团 体 标 准

T/CNEA XXX-202X

代替T/CNEA XXX-202X

压水堆核电厂先导式安全阀调试技术导则

Technical guidelines for Commissioning of pilot operated safety valve in PWR Power Plant

**（征求意见稿）**

2021-12-31发布 2022-12-31实施

**中国核能行业协会 发 布**

中国核能行业协会（China Nuclear Energy Association，CNEA）是经国务院同意、民政部批准设立的全国性非营利社会团体，成立于2007年4月18日。协会的中心任务是做好政府与会员单位之间、会员单位之间、国内与国际之间的沟通与交流，维护全行业和会员的合法权益，向政府建言献策，为企业排忧解难，努力发挥桥梁和纽带作用。制定中国核能行业协会团体标准（以下简称：核协团标），以满足我国核能行业标准化发展市场需求为导向，为核能行业和相关社会事业提供行业领先的标准化服务，是中国核能行业协会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订核协团标的建议并参与有关工作。

核协团标按《中国标准化协会标准管理办法》进行制定和管理。

核协团标草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的3/4以上的专家、成员的投票赞同，方可作为核协团标予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国核能行业协会，以便修订时参考。

本标准版权为中国核能行业协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国核能行业协会文字上的许可外，不许以任何形式复制该标准。

中国核能行业协会地址：北京市海淀区西三环北路72号世纪经贸大厦B座28层。

固话：010-88305833 传真：010-88305800

网址：http://www.china-nea.cn 电子信箱：cnea\_standard@vip.163.com

目 次

[1 范围 5](#_Toc67318427)

[2 规范性引用文件 5](#_Toc67318428)

[3 术语和定义 5](#_Toc67318429)

[4总则 9](#_Toc67318430)

[5试验条件和参数 10](#_Toc67318431)

[6先导式安全阀调试试验要求 11](#_Toc67318432)

[7电磁、电动导阀调试要求 13](#_Toc67318433)

[8验收要求 15](#_Toc67318434)

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。

本文件由江苏核电有限公司提出。

本文件由中国核能行业协会归口。

本文件起草单位：江苏核电有限公司。

本文件主要起草人：张晓峰、王巍、姚伟奇、张瑞、卞光宇、王禹臻、何璨祯、焦添、马余祥。

引 言

压水堆核电厂通常使用先导式安全阀来保护重要的大口径系统管线，区别于直接作用式安全阀，先导式安全阀在先导阀动作后将压力介质注入于（或者释放）主阀活塞上腔，使主阀活塞两面产生足够大的压力差而开启（关闭）。由此可见，先导式安全阀的可靠性取决于主阀和导阀各自的动作可靠性。所以，机组在役前必须要针对先导式安全阀的导阀和主阀整体联动过程进行验证和调试。

但是，现有的先导式安全阀种类繁多，导阀驱动方式各异，没有一种通用的流程能覆盖并指导绝大多数先导式安全阀调试。制定一种用于核电厂先导式安全阀调试的导则，用来规范先导式安全阀的调试活动显得尤为必要。

在上级单位的大力帮助下，江苏核电联合有关专家编写了压水堆核电厂先导式安全阀调试技术导则，本导则在明确调试项目，规范调试方法，厘清验收准则等方面进行了规定和说明，对提高先导式安全阀试验效率以及安全阀设计功能验证等方面都具有实际的指导意义。

**压水堆核电厂先导式安全阀调试技术导则**

# 1 范围

本技术导则适用于安装在压水堆核电厂一、二回路、安全系统、给水系统、蒸汽等系统上，或安装在稳压器、安注箱、汽水分离再热器、除氧器等重要设备上，实现压水堆核电厂重要安全功能的先导式安全阀。

# 2 规范性引用文件

下列文件通过本技术导则的引用而成为本技术导则的条款。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）适用于文件。

GB/T 12241 安全阀 一般要求

GB/T 12242 压力释放装置 性能试验规范

GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀

GB/T 28778 先导式安全阀

TSG ZF001 安全阀安全技术监察规程

DL/T 959 电站锅炉安全阀技术规程

NB/T 20192 压水堆核电厂先导式安全阀通用要求

# 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术导则。

**3.1**

**先导式安全阀 pilot operated safety valve**

一种由主阀和先导阀组成，依靠从先导阀排出（输入）介质来驱动或控制主阀动作的安全阀。

**3.1.1**

**主阀 main valve**

一种具有不平衡活塞结构的自动阀门，它的动作由先导阀排出（输入）介质来驱动或控制。

**3.1.2**

**先导阀 pilot valve**

先导阀排出介质来驱动或控制主阀动作，它通过外部管道或内部孔道与主阀活塞的上腔或下腔相连接。

**3.1.2.1**

**弹簧先导阀 spring loaded pilot valve**

一般是一种小口径的弹簧直接载荷式安全阀，起到控制主阀动作的功能。在本份技术导则里我们认为，弹簧先导阀的整定压力即是先导阀式安全阀的整定压力。

**3.1.2.2**

**电磁先导阀 solenoid operated pilot valve**

一种小口径的电磁阀，通过电磁线圈通（断）电和吸合（释放）铁芯实现其密封面打开。

**3.1.2.3**

**动力驱动先导阀 power operated pilot valve**

一般是一种全部由动力源（电动、气动、汽动或液动）控制其开启或关闭动作的小口径截止阀。

**3.2**

**先导式安全阀的分类**

**3.2.1**

**突开型 open/ close**

动作特征是稳定运行使主阀全开或全闭。

**调制型 modulating**

动作特征是主阀阀瓣逐渐开启或关闭，其开启高度是进口压力的函数并成比例的关系，但这种比例关系并不一定是线性关系。

**3.2.2**

**流动型 flowing**

指先导式安全阀在泄压的整个过程中，先导阀中有介质流动。

**非流动型 non-flowing**

指仅在先导式安全阀开启或关闭时，先导阀中有介质流动。

**3.3**

**技术术语**

**3.3.1**

**整定压力 set pressure**

安全阀在运行条件下开始开启时的预定压力，是在先导阀进口处测量的静压力（表压力）。在该压力和规定的运行条件下，由介质压力产生的使先导阀阀瓣开启的力与使先导阀阀瓣保持在阀座上的力相互平衡。又称为开启压力、起跳压力。

**3.3.2**

**整定压力偏差 set pressure derivation**

安全阀多次开启，其整定压力的偏差。

**3.3.3**

**冷态试验差压力 cold differential test pressure**

安全阀在试验台上调整到开启时的进口静压力（表压力）。该压力包含了对背压力及温度等运行条件所作的修正。

**3.3.4**

**排放压力 relieving pressure**

整定压力加超过压力。排放压力也称为全启压力，即在开启压力之后，进口压力继续上升，阀瓣位移量增至规定值时的压力值。

**3.3.5**

**超过压力 overpressure**

超过安全阀整定压力的压力增量，通常用整定压力的百分数表示。

**3.3.6**

**回座压力 re-seating pressure**

安全阀排放后其阀瓣重新与阀座接触时（即开启高度变为零时）的进口静压力（表压力）。

**3.3.7**

**启闭压差 blowdown**

整定压力与回座压力之差。通常用整定压力的百分数来表示；而当整定压力小于0.3MPa时则以MPa为单位表示。

**3.3.8**

**密封试验压力 leak test pressure**

进行密封试验时的进口静压力（表压力），在该压力下测量通过阀瓣与阀座密封面间介质的泄漏量。应在证实整定压力后方能进行密封试验。

**3.3.9**

**开启高度 lift**

阀瓣离开关闭位置的实际行程。

**3.4**

**先导式安全阀调试 commissioning of pilot operated safety valve**

是指核电厂系统正式投运前，对安装在该系统上的先导式安全阀进行性能验证，以确认是否符合设计要求、是否满足性能标准的过程。

**3.4.1**

**冷态调试试验 cold commissioning test**

冷态调试试验，是指在常温环境、介质下进行的试验，此时并不要求先导式安全阀所有部件都安装到系统上，但要求所有焊缝及主要承压部件已安装到系统上。

**3.4.2**

**热态调试试验 hot commissioning test**

热态调试试验，是指先导式安全阀的所有部件已全部完整地安装到系统上，试验条件应尽可能模拟核电厂的实际运行条件（或事故工况条件）。这些试验条件不仅包含试验参数（包括在温度、湿度、压力和流量等），而且包含设备保温，支吊架等辅助条件。

**4总则**

**4.1** 电站重要安全功能的先导式安全阀试验应在核燃料装入前完成，并以调试合格作为允许装料的条件之一；

**4.2** 先导式安全阀出厂试验结论和数据不能作为现场调试试验的结果；

**4.3** 电站进行先导式安全阀试验的结论和最终数据与工厂出厂试验的数据存在差异时，应以电站的试验结论为准；

**4.4** 先导式安全阀调试设定压力最大不超过阀门最大工作压力的1.1倍，应在1.05~1.1倍之间为宜，如阀门生产厂家或者系统设计方有明确要求则按照该要求设定起跳压力；

**4.5** 电站应通过调试试验验证先导式安全阀的使用功能与阀门技术规格书和电站最终安全分析报告规定的内容是否一致，通过调试试验调整、设定先导式安全阀的开启压力，使开启压力处于电站技术规格书规定的开启压力范围内；

**4.6** 电站进行先导式安全阀调试试验时使用的系统温度、压力等参数应与先导式安全阀设计工作温度、压力等参数一致或相近，热态调试试验使用的介质应与先导式安全阀的工作介质相同；

**4.7** 电站在使用辅助提升工具进行试验时，工具的压力表、传感器等计量器具和元件必须经过有资质单位校验，校验精度的数量级不得低于阀门整定压力的允许校验精度；

**4.8** 通过仪控逻辑控制的电动或电磁先导式安全阀，其进行试验时所用的仪控设备必须使用经校验合格的，已经正式安装完毕的仪控设备；

**4.9** 调试试验的验收条件，如整定压力，开启高度，开启时间等要求必须符合最终安全分析报告关于该阀门的要求；

# 5试验条件和参数

**5.1 冷态调试试验**

冷态调试试验应包含弹簧先导阀的起跳试验及密封试验，电磁先导阀或动力驱动先导阀的开关动作试验，以获得设备的初始运行数据（包括整定压力、泄漏量、工作电流、工作电压和信号反馈等），并通过手段将这些数据调整至与阀门技术规格书及电站最终安全分析报告的规定相一致。

需要注意的是，如果阀门厂家提供了弹簧先导阀的冷态修正系数，则在进行冷态调试试验时，宜对弹簧先导阀的整定压力进行修正，以获得弹簧先导阀的冷态试验差压力。

冷态调试试验还应包含强度水压试验，以验证安全阀阀体、阀盖、焊缝和法兰等部位的承压性能及密封性能。

**5.1.1 试验介质**

用于空气或其他气体介质的阀门，可用过热度至少为10℃的蒸汽、空气或其他性质已知的气体进行试验。用于蒸汽介质的阀门可用蒸汽、空气或其他性质已知气体进行试验。用于液体的阀门，应采用水或其他性质已知的液体进行试验。

**5.1.2 试验装置**

试验装置需满足以下要求：

**a)** 试验台架和试验设备应经过检验方可使用；

**b)** 气体密封试验泄漏量的测量应使用一根内径为6mm的管子来测量。管子的出口应置于一定体积的水中，且低于水面13mm以下并应垂直于水面。

**5.2 热态调试试验**

热态调试试验应包含弹簧先导阀的起跳试验，以获得设备在实际运行条件（或事故工况条件）下的整定压力，并通过手段将这些数据调整至与阀门技术规格书及电站最终安全分析报告的规定相一致；有位置反馈信号的弹簧先导阀，还应验证并调整其位置反馈信号与阀门实际动作相一致。

热态调试试验应包含电磁先导阀和动力驱动先导阀在各个仪控逻辑下的开关动作试验，以验证各个仪控逻辑及先导阀的功能性；有位置反馈信号的电磁先导阀和动力驱动先导阀，还应验证并调整其位置反馈信号与阀门实际动作相一致。

热态调试试验过程中还应检查先导式安全阀附属管线和排放管线的振动、法兰间隙和热膨胀，验证其满足设计文件和安装文件的要求。

**5.2.1 试验介质**

试验介质采用系统设定介质。

**5.2.2试验装置**

试验装置需满足以下要求：

**a）**安全阀压力整定装置应经过检验方可使用；

**b）**如安全阀在系统管道上进行升压实跳，则无需试验装置。

**6 先导式安全阀调试试验要求**

**6.1 安全和预防措施**

**6.1.1** 调试试验时遵守电站安全管理规定和其他有效的关于劳动保护、安全和工业卫生管理规定；

**6.1.2** 调试试验前，试验相关人员应召开工前会，宣贯试验内容和安全要求，并记录在工作日志中；

**6.1.3** 建立调试试验隔离区域，区域内严禁进行与试验无关的其他工作，区域内照明充足，试验人员配备必要的通讯设施保证试验期间通信畅通；

**6.1.4** 调试试验区域内按照消防要求配备灭火器材；

**6.1.5** 在调试试验前给先导式安全阀送电有触电风险，应该由具有电气授权的人员完成送电工作，同时做好监护工作；

**6.1.6** 对调试试验过程中出现缺陷的处理工作，必须优先将试验先导式安全阀处于安全的状态，并悬挂警示标志；

**6.1.7** 调试试验过程中如果需要进行系统或先导式安全阀开口作业，应在开口处采取防异物措施。完成工作任务后，检查确认先导式安全阀内部无异物后再恢复系统；

**6.1.8** 所有调试试验人员进行试验时，都必须佩带防护用品，做好个人防护，进行安全操作，保证人员安全；

**6.1.9** 调试试验人员必须取得相应授权，无授权人员禁止进入试验区域；

**6.1.10** 所在调试试验隔离区域工作人员需注意安全阀开启排放时阀门和管线的振动，避免对人员造成伤害，或者影响调试先导式安全阀的操作和精度；

**6.1.11** 调试试验如涉及放射性介质外泄或者容易引发辐射或核安全风险，应进行充分的风险分析并制定相应的应对措施，并将方案上报安全监管部门批准。

* 1. **冷态调试试验**

**6.2.1 试验项目**

试验项目如下：

1. 弹簧式先导阀安装前整定压力校验；
2. 强度水压试验。

**6.2.2 试验内容**

**6.2.2.1** 弹簧式先导阀安装前整定压力校验，压力整定应由具有资质的单位实施，并出具整定结论报告；

**6.2.2.2** 强度水压试验：先导式安全阀与管道系统一起参与压力不低于设计压力1.5倍的系统水压试验，试验时间不少于10分钟，该试验以检查阀门阀体、阀盖、焊缝、法兰等部位在该压力下有无变形和泄漏为目的，试验时为防止先导式安全阀起跳，允许将先导阀闭锁，也可用盲板法兰代替先导阀。

**6.2.3 注意事项**

为保证设备安全和性能，需注意以下事项：

1. 精密的先导阀部件和主阀可抽出部件应事先拆除，防止冷态水压试验时损坏；
2. 强度水压试验结束后，宜对管道进行干燥保养，防止管线腐蚀。

**6.3 热态调试试验**

**6.3.1 试验项目**

根据先导阀类型不同，需在以下试验中进行选择：

1. 通过弹簧先导阀起跳打开安全阀主阀试验；
2. 通过电磁先导阀开启打开安全阀主阀试验；
3. 通过动力驱动先导阀开启打开安全阀主阀试验。

**6.3.2 试验内容**

根据先导阀类型不同，需在以下试验中进行选择：

1. 弹簧先导阀起跳打开安全阀主阀试验，通过提升系统压力达到弹簧先导阀的设定起跳值，使弹簧先导阀起跳，注入（排出）主阀活塞压力，使主阀打开。主阀打开后应有效记录先导阀实际的动作压力以及先导阀、主阀的准确开启时间和位移；
2. 电磁先导阀开启打开安全阀主阀试验，通过对电磁先导阀电磁执行器的得电（失电）进行控制，使电磁先导阀打开（关闭），注入（排出）主阀活塞压力，使主阀打开。主阀打开后应有效记录电磁先导阀、主阀的准确开启时间和位移；
3. 电动先导阀开启打开安全阀主阀试验，通过对电动先导阀电动执行器的打开（关闭）状态进行控制，使电动先导阀打开（关闭），注入（排出）主阀活塞压力，使主阀打开。主阀打开后应有效记录电动先导阀、主阀的准确开启时间和位移。

**6.3.3 注意事项**

先导阀试验需注意以下内容：

1. 进行弹簧先导阀起跳打开安全阀主阀试验时允许使用辅助工具在系统正常运行压力温度的工况下进行，弹簧先导阀的实际起跳压力应通过管线系统实际压力与辅助工具的辅助压力相加得出；
2. 逻辑控制的电磁先导阀和电动先导阀可通过临时变更的形式改变动作设定参数进行试验。

**7 电磁、电动导阀调试要求**

**7.1 电磁先导阀调试要求**

**7.1.1 调试前工作**

调试前需满足如下条件：

1. 调试人员有相应的授权资格；
2. 已完成涉及电磁先导阀所有动力回路和信号回路的校验工作，以确保电气仪控回路畅通；
3. 已取得调试许可证，许可证包含了涉及电气相关的隔离指令；
4. 管线内部完成吹扫，保持清洁；
5. 调试电磁先导阀前需检查电磁先导阀外观，电磁阀联轴器、插头，接线，整流器接线，抽屉柜均完好；
6. 测量电磁先导阀的直阻，以及绝缘电阻，满足技术程序或制造商给出的要求。

**注：**直阻随环境温度变化有偏差，需要参考厂家维修手册说相关技术要求。绝缘电阻测试完后，需要对电磁线圈执行放电操作！

**7.1.2 调试要求**

**7.1.2.1** 由控制室发出开阀指令，就地能够听到电磁阀动作的声音，联轴器能够观察到有提升动作，如电磁阀有向主控室远传的限位开关，控制盒内能够观察到凸轮杆的提升，主控室画面上能够观察到电磁先导阀状态的变化（例如关反馈变化为开反馈）。

**7.1.2.2** 在电磁阀带电期间，需要在电磁阀的直流段以及交流段使用电流表测量电磁阀的工作电流。

**7.1.2.3** 如果测量得到的电磁阀工作电流过小，例如小于标准值的一半，可能表明整流器的整流桥发生故障，这将直接影响电磁阀的电磁力，导致电磁阀不能提供预期的电磁力，阀门可能不能动作或动作行程不达标。

**7.1.2.4** 如果测量得到的电磁阀电流偏大，可能表明电磁阀的电磁线圈偏离了正常值。需要重点检查电磁线圈的直阻。

**7.1.2.5** 如果在电磁阀操作期间，断路器跳闸，表明电磁阀的启动电流较大，需要核实断路器的选型是否合理或线路是否存在短路的情况。

**7.1.2.6** 如果其它参数正常，而电磁阀不能到达开位，需要隔离电磁阀确认电磁阀是否有卡涩情况。

**7.2 电动先导阀调试要求**

**7.2.1 调试前工作**

调试前需满足如下要求：

1. 调试人员有相应的授权资格；
2. 已完成涉及电动先导阀所有动力回路和信号回路的校验工作，以确保电气仪控回路畅通；
3. 已取得调试许可证，许可证包含了涉及电气相关的隔离指令；
4. 管线内部完成吹扫，保持清洁；
5. 电动先导阀调试一般应遵循满足调试前提下尽可能少操作先导阀的原则，防止频繁操作损伤先导阀密封面导致阀门内漏；
6. 调试电动先导阀前应检查；
7. 调试电动先导阀前需检查电动先导阀外观，机械连接部件、插头，接线，抽屉柜均完好；
8. 测量电动先导阀电机的直阻，以及绝缘电阻，满足技术程序或制造商给出的要求。

**注：**直阻随环境温度变化有偏差，需要参考厂家维修手册说相关技术要求，如先导阀电机使用三相交流电机需要对比三相直阻，偏差应满足电厂内部要求或制造商要求。绝缘电阻测试完后，需要对电机线圈执行放电操作！

**7.2.2 调试要求**

**7.2.2.1** 电动先导阀动作期间，需要观察先导阀动作情况，阀门动作平稳无异音，阀门能够达到预期的开关位置，不得出现超时、力矩等报警。

**7.2.2.2** 电动先导阀动作期间需要测量开向以及关向运行电流，电流大小满足电站相关要求或制造商的要求。

**7.2.2.3** 要注意电动先导阀相序，如果相序相反需要及时将电动先导阀的驱动机构停电，调整相序后再进行后续的试验。

**7.2.2.4** 行程控制的电动先导阀要确保先导阀能够正确密封，防止带压后内漏，如有必要在电动先导阀电动关闭到位后手动验证是否有行程裕量。

**7.2.2.5** 电动试验前，应通过手动机构验证电动先导阀全行程的灵活性，防止在电动动作期间先导阀出现卡涩的情况。

**7.2.2.6** 电动先导阀动作期间，阀门动作平稳，无异音，机械指示、信号反馈正常，行程时间满足设计要求。

**8 验收要求**

**8.1 冷态校验**

**8.1.1 压力整定试验**

整定压力数值需根据如下条件进行选择：

1. 如厂家提供了冷态修正系数，则根据冷态修正系数对先导阀整定压力进行修正。
2. 如需热态校验，则将先导阀整定压力调整至热态校验的压力值。

**8.1.2 阀座泄漏量试验**

先导式安全阀的阀座泄漏量试验应在冷态试验差压力或整定压力调整好后进行。

当整定压力大于0.35MPa时，试验压力为90%整定压力，当整定压力不大于0.35MPa时，试验压力为整定压力减去0.035MPa；允许泄漏量按照技术规格书确定。

**8.2 热态调试试验**

调试试验验收项目如下：

1. 整定压力：在热态工况下调整开启压力值即整定压力；
2. 回座压力：在热态工况下先导阀关闭的压力及回座压力；
3. 用目测或听觉检查阀门的回座能力是否良好，有无频跳与颤振、卡阻及有害振动等现象。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_