

低压铸造

罗庚生 张志忠 吕有纲 徐嘉 李林 编著

国防工业出版社

低 压 铸 造

罗庚生 张志忠
吕有纲 徐 嘉 李 林 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书共分五章。第一章介绍低压铸造的原理、特点及应用发展情况；第二章讲低压铸造工艺；第三章介绍低压铸造用的铸型；第四章介绍低压铸造的设备；第五章对应用实例进行了介绍。

本书资料丰富、内容翔实，充分反映了我国低压铸造的先进成果。

本书可供广大的铸造工人和技术人员阅读，也可供大专院校铸造专业师生参考。

低 压 铸 造

罗庚生 张志忠 李 林 编著
吕有纲 徐 嘉
责任编辑 唐朝瑛

国防工业出版社 出版发行

(北京市车公庄西路老虎庙7号)

新华书店经售

北京密云华都印刷厂印装

787×1092 1/32 印张10 7/8 224千字

1989年 月第一版 1989年1月第一次印刷 印数：0,001-3,080册

ISBN 7-118-00041-8/TG 3 定价 5.55元

前 言

低压铸造属特种铸造。因它具有许多独特的优点，所以在工业生产中的应用也越来越广泛了。现不仅应用于制造轻合金铸件，而且已应用于制造铜合金铸件。随着我国社会主义现代化建设的发展，低压铸造技术必将得到更快地发展。

为进一步推广和普及低压铸造技术，提高我国低压铸造技术水平，我们把近年来应用低压铸造的经验进行整理、总结；同时搜集了一些兄弟单位的先进经验，汇集编写成册。在编写过程中，我们本着从实用出发，以实践经验为主、理论和实践相结合的原则，对低压铸造的工艺参数、铸型、设备等问题作了系统介绍，并进行了粗浅的理论分析。初稿写成后，曾征求过有关方面的意见，对本书作了进一步地修改和补充。尽管如此，由于编者学术水平所限书中的缺点和错误在所难免、恳切希望广大读者提出宝贵意见。

本书第一章由中国船舶工业总公司李林编写；第二章由芜湖造船厂吕有纲编写；第三章由戚墅堰机车车辆工艺研究所徐嘉编写；第四章由南京仪表机械厂张志忠编写；第五章由芜湖造船厂罗庚生编写；全书由罗庚生、张志忠审校。在审编中得到王钟泉同志的帮助。芜湖造船厂肖军、刘有地、戴秋霞、叶俊发等同志参加了文字整理和图纸绘制工作。在编写过程中、又得到了大连造船厂、上海求新造船厂、上海新中动力机械厂、河南柴油机厂、南京船用辅机厂、武汉船

IV

用机械厂、七院二十五所、北京内燃机总厂、大连工学院、大连机车车辆厂、沈阳铸造研究所、长沙水泵厂等许多单位的大力支持并为本书提供了资料。在此谨向他们致以衷心的感谢。

编 者

目 录

第一章 概论.....	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 低压铸造的原理和特点	(3)
一 低压铸造的原理	(3)
二 低压铸造的主要特点	(3)
三 低压铸造与其它铸造法的比较	(7)
第二章 低压铸造浇注工艺.....	(10)
第一节 浇注工艺	(10)
一 工艺过程.....	(10)
二 浇注工艺.....	(10)
三 工艺气压的非线性与线性.....	(13)
四 常用的浇注工艺.....	(16)
第二节 升液管和输液过道	(23)
一 升液管.....	(23)
二 输液过道.....	(36)
第三节 浇注工艺参数	(42)
一 充型压力的确定.....	(42)
二 充型速度的控制.....	(44)
三 结晶压力的确定.....	(46)
四 保压时间的确定.....	(46)
五 浇注温度和铸型温度的确定.....	(48)
第四节 低压浇注的安全技术措施.....	(49)

一	剩余合金量的控制.....	(49)
二	充型高度的控制.....	(50)
第三章	低压铸造铸型工艺.....	(60)
第一节	铸件的工艺设计.....	(60)
一	铸件结构的工艺性分析.....	(60)
二	铸件在铸型中的位置.....	(64)
三	铸件的加工余量、收缩量、工艺余量.....	(69)
第二节	铸型的结构形式.....	(71)
一	水平分型的铸型.....	(71)
二	垂直分型的铸型.....	(75)
三	水平加垂直分型的铸型.....	(76)
四	砂型.....	(82)
第三节	铸件的凝固.....	(84)
一	铸件的凝固形式.....	(85)
二	影响铸件凝固的因素.....	(86)
三	铸件顺序凝固的控制.....	(96)
第四节	浇注系统.....	(101)
一	浇注系统的作用.....	(101)
二	浇注系统的设计.....	(104)
第五节	金属型的设计.....	(108)
一	铸型尺寸的确定.....	(110)
二	锁型力(合型力)的计算.....	(113)
三	铸型的排气.....	(113)
四	金属型的热平衡.....	(117)
五	加热器的简易计算方法.....	(117)
第四章	低压铸造设备.....	(119)
第一节	机体.....	(119)

一	保温炉.....	(120)
二	承压密封容器.....	(135)
第二节	开合型装置.....	(154)
一	开合型动力.....	(154)
二	开合型机构.....	(164)
第三节	控制系统.....	(177)
一	气源.....	(177)
二	非线性工艺气压的控制.....	(179)
三	线性工艺气压控制系统.....	(194)
第五章	低压铸造应用实例.....	(208)
第一节	铜合金铸件低压铸造.....	(208)
一	铝青铜轴瓦金属型低压铸造.....	(208)
二	铜泵泵体砂型低压铸造.....	(216)
三	螺旋桨砂型低压铸造.....	(224)
四	螺旋桨石墨型低压铸造.....	(230)
五	螺旋桨金属型低压铸造.....	(235)
六	船用舵和舵杆低压铸造.....	(242)
第二节	铝合金铸件低压铸造.....	(248)
一	油分离机中间盘低压铸造.....	(248)
二	船用潜水泵壳体低压铸造.....	(251)
三	铝活塞金属型低压铸造.....	(259)
四	大型铝合金气缸体低压铸造.....	(270)
五	增压器叶轮和导风轮低压铸造.....	(284)
六	492Q汽油机汽缸体低压铸造.....	(290)
第三节	铸铁件低压铸造.....	(298)
一	船用大型柴油机汽缸套低压铸造.....	(298)
二	内燃机车曲轴低压铸造.....	(307)
第四节	铸钢件低压铸造.....	(315)

第一章 概 论

第一节 概 述

低压铸造是一种新的特种铸造。它与目前普遍应用的金属型铸造、压力铸造、熔模精密铸造等工艺相比较，更为年轻。近些年来，它能立于诸传统特种铸造工艺之列，并且发展迅速，说明低压铸造工艺具有优于其它铸造工艺的独特之处。

国外，在二十世纪初期开始研究并应用低压铸造工艺。同时期，英国 E.H.Lake 登记了第一个低压铸造专利，主要用于巴氏合金的铸造。法国人制定了用于铝合金和铜合金的计划，并首先在铝合金铸造生产中得到推广，但当时发展缓慢。

第二次世界大战爆发后，随着航空工业的发展，英国广泛地采用低压铸造生产技术要求较高的航空发动机的汽缸等轻合金铸件，并采用金属型低压铸造，大量生产高硅铝合金铸件。北美的汽车工业和电机工业又广泛采用金属型低压铸造生产汽缸、电机转子等重要铸件。这样，低压铸造工艺迅速扩散到通用机械、纺织机械、仪表和商业产品的领域。西德的铝合金产品中约有20%是采用金属型低压铸造生产的。

目前，国外的低压铸造设备，已由专业厂生产，使低压铸造生产逐步向专业化生产发展。在美、英、法、日、奥地利等数十个国家，已有几百家工厂采用了低压铸造技术，专用的低压铸造机数千台，绝大部分是由专业设备工厂制造的。十年前英国狄莫（DIMO）的低压铸造机就向苏联出口，在卡马河汽车厂装有该公司低压铸造机，使该厂年产金属型轻合金铸件达7350t，另外在车尔宾斯克厂年产量达8200t。故此，专用的低压铸造设备的商品化，把低压铸造工艺技术提高到一个较高的水平。

我国是从五十年代开始研究低压铸造的。正式应用于工业生产至今仅有二十余年的时间，但二十多年来，它的发展速度极为迅速。目前，国内汽车、拖拉机制造厂已形成专业化的低压铸造车间，造船、电机、仪表、轻工和国防工业也广泛采用了这种工艺，并直接由实验转入生产，由生产简单件发展到了生产复杂件。六十年代我国造船工业系统的铸造工作者又将此工艺应用于铸造熔点较高的铜合金铸件，生产船用舵、铜套、阀体以及小型螺旋桨。七十年代，又以低压铸造工艺生产大型铜合金螺旋桨获得成功，铸件毛坯重量达到三十余吨，直径达六米以上。我国铸造工作者又将低压铸造用于生产黑色金属铸件，如：低压铸造的球墨铸铁曲轴、合金铸铁的大型柴油机缸套以及大型柴油机的铸钢曲拐等。使低压铸造技术不断发展，臻于完善。

目前我国有许多单位正在从事低压铸造的研究，扩大其应用范围，特别是对于低压铸造的工艺参数和控制的研究在不断的深化，设备的机械化和自动化水平在迅速地提高。

第二节 低压铸造的原理和特点

一、低压铸造的原理

低压铸造工艺，是一种特种铸造工艺。它是巴斯加原理在铸造生产中的应用。就低压铸造的工艺气压而言，它是介于压力铸造和重力铸造之间的一种新的浇注工艺。

低压铸造的基本原理，如图1-1所示。

在装有合金液的密封容器（坩埚）中，通入干燥的压缩空气，作用在保持一定浇注温度的合金液面上，造成密封容器内与铸型型腔的压力差，使合金液在较低的充型压力作用下、沿着升液管内孔自下而上地经输液过道、铸型浇口、平稳地充入铸型；待合金液充满型腔后，增大气压，使型腔里的合金液在较高的压力作用下结晶凝固；然后卸除密封容器内的压力，让升液管、输液过道内尚未凝固的合金液依靠自重回落到坩埚中。至此，即完成了一个低压浇注工艺过程。再经脱模取件而得到所需要的铸件。

二、低压铸造的主要特点

生产实践证明，低压铸造有许多优越性，归纳起来有如下主要特点：

（1）低压铸造的浇注工艺参数均可人为控制。都可根据铸件的不同结构和铸型的不同材料来确定。

浇注时，合金液在可控的压力作用下充型，能有效地控制充型速度，使合金液充型平稳，因此，减少或避免合金液

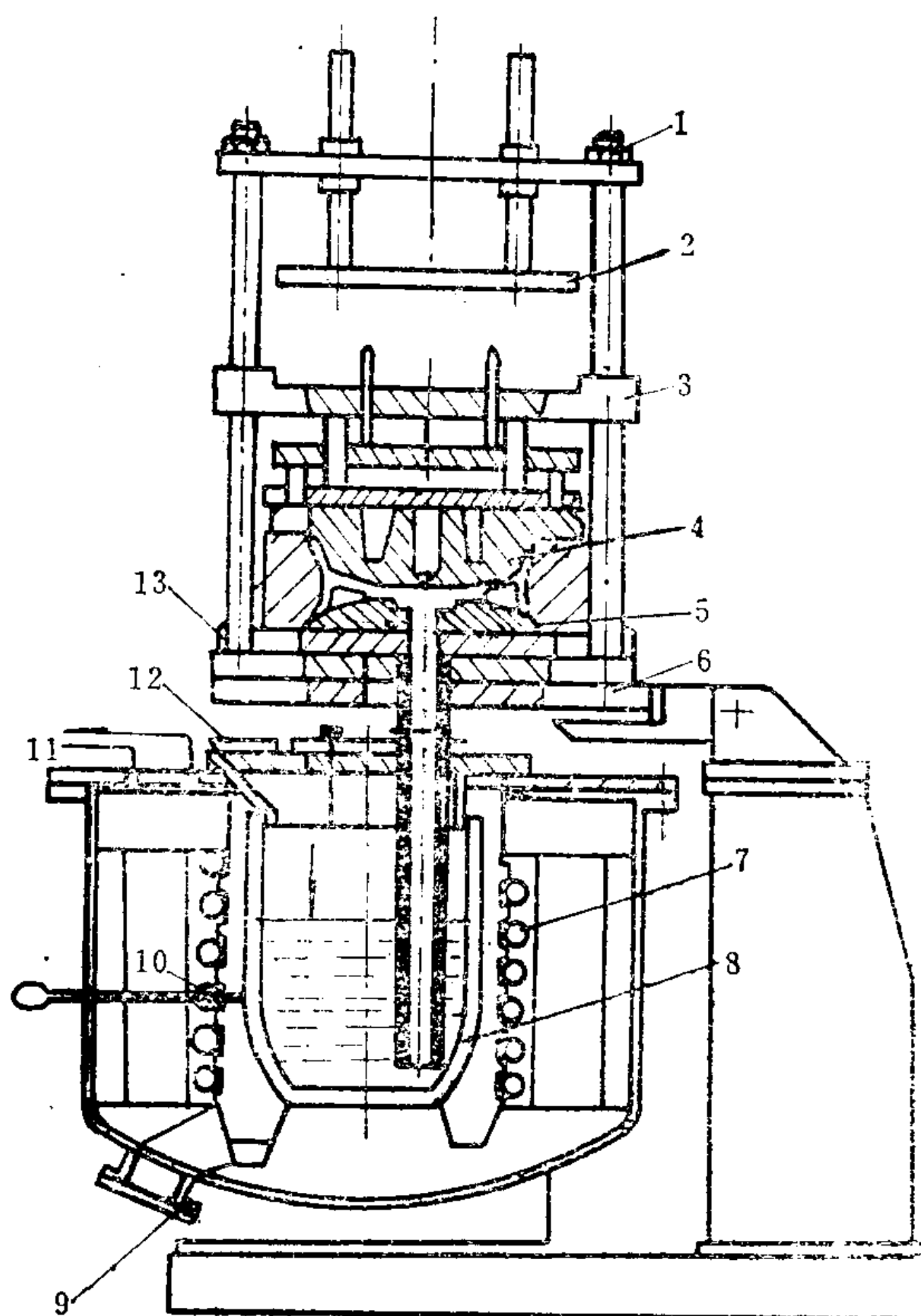


图1-1 低压铸造机示意图

- 1—铸型高度调节装置；2—推板；3—动模固定模板；
 4—动模；5—定模；6—铸造工作台；7—加热元件；
 8—坩埚；9—安全隔板；10—热电偶；11—压缩空气入口；
 12—补充合金液入口；13—定模固定板。

在充型时的翻腾、冲击、飞溅现象，从而减少了氧化渣的形成，避免或减少铸件的缺陷，提高了铸件质量，合格率一般可达95%左右。

(2) 合金液在压力作用下充型，可以提高合金液的流动性，有利于获得轮廓清晰的铸件，它可适用于不同壁厚、不同大小、不同高低和不同结构的铸件。

(3) 铸件在压力作用下结晶和凝固，并能得到充分地补缩，使之获得组织致密的铸件，从而提高了铸件的机械性能（见表1-1）。

表1-1 低压铸造同其它铸造方法的机械性能比较

性能 铸造方法 名称	抗拉强度(kg/mm ²)		延伸率(%)		硬 度 (HB)	
	铸 态	热处理后	铸 态	热处理后	铸 态	热处理后
铝活塞	金型	14~18	17~23		70~80	95~115
	金型 低压	17~21	24~32		75~85	100~120
铜泵体	砂型	30	15		90	
	砂型 低压	34.5~37.4	18.5~18.7		81.3~100	
螺旋桨	砂型	54.3	30.2		135	
	砂型 低压	64.3	31.2		154	
铝壳体	砂型		35~36	13		
	砂型 低压		39.0~39.5	21.0~24.0		98
	金型 低压		44.0~45.0	17.0~22.0		120~125

(4) 金属利用率高。低压铸造铸型的浇注系统简单,并可大大减少甚至完全去除冒口,因而提高了金属利用率,通常可达90~95%。如300型柴油机活塞,采用金属型铸造,浇注系统复杂,仅浇冒口重量就有85kg;采用低压铸造后,浇注系统大大简化,冒口重量只有0.5~1kg,金属利用率由40%提高到98.2%。油水分离机的中间盘铸件的金属利用率,由原重力铸造时的69%提高到96%。低压铸造同其它铸造方法的金属利用率比较,如表1-2所列。

表1-2 低压铸造同其它铸造方法的金属利用率比较

铸 造 方 法	金属利用率 (%)
低 压 铸 造	90~95
砂 型 铸 造	≈70
压 力 铸 造	50~60
金 属 型 铸 造	75~80

(5) 生产效率高,加工余量小,机械加工工时少。如:油水分离机中间盘,砂型重力铸造的生产率为8件/日,采用金属型低压铸造后,每件只需2min;150型铜质螺旋桨,原采用砂型重力铸造,单件铸造工时为28h,机械加工工时为150h,采用石墨型低压浇注后,单件铸造工时为2h,机械加工工时为50h,收到了显著的经济效果。

(6) 低压铸造对铸型材料没有特殊的要求,凡可作为铸型的各种材料,都可以用作为低压铸造的铸型材料。与重

力铸造和特种铸造应用的铸型基本相同，如砂型（粘土砂、水玻璃砂树脂砂等）、壳型、金属型、石墨型、熔模精铸壳型、陶瓷型等都可应用。总之，低压铸造对铸型材料要求没有严格的限制。

（7）设备简单，便于制造、投资少、占地面积小，易于实现机械化自动化生产。一个人可以操作2~4台低压浇注机。由于自动化程度高，有利于实现生产过程的质量控制。

（8）改善了浇注时的劳动条件。低压铸造的浇注过程，操作人员只要控制气阀或按动电钮就可进行了。不象重力浇注时需要抬着浇包或用吊包浇注，这样不仅减轻了劳动强度，同时，浇包置于密封的压力罐中，也减少了高温合金液对人体的热辐射，有利于工人的健康。

（9）低压铸造对合金牌号的适用范围较宽，基本上可用于各种铸造合金。不仅用于铸造有色合金，而且可用于铸铁、铸钢。特别是对于易氧化的有色合金，更显示它的优越性能，即能有效地防止合金液在浇注过程中产生氧化夹渣。

三、低压铸造与其它铸造法的比较

（一）与压力铸造比较

（1）低压铸造适用的合金范围广，而压力铸造一般只适用于铸造性能较好的铝硅合金、锌合金及部分铜合金，而对于铝镁合金、球墨铸铁、合金铸铁、铸钢等若采用压力铸造，尚存在许多技术问题。

（2）压力铸造一般用于生产批量大的中小铸件，而低压铸造可适用于不同大小、不同批量的铸件。

（3）压力铸造是在高速高压下充型，型腔中的气体不

易全部被排除，易于产生气孔，而低压铸造则与此相反。

(4) 压力铸造所用铸型——金属型，其要求高，制造困难，周期长、成本高。低压铸造应用的金属模要求较低，制造容易，模具费用只相当压铸模费用的 $1/4$ 。采用石墨型、壳型、砂型低压铸造，它的模具费用比压力铸造金属模费用就更低。而且，低压铸造适用的铸型种类多、范围广。

(5) 低压铸造的设备比压力铸造的设备简单，制造较容易。根据日本介绍，低压铸造的设备费用只有压力铸造设备费用的 $1/7$ 。

(6) 压力铸造一般用于中小型有色金属铸件，而低压铸造不仅适用于中小铸件，而且适用于大型铸件，如可浇注重达几十吨的铜合金螺旋桨。

(7) 低压铸造的生产效率比压力铸造低，一般为压力铸造的 $1/4 \sim 1/3$ 。

(二) 与金属型铸造比较

低压铸造除具有金属型重力铸造的优点之外，还有以下的特点：

(1) 低压铸造可以大大简化浇注系统，这样就减少了金属熔化量，节省了能源，并降低了金属烧损，节约了金属，提高了金属利用率。

(2) 低压铸造更易于实现机械化自动化生产，一人可操作几台低压浇注机，所以，生产率比金属型高 $2 \sim 3$ 倍，而且，劳动强度低，劳动条件好。

(3) 低压铸造的设备投资比金属型铸造稍高。

(三) 与一般砂型重力铸造比较

(1) 低压铸造浇包中的合金液自下而上的从底部注入

型腔，浇注平稳，这样就避免了砂型重力铸造在浇注中易于出现的氧化夹渣缺陷。因此，铸件的成品率要比砂型铸造高。

(2) 低压铸造是在低压下充型，又在较高的压力下结晶凝固，使铸件的组织、机械性能、气密性、耐压性能均比砂型重力铸造好。

(3) 低压铸造的浇注系统比砂型重力铸造简单，并可以大大减小冒口，有的铸件甚至可以不设置冒口，从而简化了工艺，节省了金属材料。

综上所述，低压铸造在我国的研究和应用虽然时间不长，但发展很快，已经从生产轻金属发展到重金属，又从有色合金发展到黑色金属，铸件从小到大，从简单铸件到复杂铸件。低压铸造铸件所占的比重不断增加，工艺装备日趋完善，机械化自动化水平不断提高。因此，低压铸造将更加显示它的生命力和广阔的前景。