

“机电产品革新展览”经验交流会资料

精密铸造选编

(内部资料)

第一机械工业部情报所

一九七二年二月

前 言

“革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展”。无产阶级文化大革命以极其雄伟的力量，推动着我国社会主义经济建设的发展。在党的“九大”光辉路线的指引下，一个伟大的社会主义革命和社会主义建设的新高潮正在兴起。铸造战线上也呈现一派大好形势。广大的工人、干部和技术人员，认真贯彻执行毛主席**“备战、备荒、为人民”**的伟大战略方针，高举**“鞍钢宪法”**的光辉旗帜，狠批叛徒、内奸、工贼刘少奇一类政治骗子推行的**“专家治厂”**、**“技术第一”**、**“洋奴哲学”**、**“爬行主义”**，唯心论的**“先验论”**和反动的**“唯生产力论”**等反革命修正主义黑货，群众性的技术革新运动出现了新的局面。

为了及时总结交流经验、推动群众性技术革新运动不断深入发展，我部在举办“机电产品革新展览会”的基础上，于今年5月17日至5月22日在京召开了精密铸造经验交流会。来自全国29个省、市、自治区的以工人为主体的，有技术人员和干部参加的233名代表，在会上联系各地精密铸造工艺实践经验，畅谈了在生产实践中学习和运用毛泽东思想的心得体会，歌颂了毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利。

与会代表一致认为，在这次精密铸造交流会上交流的熔模、陶瓷型、壳型、低压铸造、黑色金属压铸等精铸工艺，都是无切削、少切削的重要工艺方法，采用这种工艺方法不仅能够解决外形复杂难以加工的零件，而且可以大大地提高金属利用率，节约合金钢材和有色金属材料，大量减少加工工时，成倍地提高工效。

象凸轮轴、小型曲轴、叶轮，散热器等外形复杂，难以加工的零件，采用精密铸造，只需磨削就可使用，大大提高了生产效率。北京机床一厂在X62W型万能铣床一种产品上，有39种零件采用精铸代锻件后，全年即可节约钢材283吨，减少加工工时25000多小时。天津风动工具厂生产的东方红70型凿岩机的四大关键件，由锻件改为精铸后，每年节约20铬合金钢材130吨，产量成倍增长。陶瓷型精铸模具是多快好省制造模具的一个重要途径，上海大隆机器厂已成功地铸造了重达1.3吨的锻模（半模）。有色金属低压铸造在我国已获得较为广泛地应用，北京内燃机总厂用低压铸造生产汽油机的气缸盖，金属利用率从砂型的40%左右提高到95%。黑色金属压铸国内还处于试验阶段，据四平市东风农机厂中间试验结果介绍，农机齿轮用黑色金属压铸工艺生产后，齿形不需要任何加工，生产率可比刨齿提高20倍，材料利用率从30.6%提高到91.8%；成本也从机加工的每个5.7元降至2.7元。因此，在全国范围内，进一步推广应用和发展精密铸造工艺是符合**“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”**总路线伟大方针的。

根据伟大领袖毛主席关于**“互通情报”**的指示，为了及时交流推广先进经验，相互学习、共同提高，我们将会议资料选择一部分，编印了这本“精密铸造资料选编”，供作参考。

由于我们掌握的情况较少，调查研究不够，很可能还有好的经验未能选编进去，又限于水平，在选编中定会出现不少差错，热诚地希望同志们予以批评指正。

编 者

1971. 7.

468.926
109)

目 录

熔 模 铸 造 部 分

精密铸造高速钢铣刀·····	合肥精密铸造厂 (1)
整体精密铸造增压器涡轮试制成功·····	上海新中动力机器厂等 (5)
熔模铸造工艺及设备小结·····	上海第七纺织机械厂 (14)
熔模精密铸造制模工艺的机械化自动化·····	北京内燃机总厂 (25)
精密铸造制壳流水线·····	上海市机械制造工艺研究所 (32)
精密铸造球墨铸铁汽车凸轮轴、水玻璃壳型铸造球墨铸铁新 195 型柴油机曲轴·····	
·····	汉口铸造厂 (37)
高强度模壳生产·····	北京机床铸造厂 (40)

陶 瓷 型 铸 造 部 分

陶瓷型精密铸造锻模·····	上海大隆机器厂 (44)
燃模——陶瓷型精密铸造·····	上海仪表铸锻厂 (51)

壳 型 铸 造 部 分

壳型精密铸造·····	沪东造船厂铸钢车间壳模组 (82)
壳型浇铸刀具·····	上海工具厂 (87)
薄壳制芯新工艺·····	长春第一汽车制造厂铸造分厂 (90)

低 压 铸 造 部 分

铝合金低压铸造工艺的实践·····	上海市机械制造工艺研究所 (93)
发动机铝铸件低压铸造·····	北京内燃机总厂 (116)

黑色金属压铸部分

黑色金属压铸·····	长春光机研究所、四平市东风农业机械厂 (129)
-------------	--------------------------

其 它 铸 造 部 分

粘结组合造型精密铸造 B-35 钻探机蜗轮付·····	武汉市机电局研究所 (149)
用树脂砂型精铸稀土镁铝球墨铸铁螺旋伞齿轮·····	沈阳铸造研究所、沈阳齿轮厂 (152)

精密铸造高速钢铣刀

合肥精密铸造厂

在毛主席关于“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针指引下，合肥精密铸造厂广大职工，发扬了敢想敢干的革命精神，破除迷信，解放思想，在上海工具厂等兄弟厂的帮助下，试制成功了精密铸造高速钢三面刃铣刀。采用精密铸造高速钢刀具能节省大量高级合金钢材和机械加工工时与设备，同时也可以使废刀具和料头得以回收利用，下面就精密铸造高速钢铣刀的工艺情况简作介绍。

高速钢铣刀的精铸

1. 制造蜡模

图1所示是我们试制过程中采用的锡铋合金压型，压型尺寸除需加工部分放了1毫米加工余量外，还放收缩率2%。

蜡模采用50%石蜡，50%硬酯酸，熔化后经搅拌机搅成糊状，由压枪挤入压型成形。

由于试制，所以没有采用专用浇口模，图2所示是装配后的蜡模模组。

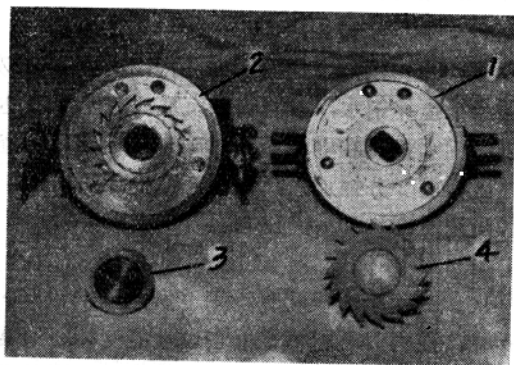


图1 高速钢精铸铣刀锡铋合金压型
1—上压型；2—下压型；3—顶杆；4—蜡模。

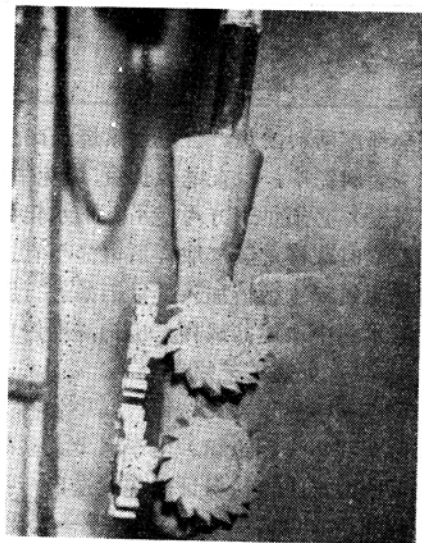


图2 铣刀蜡模模组

2. 制造模壳

我们采用了水玻璃——石英粉涂料制壳，使用40°（波美度）中性水玻璃。

面层涂料：水玻璃50%，石英粉(9[#])50%，洗衣粉0.4%，涂料粘度60~70秒（容积100毫升，口径6毫米涂料粘度计测定）。

加固层涂料：水玻璃50%，石英粉(7[#])50%，粘土5%，涂料粘度40~50秒。

全部涂四层，涂挂面层时，涂料力求分布均匀，棱角处用毛笔涂刷摔去多余涂料，然后撒砂，面层撒砂用 50/100 目石英砂，加固层用 20/40 目石英砂，硬化用氯化铵溶液，浓度 18~21%，硬化时间 15 分，风干 30~60 分（以不湿不白为准）。

蜡模结壳之后，刮去浇口杯边缘余砂，用水冲刷干净后，即可以放入蜡锅脱蜡。水温控制在 90~95℃。为保证模壳硬化完全，水中加入 1~3% 氯化铵，脱蜡时不超过 20 分钟。

脱掉蜡的模壳经自然干燥一定时间后，即可直接装入焙烧箱送入箱式电炉（或油炉）焙烧。在 800~840℃ 焙烧 1~2 小时，出炉之后在焙烧箱内模壳四周填入 2# 热石英砂，为了避免模壳内掉进砂粒，填砂时用封盖封口，填完后小心掀去封盖，用吸尘管吸去灰尘掉砂，等待浇注。

3. 冶炼浇注

我们采用了 50 公斤三相酸性电弧炉，冶炼高速钢 W18Cr4V，由于酸性炉不能除硫磷，炉料使用前必须作好仔细检查，硫磷高者不允许使用。如果使用废刀具回炉，利用火花鉴别，以防碳工具钢混入炉料。

在冶炼时，经检查炉膛情况良好即可装料，先在炉底加上一层废钢（或废刀具），然后将钨铁、铬铁加入，注意不要加在电弧作用区以免增加烧损，但也不要紧靠炉墙，如以废刀具作原料，合金烧损取钨 8%，铬 11%，钒 10%。例如：

化 学 成 分	C %	Cr %	W %	V %
废 刀 具	0.75	4.2	18.2	1.2
配入合金量		0.9	1	0.6
成 品 含 量	0.74	4.44	17.6	1.6

如全部配新料冶炼，合金元素烧损比上述增大 2~5%。

装料完毕，检查电极长短，以免中途更换，即可通电熔化。冶炼中所用造渣材料（石灰、石英粉）必须烘干方可使用。钢水化清后必须经常搅拌钢水，以防钨铁沉底。钢水温度达出钢温度时取样定碳，取样后电流不宜过大，以防钢水过热和电极增碳。碳合乎标准后视渣和钢水脱氧程度酌情加入少量铝条进行脱氧，在出钢前 2 分钟加入钒铁经充分搅拌后出钢，并在钢水包中取成品试样，出钢温度约 1550℃，浇注温度 1490℃，出箱温度低于 600℃。

4. 热处理工艺规范

高速钢属于莱氏体钢，其中含有大量的一次、二次合金碳化物，图 3 所示是 W18Cr4V 高速钢铸态金相组织。由于粗大共晶碳化物存在，使得刀具机械性能切削性能变坏。通常是采用压力加工方法保证一定锻造比，打碎共晶碳化物，并使其均匀分布。铸造刀具则是采用高温加热（1305~1315℃），使一次碳化物逐渐聚集溶解，从而消除骨骼莱氏体。刀具经二次淬火一回火后机械性能、切削性能可以大为改善。

铸造刀具热处理工艺流程为：退火→一次淬火→回火→退火→二次淬火→回火。

（1）退火：

铸件浇铸后的退火与一次淬火后退火工艺规范相同，其目的是降低硬度便于机械加工，并为以后的淬火作好组织准备。其退火规范如图 4 所示。

（2）一次淬火——回火



图3 W18Cr4V高速钢铸态组织
(4%硝酸酒精溶液侵蚀, 450X)

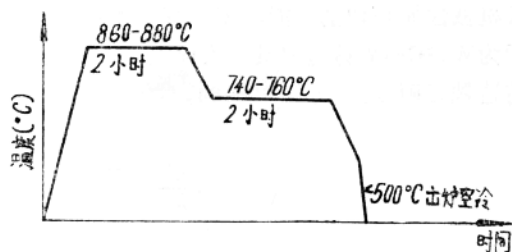


图4 W18Cr4V铸造铣刀退火工艺规范

铸态粗大骨骼状莱氏体须经一次淬火消除, 其一次淬火——回火工艺规范如图5所示。
图6所示为W18Cr4V铸造刀具经一次淬火——回火后金相组织。

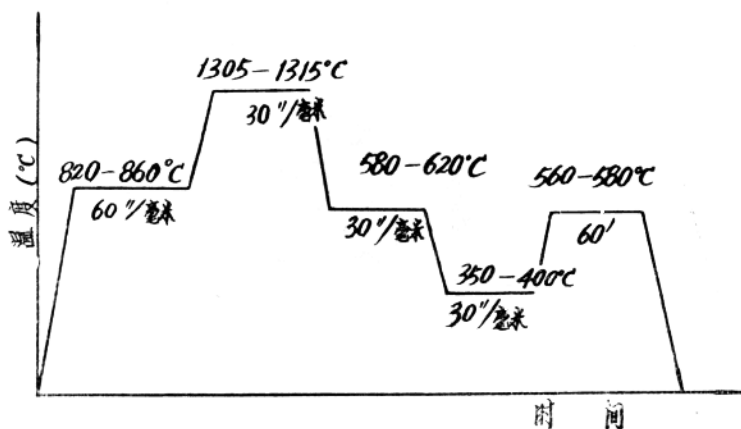


图5 W18Cr4V铸造铣刀一次淬火——回火工艺规范



图6 W18Cr4V铸造刀具
一次淬火——回火组织
(4%硝酸酒精侵蚀, 450X)

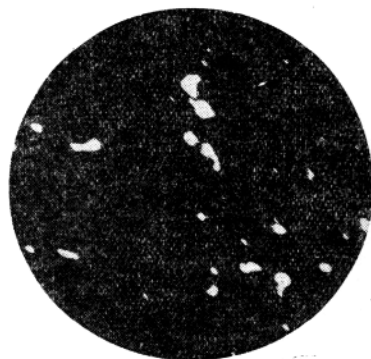


图7 W18Cr4V铸造刀具二
次淬火——回火组织
(4%硝酸酒精侵蚀450X)

(3) 二次淬火——回火

刀具经一次淬火——回火后，晶粒粗大，因此须经二次淬火——回火，细化晶粒，提高刀具机械性能和切削性能。图 8 所示为 W18Cr4V 铸造铣刀二次淬火——回火工艺规范。图 7 所示为 W18Cr4V 铸造刀具二次淬火——回火组织。图 9 为经热处理后铸造铣刀，经热处理后铸造铣刀硬度为 HRC62~64。

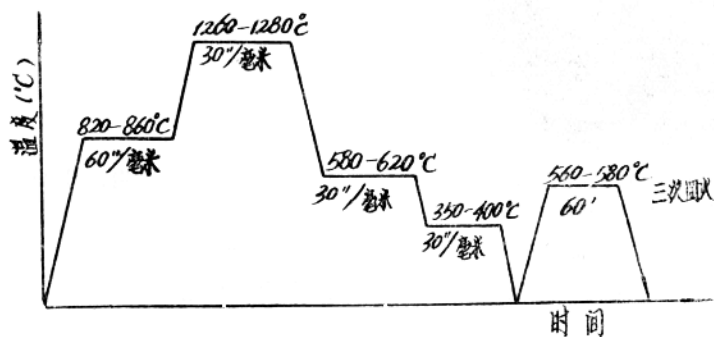


图 8 W18Cr4V 铸造铣刀二次淬火——回火工艺规范

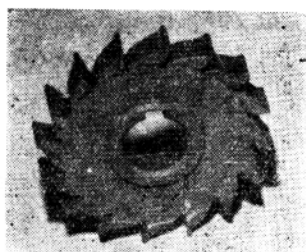


图 9 热处理后铣刀

整体精密铸造增压器涡轮试制成功

上海新中动力机器厂 中国人民解放军南字 836 部队

天津机车车辆机械工厂 戚墅堰机车车辆工艺研究所

增压器试制小组

在伟大领袖毛主席关于“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针指引下，我们上海新中动力机器厂、中国人民解放军南字 836 部队、铁道部天津机车车辆机械工厂、铁道部戚墅堰机车车辆工艺研究所四个单位，于 1967 年 8 月成立了“整体精密铸造增压器涡轮试制小组”。在各单位广大职工的大力支持下，发扬了敢想、敢干、敢闯的革命精神，狠批叛徒、内奸、工贼刘少奇的反革命修正主义科技路线，冲破了一小撮走资派和资产阶级技术“权威”的重重阻挠和束缚，经过两年多的反复实践和不断改进，试制成功了采用 20Cr3MoVB 珠光体合金钢熔模整体精密铸造涡轮。涡轮同两半轴采用异种钢焊接结构的新型转子，为增压器制造业开创了我国自己的生产途径，达到了世界先进水平。这是无产阶级文化大革命的丰硕成果，是战无不胜的毛泽东思想的伟大胜利！是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利！

随着革命、生产形势的飞速发展，铁路新线、海军建设、内河航运和海洋航运，对增压器的要求日益增多。国内增压器主要生产单位，过去由于受到刘少奇“爬行主义”的毒害，在增压器生产中也沿用了帝、修的老工艺。特别是对所谓增压器的核心——涡轮的生产，更是照搬洋框框，采用高镍铬钢材作涡轮叶片材料，抄袭了“单片锻造，机械切削，嵌镶组装”等陈旧工艺。加工一片单叶片，价值达一两黄金。不仅费用昂贵，而且占用大量人力、机械设备，生产周期很长，耗用大量镍铬材料，不能立足于国内，严重影响了增压器生产的发展。

我们遵照毛主席关于“**我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行**”的伟大教导，甩掉洋拐棍，坚决走自己工业发展的道路。拟定采用珠光体耐热钢、表面防护、熔模整体精密铸造涡轮焊接结构转子新工艺的试验计划。这一新事物刚一萌芽，就遭到窃取铁道部技术领导大权的资产阶级“专家”、技术“权威”的竭力反对。我们没有被“专家”“权威”的威胁所吓倒，立即成立了由工人、干部、技术人员组成的三结合小组，迈出了试制工作的第一步。

“任何新生事物的成长都是要经过艰难曲折的。在社会主义事业中，要想不经过艰难曲折，不付出极大努力，总是一帆风顺，容易得到成功，这种想法，只是幻想。”毛主席的教导，给了我们巨大的力量。为了毛主席，天大的困难也要顶。在炼钢炉前、压蜡机旁、浇铸场地写出了“**下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利**”毛主席语录。工人、技术人员、干部互相鼓励，群策群力，认真分析，发扬“**一不怕苦，二不怕死**”的大无畏精神，连续奋战 60 多天，终于在 1968 年 6 月试制出 1#、2# 两台整铸涡轮。

为了考验整铸涡轮的质量，采用了超速和交变负荷试验，证明材料可行，结构可靠。又将整铸涡轮增压器送到大连热力机车研究所做涡轮效率测定，也完全满足设计要求，充分地显示新生事物的无穷的生命力。经过“红旗 2 号”轮的半年多实船试验，证明整铸涡轮转子超过了所谓世界名牌产品瑞士 VTR-320 增压器水平。

“知识的问题是一个科学问题，来不得半点的虚伪和骄傲。”为考验整铸涡轮在机车上的运用性能，1969年8月，又试生产了两台天津厂型号的产品，1969年10月装到加格达奇内燃机务段“东风增——3251”内燃机车上。这台机车柴油机功率为1200马力，原配单片50B增压器时达到1700马力，配整铸涡轮增压器后，提高到1980马力，提高功率75%并消除了喘振现象，受到机务段的欢迎，直接支援了反修前哨的运输工作。

在这种情况下，新中厂的广大职工，坚决落实伟大领袖毛主席“抓革命，促生产，促工作，促战备”的指示，迫切要求将整铸涡轮投入小批量试生产。此时，又有人横加阻拦，说什么“整铸涡轮未经正式鉴定，不能投产，谁投产，出了事故谁负责！”妄图以此威胁投产。但是经过无产阶级文化大革命锻炼的工人阶级和革命技术人员，坚决顶住了这股邪风，勇敢地承担起责任，挑起了这副重担，投入了小批量生产。

毛主席教导我们：“独立自主、自力更生”。过去生产50*增压器采用4Cr14Ni14W2Mo高合金钢，其中31%为贵重金属材料，尤其是镍，大部依赖进口，完全不符合“独立自主”的原则，从战备观点出发，必须设法代镍、省铬。搞材料的同志，怀着对伟大领袖毛主席的一颗红心从战备观点出发，“从战争学习战争”。抓住了高温持久强度和高温抗氧化腐蚀性能两个主要矛盾，经过几百次乃至上千次试验，提供了有价值的科学根据。在涡轮叶片表面防护处理中，大胆打破了洋框框，采用了新的配方，所获得的叶片表面防护层，经半年多运转，证明情况良好。在有关单位的协助下，进行了近3000小时的高温持久性能试验，证明这种珠光体耐热钢的持久性能优于苏联ЭИ415珠光体耐热锻钢，超过了设计要求，打破了“50*增压器涡轮叶片非用高镍铬钢不可”的洋框框，使材料来源立足于国内，闯出了中国自己的路子。

焊接的同志和设计人员一起，不怕炎热，不怕高温转子的灼热，苦干实干，反复试验，在完成了15CrMo和20Cr3MoVB的异种钢焊接后，大破帝、修、反的洋框框。将原来采用的15CrMo钢半轴改为45钢半轴，既节省了贵重金属材料，又提高了轴的强度和硬度，改善了使用性能。根据“尽量采用先进技术”的方针，又将实心半轴改为空心半轴，使轴重减轻。经过多次试验，做到焊接过程中控制轴两端翘曲不大于0.3毫米的精度。

担负铸造的同志，自己动手，土法上马。没有涡轮蜡模压型，就用一只标准叶片，发扬“蚂蚁啃骨头”的精神，硬是用手锉做出一副金属压型；没有大型压蜡机，就利用废料自己制造了一台手动丝杠压蜡机；没有电动离心浇注机，就利用压缩空气造了一台风动离心浇注机。

抛光师傅苦干巧干，打破常规，提前完成任务；试车师傅冒着盛夏炎热，挥汗如雨，日以继夜地进行整铸涡轮平台结构强度试验，表现出“一不怕苦，二不怕死”的彻底革命精神。

在试制中，我们坚持了以工人为主体的，有干部和技术人员参加的三结合。在这个“三结合”中，具有丰富阶级斗争、生产斗争和科学实验实践经验的老工人，是试验过程中的主力军。在工人阶级的再教育下，大大地促进了技术人员的思想革命化。技术人员直接在班组参加试验劳动，试制场地就是经受三大革命斗争锻炼的战场。技术人员的阶级觉悟普遍有了提高，同工人亲了，同生产密切了，同实际接近了，受到了工人师傅的欢迎。

在试制中，我们还坚持了生产工厂、科研单位、使用部门的三结合。在这个三结合中，也坚持以工人为主体的，坚持工人阶级领导。由于试制、生产、使用拧成一股绳，使试制方向明确，生产速度提高，产品很快可以在使用单位中推广。

这次试制成功，是一曲社会主义大协作的凯歌。上海第一石油机械厂，在生产任务繁重的情况下，多次腾出大型盐炉，派出有丰富实践经验的老师傅，和我们一道奋战，有时连续奋战 30 余小时，为涡轮渗铬做了大量的工作。上海船厂工人师傅，为了协助分析增压器同柴油机匹配过程中出现的问题，不怕疲劳，不怕脏，钻进排气烟道，终于找出了原因。齐齐哈尔铁路局加格达奇内燃机务段，热情支持增压器装车试验，没有吊车，就用肩膀抬。国庆节不休息，连续作战，为增压器早日装车试验，积极工作。又如某试验单位，为了支持我们代镍、省铬，元旦连续加班，协助我们做了两个多月的高温性能试验。再如“红旗 2 号”轮，为了支持我们自己创造新型高效率的增压器，特地出航一次，为试验工作提供有关参数。还有许多单位，也为我们提供了巨大帮助。

整体精密铸造涡轮同国内外同类产品比较具有如下几个特点：

1. 采用新型珠光体耐热钢和表面防护措施，可以保证延长使用寿命。20Cr3MoVB 铸钢作为涡轮材料，无镍低铬，合金总量仅占 5%，比原用 4Cr14Ni14W2Mo 减少了六分之五。

2. 采用整体熔模精密铸造涡轮，代替单片机械加工的涡轮，节省大量的加工机床，生产周期短，作业面积小，成本大大降低，约为老工艺生产的七分之一到八分之一。

3. 用焊接结构代替钳工镶配组装，并改用空心轴后，自重减轻，吸震性能得到改善。

这些重大的工艺革新，经过半年多的实际运用考核，证明效果良好。进入了世界先进行列。

目前，我们试制工作也还存在一些问题，50° 增压器还是低增压，对于高增压——技术参数要求更高的增压器，铸造转速更高的涡轮，对工艺、技术、材料的要求将更高，还需要我们继续努力。我们要进一步发扬“一不怕苦，二不怕死”的彻底革命精神，“打破洋框框，走自己工业发展道路”，在增压器制造领域中立新功。

整铸涡轮技术总结

1. 材料选择

我们研究的对象是 50° 废气涡轮增压器涡轮，其工作温度为 400~550°C，转速为 13000~17000 转/分。过去叶片材料采用 4Cr14Ni14W2Mo（苏联 ЭИ69 牌号）高镍铬的耐热合金钢。为了使材料来源立足于国内，并考虑到叶片与叶盘铸成一体应保证有一定的铸造性能，涡轮与半轴相焊接应保证有一定的焊接性能的工艺要求，我们对适合制造增压器涡轮的一些材料，进行了分析比较。经过试验研究，最后拟定了 20Cr3MoVB 珠光体型低合金耐热铸钢。

20Cr3MoVB 铸钢是以铬、钼、钒强化的。它具有合金元素用量较少、材料来源立足于国内、良好的常温及高温综合机械性能、并可满足铸造和焊接工艺要求等特点。

2. 压型设计

50° 废气涡轮增压器涡轮的结构如图 1 所示，a、b 两种叶片型式一样，仅叶盘及焊缝结构处有所不同。对涡轮铸件精度和光洁度的设计要求如下：40 个叶片的间距公差 $\Delta \leq 1.2$ 毫米，轴向摆差 $\rho \leq 0.8$ 毫米，叶片在指定截面上用样板检查漏光度为 ± 0.3 毫米；光洁度 $\nabla_6 \sim \nabla_7$ 。

设计压型时考虑到熔模模料和铸造合金的收缩特性及模壳膨胀等因素的影响，铸件的总收缩率选定为 2.5%。按计算得出各主要部分尺寸如下：

叶盘径向尺寸： $237.5 \times (1 + 2.5\%)$
 $= 243.34$ 毫米；

叶片径向尺寸： $349.9 \times (1 + 2.5\%)$
 $= 357.65$ 毫米。

由于叶盘上、下表面可能会出现一些铸造缺陷，所以在其两面各留出3毫米的加工余量。叶片内、外弧部分留出0.3毫米的抛光余量。上、下压型用HT21—40铸铁材料制成。型芯块采用锡铋易熔合金（48%锡+52%铋），今后拟改用锻铝。

为了保证叶片型线准确，按下法制作了标准易熔合金型芯块。先在标准样机上浇出两只叶片间的石膏芯子，然后在芯子上、下面装上木质定位芯头，以此控制叶片的安装角度。用此标准芯块浇注石膏模，再用石膏模浇出40只易熔合金型芯块。

石膏模系用工业四方牌石膏粉、硫酸钙含量应在98%以上。石膏料与水的比例为1:0.65~0.75。石膏模烘烤工艺规范：60~70℃保温3小时，85~95℃保温4小时，110~120℃保温3小时。

用石膏模浇出的易熔合金型芯块修正到尺寸精度后，先用金相砂纸抛光，再用氧化铝粉及绒布抛光，使其叶形部分的光洁度达 $\nabla_7 \sim \nabla_8$ 。

多次实验证明，这种模具是可行的，能够达到设计要求。但铸件随着模料、模具及浇注温度（指钢水和铸型）的差异，实际收缩情况在如下范围内波动：

叶盘径向尺寸：

蜡模收缩率为0.5~0.6%；

铸件总收缩率为1.4~1.5%。

叶片径向尺寸：

蜡模收缩率为0.6~0.7%；

铸件总收缩率为2.0~2.5%。

3. 蜡模制作

叶轮模料采用50%石蜡+50%硬脂酸。

用此模料压出的蜡模具有一定的韧性和强度，起模方便。蜡模压注可在螺旋压蜡机（图2）或气动压蜡机上进行。

为了提高蜡模表面光洁度和防止皱皮出现，必须严格控制模料压注温度及模具温度。详见表1。

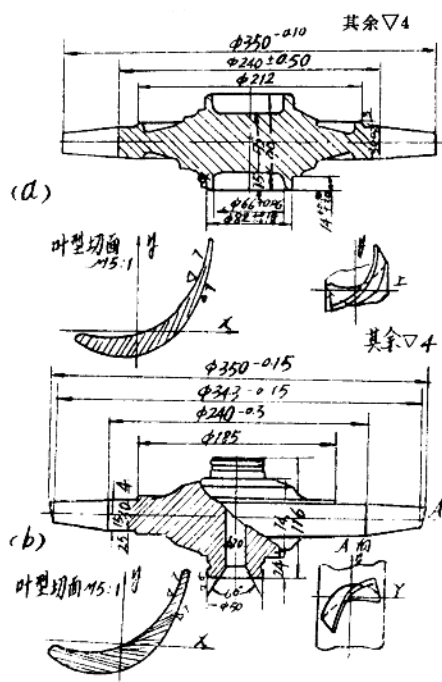


图1 50°废气涡轮增压器涡轮结构

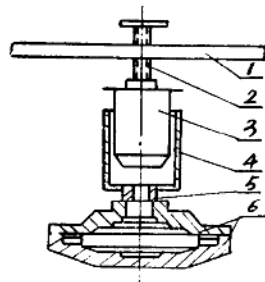


图2 螺旋压蜡机

1—机架；2—螺旋杆；3—活塞；
 4—蜡筒；5—浇口阀；6—压型。

模料压注温度及模具温度

表 1

工艺参数 (°C) 压注方法	模料温度	蜡筒温度	活塞温度	压型温度	保温水
螺旋压蜡机	47~50	40~45	40~45	28~32	52~54
气动压蜡机	47~50	—	—	28~32	—

4. 制壳

涡轮采用硅酸乙脂粘结剂用混合水解法配制涂料。涂料的配方及涂挂制壳工艺见表2、3。

涂料在2800转/分的搅拌机中混制。加料顺序为：酒精→硫酸→硅酸乙脂→石英粉。搅拌10分钟，再将盐酸与水混合的酸化水通过滴定管滴入（在15~20分内加完），加毕后继续搅拌1~1.5小时。混制时，在涂料桶水套内通流动冷却水，使涂料温度不超过45°C。涂挂时室温应保持在25~35°C之间。模壳共涂七层。

用热水法失蜡，水温90~95°C，失蜡时间30~40分钟，失尽为止。

涂 料 配 方

表 2

组 成 名 称	硅 酸 乙 脂 水 解 量		
	1 公 斤	2 公 斤	3 公 斤
无水酒精(毫升)	1105	2210	3315
蒸馏水(毫升)	157	314	471
盐酸(毫升)	15	30	45
硫酸(毫升)	7	14	21
石英粉(公斤)	4	8	12

备注 1.硅酸乙脂中二氧化硅含量为30~34%，取32%，水解液中二氧化硅含量按15%计算；2.硅酸乙脂水解液中含水量为6.5~8%，取7.5%，盐酸含量为0.3%，硫酸含量为0.5%；3.石英粉：水解液=2:1(重量)。

涂 挂 制 壳 工 艺

表 3

层 次	砂 粒 度 (目)	空 干 (分)	氮 干 (分)	风 干 (分)	比 重 (克/厘米³)	粘 度 (秒)
1	50~100	120	10	30	1.69~1.66	60~70
2	30~70	120	15	30	1.66~1.64	50~60
3	30~70	120	15	30	1.64~1.62	50~60
4	30~70	120	15	30	1.64~1.62	50~60
5	15~25	90	20	30	1.62~1.60	40~50
6	15~25	90	20	30	1.62~1.60	40~50
7	15~25	90	20	30	1.62~1.60	40~50

5. 装箱焙烧

模壳装箱焙烧用3号石英砂作填充剂，为了防止脱碳，在填充砂中还加入5~8%的木炭与碳酸钾混和料（在混合料中碳酸钾含量占15~20%，余为木炭，木炭粒度为5~10毫米）。焙烧在箱式电炉内按下列规范进行：300°C保温2小时，500、700°C各保温1小时，860°C保温2小时，然后随炉冷却到760~800°C出炉浇注。

6. 熔炼浇注

20Cr3MoVB 铸钢在 60 瓩高频感应电炉中熔炼，采用酸性炉衬，每炉熔炼量为 55 公斤，供浇注一只涡轮及试样用。

熔炼时，待炉料熔清后扒渣，用锰铁、硅铁进行预脱氧，再加入铬铁，造新渣升温。钢水温度升至 $1580 \sim 1600^{\circ}\text{C}$ 时，加入其余锰铁、硅铁、钒铁和钼铁。合金熔化后，温度在 $1580 \sim 1600^{\circ}\text{C}$ 时进行脱氧，加入 $0.25 \sim 0.30\%$ 硅钙， 0.03% 铝，随后插入用铝皮预先包装好的稀土合金和硼铁。带渣通电保温 $1.5 \sim 2.0$ 分钟即行出钢。钢水在浇包内用草灰保温，并镇静 2 分钟左右，再在离心浇注机上浇注，转速为 $200 \sim 300$ 转/分。浇注时钢水温度 $1560 \sim 1580^{\circ}\text{C}$ ，铸型温度 $760 \sim 800^{\circ}\text{C}$ ，浇注速度为 $4 \sim 6$ 秒。浇注完毕后在冒口上加入发热剂，以增强冒口补缩效果。发热剂配方如表 4。

发 热 剂 配 方

表 4

名 称	铝 粉	炭 粉	木 屑	氧化铁粉	硅 铁 粉
重 量 (公斤)	1	7	9	4	3

铸件经 8 小时以上冷却后开箱清砂。

7. 铸造缺陷及解决措施

A. 缩孔和缩松: 试验初期, 我们曾从铸件的结构形状、熔炼设备和离心浇注机等的特点出发, 采用了圆柱形冒口(图3), 其冒口颈处为 105 毫米, $E = 148$ 毫米, $H = 215$ 毫米。浇注后发现在冒口颈处有宏观缩裂, 在远离冒口缩颈处的叶盘上表面有严重的大片缩松。甚至可以明显看到叶盘内部因钢水补缩不足而形成的树枝状结晶。经切割后检查, 缩孔已延伸到铸件内部。将叶轮解剖经低倍酸浸试验查明, 叶盘上有严重的缩松和缩裂。虽然曾试图将冒口颈处尺寸增加到 $D = 112$ 毫米, $E = 163$ 毫米, $H = 245$ 毫米, 但仍未能解决缩孔、缩松及由此而引起的缩裂问题。

产生这种缺陷的原因主要是冒口形状及尺寸设计不合理。对冒口尺寸作进一步的核算结果, 决定改用花瓶冒口。因为若仍用圆柱形冒口, 则冒口体积应增加很大, 势必使钢水耗量太多。这对高频炉容量远不能满足要求; 同时冒口增大, 给涂料挂砂等工艺带来极大的困难。花瓶冒口因其热节圆是球形, 热容量大, 散热慢, 钢水耗量少, 使冒口钢水滞后铸件凝固。它与圆柱形冒口比较, 在同样的体积情况下, 补缩效果好。花瓶冒口见图 4, 其几何参数为: 冒口热节圆直径: $D_1 = 1.5D = 1.5 \times 115 \approx 180$ 毫米 (D 为铸件热节圆);

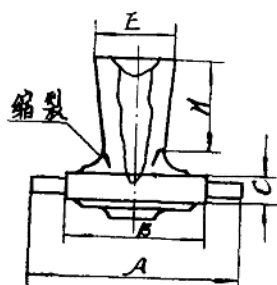


图 3 圆柱形冒口

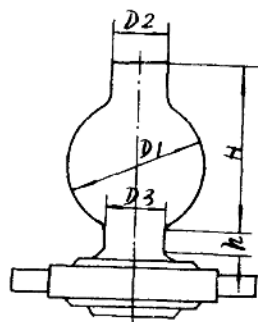


图 4 花瓶冒口

冒口上口直径： $D_2 = 110$ 毫米；冒口颈： $D_3 = D = 115$ 毫米；

冒口高度： $H = 1.6D = 1.6 \times 115 \approx 190$ 毫米；

冒口颈高： $h = 15$ 毫米。

为了进一步增加冒口补缩效果，浇注后在冒口上另加发热剂（表4）。同时将浇注温度及铸型温度适当降低，浇注温度 $1560 \sim 1580^\circ\text{C}$ ，铸型温度 $760 \sim 780^\circ\text{C}$ 。

采用上述措施后，铸件经解剖检验表明，缩孔已完全推移到冒口内部，宏观的铸造缩裂已被克服。叶盘截面经低倍酸浸检验表明，已无微观缩裂，相当于锻钢材料，疏松检验标准1级疏松。

B. 模壳变形及叶片浇不足：试验初期，由于①涂料挂砂少，只有五层，模壳强度低；②叶盘面积大，装箱时不易填实；③焙烧时间太长等原因常引起模壳叶盘部分变形，叶盘厚度达不到设计要求，造成铸件报废。当将铸件叶盘部分改为阶梯形，模壳由五层增加到七层，并严格控制焙烧时间后，就能减少或避免模壳变形。

叶片浇不足主要是由于浇注速度过慢和浇口较小，浇注时不易对准而造成。把浇口尺寸加大，浇注时液流大，速度快，离心机启动和制动及时，叶片就能浇足。

C. 铸件精度和表面光洁度：通过多次试验得知：

（1）影响铸件表面光洁度的因素：

① 压型工作面和芯块叶片部分表面光洁度应达到 $\nabla_8 \sim \nabla_9$ ；

② 模料、压型的压注温度，要严格控制在工艺规范内。模料及压型温度过低，将使蜡模表面出现皱纹，降低蜡模表面光洁度。

③ 表面涂料不宜太薄，否则降低铸件光洁度。

④ 铸型及浇注温度要适当，浇注温度 $1560 \sim 1580^\circ\text{C}$ ，铸型温度 $760 \sim 800^\circ\text{C}$ ，过高，铸件表面光洁度降低。

按照现行工艺浇注的铸件，经光学检验，叶片身部光洁度为 ∇_8 ，叶片根部由于热量集中，散热缓慢，光洁度稍低，为 ∇_7 。

（2）叶轮几何精度的控制：

① 芯块制作，应按设计要求保证叶片的型线及安装角在公差范围内；

② 蜡模压制后，起出芯块时要细心，不能使叶片变形；

③ 涂料用的石英粉应经高温焙烧，以减少模壳焙烧时的变形。

按现行工艺压制的蜡模叶片，浇注的涡轮铸件，以及热处理和试车前后叶片的尺寸变化见表5。

叶片尺寸变化(最大值, 单位毫米)

表 5

		蜡 模	热处理前后	试 车 前 后
轴 向 摆 差	进 气 边	0.90	—	1.0
	出 气 边	0.80	—	1.0
叶片开槽距离		0.84	0.3	—

D. 脱碳：熔模铸造的 $20\text{Cr}3\text{MoVB}$ 铸钢涡轮，在叶片上发现有严重的脱碳现象。取样作金相检查，纵、横断面的脱碳情况如图5和表6。

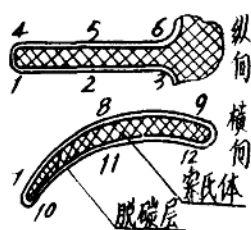


图5 叶片脱碳分布

叶片脱碳情况

表6

部 位	脱 碳 层 (毫米)	部 位	脱 碳 层 (毫米)
1	0.24	7	0.48
2	0.384	8	0.48
3	0.432	9	0.10
4	0.24	10	0.48
5	0.356	11	0.24
6	0.432	12	0.144

脱碳是熔模铸造含碳铁基合金材料常出现的主要弊病之一。这是由于合金处于高温铸型(750℃以上)常压的强氧化性气氛中浇注,在随后的缓慢冷却过程中,元素与气体介质(O_2 、 H_2 、 CO 等)相互发生化学反应的结果。由于叶片表面的脱碳,其表面呈现铁素体(全脱碳层)或含碳量很低的组织(半脱碳层),极易产生铸造裂纹和热处理裂纹。同时铸件表面达不到应有的硬度,使铸件渗铬后的渗层显微硬度降低($\leq 600H_v$)。这样,处在高温气流冲刷和高转速情况下运转的叶片的疲劳强度急剧降低,使用寿命减少。因此,在生产中必须防止脱碳的产生。

由于脱碳过程随着铸型温度、钢液浇注温度、合金的碳浓度及其扩散速度和氧化性气氛的增强而增加。因此,为了防止脱碳,采取了下列措施:

① 创造还原性气氛,消除或减弱氧化作用。在填充砂中加入粒度5~10毫米的木炭和碳酸钾混合料5~8% (其中碳酸钾占15~20%),使铸型焙烧时,在型腔内造成强烈的还原性气氛。

② 铸型出炉待浇注时,用一个专用铁罩壳盖在浇口处,不让冷空气进入型腔。这样到浇注时,型腔内可保持强烈的还原性气氛。

采取上述措施后,经金相检查表明,叶片脱碳层已完全或基本消除。

8. 整铸涡轮试车概况

毛主席教导我们:“真理的标准只能是社会的实践。”为了进一步考核整铸涡轮的耐久强度性能和结构特性,曾将新中动力机厂试制的两只整铸涡轮和天津机车车辆机械厂的一只涡轮经渗铬后与半轴焊接成1*、2*、4*转子进行了平台和装机、装船试验。

(1) 平台耐久强度试验 1968年7月在新中动力机厂平台上进行了平台耐久强度试验。试验元件参数是:整铸涡轮 $D_r = 338$ 毫米;喷嘴环流道面积 $F_c = 115$ 毫米²;扩压器叶片角度 $\alpha = 21 \sim 22^\circ$ 。试验结果如表7。

表 7

项 目	转 速(转/分)	时 间(小时)	温 度(℃)
耐 久 试 验	17000	127	530℃
超 速 试 验	18000	—	550~560℃
变 速 试 验	8000~18000	5秒内交变一次共连续交变30次	—

(2) 涡轮特性试验 采用 $D_r = 388$ 毫米的涡轮试验,整铸涡轮效率73%,达到设计要求。

(3) 匹配上海船厂12V320EZ柴油机平台耐久试验 经150小时连续运转试验结果见表

8。仅在增压器转速为 15000 转/分，涡轮进口温度 450~460℃ 时，柴油机功率就能增加 62.5%，比装单片加工组装的涡轮增压器功率提高 25%。

表 8

项 目	总 功 率(马力)	时 间 (小时)
柴油机原有功率	1600	—
配 50# 单片加工组装的涡轮增压器	2200	—
配整铸涡轮增压器	2600	150

(4) **装船试验** 1969 年将装有整铸涡轮的两台增压器装在天津航运局“红旗 2 号”挖泥船(万吨级)上，同进口的两台瑞士 VTR-320 单片加工组装涡轮增压器比较，经近 1000 小时的试验结果如表 9。由表 9 所列数据可知，装整铸涡轮增压器的柴油机的扫气压力比瑞士 VTR-320 增压器提高 31%。

表 9

项 目	柴油机扫气压力(公斤/厘米 ²)		排 气 管 温 度(℃)	
	整铸涡轮增压器	VTR-320 增压器	整 铸 涡轮	VTR-320 增压器
柴油机转速				
250 转/分	0.42	0.385	290	305
265 转/分	0.55	0.45	285	300

(5) **装机试验** 1969 年 10 月，天津机车车辆工厂试制的一台整铸涡轮增压器($D_r = 350$ 毫米，空心转子)装于齐齐哈尔铁路局加格达奇内燃机车段东风₂—3251 内燃机车 6L207E 柴油机上进行了运转试验。当柴油机排气温度 400~450℃，转速 15000~16000 转/分时，柴油机功率由 1200 马力提高到 1800 马力；当转速 17000 转/分时，柴油机功率达 1900 马力。

通过上述一系列的实地运行考验后，整铸涡轮没有发现异常现象，从而证明其结构是可靠的，效率是高的，性能完全达到甚至超过了设计指标。

实践证明，用熔模整体精密铸造增压器涡轮的新工艺代替单片模锻、机械加工、组装涡轮的旧工艺是可行的，它能提高生产率，减少设备，降低成本，节约贵重合金材料。

但是，也存在一些问题，有待进一步探讨并在实践中加以逐步解决。例如：

1. 在个别叶轮、个别叶片上有裂纹。这种裂纹经抛光后用磁粉探伤就能暴露出来。对其产生原因及防止的措施，需要研究；

2. 在叶片内面或出现细小的气孔。在装船试验的 1# 转子涡轮经 X 光探伤曾发现叶片内有细小的气孔，应在今后生产中不断积累经验加以克服；

3. 铸造工艺虽基本稳定，但在操作上还有待于进一步提高熟练程度和严格控制工艺规程，以提高铸件成品率，更加稳定生产；

4. 20Cr3MoVB 整铸涡轮的叶片渗层，能否满足使用一万小时的设计要求，尚需继续运行验证，等等。

伟大领袖毛主席教导我们：“任何新生事物的成长都是要经过艰难曲折的。”我们决心在现有的基础上，发扬成绩，克服缺点，争取更大的胜利。

熔模铸造工艺及设备小结

上海第七纺织机械厂

近几年来，国内外都已广泛采用熔模铸造这一先进工艺来制造外形较复杂、尺寸精度和表面光洁度要求高的中小型精密铸件。

我厂的熔模铸造发展到现在的规模，是不平常的，是经过一番斗争的。叛徒、内奸、工贼刘少奇及其在我厂的代理人，出于复辟资本主义的狼子野心，大肆推行“一长制”、“技术第一”、“专家治厂”、“利润挂帅”、“物质刺激”等一整套反革命修正主义路线。他们反对党的领导，反对大搞群众运动，对工人实行管、卡、压，极力与毛主席的无产阶级革命路线相对抗。当1965年初，决定要搞熔模铸造时，他们扬言，我厂熔模铸造没有什么发展前途，以此来束缚工人手脚，压制工人同志大搞技术革新的积极性。

但是，在战无不胜的毛泽东思想指引下，掌握了自己命运的我国工人阶级，心明眼亮，觉悟最高，立场最坚定，他们高举毛泽东思想伟大红旗，组织了由工人、干部和技术人员参加的三结合队伍，充分调动一切积极因素，放手发动群众，一个大搞熔模铸造的群众运动，轰轰烈烈地在我厂开展起来。**灿烂的政治之花，必然结成丰满的经济之果**，在史无前例的无产阶级文化大革命中，我们坚决响应毛主席的“抓革命，促生产”的伟大号召，在短短三、四年的时间里，我厂熔模铸造铸件的品种，由原来的几种发展到现在的800多种，产量由原来月产几千件，发展到现在的7万件左右，同时熔模铸造车间的面貌也焕然一新。压蜡模机、涂料结壳流水线、蒸汽脱蜡装置，以及一些行之有效的简易装置，都已正式投产，从而大大减轻了工人的劳动强度，提高了劳动生产率，保证了产品质量。

我厂熔模铸造从无到有，从小到大迅速地发展，是战无不胜的毛泽东思想的伟大胜利，是毛主席的无产阶级革命路线的伟大胜利！

一、概述

我厂熔模铸造自正式投产以来，在稳定了工艺的基础上，浇注出的铸件质量稳定，表面光洁度在 $\nabla 4$ 以上。我厂主要生产针织机之类的产品，生产出的精密铸件能够满足我厂产品的要求，起到了少加工和不加工的作用。

我厂目前精密铸造生产的铸件，最大件重量是2.5公斤，最小件重量1克，铸件最小壁厚为0.7毫米，最小孔径为1毫米。

二、工艺过程

我厂熔模铸造工艺流程是：

制压型→制蜡模、蜡棒→蜡模成组→上涂料→脱蜡、蜡回收→低温烘干→高温焙烧→熔炼、浇注→铸件脱砂清理