

烟化炉

上海冶炼厂 編著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书系上海冶炼厂根据該厂烟化法处理有色金属廢渣的实际經驗,并参考有关資料編写而成。內容比較全面,曾在1959年“全国杂銅冶炼經驗交流會議”上作过介紹,可供从事金属冶炼工作者参考。

烟 化 炉

上海冶炼厂 編著

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可登記出 000 号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

上海市印刷六厂印刷

开本 787×1092 1/32 印張 1 18/32 字數 34,000

1960年1月第1版 1960年1月第1次印刷

印数 1-2,000

統一書号: 16119·1397

定 价: (十) 0.17 元

前言

天下無不是之父母，教子方為慈。用嚴而愛，方為慈。慈而嚴，方為慈。慈嚴相濟，方為慈。慈嚴相濟，方為慈。

目 录

前言	
第一章 烟化法原理及其应用	1
第二章 烟化工艺过程	7
烟化作业流程	7
主要设备	8
生产过程及技术控制条件	10
事故产生原因及处理方法	21
技术经济指标及工作組織	23
第三章 收尘	28
概述	28
布袋收尘系統	30
烟化炉收尘设备利用情况	39
第四章 烟化炉的设计計算	40
设计方案的決定	40
熔化炉与烟化炉生产力平衡計算	41
炉体构造及其主要尺寸	44
热平衡計算	46
参考資料	48

第一章 烟化法原理及其应用

烟化法是适合于从炉渣中提取锌、铅、锡以及稀有元素和稀散元素的一种方法。用烟化法处理再生铜渣、铅渣及锡渣等时，可以从这些渣中再提取出铜、铅、锌、锡及其他有用金属。

大多数火法冶金过程，包括炉渣烟化过程在内，都是在高温条件下进行的，同时有液相和气相存在。烟化过程的实质是将熔融的炉渣用空气同粉煤的混合物进行还原吹炼。在高温下由于锌、铅、锡及其化合物的沸点与蒸汽压力不同(表1)，各以不同形态出现。如：锌呈金属锌蒸汽从炉渣中蒸馏出来；铅呈硫化物、氧化物和金属蒸汽从炉渣中分离和蒸馏出来；锡则呈氧化亚锡(SnO)或硫化亚锡(SnS)由炉渣内蒸馏出来等。

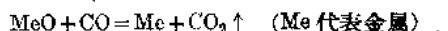
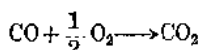
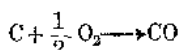
表 1. 锌、铅、锡、铜及其化合物的挥发特性

金属及其化合物的名称	沸 点 ($^{\circ}\text{C}$)	开始挥发的实际温度 $^{\circ}\text{C}$	蒸汽压力(毫米水银柱)		
			800 $^{\circ}\text{C}$	1100 $^{\circ}\text{C}$	1300 $^{\circ}\text{C}$
Zn	907(939)	500~800	190	190	>760
ZnS	1800~1900	1182	—	—	—
ZnO	在电弧温度下	1182	—	—	—
Pb		900	10 $^{-1}$	9	75
PbO	1472(1495)	750~800	<1	14	148
PbS	1281	800	<2	—	>760
Sn	2270	>1400	10 $^{-5}$	10 $^{-2}$	10 $^{-1}$
SnS	1230	约 1000	—	~200	—
SnO	1850(1280)	约 1000	~200	—	~760
SnO ₂	>2000	>1400	—	—	—
Cu	2810	1300	10 $^{-4}$	10 $^{-1}$	1.2

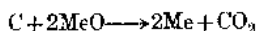
苏联 B. M. 巴齐列夫斯基, B. 重. 維尔涅尔, B. B. 柯斯捷洛夫等人在“关于含鋅、鉛、錫和銅的炉渣的处理”^[1]一文中述及:

金属及其化合物的还原、硫化及蒸发过程是在渣层中进行的,而金属蒸汽的氧化过程则发生于渣层的上面。

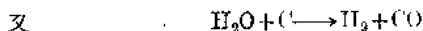
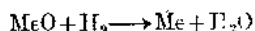
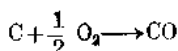
在吹炼炉渣时人們对于金属的还原反应有两种不同的看法。一部分研究工作者认为首先是所有的碳完全燃烧生成一氧化碳和二氧化碳的混合物(两者之比决定于吹入的空气量),此后金属氧化物借一氧化碳的作用开始还原。其主要反应式如下:



另一部分研究工作者认为粉煤燃烧时,立即生成二氧化碳。金属氧化物是在部分尚未燃烧的固体碳的作用下进行还原的,而这一部分碳与熔化的炉渣充分接触,其反应式如下:



R. C. 貝尔、G. H. 透納、E. 彼得等人在“鉛鼓风炉渣中鋅的烟化”^[2]一文中述及“燃烧中碳、氢含量对烟化吹炼时间的影响”(图 1),說明炉渣中金属氧化物的还原是按下列反应式进行的:



鋅、鉛、錫氧化物的还原过程是吸热的。因此,为了使上述反应順利进行,必須不断地对炉渣进行加热。在实际工作中,一般用空气和粉煤的混合物来补足热量。它們发出的热量比氧化物还原时所需的热量为多。

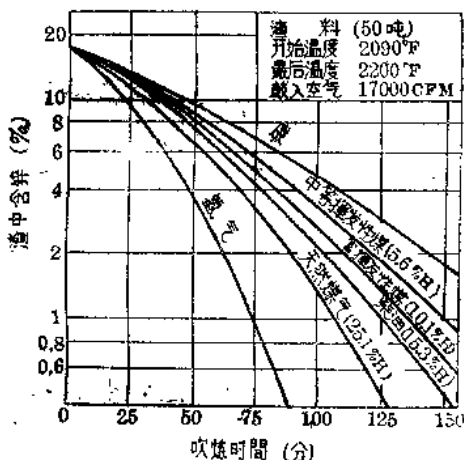
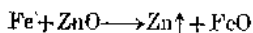


图 1 燃料中碳、氢含量对烟化吹炼时间的影响

当吹炼炉渣时,不仅鋅、鉛、錫的氧化物可以还原,即使铁的氧化物也有还原的可能。但是一般对后者的还原是极不希望的,因为它会形成含铁炉渣与部分还原的錫結合成 Sn-Fe 合金,要从 Sn-Fe 合金中回收錫是非常困难的。当炉渣中含有足够的氧化鋅时,生成的金属铁随又重新接下列反应式进行氧化:



由此,当炉渣內的鋅逐渐减少时,出現金属铁的危險性愈大。为了避免这种現象,应该注意炉渣的温度,使不超过 $1300 \sim 1350^{\circ}\text{C}$ 。当二氧化硅不足时,不应当处理含氧化鈣过多的炉渣,一般經驗,二氧化硅与氧化鈣含量的分子比 (SiO_2 :

CaO) 不应低于 2。

实际上,当发生铁还原的危险时,一般采取的办法:是以加入冷炉渣来降低炉渣的温度,或添加石英砂以增加其酸度,或使锌的挥发度在适当的范围内得到限制;并增加过量空气以降低空气和粉煤混合物的还原能力。但是不允许混合物具有氧化性质,因为这会引起含铁炉渣的迅速氧化,其特征是氧化亚铁转变为磁性氧化铁和形成纯铁体,结果使炉渣的熔化温度和粘度强烈的增高,致使炉渣冷凝,有形成炉瘤的危险。

烟化的炉渣,其二氧化硅含量不应高于 38~40%。因为酸性炉渣粘度很大,不可能实现烟化过程。这是由于在吹炼过程中,锌和其他金属逐渐蒸发,硅酸含量不断提高,炉渣粘度从开始吹炼到終了大约增加一倍。这个情况在苏联 B. M. 巴齐列夫斯基, B. Ф. 维尔涅尔, B. B. 柯斯捷洛夫著“关于含锌、铅、锡和铜的炉渣的处理”一文中曾经提到,且已为 Ф. 布列杰利和 P. 菲赫特的试验所证实。如弗那意别尔格斯基试验用的铅炉渣,在利用粉煤空气混合物还原时,它的成分和粘

表 2 弗那意别尔格斯基炉渣的成分和粘度变化表

成分	含 量 (%)				温度 (°C)	粘 度 (泊)			
	开始时	吹风 1 小时后	吹风 2 小时后	吹风 3 小时后		开始时	吹风 1 小时后	吹风 2 小时后	吹风 3 小时后
SiO ₂	30.2	31.8	33.9	34.1	1080	36.0	18.5	冻结	冻结
CaO	4.6	—	—	3.6	1100	10.8	10.0	16.5	27.0
FeO	38.4	38.1	42.5	42.5	1150	6.35	5.5	8.5	10.0
Fe ₂ O ₃	5.7	5.9	3.3	4.0	1200	4.1	3.75	5.3	7.3
CuO	0.6	—	—	0.5	1250	3.0	3.0	3.65	5.3
ZnO	11.6	8.5	8.4	1.4	1300	2.30	2.5	2.8	3.65
MgO	1.2	—	—	1.3	1350	1.05	2.2	2.4	2.8
PbO	2.8	1.3	0.1	痕迹					
S	2.3	—	—	1.2					
SnO ₂	0.22	0.14	0.08	0.04					
Al ₂ O ₃	3.90	—	—	4.5					

度变化情况有如表 2。

在烟化过程中为回收炉渣中的铜、镍及贵金属等，一般系加入硫化剂(如黄铁矿)使铜、镍均成冰铜形态分离出来，富集贵金属于冰铜内。并且有两种作法：一种是在分离出冰铜之后，再将炉渣注入炉内烟化；另一种是在烟化后期加入硫化剂

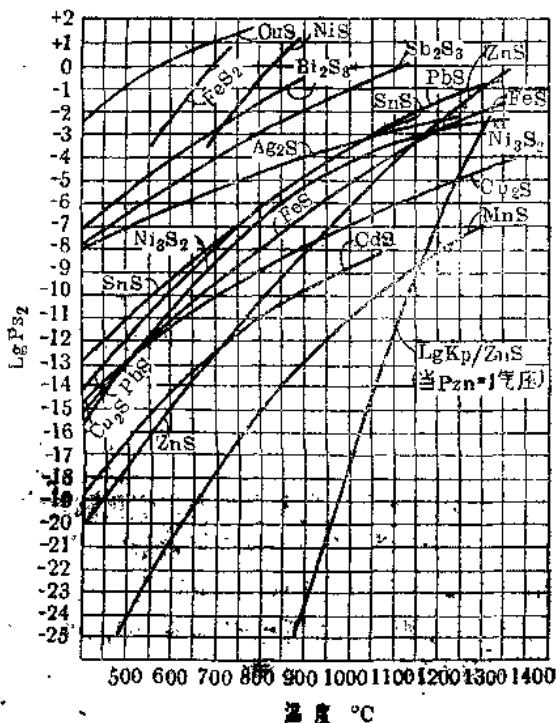
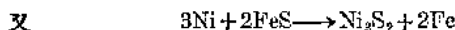
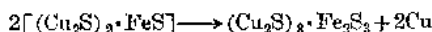
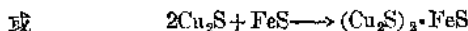
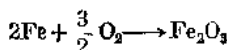
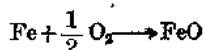
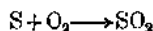
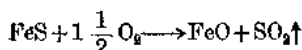
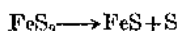


图 2 硫化物离解压变化与温度关系

形成冰铜，再从沉淀车底部回收。这一过程借金属与硫的亲合力不同(图 2)，得知在高温下确有可能进行上述基本反应。如：



由于黄铁矿的加入,同时带来了另一些优缺点:

优点: 金属铅、锡有被硫化的可能,由于铅、锡硫化物在同一温度下的蒸汽压力大于金属及其氧化物的蒸汽压力,故收集的烟尘中,部分铅、锡以硫化物存在;即相应的增大了铅、锡挥发程度。

缺点: 由于黄铁矿的加入,炉气内有二氧化硫气体,妨碍工場环境卫生,对收尘设备也有一定的侵蚀。

到目前为止,一般认为在工业上应用烟化法吹炼和处理廢渣,比采用炉渣的飄悬熔炼、磨細的炉渣氯化处理、回轉窑的烟化法和以碱溶液进行水法处理等均为优越,在经济上也比較合算。因此一般工业上均采用烟化法来处理再生銅渣和鉛、錫、鋅渣,回收其中銅、鉛、鋅、錫、鎳等有用金属及其他稀有金属。

第二章 烟化工艺过程

烟化作业流程

烟化作业流程，一般的都大同小异。下面介绍的是上海冶炼厂的烟化炉和烟化工艺过程。其主要特点是：利用烟化炉废气热量来熔化固体再生铜鼓风炉渣，节约了燃料。其生产流程如图3。

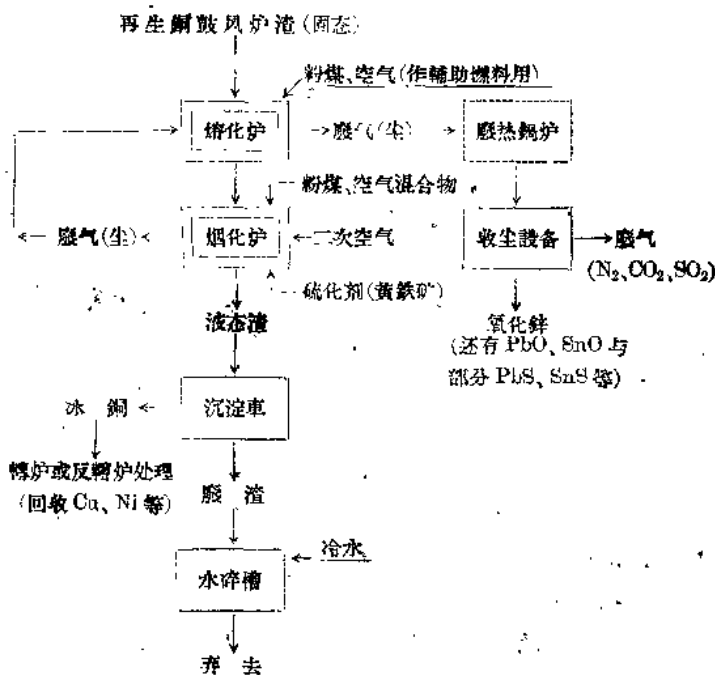


图3 生产流程图

（废热锅炉尚未正式使用，故用虚线划出）

主要設備

上述烟化法所用的設備，主要為熔化爐與烟化爐，另外還有煤的加工設備和輸送設備以及收塵設備等。同時，各廠處理的廢渣形態不一，有的是液態廢渣直接裝入烟化爐進行烟化吹煉的，有的是固態廢渣經過熔化後再裝入烟化爐處理的。但一般認為前者較好。

一、熔化爐（圖4）

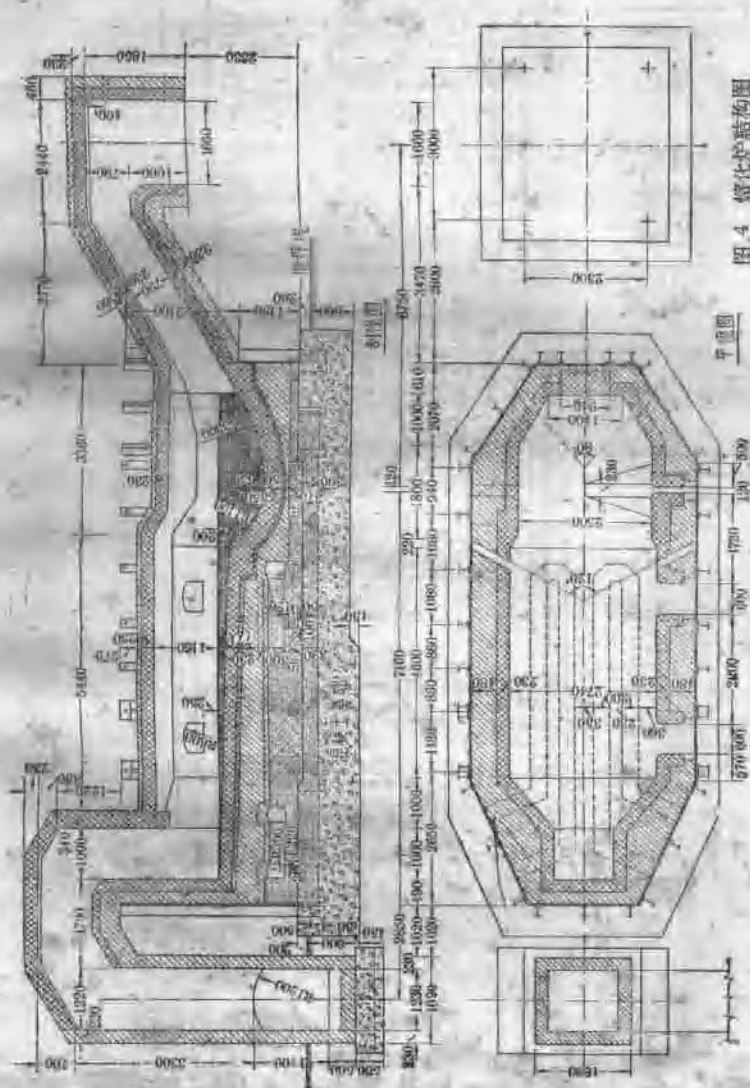
熔化爐的作用是預先熔化固體爐渣。熔化爐的加熱方式有兩種，即用重油或粉煤加熱（應用4個噴咀給送粉煤）和利用烟化爐的廢氣熱加熱（將熔化爐與烟化爐用短烟道連通）。熔化爐爐身分成兩個部分，即爐渣熔化帶與爐渣過熱帶。爐全長8.62米，寬2.5~2.75米。爐床面積21.7平方米，其中熔化帶15平方米，過熱帶6.7平方米。

爐渣裝入熔化爐亦有兩種方式：一種是利用機械由側部爐牆裝入，另一種是以人工由600毫米寬的爐門裝入。爐渣只加在熔化帶，待熔渣流入過熱帶後，由專用放渣口放入渣煲內再加入烟化爐，或直接放入烟化爐內。

熔化爐爐體構造與一般以粉煤作燃料的銅精煉反射爐相似。爐底、爐牆、爐頂的內襯均以鎂磚砌成，其餘為粘土磚。爐基用鋼筋混凝土灌注，爐牆用鋼架加固。按計算，鋼架選用200×100毫米工字鋼雙拼組成，拉杆採用40毫米圓鋼（熔煉爐亦可選用以焦炭作燃料的化鐵爐型式）。

二、烟化爐（圖5）

烟化爐構造的特點是具有半水套或全水套長方形的鼓風爐型式，但具有轉爐型風口。爐體內部尺寸：寬（風口区水套之間）1.06米，長1.66米。爐子有效截面積1.5平方米。爐



床水套由耐熱鑄鐵制成，并鑄有水冷却鋼管。側部水套插入炉床水套凹入部分，相互栓住，間隙以石棉填塞。

水套及炉渣重量均置在千斤頂上。水套上部的炉体由两块磚厚的耐火磚砌成，內衬是鑲磚，外层是粘土耐火磚。外面以鉄板和鋼架加固，砌磚与鉄板外壳之間填石棉板或渣棉。

液体炉渣經過炉砌体上的孔洞（ 400×400 毫米，高出炉床水套 2 米），沿流槽注入炉內。經過吹炼的炉渣通过專門鑄造在水套內的一个排出口（位于炉床水套水平上 80 毫米处）放出，孔径 80 毫米。

为了维护水套，在水套內表面涂磚屑粘土及附着保护膜渣层一层，其厚度視炉油温度与冷却水的消耗量而定。一般厚度为 50 毫米，并借冷却水的消耗量作标准，来調节保护膜的厚度。为使吹炼期間保护膜不致损坏和不使在炉床上形成炉結，因此在全部側水套上焊有圓鉄銷（直径 12 毫米，长 50 毫米），銷与銷之間相距 100 毫米，牢固地保持水套上的保护膜，使其不致损坏（图 6）。对于炉床水套上的保护膜，应特別注意，厚度过大时会把排出口冻结。鑄鉄炉床的水套就是炉底，炉底以鑄在其內的鋼管进行流水冷却。

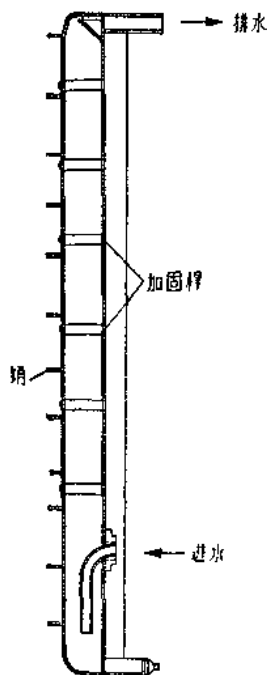


图 6 水套結構图

空气与粉煤混合物以轉炉型风口（有球形封門）送入，与轉炉风口不同之处是它有两个进口。一个进口靠近炉子，供空气粉煤混合物进入；另一个进口靠近

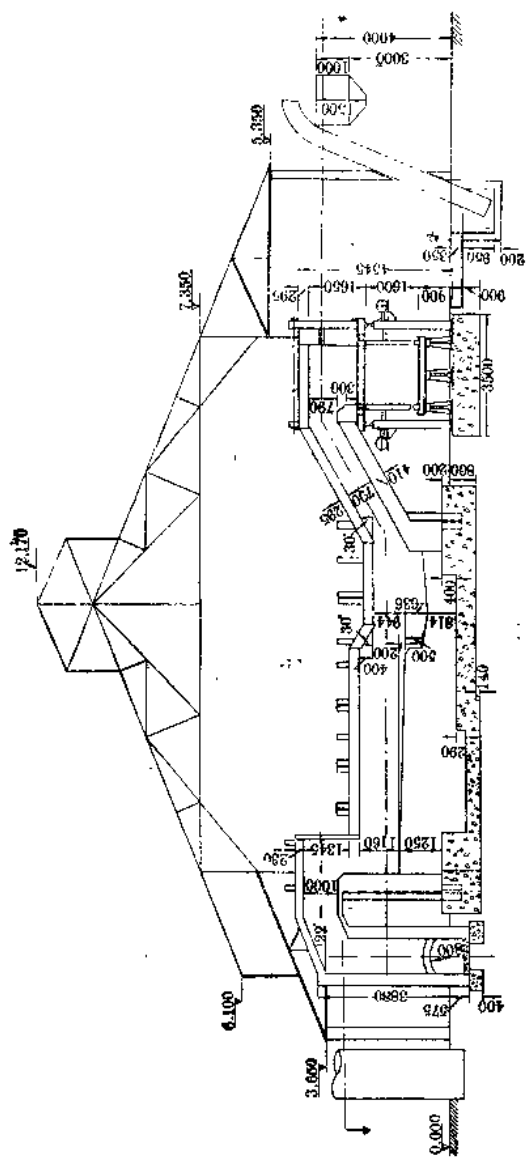


图 7 烟化炉设备布置情况

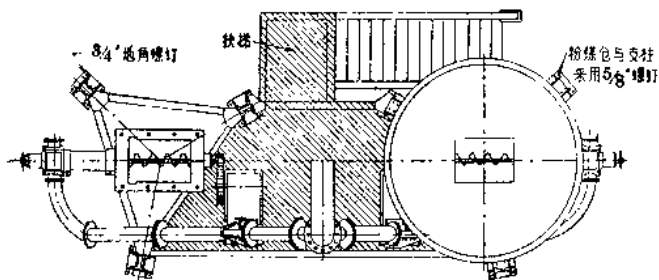
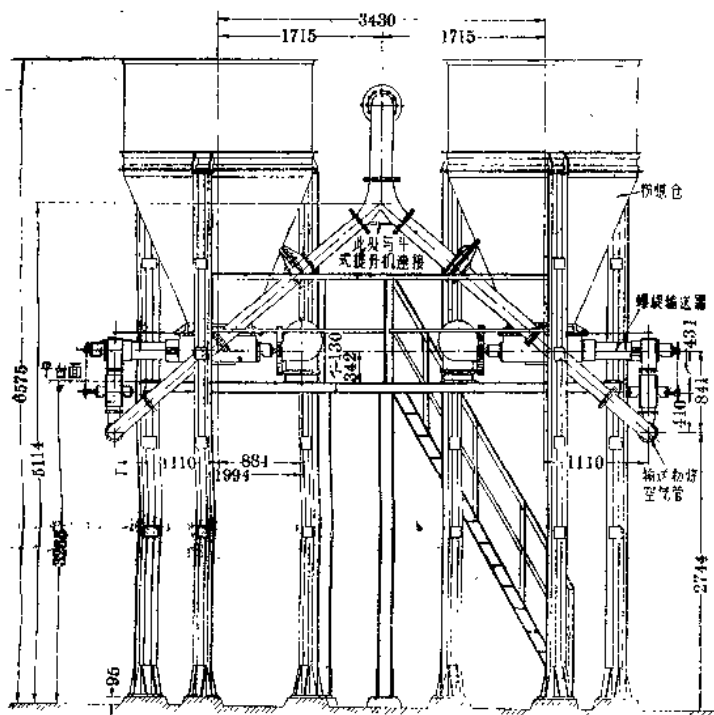


图 8 粉煤供给系统主要设备图