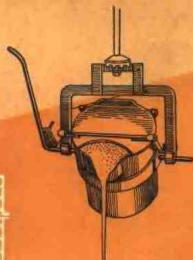


铸 工

西安交通大学铸造专业编



ZHU GONG

陕西人民出版社

TG-24

2
2

铸 工

西安交通大学铸造专业编

6693/1-5

陕西人民出版社



480157

铸 工

西安交通大学铸造专业编

陕西人民出版社出版

西安新华印刷厂印刷

陕西省新华书店发行

*

1976年4月第1版

1976年4月第1次印刷

印数: 1—3,000

书号: 15094·76 定价: 0.57元

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在学习无产阶级专政的理论推动下，我省工业学大庆的群众运动更加广泛深入地开展起来。为了发挥广大青年工人在抓革命、促生产中的积极作用，有必要帮助他们掌握现代工业技术。为了适应这一形势的需要，我们在举办了几期铸造工人技术短训班的基础上，认真总结了工人师傅的经验，编写了《铸工》一书。

我们根据我省各地工厂铸造生产实际，以砂型铸造的灰铸铁铸件为主，从提高铸件质量方面讲了一些道理，并介绍了有关工艺措施。另外，也考虑到地方工厂生产的现状和发展需要，对球墨铸铁的生产知识也作了简要介绍。

在编写过程中，西安锻压机床厂、西安柴油机厂等单位给予热情支持，提供了有关资料；陕西鼓风机厂、汉江机械厂和咸阳机械学校，在省革委会机械工业局的领导下，对书稿进行了审阅修改。对此，我们表示深切的谢意。

这本书是为青年工人编写的，也可供其他铸造工人和技术人员参考。由于我们水平有限，加之实践经验不足，书中难免存在不少的缺点和错误，希望广大读者批评指正。

目 录

第一章 铸造用粘土砂	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 型砂的基本性能	(2)
第三节 型砂原材料	(11)
第四节 型砂的配制	(21)
第五节 扩大湿型铸造的应用范围	(27)
第六节 桐油砂及合脂砂	(35)
第二章 灰 铸 铁	(13)
第一节 概 述	(43)
第二节 金属材料的机械性能	(45)
第三节 灰铸铁的组织 and 机械性能	(49)
第四节 影响灰铸铁组织和性能的因素	(53)
第五节 孕育处理	(63)
第六节 灰铸铁的铸造性能	(65)
第三章 灰铸铁铸件常见的缺陷及其防止	(69)
第一节 概 述	(69)
第二节 气 孔	(73)
第三节 缩孔和缩松	(81)
第四节 内应力, 变形和裂纹	(88)
第四章 灰铸铁铸件的铸型工艺设计	(104)
第一节 概 述	(104)
第二节 铸件分型面和浇注位置的确定	(107)
第三节 浇注系统的设计	(109)

第四节	冒口设计.....	(127)
第五节	冷铁设计.....	(130)
第六节	典型铸件工艺举例.....	(132)
第五章	冲天炉熔炼	(141)
第一节	概 述.....	(141)
第二节	冲天炉的类型、构造及主要尺寸.....	(143)
第三节	冲天炉熔炼的基本过程.....	(150)
第四节	影响铁水温度的主要因素.....	(159)
第五节	新型冲天炉的特点.....	(165)
第六节	冲天炉熔炼过程中铸铁化学成分的变化 和控制.....	(177)
第七节	冲天炉配料计算.....	(184)
第八节	冲天炉操作.....	(192)
第六章	球墨铸铁生产基本知识	(224)
第一节	概 述.....	(224)
第二节	球墨铸铁的生产工艺.....	(227)
第三节	球墨铸铁的热处理.....	(241)
第四节	球墨铸铁件的主要缺陷及其防止.....	(244)

第一章 铸造用粘土砂

第一节 概 述

铸造车间所用的型砂（包括型砂和芯砂）绝大部分都是粘土砂（由砂子、粘土和水分混合而成）。在一个车间里，总是将所生产的铸铁件根据重量、壁厚、大小及复杂程度等特点而分成几类。每一类铸件使用一种型砂。由混砂工统一进行混制，然后分送到造型地点。浇注以后，不同型砂的铸型应在不同的地点打箱，分别处理堆放，不能搞混。为了便于管理及组织生产，一个铸工车间内型砂的种类不能过多。铸造车间除使用最多的粘土砂外，还常用桐油砂来制造复杂的型芯。

日常生产中，型砂应符合以下要求：（1）要有一定的强度，使造型合箱时不致损坏，在浇注时不致造成冲砂、夹砂等；（2）在铸件凝固收缩时，要求不妨碍铸件的收缩，有较好的退让性（特别是对于芯子）；（3）要容易出砂；（4）要有一定的透气性及较低的发气量，使浇注时和浇注后所产生的气体均能由铸型排出，不致在铸件中造成气孔；（5）要有一定的抵抗粘砂的能力及耐火度；（6）要使造型时操作方便；（7）要价钱便宜，来源方便等。型砂最主要性能是：强度、透气性与发气量，抵抗粘砂的能力及耐火度。下面我们对型砂的这三个性能进行较详细的分析，

当然在实际生产中还需要兼顾其它的性能。

第二节 型砂的基本性能

一、强 度

强度就是每平方厘米桩紧的型砂能承受的力，承受力越大强度越高。型砂的强度又分湿强度及干强度。对潮模来说，湿强度直接关系到铸件的质量。对于干模来说，影响铸件质量的是干强度。但是湿强度太低就无法造型、造芯，所以湿强度仍有重要意义。

1. 湿强度

砂子本身是不会有强度的，在里面加了粘土后才会有强度。干的粘土也没有粘结力，必须加入水分变成粘土浆，才能把砂粒粘在一起而具有强度。假如砂粒都是球型的，混得也很理想，那么粘土浆均匀地包在砂粒表面而形成一层粘土膜，当两颗砂粒碰在一起时就形成一个粘结点，如图 1—1 所示。

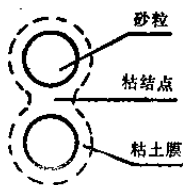


图 1—1 粘土膜将二颗砂粒粘结在一起

在每个粘结点上，通过相接触的那部分粘土膜，把两颗砂粒粘结在一起。而粘土膜的粘结性能愈好，相接触的粘土膜的面积愈大，则砂粒就粘结得愈牢。由于铸型有许多砂粒，也就有许多粘结点，因此型砂的强度就决定于：每平方厘米上有多少粘结点；每个粘结点上

相接触的粘土膜的面积及粘土的粘结性能。根据这两点，我们就可以分析在实际生产中影响湿强度的因素。其中有：

(1) 粘土的性能，粘土的用量及水分。质量好的粘土能吸收的水分多，形成的粘土浆也多，只要用少量的粘土就能造成较厚的粘土膜，使相接触的粘土膜的面积较大，形成较高的强度。当然粘土用量越多，粘土膜也愈厚，形成的强度也愈高。水分是根据粘土用量来确定的，要使粘土能吸收足够的水分。水分较少时，粘土吸水不充分，形成的粘土膜也就薄，强度也就差些；但是，当水分过高时，使粘土浆较稀，粘结性能下降，影响强度。假如在型砂试验时，一定配方的型砂在含不同水分时的强度值都标在图表上，联系起来就象图 1—2 所表示的那样一条线。可以看出有一个强度最高的水分，少于它及多于它时，强度都要下降。

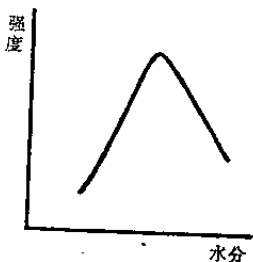


图 1—2 强度与水分的关系

(2) 桩砂时的松紧程度。造型时砂子桩的越紧，那么每平方厘米上的粘结点就越多，砂粒与砂粒也靠的越紧，即每个粘结点上相接触的粘土膜的面积也越大，当然所形成的强度就越大。

(3) 砂粒的粗细。砂粒较细时，每平方厘米上的粘结点就多，但是分配到每个砂粒表面的粘土量就要减少，即粘土膜较薄。一般来说，粘土用量相同时，细砂的湿压强度要比粗砂的湿压强度高一些。

(4) 混砂的质量。型砂混的不好，砂子和粘土没有混均匀，粘土就不能均匀地包在砂粒表面，就不能充分发挥粘土的粘结作用，因此强度就不会很高。最好是用碾轮式混砂机混砂，此时不光是搅拌，在碾轮下面还有搓研的作用，使粘土均匀地包在砂粒的表面，较充分地发挥粘土的粘结作用，能获得较高的强度。当然要混的好还要一定的时间，时间短了质量亦不理想。此外，粘土均匀地吸收水分也需要一段时间，所以混好的砂子需要堆放2—4小时，让水分均匀地渗透到粘土中去，以便充分发挥粘土的作用，这就叫回性。回性前后的强度有明显的差别，特别是对于粘土用量较高的型砂，更需要较长时间的回性。

2. 干强度

粘土砂烘干以后，其强度大大提高。上面在湿强度中讲的粘土用量，桩砂时的松紧程度，以及混砂的质量等对干强度的影响仍然一样。至于水分的影响，一般说来，水分稍微多一点，混砂时容易均匀，桩砂时容易桩紧。

在烘干时，粘土膜中出现一些裂纹。裂缝越多，干强度就越差。产生裂纹的原因是多方面的，如粘土砂经烘干使粘土失水而收缩；烘干时加热过快，水蒸气冲破粘土膜；型芯制造时松紧不匀；涂料刷得过厚；烘干温度过高使砂子加热而膨胀。对产生裂纹的情况应具体分析，找出原因，采取有效措施加以克服。

二、透气性与发气量

在浇注过程中，铸型必然产生气体，这些气体一部分由出气口跑出，一部分就要靠型砂的透气性从型砂中排出，不

然就要在铸件中出现气孔。另外，型腔中有气体，若不及时排出，就会使金属液浇不进去，结果造成铸件浇不足，或铸件轮廓不清等缺陷。在浇注以后，型砂中所产生的大量气体都要由型砂中排出。我们要求型砂产生的气体要少，即发气量小，而型砂的透气性要好。这样在型腔附近的气体的压力就较低，不致于使气体钻进铁水中而造成气孔。在这里要求背砂的透气性要比面砂好，因为通过背砂的气体比通过面砂的要多（由于面砂中产生的气体也需要通过背砂排出去），假如背砂的透气性小了，把气体卡住排不出去，那还是要出问题的。

粘土砂中的主要发气物质是水，还有煤粉等等，但是最危险的是水。在铁水浇入铸型以后，水一下子就变成了水蒸汽。体积要增大一千倍以上。在很短的时间内产生那么多的气体，就会造成较高的压力，致使气体钻入铁水中形成气孔。在生产中，常常由于铸型中有些地方水分过多（如修型时刷水过多），使铸件产生气孔。因此，必须严格控制型砂中的水分。

铸型为什么能让气体通过呢？这是因为铸型由许多砂粒（砂粒外面包上粘土膜）组成的，颗粒之间有许多孔隙，气体就通过这些孔隙跑出去。因此，铸型的透气性就决定于这些孔隙的大小及多少。根据这一点我们就可以分析在实际生产中影响透气性的因素，其中有：

1. 砂粒的粗细：从图 1—3 可以看出，同样大小的一块型砂，粗砂粒间有一个大孔隙，细砂粒间有许多小孔隙。虽然这些小孔隙总加起来的面积与大孔隙差不多，但气体通过这些小孔隙的阻力较通过一个大孔道的阻力要大得多。因

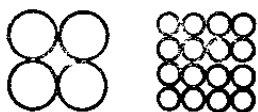


图 1—3 不同粗细砂粒形成的孔隙

此，砂粒愈细，砂型的透气性就愈差。生产上所用的砂子其粗细是不均匀的，有的粒子粗，有的粒子细。细粒常常嵌在粗粒的孔隙之中，减小了孔隙，影响透气性。所以砂粒的粗

细愈不均匀，型砂的透气性愈差。特别是砂子中的灰分及泥砂之类的细小颗粒，常将孔隙堵死，对透气性的影响特别大。所以，我们在检验一种砂子时，不仅要分析其粒度的粗细，还要分析其粒度的均匀程度，特别要分析其细小颗粒的含量。在处理旧砂的时候，也希望将其中灰分微粒去掉。

2. 搥砂时的松紧程度：型砂搥的愈紧，砂子与砂子挤得愈紧，其间的孔隙就愈小，粘土膜也挤入了孔隙，所以型砂的透气性就愈差。

3. 粘土的用量：粘土用量愈大，砂粒表面的粘土膜就愈厚，搥紧后挤入孔隙的粘土膜也愈多，故透气性也愈差。

4. 水分：水分较少的时候，一部分粘土成为粘土膜包在砂粒外面，一部分粘土仍是松散状态分布在砂粒之间，象细小颗粒那样严重影响透气性，所以型砂的透气性是比较低的。当水分增加到一定程度时，所有粘土都恰好成为粘土膜包在砂粒外面，此时透气性最高。水分再增加，粘土膜就要

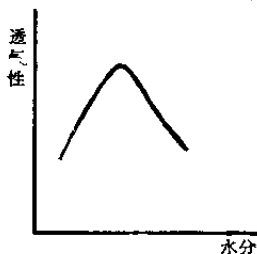


图 1—4

水分与透气性的关系

增厚，甚至还有多余的水分在砂粒之间，所以透气性又下降了。假如在型砂试验时，一定配方的型砂在各种不同水分时的透气性都标在图表上，联系起来象图 1—4 所表示的那样，可以看出有一个透气性最高的水分，少于它及多于它时透气性都要下降。

联系到上面所讲的水分与强度的关系，在确定型砂中的水分时必须兼顾强度与透气性。如图 1—5 所示的那样，把水分对强度与透气性的影响画在一张图上，看在型砂中究竟应该加多少水的问题就比较容易决定了。我们选择加水量总是在最高强度与最高透气性之间。

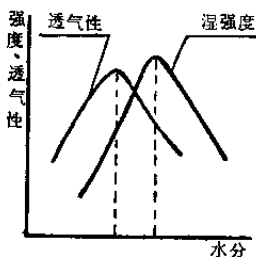


图 1—5 水分与强度及透气性的关系

5. 混砂的质量：在手工混砂时，粘土不是以粘土膜的形式包在砂粒外面，而是分布在砂粒之间，其透气性必然不好。在混砂机中混砂，如混砂时间较短，则只有一部分粘土包围在砂粒外面，一部分仍然嵌在砂粒之间，故透气性仍不太好。只有混碾充分了，透气性才较理想。

在实际生产中，提高强度与提高透气性是互相矛盾的。所以只要使强度能满足要求就够了，不能片面追求高强度，而影响透气性及发气量。

三、抵抗热粘砂的能力及耐火度

当铸件表面砂粒与金属交错地夹杂在一起就称为粘砂。

粘砂也是铸造生产中常见的缺陷。铸件粘砂会增加清理工作量，粘砂层较厚时，要耗费很多清理工时。若粘砂层很厚无法清理时，就使铸件报废。

粘砂分为机械粘砂、热粘砂及化学粘砂三种。

机械粘砂的产生是由于砂粒太粗，造型时桩砂太松，以致砂粒之间的孔隙太大；或是混砂不均匀，形成团块，造型桩砂不易紧实，团块之间形成较大的孔隙。这样的铸型经浇注后，在液体金属的压力下，金属液就渗入这些孔隙而造成粘砂。由此可知，砂型表面的孔隙愈大，粘砂就愈严重；液体金属的压力愈大，粘砂也愈严重。所以，厚、高、大由于使用粗的型砂和承受金属压力较大，故容易粘砂，铸件底面由于金属压力的作用，其粘砂也较铸件顶面严重。另外，当液体金属的浇注温度愈高，金属液的渗透能力就愈强，粘砂也愈严重。

热粘砂的产生是由于型砂的耐火度不够而造成的。所谓耐火度，一般以型砂表面刚开始熔化的温度（即烧结点）来代表，这个温度越高就是耐火度越高。在使用耐火度低的型砂时，如图 1—6 所示，靠近铁水的那一层砂子，其表面

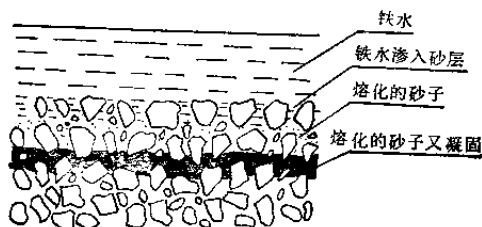


图 1—6 热粘砂示意图

已经熔化，在铁水的压力下向下流动，流到温度较低的地方又凝固了。紧靠铁水的那层砂子中，由于表面部分被熔化而流走，因而孔隙扩大，铁水就渗透到这些孔隙之中，造成粘砂。用这种型砂浇铸小而薄的铸件，例如南京红砂浇注小的铸铁件，则只有表面一薄层砂加热到熔化温度，冷却以后，仅在铸件表面粘上一薄层硬壳，清理时很容易由铸件表面打下来，铸件的表面也比较光洁。但是这些硬壳在型砂回用时变成一块块的小薄片，筛分时不易去掉，使造型发生困难。因此在回用这种砂子时，尽量将这些小块块砂片去掉。

化学粘砂的产生，是由于砂及粘土与浇入的金属液发生化学作用而造成的。即：浇注的液体金属与氧化性气体相接触，产生氧化铁，氧化铁很容易与砂型中的二氧化硅发生化学反应，生成一种新的物质，牢固地粘在铸件上面。同时，这种物质的熔点很低，只有 1205 度，很容易熔化，并在液体金属的压力下向里边流动。这样就扩大了铸型表面砂粒间的孔隙，使金属液渗入而造成更严重的粘砂。这个过程与热粘砂有点相似。

实际上，上述三种粘砂常常是混合在一起发生的，很难截然分开。但需分清主次，从而采取适当的措施加以克服。在此还需要说明一点，金属液在铸型中的渗入深度是有限的。只有当铸型的温度超过金属的熔化温度时，金属才能渗入，而在低于金属熔化温度的砂层中，金属液到那里就凝固了，不可能继续渗入。所以粘砂层的深度（也就是粘砂的严重程度）与铸型在铸造过程中被加热的程度有关系。铸型被加热的越厉害，粘砂就越严重。所以，在浇注厚壁铸件时，其粘砂较薄壁铸件严重。铸件的凹角处（即砂型的尖角处）

其粘砂程度较严重。金属液浇注温度高时，其粘砂亦较严重等等。

在生产中防止粘砂的措施：

1. 选择合适的砂子粒度：造型时桩砂的松紧度要合适。这里有个矛盾问题，若是要透气性好，就希望砂粒间的孔隙大；但要防止粘砂，就希望砂粒间的孔隙小。我们在考虑问题时，必须兼顾这两个方面。

2. 提高型砂的耐火度：提高型砂的耐火度不仅有利于防止粘砂，还能增加型砂的回用次数。在实际生产中影响耐火度的因素很多，其中主要有：

(1) 化学成分。主要是看砂子中二氧化硅的含量。二氧化硅就是石英，它的熔点可达到 1713 度。普通用的砂子都不太纯，含有许多杂质。杂质越多，熔点就越低。砂子中的二氧化硅含量越高，型砂的耐火度就越好。另外，砂子的矿物成分对耐火度也有影响。二氧化硅的含量是合格的，但其它金属氧化物的成分太高，其耐火度仍然达不到要求。

(2) 砂粒的粗细及形状。细的砂粒在加热时容易升温、熔化，耐火度差。但细砂有利于防止机械粘砂，应据实际情况综合考虑选用。多角形的砂粒，尖角处易熔化，其耐火度不如圆形砂粒好。

(3) 粘土的用量及粘土的耐火度。粘土的熔点低于砂粒，型砂中加的粘土愈多，其耐火度就愈低。因此，采用质量好的粘土是有利的。因它用量少，只要百分之二到三就能达到强度要求。粘土的耐火度较高时，对型砂的耐火度影响也就不大。

3. 在型砂中加入某些附加物，如煤粉、焦炭粉、重油

等：由于高温的作用及附加物本身的燃烧，会形成许多还原性气体。这些气体一方面可防止铸件表面发生化学反应而形成低熔点物质。另一方面因砂粒的孔隙中有较高压力的气体存在，而阻碍金属渗入，可以防止粘砂。对煤粉的要求是：挥发成分（即高温下变成气体的成分）占28%~30%，灰分<10%。对于厚壁铸件，因为它凝固较慢，铸件表面尚未凝固时，煤粉产生的气体已跑掉了，所以加入煤粉就不能起到应有的作用。在型砂中加入煤粉以后，型砂的发气量增加了，故铸型的排气必须通畅，否则容易产生气孔。由于煤粉不断加入型砂中，经多次使用后，必然增加型砂中的灰分。若无去灰分的设备，必将影响型砂的透气性。故此，有时加难燃烧的焦炭粉（焦炭粉也有堵塞砂粒间的孔隙而使金属液不易渗入的作用）或易燃烧的重油，以便减少型砂的灰分。亦有将重油、煤粉、焦炭粉结合在一起使用，这样，重油可补充煤粉的前期（即浇注初期）发气，使由浇注到铸件凝固整个时期中，铸型表面均能保持适量的还原性气体，故能较好地防止粘砂。除此而外，在浇注铸铁件时，湿型的表面撒石墨粉，干型表面刷石墨涂料，使其铁水与砂型之间有一层石墨粉的隔层，而石墨的耐火度是很高的，也不会与铁水起化学作用，这就可以保证铸件的表面光洁。

第三节 型砂原材料

配制型砂，要从有利于战备及节约的原则出发，根据当地原材料的供应情况进行。型砂的原材料主要是砂子及粘土。选用砂子和粘土必须符合一定要求，下面分别加以介绍。