

钢铁企业燃气设计参考资料

煤气部分



冶金工业出版社

76.19
810.1

钢铁企业燃气设计参考资料

(煤 气 部 分)

《钢铁企业燃气设计参考资料》编写组

2650-63

冶金工业出版社

钢铁企业燃气设计参考资料

(煤 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 16 7/8 插页 3 字数 443 千字

1978年6月第一版 1978年6月第一次印刷

印数 00,001~8,100 册

统一书号: 15062·3329 定价 (料三) 1.65 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、首钢设计院和上海冶金设计院。

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 煤气供应及管理

第一节 煤气供应	1
一、钢铁企业的副产煤气	1
(一) 高炉煤气	1
(二) 焦炉煤气	5
(三) 转炉煤气	7
二、煤气用户及其对供热的要求	9
(一) 选矿厂还原焙烧车间	9
(二) 烧结车间	9
(三) 炼铁车间	10
(四) 焦化车间	11
(五) 炼钢车间	13
(六) 轧钢车间	15
(七) 机修系统各车间	16
(八) 耐火材料车间	22
(九) 民用煤气	24
三、煤气供应原则	24
(一) 合理利用副产煤气	24
(二) 钢铁企业引入燃料的品种及合理利用	25
(三) 煤气质量标准	26
四、煤气管网压力的波动与调节	26
(一) 煤气产量的波动	26
(二) 煤气消耗量的波动	29
(三) 稳压措施	33
五、煤气贮藏塔	39
(一) 类型及特点	39
(二) 湿式煤气贮藏塔	40

(三) 干式煤气贮藏塔	45
(四) 容量的确定	50
(五) 总图布置	51
六、煤气平衡的编制	53
第二节 煤气管理	56
一、煤气防护站	56
二、煤气调度室	57
三、煤气化验室	58
四、煤气设施的维修机构	58
第三节 对有关专业的设计要求	59

第二章 高炉煤气清洗

第一节 系统设计	66
一、基本要求	66
二、工艺流程选择	68
(一) 大、中型高压高炉煤气清洗工艺流程	68
(二) 中、小型常压高炉煤气清洗工艺流程	69
(三) 中、小型常压锰铁高炉煤气清洗工艺流程	71
三、总平面布置	72
(一) 一般要求	72
(二) 几种类型煤气清洗系统的总平面布置	73
第二节 文氏管的设计与计算	74
一、种类和用途	74
二、工艺设计	79
(一) 基本参数的选用	79
(二) 工艺计算	81
三、结构设计	85
(一) 几何尺寸的确定	85
(二) 供水装置	87
(三) 矩形调径文氏管的设计	90
(四) 加工制造要求	93
四、文氏管计算举例	94

(一) 溢流文氏管	94
(二) 文氏管	97
(三) 矩形调径文氏管	100
第三节 空心洗涤塔的设计与计算	101
一、工艺计算	101
二、结构设计	101
三、供排水设计	105
四、洗涤塔计算举例	108
第四节 卧式水浴除尘器的设计与计算	111
一、卧式水浴除尘器简介	111
二、设备设计	113
(一) 设计参数选择	113
(二) 主要结构尺寸的确定	113
(三) 内筒的形状和螺旋片的数量	115
(四) 一般结构尺寸的确定	117
三、水浴除尘器计算举例	118
第五节 电除尘器的设计与计算	120
一、电除尘器的种类和用途	120
二、工艺设计	125
(一) 提高电除尘器除尘效率的因素	125
(二) 工艺参数的选用	129
(三) 工艺计算	129
(四) 电除尘器和整流器的技术性能简介	131
三、结构设计	134
(一) 沉淀极	134
(二) 外筒直径	139
(三) 电晕极	139
(四) 煤气分配装置	143
(五) 冲洗装置	145
(六) 高压瓷瓶绝缘箱	148
(七) 其他注意事项	150
四、计算举例	150
(一) 管式电除尘器	150

(二) 套管电除尘器	154
(三) 板式电除尘器	155
第六节 干式布袋除尘器	157
一、干式布袋除尘器简介	157
二、设计参数的选用	157
第七节 脱泥脱水设备的设计与计算	159
一、重力式灰泥捕集器	160
二、旋风式灰泥捕集器	161
三、伞形或伞旋脱水器	164
四、填料脱水器	165
第八节 喷水嘴的设计与计算	165
一、渐开线形喷水嘴	166
二、碗形喷水嘴	169
三、矩形三线螺旋芯喷水嘴	169
四、辐射式喷水嘴	172
五、半球形喷水嘴	173
第九节 剩余煤气放散装置、附属设备及清洗区煤气管道...	174
一、剩余煤气放散装置	174
(一) 剩余煤气放散装置的配置	174
(二) 剩余煤气放散装置设计	175
二、附属设备	182
(一) 减压阀组	182
(二) 切断设备	184
(三) 排水器	187
(四) 吹刷放散管	188
三、清洗区煤气管道	188
第十节 对有关专业的设计要求	191

第三章 煤气混合站和加压站

第一节 一般设计原则	198
一、总图布置	198
(一) 一般要求	198

(二) 煤气混合站和加压站的安全防火对总图布置的要求	198
二、煤气混合站和加压站的配置方式	199
第二节 煤气混合站	203
一、调节原理及系统	203
(一) 流量配比调节系统	203
(二) 热值指数调节系统	207
二、工艺设计	210
(一) 一般要求	210
(二) 工艺布置	212
(三) 煤气混合器型式的选择	216
三、混合煤气发热量与混合比的计算	216
(一) 两种煤气混合	216
(二) 三种煤气混合	218
第三节 煤气加压站	222
一、工艺布置及建筑要求	222
(一) 主厂房	222
(二) 辅助生产间	224
(三) 工艺管道及附属设备	230
二、煤气加压机的选择	232
(一) 一般原则	232
(二) 煤气加压机台数的确定	232
三、加压机的电动机计算	235
四、煤气加压机的性能换算	236
五、煤气加压机的技术特性	241
六、设计计算举例	244
第四节 对有关专业的设计要求	252

第四章 架空煤气管道

第一节 管道敷设与计算的一般规定	256
一、管道敷设的规定	256
二、计算数据的规定	259
(一) 许用应力	259
(二) 焊缝系数	263

(三) 计算压力	263
第二节 管道直径选择	264
一、煤气计算量的确定	264
二、压力降计算	265
(一) 直管段的压力降	265
(二) 局部压力降	266
三、管径选择	266
(一) 一般要求	266
(二) 管径的一般选择	267
(三) 加压煤气管道管径的选择	268
四、管径选择举例	268
第三节 管道材料与壁厚	273
一、管材与焊条	273
二、管壁厚度	273
(一) 煤气管道设计壁厚	273
(二) 煤气管道计算壁厚	275
第四节 管道跨距计算	276
一、荷载规定	276
二、按强度条件计算管道跨距	277
(一) 单根管道的跨距计算	277
(二) 多根管道共架的跨距计算	279
(三) 管托处管道切应力验算	284
三、按刚度条件计算管道跨距	285
四、跨距计算举例	286
第五节 增大跨距设计	289
一、组合式支架	289
(一) 支架组合结构	289
(二) 支架与管道的组合结构	296
二、增加管道惯性矩	297
三、拱形管道	301
四、增大跨距计算举例	301
(一) 悬索、悬杆支架跨距计算示例	301
(二) 增加管道惯性矩的跨距计算示例	309

第六节 管托要求及加固圈设计	311
一、鞍形管托的基本尺寸及加固圈设计	311
(一) 管托处管壁压应力及管托宽度的计算	311
(二) 管托处管壁的周向弯曲应力及加固圈设置的界限	312
(三) 管托上加固圈的设计	314
二、圈形管托的设计	317
三、管道跨中的加固圈	317
(一) 设置加固圈的管径界限	318
(二) 加固圈所受荷载与间距的规定	318
四、管托及其加固圈设计举例	323
第七节 管道补偿及推力计算	324
一、管道的补偿量	324
二、补偿器性能计算	325
(一) 波型补偿器	325
(二) 鼓型补偿器	329
(三) 填料型补偿器	331
三、补偿器冷紧时调整数值计算	331
四、自然补偿计算	332
五、支架摩擦力计算	333
(一) 刚性支架的摩擦力计算	333
(二) 半铰接支架的摩擦力计算	336
(三) 固定支架摩擦推力计算	338
六、固定支架推力计算	338
七、管道补偿计算举例	342
(一) L型管段自然补偿计算	342
(二) 立体管段自然补偿计算	343
(三) 直线管段的补偿与推力计算	345
第八节 支架形式与管道布置	347
一、支架形式与选用	347
二、管道布置	348
(一) 一般要求	348
(二) 管道支架布置示例	349
第九节 管道设备与附件	355

一、切断设备	355
二、排水器	359
三、补偿器	360
四、人孔（或手孔）与检查管	362
五、吹刷用的放散管	363
六、盲板、人孔盖板、堵板计算	363
七、导向弯头计算	366
八、滚柱、滚珠强度计算	367
九、托架计算	368
第十节 管道施工技术要求	370
第十一节 对有关专业的设计要求	373

第五章 天然气供配

第一节 钢铁企业天然气的使用	380
一、天然气的成分和对供气的要求	380
二、天然气的应用	381
三、供配系统	382
第二节 天然气管道设计	334
一、选线要求	384
二、管道的输气量、直径和终点压力的计算	385
三、管壁厚度的确定	386
（一）管壁设计厚度	386
（二）管壁厚度计算	387
四、管道的敷设	391
（一）埋地敷设	391
（二）水下穿越	396
（三）穿越铁路、公路及电车路	400
五、管道的防腐	400
六、管道的清扫	406
七、管道的施工技术要求	408
第三节 调压站设计	414
一、配置原则	414

二、系统流程	415
三、工艺设计	415
四、设备选择	418
(一) 调压阀	418
(二) 安全阀	423
(三) 分离器	425
(四) 填料过滤器	427
(五) 阀门及旁通管	428
五、施工技术要求	429
第四节 对有关专业的设计要求	430

附 录

附录一 常用气体的理化参数	434
附录二 常用设计数据和资料	444
(一) 饱和气体含湿量和含热量	444
(二) 水和水蒸气的物理参数	446
(三) 气体状态换算	452
(四) 可燃气体爆炸浓度极限	453
(五) 全国主要城市气象资料	454
(六) 常用计量单位的换算	456
附录三 管道计算图表	458
(一) 管径计算	458
(二) 管道几何特性	482
(三) 管道跨距	486
附录四 常用闸阀及煤气防护设备	498
(一) $Z 44 \frac{W}{T} - 10$ 平行式双闸板闸阀	498
(二) $Z 42 W - 1$ 楔式双闸板闸阀	498
(三) $Z 542 W - 1$ 伞齿轮传动楔式双闸板闸阀	502
(四) $Z 942 W - 1$ 电动楔式双闸板闸阀	502
(五) $Z 41 H - 16 \frac{Q}{C}$ 楔式闸阀	507
(六) $Z 41 H - 25$ 楔式闸阀	509
(七) 煤气防护设备	510
附录五 常用材料规格及重量	511

第一章 煤气供应及管理

第一节 煤 气 供 应

钢铁生产消耗大量的燃料。伴随着炼焦、炼铁、炼钢的生产过程，副产的大量煤气是钢铁生产的主要燃料来源。没有副产煤气或副产煤气不敷使用的钢铁企业都需引入一定数量的补充燃料。充分地利用企业的副产煤气，尽量少引入或不引入补充燃料有着重大的政治和经济意义，不仅可以节约大量的燃料，也可以消除大量放散煤气现象，极大地改善环境保护。

煤气供应的设计是燃气设计的一个重要组成部分。其任务是确定企业煤气和引入燃料的供应方案；平衡煤气的生产与消耗；制定煤气的调节手段及设计企业的煤气供应设施，以期达到合理地利用国家燃料资源，稳定地供应各工艺生产车间以合格的煤气，为工艺生产的优质高产创造必要的条件。

一、钢铁企业的副产煤气

(一) 高炉煤气

1. 产量计算

高炉煤气产量的计算，常用的有如下三种方法：

根据高炉冶炼强度按公式 (1—1) 计算。

$$S_{g_1} = iV B_i H_i \tau_i (\text{千卡/年}) \quad (1-1)$$

$$S_{g_2} = \frac{iV B_i H_i}{24} (\text{千卡/时}) \quad (1-1a)$$

式中 i ——高炉冶炼强度 (吨焦/米³·日)；

V ——高炉有效容积 (米³)；

B_i ——焦炭的高炉煤气产率 (标米³/吨)

H_i ——高炉煤气的低发热量 (千卡/标米³)；

τ_i ——高炉的年工作日（一般取355日）。

根据焦比按公式（1—2）计算。

$$S_{g_1} = cG_i B_i H_i \tau_i \text{ (千卡/年)} \quad (1-2)$$

$$S_{g_1} = \frac{cG_i B_i H_i}{24} \text{ (千卡/时)} \quad (1-2a)$$

$$G_i = kV \text{ (吨铁/日)} \quad (1-3)$$

式中 c ——焦比（吨焦/吨铁）；

G_i ——高炉日产铁量（吨铁/日）；

k ——高炉利用系数（吨铁/米³·日）。

根据高炉鼓风量按公式（1—4）计算。

$$S_{g_2} = (1.35 \sim 1.38) Q_g H_i \text{ (千卡/时)} \quad (1-4)$$

式中 Q_g ——高炉鼓风量（标米³/时）。

焦炭、重油、煤粉的高炉煤气产率可参考表1—1中的数据。

表 1—1 焦炭、重油、煤粉高炉煤气产率（标米³/吨）

焦 炭		重 油	煤 粉
炉料为烧结矿	炉料为铁矿石		
3300~3500	3500~3800	4600~5000	2500~2700

高炉的利用系数、焦比、冶炼强度可参考表1—2中的数据。

表 1—2 高炉利用系数、焦比、冶炼强度

高炉有 效容积 (米 ³)	100% 自熔性烧结矿			50% 自熔性烧结矿			100% 天然铁矿		
	利 用 系 数 (吨/ 米 ³ ·日)	焦 比 (吨/吨)	冶 炼 强 度 (吨/ 米 ³ ·日)	利 用 系 数 (吨/ 米 ³ ·日)	焦 比 (吨/吨)	冶 炼 强 度 (吨/ 米 ³ ·日)	利 用 系 数 (吨/ 米 ³ ·日)	焦 比 (吨/吨)	冶 炼 强 度 (吨/ 米 ³ ·日)
≥1000	1.8~ 2.2	0.55~ 0.65	1.0~ 1.2	1.5~ 1.8	0.65~ 0.75	0.9~ 1.1			
255~620	1.8~ 2.2	0.60~ 0.70	1.1~ 1.3	1.5~ 1.8	0.70~ 0.80	1.0~ 1.25	1.3~ 1.5	0.80~ 0.90	1.0~ 1.2
50~100	1.8~ 2.2	0.65~ 0.75	1.2~ 1.45	1.5~ 1.8	0.75~ 0.85	1.2~ 1.4	1.3~ 1.5	0.85~ 0.95	1.1~ 1.35

不同炉容高炉入炉风量及鼓风机风量可参考表1—3中的数

据。

表 1—3 不同炉容高炉所需的鼓风量

炉 容 (米 ³)	2500	2000	1500	1000	620	255	100	50
冶炼强度 (吨/米 ³ ·日)	1.1~ 1.2	1.1~ 1.2	1.1~ 1.2	1.1~ 1.2	1.2~ 1.3	1.2~ 1.3	1.35~ 1.45	1.35~ 1.45
入炉风量 (标米 ³ /分)	5000~ 5400	4000~ 4400	3000~ 3250	2000~ 2200	1340~ 1460	550~ 600	240~ 260	120~ 130
鼓风机出口风量 (标米 ³ /分)	5500~ 6000	4400~ 4850	3300~ 3600	2200~ 2420	1540~ 1680	630~ 690	280~ 300	140~ 150

注：1. 入炉风量是按每吨干焦耗风量2600标米³计算的。

2. 大型高炉漏风损失系数采用 10%，中、小型高炉漏风损失系数采用 15%。

2. 损失率

高炉煤气的损失，一般有如下几个因素：

(1) 高炉炉体、除尘器、脏煤气管道和洗涤塔的不严密漏泄损失；

(2) 高炉加料，打开料钟时煤气的漏泄损失；

(3) 输送煤气的管道及其他煤气设备不严密的漏泄损失；

(4) 剩余高炉煤气放散于大气中的损失。

前两项通常称为塔前高炉煤气损失，后两项称为塔后高炉煤气损失，四项的总和称为高炉煤气总损失。

塔前高炉煤气损失量与高炉煤气产量之比值称为塔前高炉煤气损失率；塔后高炉煤气损失量与高炉煤气产量之比值称为塔后高炉煤气损失率。高炉煤气损失率可参考表1—4中的数据。

表 1—4 高炉煤气损失率 (%)

企 业 规 模	塔前高炉煤气损失率		塔后高炉煤气损失率	
	小时损失率	年损失率	小时损失率	年损失率
大 型 企 业	3	5	2~3	3~5
中 型 企 业	3	5	3~5	5~7
小 型 企 业	4	7	4~7	7~9

3. 副产高炉煤气的技术参数

(1) 炉顶煤气压力 高炉炉顶压力分为高压及常压。不同炉容高炉炉顶煤气压力可参考表1—5中的数据。

表 1—5 高压操作的炉顶煤气压力

高 炉 炉 容 (米 ³)	255	620	1000~1500	≥2000
炉顶煤气压力(公斤/厘米 ²)	0.5~0.8	0.6~1.2	1.0~1.5	1.5~2.5

注：常压操作时，炉顶煤气压力按0.2~0.3公斤/厘米²考虑。

(2) 炉顶煤气温度 高炉炉顶煤气温度可参考表1—6中的数据。

表 1—6 炉顶煤气温度

原 料 及 冶 炼 条 件		使用冷烧结矿	使用热烧结矿	冶炼特种生铁
炉顶煤气温度(℃)	正常	200~300	350~450	300~500
	事故	500	—	700

(3) 煤气成分与发热量 高炉煤气成分与发热量可参考表1—7中的数据。

表 1—7 冶炼不同铁种的煤气成分与发热量

铁 种	焦 比 (公斤/吨)	高 炉 炉 顶 煤 气 成 分 (%)					发 热 量 (千卡/标米 ³)
		CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂	
炼 钢 铁	550~750	14~16	24~26	1.0~2.0	0.3~0.8	57~59	800~900
	751~950	10~13	27~30	1.0~2.0	0.3~0.8	57~59	900~1000
铸 造 铁	630~750	11~14	26~30	1.0~2.0	0.3~0.8	58~60	850~1000
	751~950	9~12	28~31	1.0~2.0	0.3~0.8	58~59	950~1010
硅 铁	1720~2160	2~5	33~36	2.0~3.0	0.2~0.4	57~59	1100~1200
锰 铁	1620~1760	4~6	33~36	2.0~3.0	0.2~0.5	57~60	1100~1200
铬镍生铁		9.1	28	1.1	0.4	61.4	907
钒 铁		5.6	33.6	1.5	0.6	58.7	1100
镜 铁	1320	7.0	32.4	2.4	0.4	57.8	1085

注：煤气成分与发热量还应考虑富氧、喷吹燃料、湿分等因素变化。