

- (21) 《供配电系统设计规范》 GB50052-2009
- (22) 《低压配电设计规范》 GB50054-2011
- (23) 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T50065-2011
- (24) 《系统接地的型式及安全技术要求》 GB14050-2008
- (25) 《消防设施通用规范》 GB 55036-2022
- (26) 《剩余电流动作保护装置安装和运行》 GB/T13955-2017
- (27) 《生产过程安全卫生要求总则》 GB/T12801-2008
- (28) 《生产设备安全卫生设计总则》 GB5083-2023
- (29) 《消防安全标志设置要求》 GB15630-1995
- (30) 《消防安全标志第 1 部分：标志》 GB13495.1-2015
- (31) 《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》 GB4053.1—2009
- (32) 《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》 GB4053.2—2009
- (33) 《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏及钢平台》
GB4053.3—2009
- (34) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》 GB7231-2003
- (35) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 GB/T29639-2020
- (36) 《固定式压力容器安全技术监察规程》 TSG21-2016/XG1-2020
- (37) 《防止静电事故通用导则》 GB12158-2006
- (38) 《消防应急照明和疏散指示系统》 GB17945-2024
- (39) 《起重机械安全规程 第 1 部分：总则》 GB/T6067.1-2010
- (40) 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》
GB50274-2010
- (41) 《空分制氧设备安装工程施工与质量验收规范》 GB50677-2011
- (42) 《低温液体贮运设备使用安全规则》 JB/T6898-2015
- (43) 《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》 GB16912-2008
- (44) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》

GB/T50493-2019

- (45) 《信号报警及联锁系统设计规范》HG/T20511-2014
- (46) 《仪表及管线伴热和绝热保温设计规范》HG/T20514-2014
- (47) 《仪表供电设计规范》HG/T20509-2014
- (48) 《仪表供气设计规范》HG/T20510-2014
- (49) 《仪表系统接地设计规范》HG/T20513-2014
- (50) 《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T50770-2013
- (51) 《危险化学品企业特殊作业安全规范》GB30871-2022
- (52) 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》GB30077-2023
- (53) 《空气分离设备用氧气管道技术条件》JB/T5902-2015
- (54) 《压力管道安全技术监察规程-工业管道》TSG D0001-2009
- (55) 《空气分离设备用离心式氧气压缩机》JB/T 11848-2014
- (56) 《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》

GB39800.2-2020

- (57) 《氧气站设计规范》GB50030-2013
- (58) 《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053-2013

1.4.4 建设项目相关文件

- (1) 河北天柱钢铁集团有限公司营业执照
- (2) 河北天柱钢铁集团有限公司城市钢厂搬迁改造项目企业投资项目备案信息
- (3) 关于河北天柱钢铁集团有限公司城市钢厂搬迁改造项目变更部分建设内容的函
- (4) 河北天柱钢铁集团有限公司土地证
- (5) 河北天柱钢铁集团有限公司城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全设施设计
- (6) 河北天柱钢铁集团有限公司其他技术资料

2 建设项目概况

2.1 建设单位简介

河北天柱钢铁集团有限公司原位于唐山市丰润区，成立于 2004 年。企业注册资本 81188 万元，拥有总资产 89 亿元，员工近 4500 余人，是中国钢铁工业协会和河北省冶金协会正式会员单位，是中国绿色发展联盟理事单位。公司以钢铁板块为主业，实现了钢铁、物流、焦化、资源再生、贸易、信息、金融、投资于一体的多元化发展。

河北天柱钢铁集团有限公司以国家、省、市产业政策为指导，搬迁到唐山市海港经济开发区，现住所唐山海港开发区沿海公路以北、东风大路以东办公楼，注册资本捌亿壹仟壹佰捌拾捌万元整，法定代表人孟兰芝，经营范围：钢铁冶炼、销售，角钢、槽钢、工字钢、H 型钢、带钢、方钢轧制、销售；焦炭经销；货物进出口（国家法律、行政法规禁止的产品除外，国家法律、行政法规限制的产品取得许可后方可经营）；普通货运；车轮轮毂、焊接设备及焊丝的生产；矿渣微粉生产、销售；供热服务。****（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

公司现有员工 4520 人，公司的组织机构健全，设有生产部、应急安全部、能源环保部、设备部、销售部、财务部、供应部、采购部、工程部、技术中心、保卫部、综合管理部、总经办等管理部室，下设烧结厂、炼铁厂、炼钢厂、轧钢总厂、动力环保部、机修厂等生产实体单位，应急安全部为专门的安全管理机构，应急安全部和各分厂共配备 117 名专职安全管理人员，主要负责人和专职安全管理人员均经安全培训合格，有任职资格。

制氧厂归属动力环保部统一管理，制氧厂现已建成 25000 标准立方米/小时制氧机组一套、40000 标准立方米/小时制氧机组一套。

2.2 项目建设概况

2.2.1 项目名称

河北天柱钢铁集团有限公司城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程

2.2.2 建设单位

河北天柱钢铁集团有限公司

2.2.3 建设项目性质

新建冶金行业配套项目

2.2.4 项目建设地点

位于唐山海港经济开发区河北天柱钢铁集团有限公司院内。

2.2.5 项目投资

项目总投资：18000 万元，其中安全设施投资 700 万元，占总投资 3.89%。

2.2.6 建设规模及主要内容

该项目主要建设规模及内容：该项目每小时产氧气 30000Nm³、氮气 60000Nm³、压缩氮气 700Nm³、液氧 900Nm³、液氮 300Nm³、液氩 1030Nm³及贫氩氙 95Nm³、粗氩氙 3.8Nm³。

主要建设内容见下表：

表 2-1 主要建设内容

序号	名称	新建内容	依托内容
1	主体工程	制氧机组	空压系统、空气预冷系统、分子筛纯化系统、膨胀机系统、分馏塔系统（含贫氩氙液、粗氩氙气提取系统）、氮气压缩系统、氧气压缩系统。
2	公用辅助工程	给水	生产用水、生活用水由原有的生产给水系统、生活给水系统供给；循环水由原有循环水站供给；消防用水由原有消防水泵房供给。
		排水	生产、生活污水系统管网、雨水排水系统管网、事故污水系统管网等。
		供配电	新建一座 10kV 变配电室。

			站的两段不同 10kV 母线，采用电缆进线方式。
		自动控制系统	新增控制回路，接入现有控制室的现有 DCS 控制系统。 设置气体探测器，信号引入控制室现有 GDS 气体检测报警系统。 依托现有控制室。
3	储存设施	储罐	1 台 1000m ³ 氧气球罐、1 台 1000m ³ 氮气球罐、1 台 50m ³ 贫氮氩储罐以及 1 台 30m ³ 粗氮氩储罐 依托原有 2000m ³ 液氧储罐、2000m ³ 液氮储罐、1000m ³ 液氩储罐

2.2.7 建设项目“三同时”及试运行情况

(1) 2022 年 2 月由河北洁源安平环保咨询有限公司编制了《河北天柱钢铁集团有限公司城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全条件评价报告》，2022 年 3 月由河北新烨工程技术有限公司编制了《河北天柱钢铁集团有限公司城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全设施设计》；

(2) 2024 年 12 月，由河北尊太安全评价有限公司重新编制了《河北天柱钢铁集团有限公司城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全预评价报告》，并通过专家评审；

2025 年 2 月，由中裕工程集团有限公司重新编制了《河北天柱钢铁集团有限公司城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全设施设计》，并通过专家评审。

2024 年 11 月 20 日取得河北唐山海港经济开发区住房和城乡建设管理局工程建设项目联合验收意见书。

该项目自 2025 年 3 月 30 日投入试运行，2025 年 6 月 30 日试运行结束。生产期间达到设计生产能力。

2.3 建设项目地理位置、周边环境、自然条件

2.3.1 地理位置、周边环境

(1) 地理位置

该项目位于唐山海港经济开发区河北天柱钢铁集团有限公司院内。

(2) 周边环境

河北天柱钢铁集团有限公司位于唐山市海港经济开发区，南侧为新滨海公路（S364）、华西钢铁、唐山中厚板材，北侧为丹东线、候庄和双柳树村，西侧为东风大路与王滩村，东侧为唐山天顺煤焦化工有限公司，交通较便利。项目批复用地性质为工业用地，符合规划及土地利用总体规划，该项目地势平坦。

表 2-2 公司厂界距周边环境一览表（单位：m）

序号	村庄、道路或企业	方位	实际距离	标准要求	规范名称	符合性
1	新滨海公路（364 省道）	南	87.7	15	《公路安全保护条例》 （国务院令 593 号） 第十一条	符合
2	丹东线	北	86	15		符合
3	东风大路	西	77	10		符合
4	华西钢铁	南	70	10	《建筑设计防火规范》（GB50016-2014， 2018 年版） 第 3.4.1 条	符合
5	唐山中厚板材	南	58	10		符合
6	唐山天顺煤焦化工有限公司	东	56	10		符合
7	王滩村	西	2600	25		符合
8	候庄、双柳树村	北	800	25		符合

河北天柱钢铁公司功能分区明确，分为生产区、辅助生产区和非生产区。该项目位于河北天柱钢铁集团有限公司北侧辅助生产区制氧区域内。

制氧区域西侧为 220kV 总降压站，南侧为生产办公区，东侧为水处理区及一期综合仓库，北侧为厂内道路。

表 2-3 30000 标准立方米/小时制氧机组工程与外部周边距离表（单位：m）

序号	名称	相邻周边设施	方位	规范间距	实际距离	依据	符合性
1	3#制氧机组变配电室	220kV 总降压站	西	25	155	《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》（GB16912-2008） 4.3.2 及表 3	符合
2	空分塔	生产办公区	南	10	203		符合
3	氧气球罐	水处理区	东	12	61.1		符合

河北天柱钢铁集团有限公司
城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全设施竣工验收评价报告

序号	名称	相邻周边设施	方位	规范间距	实际距离	依据	符合性
4	氧气球罐	一期综合仓库		10	60.5	《氧气站设计规范》 (GB50030-2013) 表 3.0.2-1	符合
5	3#制氧机组氧氮压缩厂房	厂内道路	北	15	28.8		符合
6	吸风口	煤气柜	西南	300	720		符合
7		高炉	西南	50	1000		符合
8		转炉	西南	50	950		符合
9		轧钢厂	西南	50	340		符合

制氧区域共三个出入口，北侧、东侧各一个物流入口，西侧为人流入口。

30000 标准立方米/小时制氧机组位于制氧区域北侧，该项目北侧、东侧为制氧区域围墙，东南侧为二期 1000m³ 氮气球罐，南侧为厂内道路及 25000 标准立方米/小时制氧机组，西侧为一期、二期循环水站。

表 2-4 30000 标准立方米/小时制氧机组与周边距离表 (单位: m)

序号	名称	相邻周边设施	方位	规范间距	设计距离	实际距离	依据	符合性
1	制氧机组氧氮压缩厂房	围墙	北	-	5	5	《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》 (GB16912-2008) 表 3	符合
2	1000m ³ 氧气球罐	围墙	东	-	8.8	8.8		符合
3		1000m ³ 氮气球罐	南	2	3.7	3.7	《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》 (GB16912-2008) 4.3.3	符合
4	空分装置	厂内次要道路	南	5	9.85	9.85	《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》 (GB16912-2008) 表 3	符合
5		2#空分装置	南	13	-	37.7		符合
6	制氧机组空压预冷	二期循环水站	西	10	22.7	22.7	《建筑设计防火规范》 (GB50016-2014, 2018 版) 表 3.4.1	符合
7	制氧机组变配电室	一期循环水站	西	10	20.8	20.8		符合
8		2#制氧机组变变配电室	南	10	-	27.6		符合

2.3.2 自然条件

(1) 地形地貌

河北唐山海港经济开发区处在滦河冲积扇前缘的滨海平原。地形平坦，自然坡度为 0.5‰，均为未开发的盐碱荒滩，海拔高程在 1-5 米之间（黄海高程），天然河流自西北向东南穿越开发区。工程地质为细砂、亚粘土结构，（-5）-（-10）米容许承载力为 120-200kPa。

（2）水文地质

该区域为滦河三角洲平原地带，地表土盐渍化较重，大片土地寸草不生。建港处海域表层至 25m 深左右为细砂、淤泥质亚粘土、亚砂土、粉砂、亚粘土等，为典型的海陆交互沉积。由于这些土层的交替存在，其地基承载力较高，容许承载力约 1.2~2.0kg / cm²。25m 以下，一般达到了强度较高的砂层，N>50 级。建设用地均应适当处理后方可建设。

该区域处在滦河冲积扇前缘的滨海平原。地形平坦，自然坡度为 0.5‰，均为盐碱地或泥洼地。海拔高程在 1-5m 之间（黄海高程）。天然河流自西北向东南穿越规划区，主要有二排干渠、湖林新河、小河子，均为季节性河流。

（3）地震烈度

根据《建筑抗震设计标准（2024 版）》（GB/T50011-2010），建设项目位于海港经济开发区，所在区域地震烈度为Ⅶ度，地震动峰值加速度 0.15g，该项目建（构）筑物抗震按 7 度设防。

（4）气候、气象条件

该项目气候属于暖温带半湿润大陆性季风气候，春夏秋冬四季分明、地方气候多样。四季的主要气候特点是：春季，风多、风大、降水少、蒸发量大、气温回升快，气候干燥，多春旱，俗有十年九旱之说；夏季，高温、高湿、降水量大且降水次数多，多暴雨、冰雹、雷雨大风等灾害性天气；秋季，多晴好天气，气温变化大，降温快，风速小，空气凉爽；冬季，比较寒冷、干燥、降水稀少、盛吹西到西北风。乐亭年平均气温在 11.4℃左右。降水量主要集中在 7-8 月，占全年总降水量的 60%左右。年均雷暴日数为 32.7d。

当年 12 月-翌年 3 月为冰冻期。标准冻结深度 0.8mm。最大积雪深度 18cm。

(5) 风暴潮

旅游岛南临渤海，历史上曾发生多次风暴潮灾害，据不完全统计，发生较大风暴潮频次接近每 10 年 1 次。风暴潮作用可造成海水漫溢，淹没农田、毁坏建筑设施等，规划区位于陆地与渤海的交接处，风暴潮气象灾害对规划区影响较大。

主要气象资料如下表。

表 2-5 气象特征表

气温	极端最高温度	38.7℃
	极端最低温度	-23.7℃
降水	年最大降水量	934.4mm
	一日最大降水量	186.9mm
	年平均降雨日数	64 天
风向	全年主导风向	西南偏南频率 10.0%
	次常年主导风向	东北偏东频率 9.0% 东南偏南频率 9.0%
	春夏季主导风向	南和东南
	秋季主导风向	西南
	冬季主导风向	西北
	夏季最小风频风向	北
	全年最小频率风向	北
风速	强风向最大风速	东北偏东 25m/s
	次强风向最大风速	东南 21m/s
	全年平均风速	5.3m/s
风压	基本风压值	0.4kN/m ² (五十年一遇)
雪压	基本雪压值	0.40kN/m ² (五十年一遇)

风向玫瑰图如下：

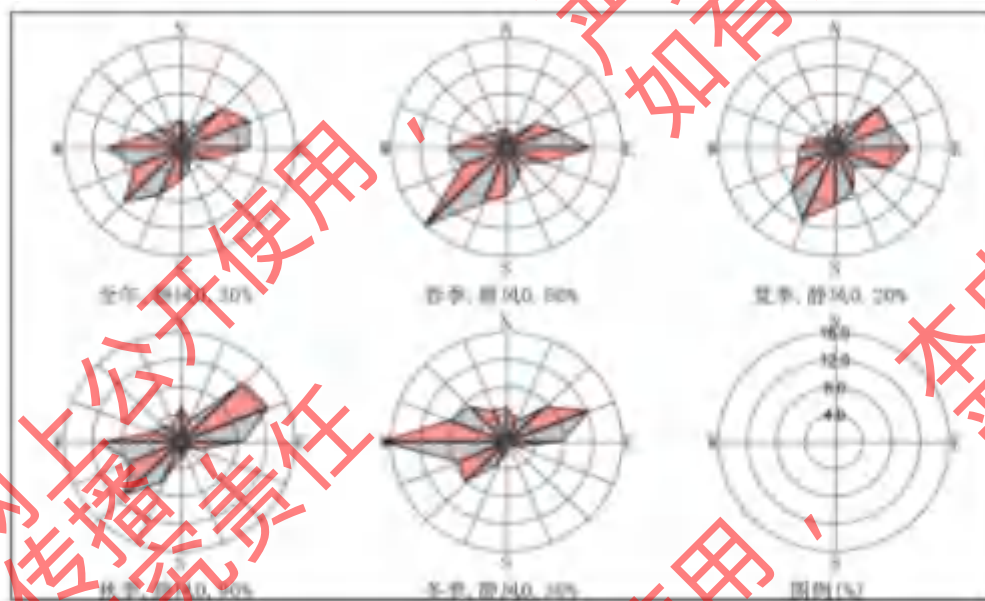


图 2-1 风玫瑰图

2.4 总平面布置

2.4.1 平面布置

制氧区域共三个出入口，北侧、东侧各一个物流入口、西侧为人流入口。
30000 标准立方米/小时制氧机组位于制氧区域北侧。

该项目北半部分由西向东依次布置吸风口、空压预冷厂房、氧氮压缩厂房；南半部分由西向东依次布置变配电室、纯化及冷却单元、膨胀机室、分馏塔；膨胀机室南侧为成套分析装置。罐区自北向南依次布置为氨氩储罐和氨氩储罐，氮气储罐、氧气储罐。

膨胀机室面向空分装置一侧为实体墙。

详见总平面布置图。

2.4.2 竖向布置

该项目厂区采用有组织排水，采用暗管排雨水，最终排入北侧全厂雨水管网。

该项目装置区室内地面标高为 3.60m，以建筑室内地坪为±0.000 相对标高，建筑室外地坪为 3.30m，并向道路找坡 0.5%，各装置区内找坡雨水排至道路，并通过道路双向找坡，雨水集中通过暗管排至厂区排水管网。该项目

厂区环形消防道路标高为 3.10m，横坡设为双坡，坡向路牙，最后汇入道路上集水井。排雨水走向为：装置区内→道路→排水沟。

噪声与振动较大的生产设备如氧压机等进行集中布置在单层厂房内。

该项目各类气体管道不从仪表控制室和劳动者经常停留或通过的辅助用室的空中和地下通过。

2.4.3 道路布置

该项目道路采用混凝土道路，采用 8m、6m 宽路面，道路转角半径为 12m。道路与架空管廊交叉处的净空高度不小于 5.0m。人行道为 1.5m 宽，采用 80 厚彩砖铺砌。

该项目设有两条东西走向道路及 2 条南北走向道路。

制氧区域外道路依托厂区内原有。厂内道路采用城市型沥青水泥路面结构。厂内道路分为主干道、次干道与人行道。在主干道及部分次干道两侧分别设置人行道。主干道宽 15m-20m，次干道为 9m，厂内道路兼作为公司消防车道，道路与架空管道的净空高度不低于 5m。新建厂区内道路与该项目厂区外总厂区道路相接。

2.5 项目建（构）筑物情况

该项目主要建（构）筑物情况见下表。

表 2-6 项目建（构）筑物情况表

序号	名称	占地面积 m ²	建筑物 面积m ²	层数	厂房高 度（m）	结构形式	火灾危 险类别	耐火 等级	备注
1	氧氮压缩厂房	1077.5	1077.5	1	18	钢结构（刷防火涂料）	乙	二级	新建
2	空压及预冷	917.83	917.83	1	20.9	门式钢架和框架结构（刷防火涂料）	戊	二级	新建
3	变配电室	563.34	1126.68	2	7.8	砼框架结构	丙	二级	新建
4	膨胀机厂房	161.45	161.45	1	6.2	砼框架结构	戊	二级	新建
5	综合楼	550	1544.4	3	12.9	框架结构	丙	二级	依托
6	空分装置	567	567	-	35	框架结构	乙	二级	新建

该项目各建（构）筑物及设施间距情况见下表。

表 2-7 项目内各主要建构筑物间距一览表 (单位: m)

序号	名称	相邻周边设施	方位	规范间距	设计距离	实际距离	符合性
1	空压预冷厂房	变配电室	南	10	10.6	10.6	符合
		膨胀机室	东南	10	31.7	31.7	符合
		空分装置	东南	10	45.7	45.7	符合
		氧氮压缩厂房	东	10	11	11	符合
2	氧氮压缩厂房	氩氙储罐	东	10	31.5	31.5	符合
		1000m ³ 氮气球罐	东南	10	30.6	30.6	符合
		1000m ³ 氧气球罐	东南	10	34.6	34.6	符合
		空分装置	南	10	18	18	符合
		膨胀机室	南	10	15	15	符合
		变配电室	西南	10	29	29	符合
3	变配电室	纯化装置	东	--	23.5	23.5	符合
		膨胀机室	东	10	43.9	43.9	符合
		空分装置	东	10	58.5	58.5	符合
4	空分装置	氩氙储罐	东北	10	38.0	38.0	符合
		1000m ³ 氧气球罐	东	10	24	24	符合
		膨胀机室	西	4	-	4.3	符合
		厂内道路	南	5	9.85	9.85	符合
		厂内道路	东	5	8.5	8.5	符合
5	1000m ³ 氧气球罐	1000m ³ 氮气球罐	北	2	3.7	3.7	符合
		氩氙储罐	北	6.15	19.6	19.6	符合
		氦氖储罐	北	6.15	20.0	20.0	符合
6	1000m ³ 氮气球罐	氩氙储罐	北	2	3.9	3.9	符合
		氦氖储罐	北	2	4.2	4.2	符合

说明: 本表的标准距离依据《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》(GB16912-2008)

4.3.2 条。

2.6 生产工艺流程

空分装置整套设备包括: 空气过滤系统、空气压缩系统、空气预冷系统、分子筛纯化系统、分馏塔系统、氮气压缩系统、球罐存储系统、循环水系统、仪控系统、电控系统等。

1) 空气的过滤和压缩

原料空气经吸入口吸入,进入自洁式空气过滤器,滤去尘埃和机械杂质,进入离心式空气压缩机,压缩后的气体进入空气预冷系统。压缩机各级间的热量被中间冷却器中的冷却水带走。

2) 空气冷却

从空气压缩机来的热空气进入空气冷却塔下部,由下而上穿过空气冷却塔中的下、上段填料,依次与冷却水和冷冻水进行逆流接触而进行热交换,达到冷却空气之目的并对空气进行洗涤;同时应尽可能降低空气温度减少空气中游离水分的含量从而降低吸附器的工作负荷。来自冷箱内的污氮进入水冷却塔的底部,自下而上同冷却水在水冷却塔内的填料进行逆流接触,使污氮升温增湿后排入大气,从而使冷却水冷却为冷冻水;冷水机组可以保证恶劣条件下冷冻水的温度达到能足以降低空气的温度的工况。

3) 空气纯化

从空气预冷系统出来的空气进入空气纯化系统,空气纯化系统是利用吸附剂来吸附除去空气中的水分、二氧化碳和其他碳氢化合物的,纯化系统中的吸附器由两台卧式容器组成,两台吸附器采用双层结构,当一台运行时,另一台则被由冷箱内来的污氮通过电加热器加热后进行再生,以备切换使用,保证纯化器的连续使用。

4) 空气精馏

净化后的加压空气,一小部分空气被抽出作为仪表空气;一部分相当于膨胀量的空气引入增压风机中增压,然后被冷却水冷却至常温后进入主换热器,再从主换热器中部抽出,进入膨胀机膨胀后将其部分送入上塔参与精馏,一部分空气经旁路通入污氮气管道。另一大部分空气直接进入主换热器后,被返流气体冷却至饱和温度进入下塔。下塔中的上升气体通过与回流液体接触含氮量增加。所需的回流液氮来自下塔顶部的冷凝蒸发器,在冷凝蒸发器内液氧得到蒸发,而气氮得到冷凝。

下塔从上到下产生以下产品：

- ①纯氮气
- ②纯液氮
- ③ $\sim 38\%O_2$ 的富氧液空

液氮经过冷器过冷，一部分节流进入上塔作为其回流液，一部分节流后作为精氩冷凝器冷源。少部分液氮作为产品抽出。

纯氮气被送到精氩塔的蒸发器中与液氩换热提供再沸气量，被冷凝后送入上塔。

富氧液空经过冷器过冷节流后一部分进入上塔，作为其回流液，另一部分进入粗氩塔冷凝器被汽化后送入上塔。

在上塔中产生：

- ①中部抽取氩馏份
- ②上部产生污氮气
- ③顶部产生纯氮气

液氧从主冷抽出。需要时部分液氧可作为产品送出冷箱。

纯氮气从上塔顶部抽出后经过冷器和主换热器复热至设计温度出冷箱。

污氮气从上塔上部抽出后经过冷器和主换热器复热至设计温度出冷箱。

氩馏份直接送入粗氩塔参加精馏。

在粗氩塔顶部产生粗氩。

粗氩进入精氩塔中部，在精氩塔中进一步去除所含氮气，产品液氩从精氩塔底部抽出，全部送至液氩贮槽。

5) 冷量制取装置所需的大部分冷量由增压透平膨胀机提供。出空气纯化系统的部分洁净空气进入被透平膨胀机驱动的增压机，使其压力提高，回收能量。然后经增压后冷却器冷却，进入冷箱内的主换热器，冷却至一定温度后进入透平膨胀机。这股膨胀空气在膨胀机中膨胀制冷后进入上塔，参与精馏。

6) 仪表及密封空气

出空气纯化系统后的其余部分洁净空气，被送至仪表空气管网中，作为仪表用气源和密封用气。装置启动阶段的仪表空气由原制氧系统提供。

7) 产品的分配

气氮回路：上塔低压气氮直接从冷箱输出，一部分作为产品气，另一部分送入水冷塔对水进行冷却。

气氧回路：气氧从上塔底部抽出经主换热后出冷箱至氧压机外压缩后进入球罐至厂内炼钢、连铸、轧钢等装置。

液氧回路：液氧从主冷抽出，少部分进入装置南侧液氧贮槽。

污氮回路：一部分污氮用于分子筛吸附器的再生，另一部分送到水冷塔对水进行冷却，还有一小部分进入冷箱，对冷箱充气。

液氩回路：液氩从精氩塔底部排出，进入装置南侧液氩贮槽。

贫氩氙液：液氧从主冷抽出，经贫氩氙塔蒸发器单元后，送入位于球罐区北侧的贫氩氙液贮槽。

粗氖氦气：在缓冲器中暂存，经膜压机将粗氖氦气增压后送出。

液体排放：从冷箱排出的所有低温废液体汇集后送至喷射蒸发器蒸发后排入大气。

排气：设备的排气先送至各消声器再排入大气。

该项目工艺流程框图见下图。



图 2-2 生产工艺流程图

2.7 原辅料及产品

该项目所用原料为：空气（含尘量不大于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，含 CO_2 量小于 $400 \times 10^{-6}\text{mg}/\text{m}^3$ ，含 C_2H_2 量小于 $0.5 \times 10^{-6}\text{mg}/\text{m}^3$ ，含 CnHm 量小于 $8 \times 10^{-6}\text{mg}/\text{m}^3$ ）。

产品主要技术规格详见下表：

表 2-8 产品主要技术规格

产品名称	产量 Nm ³ /h	纯度%(V)	出冷箱压力 kPa(G)	备注
氧气	30000	≥99.6%O ₂	25	连续，氧压机外压缩，进氧气球罐
氮气	60000	≤10ppmO ₂	15	连续，氮压机外压缩，进氮气球罐
压力氮气	700	≤10ppmO ₂	467	连续，密封气
液氧	900	99.6%O ₂	43	依托原有液氧储罐
液氮	300	10ppmO ₂	467	依托原有液氮储罐
液氩	1030	2ppmO ₂ , 3ppmN ₂	30	依托原有液氩储罐
贫氩氙液	95	kr≥1600ppm Xe≥120ppm CH ₄ ≤3500ppm	41	进粗氩氙储罐
粗氩氙气	3.8	(Ne+He) ≥60% H ₂ ≤3%ppm	443	进粗氩氙储罐

2.8 生产设备

主要设备见下表。

表 2-9 主要设备及装置表

序号	名称	规格	介质	材质	温度℃	压力 MPa	单位	数量
1	冷却泵单级卧式离心泵	流量：320m³/h，功率：75kW，扬程：50m，转速：1480r/min	空气	--	--	--	台	2
2	冷冻泵单级卧式离心泵	流量：180m³/h，功率：90kW，扬程：110m，转速：2950r/min	空气	--	--	--	台	2
3	水冷塔	容积：180m³	水、氮气	Q235B	50℃	常压	台	1
4	空冷塔	容积：235m³	空气、水	Q345R	120℃	0.7MPa	台	1
5	冷水机组	额定制冷量：1920kW，换热管种类：#181（蒸发器）#260（冷凝器），制冷剂：R-22，充灌量：907kg	空气	--	--	2.1MPa	套	1
6	冷水机组压缩机	--	空气	--	--	--		
7	分子筛吸附器	容积：169m³，容积：41433kg	空气、氮气	Q345R	250℃	0.7MPa	台	2
8	电加热器	容积：11m³	空气、氮气	Q345R	250℃	0.098MPa	台	3
9	离心压缩机	进口流量：2808m³/min，轴功率：14150kW，工作转速：5900r/min	空气	--	进口温度：32℃	进口压力：0.098MPa(A)；出口压力：0.63MPa	台	1
10	齿轮箱	额定功率：16000kW，系数：1.4，速比：3.9714，输入转速：1488r/min，重量：11000kg，输出转速：5909.5r/min	--	--	--	--	台	1
11	异步电动机	功率因数：0.917 50 赫，电流：1038 安，转速：1488r/min，定子：10000	--	--	--	--	台	1

河北天柱钢铁集团有限公司
城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全设施竣工验收评价报告

序号	名称	规格	介质	材质	温度℃	压力 MPa	单位	数量
		伏，温升：105k，转矩类型：NT，堵转容量标准：C，电机转向：CCW，安装型式：B3，冷却方法：81w						
12	自洁式空气过滤器	过滤流量：6000m³/min 200W，电源：220V/50Hz	空气	--	--	--	台	1
13	润滑油站	供油流量：1070L/min，油过滤精度：20um，电机功率：30kW，电机转速：1450r/min，电加热器功率：4×3kW，油箱容积：10000L	--	--	--	供油压力：0.25MPa	台	1
14	滤油机	24L/min，380V,0.75kW	--	--	--	0.5MPa	台	1
15	1#螺杆泵	流量：1074L/min，功率：30kW，必须汽蚀余量：5m，转速：1450r/min	--	--	--	1.0MPa	台	1
16	2#螺杆泵	流量：65m³/h，功率：30kW，压力，必须气蚀余量：5m，转速：1450r/min	--	--	--	1.0MPa	台	1
17	油泵三相异步电动机	功率 30kW，电压 380V，频率 50Hz，冷却方式 IC411，转速 1480r/min，轴承 6311/C3	--	--	15—40℃	--	台	2
18	双联冷却器	冷却面积：120×2 m²，油量/水量：1:1.5，热交换参数：390W/m²℃，额定油流量：1200L/min	--	--	出口油温：<45℃，进口油温：<55℃，出口水温：<35℃，进口水温：<30℃	油工作压力：1.6MPa，水工作压力：1.6MPa	套	1
19	双筒滤油器	流量：3400L/min，过滤精度：20um	--	--	--	1.6MPa	台	2
20	天车	起重量 50/10t，起升高度 16/16m，起升速度 5.9/13.2m/min，运行速度 35.3/18.2m/min，跨度 22.5m，工作级别 A5	--	--	--	--	台	1
膨胀机系统								
1	透平式膨胀机	流量：28400Nm³/h，转速：16220rpm	空气	--	进气温度：160k	进气压力：0.883（A），排气压力：0.1409MPa	台	2

河北天柱钢铁集团有限公司
城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全设施竣工验收评价报告

序号	名称	规格	介质	材质	温度℃	压力 MPa	单位	数量
						(A)		
2	1#冷却器	换热面积：134 m²	空气、水	管程： TP1-Y2； 壳程： Q345R	管程：120℃；壳程： 60℃	管程：1.0MPa；壳程： 0.6MPa	台	1
3	2#冷却器	换热面积：134 m²	空气、水	管程： TP1-Y2； 壳程： Q345R	管程：120℃；壳程： 60℃	管程：1.0MPa；壳程： 0.6MPa	台	1
4	ET 油站稀油润 滑装置	公称流量：116L/min，电机功率： 2×3kW，过滤精度：10um，加热功 率：3kW，有效容积：0.6m³，冷却 面积：16 m²	--	--	--	0.6MPa	台	2
5	ET 油站油冷却 器	冷却面积：16m³	--	--	≤100℃	1.0MPa	台	2
6	油站三相异步 电动机	1#ET 功率 3kW，380V，1430r/min， 功率因数：0.8，50Hz，效率 90.4%	--	--	--	--	台	2
7		1#ET 功率 3kW，380V，1430r/min， 功率因数：0.8，50Hz，效率 90.4%	--	--	--	--	台	2
氧气压缩机系统								
1	离心式压缩机	流量：35000m³/h（标），转速： 10501r/min	氧气	--	进气温度：40℃，	进气压力：792kPa，排 气压力：3MPa	台	1
2	齿轮增速机	传动功率：6500kW，输出转速： 10501r/min，增速比：3.512，传动方 式：单方向旋转	--	--	--	--	台	1
3	异步电动机	6300kW，3 相接法：Y，工作制：S1， 功率因数：0.9，350Hz，2990r/min， 定子：10000V，388A 绝缘等级：F， 22110kg，安装型式：7312	--	--	--	--	台	1

河北天柱钢铁集团有限公司
城市钢厂搬迁改造项目 30000 标准立方米/小时制氧机组工程安全设施竣工验收评价报告

序号	名称	规格	介质	材质	温度℃	压力 MPa	单位	数量
4	氧透螺杆泵	转速: 1450r/min, 轴功率: 11.3kW, 流量: 45.2m³/h, NP, SHR: m, 粘度: 75mm²/s	氧气	--	--	0.6MPa	台	2
5	氧透油站三相异步电动机	η:89.4%, 15kW, 380V/△, 30A, 144kg, 50Hz, 1460r/min, 绝缘等级: F, IP: 54	--	--	--	--	台	2
6	氧透 1#进口过滤器	容积: 2.04m³	氧气	主体材料: S30408	60℃	1.0MPa	台	1
7	氧透 2#回流过滤器	容积: 2.04m³	氧气	主体材料: S30408	60℃	3.3MPa	台	1
8	板式换热器	换热面积: 45 m²	--	--	150℃	1.0MPa	台	2
9	油站	容积: 4.7m³	--	--	--	--	台	1
10	滤油机	24L/min, 380V, 0.75kW	--	--	--	0.5MPa	台	1
11	氧透 1#冷却器	换热面积: 312.5 m²	氧气、水	管程: T2-Y2; 壳程: Q345R	管程: 150℃; 壳程: 80℃	管程: 1.0MPa; 壳程: 0.6MPa	台	1
12	氧透 2#冷却器	换热面积: 243 m²	氧气、水	管程: T2-Y2; 壳程: Q345R	管程: 150℃; 壳程: 80℃	管程: 1.0MPa; 壳程: 0.6MPa	台	1
13	氧透 3#冷却器	换热面积: 215 m²	氧气、水	管程: T2-Y2; 壳程: Q345R	管程: 180℃; 壳程: 80℃	管程: 1.2MPa; 壳程: 0.6MPa	台	1
14	氧透 4#冷却器	换热面积: 186 m²	氧气、水	管程: T2-Y2; 壳程: Q345R	管程: 180℃; 壳程: 80℃	管程: 2.25MPa; 壳程: 0.6MPa	台	1
15	氧透 5#冷却器	换热面积: 118.2 m²	氧气、水	管程: T2-Y2; 壳程: Q345R	管程: 150℃; 壳程: 80℃	管程: 3.4MPa; 壳程: 0.6MPa	台	1
氮气压缩机系统								