

# 首钢鱼雷罐衬砖剥落现象分析

范 万 臣

首钢技术研究院 北京 100043

2005 年,首钢北京地区炼铁厂的鱼雷罐使用寿命急剧下降,影响了公司的生产周转。经过多方努力,最终,鱼雷罐的使用寿命稳定在 800 次以上,保证了正常生产。在本文中,主要对鱼雷罐内衬砖在使用过程中产生剥落的现象进行初步分析,为今后的生产、使用提供一定的参考依据。

## 1 鱼雷罐的使用情况

鱼雷罐主要用于储存铁水和从炼铁厂高炉向炼钢厂的运输。因为它模仿鱼雷的形状,所以称之为鱼雷罐。目前,国内外绝大多数钢铁企业都采用鱼雷罐作为主要的运输工具,其主要优点是储运量大,保温效果好,铁水的热损失低,同时也是铁水“三脱”的最好容器,并且砌筑内衬和维护费用较低。

鱼雷罐内衬耐火材料主要由 3 部分组成:柱环部、锥环部和端墙。国内外鱼雷罐内衬工作面耐火材料的使用从黏土砖、高铝砖到铝碳化硅碳砖,使用寿命分别为 150、300 到 800 次以上。目前,国外最新的鱼雷罐容量已达到了 600 t,首钢公司鱼雷罐为 260 t,一次使用寿命为 600 ~ 800 次。

鱼雷罐内衬耐火材料的损坏主要有:1)铁水和铁渣与内衬材料的化学侵蚀;2)一些物理现象引起的耐火材料损伤,如与铁水接触部位的机械磨损;铁水渗透到砖的气孔和龟裂中,在温度变化时引起的组织劣化和崩裂;铁水和铁渣粘附引起的损伤等。因此,对鱼雷罐内衬砖有较高的要求,即:高温强度大,耐磨损,耐氧化,耐侵蚀,抗热震性能好;同时,便于现场应用和施工,对环境污染少。

## 2 鱼雷罐内衬砖剥落现象的分析

当鱼雷罐车砌筑完成以后,要经历烘烤、使用、维修和拆除大修几个阶段。根据多年来首钢本部鱼雷罐车的使用情况,一般认为,鱼雷罐车在使用中的剥落一般可以分为 4 种。

### 2.1 氧化剥落

鱼雷罐砖是含碳耐火材料,目的是利用碳的良好抗热震性和抗渣浸润性,因此,碳的作用显得尤其重要。但在烘烤和使用中材料抗氧化性不足或降低,使砖体表面的碳被氧化后,造成表面组织结构疏松,强度下降;同时,间接地劣化砖的抗侵蚀性。一旦砖体被氧化,必然在工作表面形成疏松的氧化脱碳层,为渣铁向砖体内渗透提供了便利通道,加剧渣铁与砖体材料间的化学反应,且在铁水的冲刷作用下,材料表面的氧化层容易被冲刷掉,这就形成了氧化剥落,造成更大的侵蚀。这种剥落一般表现为剥落深度浅,一次剥落厚度不会超过 20 mm,主要发生在整个使用阶段,特别是在新罐初期使用阶段和中期维护以后的重新使用阶段最容易发生,而且也是经常发生的。

### 2.2 结构剥落

结构剥落的主要造成原因是鱼雷罐内衬材料的体积稳定性差,或者是材料的膨胀过大。在使用过程中,由于材料产生的膨胀或者不稳定性,必然产生膨胀应力。在鱼雷罐使用过程中,当砖与砖之间的压力超过砖体自身的强度时,往往会对砖体结构造成破坏,发生砖体开裂、断裂的现象,从而产生了剥落。这种剥落一般表现剥落深度大,一次剥落厚度达到 50 mm 以上。这种现象一般发生在鱼雷罐的使用初、中期,即在内衬砖的表层经过高温铁水的冲刷、侵蚀后,由于内衬砖本身的抗热震性能差,质量不稳定等造成内衬砖的中心内部产生较大的膨胀,致使砖体本身产生了裂缝,继而产生崩裂的剥落现象,因而其损毁程度最大,往往会造成鱼雷罐的整体停用大修。这种现象不多,主要是由于供货厂家更改自己的生产工艺和生产配方所致。

### 2.3 化学剥落

当内衬砖材料表面被氧化后,失去了碳的保护作

\* 范万臣,男,1953 年生,高级工程师。

E-mail: gysfanwanchen@163.com

收稿日期:2010-05-18

编辑:周丽红

用,或者材料自身的组织结构疏松,炉渣和铁水容易渗透到耐火材料的内部而发生一系列化学反应,产生变质层,当变质层到一定厚度时,变质层经过铁水的反复冲刷发生了剥落。这种剥落一般一次剥落厚度10~20 mm。实际上,这种现象产生于鱼雷罐内熔渣和铁水与内衬砖耐火材料的反复渗透与溶解蚀损的过程中,同样也是伴随在鱼雷罐的整个使用过程中。

#### 2.4 热剥落

此种剥落实际上是由热应力所引起的高温剥落,与结构性剥落非常相似。鱼雷罐在使用中,经常处于温度变化中,形成了巨大的热应力,如超过其强度,则导致不规则的破坏;同时,由于要经常进行罐体的整体转动,不可避免地出现机械应力作用。一方面,如果鱼雷罐内衬材料自身的抗热震性差时,在使用中,如冷热交替温差大,内衬材料表面到内部会产生裂纹,随着裂纹的扩展,鱼雷罐内衬材料会发生剥落;另一方面,内衬材料在使用过程中,材料表面经常会结有大量的渣和铁,如果鱼雷罐等铁时间过长,会造成渣铁和材料表面结合相当牢固,并随着每一次倒完铁后罐内温度的下降,残余的渣铁会发生比较大的收缩,此时产生的收缩力也可以导致材料表面被拉裂或者收缩区域内的材料受到更大的压力造成开裂,从而导致下一次铁水冲刷时产生剥落。此种现象始终贯穿于鱼雷罐的整个使用过程中。

在长期的使用观察中发现,以上几种剥落的现象中,除结构性剥落属于单独发生以外,其他几种现象有时会同时发生。

### 3 预防措施

鱼雷罐内衬耐火材料剥落的产生虽然不是经常

发生的,且与砌筑方式和周转使用有一定的关系,但主要还是内衬材料本身的问题,因此需要有进一步的预防措施和改进手段。具体如下:

(1) 加强使用过程中的整体鱼雷罐质量的检测。若发现鱼雷罐在使用中发生整体质量突减的情况,马上进行热检观察,并根据热检的结果决定是否进行冷检测,避免因鱼雷罐罐体内部发生结构性剥落而导致停用。

(2) 采用以刚玉为主体的铝碳化硅碳砖,以适应高温条件。该材质属于中性材料,既抗碱性渣又抗酸性渣,对渣成分波动不敏感,在铁水温度下,抗侵蚀性较好。

(3) 鱼雷罐内衬砖的配料中要充分考虑多相组成的材料由于热膨胀系数不同而产生的剥落。选择膨胀系数尽量接近的材料,或者多相组成的材料受热后的冷却使用过程中膨胀系数变化不大的材料,这样可以避免鱼雷罐在初期使用过程中产生结构性剥落。

(4) 使用优质石墨、纯度较高的SiC和金属添加剂,以提高内衬砖的抗渗透性、抗氧化性和抗剥落性。

(5) 在鱼雷罐烘烤前,砖体表面涂附防氧化涂层,避免鱼雷罐使用初期的氧化剥落。

### 4 结语

鱼雷罐在生产、使用过程中,主要应从原料的材质、内衬砖的生产、鱼雷罐的砌筑、正常的维护和周转几方面加强控制,从而避免发生剥落现象,以达到鱼雷罐的最佳使用寿命。

致谢:首钢技术研究院祝少军博士给予了帮助和指导,在此表示感谢。

#### ·书讯·

##### 《耐火材料标准汇编(第4版)》征订通知

帐户:中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司

帐号:1705 0208 0906 4013 222

##### 二、邮局汇款

收款人地址:河南省洛阳市西苑路43号 邮编:471039

单位名称:中钢洛耐院行业服务中心(耐火材料杂志社)

收款人:发行部(请在用途栏注明订阅《耐火材料标准汇编》)

联系人:陈拓莉、庄勇青

电 话:0379-64205965