

钢铁企业燃气设计参考资料

燃气部分



冶金工业出版社

TF083.4

1

3.2

钢铁企业燃气设计参考资料

(氧气部分)

《钢铁企业燃气设计参考资料》编写组

6045/02

冶金工业出版社

A 538463



钢铁企业燃气设计参考资料

(氧气部分)

《钢铁企业燃气设计参考资料》编写组

(限国内发行)

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 14 3/4 插页 2 字数 386 千字

1978年6月第一版 1978年6月第一次印刷

印数 00,001~7,600 册

统一书号: 15062·3327 定价(科三) 1.40 元



前 言

遵照伟大领袖和导师毛主席关于“要认真总结经验”的教导，为了适应冶金工业发展的需要，我们编写了这本《钢铁企业燃气设计参考资料》，供从事钢铁企业燃气专业设计人员参考。

《钢铁企业燃气设计参考资料》分煤气、氧气、燃油三部分（并分别出版）。分别由重庆钢铁设计院、北京钢铁设计院、包头钢铁设计院主编。参加编写的单位有：武汉钢铁设计院、马鞍山钢铁设计院、鞍山钢铁公司设计院、北京市冶金设计公司 and 上海冶金设计院。

本资料内容如与国家 and 上级有关规定、规程有不符之处，应以国家和上级有关规定、规程为准。

我们在编写过程中，曾深入生产现场进行调查研究，收集了生产实践资料，力争能反映广大工人群众在生产实践中所创造的先进经验、先进技术。对技术数据进行了综合、分析与整理，尽力选取比较先进的技术经济指标。初稿曾分别召开了多次三结合的征求意见座谈会及审稿会。编写工作得到国内许多工厂、科研、设计、基建、学校等单位的帮助，特此表示感谢。

由于水平有限、经验不足，本书可能存在不少缺点和错误，
请读者批评指正。

《钢铁企业燃气设计参考资料》编写组

1976年11月

目 录

第一章 氧、氮等空分产品的生产与供应

第一节 氧、氮等空分产品的生产、性能及其应用概况	1
一、氧、氮等空分产品的生产工艺概况	1
二、氧、氮等空分产品的性能及应用	6
第二节 钢铁企业氧气用户及用氧条件	10
一、钢铁企业氧气用途及用户	10
二、用户用氧条件	10
(一) 氧气顶吹转炉用氧	10
(二) 电炉用氧	14
(三) 平炉用氧	16
(四) 高炉富氧鼓风	17
(五) 燃油气化用氧	19
(六) 连续铸钢用氧	20
(七) 机械火焰清理用氧	22
(八) 其他切焊用氧	24
第三节 氧气厂(站)生产规模确定和设备选用	28
一、氧气厂(站)生产规模确定和设备选用的一般技术原则	28
二、氧气平衡	28
三、主要生产设备选用	30
(一) 国产空分设备产品概况	30
(二) 成套空分设备的选用	31
(三) 建设地点自然条件对设备出力的影响	33
(四) 配套设备的生产能力平衡和单项设备选用	40
四、氧气厂(站)生产能力及空分设备生产能力的调节手段	44
第四节 供氧系统	47
一、供氧系统设计中考虑的主要因素	47
二、几种基本的供氧系统	47
(一) 低压供氧系统	47

(二) 高压供氧系统	48
(三) 中压供氧系统	49
三、综合供氧系统	51
(一) 液氧及气氧并行供氧系统	51
(二) 低、中、高压供氧系统	53
四、其他供氧系统	54
(一) 利用管道作为贮器的供氧系统	54
(二) 转炉及高炉同系统供氧系统	55
(三) 局部贮存、调节的供氧系统	56
(四) 中压贮气器内余存氧气回流再加压系统	56
五、供氧系统的压力和功率计算	57
第五节 辅助设备的选用	59
一、供氧系统中的贮气器和缓冲罐的选用和计算	59
(一) 低压贮气器	59
(二) 缓冲罐	61
(三) 中压贮气器	63
(四) 液氧贮存系统设备	73
(五) 高压贮气器	74
(六) 氧气充气台及氧气钢瓶	74
二、氧气生产中其他设备选用	75
(一) 空气过滤器	75
(二) 氨水预冷器组	80
(三) 液氧(液空)排放装置	82
第六节 钢铁企业氮气供应	84
一、氮的用户、用途及用氮条件	84
(一) 转炉密封用氮	84
(二) 钢材热处理保护气用氮	88
(三) 氮肥用氮	90
二、供氮系统	91
(一) 供氮系统设计中考虑的因素	91
(二) 供氮系统示例	92
第七节 钢铁企业氩气供应	97
一、氩的用途、用户及用氩条件	97

(一) 钢铁工业生产中用氩	97
(二) 金属焊接保护气体用氩	100
二、制氩设备及生产情况	100
三、氩气生产规模及供应设施的选定	101
四、氩气充瓶设施	104
(一) 钢瓶处理程序	104
(二) 钢瓶处理装置	104
(三) 充气装置的设备选用	104

第二章 氩气厂(站)的工厂设计

第一节 氩气厂(站)的总图位置及厂(站)区布置	109
一、氩气厂(站)总图位置的确定原则	109
二、总图位置对原料空气的要求	109
(一) 原料空气中的有害气体	109
(二) 原料空气中的固体尘埃	112
(三) 总图位置的确定	112
三、厂(站)区内各生产车间建、构筑物的安全防火距离	115
(一) 厂(站)区内各生产车间建、构筑物的生产类别 及耐火等级	115
(二) 厂(站)区内各生产车间建、构筑物的防火间距	115
(三) 厂(站)区布置中需要考虑的其他因素	118
(四) 几个氩气厂(站)区布置图	122
第二节 生产车间的布置及建筑要求	122
一、氩气(制氩、压氧)车间的布置与建筑要求	122
(一) 车间总体布置	122
(二) 机器间的跨度、高度及起重机械选择	123
(三) 主控室的布置与建筑要求	134
(四) 配电室的布置与建筑要求	136
二、氩气、氩气充瓶间的布置与建筑要求	139
(一) 氩、氩充瓶间的组成与一般布置	139
(二) 充瓶间建筑及结构要求	139
三、氩气净化及充瓶间的布置与建筑要求	140
四、氩压机间的布置	140

五、辅助生产间的布置及生活福利设施	141
第三节 主要生产设备和管道的布置	141
一、生产设备的总体布置	141
(一) 车间内设备的总体布置原则及具体要求	142
(二) 两套或两套以上空分设备的布置方案	142
二、空气过滤器室的布置	146
(一) 吸风管高度、直径及结构	146
(二) 空气过滤器室的布置	147
(三) 几种空气过滤器室与吸风管(室)的布置图	150
三、空气压缩机的布置	151
(一) 压缩机主体及辅助设备的布置	151
(二) 空气管道的设计	153
(三) 离心式空压机的运转噪声	155
四、氧气压缩机及压氧系统布置	158
(一) 氧气压缩机的布置	158
(二) 氧气压缩机的操作室	162
(三) 氧气管道的振动问题	162
(四) 中压供氧系统的氧压调节装置与中压贮气器的布置	162
五、机器间内部管道布置	162
(一) 架空管道	163
(二) 地沟管道	163
六、分馏塔系统的设备布置	164
(一) 布置的一般注意事项	164
(二) 分馏塔的布置	165
第四节 委托有关专业的设计资料	171
一、土建专业	171
(一) 主要委托项目及其内容	171
(二) 委托资料中主要问题	172
(三) 离心式与活塞式压缩机基础的设计条件	174
(四) 分馏塔基础设计条件	178
二、给排水专业	178
(一) 用水连续性的要求	178
(二) 生产用冷却水的种类及对水温、水质的要求	178

(三) 生活及消防用水.....	181
(四) 生产用冷却水消耗量.....	181
三、电力专业.....	181
(一) 供电连续性的要求.....	181
(二) 各生产车间的防雷和电气设备的防爆及火灾等级.....	182
(三) 分馏塔内设备的接地.....	182
(四) 车间照明.....	182
四、机修及化验专业.....	183
(一) 需提供机修及化验专业的资料.....	183
(二) 机修设施.....	183
(三) 化验项目与制度.....	183
五、计器和电讯专业.....	185
(一) 计器专业.....	185
(二) 电讯专业.....	185
六、采暖及通风专业.....	186
(一) 各车间的采暖要求.....	186
(二) 各车间的通风要求.....	186
(三) 主要设备的散热量计算.....	187
七、热力专业.....	187
八、总图运输专业.....	187
(一) 委托设计项目并提供资料内容.....	187
(二) 委托设计时一般要求.....	188

第三章 工艺管道设计

第一节 管道的布置与敷设.....	190
一、管道布置的一般要求.....	190
二、厂区管道的布置.....	191
(一) 架空敷设.....	191
(二) 埋地敷设.....	193
三、用户车间管道的布置.....	194
第二节 管径的确定和压力降计算.....	195
一、管径的确定.....	195
(一) 管道输送能力的确定.....	195

(二) 管道内介质流速的选用	196
(三) 管径计算	196
二、压力降计算	198
(一) 输送压力等于或小于10公斤/厘米 ² 时的压力降计算	198
(二) 输送压力大于10公斤/厘米 ² 时的压力降计算	206
第三节 管道材质、跨距和支架	206
一、管道材质选择	206
(一) 常用管材	206
(二) 各种工艺管道的管材选择	207
二、管壁厚度计算	209
三、管道跨距	211
(一) 管道荷载	211
(二) 管道跨距计算	211
四、管道支架	223
第四节 管道的补偿、推力及减振	225
一、管道的热胀和冷缩补偿	225
(一) 管道的伸缩量	225
(二) 管道伸缩的补偿	225
(三) 自然补偿和人工补偿的计算	231
二、固定支架推力和间距	254
(一) 固定支架的推力计算	256
(二) 固定支架的间距	258
三、管道的振动和减振方法	259
(一) 管道的振动及其影响	259
(二) 管道减振的方法	259
第五节 管道阀门及管道附件	270
一、阀门	270
(一) 工艺管道常用阀门种类及一般选用要点	270
(二) 氧气用阀门的选用	275
二、管道法兰、垫片及管件	278
(一) 管道法兰	278
(二) 法兰垫片	283
(三) 其他管件	283

第六节 管道的隔声、隔冷(热)和防腐绝缘	284
一、管道的隔声	284
二、管道的隔冷(热)	286
三、管道的防腐绝缘	289
第七节 管道设计对施工、安装、检验的要求	291
一、管材和管道附件质量的检验	291
二、除锈与脱脂	291
三、安装要求	292
四、焊接要求	292
五、试压与吹刷	294
六、涂漆	296

第四章 成套空分设备介绍

第一节 国产空分设备种类及技术性能	297
一、产品种类及技术性能	298
(一) 空分设备的分类及型号说明	298
(二) 空分设备技术性能	298
(三) 制氮设备技术性能	298
二、各型设备的工艺流程	301
(一) 中压流程	301
(二) 全低压流程	302
(三) 制氮流程	307
第二节 成套空分设备	323
一、空分设备的配套设备	323
(一) KFZ-300-3型空分设备配套设备	323
(二) KFS-860-2型空分设备配套设备	325
(三) KFZ-1800型空分设备配套设备	327
(四) KDON-800/800型空分设备配套设备	329
(五) KDON-1000/1100型空分设备配套设备	332
(六) KDON-1500/1500-1型空分设备配套设备	335
(七) KDON-3200/3200-1型空分设备配套设备	338
(八) KDON-6000/6000-1型空分设备配套设备	340
(九) KDON-10000/11000型空分设备配套设备	344

二、制氮设备的配套设备	348
(一) YFS-2.5型制氮设备配套设备	348
(二) 4XFS-45型制氮设备配套设备	349
第三节 各型设备的动力及物料消耗	350
一、动力消耗	350
二、物料消耗	355
第四节 各型空分设备单机组布置图	361

第五章 乙炔站及乙炔管道设计

第一节 乙炔生产概况	372
一、概述	372
二、乙炔生产的原料及生产工艺流程	373
(一) 电石的性质及其分解特性	373
(二) 气态乙炔生产工艺流程	375
三、乙炔生产设备	376
(一) 乙炔发生器	376
(二) 辅助设备	382
四、乙炔生产中安全问题	391
第二节 钢铁企业乙炔供应及乙炔站设计	394
一、钢铁企业乙炔用户	394
二、乙炔站工艺设计	396
(一) 乙炔站规模的确定	396
(二) 设备选用和附属设备配置	397
(三) 总平面布置	398
(四) 站房及工艺设备布置	400
(五) 工艺计算	402
三、委托有关专业的设计资料	410
(一) 土建专业	410
(二) 电力和计器专业	411
(三) 给排水专业	411
(四) 采暖通风专业	411
第三节 乙炔管道设计	412
一、管径及压力降计算	412

二、乙炔管道布置和敷设.....	413
(一) 乙炔管道布置的要点.....	413
(二) 厂区架空乙炔管道.....	416
(三) 站内和车间内乙炔管道.....	418
(四) 厂区埋地乙炔管道.....	419
三、乙炔管道的管材及管道附件选用.....	421
四、乙炔管道设计对施工、安装、检验的要求.....	423

附 录

附录一 常用单位换算	424
1. 压力单位换算.....	424
2. 常用制外单位换算.....	425
3. 水的硬度单位换算.....	426
附录二 常用数据	427
1. 常用气体的物理化学常数.....	427
2. 空气的饱和温度.....	429
3. 各种露点温度下空气的含湿及含热量.....	429
4. 几种碳氢化合物的饱和蒸汽压.....	434
5. 二氧化碳的饱和蒸汽压.....	436
6. 氟的压缩度.....	437
7. 氮的压缩度.....	438
8. 海拔高度与大气压力、温度间的关系.....	439
9. 我国部分城市气象资料.....	440
附录三 常用材料	441
1. 铜及铜合金管(板)成分及机械性能.....	441
2. 铝合金管(板)成分及机械性能.....	442
3. 聚四氟乙烯的一般性能.....	443
4. 陶瓷管规格.....	443
5. A型分子筛性能.....	444
6. X、Y型分子筛性能	445
7. 活性氧化铝规格性能.....	445
8. 活性炭规格性能.....	446
9. 硅胶规格性能.....	446

10. 润滑脂规格性能.....	447
11. 常用绝热材料的规格性能.....	448
12. 几种绝热材料制品规格及生产厂.....	450
13. 常用润滑油规格性能.....	452
14. 蓄冷器用的卵石规格性能.....	452
附录四 几种国外空分设备情况	453
1. 1500米 ³ /时空分设备性能及设备简况.....	453
2. 3200米 ³ /时空分设备性能及设备简况.....	454
3. 6000米 ³ /时空分设备性能及设备简况.....	455
4. 10000米 ³ /时空分设备性能及设备简况	456
5. 苏联空分设备性能概况.....	457
6. 日本氧气公司35000米 ³ /时空分设备概况	458

第一章 氧、氮等空分产品的 生产与供应

第一节 氧、氮等空分产品的生产、性能及其应用概况

随着科学技术的发展，氧气在工业及科研诸方面的用途、用量增长很快，氧气的生产工艺和设备也有很大发展。在以空气作为制氧原料时，空气中除氧以外的其他组分如氮、氩、氦、氖、氪、氙等的分离技术日臻完善并使这些产品得到充分利用。解放前，我国制氧工业十分落后，制氧设备（确切名称为空气分离设备，以下简称空分设备）的制造还是空白，解放后，在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线指引下，得到了迅速的发展。国产空分设备，已经有氧气生产能力为 $20\text{米}^3/\text{时}$ 到 $10000\text{米}^3/\text{时}$ 的系列产品以及氩、氦、氖、氪、氙等气体取设备，现正研制更大的设备。氧气的生产规模，单就钢铁企业现有的氧气生产能力来说，约为解放前全国总氧气产量的150倍，氧、氮等空分产品的生产供应，在国民经济中日益具有重要作用和地位。

本资料着重介绍钢铁企业氧、氮、氩的供应和制氧工厂（或车间）的设计。

一、氧、氮等空分产品的生产工艺概况

氧的工业性生产工艺方法，有电解水法、分子筛吸附分离方法以及空气深度冷冻液化分离方法。对大型工业性生产来说，主要仍是采用最后一种方法。

空气是由多种气体组成。干燥空气的主要成分如表1-1所示。

空气深度冷冻分离方法的基本原理是：空气经压缩、冷却和液化后，利用空气中氧、氮沸点不同，采用多次蒸发、多次冷凝的方法进行精馏分离得到产品氧、氮；再按不同用途将产品加

压、贮存和输送供给用户。生产工艺一般由下列几个基本环节组成：空气压缩系统，杂质清除系统，热交换系统，制冷系统，精馏系统，产品加压、贮存和输送系统。在此基础之上，工业性生产设备又按产量的大小、产品要求（气态或液态）、冷量的生产、空气中杂质清除方法等的不同而分为几种类型的流程，即高压流程、中压流程、高低压流程、全低压流程。其中全低压流程是近年来大、中型空分设备广泛采用的流程，它的特点是全部原料空气经压缩机加压到5~6公斤/厘米²①（对应高压、中压、高低压流程来说，空气压力较低，故称全低压），经冷却后在蓄冷器（或板式换热器）中与产品氧、氮进行热交换，同时在此清除空气中的水分和二氧化碳；空气在双级分馏塔中进行精馏分离；采用高效率透平膨胀机进行空气（或氮气）膨胀以制取分离设备所需要的绝大部分的冷量。出分馏塔的氧、氮，根据不同用户的使用要求加压到用户需要的压力后送入管网或充入气瓶。

表 1-1 干燥空气的组成

组 分	符 号	体 积 (%)	重 量 (%)	沸 点① (℃)
氧	O ₂	20.93	23.1	-182.97
氮	N ₂	78.03	75.6	-195.81
二氧化碳	CO ₂	0.03	0.046	-78.2
氩	Ar	0.932	1.286	-185.7
氖	Ne	$(1.5\sim1.8) \times 10^{-3}$	1.2×10^{-2}	-245.9
氦	He	$(4.6\sim5.3) \times 10^{-4}$	7×10^{-5}	-268.95
氪	Kr	1.08×10^{-4}	3×10^{-4}	-151.8
氙	Xe	8×10^{-4}	4×10^{-5}	-109.1
氢	H ₂	5×10^{-5}	3.6×10^{-4}	-252.75
臭 氧	O ₃	$(1\sim2) \times 10^{-6}$	2×10^{-5}	

注：① 指标准状况（简称标况）下的沸点。

全低压流程的示意图，见图1—1。实际空分设备产品采用的全低压流程以及其他各种流程，分别详见本资料第四章。

① 本资料中压力单位，除指明为绝对压力（或简称绝压）者外，都为表压，以下皆同。

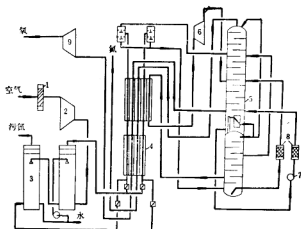


图 1-1 全低压流程示意图

1—空气过滤器；2—空压机；3—氮水预冷器组；4—板式换热器；
5—分馏塔；6—透平膨胀机；7—液氧泵；8—吸附过滤器；9—氧压机

氩、氖、氦、氪、氙等在空气中含量很少，故也称稀有气体。氩气除存在于空气中外，也存在于天然气及合成氨尾气之中并已有工业性生产。氩气除从空分设备提取之外，大量氩是从天然气中提取。

从空气中制取这些稀有气体的基本原理与氧、氮相同，即利用它们沸点不同，从分馏塔不同部位抽出馏分，此馏分都为夹杂有其他组分的粗混合物，它们在分馏塔的分布和抽出部位见图1-2。

各种稀有气体的提取流程简况如下：

1. 氩的提取及精制流程和装置如图1-3所示。从上塔液空进料口之下适当部位抽出原料气（其中氩8~10%，其余为氧及氮）引入粗氩塔精馏后得氩含量约95%的粗氩。将粗氩加压并加入氢气送催化反应炉内清除氧气，再经脱水、干燥后入精氩塔精馏得到99.99%或更高的精氩。工业性生产设备的制氩流程详见本书第四章。目前也有将粗氩在低温下用分子筛吸附的方法去除