

前 言

大连中福气体有限公司（以下简称中福气体公司）位于辽宁省大连市甘井子区红旗镇棠梨南沟，主要从事生产乙炔及工业气体充装（许可范围）业务，持有安全生产许可证和危险化学品经营许可证（有储存）。上一次取得安全生产许可证的时间为 2024 年 5 月，许可编号为（辽）WH 安许证字[2024]0033 号，许可范围为：危险化学品生产（危险化学品登记证品种为乙炔等）。许可证有效期至 2027 年 5 月 20 日。中福气体公司的乙炔充装车间构成三级危险化学品重大危险源，其余生产、储存场所不构成重大危险源。

由于产品乙炔的市场需求不断降低，销售量逐渐减少，因此中福公司的乙炔生产量不断下降，中福公司根据市场变化情况，决定调整乙炔充装车间乙炔充装口数量，将生产车间的乙炔充装口由原来的 2000 个降低至 195 个，即生产车间乙炔气瓶的最大存量由 2000 个降低至 195 个，充装压缩机的数量由 4 台变为 2 台（停用 2 台），因此重大危险源的级别将受影响。

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 40 号）第十一条第（三）款“危险化学品种类、数量、生产、使用工艺或者储存方式及重要设备、设施等发生变化，影响重大危险源级别或者风险程度的”需要对重大危险源重新进行辨识、安全评估及分级。中福公司重要设备、设施（乙炔充装口）发生变化，乙炔气瓶在充装间的最大存量发生变化，已影响了重大危险源级别，因此委托大连天籁安全风险管理有限公司（以下简称：天籁公司）对构成重大危险源的乙炔生产车间重新进行危险化学品重大危险源辨识和评估。

天籁公司根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》、《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）等法律、法规以及相关文件和标准的要求，经过查阅该单位提供的文件、资料，通过对现场考查，并与对方多次沟通，对中福公司的乙炔生产车间重新进行危险化学品重大危险源辨识和

评估，根据危险化学品重大危险源辨识结果给出评估结论，并提出具体可行的安全对策措施与建议。

目 录

前 言	1
1 总则	6
1.1 评估目的	6
1.2 评估依据	6
1.3 评估采用的标准	8
1.4 评估依据的其它资料	9
1.5 评估的范围	9
2 被评估单位的企业基本情况	10
2.1 企业的基本情况	10
2.2 地理位置、周边环境及平面布置	10
2.3 工艺流程简介	14
3 事故发生的可能性及危险程度	21
3.1 危险物质的辨识	21
3.2 事故发生的可能性分析	25
3.3 自然因素造成事故的可能性分析	32
3.4 管理因素造成事故的可能性分析	32
3.5 事故发生的危险程度	32
4 重大危险源辨识、分级的符合性分析	37
4.1 重大危险源辨识	37
4.2 重大危险源辨识结果	39
4.3 重大危险源变化情况	39
5 个人风险和社会风险值及外部安全防护距离	40
5.1 个人风险和社会风险	40
5.2 外部安全防护距离计算	40

6 可能受事故影响的周边场所、人员情况	42
7 安全管理措施、安全技术措施和监控措施	43
7.1 安全管理措施	43
7.2 安全技术措施	47
8 评估结论	52
8.1 安全建议	52
8.2 评估结论	53

附件：

1. 营业执照
2. 房屋土地使用证明材料
3. 安全生产许可证
4. 危险化学品登记证
5. 气瓶充装许可证
6. 道路运输经营许可证
7. 消防验收意见书
8. 雷电防护装置检测报告
9. 防爆电气检测报告
10. 关于设置安全管理机构和人员的通知
11. 主要负责人授权委托书
12. 主要负责人和安全管理考核合格证
13. 特种设备操作人员资格证书
14. 安全阀校验报告样例
15. 压力表检定证书样例
16. 可燃气体报警器检定证书样例
17. 安全生产责任制目录
18. 原重大危险源备案登记表
19. 应急预案备案登记表

20. 应急演练记录

21. 大连中福气体有限公司充装变更设计说明

1 总则

1.1 评估目的

因乙炔的市场需求量降低，乙炔的生产量降低，中福气体公司决定减少乙炔车间充装口的数量，危险化学品生产车间的设备、设施已发生变化，需要对重大危险源重新进行辨识、安全评估及分级。为申请重大危险源核销提供依据，为中福公司的安全管理决策提供建议，并为管理部门实施监督管理提供科学的依据。

1.2 评估依据

(1) 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2002〕第七十号；依据《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》主席令〔2014〕第十三号修改；依据中华人民共和国主席令〔2021〕第八十八号修改）

(2) 《中华人民共和国消防法》（国家主席令第六号，2009年5月1日起施行，根据中华人民共和国主席令〔2019〕第二十九号修改，根据中华人民共和国主席令〔2021〕第八十一号修订）

(3) 《中华人民共和国劳动法》中华人民共和国主席令第二十八号（1995年1月1日起施行，2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正。2018年12月29日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过修改。）

(4) 《中华人民共和国特种设备安全法》中华人民共和国主席令第四号（自2014年1月1日起施行）

(5) 《特种设备安全监察条例》中华人民共和国国务院令 第549号（2009年5月1日起施行）

(6) 《危险化学品安全管理条例》中华人民共和国国务院令 第591号

（2011 年 12 月 1 日起施行，2013 年 12 月 4 日国务院第 32 次常务会议通过《国务院关于修改部分行政法规的决定》修改）

(7) 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》原国家安全生产监督管理总局令第 40 号，第 79 号修订（2015 年 7 月 1 日起施行）

(8) 《生产安全事故应急条例》中华人民共和国国务院令第 708 号（2019 年 4 月 1 日起施行）

(9) 《生产安全事故应急预案管理办法》安全生产监督管理总局令第 88 号，应急管理部令第 2 号修改（2019 年 9 月 1 日起施行）

(10) 《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）

(11) 《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》（安监总厅管三[2011] 142 号）

(12) 《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）的通知》（安监总科技〔2015〕75 号）

(13) 《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）的通知》（安监总科技〔2016〕137 号）

(14) 应急管理部办公厅关于印发《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》的通知（应急厅〔2020〕38 号）

(15) 应急管理部办公厅关于印发《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》的通知 应急厅〔2024〕86 号

(16) 《辽宁省安全生产条例》（辽宁省人民代表大会常务委员会公告第 64 号，自 2017 年 3 月 1 日起施行，2020 年 3 月 30 日辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会第十七次会议修正）

(17) 《大连市安全生产条例》（经大连市第十五届人民代表大会常务委员会第三十三次会议表决通过，辽宁省第十二届人民代表大会常务委

第三十四次会议审议并批准，自 2017 年 7 月 1 日起实施）

1.3 评估采用的标准

- (1) 《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）
- (2) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
- (3) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- (4) 《一般压力表》（GB/T1226-2010）
- (5) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- (6) 《危险化学品重大危险源安全监控技术规范》（GB 17681-2024）
- (7) 《用电安全导则》（GB/T13869-2017）
- (8) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）
- (9) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）
- (10) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- (11) 《安全色》（GB2893-2008）
- (12) 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）
- (13) 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）
- (14) 《易燃易爆性商品储藏养护技术条件》（GB17914-2013）
- (15) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）
- (16) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
- (17) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》
（GB/T50493-2019）
- (18) 《乙炔气瓶》（GB/T 11638-2020）
- (19) 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）
- (20) 《压力管道规范 工业管道 第6部分：安全防护》（GB/T20801.6-2020）
- (21) 《压力管道安全技术监察规程-工业管道》（TSG D0001-2009）
- (22) 《压力管道定期检验规则-工业管道》（TSG D7005-2018）

- (23) 溶解乙炔生产企业安全生产标准化实施指南（AQ 3039-2010）
- (24) 《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》（AQ 3035-2010）
- (25) 《危险化学品重大危险源 罐区现场安全监控装备设置规范》（AQ 3036-2010）
- (26) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）

1.4 评估依据的其它资料

- (1) 《危险化学品安全技术全书》（第二版）
- (2) 《大连中福气体有限公司危险化学品（乙炔）生产安全评价报告》（大连天籁安全风险管理技术有限公司，2024 年 5 月）
- (3) 大连中福气体有限公司提供的有关资料
- (4) 大连中福气体有限公司与天籁公司签订的技术咨询合同

1.5 评估的范围

本次评估主要针对大连中福气体有限公司厂区内的乙炔生产车间进行危险化学品重大危险源评估。具体内容包括基本情况、事故发生的可能性及危害程度、可能受事故影响的周边场所、人员情况、重大危险源辨识、分级、重大危险源的管理措施、安全技术措施和监控措施和应急救援措施等。

本次评估不包括厂区范围内非乙炔生产相关场所和生产经营过程过程。

2 被评估单位的企业基本情况

2.1 企业的基本情况

中福气体有限公司，曾用名大连中福气体厂，成立于1994年10月，是在原中福气体站的基础上扩建而成的综合性工业气体生产、销售企业，公司类型为有限责任公司，注册资本陆佰万元，固定资产约3500万元。现有职工约30余人。

中福气体公司占地面积为43904.38m²，总建筑面积为6987.82m²。厂区分为生产区和辅助区，辅助区主要包括办公楼、宿舍，生产区分为危险化学品储存、充装经营区和乙炔生产区。

中福气体公司持有危险化学品生产许可证、危险化学品经营许可证以及危险化学品运输许可证。生产品种为乙炔；有储存经营品种为：丙烷、氧[压缩的或液化的]、氮[压缩的或液化的]、氩[压缩的或液化的]、二氧化碳[压缩的或液化的]，无储存经营的品种为：天然气[富含甲烷的]。危险化学品运输车辆9辆，其中二氧化碳槽车2辆，丙烷槽车1辆，液氧槽车1辆，危险化学品运输货车5辆。

中福气体公司乙炔生产车间每天同时充装溶解乙炔瓶的数量不超过195瓶，订单式生产，充装完即装车出厂，不在厂区内储存。

中福公司自2024年5月进行安全评价（含重大危险源辨识内容）之后，厂区的周边环境、平面布置、生产工艺及其它生产设备均未发生变化。

2.2 地理位置、周边环境及平面布置

2.2.1 地理位置及周边环境

1) 地理位置

中福公司座落在大连市甘井子区红旗街道棠梨沟村南沟。具体的地理位置见图2-1。



图 2-1 中福公司位置图

2) 厂区周边环境

中福气体公司厂区西侧和东侧与山毗邻，南侧的乙炔生产充装区与厂外民用建筑相望、北侧厂区大门外西侧为冷库，东侧为机械加工厂。

2.2.2 周边环境及平面布置

1) 周边环境

中福气体公司乙炔生产区布置在厂区南侧。其北侧与惰性气体充装区相邻，南侧与厂外民用建筑以院墙相隔。东、西侧与山林毗连。乙炔生产相关建筑物与周边建筑物的安全间距满足相关要求，安全间距情况见表 2-1，周边环境见图 2-2。

表2-1 建筑物与周边环境安全间距情况表

序号	建筑物	方位	周边环境	标准要求	实际距离	结论
1	乙炔充装间 (甲类)	东、西	山林	无要求	隔实体墙	符合
		南	民房	25m	33m	符合
		北	民用建筑	25m	>300m	符合
2	电石中间库 (甲类)	东、西	山林	无要求	隔实体墙	符合
		南	民房	25m	100m	符合
		北	民用建筑	25m	>250m	符合
3	电石发生间	南	民房	25m	80m	符合

序号	建筑物	方位	周边环境	标准要求	实际距离	结论
4	(甲类)	北	民用建筑	25m	>300m	符合
		东	山林	无要求	隔实体墙	符合
	办公楼 (民用建筑)	东北	民用建筑	6	33m	符合
		北	民用建筑	6	32m	符合

注：本表依据《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）3.4.1及表5.2.2



图2-2 中福气体公司周边环境图

2) 平面布置

乙炔生产区布置在中福气体公司厂区的南部，厂区北侧为惰性气体和氧气充装区，易燃气体储存、充装区，以及停车场。乙炔生产区平面布置见图2-3，与厂区内建筑物安全间距满足相关要求，安全间距情况见表2-2。

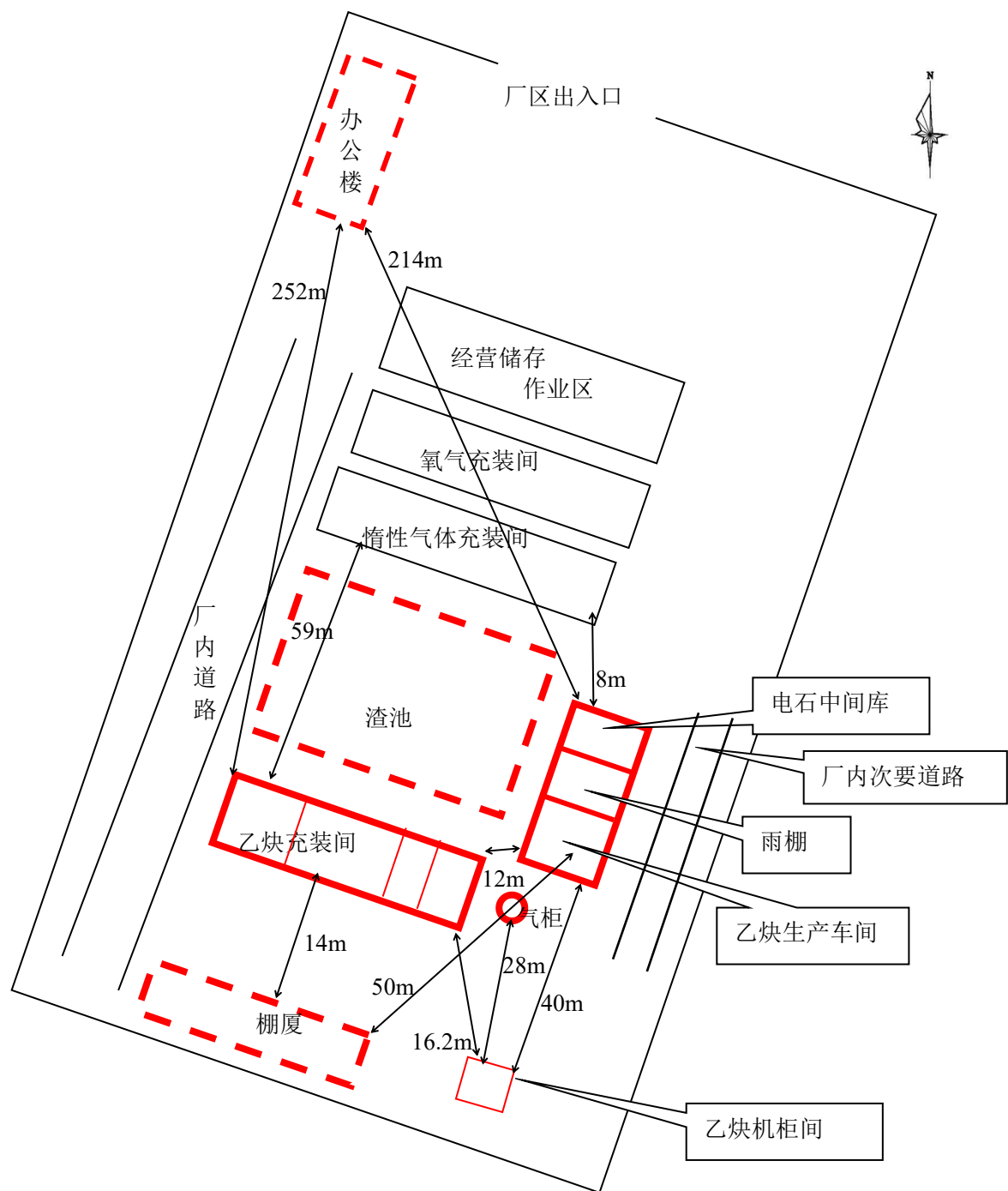


图2-3厂区平面布置示意图（红色框区为本次评估范围内建筑）

表2-2 乙炔生产相关建筑物与厂内建筑物安全间距情况表

序号	建筑物	方位	厂内建筑	标准要求	实际距离	结论
1	乙炔充装车间 (甲类)	东北	电石中间库	12m	12m	符合
		南	棚厦(戊)	12m	14m	符合
		北	惰性气体充装间 (戊类)	12m	59m	符合
		西	变电所	12m	>50m	符合
		西	员工宿舍	25m	>50m	符合

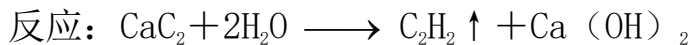
序号	建筑物	方位	厂内建筑	标准要求	实际距离	结论
2	乙炔发生间及电石中间库（甲类）	南	棚厦（戊）	12m	50m	符合
		北	惰性气体棚库（戊类）	无要求	8m	符合
		西	变电所	12m	>50m	符合
		西	员工宿舍	25m	>50m	符合
		东	厂内次要道路	5m	5m	符合
3	机柜间（丁类）	北	乙炔发生间（甲类）	12m	40m	符合
		西北	乙炔充装间（甲类）	12m	16.2m	符合
		北	乙炔气柜	12m	28m	符合
4	变电所（丁类）	东南	乙炔充装车间（甲类）	12m	64m	符合
		东	乙炔发生间（甲类）	12m	108m	符合
		东南	乙炔气柜	12m	116m	符合
5	办公楼（民用建筑）	南	乙炔生产车间（甲类）	25m	252m	符合
		南	电石中间库	25m	214m	符合

注：本表依据《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）3.4.1

2.3 工艺流程简介

2.3.1 乙炔生产工艺简介

1) 乙炔生产主要化学反应式



2) 工艺流程简介

乙炔产生后从发生器中流出后的储存、净化、压缩、充装过程未发生变化。

(1) 乙炔发生过程

中福公司共有 2 台乙炔发生器，分别为常压敞开式乙炔发生器和低压密闭式乙炔发生器，这 2 种发生器的工艺过程如下：

① 常压敞开式乙炔发生器工艺流程

该公司原有乙炔发生器生产工艺方式是采用电石入水敞口式湿法低压生产法。

将采购入厂的电石（碳化钙）经破碎，用传送带送至乙炔发生器内，由乙炔发生器顶部加入水，水解生成粗乙炔气由发生器顶部流出，经水

封进入乙炔气柜。气柜中的乙炔气经过气液分离器进入乙炔冷却塔，将乙炔气冷却至 35°C ，经过净化塔利用氢氧化钠去除乙炔气中的硫、磷等杂质，经过水汽分离器、低压干燥器，去除乙炔气中的大部分水份，进入压缩机压缩至不大于 2.5MPa ，压缩后的高压乙炔气经高压油水分分离器、高压干燥器去除乙炔气中的油份、水份等杂质得到纯乙炔气。清洁干燥的乙炔气再通过阻火器进入乙炔气汇流排中，将乙炔气充入已加好丙酮的乙炔瓶中，使乙炔气溶解在丙酮里，充装完毕后，乙炔瓶静止一段时间，经检验合格后出厂，供用户使用。

② 低压密闭式乙炔发生器工艺流程

排渣阀、加料口和引风机都打开后向副发生器内加水，然后投入电石。向发生器内充入氮气，当压力达到 0.019MPa 时关闭氮气阀，打开排空阀排出混合气体，置换 10 次后，当含氧量低于 1% 后关闭氮气阀和排空阀。打开夹套进水阀，使夹套冷却水处于循环状态，部分开启乙炔出口阀，向设备内加水，当发生器内的压力达到 0.019MPa 时，全部打开出气阀，向管路送乙炔气。

该发生器设置了一套稳定压力，自动调节产量的装置（或称副发生器）。发生器的工作压力设定为 0.02MPa 。当发生器内加好电石，打开加水阀，澄清渣水便不间断地进入发生器，发生器的压力升高至 0.019MPa 时，开启压缩机，就可自动化生产了，不需人工控制。

当发生器内压力高于 0.02MPa 时，发生器内的水从副发生器上部溢流口排出，发生器的工作压力随之下降，当发生器的压力低于 0.02MPa 时，副发生器上部的水流回发生器，同时澄清水也进入发生器，发生器的压力升高，周而复始，因此发生器的工作压力便稳定为 0.02MPa 。当发生器的工作压力升高至 0.025MPa 时，高溢流口便开启流水，确保系统安全。此设备工作完毕，整套乙炔系统需停机检查。溢流口全系统须彻底疏通清洗。试压正常后，

系统方可重新投入生产。

发生器内部的温度是由夹套循环水和设备内加水量的大小来调节的。如果温度高，就加大循环水流速，并加大设备内的进水量。在保持压力稳定的情况下，加快设备内水循环，使温度降低。

（2）乙炔气柜暂存

乙炔发生器产出的粗乙炔气先进入乙炔气洗涤器与器顶部喷淋的循环水逆流接触换热，出洗涤器的乙炔气进入汽水分离器分离水分后进入气柜。乙炔气柜为湿式气柜设有水封。乙炔气柜预设置液位不低于 30%，当生产时气柜升至液位 50%以上时，启动压缩机，乙炔进行低压净化过程。

（3）低压净化

乙炔气从气柜流出后进入冷却塔降温后进入酸洗塔，溶液逆流接触之后进入中和碱洗塔与 8%氢氧化钠溶液再次逆流接触，使用氢氧化钠溶液进行净化乙炔气的杂质 H_2S 、 PH_3 然后再进入后置低压干燥器进一步干燥后经检测合格后送压缩机进行乙炔气加压。

根据生产情况和乙炔气分析数据定期检测酸洗塔和中和塔的碱液浓度，当碱液浓度低于 3%，应换碱液。

（4）乙炔气压缩、高压干燥

经过低压净化和干燥的乙炔气由三级乙炔气压缩机逐级加压，压缩机一级吸气来源为乙炔气发生器生产并进入气柜，后经过净化后的纯净乙炔气，进口压力为 0.004MPa，乙炔气经过一级气缸压缩和冷却后压力达到 0.2-0.3MPa，进入分离器进行油水分离。分离油水后的乙炔气进入二级气缸进行压缩压力达到 0.7-0.9MPa 然后再进行油水分离。之后进入三级气缸压缩压力达到 2.5MPa 然后进行油水分离。完成三级压缩的乙炔气达到工艺压力要求，之后进入装有分子筛的高压干燥器进行进一步净化和干燥，形成成品乙炔气，然后进入气瓶充装岗位进行乙炔气瓶充装。

(5) 乙炔气瓶充装

经压缩机加压后的成品乙炔气经过总管进入汇流排间(设置进口阀和阻火器及压力表),通过支管分配到充装汇流排支架管道上(每根支管设置阻火器压力表),支管上共安装有 195 个充装阀门和软管接头,可同时最多充装 195 个溶解乙炔气瓶,乙炔气通过软管将乙炔气充装到已经进行了充装前检查并添加了丙酮的溶解乙炔气瓶内。

4) 主要工艺条件简介

乙炔最高操作压力为2.5MPa,乙炔压缩机最高操作温度为78℃。

具体工艺条件见表2-3。

表2-3 乙炔生产主要工艺指标一览表

序号	工艺或工序名称	主要介质	压力 (MPa)	温度 (℃)
1	乙炔发生器	碳化钙、 C_2H_2	$0.001 < P < 0.005$	≤ 70
2	乙炔发生器	碳化钙、 C_2H_2	$0.001 < P < 0.02$	≤ 80
3	乙炔贮气柜	C_2H_2	< 0.005	< 40
4	乙炔净化器	C_2H_2	< 0.007	< 35
5	气液分离器	C_2H_2	≥ 0.002	≤ 40
6	乙炔压缩机	C_2H_2	≤ 2.45 (四级)	≤ 78 (四级)
7	冷却器	C_2H_2	≤ 2.45 (四级)	≤ 78 (四级)
8	集油槽	C_2H_2	> 2.45	常温
9	油水分离器	C_2H_2	> 2.45	常温
10	高压干燥器	C_2H_2	> 2.45	常温
11	乙炔汇流排	C_2H_2	> 2.45	常温
12	乙炔瓶	C_2H_2 、 C_3H_6O	≤ 1.52 (限定压力)	≤ 40

2.3.2 主要生产、储存设施

乙炔生产使用的主要生产设备乙炔发生器、净化器、压缩机等;储存设施有乙炔气柜。乙炔气柜设置在乙炔充装间东侧室外;丙酮不设储存场所或储存容器,根据需要量购买,入厂后立即充入乙炔瓶内。具体

的生产、储存的设备、设施见表2-4。

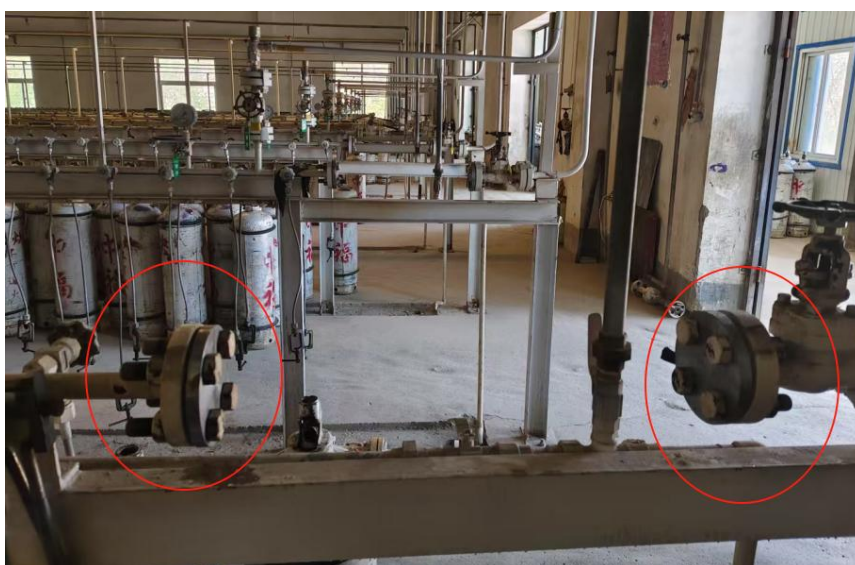
表2-4 乙炔生产主要设备、设施一览表

序号	工艺流程	设备名称	数 量	规格型号	材质	备注
1	发生器及气柜	乙炔发生器	2台	10m ³	碳钢	1台为新换
2		乙炔储气柜	1台 (另有1台已废弃)	50m ³	锰材	
3		安全水封	2台	07-08-2	碳钢	
4	乙炔压缩机和干燥装置	净化塔	2套	07-06-1	碳钢	
5		低压干燥器	2台	02-21-10	碳钢	
6		乙炔压缩机	1台	Z-3/25	组合件	停用2台
7		乙炔压缩机	3台	Z13.4-25	组合件	
8		冷却塔	1台	0409-1	碳钢	
9		高压干燥器	2组	02-21-10		
10		高压干燥器	2组	02-21-10		
11	乙炔充装间	气体充装排	195头	14m×0.02	无缝钢管	原有2000头
12		丙酮泵	1台	ZX-15	组合件	

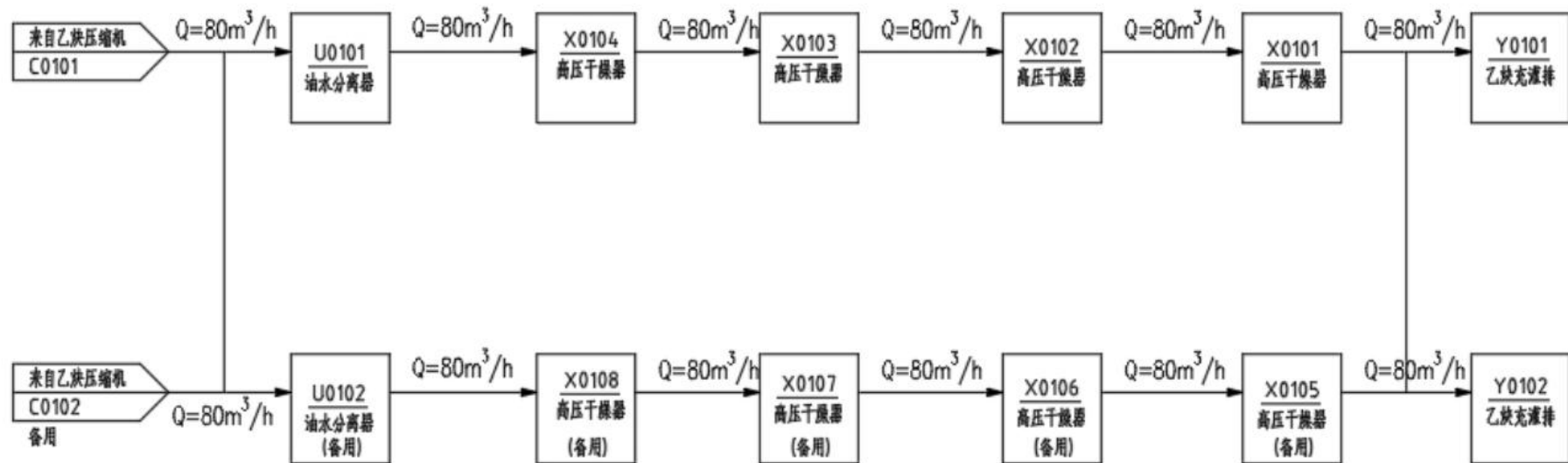
2.3.3 设备设施变化情况

变更后单台乙炔压缩机产出的乙炔气体最多可同时灌装乙炔钢瓶(40L)130瓶(约884Kg)，即最大同时灌装量为130瓶。中福公司拟保留195个充装头可承接上游压缩机的产出量(其中65个充装头为备用)，变更后上下游生产设备数量及产能相匹配，能够满足减产后的生产需求，不会造成因充装头数量减少而造成压缩机后管道气体超压等安全隐患情况。

乙炔充装间有1805个充装头所在的生产管线在主管进口处已被断开，断开处两端加装盲板，为了保持设备的稳固性，在断开处中间加装了金属支架。切断的管道照片见下图。



乙炔气压缩前工作压力 $<0.02\text{Mpa}$ ，压缩后工作压力 $<2.5\text{Mpa}$ 。变更后，工作压力不发生变化。变更前压缩机总排气量为 $420\text{m}^3/\text{h}$ ，变更后总排气量为 $80\text{m}^3/\text{h}$ 。乙炔气体最多可同时灌装乙炔钢瓶(40L)130 瓶(约 884Kg)，一次充灌容积流速 $0.6\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{瓶}$ ，每个充装分支管径 DN20, 流速为： $1\text{m/s}\leq\text{流速}\leq 4\text{m/s}$ ，满足要求。变更后的工艺框图如下图。



3 事故发生的可能性及危险程度

3.1 危险物质的辨识

该项目的生产原料为碳化钙，又名电石，产品为乙炔，乙炔溶解于气瓶内的丙酮中。乙炔净化过程使用氢氧化钠，分子筛作为乙炔干燥剂。碳化钙、乙炔、氢氧化钠、丙酮均属于危险化学品，分子筛不属于危险化学品。

乙炔生产、充装过程所涉及到的危险化学品的危险性类别与项别、火灾危险性类别、爆炸危险性类别、毒物危险程度分级、包装类别等见表3-1。

表3-1 危险化学品危险程度分级表

危险程度分级 物质名称	危险性类别	危险化学品 品序号	火灾危险 性类别	爆炸危险 性类别	毒物危险 程度分级	包装 类别
碳化钙（电石）	遇水放出易燃气体的物质和混合物,类别 1	2107	甲	—	—	II
乙炔	易燃气体,类别 1 化学不稳定性气体,类别 A 加压气体	2629	甲	II CT2	IV	II
丙酮	易燃液体,类别 2 严重眼损伤/眼刺激,类别 2 特异性靶器官毒性—一次接触,类别 3（麻醉效应）	137	甲	II AT1	IV	II
氢氧化钠	皮肤腐蚀/刺激,类别 1A 严重眼损伤/眼刺激,类别 1	1669	戊	—	—	052

涉及的危险化学品的危险、有害因素识别见表3-2至表3-5。

1) 电石

表 3-2 电石危险、有害因素识别表

标识	中文名：碳化钙/电石	英文名：calcium carbide	
	分子式：Ca ₂ C	相对分子质量：64.10	UN 编号：1402
	危险化学品序号：2107	危险性类别:遇水放出易燃气体的物质和混合物,类别 1	
	CASNo：75-20-7		
理化	外观与性状：无色晶体、工业品为灰黑色块状物，断面为紫色或灰色。		
	熔点（℃）： 2300	溶解性：无资料	

性质	沸点（℃）：分解	相对密度（水=1）：2.22
	饱和蒸气压(kPa)：无资料	相对蒸汽密度(空气=1)：无资料
	临界温度（℃）：无资料	燃烧热(kJ/mol)：无意义
	临界压力（MPa）：无资料	最小引燃能量（mJ）：无意义
燃烧爆炸危险性	燃烧性：本品遇湿易燃	分解产物：无资料
	闪点（℃）：无意义	聚合危害：不聚合
	爆炸极限(体积分数%)：无意义	稳定性：稳定
	引燃温度（℃）：>325	禁忌物：水，醇类，酸类
	爆炸性气体的分类、分级、分组	
	火灾危险性分级：无资料	
	爆炸危险类别：无资料	
毒性	最高容许浓度(mg/m ³)：无资料	
	时间加权平均容许浓度（mg/m ³ ）：无资料	
	短时间接触容许浓度（mg/m ³ ）：无资料	
健康危害	损害皮肤，引起皮肤瘙痒、炎症、溃疡、黑皮症。皮肤灼伤表面为创面长期不愈及慢性溃疡症。接触工人出汗少，牙釉质损害、龋齿发病率增高。	
危险特性	干燥时不燃，遇水或湿气能迅速产生高度易燃的乙炔气，在空气中达到一定浓度时可发生爆炸。与酸类物质能发生剧烈反应。	
有害燃烧产物	无意义	
灭火方法	用干燥石墨粉或其他干粉灭火，禁止用水和泡沫灭火。二氧化碳也无效	
泄漏应急处理	隔离泄漏污染区，限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物。小量泄漏：用砂土、干燥石灰或苏打灰混合。使用无火花工具收集于干燥、洁净、有盖的容器中，转移至安全场所。大量泄漏：用塑料布、帆布覆盖。与有关技术部门联系，确定清除方法。	

2) 乙炔

表 3-3 乙炔危险、有害因素识别表

标识	中文名：乙炔/电石气	英文名：acetylene	
	分子式：C2H2	相对分子质量：26.0	UN 编号：1001
	危险化学品序号：2629	危险性类别：易燃气体, 类别 1	
	CASNo:74-86-2	化学不稳定性气体, 类别 A 加压气体	
理化性质	外观与性状：无色气体，略带乙醚气味。工业品因含磷化氢、硫化氢、氨等杂质，有蒜样臭味。		
	熔点（℃）：-81℃（119kPa）	溶解性：微溶于水、溶于乙醇，易溶于丙酮。	
	沸点（℃）：-83.8℃	相对密度(水=1)：0.62	
	饱和蒸气压(kPa)：4053(16.8℃)	相对蒸汽密度(空气=1)：0.91	
	临界温度（℃）：35.2	燃烧热(kJ/mol)：-1298.4	

	临界压力 (MPa) : 6.14	最小引燃能量 (mJ) : 0.02
燃烧爆炸危险性	燃烧性: 极易燃烧爆炸。	分解产物: 碳、氢
	闪点 (°C) : -32	聚合危害 : 聚合
	爆炸极限(体积分数%) : 2.8~81	稳定性: 稳定
	引燃温度 (°C) : 305	禁忌物: 强氧化剂、强酸、碱金属、卤素。
	爆炸性气体的分类、分级、分组	
	火灾危险性分级 : 甲	
	爆炸危险类别 : II CT2	
毒性	最高容许浓度 (mg/m ³) : 无资料 时间加权平均容许浓度 (mg/m ³) : 无资料 短时间接触容许浓度 (mg/m ³) : 无资料	
健康危害	具有弱麻醉作用。高浓度吸入可引起单纯窒息。 急性中毒: 暴露于 20% 浓度时, 出现明显缺氧症状; 吸入高浓度, 初期兴奋、多语、哭笑不安, 后出现眩晕、头痛、恶心、呕吐、共济失调、嗜睡; 严重者昏迷、紫绀、瞳孔对光反应消失、脉弱而不齐。当混有磷化氢、硫化氢时, 毒性增大。	
危险特性	乙炔为易燃类物质, 与空气混合可形成爆炸性混合物, 遇明火、高热能引起燃烧和爆炸, 与氟、氯等接触能发生强烈的化学反应。能与金、银、汞等金属化合物生成爆炸性化合物。	
有害燃烧产物	一氧化碳	
灭火方法	切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂: 雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。	
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并进行隔离, 严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源, 并用雾状水保护关闭阀门人员。合理通风, 加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能, 将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用。	

3) 丙酮

表 3-4 丙酮危险、有害因素识别表

标识	中文名：丙酮/阿西通/二甲基（甲）酮	英文名：monomethylamine; aminomethane	
	分子式：C ₃ H ₆ O	相对分子质量：58.09	UN 编号：1090
	危险化学品序号：137	危险性类别：易燃液体, 类别 2	
	CASNo：67-64-1	严重眼损伤/眼刺激, 类别 2 特异性靶器官毒性—一次接触, 类别 3（麻醉效应）	
理化性质	外观与性状：无色透明易流动液体，有芳香气味，极易挥发。		
	熔点（℃）：-95	溶解性：与水混溶，可混溶于乙醇、乙醚、氯仿、油类、烃类等多数有机溶剂	
	沸点（℃）：56.5	相对密度（水=1）：0.80	

	饱和蒸气压(kPa)：24(20℃)	相对蒸汽密度(空气=1)：2.00
	临界温度(℃)：235.5	燃烧热(kJ/mol)：-1788.7
	临界压力(MPa)：4.72	最小引燃能量(mJ)：1.15
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性：本品易燃	分解产物：无资料
	闪点(℃)：-18(CC)；-9.4(OC)	聚合危害：不聚合
	爆炸极限(体积分数%)：2.2～13	稳定性：稳定
	引燃温度(℃)：465	禁忌物：强氧化剂、强还原剂、碱
	爆炸性气体的分类、分级、分组	
	火灾危险性分级：甲	
	爆炸危险类别：IIAT1	
毒 性	最高容许浓度(mg/m ³)：无资料	
	时间加权平均容许浓度(mg/m ³)：300	
	短时间接触容许浓度(mg/m ³)：450	
健康危害	急性中毒主要表现为对中枢神经系统的麻醉作用，出现乏力、恶心、头痛、头晕、易激动。重者发生呕吐、气急、痉挛，甚至昏迷。对眼、鼻、喉有刺激性。口服后，先有口唇、咽喉有烧灼感，后出现口干、呕吐、昏迷、酸中毒和酮症。慢性影响：长期接触该品出现眩晕、灼烧感、咽炎、支气管炎、乏力、易激动等。皮肤长期反复接触可致皮炎。	
危险特性	其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。	
有害燃烧产物	一氧化碳	
灭火方法	尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。灭火剂：抗溶性泡沫、二氧化碳、干粉、砂土。用水灭火无效。	
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用砂土或其它不燃材料吸附或吸收。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。	

4) 氢氧化钠

表 3-5 氢氧化钠危险、有害因素识别表

标识	中文名：氢氧化钠/烧碱		英文名：sodium hydroxide	
	分子式：NaOH		相对分子质量：40.00	UN 编号：1823
	危险化学品序号：1669		危险性类别：	
	CASNo：1310-73-2		皮肤腐蚀/刺激, 类别 1A 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1	
理	外观与性状：白色不透明固体，易潮解。			

化 性 质	熔点 (°C) : 318.4	溶解性: 易溶于水、乙醇、甘油, 不溶于丙酮。。
	沸点 (°C) : 1390	相对密度(水=1) : 2.13
	饱和蒸气压(kPa) : 0.13(739°C)	相对蒸汽密度(空气=1) : 无资料
	临界温度 (°C) : 无意义	燃烧热(kJ/mol) : 无意义
	临界压力 (MPa) : 25	最小引燃能量 (mJ) : 无意义
燃 烧 爆 炸 危 险 性	燃烧性: 本品不燃	分解产物: 氧化钠
	闪点 (°C) : 无意义	聚合危害 : 不聚合
	爆炸极限(体积分数%) : 无意义	稳定性: 稳定
	引燃温度 (°C) : 无意义	禁忌物: 强酸、易燃或可燃物、二氧化碳、过氧化物、水。
	爆炸性气体的分类、分级、分组	
	火灾危险性分级 : 无资料	
	爆炸危险类别 : 无资料	
毒 性	最高容许浓度(mg/m ³) : 2	
	时间加权平均容许浓度 (mg/m ³) : 无资料	
	短时间接触容许浓度 (mg/m ³) : 无资料	
健康危害	本品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘刺激眼和呼吸道, 腐蚀鼻中隔; 皮肤和眼直接接触可引起灼伤; 误服可造成消化道灼伤, 粘膜糜烂、出血和休克	
危险特性	与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌和锡有腐蚀性, 并放出易燃易爆的氢气。本品不会燃烧, 遇水和水蒸气大量放热, 形成腐蚀性溶液。具有强腐蚀性	
有害燃烧产物	无意义	
灭火方法	用水、砂土扑救, 但须防止物品遇水产生飞溅, 造成灼伤。	
泄漏应急处理	隔离泄漏污染区, 限制出入。建议应急处理人员戴防尘面具(全面罩), 穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。小量泄漏: 避免扬尘, 用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。也可以用大量水冲洗, 洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏: 收集回收或运至废物处理场所处置。	

3.2 事故发生的可能性分析

3.2.1 事故发生的可能性

乙炔生产过程可能发生的事故类别主要包括火灾爆炸、容器爆炸、机械伤害、起重机械伤害、高空坠落、物体打击、化学灼伤、触电等。

1) 火灾爆炸发生的可能性

电石具有遇水、遇潮能放出燃烧的乙炔气, 丙酮具有易燃、易挥发、易积聚静电等特点。若发生器、乙炔气柜、净化塔、干燥器、压缩机、乙炔气瓶等设备及管道发生泄漏, 泄漏的易燃气体或易燃液体及挥发的蒸气与空气

形成爆炸性混合物，遇明火、高热就会发生燃烧爆炸事故。

(1) 电石火灾、爆炸

① 电石破碎产生的电石粉尘与空气形成爆炸性粉尘混合环境，在空气中氧很少环境下也能着火。呈悬浮状态时能产生剧烈爆炸。

② 电石含硫、磷量过高水解时产生大量磷化氢和硫化氢，当磷化氢体积分数达到乙炔气的0.15%时就可能引起自燃甚至爆炸。硫化氢与空气混合能形成爆炸性混合物，遇点火源能引起燃烧爆炸。

③ 中福公司的电石原料为块状，需在电厂中间库内进行破碎，破碎的电石粒度为50-200mm。若电石粒度过小特别是过细电石（粉末）集中使用，会使水解反应加速，乙炔气量骤升，造成发生器内压力超高，乙炔气外泄。

④ 电石粒度过大，水解生成的氢氧化钙/氢氧化镁将电石包裹，形成密实外皮，引起电石水解反应激烈导致过热，排渣时带出电石随电石渣送往堆场，遇水、雨水易反应生成乙炔气。

⑤ 电石中间库房和破碎间的电石粉末积累过多，可能吸潮分解产生乙炔。

⑥ 因电石中间库进水或库房漏雨，电石遇水可以放出易燃气体乙炔。电石中间库如果湿度过大能与裸露的电石反生产生乙炔，可能引发火灾爆炸；

(2) 产生乙炔泄漏、火灾爆炸的主要原因

① 若乙炔发生器、乙炔气柜、高压干燥塔、油水分离器等设备设施发生破裂，会造成乙炔泄漏。

② 因连接设备的管道或乙炔汇流排断裂、管道法兰连接不严密、法兰密封垫损坏等，易导致乙炔泄漏。

③ 气柜过低，发生器气量来不及补充，在往复式压缩机或吸气作用

下，形成负压，进入空气易形成爆炸性混合气体。

④ 气柜浮筒水封缺水，乙炔气可能发生外逸，形成爆炸性混合气体。

⑤ 乙炔钢瓶因使用超过年限而使瓶体裂纹、超压充装或在装卸时气瓶摔落等导致气瓶内破裂，致气瓶内乙炔气体泄漏或丙酮蒸气挥发。

⑥ 乙炔钢瓶在灌装丙酮时，因误操作丙酮灌满时或阀门关闭不严的乙炔瓶卧放会导致丙酮从瓶内流出或泄漏。

⑦ 生产系统水封装置内无水封，导致乙炔气排出。

⑧ 乙炔净化过程中有 PH_3 存在会降低自燃点，与空气接触有可能自燃，从而引起乙炔的爆炸。

(3) 丙酮

乙炔充装前需在气瓶中补充丙酮，在丙酮充装过程中若丙酮发生泄漏，丙酮蒸气扩散遇明火可能发生火灾爆炸事故。

(4) 主要点火源和引爆能

① 电气火花

◆ 由于电线、电缆选用不当，安装和敷设不当或绝缘层破损等原因造成短路，产生电火花。

◆ 由于选择导线不合理、用电负荷加大而超载，都会导致电气线路过载而引起火灾。

◆ 由于导线间连接不牢、接触不良等导致接触电阻过大而产生电火花。

◆ 漏电可成为点火能。

② 若易燃液体或易燃气体管道无静电接地，喷溅式装卸丙酮或易燃液体流动过快产生静电积聚，因静电放电火花以及杂散电流火花。

③ 操作火花

◆ 电石中硅铁处理不净带入料斗，投料时碰撞、摩擦产生火花，导致反应器内乙炔气爆炸。

◆ 在加电石时由于电石间或电石与器壁摩擦碰撞，或电石吊斗与金属碰撞产生火花。

◆ 压缩充装过程高压部分乙炔放空，如无阻火器，易因气体摩擦产生静电引发火灾爆炸。

◆ 乙炔在高压下，冷却不好、遇到高温物体或开动阀门时气体摩擦出现火花，容易产生分解爆炸。

④ 其他着火源（引爆能）

◆ 电气焊火花、机动车辆排气筒排出的火花、烟火等明火。

◆ 照明灯具灼热表面或灯具破裂时的明火。

◆ 金属撞击产生的火花，如敲击金属、金属与地面碰撞等产生的火花。

◆ 雷电波、感应雷、直击雷等雷电。

2) 乙炔气瓶爆炸可能性分析

① 气瓶充装压力过大、速度过快，可能造成乙炔气瓶超压，或温度过高使易熔塞熔化。

② 气瓶的材质、结构和制造质量不符合安全要求，比如材料脆性、瓶壁厚薄不均，有夹层等。

③ 搬运装卸时，气瓶从高处坠落、倾倒或滚动，发生剧烈碰撞冲击。

④ 保管不善，使用时受日光曝晒、明火、热辐射等作用，致使瓶温过高，压力剧增。

⑤ 气瓶的瓶阀泄漏，高压气流冲出，引发爆炸。

⑥ 乙炔气瓶卧放状态排放，丙酮、乙炔流出，引发爆炸。

⑦ 瓶内丙酮量过少，气态乙炔量增大，或形成压缩乙炔，其稳定性差，遇外来能量易产生爆炸。

⑧ 因乙炔气瓶超量充装或充装的压力较高，气瓶超装会使气瓶内压增大或气瓶在日光下暴晒或气瓶受高温、高热的影响，有爆炸的危险。

(8) 安全附件失效

因安全附件失效，未能及时发现压力容器、压力管道压力超过额定值，导致其超压爆炸。

① 由于压力容器上的安全阀设定开启压力过大、安全阀锈死、安全阀关闭等，不能因超压及时泄压而导致压力容器爆炸。

② 由于压力容器上的压力表损坏、表针卡死、掉针、超周期使用等问题，易造成失指示失准，导致操作误判断，使受压设备、压力管道超压爆炸。

3) 物体打击可能性分析

(1) 在气瓶搬运或加入丙酮时，因操作失误，因气瓶倾倒可导致气瓶砸人事故。

(2) 汇流排在灌装乙炔时，因乙炔气瓶无防倒链的措施，易造成气瓶倾倒发生砸伤事故。

(3) 发生器平台防护栏杆无防护踏脚板，平台上摆放的工具、物件、杂物被碰落或容器上的附件掉落。

(4) 在向车辆上装或从车上卸乙炔气瓶时，因气瓶坠落可导致气瓶砸人事故。

4) 车辆伤害可能性分析

在将电石等原辅材料、产品运进、运出过程中，均需要车辆，发生车辆伤害有以下因素：

(1) 车辆在进、出电石中间库、气瓶装卸台以及电石渣场时，因倒车、转向车速过快、转弯过急，无鸣笛警示、无转向指示、司机疲劳、瞭望不够或与工作人员指挥配合不当等操作失误，会发生车辆伤害事故。

(2) 因通道不畅、回车空间狭窄，照明不足、视线不清，遇有雨、雾、霜、雪天路面湿滑等路况环境不佳，易发生车辆事故。

(3) 如果方向盘失灵、刹车装置失效、转向灯无显示等车况不好，会导

致车辆伤害事故发生。

5) 机械伤害可能性分析

因机械设备安全防护罩、盖、栏等装置存在缺陷，会形成对人的绞、碰、碾、割、压等机械伤害。

生产现场使用了水环泵、丙酮泵、乙炔压缩机等转动的机械设备，若这些机械转动部位无安全防护罩、盖或防护设施损坏，操作人员违章操作，误操作等原因都可能发生夹挤、绞碾、卷入、压等机械伤害事故。

6) 触电可能性分析

电气伤害事故（含雷击）以电击为主，是电气伤害事故中发生最多，因其设计不符合安全要求或违章操作可造成人身触电事故，常常导致人员死亡。

(1) 电气设施缺陷

① 电气线路：输送泵电气线路因磨损、拉扯，导致电气线路绝缘破损、老化，带电体裸露，或因乱拉私接临时电线，错接电源串电，电源接头无绝缘处理，可造成触电伤害。

② 电气设备：若电气设备和设施绝缘损坏，或使用不合格或有缺陷的电气设备、设施，或配电箱安装不合理，电气设施罩、盖、壳、插头等安全防护破损以及移动电气设备无防护设施等，导致人员直接接触带电体，造成触电伤害。

③ 接地（零）保护：若电气设备未进行保护接地（零）或保护接地（零）不良，电气设备接地保护失效，因漏电导致设备外壳带电造成触电伤害事故。

④ 因手持电动工具等移动式电工工具电气绝缘不好，或绝缘工具不合格，或未按照规定在电源侧加装漏电保护器，易造成触电伤害事故。

⑤ 进入乙炔发生器，或在潮湿、工作地点狭窄处或易触及带电体、

雨天或潮湿天气室外露天作业等场所，使用手持式、移动式电动工具或行灯时，如果不使用特低安全电压等违章作业，可造成人身触电的危害。

(2) 雷击危险因素分析

① 若乙炔生产无避雷设施，或避雷设施设计、安装不合理，避雷接地装置损坏，或防雷接地电阻超过规定值，或乙炔生产、乙炔气柜避雷接地装置损坏、防雷接地电阻超过规定值等因素，均可导致人员遭雷击伤亡、设备损坏事故。

② 乙炔排空管不在避雷设施保护范围内或避雷接地装置损坏、防雷接地电阻超过规定值等因素都可发生雷击事故。

7) 高处坠落可能性分析

(1) 在乙炔发生器、乙炔气柜巡检或检修过程中，容易发生滑落、坠落等危险。

(2) 由于作业人员在高处作业时没有采取必要的安全措施（如未系安全带、未挂安全绳等），致使作业人员从高处坠落。

8) 灼烫可能性分析

在乙炔净化过程中，需要使用固体氢氧化钠，氢氧化钠具有一定的腐蚀性，在加注氢氧化钠过程中，如果作业人员未佩戴防护用具，则易引起化学灼烫伤事故。

在乙炔生产过程中会产生氢氧化钙，氢氧化钙存积在发生器、渣池等位置。氢氧化钙虽然不属于危险化学品，但属于碱性物质，具有较强的腐蚀性，若接触可腐蚀皮肤引起化学灼伤。

3.2.2 事故发生的可能性汇总

中福气体公司厂区内可能发生的事故汇总如下表 3-6。

表3-6 事故类型及可能发生的位置汇总表

序号	事故类型	可能发生的位置
1	火灾爆炸	电石中间库、电石破碎岗、乙炔发生器、乙炔气柜、压缩机间干燥间、充装间、实瓶间、空瓶间、丙酮灌装、渣场等

大连天籁安全风险管理技术有限公司

序号	事故类型	可能发生的位置
2	容器爆炸	乙炔气瓶、油水分离器、高压干燥器等
3	机械伤害	水环泵、压缩机等机泵
4	起重机械伤害	渣池
5	高处坠落	乙炔气柜、乙炔发生器操作平台等
6	物体打击	电石破碎过程、乙炔发生器操作平台等
7	化学灼伤	接触氢氧化钠岗位；发生器、渣池中存有具有腐蚀性的氢氧化钙，如接触可发生化学灼伤。
8	触电	电气设备及设施、各种转动机械
9	车辆伤害	电石中间库、气瓶装车平台、渣场等

3.3 自然因素造成事故的可能性分析

- 1) 发生高烈度地震时，有可能造成容器、管道破裂，引发丙烷泄漏和其他各种事故。
- 2) 雷电有可能造成人员伤亡及房屋损坏，并有可能引起火灾事故。
- 3) 雨水或洪水进入电器、仪表设备引发触电和其它事故。

3.4 管理因素造成事故的可能性分析

- 1) 由于企业未明确和落实各级人员岗位安全责任，未制定完善的系统安全技术操作规程或操作规程不健全；操作人员不严格遵守规章制度和安全管理规定，不严格执行岗位或工种安全操作规程，违章作业和麻痹大意等都是发生事故的危险因素。
- 2) 由于领导盲目指挥、违章指挥所产生的事故危险因素。
- 3) 由于劳动纪律松散、不坚守岗位，不坚持正常巡检，而未及时发现生产过程出现的事故隐患。
- 4) 由于没有按规定要求在危险部位和场所设置安全标志、信号等，也会导致操作人员误操作、误判断，造成伤害事故的发生。

3.5 事故发生的危险程度

中福气体公司生产过程中，乙炔气柜是粗乙炔单体储存量最大的储存设

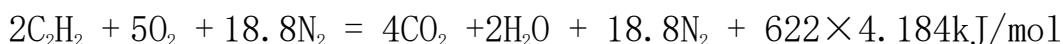
施，因此本评估对气柜发生事故的危险程度进行分析预测。

3.5.1 乙炔气柜发生爆炸的危险程度分析

过高的爆炸压力是爆炸引起破坏的直接原因。乙炔气柜是乙炔气贮量较大的设施，一旦发生火灾爆炸事故，产生爆压较大，具有一定的破坏性。

乙炔发生爆炸，温度变化极快、极高，是产生爆炸压力的主要因素。

1) 乙炔气柜发生爆炸的最高爆炸温度



根据爆温计算公式 $t = [-a + (a^2 + 4bQ_v)^{1/2}] / 2b$

Q_v —爆炸物的爆热值

a、b—热容系数

CO_2 热容— $(9.0 + 0.00058t) \times 4184 \dots \dots \dots \text{J/公斤摩尔}$

H_2O 热容— $(4.0 + 0.0021t) \times 4184 \dots \dots \dots \text{J/公斤摩尔}$

N_2 热容— $(4.8 + 0.00045t) \times 4184 \dots \dots \dots \text{J/公斤摩尔}$

$$t = \{-134.2 + [134.2^2 + (4 \times 0.01503 \times 622000)]^{1/2}\} / 2 \times 0.01503 = 3365 (^\circ\text{C})$$

2) 乙炔气柜发生爆炸的最大爆炸压力

根据爆炸压力计算公式 $P_{\text{最大}} = (T_{\text{最高}} \div T_{\text{原始}}) \times P_{\text{原始}} \times (n \div m)$

m、n—爆炸前与爆炸后的气体分子数

$$P_{\text{最大}} = (3365 + 298) / 298 \times 0.06 \times 24.8 / 25.8 = 0.71 (\text{MPa})$$

3) 乙炔气柜发生爆炸的最大爆炸力

$$L = H \times V$$

(设定遇火花50m³乙炔在1秒钟发生爆炸)

L………化学爆炸时的爆炸力，kW

H………可燃气体的高燃烧热值，J/m³

V………参与反应的可燃气体体积(标态)，m³

根据爆炸力计算公式

$$L = 4184 \times 50 \times 13832 = 2.87 \times 10^6 (\text{千瓦})$$

根据计算，一座50m³的乙炔气柜一旦发生爆炸，其爆炸温度在3365℃，

原0.006MPa的乙炔气柜的最大爆炸压力可达0.71MPa，爆炸将会产生 2.87×10^6 千瓦的威力，不但破坏设备，还会影响周围厂房、设施的安全。

3.5.2 蒸气云爆炸事故后果分析

本报告采用南京安元科技有限公司推荐使用的定量风险评价法云计算模型来计算中福气体公司乙炔储罐发生蒸气云爆炸产生的事故后果进行模拟，模拟结果如下。



图3-1乙炔气柜蒸气云爆炸事故后果模拟图

事故后果分析结果：死亡半径：1.87m；重伤半径：8.81m；轻伤半径：17.14m；财产损失半径：2.99m

3.5.3 TNT 当量法爆炸危险程度分析

1) 具有可燃性的化学品的质量和燃烧后放出的热量

乙炔生产设1个 50m^3 的气柜，可能造成的最大危害是气柜中的乙炔与空气形成混合气体发生爆炸产生的冲击波对人体的伤害和建构筑物的破坏。

1个 50m^3 的气柜储存的乙炔质量为120kg。

2) 爆炸冲击波及其伤害、破坏作用

(1) TNT 当量

$$W_{TNT} = \frac{1.8AW_fQ_f}{Q_{TNT}} = \frac{1.8 \times 0.04 \times 117.6 \times 418181.8}{4500} = 786.9\text{kg}$$

(2) 伤害半径 R

$$\text{计算公式为 } R_{\text{伤}} = R_0 \times \sqrt[3]{\frac{W_{TNT}}{1000}}$$

①死亡半径 R_1

依据附表 6-4，1000kgTNT 爆炸后可造成人员内脏严重损伤或死亡的冲击波超压为 Δp_1 为 0.05~0.1MPa，通过附表 6-3 值插入法求得冲击波超压为 0.05MPa 和 0.1MPa 时，距离爆炸中心 ΔR_{01} 为 33.7m、24.7m，故相当于 955.1kgTNT 的乙炔爆炸后可造成人员死亡半径 R_1 为 31.1m~22.8m。

②重伤半径 R_2

1000kgTNT 爆炸后可造成骨折（重伤）的冲击波超压为 Δp_2 为 0.03~0.05MPa。爆炸后产生的冲击波超压为 0.03MPa 和 0.05MPa 时，距离爆炸中心 ΔR_{02} 为 43.5m、33.7m，故相当于 955.1kgTNT 的乙炔爆炸后可造成人员重伤的半径 R_2 为 40.2m~31.1m。

③轻伤半径 R_3

1000kgTNT 爆炸后可造成轻伤的冲击波超压为 Δp_3 为 0.02~0.03MPa，爆炸后产生的冲击波超压为 0.02MPa 和 0.03MPa 时，距离爆炸中心 ΔR_{03} 为 55.1m、43.5m，故相当于 955.1kgTNT 的乙炔爆炸后可造成人员轻伤的半径 R_3 为 50.9m~40.2m。

(3) 建筑物砖墙倒塌半径 R_4

1000kgTNT 爆炸后可造成建筑物砖墙倒塌的冲击波超压 Δp_4 为 0.07~0.10 MPa，爆炸后产生的冲击波超压为 0.07MPa 和 0.10MPa 时，距离爆炸中心 ΔR_{03} 为 28.1m、24.7m，故相当于 955.1kgTNT 的乙炔爆炸后可造成砖墙倒塌的半径 R_4 为 25.9m~22.8m。

3.5.4 乙炔气柜发生爆炸危险程度预测

3.5.4.1 影响范围

1) 1 个 50m^3 的乙炔气柜发生爆炸，其死亡半径为 $31.1\text{m}\sim 22.8\text{m}$ ，重伤半径为 $40.2\text{m}\sim 31.1\text{m}$ ，轻伤为 $50.9\text{m}\sim 40.2\text{m}$ ，建（构）筑物的砖墙倒塌半径为 $25.9\text{m}\sim 22.8\text{m}$ 。

2) 1 个 50m^3 的乙炔气柜中的乙炔气全部在空气中扩散，与空气形成爆炸性混合气体可能导致爆炸半径为 15.6m 。

3.5.4.2 事故危险程度预测

1) 最坏结果

(1) 如1个 50m^3 的乙炔气柜一旦发生爆炸事故，其事故的影响范围在乙炔生产装置区域的围墙内，最坏结果是造成该岗位的巡检人员发生死亡事故。

(2) 如1个 50m^3 的乙炔气柜一旦发生爆炸事故，其事故对建筑的破坏范围在乙炔生产装置区域的围墙内，最坏结果是造成发生器间和乙炔净化间的房屋倒塌。

2) 一般结果

如乙炔气柜一旦发生爆炸事故，得到有效控制，其事故的危害是损坏乙炔生产部分设备、厂房，不会造成人员死亡事故。

4 重大危险源辨识、分级的符合性分析

4.1 重大危险源辨识

1) 危险化学品重大危险源辨识依据

根据国家标准《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）对该项目涉及到的危险化学品丙烷进行辨识，确定是否构成危险化学品重大危险源。

（1）危险化学品重大危险源指：长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

（2）生产单元：危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀作为分隔界限划分为独立的单元。

储存单元：用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑物）为界限划分为独立的单元。

临界量是指某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量。

（3）危险化学品重大危险源的辨识指标：根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）第 4.2 条，重大危险源的辨识指标：

生产单元、储存单元内存在的危险化学品数量等于或超过表 1、表 2 规定的临界量，即被定为重大危险源。单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品多少区分为以下两种情况：

① 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，若等于或超过相应的临界量，则定为重大危险源。

② 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，则按式(1)计算，若满足式(1)，则定为重大危险源：

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\cdots+q_n/Q_n\geq 1 \quad \text{..... (1)}$$

式中：

S ----- 辨识指标；

$q_1, q_2, \cdots, q_n$ ----- 每种危险化学品实际存在量，单位为吨（t）；

$Q_1, Q_2, \cdots, Q_n$ ----- 每种危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）。

注：① 危险化学品：是指具有毒害、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；

② 临界量：某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量；

③ 单元是指：涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元；

④ 生产单元：指危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀时，以切断阀作为分隔界限划分为独立的单元。

⑤ 储存单元：用于储存的危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑物）为界限划分为独立的单元。

2) 危险化学品重大危险源的辨识

中福气体公司乙炔生产过程涉及的场所包括乙炔发生间（含电石中间库，存放电石和乙炔）、粗乙炔中间储存气柜（储存乙炔）及乙炔充装车间（涉及产品乙炔及充装在乙炔气瓶中丙酮）。不另设丙酮或其它储存场所。根据乙炔生产、储存、充装过程，本次评估将中福公司乙炔生产过程划分为3个重大危险源辨识单元，分别为乙炔发生单元、粗乙炔中间储存气柜单元、乙炔充装间单元。

中福气体公司生产涉及重大危险源的危险化学品及其临界量见附件表3-6。

附件表3-6 危险物质名称及临界量表

序号	辨识单元	物质名称	临界量(t)	最大储存总量 (t)	q/Q	S
1	乙炔发生间单元	电石	100	5	0.05	0.06
		乙炔	1	0.01	0.01	
2	粗乙炔中间储存气柜单元	乙炔	1	0.12	0.12	0.12
3	乙炔充装间单元	乙炔	1	0.975	0.975	0.98
		丙酮	500	2.6	0.0052	

注：① 乙炔充装间按汇流排充装嘴由2000个降低至195个，195个气瓶(每瓶充装约5kg)中乙炔充

大连天籁安全风险管理有限公司

装量为0.975t。丙酮储存在气瓶中，每瓶充装13.5kg丙酮计；195个充装嘴最多设195个乙炔气瓶，计算可得丙酮的存量最大为2.6t。以上数据由企业提供。

4.2 重大危险源辨识结果

根据以上辨识过程得出乙炔发生间单元、粗乙炔中间储存气柜单元及乙炔充装间单元的辨识指数S均小于1，因此大连中福气体有限公司乙炔生产区未构成危险化学品重大危险源。

4.3 重大危险源变化情况

中福气体公司乙炔充装间汇流排上的充装口由2000个降低至195个后，乙炔及溶解液丙酮的存量降低，乙炔充装间由三级危险化学品重大危险源变更为不构成重大危险源。其它单元重大危险源辨识结果不变，仍旧不构成重大危险源。

因此中福气体公司的乙炔生产过程不再涉及危险化学品重大危险源。

5 个人风险和社会风险值及外部安全防护距离

5.1 个人风险和社会风险

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》第九条的规定，重大危险源有下列情形之一的，应当委托具有相应资质的安全评价机构，按照有关标准的规定采用定量风险评价方法进行安全评估，确定个人和社会风险值：

（一）构成一级或者二级重大危险源，且毒性气体实际存在（在线）量与其在《危险化学品重大危险源辨识》中规定的临界量比值之和大于或等于1的；

（二）构成一级重大危险源，且爆炸品或液化易燃气体实际存在（在线）量与其在《危险化学品重大危险源辨识》中规定的临界量比值之和大于或等于1的。

经辨识，中福公司乙炔生产区不构成危险化学品重大危险源，因此不属于上述需要确定个人和社会风险的范围，不需要计算个人和社会风险值。

5.2 外部安全防护距离计算

1) 计算依据

本报告根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）确定外部安全防护距离。该标准内容如下：

（1）涉及爆炸物的危险化学品生产装置和储存设施应采用事故后果法确定外部安全防护距离。

（2）涉及有毒气体或易燃气体，且其设计最大量与 GB18218 中规定的临界量比值之和大于或等于1的危险化学品生产装置和储存设施应采用定量风险评价方法确定外部安全防护距离。当企业存在上述装置和设施时，应将

企业内所有的危险化学品生产装置和储存设施作为一个整体进行定量风险评估，确定外部安全防护距离。

（3）本标准 4.2 及 4.3 规定以外的危险化学品生产装置和储存设施的外部安全防护距离应满足相关标准规范的距离要求。

2) 外部安全距离计算

中福公司储存的危险化学品储存设施不涉爆炸物；涉及易燃气体乙炔，但最大储存量与临界量的比值小于 1，因此中福公司不适用采用事故后果法或定量风险评估方法确定外部安全防护距离。应依据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）第 4.2 及 4.3 条规定以外的危险化学品生产装置和储存设施的外部安全防护距离应满足相关标准规范的距离要求。

3) 防火安全距离测算结果

依据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）第 4.4 条，中福公司的危险化学品生产装置和储存设施的外部安全防护距离应符合《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB50016-2014) 即可，厂区内的防火间距均满足标准要求，见表 2-1 和表 2-2。

6 可能受事故影响的周边场所、人员情况

本报告采用南京安元科技有限公司推荐使用的定量风险评价法云计算模型来计算中福气体公司乙炔气柜发生蒸气云爆炸产生的事故后果进行模拟,模拟事故后果为:死亡半径:1.87m;重伤半径:8.81m;轻伤半径:17.14m;财产损失半径:2.99m。以乙炔气柜为中心,影响范围最大为17.14m,影响范围均在厂区内,不会对周边场所和人员产生影响。

根据TNT当量爆炸后果评价法分析,1个 50m^3 的气柜可造成人员死亡半径R1为31.1m~22.8m。可造成人员重伤的半径R2为40.2m~31.1m。可造成人员轻伤的半径R3为50.9m~40.2m。可造成砖墙倒塌的半径R4为25.9m~22.8m。影响范围最大的轻伤半径可达50.9m,不会对厂外的北侧和西侧产生影响,可影响到厂区外南侧及东南侧,由于厂外南侧及东南侧50.9m范围内均为山体,无常驻人口,因此对周边场所、人员的影响较小。

7 安全管理措施、安全技术措施和监控措施

由于中福公司乙炔生产区不构成危险化学品重大危险源，因此本评估不再从重大危险源管理角度提出对策措施，但中福公司仍旧需满足《安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》等相关法律、法规和标准的规定。

7.1 安全管理措施

7.1.1 安全管理制度

1) 安全生产责任制

中福气体公司制定了主要负责人、安全生产管理人员、安全员等12项安全生产职责。安全生产责任制明确了企业内总经理至员工等各自的安全职责、安全义务、安全要求和安全权力，做到职责清晰、责任清楚，充分体现安全生产人人有责和一把手负责的原则。安全生产责任制情况见表7-1。

表7-1 安全生产责任制明细表

序号	责任制名称
1	主要负责人安全生产责任制
2	主管安全负责人安全生产责任制
3	安全员安全生产责任制
4	车间负责人安全生产责任制
5	车间安全员安全生产责任制
6	班组长安全生产责任制
7	财务科负责人
8	工程技术人员安全生产责任制
9	供销人员安全生产责任
10	分析人员安全生产责任制
11	岗位操作人员安全生产责任制
12	采购、销售人员安全生产职责
13	仓库保管员安全生产职责

2) 安全管理制度及操作规程

中福气体公司以“安全第一，预防为主，综合治理”的方针为出发点，根据国家安全生产法律、法规、标准、制度等有关规定，依据企业生产危险化学品的危险、危害特性和气体充装的特点，制定了相关的安全管理制度和

安全规定，并能按照管理程序及时修订。中福公司制定的部分安全生产管理制度见表7-2。

表7-2 安全生产管理制度及操作规程明细表

序号	名称
	管理制度
1	安全生产目标管理制度
2	法律法规及其他要求识别和获取安全管理制度
3	风险评价安全管理制度
4	事故隐患排查治理安全管理制度
5	重大危险源安全管理制度
6	变更管理制度
7	供应商安全管理制度
8	安全生产会议管理制度
9	安全生产奖惩管理制度
10	安全培训教育管理制度
11	特种作业人员管理制度
12	事故管理制度
13	防火、防爆安全管理制度
14	消防安全管理制度
15	罐区安全管理制度
16	关键装置、重点部位安全管理制度
17	生产设施安全管理制度
18	监视和测量设备管理制度
19	领导干部安全联系点管理制度
20	危险化学品安全管理制度
21	承包商安全管理制度
22	新建、改建、扩建项目三同时管理规定
23	安全标准化自评管理制度
24	管理制度评审和修订制度
25	各类非常规作业安全管理制度
26	职业卫生管理制度
27	职业危害监测管理制度
28	劳动防护用品管理制度
29	应急管理制度
30	安全投入保障制度
32	危险化学品购销制度
33	出入库登记、验收、发放管理制度
34	风险管理制度
36	领导干部轮流现场带班制度
37	安全检查和隐患排查治理制度
38	防火、防爆、防中毒、防泄漏管理制度
39	废弃物处理管理制度
40	工艺、设备、电气仪表、公用工程安全管理制度
41	动火、进入有限空间、吊装、高处、盲板堵漏、动土、断路、设备检维修等作业安全管理制度
42	安全管理制度及操作定期修订制度

序号	名称		
43	事故应急预案及应急演练管理制度		
操作规程			
1	乙炔发生安全操作规程	5	溶解乙炔气瓶充装操作规程
2	乙炔净化操作规程	6	气瓶充装后检查操作规程
3	乙炔压缩安全操作规程	7	乙炔气瓶运输安全操作规程
4	高压干燥器安全操作规程	8	丙酮添加安全操作规程

这些管理制度和操作规程在2024年2月进行了修订并重新发布，并做到了内容具体、详尽、完善，结合实际，程序合理。明确了危险化学品储存过程中应执行国家颁布的条例、规则、规定；安全教育坚持经常化，明确教育对象、教育内容和教育范围；安全检查坚持制度化，规定检查项目、检查范围和检查形式；对易燃易爆场所防火规定了具体防范措施；对储存危险化学品过程中的安全工作提出具体要求。

中福公司的管理制度和操作规程修订后履行变更手续并积极落实执行新的要求，对员工进行了培训，要求员工按新修订的制度和操作规程执行。

本评估完成后中福公司不再涉及危险化学品重大危险源，不涉及重大危险源管理内容，可废止相关的管理要求。

7.1.2 安全管理组织

为适应危险化学品生产安全管理需要，中福气体公司设置了安全科，设有安全科负责人1名，安全管理人员2名，车间、班组设兼职的安全员。

7.1.3 从业人员

1) 主要负责人和安全管理人員

中福气体公司的主要负责人、安全员参加了危险化学品生产单位从业人员培训，并经考核合格，取得了大连市应急管理局颁发的安全生产知识和管理能力考核合格证安全管理人员持证情况见表 7-3。

表7-3 主要负责人、安全管理人员培训取证情况汇总表

序号	姓名	行政职务	资格类型/专业	证书编号	有效期
1	袁方	总经理	企业负责人	210203198410020510	2025. 7. 17

序号	姓名	行政职务	资格类型/专业	证书编号	有效期
2	王洪盛	安全经理	注册安全工程师	20231004624000000256	—
3	陈乐军	安全员	安全生产管理人员	23062319720916181X	2025. 10. 16

2) 特种设备操作人员

中福气体公司从事的特种设备作业人员即特种设备管理人员和气瓶充装人员均参加大连质量技术监督局的专业培训、考核，并取得的上岗操作资格证。培训取证情况见表 7-4。

表7-4 气瓶作业人员取证情况汇总表

姓名	证件编号	作业项目代号	有效期
张辉	210202198608080029	A	2027-11-16
路喜军	222302196509280033	P	2027-10-11
向流财	413025196901293634	P	2027-10-10
孝红卫	210203196609110514	P	2027-10-11

中福气体公司配有特种作业人员为电工，且从业人员均取得了特种作业证，持证情况如下表。

表7-5 特种作业人员持证情况表

姓名	证件编号	作业类别	操作项目	有效期
袁方	T210203198410020510	电工作业	高压电工作业	2027-09-29
袁方	T210203198410020510	电工作业	低压电工作业	2027-10-26
张辉	T210202198608080029	电工作业	高压电工作业	2027-09-29
孝卫红	T210203196609110514	电工作业	高压电工作业	2026-09-11

3) 其他从业人员

中福气体公司对从事危险化学品丙烷储存、经营的其他业务人员进行了培训，内容包括丙烷储存安全条件、安全管理制度学习、危险化学品技术特性知识和事故应急救援预案等的学习及考核，考试合格。

中福气体公司的从业人员培训工作，基本符合《安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》、《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》及《辽宁省危险化学品生产企业安全生产许可证实施细则》规定的要求。

7.2 安全技术措施

7.2.1 仓储场所

中福气体公司乙炔生产过程中产生的粗乙炔暂存在1座50m³的乙炔气柜中，生产的成品乙炔直接充装入钢瓶，根据订单情况进行生产，乙炔充装完毕后即运送至客户端，不储存多余实瓶。

7.2.2 乙炔生产主要安全设施

中福气体公司乙炔生产过程涉及的主要安全设施见下表。

表7-6 乙炔生产安全设施一览表

序号	位置	设施	安全设施
预防事故设施			
1.	检测报警设施	压力表	乙炔发生器、压缩机、压力管道设置压力表，当压力异常时可报警或停机。
2.		温度检测	发生器设置温度变送器，检测数据异常时可报警。
3.		液位检测	乙炔气柜设远传液位变送器，可实现报警或停机。
4.		可燃气体报警器	乙炔发生间、压缩机间、充装间设置可燃气体检测报警器
5.	设备安全防护设施	防雷设施	生产车间、充装间设置防雷设施。
6.		静电接地设施	生产区入口处设置人体静电释放器、防静电电石输送带、电气设备接地。
7.			乙炔发生器上口采取水封措施。
8.	防爆设施	电气仪表防爆	生产区域均采用防爆电气设施如防爆开门、灯具等。乙炔机柜间为抗爆设计。
9.	防护设施	通风	生产车间采用自然通风和机械通风相结合的通风方式。
10.	安全警示标识	安全警示标识	防火标识，重大危险源标识、阀门开关标识等。
控制事故设施			
11.	泄压和止逆	建筑物	轻质屋顶及三面窗户利于泄压。
12.		安全阀	充装排上设置安全阀，管道设置放散管。
13.	紧急处理设施	紧急切断	发生器、充装排上设置紧急切断装置。
减少和消除事故影响设施			
14.	防止火灾蔓延	建筑物	单层厂房，耐火等级二级。生产车间设置防火墙
15.	灭火设施	灭火设施	厂区设置消防水池、生产车间设置消火栓、移动式灭火器材
16.	逃生设施	安全通道	生产车间内设有安全通道
17.	劳动防护装备	防护用品	工作人员穿防静电工作服
18.		防护装备	乙炔发生间设防护栏

7.2.3 仪表检测和控制系统设置情况

(1) 发生器设施远传温度变送器、远传压力变送器、气柜设备远传液位

变送器。系统的温度、压力、液位信号传送至监控室，当检测到数据异常时，电脑屏幕显示报警。

(2) 乙炔气柜设置低液位连锁系统，当液位低于 30%时，系统报警，当液位低于 20%时，压缩机连锁停机。

(3) 4 台压缩机均设置超温、超压连锁停机装置，当压缩机出口温度大于 40℃时或压缩大于 2.5MPa 时，该压缩机自动停机。

7.2.4 防火防爆设施

中福气体公司厂区内设有消防水池、消防水罐、消防水泵、环状供水管网及消火栓。水源由厂区水泵房提供。

中福气体公司的发生间、电石中间库及乙炔充装间均采用轻质屋顶，充装间四周有窗（常闭），出入门均为敞开式，屋顶有防雨排风口，利于通风和泄爆。电石发生间设置干粉灭火器。设置温湿度计。

电石发生间、充装间的电气设备均采用防爆型仪表和电气设备，电气设备的防爆等级为 EXd II CT2 型。中福气体公司委托辽宁锦华安全技术检测有限公司对防爆电气设备进行了检测，并于 2022 年 7 月 15 日取得《辽宁锦华安全技术检测有限公司检验报告》，检测结果为“符合规范要求”。

操作工使用不产生火花的工具。乙炔管道上设置压力表、安全阀、放散管等安全设施。放散管的高度高于屋顶。操作人员穿着防静电工作服。

7.2.5 电石存放的禁水措施

储存环境：中福公司电石中间库在地势较高且干燥的仓库进行存放。可避免因雨水倒灌等原因使仓库内积水，直接接触到电石。仓库设置在地面上 1m 以上的平台上，需具备良好的排水效果，可防止仓库周围形成积水，进而渗透进入仓库内部。仓库内使用雨布对电石进行遮盖，减少与空气中水份的接触。

搬运与操作规范：电石装卸台设置在雨棚下，在搬运电石过程中，可避

免被淋雨。

操作人员在处理电石时，要求自身衣物干燥，且使用干燥的操作工具。

日常检查与维护：仓库内设湿度计，定期检查仓库的湿度情况。一旦发现湿度超标，将及时采取措施，如开启通风设备进行通风换气，或使用除湿设备降低仓库内湿度。

7.2.5 视频监控系统

中福气体公司在生产区域、办公区域和厂界周边设置了视频监控系统，可实现全厂全覆盖远程监控，并对监控信息进行录像存储，对乙炔生产装置区的监控储存时间大于 90 天。

7.2.6 强制检测设施检测、校验

（1）气瓶

中福气体公司充装乙炔的气瓶属于特种设备，现场勘查时所见气瓶均在检验有效期内。中福气体公司拥有气瓶检测资质，气瓶到期可自行开展检验工作。

（1）安全阀

气体充装区储罐上安装的安全阀，于 2024 年 8 月 15 日经沙驼特检科技（大连）有限公司校验，校验全部合格，检验情况见表 7-6。

表7-6 安全阀检验结果汇总表

序号	规格型号 类型	工作介质	整定压力 MPa	安装位置	报告编号	下次检验日期
1.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔压缩机间	DLST-[2024]-1583	2025.8.14
2.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔压缩机间	DLST-[2024]-1584	2025.8.14
3.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1611	2025.8.14
4.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1612	2025.8.14
5.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1613	2025.8.14
6.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1614	2025.8.14
7.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1615	2025.8.14

序号	规格型号 类型	工作介质	整定压力 MPa	安装位置	报告编号	下次检验日期
8.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1616	2025.8.14
9.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1617	2025.8.14
10.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1618	2025.8.14
11.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1619	2025.8.14
12.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1620	2025.8.14
13.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1621	2025.8.14
14.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1622	2025.8.14
15.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1623	2025.8.14
16.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1624	2025.8.14
17.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1625	2025.8.14
18.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1626	2025.8.14
19.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1627	2025.8.14
20.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔充装间	DLST-[2024]-1628	2025.8.14
21.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔压缩机间	DLST-[2024]-1630	2025.8.14
22.	A21F-40	乙炔气	2.5	乙炔压缩机间	DLST-[2024]-1631	2025.8.14

(2) 压力表

生产车间在现场设置就地指示的压力表，压力表检定情况见下表。

表7-7 压力表检验结果汇总表

序号	名称	规格型号类型	报告编号	检定结论	检定日期	有效期至
1.	乙炔压力表	0-2.5MPa	第 25002808036 号	符合 1.6 级	2025.2.26	2025.8.25
2.	乙炔压力表	0-2.5MPa	第 25002808037 号	符合 1.6 级	2025.2.26	2025.8.25
3.	乙炔压力表	0-2.5MPa	第 25002808038 号	符合 1.6 级	2025.2.26	2025.8.25
4.	乙炔压力表	0-2.5MPa	第 25002808039 号	符合 1.6 级	2025.2.26	2025.8.25
5.	乙炔压力表	0-2.5MPa	第 25002808040 号	符合 1.6 级	2025.2.26	2025.8.25
6.	乙炔压力表	0-4MPa	第 25002808041 号	符合 1.6 级	2025.2.26	2025.8.25
7.	乙炔压力表	0-4MPa	第 25002808042 号	符合 1.6 级	2025.2.26	2025.8.25

(3) 可燃气体报警器

中福公司的电石中间库、乙炔发生间、乙炔充装间、压缩机室等位置共设置 6 个可燃气体探测器，探测器安装在可能有乙炔泄漏的场所，报警信号传送至 24h 有人值守的值班室内。可燃气体报警系统独立于其他系统单独设置。可燃气体检测报警仪与通风系统连锁控制，当可燃气体浓度达到报警值时，自动启动机械通风系统。可燃气体报警器设置位置如下表 7-8。

表 7-8 可燃气体报警器设置位置

序号	名称	证书编号	检定结论	检定日期	有效期至
1	可燃气体报警器	第 24002259761 号	合格	2024. 6. 5	2025. 6. 4
2		第 24002259762 号	合格	2024. 6. 5	2025. 6. 4
3		第 24002259763 号	合格	2024. 6. 5	2025. 6. 4
4		第 24002259764 号	合格	2024. 6. 5	2025. 6. 4
5		第 24002259765 号	合格	2024. 6. 5	2025. 6. 4
6		第 24002259766 号	合格	2024. 6. 5	2025. 6. 4

（4）防雷检测

中福气体公司的生产车间通过了防雷检测，并于 2025 年 3 月 16 日取得了辽宁地和防雷检测有限公司出具的《雷电防护装置检测报告》（报告编号: (1062022003) [2025] 0006），有效日期至 2025 年 9 月 16 日。

8 评估结论

8.1 安全建议

1) 建议企业今后继续加强特种设备和强制检测设备设施的安全管理， 在各类特种设备、安全阀、压力表、可燃气体检测报警器等设备设施 安全检验合格有效期到期前，向当地特种设备检验检测机构提出定期检验要 求，未经定期检验或者检验不合格的特种设备及强制检测设备设施不得继续 使用。

2) 企业应继续加强有关法律法规、安全知识、生产工艺操作规程、职业卫生防护和应急救援知识的安全培训，及时掌握各类先进的安全技术措施 和安全管理经验，确保装置安全平稳运行。加强对新增、修订的国家法律法 规、相关行业标准规范的宣贯学习与执行。认真借鉴和吸取同类企业新近发 生的安全生产事故的经验教训，举一反三、防患于未然。主要负责人和安全 管理人员应按时参加安全管理人员的继续教育培训，特种作业人员及特种设 备作业人员必须持证上岗。

3) 建立健全各项工艺技术资料、设备管理资料、安全管理资料、更新改造资料、检修维修资料、电器仪表资料、检验检测资料等，做到资料齐全准确，专人管理，适时反映装置的管理情况，保障安全生产。

4) 严格落实安全管理规章制度、安全操作规程、检修规程、工作票（如动火票等）安全规定，并根据实际情况适时修订和完善各种安全规定，做到动态管理，使之时刻符合企业自身的实际和法规及规范的要求。

5) 加大安全检查和隐患整改的力度，及时消除生产经营中存在的各种 隐患，实现长期安全生产。对于存在的安全隐患，在未整改之前，应采取切 实可行的有效的预防措施，防止事故发生。

6) 加强对危险有害部位及重大危险源的监控和管理，及时消除危险

部 位存在的问题，确保安全生产。

7) 在装置检维修过程中，企业应加强动火作业管理，生产区域内易燃易爆场所动火作业、高处作业、设备检修作业、受限空间作业应严格执行《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB30871-2022）的相关安全要求。

8) 电石中间库的储量不应超过5t；

9) 乙炔气瓶充装完毕后应及时运走不存放在充装间。乙炔充装车间不存放多余的乙炔实瓶。确保乙炔气瓶的最大存量不超过195只。

9) 加强对从业人员的培训教育。确保特种作业人员均持证上岗，其他从业人员定期进行安全管理制度、操作规程、消防器材使用等安全培训；新上岗人员应及时进行三级教育。

10) 每半年进行一次针对乙炔泄漏、火灾等事故的应急演练，演练前对参加演练的人员进行培训，演练结束后对演练进行总结。应急预案应每三年评估一次，如果评估需要修订，则应对应急预案进行修订。

11) 确保安全生产相关费用的足额提取，规范使用。

12) 按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》要求，每三年对应急预案评估一次，根据情况适时修订。

13) 中福应按公司管理制度要求，对停用设备、设施做好变更工艺相关管理、记录。

8.2 评估结论

中福公司由于乙炔生产量降低，生产车间的同一时间最大存瓶量由 2000 瓶降低至最多 195 瓶，即只保留 195 个充装口。生产车间内乙炔的总存量降低，未超过临界值，不再构成危险化学品重大危险源。通过对中福安全现状的检查和风险评估，查阅该单位提供的有关文件资料，依照《安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》、《危险化学品重大危险源辨识》和国家有关

危险化学品安全的法律、法规、规范和标准的要求，评估小组认为：

1) 经辨识，确定该公司乙炔生产车间不再构成危险化学品重大危险源，可申请办理注销乙炔生产车间的危险化学品重大危险源登记。

2) 大连中福气体有限公司按照国家的有关法律、法规，依据有关标准继续保持并不断完善对乙炔生产区域的安全管理，确保生产安全的要求。