

生产技术

汽车工业发展与汽车发动机灰铸铁缸体生产技术

万仁芳

(东风汽车公司铸造一厂, 湖北十堰 442048)

摘要:汽车工业在国民经济中起着举足轻重的作用, 我国汽车业有极大的发展空间。汽车业是铸造业最大甚至是唯一的推动力, 汽车业的发展可望带动铸造业发展到一个新的高度。发动机缸体铸件堪称“铸造之花”, 缸体铸件传统的灰铸铁材质已被打破。铸铝缸体迅速发展, 而蠕墨铸铁缸体的开发成功更应受到注重。提出 Ti 影响铸件切削加工性能, 要求缸体含 Ti $\leq 0.035\%$; 二频炉熔制的缸体铁液其 S 应低于 0.08%, 以保证孕育效果; 指出, 改善孕育以减少铸件组织中微区性能差异可改善切削性能。灰铸铁缸体生产技术有很大进步, 尤其是砂芯生产最为显著。生产优质缸体除要有高水平生产技术外, 更应有先进的管理和优质的原材料。

关键词:汽车业; 发展; 汽车; 发动机缸体; 材质; 切削性能; 生产技术

中图分类号: TG251.1⁺3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4977 (2001) 12-0746-06

Development of Automobile Industries and Production Technology of Gray Cast Iron Cylinder-body for Automobile Engine

WAN Ren-fang

(No. 1 Foundry Factory, Dongfeng Automobile Company, Shiyan 442048, Hubei, China)

1 汽车工业发展简况和汽车业在铸造业中的地位

汽车从 19 世纪末期诞生至今已有 100 多年历史, 该制造业的繁荣至今仍看不出有衰退的迹象, 见图 1。汽车工业发展推动了冶金、机械、化工、石油、橡胶、塑料、建材、轻工、电子等工业的发展, 同时带动交通、城建和第三产业的相应发展。经济学家估算, 汽车工业每增加一个单位产值, 相关工业就会增加 2.67 个单位产值。目前全世界汽车保有量近 6 亿辆, 年产量已超过 5500 万辆。汽车工业每年消耗占世界总产量 24% 的钢铁材料、58% 的橡胶、46% 的石油; 在美国, 计算机芯片的一半也是用于汽车工业的。

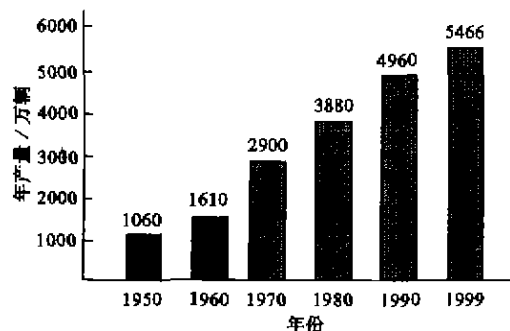


图 1 世界汽车产量

我国汽车工业虽与世界先进国家相比有巨大的差距, 但近 10 年来也有显著进步, 汽车工业已在国民经济中起着举足轻重的作用, 见表 1。

我国 1998 年生产汽车 163 万辆, 2000 年达 207

万辆, 2001 年上半年生产了 118 万辆, 产量逐年攀升, 世界排名也升到第 9 名。到 1999 年中国大陆的机动车保有量为 5400 万辆, 其中汽车保有量仅 1800 万辆, 而人口仅 8000 余万的德国, 汽车拥有量已超过 5000 万辆。中国汽车工业有极大的发展空间。“轿车进入家庭”虽仍有争议, 但其必然性恐怕是毋庸置疑的。

表 1 我国汽车工业基本情况 (1998)

	固定资产净值 /亿元	工业总产值 /亿元	从业职工 /万人	其中工程技术 人员/万人
汽车工业 (a)	1419*	2988	196	17
同年全国国有企业 (含国有控股) (b)	24890.5	34109.5	3875	147.4
a/b (%)	4.75	8.76	5.06	11.5

*: 总资产为 5045 亿元。

汽车的发展应当遵循“安全、舒适、节能、环保”的方向。资料介绍, 每降低 10% 的车体重就可以减少 10% 的废气排放量及节省 7% 的燃料消耗, 因此汽车的轻量化将会起到“节能、环保”一石二鸟的功效。发动机缸体是汽车最重的零件, 它的减重自然成了人们的主攻目标。

汽车业是高技术密集、高资金投入、高集约化生产的行业, 它必然要求与之相配套的行业和提供零部件的厂家有先进的工艺水平, 高的自动化程度和很大的规模。事实证明, 汽车业是铸造业最大的甚至是唯一推动力, 铸造界绝大多数先进工艺和设备几乎都因汽车铸造业所引发或应用, 国内外一些大型的一流的

收稿日期: 2001-04-30 收到初稿, 2001-09-06 收到修订稿。

作者简介: 万仁芳 (1942-), 男, 江西南昌人, 研究员级高工, 主要从事铸造合金材料、工艺的研究与开发及铸造工厂发展、质量管理等工作。

铸造厂大多为汽车零件铸造厂。另据统计,全世界铸铁件的 25%、铸铝件的 60% 及北美压铸镁零件的 80% 都应用于汽车工业。

我国铸造业与世界先进国家相比也有巨大差距,汽车铸件年产量仅 70 万吨左右。但和世界发展规律一样,几个大型的(年产 5 万吨以上)现代化铸造厂几乎均是汽车铸造厂。随着我国汽车工业的发展,以及世界上几大汽车公司为降低成本而推行的“全球采购”战略,将铸件采购逐步转向巴西、墨西哥、中国、印度等发展中国家,我国汽车铸造业可望有一个较大的发展。而汽车铸造业的发展,又将会带动全国铸造行业攀登上一个新的高度。

2 “铸造之花”——发动机缸体铸件

发动机是汽车的“心脏”。铸件占发动机总重的 60%~80%,缸体是发动机中重量最重、复杂程度最高、生产难度最大的一个关键铸件,称之为“铸造之花”并不为过。

现代汽车对发动机的要求是轻量化、功率大(对柴油机大多要增压强化)、省油、噪音小、无有害排放等,这些要求毫无疑问都要分解到各个零部件上,缸体是首选零件。具体地说,对缸体铸件有如下要求。

2.1 有足够强度、刚度和致密性

缸体曲轴箱里要装配曲轴、凸轮轴及司气机构,缸筒里要做功,缸体外还要安装缸盖、气泵、油泵、水泵等,因此没有足够的强度和刚度是不行的,尤其是缸筒内壁不仅耐磨、耐压,特别是在活塞冲程距离范围内,还应无任何(如砂眼、气孔、渣孔、疏松、缩松等)铸造缺陷;在所有热节(螺栓搭子等)处均不应有缩松,否则将导致漏气漏水。

2.2 轻量化

有尽量高的功率比,即缸体质量(kg)与发动机功率(马力=735W)之比越低越好。目前国内卡车的质量/功率比约为 0.8~1.1,引进轿车国产化后该比值达到 0.4~0.5;而国外卡车一般能达到 0.5~0.7,轿车一般 0.3~0.4。该比值越低,表明缸体(或发动机)越轻,也就意味着有更低的油耗和更少的排放。

2.3 形状准确,尺寸精度高

发动机设计尽可能紧凑,不允许缸体铸件“肥头大耳”或与设计形状不符,否则难于通过加工自动线。尺寸精度应达到 ISO CT7~CT9 级,缸壁厚度偏差 4.5 ± 0.5 或 4 ± 0.7 (如 TU5F 缸体为 4.3 ± 0.5),重量偏差应控制在 3% 范围内。

2.4 铸件内外表面光洁

铸件表面粗糙度应达到 $Ra 12.5 \mu m$;曲轴箱内部

由于装满工作油,要求更为严格,不允许有散落砂及杂物;水套内壁应无芯骨、砂粒、凸瘤、飞边等异物,也无严重的烧结、粘砂,以保证其有良好的通水性能。水套内局部不通,会导致局部过热,以至产生拉缸事故。对于缸体铸件清洁度应有明确的考核指标。

2.5 有良好的加工性能

基于汽车大量流水生产的特点,缸体加工都是高自动化、高效率加工线,机床刀具转速高达 6000~20000r/min。因此,要求铸件有尽量少的加工余量,尽量小的硬度偏差和好的组织均匀性。

传统缸体的材质都选用高牌号灰铸铁,大多数为 HT250 级,一部分为 HT300 级,因为灰铸铁有足够的强度、刚性,有良好的铸造性、吸振性和加工性,生产成本低廉。但在汽车“轻量化”压力下,加上铝铸件生产技术日臻成熟,灰铸铁缸体一统天下的局面已被打破。1997 年,欧洲生产的 1500 万辆小轿车和其它小型商用车中,只有 77% (1150 万辆)的缸体采用灰铸铁件,而有 23% (350 万辆)的缸体采用铸铝件。美国福特公司,1993 年开始生产铝缸体,到 1997 年缸体产量已达 50 万套,占总量的 12%。这一发展势头至今十分猛烈,因而有人断言:“铸铝件已攻入铸铁件的营盘,铸铁件只能在狭缝中求生存。”

但是,蠕墨铸铁的出现及德国欧宝(OPEL)公司蠕铁缸体的开发成功,为缸体的材质选用开辟了新的途径。表 2、表 3 分别为欧宝公司生产的 V6 (2.5L) 和直 4 (1.6L) 发动机缸体的效果比较。

表 2 V6 (2.5L) 发动机缸体效果比较

项目	标准缸体 (GG25)	1995 年赛车 缸体(蠕铁)	效果 (%)
气缸间的壁厚/mm	7	3	-57.1
珩磨面粗糙度 $Ra/\mu m$	0.32	0.18	-43.8
气缸圆柱度/ μm	32.09	8.97	-71.8
气缸部位磨损量/比率	100	60	-40
质量/kg	56.5	45.0	-20.4
功率/PS	168	457	+172
缸体质量/功率/(kg·PS ⁻¹)	0.336	0.100	-70.2

表 3 直 4 (1.6L) 发动机缸体效果比较

项目	GG25 大批量 生产型	蠕铁试 生产型	效果 (%)
铸件重/kg	40.4	30.0	-25.7
加工后重/kg	35.4	25.0	-29.5
珩磨面粗糙度 $Ra/\mu m$	0.320	0.160	-50
功率/PS	106	106	0
缸体质量/功率/(kg·PS ⁻¹)	0.332	0.233	-29.8
缸体缸径/mm	79	79	0
缸体长×高/mm	389×243.5	389×243.5	0

欧宝公司经验还表明,蠕墨铸铁缸体有如下优点:

(1) 发动机功率 蠕墨铸铁缸体与灰铸铁缸体相比,缸径变形小且均匀,并可降低活塞环的张力,能

够减小摩擦,降低缸套的磨损和机油消耗;

(2) 缸径的膨胀 台架试验表明,蠕墨铸铁缸体与灰铸铁缸体相比,缸径的膨胀小 18%~28%,因此可降低机油消耗以及有害气体的泄漏;

(3) 缸径的圆度 蠕墨铸铁刚性高,所以装上缸盖后缸径的圆度比灰铸铁至少要好 40%;

(4) 密封性 蠕墨铸铁缸体的缸径应变小,与灰铸铁相比漏气及机油消耗均大大降低;

(5) 漏油 与灰铸铁相比,蠕墨铸铁的抛光好,发动机和压油部件的漏油可减少 20%;

(6) 轻量化 蠕墨铸铁的强度和刚性都高,留有改进设计、减轻重量的足够余地,欧宝直 4 (1.6L) 发动机缸体改进设计后,缸体重量减轻了 30%;

(7) 噪声、振动 减振性与灰铸铁大致相同,而噪声减少 8%~18%;

(8) 气缸间壁厚 蠕墨铸铁强度可达灰铸铁的两倍,有利于壁厚的减薄,如欧宝 V6 缸体壁厚由原 7mm 减为 3mm,见表 2。

与铝缸体相比,蠕墨铸铁缸体至少有如下优势:价廉、耐磨、抗振、降低噪声、降低能耗和减少污染。

蠕墨铸铁缸体的开发成功大大提高了铁质材料重新夺回其应用市场的可能性。目前限制蠕墨铸铁缸体发展的原因有二:一是产品设计师对蠕铁了解不深,不可能根据蠕铁特点来改进缸体甚至是发动机的设计;二是铸造厂稳定生产蠕化率大于 80% 的蠕铁尚有一定困难。Sinter Cast 尚未得到普遍应用。

3 汽车发动机灰铸铁缸体生产技术

我国大量生产汽车发动机缸体自 20 世纪 50 年代中期的一汽铸造厂开始,至今已 40 多年,现已发展到有十几家铸造厂能大量生产汽车发动机缸体。尽管从 90 年代开始,就有一些厂在开发、试生产直至批量生产了一些轻轿车缸体,但整体水平仍不高,与先进国家差距甚大,甚至不如巴西、墨西哥。其主要原因,除铸造厂本身因素外,还在于国内铸造原材料差。如,废钢资源缺乏;生铁除个别厂家外绝大多数的微量元素都难以控制;原砂粒形差, SiO₂ 含量低;膨润土、煤粉质量差且不稳定;树脂达不到要求;辅助材料(如孕育块、铁液过滤器、粘结胶、涂料等)

开发鱼龙混杂,尚无一家领军者。因此,即使全套从国外引进模具,采用国外成熟的铸造工艺,依然生产不出满意的缸体铸件来——废品率总是居高不下,加工厂反映切削性能差,以致一些合资厂声称“原材料不考虑国产化”。

这种状况近 2 年有重大突破,因为合资厂如烟台一汽大宇铸造厂、镇江华泰铸造厂;国有企业如一汽铸造厂、东风铸一厂等一批工厂都具有这种实力。东风汽车公司铸造一厂从 20 世纪 90 年代初就着手开发轿车缸体,现在已每月向神龙公司稳定供货 4000~5000 件缸体毛坯,年产量已超过 5 万辆。

铸铁缸体大量生产多用湿型砂工艺,但近年来也有采用消失模工艺和树脂砂工艺的。笔者 1998 年访问法国时,PSA 集团的同行就向我方介绍标致公司下属的索苏(Sochaux)工厂在 20 世纪 90 年代中期上了一条消失模缸体生产线因废品率高达 15% 以上一度停产。后来听说于 2000 年已正式投产了。采用消失模工艺可提供尺寸更为精确、形状更为复杂的缸体,其发展动向值得注意。另外,国内某民营铸造厂采用呋喃树脂自硬砂组型生产四缸轻轿车缸体(仅部分水套芯采用覆膜砂),为某些经济型轿车配套,年产量达 20~30 万件。树脂自硬砂工艺的优点是一次投资少,可生产尺寸较准确的缸体,生产管理上也更方便计件跟踪,追溯责任。

以下仅就本厂经验,简要介绍一下灰铸铁缸体的生产技术。

3.1 熔化

3.1.1 化学成分及力学性能

除对一些转速较低的发动机缸体的材质允许采用 HT200 外,绝大多数缸体的材质均为 HT250 或 HT300。化学成分只是获取力学性能的手段,通常不作验收依据,因此标准中成分的范围很宽,但实际上炉前控制极严,如 C 的误差控制在 $\pm 0.05\%$, Si 的误差为 $\pm 0.1\%$ 范围内,否则铸件性能和品质会发生加工厂不希望的波动。表 4 为一些缸体的典型成分和主要性能,验收以本体硬度为准,硬度检测部位大多为与缸盖接合的缸顶面,也有的在缸顶面下 50mm 缸筒处。

表 4 缸体铸件通常化学成分和硬度

序号	化学成分 (%)											本体硬度 HB	备注
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Sn	Sc		
1	3.1~3.4	1.8~2.1	0.6~0.9	≤ 0.12	≤ 0.15	0.2~0.4	-	-	-	-	-	179~241	HT250
2	3.2~3.5	1.9~2.2	0.6~0.8	≤ 0.12	≤ 0.15	-	-	-	-	-	-	170~241	HT200
3	3.2~3.4	1.8~2.8	0.3~1.0	≤ 0.14	≤ 0.20	0.15~0.40	Ti ≤ 0.10	Pb ≤ 0.008	≤ 0.8	≤ 0.10	≤ 0.98	195+40	GG5(HT250 级)
4	3.0~3.5	2.0~2.5	0.6~1.0	≤ 0.15	≤ 0.15	≤ 0.30	-	-	≤ 0.3	0.05~0.1	-	207~241	CLB1(HT250 级)
5	3.3~3.5	2.0	0.66	0.102	0.026	0.287	0.054	0.020	0.009	-	-	-	本茨麦廷根厂
6	2.9~3.3	1.7~2.2	0.6~0.9	-	-	0.8~1.0	0.15~0.25	0.25~0.4	-	-	-	269~311	HT300 级

3.1.2 熔炼设备和炉料

缸体铁液最好采用冲天炉-感应炉双联熔炼,这样既可保证有足够量的铁液,又可获得高温、成分稳定的铁液。当采用工频炉作为熔炼设备时,铁液会有较大的激冷倾向和缩松倾向,此时必须增S($S > 0.08\%$),且进行充分孕育。

国外炉料多采用床身废钢,加增碳、增硅剂,不用或少用生铁,称之为“合成铸铁”。我厂1986年曾试采用过这种工艺,试验方案是:0~20%生铁,60%~40%床身废钢,其余为回炉料,用碳化硅(生产砂轮用的废料)增Si和增少量C,用废石墨电极增C,用10t无芯工频炉熔炼。结果表明,在相同碳当量情况下,合成铸铁的抗拉强度比传统配料(生铁+回炉料+少量废钢)要高15~30MPa,HB要高10个单位左右,石墨全为A型,过冷层也极小或没有。

3.1.3 切削性能

20世纪90年代初,中外合资汽车厂的加工厂发现,在加工国产化毛坯时,虽然力学性能和金相组织都符合要求,但刀具磨损要比加工KD件大得多,这一现象后来被中德、中日、中法各类合资厂一再证实。影响切削性能的因素很多,诸如铸件加工余量不均匀、硬度差偏大、表面有过冷组织、进刀量过大、转速过高、刀具选材不恰当等,但进一步试验表明,材质对切削性能有一定影响。材质方面那些因素对切削性能影响最大?现在还没有明确说法。有资料指出,至少以下两点值得注意。

(1) Ti量过高,造成刀具磨损急剧增大(见图2)。Ti一般由炉料带入,一旦熔入铁液中,就没有办法去除,因此,必须选用低Ti炉料。现在本田公司和神龙公司都要求我厂提供的灰铸铁件的Ti $\leq 0.035\%$ 。

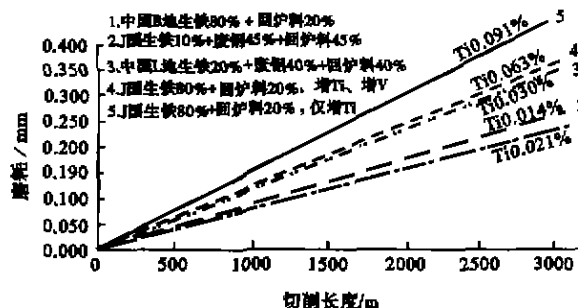


图2 Ti对刀具磨损的影响

(2) 铸件组织不均匀,微区之间性能有很大差异,局部微区有硬点,显微硬度极差大,造成加工性能不好。据测定,KD件显微硬度为203~343HV,极差为140HV,均值为254HV;国产件则为209~547HV,极差达338HV,均值为258HV。解决措施应从改善孕育入手。

3.2 造型

3.2.1 造型与配砂

铸铁缸体一般均为湿型砂造型,造型设备多选用高压、气冲或静压造型自动线,力求砂型紧实且硬度均匀,造型效率高,能耗低,噪声小,运行可靠。国外也有用DISA2070生产小缸体的。

对型砂要求甚高,一般选用高效混砂机,砂处理系统中还必须包括多级磁选、旧砂破碎及筛分、旧砂冷却装置等,在旧砂冷却设备进出口处及混砂机进出口处均应安装温度和湿度传感器,并对全系统进行闭环实时控制。

资料介绍,芯砂的混入对型砂性能有不好的作用,并认为对型砂恶化影响的顺序为:冷芯盒芯影响最大,热芯盒芯次之,壳芯又次之。很多厂都在缸体落砂时用机械手将铸件连同砂芯一并抓起另行冷却,以避免砂芯混入型砂中。

直列式缸体绝大多数采用卧浇工艺,以缸的中心线水平分型,这样的制型工艺便于起模和尺寸控制,其缺点是缸筒始终处于水平卧放,缸筒内的气体或其它杂质不易外逸、上浮。当用树脂自硬砂组型工艺时,也可采用立浇工艺,铁液从缸体底部引入,有利于排气和杂质上浮。

3.2.2 浇注系统

浇注系统的设计需十分重视,缸体是形状复杂的薄壁件,且加工面很多。根据此特点,注入型腔的金属液应均匀、平稳,不能带有气体、砂粒、渣子等杂物。如110~200kg重的铸件,其浇注时间大约在15~20s之间,过快易冲坏砂型,过慢易产生冷隔和浇不足。缸体铸件的浇注系统型式有下列几种。

(1) 底注式 铁液由浇口杯进入直浇道,流经去渣的过滤网筛子浇道,再进入分直浇道,流入两端的横浇道,再入小横浇道后由内浇道进入底型,全部铁液由法兰边(曲轴箱)引入,示意图见图3。这种浇注系统的优点是全部铁液由底部慢慢上升,比较平稳;其缺点是上部铁液温度低,流经时间长,上箱铸件特别是涂料较多处的芯面上容易产生冷隔、浇不足、气孔缺陷,焊补率很高。

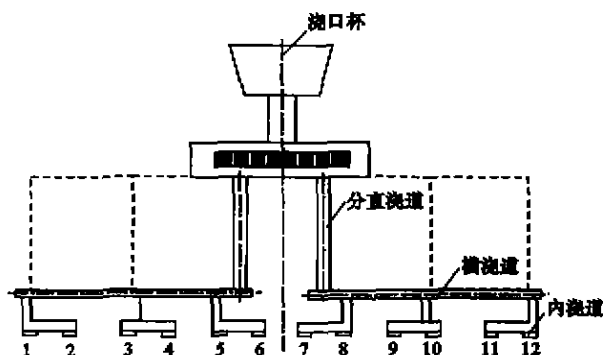


图3 底注(曲轴箱法兰边)引入的浇注系统

(2) 双层浇道 铁液不仅从底面进入,而且在曲

轴轴承座也有辅助内浇道, 这样铁液进入快, 上下的温度差也不会太大, 见图 4。

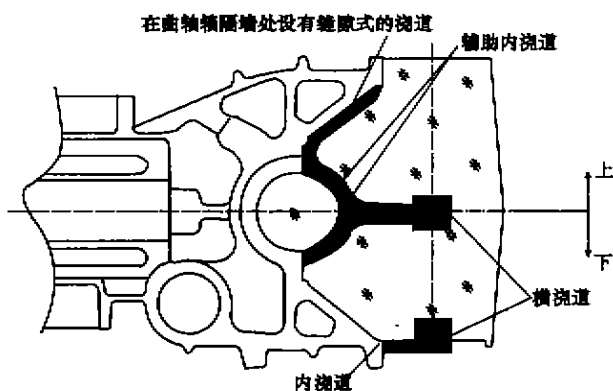


图 4 双层浇注系统

(3) 多层浇道 除了在底型法兰边和曲轴轴承座设置内浇道外, 在曲轴箱的上法兰边上及缸体的两端, 甚至缸体顶面上都有内浇道。这样, 铁液充型比较及时, 各部分的温度也比较均匀, 有利于减少冷隔、气孔等缺

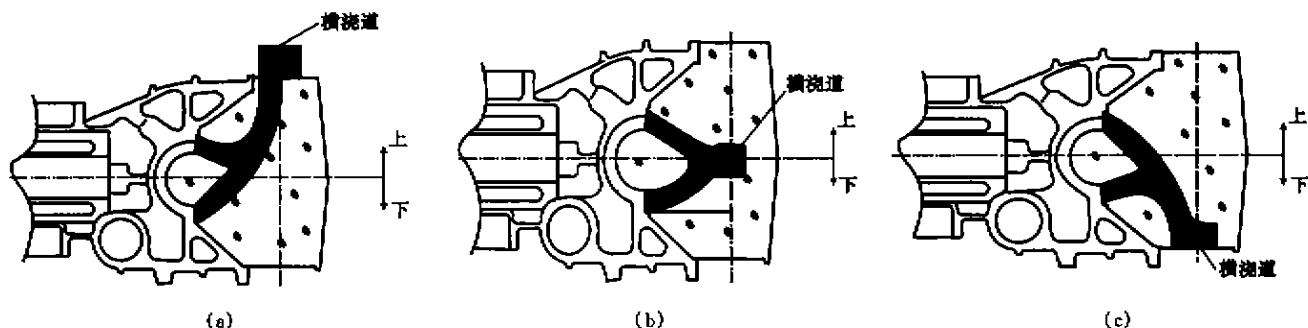


图 6 单由曲轴箱轴承面引入的浇注系统

3.2.3 外型的通气系统

缸体铸件需有十分畅通的排气系统, 因为型内砂芯太多, 浇注时大量的气体必须及时排出型外。上型要有足够数量(面积)的通气孔以使气体顺利的外逸, 一般认为通气孔总面积应为内浇道总面积的 2 倍左右。通常, 在上模样上安装了许多导气用的棒、片, 以形成完整的铸型通气系统, 并与砂芯通气孔相贯通。大的通气棒直径为 30mm 左右, 小的约为 10 mm 左右, 通气片为 5mm×50mm 或 5mm×100mm, 其数量和位置完全根据实际缺陷情况而定。有些厂为了取得更好的排气效果, 在下型也设置通气孔, 将气门室处型芯的气体导出来。除了在模具上镶装通气组件外, 高压造型设备(上砂型)应有打通气孔的机械装置。

3.3 制芯

缸体是采用砂芯最多的汽车铸件。砂芯选用是否恰当及其质量的好坏, 对缸体铸件质量至关重要。砂芯工艺是缸体生产中变化最大、进步最快的工艺, 由 20 世纪 50~60 年代的手工制芯, 到 70~80 年代的热芯盒、壳芯制芯, 直到现在采用冷芯盒、制芯中心制芯, 制芯方法发生了质的变化。

缸体砂芯一般包括水套芯、曲轴箱芯、缸筒芯、

陷, 见图 5。美国某厂就是采用此种形式的浇注系统。

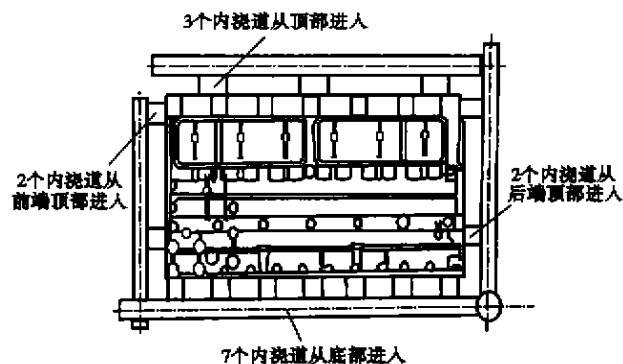


图 5 从四边引入铁液的浇注系统

(4) 单由曲轴箱轴承面引入 它也有三种安排方式: 一是横浇道放置在曲轴箱芯头上(上砂型内), 铁液由上部供入; 二是横浇道置于曲轴箱芯芯头内, 铁液从中间引入; 三是横浇道开在底型上, 铁液由底部供给, 详见图 6。

顶面芯、前后端面芯等, 根据缸体结构不同, 还可能有油道芯、水道芯、水泵芯等一些小砂芯。其制芯方法: 在欧美较多采用以冷芯盒为主(曲轴箱、端面芯等均为冷芯盒), 配以壳芯; 日本更多采用壳芯。以呋喃树脂为粘结剂的热芯盒砂芯, 因芯砂流动性差、芯子表面疏松等原因, 已逐渐被冷芯盒芯和壳芯所取代。冷芯盒制芯因尺寸精度高、节能、生产率高等诸多优点, 发展甚为迅速。前段时间, 因吸湿、树脂价格昂贵、砂芯成本高等原因, 我国冷芯盒的发展受到一些阻碍, 但随着吸湿问题的解决及国内树脂厂家的增多, 我国冷芯盒的应用又多了起来。

壳芯近年来的发展也较快, 现在普通覆膜砂的树脂加入量已降到了 1.8%~2.0%, 大大降低了芯砂发气量和制芯成本。另外, 还开发了耐高温、低热胀、易溃散等不同性能的覆膜砂, 供不同砂芯选用。在制芯设备方面, 只要对原热芯盒射芯机略加改造, 就可射覆膜砂, 生产壳芯。因此, 对一些轻型车缸体铸件, 选用壳芯仍不失为上策。

缸体砂芯组合, 应有组芯夹具和下芯夹具, 以确保适应造型自动线的生产节拍。组芯一般分为三种形式: 一是组芯夹具布置在造型线旁, 经过上涂料、烘

干的单个砂芯经配芯后运至夹具旁,工人按次序搬到组芯夹具上组芯,然后,由下芯夹具下到铸型内。这种方式生产的缸体尺寸精度不可能很高,且芯与芯接合面易产生披缝,增加清理工作量;第二种形式是在砂芯工部将几个曲轴箱芯(有时曲轴箱芯连带缸筒为一整体)连接在一起整体上涂料、烘干,再运至造型线旁组芯夹具处,与合格的水套芯、顶面芯等再组合在一起,用下芯夹具下到铸型内;第三种形式是,采用制芯中心或“Key-core”技术,在制芯工部就将所有砂芯组装在一起,整体上涂料、烘干,再运到造型工部用下芯夹具下芯。显然,第三种形式最能保证铸件尺寸精度,减少披缝,提高生产率。

下芯夹具应设计为两级定位,即先由长销子与砂箱上的销套定位,以确定下芯夹具的定位,然后再平稳下芯,这样可防止擦砂,保证尺寸精度。缸体砂芯一般都要上涂料,以保证内腔清洁度,不粘砂。涂料绝大多数为水基,浸涂、喷涂均可,但应注意芯头处及排气口不得上涂料,以免堵塞排气通道。若有可能的话,也可在上涂料后再在砂芯上钻排气孔。排气孔周围应放置耐火石棉垫圈,以防止浇注时铁液钻入排气孔中。砂芯上涂料后要彻底烘干,选用的烘干炉应能将炉内湿空气及时排出,以保证烘干效果。制好的砂芯应及时使用,避免吸潮导致砂芯变形、强度降低

并给铸件带来气孔缺陷。我厂砂芯最长允许存放期为:冷芯盒2~3天,热芯盒5~7天,壳芯7~10天。

3.4 落砂、清理及检测

缸体铸件浇注后在砂型内的冷却时间应视铸件大小而定,一般设计都是在型内冷却1~1.5h后再开箱落砂,小缸体也有缩短到45min的。过早开箱落砂,缸体铸件易开裂;铸件在型内冷却时间过长,会使铸件硬度降低。铸件落砂后,最好用机械手将其抓进料箱内继续冷却一段时间,再进行二次落砂。这样做的好处是既能防止铸件开裂,有利于应力消除,又可避免砂芯混入旧砂中恶化型砂性能。

缸体二次落砂十分必要,否则水套内砂芯很难落干净,将影响清洁度和通水效果。

缸体铸件一般进行两次抛丸清理:第一次抛丸,将外表面、曲轴箱面抛打干净;第二次用鼠笼抛丸机进一步将内腔抛打干净。为保证表面粗糙度要求,除应选用大功率抛丸室,保证抛丸效果外,还应选用0.8~1.5mm的细钢丸。

汽车缸体铸件一般均采用专用清理磨床磨削前端面、顶面、底面的毛刺、浇道及通气针残余,并用人工修整曲轴箱内毛刺和清理水套内的杂质。

无损检测在缸体生产过程中必不可少。我厂轿车缸体的后处理流程如图7所示。

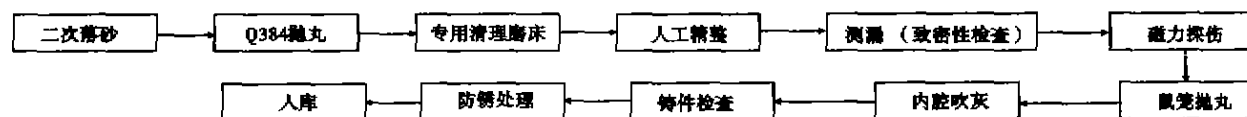


图7 缸体清理流程图

4 结束语

(1) 汽车工业的发展推动了众多相关工业的发展,使其在国民经济中起着举足轻重的作用。我国汽车工业虽与世界先进国家相比有巨大差距,但近10年来进步显著,总产量世界排名已升到第9位,我国汽车发展有极大空间。

汽车工业是铸造业最大甚至是唯一的推动力。随着我国汽车工业的发展及世界各大汽车公司推行零部件“全球采购”战略,我国汽车铸造业可望有一个较大的发展。而汽车铸造业的发展又将会带动全国铸造行业攀登上一个新的高度。

(2) 发动机缸体是汽车铸件中重量最大、复杂程度最高、所使用砂芯最多、生产难度最大的一个关键铸件。现代汽车要求该铸件不仅有足够强度、刚度、致密性,有高的尺寸精度和光洁的内外表面,更要求最大限度的轻量化以及良好的切削加工性能。为此,缸体材质为高牌号灰铸铁的传统已被铝铸件打破,铝缸体已占有25%以上的份额而且还有进一步扩大的

趋势。蠕墨铸铁缸体的开发成功为缸体提供了另一种崭新的材料,该材料集价廉、减重、耐磨、抗震、低噪音、低能耗等诸多优点于一身,引人注目。

在改善切削加工性能诸多因素中,特别提出了Ti的影响,并要求 $Ti \leq 0.035\%$;对使用冷激倾向大的工频炉熔制铁液,应使 $S \geq 0.08\%$,以保证孕育效果;必须提高铁液孕育效果,以改善铸件组织中微区间性能差异大、显微硬度不均匀的问题。

(3) 灰铸铁缸体铸件的生产技术近10多年有很大进步,变化最显著是砂芯,其次是清理及生产过程中的各项检测手段。造型由于高压自动线不断改善(气冲、静压等)及高效混砂机和完善的砂处理系统的推出,大大提高了铸型质量;在典型的铁液的化学成分和浇注系统的选择原则方面,变化相对较小。大量流水生产优质缸体铸件,不仅要有高水平的生产技术,更要有先进的管理体制和优质的铸造原辅材料,包括生铁、废钢、原砂、树脂、各种辅助材料等。

(编辑:郭桂林)