

现代小型空分 操作与安全答疑

XIAN DAI XIAO XING KONG FEN CAO ZUO YU AN QUAN DA YI

主编：叶必楠
沈雪传
顾福民



杭州出版社

现代小型空分

操作与安全答疑

主编 叶必楠 沈雪传 顾福民

江苏工业学院图书馆
藏书章

杭州出版社

内 容 简 介

全书共分7部分,共解答现代小型空分设备技术、操作、安全以及氧气站工程设计和设备安装方面的实际问题496个。主要有:空分知识,流程设备,机器泵阀,操作维护,安全技术,氧气站工程设计,氧气站设备安装等。

每个部分、每个问题都有独立性,阅读时不必拘于书中安排的顺序。

本书可供冶金、石化、化工、能源等相关部门的空分设备安装、操作、管理人员以及氧气站设计、安装人员阅读或作为培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代小型空分操作与安全答疑/叶必楠,沈雪传,顾福民主编. —杭州:
杭州出版社, 2007.6

ISBN 978 - 7 - 80633 - 979 - 4

I. 现... II. ①叶... ②沈... ③顾... III. 小型空分设备—操作—问答

IV. TQ116.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 066476 号

现代小型空分操作与安全答疑

主编 叶必楠 沈雪传 顾福民

责任编辑:金丽群 张 蕾

出版发行:杭州出版社

(杭州市曙光路133号 邮编:310007 电话:0571-87997719)

经销:新华书店

制版:杭州余杭人民印刷有限公司

印刷:杭州余杭人民印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:15.75

字数:360千

版次:2007年6月第1版 2007年6月第1次印刷

书号:ISBN 978 - 7 - 80633 - 979 - 4

定价:60.00元

如发现印装质量问题,与本社发行部联系调换

(版权所有 侵权必究)

编写人员名单

主 编 叶必楠 沈雪传 顾福民

主 审 俞兴华

审 定 周智勇 黄申俊

序 言

由于我国幅员辽阔，加之地形复杂，氧、氮气用户分布很散，所以为了满足众多用户的需要，空分设备制造厂家自 20 世纪 50 年代以来为全国各地提供了数以千台计的小型空分设备，对促进当地的经济发展助了一臂之力。

近二十年来，和大型空分设备一样，小型空分设备在技术上不断取得突破，多次实现更新换代。如采用了气体轴承的透平膨胀机和中压板翅式换热器，以及用分子筛净化原料空气中的水分和二氧化碳等新技术，使小型空分设备的性能大幅度提升，其单位产品氧的电耗明显下降，操作维护更方便、设备运转更可靠。

与旧型小型空分设备相比，现代小型空分设备其操作维护的内容和安全规程均有很多不同之处。本书正是针对现代小型空分设备的特点，以答疑的形式，深入浅出地讲述空分基本原理和操作维护的要领，同时还对安全规程作了全面的介绍。

因此，本书的内容丰富，也有一定的系统性，不仅对空分设备的操作和技术人员有相当的实用价值，而且对空分厂的管理人员也有很大的帮助。当然，对有意向改造旧型小型空分设备的用户也有指导意义。

俞兴华

2007.5.30 于杭州

目 录

第一部分 空分知识

1.1	空气分离有哪几种方法？其基本原理是什么？	(1)
1.2	怎样选择建小型制氧站还是建低温液体汽化贮充站？	(1)
1.3	新购空分设备时，应向制造厂家提出哪些技术要求？	(2)
1.4	新型小型空分设备与旧型空分设备相比，在技术上有哪些改进？	(3)
1.5	旧型空分设备能否通过技术改造成为新型空分设备？哪些设备需要改动？	(3)
1.6	空分设备对空压机吸风口处的空气有什么要求？	(4)
1.7	空分设备对冷却水水质有什么要求？	(4)
1.8	空气是怎样被分离为氧气和氮气的？	(5)
1.9	为什么有些小型空分设备采用单级精馏塔？它们应用在哪些场合？	(5)
1.10	高原环境对低压小型空分设备有什么负面影响？	(6)
1.11	什么是理想气体？什么是真实气体？	(7)
1.12	什么是节流过程？实质是什么？	(7)
1.13	什么叫节流效应？	(8)
1.14	等温压缩与节流的关系是什么？	(9)
1.15	等焓节流与绝热膨胀有何区别？	(10)
1.16	气体与液体经节流后焓值会发生变化吗？	(10)
1.17	节流前经过过冷的液体与未经过过冷的液体，节流后其温度是否一样？	(10)
1.18	节流过程会产生冷量吗？	(11)
1.19	气体节流时为什么可能产生部分液体，而液体节流时有部分液体汽化？	(11)
1.20	采用机前节流的方法为什么会造成膨胀机后温度的提高？	(12)
1.21	节流阀与膨胀机在空分设备中各有什么作用？	(12)
1.22	什么是冷量平衡？	(13)
1.23	空分设备是怎样制取冷量的？	(13)
1.24	全低压空分设备的冷损与产冷的关系如何？	(14)
1.25	氧—氮二元混合物气—液相平衡时，物相浓度变化有什么规律？	(14)
1.26	空气精馏的实质是什么？	(15)
1.27	什么是回流比？它有何意义？	(15)
1.28	什么是气—液相平衡？	(16)

1.29	什么是精馏？什么是精馏段？什么是提馏段？	(16)
1.30	膨胀空气量与氧提取率有什么关系？	(16)
1.31	全低压空分设备中膨胀机制冷量在总制冷量中占多大的比例？	(17)
1.32	为什么空分设备在运行时应向冷箱内充氮气？充多少为好？	(17)
1.33	液氮过冷器的气氮为什么会冷却液氮？	(17)
1.34	主冷凝蒸发器中的液氧为什么可以使气氮冷凝成液氮？	(18)
1.35	如何减少空分设备主换热器热端温差造成的冷损？	(18)
1.36	空分设备冷箱的跑冷损失大小与哪些因素有关？	(19)
1.37	冷箱内最低温度为什么比膨胀机出口温度还低？	(19)
1.38	精馏塔安装不垂直为什么会影响氧、氮的纯度？	(20)
1.39	加工空气进下塔状态是怎样确定的？	(20)
1.40	精馏塔冷量过剩与精馏塔过冷有何区别？	(21)
1.41	为什么切换式流程空分设备都要单设一台仪表空气压缩机？	(21)
1.42	空分设备临时停车时，液空液面和液氧液面为什么会上升？	(22)
1.43	精馏塔低压压力下降时为什么液氧液面也要下降？	(22)
1.44	当主冷凝蒸发器内液氧出现时为什么上塔压力表指针要波动？	(22)
1.45	为什么主冷凝蒸发器内液氧液面过高时上塔压力表的指针会抖动？	(23)
1.46	形成下塔压差有哪些原因？	(23)
1.47	为什么上塔压力低一些好？	(23)
1.48	根据 $150\text{m}^3/\text{h}$ 空分设备氧、氮和馏分出口流量计指示值，怎样计算产量？	(24)
1.49	根据 U 形压差氧气流量计，如何计算出氧气的产量？	(25)
1.50	空分设备单位制氧电耗的标准算法是怎样的？	(25)
1.51	从精馏塔直接将液氧抽到液氧贮槽，请问此法是否可行？精馏塔与液氧贮槽如何 连接？液氧产量多少？能接多大有效体积的贮槽？是否有更有效的方法？	(26)
1.52	根据国家标准 GB 8982—1998《医用氧》的技术指标要求液态氧不规定水分指标， 那么在检测由液氧贮槽灌充入气瓶的医用氧产品时，到底测不测水分？	(26)
1.53	1 瓶 15MPa 氧气折合 6m^3 氧气，是怎样计算的？	(27)
1.54	1m^3 液氧夏天可以灌充 130 多瓶，而到冬天就只能充 115 瓶左右，满瓶压力 15MPa 是相同的。这是为什么？能算得出来吗？	(27)
1.55	小型中压空分设备分子筛吸附器吸附后空气中二氧化碳含量超标时，二氧化碳 冻结在冷箱的什么部位？	(28)
1.56	大型空分设备分析分子筛吸附器后的空气中二氧化碳含量为什么要配二氧化碳 分析仪器？而小型空分设备为什么一般不配二氧化碳分析仪器？	(28)
1.57	空气经压缩和冷却后为什么会有水分析出？	(29)
1.58	压缩空气经过冷却塔后水分含量为什么会减少？	(29)
1.59	环境条件变化对空分设备的性能有什么影响？	(30)

第二部分 流程设备

- 2.1 空分设备(制氧机)常用的基本流程有几种?有什么区别? (31)
- 2.2 深冷法空分设备怎样分类? (31)
- 2.3 什么叫低压流程小型空分设备?它有何特点? (32)
- 2.4 低压流程小型空分设备的制氧量能否进行变负荷调节?如何实现? (33)
- 2.5 为什么低压小型空分设备中膨胀空气需要送入上塔? (33)
- 2.6 什么是返流膨胀的小型空分设备?哪些地方采用这种流程? (33)
- 2.7 什么叫氮气膨胀流程?它有什么优缺点? (34)
- 2.8 低压流程小型空分设备膨胀后空气进上塔的量是不是越多越好? (35)
- 2.9 为什么现在的低压空分设备多采用增压透平膨胀机? (36)
- 2.10 什么是液氧内压缩流程?有什么特点? (36)
- 2.11 全低压空分设备如果采用内压缩流程,膨胀空气是否可以进下塔?流程如何组织?
..... (37)
- 2.12 为什么内压缩流程能将膨胀空气送入下塔? (37)
- 2.13 为什么空气增压膨胀流程空分设备的氧提取率较高? (39)
- 2.14 为什么小型空分设备采用全低压流程比中压流程节能? (39)
- 2.15 中压外压缩流程是否比内压缩流程单位能耗要高?高多少?20世纪70年代生产的
150m³/h空分设备能否改为内压缩流程? (40)
- 2.16 为什么中压外压缩流程改为内压缩流程后,空气的操作压力要提高? (41)
- 2.17 什么是内压缩流程的超临界换热及亚临界换热?各有什么特点? (41)
- 2.18 为什么低压流程中上塔的液空进料口比膨胀空气进料口高? (42)
- 2.19 什么叫辅塔?为什么要加这个辅塔? (42)
- 2.20 分子筛净化流程与切换式换热器净化流程相比,有什么优点? (43)
- 2.21 采用分子筛净化流程为什么多数要采用制冷机预冷系统? (43)
- 2.22 生产医用氧的空分设备有什么特殊要求? (44)
- 2.23 液化装置是怎样使氧气、氮气液化的?它在氧气厂起什么作用? (44)
- 2.24 精馏塔的塔板数是根据什么确定的?是否越多越好? (45)
- 2.25 筛板塔的筛板由哪些部件组成? (46)
- 2.26 规整填料塔有什么优点? (46)
- 2.27 空分设备中换热器起什么作用? (47)
- 2.28 换热器按其结构可分几类?按其使用目的可分几类? (47)
- 2.29 内压缩流程氧换热器(即液氧汽化器)的传热特点是什么? (48)
- 2.30 板式换热器多股流体之间是怎样换热的? (48)
- 2.31 膨胀换热器的作用如何?应将其放在什么部位? (49)

2.32	150m ³ /h III型空分设备, 改为部分生产医用氧内压缩流程后, 发现在充瓶过程中 氧换热器的空气出口温度一直在变化, 瓶压愈高空气出口温度愈高, 这是为 什么?	(50)
2.33	主冷凝蒸发器的作用原理是什么?	(50)
2.34	主冷凝蒸发器有哪几种形式? 各有什么优点?	(51)
2.35	冷凝蒸发器是怎样工作的? 会积累液体吗?	(51)
2.36	精馏系统中液体过冷器有什么作用?	(52)
2.37	为什么要设置过冷器? 它的作用是什么?	(53)
2.38	过冷器与冷凝蒸发器之间有什么关系?	(54)
2.39	在全低压空分设备中, 液化器的作用是什么? 为什么它可以自平衡?	(54)
2.40	液化器既然能够回收冷量, 那么主冷液面下降, 这部分蒸发的液体好不好从液化器 中重新收回来呢?	(55)
2.41	液氧贮槽有何作用? 它所能提供的氧气量如何换算?	(56)
2.42	贮存液氧、液氮和液氩的大型低温贮槽, 在不同液位时其自然挥发损失是否不同? 有无数学公式可以表达? 周围的气温又如何影响自然挥发损失?	(56)
2.43	高压汽化器有哪几种形式? 它们的优缺点是什么?	(56)
2.44	为什么小型空分设备的空气预冷系统一般采用冷冻机预冷?	(57)
2.45	空气冷却塔有哪几种形式?	(58)
2.46	水冷却塔有哪几种形式?	(58)
2.47	空分设备为什么要设置氨水预冷系统?	(59)
2.48	如何防止空气冷却塔带水?	(59)
2.49	某厂 6000m ³ /h 空分设备运转数月后发现氨水预冷系统中冷冻机蒸发器水侧管间阻 力增大, 发生堵塞, 采取磁聚集水处理器, 在水管外装多块永久磁铁, 以使水 活化去垢。但效果仍不佳, 长期得不到解决。请问为什么?	(60)
2.50	鲍尔环填料塔有什么特点?	(60)
2.51	为什么水冷却塔会出现负温差?	(61)
2.52	怎样处理循环水的水质?	(61)
2.53	小型空分设备分子筛吸附器在第一次使用前为什么要对分子筛进行活化处理? 活 化处理时应注意哪些事项?	(62)
2.54	分子筛吸附器净化效果为什么达不到要求?	(63)
2.55	分子筛吸附器工作周期长短与哪些因素有关?	(63)
2.56	为什么有的分子筛吸附器采用双层床结构?	(64)
2.57	分子筛吸附器加热时, 为什么出口温度先下降再逐渐上升?	(64)
2.58	分子筛纯化系统有哪些节能措施?	(65)
2.59	分子筛吸附器后空气管线上设置二氧化碳检测仪后为什么没有必要再设置水分检 测仪?	(65)
2.60	在灌充氧气时, 同时充的气瓶为什么温升不一样?	(66)

2.61	为什么氧气瓶充装后过几小时压力会降低？	(66)
2.62	如何正确安装和使用精馏塔空气进口和返流气出口的温度计？	(66)
2.63	空分设备的试压和检漏如何进行？	(67)
2.64	用于空分设备的保温材料有哪几种？现常用的材料有何特性？	(67)

第三部分 机器泵阀

3.1	离心式压缩机是怎样工作的？	(68)
3.2	离心式压缩机在启动前后应注意哪些问题？	(68)
3.3	离心式压缩机的排气量与哪些因素有关？	(69)
3.4	离心式压缩机产生振动有哪些原因？如何排除？	(70)
3.5	H590-6.7/0.85 型离心式压缩机进口导叶开度与机组振动，及其与主机负荷之间的 匹配和调节关系如何？	(71)
3.6	能不能用喷油螺杆空压机加多级油过滤器的方式给小型空分设备配置原料空压机？	(71)
3.7	为什么两台离心式空压机并联运行总流量会降低？	(72)
3.8	活塞式空压机有哪些操作要点？	(72)
3.9	影响活塞式空压机排气量有哪些因素？	(73)
3.10	空压机排气量不足，吸气温度过高（一级出口温度 170℃），应怎样解决？	(73)
3.11	ZW-17/29 型空压机二级进气腔凹处积满水，而一级吹除阀吹除水分不多， 呈水雾状，这是什么原因？应采取什么措施？	(74)
3.12	5L-16/50 型空压机一级冷却器芯子冷却效果不好，是何原因？尼龙活塞环有时 很不耐用，是否有先进耐用的？	(75)
3.13	空压机经过检修后，有时空气量为什么反而减少？	(75)
3.14	2Z2-3/165-I 型无水润滑氧压机应掌握哪些操作要点？	(76)
3.15	2Z2-3/165-I 型氧压机止回阀应装在哪个部位？是否可取消？	(77)
3.16	怎样防止高压氧压机烧缸事故？	(77)
3.17	无油润滑活塞式 ZW-33/18 型氧压机填料函上出现油滴，它有刮油环、挡油盘， 且挡油盘下面没有油滴。油怎么会上去呢？	(78)
3.18	小型气体轴承透平膨胀机由哪些部件构成？是怎样工作的？	(78)
3.19	为什么小型空分设备配套的透平膨胀机采用气体轴承？	(79)
3.20	什么叫透平膨胀机的反动（击）度？	(79)
3.21	为什么透平膨胀机导流器能使气流速度增加？	(80)
3.22	透平膨胀机出口的扩压管起什么作用？	(80)
3.23	膨胀机为什么要使用带压力的密封气？	(81)
3.24	膨胀机制冷量与哪些因素有关？	(81)
3.25	有哪些主要因素影响透平膨胀机的效率？	(82)

3.26	配 150m ³ /h 空分设备的透平膨胀机停车后如何恢复开车？	(83)
3.27	透平膨胀机为什么有的采用风机制动，有的采用电机制动和增压机制动？	(83)
3.28	透平膨胀机是怎样联锁保护的？使用中应注意些什么问题？	(84)
3.29	气体轴承透平膨胀机卡机有哪些原因？如何防止？	(85)
3.30	透平膨胀机内为什么会出现液体？有什么危害？怎样预防？	(86)
3.31	透平膨胀机内出现液体有哪些原因？怎样避免？	(86)
3.32	怎样才能确保活塞式液氧泵正常工作？	(87)
3.33	活塞式低温液体泵打不上压有哪些原因？怎样解决？	(87)
3.34	离心式液氧泵在启动前应做哪些准备工作？	(88)
3.35	离心式液氧泵在使用上应注意哪些问题？	(88)
3.36	离心式液氧泵为什么有时会产生汽蚀现象？	(89)
3.37	液氧泵汽蚀有什么危害性？	(89)
3.38	如何避免液氧泵发生汽蚀现象？	(90)
3.39	液氧泵的密封气压力怎样控制？	(90)
3.40	离心式液氧泵容易发生哪些故障？如何处理？	(90)
3.41	空分设备阀门在安装时应注意什么问题？	(91)
3.42	安全阀的起跳值怎样确定？如何进行调整？	(92)
3.43	小型空分设备安全阀跳开如何处理？	(92)
3.44	低温下的阀门为什么有时打不开？怎么办？	(93)
3.45	如何防止低温法兰泄漏？	(93)
3.46	怎样彻底清除空分设备中的油脂？	(93)
3.47	怎样正确使用水封器？	(94)
3.48	怎样正确吹除水分分离器？	(94)

第四部分 操作维护

4.1	小型全低压空分设备启动操作应掌握哪些要领？	(95)
4.2	空分设备的冷启动操作有什么特点？	(95)
4.3	如何进一步缩短空分设备启动时间？采用“低温液体输入法”如何操作？	(96)
4.4	怎样进行裸冷？裸冷后要做什么工作？	(97)
4.5	空分设备启动前短期吹除的目的是什么？应注意哪些问题？	(97)
4.6	精馏塔为什么要吹除？怎样正确地进行吹除？	(97)
4.7	小型内压缩流程空分设备主换热器的作用是什么？怎样调整？	(98)
4.8	空分设备由中压外压缩流程改为内压缩流程后空气入下塔的状态有什么变化？	
	在操作上应注意哪些要点？	(99)
4.9	为什么中压外压缩流程改为内压缩流程后空气的操作压力要提高？	(100)
4.10	KDON-150/550 型空分设备启动压力如何控制？	(101)

- 4.11 小型空分设备活塞式膨胀机改为透平膨胀机后, T_1 、 T_2 、 T_3 如何控制? (101)
- 4.12 带透平膨胀机的 $150\text{m}^3/\text{h}$ 空分设备, 启动时开两台膨胀机, 何时停一台为好?
..... (102)
- 4.13 KDN-800/40Y 型制氮设备 (两用一备), 由于氮气需求量降至 $750\text{m}^3/\text{h}$, 空压机出现了“大马拉小车”现象。请问能否在进口安装一个节流装置, 以节约电耗?
..... (102)
- 4.14 操作中压流程空分设备时, 膨胀机进口温度高点好还是低点好? (103)
- 4.15 为什么全低压流程空分设备的膨胀机进气温度要设法提高? 而中压流程空分设备的膨胀机进气温度不能提高? (103)
- 4.16 膨胀机进气温度与单位空气产冷量的关系如何? (104)
- 4.17 为什么空分设备冷量不足时, 增大膨胀量主冷液氧液面会上升? (104)
- 4.18 为什么小型低压正流膨胀流程的膨胀空气要部分旁通进上塔? 操作时最佳膨胀量是多少? (104)
- 4.19 小型空分设备启动时为什么要提高加工空气压力? 而转入正常工况时要降低加工空气压力? (105)
- 4.20 为什么空分设备正常运行时下塔压力不能控制得过低或过高? (105)
- 4.21 空分设备下塔 (含压力精馏塔) 的液空纯度 (氧含量) 是怎样选定的? (106)
- 4.22 下塔污液氮的抽量与纯度是怎样确定的? (107)
- 4.23 下塔 (含压力精馏塔) 的液空纯度分析值, 为何与装置说明书上规定的数量出入较大, 原因何在? (108)
- 4.24 下塔液空节流后的液体与气体纯度 (氧含量) 是怎样变化的? (109)
- 4.25 以生产气态产品为主的空分设备的液空节流阀、液氮节流阀开度怎样决定?
..... (110)
- 4.26 怎样控制液空、液氮纯度? (111)
- 4.27 小型空分设备在调整阶段关节流阀时应注意什么问题? (112)
- 4.28 为什么液空节流阀主要控制液空液面, 而液氮节流阀能控制液空、液氮纯度?
..... (112)
- 4.29 液氧液面怎样控制? (113)
- 4.30 空分设备正常生产时, 液氮纯度很好, 为什么气氮纯度会自动降低? 液氮节流阀开大一点, 为什么气氮纯度就会上升? (113)
- 4.31 为什么不能用纯液氮回下塔的阀来调节主冷液氧液位和液氮纯度? (114)
- 4.32 为什么下塔液氮取出量越大, 液氮纯度越低, 而液空纯度会提高呢? (114)
- 4.33 如果没有氮分析仪, 怎样判断下塔液氮的纯度是否符合要求? (114)
- 4.34 分子筛吸附器操作中应注意哪些问题? (115)
- 4.35 分子筛吸附器不用冷却水夹套, 改用珠光砂装填, 可以减少电耗吗? (116)
- 4.36 切换分子筛吸附器时, 为什么液氧液面会急剧上升, 而过一会又下降? (117)

4.37	为什么长期停车后, 分子筛吸附器净化空气效果会显著降低?	(118)
4.38	当冷凝蒸发器液氧液面计下阀堵塞, 如想知道液氧液面高度和主冷凝蒸发器底部 压力, 怎么办?	(118)
4.39	为什么液氮分析阀接管漏了会影响液氧液面计的指示?	(118)
4.40	小型空分设备液体进入主换热器的原因是什么? 如何操作?	(119)
4.41	当液空液面计失灵时, 如何判断液空液面高度?	(119)
4.42	为什么空分设备临时停车时间较长时需将液空放掉?	(120)
4.43	在空分设备操作中为什么要吹除氖—氦气?	(120)
4.44	为什么中、小型空分设备在整个启动过程中, 冷损会越来越大?	(121)
4.45	为什么塔板小孔堵塞会使精馏工况恶化?	(121)
4.46	怎样判断小型空分设备主换热器冻结?	(121)
4.47	加工空气量不足对产品氮纯度有什么影响?	(122)
4.48	什么是液漏现象? 什么是液悬现象	(122)
4.49	液悬有哪些象征?	(122)
4.50	精馏塔产生液悬时如何处理?	(123)
4.51	精馏塔内主冷凝蒸发器的热负荷是怎样调节的?	(124)
4.52	全低压空分设备主冷凝蒸发器液氧液面与制冷量有何关系? 怎样操作?	(125)
4.53	空分设备冷量不足时, 主冷液氧液面为什么会下降?	(125)
4.54	空分设备什么时候开始抽馏分为好? 抽多少馏分才合理?	(126)
4.55	在制取高纯度氮时为什么要抽出部分馏分气?	(127)
4.56	为什么在制取双高纯度产品的全低压空分设备中要抽取污液氮和污气氮?	(127)
4.57	一座双高精馏塔作为单高塔使用, 是否要打开馏分阀?	(127)
4.58	全低压双高精馏塔改为单高操作, 应采取怎样的具体操作方法?	(128)
4.59	小型空分设备单高生产转双高生产有何不同?	(128)
4.60	什么叫氮平均纯度? 其意义如何? 受什么限制?	(129)
4.61	精馏塔的压力高纯氮抽取量是怎样确定的?	(130)
4.62	什么叫氧提取率? 与氮平均纯度有什么关系?	(131)
4.63	空分设备的电耗指标表示什么意思? 如何计算?	(132)
4.64	空分设备制氧的单位电耗与哪些因素有关?	(132)
4.65	加工空气量减少会不会影响精馏塔的精馏工况?	(133)
4.66	一台空压机能否同时对两座精馏塔供气?	(134)
4.67	空分设备增加鼓风机有增产降耗的作用吗?	(134)
4.68	小型空分设备是否可用鼓风机来增加氧、氮气量? 如何选配设备?	(134)
4.69	大型空分设备是否可用鼓风机来增加空气量? 如何选配设备?	(135)
4.70	空分设备加工空气量增加后, 精馏塔的参数有哪些变化? 增加多少气量比较好?	(136)
4.71	小型空分设备遇到紧急停电时应如何操作?	(137)

4.72	大、中型空分设备碰到紧急停电时应注意什么问题？	(137)
4.73	旧型 150m ³ /h 空分设备不加液化装置可否产液氧？最大液氧（氮）产量为多少？ 需要改装哪些设备？	(137)
4.74	对低压小型空分设备采用间断制氧时，停车前应如何操作？	(138)
4.75	小型空分设备间断制氧时，为什么采用保压方法能缩短启动时间？	(138)
4.76	小型空分设备在间断制氧的停车期间应注意哪些问题？	(139)
4.77	小型空分设备间断制氧，开车恢复制氧时应如何操作？	(139)
4.78	小型空分设备实行间断制氧应注意哪些问题？	(139)
4.79	小型空分设备间断制氧过程中，到后来启动时间为什么会延长？	(140)
4.80	小型空分设备检漏后产量下降、液空纯度低是什么原因造成的？	(140)
4.81	精馏塔在什么情况下需要清洗？怎样清洗？	(141)
4.82	为什么洗塔前要对精馏塔进行彻底加温？	(141)
4.83	小型空分设备试压时应注意哪些问题？	(141)
4.84	提取氖、氦、氪和氙的基本工艺过程是怎样的？	(142)
4.85	稀有气体在精馏塔内是怎样分布的？	(142)
4.86	空气中的氩是怎样提炼出来的？	(143)
4.87	空分设备在配置氩塔时，对主塔有什么要求？	(144)
4.88	常规加氢除氧制氩与全精馏无氢制氩有何区别？	(144)
4.89	为什么不能在上塔上升蒸气中含氩组分最高的截面上抽取氩馏分？	(145)
4.90	如何缩短全精馏无氢制氩空分设备的启动时间？	(145)
4.91	下塔液空及液氮的量和纯度发生变化，对氩馏分有何影响？	(146)
4.92	氩馏分氮含量发生变化的原因是什么？如何调整？	(147)
4.93	在无氢制氩空分设备启动过程中，粗氩泵的出口阀和回流阀如何调整？	(147)
4.94	粗氩塔投入后，其工况如何调整？	(148)
4.95	筛板粗氩塔改造成规整填料塔后，粗氩量能提高多少？	(148)
4.96	粗氩冷凝蒸发器的液空回上塔有何作用？如何控制？	(149)
4.97	什么是粗氩塔的回流比？对粗氩塔的操作工况有何影响？	(149)
4.98	如何调整粗氩塔的回流比？	(150)
4.99	为什么粗氩塔的氩馏分组成稳定性差时，需要经常调整产品氧气量？	(151)
4.100	粗氩冷凝蒸发器的液空操作液位为什么会偏低？	(151)
4.101	某厂有两套空分设备，一套为切换式净化加氢除氧制氩流程的 6000m ³ /h 空分设备， 另一套为分子筛净化全精馏无氢制氩流程的 10000m ³ /h 空分设备。现在想把前一 套的粗氩加入到后一套主塔原料空气进口，利用规整填料的优势，取消加氢除氧 工艺，请问是否可行？	(152)
4.102	为什么说外界提供的粗氩能进入无氢制氩空分设备的粗氩塔中参与精馏，并获得 相当数量的无氧粗氩？	(152)
4.103	精氩冷凝器的余气排放管为什么会带液？如何解决？	(153)

4.104	全精馏无氢制氩工艺中的粗氩液化器有何功能？能否取消？	(153)
4.105	何为“氮塞”？是什么原因引起的？粗氩塔为什么会周期性出现“氮塞”？	(154)

第五部分 安全技术

5.1	用深冷法分离空气的空分设备在安全上有何特点？	(155)
5.2	空压机运转中有哪些危险、危害因素？	(155)
5.3	针对空压机运转中的危险、危害因素应采取哪些对策？	(157)
5.4	空气预冷系统有哪些危险、危害因素？怎样预防？	(157)
5.5	空气净化系统有哪些危险、危害因素？采取哪些预防措施？	(157)
5.6	膨胀机的危险、危害因素有哪些？	(158)
5.7	针对膨胀机的危险、危害因素应采取哪些对策？	(159)
5.8	精馏塔的主要危险、危害因素是什么？	(160)
5.9	防止精馏塔爆炸有哪些对策？	(160)
5.10	氧压机有哪些危险、危害因素？	(161)
5.11	针对氧压机的危险、危害因素应采取哪些对策和措施？	(162)
5.12	液氧贮槽有哪些危险、危害因素？应采取哪些安全措施？	(163)
5.13	引起氧气瓶爆炸的主要原因有哪些？	(163)
5.14	预防氧气瓶燃烧爆炸有哪些措施？	(164)
5.15	压力容器（包括液氧贮槽、汽车槽车）安全检查要检查哪些内容？	(165)
5.16	空分设备的电气设备安全检查要检查哪些内容？	(166)
5.17	空分设备在正常运行时应遵守哪些安全生产要求？	(166)
5.18	活塞式空压机安全生产的要点有哪些？	(167)
5.19	活塞式氧压机安全生产中应注意哪些要点？	(168)
5.20	气体轴承透平膨胀机的安全生产要点有哪些？	(168)
5.21	空分设备哪些部位最容易发生爆炸？	(169)
5.22	主冷凝蒸发器发生爆炸是什么原因引起的？应采取什么防患措施？	(169)
5.23	为什么乙炔是空分设备最危险的物质？	(171)
5.24	如何防止旧型小型空分设备精馏塔爆炸？	(171)
5.25	如何防止空分设备中可爆物的过量积聚？	(172)
5.26	为什么板式冷凝蒸发器要采用板式单元全浸式操作？	(172)
5.27	全低压空分设备中为什么要规定经常排放相当于1%气氧产量的液氧到塔外蒸发掉呢？	(173)
5.28	为什么要防止或减少油进入精馏塔？	(173)
5.29	如何清洗精馏塔？采用何种清洗剂？	(174)
5.30	接触氧气的零部件表面脱脂去油时，替代四氯化碳等有机溶剂的清洗剂有哪些？	(174)

5.31	空分设备在停车时，随地排放低温液体有何危害？应注意哪些安全事项？	(174)
5.32	如何导除氧气系统的静电？	(175)
5.33	发现压力管道泄漏时应怎么办？	(175)
5.34	引起氧气管道爆炸的原因有哪些？如何预防？	(176)
5.35	氧气站进行动火焊接时应注意什么问题？	(177)
5.36	触电有哪些原因？应注意哪些安全事项？	(177)
5.37	装卸珠光砂时有哪些危害？应注意哪些安全事项？	(178)
5.38	在检修氮（氩）气容器时，要注意哪些安全事项？	(179)
5.39	再生气用电加热器加热时，应注意哪些安全问题？	(179)
5.40	分子筛纯化系统的电加热器为什么会爆炸？如何防止？	(179)
5.41	制氧工应掌握氧气、氮气和氩气的哪些安全知识？	(180)
5.42	如何防止离心式液氧泵爆炸？	(181)
5.43	氧气站遇到火灾应如何抢救？	(181)
5.44	湿式氧气贮罐的氧气吸入管在冬季发生冻结怎么办？	(181)
5.45	如何确定液氮贮罐的安全距离？	(182)
5.46	使用液氧贮槽应注意哪些问题？	(182)
5.47	活塞式液氧泵在安全使用上有哪些要求？	(183)
5.48	低温液体汽化器在使用中应注意哪些安全问题？	(183)
5.49	氧气瓶的物理爆炸和化学爆炸有何区别？	(184)
5.50	氧气瓶充装前应检查哪些内容？哪些瓶子不能充装？	(185)
5.51	怎样判明氧气瓶内是否有油脂？	(185)
5.52	为什么氧气瓶阀上会有油脂？	(186)
5.53	氧气瓶充装中应注意哪些问题？	(186)
5.54	怎样判断气瓶内的气体性质？	(187)
5.55	气瓶充装站有哪些安全技术管理要求？	(187)
5.56	气瓶使用中应注意哪些安全技术要求？	(188)
5.57	氧气瓶内进了水有什么危害？怎样防止进水？	(189)
5.58	为什么气瓶在使用中要留有一定压力的余气？	(189)
5.59	气瓶储存时应遵守哪些安全技术要求？	(189)
5.60	气瓶如何进行定期检验？	(190)
5.61	在检查气瓶前排放余气时应注意哪些安全事项？	(190)
5.62	在接收用户送来的气瓶时，应做哪些检查和记录？	(191)
5.63	在对氧气瓶进行水压试验时，应注意哪些安全问题？	(191)
5.64	气瓶阀漏气有哪些原因？	(192)
5.65	某厂充氧台一年半内发生 8 起燃烧事故，是什么原因？应采取哪些措施？	(193)
5.66	气瓶在充氧时，为什么汇流排温度反而比气瓶表面温度低？	(193)

第六部分 氧气站工程设计

6.1	氧气站工程设计的工作内容有哪些？基本程序如何？	(195)
6.2	氧气站选址有哪些原则要求？	(195)
6.3	怎样进行氧气站总体平面布置？	(195)
6.4	氧气站由哪些主要部分构成？	(196)
6.5	氧气站进出通道是如何设置的？	(196)
6.6	氧气站各主要生产车间与其他周边建筑、设施和道路等的最小防火间距应如何确定？	(196)
6.7	氧气站站区是否需设专用消防通道？	(196)
6.8	小型氧气站是否需要设置控制室？	(197)
6.9	氧气站厂房占地面积有何限制？	(197)
6.10	小型氧气站厂房一般以多高为宜？气囊间如何合理设置？	(197)
6.11	小型氧气站充装车间钢瓶装卸平台一般应如何布置？	(197)
6.12	小型氧气站专用变配电房应该如何设置？	(197)
6.13	氧气站建办公用房及生活设施有哪些限制？	(198)
6.14	为什么气瓶检验间应置于站区边缘？	(198)
6.15	为什么设备周边一定要留有一定空间？	(198)
6.16	与氧气相关的钢架结构厂房如何涂敷耐火涂料？	(198)
6.17	氧气站生产车间门窗如何设置？	(198)
6.18	压氧间内氧压机数量有什么限制？压氧间与其他厂房如何分隔？	(198)
6.19	充装间形式与钢瓶的数量有何联系？充装间与其他厂房应如何分隔？	(198)
6.20	小型空分设备冷箱应该如何放置？	(199)
6.21	氧气、液氧及氢气贮罐间距如何确定？	(199)
6.22	为什么液体泵与液体贮槽越靠近越好？	(199)
6.23	氧气站空压机、氧压机台数如何配置？	(199)
6.24	精馏塔冷箱的室内段爬梯应如何设置？	(199)
6.25	为什么水、电和气管线不能同地沟布置？	(199)
6.26	当氧气管沟无法避免与电缆沟交叉时应如何解决？	(200)
6.27	氧气站设计时对于环境保护应作哪些考虑？	(200)
6.28	氧气站设计时对职业安全卫生应作哪些考虑？	(200)
6.29	氧气站工程管道的设计原则有哪些？	(200)
6.30	氧气站工程管道中哪些属于压力管道？怎样进行类级别划分？	(201)
6.31	氧气在不同压力下的气流速度和使用管材如何确定？	(202)
6.32	氧气充装台、汇流排为什么要用铜质材料？	(202)
6.33	为什么管道送氧一定要以干氧输送？	(202)