

DB37

山东省地方标准

DB37/T 4023—2020

合成氨安全生产技术规范

2020 - 07 - 09 发布

2020 - 08 - 09 实施

山东省市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 安全风险信息 2

 4.1 合成氨工艺安全风险 2

 4.2 主要设备设施安全风险 2

 4.3 主要作业活动安全风险 3

5 工艺单元安全技术要求 3

 5.1 一般要求 3

 5.2 煤粉制备单元 4

 5.3 煤气化单元 4

 5.3.1 水煤浆、干燥粉气化安全技术 4

 5.3.2 固定床无烟块煤（型煤）气化安全技术 5

 5.4 气体净化单元 5

 5.4.1 变换工艺安全技术 5

 5.4.2 脱硫工艺安全技术 6

 5.4.3 碳酸丙烯酯脱碳工艺安全技术 6

 5.4.4 变压吸附脱碳工艺安全技术 6

 5.4.5 低温甲醇洗工艺安全技术 6

 5.4.6 液氮洗工艺安全技术 7

 5.4.7 “双甲”（粗甲醇、甲烷化、醇烃化）工艺安全技术 7

 5.5 氨合成单元 7

 5.5.1 氮氢气压缩安全技术 7

 5.5.2 氨合成安全技术 9

 5.5.3 冷冻工艺安全技术 10

 5.6 液氨储运单元 11

 5.6.1 液氨储运单元安全设施要求 11

 5.6.2 存储作业安全要求 11

 5.6.3 装卸作业安全要求 12

6 关键环节安全技术要求 12

 6.1 合成氨生产装置试车安全技术要求 12

 6.2 合成氨生产装置系统开停车安全技术要求 13

 6.3 日常运行安全技术要求 13

6.4 特殊作业安全技术要求.....	13
---------------------	----

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由山东省应急管理厅提出并组织实施。

本标准由山东安全生产标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：山东省化肥和煤化工行业协会、兖矿化工有限公司、山东华鲁恒升化工股份有限公司、明泉集团股份有限公司、鲁西化工集团股份有限公司、山东联盟化工集团有限公司、山东省化肥工业总公司。

本标准主要起草人：杨春升、孙志田、尤加强、范秀凯、刘晓威、吴广强、李鹏鹏、尹玉庆、崔猛、邢玉彬。

引 言

本标准是依据国家安全生产有关法律、法规的要求，借鉴和吸收国际、国内合成氨行业相关标准、现代安全管理理念和化工行业安全生产管理经验，融合安全生产标准化等相关要求，结合山东省合成氨生产企业安全生产特点编制而成。

本标准用于规范和指导山东省内以煤为原料生产合成氨装置的安全技术管理工作，达到降低风险，杜绝或减少各种事故隐患，预防生产安全事故的发生。

合成氨安全生产技术规范

1 范围

本标准规定了以煤为原料合成氨生产装置的安全生产技术要求。
本标准适用于山东省范围内以煤为原料的合成氨生产企业。

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。

GB/T 1576 工业锅炉水质
GB 4962 氢气使用安全技术规程
GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
GB 15577 粉尘防爆安全规程
GB 30871 化学品生产单位特殊作业安全规范
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50160 石油化工企业设计防火标准
GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
GB 50779 石油化工控制室抗爆设计规范
GB/T 51094 工业企业湿式气柜技术规范
AQ 3035 危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范
HG/T 20509 仪表供电设计规范
SH/T 3145 石油化工特殊用途汽轮机工程技术规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

合成氨生产装置 ammonia synthesis plant

包括原料煤加工、煤气化(造气)、净化、压缩、氨合成、冷冻、氨库等全部生产设施。

3.2

系统 system

为实现一定工艺目的，按照工艺流程关系组成的装置组合。

3.3

单元 unit

合成氨生产中为完成某一工艺过程而设置的装置、设施或场所。

3.4**关键装置 key facility**

在易燃、易爆、有毒、有害、易腐蚀、高温、高压等条件下进行工艺操作的生产装置。

3.5**重点部位 key site**

生产、储存、使用易燃易爆等危险化学品场所，以及可能形成爆炸、火灾场所的罐区、装卸台（站）等。

4 安全风险信息**4.1 合成氨工艺安全风险**

4.1.1 合成氨生产过程涉及一氧化碳、硫化氢、氢气、甲醇、丙烯和氨等危险化学品，可导致中毒和窒息、火灾、爆炸、灼烫等危害。

4.1.2 高温、高压物料从设备管线泄漏时会迅速膨胀与空气混合形成爆炸性混合物，遇到明火或因高流速物料与裂（喷）口处摩擦产生静电火花引起火灾和空间爆炸。

4.1.3 气体压缩机等转动设备在高温下运行会使润滑油挥发裂解，导致积炭燃烧或爆炸；汽轮机液压油、润滑油泄漏接触高温物体表面易引发火灾事故。

4.1.4 高温、高压可加速设备金属材料发生蠕变、改变金相组织，还会加剧氢气、氮气对钢材的氢蚀及渗氮，加剧设备的疲劳腐蚀，使其机械强度减弱，引发物理爆炸。

4.1.5 液氨大量泄漏会形成低温云团引起大范围人群中毒，遇明火还会发生空间爆炸。

4.1.6 高温、高压使可燃气体爆炸极限扩宽，气体物料一旦过氧（亦称透氧），极易在设备和管道内发生爆炸等。

4.1.7 高压、高温煤粉从设备管线泄漏时，会迅速形成爆炸性混合物，造成粉尘爆炸或空间爆鸣。

4.1.8 液氧、液氮和液氩等低温液体泄漏，可造成人员严重冻伤；低温介质进入非低温材质的设备或管道，可造成设备管道损坏。

4.1.9 工艺路线中高压、中压、低压管路并存，且有个别管路相互连接，操作不当可能出现高压串低压，进而引发管道、容器爆炸等。

4.1.10 煤炭储运和煤粉制备过程中，静电不及时导除或富氧环境极易引发粉尘爆炸。

4.2 主要设备设施安全风险

4.2.1 加压煤气化炉、变换炉、甲烷化炉、脱硫脱碳等吸收塔、氨合成塔及其废热锅炉、液氨中间储槽、液氨罐等承压设备，生产运行过程中超温、超压，检测、控制、管理手段不完善等可造成泄漏，引发火灾和爆炸。

4.2.2 煤浆泵、溶液泵、氮氢气压缩机、氨压缩机等机泵在运转及检维修过程中可因冲击和撞击，造成物体打击、机械伤害等。

4.2.3 高温设备及管道的保温措施不完善，可造成灼烫、火灾等。

4.2.4 放射性检测仪表安全防护失效可造成辐射危害。

4.2.5 电气设备安装、使用和维护不当，可造成触电事故。

4.2.6 仪表元器件失效，指示、传输信号失准或失效，可导致误报、停机或系统停车。

4.3 主要作业活动安全风险

4.3.1 压缩机、汽轮机等大型机组开停车，生产装置常规开停车和紧急停车、跳车等非常规作业活动操作不当，易引发中毒、窒息、物体打击、火灾、爆炸等事故。

4.3.2 设备、管道等检维修作业过程中涉及动火、高处、受限空间、吊装、临时用电等特殊作业，置换不彻底、隔离措施落实不到位、安全防护不当等，可造成火灾、爆炸、中毒和窒息、高处坠落、触电和物体打击等事故。

5 工艺单元安全技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 合成氨装置生产过程应采用 DCS 控制系统对各个阶段的反应器（如：氨合成塔、尿素合成塔、变换炉、气化炉）温度、压力、液位、进出反应容器物料流量、工艺介质的 PH 值等参数进行动态监控，为工艺操作提供安全、准确的信息。

5.1.2 涉及“两重点一重大”的煤气化、氨合成等生产装置应设置紧急停车系统（ESD），构成一、二级重大危险源的应设置独立的安全仪表系统（SIS）。

5.1.3 ESD 或 SIS 系统按照安全独立的原则要求设置，独立于 DCS 集散控制系统，其安全级别高于 DCS，至少应满足下列要求：

- DCS 应通过对关键单元和部件冗余配置，实现提高系统运行可靠性的要求；
- DCS 应具有先进的硬件及软件环境，能满足运行用户的先进控制与实时过程优化软件的要求；
- DCS 和 SIS 应采用 UPS 电源装置供电，并满足《仪表供电设计规范》HG/T 20509 的要求；
- DCS 系统应采用等电位接地技术；
- 生产装置试车、开车前，应进行联调与试运，使系统各部分处于正常工作状态，完整地投入运行。

5.1.4 一般信号报警应在操作员站显示，重要信号报警除在操作员站显示外，宜在辅助操作台上设灯光显示单元和音响单元。

5.1.5 联锁系统的设计应满足化工装置的试车、运行和联锁回路的调试、测试和维护等要求。气化单元应设置系统停车信号声光报警。

5.1.6 合成氨生产装置应满足合成氨重点监管危险化工工艺重点监控工艺参数和安全控制要求。

5.1.7 工艺系统以及承压设备应设立安全阀、爆破板等防爆泄压系统。

5.1.8 可燃性物料的放空管路系统设立阻火器、水封等阻火设施。

5.1.9 系统存在不同压力等级并存的高压段设备应设置液位报警、联锁，应设置工艺气吸收、分离等设备，液位应控制稳定。

5.1.10 合成氨装置应设置集中控制室，新、改、扩建控制室须符合《石油化工企业设计防火标准》GB 50160、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《石油化工控制室抗爆设计规范》GB 50779 要求。

5.1.11 装置现场设置的工业用工程站应标示清楚，同步配置快速接口及连接软管。

5.1.12 氢气管线设备运行安全应按照《氢气使用安全技术规程》GB 4962 规定要求执行。

5.1.13 工艺和作业过程的设计、组织和实施应满足《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801 的要求。

5.1.14 空分氧气、氮中氧、合成气、精制气等工艺气应设置在线分析。

5.1.15 涉及一氧化碳、硫化氢、甲醇、丙烯、氨和氢气等有毒或可燃气体的释放源场所，应按照《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB/T 50493 设置气体泄漏探测报警设施。

5.1.16 生产装置、罐区等应按照《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 等设置完善的消防系统，配置相应的消防器材、设备和设施，并定期检查、检验，确保充足、完好。

5.1.17 涉及关键装置、重点部位应设置视频监控系统。

5.2 煤粉制备单元

5.2.1 原料煤储存、输送系统应设立完善的冲洗设施、除尘抑尘设施、安全检测装置、泄压装置、防火装置、DCS 自动控制系统。

5.2.2 皮带输送装置应设置紧急停车系统，包括 DCS 急停设施、现场紧急停车拉绳、现场急停按钮等。

5.2.3 原料煤储存设施、输送设施、除尘抑尘设施检修前，须确认粉尘清理彻底。

5.2.4 煤粉应密闭输送，输送装置应设置防止静电积聚设施。

5.2.5 粉煤气化原料制备、输送和储存应采用氮气或二氧化碳等惰性气体保护，并设置 O₂ 浓度分析仪及 CO 在线监测设施。

5.2.6 煤粉制备应设置防止断料设施，防止热风门内漏检测设施，粉煤制备磨机出口温度应高于其露点。

5.2.7 煤炭储存、输送场所电气设备应采用防尘型电气设备。

5.2.8 储煤系统的运转设备、皮带输送系统及电器设备应设置齐全完善的防护装置，皮带输送机四周应设防护栏、警示标识牌，穿越皮带输送机位置应设置过桥。

5.2.9 皮带应停机清理，检维修必须断电挂牌。

5.2.10 煤炭粉碎前，应设置除铁、除杂装置。

5.2.11 煤粉制备装置系统置换，氧含量应控制在 5 % 以下。

5.2.12 煤粉制备、储存和输送应符合《粉尘防爆安全规程》GB 15577 要求，系统检修处理时，须置换合格并盲板隔离。

5.3 煤气化单元

5.3.1 水煤浆、干煤粉气化安全技术

5.3.1.1 气化装置应设置紧急停车系统，至少涵盖以下工艺联锁条件：

- 气化炉支撑板温度；
- 合成气出口温度；
- 激冷水流量；
- 氧气总管压力；
- 高压氮气压力；
- 入炉氧流量；
- 入烧嘴冷却水流量、出烧嘴冷却水流量；
- 入烧嘴冷却水压力、出烧嘴冷却水温度；
- 烧嘴冷却水进出口压差；
- 出洗涤塔合成气温度；
- 洗涤塔液位；
- 锁斗压力、锁斗冲洗水液位；
- 煤浆或煤粉流量；
- 渣口压差。

——其他必要条件。

- 5.3.1.2 气化装置安全联锁应完好有效，装置投料前必须调试合格并保存记录。
- 5.3.1.3 气化炉投料前，氮气置换氧含量必须 $\leq 0.5\%$ 。
- 5.3.1.4 气化炉停炉后氮气置换 $\text{CO}+\text{H}_2 \leq 0.5\%$ 。
- 5.3.1.5 氧管线应设置止回阀和氮气保护设施，严禁油脂污染，检修部位脱脂合格方可投用。
- 5.3.1.6 气化装置应严格控制操作压力、氧煤比、工艺气温度、气化炉炉温及外壁温度等工艺参数在指标范围内运行。
- 5.3.1.7 气化装置开停车过程应严格执行升降温速率，初始开车烘炉或更换耐火砖后第一次开车，应严格执行升温曲线。
- 5.3.1.8 气化炉升压速率不宜大于 0.1 MPa/min 。
- 5.3.1.9 渣水处理系统应保持合理液位，严禁合成气带水带灰。
- 5.3.1.10 及时调节系统水平衡，维持气化炉激冷室液位和洗涤塔液位正常。

5.3.2 固定床无烟块煤（型煤）气化安全技术

- 5.3.2.1 造气炉下行煤气阀和吹风阀应设安全联锁装置。
- 5.3.2.2 煤气下行管、灰斗和炉底空气管道应安装爆破板，爆破板应安装防护罩。
- 5.3.2.3 吹风阀应设置双阀或增装蝶阀。
- 5.3.2.4 煤气炉应设置一次风管线防爆板和自动放空设施，主要液压阀应安装阀位指示。
- 5.3.2.5 夹套锅炉和废热锅炉汽包应设置安全阀。
- 5.3.2.6 汽包蒸汽出口阀在开车前应检查确认处于全开状态；关汽包放空阀，必须先开出口阀；关汽包出口阀，必须先开放空阀。
- 5.3.2.7 夹套锅炉和废热锅炉汽包应设有低限报警装置，日常运行液位控制在 $1/2 \sim 2/3$ 的高度，一旦断水，未经自然冷却严禁加水。
- 5.3.2.8 造气炉应保持炭层高度及炉温稳定，如遇空气鼓风机跳车应紧急停炉。
- 5.3.2.9 煤气发生炉停车打开炉盖前，必须先开抽引蒸汽（空气）防爆；观察炉面时，必须佩带防护面罩；当打疤或停炉时，炉口应放安全网罩。
- 5.3.2.10 气柜应满足《工业企业湿式气柜技术规范》GB/T 51094 要求，还应满足以下条件：
 - 半水煤气中氧含量应 $\leq 0.5\%$ ，氧含量 $\geq 0.8\%$ 时应高高报警，氧含量 $\geq 1\%$ 时应联锁停炉；
 - 气柜前洗气塔有氧表的，洗气塔氧含量 $\geq 0.8\%$ 时应高高报警，氧含量 $\geq 1\%$ 时应联锁系统停车；
 - 气柜应装有手动、自动放空装置，放空管或顶部排放管应有消除静电设施；
 - 造气、脱硫、压缩单元应设置气柜远传监控设施；
 - 气柜应设容积指示仪、高低限位报警器。
- 5.3.2.11 吹风气锅炉除执行锅炉相关安全规程外，还应设置防超压、防回火水封，吹风气管线应设置防爆膜，前烟道侧面应设置自泄式防爆门，并严格控制温度、压力、气体成分及流量等工艺指标。

5.4 气体净化单元

5.4.1 变换工艺安全技术

- 5.4.1.1 开工加热炉操作应遵循“先通工艺气、后投加热炉，先停加热炉、后停工艺气”原则。投用前必须置换合格；一次点火失败或中间熄火时必须重新进行置换，取样分析合格后方可重新点火。采用电加热方式升温时，电气和工艺应联合检查合格后方可投用。
- 5.4.1.2 升温还原时如发生断电、断水、断气，应立即停用电加热器。紧急停车时应保持系统正压。
- 5.4.1.3 变换炉降温、触媒钝化操作后检修，应严格进行物理隔离。

- 5.4.1.4 升温硫化临时使用的二硫化碳罐应远离明火，罐内要加水保护，夏季应落实遮阳措施。用氮气瓶压力压入系统时，罐内压力不得超过 0.05 MPa。作业现场要备消防器材和防毒面具。
- 5.4.1.5 系统应设置热水泵跳车、饱和热水塔液位高、低限报警信号。
- 5.4.1.6 工艺气宜设置氧含量在线分析及报警、联锁设施；氧含量控制应 $\leq 0.5\%$ ，饱和热水塔液位、变换炉温度、煤气中硫化氢含量等应制定工艺指标并严格执行。
- 5.4.1.7 参与原料气配比的蒸汽压力应高于变换系统压力，并设置压差低限报警。
- 5.4.1.8 装置正常运行温度较高、开车前后温度变化较大的连接法兰，在开车过程中应进行热紧，宜设置防雨雪设施。
- 5.4.1.9 变换升温硫化时，应密切注意温升情况，发生偏离升温曲线时，应及时调整 CS_2 添加量和加热炉温度。
- 5.4.1.10 变换升温硫化期间放空气体严禁现场放空。

5.4.2 脱硫工艺安全技术

- 5.4.2.1 静电除焦塔进口原料气管线必须设置氧含量在线分析仪表和报警联锁设施，一般控制氧含量 $\leq 0.5\%$ ，当 $\geq 0.8\%$ 时必须断电停车；静电除焦塔投用前绝缘 $\geq 50\text{ M}\Omega$ ，夹套温度宜控制在 $90\text{ }^\circ\text{C} \sim 110\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- 5.4.2.2 罗茨风机厂房必须设置强制通排风设施；罗茨风机出口管路必须设置止回阀或停（跳）车自动切断装置，加装消声设施；风机进口管路应设置防止风机抽负压的检测、报警、联锁设施，出口管路设置防止风机过载的压力检测、报警及循环大回路联锁设施。
- 5.4.2.3 静电除焦塔、脱硫塔检修打开前，应采取防止设备内壁硫化亚铁、积焦自燃措施。
- 5.4.2.4 应设置脱硫塔、清洗塔或分离器、液封等液位和脱硫塔压力（压差）声光报警设施，保证液位、压力稳定正常。
- 5.4.2.5 硫磺储存场所禁止同时存放氧化剂和易燃物品。
- 5.4.2.6 采用克劳斯硫回收工艺，应设置炉膛压力联锁、酸性气流量联锁、火焰监测器等仪表系统。
- 5.4.2.7 采用克劳斯硫回收工艺配氧操作时，应设置在线氧/酸性气比值仪。

5.4.3 碳酸丙烯酯脱碳工艺安全技术

- 5.4.3.1 必须严格控制贫液中含水量 $\leq 2\%$ 。
- 5.4.3.2 必须严格控制吸收塔（或水洗塔）、闪蒸器（或氢氮回收器）等液位指标，吸收塔液位应设置联锁报警设施。
- 5.4.3.3 脱碳水洗塔塔后分离器，应安装自动排水和液位声光报警装置。

5.4.4 变压吸附脱碳工艺安全技术

- 5.4.4.1 装置应设置自动切塔与恢复程序，进吸附塔前应设油水分离设施。
- 5.4.4.2 装置应设置程控阀开关控制及阀位检测、模拟量检测与调节、故障报警联锁。
- 5.4.4.3 油泵站应设双电源供电，油压系统应设置压力高低限报警联锁和低限自启功能。
- 5.4.4.4 操作工应定时巡检液压系统，检查油温、油位是否正常，系统有无漏油点。
- 5.4.4.5 装置临时停车及开车前，应确认各吸附塔的压力与停车联锁状态的一致性。
- 5.4.4.6 变压吸附装置检修程控阀时，为防止程控阀误动应设置油泵备用电源。

5.4.5 低温甲醇洗工艺安全技术

- 5.4.5.1 装置应设置防止超温超压、防止低温甲醇进入碳钢设备、防止串气、高压串低压、防止泵抽空等联锁报警系统。

- 5.4.5.2 装置应设置甲醇吸收塔液位报警联锁、中压闪蒸槽报警联锁、工艺气在线分析系统。
- 5.4.5.3 严格控制工艺系统中水含量 $\leq 1\%$ （质量）， $H_2S \leq 1$ ppm。
- 5.4.5.4 开停车及正常生产中，应及时投用和调整甲醇喷射器的喷淋甲醇量，防止变换气结冰。
- 5.4.5.5 富甲醇过滤器和贫甲醇过滤器应设置备用系统和在线清洗系统，过滤器压差应严格控制在指标范围内。
- 5.4.5.6 净化气中 H_2S+CO_S 控制 ≤ 0.1 ppm，定期分析贫甲醇中的水份和硫含量，并检查冷却介质供应情况。

5.4.6 液氮洗工艺安全技术

- 5.4.6.1 系统应设置燃料气温度联锁、中压氮气压力联锁，液氮洗进口或分子筛出口成份 CO_2 、 $CH_3OH \leq 10$ ppm（部分企业控制 1 ppm；0.5 ppm），出工段 $CO \leq 2$ ppm。
- 5.4.6.2 降温（升温）过程中冷却器端面温差不大于 $60\text{ }^\circ\text{C}$ ，并控制升降温速度不大于 $15\text{ }^\circ\text{C/h}$ ，排放的燃爆、毒害介质应按规定要求高空排放。
- 5.4.6.3 液氮洗冷箱内应持续充氮保护，定期分析确认冷箱内气体成份合格。
- 5.4.6.4 开车前系统应进行氮气干燥置换，连续两次有代表性分析 $O_2 \leq 1\%$ ， $H_2O \leq 10$ ppm 为合格（或露点温度 ≤ -50 摄氏度）。干燥置换充压速度 ≤ 0.1 MPa/min。
- 5.4.6.5 系统干燥置换取样时，必须两人协同进行，一人取样、一人监护。
- 5.4.6.6 置换系统周围 15 米设置防护警戒区，并设置警示牌，夜间设置警示灯。
- 5.4.6.7 装置应当设置原料气故障、中低压氮气故障、吸附器故障、混合制冷剂压缩机故障、仪表空气及其他公用系统故障等故障停车系统，并宜实现 DCS 控制。

5.4.7 “双甲”（粗甲醇、甲烷化、醇烃化）工艺安全技术

- 5.4.7.1 保证足够安全气量，提高电压时应先加大气体流量；控制升压和升温速率。
- 5.4.7.2 严格控制进口气体 CO 、 CO_2 含量，稳定塔温，保护触媒。
- 5.4.7.3 两塔卸压放空速率 ≤ 0.4 MPa/min，保持塔前压力高于塔后压力，严防气体倒流，避免把触媒等杂物吹入中心管，造成电炉丝烧断事故。
- 5.4.7.4 粗甲醇操作，应缓慢均匀，放醇压力控制在 ≤ 0.35 MPa ~ 0.6 MPa 内。
- 5.4.7.5 严格控制甲醇中间槽内压力、控制水冷出口气体温度 $\leq 40\text{ }^\circ\text{C}$ ，最大充装系数应 ≤ 0.9 。
- 5.4.7.6 循环机应设置油压、进出口压力报警联锁和紧急停车装置；离心式循环机应设置单向阀。
- 5.4.7.7 合成塔应设置壁温报警设施。
- 5.4.7.8 合成塔应设置压力超标报警设施，系统根据压力等级不同应分别设置紧急放空阀及安全阀。
- 5.4.7.9 甲醇分离器、甲醇中间槽、净醇洗涤塔、废锅、净氨塔、甲醇吸收塔应设置液位自动调节系统，并设置液位高低限报警设施。
- 5.4.7.10 净醇洗涤塔放液压力、甲醇中间槽压力、放醇管压力应设置高限报警设施。
- 5.4.7.11 严格控制进口气体含硫量 ≤ 0.1 ppm，氯含量 ≤ 0.1 ppm。
- 5.4.7.12 甲烷化或烃化塔升温，控制气体中 $CO \leq 0.4\%$ ，升温前必须检测电加热器对地绝缘电阻不低于 0.5 兆欧，应设置循环量低跳电炉联锁。

5.5 氨合成单元

5.5.1 氮氢气压缩安全技术

- 5.5.1.1 压缩机应设置一段入口压力低限报警装置和罗茨机、压缩机停车联锁装置；各段温度、入口分离器液位、压力应设置报警联锁；氮氢压缩机振动高限跳车联锁；压缩机温度、压力、入口分离器液位与供电系统应形成联锁关系。
- 5.5.1.2 压缩机去变换、脱硫、“双甲”、合成各工序的工艺管道上，宜设置紧急切断阀。
- 5.5.1.3 压缩机各段出口管道上应安装安全阀，安全阀出口导气管应接出室外；放空管应设置阻火器，高度应高于周边 20 m 范围内操作平台 3.5 m 以上；安全阀应定期校验，确保灵敏可靠。
- 5.5.1.4 压缩机总集油槽上回气阀应保持常开，严禁超压。
- 5.5.1.5 压力、温度、电流、电压、报警等仪表控制装置应定期校验，保证灵敏、准确、可靠。
- 5.5.1.6 压缩机启动应先盘车，禁止使用吊车进行盘车，禁止带负荷启动。
- 5.5.1.7 压缩机气缸水夹套用冷却水应设置冷却水压力低报警及联锁停车，或气缸水管出入口设置流量指示。若气缸水夹套断水时，禁止立即补加冷却水，应停车自然冷却后，再进行处理。
- 5.5.1.8 严格控制润滑油的油位及加油量，确保压缩机各部件供油正常。齿轮油泵油压不能低于指标规定值，应设置油泵油压与压缩机运行联锁装置，严防注油器油管倒气。
- 5.5.1.9 更换压缩机气缸活门，应确认压力卸尽、置换合格、隔离彻底，并挂牌标识后方可作业。更换过程中要采取强制通风，不得撞击，严防煤气中毒及发生着火和爆燃事故。
- 5.5.1.10 压缩机排油水阀宜设置双阀，排油水时，严禁过猛过快，防止大量窜气。禁止数台压缩机同时排油水，以防进口总管压力波动及总集油槽超压发生事故。
- 5.5.1.11 压缩机开停机、倒机过程中，升压或卸压必须缓慢，各段压力要平稳，防止气体倒流、高压气窜入低压系统、外工序的溶液水倒入压缩机发生事故。
- 5.5.1.12 压缩机开机或倒车时，要认真检查相关的各个段间近路阀是否关严，不能内漏，以确保“双甲”和合成工序的正常操作。
- 5.5.1.13 压缩机空气试压或试车，应遵守下列要求：
- 与正在生产系统用盲板隔绝，压缩机系统内可燃气置换彻底，各段出口压力、温度均不得超过规定指标；
 - 已经投入运行的煤气压缩机不宜采用空气加压试车；若使用空气试车，需要将各段分离器、冷却器内油污置换彻底，并严密监视控制压缩比和各段出口温度；
 - 如采用静电除焦设备，必须设置半水煤气氧气自动分析仪，且与静电除焦控制柜联锁，氧含量 $\geq 0.8\%$ 时电路应自动断开；
 - 试车前应先盘车，并按同步电机、无负荷、负荷试车顺序进行。
- 5.5.1.14 压缩机开停机，大幅度加減负荷，应事先与调度室、上下工序联系。
- 5.5.1.15 严格执行压缩机定期检查、检测的规定，检查各段温度、压力，循环油压、冷却水压是否在指标内，各支路试漏阀有无内漏，检查各段排油情况，防止液击。
- 5.5.1.16 压缩机严禁超温、超压运行，操作人员在巡回检查中遇危及人身、设备安全或有下列情况之一时，有权先停车处理后向值班班长报告：
- 发生火灾、爆炸、大量漏气、漏油、带水、带液、电流突然升高；
 - 超温、超压、断水、缺油不能恢复正常；
 - 机械、电机运转有明显异声，有发生事故的可能；
 - 当易燃、易爆气体大量泄漏需紧急停车时，应立即通知电工在配电室切断电源。
- 5.5.1.17 往复式压缩机应严格执行下列要求：
- 应设置主电机轴承温度、主轴承和轴瓦温度、电机定子温度高限报警及高高限联锁停车；
 - 应设置润滑油油压高、低报警和油压低低联锁停车；
 - 应设置冷却水压力低报警压力低低联锁停车；
 - 应设置一级进气压力低限报警、低低联锁停车；

- 同步电机试车应先开动通风装置并检查电机转动方向，检查轴承温度、振动值、电机温升及电刷、集电环接触情况；
 - 应检查轴承、滑道、填料函、电机进出口气体及冷却水温度、供油、振动及各处密封情况，注意排油、排水，并注意检查各级气缸有无撞击和其它杂音；
 - 停车前应逐步降压，除紧急情况外，不得带压停车，停车 10 分钟后才能停油、停水。
- 5.5.1.18** 拖动压缩机的汽轮机运行应按《石油化工特殊用途汽轮机工程技术规范》SH/T 3145 要求设置监控、安全联锁，并满足下列要求：
- 汽轮机拖动压缩机试车应先进行辅助装置试车（油泵、冷凝系统等），再进行汽轮机试车，然后进行整体试车；
 - 试车前应对汽轮机提前进行暖管、暖机。暖管工作完成后，进行汽轮机冲转。经检查如无异常，方可按升速曲线加速，升速时应尽快通过临界转数。当达到额定转速后，调速器应投入运行；
 - 汽轮机试车及运行全过程，应密切监视油温、油压、轴承温度、振动值、轴位移、转速、进排气温度、压力以及后汽缸真空度等。
- 5.5.1.19** 离心式压缩机开车前须进行氮气置换，置换至取样分析 $O_2 \leq 0.5\%$ ，原料气充压时，充压速度控制 0.04 MPa/min 以内；停车时氮气置换至取样分析 H_2+CO 含量在 0.5% 以下为合格。
- 5.5.1.20** 汽轮机拖动机组开车前应对汽轮机进行暖管和暖机，暖管时应开启管道上的导淋，并保持畅通，控制温升速率。
- 5.5.1.21** 离心式压缩机接近喘振曲线或区域，应立即开大防喘振阀、消除喘振，若喘振无法消除，应做紧急停车处理。
- 5.5.2 氨合成安全技术**
- 5.5.2.1** 氨冷器、气氨总管、循环机出口、液氨贮槽、废热锅炉等部位，应设置安全阀；安全阀出口处应加导气管，并采取吸收措施或引入火炬系统，严禁导气管出口朝向室内。
- 5.5.2.2** 合成装置应设安全泄放系统，紧急放空阀宜与系统压力形成联锁关系。
- 5.5.2.3** 氨合成装置至少应设置以下联锁报警：
- 温度、压力报警和联锁；
 - 物料比例控制和联锁；
 - 紧急切断系统；
 - 氨分、冷交、废锅液位，应设置自动调节系统，设置液位高、低限报警设施；
 - 装置应设置废锅蒸汽压力、氨冷却器压力、液氨储槽压力自动调节及高限报警设施。
 - 新建合成氨合成装置，应将装置内温度、压力与物料流量、冷却系统形成联锁关系；并设紧急停车装置或系统。
 - 装置区应设置可燃、有毒气体检测报警装置。
- 5.5.2.4** 合成装置自动控制至少应设置以下控制回路：
- 氨分、冷交液位；
 - 废锅液位；
 - 循环量控制；
 - 废锅蒸汽流量；
 - 废锅蒸汽压力。
- 5.5.2.5** 配有余热回收锅炉的合成塔出口管线，温度在 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的高压管道及管件，应按设计规定选用耐高温防氢脆金属材质，紧固件应按设计规定选用耐高温金属材质。
- 5.5.2.6** 合成塔触媒，必须严格遵守触媒升温还原操作方案，严格控制升压和升温速率，以防温度、压力升降速度过快、压差过大损坏合成塔及有关附属设备内件。

- 5.5.2.7 合成塔顶热电偶连接端的试漏，必须用变压器油，切忌用肥皂水，以防碱液导电引起短路。
- 5.5.2.8 正常运行中将合成塔温度、压力、氢氮气比例作为重点控制指标，严格控制触媒层温度及系统压力在规定的指标范围内，严禁超温、超压。
- 5.5.2.9 油分离器排放油水时，切忌过猛过快，以防 H_2 、 N_2 气体损失和产生不安全因素。
- 5.5.2.10 发现前工段带液、有毒介质超标，应及时采取措施，严防带入合成塔。
- 5.5.2.11 应定期检查和检测废锅蒸汽中氨含量，并经常注意低压系统压力变化，以防合成废热锅炉列管、氨冷器盘管泄漏，避免高压气体窜入低压系统引起爆炸。若发现低压系统压力突然升高，而原因不明时，应作紧急停车处理。
- 5.5.2.12 开用电加热器前，必须先经电工测量对地绝缘电阻，大于 0.5 兆欧方可启用。
- 5.5.2.13 严格遵循先开循环机后开电加热器，先停电加热器后停循环机的操作程序。
- 5.5.2.14 合成系统停车期间，应落实好触媒保护措施，并做好记录。
- 5.5.2.15 经常检查循环机工作内件的运转、密封、润滑情况，如发现撞击、震动、大量泄漏等异常现象，应及时处理，避免高压气体冲击发生着火和爆炸。
- 5.5.2.16 严格控制氨冷器和氨分液位，严禁超低限操作，防止液氨带入合成塔或高压气体串入液氨贮槽，同时放氨联管安全阀应灵敏好用，并定期校验。
- 5.5.2.17 严格控制合成塔进出口压差，以防内件受损。
- 5.5.2.18 合成塔卸压放空，应开塔后放空阀。如塔前、塔后同时放空，必须保持塔前压力大于塔后压力，以防气体倒流使触媒粉末吹入电加热器。卸压操作要缓慢平稳，卸压速率控制在 ≤ 0.4 MPa/min，切忌过猛过快。
- 5.5.2.19 按照规程采取降温、卸压、置换、保正压等措施，严禁高温、带压拆卸和紧固合成塔大、小盖，确保作业安全。
- 5.5.2.20 应设置循环气流量指示，并实现远程控制。
- 5.5.2.21 开启电炉时，必须先开循环机，保证电炉的安全循环量，启用电炉期间，严禁开零米层的塔副阀。若遇断电，系统应保压，视情况可稍开塔后放空，以维持循环量。
- 5.5.2.22 合成塔检修扒卸催化剂前，应先降压、降温、置换处理，以防催化剂烧结和烧坏设备。
- 5.5.2.23 合成、高压烷（醇烃化）岗位应防止氨冷器加氨过快过多，如果氨压缩机带入液氨应及时提高进气温度，氨压机减量，将进入的液氨气化；同时将液氨放至煮油器内加热气化。
- 5.5.2.24 水冷器为间壁式换热器时，冷却水出口总管应加设安全阀。
- 5.5.2.25 氨吸收应注意气氨压力和吸氨泵出口压力变化，以及系统管道有无堵塞、阀门阀芯（或隔膜）有无脱落等情况发生，防止液体倒入气氨管。

5.5.3 冷冻工艺安全技术

- 5.5.3.1 开启冰机，投用氨冷器，氨冷器降温速度不大于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，并且被冷却介质进出氨冷器温差不大于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.5.3.2 冷冻压缩机应设置轴振动和轴位移监测系统，实现连续自动监测、报警、联锁停车。
- 5.5.3.3 有发生喘振可能的冷冻压缩机，应控制气体流通量不低于喘振极限，宜设立喘振限制控制器。
- 5.5.3.4 冷冻压缩机应根据机型设立油过滤器压差，并监控压差，达到压差控制指标时，应及时检修更换过滤器。
- 5.5.3.5 冷冻压缩机必须设立气路止逆阀，并确保止逆阀回落到位。
- 5.5.3.6 冷冻压缩机进出口必须设置液氨分离器，必须注意冰机进出口温度、有否结霜，防止液氨带入冰机，发生液击事故。
- 5.5.3.7 氨气分离器、气氨总管、液氨贮槽等部位，应安装安全阀，安全阀排放气应经处理后放空。

- 5.5.3.8 经常检查冷冻压缩机进出口氨压力、油泵出口压力、液氨贮槽压力，及时检查蒸发冷水量和排放不凝气，防止冰机出口氨压力过高。
- 5.5.3.9 经常检查冷冻压缩机进出口温度，防止冰机压差大、出口温度高。
- 5.5.3.10 经常检查冷冻压缩机油位，防止因设备缺油造成事故。
- 5.5.3.11 巡检时要专门检查液氨小槽及周围管线、阀门、液位计有无漏点，发现后及时联系保全处理。
- 5.5.3.12 随时检查冰机运转部件情况，如发现有敲击声等异常响声，应及时分析判断，查明原因及时处理。

5.6 液氨储运单元

5.6.1 液氨储运单元安全设施要求

- 5.6.1.1 液氨储罐应规范设计、安装、使用和维护液位计、压力表和安全阀等安全附件，设置液位高、低、高高、低低限报警，400 m³以上的储罐应另设高高液位报警及联锁控制系统，定期校验，保证完好灵敏。
- 5.6.1.2 存储量构成重大危险源的，应在设置压力、液位等检测设施的基础上完善视频监控和联锁报警等装置。设有温度、压力、液位等信息的不间断监测、显示和报警装置，并具备信息远传和连续记录等功能，符合《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》AQ 3035 要求。
- 5.6.1.3 液氨存储装卸区域应按《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 选择防爆电器，加强用电安全管理，设备、设施的电器开关宜设置在远离防火堤处，严禁将电器开关设在防火堤内。
- 5.6.1.4 液氨贮罐区应设置喷淋水、排水等防止发生液氨大量泄漏事故的预防性设施。
- 5.6.1.5 液氨装卸车应使用万向充装臂，禁止使用软管。
- 5.6.1.6 液氨存储与装卸场所应与辅助生产区及办公区分开布置，宜靠近服务对象，有较好的运输装卸条件。
- 5.6.1.7 液氨贮罐区应设置防火堤，防火堤应采用不燃烧材料建造，且必须密实、闭合、不泄漏；每一罐组的防火堤应设不少于 2 处越堤人行踏步，并设置在不同方位上；防护墙高度宜为 0.6 m。

5.6.2 存储作业安全要求

- 5.6.2.1 储罐正常开车接液氨前或检修后应满足以下要求：
- 气密性试验应在液压试验合格后进行；
 - 气密性试验应采用洁净干燥的空气、氮气或其它惰性气体，气体温度不低于 5℃；
 - 罐体的气密性试验应将安全附件装配齐全；
 - 罐体检修完毕，应作抽真空或充氮置换处理，严禁直接充装。真空度应不低于 650 mmHg (86.7 kPa)，或罐内氧含量不大于 1 %。
- 5.6.2.2 接液氨前，应检查确认进罐阀、安全阀的根部阀、气相平衡阀、液相阀、自调阀前后切断阀、压力表的根部阀等处于打开状态，放空阀和排油阀、自调阀的旁路阀、液氨外送阀门等处于关闭状态。
- 5.6.2.3 接调度通知，并具备接氨条件后，方可向储罐内进液氨。
- 5.6.2.4 液氨罐区正常停车，应按照前后工序停车顺序，根据情况关死存储设备储罐进出口阀门，卸掉液氨罐区液氨进出管压力，防止温升超压引发事故。
- 5.6.2.5 倒罐操作一定要遵循先开备用罐进出料、后关在用罐进出料的原则，倒罐操作应注意出罐的液氨不得抽空，规定不得低于球罐容积的 15 %。
- 5.6.2.6 液氨外送前应将管线置换分析合格，盲板插加完毕，接收工序具备接氨条件，接调度指令后外送。
- 5.6.2.7 液氨储罐日常充装系数不应大于 0.85。

5.6.3 装卸作业安全要求

5.6.3.1 装卸作业人员应认真检查确认以下内容，复核无误后，方可按装卸操作规程进行作业：

- 确认充装/卸载容器内的物质与货单一致；
- 确认进出料槽罐；
- 确认管道、阀门、泵、充装台位号等；
- 确认连接各部分接口牢固；
- 确定装卸工艺流程；
- 确认装卸设备、设施已进行有效接地；
- 确认车辆进入灌装区后熄火固定，车前设置停车警示标识；
- 确定现场无关人员已撤离。

5.6.3.2 充装前应逐项检查确认，填表存档，不符合要求严禁充装：

- 液氨罐车罐体与液相管、气相管接口处必须分别装设一套内置式紧急切断装置；
- 罐体必须装设至少一套液面测量装置，液面测量装置必须灵敏准确，结构牢固，操作方便；
- 液面的最高安全液位应有明显标记，其露出罐外部分应加以保护；
- 罐体上必须装设至少一套压力测量装置，表盘的刻度极限值应为罐体设计压力的 2 倍左右；
- 充装压力不得超过 1.6 Mpa；
- 液氨罐车两侧应各有一只 5 kg 以上的干粉灭火器。

5.6.3.3 装卸过程中操作人员和驾驶员、押运员必须到现场，站在上风处，严密监视作业动态，初始流速不应大于 1 m/s，坚守岗位。进入作业区的车辆不得超过装车位的数量，保证消防通道畅通。应严格控制充装量，不得超过设计的最大充装量（充装系数 0.52 kg/L），车辆驶离充装单位前，应复查充装量并妥善处理，严禁超载。

5.6.3.4 作业完毕，应先关管线上的阀门，后关槽车上的阀门，待液位不高于罐车规定液位后再关回气阀，静置 10 分钟后方可拆除连接充装臂，拆除静电接地线，移开固定车辆设施和车前警示标识，驶离现场。

5.6.3.5 钢瓶充装前必须对钢瓶逐只进行检查，检验在有效期内使用，瓶帽、防震圈应齐全，查验合格后方可充装。

5.6.3.6 严禁对一切含铜容器灌装液氨。

5.6.3.7 钢瓶充装液氨时，应设置电子衡器与充装阀报警联锁装置。充装后应逐瓶复秤和填写充装复秤记录，严禁充装过量，严禁用容积计量。

6 关键环节安全技术要求

6.1 合成氨生产装置试车安全技术要求

6.1.1 按方案吹扫完毕，完成气密性试验，在系统进出口有代表的取样点取样分析，置换至氧含量小于 0.5 %。

6.1.2 公用工程的水、电、汽、仪表空气、氮气等已能按设计要求保证连续稳定供应，试车备品、备件、工具、仪表、维修材料皆已齐全。

6.1.3 罐区机泵调试合格备用。

6.1.4 电气、仪表正常，灵敏好用。

6.1.5 系统盲板已按方案抽插完毕，并经检查位置无误，质量合格，封堵的盲板应挂牌标识。

6.1.6 安全、急救、消防设施已经准备齐全，试验灵敏可靠，并符合有关安全规定。

6.1.7 装置区现场已清理干净，道路畅通，工具、用具齐全整齐，装置区内照明可以满足试车需要。

- 6.1.8 设备及主要的阀门、仪表已标明位号和名称，管道已标明介质和流向。
- 6.1.9 管道、设备防腐、保温工作已经完成。
- 6.1.10 报表、记录本、方案和预案具备条件。
- 6.1.11 通讯工具已配备齐全，并明确统一的联络信号。
- 6.1.12 企业应设置专职生产调度人员，配置调度通讯系统，满足生产调度、应急处置需要。
- 6.1.13 试车方案、操作规程、应急救援预案等已编制、审批，组织岗位人员培训学习，并考核合格。

6.2 合成氨生产装置系统开停车安全技术要求

- 6.2.1 管线、存储设备等新装置投用前或检修作业后投用之前，应办理相关验收手续。
- 6.2.2 压力容器、压力管道、安全附件等已安装到位，全部检测合格。
- 6.2.3 在正常开停车、紧急停车后的开车前，都要进行安全条件检查确认。
- 6.2.4 开停车前要进行风险辨识分析，制定开停车方案，编制安全措施和开停车步骤确认表。
- 6.2.5 装置依次进行吹扫、清洗、气密试验，制定有效的安全措施。
- 6.2.6 引进蒸汽、氮气、易燃易爆介质前，要指定有经验的专业人员进行流程确认。
- 6.2.7 引进物料时，要随时监测物料流量、温度、压力、液位等参数变化情况，确认流程是否正确。
- 6.2.8 要严格控制物料进出顺序和速率，现场安排专人不间断巡检，监控有无泄漏等异常现象。
- 6.2.9 停车过程中的设备、管线低点的排放要按照顺序缓慢进行，并做好个人防护。
- 6.2.10 检查盲板情况，凡是临时盲板均已拆除，“8”字盲板已就位，盲板列表逐一确认。
- 6.2.11 界区内所有工艺阀门确认开关位置是否正常。
- 6.2.12 设备、管线吹扫处理完毕后，需要受限空间进入或是动火作业区域应用盲板切断与其他系统的联系，严禁使用阀门代替盲板。

6.3 日常运行安全技术要求

- 6.3.1 生产运行严格执行升降压速率及升降温速率，燃爆、毒害介质应排入火炬系统。
- 6.3.2 各装置废锅应设置液位自控和低液位报警联锁，正常运行中严格控制液位在指标范围内。
- 6.3.3 吸收、分离等设备液位应控制稳定。
- 6.3.4 锅炉水质应根据设计负荷满足《工业锅炉水质》GB/T 1576 要求，定期排污，保证水质。
- 6.3.5 高压阀操作应侧身开关，以防阀杆冲出伤害人体。
- 6.3.6 高压排污时，身体尽量离开排污管道，以防管道振动击伤人体。

6.4 特殊作业安全技术要求

- 6.4.1 涉及动火、进入受限空间、高处、吊装、临时用电、动土、盲板抽堵等特殊作业，作业前应事先分析和识别生产过程及工艺、物料、设备设施、器材、通道和作业环境等方面存在的安全风险。
- 6.4.2 应根据风险辨识情况，从工程技术、管理、教育培训、个体防护、应急等五个方面编制针对性和可操作性措施，严格遵守《化学品生产单位特殊作业安全规范》GB 30871 要求，逐级审批，现场确认后方可进行作业。
- 6.4.3 生产装置停车检修前，必须进行彻底工艺处理，使用惰性气体置换。若需进行动火、受限空间等作业，必须采取加盲板隔离或断开管道等物理措施，严禁用水封或阀门代替盲板；取样分析点要具有代表性，并分析合格。
- 6.4.4 特殊作业的措施编制人、审批人和监护人应经安全培训考试合格，方可办理安全作业票证。涉及焊接和用电等特殊工种人员，必须安全培训考核合格，持证上岗。
- 6.4.5 特殊作业现场应听从车间和岗位人员指挥，作业过程应注意工艺和现场环境变化，如遇工艺波动、周边有放空或泄漏等异常情况，应停止作业，确保安全后再重新作业。

- 6.4.6 作业现场不准随意启动非本人操作的设备，不准乱按电铃和灯光信号，维护正常生产秩序。
 - 6.4.7 发觉氨、一氧化碳、硫化氢等有毒介质泄漏，进一步核实时应佩戴防毒面具，使用便携式检测报警仪检测确认，切勿直接呼吸，以免呼吸道受刺激和伤害。
 - 6.4.8 特殊作业结束，作业人员、岗位人员应联合进行现场安全确认验收，确保现场清理彻底、没有遗留火种，安全设施恢复正常使用后方可离开。
-