

第一篇

铸造机械设备总论

第一章 铸造设备的地位与作用

第一节 铸造的特点及在工业生产中的地位

铸造是熔炼金属 ,制造铸型 ,并将熔融金属浇入铸型 ,凝固后获得一定形状与性能铸件的成形方法 ,在我国已有 6000 年的历史。铸造是生产机器金属零件毛坯的主要形式之一 ,与其他零件成形工艺相比 ,具有生产成本低 ,工艺灵活性大 ,几乎不受零件尺寸大小及形状结构复杂程度的限制等特点。铸件的质量可由几克到数百吨 ,壁厚可由 0.3mm 到 1m 以上。铸造是现代机械工业的基础 ,铸件广泛应用于机械制造、矿山冶金、交通运输、石油化工、农业、能源动力、轻工纺织、土建工程、电力电子、航天航空和军工等国民经济各部门。

铸件在机械产品中占有很大的比例(质量比) ,汽车中约为 25% ,拖拉机中为 50% ~ 60% ,机床中为 60% ~ 80%。铸件的质量(品质)直接影响到机械产品的质量(品质)。提高铸造生产工艺水平是机械产品更新换代、新产品开发、现有重大设备维持运转的重要保证 ,是机械工业调整产品结构 ,提高产品质量(品质)和经济效益 ,改变行业面貌的关键之一。

第二节 铸造工艺装备在铸造生产中的作用及意义

铸造是金属制件成形的主要常用工艺方法之一。铸造生产过程中的首要工序是制

造铸型(造型及制芯),即是为金属熔液的浇注、冷凝成形提供型腔。凡用于铸型制造过程中的各类模具、砂箱以及工、卡、量具统称之为铸造工艺装备。在铸造生产中,铸造工艺装备的设计、制造与使用是十分重要的技术环节。

铸造工艺装备的主要功能,在于与工艺设备紧密结合,以充分发挥工艺设备的技术性能,从而有效地进行工艺操作;同时,通过采用具有特定技术性能的工艺装备,例如应用组合、坐标快换模板,可以扩大机器造型的应用范围,从而为单件小批量、多品种铸件采用机器造型组织生产创造了必要的技术条件。因此,铸造工艺装备对提高铸造生产效率,发挥工艺设备及生产线的生产能力,保证铸件质量以及改善劳动条件起着重要的作用。

铸件的生产批量与所采用的生产方式,以及铸件的具体尺寸、重量和复杂程度的不同,决定着铸造工艺装备的组成内容及复杂程度。一般来说,采用简单的铸造工艺装备,会使生产过程中的手工操作量增加,劳动强度高,生产效率低,例如用刮板造型制芯,所用的模具虽然简单、节省了工装制造费用,但增加了造型制芯的工时消耗,还需要任用技术水平高的操作者,故只适用于某些特定形状铸件的单件小批量生产。反之,采用模板造型和冷、热芯盒制芯,虽工装复杂,制造周期长、费用高,但可以大量节省造型制芯工时,有效地提高铸件的精度和劳动生产率,并可启用技术等级较低的操作者,故在铸件的成批和大量生产中广泛采用。因此,铸造工艺装备的选用要根据铸件的生产批量及铸件的具体特点来确定。

铸造工业是国民经济的重要基础部门之一,在实现我国铸造生产2000年发展目标、加速铸造技术进步的过程中,必须重视和发挥工艺装备技术的重要作用,相应提高和发展铸造工艺装备的设计、制造与使用水平,使之促进铸造生产技术的全面进步,为国民经济各部门的发展提供质优价廉的各类铸件。

第二章 铸造设备的设计原则

铸造工艺装备设计是铸造生产过程的关键技术准备工作之一,是铸造工艺设计的延伸和深化,它将铸件工艺规程所确定的有关方案、内容进一步具体化,以确保铸件如期顺利地投入生产。因此,工艺装备设计必须按照工艺设计文件确定的原则和要求来进行。

铸造工艺装备设计的一般原则：

- 1. 应当在经济合理的前提下,尽可能采用先进的工装技术,新材料和新工艺；
- 2. 必须满足生产工艺要求,确保铸件质量符合标准,使铸件成品率最高,成本最低；
- 3. 确保工艺装备结构设计合理,灵活耐用,操作安全可靠,减轻劳动强度；
- 4. 应使工艺装备易于加工制造,成本低廉,便于维修；
- 5. 推行工艺装备的标准化、通用化,以便减少设计与制造工作量,促进工装技术水平提高和有利于工装的科学使用、管理。

铸造工艺装备设计的依据：

1. 依据产品铸件工艺设计确定的原则,确定工艺装备的内容组成。产品生产纲领所给定的铸件生产批量是确定铸造工艺方法的主要条件。工艺方法不同,则工装设计的内容和要求互不一样,有时甚至差别很大。砂型铸造工装设计的内容及要求的一般情况,可用下表简要说明,以供参考：

生产性质(铸件批量)	造型方法	主要工艺装备的内容与要求
大量生产 (年产量在 5000 件以上)	采用高效率或专用机器造型 生产流水线	采用成套专用金属模具、附具,专用砂箱,工装耐用度为长期使用,模具需三套以上
成批生产 (年产量在 500 件以上)	中小件用通用造型机组线,中 大件用抛砂机或自硬砂造型	采用金属模具或金 - 木、塑料混合模具,标准砂箱、通用附具,模具 2 ~ 2 套,平均使用寿命三年以上
单件小批量 (年产量在 500 件以下)	据不同情况采用机器造型辅 以简单机械化或手工造型	采用木质、菱苦土或金 - 木混合模具,模具需 1 ~ 2 套,采用标准或通用砂箱及附具

2. 依据工艺设计提出的任务资料(一般这些工艺资料应经过工艺性验证,其铸件试生产已合格者),进行工艺装备的具体设计工作;

3. 依据铸造车间的工艺设备,机械化运输装置的技术性能条件,并考虑适应操作人员的技术水平、习惯,确定工艺装备的有关安装、使用和运输形式;

4. 依据工艺装备制造部门的设备能力、技术条件,确保工装设计符合加工部门的实际情况,便于加工制造,

5. 依据工装模具有关的专业设计规范、标准,确定工装的具体结构型式、材料选用以及加工制造技术条件要求等。

工艺设计部门应提供的工艺装备设计任务资料,其内容齐全程度,视由铸件生产批量确定的生产方式而定。一般情况,这些资料应包括下述内容:

- (1)产品铸件的铸造工艺图,它是工艺装备设计的主要依据;
- (2)铸件的铸造工艺过程卡片;
- (3)铸件的铸型装配图(即合箱图),作为设计砂箱的主要依据;
- (4)铸件毛坯图,作为模样设计及专用工夹、量具设计的依据;
- (5)模板配置图,作为模板设计的依据;
- (6)其它有关的铸造工艺技术条件要求。

第三章 铸造设备的加工制造

铸造工艺装备加工制造是铸造生产技术准备工作的重要内容。工装制造的技术条件要求高,工作量大,工序繁杂,周期较长,必须重视按照工装的设计技术要求,加强质量管理,精心加工制作,方能保证符合设计要求。迄今,我国缺少铸造工装的专业化制造部门,一般由主机全能厂或铸造厂附设加工部门自行制造,造成制造力量分散、技术条件落后、不求经济效益,弊端甚多。因此,工装制造应当向专业化方向发展,方可促进工装技术水平和制造能力的提高。

铸造工艺装备制造的投资,直接关联铸造生产的成本,为此,工装制造要努力降低材料及劳动量消耗,以便减少工装成本,改善铸造生产的经济效益。有关工装制造的材料及劳动量消耗统计指标列如下表,仅供参考:

工艺装备类别	材 料 消 耗			劳动量消耗	
	材 料	单 位	指 标	台时/吨铸件	工时/吨铸件
木质模具	木板材	m ³ /吨铸件	0.05 ~ 0.13	1.5 ~ 9.1	5 ~ 39
金属模具	铝合金	kg/吨铸件	1.2 ~ 2.5	1.2 ~ 5.0	1.44 ~ 6.00
砂 箱	铸 铁	kg/吨铸件	28 ~ 65	2.1 ~ 7.8	0.42 ~ 2.34

铸造工艺装备制造的一般工艺过程及采用的设备:

铸造工艺装备,尤其是模具制造,一般属于单件生产性质。模具的形状、结构一般比较复杂,其制造加工工艺与通常的机械零件加工基本相同,除采用各类机床加工外,还需要辅以大量的钳工作业。

木质模具的一般制造工艺过程及所用的加工设备为:

铸件的铸造工艺图→木模放样结构图→备料→机械加工→手工加工→装配→检验→涂漆→模具成品入库。

常用的木工机械有横截锯机、纵截锯机、带锯机、木工平刨床、木工压刨床、榫孔机、木工铣床、木工车床、木工钻床、磨光机等以及工具刃磨辅助设备。

金属模具的一般制造工艺过程及其使用的加工设备为：

金属模具零件图→制造毛坯→机械加工→钳工修刮→装配→检验→生产验证及返修→成品入库。

一般金属模具机械加工可采用通用的各类金属切削机床，特殊模具可用仿形加工机床线切割、电火花加工、电铸等特种加工机床来完成。

金属模具的图样设计与木质模具不同，其中砂型铸造铸件的金属模具图样，是在铸件的铸造工艺方案通过，并采用木模进行生产验证合格后设计制定的。而特种铸造铸件所用的金属模具，虽不采用木模进行工艺验证，但在模具设计中，必须留有可供调试的修正余量，如型腔凹处给定负公差、凸处给定正公差。

第四章 铸造设备制造的新工艺新技术及铸造技术发展趋势

第一节 铸造模具制造的新工艺和新技术

塑料模具的采用,是铸造模具制造技术发展的重要成果。塑料模具具有接近于金属模具的使用条件,同时,兼有木质模具制造周期短、成本低的优点。所以,不论手工造型还是机器造型均可采用,尤其对于结构复杂、机械加工困难及容易变形的模具更为合适。

陶瓷型铸造模具是一项新的模具制造工艺。用陶瓷型铸造的模具,经过钳工适当修刮即可投入使用,完全省去机械加工工作量,缩短制模周期,降低模具成本,从而具有重要的经济、技术意义。

金属涂镀工艺的出现,对模具磨损的修复、改善模具工作面的粗糙度以及提高耐磨性提供了新的途径。

在模具应用新材料方面,聚苯乙烯泡沫塑料模样的应用,使造型工艺大大简化,操作简便,有利于提高铸件尺寸精度。

硅橡胶的采用,使形状复杂、精度要求很高的模样易于制造出来。

此外,锡铋易熔合金以及锌基超塑合金的应用,使熔模压型的制造趋于简单,缩短了生产周期。

以上模具制造方面的新技术、新工艺和新材料的应用,必将推动铸造工艺装备技术的新发展。

第二节 我国铸造行业生产技术的发展趋势

世纪之交,中国加入世贸组织(WTO),铸造行业与其它行业一样,将面临新的挑战与机遇。由于我国的铸造行业是劳动、资源相对密集的产业,在劳动力、成本等方面具有优势,入世带来的机遇将大于挑战。我国铸造行业应及时把握机遇,积极开拓新的市场,特别是国外市场,同时利用铸件出口积累的资金,积极引进先进技术与设备,使我国相对落后的铸造装备及原辅材料工业实现升级换代,使铸件质量及生产水平提高档次。从可持续发展和保护环境两方面来看,21世纪需要的将是绿色集约化铸造。

一、发展提高铸件外观质量的技术

(一)造型造芯

造型造芯是铸件形成过程中的关键工序之一,它对铸件质量、制造成本、生产效率、劳动强度 and 环境污染等各方面都有十分重要的影响。

1. 粘土砂湿砂造型工艺 多年的生产实践表明,具有成本低、污染小、效率高、质量好等优点的射压、气冲造型和静压造型等高度机械化、自动化、高密度湿型造型工艺,将成为我国今后中、小型铸件生产的重要发展趋势。

2. 树脂砂造型造芯工艺 通过开发无或少污染的粘结剂、催化剂、固化剂,研究与之配套的环保处理设备,广泛应用和发展树脂自硬砂、冷芯盒自硬工艺、温芯盒法及壳型(芯)法。

3. 水玻璃砂造型造芯工艺 研究水玻璃的净化及改性以提高其粘结性能,开发新型水玻璃砂旧砂再生回用工艺及设备,进一步推广酯硬化水玻璃砂在中、大型铸钢件上的应用。

4. 铸造涂料 扩大和加强转移涂料、表面合金化涂料的应用领域和机理研究。

(二)特种铸造方法

特种铸造作为一种实现少余量、无余量加工的精密成形技术,将向着精密化、薄壁化、轻量化、节能化方向发展。

特种铸造主要有熔模铸造、压铸、低压铸造。实型铸造(EPC)技术也有广泛的发展前途。

二、发展提高铸件内在质量的技术

随着国民经济各部门对机械装备性能的要求日益提高,为其配套的各类铸件的质量也必须有相应改善,铸件性能的提高是其中的一个主要方面。

(一) 铸铁

铸铁件的成本低、工艺性好、重熔再生节省资源和能源,所以这种材料的应用和发展持久不衰。如研究开发冲天炉——电炉双联熔炼工艺及装备;广泛采用先进的铁液脱硫、过滤技术,薄壁高强度的铸铁件制造技术,铸铁复合材料制造技术,铸铁件表面或局部强化技术,等温淬火球墨铸铁成套技术;采用金属型铸造及金属型覆砂铸造、连续铸造等特种工艺及装备等。

(二) 铸钢

铸钢产量相对稳定,而铸钢件的质量、品种、性能以及合金钢、特殊钢的比例不断提高。采用各种精炼工艺和技术,开发新型铸钢材料,可提高材料的强韧性和特殊性能。

(三) 铸造轻合金

铸造轻合金由于具有密度小、比强度高、耐腐蚀等一系列优良特性,将更广泛地应用于航空、航天、汽车、机械等各行业。特别是在汽车工业中,为降低油耗提高能源利用率,用铝、镁合金铸件代替钢、铁铸件是长期的发展趋势。其中着重解决无污染、高效、操作简便的精炼技术,变质技术,晶粒细化技术及炉前快速检测技术。为进一步提高材料性能、最大限度发挥材料的潜能,可开发优质铝合金材料,特别是铝基复合材料以满足不同工况的性能要求,加强镁合金熔炼工艺的研究,镁合金压铸与挤压铸造工艺及相关技术的开发研究;完善钛合金熔炼设备及相关技术和工艺的开发研究。

(四) 铸造复合材料

复合材料将成为 21 世纪的新型工程材料,铸造复合材料将致力于金属基复合材料母材基体材料和增强强化组元材料的开发研究,加速其应用的开发研究。

三、发展节能和环保的技术

节能和环保是实施绿色铸造生产、实现可持续发展的关键,必须研究和推广适合中国国情的节能、环保新技术和新设备。

(1) 以熔化和加热系统为重点,全方位挖掘节能潜力,采用各项新技术,消除对环境的污染,提高熔炼质量、降低废品率。

(2) 节约材料资源、开发材料的再生技术、回收利用铸造废弃物、创造最高价值的回用。如采用旧砂回用新技术。

(3)从材料、工艺和设备多方面入手,解决环境污染问题。开发无毒精炼、变质技术,无毒、无味粘结剂及白色铸造辅料,除尘技术,型砂再生技术,无粉尘铸造技术。

(4)加强生产过程的机械化和自动化,提高劳动生产率,实现近、无余量的铸造生产技术。

四、发展计算机的应用技术

计算机的广泛应用正从各方面推动着铸造业的发展和变革,它不仅可以提高生产效率和降低生产成本,同时又能促使新技术和新工艺的不断出现,使铸造生产正在从主要依靠经验走向科学理论指导生产的阶段。例如,铸造过程的计算机模拟分析及计算机辅助工程(CAE)的应用,可以科学地预测液体金属充型过程、凝固过程中的温度场及应力场,以及宏观缺陷和微观组织等。它可优化铸造过程,确保铸件质量,缩短试制周期,提高竞争能力,可以在提高铸造生产水平的同时获得显著的经济效益。计算机在铸造技术中的应用在下述几个方面发挥着前所未有的作用。

1. 铸造工艺计算机辅助设计(CAD)技术 主要实现以下功能,如铸件的几何、物理量计算(包括铸件体积、表面积、重量及热模数的计算);浇注系统的设计计算(包括选择浇注系统的类型和各组元的尺寸计算);补缩系统的设计计算(包括冒口、冷铁及合理的补缩通道的设计计算);绘图(包括铸件图、铸造工艺图、铸造工艺卡片等图形的绘制和输出)。与传统的铸造工艺设计相比,采用计算机设计铸造工艺的特点是:计算准确、迅速,消除了人为计算误差,能够大量储存并利用众多铸造工作者的经验,使得使用者能够设计比较合理的铸造工艺,能够对铸造工艺方案进行优化以便确定最佳的方案;具有自动打印记录并绘制各种技术文件的能力。

2. 凝固过程数值模拟技术 即用数值计算方法求解凝固成形的物理过程所对应的数学离散方程,并由计算机显示其计算的结果。这项技术诞生30多年来,近10年获得了很大的进展,在许多方面已达到实用程度,成为提高铸造业技术水平和铸件竞争能力的关键技术之一。可以实现的目标有:预知凝固时间、开箱时间、确定生产率;预测缩孔和缩松形成的位置和大小;预知铸型的表面及内部的温度分布,方便铸型(特别是金属型)的设计;控制凝固条件,为预测铸件应力、微观及宏观偏析、铸件性能等提供必要的依据和分析计算的数据。凝固过程数值模拟不仅可以形象地显示液态充填型腔和在型腔中冷却凝固的进程,还可预测可能产生的缺陷,所以可在制造计划现场实施前,综合评价各种工艺方案和参数,优化工艺方案,取代或减少现场试制,这对大型复杂形状或贵重材料凝固成形铸件的生产,其优越性和经济效益尤为突出。由于凝固过程数值模拟可以揭示许多物理本质过程,所以也促进了凝固理论的发展,近年来研究和发展的微观组织模

拟,可预测晶粒大小和力学性能,可望在不久的将来用于生产实际。

3. 快速成形制造技术 这是将 CAD 设计数据直接转化为实物的过程,它集成了 CAD/CAM 技术、现代数控技术、激光技术和新型材料技术,无需图样、无需进行传统的模具设计和加工,极大地提高了生产效率。目前已使用快速成形制造技术在砂型铸造、熔模铸造和实型铸造中快速制出形状复杂的模样或用激光束直接将覆膜砂制成铸型,以便完成铸造生产。这种高新技术正在从根本上改变着铸造生产中铸造模具制作的过程,表现出高效、优质的特点。

4. 铸造工艺参数检测与生产过程的计算机控制 计算机作为生产过程和凝固过程的控制手段已得到了广泛的应用,铸造生产工序繁多、工作条件相对恶劣、影响因素复杂,有必要在铸造生产中深入研究和广泛应用微型计算机检测与控制技术。近年来,已经出现了很多用计算机分析生产过程的变化,用计算机选择最佳参数、调节控制生产过程,使铸造生产实现自动化,从而达到稳定铸件质量,提高劳动生产率,降低铸件成本的范例。目前新一代的造型生产线已采用计算机控制,以计算机为基础的自控系统已用于熔化、浇注、砂处理、质量检验等工序中。采用计算机技术是生产高质量铸件的必备条件,也是铸造过程控制的主要发展方向。

5. 铸造信息处理技术及铸造专家系统 采用最先进的计算机及信息处理技术,研究开发能涵盖铸造企业所有行为的集成化铸造信息处理系统,包括企业的市场营销、物料进出、生产组织与协调、行政管理、与外界的信息交换等。

如铸造生产 MRP-Ⅱ 应用技术、铸造生产 Internet/Intranet 应用技术、并行环境下 CAD/CAE/CAM/RPM 集成技术及铸造模具 DNM 技术的研究与开发,计算机集成制造系统(CIMS)的应用,铸造局域网及在线专家系统控制等。