



# 中华人民共和国国家军用标准

FL 2030

GJB 4068-2000

---

## 核潜艇舵机规范

Specification for steering and diving gear  
of nuclear submarine

2000-06-15 发布

2000-10-01 实施

---

国防科学技术工业委员会 批准

# 中华人民共和国国家军用标准

## 核潜艇舵机规范

Specification for steering and diving gear  
of nuclear submarine

GJB 4068-2000

---

### 1 范围

#### 1.1 主题内容

本规范规定了核潜艇舵机的要求、质量保证规定和交货准备等。

#### 1.2 适用范围

本规范适用于核潜艇舵机(以下简称舵机)的设计、制造和验收。

#### 1.3 分类

舵机按操舵方式可分为下列型式:

##### 1.3.1 正常舵机:

- a. 阀控型舵机(操舵液压伺服系统为阀控液压缸的形式);
- b. 泵控型舵机(操舵液压伺服系统为泵控液压缸的形式)。

##### 1.3.2 应急舵机:

- a. 液压应急舵机;
- b. 电动应急舵机。

### 2 引用文件

GB/T 3893-1998	造船及海上结构物甲板机械 术语
GB/T 13306-1991	标牌
GB/T 13384-1992	机电产品包装通用技术条件
GB/T 13853-1992	船用液压泵液压马达技术条件
GB/T 14039-1993	液压系统工作介质固体颗粒污染等级代号
GB/T 16301-1996	船舶机舱辅机振动烈度评价
GJB 13A-97	舰船电气规范
GJB 14.2-84	舰船轮机规范 常规动力潜艇
GJB 15.2-84	舰船材料规范 轮机材料
GJB 64.2A-97	舰船船体规范 潜艇
GJB 69A-97	舰用电机通用规范
GJB 150.18-86	军用设备环境试验方法 冲击试验
GJB 175.2-87	舰船及其装备术语 潜艇

---

国防科学技术工业委员会 2000-06-15 发布

2000-10-01 实施

### 3 要求

#### 3.1 合格鉴定

按本规范提交的产品应是经鉴定合格或定型批准的产品。

#### 3.2 可靠性

3.2.1 舵机在本规范规定的使用条件下,应能安全可靠地工作。使用寿命不小于 30a。

3.2.2 舵机平均故障间隔时间(MTBF)应不小于 1000h,致命性故障间的任务时间(MTBCF)应不小于 5000h。

3.2.3 舵机应进行耐久试验,试验时间应不小于 50h,试验应无异常现象。

#### 3.3 材料

3.3.1 舵机所采用的材料应符合 GJB 15.2 的要求。

3.3.2 舵机用的油箱、管路应采用耐腐蚀材料。

3.3.3 工作介质宜采用 207 和 8532 专用液压油或性能相当的液压油。介质正常工作温度范围一般为 5~60℃;液压油清洁度应不低于 GB/T 14039 规定的 16/12 级。

3.3.4 舵机用的所有与工作介质接触的材料应与工作介质相容,并应适应规定的工作温度范围及贮存条件。

#### 3.4 设计

3.4.1 舵机应能在设计航速下将舵转到并保持充满舵之间的任意角度上。正常操舵原则上设置两套动力装置,各舵均需设有液压应急手动操舵的装置或回路。

3.4.2 由正常舵机执行的正常操舵一般采用自动操舵或随动操舵两种运行工况,液压控制阀采用比例阀或伺服阀。在正常舵机中,若开环跑舵速度大于 0.5°/min,不宜采用开环手动操舵。自动、随动和手动正常操舵工况由操舵仪控制。

3.4.3 正常操舵应能向液压应急手动操舵、电动应急操舵快速、可靠地转换,应设置防止误操的回路。

3.4.4 电动应急舵机应能在液压系统失压时完成转换和正常工作。

3.4.5 电动应急舵机应设置旁通阀,在电动应急操舵时,旁通阀应连通。旁通压力不得对电动应急舵机产生破坏。

3.4.6 在操舵人员容易观察的部位应设置舵机状态指示、液压操舵系统压力显示和电动应急操舵电源指示。

3.4.7 舵机一般应设置电气和机械舵角限位装置。电动应急舵机应设置一个电动舵角指示器和两个舵角限制开关。

3.4.8 舵机在需要维修的地方应预留一定的维修空间,在危及人员安全的运动部位应装有易于拆卸的防护罩和防护盖。

3.4.9 所有需要润滑的零部件均应设有加油、压注油脂、油泵供油等相应结构。

3.4.10 所有零部件设计应能防止因振动和冲击而产生失灵和破损等。

3.4.11 舵机应能承受在正常工作由最大转舵力矩造成的应力;舵机在保证其强度和刚度

的前提下,应考虑结构紧凑和轻便。

3.4.12 舵机应能承受正常操舵水动力载荷、波浪冲击载荷、核潜艇“Z”形机动载荷,载荷值可参照 GJB 64.2A 规定,正常操舵水动力系数和载荷一般由实验确定。

3.4.13 舵机在波浪冲击载荷大于方向舵水下设计航速满舵角“Z”形机动水动力载荷的 1.1~1.3 倍时,或波浪冲击载荷大于升降舵水下设计航速满舵机动水动力载荷的 1.1~1.3 倍时,允许舵板移动和液压安全阀跳开。

3.4.14 方向舵舵机的操舵手轮或手柄应装成顺时针方向转动时为右舵,逆时针方向转动时为左舵。艏升降舵舵机的操舵手轮或手柄转动方向向右舷或向艏应为下潜舵,向左舷或向艉应为上浮舵。围壳舵或艏升降舵舵机的操舵手轮或手柄转动方向向艏应为下潜舵,向艉应为上浮舵。

3.4.15 电机堵转或安全阀跳开时,正常舵机组合应力应不超过材料常温下屈服极限的 80%。

3.4.16 舵机工作噪声声压级应不大于 A 声级 85dB。

### 3.5 维修性

3.5.1 舵机应进行维修性设计、分析和预计。

3.5.2 舵机平均修复时间(MTTR)机械部分一般应不大于 2h,电气部分应不大于 0.5h。

3.5.3 每套舵机应按合同规定提供足够的备品、备件和专用工具。

### 3.6 性能特性

#### 3.6.1 最大转舵角度

正常舵机操舵时,最大转舵角度应符合下列规定:

- a. 方向舵:  $\pm 35^\circ$ ;
- b. 艏升降舵:  $\pm 30^\circ$ ;
- c. 围壳舵或艏升降舵:  $\pm 25^\circ$ 。

#### 3.6.2 平均转舵速度

3.6.2.1 正常舵机操舵时,在设计航速航行时的公称转舵力矩范围内,平均转舵速度应符合下列规定:

- a. 方向舵:  $5.0^\circ/\text{s} \pm 1.5^\circ/\text{s}$ ;
- b. 艏升降舵:  $5.0^\circ/\text{s} \pm 1.5^\circ/\text{s}$ ;
- c. 围壳舵或艏升降舵:  $5.0^\circ/\text{s} \pm 1.5^\circ/\text{s}$ 。

3.6.2.2 电动应急舵机,在艇规定航速航行时的平均转舵速度应不小于  $1.4^\circ/\text{s}$ 。

3.6.2.3 液压应急舵机,在艇规定航速航行时的平均转舵速度应不小于  $2^\circ/\text{s}$ 。

#### 3.6.3 传动效率

电动应急舵机的传动效率应不小于 50%。

#### 3.6.4 超载工作能力

当舵机负载超过正常操舵载荷的 10% 时,工作应无异常现象。

#### 3.6.5 转换时间

3.6.5.1 正常舵机的两套动力装置相互转换时,转换时间应不大于 5s。

3.6.5.2 正常操舵向液压应急操舵转换时,转换时间应不大于 2s。

3.6.5.3 正常操舵向电动应急操舵转换时,转换时间应不大于 5s。

### 3.6.6 跑舵角度

舵机将舵操纵到指定的角度上时,舵角应保持稳定,随动操舵时零漂跑舵舵角应不超过 0.5°。

### 3.6.7 舵角指示误差

舵的实际位置与操纵台电气舵角指示器的显示值的误差不应超过  $\pm 1^\circ$ 。

## 3.7 安全性

3.7.1 舵机应具有下列报警功能:

- a. 油箱液位过低报警;
- b. 油箱油温过高报警;
- c. 滤油器堵塞报警;
- d. 控制压力过低报警;
- e. 液压操舵系统供油压力失压报警;
- f. 电动应急舵机驱动电机过热报警;
- g. 泵控型舵机的补油压力过低报警;
- h. 舵角失控报警。

3.7.2 舵机应具有下列显示功能:

- a. 舵角反馈显示;
- b. 独立的电动舵角显示;
- c. 自动、随动、液压应急和电动应急工况显示;
- d. 控制泵和补油泵的压力显示;
- e. 液压操舵系统供油压力显示;
- f. 舵机液压缸压力显示。

## 3.8 环境要求

舵机在下列条件下应能正常工作:

- a. 环境温湿度按 GJB 14.2 中 1.2.1 条的规定;
- b. 倾斜摇摆要求按表 1;

表 1 倾斜摇摆要求

倾斜、摇摆角度 (°)		周 期 s
横摇	$\pm 45$	3~14
纵摇	$\pm 15$	4~10
横倾	$\pm 15$	
纵倾	$\pm 10$	

- c. 冲击按 GJB 150.18 试验十规定的 A 级抗冲击能力;
- d. 振动按 GB/T 16301 规定的 A 级振动烈度。

### 3.9 部件详细要求

#### 3.9.1 液压伺服系统

3.9.1.1 液压伺服系统应采用静态、动态综合设计的方法,液压缸推力应考虑舵传动装置的传动效率和一定的力储备系数,力储备系数升降舵为 1.1~1.3,方向舵为 1.6;伺服系统宜采用比例、饱和控制相结合的控制形式,舵角误差饱和信号对应的舵角差一般为  $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。系统的响应时间应在潜艇操纵初始转舵(或俯仰)时间的 1/5 以内;系统在各种外力的作用下均不应产生振荡等不稳定现象。不应使旁通节流方法增加系统阻尼。

3.9.1.2 液压伺服系统内应设置维修和故障隔离的截止阀。

3.9.1.3 液压伺服系统的压力管路中的油液流速一般应不大于 5m/s,溢出管路中的油液流速一般应不大于 2.5m/s,吸油管路中的油液流速一般应不大于 1m/s。

3.9.1.4 在电液伺服阀或比例阀前应加装精滤油器,过滤精度按电液伺服阀或比例阀的要求而定。滤芯便于更换或清洗。

3.9.1.5 液压缸两腔间应设置双向安全阀,安全阀的调整压力一般应为最大转舵力矩时负载的 1.25 倍。

3.9.1.6 舵机各主要部分应进行耐压强度试验,不得有永久变形;液压系统应进行密性试验,不得有外泄漏。

3.9.1.7 油管应进行化学清洗和串油清洗,清洁度一般应达到 GB/T 14039 规定的 16/12 级。

3.9.1.8 采用泵控形式时,泵装置应至少设置主泵装置和备泵装置,主泵装置和备泵装置应能单独工作,且能相互转换使用。

3.9.1.9 泵控型系统的最高设计压力一般采用 21MPa。系统应设置补油泵,补油压力应为 0.7~1.6MPa,补油流量不应小于系统允许的高压下最大流量的 20%。液压泵应符合 GB/T 13853 的要求。一般采用通轴液压变量泵与补油泵集成方案或变量泵和补油泵由双出轴电机驱动。若采用单独电机驱动补油泵,则补油泵与变量泵的启动应联锁控制。变量泵变量控制应采用比例或伺服控制,其响应时间应不大于 0.5s。

3.9.1.10 液压变量泵的驱动电机应符合 GJB 13A 和 GJB 69A 的要求,机械最大轴功率应在电机额定功率的 150% 以内,否则应在泵上加功率限制器。

3.9.1.11 电机与液压泵之间应用弹性联轴器连接;液压泵与系统应用软管连接;液压泵机组与基座之间应用减震器连接,并具有接地线。

3.9.1.12 泵控型舵机所在舱内应设有独立的工作油箱,油箱容积应不小于补油泵和控制泵每分钟排量的 3 倍;油箱应设置清理手孔、通气孔、液位计、加热器、温度计等。

3.9.1.13 阀控型舵机的液压操舵系统的压力级一般不低于 20MPa。控制阀与液压缸应同舱布置,液压站也应与之靠近,若液压站布置较远,则应考虑将蓄能器布置在舵机舱内。阀控液压缸的响应除满足艇的响应外,还应满足舵的负载干扰、装置惯性影响的补偿要求;也可在系统中采用抗气穴、防冲击装置进行补偿。

3.9.1.14 舵机应采用噪声低、抗污染的控制阀。允许采用变压阀(或负载敏感阀)与控制阀

混合使用,但变压阀的响应速度应高于控制阀。控制阀可在清洁度为 GB/T 14039 规定的 16/12 级油液中长期正常工作;应急情况下可在清洁度为 GB/T 14039 规定的 18/15 级油液中工作,但不得出现突发性大舵角卡舵的单点故障。

### 3.9.2 电动应急舵机的电机

驱动电机应符合 GJB 13A 和 GJB 69A 的要求,应能正反转,且有制动功能,能在两倍额定转矩下工作 1min 以上。

### 3.9.3 液压应急操舵回路

3.9.3.1 液压应急操舵回路一般采用手动(或自动)转换,手动液压换向阀开环直接操舵的方式。

3.9.3.2 液压应急操舵力原则上应与正常舵机相当。当正常舵机具备两套动力装置时,允许降低液压应急操舵力。

3.9.3.3 液压应急操舵回路在任何正常工况下断电后,应至少贮存有使两个升降舵从下潜满舵打一个上浮满舵的液压能源。

### 3.10 外观质量

舵机的外观应整洁、涂层均匀、色泽一致、光滑、无碰伤、无锈斑。

### 3.11 产品标志

舵机中的主要设备应有产品铭牌,产品铭牌应符合 GB/T 13306 的规定。铭牌内容至少包括:

- a. 产品型号;
- b. 产品编号;
- c. 制造日期;
- d. 承制单位名称;
- e. 重量、外形尺寸。

## 4 质量保证规定

### 4.1 检验责任

除合同或订单中另有规定外,承制方应负责完成本规范规定的所有检验。必要时,订购方或上级鉴定机构有权对规范所述的任一检验项目进行检查。

#### 4.1.1 合格责任

所有产品必须符合本规范第 3 章和第 5 章的要求。本规范中规定的检验应成为承制方整个检验体系或质量大纲的一个组成部分。若合同中包括本规范未规定的检验要求,承制方还应保证所提交验收的产品符合合同要求。质量一致性抽样不允许提交明知有缺陷的产品,也不能要求订购方接收有缺陷的产品。

### 4.2 检验分类

本规范规定的检验分为:

- a. 鉴定检验(定型检验);
- b. 质量一致性检验。

### 4.3 检验条件

除另有规定外,检验应在下列环境条件下进行:

- a. 温度:0~45℃;
- b. 湿度:20%~80%。

### 4.4 鉴定检验

#### 4.4.1 检验项目

鉴定检验项目见表2。其中舵机的负载允许由模拟负载代替,直接作用在液压缸上。

#### 4.4.2 检验数量

鉴定检验的样品为一台。

#### 4.4.3 合格判据

鉴定检验时全部项目符合要求判为合格。

#### 4.4.4 鉴定合格资格的保持

承制方提供合格认证,经订购方认可。

### 4.5 质量一致性检验

#### 4.5.1 检验项目

每套舵机的液压操舵系统均应进行质量一致性检验,质量一致性检验项目见表2。其中舵角可由液压缸位移替代。

#### 4.5.2 合格判据

质量一致性检验项目全部符合要求的舵机为合格产品。有任何一项不符合要求的舵机,在采取纠正措施之后,允许重新对不合格项目或相关项目进行检验,若仍有不符合要求的项目,则判为不合格产品。

表2

序号	检验项目	要求的章条号	检验方法的章条号	鉴定检验	质量一致性检验
1	外观检查	3.10	4.7.1	√	√
2	耐压强度、密性试验	3.9.1.6	4.7.2	√	√
3	平均转舵速度、转换时间、舵角指示误差	3.6.2、3.6.5、 3.6.7	4.7.3	√	√
4	空载试验	3.6.1、3.6.2.1	4.7.4	√	√
5	负载试验	3.6.2.1、3.6.5.1	4.7.5	√	√
6	稳舵试验	3.6.6	4.7.6	√	√
7	超载试验	3.6.4	4.7.7	√	-
8	应急操舵试验	3.6.2.2、3.6.2.3、 3.6.5.2、3.6.5.3	4.7.8	√	-
9	耐久试验	3.2.3	4.7.9	√	-

#### 4.6 包装检验

应对舵机的包装进行检验,检验项目包括装箱检验和包装检验,结果应符合第5章的要求。

#### 4.7 检验方法

##### 4.7.1 外观检查

用目测法进行外观检查。结果应符合3.10的要求。

##### 4.7.2 耐压强度和密性试验

舵机各部分以1.5倍的额定压力进行强度试验,1.25倍的额定压力进行紧密性试验,并保压10min,结果应符合3.9.1.6的要求。

##### 4.7.3 试运转

4.7.3.1 将被试舵机的各项工作参数按图样要求调到规定值,并使负载处于空载。

4.7.3.2 校正舵角指示器的位置。结果应符合3.6.7的要求。

4.7.3.3 每台液动力装置轮流工作。在正、负最大舵角范围内,每间隔5°各操舵3次。记录舵角指令和实际值及转舵时间。结果应符合3.6.2的要求。

4.7.3.4 进行转换试验并记录转换时间。结果应符合3.6.5的要求。

##### 4.7.4 空载试验

4.7.4.1 按试运转工况,每台液动力装置轮流在正、负最大舵角范围内操舵30min。结果应符合3.6.1的要求。

4.7.4.2 测量电动机的电压、电流、转速,转舵时间、油压及油温。结果应符合3.6.2.1的要求。

##### 4.7.5 负载试验

4.7.5.1 调整加载系统,使舵机按最大工作负载的25%、50%、75%、100%工作,在上述各种压力下,液动力装置轮流在正、负最大舵角范围内操舵15min。

4.7.5.2 按上述负载分组,两台液动力装置在舵机转到比正、负最大舵角小5°时各转换3次。

4.7.5.3 在各种负载下,用测试仪器测量指令舵角、实际舵角(或位移)、油压、油温、输出力、转舵时间、转换时间、电动机的电压、电流、转速等。结果应符合3.6.2.1和3.6.5.1的要求。

##### 4.7.6 稳舵试验

将舵机操至正、负最大舵角位置,调整加载系统,使输出力达到公称力矩要求,观察记录跑舵角度。结果应符合3.6.6的要求。

##### 4.7.7 超载试验

调整加载系统,使舵机按公称压力110%的负载工作(安全阀应相应调高)。每台液动力装置轮流在正、负最大舵角范围内操舵5min。结果应符合3.6.4的要求。

##### 4.7.8 应急操舵试验

4.7.8.1 调整加载系统,使舵机转换到应急工况下的转舵力矩范围内工作,并记录转换时间。结果应符合3.6.5.2和3.6.5.3的要求。

4.7.8.2 进行电动应急操舵,使舵在规定的舵角范围内工作,测其转舵速度和输出力等参数。

结果应符合 3.6.2.2 的要求。

4.7.8.3 进行全船液压应急操舵,使舵在规定的舵角范围内工作,测其转舵速度和输出力等参数。结果应符合 3.6.2.3 的要求。

#### 4.7.9 耐久试验

4.7.9.1 调整加载系统,使舵机在最大工作负载下工作,两台液压力装置轮流工作,各工作 50h。结果应符合 3.2.3 的要求。

4.7.9.2 耐久试验如遇到被试舵机的故障停止时,累计时间应扣除排除故障的时间。

4.7.9.3 耐久试验结束后应重新测试舵机的输出力,试验方法按 4.7.5 进行。

4.7.9.4 观察试验情况,每隔 2h 记录一次有关参数。

### 5 交货准备

#### 5.1 随机文件

随机文件应包括:

- a. 主要设备及部件装配图;
- b. 技术条件或技术规格书;
- c. 使用说明书;
- d. 履历簿;
- e. 主要设备液压原理图、电路图、外部接线图;
- f. 备品、备件、专用工具清单;
- g. 合格证书。

#### 5.2 封存、包装和装箱

5.2.1 包装应符合 GB/T 13384 的要求。

5.2.2 包装箱应牢固,能经受重复运输、装卸,并有防雨能力。

5.2.3 设备在包装箱内应固定牢固。

5.2.4 设备在包装前应采取防锈措施,所有外接油口应可靠封堵。

5.2.5 包装箱上应注明:产品型(代)号、名称、出厂编号、包装日期、制造厂名、收货单位、发货单位、设备重量、整箱毛重和箱体外形尺寸等。

5.2.6 设备分箱包装时,应对包装箱编号,并标明箱数。

5.2.7 箱内应有装箱清单,注明箱内产品的型号、名称及数量。

5.2.8 装箱时,应装入随机文件和随机清单,且应有防潮措施。

#### 5.3 运输和贮存

5.3.1 设备运输时,应捆扎牢固,防止剧烈振动、倾倒和跌落。

5.3.2 应贮存在温度为 $-10\sim 40^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 80%、无腐蚀性气体的室内场所。

### 6 说明事项

#### 6.1 订货文件内容

订货合同中应载明下列内容:

- a. 本规范的名称和编号;
- b. 舵机的类型;
- c. 数量;
- d. 封存、包装和装箱级别;
- e. 技术规格书。

## 6.2 定义

本规范采用的术语按 GB/T 3893、GJB 175.2 及 CB/T 972。

---

### 附加说明:

本规范由中国船舶重工集团公司提出。

本规范由中国船舶工业综合技术经济研究院归口。

本规范由中国船舶重工集团七院第七一九所、六〇一院起草,四六一厂及海军驻四六一厂军代表室参加起草。

本规范主要起草人:黄亚农、余武斌、刘智群、仲崇欣、李翰兴、郭毅。

计划项目代号:8CZ19。