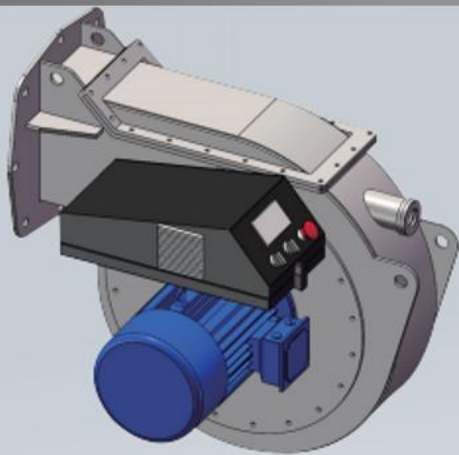


燃气锅炉及燃烧器行业风机选型和风道设计
Fan Selection & Air Duct Design- For Gas Boilers and Burners Use

WITT
维 伊 特



GERMAN
STYLE & TECHNOLOGY

德国风机精湛工艺和技术传承

Customised Fans
定制风机

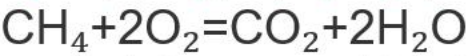
For Burners & Boilers & Incineration

燃烧器&锅炉&危废焚烧行业

提纲

- 1, 天然气燃烧化学方程式
- 2, 风机选型参数
- 3, 锅炉及燃烧器风机类型
- 4, 超低氮燃烧实现的方式及风机的选型和布置
 - 4.1 FGR燃烧风机的选型和布置
 - 4.2 FIR燃烧风机的选型和布置
 - 4.3 水冷预混风机的选型和布置
 - 4.4 表面燃烧技术风机的选型和布置
- 5, 风道阻力计算及优化风道设计
- 6, 风机噪声的来源及降噪措施

1,天然气燃烧化学方程式



O₂占空气21%，理论上，1Nm³天然气完全燃烧需要9.52Nm³空气
 过氧系数（根据烟气中氧含量来计算）

燃烧器类型	烟气氧含量	过量空气系数	1Nm ³ 天然气完全燃烧需要空气量	烟气量Nm ³
扩散式	3.0%	1.17	9.52*1.17*1.05=11.66	0
扩散式(低氮)	3.5%	1.2	9.52*1.2*1.05=12	13
预混	6%-7%	1.4-1.5	9.52*1.5*1.05=15	16

FGR量	1Nm ³ 天然气需要的风量系数
5%	12.65
10%	13.3
15%	13.95
20%	14.6
25%	15.25

$$\lambda = \frac{21\%}{21\% - \text{O}_{2,\text{meas.}}}$$

2,风机选型参数

风量 Nm³/h m³/h

$$V_{\text{实际}} \text{ m}^3/\text{h} = V_{\text{标}} * 101325 * (273.15 + T_2) / (P_2 * 273.15)$$

风压 Pa/mbar/mmHg (静压)

$$1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa} = 0.0001 \text{ MPa} = 0.001 \text{ bar}$$

温度 °C

海拔 m

$$\rho_{\text{实际}} = 1.293 * (P_2 / 101325) * (273.15 / (T_2 + 273.15))$$

进风口压力/出风口压力 (一般用 ΔP)

转速 r/min 960rpm/1450rpm/2900rpm 6级/4级/2级

电机 (品牌/电压/赫兹/防爆等级) 220V/380V/440V/6KV/10KV 50HZ/60HZ

直连D/联轴器C/皮带轮 (直连根据电机底座型式分B3/ B35/B5)

噪音要求: (国家标准85dB)

旋向

全压 P_t =动压 P_d +静压 P_s

-管壁上产生的压力称为静压; 动压(P_b)指空气流动时产生的压力, 和风速密切相关。

风机效率

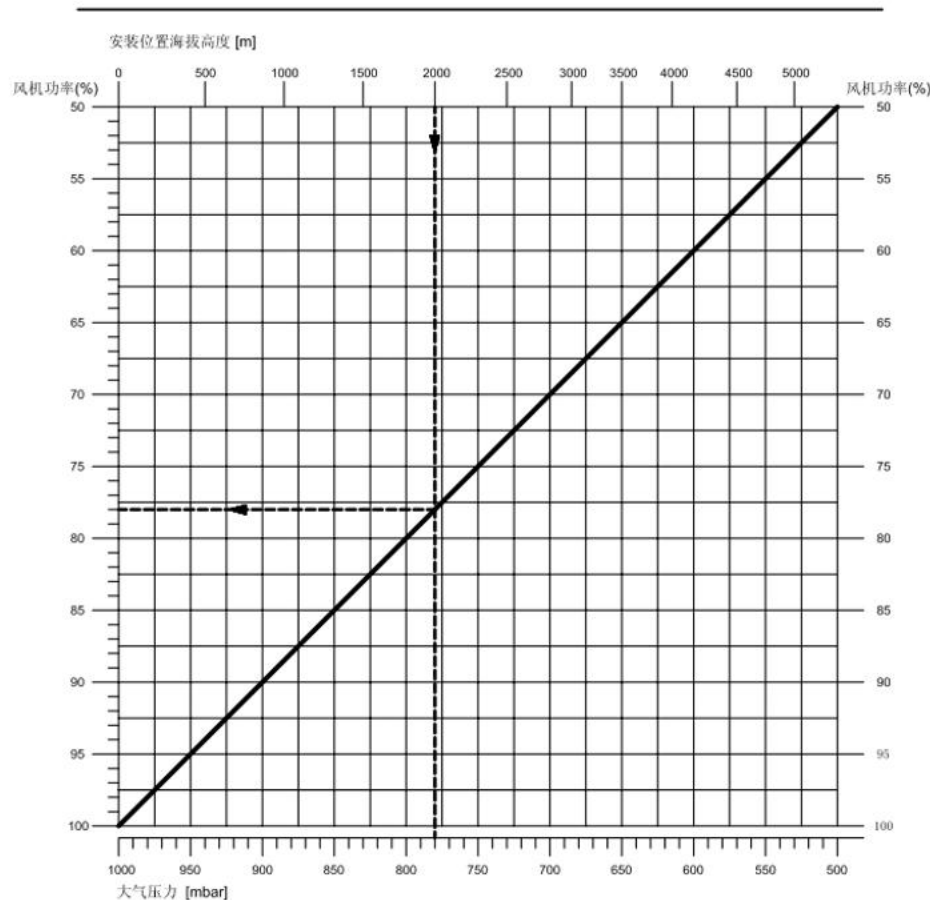
轴功率/电机功率

经验公式:

轴功率 $P = Q * P_t / (3600 * 1000 * \eta_0 * \eta_1)$ Q =风量 m³/h; P =全压Pa η_0 -风机效率;
 η_1 -机械传动效率 (直连1; 联轴器0.95~0.98)
 还要考虑电机效率及风机储备系数。

2.1,高原风机选型参数

大气压力(海拔高度)--风机功率 图表



注意:
此表仅供参考。

举例:
在安装位置海拔高度为2000m时,风机实际功率
下降到大约额定功率的78%。

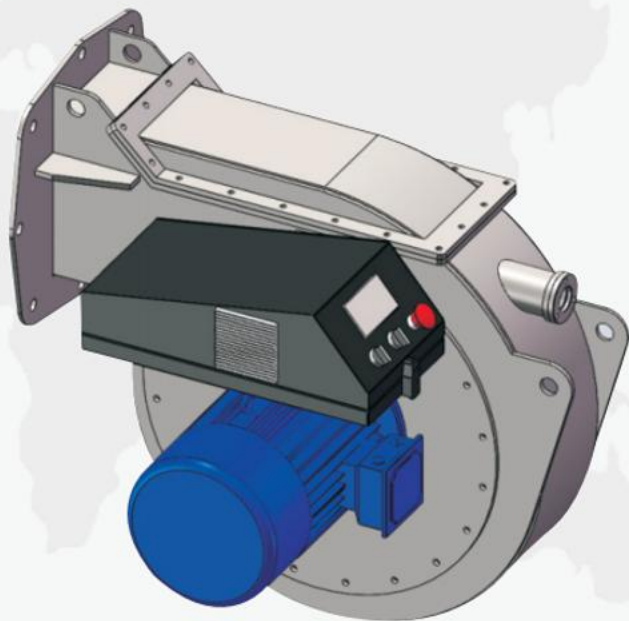
电机功率的海拔修正系数

T ^H	1 0 0 0	1 5 0 0	2 0 0 0	2 5 0 0	3 0 0 0	3 5 0 0	4 0 0 0
1 0	-	-	-	-	-	-	0.99
1 5	-	-	-	-	-	1.00	0.94
2 0	-	-	-	-	1.00	0.95	0.90
2 5	-	-	-	1.00	0.96	0.90	0.85
3 0	-	-	1.00	0.96	0.90	0.86	0.81
3 5	-	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.77
4 0	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.76	0.72
4 5	0.94	0.89	0.84	0.80	0.76	0.72	0.68
5 0	0.88	0.83	0.79	0.75	0.71	0.67	0.64
5 5	0.82	0.77	0.73	0.70	0.66	0.63	0.60
6 0	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62	0.59	0.56

3, 锅炉/燃烧器风机类型

Monoblock Burner Fan

一体式燃烧器风机定制



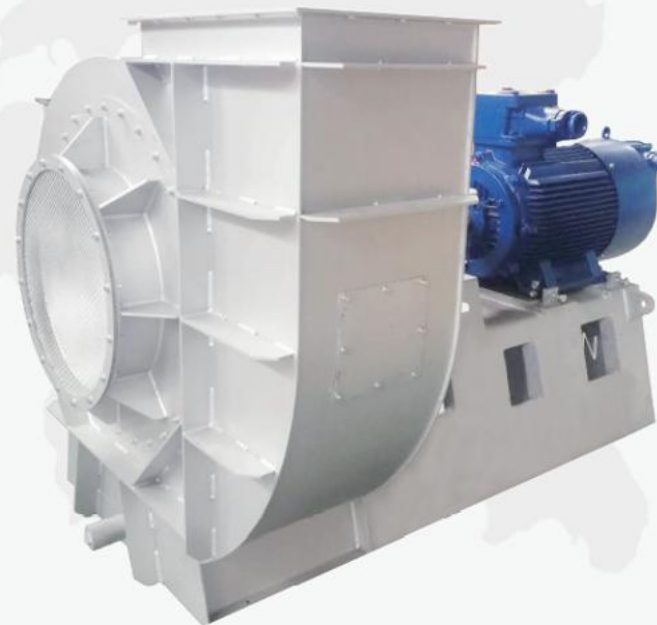
Duoblock Burner Fan

分体式燃烧器配套风机



FGR and Boiler ID Fan

烟循风机/锅炉引风机



WITT

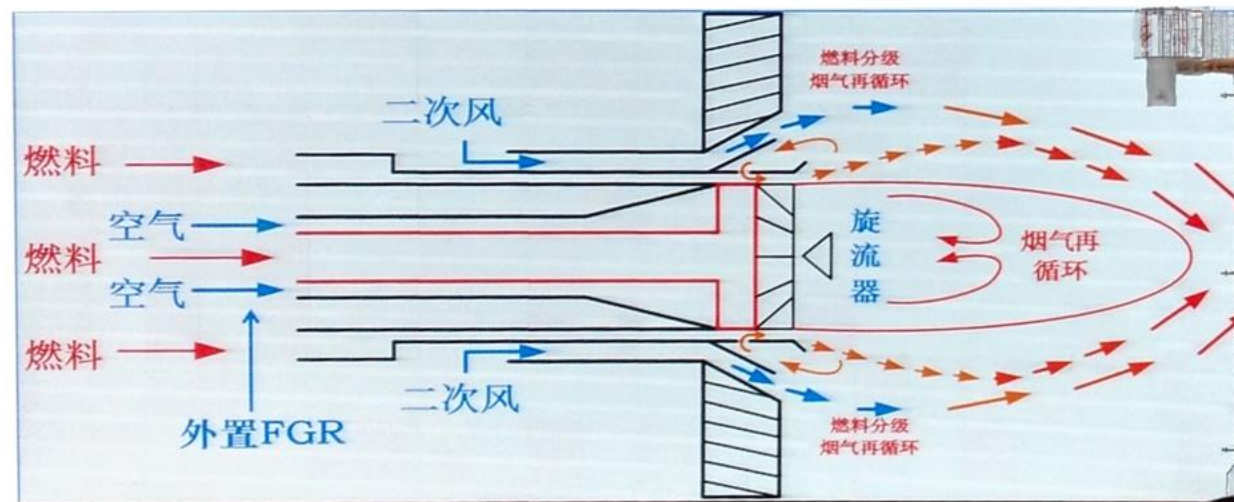
维伊特

(由于安全及使用和维护不便等原因造成市场大幅度萎缩, 仅在小容量冷凝式锅炉上采用较多)。



4.1 FGR燃烧及风机选型和布置

外部烟气再循环（FGR）：从锅炉尾部烟道上抽取部分烟气与一次风混合后送入炉膛内燃烧，降低炉膛温度的同时，降低混合空气中的含氧量，降低了 NO_x 的生成量。在分级燃烧的基础上，引入FGR技术，可将 NO_x 降低到 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。

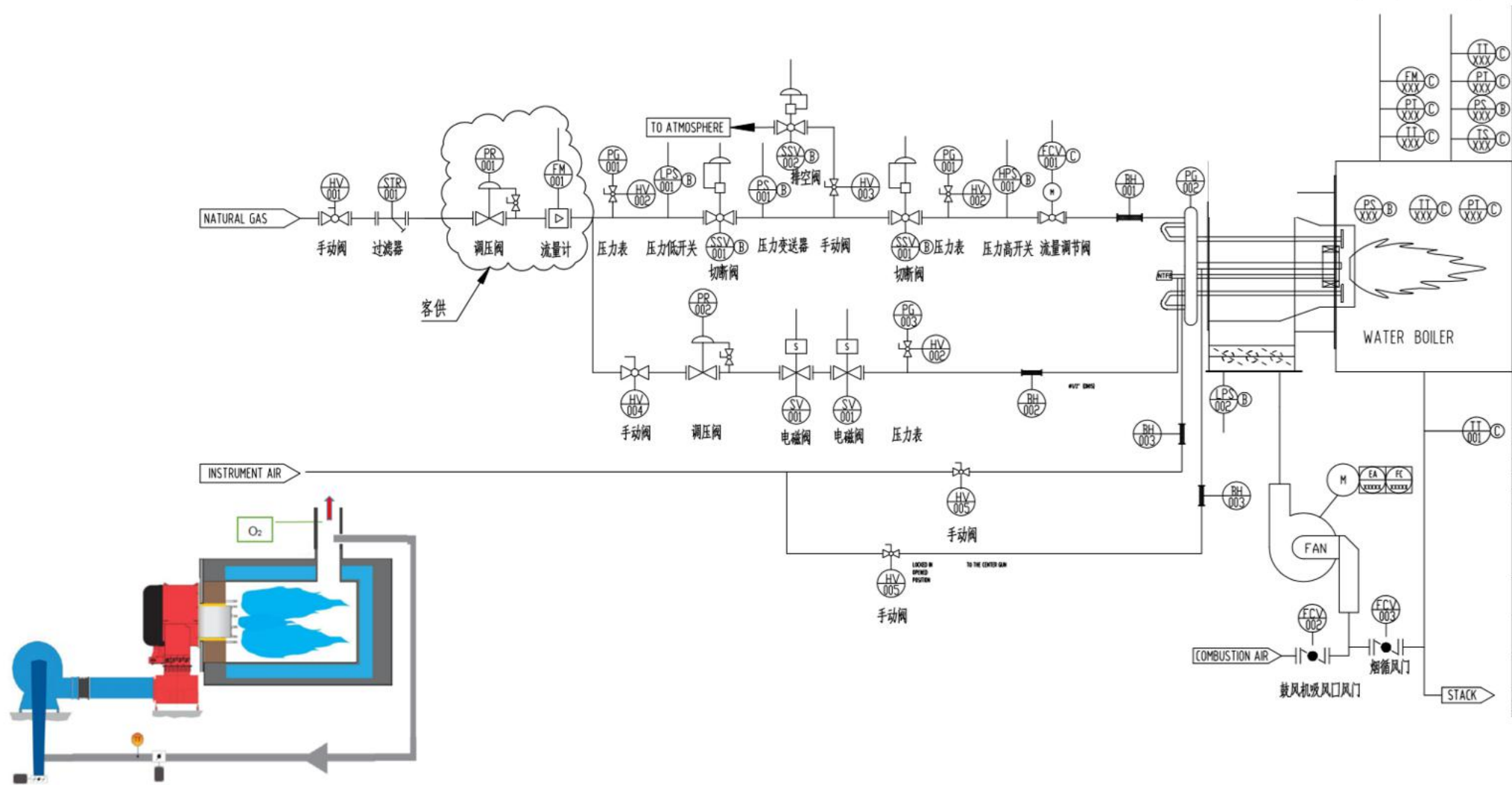


- A. 单台风机：同时吸入空气和FGR烟气，在风机入口混合箱混合经风机送到燃烧器
- B. 2台风机：主风机、辅助引风机。主风机吸入空气和FGR烟气，在风机入口混合箱混合经风机送到燃烧器，在小负荷或主风机吸力不足时，辅助引风机启动协助吸入烟气。
- C. 2台风机：助燃风机、高温FGR引风机。助燃风机只提供助燃空气，引风机吸入FGR烟气，两者在助燃风机出口风道中混合后进入燃烧器。

A 单台风机（分级燃烧+FGR）

WITT

维伊特

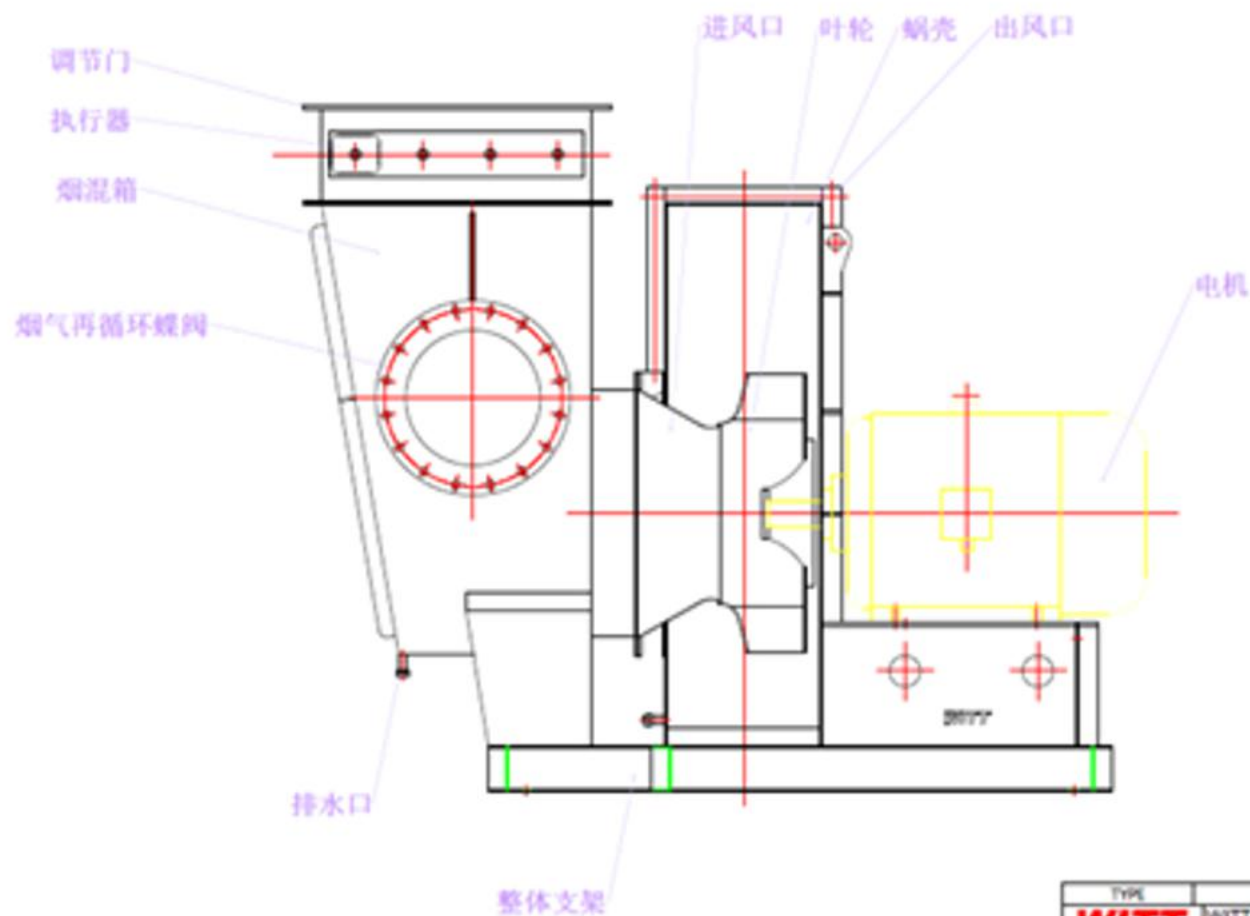




专利技术：一体式烟循助燃风机
FGR低氮燃烧的实用性设计

WITT

维伊特



TYPE	AP 80-315
WITT Feng and Machinery	WITT FANS (Wuxi) CO., LTD 维伊特风机(无锡)有限公司

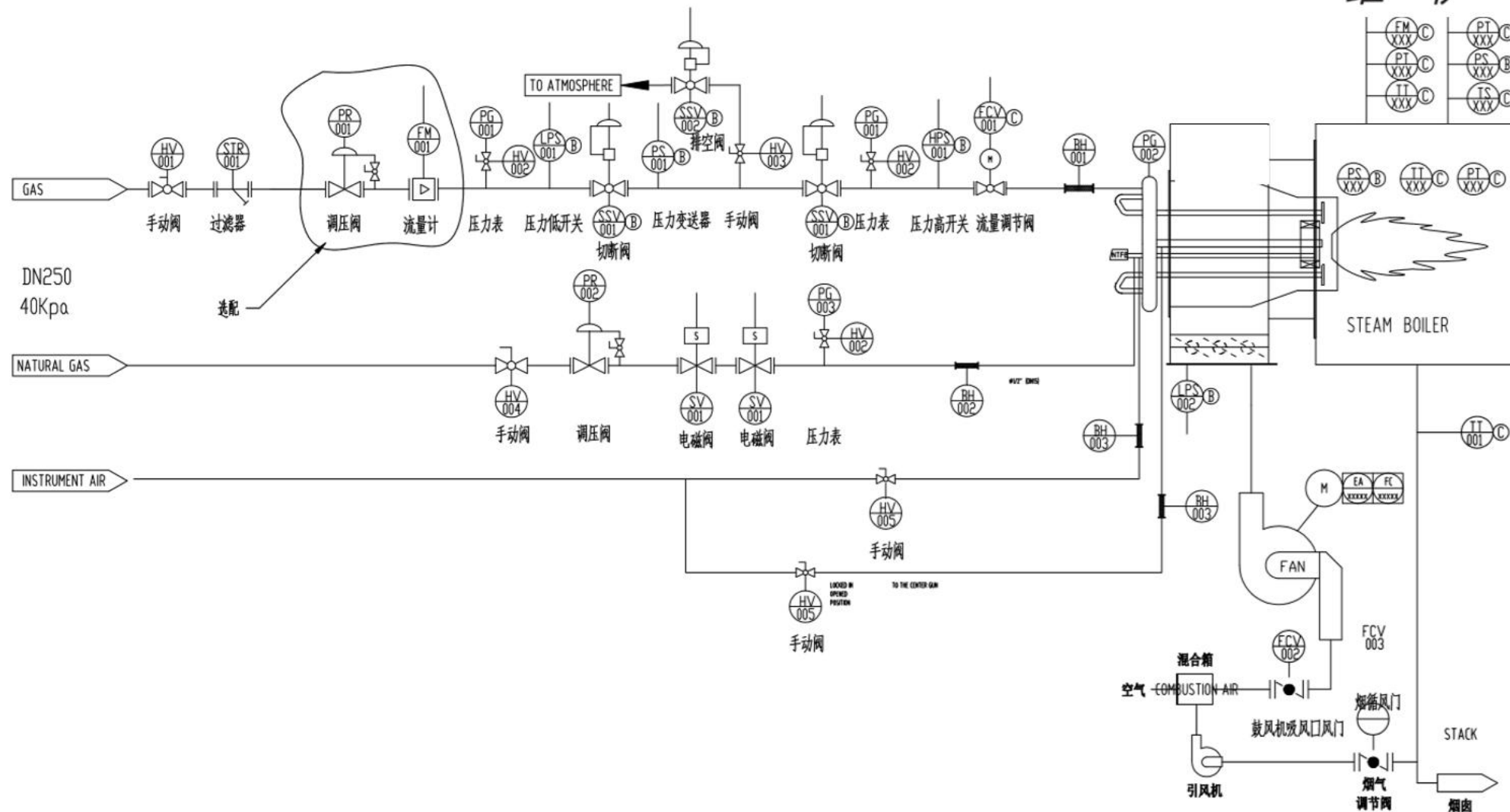
超低氮燃烧采用单台风机设计要领：

- 1，安装进风口调节门
- 2，安装进出风口软连接，避免风机的振动扩大到管道及烟混箱
- 3，烟混箱的烟气入口管径需计算精确，入口方向与进风顺向交叉，但无需插入烟混箱。
- 4，烟混箱的烟气蝶阀需密封，且执行器需要与蝶阀有隔绝距离
- 5，烟混箱和风机均需要设计排水口

B 2台风机：主风机、辅助引风机

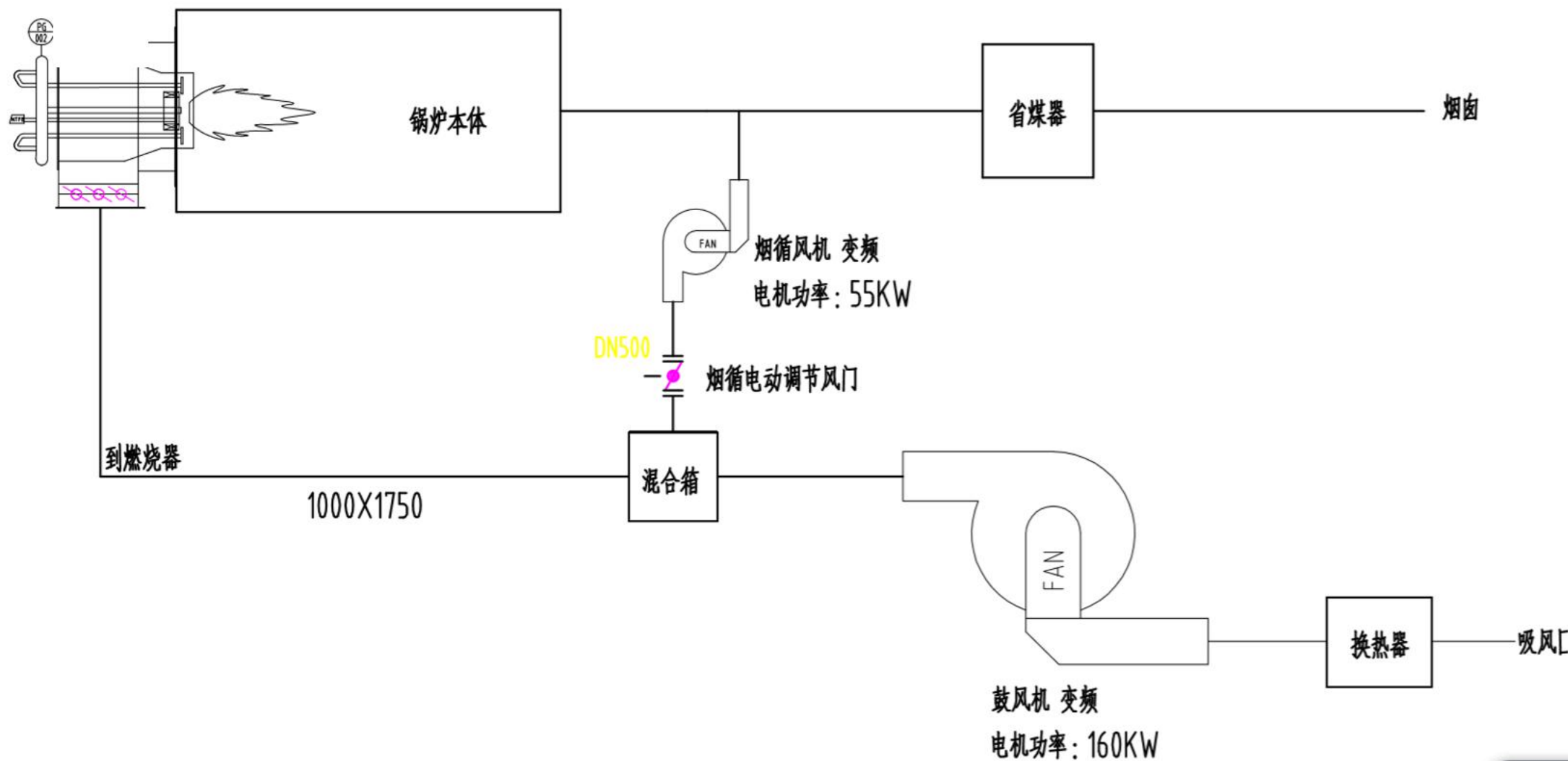
WITT

维伊特



C: 2台风机：助燃风机、高温FGR引风机。

WITT
维伊特



超低氮燃烧采用助燃风机+单独FGR引风机设计要领：

- 1， FGR调节蝶阀安装在引风机出口
- 2， 助燃风机进风口安装助燃风调节门
- 3， 烟混箱很重要，烟气入口管径需计算精确，入口方向与进风顺向交叉。
- 4， 烟混箱的烟气蝶阀需密封，且执行器需要与蝶阀有隔绝距离
- 5， 烟混箱需要设计排水口

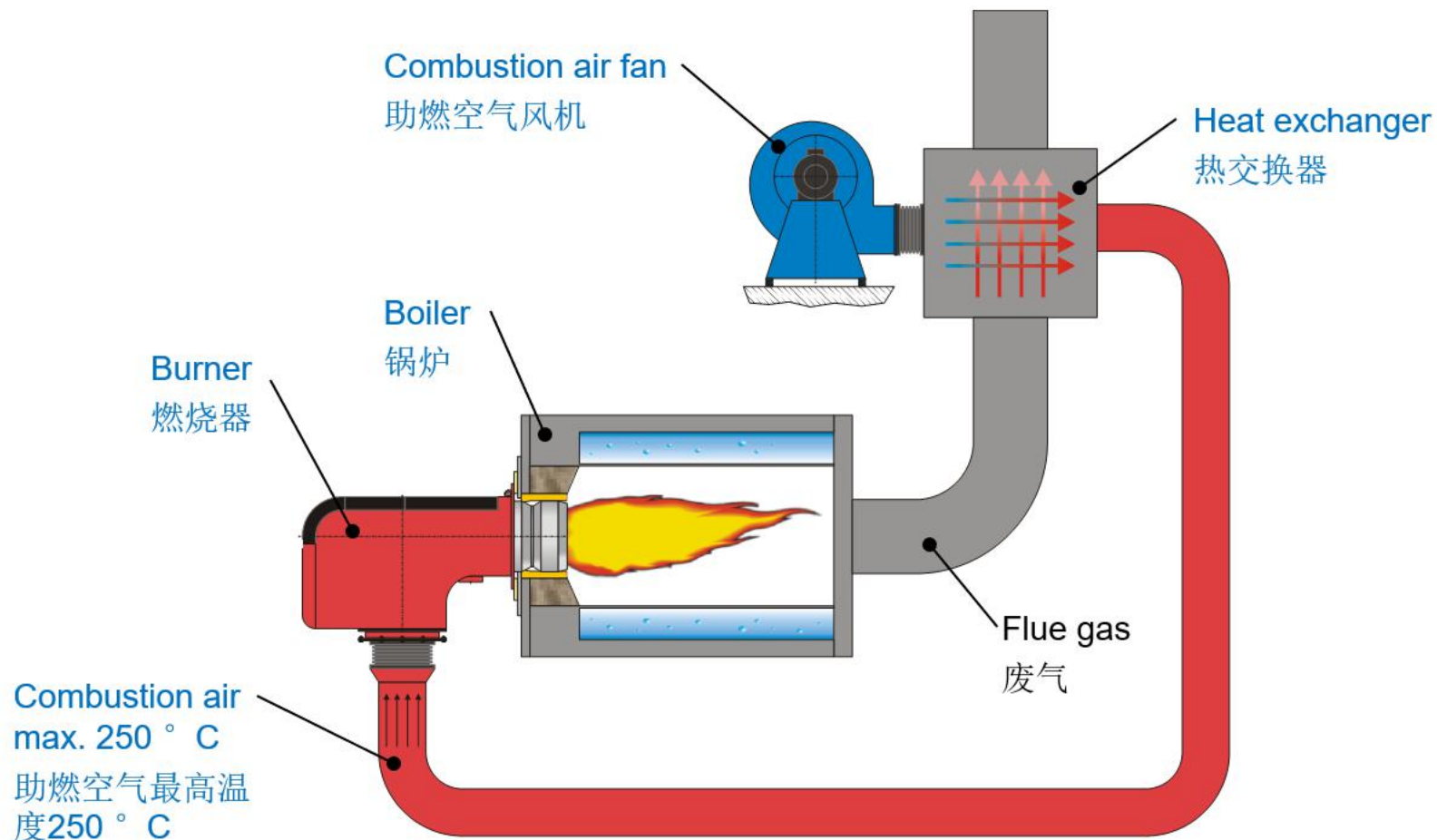
热风型导热油及低氮改造的风机布置

WITT

维伊特

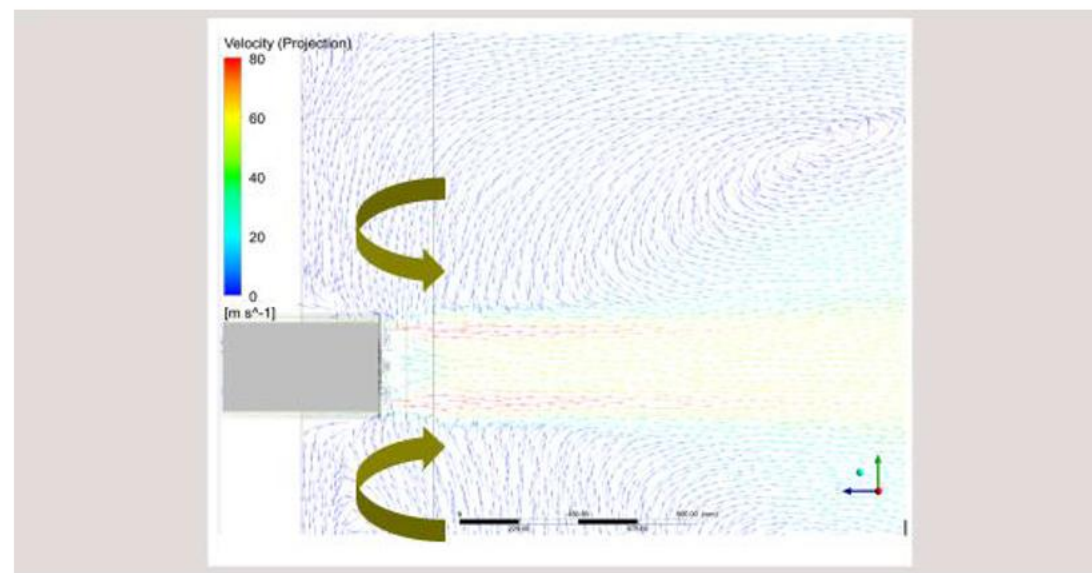
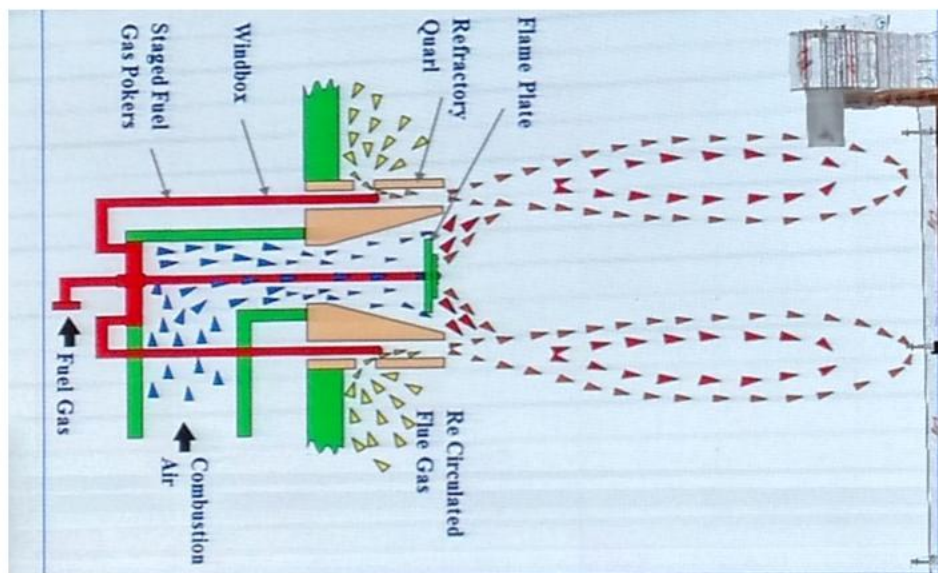
How to use preheated combustion air?

如何使用加热后的助燃空气？



4.2 FIR燃烧及风机选型和布局

内部烟气再循环（FIR）：利用各种技术手段，让燃烧区的根部形成低压回流区，卷吸部分烟气进入火焰，降低燃烧速度和火焰温度，从而降低了 NO_x 的生成量。在分级燃烧的基础上，采用联合射流诱导技术，实现内部烟气再循环，实现超低氮燃烧。



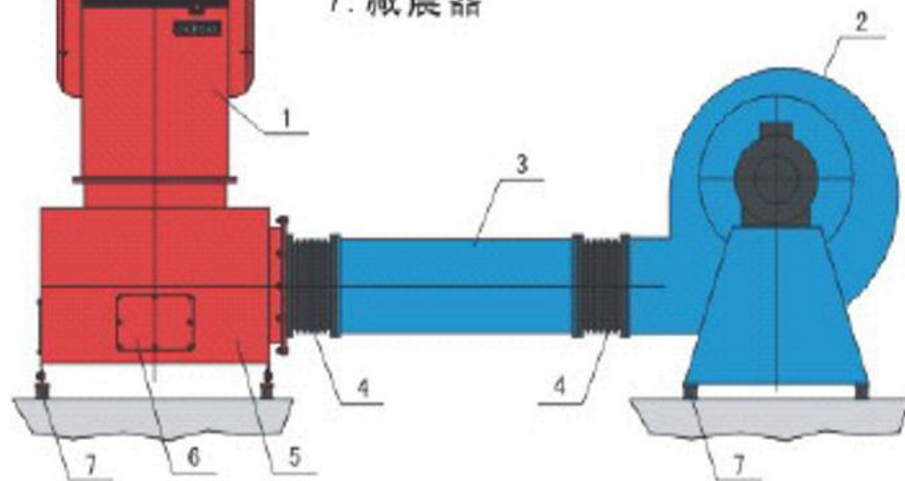
4.2 FIR燃烧及风机选型和布局

WITT

维伊特

风量？
风压？加大？

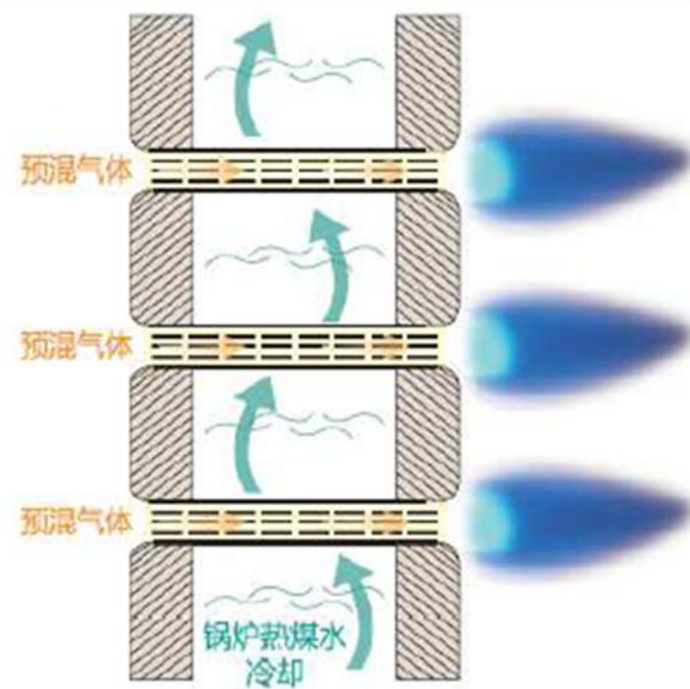
1. 燃烧器
2. 风机
3. 风道
4. 波纹管软连接（一端有即可）
5. 空气分配箱
6. 维修盖
7. 减震器



A: 根据燃烧器进风口尺寸而定
B: 根据要求确定.

4.3 水冷预混及风机的选型和布置

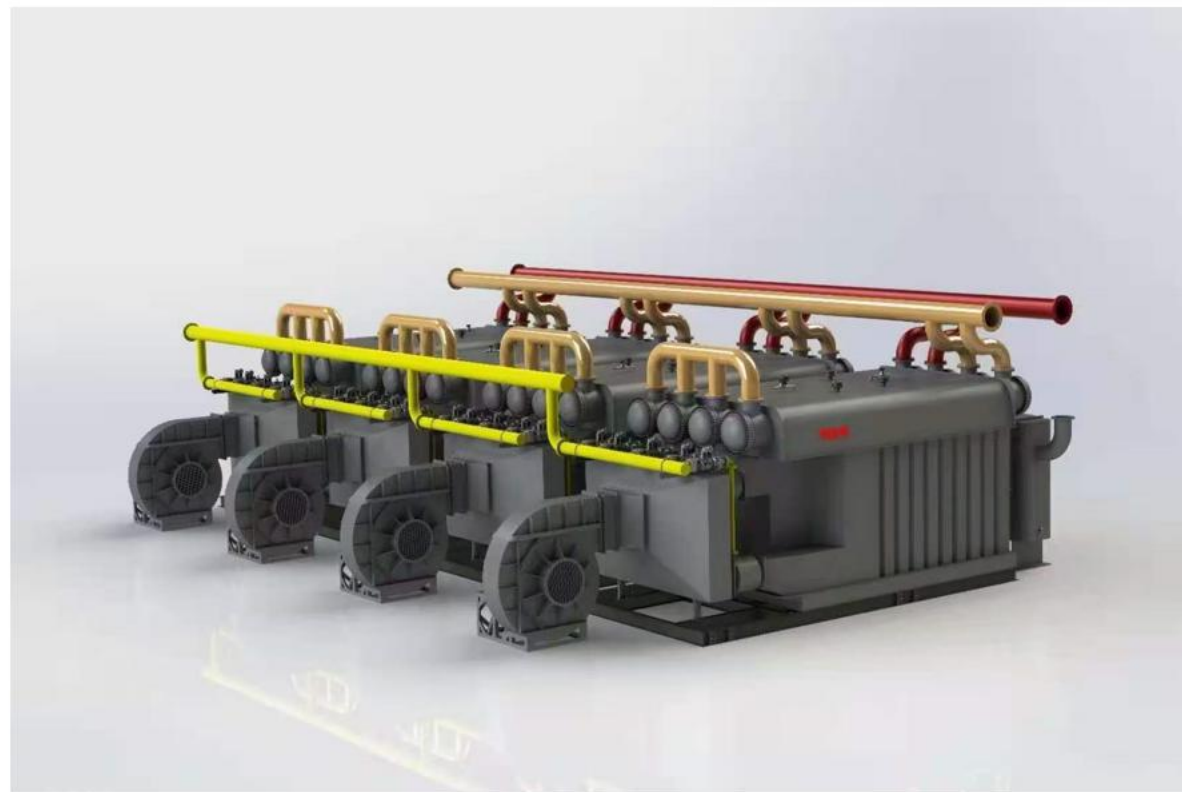
水冷预混燃烧方法，燃气与空气先预混形成混合气体，混合气体再经燃烧器末端的水冷壁喷出，在水冷壁处形成主火焰。水冷壁由翅片管排列组成，混合气体贴近水冷壁燃烧，通过水冷壁降低火焰的燃烧温度，进而降低 NO_x 排放。



4.3 水冷预混及风机的选型和布置

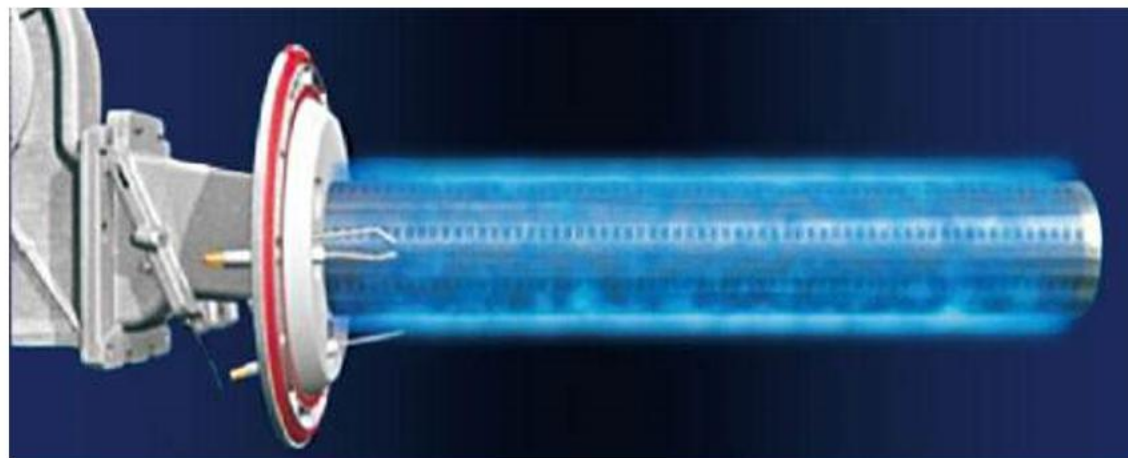


燃气和空气前混后进入风机，风机注意事项？
燃气和空气在出风口混合，风量和风压的确定？



4.4表面燃烧及风机选型和布置

全预混表面燃烧技术是将燃料与空气在预混腔内进行完全混合后进入由金属纤维编织或金属烧结的火焰筒，混合物透过密织的金属网在网表面燃烧。该燃烧技术的特点是：燃烧速度快，火焰很短，几乎没有火焰，由于过剩空气量大，降低了火焰的温度，抑制热力型 NO_x 的形成。



燃气和空气前混后进入风机，风机注意事项？
燃气和空气在出风口混合，风量和风压的确定？

5, 风道阻力计算及优化风道设计

(一) 摩擦阻力

1. 圆形管道摩擦阻力的计算

根据流体力学原理, 空气在横断面形状不变的管道内流动时的摩擦阻力按下式计算:

$$\Delta P_m = \lambda \frac{1}{4R_s} \cdot \frac{v^2 \rho l}{2} \quad Pa \quad (6-1-1)$$

对于圆形风管, 摩擦阻力计算公式可改为:

$$\Delta P_m = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{v^2 \rho l}{2} \quad Pa \quad (6-1-2)$$

圆形风管单位长度的摩擦阻力 (又称比摩阻) 为:

$$R_m = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{v^2 \rho}{2} \quad Pa/m \quad (6-1-3)$$

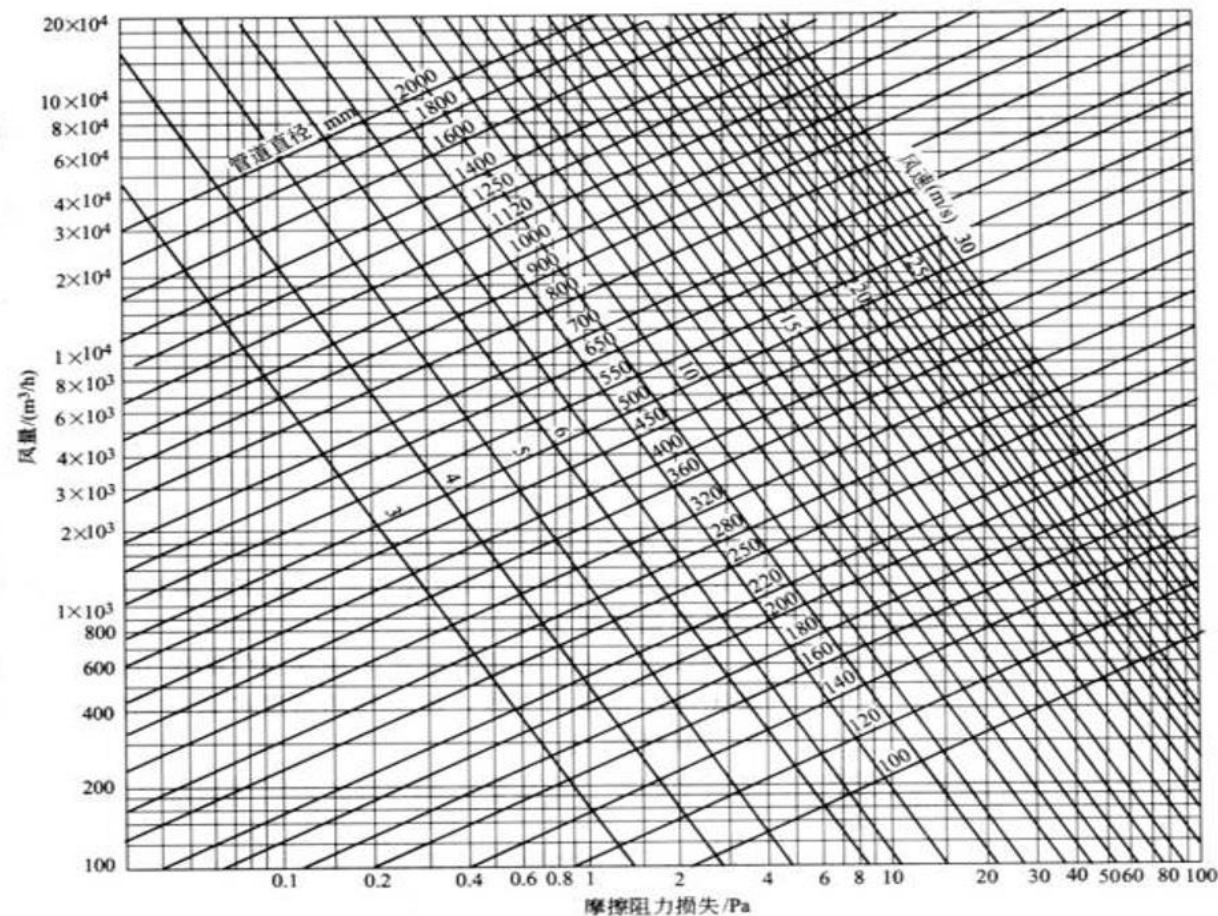
以上各式中

λ ——摩擦阻力系数;

v ——风管内空气的平均流速, m/s;

ρ ——空气的密度, kg/m³;

l ——风管长度, m;



5, 风道阻力计算及优化风道设计



线解图求得其余的两个参数。线解图是按过渡区的 λ 值, 在压力 $B_0=101.3\text{kPa}$ 、温度 $t_0=20^\circ\text{C}$ 、宽气密度 $\rho_0=1.204\text{kg/m}^3$ 、运动粘度 $\nu_0=15.06\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 、管壁粗糙度 $K=0.15\text{mm}$ 、圆形风管等条件下得出的。当实际使用条件下上述条件不相符时, 应进行修正。

(1) 密度和粘度的修正

$$R_m = R_{m0}(\rho/\rho_0)^{0.91}(\nu/\nu_0)^{0.1} \quad \text{Pa/m} \quad (6-1-5)$$

式中 R_m ——实际的单位长度摩擦阻力, Pa/m ;

R_{m0} ——图上查出的单位长度摩擦阻力, Pa/m ;

ρ ——实际的空气密度, kg/m^3 ;

ν ——实际的空气运动粘度, m^2/s 。

(2) 空气温度和大气压力的修正

$$R_m = K_t K_B R_{m0} \quad \text{Pa/m} \quad (6-1-6)$$

式中 K_t ——温度修正系数。

K_B ——大气压力修正系数。

$$K_t = \left(\frac{273+20}{273+t} \right)^{0.825} \quad (6-1-7)$$

式中 t ——实际的空气温度, $^\circ\text{C}$ 。

$$K_B = (B/101.3)^{0.9} \quad (6-1-8)$$

式中 B ——实际的大气压力, kPa 。

(3) 管壁粗糙度的修正

在通风空调工程中, 常采用不同材料制作风管, 各种材料的粗糙度 K 见表 6-1-1。

当风管管壁的粗糙度 $K \neq 0.15\text{mm}$ 时, 可按式修正。

$$R_m = K_r R_{m0} \quad \text{Pa/m} \quad (6-1-9)$$

$$K_r = (K_v)^{0.25} \quad (6-1-10)$$

式中 K_r ——管壁粗糙度修正系数;

K ——管壁粗糙度, mm ;

ν ——管内空气流速, m/s 。

表 6-1-1 各种材料的粗糙度 K

风管材料	粗糙度 (mm)
薄钢板或镀锌薄钢板	0.15~0.18
塑料板	0.01~0.05
矿渣石膏板	1.0
矿渣混凝土板	1.5
胶合板	1.0
砖砌体	3~6
混凝土	1~3
木板	0.2~1.0

5, 风道阻力计算及优化风道设计

二、局部阻力

各种通风管道要安装一些弯头、三通等配件。流体经过这类配件时，由于边壁或流量的改变，引起了流速的大小、方向或分布的变化，由此产生的能量损失，称为局部损失，也称局部阻力。局部阻力主要可分为两类：①流量不改变时产生的局部阻力，如空气通过弯头、渐扩管、渐缩管等；②流量改变时所产生的局部阻力，如空气通过三通等。

局部阻力可按下式计算：

$$Z = \xi \frac{\rho v^2}{2} \quad (5-10)$$

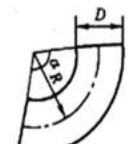
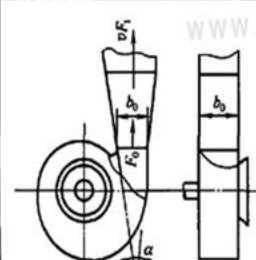
式中 Z ——局部阻力，Pa；

ξ ——局部阻力系数，见表 5—4；

v ——空气流速，m / s；

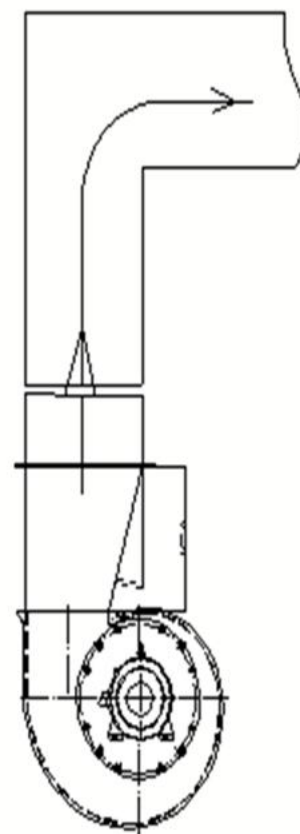
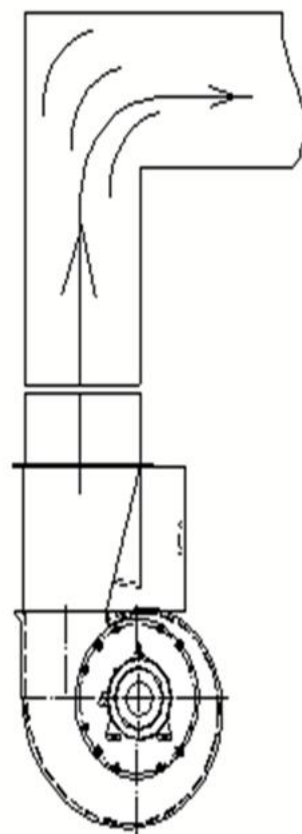
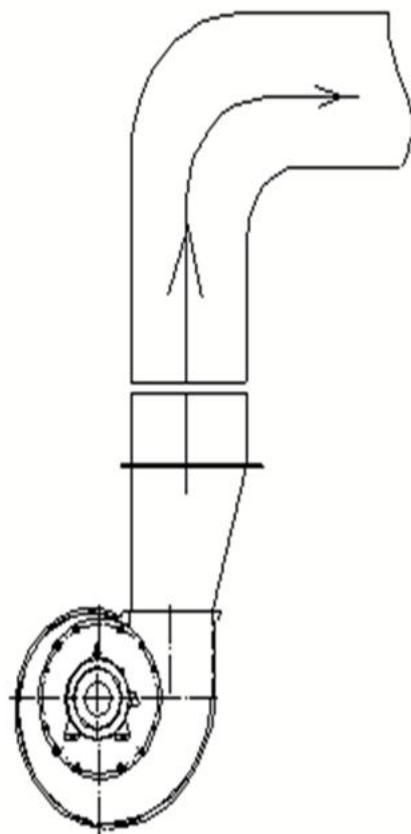
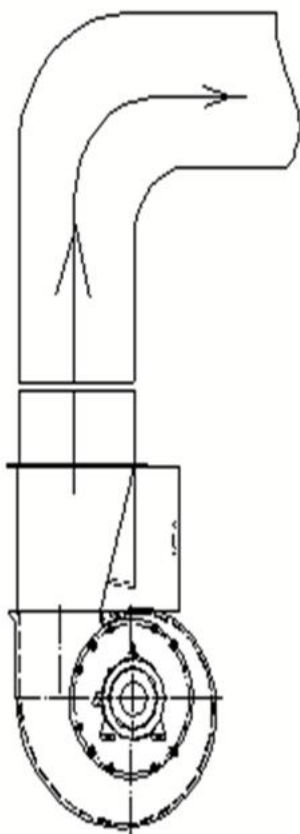
ρ ——空气密度，kg / m³。

上式表明，局部阻力与其中流速的平方成正比。局部阻力系数通常都是通过实验确定的。可以从有关采暖通风手册中查得。表 5—4 列出了部分管道部件的局部阻力系数值。在计算通风管道时，局部阻力的计算是非常重要的一部分。因为在大多数情况下，克服局部阻力而损失的能量要比克服摩擦阻力而损失的能量大得多。所以，在制作管件时，如何采取措施减少局部阻力是必须重视的问题。

序号	名称	图形和断面	局部阻力系数 ξ (值以图内所示速度 v 计算)								
4	圆形弯头		$\frac{R}{a(^{\circ})}$	D	$1.5D$	$2D$	$2.5D$	$3D$	$6D$	$10D$	$\rho=0.008 \frac{v^{0.75}}{R^{0.75}}$ 式中: $\pi=\frac{R}{D}$
			7.5	0.028	0.021	0.018	0.016	0.014	0.01	0.008	
			15	0.058	0.044	0.037	0.033	0.029	0.021	0.016	
			30	0.11	0.081	0.069	0.061	0.054	0.038	0.030	
			60	0.18	0.14	0.12	0.10	0.091	0.064	0.051	
			90	0.23	0.18	0.15	0.13	0.12	0.083	0.066	
			120	0.27	0.20	0.17	0.15	0.13	0.10	0.076	
			150	0.30	0.22	0.19	0.17	0.15	0.11	0.084	
180	0.33	0.25	0.21	0.18	0.16	0.12	0.092				
5	风机出口平扩散管		F_1/F_0								
			$a(^{\circ})$	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0		
			10	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11		
			15	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15		
			20	0.12	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18		
			25	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25	0.26		
			30	0.18	0.25	0.30	0.33	0.35	0.35		

5.1, 风道布置

WITT
维 伊 特



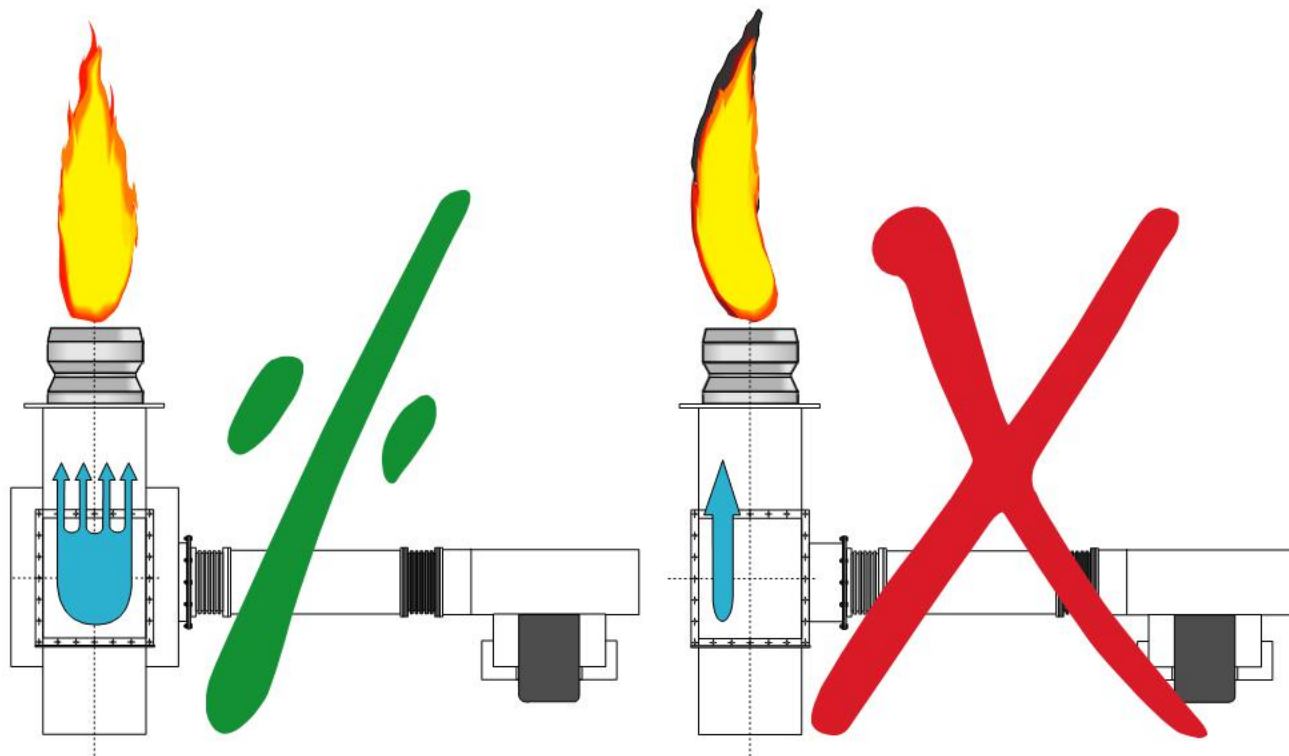
Air Box

1

2

3

均匀的空气将会
使火焰非常稳定，
燃烧充分。

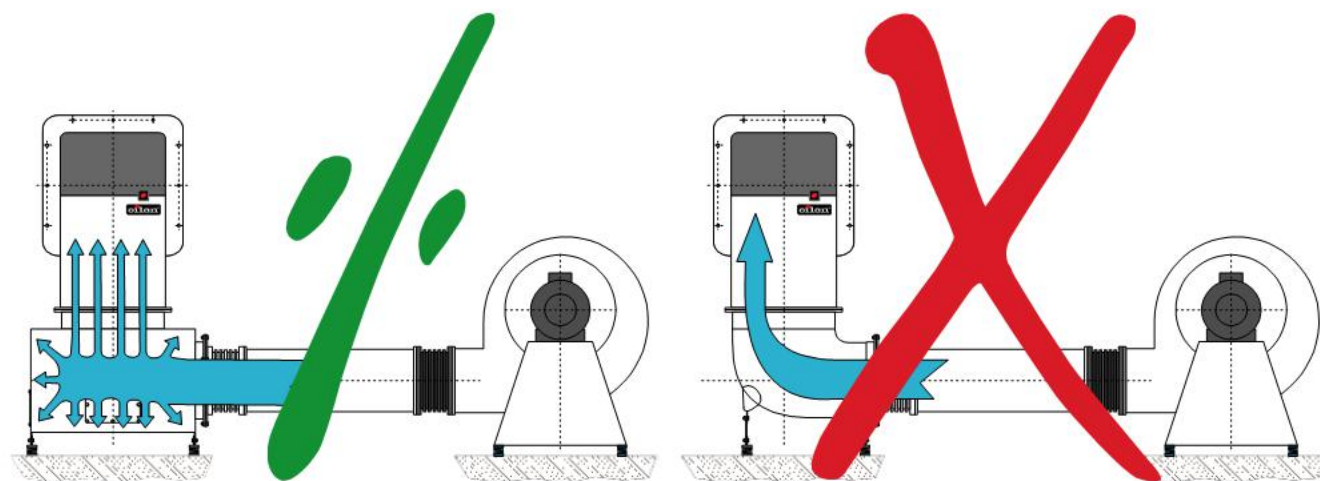


WITT
维伊特

Air Box

1 2 3

空气分配箱将会让气流均匀

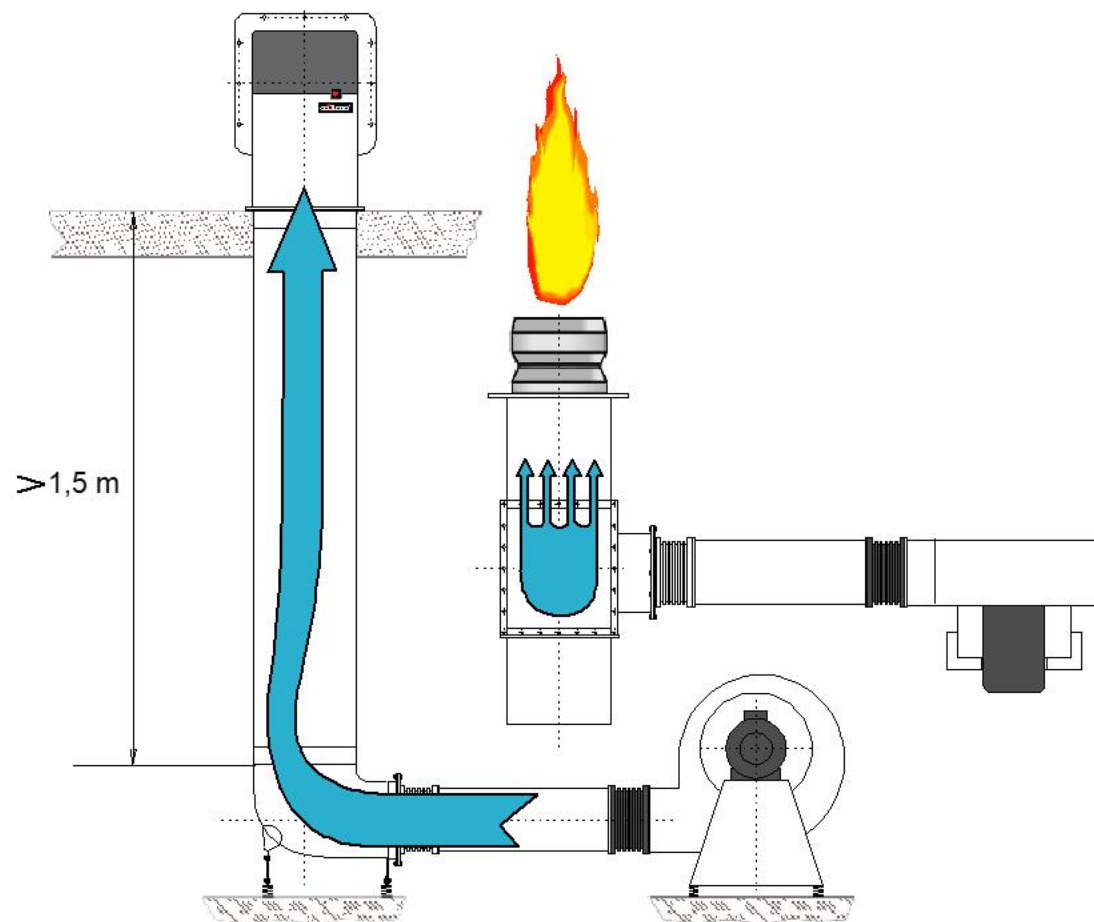


WITT
维伊特

Air Box

1 2 3

风道从下层安装,
足够长的风道会
带来好的燃烧.



风机进、出口的直管段长度应不小于 2.5~6 倍管路直径

扫一扫，获得更多欧洲风机前沿资讯



WITT维伊特风机

BOILER锅炉 | BURNER燃烧器 | INCINERATION危废焚烧