

弘元新材料（包头）有限公司
弘元新材料包头 5GW 单晶项目

可行性研究报告

二零一九年五月

第一章 总论

1.1 项目概况

项目名称：弘元新材料包头 5GW 单晶项目

建设单位：弘元新材料（包头）有限公司

项目地点：包头装备制造产业园区新规划区中德（包头）装备制造合作园。位于园区南路以北，远大路以东、清源路以南，科技园西路以西

项目主要内容：主要建设内容包括 2 栋单晶厂房、1 栋机加厂房、1 栋清洗车间、门卫、附属建筑等。

项目建设总投资：301966.5 万元。

1.2 项目实施单位概况

项目实施单位：弘元新材料（包头）有限公司。

单位概况：弘元新材料有限公司是一家专注于太阳能产业链上游材料研究和开发的高科技公司，主要经营晶体及相关产品的研发、生产、销售与相关技术的咨询、推广及售后服务。公司的技术人员具备多年的太阳能产业的研究经验，配合完善的制造工艺、严格的质量管理体系以及先进的生产设备，弘元为广大用户提供高质量稳定的产品和服务。

1.3 可行性研究报告的编制依据

- (1) 国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》；
- (2) 工业和信息化部《光伏制造行业规范条件（2015 年本）》；
- (3) 国家和地方关于环保、消防、安全生产、节能等政策法规；
- (4) 《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》（国发〔2013〕24 号）；
- (5) 弘元新材料有限公司提供的有关技术、经济基础资料。

第二章 项目实施背景与必要性

2.1 项目实施背景

(1) 太阳能光伏发电已成为全球能源发展战略的必然选择

随着全球化石能源消耗速度加快，生态环境不断恶化，特别是温室气体排放导致日益严峻的全球气候变化，人类社会可持续发展受到严重威胁。世界各国纷纷制定各自的可持续清洁能源发展战略，太阳能光伏发电凭借其可靠性、安全性、广泛性、长寿命、环保性、资源充足性等特点，已成为最重要的可再生能源之一，有望成为未来全球电力供应的主要支柱。

随着我国经济的快速增长，能源、资源、环境已成为未来发展严重的制约要素，发展低碳经济、推动节能减排已成为当务之急，太阳能光伏发电已成为保障我国能源供应战略安全、大幅减少排放和保证可持续发展的重大战略举措。以一座兆瓦级光伏发电为例，在我国光照一类地区每年平均发电量可达 180 万度，在电站 25 年寿命周期内总产出 4500 万度，累计可节约标准煤 17794 吨，减排二氧化碳 46264 吨，而光伏电站所有设备在制造环节的能耗在电站运行 1.5 年内就可以全部收回。

截止 2018 年底，全球累计光伏装机容量超过 492.5GW，过去十年年均复合增长率达到 42%，到 2030 年全球光伏累计装机量有望达 1,721GW。据欧盟委员会联合研究中心预测，到 2050 年，太阳能光伏发电将占全部发电量的 25%，到 2100 年将达到 64%，太阳能将成为未来能源结构的主导。

(2) 光伏发电已成为我国“十三五”能源生产和消费革命的重要依托

根据习近平主席在中美元首气候变化联合声明、联合国巴黎气候变化大会等国际场合做出的庄严承诺，中国 2020 年非化石能源占一次能源消费比重将达到 15%，2030 年非化石能源占一次能源消费比重将达到 20%，上述目标作为推动能源生产和消费革命，建立清洁低碳、安全高效的现代能源体系的现实需要，在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五

年规划纲要》中明确为约束性指标。

(3) 单晶硅棒是太阳能光伏发电的关键性基础材料，是国家鼓励类产业

光伏发电的核心设备是光伏组件，光伏组件的制造产业链包括多晶硅料、硅棒、硅片、电池、封装等五个环节。根据硅棒生产工艺的区别，光伏组件可分为单晶组件和多晶组件两个类别。在 2014 年以前，由于单晶硅棒制造成本高昂，国内单晶组件市场份额仅 5%，在 2014-2016 年间通过产业链整合，使得单晶组件生产成本与多晶组件持平，而单晶组件相对多晶组件的转换效率优势则从 1 个百分点提高到 1.5-2 个百分点，单晶市场份额提升到 25%，未来 2-3 年内，单晶组件相对多晶组件将取得全面成本优势，转换效率的优势也将进一步扩大，因此单晶技术将成为光伏发电领域的主导性技术。单晶硅棒是单晶组件产业链中技术壁垒最高的制造环节，是主流光伏技术的关键性基础材料，它的制造工艺和成本水平直接决定了下游硅片、电池、组件的品质和成本竞争力。

根据《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2011），本项目行业分类属于非金属矿物制品业，行业代码为 3099（其他非金属矿物制品制造）。按照国家发展改革委发布的《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》，单晶硅棒制造项目属于国家鼓励类产业，具体归类为第十九项“轻工”第 18 条：先进的各类太阳能光伏电池及高纯晶体硅材料。

作为本项目的配套辅材产业，石英坩埚采用高纯度石英砂生产，它同样属于国家鼓励类产业，具体归类为第十二项“建材”第 8 条：高纯石英原料、石英玻璃材料及其制品制造技术开发与生产。

2.2 项目实施的必要性分析

(1) 本项目落地后，将加快包头市的经济发展，形成产业联动与人才效应

为进一步加大政策支持力度，促进非公有制经济加快发展，增强自治

区经济增长的动力、活力和竞争力，根据中央精神和《内蒙古自治区党委 自治区人民政府关于鼓励和支持非公有制经济加快发展的意见》（内党发〔2016〕9号），作出如下规定。

一、放宽准入条件

（一）进一步落实《内蒙古自治区人民政府关于鼓励和引导民间投资健康发展的实施意见》（内政发〔2012〕86号）和《内蒙古自治区人民政府关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的实施意见》（内政发〔2015〕150号）精神，凡是法律法规未明确禁入的行业和领域，一律允许民间资本进入；凡是已向外资开放或承诺开放的领域，一律向民间资本开放；凡是影响民间资本公平进入和竞争的各种障碍，一律予以清除。

（二）实行统一的市场准入制度，在制定负面清单的基础上，允许各类市场主体依法进入清单之外的领域。市场准入标准对各类投资主体同等对待，不得单独对非公有制企业设置附加条件或准入门槛。

（三）鼓励非公有制企业通过合资合作等方式，参与国有企业项目投资、建设和运营。鼓励非公有制企业通过出资入股、收购股权、认购可转债、股权置换等多种方式，参与国有企业改制重组或国有控股上市公司增资扩股以及企业经营管理。企业国有产权或国有股权转让时，除国家另有规定外，一般不在意向受让人资质条件中对民间投资主体单独设置附加条件。推广政府与社会资本合作（PPP）模式，在公共服务、资源环境、生态保护、基础设施等领域引入社会资本投入。

（四）鼓励国有企业与民营企业建立利益连接机制，加强分工协作，构建上下游一体化产业链，实现互利共赢、互补发展。

二、强化金融服务

（五）各级政府要建立与金融机构定期协调协商机制，对转型升级和项目建设中出现暂时性资金紧张、有市场、有效益、信用好的重点民营企业，积极协调金融机构按照“一企一策”原则实施金融帮扶，避免抽贷、压贷、

停贷造成企业资金链断裂。

（六）民营企业申请银行贷款、发行债券、上市融资和申请国家专项建设基金等，与国有企业享有同等待遇。

（七）各级政府要设立小微企业贷款风险奖补资金，对向小微企业发放贷款比上年增幅大、贡献比较突出的金融机构（含小额贷款公司），由企业所在地人民政府根据财力给予奖补。自治区通过争取国家融资担保机构基金支持、整合既有相关专项资金投入，设立自治区融资担保基金，吸引社会资本投入，引导自治区融资性担保机构支持小微企业发展。各盟市和有条件的旗县（市、区）、开发区（园区）根据自身实际，安排相应扶持资金，建立长效扶持机制。

（八）进一步加大财政资金对小微企业助保类融资服务的支持引导力度，建立与金融机构及有关部门的服务协同机制。规范、完善旗县（市、区）中小微企业助保类融资服务和贷款风险补偿机制，推动盟市。

根据中央精神和《内蒙古自治区党委 自治区人民政府关于鼓励和支持非公有制经济加快发展的意见》（内党发〔2016〕9号），在单晶硅棒项目带动下，包头很快将形成光伏硅基产业集群，进而形成产业联动效应，带动内蒙一系列高新技术产业的发展，包括高纯度工业硅、石墨热场、高纯度石英坩埚、电池银浆、光伏高效玻璃、EVA 胶膜等多个高科技、高载能产业集群，从而形成科技含量高、产业关联度大、具有较强市场竞争力和带动力的新型化、集群化大产业。并且，高端制造的产业集群也会形成人才效应，第一是大规模的工业化生产中企业会自主培养一大批研究人员、工程师、高级管理人员、熟练的技术工人，第二是产业集群形成后会广泛吸引海内外高水平的科技人才，第三是高科技产业会推动企业与当地研究、教育机构的产、学、研合作和技术交流，加快引进与培养高端人才。

（2）本项目的实施，有助于加快高端技术对落后技术的替代进程

随着高端单晶产品成本快速下降，国内单晶组件市场份额在 2017 年达

到 15%，2018 年上半年达到了 25%，国际光伏产业技术路线图预计到 2022 年单晶份额将超过 50%，而市场形势的实际发展速度要快于预测速度。要加快高端技术对落后技术的替代效应，就需要快速扩大单晶组件产能，而单晶硅棒制造项目则是对单晶组件产能提升的关键支撑。

第三章 产品市场形势分析

3.1 全球光伏行业将迎来更加广阔的市场空间

2018 年，全球光伏应用市场快速发展，全年新增装机量约为 104GW，同比增长 23.3%，累计装机容量超过 500GW。中国、日本、美国继续领跑全球，印度、拉丁美洲和中东地区也成为重要的新兴市场。在政策引导和市场驱动下，2018 年中国光伏新增装机容量达到 44.3GW，同比增长 50%，连续三年成为全球第一大光伏应用市场；美国全年新增光伏装机量约为 11GW，位居全球第二。

光伏发电成本的持续下降，给光伏行业带来新的增长机遇。通过终端市场发展以及技术进步，光伏度电成本在 5 年内将会下降 50%，达到 0.3 元/kWh 以下，并且随着行业的不断规范、高效新产品导入以及利率下行等因素，度电成本未来会进一步降低，达到 0.2 元/kWh 以下，届时光伏发电将成为除核电与部分水电以外最便宜的能源，具有更加广阔的市场空间。

2018 年，全球太阳能光伏发电装机容量首次突破 100GW，累计运行能力超过 500GW。更具体地说，年装机容量达到 102.4GW，比 2017 年增长 4%。与 2017 年和 2016 年的强劲增长相比，该协会将增长放缓归咎于中国市场的萎缩，2018 年中国市场萎缩 16%，新增 44.4GW。

全球今年将安装约 128GW 的光伏发电厂，实现 25% 的市场增长。累计装机容量达到 645GW。到 2020 年，增长将达 144GW，2021 年达到 158GW，2022 年达到 169GW，2023 年将达到 180GW。按照这个速度，到 2022 年，全球太阳能发电能力很可能超过 1TW。

3.2 全球硅棒硅片环节以中国企业为主导

根据中国光伏行业协会统计，2018 年全国硅片产量约为 109.2GW，同比增长 19.1%。全球前十大生产企业均位居中国大陆。中国太阳能光伏发电

装机容量 2018 年超过 500GW，未来几年均复合增长率约为 24.65%，2022 年中国太阳能光伏发电装机容量将达到 420GW。

2018 年太阳能单晶产品市占比将超过 49%，2019 年成为主流太阳能行业单晶市场份额快速增长，针对这一趋势，公司的主要竞争对手们制定了扩张计划。2019 年单晶市场份额预计达 70%。

根据领跑者计划对转换效率的要求，高端单晶产品的供应缺口对单晶硅棒形成强烈的需求效应。

3.3 产品介绍

本产品具有完整的晶体结构和超高纯材料，因此产品具有较高的光电转换效率；产品较低的氧含量能使光衰减变弱、较小的应力使碎片率降低。

圆棒具体的性能参数如下：

规格	检测项目		要求	检验方式
单晶	外观	外观	无划痕、磨痕、划移线等	全检
		尺寸	大于 212mm	全检
		长度	按最短有效棒长记录，偏差>1mm 冻结	全检
		端面斜刷	单面≤1mm，双面≤2mm	全检
	电性能	电阻率	P1.5-2.5Ω.cm、P 0.5-1.5Ω.cm，或根据要求定制	全检
		红外	无隐裂、杂质点等	-
		位错密度	<3000 个/cm ²	化学腐蚀
		氧含量	<18ppma	ASTM F121-83
		碳含量	<2ppma	ASTM F121-91
		少子寿命	>10us(P1.5-2.5Ω.cm)、>8us(P 0.5-1.5Ω.cm)	wt-1200i

3.4 产品目标市场

本项目产品为单晶硅方棒。产品主要向国内外其他切片和电池企业出售。

第四章 项目建设条件

4.1 场址选择与基础条件

本项目选址位于内蒙古包头市。

4.1.1 地理位置

包头地处渤海经济区与黄河上游资源富集区交汇处，是呼包银经济带和呼包鄂经济圈的重要组成部分，誉称“草原钢城”、“稀土之都”，位于内蒙古自治区的西部，南临黄河，北与蒙古国接壤，总面积近 3 万平方公里，辖 9 个旗县区和一个国家级稀土高新技术开发区，有蒙、汉、回、满等 43 个民族，人口 283 万。包头是国务院首批确定的十三个较大城市之一，是内蒙古自治区最大的工业城市，国家重要的稀土、能源、新材料、钢铁、冶金、装备制造、煤化工、军工等基础工业基地。

拟建场地地形为浅丘丘陵区，自然地面标高在 1445.2~1132.2m 之间。

4.1.2 工程地质、水文地质及地震烈度

拟建场地场地开阔，地形较平坦，在地貌上属于山前冲洪积扇。

拟建场地内天然地层依据其成因岩性及工程性质不同划分为四个单元层，分述如下：

第①层杂填土(Q4ml)：杂色，以粉砂为主，含有植物根系及少量建筑、生活垃圾。呈稍湿、松散状态。

第②层粉砂(Q4al+pl)：黄褐色，颗粒矿物成分为长石、石英，均粒结构。天然状态下呈稍湿、稍密状态。在该层中有细砂薄夹层或透镜体分布。承载力特征值 $f_{ak}=160\text{kpa}$ 。

第③层粗砂(Q4al+pl)：黄褐色，颗粒矿物成分为长石、石英，混砾结

构，含少量卵石，天然状态下呈稍湿～饱和、中密～密实状态，承载力特征值 $f_{ak}=250\text{kpa}$ 。

第③1层粉土(Q4al+pl)：黄褐色，含云母及氧化铁，天然状态下呈稍湿～很湿、中密状态。承载力特征值 $f_{ak}=180\text{kpa}$ 。

第③2层粉砂(Q4al+pl)：黄褐色，颗粒矿物成分为长石、石英，均粒结构。天然状态下呈湿、中密状态。承载力特征值 $f_{ak}=180\text{kpa}$ 。

第④层粉砂(Q3al)：黄绿色，颗粒矿物成分为长石、石英，均粒结构。天然状态下呈饱和、中密状态，在该层中有细砂薄夹层或透镜体存在。承载力特征值 $f_{ak}=180\text{kpa}$ 。

第⑤层粉质粘土(Q3al)：黄绿色、灰褐色，天然状态为可塑状态，无震反应，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等。承载力特征值 $f_{ak}=180\text{kpa}$ 。

勘察期间，场地地下水埋藏于现地表下 20 内未见地下水，属潜水。化验结果表明：地下水对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011—2010）2016 版：包头市抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组。依据场地实测地基剪切波速资料结合本次勘察结果可知：地基土为中硬土，场地类别为 II 类。

场地内无液化土层分布。

4.1.3 气象条件

内蒙包头 5GW 单晶拉棒项目，选址地气象条件如下：

序号	气象项目			单位	地点
1	全年主导风向（2005-2018年）			NW	
2	夏季主导风向（2005-2018年）			E	
3	最大风速（2005-2018年）			14.7m/s(旧站)	
	最大风速(2013-2016)			16.7m/s(新站)	
	极大风速（2003-2018年）			18.9m/s(旧站)	
	极大风速(2013-2016)			27.5m/s(新站)	
	最大风速(2007-2018年)			21.3m/s	
	最大风速(2007-2018年)			23.3m/s	
4	年平均风速(2009-2018年)			2.0m/s	
5	年平均降水量（2006-2018年）			313mm	
6	日最大降水量（2006-2018年）			62.6mm	
7	历年平均气温（2006-2018年）			8.09℃	
8	历年日极端最高气温（2006-2018年）			40.4℃	
9	历年日极端最低气温（2006-2018年）			-26.9℃	
10	历年平均最低气温（2006-2018年）			2.08℃	
11	历年平均最高气温（2006-2018年）			14.72℃	
12	最热月平均温度（2006-2018年）	6月	22.34℃	22.80℃	
		7月	24.39℃		
		8月	21.66℃		
13	最热月的露点温度（2006-2018年）	6月	6.58℃	10.4℃	
		7月	12.06℃		
		8月	12.42℃		
14	月平均最低气温的最低值（2003-2018年）			-18.7℃	
15	历年平均气压（2006-2018年）			895.59hpa	
16	年平均小型蒸发量(2006-2018年)			2012.5mm	
17	夏季平均相对湿度（2003-2012年）			50.47%	
18	冬季平均相对湿度（2003-2012年）			53.5%	
19	年平均相对湿度（2003-2012年）			48.7%	
20	干燥度 D（无此项观测）				
21	最大积雪深度（2003-2018年）			10cm	
22	最大冻土深度（2003-2018年）			142mm	

23	年平均日照时间数（2003-2018 年）		2874.7h	
24	夏季平均最高干球温度（2003-2017 年）		29.04℃	
25	夏季平均最高湿球温度(2003-2017 年)		17.4℃	
26	基本风压		550Pa	
27	年最大雪压（2002）		1.5g/cm ²	
	年最大雪压(（2003-2018 年）		0.9g/cm ²	
28	最冷月月平均温度（2003-2018 年）	1 月	-11.12℃	-8.34℃
		2 月	-5.46℃	
		12 月	-8.44℃	
29	年最多雷暴日数（2003-2018 年）		37 天	

4.2 建设条件优势

园区交通条件便利，北侧有 110 国道、京藏高速公路，为便于园区的发展，经与自治区高管局协商，京藏高速公路在园区东北处新增一个出入口，与包钢厂前路相连；西侧有南绕城线并拟建铁路专用线进入园区；南侧有包兰铁路货运站场及线路；园区东侧目前有三条道路与城市生活区相连。从而形成与周围地去的紧密联系，同时也保证了园区内货物进出的快捷便利，为园区的发展创造了不可多得的交通优势。

正常两路 110kV 电源目前拟有厂区北侧约 1.6 公里包头第一热电厂提供，包头第一热电厂现有装机容量 950MW，可以满足供电要求。

保安电源可由附近变电站提供一回 10kV 做为保安电源。

因此，具有安全、可靠、经济的电力能源保证。

拟建项目水源由大青山生态应急水源、二水厂以及中水联合供给，水质符合《生活饮用水水标准》。

第五章 建设方案

5.1 技术方案与设备选型

5.1.1 技术方案

本项目对外采购多晶硅料、石墨件、氩气等原材料，经长晶工艺生产成单晶硅方棒后，切掉头尾尖端部分，即成为成品单晶硅棒。

5.1.2 工艺流程

工艺流程介绍：

1) 初始硅料装入坩埚中，放入单晶炉中，抽真空、检漏、融化，硅料融化完之后，复投料到坩埚可以承受最大量；

2) 降低融液温度到合适点，籽晶融结、自动引晶、放肩、转肩、收尾；晶棒提到副炉室冷却；

3) 晶棒取出后，复投硅料，重复 2) 数次后停炉；

4) 取棒；

5) 热场清扫；

6) 晶棒检测：对晶棒进行电阻率、少子寿命、氧碳含量、位错、尺寸等进行检测，对合格部分划线；

7) 截断：根据 6) 的划线进行线截断，头尾入原料库待处理；

8) 合格部分入单晶硅棒成品库。

5.1.3 主要工艺设备

单晶硅设备：本项目工艺采用高拉速、超大投料直拉单晶工艺，核心设备为单晶炉，设备硬件由弘元新材料有限公司与设备供应商签订供应协议，按照项目工艺要求，对设备硬件进行分拆采购。

5.2 建筑、构筑工程方案

主要建设内容包括 1 座单晶拉棒厂房、污水处理站、洗晶车间、化学品库、氩气站、门卫及附属建筑等。

建筑设施交付租赁使用后，由弘元新材料公司对厂房进行装修和机电安装。

在设计和施工、验收等全部过程中，由弘元新材料有限公司项目组共同监督，确保上述建筑设施和配套构筑工程符合国土资源部关于发布和实施《工业项目建设用地控制指标》的通知（国土资发〔2008〕24 号）中的各项指标要求，尤其是投资强度、容积率、建筑系数、行政办公及生活服务设施用地所占比重、绿地率五项指标。

其中：（1）工业项目投资强度符合地方及行业标准。

（2）容积率控制指标符合国家规定（按行业分类确定）。

（3）工业项目的建筑系数不低于 30%，计算公式：建筑系数=（建筑物占地面积+构筑物占地面积+堆场用地面积）÷项目总用地面积×100%。

（4）工业项目所需行政办公及生活服务设施用地面积不超过工业项目总用地面积的 7%，不在工业项目用地范围内建造成套住宅、专家楼、宾馆、招待所和培训中心等非生产性配套设施。

（5）工业企业内部因生产工艺等特殊要求需要安排一定比例绿地的，绿地率不超过 20%。

5.2.1 项目的构成和范围

本项目拟新建厂房和配套建筑设施，实施机电安装和净化装修工程，购置单晶硅棒生产设备、仪器，形成年产 5GW 单晶硅棒的生产能力。

5.2.2 生产环境要求

根据太阳能单晶硅棒生产的生产工艺特点，其重要工序需要在净化环

境或恒温恒湿的生产环境完成。各工艺生产区域的要求见表 5-2。

表 5-2 生产环境要求一览表

区域	温度(°C)	湿度(%)	照度 (LX)	净化级别
单晶炉区	18-30	40-70	300	准洁净
装料区	18-28	40-70	300	万级
切断区	18-28	40-70	300	舒适性
洗晶车间	18-28	40-70	300	万级
辅助+车间办公	18-28	40-70	300	舒适性

5.2.3 通风、空调、净化

1) 通风

(1) 局部排风

单晶生产区局部排风主要分为一般废气（热废气）、含尘废气。洗晶车间主要为含氮酸碱废气及少量含尘废气。

一般废气排风系统主要用于排除工艺设备散发的一般废气和热废气，不含有其他有毒或腐蚀性物质，故直接排入大气中，风管材质为镀锌钢板。

除尘废气主要含有硅粉，采用脉冲袋式除尘器处理后达标排放，风管材质为螺旋镀锌钢板。

酸碱排风系统主要为晶棒清洗设备所含的含氮废气，采用吸附剂 SDG 吸附处理后达标排放，风管材质为 PP。

(2) 全室通风

仓储区域、动力区域、废水处理区域、辅助区域等进行全室通风。

2) 空调及净化

(1) 生产厂房内的空调系统

为满足单晶生产区温、湿度要求，在单晶车间安装空调系统，空调器具备：混合进风段、初效过滤段、中效过滤段、制冷段、风机段、高效过

滤段、出风段等功能段，具备新风混风、温度和湿度处理控制功能、空气净化处理功能。

机加车间设置集中新风空调，配合室内射流机组，控制车间的温、湿度。新风空调器具备：进风段、初效过滤段、中效过滤段、制冷/加热段、风机段、出风段等功能段，具备新风温度和湿度处理控制功能、空气净化处理功能。

洗晶车间设置集中新风空调，控制车间的温、湿度。新风空调器具备：进风段、初效过滤段、中效过滤段、制冷/加热段、风机段、出风段等功能段，具备新风温度和湿度处理控制功能，室内吊顶设置高效过滤器风口，配合初、中效过滤，具备空气净化处理功能。

5.2.4 给水排水

1) 给水系统

给水水源为城市自来水。生活生产直接市政直供，设立生产工艺冷却水水池（有效容积 15000m³）。

2) 工艺循环冷却水系统

工艺循环冷却水用于单晶炉生产过程的恒温冷却，工艺循环冷却水系统由水池、冷却塔、工艺冷却水泵、柴油泵等组成。

单晶炉用循环冷却水（5us 纯水），供回水温度 28/33℃，水压 0.4Mpa；32 台单晶炉为一个独立循环系统。每个独立系统对应配置循环水泵、柴油泵，工艺循环冷却水泵按 2+1 模式考虑，同时设置一台柴油泵作为备用泵。

水池需要考虑 8 座，每 4 座水池相互连通。

3) 消防

本项目主要消防设施有：室外消火栓给水设施、室内消火栓给水设施、手提式灭火器等。

(1) 室外消火栓系统

室外消火栓给水系统与室外生产生活给水管道系统合用。

(2) 室内消火栓系统

在厂区内各主要建筑均设有室内消火栓消防系统。在消防泵房内设消火栓加压泵，室内消火栓箱内设有电动报警控制按钮。

(3) 灭火器配置

为扑灭初期火灾，各建筑内配置手提式磷酸铵盐干粉灭火器，防于灭火器箱内，并作明显标志。在变电站还配置磷酸铵盐干粉灭火器。

4) 排水系统

排水系统采用分流制，分为生活污水、生产废水和雨水。

(1) 生活污水

生活污水中的含油污水先经隔油池除油后，排入室外生活污水管网，与粪便污水和一般盥洗污水一起进入生活污水处理装置，处理达标后再排放市政污水管网。

(2) 生产废水

本项目生产过程主要产生含硅废水。

(3) 雨水

室外雨水经管网汇集后排入市政排水系统。

5.2.5 电气

1) 负荷等级

二级负荷：排烟风机、消防水泵等消防负荷；

三级负荷：其它负荷均为三级负荷。

2) 供电电源

本项目设置一座 110/10KV 变电站，直接从市政引入 110kV 电源为本项目供电。

在单晶车间内设 10/0.4kV 车间二级变电站。车间用电以电热设备为主，少部分动力区为电动设备，以及照明用电。

本项目二级及以上负荷均引自不同的变压器低压出线端，该变压器一次侧电源引自 110kV 变电站不同的 10kV 段出线柜。

3) 变配电系统

车间内设置数个 10KV 变电站，共设置 44 台 2000kVA 的变压器为工艺设备提供电力。另外，在车间设置 3 台 2000KVA 和 4 台 1600KVA 变压器供动力及其它设备供电。

4) 照明系统

根据规范及业主相关要求，照度标准如下：单晶炉区：300lx；检验区：400lx；办公区：300lx。

本工程所有灯具均采用高效节能的 LED 灯具。所有区域照明的功率密度值均满足相关规范要求。

5) 防雷接地系统

根据计算，按照国家相关规范划分各建筑防雷等级，采取相应的防雷措施。

5.2.6 总图运输

（一）设计依据

- 有关文件、协议见总说明
- GB50016-2014 《建筑设计防火规范》
- 包头市勘测测绘院征地成果表
- 业主提供的红线图,地形图
- 建设单位确认的总平面布置方案

（二）区域位置

此工程项目位于包头市，拥有成熟的基础设施配套条件，可满足项目生产和员工办公、生活用水、用电、供热需求，可配套建设污水处理设施以满足项目排污需求。

交通设施方面，园区交通条件便利，北侧有 110 国道、京藏高速公路，为便于园区的发展，经与自治区高管局协商，京藏高速公路在园区东北处新增一个出入口，与包钢厂前路相连；西侧有南绕城线并拟建铁路专用线进入园区；南侧有包兰铁路货运站场及线路；园区东侧目前有三条道路与城市生活区相连。从而形成与周围地去的紧密联系，同时也保证了园区内货物进出的快捷便利，为园区的发展创造了不可多得交通优势。

三、自然条件

1) 地形地貌

本项目在一期地块内建设,里面已有部分已建建筑,地势平坦。

2) 气象条件

序号	气象项目	单位	地点
1	全年主导风向（2005-2018 年）	NW	
2	夏季主导风向（2005-2018 年）	E	
3	最大风速（2005-2018 年）	14.7m/s(旧站)	
	最大风速(2013-2016)	16.7m/s(新站)	
	极大风速（2003-2018 年）	18.9m/s(旧站)	
	极大风速(2013-2016)	27.5m/s(新站)	
	最大风速(2007-2018 年)	21.3m/s	
	最大风速(2007-2018 年)	23.3m/s	
4	年平均风速(2009-2018 年)	2.0m/s	
5	年平均降水量（2006-2018 年）	313mm	
6	日最大降水量（2006-2018 年）	62.6mm	
7	历年平均气温（2006-2018 年）	8.09℃	

8	历年日极端最高气温（2006-2018年）		40.4℃	
9	历年日极端最低气温（2006-2018年）		-26.9℃	
10	历年平均最低气温（2006-2018年）		2.08℃	
11	历年平均最高气温（2006-2018年）		14.72℃	
12	最热月平均温度（2006-2018年）	6月	22.34℃	22.80℃
		7月	24.39℃	
		8月	21.66℃	
13	最热月的露点温度（2006-2018年）	6月	6.58℃	10.4℃
		7月	12.06℃	
		8月	12.42℃	
14	月平均最低气温的最低值（2003-2018年）		-18.7℃	
15	历年平均气压（2006-2018年）		895.59hpa	
16	年平均小型蒸发量(2006-2018年)		2012.5mm	
17	夏季平均相对湿度（2003-2012年）		50.47%	
18	冬季平均相对湿度（2003-2012年）		53.5%	
19	年平均相对湿度（2003-2012年）		48.7%	
20	干燥度 D（无此项观测）			
21	最大积雪深度（2003-2018年）		10cm	
22	最大冻土深度（2003-2018年）		142mm	
23	年平均日照时间数（2003-2018年）		2874.7h	
24	夏季平均最高干球温度（2003-2017年）		29.04℃	
25	夏季平均最高湿球温度(2003-2017年)		17.4℃	
26	基本风压		550Pa	
27	年最大雪压（2002）		1.5g/cm ²	
	年最大雪压（（2003-2018年）		0.9g/cm ²	
28	最冷月月平均温度（2003-2018年）	1月	-11.12℃	-8.34℃
		2月	-5.46℃	
		12月	-8.44℃	
29	年最多雷暴日数（2003-2018年）		37天	

四、总平面布置

本次项目位于包头市。本期主要建筑物、构筑物由 2 栋单晶厂房、一栋机加厂房、一栋清洗车间、一栋废水处理站、门卫及附属建筑、停车场、绿化带等组成。其余均为预留建筑。

厂区人员入口设置在南侧，为厂区树立主要形象。停车场区域西南角，

小部分与景观结合布置办公楼周围。地块功能布局以生产厂房为主，辅助建筑就近设置，节约能耗的要求，节省投资及运营成本。

五、绿化、道路、围墙及其它

项目主要景观集中在办公楼周边，绿地结合景观进行软质景观及硬质景观设置。其余绿地布置在预留地、废水车间四周。绿化以草坪为主，种植 10%左右的花卉，种植 30%左右的常绿及落叶乔木。厂区将是四季常绿园林化工厂。

屋面考虑光伏板，利用再生能源，节能环保。

道路主要宽度 9 米及 7 米，转弯半径不小于 12m，采用混凝土路面，能满足厂区货运及消防车辆通行。局部装卸区为混凝土铺装，满足大量的运输道路路面损耗。道路二侧设有雨水口，全厂设有排雨水、排污水管道系统，雨水、污水分流排入开发区的雨水，污水管网内。

围墙：厂界围墙均为 1.8m 透空围墙。

5.2.7 土建工程

一、建筑设计

1、设计依据和范围

1) 水文、气象等自然条件

2) 国家或地方现行有关的设计标准、规范：

《建筑设计防火规范》	GB 50016-2014(2018 年版)
《民用建筑设计通则》	GB50352-2005
《建筑钢结构防火技术规程》	DG/TJ08-008-2017

《建筑内部装修设计防火规范》	GB 50222-95（2001 年版）
《屋面工程技术规范》	GB 50345-2012
《洁净厂房设计规范》	GB 50073-2013
《工程建设标准强制条文》	国家规范

3) 业主提供的设计资料。

4) 设计范围：本项目中的主要建(构)筑物包括：2 栋单晶厂房、1 栋机加车间、清洗车间、污水处理站、化学品库、固废仓库、氩气储罐区、门卫等。

2、建筑设计内容

本着经济、适用、美观的设计原则，力求创造出一个造型新颖、环境优美的现代化企业的形象；平、剖面设计严格按生产工艺流程；全厂建筑统一考虑造型及立面设计；材料和构造的选用，充分满足各生产环节所需的防尘、隔音降噪等特殊要求。

3、消防设计

消防车道和防火间距

各单体建筑设置环形消防车道或消防扑救位，建筑之间的防火间距均大于 10m。

生产火灾危险类别及耐火等级

单晶厂房、清洗车间的生产火灾危险类别为丁类、耐火等级为二级；

机加车间、污水处理站的生产火灾危险性类别为戊类、耐火等级为二级

化学品库的火灾危险性类别为乙类、耐火等级二级；

固废仓库、变电站火灾危险性类别为丙类、耐火等级为二级

门卫，民用，耐火等级为二级

4、防火构造

钢结构防火：钢结构刷防火涂料，其中二级耐火等级钢柱（单层）2.5h，钢梁 1.5h，钢檩条 0.5h。

建筑构造：主厂房设置封闭楼梯间，能自然采光、通风；疏散门往疏散方向开启；附设在建筑物内的消防控制室、空调机房等采用 2.5h 的防火隔墙与其他部位隔开，隔墙上的门采用甲级防火门；管道井上的门采用丙级防火门；防火分区之间采用防火墙进行分隔，防火墙上的门采用甲级防火门。

二、结构设计

1、设计依据

- 1) 气象、地质、水文等自然条件
- 2) 设计联络纪要
- 3) 国家现行设计规范、标准，其中主要有：

《建筑结构可靠度设计统一标准》	GB50068-2001；
《建筑结构制图标准》	GB/T50105-2010；
《建筑结构设计术语和符号标准》	GB/T50083-2014；
《建筑结构荷载规范》	GB50009-2012；
《建筑抗震设防分类标准》	GB50223-2008；
《建筑抗震设计规范》（2016 年版）	GB50011-2010；
《构筑物抗震设计规范》	GB50191-2012；
《岩土工程勘察规范》（2009 年版）	GB50021-2001；

《建筑地基基础设计规范》	GB50007-2011;
《湿陷性黄土地区建筑规范》	GB50025-2004;
《建筑桩基技术规范》	JGJ94-2008;
《建筑地基处理技术规范》	JGJ79-2012;
《混凝土结构设计规范》（2015 年版）	GB50010-2010;
《砌体结构设计规范》	GB50003-2011;
《钢结构设计规范》	GB50017-2003;
《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》	GB51022-2015;
《冷弯薄壁型钢结构技术规范》	GB50018-2002;
《装配式混凝土建筑技术规范》	GB/T51231-2016;
《装配式混凝土结构技术规程》	JGJ 1-2014;
《中华人民共和国—工程建设标准强制性条文—房屋建筑部分—2013 版》	

4) 各专业提出的专业协作条件

5) 工程设计基准期为 50 年。

2、自然条件

1) 工程地质概况

因目前地勘资料暂无，缺少土层分布情况。

2) 当地气象资料及设计数据

最 高 气 温 :

38.4 ℃

最低气温: -31 ℃

历年最热月（七月）平均最高气温：	29.6	℃
历年最冷月（一月）平均最低气温：	-18	℃
最热月月相对湿度：	59%	
最冷月月相对湿度：	55%	
年最大降雨量：	678.4	mm
日最大降雨量：	100.8	mm
最大降雨量：	54.3	mm
夏季主导风向：	ESE	
冬季主导风向：	N	
年主导风向：	N	
室外风速：	3.2	m/s
最大冻土厚度：	1.75	m
基 本 风 压：	0.55	kN/m ²
基 本 雪 压：	0.25	kN/m ²

3、现场情况

1) 施工条件

本工程地处开发区内，周边地区有许多施工力量及技术装备较强的施工单位，可以满足施工要求，同时，本项目预计采用 EPC 模式，寻找在这个行业具备多年经验、设计和施工资质的单位实施。

2) 建材供应情况

当地建筑材料供应方便，货源充足，质量和指标能够满足设计要求。

3) 冬季及雨季施工

冬季施工时，应做好对主要构件特别是混凝土的保温工作。

雨季施工时，应做好对主要构件防雨覆盖工作，基坑排水及地面回填土工作。

4、设计要求

1) 抗震设防级别

全场地除辅助用房抗震设防类别为乙类外，其余建筑的抗震设防类别为丙类。地震设防烈度为八度，设计基本地震加速度值为 0.2g，设计地震分组为第二组。因暂无详勘报告，场地类别待定。

2) 对结构设计的特殊要求

单晶厂房辅房部分钢结构长度 305.4 米，按《钢结构设计规范》要求，需要按照规范设置伸缩缝。

3) 设计活荷载及吊挂荷载：

钢屋面活荷载标准值	0.3 KN/m ²
吊挂荷载标准值	0.75KN/m ²
屋面光伏板	0.2KN/m ²
辅房屋面	屋面设备荷载重根据实际情况考虑

—其余附属子项

钢屋面活荷载标准值	0.3 KN/m ²
砼屋面活荷载标准值（非上人）	0.5 KN/m ²
砼屋面活荷载标准值（上人）	2.0 KN/m ²
吊挂荷载标准值	0.1~0.2 KN/m ²

4) 对施工的要求

有钢结构的加工制作能力和钢结构吊装能力。为确保建筑工程质量，受力构件砼均采用商品砼现浇。

5、结构设计方案

1) 结构体系及方案

结构安全等级：二级。

根据本工程项目性质、生产特征、使用功能等要求确定建筑平面，并根据工艺设备，管道等确定层高及柱网。

2) 地基处理及基础形式

地基基础设计等级为丙级。

因暂无该场地地勘报告，目前所有建筑物基础暂定为独立基础，柱下独立基础的混凝土强度等级为 C30，水池等半地下室采用整板式基础。考虑到本场地地基土具有湿陷性，基底下需进行地基处理，处理方式拟采用灰土挤密桩。

3) 抗震设计

地震设防烈度为八度，设计基本地震加速度值为 0.2g，设计地震分组为第二组。

为保证建筑物整体的抗震性能，我们在确定方案时，贯彻了如下的原则：

(1) 结构体型

- a. 本工程设计时，在工艺许可的条件下力求采用规则平面。
- b. 如由于工艺原因，无法采取很规则的结构方案，则在适当位置布置抗震缝，将结构划分为简单的结构单元。

(2) 主要结构抗震构造措施

- a. 抗震缝的宽度满足规范的规定。
- b. 框架柱的轴压比控制在规范规定的范围内。
- c. 框架柱、梁的配筋率、配箍率以及钢筋间距均满足规范的要求。
- d. 门刚结构设柱间支撑、屋面水平支撑、纵向刚性系杆，以增加结构抵抗水平荷载刚度。
- e. 每一独立结构单元周边设贯通封闭基础梁，加强结构的整体性。
- f. 维护结构尽量采用采用轻质墙体，减小地震反应。加强围护结构与主体结构的拉结，在适当位置设置构造柱、腰梁。

第六章 环境保护

6.1 环境保护法规与标准

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》；
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》；
- (3) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (4) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (5) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18559-2001）；
- (6) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

6.2 环境保护措施

本项目将严格遵守国家有关环境保护法规、法律，严格控制环境污染，保护和改善生态环境。

EHS 管理体系并确保其持续改进。公司还将制订环境目标、指标及管理议案；落实职业健康安全/环境管理培训工作；识别危险源与环境因素，预防环境事故和紧急情况发生，制定应急准备与响应计划；对环境监测设备进行日常维护；并将保持信息及时沟通。

6.3 施工期污染控制措施

6.3.1 施工期固体、粉尘污染控制措施

(1) 平整场地、开挖基础作业时，应经常洒水使作业面土壤保持较高的湿度；对施工场地内裸露的地面，也经常洒水防止扬尘。

(2) 运土和运粉状建筑材料的运输车采用加盖专用车辆或配置防洒落装置，保证运输过程不散落。

(3) 粉状建材设临时工棚或仓库储存，不露天堆放。

(4) 使用优质焊条减少施工焊烟污染。

(5) 建筑垃圾按类别规整，存放在固定场所，定期由废弃物处理公司处理。

6.3.2 施工期噪声影响防治措施

(1) 不使用打桩机，选用低噪声机械设备或带隔声、消声的设备，必要时在噪声源周边设置临时隔声屏障。

(2) 对高噪声设备采取限时作业，避免在中午或夜间休息时间作业。

(3) 在有市电供给的情况下尽量不使用柴油发电机发电。

(4) 合理疏导进入施工区的车辆，减少汽车鸣笛噪声。

6.3.3 施工期水污染防治措施

(1) 设置沉淀池，将设备、车辆洗涤水简单处理后循环使用。

(2) 在施工人员驻地建设三级化粪池，处理生活污水。

6.4 项目运营期间污染控制措施

6.4.1 废水

本项目排水分为生活废水和生产废水。

1、 生活污水：

生活污水分为粪便污水和一般盥洗污水。生活污水用管道收集后排入室外生活污水管网，经化粪池处理后排入厂区排水管网，最终进入市政污水处理厂。

2、 生产排水：

本项目全部采用直拉单晶生产工艺，单晶棒采用切割机切断。在这一系列的切割过程中采用水冷却防尘，切割冷却水经压滤处理后循环利用，多余部分经压滤等处理达标后排放到一期污水管网中。硅棒机加过程中产生的边皮料、头尾料采用超声波清洗。

本项目环保处理按照 1740 吨/天设计。生产废水和生活废水经处理后，出水水质能够达到 GB8978-1996《污水综合排放标准》三级排放标准的要求。

6.4.2 固体废弃物

本项目的固体废弃物主要有工业固废和生活垃圾。工业固废主要为废钢线、更换的废石英坩埚、废石墨件及废水处理污泥等。

对于一般固体废弃物、生活垃圾、化粪池、污泥由当地环卫部门清理，进行无害化处置。废钢线、废石墨件、废石英坩埚、收集后统一交由相关厂家统一处理或回收利用。

综上所述，本项目产生的固体废弃物均得到合理处置和综合利用，对周围环境影响较小。

6.4.3 危险废物

本项目无危险废物。

6.4.4 噪音

本项目主要噪声源为切断机、泵、冷却塔等设备噪声，为减少噪声污染，本项目通过合理布局，将采用严格的环保设备及吸噪措施，噪声经房间隔声、距离衰减及绿化带阻挡后，对厂界声环境不会造成较大影响。

6.4.5 废气

拉晶工艺排放气体为废氩气，氩气为惰性气体，废氩气中含有一定量的粉尘，采用袋式除尘器处理后高空排放，可完全达标。切断设备均设置在室内，全在密闭设备中进行，产生的硅粉被水带走，无粉尘外排。另外，本项目氩气是需要回收的，经过袋式除尘器后直接进入氩气回收系统，不直接排放。

第七章 安全生产与职业卫生

7.1 安全生产

7.1.1 设计依据

- (1) 《中华人民共和国安全生产法》；
- (2) 《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ2-2007）；

7.1.2 安全生产措施

本项目将通过安全预评价和安全验收措施，确保投产前安全生产过关。

本项目在设备设计时已考虑安装防护栏杆、防护罩、感应装置等防护措施，防止烫伤、压伤等事故发生，因此不会导致工人受到伤害。对各电气设施采用符合国家安全标准的元器件，防止漏触电事故。厂区内每层楼都将安放小型急救箱，以便发生意外时使用。采用的安全技术措施如下：

(1) 所有用电设备供电线路采取三相四线制加专用安全接地线（PE线）组成三相五线制，用电设备及配电设备的金属外壳及管线金属支架等，均采取可靠的接地或接零保护措施；移动式用电设备及插座供电设备设置漏电保护，以确保用电安全。

(2) 所有机械设备活动部位有碍安全而未带安全防护罩（网）的，均应设安全防护罩（网）或标注安全提示，防止不应发生的伤害。

(3) 动力站房内的水泵、空压机、风机等产生振动较大的设备，根据设备振动情况，已分别采取了设备单独隔间、吸声墙以及设备做防振基础、加隔振垫或减振垫等措施，对减少振动的产生和传递起到了较好的效果。新增设备主要为装配、检测设备、仪器，基本不产生较大振动。

(4) 厂房内设置人员疏散口和应急照明指示标志。

(5) 车间照度符合相关规定。

7.2 职业卫生

7.2.1 设计依据

- (1) 《电子工业职业安全卫生设计规范》（GB50523-2010）；
- (2) 《中华人民共和国职业病防治法》；
- (3) 《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）；
- (4) 内蒙有关职业安全卫生的规定与条例等。

7.2.2 职业卫生保障措施

本项目将通过职业卫生设施设计专篇和验收工作确保项目投产前职业卫生过关。

本项目将严格按照有关职业安全卫生的规范、标准进行设计、施工和生产，采用合理的工艺布局、保证产品的环境参数要求以及创造舒适的工作环境等措施，确保职工的身心健康及安全生产。采用的职业卫生保障措施如下：

(1) 在房间内采取带新风的中央空调系统，以增强空气流通。生产部门除按工艺要求已设置空调的外，其余未装设空调的部门分别情况设置舒适性空调，以改善工作环境，净化生产区为补偿生产区排风和保持洁净区的正压以及满足工作人员的新风需要，洁净区都送有一定量的新风。

(2) 完善生活辅助设施，更衣、卫生间、休息间按有关规定设置。

(3) 配备必要的劳保用品及劳保设施，严格执行国家有关劳保条例，定期对职工进行身体检查，以确保职工身心健康。

第八章 消防安全及抗震设防

8.1 消防安全

8.1.1 设计依据

- (1) 《中华人民共和国消防法》；
- (2) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）；
- (3) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）；
- (4) 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）；
- (5) 《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）；
- (6) 《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017）。

8.1.2 建筑物防火

本项目生产原料及成品为半导体材料，生产方法为机械加工。各生产装置间接有关规范留有相应的防火安全间距，设置符合消防要求的消防通道。根据生产性质、类别充分考虑厂房的耐火等级，配电室、仓库办公室及各生产车间按有关规范要求设置相应消防器材。根据规范要求，本项目单晶厂房按照生产类别丁类，耐火等级二级设计。

8.1.3 消防给水

依据《建筑设计防火规范》（GB50016-2018）要求，根据本项目建筑火灾危险类别及耐火等级和建筑面积情况，本工程消防水系统依托厂区内给水系统，生产给水及消防给水采用合一的给水体制。由给水总进口管、

水表井、消防水池、消防水泵系统、消防户外管网、室外消防栓、室外洒水装置、各建筑物室内给水管网及室内消防栓等组成。室外设计消防系统，管道呈环形布置，配备室外消火栓。

8.1.4 电气防火

(1) 厂房内用电设备非带电金属部分采取可靠接地措施；

(2) 火灾应急照明：建筑物内各层走道、楼梯间、电梯间前室等均设置应急照明。在疏散通道拐弯处设置疏散标志灯，楼梯间除设疏散标志灯外，还设有楼层标志灯，所有疏散出口处设安全出口标志灯。

8.1.5 空调通风管道防火

风管材料、保温材料采用不燃或难燃材料。

送回风总管设防烟防火阀、防烟防火阀与对应的空调的送风机联锁，防火阀关、送风机停止运转。

8.1.6 火灾报警

在有集中空调的办公楼设置火灾报警按钮、声光报警器等装置。

8.2 抗震设防

8.2.1 抗震设防法规与标准

(1) 《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）；

(2) 《工业建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB50914-2013）；

8.2.2 地震参数及措施

在项目建设工作中，本期新建的建筑和构筑设施将严格按照抗震设防的法规、标准要求，开展地震安全性评价工作，并根据安评报告提供的地震参数进行设计，根据有关规定采用隔震减震技术，确保本项目地震安全。

第九章 节能

9.1 节能法规与标准

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》；
- (2) 《重点用能单位节能管理办法》；
- (3) 《国务院关于加强节能工作的决定》；
- (4) 国家发展改革委《关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知》；
- (5) 《中国节能技术政策大纲》；
- (6) 《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2008）；
- (7) 《评价企业合理用电技术通则》（GB3485-1998）；
- (8) 《节水型企业评价导则》（GB7119-2006）；
- (9) 《工业企业能源管理导则》（GB/T15587-2008）。

9.2 项目能源消耗种类、数量

本项目能源消耗主要来自单晶拉棒、单晶机械加工等生产环节的电力消耗、天然气消耗和循环用水消耗。

从电力消耗指标判断，本项目符合工业和信息化部《光伏制造行业规范条件（2015 年本）》对“新建和改扩建硅棒项目平均综合能耗小于 40 千瓦时/千克”的能耗指标要求。

9.3 节能措施

9.3.1 节能措施综述

工艺设备优先选用经国家认定的高效节能型产品。各机电系统选用多台设备并联运行，充分利用设备生产能力采用满负荷组织生产，以实现节能的目的；为达到充分利用设备生产能力，对主要生产设备组织满负荷生

产，以实现节能的目的。为了便于产品成本核算，设计均考虑三表同时实施（设计、安装、运行）。各部门装有电表、水表计量，监视能源消耗情况，加强管理，及时维修，避免浪费。

动力管理部门负责能源的管理以及节能管理工作。设置专职人员负责日常工作。

9.3.2 工艺流程的节能措施

(1) 工艺流程设计满足触摸屏生产工艺流程、降低能耗、提高经济效益的要求；

(2) 工艺流程积极采用国内外节约能源的新设备、新技术；

(3) 所有耗能设备优先选用技术先进、安全可靠、操作灵活、耗能低、污染小，有节能措施的产品。

9.3.3 电气专业的节能措施

(1) 选用国家鉴定的节能产品，厂房在设计时考虑充分利用自然采光；

(2) 厂房采用节能灯具，灯管均采用就地补偿形式；

(3) 照明采用就地控制与统一管理相结合的方式，分组控制实现节电；

(4) 变压器、高低压配电装置选用技术先进、节能效果显著、国家推荐的节能设备，在低压配电系统及单晶炉电源柜安装滤波装置；

(5) 变电站尽量靠近负荷中心，缩短电缆长度，减少电压降损失节约电能，在变电所设置功率因素补偿装置；

(6) 经济合理地选择导线截面，电力干线最大工作压降不大于 2%，分支线路最大工作压降不大于 3%，采用转换效率高的单晶电源柜；

(7) 建筑物内动力、照明用电分别计量，加强节能管理；

(8) 建筑物内设备采用自动监控系统，负荷波动大的设备采用变频调速控制。

9.3.4 采暖通风与空调专业的节能措施

(1) 空调系统为可控制式，工作人员根据房间的使用情况确定是否使用空调器。为了尽量降低能耗，空调器风机为变频设计，空调系统可以根据负荷的大小调节送风量，达到节能的目的；

(2) 采用高效率的制冷设备及水泵、风机；

(3) 冬季或过渡季利用新风为生产车间供冷，以抵消生产设备产生的部分热量；

(4) 空调冷热水管道及风道绝热材料采用橡塑材料，厚度满足节能标准要求。

9.3.5 给水排水专业的节能措施

(1) 水泵均采用国内较好、能耗较小的新型水泵；

(2) 加强节能管理和教育工作，实施科学管理和经济考核是节能的有效措施，要定期对设备、管线进行检查与维护，以确保设备正常运行和大大减少能源浪费；

(3) 工艺设备、动力站空压机等所需设备冷却水均采用循环使用方式，各种水泵均采用国家推广的高效率大吸程的 IS 系列节能型水泵；

(4) 改变过去直排方式，对部分工艺用水（机加）进行就地过滤沉淀后循环使用；

(5) 采用新型节水型冷却塔，减少耗水量。

9.3.6 建筑、结构专业的节能措施

建筑设计中采用了优质保温材料和密封性较好的门窗，并执行国家颁布的相关节能设计标准。所有建筑物外墙及屋面设计均考虑保温节能。

第十章 工程管理

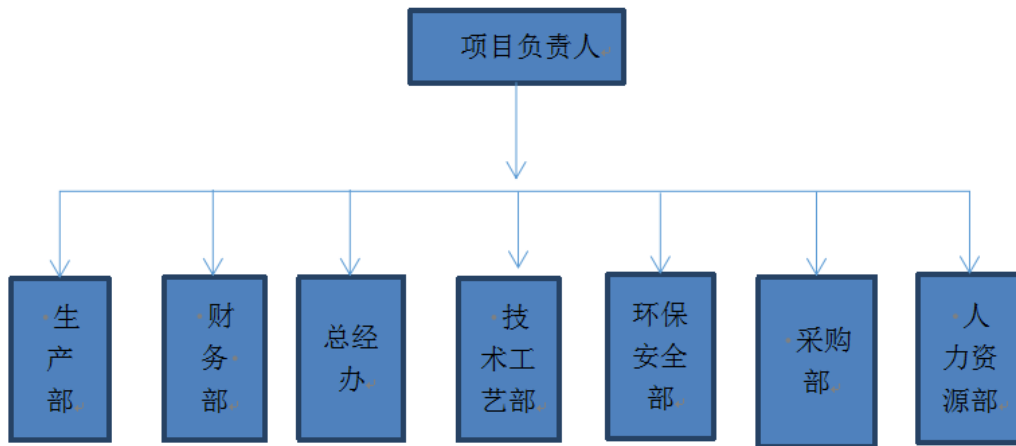
实行项目负责人制度，由项目负责人统筹包头弘元工程管理、技术管理部门，以项目筹建组的方式开展工作。

为了节约成本，提高整体的质量，弘元新材料有限公司采用 EPC 方式实施此项目。

在厂房建设阶段，弘元新材料有限公司项目筹建组，确保厂房等建筑设施按照质量和标准要求顺利完工。

第十一章 人力资源

11.1 组织架构



11.2 工作制度

初创期，项目负责人、财务、生产计划、行政人资等负责人岗位确定后，与公司对接尽快完成制度体系搭建，以支持业务规范开展。

整体工作制度包括目标责任书、项目推进计划、部门工作计划与总结等方面。具体制度建设需项目公司行政人员到位后对接开展；到位前由事业部总部人力资源部协调安排，各部门配合支持。

11.3 人员招聘及培训计划

本项目生产使用的工艺设备自动化程度及精密度很高，因此必须对职工进行严格技术培训和实际操作训练，所有从事产品生产和试验检测的职工应达到：掌握岗位要求的技能，遵守本岗位操作规程；有较高的质量意识和创新意识；自觉遵守公司规章制度，爱岗敬业；了解产品有关的技术要求；熟悉产品生产工艺流程；懂得劳动安全、环保卫生常识。

在培训方面，生产线除安排入职培训，还加入为期两周的军训，以增

加员工身体素质与团队凝聚力，提高员工综合素质。

新项目设备到货前半年，需安排新聘员工在单晶制造单元接受系统培训；设备到货后，单晶制造单元可通过多种方式鼓励核心人员在项目公司开展人员培训、设备调试等工作。

第十二章 项目实施进度计划及招标

12.1 项目实施进度

本项目为年产 5GW 单晶项目，项目力争在 2019 年 5 月份开工建设，2019 年 12 月起分批实现投产。

其中，工程建设周期为 2 年。项目实施进度安排详见表 12-1。

表12-1项目实施进度计划

序号	项目进度	T+3M	T+6M	T+9M	T+12M	T+15M	T+18M	T+21M	T+24M
1	项目报批	■							
2	基建工程		■	■	■	■	■	■	
3	设备购置			■	■	■	■	■	■
4	机电安装				■	■	■	■	■
5	试车投产					■	■	■	■

备注：T为项目启动时间节点，M为月，1M即1个月。

12.2 依据

- (1) 《中华人民共和国招标投标法》；
- (2) 《内蒙古自治区本级政府投资非经营性建设项目招标投标信用管理暂行办法》。

12.3 招议标范围

本项目实施过程中需要购置的各项无形资产、固定资产、工程建设其他费用项目，除了属于弘元新材料有限公司战略性采购项目，或涉及专利权保护、生产安全、商业秘密等不具备招议标条件的采购项目、年度采购额在 5000 元以下的采购项目、10 万元以下的基建项目、经批准的大型商超购买物品之外，其余项目均属于招议标范围，由弘元新科技有限公司根据国家相关法规和企业管理制度执行招标或议标。

第十三章 投资估算

13.1 编制依据与结果

13.1.1 编制依据

- (1) 《投资协议》对项目建设内容的约定；
- (2) 内蒙包头 5GW 单晶拉棒项目立项报告相关参考数据；
- (3) 弘元新材料有限公司工程管理处编制的工程投资估算表；
- (4) 弘元新材料有限公司技术管理处编制的设备产能、规格参数及设备购置清单；
- (5) 弘元新材料有限公司财务管理中心对项目筹资计划的设想和对运营效率、收入及成本费用的预判。

13.2 工程费用投资估算

本项目总投资为 301966.50 万元，包括工程费用（含工艺设备、建筑工程等）、其他费用、预备费用和铺底流动资金等构成，具体如下：

序号	工程或费用名称	金额（万元）	占比
1	工程费用	213449.71	70.69%
1.1	工艺设备	141720.00	46.93%
1.2	建筑工程	71729.71	23.75%
2	其他费用	26150.00	8.66%
3	预备费用	25283.18	8.37%
4	铺底流动资金	37083.61	12.28%
-	总投资合计	301966.50	100.00%

单晶主要设备投资估算金额为 141720 万元，生产设备，包括单晶炉设备、截断机、切方机、磨面倒角一体机等。

第十四章 资金筹措

本项目建设资金采用“资本金+债务资金”的筹措方式。

第十五章 财务评价

15.1 编制依据

- (1) 《建设项目经济评价方法与参数》（第三版，2006 年）；
- (2) 弘元新材料有限公司单晶硅棒项目运营成本与收益经验数据；
- (3) 项目投产计划安排；
- (4) 国家、地方现行财税制度、规范文件。

15.2 财务评价

15.2.1 财务盈利能力分析

实际投资总额：301966.50 万元，项目达产后年均可实现营业收入 270,681.82 万元，净利润 28,415.25 万元

项目投资回收期(年)（所得税后）：6.53 年，财务内部收益率 16.22%

15.2.2 盈亏平衡分析

$$BEP = \frac{C_F}{S - C_V - T} \times 100\%$$

上式中 C_F 正常生产年平均固定成本

C_V 正常生产年平均可变成本

S 正常生产年平均销售收入

T 正常生产年平均销售税金及附加

在达产首年，当产量达到设计生产能力的 76.05% 时，项目即可保本经营；以后随着财务费用、折旧等固定成本减少，BEP 还会继续降低，该项指标表明项目具有较强的抗风险能力。

第十六章 风险分析与应对措施

16.1 市场与政策风险

本项目的市场与政策风险主要来自光伏终端应用市场波动、国家光伏产业政策调整带来的需求、价格波动。终端需求波动可能会引起上游订单不足，从而影响项目开工率；终端价格波动传导到上游，会引起硅棒定价下降从而影响项目盈利能力。

从财务评价中的不确定性分析来看，在项目达产首年产能利用率达到76.05%即可保持盈亏平衡，随着固定资产折旧和财务成本逐渐降低，盈亏平衡点快速下降，项目抗需求波动风险能力较强。从敏感性分析来看，项目盈利能力对产品价格和生产成本有较强的敏感性，但根据其营经验和技术发展规划判断，未来生产成本下降幅度将显著大于产品价格下降幅度，内部收益率对产品价格和生产成本双因素波动的敏感性实际会减小。

16.2 建设条件风险

项目选址在内蒙古包头市，可享受包头市水、电、交通等基础设施配套，弘元公司财政基础都较好，有能力快速完成场平和厂房建设工作，项目建设条件风险较小。

16.3 运营管理风险

本项目在供应链、人力资源、物流运输、产品销售、内部控制方面将面临一系列新现象和新的挑战，如果管理不善，将造成生产成本和管理费用高企，对企业盈利能力构成不利影响。

项目开始建设之后，弘元新材料有限公司将从公司内部调拨运营管理骨干人才担任本项目负责人，与项目技术管理处、工程管理处联合成立项目小组，集团公司财务管理、人力资源管理、供应链管理、企业管理、技

术科研等职能管理中心全面配合，从项目建设前期开始严格执行各项管理制度，为项目顺利运营做好准备和保障工作。

第十七章 结论与建议

（1）产业规划合规

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修订）》，本项目属于国家鼓励类产业，是国家大力支持战略性新兴产业基础材料产业。

根据内蒙古自治区政府相关文件，本项目选址地点符合包头市产业发展规划，是内蒙发展清洁载能产业的支柱项目。

（2）建设投资保障力度大

本项目厂房建设由弘元公司自行建设；项目实施单位拥有丰富的单晶技术积累，是实力很强的单晶光伏产品制造商，拥有单晶硅棒项目建设、融资、运营领域的丰富经验和能力，能够保障项目按预期计划建设、投产。

（3）项目技术指标符合国家行业规范条件

本项目在生产布局与项目设立、生产规模与工艺技术、资源综合利用及能耗、环境保护、质量管理、安全卫生和社会责任方面全面依照工业和信息化部《光伏制造行业规范条件（2015 年本）》执行，技术指标全部合规。

（4）项目市场前景和经济指标良好

项目产品主要面向制造基地和国内外其他硅棒、电池企业，在光伏行业整体趋势向好的背景下，项目市场前景广阔。对项目财务分析结果显示，项目具有较高的经济回报能力。

（5）项目风险可控

凭借弘元公司长期的建设和运营能力，本项目的市场、政策、协作、运营风险相对可控，不确定性分析结果显示，项目面对需求波动和价格、生产成本、投资成本、产量变化的风险应对能力较强。

综上所述，本项目具有足够的可行性，建议积极稳妥推进实施。