

ICS 27.100

F 23

备案号: 22292-2008

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1072 — 2007

核电厂水泵定期试验规范

Rules for in-site periodic tests of pumps in nuclear power plant

2007-12-03 发布

2008-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 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 总则	2
5 定期试验组织管理	2
6 定期试验大纲	2
7 定期功能试验实施	5
8 试验报告	6
9 文件归档	6
附录 A (资料性附录) 典型核电厂部分水泵定期试验周期范例	7

前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于下达 2004 年行业标准计划的通知》(发改办工业[2004] 872 号文)的要求制定的。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业核电标准化技术委员会归口。

本标准由苏州热工研究院有限公司负责解释。

本标准主要起草单位：苏州热工研究院有限公司、大亚湾核电运营管理有限责任公司。

本标准主要起草人：孙泉荣、何布朗、李召杰、柴伟东。

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中心（北京市白广路二条一号，100761）。

● 核电厂水泵定期试验规范

● 1 范围

本标准规定了与压水堆核电厂质量安全相关的水泵开展定期试验的基本要求。

本标准适用于与压水堆核电厂质量安全相关的水泵的定期试验。非质量安全相关的水泵的定期试验，不在本标准的规定范围之内。重水堆等其他堆型核电机组的水泵定期试验可参照本标准执行。

● 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- | | |
|------------|--|
| GB/T 1032 | 三相异步电动机试验方法 |
| GB/T 2624 | 流量节流装置用孔板、喷嘴和文丘里管测量充满圆管的流体流量 |
| GB/T 3214 | 水泵流量的测定方法 |
| GB/T 3216 | 回转动力泵水力性能验收试验 1 级和 2 级 |
| JB/T 8097 | 泵的振动测量与评定方法 |
| JB/T 8098 | 泵的噪声测量与评定方法 |
| JB/T 6764 | 一般用途工业汽轮机技术条件 |
| JB/T 6765 | 特种用途工业汽轮机技术条件 |
| ISO 9614: | 声学—用声音强度确定噪声等级 (ISO 9614: Acoustics—determination of sound and power levels of noise sources using sound intensity) |
| ISO 9906: | 回转动力泵性能验收规程 (ISO 9906: Rotodynamic pumps hydraulic performance acceptance tests) |
| ISO 10816: | 机械振动—在非旋转部件上测量和评价机械振动 (ISO 10816: Mechanical vibrations—Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts) |

● 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 质量安全相关水泵 pump correlative with quality and safety

与质量相关系统的水泵及与质量和核安全相关系统的水泵统称。即指由于水泵的故障和瞬态，可能导致核电厂的能力因子和可用率的降低，或导致人身安全受到伤害的水泵；以及由于水泵的故障和瞬态，不能保证核电厂安全停堆和反应性控制的功能、堆芯余热的排除功能、控制或缓解事故情况下放射性物质向环境释放的功能得以实现的水泵。

3.2 核级水泵 nuclear class pump

与核安全相关的有关水泵，包括核安全 1 级、核安全 2 级、核安全 3 级的水泵。

3.3 合格人员 qualified personnel

符合特定要求、具备一定条件而且被正式指定执行规定任务和承担责任的人员。

3.4 定期试验 periodic test

为探测故障和检查可运行性，按计划的间隔时间所进行的试验和检查。

3.5 试验持续时间 test duration

从试验开始到试验结束所经历的时间。

3.6 试验周期 test interval

在同一个设备或系统上进行同种试验时，两次试验间隔的时间。

● 4 总则

4.1 为规范核电厂水泵定期试验的有效进行，特制定本标准。

4.2 通过对水泵的定期试验，可为验证水泵的可用性，及时发现故障或故障表征，提高水泵运行的安全、可靠性提供依据。

4.3 本标准规定了核电厂水泵定期试验组织管理、定期试验大纲、定期功能试验实施的基本要求及试验报告的基本内容，为各核电厂开展水泵定期试验提供指导。

● 5 定期试验组织管理

5.1 试验组织及职责

5.1.1 核电厂应根据水泵定期试验的项目和内容建立试验组织并作出相应的规定。

5.1.2 试验组织的职责、管理权限应予以规定。为确保水泵定期试验文件的编制与修订、定期试验的计划、执行、监督、控制、验证、统计分析、试验规程文件的回收和移交等均能有效进行，宜明确由定期试验的管理者来确保水泵定期试验体系的长期有效运作，由专业试验部门及其试验负责人员来实现试验目标，由不对试验工作直接负责的人员进行独立的监督和评价，以确认是否满足规定的要求。

5.2 试验指导性文件

5.2.1 核电厂应按泵的安全等级、试验的活动范围和要求制定水泵定期试验大纲，根据大纲的要求制定出具体可实施的试验程序。

5.2.2 定期试验大纲的制定和完善应符合本标准第6章的规定。定期试验大纲应给出试验的内容、准则、周期、负责单位、试验程序编制要求、试验要求的机组状态及试验应遵守的条件等。

5.2.3 对于核级水泵，主要根据核安全法规关于定期试验监督的要求制定定期试验大纲。对于非核级水泵，应根据系统设计的要求制定定期试验大纲。

5.2.4 试验程序应详细说明实施水泵定期试验的指令和控制措施，试验程序的内容应合乎逻辑、步骤清楚，按试验程序的规定应能有效地完成具体的试验工作。

5.2.5 根据实际反馈的经验和教训，并随着核电厂管理水平和技术水平的提高，应不断修订和完善定期试验大纲和定期试验程序。

5.2.6 核电厂应确保相关人员得到充分培训和相应的授权，熟悉试验大纲和试验程序的要求并遵照执行。

● 6 定期试验大纲

6.1 基本要求

6.1.1 核电厂水泵定期试验的类型包括日常的定期检查、水泵定期切换、水泵定期功能试验。试验大纲应写明试验类型、试验项目、试验周期、试验工况要求等。

6.1.2 应分别定期检验核电厂中与安全、可靠运行密切相关的各系统水泵的可运行性。如果在反应堆运行期间不能实施，在电厂停堆时应定期进行这种检验。

6.1.3 试验大纲应确定合理可行的试验实施条件，避免由于定期试验使水泵及其所在系统产生不适宜的状态，并应采取一切措施避免人员和设备受到危害。

6.1.4 应及时修订试验大纲，始终保证它的有效性。

6.1.5 试验大纲在设计和实施过程中应确保水泵定期试验具有代表性，即

- a) 定期试验应尽可能模拟水泵及其所在系统的全部运行条件，在这些条件下，应保证水泵及其所在系统的安全功能。
- b) 每次试验应尽可能地把影响到某一安全功能的设备或考虑到的绝大部分序列包括进去。
- c) 当试验按序列分成几部分时，应研究这些序列中的每一个序列的功能重叠。
- d) 必要时，应确定水泵定期试验的先后次序。
- e) 测量仪表的精度等级应当匹配，测量误差应保持在可接受的范围内。
- f) 根据定期试验确定的目标，非安全相关系统水泵的定期试验的内容和周期可以调整，调整时应特别重视运行经验的反馈。

6.1.6 试验应按成文的并经批准后生效的试验程序进行。试验程序应确保试验完成之后被试验的水泵及相关设备能恢复到它的正常运行方式。

6.1.7 试验项目应按照逻辑顺序编制。逻辑顺序应能够提高试验的有效性及试验工作效率，同时，在试验过程中能够及时评价水泵的运行工况，并确定需要进一步试验的工况。

6.1.8 水泵的定期试验应能为评价水泵的性能、可用性及故障状况提供必要的分析数据。如有可能，应能提供趋势数据，以确定水泵性能的退化程度并提供故障征兆指示。

6.1.9 日常对水泵及其系统的定期检查是对功能试验的补充，但不能代替功能试验。

6.2 大纲目标

6.2.1 有利于行政管理与设备状态监测。

6.2.2 有利于鉴别各种工况下水泵的故障率。

6.2.3 试验应对整个电厂运行的干扰和安全的影响减到最小。

6.2.4 提供包括完整的基本试验循环和进行试验时的状态的详细计划。

6.2.5 试验应尽可能真实地模拟正常的水泵运行条件。

6.2.6 试验周期的变更应符合本标准 6.7 的规定。

6.2.7 制定定期试验大纲应考虑以下因素：

- a) 系统故障模式与影响；
- b) 水泵故障模式；
- c) 系统和水泵的可靠性与可用性分析；
- d) 水泵故障报告分析与其他历史数据；
- e) 电厂运行计划；
- f) 水泵质量鉴定文件；
- g) 厂家提供的关于水泵的相关文件。

6.3 定期检查

6.3.1 核电厂应根据相关规范和法规的要求制定水泵的定期检查计划。

6.3.2 应把所要检查的水泵按核安全级别、温度、压力等参数和重要性分为每值检查、每日检查、每周检查、每月检查、数月检查、每年检查及数年检查等类型。

6.3.3 核电厂宜建立水泵定期检查的数据库管理系统。

6.3.4 核级水泵的定期检查应符合核安全法规的有关规定，检查内容可参照 6.3.5。

6.3.5 常规岛主给水泵系统、汽水分离再热器系统、凝结水系统、循环水系统等系统的非核级水泵，其日常的定期检查也应纳入水泵的定期检查计划中，检查的结果应记入档案。每次检查可包括如下内容：

- a) 泵进出口压力及泵的转速是否正常；
- b) 泵、电机及相关设备的振动、噪声是否过大；
- c) 供油温度、压力及泵的轴承温度是否正常，并监测泵的驱动电机温度；
- d) 泵的轴封及与泵相连接的所有接头、阀门有无泄漏；
- e) 泵的所有支撑件是否足够牢固；
- f) 对泵的润滑状况及泵的轴封、轴承、联轴器等相关部件的检查。

6.3.6 其他系统的非核级水泵的定期检查，应参照 6.3.5 的内容制定出定期检查的计划和程序。所有这些检查的内容也应记入专门的档案中。

6.4 定期切换

6.4.1 对具有备用水泵的系统应进行水泵定期切换试验，检验备用水泵的启动性能和运行状况。

6.4.2 反应堆运行期间不能进行的水泵定期切换试验，应在反应堆停堆后进行。

6.4.3 水泵的定期切换试验应包括下述一个或多个试验：

a) 当在役水泵设置为故障跳闸时，备用水泵自动启动，同时观察其运行参数（温度、压力、流量、电流等）。

b) 当在役水泵故障跳闸，备用水泵不能自动启动时，手动启动备用泵，观察其启动和运行状况。

c) 系统运行状况不满足工况要求时（如系统压力低、运行泵进出口压差低等），备用泵自动启动并观察其启动和运行状况。

6.5 定期功能试验

6.5.1 手动或自动启动水泵，观察其运行参数（温度、压力、流量、振动、电压或电流），检验水泵的可运行性和可用性。

6.5.2 试验持续时间应确保水泵达到其稳定运行状态。

6.5.3 水泵状态定期检验可以包括在对整个系统的定期的整体性功能考核中，但更多时只是定期对系统中水泵运行参数的监测。

6.5.4 模拟运行时的各种故障，检验试验水泵及其所在系统的各种保护、报警功能。

6.5.5 水泵功能试验在反应堆运行期间不能进行的，在反应堆停堆后应安排试验。

6.5.6 设备检修后，应安排功能鉴定试验。

6.6 试验周期制定

6.6.1 核电厂可按本标准和其他相关标准的要求制定水泵的定期试验周期。

6.6.2 本标准附录 A 给出了典型核电厂部分水泵的定期试验周期范例，可作为周期制定的参照。

6.6.3 定期试验周期的制定，对于水泵所在的系统应考虑：

- a) 管理规程和运行规程的要求；
- b) 电厂计划的运行循环周期；
- c) 对电厂安全的影响；
- d) 人力的有效使用；
- e) 电厂人员所受的放射性照射；
- f) 因试验引起的设备性能退化。

6.6.4 定期试验周期的制定，对于水泵还应考虑：

- a) 制造厂的技术说明书或建议。
- b) 同类水泵使用的经验反馈：水泵故障率数据，运行前试验状况，水泵质量资料等。
- c) 水泵质量鉴定报告和分析。
- d) 故障数据：水泵主要故障模式、水泵故障机理、水泵故障和维修的概率分布等。

6.6.5 水泵定期试验周期的制定还应参照设计基准规定的试验周期。

6.7 试验周期变更

6.7.1 为确定试验周期能否保证水泵的有效运行，应定期评价试验周期对水泵性能的影响，评价时应考虑：

- a) 水泵性能历史记录；
- b) 故障处理记录；
- c) 同类水泵的性能；
- d) 有关的设计变更；
- e) 水泵故障率及其变化记录。

6.7.2 试验周期的变更，应严格遵守核电厂技术规格书的要求。依据评价的结果并经必要的批准后，试验周期才能变更。

● 7 定期功能试验实施

7.1 试验前准备

7.1.1 定期功能试验程序

根据试验大纲的要求对进行定期功能试验的每个水泵制定一个满足本标准要求的专用试验程序。试验程序主要包括：

- a) 试验目的；
- b) 试验人员及组织分工；
- c) 试验周期；
- d) 试验方法；
- e) 试验条件及要求；
- f) 试验规定工况；
- g) 试验设备、仪表及安装要求；
- h) 试验步骤、记录数据及其处理原则；
- i) 试验的验收或验证；
- j) 试验参考资料；
- k) 异常情况的处理（包括试验结论判定不合格的处理）；
- l) 其他。

7.1.2 试验人员

7.1.2.1 所有试验都应由合格人员担任。

7.1.2.2 核电厂应对试验人员进行必要的培训。

7.1.3 试验仪器

7.1.3.1 试验所需仪器应在试验前予以确定。试验仪器应附有证明其精确度的校验报告。

7.1.3.2 现场的各种就地仪表试验时应在校核有效期内。

7.1.4 试验条件

7.1.4.1 试验正式开始前机组应处于满足试验要求的稳定运行状态。

7.1.4.2 为了保证试验的正确进行，应根据试验的要求按一定顺序进行系统隔离。

7.1.4.3 需要隔离的设备和系统，以及实现隔离的方法应在试验程序中确定，并根据试验程序实施。

7.2 测量方法

7.2.1 流量测量

7.2.1.1 流量的测量可按 GB/T 3214 进行。

7.2.1.2 选择体积流量的测定方法时，应考虑被测流量的大小、试验方法（在现场的测量方法）；流量装置实际安装情况以及管路的布置和要求的精确度。

7.2.1.3 流量的测量方法有称重法、容积容器法、超声波流量计测量或使用孔板、喷嘴和文丘里管

测量。

7.2.1.4 使用孔板、喷嘴和文丘里管测量流量时，应符合 GB/T 2624 的规定。

7.2.1.5 在核电厂水泵定期试验现场，使用超声波流量计测量流量时，其测量条件和测试方法应符合流量计使用说明书中的有关规定。

7.2.2 扬程测量

7.2.2.1 泵扬程的测量可按 GB/T 3216 或 ISO 9906 提供的方法进行。

7.2.3 转速测量

7.2.3.1 转速测量可用直接显示的数字仪表进行。

7.2.3.2 对于交流电动机驱动的泵，可由平均频率观测值和转差率确定。当采用闪光频率法和感应线圈法测定转速和转差率时，可按 GB/T 1032 提供的方法进行。

7.2.3.3 对于汽动给水泵，可按 JB/T 6764 或 JB/T 6765 提供的方法进行。

7.2.4 噪声和振动测量

7.2.4.1 泵的噪声测量可按 JB/T 8098 或 ISO 9614 提供的方法进行。

7.2.4.2 泵的振动测量可按 JB/T 8097 或 ISO 10816 提供的方法进行。

7.3 试验执行

7.3.1 必要时，试验前应进行风险分析。

7.3.2 试验时，应根据试验程序的规定，按顺序执行试验步骤和记录参数，并逐项标注已完成的试验项目。

7.3.3 现场的各种操作及主控室的操作均应由指定的专门人员进行。一旦试验中出现异常且达到运行规范报警值时，须及时报告试验负责人和当班值长，并由试验负责人根据适当程序报告异常并终止试验。

● 8 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 试验人员；
- b) 试验日期和地点；
- c) 试验现场条件；
- d) 试验仪器；
- e) 水泵名称、型号、编号、制造厂名称及制造年份；
- f) 水泵性能参数指标；
- g) 试验方法；
- h) 试验结果的计算、分析及结论。

● 9 文件归档

试验人员应对试验记录和报告按核电厂相关的规定进行移交和归档。

附录 A
(资料性附录)
典型核电厂部分水泵定期试验周期范例

A.1 典型核电厂的部分核级水泵定期试验周期范例（见表 A.1）

表 A.1 典型核电厂的部分核级水泵定期试验周期范例

序号	系统名称	水泵定期试验	试验周期	备注
1	核岛重要厂用水系统	由出口压力低来紧急切换 A 列泵	每两月一次	
2	核岛设备冷却水系统	A 列备用泵启动试验	每两月一次	
3	核岛设备冷却水系统	核对事故情况下 A 列备用泵运行参数	每个换料周期一次	
4	核岛设备冷却水系统	检查 B 列备用泵向余热排出系统及公共用户供水时的参数	每个换料周期一次	
5	反应堆余热排出系统	余热排出系统水泵运行参数校验	每次换料	
6	反应堆安全注入系统	核对低压安注泵的流量	每五个燃料循环周期一次	
7	反应堆安全注入系统	安全注入系统再循环泵切换试验	每三个月一次	
8	反应堆安全注入系统	核对高压安注泵的流量	每两个燃料循环周期一次	
9	反应堆化学和容积控制系统	上充泵零流量试验	每个换料周期	
10	反应堆冷却剂系统	主泵惰走试验	每三年一次	
11	反应堆换料腔和乏燃料水池的冷却和处理系统	乏燃料水池的冷却和过滤泵的试验	每两个月一次	
12	安全壳喷淋系统	氢氧化钠混合泵性能试验	每月一次	
13	辅助给水系统	给蒸汽发生器供水的正常工况下辅助给水系统汽动泵的试验	每个换料大修一次	
14	辅助给水系统	给蒸汽发生器供水的正常工况下辅助给水系统电动泵的试验	每个换料大修一次	
15	辅助给水系统	在热停堆至余热排出系统连接前的中间停堆辅助给水系统汽动泵的功能试验	每三年一次	
16	辅助给水系统	辅助给水系统汽动泵综合试验	三个换料周期	
17	辅助给水系统	辅助给水系统电动泵综合试验	三个换料周期	
18	辅助给水系统	用低电压试验检查辅助给水系统电动泵的启动	每次换料停堆	
19	辅助给水系统	辅助给水系统汽（电）动泵零流量试验	每个换料周期	
20	辅助给水系统	利用汽动主给水泵、电动主给水泵、启动给水泵跳闸来检查辅助给水系统电动泵的启动	每次换料停堆	

A.2 典型核电厂的部分非核级水泵定期试验周期范例（见表 A.2）

表 A.2 典型核电厂的部分非核级水泵定期试验周期范例

序号	系统名称	水泵定期试验	试验周期	备注
1	水压试验泵汽轮发电机组	水压试验泵—汽轮发电机整体试验	每个换料周期执行	
2	消防水生产系统	消防水生产水泵的可用性试验	每月一次	
3	消防水分配系统	储压罐消防注水泵可用性试验	每周一次	
4	发电机定子冷却水系统	发电机定子冷却水系统备用泵自动启动试验	一个月,可配合设备定期切换表执行	
5	发电机定子冷却水系统	定子冷却水泵的性能试验	计划停机维修前及时进行	
6	循环水过滤系统	冲洗水增压泵运行试验	每六个月一次	
7	循环水过滤系统	冲洗水泵与过滤器自动切换试验	每六个月一次	
8	凝结水抽取系统	凝结水泵试验	每逢机组计划维修停机时进行一次	
9	电动主给水泵系统	电动主给水泵系统运行试验	在计划停机维修之前立即进行	
10	汽动主给水泵系统	给水泵汽轮机的超速试验	每 26 周一次	
11	汽动主给水泵系统	给水泵汽轮机排汽缸水位开关的带负荷试验	每 26 周一次	
12	汽动主给水泵系统	给水泵汽轮机排汽背压开关带负荷试验	6 个月	
13	汽动主给水泵系统	汽动给水泵运行工况试验	在每次计划停机检修前立即进行	
14	给水除氧器系统	除氧器再循环泵试验	紧跟在计划维修停机前进行该项试验	
15	给水加热器疏水回收系统	低加疏水泵运行特性试验	在机组计划维修停机之前立即执行	
16	蒸汽转换器系统	给水泵运行检查	在计划检修停机之前进行试验	
17	常规岛闭式冷却水系统	换料大修前检查泵	每次计划维修停机之前	
18	辅助冷却水系统	辅助冷却水泵性能试验	在计划维修停机之前进行	