

建筑材料生产加工丛书

土法制造高标号水泥

施 維 德 編

上海科学技术出版社

土法制造高标号水泥

施維德 編

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书根据土法生产高标号水泥发展以来至 1959 年初为止上海水泥厂及其他方面的各項資料而編成，选載了新窑型、新設备，对于生产中的关键問題也着重指出。內容分总說、窑、磨、原料和燃料、配料、生熟料、生料制备及成球、熟料燒成处理、水泥成品、生产控制、质量土法檢驗、生产控制檢驗等部分。

建筑材料生产加工丛书 土法制造高标号水泥

編 者 施 維 德

*

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証出 093 号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总經售

*

开本 787×1092 耗 1/32 印張 2 18/32 插頁 1 字數 55,000

1959 年 8 月第 1 版 1959 年 8 月第 1 次印刷

印數 1—10,000

統一書号: 15119 · 1312

定 价: (十二) 0.34 元

前 言

大跃进以来，各地筑建、水利工程成倍地增加，原来各地大厂生产的水泥，在数量上无法满足各地需要；为了解决这一矛盾，河南省首先大搞土法制造高标号硅酸盐水泥，建立起水泥工业网，以满足地方上的需要。这个成功的经验，很快的发展到全国各地，形成了遍地开花的局面。于是土法水泥工作者的人数和技术力量，以飞快的速度成长起来了。

对水泥工业来讲，土法制造与洋法制造所用的原料和运用的基本原理是一样的，仅在设备上和工艺上有所不同和对成品质量要求上，略有宽严之分。一年来，在国内有关期刊上发表了許多从实践中提出的土法经验，犹如一颗颗明珠，非常可贵。编者以基本原理把这些经验贯串起来，整理出一套土办法来，以备参考；并为便于进一步研究起见，提出了参考文献。希望通过这一本小册子，对推广土法制造高标号水泥起一些作用。

编者限于水平，匆促执笔，谬误在所难免，对所运用的资料体会不深，也易于发生错误，希望水泥工作者指正。

編 者

1959年2月

目 录

前 言

一 总說	1
二 土法立窑	2
1. 自动吸风窑	2
2. 有鼓风机的立窑	6
三 破碎粉磨设备	16
四 原料和燃料	18
1. 原料	18
2. 燃料	27
五 三种配料方法	29
1. 小样试验法及调整配料比例的方向	29
2. 酸硷滴定法	32
3. 烧失量法	33
六 生料及熟料	34
1. 生料烧成熟料的过程和熟料矿物的特性	35
2. 对生料及熟料的化学成分之要求	36
七 生料的制备及成球	41
1. 以石灰石为主要原料	42
2. 以石灰为主要原料	42
3. 以泥灰岩为主要原料	43
4. 成球	44
八 熟料的烧成及处理	52

1. 自动吸风窑操作要点	53
2. 有鼓风机的立窑操作要点	54
九 水泥的制成	62
1. 熟料的粉磨	62
2. 水泥的包装出厂和堆存	63
十 生产控制	64
1. 石灰石配料生产工艺流程图及生产控制点	65
2. 石灰湿法配料生产工艺流程图及生产控制点	66
十一 水泥质量的土法检验	67
1. 细度	67
2. 水泥净浆的标准稠度	68
3. 凝结时间	68
4. 安定性	69
5. 强度试验	69
十二 生产控制检验	72
1. 水分检定(碎石、粘土、消石灰等)	72
2. 细度	73
3. 饼重(熟料)	74
4. 烧失量(石灰石、消石灰、生料、熟料、水泥等)	75
5. 酸硷滴定(石灰石、生料等)	77
6. 化学分析	78

一 总 說

常見的高标号水泥，是一种建筑材料，北方叫洋灰，华南称土敏土，是普通硅酸盐水泥，旧名波德兰水泥（以后简称水泥）。

水泥的质量，首先表现在它的强度上面。如果我们把水泥样品按照标准方法做成试体，养护 28 天，用压力机破型，试得试体每 1 平方公分能承受 500 公斤压力时，这种水泥的“标号”就是 500 号；如能承受 400 公斤，则标号是 400 号^①。水泥标号有低到 200 号或更低的，也有高到 600 号的，各有其不同的经济价值。一般的概念把 400 号以上的水泥当作高标号水泥，300 号以下的当作中、低标号水泥。

我国原有的水泥厂，大都是用洋设备大规模生产水泥的，自从大跃进以来，劳动人民创造了許多土办法生产了硅酸盐水泥，最突出的是河南省用自动吸风窑以白垩土制成了水泥；另外，济南水泥厂型式的土洋结合的、有鼓风机的立窑，也得到了广泛的推广，这就为土法制造硅酸盐水泥，以遍地开花的小土群方式，迅速满足目前需要，多快好省地建设社会主义，创造了有利条件。

把含有大量氧化钙(CaO)的石灰质原料和含有大量氧化硅(SiO₂)的精土质原料及铁粉（补助以上两种原料中三氧化二铁 Fe₂O₃ 不足时方才用，如果原料中的三氧化二铁成分够了，就不必加），按照适当的比例配合、粉磨、混匀，放到窑里逐渐烧到 1450 度，在这个温度烧一些时候，部分料子熔化，冷了就变成结

① 按照标准规定，尚须试验 3、7 天抗压强度和 3、7、28 天抗拉强度。

实的黑色小块，这种黑色小块就是熟料。熟料和适量的石膏入磨磨成細粉，混和均匀，就成水泥。

熟料、就其化学成分而言，主要是二氧化硅与氧化鈣的化合物，所以属于硅酸盐类。用这种熟料制成的水泥，称硅酸盐水泥。常見的普通硅酸盐水泥，除熟料石膏外，还可以掺加 15% 以下的活性混合材料（如磚瓦屑、煤渣等），或掺加 10% 以下充填性混合材料（如石灰石，或石英砂等）。火山灰质硅酸盐水泥則掺有 20~50% 的火山灰质混合材料；矿渣硅酸盐水泥則掺有 20~85% 水淬高炉矿渣（作为混合材料加入）。

土法生产，以立窑为主体，輔以必要的粉磨設備，即可投入生产。我們談土法生产，就先从土法立窑談起。

二 土法立窑

一年来，由于土法水泥工作者的积极創造和钻研，提出了許多不同构造的土法窑。其中推行較广且已收显著成效的，亦种类繁多，不胜枚举。茲就見聞所及，选择介紹如下：

1. 自动吸风窑

河南省禹县无梁乡創造了一种日产 6 吨的自动吸风窑。窑的有效高度（指从炉栅向上到加料門底部的距离）5 公尺，全高 13 公尺；窑內徑是 $1\frac{1}{3}$ 公尺。窑的图样詳见图 1。炉栅用粗細不同的两种熟鉄条組成；粗的固定在窑墙上，細的可以在卸料时抽下来（这种活动炉栅对卸出結成块的熟料是困难的，建議做人字型炉栅，并在炉栅上面开二个卸料門）。进料和进燃料的一个門砌在窑身上部，經常密閉，只有在加料时打开，以加强通风。

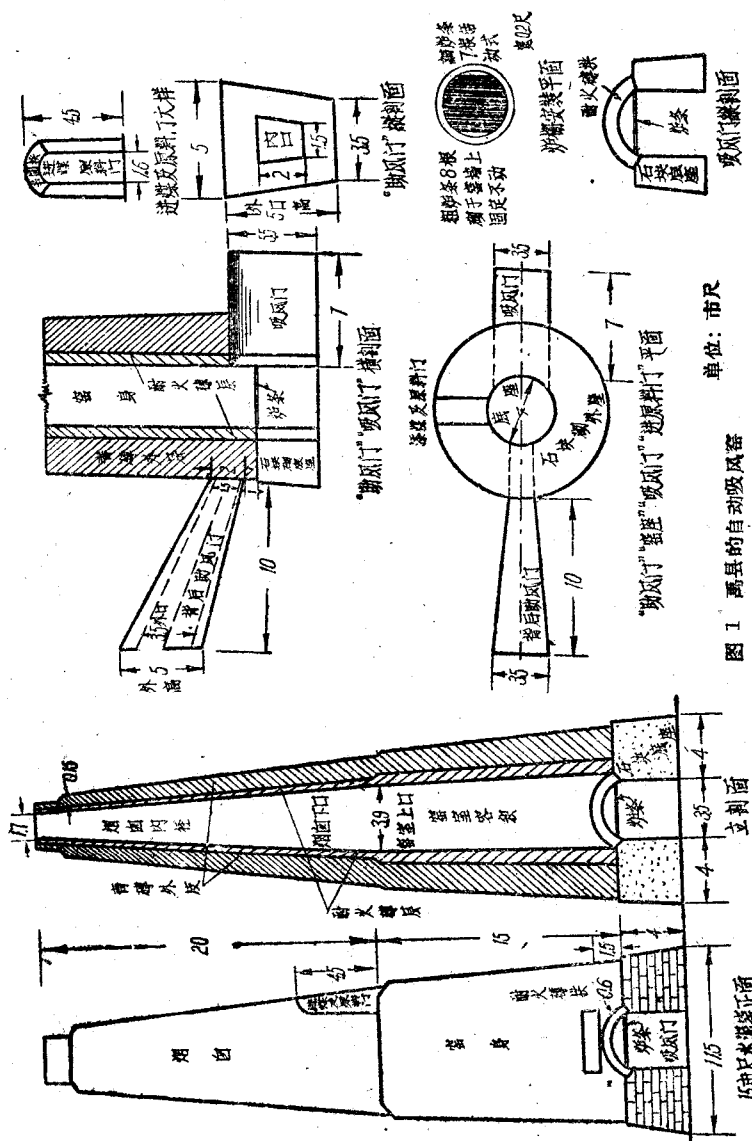


图 1 禹县的自动吸风车 单位: 市尺

跳风门 8根
筒圈空架上
筒圈空架不动

筒圈空架 7根筒圈空架

筒圈空架 筒圈空架 筒圈空架

筒圈空架 筒圈空架 筒圈空架

在吸风門的对面,炉棚的上面,有一个助风門,帮助通风。經過測定,窑內可以燒到 1400 °C。在正常生产情况下,每隔 30 分钟加生料一次,每次加料 200 ~ 250 公斤;每小时平均出熟料 200 ~ 250 公斤。按 24 小时計算,日产熟料 6 吨;若风力大,掌握得好,产量可达 7 ~ 8 吨。

这种窑依靠自然通风,所以建窑时应当注意:(1) 将窑建筑在地势較高的地坡,以利通风;并利用坡地防止窑身开裂漏风。(2) 吸风門和助风門的方向和大小,要根据当地的常年风向决定。(3) 窑門不宜太深太窄,否則影响风量。(4) 窑身不宜过矮,最矮也得 5 公尺。(5) 如窑門进风过大,可酌量把助风門堵起来。

这种窑在河南省得到普遍的推广,可資参考的规格如下:

窑 别	內 徑(公尺)	窑 身(公尺)	烟囱高(公尺)	日产熟料(吨)
大 型	2	8	16.2	12~15
中 型	1.5	7+	13.2	8~10

在窑里煅燒的料子,最好做成圓柱形或圓球形,直徑約在 25 ~ 35 公厘之間,切忌料球的尺寸不一,使窑內通风不良,以致料子燒不透。生料內所混和的煤粒最好不超过 2 公厘。

这种窑随地都可建造,便于推广,但也有些缺点,其通风受自然条件限制(一般风压在 5 ~ 10 公厘水柱左右),操作上波动較大,产量較小,热損失較多,廢品率較大。在水泥需要迫切,設備供应困难的条件下,这是值得推荐的^①。

^① 参考建筑工程出版社的“土法生产水泥的设备革新”一书 42 ~ 46 頁,或建筑材料工业 1958 年 11 期第 35 ~ 36 頁。

另外，河北省武安县上团城乡水泥合作工厂建成了一种方形自动吸风立窑，概况如下：

(一) 窑基 根据该厂地质较硬，土薄石厚的特点，就地挖一个3.2公尺见方的土坑，深达0.7公尺，坑底用石夯砸实，然后铺石头，每铺一层，用稀灰泥（即石灰掺红粘土）灌浆，把坑填平为止。

(二) 窑身 窑身全高7.15公尺，窑身外面为四方形，上截烟筒为圆形。底部四角四个窑腿，窑腿高1.50公尺。中节盛料筒高2.18公尺，外径1.80公尺，内径0.80公尺。外墙用青砖叠砌，内衬用耐火砖叠砌。盛料筒以上是加料门，高1.00公尺，宽0.50公尺。加料门应安装铁板门，加料时打开，否则紧闭。再往

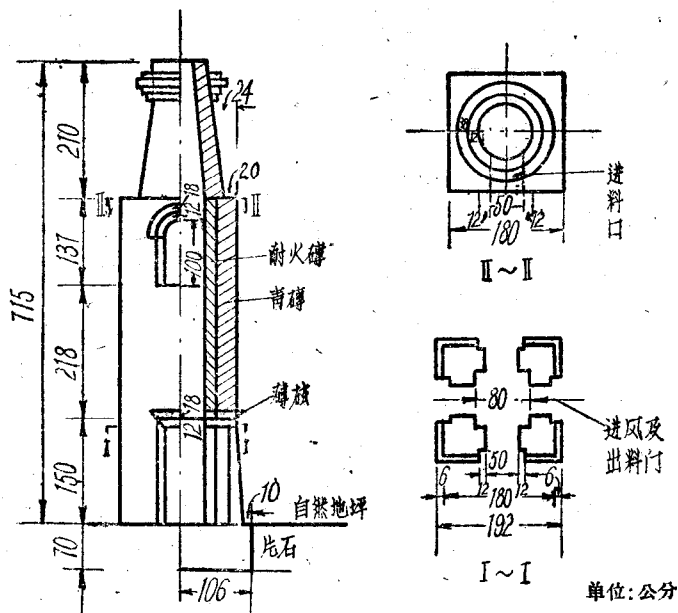


图2 武安县方形自动吸风立窑

上是烟囱，高 2.10 公尺，用青磚叠砌，内外均为圆形，下口外直径 1.40 公尺，内直径 80 公分。上口外直径 0.78 公尺，内直径 30 公分。

(三) 炉条 炉条位于窑腿与盛料筒相接的地方，用 24 公厘元铁架成。炉条不应过细，以防压坏。元铁一端通出窑外，每条均可抽出，便于下料。

内窑甬与窑外皮之间填碎砖石，随叠随填随灌稀泥浆，以中间不留空缝为原则。

(四) 产量 日产量（按 24 小时计算）2 吨。废品率 5~15%。

(五) 用料及成本 用青砖 6,400 块，卵石 6 方，耐火砖 100 块，耐火土 250 斤，24 公厘元铁棍 60 斤，水泥 10 斤，石灰 2,500 斤，大工 15 工，小工 25 工。立窑总成本 381.70 元^①。

除了以上所介绍的两种之外，不用鼓风机而能烧出水泥熟料来的窑还有很多，如浙江省建筑工业厅介绍的围窑，南方的龙窑（一种臥式的窑），东北的倒焰窑等都是。反正在能达到 1450°C 以上高温的窑里，就可以烧成熟料^②。上海市民用设计院在煤球炉里也曾烧出了良好的熟料。

2. 有鼓风机的立窑

装有鼓风机的土法立窑，是一种土洋结合的时代产物。本来洋办法的立窑有钢板做的窑壳，有成球机、喂料机和密闭的卸料装置，这样的立窑，现在还无法普遍推广。

土法立窑，大大的减省了机械装备，只保留了一台鼓风机，

① 参考“建筑材料工业”1958年第14期14~15页。

② 参考“水泥工厂设计”1959年第1期8~10页。

使熟料的产量质量满足了目前的要求,并大量节约了火砖,所以有普遍推广的意义。

(一) 鼓风机 鼓风机的风量与风压,对窑的产量有很大关系。一般地讲,如立窑的其他条件相同,则风压高,产量亦高。实际上风压过高过低都不太好。例如上海水泥厂有六台立窑,每二台窑合用一只鼓风机,鼓风机的规格各不相同,而窑的规格和烧窑时所用的料子是相同的,表现在实际产量上是风压适当的窑产量最高。

窑 别	窑 内 径 (公尺)	有效高度 (公尺)	鼓风机能力		实际产量 (吨/日)
			风压水柱 (公厘)	风量(立方 公尺/小时)	
*1,2	1.5	6.0	450	5800	15.00
*3,4	1.5	6.0	1000	6000	20.00
*5,6	1.5	6.0	650	6350	24.10

一般地讲,窑的有效高度4~6公尺时,可采用风压为300~600公厘水柱的鼓风机;8~10公尺的窑可采用风压为600~900公厘水柱的鼓风机;风压高的可以用1300公厘水柱。风量大致可以采用每公斤熟料1.5~2立方公尺空气计算。一般通用鼓风机风量大,风压低;风压在300公厘水柱以下的鼓风机,效果不好,不宜采用。如鼓风机的风量太大,一时无法全部利用时,可装一泄风管以避免过多冷风入窑,影响窑的煅烧温度。炼钢用的鼓风机,一般风压高,风量小,也限制了产量。

鼓风机是立窑上唯一机械设备,最好先搞到鼓风机,然后按它的能力来选择窑的规格。熟料质量和产量的大小与鼓风机的性能有莫大关系,如单纯的放大窑的内径和增加窑的高度来追

求产量，将很难配到合用的現成的鼓风机。在一些机械供应困难的地方，利用木壳鼓风机，也能达到要求。

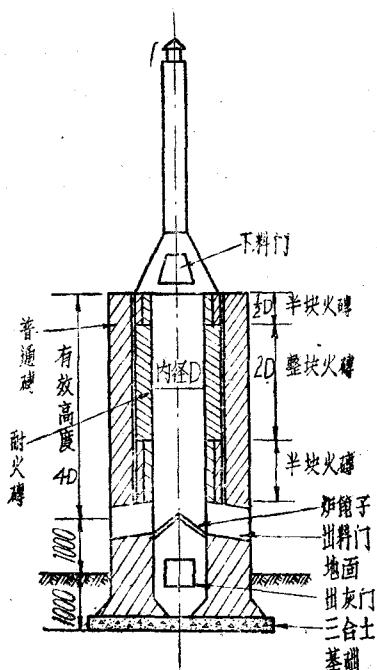


图 3 小立窑示意图

(二) 窑的构造 立窑的尺寸，应该是根据要求产量来确定的。大型的窑之内径在2.5公尺左右，小的内径可小于1.0公尺；一般以1.3~1.5公尺为宜，便于配合鼓风机，操作上也易于掌握。窑的内径与其有效高度之比，一般可取1:4。

一般中型立窑(图3)的直径不大于2公尺时，可采用砖结构，并在窑外壁适当地加几道铁箍。窑外层用普通砖；窑内高温部分用整块火砖砌筑，其余部分用半块火砖砌筑。

但炉篦子上1公尺至炉篦子以下部分则用普通砖。普通砖用石灰水泥砂浆砌筑，耐火砖则用耐火泥砌筑。普通砖与耐火砖之间有30~40公厘的缝隙(并安装出气管二圈，一上一下，每圈4~6根，与大气相通，缝隙内可填隔热材料)，以免因热膨胀而发生外墙裂缝。窑壁厚度以一块半砖至二块半砖为宜，不应太厚。窑的基础可视地层坚实程度而不同。内径1~1.5公尺的窑之基础基层可用三和土(石灰:黄砂:碎石=1:3:6)来代替混

凝土。小窑的内径可以上下相同(直筒形的)。大一些的窑之内径,应在高温层的地位适当地缩小,以符合料子在烧结过程中体积收缩的变化,以利煨烧操作。

(三) 炉篦子 較小的窑,有二个出料門的,可用人字形的炉篦子。較大一些的窑,有三个出料門,則用三角錐形炉篦子,不但下料快,还克服了窑内物料在下沉时的死角。炉篦可用生鉄鑄;也可用 20 公厘的圓鉄或鋼筋代替,用 50~60 公厘的角鉄做橫梁固定在窑体上。

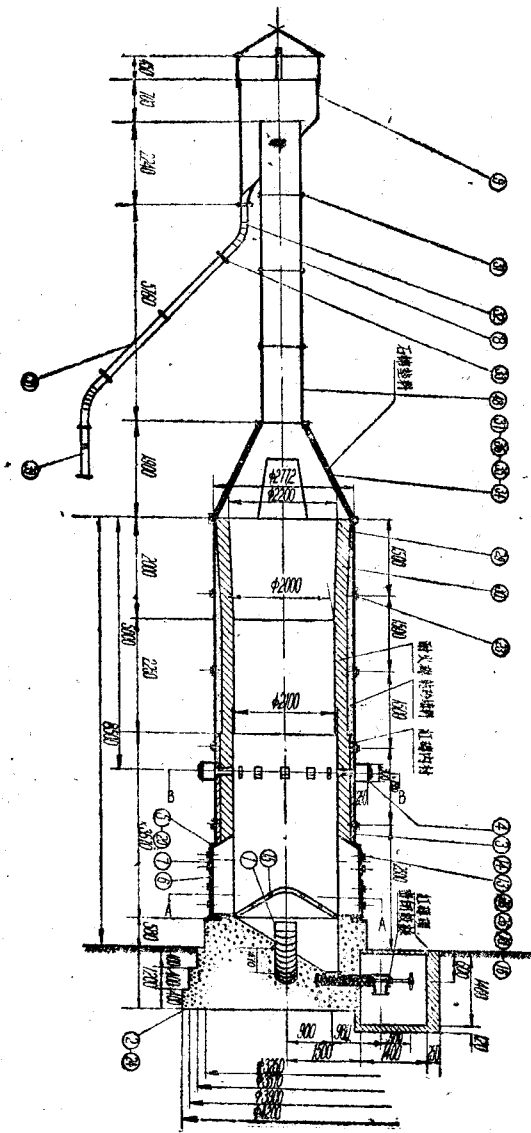
(四) 烟囪 可以利用汽油桶焊接起来,根据窑的高度来确定烟囪的高,一般約 3~5 公尺。

(五) 卸料門 其尺寸据窑的大小而确定。一般寬度为 400~500 公厘,高度 500~600 公厘。門的高度約为門中心綫离地面 1 公尺左右。卸料門应尽可能地关闭严密。卸料門可以有二个或三个,与炉篦相适应。有一种型式是在卸料門上开二个圓孔:上方一个直徑約 150 公厘,以便鉄钎打碎熟料結块;下方一个直徑約 300 公厘,作經常卸料用。各圓孔都装有密封盖,以利启閉。非窑内炼結严重,不易卸料时,經常不开卸料門。

(六) 加料門 門的数目一般与卸料門相等。其大小以便于在窑内整个断面上均匀加料为原则。門的寬度一般为 400~500 公厘,高度 500~600 公厘。

(七) 风管 底部通风管安装在炉篦子下面,在管口上距离 15~20 公分处設有遮尘风口,以防炉灰落入。管徑一般用 300~400 公厘。在窑壁外連接鼓风机处設有风閘,可以調节风量的大小。有腰部通风的窑,則在窑的适当高度处也装有风管,以輔助底部通风。风管管徑一般用 200 公厘,也設有风閘以便調节。

(八) 操作台 一般用木結構。樓板比窑牆頂部略低 20~



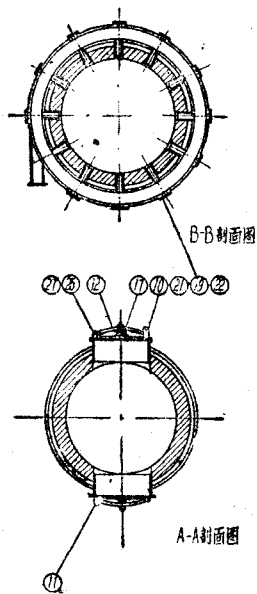


图 4 济南水泥厂三号立窑图

1. 进风口弯管, 钢板, 1
2. 基础, #100 混凝土, 1
3. 底部筒体, 钢板, 1
4. 风带部分筒体, 钢板, 1
5. 卸料门框, 铸铁, 2
6. 卸料门甲, 铸铁, 2
7. 卸料门乙, 铸铁, 2
8. 烟囱, 钢板, 4
9. 收尘帽, 钢板, 1

10. 门门轴承乙, 铸铁, 2
11. 开关轴甲, Cr3, 2
12. 出料门门甲, Cr3, 2
13. 出料门门乙, Cr3, 2
14. 门门轴承甲, 铸铁, 2
15. 炉栅, 铸铁, 1
16. 开关轴乙, Cr3, 2
17. 弹簧甲, 弹簧钢, 2
18. 弹簧乙, 弹簧钢, 2
19. 检查门, 铸铁, 12
20. 卸料门框固定螺絲,
21. 门门轴瓦固定螺絲,
22. 检查门固定螺絲,
23. 筒体联结螺絲,
24. 地脚螺絲,
25. 出料门轴甲, Cr3, 2
26. 出料门轴乙, Cr3, 2
27. 出料门轴承丙, 铸铁, 2
28. 出料门轴承丁, 铸铁, 2
29. 筒体, 钢板, 3
30. 耐火磚衬,
31. 烟囱联结螺絲
32. 回尘弯管, 钢板, 2
33. 回尘管联结螺絲
34. 烟囱底座, 钢板, 1
35. 加料门 钢板, 2
36. 小门, 钢板, 2
37. 联结螺絲
38. 回尘管, 钢板, 2
39. 回尘管, 钢板, 1