

(4)

19-22, b

VRH造型, 砂再生设备, 系统设计



VRH 砂再生系统设计的探讨

张国清 铁道部建厂局勘测设计院
郝振华 铁道部宝鸡桥梁厂

TG231.5

长久以来, 铸造工作者为了追求性能优良的型砂进行了大量的试验和生产实践。本世纪四十年代水玻璃砂的问世, 尔后树脂自硬砂、“V”法、“VRH”法等近代造型技术的诞生和应用, 使得化学、物理或两者兼容的型砂硬化的造型技术在铸造的一定的领域内, 展现了各自的光采。就其实质而论, 近代出现的各类型砂无非是集中在以下三方面取得了研究和应用的成果。

- (1) 可以获得优良的砂型强度和造型工艺性。
- (2) 可以获得优良的浇注后的溃散性和再生性。
- (3) 可以获得良好的综合经济和社会效益。

显而易见, 我们所期望的三方面的良好效果, 是要在相互矛盾和冲突的条件中寻求一种和谐和统一。所有从事过此项研究和实践的人, 都十分深刻地体会到其艰难的程度。

事实上, 迄今为止近一个世纪的努力和探索, 我们还没有找到一种适用范围广、上述三方面均为满意的型砂。近代型砂的研究和发展, 早已超越了铸造的行业范围。包括其再生在内, 可以说应是多学科与专业的配合, 才能取得最佳的成果。

“VRH”型砂, 其技术是借助于物理变化

本文为 93 年全国第二届旧砂再生研讨会的论文

的条件, 使得水玻璃这种粘结材料在二氧化碳的作用下, 得到了比普通水玻璃砂更为优良的硬化效果, 一方面满足了砂型强度的要求, 另一方面又大大地改善了落砂时的溃散性, 提高了砂再生的效果。日本的同行们从 1987 年以来, 把“VRH”造型技术, 推上了实际应用的水平。他们为之研制了成套的造型设备, 同时借用了成熟的砂再生技术和设备使之完善和配套。作为日本铸造协会的一项普及技术, 很快又传入我国。近年来, 国内也有几家工厂相继引进、开发应用。

铁道部自 1989 年批准在宝鸡桥梁厂进口日本新东工业(株)“VRH”造型及砂再生关键设备, 并由国内配套设计、制造(包括采购标准设备), 形成了铁路用高锰钢辙叉“VRH”造型与砂再生生产线。

通过安装调试、试运行和试生产, 对于“VRH”砂再生系统的设计, 取得了一些新的认识, 尽管仍然是肤浅的却有与同行商榷的价值, 以期活跃我们的研究、设计和应用。

一、砂再生的目标(值)

通常我们认为通过砂再生应能得到干净的(包括宏观和微观杂质含量的控制)、粒度合适的、温度在一定范围内的造型回用砂。针对不同的情况, 我们可以确定其具体的目标值。

需要探讨的目标值有以下几点:

1. 残留氧化钠(Na_2O)的允许量

一般对于水玻璃砂再生后, Na_2O 的允许值为 $\leq 0.5\%$ (查阅国内外的技术资料也大体如此)。实际上提出这一指标,也等于是考核对于固化于砂粒表面水玻璃硬化膜去除的程度。从指标值的规定来看,自然是能把这一固化的水玻璃膜剥离掉的程度越高为最佳。

我们在试验和生产中发现,经再生处理后的再生砂(残留 Na_2O 在 0.5% 左右)有着十分良好的性能,在某些方面甚至优于原砂(新砂):

(1) 用再生砂配制的型砂,其强度(包括表面强度)高于新砂配制的。

(2) 将再生砂与新砂按一定比例混合配制的型砂,其强度(包括表面强度)高于新砂配制的。

(3) 用再生砂(或混合砂)配制的型砂,其流动性优于新砂配制的型砂。

(4) 同气温条件下,其可用的时间没有明显的差别。

试验分析其原因在于原砂和再生砂的表面状况的差别。我们工厂使用的是镁橄榄石砂,它由镁橄榄石人工破碎而成。尽管经过棒磨和水选、筛分,但其表面仍是十分不规则的。原砂在显微镜下放大100倍呈多棱角型。加之其真颗粒粒度很小,宏观粒度大部份为易碎的假颗粒。因此这种原砂所配制的型砂,手感粗糙、流动性不好。在“VRH”条件下,含量很小的水玻璃在原砂颗粒间所形成的粘结桥是比较单薄、脆弱的。相当一部份水玻璃消耗在原砂表面的“填平”作用上。反之,再生砂由于其表面所覆盖的水玻璃固化膜产生了改善其性能的作用:

(1) 固化假颗粒,减少了粒度的恶化。

(2) 经再生处理后改善了原砂表面状况,有利于在重复使用时强化了同样数量的水玻璃所形成的粘结桥,提高了型砂的强度

(包括表面强度)。

因此我们认为,并非残留 Na_2O 不需要规定一个允许值,当然更非愈高愈好。而重要的是要根据原砂的不同,特别是其表面状态的差异,从其重复使用的性能上找出不同的控制目标值。

2. 再生砂的微粉(150目以下)量

实践可知,再生砂中含有的微粉量是与前者有关连的问题,此外它对型砂有着以下的影响。

(1) 在采用孔板定量的条件下,微粉量的大小影响砂的流量。不能受控的微粉量会直接造成砂的定量波动,也即型砂强度的波动。

(2) 影响砂粒之间粘结桥的形成和强度的高低。通常在普通水玻璃砂再生时,人们比较注意残留 Na_2O 的指标控制,往往忽视微粉量的控制。在“VRH”条件下再生砂中微粉含量的控制是极为重要的。同时它也与再生设备的选用相关连。

3. 关于再生砂的温度调节

对于砂温的调节并非是对“VRH”砂再生所独有的要求。在一般化学硬化的型砂管理过程中,毫无例外都存在着一个最适宜的温度问题。

过高的温度(一般应指在 40°C 以上),生产中都会发现水玻璃砂硬化速度加快,型砂可使用的时间缩短。在一定的作业周期条件下甚至不能使用。因此在连续作业的铸造生产中,采取人为的强制手段使高温型砂通过再生后,把温度控制在 35° 以下是必需的。在“VRH”条件下由于水玻璃加入量比普通水玻璃砂少得多,这种温度的控制更显得必须。然而砂温的最低值究竟控制为多少为好?这是值得商榷的。在“VRH”条件下一般均定为不低于 20°C 。同时这一指标是指再生砂通过温度调节装置时出口处的测定值。尽管国内外发表的不少试验资料,论述了温度对型砂性能的影响,作出了可以说是常规的结论。但是我们经过三个冬季的实践,无

论是新砂还是再生砂,在型砂配制时实际温度在 10°C 左右,对于型砂正常强度的形成并无明显的影响(水玻璃控制在 25°C 左右)。实际上在一般铸造车间(特别是北方)冬春严寒季节,室内温度能维持 5°C 以上可以说是很好的。因此再生砂(实际上重要的应是新砂)在连续生产条件下,往往冬季的再生砂的温度还是比较容易维持在较适宜的温度范围内,温度控制不仅存在着一个实际所必需的最低值,而且也关连着砂温调节装置的选择和布置。显而易见,往往通过调温可以达到 30°C ,甚至 35°C ,但是通过输送系统至型砂配制端,要想保持砂温不低于 20°C ,特别是在北方的冬季是很难实现的。

二、“VRH”再生系统的设计

1. 干法与湿法再生的选择

砂再生技术与设备的研究与应用,在我国近代铸造技术的发展中,是伴随着水玻璃砂与有机粘结剂型砂的应用而起步。美、日、欧等工业发达的国家,砂再生技术与设备的迅速发展,主要来自环境保护越来越严格的要求方面的压力。譬如,本世纪四十年代应用于铸造生产的湿法再生技术到了七十年代,在所有发达国家大部分都已被干法再生技术及设备所取代。究其原因主要也是基于对水资源的保护及有关法律的约束。湿法再生目前在我国,特别是在采用水玻璃砂的铸钢行业中仍然被广泛地使用着。

究竟选择干法再生还是湿法再生?应当综合再生砂质量要求,环保要求以及生产成本三方面来考虑。在研讨这一课题时,应当避免再回到六、七十年代时,我们铸造行业中那种学术上的宣传弊端,也可以说是极端化风潮。国内外大量生产实践证明,现在还没有任何一项新的专业技术可以适用于铸造行业的所有方面。包括磁型铸造法、“V”法铸造、树脂砂铸造法,“VRH”铸造法等等都是

如此。因此,探讨干法与湿法再生的选择,最重要的是首先防止片面性和绝对化的影响。

干法再生的近代技术和设备在我国尚在起步应用阶段。其优越性尚待认识,系统的设计也待改进和完善。

2. “VRH”砂再生系统的主要环节

“VRH”砂再生系统的设计,其工艺流程与再生系统的组成,在曹善堂、郭景纯两位先生所编著的《铸造车间旧砂再生技术》一书中,已有完整、精辟的论述。实践证明,一个有效的砂再生系统可以参照他们所制定的流程,同时在系统设计上应符合其组成的基本要求。通过试验与生产实践,“VRH”砂再生系统的主要环节设计上,我们有以下认识和新的选择:

(1) 震动落砂的可能性

“VRH”砂其溃散性与普通水玻璃砂相比较,是否有了根本的改善?迄今为止所有的文献资料都论述了其溃散性的提高。事实上“VRH”法其型砂在浇注后的溃散性,其改善的程度不单纯取决于“VRH”型砂中水玻璃加入量的减少。通过显微观察发现,尽管在常温时其砂粒之间的粘结桥比之于普通的水玻璃砂脆弱得多。但是在一定的高的温度区间仍表现出极高的强度,型砂不易溃散,砂回收十分困难。这在三班连续作业(砂箱极须快速周转时)时,其溃散性的改善是极不明显的。试验资料所述 $200\sim 600^{\circ}\text{C}$ 的低残留强度温度区间,在实际生产中也难以从整体砂型上加以控制、利用。理论和实践证明,适宜的浇注后的存放时间(如果有可能让砂型降至室温时落砂),其溃散性的改善就十分明显。无论是型砂还是比较复杂的型腔内的芯砂,可以说一震(击)即溃。因此,只要生产节拍和工装、场地允许,适当延长开箱时间,采用一般震动落砂机作为落砂的手段是完全可以的。

(2) 气力再生机的应用

各种干法再生设备的试验、比较,我们没

有条件进行。就日本同行业考察所见,一般使用的有以下两种类型:

① 新东工业(株)提供的气力再生机。

② 太洋铸机(株)和日本铸机(株)提供的离心式机械再生机。

我们所采用的是原于美国,后经日本新东工业(株)改进的多室多排竖吹式气力再生机。这种再生机其结构简单,组合灵活,调整、维修方便。“VRH”砂再生的质量与效率均可达到比较满意的结果。尤其是在我们所采用的镁橄榄石砂的再生上,减少了砂粒的破碎。其配套设计的关键在于:

① 有可靠的低噪声装置的鼓风与输送系统。

② 有足够能力的、可靠的通风除尘系统。

③ 有可靠的定量供砂装置。

(3) 关于砂温调节装置的选择

国内所开发、应用或引进的砂温调节装置多为太洋铸机(株)和新东工业(株)所研制的型式。一般情况下把高温砂($\geq 80^{\circ}\text{C}$)和低温砂($0\sim 10^{\circ}\text{C}$)调节在 $20\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的范围是可以达到的。其主要问题有以下几点:

① 在高温开箱及再生后的连续性作业中,由于砂中残留水份的蒸发,在调节器内冷凝,极易造成再生砂的搭棚、堵塞。

② 热交换器如果发生泄漏,检修十分不便。

因此,选用此类型式的设备应十分慎重。我们认为有必要寻求、研制开发更为合理的结构,以取代目前这种型式。

(4) 关于系统的通风、除尘

干法再生的通风、除尘,其必要性是容易理解的。通过生产实践,其重要性已非一般的工业卫生和环境保护的要求。必需充分认识到以下两点:

① 再生砂的质量保证:

② 整个系统能否维持正常运行。

通常的设计人们比较注意整个系统所需排风量和动力消耗的计算。近年来由于环保

所规定的粉尘排放标准的执行,愈来愈多的系统采用了布袋式除尘器,以保证其排放空气符合标准规定。这在砂型处于常温下开箱落砂(回收)与再生作业时系统不会发生问题。关键是砂型在高温条件下开箱时大量蒸发的水份;在寒冬季节由于环境温度、露点、湿度等因素的影响,极易产生冷凝水。被润湿的粉尘极易破坏布袋式除尘器的正常运行,随之造成管道内粉尘沉积、堵塞。这种情况所形成的恶性循环,不仅影响了砂再生的质量,而且可能造成整个系统不能正常运行。因此,正常认识和选择设计通风除尘系统,在某种意义上说是系统设计的关键环节,其重要性绝非是配套设计的概念。国内如何研制、开发针对再生过程中的水蒸汽、冷凝水(特别在北方地区)这一因素的通风除尘系统和组成单元,不仅是“VRH”砂再生的需要,而且对推进干法再生的应用也是有决定作用的。

题 外 话

在讨论“VRH”砂再生系统设计这一问题时,使我们联想到一直在困扰着中国铸造行业的研究、设计和应用等方面的一个老问题:即中国铸造技术和设备的状况与经济发展和社会进步的不相适应;铸造技术的发展与铸造设备的保证不协调。中国作为有着源远流长的铸造历史的国家,具有众多优秀科技人才的优势,近代却总是落后于西方发达国家。从总体上说我国的铸造技术,尤其是铸造设备一直滞后于美、欧及日本。这种状况长期以来在封闭的计划经济体制下压力甚小。随着改革开放和市场经济的形成,产品质量、企业与社会效益的多重压力,迫使中国铸造业这个古老落后的行业,必须疾步奋进。中国必须迅速建立起自己的、有效的、先进的铸造设备研究、设计和制造的体系。必须使得我们的铸造技术的发展,建立在有与其相适应的

(下转第6页)

附件 1. 全国第二届旧砂再生技术研讨会宣读论文

① 90 年代旧砂再生新动向和我国今后的发展(昆明工学院郭景纯、内蒙二机总厂李长疆等); ② 我厂对有机酯水玻璃自硬砂的研究和实践(上海沪东造船厂王红宇); ③ MDT 有机酯水玻璃自硬砂的性能探讨及其应用(上海汽轮机厂顾国涛等); ④ 影响 MDT 有机酯自硬水玻璃砂性能的有关因素(淮南煤矿机械厂陈焕鑫等); ⑤ 有机酯水玻璃自硬砂在我厂的试验和应用(江西江州造船厂陈锡根); ⑥ MDT 有机酯水玻璃砂在铸铁件上的试验初探(上海造纸机械厂吴建超); ⑦ 有机酯水玻璃砂在铸铁件上的应用(贵州险峰机床厂黄有谋等); ⑧ 酯硬化水玻璃自硬砂应用及简易旧砂再生(铜陵有色金属公司机械总厂李伟等); ⑨ 对酯硬化水玻璃砂溃散性及旧砂回用性的初步分析与总结(锦州矿山机器厂李光); ⑩ 有机酯水玻璃自硬砂的再生及效果(上海沪东船厂徐德霖等); ⑪ 水玻璃砂旧砂再生方法的探讨(机电部第二设计院赵学箴); ⑫ 酯硬化水玻璃砂湿法再生工艺试验(江西工大樊自田等); ⑬ 日本水玻璃砂干法再生设备概况及其启示(机电部第一设计研究院王纪平); ⑭ S573 水玻璃旧

砂再生机再生效果评定(铜陵有色金属公司机械总厂李伟等); ⑮ 新型螺旋振动再生成套装置在生产中的应用(华中理工大学周锦照等); ⑯ 铸钢水玻璃砂的落砂与旧砂处理(常州铸造总厂王毅等); ⑰ 水玻璃砂在铸造生产中的应用与再生(昆明工学院郭景纯等); ⑱ 我国水玻璃砂真空硬化技术发展概况(机电部第一设计研究院曹善堂); ⑲ VRH 砂再生系统设计的探讨(铁道部建厂局勘测设计院张国清、宝鸡桥梁厂郝建华); ⑳ VRH-CO₂ 铸造工艺有关问题探讨(建厂局勘测设计院张国清); ㉑ 德国 ECO 树脂砂造型及旧砂再生设备的应用(上海船厂王倍苗); ㉒ PNR 气力旧砂再生机的再生效果试评(上海机床铸造一厂冯懿范); ㉓ 酯硬化酚醛树脂自硬砂试验及一些看法(上海工艺所陈允南等); ㉔ KW 线铸钢件再生实践(山西 5419 厂林其鹤等); ㉕ 旧砂再生及经济效益(攀钢机械厂曹业斌); ㉖ 意大利 Crescentino 铸造厂砂处理介绍(第一拖拉机厂二铸铁厂赵志康)。

[上海工艺所陈允南报导]

附件 2 国外旧砂再生文献索引(85~92 年)(见本期 页)

附件 3 国内旧砂再生文献索引(85~92 年)(见本期 页)

.....
(上接第 23 页)

铸造设备的保证上。要让我们的企业可以得到性能优良、运行可靠、更换有着的装备。否则, 我们的研究成果、我们的优秀设计, 就不会形成真正的生产能力。对于系统设计的探讨也只是纸上谈兵而已。

笔者应机械电子工业部第一设计院王纪平先生之邀, 就“VRH”砂再生议题, 谈谈粗

浅的看法, 谬误难免, 请读者见谅。

编者注: 本文作者的另文“应用 VRH 工艺的锰钢辙叉造型线设计”已发表在“铸造技术”杂志 93 年第 4 期上, 它介绍了为采用 VRH 工艺的造型线设备选择、造型线特点、布置、主要设备规格, 并总结了应用效果和经验教训。