

# 典型球化处理方法 扬长避短合理选用

□ 中国重汽集团济南铸锻中心铸造技术部



杨涛 主任

球墨铸铁已迅速发展为仅次于灰铸铁的、应用十分广泛的铸铁材料，人们对球墨铸铁性能的要求也越来越高。在球墨铸铁生产中可以应用多种球化处理方法，这些球化处理方法各有利弊，需要企业工程师根据实际生产条件进行合理选择应用。

## 压力加镁法

由于镁的沸点（ $1107^{\circ}\text{C}$ ）较低且难溶于铁液，而球化处理时铁液温度可达 $1500^{\circ}\text{C}$ ，这样一来镁容易在铁液中发生剧烈的反应，导致其较低的吸收率。而当镁周围介质的压力增加时，镁的沸腾温度相应提

高，镁的烧损减少，镁的吸收率提高。基于此原理，开发出压力加镁法。根据建压方式的不同，可分为外加压式和自建压力式两种压力加镁法。压力加镁法的优点是，使用纯镁进行球化处理，镁的吸收率高，可达70%~80%，且处理过程中无粉尘，劳动环境好。缺点是处理设备要求及费用较高；操作复杂、严格；处理时间长，铁液降温较多；球化处理过程中压力大，容易发生工伤事故。

## 冲入法

冲入法是目前在国内外应用最广泛的球化处理方法，通常是使

用堤坝式球化处理包。为了降低铁液和镁之间反应的剧烈程度以及镁蒸气的挥发速率，冲入法通常使用含镁量较低的合金球化剂。球化处理时，首先将球化剂装入堤坝一侧，上面覆盖硅铁合金，稍加紧实，然后再覆盖无锈铁屑、钢板或其他覆盖剂。球化处理时，应尽可能地将铁液一次冲入铁液包的另一侧。冲入法镁的吸收率一般为30%~50%。为了提高球化效果，可提高处理包高度与直径的比值；采用低镁合金球化剂；合理的铁液温度和覆盖剂量。冲入法的优点是处理方式和设备简单，容易操作，在生产中有较大的灵活性，所需的技术含量也较低，但不足之处是球化处理过程中镁光、烟尘污染较严重，镁的吸收率较低。

## 转包法

该方法用纯镁作球化剂，适用于处理含硫量高的铁液，能使镁的硫化物、硅酸镁等杂质与铁液较好地分离，镁与铁液反应不很剧烈，铁液降温较少，使用安全，镁的吸收率可达60%~80%。具体工艺流程是球化处理前，先将转包横卧，注入定量铁液，然后将球化剂加入反应室，锁紧密闭装置，并盖上包盖。随即转动铁液包将其立放，这

时铁液通过反应室上的小孔进入反应室，其流速与小孔的截面积和铁液包内的静压力有关。镁受热汽化，在反应室内形成镁蒸气压，当压力超过包内铁液静压时，铁液暂停进入，镁的汽化潜热使反应室内温度下降；蒸气压力也随之下降，铁液再次进入反应室，这种自动调节作用能使镁比较平稳地与铁液反应。转包法球化处理过程中也产生较大镁光和烟尘，并且转包内反应室的小孔易被铁液或熔渣堵塞，清理和保持小孔的尺寸比较麻烦，该球化处理方法难于连续处理铁液。

### 包芯线喂丝法

目前，工业发达国家在球墨铸铁件生产中普遍应用喂丝技术，而国内将该技术应用于球墨铸铁的生产起步较晚，在球墨铸铁件生产中尚未普及应用，处于推广阶段。应用喂丝法生产球墨铸铁件，简单来说就是将包有镁及其他合金元素的包芯线直接插入到铁液中对其进行球化处理，整个球化处理过程可以完全自动化。常用包芯线直径一般为9mm、13mm，内置粉料合金一般含镁量在25%~30%。有特殊需要时还加入一定数量的RE、Ca、Ba等，来改善铸件的性能。喂丝机可以设置喂丝速度、喂丝长度、喂丝模式等参数，处理过程中，喂丝机通过传动机构将包芯线按照设置好的参数配置连续不断地插入到加盖包的处理包铁液中，由于铁液高度所产生的压力作用、包盖隔绝空气的有效流动及包芯线按照一定速度连续插入铁液，这样既可避免镁蒸气的瞬间大量爆发，保证镁合金的安全加入，又可避免镁的大量

逸出和烧损，提高镁在铁液中的吸收率。一般来说，合金包芯线的性能和质量，以及喂丝速度和喂丝量是保证喂丝球化处理成功的关键因素。另外，处理包形状、铁液温度、原液水含硫量，以及包盖的密封性等也是影响球化处理效果的重要因素。包芯线喂丝法球化处理的优点是：脱硫脱氧效果好，降温少，放宽了对原铁液的要求；镁的吸收率高并且比较稳定，残留镁含量波动范围较小；球化处理过程中的烟尘和镁光较少；可以实现合金加入量精确和自动化控制。

### 盖包法

盖包法是由英国铸铁研究会发明的，在国外球墨铸铁生产中的应用比较广泛。盖包法球化处理时，合金的加入与冲入法相同，然后将包盖安放在处理包上并使其周边密封好，将铁液注入包盖，铁液会通过包盖一侧的铁液注入孔（铁液不得直接对准合金堆放处）流入包内。这样，可使外界的气体与包内完全隔离，减少镁的氧化、烧损，提高镁的吸收率（一般在60%~65%或以上），改善劳动环境。球化反应结束后，去除包盖。盖包法球化效果与盖包铁液注入孔直径选择是否正确有着密切关系。正确的铁液注入孔直径可以保证盖包中保持有一定的铁液高度；铁液全部流入盖包的时间与球化反应时间相同。采用盖包法既保留了冲入法设备简单、容易操作的优点，又克服了冲入法镁氧化烧损严重、吸收率低、球化剂消耗量大，以及劳动环境差等缺点。经过不断完善，目前该球化处理工艺得到了广泛的



推广应用。

### 型内法

将球化剂放在浇注系统中专门设计的反应室内，浇注过程中铁液流经反应室时与球化剂发生反应，进行球化处理。为保证球化处理稳定，减少烧损，要严格计算反应室及浇注系统尺寸。一般情况下，反应室设置于直浇道下的横浇道中。

型内法镁吸收率高，可达70%~80%，无镁光，无烟尘，无球化衰退，适合于机械化造型的流水线生产。其不足之处是对铁液温度、含硫量、球化剂成分、球化剂块度、反应室尺寸及浇注系统设计都有严格要求，以上这些因素的细微变化都可能引起球化效果的变化。此外，这种方法还容易产生夹渣。

总的来说，以上6种球化处理方法各有其优缺点，希望各球墨铸铁件生产企业能够根据自身生产条件及状况，综合评价每种球化处理方法，扬长避短，选择适于自己的球化处理方法，从而保证球墨铸铁件质量。