

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20XXX—2016RK

代替 EJ/T 331—1992

压水堆核电厂流体系统的安全 壳隔离装置

Containment isolation device for fluid system of pressurized
water reactor nuclear power plant

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

(本稿完成日期：2016-01-10)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家能源局 发布
国家核安全局 认可

目 次

前言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 定义和术语	3
4 安全壳隔离设计准则	5
5 设计要求	9
6 试验	13
7 维修	13
8 材料	13
附录 A 隔离阀典型维修大纲（资料性附录）	18
参考文献	20

前 言

本标准根据GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替EJ/T 331—1992《失水事故后流体系统的安全壳隔离装置》，与EJ/T 331—1992相比，主要技术变化如下：

- 标准名称修改为《压水堆核电站流体系统的安全壳隔离装置》；
- 增加前言、范围；
- 修改规范性引用文件（见第2章，1992年版第2章）；
- 删除15条术语：动力源故障、保护系统、简单止回阀、多重系统、全行程时间、能动阀门、非能动阀门、A类阀门、B类阀门、C类阀门、D类阀门、动作操演、在役寿期、在役试验、维护（见第3章，1992年版第3章）；
- “锁关隔离阀”修改为“锁闭隔离阀”（见第3章，1992年版第3章）；
- 增加“冷却剂丧失事故”1条术语（见第3章）；
- 增加双层安全壳隔离装置的设置准则相关描述（见4.2.4、图3和图4）；
- “满足安全2级设计要求”修改为“至少满足安全2级设计要求”（见4.3.1、4.3.2、4.5.1和4.5.2）；
- “失水事故”修改为“事故”；
- 删除附录A、附录B（见1992年版附录A、附录B）；
- 附录C保留调整为附录A（见附录A，1992年版附录C）。

本标准由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国核电工程有限公司、中广核工程有限公司、上海核工程研究设计院。

本标准主要起草人：田卫卫、周绍飞、潘如东、刘江、唐辉、于风云、李军、盛美玲、吴健、姚鸿帅。

本标准2016年5月19日，经国家核安全局审查认可。

压水堆核电厂流体系统的安全壳隔离装置

1 范围

本标准规定了压水堆核电厂贯穿安全壳流体系统的安全壳隔离及隔离装置的设计、试验、操作和维修的基本要求。

本标准适用于压水堆核电厂流体系统的安全壳隔离装置。

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，仅所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。

HAD103/08 核电厂维修

NB/T 20018—2010 核电厂安全壳密封性试验

NB/T 20312—2014 压水堆核电厂核岛机械设备在役检查规则

3 定义和术语

3.1

事故 accident

包括安全壳内的失水事故在内的一个单一事故，该事故将可能引起一道或一道以上裂变产物屏障失效。

3.2

事故隔离 accident isolation

关闭贯穿安全壳的流体管道上设置的隔离装置，以终止事故进程或减轻事故的放射性后果。

3.3

事故隔离信号 accident isolation signal

自动触发隔离装置实施事故隔离功能的信号。

3.4

封闭环路 closed system

贯穿安全壳，在安全壳内部或在安全壳外部是一个闭环管路。在正常运行期间或事故时，安全壳内的封闭环路既不与反应堆冷却剂系统管道直接连通，也不与安全壳大气相通。

3.5

安全壳大气 containment atmosphere

安全壳内自由空间包容的空气。

3.6

安全壳隔离 containment isolation

关闭贯穿安全壳的流体系统中的安全壳隔离阀，将放射性产物封闭在安全壳内。

3.7

- 安全壳隔离信号** containment isolation signal
用来触发安全壳隔离装置实施其隔离功能的信号，该信号由保护系统发出或由操纵员在主控室发出。
- 3.8
隔离屏障 isolation barrier(s)
阻止贯穿安全壳的流体系统中的流体流出安全壳的机械装置，如阀门、封闭环路或法兰盲板。
- 3.9
隔离屏障防护 isolation barrier protection
在发生内部灾害或外部事件(如飞射物、管道甩击、喷射力或自然现象等)时，防止隔离屏障丧失功能的保护措施。
- 3.10
隔离阀密封系统 isolation valve seal system
控制隔离阀泄漏的系统。
- 3.11
飞射物防护 missile protection
用实体屏障、限止器或空间布置防止飞射物对构筑物、系统或部件的影响。
- 3.12
行政控制 administrative controls
通过规则、指令、规程、政策对实施方法或权限和责任的分配进行控制。
- 3.13
自动隔离阀 automatic isolation valve
收到保护系统发出的隔离信号后不由操作员操作而自动关闭的阀门。
- 3.14
分阶段隔离 phased isolation
将安全壳隔离装置分组，根据事故的进程和事故后果，在不同阶段采用不同的参数或他们的组合分别依次隔离。
- 3.15
动力驱动装置 power operator.
利用气、电、液压、弹簧力等来操作阀门的装置。
- 3.16
反应堆冷却剂压力边界 reactor coolant pressure boundary
承受反应堆冷却剂压力的所有部件，包括压力容器、管道、泵、阀门等，它们是：
a) 反应堆冷却剂系统的组成部分；
b) 邻接系统与反应堆冷却剂系统相连的部分：
 - 对于贯穿安全壳的系统管线，直至包括最外一道安全壳隔离阀；
 - 对于不贯穿安全壳的系统管线，直至并包括反应堆运行状态下两道常关阀的第二道；
 - 对于反应堆冷却剂安全卸压系统，直至并包括安全卸压阀。
- 3.17
锁闭隔离阀 sealed closed isolation valve
用下列方式之一由行政控制保持在关闭状态的阀门：
a) 用机械装置或锁将阀门保持在关闭位置；
b) 用封印或锁锁住已关闭阀的手操作器。

c) 用封印或锁锁住电闸或动力源, 防止向阀门供给动力。

3.18

阀门关闭时间 valve closure time

从阀门驱动装置得到驱动动力到阀门完全关闭所需的时间, 这段时间不包括仪表和控制滞后时间。

3.19

阀位 valve position

阀门开或关的状态。

3.20

冷却剂丧失事故 loss-of-coolant accident (LOCA)

反应堆冷却剂流失速率超过正常补给系统补给能力的事故。

4 安全壳隔离设计准则

4.1 贯穿安全壳的流体系统

安全壳隔离屏障可以是隔离阀、封闭环路或法兰盲板。

在贯穿安全壳的每根管道上设置安全壳隔离装置, 在安全壳内发生失水事故或其它要求安全壳隔离的事故时, 应能自动而又可靠地隔离, 以确保安全壳的密封防漏性能。

安全壳隔离装置应采用多重性和多样性设计原则。通常, 在贯穿安全壳的每根流体管道上串联设置两个隔离阀。每个隔离阀门应足以限制放射性物质泄漏在可接受的限值内, 并且能可靠而独立地动作, 假定一个单一故障发生时能实施安全壳隔离。

设计贯穿安全壳的流体系统应考虑要能定期进行隔离阀和有关设备的可运行性和泄漏率试验, 并确认阀门的泄漏是在允许的范围内。

安全壳隔离装置之间贯穿安全壳部分的连接管道应考虑超压保护, 并方便对隔离装置进行泄漏检测。

4.2 安全壳隔离阀设置准则

4.2.1 贯穿安全壳且属于反应堆冷却剂压力边界的一部分的管道, 除另有条文规定外, 应按照下列方式之一设置安全壳隔离阀(如图 1):

- a) 安全壳内一个锁关隔离阀, 安全壳外一个锁关隔离阀;
- b) 安全壳内一个自动隔离阀, 安全壳外一个锁关隔离阀;
- c) 安全壳内一个锁关隔离阀, 安全壳外一个自动隔离阀;
- d) 安全壳内一个自动隔离阀, 安全壳外一个自动隔离阀。

简单止回阀不能作为安全壳外的隔离阀。

正常运行时, 流体只有流入而没有流出(指安全壳)的管道, 简单止回阀可以作为安全壳内的隔离阀。

安全壳外的隔离阀应尽可能靠近安全壳。自动隔离阀应设计成在失去操作动力时处于有利于所要求实施其功能的状态。

为了确保安全, 必要时应规定其它一些适当要求, 使这些管线或与其相连管线破裂的几率或后果减到最小。这要求诸如更高质量的设计、制造及试验, 在役检查的补充措施、防止更加严重的自然灾害以及附加的隔离阀和封闭等要求是否合适时, 应考虑到人口密度、电厂特征以及厂址周围的自然特性。

4.2.2 与安全壳大气相通的管道, 除另有条文规定外, 应按照下列方式之一设置安全壳隔离阀(如图 1):

- a) 安全壳内一个锁关隔离阀, 安全壳外一个锁关隔离阀;

- b) 安全壳内一个自动隔离阀，安全壳外一个锁关隔离阀；
- c) 安全壳内一个锁关隔离阀，安全壳外一个自动隔离阀；
- d) 安全壳内一个自动隔离阀，安全壳外一个自动隔离阀。

简单止回阀不能作为安全壳外的隔离阀。

正常运行时，流体只有流入(安全壳)而无流出的管道，简单止回阀可以作为安全壳内的隔离阀。

安全壳外的隔离阀应尽可能靠近安全壳，自动隔离阀应设计成在失去操作动力时处于事故时要求实施其功能的状态。

4.2.3 既不是反应堆冷却剂压力边界的一部分，又不直接与安全壳大气相通的封闭环路，每根贯穿安全壳的管道必须至少有一个安全壳隔离阀，该阀可以是自动隔离阀、锁关隔离阀或远距离控制的隔离阀。隔离阀必须设置在安全壳外，且尽可能靠近安全壳。简单止回阀不能作为安全壳外的隔离阀(如图2)。

4.2.4 对于仅贯穿外层安全壳并与环形空间内大气连通的管线，仅在安全壳外设置一个隔离阀，这个隔离阀可以是手动也可以是自动的。(如图3)。

对于仅贯穿外层安全壳并在环形空间内是封闭系统的管线，可以不设置隔离阀(如图4)。

4.2.5 对于破裂后不导致反应堆冷却剂丧失事故的一端具有盲端的小仪表管线(例如内径 $<26\text{mm}$ 的管线)，只要求在安全壳外则设置一个手动操作隔离阀。在安全壳内和安全壳外都封闭的仪表管道，如安全壳压力测量管线，只要设计成能承受安全壳结构完整性试验的最大压力、能承受安全壳的设计温度并具有防飞射物和动态效应的措施，可以不设隔离阀。

4.2.6 下列系统的隔离功能可由远距离控制的隔离阀代替自动隔离阀来完成：

- a) 专设安全设施；
- b) 事故时不要求执行专设安全设施功能，但安全上需要运行的系统。如反应堆冷却剂泵运行所需要的流体系统。

当安全壳内和(或)安全壳外的流体管道可能发生的故障能被探测到并且能够用远距离控制的隔离阀保持隔离的管道，可以用远距离控制的隔离阀。

4.2.7 专设安全设施所要求的系统，只要能证实只需一个阀门就能适应单一能动故障，并且采用一个阀门的流体系统执行其预定安全功能的可靠性比二个串联阀门强，或者在安全壳外的封闭环路满足4.3.2要求，则允许只在安全壳外设一个隔离阀。

只设一个隔离阀的封闭环路除了能证实在事故后的条件下能保持系统的封闭性外应按照本标准6.2的有关要求进行泄漏试验。

该阀及其与安全壳之间的连接管道应包容在一个防泄漏密封壳或可控泄漏间内以避免向环境泄漏(如图5)，或者设计阀门和连接管道时采取保守的设计，能消除管道完整性的破坏，则可以不考虑防泄漏密封壳或可控泄漏间，在此情况下要能检测从阀杆和(或)阀体密封处的泄漏并消除泄漏。

4.2.8 专设安全设施所要求的系统需要两个串联隔离阀，而其中之一又不可能设置在安全壳内时，两个隔离阀均可设置在安全壳外，并尽可能靠近安全壳。靠近安全壳的阀及其与安全壳之间的连接管道应包容在防泄漏密封壳或可控泄漏间内以防止向环境泄漏(如图6)，或者该阀门和管道采取保守的设计，能消除管道完整性的破坏，则可以不考虑防泄漏密封壳或可控泄漏间，在此情况下要能检测从阀杆和(或)阀体密封处的泄漏，并消除泄漏。

4.2.9 为满足系统功能需求所设置的阀门只要满足本标准的要求，则可以作为安全壳隔离阀。卸压阀只要满足本标准的要求可以作为卸压方向或回流方向的隔离阀。

4.3 封闭环路设计准则

4.3.1 安全壳内的封闭环路作为安全壳的一道隔离屏障，应满足下列全部要求：

- a) 既不与反应堆冷却剂系统管道连接，也不与安全壳大气连通；
- b) 要有防飞射物、管道甩动和喷射力冲击的保护措施；

- c) 至少满足安全 2 级设计要求；
- d) 能承受安全壳结构完整性试验压力相等的外压；
- e) 能承受安全壳设计温度；
- f) 能承受事故所造成的瞬态和事故后的环境条件；
- g) 满足抗震 1 类设计要求；
- h) 在隔离后各种原因导致的系统内流体热膨胀不破坏其封闭功能；
- i) 要能进行泄漏试验并满足安全壳整体泄漏试验的有关要求。

如果上述要求不能全部满足，则设置该封闭环路的安全壳隔离装置应满足本标准 4.2 的要求。

4.3.2 安全壳外的封闭环路作为一道隔离屏障时，该封闭环路应满足下列全部要求：

- a) 与外部大气不连通；
- b) 至少满足安全 2 级设计要求；
- c) 能承受安全壳设计温度和压力；
- d) 能承受事故瞬态和环境条件；
- e) 满足抗震 1 类设计要求；
- f) 在隔离后各种原因导致的系统内流体热膨胀不破坏其封闭功能；
- g) 如果当高能管道破裂需要安全壳隔离时，应具有防高能流体管道破裂对封闭环路影响的保护措施；
- h) 具有防飞射物的保护措施；
- i) 能进行泄漏试验。

4.4 隔离阀设计准则

安全壳隔离阀的设计应满足如下准则：

- a) 至少满足安全 2 级设计要求；
- b) 能承受安全壳设计温度；
- c) 能承受安全壳结构完整性试验压力相同的外压；
- d) 能承受事故瞬态和事故后的环境条件；
- e) 满足抗震 1 类设计要求；
- f) 如果需要，还应具有防事故引起的飞射物、管道甩动和喷射力的保护措施；
- g) 在隔离后各种原因导致的系统内流体热膨胀不破坏其隔离功能。
- h) 所有安全壳隔离阀应能满足安全壳泄漏试验的有关要求。
- i) 隔离阀的关闭时间要求(包括检测、操作时间)应确保阀门预期的安全功能。

4.5 连接管道设计准则

4.5.1 安全壳与安全壳外隔离阀之间的连接管道和安全壳外的两个隔离阀之间的连接管道应：

- a) 至少满足安全 2 级设计要求；
- b) 能承受安全壳设计温度；
- c) 能承受安全壳结构完整性试验压力相等的内压；
- d) 能承受事故瞬态和事故后的环境条件；
- e) 满足抗震 1 类设计要求；
- f) 高能管道破裂需要安全壳隔离时，应具有防高能流体管道破裂对连接管道影响的保护措施；
- g) 在隔离后各种原因导致的系统内流体热膨胀不破坏其封闭功能；
- h) 有防飞射物的保护措施。

4.5.2 安全壳与安全壳内隔离阀之间的连接管道应：

- a) 至少满足安全2级设计要求;
- b) 能承受安全壳设计温度;
- c) 能承受安全壳结构完整性试验压力相同的外压;
- d) 能承受事故瞬态和事故后的环境条件;
- e) 满足抗震1类设计要求;
- f) 如果需要,还应具有防事故引起的飞射物、管道甩动和喷射力的保护措施;
- g) 在隔离后各种原因导致的系统内流体热膨胀不破坏其封闭功能。

4.5.3 安全壳隔离阀之间的连接管道应该设计为可对隔离装置的泄漏检测。

4.6 安全壳隔离触发准则

4.6.1 安全壳隔离信号应优先于其它触发信号。

4.6.2 设计者应确定是否需要分阶段隔离,并以文件形式说明确定的依据。

4.6.3 如果不采用分阶段隔离,安全壳隔离信号应由多种参数发出,如堆芯应急冷却的启动、安全壳压力和安全壳剂量。安全壳隔离信号的逻辑应使每个输入参数能独立地触发安全壳隔离装置。但是在某些情况下,根据事件的性质和电厂的响应的不同,进入安全壳隔离信号逻辑的多种参数中的部分参数达不到或不能同时达到它们的整定值,因此需要确定各个参数有效的整定值。

如果采用分阶段隔离,除最后阶段外每个阶段应采用多种参数信号触发。如果最后阶段有多种参数信号输入,也应采用多种信号参数触发。

4.6.4 在不采用分阶段隔离时,安全壳隔离最迟应与应急堆芯冷却同时触发。在分阶段隔离时,第一阶段隔离最迟应与应急堆芯冷却同时触发。

4.6.5 除下述系统外都应自动隔离。

- a) 专设安全设施;
- b) 事故时不要求执行专设安全设施功能,但安全上需要运行的系统。如反应堆冷却剂泵运行所需要的流体系统。

4.6.6 对于除专设安全设施以外任一不隔离的系统,都应有手段确定它们没有降低安全壳隔离功能的能力或影响专设安全设施运行。只要这些系统开始降低安全壳隔离功能或影响专设安全设施运行,就应隔离这些系统,必须对不隔离的各系统的泄漏和管道破裂后果进行分析,以便确定如何尽快将这些系统在功能下降时进行隔离。

4.7 超压保护准则

安全壳隔离后,隔离阀之间充满流体的管道内的压力或起隔离屏障的封闭环路内的压力可能由于管道内流体的热膨胀超过它的设计压力而受到损伤,为此应对它们提供防止隔离后的超压保护。

只要能证明隔离后的压力不会超过管道和隔离屏障的设计压力,可以不要求超压保护。

有些安全壳隔离阀本身具有超压保护的功能,如图7和图8。

图7所示的止回阀,当隔离阀之间压力升高时可向安全壳内侧方向卸压。

图8所示的气动截止阀,阀门弹簧需设计成高于或等于管道和阀门的设计压力时,可以打开阀门向安全壳内卸压。

有些安全壳隔离阀本身不具有超压保护功能,应另设超压保护,如图9、图10。但不得向安全壳外卸压。

图9所示是安全壳内的隔离阀加一旁通止回阀,超压时止回阀可向安全壳内侧方向卸压。

图10所示的卸压阀,超压时可向安全壳内侧卸压。

任何超压保护措施都应在事故期间的最大背压条件下完成超压保护功能。

5 设计要求

5.1 基本要求

5.1.1 在安全壳内的安全壳隔离装置其最低设计要求是要能承受安全壳内的最高温度和安全壳结构完整性试验时的压力或各种设计条件的合理组合。

5.1.2 所有动力操作隔离阀都应能在主控室远距离控制。

5.1.3 所有动力操作隔离阀应在主控室有表示阀门开、关的阀位指示，阀位指示信号应直接从限位开关取得。每个指示线路故障不得引起触发线路的故障。每个阀门只需要一路指示线路。

所有电动隔离阀应在主控室有电动机起动线路可获得供电的显示装置。指示灯直接由控制电源变压器供电。锁关手动隔离阀属于行政管理，不要求在主控室显示阀位。

5.1.4 当收到安全壳隔离信号后，隔离功能必须完成。当隔离逻辑复位后或由于个别隔离系统的隔离被取消，隔离阀严禁自动恢复到事故前的正常位置。已关闭的隔离阀在解除隔离信号后才可以由操纵员手动开启。

5.1.5 安全壳隔离设计应按照 4.6.3 的要求采用多种参数信号。

5.1.6 隔离屏障应考虑适当考虑严重事故条件下的可用性。

5.2 触发要求

第4.6节给出了隔离阀触发的基本要求。要求确定隔离阀触发的任何一个实际次序时还应考虑厂外电源的丧失、阀门的关闭时间、仪表和控制延迟时间、电源的延迟时间和隔离流体系统时的不利效应。

5.3 安全壳隔离阀设计要求

5.3.1 安全要求

隔离装置的安全等级应符合贯穿安全壳流体系统安全级接口准则和满足抗震 I 类设计要求。其等级至少为安全 2 级。

5.3.2 阀门设置

隔离措施的设计应尽量最小化安全壳隔离阀的数量，通过恰当的系统设计，使得需要隔离的贯穿件总数最小化。

设置就地手动操作的隔离阀，应具有必要措施，以确保在假想事故引起的可能的最大辐照剂量等条件下进行就地手动操作。

5.3.3 阀门操作方式

安全壳隔离阀应具有与阀门类型和要求的关闭时间相适应的操作性能。电动隔离阀设置一个阀门驱动器，该驱动器应当有两种操作方式。第一种操作是接收到安全壳隔离信号后的自动操作即主要操作；第二种操作是在主控室进行远距离手动操作即辅助操作。安全壳隔离阀远距离手动操作不能超越由安全壳隔离信号触发的自动操作。设计上应使操作员不可能通过单一动作消除或取代安全壳隔离信号，使所有隔离阀恢复到事故前的正常状态。必须在设计时考虑到在隔离阀的操作器上独立的设置超越操作的切换开关或其它装置。

对不是由安全壳隔离信号触发的动力操作隔离阀，针对在安全壳外的隔离阀门，第一种操作必须是由主控室进行远距离手动触发，第二种操作应为在就地手动操作，并由行政管理确保隔离阀操作在所需阀位(开或关)。安全壳内的隔离阀不要求有第二种操作方式。设计应为操作员的就地操作提供条件。

气动隔离阀应当有一个正向作用或反向作用弹簧起动机去操作阀门。

简单止回阀和非动力操作的安全阀和卸压阀只有一种操作方式。

所有常关安全手动安全壳隔离阀应具有闭锁装置，保证阀门只能在安全位置锁定。

5.3.4 阀位

电厂正常运行和停堆时，安全壳隔离阀的开关阀位应满足流体系统的要求，事故后隔离阀的开关阀位应满足事故后流体系统的要求。隔离阀必须具有失去动力源时自动关闭的能力、专设安全动力源驱动关闭的能力或手动关闭的能力。

5.3.5 阀门关闭时间

确定安全壳隔离阀关闭时间应考虑流体系统的要求(如水锤)、关闭时间对阀门可靠性的影响以及安全壳的隔离要求，使事故后安全壳内放射性物质外逸尽可能降低到最低限度。

除了因为其他目的要求快速关闭的阀门外，隔离阀的关闭时间应与标准的工业用阀门一致。一般对于口径小于80mm的隔离阀，其关闭时间不超过16s，口径大于300mm的隔离阀，其关闭时间不超过60s。口径为80mm~300mm的隔离阀，其关闭时间应不超过0.2s/mm名义直径(例如口径为250mm的隔离阀，其关闭时间不应超过50s)。

对某些阀门，如果关闭时间不能满足上述要求，可以适当延长阀门关闭时间但剂量不超过事故时的允许值。

用于排放、通风或核电厂运行期间可能被打开和作为安全壳大气与安全壳外环境连通的其它阀，可能要求阀门关闭时间更短，这需要根据事故后辐射剂量要求以及应急堆芯冷却的有效性的综合考虑来确定。在特殊情况下还可能要求更短的阀门关闭时间。

确定阀门关闭时间应考虑仪表和控制滞后时间，以及阀的动力源滞后时间(如柴油发电机起动的滞后时间)。

在确定阀门的关闭时间时还应考虑5.2条所述的时间延迟。

5.3.6 安全壳隔离的多重性

安全壳隔离设计中应考虑机械多重性和电气多重性。通常设置两道串联隔离屏障满足机械多重要求，串联的两个隔离阀应分别有各自独立的动力源。

5.3.7 封闭环路

如果一个封闭环路作为一道隔离装置，它应满足5.4、5.5和第6章的有关要求。

安全壳内或安全壳外的封闭环路可以有不满足设计准则4.3.1或4.3.2的支路，如果支路上有隔离阀，并且支路隔离阀与安全壳内或安全壳外的其它隔离阀的组合满足设计准则4.2.1或4.2.2的要求。支路隔离阀到封闭环路这部分管道应满足设计准则4.3.1或4.3.2的要求。在安全壳内的封闭环路还应能承受由要求安全壳隔离的事故引起安全壳大气温度的升高，从而使封闭环路内流体温度升高而引起的内压增加。

5.3.8 机械和运行载荷。

安全壳隔离装置应在机械载荷与运行载荷的组合下保持其安全壳隔离功能。

5.4 隔离屏障的防护

5.4.1 隔离装置应具有对抗下列危害并保证隔离功能的防护措施：

- a) 飞射物、管道甩动和喷射力；
- b) 各种事故引起的水淹；

- c) 地震，应能在安全停堆地震期间执行安全壳隔离和地震后保持其隔离功能；
- d) 火灾；
- e) 辐照和热应力。

5.4.2 安全壳的多重隔离装置之间应防止共因失效。

5.5 隔离装置的环境要求

5.5.1 安全壳内的隔离装置应能在各种正常运行及事故条件下保持其功能。为此必须考虑压力差、高温、高压、高湿度、充满蒸汽及安全壳大气中出现化学添加剂等因素对隔离装置的影响。

5.5.2 安全壳外的隔离装置应具有承受安全壳外极端环境条件的能力。

5.5.3 安全壳隔离装置应在核电厂寿期内最大辐照剂量下，包括事故后的照射，具有可运行性。

5.6 隔离阀设计

5.6.1 阀型

安全壳隔离阀可以是闸阀、球阀、蝶阀、隔膜阀、止回阀(简单止回阀仅用于安全壳内)、截止阀、旋塞阀和卸压阀等。安全壳隔离阀的阀型应满足流体系统的要求和安全壳隔离要求。其关闭特性和泄漏特性应满足本标准的要求。

5.6.2 阀门的泄漏

隔离阀的泄漏率控制应在合理可行的情况下尽量低。其总泄漏率应满足安全壳泄漏要求的有关规定。

5.6.3 卸压阀

作为安全壳隔离阀的卸压阀，其向安全壳内卸压、并且在卸压方向起隔离作用时，卸压阀的释放端应按照安全壳的设计压力进行设计和试验。

当用于流体系统保护的卸压阀在卸压方向起安全壳隔离功能时，该卸压阀的整定压力应比安全壳的设计压力至少大 50%，卸压阀的回座压力应至少是卸压阀整定压力的 95%。

5.6.4 阀门的性能和质量鉴定

安全壳隔离阀的操作性能应满足使用要求，并经过质量鉴定。

5.7 阀门执行机构

执行机构的种类包括手动执行机构、自驱动执行机构、电磁阀执行机构、压缩空气执行机构、电动执行机构及气/液执行机构等。

隔离阀的阀门执行机构必须是安全级的，并经过质量鉴定。

5.8 法兰盲板

法兰盲板在行政控制之下，并应按照 6.2 的要求设置泄漏试验装置。

5.9 隔离阀的密封系统

当要求隔离阀的泄漏率极小或隔离阀的实际泄漏率不能满足设计要求时，应在隔离阀或隔离装置之间提供密封水或负压空间。

5.10 确定远距离控制的隔离要求

下列系统可以设置远距离控制的隔离阀，以便在这些系统发生泄漏或管道破裂事件时提供隔离，达到事故预防或减轻事故后果的目的：

- a) 专设安全设施；
- b) 事故时不要求执行专设安全设施功能，但安全上需要运行的系统。

应采取一些措施，使主控室操作员知道将要因隔离而受影响的管线。

应按照 4.6.6 进行分析，以便确定是否需要手动隔离或自动隔离。

触发隔离要求的传感器，如流量、温度、压力、噪声、辐照和安全壳外的地坑水位等测量仪表，都必须是安全级的。

5.11 设计资料

对于贯穿安全壳的每一个系统，安全壳隔离设计者应当对每个隔离屏障列出下列资料，并用文件证明如何满足设计准则：

- a) 设计基准；
- b) 阀门型式；
- c) 第一种操作方式；
- d) 第二种操作方式；
- e) 反应堆正常运行时阀门的状态；
- f) 停堆时阀门的状态；
- g) 动力源(驱动电源、控制电源)丧失后阀门的状态；
- h) 事故后阀门的状态；
- i) 安全壳整体密封试验时阀门的状态；
- j) 安全壳隔离信号；
- k) 其它事故隔离信号；
- l) 阀门关闭时间(s)；
- m) 流体系统管道尺寸(mm)；
- n) 专设安全设施(是或不是)；
- o) 事故时不要求执行专设安全设施功能，但安全上需要运行的系统(是或不是)；
- p) 将系统定义在“o”项条件下运行的理由；
- q) 安全等级；
- r) 动力源(直流电或交流电、母线编号、气压、液压)；
- s) 密封系统(有或无)；
- t) 阀门安装地点；
- u) 是否要有防飞射物、管道甩动和喷射力的保护；
- v) 安全壳内、外的环境条件；
- w) 可能需要隔离的专设安全设施系统或满足“o”项定义的系统的确定条件；
- x) 阀位指示形式。

5.12 隔离屏障之间的管道或隔离屏障的组成部分的管道

隔离屏障之间的管道或隔离屏障的组成部分的管道应满足4.5的要求和隔离屏障的有关要求。这些管道的保护要求和安全等级应与隔离屏障相同。

6 试验

6.1 可运行性试验

安全壳隔离阀在安装后和在役期间宜参照标准 NB/T 20312 的有关要求进行可运行性试验。

为了进行阀门的可运行试验，如需要，还应提供控制开关、限位开关、观察装置、指示灯、流体系统特性、显示器等。

6.2 泄漏率试验

6.2.1 安全壳隔离阀的在役泄漏试验应符合 NB/T 20312 的规定，安全壳系统的密封性试验应符合 NB/T 20018 的规定。

6.2.2 安全壳隔离装置的泄漏率试验应采取适当措施，使试验时间最短、试验人员辐照剂量最少又达到满意结果。设计者应验证每一个贯穿安全壳流体系统的隔离装置，并确定其是否要作泄漏率试验。设计还应为试验提供试验接头、试验通风、试验用阀门和其它试验必需的设备，并保证一个试验空间。

7 维修

7.1 安全壳隔离装置设计应能按照已建立的维修大纲进行检查、调整、检修和更换。

7.2 营运单位应按照 HAD 103/08 并参考 HAF•J 0009 制订隔离阀维修大纲。

7.3 建立常规的维修大纲应考虑隔离装置的运行要求和以往的运行经验，包括其它电厂同类装置的运行经验。附录 A 给出了隔离阀维修大纲的典型实例。

8 材料

8.1 安全壳隔离装置及其连接管道的材料应满足安全级设备的材料要求或有关规范的要求。

8.2 选择安全壳隔离装置的材料应考虑隔离装置所在流体系统的设计要求和在正常运行及事故工况下的环境条件。

8.3 用于安全壳隔离装置的材料应经过检查。

8.4 安全壳隔离装置的密封材料应满足采购技术规格书的要求或制造厂规定的使用要求。

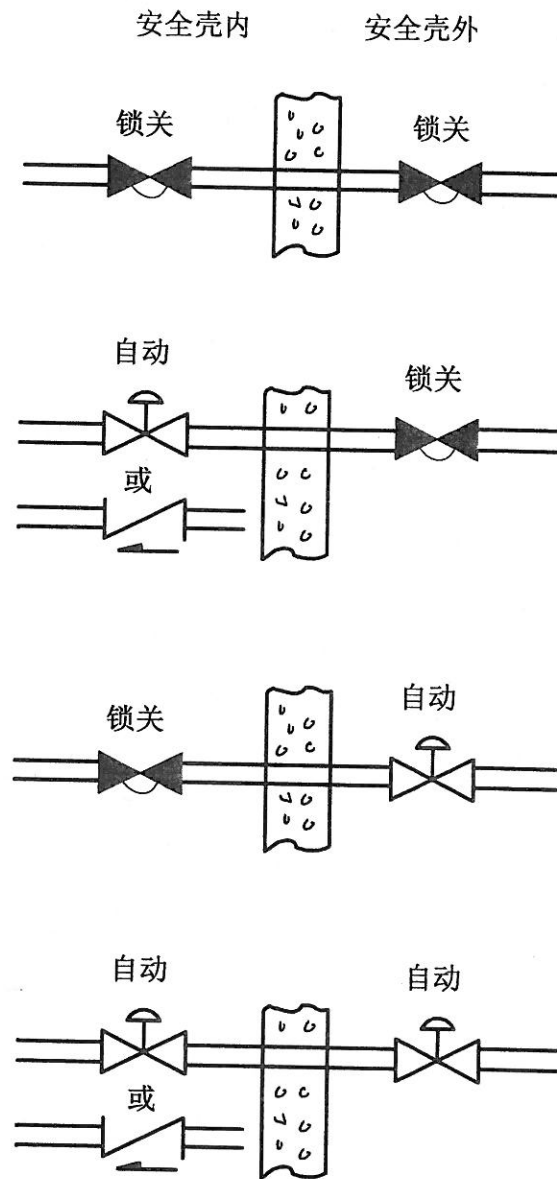


图1 贯穿安全壳管道的隔离阀设置

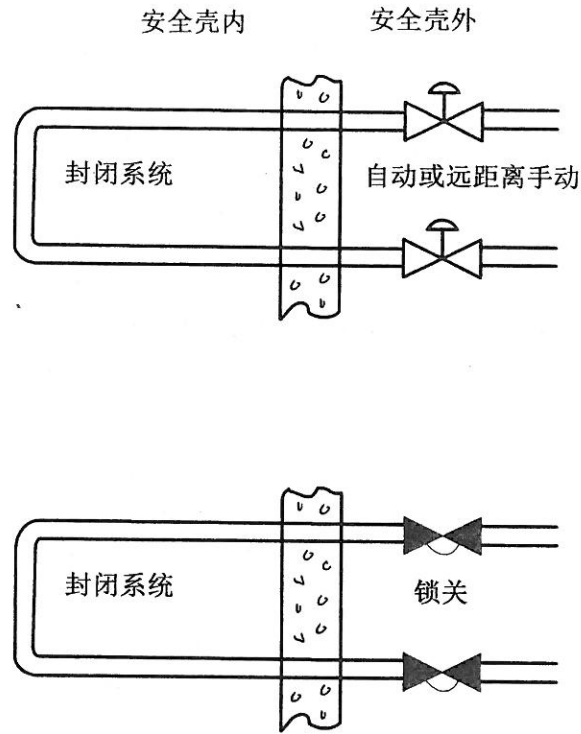


图2 贯穿安全壳的封闭环路隔离阀设置

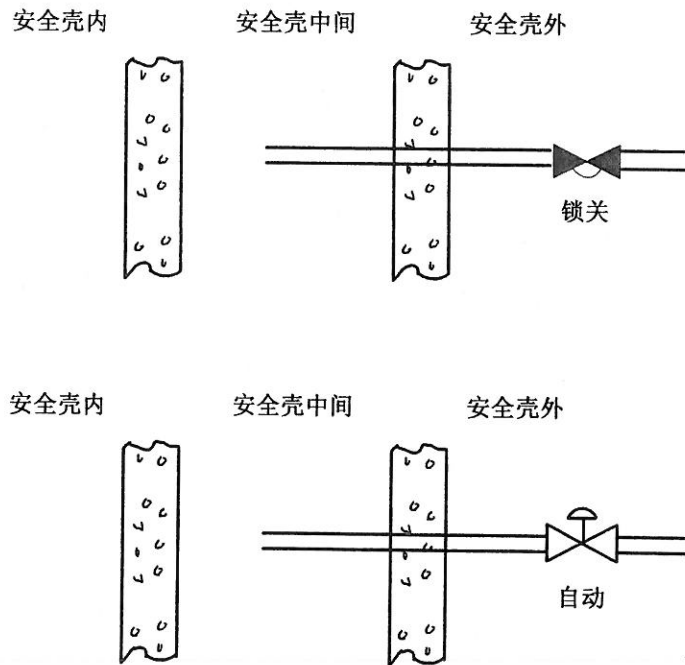


图3 仅贯穿外层壳且与大气连隔离阀设置

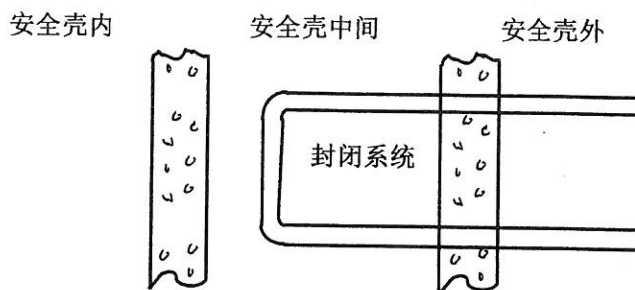


图4 仅贯穿外层安全壳且在环形空间内是封闭系统隔离阀设置

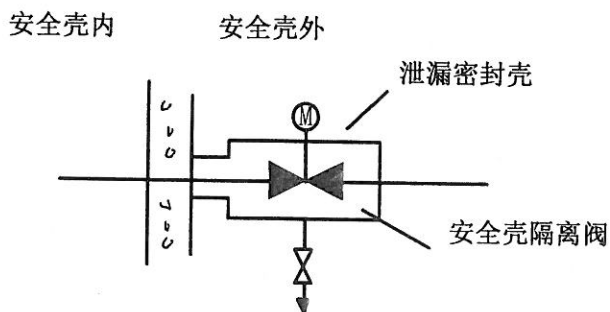


图5 只设一个隔离阀的特殊情况

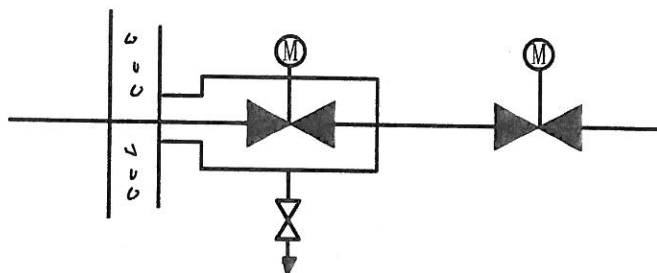


图6 两个隔离阀都设置在壳外的情况

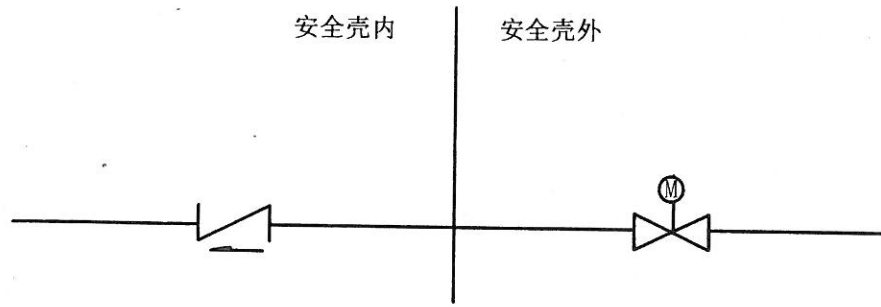


图7 安全壳隔离阀本身具有超压保护功能设置方式一

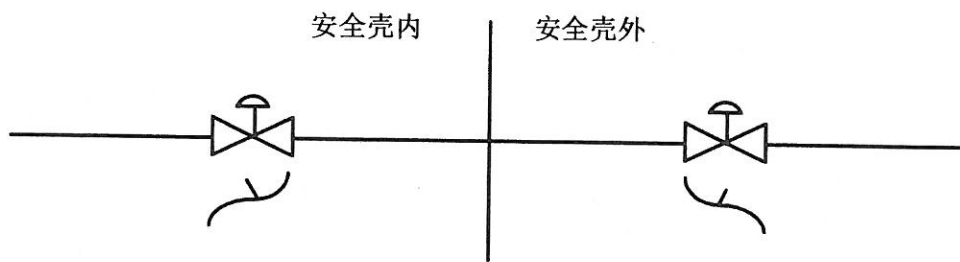


图8 安全壳隔离阀本身具有超压保护功能设置方式二

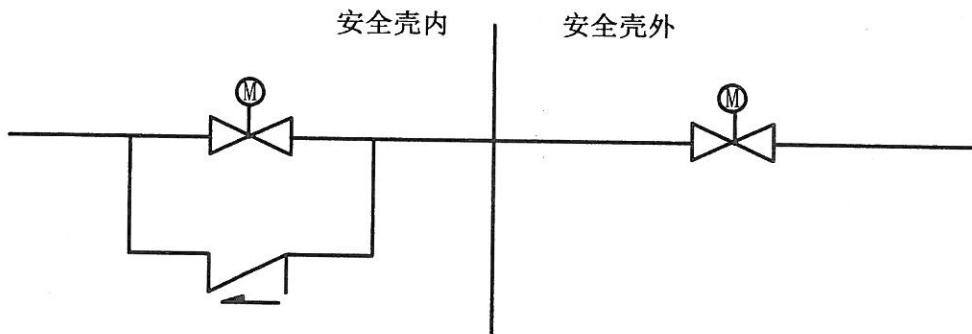


图9 安全壳隔离阀需要单设超压保护设置方式一

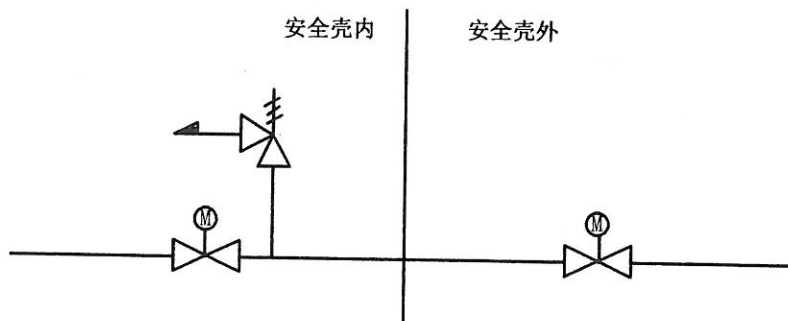


图10 安全壳隔离阀需要单设超压保护设置方式二

附 录 A
隔离阀典型维修大纲
(资料性附录)

A.1 小修

每年一次或在换料和维修的停堆时期进行下述方面的检查和维修。

A.1.1 电动操作器

- A.1.1.1 拆出齿轮箱检查盖板和润滑脂情况。适度擦去润滑脂以便检查齿轮、轴承、松动螺栓、弹簧、定位器等非正常磨损的痕迹。检查齿轮箱漏油情况。
- A.1.1.2 目视检查并操作阀门，进行验证，确定扭矩和限位开关的整定点对阀门开和关是否都正确。只要一个开关重新安装或调整，则该开关的整定点要重新试验，必要时阀门泄漏率也要重新校核。
- A.1.1.3 一般性目视检查：触头是否锈蚀、松动、接线烧焦和端子松动等情况。
- A.1.1.4 检查电机的外观，是否有劣化和损伤。
- A.1.1.5 采用电动操作器开关阀门时，用钳式电流计测量电机电流的超载情况，电流超载情况可以反映出阀、齿轮箱、阀杆螺帽和填料等方面的问题。
- A.1.1.6 润滑上部和下部的推力轴承(有的操作器装有加油嘴，有的没有)。
- A.1.1.7 润滑阀杆和阀杆螺母的螺纹。
- A.1.1.8 对核电厂技术规格书中所包括的阀门要求检查其行程时间。

A.1.2 气动操作器

- A.1.2.1 目视检查操作器外表的损伤和变质情况。
- A.1.2.2 润滑操作器连杆导轨(适用于有此种设施的情况)。
- A.1.2.3 在阀门打开和关闭过程中，试验操作器是否平稳运转。
- A.1.2.4 目视检查并通过阀门的开和关来验证限位开关是否整定在阀门开、关的正确位置。只要开关重新安装或调整过，开关调整点就得重新试验，必要时要按照技术规格书重新检查阀门的行程时间。
- A.1.2.5 目视检查电磁先导阀和电、气接头，以查出外部劣化痕迹，验证放气口通道内没有异物。

A.1.3 阀门

- A.1.3.1 目视检查一般的劣化，包括曾受过硼酸溶液泄漏侵蚀的碳钢螺栓。拆下并清洗有代表性的螺栓以便检查确定由于硼酸溶液泄漏而腐蚀的程度。
- A.1.3.2 清洗和调整填料压盖，如果出现过度泄漏，应重新加填料。如果阀有必要重新调整填料压盖和重新加填料，需验证电动阀的可运行性，包括足够的循环次数。
- A.1.3.3 润滑阀杆系统和推力轴承。手动阀装有一个变速齿轮，润滑齿轮、齿轮箱和所属轴承。确保阀杆内的润滑剂与系统内的流体和系统结构材料的相容。
- A.1.3.4 检查阀的磨损、锈斑等缺陷。
- A.1.3.5 检查由于腐蚀产物的堆积、填料压杆的变质、阀杆与阀盖不适当的间隙。
- A.1.3.6 按照技术规格书的要求试验阀门的行程时间和泄漏率。

A.2 大修

在换料停堆期间或由其它原因提供的停堆时期进行大修，任何维修之后都应进行试验以验证设备的

运转符合规定的限值。

对各个阀门应确定大修的时间间隔。工作方式、操作频度、环境条件和服役期间已报告的运行问题等是确定大修时间间隔的因素。

A. 2. 1 电动操作器

- A. 2. 1. 1 满足小修检查的所有要求。
- A. 2. 1. 2 清除齿轮箱中的润滑油。
- A. 2. 1. 3 拆卸齿轮箱，足以检查所有零件。
- A. 2. 1. 4 移出并拆卸要维修的电机。
- A. 2. 1. 5 对技术规格书中所包括的阀门要求检查其行程时间。

A. 2. 2 气动操作器和电磁先导阀

- A. 2. 2. 1 拆卸检查，若发现有劣化，则更换零件。

A. 2. 3 阀门

- A. 2. 3. 1 拆开并进行内部检查。
- A. 2. 3. 2 根据核设备在役检查规定进行无损检验，包括螺栓。
- A. 2. 3. 3 重新装配填料压盖。
- A. 2. 3. 4 对核电厂技术规格书中所包括的阀门要求进行其行程时间和泄漏率试验。

参 考 文 献

- [1] ANSI N271-1976 containment isolation provisions for fluid systems
- [2] ANSI/ANS-56.2-1984 america national standard containment isolation provisions for fluid systems after LOCA
- [3] RG 1.141-2010 containment isolation provisions for fluid systems
- [4] No. NS-G-1.10 Design of the Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants (2004)
- [5] EJ/T 331-92 失水事故后流体系统的安全壳隔离装置
- [6] HAF 102 核动力厂设计安全规定
- [7] HAD102/06 核动力厂反应堆安全壳系统的设计
- [8] HAD103/08核电厂维修
- [9] HAD102/03 用于沸水堆、压水堆和压力管式反应堆的安全功能和部分分级
- [10] NB/T 20097-2012 压水堆核电厂混凝土安全壳功能设计要求
- [11] NB/T 20018-2010 核电厂安全壳密封性试验
- [12] NB/T 20312-2014 压水堆核电厂核岛机械设备在役检查规则
- [13] GB/T 17569-2013 压水堆核电厂物项分级