

ICS23.020.30

CCS J 74

团 体 标 准

T/CPASE GP 0XX—2022

覆土式储存容器检验规范

Corrosion protection requirement for mounded steel storage vessels

(征求意见稿 20221115)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中国特种设备安全与节能促进会 发布

目录

前 言.....	I
引 言.....	II
1 范围	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 总则	4
5 损伤模式.....	4
6 年度检查.....	6
7 定期检验.....	8
8 定期检验结论.....	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准为首次制定。

本文件由中国特种设备安全与节能促进会（CPASE）提出并归口。

本标准主要起草单位：

本标准主要起草人：

本标准由 XXXXX 负责解释。

引 言

覆土式储存容器检验规范

1 范围

本文件规定了覆土式储存容器开展年度检查和定期检验的相关要求。

2 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。

GB/T 150（所有部分） 压力容器

GB/T 26610（所有部分） 承压设备系统基于风险的检验实施导则

GB/T 30579 承压设备损伤模式识别

GB/T 35013 承压设备合于使用评价

NB/T 47013（所有部分） 承压设备无损检测

CPASE GP 020-2022 覆土式钢制储存容器通用要求

3 术语和定义

GB/T 150、GB/T 26610、GB/T 30579 和 TSG 21 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 覆土式储存容器 mounded storage vessels

用于储存介质且外表面全部被土覆盖，仅有相关工艺接管（进出料、放空、排污）、人孔、仪表管口及设备安全附件等伸出于覆土层之外的容器。

3.2 在线监测 online monitoring

通过装在覆土式储存容器上的各类传感器，对相应信号进行连续自动监测并将状态信息上传至终端接收端。

3.3 损伤监测 damage monitoring

通过装在覆土式储存容器上的各类传感器，对变形、开裂、泄漏、腐蚀速率等信号进行连续自动监测并上传至终端接收端。

3.4 状态监测 state monitoring

通过装在覆土式储存容器上的各类传感器，对温度、压力、液位、壁厚等信号进行连续自动监测并上传至终端接收端。

3.5 阴极保护监测 cathodic protection monitoring

通过装在覆土式储存容器上的传感器，对阴极保护信号进行连续自动监测并上传至终端接收端。

3.6 沉降监测 settlement monitoring

通过装在覆土式储存容器上的传感器，对沉降信号进行连续自动监测并上传至终端接收端。

4 总则

4.1 实施检验检测的机构及人员应具有相关的资质。

4.2 覆土式储存容器的年度检查和定期检验除应满足 TSG 21 的相关要求外，还应满足 CPASE GP 020-2022 的相关要求。

4.3 年度检查需要对安全管理情况、本体及运行情况、安全附件检查，其中本体及运行情况的检查可依据损伤、状态、阴极保护和沉降等监测数据综合判断。

4.4 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。检验策略的制定需重点考虑储存容器外部覆土的环境，优先选用基于风险的检验（RBI）。

5 损伤模式

覆土式储存容器在使用过程中，受内部介质、外部环境及操作工况影响，可能存在但不限于以下损伤模式：

5.1 腐蚀减薄

5.1.1 内部腐蚀

损伤描述及损伤机理

覆土式储存容器内部介质中可能含有的氯化物、卤化物、硫化氢、二氧化碳、低分子有机酸（如甲酸、乙酸、乙二酸、苯甲酸等）等与金属接触发生的全面或局部腐蚀。

检测或监测方法

- 开罐进行内壁宏观检查和超声波壁厚测定，焊缝的腐蚀应通过目视检测和焊缝尺进行检测；
- 罐内设置腐蚀挂片或安装侵入式腐蚀探针监测腐蚀速率，或设置厚度传感器对重点部位壁厚进行在线监测；
- 监测溶解氧的含量；
- 罐内介质的定期 pH 值测定或实时监控手段。

5.1.2 外部腐蚀

损伤描述及损伤机理

覆土式储存容器接触的外部环境对罐壁造成的腐蚀。如罐壁在接触到砂床及覆土时会发生土壤腐蚀，土壤腐蚀多表现为以点蚀为主的局部腐蚀。土壤中若含有微生物（细菌、藻类、真菌等活性有机物）会造成微生物腐蚀，通常表现为局部垢下腐蚀或微生物簇团处腐蚀，碳钢的微生物腐蚀通常为杯状点蚀。对裸露在覆土层外的部分，还会产生大气腐蚀。

检测或监测方法

- 从内部进行壁厚检测，或外部设置相应的壁厚监测手段，实时掌握壁厚减薄情况；

- b) 定期对土壤的电阻率、杂散电流、微生物等进行检测；
- c) 设置专用探针监测结垢程度，还可进行气味监测，污水气味异常表明可能存在微生物腐蚀。
- d) 设置腐蚀探针对土壤腐蚀的腐蚀速率进行监测。

5.2 环境开裂

损伤描述及损伤机理

覆土式储存容器内部介质中可能含有的二氧化碳、湿硫化氢等与金属接触，在应力作用下发生的开裂。

检测或监测方法

- a) 开罐进行内部宏观检查和内壁荧光磁粉检测；
- b) 对罐内硫化氢、碳酸根含量、pH 值等进行检测来确定开裂敏感性；
- c) 声发射检测可用于监测裂纹活性，判断裂纹是否处于扩展状态。

5.3 机械损伤

5.3.1 机械疲劳

损伤描述及损伤机理

覆土式储存容器在反复的充装情况下，材料或构件在一处或几处产生局部永久性累积损伤而产生裂纹的过程。

检测或监测方法

- a) 开罐进行内部表面检测（荧光磁粉检测、渗透检测）；
- b) 监测容器的充装频率及压力波动情况。

5.3.2 振动疲劳

损伤描述及损伤机理

覆土式储存容器在振动载荷、汽蚀或不稳定流体流动等动态载荷作用下，引起了交变载荷，产生疲劳开裂。

检测或监测方法

- a) 检查是否有源自管道部件的明显振动声响；
- b) 在充装期间进行外观检查，确认有无短期振动发生；
- c) 在具备条件时，对振动部位进行磁粉检测及渗透检测来检测是否有振动疲劳开裂发生；
- d) 使用专用设备来测量振动。

5.3.3 冲刷

损伤描述及损伤机理

覆土式储存容器内部介质中，固体、液体、气体或其任意之间组合发生冲击或相对运动，造成容器内表面材料加速机械剥落的过程。

检测或监测方法

- a) 开罐进行宏观检查；

- b) 定点测厚或冲刷高风险区的壁厚监测；
- c) 流体成分分析：分析流体内固体颗粒的化学成分和颗粒尺寸，帮助确定覆土式储存容器系统内的冲刷情况；
- d) 采用仿真方法对可能的严重冲刷部位进行预测。

5.4 其他损伤

低温脆断

损伤描述及损伤机理

金属材料在温度降低至临界值 TK（一般为韧脆临界转变温度）以下时，材料由韧性状态转变为脆性状态，在应力的作用下发生的不经韧性变形就突然快速断裂的现象。特别是在水压试验时或紧急排放时或存在永久冻土层的地区应重点关注。

检测或监测方法

- a) 对可能发生脆性断裂的容器主要检查设备已存在的缺陷，尤其是采用表面无损检测（如磁粉检测、渗透检测）以及埋藏缺陷检测（如超声检测）对高应力部位进行重点检测，条件允许的情况下优先选用衍射时差法超声检测（TOFD）技术；
- b) 设置温度传感器，监测覆土式储存容器的金属温度变化情况。

6 年度检查

覆土式储存容器的年度检查项目应至少包括安全管理情况、本体及其运行状况和安全附件检查。安全管理情况和安全附件的检查应按 TSG 21 的规定进行，其中容器本体及运行情况的检查可依据损伤、状态、阴极保护和沉降等监测数据综合判断。

6.1 安全管理情况检查

覆土式储存容器安全管理情况检查至少包括以下内容：

- (1) 覆土式储存容器安全管理制度是否齐全有效；
- (2) TSG21 规定的设计文件、竣工图样、产品合格证、产品质量证明文件、安装及使用维护保养说明、监检证书以及安装、改造、修理资料等是否完整；
- (3) 《使用登记证》、《特种设备使用登记表》是否与实际相符；
- (4) 覆土式储存容器日常检查、维护保养、运行记录、定期安全检查记录是否符合要求；
- (5) 覆土式储存容器年度检查、定期检验报告是否齐全，检查、检验报告中所提出的问题是否得到解决；
- (6) 安全附件及仪表的校验（检定）、修理和更换记录是否齐全真实；
- (7) 覆土式储存容器在线监测数据记录是否齐全真实；
- (8) 应急预案中是否有覆土式储存容器专项要求、是否有演练记录；
- (9) 是否对覆土式储存容器事故、故障情况进行了记录。

6.2 覆土式储存容器本体及其运行状况检查

查阅并分析覆土式储存容器损伤、状态、阴极保护和沉降等监测数据，综合判断覆土式储存容器本体及其运行状况是否正常。覆土式储存容器本体及其运行状况的检查至少包括以下内容：

- (1) 覆土式储存容器产品铭牌及其有关标志是否符合有关规定；
- (2) 各监测系统及仪表运行是否有效；
- (3) 覆土式储存容器与相邻管道或者构件有无异常振动、响声或者相互摩擦；
- (4) 覆土式储存容器壁厚是否有异常；
- (5) 覆土式储存容器是否有泄漏现象；
- (6) 基础有无下沉、倾斜、开裂，紧固件是否齐全、完好；
- (7) 排放（疏水、排污）装置是否完好；
- (8) 运行期间是否有超压、超温、超量等现象；
- (9) 覆土式储存容器覆土结构是否有异常，是否有水土流失。

6.3 安全附件及仪表检查

安全附件的检查包括对安全阀、爆破片装置等的检查，仪表的检查包括对压力表、液位计、测温仪表等的检查。

6.3.1 安全阀

安全阀的检查内容和要求、检查结果处理以及校验周期需满足 TSG 21 中年度检查关于安全阀的相关要求。

6.3.2 爆破片装置

爆破片装置的检查内容和要求、检查结果处理以及校验周期需满足 TSG 21 中年度检查关于爆破片装置的相关要求。

6.3.3 压力表

压力表的检查内容和要求、检查结果处理需满足 TSG 21 中年度检查关于压力表的相关要求。

6.3.4 液位计

液位计的检查内容和要求、检查结果处理需满足 TSG 21 中年度检查关于压力表的相关要求。

6.3.4 测温仪表

测温仪表的检查内容和要求、检查结果处理需满足 TSG 21 中年度检查关于测温仪表的相关要求。

6.4 检查报告及结论

年度检查工作完成后，检查人员根据实际检查情况出具检查报告，作出以下结论意见：

- (1) 符合要求，指未发现或者只有轻度不影响安全使用的缺陷，可以在允许的范围内继续使用；
- (2) 基本符合要求，指发现一般缺陷，经过使用单位采取措施后能保证安全运行，可以有条件的监控使用，结论中应当注明监控运行需要解决的问题及其完成期限；

- (3) 不符合要求，指发现严重缺陷，不能保证覆土式储存容器安全运行的情况，不允许继续使用，应当停止运行或者由检验机构进行进一步检验。

年度检查由使用单位自行实施时，按照本节检查项目、要求进行记录，并且出具年度检查报告，年度检查报告应当由使用单位安全管理负责人或者授权的安全管理人员审批。

7 定期检验

7.1 定期检验通用要求

覆土式储存容器的定期检验应按 TSG21 的规定进行，优先选择基于风险的检验(RBI)。覆土式储存容器一般于投用后 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其安全状况等级确定。定期检验一般应采取内部检验的方式进行。

7.2 检验方案

检验前，检验机构应当根据覆土式储存容器的使用情况、损伤模式及失效模式，或 RBI 推荐的检验策略制定内部检验方案。

7.3 资料审查

检验前，检验人员一般需要审查以下资料：

- (1) 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；
- (2) 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，竣工图等，以及制造监督检验证书；
- (3) 安装竣工资料；
- (4) 改造或者重大修理资料，包括施工方案和竣工资料，以及改造、重大修理监督检验证书；
- (5) 使用管理资料，包括《使用登记证》和《使用登记表》，以及运行记录、开停车设备运行条件变化情况以及运行中出现异常情况的记录等；
- (6) 在线监测资料，包括服役过程中的损伤监测记录、状态监测记录、阴极保护监测记录和沉降监测记录等；
- (7) 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(1)至(4)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、改造及重大修理等）进行审查。

7.4 检验工作安全要求

- (1) 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。
- (2) 检验时，使用单位应充分考虑覆土式储存容器的特殊结构形式，重点考虑罐内作业的安全，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。

7.5 检验项目

覆土式储存容器的现场检验工作主要以内部宏观检验、壁厚测定、表面缺陷检测、埋藏缺陷检测、材料分析、安全附件检验、在线监测系统有效性检查为主。

实施基于风险的检验时，RBI 检验机构应依据 GB/T 26610 规定，根据设备状况、失效模式、失效后果、管理情况对覆土式储存容器进行风险评估，提出切实可行的检验策略。

7.5.1 宏观检验

覆土式储存容器宏观检验，主要是采用目视方法检验压力容器本体结构、几何尺寸、焊缝、表面情况(如裂纹、腐蚀、泄漏、变形)。同时还包括覆土结构、防腐层情况等。一般包括以下内容：

- (1) 结构检验，包括封头型式，封头与壳体的连接，加强圈与壳体的连接，开孔位置及补强，纵(环)焊缝的布置及型式，排放装置的设置等；
- (2) 几何尺寸检验，包括筒体内部同一断面上最大内径与最小内径之差，内部纵(环)焊缝对口错边量、棱角度、咬边、焊缝余高等；
- (3) 外观检验，包括铭牌和标志，覆土结构，容器内表面的腐蚀，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或者基础沉降，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。

7.5.2 壁厚测定

覆土式储存容器的内部壁厚测定，一般采用超声测厚及高频导波检测方法，对不低于 30% 的壁板进行检测。测厚部位应当有代表性，重点部位密集测厚。测定后标图记录，对异常测厚点做详细标记。

测定位置，一般选择以下位置：

- (1) 液位经常波动的部位；
- (2) 物料进口、流动转向等易受腐蚀、冲蚀的部位；
- (3) 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；
- (4) 接管部位；
- (5) 在线监测记录、阴极保护监测记录异常部位；
- (6) 内部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。

7.5.3 表面缺陷检测

覆土式储存容器的内表面缺陷检测，一般采用 NB/T 47013 中的磁粉检测方法对内部进行检测。覆土式储存容器的外表面缺陷检测，一般采用超声、声发射等检测方法从内部对外部进行检测。

表面缺陷检测的要求如下：

- (1) 存在环境开裂倾向或者产生机械损伤现象的压力容器、首次定期检验的设计压力大于或者等于 1.6MPa 的Ⅲ类覆土式储存容器，检测长度不少于对接焊缝长度的 20%；
- (2) 应力集中部位、变形部位、内部宏观检验发现裂纹的部位，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；
- (3) 检测中发现裂纹，检验人员应当扩大内部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。

7.5.4 埋藏缺陷检测

覆土式储存容器的埋藏缺陷检测，应当采用 NB/T 47013 中的超声检测等方法对覆土式储存容器的内部进行检测。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，应当进行超声检测抽查，必要时采用不同的超声检测方法相互复验；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：

- (1) 使用过程中补焊过的部位；
- (2) 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；
- (3) 错边量和棱角度超过产品标准要求的焊缝部位；
- (4) 使用中出現焊接接头泄漏的部位及其两端延长部位；
- (5) 使用单位要求或者检验人员认为有必要的部位。

7.5.5 材料分析

覆土式储存容器定期检验需进行材料分析，可采用硬度检测、金相分析等方法。

7.5.6 安全附件检验

安全附件检验的主要内容如下：

- (1) 安全阀，检验是否在校验有效期内；
- (2) 爆破片装置，检验是否按期更换。

7.5.7 在线监测系统有效性检查

覆土式储存容器的在线监测系统有效性检查，包括损伤监测、状态监测、阴极保护监测和沉降监测等。

7.6 强度校核

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覆土式储存容器，应当进行强度校核。

7.7 耐压试验

定期检验过程中，使用单位或者检验机构对覆土式储存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 TSG21 的相关规定执行。

7.8 开挖检测

覆土式储存容器的定期检验过程中,发现容器外表面存在严重腐蚀、开裂,且无法分析判断开裂原因时,需对覆土式储存容器进行开挖检测。

8 定期检验结论

8.1 安全状况等级

覆土式储存容器的检验结果参考 TSG21 的要求进行等级评定,综合评定安全状况等级为 1 级至 3 级的压力容器,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。

8.2 检验周期

覆土式储存容器的检验周期由检验机构根据安全状况等级,建议按照以下要求确定:

- (1) 安全状况等级为 1 级的,一般每 6 年检验一次;
- (2) 安全状况等级为 2、3 级的,一般每 3 年至 6 年检验一次;
- (3) 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 1 年,在监控使用期间,使用单位应当增加有效的监控措施;
- (4) 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。

存在以下情况时,适当缩短检验周期:

- a) 未能达到检验有效性的可适当缩短检验周期;
- b) 状态监测数据与现场检验结果差异较大时,应查明原因并修正,且适当缩短检验周期。

实施基于风险的检验时,RBI 检验机构在完成现场检验后,应根据检验结果、返修结果、合于使用评价结果,更新评估数据,进行再评估。并按照再评估结果,依据使用单位提供的风险可接受水平,给出下次检验时间。