

指南编号/Guideline No.H-01(201610)



**H-01**

# 液压动力装置

生效日期/Issued date:2016年10月28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: H-01 (201510) 2015-10-20

本版本主要修改内容:

对“5 原材料及零部件”进行修改,与规范协调一致。

## 目 录

1 适用范围.....	4
2 规范性引用文件.....	5
3 术语和定义.....	5
4 图纸资料.....	7
5 原材料及零部件.....	10
6 焊接工艺评定.....	11
7 设计技术要求.....	11
8 强度要求.....	32
9 典型样品选取.....	34
10 型式试验.....	34
11 单件/单批检验.....	35

## 液压动力装置

## 1 适用范围

1.1 本指南适用于拟配套安装于 CCS 入级的海上航行船舶的船用液压动力装置。

1.2 本指南提及的液压动力装置包括：

- (1) 液压动力装置；
- (2) 液压自动控制装置；
- (3) 液压遥控装置。

1.3 本指南不包括：

- (1) 液压动力装置的液—力转换执行机构/部件，例如液压缸、液压马达、遥控阀门等；
- (2) 驱动泵的动力装置（如电动机）的启动及控制装置（包括变频控制器）；
- (3) 与之配套的电气操纵装置、控制装置（如伺服阀及比例阀的电气控制装置）；
- (4) 监测、显示及报警系统/装置。

与本液压动力装置配用的上述部件及装置，应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章的持证要求。

1.4 本指南仅提及《1974 年国际海上人命安全公约》（以下简称“SOLAS 公约”）、CCS《钢质海船入级规范》等对液压动力装置及控制装置明确提及的相关要求，公约和规范未明确指明对“液压”部分要求的暂未包括。

1.5 由于科学技术的飞速发展及液压控制技术的不断发展和完善，虽 SOLAS 公约及 CCS《钢质海船入级规范》等对一些特定设备和系统的液压动力装置及控制装置的相关要求目前未明确提及或已提及但不完善，但如果这些设备和系统采用了液压动力及控制装置，则除需要满足本指南对液压动力装置的通用要求外，对于动力及其控制系统的配置、功能、能力、保护、检验和试验等还应满足对应设备和系统对非液压动力及其控制系统装置的同等技术要求。

1.6 对于操舵装置液压动力系统的具体要求，除本指南一些通用要求外，还应参见 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 13 章第 1 节及 CCS 液压舵机检验指南的有关要求。

1.7 对于锚机装置液压动力系统的具体要求，除本指南一些通用要求外，还应参见 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 13 章第 2 节及 CCS 锚机装置检验指南的有关要求。

## 2 规范性引用文件

2.1 本指南采用的认可和检验依据如下：

- (1) CCS《钢质海船入级规范》；
- (2) CCS《材料与焊接规范》；
- (3) CCS《船舶与海上设施起重设备规范》；
- (4) SOLAS 公约。

2.2 上述认可和检验依据中的条款通过本指南的引用而成为本指南的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本指南，故在产品的设计、制造及检验时应注意满足这些文件的最新版本要求。凡是不注明日期的上述引用文件，其最新版本适用于本指南。

## 3 术语和定义

3.1 SOLAS 公约及 CCS《钢质海船入级规范》中给出的术语和定义适用本指南。

3.2 本指南增加如下定义：

- (1) 公称压力：在液压动力装置中公称压力通常被等同认定为是设计压力。
  - ① 对于系统来说，其通常不小于系统内每一泵组泵出口的最大许可工作压力，也即不低于泵出口安全阀/溢流阀整定的最大值；
  - ② 对于液压元器件，其为该元器件的最大许可工作压力（例如额定压力）；
  - ③ 对多动力/控制输出的系统，其还常指每一动力/控制输出支系统的最大许可工作压力，其值通常不大于支系统配置的安全阀的整定压力。
- (2) 工作压力：通常为“液——力”转换执行机构在输出额定功率时所需的最大压力差与液压系统沿程管路损失所组成。
  - ① 对单一动力/控制输出的系统，通常指每一泵组泵出口的工作压力，其值不大于泵出口溢流阀的整定压力；

- ② 对多动力/控制输出的系统，还常指每一动力/控制输出支系统的最大工作压力，其值通常不大于支系统设置的溢流阀、减压阀等整定的压力。
- (3) 额定流量：每一管路或元器件可能流过的最大流量。
- ① 对非恒功率系统，通常为“液——力”转换执行机构在输出额定功率时所需的最大流量与液压系统容积效率损失所组成，对单一动力/控制输出的系统，通常指每一泵组泵整定的最大流量；
- ② 对恒功率系统，通常为“液——力”转换执行机构所需的最大流量与液压系统容积效率损失所组成，对单一动力/控制输出的系统，通常指每一恒功率泵组泵整定的最大流量；
- ③ 对多动力/控制输出的系统，还常指每一动力/控制输出支系统的最大流量。
- (4) 单一动力/控制输出系统：指一个泵组（包括备用泵组）仅为一套“液——力”转换执行机构提供液压动力的系统。
- (5) 多动力/控制输出系统：指至少一个泵组（包括备用泵组）为多套独立“液——力”转换执行机构提供液压动力的系统。
- (6) 液压动力装置：系主要用于为机械设备（如液压舵机、锚机、绞车、起重机等）的液力转换装置（例如液压缸、液压马达）直接提供液压动力源的装置，其通常包括液压泵及驱动液压泵的动力装置（如电动机、柴油机等），以及与此相关的管系、附件、控制阀、油箱等。
- (7) 液压自动控制装置：系指在没有人直接参与的情况下，利用控制器（例如电磁/电液换向阀、液压伺服阀、比例阀等）控制的液压能，使控制对象（如机器、设备等）的某个工作状态或参数（即被控量）自动地按照预定的规律运行，该控制装置通常包括控制器、液压管系、附件、提供控制液压能的液压泵、驱动该液压泵的动力装置（如电动机）及液力转换装置。
- (8) 液压遥控装置：系指由人直接通过操纵液压发送器，利用液压能，使远程被控制对象（如机器、设备等）的某个工作状态或参数（即被控量）自动地按照操作者的指令运行，该遥控装置通常包括液压发送器（如控制阀、控制泵等）、接收器（例如伺服液压缸、遥控阀等）、管系、附件、提供遥控液压动力的液压泵、驱动该液压泵的动力装置（如电动机）及

液力转换装置。

#### 4 图纸资料

4.1 除 CCS 另有规定外，申请方在申请船用液压动力装置产品首次检验或认可时通常应向 CCS 提交如下图纸及其技术文件：

4.1.1 下列图纸资料应提交 CCS 审查：

- (1) 产品主要规格性能参数表（可包括在产品总布置图或液压系统图中），通常包括如下内容：
  - ① 各系统公称压力（MPa）；
  - ② 各系统的工作压力（MPa）；
  - ③ 各安全阀、溢流阀、减压阀、背压阀等整定值（MPa）；
  - ④ 各系统额定流量（l/min）；
  - ⑤ 液压泵规格型号、公称压力、排量及公称转速；
  - ⑥ 驱动装置（电动机）规格型号、功率、额定转速、电制；
  - ⑦ 配用电磁阀/电液换向阀/比例阀/伺服阀等规格型号、公称流量或通径、公称压力、控制电源；如其系由直流电控制，则须提供控制这些阀的适用电源的电压波动值数据；
  - ⑧ 各油箱（动力机组油箱、储备油箱）的有效容积，通常按油箱理论总容积的 80% 计算；
  - ⑨ 监测报警点的设置；
  - ⑩ 推荐的液压油型号及适用温度范围（须满足最低及最高温度使用环境的要求）；
  - ⑪ 产品的预定用途等。
- (2) 产品总布置图，通常需表述清楚：
  - ① 提供检验（供货）产品的配置范围；
  - ② 各系统组件相互之间的配置关系；

- ③ 液压油柜的安装高度要求（如液压泵不与油箱整体安装）；
  - ④ 产品主要技术参数；
  - ⑤ 外形尺寸。
- (3) 液压动力/控制机组总装配图，通常需表述清楚：
- ① 制造、安装及检验的相关技术要求；
  - ② 主要尺寸（容积），箱体材料；
  - ③ 液位指示器的设置；
  - ④ 液压泵的吸油口位置；
  - ⑤ 监测报警传感器的设置，例如油温、液位、低压、滤油器阻塞等；
  - ⑥ 各报警点的报警调定值；
  - ⑦ 冷却器的设置（如适用）；
  - ⑧ 加热器的设置（如适用）。
- (4) 下述零部件图（如为自制件）：
- ① 隔离阀装配图及其相关资料；
  - ② 安全阀装配图及其相关资料；
  - ③ 非标密封件等。
- (5) 液压系统（原理）图，通常需表述清楚：
- ① 全套液压动力/控制系统的配置情况及相互之间的关系（包括内部控制油路）；
  - ② 主要元器件的规格型号及主要参数（公称压力、公称流量/通径、额定转速、容积、滤油精度等），通常包括液压软管、液压泵、电动机、安全阀、溢流阀、减压阀、背压阀、电磁阀/电液换向阀、比例阀/伺服阀、滤油器、蓄能器、压力表及其开关、截止阀、压力/流量/温度等检测装置、冷却器等；

- ③ 各管路的规格型号、通径、壁厚、材质等数据;
  - ④ 各系统工作循环（电磁）控制阀动作表;
  - ⑤ 各安全阀、溢流阀、减压阀、背压阀等整定值（MPa）;
  - ⑥ 执行机构的主要技术参数（如适用）;
  - ⑦ 监测报警传感器的设置值，例如压力、油温、液位、滤油器阻塞等;
  - ⑧ 推荐用油。
- (6) 油路集成块装配图，通常需表述清楚：
- ① 液压原理图;
  - ② 各外接口的编号或代号;
  - ③ 集成块材料牌号;
  - ④ 制造检验的相关技术要求;
- (7) 型式试验大纲，需表述清楚：
- ① 试验的项目及合格判定的标准;
  - ② 试验的方法;
  - ③ 检测仪表的要求;
  - ④ 试验的环境条件要求;
  - ⑤ 试验用油的要求;
  - ⑥ 试验加载设备的要求等。

#### 4.1.2 下述图纸资料应提交 CCS 备查：

- (1) 产品适用的技术标准;
- (2) 液压系统计算书，通常需包括如下项目的校核计算：
  - ① 系统额定流量的校核;

- ② 系统公称压力选择计算或说明;
  - ③ 泵驱动功率计算及电动机选择计算;
  - ④ 管路规格及按规范要求的壁厚校核;
  - ⑤ 隔离阀/安全阀的有关计算 (如为自制件);
  - ⑥ 油泵联轴节的选用计算或说明。
- (3) 产品使用说明书, 通常包括如下内容:
- ① 产品设计符合的规范及标准、产品适用范围;
  - ② 产品配置范围及产品主要技术参数 (含推荐使用的液压油);
  - ③ 产品工作原理 (附相关原理图);
  - ④ 产品安装和维护保养要求;
  - ⑤ 必要的安全警示;
  - ⑥ 故障的应急处理。
- (4) 主要零件材料理化性能数据表 (如液压集成块、钢管等采用非标或非中国标准材料);

4.1.3 制造厂首次申请产品认可和检验时, 对产品主要制造工艺 (例如法兰、钢管的焊接工艺 (如适用)、热处理工艺等)、焊接及无损检测等主要验收标准等资料 (如适用) 请直接提交给制造厂辖区内本社产品检验执行单位。

## 5 原材料及零部件

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

### 5.1 液压动力装置的组成:

液压动力装置的组成

表 5.1

液 压 动 力 装 置	动力装置	液压泵		
		泵驱动器	电动机	启动箱（包括变频控制器）
			柴油机	
	联轴器			
	管路附件	控制阀（电磁阀、电液换向阀、比例控制阀、伺服阀等）、安全阀、溢流阀、背压阀、平衡阀、滤油器、油冷却器、（主/备）油箱、钢管、高压软管、管子机械接头、蓄能器、加热器等		
	监测、显示 元器件	显示	压力表、液位计、温度计、指示灯等	
监测		压力传感器/继电器、温度传感器、液位继电器、行程开关等		

## 6 焊接工艺评定

液压动力装置中涉及设备及系统安全的焊接结构应符合 CCS《材料与焊接规范》的要求。

## 7 设计技术要求

### 7.1 技术要求

7.1.1 船用液压动力装置的通用技术要求见表 7.1.1。

船用液压动力装置的通用技术

表 7.1.1

序号	具体要求	检验依据条款	备注
1	通用要求		
1.1	图纸送审要求	CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇 3.6.2.1	还应满足本指南第 4 条的要求
		CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇 1.1.3.2	

续表 7.1.1

		CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.1.3.3	
1.2	满足环境条件的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.2.1.1	1、针对“主机和辅机”栏，油泵吸油口和液位传感器等的设置应注意满足该要求； 2、任何安装在液—力转换执行机构（例如液压缸）上或与液—力转换执行机构连接的元件都应牢固，以防由冲击和振动引起松动
		CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.2.1.2	对应“大气”栏，液压油的选择及系统温升的控制应注意满足该要求
1.3	防腐蚀要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.3.5.1	制造厂应确保： 1、油箱的所有内部表面应彻底清理，并且清除所有潮气、污垢、切屑、焊剂、氧化皮、熔渣、纤维状材料和任何其它的污染物； 2、油箱的任何内部涂层要与用于系统的液压油液和大气环境相容，并且应按涂层供应商的推荐来涂敷。当未采用这样的涂层时，铁质内部表面宜涂上与液压油液相容的防腐剂； 3、在甲板上重要的液压动力装置（例如救生降放装置）建议油箱采用耐海水（盐雾）腐蚀的材料
1.4	满足通用安全要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.3.6.1	1、液压泵和马达应安装在对可预见的损害有防护的地方、或适当地安装防护装置； 2、应对所有驱动轴和联轴器采取适当的防护，特别是泵的外露旋转部分，应增加防护罩
		CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.3.6.2	视具体设备的规定： 1、对于充气式蓄能器，制造厂应确保： 1)、在蓄能器上或在蓄能器的标牌上应给出下列标识： ——“警告——压力容器，拆卸前排出油液” —— 额定充气压力 ——“仅用……作为充气介质”（例如氮气） 2)、带有充气式蓄能器的液压系统应有警告标签，标明“警告——系统包含蓄能器，维修前要使系统减压”；同样的内容应标注在油路图上
		CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.3.6.3	液压系统设计应通过布置或安装防护装置来保护人员免受超过触摸极限的表面温度的伤害
1.5	对配用电气元器件及装置的要求	CCS《钢质海船入级规范》第4篇	特别关注由直流电控制的如电磁阀、电液换向阀、比例阀、伺服阀等器件产品的抗电源电压波动能力，其应满足 CCS《钢质海船入级规范》第4篇 1.2.2.2 条要求，没有达到电压向下波动 25% 指标的这些元器件均不得用于由蓄电池直接供电的系统中，除非满足 CCS《钢质海船入级规范》第4篇 1.2.2.3 条要求，对没有达到电压-10% 指标的这些元器件均不得使用；在实际使用中，应考虑在电磁铁/继电器动作工况下检测电磁线圈接线端子的电压值，其来回电缆总压降值之和应满足《钢质海船入级规范》第4篇 2.12.4.2 条要求

续表 7.1.1

2	材料要求		
2.1	对材料的一般要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.2.8.1	主要为承压零部件（如钢管、蓄能器、阀体、油路集成块）等
		CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.1.1	制造厂应确保： 1、密封件和密封装置的材料也应与所用的液压油液、邻近的材料及其工作条件和环境条件相容； 2、零、部件设计应便于密封件和密封装置的检修和更换
		CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.1.3	液压动力传输系统中起主要作用的部件通常有： 泵、管路、阀、蓄能器等
2.2	对液压油的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.1.2	1、液压动力装置制造厂对“液压油”的选用应确保满足所用液压元器件对“液压油”的使用限定要求； 2、液压动力装置制造厂应在使用说明书中明确推荐使用的“液压油”介质的牌号及粘温特性指数要求，其应满足该液压动力装置预定用途中所处的环境条件要求； 3、对于采用高水基介质的“液压油”应给予特别考虑
2.3	对含有石棉材料的使用要求	SOLAS 第II-1/3-5条 CCS《钢质海船入级规范》第3篇 1.2.8.2	禁止使用含有石棉的材料
3	液压系统要求		
3.1	液压系统不应用于润滑用途	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.1	
3.2	管件与配件的强度	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.2	制造厂应确保： 1、为保证使用的安全性，应对系统中的所有元件进行选择和指定。选择和指定元件应确保当系统投入预定的使用时，这些元件应在其额定的极限内可靠地运行，尤其应注意那些在失效或误动作可能引起危险的元件的可靠性； 2、应按管系设计压力进行强度校核； 3、传动联轴器和机座具有反复经受住所有工况下产生的最大转矩的能力； 4、管接头的额定压力应不低于其所在系统部位的最高工作压力

续表 7.1.1

3.3	对滤油器的设置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.3	<p>制造厂应确保：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、滤油器的设置应考虑使系统内颗粒污染度限定在适合于所选择的元件和预期应用所要求的等级内；</li> <li>2、所有过滤组件都应配备指示器，当过滤器需要保养时，该指示器会发出指示。指示器应易于让操作人员或维修人员看见；</li> <li>3、对于其滤芯不能经受住系统全压差而损坏的过滤器组件，应装设旁通阀；</li> <li>4、过滤器应安装在易于接近的地方，并应留出足够的空间更换滤芯；</li> <li>5、除非需方和供方商定，在泵吸油管路上不应使用滤油器（精滤器），但容许用吸油口滤网或粗滤器；</li> <li>6、选择安装吸油粗滤器时，应使泵的进口条件在泵制造商规定的范围内。在冷起动的条件下，宜特别注意这一点</li> </ol>
3.4	对溢流阀的设置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、应从设计上，防止系统所有部分的压力超过系统或系统任一部分的最高工作压力和任何具体元件的额定压力，否则应采取其他防护措施；</li> <li>2、对所有需要限制过高压力的（总/支）系统或管路，均应设置满足额定流量要求的溢流阀或安全阀；</li> <li>3、系统的设计、制造和调试应使冲击压力和增压压力减至最低，冲击压力和增压压力不应引起危险；</li> <li>4、压力丧失或临界压降时，不应使人员面临危险</li> </ol>
3.5	放气阀的设置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.4	

续表 7.1.1

3.6	蓄能器的设置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.5	<p>1、对带有充气式蓄能器的液压系统的要求：</p> <p>1)、带有充气式蓄能器的液压系统在关机时，应自动卸掉蓄能器的油液压力或可靠地隔离蓄能器；</p> <p>2)、在机器关机后仍需要压力的特殊情况下，上述要求不必满足；</p> <p>3)、充气式蓄能器的任何配套的受压部件，应在压力、温度和环境条件的额定范围内使用，在特殊情况下，可能需要防止在气体侧超压的保护装置；</p> <p>4)、如果设计要求充气式蓄能器在系统关机时隔离油压，那么应在蓄能器上或其附近的明显之处，注明安全保养的完整资料；</p> <p>5)、充气式蓄能器需要的主要日常保养，是检查或调整充气压力。蓄能器充气应仅使用供应商推荐的装置和程序，蓄能器日常监测压力用压力表其表盘示值应采用色标或其它等效的办法明确标识系统最低和最高许可工作压力范围。充气气体应是氮气或其它适用的气体</p> <p>2、提供应急动力源的蓄能器不应设置易熔塞，仅需设置安全阀，但该安全阀的可靠性及通径的选择应给予特别考虑（可根据 ISO4126 标准要求选择安全阀）；</p> <p>3、如果系统对蓄能器的充液压力可以进行有效的控制，则蓄能器进口处可不必设置溢流阀，而仅在蓄能器的液体端（例如蓄能器本体上或在蓄能器液压油进口处）设置保护蓄能器的安全阀，除非采取了完善的防范措施，否则安全阀与蓄能器之间不得安装截止阀，该安全阀通径的选择应给予特别的考虑，其调整压力应取下列二者的小值：</p> <p>1)、不大于蓄能器的设计压力；</p> <p>2)、蓄能器服务管系系统最大许可的压力值</p> <p>4、空气端安全阀（如设有）的开启压力应大于蓄能器液体端安全阀的整定压力的 10%，其排放能力应使蓄能器的内部压力在任何情况下限制在不超过液体端安全阀整定压力的 120%；</p> <p>5、气液未进行有效隔离的蓄能器不得使用</p>
-----	----------	--------------------------	--

续表 7.1.1

3.7	软管的使用	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.6	1、除非经 CCS 特别批准，否则严禁在固定管路之间或固定管路与固定设备部件之间使用液压软管； 2、应标明软管和软管总成的生产日期（例如：季节和年份）； 3、应提供软管制造商推荐的最长存储时间； 4、应提供由系统供方推荐的使用寿命，如可能需考虑使用的环境条件因素，例如考虑室内与室外使用，或是否有其它热源等情况； 5、软管的弯曲半径不宜小于推荐的最小值； 6、如果软管总成的失效构成击打的危险，该软管总成应被固定或遮挡； 7、如果软管总成的失效构成油液喷射或燃烧的危险，则应被遮护
3.8	设置手动应急泵的条件	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.7	对电磁控制的阀，当电控不能用时，如果为了安全或其它原因需要操作电磁阀，那么它应配备手动应急控制按钮或类似的装置，该装置的设计和选择，应使其不会无意中被操作，并且当手动控制解除时应自动复位，除非另有规定
3.9	备用泵的设置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.2.8	
3.10	系统的独立布置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.7.3.1	
3.11	通用报警设置要求	SOLAS II-1/53.4.3	包括油液温度监测报警要求

## 7.1.2 船用液压动力装置的通用技术要求

(1) 船用液压动力装置除需要满足本指南表 7.1.1 的要求外，还应满足表 7.1.2 船用液压动力装置的通用技术要求。

船用液压动力装置的通用技术要求

表 7.1.2

序号	具体要求	检验依据条款	备注
1	通用要求		
1.1	图纸送审要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.1.2.1 CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.1.2.4	应满足本指南第4条的要求

续表 7.1.2

1.2	系统设计压力	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.1.3.1	<p>1、除非执行机构等部分有特殊的要求，泵出口安全阀通常仅是该泵组对应的整个系统的最大工作压力；</p> <p>2、对于多工作目的液压动力装置，在系统中对于不同的预定用途，且需要增加系统和执行机构保护的部分均应单独增加安全阀/溢流阀/减压阀等，对系统中不同的组成部分可以给予不同的设计压力，同时确定各自不同的安全阀/溢流阀的整定压力，该部分的液压试验和密性试验也将随之改变</p>
1.3	液压系统设计温度	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.1.4.1	<p>1、通常为系统最高使用环境温度至系统循环油箱（对开式系统）内油温达到 60℃~65℃（即环境最高温度+系统温升），系统的温升通常应控制在不大于 20K，除非对液压油及液压元器件的选择给予了特别考虑，否则应设置油冷却器；</p> <p>2、系统或任何元件的整个工作温度范围，不应超过规定的安全使用范围；</p> <p>3、当使用加热器时，其单位面积耗散功率不应超过液压油液制造商推荐的范围；应采用自动温度控制，以保持希望的液压油液温度</p>
1.4	管系等级划分	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.1.5.1	分可燃液压油和不可燃液压油，为此制造厂应在说明书中明确其推荐产品系统使用的液压油牌号和燃烧特性
1.5	对材料的原则要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.1.6	主要考虑特殊液压介质（例如海水、纯水、高水基介质等）对材料的兼容问题，液压油低温特性应满足系统预定用途的环境条件，如甲板上工作的液压设备须考虑最低环境温度下由于液压油粘度变化对设备性能的影响，还要考虑油箱内部防盐雾腐蚀的问题
		CCS《钢质海船入级规范》第3篇 4.1.2	
2	结构和设计		
2.1	碳钢和低合金钢钢管及阀件材料要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.2.1	<p>1、冷拔钢管通常需要采购以退火状态供货的管材，以保证材料具有必要的延伸率及 CCS《材料与焊接规范》第2篇第4章的要求；</p> <p>2、对液压集成块材料应满足延伸率不小于 12%的要求</p>
2.2	钢管壁厚的校核要求及许用应力要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.2.2	
2.3	铜和铜合金钢管及阀件材料要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.3.1	
2.4	铜和铜合金管子壁厚的校核要求及许用应力要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.3.2	

续表 7.1.2

2.5	灰铸铁管、阀和附件	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.4.1.1	1、除 CCS 另有规定外，船用液压阀壳体材料通常不得采用冲击韧性 $\alpha_k$ 小于 $50\text{Nm/cm}^2$ 和延伸率 $\delta$ 小于 5% 的脆性材料； 2、对双套互为备用或配有独立应急装置的 I 级及 II 级管系系统，动力泵至油缸隔离阀之间（不包括隔离阀）的液压阀件其阀壳材料可考虑允许使用灰铸铁
2.6	球墨铸铁管、阀和附件	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.4.2.1	
2.7	对挠性软管的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.4.4	除非经 CCS 特别批准，否则不应在固定管路之间或固定管路与固定设备部件之间使用液压软管
2.8	管段连接	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.5.1	管路接口的连接应防止外泄漏、不应使用锥管螺纹或需要密封填料的连接结构
2.9	法兰连接	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.5.2	
2.10	机械接头	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.5.3	
2.11	热处理要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.5.4	
2.12	无损检测要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.5.5	
3	液压系统布置		
3.1	管子的固定	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.8.1.1	
3.2	管子防腐保护	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.8.3.1	
3.3	放泄阀与旋塞的设置	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.8.5.2	
3.4	安全阀的设置原则	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.8.5.3	
3.5	安装减压阀后需要考虑的问题	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.8.5.4	
3.6	滑动式膨胀接头使用限制的情况	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.8.7.3	
3.7	对遥控阀的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.8.8.4	
4	产品制造厂试验		
4.1	管路耐压试验要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.7.1	
4.2	阀和附件的液压试验	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.7.2	
5	产品装船后试验		

续表 7.1.2

5.1	液压系统的验漏试验	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.7.3.1	在设备正常工作状态下进行检验
5.2	液压系统的密性试验	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.7.3.2	
5.3	焊接管件免除液压试验的条件	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.7.3.3、2.7.3.4	
6	具有冰区附加标志的船舶对液压系统功能的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 14.1.1.2	应特别考虑低温对系统功能的影响

## 7.1.3 船用液压自动控制装置及液压遥控装置的通用技术要求

- (1) 船用液压控制装置除需要满足本指南表 7.1.1、表 7.1.2 的要求外，对主要针对需要满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇要求的液压控制装置还应满足表 7.1.3 船用液压自动控制装置及液压遥控装置的通用技术要求。

船用液压自动控制装置及液压遥控装置的通用技术要求

表 7.1.3

序号	具体要求	检验依据条款	备注
1	通用要求		
1.1	图纸送审要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 1.1.3	应满足本指南第4条的要求
1.2	环境条件	环境空气温度	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.1.1
		相对湿度要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.1.2
		振动条件	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.1.3
		倾斜和摇摆	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.1.4
		盐雾、油雾等	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.1.5
1.3	对配用的电气装置及零部件产品对电源的适用性要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.2.1	
1.4	对系统电磁兼容性的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.2.2	

续表 7.1.3

1.5	对动力源压力变化范围的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.2.3	1、 $\pm 20\%$ 压力变化值，是指以被控制部分（执行器）而言的，该压力变化值是由液压控制装置输出的控制压力变化值与沿程管路损失两部份组成的，故对于液压控制系统装置的制造厂，应该提供在许可的环境条件下能够保证其控制压力的偏差范围值，该值应小于 $\pm 20\%$ 控制压力的变化值； 2、对于使用蓄能器作为控制压力的情况，蓄能器的最低充液维持压力应满足上述要求
1.6	安全故障原则的实施及系统装置的可靠性要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.3	
1.7	系统/设备设计独立性原则的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.4	
1.8	设定值的检查及锁定	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.5	
1.9	供电要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.6	
1.10	故障显示、识别及报警要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.1.7.1	
2	控制系统设计要求		
2.1	控制系统的分类	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.2.1.1	
2.2	控制装置的品质及精度要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.2.1.2	
2.3	安全独立性要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.2.1.3	
2.4	控制系统故障后的措施	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.2.1.4、 3.7.2.1(5)、 4.2.2.1(2)⑤、 4.3.2.1(4)；	
2.5	重要设备控制的独立性要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.2.1.5	
2.6	独立性的局部放宽条件	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.2.1.6	
3	液压动力源及管路		
3.1	当泵的压力低于设定值时的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.2.2.1(1)	
3.2	当系统压力低于设定值时的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.2.2.1(2)	
3.3	管路的结构和布置	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 3.9.1.2(1)	

续表 7.1.3

4	安全系统		
4.1	设备发生故障时对安全系统的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.3.1.1	
4.2	安全系统故障的处理	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.3.1.2	
4.3	安全系统在报警后的响应要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.3.1.3	
4.4	保持安全系统运行的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.3.1.4	
4.5	越控设置的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.3.2.1	
4.6	越控时的报警要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.3.2.2	
4.7	越控按钮防误操作的要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 2.3.2.3	
5.1	装船后对系统的试验要求	CCS《钢质海船入级规范》第7篇 1.1.5	

## 7.1.4 船用液压动力装置的分类特别技术要求

(1) 船用液压动力装置除需要满足本指南表 7.1.1、表 7.1.2 及表 7.1.3（如适用）的要求外，还应满足表 7.1.4 中的分类特别技术要求。

船用液压动力装置的分类特别技术要求

表 7.1.4

序号	具体要求	检验依据条款	备注
1	舱口盖液压系统		
1.1	散货船舱口盖液压锁紧要求	CCS《钢质海船入级规范》第2篇 8.11.5.1	
2	滚装船舱门控制液压系统		
2.1	门液压锁紧要求	CCS《钢质海船入级规范》第2篇 9.4.7.1(3)	
		CCS《钢质海船入级规范》第2篇 9.5.6.3	
2.2	紧固系统与其它系统的关系	CCS《钢质海船入级规范》第2篇 9.4.7.1(3)	
		CCS《钢质海船入级规范》第2篇 9.5.6.3	
3	挖泥船液压动力装置	CCS《钢质海船入级规范》第2篇 14.9.3	

续表 7.1.4

3.1	连接半体的液压系统功率要求	CCS《钢质海船入级规范》第2篇14.9.3.1	
3.2	液压动力装置克服动载荷的要求	CCS《钢质海船入级规范》第2篇14.9.3.7	
4	轴系液力传动系统	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5	
4.1	故障应急要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.1	
4.2	对液力传动装置滑油系统独立性的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.2	
4.3	对液力传动装置滑油系统的零部件配置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.2	
4.4	备用泵的设置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.3	
4.5	对液力传动装置滑油系统的监测、显示与报警要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.4	
4.6	对液力耦合器的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.5	
4.7	对液力传动装置充油放油的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.6	
4.8	对液力传动装置操纵位置设置的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.7	
4.9	联锁机构的设置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.8	
4.10	对液力传动装置被控对象状态显示的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.5.9	
5	可调螺距螺旋桨液压传动系统	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.6	
5.1	设立备用泵或手动应急泵的条件和能力要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.6.1	
		CCS《钢质海船入级规范》第7篇3.2.5.5	
5.2	对其操纵系统的联锁要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.6.3	
5.3	备用手动操纵系统的设置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.6.3	
5.4	操纵精度的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.6.4	

续表 7.1.4

5.5	锁浆能力要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.5	
5.6	调距范围要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.7	
5.7	控制浆叶的速度要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.6	
5.8	系统报警要求	系统压力过低	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.9(1) 还分别有 CCS《钢质海船入级规范》第7篇表 3.10.1.1 中项目 10、表 4.2.6.1 中项目 9 及表 4.3.4.1 中项目 4 的要求
		主油箱液位低	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.9(2) 1、还分别有 CCS《钢质海船入级规范》第7篇表 3.10.1.1 中项目 10、表 4.2.6.1 中项目 9 及表 4.3.4.1 中项目 4 要求； 2、低液位传感器的设置应考虑船舶摇摆因素造成的影响
		滤油器阻塞	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.9(3) 通常根据滤油器制造厂提供的压差传感器设定值执行，否则按滤油器两端不超过 0.35MPa 设定报警值
		油温过高	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.9(5) 1、还分别有 CCS《钢质海船入级规范》第7篇表 3.10.1.1 中项目 10、表 4.2.6.1 中项目 9 及表 4.3.4.1 中项目 4 要求 2、系统的温升通常应控制在不大于 20K，除非对液压油及元器件的选择给予了特别考虑，否则应设置油冷却器。通常设置在 60℃~65℃，不高于 70℃
		调距功能失效	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.9(6) 还分别有 CCS《钢质海船入级规范》第7篇表 3.10.1.1 中项目 10、表 4.2.6.1 中项目 9 及表 4.3.4.1 中项目 4 要求
		控制系统电力故障	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.9(7) 还分别有 CCS《钢质海船入级规范》第7篇表 3.10.1.1 中项目 10、表 4.2.6.1 中项目 9 及表 4.3.4.1 中项目 4 要求
5.9	控制系统发生故障后的处置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.11； SOLAS II-1/26.3.10	
5.10	应急控制设施要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.12	
5.11	液压、密性试验要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.6.13	
6	Z型推进液压动力装置	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.7	
6.1	控制地点要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.7.1	
6.2	舵角指示系统要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.7.1	
6.3	备用动力设备与应急设备的配置要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 11.3.7.3	

续表 7.1.4

6.4	报警显示的位置要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.7.7	
6.5	系统报警	液压油低位	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.7.7(3)	
6.6		液压油低压	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.7.7(4)	
6.7		液压油高温	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.7.7(5)	
6.8		滤油器阻塞	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.7.7(6)	
6.9	液压、密性试验要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.7.9	
6.10	对液压系统的特殊要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.7.10	液压系统还应满足 CCS 液压舵机检验指南的相关要求对应 CCS《钢质海船入级规范》第3篇13.1.7的要求
7	侧推液压动力装置		CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.8	
7.1	对材料、试验的要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.8.2	
7.2	对驱动电动机要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.8.4	
7.3	报警显示的位置要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.8.8	
7.4	系统报警	液压油低位	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.8.8(6)	
		液压油低压	CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.8.8(7)	
7.5	对自动化设备的要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇11.3.8.11	
8	操舵装置液压系统		CCS《钢质海船入级规范》第3篇13.1	
8.1	液压舵机动力系统		CCS《钢质海船入级规范》第3篇13.1	须满足 CCS 液压舵机检验指南的相关要求
8.2	对主操舵控制系统的布置要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇13.1.8.1(1)、13.1.8.1(2)、13.1.8.2、13.1.8.5(5);	1、应按照 CCS《钢质海船入级规范》第3篇13.1.8.1(1)、13.1.8.2(1)要求在舵机舱就地对各被控阀、泵分别实施手动应急控制; 2、有操舵轮的液压设备,其手轮空转不得超过半圈
8.3	对辅助操舵控制系统的布置要求		CCS《钢质海船入级规范》第3篇13.1.8.1(3)、13.1.8.2、13.1.8.5(5);	
8.4	设计压力		CCS《钢质海船入级规范》第3篇2.1.3.1	

续表 7.1.4

8.5	液压伺服机构设计温度	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 2.1.4.1	通常为-10℃~65℃及环境温度加系统温升,系统的温升通常应控制在不大于 20K, 除非对液压油及液压元器件的选择给予了特别考虑, 否则应设置油冷却器
8.6	操舵控制系统动力故障	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.1.9.1	对于液压遥控系统, 应增加控制系统失压报警
9	锚机装置液压系统	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2	须满足 CCS 锚机装置检验指南的相关要求
9.1	与其它甲板机械液压管路连接的要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2.5.1	
9.2	原动机过载保护	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2.5.7	
9.3	对液压系统的通用要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2.5.8	
9.4	制造厂检验	管系阀件等试验	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2.6.1(1)
		动力单元柴油机	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2.6.1(2)
		动力单元电动机	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2.6.1(3)
		最终检验和功能试验	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2.6.1(4)
9.5	液压系统装船后试验	CCS《钢质海船入级规范》第3篇 13.2.6.2	
10	顶推船驳船组合体		
10.1	就地控制的要求	CCS《钢质海船入级规范》第8篇 7.5.1.4	
10.2	独立控制性要求	CCS《钢质海船入级规范》第8篇 7.5.1.5	
10.3	动力机组的配置要求	CCS《钢质海船入级规范》第8篇 7.5.1.6	
10.4	失去动力后应急脱开的要求	CCS《钢质海船入级规范》第8篇 7.5.1.7	
10.5	对执行器行程限位的要求	CCS《钢质海船入级规范》第8篇 7.5.1.9	
10.6	对液压式联接装置的要求	CCS《钢质海船入级规范》第8篇 7.5.1.10	应满足 CCS《钢质海船入级规范》和 CCS 液压舵机检验指南的相关技术要求, 其中用于保护执行器的安全阀的回油通常不应回至执行器的低压腔
11	起重设备		须满足 CCS 起重机检验指南的相关要求
11.1	图纸送审要求	CCS《船舶与海上设施起重设备规范》1.3.6	

续表 7.1.4

11.2	液力起重机的试验要求放宽的条件	CCS《船舶与海上设施起重设备规范》7.4.2.5	
12	救生降放装置		须满足 CCS 降落与登乘设备检验指南及 MSC.81(70)
12.1	未见特别要求	/	
13	遥控系统		
13.1	燃油系统遥控阀的应急控制	CCS《钢质海船入级规范》第3篇4.2.6.2、4.2.6.3	
13.2	滑油系统遥控阀的应急控制	CCS《钢质海船入级规范》第3篇4.6.4.3	
13.3	货油舱遥控阀应急控制要求	CCS《钢质海船入级规范》第3篇5.2.4.1、5.2.4.2	
14	水密门液压控制装置		CCS《钢质海船入级规范》第4篇2.9.8、2.9.9

续表 7.1.4

14.1	客船水密门的要求	操纵装置液压管路布置要求	SOLAS. II-1/15.6.3	
		液压设备的设置条件	SOLAS. II-1/15.7.1.3	
		控制位置要求	SOLAS. II-1/15.7.1.5	
		关闭声音报警器的设置要求	SOLAS. II-1/15.7.1.6	
		关闭门的时间要求	SOLAS. II-1/15.7.1.7	
		对液压动力源配置及能力的要求	SOLAS. II-1/15.7.3	
		对系统蓄能器的配置及能力要求	SOLAS. II-1/15.7.3	
		对液压油介质的要求	SOLAS. II-1/15.7.3	
		对故障隔离的要求	SOLAS. II-1/15.7.3	
		低液位报警要求	SOLAS. II-1/15.7.3	
		蓄能器低压报警要求	SOLAS. II-1/15.7.3	
		动力系统与其它系统的隔离关系	SOLAS. II-1/15.7.3	
		液压动力操作系统与人工操作的关系	SOLAS. II-1/15.7.3	
		对控制手柄的设置要求	SOLAS. II-1/15.7.4	
		配用电气要求	SOLAS. II-1/15.7.6	
		对单一电气故障的处理要求	SOLAS. II-1/15.7.8	
对“控制模式”的要求	SOLAS. II-1/15.8.1			
14.2	货船水密门的要求	SOLAS. II-1/25-9.2		

续表 7.1.4

15	液货船上的货物和压载综合系统	CCS《钢质海船入级规范》第4篇2.6.7.3、2.6.7.4	
----	----------------	---------------------------------	--

## 7.2 补充技术要求

7.2.1 液压动力装置的设计制造和检验应考虑满足 ISO 4413:1998《液压传动 关于系统的一般规则》的要求，制造厂应确保：

### (1) 设计方面的考虑

- ① 设计液压系统时，应考虑所有可能发生的失效（包括控制电源的失效）。
- ② 在所有情况下元件应该这样选择、应用、安装和调整，即：
  - (a) 在发生失效时，应首先考虑人员的安全性；
  - (b) 对于需要液压马达锁定负载的情况，平衡阀应直接可靠地安装在液压马达的本体上，承压腔不应再设置其他阀件（如先导式安全阀），除非另有经 CCS 认可的可靠方法；
  - (c) 对于需要液压油缸锁定负载的情况，平衡阀和/或防爆阀应直接可靠地安装在油缸的本体油口法兰上（防爆阀可安装在缸体内部），以防止爆管等事故的发生，承压腔不应再设置其他阀件（如先导式安全阀），除非另有经 CCS 认可的可靠方法；
  - (d) 平衡阀的保护压力调整值应予以明确。
- ③ 应考虑防止对系统和环境的危害。
- ④ 泄漏（内泄漏或外泄漏）不应引起危险。
- ⑤ 应注意元器件的安装方向，其应满足元器件制造厂推荐的安装要求，例如电
- ⑥ 电磁阀/电液换向阀等应保持阀芯轴线呈水平方向。
- ⑥ 电液换向阀的控制压力的选择应满足阀件的使用要求。

### (2) 液压安装

- ① 泵进口压力不应低于该泵供应商针对工况和系统用液压油液规定的最低值。当其设计必须要由另一台独立的辅助泵组提供压力油时，

则需要考虑辅助泵组与主泵组启动的先后次序问题。

- ② 应有确保阀不致被错误地安装的措施。
- ③ 液压元器件的安装应使用元器件制造厂随产品提供的原配螺栓,或使其与其强度等级及规格等效的螺栓。

### (3) 调整

- ① 允许调整一个或多个受控参数的阀宜具有下列特性:
  - (a) 保证阀调整安全的措施;
  - (b) 当需方和供方商定后,锁定调整以防止未经认可的改变;
  - (c) 监控正在调整的参数措施;
  - (d) 所有可调整的阀件、装置在参数调定后应予以可靠的机械锁定,防止由于振动而松脱。

### (4) 油箱设计要求

- ① 应采取预防措施,阻止溢出的油液直接返回油箱;
- ② 吸油管的布置应做到,在处于最低工作液位时能保持足够的供油,并且能避免空气吸入和油液中漩涡的形成;
- ③ 液位指示器对系统允许的“最高”和“最低”液位应做出永久的标记;
- ④ 液位指示器应配备在每个注油点,以便注油时可以清楚地看见液位;
- ⑤ 当系统不工作时,应防止泵壳腔内油液的丧失。

### (5) 管路系统布局设计

- ① 管路设计宜避免它被当做踏板或梯子使用。外部载荷不宜加在管路上。
- ② 管路不应用来支承元件,造成过度的载荷强加在管路上。这种过度载荷可能由元件质量、冲击、振动和冲击压力引起。
- ③ 管路的任何连接,宜便于接近来拧紧而不致扰乱邻近管路或装置,尤其是在管路端接于一组管接头之处。

- ④ 管路的标记或布置方式,宜使它不会出现引起危险或故障的错误连接。
- ⑤ 管路(硬管或软管)安装时,应使安装应力减到最小,其布置应能防止可预见的危险,并且不妨碍对元件调整、修理和更换或正在进行的工作。

(6) 防止意外的起动

- ① 系统的设计应能使其容易与能源可靠脱离,并且容易释放该系统中的有压油液,以防止意外的起动。对此,液压系统可以通过以下方式来实现:

- 隔离阀机械锁定在关闭位置及卸除液压系统的压力;
- 隔离电源。

(7) 控制或动力源失效

- ① 选择和应用电控、气控和(或)液控的液压元件应做到,当控制动力源失效时不会引起危险;

- ② 无论所用的控制能源或动力的类型如何(例如:电的、液压的等),下列作用或偶发事件(意外的或故意的)应不致产生危险;

- 打开或关闭能源;
- 能源下降;
- 切断或重新建立能源。

- ③ 当恢复控制动力源时(意外地或故意地),不应发生危险情况。

(8) 可调整的控制元件和机构

- ① 可调整的控制机构应保持其设定值在指定的范围内,直到重新设定;
- ② 选择压力和流量控制阀时,应保证工作压力、工作温度和负载的变化不会引起失灵或危险;
- ③ 在未经授权改变压力或流量可能引起危险或失灵之处,压力和流量控制装置或其外壳应安装安全防护装置,以防止未经授权的变动;

- ④ 如果改变或调整可能引起危险或失灵, 应提供锁定可调节元件的设定值或锁住其外壳的措施;
- ⑤ 为便于设定, 应为每个执行器设置安全手动控制;
- ⑥ 在控制系统失效时, 要求保持其位置或采取规定的安全位置的任何执行器, 应靠一个具有弹簧偏置或带定位到安全位置的阀来控制;
- ⑦ 在执行器被伺服阀或比例阀控制, 并且控制系统的失灵可以导致执行器引起危险的场合, 应提供保持或恢复这些执行器的控制手段;
- ⑧ 在紧急停止或紧急返回之后重新启动系统不应引起危险或损坏。

### 7.3 系统参数计算校核

#### 7.3.1 系统额定流量 $Q_0$ 的校核:

动力系统油泵输出的流量  $Q_p$ :

$$Q_p \geq qm\eta_v \times 10^{-3} \geq \text{系统额定流量 } Q_0 \quad \text{l/min}$$

式中:  $q$  —— 油泵的理论排量,  $\text{ml/r}$ ;

$n$  —— 驱动油泵的额定转速,  $\text{r/min}$ ;

$\eta_v$  —— 油泵额定转速及特定压力输出下的容积效率。

#### 7.3.2 系统公称压力 $P_0$ 计算

$$P_0 = \Delta P_i + \Delta P_{in} + \Delta P_{out}$$

式中:  $P_0$  —— 系统公称压力 (油泵出口压力值),  $\text{MPa}$ ;

$\Delta P_i$  —— “液——力”转换执行机构进排油压力差,  $\text{MPa}$ ;

$\Delta P_{in}$  —— 在系统设计流量最大时, 泵出口至油缸进油口之间的沿程压力损失,  $\text{MPa}$ ;

$\Delta P_{out}$  —— 在系统设计流量最大时, 油缸出油口至油箱或泵吸油口之间的沿程压力损失,  $\text{MPa}$ 。

需注意的是: 使用不同牌号的液压油及不同的参考试验温度、流量等, 由于液压油的粘度变化等因素会造成系统的流道损失不同, 故制造厂应明确该值所取的工况。相同

配置且在流量最大的前提下，其首台产品通常应予以试验验证所取系统沿程损失值的正确性。

### 7.3.3 泵驱动功率计算及电动机选择计算：

$$N \geq P Q_p / (60 \eta_b n_b) \quad \text{kW}$$

$$N_s \geq P_s Q_p / (60 \eta_b n_b) \quad \text{kW}$$

式中:  $N$  —— 正常工作情况下所需的驱动功率（电动机率），kW；

$N_s$  —— 溢流阀或安全阀开启情况下所需的驱动功率（电动机率），kW；

$P$  —— 系统工作压力，MPa；

$P_s$  —— 溢流阀或安全阀整定的压力，MPa；

$Q_p$  —— 按本指南第 7.2.3 条计算求得的油泵最大实际流量，l/min；

$n_b$  —— 电动机过载系数，通常正常工作情况下取 1，在溢流阀或安全阀（短时）开启情况下取不大于 1.3，除非提供证据，以证明选择的电动机其过载能力能够满足系统预定的设计用途；

$\eta_b$  —— 油泵总效率，可根据液压泵产品制造厂提供的数据（例如压力—流量—效率曲线）选择，通常柱塞泵的总效率为 0.80~0.85；叶片泵的总效率为 0.60~0.75；齿轮泵的总效率为 0.60~0.70。

### 7.3.4 管路规格及壁厚校核：

应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇 2.2.2 及 2.3.2 的要求。

## 8 强度要求

### 8.1 许用应力

为确定零部件尺寸，其许用应力应不超过下列数值：

$$\sigma_m \leq \text{【}\sigma\text{】}$$

$$\sigma_1 \leq 1.5 \text{【}\sigma\text{】}$$

$$\sigma_n \leq 1.5 \text{【}\sigma\text{】}$$

$$\sigma_1 + \sigma_n \leq 1.5 \text{【}\sigma\text{】}$$

$$\sigma_m + \sigma_n \leq 1.5 \text{ 【}\sigma\text{】}$$

$$\text{【}\tau_j\text{】} = (0.6 \sim 0.8) \text{ 【}\sigma\text{】}$$

$$\text{【}\tau_n\text{】} = (0.5 \sim 0.6) \text{ 【}\sigma\text{】}$$

$$\text{【}\sigma_{jy}\text{】} = (1.7 \sim 2) \text{ 【}\sigma\text{】}$$

式中： $\sigma_m$ ——当量初始总薄膜应力， $\text{N/mm}^2$ ；

$\sigma_1$ ——当量初始局部薄膜应力， $\text{N/mm}^2$ ；

$\sigma_n$ ——当量初始弯曲应力， $\text{N/mm}^2$ ；

**【}\tau\_j\text{】}**——钢材剪切许用应力， $\text{N/mm}^2$ ；

**【}\tau\_n\text{】}**——钢材扭转许用剪切应力， $\text{N/mm}^2$ ；

**【}\sigma\_{jy}\text{】}**——挤压许用应力， $\text{N/mm}^2$ ；

**【}\sigma\text{】}** =  $R_m/A$  或  $R_{eH}/B$  之中的较小值， $\text{N/mm}^2$ ；

$R_m$ ——在环境温度下材料的抗拉强度， $\text{N/mm}^2$ ；

$R_{eH}$ ——在环境温度下材料的屈服点或规定非比例伸长应力， $\text{N/mm}^2$ 。

A 和 B 值分别按 CCS《钢质海船入级规范》对相关设备规定的要求选择，当特定设备没有要求时，则可按第 3 篇 2.2.2.4、2.3.2.2 及 6.2.5.1 的要求选取。

## 8.2 阀件及法兰螺栓强度校核（螺纹拧入深度应不小于螺栓直径）

螺纹处的合成应力：

$$\sigma_L = 1.66 (K_0 + K_c) F_L / d_L^2 \leq \text{【}\sigma\text{】} \quad \text{MPa}$$

式中： $K_0$ ——预紧螺纹系数，静载取  $K_0 = 1.2 \sim 2$ ，变载取  $K_0 = 2 \sim 4$ ；

$K_c$ ——刚性系数，对连杆螺栓取  $K_c = 0.2$ ，钢板（或加金属垫）连接取  $K_c = 0.2 \sim 0.3$ ；

$F_L$ ——单个螺栓承受的最大拉力，N；

$d_L$ ——螺纹内径，mm。

## 9 典型样品选取

9.1 制造厂申请单一规格的产品进行认可时或批量产品首次申请 CCS 检验时，则任意抽取 1 台进行型式试验。

9.2 制造厂申请同型号/图号不同规格的产品进行系列型式认可时，则应抽取其中 1 台最具代表性或最大规格（压力和流量）的产品进行型式试验。可以以液压动力及控制系统原理来划分，对于每一种形式的液压系统如零部件配置基本相同，仅系统公称压力或所需流量不同，则在其选样时应考虑选择系统公称压力及系统流量尽量为最大的配置。

9.3 认可后产品检验和试验视情况可逐台或组合抽样进行单件/单批检验。

## 10 型式试验

10.1 根据 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章的要求，液压动力装置应经 CCS 产品检验并持证，但产品的设计认可或型式认可可由申请方或制造厂自行选择。

10.2 申请方或制造厂提供的液压动力装置产品型式试验大纲其内容通常应该至少覆盖如下部分：

(1) CCS 验船师需要参与的试验项目：

- ① CCS《钢质海船入级规范》对液压动力装置的通用检验和试验要求；
- ② 液压动力装置预定用途对应的 SOLAS 公约或 CCS 规范对特定设备的设计性能的试验验证要求；

除非经 CCS 同意，其中 SOLAS 公约或 CCS 规范要求装船后的试验及航行试验项目须在制造厂采用等效的试验方法进行替代。

(2) 液压动力装置制造厂需要完成的产品检验项目：制造厂选定的及对外明示的产品设计标准规定的试验内容和要求。

10.3 对柴油机带泵型式应考核最低及最高转速工况。

10.4 对于总图（系统图）包括操纵控制装置和/或执行机构的产品，则在型式试验时机电设备应联调。

10.5 首台船用液压动力装置的型式试验通常包括如下项目：

(1) 零部件组装前的液压试验（应按 CCS 接受的标准进行液压试验，但试验

压力应不小于设计压力的 1.5 倍);

- (2) 密性试验 (1.25 倍系统设计压力, 但不超过设计压力加 7MPa);
- (3) 额定流量输出测定 (不同输出压力条件下);
- (4) 电动机功率测定 (系统设计额定工况下, 对多系统型式有可能是在组合功率输出条件下);
- (5) 管路沿程阻力损失测定 (在特定液压油、油温、流量工况下);
- (6) 安全阀、溢流阀、背压阀、减压阀等检查和调定;
- (7) 其它调整阀件 (例如调速阀、比例阀、伺服阀等) 的调整检查;
- (8) 液压动力装置自带的监测、显示及报警传感器件及设定值的检查;
- (9) 温升测试;
- (10) 机组转换、联锁、同步等试验, 应满足预定用途;
- (11) 与预定配用的控制设备和执行机构的联机效用试验 (特殊情况下也可以采用模拟试验验证方式), 应满足预定用途;
- (12) 故障处置及应急控制功能及能力验证等。

## 11 单件/单批检验

### 11.1 质量保证

- (1) 制造厂应确保液压动力装置的设计、制造、检验和试验满足本社认可样机或型式试验样机的性能特性。
- (2) 制造厂应保持按本指南要求对产品进行设计、制造、检验、试验和标识的质量控制。不满足本指南要求的液压动力装置不允许标打与本社检验要求相关的标志进行销售。

### 11.2 检查

- (1) 制造厂应向本社现场验船师提供所有必需的适当条件, 以证实提供的材料符合本指南的规定。至少应包括:
  - ① 主要零部件的质量证明文件;

- ② 工厂检验和试验报告（检验和试验项目满足 11.3~11.4 条）；
- ③ 产品符合性申明或合格证。

11.3 根据 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章的要求，船用液压动力装置应经 CCS 单件/单批检验并持证，经 CCS 认可后的单件/单批检验项目通常应包括如下内容：

- (1) CCS《钢质海船入级规范》对液压动力装置的通用检验和试验要求：
  - ① 零部件组装前的液压试验（应按 CCS 接受的标准进行液压试验，但试验压力应不小于设计压力的 1.5 倍）；
  - ② 安全阀、溢流阀、背压阀、减压阀等检查；
  - ③ 其它调整阀件（例如调速阀、比例阀、伺服阀等）的调整检查；
  - ④ 液压动力装置自带的监测、显示及报警传感器件及设定值的检查；
  - ⑤ 应急控制功能试验。
- (2) 液压动力装置预定用途对应的 SOLAS 公约或 CCS 规范对特定设备的设计性能的试验验证要求（可接受模拟试验验证）；

具体项目在产品认可后可与 CCS 当地检验机构商定。

11.4 液压动力装置制造厂还应确保完成如下的产品检验项目：

- (1) 制造厂选定的及对外明示的产品设计标准规定的出厂检验和试验项目；
- (2) 订货技术合同所增加的特别试验项目（如适用）。

11.5 制造厂应对每台拟申报检验的液压动力装置按上述检验和试验项目进行检验和试验，合格后再申报本社检验。如制造厂或产品经过本社认可，则本社验船师到现场抽样的比例和具体抽样检查和试验的项目按本社随认可证书同时签发的《检验计划》执行。

11.6 液压动力装置在安装到具体设备上或装船后（如液压动力装置没有在液压设备制造厂安装总成）应进行必要的机电联调试验、负载试验及效用试验，符合本社相关规范要求和预定的用途要求。