内蒙古东景生物环保科技有限公司

年产 10 万吨γ-丁内酯(GBL)项目
设立安全评价报告

建设单位：内蒙古东景生物环保科技有限公司

建设单位法定代表人：马民峰

建设项目单位：内蒙古东景生物环保科技有限公司

建设项目单位主要负责人：马民峰

建设项目单位联系人：路鹏

建设项目单位联系电话：0473-3163301

2023 年 3 月

内蒙古东景生物环保科技有限公司
年产 10 万吨 γ-丁内酯(GBL)项目
设立安全评价报告

评价机构名称：广州市万保职业安全事务有限公司

资质证书编号：APJ-（粤）-013

法定代表人：戴宇彤

审核定稿人：王春宽

评价负责人：巩翠新

评价单位联系电话：020-37613616

2023 年 3 月

安全评价机构
资质证书

（副 本） （1—1）

统一社会信用代码：914401047418730955

机构名称：广州市万保职业安全事务有限公司

办公地址：1.广州市天河区华观路1933号之一501房、601房、711房
2.广州市天河区新塘大街3号7栋204房

法定代表人：戴宇彤

证书编号：APJ－（粤）－013

首次发证：2022年3月23日

有效期至：2025年7月26日

业务范围：1.石油加工业，化学原料、化学品及医药制造业；2.金属、非金属矿及其他矿采选业；3.陆地石油和天然气开采业；4.烟花爆竹制造业；5.陆上油气管道运输业；6.金属冶炼。
*****

（发证机关盖章）

2022年 3月23 日

评价人员

分工		姓名	资格证书	从业登记证编号	签字
报告编制人	项目负责人	巩翠新	0800000000102718	003395	
	项目组成员	赵东成	1600000000300017	028748	
		张洪澎	1100000000100432	012641	
		覃　波	S0110440001101910010 63	018111	
		刘迪思	S0110440001101920028 55	036543	
报告审核人		张　欣	S0110130001101910002 02	022887	
过程控制负责人		漆志荣	1800000000201088	032734	
技术负责人		王春宽	0800000000102941	001612	

报告编制人员分工表

姓名	专业	分工
巩翠新	安全工程	现场勘查、第 1/2/6/8/9/10 章报告及附件编制
赵东成	化工工艺	第 3/4/5 章报告及部分附件编制
覃　波	自 动 化	报告中与自控相关内容、附件整理
刘迪思	电气工程	报告中与电气相关内容
张洪澎	化工机械	第 7 章报告编制

承诺

广州市万保职业安全事务有限公司为广东省应急管理厅批准的安全评价机构，具有化学原料、化学品及医药制造业评价资质，可以承担该项目的设立安全评价工作。

我公司承担了内蒙古东景生物环保科技有限公司年产 10 万吨 γ-丁内酯(GBL)项目的设立安全评价工作，公司依据有关安全生产的法律、法规及标准、规范进行评价，编制了安全评价报告，并对安全评价报告的质量和评价结论负责。我们于 2023 年 2 月 9 日派出了评价技术人员李勇、巩翠新到现场进行了实地勘察，保证报告中的信息与拟建设项目实际情况相一致，确保信息准确、真实。

我们保证按照国家相关标准及工作要求进行安全评价，安全评价报告符合国家法律法规及各类相关标准的要求。确保评价报告可以做为被评价单位后期的安全管理及安全生产监督管理部门监管的技术依据。

特此声明

法定代表人（签字）：

广州市万保职业安全事务有限公司

2023 年 3 月

非常用的术语、符号和代号说明

1. GBL

γ-丁内酯，也称 1,4-丁内酯，4-羟基丁酸内酯。是一种无色油状液体，能与水混合，有独特的芳香气味。

2. BDO

BDO 即 1,4-丁二醇，无色、油状可燃液体。微溶于乙醚，与水混溶，溶于乙醇等。用作溶剂和增湿剂，也用于制增塑剂、药物、聚氨基甲酸酯树脂等。

3. GDS

可燃和有毒气体检测系统。

4. AMS

仪表设备管理系统（Asset Management System - AMS）。

5. LCR

现场控制室。

6. PLC

PLC 控制系统（Programmable Logic Controller），可编程逻辑控制器专为工业生产设计的一种数字运算操作的电子装置，它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算，顺序控制，定时，计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。

7. SIS

SIS 系统(Safety Instrumented System 安全仪表系统)属于企业生产过程自动化范畴，用于保障安全生产的一套系统，安全等级高于 DCS 的自动化控制系统，当生产过程发生危险情况时，自动地按照预先设定的安全功能规范进行保护，以防止危险事故的发生或者减轻其后果。

8. SIL

安全完整性等级。

9. UPS

不间断电源。

10. CAS

美国化学文摘对化学物质登录的检索服务号。

11. LD_{50}

动物半数死亡的毒物剂量，指使实验动物一次染毒后，在 14 天内有半数实验动物死亡所使用的毒物剂量。

12. LC_{50}

动物半数死亡毒物浓度，是衡量存在水中的毒物对水生物或存在于空气中的毒物对哺乳动物乃至人类的毒性大小的重要参数。

13. PC-TWA

以时间为权数规定的 8h 工作日、40h 工作周的平均容许接触浓度。

14. PC-STEL

在遵守 PC-TWA 前提下容许短时间（15min）接触的浓度。

15. MAC

工作地点、在一个工作日内、任何时间有毒化学物质均不应超过的浓度。

16. LC

致死浓度。

17. LDLo

最小致死剂量。

18. LCLo

最小致死浓度。

19. TDLo

最小中毒剂量。

20. TCLo

最小中毒浓度。

目 录

1. 安全评价工作经过.....1
1.1 安全评价目的.....1
1.2 安全评价范围.....1
1.3 安全评价工作经过.....1
1.4 评价程序.....2
2. 建设项目概况.....4
2.1 建设单位概况.....4
2.2 建设项目概况.....4
2.3 项目所在的地理位置、用地面积和生产规模.....5
2.3.1 项目地理位置.....5
2.3.2 用地面积和生产规模.....7
2.3.3 自然条件.....8
2.4 总平面布置、竖向布置及建构筑物.....10
2.4.1 总平面布置.....10
2.4.2 竖向布置.....13
2.4.3 建构筑物.....13
2.5 主要产品、原辅材料品种名称、数量和储存情况.....14
2.5.1 原辅材料、中间产品和产品.....14
2.5.2 原辅材料、中间产品、产品的使用、生产、储存情况.....14
2.6 项目采用的主要技术、工艺（方式）和国内外同类建设项目水平对比情况.....15
2.6.1 工艺比选.....15
2.6.2 该项目工艺选择及与国内外项目对比.....18
2.7 工艺流程和选用的主要装置及上下游关系.....18
2.7.1 项目上下游关系及依托情况.....18
2.7.2 工艺流程简介.....18
2.7.3 主要设备、设施和特种设备.....21
2.8 项目配套的公用和辅助工程.....25
2.8.1 公用工程情况概述.....25
2.8.2 供配电.....26

2.8.3 爆炸危险区域划分、电气防爆及电气仪表选型.....27
2.8.4 防雷防静电及接地.....28
2.8.5 给排水.....28
2.8.6 空气及氮气.....31
2.8.7 消防.....32
2.8.8 自动控制系统.....33
2.8.9 采暖、通风及空调.....38
2.8.10 供热.....38
2.8.11 天然气供给.....39
2.8.12 电讯和视频监控.....39
2.8.13 火炬系统.....39
2.8.14 厂区道路和出入口.....41
2.8.15 中央控制室和机柜室设置.....41
2.8.16 化验室.....41
2.9 组织定员.....42
2.9.1 公司组织.....42
2.9.2 装置定员.....42
2.10 安全设施投资.....43
3. 危险、有害因素辨识结果.....44
3.1 物料危险、有害因素辨识结果.....44
3.1.1 项目涉及的危险化学品的危险特性及理化性能指标.....44
3.1.2 危险化学品包装、储存、运输的技术要求.....45
3.2 工艺过程危险、有害因素辨识结果.....46
3.2.1 可能造成火灾、爆炸、中毒、灼烫事故的危险因素及分布.....46
3.2.2 建设项目可能造成人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布.....46
3.3 公用工程危险、有害因素辨识结果.....47
3.4 作业环境危险、有害因素辨识结果.....48
3.5 重大危险源辨识结果.....48
3.5.1 辨识依据.....48
3.5.2 危险化学品重大危险源辨识过程.....49

3.5.3 危险化学品重大危险源辨识结果汇总.....50
3.6 重点监管危险化工工艺辨识结果.....51
3.6.1 氧化工艺的判定.....51
3.6.2 重点监管的危险化工工艺特点的符合性.....51
3.6.3 氧化过程重点监管的参数控制的必要性.....52
3.6.4 重点监管的危险化工工艺判定结果.....53
3.7 重点监管危险化学品辨识结果.....53
4. 评价单元划分及评价方法选择.....54
4.1 安全评价单元划分原则.....54
4.2 评价单元划分结果.....54
4.3 采用的安全评价方法及理由说明.....55
5. 定性、定量分析危险、有害程度的结果.....57
5.1 危险、有害程度定性评价结果.....57
5.1.1 建设项目外部安全条件单元评价结果.....57
5.1.2 总平面布置单元评价结果.....57
5.1.3 生产工艺装置单元评价结果.....58
5.1.4 公用及辅助工程单元评价结果.....58
5.2 危险、有害程度定量评价结果.....59
5.2.1 固有危险程度分析.....59
5.2.2 风险程度分析.....60
5.3 多米诺影响分析.....64
5.4 外部安全防护距离.....64
6. 建设项目安全条件和安全生产条件分析结果.....66
6.1 建设项目安全条件分析结果.....66
6.1.1 产业政策符合性.....66
6.1.2 建设项目区域规划与选址的符合性.....66
6.1.3 该项目在安全方面对外部环境的影响.....67
6.1.4 周边重要场所、生产经营活动和居民生活情况对建设项目投入生产后的影响.....67
6.1.5 自然条件对建设项目投产后的影响.....67
6.1.6 主要技术、工艺的成熟可靠性.....68

6.1.7 依托原有条件的安全可靠性.....68
6.1.8 安全条件论证结论.....69
6.2 建设项目安全生产条件分析结果.....70
6.2.1 主要工艺和设备设施的安全可靠性.....70
6.2.2 设备设施与危险化学品储存的匹配情况.....70
6.2.3 配套和辅助工程的安全可靠性.....71
7. 可能发生的危险化学品事故预测.....72
7.1 该项目可能发生的主要的危险化学品事故、后果及对策.....72
7.2 同类生产、储存装置（设施）发生的事故案例的后果及原因.....74
8. 安全对策与建议.....80
8.1 总平面布置及建构筑物安全对策措施.....80
8.2 生产工艺及设备、设施安全对策措施.....81
8.2.1 工艺设施的建议措施.....81
8.2.2 非电气设备防爆设计建议措施.....84
8.2.3 氢气系统的对策措施.....84
8.2.4 电气装置安全对策措施.....86
8.2.5 压缩机的建议措施.....87
8.3 公用工程的对策措施.....87
8.3.1 氮气系统的对策措施.....87
8.3.2 仪表及自动化控制系统安全对策措施.....87
8.3.3 给排水、循环水及污水处理系统的对策措施.....89
8.3.4 导热油系统的建议措施.....90
8.3.5 天然气供给的建议措施.....91
8.3.6 冷冻站安全对策措施.....92
8.3.7 消防系统的对策措施.....92
8.3.8 防雷防静电措施.....93
8.4 重点监管的危险化学品的对策措施.....93
8.5 特种设备安全对策措施.....94
8.6 施工安全措施.....95
8.7 事故应急救援建议措施.....95

8.8 安全管理对策措施 96
8.9 试生产期间的安全管理措施 100
8.10 借鉴已建一期 GBL 的建议措施 101
8.11 其他安全措施 101
9. 设立安全评价结论 103
10. 与建设单位交换意见的情况结果 104
附录 1 选用的安全评价方法介绍 105
附录 1.1 预先危险性分析法 105
附录 1.2 安全检查表法 106
附录 1.3 事故后果模评价法 106
附录 2 危险、有害因素辨识过程 110
附录 2.1 危险化学品特性及安全防护 110
附录 2.2 生产装置危险、有害因素辨识 121
附录 2.2.1 生产过程中的火灾爆炸危险性分析 121
附录 2.2.2 生产过程中毒和窒息危险性分析 122
附录 2.2.3 设备及装置的危险性分析 122
附录 2.2.4 公用工程设施的危险性分析 126
附录 2.3 作业环境危险、有害因素辨识 130
附录 2.3.1 工业噪声危险、有害因素分析 130
附录 2.3.2 高低温危险、有害因素分析 130
附录 2.3.3 高处坠落危险性分析 130
附录 2.4 自然条件及周边环境危险、有害因素辨识 131
附录 3 危险、有害程度定性、定量分析评价过程 133
附录 3.1 危险有害程度定性评价 133
附录 3.1.1 建设项目外部安全条件单元 133
附录 3.1.2 总平面布置单元 146
附录 3.1.3 生产工艺装置部分 149
附录 3.1.4 公用及辅助工程单元 157
附录 3.2 固有危险性定量评价 167
附录 3.2.1 具有爆炸性化学品的 TNT 当量计算 167

附录 3.2.2 可燃性化学品的燃烧放热量计算 167
附录 3.2.3 具有毒性的化学品的浓度及质量 168
附录 3.2.4 具有腐蚀性的化学品的浓度及质量 168
附录 3.3 风险程度分析 168
附录 3.3.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性 168
附录 3.3.2 出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件 169
附录 3.3.3 有毒化学品泄漏扩散速率及达到人接触最高限值的时间 169
附录 3.3.4 发生火灾、爆炸、中毒事故造成人员伤亡的范围 170
附录 3.3.5 个人风险曲线和社会风险曲线计算结果 173
附录 4 依据的安全生产法律、法规和部门规章及标准目录 179
附录 4.1 国家法律、法规 179
附录 4.2 部门规章和规范性文件 180
附录 4.3 国家标准和规范 182
附录 4.4 行业标准和规范 185
附录 4.5 依据和参考的有关资料 185
附录 5 附图及附录 187
附录 5.1 附件目录 187
附录 5.2 附图目录 187

1. 安全评价工作经过

1.1 安全评价目的

本次设立安全评价目的主要包括以下几个方面：

1）贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”方针，为建设项目安全设施设计提供科学依据，以利于提高建设项目的本质安全程度；

2）辨识和分析该项目存在的主要危险、有害因素，并分析其性质和状态；

3）对危险、有害因素导致事故发生的可能性和严重程度进行定性、定量评价，以确定事故可能发生的部位、严重程度和事故后果，为制定安全对策措施提供科学依据；

4）提出消除、预防或减弱危险、有害因素的技术和管理措施，为年产 10 万吨γ-丁内酯项目的安全设施设计、生产运行以及日常管理提供依据，并为相关主管部门安全监察提供参考。

1.2 安全评价范围

本报告评价的范围包括：

1、生产装置（包括：1 套 GBL 生产主装置、氢气甲烷化装置、氢压机、GBL 中间罐区）；

2、新建公用及辅助工程（包括：变电站、导热油炉、泡沫站）；

3、依托已建的公用及辅助工程：除盐水、蒸汽、循环水、冷冻水、中央控制室、空压制氮站、污水处理站、火炬、消防站、化学品库、装车站、北厂区已建产品罐区、气瓶库等。这些已建设施已在一期 BOD 项目、二期 BDO 项目、一期 GBL 项目和 PBS 项目中分别进行过评价，已建设施的硬件设施本身不在本报告评价范围内，但本报告将对依托的可靠性以及相互影响进行评价。

1.3 安全评价工作经过

在针对内蒙古东景生物环保科技有限公司年产 10 万吨γ-丁内酯（GBL）

项目评价过程中我们做了以下工作：确定了评价范围；根据评价对象的性质和专业要求，挑选了与项目相匹配的专业技术人员组建了评价组；评价组结合项目的具体情况和特点，收集了评价所需的各种法律法规、标准规范、资料和数据，收集了项目的各种批复文件、可行性研究报告等技术文件。

在对资料进行充分研究分析基础上，评价组开展了危险有害因素辨识、定性定量评价，查看了项目拟建地点的现场，对现场周边环境及自然状况进行了考察，之后完成了报告的编写。

1.4评价程序

本次安全评价工作的具体程序如下图所示：

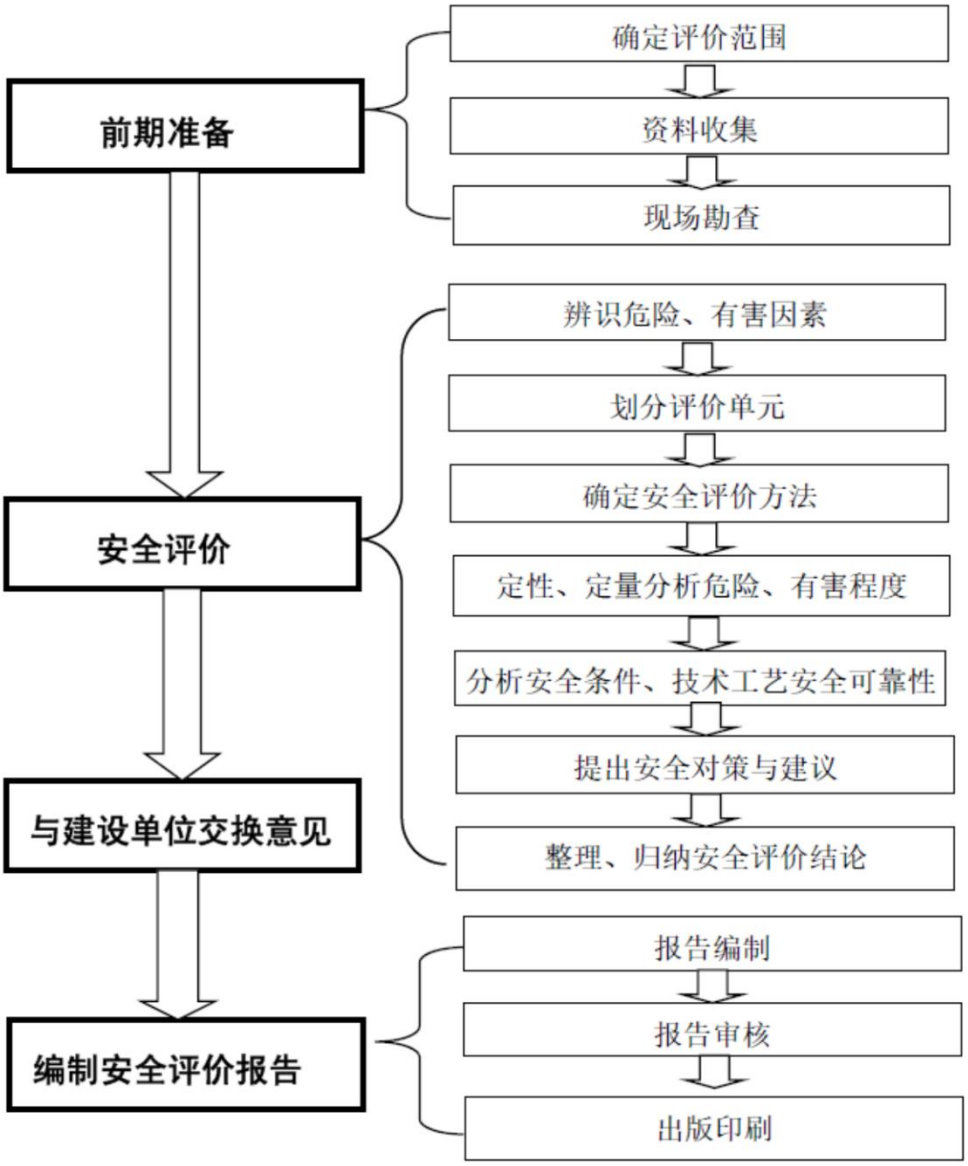


图 1-1：设立安全评价程序图

2. 建设项目概况

2.1建设单位概况

内蒙古东景生物环保科技有限公司位于内蒙古乌海高新技术产业开发区乌达产业园，成立于 2016 年，法定代表人马民峰，注册资金 10 亿元，企业性质为股份制民营企业，是内蒙古东源科技集团有限公司的全资子公司。

内蒙古东景生物环保科技有限公司（以下简称“东景生物”或“该公司”），是一家依托资源优势和技术优势成长壮大的高科技化工新材料、新能源企业；是国家高新技术企业，具有世界先进的生产装备和领先的工艺技术；具有内蒙古自治区重点化工项目和战略性新兴产业项目。

东景生物是内蒙古自治区唯一一家已投产的 1，4-丁二醇（以下简称 BDO）一体化生产企业，投资建设的年产 38 万吨 BDO 一体化项目填补了内蒙古产业空白。项目全部建成投产后，将成为全球生产规模最大的 BDO 及下游深加工产品开发生产基地和国家及自治区重要的高分子新材料、新能源生产研发示范基地。

2.2建设项目概况

项目建设地点：乌海高新技术产业开发区乌达产业园内蒙古东景生物环保科技有限公司界区内。

项目投资额：35810 万元

项目性质：危险化学品生产项目

产品规模：年产 10 万吨γ-丁内酯(GBL)

装置年操作时间：8000 小时

采用的工艺：1,4-丁二醇(BDO)脱氢法生产γ-丁内酯(GBL)

项目可研编制单位：北京石油化工工程有限公司

可研单位资质：工程咨询甲级资信证书，证书编号：911101051016586378-18ZYJ18

该项目 2022 年 12 月 16 日已取得乌海市乌达区发展和改革委员会《项目备案告知书》（项目编号：2212-150304-04-01-444024）。

2.3 项目所在的地理位置、用地面积和生产规模

2.3.1 项目地理位置和周边情况

该项目建于乌海高新技术产业开发区乌达产业园，该公司一期 GBL 项目的东侧、PBS 项目西侧的厂区预留用地内，地理位置约为东经 106°36′~107°08′，北纬 39°02′~39°54′，东距乌达城区约 2km，西侧为五虎山、北侧为无名山，南侧围墙与乌尔特沟隔路相距 35m。



图 2-1：项目地理位置图

2．周边情况

该项目周边环境如下：

北侧：该公司一期 BDO 装置；

西侧：该公司一期 GBL 项目；

东侧：该公司的 PBS/PBAT 项目；

南侧：泄洪沟—乌尔特沟。

项目周边 1km 内无居民区。

表 2-1：项目装置区与周边环境（厂外）情况一览表

方位	项目周边重要场所、区域及居民区	与项目距离（m）	标准要求距离	依据的标准及条款	符合性
北	五虎山	420	——	GB50160-2008（2018 版）第 4.1.9 条	符合
西	五虎山	770	——		符合
东、东北	铁西棚户区	>1000	120		符合
南	厂外园区道路（设备至道路）	30	20		符合
南	沃尔特沟（厂区用地红线至沟边）	35	——		符合
南	内蒙古新农基科技有限公司（精细化工企业）	360	40		符合
除已有标注的外，本项目起算点均为项目用地红线					

表 2-2：该项目与周边八大场所的距离情况

序号	相关场所	实际距离	要求距离	符合性
1	居民区、商业中心、公园等人口密集区域	与项目最近的房屋为铁路西棚户区，距离项目界区约 1km。该项目界区 1km 内无居民区、商业中心、公园等人口密集区域。	120m（GB50160-2008 (2018 年版)第 4.1.9 条）	符合
2	学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施	项目界区附近 1km 内无学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施。	120m（GB50160-2008 (2018 年版)第 4.1.9 条）	符合
3	供水水源、水厂及水源保护区	周围无供水水源、水厂及水源保护区	1000m 《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）	符合
4	车站、码头（按照国家规定，经批准，专门从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及公路、铁路、水路交通干线、地铁风亭及出入口	与本行政区域内最近的机场乌海机场相距约为 40km，与东侧神华公司铁路专用线距离约 5km。周围无码头、水路交通干线、地铁风亭及出入口	根据 GB50160-2008 (2018 年版)第 4.1.9 条规定，甲乙类工艺装置或设施与高速公路防火间距 30m；其他公路 20m；与国家铁路防火间距 35m；与企业铁路线防火距离 30m。 《公路安全保护条例》第十八条，公路用地外缘起向外 100m 禁止设立生产、储存、销售易燃、易爆、剧	符合

序号	相关场所	实际距离	要求距离	符合性
			毒、放射性等危险物品的场所、设施。《铁路运输安全保护条列》第十七条 200m	
5	基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地	周围无基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地		符合
6	河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区	与最近的黄河（东侧）距离约为 7km。周围无其他河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区	25m（与通航江、河、海岸边），《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008(2018 年版)）第 4.1.9 条	符合
7	军事禁区、军事管理区	该项目建设规划用地位于工业园区，不占用军事禁地、军事管理区		符合
8	法律、行政法规规定予以保护的其他区域	不在法律、行政法规规定予以保护的其他区域内		符合

项目所在地周边 1km 以内不涉及到《危险化学品安全管理条例》中的八大场所。

2.3.2 用地面积和生产规模

1、用地面积

项目总用地面积 21975m^2。

该项目用地为从该公司已经规划的 PBS 项目用地中分割出来的，经征询乌海市自然资源局乌达分局，因该地块在建设单位现阶段建设用地规划许可证范围内，目前不必进行分割，待详细设计完成后，办理建设工程许可证，作为安全设施设计的附件（具体情况说明见附件《内蒙古东景生物环保科技有限公司关于年产 10 万吨γ-丁内酯项目用地情况说明》）。

2、生产规模

产品：10 万吨/年γ-丁内酯（GBL）；

副产品：（1）正丁醇水溶液（≤36%）：3600 t/a；（2）GBL 副产物：2500 t/a。

2.3.3 自然条件

1.地形条件

厂址所在区域在地貌单元上属山前冲洪积扇地带，场地及其周围无较大构造断裂，属相对稳定地块，地形相对平坦，地势整体呈西高东低的趋势。

2.地质条件

项目所在区域位于华北地台鄂尔多斯台地的西缘，西部为贺兰山北段折皱带。由于断陷较深，盆地内被巨厚的第四系松散沉积物填充，其沉积物为砾卵沙层为主，间夹粘性土层的松散碎屑岩建造。地下水埋深大于20m，地基稳定，地表为黄沙覆盖，基本无植被，对基础及施工无影响。

该项目场地属黄河III级阶地，南、北各有庙沟和乌尔图沟，地区属乌达槽地，无断层、滑坡、泥石流等不良地质和水文现象。地面以下由中细砂、砾砂、轻亚粘土和亚粘土组成，除地表有风砂和温陷性土层外，150m深度为无软弱层，地基允许承载力 R0.2～0.3MPa。由于受地形、地貌、岩性、气候和植被等自然因素的影响，区内分布着水平地带性土壤和隐域性土壤。土壤类型主要有灰漠土、风沙土、草甸土和岩土。

3.水文条件

乌达产业园地下含水层位置为 5～113m，含水层厚度为 70～95m。单井涌水量可达到 6000m³/d，水位埋深为 3.8～10m。地下水来源于黄河地下侧向激发补给量和山前侧向天然补给量以及大气降水。

厂址所处的乌尔特沟流域面积 99.7km²，河长 18.216km，流域比降 136.713‰。厂址处乌尔特沟现主槽宽约 240m，深约 4m，主槽床质为砾石与砾砂，两侧滩地为杂草与蒿草。乌尔特沟为黄河一级支流，发源于乌达区西南侧贺兰山余脉山区，流向自西南向东北，于巴音赛沟汇入后出山口。

4.气象条件

乌海属于中温带偏干气候区。其气候特征主要表现为冬季严寒、漫长、雨雪稀少，春季干旱风大，夏季短暂炎热且降水较少，秋天秋高气爽气温剧降。四季昼夜温差较大。

表 2-3：项目所在地气象条件

气象条件	数值	气象条件	数值
年平均气温：	9.8℃	极端最高气温：	41.5℃
极端最低气温：	-32.6℃	夏季最热月平均最高温度：	23.8℃
冬季最冷月平均最低温度：	-16.4℃	历年年平均降雨量：	154.8mm
最大年降雨量：	357.6mm	年平均最小降雨量：	1mm
日最大降雨量：	39.3mm	10 分钟最大降雨量：	26.4mm
年平均蒸发量：	2007.8mm	无霜期：	135~150d
年均日照时数约：	3000h	结冰期	11~4 月
平均雷暴日：	25 日	年主导风向：	SSE
频率（%）：	18%	夏季主导风向：	SSE
冬季主导风向：	WNW	年平均风速：	2.7m/s
最大风速：	22m/s	夏季平均风速：	3.3m/s
冬季平均风速：	2.4m/s	最大冻土深度：	157cm

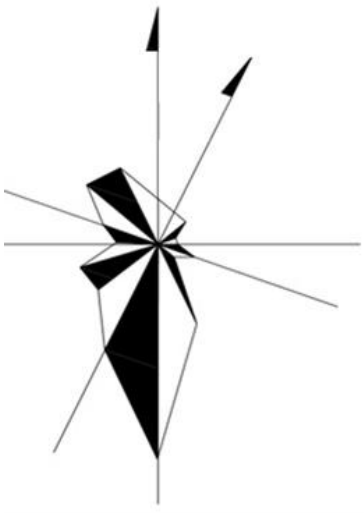


图 2-2：风玫瑰图

5.抗震设防烈度

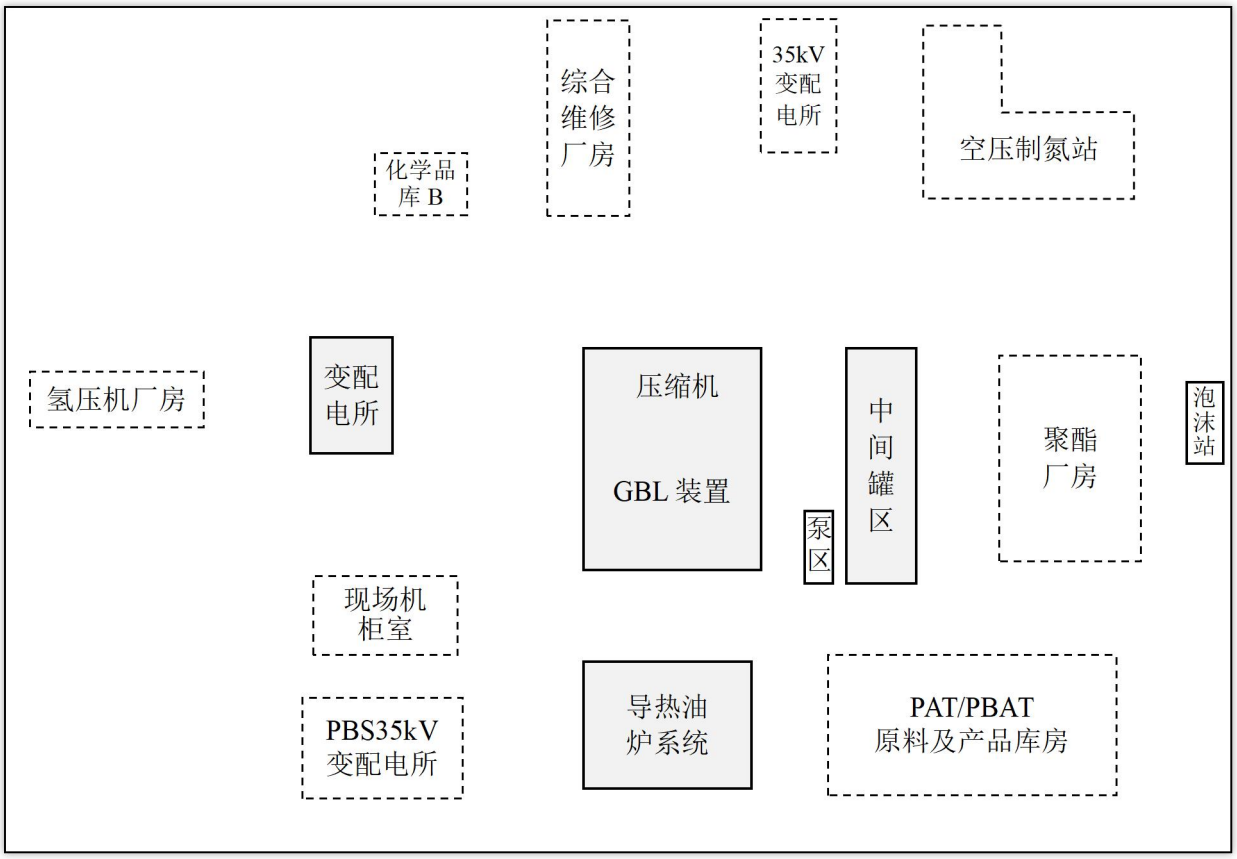
依据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），该项目所在地区地震动峰值加速度为 0.2g，地震烈度为VIII度。反应谱特征周期为 0.4s，设计地震分组为第二组。

2.4总平面布置、竖向布置及建构筑物

2.4.1 总平面布置

该项目布置在已建一期 GBL 装置的东侧、综合维修厂房南侧、PBS 项目西侧的预留用地内。

具体布置和间距情况见图 2-3 和表 2-4。



注：实线框内为该项目新建建构筑物，虚线框内为已建其他项目建构筑物。

图 2-3：项目平面布置示意图

表 2-4：项目总平面布置情况一览表

装置设施	方位	相邻装置设施	设计间距（m）	规范要求（m）	依据标准的条款	检查结果
变配电所（区域二类重要设施）（丁类）	北	化学品库 B（乙类）	33.7	19.69	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 3、注 8	符合
	东	GBL 装置（甲类）	59.5	26.25	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 3	符合
	南	现场机柜间（区域二类重要设施）（丁类）	35.4	10	GB50016-2014（2018 年版）表 3.4.1	符合

装置设施	方位	相邻装置设施	设计间距（m）	规范要求（m）	依据标准的条款	检查结果
	西	氢压机厂房（甲类）	30.3	26.25	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 3	符合
GBL 装置（甲类）	北	综合维修厂房（明火地点）	44.7	30	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12	符合
		35kV 变配电所（区域二类重要设施）	64.7	26.25	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 3	符合
		压缩机（同一装置区、甲类）	21.5	9	GB50160-2008（2018 年版）表 5.2.1	符合
	东	粗 GBL 罐（丙 A、固定顶、500m³）	32.2	20	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12	符合
		泵区（丙类）	24.4	15	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 9	符合
	南	导热油炉系统（明火地点）	46.7	30	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 2	符合
中间罐区（丙 A、固定顶、500³）	北	空压制氮站（区域二类重要设施）	49.1	15	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 3	符合
	东	聚酯厂房（乙类）	29.5	15	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12	符合
		泡沫站	85.1	20	GB50160-2008（2018 年版）第 4.2.8 条	符合
	南	PAT/PBAT 原料及产品库房（丙类）	26.6	7.5	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 8	符合
	西	泵区（丙类）	12.5	8	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 9	符合
导热油炉系统（明火地点）	北	泵区（丙类）	31.2	11.25	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 9	符合
	东	PAT/PBAT 原料及产品库房（丙类）	23.4	22.5	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12 注 8	符合
	南	厂内道路	16.4	/	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12	符合
	西	PBS35kV 变配电所（区域二类重要设施）	33.2	/	GB50160-2008（2018 年版）表 4.2.12	符合

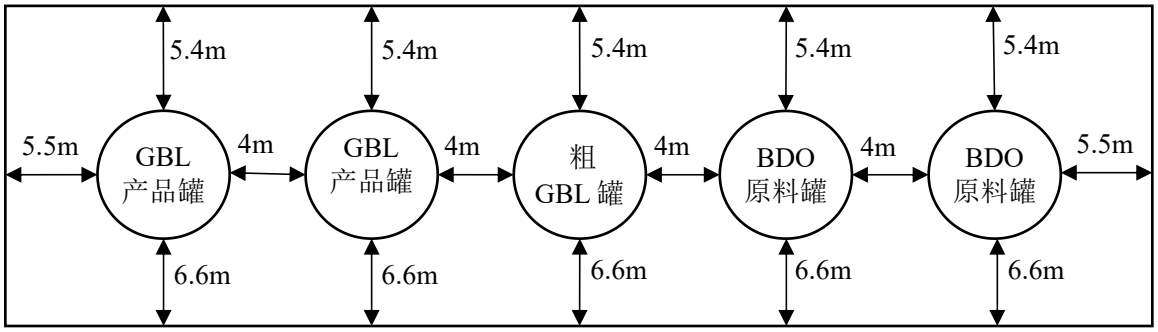


图 2-4：项目中间罐区布置示意图

表 2-5：项目总平面布置情况一览表

设施	方位	设施	设计间距（m）	标准要求（m）	依据标准的条款	检查结果
GBL 产品罐（丙 $_A$、固定顶、500m³）D=8m H=10.7m	北	防火堤	5.5	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
	东	防火堤	5.4	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
	南	GBL 产品罐（丙 $_A$、固定顶、500m³）	4	0.4D=3.2	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.8 条	符合
	西	防火堤	6.6	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
GBL 产品罐（丙 $_A$、固定顶、500m³）D=8m H=10.7m	东	防火堤	5.4	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
	南	粗 GBL 罐（丙 $_A$、固定顶、500m³）	4	0.4D=3.2	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.8 条	符合
	西	防火堤	6.6	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
粗 GBL 罐（丙 $_A$、固定顶、500m³）D=8m H=10.7m	东	防火堤	5.4	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
	南	BDO 原料罐（丙 $_B$、固定顶、500m³）	4	0.4D=3.2	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.8 条	符合
	西	防火堤	6.6	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
BDO 原料罐（丙 $_B$、固定顶、500m³）	东	防火堤	5.4	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
	南	BDO 原料罐	4	2	GB50160-2008（2018	符合

设施	方位	设施	设计间距（m）	标准要求（m）	依据标准的条款	检查结果
D=8m H=10.7m		（丙 B、固定顶、500m³）			年版）第 6.2.8 条	
	西	防火堤	6.6	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
BDO 原料罐（丙 B、固定顶、500m³） D=8m H=10.7m	东	防火堤	5.4	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
	南	防火堤	5.5	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合
	西	防火堤	6.6	0.5H=5.35	GB50160-2008（2018 年版）第 6.2.13 条	符合

2.4.2 竖向布置

根据场地自然条件，西北高，东南低，西面最高点标高为 1182m，南面最低点标高为 1151m，厂区东西长度约 2100m。

厂区内采取平坡式布置，场地设计坡度，东西向约 1.2%。

场地标高及厂内道路标高应与厂外已有道路标高相衔接，场地雨水经汇集后采用暗管排入厂外雨水系统。

2.4.3 建构筑物

该项目主要建构筑物见下表。

表 2-6：主要建（构）筑物一览表

序号	建筑物名称	生产类别	耐火等级	基础型式	结构型式	建筑面积 (m^2)	备注
1	泡沫站	戊类	二级	钢筋砼独立基础	钢筋砼框架	45	一层
2	变配电所	丁类	二级	钢筋砼独立基础	钢筋砼框架	1408	二层
3	氢压机厂房	甲类	二级	钢筋砼桩基础	钢结构框架或门式钢架	1728	二层
4	GBL 装置真空机组间	甲类	二级		钢结构	49	位于 GBL 构架顶部
5	现场机柜间	丁类	二级	钢筋砼桩基础	钢筋砼抗爆框架	756	一层
6	PBS35kV 变电所	丁类	二级	钢筋砼桩基础	钢筋砼框架	2759	二层

2.5 主要产品、原辅材料品种名称、数量和储存情况

2.5.1 原辅材料、中间产品和产品

原料：1,4-丁二醇（BDO）。

辅料：脱氢催化剂（12%铜）、甲烷化催化剂（镍、氧化镧）。

产品：γ-丁内酯(GBL)。

副产品：正丁醇水溶液（≤36%），GBL 副产物。

副产物：氢气。

燃料：天然气。

2.5.2 原辅材料、中间产品、产品的使用、生产、储存情况

表 2-7：主要物料用量（产量）情况一览表

名称	规格	状态	年用量/产量	最大储量	储存方式	储存地点	运输方式
原材料							
原料 BDO	99.7wt%	液态	12.22×10^4t	2×500m³	固定顶储罐	中间罐区	管道
燃料							
天然气	1.5MpaG	气态	1168 万 Nm³	不储存	/	/	管道
产品							
GBL	99.9wt%	液态	10×10^4t	2×500m³	固定顶罐	中间罐区	汽运
副产品							
氢气	99.8mol%	气态	5416.6 万 Nm³	不储存	/	/	管道
正丁醇水溶液	≤36%	液态	3600t	300m³	内浮顶罐	北厂区产品罐区	汽运
GBL 副产物	含 GBL、BDO、重组分等	液态	9000t	300m³	固定顶罐	北厂区产品罐区	汽运
辅助材料							
脱氢催化剂[注]	12%铜	固态	一次装填量 55t	55t	桶装	化学品仓库 B	汽运
甲烷化催化剂	镍、氧化镧	固态	一次装填量 1.92t	1.92t	桶装	化学品仓库 B	汽运

注：（1）催化剂在装填前做好计划，按照计划购入，到场后即施工，不储存，如遇到特殊情况暂存在化学品仓库 B，时间不超过 7 天。废催化剂存储于危废暂存间，短时间存放后及时送有资质单位处理。

（2）经可研编制单位核算，同时考虑一期 GBL 装置和二期新建 GBL 装置情况下，GBL 副产物储存

时间约 4.5 天；正丁醇水溶液储存时间约 11.6 天。

表 2-8：中间罐区储存情况一览表

序号	储罐名称	介质	储罐规格尺寸（mm³）	单罐储量（m³）	数量	储罐形式	材质	存储地点	存储时间（天）
1.	BDO 原料罐	BDO	Φ8000×10700	500	2	固定顶	S30408	中间罐区	13.5 天
2.	粗 GBL 罐	GBL	Φ8000×10700	500	1	固定顶	S30408	中间罐区	6
3.	GBL 产品罐	GBL	Φ8000×10700	500	2	固定顶	S30408	中间罐区	12.6 天

注：原料和产品在该项目新建中间罐暂时储存外，还依托北厂区已建的北厂区 2 台 5000 m³ BDO 储罐，北厂区 2 台 3000m³ GBL 储罐和 1 台 500m³ GBL 储罐。考虑了已建储罐及新增储罐储量，GBL 产品的储存时间具体情况由可研单位计算的结果如下：

全厂 GBL 总年产量 20 万吨/年，折 25t/h。本项目新建 2 座 500 m³拱顶罐，其余依托北区原有 2 座 3000m³ 储罐和 1 座 500m³ 罐，总罐容 7500m³。GBL 密度~1100kg/m³，实际储存天数约为 12.6 天，储存量约 7560 吨。7500*0.92*1.1/25/24≈12.6 天。

2.6项目采用的主要技术、工艺（方式）和国内外同类建设项目水平对比情况

2.6.1 工艺比选

γ-丁内酯成熟的生产方法主要有 1,4-丁二醇脱氢法和顺酐加氢法，不同生产方法介绍如下：

（1）丁二醇脱氢法

利用 1,4-丁二醇脱氢环化生产γ-丁内酯(GBL)技术在 1946 年被巴斯夫（BASF）公司进行了工业化应用。另外，美国 GAF 公司也于 1955 年开发成功 1,4-丁二醇直接脱氢工艺过程。该技术路线技术成熟，产品酸度低、质量高，反应系统可以直接采用碳钢材料，特别是该技术过程不需要氢气，不受氢气源的限制，γ-丁内酯(GBL)的生产规模可大可小。目前，欧洲和美国普遍采用此法。

该法首先将 1,4-丁二醇汽化，然后与循环氢气一起送入固定床反应器，在铜或者贵金属体系催化剂作用下，约 200℃、低压（≤0.2MPaG）条件下，脱氢环化生成γ-丁内酯(GBL)和氢气，副产少量丁醇、四氢呋喃等废有机物，将产物蒸馏提纯后得到γ-丁内酯(GBL)产品。

（2）顺酐加氢法

顺酐加氢法包括顺酐直接加氢和顺酐酯化加氢两种工艺，以后者为主。

该工艺将顺酐与过量乙醇在适当温度下反应，首先生产顺丁烯单酯，并在酸性离子交换树脂或硫酸催化剂作用下催化酯化生成顺丁烯二酸二乙酯。酯化产物蒸馏脱除水和乙醇，汽化后与氢气一起进入加氧反应器，在 2～8MPa、150～250℃条件下加氢，采用经过活化处理的亚铬酸铜为催化剂，并加入 Ba 或 Mn 等助剂，可联产 1,4-丁二醇(BDO)、γ-丁内酯(GBL)、四氢呋喃(THF)，并可通过操作条件调整其比例。

2003 年前，我国用自有技术建成数个顺酐液相加氢制γ-丁内酯生产装置，其弱点是催化剂失活快，不能长周期运行，产品分布差，产品分离难度大。

（3）生物法

随着生物发酵技术的发展，由生物质直接发酵、或通过生物质发酵产物进一步转化制γ-丁内酯工艺引起了人们的关注，并取得实质性进展，但尚未实现工业化应用。美国生物琥珀公司(BioAmber)基于其开发的糖经发酵制取生物基丁二酸技术，现正在进入示范规模验证。美国米塔波利克斯(Metabolix)公司开发了生物质直接发酵制γ-丁内酯工艺，已经完成中试验证，近期将实现工业化。

（4）其它新工艺

开发中的丁二酸二甲酯为原料合成γ-丁内酯得技术是在铜基催化剂作用下进行反应。

清华大学正在开发以糠醛为原料经催化氧化和催化加氢串联反应以实现高效合成γ-丁内酯。反应分两步进行，第一步糠醛选择氧化制 2(5H-)呋喃酮，利用乙酸乙酯代替。该方法可实现

以生物质为原料生产高附加值的产品，而且反应绿色温和，原料利用率高，具有良好的发展前景。

上述生产技术的优缺点如下表：

表 2-9：γ—丁内酯（GBL）生产技术对比

生产方法	专利公司	工艺过程	优点	缺点
丁二醇脱氢法	德国BASF 公司 美国 GAF 公司	1,4-丁二醇脱氢环化生产γ-丁内酯	（1）技术成熟，产品酸度低、质量高；	/

生产方法	专利公司	工艺过程	优点	缺点
			（2）流程短收率高； （3）设备可选碳钢，投资较低； （4）规模可大可小，灵活多变。	
顺酐加氢法	/	顺酐与过量乙醇生成顺丁烯二酸二乙酯，经蒸馏脱除水和乙醇，汽化后与氢气一起进入加氧反应器，反应制得γ-丁内酯	可联产 1,4-丁二醇、γ-丁内酯、四氢呋喃，并可通过操作条件调整其比例。	（1）催化剂失活快，不能长周期运行； （2）产品分布差，产品分离难度大。
生物法	美国生物琥珀公司(BioAmber)	糖经发酵制取生物基丁二酸，丁二酸转化制1,4-丁二醇/γ-丁内酯	（1）技术先进，流程短； （2）投资较低。	（1）技术待完善，工业化还有一定难度； （2）生产难操作，产品质量容易受到波动。
	美国米塔波利克斯(Metabolix)	生物质直接发酵制γ-丁内酯。	（1）一步回收工序就可得到纯度为90%～95%的产品； （2）发酵后残余物还可转化为烧焦物，用于工艺加热，以维持工艺自身热量； （3）废水排放量低；	
其它新工艺	/	丁二酸二甲酯为原料合成γ-丁内酯。	（1）转化率高达100%，选择性达90%；	技术待完善，工业化还有一定难度。
	清华大学	糠醛为原料经催化氧化和催化加氢串联反应以实现高效合成γ-丁内酯。	反应绿色温和，原料利用率高。	

通过上述对比，基于以下理由，该项目拟采用丁二醇（BDO）脱氢法生产 GBL：

1）由于该公司 1,4-丁二醇（BDO）装置产量稳定，可以为项目提供稳定可靠的原材料，且原材料运输路线较短；

2）技术的可靠性：1,4-丁二醇（BDO）脱氢法生产 GBL，在国内多家生产企业普遍采用，也在东景生物一期 10 万吨 GBL 项目得到证实，技术成熟、先进可靠；

3）技术的成熟度：尽管目前生产 GBL 的技术种类较多，但就技术成

熟和安全可靠方面，1,4-丁二醇（BDO）脱氢法生产 GBL 法占有绝对优势，其他新型技术在工程放大化过程中普遍存在一系列问题。

4）项目投资：从固定投资角度，均为国产设备，采购周期短，采购成本低。

因此，该项目拟采用 1,4-丁二醇（BDO）脱氢法生产 GBL。

2.6.2 该项目工艺选择及与国内外项目对比

利用 BDO 催化脱氢法生产 GBL 技术。该技术已经在山西三维 2005 年 1.5 万吨/年 GBL 产品项目、四川天华有限公司 2008 年 1 万/年 GBL 产品项目以及安徽红四方有限公司 2012 年 1 万吨/年 GBL 产品项目中成功应用。且东景生物已建成的 GBL 装置规模为 10 万吨/年，反应分两个系列，单系列规模为 5 万吨/年，已于 2023 年 10 月成功投产运行，产出电子级 GBL。本次拟建的 GBL 项目工艺技术与该公司已建一期 GBL 项目工艺相同，处于国内领先水平。其成熟性具体在本报告 6.1.6 节中进行评价。

2.7 工艺流程和选用的主要装置及上下游关系

2.7.1 项目上下游关系及依托情况

1、原料 1,4-丁二醇（BDO）由现有 28 万吨/年 BDO 装置提供。

2、该项目副产物氢气可输送至东景 BDO 项目加氢装置使用。

3、该项目副产品正丁醇水溶液外售。

4、该项目副产品 GBL 副产物外售，或者可回收 GBL 和 BDO 混合物作为脱氢原料。

5、产品γ-丁内酯将作为产品外售。

6、燃料天然气来自园区送至该公司界区内的天然气管道，在管道上新增计量撬，天然气通过架空管廊的管道输送入界区。

2.7.2 工艺流程简介

该项目采用 1,4-丁二醇脱氢环化生产γ－丁内酯，1,4-丁二醇(BDO)在固定床反应器中发生气相脱氢反应生成γ-丁内酯(GBL)和氢气的生产工艺。反

应方程式如下：



1、BDO 脱氢

来自界区外的 BDO 原料进入 BDO 原料罐，BDO 经泵升压后，进入加热器进行预热，随后与新鲜氢气及来自压缩机缓冲罐的循环气一起经过混合器混合后，进反应物汽化器将 BDO 汽化后，然后进入反应物过热器将 BDO 和氢气混合物过热至露点 30℃以上，并且经过副产物分离器将潜在的不挥发物脱除，保证进入反应器的气相洁净度。

BDO 和氢气混合物进入反应器，在催化剂的作用下发生脱氢反应，生成 GBL。BDO 脱氢反应属于吸热反应，需使用导热油作为供热介质提供反应热，以维持反应器的反应温度稳定在 203℃（初期）~230℃（末期）。

自反应器出来的反应产物先经过循环氢预热器回收热量后，送至反应产物循环水冷却器或 1#脱氢反应产物冷却器，再经过 1#气液分离器后，气相反应产物进入 2#脱氢反应产物冷却器冷却到 25℃以下后，进入 2#气液分离器，其中 1#和 2#液相，通过压力送至产品罐区的粗 GBL 罐。

在 2#气液分离器中，反应产物与过量的氢气进行气液分离。罐顶的气体绝大部分通过氢气循环风机增压 40~60kPa 后循环使用；部分气体通过系统压力控制阀驰放至 1#氢气缓冲罐后，再送至氢气压缩单元和甲烷化单元，从而维持系统压力稳定在 0.1MPaG 左右。

2、产品精制

精制的目是将反应产物通过精馏将副产的轻组分（如四氢呋喃、正丁醇、二氢呋喃等）、未反应的 BDO 以及 BDO 脱氢副产的少量重沸物脱除，从而得到电子级的γ-丁内酯。

粗产品通过泵送至共沸塔中，控制负压（-0.061(塔顶)/-0.055(塔底)MPa（G））、蒸汽温度（118.1(塔顶)/174.4(塔底)℃）使反应物在塔中实现沸腾。

塔顶气相经过冷凝后，液相进入共沸塔回流罐，将部分轻质采出，绝大部回流到共沸塔中，未冷凝的气相经过共沸物塔尾气冷凝器，随后进入轻组分罐。回收的轻质采出，作为正丁醇水溶液副产品送至北厂区储罐暂存后外卖，未被冷冻水冷凝的不凝气进入真空泵。塔底液进入 GBL 产品塔。

GBL 产品塔操作温度：108.2(塔顶)/145.6(塔底)℃，操作压力：-0.096(塔顶)/ -0.094(塔底)MPa（G）。侧线为成品 GBL，塔顶气相经冷凝后进入 GBL 产品塔回流罐中，然后强制回流至产品塔，不凝气经过产品塔塔顶尾气冷凝器冷凝后进入产品塔真空缓冲罐中，不能被冷冻水冷凝的不凝气进入真空泵。冷凝的液相产品进入 GBL 产品塔塔釜中间罐中，塔中上部侧线采出的液相经过 GBL 产品冷凝器冷却后送入 GBL 产品塔中采罐，检验合格后送至 GBL 产品罐，不合格产品返回共沸物塔或者粗 GBL 罐中。塔底液相以连续或者间歇的方式排入 GBL 产品塔塔釜中间罐中。

塔底残液可作为 GBL 副产物直接销售，或者可送至一期已建的 GBL 装置回收 GBL 和 BDO 混合物作为脱氢原料。

一期已建 GBL 装置塔底重质回收 BDO 在回收塔中进行，回收塔为间歇操作，从产品塔塔底中间歇补充残液，在高真空条件下，逐步升高的塔底温度，回收残液中的 GBL 和 BDO 并且经过冷凝后送至回收液罐，在分析化验合格后送至原料罐。本塔为内回流和气相采出模式。

3、氢气增压和甲烷化

从氢气缓冲罐来的氢气（0.1MPaG）经过氢压机增压，增压中的冷凝液集中回收，氢气增压至满足下游压力（2.7MPaG）。增压后氢气被导热油加热后送至甲烷化反应器脱除氢气中的 CO 和 CO_2 后，经过氢气换热器和氢气冷却器冷却后，气液分离脱除水分后外送至 BDO 项目用氢单元。

4、VOCs 处理

从轻组分罐和精馏塔来的不凝气进入 GBL 吸收塔，所需的 GBL 吸收液由 GBL 产品塔回流泵补充，吸收液连续或者间歇排至粗 GBL 罐。经 GBL 吸收后的不凝气进入一级水吸收塔和二级水吸收塔，进一步吸收废气中的可挥发性有机物（VOCs），新鲜水可连续或者间歇补充至水洗塔，气

体经过引风机后达标排放，含有机物的废水送至轻组分罐或者界区外。

5、导热油加热炉

导热油加热系统燃料为天然气，燃料配上适量的空气在导热油炉炉膛内燃烧，产生的热量分别以辐射和对流的形式将热量传递给导热油，由导热油循环泵建立导热油的循环，被加热的高温导热油去用户换热设备中与用热工质进行换热，从而将燃烧产生的热量，间接传给用热工质，实现加热的目的。换热后的导热油再返回到导热油炉里进行再次加热，如此循环往复，实现连续加热。

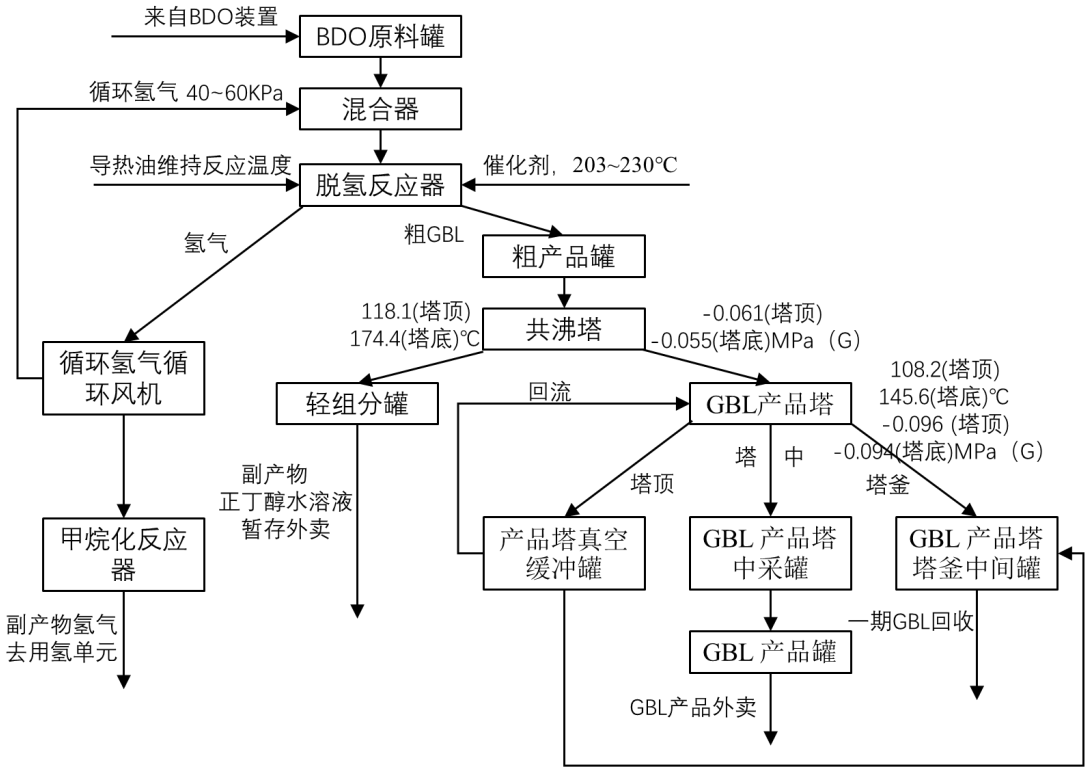


图 2-5：项目工艺流程简图

2.7.3 主要设备、设施和特种设备

该项目主要设备一览表详见如下表。

表 2-10：主要设备一览表

序号	设备名称	规格	设计参数		材质	数量（台）	备注
			压力 MPa	温度℃			
1.	脱氢反应器	Φ3200×6932	0.6	280	Q345R	2	压力容器

序号	设备名称	规格	设计参数		材质	数量（台）	备注
			压力 MPa	温度℃			
2.	甲烷化反应器	Φ1000×3700	3.1	250	Q345R	1	压力容器
3.	共沸物塔	Φ2200/2000×30000	0.6/FV	220	SS30408	1	
4.	GBL 产品塔	Φ3000×37000	0.6/FV	220	SS30408	1	
5.	GBL 吸收塔	Φ800/400×7800	0.6	60	SS30408	1	
6.	一级水吸收塔	Φ800/400×7800	0.6	60	Q345R	1	
7.	二级水吸收塔	Φ800/400×7800	0.6	60	Q345R	1	
8.	循环氢气风机	Q=27280Nm³/h 出口风压：0.25MPa（A）	-	-	组合件	3	
9.	外送氢气压缩机	Q=3600Nm³/h 出口风压：2.7MPa（G）	-	-	组合件	3	
10.	高沸物分离罐	V=10.31m³立式	0.6	290	Q345R	2	压力容器
11.	GBL 导热油中间罐	V=10m.313 立式	0.7	300	Q345R	2	压力容器
12.	1#气-液分离器	V=17.96m³立式	0.6	60	S30408	2	压力容器
13.	2#气-液分离器	V=17.96m³立式	0.6	60	S30408	2	压力容器
14.	1#氢气缓冲罐	V=17.96m³立式	0.6/FV	60	S30408	2	压力容器
15.	共沸物塔回流罐	V=5.11m³卧式	0.6	90	S30408	1	
16.	共沸物塔蒸汽凝液罐	V=1.06m³立式	2.8	280	Q345R	1	
17.	共沸物塔真空缓冲罐	V=0.49m³立式	0.6/FV	90	S30408	1	
18.	GBL 产品塔回流罐	V=5.11m³卧式	0.6/FV	140	S30408	1	
19.	GBL 产品塔真空缓冲罐	V=0.49m³立式	0.6/FV	90	S30408	1	
20.	真空排气罐	V=0.49m³立式	0.6/FV	90	Q345R	1	
21.	GBL 产品塔塔釜中间罐	V=5.11m³卧式	0.6/FV	200	S30408	1	
22.	轻组分罐	V=1.57m³卧式	0.6/FV	60	S30408	1	
23.	甲烷化气液分离罐	V=0.57m³立式	3	90	Q345R	1	压力容

序号	设备名称	规格	设计参数		材质	数量（台）	备注
			压力 MPa	温度℃			
							器
24.	2#氢气缓冲罐	V=0.57m³立式	3	90	Q345R	2	压力容器
25.	分汽缸	V=0.53m³立式	2.7	250	Q345R	1	压力容器
26.	凝液闪蒸罐	V=7.33m³立式	1.5	220	Q345R	1	压力容器
27.	低压凝液罐	V=7.33m³卧式	0.6	180	Q345R	1	压力容器
28.	火炬气分液罐	V=10.3m³卧式	0.6	180	Q345R	1	压力容器
29.	GBL 产品罐	V=150m³ 设计温度：-13.2~50℃ 设计压力：-4.9~2.1kPa(G)			S30408	2	
30.	BDO 加热器	Φ600×4500	管程 0.6 壳程 0.8	管程 240 壳程 300	Q345R/20	2	压力容器
31.	反应物气化加热器	Φ1300×4500	管程 0.6 壳程 0.8	管程 240 壳程 300	Q345R/20	2	压力容器
32.	反应物过热加热器	Φ1400×3000	管程 0.6 壳程 0.8	管程 270 壳程 300	Q345R/20	2	压力容器
33.	循环氢预热器	Φ1600×4500	管程 0.6 壳程 0.6	管程 160 壳程 250	S30408	2	压力容器
34.	1#脱氢反应物冷却器	Φ1500×4500	管程 0.8 壳程 0.8	管程 80 壳程 180	Q345R/S30408	2	压力容器
35.	2#脱氢反应物冷却	Φ1000×3000	管程	管程	Q345R/S30408	2	压力容

序号	设备名称	规格	设计参数		材质	数量（台）	备注
			压力 MPa	温度℃			
	器		0.6 壳程 0.8	60 壳程 60			器
36.	共沸物塔塔顶冷凝器	Φ1400×4500	管程 0.6/FV 壳程 2.8	管程 220 壳程 280	S30408	1	
37.	共沸物塔再沸器	Φ1400×3000	管程 0.8 壳程 0.6/FV	管程 160 壳程 160	20/S30408	1	压力容器
38.	GBL 产品冷凝器	Φ800×4500	管程 0.8 壳程 0.6/FV	管程 80 壳程 140	Q345R/S30408	1	压力容器
39.	GBL 产品塔塔顶冷凝器	Φ1500×6000	管程 0.8 壳程 0.6/FV	管程 80 壳程 140	Q345R/S30408	1	
40.	GBL 产品塔再沸器	Φ1400×2500	管程 0.6/FV 壳程 2.8	管程 220 壳程 280	S30408	1	
41.	产品塔塔顶尾气冷凝器	Φ400×1500	管程 0.8 壳程 0.6/FV	管程 80 壳程 140	Q345R/S30408	1	压力容器
42.	天然气导热油炉	热负荷：5520kW	-	-	组合件	2	
43.	鼓风机	Q=8500Nm³/h 风压：8.5kPa	-	-	组合件	2	
44.	膨胀槽	V=30m³	-	-	碳钢	2	
45.	储油槽	V=200m³	-	-	碳钢	1	
46.	电动单梁起重机	起重量：20t	-	-	组合件	1	特种设备

2.8项目配套的公用和辅助工程

2.8.1 公用工程情况概述

该项目新建的公用工程包括：泡沫站（为新建中间罐区配套）、10/0.38KV 变电所（主要为该项目 380V 用电设备提供电源）、导热油炉，其他公用工程均依托该公司原有已建设施。

其中：循环冷却水、生产水、生活水、仪表空气、氮气（普通及高纯氮气）、火炬、消防、废水、冷冻水、装车站等依托东景 BDO 二期项目；脱盐水、天然气、蒸汽依托东景 BDO 一期项目；供配电依托厂区原有 35/10kV PBS 变配电所。

该项目公用和辅助工程依托情况见下表：

表 2-11：依托已建公用工程一览表

公用工程名称	单位	规模	一期 BDO 用量	二期 BDO 用量	一期 GBL 用量	富余量	该项目用量	结论
新鲜生产水	m^3/h	800	-	705.4	12	82.6	12	满足
循环冷却水	m^3/h	7000	-	-	2238	4762	2238	满足
冷冻水	m^3/h	8000	-	6922	500	578	47	满足
工厂空气	Nm^3/h	4000	-	2000	600	2000	600	满足
仪表空气	Nm^3/h	6000	-	4110	300	1590	300	满足
普通氮气	Nm^3/h	17500	-	13350	1000	4150	1000	满足
高纯氮气	Nm^3/h	2500	-	1680	600	220	间断[注]	满足
火炬气	t/h	170	-	170	6.2		6.2	满足
废水	m^3/h	300	-	253.6	5	41.4	5	满足
脱盐水	t/h	980	490	302.2	16	171.8	16	满足
蒸汽	t/h	818	350	361.7	21.52	84.78	21.52	满足
380kV 电	kWh	18000	目前 PBS 变电所富余量为 18000kWh				3110	满足
天然气	Nm^3/h	42000	4800	10646	800	25754	1460	满足

注：上述所有使用量均按瞬时最大量计算。

高纯氮气为开停工间断使用，用量与一期 GBL 相同均为 600Nm^3/h，该项目与一期 GBL 错开开停工时间，可以满足要求。异常情况时，本报告在第 8 章提出了建议。

依托已建的公用工程部分已经在其他项目中进行评价，本章不再详述公用工程的具体设置情况，下面章节仅对该项目新建或新设置的部分进行详细介绍。对已建公用工程与该项目之间可能产生相互影响的，将在第 8 章中提出建议。

2.8.2 供配电

1、电源

东侧自建有装机容量 4×50MW 自备热电站，自备热电站和吉兰太～巴音敖包II回 220kV 线路共同为该公司供电，形成双电源供电双回路供电。

2、用电负荷等级

项目一级负荷包括：消防增压稳压设备、火警系统电源、DCS、SIS、仪表电源、应急照明、事故照明、可燃有毒报警系统电源、循环冷却水泵、事故停车系统；其中消防增压稳压设备、火警系统电源、DCS、SIS、仪表电源和可燃有毒报警器电源属于一级负荷中的特别重要负荷。

生产装置用电负荷和大部分辅助生产装置用电负荷均属二级负荷。

空调、照明（除应急照明和事故照明）属三级负荷。

3、供配电方案

（1）各等级用电负荷电源设置

一级负荷采用双回路双电源供电，一级负荷中的特别重要负荷如 DCS 系统、仪表及火灾报警系统，除双回路双电源外，采用不间断电源（UPS）供电；消防泵等采用柴油发电机组作为备用电源供电。

二级负荷采用单电源双回路供电；三级负荷，采用单回路供电。

（2）主接线及变电所设置

项目设置 1 座 10/0.4kV 变电所，设置 2 台变压器，变压器分别接自 PBS 项目 10/0.4kV 变电所不同母线段，项目电力调度及综合自动化系统利用厂区原有系统。10/0.4kV 变电所设子系统，分别形成间隔层、网络层，不设置控制室，只设置通讯柜。

380/220V 低压用电设备由低压配电装置放射式直配。装置内部的电缆线路主要采用沿电缆桥架敷设方式，局部采用穿管明设或埋地敷设方式，

电缆桥架尽可能安装在工艺管廊上。装置内道路照明电缆采用铠装电缆直接埋地敷设。

2.8.3 爆炸危险区域划分、电气防爆及电气仪表选型

1、爆炸危险区域划分

根据《爆炸危险环境电气装置设计规范》（GB50058-2014）进行危险区域划分。

该项目存在爆炸性气体环境，不存在粉尘爆炸环境。根据爆炸性气体在生产和储存过程中出现的频繁程度和持续时间，具体划分结果为：GBL 装置区、中间罐区、氢压机区域、导热油炉间均划分为 2 区，爆炸危险区域内低于地坪的坑、沟为 1 区。

2、电气防爆要求

爆炸危险区内的电气设备防爆选型均不低于 IIBT4Gb，在含有 IIC 级释放源爆炸危险区域范围内设备选型不应低于 IICT4Gb。具体见下表：

表 2-12：爆炸危险区域划分结果及设备防爆选型一览表

序号	装置（或区域）名称	爆炸危险区域类型	电气设备防爆选型
1	GBL 装置区	2 区	IIBT4Gb
2	氢压机区域	2 区	IICT4Gb
3	循环氢气压缩机	2 区	IICT4Gb
4	氢气冷却器	2 区	IICT4Gb
5	脱氢反应器	2 区	IICT4Gb
6	导热油	2 区	IIBT4Gb
7	中间罐区	2 区	IIBT4Gb

此外，爆炸危险区域内的电气设备，还应符合周围环境内化学的、机械的、热的、霉菌及风沙等不同环境条件对电气设备的要求。电气设备结构应满足电气设备在规定的运行条件下不降低防爆性能的要求。

爆炸危险区域内的电缆全部采用阻燃电缆。防爆电机进线口和电动机电缆保护管均采用螺纹制。

3、仪表选型

现场安装的电子式仪表应至少满足 IEC 60529 和 GB 4208 标准规定的

IP65 防护等级；其他现场仪表应至少满足 IP55 防护等级。

电气设备的布置及选型应根据工艺装置的需要布置分为户内及户外，危险爆炸区域及非危险区域、腐蚀环境及普通环境，相应环境选用与之对应的电气设备：

普通户内环境	普通电气设备	IP20/IP31
普通户外环境	户外防潮电气设备	IP55
腐蚀环境	防腐电气设备	IP55/WF1/WF2
气体爆炸环境一区	隔爆电气设备	IP55
气体爆炸环境二区	隔爆或增安电气设备	IP55
粉尘爆炸环境	粉尘防爆电气设备	IP55/IP65

2.8.4 防雷防静电及接地

根据《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）对装置内的建、构筑物进行防直击雷和雷电感应的设计。

根据《石油化工静电接地设计规范》（SH/T 3097－2017）对装置内可能产生静电危害的物体采取静电接地措施。

在装置内和建筑物内要进行总等电位连接和局部等电位连接。并注意保护线的重复接地。一般在电源进线附近设接地母排以利于进行等电位连接。每个单元均有自己的接地网，接地网间用接地线连接成一个整体。防雷装置应直接与接地网连接。所有的工艺管线按工艺及管道要求条件进行防静电接地。

2.8.5 给排水

该项目给排水均依托东景 BDO 项目，该项目生产生活水用量合计 16.32m³/h，其中生产用水 12m³/h。

循环冷却水用量最大为 2238m³/h；冷冻水用量 47m³/h；脱盐水用量为 16t/h；消防水用量为 100L/s，火灾延续时间按 3h 计，装置消防用水量计为 1080m³；生产生活污水量 5t/h 直接排入初期雨水池，经泵提升送入生产污水系统，统一送入污水处理站处理。

1、给水

该项目采用黄河水作为水源，黄河水经厂区一期原水净化站处理后达到生产水水质标准，供厂区生产用水，接点压力 0.4MPa。

该项目给水系统包括如下几个系统：生产给水系统、生活给水系统、消防给水系统、循环冷却水系统、脱盐水系统、冷冻水系统。

（1）生产给水系统

生产水由厂区一期原水净化站综合泵站供给。敷设管线至 GBL 装置界区，生产水主要用于设备、地面冲洗。为间断用水，最大用量为 12m³/h，间断用水不重复叠加。

（2）生活给水系统

生活水由工业园区自来水公司供给，输水管线送至厂区边界，接点压力 0.25MPa。生活用水水质符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）。该项目生活用水量约为 1.2L/s(4.32m³/h)。

（3）消防给水系统

该项目消防给水由东景生物 BDO 项目综合泵站提供。东景生物 BDO 项目综合泵站设置生产消防合用水池 2 座，总有效容积为 20790m³，其中储存 14200m³的消防水量，并设有保证不作他用的措施。

全厂消防给水采用稳高压消防给水系统，水量全部储存于生产消防水池内，消防水系统的补充水由生产水供给，消防水池的充满时间不超过 48 小时。

消防泵站与生产水、生活水加压泵站合建，为半地下式综合泵房，并包括配电间、值班室、水箱间等。全厂消防设计流量为 380L/s。配 2 台电动消防泵，单台泵参数：Q=200L/s，H=120m，N=450kW。2 台柴油消防泵，单台泵参数：Q=200L/s，H=120m。1 套消防稳压装置，包括 2 台稳压泵（1 用 1 备），单台泵参数：Q=10L/s，H = 100 m，N=45 kW；1 台稳压罐，直径 1200mm。系统稳压：0.8MPa 以上。供水压力在最不利点处保证大于 0.8MPa。

该项目 GBL 装置消防水设计用量为 100L/s，满足消防要求。

（4）循环冷却水系统

该项目生产用循环冷却水由东景生物二期 BDO 项目循环冷却水站（南区），敷设管线至 GBL 装置界区统一供应。南区循环冷却水站的设计规模在产能提升后为 7000 m³/h，循环水供水压力 0.45MPaG，回水压力 0.25MPaG，供水温度 30℃，回水水温 40℃，其中一期 GBL 装置用量约 2238 m³/h，余量为 4762 m³/h，该项目循环冷却水量最大为 2238m³/h，循环水供水压力 0.45MPaG，回水压力 0.25MPaG，供水温度 30℃，回水水温 40℃，满足该项目循环冷却水的使用量。

（5）脱盐水系统

该项目脱盐水由东景生物热电厂脱盐水站统一供应。新建 GBL 装置北侧管廊上已敷设脱盐水管线，就近接至装置内。脱盐水站建设规模为 980t/h，供水压力 0.6MPaG。目前东景生物一期 BDO 自用量为 490t/h，东景生物二期 BDO 用量 302.2t/h，一期 GBL 最大用量 16t/h，剩余 171.8 t/h 可供该项目使用。

该项目最大脱盐水用量为 16t/h，供水压力 0.6MPaG。

厂区内现有脱盐水供应量及规格满足该项目需求。

（6）冷冻水系统

该项目冷冻水依托东景生物二期 BDO 项目冷冻站制冷系统供应，该冷冻站主机采用螺杆压缩机组，使用过渡性制冷剂 R507A，载冷剂为乙二醇水溶液（30wt%），冷冻站设置 3 台冷水机组，正常工况时 2 开 1 备，单台冷水机组设计制冷能力为 4110kW，总制冷能力 8220kW。东景生物二期 BDO 项目用量为 6180kW，一期 GBL 用量 500kW，剩余冷量可供 GBL 项目使用。

该项目冷冻水主要用于换热器冷媒，其最大冷量需求为 500kW，冷冻水流量为 47m³/h。东景生物二期 BDO 项目冷冻水供应量满足该项目需求。

2、排水

该项目将排水系统划分为污水系统（生产、生活）、清净雨水系统和事故消防废水系统。

（1）生产污水系统

生产污水主要为装置区的地面冲洗水，无工艺废水。此部分污水直接排入初期雨水池，经泵提升送入生产污水系统，统一送入污水处理站处理。

（2）雨水系统

初期雨水通过初期雨水管线排入该项目新建初期雨水池（有效容积 100m³），之后统一送入污水处理站处理。清净雨水靠重力流收集入东景生物 BDO 项目已建雨水缓冲池内，有效容积为 10000m³，经泵限流提升送至污水处理站处理。

（3）事故水

该项目事故水池依托该公司已建事故水池，有效容积 21000m³。事故状态下，清净雨水管道出口总阀门关闭，

根据可研报告，事故水主要由消防冷却水、泡沫混合液、泄漏物料、可能出现的降雨组成。

罐区事故水总水量约计为 1103.6m³，罐组防火堤有效面积约为 1380m²，防火堤高度为 1.0m，满足事故水暂时存储要求。

装置区事故水总量为 1156m³。东景生物二期 BDO 项目已建事故水池 1 座，有效容积 21000m³。消防事故水由雨水管网收集排至事故水池内，后期送至污水处理。

（4）污水处理

根据各装置污水排放情况，东景生物二期 BDO 生产污水处理系统设计规模为 300m³/h。目前富余量为 41.4 m³/h，能满足该项目最大量 5t/h 的废水处理需求。

2.8.6 空气及氮气

该项目由东景生物二期 BDO 项目配套建设的空压制氮站统一提供所需的仪表空气、工厂空气及氮气。为了保证各种气体供气的稳定，空压制氮站的空气系统与氮气系统设备独立配置，即仪表空气和工厂空气共用空压机，氮气系统空压机单独配置。由于仪表空气和工厂空气露点要求不同，为节约设备投资，仪表空气和工厂空气的干燥装置也分别配置。

表 2-28：用气规格表

介质名称	操作条件	用量（NM³/h）	备注
仪表空气	0.7MPaG,AMB	300	连续
工厂空气	0.7MPaG,AMB	600	间断
高纯氮气	0.7MPaG,AMB	600	间断
普通氮气	0.7MPaG,AMB	1000	间断

为紧急供气以及平稳供气需要，在空压制氮站内设置增压机和事故氮气储罐，将 0.7MPaG 的普通氮气和高纯氮气通过增压机分别增压至 3.0MPaG 和 2.5MPaG 送入事故氮气储罐储存。设 1 台 100 m³（2.5MPa）高纯氮气储罐，供气量 5000 Nm³/h；设 2 台 100 m³（3.0MPa）普通氮气储罐，供气量 8500 Nm³/h。停电时通过减压阀减压至 0.7MPaG 后供全厂事故使用。

2.8.7 消防

1、消防站

该项目依托东景生物二期 BDO 已建的二级普通消防站，该消防站定员 15 人，位于南区，消防站配备泡沫消防车 1 台，配置泡沫 6t，水 10t；干粉泡沫连用消防车 1 台，配置干粉 3t，泡沫 3t，水 4t；举高喷射消防车 1 台，配置泡沫 2.5t，水 2.5t，举高 32m。

2、消防给水系统

见 2.8.5 给排水

3、消防用水量计算

根据《石油化工企业设计防火标准》第 8.6.5 条及《消防给水及消火栓系统技术规范》第 3.5.2 条、第 3.6.2 条、第 7.3.9 条的相关规定，敷设 DN100 半固定式消防给水竖管，并在各层设置室内消火栓箱。

本装置为小型敞开式装置，最高平台距地面 18m，占地面积为 688m²，火灾危险性类别为甲类。单位面积消防水量拟按 8.2L/min·m²计，则装置消防水量计为 94L/s。现设置 PS40 型消防水炮 2 座、室外消火栓 2 座对其实施保护，则装置实际消防水量为 100L/s，火灾延续时间按 3h 计，装置消防用水量计为 1080m³。

3、消防水管网

全厂已建环状消防管网，管网布置室外消火栓及固定消防水炮，布置间距不大于 60m。消防环状管网用阀门分成若干独立段，以保证阀门间消防栓及消防水炮数量不大于 5 个，以便检修或故障时不影响其它部分的正常使用。

消防控制中心、消防水泵组依托已建设施。

4、泡沫消防系统

该项目新建中间罐区泡沫站，消防所需的泡沫混合液由新建泡沫站供给，装置所需泡沫混合液供给量为 24L/s，混合比按 3%计，采用抗溶型泡沫原液。

5、灭火器设置

根据《建筑灭火器配置设计规范》及《石油化工企业设计防火标准》的相关规定，各建、构筑物配置一定数量的各类移动式灭火器，用于扑救小型初始火灾。

6、火灾报警设施

该项目按《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116-2013）的要求设置有感烟探测器、手动报警按钮、声光报警器和消防电话等火灾报警设施。该项目不单独设置火灾自动报警控制器，各工段内火警线路由现场机柜室引至控制中心。

7、外部消防依托

项目除自建消防站内，还可依托乌达产业园消防站。乌达产业园消防二中队，设有消防员 33 人，5 台消防车，距拟建厂址 9.9 公里左右。乌达消防一中队距离该项目 7.6km。

2.8.8 自动控制系统

2.8.8.1 自动控制系统设置简述

装置拟采用先进的分散型控制系统（DCS）对整个装置进行监视、控制和操作，利用其丰富的功能、良好的操作性、高度的可靠性，以保证装置的连续平稳运行。同时本装置拟设置安全仪表系统（SIS）以保证装置的安全运行。装置的自动化水平达到目前国际同类装置先进水平。

过程控制层能实时监控生产过程、储运、公用工程、原料产成品进出厂、产品质量等全过程。过程控制层包括：

分散控制系统（DCS）

安全仪表系统（SIS）

可燃气体/有毒气体检测系统（GDS）

仪表设备管理系统（Asset Management System - AMS）

2.8.8.2 主要控制方案

1.主要控制回路

该项目控制方案将通过 P.I.D 单参数控制回路、复杂控制回路满足生产装置的操作要求。

2.紧急停车和安全联锁

为保障生产装置安全运行，以及在生产装置运行异常时能使装置安全停车，设有紧急停车和安全联锁系统。

3.信号报警

该项目各生产装置工艺参数的越限报警拟在中心控制室或现场机柜室由对应装置的 DCS、PLC 等控制系统实现。所有的报警信息(过程报警、系统报警)可在操作员站上实现声光报警，并通过打印机输出。

可燃和毒性气体泄漏越限报警通过 GDS 系统人机界面实现。同时在生产装置的边缘紧靠逃逸通道处设有声光报警设施，提醒现场操作人员及时处理或紧急疏散。

4.控制方案

（1）脱氢反应器温度联锁：当反应器的导热油中间罐温度高高联锁，当罐内导热油温度高高时（255℃），联锁关闭此罐的导热油补油切断阀。当罐内导热油温度低低时，关闭 GBL 导热油循环泵。

（2）BDO 原料罐液位联锁：当原料罐液位高高时，联锁关闭罐进料切断阀。料罐液位低低时，联锁停 BDO 原料泵。

（3）1#气液分离罐放串气保护联锁：当 1#气液分离罐液位低低时（20%），联锁切断底部切断阀。

（4）2#气液分离罐放串气保护联锁：2#气液分离罐液位低低时（20%），联锁切断底部切断阀。

（5）粗 GBL 罐液位联锁：当粗 GBL 罐液位低低时（20%），联锁停共沸物塔进料泵。

（6）GBL 产品罐液位联锁：当 GBL 产品罐液位低低时（20%），联锁停 GBL 泵。

（7）共沸物塔液位保护：当共沸物塔液位低低时（20%），联锁切断塔底的 GBL 产品塔进料泵。

（8）甲烷化反应器温度联锁：当甲烷化反应器温度高高时（230℃），联锁关闭进料氢气主路切断阀，打开氢气换热器旁路切断阀，停甲烷化进料预热器热源。当甲烷化反应器温度低低时（145℃），打开去火炬调节阀，联锁关闭氢气去管网切断阀。

2.8.8.3 SIS 系统

本装置的联锁系统将由独立于 DCS 系统的安全仪表系统（SIS）完成。SIS 系统具体设置情况通过 HAZOP 分析之后确定。

本装置 SIS 系统要求选用经 TUV 安全认证的产品，采用多重化冗余容错系统，事故安全型结构。能区分第一事故信号并发出声光报警，具有事故追忆功能，并可与 DCS 系统进行通讯。

2.8.8.4 火灾检测系统（FGS）和可燃和有毒气检测系统（GDS）

火灾检测系统（FGS）和可燃气体检测系统（GDS）独立于 DCS、SIS 系统和其它子系统单独设置。火灾和气体报警控制盘设置在控制室内，接收来自现场的火灾、可燃气体、有毒气体探测器的信号及手动报警信号，启动警报系统并产生消防联动和装置的紧急停车，并传送一个集中报警信号至消防站。FGS 系统与 DCS 系统可实现实时数据通信，在 DCS 系统操作站上显示报警及打印。

该项目各装置还备有便携式可燃气体检测器，在现场可以帮助操作人员很快地寻找到泄漏点，以便及早采取措施。

装置中可燃气体：氢气、氢气+微量甲烷、四氢呋喃/正丁醇选用催化

燃烧式可燃气体报警器。

2.8.8.5 现场仪表

（1）温度仪表

集中检测控制的温度元件选用铠装热电阻、热电偶、特种测温元件。

就地温度仪表选用双金属温度计。

所有温度计均采用温度计套管，材质与工艺管道或设备同级。

（2）压力仪表

集中检测控制的压力（差压）测量采用智能型压力（差压）变送器，对于腐蚀及灰渣介质采用隔膜密封型压力（差压）变送器。

就地压力测量根据工艺介质情况选用不锈钢弹簧管压力表、隔膜式压力表及耐震压力表。

（3）流量仪表

集中流量测量，工艺管径 DN50～DN300 一般选用法兰取压标准孔板配差压变送器；管径大于 DN300 选用文丘里管、均速管（阿纽巴）流量计；

高压和过热蒸汽采用节流装置；用于仪表吹扫的管线采用转子流量计；料浆管线采用电磁流量计。

工艺管径小于 DN50 的低流量场合，选用金属管转子流量计。

原料、产品等计量精度要求高的场合，选用质量流量计或热导式流量计；

公用工程消耗计量选用电磁流量变送器或涡街流量计。

就地流量仪表一般选用金属管转子流量计。

4）液位仪表

集中检测控制的液位测量，根据使用场合、工艺介质的不同，选用智能型差压变送器、单/双法兰差压变送器和外浮筒液位变送器。

储罐液位测量选用雷达液位计或伺服液位计。

料位报警选用音叉式和旋桨式料位开关或超声波料位计。开关接点应是 NAMUR 感应式或单刀双掷(SPDT)。

就地液位测量选用磁翻板液位计。

5）分析仪表

根据工艺操作对生产过程中成份分析的不同要求采用不同的在线分析仪。包括 CH_4 分析仪、CO 分析仪、H_2 分析仪等。在线分析仪要求佩戴采样预处理系统及样气标定系统。分析仪应设置分析小屋。

本装置中存在易燃易爆气体，故在装置区及罐区均设置可燃气体检测报警仪，以保证装置和人身安全。

6）控制阀

调节阀采用一般采用气动薄膜执行机构，特殊要求采用气缸执行机构。调节阀佩戴电气阀门定位器，使用标准信号。

自力式调节阀用于控制精度要求不高的场合。

电磁阀用于联锁时控制开关阀的气动信号。

紧急停车系统用、要求严密关闭的切断阀应根据工艺介质不同选球阀、闸阀、蝶阀。选用气缸执行机构时尽量选用带弹簧返回装置。紧急停车系统及顺序控制用阀门应装有阀位开关，在 DCS 系统或信号器上可指示出阀门的位置。阀位开关采用接近开关。

2.8.8.6 仪表电源及接地

1、仪表电源

DCS（分散控制系统）、GDS（气体检测系统）、SIS（安全仪表系统）、PLC（可编程控制器）和主要现场仪表采用不间断电源（UPS）供电，UPS 负荷为 40KVA。UPS 电源的质量要求为：电压：220VAC±5%；频率：50±0.5Hz；波形失真率：<5%；间断时间≤3ms；UPS 备用时间：30 分钟。

2、仪表接地

（1）装置仪表接地采用等电位接地方式，仪表控制系统侧设有仪表信号接地和仪表安全接地两个汇流条，分别与电气的等电位接地网络相连接。

（2）现场盘、仪表电缆桥架、仪表设备、仪表接线箱和仪表密封接头的仪表安全接地在现场通过框架直接与电气接地网连接；仪表的信号接地应在仪表控制机柜侧接至仪表信号接地汇流条上。所有仪表和控制系统的外露导电部分均实施保护接地。

2.8.8.7 仪表空气

本装置仪表用气量需约 300Nm³/h。仪表空气质量符合《石油化工仪表供气设计规范》（SH/T3020-2013）的有关要求。仪表气源是经过除湿、除油、净化处理的洁净空气，气源质量要求为：压力：≥0.7MPaG；温度：AMB；露点：-40℃（0.7MPaG）；含尘微粒：≯3μm；含油量：＜8ppm(w)；不含有害及腐蚀性气体；仪表空气贮罐后备时间为 30 分钟。

2.8.8.8 仪表伴热

根据需要，仪表及测量管线一般采用低压蒸汽进行伴热，低压蒸汽就近引自装置内工艺低压蒸汽系统，特殊情况也可采用电伴热。

2.8.9 采暖、通风及空调

（1）采暖

该项目建筑物设置采暖系统。采暖热媒采用 95/70℃热水，采暖热水由厂区换热站供给。

（2）通风

1）变电所的电缆室为排除室内余热，设置机械排风、自然进风系统。

2）厂房等为排除室内有害气体，设置通风系统。

3）房间通风量根据操作时产生的有害气体性质、散发量及允许浓度计算确定或按《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》SH/T3004-2011 规定的换气次数计算，排除余热的房间按设备发热量计算所需排风量。

（3）空调

变电所的配电室设置单元式空调机，空调系统采用环保型冷媒（如 R407，R410 等）。空调系统考虑设置隔声、减振、消声措施。

2.8.10 供热

蒸汽由东景生物一期 BDO 配套建设的热电站统一供应，从东景一期 BDO 项目引一路蒸汽管线至 GBL 装置界区，该项目需求蒸汽等级为：次中压饱和蒸汽：1.9~2.3MPa(G)，222℃；用于加热共沸物塔的 GBL 粗产品。低低压蒸汽：0.5MPa(G)，175℃，用于伴热和吹扫。

2.8.11 天然气供给

天然气来自距工厂 1.5 公里的西气东输乌达区天然气门站，主管压力 1.6MPaA，供应量和规格完全能满足该项目需要，从已有 PBAT 西侧的调压撬通过管道输送入工厂界区。

2.8.12 电讯和视频监控

在该项目界区内设置行政电话和调度系统，通过已建设的现场机柜间接入东景生物既有行政电话系统和调度电话系统。

为满足生产装置的检修、巡检人员的通信联络、系统设备调试服务以及事故的应急处理等，在该项目设置无线对讲系统。

在该项目界区内设置无主机扩音对讲系统，通过已建设的现场机柜间接入原东景生物厂内既有扩音对讲系统，以保障生产装置各操作岗位之间的通信联络。

该扩音对讲电话系统为双向通话，电源均取自 UPS 电源。

装置扩音/对讲系统与火灾报警控制器相连。当生产装置出现火灾报警事故时，扩音对讲系统可应用于事故应急广播。

项目在装置内设置工业电视系统，用于设备监控，对装置区、罐区、等区域进行连续的电视监视并录像，便于监控和处理突发事件，保证生产安全。系统主机及屏液晶显示器设置在中央控制楼内。

2.8.13 火炬系统

该项目 GBL 项目依托二期 BDO 项目已建火炬系统，其中 GBL 装置内火炬管道出界区设置有装置分液罐，在火炬塔下设置有总的一台分液罐和一台水封罐，该项目用一个 DN500 火炬头。二期 BDO 项目用一个 DN700 火炬头，火炬布置在一个塔架上。

火炬泄放量计算如下：

表 2-29：新建 GBL 装置安全阀最大泄放量

污染源	排放量		排放方式	排放条件		主要污染物排放量		泄放工况
	Nm^3/h	kg/h		温度 ℃	背压 MPaG	污染物	浓度 mg/Nm^3	
GBL 装置	1927	6200	间断		0.15	丁内酯、氢气		停电、火灾

表 2-30：已建 BDO 项目和已建 GBL 项目火炬主要泄放量

污染源	排放量		排放方式	排放条件		主要污染物排放量		泄放工况
	Nm^3/h	kg/h		温度 ℃	背压 MPaG	污染物	浓度 mg/Nm^3	
BDO 装置 1	83656	85000	间断	144.7	0.15	甲醇、丙醇、正丁醇		停电
BDO 装置 2	83656	85000	间断	144.7	0.15	甲醇、丙醇、正丁醇		停电
BDO 装置 1	70919	80100	间断	141.2	0.15	甲醇、丙醇、正丁醇		停水
BDO 装置 2	70919	80100	间断	141.2	0.15	甲醇、丙醇、正丁醇		停水
制氢装置	44399	23690	间断		0.15	氢气		停电
GBL 装置	1927	6200	间断		0.15	丁内酯、氢气		停电、火灾

根据设计单位提供的数据，依据（SH 3009-2013）《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》，多套工艺装置可燃性气体排放量叠加原则：

排放最大装置排放量的 100%与全厂其余装置排放量的 30%之和（质量流量）作为确定火炬高度和火炬安全区域的设计排放量。

每个排放系统在同一事故中的最大排放量，按影响系统尺寸最大的某个装置排放量的 100%与其余装置排放量的 30%之和，但不应低于该系统中两个不同装置最大单点排放的总量。

新建 GBL 项目依托火炬能力 170t/h，火炬能力折体积量为 167311 Nm^3/h，按两套 BDO 装置排放量加和确定。

依据 SH 3009-2013，对增加一套 GBL 装置后，对火炬排放量进行核算，停电为最大泄放工况，结果如下：

按质量：

85+（85+23.69+6.2+6.2）*30%=121.33 t/h，能力可满足。

按体积：2 套 BDO 叠加，2x83655.5=167311 Nm^3/h。

83656+（83656+44399+1927+1927）*30%=123229 Nm^3/h。

按上述数据，均在火炬泄放能力范围内，火炬可以依托。

火炬系统配设两套独立的点火系统，确保系统点火的可靠性。火炬头设高效、节能型长明灯，长明灯点火可以通过地面内传焰点火器手动点燃，也可以通过高空电点火装置点燃，点火方式可以为现场自动、遥控或者现场手动。

操作人员可在控制室 DCS 操作界面上，通过软按钮强制打开长明灯燃料气阀、高空点火枪燃料气阀，启动高空电点火装置强制点燃长明灯。

2.8.14 厂区道路和出入口

厂区道路采用环状式的网格布置形式，设计为城市型道路，道路的宽度为 9m 和 6m，道路转弯半径设置为 12m。

为保证工厂安全，防止与工厂生产无关的人员进入厂区，在厂区南侧设置高 2.2m 铁艺围墙与厂区原有围墙相连。该项目出入口均依托原有出入口。

2.8.15 中央控制室和机柜室设置

该项目 DCS 操作站布置在中央控制楼（已有建筑）的一层操作间内。

该项目现场机柜间依托原有现场机柜间，机柜间供一期已建 GBL 项目、拟建二期 GBL 项目（该项目）、PBAT/PBS 项目使用。该机柜间总共能放置 117 面机柜，上述 3 个项目分别各用 30 面机柜，剩余 27 面机柜的位置预留为以后扩充使用。

设备包成套控制系统（PLC）中央控制室设置于已建的中央控制楼内，在其预留的控制室内布置操作台、机柜、监视器、总线等。

2.8.16 化验室

化验室依托东景生物二期 BDO 的已建中央化验室。

该中央化验室面积约为 1000m²，由化学分析室，水质分析室，标液配制室，色谱室，精密仪器室，仪器室，加热室，药品室，天平室，更衣室，办公室等组成。

2.9组织定员

2.9.1 公司组织

内蒙古东景生物环保科技有限公司组织机构设置如下图所示。

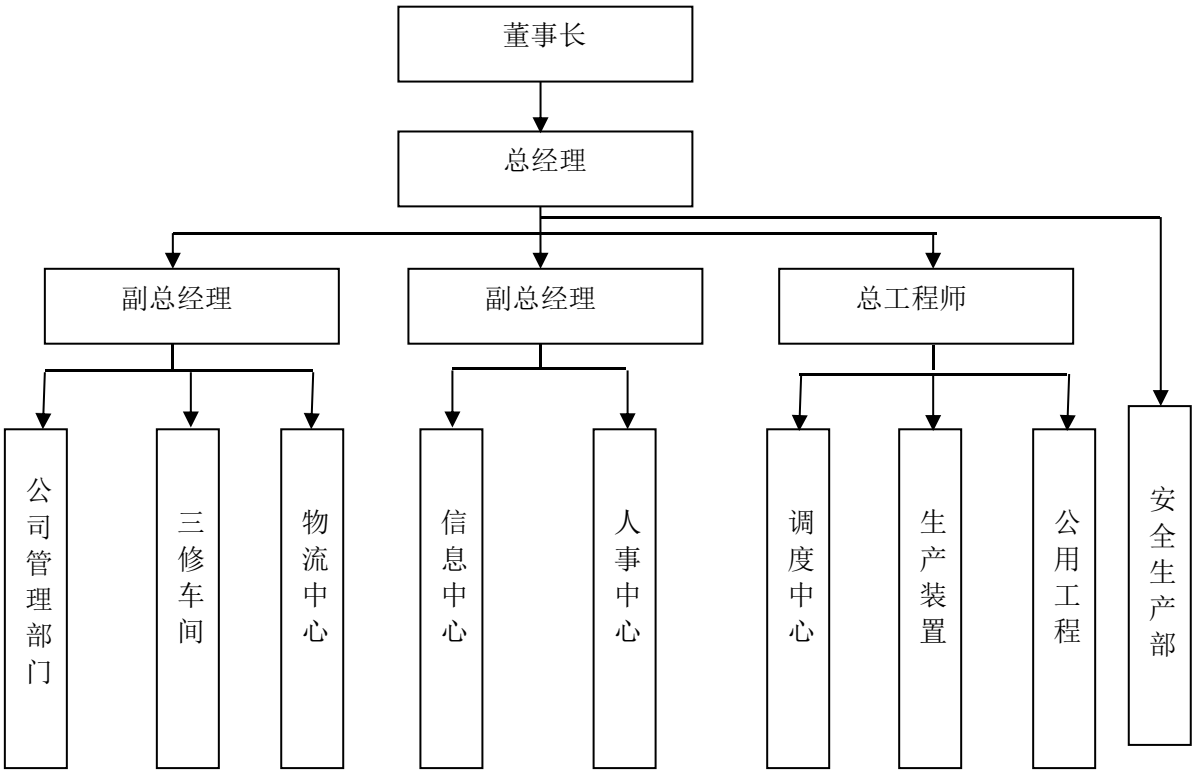


图 2-6：该公司组织机构图

2.9.2 装置定员

该项目按装置建制，管理人员一般为 8 小时工作制，生产岗位班制沿用 4 班 3 运转，每班 8 小时操作，年操作时间 8000 小时，本装置共需定员 78 人。

分类列表如下：

表 2-13：GBL 装置定员分类列表

序号	工序名称	每班定员（人）	操作班次	管理人员	合计

		生产工人	辅助工人			
1	GBL 车间	10	5	4	1	46
2	控制室	4		4	1	17
3	分析化验	2		4	1	9
4	班长：2 人，维修人员：2 人，装置管理人员：2 人					
5	合计					78

2.10 安全设施投资

该项目建设期安全设施投资占项目总投资概算的 8.5%，约 300 万元。

3. 危险、有害因素辨识结果

3.1物料危险、有害因素辨识结果

3.1.1 项目涉及的危险化学品的危险特性及理化性能指标

该项目主工艺生产中涉及的物料包括：1,4-丁二醇（BDO）、氢气、甲烷、γ-丁内酯（GBL）、四氢呋喃（废液中少量含有）、正丁醇（废液中少量含有≤36%）、氮[压缩的]。

其中属于危险化学品的包括：氢气、甲烷、氮[压缩的]。

该项目使用的催化剂为 Cu-浮石，其构成为 Cu 附着在二氧化硅上，常温常压状态下其本身不活跃，危险性较低。

根据《危险化学品目录（2015 版）》（以下简称“《目录》”），正丁醇、四氢呋喃为危险化学品。《<危险化学品目录>实施指南》中含量的解释“除混合物之外无含量说明的条目，是指该条目的工业产品或者纯度高于工业产品的化学品”、“主要成分均为列入《目录》的危险化学品，并且主要成分质量比或体积比之和不小于 70%的混合物（经鉴定不属于危险化学品确定原则的除外），可视其为危险化学品并按危险化学品进行管理”。正丁醇、四氢呋喃在《目录》中无含量说明，该项目中正丁醇（≤36%）、四氢呋喃（含少量四氢呋喃）均为水溶液，与水完全互溶，在水溶液中含量未达到 70%，故不辨识为危险化学品。

但是考虑到其在废水中，可能会由于蒸发等原因聚集，如果不能及时散发，可能引起燃烧或爆炸，因此在后面仍对其在公用工程中的危险性做分析。甲烷在氢气中 mol 百分比含量仅有 0.023 且未单独分离出来，因此不做单独分析。

表格 3-1：危险化学品辨识结果一览表

序号	类别	该项目涉及的化学品	辨识依据
1	危险化学品	氢气、甲烷、氮[压缩的]	《危险化学品目录》（2015版）
2	重点监管的危化品	氢气、甲烷	《首批重点监管的危险化学品名录》（2011版） 《第二批重点监管的危险化学品名录》（2013版）

序号	类别	该项目涉及的化学品	辨识依据
3	剧毒品	无	《危险化学品目录》（2015版）
4	高毒物品	无	《高毒物品目录》（2003版）
5	易制毒品	γ-丁内酯（第三类易制毒化学品）	《易制毒化学品管理条例》、《国务院办公厅关于同意将α-苯乙酰乙酸甲酯等6种物质列入易制毒化学品品种目录的函》（国办函〔2021〕58号）
6	易制爆化学品	无	《易制爆危险化学品名录》（2017年版）

表格 3-2：危险化学品分布

序号	危险化学品	存在的工序名称或设施
1	氢气	BDO汽化器、过热器、GBL反应器、粗产品分离器、甲烷化反应器和氢气压缩机、送往BDO装置的管道
2	甲烷	GBL反应器、甲烷化装置、送往火炬的管道
3	氮气	空压制氮站、氮气输送管线、氮气缓冲罐、储罐

该项目涉及的危险化学品各性能指标见表格 3-3。详细辨识过程见附录 2.1。

表格 3-3：该项目涉及危险化学品危险特性及理化性能指标

物质名称	危险化学品目录序号	危险类别	火灾危险性	爆炸极限（V/V%）	闪点℃	引燃温度℃	职业接触限值 mg/m³
氢气	1648	易燃气体，类别 1 加压气体	甲类	4.1～74.1	——	400	未制定
甲烷	2123	易燃气体,类别 1 加压气体	甲类	5.3~15	-188	538	未制定
氮	172	加压气体	戊类	——	——	——	未制定

此外该项目的原料 BDO 和产品 GBL 虽然不属于危险化学品，但其具有燃烧性，也具有较大危险性，其理化性质分别如下：

表格 3-4：相关物料理化性质一览表

名称	熔点 ℃	沸点 ℃	闪点 ℃	燃点 ℃	爆炸极限（V%）		火灾危险性
					上限	下限	
BDO	19	228	121	370	无资料	无资料	丙 $_B$
GBL	-45	204	93	455	16	1.4	丙 $_A$

3.1.2 危险化学品包装、储存、运输的技术要求

该项目涉及的危险化学品的包装、储存、运输的技术要求概述见表格

3-5，详细内容见附 2.1。

表格 3-5：危险化学品的包装、储存、运输的技术要求

序号	名称	包装要求	储存要求	运输要求
1	氢气	该项目不包装，存在于设备、管道中。应防止容器损坏、管道破裂及法兰连接泄漏。	该项目氢气不储存，存在于设备中，应防止超温、超压、泄漏等。	该项目中为厂内管道运输，防止泄漏、明火、高温、静电。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。
2	甲烷	该项目不包装，存在于设备、管道中。应防止容器损坏、管道破裂及法兰连接泄漏。	该项目不设甲烷储存设施。	该项目中为厂内管道运输，副产的少量甲烷排放至火炬进行燃烧。防止泄漏、明火、高温、静电。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。
3	氮	该项目中为厂内管道输送密闭输送。应防止泄漏事故发生。	该项目氮气由公司空压制氮站经管道输送至项目界区，不设储存。	该项目中为厂内管道输送，由空压制氮装置供给。须防止氮气标识不清楚、使用不当、泄漏等可能引发的人员窒息危害。

3.2 工艺过程危险、有害因素辨识结果

3.2.1 可能造成火灾、爆炸、中毒、灼烫事故的危险因素及分布

该项目可能造成火灾、爆炸、中毒、灼烫事故的危险因素及其分布如下：

表格 3-6：火灾、爆炸、中毒窒息、灼烫危险因素分布表

装置/场所	火灾	爆炸	中毒和窒息	高温烫伤	化学灼伤
GBL 生产装置区	√	√	√	√	√
罐区	√	√	√		√
装卸区	√	√			√

3.2.2 建设项目可能造成人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布

该项目在生产运行或检修过程中，还可能发生触电、机械伤害、高处坠落、车辆伤害等事故，以及高温危害、毒物危害和噪声危害。其它危险、有害因素分布见下表：

表格 3-7：其它危险、有害因素分布表

装置/场所	触电	高处坠落	物体打击	机械伤害	车辆伤害	起重伤害	噪声危害	毒物危害	高温危害
GBL 生产装置区	√	√	√	√	√	√	√	√	√
罐区	√	√		√				√	
装卸区	√	√		√	√				

工艺过程中可能导致的危险有害因素辨识过程详见附录 2.2。

3.3公用工程危险、有害因素辨识结果

公用工程设施主要包括供配电、建构筑物、给排水及消防、仪表及自控系统。其危险有害因素的分析结果如下：

供配电系统存在的主要危险有害因素有：火灾爆炸、触电、高处坠落和噪声等。

给排水及消防系统的主要危险有害因素有：爆炸、腐蚀、中毒、机械伤害、触电、高处坠落、淹溺和噪声振动等。

建构筑物可能存在的主要危险有害因素有：火灾爆炸、中毒和窒息、高处坠落、坍塌、物体打击等。

公用工程危险、有害因素辨识过程详见附录 2.2.4。公用工程危险有害因素的分布情况见表格 3-8。

表格 3-8：公用工程危险有害因素分布表

危险有害因素 / 装置或系统	火灾	爆炸	中毒和窒息	触电	车辆伤害	机械伤害	高处坠落	物体打击	化学灼伤	淹溺	坍塌	冻伤	噪声和振动
供配电系统	√			√									√
建构筑物	√		√				√	√			√		
给排水及消防		√		√		√	√		√	√			√
采暖通风系统	√		√	√									√
注：“√”表示存在。													

3.4作业环境危险、有害因素辨识结果

1、高温危害

该项目汽化器、反应器、过热器、产品塔等均为高温设备。在操作不当或设备管道出现泄漏、损坏时，高温介质外泄易造成操作人员烫伤、灼伤。长期处于高温环境下，将导致操作人员中暑、眩晕、操作失误等现象。

2、低温危害

该项目所在地乌海冬季寒冷，极端最低气温-32.6℃，如果防寒保暖措施不完善，工作人员会发生冻伤。人在低温环境中，反应灵敏度和动作灵活度都会有所降低，对安全生产不利。

如果设备不做好保温，不仅影响工艺过程，还可能发生冻裂、管线冰堵。

3、噪声危害

项目中有泵、压缩机等动设备运行时存在噪声危害。

4、高处坠落

在高于 2m 以上的平台或建构筑物上巡检、维护、维修作业时，若防护措施不力、不当，则有发生高处坠落的危险。

3.5重大危险源辨识结果

3.5.1 辨识依据

依据《危险化学品重大危险源辨识》进行辨识。

单元内存在的危险化学品为单一品种，则该危险化学品的数量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。

单元内存在的危险化学品为多品种时，按下式计算，若计算值大于等于 1，则定为重大危险源：

$$\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+\cdots\cdots+\frac{q_n}{Qn}\geq 1$$

式中：q_1，q_2...q_n——每种危险化学品实际存在量，t。

Q_1，Q_2...Q_n——与各危险化学品相对应的生产场所或贮存区的临界量，

t。

该项目涉及危险化学品重大危险源辨识的临界量见下表所示。

表格 3-9：危险化学品的临界量

物质名称	类别	临界量（t）
氢气	易燃气体	5

3.5.2 危险化学品重大危险源辨识过程

根据《危险化学品重大危险源辨识》的单元划分依据：

生产单元：危险化学品的生产、加工及使用等装置及设施，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。

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，仓库以独立仓库（独立建筑物）为界限划分为独立的单元。

本评价报告将此项目划分为 2 个评价单元，即：GBL 装置单元和 GBL 罐区单元。

1.GBL 装置单元

单元可能构成危险化学品重大危险源的主要物质为氢气，氢气存在于氢气管道、GBL 反应器等装置中（具体见表 3-10）。

根据可行性研究报告编制单位提供的数据，生产单元各设备及管道中氢气存在量如下：

表格 3-10：可能构成重大危险源的危险化学品的在线量

序号	设备名称	氢气质量（t）	备注
1	脱氢反应器	0.0066	
2	甲烷化反应器	0.00242	
3	副产物分离器	0.0021	
4	1#气-液分离器	0.0041	
5	2#气-液分离器	0.0041	
6	1#氢气缓冲罐	0.0053	
7	2#氢气缓冲罐	0.0023	
8	甲烷化气液分离罐	0.0023	

序号	设备名称	氢气质量（t）	备注
9	反应物气化加热器	0.0016	
10	反应物过热加热器	0.0007	
11	循环氢预热器	0.0021	
12	1#脱氢反应物冷却器	0.0010	
13	2#脱氢反应物冷却器	0.0010	
14	氢气换热器	0.0020	
15	甲烷化进料预热器	0.0016	
16	氢气冷却器	0.0015	
17	循环氢气风机	0.0009	
18	外送氢气压缩机	0.0038	
19	氢气管道	0.079	含界区内及装置间
20	合计	0.0929	

则该单元中危险化学品物料与临界量的累计比值之和：

0.0929/5=0.019＜1

因此，该单元不构成危险化学品重大危险源。

2、GBL 罐区单元

GBL 罐区中的物质为γ-丁内酯，根据《危险化学品重大危险源辨识》，γ-丁内酯不在可能构成重大危险源的物质之中，因此该单元不构成重大危险源。

3.5.3 危险化学品重大危险源辨识结果汇总

表格 3-11：危险化学品重大危险源辨识结果

单元	物料名称	存在部位及量	存在量（t）	临界量（t）	Σ（q/Q）	是否构成重大危险源
GBL 装置单元	氢气	装置区及管道	0.0929	5	0.019＜1	不构成
GBL 罐区	无 GB18218 所需辨识物质	——	——	——	——	不构成

根据计算结果，该项目不构成危险化学品重大危险源。

3.6重点监管危险化工工艺辨识结果

判定是否属于重点监管的危险化工工艺的依据为《首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116 号）（以下简称“116 号文”）和《关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3 号），下面将对该项目的工艺过程是否属于重点监管的危险化工工艺进行分析。

3.6.1 氧化工艺的判定

根据 116 号文氧化工艺的定义：“氧化为有电子转移的化学反应中失电子的过程，即氧化数升高的过程。多数有机化合物的氧化反应表现为反应原料得到氧或失去氢。”“涉及氧化反应的工艺过程为氧化工艺。”根据此定义，该项目的 1，4-丁二醇脱氢在反应过程中失去氢，**因此其生产工艺属于氧化工艺。**

3.6.2 重点监管的危险化工工艺特点的符合性

该项目的 1,4 丁二醇脱氢制γ-丁内酯属于氧化工艺，但是并非所有的氧化工艺都是重点监管的危险化工工艺，只有符合 116 号文中的重点监管危险工艺特点的才被判定为重点监管的危险化工工艺。下面我们根据 116 号文中列举的工艺危险特点进行分析：

（1）反应原料及产品具有燃爆危险性

反应原料 1,4 丁二醇及产品γ-丁内酯均为丙类物质，虽然可以燃烧，但是燃爆特性并不明显，与 116 号文中列举的氧化工艺的反应原料及产品相比，该项目的原料和产品的燃爆危险性非常弱，与列举的物质相差很远（列举的多数为甲乙类物质）。

（2）反应气相组成容易达到爆炸极限，具有闪爆危险

反应物气相为氢气，具有闪爆危险性，但是因为该项目反应温度 203℃～230℃、设计压力 0.6MPa（氢气的燃点为 574℃），是在密闭环境中进行，没有外加氧或氧化剂参与，正常情况并不“容易达到爆炸极限”，而 116 号文列举的氧化工艺在反应中同时存在两种物质，他们比例合适即可达

到爆炸极限。该项目工艺过程不具备此特征。

（3）部分氧化剂具有燃爆危险性，如遇高温或受撞击、摩擦以及与有机物、酸类接触，皆能引起火灾爆炸

1,4-丁二醇在该项目中即是氧化剂，又是还原剂，但是其氧化性很弱，属于丙类物质，不易引起火灾爆炸。

（4）产物中易生成过氧化物，化学稳定性差，受高温、摩擦或撞击作用易分解、燃烧或爆炸

反应产物中没有过氧化物及化学稳定性差的物质。

由上述分析可以看出，判定为重点监管的危险化工工艺条件为：反应物具有燃爆危险性、气相容易达到爆炸极限、氧化剂在某个触发条件下引起火灾爆炸、产物不稳定的特征，即参数控制不力的条件下，其自身反应会失控，引发燃烧或爆炸，并可持续进行。

而该项目均不具备这些特征。

3.6.3 氧化过程重点监管的参数控制的必要性

116 号文中对氧化工艺指出需要重点监管的参数包括：“氧化反应釜内温度和压力；氧化反应釜内搅拌速率；氧化剂流量；反应物料的配比；气相氧含量；过氧化物含量等”。

116 号文列举的反应均为放热反应，如果监控不力，温度急剧上升，同时也会致使压力上升，会导致反应失控而发生燃烧爆炸，所以温度和压力作为重点监管的参数。但是该项目需要在持续加热的条件下才能使反应进行下去，其反应自身并无使反应温度持续升高导致反应失控的动力，是吸热反应，该项目反应过程中需要监控温度和压力，与大部分一般化工工艺对温度和压力的监控要求相同。因此该项目的温度和压力作为反应过程的监控参数，不是 116 号文氧化工艺中需要重点监管的工艺参数。因为属于吸热反应，该项目反应过程也无需搅拌来散热；反应原料 1,4-丁二醇既是氧化剂又是还原剂，无其他强氧化剂存在；持续补入的反应物仅有一种（1,4-丁二醇），也不需要控制配比来降低反应速度；该项目工艺中气相物质无氧；工艺过程中也无过氧化物产生。

判定是否属于重点监管的危险化工工艺的目的，是为了找到重点监管的参数，对其反应过程进行控制，以防止反应失控，发生燃烧或爆炸事故。而该项目仅对温度和压力进行监控和调节即可，判定为重点监管的危险化工工艺无实际意义。

3.6.4 重点监管的危险化工工艺判定结果

《关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3 号），该项目工艺不属于新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺。根据《首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116 号），该项目工艺虽然属于氧化工艺，但是根据其原料和产品特性、工艺危险性判断不属于重点监管的危险化工工艺。

因此该项目不存在重点监管的危险化工工艺。

3.7 重点监管危险化学品辨识结果

根据《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）、《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》（安监总管三(2013)12 号）的规定进行辨识，该项目生产涉及到的物料中，**氢气、甲烷属于重点监管的危险化学品。**

4. 评价单元划分及评价方法选择

4.1 安全评价单元划分原则

单元是装置的一个相对独立的组成部分，所谓独立部分，一是指布置上的相对独立性，即与装置的其它部分之间有一定的安全距离，或由防火墙、防火堤等屏障相隔开；二是指工艺上的不同性，即一个单元在一般情况下是一种工艺。单元与单元的功能、含有的物质、存在的危险因素和有害因素、危险性和危害性、安全卫生指标均不尽相同，通过各评价单元危险性的比较，确定最危险单元来表征整个系统的危险性，从而提高了评价的准确性、降低采取对策措施的安全投资费用。

评价单元除考虑上述主要参数和因素外，还应遵循以下原则：

1）具有相似工艺过程的装置（设备）应划分为一个评价单元；

2）场所（地理）位置相邻的装置（设备）划分为一个单元；

3）独立的工艺过程可划分为一个评价单元。

工程不同的部位具有不同的危险特性，即使在同一工艺区域内，不同的部位其危险性也有所不同，因此，将危险性不同的部位划分为不同的评价单元，分别进行评价，从而使其安全措施更具有针对性。

4.2 评价单元划分结果

根据评价范围以及该项目的拟建位置选择、总平面布置、设备、设施情况，以及评价单元划分原则，将该项目划分为四个评价单元，详见表格 4-1。

表格 4-1：评价单元划分表

序号	单元名称	子单元名称
一	建设项目外部安全条件	——
二	总平面布置	——
三	生产工艺装置（设施）单元	——
四	公用及辅助工程	供配电工程子单元
		给排水及消防子单元

序号	单元名称	子单元名称
		仪表及自控系统子单元
		建（构）筑物子单元

4.3 采用的安全评价方法及理由说明

本建设项目的设立安全评价，选用安全检查表法、预先危险性分析法和事故后果模拟法进行评价。

1.安全检查表法（SCL）

安全检查表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。安全检查表不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患，还对各检查项目做出定性的判断，用于系统安全评价。另外，将安全检查表法应用于设立安全评价，可以依照与项目有关的法规标准制定安全检查表对该项目的《可研》进行检查，以确定《可研》提出的安全措施的完整性、正确性。从而使安全预评价提出有针对性的对策措施和建议。

2.预先危险性分析法（PHA）

该项目为新/改建设施进行预评价，采用预先危险性分析法可以对该项目可能存在的风险、可能发生的重大事故进行分析，提出具有针对性的安全对策措施，为项目安全设施设计以及将来正常生产管理提供参考依据。

3.事故后果模拟法

采用事故后果模拟法对氢气发生泄漏爆炸事故进行定量计算，以得出死亡半径，为合理进行有人场所的布置、应急逃生路线部署、以及应急物资摆放等提供参考依据。各评价单元选用的评价方法见下表。

表格 4-2：评价方法选择一览表

序号	单元名称	子单元名称	选用的评价方法
一	建设项目外部安全条件	——	安全检查表法
二	总平面布置	——	安全检查表法
三	生产工艺装置（设施）单元	——	预先危险性分析法 事故后果模拟法
四	公用及辅助工程	供配电工程子单元	安全检查表法 预先危险性分析法
		给排水及消防子单元	

序号	单元名称	子单元名称	选用的评价方法
		仪表及自控系统子单元	
		建（构）筑物子单元	

5. 定性、定量分析危险、有害程度的结果

5.1危险、有害程度定性评价结果

5.1.1 建设项目外部安全条件单元评价结果

依据《危险化学品安全管理条例》、《内蒙古自治区安全生产条例》、《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）、《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》、《工业企业总平面设计规范》、《化工企业总图运输设计规范》等规范的要求，采用安全检查表法对该项目外部安全条件进行了评价，共检查 69 项，均符合，该项目的选址、外部安全条件单元符合安全生产要求。

采用预先危险性分析对项目的自然条件进行了分析评价，由于地震、洪水、降雨导致的地基下沉等，可能造成建筑物破坏和设备基础断裂等事故的危险等级达III级（危险的）；不良地质构造未采取合理防护措施可能导致的建筑物破坏的危险等级为 II 级（临界的）。

具体评价过程详见报告第 6 章和附录 3.1.1。

5.1.2 总平面布置单元评价结果

依据《工业企业总平面设计规范》、《化工企业总图运输设计规范》、和《石油化工企业设计防火标准》的要求，运用安全检查表法对该项目总平面布置情况进行逐项检查，共检查 17 项内容，均符合要求。

可得出如下结论：

（1）该项目装置按工艺流程分区域布置，布置紧凑、功能分区合理，并与相邻功能区相协调。总体布局符合《工业企业总平面设计规范》和《化工企业总图运输设计规范》的要求。

（2）界区内设置有环形消防通道，宽度、净高度、转弯半径符合要求。

（3）各装置、设施、建筑的防火间距、耐火等级、抗震强度符合《石油化工企业设计防火标准》、《工业企业总平面设计规范》、《化工企业总图运输设计规范》等规范的要求。

（4）厂址所在地全年最小风频上风向为东北，新建设施的布置符合《工业企业总平面设计规范》的要求。

综上，该项目总平面布置单元能够满足安全生产的要求。

具体评价过程，详见报告附录 3.1.2。

5.1.3 生产工艺装置单元评价结果

通过预先危险性分析，各种原因导致物料泄漏引发燃烧爆炸的危险等级达III级（危险的），在设计中应对自控、联锁合理设计，运行过程中应加强维护、管理，预防泄漏事故、火灾爆炸事故发生。此外，物料泄漏可能导致的中毒窒息、公用系统故障、高温危害、触电、机械伤害、高处坠落、氮气窒息等的危险等级为 II 级（临界的）。

为防止事故的发生，本报告提出了相应的安全对策措施。在项目设计、投产运行时，设计单位和企业应遵循本报告提出的安全对策措施，防止此类危险和灾害的发生。详细评价过程见附录 3.1.3。

5.1.4 公用及辅助工程单元评价结果

5.1.4.1 供配电子单元评价结果

采用预先危险性分析法对供配电工程的危险、有害因素进行定性分析评价结果为：供配电系统存在的危险有害因素中，火灾爆炸的危险级别最高，为III级（危险的）；触电、高处坠落等危害的级别较低为II级（临界的）。

具体评价过程，详见报告附录 3.1.4。

5.1.4.2 给排水及消防子单元评价结果

1）预先危险性分析结果

采用预先危险性分析法对该子单元的主要危险有害因素进行评价，主要有机械伤害、触电、淹溺、高处坠落和噪声振动等危险，危险等级为II级（临界的）。

2）安全检查表检查结果

依据《建筑设计防火规范》（2018 修订版）（GB50016-2014）、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）等规范，编制了给排水及消防子单元安全检查表，共对 6 项内容进行了检查，结果表明，该项目按规范设置消

防系统，基本符合要求。灭火器的摆放地点、位置及数量应细化。在可研报告中未详细说明，后续阶段的设计或施工中应明确或细化。

具体评价过程，详见报告附录 3.1.4。

5.1.4.3 仪表及自动控制系统子单元评价结果

采用预先危险性分析法进行了评价，结果为因自控参数选取不足可能导致火灾爆炸/中毒窒息、因仪表安装不规范导致火灾、因仪表故障或控制系统联锁设计不完善导致爆炸的危险等级为III级（危险级），应设防范此类事故切实可行的措施和制度，设置安全防护设施和抢救用具，以有效避免此类事故的发生。

具体评价过程，详见报告附录 3.1.4。

5.1.4.4 建（构）筑物子单元评价结果

采用预先危险性分析法对建（构）筑物子单元进行了评价，结果为建构筑物可能存在火灾爆炸、中毒和窒息的危险等级为III级（危险的）；高处坠落、坍塌的危险级别为II～III级（临界的～危险的）；物体打击的级别较低，为II级（临界的）。

具体评价过程，详见报告附录 3.1.4。

5.2危险、有害程度定量评价结果

5.2.1 固有危险程度分析

5.2.1.1 具有爆炸性化学品的 TNT 当量计算结果

该项目不存在爆炸品，装置正常生产中可能发生爆炸的介质为副产品氢气、甲烷，氢气和甲烷存在于管道及设备中。原料 BDO 和产品 GBL 也具有燃烧爆炸性，主要存在于设备和储罐中。TNT 当量计算结果如下表。具体评价过程，详见报告附录 3.2.1。

表格 5-1：具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯的量

化学品名称	场所	存在量（t）	燃烧热（kJ/kg）	TNT 当量（t）
氢气	氢气管道、反应器、过热器等	0.0929	119918	0.098
甲烷	甲烷化反应器	0.0013	55460	0.0006

化学品名称	场所	存在量（t）	燃烧热（kJ/kg）	TNT 当量（t）
GBL	反应器、粗产品分离器、轻组分塔、产品塔、粗产品罐、产品罐等	1130	23359.3	233.6
BDO	BDO 原料罐、管道、气化器等	1012	6675.5	59.8

5.2.1.2 具有可燃性化学品的质量及全部燃烧后放出的热量

该项目设施中可燃物料包括：氢气、甲烷、BDO 和 GBL。其存在的质量以及全部燃烧后放出热量的计算结果见下表。具体评价过程，详见报告附录 3.2.2。

表格 5-2：存在量及燃烧热量计算结果

化学品名称	场所	存在量（t）	燃烧热（kJ/kg）	燃烧热量 E（kJ）
氢气	氢气管道、反应器、过热器等	0.0929	119918	1.11×10^{7}
甲烷	甲烷化反应器	0.0013	55460	7.21×10^{4}
GBL	反应器、粗产品分离器、轻组分塔、产品塔、班产罐、产品罐等	1130	23359.3	2.64×10^{10}
BDO	BDO 原料罐、管道、气化器等	1012	6675.5	6.76×10^{9}

5.2.1.3 具有毒性的化学品的浓度及质量

根据《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ230-2010），毒性是以急性毒性、扩散性、蓄积性、致癌性、生殖毒性、致敏性、刺激与腐蚀性、实际危害后果等 9 项指标为基础的定级标准。根据各项指标对职业危害影响作用的大小赋予相应的权重系数，依据各项指标的加权分值总和确定职业性接触毒物危害程度的级别。废液中含有少量丁醇、四氢呋喃，丁醇和四氢呋喃具有一定的毒性。具体评价过程，详见报告附录 3.2.3。

5.2.1.4 具有腐蚀性的化学品的浓度及质量

该项目不涉及具有腐蚀性化学品。

5.2.2 风险程度分析

5.2.2.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性

该项目在生产过程中涉及到的主要危险化学品为氢气，其特性为易燃

易爆，其工作环境为高温、高压，可能造成泄漏。

密封问题：生产装置中的设备、管线、阀门、法兰、垫片等密封不严，会发生泄漏。

材料问题：生产设备、管线等的制造、设计、安装、材料缺陷，腐蚀穿孔，会造成泄漏。

建筑结构问题：生产设备的基础不牢、框架损坏，可造成设备、管线泄漏。

由于环境腐蚀、振动、物料的化学腐蚀、磨蚀、老化、蠕变等原因导致泄漏。

输送泵、压缩机的动静密封发生磨损、老化。

压力容器、压力管道未按要求定期检测，超期使用，腐蚀严重，存在泄漏危险。

生产过程中工艺失控、违反操作规程导致超温、超压操作，造成物料泄漏，生产过程中的操作失误（如排污、排油等），造成大量物料泄漏。

装卸站台上的装卸接管和装卸设施。

在生产装置系统自身较高温度和压力作用下，装置系统发生泄漏。

应加强设备、管线、安全附件检验检测，及时更新，要加强巡检，发现问题立即处理，以确保装置安全运行。

5.2.2.2 出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件

该项目具有爆炸性、可燃性的化学品主要为副产品为氢气和甲烷，其具备可燃性和爆炸性，泄漏后遇着火源可能造成爆炸、火灾事故，被引燃或引爆（浓度在爆炸范围之内）。氢气的引燃温度为 400℃，爆炸极限为 4.1～74.1%。甲烷的引燃温度为 538℃，爆炸极限为 5～15%。

该项目的原料 BDO 和产品 GBL 均具有燃烧性。BDO 的闪点为 121℃，引燃温度为 370℃；GBL 的 BDO 的闪点为 93℃，引燃温度为 455℃，爆炸极限为 1.4～16%。在装置区的设备、管道发生泄漏时，以及罐区由于溢流、储罐腐蚀泄漏等情况下物料发生泄漏时，泄漏的物料被点火源引燃，可能

发生火灾爆炸事故。

5.2.2.3 有毒化学品泄漏扩散速率及达到人员接触最高限值的时间

该项目废液中含有少量丁醇、四氢呋喃，具有一定的毒性，可能造成职业危害。

5.2.2.4 发生火灾、爆炸、中毒事故造成人员伤亡的范围

该项目可能发生火灾、爆炸的化学品主要为氢气，其存在于生产装置和管道中，一旦发生泄漏与空气形成混合物，遇明火燃烧。采用中国安全生产科学研究院《CASST-QRA 区域定量风险评价软件》V2.1 进行计算，得到事故后果如下：

表 5-3：事故后果计算结果一览表

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)
氢气管道	管道完全破裂	闪火:静风,E 类	111	/	/	/
氢气管道	管道完全破裂	闪火:2.7m/s,D 类	82	/	/	/
氢气管道	管道完全破裂	闪火:3.75m/s,C 类	50	/	/	/
氢气管道	管道完全破裂	闪火:4.8m/s,C 类	44	/	/	/
氢气管道	管道完全破裂	云爆	22	37	63	30
氢气管道	管道中孔泄漏	闪火:静风,E 类	111	/	/	/
氢气管道	管道中孔泄漏	闪火:2.7m/s,D 类	82	/	/	/
氢气管道	管道中孔泄漏	闪火:3.75m/s,C 类	50	/	/	/
氢气管道	管道中孔泄漏	闪火:4.8m/s,C 类	44	/	/	/
氢气管道	管道中孔泄漏	云爆	22	37	63	30
导热油炉	容器物理爆炸	物理爆炸	4	7	12	5

具体评价过程，以及各种事故情形下的影响范围后果图详见报告附录 3.3.4。

5.2.2.5 个人风险和社会风险计算结果

通过采用中国安全生产科学研究院的《CASST-QRA 区域定量风险评价软件》V2.1 版进行了事故后果模拟、个人风险和社会风险值计算，计算结果与《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）规定的我国个人可接受风险标准值和社会可接受风险标准图对比，个人风险值均

处于标准规定的可接受范围之内，个人风险等值曲线未出厂界。



图 5-1：个人风险曲线计算结果

该项目对厂区内部和外部人员的社会风险均处于可接受范围。

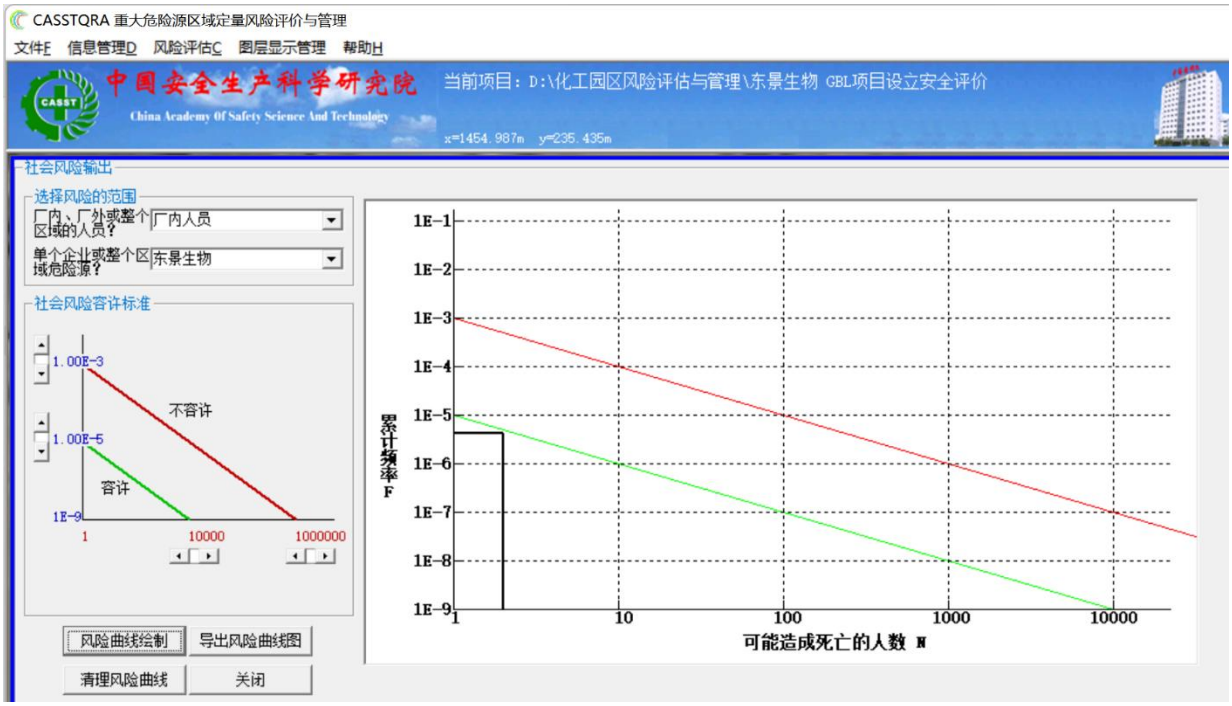


图 5-2：社会风险曲线计算结果（对厂内人员）

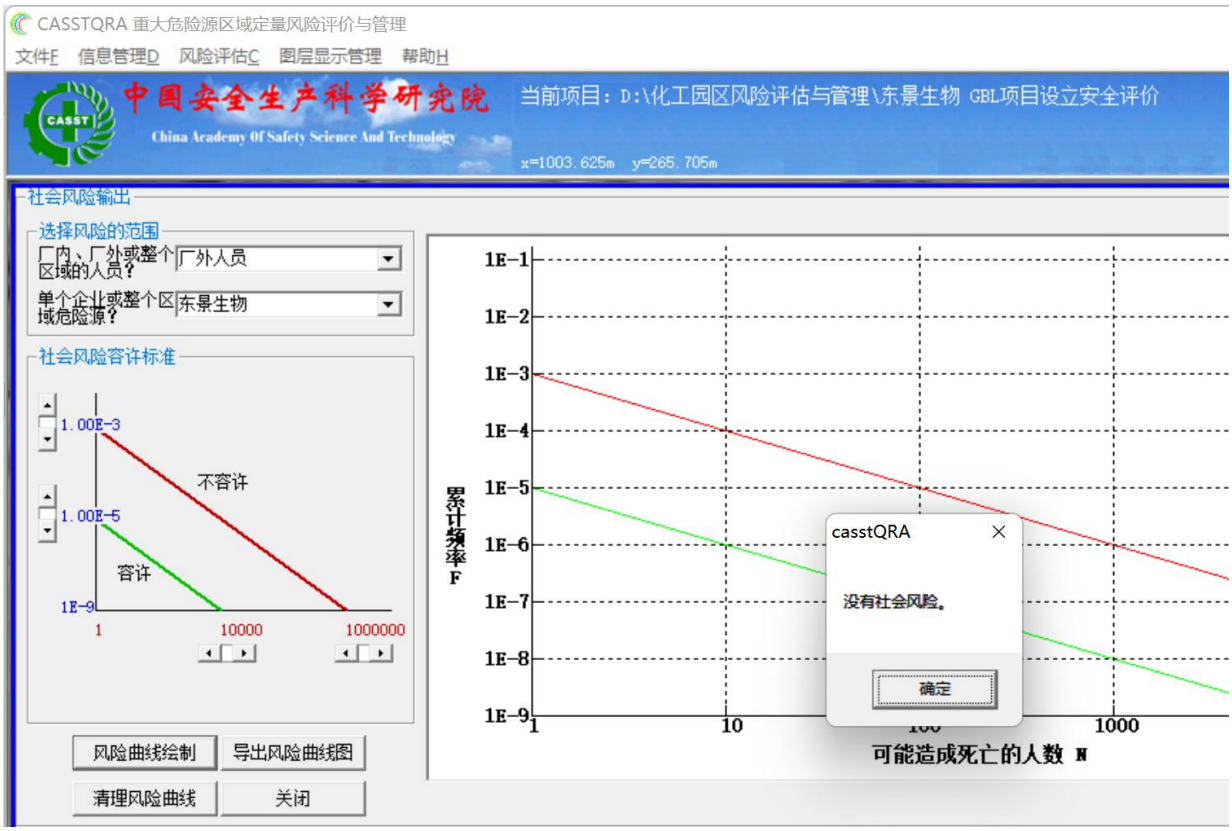


图 5-3：社会风险曲线计算结果（对厂外人员）

详细评价过程见本报告附录 3.3.5 节。

5.3 多米诺影响分析

多米诺效应的引发因素主要来自于三种事故情形，即爆炸冲击波、火灾的热辐射和爆炸抛射碎片打击，即发生初始事故后，其能量释放进一步造成周边设施发生二次事故（火灾、爆炸等）。

项目组采用中国安全生产科学研究院《CASST-QRA 区域定量风险评价软件》V2.1 进行定量风险分析，从事故后果模拟结果（本报告第 5.2.2.4 小节表 5-3）可以看出高压氢气管道发生云爆时，其多米诺影响半径为 30m；导热油炉发生容器物理爆炸的多米诺影响半径为 5m。

5.4 外部安全防护距离

依照《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 4.1 条：危险化学品生产装置和储存设施确定外部安全防护距离的流程：

1. 确定该装置或设施是否涉及爆炸物。

经确定该项目生产过程中不涉及爆炸物。

2. 确定该装置或设施是否涉及毒性气体或易燃气体，以及设计最大量是否超过《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中规定的临界量。如果设计最大量超过 GB18218 规定的临界量，其外部安全防护距离应依照定量计算结果确定。

经确认，该项目生产过程中涉及的易燃气体为：天然气（作为导热油炉的燃料）、氢气（副产物）。天然气和氢气的存在量均小于构成重大危险源的临界量。不涉及毒性气体。

3.根据上述分析，该项目的外部安全防护距离应满足相关标准规范的距离要求。即：要满足《石油化工企业设计防火标准》（2018 年版）（GB50160-2008）等标准的防火间距要求。本报告已在第 2.3.1 节进行了该项目外部设施间距符合性评价。详见表 2-1 和表 2-2 的内容。该项目外部安全防护距离满足要求。

6. 建设项目安全条件和安全生产条件分析结果

6.1 建设项目安全条件分析结果

6.1.1 产业政策符合性

该项目 2022 年 12 月 16 日已取得乌海市乌达区发展和改革委员会《项目备案告知书》（项目编号：2212-150304-04-01-444024），该项目生产装置系统所采用的工艺技术，不属于《产业结构调整指导目录（2011 年版）（2013 年修正）》中限制类和淘汰类项目。因此，项目符合国家及地方产业发展政策。

6.1.2 建设项目区域规划与选址的符合性

该项目规划于内蒙古东景生物环保科技有限公司预留建设用地内，该区域被规划为工业建设用地。

项目选址属于当地规划的工业园区并属于危险化学品生产贮存区域，符合当地区域规划的要求（见附件 4：《建设用地规划许可证》（乌海市规划局地字第 150304201900054 号）。

本报告根据《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008）、《建筑设计防火规范》（2018 修订版）（GB50016-2014）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）等法规和标准对建设项目选址进行了评价，得出以下结果：

（1）项目与周边的单位、居民、公路、电力线路等及周边的其他装置设施的间距，全部符合要求，项目周边环境详见表 2-1 和表 2-2。

（2）该项目选址不在风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区和其他需要特别保护的区域内；项目厂界北侧为无名山、西侧为五虎山。

（3）该项目 1000m 内无城市规划区、居民区、商业中心、公园等人口密集区域和学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施。与周边的公路、电力线路、与上下游装置设施的间距符合《建筑设计防火规范》、《石油化工企业设计防火标准》的要求。

（4）根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009），经过辨识

该项目不构成危险化学品重大危险源。

（5）该项目拟选址地区无不良地质条件。

综上所述，项目选址符合《建筑设计防火规范》（2018 修订版）（GB50016-2014）、《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）等法规和标准的要求。

6.1.3 该项目在安全方面对外部环境的影响

该项目氢气如果泄漏，具有燃烧和爆炸的可能，导热油炉发生物理爆炸也会造成较大影响，但该项目的主要事故影响范围均在项目用地附近，具体情况详见报告第 5.2.2.4 节。

该项目距离居民区在 1km 以外，不会对附近居民产生影响。

6.1.4 周边重要场所、生产经营活动和居民生活情况对建设项目投入生产后的影响

该项目 GBL 装置区西侧和北侧为该公司其他生产装置，其他装置西侧和北侧为荒山；GBL 项目南侧为园区道路，隔路南侧为沃尔特沟；东侧为该公司热电站，热电站东侧为居民区，与项目间距超过 1km，与该项目最近的企业在 2km 以外，该项目周围 1km 内无人员聚集场所。因此周边重要场所、生产经营活动和居民生活情况对建设项目投入生产后基本没有影响。

6.1.5 自然条件对建设项目投产后的影响

1）地震

本地区地震烈度为 8 度，存在地震灾害的可能性。发生地震，造成设备、管道等损坏，危险物质泄漏而引发火灾、爆炸、中毒等二次事故。

2）雷击

本地区年平均雷暴日为 25 日，避雷设施设计安装若有缺陷或其失效，遇雷电，可能造成雷击引起的氢气、汽油等燃烧、爆炸事故，或者造成作业人员伤亡事故。

3）高、低温危害

该项目所在地区极端最高气温 41.5℃，极端最低气温-32.6℃。夏季高温，作业人员长期在户外工作，可能发生中暑；冬季保温失效易造成循环水管线、消防管线、消防栓冻裂，引发漏水。

4）暴雨影响

如遇暴雨，厂区排水设施不畅，雨水可能会进入厂房，容易造成设备基础塌陷、设备损坏。

厂区北侧山体底部、厂区南侧均有排洪沟，如果排洪能力不能达到要求，山洪暴发时，可能造成厂区场地积水。

6.1.6 主要技术、工艺的成熟可靠性

该项目为 10 万吨/年 GBL 装置，脱氢反应器按单套 5 万吨/年来建设，此部分与该公司一期年产 10 万吨 GBL 项目工艺、设备相同（一期为 2 套 5 万吨/年装置），其差别之处在于该项目在脱氢之后的甲烷化、产品精馏等工序为一套设备。

该项目由 1,4-丁二醇制取γ-丁内酯的反应是在脱氢反应器中进行的，后续产品和其他成分分离原理均为精馏，利用各成分沸点不同通过精馏去除副产品和杂质的过程为成熟技术，已在化工行业使用多年。脱氢反应在设备规模和工艺上，与该公司已建的一期 GBL 项目相同。

目前该公司一期年产 10 万吨 GBL 项目已于 2022 年 10 月开始试生产，产出合格产品。一直运行平稳，在试生产期间未出现异常情况，由此证明该规模下的 GBL 生产装置工艺、技术成熟可靠。

6.1.7 依托原有条件的安全可靠性

该项目循环冷却水、生产水生活水、仪表空气、氮气（普通及高纯氮气）、火炬、消防、废水、冷冻水等依托东景 BDO 二期项目；脱盐水、天然气、蒸汽依托东景 BDO 一期项目；供配电依托厂区原有 35/10kV PBS 变配电所。

本报告在第 2.8.1 节对公用工程的供给量和使用量做了对比，具体情况见表 2-12，所有依托的公用工程都具有足够的富余量，本项目消耗量均以

最大量核算，剩余量均可满足该项目使用要求。

为确保上下游之间不会由于该项目用量增加引起互相影响，本报告在建议措施中提出了相应的建议，原则上按照此建议进行设计，将不会造成相互间的影响。

催化剂和废催化剂均桶装，存储于已建 BDO 综合仓库内，一期 GBL 催化剂也存在该库，因一期 GBL 和二期 GBL 催化剂不会同时填装，且装填前做好计划，购入后仅短暂存储，装填时间 5 天左右，不会超过一周，因此可以错峰使用，不会同时占用存储空间，仓库空间可以满足要求。一期和二期催化剂危险性相同，不会与周围其他存储物质相互禁忌，因此可以存储在此库内。仓库的要求本报告在第 8 章中提出对策措施。

火炬的依托数据在第 2.8.13 节有详细分析，在此不再重复。

6.1.8 安全条件论证结论

1）该项目符合国家和当地的产业政策和行业发展规划。

2）该项目位于乌达产业园，本区域可以生产、储存危险化学品，项目选址符合内蒙古自治区和乌海市的区域规划。

3）项目选址符合《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008）、《建筑设计防火规范》（2018 修订版）（GB50016-2014）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）等法规和标准的要求。

4）该项目与周边重要场所、区域及居民分布的安全距离符合要求。

5）充分考虑自然条件的影响，采取可靠的安全措施，可以降低其影响至可接受。

6）主要技术、工艺成熟可靠。

7）依托厂区原有水、电、消防等，其供应量充足，输送条件符合安全要求。

综上所述，该项目安全条件满足《危险化学品建设项目安全监督管理办法》国家安全生产监督管理总局令第 45 号规定，满足安全生产需要。

6.2建设项目安全生产条件分析结果

6.2.1 主要工艺和设备设施的安全可靠性

（1）该项目主要生产装置系统使用的主要设备，如固定床列管式反应器、粗产品分离器、轻组分塔、产品塔，以及各种容器、换热器、输送泵等，均为化工生产中通用的设备结构形式，设备、装置本身具有成熟、可靠性。

（2）该项目原料 BDO 和产品 GBL 均采用固定顶储罐储存，能够满足物料的理化性质要求、保证储存安全性。在严格控制液位、加强罐区设施的维护、加强装卸作业的前提下，可以保证装置的安全。

（3）各种设备、储罐根据物料和工艺要求，采用碳钢、不锈钢和合金钢等材质，能够满足相应的理化性质和生产工艺的要求。

6.2.2 设备设施与危险化学品储存的匹配情况

1）主要生产装置（设备）与危险化学品生产匹配性分析

该项目生产装置系统的各个设备设施，均根据生产能力、生产工艺、物料性能、稳定生产、操作控制等方面的要求，进行了选型。主要生产装置（设备）的选型除了应满足工艺过程所需的温度、压力、防腐、测量、传递等基本功能外，主要还要考虑物量（能力）条件。

项目拟选择的主要装置、设施、设备与生产过程匹配，能够满足生产的需要。

2）主要储存设施与危险化学品储存匹配性分析

项目生产装置和罐区通过中间储罐连接，原料和产品、副产品均采用储罐储存，储罐的储存能力与生产装置系统的生产能力相匹配，储存周期 12-13 天。项目原料和产品均通过管输的方式进出装置或设施，与生产过程匹配，能够满足生产的需要。

3）匹配性分析小节

由上述分析可知，该项目拟选择的主要装置、设施、设备以及物料的储存设施与生产过程较为匹配，能够满足安全生产的需要。

6.2.3 配套和辅助工程的安全可靠性

该项目的公用工程均依托该公司已建项目，在本报告第 6.1.7 节中，对依托原有条件的安全可靠性进行了论证，其结论为：“项目依托的公用工程能够满足该项目要求，与原有项目之间没有互相影响，满足安全及生产要求。”此处不再重复。

通过安全生产条件分析，该项目采用了比较先进、成熟、可靠的生产工艺和设备，在国内较先进水平，能够满足工艺设计、生产、检修、施工、消防和环保的要求，项目拟选择的主要装置、设施、设备、储存装置及配套和辅助工程与生产工艺和规模相匹配，能够满足安全生产的需要。

7. 可能发生的危险化学品事故预测

7.1该项目可能发生的主要的危险化学品事故、后果及对策

对该项目可能发生的主要危险化学品事故及后果进行预测，并提出相应的预防对策措施。详见下表。

表格 7-1：可能发生的主要危险化学品事故、后果及对策

潜在事故	危害后果	预防措施
火灾爆炸	设备损坏 财产损失 人员伤亡	1. 在设计阶段开展工艺危害与可操作性（HAZOP）分析，识别工艺危害，采取必要安全措施提高项目本质安全程度。 2. 设计中采用先进可靠的自动控制系统，保证操作参数在安全范围内。 3. 泵类等设备的设计选型应满足工艺要求，并采用质量可靠的产品。 4. 认真执行巡回检查制度，杜绝跑、冒、滴、漏现象。输送可燃物质的管道做电气连接并安装静电导除设施； 5. 对于负压操作的设备应确保密封的可靠性，防止空气进入系统； 6. 维修、抢修时动火，严格执行“六不动火”：没有批准动火证，任何情况严禁动火；不与生产系统隔绝，严禁动火；清洗、置换不合格，严禁动火；不把周围易燃物清除，严禁动火；不按时做动火分析，严禁动火；消防器材不到位，没有监火人，严禁动火； 7. 认真执行操作工六严格：严格进行交接班；严格进行巡回检查；严格控制工艺指标；严格执行操作规程；严格遵守劳动纪律；严格执行有关安全规定； 8. 防爆电气设备必须适应爆炸性气体环境的级别和组别，且具有国家指定机构的安全认证标志； 9. 定期检查报警仪、静电接地设施、避雷设施、消防器材，保证完好； 10. 操作时应避免铁器碰击，使用防爆工具操作；禁止穿戴铁钉鞋上岗；禁止穿戴化纤织品上岗；上岗前消除人体静电。机动车进入生产区必须戴防火帽； 11. 经常对突发事故应急救援预案进行演练，一旦发生火灾、爆炸事故，立刻启动应急救援预案； 12. 认真执行各项安全制度和操作规程，严禁违规操作； 13. 设备内作业前认真检测可燃气体含量，超过国家规定标准时，严禁入内作业； 14. 加强密闭作业，强制作业环境通风，使作业环境的可燃气体

潜在事故	危害后果	预防措施
		含量控制在爆炸下限以下； 15. 严禁将火种带进工作场所，配置“严禁烟火”警示牌。
中毒和窒息（THF、BDO等均为有毒物料；氮气、氢气为窒息性气体；受限空间作业时残余的有毒有害物质）	人员伤亡	1. 严格控制设备质量及其安装质量，消除泄漏可能性； 2. 在可能泄漏有毒物质的部位安装有毒气体检测报警仪； 3. 将生产中涉及化学品的危害特性，向作业人员进行告知，配备相应的安全防护用品； 4. 泄漏后应采取相应措施； （1）查明泄漏源点，切断相关阀门，消除泄漏源，及时报告； （2）如泄漏量大，应疏散有关人员至安全处； 5. 进入盛装过有毒介质的容器工作时要检测分析含氧量，以确定可否进入工作，并要有现场监护； 6. 检修作业时要彻底置换设备内的有毒物质含量，并进行氧含量检测，合格后方可作业，并要有人现场监护和抢救后备措施，作业人员要使用防护用具； 7. 严格按照《化学品生产单位特殊作业安全规程》（GB30871-2014）的相关要求进行作业； 8. 在特殊场合下（如在有毒物料场所抢救、急救等），要正确佩戴相应的防毒过滤器（空气呼吸器）和穿戴好劳动防护用品； 9. 设立急救点，配备相应的药品、器材； 10. 氮气管线应进行规范标识；针对氮气窒息危险开展员工培训；使用氮气后，需进入受限空间必须含氧量检测； 11. 加强作业环境通风置换。严格控制作业场所中有毒气体含量。
容器爆炸	人员伤亡 设备损坏	1. 为了防止压力容器爆破事故的发生，应严格执行有关压力容器、压力管道的安全技术监察规程和使用登记管理的有关规定； 2. 在订购压力容器前，应对设计单位和制造厂的资格进行审查，供货产品必须有“压力容器产品质量证明书”和制造厂所在地锅炉压力容器监察机构签发的“检监证书”；要加强对所购容器的质量验收，特别应进行容器水压试验等重要项目的验收； 3. 根据设备特点和系统的实际情况，制定每台压力容器的操作规程，操作规程中应明确异常工况的紧急处理方法，确保在任何情况下压力容器不超温超压运行； 4. 压力容器及其安全附件应处于正常工作状态，在运行中不能随意退出；各种压力容器的安全阀、压力表等安全附件应进行定期校验和排放试验； 5. 禁止在压力容器上随意开孔和焊接其他部件。
灼烫	人员伤亡	1. 严格按规范设计、制作设备和管道； 2. 杜绝违章操作，严格按规程操作；

潜在事故	危害后果	预防措施
		3. 健全安全防护设施，做好设备保温； 4. 加强设备管理，杜绝跑冒滴漏； 5. 正确佩戴劳动防护用品。

7.2同类生产、储存装置（设施）发生的事故案例的后果及原因

事故案例一：山东新泰联合化工股份有限公司“11.19”重大爆燃事故

2011年11月19日14时左右，山东新泰联合化工股份有限公司发生一起爆燃事故，造成15人死亡、4人受伤。依据有关规定，国务院安委会已对该事故的查处实行挂牌督办，查处结果将及时向社会公布。为深刻吸取事故教训，进一步加强化工企业安全生产工作，有效防范和坚决遏制类似事故发生，现将事故有关情况通报如下：

1、事故经过

2011年11月19日7时左右，操作人员发现作为装置换热载体的道生油储罐内压力偏高，怀疑位于四楼平台的道生油冷凝器泄漏。7时30分左右，三聚氰胺装置停车、道生油降温、在冷凝器气相入口和液相出口加装盲板后，由设备制造厂家对漏点进行焊接并经水压试验合格。为尽快完成维修任务，车间组织两个班的保全工和有关人员共19人（均为企业内部员工）在现场同时进行拆除冷凝器气相入口盲板和冷凝器封头复位作业。14时左右，维修人员在拆除盲板时发生爆燃，造成4人当场死亡、15人受伤，其后受伤人员中又有11人因抢救无效死亡。

2、事故直接原因

经分析，此次事故直接原因是：该公司在对三聚氰胺装置冷凝系统的道生油冷凝器进行紧急维修时，因操作不当，导致四楼平台道生油冷凝器壳程的打压用水灌入三层楼平台热气冷却器壳程内，与高温道生油混合后迅速汽化（道生油含联苯26.5%、联苯醚73.5%，当时器内温度为246℃），水蒸气夹带道生油从道生油冷凝器的进气口和出液口法兰间喷出，与空气形成爆炸性混合物，遇到点火源（可能是道生油喷出时产生的静电，也可能是人员撤离奔跑扔掉的铁质工具碰撞时产生的电火花）发生爆燃。

3、事故间接原因

（1）未制定相应的检修方案，没有流程和规范。

（2）开停车安全条件确认落实不到位，操作人员对可能遇到的危险有害因素未进行辨识，并未采取必要的应急措施。

（3）危险有害因素辨识和风险辨识不到位。

（4）对生产的设备检测维护不到位，未建立有效的设备管理程序。

4、事故教训

设备检维修是事故风险高管理难度大的重要作业环节，必须按照有关规定，切实严格安全管理。

（1）作业前要认真开展检维修作业风险分析，科学制定检维修方案.

（2）作业人员要全面了解作业相关的工艺、设备、电气、仪表、消防等方面的知识和措施。清楚相关物质的理化性质和危险特性。

（3）风险分析的内容要涵盖作业过程步骤。作业所使用的工具和设备。作业环境的特点以及作业人员的情况等，要根据风险分析的结果采取相应的预防和控制措施。

（4）消除或降低作业风险未实施作业前风险分析预防控制措施不落实。不得作业。

（5）注重高温介质的管理，高温介质泄漏可能导致灼伤，遇水可导致液态水迅速汽化，引发爆炸。相关化工企业必须按照国家有关标准规定，设置安全连锁、报警及自动控制系统。配置安全阀、防爆门、应急退油系统和防止高温道生油和导热油直接排大气的安全措施。防止导热油或道生油在装置内壁结焦、与禁忌物料混合的安全措施。

（6）提高本质安全水平严防高温载体泄漏引发火灾爆炸和灼烫事故，严格执行特种设备安全管理规定。压力容器、压力管道都属于特种设备在采购、安装、使用和维护的各个环节，必须严格遵守特种设备相关规定。

事故案例二：山西某化工厂压力容器爆炸事故

1、事故经过

2003 年 2 月 5 日凌晨 1 时 55 分，山西某化工厂三车间冷凝水闪蒸器

Nt112(以下简称 Nt112)发生爆炸事故，楼上当班职工柴某因操作室坍塌坠落至零米平面死亡。该设备处于停用状态，排水阀关闭，进水阀内漏，使压力逐渐升高，使其超压破裂发生爆炸。

2、事故原因

（1）该设备在停运期间，排水阀 F6 被关闭，进水阀严重内漏，当压力为 5.6MPa 的冷凝水不断流入 Nt112 时，压力逐渐升高，又不能排水泄压，致使其超压破裂，发生爆炸。

（2）冷凝水闪蒸器 Nt112，在停用关闭阀门 F1 的状态下与安全阀不相通，安全阀不能起到泄压作用，没能有效的防止事故发生。

（3）管理不严，职工违章关闭排水阀 F6，巡检不到位，交接班无记录，也未口头交接说明。

3、防范措施

（1）对安全阀设置不合理问题进行完善，并对其他工艺系统展开调查，发现问题及时整改。

（2）备用设备隔离措施要严密，针对备用设备隔离不严问题，必须加强设备检查和维护管理，对于生产过程中设备状态，要全面掌握，尤其是关键阀门的开关状态必须明确制度，必要时对开关阀门采取上锁措施。

（3）进一步完善监控仪表、仪器和设备。进一步研究深化、细化压力容器安全检查的办法，通过技术手段查找和处理事故隐患。

事故案例三：东营滨源化学有限公司“8.31”重大事故

1、事故经过

2015 年 8 月 31 日 23 时 18 分，山东东营滨源化学有限公司年产 2 万吨改性型胶粘新材料联产项目二胺车间混二硝基苯装置在投料试车过程中发生爆炸事故，事故造成包括该公司副总经理在内的 13 人死亡，混二硝基苯装置框架厂房完全损毁，相邻的周边其他建构筑物受到不同程度损坏。

2、事故原因

事故发生的直接原因是车间负责人违章指挥操作人员向地面排放硝化再分离器内含有混二硝基苯的物料，导致起火燃烧，大火炙烤附近的硝化

反应釜并引发爆炸。

同时企业在项目建设和试车过程中存在严重违法违规行为，是造成本次事故的重要原因。

3、经验教训

据参加事故调查的专家组组长、山东省化工研究院张雪峰研究员介绍，本次事故暴露出的主要问题有四个方面：

一是企业主要负责人法制意识淡薄，未经批准进行项目建设。山东滨源化学有限公司违反国家有关危险化学品建设项目的法律法规，在该项目未取得土地、规划、住建、安监、消防、环保等部门相关许可及审批手续的情况下，违法擅自开工建设。

二是不具备试生产条件违规组织试车。该公司2万吨/年改性型胶粘新材料联产项目主要包括混二硝基苯装置及配套废酸处理装置、煤制氢装置、苯二胺装置、苯二酚装置、硫铵装置及配套公用工程装置。事故调查中发现，事故发生时，仅建成了混二硝基苯装置，其余后续装置尚未完工，且混二硝基苯装置自动化控制设施还未配备齐全，仅具备温度远传显示功能。根据安全监管总局要求，该装置涉及危险化工工艺和重点监管的危险化学品，应装备紧急停车系统，但试车时该系统还未安装，紧急停车系统仪表柜仅为空壳。企业在相关人员的安全培训教育不到位（DCS控制操作人员只进行了12天的专业培训）、试生产管理组织机构尚未成立、试生产方案未组织审查、安全条件未组织确认等试生产条件完全不具备的情况下，不顾地方政府有关禁止新建危险化学品建设项目试生产的要求违规组织投料试车。

三是企业负责人违章指挥、强令冒险作业。从8月28日15时至29日24时，该企业先后两次组织进行投料试车，均因为硝化机温度波动大、运行不稳定而被迫停止。8月31日，企业负责人在上述异常情况原因未查明的情况下，再次强行组织试车，在出现同样问题停止试车后，又违规排放设备内反应物料，导致起火并引发爆炸。由于后续装置还未完工，事故发生前有多个外来施工队伍在生产区内施工、生活、住宿，造成事故伤亡扩

大。

四是企业安全生产责任不落实。滨源化学有限公司安全生产管理制度不健全，没有按照规定编制规范的工艺操作法和安全操作规程。对员工安全生产教育和培训不到位，各级人员缺乏必备的安全生产知识和技能，安全意识淡漠。企业为了追求经济利益，无视法律法规，最终酿成事故，教训极为深刻。

安全监管总局监管三司司长孙广宇认为，“8.31 事故”影响重大，教训惨痛，企业无知无畏，地方政府安全发展观念和红线意识不牢是事故发生的深层次原因，需要认真反思。孙广宇指出近年来我国部分地区招商引资准入门槛过低，导致区域内化工行业快速无序发展，化工专业技术人才与发展速度不匹配，成熟的化工管理人才和产业工人短缺，加之一些企业主要负责人法制意识淡漠，专业知识缺乏，企业安全生产主体责任很难落实到位；基层政府安全监管力量薄弱，缺乏懂专业的监管人员，执法不严，造成局部地区安全事故多发频发，全国其他地区应从中认真吸取教训，实现安全发展。

事故案例四：2018 年 3 月 12 日石化企业爆炸着火事故警示信息

一、事故情况

2018 年 3 月 12 日 16 时 14 分，江西九江一石化企业柴油加氢装置原料缓冲罐（设计压力 0.38MPa）发生爆炸着火事故，造成 2 人死亡、1 人轻伤。经初步分析，事故直接原因是循环氢压缩机因润滑油压力低而停机后，加氢原料进料泵随即联锁停泵，但因泵出口未设置紧急切断且单向阀功能失效，加之操作人员未能第一时间关闭泵出口手阀，反应系统内高压介质（压力 5.7MPa）通过原料泵出入口倒窜入加氢原料缓冲罐，导致缓冲罐超压爆炸着火。事故暴露出以下突出问题：一是事故装置建成于 1990 年，其加氢原料进料泵出口当时没有设置紧急切断阀，在后来多次改造中也没有进行完善，本质安全水平低，埋下安全隐患。二是设备设施维护保养不到位，未及时对泵出口单向阀进行检查维护，事故后拆检发现单向阀已失效。三是风险管控不到位，应用 HAZOP 等分析工具进行风险辨识、评估和管控

的能力不足，对加氢装置高压窜低压的危害认识不足。四是应急处置不到位。循环氢压缩机润滑油压低报警后，长时间未能排除故障，处理过程中引起润滑油压力低低联锁停机；循环氢压缩机停机后，未能第一时间关闭加氢原料进料泵出口手阀，切断高压窜低压的通路。

二、安全监管总局的相关要求

有关石化企业要针对该起事故暴露问题对相关装置进行对照检查，消除隐患，避免类似事故再次发生。一是立即开展同类装置专项安全隐患排查治理。要重点排查同时有高压低压系统的装置防高压窜低压措施采取情况、加氢装置进料泵出口紧急切断和联锁设置情况、同一企业同类装置新老设计不一样的情况，对存在安全隐患的要及时整改；相关设计单位要对已设计投产的同类装置进行梳理，发现原设计可能存在安全隐患的，要及时通报有关项目业主。二是提升安全风险管理水平。要强化设备设施维护保养，注意收集和获取各类设备设施的失效概率数据；要进一步提升应用 HAZOP、LOPA 等工具进行安全风险管控的能力，全面提升安全风险管理科学化水平。三是强化应急处置能力。要优化完善应急预案和应急处置卡，结合岗位开展应急技术技能专项培训，提高员工应急处置能力。四是认真吸取同类企业事故教训。1987 年 3 月 22 日，英国格朗季蒙思炼油厂加氢装置因高压分离器气体窜入低压分离器，导致低压分离器超压爆炸，继而发生大火，造成 1 人死亡，装置严重损坏，经济损失 7850 万美元。有关企业要广泛收集国内外同类企业发生的事故案例，深刻吸取事故教训，结合企业实际排查治理安全隐患，抓早抓小，防范事故于未然。

8. 安全对策与建议

8.1总平面布置及建构筑物安全对策措施

1. 压缩机厂房的钢结构应刷防火涂料，对施工质量进行监督，避免因施工质量不良导致防火涂料开裂、脱落等发生。

2. 氢气压缩机宜布置在敞开或半敞开厂房内，如果布置于密闭或半敞开式厂房时，应在厂房顶部采取通风措施，楼板部分应采用钢铬板。

3. 装置区应留有安全通道，设备间距满足正常操作、检修和疏散的安全要求，留出足够的间距。

4. 各装置钢框架平台的钢梯不少于 2 个，且最远处与疏散出口的距离小于 25m。

5. 架空管线、直埋管线与界区外沟道相接时，应在设计分界线处标明位置、标高、管径或沟道断面尺寸、坡度、坡向管沟名称、引向何处等。

6. 钢结构应按照 GB50160-2008（2018 版）第 5.6 节要求，采取耐火保护措施。

7. 生产场所、作业点的紧急通道和出入口，应设置明显醒目的标志，并配置应急照明；跨越厂内道路的管道处应设限高 5m 的警示标志。

8. 梯子、平台和易滑倒的操作通道地面应有防滑措施。

9. 根据《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB50914-2013）、《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB50453-2008）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年局部修订）及《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008），易燃易爆场所以及其它重要场所属于重点设防类，应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。该项目属于重点设防的建构筑物包括：变配电室、各主要生产装置等，应按要求进行抗震设计。

10. 生产装置、储罐区等应设便于人员疏散识别的风向标。

11. 装置区内的排气筒高度应结合附近 20m 平台、建筑物顶的高度确定。

12. GBL 的密度均重于空气，泄漏后易于在地面积聚，在空气流通不良场所泄漏时，GBL 蒸汽可能与周围空气形成爆炸性混合气体，因此 GBL 存在的场所的建构筑物尽量减少地下沟槽，如果必须设置，应填实。

13. 厂房的金属门窗，应采取静电接地及防止产生火花的构造措施；生产厂房、库房、配电室的门应向外开。

14. 在设计阶段应考虑设施布局，及操作的便利性。生产设施内部的设备、管道等布置应符合安全生产、检修、维护和消防的要求。

8.2生产工艺及设备、设施安全对策措施

8.2.1 工艺设施的建议措施

1．该项目进出界区的可燃气体（氢气等）、可燃液体（BDO、GBL、废料等）的管道，在装置的边界处应设置隔断阀和 8 字盲板。在隔断阀处应设置操作平台。

2．对于压力分界处存在高压倒窜的应设置紧急切断阀等本质安全技术措施；并应在 HAZOP 分析、LOPA 分析中予以危害辨识，在操作规程中明确相应风险控制要求；优化完善应急预案和应急处置卡，结合岗位开展应急技术技能专项培训，提高员工应急处置能力。

3．对于负压操作的设备应确保密封的可靠性，防止空气进入系统。

4．在非正常情况下可能超压的压力容器和设备应设置安全阀，具体设置要求应满足 GB50160-2008（2018 版）第 5.5 节要求。

5．应针对导热油系统设置熄火保护、温度控制、自动调节、超限报警和安全联锁功能，提高导热油系统的稳定性，并能够在温度超过允许值时能够紧急切断导热油的供电，并启动冷凝器降温。针对导热油系统的设计应严格按照《导热油加热炉系统规范》（SY/T 0524-2016）对材料、结构、炉管、耐火材料、隔热材料、炉体、燃烧器、膨胀罐、循环设备、管道系统、控制、仪表和安全保护单元的相关要求进行。并应在初步设计阶段开展导热油系统的 HAZOP 分析，识别和采取必要的工艺安全措施。

6．针对精馏装置系统，设置相应的自动控制、自动调节功能，包括塔

釜温度、液位、进料流量、温度，塔顶温度、压力、回流量等参数的监控、上下限报警等功能。

7．GBL 储罐、BDO 储罐应设置就地液位、温度指示，还应设置温度远传报警，设置远传液位计及高、低液位报警及液位高高、液位低低联锁功能。依托已建的 GBL 成品罐液位高报警和高高联锁的保护措施应结合已建 GBL 装置和此次新建 GBL 装置的给料进行合理的逻辑设置。

8．BDO、GBL 储罐等的进出料管道之间应采用柔性连接。

9．生产装置区、罐区，应根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》的规定，设置可燃气体检测报警仪，其安装数量、安装高度、保护半径等应符合规范的规定。检测报警装置应定期检验维护，确保完好。

10． 乌海地区属于温带大陆性气候，冬季极端气温可达-32.6℃，因此工艺管道和设备应做好防冻保温、伴热，防止管道、设备被冻裂泄漏。

11． 该项目原料 BDO 的凝固点为 19℃，在设计中要对 BDO 管线的保温、伴热做出详细设计，并应设计备用伴热源，确保不发生冻凝事故。

12． 管道、静设备和动设备应加强防止跑冒滴漏管理，防止介质泄漏。

13． 塔类等有坠落风险的设备设施应设置防护栏杆和踢脚板。

14． 工艺设备、管道还应考虑如下建议：

（1）防腐、保温、防振措施；

（2）爆炸危险区域内电气设备应符合防爆要求；

（3）所有转动机械应设置安全防护罩（网）。

15． 各可燃液体泵均应在出口管道上安装止回阀。

16． 在下一步设计阶段明确安全阀设置具体部位及数量。

17． 塔类等有坠落风险的设备设施应设置防护栏杆和踢脚板。

18． 下一步设计阶段应对设备和管道等留有充足的腐蚀裕量。

19． 要设计设备设施的检修隔离措施，设计物料吹扫置换流程，根据不同物料性质设计吹扫、置换介质。

20． 设计阶段应对非正常条件下，可能超压的设备应设置安全泄放装置。安全泄放装置的设定压力和最大泄放压力应以系统设计压力或最大允

许工作压力（MAWP）为基准，并应根据非火灾或火灾超压工况和安全泄放装置设置情况确定。

21. 关于管廊及公用管道的对策措施

（1）管廊如果双层布置，蒸汽、装置空气、氮气、仪表空气等公用物料管道宜布置在上层；该项目管廊搭载了蒸汽、天然气、氮气、水、污水、原料、副产品等，其布置方式应满足 GB50187-2012 第 8.1.9 条的要求。

（2）管线综合布置时，宜将管线布置在规划的管线通道内，管线通道应与道路、建筑红线平行布置。

（3）管道及其桁架跨越厂内道路的净空高度不应小于 5m。

（4）地上、地下管道不得穿越或跨越与其无关的工艺装置、系统单元或储罐组；在跨越罐区泵房的可燃气体和可燃液体的管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。

（5）管道的高点与低点均应分别备用排气口与排液口，并应设置在容易接近且考虑安全防护的地方。

（6）可燃液体管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。

（7）平行敷设的金属管道，其净间距小于 100mm 时，应每隔 30m 用金属线连接。管道交叉点净距小于 100mm 时，其交叉点应用金属线跨接。

（8）进、出生产装置的金属管道，在装置的外侧应接地，并应与电气设备的保护接地装置和防雷电感应的接地装置相连接。

（9） 为满足水压试验的需要，在管道的高点和低点宜由施工单位作临时性放空措施，在设计中不设永久性的放空措施。管道应尽量避免出现上、下袋形，当这种情况不可避免时，需在高点设置放空，低点设置导淋；

（10）管廊上可燃介质管道需要做静电接地，跨接线间距应符合相关标准要求，从管廊上引下，与接地极相连；

（11）管道的热补偿和温度应力计算，将按照温度和管道在整个使用期间所能出现的最高（或最低）温度的温度差作为计算基础。在考虑管道的热补偿时，尽量利用弯曲管段的自然补偿能力。为便于控制管道的热膨胀和温度应力，管道以固定点分段。补偿方式以自然补偿为主，需要时设

“π型”补偿器进行补偿；

（12）两根平行布置的管道，任何突出部位至另一管子或突出部或隔热层外壁的净距，不宜小于 25mm。裸管的管壁与管壁间净距不宜小于 50mm，在热（冷）位移后隔热层外壁不应相碰；

（13）管廊支架不得妨碍消防通道；

（14）蒸汽管道设计时应考虑动、静载荷及热应力，以及泄压措施；

22. 该项目燃料天然气由园区天然气管道送入，应按照 GB50028 要求设置截断、放散设施。特别是在东景生物围墙内要设置紧急切断阀，紧急切断阀应具有自动和手动切断功能。

8.2.2 非电气设备防爆设计建议措施

可能存在爆炸性气体环境的生产设施，除进行电气设备防爆设计外应进行非电气设备的防爆，在至少包括如下设施处设置阻火器：

（1）储罐的通气口或呼吸阀或气相连通管处。

（2）燃烧炉等燃烧设备的燃料气进口。

（3）反应器等并联设备系统、可燃气体或蒸气回收系统、可燃废气处理系统的单台设备或系统的气体和蒸气出口等设备进口；

（4）反应产生可燃气体、蒸气的反应器或容器，至大气或不耐爆炸压力的容器的出口；

（5）火炬燃烧设备入口；

（6）输送爆炸性气体的管道系统；

（7）进入爆炸性气体环境危险区域的内燃发动机的排气总管。

8.2.3 氢气系统的对策措施

除满足一般要求外，氢气系统的设计应满足《氢气使用技术规程》（GB4962-2008）的要求。特别是以下方面：

（1）在氢气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氢气系统。

（2）氢气管道禁止负压运行。

（3）氢气管道应采用无缝金属管道，禁止采用铸铁管道，管道的连接应采用焊接或其他有效防止氢气泄漏的连接方式。管道宜采用球阀、截止阀。管道之间不宜采用螺纹密封连接，氢气管道与附录连接的密封垫，应采用不锈钢、有色金属、聚四氟乙烯或氟橡胶材料，禁止用生料带或其他绝缘材料作为连接密封手段。

（4）氢气管道应设置分析取样口、吹扫口，其位置应能满足氢气管道内气体取样、吹扫、置换要求；最高点应设置排放管，并在管口处设阻火器。

（5）氢气管道及其连接的法兰间宜互相跨接和接地。氢气设备与管道上的法兰间的跨接电阻应小于 0.03Ω。

（6）氢气管道在管廊上敷设时，如果分层敷设，氢气应处于最上层，并与其他管道保持足够间距。

（7）室内排放管的出口应高出屋顶 2m 以上。室外设备的排放管应高于附近有人员作业的最高设备 2m 以上。

（8）氢气排放管应垂直设置，应有防止空气回流的措施，排放管应有防止雨雪侵入、水汽凝集、冻结和外来异物堵塞的措施。

（9）氢气系统中氢气中氧的体积分数不得超过 0.5%，氢气系统应设有氧含量小于 3%的惰性气体置换吹扫设施。

（10） 氢气区域应通风良好，保证空气中氢气最高含量不超过 1%（体积），采用机械通风时，进风口应设在建筑物下方，排风口设在建筑物上方。

（11）氢气有可能聚集处或可能泄漏处应设置固定式可燃气体检测报警仪，可燃气体检测报警仪应设置在监测点（释放源）上方或厂房顶端，其安装高度应高出释放源 0.5~2m，且周围留有不小于 0.3m 的净空。可燃气体报警仪覆盖水平平面半径应满足规范要求。

（12）氢气压缩机的出口应设置安全阀，压缩机不得使用皮带传动。

（13）氢气系统的排污建议设检测报警仪。

（14）放散的气体应经分液罐去除水分等之后排入火炬系统。

（15）进入火炬分液罐的管道应坡向分液罐，坡度不得小于 2‰，管道还应满足《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》（SH3009-2013）的其他规定。

（16）接触氢的设备和管道在采购安装时，应核对材料，严格按照安装要求安装。

（17）试生产用气来自 BDO 项目，生产正常后，采用 GBL 自循环氢气，不再使用 BDO 项目氢气。因此设备正常运行后，由 BDO 送入项目的氢气管道应实施可靠封堵。

8.2.4 电气装置安全对策措施

1. 所有电气设备外壳、配电装置和开关柜、金属架构、电缆桥架、金属箱罐和其他可能事故带电的金属物都应接入接地系统，其它电气设备及车间的接地也应满足《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）等相关规程、规范的有关规定进行设计。

2. DCS 系统应有可靠的 UPS 电源供电，UPS 系统电源故障应在控制室内设有独立于 DCS 之外声光报警。

3. 建（构）筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞应采用电缆防火封堵材料进行封堵，其防火封堵组件的耐火极限不应低于被贯穿物的耐火极限，且不应低于 1h。电缆敷设时，火灾报警系统及电缆封堵要对照标准同时设计施工。

4. 建（构）筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞应采用电缆防火封堵材料进行封堵，其防火封堵组件的耐火极限不应低于被贯穿物的耐火极限，且不应低于 1h。电缆敷设时，火灾报警系统及电缆封堵要对照标准同时设计施工。

5. 配电室、现场的电气设施和电缆等布设时应避开高温高湿、振动、腐蚀等不良环境，不能避开时，应采取预防措施。

6. 变配电室的门窗等应采取防护措施。全厂区内动力线路与照明线路应分设。配电室应设置防止雨、雪措施和小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等进入室内的设施。

7. 在电缆敷设完成后，应对所有贯穿楼板的电缆孔洞，所有高低压开关进行防火封堵。控制屏、保护屏、动力箱、端子箱、电缆竖井采用有效阻燃材料进行防火封堵。在电缆沟道分支处和进入建筑物的入口处、分支处应设立防火门或防火隔断。厂区部分的沟道每隔 100m 应设防火墙。

8. 电气控制箱和配电盘前后的地板应铺设绝缘板，配备绝缘手套、绝缘鞋、绝缘杆等。电气设备的外壳和电线的金属护管应设有接零或接地保护以及漏电保护器。

9. 易燃易爆场所设人体静电消除器。

10. 在爆炸危险区域范围内的电气设备，应按规范选用防爆电气设备。

11. 爆炸危险环境内，电气设备金属外壳、金属管线、铠装电缆的金属外皮等均应采用专业的接地线可靠接地，包括安装在已接地的金属结构上的电气设备及金属管线。

8.2.5 压缩机的建议措施

建议压缩机设置高位油箱用于应急，且做好油箱的伴热保温。

8.3公用工程的对策措施

8.3.1 氮气系统的对策措施

1. 该项目氮气依托已建 BDO 项目，为保证氮气的可靠供给，建议设置氮气缓冲罐；

2. 氮气管道应采取可靠的泄压措施。

3. 高纯氮气为开停工使用，原则上一期和二期 GBL 可以错开使用，但如果出现大面积停电（双电源此类情况极少见，但是如果发生则会引发严重后果），一期与二期 GBL 项目同时用高纯氮气的情况也会发生，应设计氮气缓冲罐或液氮等措施以防意外发生。

8.3.2 仪表及自动化控制系统安全对策措施

1. 在设计阶段，应进行工艺危害与可操作性（HAZOP）分析，根据分析结果采取相应措施，并根据分析结果确定是否设置 SIS 系统，以及 SIS 系统的具体要求。

2. 在设计阶段应对压力、温度、液位、流量等参数的设置情况进行详细设计，确保设置充足、必要的安全功能回路。

3. 在设计阶段应对各个仪表系统的故障开/关/保位的模式进行分析评估，确保故障模式下工艺系统处于相对安全的状态。

4. 该项目新增自动控制系统依托原有控制中心，且原料和产品储存以及大部分公用工程均依托原有设施，所以自动控制系统应考虑系统之间的相互联锁要求。同时，应在选型时充分考虑已建系统的兼容性。

5. 仪表空气的水露点应低于当地最低气温 10℃

6. 压力报警高限至少设置两级，第一级报警阈值为正常工作压力的上限，第二级为容器设计压力的 80%，并应低于安全阀设定值。

7. 自动控制装备应同时设置就地手动控制装置或手动遥控装置备用。就地手动控制装置应能在事故状态下安全操作。

8. 仪表的选型、采购应严格把关，生产中对仪表系统开展规范的维护保养，对于强检类仪表应严格按照周期进行定期检验。

9. 仪表系统的接地应按照《石油化工仪表接地设计规范》等要求进行规范设计。

10. 可燃气体和有毒气体检测报警系统的设置

（1）生产装置区、罐区等处可能释放可燃或有毒气体的场所应根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）的规定，设置可燃和有毒气体检测报警仪。

（2）检测报警仪的报警和联锁值、点位设置、数量、安装高度、保护半径等应符合规范的规定。检测报警装置应定期检验维护，确保完好。其供电电源应符合一级负荷对供电的要求。

（3）可燃气体和有毒气体检测报警信号应送至有人值守的现场控制室、中心控制室等进行显示报警。

（4）可燃气体二级报警信号、可燃气体和有毒气体检测报警控制单元的故障信号应送至消防控制室进行图形显示和报警。可燃气体探测器不能直接接入火灾报警控制器的输入回路。

（5）可燃气体或有毒气体检测信号作为安全仪表系统的输入时，探测器宜独立设置，探测器输出信号应送至相应的安全仪表系统，探测器的硬件配置应符合现行国家标准《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T50770 有关规定的要求进行设计和施工落实，并保持良好运行状态。

（6） 可燃气体探测器应选用带声光报警的探测器。

（7） 建立有毒、可燃气体报警器运行及维护管理制度和台帐，及时对报警信息核实并处理。

11. DCS 系统的建议措施

（1）严格依照《自动化仪表选型设计规范》、《信号报警及联锁系统设计规范》、《石油化工安全仪表系统设计规范》等标准规范要求进行自控系统的设计。

（2）设计中应结合工艺风险分析，采取有效的针对性工艺参数监测，对可能发生的危险工艺参数偏离及时准确监测，设置相应的安全报警或联锁保护措施，确保设施的安全运行。

（3）DCS 系统的调节阀门、切断阀等应设计为故障安全型。

（4）DCS 系统的供电应采用双电源，并应通过 UPS 供电。

（5）DCS 系统的机柜、电脑等电气设备，均应严格按照相关标准规范要求进行可靠接地。

8.3.3 给排水、循环水及污水处理系统的对策措施

1. 因工艺废水中含有少量的丁醇、四氢呋喃、未反应的 BDO 及其他可燃液体，因此，生产污水管道应按照 GB50160-2008 第 7.3.3 节要求，设置水封，水封高度不得小于 250mm。

2. 生产污水彻底与生活污水隔离，不能共用下水管道。

3. 污水处理厂的隔油池管道应设置水封，隔油池的池壁 5m 以内的水封井、检查井的井盖与盖座接缝处应密封，且井盖不得有孔洞。

4. 罐组内生产污水管道应设置独立的排出口，且应设置在防火堤外，在防火堤与水封之间的管道上应设置易开关的隔断阀。

5. GBL 装置内生产污水管道的支干管、干管的最高处检查井宜设排气

管，排气管设置应符合 GB50160-2008 第 7.3.7 条的规定。

6. 在对给排水、循环水及污水处理系统设计时，应考虑设置防止有害气体返窜回生产场所的措施。针对循环水可能受污染、工艺管线窜入污水管路等可能存在的危害应分析透彻，采取本质安全设计。

7. 污水处理系统中可能有硫化氢气体，建议设置硫化氢检测报警仪。

8.3.4 导热油系统的建议措施

1. 应设置导热油的膨胀槽、事故收集槽，防止冷态导热油升温后可能发生的满溢而导致事故；

2. 导热油炉应设置燃料压力低报警以及火焰检测和熄火保护，当导热油炉熄火时，停止燃料供应；

3. 在燃料气调节阀与导热油炉间设置阻火器；

4. 导热油进入生产设施的管道上应设置紧急切断阀；

5. 导热油炉系统应安装安全泄放装置；

6. 导热油系统应进行油温监测，并将油温与燃料系统联锁，当油温超温时可以调节燃料确保油温正常，但超温无法控制时，紧急切断燃料供应；

7. 导热油系统应设置导热油流量检测及控制措施，确保输送给生产系统的导热油保证生产正常进行；

8. 采用的导热油应避免与生产过程物料为禁忌物，防止因导热油泄漏引发事故；

9. 导热油管道应设计充足的腐蚀裕量；

10. 定期对导热油进行油质化验，防止导热油老化变质；

11. 如果导热油由于超温或老化结焦积碳应及时清理；

12. 导热油站应设置可燃气体报警设施，报警可就地显示以及具有远传功能；

13. 导热油储罐、导热油输送泵周围应设置防止导热油外溢的措施；

14. 导热油储存、加注过程中，应防止水分进入导热油中，避免导热油沸溢；

15. 导热油炉的其他要求应符合《导热油加热炉系统规范》（SY/T0524-

2016）规定。

8.3.5 天然气供给的建议措施

该项目导热油用天然气加热，对于天然气提出以下建议：

（1）厂内天然气管道应架空敷设。

（2）天然气管道进入导热油炉前设置紧急切断阀，紧急切断阀应设置为手动和远程操作两种方式。

（3）应与导热油炉之间设置有效的隔断措施。

（4）管道上应安装低压和超压报警及压力低低联锁，防止导热油炉熄火。

（5）带热油炉前燃气主管路上，应当设置放散阀，其排空管出口必须直接通向室外。

（6）应在天然气管道适当位置设置放散管，以便检修及事故放散，放散管前设置阀门。

（7）放散管口应高出管道、设备和走台 4m，应高出导热油炉屋脊 2m 以上，并应使放出的气体不致窜入邻近的建筑物和被通风装置吸入，且应距离地面不小于 10m。

（8）放散管管口应采取防雨、防堵塞措施。

（9）天然气管道应设置氮气吹扫，用于开停工。

（10）如果与其他管道共同架空敷设时，应满足相关要求规定。

（11）管道应涂防锈漆。

（12）在燃气、空气的混气管路与燃烧器之间应设阻火器。

（13）每个燃烧器的燃气接管上，必须单独设置有启闭标记的燃气阀门。

（14）管道在道路上方通过时，与道路的垂直间距应满足标准要求。

（15）管道尽可能采用焊接，减少法兰连接。

（16）管道经过道路上方时，不得设置阀门、法兰、螺纹接头、填料的补偿器等。

（17）根据管道长度考虑是否设置热力补偿措施，防止管道伸缩引发

泄漏。

（18）项目方案中未给出燃气管道的走向，设计时应注意燃气管道不应穿过与其无关的建构筑物。

8.3.6 冷冻站安全对策措施

1. 为保证冷量足够，应设置出水温度高报警、流量低报警；

2. 应确保压缩机的润滑系统正常供给润滑油，设置润滑油油位低报警、油温高报警；

3. 定期更换润滑油，防止润滑油老化；

4. 采取防止噪声和振动的措施。

8.3.7 消防系统的对策措施

1. 该项目新增移动式灭火器应设置稳固，其铭牌必须朝外，按照灭火器保护半径进行合理摆放。

2. 手提式灭火器宜设置在挂钩、托架上或灭火器箱内，其顶部离地面高度应小于 1.50m；底部离地面高度不宜小于 0.15m。

3. 灭火器不应设置在潮湿或强腐蚀性的地点，当必须设置时，应有相应的保护措施。设置在室外的灭火器，应有保护措施。

4. 应该按照国家有关规定设置消防安全标志。

5. 储槽区的消火栓应设在防火堤外。

6. 消防给水管网应采用环状管网，其输水干管不应少于两条。

7. 建筑物的每个防火分区应按照规范要求设置疏散楼梯和安全出口。

8. 泡沫液储罐宜采用耐腐蚀材料制作，且与泡沫液直接接触的内壁或衬里不应对泡沫液的性能产生不利影响。

9. 常压泡沫液储罐内应留有泡沫液热膨胀空间和泡沫液沉降损失部分所占空间。

10. 泡沫液储罐出液口的设置应保障泡沫液泵进口为正压；储罐上应设置出液口、液位计、进料孔、排渣孔、人孔、取样口、呼吸阀或通气管。

11. 泡沫液储罐上应有标明泡沫液种类、型号、出厂与灌装日期及储量的标志。

12. 机柜间及配电室等涉及电气和仪表的位置建议配备二氧化碳灭火器。对员工进行二氧化碳使用的培训，防止使用过程窒息。

8.3.8 防雷防静电措施

1. 工艺装置内建筑物、构筑物的防雷分类及防雷措施应按《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）的有关规定执行。

2. 防雷接地装置的电阻要求应按《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）的有关规定执行。

3. 工艺装置内露天布置的塔、容器、储罐等防雷应按照《石油化工设计企业设计防火标准》第 9.2 节相应要求进行规范设计。

4. 工艺设备、储罐、管道系统等的静电接地建议严格按照《石油化工静电接地设计规范》（SH/T3097-2017）等标准规范要求进行设计。

5. 防雷防静电设施安装完毕后，必须按规范要求委托具有资质的防雷防静电设施检测机构对其进行测试，以检测其是否能满足规范的电阻值的要求。

6. 对爆炸、火灾危险场所内可能产生静电危险的设备和管道，均应采取静电接地措施。

7. 静电接地体的电阻值应符合标准要求。

8.4 重点监管的危险化学品的对策措施

1．该项目氢气、甲烷为重点监管的危险化学品，应按照《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）要求进行管理。

2．该项目生产装置系统涉及到重点监管的危险化学品氢气和甲烷，须由具有甲级资质的化工行业设计单位进行设计。

3．上述重点监管的危化品存在的场所，应按照要求设置通风、报警、监测和监控等措施，根据其危险特性在工艺上进行控制，防止泄漏。

4．为操作人员配备相应的防护用品。

5．满足涉及的重点监管危险化学品的一般要求：

（1）操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。

（2）密闭操作，可能聚集氢气的工作场所应设置排风。配备两套以上重型防护服。

（3）在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备。

（4）装置区和罐区远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。

（5）应配备泄漏封堵工具以及防爆检修工具。

8.5特种设备安全对策措施

1. 压力容器、压力管道的设计及制造严格执行《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）、《工业金属管道设计规范》（GB50316-2000，2008年版）及其它有关的标准规范。

2. 必须选择有资质的单位设计、制造、采购、安装、检测压力容器等特种设备（包括安全附件）。

3. 压力容器等特种设备，应按《特种设备安全法》、《特种设备安全监察条例》、《压力容器安全技术监察规程》等有关规定进行压力容器或特种设备的登记工作，办理使用证等相关手续，加强使用前和运行后的检验、检测及运行管理。

4. 登记标志的放置位置应当符合有关规定。

5. 依据《特种设备安全法》第39条，建设单位应当对其使用的特种设备进行经常性维护保养和定期自行检查，并作出记录。

6. 建设单位应当对其使用的特种设备的安全附件、安全保护装置进行定期校验、检修，并作出记录。

7. 建设单位应建立特种设备台账和安全技术档案。

8. 特种设备安全管理人员、检测人员和作业人员应当按照国家有关规定取得相应资格。

9. 针对特种设备管理，当建立岗位责任、隐患治理、应急救援等安全管理制度，制定操作规程，保证特种设备安全运行。

8.6施工安全措施

1. 此项目在留地内建设，周边有很多已经运行中的装置，建设单位必须督促施工单位制定切实可行的安全施工措施和异常情况下的应急预案并组织相关单位人员学习和演练。

2. 必须划定施工范围，采用物理围挡，防止施工人员进入生产区，在运行的生产装置附近施工时严禁项目施工超越范围动火作业。

3. 建设单位和施工单位必须有专人负责现场安全监督检查工作；要有各一名领导分工负责施工安全管理工作。

4. 进入现场的各参建单位的人员必须进行安全教育和安全培训，经考试合格后方可进入现场作业。各焊、电工、起重工等特种作业人员都必须持证上岗。

5. 对工程量大或动火作业频繁并接近易燃易爆的生产运行区域的施工项目尽量安排在生产装置停工大检修时进行；在施工进行中如周边已经运行的项目发生异常泄漏等情况下，应及时停止施工作业。

6. 在爆炸危险区域动火，应有事故预案，必要时要有消防队安排消防车和现场配备足量灭火器配合施工，确保施工安全。

7. 在易燃、易爆环境中工作时，电焊机用的接地线应绝缘良好，就近接地。严禁接地线接在生产设备、管道上以及与其相连接的钢结构上。

8. 高处用火应采取遮挡措施，防止火花四溅。应对地沟、阀门井、排污井等以及低层的设备、管道、阀门、仪表等采取遮挡或封闭措施。

9. 进入地沟等受限空间内进行施工或测量时，应先检查是否含有易燃、易爆、有毒、有害气体，经检验合格并配备足够的照明方可进入。作业时，应设专人监护。应制定有限空间作业相关规定，并按规定执行。

10. 在接入已有设施的施工时，必须经上下游相关部门同意并取得其配合。

8.7事故应急救援建议措施

1. 在该项目正式投产前，项目单位应当根据《生产安全事故应急预案

管理办法》（安监总局令第 88 号）和《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）等有关法律、法规的要求，编制应急救援预案。

2. 该项目应急演练时，应邀请周边项目人员参加演练。

3. 建设单位应当采取多种形式开展应急预案的培训、教育，普及生产安全事故预防、避险、自救和互救知识，提高从业人员安全意识和应急处置技能。使有关人员了解应急预案内容，熟悉应急职责、应急程序和岗位应急处置方案。

4. 建设单位应当制定本单位的应急预案演练计划，并组织演练。试生产开车前，应进行联合演练。应急预案演练结束后，应当对应急预案演练效果进行评估，撰写应急预案演练评估报告，分析存在的问题，并对应急预案提出修订意见。

5. 应急预案应当至少每三年修订一次，预案修订情况应有记录并归档。

6. 生产经营单位应当及时向有关部门或者单位报告应急预案的修订情况，并按照有关应急预案报备程序重新备案。

7. 应急物资、器材、个体防护装备的配备，应结合该项目新建设施的危险性和作业人员的作业点位、应急预案的要求进行配置，应急器材柜应设置在本项目区域，确保紧急情况时能够有效使用。并建立使用状况档案，定期检测和维护，使其处于良好状态。

8. 建设单位发生事故后，应当及时启动应急预案，组织有关力量进行救援，并按照规定将事故信息及应急预案启动情况报告安全生产监督管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门。

8.8安全管理对策措施

1. 企业应建立健全安全生产责任制、安全生产规章制度、安全操作规程及检维修规程内容，并予以落实。

2. 特种作业人员应经过专门培训，培训合格，持证上岗。

3. 对其他相关人员进行培训，使其了解本岗位的风险，掌握操作方法及应急措施。

4. 建立各种安全设施和特种设备、作业人员等的台账，通过信息管理，及时掌握安全设施运行、检测检验、维护管理情况。

5. 及时对报警信息核实并处理。

6. 企业应建立健全仪表检查、维护、使用、检定等各类台账及仪表巡检记录。

7. 仪表调试、维护及检测记录齐全，主要包括：

（1）仪表定期校验、回路调试记录；

（2）检测仪表和控制系统检维护记录。

8. 控制系统管理应满足以下要求：

（1）控制方案变更应办理审批手续；

（2）控制系统故障处理、检修及组态修改记录应齐全；

（3）控制系统建立有应急预案。

9. 企业应建立安全联锁保护系统停运、变更专业会签和技术负责人审批制度。联锁保护系统的管理应满足：

（1）联锁逻辑图、定期维修校验记录、临时停用记录等技术资料齐全；

（2）应对工艺和设备联锁回路定期调试；

（3）联锁保护系统（设定值、联锁程序、联锁方式、取消）变更应办理审批手续；

（4）联锁摘除和恢复应办理工作票，有部门会签和领导签批手续；

（5）摘除联锁保护系统应有防范措施及整改方案。

10. 除依托本公司BDO项目的公用工程外，罐区、管廊等均为几个不同项目共用、互相依托或相邻建设，其产权关系复杂，物质繁多，其中含包含众多危险化学品品种，因此在管理上，应明确各自界限，界定清楚管辖范围，责权明晰，了解相互间的影响，必要时，应进行标识，并指定边界管理责任人，防止出现管理空白。避免因一个项目发生事故导致周边受到影响。特别是分期建设中，应了解前期工程的各类埋地管线位置、流向、介质，避免因施工误操作造成事故。

11. 安全技术资料档案应长期存档，为后续安全管理提供基础信息。

12. 劳动防护用品的管理、配发，必须选用取得国家指定机构颁发的特种劳动防护用品生产许可证的企业生产的产品，产品应具有安全鉴定证。劳动防护用品应定期进行检验，不合格的应及时更换。

13. 应按照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）的规定，提取足够的安全生产费用。

14. γ-丁内酯虽然不属于危险化学品，但其蒸汽与空气能形成爆炸性混合物，且爆炸极限较低。此外，1,4-丁二醇也为可燃液体，具有发生火灾的危险性。因此，应建立相应的管理制度，防止设备跑冒滴漏，防止γ-丁内酯和 1,4-丁二醇泄漏导致燃烧或爆炸事故。

15. 项目的后续设计、生产运行中，应按照《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》 应急[2019]78 号的相关要求进行落实。

16. 安全管理人员的配备数量、专业及学历、工作经历的要求应满足《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》（应急[2019]78 号）以及《危险化学品企业重点人员安全资质达标导则（试行）》（应急危化二[2021]1 号）的要求。

17. 因该项目涉及“重点监管的危险化学品”，新入职的主要负责人和主管生产、设备、技术、安全的负责人及安全生产管理人员必须具备化学、化工、安全等相关专业大专及以上学历或化工类中级及以上职称。

18. 检修过程中的安全措施

（1）检修安全措施中应严格按照 GB30871 要求执行。

（2）在检修时从事危险作业前，应从人员、工艺、物料、环境、设备等方面进行全面的风险分析，并制定安全措施，办理作业许可证方可作业。

（3）检修前，检修项目负责人应详细检查现场，制定相应的检修方案。

（4）建立健全检修消防安全制度，如：各项动火、检修、现场监护等管理制度，严格审批手续。

（5）对于可能聚集可燃气体或可能会发出可燃气体的地下沟槽、下水管道等按照受限空间管理。

（6）在动火作业前，应做动火风险分析，并按规定办理动火证，经批

准后方可作业。设备、管道检修时应将设备内物料置换、吹扫干净，经检测合格后方可作业。作业时应设置监护人员，佩戴好相应的防护用品。

（7）在检修现场应设置安全界标或栅栏，并有专人监护，非检修有关人员禁止入内。

（8）固定动火区与生产区要采取防火分隔措施，配备必要的消防器材和保护措施。

（9）高处检修作业应采取安全措施，防止高处坠落。

（10） 电气设施检修前，应首先断电，并验电后进行。

（11） 移动式电气设备应采用漏电保护装置。

19. 催化剂更换时的建议措施

催化剂使用一段时间之后会老化，因为从人孔更换催化剂，应注意以下建议措施：

（1） 应根据现场情况确认是否属于受限空间作业，如果属于，应按照 GB30871 要求办理作业票；

（2） 更换催化剂前，应根据现场情况编制操作方案；

（3） 以方案为基础进行风险分析，针对风险分析结果制定安全措施；

（4） 对作业人员进行培训；

（5） 操作前清理现场，做好准备工作，工器具、应急装备及用品、个人防护用品齐全；通风且可燃气体检测合格；

（6） 作业中做好监护，监护人员及时了解作业人员情况，并实时检测可燃气体；

（7） 作业后按作业规程清理和回复现场。

20. 建议设置与其他项目的物理隔离，以防各项目人员互窜，引发事故。

21. 仓库的对策措施

因仓库已经建成，且通过验收，因此本报告仅对该项目入库提出要求：

（1）应保持仓库足够的通道及过道宽度，应保证进出货物能顺利安全通过，叉车运输主通道宽度不宜小于 5.0m；辅助过道用于叉车搬运时不宜

小于2.0m，用于人工搬运时不宜小于1.5m；

（2）仓库的高度应符合这些规定：不设置起重机时，单层仓库净空高度不宜小于4.0m；采用桥式起重机时，单层仓库净空高度不宜小于6.5m，并应根据采用的起重机型号及物料堆放高度或货架高度进行核算；采用码垛机、托盘成组并配叉车时，净空高度不宜小于4.5m；采用桥式联合堆包机时，净空高度不宜小于8.0m；

（3）货物进出库应遵守库房安全管理制度，做好库房的防火管理；保持仓库整洁；标明存放的位置与通道；物料堆放要平稳；易燃易爆物品隔离存放；加强仓库管理及作业人员的安全培训，并进行考核；规范管理非仓库人员临时进入，培训、检查、监督；配备充足、相匹配的消防器材；结合国家相关法规、规章及规范要求，以及实际存放物品完善和修订仓库安全管理制度；

（4）仓库的操作管理应执行同一物料先入库物料先出库，后入库物料后出库的管理原则；

（5）卸车物料应与仓库管理人员做好交接，查看所来物料的标识是否清楚，无标识物料不得入库；

（6）车辆进入仓储区应按行车路线，听从引导，防止车辆伤害事故。

8.9试生产期间的安全管理措施

1. 此项目建于已建项目区内，大部分公用工程依托原有设施，在项目进行试生产方案编制阶段，应考虑到与已建项目之间的相互配合，在方案中编制相关内容。

2. 工程各项单项验收合格，主体设施和安全设施经调试、检验合格，并且管道进行强度和严密性试验，确认达到设计要求后方可进入试生产。

3. 试生产前，应制定详细的试生产方案，明确安全措施和安全责任人，经公司领导批准后方可施行。

4. 试生产前，必须落实试运行过程的安全管理机构、各项安全责任制、安全管理制度、安全操作规程和应急预案。

5. 试生产前，建议组织开展氢气泄漏、火灾、爆炸事故应急救援演练。

6. 生产指挥、管理、操作人员必须经培训考试合格，方准任职上岗，并对试生产方案进行技术交底。

7. 试生产过程中发现的各类问题应立即采取措施予以解决。发现存在重大安全隐患的，应停止运行，解决后方可再次投入运行。

8. 生产过程中规范操作，不得随意旁通联锁。

9. 因废水中含有可燃物，对污水池、下水管道等维修时，应按照受限空间管理，防止挥发有毒、可燃气体导致人员中毒或发生火灾爆炸事故。

10. 加强设备巡检、维护保养，及时消除安全隐患。

11. 试生产过程中，应当严格执行安全管理规章制度和技术操作规程，并在生产指挥系统的统一调度下安全合理地组织生产。

12. 试生产后，应及时进行总结成绩和经验，改进不足。

8.10 借鉴已建一期 GBL 的建议措施

因一期 GBL 项目以试生产，在试生产期间发现了部分问题，在该项目设计过程中应加以改进，经与建设单位了解，主要有以下问题：

1. 一期氢气送出界区携带微量的水，冬季严寒时会有水分析出，冷冻附着在外送的氢气管线，长时间的累积会造成管线堵塞，影响氢气外送。

建议该项目为避免此问题，在甲烷化外送氢气前增加热交换使水分冷凝排出，同时回收热量，或者进行初步干燥，采取措施去除水分。

2. 副产氢气含有少量的有机物轻组分，这些轻组分在甲烷化反应器中会发生副反应产生丙烷等其它气体，造成外送氢气纯度下降。

建议该项目氢气在进入甲烷化之前增加氢气净化塔，吸收氢气中夹带的有机物，提高外送氢气品质。

8.11 其他安全措施

1. 凡容易发生事故危及生命安全的场所和设备均设置安全标志；

2. 在可能发生中毒、火灾、爆炸、化学灼伤、高温烫伤、触电等危险的场所，按规定设置相应的安全警示标识；

3. 对阀门布置比较集中，易因误操作而引发事故的场所，在阀门的附

近均有标明输送介质的名称、符号等标志；

4. 各公用管道、物料输送管道的基本识别色、识别符号、介质流向和安全标识应符合《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB7231-2003）的相关规定。

5. 各场所的紧急通道和紧急出入口均设置明显的标志和指示箭头；

6. 对需要迅速发现容易发生事故的场所、部位涂有安全色；

7. 高温设备和管道在现场设置明显的安全警示标识。

9. 设立安全评价结论

该项目取得了立项备案文件，属于鼓励类项目，符合国家和地方产业政策；建设在政府规划的危险化学品生产和储存区域，项目选址符合规划；周边环境与项目的相互影响在风险可接受范围内；总体布置合理。

选用的主要设备及其安全措施相对安全、可靠；主要设备、装置、储存设施、附属工程与项目规模相匹配，并满足安全生产要求。

该项目生产涉及的原料、辅料及产品和副产品中，氢气、甲烷属于重点监管的危险化学品。

该项目不构成危险化学品重大危险源，无重点监管的危险化工工艺。

通过定量计算，项目的个人风险和社会风险均在可接受范围之内，外部安全防护距离满足标准要求。

项目可行性研究报告中的有关安全措施合理可行。报告在第 8 章补充了相关的安全对策措施。

内蒙古东景生物环保科技有限公司 10 万吨/年γ-丁内酯（GBL）项目的安全条件符合《中华人民共和国安全生产法》（2021 修订版）（中华人民共和国主席令[2002]第 70 号、[2014]第 13 号、[2021]第 88 号）、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（2015 修订版）（国家安监总局令（2012）第 45 号、[2015]第 79 号）、《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》的要求。符合《石油化工企业设计防火标准》（2018 年版）（GB50160-2008）、《建筑设计防火规范》（2018 修订版）（GB50016-2014）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）和《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）等标准规范的要求，满足危险化学品建设项目设立条件。

10.与建设单位交换意见的情况结果

本报告初稿完成后，以电子版形式发送给内蒙古东景生物环保科技有限公司，经建设单位确认，认为该项目的设立安全评价报告关于项目描述内容符合该公司提供的 10 万吨/年γ-丁内酯项目可行性研究报告及提供的相应材料所列内容。

对于该项目依托及与其他项目共用的公用工程数据，内蒙古东景生物环保科技有限公司与设计院核实，核实了总的产出量和各自使用量，最终确定了本报告第 6.1.7 节的数据。

建设单位同意我公司上述意见，然后出版了本安全评价报告。

附录 1 选用的安全评价方法介绍

附录 1.1 预先危险性分析法

1）预先危险性分析法方法简介

预先危险性分析（PreliminaryHazardAnalysis，简称 PHA）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、概略分析的系统安全分析方法。

其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险性等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展而导致事故，避免因考虑不周而造成损失。

2）预先危险分析法评价程序

（1）对被分析对象（系统）的生产目的、物料、装置和设备、工艺过程、操作条件以及周围环境等，进行充分、详细的了解。通过经验判断、技术诊断或其他方法调查确定危险源。

（2）根据以往经验教训及同类装置（行业）生产过程中发生的事故（灾害）情况，对系统的影响、损坏程度，类比判断所要分析的系统中可能出现的情况，查出能够造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性，分析事故（灾害）的可能类型。

（3）对确定的危险源分类，制定预先危险分析表。

（4）研究危险性、有害因素转变为危险状态的触发条件和危险状态转变为事故（灾害）的必要条件，并进一步寻求对策措施，检验对策措施的有效性。

（5）确定危险、有害因素的危险等级（按照导致的后果，分为 4 个危险等级，见附表 1.1-1），列出重点和轻、重、缓、急次序，以便处理。

（6）制定事故（灾害）的预防性对策。

（7）预先危险分析中危险性等级的划分：

在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏性的影响程度，可以将各类危险性划分为 4 个等级，见下表。

附表 1.1-1：危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范

附录 1.2 安全检查表法

安全检查表是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统安全评价方法。安全检查表主要用于查找系统中各种潜在的事故隐患。

安全检查表是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并富有安全技术、安全管理经验的人员，事先对分析对象进行详尽分析和充分讨论，列出检查内容、检查依据、实际情况及检查结果等项组成内容的表格（清单）。对系统进行评价时，对照安全检查表逐项进行检查，从而评价出系统的安全等级。

附录 1.3 事故后果模拟评价法

针对该项目物料易燃、易爆的危险特性，采用中国安全生产科学研究院研发的《CASST-QRA 区域定量风险评价软件》V2.1 版，对该项目装置区可能发生物料泄漏引发火灾爆炸事故后果进行计算，绘制事故后果图、个人风险曲线和社会风险曲线。

1.收集软件所需的基本资料。

（1）区域位置图或总平面布置图



附图 1.3-1：该项目拟建位置图

2.输入基本资料信息。

3.进行风险计算，导出事故后果数据表、事故后果图及风险曲线。

附表 1.3-1：气象条件一览表

风向	风频（%）	风向	风频（%）
E	2.8	W	4.1
ESE	1.5	WNW	6.9
SE	7.4	NW	6.9
SSE	18.0	NNW	3.9
S	9.8	N	2.8
SSW	5.6	NNE	1.7
SW	5.9	NE	1.3
WSW	3.0	ENE	1.3
静风	17	——	——

附表 1.3-2：人员分布一览表

一、项目（企业）内部各个人口区域的数据信息			
序号	区域类型	人口区域名称	区域内总人数（人）
1	厂区食堂	食堂	20
2	厂区行政楼	行政办公及生活辅助设施	370
3	生产办公楼	生产办公楼	192

4	厂区工艺厂房（工艺区）	BDO 装置区（20 万吨在建）	2	说明：装置的自控程度高，正常生产时现场不需要人员操作，操作人员在控制中心值班，定时到装置现场进行巡检。
		甲醛装置区	2	
		BDO 装置区（10 万吨已建）	3	
		一期 GBL 装置区	2	
		拟建 GBL 装置区	2	
		PBAT/PBS 装置区	8	
		煤制乙炔试验装置区	6	
		电石炉车间	30	
		电石冷却车间	20	
		电石配料站	8	
		电石装置电机壳车间	12	
		热电站区域	150	
5	厂区露天（或敞篷）场	20 万吨 BDO 罐区	8	
		10 万吨 BDO 罐区	3	
		东景生物	3	
6	厂区公用工程室	循环冷却水站	2	
		污水处理区域	17	
		35kV/10kV 降压开关站	20	
		35kV 变配电所	25	
7	厂区维修间	综合维修厂房	100	
		综合维修厂房	70	
8	厂区门卫	门卫	8	
9	厂区控制室	中央控制楼	100	
10	厂区化验室			
11	厂区宿舍	宿舍	600（满员） 140（现有）	
12	厂区露天巡检	露天巡检	6	

二、企业外部各个人口区域的数据信息

序号	区域类型	人口区域名称	区域内总人数（人）
1	居民住宅	500m 范围内没有	无
2	商业楼	500m 范围内没有	无
3	写字楼	500m 范围内没有	无
4	学校	500m 范围内没有	无
5	影剧院	500m 范围内没有	无
6	宾馆（旅馆）	500m 范围内没有	无

7	简易商铺	500m 范围内没有	无
8	集贸市场	500m 范围内没有	无
9	饭馆（饭店）	500m 范围内没有	无
10	南侧工厂	商砼场	10

附录 2 危险、有害因素辨识过程

附录 2.1 危险化学品特性及安全防护

该项目涉及的物料包括：1,4-丁二醇（BDO）、氢气、甲烷、γ-丁内酯、氮、四氢呋喃（废液中含有少量）、丁醇（废液中含有少量）等。其中属于危险化学品的有：氢气、甲烷、氮。

上述危险化学品及其他化学品的理化特性及安全防护要求如下各表所列。

附表 2.1-1：氢气理化性质与危险有害特性识别表

标识	中文名：氢气	英文名：hydrogen	
	分子式：H_2	分子量：2.01	UN 编号：1049
	危险货物编号：21001	CAS 号： 1333-74-0	
理化性质	外观与性状：无色无臭气体。		
	主要用途：用于合成氨和甲醇等，石油精制，有机物氢化及作火箭燃料。		
	熔点/℃：-259.2	溶解性：不溶于水，不溶于乙醇、乙醚。	
	沸点/℃：-252.8	相对密度（水=1）：0.07(-252℃)	
	饱和蒸汽压/kPa：13.33(-257.9℃)	相对密度（空气=1）：0.07	
	临界温度/℃：-240	燃烧热（kJ/mol）：241.0	
	临界压力/MPa：1.30		
危险类别	易燃气体，类别 1 加压气体		
燃烧爆炸危险性	燃烧性：易燃	有害燃烧产物：/	
	闪点/℃：无意义	聚合危害：不聚合	
	爆炸极限（体积分数）/%： 下限：4.1 上限：74.1	稳定性：稳定	
	引燃温度/℃：400	禁忌物：强氧化剂、卤素	
	建规火灾危险性分级：甲		
	危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即爆炸。气体比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。		

	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。		
毒性	LD50：无资料 LC50：无资料	接触限值	中国 MAC（mg/m³）：未制定标准 前苏联 MAC（mg/m³）：未制定标准 TLVTN：ACGIH 窒息性气体 TLVWN：未制定标准
侵入途径	吸入		
健康危害	本品在生理学上是惰性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。		
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。		
防护措施	工程控制：密闭系统，通风，防爆电器与照明。 呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可佩戴空气呼吸器。 眼睛防护：一般不需特殊防护。 防护服：穿防静电工作服。 手防护：戴一般作业防护手套。 其他：工作现场严禁吸烟。避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。		
泄漏处理	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。合理通风，加速扩散。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。		
操作注意事项	密闭操作，加强通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、卤素接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附录破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。		
储存注意事项	该项目氢气为电石炉气中的一部分组分，设有湿式缓冲气柜。 应确保管道、管件、水封、安全限位装置的完好，不泄漏。 采用防爆型照明、电气设施，禁止使用易产生火花的机械设备和工具。		
运输注意事项	作为燃料供给炭材干燥和石灰煅烧炉使用，采用管道输送。 应确保管道、管件焊接良好；合理布置管架和管线走向；做好防腐、保温。		

附表 2.1-2：甲烷理化性质与危险有害特性识别表

标识	中文名：甲烷	英文名：methane	
	分子式：CH_4	分子量：16.04	UN 编号：1971
	危险货物编号：21007	CAS 号：74-82-8	

<table>
<tr><td rowspan="7">理化性质</td><td colspan="3">外观与性状：无色无臭气体。</td></tr>
<tr><td colspan="3">主要用途：用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。</td></tr>
<tr><td>熔点/℃：-182.5</td><td colspan="2">溶解性：微溶于水，溶于醇、乙醚。</td></tr>
<tr><td>沸点/℃：-161.5</td><td colspan="2">相对密度（水=1）：0.42(-164℃)</td></tr>
<tr><td>饱和蒸汽压/kPa：53.32(-168.8℃)</td><td colspan="2">相对密度（空气=1）：0.55</td></tr>
<tr><td>临界温度/℃：-82.6</td><td colspan="2">燃烧热（kJ/mol）：889.5</td></tr>
<tr><td>临界压力/MPa：4.59</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">燃烧爆炸危险性</td><td>燃烧性：易燃</td><td colspan="2">有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳</td></tr>
<tr><td>闪点/℃：-188</td><td colspan="2">聚合危害：不聚合</td></tr>
<tr><td>爆炸极限（体积分数）/%：
下限：5 上限：15</td><td colspan="2">稳定性：稳定</td></tr>
<tr><td>引燃温度/℃：538</td><td colspan="2">禁忌物：强氧化剂、氟、氯</td></tr>
<tr><td>建规火灾危险性分级：甲</td><td colspan="2">危险性分类：易燃气体,类别 1</td></tr>
<tr><td colspan="3">危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。</td></tr>
<tr><td colspan="3">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。</td></tr>
<tr><td>毒性</td><td>LD50：无资料
LC50：无资料</td><td>接触限值</td><td>中国 MAC（mg/m³）：未制定标准
前苏联 MAC（mg/m³）：300
TLVTN：ACGIH 窒息性气体
TLVWN：未制定标准</td></tr>
<tr><td>侵入途径</td><td colspan="3">吸入</td></tr>
<tr><td>健康危害</td><td colspan="3">甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%～30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。</td></tr>
<tr><td>急救</td><td colspan="3">皮肤接触：若有冻伤，就医治疗。
吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</td></tr>
<tr><td>防护措施</td><td colspan="3">工程控制：生产过程密闭，全面通风。
呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。
眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。
防护服：穿防静电工作服。
手防护：戴一般作业防护手套。
其他：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作</td></tr>
</table>

	业，须有人监护。
泄漏处理	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。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。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
操作注意事项	密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
储存注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放，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。
运输注意事项	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。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。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光暴晒。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，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

附表 2.1-3：氮气理化性质与危险有害特性识别表

标识	中文名：氮[压缩的或液化的]	英文名：nitrogen,compressed or liquid	
	分子式：N_2	分子量：28.01	UN 编号：1066
	危险货物编号：22005	CAS 号：7727-37-9	
理化性质	外观与性状：无色无臭气体。		
	主要用途：用于合成氨，制硝酸，用作物质保护剂，冷冻剂。		
	熔点/℃：-209.8	溶解性：微溶于水、乙醇	
	沸点/℃：-195.6	相对密度（水=1）：0.81(-196℃）	
	饱和蒸汽压/kPa：1026.42(-173℃)	相对密度（空气=1）：0.97	
	临界温度/℃：-147	燃烧热（kJ/mol）：无意义	
	临界压力/MPa： 3.40		
危险性分类	加压气体		
燃烧	燃烧性：	有害燃烧产物：	

爆炸危险性	闪点/℃：无意义		聚合危害：
	爆炸极限（体积分数）/%： 下限：无意义上限：无意义		稳定性：
	引燃温度/℃：无意义		禁忌物：
	危险特性：若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	灭火方法：本品不燃。尽可能将容器从火场移至空处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。		
毒性	LD50：无资料 LC50：无资料	接触限值	中国 MAC（mg/m³）：未制定标准 前苏联 MAC（mg/m³）：未制定标准 TLVTN： ACGIH 窒息性气体 TLVWN：未定标准
健康危害	空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时，患者最初感胸闷、气短、疲软无力; 继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。潜水员深潜时，可发生氮的麻醉作用; 若从高压环境下过快转入常压环境，体内会形成氨气气泡，压迫神经、血管或造成微血管阻塞，发生“减压病”。		
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氟。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。		
防护措施	呼吸系统防护：一般不需特殊防护。当作业场所空气中氧气浓度低于 18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具。 眼睛防护：一般不需特殊防护。 身体防护：穿一般作业工作服。 手防护：戴一股作业防护手套。 其他防护：避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。		
泄漏处理	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。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。		
操作注意事项	密闭操作，提供良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附录破损。配备泄漏应急处理设备。		
储存注意事项	储存于阴凉、通风的库房。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。		
运输注意事项	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。铁路运输时要禁止溜放。		

附表 2.1-4：四氢呋喃理化性质与危险有害特性识别表

标识	中文名：四氢呋喃	英文名：tetrahydrofuran;diethylene oxide

<table>
<tr><td></td><td>分子式：C_4H_8O</td><td colspan="2">分子量：72.11</td><td>UN 编号：2056</td></tr>
<tr><td></td><td>危险货物编号：31042</td><td colspan="2">CAS 号：109-99-9</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="7">理化性质</td><td colspan="4">外观与性状：无色易挥发液体，有类似乙醚的气味。</td></tr>
<tr><td colspan="4">主要用途：用作溶剂、化学合成中间体、分析试剂。</td></tr>
<tr><td colspan="2">熔点/℃：-108.5</td><td colspan="2">溶解性：溶于水、乙醇、乙醚、丙酮、苯等多数有机溶剂。</td></tr>
<tr><td colspan="2">沸点/℃：65.4</td><td colspan="2">相对密度（水=1）：0.89</td></tr>
<tr><td colspan="2">饱和蒸汽压/kPa：15.20(15℃)</td><td colspan="2">相对密度（空气=1）：2.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">临界温度/℃：268</td><td colspan="2">燃烧热（kJ/mol）：无资料</td></tr>
<tr><td colspan="2">临界压力/MPa：5.19</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>危险特性</td><td colspan="4">危险性分类：易燃液体,类别 2
严重眼损伤/眼刺激,类别 2
致癌性,类别 2
特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3（呼吸道刺激）</td></tr>
<tr><td rowspan="6">燃烧爆炸危险性</td><td colspan="2">燃烧性：极度易燃，具刺激性</td><td colspan="2">有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳。</td></tr>
<tr><td colspan="2">闪点/℃：-20</td><td colspan="2">聚合危害：</td></tr>
<tr><td colspan="2">爆炸极限（体积分数）/%：
下限：1.5 上限：12.4</td><td colspan="2">稳定性：</td></tr>
<tr><td colspan="2">引燃温度/℃：230</td><td colspan="2">禁忌物：酸类、碱、强氧化剂、氧。</td></tr>
<tr><td colspan="2">建规火灾危险性分级：甲类</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">危险特性：其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇高热、明火及强氧化剂易引起燃烧。接触空气或在光照条件下可生成具有潜在爆炸危险性的过氧化物。与酸类接触能发生反应。与氢氧化钾、氢氧化钠反应剧烈。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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">灭火方法：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。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: 泡沫、二氧化碳、干粉、砂土。用水灭火无效。</td></tr>
<tr><td>毒性</td><td colspan="2">LD50：2816 mg/kg(大鼠经口)
LC50：61740mg/m³，3 小时(大鼠吸入)</td><td>接触限值</td><td>中国 MAC（mg/m³）：300
前苏联 MAC（mg/m³）：100
TLVTN ： 200ppm,590mg/m³; ACG TH 200ppm,590mg/m³
TLVWN： 250ppm,737mg /m³</td></tr>
<tr><td>健康危害</td><td colspan="4">本品具有刺激和麻醉作用。吸入后引起上呼吸道刺激、恶心、头晕、头痛和中枢神经系统抑制。能引起肝、肾损害。液体或高浓度蒸气对眼有刺激性。皮肤长期反复接触，可因脱脂作用而发生皮炎。</td></tr>
<tr><td>急救</td><td colspan="4">皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。
眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。</td></tr>
</table>

	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 食入：饮足量温水，催吐。就医。
防护措施	呼吸系统防护：可能接触其蒸气时，应该佩戴过滤式防毒面具(半面罩)。必要时，建议佩戴自给式呼吸器。 眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。 身体防护：穿防静电工作服。 手防护：戴橡胶耐油手套。 其他防护：工作现场严禁吸烟。工作完毕，淋浴更衣。注意个人清洁卫生。
泄漏处理	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。从上风处进入现场。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。喷雾状水冷却和稀释蒸汽、保护现场人员、把泄漏物稀释成不燃物。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。
操作注意事项	密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴过滤式防毒面具（半面罩)，戴安全防护眼镜，穿防静电工作服，戴橡胶耐油手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、酸类、碱类接触。灌装时应控制流速，且有接地装置，防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。
储存注意事项	通常商品加有阻聚剂。储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过30℃。包装要求密封，不可与空气接触。应与氧化剂、酸类、碱类等分开存放，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。
运输注意事项	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、碱类、食用化学品等混装混运。运输途中应防暴晒、雨淋，防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区。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。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。铁路运输时要禁止溜放。严禁用木船、水泥船散装运输。

附表 2.1-5：丁醇理化性质与危险有害特性识别表

标识	中文名：正丁醇	英文名：butyl alcohol	
	分子式：$C_4H_{10}O$	分子量：74.12	UN 编号：1120
	危险货物编号：33552	CAS 号：71-36-3	
理化性质	外观与性状：无色透明液体，具有特殊气味。		
	主要用途：用于制取酯类、塑料增塑剂、医药、喷漆，以及用作溶剂。		
	熔点/℃：-88.9	溶解性：微溶于水，溶于乙醇、醚、多数	

<table>
<tr><td rowspan="5"></td><td colspan="2"></td><td>有机溶剂。</td></tr>
<tr><td colspan="2">沸点/℃：117.5</td><td>相对密度（水=1）：0.81</td></tr>
<tr><td colspan="2">饱和蒸汽压/kPa：0.82（25℃）</td><td>相对密度（空气=1）：2.55</td></tr>
<tr><td colspan="2">临界温度/℃：287</td><td>燃烧热（kJ/mol）：2673.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">临界压力/MPa：4.90</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">燃烧爆炸危险性</td><td colspan="2">燃烧性：易燃</td><td>有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳</td></tr>
<tr><td colspan="2">闪点/℃：35</td><td>聚合危害：不聚合</td></tr>
<tr><td colspan="2">爆炸极限（体积分数）/%：
下限：1.4 上限：11.2</td><td>稳定性：稳定</td></tr>
<tr><td colspan="2">引燃温度/℃：340</td><td>禁忌物：强酸、酰基氯、酸酐、强氧化剂</td></tr>
<tr><td colspan="2">建规火灾危险性分级：乙</td><td>危险性分类：第 3.3 类高闪点易燃液体</td></tr>
<tr><td colspan="3">危险特性：易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氧化剂接触猛烈反应。在火场中，受热的容器有爆炸危险。</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">灭火方法：用水喷射逸出液体，使其稀释成不燃性混合物，并用雾状水保护消防人员。
灭火剂：抗溶性泡沫、干粉、二氧化碳、雾状水、1211 灭火剂、砂土。</td></tr>
<tr><td>毒性</td><td>LD50：4360 mg/kg（大鼠经口）；3400 mg/kg（兔经皮）
LC50：24240mg/m³，4 小时（大鼠吸入）</td><td>接触限值</td><td>中国 MAC（mg/m³）：200
前苏联 MAC（mg/m³）：10
TLVTN： OSHA 100ppm， 304mg/m³；ACGIH 50ppm[皮][上限值]
TLVWN：ACGIH 50ppm，152mg/m³[皮]</td></tr>
<tr><td>侵入途径</td><td colspan="3">吸入、食入、经皮吸收</td></tr>
<tr><td>健康危害</td><td colspan="3">本品具有刺激和麻醉作用。主要症状为眼、鼻、喉部刺激，在角膜浅层形成半透明的空泡，头痛、头晕和嗜睡，手部可发生接触性皮炎。</td></tr>
<tr><td>急救</td><td colspan="3">皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。
眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。
吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。
食入：饮足量温水，催吐。就医。</td></tr>
<tr><td>防护措施</td><td colspan="3">工程控制：生产过程密闭，全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。
呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。
眼睛防护：戴安全防护眼镜。
防护服：穿防静电工作服。
手防护：戴一般作业防护手套。
其他：工作现场严禁吸烟。保持良好的卫生习惯。</td></tr>
<tr><td>泄漏处理</td><td colspan="3">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</td></tr>
</table>

	道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用活性炭或其它惰性材料吸收。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。
操作注意事项	密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩），戴安全防护眼镜，穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、酸类接触。充装要控制流速，防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。
储存注意事项	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。应与氧化剂、酸类等分开存放，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。
运输注意事项	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、食用化学品等混装混运。运输途中应防暴晒、雨淋，防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区。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。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。铁路运输时要禁止溜放。严禁用木船、水泥船散装运输。

附表 2.1-6：1,4-丁二醇（BDO）理化性质与危险有害特性识别表

标识	中文名：1,4-丁二醇	英文名：1,4-Butylene glycol	
	分子式：$C_4H_{10}O_2$	分子量：90.12	CAS 号：110-63-4
理化性质	外观与性状：无色、油状液体。无臭		
	主要用途：用作溶剂和增湿剂，也用于制增塑剂、药物、聚酯树脂、聚氨基甲酸酯树脂等。		
	熔点/℃：19	溶解性：微溶于乙醚，与水混溶，溶于乙醇等。	
	沸点/℃：228	相对密度（水=1）：1.02	
	临界温度/℃：/	相对蒸气密度（空气=1）：3.1	
	临界压力/MPa：/	燃烧热（kJ/mol）：601.6	
燃烧爆炸危险性	燃烧性：可燃	有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳	
	闪点/℃：121℃（开杯）	聚合危害：不能出现	
	爆炸极限（体积分数）/%： 下限：无资料上限：无资料	稳定性：稳定	
	引燃温度/℃：370	禁忌物：强氧化剂、酰基氯、酸酐、强酸。	
	建规火灾危险性分级：丙类	危险性分类：不属于危化品	
	危险特性：遇高热、明火或与氧化剂接触，有引起燃烧的危险。若遇高热，容器内压增		

	大，有开裂和爆炸的危险。		
	灭火方法：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。蒸气比空气重，易在低处聚集。封闭区域内的蒸气遇火能爆炸。如果该物质或被污染的流体进入水路，通知有潜在水体污染的下游用户，通知地方卫生、消防官员和污染控制部门。在安全防爆距离以外，使用雾状水冷却暴露的容器。若冷却水流不起作用(排放音量、音调升高，罐体变色或有任何变形的迹象)，立即撤离到安全区域。		
毒性	LD50：小鼠经口：2.2g／kg，大鼠经口：1.8g／kg LC50：/	接触限值	中国 MAC（mg/m³）：未制定 前苏联 MAC（mg/m³）：未制定 TLVTN：未制定 TLVWN：未制定
侵入途径	吸入、食入		
健康危害	未稀释的本品对人的皮肤微有刺激作用。国外曾有人报道，7 例将本品作为甘油代用品使用而引起中毒，中毒者有肾脏损害。		
急救	皮肤接触：脱去污染的衣着，用流动清水冲洗。脱去并隔离被污染的衣服和鞋。注意患者保暖并且保持安静。确保医务人员了解该物质相关的个体防护知识，注意自身防护。 眼睛接触：立即翻开上下眼睑，用流动清水冲洗。就医。 吸入：脱离现场至空气新鲜处。就医。如果患者呼吸停止，给予人工呼吸。如果患者呼吸困难，给予吸氧。 食入：误服者给饮足量温水，催吐，就医。		
防护措施	工程控制：提供良好的自然通风条件。 呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可佩戴自给式呼吸器。 眼睛防护：必要时戴安全防护眼镜。 防护服：穿工作服。 手防护：必要时戴防化学品手套。 其他：工作后，淋浴更衣。避免长期反复接触。定期体检。		
泄漏处理	切断火源。戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。用大量水冲洗，经稀释的洗液放入废水系统。如大量泄漏，利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。		
储存注意事项	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。防止阳光直射。保持容器密封。应与氧化剂、酸类分开存放。		
运输注意事项	搬运时轻装轻卸，保持包装完整，防止洒漏。		

附表 2.1-7：γ-丁内酯（GBL）理化性质与危险有害特性识别表

标识	中文名：γ-丁内酯	英文名：γ-Butyrolactone；4-Butanolide	
	分子式：$C_4H_6O_2$	分子量：86.09	CAS 号：96-48-0
理化	外观与性状：无色、带有使人不愉快气味的油状液体。		

<table>
<tr><td rowspan="6">性质</td><td colspan="3">主要用途：用作树脂等的溶剂，也用于制吡咯烷酮、丁酸、琥珀酸、去漆药水等。 UN：2810，毒性液体，未特别列明的</td></tr>
<tr><td colspan="2">熔点/℃：-45</td><td>溶解性：与水混溶，可混溶于乙醇、苯、丙酮、乙醚。</td></tr>
<tr><td colspan="2">沸点/℃：204</td><td>相对密度（水=1）：1.13(15℃)</td></tr>
<tr><td colspan="2">饱和蒸汽压/kPa：2.0(20℃)</td><td>相对蒸气密度（空气=1）：3.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">临界温度/℃：无资料</td><td>燃烧热（kJ/mol）：2649.6</td></tr>
<tr><td rowspan="6">燃烧爆炸危险性</td><td colspan="2">燃烧性：可燃</td><td>有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳。</td></tr>
<tr><td colspan="2">闪点/℃：93</td><td>聚合危害：不能出现</td></tr>
<tr><td colspan="2">爆炸极限（体积分数）/%：
下限：1.4 上限：16</td><td>稳定性：稳定</td></tr>
<tr><td colspan="2">引燃温度/℃：455</td><td>禁忌物：强氧化剂、强酸、强碱、强还原剂。</td></tr>
<tr><td colspan="2">建规火灾危险性分级：丙类</td><td>危险性分类：不属于危化品</td></tr>
<tr><td colspan="3">危险特性：遇高热、明火或与氧化剂接触，有引起燃烧的危险。与空气能形成爆炸性混合物。</td></tr>
<tr><td colspan="4">灭火方法：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉、砂土。蒸气比空气重，易在低处聚集。封闭区域内的蒸气遇火能爆炸。蒸气能扩散到远处，遇点火源着火，并引起回燃。贮存容器及其部件可能向四面八方飞射很远。在防爆距离以外使用干粉、抗醇泡沫或二氧化碳灭火，用雾状水冷却容器。</td></tr>
<tr><td>毒性</td><td colspan="2">LD50：1800mg／kg(大鼠经口)；
<5ml／kg(豚鼠经皮)
LC50：/</td><td>接触限值
中国 MAC（mg/m³）：未制定
前苏联 MAC（mg/m³）：未制定
TLVTN：未制定
TLVWN：未制定</td></tr>
<tr><td>侵入途径</td><td colspan="3">吸入、食入、经皮吸收</td></tr>
<tr><td>健康危害</td><td colspan="3">对皮肤有刺激作用。烟雾对眼睛、粘膜和上呼吸道有刺激作用。 IARC 评价：3 组，未分类物质。无人类资料，动物证据不足。</td></tr>
<tr><td>急救</td><td colspan="3">皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗。对少量皮肤接触，避免将物质播散面积扩大。注意患者保暖并且保持安静。吸入、食入或皮肤接触该物质可引起迟发反应。确保医务人员了解该物质相关的个体防护知识，注意自身防护。
眼睛接触：立即翻开上下眼睑，用流动清水冲洗 15 分钟。就医。
吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。如果患者食入或吸入该物质不要用口对口进行人工呼吸，可用单向阀小型呼吸器或其他适当的医疗呼吸器。
食入：误服者给饮足量温水，催吐，就医。</td></tr>
<tr><td>防护措施</td><td colspan="3">工程控制：生产过程密闭，全面通风。
呼吸系统防护：可能接触其蒸气时，戴面具式呼吸器。
眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。</td></tr>
</table>

	防护服：穿防酸碱工作服。 手防护：戴橡皮胶手套。 其他：工作现场严禁吸烟。工作后，淋浴更衣＼注意个人清洁卫生。定期体检。
泄漏处理	切断火源，戴好防毒面具，穿化学防护服。在确保安全情况下堵漏。用大量水冲洗，经稀释的洗液放入废水系统。如大量泄漏，利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。
储存注意事项	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。防止阳光直射。保持容器密封，应与氧化剂、酸类、碱类分开存放。
运输注意事项	搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。

附录 2.2 生产装置危险、有害因素辨识

附录 2.2.1 生产过程中的火灾爆炸危险性分析

（一）氢气火灾爆炸危害

GBL 装置反应产物中氢气火灾危险性属于甲类，爆炸极限为 4.1％~74.1％，具有高燃爆危险特性，所以如果控制不当，存在氢气的装置有发生燃烧、爆炸事故的风险。

1、工艺过程中产生的氢气，具有燃烧、爆炸特性。氢气主要存在于 BDO 汽化器、过热器、GBL 反应器、粗产品分离器、甲烷化反应器、氢气压缩机和输送的管道中，一旦这些设备由于腐蚀、密封损坏、应力变形破裂、地基下沉导致管道拉伸破坏、法兰连接不严密、超温超压或操作不当等引起设备或管道泄漏，即有燃烧爆炸的可能性。

2、与氢气管道相连通的设备和管道之间如果没有采取有效隔离，其他装置或设备一旦发生火灾，可能导致外部火焰蔓延至氢气管道。

3、如果氢气管道上游供气不足控制失效造成负压运行，一旦有密封不严或设备腐蚀等漏气，会造成空气进入管道系统，如果达到爆炸极限，遇到点火源，会造成管道中氢气爆炸。

4、如果氢气管道选材不当、连接方式错误（如螺纹连接），可能因为氢脆、密封等原因导致管道泄漏。

5、氢气的排放管如果没有防止空气回流的措施，放散后，会导致空气

进入氢气系统，达到爆炸极限，遇到点火源，会造成管道中氢气爆炸。

6、如果氢气在管道内流速过高，会产生静电，如果不能及时释放，可能成为点火源。

7、氢气压缩机的出口如果没有设置安全阀，出口或管道因故堵塞，因误操作关闭出口阀、事故状态紧急关断等，都会造成系统超压，导致系统被破坏，氢气释放到设备区，造成火灾爆炸事故。

8、如果氢气被放散到室内，可能造成爆炸事故。

（二）原料及产品火灾爆炸危险

该项目原料 1,4-丁二醇（BDO）和产品γ-丁内酯（GBL）均为可燃液体。

1,4-丁二醇的闪点为 121℃，引燃温度为 370℃；γ-丁内酯的闪点为 98.3℃，引燃温度为 455℃，爆炸极限 1.4~16%。

两种物料的密度均重于空气，泄漏后易于在地面积聚，遇着火源可能发生火灾事故。且在空气流通不良场所泄漏时，GBL 蒸汽可能与周围空气形成爆炸性混合气体，遇到点火源时还可能发生爆炸事故。

附录 2.2.2 生产过程中毒和窒息危险性分析

生产装置中参与反应的物料及反应产物包括：1,4-丁二醇、γ-丁内酯、氢气、少量的丁醇、四氢呋喃，以及铜-浮石催化剂。这些物料均不属于高毒物质，没有剧毒品，因此生产中不存在中毒危险性。

装置检维修、开车时，采用氮气进行置换或保护，氮气一旦泄漏，可能造成人员窒息。

附录 2.2.3 设备及装置的危险性分析

1、 GBL 装置反应过程中产生氢气，氢通过吸附粘在钢铁表面，氢原子能够溶于钢中并扩散，在钢内部形成氢分子并聚集，或与碳形成碳氢化合物，造成应力集中，超过钢的强度极限，在钢内部形成细小的裂纹，钢材的塑性显著下降，脆性急剧增加，尤其压力增高，会使氢脆加剧，最终导致管道设备破裂，造成氢气泄漏，遇到火源引发火灾或爆炸。

2、 氢气压缩机等转动设备的电机，大功率的电机和变电设施如果缺

乏相应的隔离措施和警告标志，易发生人身、物体接近而出现触电等事故。大功率的电机应设置相应的各种保护功能和装置，如果保护功能不良，在发生断相、短路、超温等意外时容易发生设备事故，进而引发工艺上的安全事故。

3、 氢气压缩机附带有专用润滑油系统，如果生产中润滑系统出现断油、少油等故障，很容易发生设备烧损等事故。润滑油系统如果出现泄漏或现场管理不善，可能出现火灾等事故。

4、 该项目主要装置和设备包括：BDO 汽化器、过热器、GBL 反应器、粗产品分离器、甲烷化反应器和氢气压缩机等，以及输送物料的管道。其主要危害包括：

①由于设计制造有缺陷、安装质量差、腐蚀等因素导致容器的强度低于设计值，承压能力不足，在工作压力下发生物理爆炸。

②若装置的自控系统损坏、操作失误，安全阀及超压联锁保护装置失灵，造成严重超压就可能发生超压爆炸。

③设备、管线或法兰等泄漏，导致有毒和可燃气体泄漏，可能造成人员中毒或火灾爆炸事故。

④换热器类设备会因设计不合理、制造缺陷、材料选择不当、腐蚀严重、操作失误和维护保养不善，导致结垢、管束失控、严重泄漏，甚至因易燃蒸气得不到冷凝而无约束排放，导致燃烧爆炸、容器爆炸等事故。

⑤换热器长期运行或操作违章，造成列管等堵塞，引发事故；检修疏通时，可能发生事故。

⑥开、停车时由于热胀冷缩而造成设备开裂。

5、 该项目使用高温导热油作为热源，导热油是可燃液体，具有温度高、循环量大、容易发生泄漏等特点。发生事故的主要原因有：

①油质不佳，油中残炭指标超标。导热油在储存、运输或运行维护中不慎而使水分、杂质或其他油污等混入油中，当导热油工作升温到 100℃时，会引起喷油并着火，或者水分受热汽化产生高压，引起设备的超压爆炸。

②温度控制失误。生产中天然气供给的运行应与导热油系统的温度形

成自动控制功能，如果温度的检测失误或信号失真、温度控制功能失灵导致导热油系统超温运行，容易引发安全事故。

③当出现温度超标时，应停止加热而开启循环水和冷凝器将超温而蒸发的导热油冷凝，从而控制系统的温度，如果控制失误、煤气继续供给升温、循环水不能有效供应等，导热油系统严重超温容易导致安全事故。

④泄漏引起火灾。如果焊接质量问题，导热油输送主管焊缝部分脱焊或温度严重超标引起油料大量汽化，导致管道损坏而致使大量导热油外漏，而导热油渗透性较强，特别是法兰垫片处较为严重，泄漏后遇火源或因自身高温引起火灾。使用导热油的设备可能因管道腐蚀、法兰泄漏而导致高温导热油泄漏、出现火灾事故。

⑤导热油装置如果出现故障、不能提供足够的伴热油料，容易引起生产系统陷于瘫痪而导致事故。生产系统中的导热油伴热管线线路如果因管道质量不良、安装不良、维护保养不当等原因，可能出现管道破裂、喷油而导致事故。

6、 产品精馏系统的危害有：

①精馏系统的设备、管线上各种密封面较多，应具有良好的密封性，而且密封材料应该适应所接触的物料性质。如果密封材料选择不当受到侵蚀、老化龟裂，或因维护不当造成密封不严，造成 GBL 等可燃物料外泄，遇到高温、明火或因自身高温等可能导致火灾爆炸等事故。

②产品精馏过程中再沸器中的物料被加热，此时如果发生误操作出现塔顶冷凝器出口阀被关闭的情况，会导致精馏装置系统内部压力急剧上升，很容易出现易燃易爆蒸汽泄漏而导致火灾爆炸事故的发生。

③产品精馏过程是一个物料流量、加热量、冷却量、回流量、温度、压力等工艺指标综合平衡的工艺过程，生产中应保持各指标的相对稳定和整体平衡，如果某一指标严重不符合规定，容易造成整个蒸馏体系的破坏，引起工艺混乱，严重的可能引发安全事故。

④产品精馏过程中，如果塔顶冷却器的冷却介质出现断流等意外，蒸汽无法有效被冷凝，很容易窜入不凝气体中被放空，从而导致安全事故。

⑤产品蒸馏过程中，尾气系统会排出废气，其中含有易燃易爆的危险成分，如果放空系统位置设置不良、高度不能满足安全要求，可能引发火灾爆炸或者中毒事故。

7、 火炬系统危害：若火炬的长明灯系统故障，排放的物料未点燃，排放的物料除了污染环境，很可能携带液体，在火炬底部周围形成爆炸性混合气体，遇点火源时可能发生火灾爆炸事故。

8、 储罐及装卸区的主要危害有：

1）储罐区的危险有害因素分析：

①倒错流程。储罐区内各储罐都有不同的进、出物料管线，如果标识不清或操作人员操作不熟练、培训不到位、无液位控制，容易发生操作失误、弄混线路和储罐，或计量错误，向已经装满或接近容量上限的储蓄罐内继续大量充装，使储罐充装量超过安全高度，极易导致储罐冒顶泄漏，引发火灾、爆炸等事故。

②充装量超过安全高度。每个储罐都有允许的安全充装量。如果超过最大允许高度，可能由于环境温度升高、物料发生温升膨胀，导致冒顶泄漏，可能引起火灾、爆炸事故发生。

③物料的流速超过限值。由于物料在管道内流动时与管壁、罐壁发生摩擦，超过一定的流速时容易产生并积聚静电，如果没有有效的导除静电的设施，或防静电设施发生缺损，当静电积累到一定量时，放电产生的电火花可能会引燃现场泄漏的可燃蒸汽，导致火灾、爆炸事故的发生。

④储罐在进行设计、制造和安装过程中，如果出现结构不合理、设备强度设计失误、材质选择不对、制造、焊接、安装等过程存在缺陷，在生产运行中会埋下容器破裂、储罐泄漏、爆炸的隐患。

⑤储罐区的储罐集中布置，若围堰密闭不严或围堰的尺寸、材料不符合规范，在发生储罐泄漏时不能有效发挥收容、隔离的作用，会造成油品四处蔓延、事故失去控制并造成事故扩大。

⑥储罐围堰区应设置相应的排水设施，以便雨雪天时及时排出围堰内的积水，但该排水设施应有有效的控制手段，如果缺乏有效的控制措施，

在事故发生时仍然会造成泄漏的油品等大量流失，未收集到事故池做专门处理，而是直接排到污水处理厂，可能导致事故扩大。

⑦为防止储运系统长期使用中，因热胀冷缩、地基局部沉陷造成管道和罐体连接部位损坏，常使用金属软管。但如果金属软管质量不佳、安装不正确，或在施工中、检修中发生机械磨损、接触高温、出现严重腐蚀等原因，容易出现破损、断裂、泄漏事故。

⑧储罐检修时，如果未进行清洗置换或置换不彻底，违章进罐容易发生中毒窒息事故；违章动火还容易发生爆炸事故。

⑨固定顶的储罐由于顶部有呼吸管，如果呼吸管上缺乏阻火器，在发生雷击、静电放电等意外时，可能引发火灾爆炸事故。

2）装卸区的危险有害因素分析：

装卸区涉及到产品和辅料的运输装卸，因外来人员和车辆往来较多的区域，装卸料作业比较频繁，属火灾、爆炸事故多发场所。导致火灾发生的主要原因是在装卸过程中易发生泄漏，在一定区域内形成了爆炸性混合物；引燃的点火源主要有两种，一是产生静电火花，二是遇到了吸烟或汽车排气管火星等明火源。主要存在以下触发原因（条件）：

①作业区装卸作业较频繁，原料泄漏和蒸汽积聚的机会较多。

②各种计量器具不准确、或操作失误，导致装卸失控。

③装卸器具不严密或连接不牢固、脱落或破损，造成物料喷溅流淌。

④装卸过程中易产生和积聚静电荷，而静电接地线连接不良或脱落等。

⑤人员进出频繁，出入车辆较多，易将火种带入，点火源容易失控。

⑥装卸泵房内的输送泵、管道及阀门等管件的密封部位出现泄漏，泵房通风不良、电气设施不防爆、可燃气体报警器未与排气扇进行安全联锁等原因，导致可燃蒸汽积聚、引发安全事故。

附录 2.2.4 公用工程设施的危险性分析

公用工程设施主要包括供配电、建构筑物、给排水及消防和采暖通风系统。其危险有害因素的分析如下：

1）供配电危险有害因素分析

①火灾

通过对供配电系统常见事故的分析，其中电气火灾事故较易发生，该项目中存在氢气、甲烷、GBL 等易燃易爆物质，电气火灾事故发生后容易引起次生事故，后果较为严重。如漏电、短路、过负荷、接触电阻过大等均易引起火灾事故。

若采用电缆沟配线未采取防止可燃气体物质漏入电缆沟的措施，进入变、配电室的电缆沟处，未采取填实密封的措施，一旦有可燃气体进入变、配电室，有发生火灾、爆炸的危险。

若在易燃、易爆区域安装临时线路和照明设施未采取有效的防护措施，有发生火灾、爆炸的危险。

②触电

易燃易爆区的导线和电缆受高温潮湿或腐蚀作用、机械损伤破损后不及时更换，有可能因绝缘层失效而导致漏电、短路事故发生，可造成人员触电事件。

因电流、电压超负荷使电线绝缘被击穿、因安装修理人员接错线路、带电作业时人为碰线短路，均能造成人员触电。

若电器、仪表集中控制室的电器控制箱和配电盘前后的地板未铺设绝缘板，变配电室未配备或使用绝缘手套、绝缘鞋、绝缘杆等，有发生触电事故的危险。

若电器设备的外壳和电线的金属保护管没有可靠接地接零保护或未使用漏电保护装置，有发生人员触电的危险。

若在易燃、易爆区域安装临时线路和照明设施未采取有效的防护措施，有发生人员触电的危险。

电缆、电线在建筑物中的布置设计不合理或采用临时线，可能导致触电事故的发生。

2）空压制氮系统

① 火灾

空压制氮系统中氮气作为产品供装置使用，副产的氧气集中定期排放，

若氧气排放口有易燃物，则易发生火灾事故。

② 爆炸

空压制氮系统内为高压操作，若材质不良、安全泄放设施故障等，可能导致压力管道和压力储罐发生物理爆炸事故。

③ 中毒和窒息

氮气为窒息性气体，氮气泄漏后可能引发人员窒息事故发生。

④ 机械伤害

空压制氮系统的设备运转过程中，若设备旋转部位防护罩等缺少、检修时操作人员防护不当，可能发生机械伤害事故。

⑤ 触电

空压制氮系统的电气设备保护接地装置失效、绝缘损坏，检修过程中的违章操作等，都可能造成触电事故。

⑥ 噪声和振动

在设备运转过程中存在噪声和振动，作业人员未采取相应防护措施可能造成职业危害。

3）建构筑物危险有害因素分析

①火灾

电气系统损坏，无防雷设施，检修操作规程不健全，杂物堆积燃烧等均有引起建筑物火灾的危险。建构筑物的耐火等级不够会导致事故的扩大。

②中毒和窒息

建构筑物结构不符合危险场所生产要求，通风不畅，易造成可燃、易燃、有毒气体聚集，引发火灾爆炸、中毒窒息事故。

③坍塌

建、构筑物地基处理未充分考虑地质情况；建、构筑物形式、荷载大小及抗震等级等低于规范标准要求；管道漏水，侵蚀基础，局部排水不畅，建筑基础受浸泡；地震影响；平台、框架焊接不牢靠或选材不合理等可能会导致地基沉降的发生，进而引发物料泄漏，造成火灾爆炸、中毒窒息事故。

④高处坠落

钢制平台、梯子、护栏设计、选材不当，腐蚀严重、焊接不牢靠或年久失修，无防护栏杆，不系安全带，职工安全意识差，均可能会导致高处坠落。

⑤物体打击

进入现场不佩戴安全帽；安全管理不健全，安全意识差，高处废料随意向下丢弃；通道上方无硬质防护顶；人员违章操作或高处物体放置不稳等，均可能会导致物体打击的危害。

4）给排水及消防系统危险有害因素分析

该项目依托原有消防系统，消防系统如果存在故障或维护保养不良，可能导致事故扩大。如：消防水池蓄水量不够、消防器材配备不够、未按规定配备合适类型的灭火器、或分布不合理，都会影响灭火的效果和时间，导致火灾爆炸事故后果扩大。消防通讯不畅通，会延误灭火的时间。消防管网不畅或断裂，会影响灭火的效果。消防通道不畅、或宽度不够，会影响消防车辆通行或回转，不利于火灾扑救，使事故扩大化。

该项目排放的污水中，含有少量的丁醇、四氢呋喃，均为易燃液体，如果挥发，可能发生火灾爆炸。

5）采暖通风及空气调节系统危险有害因素分析

①火灾爆炸

通排风系统的电机、控制开关、线路安全质量、防护等级不适用于环境的防爆要求，可能由于电火花引发燃爆事故。

②触电

电气设备保护接地装置失效、绝缘损坏、老化，违章操作等，都可能造成触电事故。

③冻伤

该项目所处地域冬季比较寒冷，室外气温一般在零度以下，如果没有良好的取暖设施，不仅会造成操作人员的低温伤害，还容易冻坏机器、设备、管路，产生泄漏，增加事故发生的可能性。

6）仪表及自控系统危险有害因素分析

该项目的自动控制系统接入该公司已建成的控制中心，可能存在的危险有害因素如下：

（1）自控参数选取不足，则不能及时发现工艺参数异常，进而采取有效措施防止事故发生。

（2）仪表设备、选型、安装不合理，或者仪表安装不规范，可能导致仪表失效，失去对工艺参数的监控；

（3）装置压力、温度参数波动，仪表故障等，可能导致生产工艺过程失去控制，发生火灾爆炸等事故；

（4）未设置充足的联锁，在紧急情况下不能实现自动紧急关停，可能导致事故发生。

附录 2.3 作业环境危险、有害因素辨识

附录 2.3.1 工业噪声危险、有害因素分析

泵、压缩机等动设备会产生较强噪声，噪声能引起职业性耳聋或神经衰弱、心血管疾病等发生，并使操作人员失误率升高，造成事故隐患。

附录 2.3.2 高低温危险、有害因素分析

1、高温危害

GBL 反应器、热交换器、产品塔、导热油系统泵和设备等为高温设备。在操作不当或设备管道出现泄漏、损坏时，高温介质外泄易造成操作人员烫伤、灼伤。

长期处于高温环境下，将导致操作人员中暑、眩晕、操作失误等现象。

2、低温危害

该项目所在地乌海市冬季寒冷，最低气温-32.6℃，当气温低于-15℃时，裸露的手指会被冻伤。如果防寒保暖措施不完善，工作人员会发生冻伤。人在低温环境中，反应灵敏度和动作灵活度都会有所降低，对安全生产不利。

附录 2.3.3 高处坠落危险性分析

在高于 2m 以上的平台或建构筑物上巡检、维护、维修作业时，若防护措施不力、不当，则有发生高处坠落的危险。

附录 2.4 自然条件及周边环境危险、有害因素辨识

1、自然条件危险、有害因素辨识

1）地震

本地区地震烈度为 8 度，存在地震灾害的可能性。发生地震，造成设备、管道等损坏，危险物质泄漏而引发火灾、爆炸、中毒等次生事故。

2）雷击

该项目位于内蒙古乌海高新技术产业开发区乌达产业园，该地区年平均雷暴日为 25 日，避雷设施设计安装若有缺陷或其失效，遇雷电，可能造成雷击引起的氢气、GBL、BDO、废液等燃烧、爆炸事故，或者造成作业人员伤亡事故。

3）气温危害

该项目所在地区极端最高气温 41.1℃，极端最低气温-32.6℃。夏季高温，作业人员长期在户外工作，可能发生中暑；冬季有可能造成低温作业危害等，从而间接影响到作业安全。

冬季低温可造成设备和管线的冻凝、堵塞。过低的温度会使设备材质变脆，降低耐压程度。如设备未采取防冻防凝措施或防冻防凝措施不当，设备、管线有冻裂的危险，可导致危险物料泄漏，引发火灾爆炸等事故。

因 BDO 在 19℃即可凝结，所以输送管线需要伴热。

4）大风影响

该项目所在地区最大风速 22m/s，对于高大的设备，如果基础不牢，与基础固定的强度不足，会发生周期性摆动或位移，长期会产生疲劳断裂。

大风对室外操作人员的安全将产生不利影响，有可能引起高处坠落等伤亡事故，有可能发生设备倾倒，并有可能引发二次事故（火灾爆炸、电击伤害等）。

5）暴雨影响

该项目所在地区属温带大陆性气候区，年平均降雨量 154.8mm。虽然

常年缺雨但是仍有极端天气出现的可能性，厂址标高若低于内涝水位设计要求，厂区排水能力不足，暴雨或暴雪迅速融化时存在发生内涝的可能。

另外，该项目选址西侧邻近五虎山，距离山脚 500m，北侧为无名山，距离山脚 50m，如果遇有暴雨，山体滑坡或泥石流可能导致项目被淹，所以在设计阶段，应考虑到防洪、排水以及山体保护。

2、周边环境对企业的影响

该项目与北邻一期 BDO 装置，东邻 THF 装置（火灾危险性多为甲类）。

如果安全间距不足，一旦发生火灾或爆炸事故，在不利风向下，可能波及该项目。

3、企业对周边环境的影响

该项目距离居民区较远，不会对附近居民产生影响。

附录3危险、有害程度定性、定量分析评价过程

附录3.1危险有害程度定性评价

附录3.1.1 建设项目外部安全条件单元

1）安全检查表法

依据《危险化学品安全管理条例》、《内蒙古自治区安全生产条例》、《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）、《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》、《工业企业总平面设计规范》、《化工企业总图运输设计规范》等规范的要求，对建设项目外部安全条件进行评价，共检查69条，全部合格。检查过程见下表。

附表3.1-1：建设项目外部安全条件单元安全检查表

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
1	企业选址布局应当符合国家产业政策；	《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》第8条	该项目建于乌海高新技术产业开发区乌达产业园的该公司预留地内，该区域为当地政府设立的危险化学品生产和储存的专门区域。项目选址符合国家产业政策及人民政府的规划和布局。2022年12月16日该项目取得了乌海市乌达区发展和改革委员会的《项目备案告知书》，（项目编号：2212-150304-04-01-444024）。	符合
2	企业选址布局应当符合当地县级以上（含县级）人民政府的规划和布局；			符合
3	新设立企业建在地方人民政府规划的专门用于危险化学品生产、储存的区域内；			符合
4	厂址选择应符合国家的工业布局、城镇（乡）总体规划及土地利用总体规划的要求。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.1条	符合国家的工业布局、城镇（乡）总体规划及土地利用总体规划的要求。	符合
5	配套和服务工业企业的居住区、交通运输、动力公用设施、废料场及	《工业企业总平面设计规范》	配套和公用服务设施、管廊、交通运输等依托	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	环境保护工程、施工基地等用地，应与厂区用地同时选择。	第 3.0.2 条	该公司已建成项目，成熟、完善。	
6	厂址选择应对原料、燃料及辅助材料的来源、产品流向、建设条件、经济、社会、人文、城镇土地利用现状与规划、环境保护、文物古迹、占地拆迁、对外协作、施工条件等各种因素进行深入的调查研究，并应进行多方案技术经济比较后确定。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.3 条	该地区无文物古迹、无占地拆迁，原料供应来自本公司 BDO 项目并依托其部分公用工程，产品外售，原料及产品运输路线短，地选址时已进行多方案技术经济比较，选址合理。	符合
7	厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷，且用水、用电量（特别）大的工业企业宜靠近水源及电源地。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.6 条	该项目厂址附近的水源、电源均有可靠的保证。	符合
8	厂址应有便利和经济的交通运输条件，与厂外铁路、公路的连接，应便捷、工程量小。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.5 条	该项目厂址位于乌达产业园，交通运输条件相对便利。	符合
9	临近江、河、湖、海的厂址，通航条件满足企业运输要求时，应尽量利用水运，且厂址宜靠近适合建设码头的地段。		厂址不临近江、河、湖、海。	符合
10	厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷，且用水、用电量（特别）大的工业企业宜靠近水源及电源地。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.6 条	用水、用电满足项目需要。	符合
11	散发有害物质的工业企业厂址，应位于城镇、相邻工业企业和居住区全年最小频率风向的上风侧，不应位于窝风地段，并应满足有关防护距离的要求。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.7 条	该项目位于乌达产业园，该地区最小风频为东北风、次最小风频为西南风，该项目处于乌达区的西南方向，不位于窝风地段。	符合
12	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.8 条	工程地质条件和水文地质条件满足建设工程需要。	符合
13	厂址应满足近期建设所必需的场地面积和适宜的建厂地形，并应根据工业企业远期发展规划的需要，留	《工业企业总平面设计规范》第 3.0.9 条	该项目的北侧和东侧具有预留地（见附录总图）。	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	有适当的发展余地。			
14	厂址应满足适宜的地形坡度，尽量避开自然地形复杂、自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.10条	对地形进行平整后坡度适宜。厂址不在盆地、积水洼地。	符合
15	厂址应有利于同邻近工业企业和依托城镇在生产、交通运输、动力公用、机修和器材供应、综合利用、发展循环经济和生活设施等方面的协作。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.11条	周边协作关系满足项目要求。	符合
16	发震断层和抗震设防烈度为9度及高于9度的地震区不应选为厂址。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.14条	当地抗震设防烈度为8度。	符合
17	有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段不应选为厂址。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.14条	该地段邻近山体，考虑到乌海湖的引入，导致该地区近年雨水增多，如果遇有暴雨，可能发生泥石流、滑坡的可能。但无此方面历史数据。	符合（但需要加强关注）
18	采矿陷落（错动）区地表界限内不应选为厂址。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.14条	不是采矿陷落（错动）区。	符合
19	爆破危险界限内不应选为厂址。		不是爆破危险界限内。	符合
20	坝或堤决溃后可能淹没的地区不应选为厂址。		不是坝或堤决溃后可能淹没的地区。	符合
21	有严重放射性物质污染影响区不应选为厂址。		不是严重放射性物质污染影响区。	符合
22	生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其它需要特别保护的区域不应选为厂址。	《工业企业总平面设计规范》第3.0.14条	不是该类区域。	符合
23	对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内不应选为厂址。		不在该类区域范围内。	符合
24	很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣		不是该类区域。	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	地段不应选为厂址。			
25	具有开采价值的矿藏区不应选为厂址。		不是该类区域。	符合
26	受海啸或湖涌危害的地区不应选为厂址。		不是该类区域。	符合
27	事故状态泄漏有毒、有害、易燃、易爆液体工厂的厂址，应远离江、河、湖、海、供水水源防护区。	《化工企业总图运输设计规范》第3.1.11条	项目所在地系工业园区，远离供水水源。	符合
28	厂址的自然地形应有利于工厂布置、厂内运输、场地排水及减少土（石）方工程量等要求，且自然地面坡度不宜大于5%。	《化工企业总图运输设计规范》第3.2.2条	可研提供的数据显示，此地段经过场平后，可满足要求。	符合
29	石油化工企业与同类企业的防火间距应满足表4.1.10的要求。	《石油化工企业设计防火标准石油化工企业设计防火标准》第4.1.10条	与周边装置间距均符合要求，详见本报告表2-1：项目周边环境情况一览表。	符合
30	安全评价报告编制应当符合现行《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》的要求。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.1条第（1）项	本报告按照《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》规定的内容编制	符合
31	建设项目应采用成熟可靠的化工工艺，严禁使用国家明令淘汰的落后工艺。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.2条第（3）项	该项目采用的工艺成熟可靠，该公司一期GBL以成功投产运行。	符合
32	实验室技术首次工业化生产的，应在小试、中试、工业化试验基础上，经过工艺危险性分析方能开展工程设计。不得在已建成投用的生产装置上进行新工艺的中试和工业化试验。严禁未经许可以工业化试验装置代替工业化生产装置运行。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.2条第（4）项	该工艺不属于首次应用的工艺。	符合
33	引进国外成熟生产工艺在国内首次使用的建设项目，需技术转让方或开发方提供在国外已建装置的生产情况说明（包括原料路线、工艺路线、关键设备、安全运行状况等）。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.2条第（5项	为国内成熟工艺，没有引进国外工艺。	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
34	禁止只引进生产设备及其工艺包，未配套引进与其相关的安全控制技术，拼凑式设置安全设施以及安全防控系统。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.2条第（6）项	每个工艺包均自成体系，没有拼凑工艺。	符合
35	引进国外技术和国内转让技术，应进行国内外同类项目技术比选，说明技术来源、技术先进性和差距、技术转让、以往的安全业绩等情况，选择安全、先进、成熟可靠的工艺技术；禁止选用本质安全水平低、自动化程度低、工艺装备落后的工艺技术	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.2条第（7）项	收集了工艺包提供业绩，在报告的第2.7节进行了比较。	符合
36	涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺装置的上下游配套装置，必须实现全流程自动化控制及机械化生产，最大限度的减少现场人员。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.2条第（9）项	该项目不涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺。	符合
37	在项目可研阶段应重点做好项目选址与规划。项目选址符合当地国土空间规划、城市规划，新建项目选址应在经认定且评定等级为C级及以上的化工园区内。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.5条第（1）项	该项目建设于乌达产业园，该园区是C级化工园区内。	符合
38	项目选址应符合《化工企业总图运输设计规范》（GB50489）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187）等以及相关防火标准要求。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.5条第（2）项	选址符合要求，具体见本报告附录3.1.2节。	符合
39	宜在有上下游产业链关系的企业附近选址。原料、燃料或产品运输量大的企业，选址宜靠近原料、燃料基地或产品主要销售地及协作条件好的地区。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.5条第（3）项	该项目原料为本企业供给，具有上下游关系。	符合
40	建设项目与下列周边重要设施的距离，应符合国家有关法律法规和标准规范的要求：a）居住区及商业中心、公园等人员密集场所；b）学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；c）车站、码头、机场	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.5条第（5）项	符合要求，具体见报告第2.3.1节。	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	以及通信干线、通信枢纽、铁路线路、道路交通干线、水路交通干线、地铁风亭及地铁站出入口；d）军事禁区、军事管理区；e）法律、行政法规规定的其他场所、设施、区域。			
41	建设项目应按照《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）要求，选择适用的方法确定外部安全防护距离。当定量风险评价法确定的外部安全防护距离不符合要求时，建设单位应修改设计方案或采取相应的降低风险措施，确保个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894）要求，社会风险降低到可接受区域。不符合要求的建设项目一律不得建设。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.5条第（6）项	根据定量计算，外部安全防护距离内无相关敏感场所，具体分析见本报告第5.4节。	符合
42	应针对建设项目对周边危险源的影响、周边危险源对建设项目的影响进行多米诺效应分析。多米诺效应分析应计算分析危险源火灾、爆炸影响范围，确定多米诺效应影响半径，给出可能受多米诺效应影响的危险源清单，提出消除、降低、管控安全风险的措施建议，并在工程设计阶段有效落实。如重大变更引起多米诺效应发生变化，应重新进行分析并提出消除、降低、管控安全风险的措施。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.5条第（7）项	根据多米诺影响半径计算结果，项目对周边环境没有影响，仅影响本套装置内部的其他设备。	符合
43	在外部安全防护距离范围内禁止布置劳动密集型企业及人员密集场所，并尤其关注其他非危险化学品工业企业第二类、第三类防护目标。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.5条第（8）项	该项目外部安全防护距离范围内无其他非危险化学品工业企业第二类、第三类防护目标。	符合
44	布置在化工园区的危险化学品生产建设项目应以利于安全生产为原则，完善水、电、汽、气、风、三废处理、公用管廊、道路交通、应	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.6条第	经评价均符合要求，见报告2.8节及其他章节）对应内容。对于可行性研究报告中未给出	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	急救援设施、消防设施、消防车道、停车场等公用工程及辅助配套和安全保障设施。	（1）项	的内容，均在建议措施中一节提出了建议。	
45	项目可根据化工园区的规划和要求，依托危险化学品停车场、危险化学品仓储以及应急事故水池等公共设施。应对项目所依托的外部公用工程条件，包括电源、水源、蒸汽、仪表风以及消防站、气防站、医疗救护机构等进行分析，分析外部依托条件的可靠性。当某项依托条件不能满足项目需要时，应制定相应的对策措施。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.6条第（2）（3）（4）项	该项目全部自建，未依托化工园区公用设施。	符合
46	对周边企业上下游生产关系及其相互影响进行分析，并提出对策措施。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.6条第（4）项	该项目与周边其他企业无联系。	符合
47	对项目所在地自然条件包括地质、水文、气象、地震等对建设项目的影响进行分析，并提出对策措施。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.6条第（5）项	已进行分析，见报告第6.1.5节	符合
48	建设项目的规划布局应根据生产工艺流程及各组成部分的生产特点、火灾危险性、地形、风向、交通运输等条件，按生产、辅助、公用、仓储、生产管理及生活服务设施的功能分区集中布置。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.7条第（1）项	该项目各区域相对独立：分为行政办公生活区、公用工程区、储罐区、装置区等。	符合
49	平面布置间距、竖向布置及防火间距，应满足《化工企业总图运输设计规范》（GB50489）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187）等以及其他相关防火标准要求。	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.7条第（2）项	满足《化工企业总图运输设计规范》（GB50489）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187）等以及其他相关防火标准要求，具体见报告第2.9.1节表2-19及附录3.1.3节。	符合
50	严禁使用国家明令淘汰的落后设	《危险化学品生产	该项目未使用淘汰落后	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	备，严禁将实验设备作为生产设备使用。	建设项目安全风险防控指南(试行)》第6.3.8条第（2）项	工艺和设备。	
51	全面排查管控危险化学品生产储存企业外部安全防护距离。全面排查管控危险化学品生产储存企业外部安全防护距离，危险化学品生产储存企业按照《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）和《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）等标准规范确定外部安全防护距离，防止危险化学品企业安全风险外溢。	《内蒙古自治区危险化学品安全专项整治三年行动实施方案》第二节，第5条。	该项目不构成重大危险源，其外部安全防护距离符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》的要求。	符合
52	在规划设计工厂的选址、设备布置时，应按照GB/T 37243要求开展外部安全防护距离评估核算；外部安全防护距离应满足根据 GB 36894确定的个人风险基准的要求。	《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离》（GB/T 37243-2019 ）《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）		符合
53	涉及有毒气体或易燃气体，且其构成危险化学品重大危险源的库房应按GB/T 37243的规定，采用定量风险评价法计算外部安全防护距离，定量风险评价法计算时应采用可能储存的危险化学品最大量计算外部安全防护距离。	《危险化学品经营企业安全技术基本要求》（GB 18265-2019）第4.1.4条	该项目不构成重大危险源，其外部安全防护距离符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》的要求。	符合
54	进一步提升危险化学品企业自动化控制水平。继续推进“两重点一重大”生产装置、储存设施可燃气体和有毒气体泄漏检测报警装置、紧急切断装置、自动化控制系统的建设完善，以及对传统工艺、设备等网络化、智能化、数字化改造。 总平面布置必须符合国家标准规范	《内蒙古自治区危险化学品安全专项整治三年行动实施方案》第二节，第7条。	采用了自动化控制系统，该项目无重点监管的危化工艺，无重大危险源。 经评价，总平面布置符合国家相关标准的要求中控室、办公室、操作室等设置在办公区域	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	要求，具有甲乙类火灾危险性、爆炸危险性、中毒危险性的厂房（含装置或车间）和库房内的控制室、交接班室、办公室、休息室、外操室、巡检室，2020年8月前必须予以拆除。		内，不在爆炸危险区域内。	
55	推动技术创新成果应用。加快推进“机械化换人、自动化减人、独栋厂房限人、二道门防人”工程，积极推广应用机械化、自动化生产设备和新工艺、新技术，最大限度减少作业场所人数。	《内蒙古自治区危险化学品安全专项整治三年行动实施方案》第二节，第8条。	该项目均为自动化操作，原料由管道输入，产品有管道送至罐区，实现了自动化控制。该公司设置有二道门及人员定位系统、除定期巡检人员会周期性出现在现场外，现场未常设作业员。	符合
56	生产经营单位新建、改建、扩建工程项目(以下统称建设项目)的安全设施投资应当纳入建设项目概算。	《内蒙古自治区安全生产条例》	可研未提及，在建议措施中提出。	——
57	生产经营单位的生产区域、生活区域、储存区域之间的安全距离以及周边防护安全距离，应当符合国家标准或者行业标准。 生产经营场所和员工宿舍，应当设有符合紧急疏散要求、标志明显、保持畅通的安全出口。	《内蒙古自治区安全生产条例》第二十一条	该公司生产区域、生活区域、储存区域之间的安全距离以及周边防护安全距离符合国家标准或者行业标准。 生产场所未设置宿舍，宿舍在原理装置区的单独区域。	符合
58	企业应委托具备国家规定资质等级的设计单位承担建设项目工程设计。涉及“两重点一重大”的大型建设项目，其设计单位资质应为工程设计综合资质或相应工程设计化工石化医药、石油天然气（海洋石油）行业、专业甲级资质。	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）	已经在建议中提出该项目应委托具备工程设计综合资质或相应工程设计化工石化医药、石油天然气（海洋石油）行业、专业甲级资质设计。	——
59	新建化工装置应设计装备自动化控制系统，并根据工艺过程危险和风险分析结果、安全完整性等级评价（SIL）结果，设置安全仪表系统；涉及重点监管危险化工工艺的大、	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）	该项目不涉及重点监管危险化工工艺。已在建议中提出在详细设计阶段进行HAZOP分析。	——

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	中型新建建设项目要按照GB/T 21109和GB 50770等相关标准开展安全仪表系统设计。			
60	企业总图布置应根据工厂的性质、规模、生产流程、交通运输、环境保护、防火、安全、卫生、施工、检修、生产、经营管理、厂容厂貌及发展等要求，并结合当地自然条件进行布置，符合 GB 50489要求。 《化工企业总图运输设计规范》（ GB 50489-2009） 化工企业与相邻工厂或设施的防火间距不应小于 GB 50160规定。 《石油化工企业设计防火标准（ 2018版）》（GB 50160-2008）第4.1.9条 化工企业与同类企业及油库的防火间距不应小于 GB 50160规定。 《石油化工企业设计防火标准（ 2018版）》（GB 50160-2008）第4.1.10条	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）	均符合本条款所列要求，具体见报告2.3.1节及2.4.1节	符合
61	企业内部设施之间防火间距应符合相关规范要求。	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）		符合
62	企业控制室或机柜间与装置的防火间距应满足GB 50160要求；控制室面向具有火灾、爆炸危险性装置一侧不应有门窗、孔洞，并应满足防火防爆要求。	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）	控制室和机柜间均设置在非生产区	符合
63	火炬与其他设施的防火间距不应小于GB 50160规定。	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）	火炬设置在北区，与该项目间距大于120m	符合
64	变、配电站不应设置在甲、乙类厂房内或贴邻，且不应设置在爆炸性气体、粉尘环境的危险区域内。供	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知	该项目变电站设置在装置外，与甲类装置距离64m以上	

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	甲、乙类厂房专用的10kV及以下的变、配电站，当采用无门、窗、洞口的防火墙分隔时，可一面贴邻，并应符合现行GB 50058等标准规定。	（应急〔2019〕78号）		
65	厂房之间及与乙、丙、丁、戊类仓库、民用建筑等的防火间距不应小于GB 50016规定，与甲类仓库的防火间距应符合GB 50016规定。	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）	厂房与仓库间距符合要求，具体见本报告第2.4.1节	符合
66	地区输油（输气）管道不应穿越厂区。	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）	附近1km内无输油管道	符合
67	地区架空电力线路不得穿越生产区。	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）	地区监控电力线路未穿越生产区	符合
68	推动技术创新成果应用。加快推进“机械化换人、自动化减人、独栋厂房限人、二道门防人”工程，积极推广应用机械化、自动化生产设备和新工艺、新技术，最大限度减少作业场所人数。	《内蒙古自治区危险化学品安全专项整治三年行动实施方案》第二节，第8条。	该公司设置有二道门及人员定位系统、除定期巡检人员会周期性出现在现场外，现场未常设作业员。	符合
69	提高从业人员准入门槛。自2020年5月起，对涉及“两重点一重大”生产装置和储存设施的企业，新入职的主要负责人和主管生产、设备、技术、安全的负责人及安全生产管理人员必须具备化学、化工、安全等相关专业大专及以上学历或化工类中级及以上职称，新入职的涉及重大危险源、重点监管化工工艺的生产装置、储存设施操作人员必须具备高中及以上学历或化工类中等及以上职业教育水平，新入职的涉及爆炸危险性化学品的生产装置和	《内蒙古自治区危险化学品安全专项整治三年行动实施方案》第二节，第10条。	本报告将提出建议，在试生产前落实	——

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	储存设施的操作人员必须具备化工类大专及以上学历，不符合上述要求的现有人员应在2022年底前达到相应水平。危险化学品企业要按规定配备化工相关专业注册安全工程师。			

2）预先危险性分析法

运用预先危险性分析法对建设项目的自然条件进行分析。

附表 3.1-3：自然条件预先危险性分析

序号	危险因素	原因分析	危害后果	危险等级	预防措施
1	断带、断层破碎带、褶皱等构造等	1.选址不合理 2.总图布局不合理	1.建筑物倾斜、裂缝 2.设备基础断裂等	II	1.选址应避开断带、断层破碎带、褶皱等 2.按规范要求进行设计和布局
2	基础积水、地表降水等	1.选址不合理 2.总图布局不合理	1.建筑物倾斜、裂缝 2.设备基础断裂等	III	1.对选址进行地质勘探 2.按规范要求进行设计和布局
3	地震导致的地表上下、左右波动	1.建筑结构设计缺陷 2.设备基础设计缺陷	1.建筑物破坏 2.设备损坏 3.人员伤亡	III	按规范要求进行设计和施工
4	接地不好、接地线路连接不好	1.避雷设计缺陷 2.避雷设备设施失灵	1.建筑物破坏 2.设备损坏 3.人员伤亡	III	按规范要求进行设计和施工
5	强降雨引发洪水	1.选址不合理 2.总图布局不合理	1.建筑物破坏 2.设备损坏 3.人员伤亡	III	1.应考虑防洪水措施，并制定相应应急预案 2.按规范要求进行设计和布局
6	高温、低温和风沙	1.人员长时间在户外工作 2.无防护用品或防护不当	1.人员身体不适 2.生产有难度	I	1.夏季或冬季合理安排作业时间 2.配备劳保用品 3.按规定进行佩戴劳保用品

附录 3.1.2 总平面布置单元

依据《工业企业总平面设计规范》、《化工企业总图运输设计规范》和《建筑设计防火规范》的要求，对该项目总平面布置情况进行检查。

附表 3.1-4：总平面布置安全检查表

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
1	可能散发可燃气体的工艺装置、罐组、装卸区或全厂性污水处理场等设施宜布置在人员集中场所及明火或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧。	《石油化工企业设计防火标准》第 4.2.2 条	整个厂区均按照规范要求布置，该项目在东源科技已建厂区的预留位置建设。	符合
2	石油化工企业总平面布置的防火间距，不应小于《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008 中表 4.2.12 的规定。	《石油化工企业设计防火标准》第 4.2.12 条	总平面布置符合要求，详见 2.6.3 节。	符合
3	总平面布置，应在总体规划的基础上，根据工业企业的性质、规模、生产流程、交通运输、环境保护，以及防火、安全、卫生、节能、施工、检修、厂区发展等要求，结合场地自然条件，经技术经济比较后择优确定。	《工业企业总平面设计规范》第 5.1.1 条	该项目该公司预留空地建设，考虑了环境保护、防火、安全、卫生、施工、检修等要求。	符合
4	总平面布置在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下，建筑物、构筑物等设施，应采用联合、集中、多层布置。	《工业企业总平面设计规范》第 5.1.2 条	该项目建筑物、构筑物等设施布局和层数设置合理。	符合
5	总平面布置时，厂区功能分区及建筑物、构筑物的外形宜规整。	《工业企业总平面设计规范》第 5.1.2 条	该项目功能分区及建筑物、构筑物的外形规整。	符合
6	总平面布置时，功能分区内各项设施的布置，应紧凑、合理。	《工业企业总平面设计规范》第 5.1.2 条	该项目功能分区内各项设施的布置紧凑、合理。	符合
7	总平面布置，应结合当地气象条件，使建筑物具有良好的朝向、采光和自然通风条件。高温、热加工、有特殊要求和人员较多的建筑物，应避免西晒。	《工业企业总平面设计规范》第 5.1.6 条	该项目建筑布局合理，各车间均有良好的朝向、采光和自然通风条件。	符合
8	总平面布置应采取防止高温、有害气体、烟、雾、粉尘、强烈振动和高噪声对周围环境和人身安全的危害的安	《工业企业总平面设计规范》第 5.1.7 条	该项目设有除尘防噪等设施，并符合现行国家有关工业企业卫生设计	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	全保障措施，并应符合现行国家有关工业企业卫生设计标准的规定。		标准的规定。	
9	总平面布置运输线路时，应保证物流顺畅、径路短捷、不折返。	《工业企业总平面设计规范》第 5.1.8 条	该项目原料采用工艺管道运输，在原有基础上增设输送泵和管廊；产品供下游拟建东联航公司 NMP 项目作为原料使用，也可采用汽车外运，符合要求。	符合
10	大型建筑物、构筑物，重型设备和生产装置等，应布置在土质均匀、地基承载力较大的地段；对较大、较深的地下建筑物、构筑物，宜布置在地下水位较低的填方地段。	《工业企业总平面设计规范》第 5.2.1 条	该项目大型建构筑物，重型设备和生产装置等，均布置在土质均匀、地基承载力较大的地段。	符合
11	公用设施的布置，宜位于其负荷中心或靠近主要用户。	《工业企业总平面设计规范》第 5.3.1 条	变配电站等公用设施建在该项目界区内，靠近主要用户。	符合
12	公用工程设施应集中或分区集中布置，宜靠近负荷中心，并应方便公用工程各类主干管和线路的布置，宜短捷地与用户相连通。	《化工企业总图运输设计规范》第 4.1.7 条	公用工程设施分区集中布置	符合
13	化工区的工业废水和生活污水排出口，应布置在当地生活饮用水取水口的下游，其距离应符合水源卫生保护的有关要求。	《化工企业总图运输设计规范》第 4.1.14 条	污水经处理达标后排放	符合
14	消防车道的净宽度和净空高度均不应小于 4.0m。转弯半径应满足消防车转弯的要求；消防车道与建筑之间不应设置妨碍消防车操作的树木、架空管线等障碍物；消防车道靠建筑外墙一侧的边缘距离建筑外墙不宜小于 5m;消防车道的坡度不宜大于 8%。	《建筑设计防火规范》第 7.1.8 条	厂区及装置内部道路成环形布置，路面宽度不低于 6m、净空高度不低于 5m	符合
15	散发可燃气体、可燃蒸汽的甲类厂房与厂外道路路边的距离不小于 15 米，与厂内主要道路路边的距离不小于 10 米，距离厂内次要道路路边的防火间距不小于 5 米。	《建筑设计防火规范》第 3.4.3 条	各生产装置、厂房与厂外道路、厂内主要、次要道路防火间距满足要求	符合
16	变、配电所不应设置在甲、乙类厂房内或贴邻建造，且不应设置在爆炸性	《建筑设计防火规范》第 3.3.8 条	该项目变电所单独设置，与生产装置之间的	符合

序号	检查内容	依据条款	实际情况	检查结果
	气体、粉尘环境的危险区域内。供甲、乙类厂房专用的 10kV 及以下的变、配电所，当采用无门窗洞口的防火墙隔开时，可一面贴邻建造，并应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 等规范的有关规定。		间距符合要求。	
17	厂区内甲、乙类生产装置或设施，散发粉尘、水雾和噪声的生产部分应布置在人员集中场所及明火或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧，厂前区、机电仪修和总变配电所等应位于全年最小频率风向的下风侧。	《化工企业安全卫生设计规范》第 3.2.2 条	全厂总平面布置符合相应的要求	符合

附录 3.1.3 生产工艺装置部分

附表 3.1-5：预先危险性分析表

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
1.	物料泄漏、遇点火源	燃烧爆炸	1） 设备制造存在缺陷。 2） 焊接质量差，特别是焊接接头处未焊透，焊缝探伤检查流于形式，导致焊接接头泄漏或发生疲劳断裂，进而大量易燃易爆流体溢出，发生爆炸。 3） 运行中由于原料 BDO 储罐泄漏，遇明火发生/爆炸。 4） 产品 GBL 储罐、废液储罐，若未设置储罐高液位联锁，或储罐液位传感器故障（虚假显示低液位），可能发生储罐满罐溢流事故发生，溢流的物料与空气混合后，易发生火灾爆炸事故。 5） 可能存在超压的设备设施的底阀未锁开管理等，可能导致压力超压时不能及时泄放，进而导致容器破裂或管道接口开裂，物料泄漏后遇着火源可能发生火灾爆炸事故。 6） 违章操作、操作失误，阀门关闭，引起超压爆炸。	设备损坏 人员伤亡	III	1） 采购时严格把关，确保设备产品质量合格。 2） 在该项目施工中除受工艺条件限制采用法兰连接外，尽可能采用焊接连接。在施工中要保证焊接质量，并对焊缝进行严格检查。定期检查管子表面腐蚀情况和对易腐蚀损坏的设备进行检测，采取有效措施。 3） 机泵设备选型时，选择满足高温工况材质的磨蚀。 4） 蒸馏塔中的气相物料一旦发生泄漏极易被点燃，引发火灾爆炸。因此应在设备选材、工艺条件、泄漏检测及联锁控制方面采取综合措施。 5） 原料罐及产品罐的液位在线检测仪表，要求确保其安全可靠，设置液位控制联锁，应开展 SIL 定级、验证与确定工作。以防止溢流事故发生。 6） 各储罐的液位计应定期维护保养，确保读数准确可靠。卸料时严格按照操作规程进行，防止溢流事故发生。 7） 严禁违章操作，严格执行操作规程。

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
2.	物料泄漏、职业接触超标	中毒/窒息	1） 该项目氢气为单纯性窒息性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起缺氧性窒息。在很高的分压下，呈现出麻醉作用。 2） 若作业人员日常生产中职业卫生防护措施不当可能导致中毒。 3） 检维修过程中，未进行充分置换。 4） 日常生产中跑冒滴漏现象存在。 5） 职业卫生管理制度不完善，或落实不到位等。	人员中毒	II	1） 加强职业卫生防护。 2） 检修作业中严格执行各项防护措施。 3） 对设备设施加强管理，严防跑冒滴漏现象发生。 4） 针对该项目制定完善的职业卫生管理制度，开展相应的职业卫生告知、评测等。
3.	换热器故障导致的物料泄漏或换热器的冷热物料相串。 导致物料被污染，甚至发生火灾爆炸	火灾爆炸	1） 焊接质量差，特别是焊接接头处未焊透，焊缝探伤检查流于形式，导致焊接接头泄漏或发生疲劳断裂，进而大量易燃易爆流体溢出，发生爆炸。 2） 由于腐蚀耐压强度下降，使管束失效或产生严重泄漏，遇明火发生爆炸。 3） 换热器做气密性试验时，采用氧气补压或用可燃性精炼气体试漏，引起物理/化学爆炸。 4） 违章操作、操作失误，阀门关闭，引起超压爆炸。 5） 长期不进行排污，易燃易爆物质积聚过多，加之操作温度过高导致换热器发生猛烈爆炸。	设备损坏 人员伤亡	III	1） 换热器设计、制造应符合国家压力容器的规范要求，图纸修改与变动必须经主管部门同意，经验收质量合格。 2） 制造换热器时，要保证焊接质量，并对焊缝进行严格检查。 3） 流体为腐蚀介质时，提高管材质量和焊接质量，增加管壁厚度或在流体中加入腐蚀抑制剂，定期检查管子表面腐蚀情况和对易腐蚀损坏的设备进行检测，采取有效措施。 4） 换热器做气密性试验时，必须采用干燥的空气、氮气和其他惰性气体，严禁使用氧气和可燃性气体试漏或补压。 5） 严禁违章操作，严格执行操作规程。 6） 对于易结垢的流体可定期进行清洗，将结垢

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
			6） 由于开停车频繁，温度变化过大，设备急剧膨胀或收缩，引发泄漏。 7） 在换热器操作中，管束内外壁都可能会结垢，而污垢层的热阻要比金属管材大得多，从而导致换热能力迅速下降，严重时将会使换热介质的流道阻塞。			清洗掉。 7） 制定合理的开停工程序，加强在线监测，严格控制运行条件，防止和减轻应力腐蚀。 8） 精心操作，控制系统温度不要发生较大的波动。
4.	产品精馏塔液位传感器或控制回路故障。塔内物料的液位可能偏高或偏低，潜在的安全生产事故。	物料泄漏、物料串流、生产紊乱	1） 当液位传感故障显示假低时，可能导致精馏塔内液位不断升高； 2） 当液位传感故障显示假高时，可能导致大量粗产品被送至废液储罐，导致满罐，物料可能泄漏或生产中断。	人员伤亡 生产紊乱	III	1） 在设计阶段开展 HAZOP 分析，对液位传感器故障低及故障高等各种情况进行分析。 2） 在设备选型和采购中应严格把关。 3） 对液位传感器及液位控制回路可能发生故障情形，在下游工段设置监控和报警仪表，及时发现问题并在操作规程明确相应处置措施。 4） 定期对仪表进行检验检测，确保其可靠运行。
5.	储罐液位传感器或控制回路故障	满罐导致物料泄漏，进而引发火灾爆炸事故	1） 储罐液位控制回路故障假显液位低，则进料泵将持续不断，导致储罐超装，严重时导致物料储罐破裂或管线法兰破裂，物料泄漏后，遇点火源可能发生火灾爆炸。 2） 泄漏的物料可能导致人员中毒事故发生。 3） 储罐液位控制回路故障假显高，则会导致生产紊乱。	火灾爆炸	III	1） 在设计阶段开展工艺危害与可操作性（HAZOP）分析，对储罐液位传感器故障低及故障高等各情况进行分析。 2） 在设备选型和采购中应严格把关。 3） 对液位传感器及液位控制回路可能发生故障情形，在下游工段设置监控和报警仪表，及时发现问题并在操作规程明确相应处置措施。 4） 定期对仪表进行检验检测，确保其可靠运

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
						行。
6.	高温	烫伤	1） GBL 反应器温度为 200℃左右，下游轻组分塔和产品精馏塔的操作温度均在高温下运行，若工艺管线、设备的外壁未设置保温层或保温层破损； 2） 作业人员在设备、管线附近巡检等作业时，接触高温热表面。	人员伤亡	II	1） 合理布局设备和管道，凡是温度超过 80℃的热表面均应采取防作业人员烫伤的措施； 2） 在日常巡检、取样，以及检修作业中，要分析高温危害，采取适当措施，防止烫伤事故发生。
7.	停电 停仪表风等	生产紊乱及潜在安全生产事故	1） 造成生产紊乱； 2） 停电将导致各电驱机泵、压缩机、换热器停止工作； 3） 仪表风供应中断导致各控制阀无法正常工作； 4） 严重时导致装置被迫停车。	生产事故 人员伤亡	II	1） 设计中及运行中确保双电源的可靠性； 2） 设计中针对自控系统和可燃有毒报警系统应设置满足容量、可靠的不间断电源； 3） 设置可靠的仪表风供应；重要的联锁控制阀应设置单独的供气仪表风罐并应设置单向阀； 4） 加强供电系统、仪表风系统及设备的维护保养。 5） 针对电、仪表风及其他辅助系统（如、蒸汽、循环水等），结合设计阶段的图纸开展有效的工艺危害与可操作性（HAZOP）分析。
8.	电气设备外壳带电	触电	1） 电气设备外壳未接地； 2） 接地线故障； 3） 作业人员不慎接触带电体。	人员伤亡	II	1） 所有电气设备外壳均应可靠接地。 2） 定期检查、检测接地线及接地电阻是否正常。 3） 作业人员应掌握防触电安全知识，并在作业中进行落实。

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
9.	泵、压缩机等设备的旋转部位	机械伤害	1） 该项目设有泵和氢气压缩机等旋转机械。若旋转部位未设置可靠的防护措施。 2） 作业人员不慎接触。	人员伤亡	II	1） 所有机械设备的旋转部位应设置防护罩。 2） 生产、检修过程中，应加强检查，不得在防护罩拆除后，启动设备。 3） 加强作业人员安全教育、培训与考核。
10.	设施布局不合理	高处坠落、损坏设备/管线	1） 阀门等需要操作的设施未设置合理的操作平台； 2） 作业人员需踩在下发管线上进行操作； 3） 地面管道未设置踏步。	设备损失、人员伤亡、长期疲劳潜在泄漏事故	II	1） 在设计阶段应考虑设施布局，及操作的便利性； 2） 考虑巡视路线设置充足合理的踏步； 3） 为设备的维修保养留有足够的检修空间； 4） 开展HAZOP分析时将设施布局作为引导词进行分析。
11.	采样	中毒、火灾	1） 采样器的选型不合理； 2） 布设位置不良，人员操作存在困难； 3） 采样器/采样点未考虑阀门内漏； 4） 采样器的阀门使用快开阀，布设位置未考虑防止误触碰等； 5） 作业人员未按照采样程序进行作业。	人员伤亡 火灾事故	II	1） 设计中对采样器的选型应选用安全系数高的设施； 2） 采样器的布设位置应考虑高度、操作平台等要素； 3） 采样器阀门选型和数量设计应考虑内漏危害，采用双阀隔离能有效避免内漏可能导致的危害； 4） 采样器处尽量不设置快开阀，若设有快开阀应设有防止误碰的措施； 5） 制定规范的采用作业规程，对员工进行培训并考核落实情况。
12.	氮气	窒息	1） 氮气管线未进行标识，错误使用氮气； 2） 氮气管线阀门误打开； 3） 氮气置换后，作业前未检测环境中氧浓	人员伤亡	II	1） 氮气管线应进行规范标识； 2） 针对氮气窒息危险开展员工培训； 3） 使用氮气后，需进入受限空间必须含氧量检

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
			度等。			测。
13.	原料 BDO 及产品 GBL 储存	火灾	1） 该项目原料 BDO、产品 GBL 均为可燃液体，储存时可能发生储罐溢流事故。 2） 溢流物料遇着火源可能发生火灾爆炸事故。 1） 储罐检维修动火作业，未对危害分析到位，储罐中遗留有可燃物料或其蒸汽，遇焊接火花，可能发生爆炸事故。	火灾爆炸 人员伤亡	III	1） 原料 BDO、产品 GBL 储罐设置就地液位、远传液位计。设置液位高报警，液位高高联锁。 2） 罐区使用防爆电器、防爆工器具。 3） 消除可能产生的点火源。 4） 储罐检维修作业，应开展风险分析，并制定相应安全措施。 1） 严格按照规程进行作业，不得违章作业。
14.	产品 GBL 装车	车辆伤害、火灾	1） 可燃液体充装中会产生静电。装车时在顶部进料。 2） 装车时，可燃液体流速过快，超设计流量。 3） 静电消除装置连接不可靠或断开。 4） 槽车未设置防溜车设施，可能因溜车导致物料泄漏。 5） 在装车区未消除可能的点火源。	火灾爆炸 车辆伤害	II	1） 槽车进入厂区前严格安全检查，确保槽车司机状态良好。 2） 在装卸区设置行车路线，操作人员做好停车引导，防止车辆伤人事故发生。 3） 开展司机和该区域操作人员的交通安全培训及定期考核。 4） 确保装车区静电消除报警器可靠运行。 5） 液体充装应采用鹤管，确保鹤管深入槽车底部进行灌装。 6） 装车时严格按照设计流速进行装车，不得违章作业。 7） 不得使用临时软管进行装车作业。 8） 装车过程中加强液位监控，不得离岗，严格防范卸料溢流事故。 9） 运输车辆应配备相应品种和数量的消防器

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
						材。 10）装运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。 11）进入装车区域应禁止各类潜在点火源。
15.	副产品氢气	泄漏、火灾爆炸	1） 该项目副产氢气，不储存，经管道输送给 BDO 项目使用。 2） 管道选材不当；焊接质量不高；可能引起氢脆，发生泄漏。 3） 氢气泄漏时静电摩擦引发火灾；或泄漏氢气与点火源发生火灾爆炸事故。 4） 氢气管道检维修时，未进行置换，动火引发火灾爆炸事故发生。	火灾爆炸	III	1） 设计阶段严格落实氢气管道选材； 2） 施工中严格控制施工质量； 3） 按照检维修管理制度规范检修作业； 4） 作业前开展作业前安全分析，采取可靠完善安全措施。 5） 加强监理工作。

以下针对氢气压缩机进行预先危险性分析评价。

附表 3.1-6：压缩机机组预先危险性分析表

潜在事故	触发事件	形成事故原因	事故后果	危险等级	预防/处理措施
火灾爆炸	可燃气体泄漏严重	1.吸排气阀失灵，密封不严，造成泄漏，引起着火爆炸。 2.轴封处泄漏严重，引起着火。 3.阀门漏气，照明接头处短路，引起着火爆炸。	财产损失、人员伤亡、停产、造成严重经济损失	IV	1.保证气阀的密封性和灵活性，及时更换气阀和填料。 2.保证连接件密封可靠，设置氢气泄漏的检测装置。
	因腐蚀、疲劳断裂，可燃性气体	1.出口放空管疲劳断裂，氢气泄漏着火爆炸。		IV	1.减少压缩机管系振动，保证管材和焊口质量。 2.保证设备配件、易损件的加工和安装质量。

潜在事故	触发事件	形成事故原因	事故后果	危险等级	预防/处理措施
	泄漏	2.气缸与机身之间连接螺栓疲劳断裂，大量高压气体喷出，引起着火爆炸。 3.机身高压缸损坏，引起油系统着火，缸套材质低劣，缸体缺陷产生疲劳断裂，致使高压气体喷出，引起着火爆炸。			3.严格进行质量检查，对压缩机主要部件进行剩余寿命的诊断。
	温度压力过高	1.润滑油选择不当、润滑油牌号不符、加油量过多、油质不佳导致气体温度剧升。 2.系统混入杂质，导致发热。 3.过滤器污垢严重，吸入气体含尘量大。 4.循环冷却水水质差，中间冷却水效果不好，冷却水意外中断，致使气体温度升高。		III	1.选用黏度适中、油性和粘附性较好的含油脂润滑油。 2.注油量以维持正常的油面高度为准。 3.采取先进的水处理工艺，定期处理污垢、排放油水，严格控制排气温度。 4.经常检查安全阀的可靠性，采用仪表和自动报警装置，发现异常故障并采取安全措施。
	误操作、违章作业 导致燃烧爆炸	1.开车时未打开旁路阀和出口阀，压力升高超过材料强度极限而导致爆炸；设备运行过程中，发现异常响声未及时停车检查，致使缸体内部件损坏，造成起火爆炸。 2.压缩机负荷试车时没有采用低压氮气或吹扫不彻底，引起燃烧爆炸。		IV	熟悉操作规程，开停车、运转维护检查、负荷试车严格按操作规程进行
	因制造缺陷、管理不善引起燃烧爆炸	1.油水分离器因制造缺陷爆炸。 2.电机绝缘老化引起着火，烧坏压缩机。		IV	1.加强设备监造质量管理和设备配件质量检查，发现缺陷及时补救和更换易损件。 2.加强电机维护保养，及时更换绝缘老化电机。
机械伤害	人员接触到转动部位	设备运转部分防护不当或未设防护装置造成人员伤害。	人员伤亡、财产损失	III	所有运转部件都要设置防护装置。
	转动部件断裂飞出或爆炸飞出物	由于设备运转部件断裂飞出，或设备爆裂产生的物体打击事故。		III	严格按操作、检修规程操作，发现故障及时停车检查，发现缺陷及时修复和更换。

附录 3.1.4 公用及辅助工程单元

1、供配电工程子单元

附表 3.1-7：供配电工程预先危险性分析表

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
1.	变压器温度超温	火灾	变压器自身过负荷或者冷却系统故障。	设备损坏 生产中断 人员伤亡	III	1） 变压器着火时，首先拉开各侧断路器，切断电源，停用冷却装置。 2） 向调度汇报，要求协助处理。并迅速组织有效措施进行灭火。 3） 若变压器顶盖燃烧时，应从故障放油阀把油面放低；向外壳浇水（注意不要让水溅到着火的油上）使油冷却而不易燃烧。 4） 如外壳爆炸时，必须将油全部放到油坑或储油槽中去。 5） 若是变压器内部故障而引起着火时，则不能放油，以防变压器发生严重爆炸。 6） 变压器因喷油引起着火燃烧时，应迅速用黄沙覆盖、隔离、控制火势蔓延，同时用灭火设备灭火。
2.	变电所负荷不足、地震影响等	火灾爆炸	1） 线路超负荷； 2） 温度过高； 3） 雷击、地震； 4） 串入小动物造成短路。	人员伤亡 财产损失	II～III	1） 遵守操作规程进行作业；严禁超负荷供电； 2） 设通风散热装置； 3） 设置抗震设施，设备及管线的防雷防静电接地可靠，按规定定期检测校验接地电阻； 4） 变电所门缝、窗等处应设置防护网，防止小

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
						动物窜入； 5） 设置灭火器，并保持完好；设置安全标志；
3.	变电所设施维护不当，作业不规范等	触电	1） 装置漏电； 2） 操作员违章操作、无证操作； 3） 劳动防护用品缺乏或未正确穿戴； 4） 其他人员误入危险区； 5） 电气检修无现场监护人员。	人员伤亡	II	1） 带电线路和设备绝缘，不应裸露； 2） 根据要求对用电设备做好保护接地或保护接零； 3） 电气维修按操作规程进行，工作人员作业持证上岗；穿戴好劳动防护用品； 4） 禁止非电工人员进行操作； 5） 设备设置安全标志； 6） 将带电体同外界隔绝，防止人体接近或触及带电体； 7） 电气检修必须有现场监护人员。
4.	变压器漏油引发火灾	火灾爆炸	1） 变压器油泄漏； 2） 静电荷放电、产生火花； 3） 变压器短路、超负荷； 4） 雷击。	人员伤亡 系统损坏	III	1） 各部油位正常，要检测无渗、漏油现象； 2） 要有防雷装置、并检测合格； 3） 采用中性点接地系统； 4） 各引线的线间距离合格，接头紧固良好，并贴有试温蜡片； 5） 变压器的相位和接线组别均能满足电网运行要求，相位漆色标识正确、明显； 6） 禁止超负荷运行。
5.	变压器漏电	触电	变压器漏电、人员与之接触	人员伤亡	II	1） 设置安全标志； 2） 要进行绝缘检测； 3） 基础牢固稳定、周围要有栅栏防护； 4） 工作人员穿戴防护用品。

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
6.	变压器维修作业不规范	高处坠落	1） 高处作业人员未戴防护用品 2） 注意力不集中	人员伤亡	II	1） 在高处设固定防护装置； 2） 遵守操作规程进行作业，注意力集中。
7.	电气设备线路漏电	触电	1） 用电设备及用电线路漏电； 2） 劳动防护用品缺乏或未正确穿戴； 3） 操作员违章操作、无证操作； 4） 其他人员误入危险区； 5） 高压供电线路发生断路，带电线路落地可能产生跨步电压，导致人员伤亡。	人员伤亡	II	1） 带电线路和设备绝缘，不应裸露；根据要求对用电设备做好保护接地或保护接零； 2） 穿戴好劳动防护用品； 3） 电气维修按操作规程进行，工作人员作业持证上岗；禁止非电工人员进行操作； 4） 设置短路保护联锁装置； 5） 供电线截面积和强度应达国家标准要求，并制定应急措施； 6） 设备设置安全标志；将带电体同外界隔绝，防止人体接近或触及带电体。
8.	电气设备选型不符合要求	火灾爆炸	1） 防爆电器选型不正确； 2） 防爆电器防爆性能失效； 3） 使用非防爆型电气工具进行操作时产生火花； 4） 电气设备及线路由于接触不良、超负荷、老化等原因、产生火花造成火灾； 5） 检修时，电气焊作业产生的高温焊渣、切割下来的高温金属件遇可燃物会引发火灾。 6） 由于雷击、大风等自然因素造成的各类电气火灾； 7） 静电聚集产生火花引燃易燃物	设备损坏、人员伤亡、造成严重经济损失	III	1） 进行合理的工艺、设备设计选型，使电气设备的防爆性能符合作业环境要求； 2） 制定完善的规章制度，加强电气设备、设施管理与维护，发现问题及时解决； 3） 保持良好的作业环境，及时清除可燃物质； 4） 检修动火严格执行动火制度； 5） 采取避雷、静电接地等安全措施； 6） 配备足量的消防器材

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
9.	高处作业	高处坠落	1） 操作规程不健全或误操作； 2） 操作平台设计或施工不符合技术要求； 3） 无防护措施，不系安全带； 4） 安全管理不健全； 5） 电气检修和操作人员安全意识差	人员伤害	II	1） 制定完善的规章制度； 2） 电气检修和操作人员应有资格，持证上岗； 3） 严格执行操作规程； 4） 配备并使用安全带等安全工器具

2、给排水及消防子单元

1）预先危险性分析法

附表 3.1-8：给排水及消防预先危险性分析表

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
1.	机械旋转部位	机械伤害	1） 机械设备转动部位无防护罩； 2） 机械移动部位无防护或隔离设施； 3） 安全操作规程不健全； 4） 安全管理不严； 5） 工作场地采光不良； 6） 人员操作失误	人员伤亡	II	1） 增加设备安全防护设施； 2） 完善安全操作规程，加强安全管理及安全生产教育 3） 按设计和安全要求对设备进行安全防护； 4） 加强现场安全管理； 5） 改善工作环境，按标准要求设置照明； 6） 加强业务学习，严格执行操作规程
2.	漏电	触电	1） 接地不良； 2） 绝缘层破坏，带电体裸露； 3） 检修未停电，或停电未挂警示牌； 4） 无漏电保护器	人员伤亡	II	1） 进行接零接地保护； 2） 实现漏电保护器的分级保护； 3） 根据工作条件选用加强绝缘或双重绝缘的设备导线；

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
						4） 采用绝缘防护用品、不导电地面
3.	高处作业	高处坠落	1） 高处作业防护不力。 2） 平台有孔洞、栏杆有缺陷等	人员伤亡	II	1） 设置醒目安全警示标志及防护设施并加强养护； 2） 建构筑物、设备等设施严格按规范要求设计施工； 3） 加强安全管理，无关人员不得进入生产区域； 4） 高处作业按程序审批； 5） 加强安全设施检查与维护
4.	噪声环境作业	噪声振动	1） 选用设备噪声超标； 2） 机器运行不正常； 3） 机器无消声器、减振器； 4） 没有按时检修机器	听力损伤	I	1） 选择噪声小的设备，从源头控制； 2） 采取减震措施； 3） 加强个体防护，按规定佩戴个体防护用品； 4） 完善机器的消声减振设施； 5） 按时检修机器
5.	防护不当致落水	淹溺	1） 水池防护设施不健全； 2） 安全设施被挪用，或检修后未及时复位； 3） 人员安全意识差； 4） 运行或检修操作规程不健全； 5） 管道、设备腐蚀泄漏	人员伤亡	II	1） 设置安全防护栏杆，安全设施不得挪作他用； 2） 检修作业或其他作业应严格按操作规程作业； 3） 加强员工培训，增强安全意识与自我防范能力； 4） 健全水池、水井防护设施； 5） 建立健全运行或检修操作规程

2）安全检查表法

依据《建筑设计防火规范》（2018 修订版）（GB50016-2014）、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）等规范，编制了给排水及消防子单元安全检查表，对可研报告中拟采取的措施是否满足该项目安全生产需要进行检查。

附表 3.1-9：给排水及消防子单元安全检查表

序号	检查内容	依据	实际情况	检查结果
1	消防车道的净宽度和净高度均不应小于 4m。	《建筑设计防火规范》第 7.1.8 条	可研中设计的道路为 6m 和 9m。	符合要求
2	灭火器应设置在明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散。	《建筑灭火器设置设计规范》第 5.1.1 条	可研未提及。	设计时明确
3	灭火器的摆放应稳固，其铭牌应朝外。手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上，顶部离地面不应大于 1.50 米，底部离地面不宜小于 0.08 米。灭火器箱不得上锁。	《建筑灭火器设置设计规范》第 5.1.3 条	可研未提及。	设计时明确
4	灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性的地点。当必须设置时，应有相应的保护措施。灭火器设置在室外时，应有相应的保护措施	《建筑灭火器配置设计规范》第 5.1.4 条	可研提出了按该规范设置的要求，但未细化	设计时明确
5	一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于 2 具	《建筑灭火器配置设计规范》第 6.1.1 条	可研提出了按该规范设置的要求，但未细化	设计时明确
6	每个灭火器设置点实配灭火器的灭火级别和数量不得小于最小需配灭火级别和数量的计算值	《建筑灭火器设置设计规范》第 7.1.2 条	可研未提及。	设计时明确

共对 6 项内容进行了检查，结果表明，该项目按规范设置消防系统，基本符合要求。其中，5 项内容在可研报告中未详细说明，后续阶段的设计或施工中应明确或细化。分别为：灭火器的摆放地点、位置及数量应细化。

3、仪表及自动控制系统子单元

附表 3.1-10：仪表及自控系统预先危险性分析表

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
1.	自控参数选取不足	火灾爆炸 中毒窒息等	未对如下工艺参数开展全面监控： 1） 压力超压保护 2） 液位 3） 流量 4） 压缩机振动、轴温、润滑油流量等	人员伤亡 财产损失	III	1） 设置压力高报警，高高联锁及安全泄放措施； 2） 设置关键设备运行状态显示及报警； 3） 设置液位高报警； 4） 设置紧急停车按钮等； 5） 设置包括安全阀、紧急放空阀等安全设施。
2.	仪表安装不规范	火灾	1） 仪表设备、选型、安装不合理； 2） 电气设备绝缘老化、连接松动、过负荷； 3） 人为短路； 4） 进入控制室等的电缆孔洞未用耐火填料封堵严密； 5） 易燃、可燃介质导管直接进入控制室； 6） 控制室位于爆炸危险区域内，无防护措施； 7） 避雷措施不完善等	人员伤亡 财产损失 生产中断	III	1） 电气设备、选型、安装合理； 2） 安全管理到位； 3） 定期检修电气设备； 4） 加强安全教育和业务技能培训； 5） 易燃、可燃介质导管直接进入控制室要有防护措施； 6） 控制室不设在爆炸危险区域内； 7） 完善避雷措施等
3.	装置压力、	爆炸	1） 控制系统故障；	人员伤亡	III	1） 定期检测系统，调校仪表等；

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
	温度参数波动，仪表故障或控制系统未设置联锁等		2） 现场仪表故障； 3） 现场电动仪表的级别、组别选择不符合要求； 4） 电气连接附录选择不满足要求； 5） 本安仪表与其关联设备不匹配，达不到防爆要求； 6） 仪表与设备或管道连接用法兰、阀门泄漏； 7） 仪表本体及测量管线压力等级、材质不满足要求。	财产损失 生产中断		2） 增加现场指示仪表； 3） 选择合格合适的仪表和垫片等附录。 4） 加强在线检测，安装可燃和有毒气体泄漏报警装置； 5） 强巡检，发现问题及时解决。
4.	超压未报警或联锁	压力容器爆炸	1） 仪表控制系统故障； 2） 现场仪表故障； 3） 人员操作失误等。	人员伤亡 财产损失 生产中断	III	1） 定期检测系统，调校仪表等； 2） 增加现场指示仪表； 3） 加强安全教育和业务技能培训； 4） 严格执行操作规程等。
5.	可燃或有毒物料泄漏未报警	火灾爆炸 中毒窒息	1） 可燃物料可能发生泄漏的释放源，未按照标准要求设计泄漏探测器； 2） 有毒物料可能发生泄漏的释放源，未按照标准要求设计泄漏探测器； 3） 安装的泄漏报警仪故障； 4） 泄漏报警仪的报警值设置错误； 4） 未定期检验，泄漏报警仪不能起到报警作用。	人员伤亡 财产损失	III	1） 在初步设计阶段严格按照标准要求，在潜在释放源位置设置泄漏探测器，并在图纸中结合气象条件、物料的比重等，绘制出安装位置及高度； 2） 在设备选型时应选取带声光报警的探测器； 3） 对可燃气有毒气体探测系统进行定期维护，制定相应安全操作规程，确保各项危险物质的报警值设置正确； 5） 严格按照规范要求开展定期检验；加强日常维修保养，确保报警系统处于完好状态。

4、建（构）筑物子单元

附表 3.1-11：建（构）筑物预先危险性分析表

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
1.	防火设计不规范	火灾爆炸	1） 电气系统损坏； 2） 无防雷设施； 3） 检修操作规程不健全； 4） 杂物燃烧； 5） 耐火等级不够引起建构筑物燃烧； 6） 通风不良，造成可燃气体聚集。	人员伤亡 经济损失	III	1） 建筑物要用非燃烧材料建造；耐火等级达到要求； 2） 彻底清除作业环境中存在的油污，可燃物质； 3） 定期进行电气安全检查，严禁“三违”； 4） 对防雷装置进行定期检查、检测，保持完好状态，使之有可靠的保护作用； 5） 增加通风和可燃气体检测。
2.	设计不规范 施工质量不良 通风不良	中毒和窒息	1） 强度不够，造成设备管道泄漏，引起中毒和窒息； 2） 设备基础沉降，设备管道泄漏，引起中毒和窒息； 3） 造成通风不良，造成有毒气体聚集。	人员伤亡 经济损失	III	1） 建构筑物设计、施工选择有资质的单位进行，保证建筑质量； 2） 增加通风和有毒气体检测。
3.	高处作业	高处坠落	1） 操作规程不健全或声音操作； 2） 操作平台设计或施工不符合技术要求； 3） 无防护栏杆，不系安全带； 4） 恶劣天气室外作业； 5） 安全管理不健全，操作工没有体检或无高空作业证；	人员伤害或伤亡	II～III	1） 进行合理的工艺、设备设计； 2） 由有资质单位按设计施工； 3） 制定完善的规章制度，加强设备管理与维护，发现问题及时解决； 4） 上岗人员必须经过严格的体检、培训，严禁无证上岗； 5） 严格执行操作规程；

序号	危险因素	潜在事故	原因分析	危害后果	危险等级	预防/处理措施
			6） 职工安全意识差。			6） 配备并使用安全设施。
4.	侵蚀、浸泡、地震等	坍塌	1） 管道漏水，侵蚀基础； 2） 局部排水不畅，建筑基础受浸泡； 3） 维修管理不及时； 4） 结构设计、施工不符合规范要求； 5） 外力撞击； 6） 地震影响； 7） 平台、框架焊接不牢靠或选材不合理。	人员伤亡 财产损失	II～III	1） 做好地基施工防水处理工作； 2） 保障排水顺利； 3） 结构设计、施工达到抗震要求； 4） 平台、框架选材合理，焊接牢靠。
5.	劳保用品管理不规范	物体打击	1） 不发放安全防护用具； 2） 进入施工现场不佩戴安全帽； 3） 安全管理不健全，安全意识差，高处废料随意向下丢弃； 4） 通道上方无硬质防护顶； 5） 人员违章操作或高处物体放置不稳	人员受伤	II	1） 制定完善的规章制度与操作规程； 2） 配备齐全并使用劳保用品； 3） 加强安全教育工作； 4） 设置硬质防护顶； 5） 上岗人员必须经过严格的体检、培训，严禁无证上岗。

附录 3.2 固有危险性定量评价

附录 3.2.1 具有爆炸性化学品的 TNT 当量计算

1、TNT 当量计算方法

该项目的设备中，存在的可能发生爆炸的化学品为氢气、甲烷，产品γ-丁内酯蒸汽也存在爆炸可能性。

相对量比较大且发生泄漏可能性比较大的为管道以及设备中存在的氢气，因此对氢气爆炸的 TNT 当量进行计算。

$$W_{TNT}＝AW_fQ_f/Q_{tnt}$$

式中：W_{TNT}—化学品爆炸时其相当于梯恩梯的质量数（kg）；

A—爆炸系数，取 0.04；

W_f—具有爆炸性的化学品的质量（kg）；

Q_f—化学品的燃烧热（kJ/kg）；

Q_{TNT}—TNT 的爆热（kJ/kg）；实验数据，取 4520kJ/kg。

化学品爆炸时其相当于梯恩梯的质量（W_{TNT}）除以梯恩梯的摩尔质量数，即可得到具有爆炸性的化学品的质量相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量。

2、物料的 TNT 当量

附表 3.2-1：存在量及 TNT 当量计算结果

化学品名称	场所	存在量（t）	燃烧热（kJ/kg）	TNT 当量（t）
氢气	氢气管道、反应器、过热器等	0.0929	119918	0.098
甲烷	甲烷化反应器	0.0013	55460	0.0006
GBL	反应器、粗产品分离器、轻组分塔、产品塔、粗产品罐、产品罐等	1130	23359.3	233.6
BDO	BDO 原料罐、管道、气化器等	1012	6675.5	59.8

附录 3.2.2 可燃性化学品的燃烧放热量计算

该项目设施中可燃物料包括：氢气、甲烷、BDO 和 GBL。

具有可燃性的化学品全部燃烧后放出的热量按下式计算：

$$E=W_fQ_f$$

式中：E—化学品燃烧后放出的热量（kJ）。

W_f—具有可燃性的化学品的质量（kg）；

Q_f—化学品的燃烧热（kJ/kg）；

储存和生产场所危险化学品的主要参数及计算结果见下表。

附表 3.2-2：存在量及燃烧热量计算结果

化学品名称	场所	存在量（t）	燃烧热（kJ/kg）	燃烧热量 E（kJ）
氢气	氢气管道、反应器、过热器等	0.0929	119918	1.11×10^7
甲烷	甲烷化反应器	0.0013	55460	7.21×10^4
GBL	反应器、粗产品分离器、轻组分塔、产品塔、班产罐、产品罐等	1130	23359.3	2.64×10^{10}
BDO	BDO 原料罐、管道、气化器等	1012	6675.5	6.76×10^9

附录 3.2.3 具有毒性的化学品的浓度及质量

该项目涉及的毒性化学品四氢呋喃、丁醇。在有机废液中含有少量丁醇、四氢呋喃，存在量较少，浓度在可研阶段也未具体给出。

附录 3.2.4 具有腐蚀性的化学品的浓度及质量

该项目不涉及具有腐蚀性的化学品。

附录 3.3 风险程度分析

附录 3.3.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性

该项目具有可燃性的化学品为：BDO、氢气、γ-丁内酯、甲烷、四氢呋喃、丁醇等。

在项目投产初期由于管道、阀门、法兰等在施工过程中的质量问题，以及设备的稳定性等方面，危险物质泄漏的可能性较大，在生产正常后，设备运行处于最佳状态，泄漏的可能性相对较低，在设备进入损耗故障期后，由于环境腐蚀、振动、物料的化学腐蚀、磨蚀、老化、蠕变等原因，设备泄漏的可能性较高。

应加强设备、管线、安全附件检验检测，及时更新，要加强巡检，发现问题立即处理，以确保装置安全运行。

附录 3.3.2 出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件

（一）主生产工艺装置

该项目的原料 BDO、产品γ-丁内酯，副产品氢气，并副产少量的四氢呋喃、丁醇等易燃物质，均具备可燃性和爆炸性，如果物质浓度达到爆炸极限，泄漏后遇着火源可能造成爆炸、火灾事故，被引燃或引爆。氢气的引燃温度为 400℃，爆炸极限为 4.1～74.1%。

发生火灾、爆炸事故的条件有：

1、生产和储存装置系统中的物料发生泄漏，并挥发与空气混合，达到爆炸极限，遇点火源发生爆炸。

如果泄漏的气体数量太多或太少、高于或低于爆炸极限均不会引发爆炸，但有可能引发火灾、中毒事故。

2、泄漏的可燃物接触到助燃物，一般为氧气。

由于生产装置处于大气中，均在含氧环境中，一旦发生泄漏，必然与空气中的氧气接触而无法避免。

3、点火源：点火源是指能够使可燃物与助燃物发生燃烧反应的能量来源。这种能量既可以是热能、光能、电能、化学能，也可以是机械能。根据点火源产生能量的来源不同，点火源可分为火焰、火星、高热物体、电火花、静电火花、撞击、摩擦、化学反应热、光线聚焦等。

该项目可能存在的点火源主要有火焰、火星、高热物体、电火花、静电火花、撞击、摩擦等。易燃、易爆化学品发生燃烧爆炸还需要达到一定的引燃温度和点火能量。

通过以上分析可以看出，控制泄漏危险化学品发生火灾、爆炸的途径一是防止易燃、易爆化学品形成爆炸性混合物；二是控制各种形式的点火源。以上两点得到有效控制，即可避免火灾、爆炸事故的发生。

附录 3.3.3 有毒化学品泄漏扩散速率及达到人接触最高限值的时间

该项目废液中含有少量丁醇、四氢呋喃，具有一定的毒性。若发生泄漏，风向朝向有人值守或有人作业场所，风速高利于扩散和稀释，且能及时堵漏，则能够较快解除泄漏影响，不会对人员造成影响。丁醇、四氢呋喃在设备的介质中含量较低，且装置为露天环境，因此达到职业限制的可能性比较小。

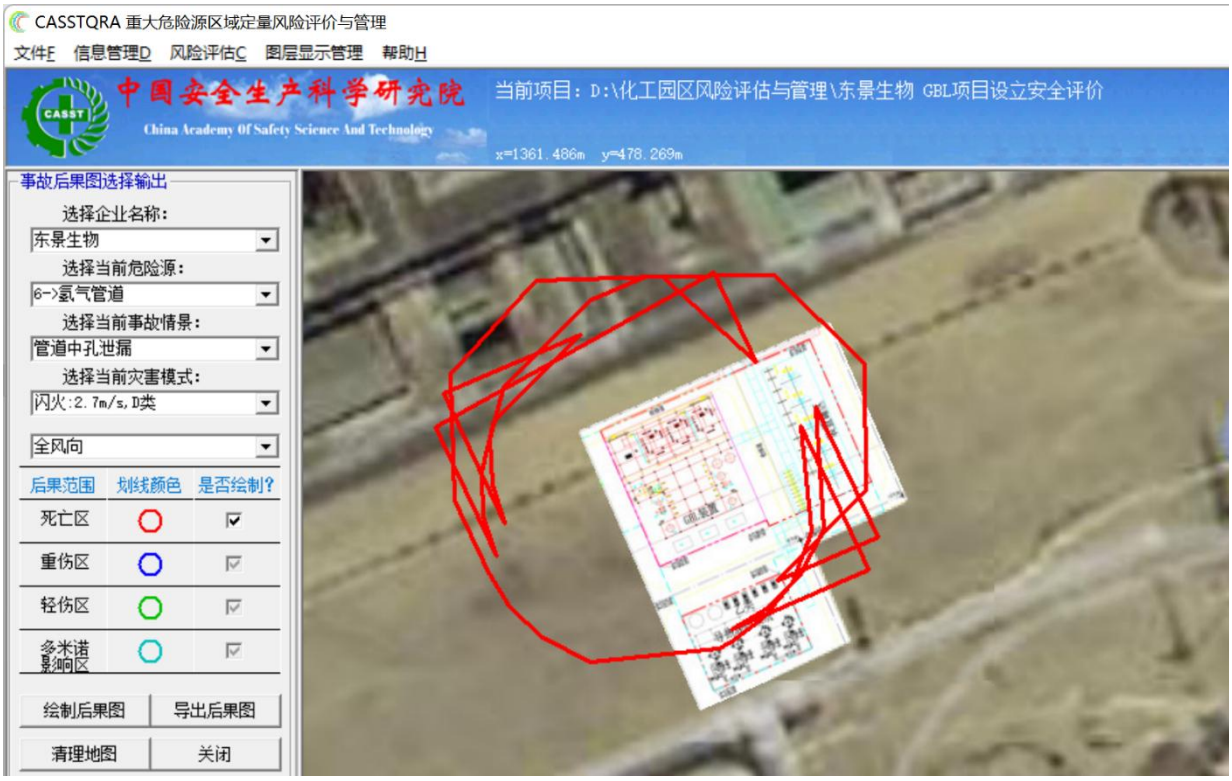
附录 3.3.4 发生火灾、爆炸、中毒事故造成人员伤亡的范围

该项目可能发生火灾、爆炸的危险化学品主要为氢气，其存在于 GBL 反应器、氢气压缩机、氢气管道、甲烷化反应器中，氢气泄漏后与空气形成混合物，遇明火燃烧，因氢气的爆炸范围较宽，氢气浓度达到爆炸极限范围内遇点火能会发生爆炸。此外，该项目设有导热油炉，可能发生物理爆炸。采用中国安全生产科学研究院研发的《CASST-QRA 区域定量风险评价软件 V2.1》，对可能发生的事故后果进行计算，各事故情形下影响范围见下表。

附表 3.3-1：事故后果计算结果一览表

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)
2.6MPa 氢气管道	管道完全破裂	闪火:静风,E 类	111	/	/	/
2.6MPa 氢气管道	管道完全破裂	闪火:2.7m/s,D 类	82	/	/	/
2.6MPa 氢气管道	管道完全破裂	闪火:3.75m/s,C 类	50	/	/	/
2.6MPa 氢气管道	管道完全破裂	闪火:4.8m/s,C 类	44	/	/	/
2.6MPa 氢气管道	管道完全破裂	云爆	22	37	63	30
2.6MPa 氢气管道	管道中孔泄漏	闪火:静风,E 类	111	/	/	/
2.6MPa 氢气管道	管道中孔泄漏	闪火:2.7m/s,D 类	82	/	/	/
2.6MPa 氢气管道	管道中孔泄漏	闪火:3.75m/s,C 类	50	/	/	/
2.6MPa 氢气管道	管道中孔泄漏	闪火:4.8m/s,C 类	44	/	/	/
2.6MPa 氢气管道	管道中孔泄漏	云爆	22	37	63	30
导热油炉	容器物理爆炸	物理爆炸	4	7	12	5

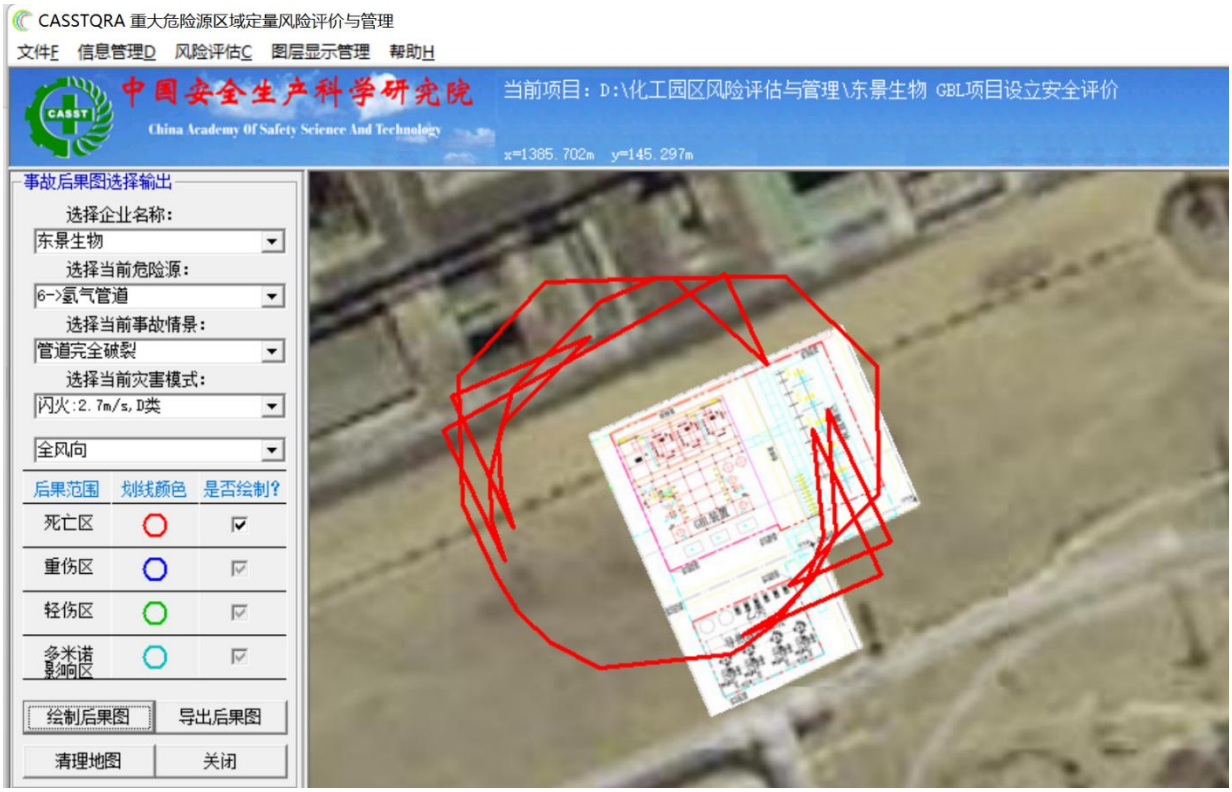
主要事故情形影响半径绘制事故后果图如下所示。



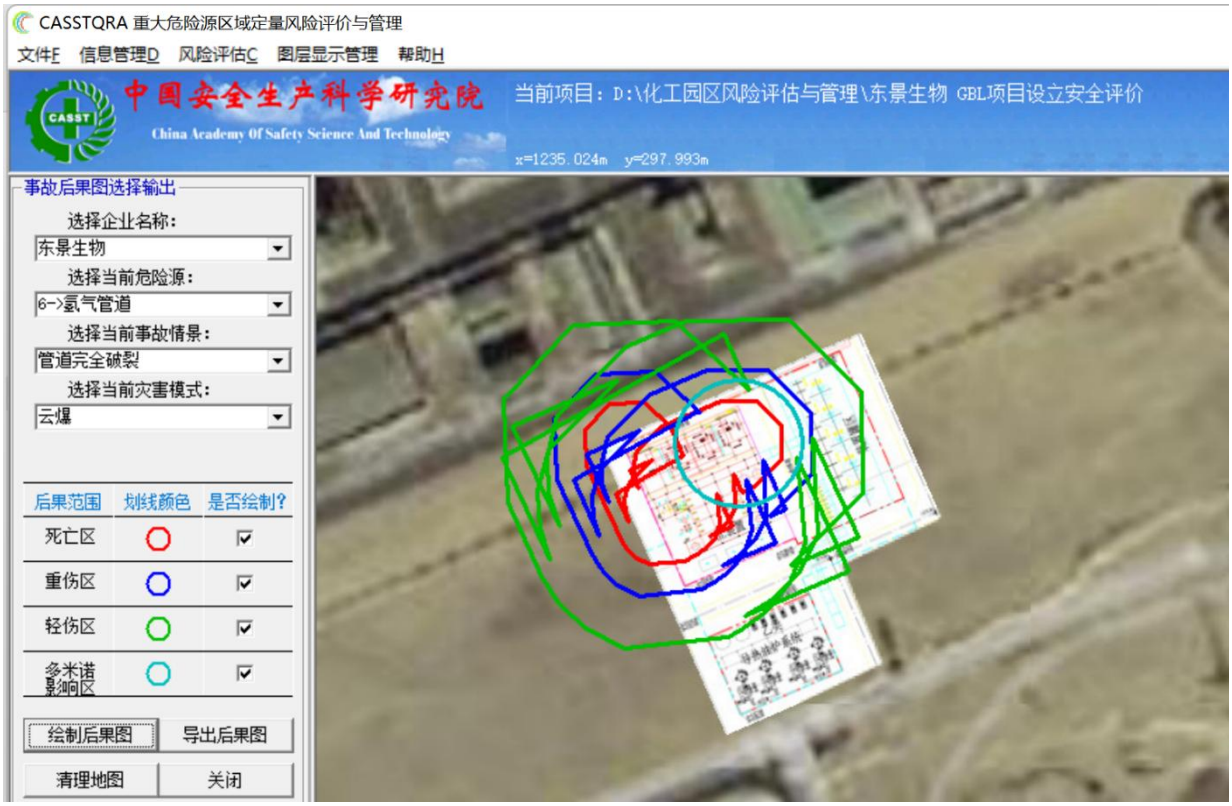
附图 3.3-1：2.6MPa 氢气管道中孔泄漏，闪火事故后果图



附图 3.3-2：2.6MPa 氢气管道中孔泄漏，云爆事故后果图



附图 3.3-3：2.6MPa 氢气管道完全破裂，闪火事故后果图



附图 3.3-4：2.6MPa 氢气管道完全破裂，闪火事故后果图



附图 3.3-5：导热油炉容器物理爆炸后果图

附录 3.3.5 个人风险曲线和社会风险曲线计算结果

《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）中关于个人风险值的要求（见下表）。

附表 3.3-2：我国个人可接受风险标准值表

防护目标	个人可接受风险标准（概率值）	
	新建装置（每年）≤	在役装置（每年）≤
一般防护目标中的三类防护目标	1×10^{-5}	3×10^{-5}
一般防护目标中的二类防护目标	3×10^{-6}	1×10^{-5}
高敏感防护目标 重要防护目标 一般防护目标中的一类防护目标	3×10^{-7}	3×10^{-6}

《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）中关于高敏感防护目标、重要防护目标及一般防护目标的定义及分类详见如下两个表所列。

附表 3.3-3：高敏感防护目标、重要防护目标的定义

高敏感防护目标包括下列设施或场所： a）文化设施。包括：综合文化活动中心、文化馆、青少年宫、儿童活动中心、老年活动中心等设施。 b）教育设施。包括：高等院校、中等专业学校、体育训练基地、中学、小学、幼儿园、业余学校、民营机构及其附属设施，包括为学校配建的独立地段的学生生活场所。 c）医疗卫生场所。包括：医疗、保健、卫生、防疫、康复和急救场所；不包括：居民小区及小区级以下的卫生服务设施。 d）社会福利设施。包括：福利院、养老院、孤儿院等为社会提供福利和慈善服务的设施及其附属设施。 e）其他在事故场景下自我保护能力相对较低群体聚集的场所。
重要防护目标包括下列设施或场所： a）公共图书展览设施。包括：公共图书馆、博物馆、档案馆、科技馆、纪念馆、美术馆、展览馆、会展中心等设施。 b）文物保护单位。 c）宗教场所。包括：专门用于宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等场所。 d）城市轨道交通设施。包括：独立地段的城市轨道交通地面以上部分的线路、站点。 e）军事、安保设施。包括：专门用于军事目的的设施，鉴于、拘留所设施。 f）外市场所。包括：外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等。 g）其他具有保护价值的或事故场景下人员不便撤离的场所。

附表 3.3-4：一般防护目标的分类

一般防护目标类型	一类防护目标	二类防护目标	三类防护目标
住宅及相应服务设施 住宅包括：农村居民点、低层住区、中层和高层住宅建筑等。 相应服务设施包括：居住小区及小区级以下的幼托、文化、体育、商业、卫生服务、养老助残设施，不包括中小学。	居住户数 30 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以上 30 户以下，或居住人数 30 人以上 100 人以下	居住户数 10 户以下，或居住人数 30 人以下
行政办公设施 包括：党政机关、社会团体、科研、事业单位等办公楼及其相关设施	县级以上党政机关以及其他办公人数 100 人以上的行政办公建筑	办公人数 100 人以下的行政办公建筑	
体育场馆 不包括：学校等机构专用的体育设施	总建筑面积 5000 ㎡以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所	总建筑面积 1500 ㎡以上 5000 ㎡以下的建筑，或高峰时 100 人以上 300 人以下的露天场所	总建筑面积 1500 ㎡以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所
旅馆住宿业建筑	床位数 100 张以上	床位数 100 张以下	

一般防护目标类型	一类防护目标	二类防护目标	三类防护目标
包括：宾馆、旅馆、招待所、服务型公寓、度假村等建筑	的	的	
金融保险、艺术传媒、技术服务等综合性商务办公建筑	总建筑面积5000㎡以上的	总建筑面积1500㎡以上5000㎡以下的	总建筑面积1500㎡以下的
娱乐、康体类建筑或场所 包括：剧院、音乐厅、电影院、歌舞厅、网吧以及大型游乐等娱乐场所建筑； 赛马场、高尔夫、溜冰场、跳伞场、摩托车场、射击场等康体场所	总建筑面积3000㎡以上的建筑，或高峰时100人以上的露天场所	总建筑面积3000㎡以下的建筑，或高峰时100人以下的露天场所	
公共设施营业网点		其他公共设施营业网点。包括：电信、邮政、供水、燃气、供电、供热等其他公用设施营业网点	加油加气站营业网点
其他非危险化学品工业企业		企业中当班人数100人以上的建筑	企业中当班人数100人以下的建筑
交通枢纽设施 包括：铁路客运站、公路长途客运站、港口客运码头、机场、交通服务设施（不包括交通指挥中心、交通队）等	旅客最高聚集人数100人以上	旅客最高聚集人数100人以下	
城镇公园广场	总占地面积5000㎡以上的	总占地面积1500㎡以上5000㎡以下的	总占地面积1500㎡以下的
注1：低层建筑（一层至三层住宅）为主的农村居民点、低层住区以整体为单元进行规模核算，中层（四层至六层住宅）及以上建筑以单栋建筑为单元进行规模核算。其他防护目标未单独说明的，以独立建筑为目标进行分类。 注2：人员数量核算时，居住户数和居住人数按照常住人口核算，企业人员数量按照最大当班人数核算。 注3：具有兼容性的综合建筑按其主要类型进行分类，若综合楼使用的主要性质难以确定时，按底层使用的主要性质进行分类。 注4：表中“以上”包括本数，“以下”不包括本数。			

基于设备设施失效频率、事故发生情景频率、气象条件概率和事故后果，通过计算模块，完成事故发生频率（fs）和事故后果（vs）的拟合计算，软件输出的个人风险等值线分布图如下图所示。



附图 3.3-6：个人风险等值线分布图

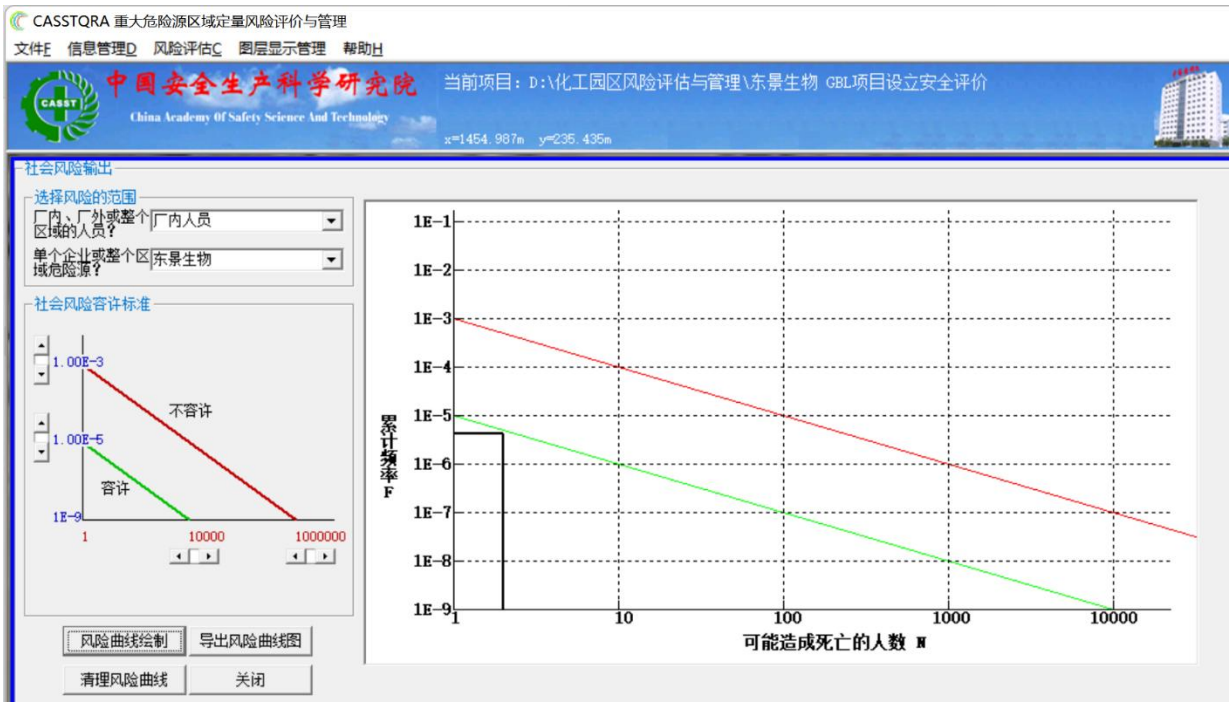
上图中风险等值线的数值分别为：1×10^{-5}、3×10^{-6}和 3×10^{-7}。

从个人风险计算结果可知，该公司个人风险较高的地方为四氢呋喃储罐区和导热油炉区附近，应加强风险曲线为 1×10^{-5} 区域内的作业、人员巡检等。作业人员应穿戴防护用品，避免发生事故。该项目个人可接受风险标准曲线范围均在新建装置区内部，不涉及厂外居住类场所和公共场所，其对周边的个人风险处于可接受范围之内。

2、社会风险计算结果

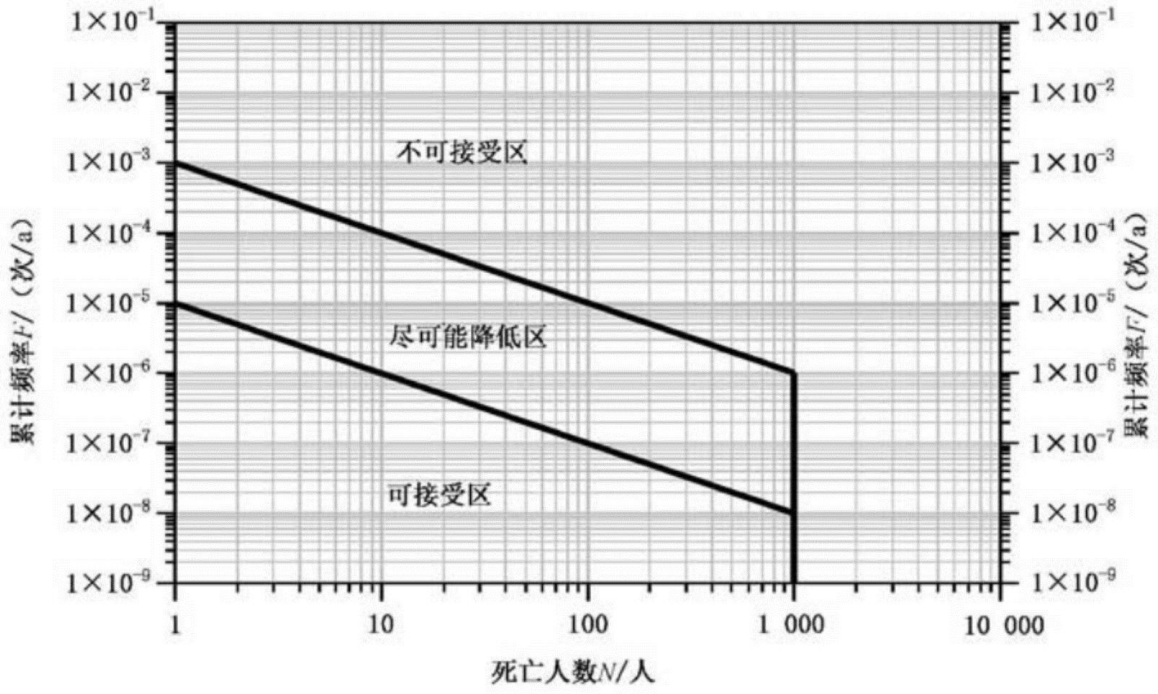
运用软件分别绘制了厂内人员和厂外人员的社会风险曲线。

1）厂内人员社会风险曲线



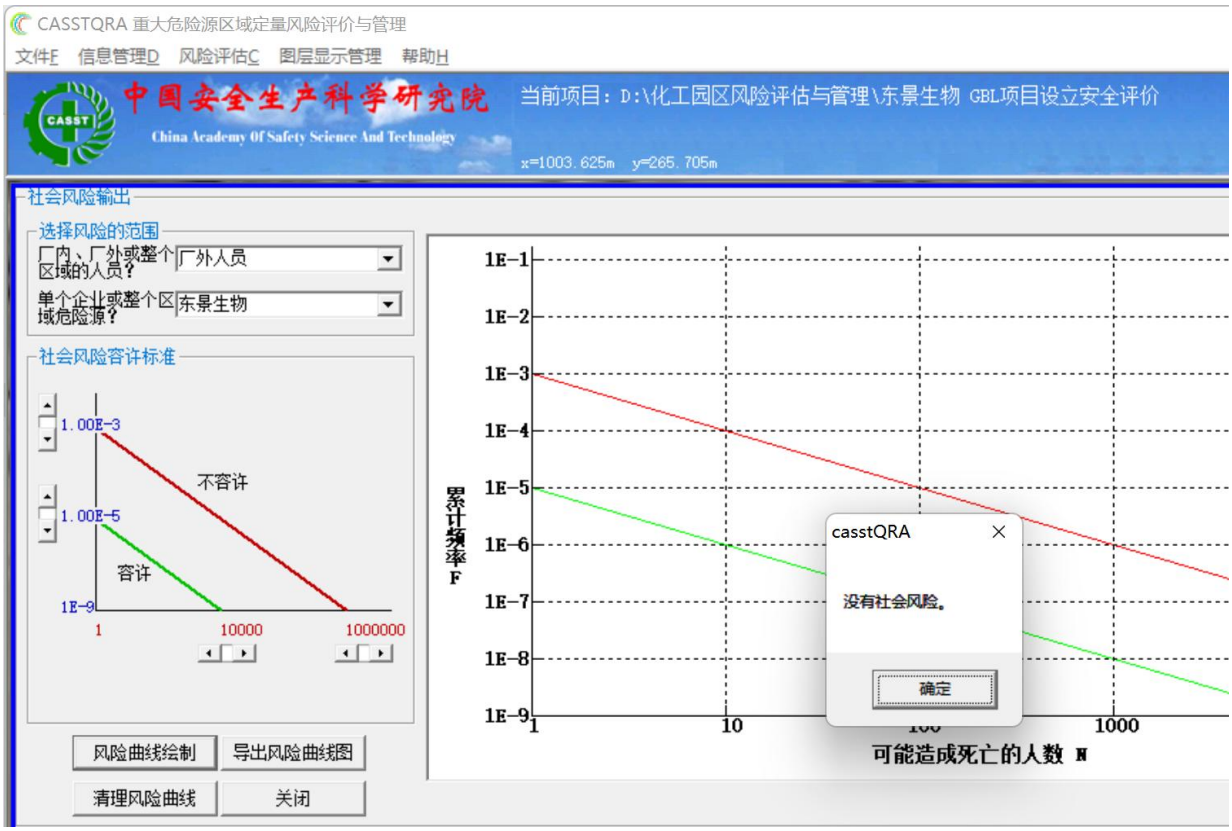
附图 3.3-7：厂内人员社会风险曲线图

对比《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）中关于我国社会可接受风险标准图（下图），由于该项目中事故后果相对较低，对厂内人员的社会风险低，处于可接受区域。



附图 3.3-8：社会风险基准

2）厂外人员社会风险曲线



附图 3.3-9：厂外人员社会风险曲线

从计算结果看该项目对厂外人员的社会风险处于可接受区域之内。

小结：

通过采用中国安全生产科学研究院的《CASST-QRA 区域定量风险评价软件》V2.1 版进行了事故后果模拟、个人风险和社会风险值计算，经计算结果与《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）规定的我国个人可接受风险标准值对比，个人风险值均处于标准规定的可接受范围之内。

该项目对厂区内部和外部人员的社会风险均处于可接受区。

附录 4 依据的安全生产法律、法规和部门规章及标准目录

附录 4.1 国家法律、法规

序号	名称	文件编号
1	《中华人民共和国安全生产法》（2021 修订版）	中华人民共和国主席令[2002]第 70 号、[2014]第 13 号、[2021]第 88 号
2	《中华人民共和国消防法》（2021 年修正）	中华人民共和国主席令[1998]4 号、[2008]第 6 号、[2019]第 29 号、[2021]第 81 号
3	《中华人民共和国劳动法》（2018 年修正）	中华人民共和国主席令[1994]第 28 号，中华人民共和国主席令[2009]第 18 号、[2018]第 24 号
4	《中华人民共和国职业病防治法》（2016 修订、2017 修正、2018 修正）	中华人民共和国国家主席令[2011]第 52 号、[2016]第 48 号、[2017]第 81 号、[2018]第 24 号
5	《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
6	《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
7	《工伤保险条例》（2010 修订版）	中华人民共和国国务院令[2003]第 375 号、[2010]第 586 号
8	《安全生产许可证条例》（2014 修订版）	中华人民共和国国务院令(2004)第 397 号、[2014]第 653 号
9	《危险化学品安全管理条例》（2013 修订版）	中华人民共和国国务院令(2002)第 344 号、(2011)第 591 号、（2013 年 12 月 7 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》）
10	《中华人民共和国防震减灾法》（2008 年修订）	中华人民共和国主席令[1997]第 94 号、中华人民共和国主席令[2008]第 7 号，2009 年 5 月 1 日起施行
11	《中华人民共和国防洪法》（2016 修正）	中华人民共和国主席令[2009]第 88 号、[2016]第 48 号
12	《特种设备安全监察条例》（2009 修订）	中华人民共和国国务院令[2009]第 549 号
13	《建设工程安全生产管理条例》	中华人民共和国国务院令[2003]第 393 号
14	《生产安全事故报告和调查处理条例》	中华人民共和国国务院令[2007]第 493 号
15	《易制毒化学品管理条例》（2018 修正）	中华人民共和国国务院令[2005]第 445 号、[2016]第 666 号、[2018]第 703 号
16	《国务院办公厅关于同意将α-苯乙酰乙酸甲酯等 6 种物质列入易制毒化学品品种目录的函》	国办函〔2021〕58 号
17	《中华人民共和国监控化学品管理条例》（2011 修订）	国务院令[1995]第 190 号、[2011]第 588 号
18	《国务院关于进一步加强企业安全生产工作	国发[2010]23 号

序号	名称	文件编号
	的通知》	
19	《内蒙古自治区安全生产条例》（2022 修订）	2022 年 11 月 23 日内蒙古自治区第十三届人民代表大会常务委员会第三十八次会议通过，2023 年 1 月 1 日施行
20	《内蒙古自治区消防条例(2010 修订)》	内蒙古自治区第十一届人民代表大会常务委员会公告（第十八号）
21	《内蒙古自治区防雷减灾管理办法》（2018 修订版）	内蒙古自治区人民政府[2008]第 162 号、[2018]第 230 号
22	《内蒙古自治区气象灾害防御条例》（2018 修订版）	2007 年 4 月 3 日内蒙古自治区第十届人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过，2018 年 7 月 26 日内蒙古自治区第十三届人民代表大会常务委员会第六次会议修正
23	《内蒙古自治区特种设备安全监察条例》	2011 年 5 月 26 日内蒙古自治区第十一届人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过
24	《内蒙古自治区党委自治区人民政府关于进一步加强安全生产工作的决定》	2017 年 1 月 26 日
25	《内蒙古自治区落实生产经营单位安全生产主体责任规定》	内政办发[2018]49 号
26	《关于全面加强危险化学品安全生产工作的实施方案》	内蒙古自治区党委办公厅、自治区人民政府办公厅印发（2020 年 12 月）

附录 4.2 部门规章和规范性文件

序号	名称	文件编号
1	《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》	安监总危化[2007]255 号
2	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（2015 修订版）	国家安监总局令[2012]第 45 号、[2015]第 79 号
3	《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（2015 修订版）	国家安监总局令[2011]第 40 号、[2015]第 79 号
4	《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》	安监总管三[2009]116 号
5	《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》	安监总管三[2013]3 号
6	《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
7	《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》	安监总管三[2013]12 号
8	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2015 修正）	安监总局令[2011]第 36 号、[2015]第 77 号

序号	名称	文件编号
9	《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（2015 修正、2017 修正）	国家安全生产监督管理总局令[2011]第 41 号、[2015]第 79 号、[2017]第 89 号
10	《首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处理原则》	安监总管三[2011]142 号
11	《关于危险化学品企业贯彻落实《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》的实施意见》	安监总管三[2010]186 号
12	《关于督促化工企业切实做好几项安全环保重点工作的紧急通知》	国家安全生产监督管理总局安监总危化[2006]第 10 号
13	《生产经营单位安全培训规定》（2015 修订）	国家安监总局令[2006]第 3 号、[2013]第 63 号、[2015]第 80 号
14	《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（2013 修正、2015 修正）	国家安监总局令[2010]第 30 号、[2013]第 63 号、[2015]第 80 号
15	《产业结构调整指导目录(2019 年本)》（2021 修改版）	国家发展和改革委员会令[2019]第 29 号、[2021]第 49 号
16	《关于进一步加强化学品罐区安全管理的通知》	安监总管三[2014]68 号
17	《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》	国家安监总局令[2007]第 16 号
18	《生产安全事故应急预案管理办法》	中华人民共和国应急管理部令[2019]第 2 号
19	《国家质量监督检验检疫总局关于修改<特种设备作业人员监督管理办法>的决定》	国家质量监督检验检疫总局令[2011]140 号令
20	《企业安全生产费用提取和使用管理办法》	财资〔2022〕136 号
21	《国家安全监管总局关于印发《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》和《烟花爆竹生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》的通知》	安监总管三[2017]121 号
22	《危险化学品目录》（2015 年版）	国家安全生产监督管理总局等部委
23	《关于印发危险化学品目录（2015 版）实施指南（试行）的通知》	安监总厅管三[2015]80 号
24	《国务院办公厅关于同意将 1-苯基-2-溴-1-丙酮和 3-氧-2-苯基丁腈列入易制毒化学品品种目录的函》	国办函[2014]40 号
25	《国务院办公厅关于同意将 N-苯乙基-4-哌啶酮、4-苯胺基-N-苯乙基哌啶、N-甲基-1-苯基-1-氯-2-丙胺、溴素、1-苯基-1-丙酮列入易制毒化学品品种目录的函》	国办函[2017]120 号
26	《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）	中华人民共和国公安部公告 2017 年 5 月 11 日
27	《关于征求危险化学品生产储存装置(设施)风险可接受标准（征求意见稿）等三项标准和危险化学品	国家安全监管总局监管三司，2017 年 8 月 3 日

序号	名称	文件编号
	重大危险源辨识（征求意见稿）有关临界量调整意见的函》	
28	《国家安全监管总局关于加强化工企业泄漏管理的指导意见》	安监总管三[2014]94号
29	《应急管理部办公厅关于印发危险化学品企业重大危险源安全包保责任制办法（试行）的通知》	应急厅[2021]12号
30	《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》	应急[2019]78号
31	《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》	应急[2022]52
32	《关于加强化工过程安全管理的指导意见》	安监总管三[2013]88号
33	《国家安全监管总局住房城乡建设部关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》	安监总管三[2013]76号
34	《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》	安监总管三[2014]116号
35	《国家安全监管总局办公厅关于印发化工（危险化学品）企业主要负责人安全生产管理知识重点考核内容等的通知》	安监总厅宣教[2017]15号
36	《内蒙古自治区安全生产专项整治三年行动实施方案》	内蒙古自治区安委会（2020年5月）
37	《内蒙古自治区进一步规范化工行业项目建设的若干规定》	内工信原工字[2019]269号
38	《内蒙古自治区应急管理厅关于深刻吸取江苏响水天嘉宜化工有限公司“3·21”特别重大爆炸事故教训立即开展危险化学品安全专项整治的通知》	内应急字[2019]21号

附录4.3 国家标准和规范

序号	标准名称	标准号
1	《石油化工企业设计防火标准》（2018年版）	GB50160-2008
2	《建筑设计防火规范》（2018修订版）	GB50016-2014
3	《工业企业总平面设计规范》	GB50187-2012
4	《化工企业总图运输设计规范》	GB50489-2009
5	《石油化工工厂布置设计规范》	GB50984-2014
6	《生产过程安全卫生要求总则》	GB/T12801-2008
7	《生产设备安全卫生设计总则》	GB5083-1999
8	《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》	GB4387-2008
9	《个体防护装备配备规范第1部分：总则》	GB39800.1-2020
10	《个体防护装备配备规范第2部分：石油、化工、天然气》	GB39800.2-2020

序号	标准名称	标准号
11	《常用化学危险品贮存通则》	GB15603-1995
12	《建筑灭火器配置设计规范》	GB50140-2005
13	《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
14	《建筑抗震设计规范》（2016年修订版）	GB50011-2010
15	《中国地震动参数区划图》	GB18306-2015
16	《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》	GB50453-2008
17	《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》	GB50914-2013
18	《建筑工程抗震设防分类标准》	GB50223-2008
19	《建筑采光设计标准》	GB50033-2013
20	《建筑照明设计标准》	GB50034-2013
21	《工业建筑防腐蚀设计标准》	GB/T50046-2018
22	《建筑结构荷载规范》	GB50009-2012
23	《储罐区防火堤设计规范》	GB50351-2014
24	《建筑地基基础设计规范》	GB50007-2011
25	《防止静电事故通用导则》	GB12158-2006
26	《危险货物品名表》	GB12268-2012
27	《企业职工伤亡事故分类》	GB6441-1986
28	《生产过程危险和有害因素分类与代码》	GB/T13861-2022
29	《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218-2018
30	《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》	GB36894-2018
31	《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
32	《危险化学品单位应急救援物资配备要求》	GB30077-2013
33	《职业性接触毒物危害程度分级》	GBZ230-2010
34	《工业企业设计卫生标准》	GBZ1-2010
35	《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》	GBZ2.1-2019
36	《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》	（GBZ 2.1-2019）第1号修改单（2022年11月8日实施）
37	《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
38	《低压配电设计规范》	GB50054-2011
39	《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
40	《20kV及以下变电所设计规范》	GB50053-2013
41	《用电安全导则》	GB/T13869-2017
42	《氢气使用技术规程》	GB4962-2008

序号	标准名称	标准号
43	《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058-2014
44	《电击防护装置和设备的通用部分》	GB/T17045-2020
45	《交流电气装置的接地设计规范》	GB/T50065-2011
46	《作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求》	GB12358-2006
47	《爆炸性环境第15部分：电气装置的设计、选型和安装》	GB/T3836.15-2017
48	《可燃性粉尘环境用电力设备第1部分：通用要求》	GB12476.1-2013
49	《粉尘爆炸泄压指南》	GB/T15605-2008
50	《粉尘爆炸场所用收尘器防爆导则》	GB/T17919-2008
51	《石油化工安全仪表系统设计规范》	GB/T50770-2013
52	《火灾自动报警系统设计规范》	GB50116-2013
53	《火灾自动报警系统施工及验收标准》	GB50166-2019
54	《固定式钢梯及平台安全要求第1部分：钢直梯》	GB4053.1-2009
55	《固定式钢梯及平台安全要求第2部分：钢斜梯》	GB4053.2-2009
56	《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
57	《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》	GB/T8196-2018
58	《安全色光通用规则》	GB/T14778-2008
59	《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》	GB7231-2003
60	《工业金属管道设计规范》（2008版）	GB50316-2000
61	《安全标志及其使用导则》	GB2894-2008
62	《消防安全标志第1部分：标志》	GB13495.1-2015
63	《消防安全标志设置要求》	GB15630-1995
64	《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》	GB50736-2012
65	《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》	GB50019-2015
66	《工业企业噪声控制设计规范》	GB/T50087-2013
67	《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》	GB/T29639-2020
68	《危险化学品单位应急救援物资配备要求》	GB30077-2013
69	《工作场所有毒气体检测报警装置设置规范》	GBZ/T223-2009
70	《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》	GB/T50493-2019
71	《压力容器第1部分：通用要求》	GB150.1-2011
72	《压力容器第2部分：材料》	GB150.2-2011
73	《压力容器第3部分：设计》	GB150.3-2011
74	《压力容器第4部分：制造、检验和验收》	GB150.4-2011

序号	标准名称	标准号
75	《压力管道规范工业管道第 1 部分～第 6 部分》	GB/T20801.1～6-2020
76	《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》	GB50341-2014
77	《热交换器》	GB/T151-2014

附录 4.4 行业标准和规范

序号	标准名称	标准号
1	《危险场所电气防爆安全规范》	AQ3009-2007
2	《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》	AQ3035-2010
3	《危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范》	AQ3036-2010
4	《安全评价通则》	AQ8001-2007
5	《安全预评价导则》	AQ8002-2007
6	《自动化仪表选型设计规范》	HG/T20507-2014
7	《信号报警及联锁系统设计规范》	HG/T20511-2014
8	《化工装置设备布置设计工程规定》	HG/T20546.1～20546.5-2009
9	《石油化工储运系统罐区设计规范》	SH/T3007-2014
10	《化工装置管道布置设计工程规定》	HG/T20549.2-1998
11	《化工企业安全卫生设计规范》	HG20571-2014
12	《化工企业静电接地设计规程》	HG/T20675-1990
13	《石油化工静电接地设计规范》	SH/T3097-2017
14	《固定式压力容器安全技术监察规程》	TSG21-2016
15	《安全阀安全技术监察规程》	TSGZF001-2006
16	《压力管道安全技术监察规程-工业管道》	TSGD0001-2009
17	《特种设备使用管理规则》	TSG08-2017
18	《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准》	HG/T20660-2017
19	《石油化工给水排水系统设计规范》	SH/T3015-2019
20	《石油化工管道设计器材选用规范》	SH/T3059-2012
21	《导热油加热炉系统规范》	SY/T0524-2016
22	《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》	SH3009-2013
23	《饮用水水源保护区划分技术规范》	HJ338-2018

附录 4.5 依据和参考的有关资料

（1）《安全评价》（第三版）（国家安全生产监督管理总局）

（2）《危险化学品安全技术全书》（第二版）（化学工业出版社，周国

泰主编，吕海燕、张海峰副主编）

（3）《危险化学品安全技术大典》（中国石化出版社，张海峰主编）

（4）北京石油化工工程有限公司编制的《内蒙古东景生物环保科技有限公司年产 10 万吨γ-丁内酯项目可行性研究报告》及其附图。

附录5 附图及附录

附录5.1 附件目录

附件1： 安全评价委托书

附件2： 内蒙古东景生物环保科技有限公司营业执照

附件3： 《项目备案告知书》乌海市乌达区发展和改革委员会，2022年12月16日（项目编号：2212-150304-04-01-444024）

附件4： 可行性研究报告编制单位资质证书

附件5： 《建设用地规划许可证》（乌海市规划局地字第1503042015012号）

附件6： 土地证

附件7： 内蒙古东景生物环保科技有限公司《关于年产10万吨γ-丁内酯（GBL）项目用地情况说明》

附录5.2 附图目录

附图1： 区域位置图

附图2： 用地范围图

附图3： 平面布置图

附图4： 工艺流程图

附图5： 爆炸危险区域划分图

委　托　书

广州市万保职业安全事务有限公司：

根据《中华人民共和国安全生产法》、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》等法律法规及相关规定，我公司 年产 10 万吨γ-丁内酯项目 需进行 设立安全 评价。

贵公司具有安全评价资质，并具有化学原料、化学品和医药制造业资质，现委托贵公司对我公司的 上述项目 进行 设立安全 评价。

我单位承诺：提供给贵公司的所有资料均客观、真实，如有隐瞒或不实，我公司承担相应责任。

请贵单位按照国家有关法律法规、标准，客观、公正、按时完成安全评价。

特此委托

委托单位：内蒙古东景生物环保科技有限公司（盖章）

委托人（授权代理人）（签字）：

2023 年 1 月 12 日

营业执照

(副本)（副本号：1-1）

统一社会信用代码 91150304328982247Q

名称	内蒙古东景生物环保科技有限公司
类型	有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）
住所	乌海市乌达区工业园区
法定代表人	马民峰
注册资本	叁佰万（人民币元）
成立日期	2015年04月09日
营业期限	自2015年04月09日至 2065年04月08日
经营范围	许可经营项目：无 一般经营项目：销售：生物降解材料及制品（不含危险品）、农膜、包装材料 （依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）〓

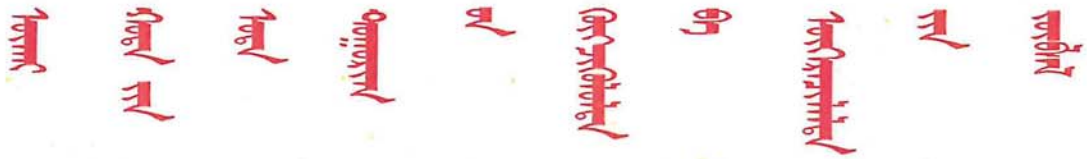
登记机关

2018年04月18日

内蒙古自治区市场主体信用信息公示系统 www.nmgxygs.gov.cn

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

乌海市乌达区发展和改革委员会



项目备案告知书

项目编号：2212-150304-04-01-444024

项目单位：内蒙古东景生物环保科技有限公司

经核查，你单位申请备案的年产10万吨γ-丁内酯（GBL）项目，符合产业政策和市场准入标准，准予备案。请据此开展有关工作。在开工建设前，应当办理法律法规要求的其他手续，方可开工。

特此告知！

建设地点：乌海高新技术产业开发区乌达产业园

总投资：35810万元，其中自有资金10743万元，银行贷款25067万元。

计划建设起止年限：2023 年 3 月至 2024 年 3 月

建设规模及内容：建设年产10万吨γ-丁内酯(GBL)生产装置及配套的辅助设施。

补充说明：请在项目开工前开展节能审查、环评、安全生产、建设施工许可等相关工作。

（**注意:**项目自备案2年内未开工建设或者未办理任何其他手续的，项目单位如果决定继续实施该项目，请通过在线平台作出说明；如果不再继续实施，请申请撤销已备案项目，2年期满后仍未作出说明并未撤销的，备案机关将删除已备案项目并在在线平台公示。）

2022 年 12 月 16 日

工程咨询单位甲级资信证书

资信类别： 专业资信

单位名称： 北京石油化工工程有限公司

住　所： 北京市朝阳区天居园7号楼3层301

统一社会信用代码： 911101051016586378

法定代表人： 符杰平　　**技术负责人：** 崔慧

证书编号： 911101051016586378-18ZYJ18

业　务： 石化、化工、医药

发证单位： 中国工程咨询协会

2018年09月30日

中华人民共和国国家发展和改革委员会监制

中华人民共和国

建设用地规划许可证

地字第15 0304201900054 号

根据《中华人民共和国城乡规划法》第三十七、第三十八条规定，经审核，本用地项目符合城乡规划要求，颁发此证。

备注：根据《内蒙古自治区城乡规划条例》第三十九条规定，《建设用地规划许可证》有效期为一年，确需延期的，建设单位应在期满前三十日内向城乡规划主管部门提出申请，经批准可以延期一次，期限不得超过一年。

发证机关 乌海市自然资源局

日 期 2019年11月4日

用地单位	内蒙古东景生物环保科技有限公司
用地项目名称	年产10万吨γ-丁内酯(GBL)项目
用地位置	乌达工业园区乌尔特沟北、东源科技南
用地性质	工业用地
用地面积	55367.79平方米
建设规模	



界址点坐标

点号	坐标	
	x(m)	y(m)
J1	4371963.030	385499.275
J2	4372094.856	385614.601
J3	4372206.599	385754.581
J4	4372278.750	385909.070
J5	4372137.916	385967.860
J6	4372127.409	385942.806
J7	4372040.137	385733.690
J8	4371981.122	385592.445
J9	4371950.149	385519.424
J10	4371944.472	385504.700
J1	4371963.030	385499.275

图 例

用地界线
高压塔架
房屋厂房
路灯
检修井
绿化带
管沟
道路
露天设备
工业管廊

内蒙古东景生物环保科技有限公司
10万吨/年γ-丁内酯（GBL）项目
设立安全评价报告专家评审意见

2023年3月14日，市、区应急管理局组织5位专家，对《内蒙古东景生物环保科技有限公司10万吨/年r-丁内酯（GBL）项目设立安全评价报告》（以下简称：《报告》）进行了评审，评审意见如下：

一、《报告》编制单位广州市万保职业安全事务有限公司，资质证书编号：APJ-（国）-566，资质等级：甲级，业务范围包括化学品及医药制造业，具备相应的资质。

二、对《报告》的总体评价

（一）《报告》符合《危险化学品建设项目安全评价细则》的编制要求，对建设项目存在的主要危险有害因素辨识和分析较全面，提出的安全对策措施建议可行。

（二）建设项目拟选址位于乌海高新技术开发区乌达产业园，属于危险化学品生产贮存区域，《报告》依据《建筑设计防火规范》（2018年版）（GB50016-2014）、《石油化工企业设计防火标准》（2018年版）（GB50160-2008）等标准进行了评价，做出了符合性结论。

（三）主要技术、工艺明确，符合有关安全生产法律、法规、规章和国家标准、行业标准的规定；该项目生产装置系统所采用的工艺技术，不属于《产业结构调整指导目录

(2019年本)》中限制类和淘汰类项目。

（四）该项目不构成危险化学品重大危险源；该项目不涉及重点监管危险化工工艺；该项目生产涉及到的物料中，氢气、甲烷属于重点监管的危险化学品。

（五）《报告》对安全设施设计提出的对策与建议符合法律、法规、规章和国家标准、行业标准的规定，修改后通过。

三、专家组对《报告》提出了以下修改建议

1.建设地点应修改为乌海高新技术产业开发区乌达产业园。

2.附件中的用地说明、土地证及总平面布置图无法说明本项目的用地范围，应在总平面布置图中标出用地坐标点，才可以确定用地范围；总平面布置图中装置储罐应修改为中间罐区。P6，项目总用地面积与内蒙古东景生物环保源科技有限公司申请分割出的用地面积不一致，请核实；内蒙古东景生物环保源科技有限公司关于10万吨/年γ-丁内酯(GBL)项目用地情况说明，需补充规划用地主管部门的意见材料。

3.P1，评价范围包括2套GBL生产主装置描述不准确。

4.P9,表2-4中变配电所与现场机柜间还应符合GB50016第3.4.1条；完善公用工程原系统可满足本项目要求评价内容，并应补充防止与原公用系统反窜等安全措施。

5.P86，重点监管危险化学品不仅有氢气，还有甲烷，

已建公用工程一览表中的数值不一致，请核实。

17. P39，中央控制室和机柜室设置，现场机柜室依托原有现场机柜室。机柜间总共能放置117面机柜，补充各项目装置所占用的机柜是否满足该项目使用要求。

18. 补充催化剂和废旧催化剂的储存方式。

19. 完善导热油炉的安全措施。

20. 完善中间罐温度远传等要求，补充成品GBL成品储罐安全评价内容。

21. 完善重点工艺判断评价说明；进行补充HAZOP分析建议。

22. 补充《内蒙古自治区安全生产专项整治三年行动实施方案》、《内蒙古自治区安全生产条例》、《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》（应急[2022]52）的符合性评价。

专家组：

项目评价负责人：

建设单位：

2023年3月14日

内蒙古东景生物环保科技有限公司
年产 10 万吨 γ-丁内酯(GBL)项目设立安全评价报告
专家意见修改说明

2023 年 3 月 14 日，乌海市应急局、乌达区应急管理局组织专家对《内蒙古东景生物环保科技有限公司年产 10 万吨 γ-丁内酯(GBL)项目设立安全评价报告》进行了评审，提出了修改意见，项目组根据评审意见对报告进行了修改，修改情况如下表所示：

序号	专家意见	修改说明	修改位置
1.	建设地点应修改为乌海高新技术产业开发区乌达产业园。	建设地点已修改为“乌海高新技术产业开发区乌达产业园”。	P4、P5、P128
2.	附件中的用地说明、土地证及总平面布置图无法说明本项目的用地范围，应在总平面布置图中标出用地坐标点，才可以确定用地范围;总平面布置图中装置储罐应修改为中间罐区。 P6，项目总用地面积与内蒙古东景生物环保源科技有限公司申请分割出的用地面积不一致，请核实;内蒙古东景生物环保源科技有限公司关于 10 万吨/年 v-丁内酯(GBL)项目用地情况说明，需补充规划用地主管部门的意见材料。	修改情况： 1.修改了总平面布置图，在图上增加了坐标，并且附件中加了用地范围图； 2.装置罐区改为了中间罐区； 3.项目面积原来没有统计变电站的占地面积，修改后总用地面积 26136.87m^2，正文与总图已同步修改； 4.用地规划情况说明具体见报告 2.3.1 节； 5.建设单位补充了用地划分说明，具体见附件。	具体见报告 2.3.1 节、以及附件
3.	P1，评价范围包括 2 套 GBL 生产主装置描述不准确。	因项目后部的精馏部分合为一套，所以应该为 1 套装置。	具体见报告 1.2 节
4.	P9,表 2-4 中变配电所与现场机柜间还应符合 GB50016 第 3.4.1 条;完善公用工程原系统可满足本项目要求评价内容，并应补充防止与原公用系统反窜等安全措施。	在表 2-4 中增加了变配电所与现场机柜间按 GB50016 第 3.4.1 条评价的符合性；在建议措施中	见表 2-4
5.	P86，重点监管危险化学品不仅有氢气，还有甲烷，补充相应对策措施。	已补充甲烷的建议措施。	具体见报告 8.4 节
6.	P24，“可燃有毒报警器电源属于一级	已将“可燃有毒报警器”修改为“可燃	具体见报告

	负荷中的特别重要负荷。”，修改为可燃有毒气体检测报警系统;补充事故风机的负荷等级。	有毒气体检测报警系统”；该项目所有生产装置均为敞开式或半敞开式，因此不设置事故风机。	2.8.2 节第 2 项
7.	P26，补充防雷防静电接地系统的设置要求。	已在建议措施中补充防雷防静电的相关建议措施。	具体见报告 8.3.8 节
8.	P31，补充 DCS 的配置要求。	已在建议措施中补充 DCS 系统配置的相关建议措施。	具体见报告 8.3.2 节第 10 条
9.	P32,“可燃和毒性气体泄漏越限报警通过 GDS 在中心控制室操作台上实现”，描述不准确。	已改为“可燃和毒性气体泄漏越限报警通过 GDS 系统人机界面实现报警”。	具体见报告 2.8.8.2 节第 3 项内容
10.	P33,补充原料罐液位低低联锁关闭出料切断阀的设置要求;补充 GBL 产品罐液位高高/低低联锁关闭进/出料切断阀的设置要求。	在建议中做了补充。具体为：“设置原料罐液位低低联锁关闭出料切断阀、GBL 产品罐液位高高/低低联锁关闭进/出料切断阀；依托已建的 BDO 原料罐以及 GBL 成品罐液位高高/低低联锁的保护措施应结合已建 GBL 装置和此次新建 GBL 装置的给料进行合理的逻辑设置”。	具体见报告 8.2.1 节第 7 条
11.	P33，补充可燃气体检测报警系统的设置要求。	在报告第 8 章中提出了建议，建议措施内容包括以下方面：报警点位设置、数量、安装高度、保护半径、报警值和联锁值设置要求；以及系统用电、接地、报警信号要求、探测器硬件配置、回路要求等。	具体见报告 8.3.2 节
12.	P34，补充可燃/有毒气体检测报警器选型的原则及要求。	装置中可燃气体：氢气、氢气+微量甲烷、四氢呋喃/正丁醇选用催化燃烧式可燃气体报警器。	具体见报告 2.8.8.4 节
13.	P81，补充 DCS 系统的安全措施(包括 UPS 供电方式、接地系统的设置要求)；补充完善 GDS 系统的安全措施。	已在建议措施中补充 DCS 系统配置的相关建议措施。	具体见报告 8.3.2 节第 10 条
14.	P85,“系统电源故障应在控制室内设有独立于 DCS 之外声光报警”。明确说明具体的系统电源(UPS 或 24VDC 电源	已修改，DCS 系统采用 UPS 供电。	见报告第 8.2.4 节

	模块)。		
15.	P24，表 2-11:请重新核实高纯氮气、火炬气的富余量是否满足该项目用量要求。	高纯氮气为间断使用，只有开停工使用，与一期 GBL 错开使用，用量满足要求。	见报告中表 2-11 后注释
16.	P26，给排水，冷冻水用量 47m²/h，与表 2-11 依托已建公用工程一览表中的数值不一致，请核实。	已修改一致，为 47m²/h。	具体见表 2-11
17.	P39，中央控制室和机柜室设置，现场机柜室依托原有现场机柜室。机柜间总共能放置 117 面机柜，补充各项目装置所占用的机柜是否满足该项目使用要求。	机柜间总共能放置 117 面机柜，一期 GBL 使用 30 面，二期 GBL 使用 30 面，还有 57 面剩余，满足该项目要求。	具体见报告 2.8.15 节
18.	补充催化剂和废旧催化剂的储存方式。	均存储在已建的催化剂仓库中，因 BDO 催化剂与该项目催化剂不会同时进货，性质相近，催化剂装填时间大约 5 天，所以仅为短时暂存，不会发生冲突。	具体见报告 2.5.2 节
19.	完善导热油炉的安全措施。	补充了导热油炉的火焰监测措施。	具体见报告 8.3.4 节
20.	完善中间罐温度远传等要求，补充 GBL 成品储罐安全评价内容。	补充了中间罐区设置温度远传的建议。补充了:“GBL 成品罐区液位高报警和高高联锁的保护措施应结合已建 GBL 装置和此次新建 GBL 装置的给料进行合理的逻辑设置。”	具体见报告 8.2.1 节第 7 条
21.	完善重点工艺判断评价说明;进行补充 HAZOP 分析建议。	报告对重点监管的危化工艺进行了判断，从是否属于氧化工艺、工艺的危险特点、重点参数监控的必要性等方面进行了分析，分析结果为：1,4-丁二醇脱氢属于氧化工艺,但是不属于重点监管的危险化工工艺。 在建议中补充了“在设计阶段，应进行工艺危害与可操作性（HAZOP）分析，根据分析结果采取相应安全措施,并根据分析结果确定是否设置 SIS 系统,以及 SIS 系统的具体要求”。	具体见报告第 3.6 节、第 8.3.2 节

22	补充《内蒙古自治区安全生产专项整治三年行动实施方案》、《内蒙古自治区安全生产条例》、《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》(应急[2022]52)的符合性评价。	补充了《内蒙古自治区安全生产专项整治三年行动实施方案》、《内蒙古自治区安全生产条例》、《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》(应急[2022]52)的符合性评价，共检查 67 项，均符合要求。	具体见报告 5.1.1 节、及附录 3.1 节

广州市万保职业安全事务有限公司

2023 年 3 月 24 日

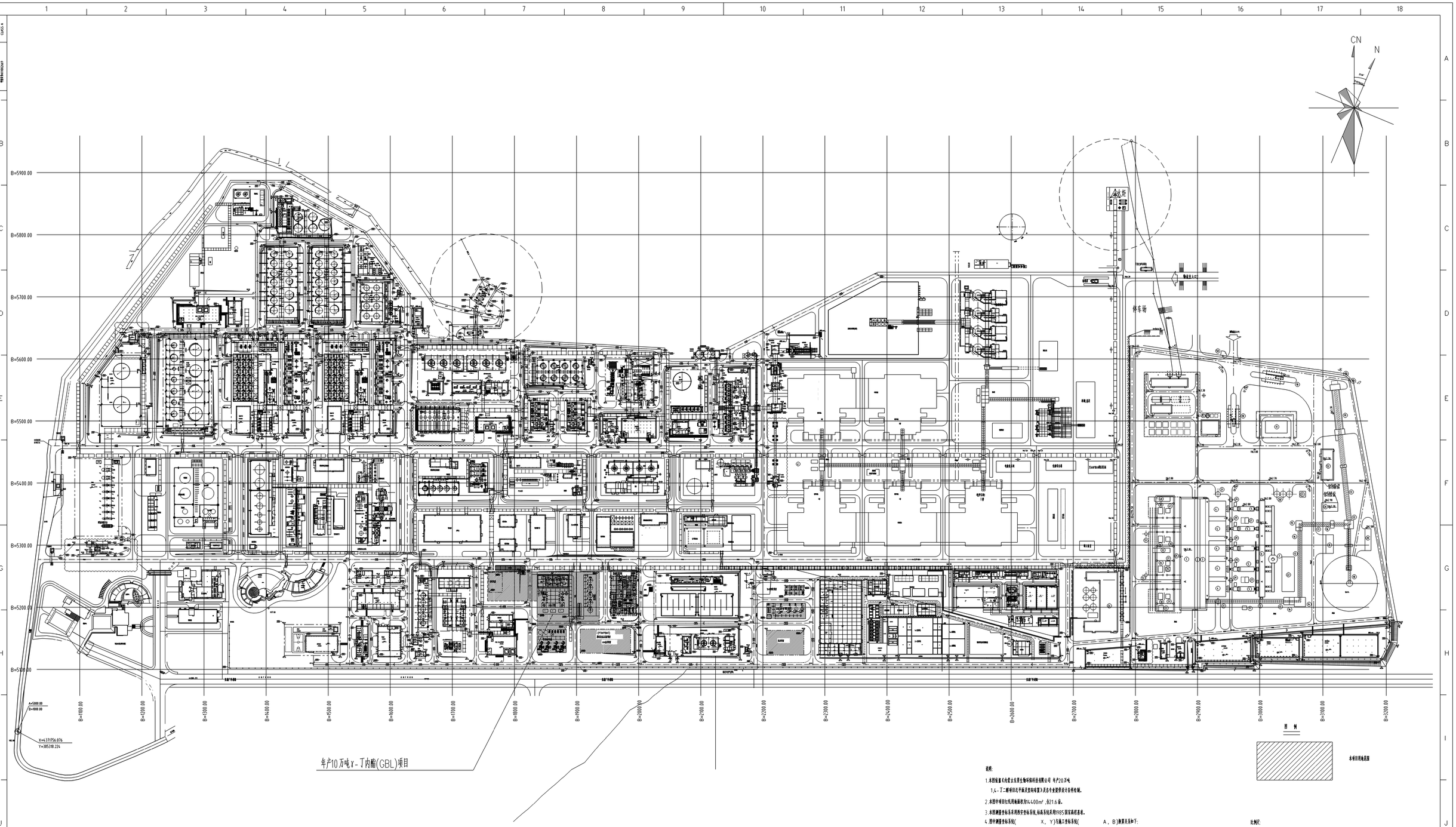


图 例

本项目用地范围

比例尺:

0m 50m 100m 200m

说明:

1.本图依据《内蒙古东原生物环保科技有限公司 年产20万吨
1,4-丁二醇项目化学品灌区构筑物》及各专业提供设计条件绘制。

2.本图中项目红线用地面积为14.00m²，合21.6 亩。

3.本图测量坐标系采用西安坐标系统,标高系统采用1985国家高程基准。

4.图中测量坐标系统(X，Y)与施工坐标系统(A，B)换算关系如下:

A=(X-4371756.076) Cos ϕ - (Y-385318.224) Sin ϕ +5000
B=(Y-385318.224) Cos ϕ + (X-4371756.076) Sin ϕ +1000
X=(A-5000) Cos ϕ + (B-1000) Sin ϕ +4371756.076
Y=(B-1000) Cos ϕ - (A-5000) Sin ϕ +385318.224
ϕ =22.657765 °

5.图中尺寸均以m为单位。

REV.	ISSUE DATE	DESCRIPTION	DESN.	CHK'D.	APPR.	FINAL APPR.	AUTH.
0	20230210		王佳琪	王伟	付传超		

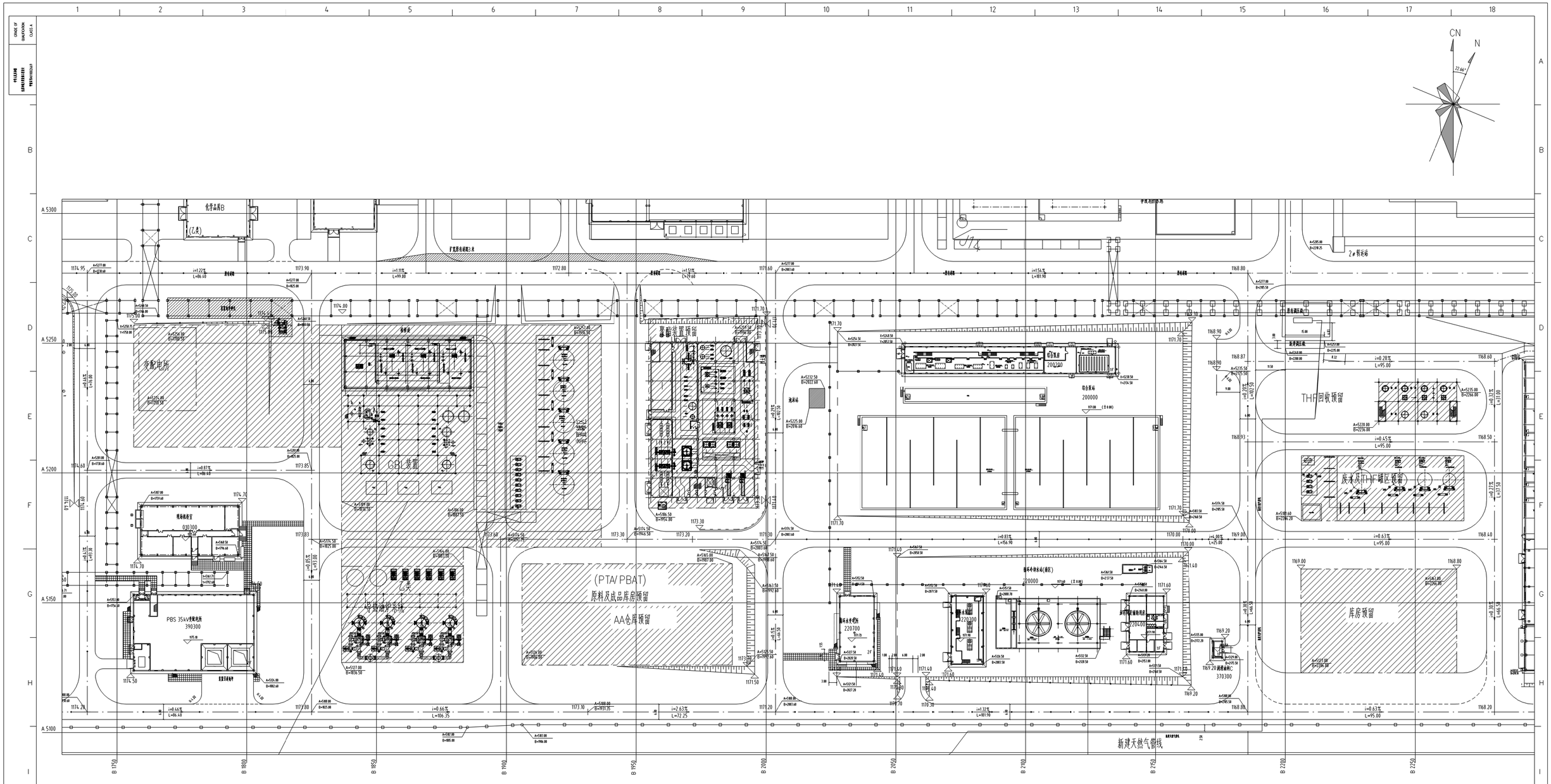
内蒙古东原生物环保科技有限公司
年产10万吨γ-丁内酯(GBL)项目

区域位置图

项目号 PROJ.NO.	15805-01FS
图号 DWG.NO.	15805-01FS-01
比例 SCALE	1:500
阶段 STAGE	
专业负责人	
专业 DISCIPLINE	
总图	
REV.	0
第 SHEET	1 张 共 OF 1 张

This drawing is the property of BPE. Unauthorized disclosure to any third party or duplication is not permitted.

BPE 北京石油化工工程有限公司 BEIJING PETROCHEMICAL ENGINEERING CO.,LTD.



比例尺:

0m 10m 20m 50m

图 例

	装置边界		预留用地
	建筑物		新建道路
A=5257.50 B=1838.60	坐标标注		管架

说明:

1.本图装置《内蒙古东莞生物环保科技有限公司 年产20.万吨
1,4-丁二醇项目化学品库房(甲类储存区)及动力设施供应设备特定制。

2.本图中项目占地用地面积为14.00m² ,合21.6 亩。

3.本图测量坐标系采用西安坐标系统,标高系统采用1985国家高程基准。

4.图中测量坐标系统(X、Y)与施工坐标系统(A、B)换算关系如下:

A= (X-4371756.076) Cos ϕ - (Y-385318.224) Sin ϕ +5000
B= (Y-385318.224) Cos ϕ + (X-4371756.076) Sin ϕ +1000
X= (A-5000) Cos ϕ + (B-1000) Sin ϕ +4371756.076
Y= (B-1000) Cos ϕ - (A-5000) Sin ϕ +385318.224
ϕ =22.657765 °

5.装置道路宽度为6m, 道路转弯半径为12m。

6.图中尺寸均以m为单位。

主要技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	项目用地面积	m²	14400.00	合21.6 亩
2	道路长度 6m	m	350.00	
3	人行硬化周地	m	1800.00	
4	护坡	m²	1000.00	
5	挡土墙	m	105.00	

REV.	ISSUE DATE	DESCRIPTION	DESN.	CHKD.	APPR.	FINAL APPR.	AUTH.
0	20230210		王佳博	王博	付鸿建		

BPE 北京石油化工工程有限公司 BEIJING PETROCHEMICAL ENGINEERING CO.,LTD.

COPYRIGHT© 2020 BPE
This drawing is the property of BPE. Unauthorized disclosure to any third party or duplication is not permitted

内蒙古东莞生物环保科技有限公司
年产10.万吨1,4-丁二醇(GBL)项目

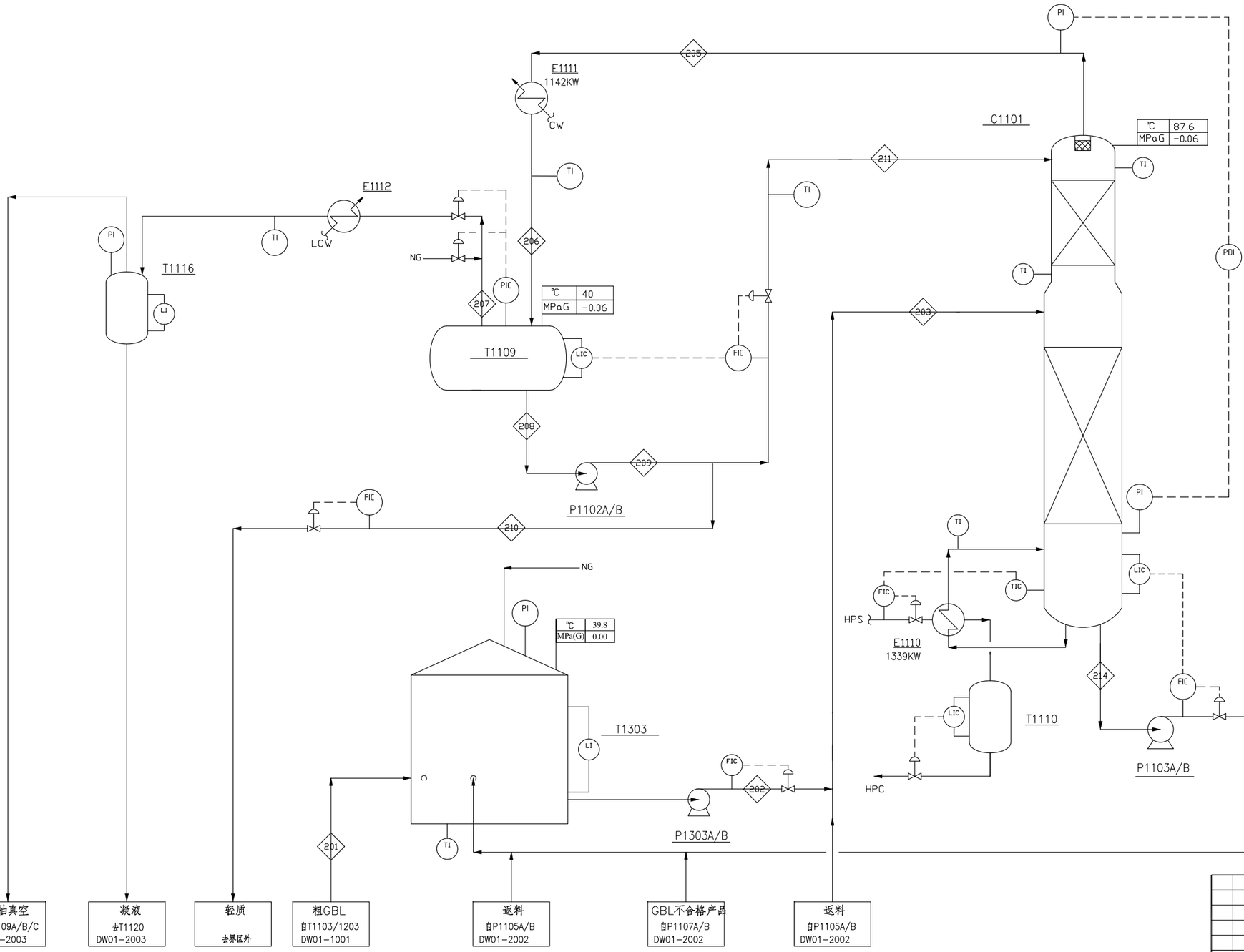
化学品库区图

专业阶段 STAGE	专业 DISCIPLINE
项目号 PROJ.NO.	1505-01FS
图号 DWG.NO.	1505-01FS-01
比例 SCALE	1:500
版次 REV.	0
张次 SHEET	1 OF

GRADE OF QUALITY(CLASS): CLASS A

中华人民共和国
化学品甲类装置工程设计
甲级资质书111002069

T1116 共沸物塔真空缓冲罐
E1112 共沸物塔尾气冷凝器
T1303 粗GBL罐（布置在中间罐区）
T1109 共沸物塔回流罐
E1111 共沸物塔塔顶冷凝器
T1110 共沸物塔蒸汽凝液罐
E1110 共沸物塔再沸器
C1101 共沸物塔



P1102A/B 共沸物塔回流泵

P1303A/B 共沸物塔进料泵（布置在罐区）

P1103A/B GBL产品塔进料泵

版次 REV.	日期 ISSUE DATE	说明 DESCRIPTION	设计 DESN.	校核 CHKD.	审核 APPR.	审定 FINAL APPR.	批准 AUTH.
0	20230112	供审查					

北京石油化工工程有限公司 BEIJING PETROCHEMICAL ENGINEERING CO.,LTD.

本图纸及其内容为BPE技术成果，未经本公司书面许可，不得转给第三者或复制。
This drawing is the property of BPE. Unauthorized disclosure to any third party or duplication is not permitted.

内蒙古东景生物环保科技有限公司
年产10万吨γ-丁内酯（GBL）项目

GBL装置及配套
GBL精制（一）
工艺流程图

设计阶段 STAGE: 可行性研究 | 专业 DISCIPLINE: 工艺
项目号 PROJ. NO.: 15005-01FS
图号 DWG. NO.: 15005-01FS-01 附图02
REV.: 0
比例 SCALE: /
第 2 张 共 5 张 SHEET OF

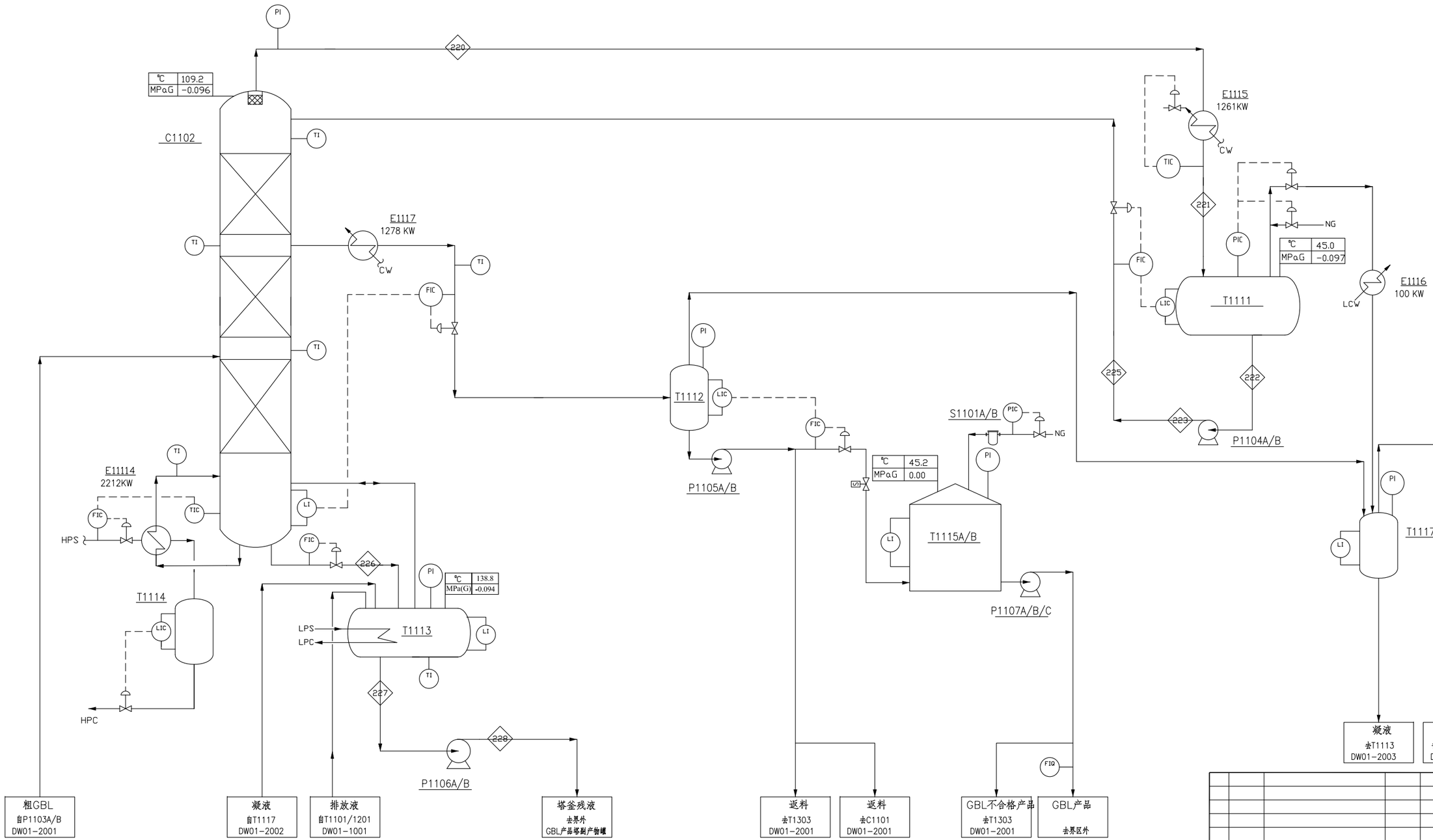
DW01-2001

专业 DISC. 签字 SIGN. 日期 DATE
会签 COUNTERSIGN

GRADE OF QUALITY(IQC) CLASS A

中华人民共和国
化学制品乙级资质工程设计
甲级资质证书(151100029)69

T1114	E1114	C1102	E1117	T1112	T1113	S1101A/B	T1115A/B	E1115	T1111	E1116	T1117
GBL产品塔蒸汽凝液罐	GBL产品塔再沸器	GBL产品塔	GBL产品冷凝器	GBL产品塔中采罐	GBL产品塔塔釜中间罐	精密过滤器	GBL产品罐（布置在罐区）	GBL产品塔塔顶冷凝器	GBL产品塔回流罐	产品塔塔顶尾气冷凝器	GBL产品塔真空缓冲罐



P1106A/B	P1105A/B	P1107A/B/C	P1104A/B
GBL产品塔塔釜中间泵	GBL产品塔中采泵	GBL产品泵（布置在罐区）	GBL产品塔回流泵

版次 REV.	日期 ISSUE DATE	说明 DESCRIPTION	设计 DESN.	校核 CHKD.	审核 APPR.	审定 FINAL APPR.	批准 AUTH.
0	20230112	供审查					

本图纸及其内容为BPE技术成果，未经本公司书面许可，不得转给第三方或复制。
This drawing is the property of BPE. Unauthorized disclosure to any third party or duplication is not permitted.

北京石油化工工程有限公司 BEIJING PETROCHEMICAL ENGINEERING CO.,LTD.

内蒙古东景生物环保科技有限公司
年产10万吨γ-丁内酯（GBL）项目

GBL装置及配套
GBL精制（二）
工艺流程图

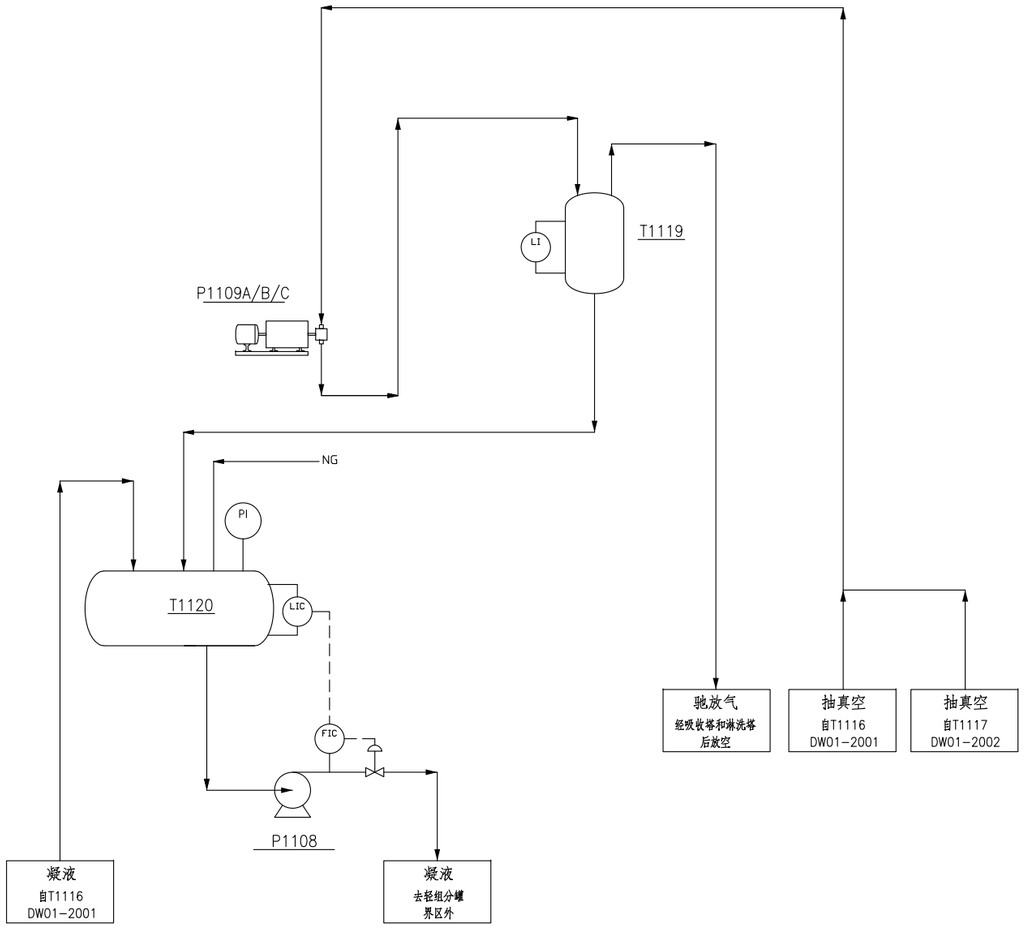
设计阶段 STAGE	可行性研究	专业 DISCIPLINE	工艺
项目号 PROJ. NO.	15005-01FS		
图号 DWG. NO.	15005-01FS-01 附图02		REV. 0
比例 SCALE	/	第 3 张 SHEET	共 5 张 OF

DW01-2002

专业 DISC. 签字 SIGN. 日期 DATE
会签 COUNTERSIGNED

T1120
轻组分罐

T1119
真空排气罐



P1109A/B/C
真空泵

P1108
轻组分泵

版次 REV.	日期 ISSUE DATE	说明 DESCRIPTION	设计 DESN.	校核 CHKD.	审核 APPR.	审定 FINAL APPR.	批准 AUTH.
0	20220112	供审查					

北京石油化工工程有限公司
BEIJING PETROCHEMICAL ENGINEERING CO.,LTD.

本图纸及其内容为BPE技术成果，未经本公司书面许可，不得转给第三方或复制。
This drawing is the property of BPE. Unauthorized disclosure to any third party or duplication is not permitted.

内蒙古东景生物环保科技有限公司
年产10万吨γ-丁内酯（GBL）项目

GBL装置及配套
间歇塔部分
工艺流程图

设计阶段 STAGE	可行性研究	专业 DISCIPLINE	工艺
项目号 PROJ. NO.	15005-01FS		
图号 DWG. NO.	15005-01FS-01 附图02		REV.
比例 SCALE	/	第 4 张 SHEET	共 5 张 OF

DW01-2003

专业 DISC.	签字 SIGN.	日期 DATE
会签 COUNTERSIGN		

中华人民共和国住房和城乡建设部 建筑工程设计资质 甲级 A111000269

GRADE OF QUALIFICATION CLASS A

E1107 氢气换热器
E1109 氢气冷却器
E1108 甲烷化进料预热器
T1106 甲烷化气液分离罐
T1107 2#氢气缓冲罐
XE1102 阻火器
R1102 甲烷化反应器

副产氢气
自T1105/1205
DW01-1001

301

℃ 40
MPa(G)

℃ 40
MPa(G)

℃ 40.0
MPa(G)

℃ 40.0
MPa(G)

TI PI CW LIC

K1202A
K1102A/B
外送氢气压缩机
（2开1备）

314 317 318 319 320 321

E1107
66.2KW

E1108
101.7KW

E1109
101.7KW

R1102
℃ 180.0
MPa(G) 2.4

TIC FI FIC LIC PIC AI LI VG XE1102

T1106 T1107

就地排放

氢气
去界区外

污水
去雨水系统
界区外

版次 REV.	日期 ISSUE DATE	说明 DESCRIPTION	设计 DESN.	校核 CHKD.	审核 APPR.	审定 FINAL APPR.	批准 AUTH.
0	20230112	供审查					

本图纸及其内容为BPE技术成果，未经本公司书面许可，不得转给第三者或复制。
This drawing is the property of BPE. Unauthorized disclosure to any third party or duplication is not permitted.

北京石油化工工程有限公司 BEIJING PETROCHEMICAL ENGINEERING CO.,LTD.

内蒙古东景生物环保科技有限公司
年产10万吨γ-丁内酯（GBL）项目

GBL装置及配套
氢气处理部分
工艺流程图

设计阶段 STAGE	可行性研究	专业 DISCIPLINE	工艺
项目号 PROJ. NO.	15005-01FS		
图号 DWG. NO.	15005-01FS-01 附图02		REV. 0
比例 SCALE	/	第 5 张 共 5 张 SHEET OF	

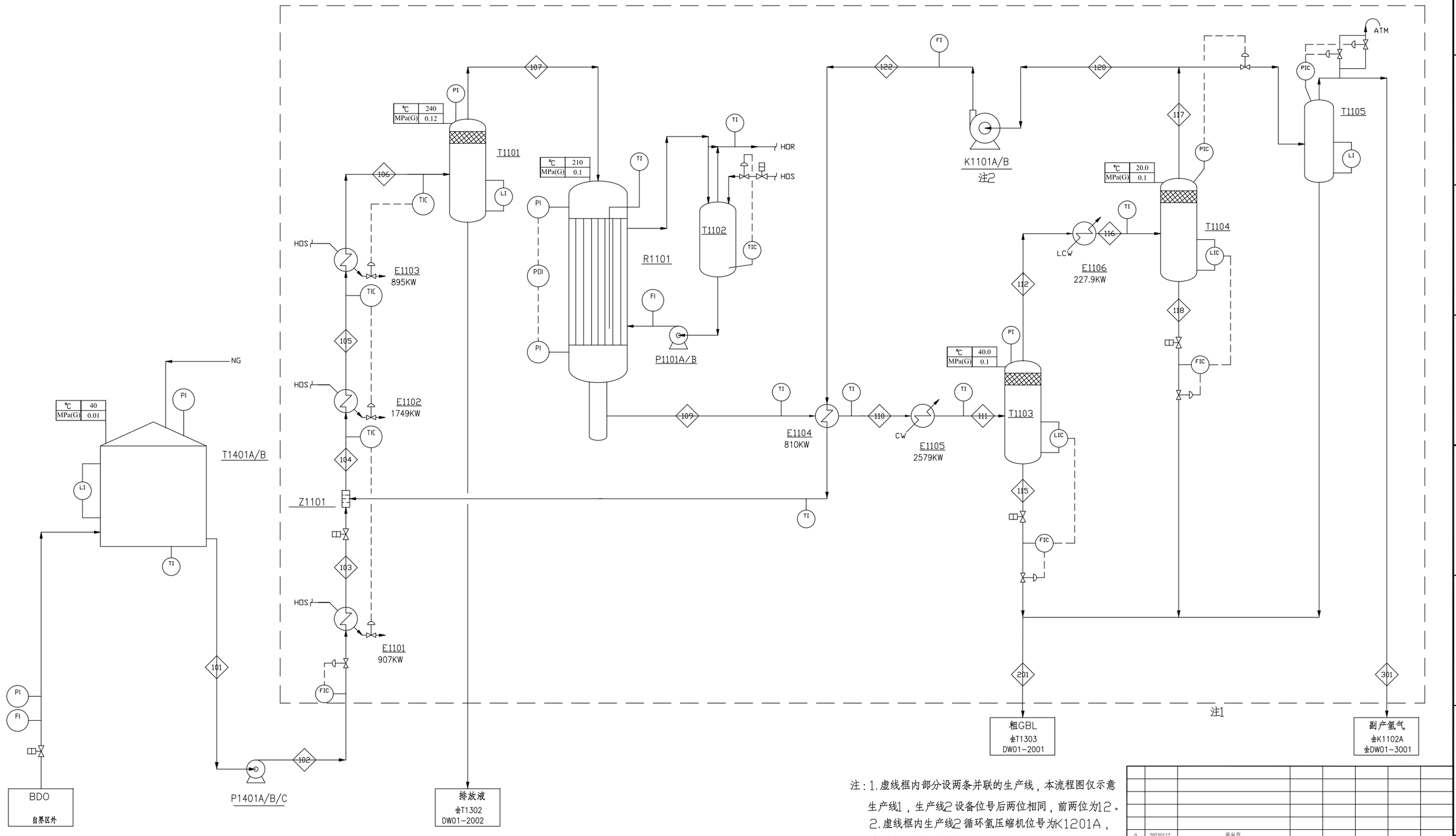
DW01-3001

专业 DISC. 签字 SIGN. 日期 DATE
会签 COUNTERSIGNED

GRADE OF QUALITY(QOV): CLASS A

中华人民共和国
化学品甲类装置工程设计
甲级资质证书(1410029069)

T1401A/B BDO原料罐（布置在中间罐区）
E1101 BDO加热器
Z1101 混合器
E1102 反应物气化加热器
E1103 反应物过热加热器
T1101 副产物分离器
R1101 脱氢反应器
T1102 GBL导热油中间罐
E1104 循环氢预热器
E1105 1#脱氢反应物冷却器
T1103 1#气-液分离器
E1106 2#脱氢反应器冷却器
T1104 2#气-液分离器
T1105 1#氢气缓冲罐



P1401A/B/C
BDO原料泵
（布置在罐区）

P1101A/B
GBL导热油循环泵

K1201A
K1101A/B
循环氢气风机

注：1.虚线框内部分设两条并联的生产线，本流程图仅示意生产线1，生产线2设备位号后两位相同，前两位为12。
2.虚线框内生产线2循环氢压缩机位号为K1201A，备机与生产线1共用。

版次 REV.	日期 ISSUE DATE	说明 DESCRIPTION	设计 DESN.	校核 CHKD.	审核 APPR.	审定 FINAL APPR.	批准 AUTH.
0	20220112	供审查					

北京石油化工工程有限公司 BEIJING PETROCHEMICAL ENGINEERING CO.,LTD.

本图纸及其内容为BPE技术成果，未经本公司书面许可，不得转给第三者或复制。
This drawing is the property of BPE. Unauthorized disclosure to any third party or duplication is not permitted.

内蒙古东景生物环保科技有限公司
年产10万吨γ-丁内酯（GBL）项目

GBL装置及配套
GBL合成部分
工艺流程图

设计阶段 STAGE：可行性研究　专业 DISCIPLINE：工艺
项目号 PROJ. NO.：15005-01FS
图号 DWG. NO.：15005-01FS-01 附图02　REV.：
比例 SCALE：/　第 1 张 共 5 张 SHEET OF

DW01-1001

会签 COUNTERSIGNED　专业 DISC.　签字 SIGN.　日期 DATE

GRADE OF QUALIFICATION: CLASS A

中华人民共和国住房和城乡建设部工程设计甲级证书A111000069

变配电所

检修道

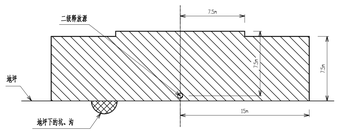
GBL装置

检修道

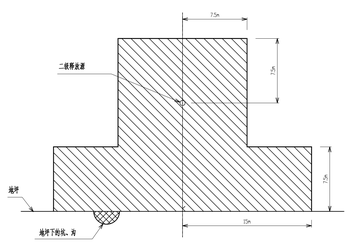
装置罐区

乙类

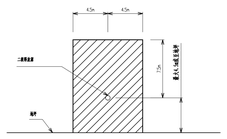
导热油炉系统



释放源距地坪以上时可燃物质重于空气，通风良好的生产装置区

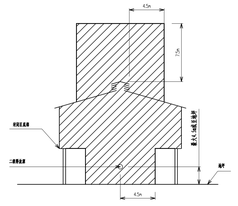


释放源在地坪以上时可燃物质重于空气，通风良好的生产装置区



可燃物质轻于空气，通风良好的生产装置区

注：释放源距地坪的高度超过4.5m时，应根据实践经验确定。



可燃物质轻于空气，通风良好的压缩机厂房

注：释放源距地坪的高度超过4.5m时，应根据实践经验确定。

说 明

1、爆炸性气体危险环境区域系根据工艺条件并按国家标准GB50058-2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》进行划分。

2、爆炸危险区域内低于地坪（EL.0000）的坑、沟为1区。

3、图中爆炸危险区半径标注尺寸均以毫米为单位。

4、爆炸危险区内的电气设备防爆等级不低于其所在区域的级别和组别，本单元爆炸危险区域内设备选型均不低于IIB T4 Gb，在含有IIC级释放源爆炸危险区域范围内设备选型不应低于IIC T4 Gb。

●	气体释放源		
	爆炸性气体危险环境 2区	IIB T3	Ga、Gb、Gc
	爆炸性气体危险环境 2区	IIC T3	Ga、Gb、Gc
图 例	分 区	级别、温度组别	设备保护级别（EPL）

签署 SIGN.

版次 REV.	日期 ISSUE DATE	说明 DESCRIPTION	设计 DESN.	校核 CHKD.	审核 APPR.	审定 FINAL APPR.
0	20230209	供审查	裴翠玲	于环宇	张 浩	刘 军

BPE 北京石油化工工程有限公司 BEIJING PETROCHEMICAL ENGINEERING CO.,LTD.

本图纸及其内含为BPE版权承载集，未经本公司书面许可，不得转给第三者或复制。This drawing is the property of BPE. Unauthorized disclosure to any third party or duplication is not permitted.

内蒙古东景生物环保科技有限公司
年产10万吨γ-丁内酯（GBL)项目

设计阶段 STAGE	可研	专业 DISCIPLINE	电气

爆炸危险区域划分图

项目号 PROJ.NO.	15005-01PS	
图号 DWG.NO.	00000DEZ-DW01-0001	REV. 0
比例 SCALE	1:200	第 1 张 共 1 张 SHEET OF

会签 专业 DISC. 签字 SIGN. 日期 DATE