

某铝镁铸造厂房通风系统改造方案

中国航空规划建设发展有限公司 邝琳[☆] 李江龙

摘要 结合东北地区一铝镁铸造厂房项目简单介绍了铝镁铸造厂房的通风特点。针对该厂房原通风系统存在的问题提出了改造方案,通过增加新风空调机组引入新风、改进局部机械排风系统、根据工艺生产性质分区域设置净化系统来改善通风效果。

关键词 铝镁铸造厂房 通风系统 改造方案 机械排风系统 净化系统

Ventilation system reformation scheme of an aluminum and magnesium foundry

By Kuang Lin[★] and Li Jianglong

Abstract With an example project in the northeast area, briefly presents the ventilation characteristics of this kind of foundry. For the problems existed in the original ventilation system of the foundry, puts forward a reformation scheme to improve the ventilation effect by increasing fresh air handling unit to introduce outdoor air, improving local mechanical exhaust systems and setting purification systems according to technical characteristics.

Keywords aluminum and magnesium foundry, ventilation system, reformation scheme, mechanical exhaust system, purification system

★ China Aviation Planning and Construction Development Co., Ltd., Beijing, China

①

铝镁浇铸工艺广泛应用在制造业,由于生产工艺的特殊性,致使其工作环境具有产烟尘量大、烟气弥漫快、难于收集治理的特点。如厂房通风不当,将会导致厂房工作环境恶劣,严重危害工作人员的身心健康。下面对东北地区某铝镁铸造厂房的通风系统改造设计作简单介绍。

1 项目简介

铝镁铸造厂房主要进行铝镁铸件的生产,分为造型、熔炼、浇铸、干燥冷却等工艺。在生产中为了防止镁燃烧,在熔炼及浇铸时采用六氟化硫、二氧化硫、硼酸等保护气体或氟化物、氯化物等熔剂,在铝镁熔液表面生成氧化膜,阻止铝镁熔液氧化与蒸发,而六氟化硫在高温时会分解生成多种有毒性的氟化物和活性的腐蚀物质。生产中的废气含一定量的氯化氢、氟化物、二氧化硫、粉尘及少量的一氧化氮、二氧化氮、一氧化碳等腐蚀性有害气体。

改造前该厂房工作环境较为恶劣,烟气弥漫,严重时厂房能见度较低。根据现场测试,发现主要有两个原因:1)该厂房未设置与排风相对应的机械补风系统。在夏季常开外门、外窗进行自然进风,同时开启屋顶风机及工艺设备的局部排风系

统,室内空气品质尚可。但在冬季,由于该厂房位于严寒地区,开窗自然补风会导致室内温度过低,而室温低于14℃时会造成产品不合格率大幅提高,故冬季生产时只能关闭厂房门窗,造成新风严重不足,从而严重影响了排风效果。2)现有的局部机械排风系统,一般采用地下的环形条缝槽边排风罩排风,而这种排风方式对于铝镁浇铸燃烧反应时迅速升腾的烟气无法及时有效地控制收集,造成工作区域烟尘弥漫,整个厂房空气品质较差。废气无法及时有效地控制及治理,危害生产人员身心健康,同时未处理的含有腐蚀性气体的烟气弥漫至屋顶后使屋面结构腐蚀严重,并使屋顶机械排风的有害物浓度也无法达到环保部门的有关排放要求,诸多因素造成该厂房通风系统无法满足要求,必须尽快进行有效的改造。

①☆ 邝琳,女,1965年4月生,大学,高级工程师

100120 北京市西城区德外大街12号中国航空规划建设发展有限公司第三设计院

(010) 62037786

E-mail: kiuanglin2012@sina.com

收稿日期:2012-06-26

修回日期:2012-09-14

2 通风系统设计

根据该厂房现状,本次改造设计分为以下两部分:1) 增加进风加热空调机组,引入新风作为排风系统的补风,以改善排风效果。2) 排风系统改造。根据工艺生产性质分为三个区域:熔炉区、高跨区、压铸罐区(见图 1)。其中熔炉区的产尘设备及区域为多台地坑炉、燃气炉、浇铸轨道、冷却轨道、模具预热炉及合料区;高跨区设有多台地坑炉、中频

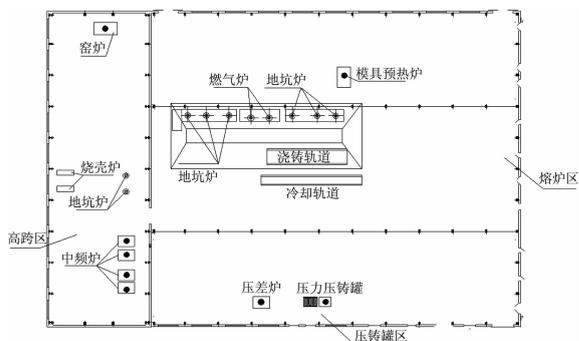


图 1 需通风的工艺设备布置

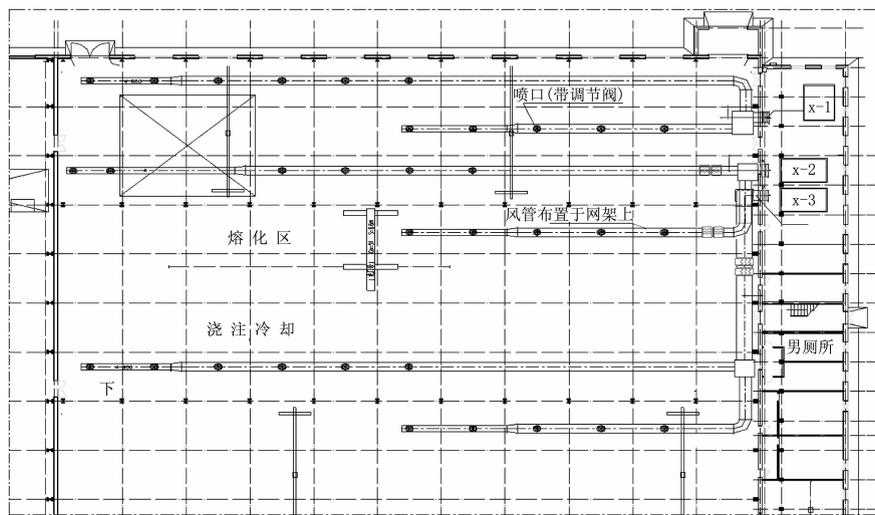


图 2 进风系统布置

2.2 机械排风系统

由于通风设备较多,本文只着重介绍几种有代表性设备及区域的排风形式。

2.2.1 地坑炉

地坑炉的炉口直径为 600 mm,因地坑上部设有吊车,在浇铸前需将零件吊装至地坑炉上,为不影响正常工作,采用地下环形条缝槽边排风罩排风。由于铝镁浇铸时火焰温度高,反应迅速,与地坑炉同高的排风罩无法收集大部分废气,致使废气迅速弥漫至厂房。后厂方自行改为侧吸罩,但效果

炉、大窑炉、烧壳炉及小真空炉;压铸罐区有压差炉、压力压铸罐。通风系统的设计原则为根据每个工艺设备的特点,分别采用不同的捕捉方式。按照工艺使用性质的区别,三个区域各设置一套独立的净化系统,每个系统中各设备排风经支管汇入主管后进入净化设备,达到排放标准后向室外高空排放。

2.1 进风加热系统

该厂房熔化浇铸部分面积约为 6 500 m²,根据计算需 150 000 m³/h 的新风作为厂房排风的补风,相当于 3 h⁻¹的换气次数。根据该厂房的现状,将厂房辅助间改建为空调机房,设置 3 台 50 000 m³/h 风量的进风加热机组,冬季送热风,其他季节送风为经过过滤的室外自然风。送风机组可根据排风系统开启的数量对应开启。送风方式为顶部旋流风口送风,风口尽量布置在人员密集且较为干净的工作区。由于是现有厂房改造,在设计中采用了多支路送风的方式,以减少单位面积网架的风管荷载。进风系统布置见图 2。

也不是十分理想,当罩口风速很大时才能排走部分气体,而大部分气体仍扩散至厂房。CFD 气流模拟(见图 3)显示,地下环形条缝槽边排风罩对大部分的烟气无法收集。

本次改造采用了可旋转的顶吸罩(见图 4),顶吸罩平时在地坑炉侧面,不影响吊车使用,当吊车把零件运至指定位置后,再把顶吸罩旋转至地坑炉正上方,该方法可以很好地收集瞬间升腾的烟气。顶吸罩的旋转可采用电讯号控制,方便灵活。

顶吸罩与地坑环形罩相比有以下特点:

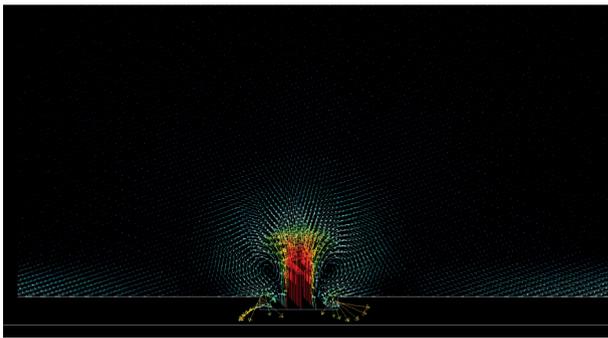


图3 环形条缝槽边排风罩气流模拟

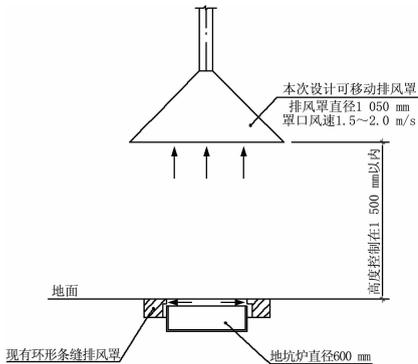


图4 地坑炉排风示意图

1) 通过CFD气流模拟(见图5)发现,采用顶吸罩可以很好地收集瞬间上升的烟气;

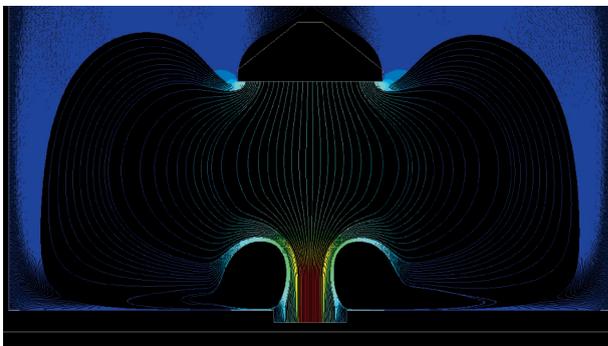


图5 顶吸罩气流模拟

2) 根据地坑炉为圆形的特点,顶吸罩也采用圆形结构,这样可以更好地覆盖烟气排放范围;

3) 在顶吸罩的吸风口,根据烟尘产生量及产生速度设置导流板,借助导流板可以大大降低吸入火花的风险;

4) 顶吸罩采用无尖锐边缘设计,捕捉面积大,捕捉效率更高;

5) 顶吸罩采用可左右旋转型,方便吊车移动,具体形式如图6所示。

对于这种高温高速烟气的排放,顶吸罩抽风截

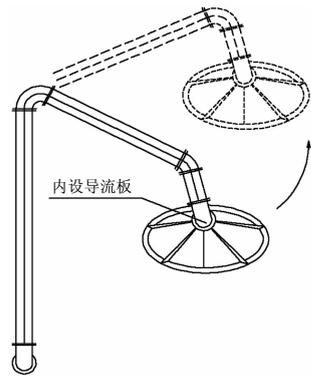


图6 可移动顶吸罩示意图

面流速取 1.5 m/s ,直径按 1050 mm 设计,计算排风量为 $4674 \text{ m}^3/\text{h}$ 。按照国家标准图集,地下环形条缝槽边排风罩直径为 600 mm 、槽面控制风速为 0.5 m/s 时,其排风量为 $1682 \text{ m}^3/\text{h}$ 。经比较可以看出顶吸罩排风量大,且可以有效地收集浇铸时化学反应产生的迅速升腾的烟气;而按照国家标准图集设计的环形条缝槽边排风罩风量小,且不能迅速有效地收集烟气。

2.2.2 燃气炉

燃气炉设置在操作平台上,原有排风系统采用的是与平台齐平的环形条缝槽边排风罩,本次改造也同样采用可旋转的顶吸罩来捕捉废气。燃气炉的炉口尺寸为 700 mm ,因此收集口尺寸选择为 1200 mm 。因排除浇铸产生的废气的同时也需排除燃气燃烧产生的烟气,为防止天然气的泄漏,排风机需采用防爆风机。

2.2.3 轨道区

零件的浇铸是在轨道上进行的,轨道长 5.0 m ,宽 0.7 m ,轨道上部设有吊车。原有的通风方式为通过顶棚约 5.0 m 高处的百叶风口排风,在工作面处几乎没有风,通风效果非常差。后厂方自行改为在轨道侧面设置与轨道同宽的侧吸罩($5.0 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$),效果有所改善,但是排风量非常大,烟气也不能全部收集。本次改造方案为:在浇铸轨道上做一个可移动的侧吸罩(见图7),尺寸为 $700 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$,罩下部设有滑轨,可跟随浇铸零件随意滑动,由于排风罩可紧挨被浇铸零件(排风罩支管与主干管采用密封软管连接),烟气可以很好地被控制收集,排风罩可以做得较小,面积只需覆盖被浇铸零件即可,故可以大大降低排风量,并减小后续的排风、净化设备型号。

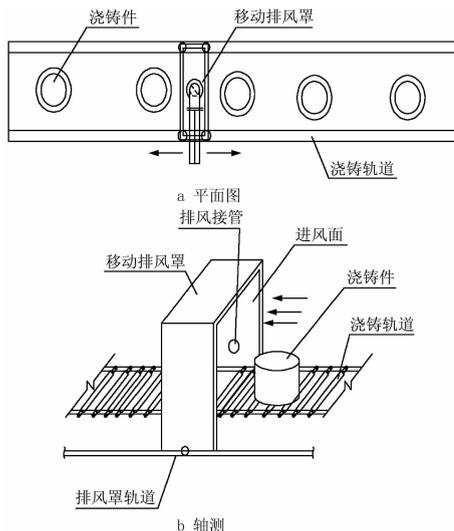


图7 移动侧吸罩示意图

风量比较:侧吸罩排风量 $L=5.0\text{ m}\times 0.8\text{ m}\times 3\ 600\text{ s/h}\times 1.5\text{ m/s}=21\ 600\text{ m}^3/\text{h}$ (其中 1.5 m/s 为风速)。移动侧吸罩排风量 $L=0.7\text{ m}\times 0.8\text{ m}\times 3\ 600\text{ s/h}\times 1.5\text{ m/s}=3\ 024\text{ m}^3/\text{h}$ 。

可以看出,采用移动式侧吸罩,不仅可以迅速地收集烟气,且排风量可大大降低,相应的管道、风机及净化设备型号均可减小。

2.2.4 冷却轨道区

零件浇铸后在冷却区冷却,依旧有废气散出。该区域原无排风装置,本次改造时增设烟气集气间(见图8),集气间的进口截面尺寸为 $1.6\text{ m}\times 1.3\text{ m}$,在集气间的上方设四个收集口,连接管道进行排风。为了保证废气不外泄,同时又能方便观察、取放零件,在排风罩两侧设置由透明材质制作的卷帘。

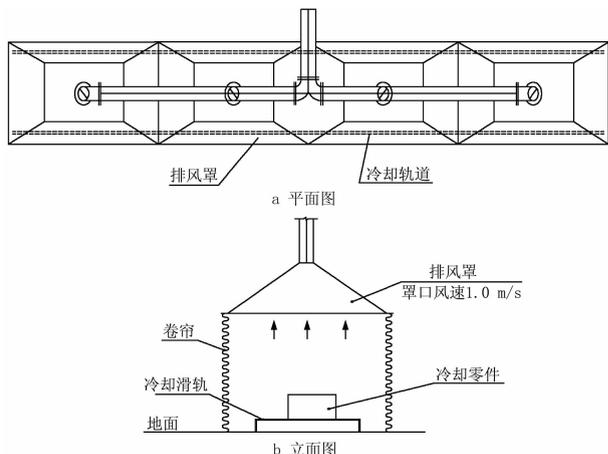


图8 烟气集气间示意图

2.2.5 低跨局部全室排风

在厂房的熔炉区设置一个局部半封闭的空间,将产生废气量较大的地坑炉、燃气炉、浇铸轨道包含其中,面积为 $13.5\text{ m}\times 31.8\text{ m}=429.3\text{ m}^2$,高度为 5 m 。为使扩散到房间内的烟尘能得到及时收集处理,防止烟尘弥漫,对该房间单独设计了全室换气的机械排风系统,换气次数为 6 h^{-1} 。

2.2.6 烧壳炉

原有烧壳炉上方设有收集罩,但收集后的烟尘直接排放到室外,没有经过任何处理。由于产生的有害气体是碳黑尘、蜡烟等,会对大气造成破坏,因此为两台烧壳炉重新做了收集罩,单独增加除尘设备,进行高空排放。

2.2.7 高跨局部及全室排风

根据生产工艺的特殊要求,高跨区进行镁浇铸时不得开启任何排风设备,空气的流动会造成产品大量报废,因此浇铸产生的大量烟尘只有在浇铸成型后才可开启排风机排至室外。本次设计采用的方案是:先将浇铸区域与其他区域用隔断分隔开,以便减少废气向整个高跨区的扩散,在浇注区域设计局部机械排风系统,并在整个高跨区设置由屋顶风机、侧墙轴流风机组成的全室换气排风系统。浇铸结束后先开启局部排风系统,废气经净化后排至室外。对于残留在整个高跨区的少量废气,通过开启屋顶风机及侧墙轴流风机排至室外。屋顶风机前设联动保温阀,防止冷空气在非工作状态直接进入室内,并在高跨区的侧天窗上增加手动开窗器,方便工人开启侧天窗。

2.2.8 压铸罐及罐前滑轨

压铸罐的尺寸为 $2.5\text{ m}\times 1.8\text{ m}$,在作业完成后开门时,会产生大量的烟尘,因此在压铸罐门口上方设收集罩,及时把烟气收集起来。因压铸罐的门为圆拱形,为了更好的烟气收集效果,采用了与门外沿贴合的圆拱形收集罩。

零件进入压铸罐前的浇铸是在压铸罐前的滑轨上进行的,本次改造设计了移动的滑轨收集罩对浇铸产生的烟气进行收集,收集罩可根据浇铸时的位置随意滑动,及时有效地排走浇铸时产生的烟气。

压铸罐及罐前滑轨共用一套空气净化机组,采用自循环处理的方式,主要去除烟尘及二氧化硫、氯化氢、氟化物等有害气体。

2.3 管道设计

1) 每个收集口处均安装风量调节阀,以保证所有管道风量的均衡,从而保证烟尘被有效地收集起来。

2) 为了防止气流在管道内发生冲撞,影响排烟效率,支风管在与主风管连接时,沿着空气流动方向作倾斜连接。

3) 排除蜡烟的管道在风管入口处设置钢板过滤网,以防蜡烟堵塞管道。过滤网定期拆卸清理。

2.4 废气净化

设计原则为对于不同性质的废气采取不同的净化处理方式。

1) 熔化、浇铸设备的通风净化系统按照所处位置的不同,设置了高跨区、低跨区及压铸罐区三套净化系统。各系统均采用湿式过滤净化方式,净化设备采用文杜里除尘器。废气沿切线方向进入文杜里除尘器,有害物质会被碱性水滴润湿,这种气水混合物会通过带一定倾斜度的管道系统送至液滴分离器,液滴分离器后面接主喷嘴,通过对气流的加速,水流借助文杜里除尘器喷嘴的涡旋力细微雾化,这样就会形成一个比较均匀的水幕来湿润空气含有的粉尘,在液滴分离器中借助离心力将粉尘与空气分开,过滤后的空气通过风机排放至大气,分离出来的粉尘沉积后通过清淤泥的装置排出。排风系统示意图见图9。

2) 压铸罐区采用空气净化机自循环处理的方式,机组采用干式滤料过滤废气,去除烟尘及二氧化硫、氯化氢、氟化物等有害气体。

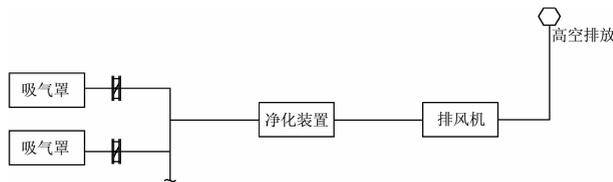


图9 排风系统示意图

3) 烧壳炉采用电子空气净化机组,去除废气中的碳黑尘、蜡烟等。

3 结语

对于铝镁铸造厂房的通风设计,废气收集程度决定了排风效果,而选择合适的排风罩形式对于废气收集又是至关重要的。对于常规的工艺设备可采用国家标准图集中的工业通风排气罩形式,但对于温度较高、化学反应激烈或者普通排风罩形式可能会影响生产操作的特殊情况,需要设计特殊的排风罩或对国家标准图集中的形式及风量作出相应地改进,以便达到最佳的通风效果。在主厂房内,散发大量烟尘的设备应尽量集中放置,并采用建筑分割的方式与其他工序加以阻隔,即便有少量烟气弥漫,也不会波及整个厂房。为保证排风效果及产品质量,建议设置与排风相对应的补风系统,寒冷地区的进风应考虑加热。

参考文献:

- [1] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008
- [2] 中国建筑标准设计研究院. 08K106 工业通风排气罩[S]. 北京: 中国计划出版社, 2009