

ICS 13.100

C 09

备案号：

DB46

海南省地方标准

DB 46/T XXXXX—XXXX

危险化学品企业可查验防护措施

Code for Hazardous Chemical Installations Auditable Protection Layers Management

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

海南省市场监督管理局 发布

目 次

目 次.....	I
前 言.....	II
引 言.....	III
1 总则.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 缩略语和定义.....	1
4 可查验防护措施管理流程.....	4
5 风险评估质量审查.....	5
6 重大事故场景识别.....	5
7 可查验防护措施分析.....	7
8 可查验防护措施的查验标准.....	9
9 可查验防护措施管理台账审核标准.....	10
附录 A 风险评估质量审查清单	12
附录 B 重大事故场景清单	13
附录 C 可查验防护措施的分类	15
附录 D 可查验防护措施清单	23
附录 E 可查验防护措施的性能标准示例	24
附录 F 危险化学品仓库可查验防护措施检查表	35

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2020给定的规则起草。

本标准由海南省应急管理厅提出并归口。

本标准主要起草单位：德凯达管理咨询（上海）有限公司、海南省应急管理厅。

本标准主要起草人：刘易斯、刘萍、苏德亮、许贤瑞、曾小明、高旭辉、张大彭、范继琳、马晓璐、巴特尔、刘红建、王华、杨铮锋、杨德勇、伍捷、孙有财。

本标准首次发布。

引 言

本标准是依据国家安全生产有关法规标准的内容和要求，吸收国外安全设计和安全运行的先进理念，总结国内外大型化工建设和运行的工程实践，结合海南省危险化学品企业安全设计和安全运行的现状，为落实重大事故防控措施的管理要求，制定本标准。旨在规范和指导危险化学品企业对可查验防护措施的全生命周期管理，提升本质安全水平，有效防范重大事故。

危险化学品企业可查验防护措施

1 总则

本标准规定了海南省危险化学品生产企业及构成重大危险源的危险化学品存储、经营、使用、废弃物处置企业可查验防护措施管理评估的编制、评审、备案、实施等工作要求。

本标准适用于海南省危险化学品生产企业及构成重大危险源的危险化学品存储、经营、使用、废弃物处置企业的新建、改建、扩建装置，及现役装置的可查验防护措施的评估和管理。

本标准不适用于危险化学品的勘探、开采及其辅助的储存，石油、天然气长输管道及其辅助的储存、城镇燃气辅助的储存等建设项目。

本标准不能代替安全风险隐患排查治理、安全设计审查、特种设备检验等的相关国家标准和法规规定。

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。

- AQ/T 3033 化工建设项目安全设计管理导则
- GB 50160 石油化工企业设计防火标准
- GB 50183 石油天然气工程设计防火规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50074 石油库设计规范
- GB 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范
- GB 51283 精细化工企业工程设计防火标准
- GB 12268-2012 危险货物品名表
- GB 12463-2009 危险货物运输包装通用技术条件
- JT 617-2004 汽车运输危险货物规则
- T/CCSAS 001 危险与可操作性分析质量控制与审查导则
- AQ/T 3049 危险与可操作性分析（HAZOP分析）应用导则
- AQ/T 3054 保护层分析（LOPA）方法应用导则
- GB/T 32857 保护层分析（LOPA）应用指南

3 缩略语和定义

3.1 缩略语

本标准使用的缩略语见表1。

表1 缩略语

缩略语	全称	解释
HAZOP	HAZard and OPerability studies	危险与可操作性分析
BPCS	Basic Process Control System	基本过程控制系统
PHA	Process Hazards Analysis	过程危害分析
SIS	Safety Instrumented System	安全仪表系统
SIF	Safety Instrumented Function	安全仪表功能
SIL	Safety Integrity Level	安全完整性等级
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	失效模式及影响分析法
PFD	Probability of Failure on Demand	要求时的失效概率
LOPA	Layer of Protection Analysis	保护层分析
QRA	Quantitative Risk Analysis	定量风险评价

3.2 术语和定义

3.2.1

安全完整性等级 safety integrity level; SIL

一种离散的等级（四个可能等级之一），对应安全完整性量值的范围。安全完整性等级4是最高的，安全完整性等级1是最低的。

3.2.2

安全仪表功能 safety instrumented function; SIF

为了达到功能安全所必需的具有特定安全完整性水平的安全功能。

3.2.3

安全仪表系统 safety instrumented system; SIS

用来实现一个或几个仪表安全功能的仪表系统，可由传感器、逻辑控制器和最终元件的任何组合组成。

3.2.4

本质安全设计 inherently safe design

在设计过程中，采用削减、缓解、替代、简化等手段，使工艺过程及其装备具有内在的能够从根本上防止事故发生的功能。

3.2.5

场景 scenario

可能导致不期望后果的一种事件或事件序列。每个场景至少包含两个要素：初始事件及其后果。

3.2.6

初始事件 initial event

事故场景的初始原因。

3.2.7

防护措施 safeguard

可能中断初始事件后的事件链或减轻后果的任何设备、系统或行动。

3.2.8

风险 risk

危害发生的可能性和严重性的结合。

3.2.9

过程危害分析 process hazards analysis; PHA

通过系统的方法来识别、评估和控制工艺过程中的危害，包括后果分析和过程危害评价，以预防过程危害事故的发生。

可供选用的PHA的方法常用的有：

- a) 定性方法：失效假设分析方法（What-If）、检查表、危险与可操作性分析（HAZOP）；
- b) 半定量方法：保护层分析（LOPA）、失效模式及影响分析法（FMEA）；
- c) 定量方法：定量风险评价（QRA）、故障树。

3.2.10

基本过程控制系统 basic process control system; BPCS

对来自过程的、系统相关设备的、其他可编程系统的和/或某个操作员的输入信号进行响应，并产生使过程和系统相关设备按要求方式运行的系统，但它并不执行任何具有被声明的SIL \geq 1的仪表安全功能。

注：对于过程领域而言，基本过程控制系统是一个全局性的术语。

3.2.11

减缓性防护措施 mitigative safeguard

用于降低危险物料泄漏或能量失控事件的发生后后果发生的可能性，或减缓后果严重性的安全措施。

3.2.12

可查验防护措施 auditable safeguard

可以阻止初始事件向泄漏事件发展的预防性防护措施，或当泄漏事件发生后可以明显降低或消除危害场景严重程度减缓性防护措施。这些防护措施应该具有有效性、独立性、可查验性。

有效性：该防护措施能够阻止场景向不期望后果发展。

独立性：该防护措施应独立于场景的初始事件或其它防护措施。

可查验性：该防护措施应有可作为查验依据的功能性指标。

3.2.13

可接受风险 acceptable risk

企业对风险可接受程度，描述对人员伤亡、环境损害和财产、商业利益受损等风险的最严重情况。

3.2.14

剩余风险 residual risk

实施了安全措施和（或）建议措施后仍存在的风险。

3.2.15

危险化学品 hazardous chemical

具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。

3.2.16

危险与可操作性分析 hazard and operability studies; HAZOP

HAZOP分析是对危险与可操作性问题进行详细识别的过程，由一个小组完成。HAZOP分析包括辨识潜在的偏离设计目的的偏差、分析其可能的原因并评估相应的后果。

3.2.17

性能标准 performance standard

重大安全事件可查验防护措施被视为有效所需达到的响应水平或性能水平。

3.2.18

要求时的失效概率 probability of failure on demand; PFD

系统要求独立保护层起作用时，独立保护层发生失效，不能完成一个具体功能的概率。

3.2.19

预防性防护措施 preventive safeguard

用于防止初始事件之后危险物料泄漏或能量失控事件的发生，从而降低后果事件发生可能性的安全措施。

3.2.20

重大事故场景 major accident scenario

可能导致5级后果或者属于很高风险（红区）和高风险（橙区）的场景。

4 可查验防护措施管理流程

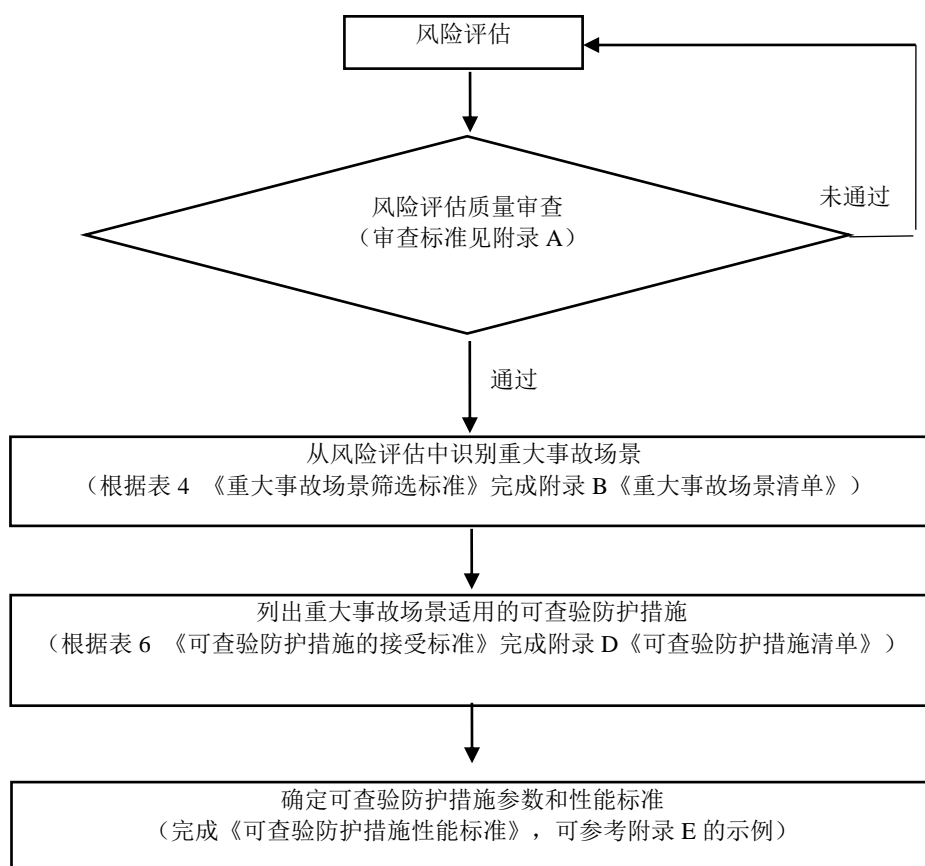
4.1 生产装置和储存设施

对于生产装置和储存设施，可查验防护措施管理流程分为四个步骤，如图1所示：

- a) 根据附录 A 《风险评估质量审查清单》对现有风险评估进行质量审查；
- b) 如果通过，根据表 4 《重大事故场景的筛选标准》从现有风险评估中筛选重大事故场景，生成《重大事故场景清单》；
- c) 根据表 6 《可查验防护措施的接受标准》识别各重大事故场景中所要求的可查验防护措施，生成附录 D 《可查验防护措施清单》；
- d) 针对所有可查验防护措施，逐一完成《可查验防护措施的性能标准》（可参见附录 E 的示

例)。

图 1 可查验防护措施管理流程



4.2 危险化学品仓库

对于完整包装不需拆分的危险化学品仓库，无需进行可查验防护措施分析，其防护措施要求应满足符合国家要求的仓库设计规范（包括间距、分区、通风、干湿度等）。对该类仓库的管理，依照该危险化学品的设计和管理要求建立特定的可查验防护措施检查表，样表（金属钠、电石）可参见附录F的表F.1和表F.2。

5 风险评估质量审查

对于工艺装置和罐区（包括装卸车），企业可依照适用的方法进行风险评估。可选用的风险评估方法包括基于成熟工艺的检查表法、失效假设分析方法（What-If）、失效模式及影响分析法（FMEA）、危险与可操作性分析法（HAZOP）和其他可得到类似结果的分析方法，对于危险化学品生产企业优先选用危险与可操作性（HAZOP）分析方法。使用附录A判定现有的过程危害分析是否符合质量审查的要求。

6 重大事故场景识别

风险评估中的场景的风险须根据风险矩阵进行分级。所采用的风险矩阵应不低于《保护层分析（LOPA）方法应用导则》（AQ/T 3054）要求的风险可接受标准，如表2所示。

表2 风险评估矩阵示例

后果等级	5	3人以上死亡；10人以上重伤	低	中	中	高	高	很高	很高
	4	1~2人死亡或丧失劳动能力；3~9人重伤	低	低	中	中	高	高	很高
	3	严重伤害；职业相关疾病	低	低	低	中	中	中	高
	2	工作受限；轻伤	低	低	低	低	中	中	中
	1	医疗处理，不需住院；短时间身体不适	低	低	低	低	低	中	中
			$10^{-7} < X \leq 10^{-6}$	$10^{-6} < X \leq 10^{-5}$	$10^{-5} < X \leq 10^{-4}$	$10^{-4} < X \leq 10^{-3}$	$10^{-3} < X \leq 10^{-2}$	$10^{-2} < X \leq 10^{-1}$	$X > 10^{-1}$
频率等级 (/年)									

其中，初始事件的频率取值不得低于表3中所推荐的频率值：

表3 初始事件典型频率值

初始事件描述	频率范围 (/年)
压力容器失效泄漏	1×10^{-5}
常压储罐失效泄漏	1×10^{-3}
管道疲劳失效—100m—全部断裂	1×10^{-5}
管线泄漏（10%截面积）—100m	1×10^{-3}
垫片/法兰泄漏	1×10^{-2}
卸载/装载软管失效	1×10^{-7} /次
公用工程失效	$1 \sim 10^{-2}$
转动设备故障停（泵、压缩机等）	1×10^{-1}
BPCS 仪表控制回路失效	1×10^{-1}
调节器失效	1×10^{-1}
外部火灾（多因素）	1×10^{-2}
LOTO（锁定 标定）程序失效（多个元件的总失效）	10^{-3} /次
操作员失效（执行常规程序，假设得到较好的培训、不紧张、不疲劳）	10^{-1} /次

筛选出代表性的重大事故场景应至少包括：

- a) 初始风险分级属于很高风险（红区）和高风险（橙区）的场景；

b) 初始后果分级属于5级后果的场景。

即风险属于表4中高亮颜色区域的场景为所筛选出的重大事故场景。

表4 重大事故场景的筛选标准

后果等级	5	3人以上死亡； 10人以上重伤	低	中	中	高	高	很高	很高
	4	1~2人死亡或丧失劳动能力； 3~9人重伤	低	低	中	中	高	高	很高
	3	严重伤害；职业相关疾病	低	低	低	中	中	中	高
	2	工作受限；轻伤	低	低	低	低	中	中	中
	1	医疗处理，不需住院； 短时间身体不适	低	低	低	低	低	中	中
			$10^7 < X \leq 10^6$	$10^6 < X \leq 10^5$	$10^5 < X \leq 10^4$	$10^4 < X \leq 10^3$	$10^3 < X \leq 10^2$	$10^2 < X \leq 10^1$	$X > 10^1$
			频率等级 (/年)						

在符合表2清单的情况下，从风险评估中导出各重大事故场景中可用于可查验防护措施分析的数据，形成《重大事故场景清单》（参见附录B）

风险评估中所导出的信息和可查验防护措施分析要求的信息之间的对应关系见表5。

表5 可查验防护措施分析需要的信息及风险评估导出内容

可查验防护措施分析要求的信息	风险评估中所导出的信息
后果描述	偏差导致的后果
初始事件	引起偏差的原因
可查验防护措施	符合条件的现有的安全措施和建议安全措施
注：风险评估所导出的信息应用于可查验防护措施分析时应再次判断。例如：风险评估中的现有安全措施和建议安全措施并不都是可查验防护措施。	

7 可查验防护措施分析

可查验防护措施的分析针对以下具有关键性作用的防护措施：

- 该防护设施的设置目的是防止或遏制特定重大事故场景；
- 任何这些措施的整体或者部件失效都可能形成事故隐患，导致重大事故场景的直接或间接发生。

7.1 可查验防护措施的要求

来自风险评估的现有安全措施和建议安全措施须符合以下三个条件方可作为可查验防护措施：

7.1.1 有效性：

按照设计的功能发挥作用，应有效地防止后果发生：

- a) 应能检测到须响应的条件；
- b) 在有效的时间内，应能及时响应；
- c) 在可用的时间内，应有足够的力量采取可阻止后果发生的行动。

7.1.2 独立性：

独立于初始事件和任何其他已经被认为是同一场景的保护层的构成元件：

- a) 应独立于初始事件的发生及其后果；
- b) 应独立于同一场景中的其他独立保护措施；
- c) 应考虑共因失效或共模失效的影响。

7.1.3 可查验性：

对于防护措施阻止后果的有效性应可以某种方式（如记录、审查、测试等）进行验证。可查验防护措施的审查程序用于描述如何确认该措施功能完好且能有效阻止后果发生。其审查内容可能会包括：

- a) 可查验防护措施的设计、安装、功能测试和维护系统的实行；
- b) 工艺控制系统和安全仪表的控制逻辑及描述；
- c) 功能测试应确认可查验防护措施所有的构成元件（传感器、逻辑解算器、执行元件、程序、人员等）运行良好，满足可查验防护措施的使用要求；
- d) 安全仪表功能（SIF）的设计、验证及确认，以证明所赋予的防护措施个数是恰当的；
- e) 设备/设施的检查、测试和维护程序；
- f) 设备/设施检查、测试和维护频率和结果的记录文件；
- g) 操作人员的资质、培训、演练和考核的要求和记录；
- h) 自上次审查以来，可查验防护措施的任何修改、停用和恢复的执行记录。

7.2 可查验防护措施的分类

7.2.1 预防性防护措施有：

- a) 本质安全
- b) 操作规程
- c) 基本过程控制系统（BPCS）
- d) 关键报警和人员响应
- e) 安全仪表系统（SIS）
- f) 机械类保护
- g) 物理防护（压力释放）

7.2.2 缓解性防护措施有：

- a) 可燃、有毒气体检测报警和消防系统
- b) 点火源控制
- c) 物理保护（收集、防火、泄爆、抗爆、防中毒设施）
- d) 应急疏散与逃生

每种类型可查验防护措施的描述和说明参见附录 C 《可查验防护措施分类》。附录 C 中所列举的为常见的、典型的可查验防护措施。企业的实际可查验防护措施包括但不限于附录 C 中所列举的可查验防护措施，如果某非典型防护措施符合可查验防护措施的要求，可视为一个防护措施，其性能标准参照附录 E 制定。

7.3 可查验防护措施的接受标准

针对每个重大事故场景，识别各类可查验防护措施，完成《重大事故场景清单》（参见附录 B）。预防性和减缓性可查验防护措施的个数，须满足表 6 所示的最低要求：

表 6 可查验防护措施的接受标准

可查验防护措施	很高风险 红区	高风险 橙区	中风险 黄区	低风险 蓝区
预防性	至少三个可查验防护措施	至少两个可查验防护措施	至少一个可查验防护措施	可接受风险
减缓性	至少三个可查验防护措施	至少两个可查验防护措施	至少一个可查验防护措施	可接受风险

且同一个场景下：

- 两个有效且独立的安全仪表系统（SIS）可作为两个可查验防护措施叠加使用。
- 若初始事件非 BPCS 失效导致，两个有效且独立的基本过程控制系统（BPCS）可作为两个可查验防护措施叠加使用。
- 其他类别的可查验防护措施，一般情况下只能给予一次赋值，即同类别的多个可查验防护措施，不重复计算。
- 应急逃生记疏散类别的可查验防护措施，须根据针对特定场景的《危险化学品企业情景化专项应急预案编制导则》要求来综合满足，才能给予一次赋值。
- 所有《重大事故场景清单》（附录 B）中识别的可查验防护措施，须归类编入《可查验防护措施清单》（参见附录 D）。

7.4 可查验防护措施的性能标准

完成可查验防护措施的识别后，根据各类防护措施的性能标准要求，为所有《可查验防护措施清单》中的可查验防护措施，输入参数及性能标准，完成《可查验防护措施的性能标准》（参见附录 E 的示例）。

8 可查验防护措施的查验标准

企业须指定人员，按照各性能标准，定期对可查验防护措施进行查验，查验结果分为“有效”和“无效”。

- “有效”项，做好查验记录；
- “无效”项，须立即制定整改计划、落实整改责任人、时效及追踪记录。

具体查验标准如表 7:

表 7 可查验防护措施的查验标准

级别	来源	描述
有效	现场经验	硬件: •按照性能标准的要求安排并进行了必要的检查/测试; •硬件在测试时可以正常运行,不需要经常维修。 •必要时硬件已正常运行。 记录: •对各可查验防护措施的性能标准,企业有明确的查验记录。 人员: •各岗位培训内容随时更新; •各员工的个人岗位描述准确; •定期开展培训并记录; •人员已经过评估,能胜任涉及可查验防护措施的人员干预活动; •相关承包商有专业资质并完成现场相关培训。
	内部或设备完整性审计	少量审计发现项
	事故调查	防护措施有效
无效	现场经验	硬件: 控件丢失,失效或不符合性能标准的强制性要求。 记录: 企业无查验记录或查验记录不完整。 人员: 培训不足或者无法胜任相关工作
	内部或设备完整性审计	大量或者严重的审计发现项
	事故调查	控件丢失,失效

9 可查验防护措施管理台账审核标准

9.1 可查验防护措施管理台账

对于生产装置和储存设施,可查验防护措施管理台账包含以下四个文件:

- 附录 A 《风险评估质量审查清单》
- 附录 B 《重大事故场景清单》
- 附录 D 《可查验防护措施清单》
- 附录 E 《可查验防护措施的性能标准》

对于完整包装不需拆分的危险化学品仓库,可查验防护措施管理台账包含以下文件:

- 附录 F 《危险化学品仓库可查验防护措施检查表》

9.2 可查验防护措施管理台账审核标准

其审核标准如表 8:

表 8 可查验防护措施管理台账审核标准

结果	标准	行动项
不通过	1. 风险评估质量不符合标准	不可接受，修编后，重新提交文档，再次进行评审
	2. 重大事故场景出现 3 处及以上的遗漏	
	3. 可查验防护措施出现 3 处及以上的选取错误（包括不符合有效性、独立性和接受标准）	
	4. 可查验防护措施的性能标准出现 3 处及以上的遗漏或错误	
有条件通过	1. 重大事故场景存在 3 处以下的遗漏	修编后，重新提交文档，无需再次评审
	2. 可查验防护措施出现 3 处以下的选取错误（包括不符合有效性、独立性和接受标准）	
	3. 可查验防护措施的性能标准出现 3 处以下的遗漏或错误	
通过	无不符合项	评审通过

附 录 A
(规范性)

表A.1 风险评估质量审查清单

评估内容		是	否	不适用	说明	行动项
1.0	风险评估报告要求					
1.1	分析范围是否覆盖所有危化品生产、使用及储存工艺					
1.2	风险评估风险矩阵是否采用不低于《AQ/T3049 危险与可操作性分析（HAZOP 分析）应用导则》要求的风险可接受标准					
1.3	是否提供风险评估工作表					
1.4	是否列出建议项清单					
1.5	是否写明风险评估出具单位和主持人信息					
2.0	风险评估质量审查					
2.1	所有工况是否标注偏离和后果所在的设备名称和位号					
2.2	分析是否涵盖以下原因造成的情形：					
2.2.1	设备设施故障					
2.2.2	仪表控制回路故障					
2.2.3	人员误操作					
2.2.4	公用工程失效					
2.2.5	外部火灾工况					
2.3	分析是否涵盖以下后果工况：					
2.3.1	泄漏可能造成的中毒、化学品灼伤、喷射火、池火、闪火、蒸汽云爆炸(VCE)					
2.3.2	失控反应造成的超温、超压、爆炸					
2.3.3	外部火灾造成的沸腾液体膨胀蒸汽爆炸(BLEVE)					
2.3.4	物理超压爆炸等					
2.3.5	业内过往重大事故					
2.4	所有工况参照所选风险矩阵进行评级					
2.5	建议措施的描述应具体、明确设备位号、仪表位号或管线号 建议措施的描述应包括两部分：建议做什么及为什么这么做 建议措施应说明建议实施后的剩余风险					
审查员签名		日期				

附录 C
(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值
预防性防护措施	I	本质安全设计	1)当本质安全设计用来消除某些场景时,不应作为可查验防护措施; 2)当考虑本质安全设计在运行和维护过程中的失效时,在某些场景中,可将其作为一种可查验防护措施。	储罐弱项设计(仅适用于直径超过 8m 以上的常压储罐的超压工况)	<ul style="list-style-type: none"> - 设备名称和位号 - 设计条件符合所使用工况 - 设计参数 - 腐蚀裕量 - 设备/管道薄弱点位置列表 - 薄弱点检维修方式和周期 - 工艺设计最大工作参数范围 	可视为两个防护措施
				溢流管线	<ul style="list-style-type: none"> - 适用工况(洁净介质、无析出、自聚或其他腐蚀造成的管线内堵塞工况,溢流去向不会造成次生危害) - 溢流量符合最大进料量 - 管线上无阀门等其他阻断功能,或者仅有锁开或者铅封开的手阀。 - 检维修周期和方法 	
				防呆设计(包括公母接口、弹簧阀等,仅使用于从本质上降低潜在的人员误操作)	<ul style="list-style-type: none"> - 设计意图 - 检维修周期和方法 	
	II	操作规程	关键操作的 SOP	关键操作的 SOPS	要求有独立于操作人员的第二人进行确认并有可审计的记录清单。	操作规程要求的双人确认和检查清单
关键操作的 SOPS				如果失效场景非人员误操作造成,有文件记录的 SOPS。	操作规程	<ul style="list-style-type: none"> - 现场配置合理的双人确认人员 - 操作规程明确标明执行次序的操作步骤 - 明确标明的操作设备、管线、阀门的位号和操作位置 - 用于操作的检查清单 - 操作和确认人员的周期性培训 - 确认执行情况的定期审核

附录 C
(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类 (续)

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值
预防性防护措施	III	基本过程控制系统 (BPCS)	<p>基本过程控制系统 BPCS 是执行持续监测和控制日常生产过程的控制回路。BPCS 中的控制回路通过响应过程或操作人员的输入信号，产生输出信息，使过程以期望的方式运行，该控制回路正常运行时能避免特定危险事件的发生，一个 BPCS 控制回路由传感器、控制器和最终元件组成。</p>	联锁动作	<ul style="list-style-type: none"> - 传感器、执行元件位号及功能描述 - 标明所有元件的控制逻辑 - 联锁和控制中的设定工艺参数 - 旁通和禁用条件和程序 - 检验周期和联锁旁路方法 	可视为一个防护措施
				<p>批次 (间歇) 生产中的顺控步骤许可</p> <p>1) 联锁逻辑行动: 状态控制器 (逻辑解算器或控制继电器) 联锁动作停车, 使工艺处于安全状态, 一般用作预防性防护措施;</p> <p>2) 批次 (间歇) 生产中的顺控步骤许可: 是指在生产过程中, 各执行机构按照生产工艺中预先设定的动作顺序以及相应的转换条件, 一步一步进行的自动有序操作的过程。为了使顺序控制系统工作可靠, 通常采用步进式顺序控制电路结构。所谓步进式顺序控制, 是指控制系统的任一程序步 (以下简称步) 的得电, 必须以前一步的得电并且本步的转换主令信号已发出为条件。顺控步骤许可功能在本规范中可以作为预防性防护措施使用;</p>		

附录 C
(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类 (续)

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值
预防性防护措施	IV	关键报警和人员干预	<p>关键报警和人员响应是操作人员或其他工作人员对报警或日常检查中的异常情况进行响应,并采取的防止不良后果的干预行动</p> <p>当报警或日常检查异常触发的操作人员干预行动满足以下要求,确保行动的有效性时,则可作为可查验防护措施:</p> <p>1)报警的设置应考虑报警位置、报警方式和避免干扰,以确保操作人员能够得到采取行动的指示或报警;</p> <p>2)报警应规定明确的响应任务,响应人员应训练有素,能够完成特定报警所触发的操作任务;</p> <p>3)任务应具有单一性和可操作性,不宜要求操作人员执行可查验防护措施要求的动作时同时执行其他任务;</p> <p>4)操作人员应有足够的响应时间;</p> <p>5)操作人员的工作量及其身体条件合适等。</p>	工艺报警和人员干预	<ul style="list-style-type: none"> - 传感器位号及功能描述 - 报警设定参数 - 报警位置,报警方式(声/光/特殊鸣响等) - 报警响应人员及可行性(人员是否足够,是否有指定的响应人,人员是否多任务,人员是否培训) - 人员响应时间 - 人员响应行动项 - 人员响应培训周期 - 旁通和禁用条件和程序 - 检验周期和方法 	可视为一个防护措施

附录 C
(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类 (续)

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值
预防性防护措施	V	安全仪表系统 (SIS)	<p>安全仪表功能 SIF 针对特定危险事件通过检测超限等异常条件, 控制过程进入安全状态。一个安全仪表功能 SIF 由传感器、逻辑解算器和最终元件组成, 具有一定的 SIL</p> <p>1) 安全仪表功能 SIF 在功能上独立于 BPCS, 是一种独立防护措施;</p> <p>2) 安全仪表功能 SIF 的规格、设计、调试、检验、维护和测试都应按 GB/T 21109 的有关规定执行;</p> <p>3) 安全仪表功能 SIF 的风险削减性能由其要求时的失效概率 (PFD) 所确定, 每个安全仪表功能 SIF 的 PFD 基于传感器、逻辑解算器和最终元件的数量、类型、组态, 以及系统元件定期功能测试的时间间隔。</p>	紧急切断	<ul style="list-style-type: none"> - 传感器、执行元件位号及功能描述 - 传感器、PLC、执行器的认证证书 - 冗余架构 - 联锁设定参数 - 安全仪表功能 SIF 的安全完整性等级 SIL 及验证 - 旁通和禁用条件和程序 - 每个 SIF 回路的检验周期和方法 	<p>SIL-/ SIL 1: 可视为一个防护措施</p> <p>SIL 2: 可视为两个防护措施</p> <p>SIL 3: 可视为三个防护措施</p>
				紧急放空		
				紧急冷却		

附录 C

(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类 (续)

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值
预防性 防护措施	VI	机械类保护	基于机械原理设置的 防护措施	机械逻辑锁	- 传感器、执行元件位号及功能描述 - 标明所有元件的控制逻辑 - 联锁的设定工艺参数 - 旁通和禁用条件和程序 - 检验周期和联锁旁路方法	可视两个防 护措施
				转动设备高温，高振动监测和联锁系统		
				电机的过载和低电流保护		
			高温保护	高温熔断设计	- 设计工况 - 校验周期和方法	
			高流量保护	过流阀	- 通量设计工况是否满足所保护工况 - 校验周期和方法	
				限流孔板	- 通量设计工况是否满足所保护工况 - 检维修周期和方法	
			逆流保护	单向阀组（两个或多个不同类型的单向阀串联使用，且用于清洁单一相介质）	- 检维修周期和方法 - 针对每个单向阀的独立测试记录	
高低流量保护	机械限位	- 传感器、执行元件位号及功能描述 - 校验周期和方法				

附录 C
(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类 (续)

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值
预防性防护措施	VII	物理防护 (压力释放)	1) 如果这类设备(安全阀、爆破片等)的设计、维护和尺寸合适, 则可作为可查验防护措施, 它们能够提供较高度度的超压保护; 2) 当这类设备用于黏性、易聚合、结垢或腐蚀物料时, 这类设备的有效性可能受到影响; 3) 当这类设备的设计或者检查和维护工作质量较差时, 这类设备的有效性可能受到影响。	安全阀	- 设计工况(物料特性, 使用场景) - 设计通量、设定参数 - 校验周期和方法 - 在线/离线检测 - 送检周期	可视为两个防护措施
				爆破片	- 设计工况(物料特性, 使用场景) - 设计通量、设定参数 - 校验周期和方法	
				安全阀和爆破片组合	- 设计工况(物料特性, 使用场景) - 设计通量、设定参数 - 校验周期和方法 - 在线/离线检测 - 送检周期	
				泄爆板	- 设计工况(物料特性, 使用场景) - 设计通量、设定参数 - 校验周期和方法	
		防止真空: 提供低压保护, 防止容器因真空而吸瘪	破真空器	- 设计工况(物料特性, 使用场景) - 设计通量、设定参数 - 校验周期和方法		

附录 C
(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类 (续)

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值	
减缓性防护措施	VIII	可燃、有毒气体检测报警及消防系统	可燃及有毒气体检测和报警系统,用于对现场的气体泄漏给出报警或连锁响应;也包括人员收到报警后的有效响应行动。	在设定范围内测量可燃气体的浓度,根据控制逻辑给出报警指示或执行连锁动作。	可燃气体检测报警系统	<ul style="list-style-type: none"> - 探测器位号、布局 - 探测器选型,适用介质 - 报警设定值 - 检验周期和方法 	可视为一个防护措施
			在设定范围内测量有毒气体的浓度,根据控制逻辑给出报警指示或执行连锁动作。	有毒气体检测报警系统			
			检测可能导致升级和重大事故场景的火灾,根据控制逻辑给出报警指示或执行连锁动作。	火灾报警系统	<ul style="list-style-type: none"> - 切断执行元件位置、位号 - 手动按钮位置(如适用) - 连锁设定参数(如适用) - 旁通和禁用条件和程序 - 检验周期和方法 		
			泄漏发生后,人为启动或者连锁启动的应急排风,以将可燃气体稀释到 LEL 以下,将有毒气体稀释到 IDLH 或 ERPG2 的阈值以下。	泄漏后应急排风系统; 减少蒸发扩散的设施(如用于 LNG 的高倍数泡沫系统); 泄漏后安全处理系统:洗涤设施、有毒气体捕集、中和或吸收处理系统等	<ul style="list-style-type: none"> - 风机位置、位号 - 每小时换风量 - 手动按钮位置和响应时间(如适用) - 连锁设定参数(如适用) - 旁通和禁用条件和程序 - 检验周期和方法(触发检测,物料更换,有效性检测) - 设备计算书(物料兼容性和有效性) - 洗涤吸收系统计算书(处理能力,设计应用场景) - 洗涤吸收系统管理说明(热备,冷备状态,日常检查) - 检维修方法和周期(触发检测、有效性验证) 		
			泄漏或火灾发生后,人为启动或者连锁启动的工艺切断,以减少泄漏源。	泄漏后紧急切断系统	<ul style="list-style-type: none"> - 切断执行元件位置、位号 - 手动按钮位置(如适用) - 连锁设定参数(如适用) - 旁通和禁用条件和程序 		
泄漏或火灾发生后,人为启动或连锁启动的主动消防系统,以防止火灾发生(稀释、吸收)和火灾升级(降温、灭火)。	泄漏或火灾后主动消防系统(喷淋、水幕、消防栓,消防总管等)	<ul style="list-style-type: none"> - 检验周期和方法 					

附录 C

(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类 (续)

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值
减缓性防护措施	IX	点火源控制	用于降低电气设备点火可能的防爆分区	电气、仪表、设备防爆等级要求； 静电接地和跨接； 动火作业管理	- 防爆分区图 - 防爆分区内电气设备证书 - 静电接地设备/设施 - 工厂静电跨接原则 - 检验周期和方法 - 动火作业管理程序	可视为一个防护措施
			避免静电积聚或释放静电的工艺设计	插入管、贴壁管、流速控制等	- 工艺计算书 - 检验周期和方法	

附录 C

(规范性)

表C.1 可查验防护措施的分类 (续)

可查验防护措施类别		描述	说明	可查验防护措施	性能标准	防护措施赋值	
减缓性防护措施	X	物理保护 (收集、防火、泄爆、抗爆、防中毒设施)	危险物质释放后,用来降低事故后果的保护设施(如防止大面积泄漏扩散、降低受保护设备和建筑物的冲击波破坏、防止容器或管道火灾暴露失效、防止火焰或爆轰波穿过管道系统等)。一般需要对事故后果进行定量评估,根据评估结果选择针对性释放后保护设施或确定保护设施的设计参数。	1) 提供二次围堰,减少有害物质的扩散; 2) 在发生火灾、爆炸时保持建筑结构,平台、设备和安全系统的完整性; 3) 为控制初始爆炸事件的影响并避免不受控制的升级。	<ul style="list-style-type: none"> 拦蓄或收集设施: 防火堤、集液池及收集系统等; 防火设施, 如耐火涂层、防火门、阻火器等; 爆炸后的建筑物泄爆措施, 如泄爆墙、泄爆窗、泄爆门等; 爆炸后的建筑物抗爆措施, 如防爆墙等; 防中毒设施: 正压防护系统, 中和系统等。 	<ul style="list-style-type: none"> 物料与围堰建筑材料的兼容性 围堰容积计算书 围堰排放口设计和雨水排放管理说明(常开/常关), 如为自动排放, 需说明集水井液位探测和联锁设计 围堰内泄漏探头布局 防火涂层设计说明 防火门耐火时间说明 阻火器设计(选型, 安装位置) 阻火器检维修方法和周期(防堵塞监控, 清理) 容器根部隔离阀耐火设计说明 爆炸后果模拟结果 符合泄爆要求的设计图纸 爆炸后果模拟结果 符合抗爆等级的设计图纸 设备计算书(物料兼容性和有效性) 检维修方法和周期(触发检测, 物料更换, 有效性检测) 	可视为两个防护措施
	XI	应急疏散与逃生	针对特定场景而编制的专门用于事故初期的应急疏散与逃生方案。	具有明确的场景预设和后果模拟结果, 应急预案启动后, 人员有明确的应急响应行动。	应急疏散与逃生方案(可包含在应急预案中)	<ul style="list-style-type: none"> 明确的特定事故场景 明确的预警信息(现场工艺参数、现场检测值或火灾报警等) 明确的疏散范围、紧急集合点、疏散路径 逃生物资 培训和演练要求, 包括周期、内容、形式等 	可视为一个防护措施

附 录 D
(规范性)
可查验防护措施清单

可查验防护措施类别		编号	可查验防护措施	重大事故场景清单索引	
预防性 防护措施	I	本质安全设计	I-01	LNG 储罐 T001 上的溢流管线回流至 LNG 储罐 T001b	1
			I-02		
	II	操作规程	II-01	操作规程规定：现场转料和 DCS 双人确认液位，并记录	1
			II-02	预防性维护计划	3&4&5&6&7
	III	基本过程控制系统 (BPCS)	III-01		
			III-02		
	IV	关键报警和人员干预	IV-01		
			IV-02		
	V	安全仪表系统 (SIS)	V-01		
			V-02		
	VI	机械类保护	VI-01		
			VI-02		
	VII	物理防护 (压力释放)	VII-01	LNG 储罐 T002 上有 PSV，满足外部火灾工况	2
			VII-02		
减缓性 防护措施	VIII	可燃、有毒气体检测报警及消防系统	VIII-01	围堰内有可燃气体报警，提醒消防控制室人员干预	1&3&6
			VIII-02	围堰内有有毒气体报警，提醒消防控制室人员干预	4
	IX	点火源控制	IX-01	防爆分区	1&3&5&6
			IX-02		
	X	物理保护 (收集、防火、泄爆、抗爆、防中毒设施)	XI-01	围堰	1&3&4
			XI-02		
	XI	应急响应	XII-01	泄漏应急响应	1&3&4&5&6&7
			XII-02	火灾应急响应	2

附 录 E
(资料性)

表E.1 可查验防护措施的性能标准示例 I-本质安全设计

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
设备名称和位号		本质安全设计及验证文档	
本质安全设计功能描述			
工艺运行参数及范围-压力		设计最大允许工作参数及范围-压力	
工艺运行参数及范围-温度		设计最大允许工作参数及范围-温度	
工艺运行参数及范围-流量		设计最大允许工作参数及范围-流量	
工艺运行参数及范围-液位		设计最大允许工作参数及范围-液位	
工艺运行参数及范围-其他		设计最大允许工作参数及范围-其他	
腐蚀裕量			
容器/设备中显见的薄弱点位置			
工况适用性说明			
检验方法			
检验周期及记录			

附 录 E
(资料性)

表E.2 可查验防护措施的性能标准示例：II-操作规程

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
操作规程名称		操作规程文档管理追踪	
双人确认和记录功能描述			
操作规程管理制度			
操作人员资质		确认人员资质	
操作人员的周期性培训要求		操作人员的周期性培训记录	
确认人员的周期性培训要求		确认人员的周期性培训记录	
操作对象的位置		操作对象的位号	
操作规程文件			
用于确认的检查表格			
操作规程及检查表格更新要求			
操作规程及检查表格更新记录			

附 录 E
(资料性)

表E.3 可查验防护措施的性能标准示例：III-基本过程控制系统（BPCS）

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
BPCS 回路名称		BPCS 回路文档管理追踪	
BPCS 回路控制逻辑及功能描述			
传感器位号		传感器功能	
执行元件位号		执行元件功能	
联锁或控制设定参数			
旁通、禁用条件和程序			
检验方法			
检验周期及记录			

附 录 E
(资料性)

表E.4 可查验防护措施的性能标准示例：IV-关键报警和人员响应

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
关键报警名称		关键报警和人员响应相关文档追踪	
传感器功能及人员响应动作描述			
传感器位号		报警设定值	
报警位置		报警方式	
人员响应时间		人员响应方案	
响应人员可行性及资质			
人员响应培训周期及记录			
旁通和禁用条件和程序			
检验方法			
检验周期及记录			

附 录 E
(资料性)

表E.5 可查验防护措施的性能标准示例：V-安全仪表系统（SIS）

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
SIF 名称		SIF 的 SIL 及验证文档追踪	
SIS 回路控制逻辑及功能描述			
传感器及冗余架构		传感器 SIL 认证	
逻辑计算器及冗余架构		逻辑计算器 SIL 认证	
执行元件及冗余架构		执行元件 SIL 认证	
联锁设定参数			
旁通和禁用条件和程序			
检验方法			
检验周期及记录			

附 录 E
(资料性)

表E.6 可查验防护措施的性能标准示例：VI-机械类保护

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
机械保护名称		机械保护文档追踪	
机械保护功能描述			
传感器位号		传感器功能	
执行元件位号		执行元件功能	
设计工况			
旁通和禁用条件和程序			
检验方法			
检验周期及记录			

附 录 E
(资料性)

表E.7 可查验防护措施的性能标准示例：VII-物理保护（压力释放）

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
物理保护名称		物理保护文档追踪	
物理保护功能描述			
设计工况（物料特性）		设计工况（使用场景）	
设计通量		设定参数	
旁通和禁用条件和程序			
检验方法			
检验周期及记录			

附 录 E
(资料性)

表E.8 可查验防护措施的性能标准示例：VIII-可燃、有毒气体检测报警及消防系统

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
探测器位号		探测器位置	
报警或联锁设定值		探测器适用介质	
切断执行元件位号		切断执行元件位置	
手动按钮位号		手动按钮位置	
风机位号		风机位置	
每小时换风量			
主动消防系统设计原理			
消防喷淋阀位号		消防喷淋阀位置	
消防总管流量		消防总管压力	
旁通和禁用条件和程序			
检验方法			
检验周期			

附 录 E
(资料性)

表E.9 可查验防护措施的性能标准示例：IX-点火源控制

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
防爆分区图		防爆分区内电气设备证书	
点火源识别			
点火源控制方法			
检验方法			
检验周期及记录			

附 录 E
(资料性)

表E.10 可查验防护措施的性能标准示例：X-物理保护（收集、防火、泄爆、抗爆、防中毒设施）

可查验防护措施编号	可查验防护措施描述	
储存物料特性	围堰建筑材料	
围堰设计说明	围堰排放口设计	
围堰雨水排放管理说明	围堰内泄漏探头布局	
洗涤系统计算书（处理能力，设计应用场景）	洗涤系统管理说明（热备，冷备状态，日常检查）	
减少蒸发扩散的设施计算书	防火涂层设计说明	
防火门耐火时间说明	阻火器设计说明（选型，安装位置）	
阻火器检维修方法和周期（防堵塞监控，清理）		
容器根部隔离阀耐火设计说明		
爆炸后果模拟结果		
泄爆要求、抗爆等级的设计计算与设计文档		
防中毒设施计算书（物料兼容性和有效性）		
旁通和禁用条件和程序		
检验方法		
检验周期		

附 录 E

(资料性)

表E.11 可查验防护措施的性能标准示例：XI-应急疏散和逃生

可查验防护措施编号		可查验防护措施描述	
专项应急预案名称和文档编号			
特定事故场景		后果影响范围	
预警信息(现场工艺参数、现场检测值或火灾报警等)		疏散范围	
紧急逃生路线和集合点		培训要求和周期	
应急演练要求及记录	(可作为附件提供)	应急避难室设计说明(如有)	(可作为附件提供)
逃生所需物资(通讯、PPE)	(可作为附件提供)		

附 录 F
(规范性)

表 F.1 危险化学品仓库可查验防护措施检查表 - 金属钠

检查项《GB/T 22379-2017 工业金属钠》	是	否	不适用	说明	行动项
1.0	可查验防护措施				
1.1	运输时应用密闭的运输工具,严防有水进入包装桶内				
1.2	不得安装水管、暖气				
1.3	库内地面高于室外地面				
1.4	库温控制在 32℃,相对湿度 75%以下				
1.5	通风系统和设备应为防爆型				
1.6	操作规程				
2.0	标志、标签				
2.1	包装桶上的标志是否牢固、清晰				
2.2	是否包括以下内容:				
2.2.1	生产厂名、厂址				
2.2.2	产品名称、类别、等级、净含量				
2.2.3	批号或生产日期、生产许可证编号				
2.2.4	标准编号 GB 22379-2008				
2.2.5	“遇湿易燃物品”标志				
2.2.6	“怕雨”标志				
2.3	每批出厂的工业金属钠是否附有质量说明书				
2.4	是否包括以下内容:				
2.4.1	生产厂名、厂址				
2.4.2	产品名称、类别、等级、净含量				
2.4.3	批号或生产日期				
2.4.4	产品质量符合 GB 22379-2008 和标准编号				
3.0	包装				
3.1	外包装采用铁桶包装,类别符合 GB 12268-2012 中表 1 规定				
3.2	包装件限制质量应符合 GB 12463-2009 中附录 A 的规定				
3.3	内包装采用双层聚乙烯塑料袋				
3.4	产品的包装质量应符合 GB 12463-2009 规定的 I 类包装性能试验				
3.5	每件净含量不大于 150kg				
4.0	运输				
4.1	应符合 JT 617-2004 的规定				
4.2	运输中注意防水、防热、防撞击、远离易燃物				
4.3	搬运时轻装轻卸,防止包装及容器损坏				
4.4	装有金属钠的桶禁止横放或倒置				

附 录 F
(规范性)

表 F.1 危险化学品仓库可查验防护措施检查表 - 金属钠 (续)

检查项《GB/T 22379-2017 工业金属钠》	是	否	不适用	说明	行动项
5.0 贮存					
5.1 贮存于通风、阴凉、干燥防火的库房内，隔绝热源、火种与氧化剂、酸类					
5.2 屋顶门窗不得进水					
6.0 与金属钠接触的操作人员					
6.1 专门培训操作规程并合格					
6.2 佩戴安全防护面罩，穿化学防护服，戴橡胶手套					
7.0 应急预案					
7.1 编制专项应急预案					
审查员签名	日期				

附 录 F
(规范性)

表 F.2 危险化学品仓库可查验防护措施检查表 - 电石

检查项《GB/T 10665-2004 碳化钙(电石)》	是	否	不适用	说明	行动项
1.0	可查验防护措施				
1.1	仓库内禁止安装上下水管或采暖设备				
1.2	运输工具必须有防雨防水设备				
1.3	存放在专用仓库货防雨棚内				
1.4	操作规程				
2.0	标志、标签				
2.1	包装容器上是否有牢固的标志				
2.2	是否包括以下内容：				
2.2.1	生产厂名、厂址、产品名称				
2.2.2	“遇湿易燃物品”标志				
2.3	包装桶盖上是否贴有合格证				
2.4	是否包括以下内容：				
2.4.1	生产厂名称、厂址				
2.4.2	产品名称、商标、发气量、净含量				
2.4.3	批号或生产日期				
2.4.4	标准编号 GB/T 10665-2004				
3.0	包装				
3.1	干燥密闭的包装桶，采用 GB/T 15956 中规定的技术条件				
3.2	重复使用的包装桶使用前，应进行检查并记录，检查记录应当至少保存 2 年				
3.3	包装前，要严格检查包装桶是否完好，桶内应干燥，无碳化钙粉末及其他杂物				
3.4	每桶包装净含量为 (100±1) kg 或 (200±2) kg				
4.0	运输				
4.1	运输和装卸中应轻搬轻放				
5.0	贮存				
5.1	仓库内应保持干燥，通风良好，不受水淹淋				
5.2	禁止积存碳化钙粉尘				
6.0	应急预案				
6.1	编制专项应急预案				
审查员签名	—		日期	—	