

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 147—2024

船用阀门安全机械联锁装置

Marine valve safety mechanical interlock device



2024 - 03 - 04 发布

2024 - 04 - 01 实施

中国船舶工业行业协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国船舶工业行业协会提出并归口。

本文件起草单位：上海凯研机械设备有限公司、上海研途船舶海事技术有限公司、上海吉伟杰智慧海洋科技有限公司、海仕德数字科技（上海）有限公司、上海龙振船舶技术有限公司、安徽长风船舶工程有限公司。

本文件主要起草人：钟健、李佳佳、易永柳、巩文风、刘燕、费佳、郭杰、周龙、孙宏亮、江韵剑。



引 言

本文件是为了适应造船及海洋工程上用于确保多个阀门或设备按照预定的顺序工艺打开或关闭的控制需求而制定的。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及4.4与“ZL 2014 2 0568913.9 手柄式阀门联锁装置”“ZL 2014 2 0568917.7 手轮式阀门联锁装置”相关的专利使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款或条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：上海凯研机械设备有限公司。

地址：上海市松江区车墩镇联营路 615 号 38 幢一、二层。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。



船用阀门安全机械联锁装置

1 范围

本文件规定了船用阀门安全机械联锁装置的分类、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于船用阀门安全机械联锁装置(简称机械联锁)的设计、制造和验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1220—2007 不锈钢棒

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 6060.1 表面粗糙度比较样块 第1部分:铸造表面

GB/T 6060.2 表面粗糙度比较样块 磨、车、镗、铣、插及刨加工表面

GB/T 18831—2017 机械安全 与防护装置相关的联锁装置 设计和选择原则

GB/T2100-2017 通用耐蚀钢铸件

GB/T 21465 阀门 术语

GB/T 41108.3—2021 机械安全 联锁装置的安全要求 第3部分:截留钥匙联锁装置及系统

3 术语和定义

GB/T 21465、GB/T 41108.3界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

阀门安全机械联锁装置 valve safety mechanical interlock device

安装在阀门上,通过在给定系统中操作对应的编码钥匙来实现阀门安全操作顺序、防止人为误操作的装置。

3.2

手轮式阀门安全联锁装置 handwheel operated valve interlock device

安装在阀门上,启闭时需手动多圈旋转手轮的阀门安全联锁装置。

注:装置包括手轮和联锁结构,联锁结构包括外壳、底盖、主轴、锁芯和计数圈机构。

3.3

手杆式阀门安全联锁装置 hand-lever operated valve interlock

安装在阀门上,启闭时需手动旋转手杆90°、120°、180°或270°的阀门安全联锁装置。

3.4

钥匙编码 key code

阀门安全机械联锁截留钥匙与锁孔位置之间的关系标识。

注：根据该机械联锁系统控制管路上阀门的操作顺序编制钥匙与锁孔的匹配代码，对应钥匙只能操作对应编码的锁。

3.5

钥匙齿形码 key tooth code

钥匙铣齿的形状代码。

注：钥匙齿形码与锁芯密码相同时，钥匙可打开锁芯。

3.6

锁芯密码 lock cylinder code

锁芯内部排片组合形式的代码。

注：钥匙齿形码与锁芯密码相同时，锁芯可被钥匙打开。

4 分类

4.1 型式

机械联锁按操作型式和锁芯数量分为4种型式：

- a) HWD——单芯手轮式；
- b) HWS——双芯手轮式；
- c) HLD——单芯手杆式；
- d) HLS——双芯手杆式。

4.2 主要参数

机械联锁适配的通径范围及见表1。

表 1 机械联锁主要参数

通径类型	公称尺寸 (DN) mm	传递扭矩 N. m
S	DN≤25	50
M	25<DN≤50	150
B	DN>50	200

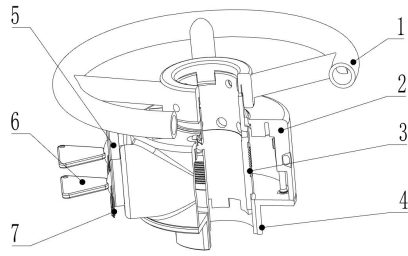
4.3 隔离控制

隔离控制可分为动力联锁和控制联锁：

- a) 动力联锁，即通过直接机械动作实现隔离，用代号“D”表示；
- b) 控制联锁，即通过间接机械动作实现隔离，用代号“K”表示。

4.4 结构示意图

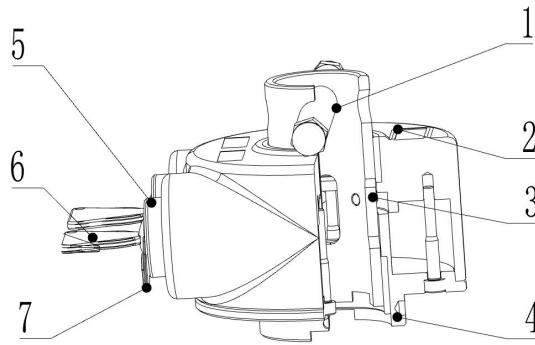
机械联锁结构示意图如图1、图2所示，其原理与操作见附录A。



标引序号说明:

- 1——手轮; 2——主壳体; 3——主轴; 4——底壳;
 5——锁芯(选配单芯或双芯); 6——钥匙(按锁芯数量选配); 7——防尘盖。

图1 手轮式阀门机械联锁结构示意图



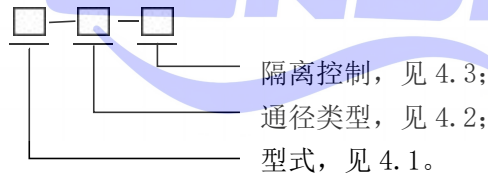
标引序号说明:

- 1——手杆; 2——主壳体; 3——主轴; 4——底壳;
 5——锁芯(选配单芯或双芯); 6——钥匙(按锁芯数量选配); 7——防尘盖。

图2 手杆式阀门机械联锁结构示意图

4.5 型号命名

机械联锁的型号命名表示如下:



示例:

双芯手轮式机械联锁, 公称尺寸为DN75, 隔离控制的机械联锁。标记为:

阀门机械联锁 T/CANSI XX-XXXX HWS-B-K

5 要求

5.1 材料

机械联锁主要部件材料应符合表2要求。

表 2 阀门机械联锁主要部件材料

部件	材料		
	名称	牌号	文件编号
手轮	不锈钢	022Cr17Ni12Mo2	GB/T 1220-2007
手杆	不锈钢	022Cr17Ni12Mo2	GB/T 1220-2007
主壳体	不锈钢	ZG07Cr19Ni11Mo2	GB/T2100-2017
主轴	不锈钢	ZG07Cr19Ni11Mo2	GB/T2100-2017
底壳	不锈钢	ZG07Cr19Ni11Mo2	GB/T2100-2017
锁芯	不锈钢	06Cr19Ni10	GB/T 1220-2007
钥匙	不锈钢	ZG07Cr19Ni11Mo2	GB/T2100-2017
防尘盖	不锈钢	ZG07Cr19Ni11Mo2	GB/T2100-2017

注：部件材料可采用不低于所列牌号同等性能的材料替代。

5.2 外观

5.2.1 机械联锁表面不应有明显砂眼、缩孔、裂纹、气孔及其它影响性能的缺陷。

5.2.2 机械联锁应按 GB/T 41108.3—2021 中 7.1.2~7.1.7 的规定进行永久性清晰标记（字符高度不小于 2 mm）。

5.2.3 机械联锁表面应有装置开关工作位置指示线。

5.3 操作

5.3.1 机械联锁通过编码钥匙进行操作以实现阀门启闭的截留或解锁功能，一把编码钥匙只能插入一个带匹配编码的锁孔开启锁芯。

5.3.2 机械联锁系统配置备用万能编码，当且仅当钥匙丢失或损坏的紧急情况下，由授权人员使用万能钥匙开启阀锁。

5.3.3 系统中使用的钥匙采用附录 B 钥匙交换盒或钥匙柜进行管理。

5.4 锁定

处于关闭锁定位置的阀锁定力应不小于 1 000 N，在承受不大于按 GB/T 18831—2017 确定的保持力 1.3 倍作用力时，机械联锁应保持在锁定位置，且原件无永久变形。

5.5 力矩

5.5.1 开/关阀门时机械联锁可承受的传递扭矩应符合表 1 规定。在承受不大于表 1 规定的传递扭矩时，机械联锁无损伤。

5.5.2 主轴在机械联锁锁定状态下能承受的最大旋转力矩应符合表 1 规定。在承受不大于表 1 规定的旋转扭矩时，机械联锁无损伤。

5.5.3 机械联锁在解锁状态下，旋转主轴所需要的最大力矩应不大于 6 N·m。

5.6 钥匙

5.6.1 按 GB/T 41108.3—2021 要求，钥匙在截留状态下被拔出锁芯的抗拔力应不小于 250 N。

5.6.2 钥匙在解锁状态下插入/拔出锁芯的力应小于 50 N。

5.6.3 有效钥匙齿形码数量 (m^n) 应不小于 5×10^4 个。

5.7 使用寿命

在正常条件范围内开启和关闭设备，阀门机械联锁的使用寿命应不小于30 000次。

6 试验方法

6.1 外观

6.1.1 目测机械联锁装置表面。

6.1.2 目测机械联锁的钥匙孔结构。

6.1.3 目测机械联锁的位置指示线。

6.2 操作

6.2.1 用相同编码的钥匙插入该编码锁孔开启机械联锁，用任意非该编码的钥匙无法插入锁孔，或插入后无法开启机械联锁。

6.2.2 用本系统的万能钥匙插入锁孔开启机械联锁。

6.3 锁定

将机械联锁紧固在试验装置基座上，用扭力测力仪或等效方法加载力矩至防护锁定功能失效点，此时处于最大工作角度的锁定设施沿“打开防护装置”的方向以恒定（ 10 ± 0.25 ）mm/min运动。恢复后，目测原件性状。

6.4 力矩

6.4.1 插入钥匙，使机械联锁处于可操作状态，固定机械联锁锁体，用扭力测力仪或等效方法逐渐加载至表2规定的力矩，保持30 s，检测原件性状。

6.4.2 拔出钥匙，使机械联锁处于不可操作状态，固定机械联锁锁体，用扭力测力仪或等效方法逐渐加载至表2规定的力矩，保持30 s，检测原件性状。

6.4.3 插入钥匙，使机械联锁处于可操作状态，固定机械联锁锁体，用扭力扳手或等效方法逐渐加力直至机械联锁主轴旋转，记录主轴旋转力矩。

6.5 钥匙

6.5.1 固定机械联锁，截留状态下，用拉力计沿钥匙插拔方向逐渐轴向施加拉力，记录钥匙不能被外力拔出时显示的数据；双芯机械联锁，重复上述过程检测另一把钥匙。

6.5.2 将机械联锁摆放成锁孔垂直向上状态并固定，插入钥匙后，用拉力计挂住钥匙，逐渐拉出钥匙，记录拉力计显示的数据峰值减去钥匙重量值检测钥匙拔出力。将机械联锁摆放成锁孔垂直向上状态并固定，用推力计夹住钥匙，逐渐插入钥匙，记录推力计显示的数据峰值减去钥匙重量值检测钥匙插入力。

6.5.3 根据钥匙编码层数（ n ）和各层种类（ m ），计算有效钥匙齿形码数量（ m^n ）应不小于 5×10^4 个。

6.6 使用寿命

6.6.1 手杆式

用夹具将机械联锁安装在寿命测试装置上进行模拟测试。将左侧钥匙插入机械联锁对应锁孔，逆时针旋转主轴 90° ，拔出机械联锁上原截留的右侧钥匙；再将右侧钥匙插入对应锁孔，顺时针旋转主轴 90° ，拔出机械联锁上的左侧钥匙，为一次循环。执行30 000次后，检测机械联锁性能。

6.6.2 手轮式

用夹具将机械连锁安装在寿命测试装置上进行模拟测试。将左侧钥匙插入机械连锁对应锁孔，逆时针旋转主轴3600°（10圈），拔出机械连锁上原截留的右侧钥匙；再将右侧钥匙插入对应锁孔，顺时针旋转主轴3600°（10圈），拔出机械连锁上的左侧钥匙，为一次循环。执行30 000次后，检测机械连锁性能。

7 检验项目

7.1 检验分类

机械连锁的检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 检验时机

机械连锁在下列情况下，应进行型式试验：

- a) 申请船级社型式认可证书时；
- c) 新产品试制定型鉴定时；
- d) 正式生产后，若设备、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- e) 产品停产半年以上后恢复生产时；
- f) 检验机构提出要求时。

7.2.2 检验项目

机械连锁型式检验项目和顺序见表 3。

表 3 检验项目

序号	项目	型式检验	出厂检验	要求的章节	试验方法的章条号
1	外观	●	●	5.2	6.1
3	操作	●	●	5.3	6.2
4	锁定	●	●	5.4	6.3
5	传递力矩	●	-	5.5.1	6.4.1
6	锁定扭矩	●	-	5.5.2	6.4.2
7	旋转力矩	●	-	5.5.3	6.4.3
8	钥匙抗拔力	●	-	5.6.1	6.5.1
9	钥匙插拔力	●	-	5.6.2	6.5.2
10	钥匙齿形码	●	-	5.6.3	6.5.3
11	使用寿命	●	-	5.7	6.6

注：“●”必检项目；“-”不检项目。

7.2.3 检验样品数

型式检验应在出厂检验合格的产品中按品类各抽取1个样品。

7.2.4 判定规则

所有型式检验项目合格，判定机械连锁型式检验合格；若有不符合要求的项目，允许加倍取样复验。若复验符合要求，则判定型式试验合格；若复验不符合要求，则判定型式检验不合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 检验项目

机械连锁出厂检验项目和顺序见表3。

7.3.2 组批规则

同一批订单或同一批备货组为一批。

7.3.3 抽样

随机抽取同一批次机械连锁中的20台作为样本。小于20台全数抽取；如同一批次量大于150台，抽取总数的20%。

7.3.4 判定规则

所有出厂检验项目合格，判定机械连锁出厂检验合格；若有不符合要求的项目，允许采取纠正措施后再对该项目进行复验。若复验符合要求，则判定出厂检验合格；若仍不符合要求，则判定出厂检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

凡经检验合格的机械连锁，其外表面应有清晰不易涂改的明显标识，应包含如下内容：

- a) 制造商名称或商标；
- g) 产品名称或型号；
- h) 生产编号。

8.2 包装

8.2.1 机械连锁应使用包装箱包装并在箱体内固定。

8.2.2 机械连锁的包装应牢固、不破损，其单件重量符合有关运输规定。

8.2.3 对未经油漆或者其他保护的表面应采取相应的临时涂封保护。

8.2.4 包装箱外表面的文字和标识应清楚、整齐且不易擦除，内容如下：

- a) 制造厂名称；
- i) 产品名称、型号、执行标准编号；
- j) 毛重和体积（长×宽×高）
- k) 出厂日期和编号。

8.3 运输

8.3.1 运输时应轻装轻放，避免重压，不用抛、滑或其他容易引起碰击的方法进行搬运。

8.3.2 运输时应防止日晒雨淋，不得与腐蚀性物品混运。

8.4 贮存

8.4.1 机械连锁应储存在通风良好干燥、清洁的室内。

8.4.2 机械连锁应堆放整齐，不得与腐蚀性物品混放。

附录 A

(资料性)

阀门机械联锁原理与操作

A.1 操作原理

当两把钥匙都归位到阀门机械联锁时，通过一定的逻辑顺序进行钥匙交换，每把钥匙均有唯一编码与联锁装置上锁芯一一对应。当且仅当阀门处于设定的全开或全关状态时，其中一把钥匙才能插入或释放。一旦将一把钥匙拔出，另一把钥匙即被锁定截留在联锁装置上。截留钥匙联锁装置至少由以下组件组成：

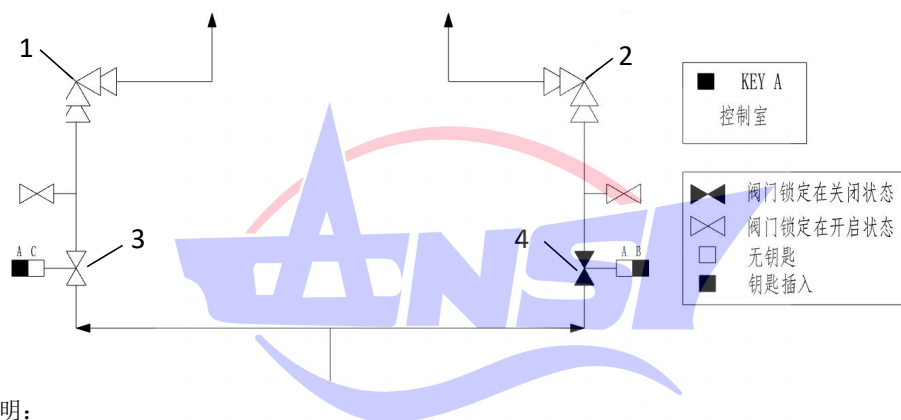
- a) 开关或带防护锁定机构的开关；
- l) 钥匙；
- m) 防护锁定机构。

注：为实现钥匙的中间传递，截留钥匙联锁系统可增加交换装置、延时装置等组件。

A.2 操作示例

A.2.1 两阀门联锁

两阀门联锁应用示例如图A.1所示。两路管道，当前的状态是A通路在运行，B通路不运行，阀门#1，阀门#2 锁定在开启状态。操作阀门保证A、B通路不能同时不运行。



标引序号说明：

1——A通路；

2——B通路；

3——阀门#1；

4——阀门#2。

图 A.1 两阀门联锁示例

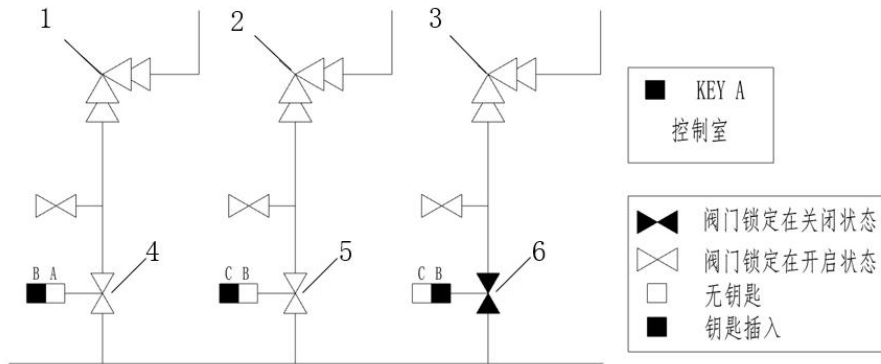
操作步骤如下：

- a) 从控制室取出钥匙 A；
- b) 唯一的一把 A 钥匙只能插入阀门#1 或者阀门#2；
 - 1) 操作 1：将钥匙 A 插入阀门#1，关闭阀门#1，通过拔出钥匙 C 使阀门#1 锁定在关闭状态；
 - 2) 操作 2：将钥匙 A 插入阀门#2，关闭阀门#2，通过拔出钥匙 B 使阀门#2 锁定在关闭状态。
- n) 将钥匙 C 或钥匙 B 返回控制室（完成转换）。

注：反向操作即可将不运行的 A 通路转换为 A 通路运行。或不运行的 B 通路转换为 B 通路运行。

A.2.2 三阀门联锁

三阀门连锁应用示例如图A.2所示。三路管道，当前的状态是A通路、B通路在运行，C通路不运行，阀门#1、阀门#2锁定在开启状态，阀门#3锁定在关闭状态。操作阀门使A、B通路全不运行时，C通路才允许运行。



标引序号说明：

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1——A通路； | 2——B通路； | 3——C通路； |
| 4——阀门#1； | 5——阀门#2； | 6——阀门#3。 |

图 A.2 三阀门连锁示例

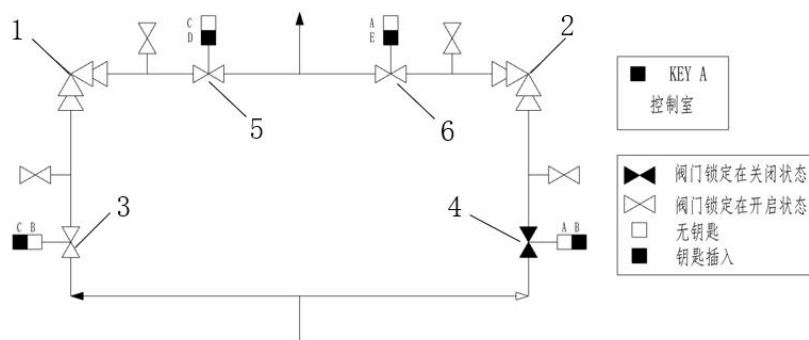
操作步骤如下：

- a) 从控制室取出钥匙 A；
- o) 将钥匙 A 插入阀门#1，关闭阀门#1，通过拔出钥匙 B 使阀门#1 锁定在关闭状态；
- p) 将钥匙 B 插入阀门#2，关闭阀门#2，通过拔出钥匙 C 使阀门#2 锁定在关闭状态；
- q) 将钥匙 C 插入阀门#3，打开阀门#3，通过拔出钥匙 C 使阀门#3 锁定在开启状态；
- r) 将钥匙或者钥匙 C 返回控制室（完成转换）。

注：反向操作即可将运行中的 C 通路转换为不运行，不运行的 A、B 两通路全部运行。

A.2.3 四阀门连锁

四阀门连锁应用示例如图A.3所示。如示管道，需保证管线上始终有一条通道可以泄压（阀门#1、阀门#2绝对不能同时关闭）。当前的状态是阀门#1、阀门#3、阀门#4锁定在开启状态，阀门#2锁定在关闭状态，操作阀门使运行中的 A 通路转换为运行中的 B 通路，完全隔离 A 通路进行维护后，完全隔离B通路进行维护。



标引序号说明：

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1——A通路； | 2——B通路； | 3——阀门#1； |
| 4——阀门#2； | 5——阀门#3； | 6——阀门#4。 |

图 A.3 四阀门联锁示例

操作步骤如下：

a) 以下操作将运行中的 A 通路转换为运行中的 B 通路：

- 1) 从控制室取出钥匙 A；
- 2) 将钥匙 A 插入阀门#2，打开阀门#2，通过拔出钥匙 B 使阀门#2 锁定在打开状态；
- 3) 将钥匙 B 插入阀门#1，关闭阀门#1，通过拔出钥匙 C 使阀门#1 锁定在关闭状态；
- 4) 将钥匙或者钥匙 C 返回控制室（完成转换）。

注：反向操作即可将运行中的 B 通路转换为 A 通路运行。

b) 以下操作完全隔离 A 通路以进行维护：

- 1) 从控制室取出钥匙 A；
- 2) 将钥匙 A 插入阀门#4，关闭阀门#4，通过拔出钥匙 E 使阀门#4 锁定在关闭状态；
- 3) 将钥匙或者钥匙 E 返回控制室（完成转换）。

注：反向操作即可将 A 通路解除隔离。

c) 以下操作完全隔离 B 通路以进行维护：

- 1) 从控制室取出钥匙 A；
- 2) 将钥匙 A 插入阀门#2，打开阀门#2，通过拔出钥匙 B 使阀门#2 锁定在打开状态；
- 3) 将钥匙 B 插入阀门#1，关闭阀门#1，通过拔出钥匙 C 使阀门#1 锁定在关闭状态；
- 4) 将钥匙 C 插入阀门#3，关闭阀门#3，通过拔出钥匙 B 使阀门#3 锁定在关闭状态；
- 5) 将钥匙或者钥匙 B 返回控制室（完成转换）。

注：反向操作即可将 B 通路解除隔离。

附录 B

(资料性)

钥匙管理

B.1 钥匙管理

B.1.1 钥匙交换盒

钥匙交换盒用于交换联锁系统中的初始钥匙和操作钥匙，其制作符合：

- a) 主体材质为316不锈钢；
- b) 钥匙交换盒由锁芯模块组成，模块数量根据钥匙的数量确定；
- c) 锁芯编码与钥匙编码一致。

B.1.2 钥匙柜

钥匙柜用于存储阀门机械联锁的初始钥匙和结束钥匙，需安置于安全受控区域，钥匙柜也可用于存储备用钥匙和万能钥匙，其制作符合：

- a) 防护等级按GB/T 4208规定不低于IP66；
- b) 钥匙柜里每个挂钩上的名牌和钥匙编码一致；
- c) 钥匙位可定制带触点开关。

