

ICS 27.120.20  
F 65  
备案号: 65979-2019

# NB

## 中华人民共和国能源行业标准

NB / T 25090 — 2018

---

### 核电厂常规岛闭式循环冷却水泵技术条件

Technical specification of conventional island closed cycling cooling  
water pump for nuclear power plant

2018-11-21 发布

2019-04-01 实施

---

国家能源局 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 设计技术要求 ..... 2

5 性能技术要求 ..... 3

6 结构技术要求 ..... 4

7 材料技术要求 ..... 5

8 试验与验收 ..... 5

9 涂装、包装、运输等技术要求 ..... 6

附录 A（资料性附录） 闭式泵相关参数 ..... 8

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准主要起草单位：中广核工程有限公司、国核电力规划设计研究院。

本标准主要起草人：戴明明、石英、邵杰、邹迪、周琴、王世勇、方晓庆、金云。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 核电厂常规岛闭式循环冷却水泵技术条件

## 1 范围

本标准规定压水堆核电厂闭式循环冷却水泵的设计、性能、结构、材料、检验与试验、涂装、包装、运输等基本技术条件要求。

本标准适用于压水堆核电厂常规岛闭式循环冷却水泵。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 3216 回转动力泵 水力性能验收试验 1级、2级和3级

GB/T 5656—2008 离心泵技术条件（Ⅱ类）

GB/T 5660 轴向吸入离心泵 底座尺寸和安装尺寸

GB/T 5662 轴向吸入离心泵（16bar）标记、性能和尺寸

GB/T 9239.1 机械振动 恒态（刚性）转子平衡品质要求 第1部分：规范与平衡允差的检验

GB/T 12339 防护用内包装材料

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 16907—2014 离心泵技术条件（Ⅰ类）

GB 19762 清水离心泵能效限定值及节能评价

GB/T 29529 泵的噪声测量与评价方法

GB/T 50958 核电厂常规岛设计规范

JB/T 4297 泵产品涂漆技术条件

JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装

JB/T 6880.2 泵用铸钢件

NB/T 20193 核电厂常规岛汽水管道设计技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**闭式循环冷却水泵 closed cycling cooling water pump**

在核电厂常规岛闭式循环冷却水系统中，克服回路水力损失，使闭式循环冷却水在系统内循环流动的设备，简称“闭式泵”。

### 3.2

**基准标高 datum height**

通过由叶轮叶片进口边最外点所描绘的圆的中心水平高度。

### 3.3

**汽蚀余量 net position suction head; NPSH**

从基准标高算起的泵吸入口总绝对吸入压力减去该处液体的汽化压力。



3.4

**有效汽蚀余量 available net positive suction head; NPSH<sub>a</sub>**

对于给定的介质温度和流量，由闭式泵的安装条件所确定的可利用的汽蚀余量。

3.5

**必需汽蚀余量 required net positive suction head; NPSH<sub>r</sub>**

对于给定的介质温度和流量，由闭式泵的内部结构、尺寸和转速确定的，达到规定性能所需的最小汽蚀余量。

3.6

**正常条件 normal condition**

闭式泵在汽轮发电机组最大连续出力工况下的运行条件。

3.7

**额定条件 rated condition**

规定的闭式泵性能保证点工作条件。

3.8

**允许工作范围 allowable operating range**

制造厂确定的在规定工作条件下闭式泵的允许工作流量范围。它受汽蚀、发热、振动、噪声、轴的弯曲和其他类似条件的限制，该范围的下限和上限分别用最小连续工作流量和最大连续工作流量表示。

3.9

**高效工作范围 optimization operating range**

闭式泵效率最高点位于正常条件流量和额定条件流量之间，两侧分别下降一定值对应泵的工作范围。

3.10

**腐蚀裕量 corrosion allowance**

被介质浸蚀的零件，其壁厚超出理论壁厚的部分。理论壁厚是指为经受住最恶劣工作条件下的压力极限所需要的壁厚。

## 4 设计技术要求

### 4.1 一般规定

4.1.1 闭式泵宜选用卧式单级离心泵。

4.1.2 闭式循环冷却水系统宜设置 2 台 100%或 3 台 50%的闭式泵。

4.1.3 闭式泵主要部件的设计寿命应与核电厂的设计寿命相匹配。

4.1.4 闭式泵易损件的设计寿命应不低于核电厂的换料周期。

4.1.5 闭式泵的最小连续工作流量应满足下述要求：

- a) 该流量不宜大于正常条件下流量的 50%；
- b) 在该流量下运行时泵体的振动和噪声应符合本标准 5.4 和 5.5 的规定；
- c) 在该流量下运行时泵不应发生汽蚀。

4.1.6 闭式泵的最大连续工作流量应满足下述要求：

- a) 该流量不应小于正常条件下流量的 120%；
- b) 在该流量下运行时泵体的振动和噪声应符合本标准 5.4 和 5.5 的规定；
- c) 在该流量下运行时泵不应发生汽蚀。

4.1.7 设备相关信息可参考附录 A 中表 A.1～表 A.4。

## 4.2 设计参数选取

4.2.1 闭式泵的流量和扬程应符合 GB/T 50958 的规定。

4.2.2 闭式泵扬程应满足所有用户的水力损失。但若某个用户水力损失远大于其他用户，为满足其扬程需求选择的闭式泵扬程过大，影响闭式循环冷却水系统经济性时，宜设置二级增压泵。

4.2.3 闭式泵的最高允许工作温度应不低于以下温度之和：

- a) 闭式循环冷却水系统的设计温度；
- b) 在最小流量条件下在泵内获得的温升。

## 4.3 管道及附件

4.3.1 闭式泵的出口部件和管路，最大工作压力应取闭式泵最大入口工作压力加上闭式泵扬程之和，并留有安全裕度。

4.3.2 闭式泵吸入口处宜设置永久滤网。滤网精度应能保证闭式泵的安全运行。

4.3.3 闭式泵进口管径选取时，在满足汽蚀条件下，推荐流速宜为 2m/s~3m/s。闭式泵出口管径选取宜满足 NB/T 20193 的推荐流速。

## 5 性能技术要求

### 5.1 一般要求

5.1.1 泵的流量、扬程和效率不应有负偏差。

5.1.2 泵的性能参数选择应计及设计寿命内磨损腐蚀引起的流量、扬程下降。

5.1.3 泵效率应遵循 GB 19762 中节能评价值的要求。

### 5.2 性能曲线

5.2.1 在允许工作范围内，闭式泵应具有连续的流量性能曲线，包括扬程、效率、轴功率、必需汽蚀余量等曲线，在性能曲线上应标明泵的允许工作范围。对于并联运行等组合运行工况，应提供所有组合运行工况下的性能曲线。

5.2.2 在零流量和最大连续工作流量之间的扬程曲线应平缓变化，无驼峰和陡降点。

5.2.3 闭式泵的最佳效率点宜位于正常条件流量和额定条件流量之间。

### 5.3 汽蚀余量

5.3.1 闭式泵的必需汽蚀余量应由供方通过试验给出，汽蚀余量试验应按 GB/T 3216 的规定进行。闭式泵有效汽蚀余量应由需方给出。

5.3.2 在允许工作范围内的任一工作点稳态运行时，闭式泵的有效汽蚀余量应同时满足式（1）和式（2）的规定：

$$NPSH_a \geq 1.3NPSH_r \quad (1)$$

$$NPSH_a \geq NPSH_r + 0.5m \quad (2)$$

5.3.3 闭式泵的设计应保证在机组各种运行工况下不发生汽蚀损伤。

### 5.4 振动要求

5.4.1 组装好的转子应按 GB/T 9239 做动平衡试验，动平衡精度不应低于 G2.5 级。

5.4.2 对于刚性转子的闭式泵，应使转子在冷却水中的第一临界转速不小于泵组额定工作转速的 110%。

5.4.3 制造厂推荐的高效工作范围内,现场验收振动速度应小于 3.5mm/s,出厂验收试验振动速度应小于 4.3mm/s;允许工作范围内,现场验收振动速度应小于 4.4mm/s,出厂验收试验振动速度应小于 5.0mm/s;最小连续工作流量运行时,振动速度应小于 7.6mm/s。

## 5.5 噪声要求

5.5.1 噪声水平测量应符合 GB/T 29529 的规定。

5.5.2 闭式泵运行期间的噪声水平应不超过 85dB (A)。

5.5.3 如果设备噪声水平大于保证值,应采取措施降低到保证值内。

## 6 结构技术要求

### 6.1 一般要求

6.1.1 闭式泵的结构设计除了应满足本标准的要求外,还应满足 GB/T 5656—2008 的各项基本要求。

6.1.2 闭式泵的设计应减少运行过程中需要更换的部件数量,结构应便于检修。

### 6.2 承压泵壳

6.2.1 在同时承受最大允许工作压力和用 GB/T 5656—2008 附录 B 的方法确定的作用到每个管口上两倍的允许管口负荷的情况下,压力泵壳设计应做到运转无泄漏且转动部件和静止部件之间无接触。

6.2.2 压力泵壳应能承受水压试验压力。

6.2.3 压力泵壳的腐蚀裕量应根据设计寿命要求按选用材料的腐蚀速度确定,且应不小于 3mm。

### 6.3 短管及连接件

6.3.1 闭式泵吸入口和排出口短管应采用法兰连接,法兰的压力等级应大于泵壳的最大允许工作压力。

6.3.2 除密封冲洗管路的管接头,辅助管路接头的公称直径应不小于 DN20。

### 6.4 叶轮

6.4.1 闭式泵叶轮应采取整体铸造结构,叶轮形式应为闭式。

6.4.2 叶轮应采用键固定在轴上,不应采用销钉固定。

6.4.3 悬臂叶轮应使用不会露出轴上螺纹的有头螺钉或有帽螺母固定在轴上。不论哪一种固定方式,其螺纹旋向均应是在正常旋转下借助液体阻力使它们拧紧在叶轮上,并且应有可靠的机械锁紧措施。

### 6.5 密封环

6.5.1 密封环的两个配合耐磨表面的布氏硬度差不应小于 HB50,除非静止的和旋转的两个耐磨表面的布氏硬度都超过 HB400。

6.5.2 确定密封环之间及其他运动部件之间的运转间隙时应考虑介质温度、材料的膨胀和咬合特性。运转间隙应保证工作的可靠性和在允许工作范围内不发生卡涩。

### 6.6 轴与轴套

6.6.1 闭式泵宜采用刚性整轴。

6.6.2 轴应经过机加工并磨光,所有直径突变处应倒圆角。

6.6.3 轴上的螺纹旋向,在轴旋转时应使螺母处于拧紧状态。

6.6.4 轴应带有可更换且固定的有足够刚性的轴套,轴套表面应耐磨并应固定在轴上。

6.6.5 轴和轴套间应密封,以防止泄漏。轴套端部应延伸至密封压盖外。

## 6.7 轴封

- 6.7.1 闭式泵的轴封应采用机械密封。
- 6.7.2 密封室应设置喉部衬套。
- 6.7.3 机械密封端盖中宜设置节流衬套。
- 6.7.4 正常运行时宜采用泵输送介质的循环冲洗方式。
- 6.7.5 机械密封泄漏量应不大于 10mL/h。

## 6.8 联轴器

- 6.8.1 泵轴应通过挠性联轴器与驱动电动机连接。挠性联轴器应有足够间隙，允许轴的自由膨胀。
- 6.8.2 挠性联轴器的使用系数不应小于 1.5。
- 6.8.3 轴端间距可按 GB/T 5662 的规定确定。
- 6.8.4 联轴器应设置防护罩，防护罩的设计应符合国家安全规程的有关规定。

## 6.9 底座

- 6.9.1 闭式泵底座尺寸应满足 GB/T 5660 的要求。
- 6.9.2 闭式泵应采用灌浆底座，灌浆底座应满足 GB/T 16907—2014 的要求。

## 6.10 辅助管路

管路配置应方便拆卸，以便进行维修和清洗，并应考虑足够的支撑以防止在正常运行和维修过程中因振动而损坏。

## 7 材料技术要求

### 7.1 一般要求

- 7.1.1 材料应满足使用性能、工艺性能和经济性的要求。
- 7.1.2 与介质相接触的部件不应选用铜及铜基合金材料，材料中不应添加铅、汞、砷、锌、镉、铋、铊和硫等低熔点元素，并应控制其杂质含量。
- 7.1.3 材料选用除了应满足本标准的要求外，还应满足 GB/T 16907—2014 的要求。
- 7.1.4 铸件应满足 JB/T 6880.2 或其他国家和行业标准的要求。
- 7.1.5 对铸件采用焊接或其他方法进行修补时，应满足 JB/T 6880.2 的要求。不得用堵塞、锤击、涂漆或浸渍来修补裂纹和缺陷。

### 7.2 主要部件

- 7.2.1 泵轴和可更换轴套应由相应等级的不锈钢制造。
- 7.2.2 机械密封装置与介质相接触的金属材料，其机械性能和耐腐蚀性能不应低于泵体材料。
- 7.2.3 轴封冲洗水、轴承冷却水等辅助管道的材料选用应满足 NB/T 20193 的要求。

## 8 试验与验收

### 8.1 总则

工厂检查和试验的实施项目除了应满足本标准的要求外，还应满足 GB/T 16907—2014 中第 6 章的要求。

## 8.2 试验

8.2.1 闭式泵应逐台进行水压和性能试验。

8.2.2 闭式泵应进行汽蚀、振动和噪声试验。

8.2.3 水压试验压力应满足 GB/T 16907—2014 的要求。

8.2.4 水力性能试验应满足 GB/T 3216 的要求。

8.2.5 性能试验点应采集不少于 9 个性能点，至少应包括以下 6 个性能点的完整试验数据：

- a) 零流量点；
- b) 最小连续工作流量点；
- c) 介于最小连续工作流量和正常条件流量之间的点；
- d) 正常条件流量点；
- e) 额定条件流量点；
- f) 120%额定流量点。

8.2.6 在进行性能试验时，还应进行振动测量。

## 8.3 出厂检查

闭式泵出厂前应进行最终检查。按照供货订单查对供货范围是否正确齐全，包括查对零部件标识、涂漆、防护和文件交付情况。

## 9 涂装、包装、运输等技术要求

### 9.1 防腐涂漆及标记

9.1.1 闭式泵在装配过程中应做如下防腐处理：

- a) 通流部分裸露的机械加工表面应使用水溶性涂料进行防腐处理；
- b) 非机械加工表面去除铁锈和油污后涂环氧富锌漆防腐；
- c) 轴承体储油室内表面应清理干净后涂耐油磁漆防腐。

9.1.2 闭式泵试验合格后应重新做防腐处理。

9.1.3 闭式泵出厂前应对裸露在大气中的机械加工表面涂以油脂防腐，应对裸露在大气中的非机械加工表面喷涂两层底漆三层面漆。涂漆应能适应盐雾、潮湿等环境。

9.1.4 涂漆表面处理与涂漆技术要求应符合 JB/T 4297 的规定。

9.1.5 设备的金属铭牌应采用耐腐蚀材料，标志应醒目、整齐、美观。

9.1.6 金属铭牌至少应包括下列内容：设备名称、设备制造厂名称、制造年月、制造厂产品编号、制造许可证编号、设备型号。同时还应标出泵的主要技术参数，如额定流量、额定扬程、额定转速、额定入口压力、允许工作压力。

### 9.2 包装及运输

9.2.1 每个设备箱内应包括装箱单和质量检验证明文件。

9.2.2 设备部件的包装应符合 GB/T 12339 的规定，并应能防止电气电子设备受潮和浸水。备品备件、专用工具应单独包装。

9.2.3 所有的孔、管接头、法兰、螺纹和末端焊接的连接件，都应加以保护。

9.2.4 设备包装设计除应符合 GB/T 13384 和 JB/T 4711 的规定外，还应满足如下要求：

- a) 设备的防护用内包装材料应选用 GB/T 12339 规定的镀铝塑料薄膜或其他同等材料；
- b) 对易锈蚀的小尺寸部件应采取真空包装。

9.2.5 设备的包装应标明合同号、主要设备名称的标签。对装箱供给的设备，应在箱子的两面注明如下内容：合同号、装运标志、目的港、收货人代码、设备名称和项目号、箱号、毛重、净重、外形尺寸。对于 2t 或更重的包装箱，应在两侧用箭头突出标出重心和起吊点的位置。

9.2.6 设备包装应适合于运输，所有拆散件均用板条箱或其他包装箱包装并标上相应的符号后再发运。对采用临时支撑的货件，应在醒目位置标上诸如“在安装完成后或运行前必须拆去内部支撑”之类的标记。

9.2.7 包装箱应有足够刚度。

9.2.8 包装箱的质量和体积限值应满足运输方式的要求。

9.2.9 设备到达安装现场后，应对照装箱单逐件清点，进行检查和验收。

附 录 A  
(资料性附录)  
闭 式 泵 相 关 参 数

闭式泵相关参数见表 A.1～表 A.4。

表 A.1 闭 式 泵 数 据 表

公司名称			闭式泵数据表					版本								
								日期								
								姓名								
1	闭式泵型号				用途:											
2					技术条件类别:											
3	数量（工作/备用）															
4	驱动电动机类别				驱动电动机型号规格											
工作条件																
5	介质类别				温度 ℃				压力 MPa				密度 kg/m³			
6	流量 kg/s	最小		扬程 m	最小流量				额定流量下汽蚀 余量 m		NPSH <sub>r</sub>					
		额定			额定流量						NPSH <sub>a</sub>					
		最大			最大流量				关闭扬程 m							
7	额定点驱动电动机输入功率 kW						最低额定点驱动机效率 %									
8	额定点驱动电动机输出功率 kW						最低额定点闭式泵效率 %									
9	泵入口接管规格材料						泵出口接管规格及材料									
结构设计特点																
10	最高允许工作压力 MPa					冷却水温度 ℃				冷却水压力 MPa						
11	叶轮级数				单吸叶轮/双吸叶轮					水压试验压力 MPa						
12	入口法兰		DN/位置				出口法兰		DN/位置							
			PN/端面						PN/端面							
13	轴承规格					轴承制造厂										
14	轴封规格					轴封制造厂										
15	叶轮型式					叶轮直径 mm										
16	联轴器型式				联轴器规格					联轴器制造厂						

表 A.1 (续)

17	泵本体 结构尺寸 m	长度		泵+驱动机总体 结构尺寸	长度		
		宽度			宽度		
		高度			高度		
18	底板尺寸 (长×宽×厚) m×m×m						
19	轴承密封水 (是否需要外供水及外供水参数)						
材 料							
20	泵体		轴承套		机械 密封	密封压盖和垫	
21	吐出段		平衡盘/鼓			动环 (内/外装)	
22	吸入段		节流衬套			静环 (内/外装)	
23	中段		转子护套			弹簧或波纹管	
24	吸入叶轮		轴			密封金属零件	
25	叶轮		导叶			动静环间密封	
26	泵体密封环		叶轮密封环		筒体		
27	电动机座		轴承架		联轴器		
备注							
需方 (签名/日期)				供方 (签名/日期)			
注 1: 表中深色部分为需方提供数据, 其余部分由供方填写。 注 2: 无特殊说明的压力均为表压。							

表 A.2 闭式泵基础数据表

设备名称	活荷载 N			恒荷载 N	温度荷载 N	备注
	正常运行	满水或水压试验	检修			
	$F_z$ : $M_z$ : $F_x$ : $M_x$ : $F_y$ : $M_y$ :	$F_z$ : $M_z$ : $F_x$ : $M_x$ : $F_y$ : $M_y$ :	$F_z$ : $M_z$ : $F_x$ : $M_x$ : $F_y$ : $M_y$ :	$F_z$ : $M_z$ : $F_x$ : $M_x$ : $F_y$ : $M_y$ :	$F_z$ : $M_z$ : $F_x$ : $M_x$ : $F_y$ : $M_y$ :	
闭式泵						
电动机						
注: $F$ 表示力; $M$ 表示力矩。						

表 A.3 闭式泵基础相关提资表

设备名称	静荷载 N	动荷载的等效 静荷载 N	设备运行频率 Hz	转动部件不平 衡质量 kg	沉降和振动 振幅	所有支座细 节	设备采用隔振措施 时的支座细节
闭式泵							
电动机							



表 A.4 地震荷载相关提资表

荷载 作用 点	地震作用 kN																							
	+x 向						-x 向						+y 向						-y 向					
	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
滑动 支座																								
固定 支座																								
<p>注 1：所有支座细节应予图示和说明。</p> <p>注 2：如设备采用隔振措施，支座细节应予图示和说明。</p> <p>注 3：<math>F</math> 表示力；<math>M</math> 表示力矩。</p> <p>注 4：<math>z</math> 向为竖直方向。</p> <p>注 5：表中 <math>x</math>、<math>y</math> 向为正交的两个水平方向，当考虑竖向地震作用时，还需增加<math>+z</math>、<math>-z</math> 向地震作用下支座反力值。</p>																								

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
核电厂常规岛闭式循环冷却水泵技术条件  
NB/T 25090—2018

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

\*

2019年9月第一版 2019年9月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 23千字  
印数 001—500册

\*

统一书号 155198·1466 定价 15.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换

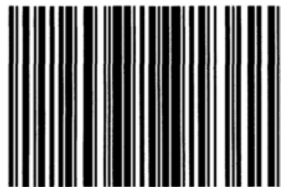


中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息



155198.1466