

鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司

12 万吨/年 BDO 项目

可行性研究报告

第一册 文字说明

档案号：21380-FP08-01

中国五环工程有限公司

2022 年 03 月

鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司

12 万吨/年 BDO 项目

可行性研究报告

项 目 经 理：肖高军

技 术 主 管：肖敦峰

项 目 主 管：赵 涛

主要编制人员

序号	专业	姓名		
		编制	校核	审核
1	化工工艺	周春平	肖高军、金沙杨、	肖敦峰
2	热工工艺	丁周	刘文娟	李文刚
3	水处理工艺	王健	梁永祥	刘记华
4	粉体工程	罗伟	殷煜武	杜阳
5	暖通空调	康新潮	冷先凯	钟晓红
6	仪表	宋峰	杨威	卢喜华
7	安全	周敖	庞昆	李雁
8	环保	刘皓磊	郭奕萍	郭锋
9	消防	李洪	安显威	范瑞江
10	总图运输	彭真	来鸥	钟融
11	电气	刘庭	陈江岚	黄跃进
12	电信	李奇	应旭辉	吴则如
13	建筑	孟潇	黄丹	李群
14	结构	王朝胜	赵峰	汤国琪
15	分析化验	林火刚	周瑶	肖晓愚
16	技术经济	高荣华	高冬冬	饶再新

第一册 文字说明目录

第一章 总论

- 1.1 概述
- 1.2 项目建设的必要性及有利条件
- 1.3 项目建设范围
- 1.4 研究结论和建议

第二章 市场预测

- 2.1 产品概述
- 2.2 市场供需分析
- 2.3 产品价格分析

第三章 产品方案和生产规模

- 3.1 生产规模
- 3.2 操作制度
- 3.3 产品方案
- 3.4 产品规格和质量指标

第四章 工艺技术方案

- 4.1 乙炔发生
- 4.2 甲醛装置
- 4.3 BDO装置
- 4.4 自控技术方案

第五章 原燃料、公用工程和辅助材料供应

- 5.1 原燃料供应
- 5.2 供水
- 5.3 供电
- 5.4 供热
- 5.5 供气

第六章 建厂条件和厂址选择

6.1 建厂条件

6.2 厂址选择

第七章 公用工程和辅助设施方案

7.1 总图运输

7.2 给排水

7.3 供电

7.4 供热

7.5 固体贮运设施

7.6 液体贮运设施

7.7 冷冻站

7.8 分析化验

7.9 采暖通风及空气调节

7.10 电信

7.11 火炬

7.12 建筑

7.13 结构

第八章 节能与节水

8.1 节能概述

8.2 遵循的法律、法规、标准和规范

8.3 资源、能源供需状况

8.4 项目综合能耗及能量转换效率

8.5 项目综合性节能技术与措施

8.6 节水

8.7 项目节水技术与措施

第九章 环境保护

9.1 建设地区环境现状

- 9.2 设计采用的环境保护标准
- 9.3 主要污染源及污染物
- 9.4 环境保护与综合利用
- 9.5 绿化
- 9.6 环境风险防范
- 9.7 环境管理和监测机构设置
- 9.8 环保投资估算
- 9.9 环境影响分析

第十章 安全卫生

- 10.1 设计原则
- 10.2 设计采用的法律法规及标准规范
- 10.3 环境因素分析
- 10.4 “两重点一重大”情况分析
- 10.5 生产过程中主要危害因素分析
- 10.6 设计中采取的防范措施
- 10.7 安全卫生管理和机构
- 10.8 安全卫生投资估算
- 10.9 预期效果分析

第十一章 消防

- 11.1 编制依据
- 11.2 设计范围与分工
- 11.3 消防环境现状和依托条件
- 11.4 工程主要火灾危险性物质
- 11.5 主要防火措施
- 11.6 主要消防系统
- 11.7 消防站
- 11.8 消防设施费用

第十二章 工厂组织和劳动定员

12.1 工厂体制

12.2 生产班制

12.3 定员

12.4 人员来源和培训

12.5 全厂定员表

第十三章 项目实施计划

13.1 项目建设周期

13.2 实施进度计划

13.3 项目实施进度表

第十四章 投资估算

14.1 工程概况

14.2 编制依据

14.3 其他需说明的问题

14.4 投资估算

第十五章 财务评价

15.1 财务评价依据

15.2 基础数据

15.3 财务分析

15.4 不确定性分析

15.5 财务分析小结

第一章 总论

概述

项目名称和主办单位

业主名称：鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司

项目名称：12万吨/年BDO项目

建设地址：鄂尔多斯鄂托克旗棋盘井工业园

可行性研究报告编制依据

- (1) 中国五环工程有限公司与鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司签订的合同及其合同附件（合同号：21380-PM70-01）。
- (2) 用户提供的可行性研究基础资料。
- (3) 部分专利商提供的资料。

可行性研究报告编制原则

- (1) 认真贯彻国家有关方针政策，严格执行国家及有关部委、当地政府颁布的有关法令、法规及标准规范。
- (2) 认真研究论证项目的技术先进性、资源供应可靠性、产品市场容量、经济合理性。
- (3) 以市场为导向，按照“质量、品种、成本、效益、顶替进口”的原则确定产品方案和生产规模。
- (4) 采用先进的工艺、技术和设备，合理、节约使用能源。
- (5) 采用先进的节水工艺和设备，合理、节约使用水资源。
- (6) 优化总图布置方案，贯彻装置布置一体化、生产装置露天化的原则，在保证安全、有利生产、方便管理的前提下，尽量减少占地，提高土地利用效率。
- (7) 提高自动化、信息化水平，提高生产及管理效率，减少定员。
- (8) 采用优化的技术方案，尽可能采用国内技术和设备，降低项目投资。
- (9) 采用环境友好、本质安全的技术，保护生态环境，建设清洁文明工厂。
- (10) 充分利用园区现有的公共设施和公用工程，降低项目投资和运营成本。

(11) 借鉴同类工厂的先进经验，努力做到技术先进、经济合理、安全可靠，达到国际同类工厂的先进水平。

业主概况

鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司为本项目的建设主体单位，鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司是中国平煤神马能源化工集团有限责任公司的下属公司。

中国平煤神马能源化工集团有限责任公司（以下简称“中国平煤神马集团”）是以能源化工为主的国有特大型企业集团，是全国品质最优的主焦煤生产基地和世界最大的尼龙化工产品生产基地，打通了煤基尼龙、炭素和光伏三条全国能源化工行业独具特色的产业链条。工业丝、帘子布、糖精钠产能世界第一，尼龙 66 盐、工程塑料产能亚洲第一，主焦煤、焦炭、硅烷气、超高功率石墨电极、高效单晶硅电池片产能全国第一。精己二酸品质优良，国内市场占有率第一。产品远销 40 多个国家和地区，与 40 多家世界 500 强企业及跨国集团建立了战略合作关系。旗下拥有平煤股份、神马股份和易成新能 3 个上市公司和 7 家新三板挂牌企业。

鄂托克旗建元煤焦化有限责任公司成立于 2005 年，注册资金 3.7 亿元，现有员工 5000 余人，产业主要涉及煤炭开采、洗选、炼焦及化工等。公司成立至今，始终坚持“低碳低能耗、不断延伸产业链”的高质量绿色发展理念。公司现已建设形成年产 500 万吨焦煤、年洗选 600 万吨原煤、年产 500 万吨捣固焦、年加工 20 万吨粗苯、年产 5 万吨 LNG、年产 26 万吨乙二醇的生产规模。截止目前，公司煤-焦-化循环经济产业链已初具雏形。

其中，建元年产 500 万吨捣固焦项目总投资 120 亿元，项目分三期建设形成：一期年产 96 万吨规模于 2009 年建成并投产，配套建设焦炉煤气甲烷化年产 5 万吨 LNG 项目，20 万吨粗苯加工项目；二期年产 280 万吨于 2020 年试车投产并配套建设焦炉煤气年产 26 万吨乙二醇项目；三期年产 120 万吨已于 2021 年 4 月份试车投产并配套建设焦炉煤气综合利用项目及己内酰胺项目。

其中，焦炉煤气年产 26 万吨乙二醇项目总投资 22 亿，为全球首套焦炉煤气制乙二醇装置，从资源利用和环境保护角度而言，焦炉煤气将原有焦化装置的废气作为原料二次利用生产乙二醇，提高就地转化率，降低综合能耗，符合国家绿色焦化和新材料产品发展的相关政策，践行以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展新路子的要求。

按照以全面推进循环经济为重点的可持续发展和以提升主业竞争力为核心的相关多元化发展战略，公司将加快结构调整和优化产业布局，推动传统产能改造升级，打造高端新材料板块，成为国内一流、行业领先的现代化工企业。

棋盘井工业园所在地棋盘井镇，隶属于鄂尔多斯市鄂托克旗，辖 10 个村（嘎查）7 个居民委员会，总人口 8.9 万人。

园区所在的棋盘井镇处于鄂尔多斯高原西部，东距举世闻名的苏里格气田 140 公里，中工园区网指出，它与驰名中外的鄂尔多斯羊绒制品的主要原料基地--阿尔巴斯苏木接壤，南距储量居亚洲第一的查布石膏矿区 30 公里，西与宁夏石嘴山市隔黄河相望，是鄂尔多斯与宁夏、乌海市的重要交通枢纽。

棋盘井工业园位于鄂尔多斯市鄂托克旗棋盘井镇，2001 年 4 月 20 日经内蒙古自治区人民政府批准成立，园区规划总面积 60.28 平方公里，现已开发 23 平方公里。园区以“高标准、高环保、高效益”为方向，推行清洁生产。

依托煤炭以及硅石、石灰石、铁矿石等矿产资源，大力发展电力、冶金、化工等几大产业。

项目概述

鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司规划建设总规模为 12 万吨/年 BDO 项目。本项目工艺路线为炔醛法 BDO（含乙炔发生、甲醛、BDO 合成、废液废气焚烧、废硫酸再生）。

主要装置规模：12 万吨/年 BDO 装置；BDO 装置配套的 25 万吨/年甲醛合成（37%wt）装置，3.96 万吨/年乙炔发生装置，以及配套的固体储运、一次水站、循环水站、回用水站、污水处理站等公用工程及辅助生产设施。

项目建设期限：2022 年 6 月至 2024 年 6 月。

项目建设的必要性

（1）紧跟“十四五”规划，坚定“双碳”目标，重点布局新能源与新材料

BDO（1, 4-丁二醇）是一种重要的基本有机化工原料和精细化工原料，用途广泛，其衍生物是具有高附加价值的精细化工产品，广泛用于溶剂、医药、聚氨酯、纤维、工程塑料、化妆品、增塑剂、固化剂、农药等领域。国内 BDO 产能已经全部切换为炔醛法，其中电石路线占 198 万吨，天然气路线仅 25 万吨。

（2）精细化工与新材料产业发展的需要

精细化工与新材料是当今世界化学工业发展的战略重点，也是发展最快的经济领域之一。大力发展精细化工是目前世界各国调整化学工业结构、提升化学工业产值和扩大经济效益的战略重点。精细化工占化工总产值的比例，即精细化率的高低现今为衡量一个国家或地区科技水平高低与经济发展程度的重要标志。国内精细化工的精细化率约为 45%，而北美、欧盟

以及日本等发达经济体精细化率可达 60%~70%。从精细化率情况看，国内相当于国外发达国家地区 20 世纪 90 年代水平，具有很大的提升空间。为提高我国精细化工水平，近年来，我国十分重视精细化工的发展，把精细化工，特别是新领域精细化工作为化学工业发展的战略重点之一和新材料的重要组成部分，列入多项国家计划中，从政策和资金上予以重点支持。如 863 计划及“火炬”计划等项目，都对我国精细化工发展起到了积极的推进作用。精细化工与新材料已成为我国化学工业中一个重要的独立分支和新的经济效益增长点。

当今世界精细化工呈现快速发展态势，显著特征包括：产业集中度进一步提高，产业集群化，工艺清洁化、节能化，产品多样化、专用化和高性能化。未来国内精细化工技术和产品亦将不断创新，技术研发的国际合作将进一步加强，产品也将向高档化、精细化、复合化和功能化方向发展，生产技术将向清洁化和节能化的方向发展。国内在环保材料、增塑剂、改性剂、催化剂、新能源化学品、电子化学品、农药医药中间体、研磨抛光等新兴领域的精细化工相关子行业具有较好的发展前景。

(3) 提高企业经济效益，促进当地经济发展

本项目建成后，鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司将成为鄂尔多斯地区的新材料生产基地，产品成本优势明显，企业盈利能力更突出，并将为带动地方经济发展做出较大贡献。

该项目的实施，有利于合理利用资源，降低了企业能源消耗，减少了污染物的排放量，不仅保护了环境，而且对提高企业的经济效益具有重要的作用。该项目的实施，对增加地方财政收入，发展区域经济，提高人民生活水平，促进当地煤炭资源的综合利用，发展循环经济也具有重要的意义。

项目建设范围

根据本项目所选择的生产技术路线，本项目建设范围包括：

工艺装置：BDO 装置（含甲醛合成、乙炔发生、BDO 合成、废液废气焚烧）。

公用工程：一次水站（消防水站与一次水站合建）、冷凝液精制、回用水站、循环冷却水站（布置在装置界区）、污水处理站、零排装置、供配电设施、中央控制室等。

辅助生产设施：固体贮运设施、液体中间罐区、火炬、消防站、中央化验室设施等。

本项目主要装置及设施见表 1.3-1。

表 1.3-1 主要装置、工序、主项一览表

序号	装置	工序	主项
----	----	----	----

	编号	名称	编号	名称	编号	名称
一		工艺生产装置				
	01	甲醛装置				
	02	乙炔站				
	05	BDO 装置				
	06	废气废液焚烧				
二		公用工程				
	21	循环冷却水站				
	22	一次水站				
	23	回用水站				
	24	冷凝液精制				
	25	零排装置				
	26	冲洗水处理站				
	28	冷冻站				
	30	供热				
	32	酸碱站				
	33	总图运输				
	34	全厂供配电设施				
	35	中央控制室				
	37	全厂外管				
	38	全厂通信				
三		辅助生产设施				
	40	液体中间罐区				
	41	原料及成品罐区				
	52	环境监测站				
	53	气体防护站				
	54	泡沫消防站				
	55	中央化验室				
	58	消防站（新建）				

序号	装置		工序		主项	
	编号	名称	编号	名称	编号	名称
四		服务设施				
	60	综合楼				
	63	厂区大门				

研究结论和建议

主要技术经济指标

本项目建成投产后，主要技术经济指标见表 1.4-1。

表 1.4-1 主要技术经济指标汇总表

序号	项目名称	单位	数值	备注
一	产品及规模			
1	BDO	10 ⁴ t/a	12	
2	正丁醇	10 ⁴ t/a	0.2776	
3	年操作时间	小时	8000	
二	主要原材料用量			
1	甲醇	10 ⁴ t/a	10.59	
2	电石	10 ⁴ t/a	13.04	
3	氢气	10 ⁴ Nm ³ /a	7560	来自建元 焦化厂
4	1.6MPa 蒸汽	10 ⁴ t/a	23.28	来自建元 焦化厂
5	0.8MPa 蒸汽	10 ⁴ t/a	27.68	来自建元 焦化厂
三	公用工程及动力消耗			
1	一次水	10 ⁴ m ³ /a	138.4	
2	用电	10 ⁸ Kwh	1.433	

序号	项目名称	单位	数值	备注
四	运输量			
1	运入量	10 ⁴ t/a	24.133	
2	运出量	10 ⁴ t/a	29.02	
五	定员	人	406	
六	总占地面积	10 ⁴ m ²	27.46	
七	总投资	万元	159606	
	建设投资	万元	146925	
	建设期利息	万元	6938	
	流动资金	万元	5744	
八	财务评价指标			
	年均销售收入	万元	177600	
	年均销售税金	万元	7508	
	年均总成本费用	万元	131583	
	年均利润总额	万元	38509	
	年均税后利润	万元	28881	
	投资利税率	%	28.8	
	投资利润率	%	24.1	
	资本金净利润率	%	82.5	
	国内借款偿还期	年	6.3	含建设期
	投资回收期			
	税前	年	6.1	
	税后	年	6.9	
	内部收益率（IRR）			
	税前	%	25.7	
	税后	%	20.7	
	自有资金财务内部收益率	%	30.4	
	全投资财务净现值			

序号	项目名称	单位	数值	备注
	税前	万元	103328	ic=13%
	税后	万元	59185	ic=13%

研究结论

- (1) 原料来源有依托，供水供电有保障，产品市场前景良好，符合国家能源发展战略；
- (2) 工艺技术先进、成熟、可靠，能耗低，安全、卫生、环保等各项措施完善、符合国家标准；
- (3) 本项目符合国家产业政策及宏观调控政策，符合鄂尔多斯区域经济发展规划。
- (4) 采用先进的、环保的生产工艺，实现了增产减排，提高了环保效益和社会效益。
- (5) 增加地区和国家税收、扩大就业岗位，拉动社会需求，促进地区社会繁荣，社会效益良好，因此本项目是可行的。
- (6) 本项目财务评价结果表明，静、动态指标较好，全投资内部收益率为 25.7%（税前），全投资财务净现值为 103328 万元（税前），投资回收期 6.9 年（税后，含建设期 3 年），项目效益较好，抗风险能力较强，综合研究结论认为项目可行。

存在的问题和建议

无。

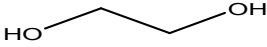
第二章 市场预测

2.1 产品概述

(1) 1, 4-丁二醇

1, 4-丁二醇（别名 1, 4-二羟基丁烷，英文名称为 1, 4-butanediol，简称 BDO），是一种饱和碳四直链二元醇，其化学式为 HOCH₂CH₂CH₂CH₂OH，比重为 1.017（20/4℃），熔点为 20.2℃，沸点为 228℃，折射率为 1.4461。当温度高于凝固点时，1, 4-丁二醇呈无色粘稠油状液体，温度低于凝固点时为针状结晶体。能与水混溶，溶于甲醇、乙醇、丙酮，微溶于乙醚。有吸湿性，味苦。

表 2.1-1 1, 4-丁二醇理化性质表

化学名称	1, 4-丁二醇	别名	1, 4-二羟基丁烷
英文名称	1, 4-Butanediol	英文简称	BDO
CAS NO	110-63-4	分子式	C ₄ H ₁₀ O ₂
结构式		分子量	90.12
相对密度	1.017（20/4℃）	毒性	低毒
颜色	无色	性状	油状液体，低温下为针状晶体
沸点	228℃	凝固点	20.1℃
闪点（开杯）	121℃	引燃温度	370℃

1, 4-丁二醇（以下简称 BDO）是一种重要的有机和精细化工原料，用途广泛。它被广泛用于医药、化工、纺织、造纸、汽车和日用化工等领域。BDO 是生物可降解塑料 PBAT&PBS、氨纶（PU）的重要原料，同时在化工及医药领域，亦可衍生出一系列产品：γ-丁内酯（GBL）、N-甲基吡咯烷酮（NMP）、维生素 B6、聚丁二酸丁二醇酯（PBT）等，还可用于锂电池、溶剂油回收、农药、杀菌剂、颜料、清洗剂、绝缘材料、增塑剂、交联剂等。这些产品在化工、医药、纺织、机械和日用化工等方面有广泛的用途，是一条十分活跃的产业链。

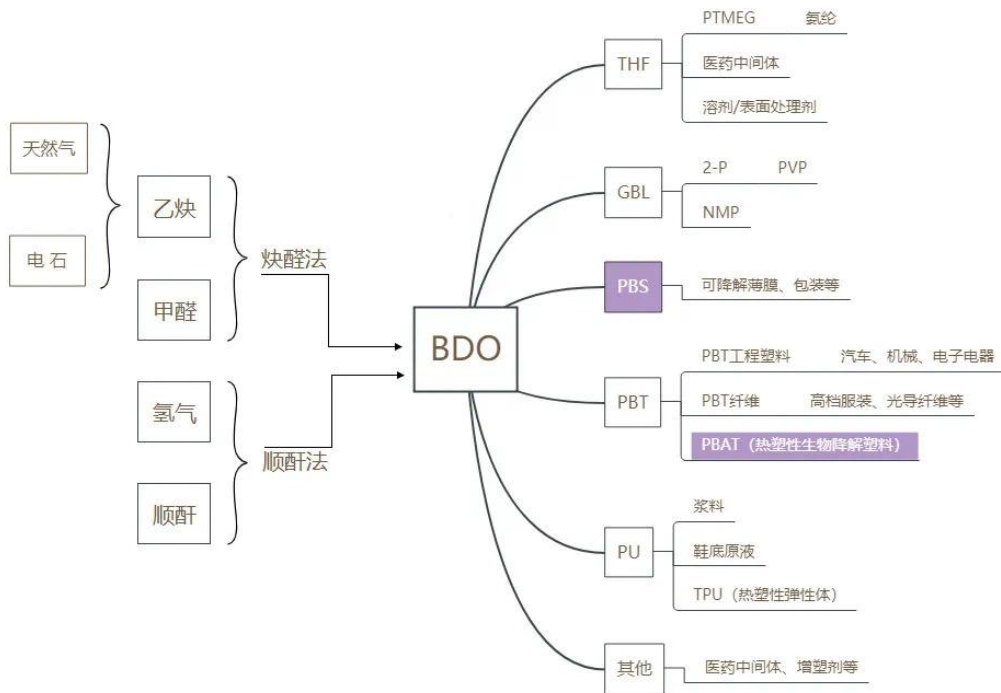


图 2.1-1 BDO 上下游产业链

生产 BDO 的工艺路线有很多种，但是已经实现大规模工业化生产的主要包括下面两种主要的工艺路线，一是以甲醛和乙炔（电石气）为原料的 Reppe 法（炔醛法）；二是以正丁烷/顺酐为原料的方法。

随着国家供给侧改革与环保政策的变化，电石作为碳排放较高的行业受到越来越多的制约，下游需求（主要是 PVC）却在不断增长，导致 2016 年以来电石的价格不断创新高。2021 年内蒙古自治区为了应对国家碳减排要求，推行了新的电价政策，电石生产用电每度提升 0.1 元，这意味着电石的生产成本将提升 340 元/吨左右，BDO 行业边际成本上升。同时，国家不断出台各项环保和安全生产的法律法规，对乙炔生产的环境污染控制和安全卫生要求越来越高，因此炔醛法工艺将受到更多环保、安全、成本的制约。

顺酐法主要原料为苯或正丁烷。正丁烷取自液化石油气或天然气（简称 LPG）。通常，LPG 的用途为民用燃料，与国际油品价格上涨依附关系较弱，当液化气资源优势明显，供应充足价格低廉的情况下，正丁烷法顺酐的生产成本较低，再以顺酐为原料生产 1, 4-丁二醇有一定的价格优势。

2013 年以前顺酐法生产工艺是国内 BDO 行业的主流工艺，产能规模一度占到国内 BDO 总产能的 40%左右。2013 年以后，顺酐法 BDO 装置因亏损压力基本退出国内市场，转而以炔醛法生产工艺占据市场的主导地位。

2.2 市场供需分析

2.2.1 国外市场

2.2.1.1 BDO 供应情况

近年来，世界 BDO 生产技术不断成熟，低成本的生产工艺和 BDO 良好的发展前景促使业界对建设 BDO 项目热情高涨。全球新建了多个 BDO 装置，其中大多数位于中国大陆地区。

表 2.2-1 全球 BDO 主要生产商产能分布情况（单位：万吨/年）

序号	公司名称	产能	厂址	开工率	实际产量	工艺路线
1	BASF	19	路德维希港			Reppe 法
2	利安德	13.3	荷兰鹿特丹			环氧丙烷
3	ISP	10.0	德国玛利			Reppe 法
	小计	42		23%	9.66	
4	ISP	6.0	美国莱马			正丁烷法
5	英伟达	11.0	美国拉帕特			Reppe 法
6	巴斯夫	13.5	美国吉斯玛			Reppe 法
7	Lyondell	5.5	德克萨斯			环氧丙烷
	小计	36		33.6%	12.1	
8	三菱	11.0	日本四日市			丁二烯法
9	韩国 PTG	2.8	韩国蔚山			顺酐法
10	韩国 SK	4.0	韩国蔚山			Reppe 法
11	DCC（台湾大连）	22.0	台湾高雄			丙烯醇法
12	NPC （台湾南亚）	4.0	台湾清宜			丁二烯法
		6.0	台湾麦寮			丁二烯法
13	TCC（台泥化工）	3.0	台湾彰化			顺酐法
14	巴斯夫	2.5	日本千叶			Reppe 法
15	巴斯夫	10	马来关丹			顺酐法
16	巴斯夫	5.0	韩国蔚山			丁二烯法
	小计	70.3		29.6%	21	

序号	公司名称	产能	厂址	开工率	实际产量	工艺路线
17	海湾先进化学	7.5	沙特朱拜勒			顺酐法
	小计	7.5		54%	4.0	
	合计	151.1		31%	46.76	

据相关咨询机构统计，2020 年全球 BDO 生产能力达到 372 万吨/年，其中中国大陆以外的生产能力为 151.1 万吨/年，生产装置主要集中在美国、德国、日本、韩国和中国台湾省。其中美国是 BDO 的最大生产国，欧洲的生产量居世界第二，东亚是世界第三大 BDO 生产地区。

2.2.1.2 BDO 需求情况

据相关资料统计，2004-2008 年期间，世界 BDO 需求从 134 万吨一路攀升到 170 万吨左右，2008 年的世界经济危机导致 2009 年需求增长放缓。2010 年需求量又提升到了 180 万吨。2004 年-2015 年全球 BDO 需求增长率约为 3~5%，到 2015 年全球消费能力达到 200 万吨。

据调查，2009 年以来，日本 BDO 需求正以 0.7% 速度下降，2008 年，欧洲 BDO 需求年增长率约 2%-3%，美国由于供求平衡，为 1%-2%。美国 BDO 进口量不断增长，开工率仍保持较高水平，在 90% 左右。中东需求增长率与美国大致相同，但中东能力有限，尚无重要的能力扩建。据相关咨询机构预测，全球对 BDO 需求量，近年将保持在 2%-3% 的增长幅度，到 2020 年，世界 BDO 需求量 250 万吨左右。据调研机构预测，到 2025 年世界 BDO 需求量将达到 350 万吨左右。

2.2.2 国内市场

2.2.2.1 BDO 供应情况

国内 BDO 的生产开始于 20 世纪 80 年代，当时 BDO 生产采用以乙炔和甲醛为原料的炔醛法生产工艺。由于技术水平所限，国内 BDO 的生产长期驻足不前，主要经营状况是化学制药厂家以自给自足的方式生产以满足下游小批量产品的需求。因此，国内的 BDO 产业到 20 世纪 90 年代中期尚未形成工业化生产，无法满足国内需求。

1993年上海吴淞化工厂建成的2000吨/年装置，是当时国内最大的BDO装置。由于生产成本低，效益差，所以该厂只生产丁炔二醇，国内多数BDO装置也是如此。1998年，国内BDO生产能力约4700吨/年，产量仅400~500吨/年，规模小、成本高，无法与进口产品竞争，国内市场所需BDO几乎全部依赖进口。

1999年11月，东营胜利油田石油化工有限公司引进的英国Davy公司顺酐加氢工艺的1万吨/年BDO装置建成投产，标志着国内BDO已实现工业化生产。顺酐加氢工艺以顺酐为原料生产BDO，同时联产THF，产品的纯度分别达到99.8%和99.87%。该装置在2001年实现基本满负荷生产，2002年9月因资产重组停产，后公司更名为山东佳泰石油化工有限公司，该装置在2004年恢复生产。山西三维集团股份有限公司引进美国ISP公司（原GAF公司）技术（产能为2.5万吨/年），采用GAF改良低压淤浆床炔醛法生产BDO。该设备在2001年12月开始投料试车，2002年6月正式投产。

2006年我国BDO生产能力为14.9万吨/年，主要生产厂家是山西三维集团股份有限公司、四川天化股份有限公司、山东佳泰石油化工有限公司和台湾大连化工（江苏）有限公司。全年产量达8.5万吨，较2005年增长51.78%，自给率达到56%。自给率过半显示国内厂家供应能力较过去几年有所增强。

2007年，国内BDO总生产能力达到了25.4万吨/年，总产量为12.9万吨，主要是上海巴斯夫的10万吨装置（相当8万吨/年THF产能）因故未开，因此，装置开工率只有60%左右。

2008-2009年间，国内BDO新建项目较多，新增产能包括山西三维7万吨/年、新疆美克以及陕西化工一期3万吨/年装置。到2009年底，我国BDO产能达到了41.4万吨/年，总生产量为23万吨。装置开工率55.56%，开工率低的主要原因是由于2009年新建成的装置运转还没有达到正常的生产规模。

2010年，我国BDO产能达到了约50万吨/年。生产量为35万吨，装置开工率在70%。2015年，我国BDO建设产能达到了120万吨/年以上，成为世界最大的BDO生产国家。但由于下游市场的限制和市场价格的波动，BDO装置开工率在60%。近年来，国内新增的BDO项目，单套产能基本在6~10万吨/年，生产能力增长很快，目前国内BDO产能达到220万吨/年。主要生产厂家见下表。

表 2.2-2 国内产能一览表

序号	生产商	地址	产能（万吨）	产量	开工率
1	四川天华	四川泸州	8.5		
2	重庆建峰	四川重庆	6.0		
3	河南开祥	河南义马	12		
4	新疆美克	库尔勒	26		
5	新疆天业	石河子	21		
6	陕西陕化	陕西渭南	13		
7	内蒙古东源	内蒙古乌海	10		
8	新疆新业	新疆五家渠	6		
9	福建湄洲湾	福建泉州	4		
10	长城能源	宁夏银川	20		
11	鹤壁精细	河南鹤壁	11		
12	仪征大连	仪征	6		
13	盘锦大连	盘锦	15		
14	陕西国融	榆林	6		
15	黑猫焦化	韩城	6		
16	国泰新华	昌吉五彩湾	20		
17	延长石油	陕西延安	10		
18	蓝山屯河	昌吉奇台县	20.4		
	当前产能合计		220.9	154	70%

注：山西三维，南京蓝星，山东中亚，仪征化纤，云南云维等厂家生产产能关闭，未统计在上表中。

从 2021 年已公布的企业规划来看，未来新增 BDO 产能的计划约 588 万吨，新增产能仍然以炔醛法为主导。从统计数据来看，预计 2022 年底将新增 34 万吨 BDO 产能投入市场，2023 年底国内市场将新增 229 万吨 BDO 产能，2024 年底国内市场将新增 190 万吨 BDO 产能，2025 年底国内市场将新增 115 万吨 BDO 产能，其产能分布及生产企业详见表 2.2-3 未来新增产能规划表；

据统计，到 2025 年，BDO 规划产能将达到 800 多万吨，预计产量 451 万吨，预测表观消费量 447 万吨，考虑到国内对 BDO 项目审批相对较严格，到 2025 年实际投产规模大概率低于测算规模。在下游需求的带动下，若 BDO 实际投产的进度低于预计，BDO 景气周期持续时间将更长。

2.2-3 未来新增产能规划表

拟建企业	工艺	规模 (万吨/年)	生产路线	预计投产进度			
				2022E	2023E	2024E	2025E
恒力榆林	炔醛法	180	电石路线		90		90
内蒙古君正	炔醛法	120	电石路线		60	60	
诸暨华海	炔醛法	72	电石路线	12	12	48	
山西同德	炔醛法	50	电石路线		25		25
新疆曙光绿华	炔醛法	30	电石路线		10		
东华天业	炔醛法	30	电石路线			30	
新疆美克化学	炔醛法	30	天然气路线			30	
重庆鸿庆达	炔醛法	20	天然气路线	10			
新疆新业	炔醛法	14	电石路线		10	10	
惠州宇新	炔醛法	12	天然气路线	7	7		
内蒙古东源	炔醛法	10	电石路线			12	
新疆国泰	炔醛法	10	电石路线		10		
万华四川	炔醛法	10	天然气路线	5	5		
合计		588		34	229	190	115

2.2.2.2 BDO 需求情况

长期以来,我国 BDO 市场存在着较大的需求缺口。2001 年,我国几乎 80% 的 BDO 需要从国外进口,自给率只有 20%。其后的几年里,国内一些投资商,看准 BDO 的市场潜力巨大,纷纷上马 BDO 项目,2007 年我国 BDO 自给率就达到了 57%。

2006 年,我国 BDO 总消费量约为 15.3 万吨,较 2005 年增长 10.9%;进口量 6.8 万吨,较 2005 年减少 17.0%。国内 BDO 长期供不应求,供需缺口主要依靠进口解决,国内产品市场满足率不足 60%。2008 年,我国 BDO 总消费量 35 万吨,2009 年,由于世界金融危机导致下游需求减少,表观消费量较 2008 年有所下降,为 33 万吨,2010 年达到 45 万吨,2015 年升至 81.6 万吨。由于近年来,生物可降解塑料、氨纶等 BDO 下游产业的兴起,我国 BDO 总消费量成显著增产趋势,年增长率约 10~15%。BDO 表观消费量在 2020 年达到了 144.7 万吨。

我国 BDO 主要消费领域仍集中在 PTMEG、PBAT&PBS、PBT、GBL 和 PU 等领域，消费情况分布见图 2.2-1:

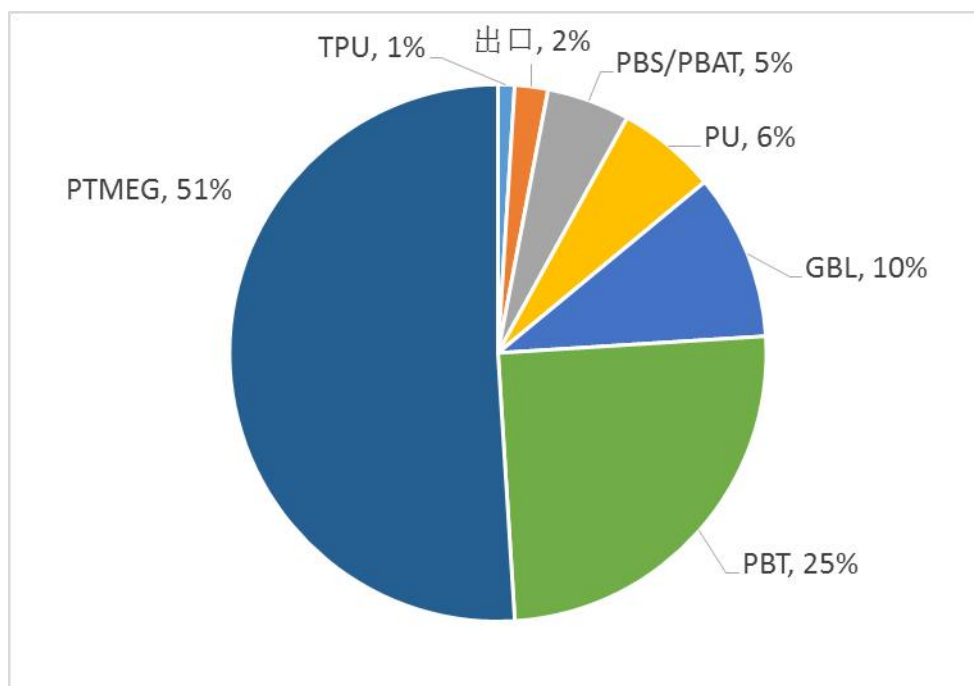


图 2.2-1 2020 年我国 BDO 主要消费构成

THF 原本用作溶剂，后来发展到可用作制造 PTMEG 的中间体，此聚醚多元醇可用作多种功能性聚合物的主链，包括共聚酯醚、弹性体、热塑性聚氨酯和聚氨酯弹性纤维，国内 THF 的需求主要取决于 PTMEG 的需求情况。2020 年国内 THF/PTMEG 生产消耗 BDO 占总消费量的 51%。

PBT 是一种性能优良的热塑性工程塑料，主要用于成型制品。目前我国 PBT 树脂电子电器、汽车等工业零配件、PBT 纤维、PBT 光纤护套、PBT 薄膜、PBT 色母等。2020 年我国 PBT 生产消费 BDO 占总消费量的 25.0%。

GBL 是一种用途广泛的精细化学品，可作为聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯腈和乙炔萃取的溶剂，在工业生产上也有重要用途。GBL 与甲胺和氨反应分别生成 N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）和 2-吡咯烷酮，而 2-吡咯烷酮乙烯可基化生成 N-乙烯基吡咯烷酮，后者可用于生产 PVP 等聚合物。2020 年我国 GBL 生产消费 BDO 占总消费量的 10%。

PU 制品包括软泡、硬泡、弹性体、鞋底料、合成革、纤维、胶粘剂、涂料等。国内聚氨酯工业发展迅速，聚氨酯制品生产企业已达千家，聚氨酯制品产量达到 150 万吨以上，产品已应用到轻工、建筑、汽车、化工等各行业。BDO

在 PU 生产中，主要用作 PU 合成革的主要原料之一聚酯多元醇的生产，以及在 PU 涂料、PU 胶粘剂、PU 树脂和 PU 弹性体等生产中用作扩链剂。在聚氨酯鞋底料生产中也少量用到 BDO 生产聚酯多元醇，同时也用作扩链剂。2020 年我国 PU 生产消费 BDO 占总消费量的 6%。

PBAT/PBS 是生物可降解塑料，其中 PBAT 是对苯二甲酸（PTA）、己二酸与 1, 4-丁二醇（BDO）经酯化反应制得，PBS 是丁二酸/酐与 BDO 经酯化反应制得，是目前生物降解塑料研究中非常活跃和市场应用最好的降解材料之一。PBAT&PBS 材料不仅可以生物降解也可堆肥，所以使用 PBAT&PBS 可以对抗白色污染，PBAT&PBS 生产的生物降解垃圾袋是生物堆肥垃圾中心回收生物变废物时的使用膜材，主要应用于：全降解包装用薄膜；全降解包装袋，包括购物袋，连卷垃圾袋，宠物粪便袋，电子产品包装袋，食品包装袋，地膜等。在环保政策的驱动下，PBAT、PBS 等生物降解塑料，在一次性餐具、包装、农业、汽车、医疗、纺织等领域的应用正迎来市场发展新机遇。生物降解塑料的改性材料，以及相关助剂，如扩链接，抗水解剂，增韧剂，成核剂，抗菌剂也会有新一轮的创新。

除用于制作 PBT、PU、THF、GBL 以外，BDO 在其它领域主要应用于以下几个方面：BDO 与适当的一元酸生成的酯类是热塑性聚合物的有效增塑剂，如用作硝酸纤维素、聚丙烯酯类等的增塑剂；BDO 可制成医药中间体，主要药品有二氢呋喃等；BDO 在电镀工业中用作电镀增亮剂。

2.2.2.3 BDO 供需平衡分析

由于 BDO 产品的高利润率，吸引了国内众多化工企业试图进入该行业，国内这些计划的新建装置多数能够按时顺利生产。2010 年，我国 BDO 总产能达到 51.6 万吨/年。但是，有些装置（如湄洲湾氯碱等）在 2009 年中才进入投产阶段，而且由于 BDO 生产的技术壁垒，较好地掌握生产 BDO 的工艺往往需要几年的磨合期，估计届时会有部分新厂商的装置未能达到预期或负荷率远低于产能，同时国内投产的这些装置因在生产成本间存在着较大差距以及部分装置相对远离消费地也会影响到最终的实际开工率。近年来建设的 BDO 项目在未来的 2~3 年内将陆续投产，引起国内 BDO 市场的相对过剩。国内在建/即将投产项目见下表：

表 2.2-3 国内在建/即将投产项目产能一览表

序号	生产商	地址	产能（万吨）	产量	开工率
1	诸暨华海	内蒙乌海	20		
2	内蒙古东源	内蒙乌海	10		
3	国泰新华	新疆昌吉	10		
4	烟台万华	四川眉山	10		
5	四川天华	泸州合江	10		
6	五恒化学	宁夏宁东	23.2		
	在建产能合计		83.2		

据统计。2020 年我国 BDO 产品市场有过剩，部分企业的开工率~70%。但 BDO 的下游产业的兴起带动国内 BDO 消费量，BDO 市场火爆。下游主要产业对 BDO 的需求见下列表格：

表 2.2-4 PTMEG 产能及对 BDO 需求

序号	生产商	地址	产能/万吨	当量需求/万吨	开工率	实际需求
1	山西三维	山西洪洞	5	6.5		
2	晓星化工	浙江嘉兴	13	16.9		
3	巴斯夫上海	上海	10	13		
4	新疆美克	库尔勒	5	6.5		
5	长城能源	宁东	9.2	11.96		
6	国泰新华	昌吉	6	7.8		
7	蓝山屯河	昌吉	4.6	5.98		
8	四川天华	泸州	4.6	5.98		
9	延长石油	延安	4.6	5.98		
10	杭州三隆	杭州	5	6.5		
11	河南鹤壁	鹤壁	6	7.8		
12	盘锦长春	盘锦	6	7.8		
13	陕化 BDO	渭南	4.6	5.98		
14	仪征大连	仪征	4	5.2		
	合计		93.6	121.68	78.6%	94.16

表 2.2-5 PBT 产能及对 BDO 需求

序号	生产商	地址	产能/万吨	当量需求/万吨	开工率	实际需求
----	-----	----	-------	---------	-----	------

1	河南开祥	三门峡	10	5		
2	蓝山屯河	新疆	6	3		
3	浙江美源	浙江	10	5		
4	宜兴兴盛	宜兴	8	4		
5	营口康辉	营口	12	6		
6	仪征化纤	仪征	8	4		
7	常熟长春	常熟	18	9		
8	南通星辰	南通	6	3		
9	山东维焦	山东	6	3		
10	福建湄洲湾	福建	6	3		
11	江阴和时立	江阴	4	2		
12	江阴三房巷	江阴	3	1.5		
13	宿迁鑫博	宿迁	3	1.5		
14	陕西融合	陕西	2	1		
15	重庆中润	重庆	2	1		
	合计		104	52	50%	26

表 2.2-6 PBAT/PBS/PBSA 产能及对 BDO 需求

序号	生产商	地址	产能 / 万吨	当量需求 / 万吨	开工率	实际需求 / 万吨
1	珠海万通	珠海	6			
2	蓝山屯河	新疆	7			
3	重庆鸿庆达	重庆	1			
4	亿帆鑫富	浙江	1			
5	莫高聚和环保	甘肃	3			
6	金晖兆隆	山西	3			
7	南通龙达生物	南通	1			
7	山东悦泰	山东	2.5			
8	营口康辉	营口	3.3			
9	仪征化纤	仪征	3			
	合计		30.8	13.86	80%	11

此外，还有部分在建的 PBAT/PBS/PBSA 产能，见下表：

表 2.2-7 在建的 PBAT/PBS/PBSA 产能及对 BDO 需求

序号	生产商	地址	产能/万吨	当量需求/万吨	备注
1	烟台万华	烟台	6		
2	江阴三房巷	江阴	4		
3	北京昊图	北京	4		
4	珠海富尔森	珠海	4		
5	瑞丰高材	山东	6		
6	华峰氨纶	浙江	3		
7	河南宏业	河南	20		
	合计		47	21.15	

表 2.2-8 GBL 产能及对 BDO 需求

序号	生产商	地址	产能 / 万吨	当量需求 / 万吨	开工率	实际需求 / 万吨
1	庆云长信	山东	11	12.1		
2	迈奇化学	河南	3.2	3.52		
3	垦利更新	山东	2.5	2.75		
4	安徽晟捷新能	安徽	2	2.2		
5	浙江联盛	浙江	2	2.2		
6	濮阳光明	河南	2	2.2		
7	滨州裕能	滨州	2	2.2		
8	陕西派尔森	陕西	2	2.2		
9	重庆中润	重庆	2	2.2		
10	博爱新开源	河南	2	2.2		
11	中科合成油	北京	1	1.1		
12	中盐红四方	安徽	1	1.1		
13	赣州中能	赣州	1	1.1		
14	陕西融合	陕西	2	2.2		
15	四川天华	四川	1	1.1		
16	山西三维	山西	1	1.1		
	合计		37.7	41.47	60%	25

表 2.2-9 PU/TPU 产能及对 BDO 需求

序号	生产商	地址	产能/万吨	当量需求/万吨	开工率	实际需求/万吨
----	-----	----	-------	---------	-----	---------

1	烟台万华	烟台	121	4		
2	旭川化学	苏州	91	3		
3	烟台美瑞	烟台	30	1		
4	安徽晟捷	安徽	30	1		
5	一诺威	山东	30	1		
6	上海汇德	上海	18	0.6		
7	安徽恒远	安徽	12	0.4		
8	上海联景	上海	12	0.4		
9	普瑞三利	温州	12	0.4		
10	烟台天利	烟台	3	0.1		
11	无锡双象	无锡	3	0.1		
12	南通协鑫	南通	3	0.1		
13	常州国业	常州	3	0.1		
14	上海东瑞	上海	2	0.06		
15	华峰氨纶	浙江	50	2		
	合计		420	14.26	49%	7

根据前面的分析情况看，我国 BDO 下游产业形势较好，据上述计算分析，相关行业对 BDO 的需求约为 270 万吨/年，因市场开工率的影响，保守估计，到 2025 年相关行业对 BDO 的实际需求约为 350 万吨/年。

随着国内 BDO 生产发展的逐步完善，未来的产品将打入国际市场，所以，出口也将消化掉部分过剩产量。

因此，我们分析，目前我国的 BDO 行业，按照产品的生命周期来判断，处于成长后期，正在逐步进入成熟期。对于新进入该行业的厂家来说，应该尽快占领市场先机，早投产，早受益。

2.3 产品价格分析

2.3.1 BDO 价格分析

从 2012-2016 年国内 BDO 市场价格看，大部分时间价格都处于低迷状态或阴跌走势。华东散水 BDO 货源的月均价一般都维持在 10000 元/吨左右水平。2017 年受国际国内大宗化学产品价格抬升影响，2017 年 BDO 价格回暖上升至 13000~15000 元/吨。

从 2018 年开始，在 2018~2020 年间国家开始了环境整治三年行动，关停了一部分化工企业。部分 BDO 企业受压而短期关闭，市场供给量少，引起价格攀升，部分时间段 BDO 价格可以稳定在 13000 元/吨的水平。

受 2020 年疫情影响，国外部分厂家停产，全球 BDO 供应出现较大问题，而 BDO 的下游产业需求稳步回升。2020 年底，发改委发布了禁塑令，大力推广可降解塑料的应用，使 BDO 下游的 PBAT/PBS 行业迎来了跨越式的发展，有多个规划的 PBAT/PBS 产能开工建设，引起了 BDO 供应的短期缺口。从 2020 年底，BDO 迎来了一波少见的突发上涨行情。2020 年底 12 月，BDO 价格稳定在 13000 元/吨，在 2021 年 1 月后逐步攀升至 20000 元/吨的关口，在 2 月突破了 30000 元/吨的整数关口。随着国内 BDO 厂家纷纷加足马力生产，市场 BDO 供应增多，BDO 价格有小幅回落，下行趋势明显。

2021 年 BDO 市场价格大部分时间维持在 25000~32000 元/吨之间。预计在 2022 年内 BDO 价格将维持在~25000 元/吨左右。

随着我国经济形势的回暖及下游产品的需求增强，而国内今年内新增的 BDO 企业逐渐投产，BDO 短暂的短缺状态将逐步得到缓解，市场将逐步降温，BDO 价格将恢复到较为理性的价格区间，同时伴随着国家双碳政策的实施，未来电石价格将持续维持在高位，国内 BDO 价格也将跟随电石价格进行波动，预计未来的 2~3 年内，BDO 价格将基本稳定在 20000~27000 元。

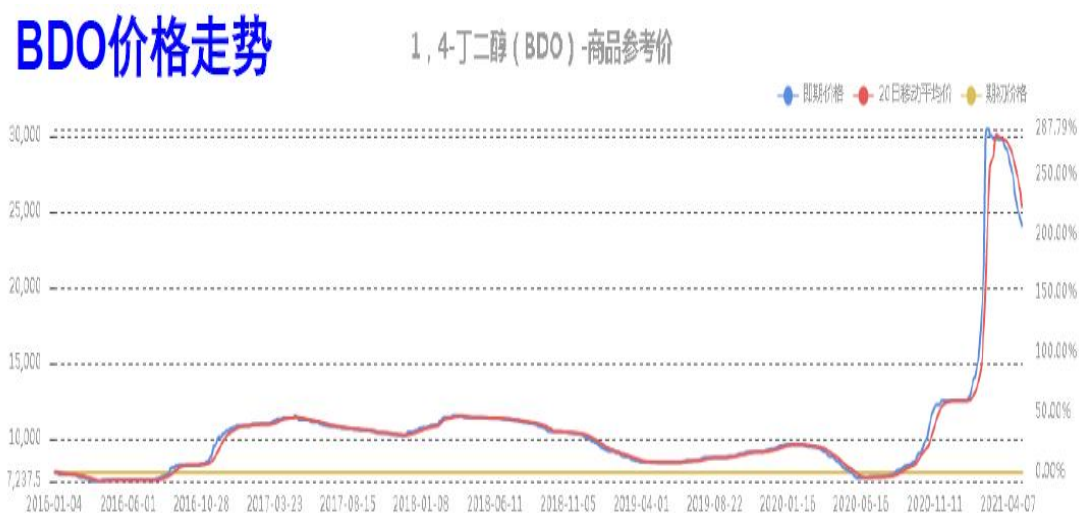


图 2.3-1 BDO 国内价格趋势（2015.1~2021.04）



图 2.3-2 近三年 BDO 国内生产价趋势（2021.02~2021.05）

第三章 产品方案和生产规模

3.1 生产规模

本项目外购氢气、甲醇和电石，通过炔醛法制取 BDO。

本项目主要生产装置规模如下：

甲醛装置：25 万吨/年甲醛（以 37%wt）

乙炔发生装置：4 万吨/年乙炔

BDO 装置：12 万吨/年 BDO

注：以上装置产能为公称能力。

3.2 操作制度

根据类似规模以电石/甲醇为原料生产 1,4-丁二醇工厂的运营经验，本项目工厂年累计操作时间确定为 333 天，每天运行 24 小时，年累计操作小时数为 8000 小时。

3.3 产品方案

本项目主要产物为 BDO。

根据本项目的总物料平衡计算，本项目的产品方案、产品量和商品量列入表 3.3-1。

表 3.3-1 产品方产量和商品量

产品方案	吨/小时	万吨/年	备注
1 产品			
BDO	15	12	外卖量

3.4 产品规格和质量指标

3.4.1 产品

本项目主要产品 BDO、其具体规格见下：

(1) BDO

BDO 产品质量符合 GB/T 24768-2009 合格品标准，产品规格如下：

项 目	优等品	合格品	分析方法
1,4-丁二醇, w/%	≥99.70	≥99.5	GB/T 24768-2009
色度/Hazen 单位 (铂-钴色号)	≤10	≤10	GB/T 3143
水分, w/%	≤0.03	≤0.05	GB/T 6283
羰基值, mgKOH/g	≤0.1	≤0.1	DIN 53173
固化点, °C	≥19.6		

3.4.2 副产品

本项目副产品有正丁醇，熟石灰，其规格如下：

(1) 正丁醇产品质量符合《工业正丁醇》(GB/T 6027-1998) 的优等品要求，具体规格如下表：

项目	优等品	一等品	合格品
正丁醇, w/% ≥	99.5	99.0	98.0
色度/Hazen 单位 (铂-钴色号) ≤	10	10	15
水, wt/% ≤	0.1	0.1	0.2

(2) 本项目熟石灰为水泥、建材等工业应用，具体规格为：氢氧化钙含量≥84%。

3.4.3 中间产品

本项目中间产品有甲醛，规格见下：

(1) 甲醛

甲醛溶液质量符合 GBT 9009-2011 工业用甲醛溶液标准，产品规格如下：

项目	规格	备注
甲醛	55wt%	
甲醇	$\leq 1.5\text{wt}\%$	
酸度（以甲酸计）	$\leq 0.015\text{wt}\%$	
铁	$\leq 0.5\text{wtppm}$	
钠	$\leq 1.0\text{wtppm}$	
胺（以 NH ₃ 计）	$\leq 1.0\text{wtppm}$	

第四章 工艺技术方案

本项目以氢气、甲醇、电石为原料，主要产品为 BDO、正丁醇及水泥熟料，生产规模为 12 万吨/年 BDO，0.2776 万吨/年正丁醇。中间产品有乙炔、甲醛，其中乙炔和甲醛作为 BDO 装置的原料，BDO 作为最终产品外售。

根据本项目原料、规模、产品方案等特点，对各装置的技术及其组合进行了比较充分的研究论证，可研方案初步采用炔醛法 BDO 技术等一系列目前最先进可靠的工艺技术作为本项目选择的工艺技术。

4.1 乙炔发生

4.1.1 概述

本项目乙炔装置的任务是利用电石生产乙炔，供下游 BDO 装置作为原料。乙炔装置包含以下工序：

- 乙炔发生
- 乙炔气柜
- 乙炔压缩
- 乙炔清净

4.1.2 工艺技术方案选择

制取乙炔的方法很多，工业化的主要有：电石法、烃类裂解法、煤直接氢化法、甲烷高温裂解法等。考虑到本项目所在地电石易得、成本较低，拟采用电石法生产乙炔。而电石乙炔法分“湿法”和“干法”。“湿法”是把电石加入水中；“干法”是把水淋入电石中。

干法与湿法相比，干式乙炔发生器可使用各种大小电石，包括粉状的。水与电石的比率仅约为 1.13~1.35:1，排出的熟石灰（主要为氢氧化钙）含水约 5%。具有耗水量小和无污水排放的优点；湿式乙炔发生器是连续的、电石投入式的。湿法工艺操作简单，工艺技术成熟，安全可靠，但废水量大，排出湿渣不易处理。

干法乙炔技术也在 2007 年 5 月被国家环保总局列入《国家先进污染防治示范技术名录》和《国家鼓励发展的环境保护技术目录》。干法乙炔技术从根本上解决了湿渣废水的排放问题，副产品熟石灰可直接制水泥，环保、节能方面优势突出。

针对干法乙炔原来存在的电石反应不完全，局部有粉尘污染的问题，近几年技术开发商又做了新的技术改进，比如增加带有密封装置的计量螺旋输送机连续密闭地把电石送进反应器，适当增加停留时间等。与湿法乙炔制备工艺技术相比，干法生产乙炔的工艺技术路线有以下技术特点：

- (1) 安全性

加料过程的安全性：电石通过带有密封装置的计量螺旋输送机连续密闭地加入发生器，密封可靠，无需置换，无泄露，安全可靠。

反应过程安全性：湿法乙炔工艺反应温度为 85℃，干法乙炔工艺反应温度为 100~110℃；产生气体中，水蒸气乙炔体积干法乙炔工艺比湿法乙炔工艺高，蒸汽含量高安全性高。

故障状态的安全性：任何重要设备出现故障，均由程序采取相应的措施进行处理。遇到最严重的问题就停止加料，反应几乎立即停止。

(2) 经济性

干法乙炔生产工艺与传统湿法乙炔生产工艺相比在设备投资、运行费用、人工费用、占地面积、乙炔收率、水处理等几个方面都有显著的经济性。

节约建设投资：干法乙炔工艺与湿法乙炔工艺相比，乙炔发生工段的厂房没有差异，设备投资相差无几，但干法乙炔工艺无需沉降及压滤处理，可节约设备及土建投资。

节约运行费用：干法乙炔工艺相对湿法乙炔工艺无需废水的过滤处理，所以降低了设备运行的电力消耗和维护费用。

乙炔收率高：由于加料是连续的，无需置换，加料时没有乙炔气体排出；排出的副产熟石灰是干的，没有溶解损失。

水消耗低：干法工艺所需要的新鲜水量只有 0.72 吨/吨电石，生产过程用水洗涤乙炔气生成的渣浆水作为反应用水循环使用。而湿法工艺的耗水量为 2.38 吨/吨电石，节水效果明显。

(3) 环保性

干法乙炔生产装置所需的水可采用厂内循环使用的水体，乙炔气体洗涤产生的渣浆水可以循环利用，实现整个干法乙炔装置无废水排放。

干法乙炔生产装置副产品熟石灰可作为生产水泥、建材的原料，可实现资源循环利用。

将干法乙炔和湿法乙炔技术主要参数对比如下表：

对比内容	干法乙炔工艺	湿法乙炔工艺
乙炔收率	>98.5%	96%
乙炔纯度	99%	99%
反应后产物含水	4%-10%	90%
渣浆处理动力消耗	无	需要
污水排放	无	有
生产水泥	直接使用	需干燥
加料	连续，无乙炔排出	间断，需置换，有乙炔排出

对比内容	干法乙炔工艺	湿法乙炔工艺
排渣	连续	断续
故障	立即停止反应	反应不可控

根据上述比较，干法乙炔工艺比湿法乙炔工艺有明显的优势，而且我国已经开发具有自主知识产权的干法乙炔工艺技术，不需要引进，在 BDO 领域有多套工业化装置运行业绩。

因此，本项目的乙炔装置考虑选择干法乙炔工艺。干法乙炔工艺中电石破碎工段采用机械式破碎机、筛分机等转动设备，此类设备属于易损坏设备，生产在线率不高，一般在 3 个月左右需要更换挡板、锤头等易损件。为保证乙炔发生的操作连续性，本项目乙炔站乙炔发生工序设置，3 开 1 备，满足 12 万吨 BDO 产能的需求。

4.1.3 配置方案

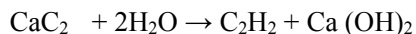
根据单系列产能，本项目乙炔站设置 4 台乙炔发生系统，3 开 1 备；其配套乙炔气柜、乙炔压缩及清净单元。

4.1.4 工艺流程简述

(1) 乙炔发生

来自厂外的电石块在破碎厂房内初步破碎，送至干法乙炔粗料仓。将 50~80mm 以下粒度的电石进行二次粉碎，粉碎后的电石粒度小于 5mm，储存在细料仓中。电石粉使用时，将粒料装入料斗，经氮气置换后，用螺旋给料器送入发生器，按比例加入水量，水经雾化喷入，发生器温度小于 110℃，压力 7kPa（~0.7m 水柱），电石与水发生水解反应生成粗乙炔气体。

乙炔发生器中主要反应如下：



粗乙炔经水洗冷却塔中初步除去乙炔中粉尘，降低乙炔温度，再进入乙炔冷却器，冷却后进入乙炔气总管送至乙炔气柜。

乙炔发生器底部有螺旋输送机将副产品熟石灰（主要是氢氧化钙）排出，含水量 2~5%，可用于生产水泥或用作制砖的原料。

(2) 乙炔气柜和压缩

来自乙炔发生工序的乙炔送至气柜，气柜内的乙炔经压缩机升压后送至乙炔清净工序。

(3) 乙炔清净

乙炔气中含有粉尘，和微量 S、P 等杂质，对 1,4-丁二醇装置的催化剂是有毒物质，需要将乙炔气中杂质除去。

来自压缩机的乙炔进入激冷塔，用冷水洗涤，在除去乙炔气中的粉尘杂质同时将乙炔温度降低，除去其中的大部分水分。而后乙炔进入硫酸塔洗涤，用硫酸将其中 H₂S 等杂质除去。经过硫酸洗涤后气体送至碱洗塔，用 NaOH 除去乙炔气体中夹带的酸雾。经过净化的乙炔气体送至 1,4-丁二醇装置。

乙炔清净产生的废硫酸，送废硫酸再生装置处理后回用；产生的废碱液，经与硫酸再生装置副产稀硫酸中和后送污水处理或乙炔站中间池回用。

4.1.5 原材料和公用工程消耗

(1) 原材料消耗

乙炔站原料消耗如下表：

序号	名称	规格	单位	消耗量	备注
1	电石	发气量：285L/kg 电石 粒度：50~80mm 乙炔中 H ₃ P 含量≤0.08% 乙炔中 H ₂ S 含量≤0.1%	t/h	16.304	
2	硫酸	96%硫酸	t/h	0.026	考虑废硫酸再生后用量
3	碱液	32%氢氧化钠	t/h	0.207	按 100%NaOH 计算

(2) 公用工程消耗

乙炔站公用工程消耗如下表：

序号	名称	规格	单位	消耗量	备注
1	水	常温，0.4MPag	t/h	9.3	
2	电	380V	kwh/h	1728.5	
3	循环水	29℃/39℃	m ³ /h	875/1050	
4	仪表空气	0.6 MPag	Nm ³ /h	100	

序号	名称	规格	单位	消耗量	备注
5	氮气	0.3 MPag	Nm ³ /h	900 (间断)	
6	冷冻水	上水 3℃, 回水 8℃	m ³ /h	143	

4.1.6 主要设备方案

1) 主要设备选型

本装置的工艺技术为国内技术，设备实现国产化。设备的结构设计，首先应保证工艺过程的要求，同时也考虑到设备的性能可靠，结构合理，节省材料，便于加工制作及维修等方面的要求。

乙炔发生器设计用Φ3200 的发生器，高度约 10000mm。

本装置乙炔压缩机采用液环式压缩机，一共 3 台，2 开 1 备。

2) 主要设备清单

主要设备一览表（单系列）

序号	设备名称	台数	主要材质	备注
1	电石粗破碎成套设备	1+1	钢	
2	干法乙炔发生成套设备	3+1	钢	
3	乙炔洗涤冷却塔	3+1	钢	
4	乙炔气柜	1	钢	
5	水环式压缩机成套设备	2+1	钢	
6	水洗塔	1	钢	
7	硫酸塔	1	钢	
8	碱塔	1	钢	

4.2 甲醛装置

4.2.1 概述

本项目甲醛装置的任务是以甲醇为原料生产甲醛，供下游 BDO 装置作为原料。

甲醛装置包含以下工序

--空气压缩

--甲醇/空气氧化反应

--甲醛吸收

本项目甲醛装置公称规模为 25 万吨/年甲醛（以甲醛浓度 37wt% 计算）。

4.2.2 工艺技术方案选择

4.2.2.1 工艺技术方案介绍

目前，工业上生产甲醛，均以甲醇为原料。甲醇氧化制甲醛，由于使用金属银催化剂（载于浮石上的浮石银催化剂，电解银催化剂和发泡银催化剂）和氧化铁氧化钼催化剂的不同而分为银法和铁钼法。

（1）银法

银法有两种不同的流程，一种是带有甲醇蒸馏回收流程，称为甲醇循环工艺，另一种是不带甲醇蒸馏回收流程，称为非甲醇循环工艺。

a. 甲醇循环工艺

甲醇循环工艺是甲醇不完全转化法，是在较低的温度下（500℃）使甲醇不完全转化，一般甲醇转化率只有 55%，由于温度低，副反应少，没有转化的甲醇采用蒸馏过程脱出并循环使用。通过调节加入吸收塔顶部的水量来控制甲醛的产品的浓度，使甲醛产品的浓度可达到 52%~55%。甲醇含量可以在蒸馏过程中调节，甲醇含量可以达到 1%左右。产品甲醛中甲酸含量 0.01%~0.02%。蒸馏回收的甲醇返回系统作原料。甲醇循环工艺的缺点是有甲醇蒸馏回收系统，流程长，能耗高。

b. 非甲醇循环工艺

非甲醇循环工艺是甲醇完全转化法，需在 650℃~700℃高温下进行甲醇氧化脱氢反应，没有甲醇蒸馏回收系统，甲醛产品浓度多为 37%。甲醇含量为 3~5%，甲酸含量为 0.01%~0.02%。该法由于没有甲醇蒸馏回收系统，与甲醇循环工艺相比投资较省、能耗低，缺点是甲醛产品浓度低、甲醇含量较高。

（2）铁钼法

铁钼法是在空气过量的条件下使甲醇转化生产甲醛，反应温度低，约 250~400℃，甲醇转化率为 92~94%，不需设甲醇蒸馏回收系统。铁钼法的优点是生产低醇含量的高浓度甲醛，且甲醇原料单耗低，同时副产蒸汽；产品甲醛浓度的灵活变化，可以生产 37~57%的甲醛产品。可以直接生产制造树脂的尿醛浓缩液（UFC）。铁钼法催化剂转化率选择性高，对有害物质不太敏感，因此催化剂的寿命比银法催化剂长。铁钼法的缺点是与银法相比设备比较大，投资略高。

铁钼法近几年来发展较快，该法适应要求低醇含量、高浓度甲醛下游产品，国外新建甲醛装置中采用铁钼法的生产装置已逐步占主导地位。瑞典 Perstorp、意大利 Eurotecnica、

德国 Josef Meissner、美国 D.B.WESTERN 等公司采用该法工艺生产甲醛，目前无锡熙源也有类似规模的业绩。

4.2.2.2 工艺技术方案选择

根据国内外的技术水平概况，现将采用不同催化剂的工艺技术方案比较情况列于下表。下表中列出了铁钼催化剂法和银催化剂法的技术比较：

铁钼催化剂法和银催化剂法的技术比较

序号	项目	铁钼催化剂法	银催化剂法
1	甲醇消耗（37% 甲醛）kg/t	420~460	460~480
2	反应温度	反应温度低：340~380℃	反应温度高：620~720℃
3	催化剂寿命	16~18 月	电解银催化剂寿命一般 2~3 月，最长 6~7 月。
4	催化剂失活原因	Mo 升华	Ag 粒烧结，Fe、S 杂质中毒
5	对毒物敏感程度	不敏感	敏感
6	甲醇收率%	91~95	88~92
7	产品纯度及甲醇含量	可生产高浓度、低甲醇含量 甲醛 (1) 甲醛浓度 可生产甲醛浓度：37~55wt%。 (2) 甲醇含量 37% 甲 醛 的 甲 醇 含 量 0.5~1.0wt%；50%甲醛的甲醇 含量 1.5 wt%	(1) 甲醛浓度 37~42%，国内商品甲醛浓度均为 37% (2) 甲醇含量一般 4~8wt%，降低甲醛产品中甲醇含量
8	对下游产品生产的适应性	55%的甲醛可直接用于 1，4-丁二醇生产	采用银法需增加浓缩装置投资

甲醛装置的建设主要为下游 1，4-丁二醇装置配套，因此甲醛装置的产品规格必须满足下游产品的技术要求。1，4-丁二醇装置要求原料甲醛浓度为 50（wt）%左右，甲醇含量 ≤1.5%（wt），为此，选择甲醛装置的技术方案应以生产高浓度、低甲醇含量产品为原

则。

本项目推荐选择铁钼法。在以甲醇空气氧化铁钼催化剂法生产甲醛的诸多专利商中，其工艺路线、消耗定额等大致相同，主要有美国 D.B.Western 和瑞典 Perstorp 公司以及国内的无锡熙源。

4.2.3 工艺配置方案

本项目 25 万吨/年装置由 1 条甲醛生产线组成，包含 3 台反应器，3 台蒸发器，一套吸收系统，一套 ECS 尾气处理系统。年生产能力由装置运行的天数决定，在 8000 小时的基础上，以 37%甲醛浓度计为不小于 250,000 吨/年。

4.2.4 工艺流程简述

工艺流程说明

甲醇从贮藏由泵输送进入甲醇蒸发器和甲醇汽化器的循环气系统中。在甲醇蒸发器中，甲醇由预热器利用来自吸收塔的循环工艺流体加热，在甲醇汽化器中，甲醇由反应器出来的产品热气体加热。然后预热后的甲醇/空气混合物进入主反应器中。

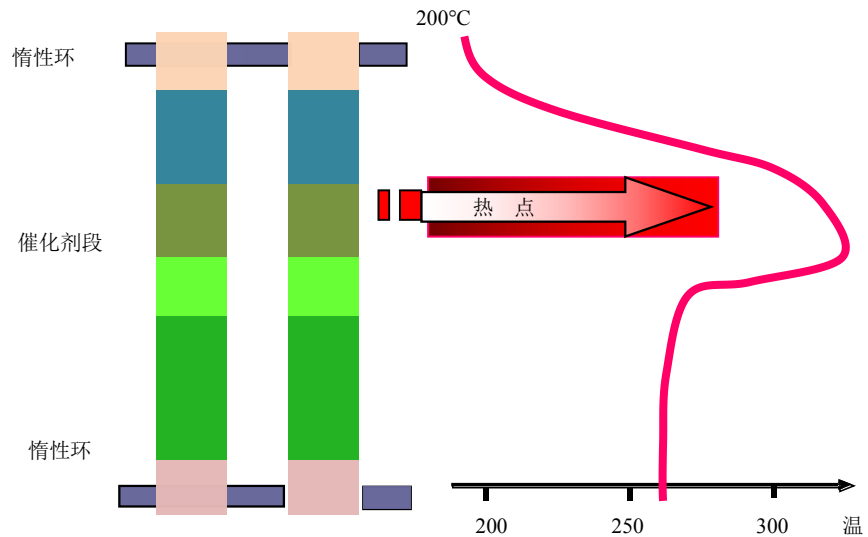
甲醇在进入蒸发器之前尽可能利用系统的余热进行预热，预热的温度适当控制在泡点以下。

反应器出口的高温气体通过管线进入甲醇汽化器，与原料气换热后再进入吸收塔。

预热器提高了进入反应器物料的温度，也增加了 HTF 冷凝器内产生蒸汽所需的热量。

为了控制进入吸收塔的气体温度大致在 100~110℃，在吸收塔之前甲醇汽化器之后，设置了一台换热器，与进入系统的甲醇溶液进行换热。进入吸收塔的气体温度降低，甲醇的温度得以升高。

主反应器是列管式固定床反应器，它类似于一个列管式换热器。催化剂装在管内，沸腾的联苯型导热油（HTF）在壳程。气体混合物进入反应器后，经过催化剂发生化学反应，甲醇大部分转化为甲醛和水，其余的转化为一氧化碳和二甲醚。甲醇的氧化反应是放热反应，反应释放出的热量使气体在通过管道时温度不断上升。当大部分甲醇反应完毕后，温度开始下降，当气体从列管末端出来时，它的温度接近于沸腾的 HTF 温度。每支列管中催化剂不同部位所达到的最高温度称为“热点”。“热点”是整个控制方案的重要参数。



反应产生的热量由导热油的汽化移走，由汽-液混合物组成的导热油在 HTF 分离器里分离，并在 HTF 冷凝器中产生 1.2~2.2MPa 的饱和水蒸汽。这两个功能—产生蒸汽和导热油气液分离是在一个设备里完成的。这个系统产生的蒸汽送到界区外使用。HTF 回路是根据热虹吸的原理设计的，一旦系统启动完毕，就不再需要泵的驱动。

从反应器出来的温度高于 260°C 的联苯-联苯醚 (HTF) 气体冷凝，其热量被列管外的锅炉水换热产生饱和蒸汽，液化的联苯醚再回到反应器。

现有的 HTF 系统能提供装置开车所需的热量，而不需要外部的热量。

导热油从储存罐由循环泵经过一个电加热器输送到反应器。一旦状态稳定后，循环泵和加热器关闭，通过热虹吸作用保持导热油的循环。

反应器出来的气体首先在上述提及到的甲醇汽化器里与原料气换热后冷却，然后进入吸收塔。含甲醛和水蒸气的反应生成气在吸收塔内与逆向流动的工艺液体/水接触被吸收下来得到甲醛溶液。

当浓度达到所需要的值时，甲醛从吸收塔底部抽出，一部分作为吸收液循环回吸收塔，另一部分由泵输到甲醛储罐。

从吸收塔顶部出来的气体主要为不凝气体，一部分进入 ECS 系统经过催化焚烧达标后排出系统，另一部分经过鼓风机循环利用。

加压风机的循环由专有的系统控制，部分气体通过排放控制系统 (ECS) 来降低污染

物的浓度，达到环保标准后的废气排放到大气之中。该部分气体在通过反应器的贵金属催化剂之前，先通过换热器与废气进行热交换。废气在经烟囱排泄到大气之前在换热器里提供预热的热量。

热回收装置在反应器的后面串连安装，用以回收来自 ECS 的热量产生水蒸汽。

通过空气鼓风机送入新鲜空气并给整个气体循环回路加压。

4.2.5 原料和公用工程消耗

(1) 原料消耗

序号	名称	规格	单位	消耗量
1	甲醇	≥99.85wt%	吨/小时	13.239
2	32%碱液	32%wt	kg/h	14

(2) 公用工程消耗指标

序号	名称	规格	单位	消耗量
1	冷却水	29℃/39℃	吨/小时	2169/2386
2	脱盐水	常温，0.6 MPag	t/h	2.2/2.6
3	锅炉给水	3 MPag，104℃	吨/小时	25.8
4	电	10kV/380V	kWh	6125
5	副产蒸汽	2.0MPag，饱和	吨/小时	-25
6	冷冻水	上水 3℃，回水 8℃	m ³ /h	150

(3) 催化剂消耗

序号	名称	规格	单位	年耗量	备注
1	甲醛催化剂	铁钼催化剂	t	20t/1.5年	
2	尾气催化转化催化剂	铂钯催化剂	t	1.6t/5年	

4.2.6 主要设备方案

甲醛装置的设备最大程度按设备国产化选型。主要设备选型如下：

(1) 循环风机

采用章鼓、ROOTS、DRESSER 等品牌，设备体积小，噪音低。

(2) 反应器

反应器材料为 304 不锈钢，反应管用立式壳体和 20 psig，650°F，16 BWG 管子，符合 ASME 规范，为管式固定床反应器，管间采用导热油移出反应热。

(3) 吸收塔

采用双塔吸收方式。主要设备材料 304 不锈钢，设计压力 15 psig。

本装置主要设备清单（按单套甲醛装置计）

序号	设备名称	材料	数量
1	循环风机	组合件	2
2	新鲜风机	组合件	1
3	甲醛反应器	SS	3
4	后冷却器	SS	3
5	蒸发器	SS	3
6	催化转化炉	SS	1
7	催化转化炉开车电加热器	SS	1
8	甲醇预热器	SS	3
9	吸收塔	SS	2
10	锅炉给水预热器	SS	1
11	循环气除雾器	SS	1
12	出口消音器	SS	2
13	导热油冷凝器	SS	3
14	导热油冷凝器排放槽	SS	3
15	甲醛收集槽	SS	1

4.3 BDO 装置

4.3.1 概述

本项目 BDO 装置任务是将乙炔、甲醛生产 1,4-丁炔二醇 (BYD)，BYD 经高低压加氢生产 BDO。

本项目 BDO 装置由以下几个工序组成：

--炔化单元

--加氢单元

--精馏单元

--脱离子单元

--中间罐区单元

本项目 BDO 装置公称产能为 12 万吨/年。

4.3.2 工艺技术方案选择

自从 20 世纪 30 年代，德国 Farben 公司的 W.Reppe 等人首次将 BDO 的生产工业化以来，经过几十年的发展，形成了炔醛法，丁二烯乙酰氧化法，二氯丁烯水解法，烯丙醇氢甲酰化法，顺丁烯二酸酐加氢法等生产方法。

炔醛法也称 Reppe 法，它以乙炔和甲醛为原料，在乙炔铜络合催化剂的作用下生成丁炔二醇，丁炔二醇在镍基催化剂的作用下加氢生成 BDO。

丁二烯乙酰氧化法是以 1, 3-丁二烯、乙酸和氧气为原料，首先乙酰氧化反应生成 1,4-二乙酰氧基-2-丁烯，再加氢和水解制成 BDO。过程分三步进行，第一步丁二烯在以活性碳为载体，金属钯为活性组分，碲为助催化组分的催化剂颗粒上与乙酸、氧气在液相中反应，生成 1,4-二乙酰氧基-2-丁烯。第二步用普通加氢法将前者加氢为 1,4-二乙酰氧基丁烷。第三步水解脱羧得 BDO。

二氯丁烯水解法是将生产氯丁橡胶单体的副产物 1,4-二氯-2-丁烯水解生成 1,4-丁烯二醇，再加氢生产 BDO。

烯丙醇氢甲酰化法是将烯丙醇和合成气在铑基络合催化剂的作用下生成 4-羟基丁醛，在加氢生产 BDO。

顺丁烯二酸酐加氢法是日本北海道有机公司先实现工业化的，该法采用顺丁烯二酸酐两步加氢生产 BDO。

这些方法的优缺点如下表：

生产方法	工艺过程	优点	缺点
炔醛法	乙炔甲醛催化合成丁炔二醇，经两段催化加氢得 1,4-丁二醇	(1) 工艺成熟、可靠 (2) 流程短收率高 (3) 副产少，催化剂价廉，寿命长 (4) 投资较低	乙炔处理和合成催化剂处理要注意安全
丁二烯乙酰氧化法	丁二烯、醋酸与空气催化酯化生成醋酸丁烯-2，再经催化加氢水解生成 1,4-丁二醇	(1) 原料来源丰富 (2) 操作条件温和	(1) 一步反应触媒寿命短

生产方法	工艺过程	优点	缺点
	与四氢呋喃	(3) 中间产品与产品的收率高	(2) 水解回收醋酸的蒸汽耗量大 (3) 建设投资高 (4) 成本高
二氯丁烯水解法	丁二烯氯化生产 1,4-二氯丁烯-2, 经水解催化加氢制得 1,4-丁二醇	(1) 与氯丁橡胶联产 (2) 原料成本低且来源丰富 (3) 工艺简单 (4) 产品纯度高	需要配套烧碱装置
顺丁烯二酸酐加氢法	丁烷氧化制顺酐, 再经醋酐化低压加氢制 1,4-丁二醇并联产四氢呋喃和 r-丁内酯	可按需要调节各产品产量	(1) 生产流程复杂冗长 (2) 建设投资高
烯丙醇氢甲醛化法	以丙烯为原料经丙烯醇和一氧化碳羰基合成生产 1,4-丁二醇	(1) 投资较低 (2) 催化剂可长期使用 (3) 蒸汽有效利用率高	副反应多, 产品收率低

在上述的工艺生产方法中, 顺丁烯二酸酐加氢法只适用于丁烷价廉易得的地区, 否则会由于原料顺酐的价格太高, 无法与其它方法竞争。与乙炔法相比, 丁二烯乙酰氧化法、二氯丁烯水解法和烯丙醇氢甲醛化法的生产规模较小, 这三种生产方法在全球的生产规模的总和只占 BDO 总生产规模的 15%, 而乙炔法的生产规模占到总生产规模的 85%。丁二烯乙酰氧化法、二氯丁烯水解法和烯丙醇氢甲醛化法在全球各只有 1~2 个工厂在采用这种方法生产, 生产的规模较小; 而乙炔法有 10 个以上的工厂在采用此法生产, 并有 10 万吨级的大型生产装置。乙炔法经过七十多年的发展和改进, 在 1,4-丁二醇反应器和加氢反应器的结构、反应催化剂、反应条件的优化, 精馏方法的改进上取得了长足的进步。

近年来炔醛法技术不断发展改进, 合成反应压力改为低压, 使乙炔处理过程的安全性大大提高。同其它生产工艺相比, 炔醛法具有技术先进, 成熟可靠, 产率高, 产品成本低, 生产安全性高的特点。

本项目所在地区周边建设有多个电石、甲醇工程, 当地的原材料资源条件好, 采用炔醛法具有较大的成本优势。本工程选用以乙炔、甲醛为原料的炔醛法生产路线生产 BDO。

炔醛法主要技术商有: 德国巴斯夫公司, 美国英威达公司、美国 ISP 公司, 山西三维、查都(海南)科技;其中,山西三维和查都(海南)科技的技术路线与 ISP 的基本相同, 是在

ISP 技术的基础上消化吸收后的升级版。

德国巴斯夫对外不转让，现就英威达和 ISP(山西三维、查都海南科技)的技术简况比较如下：

序号	比较项目	英威达技术	ISP(三维、查都)工艺
1	BYD 合成对原料乙炔的质量要求	要求原料电石乙炔中硫 ≤ 0.3 ppmw，如果原料乙炔硫含量达不到要求，可提供乙炔精净化技术。	要求原料乙炔中无硫， ≤ 0.3 ppmw。如果原料乙炔硫含量达不到要求，提供乙炔精净化技术。
2	BYD 合成反应器台数	10 万吨规模 2 台	10 万吨规模 15 台（5 条线并联，每条线 3 台反应器串联。）
3	BYD 合成反应压力	一级反应器 压力 0.38kg/cm ² .G	一、二、三级反应器 压力 1.06~0.84kg/cm ² .G
4	BYD 反应液醛含量	单级反应，甲醛反应不完全，反应液中甲醛含量达到 5%，在精馏时能耗较高。	三级反应，甲醛可反应至 1.5%，易于分离。
5	BYD 反应液纯化	10 万吨规模设一条生产线。有相同规模同类工厂业绩。	有 10 万吨规模设一条生产线。有相同规模同类工厂业绩。
6	BYD 反应液脱离子单元	无需脱离子单元，无废水排放。	有脱离子单元，有废水排放。
7	加氢	反应压力 310kg/cm ² .G，10 万吨规模设一级（2 台）和二级（1 台）反应器串联。催化剂选择性高，副反应少，有利于提高产品纯度。有相同规模同类工厂业绩。	反应压力 20~220kg/cm ² .G，10 万吨规模设一级（10 台）和二级（5 台）反应器串联。一级加氢设 10 台反应器并联，二级加氢设 5 台反应器并联。有相同规模同类工厂业绩。
8	BDO 精制	10 万吨规模设一条生产线。有相同规模同类工厂业绩。	10 万吨规模设一条生产线。有相同规模同类工厂业绩。
9.	丁醇精制	无。全部丁醇以混合液排放。	设有丁醇塔，回收部分丁醇，部分以混合液排放。
10	BDO 产品纯度	保证 BDO 纯度 $\geq 99.5\%$ 。	保证 BDO 纯度 $\geq 99.5\%$ 。。实际纯度约 99.75%左右。

另外,就英威达技术与 ISP（海南查都科技与山西三维）在原材料消耗等方面对比如下：

表 2.2-4 淤浆床炔醛法工艺技术对比

项目	专利商			
	英威达	山西三维	海南查都科技	备注
动力电 (kwh/t BDO)	400	430	420	

项目	专利商			
	英威达	山西三维	海南查都科技	备注
蒸汽 (t/tBDO)	设计最大 8.3t/tBDO	6.5	6	
循环冷却水 (t/tBDO)	500	470	450	
乙炔消耗 (kg/tBDO)	330	330	330	
甲醛 (kg/t BDO)	780	770	760	100%甲醛 计
氢气 (Nm ³ /tBDO)	620	620	610	

从以上的比较可以看出：

1) BYD 合成反应压力 ISP(三维、查都)工艺比英威达工艺高，ISP(三维、查都)工艺采用三级反应器串联工艺，每条反应系统产能为 2~2.5 万吨/年，并联 6 条反应系统可达到 12 万吨/年产能。

2) BYD 反应液的过滤。ISP(三维、查都)技术采用多台外置过滤器，投资高，但可以做到 BYD 反应器全年连续运行；Invista 技术采用内置过滤器，每年因为更换滤布和催化剂至少要停车 4-5 次，影响 BYD 反应器的连续运行，特别是冬天停车更换催化剂后再开车会有较大困难。根据同类工厂的操作情况，更换一次催化剂大约需要 1~2 周，如果操作熟练一点，需要的时间会更短一点。针对此问题，需并列增设一台 BYD 合成反应器，用于提前更换催化剂，做到反应器的平稳切换、做到更换催化剂不停车并达到全年基本连续生产和延长生产时间。

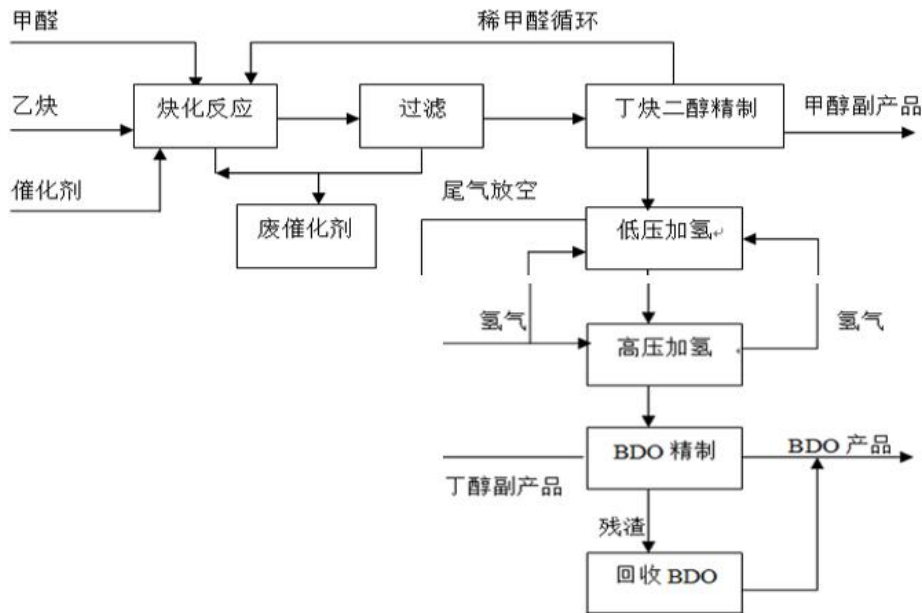
3) BYD 反应液的醛含量方面，由于 ISP(三维、查都)工艺可将甲醛反应至 1.5%，在后续精馏分离时易于分离，能耗低。

4) 在加氢技术上 Invista 技术全部采用高压加氢，加氢压力高，副反应少，产品质量高，有利于为高端市场和高端后加工产品提供原料；ISP(三维、查都)技术采用两级加氢串联，压力低，能耗低。

综上所述，Invista 技术与 ISP 技术在建设投资、生产成本、产品质量和放大技术风险等诸多方面基本处于一个水平。Invista 技术主要反应器属于专利设备，核心组件需国外进口，ISP(三维、查都)技术的反应器可在国内生产制造。以上专利商技术都能满足本项目要求，在项目实施阶段由业主招标选择。

4.3.3 工艺流程简述

本项目丁二醇装置工艺流程方框图如下：



(1) 炔化单元

从乙炔精净化工序来的精乙炔气进入乙炔循环压缩机升压后进入炔化工序的 BYD 反应器。自甲醛装置来的新鲜甲醛和循环甲醛进入 BYD 反应器液相。乙炔气进入反应器底部分散在液固相中，在催化剂的作用下，发生如下反应生成 1,4-丁炔二醇 (BYD)，主要反应式：



从反应器顶部出来的未反应气经洗涤后，部分返回乙炔循环压缩机入口，部分排放至焚烧装置。BYD 反应器中的浆料经外置的浓缩过滤器过滤后，滤液进入 BYD 收集槽，浓缩后的浆液回到反应器。

粗 BYD 贮槽中的粗 BYD 送入丁炔二醇汽提塔和甲醛塔。丁炔二醇汽提塔的作用在于将粗 BYD 中的甲醛、甲醇与 BYD 分离出来。丁炔二醇汽提塔底的精制 BYD 溶液经冷却后进入精制 BYD 贮槽。丁炔二醇汽提塔产出的甲醛、甲醇进入甲醛塔，将甲醛、甲醇分离，分离的甲醛进入稀甲醛槽，分离的甲醇进入甲醇回收槽。分离的精 BYD 送至中间罐区。

(2) 加氢单元

来自中间罐区的精制 1,4-丁炔二醇 BYD 用泵依次送入一级加氢反应器。来自制氢装置的氢气直接送至一级加氢反应器，1,4-丁炔二醇 (BYD) 加压后送至二级加氢反应器。氢

气送至氢气压缩机升压至 25MPag 送至二级加氢反应器。在这两个反应器中精制 BYD 和氢气压缩机来的高压氢气发生如下加氢反应生成 BDO（一级加氢反应器为淤浆床反应器，二级加氢反应器为固定床反应器）。



加氢条件为第一段压力为 1.5~2.5MPa，第二段压力为 15~25MPa，反应温度第一段为 50~75℃，第二段为 120~150℃。从两段加氢反应器出来的粗 BDO 含有大约 35%的 BDO 溶液，送至中间罐区单元。加氢弛放气经分液罐缓冲收集后气相经压缩机增压后送至老厂 PSA 提氢系统回收弛放的氢气。

（3）精馏单元

粗 BDO 溶液从中间罐区经泵送入精馏单元。首先进入 BDO 脱水系统，在真空塔和常压塔中分离掉低沸点杂质和大部分的水，获得浓度 95%左右的 BDO 溶液。低沸点杂质及水送至醇塔和丁醇塔进行分离，废水中有机物含量达到较低水平，此废水进入中间罐区，作为 BDO 装置的工艺水进行回收利用。在丁醇塔底得到浓度 99.6%的副产品丁醇。浓度 95%左右的 BDO 溶液经过脱残渣系统脱除一部分高沸点残渣并进行回收，得到纯度较高的 BDO 溶液送至中间塔和成品塔进一步提纯。在成品塔顶部采出最终产品为浓度 99.5%以上的 BDO。

真空塔、中间塔、成品塔塔顶和脱残渣系统出来的气体进入真空喷射器进行冷凝后，不凝气送至焚烧装置，冷凝液与部分中间塔塔顶液等汇合，循环回系统。

为了进一步回收 BDO 及副产品正丁醇，新增了轻组分回收塔，重组分回收塔、丁醇回收塔以及丁醇提浓塔，分别用于回收轻组分塔塔顶馏出物中的 BDO 及成品塔塔底重组分中的 BDO；醇塔塔顶馏出物经 C310 塔精馏分离回收其中的正丁醇，提高正丁醇产品的收率，丁醇塔塔顶采出物经 C310 塔提浓后正丁醇浓度可达到优等品的要求。

（4）中间罐区

来自丁二醇装置炔化工序的 BYD 进入粗 BYD 储罐，BYD 经循环泵送至丁炔二醇精制塔进行进一步精制，不合格的产品输送至丁炔二醇反应器继续反应。

来自丁二醇装置 BYD 精馏工序的 BYD 进入 BYD 产品槽，经泵送至脱离子单元处理。软化 BYD 产品储罐接收来自脱离子工序精制的 BYD 溶液，由输送泵送至加氢单元。

来自加氢工序的低压 BDO 反应液、高压 BDO 反应液被输送至低压 BDO 反应液储罐、高压 BDO 反应液储罐中储存。低压 BDO 反应液经泵输送至加氢工序的高压反应器。高压 BDO 反应液经泵输送至精馏单元。

来自精馏工序的丁醇进入丁醇产品罐储存，由丁醇产品泵输送至汽车装卸站台装车。

来自脱离子工序压料的稀 BYD 溶液进入稀 BYD 槽存储，经泵送至丁炔二醇塔或者软化 BYD 槽。

来自精馏工序的工艺废水进入废水罐存储，经泵送至脱离子工序，作为工艺水。脱离子工序产生的废水在中间池中和预处理后，由泵输送至污水处理装置处理。

(5) 脱离子单元

本工艺是采用强酸阳离子交换床，强弱碱联合型阴离子交换床及强碱阴离子交换床串联的复床方式去除 BYD 溶液中的铜、钙、镁等阳离子及硅酸根、醋酸根等阴离子。脱离子系统可分为两个过程：BYD 溶液脱盐部分（即阳阴离子交换床），酸碱再生过程。阳床、强弱碱联合型阴床及阴床各采用两台，即两个系列，可互为备用，交替运行。强酸阳离子交换床去除溶液中的钙、镁、钠等阳离子，强弱碱联合型阴离子交换床既能去除氯等强酸阴离子，又能去除甲酸、醋酸、二氧化硅，等弱酸阴离子，强碱阴离子交换床为进一步去除阴离子，并减少硅的泄露。再生方式为阳床用稀硫酸溶液，阴床用稀 NaOH 溶液。碱液再生水通过板式换热器升温至 35~40℃，以提高树脂的再生效果，提高 SiO₂ 的洗脱率。每套强碱阴床后设有电导率表，通过电导率来控制该套系统的再生。

4.3.4 原料和公用工程消耗

(1) 原料和催化剂消耗

序号	名称	规格	单位	小时耗量
1	乙炔		t/h	4.95
2	甲醛	37%甲醛	t/h	31.216
3	氢气	99.9v%	Nm ³ /h	9450(100%H ₂ 计)
4	BYD 反应器催化剂	Cu 53.0% min	t	18 台反应器, 催化剂初装量 110t, 年消耗 80 吨。
5	低压加氢催化剂	Ni 40.0~44.0% Al 56.0~60.0%	t	12 台反应器, 初装量 44t, 年消耗 40 吨
6	高压加氢催化剂	Ni 40.0~44.0% Al 56.0~60.0%	t	6 台反应器, 催化剂初装量 34t, 年消耗 34 吨。
7	醋酸钠	99.9%wt	t/h	0.0335
8	盐酸	31%wt	t/h	0.215

(2) 公用工程

序号	名称	规格	单位	小时耗量	备注
1	冷却水	29℃/39℃	t/h	6637/7300	
2	脱盐水	0.6MPag	t/h	12/14	间断
3	氮气	0.3 MPag	Nm ³ /h	400/1000（紧急事故）	间断
4	仪表空气	0.6 MPag	Nm ³ /h	600	
5	蒸汽	1.6MPag, 饱和	t	53	
		0.8MPag, 饱和	t	40.5	
		0.13MPag, 饱和	t	-2.34	注 1
6	电	10kV/380V	kWh	5244	

注 1：本装置副产 0.13MPag 蒸汽 26t/h，在本装置内自用绝大部分，富余部分送出。

4.3.5 主要设备方案

BDO 装置主要设备选型

- 1) **BYD 反应器**：BYD 反应器为气液固三相反应的淤浆反应器。
- 2) **BYD 低压加氢反应器**：BYD 低压加氢反应器为气液固三相反应的淤浆反应器。
- 3) **BYD 高压加氢反应器**：BDO 反应器为固定床反应器。该反应器内带有液体分布器，该反应器材质为 CS+304SS CLAD。
- 4) **高压氢气压缩机**：隔膜压缩机，出口压力为 25MPaG。
- 5) **氢气回用压缩机**：往复式，电驱动（根据制氢装置氢气压力，备选）。进气压力：1.8MPag，排气压力：2.75 MPag。
- 6) **薄膜蒸发器**：薄膜蒸发器用于从高沸物中回收 BDO，有利于提高 BDO 的产率，该薄膜蒸发器为固定刮板式，材质为 CS+316SS。

BDO 装置主要设备清单：

序号	设备名称	材质	数量	备注
1	高压乙炔压缩机	CI+316SS 衬	2x2	
2	废催化剂贮槽	316SS	2x1	
3	尾气分离器	304SS	2x1	
4	催化剂贮槽	316SS	2x1	

序号	设备名称	材质	数量	备注
5	催化剂制备槽	304SS	2x1	
6	缓冲液贮槽	304SS	2x2	
7	粗 BYD 贮槽	304SS	2	
8	丁炔二醇塔	CS/304SS	1	
9	甲醛塔	CS/304SS	1	
10	催化剂浓缩过滤器	304SS	2x6	
11	圆盘过滤器	304SS	2x2	
12	粗 BYD 过滤器	304SS	2x2	
13	产品过滤器	304SS	2x12	
14	BYD 一级反应器	CS/SS304L 衬	2x3	
15	BYD 二级反应器	CS/SS304L 衬	2x3	
16	BYD 三级反应器	CS/SS304L 衬	2x3	
17	BYD 低压加氢反应器	S30403+Q345R	2x6	
18	高压加氢反应器	14CrMoIV+堆焊	2x3	
19	氢气压缩机	SS	2+1	
20	高压加氢进料泵	组合件	2x3	
21	真空塔	SS	1	
22	常压塔	SS	1	
23	中间塔	SS	1	
24	成品塔	SS	1	
25	醇塔	SS	1	
26	丁醇塔	SS	1	
27	轻组分回收塔	SS	1	
28	重组分回收塔	SS	1	
29	甲醇塔	SS	1	
30	丁醇提浓塔	SS	1	

序号	设备名称	材质	数量	备注
31	脱离子罐	SS	3+3	
32	薄膜蒸发器	SS	1	
33	升膜蒸发器	SS	1	
34	降膜蒸发器	SS	2	
35	氢气回用压缩机	SS	1	

4.4 硫酸再生装置

4.4.1 概述

本项目硫酸再生装置任务是将 BDO 装置产生的废硫酸进行回收利用。

本项目硫酸再生装置公称产能为 10000 吨/年，产品为 96%~98% 的工业硫酸。

废硫酸装置由以下几个工序组成：

- 焚烧单元
- 净化单元
- 转化单元
- 吸收单元

4.4.2 工艺技术方案选择

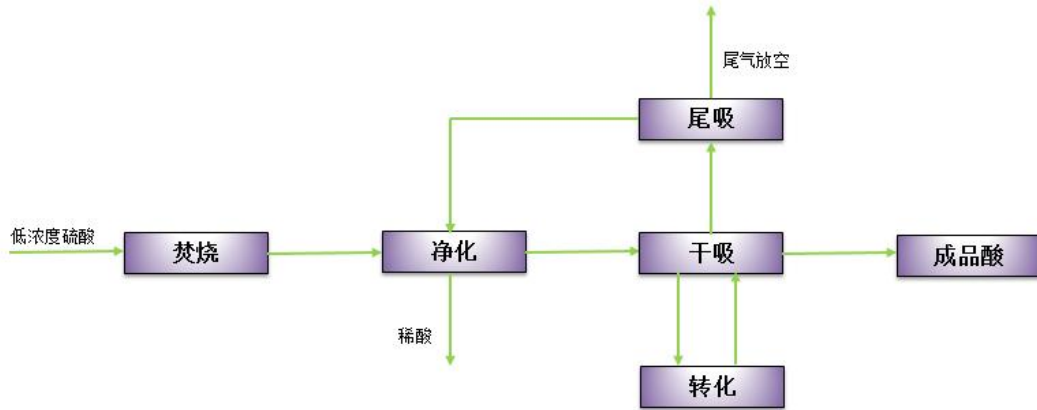
目前废硫酸的处理方法主要有：中和法、浓缩法、高温裂解法、萃取法、聚合法等。企业一般根据废硫酸量、废硫酸浓度、杂质成分、含量及处理后硫酸的用途等采取不同的处理工艺，有时几种工艺也需要配合使用。

本项目 BDO 装置产生的废硫酸中含有 S、P、As 等化合物，属于危险废液。如委托外部单位进行处理，年处理费用 1000 万元以上，成本较高。根据本项目废硫酸中杂质特性，建议采用高温焚烧裂解技术。在国内 BDO 行业内有有用此技术处理废硫酸的业绩。

本项目拟采用国内先进技术，在东营科德化工、濮阳盛源科技、河南龙润化工、荆门渝楚化工、安徽泰合森等已成功应用，所建装置已实现正常生产。

4.4.3 工艺流程简述

废硫酸处理回收装置工艺部分由以下四个工段组成：焚烧工段、净化工段、转化工段、干吸工段。装置工艺流程方框图如下：



(1) 焚烧工段

从乙炔站乙炔清净单元来的浓度约为 80~90%的废硫酸进入废酸储罐，再经废酸运输泵输送至废酸储罐。废酸从废酸储罐底部输出，再经过废酸泵送入雾化喷枪，与压缩空气充分接触雾化进入焚烧裂解炉，同时在焚烧裂解炉内燃料气与经过预热器来，温度达到 650℃以上的空气充分燃烧产生高温，使得废硫酸在高达 1100~1200℃的高温下完全分解，废硫酸中的硫全部变成 SO₂，采用氧浓度表控制废硫酸裂解炉出口氧气含量，根据其氧含量对废硫酸裂解炉的硫酸量、燃料气量、压缩空气量进行自调，把温度控制在 1100℃左右。废硫酸裂解炉出口炉气 SO₂ 浓度~8.6%，该炉气经炉气冷却器后，温度降至~800℃后进入空气预热器，对入炉的助燃空气进行换热。炉气温度降至 450℃后进入净化工段。

助燃空气经冷空气风机鼓入热空气风机的进口，与从预热器返回的 560℃热空气混合至 350℃左右通过热空气风机进入空气预热器进行换热，换热后的热空气部分返回至热风机进口与补充的冷空气混合，部分进入焚烧裂解炉助燃，部分放空以平衡系统热量。

为防止废酸在废酸罐中储存期间出现不溶物沉淀，设置了废酸循环泵进行废酸循环，防止沉降。

(2) 净化工段

由空气预热器来的炉气，温度约 450℃，进入动力波洗涤器，用浓度约 5%的稀硫酸除去大部分渣尘，然后进入填料冷却塔，进一步降温除尘。气体温度降至 40℃ 以下，再经一级、二级电除雾器除去酸雾，出口气体中酸雾含量<0.005g/Nm³。经净化后的气体进

入干吸工段，在干燥塔前设有安全封。

动力波洗涤器为塔、槽一体结构，采用绝热蒸发，循环酸系统不设冷却器，热量由后面的填料冷却塔稀酸冷却器带走。淋洒酸出塔后，一部分循环液通过循环泵打入脱气塔，经脱吸后的清液通过脱气塔循环泵送入稀酸贮槽，中和后送去总厂污水处理管网系统。

填料冷却塔也为塔、槽一体结构，淋洒酸从冷却塔塔底循环槽流出，通过冷却塔循环泵打入冷却塔循环使用。增多的循环酸串入循环系统，整个净化系统热量由稀酸板式冷却器带走。

在生产中，考虑到因突然停电造成高温炉气影响净化设备，本项目设计中在动力波洗涤器上方设置了高位水箱，通过动力波洗涤器出口气温与高位水箱出水阀联锁来保护下游设备和管道。

(3) 干吸工段

自净化工段来的含 SO₂ 炉气，补充一定量空气，控制 SO₂ 浓度为~6.5%进入转化器。气体经干燥后含水份 0.1g/Nm³ 以下，进入二氧化硫鼓风机。

干燥塔系填料塔，塔顶装有金属丝网除雾器。塔内用 93%硫酸淋洒，吸水稀释后自塔底流入干燥塔循环槽，槽内配入由吸收塔酸冷却器出口串来的 98%硫酸，以维持循环酸的浓度。然后经干燥塔循环泵打入干燥塔酸冷却器冷却后，进入干燥塔循环使用。增多的 93%酸全部通过干燥塔循环泵串入一吸塔循环槽。

经一次转化后的气体，温度大约为 180℃，进入一吸塔，吸收其中的 SO₃，经塔顶的纤维除雾器除雾后，返回转化系统进行二次转化。

经二次转化的转化气，温度大约为 156℃，进入二吸塔，吸收其中的 SO₃，经塔顶的纤维除雾器除雾后，再经过尾气吸收塔进一步吸收残余的 SO₂，最后的尾气经一级电除雾器去除酸雾后通过烟囱排放（满足现行国家排放标准 GB26132-2010）。

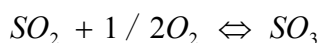
第一吸收塔和第二吸收塔均为填料塔，第一吸收塔和第二吸收塔各有一个酸循环槽，淋洒酸浓度为 98%，吸收 SO₃ 后的酸自塔底流入吸收塔循环槽混合，加水调节酸浓至 98%，然后经吸收塔循环泵打入吸收塔酸冷却器冷却后，进入吸收塔循环使用。增多的 98%硫酸，一部分串入干燥塔循环槽，一部分作为成品酸直接输入成品酸贮罐。



(4) 转化工段

经干燥塔金属丝网除沫器除沫后，SO₂ 浓度为~6.5%的炉气进入二氧化硫鼓风机升压后，经第 III 换热器和第 I 换热器换热至~430℃，进入转化器。第一次转化分别经一、二、

三段催化剂层反应和 I、II、III 换热器换热，转化率达到 92%，反应换热后的炉气降温至 180℃，进入第一吸收塔吸收 SO₃ 后，再分别经过第 V、第 IV 和第 II 换热器换热后，进入转化器四和五段进行第二次转化，总转化率达到 99.7% 以上，二次转化气经第 V 换热器换热后，温度降至 156℃ 进入第二吸收塔吸收 SO₃。



为了调节各段催化剂层的进口温度，设置了必要的副线和阀门。为了系统的升温预热方便，在转化器一段和四段进口设置了两台电炉。

4.4.4 原料和公用工程消耗

(1) 原料和催化剂消耗

序号	名称	规格	单位	耗量	备注
1	废硫酸	含硫酸 80~90wt%	kg/h	~1250	
2	废液燃料	聚丁二醇	kg/h	170	来自丁二醇装置
3	天然气		Nm ³ /h	186	来自园区管网
4	转化催化剂	五氧化二钒等	t/a	0.96	

(2) 公用工程

序号	名称	规格	单位	耗量	备注
1	冷却水	30/40℃	t/h	200	
2	生产水	3.0 barg	t/h	1/2	间断
3	仪表空气	0.7 MPag	Nm ³ /h	200	
4	电	10kV/380V	kWh	270.5	

4.4.5 主要设备方案

硫酸再生装置主要设备选型：

(1) 焚烧裂解炉：废硫酸焚烧裂解炉炉体为卧式钢壳圆筒形，内衬保温砖和耐火砖结构。裂解炉一头是进气口，另一头是出气口，炉体设有多段测温点，炉体设有防爆孔。

(2) 填料冷却塔：填料冷却塔为净化工段第二级洗涤设备，采用整体玻璃钢制作，喷淋酸由塔顶的玻璃钢分酸器分布到填料上面。喷淋<5%的稀酸。

填料高度一般为~5m 范围内，采用聚丙烯制大尺寸（如 $\phi 76$ ）的低阻力、抗污堵及具有自清洗性能的填料，如斜交错波纹型、异鞍环、阶梯环等。

(3) 干吸塔：干吸塔为干燥塔、第一吸收塔和第二吸收塔统称。干吸塔的主要结构基本上是相似的，塔体为立式圆筒形内衬耐酸砖，塔内填料支承采用大跨度、大开孔率的球拱，上部再铺格栅砖。格栅砖上堆放异鞍环耐酸瓷填料。填料上部为分酸装置。塔顶设有高效节能的纤维除雾器，以去除气体中的酸雾，保护后续系统的设备和管道。塔体设有人孔和视镜，以便除雾器的安装、检修和观察。

分酸装置是由一根分酸主管和多根分酸支管组成，酸液由酸泵送入分酸主管，由分酸主管分配至各分酸支管，再由各分酸支管上开设的分酸孔喷淋至填料表面。具有结构简单，重量轻，制造、安装及维修方便等优点。单位面积分酸点数可达 24~27 点/m²，确保吸收效率。

(4) 转化器：SO₂ 转化器的作用是将经过换热后达到转化器内催化剂的反应温度的气体在催化剂的催化作用下与氧气发生反应生成 SO₃ 气体。

废硫酸装置主要设备清单

序号	设备名称	材质	数量	备注
1	焚烧裂解炉	SS	1	
2	空气预热器	304、20g	1+1	
3	主鼓风机	组合件	1+1	
4	冷空气风机	组合件	1+1	
6	热空气风机	组合件	1+1	
7	填料洗涤塔	FRP	1	
8	脱吸塔	PVC	1	
9	干吸塔	Q235B 内衬耐酸瓷砖	1	
10	尾吸塔	FRP	1	

4.5 废液废气焚烧装置

4.5.1 概述

本项目焚烧装置处理了乙二醇装置产生的废液和废气。

本工程焚烧单元包括六大系统，即：焚烧系统、余热回收系统、脱硝、除二噁英、布袋除尘系统。

4.5.2 工艺技术方案选择

本项目丁二醇装置产生的废液主要有几种：（1）聚丁二醇，主要含重组分、BDO、GBL、水。（2）杂醇，主要含丁醇、甲醇、水。（3）轻组分，主要含缩醛、丁烯二醇、水等。这些废液都是含有较高热值的有机物，可以作为炉用燃料。

本项目生产过程中产生的废气有 BDO 装置 BYD 反应器排放尾气、加氢单元排放尾气、精馏塔不凝汽、罐区低浓度 VOCs 尾气。这些废气含有能燃烧的介质。

从本项目废气和废液成分较多，采用焚烧方案能处理，又能通过焚烧回收废物的热量，副产蒸汽。

焚烧炉装置由“燃烧系统+炉膛+SNCR 脱硝系统+余热锅炉+省煤器+除尘系统+鼓风机”组成。焚烧炉为立式顶烧结构。燃烧器布置在焚烧炉顶部。除 VOCs 之外，其余可燃废气、废液和天然气经管道进燃烧器入炉燃烧。余热回收采取模块式设计，主要模块有汽包、辐射凝渣段、蒸发器、省煤器及烟道组成。各个部件采用模块设计，每个模块只需在连接处进行焊接，提升余热锅炉制造质量，减少现场安装工作量。余热锅炉为水管锅炉，省煤器采用光管结构；脱硝采用低氮燃烧+SNCR 组合技术，脱硝剂为氨水；除二噁英采用活性炭粉末吸附，合格烟气经烟囱排放，风机有鼓风机、引风机和循环风机。

4.5.3 工艺流程简述

来自界区外的三股废液、两股高热值废气和天然气由管道经燃烧器进入炉内燃烧。主燃烧器采用多介质燃烧器，可同时处理前述多股废液、废气和天然气。为了保证喷枪长期稳定运行，喷枪设计合理，枪内流动介质磨损动能小，枪外采用助燃风冷却。燃烧采用低温燃烧+分级燃烧技术，控制燃烧过程中产生的氮氧化物，为后续 SNCR 工艺创造良好的基础。从罐区产生的 VOCS 气体，送到焚烧炉中间靠上位置，入炉燃烧。利用燃烧器产生的大量高温烟气，迅速提升 VOCS 的温度，确保其有机物能完成热分解，并与高温烟气中氧气发生氧化反应。焚烧炉出口温度控制在 1100℃ 以上，压力控制在微负压，将废气中的有害有机物全部氧化成 CO₂、H₂O，燃烧产生的高温烟气经过余热锅炉产生 1.0MPa 饱和蒸汽，中压饱和蒸汽经界区内管道送入低压管网。

从炉膛排出烟气温度 1100℃ 以上，应采取余热利用措施，回收烟气中热量。本方案采

用水管式余热锅炉回收烟气余热。从焚烧炉来高温烟气先进入辐射式蒸发受热面，烟气温度降低到 1000℃左右后，喷入氨水进行 SNCR 脱硝。控制 SNCR 脱硝反应时间 1 秒以上，然后烟气进入列管式的蒸发受热面。列管式蒸发受热面采用模块化设计，把施工现场的工作量降到最低。列管不得采用交错布管方式，以防止烟气中尘积聚。从余热锅炉出来的烟气温度在 290℃，再进入省煤器。从省煤器出来的烟气温度约 160℃左右。向烟气中喷入粉末状的活性炭吸附烟气中的二噁英，布袋除尘净化后，烟气经风机升压后，送到烟囱排放。

4.5.4 原料和公用工程消耗

(1) 原料和催化剂、化学品消耗

序号	名称	单位	数值
1	天然气消耗量	Nm ³ /h	~20
2	氢气消耗	kg/h	32
3	乙炔气，炔化反应放空	kg/h	150
	乙炔气，精馏汽提塔放空	Nm ³ /h	80
4	VOCs	Nm ³ /h	334
5	聚丁二醇	kg/h	75
6	稀丁醇	kg/h	625
7	轻组分	kg/h	337.5
8	氨水	kg/h	24

(2) 公用工程

序号	名称	规格	单位	耗量	备注
1	冷却水	29℃/39℃	t/h	200/220	
2	仪表空气	0.6 MPag	Nm ³ /h	50	
3	蒸汽	1.0MPag，饱和	t/h	-7.8	副产
4	电	10kV/380V	kWh	132.3	

4.5.5 主要设备方案

焚烧装置主要包括：焚烧炉、余热锅炉、脱硝系统、除二噁英系统、脱硫系统及风机系统等主要设备。主要设备选型：

(1) 焚烧炉：焚烧炉是立式炉，炉墙采用耐火浇注料/耐火砖+隔热层的结构，可以减少热量损失，保证炉膛温度场均匀。绝热炉膛是有机物焚烧和热解的主要场所，满足均匀的温度场、烟气湍流度和足够的烟气停留时间，保证有毒、有机成分彻底、完全分解。

(2) 余热回收：余热锅炉采用卧式布置，放置在焚烧炉出口。其中辐射受热面和 SNCR 反应器卧式布置，其余对流受热面布置在 SNCR 后，也为卧式布置。余热锅炉各个部件采用模块化设计。现场采用装配式安装各个模块，锅炉本体只需将每个模块烟道连接处进行焊接。

(3) SNCR 脱硝系统：包括氨水储存及输送、还原剂计量及分配和还原剂喷射等系统。

(4) 脱二噁英系统：主要由存储系统、计量输送系统等组成。

(5) 除尘系统：TZCX 系列在线清灰低压脉冲袋式除尘器，滤袋材质为 HBT。

主要设备清单

序号	设备名称	材质	数量	备注
1	焚烧裂解炉	壳体：Q355B	1	
2	燃烧器	304	3	
3	主鼓风机	组合件	1	
4	空气风机	组合件	1	
6	余热回收系统	组合件	1	
7	SNCR 脱硝系统	组合件	1	
8	脱二噁英系统	组合件	1	
9	除尘系统	组合件	1	

4.6 自控技术方案

4.6.1 概述

本研究为鄂尔多斯神马建元新材料有限公司 12 万吨/年 BDO 项目的仪表专业可行性研究。产品建设规模为 12 万吨/年 BDO。本项目拟采用炔醛法生产 BDO，主要原料为乙炔、甲醛和氢气。以电石为原料经水解生产乙炔；以甲醇为原料经空气氧化生产甲醛；甲醛和乙炔生产 BDO。

本研究范围为：工艺装置（包括甲醛装置、1,4-丁二醇装置、乙炔装置、硫酸再生装置）；公用工程（包括污水处理站、生产消防水站、冷冻站、全厂给排水系统、中央控制室

以及全厂外管)；辅助生产设施(包括丁二醇中间罐区、原料及成品罐区)。开车所用除盐水依托建元焦化，空压站及制氮站依托建元焦化厂、火炬依托建元化工现有火炬区域进行改造设计，由业主方单独外委进行技改设计，不在本研究范围内。

随设备或装置成套带仪表及控制系统由设备供货商负责，不属本研究范围。供货商可根据控制要求和控制规模确定控制方式，其仪表和控制系统设计应满足全厂仪表和控制系统设计的总体要求。

4.6.2 装置特征

本项目主要生产装置的工艺介质及挥发物呈可燃烧、易爆性，部分工艺介质呈毒性或一定的腐蚀性，其中：

乙炔装置的主要工艺介质为电石、乙炔气，电石遇水易水解产生乙炔气，乙炔气呈可燃烧、易爆性。

丁二醇装置主要工艺介质包括乙炔、氢气、丁炔二醇、1,4-丁二醇、硫酸、氢氧化钠等，其中乙炔、氢气、1,4-丁二醇呈可燃烧、易爆性，丁炔二醇呈毒性，硫酸、氢氧化钠具有腐蚀性。

甲醛装置主要工艺介质为甲醇和甲醛，其中甲醇呈可燃烧、易爆性，甲醛呈毒性。

硫酸再生装置酸碱站主要介质硫酸、盐酸、氢氧化钠具有腐蚀性。

废硫酸装置主要介质硫酸、氢氧化钠具有腐蚀性。

罐区的主要工艺介质 1,4 丁二醇呈可燃烧、易爆性。

本研究仪表与控制系统的设置将充分考虑生产装置的特征，在满足工艺操作需求的同时，确保工艺生产装置、设备及人员的安全。位于防爆区域内的仪表其防爆等级应满足其所在区域的防爆等级要求；对于有腐蚀性的介质，与介质接触的材质应选用耐腐蚀性材料；对于测量有毒介质仪表的选择除应满足其使用要求外，还应考虑一定的防泄漏措施，如阀门要求有良好的密封性能等。

4.6.3 标准规范

本研究相关的技术方案主要基于以下标准和规范：

标准编号	标准名称
国家标准	
GB 50160-2018	石油化工企业设计防火标准 (2018 年版)
GB 3836	爆炸性环境
GB/T 50493-2019	石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
GB/T 50770-2013	石油化工安全仪表系统设计规范
GB/T 20438-2017	电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全

标准编号	标准名称
GB/T 21109-2007	过程工业领域安全仪表系统的功能安全
GB50650-2011	石油化工装置防雷设计规范
GB 50779-2012	石油化工控制室抗爆设计规范
行业规范	
HG/T 20505-2014	过程测量与控制仪表的功能标志及图形符号
HG/T 20507-2014	自动化仪表选型设计规范
HG/T 20508-2014	控制室设计规范
HG/T 20509-2014	仪表供电设计规范
HG/T 20510-2014	仪表供气设计规范
HG/T 20511-2014	信号报警及联锁系统设计规范
HG/T 20512-2014	仪表配管配线设计规范
HG/T 20513-2014	仪表系统接地设计规范
HG/T 20514-2014	仪表及管线伴热和绝热保温设计规范
HG/T 20515-2014	仪表隔离和吹洗设计规范
HG/T 20516-2014	自动分析器室设计规范
HG/T 20700-2014	可编程序控制器系统工程设计规范
HG/T20615-20635-2009	钢制管法兰、垫片、紧固件

4.6.4 缩写说明

CCR	中央控制室
DCS	分散控制系统
GDS	气体检测系统
FAR	现场机柜室
HART	可寻址远程传感器高速网络
LCR	现场控制室
PLC	可编程逻辑控制器
SIS	安全仪表系统
SIL	安全完整性等级
SOE	事件顺序记录

UPS 不间断电源

4.6.5 自动化水平

本研究遵循“技术先进、经济合理、运行可靠、操作方便”的原则，各工艺生产装置原则上由 DCS 集中监视和控制，由 SIS、GDS 系统提供安全保护。公用工程冷冻站的监视、控制由可编程控制器 PLC 完成并把必要的参数通讯到 DCS，冷冻站的 PLC 随设备成套提供；生产消防水站、循环冷却水站由 DCS 集中监视和控制。辅助生产设施（全厂火炬系统）的监视、控制由可编程控制器 PLC 完成，并把必要的参数通讯到 DCS，PLC 随设备成套提供；丁二醇中间罐区、原料及成品罐区由 DCS 集中监视和控制。

4.6.6 控制方案

4.6.6.1 控制方式

根据总图布置情况，本研究拟采用中央控制室（CCR）、现场机柜室（FAR）相结合的设置方式，包括一个中央控制室、四个现场机柜室。现场机柜室依据总平面布置、与中央控制室的关系等条件，初步拟定设置乙炔发生现场机柜室、甲醛现场机柜室、BDO 现场机柜室。原则上控制系统（DCS、SIS、GDS）的操作站、辅助操作站等设置在中央控制室，控制系统控制站、工程师站设置在相应的现场机柜室，所有现场仪表信号先传送到现场机柜室，再从现场机柜室传到中央控制室，从现场机柜室到中央控制室的冗余数据通讯信号采用不同的路径敷设的光缆连接。

在装置系统调试、开车投产阶段，操作人员在位于靠近生产装置的现场机柜室完成调试、监视、开车和停车的操作活动，待生产正常后，操作人员在中央控制室对相应的工艺生产装置进行集中监控。

正常操作和监控在 CCR 对工艺装置、配套公用工程和辅助生产设施进行集中监测、控制、报警及报表等操作

可燃/有毒气体检测信号在 CCR 进行显示报警并设有现场区域报警。

所有生产过程数据和安全信息均通过过程数据网络接口连接至工厂信息管理系统，以监视全厂生产动态。

要求在开车过程中监视或仅需现场观察的过程变量，采用就地显示；对于需要就近监视和操作的单台工艺设备将由设备制造厂成套提供就地控制盘(LCP)，现场操作人员利用 LCP 进行就近监视和操作。

随装置或设备成套提供的控制系统应具有与 DCS 通讯的能力，重要参数将引入有关装置 DCS 进行监视。成套控制系统就近布置在装置现场或其装置邻近的现场机柜室内。

4.6.6.2 系统概述

本研究控制和保护将由分散控制系统(DCS)、安全仪表系统(SIS)、气体检测系统(GDS)、可编程控制器(PLC)等控制和安全系统实现。在工厂正常操作、开车、停车和异常条件时用于自动控制、保护、监视和数据存档等。

分散控制系统(DCS)执行所有工艺装置及部分公用工程装置及辅助设施的监视、控制、报警和联锁功能。

安全仪表系统(SIS),用于在由于不可预见的紧急情况发生时对生产装置、人员和环境提供安全保护。

气体检测系统(GDS),提供全厂范围内出现气体泄漏的自动监视、保护和报警,并在厂区中心控制室(CCR)进行集中监视。

由随机仪表监控的工艺设备的重要参数将引入相关装置DCS进行监视。

主要动设备和电气设备(泵、风机等)的运行状态引入相关装置DCS进行监视。

监控要求不频繁的非关键过程变量,采用就地显示和控制;要求在开车过程中监视或仅需现场观察的过程变量,采用就地显示。必须现场就近监视和操作的设备,一般由设备制造厂成套提供就地控制盘或控制箱,现场操作人员利用就近安装的就地控制盘或控制箱就近进行监控和操作。

设置必要的能源消耗、原料、中间产品和最终产品的计量仪表,其精度符合本行业有关规定的要求。

4.6.6.3 系统网络架构

现代工厂的网络架构一般分为三层即工厂管理信息化层、生产管理层、过程控制层,本研究范围内仅为过程控制层,预留与生产管理网之间的通讯接口,并优先选用以太网OPC(Object Linking and Embedding for Process Control)的通讯方式将过程控制层和管理层(包括生产运行管理和生产经营管理)集成为一个整体。

其它控制系统(如:PLC、GDS、SIS等)采用串行通信接口RS485和Modbus-RTU通信协议通讯至DCS。

4.6.6.4 系统构成

(1) 分散型控制系统(DCS)

本研究采用的监控系统是功能完善的DCS系统,具有过程控制(连续控制和离散控制)、操作、显示记录、报警、制表打印、信息管理、与上位机或系统(PLC、SIS)进行通讯、系统组态以及自诊断等基本功能。同时,DCS是一个开放的系统,其通讯层次结构符合OSI参考模型,符合TCP/IP协议和IEEE802协议族的有关协议,并采用WINDOWS操作系统,具有良好的人机界面,良好的控制和检测性能等,并提供丰富的多用途的实时数据库和历史数据库,硬件配置应易于升级和扩展。

对DCS的最基本要求为控制单元的CPU为1:1冗余,控制、联锁回路的I/O卡为1:1冗余,DCS的电源和通讯总线均按1:1冗余设置。系统在硬件有故障的情况下,应仍能继续正常运行。

DCS由下列设备组成:

-系统服务器

- 控制处理器
- DCS 通讯网络（包括通讯模件、光缆）
- I/O 卡件
- 操作员站
- 工程师站
- 服务器柜
- 系统柜
- 编组柜
- 网络柜
- 配电柜
- DCS 与外界的通讯接口（包括硬件和软件）

（2）安全仪表系统（SIS）

SIS 为独立的保护系统，在生产装置出现紧急状况并有可能造成设备损坏、人员伤亡和环境灾难时确保安全和有序地停车。

SIS 功能包括联锁和紧急停车的逻辑处理、仪表和最终元件的在线测试、报警管理和 SOE 历史以及与 DCS 的通讯等。

SIS 为下列部分组成的独立系统：

- 逻辑处理器
- 输入输出卡件
- 系统柜
- 辅助柜
- 与 SIS 硬接线的辅操台
- 工程师站
- 通讯网络

SIS 将满足 IEC61508 和 IEC61511 规格要求，并获得 TUV 或相当认证机构的安全认证，所采用的硬件系统符合 SIL3 等级。

（3）可编程控制器（PLC）

PLC 配有标准化的通用操作系统，系统软件是开放的软件。

PLC 配备完整的过程控制和检测软件，配置完整的过程操作和数据处理软件。

PLC 采用标准化的编程语言。

PLC 能与其它系统进行通讯。

（4）可燃气体/有毒气体检报警测系统（GDS）

生产装置内可能泄漏或聚集可燃有毒气体的地方，分别设有可燃/有毒气体检测器，气体检测系统（GDS）依据国家安全监管总局《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号文采用独立的系统。GDS的SIL等级在后续阶段的工作中依据过程危险分析的结果确定。GDS的指示报警系统可以是盘装单元，也可以是专用的以微机为基础的数据采集系统。本研究拟采用以微机为基础的数据采集系统（如PLC等）。

GDS系统主要由以下部分组成：

- 控制器
- 输入输出卡件
- 系统柜
- 辅助柜
- 操作站（兼工程师站）
- 通讯网络

4.6.6.5 主要控制方案

（1）主要控制回路

本装置控制方案将通过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。主要的控制回路如下：

- （1.1）粗丁炔二醇罐压力分程调节
- （1.2）反应器温度与循环乙二醇温度串级调节
- （1.3）丁炔二醇闪蒸罐液位与分离塔入口流量串级调节
- （1.4）甲醛分离塔液位与甲醛液贮罐入口流量串级调节
- （1.5）过滤器顶部出口流量与底部出口流量串级调节

（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，以确保生产装置、人员、环境的安全，设有完善的紧急停车和安全联锁系统，如乙炔压缩机入口压力低低联锁停车、炔化反应器压力高高、液位低低联锁停车、加氢反应器温度高高、液位低低联锁停车等。

（3）信号报警

本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控制室由对应装置的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。重要信号的联锁报警可在相应的辅助操作台上实现灯光报警。

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。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。

4.6.7 仪表控制室设置

本项目拟采用全厂中央控制室和现场机柜室相结合的控制方式。控制室均考虑空调或采暖，并采取防火、防水、防尘、防雷、防静电等安全措施。控制室设计和装修满足《控

制室设计规范》(HG/T 20508-2014)的要求。

中央控制室设置在非爆炸危险区域。中心控制室包括机柜室、工程师室、操作大厅、UPS 电源室、空调机室、维修间等。

操作大厅内各生产装置的操作将按分区进行：丁二醇装置设一个操作分区；乙炔发生一个操作分区；甲醇裂解制氢装置一个操作分区；甲醛装置设一个操作分区；循环冷却水站、酸碱站等公用工程及罐区等辅助生产设施设一个操作区。机柜室主要用于放置相应装置的 DCS/SIS/GDS/PLC 系统柜、安全栅柜、继电器柜、配电柜、成套装置控制柜、网络通信柜等。

现场机柜室位于或靠近所属的工艺装置区域，设置在非爆炸危险区域。现场机柜室包括机柜室、工程师室、UPS 室、空调机室等。

4.6.8 仪表选型

4.6.8.1 选型原则

所选仪表及控制设备是先进的、可靠的，可以保证工艺装置的长期、安全生产和操作，同时还应兼顾帮助企业实现节能减排目的。

除就地控制、指示或特殊仪表外，现场变送器采用电子式智能型仪表。控制阀采用气动执行机构。

所有进出控制室的信号都是电信号。除温度检测元件和特殊测量仪表外，标准的电动信号为 4~20mA D.C，开关量信号为无源接点（24V DC）或 NAMUR 信号。

除非对气动信号提出更高的压力要求，气动薄膜控制阀一般采用的气动信号为 20~100kPa。

智能仪表采用 Hart 通讯协议。

特殊仪表设备根据工艺专利商的技术要求选用。

安装在爆炸危险区域的仪表优先采用本安防爆型，无法满足本安防爆要求的仪表采用隔爆型或其它的防爆型式。

所有现场安装仪表为全天候型，适合其所在的环境的要求（如风沙、低温等），带电子元件的现场仪表外壳防护等级应不低于 IP65。

现场仪表的材质满足工艺介质和现场环境条件的要求。

4.6.8.2 现场仪表

(1) 温度仪表

就地温度指示仪表选用防护抽芯式双金属温度计，表盘直径为 100mm。

集中温度检测通过热电阻或热电偶配温度变送器实现，温度较高时采用铠装热电偶，分度号一般为 K；温度较低时采用铠装热电阻，分度号为 Pt100。

温度计保护套管材质根据工艺介质的特性选取，一般最低采用 304 不锈钢的保护管。

(2) 压力仪表

就地压力指示仪表根据不同工况选用弹簧管压力表、膜盒压力表或差压表；对于易发生堵塞及强腐蚀性场合，选用隔膜压力表，隔膜材料根据工艺介质情况选用；泵出口就地压力测量尽可能选用耐震压力表。压力表刻度盘直径通常为 100mm。

集中压力(差压)检测采用带 Hart 协议的智能型变送器。对于结晶、腐蚀、高粘度场合，采用法兰远传压力变送器。

(3) 流量仪表

一般流体的流量测量，选用标准节流装置。标准节流装置的选用应符合 GB/T 2624 或 ISO5167 的规定，一般选用法兰取压同心锐孔板配差压变送器，孔板材质一般为不锈钢，特殊要求时根据介质确定。

电磁流量计用于强腐蚀性或含有固体颗粒的导电介质的流量测量。

洁净气体、蒸汽和粘度较低液体的流量测量可选用涡街流量计。

对于中小流量和微小流量，要求量程比不大于 10: 1 的场合，管道内径小于 50mm 的流量测量，一般采用金属管转子流量计。

根据工况的不同，也可采用其它类型仪表进行流量测量，如：超声波流量计、均速管等流量计。

(4) 物位仪表

就地指示液位仪表一般选用磁翻板液位计。对于易冻、易凝介质，应选用带蒸汽夹套式。

集中液位测量选用差压式变送器，对于腐蚀性、易结晶的介质采用隔膜密封型液位变送器。

根据不同的工况，也可采用其它类型仪表进行液位测量，如：浮筒液位计、雷达液位计、磁致伸缩液位计、伺服液位计等。

(5) 分析仪表

根据工艺要求，采用不同的分析仪表对介质进行在线连续分析，如气相色谱分析仪、红外线气体分析仪、氧含量分析仪、PH 计等分析仪表。

(6) 控制阀

调节阀一般选择单座柱塞阀或套筒阀。根据不同的工况条件，也可选用偏心蝶阀或偏心旋转阀。

调节阀阀体材质不低于工艺管道的材料等级。阀内件材质根据介质情况确定。调节阀一般为法兰连接。阀芯的流量特性根据调节性能要求确定。其他特殊要求将根据介质的情况确定。

调节阀通常情况下采用气动薄膜执行机构，弹簧范围为 20~100kPa。

开关阀的执行机构一般为气动弹簧复位型，并带电磁阀，根据要求成套带阀位开关，安装在爆炸危险区域的电磁阀选用防爆型。

开关阀的结构型式可根据实际工况选择球阀、蝶阀等。

阀与工艺管道采用法兰连接，法兰等级和连接面与工艺管道规格相匹配。阀体材料不低于工艺管道的材料等级。

根据工艺专利商的特殊技术要求，选用相应的特殊阀门。

(7) 其它

可燃气体检测器一般选用催化燃烧型。

有毒气体检测器一般选用电化学型。

4.6.9 仪表电源、气源、伴热

4.6.9.1 仪表电源

本研究范围内 DCS（分散控制系统）、GDS（气体检测系统）、SIS 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 电源容量按照中央控制室 UPS：40KVA；甲醛装置现场机柜室 UPS：20KVA；乙炔发生现场机柜室：20KVA；BDO 现场机柜室：40KVA 设计。

UPS 电源的质量要求为：220VAC±5%，50±0.5Hz，波形失真率<5%，间断时间≤3ms，蓄电池备用时间 30 分钟。

4.6.9.2 仪表气源

仪表空气质量符合 HG/T 20510-2014《仪表供气设计规范》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：气源操作压力下的露点，比工作环境、历史上年（季）极端最低温度至少低 10°C，含尘粒径不大于 3μm，含尘量小于 1mg/m³。

4.6.9.3 仪表伴热

由于本项目位于内蒙古鄂尔多斯，在寒冷的季节，对于容易冻结或粘度变大的介质其仪表测量管线及变送器应采取蒸汽伴热保温、绝热（保冷或隔热）等防护措施，以确保仪表处于其技术条件所允许的工作环境中。特殊情况也可采用电伴热。

第五章 原燃料、公用工程和辅助材料供应

5.1 原燃料供应

5.1.1 氢气

本项目以氢气、甲醇、电石为原料生产12万吨/年BDO，所需原料氢气来自建元煤焦化公司。

本项目所需原料氢气用量 $7.56 \times 10^7 \text{ Nm}^3/\text{a}$ 。

氢气规格见下：

H₂: 99.9%vol

N₂: 0.01%vol

压力: 2.9MPag

5.1.2 其它原料

本项目其它原料主要有甲醇、电石。

(1) 甲醇

甲醇质量应符合国标《工业甲醇》(GB338-2011)中优等品的质量要求，主要指标见下表：

项 目	指 标
色度 (铂—钴), 号	≤5
密度 (20℃), g/cm ³	0.791~0.792
温度范围 (0℃, 101325Pa), °C	64.0~65.5
沸程 (包括 64.6±0.1℃), °C	≤0.8
高锰酸钾试验, min	≥50
水溶性试验	澄清
水分含量, %	≤0.10
酸度 (以 HCOOH 计), %	≤0.0015
或碱度 (以 NH ₃ 计), %	≤0.0002
羰基化合物含量 (以 CH ₂ O) 计, %	≤0.002
蒸发残渣含量, %	≤0.001

(2) 电石

电石质量应符合国标《碳化钙 (电石)》(GB10665-2004)中一等品的要

求，具体指标见下表：

项 目	指标	指标		
		优等品	一等品	合格品
发气量（20℃，101.3kpa）l/kg	≥	300	280	260
乙炔中磷化氢的体积分数/%	≤	0.06	0.08	
乙炔中硫化氢的体积分数/%	≤	0.1		
粒度（5mm~80mm）的质量分数/%	≥	85		
筛下物（2.5mm 以下）的质量分数/%	≤	5		

5.1.3 主要原燃料用量

原燃料	用量，小时	用量，年	运输方式
电石	16.304t	13.043 万吨	汽车
甲醇	13.239t	10.5912 万吨	汽车
制氢原料气	9450Nm ³	7.56x10 ⁷ Nm ³	管道
天然气（燃料）	206Nm ³	82.4x10 ⁴ Nm ³	管道

5.1.4 辅助材料供应

项目所用各类主要辅助材料的规格及年使用量估算见下表。

序 号	装置名称	催化剂名称	年消耗量	使用年限
1	甲醛装置	合成催化剂	15t	1.5 年更换一次
2	甲醛装置	尾气催化转化催化剂	2t	3 年更换一次
3	BDO 装置	BYD 反应器催化剂	80t	年使用量,催化剂初装量 180t
4	BDO 装置	高压加氢催化剂	34t	年使用量, 催化剂初装量 17t
5	BDO 装置	低压加氢催化剂	44t	年使用量,催化剂初装量 44t
6	废硫酸再生	SO ₂ 转化催化剂	0.95t	

辅助材料皆由市场采购，汽车运输入厂内，失效后由原厂家统一回收处理。

5.2 供水

本项目生产、生活供水由业主现有生产水、生活水供水管网提供；项目生活用水直接由现有生活供水管网就近接入提供。

本项目平均年生产用水总量正常 $163\text{m}^3/\text{h}$ ，含生活水 $10\text{t}/\text{h}$ 。供水压力 $0.4\sim 0.5\text{MPag}$ ，主要用于循环水系统补充水及各生产装置用水。

5.3 供电

本项目建设地点位于鄂尔多斯鄂托克旗棋盘井工业园。

本工程进线电源暂考虑取自项目所在地工业园区外变电站 35kV 不同母线段。本项目在丁二醇装置附近建设一座 35kV 变电所一座， 35kV 采用单母线分段接线，其双回 35kV 电源架空引自园区外变电所的 35kV 不同母线段，每段进线应可带 100% 的一级和二级负荷。站内设置 $31.5\text{MVA } 35/10.5\text{kV}$ 的变压器 2 台，变压器容量及主接线方式满足项目负荷供电的需要。 10kV 配电系统采用单母线分段接线，负责向各车间变电所及甲醛装置、丁二醇装置、原水净化及消防水站、循环冷却水站的高压用电设备供电。

本项目新增用电负荷约为 19342.62kW ，按年运行 8000 小时计，全年用电设备耗电量为 $1,433\times 10^8\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

5.4 供热

本项目蒸汽依托建元新材料有限公司提供的蒸汽。

本项目甲醛装置、废液焚烧装置和 BDO 装置副产蒸汽，同时界外蒸汽管网为本项目提供 1.6MPag 饱和的次中压蒸汽、 0.8MPag 饱和的低压蒸汽，BDO 装置 0.13MPag 饱和的低低压蒸汽自产自用。厂区内通过合理设置减温减压装置，确定全厂供热方案。

根据蒸汽平衡计算，正常工况下需界外提供 1.6MPag 蒸汽 $29.1\text{t}/\text{h}$ ， 0.8MPag 蒸汽 $34.6\text{t}/\text{h}$ 。

5.5 供气

本项目的氮气、工厂空气、仪表空气均来自建元煤焦化公司。

第六章 建厂条件和厂址选择

6.1 建厂条件

6.1.2 厂址概况

棋盘井工业园所在地棋盘井镇，隶属于鄂尔多斯市鄂托克旗，辖 10 个村（嘎查）7 个居民委员会，总人口 8.9 万人。

园区所在的棋盘井镇处于鄂尔多斯高原西部，东距举世闻名的苏里格气田 140 公里，中工园区网指出，它与驰名中外的鄂尔多斯羊绒制品的主要原料基地—阿尔巴斯苏木接壤，南距储量居亚洲第一的查布石膏矿区 30 公里，西与宁夏石嘴山市隔黄河相望，是鄂尔多斯与宁夏、乌海市的重要交通枢纽。

棋盘井工业园位于鄂尔多斯市鄂托克旗棋盘井镇，2001 年 4 月 20 日经内蒙古自治区人民政府批准成立，园区规划总面积 60.28 平方公里，现已开发 23 平方公里。园区以“高标准、高环保、高效益”为方向，推行清洁生产。

依托煤炭以及硅石、石灰石、铁矿石等矿产资源，大力发展电力、冶金、化工等几大产业。

本项目拟建场地位于园区东南角，已建厂区南侧预留用地上。

6.1.2 气象条件

拟建厂区日照长而强烈，降水少而蒸发快，多大风而温差大。

(1) 大气温度

极端最高温度 36.7℃

极端最底温度 -31.6℃

最热月平均温度 22.4℃

最冷月平均温度 -10.2℃

年平均温度 7.1℃

(2) 降雨量

年平均降雨量 265mm

(3) 风

主导风向 偏西风

年平均风速 3.3m/s

最大风速 24m/s

(4) 冻土线深度

土壤冻结深度 1.24m

土壤冻结温度 -26°C

(5) 气压

年平均气压 893hPa

6.1.3 地形地貌

地形、地貌:

鄂托克旗地处鄂尔多斯市西部，北部是桌子山山区丘陵地形，海拔 1400—2000m，中部为缓慢或强烈起伏的波状，桌状高原，海拔 1200—1500m，东南部为连绵起伏的毛乌素沙地，海拔 1200—1350m 整体地形北高南低，东高西低，由东北向西南缓倾。

6.1.4 工程地质与水文地质条件

工程地质:

全旗土壤类型有 7 个土类，包括栗钙土、棕钙土、灰漠土、风沙土、潮土、盐土土和沼泽土。根据植被优势种相同，生态环境一致性的划分标准，全旗从东向西形成干旱草原、荒漠化草原、草原化荒漠、荒漠草原草场 4 个植被带和 1 个隐形性低湿地灌丛草甸草场。厂址范围属于荒漠化草原地带，多见草本，少见乔木，植被稀疏，植被多样性较差。

本区底层岩性较为简单，主要出露的地层已中生界白垩系下统与第四系全新统地层为主。在构造体系上，本区位于鄂尔多斯盆地的中部、西部。岩层褶皱、断层、劈理等地质构造现象很不发育，底层产状近于水平，未见火成岩活动。

棋盘井地区呈侵蚀构造地貌，形成山间盆地，西部南北间分布桌子山，由奥陶灰岩背斜形成，顶呈桌状；东部南北向分布格斯克乌兰山，由震旦系石英岩背斜形成，顶呈岗状；海拔 1419-1698 米，相对高差 100-300 米，属中低山，中部为盆地由上古界组成向斜，构造，地形较平坦，向西北倾斜，海拔 1300-1400 米。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2015)，棋盘井镇区域地震峰值加速度为 0.20g，反应特征周期 0.40s，建厂地区地震基本烈度为 7 度，抗震设防烈度 8 度。

水文地质:

全旗可采水资源总量为 27787.5 万 m³ , 其中地下水 26994.9 万 m³ , 地表水 792.6 万 m³ 。地表水主要靠降水补给,属于干涸地区,境内有黄河 75km,多年平均径流量 3150000 万 m³ , 是鄂旗可用于灌溉的主要水源。都思图河为黄河的一级支流,全长 165.8km,多年平均径流量 1408 万 m³,河水主要来源于地下水补给和雨季洪水的汇集,可用于灌溉。毛乌素沙地有大小湖泊 25 个分布于丘间洼地处,多数湖水含盐量较大,不能用于灌溉。

厂区属高原碎屑岩类裂隙孔隙水区,该区含水层主要为白垩系下统(K1)的碎屑岩地层,含水层揭露厚度 11.07—235.98m,顶板埋深 35.15—225.94m,且顶板埋深由中部地区向南北两侧逐渐减小,含水层厚度逐渐增大。该区地下水的径流量趋势是由中部地区的阿尔巴斯苏木附近-伊和达来一带向东、南、北三个方向流动,属水位浅或较深水量较丰富开采区,水位埋深 10m 左右,单井用水量 500-1000m³/d 或大于 1000m³/d,水质较好,矿化度 1g/L 左右,是有利的开采地段。适宜井深 300-400m,井径 8" -10" 铸铁管或裸眼成井,可选用电潜泵或深水泵开采。

6.1.5 交通运输条件

鄂托克旗建元煤焦化有限责任公司地处黄河中上游的棋盘井镇,地处鄂尔多斯高原西部,距乌海市 60km 左右,距石嘴山市 100km 左右,距银川市 160km 左右,距鄂尔多斯市 300km,是鄂尔多斯市与宁夏、乌海市的重要交通枢纽,交通非常便利。

6.1.6 供水条件

本项目生产水由原水经过原水净化站处理后供全厂使用。

本项目生活供水由业主现有生活水供水管网提供;项目生活用水直接由现有生活供水管网就近接入提供。

6.1.7 供电条件

棋盘井工业园区现在用电主要靠鄂绒电厂 2×330MW 机组,双欣电厂 2×200MW 机组,现已建成 220kV 输变电站 2 座,35kV 输变电站 1 座,另外鄂绒电厂 4×330MW 机组也已经建成发电。此外,从内蒙电网发展趋势看,现以实现准格尔、达拉特、拉僧庙电厂联网以及呼包电网联网。根据规划,近期利用园区内 220kV、110kV、35kV 变电站为主要电源,远期以鄂绒和双欣的自备

电厂为主要电源，整体采用 220kV、110kV、10kV 三个不同等级的变电站为园区供电。仅鄂绒电厂和双欣电厂近期年最大可供电负荷为 106 万 kW，现状电力需求负荷仅占其中的 20.4%；远期年最大可供电负荷为 238 万 kWh，远期电力需求只占其中的 25.9%。

6.1.8 供汽条件

本项目蒸汽来自建元煤焦化动力站。

6.2 厂址选择

6.2.1 厂址选择的原则及依据

厂址选择的原则：

- (1) 符合所在地区、城市、乡镇总体规划布局。
- (2) 节约用地，不占用良田及经济效益高的土地，并符合国家现行土地管理、环境保护、水土保持等法规有关规定。
- (3) 有利于保护环境与景观，尽量远离风景游览区和自然保护区，不污染水源，有利于三废处理，并符合现行环境保护法规规定。

厂址选择的依据：

- (1) 该厂址接近原料产地，拟建项目附近汽车运输供原料十分方便，且运费便宜。
- (2) 厂区用地面积能够满足生产工艺和运输要求。
- (3) 拥有足够的施工用地可以满足工厂建设规模、施工人数、临建安排的要求。

6.2.2 厂址方案

本项目位于建元煤焦化有限公司南侧预留用地中，拟建厂址用地范围内工程地质条件良好，水电供应可靠，能够满足新建厂区的平面布置和工厂生产运输要求，建厂条件良好。通过以上分析，本项目的厂址能够满足项目建设和生产的需要。

第七章 公用工程和辅助设施方案

7.1 总图运输

7.1.1 设计采用的标准规范

- (1) 《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》(GB50160-2008)
- (2) 《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)
- (3) 《化工企业总图运输设计规范》(GB 50489-2009)
- (4) 《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87)
- (5) 《建筑设计防火规范（2018 年版）》(GB50016-2014)

7.1.2 总平面布置

7.1.2.1 总平面布置原则

- (1) 符合国家现行的有关法令法规的要求；
- (2) 满足工厂防火、防爆及卫生防护距离的要求；
- (3) 按照功能分区，合理确定通道宽度，节约用地；
- (4) 根据生产工艺流程、火灾危险类别及其生产特点，结合地形、风向、安全卫生、环保等条件，按功能分区集中布置，有利于工厂的生产、运输和管理，降低能耗，减少污染。
- (5) 有较重污染源的装置应尽量减轻对厂前区等人员集中地带的的影响，充分考虑环保的要求；
- (6) 根据“一体化”原则，在生产设备、工艺条件、操作条件和自然条件许可时，生产装置露天化、联合布置；生产类别及性质相同或相近的建构筑物合并。
- (7) 根据现有工厂和本工程的组成和用地要求，合理布置地下管线和管廊，合理分区和布置建筑物、构筑物 and 道路。
- (8) 统筹考虑近期建设用地与远期发展用地规划。

7.1.2.2 总平面布置说明

(1) 项目主要组成

工艺装置区：主要包括甲醛装置、乙炔发生装置、BDO 装置硫酸再生装置等；

公用工程区：主要包括回用水站、高盐水处理装置、一次水站、换热站、污

水处理站等；

储运区：主要包括甲醛罐区、BDO 中间罐区、BDO 成品罐区、液体装卸站等；

辅助生产设施：主要包括 35kV 总变电所、中央控制室、中央化验室以及各装置变电所、机柜间等；

（2）总平面布置方案

本项目位于鄂尔多斯鄂托克旗棋盘井工业园东南角建元煤焦化有限公司南侧预留用地上，北侧为规划建设的己二酸项目，防火间距满足石化规要求，南侧为预留用地，不考虑防火间距，东侧为园区边缘园区道路，满足规范要求；西侧为园区铁路线，防火间距满足规范要求。

本项目新建乙炔发生装置、乙炔清净装置布置在厂区东北角，靠近主要货流出入口，同时位于全厂最大风频的下风向，减少对厂区的环境影响；甲醛装置布置在乙炔清净装置西北侧、BDO 装置北侧，方便物料输送；BDO 装置布置在厂区中间位置；原料从北侧通过管道输送，工艺流程顺畅，工艺管线短捷；公用工程装置邻近主要工艺装置布置，减少管线长度；循环水塔临近主要工艺装置布置，减少循环水管道长度；液体装车站台依托北侧己二酸装车站台布置在一起，同时靠近厂区东侧成品出入口，方便成品外运。

综上所述，总平面布置功能分区明确，布置紧凑合理，工艺流程顺畅，物料管线短截，总占地面积约 28.46 公顷，其中预留用地约 1.3 公顷。详见附图-总平面布置图。

7.1.3 竖向设计

7.1.3.1 竖向设计原则

- （1）满足生产工艺流程对高程的要求；
- （2）满足公路运输的要求；
- （3）满足工厂防排洪的要求；
- （4）满足不同设施间联系的需要；
- （5）尽量减少土石方工程量，尽量减少土石方弃置，减少地基处理工程量；
- （6）尽量为工厂的雨水排放创造有利条件。

7.1.3.2 竖向设计方式的确定

本项目场地位于建元煤焦化有限公司南侧预留用地上，用地较平坦，竖向设计采用平坡式布置方式，厂区内场地设计标高根据自然地面标高，并结合厂内现有道路标高和防洪要求合理确定，尽最大可能的减少土石方量，充分满足装置布置、管线联系、厂内外道路衔接和场地排雨水要求。

厂内新建排水系统采用暗管排水，雨水经道路两侧排水雨水口收集后，集中排出厂外。

7.1.4 工厂运输

7.1.4.1 运输方式

本项目主要原料甲醇、电石等原料通过汽车输送厂内，氢气、仪表空气等管道输送至本项目生产装置区域；主要产品 BDO 成品经液体装卸站汽车运出厂。本项目物料的运输，均依托社会运输力量，不配备运输车辆。

本项目全年总运输量 42.563 万吨，其中运入量 13.543 万吨，运出量 29.02 万吨。

表 7.1.4-1 主要货物运输量表

序号	货物	运入量	运出量	运输方式	备注
		10 ⁴ t/a	10 ⁴ t/a		
1	电石	13.043		汽车	
2	BDO		12	汽车	外卖量
3	电石渣		16.52	汽车	
4	催化剂及其它	0.5	0.5	汽车	
	合计	13.543	29.02		

本项目汽车运输主要考虑由社会运力承担，工厂自备部分车辆，以满足零星货物运输、设备检修和行政生活用车需求。

7.1.4.2 道路运输设计

厂区设两个出入口与厂外现有道路衔接，各厂区做到人车分流，各出入口兼做检修、消防用。

装置四周均设环形道路，可同时满足货物运输、检修和消防要求。新建厂内道路采用城市型道路，水泥混凝土路面。主要道路宽度为 9 m，次要道路宽为 7m，转弯半径 12m。道路结构层：C30 混凝土面层，主干道厚 25 cm，其余 20

cm；水泥稳定碎石基层厚 25cm；天然砂砾垫层厚 25cm。

7.1.5 工厂防护设施

工厂围墙采用砖砌围墙和铸铁花格围墙相结合的形式，厂区内围墙主要采用铸铁花格围墙，其余部分采用砖砌围墙，墙高 2.2 米。

7.1.6 绿化设计

绿化设计遵循因地制宜、有利环保、美化厂容、净化空气，努力改善劳动条件的原则。设计中考虑沿厂区周边及道路两侧种植行道树；厂前区为重点绿化区域，在布置形式上考虑与建筑物相协调，种植一些较具观赏性的乔木和花灌木；生产区空地内以植草皮为主；绿化树种结合当地实际情况以选择耐酸碱、耐旱、抗尘的树种为宜。

7.1.7 总图主要技术经济指标

表 7.1.7-1 总平面布置主要技术经济指标表

序号	项目	单位	数量	备注
1	项目总征地面积	hm ²	28.46	
	预留用地面积	hm ²	1.3	
	实际用地面积	hm ²	27.16	
2	建、构筑物用地面积	m ²	97800	
3	建筑系数：	%	36%	≥ 30%
4	工厂容积率		0.61	≥ 0.6
5	道路及广场用地面积	m ²	48900	
6	绿化用地面积	m ²	40740	
7	绿地率	%	15	

本项目用地符合《工业项目建设用地控制指标》对工业项目用地的相关规定。

7.2 给排水

7.2.1 概述

本设计为鄂尔多斯神马建元新材料有限公司 12 万吨/年 BDO 项目配套的给排水设计。设计内容包括：原水净化站、工艺水系统、冷凝液精制站、污水处理站、回用水站、浓盐水处理站、事故水池及项目界区内配套的给排水管网。

7.2.2 设计采用的标准规范

给排水设计采用的标准规范如下：

《室外给水设计标准》	GB50013-2018
《室外排水设计标准》	GB50014-2006（2016 年版）
《建筑给水排水设计标准》	GB50015-2019
《工业循环水冷却设计规范》	GB/T50102-2014
《工业循环冷却水处理设计规范》	GB/T50050-2017
《化工企业化学水处理设计计算标准》	HG/T 20552-2016
《工业用水软化除盐设计规范》	GB/T50109-2014
《化工企业循环冷却水处理设计技术规定》	HG/T20690-2000
《化工企业循环冷却水处理加药装置设计统一规定》	HG/T20524-2006
《建筑设计防火规范》（2018 年版）	GB50016-2014
《消防给水及消火栓系统技术规范》	GB50974-2014
《石油化工企业设计防火标准》（2018 年版）	GB50160-2008
《生活饮用水卫生标准》	GB5749-2006
《石油化工给水排水水质标准》	SH3099-2000
《给水排水管道工程施工及验收规范》	GB50268-2008
《化学工业污水处理与回用设计规范》	GB 50684-2011
《化工建设项目环境保护工程设计标准》	GB/T50483-2019

7.2.3 设计原则及设计特点

(1) 严格执行国家有关法律法规，强制性设计标准及规范，符合安全生产、保护环境、节约能源和节约用水的要求，便于施工、维修和操作管理。

(2) 工艺设计上尽量减少新鲜水用量，多用循环水，并按照废水经回用处理后再利用，以充分达到节水的目的。

(3) 装置排水清污分流，按质排放。

(4) 采用先进合理的工艺方案，并尽可能利用现有的给排水设施，以节省投资，保证工程建设进度。

7.2.4 项目用水排水量

本项目的用水排水水量见表 7.2-1。

表 7.2-1 项目用水排水量一览表

序号	装置或单元名称	一次水	生活水	除盐水	循环水	生产生活污水	清净废水	含盐废水	备注
		(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)	
1	乙炔装置				875/1050	(6)			
2	BDO 装置				6637/7300				
3	甲醛装置			2/3	2169/2386				
4	冷冻站				283/312				
5	废硫酸再生装置				100/110				
6	焚烧装置				200/220				
8	BDO 除氧器			57/62					
10	BDO 循环水站	104/115					26/28		
11	BDO 冷凝液精制						1/1		
12	回用水站							8/9	
13	生活用水		10			9			
14	未预见水量	70							
15	合计	184/195	10	59/65	10264/11378	9	27/29	8/9	

说明：1. xxx/xxx 表示正常量/最大量。带（）的水量为间断水量，不计入总水量；

2. 本项目回收低压蒸汽冷凝液 111/123m³/h，送至冷凝液精制站精制后部分用作本项目除盐水；

- 3 本项目循环水站及冷凝液精制产生的清净废水总计 $27/29\text{m}^3/\text{h}$ 送至回用水站处理后淡水回用于循环水补水，浓盐水送至浓盐水处理站；
4. 本项目所有的生产污水、生活污水总计 $9\text{m}^3/\text{h}$ 均送至污水处理站处理。
5. 本项目回用水站浓盐水全部送至浓盐水处理站处理。处理后淡水回用做循环水补水。

表 7.2-2 用水排水量统计表

序号	类别	水量	备注
1	原水	163/173	来自厂外原水管网
2	生活水	10	来自厂外生活水管网
3	循环水	10264/11378	循环水总量
4	除盐水	59/65	冷凝液精制站产水
5	冷凝液	111/123	来自工艺装置
6	回用水	19/20	来自回用水装置
7	生产生活废水	9	至污水处理站
8	清净废水	27/29	至回用水站
9	浓盐水	8/9	至浓盐水处理站

本项目用水排水量详见附图：21380-36000-WT18-01 全厂水平衡图。

7.2.5 供水水源

本项目生产水来自黄河水，生产原水水质如下：

取样日期：2020年04月28日													
取样时间	分析项目	PH	电导率 (us/cm)	浊度 (NTU)	总碱度 (mg/L)	总硬度 (mg/L)	总铁 (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	氨氮 (mg/L)	COD (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	备注
	样品名称												
3:00	黄河水1#	8.4	700.6	9.1	175.49	270.32	0.22	64.15	66.71	0.01	11	13.98	
	黄河水1#	8.24	695.2	8.6	180.50	269.32	0.25	65.36	67.42	0.01	8	8.74	
	黄河水1#	8.39	698.5	8.7	180.50	270.32	0.23	64.15	67.42	0.04	11	9.61	
8:00	黄河水2#	8.31	700.1	10.0	180.50	270.82	0.28	61.94	66.71	0.06	11	30.59	
	黄河水2#	8.33	705.3	10.0	180.50	270.32	0.27	62.14	66.82	0.13	11	34.96	
	黄河水2#	8.32	709.8	10.1	180.50	270.32	0.30	62.14	66.71	0.13	11	24.37	
16:00	黄河水3#	8.31	666.7	5.35	185.52	269.38	0.15	60.16	67.07	0.10	3	4.37	
	黄河水3#	8.33	704.2	5.37	186.02	269.88	0.15	59.76	66.71	0.13	3	3.50	
	黄河水3#	8.3	679.3	5.33	185.52	269.32	0.15	60.16	66.71	0.10	3	4.37	

7.2.6 项目给水系统

根据项目各装置的用水量、水质、水温、水压要求，本着尽量减少一次水用量，多用循环水、回用水，以节约用水的原则，同时根据各装置的生产性质、规模大小、耐火等级的不同合理设置消防水设施，将本项目给水划分为以下几个系统：原水净化站、生活给水系统、循环冷却水系统和冷凝液精制系统。

7.2.6.1 原水净化系统

厂外原水经厂外输水管线送至本项目原水净化站，经净化处理后，水质符合《石油化工给水排水水质标准》（SH3099-2000）中生产给水水质指标，经泵加压后送至各装置用水点。

（1）生产水净化处理工艺流程如下：

原水→沉砂池→孔板式净水混合器→小孔眼网格反应池→小间距斜板沉淀池→V 型滤池→清水池

厂外原水首先进入沉砂池，对水中大颗粒杂质进行沉淀，在混合器内与混凝剂投加设备投加的混凝剂充分混合，然后进入网格反应池与助凝剂混合，混凝剂、助凝剂在网格絮凝设备里与水中悬浮物反应，迅速形成密实且易沉淀的矾花。网格反应池出水进入斜板沉淀池使水中的悬浮固体沉淀下来，沉淀下来的污泥送污泥处理系统处理。沉淀池的出水进入 V 型滤池进行后续处理。

当原水浊度稳定在 10NTU 以下时，原水也可直接进入 V 型滤池中过滤，不需进行反应沉淀过程；当原水浊度增大时，原水将依次进入反应沉淀池中处理去除大量的悬浮物。

沉淀池和反应池排出的泥水先流入泥水收集池中，再经泥水泵提升至污泥浓缩池进一步沉降，浓缩后的污泥经泵提升送至板框脱水机进行减量化处理，形成的泥饼通过汽车运出厂外填埋处理。浓缩池的上清液返回至原水管线重新进行处理。

部分滤后水经反洗水泵提升后供给滤池反洗。反洗后的滤池排水汇集到反洗水收集池中，再经加压后返回至原水管线重新进行处理。

净化后主要水质指标满足：浊度 \leq 3NTU、COD_{Cr} \leq 20mg/L。

7.2.6.2 生活给水系统

本项目生活给水用于生产装置区的生活用水和化验用水，正常用水量为 10m³/h。生活用水由厂外生活水管网提供。

生活水管网呈支状布置，在各装置界区线处的供水压力不小于 0.30MPa。

7.2.6.3 闭式循环冷却水系统

(1) 概述

本项目循环水正常用量为 10264m³/h，最大用量 11378m³/h。闭式循环水系统设计规模 12000m³/h。主要为乙炔站、甲醇装置、BDO 装置、冷冻站、废硫酸再生装置和焚烧装置用循环水。

7.2.6.4 冷凝液精制系统

1) 概述

本项目除盐水来自于冷凝液精制。

冷凝液精制处理流程如下：

冷凝液→换热器→精密过滤器→冷凝液水箱→除油过滤器→精制混合离子交换器→除盐水箱

从生产装置来的冷凝液经过冷凝液换热器换热，换热后的温度为 40℃，进入冷凝液水箱，再由冷凝液提升泵送到精密过滤器除去水中的铁锈、悬浮物和杂质，除铁后的冷凝液进入除油过滤器除油，再进入精制混合离子交换器去除水中阴阳离子。精制处理后的冷凝液进入水箱，然后由水泵外送，部分外送至工艺装置使用，剩余送至除盐水箱。

2) 再生系统

再生工序包括酸碱的储存、酸碱计量、酸碱溶液的配制、输送、再生废液的中和。离子交换树脂再生采用 31%盐酸和 30%氢氧化钠溶液，配制成浓度为 5%盐酸和 4%氢氧化钠使用。树脂的再生在混合离子交换器内进行，采用的主要流程为反洗、进酸液（或碱液）再生、置换、混合、正洗等。

盐酸由盐酸储罐用泵输送至酸储罐暂存，盐酸靠重力自流到酸计量箱。再生时，盐酸经酸计量箱与再生水泵送来的除盐水在酸喷射器混合后配制成 5%再生液送入混合离子交换器再生使用。

烧碱由碱储罐用泵输送至碱储罐暂存，碱靠重力自流到碱计量箱。再生时，碱经碱计量箱与再生水泵送来的除盐水在碱喷射器混合后配制成 4%再生液送入混合离子交换器再生使用。

离子交换器再生废水在中和池中和达到 pH 值 6-9 后，由排水泵送至浓盐水处理站。

3) 主要设备选型

冷凝液精制工序

冷凝液精密过滤器：

数量：2 台，单台处理能力 70m³/h；

除油过滤器：

数量：2 台，单台处理能力 70m³/h；

冷凝液精制混床：

数量 3 台（2 用 1 备），单台直径：Φ2.4m，单台处理能力：70m³/h；

冷凝液水箱：

数量：1 台，有效容积 500m³。

7.2.7 项目排水系统

7.2.7.1 排水系统概述

根据清污分流的原则，本项目排水系统分为生产污水排水系统、生活污水排水系统、清净废水排水系统、浓盐水排水系统、初期污染雨水排水系统、清净雨水排水系统。

（1）生产污水系统

本项目生产污水系统主要收集 BDO 装置、甲醛及尾气洗涤塔等装置的生产污水及工艺装置区的地面冲洗水和化验分析废水。各装置污水经管道有压送至污水处理站处理。

（2）生活污水系统

本项目各装置的生活污水先经各装置化粪池处理后经管道送（排）至污水处理站处理。

（3）清净废水系统

清净系统主要收集循环水站和冷凝液精制排污水，清净废水全部收集至回用水站处理。

（4）浓盐水排水系统

浓盐水排水系统主要收集各装置排出的含盐废水，包括各回用水站浓盐水。浓盐水全部收集至浓盐水处理站处理。

（5）初期污染雨水排水系统

本系统主要用于收集装置污染区域内的初期雨水和地面冲洗水。

装置污染区的初期污染雨水，应统一排至厂区内初期雨水收集池。各厂区应分别设置初期雨水收集池。装置污染区的后期清净雨水通过溢流井，自动排到清净雨水系统。为保证消防工况下装置雨水管网排水能力的可靠性，各区块界区内的初期雨水管和雨水排出管应按事故及消防工况下的排水量校核管径。

污染雨水收集池的有效容积： $V=Fq\div 1000$ -----（ m^3 ）

式中，F—污染区面积（ m^2 ）

q—每 m^2 污染面积上的污染雨水量， $q=20mm/m^2$

各区块厂区的初期污染雨水由设置在初期雨水收集池内的提升泵加压后经初期雨水总管送往厂区污水处理站处理。

（5）清净雨水排水系统

本系统收集全厂未污染的雨水，以重力流形式分散、就近排入全厂雨水排水系统。该系统根据各装置的汇流面积，经计算确定集中以管道重力流排至全厂雨水排水管网。

发生消防事故时，有污染的各生产装置和辅助生产设施界区内消防废水、事故污水首先经装置区内管线重力排入厂区事故水池，并开启厂区事故水池前入口阀门，进入厂区事故水池。经对事故水池储水检测，当无污染（满足排放标准）时，由所设事故水池污水泵提升排入雨水系统外排出厂区，当检测超过排放标准，由所设事故水池污水泵提升排入污水处理站。

7.2.7.2 污水处理站

考虑地坪冲洗水、初期污染雨水、事故污水等因素，污水处理站总设计处理能力采用 100t/h。

污水处理站出水水质至少满足 HG/T3923-2007 的《循环冷却水用再生水水质标准》要求。

具体水质控制指标如下：

表 7.2-1 污水处理站出水水质一览表

项目	标准值	单位
pH	6~9	mg/L
浊度	5	NTU
SS	10	mg/L
COD _{cr}	≤50	mg/L
BOD ₅	5	mg/L

氨氮	5	mg/L
硫化物	0.1	mg/L
硝酸根	30	mg/L
石油类	0.5	mg/L
含盐量增加值	≤100	mg/L

工艺流程说明：

污水生化处理方案采用以 A/O 法为主的，增加 MBR 作为深度处理，处理工艺如下：

生化处理工段

生化处理工段主要为两级 A/O 工段。

1) 一级 A/O 池

综合污水调节池出水经泵提升进入一级 A/O 池。污水在 A 池进行反硝化生化反应，O 池进行硝化生化反应。O 池出水进入到二沉池，硝化液回流至 A 池。

2) 二沉池

一级 A/O 池出水进入二沉池。二沉池上清液自流进入到二沉池出水池后由泵提升进入二级 A/O 池，剩余污泥由剩余污泥泵输送至污泥浓缩池。

3) 二级 A/O 池

二沉池出水池出水提升进入二级 A/O 池。A/O 池出水进入深度处理工段。

深度处理工段

深度处理工段主要包括 MBR 及其附属装置。

二级 A/O 池出水进入 MBR 进行深度处理。MBR 处理后的水进入到消毒出水池，出水送至回用水站进行处理。MBR 反洗水来自消毒出水池。MBR 膜间另设一座清洗水池，MBR 膜需要清洗时由起重机将膜置于清洗池中加柠檬酸、次氯酸钠等药剂进行清洗。

二次沉淀池污泥一部分用泵回流到 A/O 池，污泥回流比按 50~100%。另一部分剩余污泥与生物曝气滤池剩余污泥一起用泵输送至污泥浓缩池，污泥浓缩池污泥经浓缩后，用泵抽升至离心脱水机进一步脱水至含水率小于 80%，泥饼用车外运至厂外危废填埋池。

为保证污水处理装置的稳定运行，需对污水水质进行监测、控制，除正常

化学分析监测外,在污水进水管、调节池、中间池、排放池设置在线 COD、NH₃-N、pH 等检测仪表,当进水水质超标时自动切换至事故水池。在 A/O 池设置溶解氧、pH、COD、氨氮、污泥浓度等在线仪表监控污水处理运行情况,及时调整运行参数,确保污水生化处理正常稳定运行。

7.2.7.3 回用水站

为节约新鲜水的耗量,本项目所有清净废水全部进入回用水站进一步除盐处理,处理后的淡水回用于循环水系统做补水,浓盐水送至浓盐水处理站进一步浓缩蒸发处理。

本项目清净废水总计: 27/29m³/h。

回用水系统的流程如下:

清净废水→高密度澄清池→多介质过滤器→自清洗过滤器→超滤→一级反渗透→用户

清净经过高密度沉淀池去除硬度、碱度、浊度后,进入多介质过滤器进一步去除浊度,然后进入膜处理系统进行进一步除盐,从而降低原水中盐含量,达到生产水用水指标。

本站高密度澄清池产生的污泥经过脱水后外运处理;澄清池,过滤器,超滤等装置反洗水经过反洗水池收集后回用至高密度沉淀池进口。

主要设备选型:

高密度澄清池: 1 套,单套处理能力: 40m³/h。

多介质过滤器: 2 台,单套进水能力: 40m³/h。

超滤装置: 1 套,单套处理能力: 40m³/h,回收率 90%。

一级反渗透装置: 1 套,单套产水能力: 25m³/h,回收率 65%。

上述反渗透单元产生的浓水送至浓盐水处理站。

7.2.7.4 浓盐水处理站

为减少浓盐水处理量,本项目所有浓盐水全部进入浓盐水处理站处理,处理后的淡水回用于循环水系统做补水,得到的杂盐外运处理。

本项目浓盐水总计: 8/9m³/h。

浓盐水处理系统分为三部分部分:浓盐水处理 1、浓盐水处理 2、浓盐水处理蒸发
浓盐水处理 1 的流程如下:

浓盐水→调节池→一级机械澄清池→二级机械澄清池→多介质过滤器→超滤 → 海水反渗透 → 淡水回用

浓盐水浓缩 2 的流程如下：

海水反渗透浓水→调节池→机械澄清池→多介质过滤器→超滤→DTRO 高压反渗透→淡水反渗透→淡水回用

浓盐水蒸发

DTRO 高压反渗透浓水→多效蒸发结晶系统→淡水回用

结晶盐→干燥系统→打包装置

本系统机械澄清池产生的污泥经过脱水后外运处理；结晶盐打包后外运处理；澄清池，过滤器，超滤等装置反洗水经过反洗水池收集后回用至一级机械澄清池进口。

主要设备选型：

一级机械澄清池：1 套，单套处理能力：60m³/h。

二级机械澄清池：1 台，单套处理能力：60m³/h。

多介质过滤器：3 台，单套处理能力：30m³/h。

超滤装置：2 套，单套处理能力：30m³/h，回收率 90%。

机械澄清池：1 套，单套处理能力：25m³/h。

多介质过滤器：2 台，单套处理能力：25m³/h。

超滤装置：2 套，单套处理能力：25m³/h，回收率 90%。

DTRO 高压反渗透装置：1 套，单套处理能力：25m³/h，回收率 70%。

淡水反渗透装置：1 套，单套处理能力：20m³/h，回收率 70%。

蒸发结晶装置：1 套，单套处理能力：7m³/h。

7.2.7.5 消防事故水池

各生产装置区和辅助生产设施的消防事故排水通过雨水排水系统收集，排入厂区事故水池。正常情况下，厂区未污染的雨水，以重力流形式分散、就近排入厂区雨水排水管系统。

发生消防事故时，有污染的各生产装置和辅助生产设施界区内消防废水、事故污水首先经装置区内管线重力排入各厂区内初期雨水收集池，厂区内初期雨水收集池前设置溢流井，收集池储满后，事故水经溢流井、雨水系统管线

流向厂区事故水池，并开启厂区事故水池前入口阀门，进入厂区事故水池。经对事故水池储水检测，当无污染（满足排放标准）时，由所设事故水池污水泵提升排入雨水系统外排出厂区，当检测超过排放标准，由所设事故水池污水泵提升排入污水处理站。

消防事故水池有效容积 10000m³，提升泵 2 台，1 用 1 备，单台流 30m³/h，扬程 30m。

7.2.8 节水措施

本项目主要采用以下节水措施：

（1）在工厂运行时，总用水量、总排水量和各车间或各系统的用水量应进行连续和阶段性统计，以供全厂对用、排水进行管理和监测，发现问题及时处理，如循环冷却水浓缩倍率，要求稳定达到设计指标，严格控制循环冷却水补充水量。水务管理工作还应大力宣扬节水的意义和加强全体员工节水的意识，采用有效限量用水的手段，确实做到水务管理的各项要求。

（2）优化循环冷却水水质稳定处理方案，提高循环冷却水浓缩倍数，减少补充水量。

（3）对需要水冲洗的过滤器及设备尽量采用气水反冲洗来清洗设备，以便减少新鲜水的用量。

（4）对用水分质管理，根据工艺对用水水质的要求，采取分质供水；对生产装置排出的废水尽可能回用作生产用水，减少原水用量。

（5）对各装置主要工业水、冷却水尽可能采用循环冷却水，实行水的重复利用，节约水资源。

（6）增加回用水站，对各级装置产生的清净废水进行回收利用，减少生产水用量。

（7）增加浓盐水分站，对各级装置产生的浓盐水进行回收利用，减少浓盐水的排放、减少生产水用量。

7.3 供电

7.3.1 设计范围

本可行性研究范围为鄂尔多斯神马建元新材料有限公司 12 万吨/年 BDO 项目的工艺装置、公用工程及其配套的辅助生产设施、服务设施的供配电、照明、防雷、接地设计及装置内供电外线的设计。

7.3.2 用电负荷及负荷等级

7.3.2.1 用电负荷

(1) 根据各专业提供的用电设备容量，本工程负荷需要容量为 19342.62kW。详见全厂负荷计算表。

(2) 根据负荷计算，按全年运行 8000 小时本工程全年耗电量为 $1.433 \times 10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。

全厂负荷计算表

序号	装置名称	需要容量(kW)	配电参数	备注
1	丁二醇装置	6500	10kV,380/220V,50Hz	
2	甲醛装置	6125	10kV,380/220V,50Hz	
3	乙炔站	1728.5	380/220V,50Hz	
4	硫酸再生装置	270.5	380/220V,50Hz	
5	废液焚烧	132.3	380/220V,50Hz	
6	循环冷却水站	3787.5	10kV,380/220V,50Hz	
7	一次水站	200	380/220V,50Hz	
8	回用水站	117	380/220V,50Hz	
9	浓盐水处理	286	380/220V,50Hz	
10	事故池	25	380/220V,50Hz	
11	污水处理站	100	380/220V,50Hz	
12	全厂初期雨水池	60	380/220V,50Hz	
13	生产消防水站	420	10kV,380/220V,50Hz	
14	汽车装卸站台	20	380/220V,50Hz	
15	冷冻站	65	380/220V,50Hz	

16	除氧站	60	380/220V,50Hz	
17	机电仪三修厂房	80	380/220V,50Hz	
18	换热站	15	380/220V,50Hz	
19	甲醛罐区	80	380/220V,50Hz	
20	原料及成品罐区	120	380/220V,50Hz	
21	中间罐区	180	380/220V,50Hz	
22	火炬	20	380/220V,50Hz	
23	中央化验室	300	380/220V,50Hz	
24	中央控制室	800	380/220V,50Hz	
	合计	21791.8		
	乘以同时系 0.9	19342.62		

由于本项目的工艺生产连续性较强，中断供电将造成较大的经济损失，生产装置及其辅助生产装置用电负荷均绝大部分属一、二级负荷；一级负荷中尚有特别重要的负荷，如压缩机的润滑油泵、消防应急照明、火灾报警等；少量照明、检修负荷及厂前区负荷可划分为三级负荷。

综合全厂负荷情况，全厂按照二级负荷要求供电，即要求双回电源供电，其中一个电源故障时另一电源不会同时损坏且仍可带 100%一级和二级负荷。

电力负荷的供电电源选择如下：

(1) 一级负荷，考虑由双重电源供电。当一个电源发生故障时，另一个电源不会同时受到损坏。

对于厂内一级负荷中的特别重要负荷，除正常电源供电外另增设应急电源供电，并严禁将其它负荷接入应急供电系统。应急电源根据需要可考虑采用快速启动的柴油发电机或蓄电池。

(2) 二级负荷：对二级负荷，要求采用双电源供电及单母线分段接线。

(3) 三级负荷：对三级负荷，可采用单电源供电及单母线接线。

7.3.3 供配电电源

本工程进线电源暂考虑取自项目所在地工业园区外变电站 35kV 不同母线段。

7.3.4 供配电方案

7.3.4.1 供电电压选择

本工程用电负荷为 19342.62kW，根据外部电源条件，拟采用 35kV 作为电源进线电压，为减少电能损失，降低短路电流及投资，中压配电电压选用 10kV，低压选用 380V，配电原则如下：

(1) 全厂供电电源

电压： AC 110kV， -5%~+5%， 三相三线

频率： 50Hz±1%

中性点： 具体以上级变电所 110kV 系统接地方式为准

(2) 中压配电系统

电压： AC 10kV±5%， 三相三线

频率： 50Hz±1%

中性点： 经消弧线圈接地方式

(3) 低压配电系统

电压： AC 380/220V， 三相四线

频率： 50Hz±1%

中性点： 直接接地， 接地型式采用 TN-S

(4) 电动机额定电压

200kW 及以上电机： AC 10kV， 三相， 50Hz

200kW 以下（变频驱动电机可至 315kW）电机： AC 380V， 三相， 50Hz

(5) 控制电压

中压断路器： DC 220V

低压断路器和接触器： AC 220V

(6) 照明配电系统电压

干线： AC 380V/220V， 三相四线+PE， 50Hz

支线： AC 220V， 单相， 50Hz

(7) 检修电源电压

检修电源箱或插座： AC 380V， 三相四线+PE； AC 220V/12V， 单相， 50Hz

日用插座： AC 220V， 单相两线+PE， 50Hz

7.3.4.2 电气主接线

本项目在丁二醇装置附近建设一座 35kV 变电所一座，35kV 采用单母线分段接线，其双回 35kV 电源架空引自园区外变电所的 35kV 不同母线段，每段进线应可带 100%的一级和二级负荷。站内设置 31.5MVA 35/10.5kV 的变压器 2 台，变压器容量及主接线方式满足项目负荷供电的需要。10kV 配电系统采用单母线分段接线，负责向各车间变电所及甲醛装置、丁二醇装置、原水净化及消防水站、循环冷却水站的高压用电设备供电。10kV 中性点经消弧线圈接地方式。

厂区内设置 5MW，10.5kV 余热发电机一台，正常时发电 3802kW，所发电直接上送 35kV 变电所的 10kV 母线段。

根据各装置内低压负荷的实际情况，选取合适位置设置 10/0.4kV 车间变电所，可以设置独立的车间变电所，也可与就近的 35 kV 总变电所联合建设。变电所内设置 10/0.4 kV 变电及 380V 配电系统，10 kV 进线电源引自 35 kV 总变电所的 10 kV 配电系统，380V 配电系统根据负荷的重要性可选择单母线分段或单母线接线。当部分装置低压用电设备台数较多且距离车间变电所较远时，可在装置附近设置 380V 二次配电室。

系统接地方式：

35kV 系统：具体以上级变电所 35kV 系统接地方式为准；

10kV 系统：经消弧线圈接地方式；

380V 系统：TN-S 系统，中性点直接接地；

全厂应急柴油发电机组设置如下：

35kV 变电所内设置一台 500kW 400V 柴油发电机，负责为全厂应急负荷提供电源。

电气主接线详见“全厂供电系统图”。

7.3.5 无功功率补偿

根据《全国供用电规则》的规定要求，电力用户的功率因数不低于 0.95，本工程因有大量异步机，自然功率因数较低，需进行无功补偿。本工程拟采用静电电容器补偿装置对功率因数进行补偿，补偿方式为按电压等级集中补偿，即在 380V 和 10kV 系统分级补偿，补偿集中设置在各变、配电所，补偿后的功率因数均达到 0.95 以上。

7.3.6 二次系统

为了提高供电系统的自动化水平，确保供电的运行质量和可靠性，在本项目中设置功能齐全、可靠性高、结构紧凑、操作简单的变电所综合自动化系统。该系统结构采用分层分布式，分层分布式的终端采用综合保护装置，在 35kV、10kV 及 380V 总进线回路均设综合保护装置，35kV、10kV 及 380V 保护装置直接安装在开关柜内。各综合保护装置采用开放型现场总线方式通过屏蔽双绞线与前端机相连。在 35kV 变电所设全厂电气监控中心，设后台系统（两台以太网交换机 100M、监控主机、备用监控主机、操作员工作站、模拟屏、工程师站、WEB 服务器及打印机）。其它装置 10kV 变电所设置微机监控系统，采用无人值守设计，提供网络通信接口及人机界面接口，各装置变电所所有需监控的信号均通过光纤传输至 35kV 变电所的后台管理系统。

7.3.7 环境特征

由工艺生产介质和流程确定丁二醇装置、甲醛装置、中间罐区、成品罐区、乙炔站、甲醇裂解制氢装置、汽车装车站、脱离子厂房属爆炸性气体环境区域；乙炔站属于爆炸性气体和爆炸性粉尘环境；废硫酸再生装置、酸碱站为腐蚀性环境；其他区域属正常环境。

7.3.8 主要电气设备

在确保供电安全可靠的前提下，采用先进成熟的技术和设备。

- (1) 35/10.5kV 变压器采用双绕组有载调压自冷低噪音变压器 SZ11。
- (2) 35kV 配电柜采用铠装式金属封闭空气绝缘开关柜。
10kV 配电柜采用中置式交流金属封闭铠装式开关柜。
- (3) 柴油发电机组采用快速启动柴油发电机组。
- (4) 直流屏采用全智能高频开关直流电源装置，配铅酸免维护蓄电池；。
- (5) 微机监控系统采用分布式综合自动化系统。
- (6) 10kV 电容补偿采用并联电容自动补偿柜。
- (7) 10/0.4kV 车间变压器采用带保护外壳干式电力变压器；
- (8) 低压配电柜采用抽屉式低压开关柜型。

(9) 现场操作、控制、照明、检修等设备根据现场防爆防腐环境特征选择。

(10) UPS 采用在线双变换、并联冗余结构，配铅酸免维护蓄电池；

7.3.9 主要电气材料

(1) 35kV 电力电缆采用阻燃铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套阻燃型电力电缆 ZR-YJY-26/35 型

(2) 10kV 电力电缆采用阻燃铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套阻燃型电力电缆 ZR-YJY-10/15 型

(3) 低压电力电缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套阻燃型电力电缆 ZR-YJY-0.6/1 型

(4) 控制电缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套阻燃型控制电缆 ZR-KYJY-0.45/0.75 型

(5) 屏蔽控制电缆采用聚乙烯绝缘组屏蔽聚氯乙烯护套电子计算机用电缆 ZR-DJYPVP 型

(6) 桥架采用热镀锌钢制梯级电缆桥架。

7.3.10 防雷、防静电、接地的设计原则

各装置建构筑物的防雷设计按 GB50057《建筑物防雷设计规范》及 GB50650《石油化工装置防雷设计规范》设计。电力设备的防雷和接地满足 GB/T 50065《交流电气装置的接地设计规范》及其它有关规范的要求。防静电接地的设计应满足 SH/T 3097《石油化工静电接地设计规范》要求。

生产装置内一般采用共用接地装置，即工作接地、保护接地、防雷接地、防静电接地连接在同一接地网上，接地电阻小于 4Ω ，同时满足电气专业微机监控系统对接地电阻的要求。

当电气专业的共用接地装置和自控接地、通信接地连在一起时，将满足上述专业对接地电阻的要求。

原则上优先利用构筑物柱内主钢筋作接地引下线，并以构筑物基础内钢筋作接地极。在接地电阻无法满足要求时，采用人工接地装置，接地材料采用镀锌钢。

7.3.11 电修及定员

本工程厂区内只考虑电气装置的日常维护和小修，定期检测，进行预防性试验和维护，以保证电气设备的可靠性。电气设备的中、大修则考虑借助社会维修力量。

全厂仅考虑在中央控制室设有人值守，其他配电室为无人值守；电气值班人员按四班三倒制，各值班室每班二人计

35kV 变电所值班电工：8 名。

全厂电气技术人员：2 名。

电修和维修共：2 人。

电气人员配备合计 12 人。

7.3.12 节能技术

本项目采用以下节能措施：

合理设计供电系统和电压等级：选用 35kV、10kV 的供配电电压，该电压等级较高，从而减少了变压层次和变电设备重复容量；减少配电级数，各变电所尽量靠近用电负荷中心，低压采用就近供电原则，减少线路及变压器的损耗；缩短了电缆长度；适当的加装电容补偿装置，提高配电母线的功率因数，减小线路中的电流，降低线路电能损耗。

合理选用节能电气设备：电动机选用节能型电机；选用低能耗节能型电力变压器，二次回路的控制设备采用节能型元件等电气设备和高发光效率的灯具。

合理选用高效节能技术：结合工艺生产特点，部分需调速的负荷采用变频器控制；道路照明、装置户外照明采用时钟自动控制或集中管理控制，达到节能的目的；在设计中尽量采用发光率高的照明光源，如三基色节能灯、LED 灯等。

建筑设计中充分考虑自然采光和通风，尽量减少人工照明和机械通风。

7.3.13 存在问题及建议

(1) 本工程 35kV 配电系统短路分段电流暂按 40kA 考虑。

(2) 电能计量点设置是在上级变电所 35kV 出线侧还是本工程 35kV 进线侧，待业主和当地供电局确认。

7.3.14 标准规范

本设计主要采用的标准、规范

《建筑照明设计标准》	GB50034-2013
《供配电系统设计规范》	GB50052-2009
《20kV 及以下变电所设计规范》	GB50053-2013
《低压配电设计规范》	GB50054-2011
《通用用电设备配电设计规范》	GB50055-2011
《建筑物防雷设计规范》	GB50057-2010
《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058-2014
《3-110kV 高压配电装置设计规范》	GB50060-2008
《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》	GB/T 50062-2008
《电力装置的电气测量仪表装置设计规范》	GB/T50063-2017
《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》	GB/T 50064-2014
《交流电气装置的接地设计规范》	GB/T 50065-2011
《石油化工企业防火规范》	GB50160-2008
《电力工程电缆设计规范》	GB50217-2018
《并联电容器装置设计规范》	GB50227-2017
《电力设施抗震设计规范》	GB50260-2013
《石油化工装置电力设计规范》	SH/T 3038-2017
《石油化工静电接地设计规范》	SH/T 3097-2017
《化工企业腐蚀场所电力设计规定》	HG/T20666-1999

7.3.15 主要设备材料表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	35kV 开关柜	KYN-40.5 40kA	台	4	
2	35/10.5kV 变压器	35/10.5kV 25MVA	台	2	

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
3	10kV 开关柜	KYN28A-12 40kA	台	47	
5	车间变压器	SCB18-2000/10, 2000kVA, 10±2x2.5%/0.4kV, Ud=6% D,yn11	台	12	
6	免维护铅酸蓄电池直流 电源装置	直流 220V, 150Ah, 冗余	套	1	
7	变电站综合自动化系统	后台主机, 含 35kV 及 10kV 开 关柜保护	套	1	
8	低压抽屉式开关柜		台	270	
9	消弧线圈装置	500 kVA	套	2	
10	10kV 无功补偿装置	3000 kVar	套	2	
11	柴油发电机组	500kW, 含出线柜	套	1	
12	UPS	150kVA 冗余	套	1	
13	EPS	30kVA	套	5	
14	变频器		批	1	
15	普通照明箱		批	1	
16	防爆照明箱		批	1	
17	防腐照明箱		批	1	
18	防爆防腐现场操作箱		批	1	
19	防爆防腐检修箱		批	1	
20	防腐检修箱		批	1	
21	防腐操作箱		批	1	
22	普通操作箱		批	1	
23	普通检修箱		批	1	
24	35kV 阻燃动力电缆		批	1	
25	10kV 阻燃动力电缆		批	1	

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
26	低压阻燃动力电缆		批	1	
27	阻燃控制电缆		批	1	
27	灯具		批	1	
28	110kV 封闭式母线槽		批	1	
29	10kV 封闭式母线槽		批	1	
30	钢材		批	1	
31	电缆桥架		批	1	

7.4 供热

7.4.1 概述

本供热系统是根据鄂尔多斯神马建元新材料有限公司 12 万吨/年 BDO 项目工艺装置的热负荷情况拟定。通过合理设置蒸汽等级及参数，节能降耗，提高全厂热效率。

本项目甲醛装置、废液焚烧装置和 BDO 装置副产蒸汽，同时界外蒸汽管网为本项目提供 1.6MPa_g 饱和的次中压蒸汽和 0.8 MPa_g 饱和的低压蒸汽，BDO 装置自产自用的 0.13 MPa_g 饱和的低低压蒸汽。

7.4.2 供热要求

(1) 热负荷

项目实施后，工艺装置热负荷及副产蒸汽见下表 7.4-1：

表 7.4-1 化工装置热负荷表

序号	用户名称	压力 MPa.G	温度 ℃	蒸汽量 t/h		备注
				产汽	耗汽	
1	甲醛装置	1.6	饱和	25.0		
2	BDO	1.6	饱和		53.0	
3	废液焚烧	0.8	饱和	7.8		
4	闪蒸罐	0.8	饱和	2.7		
5	BDO	0.8	饱和		40.5	
6	BDO 伴热	0.8	饱和		2.0	
7	BDO	0.13	饱和	26		
8	BDO	0.13	饱和		23.7	
9	酸碱站	0.13	饱和		0.1	
10	成品罐区	0.13	饱和		0.8	

(2) 工艺锅炉给水

正常工况下工艺生产所需的工艺锅炉给水量见下表 7.4-2：

表 7.4-2 工艺生产所需的工艺锅炉给水量

序号	项 目	压力等级 MPa (G)	数量 t/h	备注
1	甲醛装置	3.5	25.8	
2	废液焚烧	3.5	8.0	

3	BDO	3.5	26.8	
	合计		60.6	

7.4.3 供热方案

7.4.3.1 装置热负荷及蒸汽平衡

全厂热负荷及蒸汽平衡见下表 7.4-3:

表 7.4-3 化工装置热负荷及蒸汽平衡一览表

序号	装置名称	压力 MPa(G)	温度 °C	产汽量 t/h	耗汽量 t/h	备注
一	1.6 MPa.G 等级					
1	来自界外	1.6	饱和	29.1		
2	甲醛装置	1.6	饱和	25.0		
3	BDO	1.6	饱和		53.0	
4	汽水损失	1.6	饱和		1.1	
	合计			54.1	54.1	
二	0.8MPa.G 等级					
1	来自界外	0.8	饱和	34.5		
2	闪蒸罐	0.8	饱和	2.7		
3	废液焚烧	0.8	饱和	7.8		
4	BDO	0.8	饱和		40.5	
5	BDO 伴热	0.8	饱和		2.0	
6	化工除氧器	0.8	饱和		1.6	
7	汽水损失	0.8	饱和		0.9	
	合计			45.0	45.0	
三	0.13 MPa.G 等级					
1	BDO	0.13	饱和	26.0		
4	BDO	0.13	饱和		23.6	
5	酸碱站	0.13	饱和		0.1	
6	成品罐区	0.13	饱和		0.8	
7	汽水损失与放空	0.13	饱和		1.5	

	合计			26.0	26.0	
--	----	--	--	------	------	--

注：以上参数为管网的名义参数，不含开停车及间断产、用汽。

7.4.3.2 冷凝液回收

冷凝液回收系统用于回收全厂的蒸汽冷凝液，这些冷凝液的水质较洁净，除满足工艺装置工艺锅炉的除氧器给水要求外，富余的蒸汽冷凝液可送至蒸汽冷凝液总管回收，节约运行成本。

表 7.4-4 冷凝液回收表

序号	装置名称	压力 MPa (G)	冷凝液 (t/h)		备注
			正常	最大	
1	蒸汽冷凝液	0.35	51.5		送出界区
	合计		51.5		

7.4.4 供热说明

甲醛装置副产 1.6 MPag 饱和的次中压蒸汽，本等级蒸汽热用户为 BDO 装置，不足的次中压蒸汽由界外提供。

废液焚烧装置和闪蒸罐副产 0.8MPag 饱和的低压蒸汽，本等级热用户为 BDO 装置、采暖伴热和化工除氧器，不足的低压蒸汽由界外提供。

0.13 MPag 饱和的低压蒸汽来自 BDO 装置，本等级热用户为 BDO 装置、酸碱站和成品罐区。

经工艺冷凝液回收装置回收后的蒸汽冷凝液一部分送化工除氧器，富余的蒸汽冷凝液和低压蒸汽冷凝液送到溴化锂机组换热后送至蒸汽冷凝液总管。工艺装置所需的工艺锅炉给水来自化工除氧器。

详见蒸汽平衡图。

7.5 固体贮运设施

7.5.1 设计任务及采用的标准、规范

本设计采用的标准、规范见表 7.5-1。

表 7.5-1 本设计采用标准、规范

序号	标准编号	标准名称
1	HG/T20518- 2008	化工粉体工程设计通用规范
2	HG20533-1993	化工机械化运输设计常用名词术语统一规定
3	HG20571-2014	化工企业安全卫生设计规范
4	GB/T50087-2013	工业企业噪声控制设计规范
5	GBZ1-2010	工业企业设计卫生标准
6	GB3836.1-2010	爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求

7.5.2 设计范围

本设计中的固体贮运设施包括电石储运和电石渣储运，其设计范围分别为：

电石储运范围为：自进界区汽车卸车始至工艺装置的电石粗料仓入口止，包括电石卸车、破碎和输送等工序。

电石渣储运范围为：自工艺装置电石渣缓冲仓排料出口始至运渣汽车止。

7.5.3 固体贮运设施方案说明

鄂尔多斯神马建元新材料有限公司拟建 12 万吨/年 BDO 项目，其中乙炔装置以电石为原料通过干法乙炔工艺生成乙炔气，乙炔装置最终产出电石渣。本研究报告中电石来自汽车运送至厂，电石经破碎达到合格粒度后，输入到乙炔装置粗电石仓。

乙炔装置原料电石耗量为 16.304 吨/小时，石渣产量为 20.645 吨/小时。

(1) 电石储运

来自界外的电石最大粒度为~1200mm，为满足工艺装置粒度（≤50mm）要求，需设置破碎设备。破碎合格后的电石采用挡边带式输送机送至乙炔装置中的电石粗料仓储存。输送系统采用双线，1 开 1 备，系统能力为 60 吨/小时。

(2) 电石渣储运

采用汽车将电石渣从乙炔装置电石渣缓冲仓出口直接装车外运。

7.5.4 工艺流程说明

7.5.4.1 电石贮运工艺流程

电石由汽车运输进电石破碎库，通过汽车自动卸料系统将电石卸料至电石预破系统，预破后的电石（ $\leq 500\text{mm}$ ）经输送设备输送至颚式破碎机。破碎电石遵循随卸随破，破碎厂房不贮存电石的原则。经预破系统、颚式破碎机粗碎、颚式破碎机细碎后的合格粒度电石（ $\leq 50\text{mm}$ ），经挡边带式输送机、带式输送机送至乙炔站装置电石粗料仓内。

工艺流程图详见附图（21380-02100-MH15-01）。

7.5.4.2 电石渣贮运工艺流程

来自工艺装置的电石渣直接装车外运。

7.5.5 机械化及自动化水平

各贮运系统采用 PLC 集中控制，并设置上位机监控，连锁自动操作。设有自动程控，还可以人工干预手动遥控。也可解除连锁，现场手动，以备单机调试和检修之用。同时设有必要的安全保护措施和事故开关。整个系统机械化及自动化可达到国内先进水平。

7.5.6 环境保护措施

为改善工人的劳动环境，采取以下措施：

(1) 选用成熟可靠的设备，同类型的设备选用相对技术先进、质量优良、低能耗、噪音小、操作维修方便的设备。

(2) 选用新型设备时，要求新型设备必须具有完整的试制技术文件及省级以上产品鉴定文件，并具有在相似生产条件下正常运转一年以上的生产经验。

(3) 通用设备选用国家及有关部门的定型设备。

(4) 选择同系列设备时，优先选择同型号及非标准件尽可能相同的设备，

以便于设备的备品备件及检修。

(5) 电石破碎库设置除尘系统，过滤达标后排放。破碎后电石直接输送至乙炔站装置的电石粗料仓封闭储存。

7.5.7 安全卫生措施

为改善工人劳动强度，确保生产安全，本设计固体贮运设施采取如下措施：

(1) 人易接触到的转动机械处设安全栏杆或护罩，保证运行人员不受伤害。

(2) 系统所有转动设备均选用低噪声设备，噪声小于 85dB (A)，振动设备采取一定的隔振措施。

7.5.8 固体贮运设备一览表

详见附表：

《电石贮运系统工艺流程图》(21380-02100-MH15-01)；

《电石贮运系统设备一览表》(21380-02100-MH2002)。

7.6 液体储运设施

7.6.1 概述

本项目液体储运设施承担本项目的液体原料和产品的储存，以及液体原料的汽车卸车、产品的装车及装桶。

7.6.2 技术方案选择

原料和产品的储存天数和储存量计算如下：

(1) 产品

1,4-丁二醇储罐

本项目 1,4-丁二醇生产能力为 12 万吨/年，全部装汽车槽车或装桶后由公路运输；根据生产过程的要求和项目所处的地理位置储存天数宜为 7-10 天左右。

设置 2 台 3000m³ 的拱顶储罐，BDO 储罐充氮气保护，热水伴热。最大储存量为 5300 吨，储存天数约 14 天。

(2) 原料

原料甲醇使用量~10.6 万吨/年，采用公路运输，根据生产过程的要求和项目所处的地理位置储存天数宜为 7-15 天左右。

设置 2 台 3000m³ 的内浮顶储罐，最大储存量~4030 吨，储存天数约 12 天。

注：本项目甲醇储罐设置在本项目北边己二酸装置区域，甲醇通过管道输送进入本项目装置区。

(3) 化学品

本项目使用的酸碱原料为 96%硫酸、32%NaOH、32%HCl，使用量相对较小。硫酸由汽车运输入厂，送至废硫酸装置的硫酸罐。NaOH 和 HCl 由汽车运输入厂，送至酸碱站对应储罐。

设置 2 台 300m³ 新鲜硫酸储罐，2 台 300 m³ 的废硫酸储罐，2 台 100m³ 碱液储罐，2 台 100 m³ 的盐酸储罐。

(4) 装卸设施及槽车情况

装卸设施包括外购原料卸车区、产品汽车装车站和装桶区。汽车装、卸站和装桶区与储罐区相对独立，便于车辆进出，安全生产；

汽车装卸站包括 1, 4-丁二醇装车台、甲醇卸车台；BDO 采用汽车槽罐运

输，设置了 4 台 BDO 装车鹤管。甲醇采用汽车槽罐运输，设置 4 台甲醇卸车鹤管。

为了满足用量较小的客户需要，设置了 2 台装桶机，充装 1,4-丁二醇产品外售。装桶区设置的装桶设施和堆桶区，装桶机布置在装桶棚内，空桶堆放间和实桶堆放间分开布置。

7.6.3 工艺流程说明

1) 1,4-丁二醇

储存：工艺装置生产的产品 1,4-丁二醇经管道输送到 1,4-丁二醇储罐储存。

装车：利用 1,4-丁二醇装车泵将 1,4-丁二醇储罐中的产品经管道输送到汽车装卸站的装车台，通过 1,4-丁二醇装槽鹤管装槽外销，通过地磅进行计量。

装桶：利用 1,4-丁二醇装桶泵将 1,4-丁二醇储罐中的产品经管道输送到装桶棚，采用全自动装桶机装桶外销。通过装桶机的计量装置进行计量。

倒罐：当其中一台储罐在检修、维护或其它原因需要倒空物料时，可以利用 BDO 装车泵通过管道将 BDO 输送到另一台储罐中储存。

1,4-丁二醇装车泵和装桶泵分开设置；管道采用电伴热。

2) 甲醇

卸车：外购甲醇通过汽车运输到甲醇卸车区，通过甲醇卸车鹤管和甲醇卸车泵经管道输送到甲醇储罐储存。

输送：利用甲醇输送泵将甲醇输送到生产装置。

7.6.4 主要设备选择

液体储运设施范围内储罐的容积、数量和型式见下表

序号	名称	容积	数量	型式	储存天数
1	1,4 丁二醇储罐	3000m ³	2	固定拱顶	~14 天
2	甲醇储罐	3000m ³	2	内浮顶	~12 天

7.6.5 安全卫生设施

- 1) 可燃液体储罐组四周设置防火堤，酸碱罐组四周设置围堰。
- 2) 储罐设置高液位报警和联锁，防止储罐溢罐。
- 3) 储罐设置低液位报警和联锁，防止储罐抽空。

- 4) 可燃液体装车管道上合理位置设置紧急切断阀，保证装车的安全。
- 5) 所有设备、管道皆采用静电接地。
- 6) BDO 储罐、甲醇储罐设置氮封系统。

7.7 冷冻站

7.7.1 概述

冷冻站的设置是为本项目提供所需的冷冻水。

各装置冷冻水用量和规格见下表：

装置名称	冷却方式	载冷剂名称	冷水参数		冷水流量t/h		备注
			温度℃	温差℃	平均	最大	
乙炔清净	间接冷却	20%乙二醇水溶液	3/8	5	150	170	连续
甲醛装置	间接冷却	20%乙二醇水溶液	3/8	5	150	170	连续

7.7.2 工艺技术方案

根据工艺装置所需用冷负荷情况，根据全厂工艺余热的情况，冷冻水系统拟采用溴化锂机组，溴化锂机组采用热水作为热源制取冷量。机组进水 8℃，机组出水 3℃，给全厂各用户提供用冷需要。

本工序配置一台 20m³ 的冷冻水缓冲槽，用于冷冻水的缓冲，配备 2 台（1 开 1 备）冷冻水循环泵用于输送冷冻水至全厂用户。溴化锂机组采用热水作为热源制取冷量，采用闭式循环，配置两台热水循环泵，将热水在溴化锂机组和机组热源换热器之间循环。

本工序设置有两台（1 开 1 备）板式换热器，正常工况下采用蒸汽凝液（143℃）将循环热水从 90℃ 加热到 110℃，供溴化锂机组使用。

在无蒸汽凝液工况下，采用低压蒸汽（144℃）或全厂伴热热水（110℃）作为备用热源，加热循环热水保障冷冻站正常运行。

本冷冻站设置 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 1000KW。

7.7.3 流程简述

从用冷装置返回的 8℃ 冷冻回水靠余压回到常压冷水回水槽，经冷水泵加

压至~0.55 MPag（此压力由系统最终确认）送入冷水机组的蒸发器，在此 8℃ 冷水被溴化锂冷却至~3℃后出制冷系统至用户；冷冻水在用户处通过与工艺介质换热，温度升至 8℃再返回本装置，重复上述循环，从而不断地为工艺装置提供合格的冷冻水。

7.7.4 主要设备选型

（1）冷水机组

型式：溴化锂制冷机组

数量：3 台，2 开 1 备

制冷能力：单台 1000kw

（2）冷水回水槽

类型：固定顶，常压

数量：1 台

容积：20m³。

（3）冷水泵

型式：离心式

数量：3 台，2 开 1 备

能力：每台流量 170m³/h，扬程暂按~50m。

7.8 分析化验

7.8.1 概述

根据本项目生产控制需求，本项目集中设置 1 座全厂性中央化验室，不再另设装置车间化验室。中央化验室主要负责本项目的生产原料、辅助材料、产品、副产品、排放物以及各工艺装置生产过程中的各种物料和参数进行生产控制分析和质量检测。

中央化验室要求设置实验室信息管理系统（LIMS），负责化验室的样品管理、分析数据管理、仪器运行状况管理、人员工作管理及产品质量管理。

7.8.2 中央化验室主要任务

本项目中央化验室的主要任务如下：

- 1) 负责本项目的进厂原料、燃料及辅助材料的质量检测分析；
- 2) 负责出厂成品的分析检测和质量检查、监督；
- 3) 负责 BDO 装置装置等各工艺生产装置中间控制指标的分析检测；
- 4) 负责公用工程和辅助设施常规工艺指标的生产控制分析；
- 5) 负责生产过程中间控制分析项目的抽查及监督；
- 6) 负责化验室试剂、标准溶液的配制和去离子水的制备；
- 7) 负责生产过程中间控制分析项目的抽查及监督；
- 8) 负责分析仪器设备日常维护保养；
- 9) 负责分析方法的开发及对全厂分析化验人员培训、调配及技术指导；
- 10) 负责对全厂半成品、成品进行质量抽查、控制，填写半成品、成品质量月报。

7.8.3 中央化验室的面积及组成

根据本项目的规模及工艺检测要求，独立设置一座全厂性中央化验室，面积约 3600 m²，层高不小于 4.5 米，设有：气相色谱室、元素分析室、成品分析室、制样室、ICP/原子吸收室、X-射线荧光分析室、物性分析室、乙炔发气量分析室、仪器分析室、化学分析室、水质分析室、油品分析室、纯水制备室、标液制备及贮存室、加热室、天平室、制样室、液体&气体样品留样室、固体

样品留样室、玻璃仪器室、化学药品储存室、管制药品室、LIMS 系统机柜室、更衣室、办公室、资料室、会议室等。

在中央化验室室外设置有 4 间钢瓶间和 2 间采样车车库，用于存放仪器用各种高纯气体钢瓶和采样车停放。

7.8.4 中央化验室分析仪器设备的配置原则

中央化验室所选的分析仪器设备保证技术先进，质量可靠，经济实用。能够满足生产工艺的测试要求，关键中间控制分析仪器的选择符合安全、对环境友好、分析结果便于数字化传输。具体选型原则如下：

(1) 工艺包专利商提供有分析仪器设备表，则按照该分析仪器设备表进行仪器选型；若未提供分析仪器设备表，则根据分析项目表中的分析项目、控制指标以及分析频率，选择合适的分析仪器设备及数量。

(2) 关键的大型仪器设备采用进口产品，如气相色谱仪、ICP、元素分析仪、离子色谱、红外光谱仪等等。

(3) 国内虽有生产厂，但技术性能不能满足分析测试要求的分析仪器由国外引进。

(4) 国内有生产厂，且技术性能能满足分析测试要求的分析仪器由国内配套解决。

(5) 化验室建立 LIMS 系统，选用的分析仪器须配有网卡或数据传送接口。所有带数据处理的分析仪器应考虑网络连接。

(6) 化验室的设备（家具）除特殊要求外，尽量选择同一类型、统一规格的产品。

7.8.5 中央化验室的空调和通风

中央化验室有良好的集中通风系统，分全室通风和局部通风，通风排放气体加有吸附装置。主要的分析操作室和功能间采用变风量控制系统（VAV）进行全室通风；局部通风采用变风量（VAV）通风柜和定风量排气罩。要求建立微负压补排风系统，使分析室操作间内的压力始终比外面低 5~6 Pa。

中央化验室的功能间内设有通风柜，凡在分析化验过程中释放出有毒有害气体的分析项目，应在通风柜内进行，操作过程中产生的有害气体经风管排至

屋顶放空，主风管应直通屋顶排风口，避免管道拐弯影响抽风效果，且各功能室的分支风管及通风柜应考虑单独开关避免相互串通以防引起交叉污染。

中央化验室要求建立中央空调系统。另外，气相色谱室、硫色谱室、元素分析室、ICP/原子吸收室、红外光谱分析室、天平室、仪器分析室等设置独立空调，以满足精密分析仪器所需的环境温度及湿度要求。

7.8.6 中央化验室的主要公用工程消耗

给排水：新鲜水 8 吨/天，除盐水 3 吨/天，均为间断用水；

总用电量：1500kW，220V；400kW，380V

仪表空气：~1000L/天

仪表氮气：~1000L/天

7.8.7 主要仪器设备表

表 7.8-1 中央化验室主要分析仪器设备表

序号	设备名称	数量	备注
1	气相色谱仪(带色谱工作站)	22	
2	气相色谱仪 (FPD)	2	
3	气相色谱质谱联用仪	1	
4	电感耦合等离子体发射光谱 (ICP)	1	
5	原子吸收光谱仪	1	
6	离子色谱仪	2	阴阳离子各 1 台
7	总硫氮分析仪	1	
8	自动电位滴定仪	4	
9	卡尔费休水分测定仪	4	
10	电子天平 (10kg, 0.1g)	1	
11	电子分析天平 (4000g, 1mg)	2	
12	电子分析天平 (200g, 0.1mg)	4	
13	电子分析天平 (110g, 0.01mg)	1	

序号	设备名称	数量	备注
14	微波消解仪	1	
15	紫外/可见分光光度计	2	
16	超纯水机	2	
17	多参数水质分析仪	2	
18	pH 计（台式）	2	
19	pH 计（便携式）	4	
20	电导率仪（台式）	2	
21	电导率仪（便携式）	4	
22	便携式溶氧仪	2	
23	全自动水中油份测定仪	1	
24	BOD 测定仪（带培养箱）	2	
25	硅酸根分析仪	2	
26	纯水电导率仪	2	
27	便携式余氯仪	2	
28	微量水专用测定仪	2	
29	激光法粒度仪（干法&湿法）	2	
30	振筛机	2	
31	露点仪	4	
32	常量氧分析仪	2	
33	微量氧分析仪	2	
34	可燃气体探测仪	4	
35	有毒气体探测仪	4	
36	熔融指数仪	4	
37	堆密度仪	2	
38	色度计	2	
39	鱼眼测定仪	1	
40	塑料拉伸（弯曲）试验机	1	
41	测厚仪	2	

序号	设备名称	数量	备注
42	悬臂梁、简支梁冲击仪（IZOD 摆锤冲击仪）	1	
43	缺口机	1	
44	洛氏硬度计	1	
45	示差扫描量热仪	1	
46	热负荷变形测试仪	1	
47	注塑机	1	
48	流延膜机	1	
49	压片机	2	
50	傅里叶红外光谱仪	1	
51	波长色散 X 射线光谱仪	1	
52	雾度仪	1	
53	烘箱、马弗炉、搅拌器等其他常规仪器	1 批	
54	实验室信息管理系统（LIMS）	1 批	
55	密闭取样器及取样安装材料	1 批	
56	实验室家具和高纯气体管路	1 批	
57	实验室变风量系统	1 批	
58	化学药品和玻璃器皿	1 批	

7.9 采暖通风及空气调节

7.9.1 概述

本可行性研究范围包括工艺装置(12万吨/年BDO装置以及配套的公用工程、辅助生产设施等所有建筑物内的供暖通风与空气调节设计,本研究遵循现行有关国家或行业标准、规范以及主导专业提供的设计资料及要求,结合项目所在地的气象条件,确定合理的供暖、通风、空气调节技术方案,以提供设备可靠的运行环境,或为操作人员提供安全舒适的工作环境。

7.9.2 室外空气计算参数

本项目位于鄂尔多斯鄂托克旗,根据同纬度就近原则,采用鄂尔多斯市室外气象参数作为设计参数,摘录自《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2015)附录A,如下:

序号	设计用室外气象参数	单位	数值
1	供暖室外计算温度	℃	-16.8
2	冬季通风室外计算温度	℃	-10.5
3	冬季空气调节室外计算温度	℃	-19.6
4	冬季空气调节室外计算相对湿度	%	52
5	夏季通风室外计算温度	℃	24.8
6	夏季通风室外计算相对湿度	%	43
7	夏季空气调节室外计算干球温度	℃	29.1
8	夏季空气调节室外计算湿球温度	℃	19
9	夏季空气调节室外计算日平均温度	℃	24.6
10	冬季室外平均风速	m/s	2.9
11	冬季最多风向	——	SSW
12	冬季室外最多风向的平均风速	m/s	3.1
13	夏季室外平均风速	m/s	3.1
14	夏季最多风向	——	SSW
15	夏季室外最多风向的平均风速	m/s	3.7
16	冬季室外大气压力	hPa	856.7
17	夏季室外大气压力	hPa	849.5
18	冬季日照百分率	%	73
19	最大冻土深度	Cm	150
20	设计计算用供暖期日数($\leq +5^{\circ}\text{C}$)	日	189
21	设计计算用供暖期初日	——	10月20日
22	设计计算用供暖期终日	——	4月5日
23	极端最低温度	℃	-28.4
24	极端最高温度	℃	35.3

7.9.3 室内设计参数

(1) 生产厂房、功能间及辅助用房等室内设计参数遵照主导专业要求或相关规范要求设计。

(2) 常规房间室内设计计算参数见下表：

表 7.9-1 室内设计计算参数

序号	房间名称	冬 季		夏 季	
		温度 (°C)	相对湿度 (%)	温度 (°C)	相对湿度 (%)
1	办公室、会议室、值班室	18	NC	NC	NC
2	分析室、化验室	18	NC	≤26	NC
3	浴室、更衣室	25	NC	NC	NC
4	配电室	NC	NC	≤35	NC
5	机电仪修	15	NC	NC	NC
6	泵房	5	NC	NC	NC
7	卫生间	15	NC	NC	NC
8	现场机柜室、中央控制室	20±2	50±10	26±2	50±10

注：表中*为工艺提出要求或设有舒适性空调时的数据，否则为 NC 即不控制。

7.9.4 采用的标准规范

表 7.9-2 采用的标准规范清单

序号	标准、规范名称	标准、规范号
1	《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》	GB 50019-2015
2	《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》	GB 50736-2012
3	《化工采暖通风与空气调节设计规范》	HG/T 20698-2009
4	《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》	SH/T 3004-2011
5	《控制室设计规范》	HG/T 20508-2014
6	《石油化工控制室抗爆设计规范》	SH/T 3160-2009
7	《石油化工中心化验室设计规范》	SH/T 3103-2009

序号	标准、规范名称	标准、规范号
8	《建筑设计防火规范》	GB 50016-2014
9	《石油化工企业设计防火规范》	GB 50160-2008
10	《火力发电厂与变电站设计防火标准》	GB 50229-2019
11	《工业企业设计卫生标准》	GBZ1-2010
12	《工作场所有害因素职业接触限值》	GBZ2-2007
13	《工业企业噪声控制设计规范》	GB/T 50087-2013
14	《民用建筑热工设计规范》	GB 50176-2016
15	《工业建筑节能设计统一标准》	GB 51245-2017
16	《通风与空调工程施工规范》	GB 50738-2011
17	《通风与空调工程施工质量验收规范》	GB 50243-2016
18	《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》	GB 50242-2016
19	《发电厂供暖通风与空气调节设计规范》	DL/T 5035-2016
20	《化工实验室化验室供暖通风与空气调节设计规范》	HG/T 20711-2019

7.9.5 技术方案

7.9.5.1 供暖

(1) 本项目所在地区日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数为189天，属集中供暖地区，除有特殊要求可不用供暖的建筑物外，其余的生产厂房、库房和辅助建筑物均设计供暖系统。

(2) 根据具体要求及实际条件，在厂区内设置换热站，并靠近界区蒸汽引入点。利用厂区的蒸汽进行汽-水换热，二次侧生成 $95^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ 的供暖用热水，热水经室外供热管网送至各需要供暖的建筑物，用后再经管网返回至换热站，冷凝水由厂区统一回收。

(3) 供暖方式主要采用散热器供暖，散热器选用表面加强防腐处理的钢制柱型散热器。有机械送风要求的建筑，采用热风供暖或散热器与热风供暖相结合的方式；有连续排风要求且又供暖的建筑，除设散热器供暖外，另设补热风系统；对于高大空间且有温度要求的生产厂房，散热器供暖系统仅作为值班供暖系统，保证室内温度为 5°C ，其余负荷由暖风机供暖系统提供。

(4) 室外的供暖供回水管在工艺管廊上架空敷设，由主管廊接至建筑物的供暖管道也架空敷设，如无管廊可利用或不便架设支管廊和架空敷设影响美观的区域，接至建筑物的供暖供回水管由主管廊向下采用保温直埋管直接埋地敷设到建筑物，蒸汽和凝结水管采用地沟敷设方式敷设，同时有上述三种管道的，采用地沟敷设。厂前区供暖室外供回水管采用直埋敷设。

7.9.5.2 通风

(1) 设计通风系统时，首先采用自然通风，当自然通风达不到要求时，辅以机械通风或采用机械通风。

(2) 放散热、蒸汽或有害物质的封闭厂房、库房和建筑物，首先采用局部通风，当局部排风达不到要求时，辅以全面排风或采用全面排风。

(3) 全面通风量按分别计算排除散发的有害物质、余热和余湿所需最小风量中最大值确定。工艺条件有换气次数时直接按工艺条件确定；工艺条件没有具体换气次数或散发至室内的有害物质不确定时，根据有害物质性质和厂房类型，按相关规范规定的换气次数确定。

(4) 工艺装置各生产厂房为敞开式或半敞开式时，采用自然通风方式。

(5) 供配电设施内的配电室，为保证电器设备的正常运转，采用机械通风方式排出室内余热，换气次数8次/小时，通风方式为机械排风自然进风。

(6) 供配电设施内的电缆夹层为排出室内余热，采用机械通风方式排出室内余热，换气次数约6次/小时，通风方式为机械排风自然进风。

(7) 工艺循环水站、除盐水泵房等设计机械排风、自然进风，通风换气次数不小于6次/小时。

(8) 无外窗卫生间等设天花板式换气扇，换气次数约10次/小时。

(9) 建筑物通风系统设备选型采用边墙式排风机、管道式通风机或屋顶通风机；在爆炸危险区内的通风设备采用防爆型；输送的介质含有腐蚀性物质时，通风设备选用防腐型。

(10) 建筑物内的设备、风管布置和防火阀、排烟阀的设置按建筑设计防火规范的要求设计。

(11) 应设置防、排烟设施的厂房或房间不具备自然排烟条件时，设置机械防、排烟设施。

7.9.5.3 空气调节

(1) 本项目所在地夏季空气调节室外计算日平均温度小于 25°C ，根据规范办公室、会议室、值班室、餐厅等仅对人员舒适有要求的房间设空调。

(2) 装置现场机柜室、中央控制室电仪设备发热量比较大，为保证室内设计温度、湿度及空气洁净度要求，并维持室内微正压，设计风冷式恒温恒湿空调系统，空调系统新风经过化学过滤器处理后送入室内。空调设备采用自带冷源风冷恒温恒湿型空调机，空调设备考虑备用，运行设备与备用设备设计自动调节、切换，并与空调系统风管上的防火阀及消防系统联锁。

(3) 具有抗爆结构的现场机柜室、中央控制室空调系统新风引入口及排风出口加装与建筑物围护结构同等抗爆等级的抗爆阀，同时新风入口设置可燃、有毒气体探测报警器，在进风和排风管道上加装密闭性能良好的电动密闭阀，报警时联锁关闭新风和排风机。

(4) 变电所配电室在机械通风不能满足室内温度的情况下，设计风冷柜式空调机制冷降温。

(5) 常规仪表控制室设计分体空调机夏季制冷降温，冬季制热满足室内温度要求。

(6) 化验室设置集中送风系统以补充分析化验设备的排风，送风采用沙尘过滤、加热或冷却等空气处理后再送入分析化验房间。

(7) 装置现场机柜室、中央控制室的风管布置、防火阀的设置应符合国家现行有关建筑设计防火规范的要求，并对空调系统充分考虑和采取减震、消声的措施。

7.9.6 工程消耗

电（最大）： 380/220V， 250 kW

低压蒸汽（采暖期）： 0.5MPa， 10 t/h

低压蒸汽（非采暖期）： 0.5MPa， 0 t/h

7.10 电信

7.10.1 概述

本项目为新建项目，全厂电信设施均为新建，无任何依托。

7.10.2 研究范围及分工

本项目的电信研究范围为界区范围内电信设施，包括：行政及调度电话系统、火灾报警系统、工业电视系统、扩音对讲系统、无线对讲系统、计算机网络系统及界区内的通信线路。

由厂前区办公楼电信中心机房至当地互联网的计算机网络系统光缆，以及至当地市话网的电话中继线路均不属于本研究范围，由业主与当地电信局协商解决；无线对讲系统频率须由业主向当地无线电管理委员会申请。

7.10.3 研究原则

电信系统设置以遵循电信设计标准、规范为原则。采用先进、合理的设计方案，选用可靠、适用的通信设备，以适应企业对管理的现代化、工艺流程的自动化和连续化的要求。为统一指挥、协调生产和装置的安全运行提供完整的通信手段。电信标准和规范如下：

《石油化工企业电信设计规范》	SH/T3153—
2007	
《石油化工装置电信设计规范》	SH/T3028—
2007	
《建筑设计防火规范（2018版）》	GB50016—
2014	
《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB50058—
2014	
《工业电视系统工程设计标准》	GB/T50115—
2019	
《火灾自动报警系统设计规范》	GB50116—
2013	
《石油化工企业设计防火标准（2018版）》	GB50160—
2008	

- 《火灾自动报警系统施工及验收标准》 GB50166—
2019
- 《通信管道与通道工程设计标准》 GB50373—
2019
- 《综合布线系统工程设计规范》
GB50311-2016
- 《综合布线系统工程验收规范》
GB/T50312-2016
- 《爆炸性环境 第 1 部分：设备通用要求》
GB3836.1-2010
- 《爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设 备》 GB3836.2-2010
- 《爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的设 备》 GB3836.3-2010
- 《爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设 备》 GB3836.4-2010

7.10.4 行政及调度电话系统

为满足本项目的需要和对现代化管理的要求，在厂区内设置行政及调度电话系统。在厂前区办公楼电信中心机房设置行政调度一体化IP软交换系统，各建筑内的行政及调度电话通过计算机网络系统与该IP软交换系统相连。考虑到厂区各建筑物对行政及调度电话数量的需求，同时考虑系统的预留容量，IP软交换系统配置不少于500门话音交换处理能力的核心服务器，初装容量不小于200门。

IP软交换系统配置中继网关，提供到 PSTN 接入；系统配置调度话音服务器，实现强插强拆、一键拨号等调度话音需求；同时配置录音服务器、会议电话服务器等应用类服务器，以解决调度、会议和行政办公的通话需求。

行政及调度电话分机设在办公楼、现场控制室、变电所等建筑物内的办公室、配电室、值班室等有人值守且与生产密切相关的工作岗位。行政及调度电话分机可以根据需要及工作岗位的性质设置通话等级。

IP软交换系统采用UPS电源供电。

IP软交换系统采用单独接地时接地电阻不应大于4欧姆，当采用共用接地时接地电阻不应大于1欧姆。

7.10.5 火灾报警系统

根据消防规范要求，为便于火灾的探测与报警，本项目设置火灾自动报警系统。火灾报警控制器采用智能型二总线编码设备，在各现场控制室间分别设置琴台式或机柜式火灾报警控制器及图形显示装置，各控制器负责本厂区内的火灾报警系统。

在各厂区办公室、变电室、控制室、柴油发电机房和电缆夹层等室内安全区域，采用点型感温探测器、感烟探测器；在电缆夹层及室内电缆沟内设置缆式线型感温探测器；在主要通道或楼梯口设置手动报警按钮，并使用声光报警器作为警报设施；在室内消火栓箱处设置消火栓按钮。根据现场环境状况分别采用普通型、全天候型火灾报警设备。

在有爆炸危险性的装置区域内，分别设置防爆型火焰探测器、防爆编码型手动报警按钮和防爆型声光报警器。系统设有防爆声光报警器驱动模块，以保证当探测器、手动报警按钮和信号输入模块等动作时，所有声光报警器将立即自动启动。手动报警按钮和声光报警器应设在疏散通道、出入口处、巡检道路旁或经常有人经过的地方。

各厂区内重要消防联动设备由火灾报警控制器联动控制启动，同时也应通过硬线连接至各厂区现场控制室火灾报警控制器的手动控制盘。

消防应急广播在生产装置区利用扩音对讲系统的扬声器，当火灾发生时，可以手动或自动启动广播应急信息。各现场控制室、配电室等建筑物内的应急广播，利用火灾报警系统自带的应急广播设备和扬声器实现。

各厂区的变配电室、通风和空调机房、防排烟机房及其他与消防联动控制有关的且经常有人值班的机房内设置消防电话分机。消防电话为总线制系统，接入各厂区现场控制室内的消防电话主机。

火灾报警系统的主电源为AC220V，由消防电源供电。当交流电源停电时，备有DC24V直流电源，以确保消防系统的供电。

火灾报警系统采用单独接地时接地电阻不应大于4欧姆，当采用共用接地时接地电阻不应大于1欧姆。

7.10.6 工业电视系统

为满足安全及生产管理的需要，本项目各厂区内均设置工业电视系统。工

业电视系统由摄像、传输、控制及监视四部分组成。系统采用全IP网络结构形式，设置专网进行传输，显示和记录分辨率不低于1080P。

在生产装置区、罐区及辅助设施区域内设置摄像机，显示和记录分辨率不低于1080P，前端摄像机根据现场环境状况分别采用室内型、全天候型及防爆型摄像机。

在各厂区现场控制室分别设置1台工业电视系统工作站，用于显示本厂区内的摄像机图像，同时操作人员可对厂区内的摄像机进行实时控制。各厂区工业电视系统设置网络视频存储设备，其一次录像时间不小于30天。

工业电视系统设有与计算机局域网的接口，局域网中各授权计算机均可独立观看控制各摄像机的画面。

工业电视系统采用UPS电源供电。

工业电视系统采用单独接地时接地电阻不应大于4欧姆，当采用共用接地时接地电阻不应大于1欧姆。

7.10.7 扩音对讲系统

为方便界区内各室外岗位和流动岗位的通信要求，加强控制室对生产现场的调度和监控，本项目各厂区均设置一套无主机扩音对讲系统。扩音对讲系统为双向扩音双向通话，系统机柜安装各厂区现场控制室内。

扩音对讲系统采用分散放大、低电平传输的方式，所有话站并联工作，随时可以任意扩充话站数量和迁移话站位置。每台话站独立工作，任何一台话站发生故障时，不应影响其它话站的工作。扩音对讲系统共有5个通话通道，1个呼叫通道可以随时找到流动的工作人员，并可同时有10个以内话站进行通话。话站本身的扬声器或邻近的扬声器应能被静噪，以消除声音反馈。

系统通过外线电话接口可与电话系统联网，通过信号发生器接口可用不同的声调发出事故和火警信号。

系统可与火灾报警系统、可燃气体泄漏报警系统等系统联网，当生产装置出现火警、可燃气体泄漏等事故时，扩音对讲系统可用于事故信息广播。

在主要生产岗位或环境恶劣、噪音大的工作场所设置扩音对讲话站和扬声器。在爆炸危险场所采用防爆产品。

扩音对讲系统采用UPS电源供电。

扩音对讲系统采用单独接地时接地电阻不应大于4欧姆,当采用共用接地时接地电阻不应大于1欧姆。

7.10.8 无线对讲系统

为便于控制室与所属岗位或巡检人员之间联系,及开停车、大、中修时现场指挥的通信联络,本项目各厂区分别设置本安型无线对讲电话20台。

7.10.9 计算机网络系统

为满足工作和计算机通信的需要,本项目建立一套星型拓扑结构的数据通信网,计算机网络核心交换机、防火墙、路由器等网络中心设备设置在办公楼电信机房内。计算机局域网设置在中央化验室、各厂区现场控制室、门卫等需要语音及信息服务的建筑物内。

在同时设有电话设施和计算机局域网设施的建筑物内,为使电话端口、数据端口可以通过配线架上的跳接很方便地互换,采用建筑物综合布线系统(PDS)。

本系统采用六类非屏蔽布线设备和材料,配线设备采用迅接口式配线架。水平布线采用Cat6-4UTP,以楼层配线间为中心,星状布线;在工作区内一般采用暗配双孔综合布线插座,安装在墙壁上或办公家具隔板汇线槽上。当安装在墙壁上时,安装底标高为室内地面上300mm。

计算机网络系统采用UPS电源供电。

计算机网络系统需做接地处理,单独接地时接地电阻需小于4欧姆,共用接地时其电阻不大于1欧姆。

7.10.10 界区内通信线路

界区内通信线路包括:电话系统、火灾报警系统、工业电视系统、扩音对讲系统和计算机网络系统等线路。

电话系统主干电缆采用HYA型市话电;在建筑物内和计算机局域网设施统一采用综合布线系统。

火灾报警系统信号线采用NH-RVS-2x1.5 耐火型双绞软线,电源线采用NH-RVV-2x2.5耐火型电缆;厂区主干电缆采用NH-DJYPV-2x2x2.5耐火型屏蔽信号电缆;隔爆型手动报警按钮、声光报警器的线路采用NH-KVV-2x1.5控制电缆;消防广播线路采用NH-RVVP-2x1.5 电缆;消防电话线路采用

NH-RVVP-2x1.5电缆。

由工业电视机柜至现场控制箱的视频信号及控制信号采用**4**芯单模光缆传输，电源线采用阻燃电缆**ZR-RVV-3x2.5**电缆。由工业电视控制箱至摄像机的电缆采用多芯综合线（网络+电源）。

扩音对讲系统线路，其主干电缆采用专用电缆**HAVP-13x32x0.15+4x48x0.2**，扬声器电缆采用**HAV-2x32x0.15**。

计算机网络系统主干线路采用**24**芯单模光缆。

通信线路敷设方式可根据具体情况采用直埋、电信管道、沿建筑物暗设、穿钢管或电缆桥架沿建（构）筑物架空敷设的敷设方式。

7.10.11 附件《电信系统一览表》

电信系统一览表			
1	电话系统	1	套
2	火灾报警系统	1	套
3	工业电视系统	1	套
4	扩音对讲系统	1	套
5	无线对讲系统	1	套
6	计算机网络系统	1	套

7.11 火炬

7.11.1 概述

本项目火炬系统用于处理正常操作时的连续或频繁间歇排放气、开停车期间的排放气以及事故或非正常工况的排放气，以保证人员与化工生产装置的安全。同时有效减少对环境的污染。

7.11.2 标准规范

本项目火炬系统设计主要遵循的标准规范：

标准规范名称	适用标准规范代号
《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》	SH3009-2013
《石油化工企业设计防火规范》	GB50160-2018
《石油化工企业排气筒和火炬塔架设计规范》	SHJ3029-2014
《大气污染物综合排放标准》	GB16297-1996
《石油化学工业污染物排放标准》	GB31571-2015

7.11.3 火炬设计原则

火炬是全厂最后一道安全防护设施，为保证火炬在工艺装置发生事故时能安全处理事故排放气，火炬系统的设置应满足下列原则。

7.11.3.1 火炬设计负荷选择

对于生产装置产生的排放气，在确定火炬设计负荷时，应遵循如下原则：

- (1) 在工艺装置开停车及发生某一事故时，相关的安全阀或泄压阀，如不同时排放，则其泄放量不应简单叠加；
- (2) 应考虑工艺自动控制系统中，自动联锁对排放量削减和错峰排放的影响；
- (3) 不考虑同时发生两种事故的工况，对不同事故发生的排放条件不进行组合；
- (4) 不考虑不可抗拒因素引起事故对排放系统的影响。

7.11.3.2 火炬设计原则

不同性质的火炬气需经不同的火炬总管送往不同的火炬头分类处理。

高架火炬的火炬头是火炬系统中的关键设备，需确保火炬气的火焰稳定性

和较高的燃尽率，保证对火炬气的处理满足环保要求。对于燃烧烃类火炬气的火炬头，通常需要增设蒸汽喷射以消除烃类排放气燃烧时产生的黑烟。

火炬总管进入火炬前应设有分液罐，分液罐应能分离出火炬气中可能携带的直径 $300\mu\text{m}$ ~ $600\mu\text{m}$ 的液滴，以防止燃烧时产生“火雨”。

在火炬头下部设动密封充入氮气保持微正压以防止空气进入火炬筒体；

在总管进入火炬筒体前应设有水封罐防止发生回火。

酸性气火炬为防止酸性气遇水腐蚀金属材料，不用水封罐。为防止回火，通常自分液罐通入氮气以在酸性气火炬筒体内保持一定的正压。

7.11.3.3 火炬热辐射

计算火炬高度时，允许热辐射强度取值如下：

- (1) 厂外居民区、公共福利设施、村庄等公众人员活动的区域，允许辐射热强度应小于等于 $1.58\text{kW}/\text{m}^2$ 。
- (2) 对相邻同类企业及油库的人员稀少区域、石油化工厂内部的行政管理区域的允许辐射热强度应小于等于 $2.33\text{kW}/\text{m}^2$ 。
- (3) 对于石油化工厂内部的生产装置的允许辐射热强度应小于等于 $3.2\text{kW}/\text{m}^2$ 。
- (4) 火炬设施的分液罐、水封罐、泵等布置区域允许辐射热强度应小于等于 $9.0\text{kW}/\text{m}^2$ ，当该区域的辐射热强度大于 $6.3\text{kW}/\text{m}^2$ 时，应设置操作或检修人员安全躲避场所。

7.11.4 火炬系统设置

本项目压力较高的火炬气如 BDO 精馏排放气、氢气送建元焦化厂主火炬（本项目北边区域）。

本项目新建乙炔火炬，处理来自乙炔发生、乙炔压缩机、炔化反应器、乙炔清净系统等各工序的排放乙炔气体。

根据排放乙炔气体压力的不同，本火炬系统设 2 个火炬系统：高压乙炔气火炬系统和低压乙炔气火炬系统。

7.12 建筑

7.12.1 设计原则

- 1) 建筑设计应贯彻“经济、适用，在可能条件下注意美观”的原则。
- 2) 建、构筑物的设计应满足工艺流程和生产管理的要求，方便操作，便于安装和检修。
- 3) 建筑设计应尽量做到标准化、定型化和系列化。积极采用工厂布置一体化，生产装置露天化的原则。
- 4) 建筑设计应注意因地制宜，就地取材，积极慎重地采用新技术和新材料。所选用的材料应是经过同类型装置考验过的、能满足设计要求。
- 5) 建筑设计应充分考虑当地的自然条件，因地制宜，积极结合当地的材料、构件供应和施工条件，采用新技术、新材料、新结构，建筑风格力求统一协调。
- 6) 根据化工生产的特点，按国家现行规范，妥善地处理防火、防爆、防腐蚀、防污染、防噪声等的要求。
- 7) 建筑结构设计应认真贯彻执行国家的建筑法规，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。
- 8) 主要装置优先采用整体现浇钢筋混凝土结构和钢结构，次要构件优先采用定型的、标准化的结构构件，以减少制作、安装工作量。
- 9) 节能处理
 - a. 建筑布置尽量做到南北向，充分利用自然能源。
 - b. 采用密闭性和节能良好的节能型塑钢窗，建筑平屋顶采用保温屋面，有效节约能源；建筑尽量考虑采用自然采光和通风。
 - c. 厂前区建筑的屋面、外墙、外窗等围护结构的传热系数应符合《工业建筑节能设计统一标准》GB51245-2017 的规定。
- 10) 建筑立面处理本着简洁、现代、大方的原则，使全厂建筑的形象体现时代气息。

7.12.2 主要设计规范

标准号	标准名称
GB 50016-2014	建筑设计防火规范（2018 年版）
GB 50222-2017	建筑内部装修设计防火规范

标准号	标准名称
GB 50037-2013	建筑地面设计规范
GB 50160-2008	石油化工企业设计防火标准（2018 年版）
GB 50345-2012	屋面工程技术规范
GB 50779-2012	石油化工控制室抗爆设计规范
GB/T 50001-2017	房屋建筑制图统一标准
SH 3137-2013	石油化工钢结构防火保护技术规范
GB/T 50046-2018	工业建筑防腐蚀设计标准
GB 14907-2018	钢结构防火涂料
SH 3017-2013	石油化工生产建筑设计规范
GB 50351-2014	储罐区防火堤设计规范
GB 50229-2019	火力发电厂与变电站设计防火标准
GB/T 50934-2013	石油化工工程防渗技术
GB 51245-2017	工业建筑节能设计统一标准
GB 50108-2008	地下工程防水技术规范

7.12.3 设计范围

- 1) 工艺装置： BDO 装置（含甲醛合成、乙炔发生、BDO、废液废气焚烧）。
- 2) 公用工程： 供热、冷凝液精制、循环冷却水站、供配电设施、中央控制室、消防水站。
- 3) 辅助生产设施： 固体贮运设施、液体储运中心、火炬、中央化验室。
- 4) 服务设施： 综合办公楼、门房大门。

7.12.4 建筑设计

1. 墙体

a. 钢结构建筑采用双面金属复合岩棉夹芯板或轻型泄爆板。 金属板采用镀锌铝基板，

单层板厚 0.7mm，金属复合外板厚 0.6mm，金属复合内板厚 0.5mm。

b. 钢筋混凝土框架结构建筑外墙采用 300 厚蒸压加气混凝土砌块，内墙体采用 200 厚蒸压加气混凝土砌块隔墙。

c. 需做节能设计的建筑，其外墙设保温层（防火等级不低于 B1 级），厚度

按节能计算结果确定。

2. 门窗

a. 生产厂房（仓库）外门采用平开成品钢门、钢制防火门、钢大门、平开钢质保温门、轻质夹芯板门、卷帘门等。厂前区办公楼外门采用铝合金门。

b. 生产厂房（仓库）内门采用平开成品钢门、成品木门、防火门。综合楼内门采用木门。

c. 生产厂房（仓库）窗户采用节能型塑钢窗、厂前区建筑采用断桥铝合金窗，变压器室采用钢窗和钢百叶窗等。

d. 跨度大于 15 米的厂房屋面应设置采光带，并根据功能要求设置屋顶通风器或通风帽等设施。

3. 楼地面

a. 生产厂房（仓库）建筑楼地面采用耐磨混凝土楼地面、水泥砂浆楼地面、水泥自流平地面、防滑地砖。

b. 中央控制室、电气控制室和仪表控制室采用防静电活动地板。

c. 有液体腐蚀介质接触的地坪采用耐酸、碱石材地坪或树脂类整体砂浆楼地面。

d. 有比空气重的可燃气体的甲类厂房和有粉尘、纤维爆炸危险的乙类厂房采用不发火花、防静电楼地面。

e. 综合办公楼、中央化验室、办公用房和卫生间采用防滑地砖。

4. 屋面

a. 钢筋混凝土框架平屋面采用有组织排水方式，排水坡度为 2%，找坡长度大于 9 米时

结构找坡，坡度不小于 3%，内檐沟及天沟的坡度为 1%。屋面保温采用阻燃型挤塑聚苯

乙烯保温板。

b. 防水层采用 SBS 高聚物改性沥青防水卷材，一般性建筑防水等级按 II 级设计，重要

建筑和高层建筑的防水等级按 I 级设计（如变配电室、中央控制室、现场机柜间和综

合楼)。

c. 轻钢结构采用复合夹芯压型钢板屋面，排水坡度为 5%~10%。保温材料采用 100 厚

的超细玻璃棉或岩棉。

5. 防腐

a. 凡有腐蚀介质的建、构筑物应根据介质类别、腐蚀程度合理设防。有液相腐蚀者，主要在沟槽、楼地面设防；有气相腐蚀者，楼地面及墙面、顶棚、立面设防。

b. 防腐的地面采用耐酸碱石材铺贴、乙烯基脂树脂胶泥（砂浆）结合层，树脂玻璃钢隔离层或采用树脂类整体砂浆楼地面。地沟盖板采用玻璃钢格栅。

c. 钢构件刷丙烯酸聚氨酯防锈漆，涂刷厚度应符合《工业建筑涂装设计规范》GB/T51082-2015 的规定。

d. 根据《工业建筑防腐蚀设计标准》的规定，针对楼地面有腐蚀介质作用者尽可能采取分片局部设防。

7.12.5 装修

a. 外墙面采用水泥砂浆刷丙烯酸外墙涂料。

b. 内墙面采用混合砂浆刷无机内墙涂料。

c. 一般生产厂房及辅助建筑顶棚采用膏灰腻子打底抹平刷无机涂料。控制室、机柜间和办公楼采用轻钢龙骨吊顶，外墙贴燃烧性能不低于 A 级保温材料。

7.12.6 防火设计

a. 有易燃、易爆危险性的建、构筑物，均按《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）及《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008（2018 年版）的有关规定进行设计。

b. 在工艺条件允许的情况下，甲、乙类建筑采用开敞或半开敞式设计，需要围护的建筑采用质量不大于 60Kg/m²的金属复合岩棉夹芯板或轻质泄爆板，屋面采用金属复合岩棉夹芯板，各建筑物的耐火等级均不小于二级，建筑承重构件及材料均采用非燃烧体进行设计。

c. 建筑设计遵守《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）和《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008（2018 年版）规定，对有爆炸危险

的建(构)筑物地面采用不发火花、防静电水泥砂浆或不发火花、防静电混凝土地面。

d. 建构筑物的安全出口数量、楼梯数量及疏散距离均按《建筑防火设计规范》GB 50016-2014(2018 年版)及《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008(2018 年版)的有关规定进行设计。

e. 钢结构建筑物承重的梁、柱、钢屋架等构件按《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 的规定进行防火保护设计。

f. 钢构筑物及爆炸区域内的钢管架、支撑设备的承重梁、柱、钢支撑等构件按《石油化工企业设计防火标准》GB50160-2008(2018 年版)的规定进行防火保护设计。甲、乙 A 类液体设备的承重钢支架、构架、裙座涂刷防火涂料。爆炸危险区域范围内主管廊的钢管架底层支承管道的梁柱,地面上 4.5m 范围内的支承管道的梁柱涂刷防火涂料。防火涂料耐火极限不小于 2.0 小时。

g. 甲、乙类工艺生产装置和压缩机厂房采用全敞开式设计,各厂房的安全出口分散布置,相邻二个安全出口最近边缘之间的水平距离大于 5 米。

h. 中央控制楼、现场机柜间为钢筋混凝土抗爆结构,并远离有爆炸危险的生产装置,防止装置发生爆炸时冲击波对控制室造成危害。

j. 甲、乙和丙类液体贮罐区四周设 300 厚钢筋混凝土防火堤,堤高暂定为 1.2 米。

7.12.7 防渗设计

工艺生产装置区和罐区内的地坪按一般污染防渗钢筋混凝土地坪设计, C25 混凝土的厚度不小于 100mm, 抗渗等级不小于 P6, 含有污染介子的地下水池、沟槽、地下设备槽和罐区环墙式基础按重点污染防渗钢筋混凝土地坪设计, C30 混凝土的抗渗等级不小于 P8, 设计构造要求按《石油化工工程防渗技术》GBT 50934-2013 的规定进行。

7.13 结构

7.13.1 结构设计概述

7.13.1.1 范围

工艺装置: BDO 装置(含甲醛合成、乙炔发生、BDO 合成、废液废气焚烧、废硫酸再

生)。

公用工程：一次水站（消防水站与一次水站合建）、冷凝液精制、回用水站、循环冷却水站（布置在装置界区）、污水处理站、零排装置、供配电设施、中央控制室等。

辅助生产设施：固体贮运设施、液体中间罐区、火炬、消防站、中央化验室设施等。

7.13.1.2 设计标准规范和标准图集

序号	标准号	标准名称
1	GB/T500001-2017	《房屋建筑制图统一标准》
2	GB/T50105-2001	《建筑结构制图标准》
3	GB/T50083-97	《建筑结构设计术语和符号标准》
4	GB50068-2018	《建筑结构可靠度设计统一标准》
5	GB50223-2008	《建筑工程抗震设防分类标准》
6	GB50453-2008	《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》
7	GB50011-2010	《建筑抗震设计规范》(2016 年版)
8	GB50191-2012	《构筑物抗震设计规范》
9	GB50009-2012	《建筑结构荷载规范》
10	GB50010-2010	《混凝土结构设计规范》(2015 年版)
11	GB50003-2011	《砌体结构设计规范》
12	GB50017-2017	《钢结构设计标准》
13	GB50661-2011	《钢结构焊接规范》
14	GBJ135-2019	《高耸结构设计标准》
15	GB50051-2013	《烟囱设计规范》
16	GB50021-2001	《岩土工程勘察规范》(2009 版)
17	GB50007-2011	《建筑地基基础设计规范》
18	JGJ94-2008	《建筑桩基技术规范》
19	JGJ106-2014	《建筑基桩检测技术规范》
20	JGJ79-2012	《建筑地基处理技术规范》
21	JGJ118-2011	《冻土地区建筑地基基础设计规范》
22	GB/T50476-2019	《混凝土结构耐久性设计标准》
23	GB50046-2018	《工业建筑防腐蚀设计标准》

24	GB50108-2008	《地下工程防水技术规范》
25	GB50069-2016	《给水排水工程构筑物结构设计规范》
30	GB50351-2014	《贮罐区防火堤设计规范》
31	GB50040-2020	《动力机器基础设计标准》
33	GB50018-2016	《冷弯薄壁型钢结构技术规范》
34	GB/T11263-2017	《热扎 H 型钢和剖分 T 型钢》
35	GB1019-2014	《化工工程管墩管架设计规范》
36	HG/T20674-2017	《化工建构筑物荷载设计规定》
37	JGJ 3-2010	《高层建筑混凝土结构技术规程》

7.13.2 结构技术方案选择

7.13.2.1 结构工程设计原则的确定

贯彻执行国家的技术经济政策，结构设计应做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。

从工程实际出发，考虑当地的建筑材料供应条件和施工队伍的生产能力，合理选用材料、结构方案、构造措施，以满足生产、使用和检修要求,保证足够的强度、刚度和稳定性。

严格按照国家和地方现行有关设计规范、规程、标准执行。

为了保证施工质量及施工进度，设计尽量采用标准设计，主要采用国家标准或行业标准。

7.13.2.2 结构工程方案的选择

对于多层建构筑物厂前区采用框架结构，装置区采用钢框架结构；对于单层且跨度大的厂房可选用钢筋混凝土排架结构或门式刚架结构；设备基础采用钢筋混凝土结构；所有池类均采用钢筋混凝土结构；所有管廊采用钢结构。

7.13.2.3 结构材料的选择

(1) 钢筋：

HPB300($f_y=270\text{N/mm}^2$)、HRB335($f_y=300\text{N/mm}^2$)、HRB400($f_y=360\text{N/mm}^2$)。

(2) 混凝土材料:

C15($f_c=7.2\text{N/mm}^2$) 、 C20($f_c=9.6\text{N/mm}^2$) 、 C25($f_c=11.9\text{N/mm}^2$) 、
C30($f_c=14.3\text{N/mm}^2$) 、 C35($f_c=16.7\text{N/mm}^2$) 、 C40($f_c=19.1\text{N/mm}^2$) 、
C45($f_c=21.1\text{N/mm}^2$)、C50($f_c=23.1\text{N/mm}^2$)。

(3) 结构钢材

Q235-B、Q355-B;

(4) 焊条

E43XX、 E50XX

(5) 普通螺栓

Q235-B, 高强螺栓 20MnTi。

(6) 混凝土强度等级的规定:

基础垫层: C20

建、构筑物钢筋混凝土基础: C20、C25、C30、C35、C40

砌体结构条形基础、C15 毛石混凝土

设备基础: 配筋 C30、C35、C40

不配筋 C25

二次浇灌(细石混凝土) 比基础标号高出一级, 但不得低于 C25

现浇钢筋混凝土板、梁、柱 C30、C35、C40、C45、C50

预制钢筋混凝土板、梁、柱 C30、C35、C40

预应力钢筋混凝土构件 C40、C50

防水混凝土 C30、C35、C40

现浇混凝土水池 C30、C35、C40

地沟、排水沟 C20

7.13.2.4 抗震设计

拟建场地位于鄂尔多斯市鄂托克旗棋盘井镇棋盘井工业园。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2015), 棋盘井镇区域地震峰值加速度为 0.20g, 反应特征周期 0.40s, 抗震设防烈度 8 度。根据《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008) 第 3.0.3 条的规定, 本工程应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用; 抗震设防类别为乙类的建构筑物, 应按高于本地区

抗震设防烈度提高一度（即 9 度）的要求采取抗震措施，抗震设防类别为丙类建筑物，应按本地区抗震设防烈度采取抗震措施。

结构抗震体系应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径；应避免因部分结构和构件破坏而导致整个结构丧失抗震能力或对重力荷载的承载能力；应具备必要的抗震承载力、良好的变形能力和消耗地震能量的能力；宜有多道防线；宜具有合理的刚度和承载力分布，避免因局部削弱或突变形成薄弱部位，产生过大的应力集中或塑性变形集中；结构在两个主轴方向的动力特性宜相近。

7.13.2.5 基础设计和地基处理

本区底层岩性较为简单，主要出露的地层已中生界白垩系下统与第四系全新统地层为主。在构造体系上，本区位于鄂尔多斯盆地的中部、西部。岩层褶皱、断层、劈理等地质构造现象很不发育，底层产状近于水平，未见火成岩活动。具体地质情况有待场地初步勘察后揭露。

对上部结构荷载不大，且对地基变形要求不高的轻型建（构）筑物，优先采用天然地基基础，不能满足要求时采用处理后地基或桩基础；对于荷载较大、拔力较大的、对变形要求较高的，天然地基无法满足要求的，采用处理后地基或桩基础。若采用桩基，施工前应进行试桩，以确定单桩竖向承载力特征值和水平承载力特征值。

7.13.3 结构选型

1、BDO 中的建构筑物上部拟采用钢结构，基础根据场地勘察结果选择采用天然地基、处理后地基或桩基础；设备基础优先采用天然地基，承载力不满足要求时采用处理后地基或桩基础。

2、公用工程中的原水净化站、回用水站、循环冷却水站、零排装置、供配电设施、中央控制室、消防水站拟采用钢筋混凝土结构，基础根据场地勘察结果选择采用天然地基、处理后地基或桩基础。

3、固体贮运设施、液体储运、中央化验室设施等实施拟采用钢筋混凝土结构，基础根据场地勘察结果选择采用天然地基、处理后地基或桩基础。

4、火炬等大型设备基础采用钢筋混凝土整板基础。

5、内管、外管等上部采用钢结构，基础根据场地勘察结果选择采用天然地基、处理后地基或桩基础。

第八章 节能节水

8.1 节能概述

本项目以氢气、电石、甲醇为原料，产品为 BDO。为了提高资源和能量转化效率，降低生产成本，提高企业经济效益，减少温室气体和其他污染物排放、保护环境，本项目认真贯彻执行国家关于节能设计的有关法律、法规、规范和规定。

本项目对于工厂生产规模、产品方案、总工艺流程、各装置技术方案及系列数、各装置主要操作条件及控制方案、主要设备选型和配置方案、各蒸汽压力等级的确定、工艺余热的回收利用等与节能降耗密切相关的问题，都已进行了比较全面的技术经济比较和优化。

本项目通过采取目前国内外合理可行的节能技术、设备、材料和措施，节能减排效果较好。

经计算，本项目年消耗 10.07 万吨标煤；吨 BDO 能耗为 0.881 吨标煤。

根据《1,4-丁二醇单位产品能耗消耗限额 GB 31284-2015》中要求，炔醛法新建或改扩建项目的 1,4-丁二醇生产装置单位产品能耗准入值为 ≤ 1.08 吨标煤/吨 BDO 产品，先进值为 ≤ 0.95 吨标煤/吨 BDO 产品，本项目吨 BDO 产品能耗满足国家规定先进值的要求。

本项目以氢气、电石、甲醇为原料生产 BDO 产品，单位产品综合能耗较低，能源转化效率较高，能源利用是合理的，并且对于维护国家能源安全，促进当地经济社会又好又快发展具有重要意义。

8.2 遵循的法律、法规、标准和规范

8.2.1 相关法律法规和规划

- (1) 中华人民共和国节约能源法
- (2) 中华人民共和国可再生能源法
- (3) 中华人民共和国电力法
- (4) 中华人民共和国建筑法

- (5) 中华人民共和国清洁生产促进法
- (6) 清洁生产审核办法（国家发展改革委、国家环保部令第 38 号）
- (7) 重点用能单位节能管理办法（国家发改委令〔2018〕15 号）
- (8) 民用建筑节能管理规定（建设部令第 143 号）
- (9) 节能中长期专项规划（发改环资【2004】2505 号）

8.2.2 产业政策和准入条件等

- (1) 产业结构调整指导目录(2019 年)
- (2) 关于规范煤化工产业有序发展的通知（发改产业（2011）635 号）
- (3) 中国节能技术政策大纲（2006）
- (4) 热电联产管理办法（发改能源【2016】617 号）
- (5) 国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术(国家发改委 2005 第 65 号)

8.2.3 工业类相关标准和规范

8.2.3.1 管理及设计方面的标准和规范

- (1) 工业企业能源管理导则（GB/T15587-2008）
- (2) 发电厂和变电所照明设计技术规定（DL/T5390-2014）
- (3) 火力发电厂电能平衡导则（DL/T606.4-1996(2005 复审)）
- (4) 热电联产项目可行性研究技术规定（计基础【2001】26 号）
- (5) 石油化工厂合理利用能源设计导则（SH3003-2000）
- (6) 工业设备及管道绝热工程设计规范（GB50264—2013）
- (7) 工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范（GB50185-2010）
- (8) 石油工业加热炉型式与基本参数（SY/T0540-2006）
- (9) 用能单位能源计量器具配备和管理通则（GB17167-2006）

8.2.3.2 产品能耗定（限）额方面的标准

- (1) 九种高耗电产品电耗最高限额（国经贸资源【2000】1256 号）

8.2.3.3 合理用能方面的标准

- (1) 评价企业合理用电技术导则 (GB/T3485-1998)
- (2) 评价企业合理用热技术导则 (GB/T3486-1993)
- (3) 石油企业能源综合利用技术导则 (ST/T6375-1998)
- (4) 工业炉窑保温技术通则 (GB/T16618-1996)
- (5) 蒸汽供热系统凝结水回收及蒸汽疏水阀技术管理要求 (GB/T12712-1991)
- (6) 设备及管道保温保冷技术通则 (GB/T11790-1996)
- (7) 设备及管道保温保冷设计导则 (GB/T15586-1995)
- (8) 设备及管道保冷效果的测试与评价 (GB/T16617-1996)
- (9) 设备及管道保温效果的测试与评价 (GB/T8174-2008)
- (10) 节电措施经济效益计算与评价方法 (GB/T13471-2008)
- (11) 工业锅炉及火焰加热炉烟气余热资源量计算方法与利用导则 (GB/T17719-2009)

8.2.3.4 工业设备能效方面的标准

- (1) 清水离心泵能效限定值及节能评价值 (GB19762-2007)
- (2) 中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级 (GB18613-2006)
- (3) 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级 (GB19153-2009)
- (4) 三相配电变压器能效限定值及能效等级 (GB20052-2013)
- (5) 通风机能效限定值及能效等级 (GB19761-2009)
- (6) 工业燃料加热装置能耗限值 (JC569-1994)
- (7) 冷水机组能效限定值及能效等级 (GB19577-2015)

8.2.3.5 建筑类相关标准和规范

- (1) 公共建筑节能设计标准 (GB50189-2005)
- (2) 绿色建筑评价标准 (GB/T50378-2019)
- (3) 绿色建筑技术导则(建科【2005】199号)
- (4) 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012

- (5) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015
- (6) 城市热力网设计规范 (CJJ34-2002;J216-2002)
- (7) 通风与空调工程施工质量验收规范 (GB/T50243-2016)
- (8) 外墙外保温工程技术标准 (JGJ144-2019)
- (9) 民用建筑热工设计规范 (GB50176-2016)
- (10) 建筑照明设计标准 (GB50034-2013)
- (11) 建筑采光设计标准 (GB/T50033-2013)
- (12) 城市道路照明设计标准 (CJJ45-2015)
- (13) 城市供热管网工程质量检验评定标准 (CJJ38-90)
- (14) 城镇燃气设计规范 (GB50028—2006)
- (15) 民用建筑电气设计规范 (JGJ/T16-2008)
- (16) 空调通风系统运行管理标准 (GB50365-2019)

8.2.3.6 相关终端用能产品能效标准

- (1) 管形荧光灯镇流器能效限定值及能效等级 (GB17896-2012)
- (2) 普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级 (GB19043-2013)
- (3) 普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级 (GB19044-2013)
- (4) 单端荧光灯能效限定值及节能评价值 (GB19415-2013)
- (5) 高压钠灯能效限定值及能效等级 (GB19573-2004)
- (6) 高压钠灯用镇流器能效限定值及节能评价值 (GB19574-2004)
- (7) 金属卤化物灯用镇流器能效限定值及能效等级 (GB20053-2015)
- (8) 金属卤化物灯能效限定值及能效等级 (GB20054-2015)
- (9) 单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级 (GB19576-2004)
- (10) 乘用车燃料消耗量限值 (GB19578-2004)

8.2.4 有关计算方法

- (1) 《石油化工设计能量消耗计算标准》 (GB/T50441-2016)
- (2) 《综合能耗计算通则》GB/T 2589-2020
- (3) 《1,4-丁二醇单位产品能源消耗限额》GB 31824-2015

8.3 资源、能源供需状况

8.3.1 资源、能源需求量

本项目需要大量的氢气，BDO 装置需要电石和甲醇，其次还需要大量蒸汽、新鲜水和外供电力，需求量见下表。

表 8.3-1 主要资源、能源需求量

序号	名称	规格	单位	数量
1	主要原材料、燃料用量			
1.1	氢气		万 Nm ³ /年	7560
1.2	甲醇		万吨/年	10.6
1.3	电石		万吨/年	13.043
2	主要公用工程用量			
2.1	2.5MPa 蒸汽		万吨/年	23.28
2.2	0.8MPa 蒸汽		万吨/年	27.68
2.3	生产用水		万吨/年	130.4
2.4	用电量		亿度/年	1.433

8.3.2 资源能源供应条件

8.3.2.1 电力

本工程进线电源暂考虑取自项目所在地工业园区外变电站 35kV 不同母线段。

本项目在丁二醇装置附近建设一座 35kV 变电所一座，35kV 采用单母线分段接线，其双回 35kV 电源架空引自园区外变电所的 35kV 不同母线段，每段进线应可带 100%的一级和二级负荷。站内设置 31.5MVA 35/10.5kV 的变压器 2 台，变压器容量及主接线方式满足项目负荷供电的需要。10kV 配电系统采用单母线分段接线，负责向各车间变电所及甲醛装置、丁二醇装置、原水净化及消防水站、循环冷却水站的高压用电设备供电。10kV 中性点经消弧线圈接地方式。

8.3.2.2 动力

本项目蒸汽来自神马建元焦化厂。

全厂蒸汽系统主要分为 1.6MPa 和 0.8MPa 三个压力等级蒸汽管网。

8.4 项目综合能耗及能量转换效率

8.4.1 能耗指标

本项目以氢气、电石、甲醇为原料，BDO 为目标产品的精细化学品项目，项目综合能耗见表 8.4-1。

表 8.4-1 项目综合能耗表

序号	项目	单位	消耗量	单位折能 GJ	能耗, GJ
1	电	kWh	19342.62	0.00921	178.15
2	一次水	t/h	163	0.00628	1.02
3	蒸汽				
3.1	中压蒸汽 1.6MPa	t	29.1	3.349	97.46
3.2	低压蒸汽 0.8MPa	t	34.6	3.014	104.28
4	蒸汽冷凝液	t	-51.5	0.230274	-11.86
	合计				369.05
	小时标煤耗	t 标煤/h			12.59
	年标煤耗	万 t 标煤/a			10.07

由表 8.4-1 可知，本项目年总能耗为 10.07 万吨标煤。

8.4.2 BDO 装置能耗指标

如仅计算 BDO 装置能耗，计算见表 8.4-2。

表 8.4-2 吨 BDO 产品综合能耗表（仅含 BDO 装置）

序号	项目	单位	消耗量	单位折能 MJ	能耗 GJ
1	电	kWh	6500	0.00921	59.865
2	蒸汽				
2.1	中压蒸汽 1.6MPa	t/h	54.1	3.349	181.18
2.2	低压蒸汽 0.8MPa	t/h	42.4	3.014	127.79
3	循环水	t/h	6637	0.00419	27.81
4	压缩空气	Nm ³ /h	1500.00	0.00159	2.385
5	蒸汽冷凝液	t/h	-51.5.00	0.23	-11.845
	小时标煤耗	t 标煤/h			13.211
	年标煤耗	万 t 标煤 /a			10.57

由表 8.4-2 可知，BDO 装置综合能耗为 13.211 t 标煤/h，折 0.881 吨标煤/吨 BDO，达到《1,4-丁二醇单位产品能耗消耗限额 GB 31284-2015》中对炔醛法工艺的先进能耗要求（≤0.95 吨标煤/吨 BDO 产品）。

8.5 项目综合性节能技术与措施

本项目积极贯彻执行国家关于节能设计的有关规范和规定，采用节能型工艺技术和设备，优化工艺流程，按能量品位高低串联使用，做到一能多用，使能源得到综合利用，选择节能型传动设备，提高能源利用率，防止“大马拉小车”现象，减少能量损失。

8.5.1 全厂工艺系统节能设计

本项目采用以氢气、电石、甲醇为原料，生产 BDO 产品。根据本项目原料、规模、产品方案等特点，对各装置的技术及其组合进行了比较充分的研

究论证，最终采用炔醛法 BDO 技术等目前最先进可靠的工艺技术。这些先进可靠的工艺技术及其优化组合是本项目节能降耗的根本保证。

本项目生产规模、各主要工艺装置规模和设备能力都已尽可能地大型化。装置规模和设备尺寸的大型化不仅降低了投资，减少了占地，而且有利于降低能耗。

主要采用的节能技术和措施如下：

(1) 在选定核心技术的条件下，优化全厂总工艺流程，使其他技术的选择在总体上满足全厂流程最优化的要求；

(2) 甲醛装置副产饱和蒸汽供 BDO 装置使用，减少外供蒸汽量。

8.5.2 全厂热工系统节能设计

本项目蒸汽来自建元焦化厂动力站。

本项目蒸汽管网分为 1.6MPag、0.8MPag 两个压力等级，蒸汽按品质高低分级利用。

工艺装置产生的蒸汽冷凝液通过闪蒸罐副产 0.8MPag 饱和蒸汽供全厂使用，减少外供蒸汽。

8.5.3 全厂给排水系统节能设计

(1) 全厂冷却水系统采用闭路循环，冷却回水利用余压返回冷却塔。对压缩机段间冷却器采用节水型内循环冷却。根据全厂总平面布置，合理确定循环冷却水站位置，不仅减少循环水管道材料，而且减少了能量消耗。

(2) 全厂蒸汽冷凝液尽量回收，经简单处理后即可回用，不仅减少了新鲜水消耗，而且减少了能量消耗。

(3) 根据各装置用水特点，分质供水，一水多用，不仅减少了新鲜水消耗，而且减少了能量消耗。

(4) 进行优化设计，选用效率高的设备，如选用高效风机、高效水泵，以减少电耗。

8.5.4 全厂供配电系统节能设计

根据用电负荷容量、供电距离及分布、用电设备特点及负荷等级、合理设计供配电系统和选择电压等级，使系统在最佳状态下运行，使供配电系统在运行中的损耗降至最低，实现供配电系统的经济运行，达到节能的目的。本项目的供配电系统节能设计主要有以下考虑：

8.5.4.1 供配电系统简单可靠

供配电系统设计考虑整个项目的布置，按照负荷特性、用电容量、工程特点和神马建元焦化厂供电条件，合理确定供电方案。供配电系统设计简单可靠，避免多级供电的变电损耗，同一电压供电系统变配电级数不多于两级，一般为一级。

8.5.4.2 合理选择供电电压

合理选择供电电压。同等情况下，电压越高，电能损耗越小，对于一些负荷功率大的设备，当技术经济比较合理时选择高一等级的电压供电方案。

8.5.4.3 合理布置变电所

变配电所在满足安全的前提下，尽量靠近负荷中心，合理分布供电网络，使供电半径控制在合理的范围内，供电线路的电压损失满足规范的允许值，减少线路电压损失，提高供电网络的供电质量及网络运行的经济效益。

合理确定各级配电装置的位置，使通向变电所的架空线路在入口处的交叉和转角的数量最少，场内道路和电力电缆、控制电缆的长度最短，以及各电气设备之间连接的长度也最短。

8.5.4.4 合理选择变压器的容量、台数

变压器节能的实质就是降低其损耗，提高其运行效率，根据负荷情况合理选择变压器容量、台数，其接线能适应负荷变化，且尽量按经济运行原则灵活投切变压器，使变压器在最佳状态下运行，从而减少损耗。

选择变压器容量和台数时，根据负荷情况综合考虑投资和年运行费用，对负荷进行合理分配，选取容量与电力负荷相适应的变压器，使其工作在高效区内。变压器效率与变压器负荷和损耗有关，也与负荷功率因数有关。负载率为 0.3~1 效率均较高，0.5~0.6 时效率最高。负荷一定时，功率因数越高变压器效率也越高。

8.5.4.5 合理选择电缆、导线截面

尽量选择电阻率较小的导体，在满足允许载流量、运行电压损失等技术指标的前提下，按经济电流密度合理选择导线截面，并从降低电能损耗、减少投资和节约有色金属等方面综合衡量。

8.5.4.6 合理提高供配电系统的功率因数

供配电设计中大部分用电设备（如电动机、变压器、灯具的镇流器）具有电感性，会产生无功电流，增大线路损耗。在受电端安装无功补偿装置、减少负荷的无功功率损耗，提高功率因数，提高电气设备的有功出力，减少了变压器的容量，减少线路损失，从而达到节能的目的。

8.5.5 全厂自动控制系统节能设计

（1）采用 DCS 优化过程控制，使操作向精确性、安全性、稳定性、预见性等方面发展，实现设备的精确控制，提高资源、能源利用效率。

（2）采用资产管理系统（AMS），对全厂仪表设备进行管理和维护，提高控制系统的可操作性和可靠性，从而保证工艺生产的安全和稳定运行，实现节能降耗。

（3）采用生产执行系统（MES），创建工厂管控一体化信息平台，便于管理、销售、技术、操作等各层次人员及时、有效地决策，实现资源利用优化。

（4）配置较完善且满足精度要求的能源消耗、产品计量等检测仪表来满足各项指标的定量分析，实现精细化管理。

（5）在满足操作要求条件下，尽量采用低压力降的流量计，尽量选用密封泄漏等级合理的调节阀和开关阀，降低物耗和能耗。

8.5.6 全厂总平面布置节能设计

（1）集中布置、节约占地、减少能耗

在符合国家相关法律法规、满足工厂防火、防爆有关规范以及生产、检修要求的前提下，生产装置尽量采用联合布置，各装置尽量紧凑布置，缩短管线，节省占地，减少能耗。

根据工艺生产装置的生产特点，合理进行功能分区，将生产联系密切的相关装置靠近布置，力求工艺流程顺畅，工艺管线短捷，避免工艺管线迂回反复，

减少管道沿程能量消耗。

在满足防火、生产、检修和施工要求的前提下，合理确定工厂通道宽度，节约用地，减少管线长度，节省能耗。

(2) 公用工程设施靠近负荷中心布置，减少能耗

由于本项目循环水量较大，循环冷却水站尽量靠近主要用户，其布置管线简捷，投资省，降低能耗。

锅炉尽量靠近主要蒸汽用户，特别是要靠近采用高压蒸汽驱动大型压缩机组，如空分等装置，以减少蒸汽压降带来的热能损失。

生产装置变配电所的位置尽量接近负荷中心，缩短供配电距离，减少线路损耗。

(3) 合理布置污水处理站和排水点位置，减少电力消耗

本项目场地地形起伏较小，竖向设计采用平坡式布置，尽可能减少土方工程量。将污水处理和厂区排水出入口设置在厂区最低点，为雨水和污水排放创造有利条件，减少用电设备，节省电力消耗。

(4) 选择合理的运输方式，减少运输能耗

根据当地交通运输条件和本项目运输物料性质、运距等综合考虑，选定能耗低的铁路运输作为原材料运输方式，成品通过水路运输。合理布置工艺装置及储运区，缩短原材料及产品进出厂区运输距离，减少运输能耗。

8.5.7 其它节能措施

(1) 换热器采用高效、低压降换热器提高效率，减少能耗；

(2) 在机泵的选用上选用高效机泵，提高设备效率。

(3) 采用先进的自动控制系统，使得各系统在优化条件下操作，提高全厂的用能水平。

(4) 强设备及管道的隔热和保温等措施，对所有高温设备及管线均选用优质保温材料，减少散热，提高装置及系统的热回收率。

(5) 根据使用场合，采用合理的炉型结构及高效节能燃烧器，提高燃料的燃烧效率，可节省燃料，达到节能效果。

(6) 合理利用工厂蒸汽资源，尽量避免使用大容量的电机做驱动机。

8.6 节水

8.6.1 概述

本项目以氢气、电石、甲醇为主要原料，通过一系列的加工过程生产 BDO 和 TMEG。为了提高资源和能量转化效率，降低生产成本，提高企业经济效益，本项目认真贯彻执行国家关于节水设计的有关法律、法规、规范和规定。

本项目所在地用水指标可以保障项目用水需求。项目的实施可以改进当地用水结构，促进当地经济的发展和水平的提高。

8.6.2 主要的法律、法规、标准和规范

- (1) 中华人民共和国环境保护法
- (2) 中华人民共和国水法
- (3) 中国节水技术政策大纲（国家发改委公告 2005 年第 17 号）
- (4) 中华人民共和国清洁生产促进法
- (5) 清洁生产审核办法（国家发展改革委 2016 年第 38 号令）
- (6) 中华人民共和国城市供水条例（国务院令第 158 号）
- (7) 节水型企业（单位）目标导则（建城[1997]45 号）
- (8) 关于加强工业节水工作的意见（国经贸资源[2000]1015 号）
- (9) 城市污水再生利用技术政策（建科[2006]100 号）
- (10) 全国节水规划纲要（2001—2010）
- (11) 关于进一步加强工业节水工作的意见（工信部节〔2010〕218 号）
- (12) 室外给水设计标准 GB50013-2018
- (13) 室外排水设计规范 GB50014-2006（2016 年版）
- (14) 建筑给水排水设计标准 GB50015-2019
- (15) 工业循环水冷却设计规范 GB/T50102-2014
- (16) 工业循环冷却水处理设计规范 GB/T50050-2017
- (17) 工业用水软化除盐水设计规范（GB/T50109-2014）
- (18) 化工企业化学水处理设计技术规定（HG/T20653-2011）
- (19) 化工企业循环冷却水处理设计技术规定 HG/T20690-2000

- (20) 化工企业循环冷却水处理加药装置设计统一规定 HG/T20524-2006
- (21) 消防给水及消火栓系统技术规范 GB50974-2014
- (22) 污水综合排放标准 GB8978-1996
- (23) 生活饮用水卫生标准 GB5749-2006
- (24) 石油化工给水排水水质标准 SH3099-2000
- (25) 给水排水管道工程施工及验收规范 GB50268-2008
- (26) 化学工业污水处理与回用设计规范 GB 50684-2011
- (27) 石油化工污水处理设计规范 GB 50747-2012
- (28) 节水型企业评价导则 (GB/T 7119-2018)

8.7 项目节水技术与措施

本项目通过采用国际先进工艺技术，在用水工艺流程上遵循节约、可靠、经济的原则，重视水资源的重复利用率，通过采取有效的节水措施，使主要用水指标达到国家相关标准和产业政策对节水要求。在废水治理方面，各种污水分质、分类经深度处理，并最大限度回用于生产。

主要的节水措施：

8.7.1 全厂工艺、热工系统节水设计

- (1) 全厂采用节能型总工艺流程，各工艺装置采用节能型工艺流程，减少冷却负荷，降低冷却水消耗量，从而间接节约用水；
- (2) 蒸汽冷凝液回收利用，减少生产用水消耗量；
- (3) 采用合理的蒸汽管网压力等级、工艺装置余热分级回收，提高能量利用效率，减少能源消耗量，减少冷却负荷，降低冷却水消耗量，从而间接节约用水；
- (4) 罐区贮罐体外刷涂隔热漆，减少贮罐夏季喷淋降温用水。
- (5) 对生产过程中产生的污水及废水，通过污水处理、回用水处理等处理工艺及措施，最大限度的进行回收利用，处理后的淡水回用作循环水补水等使用，大大节约了一次水用量。

8.7.2 全厂分质供水

全厂供水分为生产用水、生活用水、高压消防给水、除盐水、循环冷却水等 5 大系统。本项目对用水进行分质管理，根据不同装置对用水水质的不同要求分质供水。

8.7.3 全厂冷却水、冲洗水的循环使用

各装置冷却水全部采用循环水，实行冷却水的重复利用，节约水资源。

8.7.4 全厂各种水的回收、处理后再利用

蒸汽透平冷凝液、工艺蒸汽冷凝液尽可能回收，经冷凝液精制单元精制后作为除盐水。

全厂生产污水、地面冲洗水、事故污水、污染区域初期雨水和生活废水分类收集、分别处理后尽可能回用作生产用水，减少生产用水量 and 外排污水量。

8.7.5 其他节水措施

(1) 本项目要求在各出水点（生产水泵、除盐水泵等）及用水干管上设置计量和调节、控制装置，对各用水装置实行定额管理，消除跑冒滴漏，并将厂区内计量数据传送到控制室内的 DCS 系统上，进行数据统计、处理和分析，得出用水、排水数据，有针对性的进行水量控制。

(2) 在工厂运行时，总用水量、总排水量和各车间或各系统的用水量应进行连续和阶段性统计，以供全厂对用、排水进行管理和监测，发现问题及时处理，如循环水浓缩倍率，要求稳定达到设计指标，严格控制循环水补充水量。水务管理工作还应大力宣扬节水的意义和加强全体员工节水的意识，采用有效限量用水的手段，确实做到水务管理的各项要求。

(3) 对需要水冲洗的过滤器及设备尽量采用气水反冲洗来清洗设备，以便减少新鲜水的用量。

(4) 优化循环冷却水水质稳定处理方案，提高循环水浓缩倍数，减少补充水量。

第九章 环境保护

9.1 建设地区环境现状

9.1.1 环境现状描述

(1) 厂址地理位置

本工程位于鄂尔多斯鄂托克旗棋盘井工业园。棋盘井工业园所在地棋盘井镇，隶属于鄂尔多斯市鄂托克旗，辖10个村（嘎查）7个居民委员会，总人口8.9万人。

园区所在的棋盘井镇处于鄂尔多斯高原西部，东距举世闻名的苏里格气田140公里，中工园区网指出，它与驰名中外的鄂尔多斯羊绒制品的主要原料基地--阿尔巴斯苏木接壤，南距储量居亚洲第一的查布石膏矿区30公里，西与宁夏石嘴山市隔黄河相望，是鄂尔多斯与宁夏、乌海市的重要交通枢纽。

棋盘井工业园位于鄂尔多斯市鄂托克旗棋盘井镇，2001年4月20日经内蒙古自治区人民政府批准成立，园区规划总面积60.28平方公里，现已开发23平方公里。园区以“高标准、高环保、高效益”为方向，推行清洁生产。

依托煤炭以及硅石、石灰石、铁矿石等矿产资源，大力发展电力、冶金、化工等几大产业。

(2) 气候气象

拟建厂区日照长而强烈，降水少而蒸发快，多大风而温差大。

①大气温度

极端最高温度36.7℃

极端最底温度-31.6℃

最热月平均温度22.4℃

最冷月平均温度-10.2℃

年平均温度7.1℃

②降雨量

年平均降雨量265mm

③风

主导风向偏西风

年平均风速3.3m/s

最大风速24m/s

④冻土线深度

土壤冻结深度1.24m

土壤冻结温度-26℃

⑤气压

年平均气压893hPa

(3) 地形地貌

鄂托克旗地处鄂尔多斯市西部，北部是桌子山山区丘陵地形，海拔1400~2000m，中部为缓慢或强烈起伏的波状，桌状高原，海拔1200~1500m，东南部为连绵起伏的毛乌素沙地，海拔1200~1350m整体地形北高南低，东高西低，由东北向西南缓倾。

(4) 工程地质及水文地质

全旗土壤类型有7个土类，包括栗钙土、棕钙土、灰漠土、风沙土、潮土、盐土土和沼泽土。根据植被优势种相同，生态环境一致性的划分标准，全旗从东向西形成干旱草原、荒漠化草原、草原化荒漠、荒漠草原草场4个植被带和1个隐形性低湿地灌丛草甸草场。厂址范围属于荒漠化草原地带，多见草本，少见乔木，植被稀疏，植被多样性较差。

本区底层岩性较为简单，主要出露的地层已中生界白垩系下统与第四系全新统地层为主。在构造体系上，本区位于鄂尔多斯盆地的中部、西部。岩层褶皱、断层、劈理等地质构造现象很不发育，底层产状近于水平，未见火成岩活动。

棋盘井地区呈侵蚀构造地貌，形成山间盆地，西部南北间分布桌子山，由奥陶灰岩背斜形成，顶呈桌状；东部南北向分布格斯克乌兰山，由震旦系石英岩背斜形成，顶呈岗状；海拔1419~1698米，相对高差100-300米，属中低山，中部为盆地由上古界组成向斜，构造，地形较平坦，向西北倾斜，海拔1300-1400米。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），棋盘井镇区域地震峰值加速度为0.20g，反应特征周期0.40s，建厂地区地震基本烈度为7度，抗震设防烈度8度。

全旗可采水资源总量为27787.5万m³，其中地下水26994.9万m³，地表水792.6万m³。地表水主要靠降水补给，属于干涸地区，境内有黄河75km，多年平均径流量3150000万m³，是鄂旗可用于灌溉的主要水源。都思图河为黄河的一级支流，

全长165.8km，多年平均径流量1408万m³，河水主要来源于地下水补给和雨季洪水的汇集，可用于灌溉。毛乌素沙地有大小湖泊25个分布于丘间洼地处，多数湖水含盐量较大，不能用于灌溉。

厂区属高原碎屑岩类裂隙孔隙水区，该区含水层主要为白垩系下统（K1）的碎屑岩地层，含水层揭露厚度11.07~235.98m，顶板埋深35.15~225.94m，且顶板埋深由中部地区向南北两侧逐渐减小，含水层厚度逐渐增大。该区地下水的径流量趋势是由中部地区的阿尔巴斯苏木附近-伊和达来-带向东、南、北三个方向流动，属水位浅或较深水量较丰富开采区，水位埋深10m左右，单井用水量500-1000m³/d或大于1000m³/d，水质较好，矿化度1g/L左右，是有利的开采地段。

9.1.2 环境现状分析

本项目位于南漳县，收集了鄂尔多斯市生态环境局网上公示的2021年全年的环境空气质量月报，摘录了鄂尔多斯市各月的大气环境六项基本因子的月均浓度数据，对其取平均值，并与《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及2018年修改单中二级标准中的年均值对标，可知各因子均达标。

表 9.1-1 鄂尔多斯 2021 年逐月大气污染物月均值统计 单位：μg/m³，CO 除外

时间	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	CO (mg/m ³)
1 月	13	23	83	25	81	1.1
2 月	14	20	66	25	98	0.8
3 月	11	26	80	29	109	1.2
4 月	9	22	58	23	140	0.9
5 月	9	17	69	22	150	0.7
6 月	10	19	47	18	170	0.8
7 月	10	16	41	16	170	0.7
8 月	10	19	52	23	179	1
9 月	10	22	41	18	142	1
10 月	12	27	51	21	106	1
11 月	11	26	73	27	88	1
12 月	11	25	50	18	83	0.9
平均值	10.82	21.55	60.09	22.45	130.27	0.93
年平均标准 (μg/m ³)	60	40	70	35	/	/
占标率 (%)	18.06	54.58	84.64	63.10	/	/

9.2 设计采用的环境保护标准

9.2.1 设计依据的法律、法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法（2015 修正版）》（主席令第九号，2015 年 1 月 1 日实施）

(2) 《中华人民共和国水污染防治法（2017 修正版）》（主席令第七十号，2018 年 1 月 1 日实施）

(3) 《中华人民共和国大气污染防治法（2018 修正版）》（主席令第三十一号，2018 年 10 月 26 日实施）

(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2020 修订版）》主席令第四十三号，2020.9.1 实施

(5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（主席令第一〇四号，2022 年 6 月 5 日起实施）

(6) 《中华人民共和国土壤污染防治法》主席令第八号，2019.1.1 实施

(7) 《中华人民共和国节约能源法》主席令第九十号，2018.10.26 实施

(8) 《中华人民共和国清洁生产促进法》主席令第五十四号，2012.7.1 实施

(9) 《中华人民共和国循环经济促进法》主席令第四号，2018.10.26 实施

(10) 《中华人民共和国水土保持法》主席令第三十九号，2011.3.1 实施

(11) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令第 682 号，2017.10.1 实施

(12) 《水污染防治行动计划》国发（2015）17 号

(13) 《土壤污染防治行动计划》国发（2016）31 号

(14) 《大气污染防治行动计划》国发（2013）37 号

(15) 《国家危险废物名录》（2021 版）（生态环境部部令 第 15 号）

(16) 《水污染防治行动计划》（国发[2015]17 号）

(17) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）

(18) 《内蒙古自治区关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战实施意见》2018.8.27

(19) 《内蒙古自治区人民政府关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案的通知》2018.10.24

(20) 《内蒙古自治区人民政府办公厅关于印发坚决打赢污染防治攻坚战 2020 年重点工作任务责任分工方案的通知》2020.3.30

- (21) 《内蒙古自治区环境保护条例》 2018.12.6
- (22) 《内蒙古自治区大气污染防治条例》 2019.3.1
- (23) 《内蒙古自治区工业炉窑大气污染综合治理实施方案》 2019.9.25
- (24) 《鄂尔多斯市大气污染防治条例》 2020.01.01
- (25) 《化工建设项目环境保护设计标准》（GB/T50483-2019）
- (26) 《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013）
- (27) 《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）

9.2.2 环境质量标准

(1) 环境空气：SO₂、NO₂、PM_{2.5}、PM₁₀、CO、O₃执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及2018修改单；H₂S、NH₃、CH₃OH参照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录D；NMHC参照执行河北省地方标准《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）表1二级标准。

(2) 环境噪声：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准；

(3) 地下水：《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准；

(4) 土壤：《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类筛选值。

9.2.3 污染物排放标准

(1) 废气

根据《内蒙古自治区人民政府办公厅关于印发坚决打赢污染防治攻坚战2020年重点工作任务责任分工方案的通知》：“2020年1月1日起，重点地区有色（不含氧化铝）、水泥、平板玻璃、焦化、石化及化工等重点行业执行大气污染物特别限值，对超标企业实行按日计罚。全区45m以上高架源纳入自治区重点污染源在线监控并实现与生态环境部门联网”；“2020年1月1日起，呼和浩特市、包头市、乌海市及周边地区、鄂尔多斯市准格尔旗和达拉特旗等地区，65蒸吨及以上燃煤锅炉要执行大气污染物特别排放限值”。本工程位于鄂尔多斯市鄂托克旗，无需执行大气污染物特别排放限值。

表9.2-1 废气污染物排放标准一览表

装置名称	污染源名称	名称	浓度限值 mg/Nm ³	速率限值 kg/h	排放 高度 m	标准来源
电石破碎 及卸车	电石块卸车及电石 破碎输送除尘尾气	颗粒物	120	3.98	16	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) 表 2 二级标准
乙炔发生	电石粗料仓 除尘尾气	颗粒物	120	3.5	15	
	熟石灰仓及熟石灰 装车除尘尾气	颗粒物	120	3.5	15	
甲醛装置	ECS 催化 焚烧尾气	甲醇	50	/	37	《石油化学工业污染物排放标准》 (GB31571-2015) 表 6
		甲醛	5	/		
BDO 装置	精馏废液 焚烧炉尾气	颗粒物	20	/	35	《危险废物焚烧污染控制标准》 (GB18484-2020) 表 3
		NO _x	250	/		
		铜、镍氧化物	2	/		
		二噁英类	0.5ngTEQ /Nm ³	/		《石油化学工业污染物排放标准》 (GB31571-2015) 表 4
		NMHC	120	/		
硫酸再生 装置	吸收塔尾气	SO ₂	400	/	32	《硫酸工业污染物排放标准》 (GB 26132-2010) 表 5
		硫酸雾	30	/		
		NO _x	250	/		《危险废物焚烧污染控制标准》 (GB18484-2020) 表 3
罐区	罐区 吸收塔尾气	甲醇	50	/	15	《石油化学工业污染物排放标准》 (GB31571-2015) 表 6
		甲醛	5	/		
酸碱站	酸碱站 洗涤塔尾气	HCl	100	0.26	15	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996) 表 2 二级标准

(2) 废水

本项目污水处理站出水排往棋盘井工业园区污水处理站处理，其出水应满足棋盘井工业园区污水处理站纳管标准及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中较严格的限值。

(3) 噪声

本项目厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准。

(4) 固体废物

一般工业固废贮存、处置参照执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）要求，危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单要求。

9.3 主要污染源及污染物

本项目产生的主要废气污染源及污染物见表9.3-1。

本项目产生的主要废水污染源及污染物见表9.3-2。

本项目产生的主要固体废物见表9.3-3。

本项目主要的噪声源见表9.3-4。

表9.3-1 废气污染源及污染物排放一览表

装置名称	污染源名称	排放量 Nm ³ /h	名称	浓度 mg/Nm ³	速率 kg/h	排放 温度℃	排放 内径 m	排放高 度 m	排放 规律	排放去向处理措施
电石破碎及卸车	电石块卸车除尘尾气	100000	颗粒物	20	2	环境 温度	1.25	16	间断	集气及除尘系统 1 开 1 备互为备用， 各自对应 1 根排气筒 单系统电石块卸车集气风量 100000、 电石破碎输送集气风量 90000， 汇总至 1 套袋式收尘器收尘后达标排放， 电石块卸车尾气日排放小时数为 8h/d
	电石破碎输送除尘尾气	90000	颗粒物	20	1.8				连续	
乙炔发生	电石粗料仓除尘尾气	13000	颗粒物	20	0.26	环境 温度	0.6	15	连续	袋式除尘后达标排入大气
	熟石灰仓及 熟石灰装车除尘尾气	40000	颗粒物	20	0.8	环境 温度	0.9	15	连续	袋式除尘后达标排入大气
甲醛装置	ECS 催化焚烧尾气	42342	甲醇	50	2.12	35	0.9	37	连续	达标排大气
			甲醛	5	0.212					
BDO 装置	炔化反应放空气	204.22	乙炔	78.48vol%	/	60	/	/	连续	去废液焚烧炉焚烧
			甲醛	2.37vol%	/					
			H ₂ O	3.53vol%	/					
			惰性气体	15.62vol%	/					
	精馏汽提塔放空气	163	N ₂	77.96vol%	/	40	/	/	连续	去废液焚烧炉焚烧
			C ₂ H ₂	6.07vol%	/					
			烃类	15.97vol%	/					
加氢弛放气	590	H ₂	99vol%	/	70	/	/	间断	去废液焚烧炉焚烧	
		惰性气体	1vol%	/						
BDO 装置	BDO 装置精馏塔 及储罐放空气	2500	甲醛	0.278vol%	/	常温	/	/	连续	经水洗塔洗涤后 去废液焚烧炉焚烧
			甲醇	0.248vol%	/					
			丁醇	0.369vol%	/					
			BDO	0.00297vol%	/					
			N ₂	98.4vol%	/					

装置名称	污染源名称	排放量 Nm ³ /h	名称	浓度 mg/Nm ³	速率 kg/h	排放 温度℃	排放 内径 m	排放高 度 m	排放 规律	排放去向处理措施
BDO 装置	精馏废液 焚烧炉尾气	18644	颗粒物	20	0.37	常温	0.9	35	连续	经尾气处理后 排大气
			NOx	250	4.66					
			铜、镍氧化物	2	0.037					
			二噁英类	0.5ngTEQ/Nm ³	9.32×10 ⁻⁹					
				NMHC	120	2.24				
	事故排放乙炔气	4400	乙炔	100vol%	/	40~100	/	/	间断	去火炬
	事故排放氢气	9450	H ₂	100vol%	/	40~100	/	/	间断	去火炬
BDO 精馏事故排放气	37429	丁醇	0.54 vol%	/	40~100	/	/	间断	去火炬	
		甲醇	0.29 vol%	/						
		水	99.17 vol%	/						
硫酸再生装置	吸收塔尾气	3840	SO ₂	400	1.54	常温	0.3	32	连续	经碱洗后排大气
			NOx	250	0.96					
			硫酸雾	30	0.115					
罐区	罐区吸收塔尾气	400	甲醇	50	0.02	常温	0.1	15	连续	经水洗后排大气
			甲醛	5	0.002					
酸碱站	酸碱站洗涤塔尾气	20	HCl	100	0.002	常温	0.1	15	连续	经水洗后排大气

表9.3-2 废水污染物排放一览表

装置名称	污染源名称	排放量t/h	名称	浓度mg/L	速率kg/h	排放方式	处理措施及排放去向
乙炔装置	乙炔水洗 冷却塔排水	1.05	COD	450	0.473	连续	送乙炔发生器回用
			氨氮	25	0.026		
			SS	500	0.525		
			石油类	50	0.0525		
	乙炔水洗塔排水	1.05	COD	450	0.473	连续	送乙炔发生器回用
			氨氮	25	0.026		
			SS	500	0.525		
			石油类	50	0.0525		
甲醛装置	废热锅炉排水	1.3	COD	300	0.39	间断	送循环水站回用
			TDS	1000	1.3		
BDO装置	乙炔清净废碱液	0.55	NaOH	4 wt%	22	连续	用硫酸再生废水中和后送乙炔站回用
	精馏工艺水	40	COD	0.05 wt%	20	连续	去脱离子单元回用
	脱离子废水	25	TDS	1 wt%	250	连续	去乙炔站回用
	精馏塔及储罐 放空气洗涤废水	0.4	甲醛	1.165 wt%	4.66	连续	送丁炔二醇精馏系统回用
			甲醇	1.11 wt%	4.44		
			丁醇	3.82 wt%	15.28		
	BDO	0.0373 wt%	0.15				
废液焚烧炉废锅排污	0.5	TDS	0.25 wt%	1.25	连续	送循环冷却水站	
硫酸再生装置	净化工段废水	0.76	H ₂ SO ₄	0.002 wt%	0.0152	连续	用乙炔清净废碱液中和后送乙炔站回用
			COD	0.006 wt%	0.0456		
			SS	0.007 wt%	0.0532		
	脱硫塔废水	0.063	NaHSO ₃	250000	15.75	连续	送污水处理站
			Na ₂ SO ₃	13000	0.819		
罐区	尾气洗涤塔废水	1	甲醇	0.05 wt%	0.5	连续	送丁炔二醇精馏系统回用
			丁醇	0.05 wt%	0.5		
			BDO	0.05 wt%	0.5		
酸碱站	酸碱站废水	1	HCl	1 wt%	10	间断	送脱离子单元回用
机封冲洗水	机封冲洗水	3	COD	200	0.6	间断	送污水处理站
			SS	10	0.03		

装置名称	污染源名称	排放量t/h	名称	浓度mg/L	速率kg/h	排放方式	处理措施及排放去向
生活污水	生活污水	9	COD	400	3.6	连续	经化粪池处理后，去污水处理站
			BOD ₅	250	2.26		
			SS	200	1.80		
			氨氮	60	0.54		

表9.3-3 固体废物排放情况一览表

装置名称	污染源名称	排放量	主要成分	形态	固废性质	排放方式	处置措施及去向
乙炔发生装置	熟石灰	165517t/a	氢氧化钙、碳化钙含水 5%	固态	一般工业固体废物	连续	综合利用
	乙炔精制废硫酸	6207t/a	90wt%浓硫酸	液态	危险废物 HW34, 900-300-34	连续	送至硫酸再生装置处置
甲醛装置	甲醛合成催化剂	20t/1.5a	Fe ₂ O ₃ 、MoO ₃ ，惰性环	固体	危险废物 HW50, 261-171-50	间断，1.5年1次	催化剂厂家回收
	ECS 废催化剂	1.6t/5a	铂、钯	固体	危险废物 HW50, 261-171-50	间断，5年1次	催化剂厂家回收
BDO装置	BYD 合成废催化剂	365t/a	铜铋催化剂 30%，水 70% 可能含有乙炔铜	固体	危险废物 HW50, 251-016-50	连续	送有资质单位处置
	甲醛汽提塔粗甲醇	1656t/a	甲醇、水、杂质	液态	危险废物 HW11, 261-131-11	连续	送废液焚烧炉焚烧
	脱离子单元阳床废树脂	40t/a	废离子交换树脂	固体	危险废物 HW13, 900-015-13	间断，1年1次	送有资质单位处置
	脱离子单元阴床废树脂	56t/a	废离子交换树脂	固体	危险废物 HW13, 900-015-13	间断，1年1次	送有资质单位处置
	脱离子单元弱阴床废树脂	64t/a	废离子交换树脂	固体	危险废物 HW13, 900-015-13	间断，1年1次	送有资质单位处置
	BYD 低压加氢废催化剂	29t/a	镍、铜、钼	固体	危险废物 HW50, 251-016-50	连续	送有资质单位处置
	BYD 高压加氢废催化剂	33.6t/3a	镍、氧化镍、氧化铜、 铝、钼、水	固体	危险废物 HW50, 251-016-50	间断，3年1次	送有资质单位处置
	杂醇	1242t/a	杂醇	液态	危险废物 HW11, 261-131-11	连续	送废液焚烧炉焚烧
	轻组分废液	994 t/a	蒸馏残液	液态	危险废物 HW11, 261-131-11	连续	送废液焚烧炉焚烧

装置名称	污染源名称	排放量	主要成分	形态	固废性质	排放方式	处置措施及去向
BDO 装置	聚丁二醇废液	5962 t/a	聚丁二醇废液	液态	危险废物 HW11, 261-131-11	连续	送废液焚烧炉焚烧
	废液焚烧炉残渣	1.88t/a	CuO、NiO 及 未燃尽的蒸馏残液	固态	危险废物 HW18, 772-003-18	连续	送有资质单位处置
	废液焚烧炉除尘器收尘	83t/a	活性炭等	固态	危险废物 HW18, 772-003-18	连续	送有资质单位处置
硫酸 再生 装置	转化器废催化剂	0.68t/a	V ₂ O ₅	固体	危险废物 HW50, 261-173-50	间断, 1 年 1 次	送有资质单位处置
	焚烧处理废渣	30.5t/a	焚烧处理残渣	固体	危险废物 H18, 772-003-18	连续	送有资质单位处置
污水 处理站	生化污泥	0.005t/h	生化污泥	固体	一般固废	连续	外送填埋
	废盐泥	0.05t/h	盐及有机物	固体	暂按危废处置	连续	送有资质单位处置

表9.3-4 噪声排放情况一览表

装置名称	设备名称	噪声源数量	噪声源位置	治理后声压级dB (A)	排放规律	治理措施
电石卸车及破碎	刀破机	1+1	室内	≤85	连续	选用低噪声设备
	颚式破碎机	1+1	室内	≤85	连续	设减震、隔音设施
	颚式破碎机	2+2	室内	≤85	连续	设减震、隔音设施
	电石卸料、预破、输送 收尘系统离心风机	1+1	室外	≤85	连续	进出口采用风管软 连接方式降低噪音
乙炔发生	电石粉尘仓顶除尘系统离心风机	1	室外	≤85	连续	进出口采用风管软 连接方式降低噪音
	电石渣粉尘除尘系统回氮吸附器风机	1	室外	≤85	连续	进出口采用风管软 连接方式降低噪音
	水环式压缩机	2+1	室外	≤85	连续	减振
甲醛装置	甲醛循环风机	3	室外	≤85	连续	减振，隔声
	新鲜空气风机	1	室外	≤85	连续	减振，隔声
	吸收塔循环泵	3+3	室外	≤85	连续	减振
	碱液加注系统	1+1	室外	≤85	连续	减振
BDO装置	乙炔压缩机	2+2	室外	≤85	连续	减振
	氢气压缩机	2+1	室外	≤85	连续	减振
	循环液泵	6+2	室外	≤85	连续	减振
	BYD 进料泵	6+2	室外	≤85	连续	减振
丁二醇中间罐区	泵	18+16	室外	≤85	连续	减振
冷冻站	冷冻站泵	2+2	室外	≤85	连续	减振
原料及成品罐区	泵	7	室外	≤85	连续	减振
硫酸再生装置	冷空气风机	1+1	室外	≤85	连续	减振
	热空气风机	1+1	室外	≤85	连续	减振
	废酸地下槽酸泵	1	室外	≤85	连续	减振
	高效增湿洗涤器稀酸循环泵	1+1	室外	≤85	连续	减振
	填料塔稀酸循环泵稀酸循环泵	1+1	室外	≤85	连续	减振

装置名称	设备名称	噪声源数量	噪声源位置	治理后声压级dB (A)	排放规律	治理措施
硫酸再生装置	稀酸循环泵	1+1	室外	≤85	连续	减振
	排污泵	1	室外	≤85	连续	减振
	干吸循环槽酸泵	3	室外	≤85	连续	减振
	地下槽酸泵	2	室外	≤85	连续	减振
	尾吸循环泵	1+1	室外	≤85	连续	减振
	碱液泵	1	室外	≤85	连续	减振
	新酸输送泵	1+1	室外	≤85	连续	减振
给排水系统	主鼓风机	1+1	室外	≤85	连续	减振
	循环冷却水站水泵	8	室内	≤85	连续	减振
	除盐水站水泵	9	室内	≤85	连续	减振
	污水处理站水泵	14	室外	≤85	连续	减振

9.4 环境保护措施

9.4.1 废气污染物治理措施

(1) 电石破碎及卸车

电石块卸车集气系统集气量 $100000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，间断排放，日排放小时数为 $8\text{h}/\text{d}$ ，电石破碎输送系统集气量 $90000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，连续排放。上述集气送入同一套袋式除尘设施，经除尘后总废气量为 $190000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，经 16m 高排气筒达标排大气，主要污染物为颗粒物，排放浓度为 $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ ($3.8\text{kg}/\text{h}$)，满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2二级标准 ($120\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、 $3.98\text{kg}/\text{h}$)。该集气及除尘系统共2套，1开1备，互为备用。

电石粗料仓除尘尾气废气量 $13000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，连续排放，主要污染物为颗粒物，经袋式除尘后，经 15m 高排气筒达标排大气，排放浓度为 $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ ($0.26\text{kg}/\text{h}$)，满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2二级标准 ($120\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、 $3.5\text{kg}/\text{h}$)。

熟石灰仓及熟石灰装车除尘尾气废气量为 $40000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，连续排放，主要污染物为颗粒物，经袋式除尘后，经 15m 高排气筒排大气，排放浓度均为 $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ ($0.8\text{kg}/\text{h}$)，满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2二级标准 ($120\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、 $3.5\text{kg}/\text{h}$)。

(2) 甲醛装置

甲醛装置ECS催化焚烧尾气 $42342\text{Nm}^3/\text{h}$ ，连续排放，废气采用ECS催化转化设施，通过铂钯催化剂的催化反应将废气处理后，最终分别通过 37m 高排气筒达标排放，废气中甲醇排放浓度为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ($2.12\text{kg}/\text{h}$)、甲醛排放浓度为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.212\text{kg}/\text{h}$)，满足《石油化学工业污染物排放标准》(GB 31571-2015)表6排放限值 (甲醇 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 、甲醛 $5\text{mg}/\text{m}^3$)。

(3) BDO 装置

炔化反应放空气排气量 $204.22\text{Nm}^3/\text{h}$ ，连续排放，主要污染物为：乙炔、甲醛、 H_2O 、惰性气体，去废液焚烧炉焚烧。

精馏汽提塔尾气排气量 $163\text{Nm}^3/\text{h}$ ，连续排放，主要污染物为： N_2 、 C_2H_2 、烃类，去废液焚烧炉焚烧。

加氢事故驰放气排气量 $590\text{Nm}^3/\text{h}$ ，事故排放，主要污染物为： N_2 、 H_2 ，去废液焚烧炉焚烧。

BDO 装置精馏塔及储罐放空空气排气量 2500Nm³/h，连续排放，主要污染物为：N₂、甲醛、甲醇、丁醇、BDO，经水洗塔洗涤后，去废液焚烧炉焚烧。

精馏废液焚烧炉尾气排气量为18644Nm³/h，连续排放，主要污染物为颗粒物、NO_x、铜/镍氧化物、二噁英类和NMHC，经尾气处理后，通过35m高排气筒达标排大气。其中颗粒物、NO_x、铜/镍氧化物及二噁英类排放浓度分别为20 mg/Nm³、250mg/Nm³、2mg/Nm³、0.5ngTEQ/Nm³，满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表3中的排放限值（颗粒物20 mg/Nm³、NO_x 250mg/Nm³、铜/镍氧化物2mg/Nm³、二噁英类0.5ngTEQ/Nm³）；NMHC排放浓度为120mg/Nm³，满足《石油化学工业污染物排放标准》(GB31571-2015)表4排放限值(120mg/Nm³)。

BDO装置事故排放乙炔气4400 Nm³/h，含乙炔100vol%、事故排放氢气9450Nm³/h，含氢气100vol%、BDO精馏事故排放气37429 Nm³/h，含水(97.32vol%)、丁醇（2.18vol%）、甲醇（0.5vol%），均送火炬燃烧处理。

（4）硫酸再生装置

硫酸装置尾气排放量为3840Nm³/h，连续排放，废气经碱洗塔洗涤后，通过32m高排气筒达标排放。SO₂排放浓度为400mg/m³（1.54kg/h），硫酸雾排放浓度为30mg/m³（0.115kg/h）满足《硫酸工业污染物排放标准》（GB 26132-2010）中表5排放限值（SO₂ 400mg/m³，硫酸雾 30mg/m³）。NO_x排放浓度控制在250 mg/m³（0.96kg/h）以下，满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2020）表3中的排放限值（250mg/Nm³）。

（5）罐区

罐区废气排气量为400Nm³/h，连续排放，主要污染物为甲醇和甲醛，经水洗后浓度分别为50mg/Nm³和5mg/Nm³，满足《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）表6中的排放限值，经15m高排气筒达标排至大气。

（6）酸碱站

酸碱站洗涤塔废气排放量为20Nm³/h，连续排放，废气经水洗塔处理，经15m高排气筒达标排放。HCl排放浓度低于100mg/m³（0.002kg/h），满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2二级标准（100 mg/m³、0.26 kg/h）。

9.4.2 废水污染物治理措施

9.4.2.1 全厂排水系统

根据清污分流的原则，本项目排水系统分为生产污水排水系统、生活污水排水系统、清净废水排水系统、浓盐水排水系统、初期污染雨水排水系统、清净雨水排水系统。

(1) 生产污水系统

本项目生产污水系统主要收集 BDO 装置、甲醛及尾气洗涤塔等装置的生产污水及工艺装置区的地面冲洗水和化验分析废水。各装置污水经管道有压送至污水处理站处理。

(2) 生活污水系统

本项目各装置的生活污水先经各装置化粪池处理后经管道送（排）至污水处理站处理。

(3) 清净废水系统

清净系统主要收集循环水站和冷凝液精制排污水，清净废水全部收集至回用水站处理。

(4) 浓盐水排水系统

浓盐水排水系统主要收集各装置排出的含盐废水，包括各回用水站浓盐水。浓盐水全部收集至浓盐水处理站处理。

(5) 初期污染雨水排水系统

本系统主要用于收集装置污染区域内的初期雨水和地面冲洗水。

装置污染区的初期污染雨水，应排至装置区初期雨水收集池。各污染装置区应分别设置初期雨水收集池。装置污染区的后期清净雨水通过溢流井，自动排到清净雨水系统。

污染雨水收集池的有效容积：

$$V=Fq\div 1000\text{-----}(\text{m}^3)$$

式中，F—污染区面积（m²）

q—每 m² 污染面积上的污染雨水量，q=15mm/m²

各区块厂区的初期污染雨水由设置在初期雨水收集池内的提升泵加压后经初期雨水总管送往厂区污水处理站处理。

(6) 清净雨水排水系统

本系统收集全厂未污染的雨水，以重力流形式分散、就近排入全厂雨水排水系统。该系统根据各装置的汇流面积，经计算确定集中以管道重力流排至全厂雨水排水管网。

发生消防事故时，有污染的各生产装置和辅助生产设施界区内消防废水、事故污水首先经装置区内管线重力排入厂区事故水池，并开启厂区事故水池前入口阀门，进入厂区事故水池。经对事故水池储水检测，当无污染（满足排放标准）时，由所设事故水池污水泵提升排入雨水系统外排出厂区，当检测超过排放标准，由所设事故水池污水泵提升排入污水处理站。

9.4.2.2 污水处理站

考虑地坪冲洗水、初期污染雨水、事故污水等因素，污水处理站总设计处理能力采用 100t/h。

污水生化处理方案采用以 A/O 法为主的，增加 MBR 作为深度处理，处理工艺如下：

（1）生化处理工段：两级 A/O

1) 一级 A/O 池

综合污水调节池出水经泵提升进入一级 A/O 池。污水在 A 池进行反硝化生化反应，O 池进行硝化生化反应。O 池出水进入到二沉池，硝化液回流至 A 池。

2) 二沉池

一级 A/O 池出水进入二沉池。二沉池上清液自流进入到二沉池出水池后由泵提升进入二级 A/O 池，剩余污泥由剩余污泥泵输送至污泥浓缩池。

3) 二级 A/O 池

二沉池出水池出水提升进入二级 A/O 池。A/O 池出水进入深度处理工段。

（2）深度处理工段：MBR 及其附属装置。

二级 A/O 池出水进入 MBR 进行深度处理。MBR 处理后的水进入到消毒出水池，出水送至回用水站进行处理。MBR 反洗水来自消毒出水池。MBR 膜间另设一座清洗水池，MBR 膜需要清洗时由起重机将膜置于清洗池中加柠檬酸、次氯酸钠等药剂进行清洗。

二次沉淀池污泥一部分用泵回流到 A/O 池，污泥回流比按 50~100%。另一部分剩余污泥与生物曝气滤池剩余污泥一起用泵输送至污泥浓缩池，污泥浓

缩池污泥经浓缩后，用泵抽升至离心脱水机进一步脱水至含水率小于 80%，泥饼用车外运。

为保证污水处理装置的稳定运行，需对污水水质进行监测、控制，除正常化学分析监测外，在污水进水管、调节池、中间池、排放池设置在线 COD、氨氮、pH 等检测仪表，当进水水质超标时自动切换至事故水池。在 A/O 池设置溶解氧、pH、COD、氨氮、污泥浓度等在线仪表监控污水处理运行情况，及时调整运行参数，确保污水生化处理正常稳定运行。

9.4.2.3 回用水站

为节约新鲜水的耗量，本项目所有清净废水全部进入回用水站进一步除盐处理，处理后的淡水回用于循环水系统做补水，浓盐水送至浓盐水处理站进一步浓缩蒸发处理。

本项目清净废水总计：27/29m³/h。

回用水系统的流程如下：

清净废水→高密度澄清池→多介质过滤器→自清洗过滤器→超滤→一级反渗透→用户

清净经过高密度沉淀池去除硬度、碱度、浊度后，进入多介质过滤器进一步去除浊度，然后进入膜处理系统进行进一步除盐，从而降低原水中盐含量，达到生产水用水指标。

本站高密度澄清池产生的污泥经过脱水后外运处理；澄清池，过滤器，超滤等装置反洗水经过反洗水池收集后回用至高密度沉淀池进口。

9.4.2.4 浓盐水处理站

为减少浓盐水排放量，本项目所有浓盐水全部进入浓盐水处理站处理，处理后的淡水回用于循环水系统做补水，得到的杂盐外运处理。

本项目浓盐水总计：8/9m³/h。

浓盐水系统分为三部分部分：浓盐水浓缩 1、浓盐水浓缩 2、浓盐水蒸发
浓盐水浓缩 1 的流程如下：

浓盐水→调节池→一级机械澄清池→二级机械澄清池→多介质过滤器→超滤→反渗透→淡水回用

浓盐水浓缩 2 的流程如下：

反渗透浓水→调节池→机械澄清池→多介质过滤器→超滤→DTRO 高压反
渗透→淡水反渗透→淡水回用

浓盐水蒸发

DTRO 高压反渗透浓水→多效蒸发结晶系统→淡水回用

结晶盐→干燥系统→打包装置

本系统机械澄清池产生的污泥经过脱水后外运处理；结晶盐打包后外运处
理；澄清池，过滤器，超滤等装置反洗水经过反洗水池收集后回用至一级机械
澄清池进口。

9.4.2.4 消防事故水池

各生产装置区和辅助生产设施的消防事故排水通过雨水排水系统收集，排入
厂区事故水池。正常情况下，厂区未污染的雨水，以重力流形式分散、就近排入
厂区雨水排水管系统。

发生消防事故时，有污染的各生产装置和辅助生产设施界区内消防废水、事
故污水首先经装置区内管线重力排入各厂区内初期雨水收集池，厂区内初期雨
水收集池前设置溢流井，收集池储满后，事故水经溢流井、雨水系统管线流向厂
区事故水池，并开启厂区事故水池前入口阀门，进入厂区事故水池。经对事故水
池储水检测，当无污染（满足排放标准）时，由所设事故水池污水泵提升排入雨
水系统外排出厂区，当检测超过排放标准，由所设事故水池污水泵提升排入污
水处理站。

消防事故水池有效容积10000m³。

9.4.3 固体废物处置措施

在固体废物污染防治方面，本着循环经济的理念，优先考虑综合利用的方案。
对于可利用的固体废物，设置方便综合利用的输送、贮存设施，并于项目建设前
期与综合利用方达成回收利用的协议。对于不能回收利用的固体废物，则按不同
性质分别处置。厂区生活垃圾在厂区用专门容器收集后通过专用垃圾车运送市政
生活垃圾处理处置设施。

（1）乙炔装置

熟石灰 165517t/a，属于一般工业固体废物，综合利用作水泥或制砖原料。

乙炔精制废硫酸为 90wt%的浓硫酸，6207t/a，属于危险废物（HW34，
900-300-34），送至硫酸再生装置处置。

(2) 甲醛装置

甲醛合成废催化剂 20t/1.5a, 主要成分为铁、钼, 属于危险废物 (HW50, 261-171-50), 送有资质的单位处理。

ECS 废催化剂 1.6t/5a, 主要成分为铂、钯, 属于危险废物 (HW50, 261-171-50), 送有资质的单位处理。

(3) BDO 装置

BYD 合成废催化剂 365t/a, 主要成分为铜铋催化剂 30%, 含水 70%, 可能含有乙炔铜, 属于危险废物 (HW50, 251-016-50), 送有资质的单位处理。

甲醛汽提塔的粗甲醇 1656t/a, 主要成分为甲醇、水及杂质, 属于危险废物 (HW11, 261-131-11), 送废液焚烧炉焚烧。

脱离子单元产生的阳床、阴床、弱阴床废树脂, 均为 1 年更换一次, 每次排放量分别为 40t、56t 及 64t, 属于危险废物 (HW13, 900-015-13), 送有资质的单位处理。

丁炔二醇低压加氢反应器废催化剂 29t/a, 主要成分为镍、铜、钼, 属于危险废物 (HW50, 251-016-50), 送有资质的单位处理。

丁炔二醇高压加氢反应器废催化剂 33.6t/3a, 间断排放, 3 年一次, 主要成分为镍、氧化镍、氧化铜、铝、钼、水, 属于危险废物 (HW50, 251-016-50), 送有资质的单位处理。

杂醇贮槽的杂醇 1242t/a, 属于危险废物 (HW11, 261-131-11), 送废液焚烧炉焚烧。

轻组分贮槽的轻组分废液 994t/a, 属于危险废物 (HW11, 261-131-11), 送废液焚烧炉焚烧。

聚丁二醇贮槽的聚丁二醇废液 5962t/a, 属于危险废物 (HW11, 261-131-11), 送废液焚烧炉焚烧。

废液焚烧炉残渣 1.88t/a, 主要成分为 CuO、NiO 及未燃尽的蒸馏残液, 收尘器收尘主要成分为小苏打和活性炭, 83t/a, 均属于危险废物 (HW18, 772-003-18), 送有资质的单位处理。

(4) 硫酸再生装置

转化器废催化剂排放量为 0.68t/a, 主要成分为 V_2O_5 , 间断排放, 1 年 1 次, 属于危险废物 (HW50, 261-173-50), 送有资质的单位处理。

裂解炉废渣排放量为 30.5t/a，属于危险废物（H18，772-003-18），由有危废处理资质单位处理。

（5）污水处理站

污水处理站生化污泥 0.0025t/h，属于一般工业固体废物，外送填埋。废盐泥 0.025t/h，目前暂按危废管理，由有危废处理资质的厂家处置，待项目建成投运后再进行化验，从而验证属于危废还是属于一般工业固体废物。

9.4.4 噪声防治措施

为了保护车间工人的身体健康，同时减少对厂区环境的污染，本项目噪声防治主要从声源的控制，噪声传播途径的控制及受声者个人防护三方面进行，具体防护措施如下：

（1）对各种机电产品噪声要求

对各种机电产品选用时，除考虑满足生产工艺技术要求外，还必须具备良好的声学特性（高效低噪）产品，工程在主要发声设备选购时对设备声级有一定的具体要求，要求供货方将设备噪声控制在工程设计规定标准之内。

（2）对装置区噪声防护措施

对于部分设备外型几何尺寸较大，产生噪声声压级强，加之厂房大部分空间贯通，另外有些部位因生产工艺要求在设备上无法采取隔、吸、消音处理措施，直接对操作人员长期工作有害。因此，设计时在操作人员较多的场所，设集中的隔声控制室，流动值班工作人员佩戴耳塞或耳罩，对建筑物、围护物的门外、外窗要求做隔声型或设双层，减少室内噪声传至室外。

（3）对装置区总平面进行合理化布置

（4）加强厂区绿化措施，降低噪声的传播

装置区内所有产生高强噪声的厂房车间周围、场区均作为绿化重点，选择的树种应适应当地自然条件。

（5）车间内噪声属于车间劳动保护，厂方应参照车间内允许噪声级标准调整工人作业时间，以确保工人身心健康不受损害。

（6）对无法采取降噪措施的各作业场所，操作工人采取个人卫生防护措施，如工作时佩带耳塞、耳罩和其它劳保用品。

9.4.5 土壤及地下水污染防治措施

地下水污染防治措施坚持“源头控制与重点区域末端防治相结合”的原则，从原料产品储存、装卸、运输、生产过程、污染处理设施等全过程控制各种有毒有害原辅材料、中间材料、产品泄漏（含跑、冒、滴、漏），同时对有害物质可能泄漏到地面的区域采取防渗措施，阻止其渗入土壤和地下水中。

有毒有害物料的罐区、易产生泄漏的生产装置区域分别设置围堰，围堰内地面采用不渗透的材料铺砌，地面和围堤进行防渗处理。

设备及管道排放出的各种含有毒有害介质液体设置专门的废液收集系统，并设置在装置界区内。

（1）主动控制措施

地下水污染防治措施坚持“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应相结合”的原则，即采取主动控制和被动控制相结合的措施。

主动控制，即从源头控制措施，采用先进的工艺，管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度；管线敷设尽量采用“可视化”原则，即管道尽可能地上敷设，做到污染物“早发现、早处理”，减少由于埋地管道泄漏而造成的地下水污染。

（2）被动控制措施

①坚持分区管理和控制原则，根据厂址所在地的工程地质、水文地质条件和全厂可能发生泄漏的物料性质、排放量，参照相应标准要求有针对性的分区，并分别设计防渗层结构。

②坚持“可视化”原则，在满足工程和防渗层结构标准要求的前提下，尽量在地表面实施防渗措施，便于泄漏物质的收集和及时发现破损的防渗层。

③在总图布置上，严格区分污染防治区和非污染防治区。污染防治区根据工程特点又分为：非污染防治区、一般污染防治区、重点污染防治区等。根据《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）对各类污染防治区定义如下：

非污染防治区：指没有污染物泄漏或泄漏物不会对地下水环境造成污染的区域或部位。

一般污染防治区：指生产装置界区内对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，容易发现和可及时处理的区域或部位。一般污染防治区可以采取低于重点

污染防治区要求的防渗措施。一般污染防治区防渗性能应不低于 1.5m 厚的渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能。

重点污染防治区：指对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，不能发现和处理的区域或部位。重点污染防治区应当采取较为严格的防渗措施。重点污染防治区防渗性能应不低于 6m 厚的渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能。

9.5 环境风险防范

为防止事故状态下造成水体污染的可能性，本项目设置水污染三级预防与控制体系。

(1) 一级防控措施

本项目一级防控措施为生产装置区围堰和储罐区防火堤。

工艺生产装置根据污染物性质进行污染区划分，污染区设置围堰（或地沟），实现初期雨水、地面冲洗水、检修可能产生的污水等的有效收集。

可燃液体储罐及非可燃液体、但对水体环境有危害物质的储罐设置防火堤，有效容积不小于罐组内 1 个最大储罐的容积。

在一般事故时利用围堰和防火堤控制泄漏物料的转移，防止泄漏物料及污染消防排水造成的环境污染。

(2) 二级防控措施

本项目第二级防控措施为有污染风险的装置区、罐区初期雨水收集系统。该系统由围堰、排水沟、集水井和切换阀门、管线等组成。

装置污染区的初期污染雨水，应排至装置区初期雨水收集池。各污染装置区应分别设置初期雨水收集池。装置污染区的后期清净雨水通过溢流井，自动排到清净雨水系统。

(3) 三级防控措施

在上述二级防控措施之外，设置全厂消防事故水池，作为三级防控措施。各生产装置区和辅助生产设施的消防事故排水通过雨水排水系统收集，排入厂区事故水池。正常情况下，厂区未污染的雨水，以重力流形式分散、就近排入厂区雨水排水管系统。发生消防事故时，有污染的各生产装置和辅助生产设施界区内消防废水、事故污水首先经装置区内管线重力排入各装置区内初期雨水收集池，装置初期雨水收集池前设置溢流井，收集池储满后，事故水经溢流井、雨水系统管

线流向厂区事故水池，并开启厂区事故水池前入口阀门，进入厂区事故水池。经对事故水池储水检测，当无污染（满足排放标准）时，由所设事故水池污水泵提升排入雨水系统外排出厂区，当检测超过排放标准，由所设事故水池污水泵提升排入污水处理站。本项目设置消防事故水池有效容积10000m³。

9.6 绿化

绿化可以起到净化空气、吸附有害气体、减尘滞尘、消弱噪声等环境保护的作用，并能美化环境、改善小气候，从而保证职工的身体健康。做好绿化工作，对于厂区及周围环境将产生有利影响。本工程应针对工程特点在新建厂房四周及空地上栽种树木和花草，充分利用场地的边角地进行绿化。各功能区绿化以灌木为主，结合乔、草，并配套节水灌溉措施，保证绿化苗木的成活率，在绿化美化厂区的同时，达到防治厂区水土流失目的。

9.7 环境管理和监测机构设置

9.7.1 环境管理

在环境保护工作中，管理和治理是相辅相成、缺一不可的。通过管理可以防止新污染、促进治理、巩固和发挥治理效果。本项目应设置环境管理机构，配备环境管理专职人员2~3名，负责组织、落实、监督其环保工作。环境管理机构的主要职责如下：

- (1) 贯彻执行环境保护法规和标准；
- (2) 组织制定和修改本单位的环境保护管理制度并监督执行；
- (3) 制定并组织实施环境保护规划和计划；
- (4) 领导和组织本单位的环境监测；
- (5) 检查本单位环境保护设施的运行；
- (6) 推广应用环境保护先进技术和经验；
- (7) 组织开展本单位的环境保护专业技术培训，提高人员素质水平；
- (8) 组织开展本单位的环境保护科研和技术交流

9.7.2 环境监测

环境监测的重要任务是对生产过程中产生的污染物及噪声进行监测，为企业贯彻执行国家环保法规，制定防治污染对策，编制环保计划，强化环保管理等方面提供可靠的依据。本项目新建环境监测站，环境监测站不能完成的监测内容委托当地有监测资质的监测单位承担。

本项目严格按照行业环保规范及排污许可证要求开展环境监测，主要任务如下：

(1) 对本项目废水、废气、废渣、噪声排放源及厂界污染物浓度进行监测，分析排放的污染物是否符合国家和地方规定的排放标准。

(2) 对项目内“三废”治理设施进行监测，了解其运行情况。

(3) 对可能出现的高危排放点、容易造成污染事故的设施，进行特定目标的警戒监测，以便尽快报警，尽可能减小危害的影响范围。

(4) 在发生环境污染事故时，开展或配合有关机构开展环境应急监测，为环境污染事故处理提供依据。

(5) 建立环境监测数据档案，为企业环境管理和污染控制提供依据，为地方或企业上级环境监测管理部门提供环境监测统计资料。

运行期监控点位及频次见表9.7-1。

表9.7-1环境监测计划一览表

监测项目	装置名称	污染源名称	监测因子	监测频次
废气 有组织	电石卸车及 破碎输送	电石卸车及 破碎输送除尘尾气	颗粒物	每半年 1 次
		电石粗料仓除尘尾气	颗粒物	每半年 1 次
	乙炔发生	熟石灰仓及熟石灰 装车除尘尾气	颗粒物	每半年 1 次
			甲醇、甲醛 NMHC	每半年 1 次 每月 1 次
	BDO 装置	精馏废液 焚烧炉尾气	颗粒物、NO _x	自动监测
			铜、镍氧化物	每月 1 次
			二噁英类	每年 1 次
			NMHC	每月 1 次
	硫酸再生装置	吸收塔尾气	SO ₂ 、硫酸雾	每月 1 次
			NO _x	每半年 1 次
罐区	罐区吸收塔尾气	甲醇、甲醛	每半年 1 次	
		NMHC	每月 1 次	
酸碱站	酸碱站洗涤塔尾气	HCl	每半年 1 次	
废气 无组织	企业边界		非甲烷总烃、甲醛、 氯化氢、臭气浓度	每季度 1 次
	泵、压缩机、阀门、开口发或开口管线 气体/蒸汽泄压设备、取样联接系统		挥发性有机物	每季度1次
	法兰及其他连接件、其他密封设备		挥发性有机物	每半年1次
废水	废水排口		流量、化学需氧量、氨氮	自动监测
			pH、总磷、总氮、电导率	每月 1 次

监测项目	装置名称	污染源名称	监测因子	监测频次
			悬浮物、石油类、硫化物、挥发酚	
	雨水排口		流量、COD、pH、TDS、SS、石油类	排放期间
噪声	厂区边界外 1m，四周各设置 1 个监测点位		Leq (A)	每季度 1 次，每次 2 天，每天昼/夜各一次
地下水环境	地下水跟踪监测井设置 3 口监测井		pH、耗氧量、甲醛、石油类、氨氮等	对照监测点采样频次宜不少于每年 1 次 其他监测点采样频次宜不少于每年 2 次

9.8 环境影响分析

本项目采用先进的生产工艺技术与设备，优先从生产源头上减少了污染物的排放，符合清洁生产的要求，同时结合末端治理，对生产过程中所产生的废气、废水、固体废物和噪声源等均采取妥善有效的处理、处置措施，经过处理后的污染源及污染物均能实现达标排放，且均满足国家和地方相关的环保标准及法律法规要求，最大限度地减少了本项目污染物的排放量，减小对当地环境的不利影响。

第十章 安全卫生

10.1 设计原则

认真贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，执行安全职业卫生设施“三同时”原则，对可能发生的各种事故和职业危害采取有效的防范措施，以确保生产安全和人体健康。

10.2 设计采用的法律法规及标准规范

10.2.1 法律、法规

《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年 9 月 1 日起施行）

《中华人民共和国职业病防治法》（主席令第 81 号，经主席令第 24 号修订，2018 年 12 月 29 日起施行）

《中华人民共和国劳动法》（主席令第 28 号，经主席令第 24 号修订，2018 年 12 月 29 日起施行）

《中华人民共和国劳动合同法》（主席令第 73 号，2013 年 7 月 1 日起施行）

《中华人民共和国消防法》（主席令第 6 号，2021 年 4 月 29 日起施行）

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

《中华人民共和国国家突发事件应对法》（主席令第 69 号，2007 年 11 月 1 日起施行）

《生产安全事故应急条例》（国务院令第 708 号，2019 年 4 月 1 日起施行）

《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》（应急管理部令第 2 号，自 2019 年 9 月 1 日起施行）

《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号，2013 年 12 月 7 日经国务院令第 645 号修正后施行）

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令第 352 号，2002 年 5 月 12 日起施行）

《安全生产许可证条例》（国务院令第 397 号，2014 年第 653 号第二次修订）

《特种设备安全监察条例》（国务院令第 549 号令，2009 年 5 月 1 日起施行）

《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全生产监督管理总局令第 40 号，2011 年 12 月 1 日起施行）

《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，2015 年 5 月 27 日经国家安全监管总局令 第 79 号修正后施行）

《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令 第 36 号，2015 年 5 月 1 日经安监总局令 第 77 号修正后施行）

《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（国家安全生产监督管理总局[2011]第 41 号令，国家安监总局令[2015]第 79 号令修正）

《工作场所职业卫生管理规定》（国家卫生健康委令 第 5 号）

《国家安全监管总局 工业和信息化部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）

《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）

《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的危险化学品名录的通知》（安监总管三[2013]12 号）

《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）

《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）

《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）

《危险化学品目录（2015 版）》（2015 年 5 月 1 日起施行）

《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）

《关于修订〈特种设备目录〉的公告》（质检总局 2014 年第 114 号）

《内蒙古自治区安全生产条例》（2005 年 5 月 27 日内蒙古自治区第十届人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，2017 年 5 月 26 日内蒙古自治区第十二届人民代表大会常务委员会第三十三次会议修订）

10.2.2 国家、行业及地方相关标准、规范

《化工企业安全卫生设计规范》HG20571-2014

《生产设备安全卫生设计总则》GB5083—1999

- 《工业企业设计卫生标准》GBZ1—2010
- 《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
- 《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
- 《工作场所职业病危害作业分级第 1 部分：生产性粉尘》GBZ/T229.1-2010
- 《工作场所职业病危害作业分级第 2 部分：化学物》GBZ/T229.2-2010
- 《工作场所职业病危害作业分级第 3 部分：高温》GBZ/T229.3-2010
- 《工作场所职业病危害作业分级第 4 部分：噪声》GBZ/T 229.4-2012
- 《职业性接触毒性危害程度分级》GBZ230-2010
- 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087-2013
- 《建筑设计防火规范（2018 版）》GB50016-2014
- 《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》GB50160-2008
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB/T50493-2019
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014
- 《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
- 《化工企业静电接地设计规程》SH/T 3097-2017
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046-2018
- 《石油化工控制室抗爆设计规范》GB50779-2012
- 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010
- 《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》GB4053.1-2009
- 《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》GB4053.2-2009
- 《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
- 《安全标志及其使用导则》GB2894-2008
- 《图形符号 安全色和安全标志 第 5 部分 安全标志使用原则和要求》GB
2893.5-2020
- 《高温作业分级》GB/T4200-2008
- 《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018
- 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB7231-2003
- 《建筑抗震设计规范（2016 年版）》GB50011-2010
- 《生产过程安全卫生要求总则》GB/T12801-2008

- 《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012
- 《工业金属管道设计规范（2008 年版）》 GB50316-2000
- 《建筑照明设计标准》 GB50034-2013
- 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB50062-2008
- 《建筑采光设计标准》 GB/T50033-2013
- 《化工采暖通风与空气调节设计规范》 HG/T20698-2009
- 《自动喷水灭火系统设计规范》 GB50084-2017
- 《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005
- 《仪表配管配线设计规定》 HG/T20512-2000
- 《固定式压力容器安全技术监察规程》 TSG 21-2016
- 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB50223-2008
- 《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》 GB50453-2008
- 《构筑物抗震设计规范》 GB50191-2012
- 《仪表系统接地设计规定》 HG/T 20513-2014
- 《仪表及管线伴热和绝热保温设计规定》 HG/T 20514-2014
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB50046-2018
- 《工业企业噪声控制设计规范》 GB/T50087-2013
- 《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》 AQ3035-2010
- 《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

10.3 环境因素分析

(1) 本项目位于鄂尔多斯鄂托克旗棋盘井工业园，位于内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克旗棋盘井镇，处于鄂尔多斯高原西部，东距举世闻名的苏里格气田 140 公里，中工园区网指出，它与驰名中外的鄂尔多斯羊绒制品的主要原料基地--阿尔巴斯苏木接壤，南距储量居亚洲第一的查布石膏矿区 30 公里，西与宁夏石嘴山市隔黄河相望，是鄂尔多斯与宁夏、乌海市的重要交通枢纽。

(2) 项目所在地区年极端最高温度 36.7℃、极端最底温度 -31.6℃、最热月平均温度 22.4℃、最冷月平均温度 -10.2℃、年平均温度 7.1℃。在设计中应考虑高/低温对操作、巡检作业人员的影响，并在建构筑物内设采暖通风设施。

(3) 项目设计时应保证建构筑物、装置防雷设施性能。

(4) 本项目所在地全年主导风向偏西风，年平均风速 3.3m/s、最大风速 24m/s，

总图布置时考虑主导风向的影响。

(5) 依据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 附录 A, 棋盘井镇区域地震峰值加速度为 0.20g, 反应特征周期 0.40s, 建厂地区地震基本烈度为 7 度, 抗震设防烈度 8 度。

(6) 本项目所在地未发现流行病及地方病爆发记录。

10.4 “两重点一重大”情况分析

10.4.1 重点监管危险化学品

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)及《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管的危险化学品名录的通知》(安监总管三〔2013〕12号)的规定, 本项目涉及的重点监管的危险化学品有氢、甲醇、乙炔。

10.4.2 重点监管危险化工工艺

根据《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)、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管的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), 本项目 1,4-丁二醇合成工艺属于典型的加氢工艺, 甲醇制甲醛工艺属于典型的氧化工艺, 均为重点监管化工工艺。

10.4.3 危险化学品重大危险源

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 本项目氢气、甲醛(含量>90%)、甲醇、乙炔、电石、丁炔二醇、正丁醇、四氢呋喃、氮气(压缩的)属于需要进行重大危险源辨识的物质, 后续设计阶段应根据布置条件和设备中在线量进行辨识、分级, 并按照重大危险源相关要求进行了安全设计。

10.5 生产过程中主要危害因素分析

10.5.1 生产过程中主要危险化学物质分析

依据《特别管控危险化学品目录(第一版)》进行核对, 本项目甲醇属于特别管控危险化学品。

根据《危险化学品目录》(2015版)、《危险化学品安全技术说明书》(第三版)、《职业接触毒物危害有害程度分级》(GBZ 230-2010)和《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)等标准规范, 本项目具有爆炸、燃烧等性质, 对人体、设施、环境具有危害的化学品进行辨识。本项目主要危险

物质为如氢气、甲醇、甲醛、乙炔、1,4 丁二醇、碳化钙（电石）、1,4 丁炔二醇、氮气（压缩的）。

在本项目乙炔装置、甲醛装置、1,4-丁二醇装置等生产过程主要危险性物料如氢气、甲醇、甲醛、乙炔、等均为易燃、易爆的物质，氮气为窒息性气体。

本项目生产过程部分存在高温、高压操作，因而存在燃爆事故的可能，会危及人身安全。另外由于生产过程中设备及管道连接多且复杂，存在可能导致工艺物料泄漏的泄漏点，一旦有毒、有害物质排放或泄漏，可能引发火灾、爆炸、中毒或窒息等危害。本项目易燃易爆物质物性参数见表 10-1。

表 10-1 生产过程中火灾爆炸性物质特征一览表

序号	品名	闪点 (°C)	燃点 (°C)	爆炸极限		比重		沸点 (°C)	水溶性	火灾 危险性类别
				下限 (%)	上限 (%)	液(固) 体与水 比	蒸汽与空 气比			
1	氢气		560	4.0	75.6	0.07	0.07	-253	微	甲
2	甲醇	11	464	5.5	44	0.79	1.1	64.7	溶	甲
3	乙炔		305	2.5	82	0.62	0.91	-83.8	微	甲
4	甲醛 (37% 溶液)	83	430	7.0	73	0.84	1.03	-21~-19	易	丙
5	1,4-丁 炔二 醇	128	410	2.3	35.7	1.07~1.2	无资料	238	易	丙
6	1,4-丁 二醇	121	402	1.95	18.3	1.02	无资料	230	易	丙
7	碳化 钙	无意义	>325	无资料	无资料	2.22	无资料	分解	反应	甲
8	四氢 呋喃	-20	230	1.5	12.4	0.89	2.5	65.4	溶	甲

本项目乙炔站使用原料为电石，在原料运输和破碎、成品包装环节可能形成粉尘环境，人员长期吸入粉尘可能造成呼吸道疾病和尘肺，乙炔原料粉尘还具有腐蚀性，皮肤和黏膜接触可能造成化学灼伤。

根据上述物质的危险性结合工艺过程和工艺设备特点，本项目生产过程中的主要危害因素有火灾、爆炸、中毒和窒息等；次要危害因素有触电、机械伤害、高处坠落、灼烫、车辆伤害、淹溺、坍塌、起重伤害等；除《企业职工伤亡事故分类标准》（GB6441-86）中列举的事故类别外，本项目还可能存在雷击或静电导致的电气事故及物料导致的腐蚀等危害；本项目生产过程职业病危害因素有粉

尘（电石粉尘和其他粉尘）、化学因素（甲醇、乙炔、甲醛、1,4-丁炔二醇、1,4-丁二醇、碳化钙（电石）、氮气、四氢呋喃、物理因素（噪声、振动、高温），职业病危害因素对作业人员主要的事事故影响为急慢性中毒、噪声及振动、高/低温危害、粉尘危害。

10.5.2 生产过程职业病危害因素分析

根据《职业病危害因素分类目录》国卫疾控发（2015）92 号，本项目物理危害因素有：高温、噪声、工频电场。物理因素危害见下表：

表 10-2 生产过程中职业病物理危害对人体的健康影响

职业危害因素	对人体的健康影响	职业接触限值	可能导致的职业病
高温	高温作业时，人体可出现一系列生理功能改变，这些变化如超过一定限度，则可产生不良影响。中暑是指在高温作业场所劳动一定时间后，出现头昏、头痛、口渴、多汗、全身疲乏、心悸、注意力不集中、动作不协调等症状，体温正常或略有升高。轻症中暑除中暑先兆的症状加重外，出现面色潮红、大量出汗、脉搏快速等表现，体温升高至 35.5℃ 以上。重症中暑可分为热射病、热痉挛和热衰竭三型，也可出现混合型。职业性中暑是在高温作业环境下，由于热平衡和水盐代谢紊乱而引起的以中枢神经系统和心血管障碍为主要表现的急性疾病。	参照 GBZ 2.2-2007 表 8	中暑
噪声	长期在较高强度噪声环境下工作可使听力受损，噪声对神经系统的影响可表现为头痛、头晕、耳鸣、心悸、睡眠障碍等神经征候群；对心血管系统的影响可表现为血压和心率的改变，如血压升高、心率增快或减慢；对消化系统的影响表现为胃肠功能紊乱，如食欲下降、恶心消瘦等。噪声强度过大还可引起视觉反应时间延长。长期在高强度噪声环境下工作可导致听力损失，甚至噪声性耳聋。	参照 GBZ 2.2-2007 表 9 和表 10	噪声聋
工频电场	可能出现神经系统症状并伴有食欲不振、脉搏加快和血压偏高等症状，血象有轻微的变化。主要临床表现为：头痛、头晕、视力减退、睡眠障碍等神经系统和消化系统症状等近期效应，并出现癌症或遗传性障碍等远期效应。	参照 GBZ 2.2-2007 表 2 和表 3	头痛、头晕、视力减退

根据《职业病危害因素分类目录》国卫疾控发（2015）92 号，本项目化学危害因素有甲醇、乙炔、甲醛、1,4-丁炔二醇、1,4-丁二醇、碳化钙（电石）、氮气、四氢呋喃化学因素物质的主要生产性毒物性质及危害见下表：

表 10-3 生产过程中有毒、有害物质特征一览表

序号	物质名称	健康危害特性	毒性危害级别	职业接触限值 mg/m ³			健康危害
				MAC	TWA	STEL	
1	甲醇	中毒	中度危害	/	25	50	急性中毒：表现为头痛、眩晕、乏力、嗜睡和轻度意识障碍等，重者出现昏迷和癫痫样抽搐，直至死亡。引起代谢性酸中毒。甲醇可致视神经损害，重者引起失明。慢性影响：主要为神经系统症状，有头晕、无力、眩晕、震颤性麻痹及视觉损害。皮肤反复接触甲醇溶液，可引起局部脱脂。
2	乙炔	弱麻醉作用	轻度危害	/	/	/	具有弱麻醉作用。高浓度吸入可引起单纯窒息。暴露于 20%浓度时，出现明显缺氧症状；吸入高浓度，初期兴奋、多语、哭笑不安，后出现眩晕、头疼、恶心、呕吐、共济失调、嗜睡；严重者昏迷、瞳孔对光反应消失，脉弱而不齐。当混有磷化氢、硫化氢时，毒性增大，应予以注意。
3	甲醛	中毒、刺激	极度危害	0.5	/	/	口服灼伤口腔和消化道，可发生胃肠道穿孔，休克，肾和肝脏损害。接触其蒸汽，引起批复、呼吸道粘膜炎症，重者发生喉痉挛、声门水肿和肺炎等。慢性影响：长期接触低浓度甲醛可有轻度眼、鼻、咽喉刺激症状，皮肤干燥、皴裂、甲软化等，甲醛对人有致癌性。
4	1,4-丁炔二醇	中毒、刺激	中度危害	/	/	/	本品对眼和呼吸道有刺激性。对皮肤有刺激和致敏作用。口服刺激消化道，引起恶心、呕吐，可引起惊厥。
5	1,4-丁二醇	中毒	中度危害	/	/	/	吸入、眼睛及皮肤接触可能引起轻微的刺激感，食入可能引起黏膜刺激及对中枢系统有害。
6	电石	刺激	中度危害	/	/	/	损害皮肤，引起皮肤瘙痒、炎症、“鸟眼”样溃疡、黑皮病。皮肤灼伤表现为创面长期不愈及慢性溃疡型。接触工人出现汗少、牙釉质损害、龋齿发病率增高。
7	氮气	窒息	/	/	/	/	常压下氮气无毒。当作业环境中氮气浓度提高、氧气相对减少时，引起单纯性窒息作用。当氮浓度大于 84%时，可出现头晕、头痛、眼花、恶心、呕吐、呼吸加快、脉率增加、血压增高、胸部压迫感，甚至失去知觉，使氧分压下降，出现阵发性痉挛、紫绀、瞳孔缩小等缺氧症状。如不及时脱离环境，可致死亡。氮麻醉出现一系列神经精神症状及共济失调，严重时出现昏厥。高压下氮气可引起减压病。液态氮具有低温作用，皮肤接触时可引起严重冻伤。
8	四氢呋喃	中毒	中度危害	/	300	/	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

序号	物质名称	健康危害特性	毒性危害级别	职业接触限值 mg/m ³			健康危害
				MAC	TWA	STEL	
							接触，可因脱脂作用而发生皮炎。

10.5.3 火灾、爆炸危害

(1) 物质引发火灾、化学爆炸

生产工艺过程中的氢气、甲醇、乙炔、1,4-丁炔二醇、1,4-丁二醇、四氢呋喃具有易燃、易爆的特性。乙炔装置电石堆场、破碎及输送工序产生的电石粉尘遇湿或遇水会迅速产生乙炔气体，遇明火可能引发爆炸。生产过程中大部分装置操作条件为高温、高压，上述物质泄漏后与空气可形成爆炸混合气体，在爆炸极限范围内，遇到火源或达到自燃温度，都会引起燃烧或爆炸。

(2) 电气火灾

设备发生电气事故不仅可能引起设备火灾，还可能引燃周边可燃物质导致火灾甚至爆炸。因此防止电气故障也是本项目安全生产的主要控制点，其可能引起火灾的事故分析如下：

①电力、电气设备发生短路引起电气设备火灾、导致生产装置停车或引发事故。

②电气设备缺相运行或机械设备卡住引起电气设备过载，温度骤升，致使设备烧毁，甚至引起火灾、爆炸事故的发生。

③电气系统产生过电压(包括操作过电压、外部雷电过电压等)引起电力、电气设备绝缘击穿，发生短路故障，会引起火灾、爆炸事故或人员伤亡。

④电气设备防腐设施不齐全、通风不良、腐蚀性气体侵蚀电气设备，会造成绝缘腐蚀，导致电气设备漏电，有可能引起火灾及人员触电事故。

(3) 物理爆炸

本项目设备中存在压力容器、压力管道，当承压元件因不能承受其内部过高压时就会发生破裂、物理爆炸。

本项目存在如换热器等压力容器，以及输送物料的压力管道，因此，存在物理爆炸危险。

10.5.4 中毒和窒息的危害

在生产过程中，作业人员接触、使用的化学有毒有害物质的机会和种类较多，如 BDO 装置中甲醇、甲醛、乙炔、1,4-丁炔二醇、1, 4-丁二醇等均为有毒有害

物质，氮气为窒息性物质。

上述有毒有害物质以气体或者液体状态存在，在设备或管道密封不好，或因设备管道腐蚀造成泄漏，设备检修，操作失误，发生事故等情况下，在带压条件下迅速外泄并污染作业环境，如防护不当或处理不及时，则很容易发生中毒和窒息。其中乙炔无色无臭，泄漏后不易被人察觉，往往会发生更大的危害。工艺装置中置换、保护使用的氮气，为窒息性物质，如发生泄漏，在作业场所通风不良的情况下，人员接触高浓度氮气会造成窒息事故。

10.5.5 生产性粉尘的危害

生产性粉尘是指在生产过程中产生的较长时间悬浮在空气中的固体微粒。

本项目 BDO 装置乙炔站电石堆场、破碎运输工序会产生电石粉尘。电石干燥时不燃，遇水或湿气能迅速产生高度易燃的乙炔气体，在空气中达到一定的浓度时，可发生爆炸性灾害。损害皮肤，引起皮肤瘙痒、炎症、“鸟眼”样溃疡、黑皮病。皮肤灼伤表现为创面长期不愈及慢性溃疡型。接触工人出现汗少、牙釉质损害、龋齿发病率增高。

10.5.6 腐蚀危害

本项目 BDO 装置需使用烧碱溶液。人体接触烧碱可致灼伤，设备会受到腐蚀而损坏。在使用和输送的过程中，酸碱的泄漏或喷溅均可能造成操作工的酸碱灼伤事故。

若这些物质的储存容器因制造或管理不符合要求，导致局部腐蚀破裂，或操作人员操作失误，导致以上物质大量泄漏，操作人员没有穿戴个体防护用具时，将发生化学灼伤。

腐蚀性介质还会对建筑物和构筑物造成危害。室内外地坪、楼面、墙脚、基础、地沟、池槽等主要受到液相腐蚀，往往引发地坪腐蚀、钢筋混凝土构件裂缝、钢筋裸露、砖墙粉化、基础削弱、建筑物不均匀沉陷等严重后果，给安全生产带来隐患。

10.5.7 噪声及振动危害

本项目易发生振动的设备主要有风机、泵、压缩机、破碎机等。振动可导致连接件接头松脱、基础松动、支撑移动、焊缝、绝缘破坏，压力表等附属仪表工作不稳定，加剧运动与静止件的磨损和引起泄漏等故障，而且还会降低设备的性能，产生很大的噪声，恶化工作条件，严重影响设备运转的可靠性，甚至引起设

备、管道疲劳破裂，造成爆炸等破坏性事故。同时，振动本身还直接危害职工的身心健康，引起神经系统和心血管等疾病。

噪声分为因固体振动产生的起伏运动产生的机械性噪声，以及气流的起伏运动而产生的空气动力性噪声。本项目生产过程中的噪声，主要集中在风机、泵、压缩机组等所在的厂房或场所。这些产生噪声的生产场所，同时伴有较大的振动。

生产过程中动设备与机械设备的振动产生的噪声对体会产生不良影响，长期接触强噪声，会引起听觉疲劳、听力下降，甚至造成噪声性耳聋。噪声对神经系统、心血管系统也会产生不良影响。噪声还容易分散作业人员的注意力发生误操作。生产过程中动设备产生的振动、机械设备转动产生的噪声对人体均可产生不良影响，如损伤耳膜、听力下降，严重时引起耳聋。

噪声作业环境不仅对影响正常的信息交流，容易诱发事故，而且振动会造成设备、管道金属材料的疲劳，缩短使用寿命，易因疲劳而损坏引发其它事故。

10.5.8 触电

变配电设施及厂内各种电气设备、设施、电缆等，因故障、误操作、短路、雷击、过负荷、绝缘老化等原因均可引起人身触电伤害，引发人身伤亡事故，造成财产损失。

操作人员在施工、作业、检查、维修以及政策使用过程中，由于未按照电气工作操作规程，或缺少安全用电常识，也可能导致触电的发生。

10.5.9 化学灼伤和高温、低温的危害

本项目部分生产过程是在高温下进行的，其中的化学物质一旦外泄或喷溅，均会造成化学灼伤或烫伤。另外高温对劳动者的危害，主要是当高温作业产生的热负荷，超过了人体的适应能力时，就会使工作能力下降，引起工作效率下降；同时对人体的体温调节、水盐代谢及循环系统、消化系统、神经系统、泌尿系统的功能产生不良影响，引起生理功能的紊乱，严重的可引起高温作业的职业病—中暑，此外高温设备或物料接触人体，可造成皮肤发生烫伤。

10.5.10 机械伤害的危害

本项目生产过程中使用一定数量的具有相对旋转或者往复运动的固定机械设备，如风机、压缩机、泵等机械直接与人体接触，有可能发生夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、刺、割等伤害等机械伤害事故。本项目可能发生机械伤害主要原因如下：

- (1) 各种机械设备高速旋转而又突出于轴外的法兰盘、键及连接螺栓、齿轮等没有加设防护罩，也常会绞带衣服对人造成伤害；
- (2) 机械设备安全防护装置缺陷、损坏、被拆除等，导致事故发生；
- (3) 设施布置不合理，场地空间狭小等也有可能发生挤、碰、压、擦、刮等机械伤害；
- (4) 违章操作，穿戴不符合安全规定的服装进行操作；
- (5) 检修时，不按规定采取停车、断电、挂牌的安全措施就进行检修的，都有可能造成机械伤害的危险。

10.5.11 电气事故

项目所在地雷暴日较多，如高大装置、储罐或建筑物防雷设计不合理、施工不规范、接地电阻值不符合规范要求，当雷击建筑物、电力设备、线路等时，会产生雷电过电压，在雷电波及的范围内会导致严重损坏建筑物、设备并可能危及人身安全。雷电火花还可能引发易燃易爆物质的火灾、爆炸，造成严重的生命、财产损失。

本项目生产装置普遍使用各种电气设施，许多设备、管道、操作平台为金属制造，属于电的良好导体。部分电气的工作环境为潮湿、腐蚀，甚至火灾、爆炸环境。因此，电流、电磁场、静电和某些电路故障灯直接或者间接造成建筑设施、电气设备损坏、人、动物伤亡，以及引起火灾和爆炸等后果的事件也是同类生产装置常见的事故类型。

10.5.12 高空坠落

在高大建构筑、设备和高位操作平台较多，高处坠落主要来自高处作业时违章、生产现场存在隐患以及特定的生产环节场所限制。对高处作业重视不够、管理不严、作业人员不系安全带，思想麻痹，怕麻烦图省事。此外，由于化工企业生产环境中存在腐蚀性物质，往往对平台、栏杆及预留孔盖板或者栏杆造成腐蚀、脱焊及安放不牢的现象，均会造成高处坠落事故的发生。

在日常操作安装检修过程中由于人的失误、引起的设备、零件、工具坠落，造成的人身伤亡事故。

10.5.13 物体打击

物体在重力或其它外力作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故。如设备检修时工具、零件、材料未装入工具袋从高处坠落、厂房外墙上水泥块掉落等，

都可能会对人体造成伤害。高处作业、检修时，工具摆放不当，将平台上操作人员打伤，甚至掉下平台，砸伤人。

10.5.14 车辆伤害

本项目固体原辅材料及产品如电石流转采用汽车运输，各类液体原料和产品通过槽车送至装卸栈台或从装卸栈台装车外售。

各种机动车辆在厂内行驶较为繁忙。由于司机误操作、行人违章等都会引起撞击、碾压人和物体，造成人员伤亡或物体倒塌、跌落等事故。乙炔装置乙炔原料堆场、酸碱站加药间、罐区等装卸地点均是车辆伤害事故频发的场所。

10.5.15 淹溺危害

生产装置中的循环水池等设施，如果安全防护措施不完善，容易导致操作人员跌落池中，从而造成淹溺事故。

10.5.16 坍塌

因设计不合理，建筑质量差，外力破坏，建筑物金属构件腐蚀严重等可能造成建筑物坍塌而造成危害。

此外本项目固体原料如电石在原料库内堆存，如堆存高度过高或受地震等外力扰动可能发生坍塌。

10.5.17 起重伤害

本项目生产和检维修过程中使用起重机、电动葫芦等起重设施，日常起重作业中因起重设施安全附件失效、碰撞、人员操作失误均可能导致脱钩砸人、钢丝绳断裂抽人、移动吊物撞人等起重伤害事故。

10.6 设计中采取的防范措施

10.6.1 防火防爆措施

在总图布置中，结合地形、风向、工艺流程特点和相关标准规范的要求，以做到流程短捷、经济合理，并且在此基础上保证装置内各生产单元设备之间以及装置与厂区内其他建构筑物之间的安全间距满足《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）及《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014），工厂与周围的企业和设施也按照《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）保持相应防火间距。主要生产工序周围均设置环形消防车道，以满足紧急疏散和消防灭火的要求。建构筑物内外道路畅通并形成环状，以利消防和安全疏散。

采用先进的 DCS 控制技术对生产过程的集中检测、显示、报警、控制和操作。操作人员在控制室内对生产进行集中监控，确保生产安全。同时设置独立的安全仪表系统（SIS），实现各装置重要安全联锁保护及紧急停车，以保证装置及人员的安全。

较为危险的设备和生产单元优先采用敞开式框架结构，设备尽可能露天化布置，以减少有毒、有害气体的积聚。

厂房建筑设计中，采取防爆泄压和通风措施，个别地方设机械通风，避免火灾爆炸危险物质和有毒物质积聚。

按照生产装置的危险区划分，选用相应防爆等级的电气设备和仪表，并按规范配线。对厂房、各相关设备及管道设置防雷及防静电接地系统。

在可燃气体可能泄漏的场所，设置可燃气体探测器，以便及时发现和处理气体泄漏事故，确保装置安全。

生产系统严格密封，选用可靠的设备和材料，以防泄漏、燃烧和爆炸等条件的形成。

所有压力容器的设计、制造、检验和施工安装，均按有关标准严格执行。可能超压的设备均安装有安全阀、防爆膜等安全措施。

重要工序设置氮气保护系统，当紧急情况发生时，氮气将自动加入反应器内，以置换危险物料，确保设备安全。

10.6.2 防毒措施

对可能产生泄漏的设备、管道，在满足工艺条件的情况下，尽量敞开布置。所有的有毒有害物均在密闭的设备或管道中运行，正常情况下无有毒有害物的泄漏。

为防止布置在封闭厂房内的生产设备产生的有毒有害物积累，厂房内设计可靠的通风系统并同时按照《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）设置有毒气体报警器。另外为了防止有害物的外逸尽量采用负压操作，对负压操作的设备和管道，除对焊缝进行严格的检查外，还进行水压及气密性试验。

设备、管线按照有关标准的规定涂识别色，重要管线应标注介质和流向。在阀门集中处，应对各阀门加以标识，以避免误开阀门。

装置均尽量露天布置。封闭场所设置强制通风装置，降低岗位有毒有害物质

的浓度。

在可能散发有毒有害物的岗位设置有毒气体检测报警装置，防止有害气体浓度超标对作业人员造成危害。

各车间根据工作环境特点配备各种必须的防护用具和用品。包括洗眼器、正压式空气呼吸器，过滤式防毒面具，防化服，耐腐蚀护目镜、防护手套、耳塞等。

接触有毒有害物的工作岗位配备正压式空气呼吸器及自吸过滤式防毒面具等防护器材，接触酸碱腐蚀性化学品和有毒化学品的岗位设淋浴洗眼器置，事故状态时保证操作工的安全。

10.6.3 防腐蚀措施

对与工艺物料直接接触的设备、管道、阀门选用合适的耐腐蚀材料制作，腐蚀性环境中电气设备及仪表选型也考虑防腐蚀。

对有防腐蚀要求的平台、地坪，采用相应的耐腐蚀材料。对梯子、栏杆应加强检查、维修，防止因腐蚀而发生安全事故。

建构筑物设计采用耐腐蚀的建筑材料和涂料，存在腐蚀性介质的装置区及罐区设置防腐蚀地坪。

10.6.4 防噪减振措施

防噪措施应根据《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013）等相关标准进行。在设备选型时首先选用低噪声设备，必要时采取消声、隔声、吸声、隔振或综合控制措施；管道设计与调节阀的选型做到防止振动和噪声，管道截面力求不突变；管道与强烈振动的设备连接处具有一定的柔性；对噪声超标的放空口设置消声器。主装置全自动化操作，岗位无操作人员，对出入高噪声区的人员必须佩戴耳塞或耳罩等防护用品。

10.6.5 防雷、防静电措施

所有工艺生产装置及其管线，按工艺及管道要求作防静电接地保护，其接地装置一般情况与电气设备工作接地和保护接地共用一个接地装置。所有爆炸危险的场所的工艺生产装置及其建、构筑物，均属第二类防雷，考虑防直击雷和感应雷；其他构筑物属第三类防雷，设防直击雷装置，并各设接地体装置。这些接地体在地中与安全接地装置不能满足安全距离要求时，则将两者相联。车间变电所变压器中性点直接接地并设接地体。各工艺生产场所均设安全保护接地，其接地装置与变压器中性点接地体相联，必要时再在生产场所周围加装辅助接地体。界

区内所有安全接地体相联，构成界区接地网。

10.6.6 化学灼伤和高低温措施

具有化学灼伤危害的作业场所尽量采用机械化、自动化操作，设置淋浴洗眼器以应对作业人员不慎接触烧碱、甲醛等刺激、腐蚀性物质以及甲醇等有毒物质，并配备必要的个人防护用品如橡胶手套、化学安全护目镜。

本项目外表面温度高于 60℃ 的设备和管道根据工艺需要或为防止操作人员接触发生烫伤事故设计防烫保温。

本项目除工艺要求需要温度升高或汽化外，操作温度在常温以下的设备和管道设置保冷，保冷材料及其制品具有安全使用温度和耐燃烧性能(不燃性、难燃性、可燃性)，阻燃型保冷材料及其制品的氧指数不小于 30%。

本项目处于集中供暖区，控制室、值班室、办公楼等辅助用室和封闭厂房设置采暖系统。冬季气温较低，户外作业可能发生低温冻伤，为户外操作人员和巡检人员配备防寒棉服、防寒鞋和防寒手套，并适当缩短单次巡检时间避免在低温环境长时间暴露。

10.6.7 机械及坠落意外伤害防范措施

对高速旋转或往复运动的机械零部件设计可靠的防护器、防护罩、挡板或安全围栏。传动运输设备，皮带运输线设计带有栏杆的安全走道，爬梯平台设有扶手和护栏等。装置区内有发生坠落危险的操作岗位按规定设置便于操作、巡检和维修作业的扶梯、平台和围栏等附属设施。凡容易发生事故或危及生命安全的场所和设备，以及需要提醒操作人员注意的地点，均按标准设置各种安全标志。凡需要迅速发现并引起注意以防发生事故的场所、部位均按标准涂安全色。

10.6.8 辅助用室设置

本项目的生产装置区和厂前区根据需要配置符合卫生标准要求的卫生辅助用室（包括更衣室、休息室、盥洗室、浴室、厕所等）。

10.6.9 个体防护与应急物资

本项目应根据各装置危险有害因素分布，针对性的为管理人员、技术人员、巡检人员、操作工按需配备个人防护用品，包括但不限于：防静电工作服、酸碱类化学品防护服、保护足趾安全鞋、耐化学品的工业用橡胶靴、模压塑料靴子、防静电安全帽、防静电手套、耐酸碱手套、防护耳塞、化学安全防护镜、自吸过滤式防毒面具、便携式气体泄漏检测器。

此外，应根据《危险化学品单位应急救援物资配备要求》GB 30077-2013 要求和本项目具体情况，在各装置设置事故柜，柜内配备正压式空气呼吸器、化学防护服、过滤式防毒面具、气体浓度检测仪、手电筒、对讲机、急救箱或急救包等。

10.6.10 安全色和安全卫生标志设计

(1) 安全色

化工装置安全色执行《图形符号 安全色和安全标识》GB/T 2893-2020 规定。消火栓、灭火器、火灾报警器等消防用具以及严禁人员进入的危险作业区的护栏采用红色。车间内安全通道、太平门等采用绿色，工具箱、更衣柜等采用绿色。化工装置的管道刷色和符号执行《工业管路的基本识别色和识别符号》(GB7231-2003) 的规定。

(2) 安全标志及风向标

化工装置安全标志执行《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008) 规定。在化工装置区、化学品库等危险区设置永久性“严禁烟火”标志；在危险部位设置警示牌，提醒操作人员注意；在阀门布置较集中、且易误操作的地方，在阀门附近标明输送介质名称或设明显标志；生产场所、作业地点的紧急通道和紧急出入口均设置明显标志和指示箭头。在装置区和罐区高点位置设置夜光型风向标。

(3) 职业病危害警示标识

根据《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003) 的规定在风机、压缩机和泵等噪声设备处，高低温设备处等职业病危害因素的位置设置相应的警示标识。本项目甲醛属于高毒物质，根据《高毒物品作业岗位职业病危害告知规范》(GBZ/T203-2007) 规定设置职业病危害告知卡。

10.6.11“两重点一重大”安全措施

本项目涉及的重点监管危险化学品有氢气、甲醇、乙炔，设计满足《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》安监总管三[2011]第 142 号的相关要求。

本项目涉及重点监管危险化学品和重点监管危险化工工艺，在基础工程设计阶段应进行 HAZOP 分析和 SIL 定级。

在生产过程中涉及重点监管危险化学品的设备及管道在设计时应满足《首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则》(安监总厅管三[2011]142 号)

中的安全措施要求。

本项目涉及“氧化工艺”、“加氢工艺”装置设计时监控参数和措施应满足《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》中控制要求。

建议对“氧化工艺”、“加氢工艺”装置进行风险研究测试，并依据反应风险研究测试结果进行安全风险评估，提供安全性技术数据。

如本项目生产装置或罐区构成危险化学品重大危险源，则设计中应根据重大危险源等级和涉及物料性质设计满足《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（安监总局第40号）、《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》（AQ3035-2010）、《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）等规范要求的安全措施。

10.7 安全卫生管理和机构

（1）安全职业卫生管理机构

鄂尔多斯神马建元新材料有限公司设置安全生产部，负责安全、环保、职业健康，设有专职安全管理人员，主要负责人及安全生产管理人员的安全生产知识和管理能力均经内蒙古应急厅考核合格。鄂尔多斯神马建元新材料有限公司制定了安全管理制度及安全操作规程、事故应急救援预案等。

本项目配备专职的安全管理人员主管本次新建装置的安全生产。安全管理人员的主要职责包括建立健全本装置的安全生产责任制；组织编写制定各项安全生产规章制度和安全操作规程；组织员工进行相应的安全教育培训；定期对装置的安全工作进行检查，查找隐患并及时整改；保证各项安全设施的正常使用；组织编制本装置的事故应急救援预案并定期进行演练，发生事故后及时进行处理并上报等。

本工程的安全生产管理人员应当由当地应急管理部门对其安全生产知识和管理能力考核合格后方可任职，安全管理人员应当熟悉装置中物料的危险有害特性、可能发生的事故，以及发生事故后的应急处理措施等，并熟悉相关的安全生产法律法规，具备专业的安全管理知识等。

专职安全管理人员的数量根据本项目定员进行配置，专职安全管理人员的数量不少于装置总人数的2%，并配备有兼职安全员，主管相应区域内的安全生产

（2）气体防护站

本项目设置气体防护站，气体防护站由充气室、维修室和急救室组成。急救室内配备相应的急救药品和常规药品，用于生产事故的急救。充气室内设空气压缩机，对生产装置区及气体防护站内的空气呼吸器气瓶进行充气。维修室负责防毒面具的维修、校验及更换工作。

(3) 职业病防治

安全卫生机构负责职业病防治工作，新建健康安全环保管理、教育宣传工作及职业卫生管理体系，以预防、控制和消除职业病危害，防治职业病，负责劳动保护用品专柜及特殊岗位防护器具统一调配和管理。

本项目投产后，按照《中华人民共和国职业病防治法》的规定，针对本项目的特点企业必须建立完善的职业卫生管理制度，相关制度管理制度如下：

- 1) 建立应急救援预案，配备必要的应急救援器材、设备；
- 2) 防护设施的维护、检测、使用与管理制度；
- 3) 个人使用的职业病防护用品的发放、使用、鉴定制度；
- 4) 职业卫生档案和员工健康档案建立与管理制度；
- 5) 员工和职业卫生管理人员培训制度；
- 6) 职业卫生有关内容公布制度；
- 7) 职业病防治专项经费管理制度。

(4) 重大事故应急措施计划

在项目设计过程中，开车运转之前，建设单位应当与当地公安、企业消防队、当地消防及安全卫生管理、医疗机构密切配合，制定完善的重大事故应急措施计划，并报当地应急管理部门备案，并根据《生产安全事故应急预案管理办法》要求进行演练。

10.8 安全卫生投资估算

本工程劳动安全和职业卫生投资估算约为总投资的 5.5%，主要包括以下项目：建筑防火、SIS 系统、可燃气体有毒气体检测报警系统、火灾报警系统、工业电视监视系统、防雷、防静电接地系统、消防设施、个人安全防护用品和安全培训教育等。

10.9 预期效果分析

本项目采用先进、可靠的工艺技术，生产过程均采用机械化、自动化、密闭化操作，工程自动控制总体水平达到国内外化工企业的先进水平，操作人员不会

直接接触有毒、有害物料，有利于预防、控制、消除职业中毒危害和保护劳动者健康。

预计本项目建成后，正常运行期间操作环境中有毒有害气体的浓度，以及空气质量、噪声等职业卫生条件符合卫生标准和规范的要求，满足劳动保护要求，对工人健康无不良影响。设计中采取的各种安全措施和设置的安全设施可以达到安全生产水平。

第十一章 消防

11.1 编制依据

消防设计应认真贯彻“预防为主、防消结合、综合治理”的方针，严格执行有关防火规范和标准，合理设置消防设施。主要执行的法律法规及标准规范如下：

- 《中华人民共和国消防法》 (2021
修订)
- 《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》 (住房和城乡建设部令[2020]第
51号)
- 《建筑设计防火规范》 (GB 50016-2014) (2018年
版)
- 《石油化工企业设计防火标准》 (GB 50160-2008) (2018年
版)
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》 (GB
50974-2014)
- 《自动喷水灭火设计规范》 (GB
50084-2017)
- 《水喷雾灭火系统技术规范》 (GB
50219-2014)
- 《泡沫灭火系统设计标准》 (GB
50151-2021)
- 《固定消防炮灭火系统设计规范》 (GB
50338-2003)
- 《建筑灭火器配置设计规范》 (GB
50140-2005)
- 《火灾自动报警系统设计规范》 (GB
50116-2013)

11.2 设计范围与分工

本项目新建主要工艺装置为年产 12 万吨 BDO 项目。

11.3 工程主要火灾危险性物质

本项目生产过程中使用或产生的主要物料煤气（一氧化碳）、硫化氢、二硫化碳、氢气、甲醇、乙炔、氨气、苯、1,4-丁炔二醇、1,4-丁二醇等均具有易燃、易爆的特性，氧气属于助燃气体。在生产过程中，由于设备和管道的密封原因和意外事故，可能导致工艺介质泄漏，可能产生燃爆事故，危害人身安全，破坏生产。上述可燃物质的主要火灾危险特性见下表：

序号	名称	闪点 (°C)	燃点 (°C)	爆炸极限		沸点 (°C)	水溶性	火灾危险性 类别
				下限 (%)	上限 (%)			
1	氢气		560	4.0	75.6	-253	微	甲
2	甲醇	11	464	5.5	44	64.7	溶	甲
3	乙炔		305	2.5	82	-83.8	微	甲
4	甲醛（37%溶液）	83	430	7.0	73	-21~-19	易	丙
5	1,4-丁二醇	121	402	1.95	18.3	230	易	丙
6	碳化钙（乙炔原料）	无意义	>325	无资料	无资料	分解	反应	甲

11.4 主要防火措施

11.4.1 工艺防火设计

装置内的设备、管道、建构筑物之间保持一定防火间距。有火灾爆炸危险场所的建构筑物的结构形式以及选用材料符合防火防爆要求，具有可燃气体、易燃液体的生产装置设防静电接地系统。具有火灾爆炸危险的生产装置设防静电接地系统。具有火灾爆炸危险的生产设备和管道设计安全阀、爆破板、水封、阻火器等防爆阻火设施。

11.4.2 自控防火设计

（1）紧急停车和安全连锁

本项目紧急停车和安全连锁系统按照一旦装置（由安全连锁系统监视、控制或保护的工艺单元或机械设备）发生故障，该系统将起到安全保护作用的原则进行。在安全连锁系统故障或电源故障情况下，该系统将使关键设备或生产装置处于安全状态下。

（2）信号报警

各装置中工艺参数报警由 DCS 实现。所有的报警信息(过程报警、系统报

警)可在 DCS 操作站上实现声光报警，并通过打印机输出。

采用 DCS 实现可燃及毒性气体泄漏报警指示。

(3) 可燃及有毒气体检测系统

气体检测系统 (GDS) 实现对工艺装置中可燃及有毒气体的泄漏监测，并发出报警信号，警示人员尽快撤离，最大限度地保护人员和装置设备的安全。本项目在生产装置内可能泄漏或聚集可燃及有毒气体的部位，分别设有可燃/有毒气体传感变送器，该系统采用独立的系统，控制站安装于现场机柜室，指示报警在中心控制室独立的操作站进行。该系统具有与 DCS 的通讯能力。

11.4.3 总图防火设计

总平面布置尽量因地制宜，使装置和设施紧凑布置，少占地，节约投资；满足防火、防爆、安全、卫生等有关规范要求，为生产创造有利条件；合理划分街区，力求工艺流程顺畅，工艺管线短捷，方便生产管理；工厂主要出入口不应小于 2 个，并位于不同方位。

装置或联合装置、可燃液体罐组、装卸区等应根据规范要求设置环形消防车道，当受地形条件限制时，也可设回车场的尽头式消防车道。消防车道的路面宽度不应小于 6m，路面内缘转弯半径不宜小于 12m，路面上净空高度不应低于 5m，且应满足消防车转弯的要求；消防车道与建构筑物之间不应设置妨碍消防车辆操作的树木、架空管线等障碍物。

11.4.4 建筑防火设计

(1) 建、构筑物的布置

建、构筑物的平面和空间布置，除应满足工艺生产、工人操作、维修、安全等要求外，尚应综合地结合化工生产的特点，如防火、防爆、防腐蚀、防噪声、防毒等因素合理布置。厂房布置尽可能一体化，生产装置尽可能露天或敞开与半敞开式布置。

(2) 防火防爆

甲、乙类生产厂房应按规定满足泄压面积的要求，优先采用轻质墙体、轻质屋盖泄压，其次应采用门、窗泄压。甲、乙类生产厂房钢结构承重部分（梁、柱）均按规范要求除锈后刷防火涂料。

11.4.5 通风设计

余热量不大及有较少有害气体产生的厂房，原则上以自然通风为主，自然

通风不能满足生产工艺要求时，则考虑机械通风，对可能突然大量放散有害气体或爆炸危险气体的生产房间考虑事故排风。

11.4.6 防雷、防静电

所有工艺生产装置及其管线，按工艺及管道要求作防静电接地保护，其接地装置一般情况与电气设备工作接地和保护接地共用一个接地装置。

所有爆炸危险的场所的工艺生产装置及其建、构筑物，均属第二类防雷，考虑防直击雷和感应雷；其他构筑物属第三类防雷，设防直击雷装置，并各设接地体装置。这些接地体在地中与安全接地装置不能满足安全距离要求时，则将两者相联。各工艺生产场所均设安全保护接地，其接地装置与变压器中性点接地体相联，必要时再在生产场所周围加装辅助接地体。界区内所有安全接地体相联，构成界区接地网。

11.5 主要消防系统

根据工程的建设规模、火灾的危险性程度，以及标准规范的相关规定，本项目全厂消防系统主要包括消防给水系统、固定式消防冷却给水系统、泡沫灭火系统、移动式灭火器和火灾报警系统等，各系统主要设置如下：

11.5.1 全厂消防给水系统

(1) 消防水量

本项目占地面积约 28.6 公顷，根据《石油化工企业设计防火标准》(GB50160-2008)(2018 年版)的规定，厂区同一时间内的火灾处数按一处考虑，其厂区消防用水量为最大处。本项目最大消防用水流量约为 900m³/h，消防总用水量约 3000 m³，供水压力约为 1.0MPa(G)，供水时间按 4 小时考虑、泡沫供给时间按 0.5h 考虑。

本项目拟设计一套独立稳高压消防给水系统，拟建消防泵房 1 座，并新建消防水池 2 座，与生产水泵房合建。消防泵的配置如下：

高压消防电泵：2 用，单台流量 450 m³/h，扬程 1.2MPa。

高压消防柴油泵：2 备，单台流量 450m³/h，扬程 1.2MPa。

高压消防稳压泵：2 台，1 用 1 备，单台流量 20 m³/h，扬程 1.1MPa。

本项目消防供水管线不少于两条，每条进水管应能通过装置区内所需的 100%消防用水量。装置区内环状管网上设置室外消火栓、消防水炮等消防灭火设施；环状管道采用切断阀将管网划分成若干独立管段，每段室外消火栓的数量

不多于 5 个，室外消火栓的间距不大于 60 米，消防水炮距离被保护对象的距离不小于 15 米，室外消火栓沿道路敷设，距离路边不大于 5 米。

(2) 室外消防给水管网

消防供水管线呈环状布置，环状管道采用阀门分成若干独立管段，每段内消火栓数量不超过 5 个。消防给水管线埋地敷设。

(3) 室外消火栓

室外消火栓采用公称直径 DN150 的室外地上防冻式消火栓，罐区及工艺装置区室外消火栓的布置间距不大于 60m，其他装置的间距不大于 120m，并在管网的适当位置上设置阀门进行切断，保证每段消火栓的数量不超过 5 个。

本项目拟在工艺装置区、罐区等周围设固定式消防水炮，直流-水雾两用型，地面手动操作。

(4) 室内消火栓系统

本项目室外消火栓选用公称直径为 150mm 的 3 出口消火栓，每个消火栓带 2 个 65mm 的消防水软管接口及 1 个 150mm 消防水泵接口。

室外消火栓均沿道路布置，其大口径出水口面向道路。消火栓距路面边不大于 5m，距建筑物外墙不小于 5m，离被保护的设施距离至少为 15m。布置在工艺区和罐区的消火栓间距不大于 60m，其他区域的消火栓间距不大于 120m。

11.5.2 半固定式消防竖管

根据《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的规定，本项目在工艺装置内的甲、乙类设备的构架平台高出其所处地面 15m 时，沿梯子敷设半固定式消防给水竖管。每层设置带阀门的管牙接口，构架平台长度大于 25m 时，在另一侧梯子处增设消防给水竖管，且消防给水竖管的间距不宜大于 50m。

11.5.3 固定式消防冷却水系统

本项目拟在 BDO 成品罐上设置固定式消防冷却水系统。该系统采用水喷雾型式，选用水幕喷头，最不利点处的工作压力按不小于 0.2MPa 考虑。

上述系统的控制方式为自动控制、手动控制和应急机械启动，其中自动控制由独立的火灾探测器的报警信号进行连锁控制，着火时，同步开启着火罐和邻近罐相应的雨淋阀组。

该系统冷却用水就近接自厂区稳高压消防给水管网。

11.5.4 泡沫灭火系统

本项目拟在甲醛罐区、BDO 中间罐区、成品罐区设置固定式泡沫灭火系统。

为了给泡沫灭火系统提供泡沫混合液，根据总图布置及泡沫混合液输送到被保护对象的时间不大于 5min 的要求，在 BDO 中间罐区罐区附近设置泡沫站。该泡沫站内设泡沫液罐、平衡式泡沫比例混合装置、控制阀门及系统等，泡沫液采用 3%抗溶性水成膜泡沫液，连续供给时间为 30min 计。罐区一次火灾所需最大泡沫液供给量为 BDO 成品罐灭火用量，约为 120L/s。泡沫灭火系统的消防用水就近接自消防给水管网。

11.5.5 气体灭火系统

根据《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定，本项目拟在中控制室设置气体灭火系统，该系统拟采用七氟丙烷作为灭火剂。

11.5.6 灭火器设置

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 和《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 等规范的相关规定，建筑灭火器的选用应符合项目的具体使用环境，并符合灭火器扑救火灾的类型配置。本项目火灾类型主要为 A 类、B 类、C 类火灾和带电火灾。根据火灾类型灭火器主要选择干粉灭火器和二氧化碳灭火器，灭火器根据各工况灭火类别分设在不同的场所。

在生产装置及辅助生产设施等处设置干粉灭火器，在化验室、仪表控制室、计算机房、电信室等有精密仪器的场所配置二氧化碳灭火器。

11.5.7 火灾报警系统

在中控室内设置 1 套火警控制主盘，以显示危险区的位置。火警盘上的信号由设在各个危险点或防火分区的可燃气体探测器、感烟探测器、感温探测器、手动报警按钮等自动或手动报警设施送达。一旦发现火险或其他危险情况，报警设施将及时发出报警信号，以引起操作人员高度注意，采取适时补救措施。自动喷水灭火系统、以及消防水泵的启、停、工作状态等均应在火警盘上显示。

控制室设置与消防站和消防水泵房的直通电话，发现火情保证迅速报警。

11.5.8 消防排水

发生消防事故时，有污染的各生产装置和辅助生产设施界区内消防废水经排水管线进入全厂事故水池，不外排。具体的设置情况详见给排水设计说明。

11.6 消防站

本项目消防站依托鄂托克旗建元煤焦化有限责任公司应急救援中队，该中队为二级标准化等级队伍，离目前厂区约 5km。

11.7 消防设施费用

本项目消防设施费用约为 1500 万元，主要包括各厂区消防泵站、泡沫站、室外消防给水管网、室内消防、罐区消防以及自动火灾报警设施、消防站设施等投资。

第十二章 工厂组织和劳动定员

12.1 工厂体制

本项目建设地点位于内蒙古鄂尔多斯鄂托克旗棋盘井工业园，建议以鄂尔多斯神马建元公司为主体，依公司法成立股份制有限责任公司，建设和经营本工厂。公司实行董事会领导下的总经理负责制，按现代化企业制度设置管理体制。公司实行全员聘用制和劳动合同制度，管理机构力求精干、高效、适用。

公司设立董事会，作为公司的最高权利机构，董事会负责公司重大决策的制定。

公司还设立监事会、工会及审计委员会。

公司的管理层次设置公司、职能部门、生产车间（装置）三级，以使工厂生产和经营指挥通畅，管理成本低、效益高，从而成为一个按现代化企业管理模式运作的工厂。

公司高层实行总经理负责制，设立生产副总经理、财务副总经理、安全副总经理、设备副总经理、总工程师。公司高层对公司负责并保证经营目标的实现。

生产运行部下设3个车间进行生产操作、维护维修，详见表12.1-1：

表12.1-1 设置表

序号	部门（车间）	管理范围	主要任务
1	BDO 车间	乙炔发生、甲醛 BDO 装置、BDO 装置	生产 BDO 产品
2	公用工程车间	循环冷却水站、冷凝液精制、回用水站、污水处理站、固体贮运设施、液体储运等装置	负责全厂公用工程、辅助设施的运行。
3	机电仪车间	全厂控制系统、全厂供电设施、全厂通信、机电仪修	负责全厂设备、管道、电气、仪表、电信设施的运行和维护维修。

安全管理部设中央化验室、气体防护站和泡沫消防站，详见表12.1-2。

表12.1-2 安全管理部设置表

序号	部门	主要任务
1	中央化验室	负责全厂原料、产品及生产运行分析化验
2	气体防护站	厂区有毒有害气体防护与急救
3	泡沫消防站	厂区内火灾防护与急救

12.2 生产班制

工厂生产装置采用3班制，人员按4班配置。部分生产操作岗位视工作需要，按1班制确定定员，消防站定员按照3班制运转考虑。

12.3 定员

本项目建成后，工程总定员406人，其中公司管理层定员54人，生产定员352人，工程定员详见表12.3-1。

12.4 人员来源和培训

为确保本项目顺利建成投产及正常的生产运行，需根据项目建设进度及生产运行情况适时制定项目各类人员的培训计划并组织实施。

人力资源部负责制定全厂培训制度、开发培训流程和协调，生产部及所属车间负责具体实施生产人员培训。

生产人员培训包括理论培训、实践培训、仿真培训等。

理论培训：工程技术人员根据现有的化工厂的操作经验编制培训教材，在教室中对被培训人员进行理论培训。要使被培训人员充分理解专业理论知识，学习整个工艺过程中的技术细节以及有关应知应会的知识；

实践培训：根据工厂的项目进度和运行要求，按照生产区域组织被培训人员赴相关装置进行工厂的实践培训，神马建元公司在周边拥有化工装置运行，实践培训在神马建元工厂进行。要使被培训人员掌握装置实际操作条件以及在事故情况下所采取的处理方法，同时必须注意安全防护知识的学习。

仿真培训：建议建立仿真培训中心，以提高操作技能。

关键装置生产人员将进行为期12个月的培训包括理论培训、实践培训和仿真培训；辅助装置人员将进行为期6个月的培训。培训合格人员在项目中交阶段

返回现场，熟悉现场情况，参加“三查四定”并为试车做准备。

12.5 全厂定员表

表12.3-1 全厂定员表

序号	名称	管理	技术	操作	合计	备注
1	董事会	5			5	
2	监事会	3			3	
3	审计委员会	3			3	
4	工会	3			3	
5	高层					
	总经理	1			1	
	生产副总经理	1			1	
	财务副总经理	1			1	
	安全副总经理	1			1	
	设备副总经理	1			1	
	总工程师	1			1	
	秘书	4			4	
	小计	10			10	
6	中层					
	生产部	14			14	
	设备部	8			8	
	安全管理部	4			4	
	财务部	4			4	
	小计	30			30	
	公司管理层定员	54			54	
7	生产运行部					
7.1	BDO 车间	6	10	120	136	
7.2	公用工程车间	4	10		14	
(1)	循环冷却水站			24	24	
(2)	冷凝液精制站			12	12	
(3)	回用水站			16	16	
(4)	零排			24	24	

(5)	固体贮运设施			20	20	
(6)	供热	2	4	20	26	
	小计	12	24	236	272	
7.3	机电仪车间	4	4		8	
(1)	电气运行人员			8	8	
(2)	电气技术和维修人员			4	4	
(3)	仪表技术和维修人员			10	10	
(4)	设备技术和维修人员			15	15	
	小计	4	4	37	45	
	合计	16	28	273	317	
8	安全管理部					
(1)	中央化验室	2	5	20	27	
(2)	泡沫消防站	1	3		4	
(3)	气体防护站	1	3		4	
	小计	4	11	20	35	
	生产定员	20	39	293	352	
9	工厂定员	74	39	293	406	

第十三章 项目实施计划

13.1 项目建设周期

本项目是一个大型化工项目，建设地点为内蒙古鄂尔多斯鄂托克旗棋盘井工业园。项目的特点是技术先进、投资大、要求高、工程量大。由于本项目的复杂性、技术密集性，需要做好科学、详实、周密的项目实施阶段的规划。

为了节约项目建设时间，本项目拟采取的措施如下：

(1) 安排设计、采购、施工安装、培训和试车等不同阶段在时间上作合理的交叉，尽可能缩短建设周期；

(2) 工程设计、引进技术、长周期装备的商务招标和谈判尽可能提前安排，以利于保证设计质量，节约项目实施时间；

(3) 对制造周期长的装备创造条件提前订货，保证设备供货能满足建设进度的需要；

(4) 本项目冬季施工尽量安排室内施工。

经采取上述各种有效措施，本项目在获得政府批准后，计划用**28**个月建成并通过验收，从详细设计开始至机械竣工施工周期为**18**个月。

13.2 实施进度计划

(1) 引进技术谈判签约及工艺包交付阶段

在获得政府审批之前，就应提前进行一些前期工作，完成本项目的所有引进技术的交流、招投标等，在获得政府审批后，计划用**1**个月的时间完成谈判签约。与此同时，确定本项目工程设计基础。在此后的**4**个月内完成工艺包文件的交付。

(2) 现场施工准备阶段

本阶段完成厂址初步土方平整、厂外道路、雨水排放沟、施工用电、用水、用气、现场办公室等建设。根据初步估计，现场准备工作完成需**8**个月。计划现场准备工作在获得政府预许可后进行。

(3) 详细工程设计阶段

本阶段完成项目工程详细工程设计工作，预计用**10**个月完成。详细工程设计从基础工程设计审查完成后开始。

(4) 采购阶段

本阶段完成项目的采购工作，计划用**12**个月的时间完成。计划在详细设计

开始前1个月后开始长周期设备、材料的采购合同。

(5) 施工及单机试车阶段

本阶段完成项目的施工安装及单机试车工作。计划用14个月的时间完成。本阶段计划从现场施工准备结束后开始。

(6) 试运行阶段

试运行工作在机械竣工前1个月开始，本阶段完成项目联动试车、投料试车和性能测试工作。联动试车预计用1个月时间，投料试车时间2个月，性能测试时间1个月。

(7) 验收

在完成所有装置性能测试之后1个月内完成验收。

本项目实施进度规划详见附表。

13.3 项目实施进度表

项目实施规划进度详见项目总进度计划。

表13.3-1 鄂尔多斯市神马建元新材料有限公司12万吨/年BDO项目计划表

标识		第一年												第二年												第三年																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36					
1	政府审批、技术谈判签约及工艺包交付	■	■	■	■	■																																				
2	现场施工准备					■	■	■	■	■	■	■																														
3	详细工程设计							■	■	■	■	■	■	■	■																											
4	采购					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																										
5	施工及单机试车												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
6	试运行阶段																									■	■	■	■													
7	验收																																							■		

14. 投资估算及资金筹措

14.1 投资估算

14.1.1 工程概况

(1) 概述

鄂尔多斯神马建元新材料有限公司以全面推进循环经济为重点的可持续发展和以提升主业竞争力为核心的相关多元化发展战略，公司将加快结构调整和优化产业布局，推动传统产能改造升级，打造高端新材料板块，成为国内一流、行业领先的现代化工企业。

(2) 投资估算范围

本投资估算包括新建 1×12 万吨/年 BDO 装置；BDO 装置配套甲醛合成（55%wt）装置，以及配套的固体储运、一次水站、循环水站、回用水站、污水处理站等公用工程、辅助生产设施、服务性工程项目。

(3) 建设地点：鄂尔多斯鄂托克旗棋盘井工业园。

14.2 编制依据

(1) 中国五环工程有限公司与神马建元新材料有限公司签订的合同及其合同附件。

(2) 中石化《石油化工工程建设设计概算编制办法》(2018 版)。

(3) 中石化《石油化工工程建设费用定额》(2018 版)。

(4) 各设计专业提供的估算工程量。

14.3 建设投资

(1) 设备材料购置费

主要设备和材料根据以往类似项目的资料进行估算，并将价格调整到当前的价格水平。部分设备材料和价格依据询价或现行市场价格信息估算。

(2) 安装工程费

安装工程费根据本次估算的设备、材料购置费用，参照以往类似各装置或工序的统计资料确定的安装工程费用占设备、材料购置

费的百分比系数估算并根据当前安装工程人工、材料、机械等的价格上涨情况给予调整。

（3）建筑工程费

建筑工程费用根据长度、建筑面积等套用单位(米、平方米)综合造价指标估算；

上述指标的确定均已考虑当期市场物价水平及项目所在地施工特点。

（4）工程建设其他费

根据《石油化工工程建设费用定额》(2018 版)相关规定、政府部门发布的取费规定及项目所在地政府和相关部门提供的收费或计费标准进行估算。

（5）预备费

根据工作深度及国内同等规模的工程，本投资估算基本预备费率按 3% 计算。

根据国家计委计投资（1999）1340 号《国家计委关于加强对基本建设大中型项目概算中‘价差预备费’管理有关问题的通知》，本投资估算暂未考虑设备材料的价差预备费。

14.4 建设期利息

项目计划建设期 28 个月，计算期按 18 年考虑；根据项目实际情况，投资资本金比例为 30%，建设投资贷款利率按 4.9% 计算，建设期贷款第一年按 20%、第二年 40%、第三年按 40% 比例投入。建设期利息由自有资金负责偿还。

14.5 流动资金

流动资金按分类详细估算法估算，根据生产需要及采购、运输、产品储存及营业等因素确定应收账款、预付账款、原材料、燃料、动力、其他材料、在产品、产成品、现金、应付账款、预收账款等的最低周转天数或年周转次数，估算正常生产及营业所需的流动资产和流动负债，两者之差即为流动资金。

催化剂为 90 天，现金 20 天，应收账款 20 天，应付账款 30 天。

14.6 项目投资及投资分析见表 14.1-1

表 14.1-1 项目投资及投资分析表

序号	工程或费用名称	估算值（万元）	其中外汇（万美元）	占建设投资比例
	项目总投资（含增值税）	159607		
	项目总投资（不含增值税）	145687		
	报批项目总投资（含增值税）	155586		
	报批项目总投资（不含增值税）	141666		
一	建设投资（含增值税）	146925		100.00%
	建设投资（不含增值税）	133005		
（一）	固定资产投资	135038		91.91%
1	工程费用	125955		
2	固定资产其他费	9083		
（二）	无形资产投资	6000		4.08%
（三）	其他资产投资	1608		1.10%
（四）	预备费	4279		2.91%
（五）	增值税	13920		
二	建设期利息	6938		
三	流动资金			
1	全额流动资金	5744		
2	铺底流动资金	1723		

14.7 其它需要说明的事项

- （1） 本项目征地费用暂按 6.5 万元/亩考虑。
- （2） 设备运杂费按设备原价的 8.58% 计。
- （3） 主要材料运费和采购保管费费率 5.9%

14.8 项目资金筹措

本项目需要筹措的资金总额 159606 万元，来源如下：

- (1) 申请商业银行长期贷款 108910 万元，年利率为 4.90%；
- (2) 资本金 46676 万元，由企业自筹；
- (3) 流动资金中 70%(4020 万元)申请商业银行短期贷款，年利率为 4.35%。

14.9 投资估算表

详见附表 1 投资估算表

15 财务评价

15.1 财务评价依据

- (1) 国家和有关部门颁布的有关财务等方面的政策、法规。
- (2) 《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)
- (3) 中石化《项目可行性研究技术经济参数与数据》(2021)
- (4) 建设单位提供的基础资料。

15.2 基础数据和参数选取

15.2.1 产品方案

产品销售价格的确定原则：根据产品的主目标市场，结合石化炼油产品的市场情况，确定本项目产品的销售价格。

项目年操作时间按 8000 小时计算。根据工艺设计指标，经平衡项目的产品方案如下表：（产品销售价格均为出厂价）

表 15-1 产品产量、产品价格及税率

名称	年产量	价格（含税）	增值税率	备注
1,4 丁二醇（BDO）	12 万吨	15000 元/吨	13%	
副产：正丁醇	0.2776 万吨	8000 元/吨	13%	

15.2.2 经济计算期与生产负荷

本项目的经济计算期定为 18 年，其中包括 3 年建设期。

根据行业经验，结合本项目的特点，生产负荷确定为投产后第 1 年为 80%，第 2 年及其后各年达 100%计。

15.2.3 资金使用规划

在 3 年建设期内，建设投资按 20%、40%、40%比例投入。

流动资金随生产负荷逐步投入使用。

15.2.4 投入物价格及税率

估算总成本费用时采用的价格、消耗如下：

表 15-2 投入物价格及税率

序号	物料名称	单位	产出及消耗	价格(含税)	增值 税率	备注
一	原料及辅料					
1	电石	万吨/年	13.04	5000 元/吨	13%	老厂
2	甲醇	万吨/年	10.59	2400 元/吨	13%	
3	氢气	万米 ³ /年	7567.6	0.9 元/米 ³	13%	
4	催化剂及化学品	批	1	4750 万元/年	13%	
二	燃料					
三	动力					
1	一次水	万吨/年	138.4	7.8 元/吨	9%	
2	电	万 kWh	14330	0.4 元/度	13%	
3	氮气	万米 ³ /年	1136	0.2 元/米 ³	13%	
4	仪表空气/工厂空气	万米 ³ /年	4240	0.16 元/米 ³	13%	
5	外排污水	万吨/年	6.4	15 元/吨	13%	
6	蒸汽(1.6Mpa)	万吨/年	23.28	75 元/吨	9%	
7	蒸汽(0.8Mpa)	万吨/年	27.68	75 元/吨	9%	
8	冷凝液	万吨/年	-41.2	12 元/吨	9%	

15.2.5 其他计算参数

其他计算参数按照国家 and 行业有关法规并结合项目具体情况选取如下表：

表 15-3 其他计算参数汇总表

序号	项目名称	计算参数	备注
1	机器设备	折旧年限 15 年	平均年限法，净残值率为 3%

序号	项目名称	计算参数	备注
2	房屋建筑	折旧年限 20 年	平均年限法, 净残值率为 3%
3	无形资产	10 年	平均摊销
4	其他资产摊销	5 年	平均摊销
5	工资及福利费	406 人, 8 万元/人.年	
6	修理费	3%	以不含利息固定资产原值为基数
7	其他制造费	3 万元/人.年	1.26 万元/人.年~4.64 万元/人.年
8	其他管理费	5 万元/人.年	2.2 万元/人.年~7.5 万元/人.年
9	销售费用	1%	
10	所得税	25%	利润总额为基数
11	城建税	7%	增值税为基数
12	教育费附加	5%	增值税为基数
13	盈余公积金	10%	税后利润为基数
14	人民币长期借款偿还		按项目最大还款能力计算

根据国家有关规定, 投资中的设备购置费、建安工程费、固定资产其他费用实行增值税转型, 设备购置费、建安工程费、固定资产其他费用的增值税作为进项税抵扣, 初步测算项目建成投产后将有 13920 万元增值税进项抵扣。安全生产费按销售收入 0.2%, 财产保险费按固定资产原值(不含建设期利息)的 0.1% 计算。

15.2.6 基准收益率（折现率）的设定

参考本行业平均收益水平, 结合本项目平均资金成本, 适当考虑项目的风险, 确定项目所得税前基准收益率为 13%, 所得税后内部收益率为 13%。该基准收益率得到投资者的认可。

15.3. 财务分析

15.3.1 销售收入、利润及税金估算

逐年的销售收入、利润及税金测算见附表 4 和附表 5。

本项目年均销售收入为 177600 万元(含税)，年均销售税金 7508 万元，年均利润总额 38509 万元，年均税后利润 28881 万元。

15.3.2 成本分析

按有关规定，生产期的长期、短期贷款利息和流动资金贷款利息计入每年的总成本费用。

经测算本项目的年均总成本费用 131583 万元。

15.3.3 投资利税率、投资利润率、资本金净利润率

本项目投资利税率为 28.8%，投资利润率为 24.1%，资本金净利润率 82.5%。

15.3.4 现金流量及评价指标

项目投资财务现金流量、项目资本金现金流量测算详见附表 10 和附表 11。通过项目投资现金流量测算得出如下评价指标：

指标名称	所得税前	所得税后
投资回收期（含 3 年建设期）	6.1 年	6.9 年
净现值(折现率=13%)	103328 万元	59185 万元
项目投资内部收益率（IRR）	25.7%	20.7%

项目资本金内部收益率为 30.4%。

通过上述评价指标可以看出,本项目经济效益较好,取税前基准收益率 13%,所得税前净现值大于零,所得税前内部收益率大于行业基准收益率。

15.3.5 偿债能力分析

按照有关规定，偿还贷款能力包括项目建成后每年的未分配利润、年折旧费和摊销费，借款还本付息计算表见附表 7。

本项目还款方式为最大偿还能力偿还，长期借款的偿还期为 6.3 年（含宽限期 3 年），可在不增加其它短期借款的情况下，本项目能在规定的年限内还完贷款，满足银行的还款要求。

15.3.6 财务生存能力分析

本项目的财务计划现金流量估算详见附表 8，从表中可知，项目计算期

累计盈余资金均为正，表明项目有较好的财务生存能力。

15.3.7 资产负债分析

本项目资产负债表详见附表 9。从表中可知，项目初期的资产负债率较高，生产期第 1 年为 57.5%，后资产负债率逐年下降，生产期第 2 年降至 40% 以下，表明本项目资产结构合理。

15.4 不确定性分析

15.4.1 敏感性分析

为了考查本项目的抗风险能力，特对一些影响项目经济效益的主要因素做敏感性分析。本评价对项目在产品销售价格、建设投资、生产量（负荷）和可变成本几个方面分别进行了单因素敏感性分析。

通过敏感性分析，在 10% 的变化范围内，项目对建销售价格的变化最为敏感，其次为可变成本和生产负荷的变化，对建设投资的变化不太敏感，这就要求我们要加强营销，严格生产操作，稳定生产负荷，控制原材料、燃料和动力等成本消耗，将影响项目效益的敏感因素控制在可接受的变化范围内，以降低项目的风险。关于产品销售价格、建设投资、年生产量（负荷）及年可变成本变化时影响企业财务效益的敏感性分析可参看附表 13。

15.4.2 盈亏平衡分析

本项目以正常生产年份有关数据对本项目以生产能力利用率表示的盈亏平衡点进行了计算，详见附表 3，盈亏平衡点(BEP)在 48.1%~33.6% 之间，由此可见该项目抗风险能力较好。

从盈亏平衡分析可以看出，项目面临的亏损风险是比较小的。

15.5. 财务分析小结

本项目财务评价主要指标表见附表 1。

从上面的财务分析看，项目的所得税前财务内部收益率为 25.7%，大于行业基准收益率 13%，资本金财务内部收益率为 30.4%，表明项目有较好的盈利能

力，能够满足投资者的要求。

项目长期借款偿还期为 **6.3**（含建设期），项目有较强的偿还借款能力，在计算期各年的财务状况良好，资产负债结构合理；从敏感性分析可以看出，本项目有较强的抗风险能力。因此，本项目在财务上是可行的。

