

浅谈提高 ZCuAl10Fe3 铸件质量的工艺措施

中南光学仪器厂热铸分厂 (湖北宜都 443301) 柳锦红

TG2 B

ZCuAl10Fe3 材料具有耐磨、耐蚀和优良的综合力学性能,因而在各种液压缸产品中得到广泛的应用。导向套和轴套不仅需要良好的力学性能,在使用中作反复静摩擦运动,在高压下须具有良好的密封性,由此对铸件的质量要求十分严格,零件不允许有任何气孔、夹渣、缩孔和针孔等缺陷。在砂型铸造工艺方面,由于该材质极易产生二次氧化夹渣、弥散性缩松和针孔,铸件生产难度大。我们经过不断的工艺攻关,找出了铸件产生缺陷的主要原因和保证铸件质量的有效工艺措施。

1. 质量分析

(1) ZCuAl10Fe3 含铝量较高,合金在熔炼时极易形成一次夹杂物和以 Al_2O_3 为主的二次氧化夹杂物。该材质属于宽结晶范围的合金,倾向于糊状凝固方式,在铸件中易形成晶间缩松,由此须采取特别的措施来优化铸造工艺的设计。

(2) 砂型铸造应控制型、芯砂的配制比例、干湿度等因素,造型方法是影响铸件质量的重要方面,如处理不当,则易形成夹杂、皮下气孔和表面粘砂等缺陷。

(3) 熔炼工艺及方法对铸件质量的影响较大,由于铝、铜、铁等元素的密度、熔点等物理性质差异大,熔炼工艺不当易造成偏析、吸气严重等问题,应制定适当的熔炼工艺保证措施。

(4) 为充分保证铸件在使用时保持优良的力学性能,需对化学成分和热处理方法进行有效的配置。

2. 造型工艺设计及措施

(1) 针对铝青铜易产生二次氧化夹杂物,工艺上优先考虑了反雨淋式内浇道、缓流式的浇口杯、有较大压力头的直浇道及在横浇道上设置一个或多个过滤器等措施,使进入型腔的金属液净化。设计反雨淋式浇注系统有利于金属液能够平稳地进入型腔,从而有效地减小液体对型腔的冲击力。这样做既可避免冲砂、夹渣,又分散热量以避免局部粘砂和金相组织不均匀,并有良好的撇渣效果。

(2) 针对铝青铜在凝固过程中具有糊状凝固的特点,当树枝晶多次枝晶变多、变粗,枝晶间液相

全部转变为固相时,因海绵网状外壳无承载能力,使得铸件受补缩能力差,易产生缩孔。解决此种矛盾的主要工艺措施是采用冷铁对厚大热节部位激冷,使凝固区域变窄,并适当地增大补缩冒口的尺寸。生产经验表明,冒口的厚度为 1.5~2 倍的铸件热节尺寸,冒口的高度为 4.5~5 倍铸件热节尺寸,能有效增大补缩时的热容量和补缩压力。工艺简图如图 1 所示。

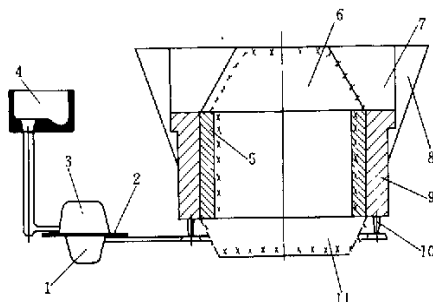


图1 铸造工艺简图

1. 缓流杯 2. 滤网 3. 集渣杯 4. 缓流式浇口杯
5. 冷铁 6. 砂芯 7. 冒口 8. 工艺补贴量
9. 铸件 10. 内浇道 11. 砂芯头

(3) 型、芯砂粒度分组代号为 10, 水份含量为 5.5%~7.5%, 含泥量为 9%~14%, 湿透气率 > 40, 干强度 250~400kPa。

(4) 造型时砂型不要舂得过实,砂芯须做成空心也不能舂得过紧,砂型、砂芯刷好涂料后,都需在 150℃ 温度下烘干 4h 左右,使砂型具有良好的透气性和极少的水分,以免产生皮下气孔等缺陷。

3. 熔炼工艺及操作

(1) ZCuAl10Fe3 的抗拉强度随含铝量的增加而显著提高,但含 $w_{Al} > 10\%$ 后,不仅塑性开始急剧降低,强度也随之降低。铁元素在凝固时形成结晶核心,使合金结晶细化并有效地提高力学性能,含铁量过高时 ($w_{Fe} > 6\%$) 会降低合金的抗磨性和力学性能。综上所述:含铝量为 $w_{Al} = 8.5\% \sim 9\%$, 含铁量 $w_{Fe} = 2.5\% \sim 3.3\%$ 较合适(如图 2 所示)。

(2) 坩埚必须按规范进行烘烤,旧坩埚必须清理干净,熔炼不同材料的坩埚不能混用,开炉预热

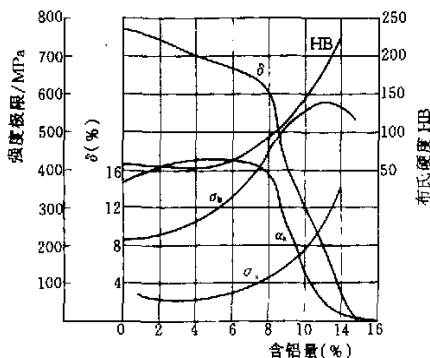


图2 铝青铜的力学性能与含铝量的关系

坩埚至暗红色。

(3) 在坩埚底部加入干燥的熔剂，熔剂配料应根据所熔炼的材料选定，每炉熔剂量约为炉料的1.2%~1.5%为宜。

(4) 装入铁片与电解铜，升温至1100~1130℃，加1/3的磷铜脱氧，分批次加入炉料并搅拌，后加入剩余2/3的磷铜继续脱氧，磷铜加入量应根据材料和每炉金属液的重量进行配比计算。

(5) 将金属液升温至1150~1200℃，用适当的配方的精炼剂进行精炼，其加入量约为炉料的1%~3%为宜，精炼后需静置10~15min，以便杂质和气体在高温下充分溢出。精炼后至浇注的间隔时间超过60min时须对金属液进行重新精炼。

(6) 在比浇注温度高50℃的条件下进行炉前折断试验。标准尺寸的试样在90°时折断，说明该炉金属液配料恰当且力学性能合格，炉前试验折断夹角过大或过小都属于异常情况，应及时根据具体情况在炉前对化学成分进行适当的调整。

(上接第44页)

($\Sigma A_{横}$) 和上层内浇道 ($\Sigma A_{内}$)，浇注系统采用封闭式，按上层浇注时间、上层浇注铁液重量，经过计算，取 $\Sigma A_{内} = 156 \text{ cm}^2$ ，组元断面比为 $\Sigma A_{直} : \Sigma A_{横} : \Sigma A_{内} = 1.5 : 1.2 : 1.0$ 。内浇道为立式，尺寸为12mm/18mm×38mm，数量为13×2道，每道上层横浇道开设内浇道13道。内浇道沿铸件底面、横向肋条方向开设，防止冲击型芯。直浇道仍用耐火铸管砖形成，底面垫以耐火砖。

(3) 补缩冒口及出气冒口 铸件底面法兰（俗称脚板），均布补缩明圆冒口 $\phi 65 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$ 共12×2个（2条法兰），每条法兰开设12个。冒口

(7) 根据铸件的材质、结构尺寸和浇冒口系统设计的特点选择恰当的浇注温度，通常情况下该材质的浇注温度取1150~1180℃为宜，在此温度范围内有利于浇注后金属液凝固时气体的排出和补缩效率的提高。

4. 热处理

根据化学成分结果确定适当的热处理方法是提高合金综合性能的重要手段之一。当 $w_{Al} < 9\%$ 时，需选用适当的固溶温度对铜合金进行固溶处理来提高强度和塑性，当 $w_{Al} = 10.5\% \sim 11\%$ 时，不采用固溶处理，但须适当提高回火温度以降低强度，提高塑性。铁含量（化学成分在合格范围内）对力学性能的影响不大，但因铁含量在下限时，铜合金的结晶相对比较粗大，为充分提高铸件的综合力学性能，实际生产中铁的含量取上限为宜。当铸件的铝含量在其他范围内（化学成分合格）热处理采用去应力退火即可。

5. 结语

(1) 通过对ZCuAl10Fe3合金的熔炼及造型和热处理工艺的初步探索，基本上找出了影响铸件质量的主要因素。

(2) 在对该材质的物理-化学和铸造性能有了较深入的了解后，合理制定铸造工艺及造型、熔炼操作方法是保证产品质量的主要途径。

(3) 根据每炉的化学成分特点采用恰当的热处理方法，能够保证或大幅度提高金属材料的力学性能，从而充分挖掘出材料的潜能，确保液压缸产品零件在使用过程中的较高技术要求。

(20021016)

直径:法兰厚度=0.85:1。铸件底面肋条相交处，均布腰圆明出气冒口30mm×20mm×400mm，计39个，出气冒口宽度:肋条厚度=0.65:1。

(4) 浇注工艺 浇注使用10t浇包两个，两端同时浇注，先浇底层，每包浇注约4.5t后，调孔连续浇注上层，直至浇满，浇注应“稳、准、快、满”。

4. 结语

合理的浇注系统设计，对保证并提高铸件质量起着非常重要的作用，长期以来我们采用上述浇注系流，生产的大型机床床身铸件，质量稳定，关键导轨部位无一镶补，获得了较好的经济效益。

(20020903)