

303196

ASME

鍋 炉
及
受 压 容 器
規 范

1971

XI

核反应堆载热剂系统
使用期间检验的规则

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

ASME 锅炉及受压容器规范

第 XI 篇

核反应堆载热剂系统
使用期间检验的规则

1971 年版 (1971. 7. 1)

上海原子核研究所译

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

一九七五年六月

ASME Boiler and Pressure Vessel Code

Section XI

Rules for Inservice

Inspection of Nuclear

Reactor Coolant

Systems

1971 Edition (1971. 7. 1)

ASME 锅炉及受压容器规范(第XI篇)

核反应堆载热剂系统使用期间检验的规则

上海四零二设计院石油化工设备设计建组

(上海南京西路1856号)

国营海峰印刷厂印刷

工本费: 1.00 元

毛主席语录

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

出 版 说 明

本书为美国机械工程师协会 (ASME) “锅炉及受压容器规范” (Boiler and Pressure Vessel Code) 1971 年版的第 XI 篇“核反应堆载热剂系统使用期间检验的规则” (Rules for Inservice Inspection of Nuclear Reactor Coolant Systems)。

一九七一年版 ASME“锅炉及受压容器规范”共有十一篇, 内容包括锅炉及受压容器的选材, 强度计算, 结构设计, 制造及验收要求。由于其历史较长, 内容较全面, 对我国从事锅炉及容器设计、制造的工作者有一定参考价值, 我们遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导, 组织有关单位将该规范中涉及压力容器设计、制造、验收的篇章进行了翻译。原规范在美国具有法律效用, 不可避免地反映了资本主义国家社会制度的黑暗、腐朽, 反映了社会的阶级矛盾, 在资本主义社会, 由于私有制的必然规律, 上层建筑, 包括这些规范、标准, 不可能适应生产力发展的需要, 相反地束缚了生产的发展, 成为阶级压迫的工具。我们在参阅时必须时刻牢记伟大领袖毛主席关于“……一切外国的东西, 如同我们对于食物一样, 必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动, 送进唾液胃液肠液, 把它分解为精华和糟粕两部分, 然后排泄其糟粕, 吸收其精华, 才能对我们的身体有益, 决不能生吞活剥地毫无批判地吸收”的教导。

本篇“核反应堆载热剂系统使用期间检验的规则”介绍了核反应堆载热剂系统的检验要求及有关检验方法及工序, 为确保该类系统使用安全性提供了一定的要求。

本篇由上海原子核研究所翻译, 原规范文字较严密, 因我们仅作为参考资料, 故在译文方面不过分要求, 希读者注意。由于译校的水平有限, 在译文中肯定有错误或不妥之处, 请读者批评指正。

上海四联设计院石油化工设备设计室

一九七五年六月

目 录

引论	3
IS-100 一般要求	3
IS-100 范围	3
IS-110 权限	3
IS-120 受检查的系统范围	4
IS-130 职责	4
IS-140 可达性	5
IS-141 入口的一般设施	5
IS-142 入口的特殊设施	5
IS-200 使用期间的检查	6
IS-201 定义	6
IS-202 检查员的职务	6
IS-203 检查员、工程专家及检查代理机构的资格	6
IS-204 检查员的可达性	7
IS-210 检验的技术及工序	7
IS-211 目视检验	7
IS-212 表面检验	7
IS-213 深部检验	8
IS-214 其他检验	8
IS-220 非破坏性检验人员的资格	8
IS-230 检验要求	9
IS-240 检查间隔	9
IS-241 要求的间隔	9
IS-242 检查程序	9
IS-243 以后的检查	9
IS-244 附加的检验	9
IS-250 检验类别	9
IS-251 检验的区域和范围	9
IS-260 检验要求	13
IS-261 检验的设备、部件及方法	13
IS-300 检验结果的评定	15
IS-310 检验评定的标准	15
IS-311 非破坏性检验结果的评定	15
IS-312 反应堆压力壳的补充检验	16

IS-313	缺陷显示的标定	16
IS-314	缺陷显示的标准	20
IS-315	评定标准	20
IS-316	缺陷显示评定分析	27
IS-400	修理及更换	27
IS-410	范围	27
IS-411	修理	27
IS-412	焊接程序	27
IS-413	修理工序	28
IS-415	范围、反应堆压力壳的修理	28
IS-416	改进和改建	28
IS-420	修理	28
IS-421	不需焊接的修理	28
IS-422	需要焊接的修理	29
IS-430	质量保证	35
IS-440	材料	35
IS-450	焊接评定	35
IS-460	修理程序	35
IS-500	系统的泄漏及水压试验	35
IS-510	系统的设计要求	35
IS-520	系统的试验要求	35
IS-521	试验时的检验	35
IS-522	试验压力	36
IS-523	试验温度	36
IS-524	校正测量	36
IS-600	记录	37
IS-610	范围	37
IS-620	要求	37
IS-621	主管单位的职责	37
IS-622	计划及报告	37
IWP	核电站泵运行期间的试验	39
IWV	核电站阀门运行期间试验的规则	45
附录 I	超声波检验	51
附录 A	缺陷显示的评定	65

前言

I——历史背景

ASME 锅炉及受压力容器规范第Ⅱ篇是为检验轻水冷却和减速的核动力装置的受压部件而写的。本篇规范由美国机械工程师学会(ASME)主编,在美国国家标准研究所(ANSI)N45 委员会及美国原子能委员会(AEC)的协助下制订的。

在关于工作人员不能接近的带放射性区域的检验问题及在用待研制的工具以远距离方法对该区域进行检验的规则方面,本篇规范是独具特点的。这些区域的检验根据近代为非破坏性检验技术机械化和自动化的研究发展规划而对入口和空间提出的要求,但是这种远距离检验的性能的要求要到检查间隔即将终了时或本篇规范采用约十年后才能规定。因为在这时期内,研究可能完成或规划有所改变。

篇Ⅱ篇的任一部分都可以引用。应注明“摘自 ASME 锅炉及受压力容器规范第Ⅱ篇核反应堆载热剂系统使用期间检验的规则,得到美国机械工程师学会联合工程中心的允许。”

II——使用期间检验的原理

制订本篇规范的意图是鉴定这些设备基本上能保护公众的健康和安全。所考虑的系统范围对于典型的沸水堆(BWR)和压水堆(PWR)一般如图 A、B、C、D 中红色所示。这些电站的系统图选录自向 AEC 申请建造许可证而提出的初步安全分析报告,并重新加以布置使本篇规范所涉及的各种系统设备

都放在有明确界限的轮廓线内。

所选的检验区域

选择最主要的检验区域是与受压设备的焊缝相关联的部分。虽然可能产生一种印象认为对焊接的检验过分注意,但必须指出这种焊接检验要求作深部检验,检验进行时,应检验适量的母材,包括焊接的热影响区。因此,能同时满足检验母材和焊接要求的最方便的位置是焊接接头和选定的位置。特别要选择不同金属的焊接接头,这些焊接接头受到所用的两种或两种以上合金因热膨胀差所引起的附加应力。

代表性样品

检验区的选择包含两种基本原理:

(1) 与运行条件有关的利用系数最高的区域,

(2) 选择代表性样品以估计一般的全面情况。

第一类利用系数高的区域包括由于运行条件而产生很高应力的区域,如压力壳顶盖与法兰之间的叉形接头及一回路接管的内半径断面;或压力壳材料受到大通量照射而可能影响材料物理性质的区域。这些利用系数高的区域的检验一般列入定期检验。

第二类的情况即代表性样品的情况,企图能提供足够的检验以估计一般的全面情况。这类的例子是反应堆压力壳上代表性的纵向及周向焊缝,压力壳内部的支架,管道、泵、及阀门的焊缝,及受压设备边界的螺栓。

核设备中有一个部件不能确切地适用上述的检验原理,这就是反应堆压力壳。因为它牵涉如何接近、材料复合、所能应用的检

验技术的限制等问题,因而有些改变或例外。例如,面对活性区的焊接接头的代表性检验要求使用远距离机构或待研究的技术,这种技术需要一定的时间进行研究,但要求有入口能进入检验(根据现行程序的结果)。另一个不适用的原因是从目前检验类型的观点看来,例如装在压力壳壁的内部支架的奥氏体不锈钢和高镍合金的焊接,这些支架不象压力壳壁其他焊接接头一样要求进行容积检验(因为目前还没有这种检验技术),但要求作多次全面深入的目视检验。

运行前的检验

确定基准线最适当的方法是在装置初始运行前进行运行前的检验。这样,以后的检验结果可与原来情况作比较看是否发生变化。如果检验显示该设备没有变化,则不必采取任何措施;如果有变化时,应对检验的结果作出评价以决定采取必要的措施。

本篇规范倾向于运行前的检验应尽可能愈迟进行则愈有代表性。在某些情况下,如果所采用的方法和技术以后采用的一样,则在车间内进行运行前检验更方便些;这假定由于运输、安装和运行前的试验并不引起变化并具备齐全的记录。例如,阀体可在车

间进行焊缝的射线照相,因为阀体能在以后重新作射线照相并进行比较;但压力壳在车间水压试验前不宜进行焊缝的射线照相,因为经过水压试验后可能引起变化,而且射线照相不是压力壳使用期间检验能实际采用的方法。

结果的评价和修理

检验(包括运行前的检验)所得结果的评价与原设计的验收标准有关。评价是为了估计检验显示的情况是否符合原来的验收标准,以便进行适当的处理。

本篇规范倾向于根据各种情况对与设备运行要求的条件有关的指示提供评论。如果评论显示没有发生变化,则不需进一步作处理。如果评价显示有以前未发现的情况,或情况较前几次检验的报告为严重,但仍在原来的验收标准范围内,则可要求检验更多的设备或类似的区域。

如果评价指出,情况不符合原来的验收标准,则要求对这区域及类似区域进行附加的检验。可能确定这种情况能允许或需要修理或更换。如果需要修理或更换,本篇规范倾向于根据原来的验收标准进行修复。

ASME 锅炉及受压容器规范

第 XI 篇

核反应堆载热剂系统使用期间检验的规则*

引 论

核反应堆载热剂系统使用期间检验规则分成好几章，合并组成锅炉和受压容器规范第 XI 篇。以后在引论中及在这些规则的正文中，如果用“规则”这个词而不与规范其他特定的篇章区别时，“规则”这个词表示核反应堆载热剂系统使用期间检验的规则。

本篇规范包括进行检验的入口要求的基本要求及检验的基本要求，这些检验当在授权的检查员监护下进行时构成反应堆载热剂系统受压设备的检验。应向设计人员说明，本篇规范不是设计手册。这些规则不能代替对工程师或权威的工程判断的需要。因为在某些情况下，入口的设计是根据远距离可操作的检验设备的要求；其中某些设备可能需

要作进一步研制。

本篇规范的使用者应注意这样一个事实，即本篇的编号及下面的内容可能不连贯。这种不连贯性是考虑过的。不是编辑或印刷错误的结果。曾经尽可能力图使各章遵循同一的提纲。由于整个提纲可能包括不适用于某一特殊章节的方面，故规则编写成在编号上有空号。这样做使易于交替地参考各章，并便于应用这些规则，因为同一主题一般出现在各章的同一编号及小编号之下。

本篇规范的使用者还应注意这一事实，即当论及某一章、节、条的编号时，应包括所有附属的编号在内。

IS-100 一 般 要 求

IS-100 范 围

(a) 本篇规范规定了用轻水冷却和慢化的核电站中反应堆载热剂系统的受压设备（及它们的支承）在使用期间检验的规则及要求。

(b) 本篇规范包括在所定义的系统范围内受检验区域的分类、职责、入口设施、检验方法的定义、检验技术及工序、人员资格、

检验次数、记录、图表、检验结果的评价、处理及修理要求。

IS-110 权 限

对于已满足制造规范一切要求的核电站

* 本篇已包括 1971 年夏冬，1972 年夏冬及 1973 年夏五篇补遗。

单个设备或整个电站,不管其位置如何,规范中本篇的权限和要求适用于这些要求完成的时间。当系统或电站各部分在不同时间完成时,规范中本篇的权限可假定仅适用于已满足一切制造要求的部分。

IS-111 检查次数及性质。本篇规范所要求的检查一般宜在反应堆更换燃料而停堆或其他停堆期间进行。检查包括 IS-120 所定义的范围内的设备的目视和非破坏性检验,这些设备如有故障或相互影响的预兆时,可能损害核动力系统^①的连续安全运行。

IS-120 受检查的系统范围

对于压水堆(PWR)和沸水堆(BWR)的核动力系统,除 IS-121 所规定的设备以外,本篇规范的检查要求应适用于本条所定义的系统范围的所有受压设备。

系统范围包括所有压力容器、管道、泵及阀门,如:

(a) 反应堆载热剂系统^②的一部分,或

(b) 与反应堆载热剂系统连接的部分,直至包括下列设备中的一部或全部:

1. 穿过反应堆安全壳的管道系统中的最外层的安全壳隔绝阀^{③④},

2. 不穿过反应堆安全壳的管道系统中的当堆在正常运行时关闭的两个阀门中的第二个阀门^⑤,

3. 反应堆载热剂系统的安全阀及泄压阀。

对于直接循环的沸水动力堆,反应堆载热剂系统扩展至主蒸汽和给水系统中最外层的安全壳隔绝阀并包括该阀。

IS-121 不包括在系统范围内的设备。如果符合下列条件之一,则 IS-120 所规定的作为系统范围一部分的设备可不包括在 IS-260 的检验要求之内:

(a) 假定反应堆正常运行时该设备损坏,反应堆能以一种正规的方式停堆及冷却,

在这种情况下假定补给水完全由反应堆载热剂补给系统补给。

(b) 该设备是由或能由两个阀门与反应堆载热剂系统隔绝(两个阀门全关、全开、或一关一开)。每个开启的阀门必须能自动动作,它的关闭时间应能使当反应堆正常运行时(另一阀门开启),假定该设备损坏,反应堆能以一种正规的方式停堆及冷却,在这种情况下假定补给水完全由反应堆载热剂补给系统^⑥补给。

(c) 公称管径不大于一时的设备接管、管道及有关的阀门及这样的设备包括在按 IS-521 的要求作目视检验的范围内。

IS-130 职责

本篇规范所要求的在运行期间进行的检验应是核动力系统主管单位^⑦的职责:

(a) 根据与授权的检查代理机构的协议,关于授权的检查员,对规范中本篇要求的务一切运行前检查(基线检查)所作的见证任或其他的验证可以在车间内或现场进行;

(b) 研究和制订检验说明及工序,包括说明被检验设备的标记和范围的示意图及/或系统图;

(c) 根据 IS-220 对进行本篇规范所要求的检验的人员资格在规定的水平和职责方面进行甄审;

① 核动力系统是核电站的一部分,它用于由核燃料产生核能或控制核能的输出。

② 反应堆载热剂系统是在反应堆正常运行时以运行压力容纳反应堆一次载热剂的系统。

③ 安全壳隔绝阀是穿过反应堆一次安全壳的系统管道上的阀门,它能用于将系统的安全壳内的部分与该系统安全壳外的部分隔绝。

④ 单是一个止回阀除非能由隔绝讯号自动动作,否则不能认为符合这要求。

⑤ 两个止回阀串联认为符合要求。

⑥ 正常补给系统是在起动、热备用、运行或冷却条件下,用现场的动力能保持反应堆的载热剂装量的系统。

⑦ 整篇规范中所指的主管单位是指负责核动力系统运行、维护、安全及发电的机构。

(d) 所进行的试验应保持适当的记录, 如射线照相、图表、图纸、检查数据及人员资格;

(e) 所有资料 and 检查结果的记录均应作为评价的基础, 便于与以后的检验结果进行比较;

(f) 在所检验的设备的使用寿命内保留所有的检查记录。

IS-140 可达性

IS-141 入口的一般设施。系统设备和管道的设计和布置应是主管单位或主管单位所指定的代理人的职责, 并应包括留有适当间隙使能按 IS-240 和 IS-251 所规定的次数进行表 IS-261 所规定的检验。主管单位应决定在设计^⑥和布置时考虑下列情况:

(a) 进行检验的检查人员及/或检验人员和设备的必要的入口;

(b) 进行规定的目视观察、检验及试验所要求拆除及存放的结构部件、屏蔽设备、绝缘材料及其他设备和部件;

(c) 为便于拆除、拆卸和存放设备、部件和其他材料所必要的操作机械(例如, 起重和其他操作设备)的安装和支承;

(d) 发现结构故障或显示需要其他检验时, 能进行本篇所规定的这些其他检验;

(e) 发现结构故障或显示需要修理或更换时, 能进行有关的系统设备及管道的修理或更换的操作。

IS-142 入口的特殊设施。设计和布置反应堆载热剂系统有关辅助系统及活性区事故冷却系统时, 主管单位应负责确定下列区域的入口设施能用表 IS-261 所列的方法进行检验。

(a) 反应堆压力壳

(1) 从压力壳的内侧或外侧或两者结合能接近反应堆压力壳的受压壁的几乎 100% 的表面;

(2) 从反应堆压力壳的内部、包括下

底封头的空间, 能检验反应堆内部构件的机械或结构损坏;

(3) 在下列指定的区域:

(A) 壳体封头的纵向和周向焊缝,

(B) 密封法兰与壳体及封头的过渡区、螺栓孔及孔带,

(C) 法兰螺栓及螺帽,

(D) 压力壳接管和穿孔的焊缝,

(E) 内部承受载荷的结构附件的焊接区,

(F) 压力壳外部支架及吊架的焊接区,

(G) 压力壳内敷层表面上所选定的区域,

(H) 控制棒套壳组件的焊接接头、机械接头及与压力壳封头的焊接接头。

(b) 其他的 ASME 第三篇中的第一类容器^⑥

从内表面或外表面或两者结合检验下列区域:

(1) 壳体和封头的纵向和周向焊缝,

(2) 法兰至壳体和封头的过渡区、螺栓孔及孔带,

(3) 法兰螺栓及螺帽,

(4) 压力壳接管和穿孔的焊缝,

(5) 压力壳外部支架及吊架的焊接区,

(6) 压力壳内敷层表面上所选定的区域。

(c) 系统管道、第一类核电站设备系统管道外表面上在下列位置:

(1) 管道与管道(及与配件)的焊接,

(2) 管道与容器(及与其他受压设备)的焊接,

^⑥ 除入口设施以外, 设计考虑可用于能在使用期间进行检查的某些系统设备和管道(例如, 避免发生粗糙或腐蚀产物积聚的设备表面加工、使用期间减少活化的材料选择, 辐照效应的屏蔽等等)。

^⑦ ASME 锅炉及压力容器规范第三篇核动力装置部件。

(3) 管道及配件上正常受周向焊缝影响的纵向焊缝上所选择的长度,

(4) 管道与支管的焊接,

(5) 管道的机械接头,

(6) 管道支架及吊架附件的焊接。

(d) 系统的泵和阀门, 第一类核电站备

从内表面或外表面或两者接合检验下列

区域:

(1) 泵壳(或其他受压部件)的受压焊接,

(2) 阀体(包括系统的安全阀、泄压阀及安全壳隔绝阀)的受压焊接,

(3) 上述(1)和(2)设备上的保压螺栓和法兰螺栓的孔带,

(4) 泵和阀门的支架和吊架的焊接。

IS-200 使用期间的检查

IS-201 定义。

(a) 检验——指所有目视检验及非破坏性检验, 如射线照相、超声波检验、液体渗透及磁粉检验。

(b) 检查——指由代表美国的州或市、加拿大的省、或其他管辖核电站所在地的权力机关的检查员在场证明或进行的检验。

(c) 检查员——所有提到“检查员”是指 IS-203 所定义的“授权的检查员”。

IS-202 检查员的职务。

(a) 检查员的职务是在场证明或验证本篇规范所要求的检验, 同时作必要的进一步研究以验证所有可实现的要求都已满足。

(b) 检查员的职务是确定所采用的非破坏性检验方法是根据 ASME 锅炉及压力容器规范第Ⅲ篇核动力装置部件、附录 9 IX-3000 所规定的技术。检查员同时应确定检验是按照书面规定的工序由主管单位或其代理人所雇用的人员进行的, 人员的资格符合 SNT-TC-IA 和补篇^①的规定并符合本篇规范 IS-220 条。

(c) 如果检查员有理由认为不符合要求时, 他有权在任何时候要求对任何工序或人员重新审查。

(d) 当检查员认为所有的要求均已满

足, 并认为记录正确时, 才出具检验记录的证明书。

IS-203 检查员、工程专家和检查代理机构的资格。

(a) 本篇规范所要求的检查应由下列人员进行:

(1) 如果该核电站在美国, 则应是美国的州或市所雇用的检查员, 有权在美国经营锅炉或受压容器保险的保险公司所经常雇用的检查员; 或

(2) 如果该核电站在加拿大, 应是加拿大的省所雇用的检查员, 或由核电站所在省授权给该省有执照能经营锅炉及受压容器保险的保险公司所经常雇用的检查员; 或

(3) 由其他在美国或加拿大管辖该核电站的权力机关所雇用的检查员。

(b) 按本篇规范的要求进行检查的检查员, 首先应根据美国的州或市的立法或规则, 加拿大的省的立法或管辖核电站安装地点的、并采用本篇规范的其他权力机关的规则, 通过书面考试。检查员不应是主管单位的雇员。

(c) 进行所要求的检查的检查代理机构

^① SNT-TC-IA 及补篇是美国非破坏试验学会出版的“非破坏性试验人员资格及许可证的推荐实施法”。

关,除检查员外应有一批工程专家,他们都应在一种或几种非破坏性试验方法方面通过 ASME 批准的非破坏性试验考试,及在本篇规范的知识方面和熟悉 ASME 锅炉和受压力容器规范第Ⅲ篇核动力装置部件知识方面通过 ASME 要求的特种测验。

(d) 检查员、工程专家及工作人员,作为一个组织,应能胜任上述规范所列的各种非破坏性试验方法的应用和评价。当检查员需要顾问及支持时,工程专家应能担任。

IS-204 检查员的可达性。主管单位应安排正式授权的检查员能进入电站各部分以进行所要求的检查。主管单位应告知检查员有关进行检查的必要的准备工作的进度,并应在设备已准备就绪能进行任何一项所要求的检查时,事先在适当时间通知他。

IS-210 检验的技术及工序

使用期间检验的方法、技术及工序在本篇规范内分别用标题“目视”、“表面”、及“深部”列入适当的章节。每个项目叙述一类,使能在不同的方法或工序中选择,以适应各种可达性及放射性水平,及进行检验的设备的自动化程度。

IS-211 目视检验。目视检验用于对所检验的部件、设备或表面提供一般情况报告,包括刮痕、磨损、裂纹、表面腐蚀或磨蚀、部件或设备的不对中或移动、或渗漏的痕迹。

IS-211.1 直接目视检验:当可达性足够能使肉眼达到离检验表面 24 吋以内并与检验表面成不小于 30° 的角度时,可进行直接目视检验。可以用镜子来调整视角。除一般照相外,检验表面应有灯光以直角或钝角照射以显示裂纹、腐蚀或磨蚀的痕迹。如果可达性、照明、视角的组合,或不经帮助或经过矫正后,在检验表面上所放的 18% 中性灰色纸板上或在类似于目视检验表面的位置上,能分辨 6 吋宽的黑线,则分辨力认为是足够

的。

IS-211.2 远距离目视检验:可用远距离目视检验来代替直接目视检验使检查员不发生困难。远距离目视检验包括目视的辅助设施,如望远镜、潜望镜、窥孔镜、纤维光学仪器、电视照相机、及带有或不带永久记录附件的探测系统。这些系统至少应具有相当于直接目视检验所能获得的分辨能力。镜子、可移动光源、或转动光学仪器、或它们的任何组合,能用于显示裂纹、表面括痕、腐蚀或磨蚀痕迹、不对中或偏移。

IS-211.3 复制:如果表面分辨能达到相当于通过目视观察所能获得的程度,则表面复制法认为是可取的。

IS-211.4 清洗:目视检验要求表面清洁或除去沾污,使能对检验结果作有效的说明,故应先用适当的方法进行清洗^②。

IS-212 表面检验。应规定进行表面检验以找出或验证表面上或接近表面处有无裂纹或不连续缺陷存在。表面检验可用磁粉检验,或在表面情况、材料、和可达性允许的条件下用液体渗透检验。如果在必须进行检验时,该表面浸没在水中或充满水,则任何方法都不能进行。

IS-212.1 磁粉检验:磁粉检验是一种检验方法,它能在焊缝、板材、锻件、管件及铸件上测出带圆角的不连续缺陷、裂纹及其他线性不连续缺陷。对于表面缺陷灵敏度最高,在表面以下则随深度的增加而灵敏度迅速降低。磁粉检验仅能用于铁磁性材料。应用的工序应依照 ASME 锅炉和受压力容器规范第Ⅲ篇附录Ⅹ-3500 条。

IS-212.2 液体渗透检验:液体渗透检验是一种非破坏性检验的方法,它能在非多孔性的铁类和非铁类材料表面上测出裂开至表面

^② 由于还没有完全制订清洁的规范和标准,故建议在采用任何一种清洁工艺前,进行专门的研究和注意。

的不连续缺陷。用这方法能测出的典型的不连续缺陷是裂纹、缝隙、搭接、冷塞以及分层。液体渗透剂加在所检验的表面上,使进入这种裂口,然后除去多余的渗透剂,使这部分干燥,再加上显象剂。显象剂被渗入不连续缺陷的渗透剂染色或调湿,增加不连续缺陷的明显性,使能用普通光线或用“黑光”观看不连续缺陷。液体渗透检验应用的工序应依照 ASME 锅炉及受压力容器规范第Ⅲ篇附录Ⅱ-3600条。

IS-213 深部检验。深部检验的目的是用一种能检验表面以下金属整体的方法,以指示表面下是否存在缺陷。检验方法如射线照相、超声波检验或其他新技术,这些新技术如果能证明能探测表面下的不连续缺陷的,均可采用。

IS-213.1 射线照相检验:用 X-射线、 γ 射线或热中子作为能源的射线照相技术可结合适当的映像记录技术使用,映像记录技术如照相胶片或照相纸、静电系统、直接映像的显象管或映象变换器。用 X-射线设备或放射性同位素及照相胶片进行射线照相检验,工序应依照 ASME 锅炉及受压力容器规范第Ⅲ篇附录Ⅱ-3300条“射线照相检验”的规定。其他射线照相技术应证明它的灵敏度至少相当于附录Ⅱ-3300条所述。

IS-213.2 超声波检验:用脉冲回波技术的超声波检验应按照 ASME 锅炉及受压力容器规范第Ⅲ篇附录Ⅱ-3000并参照Ⅱ-3400“焊缝的超声波检验”进行。除为了本规范所要求的对焊缝及邻近母材的超声波运行前检验及使用期间检验外,可用下列对结果的评价:所有产生大于标准水平 100% 反应的检验结果应加研究,使操作人员能确定所有这些反射体的形状、种类及位置,并能按 IS-311 对这些结果作出评价。对于其他超声波方法或新技术,如果能证明至少相当于脉冲回波法所能获得的灵敏度,则亦可代替上述方法。ASTM-E-114“利用直接接触产生的脉冲纵

波用反射法进行的超声波试验”及 ASTM-A-435“受压力容器钢板的纵波超声波检查”可作为工序文献的参考。

IS-213.3 压力壳的超声波检验:当选用超声波检验作为压力壳的检验方法时,应包括附录 I 中的特殊的校验要求、缺陷的测量要求、和报告要求。

IS-214 其他检验。对于其他检验方法、几种方法的联合使用或采用新发展的技术,如果证明所得的结果能相等或更好,则均可代替 IS-211、IS-212 及 IS-213 的方法。这些其他方法的验收标准应按照 IS-311 所规定的要求。

IS-220 非破坏性检验人员的资格

IS-221 一般要求。对于进行非破坏性检验操作的人员资格,在应用检验技术及所用方法方面,应符合 SNT-TC-IA 和它的补篇或附录的规定。应由经考试合格的从事非破坏性检验的人员进行各种非破坏性检验及对结果作出评价。各种人员职责的指定应由主管单位或其代理人处理。对申请人员的审资考试应着重于个人按照可用的工序进行非破坏性试验的能力。

IS-222 同时有几种操作的检验方法的人员。对于包含几种操作或几种类型的非破坏性试验,可任用经过鉴定可进行一种或几种操作的人员。例如,可任用一个人经过鉴定能进行检验的人员,并可用另一个经过鉴定能说明或评价检验结果的人员。

IS-223 不包括在 SNT-TC-IA 内的检验方法的人员。对于不包括在 SNT-TC-IA 文献内的非破坏性检验方法,应由主管单位或其代理人根据包含该特种方法(例如检漏试验)的类似检验,按相应的类似水平对人员进行鉴定。SNT 资格鉴定可行的部分,应在代表主管单位的电站的部分用主管单位的工序进行。

IS-224 检查员的职责。检查员有责任按照

SNT-TC-IA 甄审主管单位或其代理人对操作者所发的许可证,同时当检查员有理由认为该操作人员的工作有问题时,有责任检查程序并要求对任何操作人员重新甄审。

IS-230 检验要求

IS-231 主管单位的职责。主管单位应负责确定,在 IS-120 所定义的系统范围内所有受压设备都按表 IS-261 的要求进行了详细的检验,检验是按照 IS-210 条所鉴定的书面工序进行的,其中所包含的要求都已满足。

IS-232 运行前检验的要求。作为运行前检验的要求,在电站首次起动前,表 IS-251 所列的所有详细检验均应全部进行完毕,除非在各种情况下应将检验范围扩大至基本上包含 100% 的受压焊缝。如有下列情况,则单独系统设备或管道的车间检验记录在某些情况下可用来代替电站内运行前的检验:

(a) 进行这些检验的条件及所用的设备和技术与以后要进行的使用期间检验所用的相应,

(b) 车间检验记录能按 IS-600 要求的格式已经、或能够整理成文,并经过鉴定。

IS-233 运行前检验的记录。为了与今后的使用期间检验的结果相比较,主管单位应负责整编适当的运行前检验记录。

IS-240 检查间隔

IS-241 要求的间隔。表 IS-261 所列要求的检验和检查应每隔 10 年全部进行一次,以后就称这段时间为检查间隔。这些代表反应堆装置投入民用后年数的检查间隔,在使用期间配合电站停用的检查周期不应超过一年以上。缩短检查间隔可由主管单位决定。如果电站连续停用一年以上,则检查间隔可以整年的增量延长一年或几年。

IS-242 检查程序。倾向于在电站正常停用时,例如在检查间隔内更换燃料或维修停用

时,进行运行期间的检验。除 IS-251 所规定的检验类别 A、B、E-2、I-2、J-2、L-1、L-2、M-1 及 M-2 以外,在检查间隔的三分之一终了时(如果要完成附加的检验则放宽至不超过 $33\frac{1}{3}\%$),至少应完成所要求的检验的 25%;在检查间隔的三分之二终了时(放宽至不超过 $66\frac{2}{3}\%$),至少应完成所要求的检验的 50%。其余要求的检验应在检查间隔终了时完成。

IS-243 以后的检查。

(a) 设备、部件或区域(表 IS-261)在每一检验类别中的检验次序与 IS-251 所确定的要求有关。

(b) 如果检查范围要求在第一个检查间隔内检验所有设备,则在第一个间隔的三分之一的时间终了时所检查的设备,同样应在以后的检查间隔(第二个十年等等)三分之一的时间终了时检查完毕。这种轮转的依据应在以后的检查间隔内尽可能遵守。

(c) 如果在第一个检查间隔不要求检查全部设备,则以后每一个检查间隔内应检查百分数大致相同的上次没有检查过的设备(不包括运行前的检验)。

(d) 如果设备只能在拆开时进行检查,则第一个检查间隔所适用的检查要求同样适用于以后的检查间隔。

IS-244 附加的检验。当检验发现某一类有不合格的结构缺陷时,检验范围应扩大至包括系统设备或管道的同一类中附加的某些项目(或区域),它的数目约等于初始检验的数目(或区域)。如发现更多不合格的结构缺陷时,所有其余的这一类系统设备或管道应按表 IS-251 检验类别所规定的范围进行检验。

IS-250 检验类别

IS-251 检验的区域和范围。

(a) 要求检验的受压设备的区域是由于它们的材料、几何形状、应力水平、所加负

载、环境、及加工方式而考虑检查或检验。

(b) 表 IS-251 所指的一个或几个检验

类别中的每一个区域应至少按该表所规定的范围进行检验。

表 IS-251 检验的类别

受 检 验 的 区 域	检 验 的 范 围 和 次 数
-------------	-----------------

A

反应堆压力壳带状区内的受压焊缝

如果反应堆压力壳内用热屏蔽,则受检验的区域应包括反应堆压力壳壁上面热屏蔽高度上的纵向和周向焊缝;如果不用热屏蔽,高度应为面对反应堆燃料的有效长度。

受检验的区域应包括焊接金属及母材金属在焊缝边缘以外一个板厚的距离。

此外,经焊接修理的材料,当修理深度超过公称壁厚的10%时,及当修理区域在压力壳壁面对压力壳的热屏蔽(如有热屏蔽)或没有热屏蔽而修理区域面对反应堆的燃料有效高度时,应进行检验。检验必须包括修理部分的全部;如果修理部位知道得不确切或不准确,则确切知道包括在修理部分内的各筒体板、锻件或筒体部分应进行检验。

筒体纵向及周向焊缝的个别检验可在每个检查间隔内或检查间隔接近终了时进行,检验范围至少应包括每个纵向焊缝长度的10%,每个周向焊缝长度的5%,以上所指焊缝的最小长度应等于一个壁厚。

如果纵向或周向焊缝受到 10^{19} nvt 以上的中子照射时(E_n 在1兆电子伏以上),在高辐照区所检验的焊缝长度应至少增加50%。

如果在第一个检查间隔内修理的区域受到超过 10^{19} nvt(E_n 在1兆电子伏以上)中子通量照射时,则在第一个检查间隔终了时,或在任何情况下不超过第二个检查间隔终了时,检验范围应增加至修理面积的50%以上。在以后各间隔内应按 IS-243 继续进行检验。

B

压力壳上的受压焊缝

受检验的区域应包括压力壳筒体上的纵向和周向焊缝及压力壳顶盖上的子午线方向及圆周方向焊缝。

受检验区域应包括焊接金属及母材金属在焊缝边缘以外一个板厚的距离。

在每一个检查间隔中进行的检验应至少包括每个纵向筒体焊缝及子午线方向顶盖焊缝长度的10%及每个周向筒体及顶盖焊缝长度的5%。

对于反应堆压力壳的焊缝,可在每个检查间隔内或接近终了时进行个别检验。

C

压力壳与法兰间,及顶盖与法兰间的受压焊缝

受检验区域应包括压力壳与法兰间及顶盖与法兰间的焊缝。

压力壳与法兰间焊缝的检验可从法兰的螺栓孔表面进行。

每个检查间隔所进行的个别检验累积应包括每个周向焊缝的100%。

每个横向焊缝的个别检验时所检验的区域的数目和范围应提供一个整个焊缝的代表性样品。

D

压力壳上的受压接管

受检验的区域应包括接管附着于压力壳的焊缝及接管在压力壳内部的整个延伸部分。在这类中不包括接管与所连接的管道间的周向焊缝及受压的密封焊。

每个接管的检验范围应包括接管与压力壳间焊缝的100%,及接管与压力壳连接处的内半径断面的100%。压力壳所有的接管应在每个检查间隔内进行检验。

每个检查间隔内检验的接管数目应为将压力壳受检验的接管总数以检查间隔内预定检验的次数近似地平均分配。所得的数目应在每组大小类似的接管中包括一个代表性样品。

E

压力壳上承压的部分焊透的焊缝

在水压试验时(IS-500),应检验每个焊透区域周围有无泄漏迹象。

每个检查间隔期间进行的检验至少应包括每组较大和较重要的焊透焊缝的25%。