

烧结除尘设施改造工程中除尘器出口接管方式分析

陈剑

(福建泉州闽光钢铁有限责任公司 福建 泉州 362411)

摘要: 本文针对除尘改造工程中因场地受限制,对常规圆风管 180° 接入风机以及斜 45° 方管直接接入风机的方式从占地面积、初投资、阻力值和能耗四个指标进行对比,结果表明方风管直接接入风机的方式消化的系统阻力更小、系统运行能耗低、占地面积更省,但是因其为斜 45° 接入风机,对于施工难度及后期检修会造成一定的困难,最终对除尘系统管道的布置结合现场实际选择斜 45° 方管直接接入风机的方式进行综合分析。

关键词: 除尘系统布置;阻力计算;初投资;能耗

0 引言

泉州闽光烧结配料除尘设施改造工程于 2022 年 8 月建成投产。本文选取占地面积、风管材料消耗量及阻力值三个指标对 45° 方管直接接入风机进口的方式以及常规圆风管 180° 接入风机的方式进行比较。由于场地受限制,最终选择除尘器出口采用 45° 方管直接接入风机进口的方式,实施过程中除尘系统配备一台 Y4-2X73-14No20F 离心风机(双吸左旋进口 135°、出口 0°)。

1 除尘系统管路设计方式

1.1 传统布管方式

国内各设计院对于除尘系统布置,在场地允许的条件下,大多工程除尘器出口至风机入口段风管常采用除尘器出口方变圆,风机入口处圆变方,180° 风机进口的接管方式进行设计,传统布管方式下的除尘系统平、立面如图 1 所示。

1.2 工程实施布管方式

工程实施工程中考虑场地等因素,除尘器后配备一台 Y4-2X73-14No20F 离心风机(双吸左旋进口 135°、出口 0°),除尘器出口采用 45° 方管直接接入风机进口的方式,平、立面如图 2 所示。

2 两种布管方式比较

本文对于两种除尘管道布管方式的比较主要从占地面积、除尘管道重量、阻力和运行能耗的变化四

个方面进行。

2.1 占地面积

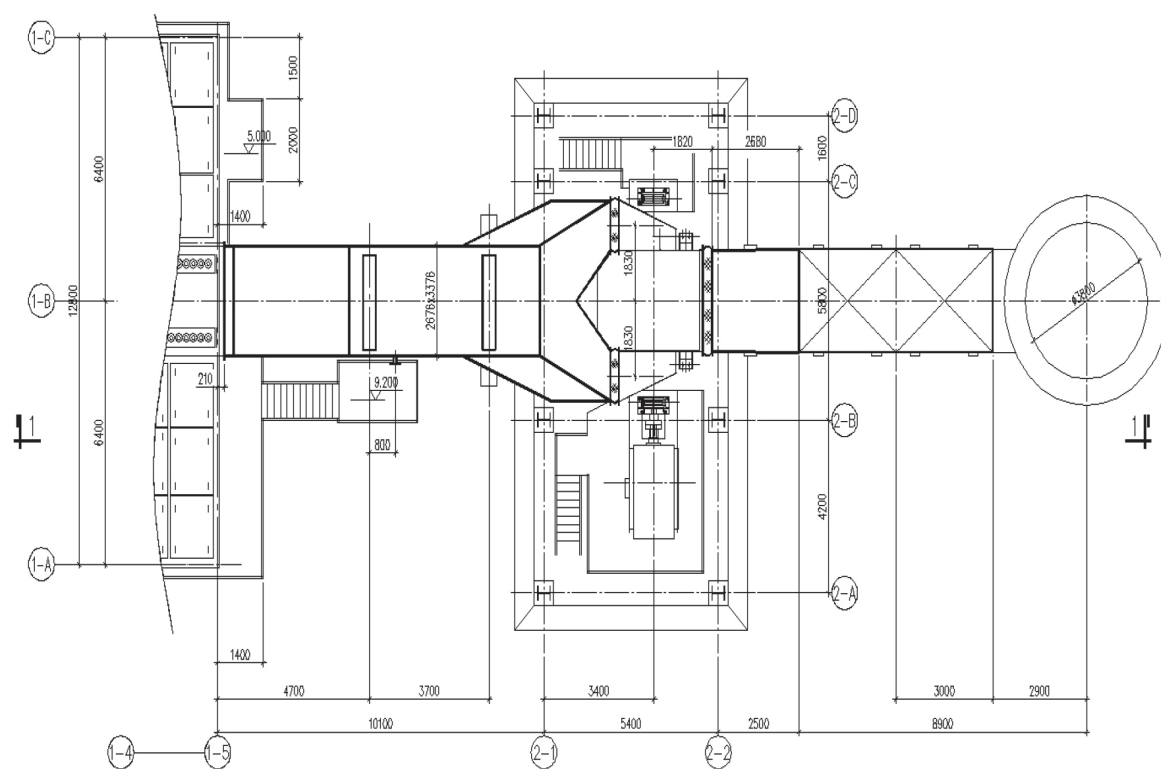
由于本文仅对除尘器出口至风机入口处除尘管道布管进行调整,因此占地大小的变化主要表现在除尘器出口至风机入口长度距离的变化上,从图 1 可以看出传统布管方式下从除尘器 1-5 轴线至风机中心线位置的距离为 16.090m。而图 2 中可见工程实际布管方式下除尘器 1-5 轴线至风机中心线位置的距离为 13.5m。相较传统的布管方式占地在长度方向缩短了 2.59m,设计更为紧凑,占地面积小。

2.2 初投资

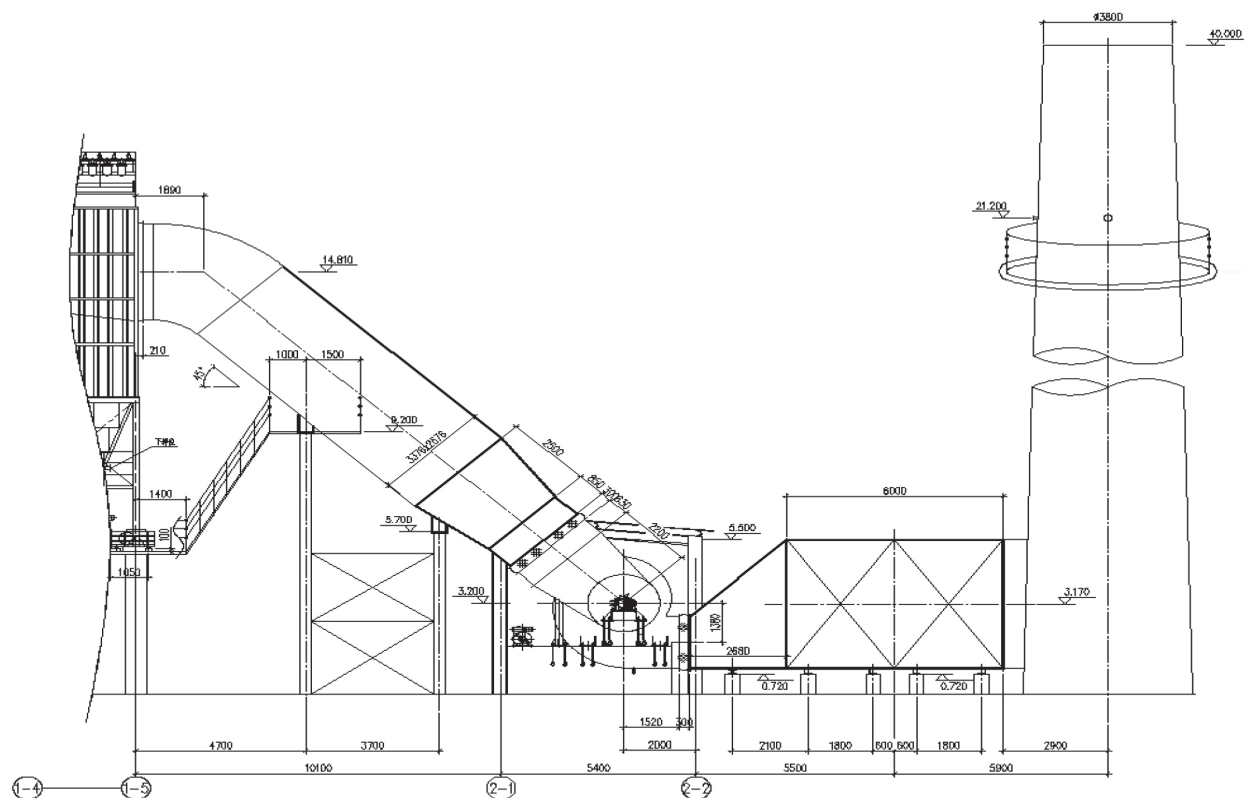
除尘管道建安工程造价的变化主要体现管道材料重量的变化上,为从初投资上对两种布管方式进行比较,需要对二者所消耗的除尘管道材料重量进行统计。两种除尘管道布管方式系统图见图 3、图 4,两种除尘管道布管方式下材料量统计见表 1、表 2,传统布管方式所消耗材料量为 22411.21kg(不含土建部分),与本工程实际消耗的材料量 19883.94kg(不含土建部分)相比,增加管道材料消耗量 2527.27kg,因此采用除尘器出口采用 45° 方管直接接入风机进口的方式在初投资的比较上更为节约材料消耗量。

2.3 除尘管道阻力计算

管道的阻力包括摩擦阻力和局部阻力。摩擦阻力由空气的黏性力及空气与管壁之间的摩擦作用产生它发生在整个管道的沿程上,因此也称为沿程阻力。局部阻力则是空气通过管道的转弯、断面变化、连接部件等处时,由于速度大小和方向的变化及涡流冲击作用等产生的能量损失^[1,2]。



(a) 平面图



(b) 立面图

图 2 工程实施实际除尘系统平、立面图

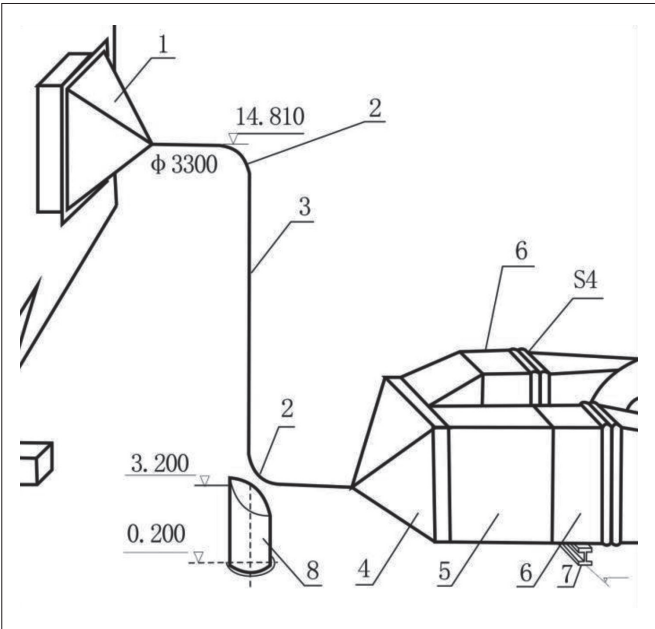


图 3 传统布管方式除尘系统图

表 1 传统布管方式除尘系统材料表

材料表 总质量 (kg): 22411.21								
序号	名称	规格	材料	单位	数量	质量 /kg		备注
						单件	合计	
1	变轻管	见图	δ=10 钢板	个	1	1402.72	1402.72	12.20018622.220.104-2
2	弯风管	φ 3300 R=3300 α=90°	δ=10 钢板	个	2	4231.37	8462.74	
3	风管	φ 3300 L=5010	δ=10 钢板	根	1	4089.64	4089.64	
4	变轻管	见图	δ=10 钢板	个	1	1188.53	1188.53	12.20018622.220104.-3
5	三通管	见图	δ=10 钢板	个	1	4634.78	4634.78	12.20018622.220.104-4
6	方管	1176 × 2576 L=850	δ=10 钢板	个	2	592.83	1185.66	12.20018622.220.104-4
7	风管支座	见图	δ=12 钢板	个	2	91.42	182.84	12.20018622.220.104-5
8	弯管支座	φ 3300 H=3000	—	个	1	1264.30	1264.3	道 1111 风 -56

表 2 工程实际除尘系统材料表

材料表总质量 (kg): 19883.94								
序号	名称	规格	材料	单位	数量	质量 /kg		备注
						单件	合计	
1	弯风管	见图	δ=10 钢板	根	1	3191.23	3191.23	12.20018622.220.104-7
2	风管	2276 × 3376 L=8541	δ=10 钢板	根	1	10452.75	10452.75	12.20018622.220.104-8
3	三通管	见图	δ=10 钢板	个	1	5240.35	5240.35	12.20018622.220.104-9
4	风管支座	见图	δ=12 钢板	个	1	418.90	418.90	12.20018622.220.104-12
5	风管支座	见图	δ=12 钢板	个	1	580.71	580.71	12.20018622.220.104-13

2.3.1 摩擦阻力

管道的摩擦阻力采用式 (1) 计算:

$$\Delta P_m = \lambda \cdot (L/De) \cdot \rho V^2/2 \text{ (Pa)} \quad (1)$$

式中: ΔP_m — 摩擦阻力 (Pa);

λ — 摩擦阻力系数, 其值与流态有关;

L — 管道长度 (m);

ρ — 空气密度 (kg/m^3);

V — 管内平均流速 (m/s);

表 3 传统布管方式阻力计算结果

管段	风量 / (m³/h)	管径 /mm	当量直径 /mm	管长 /m	λ /d	ξ 值	动压 /Pa	$\Sigma H/ Pa$
1	428000	3300	2890	5.01	0.004	变径管: 0.5, 变径管: 0.5,90° 弯风管 (1D):0.25,90° 弯风管 (1D):0.25, 三通管 :0.720	116.414	260.771
2	428000	3300 × 2576		0.85	0.008		117.854	0.801
合计								261.573

表 4 实际布管方式阻力计算结果

管段	风量 / (m³/h)	管径 /mm	当量直径 /mm	管长 /m	λ /d	ξ 值	动压 /Pa	$\Sigma H/ Pa$
1	428000	3376 × 2676	2990	8.541	0.004	45° 弯风管 (R=3376):0.226, 三 通管 :0.720	103.988	212.672
合计								212.672

De — 风管的当量直径 (m)。

2.3.2 局部阻力

局部阻力计算式为：

$$Z = \xi \rho V^2 / 2 \text{ (Pa)} \tag{2}$$

式中： ξ — 局部阻力系数，根据不同的构件查表获得。

根据管道阻力计算公式对两种除尘管道布管方式进行了阻力计算，计算结果如表 3、表 4 所示。工程实际的布管方式系统阻力值 212.672Pa，较传统布管方式 261.573Pa 降低了 48.901Pa。

2.4 运行能耗

系统阻力大小关系到设备的选型以及风机的运行能耗，风机的电机效率采用式 (3) 进行计算^[3]：

$$N = \frac{L \cdot P}{\eta \cdot 3600 \cdot \eta_m} \cdot K \tag{3}$$

η_m — 通风机机械效率，取 0.98 ；

K — 电机容量安全系数，取 1.15 ；

η — 全压效率，取 0.82。

根据式 (3)，风机按年运行 330d 计算，一年节约电量约 65893kW · h。

3 结语

本文从占地面积、初投资、管网阻力和运行能耗变化四个方面对两种除尘管道布管方式进行比较，得出以下结论：

- (1) 传统的布管方式管道走向横平竖直，施工方便，但相较于除尘器出口采用 45° 方管直接接入风机进口的方式需要更大的占地面积；
 - (2) 传统的布管方式消耗的材料量大，单从除尘管道的建安工程上看初投资更多；
 - (3) 传统的除尘管道局部管道构件多，管道阻力大于方管直接接入风机进口的方式，运行能耗更高；
 - (4) 除尘系统管网的设计需根据现场场地条件进行调整，除了进行技术经济比较的同时，也可满足检修维护的需求。
- 最终选择斜 45° 方管直接接入风机的方式，运行至今设备稳定，除尘效果显著。

参考文献：

[1] 李准，黎前程．全平衡负压除尘系统技术研究及工程应用[J]．烧结球团，2017，42(3)：75-85.

[2] 付祥钊，王岳人，王元，等．流体输配管网[M]．北京：中国建筑工业出版社，2001:47-56.

[3] 杨诗成，王喜魁．泵与风机：第五版[M]．北京：中国电力出版社，2016:59-65.

作者简介：陈剑 (1983.11-)，男，汉族，福建莆田人，本科，工程师，研究方向：机械设计制造。