



中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 7028—2025

石墨及碳素制品生产安全规范

Safety specification for carbon material and graphite production

2025-11-14 发布

2026-06-01 实施

中华人民共和国应急管理部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本要求 3

5 厂区布置及建(构)筑物 3

6 生产工艺 4

 6.1 通用要求 4

 6.2 预焙阳极及电极石墨生产工艺 5

 6.3 碳纤维生产工艺 6

7 辅助设施 8

 7.1 燃气系统 8

 7.2 物料输送 9

 7.3 脱硫脱硝 9

 7.4 电气照明 9

 7.5 防雷及防静电 10

8 证实方法 10

参考文献 12

前 言

本文件的全部技术内容为强制性。

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出，安全生产执法和工贸安全监督管理局业务管理、政策法规司统筹管理。

本文件由全国安全生产标准化技术委员会工贸安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 9)技术归口及咨询。

本文件起草单位：中国国检测试控股集团股份有限公司、中国建材集团有限公司、山东省应急管理厅、中国安全生产协会、中国建材股份有限公司、新疆农六师碳素有限公司、济南澳海炭素有限公司、江苏澳盛复合材料科技股份有限公司、中建材石墨新材料有限公司、中复神鹰碳纤维股份有限公司、山东八三石墨新材料厂、天山材料股份有限公司、南京玻璃纤维研究设计院有限公司、江西玉山南方水泥有限公司。

本文件主要起草人：李文迪、刘卫英、邵明静、田绍状、李思宏、李正、丁新森、刘文长、陈磊、王冉、王旭亮、赵清新、张欣杰、李正阳、高立军、田珍、王鹏、陈少凯、余红卫、胡淑双、王东、郑宝贵、彭小平、田莉、王美丽、蔡素燕、王熙艳、刘延伟、石恩国、石兴。

本文件为首次发布。

石墨及碳素制品生产安全规范

1 范围

本文件规定了石墨及碳素制品生产安全基本要求以及厂区布置及建(构)筑物、生产工艺、辅助设施的要求,描述了对应的证实方法。

本文件适用于预焙阳极、电极石墨、聚丙烯腈基碳纤维的生产企业。

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 4053(所有部分) 固定式钢梯及平台安全要求
- GB 6222 工业企业煤气安全规范
- GB 12158 防止静电事故通用要求
- GB 14784 带式输送机 安全规范
- GB 15600 炭素生产安全卫生规程
- GB 30077 危险化学品单位应急救援物资配备要求
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第1部分:总则
- GB 39800.2 个体防护装备配备规范 第2部分:石油、化工、天然气
- GB 39800.5 个体防护装备配备规范 第5部分:建材
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- GB 50033 建筑采光设计标准
- GB/T 50034 建筑照明设计标准
- 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 50195 发生炉煤气站设计规范
- GB 50431 带式输送机工程技术标准
- GB 55036 消防设施通用规范
- GB 55037 建筑防火通用规范
- GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素
- TSG 11 锅炉安全技术规程
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
- TSG 31 工业管道安全技术规程
- TSG 51 起重机械安全技术规程
- TSG 81 场(厂)内专用机动车辆安全技术规程

3 术语和定义

GB 15600 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石墨及碳素制品 carbon material and graphite

以石油焦、针状焦等含碳固体为原料,经过煅烧、成型、混捏、浸渍、焙烧等一系列工艺加工而形成的预焙阳极、电极石墨,以及用丙烯腈均聚物或丙烯腈聚合反应加工而成碳纤维的统称。

[来源:GB 50488—2018,2.1.15,有修改]

3.2

中试 pilot

新产品、新工艺、新技术在实验室研究成功后、规模化量产前,为验证工艺可行性、稳定性和安全性而进行的试验活动。

[来源:GB/T 44710—2024,3.1,有修改]

3.3

工业化试验 industrial test

模拟工业化生产条件,在工艺生产实际规模下进行工艺稳定性和可行性试验活动。

3.4

煅烧 calcination

在空气隔离条件下,石油焦、冶金焦等含碳原料进行高温热处理的过程。

[来源:GB 15600—2008,3.2,有修改]

3.5

混捏 kneading

在一定温度下,将煅烧、破碎后的含碳原料和粘结剂混合、捏合成可塑性糊料的工艺过程。

[来源:GB 15600—2008,3.3,有修改]

3.6

成型 molding

可塑性糊料用成型设备压制成具有一定形状、尺寸、密度和强度碳素生(坯)制品的过程。

[来源:GB 15600—2008,3.4]

3.7

焙烧 calcination

在隔绝空气条件下,在一定温度下使碳素生(坯)制品内粘结剂结焦炭化,并将骨料颗粒固结成一体的工艺过程。

[来源:GB 15600—2008,3.5]

3.8

浸渍 impregnation

在一定温度和压力下使浸渍剂渗透到产品气孔中的工艺过程。

[来源:GB 15600—2008,3.6,有修改]

3.9

二次焙烧 twice calcinations

焙烧品浸渍后进行再次焙烧,使浸入焙烧品孔隙中沥青炭化的工艺过程。

[来源:GB 15600—2008,3.7]

4 基本要求

- 4.1 企业应开展设计、选型选材、安装、使用、维护、保养、检验、检测、检修、改造、报废、拆除、更新全生命周期的安全管理工作。
- 4.2 企业应建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制,健全并落实全员安全生产责任制,持续改进,提高安全绩效。
- 4.3 企业采用新工艺、新技术、新设备、新材料时,应制定相应的安全技术措施,并对有关从业人员进行专门的安全技术培训。
- 4.4 企业应对承包单位、承租单位及其人员进行资质审核,签订安全生产管理协议,并定期对承包单位、承租单位进行安全检查。
- 4.5 锅炉、压力容器、压力管道、起重机械、叉车等特种设备的设计、制造、安装、维修和使用管理,应符合 TSG 11、TSG 21、TSG 31、TSG 51、TSG 81 的规定。
- 4.6 特种作业人员以及特种设备安全管理和作业人员应经专门的安全作业培训,取得相应资格后再上岗作业。
- 4.7 企业应制定火灾、爆炸、泄漏、中毒窒息等事故的应急预案,并配备相应的应急救援器材、设备与物资,定期组织演练。
- 4.8 企业应对动火、临时用电、有限空间及高处作业等危险性较大的作业活动进行作业许可审批,并安排专人进行现场安全管理。
- 4.9 检维修作业前,应根据安全风险分析结果制定相应的控制措施并进行安全技术交底,隔离影响作业安全的危险能量;作业完成后,应进行安全检查确认。涉及危险性较大的作业活动的,还应符合 4.8 的规定。
- 4.10 碳纤维生产企业应符合下列要求:
- a) 新建、改建、扩建的丙烯腈罐区、聚合装置涉及“两重点一重大”的,由具有工程设计综合资质甲级或者化工石化医药行业专业资质甲级的单位进行设计,并由取得相应资质的施工单位进行施工;
 - b) 丙烯腈罐区及聚合装置设置自动化控制系统,并根据危险和风险分析、安全完整性等级评估的结果,设置安全仪表系统;
 - c) 对辨识出的重大危险源进行登记建档,定期检测、评估、监控;
 - d) 至少每半年开展一次重大危险源专项应急演练;
 - e) 建立断丝、缠丝、缺陷丝处理等异常工况处置制度,规范异常工况处置程序,提高生产过程异常工况安全处置能力。

5 厂区布置及建(构)筑物

- 5.1 沥青库、浸渍车间、石墨化车间、丙烯腈罐区、聚合车间等建筑物的平面布置、防火分隔及耐火等级应符合 GB 55037 的规定,消防设施设置应符合 GB 55036 的规定。
- 5.2 中试和工业化试验装置应单独设置,不应与生产装置设在同一建(构)筑物内,不同试验装置应处于独立的防火分区内,并满足防火、防爆等要求。
- 5.3 企业不应在已建成投用的生产装置上进行中试和工业化试验,不应以中试或工业化试验装置代替工业化生产装置运行。
- 5.4 丙烯腈、燃气、沥青等管道不应穿越或跨越与其无关的工艺装置、系统单元及建(构)筑物。
- 5.5 新建、改建或扩建的丙烯腈、燃气、沥青等管道跨越厂内道路的净空高度不应小于 5 m;在跨越道

路的丙烯腈、燃气、沥青等管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件；现有净空高度小于 5 m 的管道，应采取防撞措施并在改、扩建时予以解决。

5.6 原料库、成品库等占地面积大于 300 m² 的仓库设置的安全出口数量不应少于 2 个，仓库内每个建筑面积大于 100 m² 的房间设置的疏散出口数量不应少于 2 个。

6 生产工艺

6.1 通用要求

6.1.1 人员通行、操作场所钢梯、平台及防护栏杆的设置应符合 GB 4053(所有部分)的规定。

6.1.2 溶剂回收装置区、氨水储罐及氨水卸车作业区域等具有化学灼伤危险的作业场所，应配置洗眼器、淋洗器等安全防护设施，其服务半径不应大于 15 m。

6.1.3 生产厂房涉及有毒气体、可燃气体的场所，应设置固定式气体浓度监测报警装置，可燃气体初始报警值不高于 25% LEL(爆炸下限)，有毒气体初始报警值不高于 100% OEL(职业接触限值)；同一种气体既属可燃气体又属有毒气体的场所，应设置固定式有毒气体浓度监测报警装置，气体浓度监测报警信号接入 24 小时有人值守的控制室。

6.1.4 混捏、成型、焙烧、浸渍、二次焙烧等散发沥青烟气的车间，应设置通风及排烟净化设施。

6.1.5 蒸汽、导热油、沥青等管道及装置表面温度高于 50℃ 且人员易于接触部位应采取隔热防烫措施。

6.1.6 包装机、打包机启动前应开启声光警示装置，设备转动部位应设置固定式防护装置。

6.1.7 上料、打包、焙烧品清理、生阳极纸片填充、包装等作业采用机械手的，机械手应符合下列要求：

- a) 设置超过额定负荷、最高速度或最大伸长量时停机的限位装置；
- b) 机械臂覆盖区域内设置紧急停止开关；
- c) 作业区域设置围栏，围栏覆盖全部机械臂覆盖区域；
- d) 围栏具有联锁停机功能，围栏打开时，机械手自动停止作业。

6.1.8 进入沥青池、浸渍罐等有限空间作业应办理有限空间作业许可，作业前应对有限空间进行气体检测并符合下列要求：

- a) 氧气含量为 19.5%~23.5%(体积分数)；
- b) 可燃气体、蒸汽浓度爆炸下限不小于 4%(体积分数)时，检测浓度不大于 0.5%(体积分数)；
- c) 可燃气体、蒸汽浓度爆炸下限小于 4%(体积分数)时，检测浓度不大于 0.2%(体积分数)；
- d) 有毒物质允许浓度符合 GBZ 2.1 的规定。

6.1.9 碳纤维生产企业的丙烯腈罐区、聚合车间应符合下列要求：

- a) 现场安装或使用的有毒气体探测器，取得国家指定机构或其授权检验单位的防爆合格证；
- b) 动火、有限空间、高处、吊装等作业符合 GB 30871 的规定；
- c) 丙烯腈罐区、聚合车间应急物资的配置符合 GB 30077 的规定；
- d) 丙烯腈罐区、聚合车间爆炸危险区的划分符合 GB 50058 的规定；
- e) 个体防护装备配备符合 GB 39800.1、GB 39800.2 及 GB 39800.5 的规定；
- f) 丙烯腈运输车辆入厂前，查验危险化学品道路运输许可证、车辆安全附件及驾驶员、押运员上岗资格证等相关资料。

6.1.10 碳纤维纺丝、碳化车间驱动类设备紧急停车按钮设置应符合下列要求：

- a) 位于设备附近便于操作且人员易于接触；
- b) 按钮形状区别于一般控制开关，颜色为红色，并有防止人员误触的措施；
- c) 与驱动系统联锁，紧急停车按钮能停止纺丝设备的所有驱动系统；
- d) 驱动类设备紧急停止运行后，急停装置手动复位其控制系统后才能再次启动。

6.2 预焙阳极及电极石墨生产工艺

6.2.1 原料储存

6.2.1.1 液体沥青储罐应设呼吸阀、液位显示及高低液位报警装置；地上储罐设置的防火堤，其最小容积不应小于防火堤内单个最大储罐的设计容积。

6.2.1.2 固体沥青加料口应设置防坠落格栅。

6.2.1.3 加热沥青使用的导热油系统应符合下列要求：

- a) 燃气导热油炉房设置固定式气体浓度监测报警装置；
- b) 定期对导热油进行检测，检测范围涵盖黏度、闪点、含水量等；
- c) 导热油炉及附属导热油储罐、导热油炉输送泵设备周围，设置防止导热油外溢的装置。

6.2.1.4 液体沥青卸车区附近应设置静电释放装置、沥青泄漏收集设施等。

6.2.1.5 液体沥青储罐、管道的保温材料燃烧性能不应低于 B1 级。

6.2.1.6 清理沥青油槽时，应办理有限空间作业审批手续并按照 6.1.8 的规定执行。

6.2.1.7 原料库卸车作业时，卸车区应设置警戒线或警示标志，并设有专人监护。

6.2.2 煅烧

6.2.2.1 石油焦、针状焦煅烧炉附近应设置固定式气体浓度监测报警装置，检测范围涵盖二氧化硫、一氧化碳、甲烷等。

6.2.2.2 煅烧炉的加料和排料应在控制室操作；工作人员进入煅烧炉区域时，应佩戴便携式气体浓度检测报警器。

6.2.2.3 煅烧炉的开路循环冷却水系统应设置进出水压力、温度监测报警装置。

6.2.2.4 煅烧炉下料口与带式输送机连接处密封材料燃烧性能不应低于 B1 级，带式输送机应采用阻燃型输送带。

6.2.2.5 煅烧炉进行疏通堵料作业时应停止加料；作业人员应站在火口侧面，穿戴防护眼镜、防护服等个体防护装备进行作业。

6.2.2.6 煅烧炉热修补时，作业人员应穿戴耐高温防护服等个体防护装备，并使用专用工具进行作业。

6.2.3 混捏成型

6.2.3.1 磨机、破碎机、筛分机等人员可能触及的设备外露转动部位，应设置安全防护装置并可靠固定。

6.2.3.2 混捏锅上料口应设置防坠落设施，糊料出口应设置通风、除尘设施。

6.2.3.3 混捏锅工作时，应使用专用工具进行取样，测温前先停车，待搅刀停止运转后再进行。

6.2.3.4 衬板磨损更换、铰刀更换、处理下部漏料等混捏锅维修作业时，应先放空锅内物料，断电、挂牌、上锁后再进行作业。

6.2.3.5 间歇式的混捏锅应符合下列要求：

- a) 糊料出口安装抽风罩并与沥青烟气净化设施相连；
- b) 采取齿轮传动的，应配置满足强度、刚度、形态和尺寸要求的保护罩，并按照设计要求对防护罩定期检查、更换。

6.2.3.6 振动成型机的振动台和操作台应分开；振动台工作时，作业人员不应在振动台上进行操作。

6.2.3.7 清理重锤上的粘结料时，人与重锤水平距离不应小于 0.5 m。

6.2.3.8 挤压成型机的嘴型作业区域与合模机构之间应采取联锁、隔离、警告等安全防护措施，防止作业人员将肢体伸入模具内。

6.2.3.9 修理或拆卸成型机时,应先泄掉管路压力,断电、挂牌、上锁后再进行作业。

6.2.4 焙烧及二次焙烧

6.2.4.1 焙烧、二次焙烧车间内设置固定式气体浓度监测报警装置。

6.2.4.2 焙烧品出炉作业时,存在坠落、灼烫风险相邻火道应设置防坠落网、隔离栏等安全防护设施。

6.2.4.3 清理焙烧品作业时,应在指定区域进行作业,不应在焙烧炉上直接清理。

6.2.4.4 环式焙烧炉检修时,相邻两条火道不应同时施工。

6.2.4.5 焙烧炉内检维修作业时,应先切断燃气设施,待炉内温度降至室温,炉口设有专人监护并设警示标志后再进行。

6.2.4.6 二次焙烧隧道窑符合下列要求:

- a) 焙烧隧道窑运输系统应由专人操作,进、出窑车时应监视程序信号是否正常,非作业人员不应启动任何按钮和开关;
- b) 加装匣钵的窑车进入隧道窑前,匣钵应吊落到位。

6.2.5 浸渍

6.2.5.1 浸渍系统的设备应密闭,并设置局部排烟净化设施。

6.2.5.2 浸渍罐抽真空或加压时,浸渍罐的最大工作压力不应超过设计规定的压力。

6.2.5.3 浸渍生产方式为热出罐的,应设置冷却通廊及通风设施。

6.2.5.4 浸渍生产方式为冷出罐的,在向浸渍罐内加入冷却水前,应关闭沥青进出油管、抽真空管、氮气或压缩空气管道等处的阀门。

6.2.5.5 沥青储罐或浸渍罐内部温度降至室温后,进行沥青储罐、浸渍罐的检维修作业,并设有专人监护。

6.2.6 石墨化

6.2.6.1 石墨化车间应设置固定区域,用于堆放石墨化炉的保温料、电阻料及返回料。

6.2.6.2 石墨化车间应设置排烟设施。

6.2.6.3 石墨化炉的水冷系统应能可靠供应,在意外中断的情况下有相应设备或措施提供冷却水。

6.2.6.4 石墨化车间应安装固定式气体浓度监测报警装置,巡检人员佩戴便携式气体浓度检测报警器。

6.2.6.5 石墨化炉出、装炉作业应设置专门的作业人员和指挥人员。

6.2.6.6 石墨化炉进行清炉底作业时,应设有专人监护。

6.2.6.7 石墨化车间巡检人员、作业人员、指挥人员及监护人员个体防护装备的配置应符合 GB 39800.1 及 GB 39800.5 的规定。

6.2.7 制品加工

6.2.7.1 高速旋转或往复运动的机械设备外露转动部位应安装挡板或安全围栏,且不应随意拆除。

6.2.7.2 加工车间应设置除尘和负压清扫设施,检修通道、巡检路线等人员通行区域应采取防滑措施。

6.2.7.3 制品加工时,应采用夹卡工具将其牢固卡住,防止加工时滑动和甩出。

6.2.7.4 机床运转过程中,操作者与机台应保持安全距离。

6.3 碳纤维生产工艺

6.3.1 原料储存

6.3.1.1 丙烯腈储罐区应设置安全标志,标明主要危险有害因素、事故后果及紧急情况下的应急处置

方法等。

6.3.1.2 丙烯腈罐应设置带阻火器的呼吸阀,呼吸阀应接入废气处理系统;呼吸阀所处的环境温度低于 0℃的地区,应选用全天候型呼吸阀。

6.3.1.3 丙烯腈罐应设置低液位、低低液位、高液位以及高高液位报警系统,实现低低液位报警联锁停运出料泵,高高液位报警自动联锁切断进料设施。

6.3.1.4 丙烯腈储罐区设置的防火堤应符合下列要求:

- a) 防火堤采用不燃烧材料建造,且密实、闭合、不泄漏;
- b) 防火堤设置不少于两处对外的越堤人行踏步或坡道,设置在不同方位上且距离不大于 60 m;
- c) 防火堤内的隔堤设置人行踏步或坡道;
- d) 储罐至防火堤内踢脚线的距离不小于罐壁高度的一半。

6.3.1.5 丙烯腈储罐应设置氮气保护系统,保护系统的尾气应接入废气处理系统,不应直接放空。

6.3.1.6 储罐的进出口管道应采用不锈钢金属波纹管等柔性连接,储罐的出口管道还应设置紧急切断阀。

6.3.1.7 丙烯腈泵房应设置固定式有毒气体浓度监测报警装置及事故排风设施;气体浓度监测报警装置应与事故排风设施联锁。

6.3.1.8 储罐区应配备正压式空气呼吸器、过滤式防毒面具、防护服、堵漏工具、防爆通信工具等应急救援物资,并定期检查维护。

6.3.1.9 丙烯腈卸车作业遵守下列要求:

- a) 不应在雷雨天、高温时段装卸丙烯腈;
- b) 应采用液下鹤管并设有卡件防脱设施;
- c) 应设置警戒区域并设有专人监护;
- d) 作业人员应穿戴防静电工作服并佩戴便携式气体浓度检测报警器。

6.3.2 聚合

6.3.2.1 聚合车间存放的添加剂量不应超过 24 h 生产所需的最大量,添加剂应分类、分区、分库储存。

6.3.2.2 聚合设备及管道应设置惰性气体保护系统,其供气压力应保证惰性气体能进入最大压力的设备和管道。

6.3.2.3 聚合车间应设置固定式有毒气体浓度监测报警装置,并与事故排风设施联锁;事故排风设施应设置自动和手动两种启动方式。

6.3.2.4 聚合车间的通风、排风、空气调节等设备应选用防腐、防爆型;排风设施应独立设置,不应与其他设备或工艺共用。

6.3.2.5 聚合釜应设置事故紧急排放系统,事故紧急排放系统容积不应小于聚合工段当班设备设计容积。

6.3.2.6 聚合釜的温度控制系统应具有二级报警功能;一级报警时自动启动换热冷却系统,二级报警时实现联锁停车。

6.3.2.7 车间进出口处应设置人体静电释放装置,非防爆电子产品、打火机、火柴等引火源不应带入聚合车间,车间内部应使用防止产生火花的工具,使用的通信设备应为防爆型。

6.3.2.8 添加剂存放区、纺丝机机头区等处应设置隔离、警告等防护措施。

6.3.2.9 巡检人员应佩戴便携式有毒气体浓度检测报警器,穿戴防静电工作服。

6.3.2.10 进入聚合车间作业的车辆应选用防爆型。

6.3.3 纺丝

6.3.3.1 烘干机的物料入口、加热元件等处应设置警示标志、防护罩等隔热防烫设施。

- 6.3.3.2 溶剂回收装置、纺丝机机头等处应设置固定式有毒气体浓度监测报警装置。
- 6.3.3.3 纺丝车间、聚合车间的踏步、楼梯等应采取防腐蚀处理。
- 6.3.3.4 蒸牵工段及噪声岗位作业人员应佩戴耳塞、耳罩等个体防护装备。
- 6.3.3.5 进入纺丝车间、碳化车间的人员,除佩戴必要的个体防护装备外,还应佩戴束发帽。
- 6.3.3.6 更换纺丝机机头喷嘴作业时,作业人员应穿戴防喷溅面罩、防护手套等个体防护装备。
- 6.3.3.7 断丝、缠丝、穿丝、废丝、擦拭等作业,符合下列要求:
- a) 擦拭传动辊或处理传动辊缠辊作业时,应在出丝部位处理,不应在传动辊入丝夹角部位处理;
 - b) 在导辊处作业时,应使用专用工具进行处理,不应将肢体伸入丝束与导辊的夹角处;
 - c) 穿丝、缠丝处理作业时,应至少 2 人操作,且佩戴个体防护装备并使用专用工具;
 - d) 除去废丝再分丝作业,作业人员应使用吸枪将丝引导至卷绕设备。
- 6.3.4 碳化
- 6.3.4.1 预氧化炉启动前应先开启排烟风机;预氧化炉停机时,排烟风机应至少延迟 10 min 后再停机。
- 6.3.4.2 预氧化炉应设置火灾探测报警装置及固定式灭火系统;预氧化炉开车前应确保预氧化炉灭火系统与停车系统完好有效。
- 6.3.4.3 预氧化炉附近应设置固定式气体浓度监测报警装置。
- 6.3.4.4 预氧化工段应采取等电位连接、增加湿度等消除静电的措施。
- 6.3.4.5 碳化炉、石墨化炉开车前应先启动废气处理设施,停车后应关闭废气处理设施。
- 6.3.4.6 碳化炉、石墨化炉可能散发可燃有毒气体的场所应设置氰化氢、一氧化碳等固定式气体浓度监测报警装置。
- 6.3.4.7 碳化炉、石墨化炉的保护气体管路应固定敷设,且设置满足当班生产需要的备用气源。
- 6.3.4.8 石墨化炉最高工作温度不大于 2 500 ℃时,应采用氮气或氩气作为保护气体;最高工作温度大于 2 500 ℃时,应采用氩气作为保护气体;保护气体的体积分数不应低于 99.999%,氧气含量应低于 2 μL/L,露点应低于-40 ℃。
- 6.3.4.9 石墨化炉的真空炉抽气系统应与电源联锁,在停电时自动关闭抽气管路,防止空气和真空泵油进入炉内,真空炉抽气系统联锁应具备手动功能。
- 6.3.4.10 石墨化炉应根据电热装置的使用要求设置循环冷却水系统,冷却水系统进出水接管的位置应能保证通水后系统中不存在空气层,采用闭路循环系统的应在闭路循环管路最高点设置排气阀。
- 6.3.4.11 循环冷却水系统在石墨化炉工作时应能可靠供应,冷却水系统中应设置水温、水压监测报警装置,必要时能切断石墨化炉的供电电源。
- 6.3.4.12 碳丝卷绕的缺陷丝处理应至少 2 人进行作业。
- 6.3.4.13 异常工况下的废碳丝、废预氧化丝,应将其温度降至室温后,再放入废丝库。

7 辅助设施

7.1 燃气系统

- 7.1.1 燃气调压站的设计应符合 GB 50028 的规定。
- 7.1.2 天然气、煤气等燃气系统,应设置压降报警和信号显示(音响和色灯)装置,燃气总管设置压力监测报警装置,并与紧急自动切断装置联锁。
- 7.1.3 导热油炉、焙烧炉等燃烧装置应设置燃气低压报警及紧急切断装置,并设置火焰检测及熄火保护装置。
- 7.1.4 煤气设施与设备的设计、制造、安装、使用和检修等应符合 GB 6222 及 GB 50195 的规定。

7.2 物料输送

7.2.1 起重机械应标明额定起重量(或额定起重力矩)并在起重机合适位置或工作区域设置安全警告标志。

7.2.2 室外使用的起重机械电气设备应设置防雨罩或采取其他防雨措施。

7.2.3 钢丝绳有下列情形之一的,应进行更换:

- a) 出现整股断裂的;
- b) 外部腐蚀导致钢丝表面重度凹痕以及钢丝松弛的;
- c) 外层绳股之间的股沟溢出腐蚀碎屑的;
- d) 出现菱形或笼状畸形的;
- e) 发生扭结的;
- f) 钢芯钢丝绳直径增大 5% 及以上,纤维芯钢丝绳直径增大 10% 及以上的;
- g) 受到高温影响,钢丝绳颜色发生变化或钢丝绳上润滑脂异常消失的。

7.2.4 起重机械不应使用铸造吊钩,锻造吊钩有下列情形之一的,应进行更换:

- a) 吊钩表面有裂纹的;
- b) 吊钩的开口尺寸超过使用前基本尺寸 10% 的;
- c) 吊钩钩身的扭转角超过 10% 的;
- d) 吊钩的钩柄有塑性变形的;
- e) 吊钩的磨损量超过基本尺寸 5% 的。

7.2.5 起重机械应装设起升高度限位器、运行行程限位器、起重量限位器、起重力矩限位器、超速保护等安全装置,并定期进行检查。

7.2.6 进入桥式和门式起重机的门,及通往桥架上的门应设有联锁保护装置。

7.2.7 起重机械司机室行驶路线若经过高温烘烤区,其底部应设置防热辐射板。

7.2.8 起重作业时,应由专人负责指挥,吊物下方不应有人通过、停留或工作。

7.2.9 带式输送机的传动装置、张紧装置、导向压轮及其下方的托辊等处应设置防护罩,输送带的防撕裂、断带、跑偏、急停等安全防护装置的设置应符合 GB 14784 及 GB 50431 的规定。

7.2.10 斗式提升机应设置逆止装置、限位装置,并在每个操作工位设置急停装置。

7.2.11 链式辊道输送机应设置防止输送电极及炭块跑偏的导向机构,辊道运行中不应吊运电极、炭块等。

7.2.12 叉车、装载机、AGV(自动导向车)应定期维护、保养,作业时遵守下列规定:

- a) 车辆不应超载作业;
- b) 不应搭乘他人;
- c) 作业区域应有良好的照明条件;
- d) 无关人员不应进入作业区域。

7.3 脱硫脱硝

7.3.1 脱硫、脱硝系统中设备和管道隔热防烫措施应符合 6.1.5 的规定。

7.3.2 脱硝系统采用尿素作为还原剂时,尿素应储存在平整、阴凉、通风干燥处,包装袋堆放整齐。

7.3.3 采用氨水作为还原剂时,氨水储罐区应设置防火堤并设置防止阳光直射的遮阳棚。

7.3.4 氨水卸车作业区、脱硫剂加药作业区应设置洗眼器、淋洗器。

7.4 电气照明

7.4.1 企业供配电系统的设计应符合 GB 50052 的规定。

7.4.2 油浸式变压器应符合下列要求：

- a) 设置挡油设施或将事故油排至安全处的设施,挡油设施的设计容积不小于总油量 20%,且不小于其接入的最大单台设备油量;
- b) 总油量大于 100 kg 的室内油浸式变压器设置单独的变压器室。

7.4.3 受碳丝粉尘影响的电气设施应采取隔离碳丝的措施。

7.4.4 配电室通往室外出口、入口处应设置挡鼠板;相邻配电装置室有门时,门应能双向开启;相邻配电装置室的通道应畅通无阻,不应设置挡鼠板、门槛。

7.4.5 电气设备带电扑救时符合下列要求：

- a) 带电设备电压超过 1 kV 且灭火时不能断电场所不应使用灭火器进行扑救;
- b) 1 kV 及以下带电设备火灾使用干粉灭火器、具有绝缘性能的水基型灭火器进行扑救;
- c) 600 V 以下带电火灾可用二氧化碳灭火器进行扑救。

7.4.6 企业防爆电气设备选型符合下列要求：

- a) 乙炔、氢气等储存场所的电气设备防爆等级不低于ⅡC级;
- b) 天然气、煤气使用场所的电气设备防爆等级不低于ⅡB级;
- c) 丙烯腈储存和使用场所的电气设备防爆等级不低于ⅡB级;
- d) 其他爆炸环境电气设备的防爆等级应符合 GB 50058 的规定。

7.4.7 生产车间和作业场所的采光和照明应符合 GB 50033 及 GB/T 50034 的规定。

7.4.8 厂房内机床和工作台使用的局部照明灯,其电压应不大于 36 V,金属容器内或潮湿作业环境使用的照明电压应不大于 12 V。

7.4.9 进入电除尘器、电袋复合式除尘器内部检修前,应执行有限空间作业相关要求,除尘系统应停运并停电,应将高压隔离开关转至接地位置并悬挂“禁止合闸、有人工作”标志牌。

7.4.10 应至少每年对防爆电气设备的绝缘性能和防爆性能进行 1 次专业检查,并定期对结构、外壳、铭牌标识、接地装置等进行检查。

7.5 防雷及防静电

7.5.1 厂区内建(构)筑物防雷设施设置应符合 GB 50057 的规定,燃气调压站、丙烯腈罐区等爆炸和火灾危险场所的防雷接地检测周期应不大于 6 个月,其他场所的防雷接地检测周期应不大于 12 个月。

7.5.2 天然气、沥青、丙烯腈等可能产生静电危害的容器、储罐、装卸设施、管线等应采取防静电接地措施。

7.5.3 直径 2.5 m 及以上、容积 50 m³ 及以上的储罐,接地点不应少于 2 处,接地点间距不应大于 30 m 且沿设备外围均匀布置。

7.5.4 仅为防静电的接地装置,接地电阻不应大于 100 Ω;与防雷接地极共用时,接地电阻还应符合 GB 50057 的规定。

7.5.5 储罐区防火堤入口、扶梯入口、泵房入口等位置应设置人体静电释放装置,卸车作业区应设置便于车辆连接的静电接地释放装置。

7.5.6 丙烯腈卸车、液态沥青卸车等用泵输送液体管道流速应符合 GB 12158 的规定。

8 证实方法

8.1 第 4 章涉及企业应建立的管理体系、制度文件、应急预案等内容的,通过查验基础管理资料文件进行验证。

8.2 第 4 章涉及承包单位、承租单位内容的,通过查验合同、安全协议等方式进行验证。

8.3 第 4 章涉及企业应开展应急预案演练内容的,通过查阅演练记录进行验证。

- 8.4 第4章涉及锅炉、压力容器、压力管道、起重机械、叉车等内容的,通过查阅设备档案、检维修记录等文件进行验证。
- 8.5 第4章涉及碳纤维生产企业要求内容的,通过查验设计资质、危险与可操作性分析报告、重大危险源档案等方式进行验证。
- 8.6 第5章涉及厂区布置及建(构)筑物要求内容的,通过查验项目建设资料、设计文件及现场勘察等方式进行验证。
- 8.7 第6章涉及石墨及碳素制品生产的各个工艺要求内容的,通过查验项目建设资料、现场布置情况、安全技术操作规程、控制系统实施参数及历史记录、工艺控制指标、有毒有害气体区域作业和监测情况、安全标志设置情况、检维修记录等进行验证。
- 8.8 第7章涉及辅助设施要求内容的,通过现场勘察、查阅设计文件以及根据引用的 GB 6222、GB 12158、GB 50052、GB 50033、GB/T 50034、GB 50057、GB 50058 及 GB 50195 等文件的规定进行验证。



参 考 文 献

- [1] GB 2894—2025 安全色和安全标志
- [2] GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
- [3] GB 5083—2023 生产设备安全卫生设计总则
- [4] GB/T 5959.1—2019 电热和电磁处理装置的安全 第1部分:通用要求
- [5] GB/T 6067.5—2014 起重机械安全规程 第5部分:桥式和门式起重机
- [6] GB/T 10067.1—2019 电热和电磁处理装置基本技术条件 第1部分:通用部分
- [7] GB/T 10067.4—2005 电热装置基本技术条件 第4部分:间接电阻炉
- [8] GB/T 14711—2025 中小型旋转电机通用安全要求
- [9] GB/T 16754—2021 机械安全 急停功能 设计原则
- [10] GB/T 32937—2016 爆炸和火灾危险场所防雷装置检测技术规范
- [11] GB/T 44710—2024 化工园区中试基地建设导则
- [12] GB 50264—2013 工业设备及管道绝热工程设计规范
- [13] GB 50488—2018 腈纶工厂设计标准
- [14] GB/T 50493—2019 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- [15] JC/T 2633—2021 高模量碳纤维生产用石墨化炉技术条件