

我國工人學同創

1955年10月出版 定價：0.15元

怎樣配型砂

——

工人



中國工人出版社

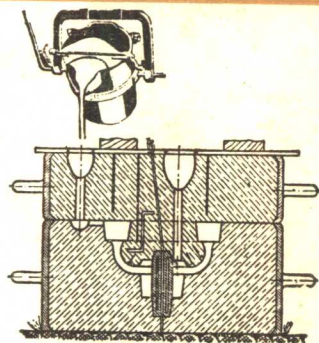
机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

怎样配型砂

曹孟贤 编著

铸工



机械工业出版社

内容简介 本书详细地介绍了各种型砂的性能，对铸钢、铸铁及有色金属用的砂—粘土型砂、水玻璃型砂和流态自硬砂、石灰石砂等型砂的要求和配方，都作了较详细的介绍。

本书可供铸造车间配砂工人阅读。

怎样配型砂

曹孟贤 著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可証出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 1 · 字数 21 千字

1960年2月北京第一版·1973年10月北京第二次印刷

印数 10,051—110,050 · 定价：0.10 元

*

统一书号：T15033·3178

毛主席语录

红与专、政治与业务的关系，是两个对立物的统一。一定要批判不问政治的倾向。一方面要反对空头政治家，另一方面要反对迷失方向的实际家。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 次

一、总论	1
1. 型砂的组成(1)——2. 铸造用砂和粘土及其主要性质(2)	
——3. 型砂的分类(4)	
二、型(芯)砂的性能	5
1. 可塑性(5)——2. 强度(5)——3. 通气性(6)——4. 耐火度(6)——5. 耐用性(7)——6. 退让性(7)	
三、型砂处理机械化	7
四、砂-粘土型砂	9
1. 铸钢用型砂(10)——2. 铸铁用型砂(10)——3. 有色金属用型砂(12)——4. 型芯砂(12)——5. 膨润土活化砂(大件潮模砂)(12)	
五、水玻璃型砂和流态自硬砂	14
1. 水玻璃型砂(14)——2. 流态自硬砂(15)	
六、特种型砂	17
1. 抗吸湿性并具有较高强度的型芯砂(17)——2. 高耐火度型芯砂(18)——3. 高干强度、易溃散性型芯砂(19)——4. 泥型用型砂(19)——5. 石灰石砂(21)	
七、涂料	23
八、附录	25

一、总 论

铸件生产的过程主要分为三个阶段：（1）铸型的制造；（2）金属的熔炼；（3）浇注、打箱及铸件的清理。在机械制造业中，铸件又占有较大的比重，而其中绝大部分铸件，重量从几两到几十吨，甚至上百吨的铸件，都可以用砂型铸造出来。因此铸件质量的好坏与型砂有着密切的关系，如何合理地配好型砂，对铸件的生产有着十分重要的意义。

在使用一般的砂型铸造、泥型铸造、水玻璃砂铸造的基础上，对原来的大件干模铸造进行了大胆的革新，而实现了大件潮模铸造的新工艺；水玻璃流态自硬砂铸造的新工艺正在我国铸造行业普遍地试用和推广，在铸件生产的产量、质量上都有提高。由于铸造生产发展的需要，在砂处理方面也相应地实现了机械化，建立起了一定的型砂管理制度；但是对型砂质量的好坏，原材料的标准，以及存放管理等问题，还缺乏足够的认识，这样也经常引起铸件质量的波动，这是我们每一个从事铸造工作的同志值得注意的问题。

1. 型砂的组成 一般型砂由砂、粘结剂（一般采用粘土）、各种不同的附加物及水所组成。其中用水润湿过的粘土、砂是型砂的主要组成物，当湿润的砂和粘土在一起搅拌时，粘土以薄膜形式包在砂粒上（图1）。从图1中我们还可以看到，不是全部砂粒间都填满粘土，而留有一定的空隙，这样才能保证气体在砂型烘干或浇注过程中跑出型外，这几乎是每种型砂都应具备的特性，这也就是我们常说的型砂的透气性。

在图2中我们可以看到这样的情况，当一个粗砂粒（a）分割

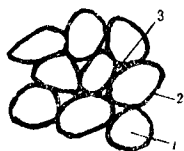


图1 粘土粘结砂粒的简图

1—砂粒；2—粘土薄膜；3—孔隙

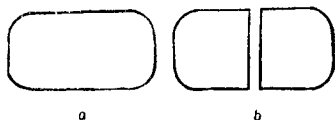


图2 砂粒碎裂后表面积增大的情况

成两个砂粒(*b*)时，体积虽然不变，但表面积增大了，结果造型粘结剂的需要量也加多了，所以我们可以得出这样的结论：细砂粒要求比粗砂粒要用较多的粘结剂。

2. 铸造用砂和粘土及其主要性质 铸造用砂和粘土 造型生产中应用最多的造型材料是以石英为主要成分的砂子与粘土配合而成的，这种材料在自然界内产量丰富，成本低廉且能较好地满足大多数铸件生产的要求。

砂子及粘土是由岩石（火成岩、水成岩、变质岩）经过一系列的变化如风力、水力、温度的机械破坏使岩石细化或由于化学变化岩石分解而形成的。故砂子和粘土常常是在自然界内混合在一起的，它的化学及矿物成分很难截然分开，生产中为了便利应用和研究，往往人为地将砂子与粘土加以区分。

砂子是型砂中的颗粒骨干，凡直径 $\leq 22\mu$ 的颗粒称为粘土，而 $> 22\mu$ 的颗粒为砂子。砂和粘土的混合物究竟是属于砂还是属于粘土则视其组成物多少而定，如果粘土量 $> 50\%$ 则这种混合物称为粘土，反之则称为砂子。

砂子根据来源可以分为河砂、海砂、湖砂、风积砂和残余砂。

海砂、河砂含粘土比较少，颗粒比较均匀，风积砂大部分集中在大陆内部地区，颗粒细、均匀、粘土含量多。残余砂又称山

砂，是岩石风化后在原地生成的，含有粘土，形状没有海砂、河砂规则。另外我们在铸钢件的生产中，常常采用一些大颗粒的石英砂，它是由天然石英岩经人工破碎、筛分而得到的，因此我们就称它为人造砂。

砂子的主要性质 (1) 颗粒组成：在铸造生产中所用的原砂，一般经过筛分。根据我们对型砂性能的要求，选用各种不同筛号的砂子。标准筛号^①有下列几种：6、12、20、30、40、50、70、100、140、200、270。一般对砂子颗粒组成的要求在相连三个筛号上的砂子数量达50~70%，为较理想的用砂。(2) 化学及矿物成分：砂的化学及矿物成分影响着它的许多性能，特别是它的强度和耐火性。在浇注过程中，砂中的杂质往往和液体金属表面的氧化物起反应，使砂子粘结于铸件表面；另外一些杂质也往往受高温作用而粉化，以致大大降低了型砂的耐用性。原砂成分要求列于表1。

表 1

石英含量%	总氧化物%	氧化铁%	氧化钙%	硫%	用 途
60~75	<6	<3	<1.65	<0.1	铸铁及有色金属
>90	<2	<0.95	<0.65	<0.1	铸钢

粘土的主要性质 粘土的主要成分是二氧化硅及三氧化二铝(Al_2O_3)。根据二者含量的不同，我们把 $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} < 2.65$ 的称为肥粘土，把 $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} > 2.65$ 的称为瘦粘土。当粘土内 Al_2O_3 含量愈高，也就是说粘土愈肥时，那么在加热时，粘土的收缩与发裂的倾向愈大。因此在铸造生产上常使用瘦粘土，但如果一定要使用这

① 所谓筛号，即每25.4毫米长度上所有筛孔的数目，如6号筛，即每25.4毫米长度上有6个孔。

种肥粘土时，那么我们也可以人工地加入 SiO_2 的粉末来减少它发裂的倾向。

表 2

粘土名称	耐火度 $^{\circ}\text{C}$ (不小于)	有害杂质%(不超过)			用途
		硅化物	$\text{CaO} + \text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	
高热化学稳定性的粘土	1580	0.2	2.0	3	铸钢
中等热化学稳定性的粘土	1350	0.3	3.0	—	铸铁及铜合金
低热化学稳定性的粘土	—	—	—	—	铝、镁合金

表 2 是根据耐火度（热化学稳定性）不同而分的三种粘土。

在这里我们再谈一下膨润土，它是一种特殊的粘土，是一种微晶高岭土，具有高的粘结作用，比粘土小的晶体，约为粘土的 $1/20$ 。当这种晶体溶于水时，就发生膨胀，长期不会沉下去。如果将 5% 的膨润土溶于水时，即可得到一种胶粘状的溶液，形成糊胶。由于这种性能，所以在型砂中加入 1% 的膨润土即可代替 2~3% 普通粘土；这样在型砂中就可以大大的减少粘土的用量及水分的加入量，使型砂保持有较好的通气性，故它是潮模铸造的良好造型材料。但是由于它有着较高的收缩性，且在加热失去水分时，它就失去粘结的性能，故不宜作为干模用料。

3. 型砂的分类 根据所浇注的金属分为：

(1) 铸钢用型砂；(2) 铸铁用型砂；(3) 有色金属用型砂。

根据制成每一铸件的功用分为：

(1) 外型砂（面砂、背砂、单一砂）；(2) 型芯砂。

根据使用要求分为：

(1) 半永久型砂；(2) 一次型砂；(3) 特种型砂。

根据干燥情况分为：

- (1) 潮模型砂；
- (2) 干模型砂；
- (3) 表面干燥型砂；
- (4) 自干或快干型砂。

二、型(芯)砂的性能

1. 可塑性 在造型时，型砂受外加压力的作用而变形，当压力停止，即铸型被搯实。当起出模型时，此时砂型内留下了明显的轮廓，把这种性能叫做可塑性。它一般决定于下列各因素：

(1) 水分——当粘土一定时，如果水分加入过多，则使型砂表面的粘土薄膜被冲坏，形成型砂的疏散；当水分过少时，则粘土层不能很好地包住砂粒，型砂也是一样的不能成型。

(2) 粘土的质量和数量——型砂的可塑性与粘土的加入量及粘土的质量有关。但过量的加入粘土会使型砂的透气性变坏。鳞片状或片状（膨润土类型的胶状可塑性粘土）粒子的粘土，有较好的粘结力，因此有助于可塑性的提高。

(3) 原砂的形状、大小的影响——大颗粒的型砂较小颗粒的型砂可塑性为差，多角形的较圆粒状型砂有较高的可塑性。

(4) 加入能使型砂强度提高的附加物，也能使可塑性有所提高。

2. 强度 铸型（型芯）在制型、运输、合箱及浇注过程中，受外力作用或受金属液的冲刷而完好无损，把这种性能称为强度。若铸型强度不够，为了得到合乎图纸尺寸要求的铸件，在造型时插入一定量的钉子等来加固铸型，这样给操作带来不少麻烦；反之，型砂强度太大，往往容易使铸件收缩困难而产生裂纹的倾向；因此型砂的强度对铸造工作来说意义重大。在砂、粘土型砂中，其强度的提高主要决定于粘土的含量与质量；加入其它粘结剂也有助于强度的提高；此外细的砂粒，保证了型砂具有较大的接触面，

使型砂的结合力加强；在一定程度上，增加水分（到一定限度），促使粘结剂在砂粒间分布得较均匀的原故，使之更完全地利用了它们的性能，这样也能使型砂强度有所增加。

3. 通气性 在前面研究型砂的组成时，提到通气性问题，它是每种型砂必须具备的性能。当型砂的通气性较差时，那末在金属的浇注过程中，铸型内所产生的气体就不能顺利的跑外型外，而产生相当大的压力，这时型内的气体可能跑入金属液内或留于表面，形成气孔及呛火等疵病。

如果我们选用的型砂粒度很不均匀，则大颗粒的型砂所形成的间隙将被小颗粒的砂子所堵塞，使通气性变坏，故我们选用三个相邻筛号上的砂子留量不得小于50~70%的砂，来配制型砂是有着一定的意义的。另外型砂的通气性与粘土的质量、数量也有很密切的关系，过多的粘土会使通气性下降。水分也是影响通气性的因素，图3为不同含水量的三种砂、粘土的型砂组织。当型砂中水分过少时，粘土不能很好地湿润，使粘土不能形成薄膜包住砂粒而拥在一起(图3a)；当水分合适时能得到正常组织(图3b)；当水分过多时，粘土薄膜被冲破，使粘土堵塞间隙(图3c)。

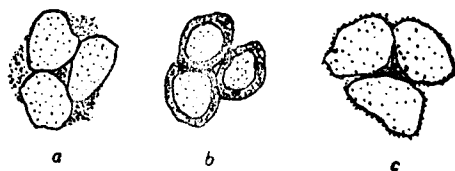


图3 湿度对透气性的影响

4. 耐火度 耐火度即型砂受高温金属液的作用不致软化及熔化的能力。如果型砂没有足够的耐火度的话，很可能形成粘砂

等缺陷。型砂的耐火度主要决定于砂子、粘土的质量，一般有害杂质含量愈少，则耐火度愈高，另外特种加入物（石墨、焦炭等）也有助于耐火度的提高。

5. 耐用性 型砂经重复浇注使用而仍保持良好的铸造性能称为型砂的耐用性。一般型砂受高温金属作用后即被破碎粉化，这样就使型砂的通气性及强度等变坏，因此我们在配砂时必需适量的配入新砂，其道理就在于此。

6. 退让性 型砂和芯砂应具有较好的退让性，使铸件收缩时不致受到很大阻力而开裂。退让性决定于粘结剂在铸件收缩时，所表现的粘结力和砂粒间的空隙而定，在铸件产生固态收缩时，如粘结剂能迅速丧失粘结力和砂粒间有较多、较大的空隙，则砂型或泥芯能表现出很好的退让性。

对于泥芯来说，它还有着更高的要求，它除考虑到上述性能之外，还需具备不吸湿性、气体发生量要小及容易清理等，才能保证完好铸件的获得。

三、型砂处理机械化

用砂型生产铸件的铸造车间里，差不多每生产一吨合格铸件，就得耗用3~5吨的型砂，这是一个很惊人的数目。型砂配制的过程：旧砂一般由浇注后的砂型经落砂、磁铁分离、破碎、过筛而进入砂斗；新砂则经烘干、过筛而进入砂斗；粘土、煤粉等粉状材料也分别贮存在斗内；将上述材料按一定配比加水混制经松砂后，便得到所需要的型砂。在这个过程中，不但劳动强度大，粉尘大，对工人身体有害，文化大革命以来，经过技术革新，逐步改变了铸造车间的落后面貌，在砂处理方面也不同程度的实现了机械化，在生产效率上、劳动条件上都有了相应的提高和改善。

下面就砂处理机械化过程中主要问题谈一谈：

在目前的铸造车间里，在铸型的落砂方面一般都采用了落砂机、皮带运输机、磁铁分离滚筒、破碎机、提升机、筛砂机、皮带运输机到砂斗等的一系列的机械设备，使旧砂处理基本上达到了机械化。在这个过程中，一般的工厂在落砂机下直接采用皮带机运输，这样红热的旧砂直接压在皮带上，这对皮带机寿命危害较大；有些厂在落砂机的砂斗下采用了机械给料器，这样大大的改善了皮带机的工作条件，对延长皮带机的寿命起了积极的作用。在某些老铸造车间的改造上，往往受到地面条件的限制，使之砂处理机械化发生困难，但是一经采用了压送或吸送的工艺，就能在曲曲弯弯的运输路线上输送型芯砂或造型材料。在这里采用吸送为优越，因为一般型砂在经过金属液的作用而被侵蚀、破坏、产生一部分无用的粉尘，当吸送过程中，利用吸送进行颗粒分级，分离去砂中的粉尘部分，对旧砂进行干法再生，这不但提高了型砂的质量，而且从卫生条件来说也大有改善。在压缩空气能力比较富余的车间，可直接用压送来代替其它运输设备，但应使砂斗卸料点严密封，以免粉尘飞扬，这样大部分粉尘得不到分离而仍落在旧砂内，对型砂质量来说是不利的。还有些厂直接将打箱旧砂落入水池中，砂子采用水力提升机、水力旋流器、压力脱水等过程使砂子得到了再生，从防尘角度及改善型砂质量来说是有利的，但对沉淀池泥浆的善后处理及经济意义来说是不够合适的；在采用流态自硬砂的车间及有水力清砂的车间则可应用这种再生型砂的方法。

粘土、煤粉等粉状材料的输送，一般以真空吸送显得优越，粉料经吸头、管道、分离器、除尘器借水环真空泵的吸力运至斗内待用；在有些采用全干的原砂材料时，也可配成一定比例的泥浆，通过泵加入混砂机使用，这给防尘创造了良好的条件。

混好的型砂经松砂机松砂后，一般采用皮带运输机来输送方便、可靠，尤其是对于干模粘土砂的输送；对于型砂性能控制较严的机械化潮模流水线上，或其它一些老车间采用皮带机有困难时，也可采用压送来运送型砂，但当型砂配比（水分及含泥量）不稳定时，在弯头及局部管壁随着压送时间的延续，容易逐渐形成粘砂使管道堵塞，影响生产的顺利进行。因此必须掌握压送规律进行定期的清刷管道，从而保证型砂的正常输送。

在采用流态自硬砂、水玻璃自硬砂的铸造车间，应用移动式回转式连续混砂机较为有利，它安装在电动平车上，原砂、水玻璃、发泡剂、硬化剂、水及其他附加物全装在上面，这样可以依次在较大范围内浇灌砂箱及型芯，效率高、方便、可靠。

四、砂-粘土型砂

砂-粘土型砂是一般砂型铸造车间在造型及制芯上应用较广的混合料，它不但配制简单、价格低廉，同时还有良好的工艺性；它有着较高的湿压强度（ $0.3 \sim 0.8$ 公斤/厘米²），这样保证了型砂的可塑性；另外它还有着适当的干拉强度（ $0.8 \sim 2.0$ 公斤/厘米²），这样既保证了铸型的干强度，又能满足浇注时铸型有容让性。如果需要采用高强度的型砂时，还得加入其它的粘结剂。

在自然界中，我们能找到这样的砂-粘土砂，只需适量加入一些水分，就能满足潮模、铸铜等型砂工艺性能的要求，可直接用于生产，这样大大地简化了砂处理工艺，这也是砂-粘土型砂的特点。由于这种天然型砂质量上不稳定应用上有局限性，因此为了更好地满足各种铸件的生产，对型砂的不同要求，多采用人工配料来制备型砂。下面准备就铸钢、铸铁、有色金属所用一般砂-粘土型砂及大件潮模用的膨润土活化砂作简要说明。

1. 铸钢用型砂 铸钢用型砂的选择时，侧重点在于获得无粘砂、无夹渣等缺陷的铸件。因为在铸钢件的浇注过程中，铸型的工作条件较差，它必需承受高温金属液及大的静压力头的长期作用，这样，一般的砂-粘土型砂就不能得到完全理想的效果，因此我们就得在型砂中加入特种附加物。

在5吨以下的碳钢铸件生产中，我们一般选用含 $\text{SiO}_2 > 95\%$ 的石英砂，根据铸件大小，我们选用40/70、50/100号的原砂，并选用具有高热化学稳定性的粘土。过去有些工厂中，不论铸件大小，都选用较粗的人造石英砂，为了减少铸件粘砂的疵病，往往还得在配砂中加入20%左右的石英粉等，这样不但价格昂贵，同时所得铸件也不光洁，清铲工时占用很多。我国有许多极为丰富的石英砂矿床，如七棵、达罕砂等，已被广泛的应用于铸钢件生产，它不但价格较低，同时获得的铸件也较为光洁。

2. 铸铁用型砂 铸铁的浇注温度虽然较铸钢为低，但它的流动性较高，也易造成粘砂的疵病，另外砂眼、气孔等也是常见的缺陷。必需根据铸件的薄厚、大小来选用适当的配砂方案。在潮模件的铸造上，为了获得无粘砂的铸件，在配砂时加

表 3 铸钢型砂的一般配方及性能

组别	铸型特征	粘土含量	旧砂	新砂	有机附加物	水分	透气性强度(公斤/厘米 ²)		型砂粒度
							湿	干	
1	湿型 < 5000 公斤	10~12	50~90	10~50	亚硫酸盐 溶液 0.5	4~6	0.3~0.5	—	40/70, 50/100
2	干型 < 5000 公斤	12~15	50~75	25~50		5~8	0.4~0.6	1~1.5	40/70, 50/100

表 4 铸铁型砂的一般配方及性能

组别	铸型特征	粒度	粘土含量	混 合 料 成 分			湿透气性 (不小于)	强度(公斤/厘米 ²)		湿度
				旧砂	新砂	煤粉 锯末		湿 压	干 拉	
1	潮模<20公斤	70/140 100/200	8~10	80~98	2~20	2~3	50	0.3~0.5		4~6
2	潮模<200公斤	50/100 70/140	8~10	70~95	5~25	2~5	50	0.3~0.5		4~6
3	潮模<2000公斤	30/50 40/70 50/100	10~12	60~80	20~40	5~8	70	0.5~0.65		4~6
4	干模<10000公斤	30/50 40/70	15~20	50~70	30~50		2~3	0.55~0.75	0.8~1.2	7~9

表 5 有色金属型砂的一般配方及性能

组别	铸型特征	型砂粒度	粘土含量	混 合 料 成 分				湿透气性 (不小于)	强度(公斤/厘米 ²)		水 分
				旧砂 (粘土砂)	新砂 (粘土砂)	重油	亚硫酸 盐 液		湿 压	干 拉	
1	铜合金潮模	70/140 100/200	8~12	70~90	10~30	1.0~1.5		30	0.3~0.6		4.5~5.5
2	铜合金干模	70/140	10~15	65~80	20~35			30	0.4~0.6	0.8~1.2	5.5~7.5
3	铝合金潮模	100/200 140/270	8~10	70~95	5~30			30	0.3~0.5		4~5.5
4	铝合金干模	100/200 140/270	8~12	70~90	10~30		0.5	30	0.3~0.5	0.8~1.2	5~7

入3~5%的煤粉。有时为了改善铸型、型芯等的容让性，可在型砂中适量加入一些锯末等。

3. 有色金属用型砂 对有色金属铸件来说，一般希望能得到较为清晰的轮廓、虽然有色金属熔化温度较低，但流动性较好，因此应酌情选用低化学热稳定性而具有较细粒度的型砂，以免金属液渗入砂型内，而产生铸件变形、夹砂、粘砂等疵病。

下面表3、表4、表5分别介绍了铸钢、铸铁有色金属的一般配方和性能供参考。

4. 型芯砂 在简单件的大型型芯生产上，一般可采用不加入任何附加物的砂-粘土型砂。但由于型芯的工作条件较铸型为繁重，而对型芯的透气性、不烧结性、易清理性、强度等提出了更高的要求，通常型芯砂较外型砂配入更多的新砂（颗粒较粗）；但是有时为了保证铸件内腔轮廓的精确及减轻金属液的渗透能力，有时也选用较细的粒度。为了保证型芯的强度和透气性，除在车制型芯的型芯砂中，加入较多的粘土粘结剂外（因透气性对这种结构的型芯来说影响不大），在其它结构的型芯砂中，应尽量减少粘土的加入量，而加入亚硫酸盐纸浆废液、糊精、沥青、合脂等特种粘结剂，其详细配方将在后面章节说明。

5. 膨润土活化砂（大件潮模砂） 由于在膨润土潮模砂的使用中，钠质膨润土比钙质膨润土粘结能力较强，胶质价也高；而我国的膨润土大部分属于钙质膨润土，为了使提高其粘结能力，必须加入钠离子使其变换为钠质膨润土，故目前我国膨润土的潮模砂中加入碳酸钠（ Na_2CO_3 ）使 $\text{Ca-膨润土} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na-膨润土} + \text{Ca}_2\text{CO}_3$ 离子交换反应，使膨润得到活化，对改善型砂的强度和透气性起了积极的作用。在潮模铸造来说比干模铸造型砂有较高的水分，铸型在浇注过程中发气量较大，因此，要求型砂有较高的透气性；又铸型的整个工作过程来说，也全部在湿态条件下，