

煤气的燃燒

A. B. 阿尔謝也夫 著

胡彥邦 譯

冶金工業出版社

煤 气 的 燃 燒

燃燒方法及燃燒設備

A. B. 阿尔謝也夫 著

胡 彥 邦 譯

冶金工業出版社

本書係根據蘇聯國立黑色及有色冶金科技出版社 1952 年出版的「煤氣的燃燒」一書譯出。原書作者為東方燃料利用研究所 А. В. 阿爾謝也夫，評閱者為 В. И. 基達也夫 (Китаев) 教授和 П. В. 列甫欽柯 (Левченко) 技術科學副博士。

本書概括了氣體燃料在蒸汽鍋爐和冶金爐內燃燒的材料。簡略地敘述了煤氣燃燒的理論。研究了煤氣有效地燃燒的條件、火炬燃燒法及無焰燃燒法的優缺點。敘述了各種煤氣燒咀的構造以及它們的計算用特性值。

書內還說明了冶金爐及鍋爐使用氣體燃料時在操作上的一些特點。列舉了操作的技術指標，以及設計、建立和使用煤氣網及煤氣燒咀用的計算數據和基本規則，同時敘述了安全技術方面的基本知識。

本書可以供生產工程師，設計師，科學工作者之用。

本書係由黑色冶金設計院工業爐科胡彥邦同志翻譯（其中第八章由齊家典同志譯出），由戎宗義同志校對。

А. В. АРСЕЕВ
СЖИГАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (Свердловск—1952—Москва)

* * *
煤氣的燃燒

胡彥邦 譯

冶金工業出版社（北京市燈市口甲45號）出版
北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

冶金工業出版社印刷廠印

一九五六年八月第一版

一九五六年八月北京第一次印刷（1—3,738）

850×1168 • $\frac{1}{32}$ • 345,000 字 • 印張12 $\frac{10}{32}$ 定價 (10) 2.30 元

書號 0573

* * *
發行者 新華書店

目 錄

序	6
第一章 气体燃料的特性	8
1. 气体燃料的种类	8
2. 天然煤气	12
3. 煉鉄煤气	14
4. 煉焦煤氣	18
5. 發生爐煤气	23
第二章 气体的燃燒	28
1. 燃燒反应	28
2. 燃燒动力学	31
3. 气体的着火与燃燒	34
4. 火焰擴散速度	36
5. 火焰擴散速度和各种因素的關係	40
6. 可見的火焰擴散速度	46
7. 各种簡單气体和气体燃料的可見的火焰擴散速度	51
8. 燃燒过程的强度	55
9. 使煤气燃燒过程合理進行的基本原則	56
第三章 气流的混合	59
1. 前 言	59
2. 沉沒流股	59
3. 一流股流入另一密度的介質中	67
4. 在無限容積內兩股气流的混合	69
5. 在有限容積內气流的混合	73
6. 气流在管內的混合	77
7. 气体混合資料的綜合	86
第四章 火炬燃燒法	89
1. 火炬燃燒法的特徵	89
2. 火炬燃燒过程的解說	90
3. 熱火炬的研究方法	98
4. 熱火炬的气体动力学	99

5. 火炬的温度場.....	101
6. 火炬长度和煤气燃燒的完全性.....	102
7. 火炬散熱的研究.....	112
第五章 無焰燃燒法	115
1. 無焰燃燒法的特點和燒咀的概述.....	115
2. 实验研究.....	118
3. 低熱值煤气的燃燒条件.....	119
4. 高熱值煤气的燃燒.....	127
5. 使用預熱煤气及空气的噴射式燒咀的工作.....	129
6. 回火及其防止.....	132
第六章 煤气燒咀	138
1. 燒咀分類.....	138
2. 煉鉄煤气用的火炬燒咀.....	143
3. 用於煉鉄爐之熱風爐的燒咀.....	164
4. 發生爐煤气用的火炬燒咀.....	167
5. 高熱值煤气用的火炬燒咀.....	176
6. 大气燒咀.....	186
7. 複式燒咀.....	187
8. 燃燒大量低熱值煤气（煉鉄煤气）的無焰燒咀.....	195
9. 燃燒高熱值煤气的無焰燒咀.....	214
10. 其他型式的無焰燒咀.....	232
第七章 在蒸汽鍋爐下煤气的燃燒	235
1. 經濟观念.....	235
2. 用煉鉄煤气加熱蒸汽鍋爐的特點.....	236
3. 煉鉄煤气在蒸汽鍋爐下的火炬燃燒.....	238
4. 煉鉄煤气在蒸汽鍋爐下的無焰燃燒.....	240
5. 無焰燒咀和蒸汽鍋爐燃燒室的配合以及它們的工作指标.....	243
6. 煉鉄煤气和粉煤在蒸汽鍋爐下同時燃燒.....	254
7. 天然煤气在蒸汽鍋爐下燃燒的特點.....	261
8. 高熱值煤气在蒸汽鍋爐下的無焰燃燒.....	263
第八章 冶金爐內煤气的燃燒	265
1. 冶金爐內使用气体燃料的優點.....	265
2. 馬丁爐內煤气的的燃燒.....	266

3.	巨型加熱爐使用煉鉄煤气時無焰燒咀的採用	281
第九章	煤气管道與檢查儀表	284
1.	煤气管道	284
2.	煤气閥	288
3.	檢查儀表	293
4.	煤气流量的測定	295
5.	压力的測定	306
6.	其他儀表	307
第十章	安全技術	309
1.	總 論	309
2.	煤气的爆炸性和消除爆炸的措施	309
3.	某些气体的毒性和防止中毒的方法	312
4.	安全措施	314
5.	煤气燒咀和煤气管道的主要操作規程	315
第十一章	煤气燒咀的計算	318
1.	燒咀个数及燒咀能力的選擇	318
2.	一些輔助計算	319
3.	煤气燃燒的計算	326
4.	火炬燒咀的計算	332
5.	使用煉鉄煤气的大能力無焰燒咀的計算	333
6.	小能力無焰燒咀的計算	362
7.	輸入管道的計算	370
附錄		371
1.	乾天然煤气的計算資料	373
2.	乾煉鉄煤气的計算資料	377
3.	乾煉焦煤气的計算資料	379
4.	乾發生爐煤气的計算資料	382
5.	煤气在完全飽和時的濕度	385
参考文献		386

序

气体燃料的优点以及以气体燃料代替固体燃料在技术上的合理性，已首先为 Л. И. 門德雷也夫申述过了。早在 1888 年他就簡明地叙述了並論証了地下煤層气化的观念。В. И. 列寧在 1913 年 5 月 4 日在真理報上發表之“技術上又一偉大勝利”一文中，曾着重指出此观念对人類之意义。

使操作过程全部机械化与自动化，減輕工作人員之勞動，創造健全与衛生的勞動条件，以及使城鎮空气清潔，凡此种种，在我們社会主义的國家中都有着首要的意义。政府和党對於在工業和生活中廣泛使用气体燃料的工作，过去和現在始終是十分關懷的。

在我國總的燃料平衡方面，气体燃料獲得了愈來愈大的價值。

按照恢復与發展苏联國民經濟的五年計劃的規定，要大規模發展以開採天然煤气和以处理煤、泥煤和頁岩为基础的煤氣工業。

在第十九次党代表大会的決議中，規定繼續發展煉製和使用气体燃料。由於这个決議的結果，在我國燃料總平衡中，气体燃料之比重更將大大地提高。

有鑑於此，合理的气体燃燒方法之探究和適當的燃燒設備之製定，就成了十分迫切的問題。很多科学研究所、設計院以及其他國家機關（中央鍋爐透平研究所 ЦКТИ，全苏熱工研究所 ВТИ，東方燃料利用研究所 ВНИИТ，動力研究所 ЭНИН，鋼設計院 Стальпроект，莫斯科動力學院 МЭИ，莫斯科化工機械製造學院 МИХИ，ТПИ 等等）正專門从事於這些問題的研究。

各种研究的良好結果和我們工廠所積累的大量工業經驗，已使我們在使用煤氣方面獲得了巨大成就，並在這方面超过其他國家。

在資本主義國家內，以各企業主能謀取最大利潤為目的而對天然資源採取掠奪性開採方法，是資本主義技術落後的根本原因。

珍惜天然資源而為全人類保存財富，則是蘇維埃國民經濟的基礎，它為科學技術更有效地發展創造了條件。蘇聯在開採與輸送煤氣時的損耗，比資本主義國家為低，而煤氣燃燒方法和技術則更為完善。

舉例來看，在美國，煉鐵煤氣25%的損耗率被認為是正常的，並用質量較好的燃料來補償這種損耗。

在蘇聯幾個較好的工廠裡，煉鐵煤氣損耗到大氣中去的百分數是6—7，且有繼續降低之傾向。隨着國內設計的大能量無焰燒咀之採用，很多工廠內煉鐵煤氣在燃燒時的損耗實際上已趨近於零。

在氣體燃燒理論方面，蘇聯科學已獲得顯著之成就。蘇聯科學家 Н.Н. 謝明諾夫，Я. Б. 瑞利多維奇，Д. А. 伏蘭克—卡明尼茨基，А. С. 伯利達伏奇傑利夫等人的工作是舉世聞名的。

煤氣空氣混合物的爆炸性及某些氣體的劇毒性，要求我們在使用煤氣燒咀和煤氣網時，特別注意安全技術問題。

關心人在我國是首要的任務。在我國，安全技術問題是與主要技術問題有機地聯系着的，在煤氣網附近操作時要保證採取有效措施以防止一切可能發生的爆炸事故與中毒事故。因之我們在使用煤氣方面的不幸意外是極少的。

關於在工業上使用氣體燃料方面，蘇聯科學和技術獲得了許多理論上和實際上的經驗，我們對於這些經驗的總結還是做得不夠的。

應當認為：把氣體燃料燃燒方面的理論資料和實際資料加以綜合並整理成系統，是非常必要的，這一方面是為了更完善更廣泛地運用工業上的成果，另一方面是為了鞏固蘇聯技術的成就與先進地位。

第一章 气体燃料的特性

1. 气体燃料的种类

在工業方面採用的气体燃料有：天然煤气，煉鉄煤气，煉焦煤气，發生爐煤气，由煤和頁岩煉製的煤气，以及地下煤層气化所得的煤气。

在我國工業上各种气体燃料所佔比重列於表 1 中〔参考文献 25〕。

表 1

气体燃料的產量

煤 气 名 称	平 均 熱 值	1950年產量, %
	仟卡/標準公尺 ³	
天然煤气.....	8500	32.5
煉鉄煤气.....	950	30.0
煉焦煤气.....	3900	20.5
發生爐煤气.....	1400	13.4
由煤和頁岩煉製的煤气.....	4200	3.6

任何一种气体燃料，均係幾种簡單气体的混合物，这些气体中之某幾种是具有燃燒能力的，而另外幾种僅僅是一些多餘的惰性成分。

屬於可燃气体的有氫、一氧化碳、甲烷、硫化氫和各种碳氢化合物 C_mH_n （饱和的：乙烷— C_2H_6 ，丙烷— C_3H_8 ，丁烷— C_4H_{10} ，戊烷— C_5H_{12} ，等等；不饱和的：乙烯— C_2H_4 ，丙烯— C_3H_6 ，丁烯— C_4H_8 ，等等）。

非可燃气体是二氧化碳与氮气。有時也包括氧气，但它並不是惰性成分，因为它在燃燒時是有用的，甚至可以稍微压低与空气同時帶入之氮氣量。

煤气中的氧只在它的含量比率有爆炸危險或者煤气經過高温

預熱的場合下才是有害的成分。在高溫預熱場合下，一部分氣體和燃料中的氧在預熱器中發生燃燒，因此降低了煤氣的熱值及其總的熱含量。

除了上述主要成分而外，在氣體燃料中還含有水蒸氣，有時含有懸浮水份和其他呈汽化狀、滴狀和固體狀態的物質，例如：各種焦油、苯、石蠟、石油、煤粉、礦物質微粒等等。

一般，供給用戶的氣體燃料是事先清除了這些雜質的，除了水蒸氣有時含量較多外，其餘的含量是極少的。

在氣體燃料中包含之物質和簡單氣體的主要物理化學性質，以及它們的含量範圍列入於表 2 及表 3 中。

表 2

氣體燃料之平均組成

燃 料 組 成	在乾煤氣中的含量範圍，%			
	天然煤氣 (噴油井和 純煤氣井)	煉鐵煤氣 (空氣鼓風， 用焦炭和木 炭熔煉)	煉焦煤氣 (低溫煉焦 煤氣和由頁 岩製得之煤 氣)	發生爐煤氣 (空氣煤氣，水 煤氣，混合煤 氣)和地下煤 層氣化所得之 煤氣
氫.....	0	1.5—8.0	6.0—60.0	0.9—50.0
一氧化碳.....	0	27.0—36.0	5.0—16.5	5.0—38.5
甲烷.....	44.0—98.0	0—2.5	17.0—59.0	0—6.9
重碳氫化合物...	0—47.0	0	1.5—7.0	0—0.9
二氧化碳.....	0.1—11.0	3.5—13.0	0.7—60.0	1.6—17.5
氮.....	0—45.0	55.0—61.0	4.0—24.0	3.8—75.9
氧.....	0—2.0	0—0.4	0.5—1.2	0—0.2

所有的氣體燃料通常根據其熱值分為三類：

1. 高熱值煤氣——熱值大於 3600 仟卡/標準公尺³者，
2. 中熱值煤氣——熱值自 1500 至 3600 仟卡/標準公尺³者，
3. 低熱值煤氣——熱值小於 1500 仟卡/標準公尺³者。

簡單气体与蒸汽的物理化学性質

名 称	化 学 式	分 子 量 M [22]	比重 ρ_0 公斤/公尺 ³	气体常数 R 公斤·公尺/公斤·°C	熱 值		沸 點 °C [85]	臨 界 溫 度 °C	臨 界 壓 力 压 [103]	動力黏度 $\mu_0 \times 10^6$ 公斤·秒/公尺 ² [103]	0°C 及 1 公分/公分 ² 時 乾 气 体 黏 度 係數 °C
					最高	最低					
氮	N_2	28.016	1.251	30.26	—	—	—195	—147	33.5	1.70	110
乙 炔	C_2H_2	26.036	1.162	32.56	13964	13483	—83	36	61.6	0.95	278
苯	C_6H_6	78.046	3.482	10.86	36330	34870	80	288	47.9	0.71	700
丁 烷	C_4H_{10}	58.121	2.593	14.59	30692	28281	—10	—	—	0.81	375
丁 烯	C_4H_8	56.105	2.503	15.11	29089	27160	—5	—	—	—	—
乙 炔	C_2H_2	2.016	0.090	420.53	3048	2566	—253	—240	12.8	0.87	72
氧	O_2	32.000	1.429	26.48	—	—	—183	—118	50.0	1.96	127
甲 烷	CH_4	16.043	0.717	52.85	9494	8529	161	—83	45.6	1.06	171
一氧化碳	CO	28.010	1.250	30.27	3018	3018	190	—141	35.9	1.76	102
戊 烷	C_5H_{12}	72.147	3.219	11.75	37712	34818	36	197	34	—	—
丙 烷	C_3H_8	44.095	1.957	19.23	23671	21742	—44	96	47	—	—
丙 烯	C_3H_6	42.078	1.877	20.15	22084	20638	—47	—	—	—	—
二 氧 化 硫	SO_2	64.065	2.927	13.23	—	—	—10	157	80	1.19	375
二 氧 化 氮	H_2S	34.076	1.520	24.88	6068	5585	—52	100	88.7	1.20	240
二 氧 化 碳	CO_2	44.020	1.977	19.27	—	—	—78	31	73	1.44	266
乙 烷	C_2H_6	30.063	1.341	28.20	16533	15185	—94	34	50.2	0.88	226
乙 烯	C_2H_4	28.052	1.251	30.22	15169	14203	—104	10	52	0.97	226
水 蒸 汽	H_2O	18.015	0.804	47.06	—	—	—100	374	225	0.83	930
空 气	—	28.93	1.293	29.27	—	—	—191	—140	39	1.76	117

表 3 (續)

名 称	燃燒 的理 論溫 度°C 〔85〕	着火溫度°C 〔55〕		气 体 和 空 气 的 混 合 物								无爆炸危險 的氮的 含量	混合物的着火范 圍〔104〕	混合物中可燃 气体的最高含 量	混合物中最低 可燃气体的含 量		
		目	至	着火範圍 混合物中可燃 气体的最高含 量		使混合物不能着火時情 性气体的含量, %		氮		二氧化碳						用氮稀釋 時	用氮稀釋 時
				在气 体中	在空 气中	在气 体中	在空 气中	在气 体中	在空 气中	在气 体中	在空 气中						
氮	2632	335	500	2.5	78.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
乙烷	—	720	770	1.4	6.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
苯	2130	490	569	1.7	8.4	94.5	41.0	90.3	28.0	12.1	14.5	—	—	—	—	—	
丁烯	2210	—	—	1.7	9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
氮	2210	530	590	4.1	74.0	94.3	75.0	91.1	61.0	5.0	5.9	—	—	—	—	—	
氮	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
甲烷	2035	645	850	5.3	13.9	83.0	38.0	77.0	24.0	12.6	14.6	—	—	—	—	—	
一氧化碳	2458	610	658	12.5	74.0	80.0	68.0	68.0	53.0	5.6	5.9	15.5	93.9	—	—	—	
戊烷	2140	—	—	1.8	8.4	94.4	41.0	90.7	27.0	12.1	14.4	—	—	—	—	—	
丙烷	2115	530	588	2.4	9.5	93.7	43.0	89.0	30.0	11.4	14.3	2.4	57.0	—	—	—	
丙烯	2254	—	—	2.4	10.3	93.3	43.0	89.0	30.0	11.9	14.1	2.1	52.8	—	—	—	
一氧化硫	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
硫化氢	—	990	487	4.5	45.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
一氧化氮	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
乙烷	2105	530	594	3.1	12.5	93.0	46.0	88.0	33.0	11.0	13.4	4.1	50.5	—	—	—	
乙烯	2343	540	550	3.0	28.6	94.0	50.0	90.5	41.0	10.0	11.7	2.9	79.9	—	—	—	
水蒸气	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
空气	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

註: 比重 $\gamma = 1.2$; 22.4146 公升/标准公尺³; 气体常数 $R = 847.87$; N 公尺/度

2. 天然煤气

最近幾年內，天然煤气的產量在苏联增長得特別迅速，每年達到數十億立方公尺。

苏联所有天然煤气可分为二种基本類型；純礦產煤气，以及与石油一起採得之煤气。第一類煤气的可燃部分主要是甲烷，第二類煤气的成分中大部分也是甲烷，同時还有相当量飽和碳氫化合物（乙烷、丙烷、丁烷等等，參看表4）。苏联主要產地的天然煤气的較詳細成分列於附錄1。

表 4

苏联天然煤气的成分

气 体 名 称	含 量 範 圍, %	
	石 油 井 煤 气	礦 產 煤 气
甲烷.....	44.2—49.7	76.7—97.6
乙烷.....	0.8—17.4	0—4.5
丙烷.....	0.1—16.5	0.1—1.7
丁烷.....	0.2—15.0	0.1—0.8
戊烷.....	0.1—4.0	0—0.6
硫化氫.....	0—5.0	0—1.0
二氧化碳.....	0.2—11.0	0.1—5.4
氮.....	0—30.0	1.2—44.8
氧.....	0—2.0	0

必須指出，天然煤气的成分隨時間而有很大的变化，在文、中曾指出天然煤气熱值的变化在一小時內可達到 20% [22]。

从井內流出的煤气中含有大量礦物雜質、水蒸汽，有時还有水分，而与石油一起採得時則含有石油。当長距离輸送時，为了預防輸送管道及其配件和其他器械的損坏与阻塞，煤气中須預先除去所有的雜質，以及硫化氫等有侵蝕性的元素。

除去天然煤气中的水分一般使用冷凝法，而需高度潔淨時則採用在攝氏零度以下凍結的方法。採用後面一种方法時，煤气中所剩餘之水蒸汽將少至使法蘭內填料乾枯而破坏其气密性。为了

防止法蘭接头的损坏，这样的煤气在送入配給網之前，重新以水蒸汽潤濕之。

清洗过的礦產天然煤气不含或含有少量之重碳氫化合物，沒有毒，但和空气混合在一起則成为具有强烈爆炸性之混合物；所以它漏損到周圍大气中去是危險的。此种煤气沒有气味，因此为了便於發覺它从煤气管道和附屬配件內漏出來，我們就在煤气中添加少量（在150000标准立方公尺煤气中約加1公斤）有揮發性而且有强烈气味之液体。这种方法叫做賦味（одоризация）。

天然煤气从井內噴出時之压力各有不同：由幾十个公厘水柱到100个大气压。当長距离輸送此种煤气時，常建立加压站，使主輸送管内煤气压力保持在20至50大气压之間。而在煤气配給網內之压力則降低至用戶所要求之压力。

長距离輸送天然煤气的管道是埋設在土內的，所以通入配給網的煤气溫度並不高，且在一年內的变化亦很小（ 0° 至 10°C ）。在用戶处的煤气溫度，隨各配給網的分路路線和季節不同，可以有較大的變動。煤气溫度变化最大的是鄰接煤气產地的用戶。

天然煤气的計算資料，如熱值、比重、燃燒時所需之理論空气量、燃燒生成物量等等，可參看附錄1。因为天然煤气的成分變動範圍很大，这些數據祇能在作近似計算時使用。在其他情況下則应当按照送給用戶的煤气实际成分計算上述數據。

天然煤气是高熱值的燃料，用以加熱机械製造工廠和冶金工廠裡的加熱爐和熱处理爐。用於日常生活時十分方便与經濟。在產地及其附近地區人們常利用它來加熱蒸汽鍋爐。天然煤气也用作汽車運輸方面的燃料，在这种情况下需对机械混合物、水分、重碳氫化合物、不飽和碳氫化合物、以及侵蝕性气体的清除質量提高要求。例如煤气內水分的含量不应超过0.1公分/公尺³，硫化氫不应超过0.2%。

当用天然煤气加熱時，也和煉焦煤气一样，設備操作的熱經濟指标能達到很高的數值①。

3. 煉鉄煤气

煉鉄煤气是在煉鉄爐內熔煉生鉄時作为副產品大量提取的。

煉鉄煤气的平均發生量約为每噸焦炭得 4000 标准公尺³ 乾气,或每熔煉一噸生鉄得 3900 标准公尺³ 乾气 [23]。当熔煉特殊标号的生鉄因而消耗更多燃料時,每噸生鉄的煤气發生量則略为多些。

煉鉄煤气僅有一部分供煉鉄車間本身所需(用以加熱熱風爐的煤气消耗量約为發生量的 15—30%),其餘的煤气可用在冶金工廠的其他車間內。

煉鉄煤气的特點是含有大量氮气和二氧化碳等惰性成分(見表 2),熱值較低。因之燃燒時所產生的溫度較低,在冶金爐內使用困难。

当用煉鉄煤气加熱冶金爐時,必須將空气和煤气高溫預熱,这样就牽涉到一系列設計、建築和操作上的困难。

煉鉄煤气的火炬是透明的,輻射能力不大;所以当使用煉鉄煤气加熱某些爐子例如馬丁爐時,必須添加液体燃料(重油或焦油)或含有大量碳氫化合物的气体燃料(如煉焦煤气)以增加火炬的亮度。

煉鉄煤气用在動力方面是很好的燃料,但是不久以前,它在蒸汽鍋爐燃燒室內的应用技術还不够完善,化学燃燒極不完全,因之操作困难。在大能力的無焰爐組被我們苏联熱工技術人員設計出來並运用到工業中去以後,煉鉄煤气用於鍋爐已有較高之效率。

煉鉄煤气的主要用戶是煉鉄車間的熱風爐、煉焦爐、鼓風站和電力站裡的蒸汽鍋爐、軋鋼車間的加熱爐、馬丁爐和其他許多設備。

在較好的冶金工廠裡,煉鉄煤气消費的大致的相对比例(以煤气發生量为 100)为:熱風爐为 17;煉焦爐为 25;蒸汽鍋爐为 25;加熱爐为 13;馬丁爐为 10;損失为 10。

煉鉄煤气的成分隨煉鉄爐熔煉時所採用燃料的種類以及所煉生鉄的品種而定（參看附錄 2）。在附錄內所載的煉鉄煤气成分和過去介紹的煉鉄煤气平均成分〔47 及 62〕有很大出入，該一平均成分是各種熔煉情況下所發生的煤气之成分平均值。

最近二十年來，使用木炭熔煉的煉鉄爐已急劇地減少，現在還使用着木炭的僅僅是烏拉爾的一些小煉鉄爐，絕大部分的煉鉄爐是使用焦炭的。

木炭爐所發生的煉鉄煤气與焦炭爐所發生的不同，它因為氫和甲烷的含量較多，所以熱值較高。

使用天然的煙煤和泥煤熔煉生鉄時所獲得之煉鉄煤气，其成分數據只可作大致估計用（參看附錄 2），因為這兩種燃料並未廣泛地應用於煉鉄車間的實際操作中。

熔煉特殊生鉄（錳鉄，矽鉄等）所得之煉鉄煤气，與熔煉製鋼生鉄所得之煤气相比，一般含有較多的 CO，因之具有較高的熱值。

在小爐子上熔煉生鉄時所得之煉鉄煤气，其中一氧化碳含量比在大型煉鉄爐上所得者為高。當熔煉製鋼生鉄時，煤气熱值之差可達 100 仟卡/標準公尺³ 乾氣。

由煉鉄爐內引出之煤气含有大量灰塵，需在以後用許多專門設備來除去。根據煤气除塵器形式的不同，供給用戶的煉鉄煤气內含有不同數量的灰塵。在應用不同型式的煤气除塵器時，煉鉄煤气含塵量的平均值列於表 5 內。

髒煤气在燃燒和輸送上，在操作上有許多嚴重的不便，因此在巨大的新式工廠裡照例都將煤气進行精洗。為此這些工廠都設有洗滌機或靜電除塵設備。可以指出，當熔煉錳鉄和矽鉄時，所產生的煤气內的灰塵很分散，因而很難除盡。

灰塵的元素成分是隨爐料成分和爐況而變化的。它的主要成分是礦粉（鉄的氧化物）〔7〕。煉鉄煤气灰塵的可溶性已在全蘇熱工研究所進行過確定，結果指出開始變形溫度是 1050°C，軟化溫度是 1140° 在 1170° 熔化成液體狀態〔21〕。上述數據是對

煉鐵煤气的平均含塵量

煤 气 除 塵 方 法	清洗後的含塵量 克/標準公尺 ³ 乾气
設於煤气管道上的乾法除塵器·····	1.0—25.0
所謂洗滌塔法的濕法除塵·····	0.1—1.0
用網狀過濾器的乾法除塵·····	0.02—0.030
洗滌機·····	0.010—0.030
二次的靜電除塵設備·····	0.005—0.020

某一成分的灰塵而言的，不能應用於任何一種煉鐵煤气的灰塵上，但它能說明煉鐵煤气灰塵的熔點是不高的。

熔煉錳鐵時所得煤气內之灰塵，其組成中氧化矽、氧化鋁和石灰的含量較高（約高 1—1.5 倍）。這種灰塵有膠結性質，能形成堅硬的很難除去之物，沉積在煤气管道和煤气清洗設備的排水溝內。假如還考慮到這種灰塵極為分散，很難搜集，那麼很多工廠在煉錳鐵時將煉鐵煤气棄去不用的原因就很清楚了。

當把熔煉錳鐵和矽鐵時所得髒煤气送至蒸汽鍋爐下燃燒時，即使不積成渣，在受熱表面上也會出現很多粘結的灰塵，很難用吹風設備將其吹去，也不會熔合成塊，但很易用錘子括淨。

關於煉鐵煤气灰塵的易熔性問題沒有獲得重視，只是因為髒的煉鐵煤气現時已很少用來燃燒。

剛出爐頂的煉鐵煤气，一般的濕度根據爐料和鼓風的乾濕度不同而在 50—80 克/標準公尺³ 之範圍內變動。在爐子的冷卻器損壞時濕度可能有些增加。

在所有的清洗煉鐵煤气的現代化方法中，幾乎都採用將很細的水霧噴散到煤气中去的方法，這時煤气完全為水蒸汽所飽和。所以，用戶處煉鐵煤气中的水蒸汽含量照例是根據溫度來確定的，並且可以從煤气為水蒸汽飽和的曲線中查得（圖 1 及附錄 5）。

因之，當煤气未充分冷卻時，它的濕度可能是很高的，甚至