

广东省覆膜砂现状及发展思考

谢树忠¹, 刘春晶², 冯胜山²

(1. 珠海市福联造型材料实业有限公司, 广东珠海 519180;

2. 广东省铸造造型材料(福联)工程技术中心, 广东珠海 519180)

摘要: 在对广东省覆膜砂的生产及应用情况进行调查、分析的基础上, 对广东省覆膜砂的发展提出思考及建议, 为本省铸造产业规划, 为覆膜砂用户及潜在用户提供参考。

关键词: 广东省; 覆膜砂; 现状; 发展

1 覆膜砂概述

1.1 覆膜砂的发展历史

早在 1944 年, 德国科学家克罗宁(J.Croning)博士就发明了覆膜砂。顾名思义, 覆膜砂是在砂粒的表面上覆盖一层常温下呈固态(加热到 100℃以上变成液态)的热塑性酚醛树脂膜, 再加入潜伏型固化剂(常温下不分解, 高温下才分解而促进固化, 常为乌洛托品等)及润滑剂(硬脂酸钙等)和其他添加材料而成为一种常温下具良好流动性的干态造型制芯砂。覆膜砂可直接在 220~300℃的模具内快速固化成型(芯): 既可用其制铸型, 也可制芯; 制出的砂型砂芯既可互相配合使用, 也可分别与其他砂型砂芯混搭使用。覆膜砂不仅可用于金属型重力铸造或低压铸造, 也可用于铁型覆砂铸造, 还可用于热法离心铸造; 不仅可用于铸铁件, 也可用于铸钢件、有色合金铸件乃至特殊合金铸件等。正因覆膜砂具有的显著优点, 使其问世后迅速在欧美、日韩、中国台湾等发达国家和地区获得广泛应用。我国起步较晚, 上世纪 60 年代开始在洛阳拖拉机厂及个别兵工企业应用, 80 年代改革开放后获得较快应用推广, 上世纪末至今, 随着我国汽车工业及其他行业对铸件的要求越来越高, 以及劳动力成本的不断提高, 具有高效率、高质量特点的覆膜砂获得了飞快发展。本世纪初我国覆膜砂年产量仅约 40 万吨, 但至 2013 年已超 250 万吨, 产品品种众多, 国内已涌现年产 10 万吨级以上的覆膜砂生产企业十余家, 包括重庆长江集团、北京仁创集团等, 而年产数千吨至 10 万吨的企业也多达数百家(包括数十家自产自销企业)。同时, 也涌现了十多家年耗用覆膜砂上万吨的大用户和成千上万家中小用户, 并且近几年, 每年仍保持 20%以上的强劲增长势头。

1.2 覆膜砂的优缺点

1.2.1 优点

与其他砂型相比, 覆膜砂具有以下优点:

(1) 高效率: 可以在 20~60s 内制成砂型芯, 砂型芯制成后 1h 甚至半小时后便可浇注, 可节省大量人力及砂型芯堆放场地。

(2) 高强度: 覆膜砂可以制作抗拉强度高达 5MPa 以上的砂型芯, 而且其强度可调节性优良, 可根据铸件及工艺要求, 通过控制树脂加入量来调节。

(3) 良好的流动性: 覆膜砂具有良好的流动性, 可以采用气压射芯, 可以制出复杂的砂型(芯), 如汽车发动机缸盖、水套芯等, 且能保证砂型(芯)组织致密, 表面光滑, 轮廓清晰。

(4) 良好的型(芯)表面质量: 覆膜砂一般砂粒较细, 且因流动性好及多采用气压成型, 故砂型(芯)表面光滑、致密, 一般免上涂料, 铸件表面粗糙度可达 Ra=6.3~12.5μm, 尺寸精度可达 CT7~CT9, 甚至可接近精密铸件水平。

(5) 良好的溃散性: 覆膜砂的溃散性虽稍差于呋喃树脂砂, 但远优于水玻璃砂等砂型, 铸件清

作者简介: 谢树忠(1967-), 男, 工程师, 从事铸造材料研发及企业经营。

砂容易。

(6) 良好的抗湿性: 覆膜砂所用的树脂是酚醛树脂, 且型(芯)表面致密, 因而抗湿性良好, 即使在 60%~80% 的湿度环境放置数天也影响不大。

(7) 良好的配套性: 覆膜砂已形成大规模专业化、商品化生产, 已形成巨大市场和产业配套能力, 铸造企业较容易通过市场就能找到适合自己的配套产品。

1.2.2 缺点

长期以来普遍认为覆膜砂存在的主要缺点在于应用成本高、能耗大。在造型制芯时会产生刺激性有毒气体, 在高温高湿环境下覆膜砂易结块致流动性差等。这一定程度上阻碍覆膜砂的推广应用。但笔者认为: 以上观点可能基于早期对覆膜砂的认识, 由于技术的进步, 现覆膜砂的技术水平已获很大提高, 产品质量大幅改善, 树脂中游离酚、醛等有害物质不断降低, 而产品售价也不断降低, 吨铸件耗砂量大幅减少, 且因高效率成型(芯)而节省大量人力成本, 因高质量而减少铸件加工及减少废品, 从而节省人力成本和能耗, 因具有较高自动化生产水平而可实现对造型制芯和浇注工序产生废气的统一处理而减少污染等。总体而言, 现覆膜砂的综合应用成本、综合能耗、废气排放量与其他各种砂型相比大致在中等以上。

2 广东省覆膜砂的现状

2.1 生产情况

经珠海福联公司负责广东业务的 11 名营销员为期三个月的调查、统计, 广东省覆膜砂 2013 年总产量高达 25.2 万吨(含 5 家自产自销企业的产量), 约占全国的十分之一, 全省年产量 2000 吨以上规模的生产企业多达 13 家, 其中实现商品化销售的有 8 家, 分别为江门华传、江门景洋、东莞金晶、珠海福联、南海捷能及三水和韶关三家中小规模厂家, 年总产量 23.1 万吨。13 家覆膜砂生产企业(车间)中有 5 家规模较大的自制自用企业, 分别为肇庆飞亚、江门富华、江门广进、惠州本田及平远五指石等, 自产自销者单厂产量普遍偏少, 多为 2000~8000 吨/年, 2013 年总产量约 2.1 万吨。各生产企业的规模如表 1。

表 1 广东省覆膜砂生产企业 2013 年生产规模

生产规模(万吨/年)	≥10	5~10	3~5	1~3	0.2~1	≤0.2
生产企业数量(个)	0	1	3	2	7	具体未明, 大约
备注	阳江福联铸材科技有限公司正在建设年产 30 万吨覆膜砂, 预计 2015 年底投产				含五家自产自销厂点	数家都自产自销

从区域分布来看, 生产厂点多分布在交通特别是水路交通方便或有硅砂资源, 或靠近用户的区域, 如表 2 所示。

表 2 广东省覆膜砂 2013 年生产厂点分布

地区	江门	东莞	珠海	佛山	肇庆	惠州	梅州	韶关	合计
厂点数	4	1	1	2	1	1	1	2	13

从技术水平和研发实力来看, 少数企业技术水平不错, 但大多数企业技术和质量水平一般, 未建立研发创新团队。见表 3。

表 3 广东省覆膜砂生产企业技术创新能力

创新能力	建有 3 人以上研发创新团队	有 1~2 名专业研发人员	没有专职研发人员
厂点数	2	3	8

从产业链长短来看,大部分企业产业链短,只购入原砂再经覆膜砂加工,也有少部分包含原砂处理,甚至旧砂再生。如表 4 所示。

表 4 广东省覆膜砂生产企业产业链

产业链	仅覆膜加工	原砂处理+覆膜	原砂处理+旧砂回收 再生+覆膜	原砂处理+旧砂再生+树 脂生产+覆膜
厂点数	7	4	2	阳江福联铸材科技有限公司(在建)

总体上,广东省覆膜砂产量基本能满足省内各类铸造生产需要,每年还有近 3 万吨销往广西、云南、贵州、福建等及少量出口。

2.2 使用情况

广东省覆膜砂用户达 500 家左右,大部分用户以覆膜砂制芯再与其他砂型搭配,也有数十家用户全以覆膜砂造型制芯。表 5 为广东省覆膜砂用户情况。

表 5 广东省覆膜砂用户情况

年用量(千吨/年)	≥10	5~10	1~5	≤1
厂点数	1	8~10	20~30	数据不全,约 400~500 家

从用途来看,我省汽车配件、水暖器材、箱角、炉头、泵阀铸件等数量庞大,是覆膜砂的主要应用对象。具体各类铸件用量见表 6。

表 6 主要消耗覆膜砂铸件及耗用量(2013 年)

铸件类别	汽车配件	水暖器材	箱角	泵阀件	炉头	其他
耗用覆膜量(万吨/年)	3.5~4.0	2.5~3.0	1.5~2.0	0.8~1.5	0.8~1.5	9~11

从铸件的材质来看,使用覆膜砂仍以生产铸铁件最多,铝合金铸件次之。随着汽车轻量化的发展,铝镁合金铸件增长明显,快于铸铁、铸钢件,铸钢件也有一定量。表 7 为广东省不同材质铸件耗用覆膜砂量。

表 7 我省三类不同材质铸件耗用覆膜砂量(2013 年)

覆膜砂用途	有色金属铸件	铸铁件	铸钢件
年用量(万吨/年)	4~5	15~17	2~3

总体上,覆膜砂质量和技术水平基本能满足生产需要,但随着用户对产品质量需求的不断提高和节能减排的需要,进一步提高覆膜砂的质量技术水平、降低制型(芯)及浇注时产生的有害气体,加强旧砂再生仍十分必要和迫切。

3 存在问题及发展思考

我省覆膜砂产销量巨大,称得上覆膜砂大省。汽车摩托车配件、水暖器材、箱角、炉头等这些多以覆膜造型(芯)的铸件产量都达国内最大,有力支撑我省覆膜砂的发展,但与国内外先进技术相比,还有一定差距。

3.1 覆膜砂生产及应用上存在的主要问题

3.1.1 资源优势未充分利用

覆膜砂所用的主材料是硅砂。作为沿海省份,广东省曾是硅砂资源最丰富的省份之一,斗门、台山、新会、湛江等沿海地区曾是盛产硅砂的地方,但经历数十年的开采,现这些地区的硅砂资源已接近枯竭(也有因地区发展而限制开采的),而新的硅砂资源却未能获得开发。从广东省现 13 家

覆膜砂生产企业来看,约 70% (即每年 18 万吨左右) 的硅砂要从福建、广西、海南调入。

覆膜砂的另一主要材料是覆膜砂用的酚醛树脂 (以前称壳型酚醛树脂), 尽管我省大量生产酚醛树脂所用主材料苯酚及甲醛, 但专门生产覆膜砂用的酚醛树脂企业却很少, 从现有 13 家覆膜砂生产企业来看, 仅有珠海福联自产树脂自制覆膜砂, 其他 12 家都没有自产树脂。全省年耗覆膜砂树脂约 5500 吨 (按平均每吨覆膜砂耗 22kg 树脂, 全省年产量 25 万吨计) 其中 4000 吨以上要从山东、江苏等省购入。

3.1.2 覆膜砂生产厂点虽多, 但单厂产量小, 研发创新能力不足, 装备技术水平总体不高

广东省虽有 13 家生产厂点, 平均每一厂点产量仅为 1.92 万吨/年, 最大产量的一家也仅 6 万吨/年左右, 超过一半厂点年产量万吨以下, 而国内有多家覆膜砂企业产量在 10 万吨以上, 甚至达 30~40 万吨, 如重庆长江集团、北京仁创集团等。

因厂点多, 单厂小, 我省 13 家生产厂家中仅有 2 家建有 3 人以上的研发团队, 超过一半甚至没有专门的研发创新人员。13 家生产厂点中取得省级以上工程技术中心资质的只有珠海福联一家。13 家企业近几年取得的发明专利数少于 20 个 (主要来自珠海福联), 总数还比不上北京仁创一家公司。

在装备技术水平上, 13 家生产企业中有 2 家装备较先进、技术水平较高, 产品主用于汽车铝合金等高端铸件上, 但更多的是装备落后, 技术水平一般。

13 家覆膜砂生产企业中也只有 3 家建立起旧砂再生生产线, 能把客户 (或自用) 用完后的旧砂拉回来再生, 而另 10 家企业尚未建立旧砂再生线。

3.1.3 覆膜砂部分生产企业产业链短, 竞争优势弱

13 家生产企业中有 7 家只是对购入的成品原砂进行覆膜一个环节, 有 4 家有原砂处理、覆膜二个环节, 有 2 家具有原砂处理、旧砂再生, 覆膜三个环节, 只有阳江福联铸材包含原砂处理、旧砂再生、树脂制备、覆膜四个环节。加工环节越少, 增值空间越小, 竞争力越弱。

3.1.4 覆膜砂用户多, 但大多数用量小

广东省用覆膜砂的企业约 500 家, 但年用量千吨以上的仅有 30~40 家, 大多数年用量在数十吨至 1 千吨, 大部分用户只是以覆膜砂作芯, 以粘土砂或其他砂型作型, 导致旧砂回收、再生困难。另由于单厂用量少, 导致装备及环保设施投入不足, 影响覆膜砂应用效果及产生污染。

除了以上问题外, 在汽车铝合金铸件上及一些特殊产品上, 覆膜砂的性能也还有较大提升空间。

3.2 发展思考

3.2.1 大力发展及推广覆膜砂应用, 强化产业优势

我省汽车配件、水暖器材、集装箱角、炉头等铸件的产量都达国内最大, 普遍形成产业集群, 如仅江门的开平, 就聚集数百家水暖器材生产企业和大批配套服务产业, 具有他省无法比拟的产业优势, 而这些铸件正好最适合采用覆膜砂工艺生产; 另一方面, 我省劳工日趋短缺, 而覆膜砂的高效率造型能一定程度降低用工量; 再者, 我省有砂源, 覆膜砂取得成本远低于云贵及内地省份, 故我省应扬长避短, 大力在生产中小型大批量铸件的铸造企业中推广采用覆膜砂工艺, 强化我省汽车配件、水暖器材、集装箱角等产业的优势。

3.2.2 发挥资源优势, 扶持建立原材料生产基地, 重点培育数家覆膜砂重点生产企业

珠海福联公司已了解及探明我省阳西县有二千余亩硅砂资源, 硅砂贮量近二千万吨, 硅砂质量完全满足铸造生产需要, 如能合理开发利用, 可满足我省铸造行业二百年的用砂量。我省应大力鼓励及扶持有实力的企业去开发利用, 为我省铸造业提供优质的硅砂、覆膜砂。同时, 我省苯酚、甲醛产量大, 应扶持 1~2 家较大型的覆膜砂用酚醛树脂生产企业, 以强化我省产业配套优势。

我省虽有 13 家覆膜砂生产企业, 但单厂产量小, 普遍技术创新能力不强, 产业链短, 应着力扶持数家产业链长, 技术创新能力强的覆膜砂生产企业, 形成 1~2 家在国内同行有影响力的, 可与北京仁创集团, 重庆长江集团相比的知名企业, 同时限制新上产能低于 3 万吨企业, 逐步淘汰产能低于 1 万吨企业。

3.2.3 鼓励企业建立旧砂再生条件, 推动绿色生产

覆膜砂旧砂再生技术上成熟，但由于大量存在以覆膜砂作芯，以粘土砂等其他砂型作砂型，导致旧砂混合而难以再生，覆膜砂旧砂再生比例甚低，这对减排及资源节约诸多不利。建议行政主管部门实施如下鼓励甚至强制性政策：

(1) 可规定覆膜砂生产企业必须建立旧砂再生线，必须对未建立旧砂再生的用户的旧砂负责收回再生。

(2) 鼓励采用混合砂型的铸造企业对旧砂进行分离，并把分离出的覆膜砂旧砂交覆膜砂供应商拉回去再生。

(3) 鼓励单纯用覆膜砂型的大用户自建再生条件，把再生好的旧砂售给覆膜砂供应商（或以旧砂换覆膜砂）。

3.2.4 建立国家级公共技术平台，服务我省数量庞大铸造企业

目前我省只有一家造型材料工程技术中心（广东省造型材料（福联）工程技术中心），由于财政扶持不足，该中心人力及设备设施还欠完善，发挥公共平台作用及服务企业作用还有限。我省是铸造大省，应打造 1~2 个能为全省上千铸造企业提供铸造材料研发、检测、技术服务的公共平台，甚至应有 1~2 个国家级的公共平台才能与我省作为铸造大省相匹配并推动我省向铸造强省迈进。

3.2.5 鼓励及强制铸造企业节能减排转型升级

可结合全国推行《铸造企业准入》的契机，结合我省的具体实际：

(1) 鼓励多以树脂砂、覆膜砂造型（芯），淘汰污染大、能耗高的砂型。

(2) 强化用好材料、生产好产品的理念，严格限制一些劣质材料特别是环保指标不合格的材料进入市场和被使用。

(3) 强化铸造企业的社会责任意识、鼓励上先进设备、上配套的粉尘、废气收集处理设备，尽最大限度节能减排。

4 结束语

机械装备业是广东省的支柱产业之一，铸造业是机械装备业的配套基础产业，铸造生产中覆膜砂工艺在我省铸造业中占有重要地位，可以说我省是覆膜砂生产和应用大省，有良好的资源优势和产业聚集优势，大力推广覆膜砂的应用有利于强化产业集群优势，促进铸造行业转型升级，推动我省从铸造大省向铸造强省迈进。

参考文献：

- [1]黄天佑. 造型材料[M]. 北京:中国水利水电出版社.2006.
- [2]中国机械工程学会铸造分会. 造型材料[M]. 北京:机械工业出版社.2002.
- [3]谢树忠等. 金融危机下的广东铸造业调查及发展思考[A].广东机械行业论文集.2009.
- [4]谢树忠等. 造型材料、造型工艺与节能减排[C].广东省铸造新技术论文集. 2013.