

天然气净化生产管理丛书



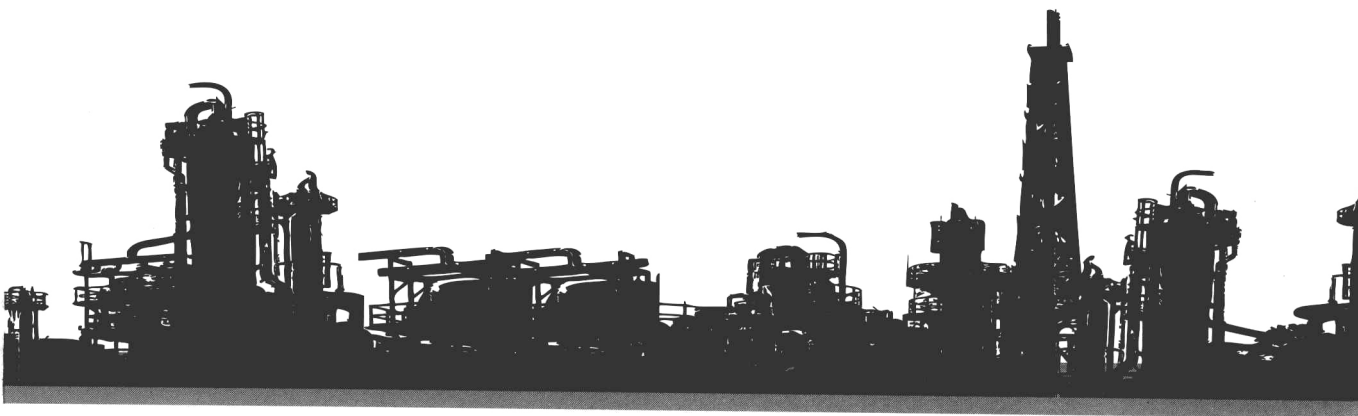
# 天然气净化生产运行管理手册

THE PRODUCTION AND OPERATION MANAGEMENT MANUAL OF NATURAL GAS PURIFICATION

傅敬强 ◎ 主编

石油工业出版社

天然气净化生产管理丛书



# 天然气净化生产运行管理手册

THE PRODUCTION AND OPERATION MANAGEMENT MANUAL OF NATURAL GAS PURIFICATION

傅敬强 ◎ 主编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书是《天然气净化生产管理丛书》中的一本，主要叙述了天然气净化厂生产运行管理机构及职责、生产计划管理、生产运行组织、工艺技术管理、设备管理、装置开停产管理、生产应急管理、生产运行保障、防洪防汛及防震减灾等内容。

本书可作为天然气净化厂工程技术人员、管理人员的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

天然气净化生产运行管理手册 / 傅敬强主编 .

北京 : 石油工业出版社, 2013.3

(天然气净化生产管理丛书)

ISBN 978-7-5021-9257-0

I . 天…

II . 傅…

III . 天然气净化 - 工业企业管理 - 生产管理 - 手册

IV . F407.226.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 203462 号

---

出版发行 : 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址 : <http://pip.cnpc.com.cn>

编辑部 : (010) 64523613 发行部 : (010) 64523620

经 销 : 全国新华书店

印 刷 : 北京中石油彩色印刷有限责任公司

---

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本 : 1/16 印张 : 15.75

字数 : 286 千字

---

定价 : 22.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

# 《天然气净化生产管理丛书》 编委会

主任：傅敬强

副主任：杨培昌 唐荣武 岑 嶺

委员：王晓东 陈邦海 江利民 张廷洲 熊川锬

郑 民 肖中成 苟兴中 万义秀 苏荣跃

熊 勇 宋文中 梁尚海

# 《天然气净化生产运行管理手册》 编写组

主 编：傅敬强

副主编：唐荣武 熊川锬

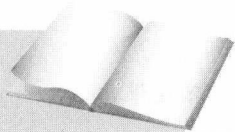
审 稿：王晓东 陈邦海 周 军 江利民 熊川锬

彭维茂 徐仕利 岑永虎 张廷洲 熊 勇

苏荣跃 涂婷娟 陈世剑 何沿江 周潮光

编写人员：梁尚海 张廷洲 陈邦海 苟兴中 涂婷娟

赖 兵 王 毅 陈世剑



# 丛书序

中国是世界上最早发现和利用天然气的国家之一，早在东汉末年，在川西地区钻获了世界上的第一口天然气井——临邛火井。四川自流井气田，是中国最早开发利用的大气田，其开发历程和工艺技术，远远走在当时世界的前列。

新中国成立后，我国天然气勘探开发步入了快车道，2010年全国开发天然气近千亿立方米，比建国前天然气产量增长了8400余倍。有关专家认为，到2020年，我国的天然气产量有望与石油产量相当，将达2000亿立方米，我国天然气勘探开发步入黄金期。作为全国大型天然气产销基地之一的川渝油气田，经过几代川渝石油人的不懈努力，于2006年油气当量突破1000万吨，成为我国首个以天然气生产为主的千万吨级大油气田。

天然气的气质多种多样，大部分含有硫化氢、有机硫、二氧化碳及水等成分，特别是四川气田，含硫天然气占65%以上，需要脱除其中的有害组分，使之达到商品天然气标准规定指标。我国为适应四川气田开发的要求，于20世纪60年代起开始天然气净化工艺的研究开发工作，1965年，四川石油管理局川东气矿东溪化工车间（现中国石油西南油气田公司重庆天然气净化总厂綦江分厂）建成国内第一套胺法脱硫装置，开创了我国天然气净化的先河。

重庆天然气净化总厂作为我国天然气净化工业的“摇篮”，经过40多年的发展壮大，现拥有天然气净化装置12套，年处理天然气能力超过100亿立方米，是综合配套齐全、技术先进的大型天然气净化基地；同时形成了一整套先进的天然气净化生产及管理理论，先后编制了《职业资格等级标准 天然气加工》中天然气净化分析工、天然气净化操作工的内容和中国石油高技能人才培养丛书的《天然气净化操作技师培训教程》、《天然气净化分析技师培训教程》及石油石化职业技能鉴定试题集的《天然气净化分析工》、《天然气净化操作工》，建成了具有仿真软件、仿真装置、实际培训装置的天然气净化培训基地，为天然气净化行业发展作出了突出贡献。

《天然气净化生产管理丛书》适时总结了我国天然气净化管理、技术经验和理论成果，这对提高净化厂员工技术水平、提高净化厂管理水平，促进天然气工业的

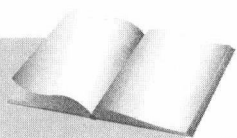
发展是非常必要的。本套书在近50名管理人员、科技工作者的辛勤努力下，历时一年半的时间，以大量的图、表形式，较全面、系统、科学地总结了天然气净化专业方面的知识、技术和管理经验，具有广泛的适用性，是一套很好的工具书。

这套书的出版，填补了我国此类书籍的空白，加强了天然气净化厂基础设施建设，很有意义，值得庆贺。

中国石油西南油气田分公司副总经理

2011年8月





# 丛书前言

随着天然气工业步入高速发展的黄金期，作为天然气开发利用重要环节的天然气净化也在飞速发展。天然气净化技术在改善经济性、实践新课题、适应环保要求等方面开发了越来越多的新工艺，天然气净化厂管理在历经几十年的沉淀后积累了丰富的经验。

为适应天然气净化厂的发展需要，2010年年初，中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司重庆天然气净化总厂（以下简称总厂）傅敬强，在广泛调研、认真分析的基础上提出了编纂《天然气净化生产管理丛书》（以下简称《丛书》）的建议，用以总结提炼天然气净化厂生产运行、装置检维修、HSE管理经验和汇编天然气净化工艺技术。此建议很快得到了西南油气田分公司领导和总厂全体员工的大力支持，2010年3月，总厂成立了包括高级工程师、技能专家、专业技术人员、管理人员近50人组成的《丛书》编委会，召开了第一次编委全体会议，标志着《丛书》编纂工作全面展开。

《丛书》编纂工作伊始，编委会就明确提出要努力把《丛书》编纂成一套高质量、适用性强的工具书。参加《丛书》编写和审稿的近50名长期坚守在生产一线的技能专家、管理人员、科技工作者，他们多数是第一次从事丛书编写工作，大家克服了重重困难，反复推敲内容；大到篇章结构、小到释文条目不断完善内容，努力提高质量。特别是在校审阶段，总厂组织人员集中攻关，严格按照“规范、科学、实用”的要求，审核人员逐条逐句，反复修改，精益求精，力求做到语言精练，数字准确。

经过编审人员的辛勤劳动，通力合作，历时一年半的时间，圆满地完成了《丛书》的编纂。《丛书》分为《天然气净化生产运行管理手册》、《天然气净化检维修管理手册》、《天然气净化HSE管理手册》、《天然气净化工艺技术手册》四本，涵盖了天然气净化工艺技术、生产管理多方面的知识，具有较强的系统性、适用性。《天然气净化生产运行管理手册》包括了生产计划、生产运行组织、工艺技术、设备、装置开停产、生产应急、生产运行保障、防洪防汛防震减灾等管理内容；《天然气净化工艺技术手册》包括原料气预处理、脱硫脱碳、脱水、脱烃、硫

黄回收、尾气处理、酸水汽提、凝析油稳定等主体单元，（硫黄成型、消防、污水处理、火炬及放空等辅助装置，以及新鲜水处理、循环冷却水、锅炉及蒸汽、空气氮气、燃料气等公用系统的工艺技术；《天然气净化检维修管理手册》包括日常检维修、系统性检维修、临时停产检维修等管理内容；《天然气净化HSE管理手册》包括综合管理、日常管理、检维修HSE管理等内容。本套书可作为天然气净化厂工程技术人员、管理人员的参考书。

《丛书》编纂工作始终得到了西南油气田公司各有关部门的大力支持和热情帮助，在此表示诚挚的感谢。在编写《丛书》过程中参考了大量的资料文献，特别是从《天然气净化工艺技术手册》引用了大量的技术数据，借此机会，谨向原著作者表示衷心的感谢！《丛书》涉及内容较广，参编人员较多，由于编者学识及认知水平有限，书中不当及疏漏之处敬请业内专家及读者赐正。

《天然气净化生产管理丛书》编委会

2011年8月



# 目 录

<b>第一章 天然气净化厂概述</b>	<b>1</b>
<b>第二章 生产运行管理机构及职责</b>	<b>5</b>
第一节 生产运行管理机构 .....	5
第二节 部门职责 .....	5
第三节 生产管理部门岗位设置及职责 .....	8
<b>第三章 生产计划管理</b>	<b>12</b>
第一节 计划的制订和下达 .....	12
第二节 计划的实施、检查和分析 .....	13
<b>第四章 生产运行组织</b>	<b>19</b>
第一节 生产调度管理 .....	19
第二节 值班及应急留守管理 .....	25
第三节 生产班组运行管理 .....	28
第四节 生产操作变动管理 .....	35
<b>第五章 工艺技术管理</b>	<b>39</b>
第一节 工艺技术资料管理 .....	39
第二节 生产装置操作平稳率管理 .....	61
第三节 工艺和设备变更管理 .....	62
第四节 工艺纪律检查管理 .....	73
第五节 化工材料及能耗管理 .....	74
第六节 生产技术总结管理 .....	78
<b>第六章 设备管理</b>	<b>80</b>
第一节 设备管理机构和职责 .....	80
第二节 设备巡回检查管理 .....	82
第三节 设备使用和维修管理 .....	88

第四节 设备事故管理 .....	97
<b>第七章 装置开停产管理</b>	<b>99</b>
第一节 装置系统性检修开停产管理 .....	99
第二节 装置临时停产检修和紧急停车开停产管理 .....	107
<b>第八章 生产应急管理</b>	<b>109</b>
第一节 应急体系建设 .....	109
第二节 生产运行异常情况管理 .....	119
第三节 应急预案管理 .....	121
第四节 应急演练管理和应急调度 .....	129
<b>第九章 生产运行保障</b>	<b>133</b>
第一节 电力保障管理 .....	133
第二节 供水保障管理 .....	134
第三节 通信保障管理 .....	136
第四节 物资保障管理 .....	136
<b>第十章 防洪防汛及防震减灾</b>	<b>141</b>
第一节 防洪防汛 .....	141
第二节 防震减灾 .....	143
<b>附 录</b>	<b>146</b>
附录1 ××年××月生产运行情况分析报告模板 .....	146
附录2 ××天然气净化厂操作规程模板 .....	149
附录3 ××天然气净化厂装置停产方案模板 .....	151
附录4 ××天然气净化厂装置开产方案模板 .....	154
附录5 ××天然气净化厂净化装置放空应急预案模板 .....	156
附录6 ××天然气净化厂天然气调度应急预案模板 .....	161
附录7 ××天然气净化厂电力供应异常应急预案模板 .....	168
附录8 ××天然气净化厂供水异常应急预案模板 .....	173
附录9 ××天然气净化厂节日安全生产应急预案模板 .....	178
附录10 ××天然气净化厂通信故障应急预案模板 .....	183

附录11	××天然气净化厂火灾事故应急预案模板	·····187
附录12	××天然气净化厂爆炸事故应急预案模板	·····193
附录13	××天然气净化厂突发环境事件应急预案模板	···198
附录14	××天然气净化厂中毒事故应急预案模板	·····206
附录15	××天然气净化厂净化装置泄漏应急预案模板	···211
附录16	××天然气净化厂特种设备事故应急预案模板	···216
附录17	××天然气净化厂防汛应急预案模板	·····221
附录18	××天然气净化厂防震减灾应急预案模板	·····227
附录19	××天然气净化厂质量事故应急预案模板	·····234

# 第一章

## 天然气净化厂概述

天然气工业由地下工程和地面工程两部分构成，涉及勘探、开发、采气、净化、管输等环节。天然气净化是指脱除原料天然气中的有害组分，使之达到商品天然气标准的过程，通常含天然气预处理、脱硫脱碳、脱水、脱烃、硫黄回收及尾气处理等工艺过程。在为数众多的净化工艺中，脱硫是核心，其次是脱水。尽管对某些气田采出的天然气而言，必须先脱除部分氮气，但此类工艺为数较少，不在本手册讨论范围之内。为达到气质标准要求，有时二氧化碳也是应部分脱除的组分，但一般均与脱硫过程结合考虑。

### 一、天然气净化工艺的发展

自 20 世纪 30 年代发表第一个醇胺法脱硫专利以来，天然气净化工艺已经历了 70 多年的发展历程。

在 20 世纪 80 年代以前，天然气净化工艺发展的主要动力是改善经济性以及解决实践新课题；此后，环保要求也成为技术发展的重要推动力。

我国为适应四川气田开发的要求，于 20 世纪 60 年代起开始天然气净化工艺的研究开发工作，1965 年，四川石油管理局川东气矿东溪化工车间（现中国石油西南油气田公司重庆天然气净化总厂綦江分厂）建成国内第一套胺法脱硫装置，开创了我国天然气净化的先河。20 世纪 70 年代末，卧引装置（现重庆天然气净化总厂引进分厂）成套引进萨非诺（Sulfinol-D）脱硫、三甘醇（TEG）脱水、克劳斯（Claus）硫黄回收、斯科特（SCOT）尾气处理及酸水汽提装置，使我国天然气净化工艺基本赶上国外的先进水平。21 世纪初，重庆天然气净化总厂陆续引进了具有国际先进水平的超级克劳斯（Super Claus）、等温亚露点（Clinsulf-SDP）、冷床吸附（CBA）硫黄回收技术，硫黄收率达 99.2%。通过对引进技术的不断消化吸收加上自主研发，2009 年，具有自主知识产权的中国石油硫黄回收工艺（CPS）成功开发，并在重庆天然气净化总厂万州分厂首次工业应用，硫黄收率达到 99.25%，实现了天然气净化脱硫、脱水、硫黄回收等技术全面国产化，我国天然气净化技术具备国际一流水平。

## 二、天然气净化厂的分布

我国目前天然气净化厂主要集中在长庆、塔里木、川渝地区。

长庆油气田天然气主要为低含硫天然气， $\text{H}_2\text{S}$  含量一般低于  $1\text{g}/\text{m}^3$ ，有的天然气甚至不含硫，但  $\text{CO}_2$  含量较高，一般在 5%（体积分数）左右。长庆油气田第一、二、三天然气净化厂主要是脱硫脱碳、脱水、硫黄回收；脱硫脱碳采用甲基二乙醇胺（MDEA）水溶液化学吸收工艺，脱水采用 TEG 工艺，硫黄回收采用直接氧化（Clinsulf-DO）工艺，设计年处理能力为  $80 \times 10^8 \text{m}^3$ ；榆林、长北、米脂及苏里格天然气处理厂设计年处理能力为  $145 \times 10^8 \text{m}^3$ ，原料气不含  $\text{H}_2\text{S}$ ，主要是脱烃、脱水，多数采用丙烷制冷工艺。

塔里木盆地天然气资源十分丰富，达  $8.93 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，占全国天然气总资源量的 22%。塔中气田第一处理厂设计年处理能力  $10 \times 10^8 \text{m}^3$ ，原料气含  $\text{H}_2\text{S}$  约  $12\text{g}/\text{m}^3$ ，脱硫脱碳采用 MDEA 法，脱水脱烃采用丙烷制冷工艺，硫黄回收采用 CPS 工艺。桑南净化厂原料气中  $\text{H}_2\text{S}$  含量较少，低于  $1\text{g}/\text{m}^3$ ，脱硫脱碳仍采用 MDEA 法，脱水脱烃采用丙烷和节流阀（J-T 阀）联合工艺。克拉 2 处理厂设计年处理能力为  $100 \times 10^8 \text{m}^3$ ，原料气不含  $\text{H}_2\text{S}$ ，主要是脱烃、脱水，采用 J-T 阀工艺。其他如迪那、牙哈、英买、塔中六等天然气处理场站原料气均不含硫，脱水脱烃多数采用 J-T 阀工艺。

川渝气田天然气主要为含硫天然气，必须经过净化处理后才能外输，所属天然气净化厂主要分布在重庆长寿、垫江、忠县、万州、江津、綦江及四川渠县、大竹、江油、遂宁、仪陇、隆昌、荣县等地，截至 2011 年 5 月底，有天然气净化厂 14 座，共 22 套净化装置，设计年处理能力为  $150 \times 10^8 \text{m}^3$ ，主要采用 MDEA、Sulfinol-D、CT8-5 等化学吸收法脱硫，TEG 法脱水，Claus 及其延伸工艺回收硫黄，SCOT 法处理尾气。

## 三、天然气净化装置简介

一座完整的天然气净化装置通常包括原料气预处理、脱硫脱碳、脱水、脱烃、硫黄回收、尾气处理、酸水汽提、凝析油稳定等主体单元和辅助装置（硫黄成型、消防、污水处理、火炬及放空）及公用系统（新鲜水处理、循环冷却水、锅炉及蒸汽、空气氮气、燃料气）。为了使天然气净化装置正常运转，自动化控制、化验分析、供配电和维修等配套设施也必须设置。

### （一）主体单元

#### 1. 原料气预处理单元

采用重力分离和过滤分离等方法去除原料天然气中夹带的化学药剂、游离水、

固体杂质等物质。

### 2. 脱硫脱碳单元

通过气液吸收、气固吸附和直接转化等途径除去天然气中的含硫化合物和部分  $\text{CO}_2$ ，使其达到商品天然气标准。天然气脱硫脱碳工艺类别较多，但主要是化学吸收法。

### 3. 脱水单元

通过甘醇、分子筛和其他如压缩、冷却、氯化钙吸收及膜分离等方法，脱除天然气中水分，使其达到商品天然气标准中水露点要求。

### 4. 脱烃单元

通过吸附、油吸收、低温分离等方法脱除天然气中轻烃组分。

### 5. 硫黄回收单元

对脱硫、尾气处理和酸水汽提单元产生的酸气进行处理，回收硫黄。目前工业上普遍采用的是各种形式的克劳斯工艺。

### 6. 尾气处理单元

尾气处理是 20 世纪 70 年代后为保护环境发展起来的一种净化工艺，其目的是对硫黄回收装置的尾气进一步处理，使大气污染物  $\text{SO}_2$  达到规定的排放要求，其工艺通常有还原类和氧化类。

### 7. 酸水汽提单元

对各单元来的酸水主要采用蒸汽加热汽提的方法将酸水中的  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  等少量易挥发组分汽提出来，汽提出的酸气返回硫黄回收单元，处理后的酸水进入污水处理装置。

### 8. 凝析油稳定单元

凝析油稳定通过一定的工艺方法把轻组分（主要是  $\text{C}_1 \sim \text{C}_5$  轻烃）从凝析油中分离出来，得到乙烷、丙烷、丁烷等烃类的过程。

## （二）辅助装置和公用系统

### 1. 硫黄成型装置

对来自硫黄回收单元的液硫进行脱气、储存、冷却、成型、计量与包装，主要采用转鼓和钢带冷却成型。

### 2. 消防装置

根据生产特点，在全厂范围内设置消防水池、消防水泵、消防水管网，配备各种消防器材及设施，以备发生火灾时使用。

### 3. 污水处理装置

污水处理装置对生产过程中排出的污水集中进行综合处理，使之达到国家排放

标准，并力争满足中水回用的要求。

#### 4. 火炬及放空系统

火炬及放空系统处理工厂开车、停车及紧急事故情况下排出的原料气、湿净化气、不合格净化气、酸气等，通过火炬燃烧排放，有效减少对环境的污染。

#### 5. 新鲜水处理系统

新鲜水处理系统对原水进行处理，使水质、水量、水压满足生产需要。

#### 6. 循环冷却水系统

循环冷却水系统为整个净化装置提供合格的冷却用水。

#### 7. 锅炉及蒸汽系统

锅炉及蒸汽系统负责供给全装置生产所需的蒸汽，并回收蒸汽凝结水。

#### 8. 空气氮气系统

空气氮气系统为全装置提供工厂风、仪表风和氮气。工厂风主要用于装置开停工吹扫及其他用风；仪表风主要用于驱动各气动调节阀；氮气主要用于装置设备及管线置换、溶液保护、火焰监测保护等。

#### 9. 燃料气系统

燃料气系统为全装置提供燃料气，用于锅炉、燃烧炉、火炬等。

## 第二章

# 生产运行管理机构及职责

### 第一节 生产运行管理机构

生产运行管理是指充分利用现有管理技术和资源，合理组织生产，确保净化装置安全平稳长周期运行。生产运行管理机构的结构如图 2-1 所示，根据净化厂规模的大小，可设置多级生产运行管理机构。

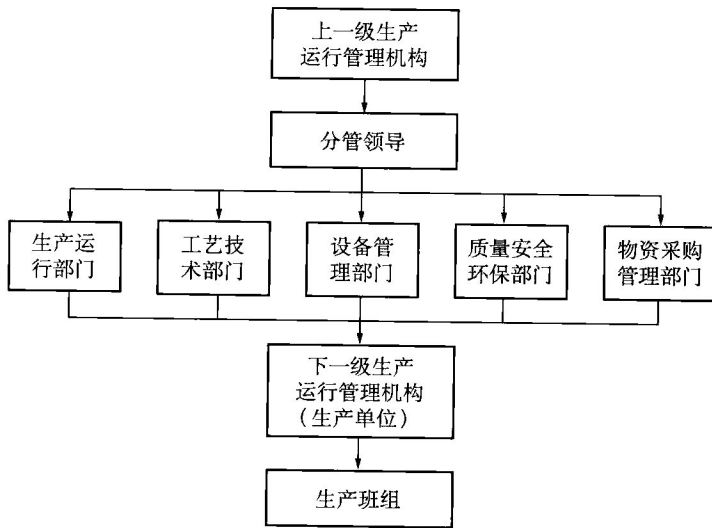


图 2-1 生产运行管理机构图

### 第二节 部门职责

#### 一、生产运行部门

生产运行部门是净化厂生产运行的主管部门，主要职责包括：

- (1) 负责贯彻执行上级有关方针政策法规、相关管理规定。



(2) 负责调度、指挥、协调等生产运行日常组织管理工作。

(3) 负责编制生产运行计划, 收集生产信息, 掌握生产动态, 进行综合分析和总结汇报。

(4) 负责净化装置各类检维修的组织、协调工作, 参与审查各类检维修计划, 并检查监督计划落实情况。

(5) 负责组织开停产方案和检维修作业指导书的审查。

(6) 负责建立和完善净化厂应急体系, 督促指导开展应急演练及效果评价, 组织处理生产运行过程中的突发事件。

(7) 负责水、电、信等综合信息的日常收集和协调工作。

(8) 负责防汛排涝、防震减灾等其他自然灾害抢险工作。

(9) 负责生产运行系统的信息化建设工作。

(10) 负责本部门业务范围内的 HSE 管理工作。

## 二、工艺技术部门

(1) 负责贯彻执行上级有关政策法规、相关管理规定。

(2) 负责净化厂工艺技术管理和组织解决净化工艺技术问题。

(3) 负责组织制定工艺技术文件, 参与装置开停产、系统性检修等方案的审查。

(4) 负责净化厂科技发展规划及年度计划的编制工作。

(5) 负责新技术、新工艺的推广及现场试验项目立项、开题设计审查及实施情况检查与考核。

(6) 负责组织厂级科研项目验收评定、奖励及后评价工作。

(7) 负责制定能耗定额、检查考核定额执行情况。

(8) 负责制定生产化工用料消耗定额, 检查监督定额执行情况。

(9) 参与审查生产用料计划, 参加采购化工原料的技术谈判、质量监督和技术验收工作。

(10) 参与工程项目审查及竣工验收工作。

(11) 负责本部门业务范围内的 HSE 管理工作。

## 三、设备管理部门

(1) 负责贯彻执行上级有关政策法规、相关管理规定。

(2) 负责净化厂机械、电气、仪表等设备的管理。

(3) 负责编制净化厂装置设备的检维修计划。