

# 设计说明

### 3. 调光功能

(1) 加强照明的总体控制原则为：洞外光强越强（越亮），洞内照明功率越大，即洞内照明亮度也越强，反之亦然。

(2) 基本照明的亮度控制原则为：依据当前时间控制。用户可以设置基本照明夜晚开始以及终止时间，并设置夜晚以及白天的照明功率，系统根据当前时间以及用户设定时间、照明功率控制基本照明输出。

(3) 加强照明的控制主要来自洞外亮度测量，根据洞外亮度确定加强照明输出。用户可以设置加强照明的开启以及关闭时间。当用于测量洞外亮度的变送器失效或者检修无法使用时，用户可以设置加强照明受当前时间控制。

### 4. 测量信号输入功能

系统能够接受 4~20mA 的标准信号。4~20mA 接口既可为 3 线制，亦可为 2 线制。

### 5. 掉电应急控制电压保持

具有掉电检测功能。系统电源来自 EPS，掉电检测信号来自市电。当电源掉电后，系统基本照明将自动输出 4V 左右电压。该电压可用电位器调整。

### 6. 路继电器输出控制

当开启加强照明灯具时，由于加强照明灯具数量众多，不宜同时开启，采用分段陆续开启。具有四路继电器输出，其中两路为开灯继电器，两路为关灯继电器。开灯继电器吸合时间间隔一般在 3-5S。继电器设有常开和常闭触点，可接 AC220V 或 AC380V。

### 7. 实时时钟

系统具有实时时钟并配有备用电源，在系统掉电或更换电源情况下依旧能够长时间地工作，使时钟不至于丢失。

### 8. 主要技术指标

- (1) 电源电压：DC5V, -5V, 12V;
- (2) 额定功率：15W;
- (3) 输出控制电压：2×DC 0~5V，其中 0V 对应最大功率，5V 对应最小功率；
- (4) 输出控制级数：≥256 级；
- (5) 输出控制电流：2×20mA；
- (6) 控制距离：>10km（1.5 平方导线，5000 盏灯，灯具控制电流小于 2uA）；
- (7) 亮度检测范围：0~7000cd/m<sup>2</sup>；

## 4. 隧道通风

### 4.1 项目概况

本标段内设置隧道 2 座，隧道为双向六车道高速公路，设计时速 80km/h，根据《公路隧道通风设计细则》（JTG/T D70/2 -02-2014）中 4.1.1 条单向隧道符合  $L \cdot N \geq 2 \cdot 1000000$  条件时，可设置机械通风。本标段白云山隧道设置机械通风，其余隧道采用自然通风。

根据《公路隧道通风设计细则》（JTG/T D70/2 -02-2014）10.1.1 条“长度  $L > 1000m$  的高速公路和一级公路隧道、长度  $L > 2000m$  的二、三、四级公路隧道应设置火灾机械防烟与排烟系统”本标段白云山隧道设置火灾机械防烟与排烟系统。

表 1-1 隧道表

序号	隧道名称	起讫桩号		单洞长度 (m)	净空 (宽×高) (m)	坡度 (%)		通风方式	排烟方式
						坡长(m)			
1	白云山特长隧道	ZK81+693	~ ZK88+140	6447	14×5	-1.453%/3307	机械通风	设置机械防排烟	
		K81+705	~ YK88+120	6415		0.65%/3135			
2	马鞍山隧道	ZK88+190	~ ZK88+688	498	14×5	1.4584%/3285	自然通风	-	
		K88+185	~ K88+674	489		-0.65%/3109			

### 4.2 采用的主要规范、规程

- Ø 《公路隧道通风设计细则》（JTJ/T D70/2-02-2014）
- Ø 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）
- Ø 《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》（JTG D70/2-2014）
- Ø 《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2003
- Ø 《通风与空调工程施工质量及验收规范》GB50243-2016
- Ø 《重庆市公路隧道通风照明及供配电设计指南》（CQJT/T D02—2017）
- Ø 《环境空气质量标准》GB 3095-2012
- Ø 《环境影响评价技术导则 大气环境》HJ2.2-2018

### 4.3 设计原则

1) 正常行车和发生交通阻塞时，隧道通风系统应提供足够的新风量，稀释隧道内车辆行驶时排出的废气，使洞内 CO 浓度、烟雾浓度满足行车安全要求和人员卫生要求；

2) 火灾事故情况下，通风系统应具有排烟功能，并能控制烟雾和热量的扩散，而且为逗留在

隧道内的乘用人员、消防人员提供一定的新风量，为司乘人员安全疏散及消防人员救援创造条件；

3)在确保通风设备可靠性及节能运行、节约工程投资的条件下优选适当的通风方式；

4)积极慎重的采用新理论、新技术、新材料、新设备、新工艺，使所选隧道通风系统达到安全实用、质量可靠、经济合理、技术先进的要求；

5)控制工程对于环境质量的影响，能满足环保及节能方面的要求。

#### 4.4 通风卫生标准及设计参数

##### 4.4.1. 通风卫生标准

1) CO 设计浓度

根据《公路隧道通风设计细则》（JTG/T D70/2 -02-2014）中 5.1.3，结合《重庆市公路隧道通风照明及供配电设计指南》3.4.3 条“当采用纵向通风时，CO 设计浓度可在以上 CO 所列各值基础上提高 50 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> 取值”

①正常运营时，隧道洞内 CO 的设计浓度 δ 可按下表取值：

表 1-2 CO 设计浓度

隧道长度 (m)	≤1000	>3000
δ (cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	200	150

根据上表，白云山特长隧道正常运营时：采用纵向通风方式，一氧化碳(CO)允许浓度取 150ppm。

②交通阻滞（平均车速≤30km/h），CO 的设计浓度 150 ppm，阻滞时间不超过 20min，阻滞段长度不大于 1000m，阻滞段以外计算行车速度为 40km/h。

2) 隧道烟尘允许浓度 K 见下表：

表 1-3 烟尘设计浓度 K

运营状况	运营			交通管制	养护维修
	计算车速 (km/h)	30-50	50-60		
隧道烟尘允许浓度 K (m-1)	0.0075	0.007	0.0065	0.012	0.0030

3) 稀释空气中异味：根据本工程交通量和隧道规模的特点，隧道空间不间断换气频率按每小时 3 次取值，同时保证隧道内换气风速  $v_r \geq 1.5 \text{ m/s}$ 。

4) 临界风速：本项目临界风速根据《公路隧道通风设计细则》10.2.1 条和 10.2.5 条规定取值。

表 1-4 隧道火灾最大热释放率(MW)

通行方式	隧道长度	公路等级
------	------	------

		高速公路	一级公路	二、三、四级公路
单向交通	L>5000m	30	30	
	1000m<L≤5000m	20	20	

临界火灾风速取值参照《公路隧道通风设计细则》10.2.5 条：

表 1-5 隧道火灾临界风速

热释放率 (MW)	20	30	50
火灾临界风速 (m/s)	2.0-3.0	3.0-4.0	4.0-5.0

本项目白云山特长隧道火灾最大热释放率火灾按表取值 30MW，隧道火灾时临界风速按  $v_r=3.0 \text{ m/s}$  取值。

##### 4.4.2. 隧道设计参数

- 1) 公路等级：高速公路
- 2) 行车道数：双向六车道，双洞单向行车
- 3) 隧道设计速度：80km/h
- 4) ) 分离隧道主洞建筑限界：净宽 0.75+0.5+3×3.75+0.75+0.75=14.00m，净高 5.0m
- 5) 分离隧道行人横洞建筑限界：净宽 2m，净高 2.5m
- 6) 设计汽车荷载：公路—I 级
- 7) 隧道净空断面积：Ar=95.65m<sup>2</sup>
- 8) 断面当量直径：Dr=11.48m

##### 4.4.3. 通风计算参数

表 1-6 通风计算参数表

项 目		单位	控制参数	备注	参数来源
设计控制风速	正常行车设计控制风速	m/s	≤10		通风细则
	稀释异味设计控制风速	m/s	≥1.5		通风细则
环境参数	自然风压产生的洞内风速	m/s	3		通风细则
	空气密度ρ	kg/m <sup>3</sup>	1.2		通风细则
计算行车速度	主隧道	设计时速	km/h	80	可行性研究
		正常行车车速	km/h	40~80	通风细则
		交通阻滞车速	km/h	≤30	通风细则

汽车尾气基准排放量	CO 基准排放量	正常交通	m <sup>3</sup> /辆·km	0.007	2000 年	通风细则
		交通阻滞	m <sup>3</sup> /辆·km	0.015	2000 年 阻滞段长度 ≤1000m	通风细则
	CO 海拔高度系数	620m		1.12		通风细则
	CO 允许浓度	正常交通	ppm	150	隧道长 度>3000m	通风细则
		交通阻滞	ppm	150/20min		通风细则
	烟尘基准排放量		m <sup>2</sup> /辆·km	2		通风细则
	烟尘海拔高度系数		620m		1.07	
烟尘允许浓度	80~60 km/h	m <sup>-1</sup>	0.0065	设计时速	通风细则	
	60~50 km/h	m <sup>-1</sup>	0.007		通风细则	
	50~30 km/h	m <sup>-1</sup>	0.0075		通风细则	
	交通阻滞	m <sup>-1</sup>	0.009	结合已建工程适当提高		
尾气基准排放量年递减率				2%	折减年限不宜超过 30 年	通风细则
换气频率		次	3			通风细则
损失系数	隧道沿程阻力损失系数			0.02		通风细则
	连接风道阻力损失系数			0.025		通风细则
	隧道入口损失系数			0.5		通风细则
	隧道出口损失系数			1		通风细则

4.4.4. 交通量与交通组成分析

根据工程可行性报告提供的相关资料，本项目预测交通量及车型组成如下：

表 1-7 交通量预测最终结果(单位：pcu/d)

路 段	2026 年	2035 年	2045 年	备注
水江枢纽互通——白马山互通	25694	41815	55006	白云山隧道、马鞍山隧道

表 1-8 车型构成预测

年份	小货	中货	大货	拖挂	集装箱	小客	大客
2026	15.8%	11.4%	7.5%	4.4%	6.2%	50.1%	4.6%
2035	14%	8.3%	7.7%	4.6%	6.9%	53.9%	4.6%
2040	11.2%	4.1%	7.9%	4.8%	7.4%	60.2%	4.4%

K——高峰小时交通量系数，本项目取值 K = 0.12；

D——方向分布系数，取值 D = 0.5；

本项目通风系统设计按照近期为2035年，远期为2045年考虑。本项目小型车占有比近期为53.9%，远期为60.2%，参照《重庆市公路隧道通风照明及供配电设计指南》3.5.1条，近期尾气排放递减率取2.5%进行计算，远期尾气排放递减率取3.0%进行计算。

4.5 需风量计算

4.5.1. 需风量计算方法

(1) 稀释 CO 的需风量计算

根据《细则》隧道内的 CO 排放量及需风量的计算公式，行车速度分别按不同车速的工况计算。隧道内的 CO 排放量计算公式为：

$$Q_{CO} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{co} \cdot f_a \cdot f_d \cdot f_h \cdot f_{iv} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^n (N_m \cdot f_m) \quad (1.5-1)$$

式中：

$Q_{CO}$ ——隧道全长 CO 排放量 m<sup>3</sup>/s；

$q_{co}$ ——设计目标年份的 CO 基准排放量；

$f_a$ ——考虑 CO 的车况系数，取 1.0；

$f_d$ ——车密度系数；

$f_h$ ——考虑 CO 的海拔高度系数，白云山隧道取值 1.12；

$f_m$ ——考虑 CO 的车型系数；

$f_{iv}$ ——考虑 CO 的纵坡—车速系数；

$n$ ——车型类别数；

$N_m$ ——相应的车型流量，辆/h。

稀释 CO 的需风量计算公式为：

$$Q_{req(CO)} = \frac{Q_{CO}}{d} \cdot \frac{P_o}{P} \cdot \frac{T}{T_o} \times 10^6 \quad (1.5-2)$$

式中：

$Q_{req(CO)}$ ——隧道全长稀释 CO 的需风量，m<sup>3</sup>/s；

$P_0$ ——标准大气压,  $\text{kN/m}^2$ , 取  $101.325\text{kN/m}^2$ ;

$P$ ——隧址设计气压,  $\text{kN/m}^2$ ;

$T_0$ ——标准气温, 取  $273\text{K}$ ;

$T$ ——隧道夏季的设计气温, 取  $305\text{K}$ ;

$d$ ——为  $\text{CO}$  允许浓度。

(2) 稀释烟雾浓度需风量

根据《细则》隧道内的烟雾排放量和需风量的计算公式, 行车速度分别按不同车速的工况计算。

隧道内烟雾排放量计算公式为:

$$Q_{VI} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot q_{VI} \cdot f_{a(VI)} \cdot f_d \cdot f_{h(VI)} \cdot f_{i(VI)} \cdot L \cdot \sum_{m=1}^{n_p} (N_m \cdot f_{m(VI)}) \quad (1.5-3)$$

式中

$q_{VI}$ ——隧道全长烟雾排放量,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$Q_{VI}$ ——烟雾基准排放量,  $\text{m}^2/\text{辆} \cdot \text{km}$ , 取  $2.0\text{m}^2/\text{辆} \cdot \text{km}$ ;

$f_{a(VI)}$ ——考虑烟雾的车况系数, 取  $1.0$ ;

$f_{h(VI)}$ ——考虑烟雾的海拔高度系数, 白云山隧道取  $1.07$ ;

$f_{i(VI)}$ ——考虑烟雾的纵坡—车速系数;

$f_{m(VI)}$ ——考虑烟雾的车型系数。

稀释烟雾的需风量为:

$$Q_{req(VI)} = \frac{Q_{VI}}{k} \quad (1.5-4)$$

式中:

$Q_{req(VI)}$ ——隧道全长稀释烟雾的需风量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$K$ ——烟雾设计浓度,  $\text{m}^{-1}$ 。

(3) 稀释异味的需风量计算

据《细则》5.4.1条规定: 隧道空间部间断换气频率, 不宜低于每小时3次。

因此稀释空气中异味的需风量可用下式表达:

$$Q_{req(YW)} = L \times A \times n / 3600 \quad (1.5-5)$$

《细则》5.4.2条规定: 采用纵向通风的隧道, 换气风速不应低于  $1.5\text{m/s}$ 。在此规定下隧道

内稀释空气中异味的需风量应同时满足:

$$Q_{req(YW)} = 1.5 \times A \quad (1.5-6)$$

(4) 火灾工况需风量计算

为保证火灾发生时, 着火点处的烟气不向后方倒流而危及后继车辆的安全, 要求隧道内必须保证具有最低的临界风速  $V_c$ 。其值的确定是根据火灾发生时, 可燃物质的热量释放率计算得到, 即

$$r_{\infty} C_p A T_{\infty} V_c^3 + Q V_c^2 - k_g^3 k g H Q = 0 \quad (1.5-7)$$

得到临界风速  $V_c$ 。

由临界风速  $V_c$  和隧道通风断面积  $A$  即可求得火灾时的需风量

$$Q_{req(HZ)} = V_c \times A \quad (1.5-8)$$

(5) 火风压计算

根据《细则》10.2.4的规定, 公路隧道火灾排烟设计应考虑火风压的影响, 火风压可按下式计算:

$$\Delta P_f = \rho \cdot g \cdot \Delta H_f \cdot \frac{\Delta T_x}{T} \quad (1.5-9)$$

$$\Delta T_x = \Delta T_0 \cdot e^{-\frac{c}{G} x} \quad (1.5-10)$$

式中:  $\Delta p_f$ ——火风压值 ( $\text{N/m}^2$ );

$\rho$ ——通风计算点的空气密度 ( $\text{kg/m}^3$ );

$g$ ——重力加速度,  $9.8\text{m}/(\text{s}^2)$ ;

$\Delta H_f$ ——高温气体流经隧道的高程差 ( $\text{m}$ );

$T$ ——高温气体流经隧道内火灾后空气的平均绝对温度 ( $\text{K}$ );

$x$ ——沿烟流方向计算烟流温升点到火源点的距离 ( $\text{m}$ );

$\Delta T_x$ ——沿烟流方向距火源点距离为  $x$  米处的气温增量 ( $\text{K}$ );

$\Delta T_0$ ——发生火灾前后火源点的气温增量 ( $\text{K}$ );

$G$ ——沿烟流方向  $x$  ( $\text{m}$ ) 处的火烟的质量流量 ( $\text{kg/s}$ );

$c$ ——系数,  $c = \frac{k \cdot C_r}{3600 C_p}$ ;

$C_r$ ——隧道断面周长 ( $\text{m}$ );

$k$ ——岩石的导热系数,  $k = 2 + k' \cdot \sqrt{v_1}$ ,  $k'$  值为  $5 \sim 10$ ,  $v_1$  为烟流速度 ( $\text{m/s}$ );

$C_p$ ——空气的定压比热容, 取  $1.012 \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

### 4.5.2. 需风量计算结果

进行隧道需风量计算时，按照行车速度以下每 10km/h 一档分别计算稀释一氧化碳（CO）和烟雾（VI）所需风量。同时考虑阻滞状态需风量、稀释空气异味的需风量、火灾工况下需风量，取其最大者作为设计需风量。阻滞工况仅考虑 1km 的路段交通阻滞，运行速度为 10km/h，其余路段仍正常行驶，运行速度取 40km/h。

表 1-9 白云山主线隧道各工况需风量汇总表(单位: m<sup>3</sup>/s)

位置	2035（近期）				2045（远期）			
	左线隧道		右线隧道		左线隧道		右线隧道	
	Qreq <sub>CO</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Qreq <sub>VI</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Qreq <sub>CO</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Qreq <sub>VI</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Qreq <sub>CO</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Qreq <sub>VI</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Qreq <sub>CO</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Qreq <sub>VI</sub> (m <sup>3</sup> /s)
运行工况								
阻滞工况	37.24	158.83	36.61	188.95	40.25	165.71	43.26	197.13
40km/h	19.51	192.11	19.12	235.05	21.08	200.43	20.67	245.23
50km/h	15.60	194.95	15.30	264.20	16.86	203.40	16.53	275.64
60km/h	13.00	174.96	12.75	237.10	14.05	182.54	13.78	247.37
70km/h	11.05	170.51	10.84	253.45	11.95	177.89	11.71	264.43
80km/h	9.75	189.39	10.54	276.94	10.54	197.59	11.40	288.93
火灾(m <sup>3</sup> /s)	286.95		286.95		286.95		286.95	
换气(m <sup>3</sup> /s)	513.48		510.45		513.48		510.45	
控制需风量(m <sup>3</sup> /s)	<b>513.48</b>		<b>510.45</b>		<b>513.48</b>		<b>510.45</b>	

## 4.6 隧道通风方案

### 4.6.1. 通风方式

根据风道的设置方式、气流的组织形式、通风机械的配置情况，基本的通风方式有纵向式通风、半横向式通风、全横向式通风三种基本方式。其中纵向式通风方式又可以分为全射流、竖（斜）井集中送风、竖（斜）井集中排风、竖（斜）井分段式通风，各种通风方式有利有弊。根据国内外大多数公路隧道通风设计经验进行类比分析，对于双向分离式隧道，纵向式通风由于能够充分利用交通流的活塞风效应，通风效率高，因此应用最为广泛。

### 4.6.2. 通风方案

#### (1) 需风量分析

从隧道需风量计算结果可得隧道近、远期设计风速及对应的控制工况如下表所示：

表 1-10 隧道控制风速分析

位置	设计需风量(m <sup>3</sup> /s)	设计风速 (m/s)	控制工况
左线	近期 (513.48m <sup>3</sup> /s) ;	近期 (5.37m/s) ;	近期及远期均为换气工况控制
	近期 (513.48m <sup>3</sup> /s) ;	近期 (5.37m/s) ;	
右线	近期 (510.45m <sup>3</sup> /s) ;	近期 (5.34m/s) ;	近期及远期均为换气工况控制
	近期 (510.45m <sup>3</sup> /s) ;	近期 (5.34m/s) ;	

#### (2) 通风方案

根据本项目特点和类似工程经验，结合需风量计算结果，本项目白云山隧道近远期需风量较小，若采用全射流纵向通风方式，设计风速满足现行规范中“洞内设计风速  $v_r$  不宜大于 10.0m/s”的规定，推荐本项目白云山隧道采用全射流纵向式通风。该通风方案可以充分利用车辆活塞风作用，因此它具有投资省，能耗低、运行调节灵活等明显的优点。由于射流纵向式通风方式的诸多优点，在公路隧道中得到广泛的采用。

由于本项目白云山隧道是长度超过 5000m 的单向交通隧道，火灾烟雾在隧道内的最大行程不宜大于 5000m，本项目白云山隧道采用分两段排烟方案，左右线均采用分两段纵向排烟。经过沿线踏勘，并考虑到施工条件、排水走廊、运营管理及审查会意见，施工图设计采用排烟泄水洞方案，设置一座排烟泄水洞，兼顾两线隧道排烟。隧道发生火灾时，通风气流使烟气和热流扩散的方向与行车方向一致，并控制隧道烟气速度小于行车速度，保证位于火灾点前方的车辆迅速向前疏散，位于火灾点后方的车辆位于新风区，不受烟气和热流的笼罩，可从隧道人口方向安全撤离。

本项目白云山隧道采用全射流纵向式通风+排烟泄水洞分两段排烟方案。结合地形及地址资料，于隧道左线 ZK83+326 左侧设置排烟风道，与排烟泄水洞相连，排烟过风设计面积 30.15 平，设计长度 1593.172m。根据隧址区的地形、地质条件、交通条件、综合排烟泄水洞通风和施工组织等因素，将风机房设于地上。隧道通风方案如下：

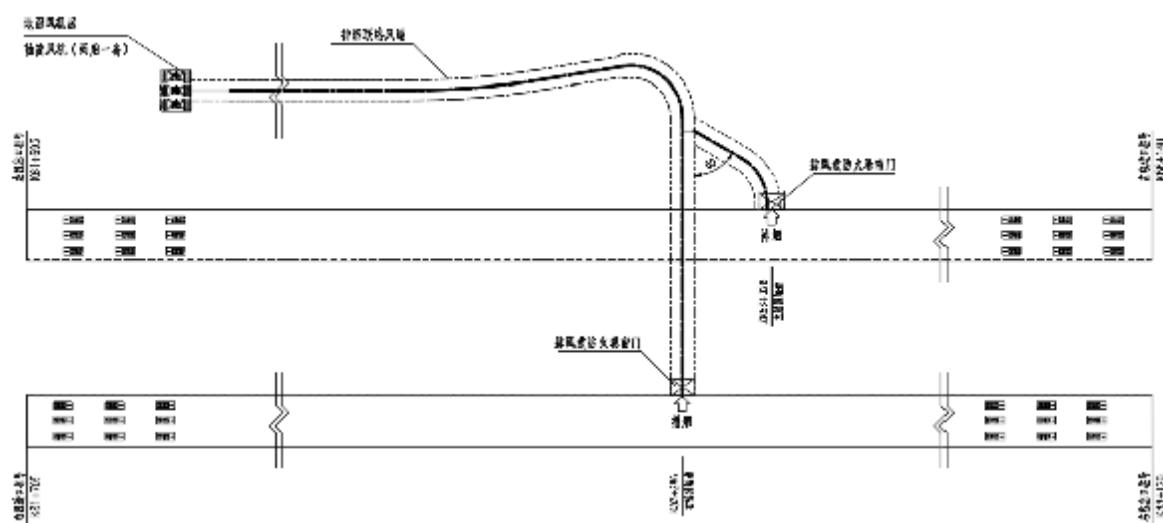
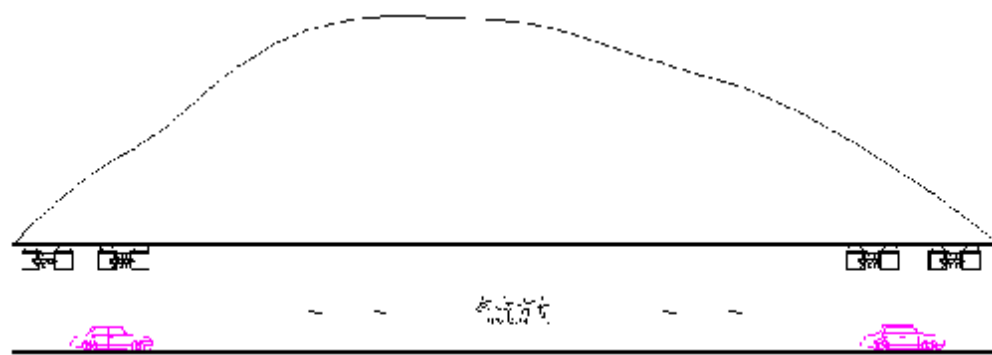


图 1-1 全射流纵向式通风+排烟泄水洞分两段排烟方案

#### 4.7 隧道通风风机选型计算

##### 4.7.1. 隧道射流风机选型计算

图 1-10 隧道纵向通风示意图



纵向式通风方案有以下特点：

- ①全部采用射流风机更有利于运营管理，在各种工况下操作及控制风机更简单。
- ②风机吊装施工简单，便于后期维修养护。
- ③射流风机出口风速一般高于 30m / s，能产生较大的推力，以高能量的少量风流推动隧道内的空气作定向流动，从而达到稀释和排除隧道内有害物的通风效果。
- ④风机前后配有消声器，使噪音控制在 75 分贝以下。
- ⑤根据防灾排烟的需要，射流风机能在 250℃ 的高温下持续运行 1 小时，并可逆向送风。

根据需风量计算结果，各隧道最大需风量工况下，隧道内设计风速均小于 10m/s，故各隧道均采用全纵向式通风。

根据隧道沿程摩阻损失和进出口局部阻力损失 $\Delta P_r$ 、自然风阻损失 $\Delta P_m$ 以及隧道交通阻力 $\Delta P_t$ 与射流风机升压力 $\Delta P_j$ 的平衡关系，计算得到隧道各工况下射流风机设置量，在满足隧道设计风速 $V_r$ 的条件下，射流风机台数可按下式计算：

$$i = \frac{\Delta P_r + \Delta P_m - \Delta P_t}{\Delta P_j}$$

式中： $i$ —所需射流风机的台数（台）；

对于火灾工况，应考虑火风压的影响，火风压计算可按下式：

$$\Delta P_f = r \cdot g \cdot \Delta H_f \cdot \frac{\Delta T_0 \cdot e^{-\frac{c}{G}x}}{T}$$

处于安全考虑，火风压按照阻力考虑，计算所需射流风机台数为 1~6 组时，备用 1 组；计算所需射流风机台数大于 6 组时，按所需台数 15% 备用。

根据隧道沿程摩阻损失和进出口局部阻力损失、自然风阻损失以及隧道交通阻力与射流风机升压力的平衡关系，计算得到隧道各工况下射流风机设置量。射流风机采用分组悬挂，沿隧道纵向组织风流。射流风机主要技术指标：

- Ø 叶轮直径（m）~1120
- Ø 风机运行方向：双向可逆
- Ø 出口流量（m<sup>3</sup>/s）~31
- Ø 出口流速（m/s）~34
- Ø 轴向推力（N）~1140
- Ø 电机功率（kW）~30
- Ø 电机绝缘等级~H 级
- Ø 电机防护等级~IP55
- Ø 电机转速（rpm）~1470
- Ø 风机噪声（dB（A））~≦75（风机两端安装 1D 消声器，@10m@45°角，自由声场）
- Ø 风机重量（kg）~950
- Ø 主要部件寿命~≧20 年
- Ø 风机尺寸（mm）~3350×1320×1320（长×宽×高，含配备 2 只 1 倍风机直径长消声器）
- Ø 电源条件~380V±10% / 50Hz±0.5

Ø 在环境温度为 250℃的情况下，整套风机设备满负荷运转 1 小时，不应出现机构、电气、或结构方面的故障。

表 1-11 白云山隧道风机配置

隧道风机									
隧道名称	位置	隧道长度 (m)	各工况射流风机需设置数量 (台)					射流风机设置数量 (台)	射流风机功率 (kw)
			设置时期	运营	阻滞	火灾	换气		
白云山隧道	左线	6442	近期	0	0	38	33	39	1170
			远期	0	0	39	27	39	1170
	右线	6404	近期	0	0	37	32	39	1170
			远期	0	0	38	25	39	1170

射流风机按照 15%的备用量取值；

#### 4.7.2. 轴流风机选型计算

##### (1) 隧道排烟分区设置

隧道设一处排烟泄水洞，左线排烟口 ZK83+326，右线排烟口 YK83+286，防灾排烟采用排烟泄水洞分段通风排烟方式。隧道排烟区段划分如下表。

表 1-12 隧道排烟区段划分表

名称	第一排烟区段		第二排烟区段	
	左线	ZK81+693	ZK83+326	ZK83+326
	1633		4814	
右线	K81+705	K83+286	K83+286	K88+120
	1581		4834	

排烟泄水洞平面线形基本跟白云山隧道左线一致，位置位于白云山隧道左线左边线左侧 30m 左右。排烟泄水洞长 1593.172m，洞口桩号为 K0+039，洞口设计标高为 591.61m，纵坡 1.32%，设计标高比白云山隧道左右线设计标高低 0.87m~3m(其中洞口低 0.87m，涌水点低约 3m)，沟底高程低于白云山隧道左右线沟底高程 0.64m~2.77m(其中洞口低 0.64m，涌水点低约 2.77m)。隧道内涌水通过排烟泄水洞排入 K81+400 左侧天然冲沟排出。排烟泄水洞断面采用半圆形断面，半径 3.0m，宽 6m，高 7.05m。排烟通道设置在上部分，排水沟设置在下部分，为防止排烟期间烟雾排入排水沟并通过排水沟流串到主洞内，排水沟上面设置横隔板。

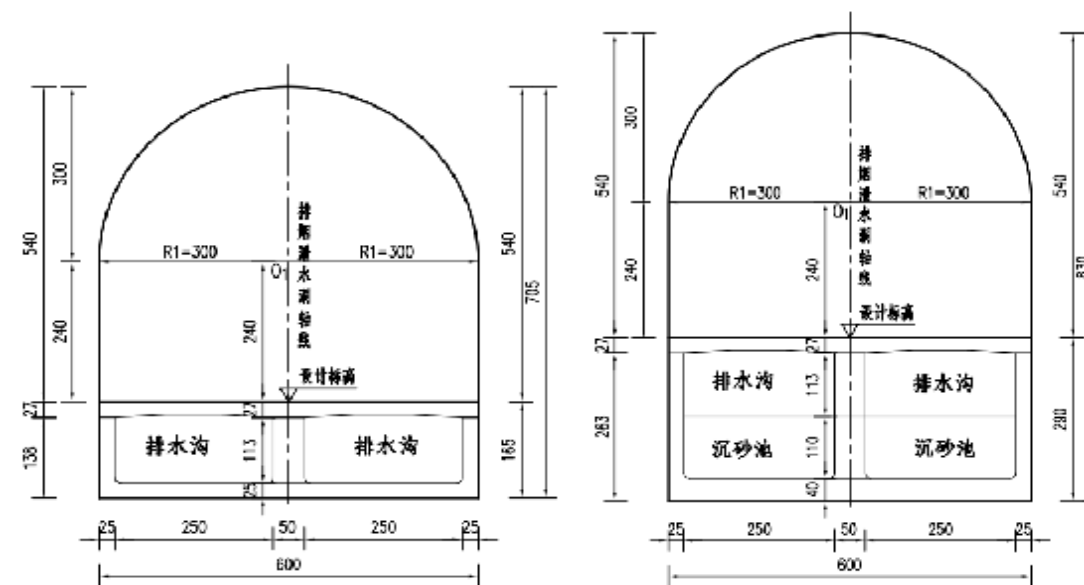


图 1-11 排烟泄水洞 (PXSD) 内轮廓图

本项目白云山隧道采用排烟泄水洞分段排烟方案，排烟泄水洞设置在隧道左侧，联络风道对称布置，排烟轴流风机选型根据左线和右线通风阻力计算结果配置。考虑泄水洞因密封措施不严可能导致漏风的影响，根据《建筑防烟排烟系统技术标准》(GB 51251-2017)4.6.1 条，通风计算中按照 20%考虑漏风量，排烟泄水洞排烟量取值 344.34m³/s。

表 1-13 白云山隧道左线排烟风机选型计算

左线排烟道计算数据					
风道阻力系数 λ	风道空气密 ρ	流量(m³/s)	风机环境大气压 p	风机环境温度	风道类型
c	c(kg/m³)		(N/m²)	T(K)	
0.02	1.20	344.34	97.31	305.40	排烟
联接排烟道计算结果					
连接风道名称	风道沿长 Xci (m)	风道当量直径 Dci (m)	风道的面积 Aci (m²)	局部阻力系数 ξ c	风道的阻力 Pc(Pa)
排烟口	0.00	5.68	30.15	1.27	99.39
排烟联络通道	5.77	5.68	30.15		1.75
折曲风道	23.51	5.51	27.31	0.18	26.12
风道弯头		5.68	30.15	0.20	15.65
折曲风道	26.00	5.68	30.15	0.09	14.92
折曲风道	26.00	5.68	30.15	0.18	21.96
渐缩	16.00	5.52	27.34	0.39	43.19
排烟泄水洞	1593.00	5.52	27.34		604.52
风道弯头		5.52	27.34	1.00	95.18
防护网、出口		5.52	27.34	1.00	95.18
风机房、风阀、					250.00



消声器				
火风压				50.00
合计	1690.28			1317.86
排掩口口动压力	P 排风口= $p/2*ve1*ve1$			78.26
竖井底部富裕压力	$Ps = \Delta Pt2 + \Delta Pe2 - \Delta Pr2 - \Delta Pm2$			-256.92
排风机全压	$\Delta P = (\sum P \text{风道} + P \text{风口} - Ps) * 1.1$			1818.35
轴流排风机计算参数				
轴流风机台数	2.00	单台轴流风机风量		172.17
单台轴流风机全压输出功率	288.45	单台轴流风机全压输入功率		360.57
单台轴流风机电机输入功率	440.69	电机总功率		881.39

表 1-14 白云山隧道右线排烟风机选型计算

右线排烟道计算数据					
风道阻力系数 $\lambda c$	风道空气密 $\rho c$ (kg/m <sup>3</sup> )	流量 (m <sup>3</sup> /s)	风机环境大气压 $p$ (N/m <sup>2</sup> )	风机环境温度 $T$ (K)	风道类型
0.02	1.20	344.34	97.31	305.40	排烟
联接排风道计算结果					
连接风道名称	风道沿长 $Xci$ (m)	风道当量直径 $Dci$ (m)	风道的面积 $Aci$ (m <sup>2</sup> )	局部阻力系数 $\xi c$	风道的阻力 $Pc$ (Pa)
排烟口	0.00	5.68	30.15	1.27	99.39
排烟联络通道	81.00	5.68	30.15	0.18	38.63
折曲风道	26.00	5.68	30.15	0.09	14.92
折曲风道	26.00	5.68	30.15	0.18	21.96
渐缩	16.00	5.52	27.34	0.39	43.19
烟泄水洞	1593.00	5.52	27.34		604.52
风道弯头		5.52	27.34	1.00	95.18
防护网、出口		5.52	27.34	1.00	95.18
风机房、风阀、消声器					250.00
火风压					50.00
合计	1742.00				1312.97
排掩口口动压力	P 排风口= $p/2*ve1*ve1$				78.26
竖井底部富裕压力	$Ps = \Delta Pt2 + \Delta Pe2 - \Delta Pr2 - \Delta Pm2$				-156.59
排风机全压	$\Delta P = (\sum P \text{风道} + P \text{风口} - Ps) * 1.1$				1702.61
轴流排风机计算参数					
轴流风机台数	2.00	单台轴流风机风量			172.17

单台轴流风机全压输出功率	270.09	单台轴流风机全压输入功率	337.62
单台轴流风机电机输入功率	412.64	电机总功率	825.28

根据白云山隧道轴流风机压力和功率计算，参考市场现有轴流风机参数，其中排烟轴流风机选用三台，两用一备。轴流风机选型如下配置如下：

表 1-15 轴流风机计算性能参数表

项目	单位	白云山隧道
设计全压	Pa	1850
设计风量 (单台)	m <sup>3</sup> /s	180
风机功率	kw	500
运行方式		两用一备

轴流风机的主要技术指标：

- Ø 卧式安装、单向无导叶、单级大型轴流风机
- Ø 轴流风机由内置式电动机驱动，风机安装采用 M 架支撑，M 架钢板的厚度不小于 10mm。
- Ø 叶片为铸铝合金材料制作，壳体采用热镀锌，镀锌量大于 600g/m<sup>2</sup>。
- Ø 轴流风机要求在紧急情况下能够满足 250℃/1 小时运行的要求。
- Ø 排风机：风量 (m<sup>3</sup>/s)：180；风压：(Pa) 1850；
- Ø 叶轮直径 (mm)：φ 2600；电机功率 (kW)：500；
- Ø 效率：≥70%
- Ø 电机绝缘等级：H 级
- Ø 电机防护等级：IP55
- Ø 电源条件：380V±10% / 50Hz±0.5
- Ø 在环境温度为 250℃的情况下，整套风机设备满负荷运转 1 小时，不应出现机构、电气、或结构方面的故障。

通风启动控制

轴流风机启动采取软启动方式。

轴流风机采用并联运行方式，各风机的应严格按照下列启动顺序及启动程序运行，以确保系统运行的稳定性。一般开机步骤为：

- (1) 打开第一台风机的风阀，同时启动第一台风机，其它未启动的风机的风阀保持关闭。
- (2) 打开第二台风机的风阀，同时启动第二台风机，其它未启动的风机的风阀保持关闭。

#### 4.8 附属用房通风系统设计

变电所设机械通风系统，通风量按排除室内余热风量计算，若排除余热需风量低于 6 次/h 换气次数计算风量，变电所通风量按 6 次/h 换气次数取值。变电所为设备用房，不属于可燃物较多且经常有人停留的房间，不设机械排烟系统。

## 4.9 风机的启动及控制

### 4.9.1. 通风控制方式

隧道通风采用自动控制方式，并用手动控制方式辅助。

手动控制方式考虑联动控制与单独控制。

联动控制为预先确定风量档次，通过单手操纵风量各档次按钮，使射流风机联动出此控制风量的控制方式。

单独控制为通过人工对每台风机的启、停单独实施控制的控制方式。

手动控制可以通过人手工操作软件人机界面，由控制系统发出控制信号的方式进行；还可通过手工操作隧道内风机配电箱上按钮进行。前二者可实施联动控制和单独控制，后者只能实施就地控制，其主要功能为提供检修后就地测试风机运转情况的手段。

射流风机采用直接启动，配电回路设置可逆接触器组进行风机的正、反转控制，控制线缆接入变电所内本地控制器，执行隧道监控所的控制指令。

### 4.9.2. 通风控制方法

通风控制方法考虑采用直接控制法、间接控制法和程序控制法相结合的方案。直接控制法：通过分布在隧道内各点的烟雾透过率传感器和一氧化碳浓度传感器，直接检测隧道内烟雾浓度和 CO 浓度值，经计算处理后，给出控制信号，控制风机运转。

间接控制法：根据进入隧道前区段的交通量信息及洞内车辆检测器检测信息，实时了解隧道内交通量、行车速度、车型构成等，分析并计算出车辆烟雾和 CO 排放量，实施风量控制。

程序控制法：不考虑 VI、CO 浓度及交通量的实际变化情况，而是根据经验，按时间区段估计交通量及其相应所谓烟雾和 CO 排放量，按预定程序控制风机运转。

射流风机在变电所低压柜内由监控系统设置的 PLC 集中控制。轴流风机控制由监控系统在风机房内设置 PLC 完成。射流风机现场可实现正反转控制，现场配有手操箱。射流风机启动采用直接启动。隧道射流风机电缆采用 WDZB-YJY 型电缆，控制电缆采用 WDZB-KYJYP 型，防灾风机电缆采用 WDZBN-YJY 型电缆。隧道射流风机和轴流风机采用放射式供电方式，一台风机配置一根线缆，从变电所馈出的主电缆直接至隧道射流风机和轴流风机。在每组射流风机位置和每台轴流风机位

置设置现场启动箱。

### 4.9.3. 正常营运工况的通风控制流程

在正常营运工况时，其通风控制方式一般设定在自动控制方式。系统自动记录每台当前未投入运行的风机的当前停运时间(从最近一次停止运转到当前时间为止的时间间隔)和每台当前正投入运行的风机的当前运行时间(从最近一次启动到当前时间为止的时间间隔)。当系统判定需新启动部分风机进行通风时，系统优先启动当前停运时间最长的风机；当系统应停运部分风机时，系统优先停止当前运行时间最长的风机。

通风控制方式也可以设定在手动控制方式。此时系统仍然对是否新启动风机进行通风，以及是否应停运部分风机进行判定，但并不自动完成起、停动作，而是以声光手段提醒操作人员，并提出推荐动作。

射流风机宜成组启动，当一次需要运行多组射流风机时，应采用延时启动，每台（组）风机采用间隔启动，时间间隔不小于 30s，避免同时启动对供电设备的冲击过大。

### 4.9.4. 火灾工况的通风控制流程

当隧道内发生火灾时，火灾前方的车辆以正常车速迅速驶出隧道；

安全疏散阶段，通过设置的射流风机将洞内风速控制在 1.5m/s。灭火救援阶段，通过设置的射流风机数量，将洞内风速控制在不小于 3.0m/s，使火灾烟尘从隧道行车方向出口排出，从而保证火灾后方的车辆处于安全状态

隧道在火灾工况时应采用手动控制的通风方式，如果其通风控制方式原设定在自动控制方式，系统应自动切换到手动控制方式。

## 4.10 隧道火灾通风排烟方案

火灾工况下的防火救灾，首先应进行火灾区段划分，然后根据火灾发生时的人员撤离路线，制定控制风机运转的方案，以达到排烟灭火、人员逃生的目的。白云山隧道采用全射流纵向式分段排烟模式，与运营通风采用同一套设备。本隧道划分为 2 个排烟区段，当火灾发生在 A 区段时，采用斜井集中式排烟；当火灾发生在 B 区段时，采用全纵向射流排烟。如下图所示，并利用左右洞联络横通道作为人员车辆撤离通道。

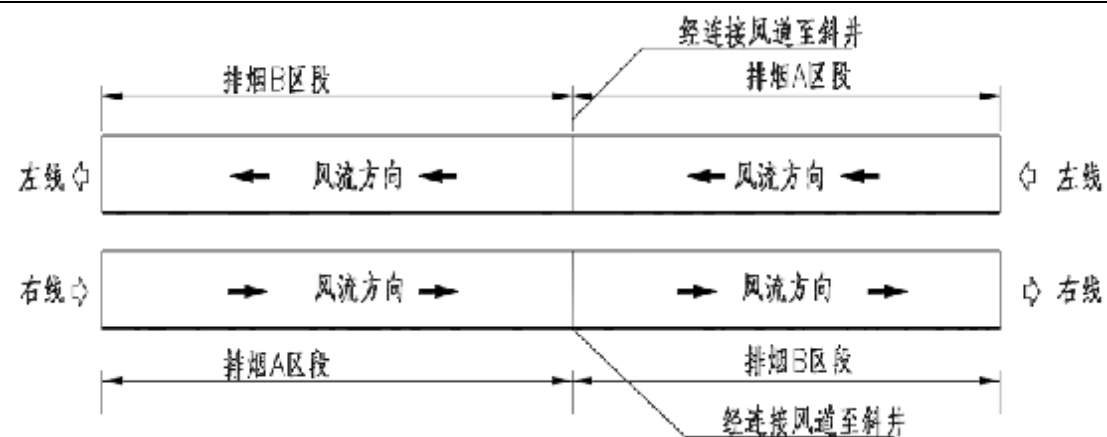


图 1-12 隧道排烟区段划分示意图

① 右线排烟方案

当右线 A 区发生火灾，立即封闭右线交通，火灾前端车辆从出口迅速撤离，后端车辆通过联络横通道从左线撤离。启动右洞排风机房轴流风机，保持右线 A 区段风速不低于 3.50m/s，烟经右洞排烟联络道由斜井排出。

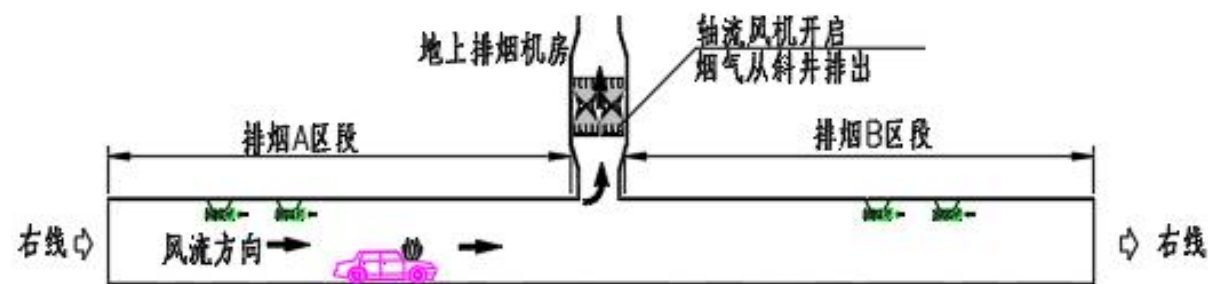


图 1-13 右洞 A 区段排烟示意图

当右线 B 区发生火灾，立即封闭右线交通，火灾前端车辆从出口迅速撤离，后端车辆通过联络横通道从左线撤离。保持 B 区段风速不低于 3.50m/s，烟由出口排出。

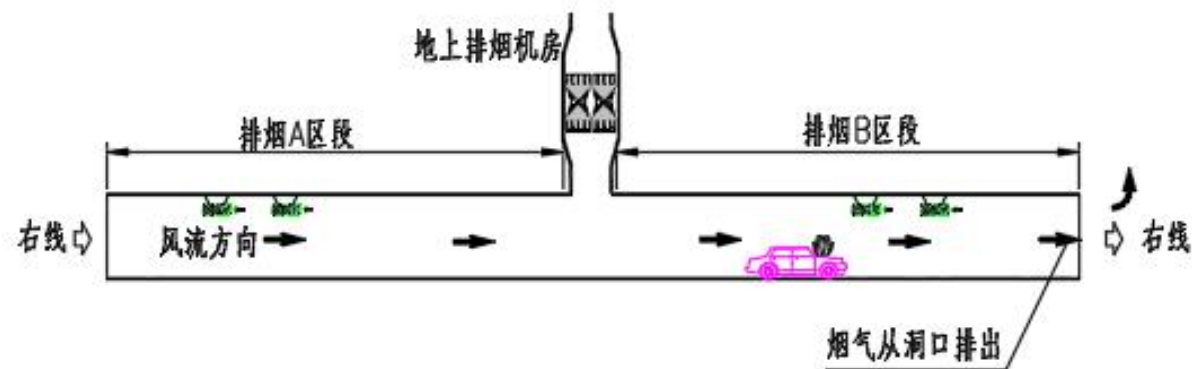


图 1-14 右洞 B 区段排烟示意图

② 左线排烟方案

当左线 A 区发生火灾，立即封闭左线交通，火灾前端车辆从出口迅速撤离，后端车辆通过联络横通道从右线撤离。启动左洞排风机房轴流风机，保持左洞 A 区段风速不低于 3.50m/s，烟经左洞排烟联络道由斜井排出。

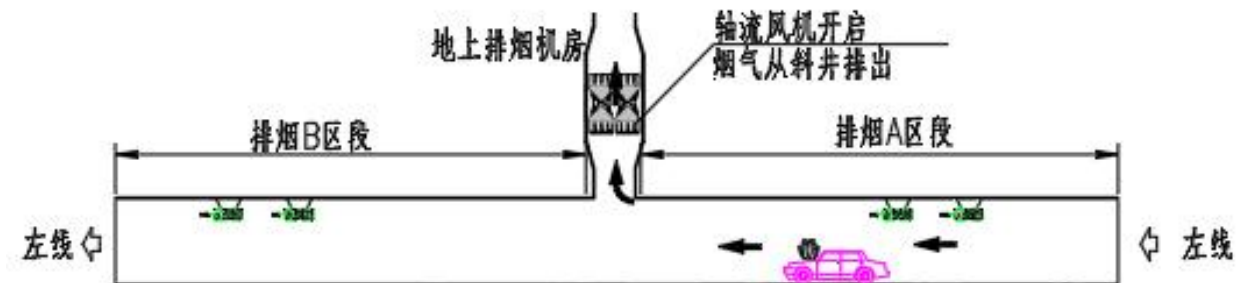


图 1-15 左洞 A 区段排烟示意图

当左线 B 区发生火灾，立即封闭左线交通，火灾前端车辆从出口迅速撤离，后端车辆通过联络横通道从右线撤离。保持 B 区段风速不低于 3.50m/s，烟由出口排出。

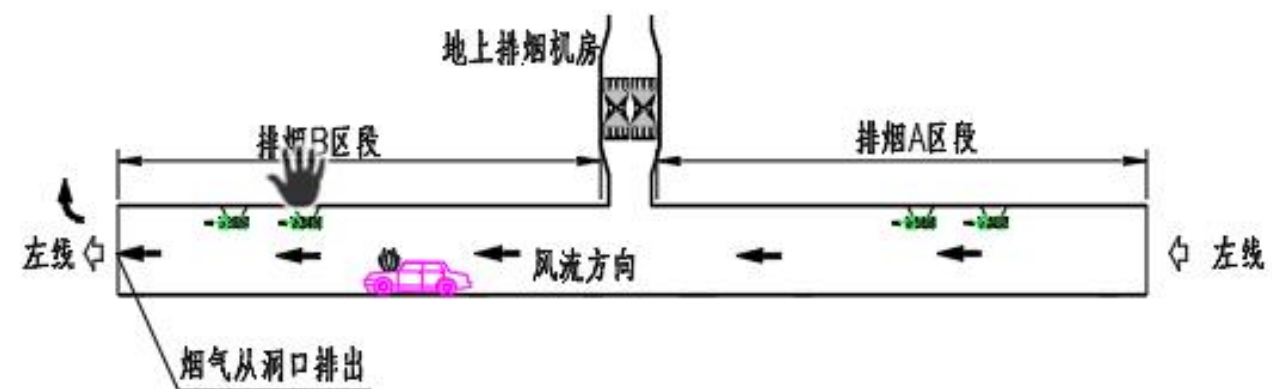


图 1-16 左洞 B 区段排烟示意图

5. 隧道消防

5.1. 设计原则

(1) 渝湘高速公路复线巴南至彭水段共 2 隧道需进行消防设计，依次为：白云山隧道及马鞍山隧道。其中白云山隧道长度大于 3km。

(2) 白云山隧道为 A+级隧道，需要设置灭火器、消火栓及水成膜泡沫灭火装置，火灾延续时间为 4h。

(3) 马鞍山隧道为 D 类隧道，仅设置灭火器。灭火器洞室设置于行车方向右侧，间距 40m，每处灭火器洞室设置 5 具手提式磷酸铵盐干粉灭火器 MFZ/ABC6。

(4) 本项目隧道消防系统设计内容主要包括：室外消火栓，消防水泵接合器、室内消火栓、

水成膜泡沫灭火装置、灭火器、消防管网、高位水池、集水池及消防泵房等。

(5) 隧道消防采用以防为主, 防消结合原则。隧道一旦发生火灾, 尽可能把火灾限制在最小范围内, 迅速检测、报警、自救, 由控制中心确认并实施有效灭火行动, 最大限度发挥系统作用; 降低人员伤亡及损失。

## 5.2. 设计依据及执行规范

- 2 主体单位提供的相关设计、水文地质资料;
- 2 《给水排水制图标准》(JB/T 50106-2001)
- 2 《建筑设计防火规范》(GB50016-2018);
- 2 《公路隧道设计规范 第二分册 交通工程及附属设施》(JT D70/2-2014);
- 2 《泵站设计规范》(GB50265-2010);
- 2 《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005);
- 2 《公路隧道交通工程设计规范》(JTG/TD71-2014);
- 2 《气体灭火系统设计规范》(GB 50370-2005)
- 2 《泡沫灭火系统设计规范》(GB50151-2010)
- 2 《干粉灭火系统设计规范》(GB50347-2004)
- 2 国家现行的建筑、结构、给水排水、消防、暖通等专业的设计规范、图集等。

## 5.3. 设计界面划分

隧道内横洞防火门的设计由消防专业完成并计量, 防火门的控制由监控专业设计, 防火门控制箱至供电电源间的供电电缆由供电专业考虑计量。

消防泵房内高位水池补水泵(潜水泵)由消防专业设计, 变电所至水泵房供电电缆由消防专业考虑; 供电专业需预留消防负荷, 监控专业需预留点位, 可水泵控制柜自带 PLC 数据上传。

房建专业要根据消防专业提供的消防泵房平面尺寸及要求进行房建及房建配套水暖电设计, 消防专业只负责与消防有关的消防水泵、潜污泵相关设计。房建专业应预留泵房集水坑。隧道内的横洞变电所的防火门、气体灭火系统由消防专业考虑, 隧道洞口外隧道变电所的消防灭火由房建专业设计。

## 5.4. 消防组织

(1) 隧道消防采用以防为主, 防消结合的设计原则, 隧道一旦发生火灾, 要尽可能把火灾限制在最小范围内, 须具有三个梯队形式, 并各自分别配置有效的灭火设备。

第一梯队: 是隧道使用人员包括司机和乘客, 第一梯队总是首先发现和面临火灾, 但是他们没有专门的消防技术, 因此隧道消防箱内所设置的消防设备必须充分考虑到容易辨认和方便操作;

第二梯队: 是隧道管理人员组成的兼职消防队, 第二梯队是在隧道火灾发生后一段时间才能到达火灾现场, 他们具有专门的消防技能, 但一般不携带设备, 而是使用隧道内的消防设备。根据国内外公路隧道运营经验和国际道路会议常务委员会推荐第一、第二梯队使用的最佳灭火设备是轻水泡沫系统;

第三梯队: 是专业消防队, 发生重大火灾, 以及现场可燃物长时间燃烧时, 使用消火栓、消防车等消防设备进行的强力灭火, 第三梯队救援力量主要依靠当地地方消防单位。因此在日常运营中, 应积极做好防灾预案, 与当地的消防部门和医院等单位做好救援演练工作。

### (2) 火灾情况下的控制顺序

① 当隧道内火灾探测器、手动报警按钮、紧急电话发出火灾报警信号时, 隧道管理所通过摄像机进行火灾区段的验证并录像, 确认火灾后, 立即请求执行火灾预案, 得到授权后, 立即执行相应火灾情况下的系统控制预案, 进行通风、照明、交通系统联动控制。同时报告火警、交警、急救等相关单位, 并请求相关单位派专业人员现场负责指挥、调度以及进行人员救援和火灾灭火工作;

② 关闭隧道禁止车辆继续驶入隧道, 并发布火灾信息;

③ 按照火灾情况下开启相应的风机, 进行火灾通风, 阻止烟雾逆流。开启隧道内所有的照明系统便于救火及人员的逃生;

④ 启动隧道交通流控制系统, 调整各隧道内车道指示标志, 引导人员进行疏散;

⑤ 组织相关人员灭火, 当火势不能控制时, 等待专业消防队;

⑥ 专业消防队进行灭火;

⑦ 火灾扑灭后, 应全面坚持火灾现场, 彻底消灭残火, 及时了解和查找失火原因, 统计火灾损失, 清理消防器材, 协助有关人员勘测、清理事故现场, 尽快恢复和疏导交通;

⑧ 灭火任务完成后, 应及时清理、补充灭火器材, 修复损毁设备, 使之处于完好待命状态。

## 5.5. 隧道水消防供水方案

根据《公路隧道设计规范 第二分册 交通工程及附属设施》(JT D70/2-2014)要求, 隧道消防采用常高压系统, 设置高位水池。高位水池的容积满足火灾延续时间内的消防用水量要求, 池底标高满足消防系统最不利消火栓工作压力要求。

设置水消防的隧道, 其供水管网配置高位水池及集水池, 消防水源优先采用深水井。供水主管采用 DN200 的内外壁热镀锌钢管, 隧道外采用法兰连接, 隧道内采用卡箍沟槽式连接。隧道内

主管敷设隧道行车方向右侧弱电沟内，在消防洞室处采用 DN80 分支管上弯进入水消防洞室，为消火栓以及水成膜灭火设备供水；隧道内每 5 个消火栓设置检修蝶阀。

本项目设置水消防隧道仅白云山隧道，隧道长度大于 5km，隧道按 4 小时火灾延续时间设计，**隧道内消防用水量不小于 20L/s，隧道外消防用水量按 10L/s 考虑**，消防设计用水量 432m<sup>3</sup>。

白云山隧道为超长隧道，按照消防设计用水量，并结合项目区水文地质情况，适当考虑室外消防用水量，高位水池容积为 600m<sup>3</sup>（2 座 300m<sup>3</sup> 高位水池串联供水，独立设置），确保消防用水量大于 432m<sup>3</sup>。隧道洞口设集水池，作为高位消防水池后备，按容积 1:1 设置低位消防水池，集水池容积为 600m<sup>3</sup>（2 座 300m<sup>3</sup> 高位水池串联供水）。

## 5.6. 消防给水控制系统触发机制

本路段隧道常高压供水系统的触发机制有以下几种情况：

（1）隧道发生火灾，现场人员触发消防洞室箱旁边的监控手动报警按钮，直接向监控中心报警，在人工确认火灾后遥控启动消防水泵（通过消防控制柜）。

（2）隧道发生火灾，使用人员没有使用报警而直接使用固定式水成膜泡沫灭火设备、消火栓，由于不断用水使得低位水池连续向高位水池补水，触发报警信号并使得消防控制柜自动启动消防水泵。

（3）隧道发生火灾，监控中心通过其它各类传感器判定火灾发生，遥控启动消防水泵（通过消防控制柜）。

（4）隧道沿线消防供水管路发生严重渗漏，低位水池连续补水、起泵、报警，监控中心经判定没有发生火灾，指令现场检修管路。

（5）火灾发生，低位水池或者深井泵水位低于停泵水位，消防控制柜强行本地自动或遥控关闭水泵。

（6）水池水份蒸发或不明原因漏水，缺水状态报警，监控中心经判定没有发生火灾，指令现场检修水池或者补水。

## 5.7. 隧道消防系统工况及流程

仅从隧道消防系统自身反应流程角度出发，可以有以下工况以及流程：

（1）发生火灾后，现场人员（司机、管理人员）直接就近使用灭火器，却没有触发监控系统的手动报警按钮，监控系统通过各类传感器发现火情并相应处理；最终靠灭火器把火熄灭；

（2）发生火灾后，现场人员（司机、管理人员）直接就近使用灭火器或者固定式水成膜泡沫灭火设备、消火栓，却没有触发监控系统的手动报警按钮，但是由于低位水池连续补水，消防控制

制柜系统自动报警；监控系统通过消防上传报警信号或自身其它传感器接获报警并相应处理；最终靠灭火器或者固定式水成膜泡沫灭火设备把火熄灭；

（3）发生火灾后，现场人员（司机、管理人员）直接就近使用灭火器或者固定式水成膜泡沫灭火设备、消火栓，同时触发监控系统的手动报警按钮，监控系统通过消防上传报警信号或自身其它传感器接获报警并相应处理；最终靠灭火器或者固定式水成膜泡沫灭火设备、消火栓把火熄灭；

（4）上述工况均未能把火熄灭，本路段配置的消防车辆、社会救援力量赶赴现场把火熄灭。同时清障、抢救伤员人员。

## 5.8. 水消防

### 5.8.1. 灭火器

采用水消防的隧道的灭火器的配置 3 具磷酸铵盐干粉灭火器 MFZ/ABC6。间距 40 米，与消火栓同洞室。

### 5.8.2. 室内消火栓

隧道室内消火栓位于隧道消火栓洞室内，行车方向右侧间距为 40m，SNSS(W)65 型双栓双出口减压稳压消火栓一个，25m 水龙带两条，19mm 开花直射水枪两个，PMZ30 型水成膜泡沫灭火装置一套。其中 SNSS(W)65 减压稳压消火栓选型根据隧道内静压分布来选择，静压 ≤0.8Mpa 选用 SNSSW65- I 型减压稳压消火栓；0.8Mpa < 静压 ≤1Mpa 选用 SNSSW65- II 型减压稳压消火栓；1Mpa < 静压 ≤1.6Mpa 选用 SNSSW65-III 型减压稳压消火栓。

主要技术指标要求：

水枪充实水柱长度 ≥13m

喷射时间 ≥120min

喷射流量 ≥5L/S。

消火栓箱采用不锈钢材质。消火栓箱设置永久性固定标识。

### 5.8.3. 水成膜泡沫灭火装置

水成膜泡沫灭火装置设置在隧道消火栓洞室内，包括 1 支低倍数泡沫喷枪和 1 个低倍数比例式混合器、30L 水成膜泡沫原液，要求抗溶、环保；1 套小口径 DN25 消防卷盘 30m；该系统主要用于扑灭油类物质引起的火灾，使用时储液罐内的泡沫经水射器按比例与水混合喷出，在燃烧物质与空气间形成隔断的保护膜，达到灭火的目的。主要技术指标要求：

泡沫液混合比： 3%

混合液流量： $\geq 30\text{L}/\text{min}$

泡沫液储量：30L

喷射距离： $\geq 6\text{m}$

喷射时间： $\geq 30\text{min}$

供水压力： $\geq 0.4\text{MPa}$

发泡倍数： $\geq 4.5$  倍。

#### 5.8.4. 水泵接合器、室外消火栓及 Y 型过滤器

在隧道进出口端洞口中间设水泵接合器，用于消防车给管网补水，采用地上式，设计参照国标图集 99S203。

在隧道左右线洞口行车方向右侧 4m 处及隧道内紧急停车带处设室外消火栓，可为消防车补充消防用水，以配合灭火器和消火栓扑救较大的火灾。

隧道洞口同时设置带伸缩器的 Y 型过滤器，防止水中杂质堵塞水成膜泡沫灭火装置。

#### 5.8.5. 消防水源

(1) 隧道的消防水源一般为深井水、山间溪流、河流水、围岩渗透水或山泉水中的一种或组合。

(2) 根据隧道两端洞口现场调研，隧道洞口无明显出露稳定的地表水源，隧道消防水源宜采用深水井。深水井深度暂按 100m 考虑；深水井的实际深度根据深水井的出水量确定，深水井的出水量应满足高位消防水池 48h 内补满要求。

(3) 深水井的选址及成井由当地经验丰富的专业打井队完成，深水井的选址应避免滑坡、泥石流、破碎带等不良地质带，并尽可能的靠近集水池。

(4) 水源井（深井）潜水泵井室结构设计可参照国标图 94S651。所打深井，均取用地下深层承压水，深井静水位、动水位资料要求施工方成井后实际抽水试验确定，深井泵的最终型号应根据实际井深确定；工程量包括全部配套设施、勘察等费用，工程界面划分在蓄水池入口处，本次设计中工程量清单仅按深井一口计量。

(5) 深水井潜水泵采用自动控制：当集水池水位升高水位时停泵；当水位降低至低水位时开泵，潜水泵控制柜设置在潜水泵井室内，潜水泵软起控制、具备低频自动循检功能；潜水泵控制柜通过 RS485 总线与水泵房 PLC 通信并受 PLC 控制。

#### 5.8.6. 集水池、高位水池及水泵房

(1) 水池设有进水管、出水管、放空管、溢流管、通气管，本图内检修孔、低位蓄水池、钢梯、穿墙管、穿墙管加固、水管吊架、通风孔等均详见《矩形钢筋混凝土蓄水池》（05S804）。

低位蓄水池进、出口处设格栅以防止浮流物阻塞管道。高位水池池底的标高能使隧道内消防管网有不小于 0.4MPa 的压力。低位蓄水池的水经水泵提升至高位水池，而后由高位水池通过 2 根出水管向隧道环状给水管网供水。管网保持常有水状态，一旦发生火灾，即可投入使用。

(2) 消防水池采用 2.0mm 双光面高密度树脂（HDPE）防渗膜防渗。底板，内墙，顶板均需进行防渗处理。防渗材料铺设过程中必须进行搭接宽度和焊缝质量控制，每一道焊缝均须进行充气检查或电火花检查。防渗材料使用锚固压条进行锚固。

(3) 集水池旁做半地下式加压水泵房，水泵房内设置卧式单级消防泵两台，水泵一用一备；日常补水时主泵运行，火灾情况下主、备泵同时运行；非正常状态时，如管道、水泵故障时，人工在水泵房中调节供水路径。**消防水泵吸水管设置 Y 型过滤器，出水管上设置防水锤消除器。**

(4) 水泵房内控制柜用来对消防泵和潜水泵（深井泵）进行控制，消防泵及潜水泵（深井泵）的启动采用软起方式；控制柜采用以 PLC 为核心的控制方式，应具备远程控制和现场手动控制功能，本地控制加装数显表，直接显示各水池水位；控制柜内设置工业交换机，接入隧道监控系统，后上传监控中心。水泵控制柜应具有低频自动循检功能，定期使水泵低速运转，防止生锈抱轴。

(5) 各水泵出水管设置远传压力表，用于监视水泵工作时供水压力是否正常，深井内设置液位传感器用于实时水位变化。所有的采集数据送入水泵控制柜。

(6) 高、低位水池内设置远传水位显示仪，设置浮球阀用于水位的超高、超低报警。

(7) 取水构筑物的防洪标准均应满足《室外给水设计规范》GB50013-2006 要求。

#### 5.8.7. 消防管道敷设

隧道消防供水管网包括隧道外供水管网及隧道内供水管网两部分。隧道内、外消防主干管宜采用相同管径，隧道内消防管网的进水管为两根，且构成环网。

隧道内干管采用 DN200 内外壁热镀锌钢管，沟槽式连接件（卡箍）连接，角钢支架固定；左、右线两管通过在隧道进、出口两端，设置连通管相互连接，形成可靠的环状供水管网，连接管管径为 DN200。隧道内的消防干管外包 30mm 厚聚氨酯保温板防冻保温，隧道内消防给水管道每隔 5 个消火栓箱处设置检修蝶阀；针对热胀冷缩进行设置伸缩节，隧道洞口温度变化大，建议洞口 400 米内管道伸缩节 200 米一处；隧道中部温度变化不大，400 米一处。当消火栓栓口的出水动压力超过 0.5MPa，消火栓栓口静水压力超过 1.0MPa 时，通过设置减压孔板或减压稳压消火栓减压。隧道内主干管上每隔 1km 以及主干管与横向连接管连接处设置排气阀；在管网的最低处设置排泥阀。隧道进、出洞口附近四个消火栓箱内设置压力表。

隧道外消防管道采用 DN200 内外壁热镀锌钢管，法兰盘连接，管道埋设深度为 1 米左右，且

应大于当地最大冻土深度 0.3m；为防止热胀冷缩对管道产生不利影响，适当位置处设置管道伸缩器。

### 5.8.8. 人行横道平推门、车行横道卷帘门

隧道内各处人行横道及车行横道处采用防火门进行防火分隔，人行横道采用平推门，车行横道采用防火卷帘门，横洞变电所采用平推门；隧道左、右线各设一镗防火门（防火卷帘），防火门耐火等级为钢制 A 级防火隔热门，防火卷帘采用钢制防火、防烟卷帘，其中隧道长度大于 3000m，耐火极限不小于 3h，隧道长度小于 3000m，耐火极限不小于 2h；横洞变电所防火门按 3h 考虑，防火门常闭，火灾时可自动或手动开启。

### 5.8.9. 隧道消防设备指示标志

本设计在消防洞室外设置隧道消防设备指示标志。隧道消防设备指示标志采用双面电光标志，安装高度 2.5m。

### 5.8.10. 高位水池检修道路

考虑到日后工作人员要对高位水池进行不定期的维护与检查的方便，修建一条通往高位水池碎石砼人行道路；高位水池检修道路沿高位水池管道敷设，宽度 2m，工程量据实计量。

### 5.8.11. 防火封堵

隧道消防沟内考虑防火封堵，间距 100m 一处，采用无机不燃材料封堵。每处防火封堵墙厚 200mm，两侧采用 12mm 厚无机防火封堵板材，中间填充柔性有机防火材料（胶泥）；每处防火封堵所用的材料根据电缆沟尺寸据实确定。

### 5.8.12. 洞内变电所防火设计

隧道洞内变电所按现行规范设置七氟丙烷气体自动灭火系统，自动气体灭火系统施工前需经专业厂家进行二次深化设计。

## 6. 供配电工程

### 6.1 工程范围

本项目供电范围为隧道监控、照明、消防及其它用电负荷。

### 6.2 外电情况及供电方案

#### 1、外电情况

为减少项目投资，优化利用资源，建议本项目采用永临结合方案（施工用电与永久性用电相结合）。前期隧道施工时的 10KV 电源按照永久性用电的要求架设。经调查在隧道周围均有 10KV

电源，距离接入点的距离为 6-12km。

#### 2、负荷分级

本项目隧道为高速公路隧道，车速高，照明灯具不允许瞬间停电，否则会发生重大事故，因此隧道应急照明灯具为特别重要的一级负荷；隧道内的监控等设备也不允许停电，因此监控等设备为一级负荷；隧道排烟风机和消防水泵也应为一级负荷；其他为二级负荷。隧道内负荷等级划分详见下表。具体负荷分级如表。

隧道重要电力负荷等级

序号	电力负荷名称	负荷级别
1	应急照明 电光标志 交通监控设施 通风及照明控制设施 紧急呼叫设施 火灾检测、报警、控制设施 中央控制设施	一级①
2	消防水泵（维持正常水压的加压水泵） 排烟设施	一级
3	通风机（指除作为一级负荷以外的其他风机） 非应急的照明设施 消防补水水泵（指为高低位水池补水的给水 泵）	二级
4	其余隧道电力负荷	三级

#### 2、变电所设置

隧道的供电方案与隧道功能、长度、外部电源、负荷等因素有关。对于不同长度的隧道，由于低压供电距离的限制，供电方案也有所不同。根据隧道长度白云山隧道采用入口短设置洞外变电所+3 个横洞变电所+1 个地上轴流风机房变电所，由于白云山隧道与马鞍山隧道距离较近，且为桥梁连接，马鞍山的用电电源由白云山特长隧道的 3 号横洞变电所接引。

根据电网调查，周边电网较丰富从市政取两路 10KV 独立电源较方便。

#### 3、供电方案

变电所设置双胎变压器每台变压器接引一路电源，两台变压器设置母联开关。正常情况下两

台变压器同时工作，当一台变压器故障或停电时由另一台变压器为一二级负荷供电。该方案接引两路外部电源，实现低压切换，操作方便，安全可靠。

高压系统采用单母线的供电方案。变电所的变压器低压系统采用单母线的接线方式。

隧道变电所设置 UPS、EPS 为应急照明灯具供电及监控设备供电。

#### 4、配电系统

隧道配电系统为 TN-S 系统，PE 线单独设置，变电所地网与隧道地网均压等电位连接。

##### (1) 照明配电

照明配电方式为树干式。变压器馈出的照明干线经电缆沟引至照明配电箱，照明配电箱分为支线后经预埋管引至电缆桥架，在各个灯具处采用绝缘穿刺线夹接线。

##### (2) 监控配电

变电所 UPS 馈出的监控干线经电缆沟引至监控配电箱，监控配电箱分为支线后经预埋金属管引至电缆桥架，在监控设备处引至用电点。从监控配电箱至监控设备采用放射式供电。

##### (3) 通风配电

隧道通风设备的容量较大，系统采用放射式接线，即每个通风设备均由一路配电电源供电。从变电所的馈线柜，经电缆沟引致风机的现场配电箱，经配电箱沿预埋金属管敷设至风机。

#### 5、无功补偿

为提高功率因数，变电所设置低压集中补偿装置。电容器组采用自动循环投切方式，要求补偿后功率因数不小于 0.95，为提高电源质量，提高设备的寿命要求无功补偿具有滤波的功能，采用带有补偿功能的有缘滤波器。

#### 6、防雷

系统防雷可分为防直击雷和防感应雷（操作过电压）两部分。

变电所建筑接闪器采用在屋顶上装设避雷网（带）或避雷针或针带混合组成。避雷网（带）应沿屋角、屋脊、屋檐等亦受雷击的部位敷设（由房建完成），以防止直击雷。

在变电所的各段保护器进、出线电缆两端均安装电涌保护器件。

感应雷的防护通过等电位连接、屏蔽、合理布线、共用接地系统和安装各类电涌保护器件等来进行有效的防护。

#### 6.3 成套开关柜设备

变电所内高压开关柜选用环网柜采用就地操作方式，其操作电源为由 UPS 接引。高压计量柜均由当地供电部门指定。低压开关柜选用 MNS 系列低压抽出式开关柜。开关柜的进线开关与发电机进线开关应具备机械、电气互锁功能。开关柜的各照明、风机回路应预留远程控制接口端子，

供监控系统监控照明、风机之用。

为防止偷盗，电缆沟盖板增加混凝土覆盖以防止电缆防盗、在箱式变电站设置围栏，围栏记在箱变中。

#### 6.4 变压器

变压器均采用非晶合金变压器，带温度控制器及相应的通信接口。在变压器绕组线圈温度上升到规定值时，温度控制器发出跳闸信号给低压主开关的脱扣线圈，使低压主开关跳闸甩掉低压负荷保护变压器。

#### 6.5 柴油发电机组

柴油发电机要求起动灵活，快速加载，含启动、控制设备及监控接口。当低压配电系统市电中断供电，机组在 5 秒钟内完成自动起动，10 秒钟内电压达到额定值并可向负载供电。自起动可连续作三次起动尝试，若三次起动失败，机组自动停止操作，并自锁和发出声音信号。当市电恢复正常，机组经延时后自动停机。

#### 6.6 不间断电源

变电所设置一台 UPS，在电源故障状态下由 UPS 为隧道的监控、应急照明等特一级负荷供电。UPS 的正常工作时间不小于 60 分钟。

#### 6.7 线缆

本项目的线缆如下：

高压电缆——阻燃铜芯交联聚乙烯绝缘电力电缆。

一般低压电缆——阻燃型铜芯交联聚氯乙烯电力电缆

应急、监控等电缆——耐火型铜芯交联聚氯乙烯绝缘导线

#### 6.8 接地

系统防雷接地、工作接地、保护接地共用接地系统，要求接地电阻不大于 1 欧姆。在隧道两端洞口处均作重复接地，接地电阻不大于 1 欧姆。在隧道强、弱电电缆沟内通长附设一根-50×5 的镀锌扁钢作为隧道内的接地干线，在隧道照明桥架内设置一根接地电缆作为隧道接地支线。隧道内所有用电设备的 PE 端子均与接地支线或干线可靠电气连接。

#### 6.9 变电所装饰

变电所在设备安装完成后，应进行必要的环境装饰。在变电所各个门槛处安装 30 公分高的防鼠挡板，该挡板应为 18mm 厚的整体木版，并可方便拆卸。

变电所的高、低压室，变压器室，发电室地坪采用石英砂配制树脂砂浆刮涂平，涂防火地坪



漆，漆涂层不低于 0.2mm，颜色为绿色；在高、低压柜操作面距盘柜一米处（在绝缘垫外侧边缘）地坪上涂一条 40~50mm 宽的黄色地坪漆，作为警示带标志。其他按照相关的规范执行。

## 6.10 电力监控系统

### 1、系统监控范围

- I 高压开关柜 10KV 进线回路的监控；
- I 高压开关柜 10kV 馈线回路的监控；
- I 计量柜的监控；
- I 应急照明 UPS 监控；
- I 低压开关柜 0.4kV 进线回路的监控；
- I 低压开关柜 0.4kV 出线回路的监控；
- I 电容补偿柜的监控；
- I 电力变压器的监控；
- I 其它电气设备的监控。

### 2 电力监控系统

电力监控的本地控制系统参见变电所电力监控系统框图。

### 3 系统功能要求

- I 数据采集功能：采集监测线路的电压、电流、有功功率、无功功率、频率；采集变压器温度等；采集监测断路器状态和开关状态信号；
- I 控制与操作功能：通过 LCD 屏幕对断路器、开关和接触器的开、合进行操作控制，实现系统的遥控功能；通过 LCD 屏幕对遥测上、下限值进行修改；
- I 屏幕显示功能：画面美观、清晰、色彩鲜明柔和，窗口界面风格统一；显示画面可以多窗口显示；显示一次结线图实时工况，遥测参数表（带限值），曲线（负荷曲线、电压曲线等），具有历史数据的图表显示功能；
- I 报表打印功能：系统具有简单、方便、灵活的报表生成子程序，可以打印多种类型的日、月、年报表，日报表可以保存一月，月报表可以保存一年，年报表可以保存十年；
- I 事件记录和追忆功能：系统对开关跳、合闸可以记录打印，相应显示画面变色、闪光、报警，屏幕显示事件信息；系统对模拟量产生越限值时，可以打印记录并报警；系统具有事件追忆功能；系统自动记录所发生的各类事件，便于操作人员了解供配电系统历史情况；系统应具备潮流分析表；
- I 人机会话功能：操作界面非常友好，菜单操作，重要操作有口令要求；操作界面全汉化；

语音报警；

- I 系统具有软件自诊断功能

## 6.11 主要设备技术指标

### 1、高压开关柜

- (1) 额定电压：10kV，最高工作电压：12kV
- (2) 额定频率：50Hz；
- (3) 绝缘水平：1 分钟工频耐压 42kV，雷电冲击电压 75kV；
- (4) 辅助电源电压 220VAC；
- (5) 防护等级 IP4X。
- (6) 操作电源：AC220V

(4) 为保证变压器检修人员的安全，变压器门需要与高压柜机械联锁，即高压侧的开关柜先断电后变压器的门才能打开，变压器的门锁定后高压柜才能合闸送电。

- (5) 氧化锌避雷器和电压互感器装在可抽出的小车上。
- (6) 开关柜各室之间的防护等级为 IP2X。所有绝缘材料选用进口热缩套管。

(7) 柜体：开关柜的门板及侧封板用不小于 2mm 冷轧钢板经纯化处理后采用静电喷涂和焙烤，门上加密封圈，型钢支架均以螺钉组合而成坚固一体，无任何焊点。柜体的外壳、各功能单元的隔板及抽屉应采用不小于 2mm 的覆铝锌板栓接而成。装配好的开关柜应保证尺寸上的一致性。

(8) 手车：同类型的手车具有极好的互换性。手车在柜内有工作位置 和试验位置的定位机构。

(9) 接地系统：开关柜的接地母线安装在柜体电缆终端室地板上。接地母排用不小于 300mm<sup>2</sup> 截面的铜母排。相邻柜体的接地母线通过专用连接板可靠连接。

(10) 柜内配有加热驱潮设施。柜上信号灯选用节能型长寿命（大于 10000 小时），柜内具有总量 10%的空端子供用户使用，最少不小于 10 个。

- (11) 10KV 进线开关柜的电源侧，馈电柜的负荷侧设有带电显示仪（场强型）。

- (12) 母线必须用热缩绝缘套管绝缘。

### 2、低压开关柜

- (1) 柜型：详图

(2) 开关柜内的柜体室与室之间用钢板或高强度阻燃环保塑料功能板相互隔开。每个功能单元应使用绝缘塑料隔板实现进线与出线之间，相序之间，一次与二次之间的隔离功能。

- (3) 低压开关柜内元器件尺寸、隔室尺寸，均实行模数化，互换方便。

- (4) 抽屉单元应设有运行、试验和分离位置，且有定位机构。同类型 抽屉具有互换性。
- (5) 功能单元有可靠的机械联锁，通过操作手柄控制，具有明显的位置指示，并配有相应的符号标志， 操作手柄、一、二次插接件等其它开 关附件与开关采用同一厂家产品（原装配套）
- (6) 为便于电气设备的维修、维护，开关电器的连接方式应满足以下 要求：抽出式低压框架断路器应使装置小室门在关闭状态下抽出断路器（主回路与二次回路均可断开）； 抽屉式开关，功能小室内的断路器及其它电器连同抽屉应一同抽出（主回路与二次回路均可断开）； 智能监控仪表应能够安装在开关柜内仪表室， 各智能采集模块可集中安装或分散安装在开关柜中。
- (7) 电容器装置应有过电压保护， 每组电容器回路中应有限制合闸涌 流的措施。电容器的外壳防护等级不低于 IP40。电容器必须采用原装进口产品。
- (8) 防护等级应达到 IP40，产品符合 IEC-439 国际标准，安装有风机 软启动器的低压柜，其防护等级应达到 IP55，要求采用双层柜门，面板 上设有信号灯，其外门应采用玻璃，双层柜门均应加密封圈。

(9) 低压开关柜的抽屉的金属外壳与低压开关柜的框架通过专用部件 进行直接的、相互有效连接以确保保护电路的连续性。

(10) 柜内母线及绝缘导线敷设 低压开关柜内的主母线和配电母线均为五 母线，材料应选用铜材料做成，其相对导电率不小于 99.99%

### 3、变压器

- (1) 容量：见施工图
- (2) 额定电压：10±2\*2.5% /0.4 kV；
- (3) 频率：50Hz；
- (4) 相数：3 相；
- (5) 绝缘等级：F
- (6) 绝缘水平：工频耐压 35KV，雷电冲击电压 75KV；
- (7) 防护等级：IP3x；
- (8) 分接范围：按 7 档设计，-7.5%、 -5%、-2.5%、0%、2.5%、5%、7.5%
- (9) 联结方式：D， yn11
- (10) 冷却方式：AN/AF
- (11) 调压方式：无载调压
- (12) 绕组绝缘水平：(见表)

名称	1 分钟工频耐受电压(有效值)kV	雷电冲击耐受电压（峰值）kV
高压绕组	35	95
低压绕组	3	--

(13) 铁芯：采用非晶合金带材，由四个单独铁芯框在同一平面内组成三相五柱式，必须经退火处理，并带有交叉铁轭接缝，截面形状呈长方形。通过这些措施，改善了铁心的磁场分布，进一步降低磁通密度及损耗、减小噪音。铁心应通过可拆卸的接地联接片接地，保证铁心有效可靠接地。

(14) 高压绕组：变压器高压绕组采用进口的铜箔绕制，层间采用进口绝缘材料，绝缘材料由玻璃纤维和进口优质环氧树脂组成，采用在真空状态带 Al (OH)3 防火阻燃填料进行浇注。由玻璃纤维和环氧树脂组成的绝缘系统其热膨胀系数尽量与铜导体的接近，以减少变压器线圈铜导体热胀冷缩时在线圈内部产生的有害应力，使产品散热性能好，机械强度高，不会因温度聚变，而在变压器运行寿命期限内导致线圈表面龟裂。

(15) 低压绕组：低压绕组采用优质铜箔绕制，无端部螺旋角，端部漏磁小，与高压箔绕线圈之间具有理想的安匝平衡，提高抗短路能力。低压线圈拒绝使用铜导线绕制。

(16) 环氧浇注干式变压器局部放电量小于 5pc。

(17) 产品阻燃性好，制造商需提供通过国际权威检测机构或国际知名独立试验室的 C2、E2、F1 的测试，获得相应认证证书，并且上述三项试验应在同一台产品上进行和完成。

(18) 热稳定 2s，动稳定 2s。变压器能承受低压侧出口三相短路电流，高压侧母线为无穷大电源供的短路电流时，绕组不变形，部件不发生损坏。短路后线圈的平均温度最高不超过 350℃。

(19) 当环境温度在 40 ℃时，在 AN 行运方式下应满足带额定负荷长期运行，并应在 AF 运行方式下，能满足急救过负荷的要求，短时过载能力可达 140%。

(20) 冷却方式：自然空气冷却；和带风机，强迫空气冷却。风机采用不锈钢低噪音幅流风机，风机的配置和布置应合理并且通风方式可由温控器自动控制或通过手动切换。

(21) 变压器应附防护外壳，使用优质钢板结构，防护等级为 IP21。变压器高压则为电缆进线，底部留有穿线板，此板可根据现场电缆外径开孔。柜体正面及背面应留有双扇门，用以检修时充分接近柜内设备。柜体应采用坚固的钢支撑，外壳的钢支撑架等所有不载流部件应连接在一起，并通过接地母线接地。

(22) 变压器应能随时投入运行，在规范书运行环境条件下，变压器停止运行后经绝缘测试合格可不经干燥而直接投入，并允许在正常环境温度下，承受 80%的突加负载。在正常条件下变压器的使用寿命应不低于 30 年。

(23) 变压器应全封闭在通风的不锈钢箱内, 防护等级不低于 IP3X, 变压器封闭箱应有起吊环, 箱底应设有耐用的安装底座。箱门应备有联锁接点, 以供高压馈电柜与其安全联锁接用。变压器封闭箱应采用不锈钢板, 不涂油漆。

#### 4、不间断电源 (UPS)

(1) 输入: 电压: 单相:  $220 \pm 20\%$ , 三相:  $380 \pm 20\%$

频率:  $50\text{Hz} \pm 5\%$

相数: 单相三线、三相五线

(2) 输出:

电压: 交流  $380\text{V}/220\text{V} \pm 2\%$ , 静态, 均衡负载

$\pm 5\%$ , 动态, 突变负载 频率:  $50\text{Hz} \pm 0.5\%$

波形: 正弦波 失真度 (THD)  $< 3\%$  线性负载;  $< 5\%$  非线性负载

隔离特性: 输入和输出完全隔离。容量: 见施工图

(3) 切换时间: 零切换;

(4) 电池备用时间: 60 分钟;

(5) 过载能力:

150%负载应能持续 0.5 秒后自动切到旁路

125%负载应能持续 60 秒后自动切到旁路 旁路:  $550 \sim 1000\%$  500ms

(6) 电池: 配置 SUN、沈松、汤浅免维护密封蓄电池组

(7) 噪音: 小于 55dB;

(8) 效率: 大于 90%;

(9) 显示: LCD 液晶显示, 最少应有输入电压 (若三相, 可分别显示三相电压)、输出电压 (若三相, 可分别显示三相电压)、负载率 (若三相, 可分别显示三相负载率)、电池余量百分比、输入频率等。

(10) 保护: 应有市电异常、电池欠压 (电池余量过低)、过流 (过载), 过温、短路、输出过压、输出欠压保护。告警: 具有过载、市电异常、电池余量过低等报警功能。

(11) 对电池组具有检测及显示的功能

(12) 电子线路板应做防腐处理, 具有抗腐蚀和抗油烟能力

(13) UPS 具有内部时钟, 并可通过通信接口校时。

(14) UPS 电池组断路器必须采用直流型的断路器。

(15) 内置支持 TCP/IP 通信协议的以太网卡。提供通信协议, 并配置多台 UPS 监控管理软件。

(16) 与上位机通信应提供以下参量: 输入电压 (若三相, 可分别显示三相电压) 输入频率 输出电压 (若三相, 可分别显示三相电压) 负载率 (若三相, 可分别显示三相负载率) UPS 工作状态 (停止、运行、旁路、故障) 电池剩余容量 (百分比)

## 7. 隧道应急救援方案

### 7.1 隧道应急救援原则

公路隧道的火灾是一个低概率事件, 但是由于空间狭小, 其环境封闭, 发生灾害时, 特别是火灾事故或者危险品泄露事故, 往往会成的危害较大。因此, 对于长大公路隧道在制定防灾预案的同时, 必须制定一个科学合理, 切实可行的救灾预案。

公路隧道的救灾预案的指导思想为: 救人为主、救物为辅、公路隧道配备的专业消防队伍自救为主、社会消防等外援救助机构为辅的原则。

### 7.2 隧道应急救援组织机构

白云山隧道救灾组织机构为管理中心, 其主要职能是负责对隧道的监控、养护、路政、安全检查、防灾救援等运营工作进行管理, 确保隧道运营安全畅通。

#### (1) 监控中心

监控中心主要职责是负责监控、照明、通风、通信设施、机电设备的维护管理及对隧道 24 h 监控, 建立健全应急预案, 及时准确跟踪各种突发事件并启动相关预案, 对外发布各类交通信息, 发挥指挥中心作用。

#### (2) 养护部门

为了确保隧道内卫生环境良好、附属设施完好, 必须设置养护部门。其主要职责是负责隧道及各项附属设施的日常维护 (机电系统除外)、路况调查和养护资料的收集、整理、保管等, 并负责隧道及服务区的清洁与维护。

#### (3) 安检大队

为确保隧道的安全运营, 防止重大事故的发生, 禁止危险品车辆、六轴车辆及超限车辆通行, 成立安检大队。其主要职责是负责对危险品车辆 24 h 进行检查、登记、疏导、劝返等工作。

#### (4) 路政大队

为了保证隧道路产、路权不受损害, 确保事故能够得到及时处理成立路政大队。其主要职责是路政巡查、路产、路权的维护及受理各种路产的赔偿工作, 保证隧道安全畅通。

对于长大公路隧道而言, 救援梯队的组织形式一般按三级考虑, 第一梯队由火区车辆的司乘人员组成, 第二梯队由隧道管理人员、灭火人员、警察组成, 第三梯队由专业消防人员和医疗救

护人员组成。影响隧道火灾量级并影响生命安全的主要因素是时间，所以隧道火灾的初期灭火工作不容忽视。在国内外隧道火灾救援组织中，隧道火灾的初期灭火工作一般由第一梯队和第二梯队实施，后期的灭火工作由第三救援梯队完成。从一些隧道火灾实例和典型火灾实验的资料来看，专业救援队伍到达火灾现场的时间不宜超过 10min，否则将失去救援和灭火工作的最佳时间。

### 7.3 火灾应急处置预案流程

(1) 当隧道内火灾探测器、手动报警按钮、紧急电话发出火灾报警信号时，运营管理中心值班人员立即将监测画面切换至相应的摄像机监测区段进行火灾验证并录像。当确认发生火灾后，立即向运营管理中心负责人报告火灾案情，请求执行火灾预案，得到运营管理中心负责人授权后，值班人员立即执行相应的火灾预案，即隧道监控设施由正常工况下的控制方式转入相应火灾工况控制预案，进行通风、照明、消防、交通监控设施联动控制。同时报告交警、火警、急救等相关单位，并请求相关单位派专业队伍到现场进行灭火和救援工作。

(2) 关闭隧道，禁止车辆继续驶入，并发布火灾信息。隧道入口信号灯均显示“红灯”，可变限速标志显示“0”，可变情报板显示“发生火灾，禁止通行”。

(3) 按照火灾工况开启相应的风机，进行火灾通风，阻止烟雾逆流。开启隧道内所有的照明设施以便于救火及人员的逃生。

(4) 火灾上游的车道指示器正面改显红灯，禁止车辆继续前行，火灾隧道下游的车道指示器不变，引导水下隧道内车辆驶离隧道。

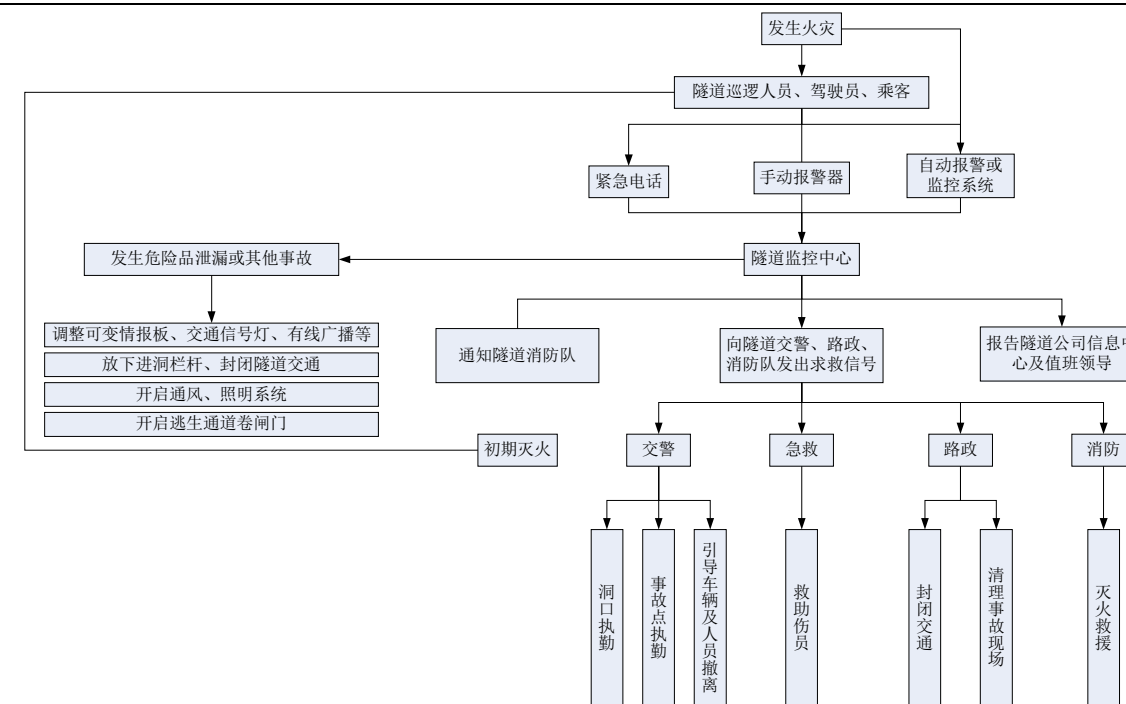
(5) 广播提示受困驾乘人员弃车，通过逃生道进入非火灾隧道或疏散通道撤离。开启非火灾隧道相应数量的风机，避免烟雾污染正常隧道的环境。逃生通道照明与逃生通道门联动控制，门开灯亮。

(6) 运营中心对隧道衔接路段进行区域交通控制。

(7) 人员疏散完成后，组织相关人员进行灭火，当火势不能控制时，等待公安消防队。

(8) 公安消防队进行灭火作业，救援人员救助伤员。

(9) 火灾事故处理完毕后，恢复正常交通。



隧道火灾救援流程图

### 7.4 火灾交通组织

火灾事故时隧道的交通控制原则是：在隧道外，全隧道封闭；在隧道内，火灾上游的车辆通过车行横通道驶入非事故隧道，火灾下游的车辆按正常路径驶离隧道。

#### (1) 隧道进口反应

- 1) 隧道进口处四显指示灯，变为红色，提醒车辆禁止驶入隧道。
- 2) 隧道前方门架情报板显示相应信息，阻止车间继续进入事故隧道。

#### (2) 发生事故隧道反应

- 1) 隧道事故点行车方向前方区段，车道指示器显示绿灯，指示车辆有序驶出隧道。
- 2) 隧道事故点行车方向后方区段，车道指示器显示红灯。
- 3) 事故点最近疏散楼梯，优先选择让事故区域人员弃车逃生。
- 4) 隧道内基本照明和加强照明应急照明，灯具全部开启。
- 5) 隧道内广播开启，指导人们进行疏散和逃生。

#### (3) 发生事故对向隧道内反应

- 1) 对向隧道入口四显指示器，显示红灯。
- 2) 隧道前方门架情报板显示相应信息，阻止车间继续进入事故隧道。
- 3) 车道车辆指示器显示红灯，禁止车行通行。
- 4) 隧道内基本照明和加强照明应急照明，灯具全部开启。

5) 隧道内无线广播开启, 指导人们如何辅助救援和安全驾驶。

6) 根据预案研究的结果控制风机开启。

### 7.5 隧道交通事故预案

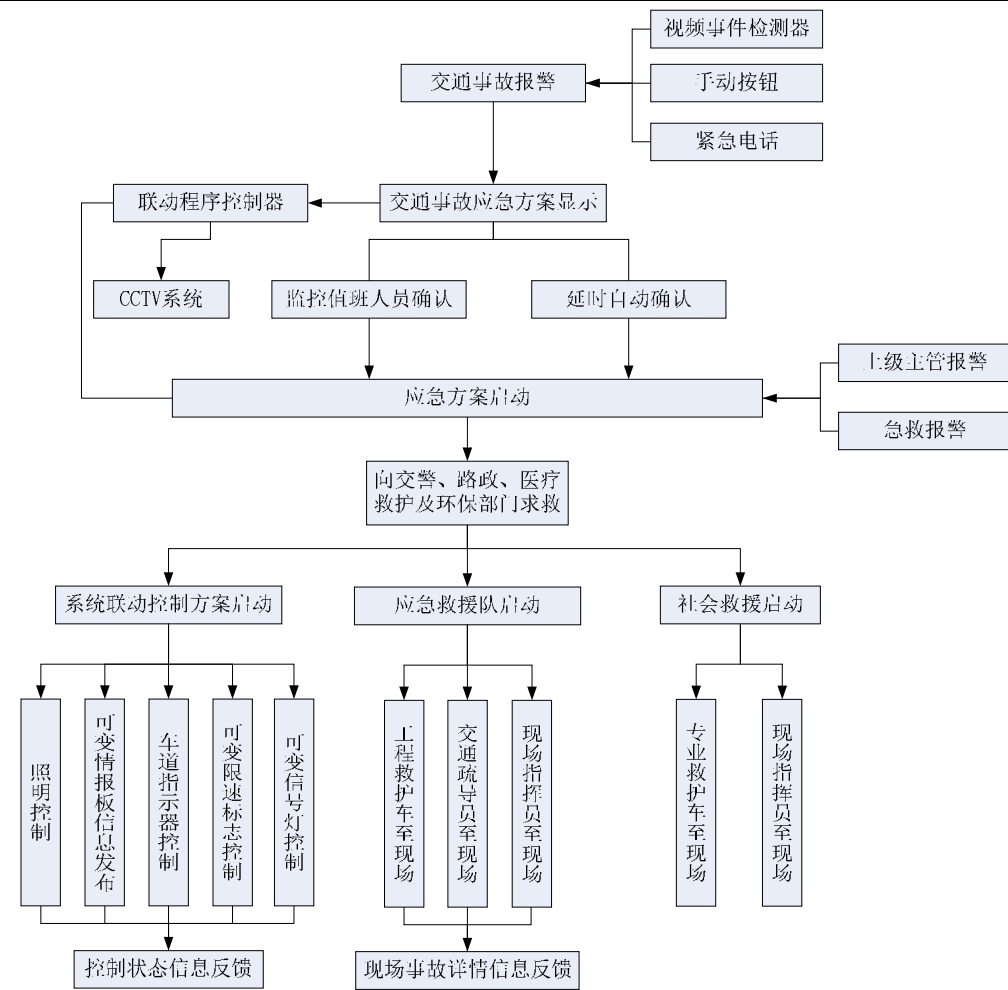
公路隧道交通事故影响因素主要是包括人-车-路三个方面的因素。

人的因素, 首先驾驶员在进出洞时, 隧道内外光线变化, 其次由于隧道灯具照明效果衰减出现一亮一暗的交错光带, 再者隧道空间封闭, 通风系统不良时, 隧道内烟尘阻碍视线, 最后由于隧道空间有限, 使驾驶员在行车时产生“边墙效应”的心理, 这几种情况会影响到驾驶员的视线和心理, 极大危害行车安全。

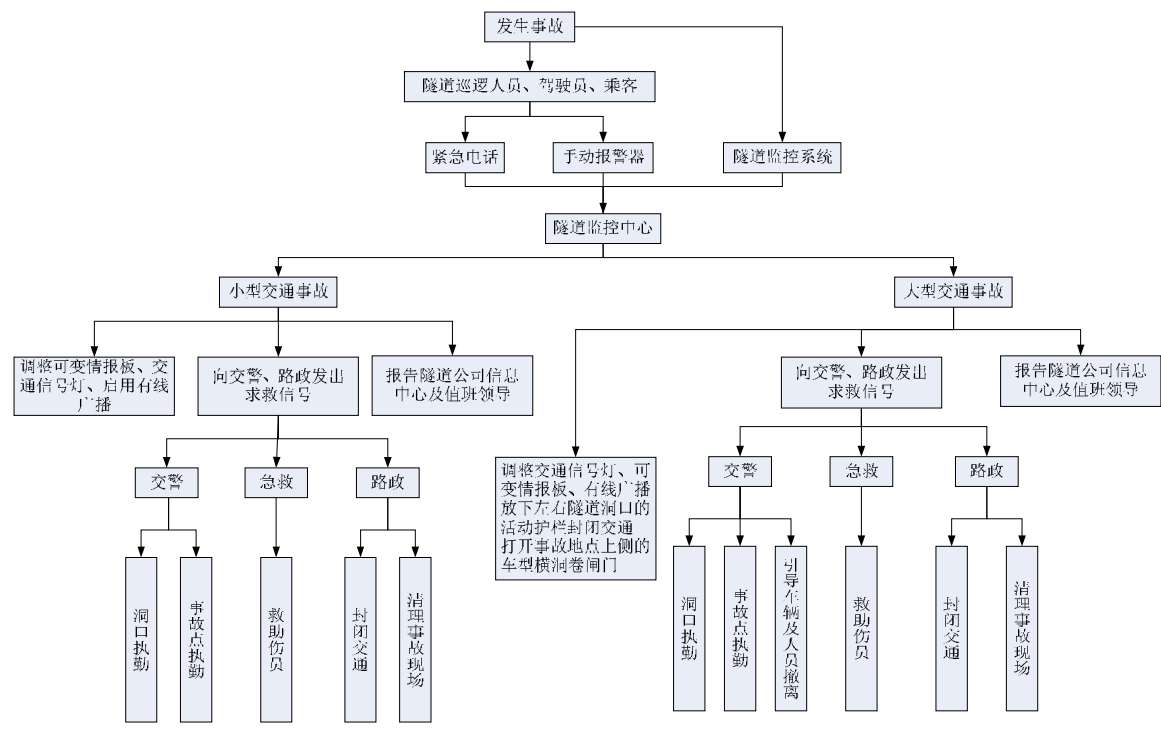
车辆的因素, 包括车辆轮胎的防滑性能, 刹车性能, 以及隧道侧壁空间的限制, 极易使得隧道侧滑变成侧撞从而造成连环追尾相撞事件。其次车辆因素体现在道路交通组成上, 混合车流以及车辆刹车性能不太, 使得相邻车辆速度离散型较大, 事故率上升。

道路的因素, 一方面体现到隧道的设计的平纵线性, 一方面体现到隧道路面附着系数。平纵线性和路面附着系数, 相互影响, 对隧道行驶车辆的稳定性造成不利影响, 使得隧道侧滑撞击隧道壁, 翻车等现象。由于隧道“边墙效应”存在, 因此隧道内标志标线设置必须特殊考虑, 设置反光道钉和减速带。

交通事故的其他影响因素还包括: 交通量、交通类型、交通组成、车辆荷载、人员荷载等。因此制定防灾救灾预案应从这些角度考虑。交通事故的救灾流程和交通事故设备控制图如下图所示。



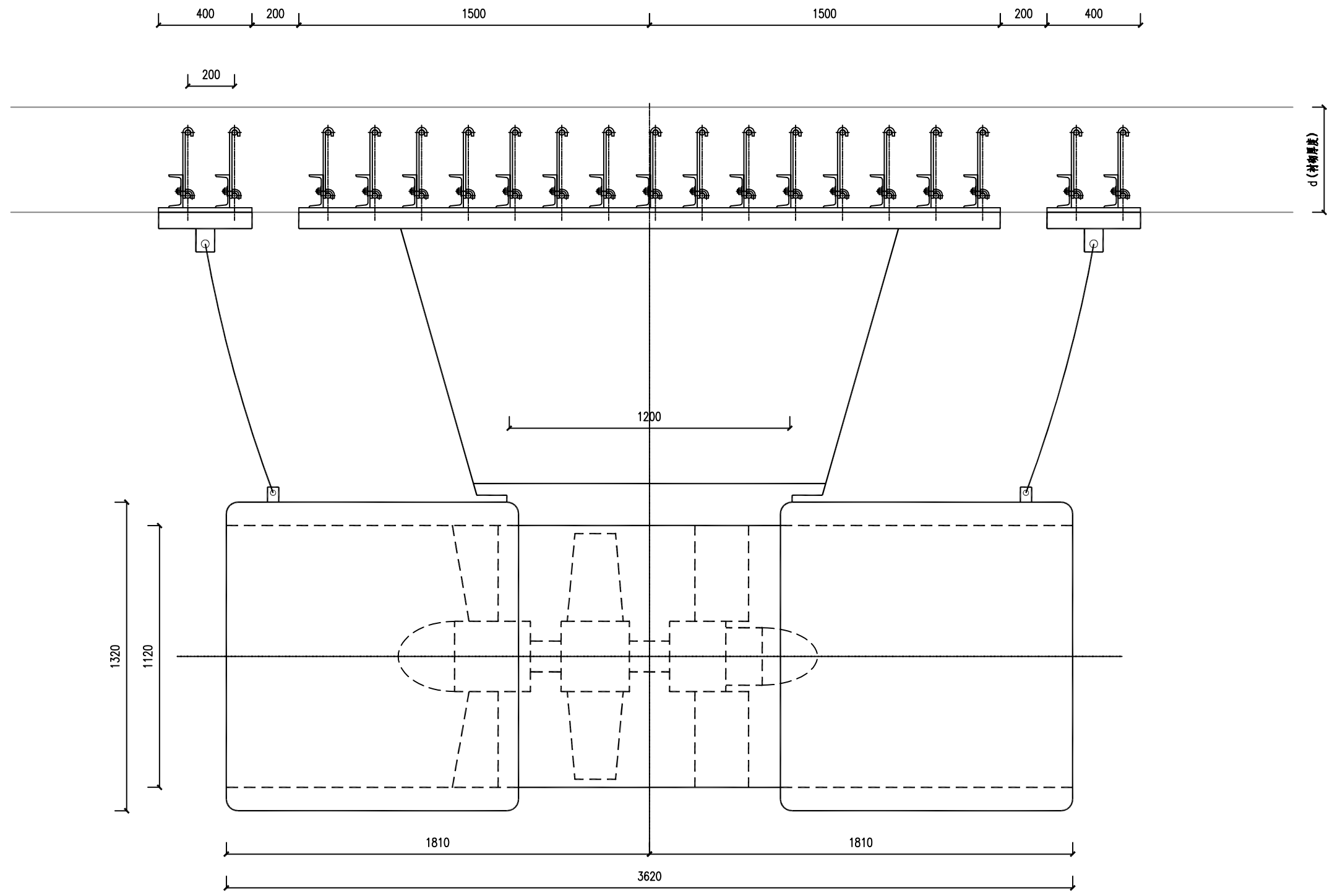
交通事故设备控制图



隧道交通事故的救灾流程图

隧 道 通 风

序号	隧道名称	设备参数	单位	白云山隧道	合计	备注
一、	主线隧道					
1	隧道射流风机	φ 1120, 30kW, 风机噪声≤66dB, 双侧带1D消声器	台	78	78	包括风机悬挂件、减震器、连接螺栓、风机状态监测接口
2	射流风机配电箱	1控3	套	26	26	
3	金属门		套	26	26	含膨胀螺栓
4	电缆	WDZBN-YJY-3*35+1x16	米	14340	14340	据实计量
5	电缆	WDZBN-YJY-3*50+1x25	米	5280	5280	据实计量
6	电缆	WDZBN-YJY-3*70+1x35	米	2190	2190	据实计量
7	电缆	WDZBN-YJY-3*95+1x50	米	2700	2700	据实计量
8	电缆	WDZBN-YJV-4x25	米	1170	1170	风机接地电缆
9	电缆	WDZB-KYJYP-14*2.5	米	24510	24510	据实计量
10	金属软管	φ 50	米	1170	1170	
11	接线盒	XRJ-10	个	78	78	
12	SPD 1级		套	78	78	
13	拉拔试验		次	78	78	
二、	轴流风机					
1	轴流风机	φ 2600, 180m <sup>3</sup> /s, 185Pa, 500kW	套	3	3	含消声器、方圆连接、软连接、防护网、扩散器、集流器等附件
2	轴流风机安装及维护用的专用支承架		套	3	3	
3	电动组合风阀	3.5m×3.5m, 耐压值不低于2000Pa, 漏风量≤200m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> , 耐高温250℃/2h	套	3	3	
4	组合风阀控制箱		套	3	3	
5	软启控制柜	380V	套	3	3	采用电子软起动机, 含断路器、继电器、控制电缆等相关配件
6	双电源切换箱		套	3	3	
7	1600A耐火密集母线		米	450	450	含托架等安装开关
8	电缆	WDZBN-YJY-3*240+1*120	米	150	150	据实计量
9	电动桁车	16吨、9米跨径、总功率39KW	套	1	1	包括轨道、型钢、钢板及螺栓等
10	检修钢爬梯		套	1	1	
11	排风道防火卷帘门	甲级钢制复合型防火卷帘门	套	2	2	
12	排风口钢网门	Q235, 热浸镀锌	套	3	3	
13	导流叶片	镀锌钢板, 厚度1.0mm	组	1	1	风道弯曲处, 满足气流平顺要求, 根据风道实际情况现场制作, 含安装辅材
三、	横洞变电所					
1	温控轴流风机	P=560Pa, L=6650m <sup>3</sup> /h, N=1.5kW	台	6	6	
2	70℃防火阀	800*630mm, 常开, 70℃自动关闭, 手动关闭, 手动复位	个	6	6	
3	双层百叶送风口	630*500mm	个	6	6	
4	单层百叶回风口	630*500mm	个	6	6	
5	单层百叶风口	800*630mm	个	6	6	
6	镀锌钢板	板厚1.0mm	平方	144	144	含支吊架
7	碳素钢板风管	板厚2.0mm	平方	15	15	
8	止回阀	630*500mm	个	6	6	
9	消声器	800*500*1000	个	6	6	

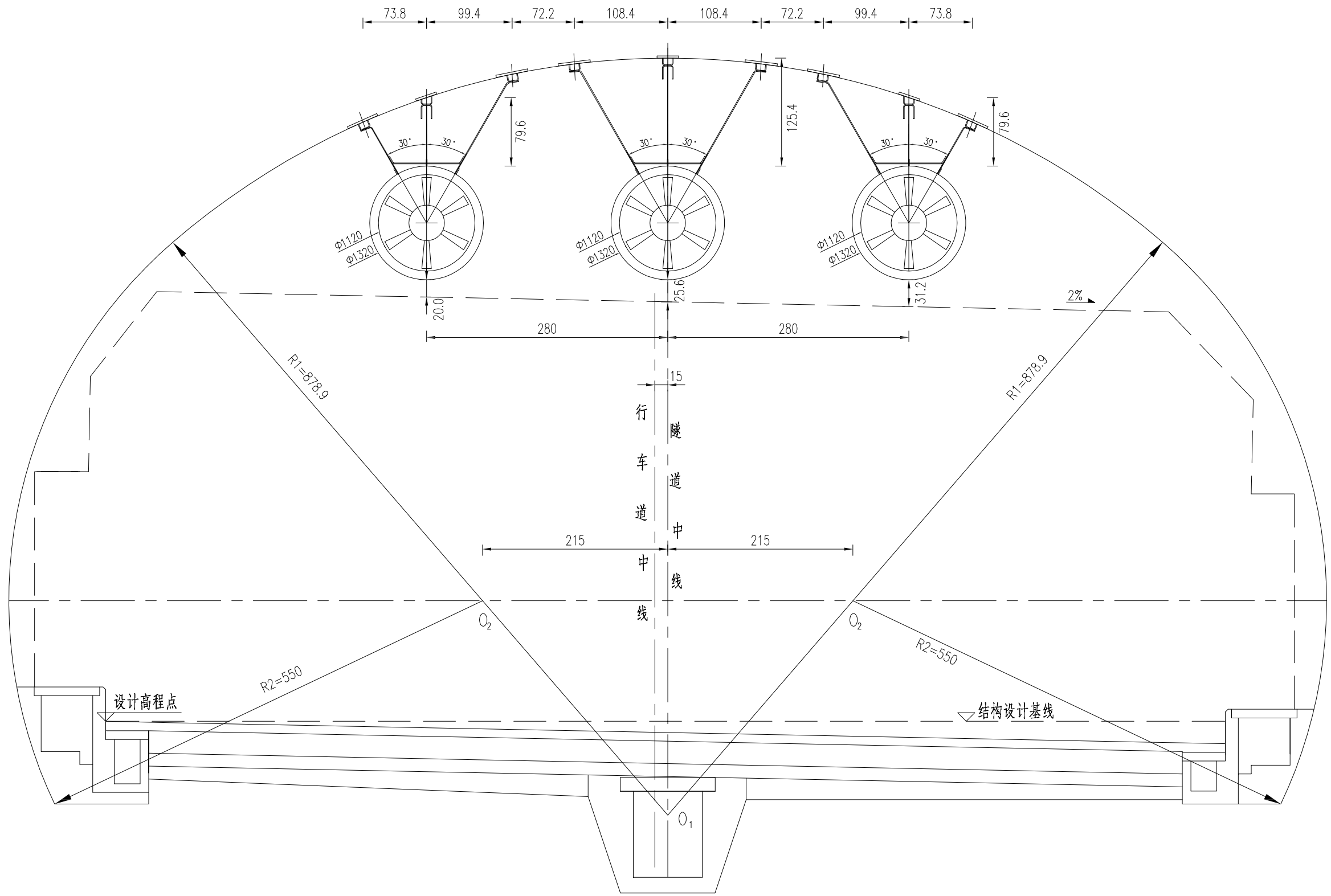


附注:

- 1、图中尺寸均以毫米计。
- 2、在风机安装过程中，应始终注意使各风机的主流方向与交通流方向保持一致。
- 3、各风机轴线沿隧道中心线应成一条直线。
- 4、图中风机安装构件为风机附件，由风机厂家提供。
- 5、风机安装前应做支撑结构的荷载试验，并提供相应检测报告。
- 6、本图风机各部件尺寸仅为示意，以厂家实际尺寸为准。

中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	射流风机安装示意图	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-02

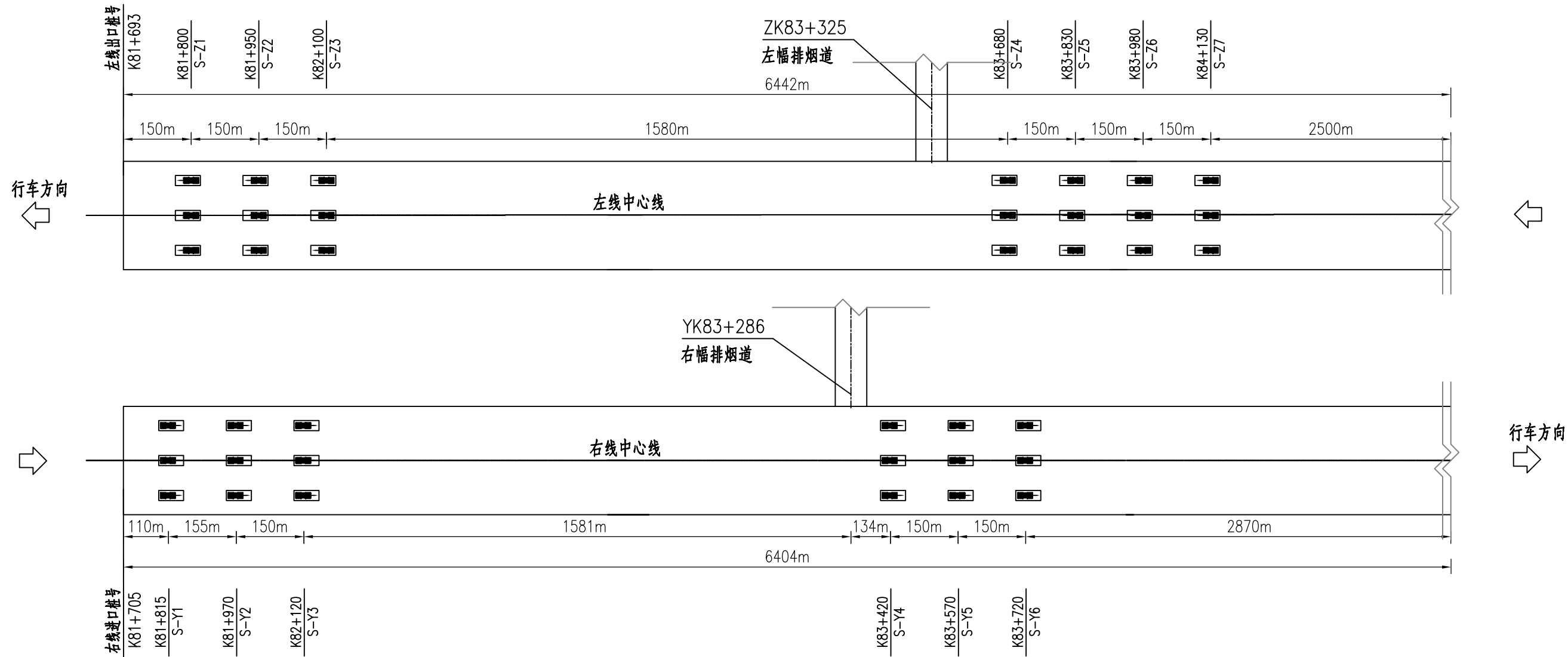




射流风机安装断面图 (1:50)

附注：  
 1. 图中尺寸以厘米计。  
 2. 图中风机选用  $\phi 1120$ mm 单向射流风机。

中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	射流风机安装断面图		设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
				复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-03



射流风机数量表

项目	左洞			右洞		
	数量 (台)	单机功率 (kW/台)	功率合计 (kW)	数量 (台)	单机功率 (kW/台)	功率合计 (kW)
近期	39	30	1170	39	30	1170
远期增加	0	30	0	0	30	0
远期合计	39	30	1170	39	30	1170

附注：




- 1.图中尺寸以米计。
- 2.隧道射流风机选用直径1120mm，单机功率30KW的单向风机。
- 3.图例：
  - 近期安装并运行的风机；
  - ▨ 为防灾风机；
  - ▤ 远期安装并运行的风机。
- 4.射流风机每3台1组，每组间距150m，行车进口段第一组风机与洞口的间距100m，行车出口段第一组风机与洞口的间距150m。长度不大于3000m的直线隧道，射流风机可布置在两端洞口段；特长隧道的射流风机宜不少于3段布置，长度大于2000m的曲线隧道，曲线段宜布置射流风机。
- 5.风机安装位置在平面上应与各设备洞错开。
- 6.风机参数：
  - 叶轮直径：1120 mm，
  - 电机功率：< 30 kw，
  - 测量推力：> 1120 N，
  - 出口流量：> 30 m<sup>3</sup>/s；
  - 声压级：< 70 dB(A)；
  - 风机重量：< 1000 kg。
  - 出口风速：> 31.0 m/s；



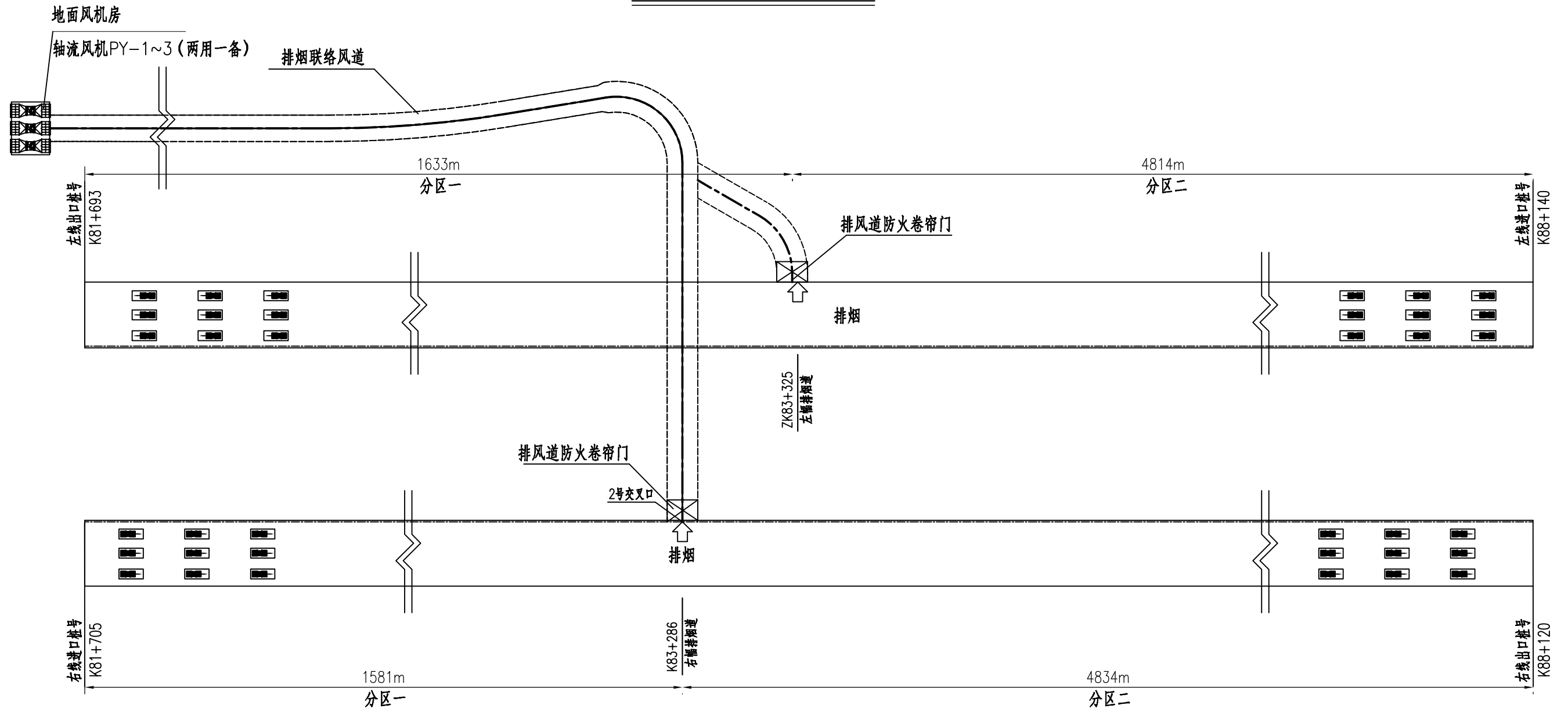
隧道通风系统工程数量表

项目		轴流排烟机		
		数量 (台)	单机功率 (kW/台)	功率合计 (kW)
左右洞 共用	近期	两用一备	500	1000
	远期	两用一备	500	1000

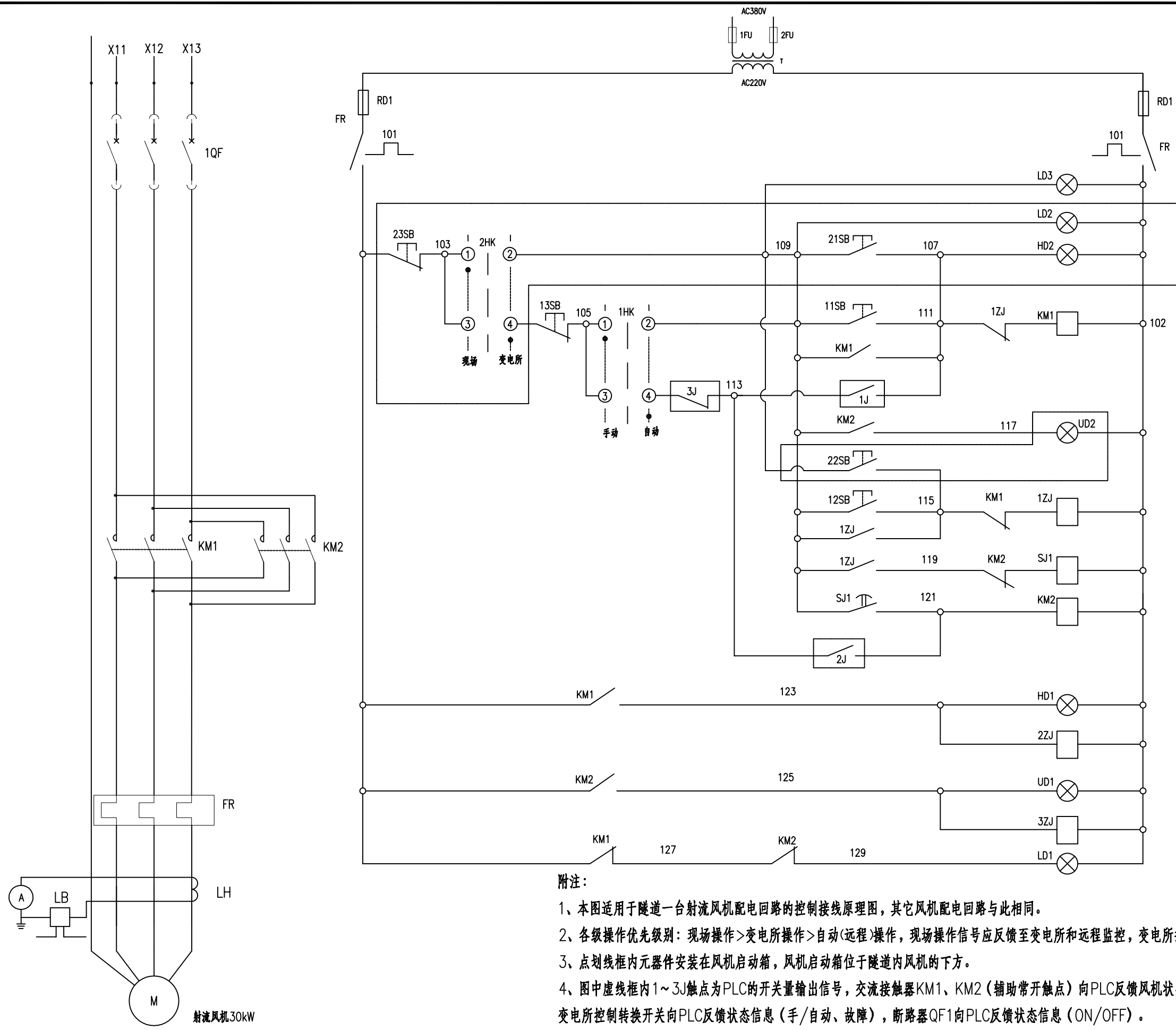
附注：

- 1.图中尺寸以米计。
- 2.本项目白云山隧道采用全射流纵向式通风+斜井分两段排烟方案。
- 3.风机房布置型式和位置，联络风道布置型式，应根据隧道实际情况确定。
- 4.隧道射流风机选用直径1120mm，单机功率30KW的单向风机。  
轴流风机大小根据计算结果自行选择。
- 5.图中排烟口、联络风道、竖井尺寸大小根据计算结果确定。
- 6.图例：  
 近期安装并运行的风机；  
 为防灾风机；  
 轴流风机。

白云山隧道通风方案示意图



中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	斜井通风系统平面布置图	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-05

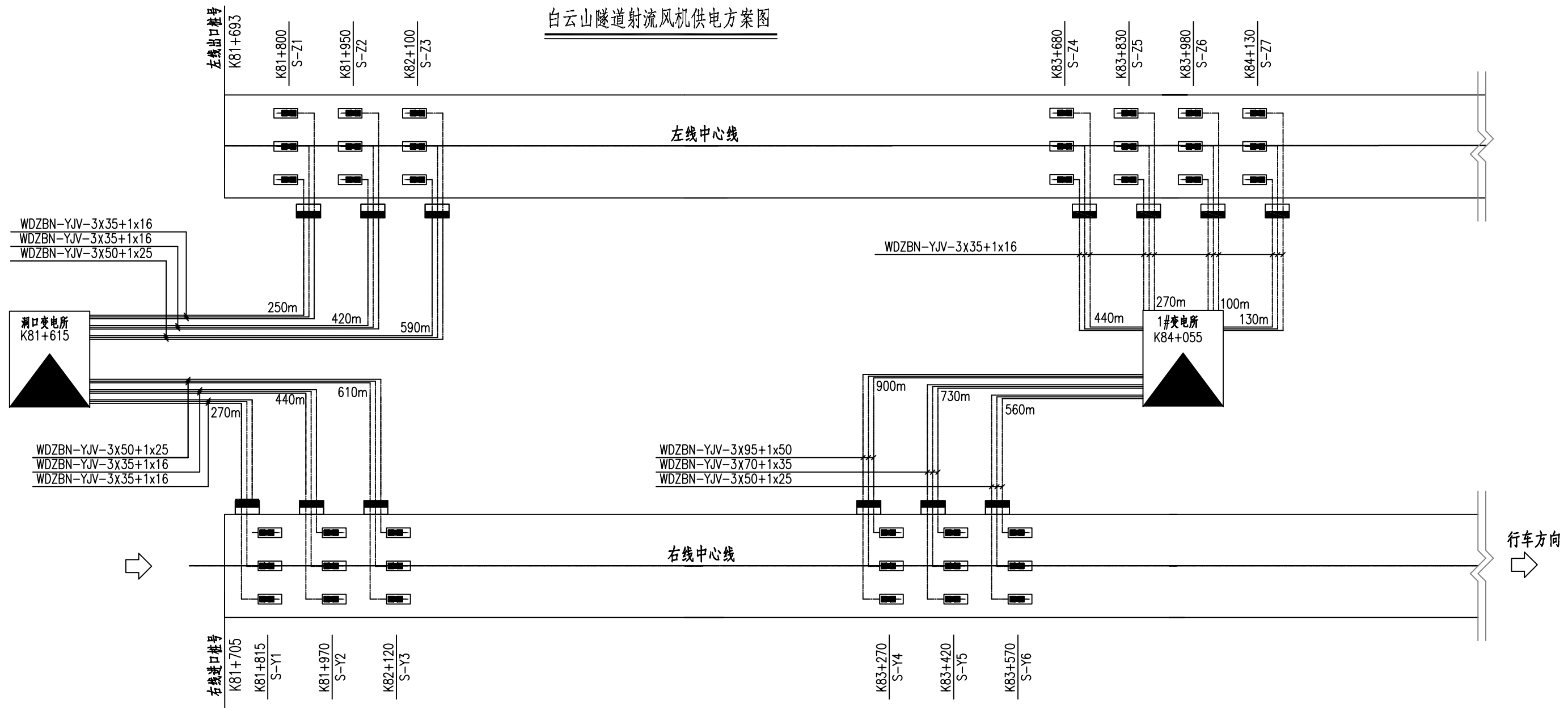


熔断器	
过载保护	
风机现场控制的电源指示	操作回路
现场控制风机正转及指示灯	
变电所内控制风机正转	
远程控制风机正转	
现场控制风机反转及指示灯	
变电所内控制风机反转	变电所内指示灯回路
远程控制风机反转	
变电所内正转指示灯	
变电所内反转指示灯	
变电所内停止指示灯	

附注:

- 1、本图适用于隧道一台射流风机配电回路的控制接线原理图，其它风机配电回路与此相同。
- 2、各级操作优先级：现场操作>变电所操作>自动(远程)操作，现场操作信号应反馈至变电所和远程监控，变电所操作信号应反馈至远程操作监控。
- 3、点划线框内元器件安装在风机启动箱，风机启动箱位于隧道内风机的下方。
- 4、图中虚线框内1~3J触点为PLC的开关量输出信号，交流接触器KM1、KM2(辅助常开触点)向PLC反馈风机状态信息(正转、反转、停止)，手/自动转换开关及现场/变电所控制转换开关向PLC反馈状态信息(手/自动、故障)，断路器QF1向PLC反馈状态信息(ON/OFF)。
- 5、图中11SB、12SB、13SB、1HK、HD1、UD1、LD1、LD3安装在变电所低压开关柜面板上，主电路电器(QF1、KM1、KM2、FR)安装在低压开关柜内。

白云山隧道射流风机供电方案图



主要设备材料数量表

序号	名称	规格型号	单位	近期数量	备注
1	隧道射流风机	Φ1120, 30kW	台	78	
2	电缆	WDZBN-YJV-3x35+1x16	m	14340	
3	电缆	WDZBN-YJV-3x50+1x25	m	5280	
4	电缆	WDZBN-YJV-3x70+1x35	m	2190	
5	电缆	WDZBN-YJV-3x95+1x50	m	2700	
6	电缆	WDZBN-YJV-4x25	m	1170	
7	金属软管	Φ50	m	1170	

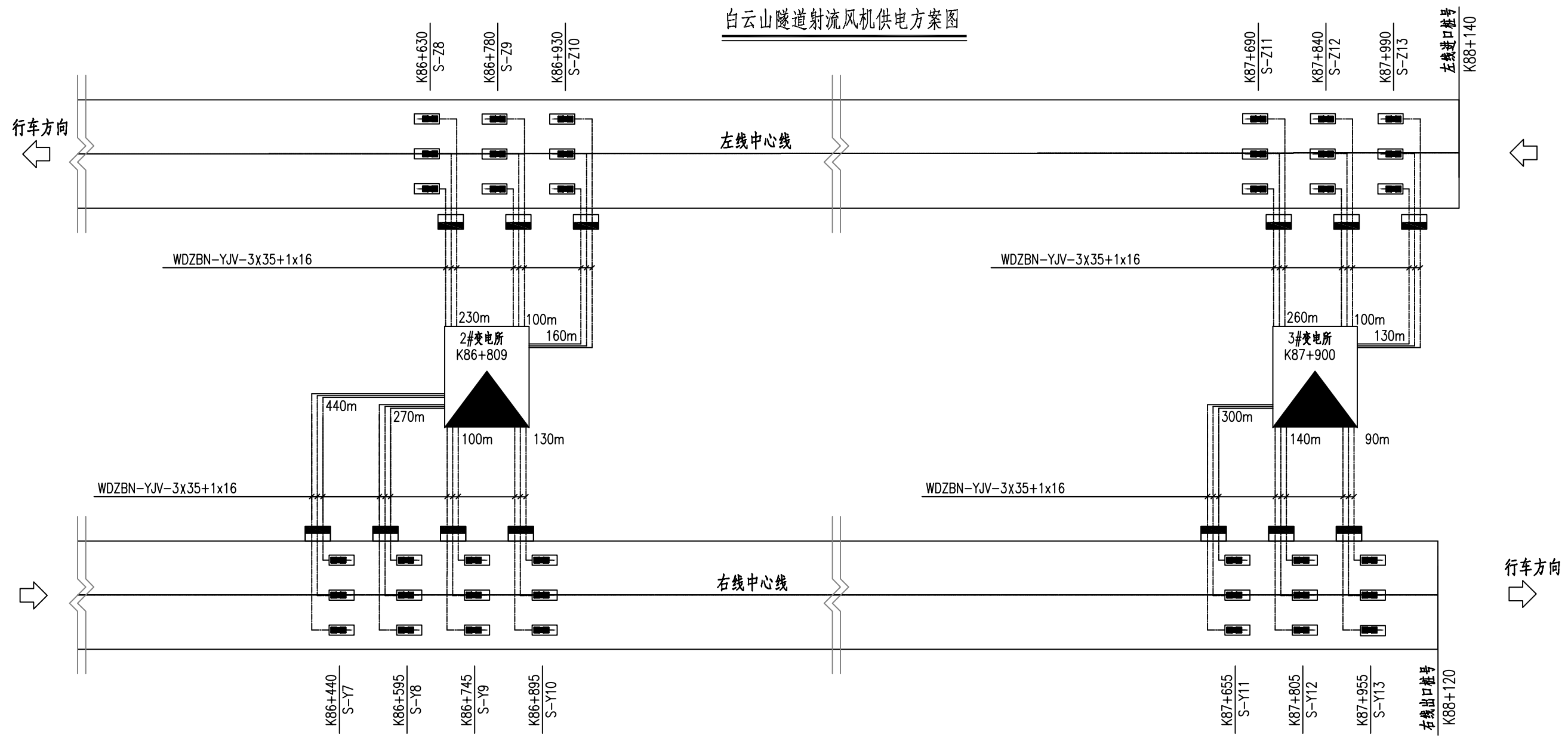
图例:

射流风机及送风方向

附注:

- 1、本图为白云山隧道射流风机供电示意图。
- 2、每组三台射流风机均配有一个风机控制箱。
- 3、隧道射流风机电缆采用WDZB-YJV型电缆,控制电缆采用WDZB-KYJYP型,防灾风机电缆采用WDZBN-YJV型电缆。
- 4、射流风机、风机控制箱的设置桩号均以隧道内的预留洞室及预埋管线为准。
- 5、隧道射流风机和轴流风机采用放射式供电方式,一台风机配置一根线缆。
- 6、本次设计仅考虑近期射流风机供电方案

白云山隧道射流风机供电方案图



主要设备材料数量表

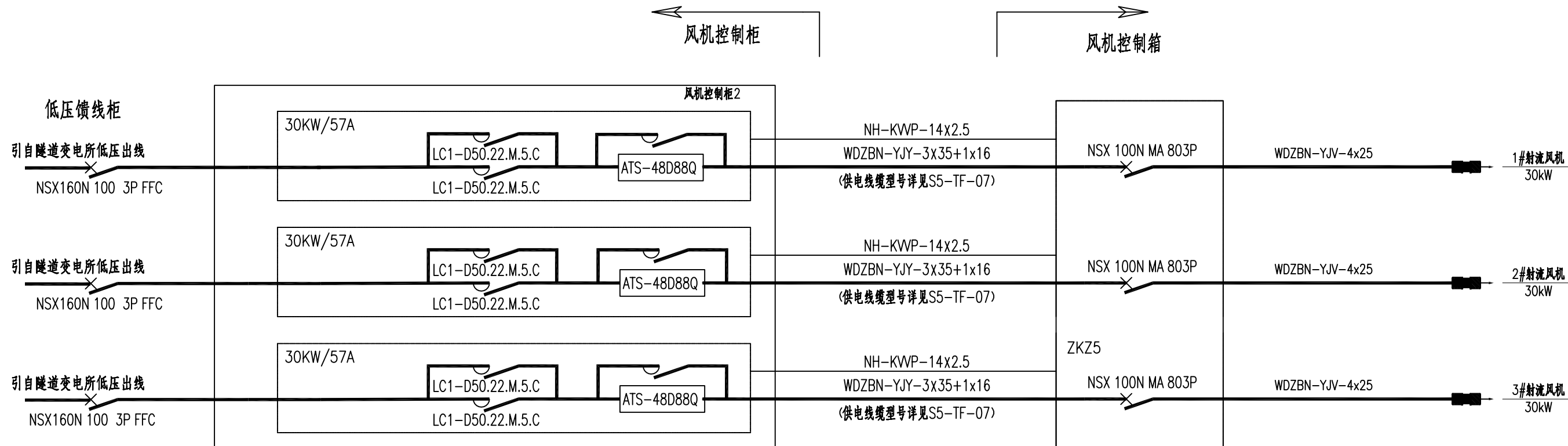
序号	名称	规格型号	单位	近期数量	备注
1	隧道射流风机	Φ1120, 30kW	台	56	
2	电缆	ZBN-YJV-3x35+1x16	m	3760	
3	电缆	ZBN-YJV-3x50+1x25	m	6640	
4	电缆	ZBN-YJV-3x70+1x35	m	9570	
5	电缆	ZBN-YJV-3x95+1x50	m	7720	
6	电缆	ZBN-YJV-4x25	m	840	
7	金属软管	Φ50	m	840	

图例:

射流风机及送风方向

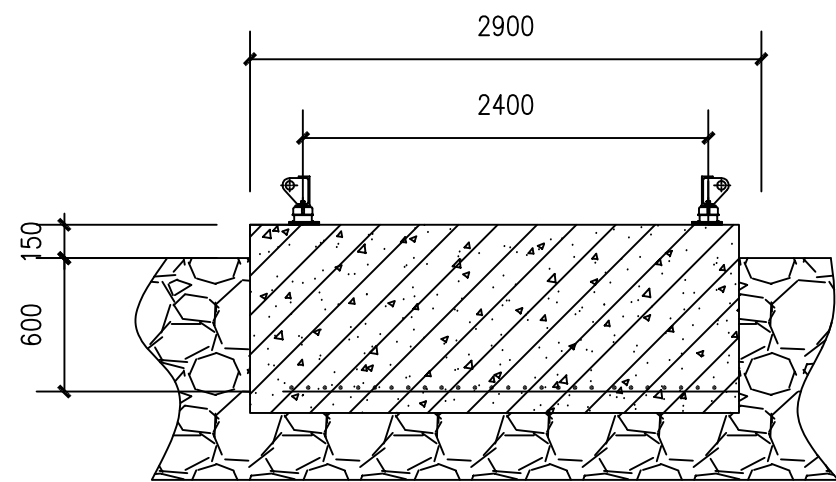
附注:

- 1、本图为白云山隧道射流风机供电示意图。
- 2、每组三台射流风机均配有一个风机控制箱。
- 3、隧道射流风机电缆采用WDZB-YJV型电缆,控制电缆采用WDZB-KYJYP型,防灾风机电缆采用WDZBN-YJV型电缆。
- 4、射流风机、风机控制箱的设置桩号均以隧道内的预留洞室及预埋管线为准。
- 5、隧道射流风机和轴流风机采用放射式供电方式,一台风机配置一根线缆。
- 6、本次设计仅考虑近期射流风机供电方案

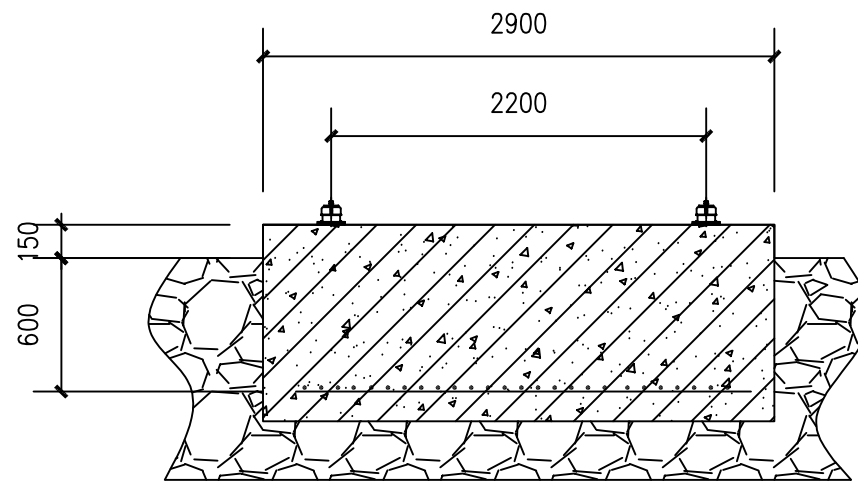


中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	射流风机配电箱系统图	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-08

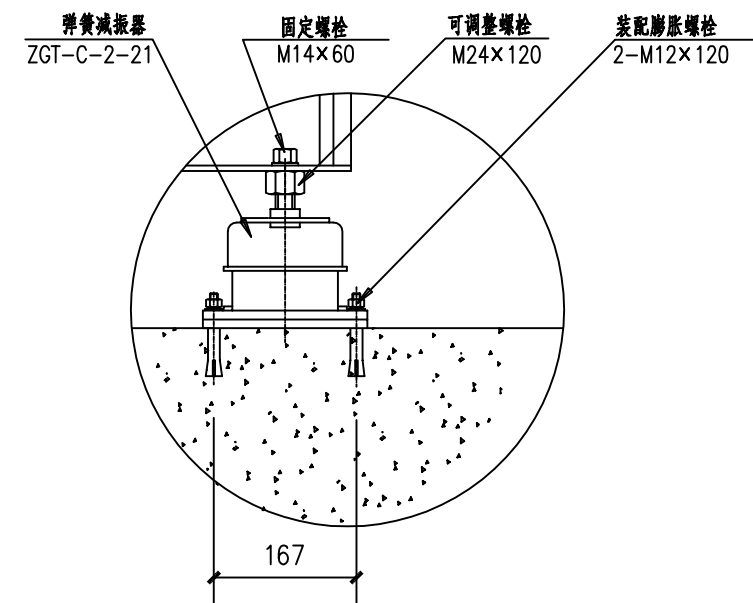




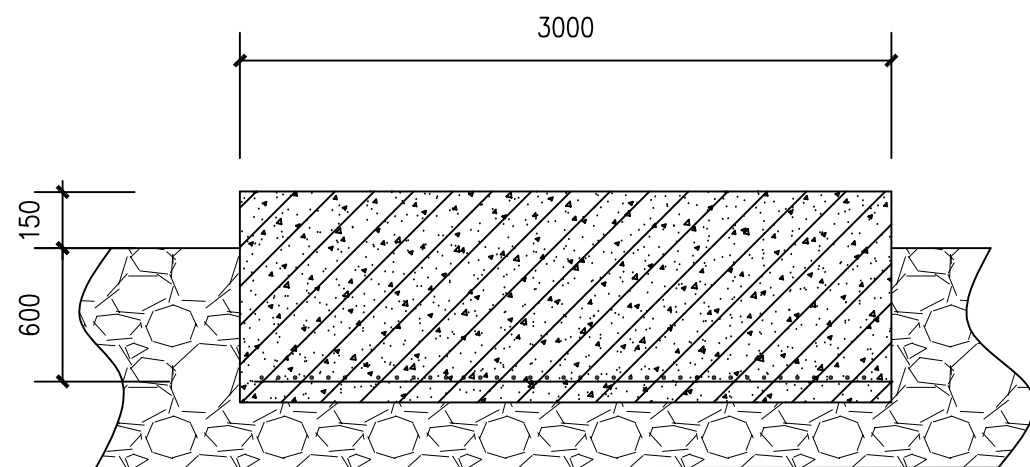
风机基础纵剖面图



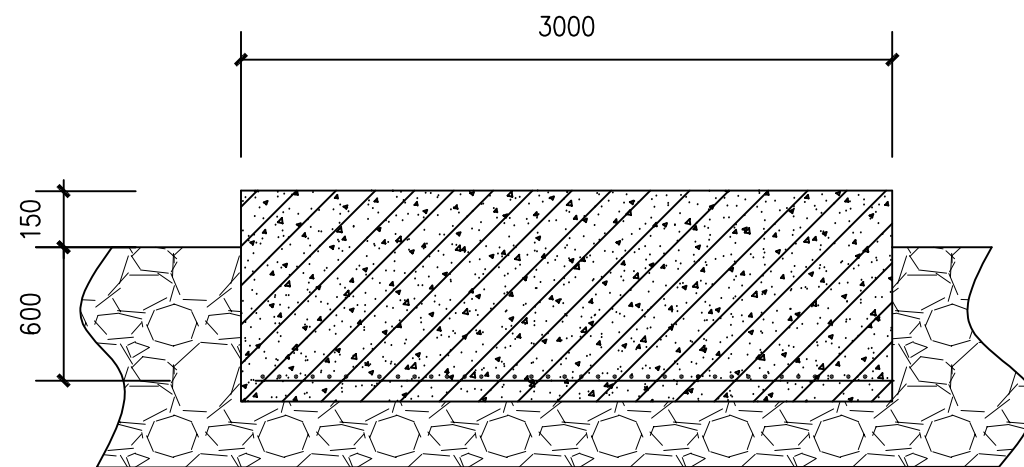
风机基础横剖面图



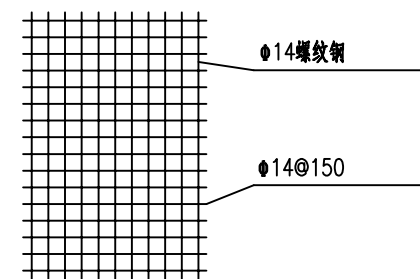
A向放大



消声器基础纵剖面图



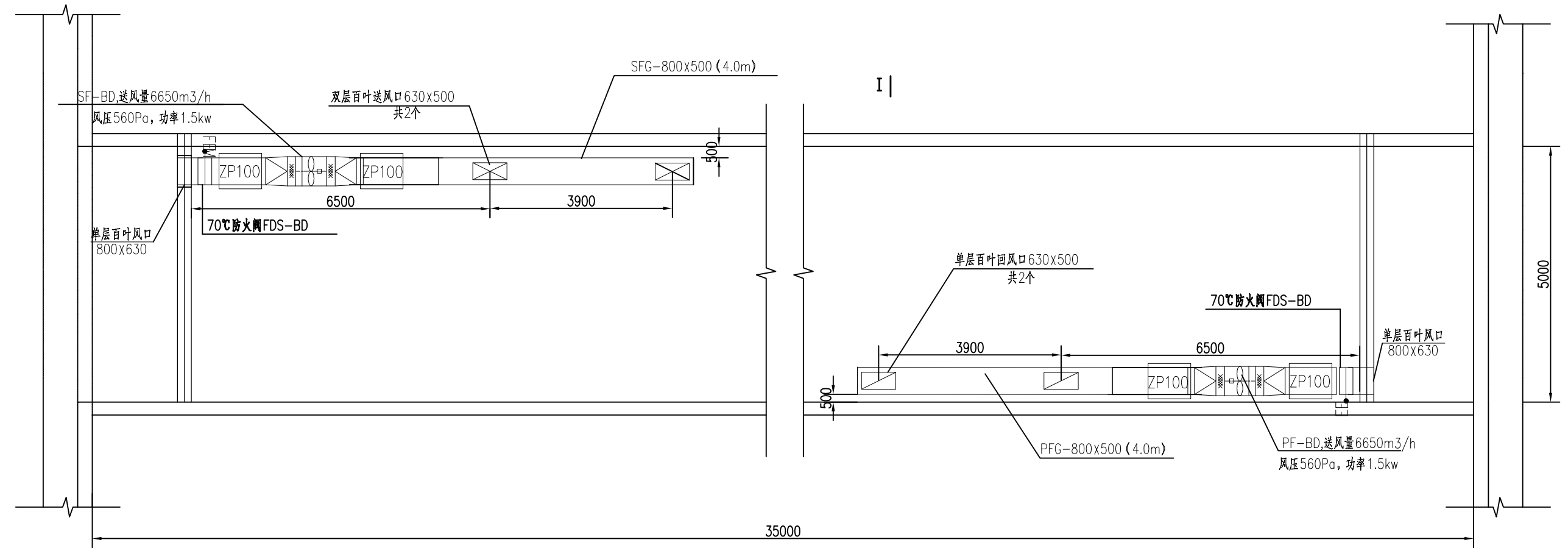
消声器基础横剖面图



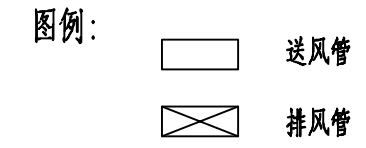
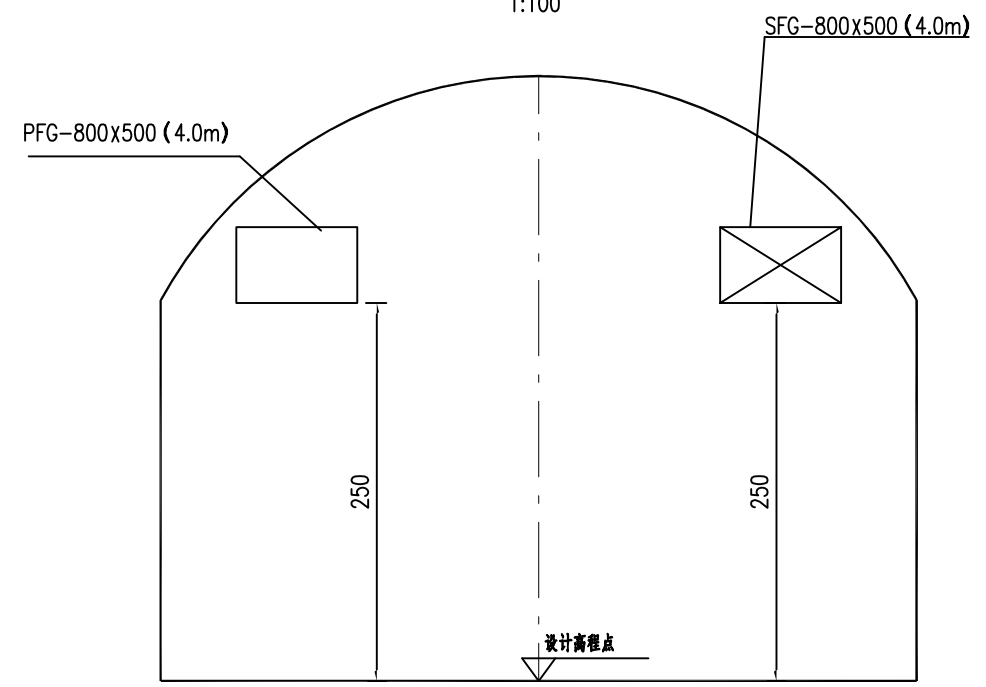
风机与消声器配筋详图

附注:

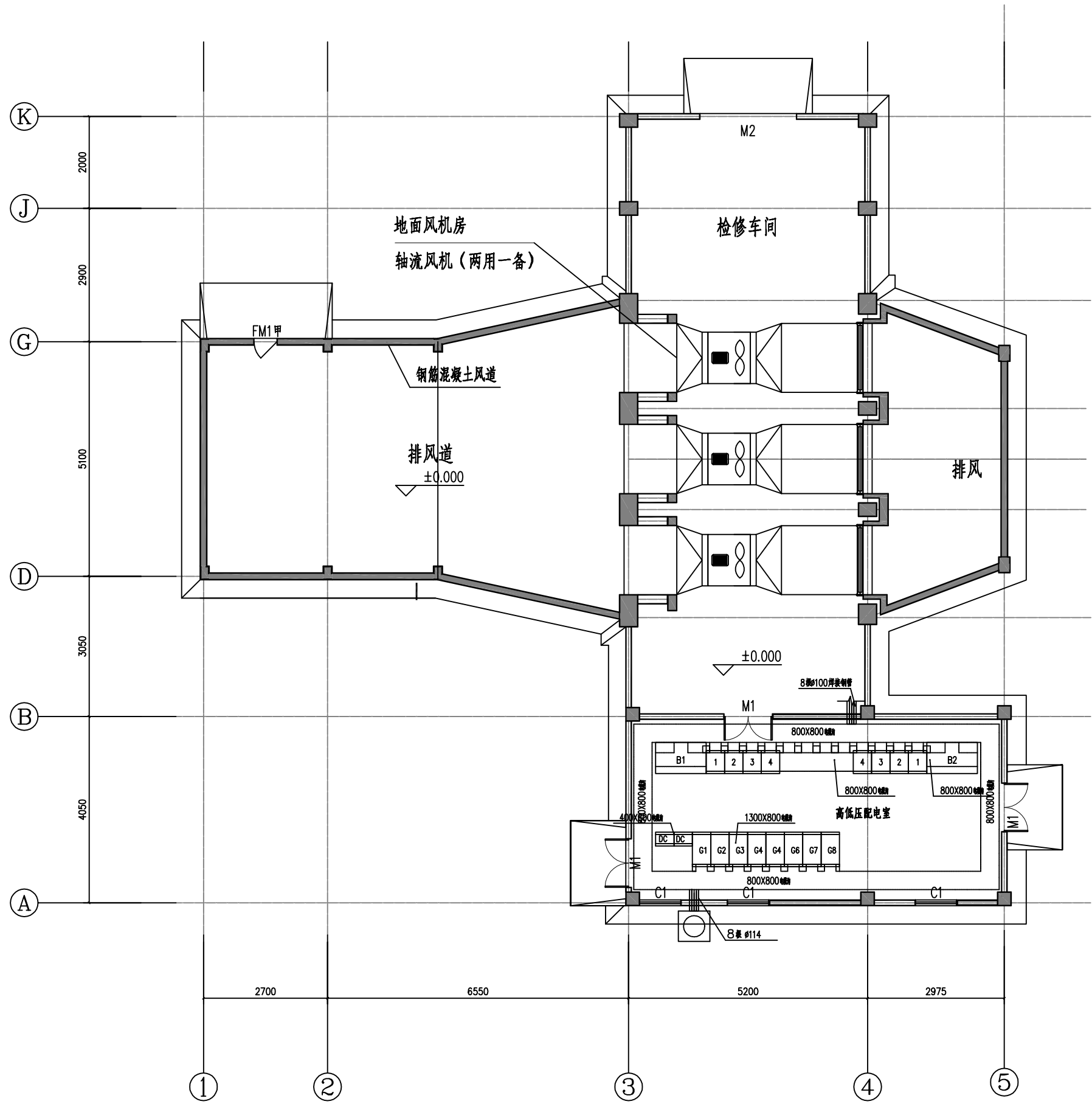
- 1、图中标注尺寸以毫米计，本图适用于φ2400型轴流风机基础配筋图。
- 2、风机、消声器的基座及基础如与设备厂家尺寸不符，以设备厂家为准，施工前必须核实。



I-I 变电所横断面示意图  
1:100

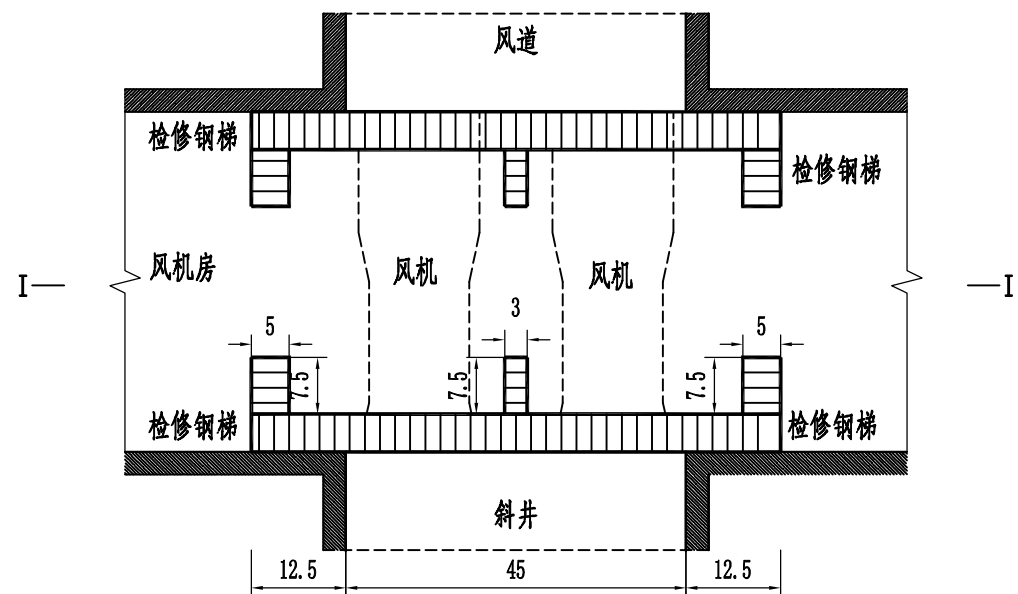


- 附注:
- 1、本图适用于地下横洞变电所，采用机械通风，换气次数为每小时换气6次。
  - 2、本图单位以毫米计。
  - 3、标高均为相对设备房地面标高。
  - 4、通风系统管道标高均为风管底部标高。
  - 5、风管支吊架水平安装间距不超过3m。

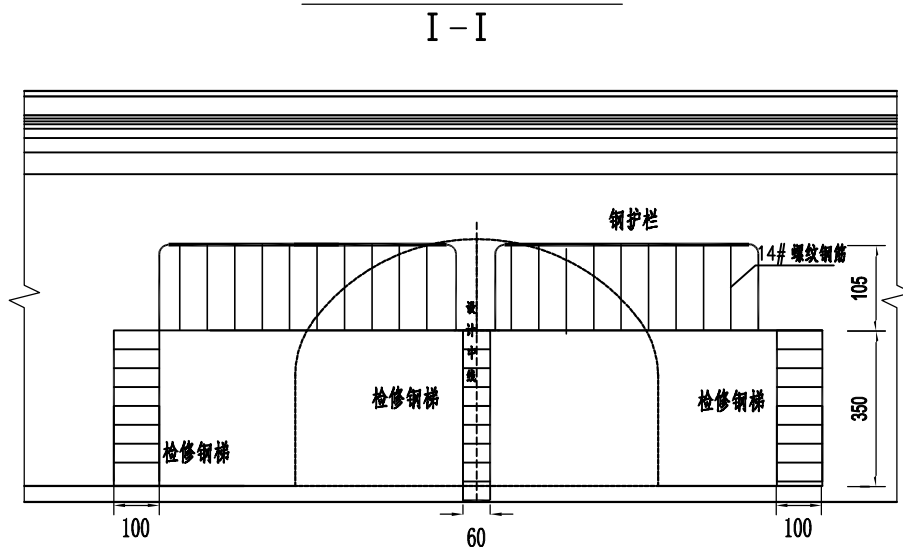


- 附注:
- 1、本图适用于白云山隧道地面风机房内轴流风机布置, 风机房仅为示意, 具体设计详见房建分册。
  - 2、轴流风机房内应设有起吊设备, 以便轴流风机安装与检修, 一般起吊设备的起吊高度大于风机直径的两倍以上。风机房内应设有电缆沟、检修门, 风机房结构强度由房建专业设计完成, 风机房设计要考虑风机运转产生的热量散热, 风机房要留通风窗户, 房建设计可根据风机房具体结构设计通风孔。
  - 3、排风与引风联络风道为土建风道, 风道扩散角一般小于30度, 联络风道应设有检修门。如果联络风道较宽, 需加中间承重柱, 承重柱设计应为圆形以减少主力损失, 联络风道内部应进行处理, 转弯处进行倒角, 以减少局部损失, 提高通风效果。土建风道结构强度应为能经受内部35m/s以上风速冲击。
  - 4、排风轴流风机排风塔采用对空直排方式, 风塔内部应进行处理, 转弯处进行倒角, 减小局部损失, 提高通风效果, 房建设计应做好结构防水和风塔底部排水处理, 塔口处应设计钢筋防护网, 网格不大于40×40cm防止小动物及其他杂物进出, 排风塔应为能经受内部35m/s以上风速冲击。
  - 5、隧道轴流风机的控制, 为减小直接启动对系统和电网的冲击, 轴流风机采用380V软启动方式, 本方式具有启动电流小且恒定, 转矩逐步增加, 启动平稳等特点。
  - 6、轴流风机房结构为钢筋混凝土浇筑, 应考虑风机震动对风机房的影响, 设计其结构强度。
  - 7、本图尺寸以mm计算, 混凝土风道由土建完成, 其结构强度、工程量由土建核算。
  - 8、轴流风机应包括风机本体、消声器、集流器、天圆地方、软联接、减震器、风阀及软启动柜、地脚螺栓。
  - 9、轴流风机长度待选定厂家后根据消声器长度而定。
  - 10、本图标注尺寸仅供参考, 以实际施工为准。

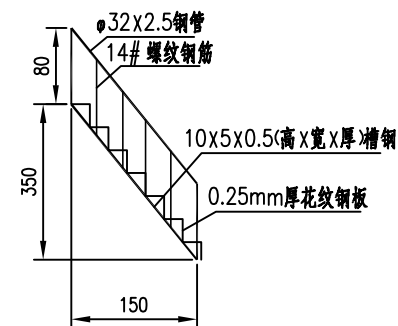
风机检修扶梯平面布置图



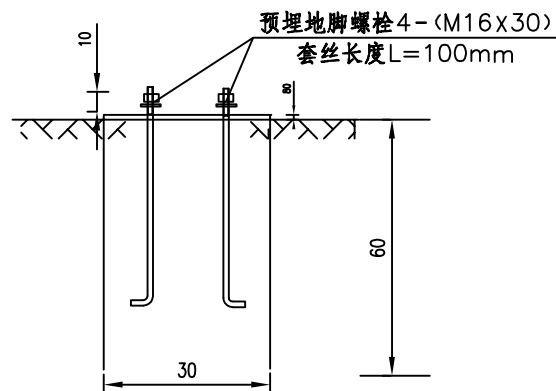
风机检修扶梯立面布置图



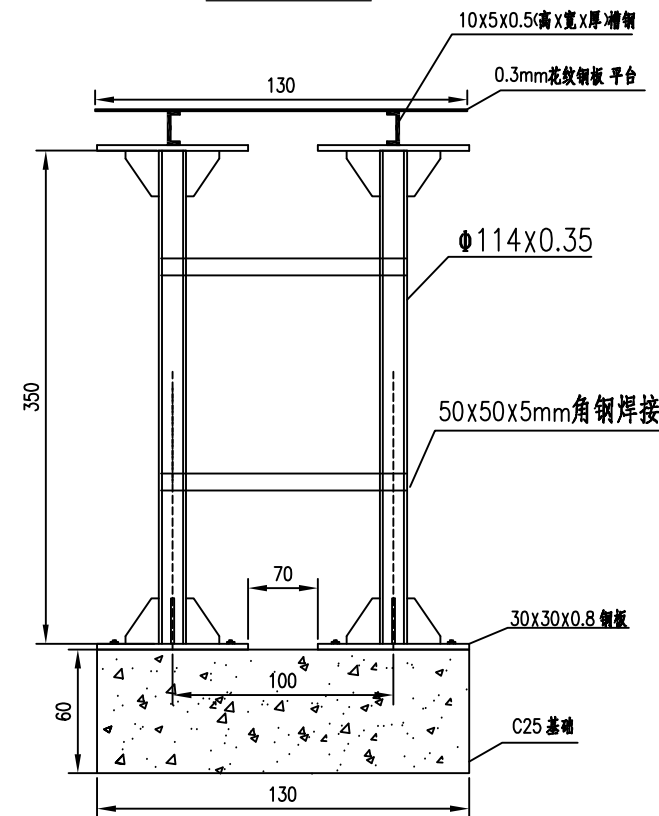
检修钢梯、扶手侧面图



地脚螺栓图

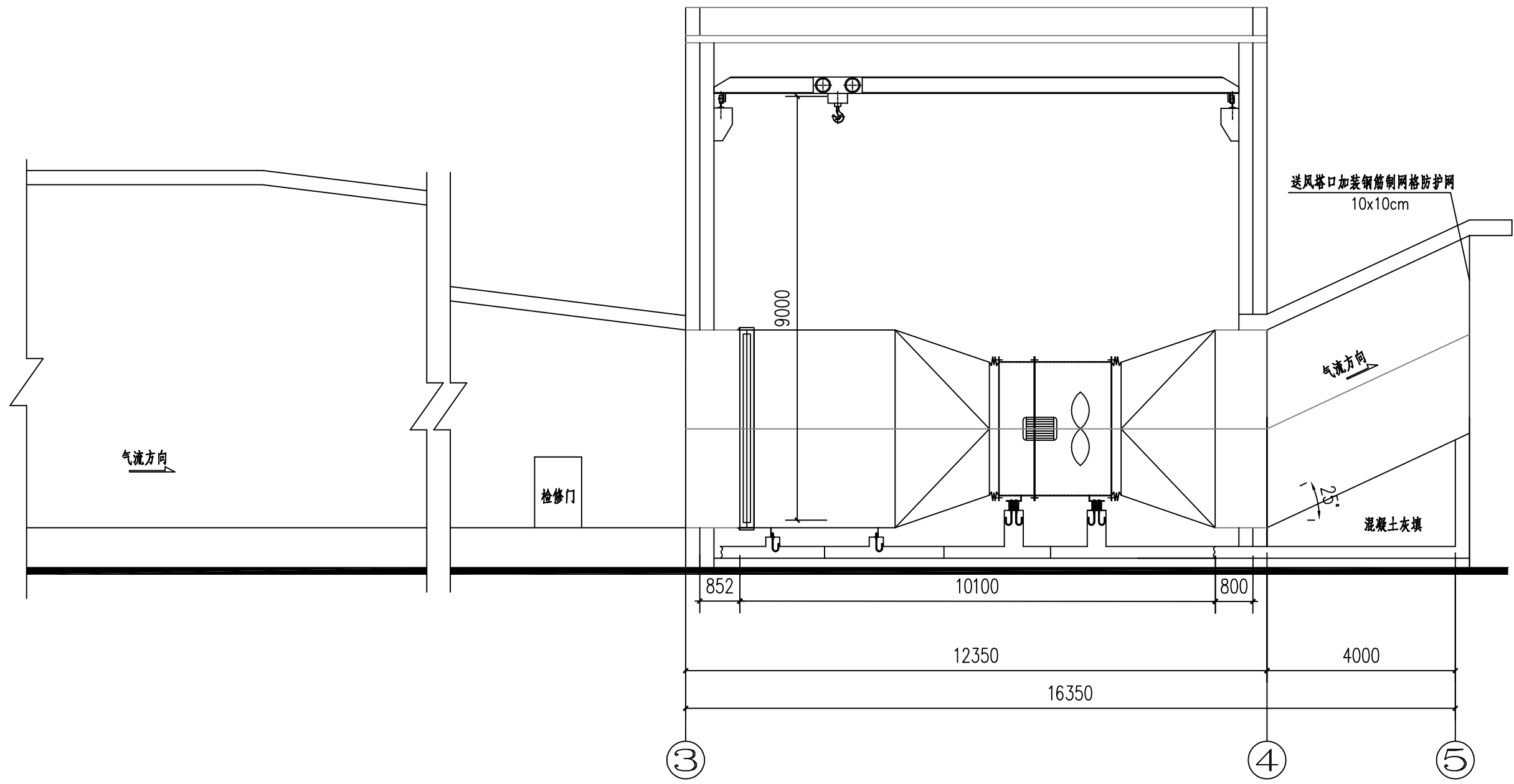


钢梯立柱结构图



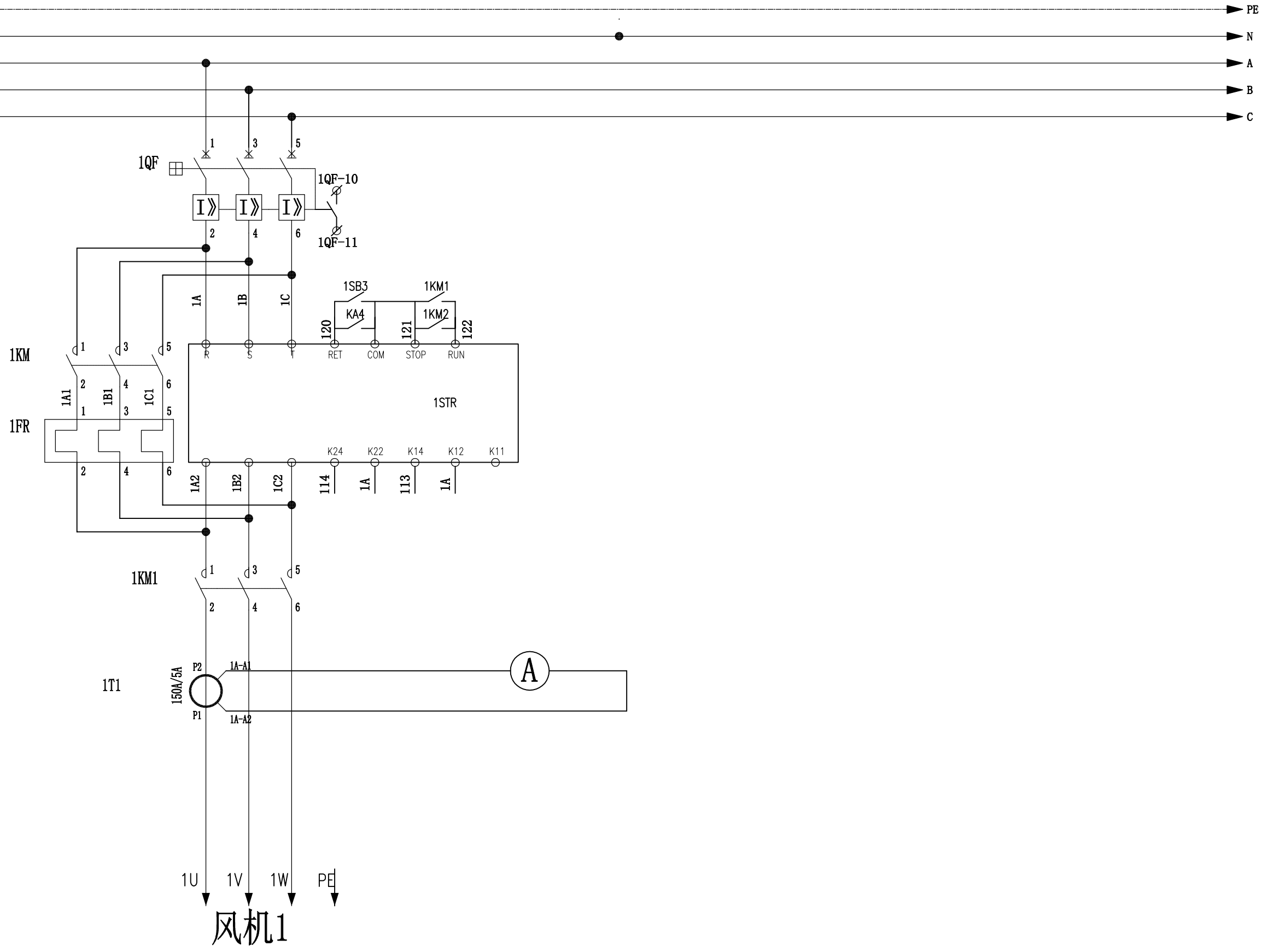
附注:

- 1、图中单位为厘米。
- 2、每处轴流风机两侧均需设置检修钢梯,图中风机仅为示意。
- 3、法兰与花纹钢板间采用四周满焊的方式。
- 4、两柱体间用三角铁焊接,接头处要求满焊。

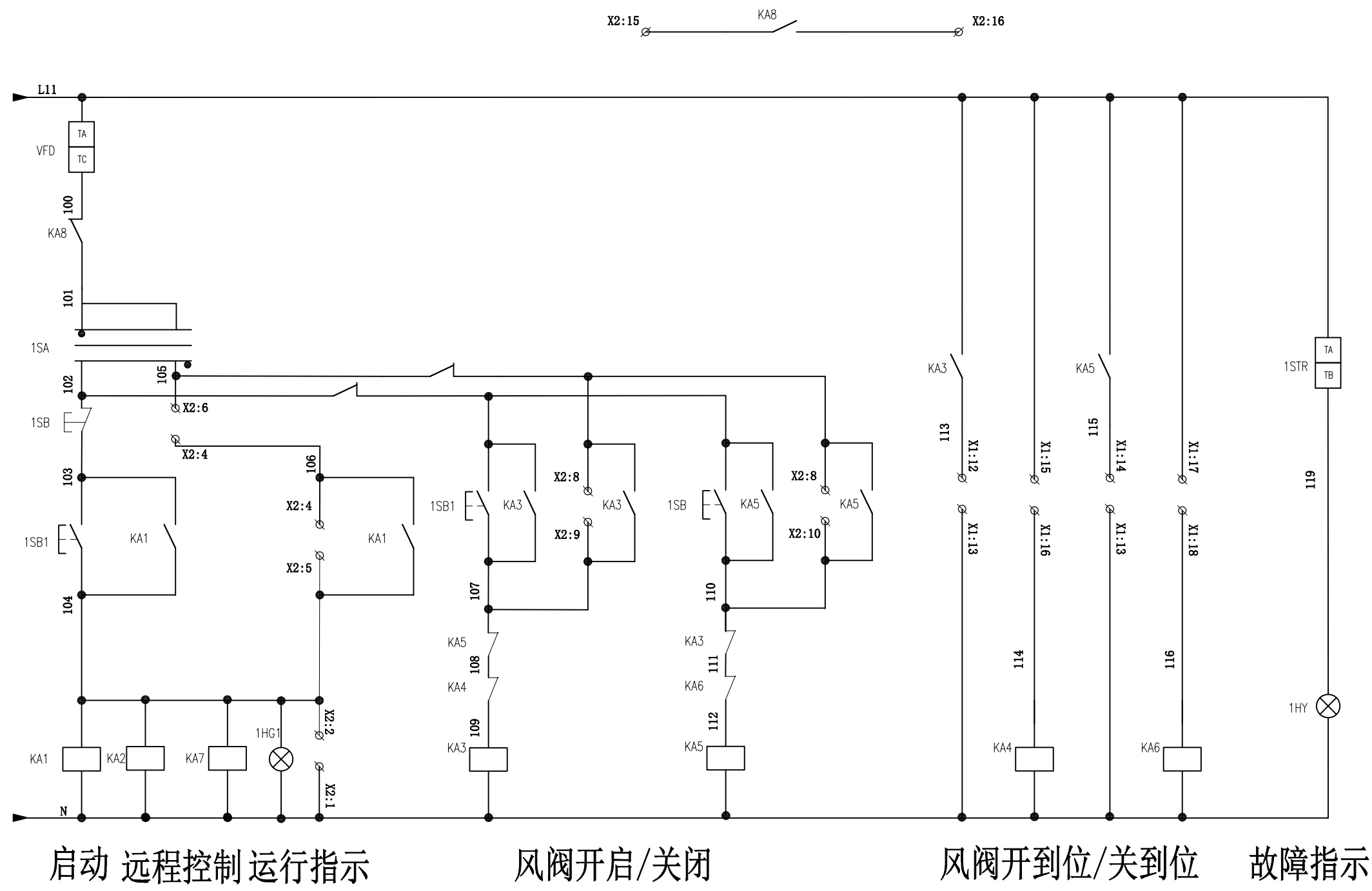


附注：  
 1、斜井口与轴流风机房联络风道采用钢板焊接，钢板具体结构和强度待轴流风机确定再行确认。  
 2、轴流风机固定好后，风机的进出口与风机房进出口连接采用钢管连接，具体情况根据现场实际尺寸现场加工制作，连接好后用膨胀螺栓固定、用混凝土封住，不允许漏风。

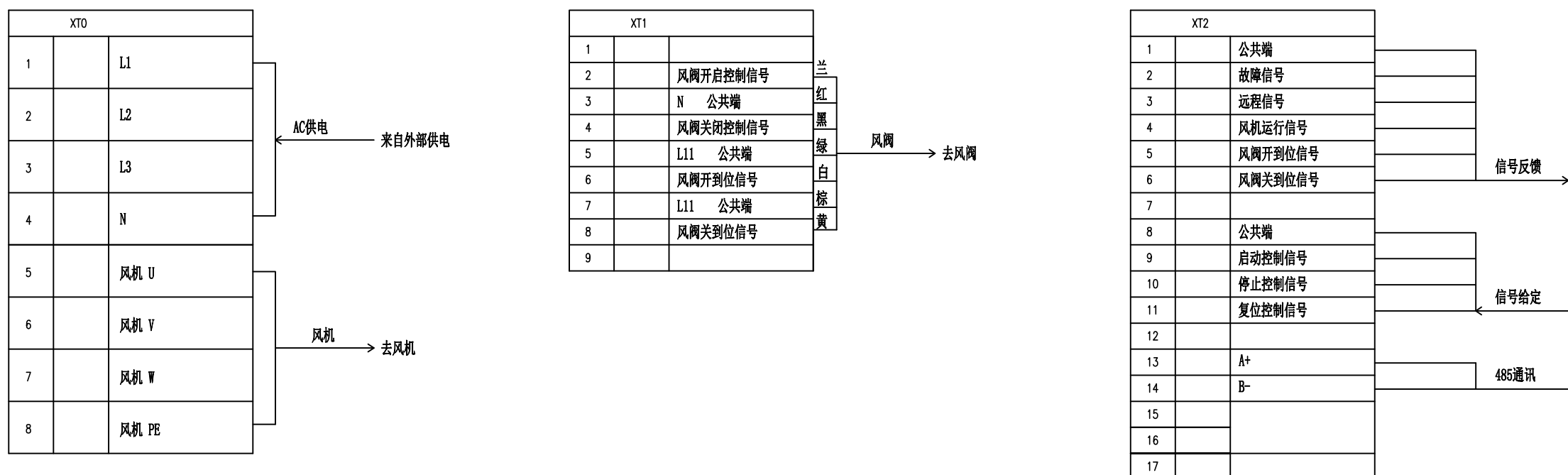
中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	地上风机房剖面图	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-13



中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	轴流风机及风阀控制原理图	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-14

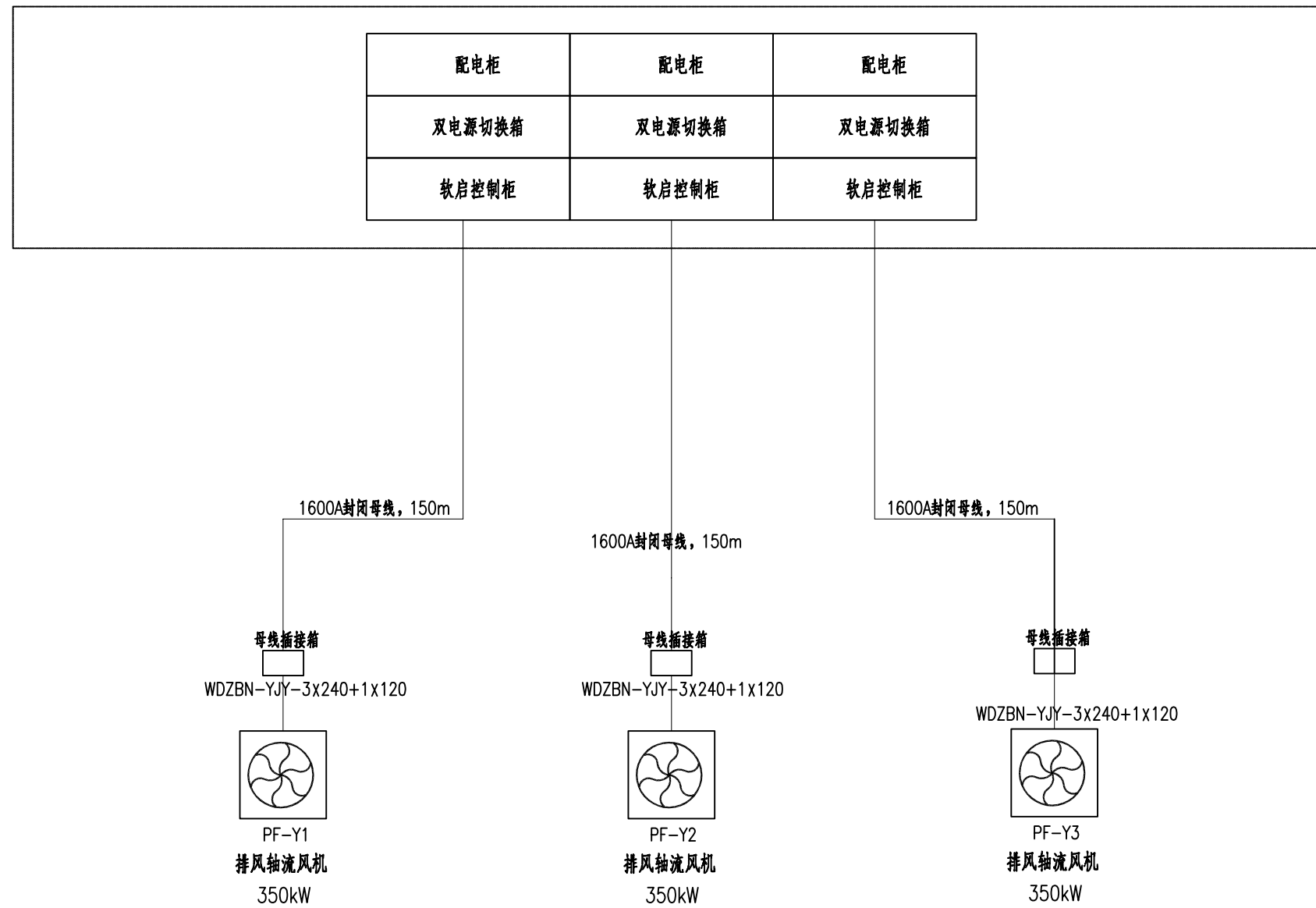


中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	轴流风机及风阀控制原理图	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-14





### 地上风机房轴流风机接线图



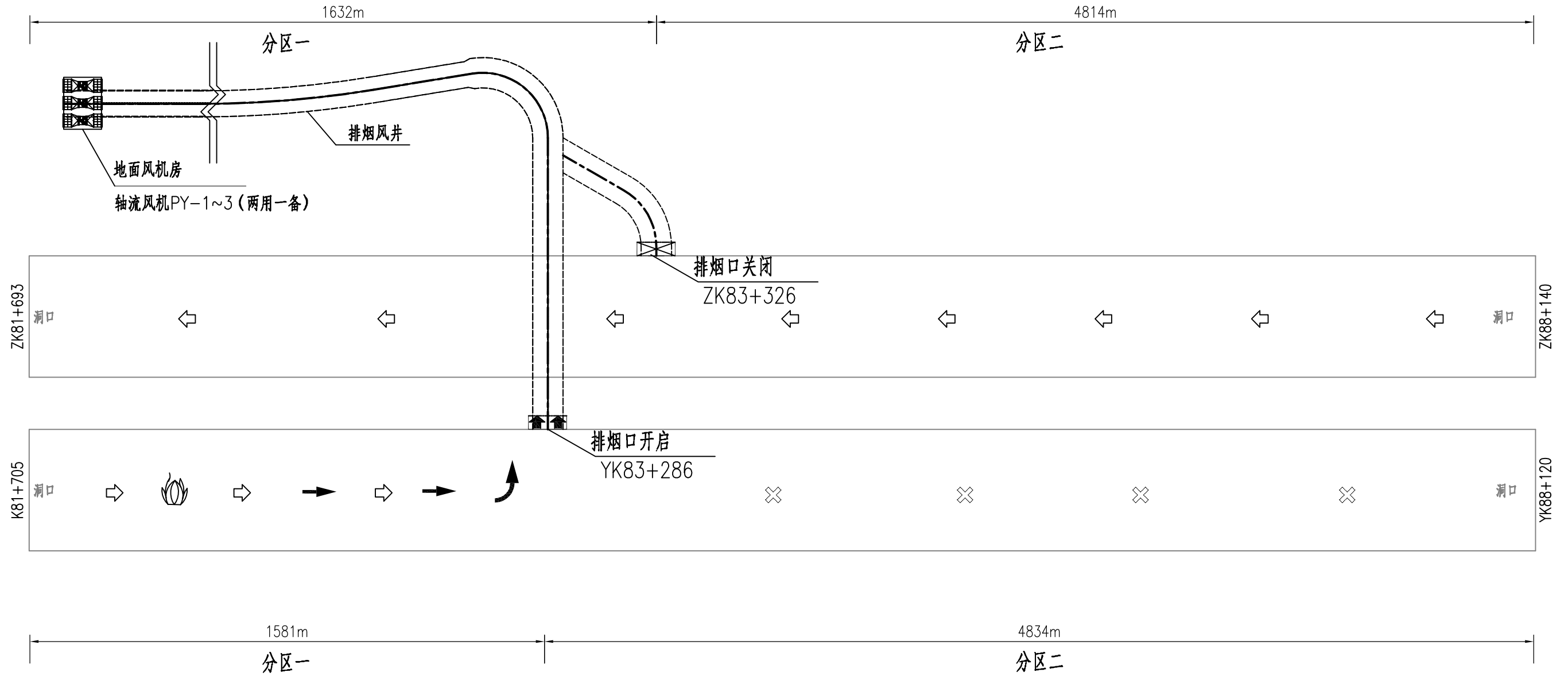
材料数量表

序号	名称	型号与规格	单位	数量	备注
1	封闭母线	1600A	米	450	
2	轴流风机软启动控制柜	350kW	套	3	
3	双电源切换箱		套	3	
4	电缆	WDZBN-YJY-3x240+1x120	米	150	

附注:

- 为减小直接启动对系统和电网的冲击,轴流风机采用软启动方式,本方式具有起动力小且恒定、转矩逐步增加、启动平稳等特点。
- 配电柜在供配电系统设计中计量,双切箱、软启动控制柜在通风系统中计量。

右线分区一火灾，风机开启预案



附注:

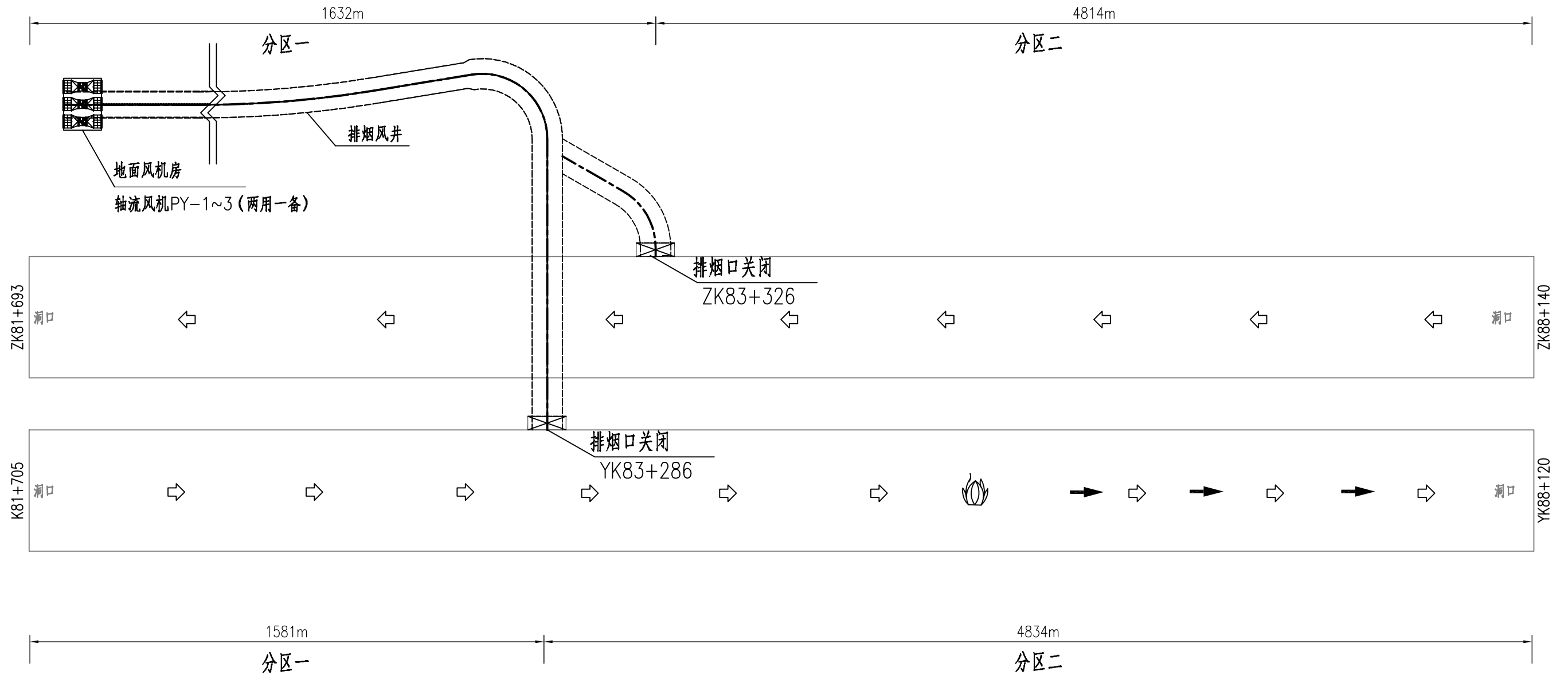
- 1、安全疏散阶段：右线隧道所有射流风机立即关闭，左线隧道所有射流风机开启，所有轴流风机关闭。
- 2、灭火救援阶段：右线隧道开启右线分区一射流风机，斜井排烟轴流风机，使烟气由竖井排出；左线隧道风机保持疏散阶段开启方式。

图例:

- ⇨ 射流风机开启及开启方向
- ⊗ 射流风机关闭
- ⊠ 轴流风机开启及开启方向
- ⊠ 轴流风机关闭
- 🔥 着火点
- ➔ 烟气流动方向

中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	火灾工况下风机开启预案	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-16

右线分区二火灾，风机开启预案



附注:

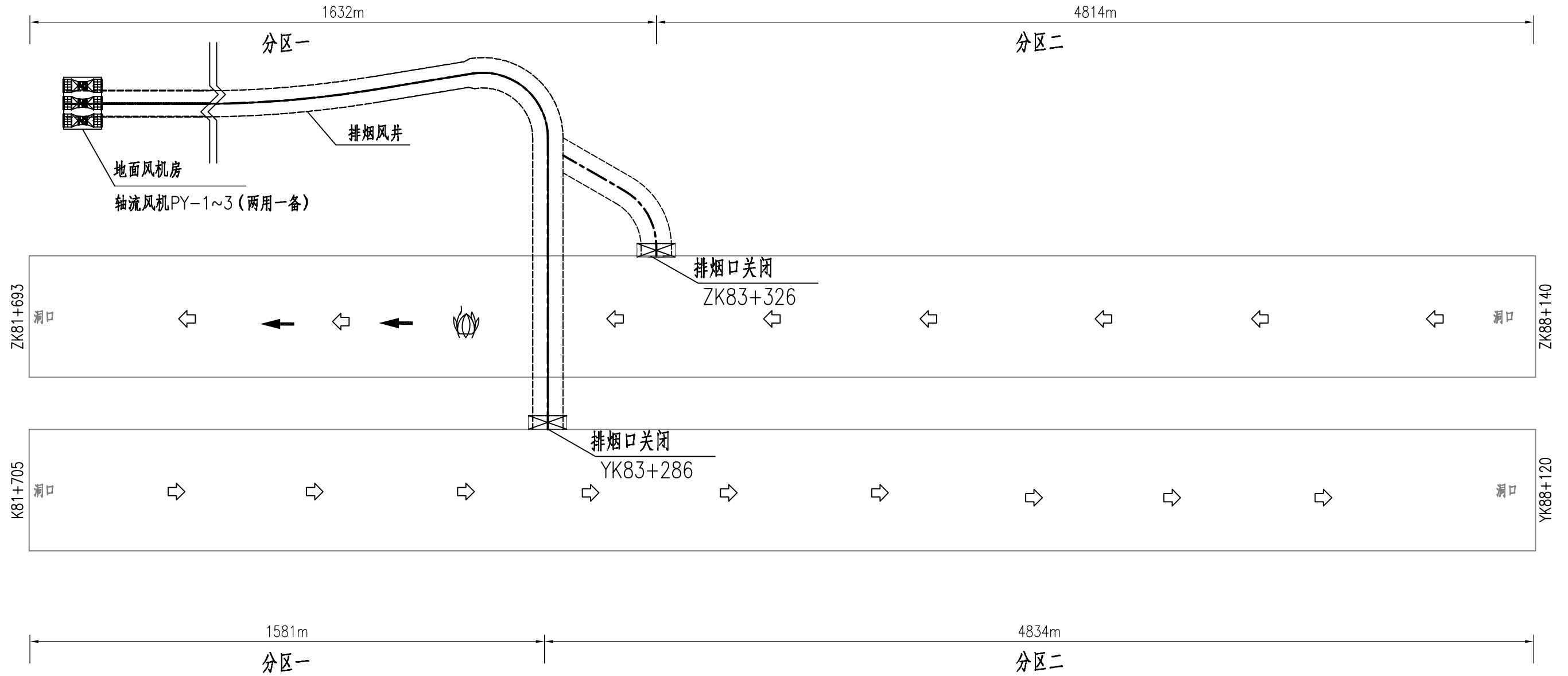
- 1、安全疏散阶段：右线隧道所有射流风机，左线隧道所有射流风机开启，所有轴流风机关闭。
- 2、灭火救援阶段：右线隧道开启右线所有射流风机，使烟气由右线隧道洞口排出；左线隧道风机保持疏散阶段开启方式；轴流风机关闭。

图例:

- ⇨ 射流风机开启及开启方向
- ⊗ 射流风机关闭
- ⊞ 轴流风机开启及开启方向
- ⊞ 轴流风机关闭
- 🔥 着火点
- ➔ 烟气流动方向

中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	火灾工况下风机开启预案	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-16

左线分区一火灾，风机开启预案



附注:

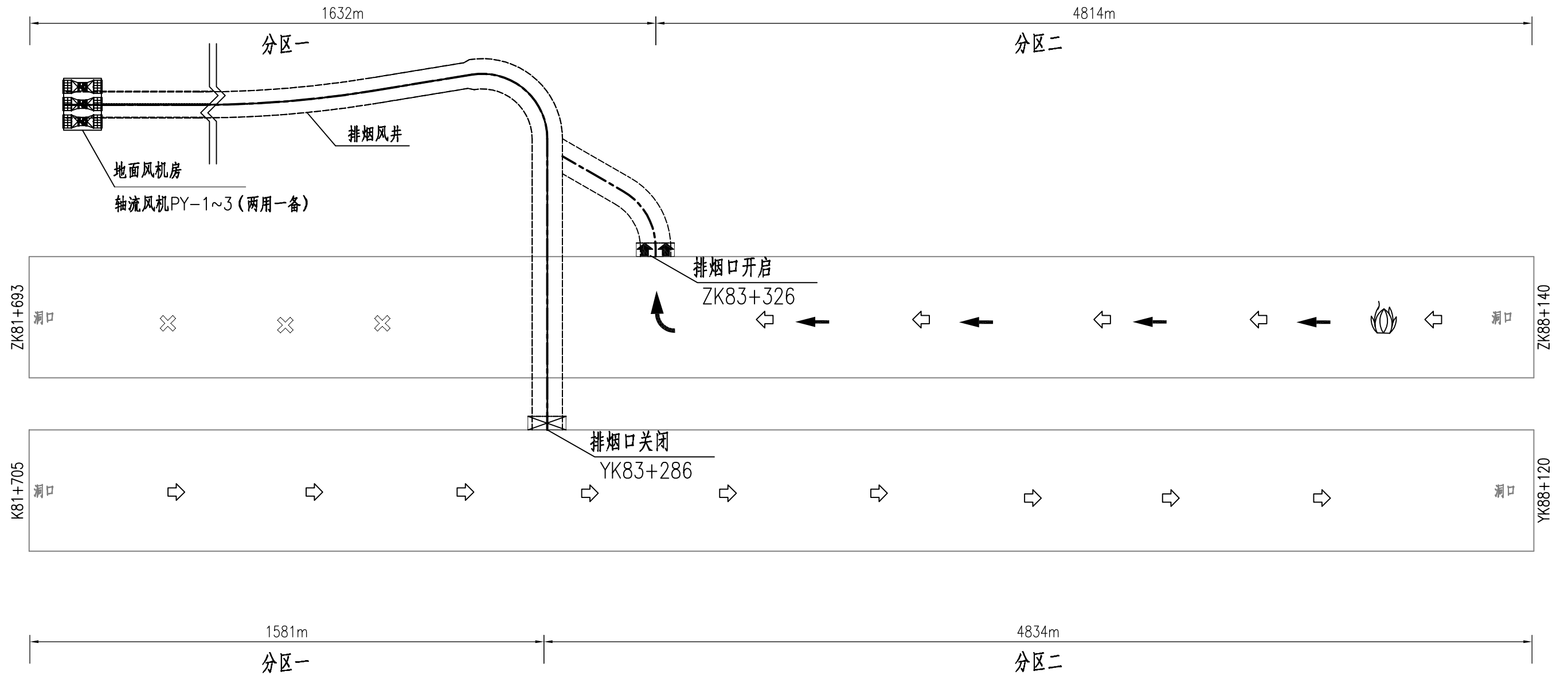
- 1、安全疏散阶段: 左线隧道所有射流风机,右线隧道所有射流风机开启,所有轴流风机关闭。
- 2、灭火救援阶段: 左线隧道开启右线所有射流风机,使烟气由左线隧道洞口排出; 右线隧道风机保持疏散阶段开启方式; 轴流风机关闭。

图例:

- ⇨ 射流风机开启及开启方向
- ⊗ 射流风机关闭
- ⊞ 轴流风机开启及开启方向
- ⊞ 轴流风机关闭
- 🔥 着火点
- ➔ 烟气流动方向

中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	火灾工况下风机开启预案	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-16

左线分区二火灾，风机开启预案



附注：

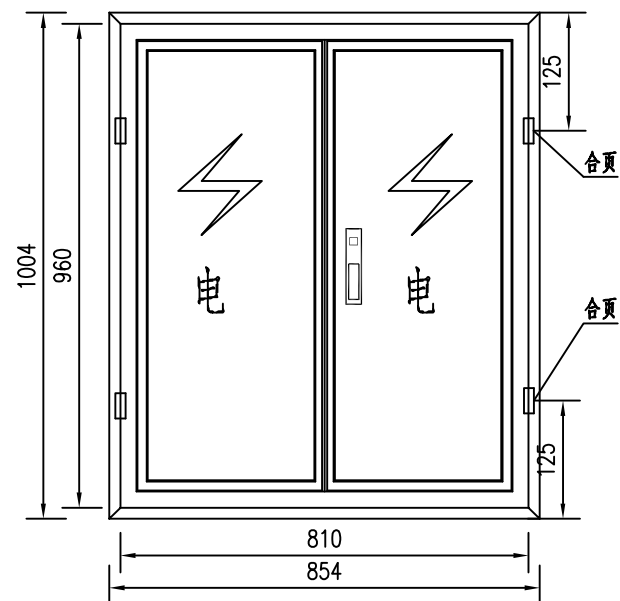
- 1、安全疏散阶段：左线隧道所有射流风机立即关闭，右线隧道所有射流风机开启，所有轴流风机关闭。
- 2、灭火救援阶段：左线隧道开启右线分区二射流风机，斜井排烟轴流风机，使烟气由竖井排出；右线隧道风机保持疏散阶段开启方式。

图例：

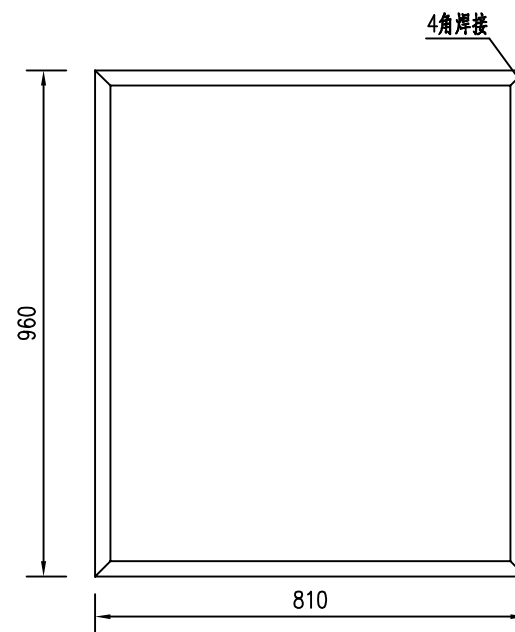
- ⇨ 射流风机开启及开启方向
- ⊗ 射流风机关闭
- ⊠ 轴流风机开启及开启方向
- ⊠ 轴流风机关闭
- 🔥 着火点
- ➔ 烟气流动方向

中交第二公路勘察设计研究院有限公司	渝湘高速公路复线 巴南至彭水段 K79+700~K134+803.978	火灾工况下风机开启预案	设计	穆腾虎	一审	马鑫	日期	2023.07
			复核	印斌	二审	张新	图号	S5-TF-16

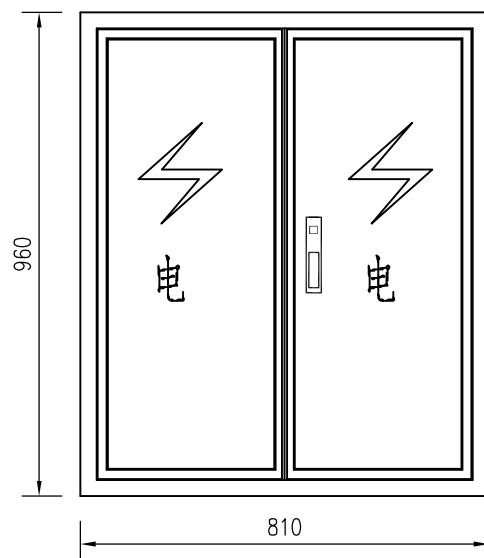
洞室门  
1:15



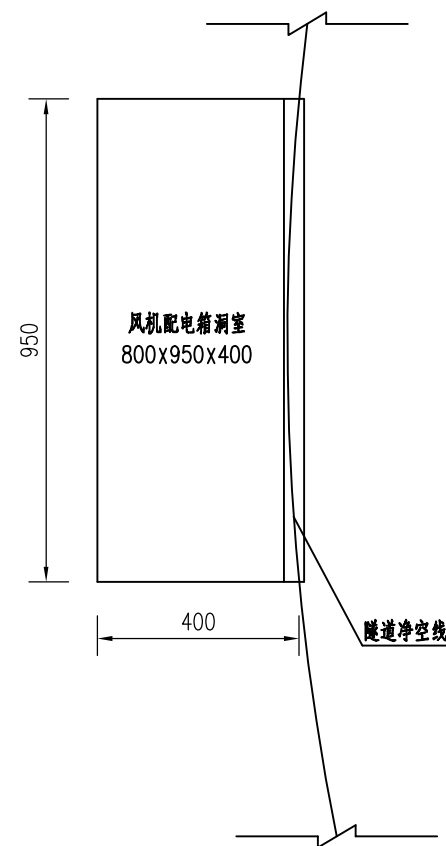
门框  
1:15



门扇  
1:15



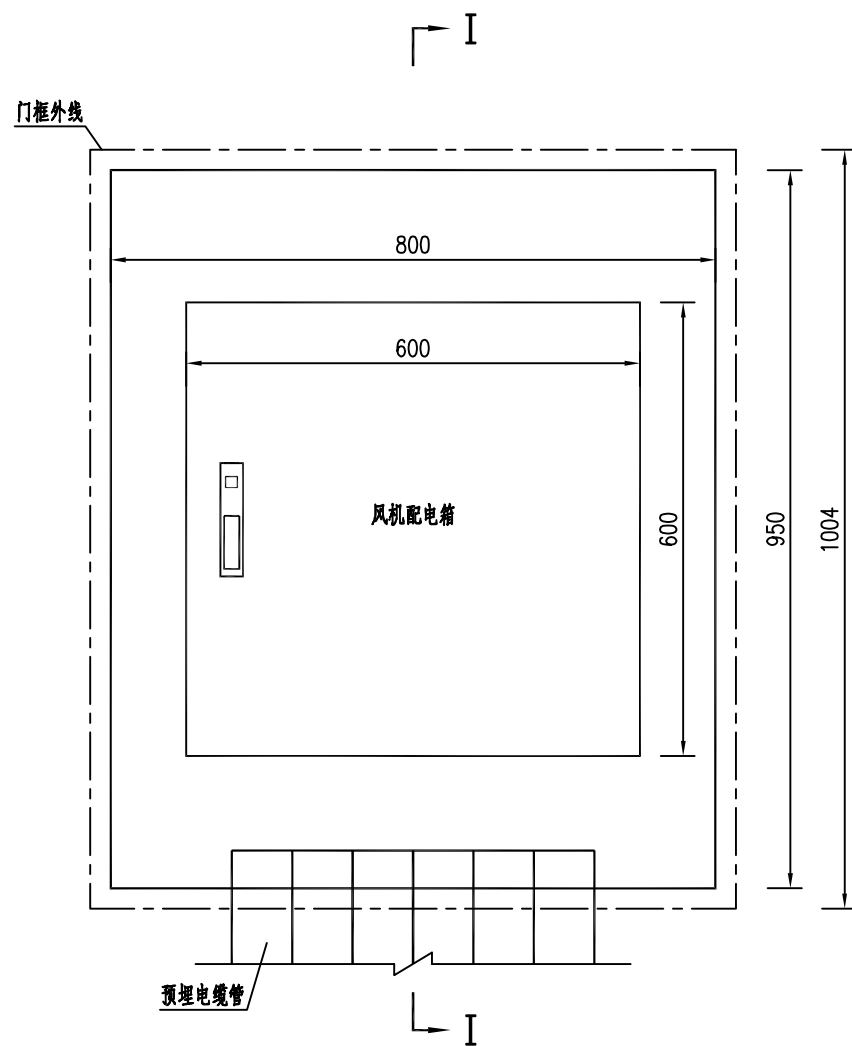
侧视图  
1:15



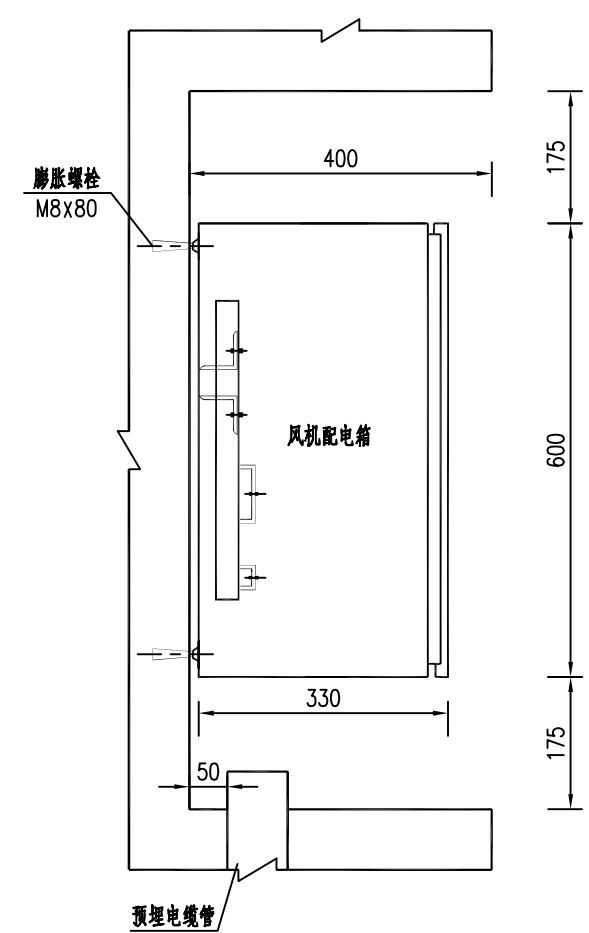
附注:

- 1、图中尺寸均以毫米计。
- 2、门框用30x30x3角铁制作，门扇采用铝合金制作。
- 3、门框表面采用喷塑工艺，以铝合金固定钉安装。

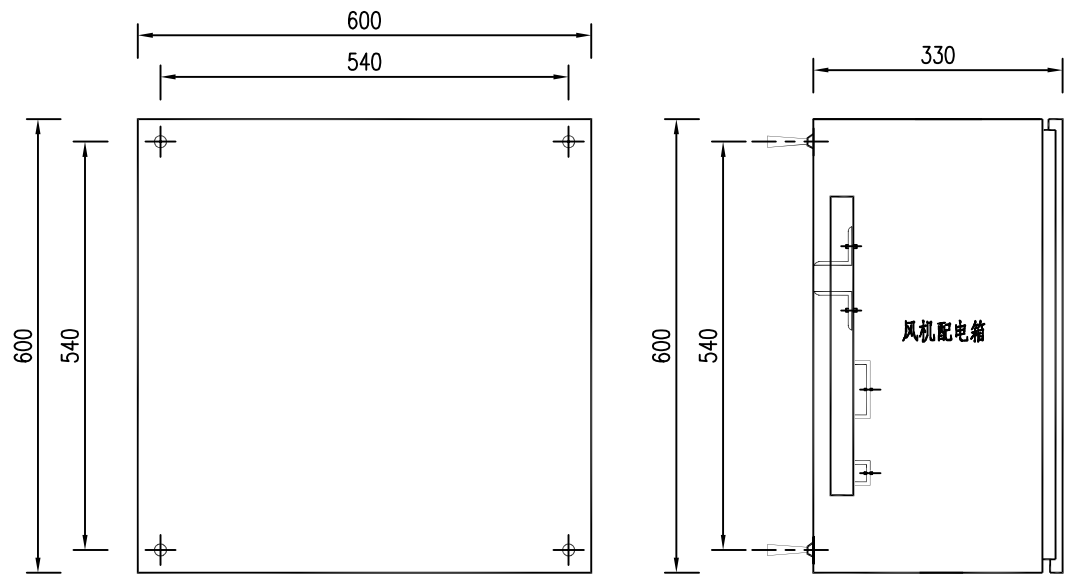
风机配电箱布置图



I - I



风机配电箱安装尺寸图

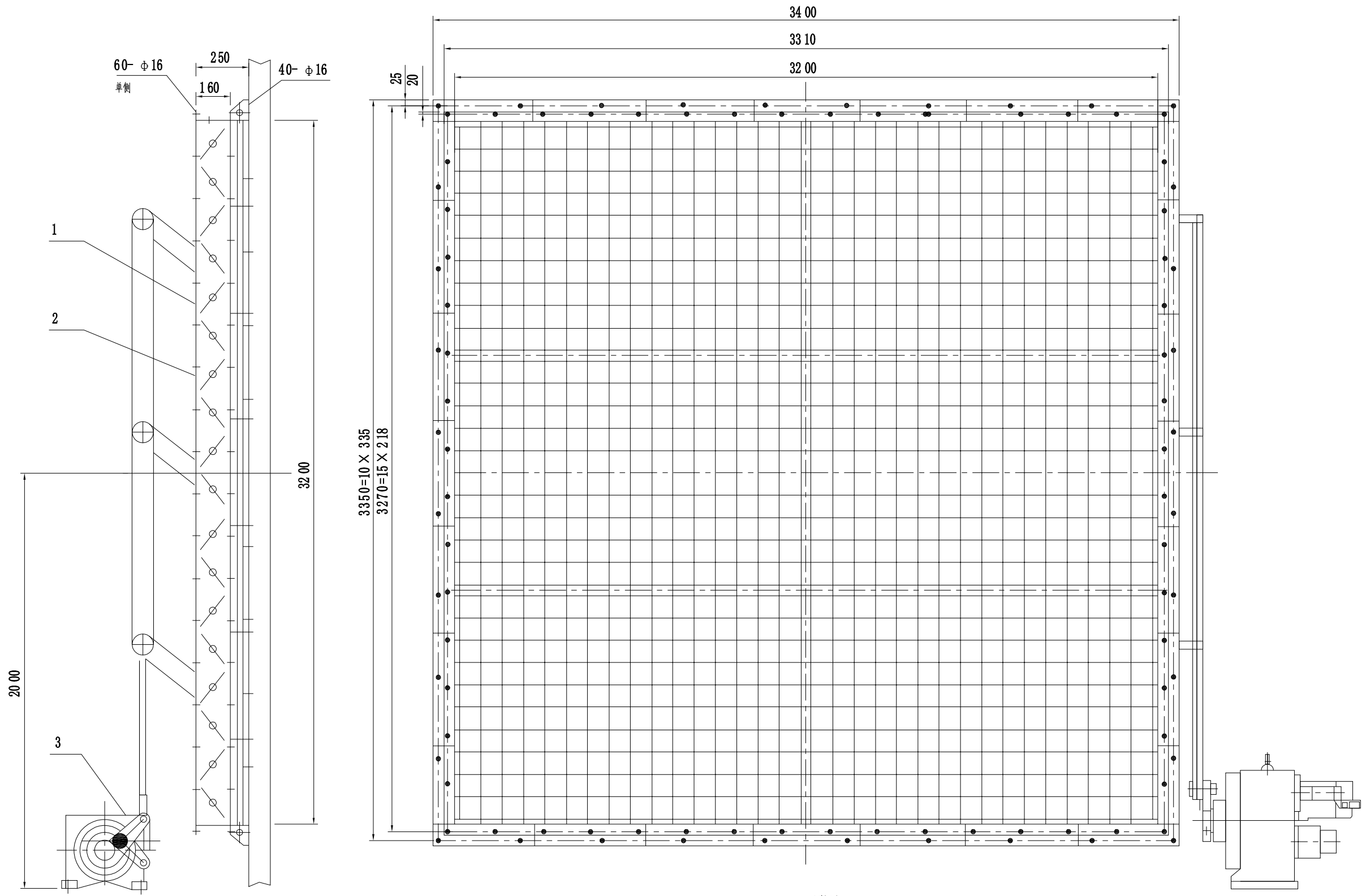


每处风机配电箱洞室设备材料表

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1	配电箱	XXK1-07	台	1	
2	膨胀螺栓	M8X80	套	4	
3	金属门	配套	套	1	

附注:

- 1、图中尺寸均以毫米计，比例为1:10。
- 2、洞门外表喷(涂)防锈漆。



附注:

1. 图中尺寸单位以mm计;
2. 由于不同厂家的轴流风机具体尺寸不同, 因此在确定了供货单位以后, 应根据采购的轴流风机具体尺寸和安装空间进行二次设计;
3. 风阀的正常使用寿命应不低于 20 年。寿命期内, 风阀应能保证良好的密闭性, 启闭灵活可靠, 严禁出现卡死、关不严、打不开及启闭时间延长等现象; 风阀各零部件使用寿命亦不低于20 年、不允许出现老化, 影响性能;
4. 风阀在250℃高温气流下、正常启闭工作时间应不小于1h;
5. 风阀所采用的钢板、型材应符合有关标准规定, 同时进行表面防锈和防腐处理。

3	电动执行机构	1	材料	220V/50Hz
2	3500×3500×250风阀座	1	组件	
1	对开密封风阀	1	外壳镀锌板; 叶片镀锌板	
序号	名称	数量	材料	备注