

TSG 特种设备安全技术规范

TSG R7001—2013

压力容器定期检验规则

Pressure Vessel Periodical Inspection Regulation



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布

2013年1月16日

TSG



特种设备安全技术规范

TSG R7001—2013

压力容器定期检验规则

Pressure Vessel Periodical Inspection Regulation

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局颁布

2013年1月16日

前 言

2009年11月,国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质检总局)特种设备安全监察局(以下简称特种设备局)下达修订《压力容器定期检验规则》(以下简称定检规)的任务书。2010年1月,中国特种设备检测研究院(以下简称中国特检院)组织有关专家成立修订工作组,在北京召开第一次会议,讨论定检规修订的原则、重点内容及主要问题,并且就修订工作进行了具体分工,制定了修订工作时间表。2010年5月,工作组在合肥召开了第二次会议,经过讨论,形成了定检规征求意见稿。2010年6月,特种设备局以质检特函[2010]31号文征求意见。2010年10月,工作组根据征求的意见,研究处理形成送审稿。在修订过程中,特种设备局还多次与工作组召开专题会议,研讨定检规修订过程中的重大问题。2010年11月,特种设备局将送审稿提交给国家质检总局特种设备安全技术委员会审议,工作组根据审议意见修改后形成了报批稿。2013年1月16日,本规则由国家质检总局批准颁布。

本次修订工作的基本原则,与《特种设备安全监察条例》、《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG R0004)和《移动式压力容器安全技术监察规程》(TSG R0005)协调一致;根据5年来的实际使用情况以及行业发展,调整、完善不适应的内容,新增加附件E非金属及非金属衬里压力容器定期检验专项要求;明确定期检验的性质、定位及检验周期的含义,按国家质检总局及信息化工作要求,统一检验结论及结论报告内容;理清使用单位、检验机构、监察机构的义务;明确检验机构、检验人员的义务与分工;在考虑基本安全要求的基础上,建立基于损伤模式、失效模式制定针对性检验方案的思想,突出检验项目的针对性、有效性、科学性;为新检验检测技术、评定方法的应用,给出渠道;吸纳成熟的科技成果,理清与常规检验方法的关系;方便企业,服务于企业的发展;兼顾国际发展,具有中国特色;安全技术规范与相应标准协调一致,为在用设备检验标准的制定留出接口。

参加本规则修订工作的主要单位和人员如下:

中国特种设备检测研究院

国家质检总局特种设备局

合肥通用机械研究院

广东省特种设备检测院

山西省锅炉压力容器监督检验所

天华化工机械及自动化研究设计院

林树青 谢铁军 贾国栋

李邦宪 张君鹏 王 辉

王晓雷 李 军 常彦衍

陈学东 杨铁成

罗伟坚

袁素霞

桑临春

沈阳特种设备检测研究院	马 毅
兰州石油机械研究所	王纪兵
江苏省特种设备安全监督检验研究院	缪春生 强天鹏
山东省特种设备检验研究院	曹怀祥
安徽省质量技术监督局	王成银
杭州市特种设备检测院	盛水平
中国石油独山子石化公司压力容器检验所	赵立凡
中国石化北京燕山分公司	戴 澄
扬子石化巴斯夫有限责任公司	陈 江

目 录

第一章 总 则	(1)
第二章 检验前的准备工作	(3)
第三章 检验项目与方法	(5)
第四章 安全状况等级评定	(9)
第五章 附 则	(15)
附件 A 铁路罐车、汽车罐车和罐式集装箱定期检验专项要求	(17)
附件 B 医用氧舱定期检验专项要求	(31)
附件 C 小型制冷装置中压力容器定期检验专项要求	(44)
附件 D 长管拖车、管束式集装箱定期检验专项要求	(47)
附件 E 非金属及非金属衬里压力容器定期检验专项要求	(55)
附录 a 压力容器定期检验报告	(66)
附录 b 特种设备检验意见通知书	(89)
相关规章和规范历次制(修)订情况	(91)

压力容器定期检验规则

第一章 总 则

第一条 为了规范压力容器定期检验工作,根据《特种设备安全监察条例》和相关压力容器安全技术监察规程的规定,制定本规则。

第二条 本规则适用于《特种设备安全监察条例》范围内的在用固定式压力容器、移动式压力容器和医用氧舱的定期检验,但是不包括气瓶。

其中,铁路罐车、汽车罐车和罐式集装箱(以下统称罐车)的定期检验,按照本规则附件 A《铁路罐车、汽车罐车和罐式集装箱定期检验专项要求》进行;医用氧舱(以下简称氧舱)的定期检验,按照本规则附件 B《医用氧舱定期检验专项要求》进行;小型制冷装置中压力容器的定期检验,按照本规则附件 C《小型制冷装置中压力容器定期检验专项要求》进行;长管拖车、管束式集装箱的定期检验,按照本规则附件 D《长管拖车、管束式集装箱定期检验专项要求》进行;搪玻璃压力容器、石墨及石墨衬里压力容器、玻璃纤维增强塑料(玻璃钢)及玻璃钢衬里压力容器、塑料及塑料衬里压力容器的定期检验,按照本规则附件 E《非金属及非金属衬里压力容器定期检验专项要求》进行。

本规则第一、第二和第五章的规定适用于前款压力容器的定期检验工作,专项要求中另有规定的,从其规定。

超高压容器的定期检验按照《超高压容器安全技术监察规程》(TSG R0002)的有关规定执行。

第三条 压力容器定期检验,是指特种设备检验机构(以下简称检验机构)按照一定的时间周期,在压力容器停机时,根据本规则的规定对在用压力容器的安全状况所进行的符合性验证活动。

第四条 定期检验工作的一般程序,包括检验方案制定、检验前的准备、检验实施、缺陷及问题的处理、检验结果汇总、出具检验报告等。

第五条 压力容器的安全状况分为 1 级至 5 级。对在用压力容器,应当根据检验情况,按本规则第四章进行评级。

第六条 压力容器一般于投用后 3 年内进行首次定期检验。以后的检验周期由检验机构根据压力容器的安全状况等级,按照以下要求确定:

(一)安全状况等级为 1、2 级的,一般每 6 年检验一次;

(二)安全状况等级为3级的,一般每3年至6年检验一次;

(三)安全状况等级为4级的,监控使用,其检验周期由检验机构确定,累计监控使用时间不得超过3年,在监控使用期间,使用单位应当采取有效的监控措施;

(四)安全状况等级为5级的,应当对缺陷进行处理,否则不得继续使用。

应用基于风险的检验(RBI)技术的压力容器,按照《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG R0004)7.8.3的要求确定检验周期。

本规则附件或者其他安全技术规范对检验周期有特殊规定的,从其规定。

第七条 有下列情况之一的压力容器,定期检验周期可以适当缩短:

(一)介质对压力容器材料的腐蚀情况不明或者腐蚀情况异常的;

(二)具有环境开裂倾向或者产生机械损伤现象,并且已经发现开裂的(注1);

(三)改变使用介质并且可能造成腐蚀现象恶化的;

(四)材质劣化现象比较明显的;

(五)使用单位没有按照规定进行年度检查的;

(六)检验中对其他影响安全的因素有怀疑的。

采用“亚铵法”造纸工艺,并且无有效防腐措施的蒸球,每年至少进行一次定期检验。

使用标准抗拉强度下限值大于或者等于540MPa低合金钢制造的球形储罐,投用一年后应当开罐检验。

注1:环境开裂主要包括应力腐蚀开裂、氢致开裂、晶间腐蚀开裂等;机械损伤主要包括各种疲劳、高温蠕变等。

第八条 安全状况等级为1、2级的压力容器,符合下列条件之一的,定期检验周期可以适当延长:

(一)介质腐蚀速率每年低于0.1mm、有可靠的耐腐蚀金属衬里或者热喷涂金属涂层的压力容器,通过1次至2次定期检验,确认腐蚀轻微或者衬里完好的,其检验周期最长可以延长至12年;

(二)装有催化剂的反应容器以及装有充填物的压力容器,其检验周期根据设计图样和实际使用情况,由使用单位和检验机构协商确定(必要时征求设计单位的意见),报办理《特种设备使用登记证》(以下简称使用登记证)的质量技术监督部门(以下简称使用登记机关)备案。

第九条 对无法进行定期检验或者不能按期进行定期检验的压力容器,按照以下要求处理:

(一)设计文件已经注明无法进行定期检验的压力容器,由使用单位在办理使用登记证时作出书面说明;

(二)因情况特殊不能按期进行定期检验的压力容器,由使用单位提出书面申请报

告说明情况，经使用单位安全管理负责人批准，征得上次承担定期检验的检验机构同意（首次检验的延期不需要），向使用登记机关备案后，可以延期检验；对固定式压力容器，也可以由使用单位提出申请，按照《固定式压力容器安全技术监察规程》7.8的规定办理。

对无法进行定期检验或者不能按期进行定期检验的压力容器，使用单位均应当采取有效的安全保障措施。

第十条 使用单位应当在压力容器定期检验有效期届满前 1 个月向检验机构提出定期检验要求。检验机构接到定期检验要求后，应当及时进行检验。

第十一条 采用与本规则及有关安全技术规范不一致的新检测技术、新评定方法时，相关单位应当将有关的研究、试验、检测等依据、数据、结果及其报告等技术资料报国家质量监督检验检疫总局（以下简称国家质检总局），由国家质检总局委托有关的技术机构进行技术评审。技术评审的结果经过国家质检总局批准后，新检测技术、新评定方法方可进行试用。

第十二条 检验机构应当严格按照核准的检验范围从事压力容器的定期检验工作，检验检测人员（以下简称检验人员）应当取得相应的特种设备检验检测人员证书，并且按照规定进行注册。检验机构应当接受质量技术监督部门的监督，并且对压力容器定期检验结论的真实性、准确性、有效性负责（注 2）。

注 2：真实性表示结论、报告以事实为基础，不作假证；准确性表示结论、报告所涉及的检测数据符合相关要求；有效性表示检验机构的资质、检验人员的资格符合要求，所使用的仪器设备在检定校准有效期内，检验依据合法，报告审批程序符合要求。

第十三条 使用单位、检验机构应当严格执行本规则的规定，做好压力容器的定期检验工作，并且按照特种设备信息化工作规定，及时将所要求的数据输入特种设备信息系统。

第十四条 检验机构应当定期对检验人员进行检验工作安全教育，并且保存教育记录。

第二章 检验前的准备工作

第十五条 检验前，检验机构应当根据压力容器的使用情况、损伤模式及失效模式，依据本规则的要求制定检验方案，检验方案由检验机构授权的技术负责人审查批准。对于有特殊情况的压力容器的检验方案，检验机构应当征求使用单位的意见。

检验人员应当严格按照批准的检验方案进行检验工作。

第十六条 检验前，检验人员一般需要审查以下资料：

（一）设计资料，包括设计单位资质证明，设计、安装、使用说明书，设计图样，

强度计算书等；

(二)制造(含现场组焊)资料，包括制造单位资质证明，产品合格证，质量证明书(对真空绝热压力容器，还包括封口真空度、真空夹层泄漏率检测结果、静态蒸发率指标等)，竣工图等，以及制造监督检验证书、进口压力容器安全性能监督检验报告；

(三)压力容器安装竣工资料；

(四)改造或者重大维修资料，包括施工方案和竣工资料，以及改造、重大维修监督检验证书；

(五)使用管理资料，包括《使用登记证》和《特种设备使用登记表》(以下简称《使用登记表》)，以及运行记录、开停车记录、运行条件变化情况以及运行中出现异常情况的记录等；

(六)检验、检查资料，包括定期检验周期内的年度检查报告和上次的定期检验报告。

本条(一)至(四)项的资料，在压力容器投用后首次定期检验时必须进行审查，以后的检验视需要(如发生移装、改造及重大维修等)进行审查。

资料审查发现使用单位没有按照要求对压力容器进行年度检查，以及发生使用单位变更、更名使压力容器的现时状况与《使用登记表》内容不符，而没有按照《压力容器使用管理规则》(TSG R5002)要求办理变更的，检验机构应当向使用登记机关反映。

资料审查发现压力容器未按照规定实施制造监督检验(进口压力容器未实施安全性能监督检验)或者无《使用登记证》，检验机构应当停止检验，并且向使用登记机关反映。

第十七条 使用单位和相关的辅助单位，应当按照要求做好停机后的技术性处理和检验前的安全检查，确认现场条件符合检验工作要求，做好有关的准备工作。检验前，现场至少具备以下条件：

(一)影响检验的附属部件或者其他物体，按照检验要求进行清理或者拆除；

(二)为检验而搭设的脚手架、轻便梯等设施安全牢固(对离地面 2m 以上的脚手架设置安全护栏)；

(三)需要进行检验的表面，特别是腐蚀部位和可能产生裂纹缺陷的部位，彻底清理干净，露出金属本体；进行无损检测的表面达到 JB/T 4730《承压设备无损检测》的有关要求；

(四)需要进入压力容器内部进行检验，将内部介质排放、清理干净，用盲板隔断所有液体、气体或者蒸汽的来源，同时设置明显的隔离标志，禁止用关闭阀门代替盲板隔断；

(五)需要进入盛装易燃、易爆、助燃、毒性或者窒息性介质的压力容器内部进行

检验,必须进行置换、中和、消毒、清洗,取样分析,分析结果达到有关规范、标准规定;取样分析的间隔时间应当符合使用单位的有关规定;盛装易燃、易爆、助燃介质的,严禁用空气置换;

(六)人孔和检查孔打开后,必须清除可能滞留的易燃、易爆、有毒、有害气体和液体,压力容器内部空间的气体含氧量在18%至23%(体积比)之间;必要时,还需要配备通风、安全救护等设施;

(七)高温或者低温条件下运行的压力容器,按照操作规程的要求缓慢地降温或者升温,使之达到可以进行检验工作的程度,防止造成伤害;

(八)能够转动或者其中有可动部件的压力容器,必须锁住开关,固定牢靠;移动式压力容器检验时,采取有效措施防止移动;

(九)切断与压力容器有关的电源,设置明显的安全警示标志;检验照明用电电压不得超过24V,引入压力容器内的电缆必须绝缘良好、接地可靠;

(十)需要现场进行射线检测时,隔离出透照区,设置警示标志。

检验时,使用单位压力容器安全管理人员、操作和维护等相关人员应当到场协助检验工作,及时提供有关资料,负责安全监护,并且设置可靠的联络方式。

第十八条 存在以下情况时,应当根据需要部分或者全部拆除压力容器外隔热层:

(一)隔热层有破损、失效的;

(二)隔热层下容器壳体存在腐蚀或者外表面开裂可能性的;

(三)无法进行压力容器内部检验,需要外壁检验或者从外壁进行内部检测的;

(四)检验人员认为有必要的。

第十九条 检验用的设备、仪器和工具应当在有效的检定或者校准期内。

第二十条 检验人员确认现场条件符合检验工作要求后方可进行检验,并且执行使用单位有关动火、用电、高空作业、罐内作业、安全防护、安全监护等规定。

第三章 检验项目与方法

第二十一条 压力容器定期检验项目,以宏观检验、壁厚测定、表面缺陷检测、安全附件检验为主,必要时增加埋藏缺陷检测、材料分析、密封紧固件检验、强度校核、耐压试验、泄漏试验等项目。

设计文件对压力容器定期检验项目、方法和要求有专门规定的,还应当从其规定。

第二十二条 宏观检验主要是采用目视方法(必要时利用内窥镜、放大镜或者其他辅助仪器设备、测量工具)检验压力容器本体结构、几何尺寸、表面情况(如裂纹、

腐蚀、泄漏、变形),以及焊缝、隔热层、衬里等。宏观检验除第二十三条、二十四条的特殊要求外,一般包括以下内容(注3):

(一)结构检验,包括封头型式,封头与筒体的连接,开孔位置及补强,纵(环)焊缝的布置及型式,支承或者支座的型式与布置,排放(疏水、排污)装置的设置等;

(二)几何尺寸检验,包括筒体同一断面上最大内径与最小内径之差,纵(环)焊缝对口错边量、棱角度、咬边、焊缝余高等;

(三)壳体外观检验,包括铭牌和标志,容器内外表面的腐蚀,主要受压元件及其焊缝裂纹、泄漏、鼓包、变形、机械接触损伤、过热,工卡具焊迹、电弧灼伤,法兰、密封面及其紧固螺栓,支承、支座或者基础的下沉、倾斜、开裂,地脚螺栓,直立容器和球形容器支柱的铅垂度,多支座卧式容器的支座膨胀孔,排放(疏水、排污)装置和泄漏信号指示孔的堵塞、腐蚀、沉积物等情况。

结构和几何尺寸等检验项目应当在首次全面检验时进行,以后定期检验仅对承受疲劳载荷的压力容器进行,并且重点是检验有问题部位的新生缺陷。

注3:本规则对压力容器提出的检验、检查如果未明确说明其方法,一般为宏观检验。

第二十三条 隔热层、衬里和堆焊层检验,一般包括以下内容:

(一)隔热层的破损、脱落、潮湿,有隔热层下容器壳体腐蚀倾向或者产生裂纹可能性的应当拆除隔热层进一步检验;

(二)衬里层的破损、腐蚀、裂纹、脱落,查看检查孔是否有介质流出;发现衬里层穿透性缺陷或者有可能引起容器本体腐蚀的缺陷时,应当局部或者全部拆除衬里,查明本体的腐蚀状况和其他缺陷;

(三)堆焊层的裂纹、剥离和脱落。

第二十四条 真空绝热压力容器除进行外部宏观检验外,还应当进行以下补充检验:

(一)夹层上装有真空测试装置的,检验夹层的真空度;

(二)夹层上未装真空测试装置的,必要时进行压力容器日蒸发率测量。

第二十五条 壁厚测定,一般采用超声测厚方法。测定位置应当有代表性,有足够的测点数。测定后标图记录,对异常测厚点做详细标记。

厚度测点,一般选择以下位置:

(一)液位经常波动的部位;

(二)物料进口、流动转向、截面突变等易受腐蚀、冲蚀的部位;

(三)制造成型时壁厚减薄部位和使用中易产生变形及磨损的部位;

(四)接管部位;

(五)宏观检验时发现的可疑部位。

壁厚测定时,如果发现母材存在分层缺陷,应当增加测点或者采用超声检测,查

明分层分布情况以及与母材表面的倾斜度,同时作图记录。

第二十六条 表面缺陷检测,应当采用 JB/T 4730 中的磁粉检测、渗透检测方法。铁磁性材料制压力容器的表面检测应当优先采用磁粉检测。

表面缺陷检测的要求如下:

(一)碳钢低合金钢制低温压力容器、存在环境开裂倾向或者产生机械损伤现象的压力容器、有再热裂纹倾向的压力容器、Cr-Mo 钢制压力容器、标准抗拉强度下限值大于或者等于 540MPa 的低合金钢制压力容器、按照疲劳分析设计的压力容器、首次定期检验的设计压力大于或者等于 1.6MPa(表压,以下没有注明的均同)的第Ⅲ类压力容器,检测长度不少于对接焊缝长度的 20%;

(二)应力集中部位、变形部位、宏观检验发现裂纹的部位,奥氏体不锈钢堆焊层,异种钢焊接接头、T 型接头、接管角接接头、其他有怀疑的焊接接头,补焊区、工卡具焊迹、电弧损伤处和易产生裂纹部位应当重点检验;对焊接裂纹敏感的材料,注意检验可能出现的延迟裂纹;

(三)检测中发现裂纹,检验人员应当扩大表面无损检测的比例或者区域,以便发现可能存在的其他缺陷;

(四)如果无法在内表面进行检测,可以在外表面采用其他方法对内表面进行检测。

第二十七条 埋藏缺陷检测,应当采用 JB/T 4730 中的射线检测或者超声检测等方法。超声检测包括衍射时差法超声检测(TOFD)、可记录的脉冲反射法超声检测和不可记录的脉冲反射法超声检测。

有下列情况之一时,应当进行射线检测或者超声检测抽查,必要时相互复验;抽查比例或者是否采用其他检测方法复验,由检验人员根据具体情况确定;必要时,可以用声发射判断缺陷的活动性:

- (一)使用过程中补焊过的部位;
- (二)检验时发现焊缝表面裂纹,认为需要进行焊缝埋藏缺陷检测的部位;
- (三)错边量和棱角度超过相应制造标准要求的焊缝部位;
- (四)使用中出現焊接接头泄漏的部位及其两端延长部位;
- (五)承受交变载荷压力容器的焊接接头和其他应力集中部位;
- (六)使用单位要求或者检验人员认为有必要的部位。

已进行过埋藏缺陷检测的,使用过程中如果无异常情况,可以不再进行检测。

第二十八条 材料分析根据具体情况,可以采用化学分析或者光谱分析、硬度检测、金相分析等方法。

材料分析按照以下要求进行:

- (一)材质不明的,一般需要查明主要受压元件的材料种类和牌号;对于第Ⅲ类压

力容器、移动式压力容器以及有特殊要求的压力容器(注4),必须查明材质;

(二)有材质劣化倾向的压力容器,应当进行硬度检测,必要时进行金相分析;

(三)有焊缝硬度要求的压力容器,应当进行硬度检测。

对于已经进行前款第(一)项检验,并且已作出明确处理的,不需要再重复检验该项。

注4:有特殊要求的压力容器,主要是指承受疲劳载荷的压力容器,采用应力分析设计的压力容器,盛装极度、高度危害介质的压力容器,盛装易爆介质的压力容器,标准抗拉强度下限值大于或者等于540MPa的低合金钢制压力容器等。

第二十九条 无法进行内部检验的压力容器,应当采用可靠的检测技术(例如内窥镜、声发射、超声检测等)从外部检测内部缺陷。

第三十条 M36以上(含M36)的设备主螺柱在逐个清洗后,检验其损伤和裂纹情况,必要时进行无损检测。重点检验螺纹及过渡部位有无环向裂纹。

第三十一条 对腐蚀(及磨蚀)深度超过腐蚀裕量、名义厚度不明、结构不合理(并且已经发现严重缺陷),或者检验人员对强度有怀疑的压力容器,应当进行强度校核。强度校核由检验机构或者委托有资质的压力容器设计单位进行。

强度校核的有关原则如下:

(一)原设计已明确所用强度设计标准的,可以按照该标准进行强度校核;

(二)原设计没有注明所依据的强度设计标准或者无强度计算的,原则上可以根据用途(例如石油、化工、冶金、轻工、制冷等)或者结构型式(例如球罐、废热锅炉、搪玻璃设备、换热器、高压容器等),按照当时的有关标准进行强度校核;

(三)进口或者按照境外规范设计的,原则上仍然按照原设计规范进行强度校核;如果设计规范不明,可以参照境内相应的规范;

(四)材料牌号不明并且无特殊要求的压力容器,按照同类材料的最低强度值进行强度校核;

(五)焊接接头系数根据焊接接头的实际结构型式和检验结果,参照原设计规定选取;

(六)剩余壁厚按照实测最小值减去至下次检验日期的腐蚀量,作为强度校核的壁厚;

(七)校核用压力应当不小于压力容器允许(监控)使用压力;

(八)强度校核时的壁温取设计温度或者操作温度,低温压力容器取常温;

(九)壳体直径按照实测最大值选取;

(十)塔、球罐等设备进行强度校核时,还应当考虑风载荷、地震载荷等附加载荷。

对不能以常规方法进行强度校核的,可以采用应力分析或者实验应力测试等方法校核。

第三十二条 安全附件检验的主要内容如下：

- (一)安全阀，检验是否在校验有效期内；
- (二)爆破片装置，检验是否按期更换；
- (三)压力表，检验是否在检定有效期内(适用于有检定要求的压力表)。

第三十三条 定期检验过程中，使用单位或者检验机构对压力容器的安全状况有怀疑时，应当进行耐压试验。耐压试验的试验参数[试验压力、温度等以本次定期检验确定的允许(监控)使用参数为基础计算]、准备工作、安全防护、试验介质、试验过程、合格要求等按照有关安全技术规范的规定执行。

耐压试验由使用单位负责实施，检验机构负责检验。

第三十四条 对于介质毒性程度为极度、高度危害，或者设计上不允许有微量泄漏的压力容器，应当进行泄漏试验。泄漏试验包括气密性试验和氨、卤素、氦检漏试验。试验方法的选择，按照压力容器设计图样的要求执行。

泄漏试验由使用单位负责实施，检验机构负责检验。

泄漏试验按照以下要求进行：

(一)气密性试验，气密性试验压力为本次定期检验确定的允许(监控)使用压力，其准备工作、安全防护、试验温度、试验介质、试验过程、合格要求等按照有关安全技术规范的规定执行；如果本次定期检验需要进行气压试验，则气密性试验可以和气压试验合并进行；对大型成套装置中的压力容器，可以用系统密封试验代替气密性试验；

(二)氨、卤素、氦检漏试验，按照设计图样或者相应试验标准的要求执行。

第四章 安全状况等级评定

第三十五条 安全状况等级根据压力容器检验结果综合评定，以其中项目等级最低者为评定等级。

需要改造或者维修的压力容器，按照改造或者维修结果进行安全状况等级评定。
安全附件检验不合格的压力容器不允许投入使用。

第三十六条 主要受压元件材料与原设计不符、材质不明或者材质劣化时，按照以下要求进行安全状况等级评定：

(一)用材与原设计不符，如果材质清楚，强度校核合格，经过检验未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀)，检验人员认为可以安全使用的，不影响定级；如果使用中产生缺陷，并且确认是用材不当所致，可以定为4级或者5级；

(二)材质不明，对于经过检验未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀)，强度校

核合格的(按照同类材料的最低强度进行),在常温下工作的一般压力容器,可以定为3级或者4级;罐车和液化石油气储罐,定为5级;

(三)材质劣化,发现存在表面脱碳、渗碳、石墨化、蠕变、回火脆化、高温氢腐蚀等材质劣化现象并且已经产生不可修复的缺陷或者损伤时,根据材质劣化程度,定为4级或者5级;如果劣化程度轻微,能够确认在规定的操作条件下和检验周期内安全使用的,可以定为3级。

第三十七条 有不合理结构的,按照以下要求评定安全状况等级:

(一)封头主要参数不符合相应制造标准,但是经过检验未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀),可以定为2级或者3级;如果有缺陷,可以根据相应的条款进行安全状况等级评定;

(二)封头与筒体的连接,如果采用单面焊对接结构,而且存在未焊透时,罐车定为5级,其他压力容器,可以根据未焊透情况,按照本规则第四十四条的规定定级;如果采用搭接结构,可以定为4级或者5级;不等厚度板(锻件)对接接头,未按照规定进行削薄(或者堆焊)处理,经过检验未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀)的,可以定为3级,否则定为4级或者5级;

(三)焊缝布置不当(包括采用“十”字焊缝),或者焊缝间距不符合相应标准的要求,经过检验未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀),可以定为3级;如果查出新生缺陷,并且确认是由于焊缝布置不当引起的,则定为4级或者5级;

(四)按照规定应当采用全焊透结构的角接焊缝或者接管角焊缝,而没有采用全焊透结构的,如果未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀),可以定为3级,否则定为4级或者5级;

(五)如果开孔位置不当,经过检验未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀),对于一般压力容器,可以定为2级或者3级;对于有特殊要求的压力容器,可以定为3级或者4级;如果开孔的几何参数不符合相应标准的要求,其计算和补强结构经过特殊考虑的,不影响定级,未作特殊考虑的,可以定为4级或者5级。

第三十八条 内、外表面不允许有裂纹。如果有裂纹,应当打磨消除,打磨后形成的凹坑在允许范围内的,不影响定级;否则,应当补焊或者进行应力分析,经过补焊合格或者应力分析结果表明不影响安全使用的,可以定为2级或者3级。

裂纹打磨后形成凹坑的深度如果小于壁厚余量(壁厚余量=实测壁厚-名义厚度+腐蚀裕量),则该凹坑允许存在。否则,将凹坑按照其外接矩形规则化为长轴长度、短轴长度及深度分别为 $2A$ (mm)、 $2B$ (mm)及 C (mm)的半椭球形凹坑,计算无量纲参数 G_0 ,如果 $G_0 < 0.10$,则该凹坑在允许范围内。

进行无量纲参数计算的凹坑应当满足如下条件:

(一)凹坑表面光滑、过渡平缓,凹坑半宽 B 不小于凹坑深度 C 的3倍,并且其周

围无其他表面缺陷或者埋藏缺陷；

(二)凹坑不靠近几何不连续或者存在尖锐棱角的区域；

(三)压力容器不承受外压或者疲劳载荷；

(四) T/R 小于 0.18 的薄壁圆筒壳或者 T/R 小于 0.10 的薄壁球壳；

(五)材料满足压力容器设计规定，未发现劣化；

(六)凹坑深度 C 小于壁厚 T 的 $1/3$ 并且小于 12mm，坑底最小厚度 $(T-C)$ 不小于 3mm；

(七)凹坑半长 $A \leq 1.4\sqrt{RT}$ 。

凹坑缺陷无量纲参数按照公式(1)计算：

$$G_0 = \frac{C}{T} \times \frac{A}{\sqrt{RT}} \quad (1)$$

式中：

T ——凹坑所在部位压力容器的壁厚(取实测壁厚减去至下次检验期的腐蚀量)，mm；

R ——压力容器平均半径，mm。

第三十九条 变形、机械接触损伤、工卡具焊迹、电弧灼伤等，按照以下要求评定安全状况等级：

(一)变形不处理不影响安全的，不影响定级；根据变形原因分析，不能满足强度和安全要求的，可以定为 4 级或者 5 级；

(二)机械接触损伤、工卡具焊迹、电弧灼伤等，打磨后按照本规则第三十八条的规定定级。

第四十条 内表面焊缝咬边深度不超过 0.5mm、咬边连续长度不超过 100mm，并且焊缝两侧咬边总长度不超过该焊缝长度的 10%时；外表面焊缝咬边深度不超过 1.0mm、咬边连续长度不超过 100mm，并且焊缝两侧咬边总长度不超过该焊缝长度的 15%时，按照以下要求评定其安全状况等级：

(一)一般压力容器不影响定级，超过时应当予以修复；

(二)罐车或者有特殊要求的压力容器，检验时如果未查出新生缺陷(例如焊趾裂纹)，可以定为 2 级或者 3 级；查出新生缺陷或者超过本条要求的，应当予以修复。

低温压力容器不允许有焊缝咬边。

第四十一条 有腐蚀的压力容器，按照以下要求评定安全状况等级：

(一)分散的点腐蚀，如果腐蚀深度不超过壁厚(扣除腐蚀裕量)的 $1/3$ ，不影响定级；如果在任意 200mm 直径的范围内，点腐蚀的面积之和不超过 4500mm^2 ，或者沿任一直径点腐蚀长度之和不超过 50mm，不影响定级；

(二)均匀腐蚀,如果按照剩余壁厚(实测壁厚最小值减去至下次检验期的腐蚀量)强度校核合格的,不影响定级;经过补焊合格的,可以定为2级或者3级;

(三)局部腐蚀,腐蚀深度超过壁厚余量的,应当确定腐蚀坑形状和尺寸,并且充分考虑检验周期内腐蚀坑尺寸的变化,可以按照本规则第三十八条的规定定级;

(四)对内衬和复合板压力容器,腐蚀深度不超过衬板或者覆材厚度1/2的不影响定级,否则应当定为3级或者4级。

第四十二条 存在环境开裂倾向或者产生机械损伤现象的压力容器,发现裂纹,应当打磨消除,并且按照第三十八条的要求进行处理,可以满足在规定的操作条件下和检验周期内安全使用要求的,定为3级,否则定为4级或者5级。

第四十三条 错边量和棱角度超出相应制造标准,根据以下具体情况综合评定安全状况等级:

(一)错边量和棱角度尺寸在表1范围内,压力容器不承受疲劳载荷并且该部位不存在裂纹、未熔合、未焊透等缺陷时,可以定为2级或者3级;

表1 错边量和棱角度尺寸范围

单位: mm

对口处钢材厚度 t	错边量	棱角度(注5)
$t \leq 20$	$\leq 1/3 t$, 且 ≤ 5	$\leq (1/10 t + 3)$, 且 ≤ 8
$20 < t \leq 50$	$\leq 1/4 t$, 且 ≤ 8	
$t > 50$	$\leq 1/6 t$, 且 ≤ 20	
对所有厚度锻焊压力容器		$\leq 1/6 t$, 且 ≤ 8

注5: 测量棱角度所用样板按照相应制造标准的要求选取。

(二)错边量和棱角度不在表1范围内,或者在表1范围内的压力容器承受疲劳载荷或者该部位伴有未熔合、未焊透等缺陷时,应当通过应力分析,确定能否继续使用;在规定的操作条件下和检验周期内,能安全使用的定为3级或者4级。

第四十四条 相应制造标准允许的焊缝埋藏缺陷,不影响定级;超出相应制造标准的,按照以下要求评定安全状况等级:

(一)单个圆形缺陷的长径大于壁厚的1/2或者大于9mm,定为4级或者5级;圆形缺陷的长径小于壁厚的1/2并且小于9mm,其相应的安全状况等级评定见表2和表3;

表2 规定只要求局部无损检测的压力容器(不包括低温压力容器)
圆形缺陷与相应的安全状况等级(注6)

安全 状况 等级	评定区 (mm)					
	10×10			10×20		10×30
	实测厚度 (mm)					
	$t \leq 10$	$10 < t \leq 15$	$15 < t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$50 < t \leq 100$	$t > 100$
	缺陷点数					
2级或者3级	6 ~ 15	12 ~ 21	18 ~ 27	24 ~ 33	30 ~ 39	36 ~ 45
4级或者5级	> 15	> 21	> 27	> 33	> 39	> 45

表3 规定要求100%无损检测的压力容器(包括低温压力容器)
圆形缺陷与相应的安全状况等级(注6)

安全 状况 等级	评定区 (mm)					
	10×10			10×20		10×30
	实测厚度 (mm)					
	$t \leq 10$	$10 < t \leq 15$	$15 < t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$50 < t \leq 100$	$t > 100$
	缺陷点数					
2级或者3级	3 ~ 12	6 ~ 15	9 ~ 18	12 ~ 21	15 ~ 24	18 ~ 27
4级或者5级	> 12	> 15	> 18	> 21	> 24	> 27

注6:表2、表3中圆形缺陷尺寸换算成缺陷点数,以及不计点数的缺陷尺寸要求,见JB/T 4730相应规定。

(二)非圆形缺陷与相应的安全状况等级评定,见表4和表5;

表4 一般压力容器非圆形缺陷与相应的安全状况等级(注7)

缺陷位置	缺陷尺寸			安全状况等级
	未熔合	未焊透	条状夹渣	
球壳对接焊缝;圆筒体纵焊缝,以及与封头连接的环焊缝	$H \leq 0.1t$, 且 $H \leq 2\text{mm}$; $L \leq 2t$	$H \leq 0.15t$, 且 $H \leq 3\text{mm}$; $L \leq 3t$	$H \leq 0.2t$, 且 $H \leq 4\text{mm}$; $L \leq 6t$	3级
圆筒体环焊缝	$H \leq 0.15t$, 且 $H \leq 3\text{mm}$; $L \leq 4t$	$H \leq 0.2t$, 且 $H \leq 4\text{mm}$; $L \leq 6t$	$H \leq 0.25t$, 且 $H \leq 5\text{mm}$; $L \leq 12t$	

表 5 有特殊要求的压力容器非圆形缺陷与相应的安全状况等级(注 7)

缺陷位置	缺陷尺寸			安全状况等级
	未熔合	未焊透	条状夹渣	
球壳对接焊缝;圆筒体纵焊缝,以及与封头连接的环焊缝	$H \leq 0.1t$, 且 $H \leq 2\text{mm}$; $L \leq t$	$H \leq 0.15t$, 且 $H \leq 3\text{mm}$; $L \leq 2t$	$H \leq 0.2t$, 且 $H \leq 4\text{mm}$; $L \leq 3t$	3级或者4级
圆筒体环焊缝	$H \leq 0.15t$, 且 $H \leq 3\text{mm}$; $L \leq 2t$	$H \leq 0.2t$, 且 $H \leq 4\text{mm}$; $L \leq 4t$	$H \leq 0.25t$, 且 $H \leq 5\text{mm}$; $L \leq 6t$	

注 7: 表 4、表 5 中 H 是指缺陷在板厚方向的尺寸,亦称缺陷高度; L 指缺陷长度(单位为 mm)。对所有超标非圆形缺陷均应当测定其高度和长度,并且在下次检验时对缺陷尺寸进行复验。

(三)如果能采用有效方式确认缺陷是非活动的,则表 4、表 5 中的缺陷长度容限值可以增加 50%。

第四十五条 母材有分层的,按照以下要求评定安全状况等级:

(一)与自由表面平行的分层,不影响定级;

(二)与自由表面夹角小于 10° 的分层,可以定为 2 级或者 3 级;

(三)与自由表面夹角大于或者等于 10° 的分层,检验人员可以采用其他检测或者分析方法进行综合判定,确认分层不影响压力容器安全使用的,可以定为 3 级,否则定为 4 级或者 5 级。

第四十六条 使用过程中产生的鼓包,应当查明原因,判断其稳定状况,如果能查清鼓包的起因并且确定其不再扩展,而且不影响压力容器安全使用的,可以定为 3 级;无法查清起因时,或者虽查明原因但是仍然会继续扩展的,定为 4 级或者 5 级。

第四十七条 固定式真空绝热压力容器,真空度及日蒸发率测量结果在表 6 范围内,不影响定级;大于表 6 规定指标,但不超出其 2 倍时,可以定为 3 级或者 4 级;否则定为 4 级或者 5 级。

表 6 真空度及日蒸发率测量

绝热方式	真空度		日蒸发率测量
	测量状态	数值(Pa)	
粉末绝热	未装介质	≤ 65	实测日蒸发率数值小于 2 倍额定日蒸发率指标
	装有介质	≤ 10	
多层绝热	未装介质	≤ 20	
	装有介质	≤ 0.2	

第四十八条 属于压力容器本身原因,导致耐压试验不合格的,可以定为 5 级。

第五章 附 则

第四十九条 综合评定安全状况等级为 1 级至 3 级的,检验结论为符合要求,可以继续使用;安全状况等级为 4 级的,检验结论为基本符合要求,有条件的监控使用;安全状况等级为 5 级的,检验结论为不符合要求,不得继续使用。本规则附件中对检验结论另有规定的,从其规定。

第五十条 安全状况等级评定为 4 级并且监控期满的压力容器,或者定期检验发现严重缺陷可能导致停止使用的压力容器,应当对缺陷进行处理。缺陷处理的方式包括采用维修的方法消除缺陷或者进行合于使用评价。负责压力容器定期检验的检验机构应当根据合于使用评价报告的结论和其他定期检验项目的结果综合确定压力容器的安全状况等级、允许使用参数和下次检验日期。

第五十一条 对于应用基于风险的检验(RBI)的压力容器,使用单位应当根据其结论所提出的检验策略制定压力容器的检验计划,定期检验机构依据其检验策略制定具体的定期检验方案并且实施定期检验。

第五十二条 检验机构应当保证检验工作质量,检验时必须有记录,检验后出具报告,报告的格式应当符合本规则附录 a 以及附件(专项要求)的附表要求。检验记录应当详尽、真实、准确,检验记录记载的信息量不得少于检验报告的信息量。明确有检验人员、审核人员等签字的检验报告必须由检验机构持证的压力容器检验人员、审核人员签字方为有效。

检验工作结束后,检验机构一般应当在 30 个工作日内出具报告,交付使用单位存入压力容器技术档案。

压力容器定期检验结论报告应当有编制、审核、批准三级人员签字,批准人员为检验机构的主要负责人或者授权的技术负责人。

因设备需要使用,检验人员可以在报告出具前,先出具《特种设备检验意见通知书(1)》(见附录 b),将检验初步结论书面通知使用单位,检验人员对检验意见的正确性负责。

检验发现设备存在需要处理的缺陷,由使用单位负责进行处理,检验机构可以利用《特种设备检验意见通知书(2)》(见附录 b)将缺陷情况通知使用单位,处理完成并且经过检验机构确认后,再出具检验报告;使用单位在约定的时间内未能完成缺陷处理工作的,检验机构可以按照实际检验情况先行出具检验报告,处理完成并且经过检验机构确认后再次出具报告。经检验发现严重隐患,检验机构应当使用《特种设备检

验意见通知书(2)》等将情况及时告知使用登记机关。

使用单位对检验结论有异议,可以向当地或者省级质量技术监督部门申诉。

第五十三条 检验机构应当按照要求将检验结果汇总上报使用登记机关。凡在定期检验过程中,发现压力容器存在影响安全的缺陷或者损坏,需要重大维修或者不允许使用的,按照有关规定逐台填写并且上报检验案例。

第五十四条 检验结论意见为符合要求或者基本符合要求的,使用单位或者检验机构应当在《使用登记证》上标注,或者由检验机构另附检验标志。按照信息化工作的要求,检验机构及时将检验信息告知使用登记机关;对移动式压力容器等采用电子记录卡、电子监管信息系统的,还应当同时在电子记录卡、电子监管信息系统中输入检验数据。

第五十五条 在用压力容器移装后的检验、停用后重新启用前的检验、超期服役继续使用前的检验均可参照本规则进行。

第五十六条 本规则由国家质检总局负责解释。

第五十七条 本规则自2013年7月1日起施行。2004年6月23日国家质检总局颁布的《压力容器定期检验规则》(TSG R7001—2004)同时废止。