

指南编号/Guideline No.P-07(202205)



# **P-07**

# **机械接头**

生效日期/Issued date:2022 年 5 月 13 日

©中国船级社 China Classification Society

## 前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 [mp@ccs.org.cn](mailto:mp@ccs.org.cn)。

历史发布版本及发布时间: P-07(201510) 2015 年 10 月 20 日

P-07(201705) 2017 年 05 月 09 日

本版本主要修改内容:

对机械接头的耐火试验要求进行了修订。

## 目 录

1 适用范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语及定义.....	4
4 图纸资料.....	5
5 原材料及零部件.....	6
6 技术要求.....	6
7 型式试验.....	7
8 单件/单批检验.....	16

## 机械接头

### 1 适用范围

1.1 本指南适用于 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章中 2.5.3 定义的机械接头，包括各种型式的船舶管系用管接头、压力接头和滑套接头的型式认可及产品检验。

1.2 其他类似结构的机械接头也可参考本指南。

1.3 可接受按和本指南等效的国家或国际公认标准进行的型式认可。

### 2 规范性引用文件

2.1 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章。

2.2 IACS UR P2.7.4, UR P 2.7.11。

2.3 ISO19921: 船舶和航海技术——含有弹性和橡胶密封的金属管组件的耐火试验——试验方法

2.4 ISO19922: 船舶和航海技术——含有弹性和橡胶密封的金属管组件的耐火试验——试验台要求。

### 3 术语及定义

3.1 CCS《钢质海船入级规范》中给出的定义适用本指南。

3.2 本指南有关定义如下：

- (1) 机械接头：指船舶管路使用的，以机械方法将不同管段联结在一起的结构。
- (2) 最大设计压力：通常是指常温下接头所能承受的最大压力和真空度。
- (3) 最大和最小设计温度：指接头正常工作所能承受的温度范围。

## 4 图纸资料

4.1 应提交下列图纸和技术资料供 CCS 批准:

4.1.1 主要技术规格资料:

- (1) 最大设计压力（压力和真空）；
- (2) 最大和最小设计温度；
- (3) 输送介质；
- (4) 拟定服务；
- (5) 制造厂允许的最大轴向、径向和角度偏差；
- (6) 安装说明。

4.1.2 产品的详细介绍；

4.1.3 典型剖面图( 包括评估接头设计所必需的全部尺寸)；

4.1.4 所有零部件原物理性能一览表及说明；

4.1.5 试验程序和相关的试验报告或先前的其他相关试验；

备注：按国家标准制造的接头，如标准中包含详细的剖面图，可不必重复送审。

4.2 应提交下列资料供 CCS 备查:

4.2.1 零件图（必要时）；

4.3 申请型式认可的制造厂，还应提供以下认可资料及型式认可试验大纲，包括申请认可范围、认可依据、样品选择、试验项目及验收标准:

- (1) 工厂概况：工厂名称、地址、生产历史、生产能力、技术和检验人员、主要产品、隶属关系、产品商标等；

- (2) 申请认可产品明细;
- (3) 主要生产设备;
- (4) 主要检测设备;
- (5) 申请认可产品的简要生产工艺;
- (6) 质量管理文件;
- (7) 企业注册登记证明;
- (8) 资质证明和/或生产许可证;
- (9) 产品质量证明书样本;
- (10) 质量控制计划, 如适用。

## 5 原材料及零部件

5.1 产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行了控制。

5.2 外购的机械接头的本体材料、密封圈须持有工厂质量合格证明。

5.2 I、II 级管系用接头本体原材料应由本社认可工厂制造或持有本社产品证书或进行材料复验。

## 6 技术要求

6.1 机械接头的使用应符合《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章表 2.5.3.1(2) 和表 2.5.3.1(3) 的规定。其他类型的机械接头应经本社审批后方可使用。

6.2 机械接头的结构应能防止其装船后因压力脉动、管路振动、温度变化和其他类似不利影响的产生而引起的密封失效。

6.3 机械接头应能承受其内外压力。用于吸入管路的机械接头应能在一定的真空度下正常工作。

6.4 机械接头应具有足够的强度, 由于机械接头型式结构多种多样, 本指南并不限制计算方式, 以型式试验结果为准, 但接头壁厚至少不低于规范要求的最

小壁厚。由于使用咬合环或其他结构元件而导致管壁厚度减小，应在确定设计压力下的最小管壁厚度时予以考虑。

6.5 具有耐火性能要求的机械接头应进行耐火试验。

6.6 机械接头应作 4 倍于设计压力的爆破压力试验。

6.7 材料

- (1) I 级管系和 II 级管系的机械接头的材料和试验应符合 CCS《材料与焊接规范》的相关要求。
- (2) III 级管系的机械接头的材料和试验应符合适用的标准。
- (3) 机械接头的材料应与管系材料和内外介质相适应。
- (4) 制造厂应提交在规定的設計压力和温度下,所有元件(包括本体材料和密封结构)应能承受工作介质侵袭的证明;
- (5) 对于设计温度超过 50℃的接头,制造厂应根据材料的高温力学性能,对不同温度下的最大允许工作压力作出修正。

6.8 机械接头的焊缝需按以下要求进行无损检测:

- (1) I 级管系中,外径大于 75mm 的管子的对接焊接头,应全部经射线检测。
- (2) II 级管系中,外径大于 100mm 的管子的对接焊接头,以及 I 级管系中外径等于或小于 75mm 的管子的对接焊接头,应以 10%抽样进行射线检测。

## 7 型式试验

7.1 试验的目的

试验的目的是为证明管子接头能满足在拟定服务条件下的工作能力。试验的范围和型式(如适用性试验)、试验顺序和样本数量应提交认可,并应依据本附录规定的接头设计要求和拟定的服务条件而决定。除非另有规定,试验液体应采用水或油。

## 7.2 典型试验样品的选取

试验样本应从生产线选取或从库存随机选取，样品的选取应按照下面原则进行：

- (1) 如需认可的接头型式有不同尺寸和规格，则每种型式的接头应至少选取 3 个不同尺寸的代表性样本。
- (2) 同样型式和结构尺寸不同材料的接头，应选择强度塑性较低材料的接头进行试验。
- (3) 样品的选择通常取压力等级最高的级别，对在低压下容易泄露的产品可作特别考虑。

## 7.3 样品的装配

机械接头应和适合接头设计管径的管子装配成组合体进行试验。如管子材料会影响机械接头的性能，则组合体的选择应考虑管子的材料。如无特别的规定，通过试验接头连接的管子长度至少应 5 倍于管径。在接头装配前，应确认符合设计要求。在任何情况下，接头的装配只能按照制造厂使用说明书进行。在试验期内，除非制造厂特别规定，不允许对接头组合体进行调整。

## 7.4 可接受的试验判定标准

如一个机械接头的组合体未能通过表 7.5 中的全部或任一部分的试验，应对与失败的机械接头具有相同尺寸和规格的二个机械接头组合体进行试验，仅须对初次失败的机械接头组合体的试验进行重复。如在第二次试验中还有一个组合体试验失败，则这个尺寸和规格的组合体被认为不合格。

每一试验的方法和结果应予以记录，并在必要时可供查阅。

## 7.5 型式试验项目

- (1) 型式试验的项目见表 7.5；
- (2) 可根据机械接头的使用条件选择适用的试验项目，对未进行的试验项目，本社将在认可证书中对使用范围进行限制；
- (3) 适用于有脉冲压力(水锤除外)存在的系统的机械接头，需进行压

力脉冲试验；

- (4) 用于机械处所和高失火危险处所（如货泵舱和车辆处所）的舱底水系统，以及 CCS 规范第三篇第二章表 2.5.3.1(2)中有耐火要求的滑套接头，需进行耐火试验。对于包含易受火灾损坏部件的压力接头，也需进行耐火试验；
- (5) 适用于吸入管路的机械接头需进行真空试验；
- (6) 本社根据产品适用范围和制造厂质量控制情况，对非本社认可原材料可要求选择进行部分材料复验、焊缝无损探伤检查、外形尺寸检查；
- (7) 根据制造厂允许的最大轴向、径向和角度偏差，本社可补充要求进行验证试验。

机械接头的试验程序

表 7.5

试验项目		机械接头的型式		
		压力接头 管接头	滑套接头	
			夹扣式 机械槽式	滑动式
1	密性试验	×	×	×
2	振动（疲劳）试验	×	×	-
3	压力脉冲试验①	×	×	-
4	爆破压力试验	×	×	×
5	脱拉试验	×	×	-
6	耐火试验	×	×	×
7	真空试验	×③	×	×
8	重复装配试验	×②	×	-

符号说明： × 要求试验      - 不要求试验

注释： ① 适用于有脉冲压力（水锤除外）存在的系统。

② 压紧式和锻粗型除外。

③ 具有金属与金属密封面的接头除外。

## 7.6 试验方法

### 7.6.1 密性试验

为保证接头的正确装配和密封，所有机械接头均应进行下列密性试验：

- (1) 机械接头组合体试验样本应按本指南及制造厂说明书要求，与管子或管道进行连接，注入试验液体并排空管内气体；
- (2) 拟用于刚性连接的机械接头组合体不应受到纵向限制；
- (3) 接头组合体的内部压力应缓慢地增加到 1.5 倍设计压力，并在该试验压力下至少保持 5 分钟。如出现压力下降或可见的液体泄漏，则应对二个样本进行重复试验(包括耐火试验)。如果在重复试验中仍有一个样本未能通过，则应认为该试验未能通过；
- (4) 可以接受其他密性试验型式，如气密试验；
- (5) 对于压力接头，为验证机械接头组合体的完整密性，应在气态介质的状态下进行静态气体密性试验。试验压力应升到最高压力或 7.0 MPa，取较低者；
- (6) 如果密性试验中采用上述（1）中许可的气体介质时，则上述（2）要求的静态压力试验不需要重复进行。

#### 7.6.2 振动( 疲劳) 试验

由于工作条件下的振动很可能引起疲劳，为确定机械接头组合体承受疲劳的能力，机械接头组合体应进行下列振动试验。振动试验的结果应表明不存在泄漏或可能导致故障的损坏。

##### (1) 压力接头和管接头的试验

压力接头、管式接头或拟用于管路刚性连接的其他类似接头，应按照下列方法进行试验。刚性连接是指不具有自由角向和轴向运动的管段连接。

通过试验接头连接起来的两节管段，将管段的一端钢性地固定，而另一端安装振动源。试验装置和即将试验的接头组合体如图 7.6.2(1) 所示。

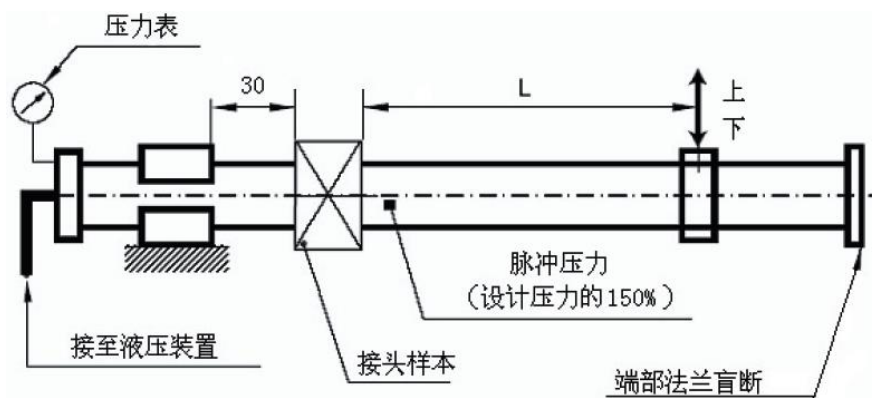


图7.6.2(1) 振动(疲劳)试验装置示意图

接头组合体应注满试验液，并排出气体，升压到接头的设计压力。试验期间的压力应显示，如出现压力下降或有泄漏迹象，应按 7.4 要求重新进行试验。

为寻找最终导致接头泄漏的损坏痕迹，应对接头组合体进行目视检查。在第一个 1000 循环周期内，可以接受重新紧固。

振动的振幅应在按下列公式计算值的 5% 范围内。

$$A = \frac{2SL^2}{3ED}$$

式中：A —— 单振幅，mm；

L —— 管段长度，mm；

S —— 许用弯曲应力（基于屈服应力的0.25），N/mm<sup>2</sup>；

E —— 管子材料的弹性模数（对碳钢，E = 210 kN/mm<sup>2</sup>）；

D —— 管子外径，mm。

试验样本应经受不少于 20-50Hz 振动频率的 10<sup>7</sup> 循环而不泄漏或损坏。

## (2) 夹扣式和机械槽式接头

夹扣式接头和含有弹性元件的其他类似接头应按下列方法进行试验。

悬臂型的试验装置可用于构件的疲劳强度试验，试验样本应按图 7.6.2(2)所示进行布置。

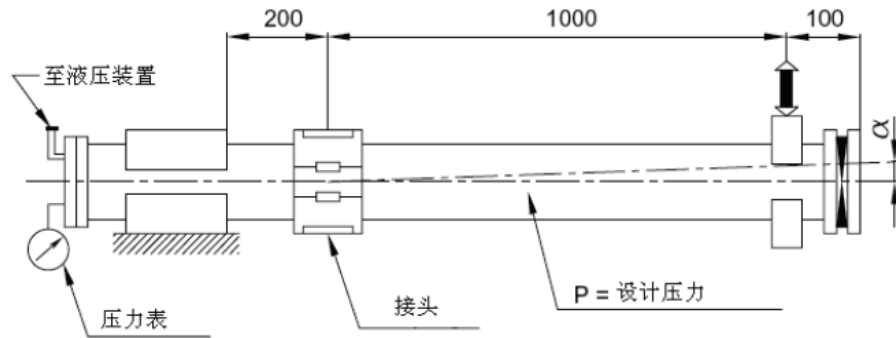


图7.6.2(2) 振动(疲劳)试验装置示意图

通过试验接头连接起来的两节管段，将这管段的一端钢性地固定，而另一端安装振动源。连接到固定端的管段应尽可能地保持短，且在任何情况下不应超过 200 mm。机械接头组合体不应受到纵向限制。组合体应注满试验液，并排空气体，升压到接头的设计压力。管子轴向的起始偏差角应等于制造厂推荐的最大偏差角。振幅应从接头组合体的中心线到连接装置转动元件自由管端的 1m 距离处测量（如图 7.6.2(2)所示）。

下表所示的是在相同组合体上进行试验的参数：

周期数	幅度, mm	频率, Hz
$3 \times 10^6$	$\pm 0.06$	100
$3 \times 10^6$	$\pm 0.5$	45
$3 \times 10^6$	$\pm 1.5$	10

试验期间的压力应显示。如发生压力下降和有泄漏的迹象，应按 7.4 所述重新进行试验。为寻找最终导致接头泄漏的损坏痕迹，应对接头组合体进行目视检查。

### 7.6.3 压力脉冲试验

为决定机械接头组合体承受可能在工作条件下发生的压力脉冲的能力，拟用于管段刚性连接的接头组合体，应按下列方法进行试验。

进行这种试验的机械连接试验样本，可与密性试验中所用的样本相同，条件是样本已通过上述试验。

对于压力式接头和管式接头，振动试验和压力脉冲试验应同时进行。

机械接头试验样本应与能产生如图 7.6.3 所示压力脉冲的压力源相连接。脉冲压力应从 0 提升到接头设计压力的 1.5 倍，频率为 30~100 周/min.，循环周期数应不少于  $5 \times 10^5$ 。

在试验期间，应对机械接头进行泄漏和损坏迹象的目视检查。

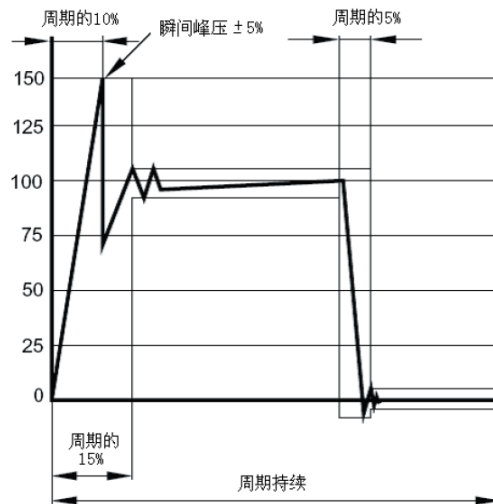


图7.6.3 压力脉冲图

#### 7.6.4 爆破压力试验

为确定机械接头组合体能承受 4 倍设计压力的能力，应进行下列爆破试验。

机械接头试验样本应与管子或管段进行连接，注入试验液，排出空气。按每分钟增加 10% 试验压力的速度，提升压力到试验压力。拟用于管段刚性连接的机械接头组合体不应受到纵向限制。

在试验压力下，试验持续时间应不少于 5 min。

用于密性试验的机械接头试验样本，如其已通过密性试验，则该样本可用于爆破试验。

在试验压力下样本可以有轻微变形，但不允许有泄漏或可见裂纹。

### 7.6.5 脱拉试验

为确定机械接头组合体承受可能在工作条件下产生的导致使管子脱离的轴向负荷的能力，应进行下列脱拉试验。

机械接头组合体试验样本的两端应安装大小合适的管段，将试验样本升压到设计压力，以使施加的轴向负荷达到下列公式计算的值。

$$L = \frac{\pi}{4} D^2 p$$

式中: D——管子外径，mm;

p——设计压力，N/mm<sup>2</sup>;

L——施加的实际轴向负荷，N。

该轴向负荷应保持 5min。

在试验期间的压力应显示，并应测量接头组合体与管子之间的相对移动。

应目测机械接头组合体是否存在压力下降、泄漏或损坏。

机械接头组合体与连接的管子之间不应出现移动。

### 7.6.6 耐火试验

为确定机械接头承受可能在工作中发生的火灾影响的能力，应进行耐火试验。耐火试验应按下列标准中选择的试验样本进行。

- (1) ISO 19921: 2005: 船舶和航海技术——含有弹性和橡胶密封的金属管组件的耐火试验——试验方法。

- (2) ISO 19922: 2005: 船舶和航海技术——含有弹性和橡胶密封的金属管组件的耐火试验——试验台要求

标准要求的说明:

- (1) 如果耐火试验是通过压力不同于接头设计压力(但不小于 0.5MPa)的循环水来实施, 则应作压力为 1.5 倍设计压力的持续压力试验。
- (2) 如《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章表 2.5.3.1 (2) 要求的“干式 8 分钟+湿式 22 分钟”或者“干式 30 分钟”耐火试验, 即进行一段时间没有循环水的试验, 试验条件适用如下:

(a) “干式 8 分钟+湿式 22 分钟”试验条件

试样在制备过程时不需要用试验介质(水)冲洗, 待干燥样品暴露于火中维持 8 分钟, 然后将管路系统充入介质水, 使管路压力在 2 分钟内增加到至少 0.5MPa, 保持至少 0.5MPa 压力的情况下维持 22 分钟(即从最初暴露于火中 30 分钟)后停止燃烧, 随之按照上述 (1) 条要求进行静压力试验。

(b) “干式 30 分钟”试验条件

干燥样品暴露于火中开始并保持 30 分钟, 然后按照上述 (1) 条要求进行静压力试验。

注: 对于干燥条件下的耐火试验, 由于封闭空气加热而压力会上升, 试件内部的压力应被监测。在必要的位置上应设置泄压装置。

试验过程中, 高压能导致样品的损坏, 应采取预防措施保护人员和设备。

ISO 19921-2005 第 7.5 条不适用于干式试验和无强制空气循环的情况。

对于暴露时间大于 30 分钟的耐火性试验, 应调整试验条件以满足延长的总暴露时间要求。在所有干-湿试验的情况下, 最小的干式暴露时间是 8 分钟。

- (3) 为了证明具有相同设计的机械接头的耐火性能，可以先择一个具有典型通径的样本作试验。当一个通径为  $D_n$  的机械接头已按要求进行了试验，那么通径在  $D_n$  至  $2D_n$ （包括  $D_n$  和  $2D_n$ ）的机械接头可以被同样接受。
- (4) 若因试验管件远大于试验台而导致其不能被火焰完全包围时，可接受其他等效的验方法或试验程序。
- (5) 如隔热作为提供耐火性的一种方式时，则以下要求适用：
  - (a) 联轴器上的隔热材料应为不燃材料，应采取预防措施防止绝缘层被易燃油浸渍；
  - (b) 表 7.5 中的耐火试验和振动试验应在隔热安装到位的情况下进行；
  - (c) 型式认可证书上应给出使用限制，如有耐火要求时使用机械接头，则机械接头应在安装期间安装隔热材料，除非交付的机械接头在安装前已安装隔热材料。

#### 7.6.7 真空试验

为确定机械接头组合体能承受可能在工作条件下出现的内部压力小于大气压力的能力，应进行下列真空试验。

机械接头组合体应连到一真空泵上，并应承受  $0.0170\text{MPa}$  的绝对压力。当该压力稳定后，在试验下的机械接头组合体试验样本应与真空泵隔离，并应在该压力下持续  $5\text{min}$  压力保持不变。

试验期间的压力应显示。试验期间内部压力不允许升高。

#### 7.6.8 重复组装试验

机械接头试验样本应按制造厂说明书要求拆卸和重装 10 次，之后再行进行密性试验。

## 8 单件/单批检验

8.1 获得本社认可的管系用机械接头如需本社颁发产品证书，需进行下列

检验:

- (1) 原材料证书核查（或复验）；
- (2) 无损探伤(适用时)；
- (3) 密性试验；
- (4) 外观质量检查。

注：密性试验可按相关产品标准要求进行抽样。通常每种规格、每批产品至少抽一件。

8.2 制造厂需提交的记录或报告，可包括：

- (1) 工厂质量证明书（如适用）；
- (2) 过程检验记录；
- (3) 所使用的试验设备和检测设备清单。