轮盘类铸铁件铸造工艺

济钢集团重工机械有限公司 （山东 250101） 纪云玲 王洪刚

轮盘类铸铁件是指直径远大于高度的一类铸件。一般中间轴孔加工要求较高，轮毂与轮缘两部分较厚，而辐板处壁较薄，易造成温度不均匀，且温差大。轮毂与轮缘是两个热节区，若铸造工艺不合理，铸件易产生缩孔、缩松及裂纹缺陷。目前，国内多数厂家生产轮盘类铸件都是采用普通粘土砂造型，切线浇口注入，轮毂处采用冒口补缩或与冷铁配合使用的铸造方法，占用场地大，工艺出品率、成品率及生产效率低，铸件表面质量差。

我们接到轮盘类铸铁件——冷床滚盘（5700多件）的生产任务后，要解决的首要问题是铸造工艺的研究，要求该工艺简单，使对铸造不熟悉的工人能够进行操作，减少造型及浇注面积，在现有生产条件下能满足生产需要。在研究铸造工艺时又遇到了材质方面的问题，制作的滚盘脆性很大，根本无法用于生产中。通过对铸件的铸造工艺及材质攻关，制定了一种新型的轮盘类铸铁件的铸造工艺，生产出了合格的滚盘。

一、主要攻关内容及关键技术

1. 材质的攻关

滚盘是冷床设备的关键部件之一，要求表面质量好，耐热性能高，而铸铁件的耐热性能主要取决于其高温抗氧化性（即当铸铁氧化时表面形成的氧化膜是否具有保护作用）及铸铁的生长（即在高温下工作的铸铁件其尺寸发生不可逆膨胀的现象），这两种性能都与铸铁的化学成分密切相关。而铸铁件的强度及耐冲击性主要取决于合金元素的多少，因此研究铸件的材质就成为很重要的问题。

为此，我们对材质进行了攻关，对化学成分进行了合理的选择，既提高了铸件的耐热性又保证了铸件的力学性能。滚盘原设计材质为QTRSi5，其化学成分为：w_C=2.30%～2.89%，w_{Si}=4.5%～5.5%，w_{Mn}=0.50%～0.77%，w_P=0.06%～0.09%，w_S=0.062%～0.089%，w_{Cr}=0.38%～0.49%。其力学性能为：抗拉强度140～220MPa，硬度160～270 HBW。最高使用温度为750～900℃。

由于此种材质硅含量高，提高了铸铁的脆性转变温度，因此铸件脆性很大，不适宜生产壁厚不均匀的脆裂敏感件，而滚盘恰属于这种结构的铸件，结果刚开始生产时因材质问题造成了大量废品。另外，由于QTRSi5材质脆性大，成品率低，目前国内大多数厂家已经不用这种材质制作滚盘。鉴于上述情况，为了避免滚盘的成批报废，保证中厚板工程的顺利开工，试制一种新的材质供制作滚盘用就成为当务之急。

我们通过多次试验、论证，决定采用新材质，其化学成分为：w_C=3.05%～3.51%，w_{Si}=2.90%～3.50%，w_{Mn}=0.24%～0.56%，w_P=0.05%～0.09%，w_S=0.01%～0.03%，w_{Mo}=0.29%～0.60%。其力学性能为：抗拉强度580～695MPa，伸长率8%～18%，硬度210～280HBW，最高使用温度为750～900℃。由于研制的材质性能好，成品率高，得到了用户的认可。

材质确定后，对材质的配料、球化工艺、孕育剂及孕育工艺、炉前质量控制等进行了攻关，取得了成功，使滚盘的各项力学性能都达到了我公司有史以来的最好水平。

2. 熔炼工艺的攻关

化学成分确定后要想得到高质量的铁液，必须有合理的熔炼工艺，对于耐热球墨铸铁件来说，球化处理显得尤为重要。我们通过攻关，选择了合适的孕育剂，制定了合理的球化工艺，使铁液得到很好的球化处理，既提高了铸件的强度，又提高了其伸长率，效果非常好。

（1）球化剂的选择　球化剂的质量直接影响球化效果，影响铁液及铸件的质量。我们通过多次试验、论证，最后确定球化剂采用REMg5－8轻稀土，孕育剂采用75SiFe，以及独特的能显著提高铸铁强度及伸长率的长效孕育剂。

（2）球化处理　采用堤坝包，必须彻底烘干，各种合金必须预热。堤坝包内加入合金从下到上依次为：轻稀土合金1.8%→孕育剂0.8%→盖铁板或铁末（根据铁液温度）→碳酸钠0.5%。出铁2/3，待反应完毕二次出铁至所需量，并随流加入0.6%的钼铁，0.6%的孕育剂，扒净渣。

3. 铸造工艺的攻关

为了创精品工程，我公司对滚盘的表面质量、尺寸公差、加工量都提出了高于国标的要求，而滚盘批量大，工期紧，为了抢进度，车间又只好使用了一些对铸造工艺不熟悉的临时工生产滚盘，这就对滚盘的铸造工艺提出了极高的要求，因此我们对铸造工艺进行了攻关。

滚盘的结构如图1所示。

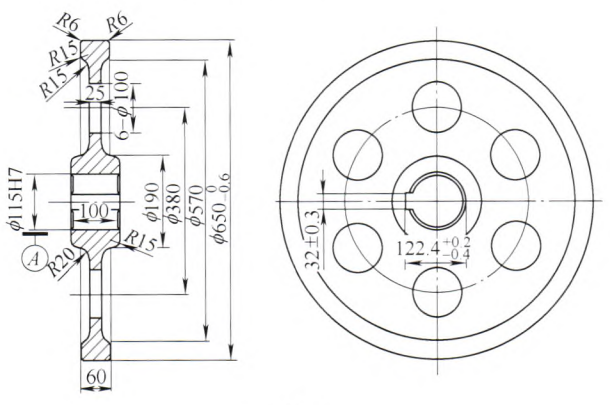


图　1

（1）造型工艺研究　从零件结构可以看出，该件轮毂处较厚，辐板处较薄，若采用普通砂型单件铸造，在要求的时间内生产5700件滚盘，每天要生产滚盘144件，需砂箱288副，金属型16件，需要足够的造型及浇注面积，且工艺复杂，对铸造不熟的工人无法操作，满足不了生产要求。

为此，我们通过比较，选择了金属型树脂砂组芯叠浇工艺，即采用金属型芯盒树脂砂制芯，然后将砂芯叠在一起套上箱圈进行浇注的方法。采用此种工艺只需8副金属型芯盒即可满足生产的需要。每个直浇道浇注3摞，每摞浇注8件，一块底板同时浇注48件。由于采用共同的浇注系统，铸件出品率高，表面质量好。

（2）工装的设计及制作　工艺确定后，我们对所需的工装进行了设计与制作，如图2所示。



图2　工装

（3）芯砂的配比、混制及砂芯的制作　采用树脂砂组芯叠浇工艺，芯砂的配制是关键。刚开始生产时，由于树脂与固化剂的配比不当，结果砂芯很难从金属型中取出，砂芯的表面质量很差，攻关组的技术人员不分昼夜坚持试验，通过对几种配比的试制，最终确定了树脂、固化剂与原砂的配比，制出了合格的砂芯。

配比：0.45～0.224mm（40/70目）擦洗砂100%，树脂为原砂重量的1.8%～2%，固化剂为树脂量的30%～50%。

混制：采用S2512C混砂机，将所称量的原砂加入混砂机后接着加入固化剂，开机搅拌8～10min，再加入树脂，混碾8～10min，然后出砂。

砂芯的制作：制作前将芯盒内表面擦干净，涂上脱模剂，制芯时舂砂要均匀，修芯时要保证尺寸准确，制好的芯子按顺序编号，用醇基石墨涂料刷两遍，刷涂料点燃后用干布将砂芯表面打磨光洁。

（4）浇注系统的选择　浇注系统的尺寸直接影响到铸件的质量，浇注系统面积过小易形成浇不足、冷隔等缺陷，过大时则很难从铸件上清理下来。该铸件材质为球墨铸铁件，我们在刚开始生产

时采用在轴头处开设4个内浇道，结果因清理浇口造成滚盘报废的情况时有发生。后来我们根据铸件的形状和重量，通过试验选择了合理的浇注系统，生产出合格的铸件。我们充分利用了石墨化膨胀所具有自补缩的特点，采用无冒口补缩的铸造方法，只在每件滚盘轴头处开设两个80mm×40mm的扁浇口。这种浇注系统不仅节约铁液，而且减少了清理浇冒口的工时，铸件表面质量也好。

（5）叠浇滚盘数量的确定　采用叠浇工艺，每次浇注铸件的数量直接影响到铸件的质量。浇注数量太多时，铸件因补缩不好易形成缩孔，浇注数量太少时，劳动生产率及工艺出品率太低。攻关组人员在开始试制时为了保证质量，每摞只浇注6件，随着生产经验的不断积累，根据我们的精心计算，现在每摞浇注达到8件，每3摞一个直浇道，结果既保证了铸件质量，又提高了劳动生产率。

（6）浇注温度的选择　浇注温度过高时铸件易形成气孔、缩孔等缺陷，浇注温度过低时易形成浇不足、表面出现铁豆等缺陷。我们通过试验，确定合理的浇注温度为1280～1300℃，制作出合格的铸件。

（7）打箱时间的控制　打箱过早铸件易变形，过晚影响后面的浇注。我们根据铸件的尺寸及数量确定打箱时间为6h。

通过上述工艺的制定和控制，我们生产出了合格的滚盘（见图3）。

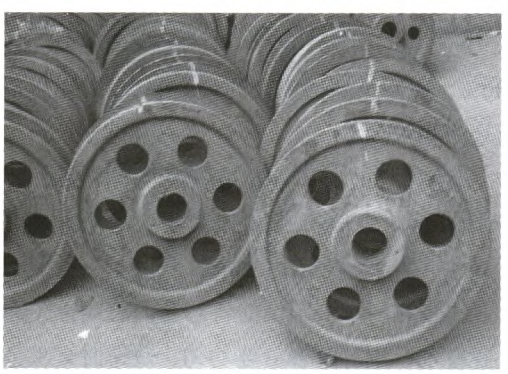


图 3

二、质量检测

为保证生产的滚盘质量，我们制定了严格的检测制度：对每件滚盘都规定必须附铸检测用的试块，对试块的力学性能、金相组织、化学成分进行100%检验，不合格的坚决不出厂。

所研制的滚盘的金相组织、化学成分、力学性能如下：

（1）金相组织为铁素体，石墨形态为球状，球化级别为3级。

（2）化学成分（任抽出3组）如表1所示。

（3）力学性能如表2所示。

表1　滚盘铸件化学成分（质量分数）　（%）

编号	C	Si	Mn	P	S	Mo
1	3.34	3.47	0.45	0.07	0.023	0.55
2	3.41	3.38	0.35	0.05	0.025	0.51
3	3.39	3.42	0.38	0.06	0.027	0.52

表2　滚盘铸件的力学性能

编号	抗拉强度/MPa	伸长率（%）	硬度HBW
1	635	11	248
2	630	13	253
3	615	15	264

三、生产效果

（1）采用金属型树脂砂组芯多组叠浇工艺研制的滚盘强度高，表面质量好，其各项性能远超过原设计材质，满足了用户的需要。

（2）采用上述工艺后，砂铁比仅为1.5∶1，远低于国内先进工艺水平的（3～4.5）∶1，可节约大量的树脂砂。

（3）该工艺操作简单，并使质量有了保证。铸铁车间在使用大量不熟练操作工的情况下，生产出了高质量的滚盘。

（4）生产率提高两倍以上，不但节省了人工工时，还节省了大量砂箱费用。

（5）由于多组多件滚盘采用共同的浇注系统且不需加冒口，铸件工艺出品率高达95%，远高于普通工艺方法的70%左右。由于浇注系统截面积小，只需轻轻锤击即可完成清理，大大减少了切割铸件浇冒口的工时。

我公司生产的滚盘在中厚板厂投入生产使用以来，运行情况良好，工作平稳正常，没有出现因滚盘质量而造成冷床划伤、碰伤钢板或跑偏等现象，提高了生产效率，保证了我厂生产的正常运行，取得了良好的经济效益。**MW**　（20120828）