1 应包括本节 2.2.3 的项目和有关要求。

2.2.4.2 换证检验前，浮箱首尾结构和其他需要检验的部位，均应全部清理干净并清除表面污锈。

### 2.2.4.3 第一次换证检验

(1) 浮箱的舱室及其他需要检验的部位均应全部清理干净并清除表面污锈，应对这些位置进行仔细检查，注意易腐蚀和损坏的部位、开口处的船壳板和不连续结构处。下列项目应予以特别注意：

- ①甲板上的水密开口及甲板边板、甲板骨架；

②透气管相应部分的壳板或甲板；

③支柱上下端及相关构件。

(2) 除存在明显蚀耗的局部部位外，浮箱体一般可不予测厚。

(3) 根据《内营运规程》的要求对锚设备进行检查。

#### 2.2.4.4 第二次及以后各次换证检验

(1) 第一次换证检验要求的项目应予检查，应特别注意通车甲板范围内的浮箱船底板（包括内底板，如适用时）、舷侧外板、通车甲板和连接桥甲板开口线以外的甲板板和强力构件、以及水密舱壁等。

(2) 第二次换证检验，对上述（1）所述范围，按照验船师的要求进行抽查测厚。

(3) 第三次及以后的换证检验，对有总纵强度要求的浮箱，应在船中部 0.4L 范围内选择两个横剖面区域<sup>1</sup>，对其外板、内底板（如适用时）和强力甲板的每块板及主要纵向构件的蚀耗较大部位进行测厚，其余部位进行抽查测厚；对无总纵强度要求的浮箱，除对上述（1）所述范围以及可疑区域进行测厚外，尚应对其余部位进行抽查测厚。

(4) 对有总纵强度要求的浮箱在第三次及以后的换证检验时，凡属下列情况之一者，尚应根据《内营运规程》的规定校核船体总纵强度：

①强力甲板和舷侧顶列板或船底板和舭板蚀耗后的总剖面积小于或等于原规范计算值的 80%者；

②因蚀耗严重或其他原因对其总纵强度有怀疑时。

(5) 测厚前，应将被测处钢板或构件表面的油漆和锈污清除干净。

## 第 3 节 证书的签发、签署及失效

### 2.3.1 证书的签发及签署

2.3.1.1 浮箱经建造检验、初次检验、换证检验合格后，应根据第 1 章 1.4 规定的船舶类型签发相应船舶法定检验证书。临时检验合格后，如有必要，应签发相应船舶法定检验证书。

2.3.1.2 浮箱经年度检验、中间检验、船底外部检查合格后，应在相应船舶法定检验证书上签署。临时检验合格后，如适用，应在相应船舶法定检验证书上签署。

2.3.1.3 重大改建浮箱经检验合格后，应根据新的主尺度、船舶类型和预定用途等签发新证书，并注明改建日期。重大改建浮箱不得改变建造日期，船龄仍按原船龄延续。

2.3.1.4 对于证书失效时间超过一个换证检验周期（或一个特别定期检验周期）的浮箱，初次检验完成后，新的检验周期按照原证书检验周期计算。

### 2.3.2 证书的有效期

2.3.2.1 针对浮箱签发的内河船舶吨位证书在正常情况下为长期有效。

2.3.2.2 针对浮箱签发的内河船舶适航证书、内河船舶载重线证书、内河船舶防止垃圾污染证书的有效期和本章表 2.1.3.1 规定的换证检验间隔期相同。

### 2.3.3 证书失效

针对浮箱签发的内河船舶适航证书和其他证书在发生下列任一情况时即自动失效：

(1) 检验到期或证书有效期满，未按规定向本社申请检验时；

(2) 浮箱发生影响安全的机、海损后；

(3) 涉及浮箱安全的修理、改装等项目没有预先得到本社同意者；

(4) 浮箱的用途与证书中所限定的用途不一致时；

<sup>1</sup>横剖面区域：对横骨架式系指长度为相连的三个肋距的横向环形区域；对纵骨架式系指长度为实肋板间距的横向环形区域。

(5) 有影响浮箱安全的缺陷，而又不能按期进行必要的修理时；

(6) 浮箱未按证书限定的航区和条件进行营运时。

#### 2.3.4 其他

针对浮箱签发的内河船舶适航证书的记事栏应作如下记事：

(1) 对于专用浮箱，应备注为：该船仅用于搭建浮箱固冰通道。

(2) 对于兼用浮箱，应备注为：该船用于搭建浮箱固冰通道，不搭建浮箱固冰通道、恢复正常船舶用途或用作其他船舶用途（如从事货物运输等）时，应重新申请船舶检验。

(3) 本浮箱的载车总重量不大于 XXX 吨，最大单车总重量不大于 XXX 吨，车辆单轴负荷重量不大于 XXX 吨。

(4) 应备注车辆的通行车道数量及车道具体位置。

## 附录 浮箱检验项目表

序号	检验项目	说明	结果	检验种类
	第一部分 建造/初次检验的一般要求			
1.1	所用的图纸业经验船部门批准		<input type="checkbox"/>	XC
1.2	审图意见已得到落实		<input type="checkbox"/>	XC
1.3	焊工资格及无损探伤人员资格认可		<input type="checkbox"/>	C
1.4	检验项目表		<input type="checkbox"/>	C
1.5	浮箱建造工艺		<input type="checkbox"/>	C
1.6	需要验船师签署的试验报告已经确认并存放于浮箱的质量证明书中		<input type="checkbox"/>	XC
1.7	浮箱主要材料、设备船用产品证书检查		<input type="checkbox"/>	XC
1.8	船厂焊接工艺		<input type="checkbox"/>	C
1.9	确认船厂已经建立质量控制制度		<input type="checkbox"/>	C
1.10	确认船厂已经建立材料控制制度		<input type="checkbox"/>	C
1.11	确认焊接规格表		<input type="checkbox"/>	C
1.12	确认无损检测图		<input type="checkbox"/>	C
1.13	确认密性试验图		<input type="checkbox"/>	C
1.14	确认安放龙骨日期		<input type="checkbox"/>	C
1.15	确认完工日期		<input type="checkbox"/>	C
	第二部分 船体			
2.1	浮箱体体构件的材质、规格和在实船上的安装、焊接符合批准的图纸要求		<input type="checkbox"/>	XC
2.2	浮箱体的建造精度满足已经确认的检验标准的要求		<input type="checkbox"/>	XC
2.3	浮箱体结构的焊缝外观检验		<input type="checkbox"/>	XC
2.4	浮箱体结构的无损检测已按工艺要求进行		<input type="checkbox"/>	C
2.5	浮箱体结构的密性试验已按工艺要求进行		<input type="checkbox"/>	C
2.6	浮箱主尺度及吨位丈量		<input type="checkbox"/>	XC
2.7	水线以上外板、强力甲板、内底板、水密舱壁焊缝外观检验		<input type="checkbox"/>	NZH
2.8	浮箱体外板上的标记，如载重线等的检验		<input type="checkbox"/>	NZHXC

2.9	压载水舱、艏、艉尖舱、双层底舱及其他舱柜的内部检查		<input type="checkbox"/>	ZHXC
2.10	露天干舷甲板水密和风雨密开口，如空气管、通风筒、出入口、人孔等及其关闭设施外观检验和关闭效用试验		<input type="checkbox"/>	NZHXC
2.11	露天干舷甲板水密和风雨密开口，如空气管、通风筒、出入口、人孔等及其关闭设施密性试验		<input type="checkbox"/>	HXC
2.12	甲板线、载重线标志的位置及外观检验		<input type="checkbox"/>	NZHXC
2.13	舷墙、栏杆、排水舷口、防滑条、通道、扶梯及其附属装置的外观检验（如适用时）		<input type="checkbox"/>	NZHXC
2.14	核查浮箱未发生影响载重线勘划的任何改变		<input type="checkbox"/>	NZH
2.15	倾斜试验或空船重量测量已进行，其结果已被确认。		<input type="checkbox"/>	XC
2.16	核查经批准的稳性资料有效的保存		<input type="checkbox"/>	NZH
2.17	浮箱未发生造成稳性产生变化的任何变更		<input type="checkbox"/>	NZH
2.18	舱口盖及其关闭装置和风雨密关闭设施的外观检验和关闭效用试验		<input type="checkbox"/>	NZHXC
2.19	舱口盖及其关闭装置和风雨密关闭设施的密性试验		<input type="checkbox"/>	HXC
2.20	支柱上下端及相关构件外观检查		<input type="checkbox"/>	NZH
2.21	舷伸结构、连接装置（如适用时）、构件及连接桥的外观检查		<input type="checkbox"/>	NZH
	第三部分 舾装设备			
3.1	缆桩、导缆孔、导缆钳、导向滚轮及缆绳等系泊设备外部检验（如适用时）		<input type="checkbox"/>	NZHXC
3.2	锚泊、系泊、用于拖曳的设施外观检查（如适用时）		<input type="checkbox"/>	NZHXC
3.3	锚泊、系泊、用于拖曳的设施效用试验（如适用时）		<input type="checkbox"/>	NZHXC
3.4	系泊动力设备和控制系统的检验（如适用时）		<input type="checkbox"/>	NZHXC
	第四部分 船底外部检查		<input type="checkbox"/>	NZHXC
4.1	浮箱外板的全面检查，包括焊缝和腐蚀情况		<input type="checkbox"/>	NZHXC
4.2	对外板上的开口，包括排水孔、泄水孔的拆开检查		<input type="checkbox"/>	NZHXC
4.3	全部舷外标志，包括载重线的检查		<input type="checkbox"/>	NZHXC
4.4	外板的测厚		<input type="checkbox"/>	NZHXC
	第五部分 船舶识别号			
5.1	船舶识别号字符大小、颜色及标记方式、位置检查		<input type="checkbox"/>	NZHXC
5.2	船舶识别号与证书、报告记载一致性检查		<input type="checkbox"/>	NZHXC
	第六部分 连接装置检查			
6.1	连接铰链的外部检查（如适用时）		<input type="checkbox"/>	NZHXC
6.2	连接铰链的拆检（如适用时）		<input type="checkbox"/>	NZHXC
6.3	制约挡板的检查（如适用时）		<input type="checkbox"/>	NZHXC
6.4	跳板的制做和安装		<input type="checkbox"/>	XC
6.5	跳板及其连接部位进行外部检查		<input type="checkbox"/>	NZH

注：X 现有船初次检验、C 建造检验、N 年度检验、Z 中间检验、H 换证检验、W 船底外部检查

## 第 3 章 浮箱结构

### 第 1 节 一般规定

#### 3.1.1 适用范围

3.1.1.1 本章适用于单体浮箱和双体浮箱，对于双体浮箱尚应按照本指南第 5 章的规定进行总横弯曲强度直接计算。

3.1.1.2 对于现有浮箱，应根据浮箱实际营运情况和使用经验并结合最近一次中间检验或换证检验（以先到期的检验为准），检查其整体结构状况，如认为必要，可要求进行结构强度复核，其结构应至少满足《内营运规程》关于营运船舶船体强度衡准的相关要求。对于现有单体浮箱，亦可按本指南第 5 章的规定进行局部强度直接计算。

3.1.1.3 浮箱通车甲板的计算轮印负荷及单轴负荷应取设计通行车辆的最大值。

#### 3.1.2 材料与焊接

3.1.2.1 浮箱船体结构用钢的化学成分和力学性能应符合《内规》的有关规定。

3.1.2.2 浮箱船体结构及附属装置等焊接的焊接材料应符合本社《材料与焊接规范》的有关规定。

#### 3.1.3 计算载荷

3.1.3.1 计算轴重  $P_c$  按下式计算：

$$P_c = \lambda \cdot T$$

式中： $P_c$ ——轴重，t；

$T$ ——设计通行车辆（静态）单轴最大负荷，t；单轴最大轴负荷应取可能装载车辆的最大值。

$\lambda$ ——系数，对于双体浮箱，连接桥范围内取 1.2，其他部位取 1.7；以单体浮箱连接的通道范围内一般取 1.2。

3.1.3.2 计算轮印负荷  $P$  按下式计算：

$$P = k \cdot P_c$$

式中： $P$ ——轮印负荷，t；

$P_c$ ——轴重，t，按本节 3.1.3.1 规定；

$k$ ——系数，当并排 2 个轮印及前后相邻两个轮印均分布在 2 个不同板格上时取 1/4，否则取 1/2。对设计最大单车整车质量 40t 级以上车辆通行的浮箱固冰通道车辆甲板轮印板格，如图 3.1.3.2 所示，当  $s \leq 345mm$ ，且  $l \leq 1300mm$  时，取 1/4，否则取 1/2。 $s$ ——纵骨

或横梁间距,  $m$ ;  $l$ ——纵骨或横梁跨距,  $m$ ;  $u$ 、 $v$ ——分别为轮印的长度和宽度,  $m$ 。

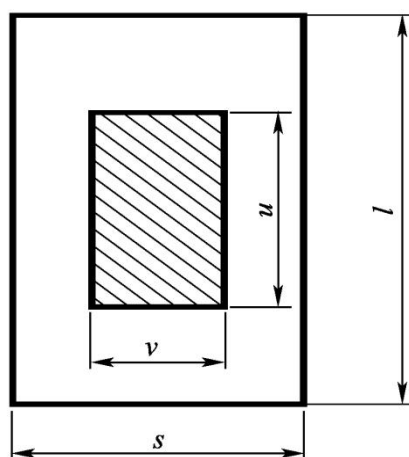


图 3.1.3.2 轮印板格

3.1.3.3 典型车辆载荷的主要技术指标及立面平面尺寸指标参考表 3.1.3.3 及图 3.1.3.3。对设计整车质量超过标准设计值的车辆, 应假定前轴质量不变, 而中后轮组承受质量等比放大。

表 3.1.3.3 车辆载荷尺寸及主要技术指标

项目	单位	技术指标	项目	单位	技术指标
轴距 $l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$	$m$	3.0+1.3+7.0+1.3+1.3	前轴重量 标准值 $g_1$	$t$	7
轮距 $c_1$ 、 $c_2$	$m$	1.8	中轴组重量标 准值 $g_2 + g_3$	$t$	9+9
车辆长 $l$	$m$	17	后轴组重量标 准 值 $g_4 + g_5 + g_6$	$t$	8+8+8
车辆宽 $w$	$m$	2.55	前轮着地宽度 及长度	$m$	$0.2 \times 0.3$
整车质量标准值	$t$	49	中后轮着地宽 度及长度	$m$	$0.4 \times 0.3$

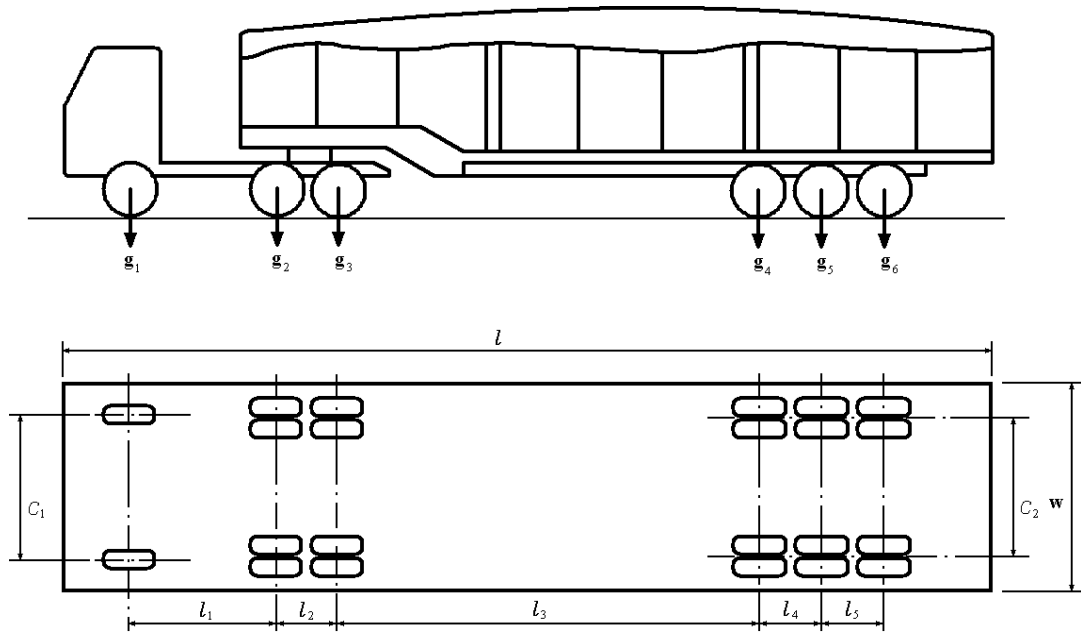


图 3.1.3.3 车辆载荷立面、平面图

3.1.3.4 设计轴压  $T$  按下式计算:

$$T = 1.25n \cdot P_c \quad kN$$

式中:  $P_c$  ——轴重, t, 按本节 3.1.3.1 规定;

$n$  ——后轴轴数, 最大取 3。

3.1.3.5 冰温度膨胀力  $p$  计算

根据由实验资料绘制的最大冰压和达到最大冰压力的时间与温度上升率的关系曲线 (见图 3.1.3.5), 通过温度上升率的关系曲线可得到冰膨胀压力  $p$  ( $N/m^2$ )。若有相应地区的天气信息, 可按照实际选取, 否则, 可按推荐值选取, 即: 初始温度  $-23.4$  度, 冰温度上升率为  $4^\circ\text{C/h}$ 。

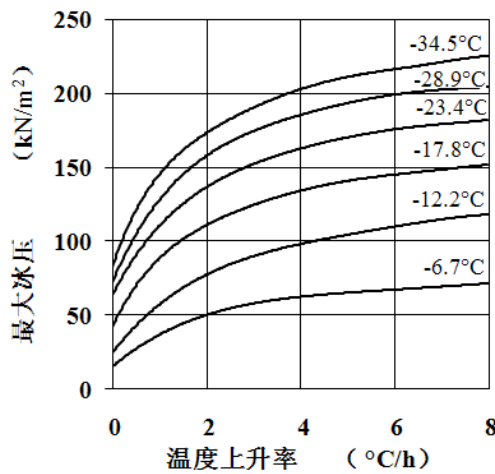


图 3.1.3.5 静冰压强随温度变化图

注: 当冰厚大于  $0.5\text{m}$  处冰温度基本不随空气变化而变化,  $0.5\text{m}$  以上冰的温度变化为空气温度变化率的  $0.5$  倍。

## 第 2 节 浮箱结构

### 3.2.1 一般规定

3.2.1.1 本章中无明确规定者，单体浮箱和双体浮箱应符合《内规》的有关规定。

### 3.2.2 船底板

3.2.2.1 船中部船底板厚度 $t$ 尚应不小于按下式计算所得之值，不小于 $4.5mm$ ，且不必大于 $10mm$ ：

$$t = 17.69a\sqrt{k(d+r+\psi)}$$

式中： $a$ ——板格短边长， $m$ ；

$k$ ——系数，按表 3.2.2.1 查取；

$d$ ——设计吃水， $m$ ；

$r$ ——半波高， $m$ ，按《内规》的相关规定选取。

$\psi$ ——修正系数， $\psi = 0.0593M' - 0.7046$ ，且当 $\psi < 1.1$ 时，取 1.1，

当 $\psi > 13.5$ 时，取 13.5；

$M'$ ——设计通航总质量， $M' = \sum_{i=1}^n M_i$ ， $t$ ； $M_i$ 为每个车道设计通行单车整车质量；

当 $M'$ 小于设计单向通行最大整车质量时，取单向通行最大单车整车质量。

表 3.2.2.1 系数 $k$

板的边长比 $b/a$	系数 $k$	板的边长比 $b/a$	系数 $k$
1.0	0.0513	1.8	0.0812
1.1	0.0581	1.9	0.0822
1.2	0.0639	2.0	0.0829
1.3	0.0687	3.0	0.0832
1.4	0.0726	4.0	0.0833
1.5	0.0757	5.0	0.0833
1.6	0.0780	$\infty$	0.0833
1.7	0.0799		

表 3.2.2.1 中： $a$ ——板格短边长， $m$ ； $b$ ——板格长边长， $m$ 。

3.2.2.2 由于浮箱固冰通道使用环境为冰区，浮箱外板需加强，加强外板的厚度不小于按下式计算值：

$$t_{\min} = \frac{500a\sqrt{\frac{p}{\sigma_s}}}{(1 + 0.4\frac{a}{b})} \quad mm$$

式中： $a$ ——肋骨间距， $m$ ；

$b$ ——舷侧纵桁间距，舷侧未设纵桁可取型深， $m$ ；

$p$ ——最大冰压， $N/m^2$ ，同 3.1.3.5；

$\sigma_s$ ——材料的屈服极限, Pa。

### 3.2.3 舷侧板

3.2.3.1 舷侧板厚度与浮箱底板厚度相同。

### 3.2.4 船底骨架

3.2.4.1 实肋板的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = ks(d+r)l^2$$

式中:  $W$ ——实肋板剖面模数,  $cm^3$ ;

$k$ ——系数,  $k = 7.1 - 0.72l + 0.056l^2$ ;

$s$ ——实肋板间距, m;

$d$ ——计算吃水, m;

$r$ ——半波高, m, 同本节3.2.2.1。

$l$ ——实肋板跨距, m, 取舷侧与支柱、支柱与支柱间距的大者; 但不小于下式计算之值:  $l = 1.2 + 0.072b$ , 其中  $b$  为双体浮箱取片体宽, 单体浮箱取船宽, m。

3.2.4.2 在车辆甲板范围内实肋板的剖面模数  $W$  尚应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 6.52s(d+r+\psi)l^2$$

式中:  $W$ ——实肋板剖面模数,  $cm^3$ ;

$d$ 、 $r$ 、 $s$ 、 $l$ ——同本节 3.2.4.1;

$\psi$ ——落滩修正项, 按 3.2.2.1 确定。

3.2.4.3 船底纵骨的剖面模数  $W$  应不小于按下列两式计算所得之值:

$$W = Ks(d+r)l^2$$

$$W = 6.52s(d+r+\psi)l^2$$

式中:  $W$ ——船底纵骨剖面模数,  $cm^3$ ;

$K$ ——系数,  $K = 0.015L + 5.6$ , 但不大于 7.4, 其中  $L$  为船长。

$d$ 、 $r$ 、 $s$ 、 $l$ 、 $\psi$ ——同本节 3.2.4.2。

3.2.4.4 底肋骨的剖面模数  $W$  应不小于按下列两式计算所得之值:

$$W = 4.2s(d+r)l^2 + 5$$

$$W = 6.52s(d+r+\psi)l^2$$

式中:  $W$ ——底肋骨剖面模数,  $cm^3$ ;

$s$ ——肋骨间距, m;

$d$ 、 $r$ 、 $\psi$ ——同本节 3.2.4.2;

$l$ ——底肋骨跨距, m, 内龙骨之间或内龙骨与舷侧之间的距离, 取大者。

### 3.2.5 舷侧骨架

3.2.5.1 计及带板的肋骨截面积应不小于按下式计算之值:

$$A = 0.27 P \quad \text{cm}^2$$

式中:  $P$  ——轮印负荷, t, 按本节 3.1.3 规定确定。

3.2.5.2 肋骨的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 3.35s(D + 2r)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中:  $s$  ——肋骨间距,  $m$ ;

$D$  ——型深,  $m$ ;

$r$  ——半波高,  $m$ , 同本节3.2.2.1;

$l$  ——肋骨跨距,  $m$ 。

3.2.5.3 肋骨剖面惯性矩  $I$  应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 2.3Al^2 \quad \text{cm}^4$$

式中:  $A$  ——按 3.2.5.1 计算之截面积,  $\text{cm}^2$ ;

$l$  ——肋骨跨距,  $m$ 。

3.2.5.4 计及带板的强肋骨截面积应不小于按下式计算之值:

$$A = 0.54 P \quad \text{cm}^2$$

式中:  $P$  ——轮印负荷, t, 按 3.1.3 规定确定。

3.2.5.5 强肋骨的剖面惯性矩  $I$  应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 3.24Al^2 \quad \text{cm}^4$$

式中:  $A$  ——按 3.2.5.1 计算之截面积,  $\text{cm}^2$ ;

$l$  ——强肋骨跨距,  $m$ , 计算时一般取型深。

3.2.5.6 强肋骨的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 3.35s(D + 2r)l^2 \quad \text{cm}^3$$

$$W = 0.665bpl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中:  $s$  ——强肋骨间距,  $m$ ;

$D$  ——型深,  $m$ ;

$r$  ——半波高,  $m$ , 同本节3.2.2.1。

$l$  ——强肋骨跨距,  $m$ , 计算时取型深;

$b$  ——肋骨间距,  $m$ ;

$p$  ——最大冰压,  $N/m^2$ , 同3.1.3.5。

### 第 3 节 连接装置

### 3.3.1 一般规定

3.3.1.1 浮箱之间的连接装置应根据水域情况及使用经验进行配备。也可根据实际情况参照本节要求进行配备。

3.3.1.2 连接铰链应与浮箱体、跳板牢固连接，连接处浮箱体结构及跳板结构应予适当加强。

### 3.3.2 连接铰链

3.3.2.1 连接装置应满足如下要求：

a) 连接装置轴销的直径  $d$  应满足下式要求且大于等于  $28\text{mm}$ ：

$$d \geq 8.75\sqrt{KP_c}$$

式中： $P_c$ ——计算轴重， $t$ ，按本节 3.1.3.1 规定确定。

$K$ ——材料换算系数，按《内规》的相关规定选取。

b) 连接装置中心眼板  $b_0$  的尺寸应满足下列两式要求：

$$b_0 \geq d$$

$$t_0 \geq \frac{90KP_c}{b_0}$$

式中： $t_0$ 、 $b_0$  如图 3.3.2.1 所示；

$P_c$ ——计算轴重， $t$ ，按本节 3.1.3.1 规定确定。

c) 连接装置的两侧眼板的尺寸应满足下列两式要求：

$$t_1 \geq \frac{d}{2}$$

$$t_2 \geq \frac{45KP_c}{t_1}$$

式中： $t_1$ 、 $t_2$  如图 3.3.2.1 所示；

$P_c$ ——计算轴重， $t$ ，按 3.1.3 规定确定。

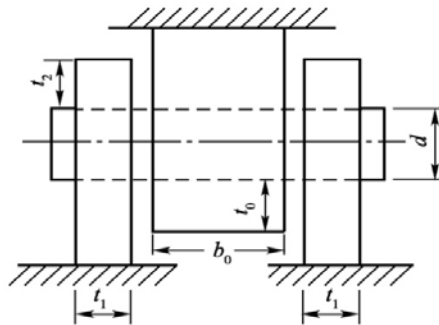


图 3.3.2.1 连接装置

3.3.2.2 如铰链轴销和眼板的尺寸不满足 3.3.2.1 要求，则应进行强度的直接计算。

### 3.3.3 制约挡板

3.3.3.1 对于以单体浮箱连接的浮箱固冰通道，一般采用制约挡板约束单体浮箱之间的垂向位移。一般在浮箱首尾两端分别对称布置两组不同方向的制约挡板。制约挡板可按图 3.3.3.1 形式进行设计。制约挡板一般应布置在甲板纵桁上方，若不能布置在甲板纵桁的上方时，可设置短桁材支承制约挡板，短桁材应与强横梁及舷侧有效连接。制约挡板肘板与其下方对位加强的肘板应位于同一个平面内，并且应保证肘板与其相连接结构的有效连接。

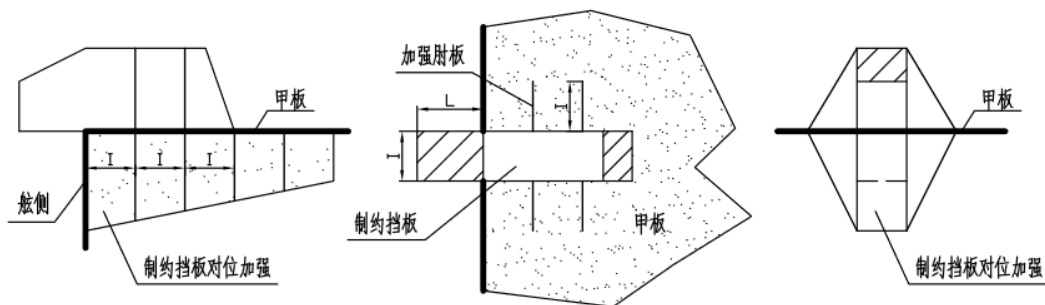


图 3.3.3.1 制约挡板侧视、俯视图、正视图

3.3.3.2 制约挡板纵向中轴线距甲板边线距离应不小于 1m，且不大于 1.5m。

3.3.3.3 制约挡板应满足下面要求：

(1) 制约挡板横剖面最小剖面模数应不小于按下式计算之值：

$$W_y = 3.186TL \quad \text{cm}^3$$

式中：T——后轴设计轴压，kN，按本章 3.1.3.4 计算；

L——制约挡板探出船体长度， $L=I+t$ ，mm。

(2) 制约挡板高度不得小于 0.5m，制约挡板及其加强结构板厚应不小于 10mm。

(3) 制约挡板肘板间距和肘板宽度相同均为 I，I 应取为肋骨间距；肘板厚度不小于 8mm。

(4) 单体浮箱间距 t 大于 0.12m 时，应设置连接盖板，且连接盖板厚度应不小于通车甲板厚度。盖板一般一侧用销轴连接在单体浮箱端部，以便容易安装与拆卸。

(5) 和制约挡板相连接的另一条单体浮箱应设置对位加强，加强形式类似制约挡板下方加强，且加强长度应不小于 2I。

### 3.3.4 跳板

3.3.4.1 跳板结构应满足《内规》的有关要求。

## 附录 I 结构直接计算

### 第 1 节 一般规定

#### I.1.1 一般要求

I.1.1.1 本章未做规定者应符合《内规》第 1 篇第 1 章第 9 节的相关规定。

I.1.1.2 本章所规定的设计工况是根据浮箱固冰通道的使用经验及实际运营情况进行核定，对于本指南规定以外的其他工况，应提交相关的计算资料供本社审查。

I.1.1.3 直接计算时有限元模型的结构尺寸应采用浮箱实际构件的尺寸。

### 第 2 节 双体浮箱体结构直接计算

#### I.2.1 计算模型

I.2.1.1 采用三维有限元模型对双体浮箱主要构件进行强度直接计算，包括甲板结构、

舷侧结构、船底结构、连接桥结构以及纵、横舱壁等，模型范围要求至少包括三个双体浮箱，整体垂向范围为浮箱体型深，见图 I .2.1.1 (a)、I .2.1.1 (b)。

I .2.1.2 各浮箱之间通过多点约束 (MPC) 来模拟耳板与销轴的铰接作用，用板单元模拟耳板结构，在销孔建立节点，将销孔中间节点与销孔边缘节点用 MPC 耦合，约束  $U_x$ 、 $U_y$ 、 $U_z$ 、 $R_y$  和  $R_z$  自由度，用梁单元将三个销孔中心节点连接模拟销轴作用。

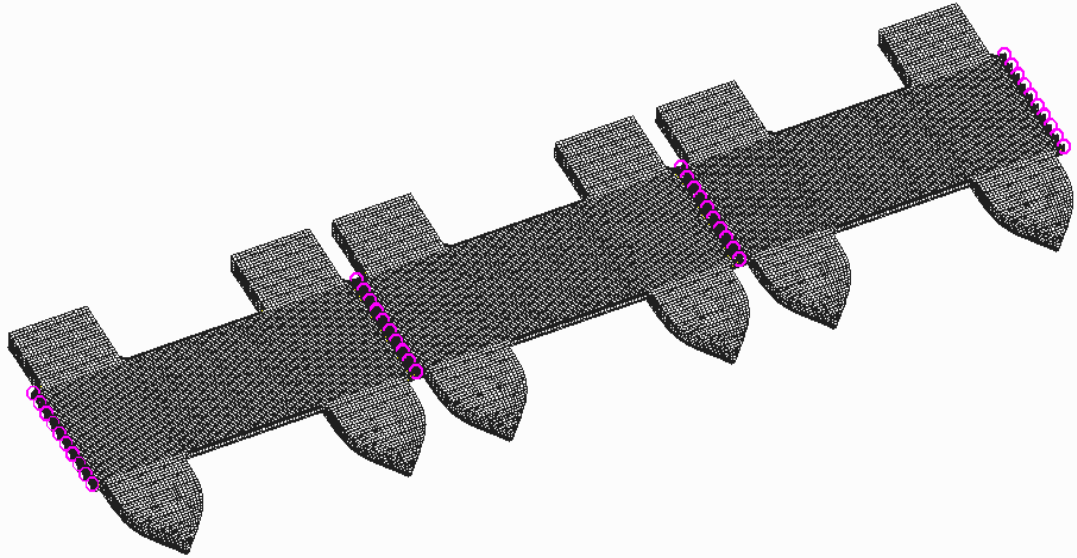


图 I .2.1.1 (a) 三维有限元模型范围

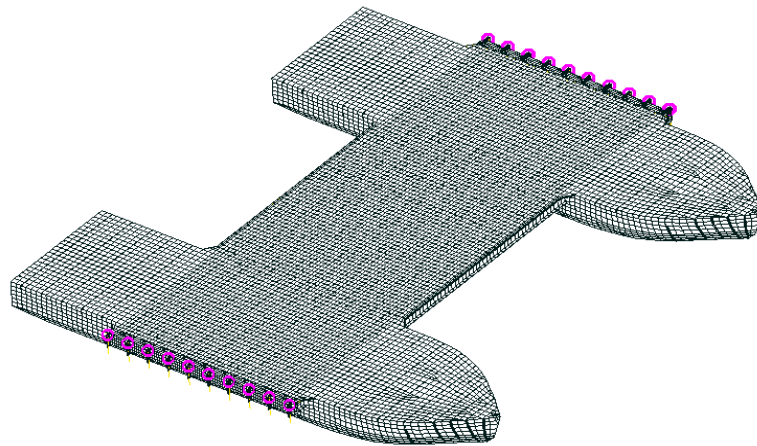


图 I .2.1.1 (b) 三维有限元模型

## I .2.2 边界条件

I .2.2.1 浮箱固冰通道落在冰上，浮箱底部与支耳处约束如表 I .2.2.1 所示：

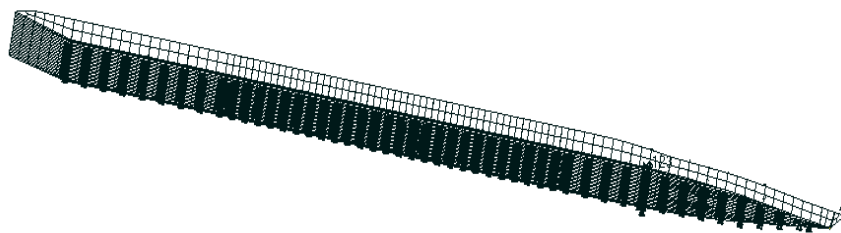


图 I .2.2.1 落冰浮箱底约束

表 I .2.2.1 边界条件

位置	线位移约束			角位移约束		
	$\delta_x$	$\delta_y$	$\delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$
浮箱底部	—	—	Cons	—	Cons	Cons
支耳处	Cons	Cons	Cons	—	—	—

注：Cons——表示对应的位移约束。

### I .2.3 载荷计算

#### I .2.3.1 车辆载荷计算

计算示例：浮箱冰封期强度校核时，当车辆单向行驶时，车重选为 80 吨，当车辆双向行驶时，车重选为 40 吨。下图为 80 吨卡车信息图，当车重为 40 吨时，轴重可由插值得到，其它信息不变。

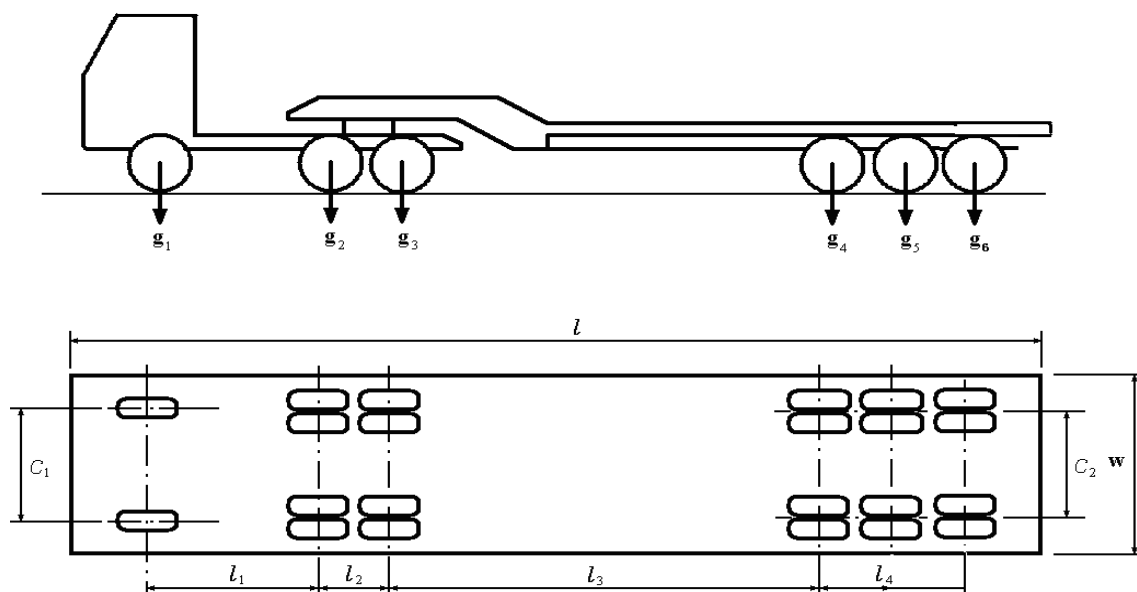


图 I .2.3.1(a) 六轴货车车辆信息分布图

$g_i$ ——第  $i$  轴的轴压力，kN；

$l_i$ ——第  $i$  轴中心至第  $i+1$  轴中心的距离，m；

$C_1$ ——汽车车轮中心距，m；

$C_2$ ——挂车（外）车轮中心距，m；

$l$ ——轮式车辆长度，m；

$w$ ——轮式车辆宽度，m。

表 I .2.3.1 80 吨卡车车轴数、车载荷及轴重分布表

吨位参数	$g_1 / \text{kN}$	$g_2 / \text{kN}$	$g_3 / \text{kN}$	$g_4 / \text{kN}$	$g_5 / \text{kN}$	$g_6 / \text{kN}$
轴重	30	145	145	160	160	160

尺度参数	$l_1/m$	$l_2/m$	$l_3/m$	$l_4/m$	$C_1/m$	$C_2/m$
距离	3	1.4	7	2.8	2	1.8

浮箱设计轴压的计算应考虑由于浮箱倾斜等原因而导致的多后轴挂车部分后轮悬空的情况，因此设计轴压 $T$ 按下式计算：

$$T = \eta_1 P_C \quad kN$$

其中： $P_C$ ——单轴负荷，车辆与货物的总荷重平均分配给每一后轴的压力， $kN$ ，表 I .2.3.1 中的  $g_i$ ；

$\eta_1$ ——冲击系数，取 1.2。

车辆通过浮箱固冰通道时，车轮和浮箱甲板接触，传递车辆载荷，实际有效面积只是车轮印的面积，根据《公路桥涵设计规范》规定车轮印尺寸为：0.2×0.3，车轮印示意图如图 I .2.3.1(b) 所示：

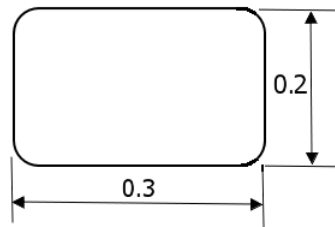


图 I .2.3.1(b) 车轮印示意图

面载荷加载时  $P_i$  满足下面公式：

$$P_i = T_i / S_i$$

式中： $P_i$ ——第  $i$  个车轮作用在浮箱甲板上的压强。

$S_i$ ——第  $i$  个车轴和浮箱面的接触面积。

### I .2.3.2 冰温度膨胀力计算

按照本指南 3.1.3.5 确定冰温度膨胀力。

### I .2.4 计算工况

I .2.4.1 双体浮箱在冰封期间内的主要计算工况如下：

工况 1 80T 车辆单向行驶，车后轮载荷作用在连接桥中间，车轮右边外侧距连接桥边缘 0.5m；浮箱舳部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

工况 2 80T 车辆单向行驶，车后轮载荷作用在支柱的正上方，且车辆最外面车轮距连接桥边缘为 1m；浮箱舳部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

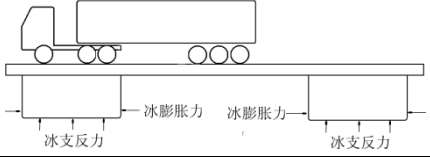

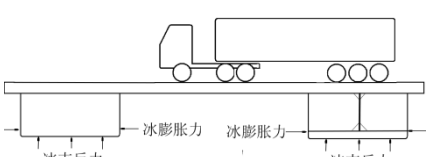
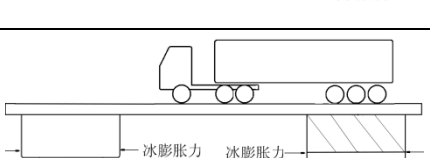
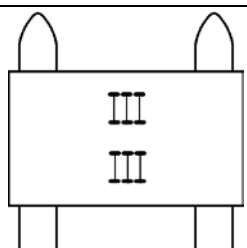
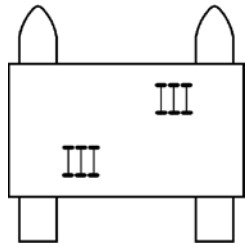
工况 3 80T 车辆单向行驶，后轮载荷作用在校核甲板纵桁上方，车轮右边外侧距连接桥边缘 2.5m；浮箱舳部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，冰温度上升率取为 4℃/h。

工况 4 载重车位于校核横舱壁正上方时，浮箱舳部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

工况 5 40T 车辆双向行驶，两货车的后轴同时压在浮箱连接桥的中间，且车辆最外面车轮距连接桥边缘为 0.5m；浮箱舳部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

工况 6 40T 车辆双向行驶，两货车的后轴分别压在连接桥两端，且车辆最外面车轮距连接桥边缘为 0.5 m；浮箱艏部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

表 I.2.4 计算工况

计算工况	吃水	位置描述	简图
工况 1	无	载重车后轮组位于浮箱体中间，外轮距连接桥甲板边缘 0.5 m，艏部受冰温度膨胀力；	
工况 2	无	载重车后轮组位于校核支柱中间，外轮距连接桥甲板边缘 1 m，艏部受冰温度膨胀力；	
工况 3	无	后轮载荷作用在校核甲板纵行上方，车轮右边外侧距连接桥边缘 2.5m；浮箱艏部受冰膨胀力；	
工况 4	无	载重车后轮组位于校核横向舱壁正上方时，艏部受冰温度膨胀力；	
工况 5	无	两车道车的后轮组同时作用在浮箱中间，外轮距连接桥甲板边缘 0.5 m，艏部受冰温度膨胀力；	
工况 6	无	两车道车的后轮组作用在连接桥两端，外轮距连接桥甲板边缘 0.5 m，艏部受冰温度膨胀力；	

### I.2.5 强度标准

I.2.5.1 板单元采用中面应力，梁单元采用轴向应力。

I.2.5.2 片体中各主要结构的强度衡准应符合《内规》第 1 篇 1.9.7 的规定，连接桥甲板、底封板及各主要构件的应力应不大于《内规》第 1 篇第 9 章附录 I 规定的许用应力。

## 第 3 节 单体浮箱结构直接计算

### I.3.1 结构模型

I.3.1.1 总纵强度计算模型取强力甲板及以下整个船长、船宽范围内的三维船体结构的有限元模型。

### I.3.2 边界条件

I.3.2.1 单体浮箱落在冰上，单体浮箱底部约束如表 I.3.2.1 所示：

表 I.3.2.1 边界条件

位置	线位移约束			角位移约束		
	$\delta_x$	$\delta_y$	$\delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$
单体浮箱底部	—	—	Cons	—	Cons	Cons

注：Cons——表示对应的位移约束。

### I.3.3 载荷计算

I.3.3.1 车辆载荷按本节 I.2.3.1 的规定进行计算。

I.3.3.2 冰温度膨胀力按本节 I.2.3.2 的规定进行计算。

### I.3.4 计算工况

I.3.4.1 单体浮箱在冰封期间内的主要计算工况如下：

工况 1 80T 车辆单向行驶，车后轮载荷作用在车辆中间，车轮右边外侧距甲板边缘 0.5m；艏部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

工况 2 80T 车辆单向行驶，车后轮载荷作用在支柱的正上方，且车辆最外面车轮距甲板边缘为 1m；艏部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

工况 3 80T 车辆单向行驶，后轮载荷作用在校核甲板纵桁上方，车轮右边外侧距甲板边缘 2.5m；艏部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，冰温度上升率取为 4℃/h。

工况 4 载重车位于校核横舱壁正上方通过时，艏部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

工况 5 40T 车辆双向行驶，两货车的后轴同时压在单体浮箱甲板纵向的中间，且车辆最外面车轮距甲板边缘为 0.5m；艏部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

工况 6 40T 车辆双向行驶，两货车的后轴分别压在甲板纵向的两端，且车辆最外面车轮距甲板边缘为 0.5m；艏部受冰膨胀力作用，初始温度为-23.4℃，温度上升率取为 4℃/h。

### I.3.5 强度标准

单体浮箱浮箱结构的局部强度衡准应符合《内规》第 1 篇第 1 章 1.9.7 的规定。屈曲强度的衡准应符合《内规》第 1 篇第 1 章 1.9.6 的规定。