|  |  |
| --- | --- |
| 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

核电厂用爆破阀定期检查和在役试验

The periodic inspect and in-service test of squib valve 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](#_Toc63157007)

[引言 III](#_Toc63157008)

[1 范围 1](#_Toc63157009)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc63157010)

[3 术语和定义 1](#_Toc63157011)

[4 爆破阀的定期检查和在役试验要求 2](#_Toc63157012)

[4.1 总体要求 2](#_Toc63157013)

[4.2 检查维护要求 2](#_Toc63157014)

[4.3 解体检查要求 3](#_Toc63157015)

[4.4 药筒点火试验要求 3](#_Toc63157016)

[4.5 点火回路测试要求 4](#_Toc63157017)

[5 试验设备要求 6](#_Toc63157018)

[5.1 检查维护 6](#_Toc63157019)

[5.2 解体检查 6](#_Toc63157020)

[5.3 药筒点火试验 7](#_Toc63157021)

[5.4 点火回路试验 7](#_Toc63157022)

[6 试验人员要求 7](#_Toc63157023)

[7 试验条件 7](#_Toc63157024)

[7.1 机组状态 7](#_Toc63157025)

[7.2 环境条件 7](#_Toc63157026)

[8 评价 7](#_Toc63157027)

[8.1 检查维护和解体检查的评价 8](#_Toc63157028)

[8.2 药筒点火试验 8](#_Toc63157029)

[8.3 点火回路测试 8](#_Toc63157030)

[参考文献 9](#_Toc63157031)

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。

本标准依据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这些专利的责任。

本文件由中国核能行业协会提出。

本标准起草单位：山东核电有限公司。

本标准起草人：褚福立，齐军，吕瑞飞，高奇峰，刘辰星，胡孟军，张超，张天蔚。

本标准为首次发布。

1. 引言

随着爆破阀在国内压水堆核电厂的首次应用，为保证爆破阀能够执行其安全相关功能，亟需对爆破阀在役期间的检查和试验标准和要求进行固化。本文件规定了压水堆核电厂爆破阀在役期间的定期检查和试验全过程，包括了爆破阀本体、药筒和点火回路，用于指导核电厂用爆破阀的定期检查、试验工作。

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，并参考电厂的执行程序规定，为使用者制定核电厂用爆破阀的技术管理规定提供参考。

核电厂用爆破阀定期检查和在役试验

* 1. 范围

本文件规定了核电厂爆破阀在役期间的定期检查要求和在役试验要求。

本文件适用于指导核电厂爆破阀本体、药筒及驱动回路的定期检查和在役试验，对爆破阀本体的定期目视检查维护及解体检查、药筒的点火试验、点火回路测试和验证做出了规定，确保爆破阀设计功能的可用性和可靠性。

* 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 核电厂运行和维修

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，在首次核供热发点前进行的试验。对于运行电厂，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。

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。

爆破阀 squib valve

安装了火药或药筒驱动装置的阀门。

药筒 charge

用于驱动阀门开启的火药或药筒装置。

点火器 ignitor

当接到适当的信号时，其使火药或药筒产生起爆。

爆破阀点火驱动控制单元 squib valve actuate controller

与爆破阀点火器接口的控制单元，包括电容组控制板，用于爆破阀点火的储能；控制回路板，用于蓄能和点火指令的接收；测试端口，用来诊断控制回路故障，检查蓄能和点火指令动作的正确性。

蓄能指令 arm command

由核电厂保护系统发出的爆破阀控制指令，点火指令用于控制爆破阀控制单元的电容释放点火电流。

点火指令 fire command

由核电厂保护系统发出的爆破阀控制指令，点火指令用于控制爆破阀控制单元的电容释放点火电流。

渗透检查（PT） penetrant testing

无损检测的一种方法，通过施加渗透剂，用洗净剂去除多余部分，施加显像剂以得到零件表面的某些缺陷的指示。

涡流检查（ET） eddy current testing

无损检测的一种方法，利用通电线圈产生的磁场在金属表面感应产生涡流磁场的变化，以指示金属某些裂纹。

超声检查（UT） ultrasonic testing

无损检测的一种方法，利用超声波进入物体遇到缺陷时，一部分声波会产生反射，发射和接收器可对反射波进行分析，就能异常精确地测出缺陷来．并且能显示内部缺陷的位置和大小。

目视检查（VT） visual testing

无损检测的一种方法，用人的眼睛或借助于光学仪器对部件表面状态作观察或测量的一种检测方法。

* 1. 爆破阀的定期检查和在役试验要求
     1. 总体要求

为定期验证爆破阀能够执行其设计的安全功能，需对爆破阀本体、药筒、点火回路等进行定期检查和在役试验。其中，对于爆破阀本体需要进行定期的检查维护，以确认没有泄漏、腐蚀、变形等各种异常情况，并且还需要定期进行解体检查，以确定阀门内部各部件没有发生泄漏、腐蚀、变形等各种异常情况；对于爆破阀药筒，需要进行定期的抽样点火试验，以确认在装药筒的功能可用，试验后需要装填经过试验验证的合格药筒；对于爆破阀的点火驱动回路，需要定期进行点火回路测试和电气连续性检查，以确认点火回路的可靠触发和信号正常。

* + 1. 检查维护要求

在大修期间，对所有爆破阀进行目视检查。目视检查维护的周期应为每次大修时（或每两年），对所有的爆破阀本体执行外表面和内表面（不进行解体的可达区域）的目视检查。

对爆破阀进出口密封、阀体、剪切盖、中法兰等处有无介质外漏或外漏痕迹、异物、污染物等进行目视检查，对各零部件有无松动进行目视检查，确认无松动、无介质外漏、无任何污染物和异物。如发现存在任何污染物、异物，进行清理，并分析来源和评估对阀门功能的潜在影响，制定纠正措施以保持阀门可以继续执行其设计功能。

对爆破阀活塞、驱动杆位置进行检查，确认爆破阀活塞和驱动杆处于阀门的关闭位置（初始位置）。

检查阀门位置指示装置处于正确的位置，确认远程和就地保持一致，确认位置指示可用。

在爆破阀检查维护中，各检查部位、检查具体要求及检查方法详见表1。

表1 检查维护内容和要求

| 阀门类型 | 检查部位 | 检查要求 | 检查方法 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 所有类型的爆破阀 | 阀体外部 | 检查阀体有无腐蚀、介质泄漏或异物等情况 | 目视检查 |  |
| 所有的阀盖和进出口法兰螺栓以及螺母 | 检查有无松动，具备条件的进行力矩校验 | 目视检查 | 不拆卸阀门 |
| 剪切盖(一回路压力边界) | 检查剪切盖有无泄漏 | 目视检查*VT-2* | 不拆卸阀门 |
| 进出口均与管道相连的爆破阀 | 插销弹簧 | 功能试验，测试弹簧弹性伸长量满足要求 | 进行点火试验的阀门 | 通过或不通过 |
| 阀体内部 | 检查阀体内部有无介质等情况 | 通过检查孔目视检查。在更换药筒时也需检查 | 通过检查孔检查 |
| 活塞 | 检查验证活塞处于正确的位置 | 目视检查。在更换药筒时也需要检查 | 通过检查孔检查 |
| 位置指示器 | 检查验证位置指示开关的功能正常 | 将位置指示开关从阀门上拆卸并试验验证功能正常 |  |
| 出口未与管道相连的爆破阀 | 剪切盖夹紧块 | 检查夹紧块螺栓力矩值满足要求 | 力矩校验 | 通过阀门出口侧检查 |
| 剪切盖保持块 | 检查保持块螺栓力矩值满足要求 | 力矩校验 | 通过阀门出口侧检查 |
| 支持环螺栓 | 检查螺栓力矩值满足要求 | 力矩校验 | 通过阀门出口侧检查 |
| 活塞 | 检查验证活塞处于正确的位置 | 目视检查 | 通过阀门出口侧检查 |
| 位置指示器 | 检查验证位置指示开关的功能正常 | 不需从阀门上拆除位置指示开关，试验验证开关功能正常 |  |

* + 1. 解体检查要求

在大修期间，对爆破阀进行解体检查。解体检查的周期为在每次大修期间（或至少每两年）每种尺寸的爆破阀至少解体检查一台，对被解体爆破阀各部件进行检查。并且，每台机组的所有爆破阀需要在10年内全部完成解体检查工作。

解体时对阀门各法兰密封面、剪切盖、拉紧螺栓、阀体内部等各部件进行检查，检查有无异物、介质、腐蚀等。对剪切盖、拉紧螺栓等关键尺寸进行测量，确认无变形等超出验收范围的情况。检查密封件接触区域有无介质泄漏、缺陷等情况，回装时更换所有密封件。

对爆破阀活塞、驱动杆位置进行检查，确认爆破阀活塞和驱动杆处于阀门的关闭位置（初始位置）。

如发现存在任何污染物、异物，进行清理，并分析来源和评估对阀门功能的潜在影响，评估阀门的完整性和对各设计功能的影响，制定纠正措施以保持阀门可以继续执行其设计功能。

在爆破阀解体检查中，各检查部位、检查具体要求及检查方法详见表2。

表2 解体检查内容和要求

| 阀门类型 | 检查部位 | 检查要求 | 检查方法 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 所有类型的爆破阀 | 法兰表面 | 检查法兰表面有无缺陷，检查螺栓孔附近区域 | 目视检查*VT-1* | 解体时 |
| 剪切盖的关键尺寸区域 | 检查剪切盖的剪切口区域，测量关键区域的尺寸 | 渗透检查PT或涡流检查ET | 解体时 |
| 拉紧螺栓的关键区域 | 检查有无腐蚀、缺陷，测量切口的尺寸 | 渗透检查PT或涡流检查ET | 解体时 |
| 阀体内部 | 检查阀体内表面 | 目视检查VT-3 | 解体时 |
| 阀门各部件 | 检查阀门各部件有无缺陷 | 检查 |  |
| 承压螺栓、螺柱和螺母 | 检查有无缺陷 | 目视检查VT-1 | 解体时 |

* + 1. 药筒点火试验要求

在大修期间，对爆破阀药筒进行点火试验。针对每种规格型号的药筒组件，点火试验的周期为每次大修期间（或至少每两年），至少选取此种型号药筒在本机组在装数量的20%进行试验，以抽样验证每种规格型号的药筒均能执行其设计功能。并且，每台机组的所有爆破阀药筒需要在10年内全部完成点火试验（药筒的在役时间不应超过10年）。

每次点火试验抽取的药筒，须是互相冗余的安全序列中的至少一个。

每个药筒的在役记录需完整准确，至少应包括以下信息：制造日期、批次号、安装日期、服役到期日（寿命）。

实施药筒的点火试验，首先应将选定的药筒组件从阀门上拆除，将其安装至专用的点火试验装置（经过设计计算的密闭爆发器，能够满足药筒实际动作后的设计功能要求）中。使用设计要求的电流信号作用至单发火器上，进行发火试验，测量并记录药筒发火过程中的时间、压力峰值等相关试验数据，确认是否满足点火试验验收准则。

点火试验后的药筒已失去功能，无论点火试验是否合格，均需要在爆破阀上安装一个新的合格药筒。

如果任一药筒的点火试验不合格（未发火或起爆能力不满足验收准则要求），则与其同型号且同批次的所有药筒均须从阀门上移除和报废，并且在爆破阀上安装新的同型号其他批次的合格药筒。对于药筒点火试验不合格的原因进行评估分析，制定纠正措施以保证药筒始终能执行其设计功能。

由于药筒有货架寿命（仓储寿命）和在役寿命的要求，爆破阀的每一个药筒的仓储记录、在役记录均需完整准确。药筒需记录批次号、制造日期、安装日期、服役到期日期（寿命）。

在每次点火试验时，需要对所有在装药筒的在役记录进行审查，以确保所有在装药筒在下次点火试验前不会出现在役寿命超期。新安装（更换）的药筒也需满足在役寿命的要求，并建立完整准确的在役记录。

药筒点火试验的主要内容为：

1. 将药筒拆除，点火器安装短路弹簧，将药筒安装至储存容器内进行转运和临时存储；
2. 确认满足点火试验的环境要求（环境温度、压力、湿度）；
3. 点火试验装置已调试和验证可用；
4. 将药筒从储存容器中取出，并安装至对应的规格的试验容器内（密闭爆发器），随机选择一个点火器取出短路弹簧，并安装发火电源（发火电源要求为3.7+0/-0.05A，持续时间10ms±0.05ms的脉冲电流）；
5. 发火试验，采集试验数据；
6. 如果药筒通电后未发火，等待30min，将未发火药筒取出安装至储存容器内，以备后续对其试验不合格原因进行分析评估；
7. 如果药筒通电后正常发火，将药筒上其余点火器的短路弹簧取出，并测量点火器电路是否全部开路（电阻大于1000Ω）。如点火器未开路，安装发火电源使点火器发火；
8. 确认试验数据是否满足验收准则，记录试验结果。
   * 1. 点火回路测试要求
        1. 点火回路测试总体要求

在大修期间需要对爆破阀药筒点火回路进行测试，进行逻辑的正确性和电气回路的连续性试验，测量相关电气参数（电流、电阻等）值满足标准要求。爆破阀的驱动需要将蓄能指令和点火指令按照特定的时序进行，具体为：保护系统发出蓄能指令，并保持足够长时间，以达到对爆破阀控制终端单元电容储能的效果；保护系统移除蓄能指令，准备向爆破阀点火器放电；在蓄能指令移除之后，保护系统在一定时间间隔后发出点火指令；爆破阀控制终端单元电容向爆破阀点火器放电。

在爆破阀药筒和点火器的设计上，当电流为1A且持续时间5min内不会点火，为保证安全，进行点火回路测试时万用表的电流应小于1A。

爆破阀点火驱动控制单元的蓄能及放电能力应满足爆破阀最小起爆电流的要求，测试内容包括：

1. 点火回路电阻的测量；
2. 最小点火电流测试；
3. 最大点火电流测试；
4. 蓄能后未点火电流测试。
   * + 1. 点火回路电阻的测试要求

爆破阀回路电阻包括保护机柜至阀门本体点火器之间的整个环路电阻（不包括点火器的电阻），由安全壳电气贯穿件、自带电缆及接线盒等组件共同组成。回路电阻的测定应综合考虑电缆敷设长度、电缆直径及现场温度的影响，需在机组装料前完成。

在调试期间，回路的最大电阻值的确定应均满足爆破阀点火设计要求，最大电阻的计算应包括设计基准事故情况安全壳内环境下的最恶劣工况。最小电阻值应确保不低于设计要求值，以避免放电试验时对爆破阀点火驱动控制单元内电容的损坏。爆破阀回路对应的1E级贯穿件所在壳内、壳外的房间温度稳定的情况下执行回路电阻的测量。如在机组寿期内发生了影响回路的电阻值的变更改造等，需重新计算回路电阻值。回路电阻的计算方法如下：

1. 计算安全壳内电缆路径区域的平均温度*T*IRC和安全壳外电缆路径区域的平均温度*T*ORC；
2. 获取安全壳内爆破阀电缆的长度*L*IRC和安全壳外爆破阀电缆的长度*L*ORC；
3. 获取单位电缆的阻值*R*IRC1和*R*ORC1；
4. 安全壳内电缆电阻值*RI*RC，应按照公式（1）计算。

()

式中：

*RI*RC——安全壳内电缆电阻值，单位(Ω)；

*R*IRC1——安全壳内单位电缆的阻值，单位(Ω/m)；

*L*IRC——安全壳内爆破阀电缆长度，单位（m）。

1. 安全壳外电缆电阻值*R*ORC，应按照公式（2）计算。

()

式中：

*RO*RC——安全壳外电缆电阻值，单位(Ω)；

*R*ORC1——安全壳外单位电缆的阻值，单位(Ω/m)；

*L*ORC——安全壳外爆破阀电缆长度，单位（m）。

1. 反应堆安全壳内电缆阻值占总电缆阻值的比例*X*IRC，应按照公式（3）计算。

()

式中：

*XI*RC——安全壳内电缆阻值占总电缆阻值的比例；

*RI*RC——安全壳内电缆电阻值，单位(Ω)；

*RO*RC——安全壳外电缆电阻值，单位(Ω)。

1. 反应堆安全壳外电缆阻值占总电缆阻值的比例*X*ORC，应按照公式（4）计算。

()

式中：

*XO*RC——安全壳外电缆阻值占总电缆阻值的比例；

*RO*RC——安全壳外电缆电阻值，单位(Ω)；

*RI*RC——安全壳内电缆电阻值，单位(Ω)。

1. 测量爆破阀回路电阻*R*C；
2. 爆破阀回路最小电阻*R*L，应按照公式（5）计算。计算出的*R*L应大于回路电阻的设计最小值。

()

式中：

*RL*——爆破阀回路最小电阻值，单位(Ω)；

*XI*RC——安全壳内电缆阻值占总电缆阻值的比例；

*XO*RC——安全壳外电缆阻值占总电缆阻值的比例；

*R*C——爆破阀回路电阻值，单位(Ω)；

*T*C——材料电阻温度系数，单位（℃）；

*T*L——最低运行温度，单位（℃）；

*T*IRC——安全壳内电缆路径区域平均温度，单位（℃）；

*T*ORC——安全壳外电缆路径区域平均温度，单位（℃）。

1. 爆破阀回路最大电阻*R*H,应按照公式（6）计算。计算出的 *R*H应小于回路电阻的设计最大值。

()

式中：

*RH*——爆破阀回路最大电阻值，单位(Ω)；

*XI*RC——安全壳内电缆阻值占总电缆阻值的比例；

*XO*RC——安全壳外电缆阻值占总电缆阻值的比例；

*R*C——爆破阀回路电阻值，单位(Ω)；

*T*C——材料电阻温度系数，单位（℃）；

*T*H——最高运行温度，单位（℃）；

*T*IRC——安全壳内电缆路径区域平均温度，单位（℃）；

*T*ORC——安全壳外电缆路径区域平均温度，单位（℃）。

每次大修期间，使用万用表电阻档对点火回路电阻进行测量，分为保护系统机柜侧、多样化驱动系统（非安全相关系统）机柜侧两个部分。

实际测量的保护系统机柜侧点回回路电阻值需在点火回路计算值的范围内，即小于计算的回路电阻最大值且小于计算的回路电阻最小值。实际测量的多样化驱动系统机柜侧点火回路电阻值需小于保护系统机柜侧点火回路计算的最大值，即小于保护系统机柜侧计算的回路电阻最大值。

* + - 1. 点火回路电流的测试要求

放电电流满足点火器起爆电流要求，应确保爆破阀点火驱动控制单元充分蓄能，且在规定时间内对爆破阀点火驱动控制单元进行放电。

最小点火要求电流测试时，应按最小起爆要求进行电流测试，且至少需重复试验25次。

1. 最小点火电流测试时平均电流*I*AVG最小，应按照公式（7）计算。

(7)

式中：

*I*AVG最小——最小点火电流测试时平均电流值，单位（A）。

1. 电流测量值的标准差S1最小，应按照公式（8）计算。

(8)

式中：

*S*1最小——最小点火电流测试时电流测量值的标准差，单位（A）；

*I*AVG最小——最小点火电流测试时平均电流值，单位（A）；

*I*j最小——最小点火电流测试时电流测量值，单位（A）。

1. 最小电流测试时最终电流值IFINAL最小，应按照公式（9）计算。

(9)

式中：

*I*FINAL最小——最小点火电流测试时最终电流值，单位（A）；

*S*1最小——最小点火电流测试时电流测量值的标准差，单位（A）；

*I*AVG最小——最小点火电流测试时平均电流值，单位（A）。

在最小点火电流测试时，确认最终电流值IFINAL最小≥最小点火要求电流值。

最大点火要求电流测试时，需按最大起爆要求进行电流测试，且至少需重复试验运行25次。

1. 最大点火电流测试时平均电流*I*AVG最大，应按照公式（10）计算。

(10)

式中：

*I*AVG最大——最大点火电流测试时平均电流值，单位（A）。

1. 电流测量值的标准差S1最小，应按照公式（11）计算。

(11)

式中：

*S*1最大——最大点火电流测试时电流测量值的标准差，单位（A）；

*I*AVG最大——最大点火电流测试时平均电流值，单位（A）；

*I*j最大——最大点火电流测试时电流测量值，单位（A）。

1. 最大电流测试时最终电流值IFINAL最大，应按照公式（12）计算。

(12)

式中：

*I*FINAL最大——最大点火电流测试时最终电流值，单位（A）；

*S*1最大——最大点火电流测试时电流测量值的标准差，单位（A）；

*I*AVG最大——最大点火电流测试时平均电流值，单位（A）。

在最大点火电流测试时，确认最终电流值IFINAL最大≤最大点火要求电流值。

蓄能后未点火电流测试时，需测试在通过蓄能指令对爆破阀点火驱动控制单元成功蓄能后，经过设计的放电时间后，测量回路电流已无法满足起爆爆破阀要求：

—— 根据极端事故工况下爆破阀的点火回路电阻（设计值），在每次大修期间，使用爆破阀测试工具模拟爆破阀就地回路电阻，采用数字万用表四线制测阻法，测量整个试验装置的回路电阻 *R*TCTR;

—— 然后计算试验装置的回路电阻值与极短事故工况下点火回路电阻（设计值）的差值，即电阻差值*R*DIF=*R*TCTR-*R*极端事故工况设计值;

—— 如果 *R*DIF＜0Ω或 *R*DIF＞0.005Ω，调整十进电阻箱的阻值，直至 *R*DIF值在 0*Ω-*0.005Ω范围内，记录 *R*TCTR的最终值;

—— 使用爆破阀测试工具模拟爆破阀就地回路电阻，分别进行一次最大和最小爆破阀点火器电流测试。使用数字化数据采集系统进行数据采集，测试的回路电流值符合验收准则。

* 1. 试验设备要求
     1. 检查维护

为完成爆破阀的目视检查维护的相关要求，应打开检查孔对剪切盖进行目视检查、对位置指示弹簧伸长量进行测试以及对螺栓力矩值进行复核等，其中一些检查内容需要使用特殊试验设备。检查维护使用的通用工器具，如力矩扳手等，本标准不再进行详细说明。

在进行有检查孔的爆破阀剪切盖泄漏检查时，宜使用内窥镜设备进行VT-2目视检查。进行位置指示装置的插销弹簧伸长量测试时需要将弹簧拆卸下使用特殊装置测量在规定的压紧力下弹簧的伸长量，以验证插销弹簧满足设计要求。

* + 1. 解体检查

在进行爆破阀解体检查时，为完成部分设备部件尺寸的测量、部件质量的验证，需使用一些特殊设备进行拆装和检查。解体检查使用的通用工器具，如扳手等，本标准不再进行详细说明。在解体时需要使用螺栓拉伸机拆除大尺寸螺栓螺母，对活塞、拉紧螺栓等部件拆卸和回装时需要使用专用工具，以避免损伤设备部件。对部分设备部件检查时需使用无损检测渗透检查（*PT*）或涡流检查（*ET*）设备进行检查，在部分检查不可达区域可使用超声检查（*UT*）和目视检查（*VT*）等方式来确认部件完好无缺陷。

* + 1. 药筒点火试验

药筒点火试验分为两部分，一是拆卸和安装；二是发火试验。在进行药筒的拆装和转运时，需使用短路弹簧做好点火器的短路，并注意防静电、防热、防火等防护要求。

发火试验时的试验容器为专用密闭爆发器。密闭爆发器内部容积应根据不同规格型号的药筒进行设计，能够满足药筒起爆容积的设计要求。密闭爆发器上压力传感器的安装位置需满足设计要求和数据采集要求。在密闭爆发器上，至少安装两套独立的数据采集装置，用来采集药筒起爆时的压力-时间数据。两台相互独立的数据采集装置分为使用示波器采集装置和数字化数据采集系统装置（或其他类型的采集装置），其压力传感器、传输信号线等相互独立，防止试验时发生共模故障导致试验数据采集不成功。

试验设备的精度和范围要求如下：压力：0MPa～27 MPa（0～4000psig）；时间：0ms～200 ms；电流：0A～5 A；最低采样率：200000Hz。

发火电流装置需能够提供满足3.7+0/-0.05A——此处表示需修改，持续时间10+0/-0.05ms的脉冲电流。

* + 1. 点火回路试验

点火回路电气连续性和逻辑正确性测试主要使用万用表等通用工器具进行电阻、电流等参数的测量，本标准不再进行详细说明。

* 1. 试验人员要求

进行目视检查维护、解体检查、点火试验和点火回路测试的人员需是经过培训和授权的爆破阀检查维修人员，能够掌握爆破阀的结构原理、拆装规范和控制要求等专业技能知识。进行无损检测的人员需是满足ASME B&PV Code 第XI卷要求的VT、PT、UT或ET的持证人员。

* 1. 试验条件
     1. 机组状态

目视检查维护时机组需处于停堆检修状态。检查维护工作可能导致爆破阀不能执行其设计功能，爆破阀所在的各安全功能序列可能退出运行，需检查机组安全相关系统满足技术规范书的要求。

解体检查时机组需处于停堆换料检修状态。爆破阀上下游需实施隔离，并确保爆破阀处于零能量状态，系统管道内的介质需排空以便进行阀门整体拆除和解体工作。

药筒试验的时机组需处于停堆检修状态，药筒拆除工作将导致爆破阀不可用。

点火回路测试时机组需处于停堆检修状态，且爆破阀点火回路已与药筒断开，防止误触发。

* + 1. 环境条件

在爆破阀安装现场进行检查维护和解体检查时需确认现场剂量水平、管道内介质剂量水平、现场工作场所的空间和安全防护措施等满足工业安全和放射性环境的工作要求。

药筒储存和试验时的环境温度、湿度等，并且有安全可靠的防护措施，远离电磁干扰、火源、热源等（包括拆装和试验环节）。其中药筒拆卸后的储存环境温度要求在0℃～40℃范围内，环境湿度在20%～80%范围内；药筒点火试验时需在要求的环境温度下进行，其中药筒试验装置的金属表面温度应在18.3℃～29.4℃范围内，环境湿度要求不低于40%。

药筒试验后将试验容器内的药筒粉末冲洗干净，并清理干净试验容器内的残余水分。

* 1. 评价
     1. 检查维护和解体检查的评价

通过对第4章节的检查维护、解体检查和相关试验要求，逐项对检查和试验的各项要求进行评价。评价检查和试验的各项结果是否满足标准要求。如存在不满足的情况，需针对偏差问题进行分析和评价，制定纠正措施，并执行纠正行动以恢复可能影响阀门执行其设计功能的偏差。检查和试验的的主要评价内容包括但不限于以下方面：

—— 阀门法兰面VT-1：ASME B&PV Code 第XI卷第一章表IWB-2500-1，B-G-1类B6.220项；IWB-3517；

—— 剪切盖VT-2：ASME B&PV Code 第XI卷第一章表IWB-2500-1，B-P类B15.70项；IWB-3522；

—— 阀体VT-3：ASME B&PV Code 第XI卷第一章表IWB-2500-1，B-M-2类B12.50项；IWB-3519；

—— 螺栓和螺母（小于等于2英寸）VT-1：ASME B&PV Code 第XI卷第一章表IWB-2500-1，B-G-2类B7.70项；IWB-3517；

—— 螺栓和螺母（大于2英寸）VT-1：ASME B&PV Code 第XI卷第一章表IWB-2500-1，B-G-1类B6.210项；IWB-3515/IWB-3517。

* + 1. 药筒点火试验

为进行药筒点火试验的结果评估，试验采集的压力值数据需经过滤波平滑（建议采用50ms窗口）且取各传感器压力值数据的平均值。如果任一个压力传感器的测试数据存在明显错误，则使用其余传感器的测试数据。

药筒点火试验结果需满足对应规格型号药筒的验收准则。其验收准则需至少同时满足以下三个方面的要求：

—— 药筒通入发火电流后成功发火。

—— 药筒点火时测试的峰值压力满足规定的要求值（在要求的压力下限和压力上限范围内）。

—— 药筒点火时从建立压力到达到压力下限的时间满足规定的要求值。

当药筒点火试验数据不满足要求时，需分析评估试验不合格的原因，制定纠正措施，并执行纠正行动以使药筒具备足够的置信度可执行其设计功能。

* + 1. 点火回路测试

点火回路的电阻值、最小点火电流值、最大点火电流值以及蓄能后未点火电流值均需满足本标准4.5章节中的规定。

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.

[4] ASME BPVC Sect ion XI-Rules for In-service Inspection of Nuclear Power Plants 2004.

