**14000m3/h制氧机工艺流程及特点简介**

安钢制氧机2#14000m3/h制氧机于2001年4月1日开始安装，预计8月底投产。该套设备由中国空分设备公司成套，空气冷却系统、分子筛系统和空气分馏系统，由四川空分设备公司设计制造；DH-90透平空压机由沈阳鼓风机厂生产，氧气透平压缩机由杭州制氧机厂生产；5000m3/h氮压机和15000m3/h氮压机由美国英格索兰（INGERSOLL-RAND）公司生产；两台柱塞式中压液氩泵和两台离心式循环液氩泵由法国CRYOSTAR公司生产；另外，还包括中国空分设备公司设计的六个共675m3的液体组合储罐。仪控系统采用霍尼韦尔公司（HONEYWELL）最新的集散控制系统TPS，配有三台操作站（GUS）和三台远程监视站（即PC机）。站区工程由武汉钢铁设计研究总院设计，循环水泵房采用了PLC控制，球罐区新增400m3的氧气球罐两台和200m3的氩气球罐一台。

一、 2#14000m3/h制氧机空分设备的特点

2#14000m3/h制氧机采用全低压分子筛吸附、增压透平膨胀机制冷、全精馏无氢制氩、氧气外压缩、氩气内压缩的工艺流程。整个工艺流程先进，技术成熟、运行可靠，操作方便、安全低耗。

1. 预冷系统取消冷水机组，利用氮气进入水冷塔降低冷却水温度。空冷塔结构上采用了可靠的防液泛措施。

2. 氩气产品采用液体内压缩后再汽化的方式输送。

3. 设计时考虑了液体回灌分馏塔措施，缩短启动时间。

4. 设备具有变工况运行和变负荷能力，变负荷范围为80% -110%。

5.在系统中设置了液氧自循环系统，主冷凝蒸发器的通道采取了特殊结构，防止乙炔在液氧中积聚，确保主冷凝蒸发器和系统的安全。

6. 上塔、粗氩塔、精氩塔采用规整填料。

7. 从分馏塔下塔引出流量为600Nm3/h的压力氮作为氧气透平压缩机的密封气。

8. 利用备用膨胀机和管网中压氮气生产低温液体。

二、2#14000m3/h制氧机空分设备主要技术参数

压缩空气（出空压机系统的空气参数）：

出口流量 75500Nm3/h（0℃，101. 325Kpa，干空气）

出口压力 0. 62Mpa

出口温度 98.2℃

加工空气：

进分馏塔流量 74750 Nm3/h

进分馏塔压力 0. 5Mpa（G）

进分馏塔温度 25℃

分馏塔系统性能指标：

五种工况列表如下页：

工况Ⅰ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品名称 | 产量Nm3/h | 纯 度 | 出冷箱压力/温度Mpa（G）/℃ | 备 注 |
| 氧气 | 15100 | 99.6%o2 | 0.020/20 |  |
| 液氧 | 150 | 99.6%o2 | 0.14/-197 |  |
| 氮气 | 15000 | ≤10ppmo2 | 0.008/20 |  |
| 液氮 | 0 | ≤10ppmo2 | 0.46/-189 |  |
| 液氩 | 540 | ≤2ppmo2, ≤3ppmN2 | 0.16/-183 |  |

工况Ⅱ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品名称 | 产量Nm3/h | 纯 度 | 出冷箱压力/温度Mpa（G）/℃ | 备 注 |
| 氧气 | 14220 | 99.6%o2 | 0.020/20 |  |
| 液氧 | 400 | 99.6%o2 | 0.14/-197 |  |
| 氮气 | 15000 | ≤10ppmo2 | 0.008/20 |  |
| 液氮 | 0 | ≤10ppmo2 | 0.46/-189 |  |
| 液氩 | 510 | ≤2ppmo2, ≤3ppmN2 | 0.16/-183 |  |

工况Ⅲ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品名称 | 产量Nm3/h | 纯 度 | 出冷箱压力/温度Mpa（G）/℃ | 备 注 |
| 氧气 | 14250 | 99.6%o2 | 0.020/20 |  |
| 液氧 | 400 | 99.6%o2 | 0.14/-197 |  |
| 氮气 | 15000 | ≤10ppmo2 | 0.008/20 |  |
| 液氮 | 350 | ≤10ppmo2 | 0.46/-189 |  |
| 液氩 | 0 | ≤2ppmo2, ≤3ppmN2 | 0.16/-183 |  |
| 氩气 | 520 | ≤2ppmo2, ≤3ppmN2 | 3.0/-183 | 内压缩 |

工况Ⅳ（液体工况）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品名称 | 专业液氧工况 | 专业液氮工况 | 纯 度 | 出冷箱压力/温度Mpa（G）/℃ |
| 产量Nm3/h | 产量Nm3/h |
| 氧气 | 13050 | 13700 | 99.6%o2 | 0.020/20 |
| 液氧 | 830 | 150 | 99.6%o2 | 0.14/-197 |
| 氮气 | 15000 | 15000 | ≤10ppmo2 | 0.008/20 |
| 液氮 | 0 | 790 | ≤10ppmo2 | 0.46/-189 |
| 液氩 | 470 | 450 | ≤2ppmo2, ≤3ppmN2 | 0.16/-183 |

本工况下两台膨胀机同时工作，均以空气为介质。液氧工况和液氮工况不同时生产。

工况Ⅴ（专业液体工况）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品名称 | 专业液氧工况 | 专业液氮工况 | 纯 度 | 出冷箱压力/温度Mpa（G）/℃ | 备 注 |
| 产量Nm3/h | 产量Nm3/h |
| 氧气 | 14150 | 15000 | 99.6%o2 | 0.020/20 |  |
| 液氧 | 1030 | 150 | 99.6%o2 | 0.14/-197 |  |
| 氮气 | 15000 | 15000 | ≤10ppmo2 | 0.008/20 |  |
| 液氮 | 0 | 960 | ≤10ppmo2 | 0.46/-189 |  |
| 液氩 | 530 | 520 | ≤2ppmo2, ≤3ppmN2 | 0.16/-183 |  |

本工况下，两台膨胀机同时工作，其中一台膨胀机以空气为介质，另一台膨胀机以用户提供的8000m3/h，1.0Mpa（G）的中压氮气为介质。专业液氧工况和专业液氮工况不同时生产。

注：⑴ 工况Ⅰ为考核工况。

⑵ Nm3/h为0℃，0. 1013Mpa（A）下体积流量，简称为标态（以下同）。

运转周期（二次大加温间隔时间）二年以上；设备加温解冻时间约36小时；设备启动时间（从膨胀机启动到氧气纯度达到指标）约36小时；变工况范围80—110%。

三、2#14000Nm3/h制氧机工艺流程

原料空气经过滤器去除其中的机械杂质及尘埃，由空压机压缩至0.62Mpa（A）左右进入空气预冷系统中的空气冷却塔，被水冷却和洗涤。空气冷却塔采用循环冷却水和经水冷塔冷却的低温水冷却，空气冷却塔顶部设有游离水分离设备，以防止工艺空气中游离水分被带出冷却塔。

从空气冷却塔出来的14.5℃左右的工艺空气，进入分子筛纯化系统。分子筛纯化系统的吸附器吸附空气中的水分、二氧化碳、碳氢化合物等杂质。两只吸附器为卧式双层床结构，下层为活性氧化铝，上层为分子筛，两只吸附器切换工作，一只吸附，另外一只再生，再生气来自冷箱中的污氮气，并经过电加热器加热。吸附器的切换周期为4小时，可定时自动切换。经由吸附器纯化后的空气水含量在-65℃露点以下，CO2≤1ppm。

经过纯化的空气大部分进入冷箱内的主换热器，被返流气体冷却到接近液化温度（-173℃）后，进入下塔底部，进行第一次分馏。在精馏塔中，上升气体与下流液体充分接触、传热传质后，上升气体中的氮浓度逐渐增加。纯氮进入下塔顶部的主冷凝蒸发器被冷凝，同时主冷凝蒸发器中的液氧蒸发汽化；一部分液氮作为下塔的回流液，其余液氮经过冷、节流后送入上塔。在下塔底部产生的液空经过冷、节流后进入上塔，经再次精馏，得到产品氧气、产品氮气和污氮。

另一股纯化空气进入增压机提高压力，经冷却器冷却，然后进入冷箱内的主换热器，被返流气体冷却到-107℃左右进入透平膨胀机。这股空气经膨胀制冷后，在热虹吸蒸发器中与来自液氧吸附器的液氧换热，再进入上塔参与精馏。

在专业液体工况下，从用户中压氮气管网引出一股约8000Nm3/h、1.0Mpa（G）的氮气去增压机增压并冷却后，送入中压换热器，被冷却到-115℃左右。其中的大部分氮气进入膨胀机进行膨胀制冷，少部分氮气继续冷却液化并经节流后进入下塔，膨胀后的氮气返回氮换热器复热后进入用户低压氮气管网。

氩提取采用全精馏无氢制氩的最新技术。从上塔中部的适当位置引出氩馏份，并送入粗氩塔Ⅰ进行精馏，降低氧含量；粗氩塔Ⅰ的回流液是由粗氩塔Ⅱ底部引出的并经液氩泵压缩的液态粗氩。从粗氩塔Ⅰ顶部引出的气体进入粗氩塔Ⅱ并在其中进行深度氩氧分离，经过粗氩塔Ⅱ的精馏，在粗氩塔Ⅱ的顶部产生含氧量≤2ppm的粗氩气。粗氩塔Ⅱ的顶部装有冷凝蒸发器，从过冷器后引出的液空经节流后送入其中作为冷源，绝大部分的粗氩气经冷凝蒸发器后作为粗氩塔Ⅱ的回流液；其余部分由粗氩塔Ⅱ顶部引出并送入精氩塔。精氩塔的底部装有一台蒸发器，从下塔顶部引出的中压氮气做热源使液氩蒸发，同时氮气被液化。在精氩塔的顶部装有冷凝器，从过冷器后引出的v部分液氮作为冷源，使绝大部分上升气体被冷凝成液体，作为精氩塔的回流液，经过精氩塔的精馏，在精氩塔的底部得到纯度为99.999%Ar的精液氩，即产品液氩。

为降低产品能耗，采用冷箱内液体泵压缩、换热器汽化的输送方式，液氩在冷箱内经液氩泵加压并汽化到3.0Mpa（G），送入管网。

出冷箱的低压氧气经氧气透平压缩机压缩到2.94Mpa (G)后送入管网。低压氮气经15000Nm3/h氮气透平压缩机压缩到1.0Mpa (G)后送入管网。另有部分管网低压氮气经5000Nm3/h氮气透平压缩机压缩到2.5Mpa (G)后送入管网。一部分污氮经电加热器加温后去分子筛纯化系统作为再生气源，另一部分污氮气与富余的纯氮气汇合后去预冷系统作为冷源。

从冷箱出来的液氧、液氮、液氩经真空绝热管道分别输入三个200m3的常压平底储罐贮存备用，并配置了三个25m30.8MPa的增压罐。低温液体可由200m3 的低压储罐和25m3增压罐分别向槽车充灌。