

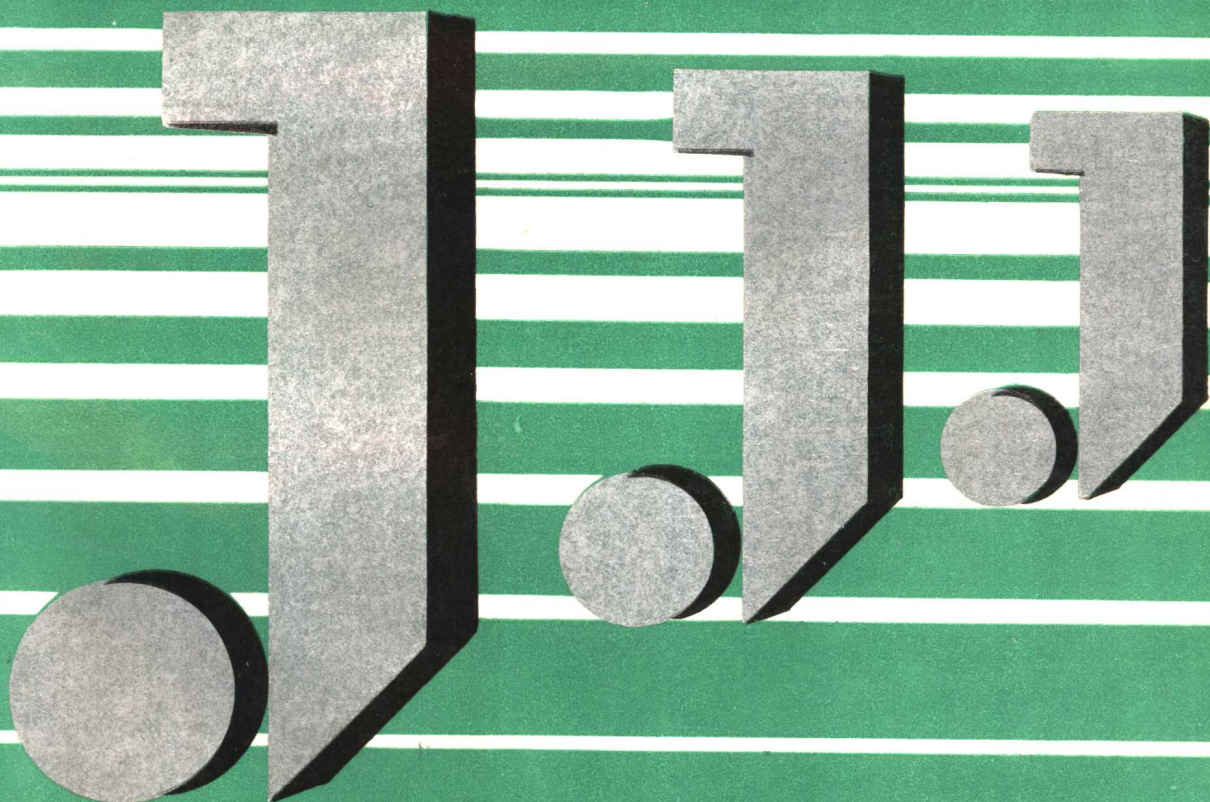
机械电子工业部 统编

# 制氧工基本操作技能

(初级工适用)

机械工人操作技能培训教材

JIXIEGONGRENCIAOZUO JINENGPEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

机械工人操作技能培训教材

# 制氧工基本操作技能

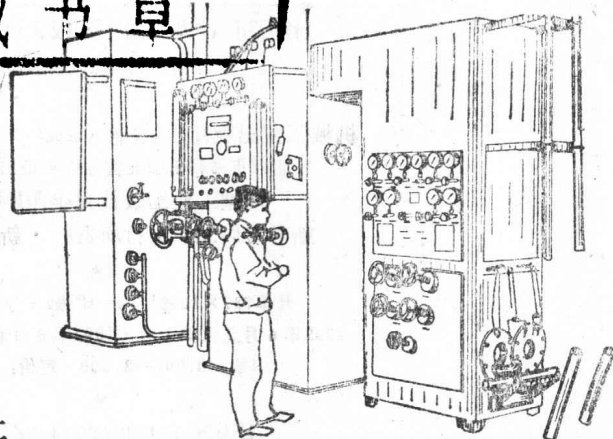
(初级工适用)

机械电子工业部 统编

江苏工业学院图书馆  
藏书章



机械工业出版社



(京)新登字054号

本书主要包括：入门指导；空气中杂质的清除；空气压缩机、分馏塔、膨胀机、液氧泵、氧气压缩机、氧气充填等的技术操作；氧气中间贮存设备的维护；小型低温液体贮存设备的使用；气瓶的识别与使用检验；产品纯度及液空、液氧中乙炔含量的分析；正确填写生产记录；设备小修；钳工、管道工的简单操作及制氧工考核实例等。

本书是初级制氧工操作技能的培训教材，也可供从事制氧工作的有关人员参考。

本书由沈阳标准件厂王琦编著，沈阳市锅炉压力容器学会常务理事纪辅仁和沈阳标准件厂于德治审稿。

### 制氧工基本操作技能

(初级工适用)

机械电子工业部 统编

\*

责任编辑：何月秋 责任校对：贾立萍

封面设计：肖 晴 版式设计：冉晓华

责任印制：王国光

\*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张7·字数164千字

1992年6月北京第1版·1992年6月北京第1次印刷

印数 0,001—3,600·定价：4.40元

\*

ISBN 7-111-02914-3/TQ·48

机械电子工业部  
机械工人操作技能培训教材  
编审委员会名单  
(均按姓氏笔画排列)

主任委员: 陆燕荪

副主任委员: 王文光(常务) 王振远 吴关昌 郭洪泽

委员: 王治中 王贵邦 田国开 刘起义 刘葵香 关荫山(常务)  
关莲英 谷政协 孙广信(常务) 孙流芳 李 莉 李国英  
李炯辉(常务) 汤国宾 杨晓毅(常务) 杨溥泉 吴天培  
吴铁钢 沈 宇(常务) 沈福强 张子祯 张忠和 张荣跃  
苗 明(常务) 金晓玲 胡有林(常务) 胡传恒(常务)  
施 斌 唐汝均 董无岸(常务)

# 前 言

继原国家机械工业委员会统编机械工人技术理论培训教材（包括33个通用技术工种初、中、高三级培训用的基础理论课和专业课教材共149种）出版之后，我们又组织编写出版了与之配套使用的机械工人操作技能培训教材（初级部分，包括33个通用技术工种）。现将有关这套教材的一些情况向行业广大技工培训工作者、技术工人作一简单介绍。

## 为什么要组织编写这套教材

第一、从国家要求来讲，1987年国务院批转的国家教育委员会《关于改革和发展成人教育的决定》和1989年国家教育委员会、劳动部、人事部、国家体改委、全国总工会联合发布的《关于开展岗位培训若干问题的意见》均明确规定：开展岗位培训应当以行业为主；对技术工人要按岗位要求开展技术等级培训；中央各业务主管部门负责制定本行业指导性的培训计划、教学大纲，组织编写教材或讲义，为基层提供教学服务。因此，根据行业特点，组织编写具有行业特色、针对性和实用性强的教材是我们义不容辞的责任。它既是为行业服务的一项重要内容，又是对行业技工培训工作实施宏观管理和指导的重要手段。

第二、从行业的需要来讲，初级技术工人是机电工业持续发展和振兴的后备军。鉴于当前和今后一段时间内，仍不可避免地有大量未经专门培训的新工人补充到我们企业中来，而传统的“技承师业”“自发成长”的学徒工制存在着成才过程缓慢、基本功不扎实的弊端，不能满足机电工业发展的需要。因此，大力加强对新工人的基本操作技能培训，从根本上提高他们的操作技能水平，并为他们今后的发展打下坚实的基础，是实现以工艺为突破口，提高产品质量，发展机电工业的重大战略措施之一。而加强基本操作技能培训，必须有一套比较适用的、符合行业特点的培训教材。

第三、从完善机电工业系统技术工人培训体系方面来讲，遵照国家教育委员会和劳动部等国务院综合管理部门的上述要求，近几年来，我们组织行业力量先后颁布了指导性的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》（包括33个通用技术工种初、中、高三级）和中、高级工人《操作技能训练大纲（试行）》，编写出版了相应的技术理论培训教材和操作技能训练辅导丛书约200种，有力地推动了机电行业技术工人岗位培训工作的发展。但是由于操作技能培训大纲不配套，特别是至今没有一套正规的基本操作技能培训教材，影响了培训工作的全面开展和培训质量。为了使技术理论培训和操作技能培训工作走向正规化、科学化、规范化，编写出版这套教材是十分必要的。

## 这套教材的基本特点

这套教材是依据1990年9月部制定的《机械工人初级操作技能培训大纲(试行)》编写的。在编、审过程中,始终坚持贯彻了紧密联系机电工业企业生产实际的原则,教材的内容包括安全文明生产、工艺纪律、操作方法、加工步骤、质量检验和考核实例,以操作技能训练为主,以基本功训练为重点,强调了基本操作技能训练的通用性、规范性,注意了与工艺学理论内容的区别及考核实例的典型性、实用性。在编排和形式上,层次和要点突出,图文并茂,形象直观,文字简明扼要,通俗易懂。严格贯彻了最新国家标准和法定计量单位。

在内容组织上,根据培训大纲要求,结合生产实际,吸取模块式教学的特点,分设不同的培训课题;每一个课题又分解为不同的作业;每个作业再细分出若干训练内容,并设置了一些综合练习或练习题目,以便于企业组织培训和工人同志自学。

这套教材是全行业对初级工人进行基本操作技能培训的正规教材,也可做为实行“先培训、后上岗”“先培训、后就业”和技工学校相关工种专业生产实习课的基本功训练教材。

## 使用这套教材组织培训和自学者应注意的问题

操作技能是通过反复练习而形成的,所谓“拳不离手,曲不离口”,因而练习是掌握技能的重要条件。练习是一种有组织、有计划、有目的的学习、渐进过程,而不是单纯的重复。所以,要使学员掌握正确的练习方法,达到培训目标,应由有经验的指导者通过讲解练习方法和示范表演来指导学员进行练习。学员还要学好规定的技术理论课程,才能尽快、真正掌握这些基本操作技能并运用于生产实践之中。教师、学员和自学者对此应予以高度的重视。

这套教材是我部为机电行业广大青年工人组织编写的第一套正规的操作技能培训教材,无章可循,无可借鉴,时间要求紧,工作难度很大。但是,参加组织编审工作的上海、江苏、四川、沈阳等机械厅(局)和长春第一汽车制造厂、湘潭电机厂、上海材料研究所等单位,组织了一大批来自生产、教学和科研一线的富有实际经验的编审者们勇敢地承担起了这项艰巨任务,经过近一年的努力,完成了这一具有开拓性、创造性的工作,为机电行业的振兴、技能培训工作走上正规化道路和工人队伍素质的提高奉上了一腔心血。在此,谨向这些编审同志们致以崇高的敬意!向支持这项工作的各有关单位以及机械工业出版社的同志们致以深切的谢意。

编写这套教材是机电行业技工培训教材建设工作的一个新起点,希望各使用部门和教学单位能对它的形式、体例、内容提出改进意见;同时,我们更希望听到广大实习指导教师、老工人师傅和工人学员们的批评和要求,以帮助我们对它进行修订并编好中、高级操作技能培训教材。

机械电子工业部技工培训教材编审组

1991年3月10日

# 目

# 录

## 前言

|                            |    |
|----------------------------|----|
| <b>课题1 入门指导</b>            | 1  |
| 一、制氧工在工业生产中的地位和作用          | 1  |
| 二、制氧工厂或制氧车间的规章制度和安全、文明生产要求 | 1  |
| 三、工业上制取氧气的方法               | 4  |
| 四、小型制氧机的配套设备和基本系统          | 5  |
| 五、低温制氧的基本工艺流程              | 8  |
| 六、仪表、阀门及安全装置在制氧过程中的作用      | 13 |
| 七、生产用辅助材料及其作用              | 15 |
| 八、组织参观制氧车间或工厂              | 19 |
| <b>课题2 空气中杂质的清除</b>        | 20 |
| 作业一 空气中机械杂质的清除             | 20 |
| 作业二 空气中水分、二氧化碳及乙炔的清除       | 21 |
| 作业三 分子筛纯化器(或干燥器)的再生操作      | 21 |
| 作业四 分子筛纯化器(或干燥器)的日常维护      | 23 |
| 作业五 更换洗涤塔内碱液的操作            | 23 |
| 作业六 碱液的配制                  | 25 |
| <b>课题3 空气压缩机的操作</b>        | 27 |
| 作业一 空气压缩机的启动               | 27 |
| 作业二 空气压缩机的日常维护             | 28 |
| 作业三 空气压缩机的停车               | 29 |
| 作业四 空气压缩机的故障分析和处理          | 29 |
| <b>课题4 分馏塔的操作</b>          | 32 |
| 作业一 分馏塔的启动                 | 34 |
| 作业二 分馏塔的日常维护与调节            | 42 |
| 作业三 分馏塔的停车                 | 43 |
| 作业四 乙炔吸附器和液空过滤吸附器的再生操作     | 44 |
| 作业五 分馏塔的加热和吹除              | 45 |
| 作业六 分馏塔的清洗                 | 47 |
| 作业七 分馏塔的故障分析和处理            | 49 |
| <b>课题5 膨胀机的操作</b>          | 51 |
| 作业一 膨胀机启动前的准备工作            | 51 |
| 作业二 膨胀机的启动                 | 52 |
| 作业三 膨胀机的日常维护与调节            | 53 |
| 作业四 膨胀机的停车                 | 55 |
| 作业五 膨胀机的紧急停车和简单的故障分析处理     | 55 |

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| <b>课题6 液氧泵的操作</b>                      | 58 |
| 作业一 液氧泵的启动                             | 58 |
| 作业二 液氧泵的日常维护                           | 58 |
| 作业三 液氧泵的停车及简单故障的分析和处理                  | 59 |
| <b>课题7 贮存设备的使用与维护</b>                  | 60 |
| 作业一 氧气中间贮存设备的使用与维护                     | 60 |
| 作业二 小型低温液体贮存设备的使用                      | 61 |
| <b>课题8 氧气压缩机的操作</b>                    | 62 |
| 作业一 氧气压缩机的启动                           | 62 |
| 作业二 氧气压缩机的日常维护和安全技术                    | 63 |
| 作业三 氧气压缩机的停车                           | 63 |
| 作业四 氧气压缩机的故障分析和处理                      | 64 |
| <b>课题9 氧气的充填操作</b>                     | 66 |
| 作业一 充填前的准备工作和检查                        | 66 |
| 作业二 充填的操作技能                            | 66 |
| 作业三 充填管路的维护及成品气瓶的检查                    | 67 |
| <b>课题10 气瓶检验</b>                       | 68 |
| 作业一 气瓶的表面检查                            | 68 |
| 作业二 气瓶的质量测量                            | 69 |
| 作业三 气瓶的容积测量                            | 69 |
| 作业四 气瓶的水压试验                            | 69 |
| 作业五 气瓶的识别                              | 72 |
| <b>课题11 产品纯度的分析</b>                    | 74 |
| 作业一 产品的纯度标准                            | 74 |
| 作业二 氧气纯度的分析                            | 74 |
| 作业三 氮气纯度的分析                            | 75 |
| <b>课题12 液空、液氧中乙炔含量的分析</b>              | 77 |
| 作业一 液空 液氧中乙炔含量的分析方法                    | 77 |
| 作业二 液空、液氧中乙炔含量超过规定范围的处理                | 78 |
| <b>课题13 正确填写生产记录</b>                   | 80 |
| 作业一 空气压缩机、氧气压缩机、分馏塔、充填等生产操作记录及交接班的记录内容 | 80 |
| 作业二 填写生产操作记录的要求                        | 81 |
| <b>课题14 设备小修</b>                       | 82 |
| 作业一 修理中常用简单工具、量具的使用                    | 82 |
| 作业二 制氧设备的小修                            | 85 |
| 作业三 气阀和瓶阀的修理与更换                        | 85 |
| 作业四 氧气压缩机活塞皮碗的更换                       | 88 |
| 作业五 氧气压缩机零件的清洗                         | 89 |
| <b>课题15 钳工、管道工的简单操作</b>                | 90 |
| 作业一 攻螺纹、套螺纹的基本操作                       | 90 |
| 作业二 氧气管道法兰垫片和阀门的选用                     | 94 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 作业三 敷设氧气管道的一般技术要求 ..... | 94  |
| 作业四 氧气管道检修时的清洗 .....    | 96  |
| <b>考核实例</b> .....       | 97  |
| 1. 碱液的配制 .....          | 97  |
| 2. 分子筛纯化器的再生操作 .....    | 97  |
| 3. 空气压缩机气阀的更换 .....     | 98  |
| 4. 分馏塔氧气纯度的调整 .....     | 99  |
| 5. 膨胀机的停车 .....         | 100 |
| 6. 氧气压缩机活塞皮碗的更换 .....   | 100 |
| 7. 气瓶充填前的检查 .....       | 101 |
| 8. 气瓶的容积测量 .....        | 102 |
| 9. 氧气纯度的分析 .....        | 102 |
| 10. 液氧中乙炔含量的分析 .....    | 103 |
| 11. 氧气管道的清洗 .....       | 104 |

## 课题 1

### 入门指导

#### 一、制氧工在工业生产中的地位和作用

制氧工是利用制氧机(成套机组),通过仪器、仪表指示的压力、温度、液位、流量及纯度等参数的变化,进行操作控制,将空气分离制取氧气的,同时亦可制取氮气。如再增加一些辅助装置,还可以分离制取空气中的氩、氖、氦、氪及氙等稀有气体。由于进行空气分离的操作工人主要生产氧气产品,所以习惯上被称为制氧工。

制氧工业,从发展来说是比较年轻的,自1902年由德国设计制成了第一台单级精馏制氧机后,世界上才开始用制氧机生产氧气。而我国大约从30年代初开始,只有几个大城市利用外国制造的小型制氧机生产氧气。我国制氧机的制造业起步也比较晚,是1949年后发展起来的,1953年某厂才开始试制生产两台 $30\text{m}^3/\text{h}$ 小型高压流程的制氧机。随着工业和科学技术的不断发展,国内相继建立了制氧机专业制造厂。多年来,从无到有,从小到大,工艺设备也不断改进与革新。特别是大型全低压流程制氧机,在生产操作上,已实现手工操作与自动调节控制及遥控相结合的集中操作,以至发展采用微机控制氧气生产的过程,并且在各单机中安装有参数超限声、光报警安全设施。目前,我国自行设计、制造的制氧机已形成20、50、150、300、600、1000、1500、3200、6000及 $10000\text{m}^3/\text{h}$ 型的系列产品。

由于制氧机制造工业的发展,促进了制氧工业的发展,有了氧气(液氧)、氮气(液氮)以及空气中其它稀有气体等产品,同时也促进了钢铁、氮肥及石油化工等工业,以及其它科技领域的飞跃发展。

在我国机械工业企业中,制氧机的发展越来越快,但绝大多数为 $300\text{m}^3/\text{h}$ 型以下的小型制氧机。生产的氧气、氮气(液氮)及氩气等产品,主要用于金属切割、焊接用氧及电炉氧气炼钢,热处理氮气保护,加工零件液氮低温处理,以及氩弧焊接等需要。所以,氧气、氮气(液氮)及氩气等产品与机械工业有着密切的关系,用途也是比较广泛的。因此,制氧生产是促进工业、农业以及国民经济其它各部门的发展必不可少的技术专业。从而也就决定了制氧工的工作在工业生产中占有比较重要的地位和作用。

#### 二、制氧工厂或制氧车间的规章制度和安全、文明生产要求

1. 制氧工岗位的基本任务 制氧工包括:空气压缩机、分馏塔(膨胀机、分子筛纯化器)、氧气压缩机及气体充填等操作工人。

##### (1) 空气压缩机操作工的基本任务

1) 负责对空气压缩机的操作及维护保养,保证空气压缩机安全正常运行。

2) 对空气压缩机每隔30min排放油水一次(一级空气压缩机每隔15~20min应排放油水一次)。

3) 每隔30min巡视一次各级压力表、油压表及润滑部位、各级排出气体温度情况。

4) 监护冷却塔及冷却水泵的运行。随时检查冷却水的流量。

5) 处理空气压缩机的一般故障。

6) 对洗涤塔及碱水拌合器进行操作和日常维护。

7) 每小时记录一次运行数据。

8) 坚持文明生产,遵守劳动纪律。

9) 停空气压缩机时,应与分馏塔操作

工联系。

(2) 分馏塔(膨胀机、分子筛纯化器、液氧泵)操作工的基本任务

1) 负责分馏塔、膨胀机、分子筛纯化器及液氧泵的操作及维护, 保证安全、正常生产。

2) 保证产品的产量及纯度, 并达到标准要求。

3) 对分馏塔、膨胀机、分子筛纯化器及液氧泵的一般故障进行处理。

4) 每小时记录一次运行数据。

5) 坚持文明生产, 遵守劳动纪律。

6) 停分馏塔前应与空气压缩机、氧气压缩机操作工联系。

(3) 氧气压缩机操作工的基本任务

1) 负责氧气压缩机的操作及维护保养, 保证安全正常运行。

2) 每隔30min巡视一次各级压力表、油压表的指示压力和润滑油、冷却水的流量及温度情况。

3) 对润滑油箱的储水情况进行监护。

4) 按时化验氧气纯度。

5) 每排充填压力升至10MPa和充填完一排气瓶, 当压力下降后, 各排放水一次(无水润滑氧压机除外)。

6) 监护贮气柜(或贮气囊)的使用情况和安全防护装置的可靠性。

7) 对氧气压缩机的一般故障进行处理。

8) 每小时记录一次运行数据。

9) 坚持文明生产, 遵守劳动纪律。

10) 停氧气压缩机时, 应与充填台及分馏塔操作工联系。

(4) 充填操作工的基本任务

1) 气瓶充装前对瓶身、瓶阀、颜色、胶圈、充装气体、水压试验有效期等进行认真检查(设有专职检查人员除外)。

2) 记录气瓶标志的有关数据。

3) 充填过程中, 用手抚摸气瓶温度

1~2次, 检查气体是否充入, 发现漏气及时修理。

4) 产品入库前, 逐瓶对瓶阀抹肥皂水。检查有无泄漏情况。

5) 遵守安全技术操作规程, 在高压时, 不允许补装单个气瓶。

6) 认真保养充填卡具和充填管路, 充填铜管不允许有扭扁现象, 并对铜管定期退火。

7) 充填时发生故障要及时与氧气压缩机操作工联系。

8) 气瓶入库摆放整齐、平稳。

9) 坚持文明生产, 遵守劳动纪律。

2. 设备管理、使用及保养的基本要求  
设备是工厂的技术装备, 产品数量、质量、成本等指标完成的好坏都与其密切相关, 因此, 必须加强设备管理, 正确地使用和认真保养设备。

(1) 设备管理的基本要求

1) 严格定人定机, 凭操作证使用设备。并制订完善的安全操作规程和维护保养细则。

2) 对设备实行三级保养制, 突出维护保养在设备管理与计划检修中的地位。通过设备的三级保养, 把维修与使用结合起来。严格做到日常保养经常化, 一级保养制度化, 二级保养计划化。

3) 实行日常点检。定期对设备、仪表、安全装置的精度进行检验和调整。

4) 实行计划修理和针对性项目修理。修理时应做到: 修理前有存在问题记录; 修理中有工艺记录; 修理后有质量检验; 交用后有保修期。

5) 应设有专人维修。要求由技术水平较高的工人和工程技术人员负责对设备的维修。

6) 备件齐全。应有储备范围和储备定额, 保持一定的储备量。包括机械、电器、仪表及配附件, 并设专人管理。

7) 建立润滑油进厂的化验制度,做到合理润滑。

8) 有完整的技术资料。包括:设备说明书、合格证、备件图册、压力容器建档资料,修理换件明细表和精度调整记录,以及事故处理报告等技术档案。

9) 对设备事故认真分析,严肃处理。切实做到:事故原因清楚,使事故责任者与群众受到教育,并制订出今后的防范措施。

(2) 设备使用及保养的基本要求:操作者应以高度的责任感精心使用 and 保养设备。必须做到四会,即会管理、会使用、会保养、会修理。

#### 1) 会管理

① 操作工人对设备负有使用和管理责任,有权制止他人乱动设备。

② 操作工人对设备、仪表及安全防护装置,应保持完整、齐全、可靠。

③ 认真填写好设备运行记录和做好交接班工作。

④ 设备运行时,操作工人不准擅自脱离岗位,做与工作无关的事情。

⑤ 设备发生事故应立即停车,保持现场,及时报告,如实反映情况。

#### 2) 会使用

① 操作工人对自己使用设备的技术性能、结构、工作原理及润滑部位必须熟悉和掌握,严格执行安全生产操作规程。

② 合理使用设备,不允许使设备超压、超负荷运行

③ 认真做好巡回检查,定时对空气压缩机、氧气压机的冷却水流量、各级排气温度,以及运动部位的异常声音进行检查。

④ 定时对分子筛纯化器(干燥器)进行再生,或更换洗涤塔中的碱液。

⑤ 能掌握设备启动、日常调整和停车,以及分馏塔的加热、吹除等全部操作过程。

⑥ 对设备出现的异常现象,能正确判断,并及时消除。

#### 3) 会保养

① 日常保养(也称日保)是设备维护保养的基础。操作工人应在接班时,对设备的运转情况进行认真检查,上班过程中按操作规程使用设备,下班前30min对设备认真擦拭,并做到经常化。保持设备无漏油、漏水、漏气、漏电,使之达到整齐、清洁、润滑、安全的四项要求。

② 保持设备处于良好的润滑状态,按质、按量、按时给润滑部位加油或更换新油。

#### 4) 会修理

① 能进行设备的一级保养工作。一级保养以操作工人为主,维修工人为辅,按计划对设备进行局部和重点部位拆卸检查、调整。如疏通油路、水路、气路系统,清洗油过滤装置及空气过滤装置,拆卸检查并更换压缩机气阀和氧气压机的活塞皮碗等的修理工作。

② 操作工人要参与以维修工人为主的设备二级保养工作。由于操作工人能够掌握设备的真正缺陷,这样与维修工人共同配合,才能准确地对症下药,较快地恢复设备良好的性能和满足生产工艺要求。

#### 3. 制氧工厂安全、文明生产的基本要求

##### (1) 对工厂作业环境的基本要求

1) 工厂院内及场房内应保持清洁、道路通畅。

2) 场房地面应平坦,严禁油、水淌流地面,地沟要盖平整严密。

3) 机械、工艺、电器设备及仪器、仪表、阀门等的外表面应清洁无垢。

4) 厂房内灯光照明可采用“一般照明”,最低照度应为75lx(勒克斯)。

5) 机械设备运转部位,应设有牢固可靠的安全防护设施。

6) 工具、工装、备件、材料等应放置指定地点,摆放整齐。

7) 各种输送介质管道,应排列整齐,涂色醒目。

8) 定期检查起重设备, 并应使之处于完好状态。

9) 气瓶成品与空瓶应分开储存、排列整齐。对成品气瓶应设有储存库房, 防止成品气瓶在阳光下曝晒。

10) 工厂内可燃气体瓶与氧气瓶应严格分开保管。

11) 工厂区域内的高压电源及明火区应有明显标志。

12) 消防器材必须放置明显处, 并处于完好状态, 设有专人保管。凡工厂工作人员均应会使用各种消防用具。

13) 根据工厂周围空气的污染程度, 确定对液空、液氧中乙炔及其它碳氢化合物含量的分析和控制措施。

## (2) 工人安全生产教育

1) 新入厂的制氧工人, 入厂前必须做到先培训, 后上岗。

2) 进厂新工人必须经过三级安全教育(工厂、车间、班组)。了解生产岗位的基本安全常识和工厂的各项规章制度。

3) 调换机台岗位的工人必须进行安全知识教育后才能上岗。

4) 定期对生产工人进行安全生产教育和操作技能培训, 提高工人素质。

## (3) 安全生产守则

1) 操作工人工作时, 应身着清洁无油的劳动保护用品。

2) 操作设备时, 必须严格贯彻执行安全操作规程。

3) 与氧气接触的容器、零部件、工具、工装及仪表等, 绝对不许沾有油污。

4) 不符合标准和未经化验的润滑油不准使用。

5) 对氧气压缩机和输送氧气系统, 应使用“禁油”压力表。

6) 安全阀、压力表应定期校验并铅封, 保持其经常处于灵敏状态。

7) 对压力容器(气瓶、分水器、储气

罐及气体输送管道等)应定期检验。

8) 对处在压力下的氧气管道的阀门及氧气瓶阀, 开闭时, 必须缓慢操作。

9) 氧气管道、贮气柜系统在修理焊接时, 必须用氮气或空气置换。当需进入贮气柜内修理时, 应保持柜内气体含氧量在21%左右, 并设专人监护。

10) 排放分馏塔内的低温液体时, 不许直接排放在地上, 应排放在无油的铁筒里, 再送到安全地方放散。

11) 排放低温液体时, 不能使低温液体接触皮肤, 身着服装不许被液氧蒸气饱和。

12) 更换氢氧化钠(烧碱)溶液时, 必须穿上紧密的工作服和完好的胶靴, 配带好橡皮手套及无色的护目镜。

13) 用四氯化碳或二氯乙烷溶液清洗设备或零件时, 应在露天或具有良好的通风条件下进行。

14) 在对氮气作定性分析, 使用或更换黄磷时, 必须将其浸泡在水里, 以防自燃。

15) 工厂院内及场房内动用明火时, 应采取必要的安全措施, 并设有专人负责。

## 三、工业上制取氧气的方法

目前, 工业上制取氧气的方法有: 水电解法、分子筛吸附法及深度冷冻法等。这些工艺方法相比较, 采用深度冷冻法分离空气制取高纯度、产量多的氧气最为经济, 同时还可以提取空气中的其它稀有气体。因此, 这种方法在工业上得到了广泛的应用。

深度冷冻法是以空气为原料, 在分馏塔中使空气液化分离, 得到氧气产品的。其基本原理是: 采用空气冷冻循环, 首先将空气压缩至一定压力、冷却、热交换及气体膨胀、节流、使空气液化和精馏。这主要是由于空气中氧和氮组分的沸点不同(氧的沸点 $-182.97^{\circ}\text{C}$ 。氮的沸点 $-195.81^{\circ}\text{C}$ , 温差为 $12.84^{\circ}\text{C}$ )。然后利用多次部分蒸发和冷凝的方法, 将氧气和氮气进行分离, 得到纯度合格的氧气产品。

#### 四、小型制氧机的配套设备和基本系统

##### 1. 小型制氧机的配套设备

- 1) 空气压缩机 (活塞式) ;
- 2) 分子筛纯化器 (或硅胶干燥器 及 碱液洗涤塔);
- 3) 分馏塔 (高压或中压流程);
- 4) 膨胀机 (活塞式或透平式);
- 5) 氧气压缩机 (活塞式);
- 6) 液氧泵 (离心式) (与KFZ-1800型制氧机配套);

##### 7) 贮气囊;

##### 8) 充氧台。

2. 小型制氧机配套设备的基本类型及参数 (见表1-1~表1-5) 小型制氧机按空分设备系列已基本定型,但由于对产品的品种、产量及纯度等要求的不同,而对分馏塔进行了变型设计和制造。因此,小型制氧机在同一系列产品中的分馏塔变型产品较多。另外,各制氧机生产厂配套单机的选型也不尽相同。

表1-1 空气压缩机的基本类型及参数

| 空分设备系列 | 型 号                      | 类 型               | 生产量<br>(m <sup>3</sup> /min) | 最终压力<br>(MPa) | 级数 | 活塞行程<br>(mm) | 转 速<br>(r/min) | 电动机功率<br>(kW) | 空分设备型号                                             |
|--------|--------------------------|-------------------|------------------------------|---------------|----|--------------|----------------|---------------|----------------------------------------------------|
| 20     | 1LY-2/200                | 立式、双列、四级、水冷式      | 2                            | 19.6          | 4  | 160          | 440            | 40            | KFS-120<br>KFS-120-3                               |
| 50     | 1-5/65                   | 卧式、单列、三级、水冷式      | 5                            | 5.39          | 3  | 300          | 160            | 75            | 23-300<br>KFZ-300                                  |
|        | L2-5.55/40               | L型、二列、三级、水冷式      | 5.55                         | 3.92          | 3  | 200          | 500            | 75            | KFZ-300-3                                          |
| 150    | 1-15/50                  | 卧式、单列、三级、水冷式      | 15                           | 4.9           | 3  | 500          | 167            | 215           | 13-860                                             |
|        | 5L-16/50<br>(L5.5-16/50) | L型、二列、三级、水冷式      | 16                           | 4.9           | 3  | 240          | 428            | 250           | KFS-860-1<br>KFS-860-2                             |
|        | 2D8-17/45                | 卧式、二列、四级、对称平衡、水冷式 | 17                           | 4.4           | 4  | 240          | 370            | 200           | KZON<br>-150/600-3<br>KZON<br>-170/550             |
| 300    | DY8-30/15                | 卧式、二列、三级、对称平衡、水冷式 | 30                           | 1.47          | 3  | 250          | 375            | 320           | KFZ-1800<br>KZON<br>-300/600<br>KZON<br>-300/600-1 |

表1-2 氧气压缩机的基本类型参数

| 空分设备系列 | 型 号               | 类 型          | 生产量<br>(m <sup>3</sup> /min) | 最终压力<br>(MPa) | 级数 | 活塞行程<br>(mm) | 转 速<br>(r/min) | 电动机功率<br>(kW) | 空分设备型号               |
|--------|-------------------|--------------|------------------------------|---------------|----|--------------|----------------|---------------|----------------------|
| 20     | 2LY<br>-0.5/165-1 | 立式、三列、三级、水冷式 | 0.5                          | 16.18         | 3  | 140          | 210            | 13            | KFS-120<br>KFS-120-3 |

(续)

| 空分设备系列 | 型 号                               | 类 型                          | 生产量<br>(m <sup>3</sup> /min) | 最终压力<br>(MPa) | 级数 | 活塞行程<br>(mm) | 转 速<br>(r/min) | 电动机功率<br>(kW) | 空分设备型号                                             |
|--------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|----|--------------|----------------|---------------|----------------------------------------------------|
| 50     | 2LY<br>-1.1/150-1                 | 立式、三<br>列、三级、<br>水冷式         | 1.1                          | 14.7          | 3  | —            | —              | —             | KFS-300-1                                          |
|        | 2-1.67/150                        | 立式、三<br>列、三级、<br>水冷式         | 1.67                         | 14.7          | 3  | 180          | 190            | 30            | 23-300<br>KFZ-300<br>KFZ-300-3                     |
| 150    | 2-1.67/150                        | 立式、三<br>列、三级、<br>水冷式         | 1.67                         | 14.7          | 3  | 180          | 190            | 30            | 13-860<br>KZON<br>-150/600-3<br>KZON<br>-170/550   |
|        | 2-2.833/150                       | 立式、三<br>列、三级、<br>水冷式         | 2.833                        | 14.7          | 3  | 180          | 330            | 55            | KFS-860-2                                          |
|        | 2Z2-3/165-1<br>(2Z2<br>-2.83/165) | 立式、双<br>列、五级、<br>无润滑、水<br>冷式 | 3<br>(2.83)                  | 16.18         | 5  | 120          | 485<br>(455)   | 55            | —                                                  |
| 300    | 3Z2-5.8/30                        | 立式、三<br>列、三级、<br>无润滑、水<br>冷式 | 5.8                          | 2.94          | 3  | 140          | 500            | 75            | KFZ-1800<br>KZON<br>-300/600<br>KZON<br>-300/600-1 |

表1-3 膨胀机的基本类型参数

| 空分设备系列 | 型 号                               | 类 型           | 进气量<br>(m <sup>3</sup> /h) | 进 气<br>压 力<br>(MPa) | 排 气<br>压 力<br>(MPa) | 进 气<br>温 度<br>(℃) | 排 气<br>温 度<br>(℃) | 气 缸<br>直 径<br>(mm) | 活 塞<br>行 程<br>(mm) | 转 速<br>(r/min) | 制动电动机功率<br>(kW) |
|--------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| 50     | 55-210                            | 立式、单<br>缸、活塞式 | 210                        | 5.39                | 0.59                | -100              | -160              | 85                 | 160                | 130            | 10              |
|        | PZK-5/40-6                        | 立式、单<br>缸、活塞式 | 300                        | 3.92                | 0.59                | -100              | —                 | 78                 | 120                | 300            | 7.5             |
| 150    | 50-110/12                         | 立式、双<br>缸、活塞式 | 1000                       | 4.9                 | 0.59                | -80               | -120              | 110                | 200                | 170            | 14              |
|        | 1LP<br>-16.6/50-6                 | 立式、双<br>缸、活塞式 | 1000                       | 4.9                 | 0.59                | -30               | -100              | 110                | 200                | 170            | 14              |
|        | PZK<br>-14.3/40-6                 | 立式、单<br>缸、活塞式 | 860                        | 3.92                | 0.59                | -100              | -125              | 125                | 180                | 300            | 17              |
|        | PLK-8.33<br>× 2/20-6 <sup>①</sup> | 透平式、<br>气体轴承  | 500                        | 1.96                | 0.59                | -100              | —                 | —                  | —                  | 107000         | —               |
| 300    | ITP<br>-30/14.7-4.8               | 透平式、<br>油轴承   | 1800                       | 1.44                | 0.47                | -140              | -167<br>~-170     | —                  | —                  | 41700          | —               |

(续)

| 空分设备系列 | 型 号                 | 类 型         | 进 气 量<br>(m <sup>3</sup> /h) | 进 气 压 力<br>(MPa) | 排 气 压 力<br>(MPa) | 进 气 温 度<br>(℃) | 排 气 温 度<br>(℃) | 气 缸 直 径<br>(mm) | 活 塞 行 程<br>(mm) | 转 速<br>(r/min) | 制 动 电 动 机 功 率<br>(kW) |
|--------|---------------------|-------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| 300    | ITP<br>-26/14.7-4.8 | 透平式、<br>油轴承 | 1560                         | 1.44             | 0.47             | -140           | -167<br>~-170  | —               | —               | 41700          | —                     |

① 与PLK-8.33×2/20-6-I型透平膨胀机类型参数相同。

表1-4 分馏塔的基本类型参数

| 空分设备系列 | 型 号            | 类 型                                      | 加工空气量<br>(m <sup>3</sup> /h) | 产 量<br>(m <sup>3</sup> /h) |            | 纯 度<br>(%)    |         | 压 力<br>(MPa) |               | 启动时间<br>(h) | 运转周期<br>(月) | 空分设备<br>型 号        |
|--------|----------------|------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------|---------------|---------|--------------|---------------|-------------|-------------|--------------------|
|        |                |                                          |                              | 氧                          | 氮          | 氧             | 氮       | 启动           | 正常            |             |             |                    |
| 20     | FL-75          | 双级精馏                                     | 120                          | 20                         |            | 99.2          |         | 19.6         | 8.3~9.8       | ~18         | 1           | KFS-120            |
|        | FL-20/75       | 双级精馏                                     | 120                          | 20                         |            | 99.6          |         | 19.6         | 8.3~9.8       | 18          | 1           | KFS-120-3          |
| 50     | 50             | 双级精馏                                     | 300                          | 50                         |            | 99.2~<br>99.7 |         | 4.9~<br>5.39 | 1.96~<br>2.45 | ~8          | 1~<br>1.5   | 23-300             |
|        | FL-50          | 双级精馏                                     | 300                          | 50                         |            | >99.2         |         | 4.9~<br>5.39 | 1.96~<br>2.45 | ~8          | 1~2         | KFS-300            |
|        | FO-50          | 双级精馏                                     | 300                          | 50                         |            | 99.5          |         | 3.9          | 1.67~<br>2.45 | 8           | 3           | KZO-50             |
|        | FON-50/100     | 双级精馏                                     | 300                          | 50                         | 100        | 99.5          | 99.999  | 3.9          | 1.67~<br>2.45 | 8           | 3           | KZON<br>-50/100-1  |
|        | FON-50/120     | 板式换热器、双级精馏                               | 425                          | 50±<br>5%                  | 120±<br>5% | 99.6          | 99.9995 | 1.47         | 0.88~<br>1.47 | ~12         | 12          | KZON-50/120        |
| 150    | 140/600-1      | 双级精馏                                     | 860                          | 150                        | 600        | 99.2          | 96~98   | 4.9          | 2.45~<br>2.7  | 12          | 2           | KFS-860-1          |
|        | FON-150/600-1  | 双级精馏                                     | 860                          | 150                        | 600        | 99.6          | 99.95   | 3.9          | 1.96~<br>2.45 | 12          | 2           | KFS-860-2          |
|        | FON-150/600-3① | 双级精馏                                     | 1020                         | 150                        | 600        | 99.5          | 99.95   | 3.9~<br>4.4  | 1.96~<br>2.45 | 8~10        | 2           | KZON<br>-150/600-3 |
|        | FON-150/600-3② | 双级精馏                                     | 860                          | 150                        | 600        | 99.2          | 99.95   | 3.9~<br>4.4  | 1.67~<br>1.86 | 12          | 6           | KZON<br>-150/600-3 |
|        | FON-170/550    | 双级精馏                                     | 930                          | 170                        | 550        | 99.6          | 99.999  | 4.4          | 2.16~<br>2.55 | 10~12       | 2           | KZON<br>-170/550   |
| 300    | FL-300/300     | 铝环流<br>筛板式、<br>双级精馏<br>和上、下<br>塔分开安<br>装 | 1800                         | 300                        | 300        | 99.5          | 99.99   | 1.47         | 1.18~<br>1.47 | ~20         | 12          | KFZ-1800           |
|        | FON-300/1000   | 铝环流<br>筛板式、<br>双级精馏                      | 1800                         | 300                        | 600        | 99.5          | 99.9    | 1.47         | 1.18<br>~1.47 | 12~15       | 12          | KZON<br>-300/600   |

(续)

| 空分设备系列 | 型 号            | 类 型                | 加工空气量<br>(m <sup>3</sup> /h) | 产 量<br>(m <sup>3</sup> /h) |     | 纯 度<br>(%) |       | 压 力<br>(MPa) |               | 启动时间<br>(h) | 运转周期<br>(月) | 空分设备<br>型 号    |
|--------|----------------|--------------------|------------------------------|----------------------------|-----|------------|-------|--------------|---------------|-------------|-------------|----------------|
|        |                |                    |                              | 氧                          | 氮   | 氧          | 氮     | 启动           | 正常            |             |             |                |
| 300    | FON-300/1000-1 | 铝环流<br>筛板式<br>双级精馏 | 1800                         | 300                        | 600 | 99.6       | 99.99 | 1.47         | 1.18~<br>1.47 | 12~15       | 12          | KZON-300/600-1 |

① 杭州制氧机厂生产, 并可生产氧气3m<sup>3</sup>/h, 纯度99.99%。② 江西制氧机厂生产, 并可生产液氮L<sub>N</sub> ≥ 15L/h。

表1-5 分子筛纯化器的基本类型参数

| 空分设备系列 | 型 号         | 加工空气量<br>(m <sup>3</sup> /h) | 最高工作压力<br>(MPa) | 进气温度<br>(℃) | 切换周期<br>(h) | 每只吸附筒<br>分子筛装入量<br>(kg) | 再生氮气<br>流 量<br>(m <sup>3</sup> /h) | 加热器<br>功率<br>(kW) | 空分设备型号                                      |
|--------|-------------|------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|
| 20     | HXX-120/200 | 120                          | 19.61           | 30          | 8           | 70                      | 约50                                | 5.5               | KFS-120<br>KFS-120-3                        |
| 50     | HXX-300/40  | 300                          | 3.92            | 30          | 8           | 200                     | 约130~150                           | 15                | KZO-50<br>KZON-50/100<br>KZON-50/100-1      |
|        | HXX-300/55  | 300                          | 4.9             | 30          | 8           | 200                     | 约130~150                           | 15                | KFS-300<br>KFS-300-1                        |
| 150    | HXX-960/45  | 960                          | 4.41            | 30~35       | 8           | ~550                    | 约350                               | 36                | KZON-150/600-3<br>KFS-860-2<br>KZON-170/550 |
| 300    | HX-1800/15  | 1800                         | 1.47            | 30          | 8           | 1500                    | 约800                               | 96                | KFZ-1800<br>KZON-300/600<br>KZON-300/600-1  |

### 3. 小型制氧机生产工艺过程中的基本系统

- 1) 空气压缩系统;
- 2) 空气净化系统;
- 3) 热交换及产冷系统;
- 4) 精馏分离系统;
- 5) 产品中间贮存系统;
- 6) 氧气压缩及气瓶充填 (或管道输送) 系统。

4. 小型制氧机的生产工艺过程 自大气吸入空气, 至分离成氧气和氮气产品供给用户, 需经下列工艺过程:

- 1) 清除空气中机械杂质及尘埃;
- 2) 将原料空气压缩至一定压力, 并经水冷却至常温;
- 3) 清除空气中的水分、二氧化碳 (利

用分子筛净化空气时, 可同时清除乙炔);

4) 压缩空气经热交换器、膨胀机、节流阀冷冻循环转变为液体;

5) 使液体空气精馏, 分离成氧气和氮气产品, 复热后排出并经化验合格;

6) 产品氧气或氮气经中间贮存和压缩, 冷却后装瓶或用管道输送供给用户。

### 五、低温制氧的基本工艺流程

低温空分制氧的基本工艺流程分为高压制氧工艺流程、中压制氧工艺流程和高、低压制氧工艺流程及全低压制氧工艺流程四种。下面只叙述高压及中压工艺流程。

1. 典型高压制氧工艺流程 KFS-120型空分设备的制氧工艺流程为高压制氧工艺流程, 如图1-1所示。它是采用高压一次节流液化循环的制氧工艺流程。