

水玻璃型砂的应用

翟鴻勳編著

科技卫生出版社

內 容 提 要

用水玻璃型砂造型,是苏联的先进經驗,它有很多优点,我国正在大力推广,本書結合上海机修总厂几年来采用水玻璃型砂的生产經驗,比較全面地討論了水玻璃型砂的硬化过程、制造工艺以及在制造生产上存在的問題,可供鑄造工作人員改进工艺和提高技术的参考。

水玻璃型砂的应用

編 著 者 程 鴻 勳

*

科 技 卫 生 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 号)

上海市书刊出版业营业登记证出 093 号

上海市印刷六厂印刷 新華書店上海发行所总經售

*

开本 787×1092 毫米 1/32·印張 158·字數 37,000

1958 年 10 月第 1 版

1958 年 10 月第 1 次印刷·印數 1--10,000

統一書号: 15 · 1007

定 价: (9) 0.19 元

目 录

一、前言	1
二、水玻璃型砂的硬化	2
1. 水玻璃的特性	2
2. 水玻璃型砂硬化过程	3
3. 硬化方法	4
三、生产过程	5
1. 型砂	5
2. 加料次序与碾拌时间	9
3. 拌砂操作	10
4. 造型操作	10
5. CO ₂ 吹气硬化法	14
6. 燃烧废气硬化法	17
四、生产工艺上几项关键问题的讨论与控制	21
1. 水玻璃模数的控制	21
2. 苛性钠溶液的加入量	32
3. 水玻璃型砂的含水量	34
4. CO ₂ 的压力与吹气时间	35
5. 燃烧废气的温度与硬化时间	37
6. 硬化层深度	39
7. 面砂厚度	40
8. 冲砂	40
9. 修模	41
10. 水玻璃型砂的碾拌	41
11. 水玻璃型砂的存放时间	42
12. 砂模的搁置时间	42
13. 粘模的主要原因及其改善方法	43
14. 背砂	45
15. 旧砂回用	45
16. 涂料	47
17. 粘土的加入量	48
18. 火磚泥芯	49
19. 鑄件收縮率	50
20. 模型	50
21. 掉箱	51
22. 技术管理	51
五、經濟效果	52

一、前 言

应用水玻璃型砂造型，是苏联的先进經驗。由于用这种水玻璃作为面砂的粘結剂，只需經過很短時間的二氧化碳硬化，即能使砂模完全成为一个坚硬的整体，这样便縮短了鑄造周轉時間，節約了場地，提高造型产量；同时砂模也不必进烘模爐烘燥，既节省燃料，又減輕部分劳动力，这是近代鑄造工业上一項重大的技术革新。我国应用水玻璃型砂的鑄造厂尚为数不多，不过目前已有显著发展，如上海机修总厂、戚墅堰機車車輛修理厂、沈阳重型机器厂、大連工矿車輛厂等，都先后取得了一些經驗与成績，这是非常可貴的。

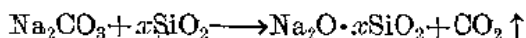
本書是根据作者在中国机械工程学会上海分会举办的一次学术报告會上的发言，经过补充修改写的，重点討論了水玻璃型砂在鑄鋼生产工艺方面的一些实际問題，以供各鑄造厂使用上的参考。

書中的技术资料，大部分是根据上海机修总厂几年来生产实践中所获得的一些經驗，汇总整理划定的。由于各厂的生产条件不同，采用这些数据，应結合現場实际情况。

二、水玻璃型砂的硬化

1. 水玻璃的特性

將石英砂与純硷混和后加热熔化,即起化学反应,放出二氧化碳而得清彻之液体,如以此澆注于石板上,便硬化而成矽酸鈉之玻璃块。由于石英砂与純硷配合比例的可变范围很大,因此从这一反应所得的矽酸鈉,并不是單純一种的化合物,而是多种化合物的混合組成体,故对于上面的化学反应也不能以固定的化学方程式来表达。下面是这个反应的通式:



將这种矽酸鈉($\text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$)之熔体直接倾入水中,得帶有粘性的矽酸鈉之水溶液,即成水玻璃。它的用途很广,在工业方面,主要用以制造耐酸水泥、混凝土和各种涂料的粘結剂,特别是在近代的鑄造工业上,用作造型材料的粘結剂是具有很大意义的。

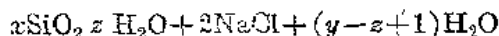
水玻璃溶液中因部分矽酸鈉起水解作用,故呈硷性反应,当它与鹽酸或硫酸作用时(如將水玻璃溶液倒入濃鹽酸中),可得游离的偏矽酸,根据所取濃度的不同,偏矽酸有时在溶液中形成膠态,有时則以膠狀沉淀物析出。这种沉淀物含有大量水分,如將部分的水分蒸发掉,便不能得到以一个分子式表示的任何一定形式的矽酸,而是依其含水量的不同,得到各种各样的矽酸,

如: $\text{H}_2\text{SiO}_3 (\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}); \quad \text{H}_4\text{SiO}_4 (\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}),$

$\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5 (2\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}); \quad \text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_8 (3\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O});$



因此象这类的化学反应,也只能以下列通式来表达:



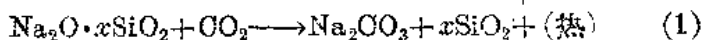
上式砂酸的組成中, x 与 z 都是整数, 当 $x > 1$ 的砂酸为多砂酸。

这样从膠狀的沉淀物中, 去除部分水分以后所得的 SiO_2 的水化物, 即形成白色透明相当稠厚的物质, 这就是砂酸凝膠, 它的粘着力特强, 这种膠体在工业上、医学上都占有重要地位, 对于鑄造方面之所以能作为型砂的粘結剂, 也正是利用这个特性。

2. 水玻璃型砂硬化过程的原理

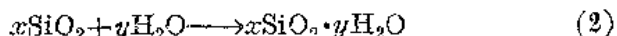
从上述水玻璃能产生砂酸凝膠的特性中, 便不难了解水玻璃之所以作为型砂的粘結剂, 也正是由于它在型砂中能产生这种膠体, 分布在砂粒之間, 以增加型砂的强度, 并使砂粒能結成坚硬的一个整体。为了便于說明这种产生膠体的原理, 現在姑且按其反应过程划分为三个阶段来講。

(一) 砂酸鈉的分解: 水玻璃型砂中通入二氧化碳后 (冷的 CO_2 气体或燃燒廢气), 其中砂酸鈉即行分解, 而得游离的二氧化矽与苏打, 反应如下:



这是放热反应。

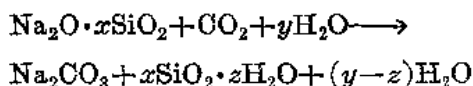
(二) 膠态的形成: 由反应 (1) 所得的二氧化矽与型砂內的水分結合而成膠态的 SiO_2 之水化物, 即



(三) 膠态的固化: 由反应 (2) 所得的砂酸膠, 蒸发去部分的水分后, 而成固化的砂酸凝膠, 即:



$x\text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ 系以不同的形式存在的，依其含水量的多寡而变更，这种形式和前述情况相似。上面这三个阶段的反应，实际上是差不多同时进行的，不可能很机械的把它分开，因此加以归併后，便可得到一个綜合的化学反应式：



从这里就可肯定，水玻璃型砂之所以能硬化，是由于与二氧化碳接触后发生了一系列的化学变化，产生了一种膠質所起的作用。至于有些人認為水玻璃砂模用燃燒廢气来硬化，只不过是烘干而已，这是誤解的。水玻璃砂模的用燃燒廢气硬化，主要目的还是在于发生碳化作用，加热仅是加速(3)式的反应，这点必須明确。

3. 硬化方法

根据二氧化碳来源的不同，可分为下列三种硬化方法：

(一) CO_2 吹气硬化法：这是將較純的二氧化碳通过一定的吹气設備通入型腔，視砂型的大小，隔数秒或数分鐘后，便硬化完成，这种方法所需的硬化時間为最短。

(二) 燃燒廢气硬化法：这是用燃料燃燒后的廢气(約含 CO_2 10% 左右) 来进行硬化的，因廢气对砂型有加热干燥作用，故又称表面干燥法。硬化所需要的时间約数十分鐘，用此法硬化的型砂之干强度为最高。

(三) 自然干燥法：將砂型暴露在空气中，吸收了空气中的二氧化碳后硬化，一般所需的硬化時間較長，約 5~10 小时，如較大的砂型則需要更長的时间，且硬化后型砂的强度亦差，又容易返潮松碎，这种硬化法对鑄鋼件是不很适用的。

三、生产过程

1. 型 砂

(一) 造型材料技术条件

(1) 石英砂

一、外观检查：1. 砂粒表面为白色，具有半透明性质，色泽要纯洁；

2. 砂中不得有砂块或杂质，如石块、贝壳、石灰石、草木、垃圾等掺入；

3. 颗粒形态不可太复杂，一般以圆形椭圆形或次棱形为较适合。

二、化学成分见表 1

表 1

化 学 成 分 %				
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO+MgO	全部有害杂质
≥95	≤3	≤1	≤0.5	≤2

注：1. 全部有害杂质指氧化铁、氧化钙、氧化镁、氧化钠、氧化钾及氧化硫等各种氧化物之总和。

2. 当 SiO₂ ≥ 98% 或 SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ ≥ 99% 时，其他成分不再作分析。

三、物理性能：1. 含泥量不超过 1%；

2. 粒度分类标准见表 2；

表 2

粒 度 編 号	主 要 砂 粒		上 篩 余 留		下 篩 余 留	
	篩 号	%	篩 号	%	篩 号	%
1	6	≥ 90	3	≤ 5	12~40	≤ 5
2	12	≥ 80	3~6	≤ 10	20~50	≤ 10
3	20	≥ 60	6~12	≤ 25	30~70	≤ 15
4	30/40	≥ 70	12~20	≤ 5	50~100	≤ 25
5	50/70	≥ 55	20~40	≤ 15	100~160	≤ 30
石 英 粉	底 盤	≥ 65	50~60	≤ 35	—	—

注：1. 上述百分数均为砂的重量百分比。

2. 凡能通过前一级筛而不能通过次一级筛的砂粒就以次级筛号代表。

3. 以主要砂粒为檢驗标准，上筛及下筛允許略有偏差。

3. 含水量不超过 0.5% (不包括結晶水)。

• (2) 白坭

一、外觀檢查：1. 表面色澤灰白帶黃，質柔軟，以手指可以碾成粉狀，有滑膩性；

2. 不得有硬块或雜質，如石块、貝壳、石灰石、草木垃圾等摻入。

二、化学成份：1. $\text{SiO}_2 = 65\% \pm 5\%$ ； $\text{Al}_2\text{O}_3 = 25\% \pm 5\%$ ；

2. $\text{CaO} + \text{MgO} \leq 5\%$ ；

3. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 3\%$ ；

4. 其他有害雜質(各氧化物之和) $\leq 2\%$ 。

三、物理性能：1. 粒度全部不超过 0.3 公厘 (即全部通过 50 号篩号)；

2. 含水量不超过 1% (不包括結晶水)；

3. 杜氏膠質價為 60。

(3) 陶土

一、外觀檢查：1. 表面色澤呈灰白色或淡青色，質地細緻緊密，稍有滑膩性；

2. 不得有硬塊或雜質，如石塊、貝殼、石灰石、草木垃圾等摻入。

二、化學成份：1. $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \geq 2.60$ ；

2. $\text{CaO} + \text{MgO} \leq 5\%$ ；

3. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 3\%$ ；

4. 其他有害雜質（各氧化物之和） $\leq 2\%$ 。

三、物理性能：1. 粒度全部不超過 0.3 公厘（即全部通過 50 號篩號）；

2. 含水量不超過 10%（不包括結晶水）；

3. 杜氏膠質價為 70。

(4) 水玻璃

一、外觀檢查：1. 為灰白色帶有膠稠狀的液體；

2. 無其他雜質、垃圾等摻入。

二、化學成份：1. $\frac{\text{SiO}_2(\%)}{\text{Na}_2\text{O}(\%)} \times 1.033 = 2.2 \sim 2.5$ ；

2. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 2\%$ 。

三、物理性能：1. 比重為 1.48~1.52 (20°C)；

2. 與水泥和後無沉淀現象。

(5) 固體苛性鈉

一、外觀檢查：1. 為塊狀灰白色礆性固體；

2. 無雜物垃圾等摻入。

二、化學成份：1. $\text{NaOH} \geq 98\%$ ；

2. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \leq 1\%$ 。

三、物理性能：1. 比重 $2.1(20^\circ\text{C})$ ；

2. 与水溶和后无沉淀现象。

(6) 重油

一、外观检查：1. 为清晰淡棕色带有粘性的液体；

2. 无其他杂质垃圾等掺入。

二、化学成份：不作分析。

三、物理性能：1. 比重 $0.91 \sim 0.92(20^\circ\text{C})$ ；

2. 恩氏粘度 $50^\circ\text{C} \leq 7^\circ\text{E}$ ；

3. 含水量 $\leq 2\%$ 。

(二) 造型材料的供应情况

表 3 是上海地区造型原料的供应情况：

表 3

材料名称	产 地	供应地点	材料质量情况
石英砂	无 錫	江南石粉厂	氧化矽高，一般都在 98%，颗粒均匀，能符合本技术条件
自坭	无 錫	天成矿业社	成分波动不大，通常如 SiO_2 67.02%； Al_2O_3 23.14%； Fe_2O_3 2.38%，物理性能亦较好
陶土	浙 江 余 杭	仇山磁土矿业社	质量正常，成分如 SiO_2 72.02%； Al_2O_3 14.77%； Fe_2O_3 2.83%，其他均能符合本技术条件
水玻璃	上海第一泡化碱厂	上海化工第一商店	模数波动不大，一般都在 2.2~2.7 之间，质量正常
固体苛性钠	(统一调配)	化工部上海办事处	质量正常
重油	(统一调配)	上海市石油公司	质量正常

(三)水玻璃型砂配合成分与物理性能:

配合成分与物理性能见表4:

表 4

硬 化 方 法			CO ₂ 吹气法	表面干燥法	
成 分 (%)	#4 石英砂(30/40)		新 砂	40	30
			旧 砂	—	20
	#5 石英砂(50/70)		新 砂	60	30
			旧 砂	—	20
	每 百 公 斤 砂 另 加 附 加 物	陶 土		3	3
		白 坭		3	3
		濃度 10% 苛性鈉溶液		1	1
		水 玻 璃		6	6
		重 油		0.5	0.5
物 理 性 能	湿压强度(公斤/平方公分)		0.45~0.6	0.4~0.6	
	干拉强度(公斤/平方公分)		4~6	5~7	
	湿 透 气 性		≥300	≥250	
	干 透 气 性		≥350	≥300	
	水 分 (%)		4.0~5.0	4.0~5.0	

2. 加料次序与攪拌時間

加料次序与攪拌時間列于表5:

表 5

加料次序	1	2	3	4
加料名称	石英砂与粘土	苛性鈉溶液	水玻璃加适量水	重 油
攪拌時間(分)	3	3	5	9

在加料次序方面,各厂有所不同,有的厂將水玻璃在加苛性鈉前加入。这样的加法是不适当的,無論从理論上或型砂的性能上都不能說明这一点是正确的。苏联資料也早已肯定先加苛性鈉的优越性。不妨建議先加水玻璃的鑄造厂,对这方面簡單地作一个試驗,观察不同的加料次序所得到的性能那一种較好,自然就会明白。

3. 拌砂操作

(一)水玻璃每 100 公斤加入溫水($40\sim 60^{\circ}\text{C}$) 70 公斤,均匀稀化后使用。

(二)固体苛性鈉每公斤加入热水($60\sim 80^{\circ}\text{C}$) 9 公斤,充分攪拌溶化后使用。

(三)攪拌好的水玻璃型砂放入竹籬內,四周及頂上均須盖以麻袋(冬天用干麻袋,热天用湿麻袋)以防止在空(中)硬化。

(四)水玻璃型砂应按次使用,放置時間最低不小于 1 小时,最高不超过 9 小时,同时竹籬上亦应按次插入記錄籤,籤上标出攪拌班次与時間,以便控制在規定的時間內用毕。

4. 造型操作

在造型方面因鑄件形态与要求的不同,則有各种不同的造型工艺,不可能一一加以說明,現在只叙述上海机修总厂有多年經驗的車輪的造型方法,来引导出有关水玻璃砂造型的工艺特点。車輪上下箱工艺图見图 1 及图 2,操作方法与要点如下:

(一)鋁模表面須用湿布擦淨,以免粘砂,每做 7~8 只擦一次,如中途发现粘砂,应立即擦淨。件号不可顛到弄錯,并須檢查面砂和背砂的干湿和热度,不合要求者不得使用,合格面砂使

用时要很好保管，用后随即把麻袋盖好，若有已经硬化的面砂，应剔除后方可使用。

(二)水玻璃砂厚度为25~30公厘，以輪板部分椿紧后为准，(CO₂吹气硬化的面砂厚度为30~40公厘)凸緣处鋪砂时要放得較厚一些，能使椿紧后不少于30公厘。

(三)砂箱边冒口处在使用前先要搭好坭漿水，放在鉛模上以后，要檢查砂箱与鉛模間的支口要对准。

(四)小出气孔为二只，距离边冒口中心各300公厘左右，周圍不得掺入背砂，如有須挖去后修光。

(五)背砂分两次鋪入，两次椿实。

(六)气眼用 $\phi 7.5$ 公厘圓鉄針要打到底，上箱内档10框，每框6个边冒口，2框每框3个。外档10框每框10个，边冒口四周打12个。下箱外档12框，每框11只，内档不打。

(七)上箱砂模中間冒口平面插5"圓釘6只，边冒口平面插4"圓釘7只，待圓釘全部插妥，光平模面打好气眼后再反箱起模。

(八)起模后如有起松或起坏部份，必須修好，修补面积一般不超过20平方公分，特別在件号附近更容易起松，应注意修补。凡面砂内夹有背砂者，均須挖净修好，修补过程是在硬化前进行的。

(九)模面任何部分不得高出或低进砂箱平面，下箱輪緣部分先成坡度，使澆注后輪緣部分保持帶有小坡度，砂箱的撓斜範圍超过1/4周，同时撓斜度超过3公厘者，不得使用。

(十)插釘子注意釘头上不可有鉄銹，上模内圈插6"圓釘8只，中圈插6"圓釘12只，外圈插6"圓釘16只，如图1所示，下模不插釘子。

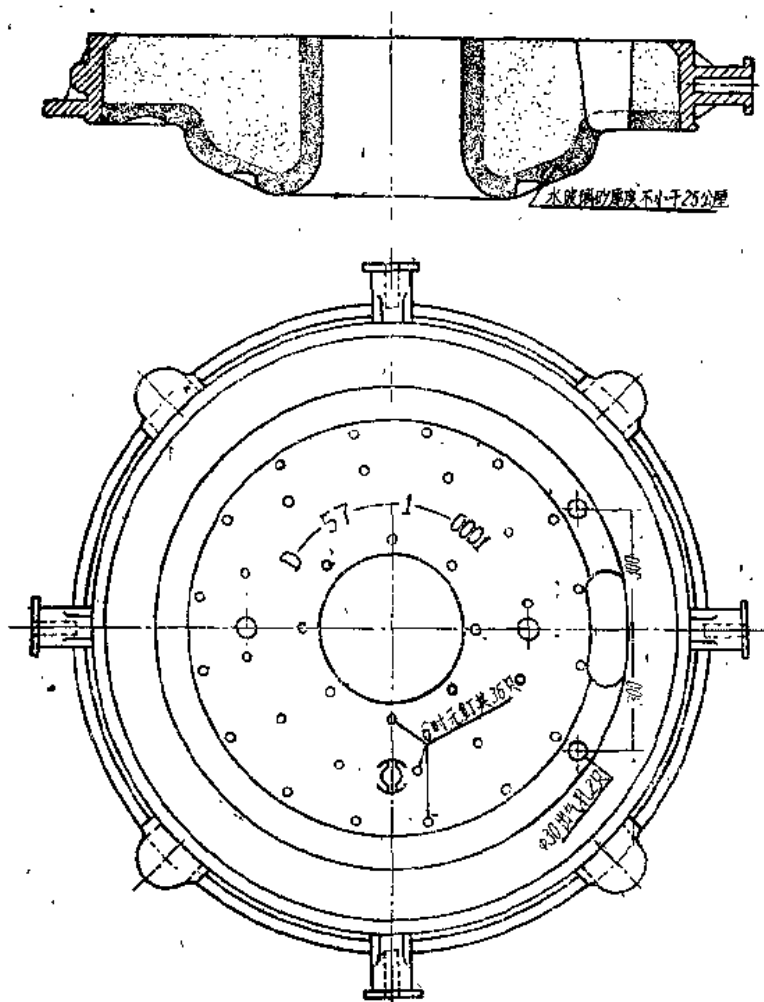


圖 1

(十一) 塗料必須清潔，內無雜物，噴塗時注意厚度約在 0.3 公厘左右，塗料比重在 1.8 左右，噴塗均勻，不得有粒塊附着，要連續噴塗兩次。

(十二) 中部的火磚坭芯開裂嚴重者不可使用，同時要保持

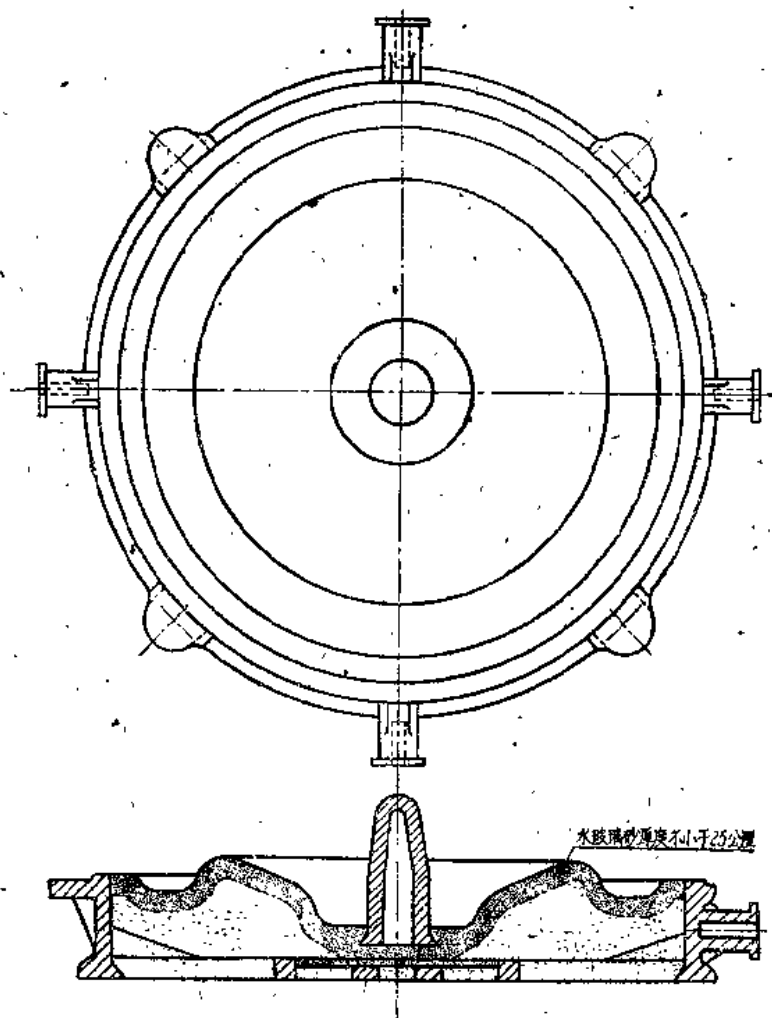


图 2

清洁,不得有其他污物沾上,落泥芯时须用样板卡准,不可偏斜,落好后填砂要椿紧。

(十三)叠箱时垫铁和搭手要上下对直,以免砂箱变形。

5. CO₂ 吹气硬化法

(一)吹气设备与操作方法:

吹气设备是比较简单的,操作也很方便,图3就是車輪砂模正在吹气时的情况。为了使 CO₂ 气体能顺利的通过全部模面,而再从内部排逸出来,以期达到充分的经济的利用 CO₂ 的目的。采用这种封闭式吹气法是較好的,件1是吹气的铝制專用罩壳。

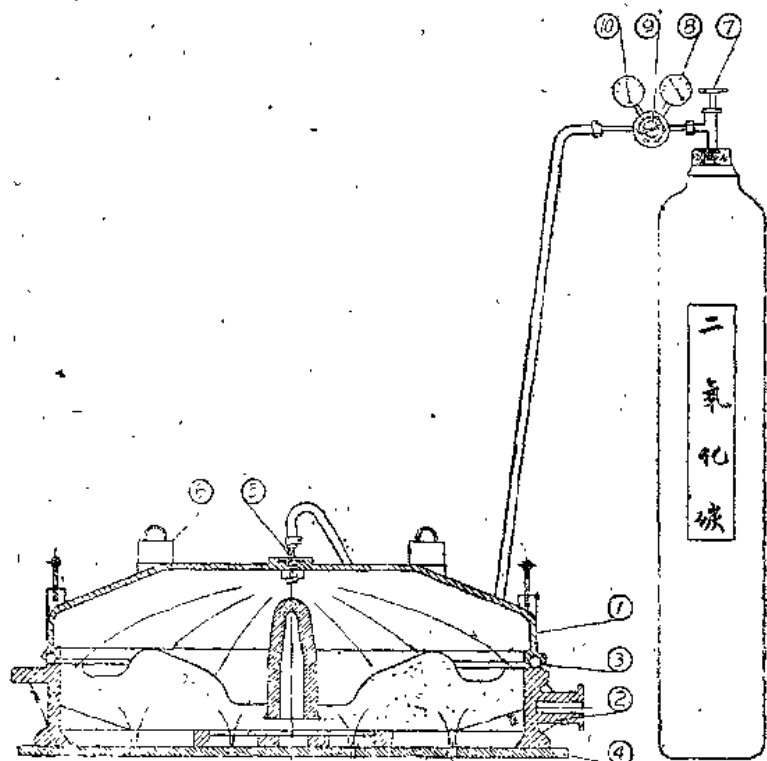


图3甲

- 1—铝制專用罩壳; 2—砂箱; 3—橡皮管垫料; 4—橡皮垫; 5—喷嘴;
6—压铁; 7—高压阀; 8—高压表; 9—减压阀