项目编号：皖 QT20250600018

中国科学技术大学
集成电路工艺与封测实验中心建设项目

安 全 预 评 价 报 告

（最终稿）

建设单位：中国科学技术大学

建设单位法定代表人：常　进

建设项目单位：中国科学技术大学

建设项目单位主要负责人：常　进

建设项目单位联系人：郭颜伟

建设项目单位联系电话：18019900114

二 0 二五年九月二日

安全评价机构
资质证书

（副　本）　（1-1）

统一社会信用代码 91340103MA8P33JY8K

机构名称：安徽化工院检测评价科技有限公司

办公地址：合肥市庐阳区阜阳北路 363 号

法定代表人：丁向东

证书编号：APJ-（皖）-024

首次发证：2023 年 11 月 28 日

有效期至：2028 年 11 月 26 日

业务范围：石油加工业，化学原料、化学品及医药制造业。

2025 发证机关盖章）

年　月　日

中国科学技术大学

集成电路工艺与封测实验中心建设项目

安 全 预 评 价 报 告

评价机构名称：安徽化工院检测评价科技有限公司

资质证书编号：APJ-（皖）-024

法定代表人：丁向东

技术负责人：戴　玫

项目负责人：曹玉勇

评价机构联系电话：0551-65853138

二〇二五年九月二日

安全评价工作人员组成

	姓名	资质证书号	专业	签字
项目负责人	曹玉勇	1500000000100126	化工工艺	
成员	王成泰	1100000000300983	自动化	
	安敬喆	1700000000300587	化工机械	
	刘友国	201911046340000212	电气	
	钱喆琳	1500000000300594	安全	
编制人	曹玉勇	1500000000100126	化工工艺	
	王成泰	1100000000300983	自动化	
	安敬喆	1700000000300587	化工机械	
	刘友国	201911046340000212	电气	
审核人	王　涛	1500000000200892	安全	
技术负责人	戴　玫	1100000000100327	化工工艺	
过程控制负责人	张　侠	1200000000300090	化工工艺	

《中国科学技术大学集成电路工艺与封测实验中心建设项目

安全预评价报告》修改说明

2025 年 8 月 21 日，中国科学技术大学组织召开《中国科学技术大学集成电路工艺与封测实验中心建设项目安全预评价报告》评审会，已按照评审专家组的评审意见修改完善。

序号	评审建议	修改说明
1	更新完善评价依据，明确评价范围	已整改。见 P11-P13，已更新完善评价依据；见 P14，明确评价范围
2	完善依托的公辅工程的匹配性分析与评价	已整改。见 P20-P24，已完善公辅工程的匹配性分析与评价
3	完善气瓶库、危化库、环保设施、通风设施等安全对策措施与建议	已整改。见 P102-P104，已补充完善气瓶库、危化库、环保设施、通风设施等安全对策措施与建议
4	完善总平面布置图、主要设备一览表等附图、附件	已整改。见 P113 附图及 P25-P32 主要设备表
	与会人员提出的其他建议一并修改完善	与会人员提出的其他建议已在文本中一一修改完善

专家组：

前　言

中国科学技术大学高新校区位于高新技术产业开发区石莲南路与习友路交汇处（合肥高新区创新大道、燕子河路、石莲南路和柏堰湾路围合区域）。总用地面积约为1537亩，于2017年开始规划，2018年9月1日正式奠基开工，现基本建成。

为满足学校在集成电路专业领域的教学与科研任务需求，中国科学技术大学现对高新校区1号学科楼进行改造，建设集成电路工艺与封测实验中心。

本建设项目总占地面积约5000平方米，建筑面积约5500平方米。主要包含万级、千级、百级洁净室，芯片测试实验区，湿法台实验区，测量实验区，干刻实验区，离子注入实验区，物理气相沉积实验区，物料供应间及化学品库（丙类）等功能区。

该建设项目涉及储存、使用双氧水、氨水、丙酮、异丙醇、酸、碱以及氢气、硅烷、氨气、氯气等电子特气、氮气等大宗气体等危险化学品。

根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监管总局令第36号）（经总局令第77号修改后版），本项目应进行安全预评价。

我公司于2025年5月接受到中国科学技术大学委托后，随后组织安全评价人员与该项目筹建组进行了交流，并勘察了拟建项目的场址和内、外部环境情况，通过风险分析，确定本项目风险可接受，并与该公司签订了安全评价合同，成立评价组，组织人员到现场进行调研，进行评价所需有关资料的收集、整理工作，并按照《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监管总局令第36号）（经总局令第77号修改后版）等相关要求，编制安全预评价报告。

安全评价组

目 录

第一章 概 述 8
1.1 安全预评价目的 8
1.2 安全预评价依据 9
1.3 安全预评价范围 15
1.4 安全预评价程序 15
第二章 建设项目概况 17
2.1 建设单位简介 15
2.2 建设项目概况 17
2.3 建设项目选址 18
2.4 公用工程 21
2.5 主要设备、设施 25
2.6 主要特种设备 33
2.7 主要原辅材料 33
第三章 生产工艺概述 34
3.1 生产工艺 34
3.2 建设项目涉及的主要原辅料和品种名称、数量、储存形式 42
第四章 危险、有害因素辨识与分析 43
4.1 危险有害因素的辨识结果及依据说明 43
4.2 重大危险源辩识结果及分级 50
第五章 安全预评价方法的确定和评价单元的划分 53
5.1 评价单元的划分 53
5.2 安全预评价方法的确定 54
第六章 定性、定量评价 56
6.1 安全检查表法分析 56
6.2 预先危险性分析 60

6.3. 风险程度的分析.....61
6.4 事故案例分析.....66
第七章 安全对策措施与建议.....73
7.1 可行性研究报告中采取的安全对策措施.....111
7.2 补充的安全对策措施.....73
第八章 安全预评价结论.....77
第九章 附件.....85
附件 1 项目区域位置图.....85
附件 2 项目总平面布置图.....86
附件 3 评价方法简介.....89
附件 4 定性、定量分析过程.....92
附件 5 相关危险化学品危险特性.....97
附件 6 项目备案表
附件 7 委托书

第一章　概　述

1.1 安全预评价目的

建设项目安全预评价的目的是提高建设项目安全管理效率和防控安全风险，确保建设项目建成后实现安全平稳运行，防止意外事故的发生，降低事故及危害引起的损失，预防因小的失误导致大的灾难，优选有关对策措施和方案，提高建设项目的整体安全防控水平，获得最优的安全运行效果。

贯彻落实“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，执行《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令 88 号）和《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原安监总局令第36号，第77号令修改）等文件要求，是在建设项目设计之前，根据相关的基础资料，辨识与分析潜在的危险、有害因素，确定其与安全生产法律法规、技术标准的符合性，预测其发生事故或造成职业危害的可能性和严重程度，提出科学、合理、可行的安全管理对策措施建议，为建设项目初步设计提供科学依据，提高职业安全卫生管理的效率和经济效率，以便于提高建设项目本质安全程度，杜绝和预防事故的发生，或使因事故及危害引起的损失最少，并优选有关预防事故的技术措施和方案，提高建设项目整体安全生产水平，以获得最佳的安全投资效益。

首先，建设项目安全评价力争从设计上实现建设项目的本质安全化，通过分析生产过程中固有的或潜在的危险有害因素，分析预测其发展的主要条件和后果，并提出相应的对策措施建议，为工程的安

全设计提供依据。

其次，虽然建设项目安全评价不可能消除生产过程中的一切危险、有害因素，但通过安全评价，可以为建设单位安全生产及职业安全卫生管理工作的系统化、标准化、科学化提供技术依据和条件，通过对工程危险、有害因素的分析，为工程安全管理打下一定的基础。

另外，建设项目安全评价还为项目综合管理部门实施安全生产监察和管理工作提供技术支持。

本次评价是针对中国科学技术大学“集成电路工艺与封测试验中心建设项目”，在现场勘察的基础上，结合建设项目的提供的相关资料，分析和预测该项目可能存在的危险、有害因素的种类和程度，提出合理可行的安全对策和建议，进一步消除、预防或减弱生产装置的危险性，为初步设计提供依据，提高建设项目本质安全程度，为生产装置投产运行及安全生产监督管理提供技术支持。

同时为属地安全生产应急管理部门对该建设项目实施监督管理提供依据。

1.2 安全预评价依据

1.2.1 法律、法规

表 1-1 法律、法规

序号	主要法律、法规	文号
1	《中华人民共和国安全生产法》	中华人民共和国主席令〔2021〕第88号
2	《中华人民共和国消防法》	中华人民共和国主席令〔2008〕第6号，国家主席令〔2019〕第29号修订，国家主席令〔2021〕第81号修改
3	《中华人民共和国职业病防治法》	国家主席令〔2011〕第52号，根据国家主席令〔2016〕48、〔2017〕81号、〔2018〕24号令修正
4	《工伤保险条例》	国务院令第375号，2011年1月1日修订

序号	主要法律、法规	文号
5	《中华人民共和国突发事件应对法》	中华人民共和国主席令〔2007〕第69号
6	《中华人民共和国特种设备安全法》	中华人民共和国主席令〔2013〕第4号
7	《特种设备安全监察条例》	国务院令第373号，2009年1月24日修订
8	《生产安全事故报告和调查处理条例》	国务院令〔2007〕第493号
9	《危险化学品安全管理条例》	国务院令第344号，国务院令第645号修正
10	《生产安全事故应急条例》	国务院令〔2019〕第708号
11	《建设工程质量管理条例》	国务院令〔2000〕第279号，根据国务院令〔2017〕第687号，国务院令〔2019〕第714号修改
12	《易制毒化学品管理条例（2018年修正）》	国务院令〔2005〕第445号，国务院令〔2014〕第653号、〔2016〕第666号、〔2018〕第703号修改
13	《易制爆危险化学品名录》（2017版）	中华人民共和国公安部公告，2017年5月11号
14	《中华人民共和国监控化学品管理条例》	中华人民共和国国务院令〔1995〕第190号，根据国务院令〔2011〕第558修订
15	《关于进一步加强危险化学品安全生产工作的指导意见》	国务院安委办〔2008〕26号
16	《安徽省安全生产条例》	安徽省人民代表大会常务委员会公告第92号，2024年5月31日安徽省第十四届人民代表大会常务委员会第九次会议修订
17	《安徽省消防条例》	安徽省人民代表大会常务委员会公告〔2010〕第二十三号
18	《安徽省环境保护条例》	安徽省第十一届人民代表大会常务委员会第二十次会议通过
19	《安徽省防震减灾条例》	安徽省人民代表大会常务委员会公告〔2012〕第46号
20	《安徽省气象灾害防御条例》	安徽省人民代表大会常务委员会公告〔2007〕第102号
21	《安徽省人民政府关于进一步加强企业安全生产工作的实施意见》	皖政〔2010〕89号
22	《中华人民共和国监控化学品管理条例》	中华人民共和国国务院令〔1995〕第190号，根据国务院令〔2011〕第558修订
23	《关于进一步加强危险化学品安全生产工作的指导意见》	国务院安委办〔2008〕26号

1.2.2 部门规章和文件

表 1-2　部门规章和规范性文件

序号	部门规章及规范性文件	文号
1	《国务院关于进一步加强消防工作的意见》	国发〔2006〕15号
2	《国务院关于全面加强应急管理工作的意见》	国发〔2006〕24号
3	《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》	国发〔2010〕23号
4	《产业结构调整指导目录(2024年本）》	中华人民共和国国家发展和改革委员会令〔2023〕第7号
5	《生产经营单位安全培训规定》	原国家安监总局令第3号、总局63、80令修改
7	《安全生产培训管理办法》	原国家安监总局令第44号、总局63、80令修改
8	《国家安全监管总局关于修改<生产经营单位安全培训规定>等11件规章的决定》	原国家安监总局令第63号
9	《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》	原国家安监总局令第16号
10	《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》	原国家安全生产监督管理总局令59号，80号令修正
11	《生产安全事故应急预案管理办法》	原国家安全生产监督管理总局令第88号,应急管理部2号令修改
12	《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》	原国家安全生产监督管理总局令第30号、〔2015〕第80号令进行修订
13	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》	原国家安全生产监督管理总局令〔2015〕第36号，77号修订
14	《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》	原国家安监总局令第80号
15	《特种设备作业人员监督管理办法》	国家质量监督检验检疫总局令第140号
16	《用人单位劳动防护用品管理规范》	原安监总厅安健〔2018〕3号
17	应急管理部办公厅关于修改《危险化学品目录（2015 版）实施指南（试行）》涉及柴油部分内容的通知	应急厅函〔2022〕300 号
	《危险化学品目录（2015 版）,2022 年调整》	国家应急部等是部门公告 2022 年第 8 号
18	质检总局关于修订《特种设备目录》的公告	2014年第114号
19	《企业安全生产费用提取和使用管理办法	财资〔2022〕136 号
20	《职业病分类和目录》	国卫疾控发〔2013〕48 号

序号	部门规章及规范性文件	文号
22	《工作场所职业卫生监督管理规定》	原国家安全生产监督管理总局令第 47 号
23	《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》	原安监总管三〔2011〕95号
24	《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》	原安监总管三〔2009〕116号
25	《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》	原安监总管三〔2013〕3号
26	《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》	原安监总管三〔2013〕12号
27	《国家安全监管总局办公厅关于吸取事故教训加强工贸企业有限空间作业安全监管的通知》	原安监总厅管四〔2015〕56号
29	《国家安全监管总局关于印发冶金等工贸企业安全生产标准化基本规范评分细则的通知》	原安监总管四〔2011〕128号
30	《国家安全监管总局关于印发<企业安全生产责任体系五落实五到位规定>的通知》	原安监总办〔2015〕27号
31	《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录的通知》	原安监总科技〔2016〕137号
32	《国家安全监管总局关于印发<工贸行业重大生产安全事故隐患判定标准（2017版）>的通知》	原安监总管四〔2017〕129号
33	《仓库防火安全管理规则》	公安部〔1990〕第 6 号令
34	《防雷减灾管理办法》	中国气象局〔2013〕令第24号
35	《关于规范工贸行业（不含金属冶炼）建设项目安全设施“三同时”工作的通知》	皖应急〔2021〕145号
36	关于印发《安徽省工贸企业危险化学品安全管理暂行规定》的通知	**皖应急函〔2025〕25号**
37	关于印发《安徽省工贸企业危险化学品安全管理暂行规定》的通知	皖应急函〔2025〕25 号
38	《危险化学品目录（2015 版），2022 年调整》	原安监总局等八部委，2015 年第 5 号令

1.2.3 主要技术标准、规范

表 1-3　主要技术标准、规范

序号	主要技术标准及规范	文号
1	《建筑设计防火规范》（2018 年版）	GB50016-2014
2	《科研建筑设计标准》	JGJ91-2019
3	《消防给水及消火栓系统技术规范》	GB50974-2014
4	《生产过程安全卫生要求总则》	GB/T12801-2008

序号	主要技术标准及规范	文号
5	《工业企业设计卫生标准》	GBZ1-2010
7	《危险货物品名表》	GB12268-2012
8	《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》	GB4387-2008
9	《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》	GB/T3787-2017
10	《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》	GB/T8196-2018
11	《机械安全指示、标志和操作 第 1 部分：关于视觉、听觉和触觉信号的要求》	GB/18209.1-2010
12	《机械工业职业安全卫生设计规范》	JBJ18-2000
13	《生产设备安全卫生设计总则》	GB5083-1999
14	《防止静电事故通用导则》	GB12158-2006
15	《常用化学危险品贮存通则》	GB15603-1995
16	《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》	GB4053.1-2009
17	《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》	GB4053.2-2009
18	《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》	GB4053.3-2009
19	《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
20	《建筑物抗震设计标准（2024 年修订》	GB50011-2010
21	《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
22	《国家电气设备安全技术规范》	GB19517-2009
23	《通用用电设备配电设计规范》	GB50055-2011
24	《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》	GB50169-2016
25	《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》	GB50171-2012
26	《用电安全导则》	GB/T13869-2017
27	《系统接地的型式及安全技术要求》	GB14050-2008
28	《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
29	《低压配电设计规范》	GB50054-2011
30	《危险场所电气防爆安全规范》	AQ 3009-2007
31	《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB 50058-2014
32	《易燃易爆性商品储存养护技术条件》	GB 17914-2013
33	《建筑灭火器配置设计规范》	GB50140-2005
34	《企业职工伤亡事故分类》	GB6441-1986
35	《生产过程危险和有害因素分类与代码》	GB/T13861-2022
36	《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218-2018

序号	主要技术标准及规范	文号
37	《作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求》	GB12358-2006
38	《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学因素》	GBZ2.1-2019
39	《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》	GBZ2.2-2007
40	《火灾自动报警系统设计规范》	GB50116-2013
41	《工业管路的基本识别色、识别符号和安全标志》	GB7231-2003
42	《安全色》	GB2893-2008
43	《安全标志及其使用导则》	GB2894-2008
44	《消防安全标志设置要求》	GB15630-1995
45	《噪声作业分级》	LD80-1995
46	《高处作业分级》	GB/T3608-2008
47	《职业性接触毒物危害程度分级》	GBZ230-2010
48	《工业企业噪声控制设计规范》	GB/T 50087-2013
49	《化学品分类和危险性公示通则》	GB13690-2009
50	《化学品安全标签编写规定》	GB15258-2009
51	《化学品理化及其危险性检测实验室安全要求》	GB/T 24777-2009
52	《洁净厂房设计规范》	GB50073-2013
53	《化学化工实验室安全管理规范》	T/CCSAS 005-2019
54	《化学化工实验室化学品安全操作规程编写指南》	T/CCSAS 050-2024
55	《继电保护和安全自动装置技术规程》	GB /T 14285-2023
56	《安全标志及其使用导则》	GB2894-2008
57	《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》	GB39800.1-2020
58	《人员密集场所消防安全管理》	GB/T 40248-2021
59	《气瓶安全技术规程》	TSG23-2021
60	《实验室危险化学品试剂使用与储存规范》	DB12/T1383-2024
61	《实验室废弃化学品收集技术规范》	GB/T31190-2014
62	《实验室气体安全导则》	T/CCGA10013-2025
63	《安全评价通则》	AQ8001-2007
64	《安全预评价导则》	AQ8002-2007

1.2.4 其他评价依据

1、《安全评价委托书》

2、建设项目备案表（项目代码：2411-340161-04-05-169843）

3、项目简介、总平图、管道布置图

4、中国科学技术大学提供的建设项目其他相关技术资料

1.3 安全预评价范围

本次评价的对象：主要为中国科学技术大学“集成电路工艺与封测试验中心建设项目”。

评价范围：中国科学技术大学“集成电路工艺与封测试验中心建设项目”的外部安全条件、总平面布置、工艺装置、设施及配套的公用工程等。

1.4 安全预评价程序

本报告依据《安全评价通则》AQ8001—2007、《安全预评价导则》AQ8002-2007 的要求进行评价和报告编制，我公司安全评价项目组对该项目进行安全预评价的程序按图所示的步骤进行。

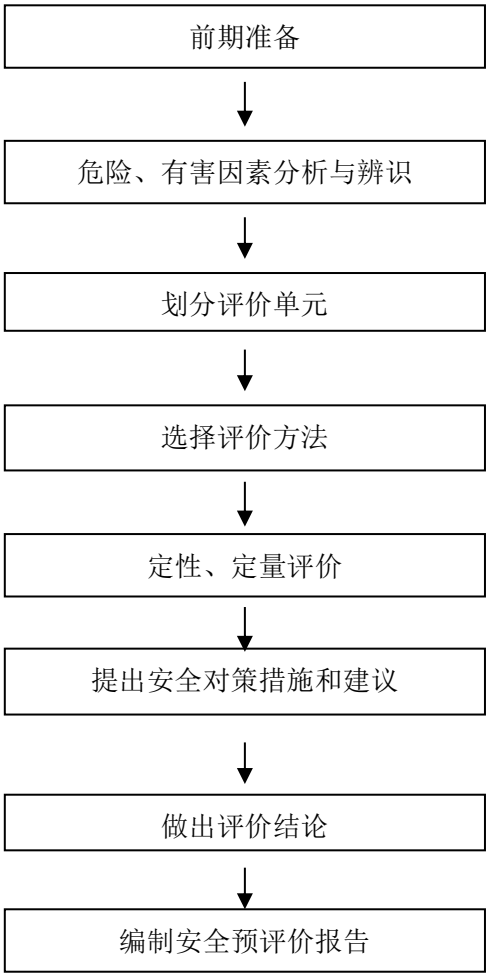


图 1-1 安全预评价程序框图

第二章　建设项目概况

2.1 建设单位简介

中国科学技术大学是中国科学院所属的一所以前沿科学和高新技术为主，兼有医学、特色管理和人文学科的理工科大学。学校现有32个学院，含8个科教融合学院；设有苏州高等研究院、上海研究院、北京研究院、先进技术研究院、国际金融研究院、附属第一医院（安徽省立医院）。

中国科学技术大学合肥高新区校区，位于合肥高新区创新大道、习友路、石莲南路和复兴路所围合的区域内，占地广阔，总建筑面积达到48.3万平方米，法定代表人常进。园区内设施完备，包括图书教育中心、学科楼以及行政与师生服务中心等，共计20栋单体建筑。

2.2 建设项目概况

为满足学校在集成电路专业领域的教学与科研任务需求，中国科学技术大学现对高新校区1号学科楼进行改造，建设集成电路工艺与封测实验中心。

本建设项目总占地面积约5000平方米，建筑面积约5500平方米。主要是进行CMOS芯片研发、实验和测试。主要包含万级、千级、百级洁净室，芯片测试实验区，湿法台实验区，测量实验区，干刻实验区，离子注入实验区，物理气相沉积实验区及物料供料间、化学品暂库（丙类）等功能区。

本次评价的“集成电路工艺与封测实验中心建设项目”，于2024年11月取得合肥高新技术产业开发区经济发展局下发的项目备案表“中国科学技术大学集成电路工艺与封测试验中心建设项目”（项目代码：2411-340161-04-05-169843）。

表 2-2 建设项目基本情况表

序号	项　目	内　　容
1	企业名称	中国科学技术大学
2	法定代表人	常进
3	项目名称	集成电路工艺与封测试验中心建设项目
4	项目总投资	8900 万元
5	投资单位及出资比例	中国科学技术大学 100%
6	项目建设地点	地点：合肥高新技术产业开发区
7	项目类型	改建
8	建设规模及主要内容	项目总占地面积约 5000 平方米，建筑面积约 5500 平方米。主要包含万级、千级、百级洁净室，芯片测试试验区，湿法台试验区，测量试验区，干刻试验区，离子注入试验区，物理气相沉积试验区和供料间、化学品暂存库等功能区。 项目配套的用电、用水、用气、通风、温湿度控制、洁净、实验设备安全设施等公辅设施。
9	主要原、辅材料	双氧水、氨水、丙酮、异丙醇、乙醇、盐酸、硫酸、烧碱、苯氧树脂、磷酸、甲酸、刻蚀液、二甲基亚砜以及氢气、甲烷、氨气、氯气、硅烷、笑气等电子特气、大宗气体等
10	项目核准或备案	2024 年 11 月取得取得合肥高新技术产业开发区经济发展局下发的项目备案表“中国科学技术大学集成电路工艺与封测试验中心建设项目”　（项目代码：2411-340161-04-05-169843）

2.3 建设项目选址

2.3.1 建设项目选址

本项目位于合肥高新区创新大道、习友路、石莲南路和复兴路所围合的区域内，位于中国科学技术大学合肥高新区校区内，北侧相邻习友路、南侧为复兴路、东侧为创新大道、西侧为石莲南路。具体位置见建设项目区域位置图。

2.3.2 建设项目所在地的自然条件

1、气候气象

合肥地区属北亚热带季风气候，气候温和，四季分明，雨量适中。

年平均气温 20.3℃，历史最高气温 40.0℃，极端最低气温-17℃。年平均降雨量为 879.9mm。

表 2-3 合肥地区主要气象、气候特征

序号	名称	参数	备注
一	气温		
1	年平均温度	20.3℃	
2	最冷月平均温度	1℃	
3	最热月平均温度	28.0℃	
4	极端最高温度	40℃	
5	极端最低温度	-17℃	
二	气压		
6	最大气压	104.41kPa	
7	最小气压	98.78 hPa	
三	湿度		
8	年平均相对湿度	78%	
9	年平均蒸发量	1484.3mm	
四	风向		
10	年主导风向	东偏北	
11	年平均风速	2.6 m/s	
12	月平均风速	2.5 m/s	
13	最大风速	19.5 m/s	
14	基本风压	0.35kN/m^2	50 年一遇
五	降雨		
15	年平均降雨量	879.9mm	
16	年最大降雨量	1691.5mm	
17	年最小降雨量	442.1mm	
18	日最大降雨量	216.7mm	
六	其他		
19	最大积雪深度	35.0cm	
20	基本雪压	0.60kN/m^2	50 年一遇
21	最大冻土深度	11.0cm	
22	全年日照时数	2081.2 小时	
23	全年无霜期	237 天	
24	干燥度（蒸发量与降水量之比）	1.69	
25	全年雷暴日数	30.1 天	

2、水文

合肥地区多年平均径流量与降水分布相同，从南向北减少。南部肥西县为427mm，北部长丰县270mm。汛期（5～9）月径流量，占全年径流量60～70%。

本地区属长江流域巢湖水系。本项目正常补给水源来自巢湖。排放废水的纳污水体是巢湖。巢湖属长江下游左岸水系，是我国五大淡水湖泊之一，汇水流域面积9131km^2，汇流入巢湖有33条河流，其中主要入湖河流有丰乐河、南淝河、派河、白石河。巢湖多年平均水位8.31m，在此水位下湖泊面积760平方公里，蓄水19亿立方米，巢湖是一具半封闭的湖泊，裕溪河是其与长江间唯一通道，多年平均出湖径流量为35.0亿m^3，最小年引江入湖量为-2.4亿m^3。水位受巢湖闸水利设施调控，可预防洪水和引江水入湖。该湖也是巢湖和合肥地区重要水源地。由于诸多人为因素，其水质受到污染，呈富营养化状态。

本场地中的地下水主要为赋存于层素填土中上层滞水，水量贫乏，主要补给来源为大气降水，水位随气候变化而变化，钻探期间稳定地下水位埋深0.60～1.10m。

在巢湖岸边分别设有巢湖闸（闸上游）、忠庙、塘西水位站，各站均有较长系列的水位观测资料。巢湖闸水文站位于巢湖市西南巢湖通裕溪河口处，历年最高水位建闸前为12.93m（1954年），建闸后为12.71m（1991年）；最低水位6.47m（1978年）；多年平均水位8.41m。年平均水位系列年内变化规律为：最高水位出现在8月份，最低水位出现在2月份，两者相差1.52m。巢湖100年一遇设计洪水位为13.36m。项目所在地自然标高21.93～25.03m。

3、地质、地貌

场地位于中国科学技术大学合肥高新区校区内，地形平坦，根据区域地质资料，该地区区域上出露的地层主要由新近堆积的杂填土（Q4ml）、第三系全新统（Q3pl+al）冲洪积成因的粘性土组成，下伏基岩为白垩系（K）的一套紫红色泥质砂岩。

4、地震

合肥地区的抗震设防烈度为 7 度，位于第一组,设计基本地震加速度值为 0.10g，场地类别为Ⅱ类，场地特征周期值 0.35s，场地土为中硬场地土，属抗震有利地段，且场地稳定，地基均匀。

2.4 公用工程

本项目利用 1 号学科楼进行改造。涉及到的公用工程主要有：给排水、供配电、 供气、供热、冷却、消防、废气处理等。

1、给水工程：本项目用水主要是实验室内工艺用去离子水、仪器和设备清洗用水、消防水和生活用水。给水采用生产、生活和消防合用制给水系统，开通市政供水管网，管径 DN100,水压 0.35Mpa,为建设项目提供生产、生活和消防用水。设置一台 20t/h 去离子水装置，供水压力≥0.35Mpa，供工艺用水需求。按工艺需求，配套设置供水系统，能满足需求。

2、排水工程：排水主要来自于生活废水，仪器、设备清洗用水等。产生的废水进入污水收集池，经处理达到排放标准后外排至校园外污水处理厂。建设项目工艺废水产生量约 140m^3/d,配套设置 200 m^3 废水收集储罐和一套废水处理设施，设备处理能力要能满足日处理 200m^3 的排放量。

3、供电工程：本项目电源取自该校园现有变电所，消防、安防等重要的用电负荷采用双回路自动切换供电，纯水、废水、集成冷站、洁净空调、空调排风等重要的设备在变电所低压母联柜手动切换，保障其供电可靠性，对停电时间要求和供电质量要求苛刻的工艺设备采用 UPS 在线式运行供电，UPS 采用工频机，应急时间 15min。本项目供电由校外 10KV 输电线路引至校内实验中心变配电所，配备 5455KW 的干式变压器，公用 380/220 伏变压器引入实验中心内配电室电气开关控制柜，供给实验中心内用电设备和照明；对仪表系统配备 UPS 电源供电。供配电满足工艺装置用电需求。

4、供气：本项目靠近试验中心建筑物外东侧，设置 1 个液氮罐，罐容积 35m³，通过空气汽化器、纯化器，提供纯度 99.999%氮气，系统末端用气点最大压力 7.5bar；设置 2 台 4.5～13m^3/min 的压缩空气机组（一用一备），提供压力≥8.5bar 的压缩空气供工艺设备使用。

电子特气系统 ：本项目为实验室特殊气体集中供气系统，实验室用特气由位于物料供应间，供应间贴邻实验室东北侧，相邻实验室一侧采用抗爆墙、北侧设置泄爆墙面， 供应间内气体通过特气输送管道引入实验室工艺区域。气体种类包含：不燃气体 O_2、Ar、He、CF_4、 SF_6、N_2O、C_4F_8、CHF_3等（放置于惰性气体间）；毒腐性气体 Cl_2、HBr、2%NO_2/N_2 等（放置于毒腐性气体间）； 可燃自燃性气体 SiH_4、H_2（放置 于硅烷氢气间）；NH_3、CH_4、5%GeH_4/N_2、CH_2F_2等（放置于可燃性气体间）；低蒸汽压气体 DCS、BCl_3、C_4F_6等（放置于车间灰区 ）等,其中特殊气体（自燃易燃性、毒腐性）采用 GC+VMB （特气柜 GC、+阀门箱 VMB）方式供应，惰性气体采用 GR+VMP（全自动气瓶架） 方

式供应， O2 、He、Ar 采用 汇流排的方式供应。 自燃性，毒性气体采用双套管供应方式，其它采用单管供应，管道采用 SUS316L EP 材质，外管采用 SUS304 AP 材质；C_4F_8、Cl_2、NH_3 和低蒸汽压气体设计管道伴热。 自燃易燃性、毒腐性配置相应尾气处理器。

(1) 气瓶柜（GC）基本配置及功能： 所有气瓶柜均为全自动配置，PLC 控制，配备减压阀、吹扫、抽真空、远程紧急切断、事故报警等必要的组件； 对于自燃气体须配备温度传感器和 UV/IR，UV/IR 侦测器需连线至紧急关断阀 （ESOV）；带可调节抽风功能，负压监控； 每一钢瓶设有远程遥控启动紧急停机开关，在灾害发生时钢瓶被自动关闭;并 在特气房的出口应设置手动紧急手动关断装置(EMO)；TFT 真彩 LCD 触摸屏，十英寸及以上，支持 RS232/RS485/以太网接口，;镶 嵌在现有面板上，能显示特气系统的吹扫状态及 P&ID； PLC 须选择业界常用且为市场主流品牌，能自动及手动控制并能与气体侦测监 控系统（GDS 系统）兼容； (2) 气瓶架（GR）的基本配置与技术：气瓶架采用半自动配置，PLC 控制，配备减压阀、吹扫、抽真空、远程紧急切 断、事故报警等等必要的组件； 每一钢瓶应有远程遥控启动紧急停机开关，在灾害发生时钢瓶被自动关闭；并 在特气房的出口应设置手动紧急手动关断装置（EMO）； TFT 真彩 LCD 触摸屏，十英寸及以上，支持 RS232/RS485/以太网接口，必须镶 嵌在现有面板上，能显示特气系统的吹扫状态及 P&ID； PLC 须选择业界常用且为市场主流品牌，能自动及手动控制并能与气体侦测监 控系统（GDS 系统）兼容； (3) VMB 的基本配置与技术： 采用半自动 VMB：每个调压盘面配置独立进口手动隔离阀（隔膜阀）、气动阀（隔 膜阀）、压力传感器（PT）、扩充阀（隔膜阀）；支路配置进口气动隔离阀（隔

膜阀），调 压阀，压力表（PG），出口手动隔离阀（隔膜阀）等功能，配置低压吹扫，测试口。 (4) VMP 的基本配置与技术： 每个调压盘面配置独立进口手动隔离阀（隔膜阀）、扩充阀、压力表（PG）；支 路配置进口气动隔离阀（隔膜阀）、调压阀、压力表（PG）、出口手动隔离阀（隔膜阀） 等功能，配置低压吹扫，测试口； (5) 气体侦测系统（Gas Detection System,GDS）系统功能：气体泄漏侦测系统：气体侦测部分包含对所有特种气体侦测点的监测。侦测气 体种类为所有易燃易爆、有毒、腐蚀性、助燃性气体。侦测范围包括特气 GC、VMB 等抽 风、各区域环境侦测；发生泄漏时，提供各检测点的声光报警发出报警信息，同时将信号传输至集中监控系统；中控室安装远程紧急关断按钮；侦测系统的设备满足以下要求： ①提供两阶段式警报设定，使用电化学式侦测器。 ②侦测系统的主要设备包括：侦测器组件、现场显示器/传讯器、抽取气管路；侦 测信号连接至特气集中控制系统。

5、供热：热水系统优先采用冷水机组的热回收水，冷机供热不足时由蒸汽换热补充。通过管道，从周边的换热站引入蒸汽供本项目使用，蒸汽压力 0.35MPa，148℃。

6、冷却系统：工艺冷却水系统设置两台 250m^3/h 一体式磁悬浮变频水冷冷水机组，一用一备提供供水压力 0.55MPa，温度 16±1℃的冷却循环水供工艺及设备使用。

7、消防：建筑物内设置消防栓箱，配备消防水带及接口等配件，屋顶设置烟感及自动喷淋水系统,室内配备灭火器材、设置应急疏散通道。

8、废气处理：对工艺装置产生的酸性废气、碱性废气设置喷淋

洗涤塔处理；对有机废气设置活性炭吸附设施处理，达标排放。

9、废液：建设项目产生的废液约 1.2m³/d，主要为含酸性废液、碱性废液、研磨废液以及有机废液。其中酸性废液、碱性废液、研磨废液通过重力收集至南侧丙类废液暂存间，有机废液通过重力收集经末端提升至东北侧甲类废液暂存间，委外处理。

2.5 主要设备、设施

中国科学技术大学微电子学院集成电路工艺与封测实验中心建设项目由 1#学科楼东北部区域⑧-⑲/H-N 轴区域改造而成，整个项目建筑物为一栋三层建筑。改造建筑面积为该建筑一层，约 5570.35 ㎡，并扩建 1#学科楼一层东北角部分，建筑面积约 175.24 ㎡（主要作为物料供应间）。建筑内进行功能分区，主要包括百级、千级、万级洁净实验工艺设备用房以及洁净设备用房、设备间、更衣室等辅助用房、门厅、 值班管理用房等。具体规划情况如下描述。

该建设项目总平面布置规划情况：在南侧中间位置从西向东布置有丙类废液暂存间、废水收集处理站和纯水站；在西侧布置有展厅、更衣间；东北侧从西向东布置有气体纯化间、甲类废液收集暂存间、有毒和具有腐蚀性物料供应间、可燃气体供应间、硅烷和氢气供应间；贴邻物料供应间南侧从西向东布置有实验室、空调机房、惰性气体供应间；再向南设置观光通道；观光通道南侧从西向东布置有真空镀膜区（PVD 区）、测试区和 PVD 新设备预留区、高精度黄光区和黄光区、预留铜制程区、有机湿法台区、无机湿法台区、化学镀膜区、干刻区、注入与热膜区等；再向南主要是预留区域；东南角布置变电所、丙类

化学品库和 UPS 间等。

集成电路工艺与封测实验中心建设项目研制工作主要是对 CMOS（互补金属氧化物半导体的缩写，计算机系统内一种重要的芯片）芯片进行研发、实验和测试，主要包括：光电子材料外延片、TVOC（气体） 检测芯片、SOI（硅光芯片）基集成光电子芯片、激光器芯片、SOI 基薄膜晶体管的制备与测试等研发、实验及测试。主要工段的主要设备如下。

表 2-4　电子材料外延片主要设备一览表

工艺	主要设备名称	规格型号	数量（台套）
外延	MOCVD	veeco K465i 、AIXTRON TS31、AMEC D-blue	8
	高温烤盘炉	HBM-1000	2
	N_2 纯化器（吸附式）	POU300NM3/H	1
	硅烷自动切换控制柜	硅烷 GC，JIEL	1
	AFM 原子力显微镜	Bruker	1
	XRD X'pert	帕纳科	1
	PL 测试仪	3000 型	2
	EL 测试仪	ELV1-MP3	1
	显微镜	LV-150，尼康	2
	露点仪	GE	3
	水分仪	氨气、氮气、氢气	1
	检漏仪	UL1000，INFICON	3
	烘箱	定制	4
	毒气侦测系统	honeywell Vertex	1
	MOCVD 尾气 SCRUBBEER（水洗）	定制	3
	清洗台	定制	2
芯片	酸碱清洗台	定制	2
	有机清洗台	定制	2
	甩干机	瑞耘、45 所	2
	烘箱	定制	2
	ITO 溅射台	ULVAC	2
	全自动匀胶机	芯源、SVS	2
	上蜡机	NTS、AM	2
	显影台	芯源、SVS	2

	甩干机	瑞源	1
	曝光机	DNK	2
	GaN 刻蚀机	OXFORD、ULVAC	2
	快速退火炉	技鼎	2
	金属蒸发台	富临、崇文	2
	等离子去胶机	Tepla	2
	SiO_2 刻蚀机	OXFORD、ULVAC	2
	减薄机	NTS、AM	2
	研磨机	NTS、AM	2
	有机清洗台	定制	1
	SD 划片机	大族	1
	全自动裂片机	正恩	2
	扩膜机	里德	2
	绷膜机	莱冉	2
	分选机	ASM	20
	金相显微镜	400 倍	2
	光刻显微镜	1000 倍	2
	光学显微镜	40 倍	10
	探针台	全自动积分球，矽电	1
	探针台	积分球，矽电、长洛	5
	台阶仪	veeco	1
	分光光谱仪	日立	1
	测试机	积分球，维明、宏纲	20
	AOI 目检机	源兴	2
	晶粒计数器	SV-LC100	2
	合金炉	定制	1
	刻蚀去胶	定制	1
	倒膜机	定制	1

表 2-5　MEMS 芯片主要设备一览表

设备名称	附属机台	规格/型号			数量（台/套）
		mm			
		长	宽	高	
电子束曝光机	主机台	3050	1446	2243	1
	冷水机	430	470	695	1
	真空泵	486	227	294	1
	UPS	630	550	700	1
激光直写 MLA150	主机台	1300	1300	1950	1
	电柜	700	900	1050	1

新材料沉积磁控溅射		3300	1900	2400	1
金属沉积用磁控溅射		3300	1900	2400	1
氧化物/氮化物沉积用磁控溅射		3300	1900	2400	1
PS1DX-Cryo 多功能高低温磁场探针台	主机	800	800	1400	1
	机柜	850	1200	1500	1
	氦气压缩机	532	443	493	1
	自封氦气管	500	500	1000	1
	真空分子泵组	500	510	840	1
	水冷机组	1200	600	1100	1
	减震组件	600	600	450	1
划片机	贴膜/解胶机	1080	1160	1810	1
化学机械抛光系统	化学研磨液供应系统（SDS）	860	1170	2600	1
管式炉-氧化退火	炉体机箱	2280	1200	2400	1
	气源柜	1000	1600	2400	1
前道-槽式晶圆清洗	甩干机、化学品柜	3000	1800	2200	1
前道-光刻工艺台	甩干机、化学品柜	3000	1800	2200	1
前道-有机工艺台	甩干机、化学品柜	3000	1800	2200	1
后道-光刻工艺台	化学品柜	3000	1800	2200	1
后道-自定义有机工艺台	化学品柜	3000	1800	2200	1
后道-自定义有机工艺台 2	化学品柜	3000	1800	2200	1
台阶仪	建议有个小柜，放置配件、手册、干燥箱或干燥皿（放置标准样品）	2100	900	1600	1
热型原子层沉积系统 I		1276	780	1450	1
热型原子层沉积系统 II		1276	780	1450	1

晶圆键合机					1
紫外曝光机		925	1210	1860	1
等离子体原子层沉积设备（PEALD）	主机	3030	660	1550	1
	等离子系统				1
	操作电脑	370	260	20	1
	射频电源支架	610	590	933	1
	泵前尾气过滤装置	792	562	1416	1
	干式真空泵	390	837	650	1
	干式真空泵	432	280	302	1
	循环水冷却器	377	581	674	1
CVD	泵和气瓶	2000	2000	1500	1
半自动探针台-主机	泵和气瓶		1180	1450	1
半自动探针台-高低温系统	泵和气瓶		420	1020	1
MPCVD（半导体生长设备）		1530	920	2000	1
高压探针台 EPS150		0.86	0.84		1
空气压缩机		3000	5000	2000	1
高精度贴片机		1876	1630	1965	1
介质刻蚀机（NMC 508SVM-深硅刻蚀机）		1907	875	2055	1
介质刻蚀机（NMC508RIE-硅相关介质刻蚀机）		1730	750	1650	1
RIE 去胶机		1458	771	1264	1
RIE 去胶机		1458	771	1264	1
IBE（Lorem R）		1816	2259	2277	1
金属刻蚀机-NMC 508M（刻金属 Al/W/Ti/TiN/Mo/Cr		2900	1800	2200	1

等）					
深硅刻蚀机-NMC 508SVM		1907	875	2055	1
深硅刻蚀机		1500	716	1607	1
4200 半导体测试平台		1000	1000	500	1
高真空蒸发镀膜机					1
附属-蒸镀机配套机械泵 1		60	300	400	1
附属-手套箱配套机械泵 2		49	158	225	1
附属-水机		450	350	740	1
附属-冷泵		300	250	525	1
双电子束（PVD）		4.5	4.5	2.5	1
电子显微镜		5000	4000	2500	1
称量手套箱-老热蒸发（独立于手套箱单独供电）					1
旋涂手套箱及其附属	真空泵	2900	1700	2200	1
探针台手套箱及其附属	真空泵	2200	1700	2000	1
离子束刻蚀机（预留空间基本厂务需求，需要 Ar 气）	一台机械泵（无油涡旋干泵），一个电柜	3000	3000	2000	1
步进式光刻机		4800	3730		1
光源		2900	980		1

表 2-6 SOI 基集成光电子芯片研发主要设备一览表

设备	型号/规格	数量（台/套）
电子束曝光机	3050×1446×2243	1
激光直写 MLA150	1399×1300×1950	1
新材料沉积磁控溅射	3300 ×1900 ×2400	1
金属沉积用磁控溅射	3300 ×1900 ×2400	1
氧化物/氮化物沉积用磁控溅射	3300 ×1900 ×2400	1
高低温湿热低气压试验箱	2310 × 1000×2200	1
高温试验箱	1190 ×810 ×1110	1
快速温变试验箱	2822 ×1090 ×2280	1

高低温冲击试验箱	2900×1250 ×2587	1
小型超低温恒温箱	900 ×600 ×1300	1
划片机	1080× 1600×1810	1
热型原子层沉积系统 I	1276 ×780 ×1450	1
热型原子层沉积系统 II	1276 ×780 ×1450	1
紫外曝光机	925×1210 ×1860	1
等离子体原子层沉积设备 (PEALD)	370×260 ×20	1
膜厚仪	2500× 2500×1500	1
介质刻蚀机（GDE C200-通用刻蚀机）	1950×875 ×1970	1
介质刻蚀机（GDE C200L-高温刻蚀机）	2000×875 ×2010	1
介质刻蚀机（NMC 508SVM-深硅刻蚀机）	870×385 ×950	1
介质刻蚀机（NMC508RIE-硅相关介质刻蚀机）	1730× 750×1650	1
金属刻蚀机（GSE C200 通用金属刻蚀机）	1900×875 ×1720	1
金属刻蚀机（GSE S200 低损伤金属刻蚀机）	784× 390×780	1
RIE 去胶机	918×405 ×649	2
金属刻蚀机- NMC 508M （刻金属 Al/W/Ti/TiN/Mo/Cr 等）	2900× 1800×2200	1
深硅刻蚀机	534 ×607 ×1200	2
高真空蒸发镀膜机	800×400 ×800	1
离子束刻蚀机 （预留空间基本厂务需求，需要 Ar 气）	3000×3000 ×2000	1
步进式光刻机	4800× 3700×2000	1

表 2-7　激光器芯片研发主要设备一览表

设备名称	规格/型号	数量（台/套）
电子束曝光机	3050×1446 × 2243	1
激光直写 MLA150	1300×1300 × 1950	1
新材料沉积磁控溅射	3300×1900 ×2400	1
金属沉积用磁控溅射	3300×1900 ×2400	1
氧化物/氮化物沉积用磁控溅射	3300×1900 ×2400	1
高低温湿热低气压试验箱	2310×1000 × 2200	1
高温试验箱	1190×810 × 1110	1
快速温变试验箱	2822× 1090 × 2280	1
高低温冲击试验箱	2900×1250 × 2587	1
小型超低温恒温箱	900×600 × 1300	1
划片机	1080× 1160 × 1810	1

前道-槽式晶圆清洗	3000× 1800 × 2200	1
热型原子层沉积系统 I	1276×780 × 1450	1
热型原子层沉积系统 II	925×1210 ×1860	1
热型原子层沉积系统 II	925×1210 ×1860	1
等离子体原子层沉积设备 (PEALD)	3030× 660 × 1550	1
介质刻蚀机（GDE C200-通用刻蚀机）	1950× 875 × 1970	1
介质刻蚀机（GDE C200L-高温刻蚀机）	2000×875 ×2010	1
介质刻蚀机（NMC 508SVM-深硅刻蚀机）	1907×875 × 2055	1
介质刻蚀机（NMC508RIE-硅相关介质刻蚀机）	1730× 750 × 1650	1
金属刻蚀机(GSE C200 通用金属刻蚀机）	1900×875 × 1720	1
金属刻蚀机（GSE S200 低损伤金属刻蚀机）	784× 390 × 780	1
RIE 去胶机	1456×771 × 1264	2
金属刻蚀机- NMC 508M	1800× 1900×2200	1
深硅刻蚀机	1907× 875 × 2055	2
PECVD- Taurus i200PES	2700×2650 × 2173	1
PECVD- Taurus i200PES	2205×612 × 1750	1
新热蒸发/称量/测试手套箱及其附属	3000× 1700× 2200	1
新热蒸发手套箱-新热蒸发（独立于手套箱单独供电）	3000× 1700× 2200	1
步进式光刻机	4800× 3730	1
光源	2900×980	1

表 2-9 SOI 基薄膜晶体管的制备与测试主要设备一览表

设备	规格/型号	数量（台/套）
附属-水机	450×350 ×740	1
附属-冷泵	350×250 × 525	1
双电子束（PVD）	4.5× 4.5× 2.5	1
电子显微镜	5000× 4000× 2500	1
探针台手套箱及其附属	2200×1700 × 2000	1
新热蒸发/称量/测试手套箱及其附属	3000× 1700 × 2000	1
新热蒸发/称量/测试手套箱及其附属	600×550 × 1800	1
电热干燥箱	650× 500 × 650	1
除湿机	600× 500 × 1700	1
手套箱真空泵	500× 170 × 230	5
离子注入机	6880× 3400 ×3100	1
三室磁控溅射仪	3500× 3600×2000	1

2.6 主要特种设备

表 2-10 主要特种设备一览表

序号	设备名称	规格及型号	单位	数量	备注
1	气瓶	44L～47L	瓶	40	2.2～15MPa
2	空气缓冲罐	$3m^3$	只	2	0.9MPa
3	氮气储罐	$35m^3$	只	1	1.6MPa

2.7 主要原辅材料

该项目涉及的主要原辅料有盐酸、硫酸、双氧水、氨水、磷酸、甲酸、刻蚀液、二甲基亚砜、四家氢氧化铵、烧碱、丙酮、异丙醇、乙醇、苯氧树脂、以及氢气、甲烷、氨气、氯气、硅烷、笑气等电子特气、大宗气体等。其储存的化学品数量和储存方式见第三章表3-1。

第三章　生产工艺概述

3.1 生产工艺

一、主要工艺流程简述：

(一)　图形写入

本工序是指通过激光直写或光刻机曝光的方式，将设计图形精确写入涂有光刻胶的样片表面，形成用于后续刻蚀的掩膜结构。

(二)　Cr 金属刻蚀

本工序是指利用化学湿法刻蚀方法，将光刻胶图形转移到下方的铬（Cr）金属层中，从而形成功能性金属图案。

(三)　去胶

本工序是指在图形已成功转移至 Cr 金属层后，使用化学或等离子方式去除残留光刻胶，露出金属图形，准备进入下一道工艺或检查。

(四)　光刻板清洗

本工序是指对光刻掩膜板进行周期性清洗，以去除光刻过程后残留的有机污染物、微粒和杂质，确保图形转移的准确性和重复使用的稳定性。

(五)　硅片清洗

本工序是指通过化学湿法清洗去除晶圆表面的污染物（包括颗粒、有机物、金属离子等）和自然氧化层，为后续工艺提供洁净的衬底表面。

(六)　对准标记光刻

本工序是指通过光刻工艺在晶圆表面形成对准标记图案，用于后续工艺层的精确定位，包括涂胶、曝光和显影步骤。

（七） 对准标记刻蚀

本工序是指通过干法刻蚀将光刻胶上的对准标记图形转移到晶圆表面，形成永久性结构。

（八） 湿法去胶

本工序是指在对准标记刻蚀完成后，需使用湿法去胶工艺将晶圆表面残留的光刻胶彻底去除。

（九） 标准清洗

本工序是指采用 RCA 清洗流程去除晶圆表面的有机物、颗粒和金属离子污染。

（十） 缓冲层沉积

本工序是指在器件结构中沉积缓冲层，以改善不同材料之间的界面质量，缓解晶格失配和热膨胀系数差异带来的应力，同时防止杂质扩散及不良界面反应。

（十一） 掩膜层沉积

本工艺环节主要用于在后续光刻和刻蚀过程中提供图形保护和刻蚀选择性的掩膜层。

（十二） 有源区光刻

本工序主要用于在晶圆表面通过光刻技术定义器件的有源区图形，作为后续离子注入、栅区形成等关键功能区域的基础。

（十三） 掩膜层刻蚀

本工艺环节主要用于将光刻胶上定义的图形高精度转移至下方的掩膜材料层中，为后续深刻蚀或结构形成提供高分辨率的中间掩膜。

（十四） 干法去胶

本工艺环节主要用于在图形转移或刻蚀完成后，通过干法方式去除晶圆表面残留的光刻胶。

（十五） 场氧层沉积

本工艺环节主要用于在器件非有源区域沉积或生长场氧层.

（十六） 掩膜层去除

本工艺环节主要用于去除用于图形保护和刻蚀选择性的硬掩模材料，主要设备采用酸性湿法台设备，其中 Si_3N_4 常使用热磷酸去除，SiO_2 常用 BOE 溶液去除。

（十七） 离子注入

本工艺环节主要用于通过离子注入方式对晶圆指定区域进行掺杂调控，以实现源漏区、电阱、体区等功能结构的形成，主要设备采用离子注入机设备。

（十八） 缓冲层刻蚀

本工序主要用于去除晶圆表面已沉积的缓冲氧化层，为后续栅氧层沉积工艺提供清洁裸露的硅衬底表面。

（十九） 栅氧层沉积

本工序主要用于在硅衬底表面生长高质量的栅氧化层（Gate Oxide），作为 CMOS 器件栅极的绝缘介质。

（二十） 多晶硅沉积

本工序主要用于在晶圆表面沉积多晶硅薄膜，作为栅极电极或源漏扩散层的导电材料。

（二十一）栅极光刻

本工序主要用于在多晶硅层表面进行栅极图形的高精度定义，形

成后续刻蚀工艺的保护掩膜。

（二十二）多晶硅刻蚀

本工序主要用于将光刻图形转移至多晶硅层，实现栅极电极的形貌定义。

（二十三）干湿法去胶

本工序主要用于完全去除多晶硅刻蚀后残留在晶圆表面的光刻胶及有机聚合物残渣。

（二十四）离子注入

本工序主要用于在晶圆表面形成 MOS 器件的源漏掺杂区域及轻掺杂漏极（LDD）结构，实现沟道区域两端的高掺杂接触结构，同时有效抑制栅氧化层的热载流子注入效应，提高器件的可靠性和长期稳定性。工艺采用离子注入机，将磷烷（PH_3 ）用于 N 型掺杂源/漏区域的磷离子注入，二硼烷（B_2 H_6 ）用于 P 型掺杂源/漏区域的硼离子注入。

（二十五）LTO 沉积

本工序主要用于在晶圆表面沉积低温氧化硅（Low-Temperature Oxide，LTO）薄膜，作为器件钝化保护层或金属互连之间的介质隔离层，提供良好的电气绝缘性能和环境稳定性。

（二十六）LTO 致密化

本工序用于对先前沉积的低温氧化硅（LTO）薄膜进行致密化处理，以提升其结构致密度、电学性能和热稳定性。

（二十七）正面保护

本工序主要用于在硅片减薄、背面注入、键合等需要反转晶圆的

背面处理前，对器件正面进行临时保护，防止器件层受化学腐蚀、等离子体损伤或颗粒污染。该工艺通常在有机湿法台上进行，使用光刻胶或保护涂层材料涂覆在晶圆正面，形成一层物理屏蔽保护膜。

（二十八）背面层去除

本工艺环节在晶圆正面器件完成并施加保护层后，通过介质等离子体刻蚀机使用含氟基（如 CF4, CHF3）等离子体选择性去除晶圆背面的目标介质层（如 SiO2, SiNX）并停止在硅表面，再于湿法台上利用化学刻蚀液（如 KOH, TMAH 或 HF/HNO3 混合液）对暴露的硅衬底进行可控减薄，随后使用清洗液（如 SC1/SC2, dHF）去除残留污染物，最终实现晶圆厚度减薄与背面洁净，以满足封装或集成需求；关键控制参数包括刻蚀速率、选择比（介质/硅及硅/保护层）、减薄厚度及均匀性、总厚度偏差（TTV）、表面粗糙度、金属离子与颗粒污染水平以及正面保护有效性；该过程产生含氟化合物废气（需湿法洗涤塔处理）和含硅/氟/重金属的复杂酸碱废液（需严格分类、预处理并交由专业危废单位处置）。

（二十九）湿法去胶

本工艺环节通过化学溶液浸泡与反应技术，利用强氧化性酸液（如浓硫酸）、有机溶剂或专用光刻胶剥离液，选择性溶解并去除前序工艺残留在晶圆表面的光刻胶层、聚合物残留、金属污染物及颗粒。主要使用有机溶剂（如专用去胶液、丙酮、异丙醇、乙醇）或强氧化混合液（如硫酸/双氧水，SPM）溶解剥离光刻胶，随后用大量去离子水彻底漂洗。该过程在清洗柜或专用湿法设备内进行，会产生有机废气、酸性废气、有机废液、酸性废液及含胶废水，需进行相应的尾气

处理和废液分类处置。

(三十)　通孔光刻

本工艺环节通过旋涂光刻胶、掩膜对准曝光和显影处理，在介质层表面精确形成连接上下金属层的通孔（Via）图形窗口。核心步骤包括涂胶、前烘、对准曝光、后烘、显影及检查，涂胶是在样片表面通过样片的高速旋转均匀涂上光刻胶的过程。曝光是使用光刻机，并透过光掩膜板对涂胶的样片进行紫外光照射。被曝过光区域的光刻胶会发生改性，在显影时形成与掩膜板相对应的图形（正胶）或者相反的图形（负胶）。

(三十一) 通孔刻蚀

本工序通过干法反应离子刻蚀（RIE）与湿法化学刻蚀技术相结合，利用掩蔽的光刻胶图形作为模板，选择性去除下方介质层材料，精确形成连接上下金属层的通孔（Via）结构。

(三十二) 湿法去胶

本工艺环节采用湿法化学方式（浸泡或喷淋）去除晶圆表面完成其保护作用后的光刻胶层。主要使用有机溶剂（如专用去胶液、丙酮、异丙醇、乙醇）或强氧化混合液（如硫酸/双氧水，SPM）溶解剥离光刻胶，随后用大量去离子水彻底漂洗。该过程在清洗柜或专用湿法设备内进行，会产生有机废气、酸性废气、有机废液、酸性废液及含胶废水，需进行相应的尾气处理和废液分类处置。

(三十三) 铝沉积

本工艺环节通过物理气相沉积（PVD）中的磁控溅射技术，在通孔结构和下层介质层表面，精确淀积一层连续的铝（Al）薄膜，形成

互连导线。

(三十四) 铝电极光刻

本工艺环节通过光学光刻技术，利用掩膜版（Mask）上的图形，将铝互连层或电极所需的精细图案精确转移到已沉积的铝膜表面的光刻胶层上。

(三十五) 铝电极刻蚀

本工艺环节通过干法等离子体刻蚀技术，利用铝电极光刻形成的图形化光刻胶作为掩蔽模板。

(三十六) 干法去胶

本工艺环节通过干法等离子体技术。

(三十七) 铝电极烧结

本工艺环节通过受控的热处理技术，在惰性或还原性气氛中加热已完成图形化的铝互连/电极结构。

(三十八) 金属铝刻蚀

本工序是指利用酸性湿法刻蚀工艺，在湿法台上去除晶圆表面多余的金属铝层。

(三十九) ILD 沉积

本工序是指采用感应耦合等离子体化学气相沉积（ICPCVD）工艺，在晶圆表面沉积中介介质层（Interlayer Dielectric, ILD）。

(四十)　通孔光刻

本工序是指在 ILD 层表面通过紫外光刻技术定义通孔图形，为金属互连的接触通孔开口提供掩模。包括涂光刻胶、曝光和显影。

(四十一) 通孔刻蚀

本工序是指使用介质刻蚀设备通过刻蚀液体在已完成光刻图形的ILD层上刻蚀出金属互连所需的通孔结构。

(四十二) W plug沉积

本工序是指采用原子层沉积（ALD）或低压CVD技术，在通孔内沉积钨（W）金属以形成金属插塞（W plug），实现层间电连接。

(四十三) W金属回刻

本工序是指在完成W plug沉积后，利用金属刻蚀机对晶圆表面多余钨层进行选择性去除，仅保留通孔内部的钨金属填充结构。

(四十四) ILD沉积

本工序是指采用化学气相沉积（PECVD）技术，在晶圆表面沉积中介绝缘层，用于隔离不同金属布线层。

涉及的工艺气体主要有SiH_4、 N_2O、 N_2等。本工序会产生有机废气，可配合尾气处理设备进行燃烧

(四十五) 走线光刻

本工序是指在上层介质膜上通过紫外光刻工艺定义金属布线图形，为后续金属走线刻蚀提供掩模。包括涂光刻胶、曝光和显影。

(四十六) 走线刻蚀

本工序是指在完成走线光刻之后，利用介质刻蚀工艺形成金属布线结构。

(四十七) 阻挡层沉积

本工序是指在布线通孔及走线区域表面沉积一层高致密度的金属阻挡层，以防止金属互连材料（如铜）在后续热处理过程中向介质中扩散。

（四十八）互连层沉积

本工序是指在已形成阻挡层的晶圆表面沉积金属铜（Cu），形成金属互连结构。

（四十九）平坦化

本工序是为了去除多余金属和介质材料，确保多层互连结构的均匀性与加工对准精度。

（五十）　异片结构键合

本工艺环节应用于减薄掩膜前样片与基底片的粘贴，主要是应用外力通过加温加压的方式使样片和基底片在键合胶的作用下实现无气泡的平整粘合。主要应用设备是真空键合机。

（五十一）划片封装

本工序是指将已完成全部前道工艺的晶圆通过划片机沿芯片之间的切割道进行高精度切割，得到单颗裸芯片。

（五十二）贴片

本工艺环节主要应用于样片完成全部工艺流程后划开，经过有机清洗（异丙醇、丙酮、酒精、纯水漂洗）流程，再通过楔焊打线的方式将电极连接在法兰上，最后加封管壳。

以上每一步均会涉及到物理测试环节，不合格产品回到上一道工序用于重新研究。

3.2 建设项目涉及的主要原辅料的数量、储存形式

该项目涉及的主要原辅料有双氧水、氨水、丙酮、异丙醇、乙醇、盐酸、硫酸、烧碱、苯氧树脂、磷酸、甲酸、刻蚀液、二甲基亚砜、四甲基氢氧化铵以及氢气、甲烷、氨气、氯气、硅烷、笑气等四甲基氢氧化铵电子特气、大宗气体等，主要是存放在供料间、暂存库和使

用场所。

第四章　危险、有害因素辨识与分析

4.1　危险有害因素的辨识结果及依据说明

4.1.1 涉及到的主要原辅材料情况

该项目是实验室建设项目，涉及使用、储存的物质主要有：双氧水、氨水、丙酮、异丙醇、乙醇、盐酸、硫酸、烧碱、苯氧树脂、磷酸、甲酸、刻蚀液、二甲基亚砜、四家氢氧化铵以及氢气、甲烷、氨气、氯气、硅烷、笑气、电子特气、大宗气体等。

4.1.2 原料、中间产品、最终产品或者储存的危险化学品包装、储存、运输的技术要求及信息来源

表 4-2 危险化学品包装、储存、运输技术要求及信息来源

序号	物质名称	包装条件	储存条件	运输条件
1	乙醇	小开口钢桶；小开口铝桶；安瓿瓶外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱	应贮存在干燥、通风的仓库内，温度不超过 35℃，并远离火源、易燃物、氧化剂、酸类。	运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽（罐）车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂、酸类、碱金属、胺类、食用化学品等混装混运
2	甲醇	小开口钢桶；小开口铝桶；安瓿瓶外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱	应贮存在干燥、通风的仓库内，温度不超过 35℃，并远离火源、易燃物、氧化剂、酸类	运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽（罐）车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂、酸类、碱金属、胺类、食用化学品等混装混运
3	丙酮	小开口钢桶；小	储存于阴凉、通风的库房。远离火	运输时运输车辆应配备相应品种和数量

		开口铝桶；安瓿瓶外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱	种、热源。库温不宜超过 30℃。保持容器密封。应与氧化剂、酸类、碱类分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料	的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽（罐）车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂、酸类、碱金属、胺类、食用化学品等混装混运
4	异丙醇	小开口钢桶；小开口铝桶；安瓿瓶外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱	应贮存在干燥、通风的仓库内，温度不超过 35℃，并远离火源、易燃物、氧化剂、酸类	运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽（罐）车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂、酸类、碱金属、胺类、食用化学品等混装混运
5	三甲基铝	开口钢桶并采用氮封；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱。	储存时必须用充有惰性气体或特定的容器包装。储存于阴凉、通风的库房。库温不超过 25℃，相对湿度不超过 75%。包装要求密封，不可与空气接触。应与氧化剂、酸类、醇类等分开存放。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。	运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。装运本品的车辆排气管须有阻火装置。严禁与氧化剂、酸类、醇类、食用化学品等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。中途停留时应远离火种、热源。运输工具干燥、防雨。
6	BOE（氢氟酸刻蚀液）	主要是氢氟酸混合配制而成，参照双氢氟酸的包装，采用塑料桶或金属桶	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。保持容器密封。应与易（可）燃物、还原剂、活性金属粉末等分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料	运输时单独装运，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。禁止货物混装
7	镍	开口钢桶。安瓿瓶外普通木箱。螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱等。	储存于阴凉、通风的库房。库温不宜超过 37° C。应与氧化剂、食用化学品分开存放，切忌混储（禁配物参见第 10 部分）。保持容器密封。远离火种、热源。库房必须安装避雷设备。排风系统应设有导除静电的接地装置。采用防爆型照明、通风设置。禁止使用易产生火花的设备和工具。储区应备有泄漏	运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。严禁与氧化剂、食用化学品等混装混运。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置。 使用槽(罐)车运输时应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。 禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。夏季最好早晚运输。运输途中应防暴晒、雨淋，防高温。中途停留时应

			应急处理设备和合适的收容材料	远离火种、热源、高温区。
8	硫酸	耐酸坛或陶瓷瓶外普通木箱或半花格木箱；磨砂口玻璃瓶或螺纹口玻璃瓶外普通木箱	储存于阴凉、通风的库房。库温不超过 35℃，相对湿度不超过 85%。保持容器密封。应与易（可）燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料	起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留
9	双氧水	大包装：塑料桶（罐），容器上部应有减压阀或通气口，容器内至少有 10%余量。试剂包装：塑料瓶，再单个装入塑料袋内，合装在钙塑箱内。	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。保持容器密封。应与易（可）燃物、还原剂、活性金属粉末等分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料	试剂包装（含量＜40% ），可以按零担办理。设计的桶、罐、箱，须包装试验合格，铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。运输时单独装运，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与酸类、易燃物、有机物、还原剂、自燃物品、遇湿易燃物品等并车混运。运输车辆装卸前后，均应彻底清扫、洗净，严禁混入有机物、易燃物等杂质
10	磷酸	玻璃瓶或塑料桶（罐）外普通木箱或半花格木箱；磨砂口玻璃瓶或螺纹口玻璃瓶外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱。	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。包装密封。应与易（可）燃物、碱类、活性金属粉末分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物	起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、碱类、活性金属粉末、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温
11	KOH	螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；镀锡薄钢板桶（罐）、金属桶（罐）、	储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。库内湿度最好不大于 85%。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、酸类等分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物	铁路运输时，钢桶包装的可用敞车运输。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、酸类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备

		塑料瓶或金属软管外瓦楞纸箱		
12	氢氧化钠	螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱	储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。库内湿度最好不大于85%。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、酸类等分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物	铁路运输时，钢桶包装的可用敞车运输。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、酸类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备
13	Cl_2	钢质气瓶	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过30℃，相对湿度不超过80%。应与易（可）燃物、醇类、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。应严格执行极毒物品“五双”管理制度	本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运，装运前需报有关部门批准。铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物、醇类、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放
14	SiH_4	钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱	储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。钢瓶温度不应超过52℃。保持容器密封。应与氧化剂、碱类、卤素、食用化学品分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。 禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。	采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、碱类、卤素、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶。铁路运输时要禁止溜放
15	Ar	安瓿瓶外普通木箱。	不燃性压缩气体，储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与易燃或可燃物分开存	采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽，钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉：高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚

			放。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。	动。严禁与易燃物或可燃物混装混运。夏季应早晚运输，防止日光暴晒，铁路运输要禁止溜放。
16	BCl_3	钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 10℃。保持容器密封。应与氧化剂、碱类、醇类、碱金属等分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备	铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与氧化剂、碱类、醇类、碱金属、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放
17	H_2	钢质气瓶。	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过30℃，相对湿度不超过80%。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。	采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。
18	$SiCl_4$		储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。	包装完整，壮哉稳妥。确保容器不泄漏、不倒踏、不坠落。严禁与氧化剂、碱类、醇类、食用化学品混装混运。
19	SF_6	钢质气瓶	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与易（可）燃物、氧化剂分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备。	铁路运输时需经生物试验证明合格，根据合格证托运。采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物、氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁

				止溜放
20	CHF_3	钢质气瓶	储存注意事项 储存于阴凉、通风的不燃气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过30℃。应与氧化剂、易（可）燃物分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备	采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与氧化剂、易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。
21	He	钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。 本项目氦气为气瓶包装	储存于阴凉、通风的不燃气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过30℃。储区应备有泄漏应急处理设备。	采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光暴晒，铁路运输要禁止溜放。 本项目为专用气态用长管拖车，氦气瓶为专用汽车运输出厂
22	NH_3	钢质气瓶	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过30℃。应与氧化剂、酸类、卤素、食用化学品分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备	本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运，装运前需报有关部门批准。采用刚瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、酸类、卤素、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放
23	O_2	包装类别：III类包装，包装标示：不燃气体、氧化剂。钢质气瓶。 本项液氧为低温	储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜过超过30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与易燃气体、金属粉末分开存放。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先	氧气瓶不得沾污油脂，采用钢瓶运输时必须戴好安全帽，钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉：高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃

		储罐包装，氧气为气瓶包装	发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。	物、活性金属粉末混装混运。夏季应早晚运输，防止日光暴晒，铁路运输要禁止溜放。
24	N_2	包装类别：III类包装，包装标示：不燃气体。钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。	储存于阴凉、通风的不燃气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过30℃。储区应备有泄漏应急处理设备。	采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光暴晒，铁路运输要禁止溜放。
25	N_2O	钢质气瓶。	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。远离易燃物。	钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。
26	SiF_4	钢质气瓶。	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源	钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动
27	GeH_4	钢质气瓶。	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源	钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动
28	HBr	钢质气瓶。	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源	钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动
29	SiH_2Cl_2	钢质气瓶。	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源	钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动
技术要求及信息来源：《危险化学品安全技术全书》第二版（国家安全生产监督管理总局化学品登记中心，《常用危险化学品包装储运手册》（全国危险化学品管理标准化技术委员会秘书处 ）				

4.1.3 可能造成爆炸、火灾、中毒、灼烫等事故的危险有害因素及其分布

4.1.3.1 火灾、爆炸危险

4.1.3.2 中毒和窒息危险 .

4.1.3.3 灼烫危险

表 4-3 火灾、爆炸、中毒窒息、灼烫事故危险有害因素及其分布

序号	危险有害因素	危险有害物质或设备	存在的场所、部位
1	火灾、爆炸（包括压力容器爆炸）	易燃气体、易燃液体储存、使用设备，压力容器、气瓶及其连接的管道；高温设备	实验室内化学品暂存间、使用场所，高温设备区
2	中毒窒息	氧气、氩气、氮气、氦气、氯气、氟化氢、氯化氢等电子特气	实验室内化学品暂存间、使用场所
3	灼烫	加热炉等高温设备；酸碱腐蚀品储存、使用设备	加热炉等高温设备区；实验室内腐蚀品暂存间、使用场所

4.1.4 可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布

4.1.4.1 车辆伤害

4.1.4.2 机械伤害

4.1.4.3 高处坠落

4.1.4.4 触电

4.1.4.5 建、构筑物坍塌

4.1.4.6 静电和雷电危害

根据以上分析，现将本项目可能造成作业人员伤害的其它危险、有害因素及分布列于表 4-4。

表 4-4 可能造成作业人员伤害的其它危险有害因素及分布

序号	主要危险、有害因素	主要危险物质或设备	存在的主要场所、部位
1	触电	供配电、用电设备和设施	各用电场所、电缆、电气等设备
2	高处坠落	建构筑物、生产设备等	大于 2 米以上的作业场所
3	机械伤害	各种泵类等运转设备	各种运转设备的外露运转部位
4	车辆伤害	厂内车辆	运输道路
5	建构筑物坍塌危害	厂房、仓库等建构筑物	厂内建构筑物
6	静电和雷电伤害	易燃物、生产设备	易燃物储存、使用场所

4.2 重大危险源辨识结果及分级

4.2.1 危险化学品重大危险源辨识结果

按照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），危险化

学品重 大危险源是指长期地或临时地生产、储存、使用或经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

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。生产单元是指危险化学品的生产、加工及使用等的装置和设 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。储存单元是指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。 当单元中的物质数量等于或超过该标准所规定的临界量，则该单元定为重大危险源。

当生产、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，则按下式计算，若满足下式，则定为重大危险源：

$S=q_1/Q_1+ q_2/Q_2+\cdots\cdots+ q_n/Q_n \geqslant 1$

式中：

S……——辨识指标

q_1 ，q_2 ……q_n ——每种危险化学品实际存在量，单位为吨（t）；

Q_1 ，Q_2 ……Q_n——与各危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）。

该项目为实验室建设项目，涉及危化品使用、暂存场所在一栋建筑内，本次评价把整个实验室作为一个单元进行重大危险源辨识。

重大危险源辨识范围的危险化学品名称、类别及临界量、辨识过程及结果见表 4-5

表 4-5　重大危险源辨识表

物　质	临界量(t)	最大存量(kg)	S 值	结果判定
乙醇	500	7.9	S=q1/Q1+ q2/Q2+・・・・・・・・・+ qn/Qn ≈ 0.054 ＜1	否
甲醇	500	7.9		
丙酮	500	8		
异丙醇	1000	7.8		
三甲基铝	1	15		
镍	50	1		
双氧水	200	14.6		
Cl_2	5	50		
SiH_4	10	24		
BCl_3	50	100		
H_2	5	1.23		
NH3	10	40		
O_2	200	59.7		
N_2O	50	60		
GeH_4	10	0.9		
CH_4	50	11.4		
二氯硅烷	10	74		
PH_3	1	9.7		
B_2H_6	10	15.2		

辨识结果表明，该实验室未构成危险化学品重大危险源。

第五章 安全预评价方法的确定和评价单元的划分

5.1 评价单元的划分

评价单元是在对危险、有害因素分析的基础上，根据评价目标和评价方法的需要，将系统分成若干有限、确定范围的单元。划分评价单元是为评价目标和评价方法服务的，要便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性；评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布部位有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分为若干子评价单元或更细致的单元。

本次评价根据建设项目的实际情况，以生产工艺装置、设施、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布部位等有机结合进行划分，选定以下系统评价单元见表 5-1。

表 5-1　评价单元划分及理由说明表

序号	评价单元	子单元	单元内容	理由说明
1	外部安全条件	/	项目选址、四周安全距离、外部环境和自然条件与法律、法规和标准的符合性。	针对场址选择、周围企事业单位、厂矿、学校、居民区等的安全距离的符合性进行评价。
2	总平面布置	/	内外部安全距离、布局的合理性与法律、法规和标准的符合性。	针对功能分区、建构筑物和主要装置设施布置、厂区道路等符合性及安全距离符合性进行安全评价
3	主要装置或设施	生产、测试装置	定性、定量评价生产装置、储存场所的危险程度。	生产过程各工序间紧密衔接，按空间及功能的独立性划分子单元。
		暂存库		
4	公用工程	给排水	定性、定量评价公用工程的危险程度。	配套辅助工程为各项目公用系统，按功能的独立性划分
		供配电		
		消防		

5.2 安全预评价方法的确定

安全预评价是根据建设项目《可行性研究报告》的内容结合现场的实际情况和企业提供的基础资料，分析和预测该建设项目可能存在的危险、有害因素的种类和程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

评价方法是对评价单元中的危险、有害因素进行分析，定性或定量评价的工具。根据评价对象的物质特性和工艺过程、可能发生事故的模式、评价目的不同，选择适当的评价方法。由于各种危险、有害因素的发生往往相互关联，因此评价方法也有共性的一面。

安全评价方法通常分为定性评价和定量评价两大类。定性评价一般将危险性分成几个定性等级，并规定达到某个等级以上，即认为系统是安全的，在规定的某个等级以下，则为不安全的；定量评价一般规定在某段时间内或某个空间范围内事故发生的概率（或发生次数）、事故损失（危险程度）低于确定的指标值则认为系统是安全的；反之，就是不安全的。

为了达到对该项目进行系统、科学、全面的安全评价的目的，针对该项目的生产特点，结合国内外安全评价方法，选择定性和定量相结合的方法对本项目进行评价，本次评价采用安全检查表、预先危险性分析、事故后果模拟法等评价方法。

表 5-2 采用的安全评价方法及理由说明

序号	评价单元	子单元	评价方法	理由说明
1	外部安全条件	/	安全检查表法	根据相关标准要求，针对安全检查表中的检查项一一检查，可有效检查符合性情况.
2	总平面布置			
3	主要装置或设施	生产、测试装置	预先危险性分析法、事故后果模拟法	采用预先危险性分析法对主要装置或设施及公用工程的危险性进行定性分析，再对该项目的充装车间和储存装置，危险性较大的工艺采用事故后果模拟法进行分析。
		暂存库		
5	公用工程	给排水	预先危险性分析法	
		供配电		
		消防		

第六章 定性、定量评价

6.1 安全检查表法分析

6.1.1 项目选址条件

本项目位于中国科学技术大学高新校区内——中国科学技术大学高新校区位于合肥高新技术产业开发区石莲南路与习友路交汇处（合肥高新区创新大道、燕子河路、石莲南路和柏堰湾路围合区域），场地地形平坦。项目北侧是习友路，东侧是创新大道，路东为居民小区，南侧是复兴路（相邻建设项目为国科学技术大学高新校区内 2#学科楼），西侧是石莲路（相邻建设项目为国科学技术大学高新校区内 1#学科楼的办公场所）。本项目的生产、储存装置与周边单位、建构筑物的防火间距规划均符合《科研建筑设计标准》(JGJ91-2019)和《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年）等相关规定的标准要求，对周边的影响是可控、可接受。

表 6-1 项目选址条件安全检查表

序号	检查内容	依据	规划情况	检查结果
1	基地选址应符合当地城市规划的要求。	《科研建筑设计标准》(JGJ91-2019) 第 3.1.1 条	选址在本校园内，取得项目备案表	符合
2	基地选址宜靠近当地高等教育、高新技术产业集聚区， 并同时兼顾科学交流、科学普及、科学教育等相关活动的开展。 专业性强的科研试验空间宜靠近相关专业产业区	(JGJ91-2019) 第 3.1.2 条	选址在本校园内	符合
3	基地与易燃、易爆生产及储存区之间的安全距离应符合 国家现行相关标准的规定。	(JGJ91-2019) 第 3.1.3 条	符合《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年)等要求	符合

序号	检查内容	依据	规划情况	检查结果
4	基地应避开噪声、振动、电磁干扰和其他污染源，或采 取有效保护措施。对科学实验工作自身产生的上述危害，亦应采 取环境保护措施，防止对周围环境的影响。	(JGJ91-2019) 第 3.1.4 条	初步设计时采取避开噪声、振动、电磁干扰和其他污染源措施，亦采取环境保护措施，防止对周围环境的影响	符合

表 6-2 实验室与外部防火间距汇总表

序号	方位	检查项目	依据标准	标准距离（m）	规划距离（m）	判 定结 果
1	北	习友路	3.4.3	15	25	符 合
2	西	石莲路	3.4.3	15	>100	符 合
3	东	创新大道	3.4.3	15	47	符 合
		居民小区（二类）	3.4.1	15	>100	符 合
4	南	复兴路	3.4.3	15	>100	符 合
说明：依据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年）；建设项目建筑面积约 5500m^2，甲、乙类火灾危险性危险化学品供应间和危险化学品暂存库建筑面积约 175m^2，整个实验室为丙火灾危险性建筑物。						

6.1.2 总平面布置（包括功能分区）和企业内部生产工艺装置、建（构）筑物、围墙、道路等之间防火间距

表 6-3 总平面布置安全检查表

序号	检查内容	依 据	规划情况	检查结果
1	总平面布置应根据近远期建设计划，统 一 规划设计， 宜集中布置，节约用地，预留发展空间，满足可持续发展的 要求。	《科研建筑设计标准》 (JGJ91-2019) 第 3.2.1 条	总平面布置根据近远期建设计划，统 一 规划设计，预留发展空间，满足可持续发展的 要求	符合
2	总平面设计应符合科研工作的要求，规划面积指标应符合国家有关规定的要求。	(JGJ91-2019) 第 3.2.2 条	规划面积指标根据国家有关规定的要求进行规划	符合

序号	检查内容	依 据	规划情况	检查结果
3	总平面设计应合理利用基地的原有地形、地貌、地物、 水面和空间以及现有的公用设施等。	(JGJ91-2019)第 3.2.3 条	利用原有建筑改造。合理利用现有的公用设施等	符合
4	科研工作区域与公共服务、辅助配套等区域宜分区合理， 并应联系方便、互不干扰。	(JGJ91-2019)第 3.2.4 条	科研工作区域与公共服务、辅助配套等区域进行合理分区， 并 能联系方便、互不干扰。	符合
5	居住生活配套用房不应建在使用或储存有危险化学品的 科研建筑内或贴邻建设。当邻近建设时，应符合本标准第 3.2.7 条的规定，并应同时符合现行国家标准《建筑设计防火规范》 GB 50016 的相关规定。	(JGJ91-2019)第 3.2.5 条	居住生活配套用房不建在使用或储存有危险化学品的 科研建筑内或贴邻建设	符合
6	科研展示及具有对外接待功能的区域，宜设独立出入口， 避免人流车流干扰。	(JGJ91-2019)第 3.2.6 条	科研展示及具有对外接待功能的区域，设独立出入口。	符合
7	使用有放射性、爆炸性、毒害性、极低温和污染性物质 等危险化学品的区域宜与主体建筑分开设置，并应符合国家有关防火疏散、安全防护、环境保护的规定。当建在主体建筑内或贴邻建设时，应自成独立的防护单元，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。	(JGJ91-2019)第 3.2.7 条	使用有爆炸性、毒害性、极低温和污染性物质等危险化学品的区域建在主体建筑内，按自成独立的防护单元设计，并符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定	符合
8	科研试验区的主要噪声源宜相对集中，并应远离非噪声作业区、办公及生活区等区域。	(JGJ91-2019)第 3.2.9 条	科研试验区的主要噪声源相对集中，并进行隔噪设置，消除对非噪声作业区、办公及生活区等区域影响	符合

序号	检查内容	依 据	规划情况	检查结果
9	科研建筑应根据建筑类别、使用性质、建设规模设置各类空间，可包括科研通用实验区、科研专用实验区、科研办公区、科研展示区、科研教学实验室区、科研试验区及野外科学观测研究站等，各类功能区宜分区明确、联系方便、互不干扰。	(JGJ91-2019) 第 4.1.1 条	科研建筑根据建筑类别、使用性质、建设规模设置各类空间，各类功能区分区明确、联系方便、互不干扰。	符合
10	甲、乙类生产场所（仓库）不应设置在地下貨半地下	《建筑设计防火规范》GB50016-2014,2018 年 第 3.3.4 条	甲、乙类生产场所（仓库）设置在地上	符合
11	员工宿舍严禁设置在厂房内	GB50016-2014,2018 年 第 3.3.5 条	厂房内未设置员工宿舍	符合
12	办公室、休息室等严禁设置在甲、乙类仓库内，也不应贴邻	GB50016-2014,2018 年 第 3.3.9 条	办公室、休息室等远离甲、乙类仓库	符合
13	变、配电站不应设置在甲、乙类厂房内或贴临建造，且不应设置在爆炸性气体、粉尘环境的危险区域内	GB50016-2014,2018 年 第 3.3.8 条	变、配电站按规范设置	符合

表 6-5 企业内部防火间距汇总表

检查项目	依据标准	标准距离（米）	规划距离（米）	判定结果
物料供应间（甲类）至北侧围墙	3.4.12	5	18	符合
实验室至西侧办公楼	3.4.1	10	10.2	符合
实验室至南侧网路中心楼	3.4.1	10	40	符合
物料供应间（甲类）至东侧围墙	3.4.12	5	32	符合
依据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年）				

评价小结：通过以上分析可以看出，该项目总平面布置充分考虑了各装置及辅助设施的功能分区，各建构筑物、设施之间防火间距符合规范要求。

6.2 预先危险性分析

预先危险性分析是在进行某项工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，对系统存在的危险、有害因素、出现条件和事故可能发生的模式等进行“预测”、“定性”分析，以便采取相应的安全对策措施或事故防范措施。

预先危险性分析的主要功能有：①识别与系统有关的主要危险；②鉴别产生危险的原因；③估计事故出现对人体及系统产生的影响；④判定已识别的危险等级，并提出消除或控制危险的措施。预先危险性等级划分见下表。具体分析见附件 4.

表6-6 危险性等级划分表

序号	潜在事故	事故后果	危险等级	备注
1	火灾、爆炸	设备损坏、人员伤亡、停产、造成经济损失	Ⅲ～Ⅳ级	
2	压力容器爆炸	设备损坏、人员伤亡、财产损失	Ⅲ～Ⅳ级	
3	中毒、窒息	人员中毒或窒息	Ⅲ～Ⅳ级	
4	物体打击	人员伤亡	Ⅱ	
5	灼烫	手、脚或身体其他部位被灼烫	Ⅱ	
6	触 电	漏电而导致操作人员触电，造成伤亡	Ⅲ	
7	车辆伤害	人员伤亡	Ⅱ	
8	高处坠落	人员伤亡	Ⅱ	

6.3. 风险程度的分析

6.3.1 建设项目中具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度（含量）、状态和所在的作业场所（部位）及其状况

本项目储存的物料涉及到的具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的危险化学品数量、浓度（含量）、状态和所在的作业场所（部位）及其状况见表 6-7。

表 6-7 危险化学品分布一览表

序号	场所	主要危险物质	危险特性	数量/kg	物态	浓度(wt)	温度（℃）	压力（MPa）
1	化学品暂存库	乙醇	易燃	7.9	液态	99.9	常温	常压
		甲醇	易燃，毒性	7.9	液态	99.9	常温	常压
		丙酮	易燃	8.0	液态	99.9	常温	常压
		异丙醇	易燃	7.8	液态	99.9	常温	常压
		三甲基铝	易燃	15	液态	99.9	常温	常压
		BOE（氢氟酸刻蚀液）	腐蚀性，毒性	10	液态	混合物	常温	常压
		镍	自燃	1	粉状	试剂型	常温	常压
		砷化镓	可燃	1	粉状	试剂型	常温	常压
		硫酸	腐蚀	20	液态	98	常温	常压
		双氧水	氧化性，腐蚀性	14.6	液态	30	常温	常压
		磷酸	腐蚀	20	液态	85	常温	常压
		KOH	腐蚀	20	液态	电子级	常温	常压
		氢氧化钠	腐蚀	20	液态	电子级	常温	常压
2	惰性气体间	C_4F_8	中毒、窒息	100kg	液化气体	电子级	常温	2.78
		CHF_3	中毒、窒息	64kg	液化气体	电子级	常温	12.5
		N_2O	麻醉、窒息	60kg	液化气体	电子级	常温	15

序号	场所	主要危险物质	危险特性	数量/kg	物态	浓度(wt)	温度（℃）	压力（MPa）
		SF_6	中毒、窒息	100kg	液化气体	电子级	常温	15
		CF_4	中毒、窒息	100kg	液化气体	电子级	常温	13
		He	窒息	4.4kg	液化气体	电子级	常温	15
		Ar	窒息	79.5kg	液化气体	电子级	常温	15
		O_2	中毒、窒息	59.7	液化气体	电子级	常温	15
3	氢气、硅烷间	SiH_4	易燃	24kg	液化气体	电子级	常温	8.5
		H_2	易燃	1.25kg	液化气体	电子级	常温	15
		10%H_2/N_2	易燃	18kg	液化气体	电子级	常温	15
		5%GeH_4/Ar	易燃	18kg	液化气体	电子级	常温	15
4	可燃气体间	CH_2F_2	易燃	54.6kg	液化气体	电子级	常温	5.8
		CH_4	易燃	11.4kg	液化气体	电子级	常温	15
		NH_3	易燃，有毒	40kg	液化气体	电子级	常温	3
5	氯气间	CL_2	剧毒	50kg	液化气体	电子级	常温	2
6	毒腐间	HBr	中毒、窒息	100kg	液化气体	电子级	常温	4
		2%NO_2/N_2	中毒、窒息	0.5kg	液化气体	电子级	常温	2.4
7	车间灰区	DCS（二氯化硅）	易燃	74kg	液化气体	电子级	常温	15
		BCL_3	窒息	100kg	液化气体	电子级	常温	3
		C_4F_6	易燃	90kg	液化气体	电子级	常温	15
		PH_3	易燃、有毒	9.7kg	液化气体	电子级	常温	12
		B_2H_6	易燃	15.2kg	液化气体	电子级	常温	12
8	液氮储罐	N2	窒息	46.8t	液化气体	99.999	-196	1.6

6.3.2 危险化学品泄漏的可能性

如果气瓶、阀门、管道的法兰、密封等部位泄漏，机泵零部件及

管道疲劳断裂，均可产生泄漏。根据设备（设施）的基础泄漏概率计算公式[$F_{total}=3.7\times10^{-5}$（$1+1000D^{-1.5}$）$d^{-0.74}+3\times10^{-6}$]，阀门或管线泄漏事故的最大可信事故风险概率为（2~4）$\times10^{-4}$，属于可接受但期望减少的范畴。该表引用中国安全生产科学研究院于立见、吴宗之等专家的论文，其基础统计数据来源于 COVO 研究小组和国外其它相关机构。

本项目的压力容器、气瓶、管道，及输送泵、压缩机、阀门、法兰、管线等相关附件均有发生泄漏的可能性，其发生概率可参见表 6-8。

表 6-8　部分元器件的故障率

序号	泄漏发生的情况	泄漏的可能性	数据来源
1	容器整体破裂	1.00E-6（a^{-1}）	Crossthwaite et al
2	容器泄漏孔径 50-100mm	5.00E-6（a^{-1}）	Crossthwaite et al
3	容器泄漏孔径 10-25mm	1.00E-5（a^{-1}）	Crossthwaite et al
4	压力容器整体破裂	6.50E-5（a^{-1}）	COVO Study
5	管道泄漏孔径 1mm	2.00E-5（$m\cdot a^{-1}$）	DNV
6	管道明显泄漏	5.30E-6（$m\cdot a^{-1}$）	COVO Study
7	管道全管径泄漏	2.60E-7（$m\cdot a^{-1}$）	COVO Study
8	管道腐蚀泄漏	3.887E-3（a^{-1}）	Combing probility distributions from experts in risk analysis
9	泵体明显泄漏	1.00E-4（a^{-1}）	COVO Study
10	泵体整体破裂	1.00E-5（a^{-1}）	COVO Study
11	阀门：微孔泄漏	5.50E-2（a^{-1}）	COVO Study

从表 6-8 可看出，在正常情况下的故障率，大多是可以接受的。但由于本项目气体储罐、气瓶、压力管道的工作压力在 0.2Mpa～15Mpa 之间,且涉及到的危险物质硅烷、氢气、甲醇、丙酮等为易燃物质，氧气、笑气、三氟化氮、氯气等是助燃物质，氯气、氨气等高毒物质，电子特气具有窒息性，所以在使用过程如果控制系统失效，容器（气

瓶）、管道及安全阀异常等情况下，会导致系统超压、物质泄漏，若与禁忌物接触，会引起火灾爆炸事故的发生，局部范围的危险物质浓度超高，会引起人员的中毒窒息。因此必须对装置的泄漏和系统超压问题加以防范，不容忽视。

6.3.3 危险化学品发生火灾爆炸的分析

1、火灾、爆炸事故发生的条件

本项目涉及到的气体钢瓶及其连接的管道，如果超温、超压发生泄漏以及有禁忌物存在的情况下有发生火灾、爆炸的危险。其中氢气、硅烷、氧气等泄漏发生火灾、爆炸的危险性较大，如氢气、硅烷等易燃气体，如果发生泄漏在空气中达到爆炸极限浓度，遇静电、火花等火源，可能引起火灾爆炸。氧气是助燃物质，氧气瓶及其连接的管道如果发生泄漏、或者发生爆炸，泄漏的氧气会引起周围易燃物质发生火灾等次生灾害的可能性。

可能造成气体储罐、气瓶爆炸的主要原因有以下几个方面：⑴设备质量及安全附件：低温下储存液态氮气等大宗气体储罐，应该有合适的材料选择、安全的储罐壁厚度、可靠的加工及其制造检验措施，使之能够保证在工作条件下，能够安全地承受规定的设计压力和设计温度。同时，在低温液化气体储罐上，还应该设置可靠的安全附件：包括温度、压力指示和超压泄放附件。⑵保冷措施：低温液化气体储罐必须有安全可靠的保冷措施。该类液化气体因常温饱和蒸汽压很高，保冷措施应很严格。目前国内采用夹套内充填珠光砂绝热式，夹套抽真空的方式，对储罐内介质进行绝热，绝热效果实际应用效果很好，能够满足正常工作的要求。但是，这种绝热方法的绝热系数虽然大，

却不是完全隔热的：当储罐被充填深冷液化气体时，如果很长时间不能灌装，则罐内介质的温度将逐渐升高，压力也随之升高，如果安全泄放阀不能正常泄放，将会超过储罐的允许使用压力。所以，当每次储罐灌装周期比较长的时候，应该及时根据储罐的使用说明书，计算储罐的温度变化，及时稳妥处理罐内介质。⑶设备材质：低温储罐的介质温度较低，在-196℃的温度下，普通的压力容器材料如碳钢、低合金钢在低温下变脆，失去耐压能力，容易发生容器破坏。因此，低温储罐容器用钢，应按国标 GB150-1998《钢制压力容器》的规定，选用适宜该工作温度的高合金钢标准容器钢板和锻件。⑷现场安全管理：意外事件也是导致爆炸事故的原因。当氧气储罐在进料灌装过程中发生液氧泄漏的时候，如果适逢泄漏地点有易燃物品和火种存在，将在储罐周围发生着火事故。而火焰的存在，可能使得储罐内介质的温度、压力升高，同时材料的许用应力降低，导致爆炸事故的危险性增加。（4）硅烷、氢气等爆炸极限范围较大，如果泄漏，很容易与空气混合达到爆炸极限浓度，遇静电、火花等极易引起火灾、爆炸事故。爆炸事故发生的条件见表 6-9

表 6-9 作业场所出现爆炸事故的条件表

爆炸、火灾事故条件	条件内容分析
低温储罐、气体钢瓶内介质温度升高	低温储罐、气体钢瓶等压力容器充入介质后，由于吸收环境热量或受热膨胀，造成容器介质温度升高，内压增大，如果安全阀、易溶塞等安全附件失灵，未及时卸放，则可能造成低温储罐、气体钢瓶因超压爆炸
使用超过检验有效期的气瓶	气瓶存在缺陷、未定期检验等，气瓶本身存在安全隐患，使用过程可能导致劣质气瓶发生爆炸
安全附件失灵	储罐、气瓶等压力容器的安全附件（如温度计、压力表，安全阀或爆破片、易溶塞等）未定期检验、存在缺陷等，则可造成储罐、气瓶等压力容器爆炸
氧气与易燃易爆物质接触	氧气储存、使用过程如果发生泄漏，且周围存在易燃、易爆物质（如油脂

	类、氢气、织物等），与泄漏的氧气接触则可引发火灾、爆炸事故
氢气、丙烷、硅烷与氧气接触	氢气、丙烷、硅烷等易燃物如果发生泄漏，与空气（氧气）接触、混合达爆炸极限浓度，则遇静电、火花可引发火灾、爆炸事故

6.5 事故案例分析

案例一、一起氧气充装时气瓶爆炸事故案例

一、事故经过：

2003 年 1 月 16 日上午 12 时许，一位氧气代充客户到江都市某工业集成电路工艺与封测试验中心建设充装氧气，共 60 只氧气瓶。充装工将氧气瓶卸下后，先将 30 只氧气瓶分两组各 15 只进行充装。约在 12 点 50 分左右，其中一组充装结束，现场充装工关掉充装总阀，紧接着就开始卸充装夹具，当充装工卸下第 3 只气瓶夹具时，其中一只气瓶发生了爆炸，一名充装客户当场炸死在充装台上，一名操作人员受伤，该站共有 6 间充装间，每间站房长 4m，宽 6 m。充装间设有 30 个充气头，气瓶爆炸后，气浪把主充装间的防火墙推倒，把充装间充装管线全部炸坏，窗子的玻璃被震碎，充装间屋面全部掀光。爆炸气瓶被炸成 3 块，大块重 29kg，中块得 23.5kg，小块重 3.5kg，气瓶爆炸后 3.5kg 的小块瓶片从屋内飞到充装站围墙外的麦田里，距爆炸点有 35m。

二、事故原因

该起事故是由于氧气瓶内混有其它可燃性物质（该可燃性物质为油脂类的倾向较大），该瓶内可燃性物质在充装过程中与氧气混合发生了化学性爆炸。

三、事故教训与防范措施

1.气体充装前，除严格执行外检工作外，还需要进行取样分析和

充装过程中的检查，这是防止气瓶爆炸的重要措施；

2.气站充装间必须严格执行闲人免进的安全管理制度；

3.加强职工的安全培训教育，不断增强其安全意识和自我保护意识。

案例二、一起二氧化碳气瓶爆炸事故案例

一．事故经过

1999 年 5 月 13 日上午 10 时许，徐州铸造总厂收到本市金陵气体供应站送来的 15 只二氧化碳气瓶，该批气瓶由江苏泰兴二氧化碳充装站充装。直接卸存在其露天仓库内。下午 13 点 20 分，其中一只气瓶发生爆炸，瞬间产生的冲击波将 15 只气瓶全部推到，其中一只气瓶向南飞出 52m，砸在机修车间的大门上，旋转进人车间，冲坏地坪，打翻工作台，翻落在墙根下。一只气瓶向西约 15° 角飞出 43m，撞击在西墙上落地。一只气瓶被气浪冲倒后，向西南方向飞出 15m，翻越 1．2m 矮墙落地。还有一只气瓶向南飞出 11．3m 造成瓶阀折断，落地泄压。此时现场一片白雾状，飞沙走石，气浪附近砖墙(8mX2m)被推到。距爆炸点 10 米处有二层楼机房，门窗玻璃全部震碎，紧靠存瓶处有一砖瓦结构平房，工人在房内午休，所幸的是平房外停放一辆 3 吨铲车，缓解了爆炸产生的冲击波，使平房没有倒塌，避免了人员伤亡。现场确定已有 5 只气瓶报废。

二．事故原因分析

(1)原始钢印很清楚地标明，该瓶工作压力是-12.5Kp，严重超压。该瓶的流通已埋下了事故的隐患。 (2)气温较高。当日气温 33℃，且气瓶在露天仓库存放，时至中午阳光曝晒，使瓶内压力急骤上升，成为爆炸的触发源。此次爆炸事故显然是由严重违反了《规程》要求，

超装、超压、曝晒而引起的。

三．事故教训与预防措施

1. 要加强检验力度，从制造、销售、充装、使用、储存环节把关，杜绝不合格的气瓶在市场上流通使用，一经发现坚决销毁；

2. 加强法规、标准的学习和宣传，要将新的规定和要求普及宣传到基层，不能束之高阁；

3. 严格执行气瓶充装前的检验工作，是保证安全生产、防止事故发生的重要环节；

4. 二氧化碳气体充装一般都不被重视，普遍认为二氧化碳气体危险性小，压力相应低，不易发生爆炸事故。将 12．5MPa 的气瓶充装二氧化碳的也为数不少；

5. 尤其是夏季，气温偏高，事故发生率相应提高。一定要按照《气瓶安全监察规程》第九章的要求，在运输、储存和使用中避免曝晒，妥善保管。我们要从这次事故中接受教训，提高执行《规程》的自觉性。

案例三、一起氩气管道泄漏造成窒息死亡事故案例

一、事故经过

1999 年 11 月 8 日上午 8:50,某氩气充装站与制氧主控室联系送氩气,准备充装氩气作业。经管道置换和预压后,开始装瓶工作。此时因敷设在进收发室采暖管沟内的氩气管道突发性泄漏未被发现(前日均正常作业,收发室内每日有人工作未觉异常)。9:30,厂氧气调度长去氩气收发室,检查氩气台账,此时室内已充满大量惰性(无味)氩气,当两人打开门时,将部分空气随两人同时带入,故两人进入室内瞬时未发现异常。但当比重大于空气的高纯度氩气不断由地下涌出,自下

而上超过人体高度时造成两人供氧不足,发生窒息。9：53 被他人发现,送往医院抢救无效而死亡。

二、事故原因

(1)高压氩气管道与入室生活用采暖管道同一地沟敷设,去氩充填站的 DN38×4mm 无缝钢管设计压力 15MPa,此前曾连续工作五年均未发现异常,且氩气收发室每天有人工作也未发现异常。因此推断为当日充气时地管瞬间穿透。该高压管道一旦发生泄漏,氩气会很快充满地沟,并通过地沟窜入室内。

(2)原设计中,该管道为架空管道,后改为地沟敷设,并与热水管同沟,但未考虑地下地沟内湿度大,没有做加强型防腐。

(3)在距该管沟西侧入口不到 1m 处地表植树,平时用水浇树又使得周围土壤湿度增大,管道腐蚀加剧。

(4)安全点检与检测不到位,对该管道在高湿度管沟内长时间未检测腐蚀情况,未能及时发现并予以清除。

(5)氩气管道泄漏点是在地沟西侧入口弯头处,经检测为气焊烧灼损伤(经确认为安装施工时造成,未被发现),伤痕长 20mm,宽 16mm,烧灼深度>2mm,即该处管壁仅存厚度<2mm,且管壁下陷,致使管道内侧气体流通截面在此处变窄。当管道进入工作状态时,此处气体流速猛增,流经管壁较薄的受伤点处,在高压、高流速的气体不断冲刷下该管道发生穿爆,使气体外泄,沿地沟窜入室内,从而造成两人工亡的严重后果。

(6)该充填站为东西向建筑,收发室为充填站北面第一间,第二间内为充填休息室,与充填场所相连,第三间为瓶库。该收发室门向西侧,窗在北侧(该地区冬季常年刮西北风,且寒冷),故当人员进入收发室

内时大都随手将门关上,以防冷空气进入。当时现场的情况是门关着,窗有一扇略开 1/3,且窗面距地面高度为 115m,超过人在室内坐着的高度。由此推断,氩气由地下窜入收发室后,在地面聚集沿地面逐渐升高至充满室内,形成置换。据有关资料显示,人在这种环境下,只需 5～8 分钟即可窒息死亡。

三. 事故教训与预防措施

1.在易发生窒息的岗位、班组,配备氧气测试报警器。在设备厂房和阀门室、操作间,安装强排通风换气装置,以防止窒息、火灾和爆炸事故发生;

2.采用直埋敷设。为防止 DN38×4mm 氩气管道发生泄漏事故,可以在该直埋管段外圈加装放散套管,套管两端开口并引出至地面以上 300mm 处,如一旦发生泄漏,漏出的氩气可通过套管及时排放到空气中,并在大气作用下很快得到稀释,避免存在高浓度氩气,从而根治了这一隐患;

3.加强直埋管段及其套管的防腐处理。可以采用沥青防腐涂层,分为冷底子层、沥青涂层、加强包扎层、封闭层、沥青涂层及外包扎层,共六层; 。

4.建立定期检测制度,对所有压力管道做有针对性的周期性的检查,每年一次,及时发现隐患,消除隐患,避免事故发生。

案例四、入罐作业窒息死亡

一、事故发生经过

北京某厂是钢铁连轧污水处理的生产企业，污水处理过程中过滤罐滤料采用石英砂和无烟煤，罐体直径 5m，高 8m，正常操作中罐为密闭状态，由于在过滤罐下部安装有许多过滤滤帽，在滤帽发生

漏料时需要停水检修。

2002 年 2 月 4 日，四台过滤罐因滤帽漏滤料而停水检修。2 月 8 日 18 时 30 分左右（过滤罐停水 72 小时后），操作工人在打开其中一个罐罐顶人孔及罐侧开口（为卸滤料而设的）仅 20 分钟，且无任何保护措施的情况下，入罐进行作业时发生了死亡 4 人的重大死亡事故。

二、事故原因分析

事故发生后，当地公安部门对尸体进行了检验，检验结果确定为窒息死亡。当地劳动安全部门于事故发生后 5 小时对发生事故罐中气体进行了采样分析，其中氧气含量为 5.05%（正常值为 21%），二氧化碳为 1.78%（正常值为 0.03%）；13 天后对相同操作条件的另一个过滤罐中气体进行采样分析，其中氧气含量为 2.4%，二氧化碳为 8.4%，甲烷为 1.1%。

从分析结果可以明确得出，死亡事故的直接原因为罐中气体成分中严重缺氧（研究表明，当吸入空气中氧含量低于 18.7%时，开始出现轻度的缺氧反应，当空气中氧含量降至 6%以下，即刻出现死亡），造成工人窒息死亡。

由于污水中含有大量的微生物，过滤罐中污水排出后，在滤料表面截留了大量的微生物，罐中适宜的温度、湿度、PH 值以及滤料上的油污为微生物的滋生繁殖提供了适宜的条件和营养，在密闭的空间内，经过长时间的繁殖，大量的好氧菌消耗了罐内有限空间气体中的氧气，产生了二氧化碳，大量的厌氧菌产生了二氧化碳及甲烷气体，使罐中气体组分发生了很大的变化。因此，罐中微生物的作用是造成

本次事故的间接原因。

三、事故教训

这是一起上到厂方领导，下到操作工人严重缺乏安全知识而引发的事故，其一，污水过滤罐清洗、检修岗位根本没有安全操作规章制度，工人无章可依，只是凭经验操作。事实上，事故发生前的许多次下罐作业也都是在不作通风处理，无任何保护措施的情况下进行的，只是碰巧没有发生事故而已，所以工人认为是安全的。其二，本应只是死亡一人的事故，却死亡了 4 人。在第一人倒在罐内时，接连 3 人均是在无任何保护措施的情况下入罐救人的，结果是救不了人反倒把自己的性命也搭上。

在检查中发现，该厂在建成投产后，未经劳动安全验收审批即投入生产，管理部门对安全工作不重视，操作工人缺乏安全常识，生产过程中没有严格的安全生产规章制度，这些均反映了目前我国部分企业存在的问题。

四、防范措施

1　建设工程（项目）竣工验收必须严格遵守《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》（劳动部第 3 号令）和《建设项目（工程）职业安全卫生设施和技术措施验收办法》（劳安字[1992]1 号）的要求。

2　加强对企业管理层的安全教育，使之能有效行使国家有关安全的各种规章制度，最大可能的保证生产的安全及职工的健康。

3　对有危险作业的岗位，制定一套完整的规章制度，为工

人配备必要的防护用品并使其行之有效。

4　应制定事故应急预案与响应措施。

第七章　安全对策措施与建议

7.1 可行性研究报告中采取的安全对策措施

本建设项目没有编写可行性研究报告。

7.2　补充的安全对策措施

7.2.1 建设项目选址（包括总平面布置）

该项目地址选择应符合国家有关标准、规范要求，设计、施工过程应严格按照《科研建筑设计标准》(JGJ91-2019)、《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年）等有关法律、法规、标准、规范的要求进行设计、施工。项目建设单位应密切关注建设项目周边拟建和在建企业、建（构）筑物的情况，与规划部门保持联系，确保周边企业、单位与拟建项目防火间距符合标准、规范的要求。

1、　选址应符合当地城市规划的要求。

2、　选址与相关易燃、易爆生产及储存区之间的安全距离应符合国家现行相关标准的规定

3、科研工作区域应与公共服务、辅助配套等区域分区合理，　并应联系方便、互不干扰。

4、居住生活配套用房不应建在使用或储存有危险化学品的科研建筑内或贴邻建设。

5、科研建筑应根据建筑类别、使用性质、建设规模设置各类空间，可包括科研通用实验区、科研专用实验区、科研办公区、科研展示区、科研教学实验室区、科研试验区及野外科学观测研究站等，各类功能

区宜分区明确、联系方便、互不干扰。

6、甲、乙类生产场所（库房）不应设置在地下或半地下。

7.2.2 主要技术、工艺和装置、设备、设施

该项目主要是研发试制、测试，结合项目情况，补充提出的安全对策与建议如下。

1、 应选用自动化程度高的设备。危险性较大的、重要的关键性设备，应由具备有效资质的单位进行设计、制造、安装和检验。

2、 具有易燃性的危险化学品装卸前要连接好防静电装置，装卸工具要有防止产生火花的性能。装卸时应轻开、轻关孔盖。具有易燃、可燃性的危险化学品装置、设备、管道等要设置静电消除设施。

3、以操作人员的操作位置所在平面为基准，凡高度在 2 米之内的所有传动带、转轴、传动链、联轴节、带轮、齿轮、飞轮、链轮、电锯等外露危险零部件及危险部位，都必须设置安全防护装置。

4、项目施工过程中存在吊装作业、动火作业、受限制空间作业、高处作业等，应严格按照相关规范要求进行操作。

5、使用多种电子特气，应分别设置每种产品的实瓶间和空瓶间。

6、项目单位应当根据其使用、储存的危险化学品的种类和危险特性，在作业场所设置相应的监测、监控、通风、防晒、调温、防火、灭火、防爆、泄压、防毒、中和、防潮、防雷、防静电、防腐、防泄漏以及防护围堤或者隔离操作等安全设施、设备，并按照国家标准、行业标准或者国家有关规定对安全设施、设备进行经常性维护、保养，保证安全设施、设备的正常使用。

7、项目单位应当在其作业场所和安全设施、设备上设置明显的

安全警示标志。

8、管道宜采用焊接连接。公称直径不大于 50mm 的管道与储罐、容器、设备及阀门可采用法兰、螺纹连接；公称直径大于 50mm 的管道与储罐、容器、设备及阀门连接应采用法兰或焊接连接；法兰连接采用的螺栓、弹性垫片等紧固件应确保连接的紧密度。

9、氢气、硅烷等易燃气体以及甲醇、乙醇等易燃液体使用区域应通风良好。保证空气中易燃气体或易燃液体的蒸汽最高含量不超过爆炸下限的 25%（体积）。采用机械通风的建筑物，进风口应设在建筑物下方，排风口设在上方。

10、可燃气体、可燃液体泄漏有可能积聚处或其浓度可能增加处应规范设置固定式可燃气体检测报警仪。可燃气体监控报警器应设置在 24 小时有人值守的值班室。可燃气体检测报警仪应与事故排风联锁。

11、可燃气体供应间、储存间地面应做到平整、耐磨、不发火花。

12、空瓶间和实瓶间应有支架、栅栏等防止气瓶倾倒的设施。

13、在可燃气体管道与其相连的装置、设备之间应安装止回阀，界区间阀门宜设置有效隔离措施，防止来自装置、设备的外部火焰回火至供气系统。

14、甲、乙类实验室、暂存库内采用防爆电器设备，其入口设置消除人体静电设施。

15、氢气、硅烷等极度易燃物质供应间以及气瓶库应设置抗爆墙和泄压面积。

16、对于氢气、硅烷等可燃、易燃气瓶间应规范设置可燃气体检测

报警系统，对于氯气等有毒气瓶间应规范设置有毒气体检测报警系统，对于惰性气体气瓶间应规范设置氧浓度检测报警系统，且气体检测报警系统应与事故排风系统连锁。

17、化学品库应规范堆放，配备化学品泄漏收集设施和灭火器材。

18、对实验室、气瓶库设置的尾气处理设施及通风换气管道等环保设施应采用金属材质，规范进行静电消除设置。

19、实验室及其洁净区域，应设置通风换气实施，设置氧气浓度检测报警装置。

20、实验室建筑物规范设置防雷电设施。

21、可燃气体通过排气筒、放空管直接向大气排放时，排气筒、放空管的高度应符合：（1）连续排放的排气筒顶、放空管口应高出 20m 范围内的平台或建筑物顶 3.5m 以上，位于排放口水平 20m 以外斜上方 45℃的范围内不易布置平台或建筑物；（2）间歇排放的排气筒顶、放空管口应高出 10m 范围内的平台或建筑物顶 3.5m 以上，位于排放口水平 10m 以外斜上方 45℃的范围内不易布置平台或建筑物。

7.2.3 公辅工程

针对该项目配套的公辅工程补充提出的安全对策与建议。

1、配电线路应设置短路保护、过负载保护和接地故障保护，作用于切断供电电源或发出报警信号。

2、电缆沟和电缆隧道应采取防水措施；其底部排水沟的坡度不应小于 0.5%，并设有集水坑；积水可经集水坑排出，当有条件时，积水可直接排入下水道。

3、电缆通过下列各地段应穿管保护,穿管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍：电缆通过建筑物和构筑物的基础、散水坡、楼板和穿过

墙体等处；电缆通过道路处和可能受到机械损伤的地段；电缆引出地面2米至地下200mm处的一段和人容易接触使用电缆可能受到机械损伤的地方。

4、变配电装置和低压供电线路终端应设计防雷电波侵入的防护措施。

5、具有火灾爆炸危险场所，所有的金属用具及门窗零部件、移动式金属车辆、梯子等均应设计接地。

6、项目防爆区域内，电气设备等均应按要求采用防爆型。

7、在设备、设施管线上需要人员操作、检查和维修，并有发生高处坠落危险的部位，应配置扶梯、平台、围栏和系挂装置等附属装置。

8、配电室的门窗关闭应密合；与室外相同的洞、通风孔应设置防止鼠、蛇类等小动物进入的网罩，直接与室外露天相通的通风孔还应采取防止雨、雪飘入的措施

9、对酸性废水、碱性废水、有机废水分别采用收集容器单独收集。

10、涉及酸碱配置间、供应间、暂存库等场所设置冲洗眼设施。为作业人员配备劳动防护用品。

7.2.4 主要装置、设备、设施的布局

本项目设备、设施主要包括甲醇等易燃液体、氢气等易燃气体、大宗气体及电子特气、酸碱腐蚀品的使用、储存，在设计、施工时，其布局应满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年），以及《氧气及相关气体安全技术规程》等国家标准、规范的要求。

1、科研建筑应根据建筑类别、使用性质、建设规模设置各类空间，可包括科研通用实验区、科研专用实验区、科研办公区、科

研展示区、科研教学实验室区、科研试验区及野外科学观测研究站等，各类功能区宜分区明确、联系方便、互不干扰。

2、公用设施用房宜靠近相应的使用负荷中心布置。

3、当公用设施用房布置于地下室时，应采取防潮、防水、防火及通风等措施。

4、实验用易燃、易爆、极低温、易泄漏等危险化学品的液体罐、气体罐，应设相应分类的液体室、气体室，宜靠外墙设置，并应设不间断机械通风及监测报警系统。

5、管道空间可分为管道井、管道走廊和管道技术层三种， 其尺寸及位置应按建筑标准单元组合要求、公用设施系统要求、安装及维护检修的要求综合确定。

6、建筑物内管道宜采用管道井，管道井应设检修门或在管道阀门部位设检修口。当设管道走廊或管道技术层时，应设检修口部。

7、当实验室内产生有毒有害气体、蒸气、粉尘等污染物时，应优先设置通风柜。通风柜的设置应符合下列规定：通风柜的设置应避开主要人流及主要出入口，并应避开送风口及外窗气流的干扰；通风柜的选择及布置应结合建筑标准单元组合设计确定；通风柜宜采用标准设计产品；设置空气调节的实验室宜采用节能型通风柜；通风柜内衬板及工作台面，应具有耐腐、耐火、耐高温及防水等性能，应采用盘式工作台面并设杯式排水斗。通风柜外壳应具有耐腐、耐火及防水等性能；通风柜内的公用设施管线应暗敷，向柜内伸出的龙头配 件应具有耐腐及耐火性能，各种公用设施的开闭阀、电源插座及开关等应设于通风柜外壳上或柜体以外易操作部位；通风柜柜口窗扇以及其

他玻璃配件，应采用透明安全玻璃。

8、 科研试验区应符合下列规定：设备布置应根据试验流程、试验设备确定柱网、高度及 结构形式，满足试验操作、维修、运输及安全疏散的要求，并应留有辅助作业和存放辅助试验设备的场地；主要的试验室不应跨越建筑伸缩缝。特殊试验工艺要求的特殊材料、特殊构造应执行国家现行标准的有关规定；各种科研试验建筑的环境条件应符合国家现行有关标准、试验技术条件及仪器、设备说明书的规定。

9、 工艺设计应符合下列规定：特殊环境试验室与控制室宜分开设置，但应就近布置。对以生产现场测试为主的试验室，可设置在车间内，但应自成一区，并宜单独设置出入口；同类型试验室、环境条件要求相近的试验室、工艺流程要求紧密联系的试验室，宜集中布置，特殊试验室的功能性配套房间宜就近布置；对有防振要求的仪器、设备，应采取防振措施，使振动小于仪器、设备的允许振动值，产生振动的试验设备及动力设施应采取隔振措施。

10、试验空间应符合下列规定：建筑内部空间应根据仪器、设备布置的要求及建筑模数综合确定；特殊环境试验室周围应留有施工、维护、综合管线安装 需求的空间。根据工艺需要，试验室外围应留有技术夹层和平台等安全通道；走道宽度应满足试验设备的安装运输宽度要求。货物出入口应设置坡道或卸货平台，坡道坡度不宜大于1/10,人流、物流入口宜分开设置；特殊试验室的公用设施宜采用独立系统；进行高温作业及产生刺激皮肤的粉尘、易被皮肤吸收的 有害物质等试验室的卫生特征应为 2 级，宜在建筑内设置淋浴室、更衣

室等。其他建筑物的卫生特征应为 4 级，设施应符合国家现行相关管理规定；根据工艺要求设置的大门及观察窗，应满足相应的防火、隔声、防爆、屏蔽等要求。

11、有毒气体的输送管道不应穿越无关的其他隔间。

12、实验室内应规范设置应急逃生通道，安全出口保持畅通。房间内任一点至最近的安全出口不应大于 30 米。

7.2.5 安全管理

针对该项目安全管理提出的安全对策与建议见

1、在设计阶段，应结合实验室的不同功能要求及风险特点，进行设计阶段的风险评估，确保风险在设计中就得以控制。

2、在实验室运行阶段隐患排查，对实验室现场不安全因素和潜在风险进行评估并提出整改建议或措施，大幅度降低危险和事故率。

3、编制或改进企业实验室安全管理手册、危化品管理制度、职业健康管理制度、应急预案、安全技术要求，将实验室安全管理标准化，国际化，以提升安全管理水平和可操作性。

4、试行实验室安全准入、审核和报备管理。

5、健全实验室消防安全管理制度，严格落实各项消防安全管理措施，保证消防器材定点储存，性能良好，任何人不得损坏、挪作他用。利用信息化手段管理，确保消防器材不过期不失效。疏散通道、安全出口、消防车通道保持畅通，禁止堆放杂物。

6、实验室化学品安全管理

（1）化学品应配备专用储存空间，储存空间应做好通风、隔热、避光、防泄漏等安全措施；化学品应分类有序储存，配伍禁忌化学品

不得混放，固体液体不得混放，涉及腐蚀性等化学品必要时应配备二次泄漏防护、吸附等装置；化学品应有显著完整清晰的标签。

（2）危险化学品须向具有生产经营许可资质的单位购买；剧毒化学品、易制毒化学品、易制爆化学品、麻醉药品和第一类精神药品、爆炸品等购买前须经学校审批，报公安部门批准或备案后，向具有经营许可资质的单位购买，并保留报批及审批记录；麻醉药品、精神药品等购买前还须向药品监督管理部门申请，报批同意后向定点供应商采购。 危险化学品的使用须严格按照国家法律法规以及学校的相关规定执行，加强所有涉及危险化学品的教学、实验、科研及其活动环节的安全监督与管理，包括购买、运输、存贮、使用、生产、处置等全过程。

（3）实验室内危险化学品总量原则上不应超过 100L 或 100kg；其中易燃易爆性化学品的储存总量不应超过 50L 或 50kg，且单一包装容器不应大于 20L 或 20kg（按 50 平方米为标准，存放量以实验室面积比考量）。化学品采购应向具备合法资质的厂商购买。

（4）剧毒、爆炸、易制毒、易制爆等危险化学品为重点管控试剂。应由使用人填报申购单，经所在单位、学校职能部门审核、备案后，报当地公安部门批准后，由具有相应危化品资质的供应商供应。严禁私自购买。

（5）剧毒化学品执行“五双”管理（即双人验收、双人保管、双人发货、双把锁、双本账），单独存放、不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，有专人管理并做好贮存、领取、发放情况登记，登记资料至少保存 1 年，防盗等技防措施符合管制要求；易制毒化学

品应设置专用存储区或者专柜储存并有防盗措施，其中第一类易制毒化学品、药品类易制毒化学品实行双人双锁管理，账册保存期限不少于 2 年；易制爆化学品存量合规，设立专用存储区或者专柜储存并有防盗与防爆措施，符合双人双锁管理要求；麻醉药品和第一类精神药品应当有专用账册，设立专用存储区或者专柜储存，专用存储区与专柜的防盗等技防措施符合管制要求，实行双人双锁管理；爆炸品单独隔离、限量存储，使用、销毁按照公安部门要求执行。

7、实验室废弃物安全管理

（1）实验室废弃物的安全管理主要是化学品、生物制品、放射性同位素等废弃物的安全处置。学校委托有资质的专业处置单位进行实验废弃物清运和处置，各单位应科学规范地做好实验废弃物的分类收集和暂存。

（2）对有毒有害气体和烟尘，应尽可能采取正确的吸收方式，减少排放量；加强通风、除尘和个人防护设备的管理，确保人身和环境安全。实验废液废渣不得随意倒入下水道。

8、实验室设备安全管理。

实验室应落实专人做好设备台账，仪器设备保管人应做好仪器设备的维护、保养工作，保证仪器设备安全运行。仪器设备的使用应符合用电安全规范，对具有危险性和安全隐患的设备采取严密的安全防范措施。对超期服役的设备应及时报废，消除安全隐患。

9、实验室水电安全管理。

加强实验室用电、用水管理，按相关规范安装用电、用水设施和设备，定期组织开展实验室电源、开关、插座、水源、水管、水龙

头等检查，排除安全隐患；实验室固定电源插座未经允许不得拆装、改线，不得乱接、乱拉电线，不得使用多级联用插座板等。

10、实验室安全设施管理

（1）具有潜在安全隐患的实验室，须根据潜在危险因素和仪器设备类型，配置合适的消防器材、监控、烟雾报警、危险气体报警、应急喷淋、洗眼装置、通风系统（必要时加装吸收系统）、防护罩、警戒隔离等安全设施。

（2)实验室安全责任人应定期检查安全设施，做好设备维护保养、检修和更新工作，确保其完好可用。

7.2.6 事故应急救援措施和器材、设备

针对建设项目中事故应急救援措施和器材、设备补充提出的安全对策与建议

1、 应当针对本项目补充完善事故应急预案，配备应救援人员和必要的应急救援器材、设备，并定应期组织应急救援演练。

2、应当针对本项目补充配备必要的应急救援器材、设备，并进行经常性维护、保养，保证正常运转。

3、建筑物占地面积大于300㎡应设室内消火栓系统。

4、建筑物内可能散发可燃气体、可燃蒸汽的场所应设置可燃气体报警装置。

5、厂房的每个防火分区安全出口的数量不应少于两个。

6、设置在建筑物内外供人员操作或使用的消防设施，均应设置区别于环境的明显标志。

第八章 安全预评价结论

1、该项目建设地点位于位于中国科学技术大学高新校区内，无不利于本项目建设的社会环境；项目地质条件符合本工程建设条件。其与周边建构筑物、设施规划的防火间距均符合相关标准、规范要求。

2、该项目平面布局以及内外部防火间距的符合《《科研建筑设计标准》(JGJ91-2019)、《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年）等相关规范的要求。

3、该项目主要涉及电子特气的储存、使用；不属于国家限制类或淘汰落后类项目，符合国家产业政策。

4、建设项目涉及的危险化学品不构成危险化学品重大危险源。

5、总体结论：建设项目安全条件符合《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全监管总局令第36号）中规定的要求，具备项目设立条件。但在具体设计、施工、日常管理过程中，应将本报告提出的各项安全对策措施落实到位，严格执行国家相关法律、法规、标准与规范的要求，强化安全管理。

第九章　附件

附件 1 项目区域位置图

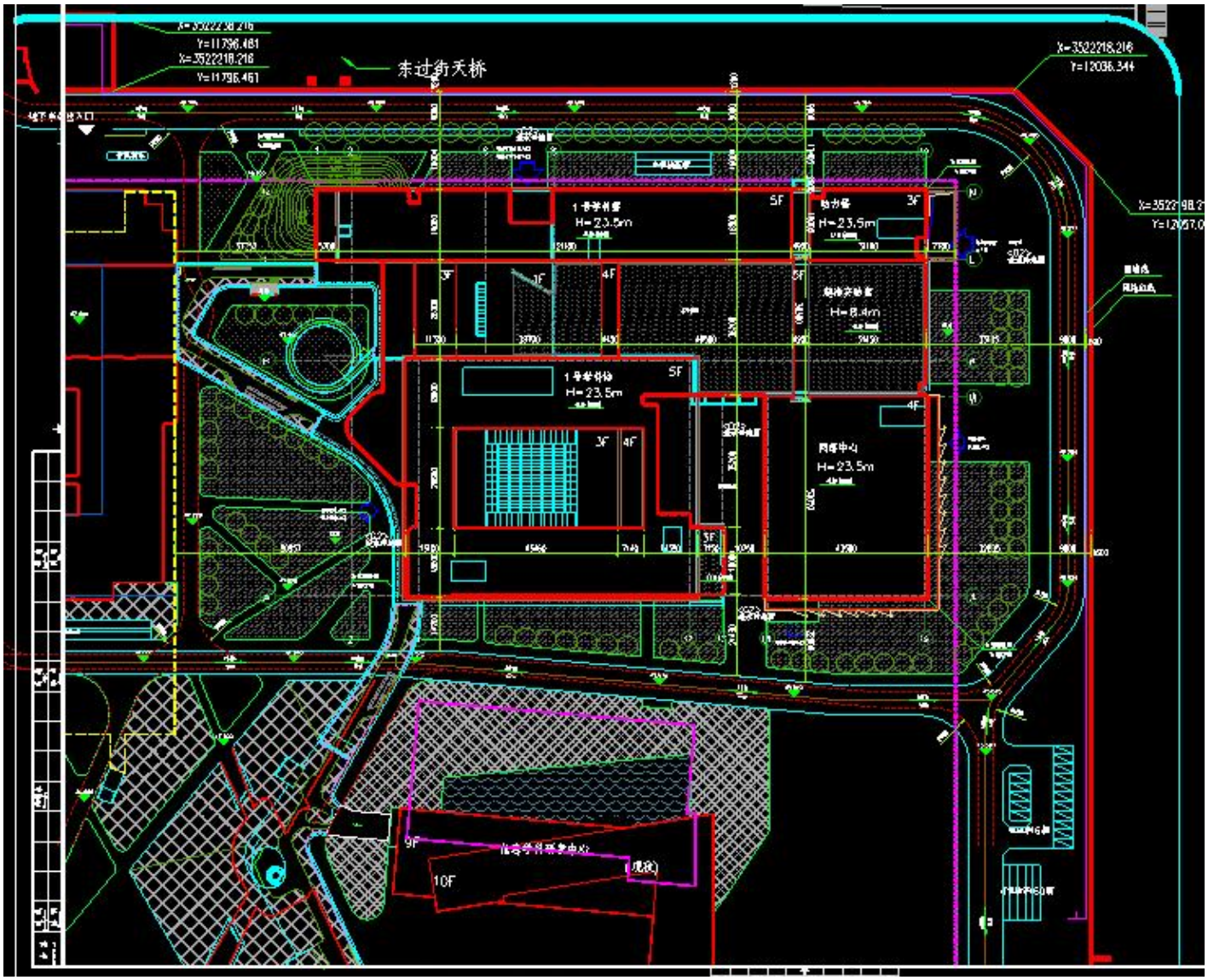


中国科学技术大学(高新校区)

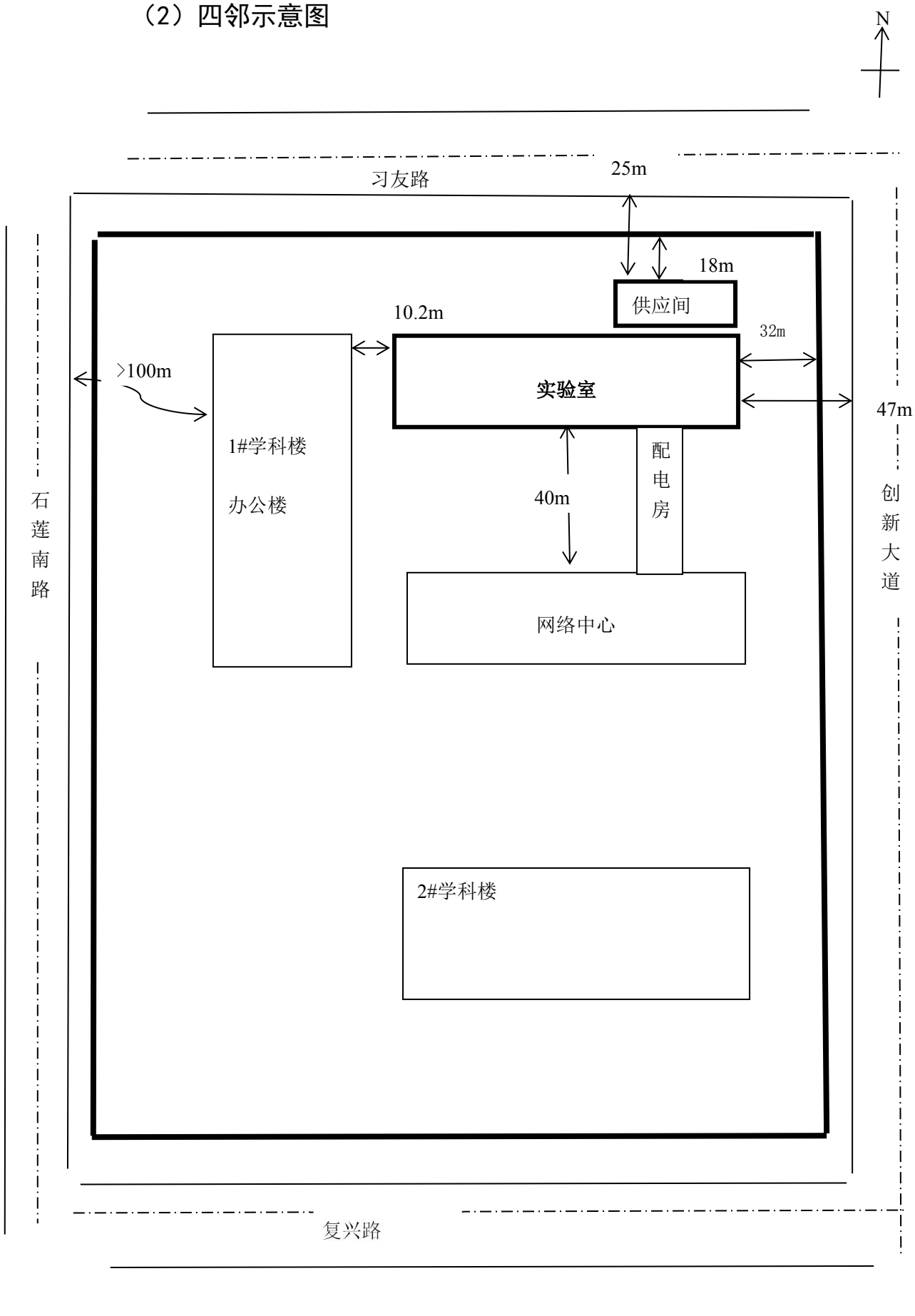


附件 2 项目总平面布置图

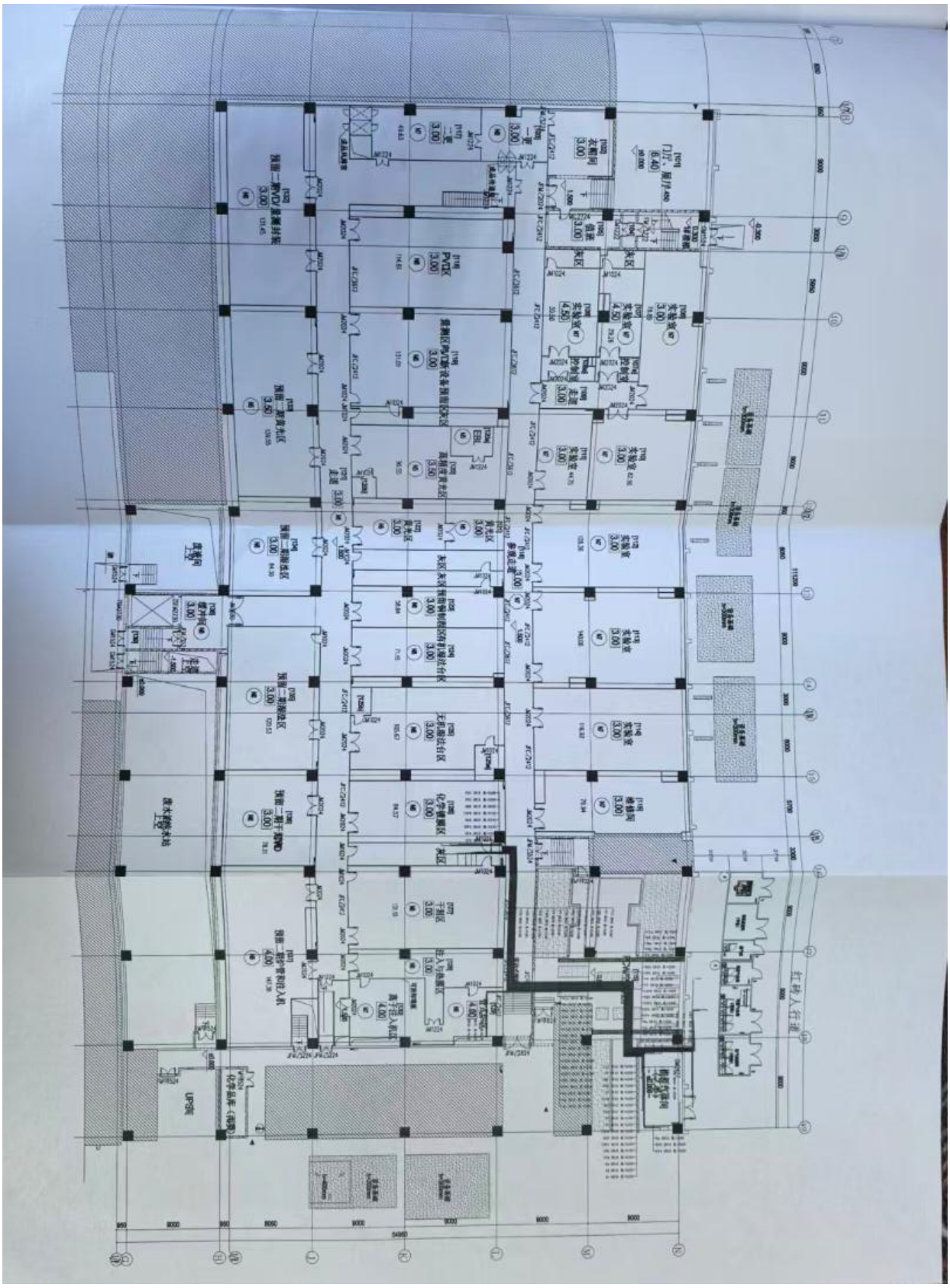
（1）俯视图



（2）四邻示意图


N
习友路
25m
18m
供应间
10.2m
32m
>100m
实验室
47m
1#学科楼
办公楼
配电房
40m
网络中心
2#学科楼
石莲南路
创新大道
复兴路

（3）装置平面布置图



附件 3 评价方法简介

安全评价方法是对系统的危险性、危害性及其程度进行分析评价的工具。目前，已开发出数十种评价方法，每种方法的原理、特点、适用范围和应用条件等均不尽相同。按照评价方法的特点可分为定性安全评价、定量安全评价和综合安全评价，本次评价所采用的安全评价方法介绍如下。

3.1 安全检查表法（SCL）

安全检查表法是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统危险性评价方法，它主要依据现行国家有关安全法律、法规和技术标准、规定，参考同行业安全范例和统计资料，充分分析评价对象，列出需检查的单元、部位、工程及要求，编制成安全检查表，然后按检查表所列工程，逐一对照审查。可以系统、完整、全面地分析各项安全因素，从而保证安全评价的质量。同时也可以给使用人员准确深刻的印象和明确的启示，供设计人员、安全管理人员和安全监察人员使用，以系统地识别工程的主要危险性，了解基本的安全对策措施，避免工作疏漏。

安全检查表法一般属于定性类的安全评价方法，可能产生因检查要点多而显得重点不突出。为此，可以应用其它种类的安全评价方法从不同的角度予以进一步分析。

3.2 预先危险分析法（PHA）

预先危险性分析是在进行某项工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，对系统存在的各种危险因素（类别、分布）出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概率分析的系统安全分析方法，其

目的：

①大体识别与系统有关的主要危险；

②鉴别产生危险的原因；

③预测事故出现对人体及系统产生的影响；

④判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。

其分析步骤可分为：

①对系统的生产目的、工艺过程、操作条件和，周围环境进行充分的调查了解。

②收集以往的经验和同类工程中发生过的事故情况，分析危险、有害因素和触发事件。

③推测可能导致的事故类型和危险、危害程度。

④确定危险、有害因素后果的危险等级。

⑤制定相应安全措施。

按危险、有害因素导致的事故危险（危害）程度，将危险有害因素划分为四个危险等级，如附表 3-1 所示。

附表 3-1　危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I 级	安全的	不至于造成人员伤害和系统损坏。
II 级	临界的	处于事故边缘状态，暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失，应予排除或采取控制措施。
III 级	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取措施。
IV 级	破坏性的	会造成灾难性事故，必须立即排除。

3.3 事故后果模拟法

事故后果模拟分析是安全评价的一个重要组成部分，其目的在于

定量的描述一个可能发生的重大事故对企业，甚至对环境造成危害的严重程度。分析后果为企业或企业主管部门提供重大事故后果的信息，为企业决策者和设计者提供关于决策采取何种防护措施的信息，如防火系统、报警系统或减压系统等的信息，以达到减轻事故影响的目的。火灾、爆炸、中毒是常见的重大事故，可能造成严重的人员伤亡和巨大的财产损失，影响社会安定。世界银行国际信贷公司（IFC）编写的《工业污染事故评价技术手册》中提出的易燃、易爆、有毒物质的泄漏、扩散、火灾、爆炸、中毒等重大工业事故的事故模型和计算事故后果严重度的公式，主要用于工业污染事故的评价。

泄漏、火灾、爆炸和中毒事故后果可以运用数学模型进行分析，通常一个复杂的问题或现象用数学来描述模型，往往是在一系列的假设前提下按理想情况建立的，有些模型经过小型试验的验证，有的则可能与实际情况有较大出入，但对事故后果评价来说是可参考的。

易燃、易爆的气体、液体泄漏后遇到引火源就会被点燃而着火燃烧，火灾的燃烧方式有四种：池火、喷射火、火球和突发火。

爆炸是物质的一种非常急剧的物理、化学变化，也是大量能量在短时间内迅速释放或急剧转化成机械能的现象。它通常借助于气体的膨胀来实现。按爆炸性质可分为物理爆炸和化学爆炸，其中，物理爆炸就是物质状态参数迅速发生变化，在瞬间放出大量能量并对外做功的现象。物理爆炸的特点是：在爆炸现象发生过程中，造成爆炸发生的介质的化学性质不发生变化，发生变化的仅是介质的状态参数。

附件 4 定性、定量分析过程

4.1 预先危险性分析

附表 4-1　火灾、爆炸预先危险性分析

危险危害因素	触发事件	事故情况	形成事故原因事件	事故结果	危险等级	措施
氧气的助燃、氧化性；氢气、硅烷等电子特气的易燃性；甲醇等易燃液体	1、故障泄漏 （1）氢气、硅烷等易燃性电子特气、氧气管线、管件等泄漏或破裂； （2）氢气、硅烷等易燃性电子特气、氧气管道、阀门等因质量不好或安装不当泄漏； （3）撞击或人为破坏造成氢气、硅烷等易燃性电子特气、氧气钢瓶等容器及链接管线等破裂而泄漏； （4）易燃一体泄漏 2、运行泄漏 （1）氢气、硅烷等易燃性电子特气、氧气流速大，压力大，导致容器、管道等破裂或泄漏；（2）氢气、硅烷等易燃性电子特气、氧气钢瓶质量存在瑕疵；(3 氢气、硅烷等易燃性电子特气泄漏和氧气混合浓度达爆炸极限 （4）易燃气体与氧气错装	1、生产储存场所存易燃易爆物质 2. 生产储存场所有静电、明火 3、气体钢瓶超压	1、存在易燃易爆物质（如：易燃气体、易燃液体蒸气、易燃性油脂等） 2、遇点火源 （1）明火（如：点火吸烟、烟火，抢修、检修时违章动火、焊接时未按“十不焊”及有关规定动火，外来人员带来火种，其它火源，其它火灾引发二次火灾等明火）； （2）、火花（如：穿带钉皮鞋，击打管道、设备产生撞击火花，电器火花，静电火花，雷击火花，，电器线路陈旧老化或受损产生短路火花，进入装置区车辆未装阻火器产生火花，焊割、打磨产生火花等）； （3）、其它高温物体以及可能产生的点火源	1、物料跑损； 2、人员伤亡； 3、停产； 4、造成严重经济损失	Ⅲ～Ⅳ（危险的、破坏性的）	1、可燃气体与氧气分开独立设置，严格控制可燃物质进入氧气使用场所，氧气使用设备、管道、阀门、仪表等部件严禁沾染油脂；可燃气体设备管道及其附件设置良好的基地装置； 2、控制与消除火源； （1）严禁吸烟、携带火种、穿钉皮鞋进入氧气生产区；（2）动火必须办理动火证，并采取有效防范措施；（3）爆炸危险区域使用防爆型电器；（4）按规定安装避雷装置，并定期进行检测；（5）按规定采取防静电措施；（6）加强管理，机动车辆进入防火防爆危险区，必须装阻火器，办理许可证后方可进入； 3、严格控制设备质量及其安装质量；（1）泵、阀、瓶等设备要选用质量好的合格产品，把好质量、安装关；（2）对设备、管线要定期进行检查、维修、保养、保持完好状态； 4、防止物料的跑、冒、滴漏； 5、加强管理，严格操作规程和工艺纪律； 6、严格按照危险化学品管理条例，加强对生产、使用过程中的管理； 7、加强安全教育、培训工作。

附表 4-2　压力容器爆炸预先危险性分析

危险危害因素	触发事件	事故情况	形成事故原因事件	事故结果	危险等级	措　施
低温储罐、气体钢瓶内介质的势能	1.超量充装，压力超载； 2.气体受热膨胀，内压增大； 3. 罐壁受压力冲击，产生应力； 4.罐壁长期受外界腐蚀，强度降低； 5.安全阀、压力表等安全装置失效； 6.操作失误	容器爆炸	1.容器（低温储罐、气体钢瓶）选材错误，材质不良； 2.容器存在焊接质量缺陷，质量检测存在漏洞； 3.储罐防腐蚀措施不到位； 4.低温储罐、气体钢瓶隔热、降温措施不完善； 5.压力表损坏，未能正常显示罐内压力； 6.储罐安全阀、气瓶易溶塞存在缺陷，超压未能起到安全卸放作用； 7.工作人员未能正常检查、检验	设备受损、可导致人员伤亡	Ⅲ～Ⅳ（危险的、破坏性的）	1.正确选用低温储气罐和气体钢瓶，确保材质符合国家标准要求； 2.提高储罐的安装质量，尽可能降低因振动、变形等引起的局部附加应力； 3.储罐、气瓶应有防晒措施，防止高温曝晒造成内压升高； 4.储罐、气瓶应按规定要求定期进行检测，不合格的储罐、气瓶应立即淘汰； 5.应做好防腐蚀措施； 6.压力表、安全阀、易溶塞、爆破膜应应定期校验，确保有效使用； 7.严格控制运行参数，防止超量充装，防止充装速度过快，防止容器超压使用； 8.加强日常检查，特别是是对气瓶充装前的检查一定要注意，防止充装不合格的气瓶。

附表 4-3　触电伤害预先危险性分析

危险危害因素	触发事件	事　故情况	形成事故原因事件	事故结果	危险等级	措　施
电流的危害性	1.电气设备、电动工具的金属外壳带电 2.电力线断落地面 3.电气线路或电气设备绝缘性能降低 4.带电体与水雾接触 5.未严格执	人员触电	1.电气设备金属外壳接地(零)保护不良 2.移动式电动工具、灯具的使用、保管、维修缺陷 3.电力线路的电线质量、安装质量及管理缺陷 4.室内高温、空气潮湿 5.蒸汽管道泄漏 6.防护用品和工具	人员伤亡	Ⅲ(危险的)	1.完善并执行各类电气设备的使用、维修、检验、更新的管理制度 2.对电气设备操作人员必须采取培训上岗、专人使用制度。强化岗位培训，提高人员的技术素质 3.严格防护用品和工具的采购、检验制度，确保质量 4.电气设备金属外壳必须作接地(零)保护 5.严格执行移动式电气设备及电动工具安全操作规

	行电气设备运行、维护安全规程 6、建筑结构未做到“五防一通“（即防火、防水、防漏、防雨、防小动物和通风良好）		的采购、保管、检验、报废、更换有缺陷 7.没有正确使用防护用品及工具 8.停电措施不当 9.工作器具接触带电体			程 6.配备必要的安全防护用品并正确使用，如绝缘鞋、绝缘手套、绝缘安全帽等 7.加强高压线路和一般电力线路的管理、巡查、检修 8.按照危险点类型确定相应的停电方式 9.严格执行“两票三制”制度，使“两票三制”制度化、标准化、管理规范化 10.为防止误登室外带电设备，应配备合格的安全工作器具，采用全封闭(包括网状)的检修临时围栏 11 做好配电室，电气线路、临时用电安全作业和维护保养； 12 严禁非电工进行电气作业

附表 4-4　物体打击

危险因素	触发事件	事故情况	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	防范措施
物体坠落、倾倒	1、搬运钢瓶时，气瓶从高处坠落，倾倒或滚动； 2、工具、物体等上下抛掷； 3、设施倒塌； 4、违章作业、违章指挥、违反劳动纪律	坠落物击中人物	1、钢瓶摆放场所存在局促缺陷； 2、搬运人员不按照安全作业规程操作；3、作业人员的作业工具不适合。	人员伤亡	Ⅱ（临界的）	1、钢瓶放置场所要有合理的安全间距，满足作业人员的活动； 2、作业人员要持证上岗，严格遵守“安全作业规程” 3、不在起重作业、高处作业、高处有浮物或设施不牢固处行走或停留； 4、将要倒塌的设施及时修复或拆除 5、作业人员要穿戴好劳动防护品。 6、加强防止物体打击的检查和安全管理工作； 7、加强对职工的安全教育，杜绝违间作业、违章指挥、违反劳动纪律

附表 4-5 灼烫

危险因素	触发事件	事故情况	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	防范措施
高温设备表面、腐蚀品	1、高温物体及高温设备表面； 2、腐蚀品泄漏	人员接触	1、高温物料喷溅；高温设备缺少防护； 2、腐蚀品泄漏，接触到人体； 3、作业人员盲目操作； 4、作业人员无安全防护用品。	人员灼伤	II（临界的）	1、严格设备管理制度，设计、制造、安装、使用过程管理均应符合国家有关规定； 2、严格高温物体和高温设备的管理，加强腐蚀品管理，防止物料泄漏； 3、加强对职工的安全教育，杜绝违规作业、违章指挥、违反劳动纪律； 4、作业人员要认真佩带安全防护用品

附表 4-6　中毒和窒息

危险危害因素	触发事件	事故情况	形成事故原因事件	事故结果	危险等级	措 施
氯气、氧气、氮气、氩气二氧化碳的窒息性	1、故障泄漏 （1）气体管线、管件等泄漏或破裂；（2）气体管道、阀门等因质量不好或安装不当泄漏；（3）撞击或人为破坏造成容器、充装管线等破裂而泄漏（4）由自然灾害造成的破裂泄漏，如雷击、台风等； 2、运行泄漏 （1）使用不当，压力过大，导致容器、管道等破裂或泄漏； （2）气体钢瓶质量存在缺陷	1、人员吸入造成有毒气体、氧等中毒 2、人员吸入造成缺氧窒息	1、常压下当氧的浓度超过40%时，有可能发生氧中毒。 2、氮、氦、氩、LNG、丙烷、氢气在普通大气压下无毒或低毒。高浓度时，使氧分压降低而发生窒息。 3、二氧化碳在低浓度时，对呼吸中枢呈兴奋作用，高浓度时则产生抑制甚至麻痹作用。	1、吸入40%~60%的氧时，可能发生肺水肿甚至出现呼吸窘迫综合症。吸入氧浓度在80%以上时，全身强性抽搐、昏迷、呼吸衰竭而死亡。长期处于氧分压60~100KPa（相当于吸入40%左右）的条件下可发生眼损害，严重者可失明。 2、氩浓度达50%以上，引起严重症状；75%以上时，可在数分钟内死亡。当空气中氩浓度增高时，疲倦乏力，烦燥不安、恶心、呕吐、昏迷、抽搐，以至死亡。 3、人进入高浓度二氧化碳环境，在几移种内迅速昏迷倒下，反射消失、瞳孔扩大或缩小，大小便失禁、呕吐等，更严重者出现呼吸停止及休克，甚至死亡。	III～IV（危险的，破坏性的）	1、低温液体储罐、低温液体泵、汽化器、充装排等购买有设计制造资质的正规厂家生产的产品； 2、应严格执行《压力管道安全管理与监察规定》、《钢质管道及储罐腐蚀控制工程设计规范》，定期对设备、管线进行检测、检验和更新； 3、严格控制液氧、液氩、液液态二氧化碳贮槽，丙烷、LNG以及各种带压设备的压力，防止因超压而导致液氧、液氩、氦、氮、LNG、液态二氧化碳贮槽的破裂；

			4、当作业环境中氮、氦、氩、LNG、丙烷、氢气气浓度增高、氧气相对减少时，引起单纯性窒息作用。	4、当氮浓度大于84%时，可出现头晕、头痛、眼花、恶心、呕吐、呼吸加快、脉率增加、血压升高、胸部压迫感，甚至失去知觉，出现阵发性痉挛、紫绀、瞳孔缩小等缺氧症状，如不及时脱离环境，可致死亡		4、防止物料的跑、冒、滴漏； 5、加强安全教育、培训工作，加强管理，严格操作规程和工艺纪律。

附表 4-7　车辆伤害

车辆伤害	1.车辆有故障； 2．车速过快； 3．道旁管线、管架桥无防撞设施和标志； 4．路面不好； 5.超载驾驶 6. 驾驶员道路行驶违章； 7．驾驶员工作精力不集中； 8．驾驶员酒后驾车； 9．驾驶员疲劳驾驶； 10．驾驶员情绪不好或情绪激动时驾车	厂内道路	人员伤亡	Ⅱ（临界的）	1．生产现场严禁车辆入内； 2．增设交通标志； 3．保持路面状态良好； 4．管线等不设在紧靠路边； 5．驾驶员遵守交通规则，道路行驶不违章； 6．加强驾驶员的教育、培训和管理； 7．行驶车辆无故障，保持完好状态； 8．车辆不超载、不超速行驶

附表 4-8　高处坠落

高处坠落	1.高处作业场所有洞无盖、临边无栏，不小心造成坠落；2.梯子无防滑、强度不够；3.高空人行道、屋顶、及护栏等锈蚀损坏，强度不够，造成坠落；4.未穿防滑鞋，未系安全带或防护用品穿戴不当，造成滑跌坠落；5.身体突然不适或恐高症造成坠落；6.作业时注意力不集中或戏闹，不慎坠落	高处作业场所	人员伤亡	Ⅱ（临界的）	1.登高作业人员必须严格执行“十不登高”； 2.登高作业人员必须戴好安全帽，系挂好安全带，穿好防滑鞋紧身工作服； 3. 在高空人行道、屋顶、塔杆以及其它危险的高处临时作业，要装设防护栏杆或安全网； 4.临边、洞口要做到“有洞必有盖、有边必有栏”； 5. 对平台、栏杆、护墙以及安全带、安全网等要定期检查，确保完好； 6. 加强对登高作业人员的安全教育、培训、考核工作，严禁违章； 7. 杜绝“三违”

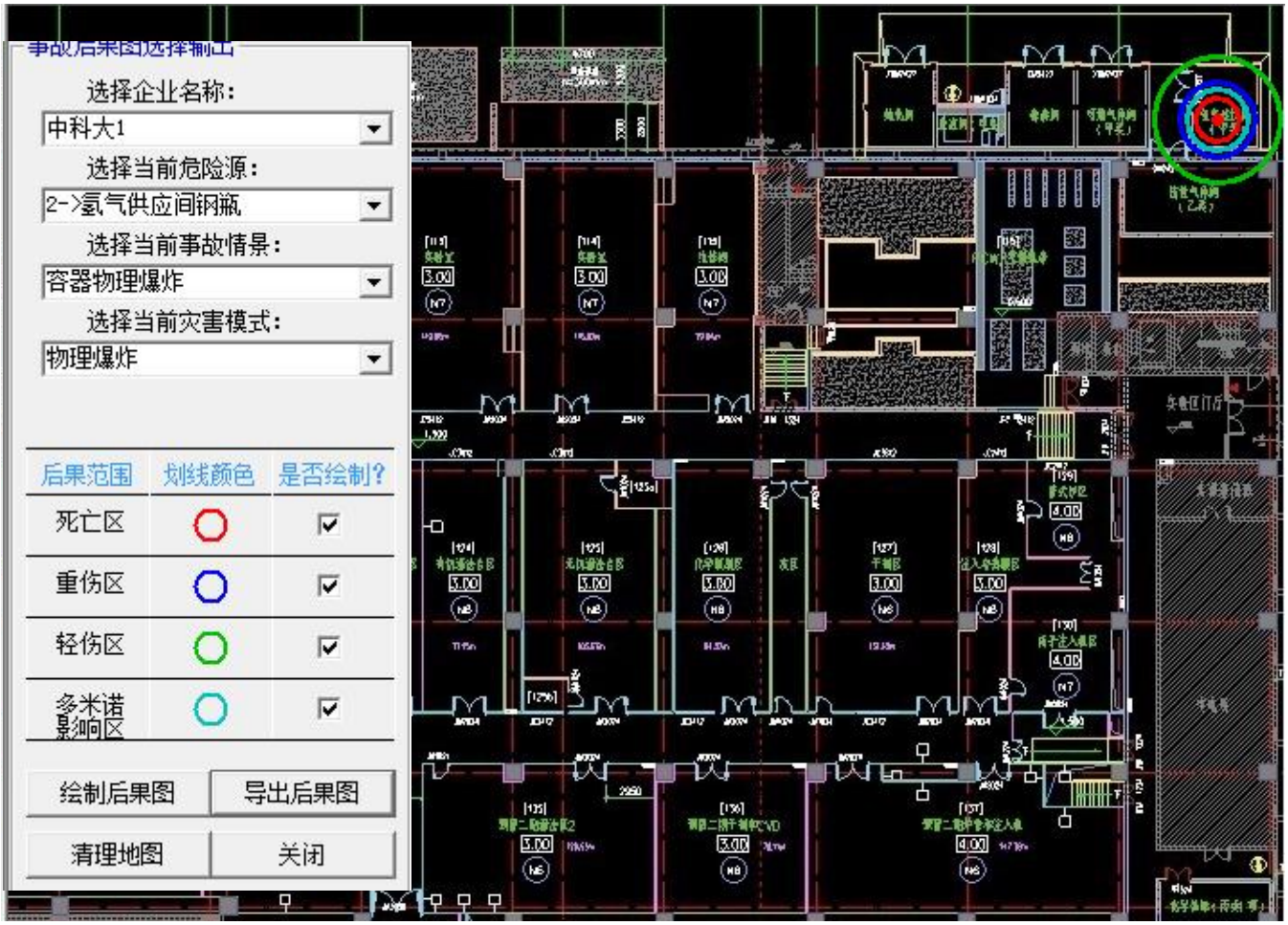
附表 4-9　　预先危险性分析结果表

序号	潜在事故	事故后果	危险等级	备注
1	火灾爆炸	设备损坏、人员伤亡、停产、造成经济损失	Ⅲ～Ⅳ级	
2	压力容器爆炸	设备损坏、人员伤亡、财产损失	Ⅲ～Ⅳ级	
3	中毒窒息	人员中毒或窒息	Ⅲ～Ⅳ级	
4	物体打击	人员伤亡	Ⅱ	
5	灼烫	手、脚或身体其他部位灼伤	Ⅱ	
6	触 电	漏电而导致操作人员触电，造成伤亡	Ⅲ	
7	车辆伤害	人员伤亡	Ⅱ	
8	高处坠落	人员伤亡	Ⅱ	

4.2 事故后果模拟分析

（1）氢气供应间，氢气瓶爆炸



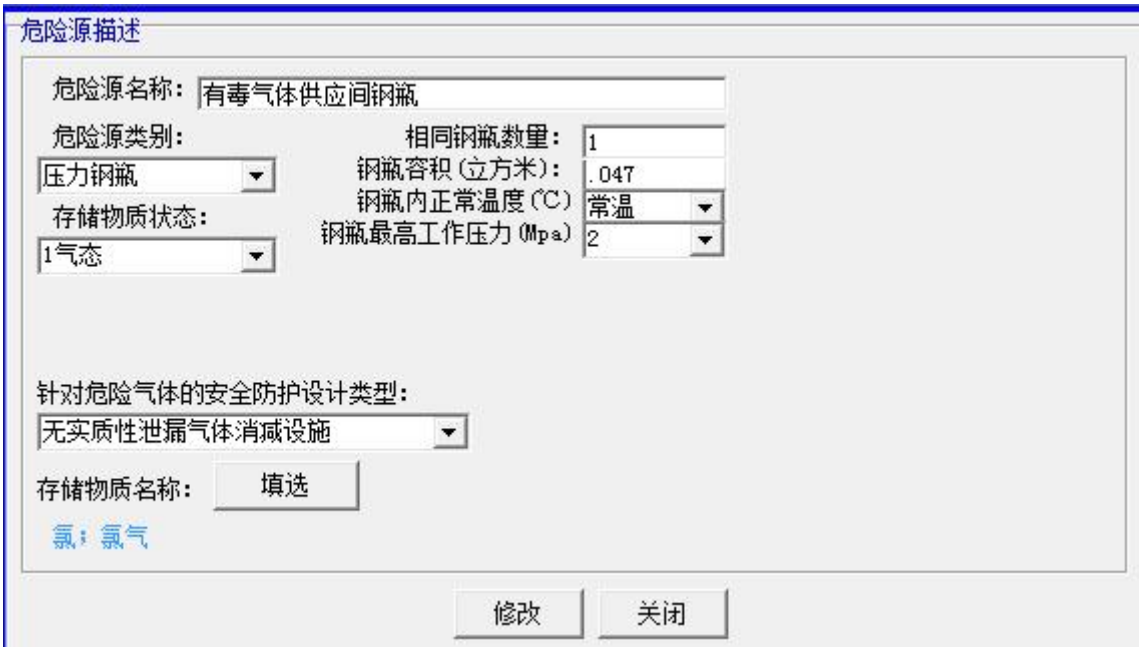


（2）可燃气体供应间，氨气瓶爆炸




事故后果图选择输出
选择企业名称：
中科大1
选择当前危险源：
3->可燃气体供应间钢瓶
选择当前事故情景：
容器物理爆炸
选择当前灾害模式：
物理爆炸
后果范围
划线颜色
是否绘制?
死亡区
重伤区
轻伤区
多米诺影响区
绘制后果图
导出后果图
清理地图
关闭

（3）有毒气体供应间，氯气气瓶爆炸





事故后果表						
危险源	泄漏模式	灾害模式	死亡半径(m)	重伤半径(m)	轻伤半径(m)	多米诺半径(m)
氢气供应间钢瓶	容器物理爆炸	物理爆炸	1	2	3	1
有毒气体供应间钢瓶	容器物理爆炸	物理爆炸	/	1	1	/
可燃气体供应间钢瓶	容器物理爆炸	物理爆炸	1	2	3	1

小结：从上图、表中可以看出，事故范围均在供应间，对周边影响较小，可控、可接受。

合肥高新区经发局项目备案表

项目名称	中国科学技术大学集成电路工艺与封测实验中心建设项目		项目代码	2411-340161-04-05-169843	
项目法人	中国科学技术大学		经济类型	其他	
法人证照号码	12100000485001086E				
建设地址	安徽省:合肥市_合肥高新技术产业开发区		建设性质	改建	
所属行业	教育		国标行业	普通高等教育	
项目详细地址	项目位于中国科学技术大学高新校区				
建设内容及规模	1.项目总占地面积约5000平方米，建筑面积约5500平方米。主要建设内容为集成电路工艺与封测实验室改造，包含万级、千级、百级洁净室、芯片测试试验区、湿法台试验区、量测试验区、干刻实验区、离子注入实验区、物理气相沉积实验区等，满足实验室的用电、用水、用气、通风、温湿度控制、洁净、实验设备接地等要求；2.项目建设周期为：2025年1月至2025年12月。				
年新增生产能力	不新增产能				
项目总投资（万元）	8900	含外汇（万美元）	0	固定资产投资（万元）	6000
资金来源	1、企业自筹（万元）			8900	
	2、银行贷款（万元）			0	
	3、股票债券（万元）			0	
	4、其他（万元）			0	
计划开工时间	2025年		计划竣工时间	2025年	
备案部门	合肥高新区经发局 2024年11月27日				
备注	项目应优化设备和工艺，禁止使用产业政策限制和淘汰类设备或技术，涉及国土、规划、环保、安全生产、消防、水土保持等问题，须按国家有关规定办理相关手续，落实各项建设条件后，方可组织实施。				

注：项目开工后，请及时登录安徽省投资项目在线审批监管平台，如实报送项目开工建设、建设进度和竣工等信息。

委 托 书

安徽化工院检测评价科技有限公司：

依据国家相关法律、法规，中国科学技术大学现委托你单位编制“中国科学技术大学集成电路工艺与封测试验中心建设项目安全预评价报告”。

特此委托。

委托单位：中国科学技术大学

委托日期：2025 年 5 月 13 日

《中国科学技术大学集成电路工艺与封测实验中心建设项目安全预评价报告》专家评审意见

2025年8月21日，中国科学技术大学（建设单位）在合肥市主持召开《中国科学技术大学集成电路工艺与封测实验中心建设项目安全预评价报告》（以下简称《预评价报告》）评审会。参加会议的有安徽化工院检测评价科技有限公司（评价单位）及评审专家。专家组听取了建设单位对建设项目概况的介绍以及评价单位对建设项目《预评价报告》的汇报，经充分讨论后形成评审意见如下：

一、评价单位评价资质符合国家相关法律法规的要求。

二、《预评价报告》对项目所涉及的危险、有害因素和危险有害程度进行了辨识、分析，提出的安全对策措施与建议可行，评价方法合理，评价结论客观。

专家组同意《预评价报告》通过评审。

三、建议

1. 更新完善评价依据，明确评价范围；

2. 完善依托的公辅工程的匹配性分析与评价；

3. 完善气瓶库、危化库、环保设施、通风设施等安全对策措施与建议；

4. 完善总平面布置图、主要设备一览表等附图、附件。

与会人员提出的其他建议一并修改完善。

专家组：

2025年8月21日