|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | |  | | --- | | T/ |   点击此处添加CCS号 |

     团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

核电厂安全相关电动阀和气动阀在役试验

Safety related motor-operated valve and air-operated valve in-service test in nuclear power plant

（征求意见稿）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国核能行业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc65137791)

[引言 III](#_Toc65137792)

[1 范围 1](#_Toc65137793)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc65137794)

[3 术语和定义 1](#_Toc65137795)

[4 在役试验 2](#_Toc65137796)

[4.1 总体要求 2](#_Toc65137797)

[4.2 阀门分类 2](#_Toc65137798)

[4.3 试验项目分类 2](#_Toc65137799)

[4.4 试验要求 3](#_Toc65137800)

[5 役前试验 9](#_Toc65137801)

[6 记录和报告 9](#_Toc65137802)

[参考文献 11](#_Toc65137803)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件主要依据ASME OM-2017核电厂运行和维修、NB/T20361.1-2015核电厂核岛机械设备在役试验(第1部分：通用要求)、NB/T20361.3-2015核电厂核岛机械设备在役试验（第3部分：阀门）的规则编写。

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专利的责任。

本文件由中国核能行业协会提出。

本文件起草单位：山东核电有限公司。

本文件主要起草人：张玉涛、褚福立、吕瑞飞、邢治辉、吴典文、李伟、袁禹、宋帅帅、周录坤、翟树丛。

本文件为首次发布。

1. 引言

安全相关电动阀和气动阀在核电厂中有着广泛的应用，安全壳的隔离、安全系统的动作等都离不开安全相关电动阀和气动阀的可靠运行，对阀门的开关动作可靠性、行程时间、泄漏率等有着严格要求。为统一规范核电厂安全相关电动阀和气动阀的在役试验要求，特编制本标准。

本文件主要依据ASME OM-2017核电厂运行和维修、NB/T20361.1-2015核电厂核岛机械设备在役试验(第1部分：通用要求)、NB/T20361.3-2015核电厂核岛机械设备在役试验（第3部分：阀门）的要求，结合AP1000核电厂电动阀和气动阀在役试验实践情况，为核电厂电动阀和气动阀在役试验提供参考。

核电厂安全相关电动阀和气动阀在役试验

* 1. 范围

本文件规定了核电厂安全相关电动阀和气动阀的在役试验要求。

本文件适用于在核电厂反应堆停堆至安全停堆状态、保持反应堆安全停堆状态或缓解事故后果的过程中执行特定功能的电动阀和气动阀，用于指导安全相关电动阀和气动阀的全行程动作、泄漏率、远程位置指示、性能评估、失效安全等在役试验工作。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

ASME OM-2017 Operation and Maintenance of Nuclear Power Plants

NB/T 20361.1-2015 核电厂核岛机械设备在役试验 第1部分：通用要求

NB/T 20361.3-2015 核电厂核岛机械设备在役试验 第3部分：阀门

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

在役试验 in-service test

核电厂首次核供热发电后，定期确认阀门是否处于可用状态的试验。

役前试验 preservice test

与阀门建造安装相关活动完成后，且在首次核供热发电前进行的试验。对于运行核电厂，阀门初次投入运行前进行的试验。

能动阀门 active valve

在实现将反应堆停止在安全停堆状态、维持安全停堆状态或减少事故后果的特定功能时，需要改变关闭件位置的阀门。

能动行程 active stroke

能动阀门通过阀门的开启或关闭来执行3.3中规定的功能，则相应的开启或关闭行程即为阀门的能动行程。

非能动阀门 passive valve

在实现将反应堆停止在安全停堆状态、维持安全停堆状态或减少事故后果的特定功能时，需要保持关闭件位置和不需要改变关闭件位置的阀门。

安全重要设备 safety significant component

通过概率风险分析和核电厂内部评审确定的对核电厂安全具有重要贡献的设备。

高安全重要设备 high safety significant component

通过概率风险分析和核电厂内部评审确定的对于核电厂安全相对更重要的设备。

低安全重要设备 low safety significant component

通过概率风险分析和核电厂内部评审确定的对于核电厂安全相对不重要的设备。

功能性裕量 function margin

电动阀或气动阀执行机构出力超过阀门完成能动行程时所需出力的比例。

设计基准审查 design basis review

对阀门的设计工况和功能性裕量进行审查，以确认阀门具备执行设计功能的能力的过程。

参考值 reference value

在役前试验或在役试验中获取的，可表征阀门正常运行状态的试验结果作为后续在役试验的参考值，确定参考值的试验工况应尽可能接近后续在役试验的试验工况。

失效安全 fail safe

阀门执行机构失去供电或压缩气体后，阀门动作至全开、全关或保持原位置以满足设计安全功能的特性。

性能评估试验 performance assessment test

用于测试阀门和执行机构各项参数和性能的系统化方法。

* 1. 在役试验
     1. 总体要求

在核电厂反应堆停堆至安全停堆状态、保持反应堆安全停堆状态或缓解事故后果的过程中，相关的电动阀和气动阀起着至关重要的作用，为保证这部分阀门能够按照设计要求执行相关功能，应对这部分阀门进行定期试验，以验证阀门的可运行性。根据阀门不同的功能，试验项目分为全行程动作试验、泄漏率试验、远程阀位指示试验、性能评估试验、失效安全试验等。

* + 1. 阀门分类

本节根据电动阀和气动阀在核电厂中执行的功能及重要性对核电厂电动阀和气动阀进行了分类。

根据阀门在反应堆停堆至安全停堆状态、保持安全停堆状态或缓解事故后果过程中执行的功能和重要程度，将电动阀和气动阀分为4类：

1. 1类阀门：能动且高安全重要的阀门；
2. 2类阀门：能动且低安全重要的阀门；
3. 3类阀门：非能动阀门；
4. 4类阀门：不在上述三类范围内的阀门。

如果核电厂还没有建立安全重要设备等级体系，则将2类阀门归入1类阀门，相关要求遵照1类阀门的要求执行。

* + 1. 试验项目分类

本节根据电动阀和气动阀分类对阀门的在役试验项目进行了规定，相关信息详见表1。

1. 阀门在役试验项目分类

| 在役试验项目分类 | 1类阀门 | 2类阀门 | 3类阀门 | 4类阀门 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 全行程动作试验 | 是 | 是 | 否 | 否 |
| 泄漏率试验 | 是或否a | 是或否a | 是或否a | 否 |
| 远程阀位指示试验 | 是或否b | 是或否b | 是或否b | 否 |
| 电动阀性能评估试验 | 是 | 是 | 否 | 否 |
| 气动阀性能评估试验 | 是 | 否c | 否 | 否 |
| 气动阀失效安全试验d | 是 | 是 | 否 | 否 |
| a 根据阀门在反应堆停堆至安全停堆状态、保持安全停堆状态或缓解事故后果过程中是否有泄漏率要求，判断是否应做泄漏率试验。  b 根据1/2/3类阀门是否有远程阀位指示功能，判断是否应做远程阀位指示试验。  c 如果2类阀门经过变更、维修、部件更换等活动后，影响阀门动作裕量，致使阀门处于役前状态，则按照役前试验相关要求执行。  d 气动阀失效安全试验一般与全行程动作试验一起执行。 | | | | |

* + 1. 试验要求
       1. 全行程动作试验
          1. 试验方法

阀门全行程动作试验是由主控室或上游控制系统远程控制阀门开关动作，验证阀门能否正常完成能动行程，并记录能动行程时间。

阀门的能动行程时间是从主控室或控制系统发出指令至阀门反馈动作到位的时间间隔，由控制系统记录指令发出的时间点和阀门动作到位的时间点，如控制系统无法记录时间点，则可采用其他手段记录这两个时间点，两个时间点间隔即为阀门的能动行程时间。

* + - * 1. 试验范围

1类和2类阀门应执行全行程动作试验。

* + - * 1. 试验周期

全行程动作试验应每3个月执行一次，但是如果执行试验会导致机组出现瞬态、增加人员意外辐照风险、或者设备损坏等，则认为在该工况下无法执行试验，按照4.4.1.4的规定执行。

* + - * 1. 试验窗口

1类和2类阀门全行程动作试验应在机组功率运行期间执行；若在机组功率运行期间无法执行全行程动作试验，则应在功率运行期间执行部分行程动作试验，并在机组冷停堆模式执行全行程动作试验；若在机组功率运行期间无法执行阀门部分动作试验，则应在机组冷停堆模式执行全行程动作试验；若在机组功率运行期间无法执行阀门部分动作试验，并且在机组冷停堆模式无法执行阀门全行程动作试验，则应在冷停堆模式执行阀门部分行程动作试验，并在机组换料停堆模式执行阀门全行程动作试验；若在机组功率运行和冷停堆模式均无法执行阀门全行程动作或部分行程动作试验，则应在机组换料停堆模式执行阀门全行程动作试验。

若阀门的动作试验在机组冷停堆模式执行，则在机组每次冷停堆模式均应执行阀门动作试验，除非距离上次阀门动作试验时间间隔不满3个月；阀门动作试验应在机组达到冷停堆模式后48h内开始执行，直到所有阀门试验全部完成，除以下几种情况：

1. 机组准备开始启动，进入功率运行模式；
2. 如果机组冷停堆模式中计划安排的所有阀门试验均在机组启动前或启动过程中执行，则无需在达到冷停堆模式48h内开始执行；窗口合适的情况下，阀门试验可以在机组停堆至冷停堆模式过程中、冷停堆模式时、或者机组升模式至功率运行过程中执行；
3. 在机组冷停堆模式时，应优先安排上一次冷停堆模式时没有完成的阀门试验；
4. 如果机组冷停堆模式时间小于48h，则可以不执行冷停堆阀门试验。
   * + - 1. 试验人员

全行程动作试验根据核电厂内部职责分工执行，试验人员应满足核电厂质保体系要求。

* + - * 1. 试验设备

全行程动作试验一般由控制系统记录能动行程时间，无需其他试验设备；如控制系统无法记录时间点，则可使用秒表或录波仪等设备用于记录时间，试验设备的标定应满足核电厂的质保体系要求。

* + - * 1. 验收准则

阀门能够正常动作到位；通过观察阀门阀位指示，或从其他系统参数判断阀门动作情况，例如系统压力、流量、液位等。

阀门的能动行程时间满足行程时间限值和参考值范围要求，其中：

1. 行程时间限值由核电厂确定，一般从技术规格书要求、系统安全功能设计等方面考虑确定限值；
2. 参考值范围由参考值确定，以役前试验的行程时间作为后续在役试验的参考值；如果参考值大于10s，则参考范围为不超过±25%的变化；如果参考值大于等于2s且小于等于10s，则参考范围为不超过±50%的变化；如果参考值小于2s，则参考范围最大限值为2s。

如果备件更换、修复、变更等活动对阀门动作性能产生影响，则应执行一次全行程动作试验以验证受维修活动影响的性能参数是满足要求的，并重新建立参考值或验证原参考值的适用性。

* + - * 1. 评价流程

试验评价按照如下逻辑顺序执行：

1. 如果阀门不能正常动作到位，应宣布阀门不可用，并进行原因分析和缺陷处理；
2. 如果阀门能够动作到位，但是阀门行程时间超过限值，应宣布阀门不可用，并进行原因分析和缺陷处理；
3. 如果阀门行程时间没有超过限值，但是超过参考值范围，应宣布阀门不可用或者立即再次进行试验；如果第二次行程时间仍超过参考值范围，应在96h内评估阀门动作是否可以接受，或者宣布阀门不可用；如果第二次行程时间没有超过参考值范围，则应分析第一次行程时间超过参考值范围的原因，并在试验记录中记录。

如果阀门动作到位，且行程时间在参考值范围内，则试验合格。

* + - 1. 泄漏率试验
         1. 试验方法

对于安全壳隔离阀泄漏率试验，按照安全壳泄漏率试验相关要求执行。

对于除安全壳隔离功能的其他泄漏率要求的试验，应按照设计压差执行打压试验，打压方向为阀门执行设计功能时的承压方向，且打压时不得对阀芯施加执行机构出力以外的其他外力；但是对于某些特殊情况，可以不按照上述要求执行，例如：

1. 对于截止阀，即使执行设计功能时的承压方向阀芯上部承压，试验时也可在阀芯底部施压；
2. 对于中线蝶阀，如果设计上双向密封效果相同，试验时可任选一个方向；
3. 对于双闸板闸阀，可通过对中腔打压进行泄漏率试验；
4. 对于部分阀门，打压压力越高，阀芯承压后与阀座贴合越紧密，泄漏率越小，此类阀门打压压力可小于设计压差，试验得到的泄漏率应换算成设计压差下的泄漏率，一般假定泄漏率与压差的1/2次幂成正比。

一般可通过如下三种方法测量泄漏率：

1. 维持打压压力，在阀门另一侧收集泄漏的介质；
2. 维持打压压力，测量补充介质的量；
3. 封闭空间打压后，测量压降。

试验介质和试验温度由核电厂规定。

* + - * 1. 试验范围

如果阀门在反应堆停堆至安全停堆状态、保持安全停堆状态或缓解事故后果过程中有泄漏率要求，则应定期进行阀门泄漏率试验。

* + - * 1. 试验周期

对于安全壳隔离阀泄漏率试验，按照安全壳泄漏率试验相关要求执行。

对于除安全壳隔离功能的其他泄漏率要求，至少每2年执行一次试验。

* + - * 1. 试验窗口

对于安全壳隔离阀，按照安全壳泄漏率试验相关要求执行。

对于除安全壳隔离功能的其他泄漏率要求的试验，可以是在线也可以离线，试验窗口由核电厂规定。

* + - * 1. 试验人员

泄漏率试验根据核电厂内部职责分工执行，试验人员应满足核电厂质保体系要求。

* + - * 1. 试验设备

对于安全壳隔离阀泄漏率试验，一般采用专用的泄漏率试验工具，满足安全壳隔离阀泄漏率试验各项要求即可。

对于除安全壳隔离功能的其他泄漏率要求的试验：

1. 离线泄漏率试验一般使用打压试验台架执行；
2. 在线泄漏率试验一般利用系统介质压力对阀门进行打压，但应选用合适的测量工具测量泄漏率，例如流量计、量杯、压力表等。

试验中使用的各项工器具均应按照核电厂质保体系要求定期标定。

* + - * 1. 验收标准

对于安全壳隔离阀泄漏率试验，试验标准由安全壳泄漏率试验相关要求规定。

对于除安全壳隔离功能的其他泄漏率试验，试验标准由核电厂确定，例如一回路压力边界泄漏率要求；如无特殊规定，则可按照如下要求执行：

1. 对于打压介质为水的，泄漏率要求为12.4d·ml/s或315 ml/s的较小值；
2. 对于打压介质为空气的，泄漏率要求为58d 标准状态ml/min。

注：*d*为阀门公称通径，cm。

* + - * 1. 评价流程

如果阀门泄漏率不满足验收标准，应宣布阀门不可用，并进行维修或更换；阀门再次投用前应再次执行泄漏率试验。

* + - 1. 失效安全试验
         1. 试验方法

失效安全试验是将阀门动作至非安全位置，然后切断执行机构供电或排出执行机构压缩气体，观察阀门是否动作至安全位置。

示例：常见的开关型气动阀，通常由电磁阀控制执行机构压缩空气的输入和排出，在执行全行程动作试验时，切断电磁阀供电时，电磁阀排出执行机构压缩空气，观察阀门动作情况，在完成全行程动作试验的同时，完成了失效安全试验。

* + - * 1. 试验范围

针对具有失效安全功能，且失效后阀门动作行程为能动行程的气动阀，应定期执行失效安全试验。

* + - * 1. 试验周期

失效安全试验一般与全行程动作试验一同执行，试验周期同4.4.1.3。

* + - * 1. 试验窗口

失效安全试验一般与全行程动作试验一同执行，试验窗口同4.4.1.4。

* + - * 1. 试验人员

失效安全试验根据核电厂内部职责分工执行，试验人员应满足核电厂质保体系要求。

* + - * 1. 试验设备

无。

* + - * 1. 验收标准

切断执行机构供电或排出执行机构压缩气体后，阀门由非安全位置动作至安全位置。

* + - * 1. 评价流程

在试验过程中，如果阀门不能动作至安全位置，应宣布阀门不可用，并进行缺陷处理。

* + - 1. 位置指示试验
         1. 试验方法

位置指示试验要求阀门开关动作，并在阀门就地观察动作情况，验证远程位置指示的准确性。

如阀门不可达，则应通过其他间接手段来验证阀门动作，例如流量、系统压力、液位等参数；如阀门可达，宜配合其他间接手段同时验证阀门动作。

* + - * 1. 试验范围

1/2/3类阀门如果有远程位置指示，则应定期执行位置指示试验。

* + - * 1. 试验周期

位置指示试验应至少每2年执行一次。

* + - * 1. 试验窗口

位置指示试验要求阀门能开关动作、阀门可达，宜安排在机组大修期间。

* + - * 1. 试验人员

全行程动作试验根据核电厂内部职责分工执行，试验人员应满足核电厂质保体系要求。

* + - * 1. 试验设备

无。

* + - * 1. 验收标准

远程指示的阀门位置与就地观察以及其他间接指示（如有）的阀门位置相同。

* + - * 1. 评价流程

如果远程指示的阀门位置与就地观察或其他间接指示（如有）的阀门位置不同，则应宣布阀门不可用，并进行缺陷处理。

* + - 1. 电动阀性能评估试验
         1. 试验方法

电动阀性能评估试验一般使用专用的电动阀诊断工具在阀门动作过程中采集反映阀门性能的各项参数，并通过计算、分析，得到阀门执行机构出力和阀门功能性裕量，从而验证阀门具有执行能动行程的能力。

1类和2类电动阀应执行一次设计基准试验，即在设计基准工况下的阀门性能评估试验，并得到阀门能动行程所需的推力或扭矩，从而获得阀门功能性裕量；如果没有条件执行设计基准试验，则可引用其他核电厂和行业内公布的电动阀试验数据支持技术评估，或者通过理论计算方法来验证，理论计算方法应经过严格的评估。

* + - * 1. 试验范围

1类和2类电动阀应定期执行性能评估试验。

* + - * 1. 试验周期

电动阀性能评估试验周期的设定是建立在试验历史数据基础上的，应保证在下次试验时，阀门功能性裕量没有劣化至不满足能动行程的要求；1类阀门试验周期初始设置为2次换料循环或3年（两者中更长的周期），2类阀门试验周期初始设置为3次换料循环或5年（两者中更长的周期）；后续积累足够试验历史数据，且能预测阀门功能性裕量劣化趋势后，可适当延长试验周期，但不能超过10年；对于某些严苛工况的、特殊设计/运行/维修要求的、或者低裕量的阀门，应考虑适当缩短试验周期。

对于阀门结构和工况参数相同或相似的阀门，且设计基准试验和役前试验结果接近的，可归为一个阀门组，按照初始试验周期对组内任一阀门执行试验，并通过该阀门试验结果评估组内其他阀门状态；不能连续选择同一阀门执行定期试验，且组内任一阀门试验周期不能超过10年。

* + - * 1. 试验窗口

电动阀性能评估试验要求阀门可以开关动作，宜安排在机组大修期间。

如果阀门的维修活动与性能评估试验安排在同一时间窗口执行，且维修活动会影响阀门的裕量，则试验应安排在维修活动之前执行，且在维修活动之后，还应再次执行试验，以验证维修活动后阀门的裕量是满足要求的。

* + - * 1. 试验人员

电动阀性能评估试验一般由维修人员执行，除满足核电厂维修人员一般要求外，还应经过电动阀诊断专项培训，或在有培训和现场实际工作经验的人员指导下执行阀门诊断工作。

试验结果的评估应由专项技术人员负责，技术人员应熟悉阀门诊断工作，掌握阀门诊断分析方法，熟悉相关法规和规范要求。

* + - * 1. 试验设备

电动阀性能评估试验一般使用成熟的阀门诊断工具，具有数据采集、分析等功能，设备精度、取样频率等能满足阀门诊断要求，且应按照核电厂质保体系要求定期标定。

* + - * 1. 验收标准

核电厂应建立电动阀性能评估试验的验收标准，可使用执行机构推力、扭矩或其他相关参数建立功能性裕量的标准，在此过程中应考虑测量和诊断工具的不确定度、阀门和执行机构的重复性（例如力矩开关的重复性）、分析计算方法的不确定度、分组抽样的影响等因素。

核电厂应对1类和2类电动阀进行设计基准审查，以获得功能性裕量；设计基准审查包括系统级审查和设备级审查，其中：

1. 系统级审查应通过审查设计文件，包括技术规格书、系统说明书、阀门采购规范书等来明确阀门在设计基准工况时的系统参数，例如阀门最大前后压差；如果阀门已投入运行，则应优先审查实际运行工况，通过计算获取阀门在设计基准工况时的系统参数；
2. 设备级审查应计算阀门的功能性裕量，包括阀门能动行程所需的力和执行机构出力：

* 阀门能动行程所需的力（包括直行程阀门的阀杆系数，即阀杆推力或拉力与阀杆扭矩的比值）可从设计基准试验中测量得到，或者通过非设计基准工况试验结果推算得到设计基准工况结果，也可以使用经严格评估认可的理论计算方法；
* 对于执行机构出力的确定，如果是基于电机能力的执行机构出力计算，要考虑在设计基准工况下电机的能力，包括电机的启动力矩、最小电压工况、环境温度的影响、执行机构传动的效率、其他适用的因素；如果是基于力矩开关设定的执行机构出力计算，要考虑力矩开关碟簧组件的标定情况、力矩开关设定值、力矩开关的重复性等因素。

计算功能性裕量时，如果阀门行程由限位开关控制，则执行机构出力由设计基准工况下电机的能力决定；如果阀门行程由力矩开关控制，则执行机构出力由设计基准工况下电机能力和力矩开关设定两者中较小值决定。

如果阀门或系统进行了变更，则应评估变更对阀门设计基准审查结果的影响，必要时应重新进行设计基准审查，并升版相应的验收标准。

* + - * 1. 评价流程

在设计基准审查或设计基准试验阶段，如果阀门不能满足功能性裕量要求，则应进行原因分析，必要时进行变更改造，提升阀门功能性裕量。

在执行定期性能评估试验时，如果阀门不能满足功能性裕量要求，则应宣布阀门不可用，并进行原因分析和缺陷处理；另外，还应对试验结果进行定性的判断，评估阀门及执行机构有无异常，必要时进行原因分析和缺陷处理。

阀门经过修复、备件更换、变更等维修活动后，应对维修活动进行评估，判断其是否影响阀门性能，必要时执行阀门性能评估试验，阀门性能满足设计要求之后才能重新投入使用。

对试验结果进行评估时，还应评估阀门功能性裕量的变化情况，即自上一次试验以来裕量降级的程度，积累足够数据后对阀门裕量进行趋势性分析，并可根据趋势分析调整试验周期。

* + - 1. 气动阀性能评估试验
         1. 试验方法

气动阀性能评估试验一般使用专用的气动阀诊断工具采集阀门动作过程中反映阀门性能的各项参数，并通过计算、分析，得到阀门执行机构出力和阀门动作裕量。

气动阀性能评估试验一般在没有介质和压力的工况条件执行。

* + - * 1. 试验范围

1类气动阀应在机组启动前或启动过程中完成首次性能评估试验，以验证阀门具有足够的功能性裕量；后续在役阶段应定期执行性能评估试验，以判断阀门的裕量变化。

2类气动阀应在机组启动前或启动过程中完成首次性能评估试验，以验证阀门具有足够的功能性裕量；后续在役阶段可以不定期执行试验，但是如果阀门维修活动影响了阀门动作裕量，则在维修活动之后应执行性能评估试验，例如备件更换、修复、变更等。

* + - * 1. 试验周期

气动阀性能评估试验周期的设定是建立在试验历史数据基础上的，应保证在下次试验时，阀门功能性裕量没有劣化至不满足能动行程的要求；试验周期初始设置为3次换料循环或6年（两者中更长的周期）；后续积累足够试验历史数据，且能预测阀门功能性裕量劣化趋势后，可适当延长试验周期，但不能超过10年；对于某些严苛工况的、特殊设计/运行/维修要求的、或者低裕量的阀门，应考虑适当缩短试验周期。

对于阀门结构和工况参数相同或相似的阀门，可归为一个阀门组，按照初始试验周期对组内任一阀门执行试验，并通过该阀门试验结果评估组内其他阀门状态；不能连续选择同一阀门执行定期试验，且组内任一阀门试验周期不能超过10年。

* + - * 1. 试验窗口

气动阀性能评估试验要求阀门可以开关动作，宜安排在机组大修期间。

如果阀门的维修活动与性能评估试验安排在同一时间窗口执行，且维修活动会影响阀门的裕量，则试验应安排在维修活动之前执行，且在维修活动之后，还应再次执行试验，以验证维修活动后阀门的裕量是满足要求的。

* + - * 1. 试验人员

气动阀性能评估试验一般由维修人员执行，除满足核电厂维修人员一般要求外，还应经过气动阀诊断专项培训，或在有培训和现场实际工作经验的人员指导下执行阀门诊断工作。

诊断数据的评估应由专项技术人员负责，技术人员应熟悉阀门诊断工作，掌握阀门诊断分析方法、熟悉相关法规和规范要求。

* + - * 1. 试验设备

气动阀性能评估试验一般使用成熟的阀门诊断工具，具有数据采集、分析等功能，设备精度、取样频率等能满足阀门诊断要求，且按照核电厂质保体系要求定期标定。

* + - * 1. 验收标准

核电厂应建立气动阀性能评估试验的验收标准，包括阀门能动行程的功能性裕量和阀门设定参数标准。

核电厂应对1类和2类气动阀进行设计基准审查，以获得阀门功能性裕量；设计基准审查包括系统级审查和设备级审查，其中：

1. 系统级审查应通过审查设计文件包括技术规格书、系统说明书、阀门采购规范书等来明确阀门在设计基准工况时的系统参数，例如阀门最大前后压差；如果阀门已投入运行，则应优先审查实际运行工况，通过计算获取阀门在设计基准工况时的系统参数；
2. 设备级审查应计算阀门能动行程所需的力，以及执行机构出力，此过程中应考虑阀门参数的不确定度，以及阀门的运行限值和最薄弱部件，例如执行机构弹簧弹性系数和隔膜有效面积的不确定度，隔膜式执行机构对压缩空气的最大压力有限值要求以防止橡胶隔膜损坏，连轴块螺纹可能成为限制执行机构出力的薄弱环节等。

阀门能动行程的功能性裕量由设计基准审查中执行机构出力和阀门能动行程所需力计算而来，用于判断试验结果中执行机构出力是否满足要求。

在完成阀门试验后，应对阀门实际设定参数进行检查，判断各项参数是否满足阀门设定参数标准的要求，这些标准一般包括：

1. 执行机构供气压力；
2. 弹簧设定范围；
3. 行程长度；
4. 盘根摩擦力。

当阀门或系统进行了变更时，应评估变更对阀门设计基准审查结果的影响，必要时应重新进行设计基准审查，并升版相应的验收标准。

* + - * 1. 评价流程

在气动阀设计基准审查阶段，如果阀门不能满足功能性裕量要求，则应进行原因分析，必要时进行变更改造，提升阀门功能性裕量。

执行定期性能评估试验时，如果阀门不能满足功能性裕量要求，应宣布阀门不可用，并进行原因分析和缺陷处理；另外，还应对试验结果进行定性的判断，评估阀门及执行机构有无异常，必要时进行原因分析和缺陷处理；对于阀门设定值超出标准的，进行原因分析，并调整设定值以满足标准要求。

阀门经过修复、备件更换、变更等维修活动后，应对维修活动进行评估，判断其是否影响阀门性能，必要时执行阀门性能评估试验，阀门性能满足设计要求之后才能重新投入使用。

对试验结果进行评估时，还应评估阀门功能性裕量的变化情况，即自上一次试验以来裕量降级的程度，积累足够数据后对阀门裕量进行趋势性分析，并可根据趋势分析调整试验周期。

* 1. 役前试验

阀门的在役试验项目都应在役前阶段执行一次，试验条件应尽量与后续在役试验的试验条件相同，验收标准与在役试验的验收标准一致，并建立阀门试验结果的参考值，用于后续在役试验结果的评价和趋势分析。

如果在阀门役前试验之后执行了影响性能的维修活动，则应再次执行一次试验，以验证受维修活动影响的性能参数是满足要求的，并验证原参考值是否仍然适用，或者建立新参考值。

* 1. 记录

在役试验应根据生效的试验程序执行，试验程序应满足核电厂质保体系要求，试验记录至少包括以下内容：

1. 设备编码和名称；
2. 试验日期；
3. 试验项目；
4. 试验设备信息、标定校验信息；
5. 测量的参数；
6. 验收标准；
7. 试验结果的评价及偏差；
8. 纠正行动；
9. 试验人员和评估人员签字。

试验记录应至少保留整个阀门寿期。

参考文献

[1] NB/T 20361.1-2015 核电厂核岛机械设备在役试验 第1部分：通用要求

[2] NB/T 20361.3-2015 核电厂核岛机械设备在役试验 第3部分：阀门

[3] ASME Operation and Maintenance of Nuclear Power Plants 2017.

