

全国工业交通展览会建筑工业馆

技术资料

怎样建土法生产水泥的工厂

(年产水泥2000吨及4000吨)

建筑工程部水泥工业设计院 编

建筑工程出版社

127428

全国工业交通展览会建筑工业馆

技术资料

怎样建土法生产水泥的工厂

(年产水泥2000吨及4000吨)

建筑工程部水泥工业设计院 编

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本書是建筑工程部水泥工业设计院为满足目前各地兴办土立窑水泥厂的迫切需要而编写的。其内容包括建厂条件、原料选择、生产程序与操作方法，自然吸风立窑，工厂布置及全套土法制造水泥的设备构造详图，并附有工艺过程、物料平衡表、配料和成品检验的操作说明等等。书中图文并茂，通俗易懂。可作为各地兴建小型水泥厂的参考。

怎样建土法生产水泥的工厂

建筑工程部水泥工业设计院编

编辑：姚留织

设计：阎正坚

1958年9月第1版 1958年9月第1次印刷 30,110册

787×1092· $\frac{1}{16}$ ·130千字·印张7·插页8·定价(9)1.10元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华书店发行 · 书号 1223

建筑工程出版社出版(北京市阜成门外大街)

北京市书刊出版业营业许可证出字第052号

序 言

在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，目前我国工业和农业以及其他建設事业都在高速度前进。水泥是基本建設不可缺少的材料之一。又当此建設高潮之中，各方面都迫切要求供給大量的水泥。因此，水泥工业必須以高速度发展才能滿足当前的需要。怎样才能高速度发展呢？发动羣众，依靠羣众，这是基本的方法。全国很多地方，兴办了小型水泥工厂，如河南省的土法制造水泥已經取得了很大的成績和丰富的經驗，并在全省基本上形成了水泥工业網。这說明发动羣众办水泥工业，是滿足当前对水泥的需要最有效的办法之一。

为了有力的促进全国各地水泥工业的发展，讓土法制造水泥的工厂星罗棋布地遍于全国，以加速我国的社会主义建設，我院于七月份派出了工作組去河南省学习，并参考了河南省工业厅編的“土法生产水泥經驗汇集”一書以及結合我們的体会，写成这本小冊子，以便及时推广河南省土法制造水泥的經驗。

我們認為河南省土法水泥厂具有下述优点：

1. 土法水泥厂投資少，資金极易筹措，地方及农村都有条件建厂生产水泥。
2. 設備簡單，都是土机械，容易制造。操作也不复杂，便于羣众掌握，技术力量較易培养，估計一般工人到現有生产厂学习半个月，即可掌握生产。
3. 工厂規模小，需要原料少，資源容易取得。
4. 工厂沒有电动机，可用鍋駝机代替，克服了目前广大地区缺乏电源的困难。如建厂地区附近有电源供給时；可以将本書中所叙述的情况修正使用。
5. 工厂施工時間短，可在一个月到两个月內建成，及时地滿足建厂地区工农业建設的需要。

本書內容主要介紹：建厂条件、工厂布置、水泥工业中原料的选擇和开采、原料和成品的檢驗以及水泥的磨制过程、立窖的結構及操作說明，也包括粉碎机、攪拌器、成球筒、篩分机等設備的构造詳图和說明，以供設備制造之用。

由于我們的水平所限和缺乏实际經驗，本書中的錯誤与疏漏之处在所难免，因此希望各地区根据具体条件和特点灵活运用，尚希各地讀者在实践过程中将自己的經驗、意見、及建議寄至北京管庄建筑工程部水泥工业設計院技术室，以便本書再版时加以修正和充实。

水泥工業設計院

1958年7月30日

目 录

序 言	
第一章 建厂条件及概况	(1)
第二章 普通矽酸盐水泥原料的选择	(1)
1. 普通矽酸盐水泥的定义	(1)
2. 普通矽酸盐水泥熟料和生料的化学成份	(1)
3. 普通矽酸盐水泥熟料和生料的各种系数	(2)
4. 普通矽酸盐水泥的原料	(3)
5. 生料的配方	(5)
第三章 生产程序与操作方法	(5)
1. 挖料 (即原料开采)	(5)
2. 运料	(6)
3. 晒料	(6)
4. 储料	(6)
5. 原料粉碎	(6)
6. 和泥 (包括原料的配合及搅拌)	(8)
7. 成球	(9)
8. 烧成	(10)
9. 成品粉碎	(10)
10. 水泥的储存与包装	(13)
11. 成品检验	(13)
附录1. 土法制造水泥的工艺流程图	(14)
附录2. 物料平衡表	(15)
附录3. 需用设备、劳动力及设备投资表	(17)
附录4. 苏联标准筛规格	(19)
第四章 自动吹风立窑	(19)
1. 立窑的构造和砌筑	(19)
2. 立窑的技术经济指标	(21)
3. 立窑的技术操作规程	(22)
第五章 工厂布置	(23)
附录: 配料和成品检验的操作说明	(27)
1. 配料方法	(27)
2. 成品检验	(34)
第六章 土法制造水泥的设备	(42)
1. 三輪鉄碾机 (直径900×宽75公厘)	(42)

2. 二輪大石碾机 (直徑1090×寬120公厘)	(63)
3. 人搖二輪腰帶式石碾机 (直徑760×寬120公厘)	(84)
4. 手搖攪拌器 (直徑620×長900公厘)	(94)
5. 手搖成球筒 (直徑600×長2000公厘)	(101)
6. 手搖圓筒篩 (直徑470×長1000公厘)	(103)
7. 手搖振動篩 (寬380×長2350公厘)	(110)

第一章 建厂条件及概况

建厂条件系指决定厂区或厂址的条件，其因素是很多的。然其中較主要的如下：

1. 厂址要靠近原料产地：

制造水泥的主要原料，一般說来是石灰石或白堊土和粘土。但其中以石灰石或白堊土的用量最大。每吨熟料約需石灰石或白堊土1.3—1.5吨，若将石灰石或白堊土由远的产地运入是不經濟的，因此工厂最好靠近原料产地。

2. 厂址要靠近供应地区：

建立土法水泥厂，必需先考虑該附近地区水泥的需要量，概略地估算該地区的水泥用量，以免在銷售与运输上发生困难。为了縮短水泥的运输距离，工厂最好建在靠近供应地区运输中心的附近。

3. 厂址要靠近交通綫路：

厂址附近有铁路、公路或者四季通航的水运条件当然最好，否則亦应选在交通較方便的地方以便于原料、燃料的运入和水泥的运出。选择厂址时，应考虑工厂可能利用原有的交通道路，自建过長的交通綫路是不經濟的。

以上是建設工厂的較重要的条件，除此之外还应考虑有足够的水源；厂址不被山洪淹沒；土力（地耐力）較好；燃料有可靠的供应；并尽可能爭取利用邻近企业的修理工厂以修配本厂的机件。如能利用附近冶金工厂的焦炭粉末作为立窑燃料更屬有利。

第二章 普通矽酸盐水泥原料的选择

1. 普通矽酸盐水泥的定义

将主要成份为氧化鈣的原料和粘土（必要时尚須加入鉄粉作为第三种原料）配合成适当成分的生料或将成分类似的天然原料（如泥灰岩）煨燒至燒結程度所得的水泥熟料，加入适量的石膏（2—5%），磨成細粉，即成为普通矽酸盐水泥。

2. 普通矽酸盐水泥熟料和生料的化学成分

矽酸盐水泥的性質由它的成分决定，为了得到質量較高的水泥，必須使其化学成份，也就是原料的混合成份不要有很大的变动，一般立窑熟料及生料的主要化学成份范围如下：

化学成分名称	熟料	生料
氧化鈣 (CaO).....	60—65%	40—45%
氧化矽 (SiO ₂).....	21—23%	12—14%

氧化鋁 (Al ₂ O ₃).....	5—7 %	2—4 %
氧化鉄 (Fe ₂ O ₃).....	3—5 %	2—4 %
氧化鎂 (MgO).....	小于4.5%	小于3.0%
燒失量(п.п.п.).....	小于7 %	34—37%

無論那一種成份過高或過低，均會造成不良的後果。

下面簡單敘述各種氧化物對水泥性質的作用：

(一) 氧化鈣(CaO)，是熟料中最主要的部份，適當增加氧化鈣的量，能增加水泥的強度。但當氧化鈣過高，氧化矽過低時，會使生料煨燒困難，水泥安定性不良，產量下降，煤耗增多和縮短耐火磚的使用壽命等現象。

(二) 氧化矽(SiO₂)也是熟料中最主要組成部份之一，但氧化矽多了會使凝結過程緩慢，所以當氧化矽過高，氧化鈣過低時會產生水泥熟料出窯後大量粉化，成品率降低，強度不高的情況，同時延長了水泥的凝結時間。

(三) 氧化鋁(Al₂O₃)使水泥的凝結與硬化較快，但含量過高，會影響煨燒的正常進行，同時使水泥的凝結時間增快，安定性不良。

(四) 氧化鉄(Fe₂O₃)能降低熟料的燒成溫度，但含量過高，會在窯中結大塊，形成爐瘤，妨礙窯的正常操作。

所以當氧化鋁和氧化鉄的含量合適時，就會促進熟料的形成，起到良好的作用；但含量過少；就不能降低熟料的生成溫度，使煨燒困難，同時產量降低，煤耗亦增加，甚至於影響水泥的質量。

(五) 氧化鎂(MgO)是水泥中的有害成份，要嚴格控制。因為它在生料煨燃時與其他成份不起作用，而呈游離狀態存在。這種經高溫煨燒的氧化鎂，水化也很慢，並且在水化時體積膨脹很大(約10倍左右)，从而使建築物出現破壞性的裂紋。所以在熟料中氧化鎂的含量不能超過4.5%。

3. 普通矽酸鹽水泥熟料和生料的各種係數

測定水泥熟料和生料的化學成份(各氧化物的百分含量)，可以知道熟料和生料的性質是否合乎規格；但如果求出各主要氧化物之間的比例(即各種係數)，則不僅表明熟料的成份，又能表明生料的成份(假設在熟料燒成過程中沒有其他雜質摻入)，所以在談原料要求之前，先敘述一下對熟料、生料的各種係數的要求：

$$\text{石灰飽和係數 (KH)} = \frac{\text{CaO} - (1.65\text{Al}_2\text{O}_3 + 0.35\text{Fe}_2\text{O}_3)}{2.8 \times \text{SiO}_2} = \begin{matrix} \text{熟料} & \text{生料} \\ 0.8-0.87 & 0.91-1.0 \end{matrix}$$

$$\text{矽酸係數 (n)} = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} = \begin{matrix} 1.8-2.8 & 2.0-3.5 \end{matrix}$$

$$\text{鋁酸係數 (p)} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \begin{matrix} 1.0-2.3 & 0.9-2.5 \end{matrix}$$

石灰飽和係數大，則水泥強度高，但飽和係數太大時，生料即不易燒透，且在水泥中有游離氧化鈣(游離石灰)出現。由於游離氧化鈣在已硬化的水泥中消解很慢，同時體

积增加，使建筑物发生裂缝而毁坏，所以熟料中游离氧化钙的含量不能超过2—3%。

矽酸系数亦称矽率，矽率大的水泥，氧化矽高，煅烧困难，凝结和硬化缓慢，但强度不断增长。矽率低时，原料容易煅烧，但易烧成大块。

铝酸系数亦称铝率或铁率，铝率大的水泥，凝结和硬化快，铝率小亦即含氧化铁多，这时水泥的凝结和硬化就慢，但最后成品的强度还是很高。

今将几个立窑生产厂的数据录于下面作为参考：

	氧化钙 (CaO)	氧化矽 (SiO ₂)	氧化铝 (Al ₂ O ₃)	氧化铁 (Fe ₂ O ₃)	氧化镁 (MgO)	游离 石灰 (CaO _f) (п.п.п.)	烧失量	石灰饱 和系数 (KH)	矽酸 系数 (n)	铝酸 系数 (P)	备 注 (采用窑型)
口泉水泥厂生料								0.885	2.27	1.42	自动化立窑
口泉水泥厂熟料					3.33			0.84	2.24	1.44	
云南水泥厂生料	43.32	13.14	4.01	1.82	1.42		36.39	0.9776	2.26	2.20	半机械化立窑
云南水泥厂熟料	63.87	21.19	6.42	4.13	1.82		1.16	0.8736	2.01	1.15	
诸葛乡水泥厂熟料	64.57	23.83	5.97	2.43		0.77	1.09	0.807			土法立窑

4. 普通矽酸盐水泥的原料

原料质量的好坏对工厂生产成品、熟料质量有很大影响。因此在选择原料矿山时，要加以重视。现将主要原料要求叙述如下：

(一) 碳酸盐原料

在水泥工业中，一般采用石灰石和白垩土。

1) 石灰石：其主要成份为碳酸钙，一般很少呈白色，常因含各种杂质如矽石、粘土等，而呈灰黑色、灰白色或褐色。其机械强度较高，粉碎困难。故一般土法制造普通矽酸盐水泥采用石灰石作为原料较为困难。

如建厂地区的原料只有石灰石时，则必须增加粉碎设备。在设备不易解决时，亦可将石灰石煅烧成生石灰，然后加适量的水，使其粉化成熟石灰，以简化粉碎，也能达到预期的效果，但烧石灰制造水泥的劳动条件则较差。

白垩土：一般呈白色，其主要成份为碳酸钙，也因含有粘土、氧化铝等杂质而呈黄色、黄白色或灰白色，以白色为最好。白垩土的性质很软，容易粉碎，是土法制造矽酸盐水泥的最好原料。

石灰石或白垩土在化学成份上要求如下：

氧化钙(CaO)含量=45—56%〔即碳酸钙(CaCO₃)含量为80—100%〕。

氧化镁(MgO)含量<3%。

无论采用石灰石、白垩土或其他碳酸盐原料，均须注意原料中的氧化镁含量，使其不超过3%。如附近有化验单位，可送去化验，以便更好的保证原料质量。

(二) 泥灰岩：某些泥灰岩按其化学成份很接近于用来煅烧熟料的生料，因此它不必与其他原料配合即可制成熟料，这种泥灰岩的要求如下：

石灰饱和系数(KH)>0.9

矽酸系数(n)=1.75—3

鋁酸系数 (p) = 1.0—2.5

其他成份与前面所述生料化学成份相同。

泥灰岩除了可单独作生料用以外，在成份不适合时也可作配合生料中的一种原料，与石灰石或粘土等配成生料，大致有以下情况：

1) 氧化矽 (SiO_2) 含量过高，即其中大部份为粘土質，在氧化鉄含量够时，可与石灰石配成生料，氧化鉄不够时，可再加些鉄粉。

2) 氧化鈣 (CaO) 含量高，即多为石灰石質，与上述相反，可以和一些粘土配合，是否須要再加校正原料 (鉄粉等)，視其成份而定。

(三) 粘土 粘土一般是松散的細粒矿。如其中夹有大量石块及植物根莖等杂质，質量就不好，顆粒細而均匀的好。

工厂如将生料制造成球状后再煨燒而采用成球机时，还应要求粘土有一定的粘性，使与白堊土 (或石灰) 及煤合成的生料球有足够的强度，这样的生料球在窑內煨燒时不易破碎，并且使窑內通风好，成品率高。一般含砂很少而顆粒很細的粘土能滿足要求，如生料不能滿足成球的要求，也可改用其它方法，如压成生料块，挤成生料条或人工做球等。

一般鑑定粘土的質量，应以紅色、有胶粘性者为佳，一方面所制成的生料球的机械强度高，另方面粘土愈紅，則說明其中氧化鉄的含量高，就能达到降低生料燒結溫度的作用。

化学成份方面：

含氧化矽 (SiO_2) = 50—80%。

鋁酸系数 (n) = 2—4。

氧化鎂 (MgO) 小于 3%。

(四) 校正原料和石膏：

土法制造水泥的原料最好是白堊土 (或石灰和粘土)。但有时單靠这二种原料不能配制成合格的生料，这时就需使用第三种原料 (校正原料)。一般常用的校正原料为鉄粉和砂岩，鉄粉中氧化鉄 (Fe_2O_3) 的含量应大于 40%，砂岩中氧化矽 (SiO_2) 的含量应大于 70%，砂率計算結果最好在 2.8—3.0 以上。

石膏：石膏在粉碎熟料时加入，主要用来調节水泥的凝結時間。一般用二水石膏 (俗称生石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，摻入量約为熟料的 2—3% (即每百市斤熟料摻入石膏約 2—3 市斤)。无水石膏及硬石膏的效果則微弱。石膏由于受采地限制，运输較远，如果近处有質量差些的石膏也可考虑使用。其中生石膏的質量当然高的較好，但純石膏的价格太貴。一般水泥厂所用的石膏，其中 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的含量在 60% 左右就可以了。

(五) 应用煉鉄厂的矿渣：

如果土法生产的水泥厂附近有煉鉄厂时，則可利用煉鉄以后的殘渣 (或称矿渣) 作为水泥原料或混合材，作混合材时，其摻入量視熟料强度、水泥标号而定；作原料时，可以和一部分白堊土 (或石灰) 配合，比例看矿渣和白堊土 (或石灰) 的化学成份而定，但矿渣的粘性差，成球困难，但也可用盐水或塑性好的粘土来調整。由于全国各处的矿渣情

况不一，今举一水淬矿渣成份如下：

氧化钙	氧化矽	氧化鋁	氧化鉄	氧化鎂	氧化錳	硫
(CaO)	(SiO ₂)	(Al ₂ O ₃)	(Fe ₂ O ₃)	(MgO)	(MnO)	(S)
44.61	39.27	7.91	1.10	4.98	0.87	0.84

由这成份看出，氧化矽 (SiO₂) 比一般生料的成份高，所以加些白堊土 (或石灰) 即可降低氧化矽 (SiO₂) 含量，使其在正常範圍內，但須注意其中氧化鎂的含量在水泥中应小于4.5%。

(六) 对燃料的要求：

土法生产水泥的工厂，因分布很广，最好能就地取材地使用燃料。煨燒生料时采用碎焦末和无烟煤最适宜。若采用烟煤，則因其中揮发分几乎全从烟囱逸出而使煤耗增加。但工厂附近只能供应烟煤时，則其揮发分不能太高。一般要求各种燃料能附合下列条件。

- 1) 揮发分小于10%，最高不得超过15%。
- 2) 煉鉄厂不用的碎焦末，可以全部用作立窑的燃料，对粒度方面沒有限制。
- 3) 应用地方性燃料时，其热值应大于5,000大卡/公斤熟料。

对于煤的供应方面，希望有一定的儲备量，以便掌握其灰分的成分和数量，尤其对于灰分多的煤，因为知道了灰分的情况才能配料，一般要求煤的灰分变化不要太大，但这条件是不大容易达到的。主要的是工厂应經常檢查煤的灰分及灰分含量，以便考虑对配料的影响。

5. 生 料 的 配 方

配方的目的是根据生料的化学分析来計算各种原料之間的比例，以便使所得到的熟料具有所要求的特性。

保持生料成分正确及其成分均匀不变，是改善立窑操作的重要方法之一。因为生料成分的正确性及其均匀性对于生料的煨燒、耐火磚的寿命、窑的操作均有很大的影响。如果生料成分不正确时，窑內会出现生燒或煉窑 (結大块) 的現象，妨碍窑的正常操作，影响窑的产量及耐火磚的寿命，使成品率降低、煤耗增大等情况。

关于生料配方的具体操作請見附录。

第三章 生产程序与操作方法

工厂的全部生产是采用手工操作，生产程序大致可分成十一个工序。

1. 挖料 (即原料开采)

白堊土大多埋于黄土层下面，接近地表面，因是冲积填充物，土內含有軟、硬白裂礫

石及紅粘土等雜質，所以質量一般都不很均勻。在挖掘時，根據地層的性質而使用不同的開採方法。如白堊土直接露于地面，或上面的廢土層很薄時，可採用露天開採方法，亦即揭頂開採方法，這樣既安全又經濟，並能提高採掘效率。如白堊土上面的土層很厚時，可採用水平坑道法（即打洞式挖掘），但所打的坑道要規矩。為了防止倒塌、傷人，在坑道中須設置木做的支柱。同時，最好能按白堊土的質量進行分區開採，不要亂挖亂採，也不要混入其他雜質，以保證白堊土的質量。

根據河南省經驗，一個全勞動力每日挖掘12小時大約可挖500—1000公斤（即1000—2,000市斤）。

如果當地找不到白堊土，只有用石灰石作原料時，可先在礦山把石灰石燒成石灰並加水變為熟石灰後再運入廠中使用，開採石灰石可採用露天手工開採。

粘土的用量較少，一般皆露于地面，所以可就地露天開採。

2. 運 料

運料沒有特殊要求，可用任何運輸工具。但運料路程的遠近直接影響到工廠成本的高低，因此在選擇廠址時最好靠近原料產地。

3. 晒 料

一般白堊土、粘土及煤等原料均含有一定數量的水分，最多約在10—20%左右，所以必須經過乾燥。一般利用太陽露天晒干即可，晒場最好能比較平整（如普通所見之麥谷場），鋪晒料層厚度約為2—5公分（0.6—1.5市寸）左右。

如在雨量較多的南方地區，不能完全利用太陽來晒干時可採用簡單的普通的烘坑來烘干物料。

4. 儲 料

為使生產能連續正常的進行，原料就必須保證供應。但因天氣和季節關係，晒料工作不能經常進行，因此必須在天氣好的時候大量進行晒料，晒干的物料儲存于堆棚內備用。

同樣，已燒成的熟料亦需設置有堆棚堆放，除了儲存備用外並能使熟料中的游離氧化鈣部分消解，從而有助於改善熟料的質量（安全性方面），因此由窯出來的熟料以及粉碎成為成品後的水泥最好不要立刻使用，而安置在堆棚內以便讓熟料和水泥堆放一定時期再進行粉碎或出售。

5. 原 料 粉 碎

對於使用白堊土、粘土和煤等軟質物料為原料時，可採用畜力或人力拖拉的平滾地礮。如果實在沒有白堊土而必須採用硬質石灰石作為原料時，則可將石灰石先燒成石灰，加水變為熟石灰後，用上述方法粉碎。如果不先燒成石灰則需另設置礮子來粉碎。各建廠單位可根據自己的具體情況選擇採用。

畜力或人力拖拉的平滾地礮如下圖所示是一直徑450公厘（1.5市尺）長600公厘（2市

尺)的滾輪,为要碾碎物料,要求滾輪和碾場比較平整坚硬。滾輪可采用普通青石做成,碾場則用普通石板或磚块鋪砌。碾場上可考虑盖棚盖,以便保証下雨下雪天也能进行碾碎并使有比較好的劳动条件,如雨量較小的地方,为节约投資不盖棚盖亦可。

粉碎后的物料还需进行过篩以保証原料具有所要求的粉碎細度。白堊土(或石灰,石灰石)、粘土等物料用*130篩*(900孔/平方公分)过篩,取通过篩子的部分使用,未通过篩子的部分需重碾。煤則用*80篩*(16孔/平方公分)过篩。

現設置的篩分設備有两种:手搖圓筒篩和手搖振動篩。如下图所示:

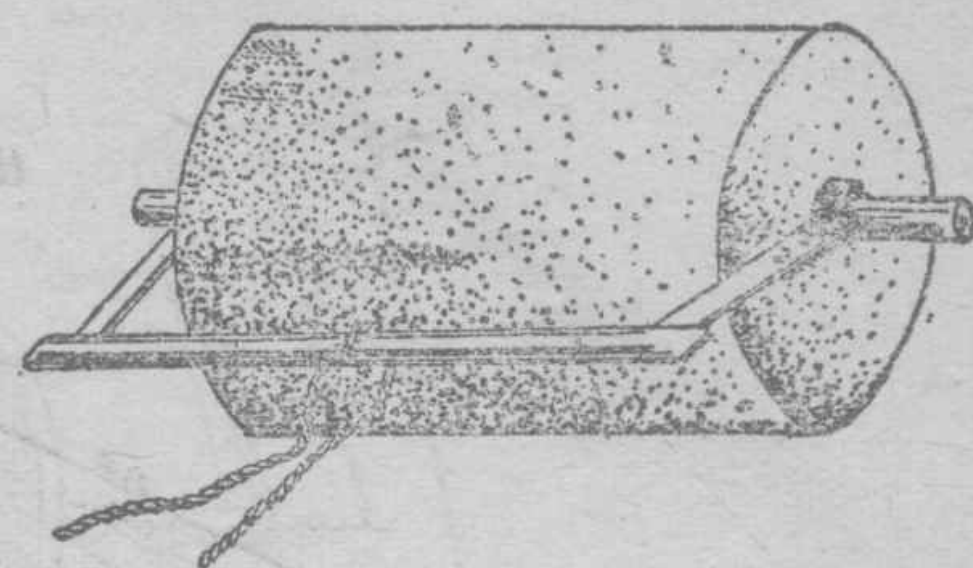


图 1 直徑450×長600公厘的平滾地碾

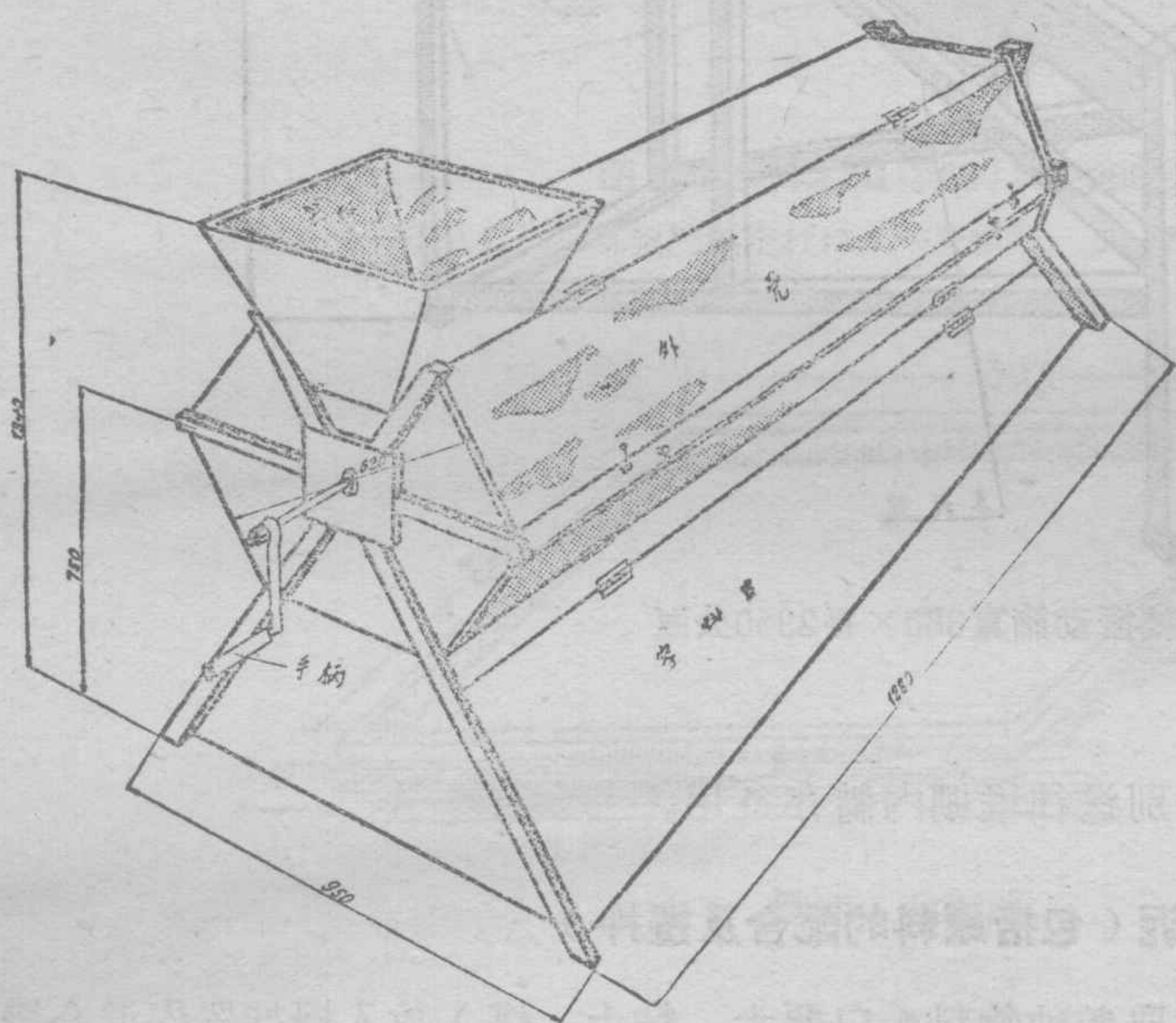


图 2 手搖圓筒篩直徑470×長1000公厘

手搖圓筒篩的构造比較簡單,比較容易制造,而手搖振動篩則效率較高,两者都可采用。

根据河南省土法生产的經驗,一台直徑为450公厘長600公厘的平滾地碾需用两个劳动力来拖拉,每日工作8小时可粉碎白堊土(或石灰)約5000公斤左右(即10000市斤左右),或粉碎粘土約4000—5000公斤(8000—10000市斤),或粉碎煤4000—5000公斤(8000—10000市斤)左右。手搖圓筒篩每日(8小时工作)可篩分2000—4000公斤(4000—8000市斤),手搖振動篩則可达4000—6000公斤(8000—12000市斤)。

按此,在年产2000吨水泥厂內設两台地碾粉碎白堊土(或石灰),一台地碾粉碎粘土,一台地碾粉碎煤。并設三台手搖圓筒篩篩分白堊土(或石灰)和粘土,一台篩分煤。或者設四台手搖振動篩篩分这些物料。

在年产4000吨水泥厂內則設四台地碾粉碎白堊土(或石灰),并設五台手搖圓筒篩或四台手搖振動篩。其他粘土及煤的碾碎、篩分設備与年产2000吨水泥厂相同。如产量不够时可稍增加工作时间。

如果采用石灰石为原料时,則設碾子来粉碎。碾子的尺寸及能力与粉碎熟料者相同(詳見后面“成品粉碎”部分),設置台数可根据所需要的粉碎量自行决定。

*編者注:“80篩及”130篩系河南省当地編制的,篩号名称也是根据当地的叫法而来。

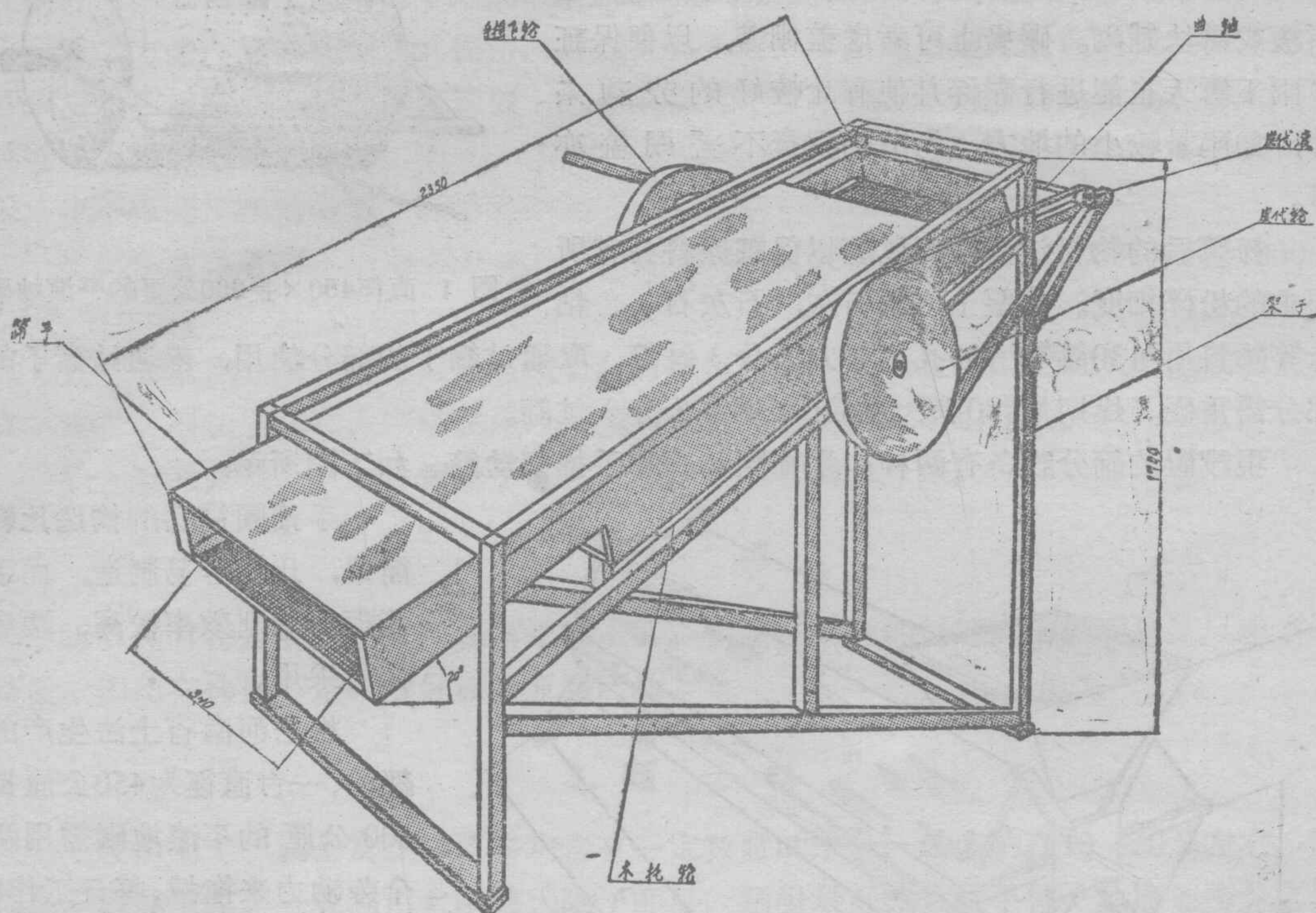


图 3 手搖振动篩寬380×長2350公厘

已經粉碎和篩分过的原料分別送往堆棚內儲存备用。

6. 和泥（包括原料的配合及攪拌）

根据配料方案用磅称分別称取各种物料（白堊土、粘土、煤）放入攪拌器內混合攪勻，然后放到和泥池中加入适量的水（約25%左右，即100市斤料子加25市斤左右的水）用普通鉄耙拌和成泥。泥和好以后再放入一木框內切成土坯。（即切成20—30公厘見方的小方块）。

攪拌器如图 4 所示，为一直徑600公厘（約2市尺）長1000公厘（約3市尺）的木制圓筒。用人工搖动将物料混和，每日工作8小时可攪拌生料4000公斤（8000市斤）左右。

和泥池为一長3公尺（9市尺）、寬2公尺（6市尺）深150公厘（約0.5市尺）的凹地。如图 5 所示。

年产2000吨的水泥厂可設100公斤（200市斤）的磅称一台、攪拌器三个、和泥池一个。需要劳动力約七人。

年产4000吨的水泥厂需設置的設備和劳动力为上述的两倍。

和好的生料泥送往成球場待用。

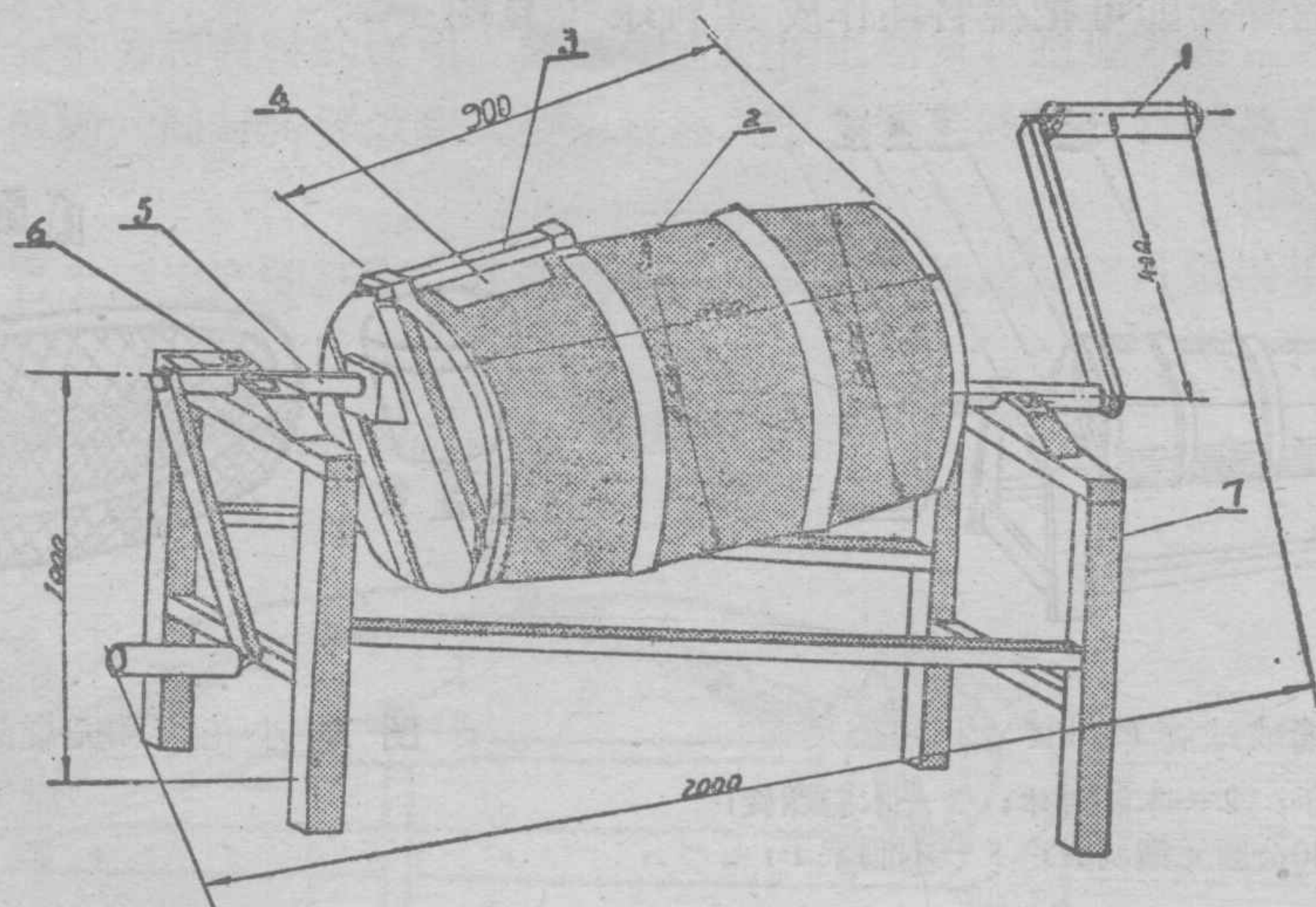


图 4 攪拌器直徑620×長900公厘

1—搖柄；2—筒體；3—裝料門固定杆；4—裝料門；5—軸；6—軸托；7—支架。

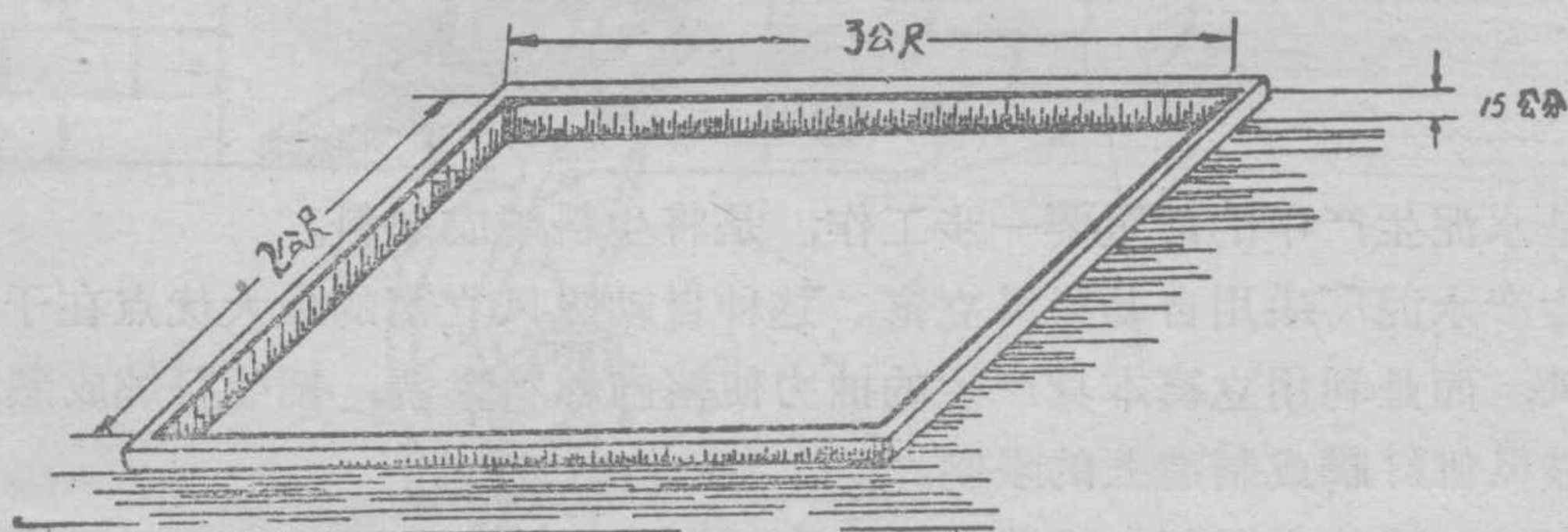


图 5 和泥池

7. 成 球

为使生料均匀煨燒和減少立窑的通风阻力，須把生料泥制成大小适当、均匀的小圓球，球粒直徑約为20—30公厘（即1市寸左右）。

对生料成球的要求是均匀和結实（不易破碎）。但現在还未有更好的土法成球方法，根据河南省土法生产的經驗，現采用的有人工用手团及用手搖的木制（或竹制）成球筒两种。用手团的效率很低，一个全劳动力每日工作12小时只能团500—800市斤，因此不建議采用。手搖木制成球筒是先把泥作成土坯。切成小块，然后放在成球筒內滾成圓球，一个直徑为600公厘、（約2市尺）長2公尺（約6市尺）的成球筒每天工作8小时能成生料球4000—6000公斤（8000—12000市斤）左右。

年产2000吨的水泥厂可設置三台这样的成球筒，共需成球工人約20个。

年产4000吨的水泥厂則需設置六台及40个工人。

另外，还可参照煤球厂人工搖煤球的方法，据了解每人每天能搖成1000—1500公斤（2000—3000市斤）左右。其方法系将一圓扁篩（篩孔約10—15公厘）放在一小花盆上

前后左右的摇摆翻动即可把生料坯作成生料球（见图）。

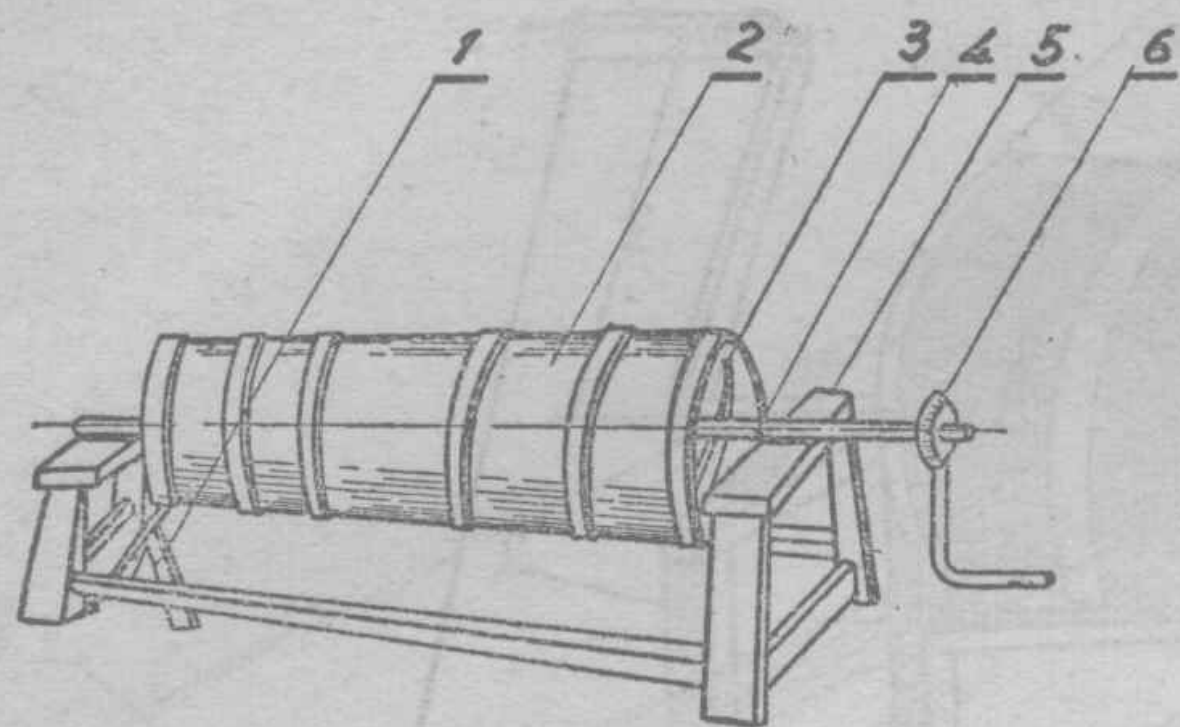


图6 手摇成球筒（600 ϕ ×2000公尺）

1—下料溜子；2—木制筒体；3—木制螺旋；
4—轴，由直径30公厘元钢制成；5—木制架子；
6—手把。

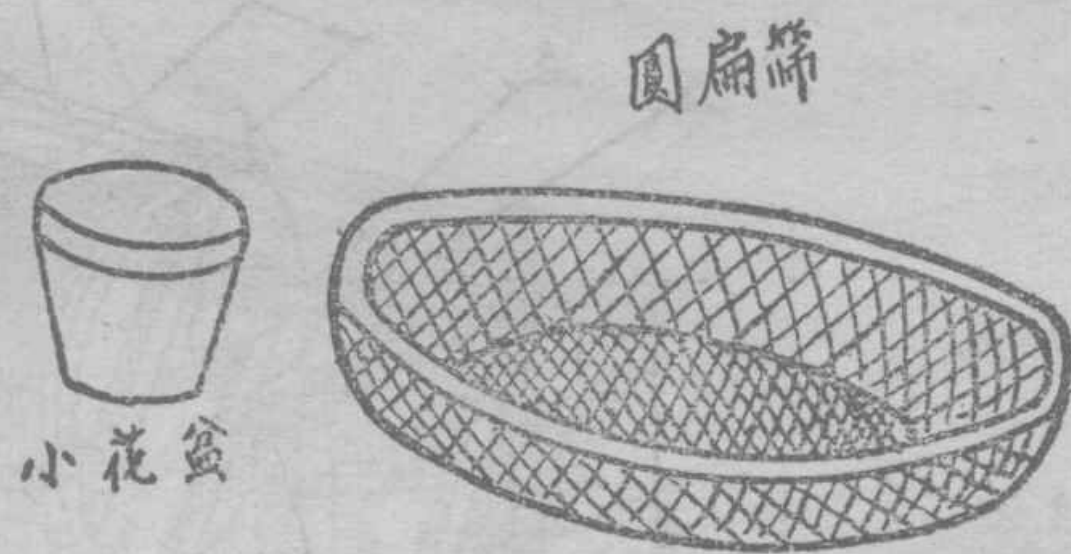


图7 小花盆和园扁筛

因为制成的生料球内含有相当多的水分（约15—20%），如立即送往窑内煨烧，就会降低窑的产量，需干燥至含5—8%以下的水分，故厂内需设有晒球场以便利用太阳天然干燥（雨天则在棚内阴干）。并设置干球堆棚以便储放备用。

8. 烧 成

烧成是水泥生产中的最重要一步工作，是将生料烧成熟料。

土法生产水泥厂采用自动吸风立窑。这种自动吸风立窑的最大优点在于不用鼓风机向窑内鼓风，而是利用立窑本身产生的抽力使窑内燃料燃烧，把生料烧成熟料，这样就可以不受鼓风机订购或制造上的限制。

在年产2000吨的水泥厂内设置一台内直径为1.7×高5公尺的自动吸风立窑日产熟料6吨（12000市斤），在年产4000吨的水泥厂内则可设置两台。如果在以后有设置鼓风机的可能，可设置一台压力为300公厘水柱的鼓风机，则窑日产熟料就可达18吨。

有关这些窑的详细资料及窑的操作均载于第四章。可供选用、砌筑和生产时参考。

可设置简单的提升设备把生料球由窑下送往窑上的加料平台。

烧成的熟料用人工将生烧料子、黄粉及好料分别挑选、堆放。将生烧料子重新送往窑内再烧。黄粉及好料子则送往熟料堆棚。

9. 成 品 粉 碎

这是水泥生产中最后的一步工作。就是向烧成的熟料中加入2—5%的生石膏（即100市斤水泥加2—5市斤生石膏）一起粉碎达到通过*170筛*（4900孔/平方公分）筛余为10%左右时的细度即成水泥。〔河南省用*150筛（2500孔/平方公分）如物料全部通过才算合格〕一般粉碎的水泥越细，强度就越高。因此粉碎时越细越好。

熟料和石膏都是成块状的，比较结实而且坚硬的物料。因此须用碾子加以粉碎，最后还要经过筛分取出其合格部分。

* 编者注：*170筛 150筛系河南省当地编制，筛号名称也是根据当地的叫法而来。

为适应广大地方和农村的使用，要求碾子的构造简单、制造方便、容易、用人力或小型动力设备传动，同时粉碎效率又要求较高，以免需要设置设备的数量很多，使用劳动力很多。

根据河南省土法生产的经验，在年产2000—4000吨的水泥厂可以采用下述的几种碾子：

（一）人摇二轮腰带式石碾机，如下图所示。

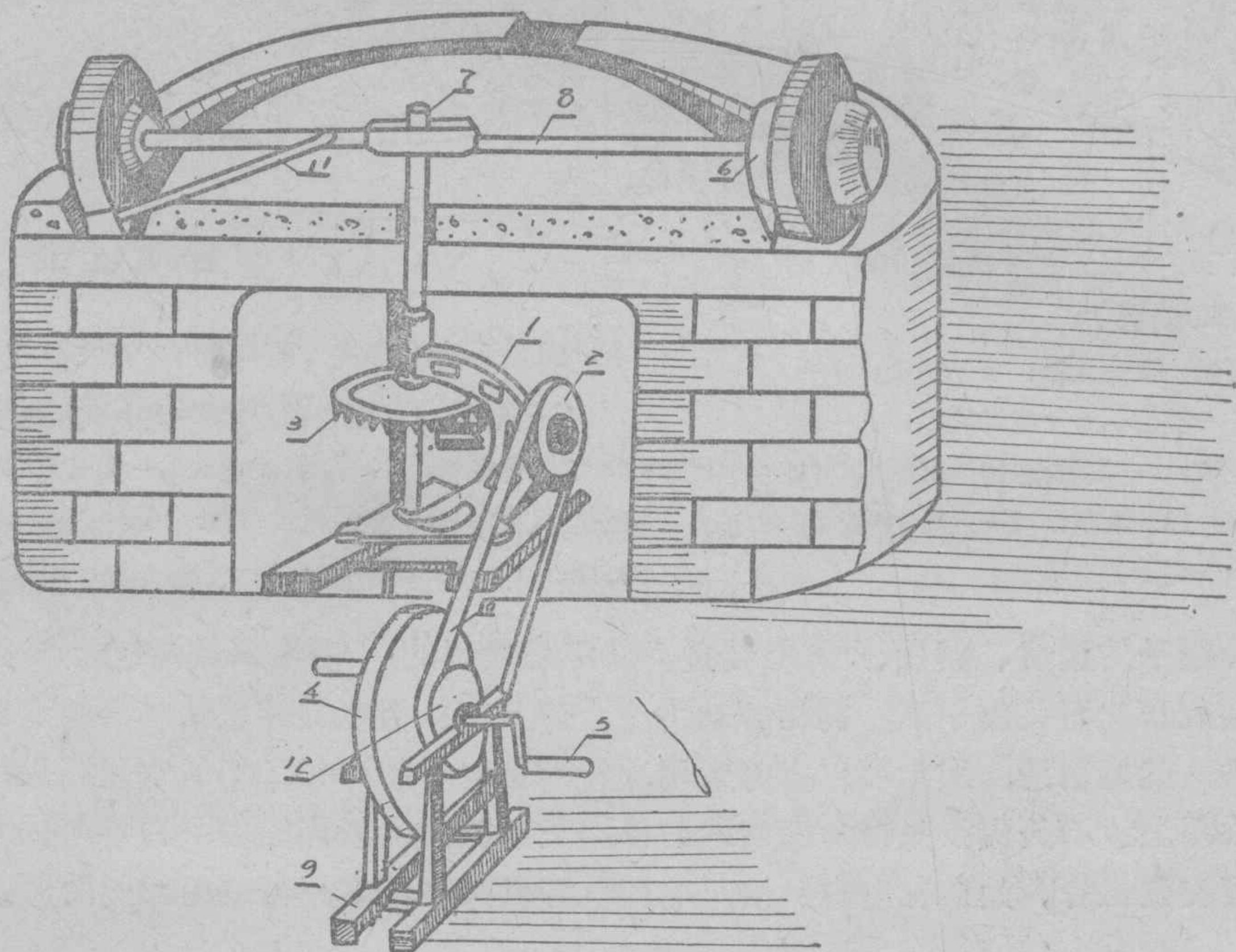


图 8 人摇二轮腰带式石碾机（直径760×宽120公厘）

1—支座；2—大皮带轮；3—大小八字轮；4—飞轮；5—摇柄；6—石碾；7—立轴；8—横轴；9—支架；10—皮带；11—刮板；12—小皮带轮。

是用四个人摇，每日工作24小时可粉碎熟料约1000公斤（2000市斤），其最大优点是不用任何动力设备传动，而用人力摇。

（二）二轮大石碾机，如图9所示。

是用5马力的立式锅驼机传动，每日工作24小时可粉碎熟料约2000公斤—2500公斤（4000市斤—5000市斤）。

上述两种碾子除传动轴、齿轮等传动部分装置是用铁制之外，其他碾滚和碾盘均为石制的，构造非常简单，造价极低，任何地方都能制造。在年产2000吨水泥厂中就可设置两台人摇二轮腰带式石碾机和两台锅驼机带动的二轮大石碾机来粉碎水泥。

（三）另外，还有一种效率比较高的碾子，称为三轮铁碾机，如图10所示。

是由10马力锅驼机带动，每日工作24小时可粉碎熟料约4000—7000公斤（8000—