

中国电石工业协会团体标准

T/CCCIAC 0XX—20XX

电石装置安全设计规范

Code for safety design of calcium carbide plant

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电石工业协会 发布



## 目 次

目 次.....	1
前 言.....	1
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 总则 .....	4
5 电石装置危险有害因素及风险程度（危险源）分析 .....	4
6 工艺安全设计 .....	5
7 总平面布局安全设计 .....	10
8 建（构）筑物安全设计 .....	12
9 自动控制安全设计 .....	15
10 电气安全设计 .....	17
11 电信安全设计 .....	18
12 设备安全设计 .....	19
13 设备和管道布置安全设计 .....	20
14 管道材料安全设计 .....	21
15 消防安全设计 .....	21
16 采暖、通风与除尘安全设计 .....	22
17 个人防护与应急救援设施设计 .....	23



## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国电石工业协会提出。

本文件由中国电石工业协会归口。

本文件起草单位：中国天辰工程有限公司、内蒙古鄂尔多斯电力冶金集团股份有限公司氯碱化工分公司、内蒙古白雁湖化工股份有限公司、新疆中泰矿冶有限公司、河南平煤神马电化有限公司、四川省危险化学品协会、陕西北元化工集团股份有限公司、亿利洁能股份有限公司达拉特分公司、新疆化工设计研究院有限责任公司、鄂尔多斯市君正能源化工有限公司、山西阳煤电石化工有限责任公司、内蒙古伊东集团东屹化工有限责任公司、陕西煤业化工集团神木电化发展有限公司、宁夏大地循环发展股份有限公司、乌海中联化工有限公司、内蒙古纳顺装备工程（集团）有限公司、大连重工机电设备成套有限公司、神木市电石集团能源发展有限责任公司、中国石化长城能源化工（宁夏）有限公司、四川岷江电化有限公司、神木市金泰镁业化工有限公司。

本文件主要起草人：孙高奎、焦阳、王虎、高智祥、李韶飞、吴清学、李欢、安延雷、申建成、李海建、张锐、李广念、刘鹏飞、高鹏、候尚崇、徐雨、胡敬国、韩石、郭顶、余鹏、王明龙、蒋勇、李继伟、张万龙。



# 电石装置安全设计规范

## 1 范围

本文件规定了新建、改建、扩建电石装置安全设计的基本要求。

本文件适用于以石灰（氧化钙）、炭素材料为原料，采用在高温下还原反应生成碳化钙的电石生产。

## 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 150.2 压力容器
- GB 2811 安全帽
- GB/T 3811 起重机设计规范
- GB 8965.1 防护服装 阻燃防护
- GB 9078 工业炉窑大气污染物排放标准
- GB 10665 碳化钙（电石）
- GB 12014 防护服装 防静电服
- GB 12268 危险货物品名表
- GB 12476 可燃性粉尘环境用电气设备
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB 18218 危险化学品重大危险源辨识
- GB/T 20801.2 压力管道规范-工业管道
- GB 21148 足部防护 安全鞋
- GB 21343 电石单位产品能源消耗限额
- GB 24541 手部防护 机械危害防护手套
- GB 30000 化学品分类和标签规范
- GB 32166.1 眼面部防护
- GB/T 32375 电石生产安全技术规程
- GB/T 38306 手部防护 防热伤害手套
- GB 38453 防护服装 隔热服
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范
- GB 50056 电热设备电力装置设计规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范  
 GB 50060 3-110kV 高压配电装置设计规范  
 GB 50065 交流电气装置的接地设计规范  
 GB 50084 自动喷水灭火系统设计规范  
 GB 50115 工业电视系统工程设计规范  
 GB 50116 火灾自动报警系统设计规范  
 GB 50160 石油化工企业设计防火规范  
 GB 50222 建筑内部装修设计防火规范  
 GB 50235 工业金属管道工程施工规范  
 GB 50493 石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计规范  
 GB 50556 工业企业电气设备抗震设计规范  
 GB 50650 石油化工装置防雷设计规范  
 GB/T 50770 石油化工安全仪表系统设计规范  
 GB 50914 化学工业建(构)筑物抗震设防分类  
 GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范  
 GBZ 1 工业企业卫生设计标准  
 GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识  
 GBZ 230 职业接触性毒物危害程度分级  
 AQ3047 化学品作业场所安全警示标志规范  
 AQ/T 3033 化工建设项目安全设计管理导则  
 HG/T 20517 钢制低压湿式气柜  
 HG/T 20518 化工粉体工程设计通用规范  
 HG/T 20532 化工粉体工程设计安全卫生规定  
 HG/T 20542 电石炉砌筑技术条件  
 HG/T 20543 化学工业炉砌筑技术条件  
 HG/T 20675 化工企业静电接地设计规程  
 JB/T 6303 电石炉变压器技术参数和要求  
 YB 5215 电极糊

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 电石炉 **furnace of calcium carbide; calcium carbide furnace**

以石灰(氧化钙)、炭素材料为原料,生成电石(碳化钙)的高温还原电炉。

[来源: GB/T 32375—2015,3.1,有修改]

#### 3.2 密闭炉 **Airtight calcium carbide furnace**

采用密闭工艺生产电石的电石炉。

[来源: GB/T 32375—2015,3.2]

#### 3.3 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。

[来源：GB/T 18218—2018,3.1]

### 3.4 安全设施 safety device

在生产经营活动中用于预防、控制事故发生和减少与消除事故影响采用的设备、设施、装备及其他技术措施等的总称。

### 3.5 作业场所 workplace

可能使从业人员接触危险化学品的任何作业活动场所，包括从事危险化学品的生产、操作、处置、储存、搬运、运输、废弃危险化学品的处置或者处理等的场所。

### 3.6 本质安全设计 inherently safer 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能够从根本上防止事故发生的功能。

[来源：AQ/T 3033—2010,2.2]

### 3.7 危险源识别 hazard identification

根据原材料、中间体、产品的理化性质，设备、设施、工艺流程、装置布置等情况，识别危险源的存在并确定其特性的过程。

[来源：AQ/T 3033—2010,2.3]

### 3.8 间冷闭式循环冷却水系统 closed circuit cooling tower

循环冷却水不与空气直接接触，通过间壁式换热器将热量传给喷淋水，由喷淋水的蒸发和空气的显热传递，降低循环冷却水温度的装置。

[来源：GB/T7190.3—2019,3.1]

### 3.9 电石冷却

炽热液态电石运送至冷却区域内，放置地面或堆垛码放进行自然冷却的生产工艺过程。

### 3.10 电石仓库

用于储存电石粉料和粒料的封闭、半封闭式建、构筑物，一般包括桶装电石和袋装电石的仓库。

### 3.11 过程控制系统 process control system

响应来自过程及其相关设备、其它仪表或控制系统及操作员的输入信号、按过程控制方式运行，产生输出信号维持过程及其相关设备运行的系统，但它不执行任何具有被声明安全完整性等级大于和等于 1 的仪表安全功能。

### 3.12 安全仪表系统 safety instrumented system

实现一个或几个安全仪表功能的仪表系统。安全仪表系统由测量仪表、逻辑控制器、最终元件及相关软件等组成。

[来源：GB/T 50770—2013,2.1.1,有修改]

### 3.13 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BPCS：基本过程控制系统（Basic Process Control System）

PCS：过程控制系统（Process Control System）

SIS：安全仪表系统（Safety Instrumented System）

HAZOP：危险与可操作性分析（Hazard and Operability Analysis）

LOAP：保护层分析（Layer of Protection Analysis）

SIL: 安全完整性等级 (Safety Integrity Level)

UPS: 不间断电源 (Uninterruptible Power Supply)

[来源: GB/T 50770—2013,2.2]

## 4 总则

电石装置安全设计应符合本规范要求外, 还应符合国家现行有关标准的规定。

## 5 电石装置危险有害因素及风险程度(危险源)分析

### 5.1 电石装置组成

电石装置主要包括原料储运及堆场、炭材干燥、石灰生产、筛分站、配料站、电石生产及其附属设施炉气净化、电石冷却、电石破碎、电石储存及包装、炉气后处理及气柜、紧急放空系统、公用工程及辅助设施等。

### 5.2 危险化学品分类

依照 GB30000、GB50016、GBZ230 和 GB12268 的规定, 电石装置工艺过程中, 所涉及的主要危险化学品见表 1。

表 1 电石装置危险化学品分类

序号	物质	危险货物联合国编号	危险货物类别或项别	火灾危险性	毒性	重点监管的危险化学品
1	电石炉气		2.3	甲类 注 1)	(II) 高度危险	是
2	电石	1402	4.3	甲类	---	---
3	氮气	1066	2.2	---	---	---
4	二氧化碳	1013	2.2	---	---	---
5	乙炔	3374	2.1	甲类	---	是

说明: 电石炉气主要气体组分及体积含量: CO 60~85%; H<sub>2</sub> 5~16%; CH<sub>4</sub> 0~5%; CO<sub>2</sub> 2~5%; O<sub>2</sub> 0~0.5%; N<sub>2</sub> 1~20%。

注: 可根据原料、冶炼工艺情况通过实际计算确定电石炉气火灾危险类别; 如不能进行判定, 按甲类计。

### 5.3 过程危险源分析方法

采用 AQ/T-3033 推荐的过程危险源分析方法或其他适用的方法, 开展电石装置工艺过程危险源分析。

### 5.4 重点监管的危险化学品及危险化工工艺

5.4.1 电石装置涉及的危险化学品的监管, 应符合《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》(安监总管三[2011]95号) 要求。

5.4.2 电石生产工艺应符合《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三[2013]3号）规定的重点监管要求。

## 5.5 重大危险源分析

5.5.1 电石装置应根据 GB18218 进行危险化学品重大危险源辨识，其构成重大危险源的临界量见表 2。

表 2 危险物质临界量

序号	物质名称	临界量/t	备注
1	电石炉气	20	
2	电石	100	

5.5.2 电石装置的设计日产量见表 3。

表 3 密闭电石炉设计日产量

容量	日产量/t	容量	日产量/t
12500KVA	80	36000KVA	205
16500KVA	105	40500KVA	225
25500KVA	150	45000KVA	240
27000KVA	160	48000KVA	255
30000KVA	170	54000KVA	265
31500KVA	180	63000KVA	300
33000KVA	190	81000KVA	360

注：电石装车前冷却时间，夏季不少于 36h，冬季不少于 24h。表中日产量为电石折标产量（折成标量 300L/kg），按照 GB 21343-2015 中 5.2.2 的式（2）计算。

5.5.3 危险化学品重大危险源应按国家应急管理部的要求进行分级。

## 6 工艺安全设计

### 6.1 原料储运及堆场

6.1.1 炭材原料宜采用库棚堆存。

6.1.2 干燥后的高温炭材储仓应设温度监测及高报警，宜设惰性气体保护系统。

6.1.3 石灰石宜采用防风抑尘或库棚堆存，也可采用圆库储存。

6.1.4 外购石灰宜采用储仓或库棚储存。采用储仓储存时，宜设料位监测及高低报警。

6.1.5 各类料仓、输送机、给料机、提升机、破碎筛分设备等在落料点处应设机械通风与除尘。

- 6.1.6 带式输送机应设打滑开关、跑偏开关等安全监测及报警信号。
- 6.1.7 超过 50m 长的带式输送机，应在头、尾部各设紧急事故开关，还应在带式输送机主要通道侧设拉绳开关。
- 6.1.8 穿越楼层布置的斗式提升机，在头部及尾部进、出料处所在楼层应设事故紧急开关。
- 6.1.9 倾角大于 12°或垂直的输送机械应设置防止输送机械超速或逆转的安全装置—逆止器或制动器。
- 6.1.10 原料输送设备应设有启停声光报警信号，所有设备应设置就地控制或远程控制开关。
- 6.1.11 原料破碎、筛分及其输送设备中某一设备发生故障时，事故紧急停车顺序为该设备前逆物料流方向上的所有设备应立即紧急停车，而该设备后顺物料流方向上的所有设备应延时排空物料后停车。
- 6.1.12 电石装置原料输送设计除应符合 6.1 规定外，其他要求应符合 HG20532 和 HG/T20518 执行。
- 6.1.13 若无特殊要求，电石装置其他工段涉及固体物料输送及加工设备的安全设计宜按照本章执行。
- 6.1.14 存在粉尘飞扬的散料堆场应采取防尘措施。

## 6.2 炭材干燥

### 6.2.1 热风炉

- 6.2.1.1 若选用以电石炉气或其他燃气为燃料的热风炉，其燃气调配系统存在泄漏可能性的区域应设可燃、有毒气体检测报警仪，边界外的炉气管道应设置隔断阀和 8 字盲板，应符合 GB 50160 的的相关规定。
- 6.2.1.2 若选用以电石炉气或其他燃气为燃料的热风炉，应设有火焰监测装置和熄火保护系统，进炉燃料气管道应设快速切断阀，应设置燃气流量低或中断燃烧联锁、燃料气管道压力超高、超低低联锁以及引风机停运联锁等。采用强制送风的燃烧嘴时，燃气支管上应装止回阀和自动隔断阀，空气管道末端应装放空管，放散管应引到厂房外，空气应设低压报警。在空气管道上应装泄爆膜。
- 6.2.1.3 若选用以煤粉或炭粉等固体粉料为燃料的热风炉，热风炉燃料仓宜设料位高低报警。
- 6.2.1.4 热风炉应设炉内压力监测及高低报警。
- 6.2.1.5 热风炉应设炉内温度监测及高限报警；热风炉出口温度应由补冷风量或燃料进料量控制。

### 6.2.2 干燥窑

- 6.2.2.1 干燥窑干燥后的炭材应控制含水量不大于 1% (wt)。
- 6.2.2.2 输送干燥后兰炭的胶带应为耐热胶带，皮带上宜设红焦探测器。
- 6.2.2.3 干燥窑进料储仓宜设料位监测及高低报警。
- 6.2.2.4 干燥窑应采取进料量控制措施。
- 6.2.2.5 干燥窑尾气应设除尘系统，其除尘系统应设冷风调节系统控制进气温度，尾气管道应设温度监测及高限报警。
- 6.2.2.6 干燥窑外壁应采取防烫措施。

## 6.3 石灰生产

- 6.3.1 石灰石进料仓宜设料位监测及高低报警，高低报警信号联锁启停输送系统及配套的（破碎）筛分和除尘系统；也可在控制室设置手动按钮启停输送系统及配套的（破碎）筛分和除尘系统。
- 6.3.2 石灰窑窑顶料斗应设料位监测及高低报警联锁，高低报警信号联锁启停上料系统或在控制室设置手动按钮启停上料系统。
- 6.3.3 石灰窑出料系统应设联锁启停或在控制室设置按钮手动启停输送系统及配套的筛分和除尘系统。

- 6.3.4 窑底石灰成品斗、石灰成品储仓、粉料仓及尾气除尘器灰斗宜设料位监测及高报警。
- 6.3.5 窑顶旋转布料器宜设限位开关。
- 6.3.6 气烧石灰窑烧嘴燃气或煤粉的进料系统应设紧急切断阀，宜设压力、流量（质量）、温度监测及报警信号。
- 6.3.7 套筒石灰窑和回转石灰窑各燃烧室应设温度控制及高低报警，宜设火焰监控。采用强制送风的燃烧嘴时，燃气支管上应装止回阀或自动隔断阀，空气管道末端应装放空管，放散管应引到厂房外，空气应设低压报警。在空气管道上应装泄爆膜。
- 6.3.8 石灰窑应设窑顶压力监测。
- 6.3.9 石灰窑尾气应设除尘系统，除尘系统宜与石灰窑尾气余热综合利用相结合。
- 6.3.10 石灰窑尾气进除尘系统前应设温度监测及高报警；石灰窑尾气相关设备及管道应采取防烫措施。
- 6.3.11 负压运行的石灰窑其尾气除尘风机宜采用变频风机，以自动调节石灰窑窑内压力。
- 6.3.12 可能出现燃气泄漏的区域应设可燃、有毒气体检测报警仪。
- 6.3.13 石灰窑边界外的炉气管道应设置隔断阀和 8 字盲板，应符合 GB 50160 的的相关规定。

## 6.4 配料及筛分

- 6.4.1 配料站可单独设置，也可与电石生产联合设置。
- 6.4.2 炭材储仓和石灰储仓宜设料位监测及高低报警，联锁启停输送系统及配套的筛分和除尘系统。
- 6.4.3 振动筛、给料机、提升机宜选用全封闭式。
- 6.4.4 配料站炭材料仓应设温度检测及高温报警，宜设氮气保护。
- 6.4.5 称料及配料设备宜采用变频调速控制或其他可调速控制方式。

## 6.5 电石生产

- 6.5.1 电石炉
  - 6.5.1.1 电石炉应装备紧急停炉系统，应在控制室设紧急停炉按钮，紧急停炉按钮应有可靠防护措施。
  - 6.5.1.2 电石炉应设炉内压力监测及高低报警，宜通过净炉气烟道所设置的调节阀和炉气净化的变频风机调节炉内压力；电石炉荒炉气烟道应设置调节阀，并连锁炉内压力高高报警并应急排放。
  - 6.5.1.3 电石炉应在烟道上设炉气温度监测及高报警；炉底宜设温度监测及高报警。
  - 6.5.1.4 电极压放、升降应采用液压自动控制；液压系统应设压力、温度及高低报警；若液压泵电源不采用一级负荷等级，液压系统应配有满足电极安全处置能力的蓄能器。
  - 6.5.1.5 电石炉应设电极电流、电极电压、有功功率、电极位置及电极升降位移检测，宜设电极入炉位置检测。
  - 6.5.1.6 电石炉运行平台和电极压放、升降应设视频监控。
  - 6.5.1.7 电石炉炉盖应设自动复位式泄爆孔，炉门开闭应采用远程控制。
  - 6.5.1.8 电石炉、荒炉气烟道、净炉气烟道应采取防烫措施或警示标识。
  - 6.5.1.9 电石炉和外部连接件应采取相应绝缘措施。

## 6.6 电石炉进料

- 6.6.1 电石炉炉顶料仓应设料位监测及高料位、低料位报警，应设低低料位连锁停炉。

6.6.2 电石炉炉顶料仓口环形加料机内圆区域应设强制排风，厂房宜采用敞开式布置，环形加料机内圆区域应设一氧化碳有毒气体检测报警仪，报警仪应与排风风机连锁。

6.6.3 电石炉下料管闭料阀区域应设有一氧化碳有毒气体检测报警仪，下料管底部宜采用密闭式闭料阀或设氮气保护。

6.6.4 电石炉炉顶料仓应采用自动上料系统，上料系统应设视频监控和启停现场声光报警。

### 6.5.3 电石炉出炉

6.5.3.1 电石出炉口应设挡屏和出炉排烟设施。

6.5.3.2 电石出炉应采用出炉机器人代替人工完成开堵眼，出炉机器人应满足高温环境靠自身动力和控制能力实现多自由度、多功能、可编程、可以接受操作人员远程操控、能够自动操持各种出炉工具等功能的工业机器人装置。

### 6.5.4 循环冷却水系统

6.5.4.1 电石炉循环冷却水供水总管应设压力监测及低报警。

6.5.4.2 炉盖、电极把持系统、短网、出炉口、通水料柱、荒炉气烟道、净炉气烟道各用水点应在回水管路设流量、温度监测及报警；炉盖、电极把持系统、短网、通水料柱各用水点宜在进水管路设流量检测、报警和连锁。

6.5.4.3 采用间冷闭式循环冷却水系统时，回水集水器宜设置在冷却用户上方或与炉盖区域隔离，可设置排气阀；系统回水总管应设高位膨胀罐。

6.5.4.4 采用间冷闭式循环冷却水系统时，应设置单台电石炉用循环水检漏措施，连续 20 s、40 s、1 min 或 10 min 累计漏水量大于等于 7kg 时连锁电石炉停炉，应实现自动稳定系统压力、自动排气、自动补水、各冷却原件冷却水流量自动检测。

6.5.4.5 间冷闭式循环冷却水系统的高位膨胀罐应具有自动调压、水位监测、自动补水以及排气功能，调压用气宜选用氮气；膨胀罐应设置安全泄压设施和真空破坏设施。

6.5.4.6 变压器油水冷却器循环冷却水回水支管应设置压力、温度监测及报警，宜设流量监测和报警。

6.5.4.7 电石炉出炉口用循环冷却水进水和回水支管上应设置紧急切断阀；紧急切断阀应设置在便于人员安全操作的位置。

6.5.4.8 电石炉炉盖应配置紧急用水措施。

6.5.4.9 新建电石装置循环冷却水系统应采用间冷闭式循环冷却水系统，水分配器与电石炉炉盖分隔设置。

6.5.4.10 循环冷却水系统应设置水质稳定设施，水质指标应符合 GB/T 50050 的相关规定。

6.5.4.11 电石生产过程电石炉气中氧气含量不大于 0.5%；100%使用兰炭生产电石时炉气中氢气含量不大于 16%或满足电石炉气与空气混合物的爆炸下限不小于 11%。

电石炉气爆炸下限以 $L_m$ 计，数值以%表示，按公式（1）计算：

$$L_m = 1/(V_1/12.5 + V_2/4.0 + V_3/5.0) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$V_1$ ——电石炉气中一氧化碳含量体积百分比（%）；

$V_2$ ——电石炉气中氢气含量体积百分比（%）；

$V_3$ ——电石炉气中甲烷含量体积百分比（%）。

## 6.6 电石冷却

6.6.1 电石出炉应采取防止牵引小车倾覆的措施。

6.6.2 电石冷却厂房的桥式起重机应符合 GB/T3811 的相关规定，工作等级选用 A7 级别。

6.6.3 桥式起重机应设有启动声光预报警信号。在轨道两端，应设置限位开关和缓冲器（或车挡）。限位开关应设置在离极限位置前不小于 1m。在同一轨道上有两台以上起重机运行时，在两台起重机之间应设防碰撞装置。

6.6.4 桥式起重机所配夹具应采取防脱落措施。

## 6.7 电石破碎

6.7.1 电石破碎及筛分设备应设除尘系统，其除尘系统不可采用增湿或喷雾抑尘，且除尘系统应按乙炔气体防爆进行设防。

6.7.2 电石破碎、筛分及其密闭输送设备应按粉尘爆炸进行设防，相应电气设备防爆等级宜同时满足粉尘防爆和气体防爆。

6.7.3 密闭输送设备应采取充氮措施，并采取泄爆措施。

## 6.8 电石储存及包装

6.8.1 电石储仓储存时间宜为 2~4 天，单库储存量不宜超过 1000t。

6.8.2 电石储仓应设料位监测及高低报警。

6.8.3 电石储仓应采取充氮措施，并应设乙炔、氧气含量检测及高报警，保证料仓微正压。

6.8.4 电石储仓及输送电石密闭设备的顶部应采取泄爆、导压措施。

6.8.5 电石的桶装、袋装仓库火灾危险性为甲类，其储存应符合现行国家标准 GB15603 的相关规定。

6.8.6 电石仓库及包装单元与物料接触的电气设备应同时满足粉尘防爆和气体防爆。桶装、袋装电石应采用塑料或木制托盘单层堆放，搬运时应采用防爆型蓄电池叉车装卸。

6.8.7 电石的装桶系统应充惰性气体防爆。

6.8.8 电石仓库不宜采用地下室或半地下室，仓库地坪应高出室外地坪，仓库内应设防火防爆和通风设施。

6.8.9 电石仓库内应设火灾报警和可燃气体浓度报警仪。

## 6.9 炉气净化、炉气后处理及气柜

### 6.9.1 炉气净化

6.9.1.1 炉气净化出口应设置紧急放空管，放空管的设置应符合 GB 50160 的要求，并应在净化后炉气出口管道及放空管上分别设置自动切断阀。放空管燃烧口高度和位置与邻近存在炉气泄漏风险的释放源的距离应满足 GB50058 附录 B 中图 B.0.1-2 高度的规定（放空管燃烧口应高出半径 15m 范围内的平台或建筑物顶 7.5m 以上）；应按照最大排放气量进行热辐射计算，辐射强度应符合 GB 50160 的要求，紧急放散管应设自动点火设施，宜设火焰监测装置。

6.9.1.2 冷却器出口应设温度监测及高低报警。

6.9.1.3 粗炉气风机和炉气增压风机宜选用变频电机；进出口宜采用柔性连接。

6.9.1.4 布袋除尘器应正压运行，应设进、出口压差监测及高报警，并宜在除尘器出口设粉尘浓度监测。

- 6.9.1.5 储灰仓应设料位监测及高低报警，宜设温度监测及高低报警。
- 6.9.1.6 净化灰应采用密闭输送方式，不宜采用斗提机等高火花设备，并应设充氮保护。
- 6.9.1.7 除尘器顶部或侧部应设泄爆装置，泄爆装置不可朝向巡检通道或楼梯。
- 6.9.1.8 炉气净化框架或厂房应由设计院根据设备条件进行设计。
- 6.9.1.9 炉气净化边界外的炉气管道应设置隔断阀和 8 字盲板，应符合 GB 50160 的的相关规定。
- 6.9.1.10 炉气净化应依据 GB 50058 选用防爆型振打器，或采用声波、气锤等非机械振动的方式清灰。
- 6.9.1.11 炉气净化应在净化出口设氧气、氢气、一氧化碳在线检测装置，宜在净化入口设氧气、氢气、一氧化碳在线检测装置。
- 6.9.2 炉气后处理
- 6.9.2.1 水洗增压风机进出口宜采用柔性连接；出口管道应设压力监测及高报警，宜设温度监测及高报警。
- 6.9.2.2 水洗塔塔顶应设温度监测及高报警。
- 6.9.2.3 水洗塔应设塔顶塔釜压差检测与报警。
- 6.9.2.4 水洗塔排水口应设置水封，水封高度应不低于最高工作压力与 500mmH<sub>2</sub>O 静压之和；在寒冷地区，水封应采取防冻措施。
- 6.9.2.5 水洗塔应采取对填料定期清洗的措施。
- 6.9.3 气柜
- 6.9.3.1 气柜的炉气进、出口管道应设自动切断阀或前、后水封罐。水封罐应采取维持水封安全液位的措施。
- 6.9.3.2 气柜进口应设置氧含量在线分析仪，氧含量高报警时联锁关闭气柜进口管道自动切断阀，并将炉气切换至炉气净化的放散管燃烧排放。气柜应设柜内气体温度、压力监测及报警，高高联锁关闭炉气进口管道自动切断阀，并停气柜进口增压风机，将炉气切换至炉气净化放散管燃烧排放。温度、压力检测宜分别采用两套独立的检测元件及变送器。
- 6.9.3.3 气柜应设柜位（柜容）监测及高高、低低报警，高高联锁关闭炉气进口管道自动切断阀，并停水洗塔入口增压风机，将炉气切换至炉气净化放散管燃烧排放；低低联锁关闭出口管道自动切断阀，并停气柜出口增压风机或压缩机。柜位（柜容）检测宜采用两套独立的检测元件及变送器。
- 6.9.3.4 炉气增压风机进出口宜采用柔性连接，出口宜设压力监测。
- 6.9.3.5 气柜区域应设风向标。
- 6.9.4 炉气净化、炉气后处理及气柜可能存在炉气泄漏的区域应设有毒气体检测报警仪。
- 6.9.5 电石装置内所有电石炉气管线应设氮气吹扫（置换）及排放口，使用频率高的吹扫（置换）点宜采用硬管连接，仅用于开车的置换的吹扫（置换）点宜采用软管站；炉气增压风机或压缩机等设备应设氮气密封。
- 6.9.6 当气柜划为一级或二级重大危险源时，应设安全仪表系统（SIS），SIL 等级应根据分析确定。
- 6.9.7 电石炉气的取样应采用密闭取样系统。

## 7 总平面布局安全设计

### 7.1 厂址选择

7.1.1 厂址应符合防灾减灾、安全防护、环境保护和卫生防护的要求，还应符合城市总体规划和土地利用总体规划的要求。



7.1.2 厂址与城镇和居住区的相对位置应根据当地气候条件确定，且不应位于窝风、易形成逆温层区域。

a) 全年只有一个盛行风向，且与此相对方向风频最小，或最小风频风向与盛行风向的转换夹角大于 90°，则工业用地应放在最小风频之上风位，居住区位于其下风位；

b) 当全年有两个方向的盛行风时，应避免使有污染的工业处于任何一个盛行风向的上风方向，工业区和居住区可以分别布置在盛行风向的两侧；

c) 无盛行风向的地区，厂址位置需要根据平均风速玫瑰图，结合污染物适宜扩散的风速确定。

7.1.3 山区建厂，当厂址位于山坡或山脚处时，应采取防止山洪、泥石流等自然灾害的加固措施，应对山坡的稳定性作出地质灾害的危险性评估报告。

7.1.4 厂址不应受洪水、潮水或内涝威胁，其防洪标准应符合 GB50201 的相关规定。

确定防洪标准时，中、小型电石装置的防护等级应采用 I 等防洪标准；特大、大型电石装置，除采用 I 等上限防洪标准外尚应采取专门的防护措施。

7.1.5 下列地段和地区不应选为厂址：

a) 发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区；

b) 有泥石流、流沙、严重滑坡、溶洞等不良地质直接危害的地段；

c) 采矿塌落（错动）区地表界限内；

d) 对飞机起落、机场通信、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等有影响的范围内；

e) 坝或堤决溃后可能淹没的地区；

f) 有严重放射性物质污染的影响区；

g) 爆破危险区界限内；

h) 大型尾矿库及废料场（库）的坝下方；

i) 全年静风频率超过 60% 的地区；

j) 重要矿床分布地段。

## 7.2 总平面布置

7.2.1 总平面布置应防止高温、有害气体、烟、雾、粉尘、强烈振动和高噪声对周围环境和人身安全的危害，并应符合 GBZ 1 的规定。

7.2.2 建(构)筑物之间的安全防火间距除应符合 GB50016 的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

7.2.3 产生高温、有害气体、烟、雾、粉尘的生产设施应结合风向、风速特点布置在厂区地势开阔、通风条件良好的地段。

7.2.4 电石生产厂房应布置在土质均匀、地基承载力较大、地下水位较低的地段。

7.2.5 原材料、成品仓储设施宜布置在厂区边缘，靠近外部道路一侧。

7.2.6 炉气气柜宜布置在厂区边缘地带，并应位于人员集中场所、有明火或散发火花地点的全年最小风频的上风侧。在气柜轻伤半径范围内严禁布置人员集中的场所或设施。

7.2.7 循环水冷却塔的布置应位于所服务的生产设施附近，不宜布置在屋外变、配电装置和铁路、道路冬季盛行风向的上风侧。冷却塔与相邻设施的最小水平间距应符合表 4 的规定。

表 4 冷却塔与相邻设施的最小水平间距

单位为 m

设施名称		自然通风冷却塔	机械通风冷却塔
生产及辅助生产建构筑物		20	25
中央化验室、生产控制室		30	35
露天生产装置		25	30
散发粉尘的原材料、燃料堆场		25	40
电石仓库、电石冷却、电石破碎	当在冷却塔冬季盛行风向上风侧时	30	50
	当在冷却塔冬季盛行风向向下风侧时	60	100
道路	厂外道路	25	35
	厂内道路	10	15
铁路	厂外铁路	25	35
	厂内铁路	15	20

注：a) 表列间距：冷却塔自塔外壁算起；建构筑物自最外侧轴线算起；露天生产装置自最外侧设备的外壁算起；堆场自场地边缘算起；道路自路面边缘算起，有人行道的自人行道边缘算起；铁路自铁路中心线算起；

b) 冬季采暖室外计算温度在 0℃ 以上的地区，冷却塔与屋外变、配电装置的间距，应按表列数值减少 25%；冬季采暖室外计算温度在 -20℃ 以下的地区，冷却塔与相邻设施（不包括屋外变、配电装置和散发粉尘的原料、燃料及材料堆场）的间距，应按表列数值增加 25%；当设计中规定在寒冷季节冷却塔不使用风机时，其间距不得增加。；

c) 附属于车间或生产装置的屋外变、配电装置与冷却塔的间距，应按表列数值减少 25%；

d) 单个小型机械冷却塔与相邻设施的间距可适当减少，但不得超过 25%；

e) 在改建工程中，当受条件限制时，表列间距可适当减少，但不得超过 25%。

7.2.8 电石冷却厂房、电石仓库、电石输送栈桥、电石破碎及储存应选择在地下水位较低、场地干燥的地段布置。

7.2.9 工厂主要出入口不应少于两个，并位于不同方位，且主要人流出入口宜与主要货流出入口分开设置。

7.2.10 两条或两条以上的工厂主要出入口的道路，应避免与同一条铁路平交。若必须平交，其中至少要有两条道路的间距不应小于所通过的最长列车的长度，若小于所通过的最长列车的长度，应另设消防车道。

7.2.11 厂内消防车道宽度不应小于 6 m，道路路面内缘转弯半径不宜小于 12 m，路面净空高度不应低于 5 m。企业消防道路应畅通无阻，能满足消防车辆通行，形成环状回路或设置尽头回车道。

7.2.12 厂内道路交叉宜采用平面交叉，平面交叉应设置在直线段，并宜正交；若采用斜交，交叉角不宜小于 45°。

7.2.13 厂内道路应设置交通标志，交通标志的形状、颜色、尺寸、图形以及位置应符合 GB5768 的相关规定。

## 8 建（构）筑物安全设计

### 8.1 建（构）筑物火灾危险性分类、耐火等级

8.1.1 生产类别、耐火等级、层数、防火分区面积应符合 GB50016 的相关规定要求，其电石装置建（构）筑物火灾危险性分类、耐火等级详见表 5。

表 5 电石装置建（构）筑物生产类别、耐火等级一览表

序号	建、构筑物	生产类别	耐火等级
1	炉气净化	甲类 <sup>注1)</sup>	二
2	炉气后处理及气柜	甲类 <sup>注1)</sup>	二
3	电石破碎	甲类	二
4	电石储存及包装	甲类	一
5	石灰石堆场（库）	戊类	三
6	炭材堆场（库）	丙类	二
7	炭材储运	丙类	二
8	配料站	丙类	二
9	炭材干燥	丙类	二
10	电石冷却	丁类	二
11	电石生产	丁类	二
12	石灰生产	丁类	二

表注 1) 可根据原料、冶炼工艺情况通过实际计算确定电石炉气火灾危险类别；如不能进行判定，按甲类计。

8.1.2 厂房建筑的构件燃烧性能及耐火极限应满足 GB50016 的规定要求。

## 8.2 建（构）筑物安全疏散和建筑构造

8.2.1 建（构）筑物安全疏散口的数量及间距要求

8.2.1.1 厂房的安全出口应分散布置。每个防火分区、一个防火分区内的每个楼层，其相邻 2 个安全出口最近边缘之间的水平距离不应小于 5m。

8.2.1.2 厂房的每个防火分区、一个防火分区内的每个楼层，其安全出口的数量应经计算确定，且不应少于 2 个。符合下列条件时，可只设 1 个安全出口：

- 甲类厂房，每层建筑面积小于等于 100m<sup>2</sup>，且同一时间的生产人数不超过 5 人；
- 乙类厂房，每层建筑面积小于等于 150m<sup>2</sup>，且同一时间的生产人数不超过 10 人；
- 丙类厂房，每层建筑面积小于等于 250m<sup>2</sup>，且同一时间的生产人数不超过 20 人；
- 丁、戊类厂房，每层建筑面积小于等于 400m<sup>2</sup>，且同一时间的生产人数不超过 30 人。

8.2.2 厂房内任一点到最近安全出口的疏散距离应符合表 6。

表 6 电石装置疏散距离表

单位: m

生产类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室
甲	一、二级	30	25	不允许	不允许
乙	一、二级	75	50	30	不允许
丙	一、二级	80	60	40	30
丁	一、二级	不限	不限	50	45

说明: 高层厂房和甲乙类、丙类多层厂房应设置封闭楼梯间或室外楼梯。建筑高度大于 32m 且任一层人数超过 10 人的高层厂房, 应设置防烟楼梯间或室外楼梯。

8.2.3 厂房建(构)筑的防火分区采用防火墙分隔

电石生产厂房内电石炉的附属设施(电炉变压器室、高低压配电室、电容器室等)的隔间应采用防火隔墙, 耐火等级不低于 3h。其相应防火墙的门应采用乙级防火门。

8.2.4 地下水对钢筋混凝土结构或钢结构有腐蚀性时, 混凝土材料要求及钢筋保护层厚度、钢结构的除锈等级等, 应符合 GB50046 要求。

8.2.5 甲类厂房宜采用敞开式结构; 若必需采用封闭式建筑物时, 应进行泄压计算, 采用门窗、轻质屋面或轻质墙面进行泄爆, 同时设置防止易爆气体聚集的构造措施。

### 8.3 建(构)筑物装修防火设计

8.3.1 电石装置内部各部位装修材料的燃烧性能等级不应低于如下规定:

甲、乙、丙类厂房钢结构应刷防火涂料, 并应达到 GB50016 二级耐火等级的要求, 各部耐火等级如下表 7。

表 7 钢结构防火保护层的耐火时间

构件类别	耐火时间	备注
钢柱及钢柱支撑	单层 2.0h / 多层 2.5h	
钢梁及钢梁支撑	1.5h	
疏散钢平台	1.0h	

说明: 钢管架: 防火保护部分为底层支撑管道的钢梁、钢柱、地面以上 4.5m 内的支撑管道的钢梁、钢柱。

8.3.2 电石装置厂房各部位装修应符合 GB50222 的相关规定。

8.3.3 电石炉出炉口、炉盖等高温区域内的梁、柱应采取隔热措施; 出炉轨道周围地面宜采用耐热材料。

8.3.4 电石厂房焊接电极壳区域楼面应采取绝缘措施, 并应在三相电极之间采取防触电的保护措施。

8.3.5 电石冷却厂房地面宜采用耐火砖或铸铁板。

8.3.6 电石冷却厂房应采取良好的自然通风或强制通风措施，并应采取防雨、防水措施。

8.3.7 电石破碎厂房和电石储存及包装厂房应采取防雨、防水措施。

#### 8.4 建（构）筑物安全等级及抗震安全设计

8.4.1 电石装置建（构）筑物的抗震设计应根据 GB50011 及相关部门批准的地震安全性评价结果确定各项地震设防参数。

8.4.2 电石装置各建（构）筑物安全等级及抗震设防分类见表 8。

表 8 建（构）筑物安全等级及抗震设防分类表

序号	建、构筑物	安全等级	抗震设防类别
1	炉气净化	一级	乙 2
2	炉气后处理及气柜	一级	乙 2
3	电石破碎	一级	乙 1
4	电石储存及包装	一级	乙 1
5	气柜	一级	乙 1
6	石灰石堆场（库）	二级	丙
7	炭材堆场（库）	二级	丙
8	炭材储运	一级	乙 2
9	配料站	一级	乙 2
10	炭材干燥	一级	乙 2
11	电石冷却	一级	乙 1
12	电石生产	一级	乙 2
13	石灰生产	一级	乙 2

说明：各抗震设防类别的建（构）筑物的抗震设防标准应按 GB50914 确定。

## 9 自动控制安全设计

### 9.1 一般规定

9.1.1 电石装置的控制室、交接班室不得布置在装置区内。

9.1.2 电石装置应设过程控制系统完成过程监视、操作、控制、报警、联锁及数据的记录存储。

9.1.3 气体或粉尘爆炸危险区域内的仪表、设备应符合危险区域防爆等级的要求。

## 9.2 PCS

- 9.2.1 PCS 应是集成的、标准化的过程控制和生产管理系统，且经实践证明运行平稳、成熟可靠的系统。
- 9.2.2 PCS 的控制器、通信模块和电源模块等主要部件宜考虑冗余措施。
- 9.2.3 用于控制的多通道 I/O 卡应根据工艺需要进行冗余配置。
- 9.2.4 操作员站应具备不同级别的操作权限和不同操作区域数据集合的操作权限，操作权限由密码或钥匙的方式限定并在组态中划分，供不同岗位的人员使用。
- 9.2.5 PCS 硬件的电磁兼容性应通过“中国国家强制性产品认证（CCC 认证）”或不低于 CCC 认证的国际其他认证。

## 9.3 SIS

- 9.3.1 电石装置应按照规定开展 HAZOP 分析和 LOPA 分析，并根据 SIL 定级配置 SIS。—
- 9.3.2 SIS 设计应符合 GB/T 50770 的相关规定。
- 9.3.3 安全仪表系统逻辑控制器应与过程控制系统分开。
- 9.3.4 SIS 应设工程师站及事件顺序记录站，工程师站和事件顺序记录站可共用，并设不同级别的权限密码保护。
- 9.3.5 PCS 中联锁输出应采用硬线方式与 SIS 连接；维护和操作旁路开关可在 SIS 或 BPCS 操作员站设置软开关，也可在辅操台或机柜设置硬件开关。
- 9.3.6 SIS 与 BPCS 通信宜采用 RS-485 串行通信接口，MODBUS RTU 或 TCP/IP 通信协议。
- 9.3.7 电石装置如需设置 SIS，以下参数宜进入 SIS 执行安全联锁保护：环形料仓低料位、循环水总管压力低、炉气压力、荒气放散阀、炉气中氢气含量和氧气含量和炉盖、电极把持系统、短网、料柱循环水流量低监测。

## 9.4 可燃、有毒气体检测

- 9.4.1 电石生产装置应设置有毒气体（一氧化碳）和可燃气体（乙炔）检测报警装置，可燃、有毒气体设置应符合 GB50493 的相关规定。
- 9.4.2 可燃和有毒气体检测报警系统应独立于 BPCS，结合工艺需要宜接入过程控制系统，I/O 卡件应独立设置。除过程操作站上应显示报警外，应设置一个专用的操作站用于可燃和有毒气体报警和显示。可燃、有毒气体声光报警应与工艺报警加以区分，数据存储不少于 30 天。
- 9.4.3 密闭电石炉炉盖区域有毒气体探测器的数量不应少于 4 个，如密闭电石炉炉盖区域探测器的覆盖范围不能满足测量要求，有毒气体的一级报警设定值可设为 130 ppm，二级报警设定值可设为 350 ppm，密闭电石炉运行过程炉盖附近不得设置员工长期工作的岗位，且员工临时进入该区域应携带便携式有毒气体检测仪。
- 9.4.4 电石炉炉顶料仓进料口、电石炉下料管手动闭料阀、炉气净化粗气和净气风机、炉气加压风机等主要存在泄漏风险的装置周围应布置检测点。
- 9.4.5 炉气净化邻近出炉区域宜设可燃和有毒气体检测器，报警设定值宜设为 130 ppm。

## 9.5 仪表供电、供气

- 9.5.1 PCS、SIS 和现场仪表应由 UPS 供电。
- 9.5.2 PCS 控制站和 SIS 控制站应冗余供电，其中至少一路应为 UPS 供电。
- 9.5.3 UPS 后备电池的供电时间应不少于 30 min。
- 9.5.4 SIS 的现场仪表应采用 SIS 系统供电。
- 9.9.5 仪表气源应维持时间应不少于 15 min。

## 9.6 仪表系统接地、防雷

- 9.6.1 仪表及控制系统与全厂电气接地装置连接应采用等电位连接。
- 9.6.2 现场仪表设备、接线箱等的保护接地应在现场与电气接地网连接；仪表的工作接地应在仪表控制系统侧接地。
- 9.6.3 仪表防雷设计应符合 SH/T 3164 的相关规定。

## 10 电气安全设计

### 10.1 供、配电系统

- 10.1.1 用电负荷应根据国家标准 GB50052 的规定进行负荷分级，下列负荷应为一级负荷：电石炉紧急循环冷却水泵及其切换电动阀、气烧窑烧嘴冷却油系统、仪表控制系统、电极把持系统液压油泵（无蓄能器）、石灰窑冷却风机、用于防爆的正压通风设备。
- 10.1.2 电石炉所产生的谐波电压、谐波电流应采取谐波治理措施，谐波允许值应符合 GB/T14549 的要求。

### 10.2 环境特征

- 10.2.1 爆炸危险环境的区域划分、电气设备的选择应符合 GB50058 和 GB12476 的相关规定，爆炸性气体的场所电气设备防爆等级按照 ExdIIBT4 设计。
- 10.2.2 电石装置可能形成爆炸性气体的场所：
  - a) 炉气净化；
  - b) 炉气后处理；
  - c) 炉气气柜；
  - d) 电石储存场所。
- 10.2.3 电石装置可能形成爆炸性粉尘的场所：
  - a) 电石破碎及筛分厂房；
  - b) 炭材粉（焦炭粉、兰炭粉等）、电石粉集聚的场所。
- 10.2.4 电石装置可划为非爆炸危险环境的场所：
  - a) 采取强制排风措施的电石炉上料层（炉顶料仓进料口区域）附近环形加料机设置全密闭且负压运行的抽尘设施，强制通风设施应与现场有毒气体监测设施联锁启停；
  - b) 电石炉炉盖周边的明火附近、炽热部件的表面温度超过区域内可燃物质引燃温度的设备附近；
  - c) 锅车运输轨道附近、电石出炉及冷却区域；
  - d) 装有除尘装置且除尘效果良好的区域，当除尘装置停车时，工艺机组能联锁停车。

### 10.3 应急照明

10.3.1 应急照明应符合 GB50034 和 GB50016 的相关规定。

10.3.2 电石装置应在下列位置设置应急照明：电石炉变压器室、电石炉主控制室、焊接电极壳附近、有人员操作或巡视的地下通廊及地坑、电极压放液压站、楼梯间、人员疏散通道。

## 10.4 防雷、接地

### 10.4.1 防雷

a) 建构筑物的防雷分类原则和防雷措施均应符合 GB50057 和 GB50650 的相关规定。

b) 电石生产厂房、电石冷却厂房、电石破碎厂房应按不低于第二类防雷建构筑物设计。

### 10.4.2 接地

a) 交流电气装置的接地应符合 GB50065 的相关规定。

b) 防静电接地的范围及实施方案应符合 SH3097 的相关规定。

c) 防雷接地、防静电接地、保护接地（包括控制系统、火警系统和通讯系统等）及电气工作接地等应共用一个接地系统，其接地电阻应符合其中最小值的要求。

d) 电石炉炉体的接地电阻不应大于  $4\Omega$ 。

## 10.5 电石炉配电装置

10.5.1 电石炉变压器布置原则，宜缩短短网长度，三相短网长度宜相等或相近并均匀对称布置。

10.5.2 电石炉变压器室的耐火等级、储油设施、消防配置等防火要求等同于一般油浸式变压器的要求，应符合 GB50060 的相关规定。

10.5.3 电石炉变压器室内布置和电石炉保护配置，应符合 GB50056 的相关规定。

10.5.4 电石炉变压器应采取下列限制过电压的措施：

a) 在电石炉变压器与操作断路器间装设氧化锌避雷器；

b) 在电石炉变压器的调压线圈侧装设氧化锌避雷器或阻容吸收装置。

10.5.5 重点监控的电石炉工艺参数应包括：一次侧电流、一次侧电压、一次侧功率因数、电极电流、电极电压、有功功率。

10.10 短网母线穿越楼板、墙体时，应考虑电流磁滞涡流对周围钢构件的影响。

10.5.7 水冷短网与金属冷却水管间的连接绝缘水管内水的泄露电流不应超过 20mA。

10.5.8 烧穿母线敷设路径中，可触及的部位应加装防护罩，其防护等级不应低于 IP2X。

10.5.9 烧穿母线与电炉冷却水管交叉时，应大于 300mm 的安全净距。

10.5.10 电石炉循环冷却水中断或料仓低料位时，应联锁切断电石炉电源。

10.5.11 电石炉变压器的选择应符合 JB/T 6303 的相关规定。

10.5.12 电石炉短网和电极之间应设通水软电缆，电缆的截面应按照电流密度合理选择。

10.5.13 炉盖电极三角区域、护屏、电极外套筒下部及法兰应采用隔磁材料。

10.5.14 电石出炉轨道周围宜设隔离或设声、光警示装置。

10.5.15 电气设备的安装抗震措施应符合 GB 50556 的相关规定。

10.5.16 电气设备的安全性能，应满足 GB 50169 的相关规定。

## 11 电信安全设计



## 11.1 火灾自动报警系统

11.1.1 火灾报警控制器应设在中央控制室或有人值班的场所，并设有专用报警电话。

11.1.2 爆炸危险区域内的生产装置应设手动报警按钮，并使用声光报警器作为警报设施，火灾报警系统设备应符合环境特征的要求。

11.1.3 公用及辅助生产设施和装置内重要设施的火灾危险场所应根据环境特征设感烟探测器、感温探测器、线型感温探测器、手动报警按钮等，并使用声光报警器作为警报设施。

11.1.4 火灾自动报警系统的设计应符合 GB50116 的要求。

## 11.2 工业电视监控系统

11.2.1 电石装置内重要生产区域应设工业电视监控系统。摄像机宜监视以下部位：

a) 电石炉的出炉口、电极压放、炉顶料仓口区域、净化设备及炉盖周边、冷却厂房、电石炉变压器室、高压室区域；

b) 原料输送栈桥内的皮带两端。

11.2.2 工业电视监控系统应根据工艺流程、生产操作和管理等要求进行配置，在有重大危险源的场所应设摄像机，并应在控制室进行实时有效监控。摄像监控设备的选型和安装应符合相关技术标准及环境特征的要求。

11.2.3 工业电视监控系统的设计应符合 GB50115 的要求。

## 11.3 其他电信系统

为保证生产过程中的有效沟通以及事故状态下进行指挥调度，在厂内宜设置以下通信系统，如：电话系统，计算机局域网系统，无线通信系统，扩音对讲系统，广播系统等。

## 12 设备安全设计

### 12.1 设备结构安全设计

12.1.1 压力容器的设计应符合 TSGR0004、GB150.1~150.4、JB/T4710 和 GB12337 等相关标准和规范的要求。

12.1.2 炉气储存设备的设计应符合 HG/T20517 和 HG/T20594 等相关标准和规范的要求。

12.1.3 电石炉的设计应符合 NB/T47003、HG/T20542 和 HG/T20543 等相关标准和规范的要求。

12.1.4 未做防腐处理的设备，腐蚀裕度应满足设计寿命的要求，需根据容器的工艺操作要求及所处环境条件确定（除不锈钢外，不宜小于 1mm）。

12.1.5 电石炉炉盖应采用水冷结构，炉盖与炉体之间的密封宜采用沙封。

12.1.6 电石炉炉底各层碳砖的铺设应纵横交错，碳砖上部炉壁应采用电极糊抹成斜坡，使炉壁和炉底更好的连接。炉体砌筑应符合 HG/T20542 的要求。

12.1.7 气柜的容积不应大于 100000m<sup>3</sup>；设计压力范围不宜大于 4kPa；设计温度应取内部介质的最低温度或建柜地区的最低日平均气温的最低值加 13℃，取两者的低值。

## 12.2 材料选择

12.2.1 压力容器壳体材料：碳钢和低合金钢受压元件用板材应按照 GB713 选用。碳钢应选用 Q245R 或 Q345R；不锈钢应按 GB24511 选用。

12.2.2 压力容器接管材料：钢管应按照 GB9948 和 GB/T8163 选用；16Mn 钢管应按照 GB6479 选用；不锈钢钢管应按照 GB/T14976 选用。

12.2.3 压力容器受压元件用钢不宜采用 Q235B。压力容器钢板、锻件、钢管及紧固件等钢材的选取和使用，按照 GB150.2 中规定执行。

12.2.4 电石炉炉壳用钢应符合相应钢材标准和技术规定，并取得钢厂的合格证明；炉衬用材应符合相应材料标准和技术规定。

12.2.5 气柜用钢应符合相应钢材标准和技术规定，并取得钢厂的合格证明。如有必要，应对钢材进行复验。

## 13 设备和管道布置安全设计

### 13.1 设备布置

13.1.1 炉气净化是电石炉的附属设备，应按照工艺要求露天邻近布置（净化前炉气烟道应尽量短，且与水平面的夹角不宜小于  $50^\circ$ ）。

13.1.2 炉气后处理工段应采用露天化布置。

13.1.3 进入环形加料机中心区域应设专用通道。

13.1.4 水分配器宜布置在电石炉附近便于工作人员操作的安全区域，与炉盖之间设可拆卸式隔离防火板，阀门操作侧宜设不小于 800mm 的操作通道。

13.1.5 气柜区域应设置围栏及安全警示牌。

13.1.6 对噪声较大的机械设备（如空气压缩机、风机、破碎机等）应采取消音、隔音和减震措施。

13.1.7 带式输送机的栈桥及通廊尺寸应符合设备布置、安装检修、运行维护和清扫的要求。运行通道净宽不应小于 1.0m，单路带宽大于 800mm 时宜为 1.2m，单路带宽大于 1400mm 及双路之间宜为 1.4m；检修通道净宽不应小于 0.7m；栈桥及地下通廊净空不应小于 2.5m，栈桥总宽度在 4.5m 及以上时，净空尺寸不应小于 2.8m。

13.1.8 对于倾斜的带式输送机栈桥的通道地面，应符合下列规定：

- a) 倾斜度在  $6^\circ\sim 12^\circ$  时，通道应设防滑措施；
- b) 倾斜度大于  $12^\circ$  时，通道地面应设踏步，踏步顶面应为水平。

13.1.9 露天带式输送机栈桥的两侧应设栏杆。

13.1.10 带式输送机的地下通廊应设通到地面的楼梯及安全门。

13.1.11 经常需要操作及维修保养，且安装高度超过 2m 的设备、仪表及阀门，应设置操作检修平台，平台四周设保护栏杆。

13.1.12 封闭料仓的顶部应设检修用人孔，孔洞尺寸应不小于  $0.6\times 0.7\text{m}$ ，洞口应配置轻便盖板。

13.1.13 当带式输送机通过卸料车给料仓卸料时，卸料车通过处的净高应满足其运行检修的要求，受料孔应加篦子板或设保护栏杆。

13.1.14 楼梯、通道的出入口不宜位于吊车频繁运行的区域。

13.1.15 需要安装和移位检修重量较大的设备或零部件，宜设安全可靠的吊装设施。

13.1.16 吊装孔和楼板预留孔洞应设盖板或栏杆。

## 13.2 管道布置

13.2.1 循环冷却水管不宜布置在出炉口及出炉轨道的上方。

13.2.2 循环冷却水供、回水阀门应安装在便于操作的安全区域，且高度不宜超过 1.8 m。

13.2.3 炉盖上循环冷却水管采用非金属连接软管时，应采取防烧损和烫损措施。

13.2.4 液压系统应采取油管漏油及爆裂保护措施。

13.2.5 高温区液压管路应采取耐高温防火措施，液压软管应选用绝缘软管或采用绝缘接头。

13.2.6 高温炉气烟道及设备应采取防烫措施，根据应力分析结果，确定管路热补偿。

13.2.7 氧气管道的布置及安全间距应按 GB16912 第 8.1 章节执行。

## 14 管道材料安全设计

### 14.1 空气及氮气管道

空气和氮气管道材料宜采用碳钢材料或不锈钢，应按 GB/T20801.2 的规定对寒冷地区选材应考虑流体节流效应及冬季环境温度的影响。

### 14.2 电石炉气管道

电石炉气管道宜采用无缝钢管或符合 GB/T 9711 的钢管（质量水平为 PSL2 标准），应按 GB50235 进行泄漏性试验。

### 14.3 高压液压油管道

高压液压油（ $12.0\text{MPa} \leq P_N \leq 16.0\text{MPa}$ ）管道应满足 GC1 级的碳钢材料要求；高压液压油（ $P_N > 16.0\text{MPa}$ ）管道应采用不锈钢 SS304 材料并对焊连接。管道及管件壁厚应符合 ASME B31.3 的相关规定。

### 14.4 高压氧气管道

高压氧气（ $P_N > 3.0\text{MPa}$ ）管道宜选用不锈钢 SS304 材料，其设计应符合 GB16912 的相关规定；氧气管道（包括放空管道）内壁光洁度应符合 ISO 8501-1 Spec B Sa2 级的要求，氧气管道、阀门、管件、仪表、垫片及其他附件应进行脱脂处理。

## 15 消防安全设计

### 15.1 一般规定

15.1.1 消防用水应符合工厂用水统一规划，消防水源应可靠保证。

15.1.2 室内、外消防给水系统的设置应根据设置场所的火灾危险性、操作条件、建筑物特点和外部消防设施等情况，综合考虑确定。其系统设置应符合 GB50974 的相关规定。

## 15.2 消防用水量

电石装置区同一时间内的火灾处数及室内、外消防用水量的计算与确定，应符合 GB50974 的相关规定。

## 15.3 消防设施

15.3.1 电石装置的消防给水管道及消火栓设置，应符合 GB50974 的相关规定。

15.3.2 炭材（库）棚、炭材干燥、筛分站、配料站、石灰生产、炉气后处理及气柜的室外消防给水管网应布置为环状。生产区、公用和辅助生产装置区内室外消火栓设置间距不宜大于 60m，对于生产管理区不应大于 120m。

15.3.3 电石生产、电石冷却、电石破碎、电石储运及包装等严禁用水消防，应设置干燥石墨粉、干粉等消防设施。

## 15.4 消防水源及泵房

当电石装置水源直接供给不能满足装置消防用水量、水压和火灾延续时间内消防用水总量要求时，应设消防水池及泵房，其设置规格、能力及设施应符合 GB50974 的相关规定。

## 16 采暖、通风与除尘安全设计

16.1 甲、乙类厂房和仓库不应采用明火和电采暖。

16.2 电石炉炉顶料仓进料口区域应采用风机进行强制排风，排风量不宜小于 3000Nm<sup>3</sup>/h，且风机应采用防爆型设备。

16.3 存放或处理大量电石产品的房间，如电石仓库、电石破碎间、电石输送栈桥等，不应采用热水或蒸汽散热器采暖系统，且不应布置热水或蒸汽采暖管道。

16.4 放散可燃性粉尘（如炭材、电石等）的房间，当采用散热器采暖时应选用表面光滑、灰尘不易积聚的散热器。

16.5 配电室、机柜间、集中控制室等仪表电气用房不宜采用热水或蒸汽散热器采暖系统，且不宜布置热水或蒸汽采暖管道。

16.6 存在一氧化碳、乙炔等泄漏风险的甲、乙类厂房中的空气不应循环使用。

16.7 对于空气中含有的一氧化碳、乙炔等有毒、易燃或有爆炸危险物质的场所，应设置独立的通风系统。系统的送、排风设备不应布置在同一通风机房内，且其排风设备不应和其他系统的送、排风设备布置在同一通风机房内。系统的排风管道正压段不应穿过其它房间。

16.8 空气中含有的一氧化碳、乙炔等易燃易爆危险物质的房间，其送、排风系统应采用防爆型的通风设备。通风设备的防爆等级应根据所排气体的危险等级选型。当送风干管上设置了止回阀，且送风机和止回阀设置在非防爆区时，可采用非防爆型的送风设备。

16.9 设置在爆炸危险场所的非防爆用电设备所在房间或直接安装在爆炸危险车间内的正压型电气设备应设计正压通风：

- a) 正压通风的正压值宜为 30 ~ 50Pa；
- b) 正压室及正压型电气设备送风的采气口应设在爆炸危险区以外，距防爆区边界至少 1m，且应保证清洁进风；
- c) 正压送风系统应设置备用风机，且所有风机应能自动切换；
- d) 正压室不应设置可开启的外窗以及与室外直接相通的外门，应设计门斗或门廊。内、外门均应为密闭型的，并应保证两道门不同时开启，同时门斗或门廊内应保持不低于 10Pa 的正压。与爆炸危险装置相临的墙上不应设置可开启窗。室内管线穿孔应密封，管沟应填塞密实；
- e) 正压通风系统应与正压室内电气设备联锁。电气设备运行前应先通风，待室内正压值稳定后方可投入运行。正压通风设备应待其他电气设备完全关闭后方可关闭；
- f) 正压室内应设正压指示仪表和失压报警装置，且应与正压通风系统联锁。当室内正压值低于 25Pa 持续 1min 后，应发出报警信号，并应使备用通风机自动投入运行。

16.10 排出、输送有燃烧或爆炸危险气体、蒸汽和粉尘的通风除尘设备和风管，均应采取防静电接地措施（包括法兰跨接），且不应采用容易积聚静电的绝缘材料制作，设备不应布置在地下、半地下建筑（室）中。

16.11 对于遇水可能生成爆炸性气体的粉尘（如电石），不应采用湿性除尘器。

16.12 处理含电石、炭材热物料废气的袋式除尘器，当采用脉冲清灰时，气源宜采用氮气。

16.13 排出含有炭材、煤、电石等具有燃烧和爆炸危险性粉尘的除尘系统，应满足以下要求：

- a) 除尘器、排风机应与其它普通型的风机、除尘器分开设置；
- b) 除尘器、排风机宜按单一粉尘分组布置；
- c) 排风应经过不产生火花的除尘设备净化后进入排风机；
- d) 除尘器均采取泄爆、导压措施；
- e) 干式除尘器应布置在系统的负压段上。

16.14 除尘器和管道上的泄爆设施应避免人员密集场所和主要通道。

## 17 个人防护与应急救援设施设计

### 17.1 个人防护用品配备

17.1.1 企业应为从业人员提供与工作岗位危险性相适应的个体防护用品，企业为从业人员提供的个体防护用品应符合国家标准或行业标准，且不得超过使用期限。

- a) 企业为员工提供的个体防护用品，应在保证有效防护的基础上，兼顾舒适性；
- b) 需要同时配备多种个体防护用品时，应考虑使用的兼容性和功能替代性，确保防护有效；
- c) 企业应对其使用的劳务派遣工等临时聘用人员、接纳的实习生和允许进入作业地点的其他外来人员进行个体防护用品的配备及管理；
- d) 企业应在本文件基础上结合行业个体防护用品配备的国家标准进行个体防护用品的配备及管理，无行业个体防护用品配备国家标准时，应按照本文件要求进行个体防护用品的配备及管理；

e) 个体防护用品应根据辨识的作业场所危害因素和危害评估结果进行选择，结合个体防护用品的防护部位、防护功能、适用范围和对使用者的适合性选择合适的个体防护用品。

f) 企业电石炉、石灰窑、炭材烘干装置的现场作业人员选用的个体防护用品应按表 11 配备。其他岗位如修理工、电工、叉车操作工等，应依照国家规范进行个人劳动防护用品配备；。

g) 对使用、储存电石炉气的密闭空间进行检维修之前应进行强制换气并检测空气质量合格后方可进行检维修操作，操作时应为操作人员提供自吸过滤式防毒面具或正压自给式空气呼吸器，并且在检维修场所外应有人员监控。

#### 17.1.2 企业应配备的主要安全防护用品：

- a) 安全帽应满足 GB 2811 的规定；
- b) 安全鞋应满足 GB 21148 的规定；
- c) 阻燃工作服应满足 GB8965.1 中阻燃性能 B 级的规定；

d) 隔热和机械伤害手套应满足 GB/T 38306 的规定，并具有阻燃和隔热功能，用于避免作业过程中火焰、高热物体及辐射热对人体手部的伤害，同时应具有保护手或手臂免受摩擦、切割、穿刺等机械危害的伤害，隔热和机械伤害手套应满足表 9 的规定；

表 9 隔热和机械伤害手套的主要技术指标

序号	检测项目	技术要求	
1	耐摩擦性能	4 级	摩擦周期 > 8000
2	耐撕裂性能	4 级	撕裂力/N > 70
3	阻燃性能	4 级	续燃时间 / s ≤ 2 阴燃时间 / s ≤ 2
4	热接触性能	2 级及以上	接触温度 Tc / °C ≤ 250 阈值时间 Tt / s ≥ 19
5	对流热性能 热传导	4 级	对流热传递指数 CHTI/s ≥ 20
6	辐射热性能	4 级	辐射热传递指数 RHTI/s ≥ 140
7	抗少量熔融金属液滴	4 级	熔滴数量 ≥ 35
8	耐切割性能	5 级	切割次数 > 30.0
9	耐穿刺性能	4 级	穿刺力/N ≥ 250

注：表中耐切割性能、耐穿刺性能的技术要求参照 GB 24541 第 5.3 和 5.5 方法测试。

e) 隔热头套应具有阻燃和隔热功能，用于避免作业过程中火焰、高热物体及辐射热对人体头部的伤害，隔热头罩和热防护颈套应与安全帽配套使用，不允许单独穿着，仅允许作为防护服之外的额外附加防护用品使用，所使用的材料和性能应等同于或优于配套的隔热服材料，并满足 GB38453 的规定；

f) 隔热防护面罩应具有防护电石生产、检维修过程不同程度的强烈冲击、撞击、光辐射、高温辐射、液滴、飞溅物等一种或一种以上的面部伤害风险的防护功能，并满足 GB 32166.1 的规定；

g) 隔热防护服应满足 GB38453 的规定，具有阻燃和隔热功能，避免作业过程中火焰、高热物体高温热源所产生的接触热、对流热和辐射热对人体躯体的伤害，隔热防护服应选用本质阻燃材料并采用双层或多层结构，里层面料应选用本质阻燃的舒适性面料，阻燃性能应满足 GB 8965.1 中 B 级的规定，隔热防护服的主要技术指标应满足表 10 的规定；

表 10 隔热防护服主要技术指标

序号	检测项目	性能等级	技术要求
1	断裂强力	一级	经向：≥1300N

			纬向：≥900N
		二级	经向：≥4900
			纬向：≥1600
2	撕破强力	一级	经向：≥40
			纬向：≥30
		二级	经向：≥290
			纬向：≥180
3	对流热传导	一级	≥B1
		二级	≥B2
4	辐射热传导	一级	≥C2
		二级	≥C3
5	接触热传导	一级	≥F1
		二级	≥F2
6	熔融金属飞溅	一级	D3
		二级	D3
7	铁水飞溅	一级	E3
		二级	E3

表注：表中对流、辐射、接触热传导的技术要求参照 GB 38453 第 4.1.3.2 中表 5 的规定，熔融金属飞溅、铁水飞溅测试的技术要求参照 EN ISO 11612 标准的要求。

h) 防静电工作服应按照 GB 12014 的要求使用网格状导电长丝实现防静电性能，面料应采用全棉材质，导电材料的间隔不应大于 10mm；

i) 电石生产采用机器人出炉，作业人员辅助机器人进行出炉作业时，企业应为现场作业人员配备阻燃工作服。

表 11 个体防护用品选用规定

单元名称	应配备的个体防护用品	建议使用的个体防护用品
原料储运及堆场（石灰石、石灰）	安全帽、防尘口罩、防尘工作服	耳罩、耳塞
原料储运及堆场（炭素材料）	安全帽、防尘口罩、防尘工作服	耳罩、耳塞
炭材干燥	安全帽、护目镜、隔热防护面屏、安全鞋、阻燃工作服、防尘口罩、耳塞、便携式一氧化碳检测仪	耳罩
石灰生产	安全帽、护目镜、隔热防护面屏、安全鞋、阻燃工作服、防尘口罩、便携式一氧化碳检测仪	耳罩
配料站	安全帽、防尘口罩、防尘工作服、耳塞	耳罩
电石炉二层处理料面、测量电极、巡检等高风险作业	安全帽、隔热防护面罩、安全鞋、阻燃防静电工作服、隔热防护服、防尘口罩、便携式一氧化碳检测仪，隔热手套，隔热头罩，隔热护腿鞋盖	耳罩
电石炉人工出炉作业	安全帽、隔热防护面罩、隔热阻燃鞋、阻燃防静电工作服、隔热防护服、防尘口罩、隔热手套、隔热头罩，隔热护腿鞋盖	
电石冷却	安全帽、护目镜、隔热防护面屏、安全鞋、阻燃工作服	隔热防火服
电石破碎及储运	安全帽、防静电工作服、防静电安全鞋、化学防护眼镜、防尘口罩、耳塞	耳罩、劳动护肤剂
炉气净化	安全帽、护目镜、安全鞋、防静电工作服、耳塞、便携式一氧化碳检测仪	耳罩
炉气后处理及气柜	安全帽、护目镜、安全鞋、防静电工作服、耳塞、便携式一氧化碳检测仪	耳罩



## 17.2 应急救援设施

17.2.1 电石装置在消防站、气防站及各主要装置区应设置与各单元危险性相适应的应急救援设施，电石装置各场所应配置的应急救援设施见表 12。车间内应设置防毒器具存放柜，防毒器具应存放在柜内并铅封存放，设置明显标志，并定期维护与检查，确保应急使用需要。

表 12 应急救援设施配置要求

单元名称	应急救援设施
紧急救援站/有毒气体防护站	氧气瓶、氧气袋，内置正压自给式空气呼吸器 2 套以上，防静电服 2 套以上，防静电鞋两双以上，橡胶手套
炭材干燥	现场事故应急箱配备逃生呼吸器，不应少于每班工人数
石灰生产	现场事故应急箱配备逃生呼吸器，不应少于每班工人数
电石生产	现场事故应急箱配备逃生呼吸器，不应少于每班工人数
炉气净化	现场事故应急箱配备逃生呼吸器，不应少于每班工人数
炉气后处理及气柜	现场事故应急箱配备逃生呼吸器，不应少于每班工人数

17.2.2 电石装置应设置紧急救援站或有毒气体防护站，其使用面积不低于 20m<sup>2</sup>。电石装置或电石厂的紧急救援站或有毒气体防护站的应急救援装备可参考表 13。

表 13 有毒气体防护站应急救援装备配置

装备名称	数量	单位	备注
氧气瓶、氧气袋	≥5	瓶/袋	
正压自给式空气呼吸器	≥2	套	
防静电工作服	≥2	套	
防静电工作鞋	≥2	双	
便携式一氧化碳检测仪	2	台	
便携式氢气检测报警仪	2	台	
生理盐水	按需要	/	

装备名称	数 量	单 位	备 注
万能校验器	2~3	台	
空气或氧气充装泵	1~2	台	
空气呼吸器	根据技术防护人员及驾驶员人数确定	/	
橡胶手套	每人 1 套	套	
事故警铃	1	支	
生产调度电话	1	部	
电话	2	部	
录音电话	1	部	
对讲机	2	对	
急救箱	2	个	

17.2.3 电石装置医务室或气防站应备有石灰入眼的冲洗油类。

### 17.3 安全警示标志

电石装置危险区域应设安全警示标志，安全警示标志的设置应符合 AQ3047 的相关规定，职业病危害的警示标志应符合 GBZ158 的相关规定。