



CEPC tunnel ventilation channel dimensions and shaft cross section determination

赵路阳/陈福庆/黄金书—东莞研究部技术支持部
颜加明--华东勘测设计研究院



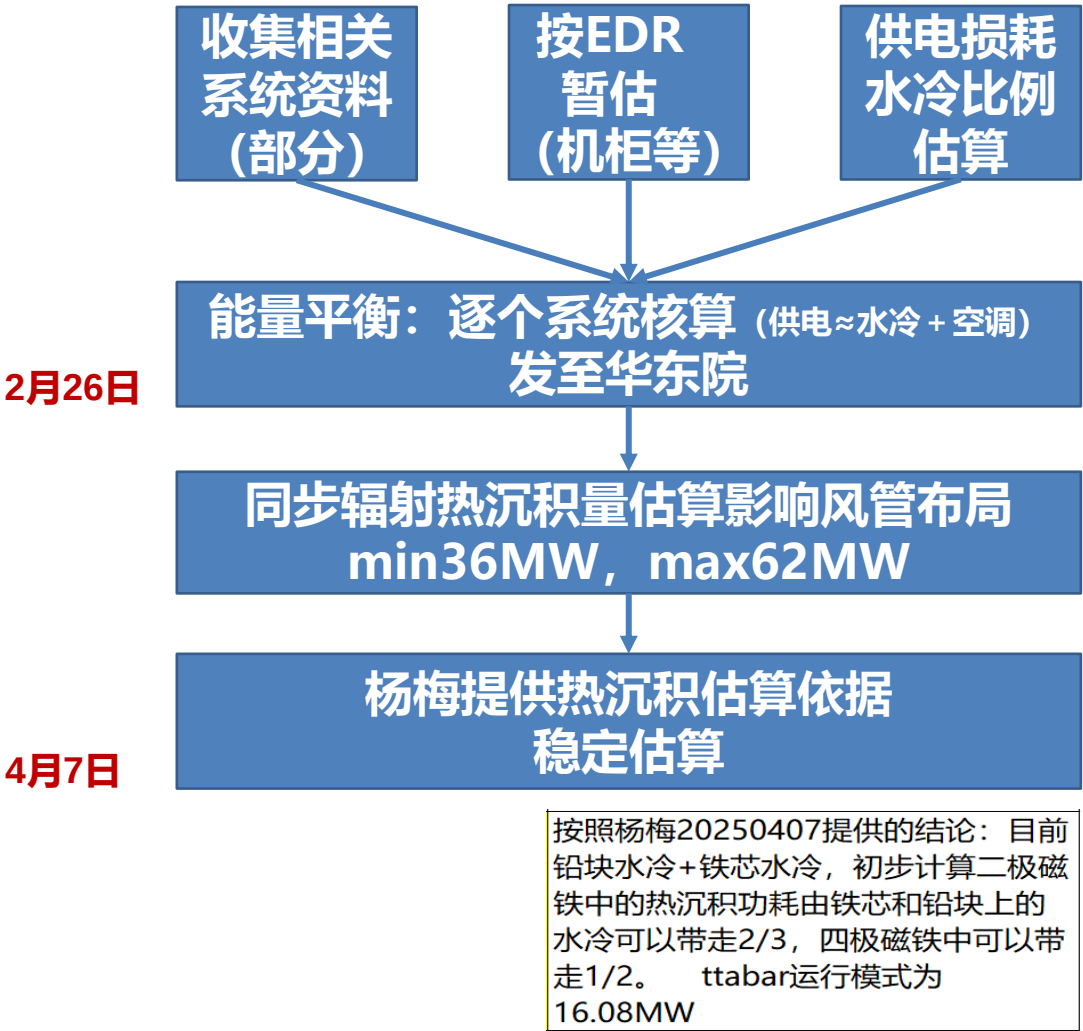
中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics
Chinese Academy of Sciences

Content

- 近期进展
 - 工艺散热量估算
 - 系统配置原则
 - 空调系统及主环隧道占用情况
 - 通风系统方案、流程及竖井占用情况
- 下一步计划

空调工艺散热量估算

总体核算：陈福庆/工艺电气



区域	设备	Higgs 30MW散热量 (MW)	Higgs 50MW散热量 (MW)	ttbar50MW散热量 (MW)	备注
直线隧道linac+BTL+damping ring	高频加速管、腔体、模组、波导	0.68	0.68	0.68	按水冷负荷的5%暂估
	磁铁及电缆	0.3	0.3	0.3	按水冷负荷的5%暂估
直线地面长廊		0.45	0.45	0.45	
	真空机柜	0.11	0.11	0.11	
	射频功率源、调制器、速调管	0.18	0.18	0.18	
	磁铁电源	0.16	0.16	0.16	
主环隧道 (不含高频区，总长96.4km)		17.37min/32.53max/计算22.24	19.44min/41.21max/计算27.55	36.89min/62.13max/计算46.49	风管干管按ttbar模式下的最大、最小两个工况评估 风管尺寸
	磁铁	2.55	2.55	4.2	4.2
	磁铁电缆	8.38	8.38	18.35	18.35
	配电电缆	1.84	1.84	6.36	6.36
	照明	1.5min/3max	1.5min/3max	1.5min/3max	1.5
	同步辐射光热沉积	3.1min/15.26max/计算7.97	5.17min/25.44max/计算13.28	6.48min/30.22max/计算16.08	按照杨梅20250407提供的结论：目前铅块水冷+铁芯水冷，初步计算二极磁铁中的热沉积功耗由铁芯和铅块上的水冷可以带走2/3，四极磁铁中可以带走1/2。ttabar运行模式为16.08MW
	全部192个主环辅助隧道 用于考虑总体负荷及流量设计	11.644	12.644	14.394	按Higgs50计算，可兼顾ttbar
2个高频区总计（每个高频区长度1.8km）	真空机柜	2.49	3.49	3.49	
	磁铁电源	1.01	1.01	2.23	
	电源电缆	0.44	0.44	0.97	
	控制机柜	1.846	1.846	1.846	暂按EDR
	束测机柜	1.826	1.826	1.826	暂按EDR
	辐射防护机柜	2.112	2.112	2.112	暂按EDR
	供电设备	1.92	1.92	1.92	暂按EDR
2个高频区辅助隧道总计（每个暂估2km）	高频加速管、腔体、模组、波导	4.6	7.67	7.67	风管按ttbar
高频区地面2处大厅		0.926	1.55	1.55	风管按ttbar
	速调管	0.92	1.54	1.54	暂按总功率1%考虑
	工艺电缆	0.006	0.01	0.01	
单个竖井（共8个）		0.93	1.54	1.54	按Higgs50
	高频功率源	0.93	1.54	1.54	暂按总功率1%考虑
高频辅助隧道到地面		0.06	0.06	0.22	风管按ttbar
	配电电缆	0.06	0.06	0.22	暂估
高频辅助隧道到地面		0.06	0.1	0.1	风管按ttbar
	高频功率源与速调管电缆	0.06	0.1	0.1	暂估

通风和空调系统配置原则

区域	Higgs30MW 散热量 kW	Higgs50MW 散热量 kW	ttbar50MW 散热量 kW
Linac+BTL +Damping Ring	0.68	0.68	0.68
直线地面长廊	0.45	0.45	0.45
主环隧道	22.24	27.55	46.49
主环辅助隧道	11.644	12.644	14.394
高频区	4.6	7.67	7.67
高频区辅助隧道	0.926	1.55	1.55
高频区地面大厅	0.93	1.54	1.54
竖井	0.48	0.48	1.76
高频辅助隧道	0.12	0.2	0.2
总计	42.07	52.764	74.734
主环及辅助隧道	39.41	49.414	70.104

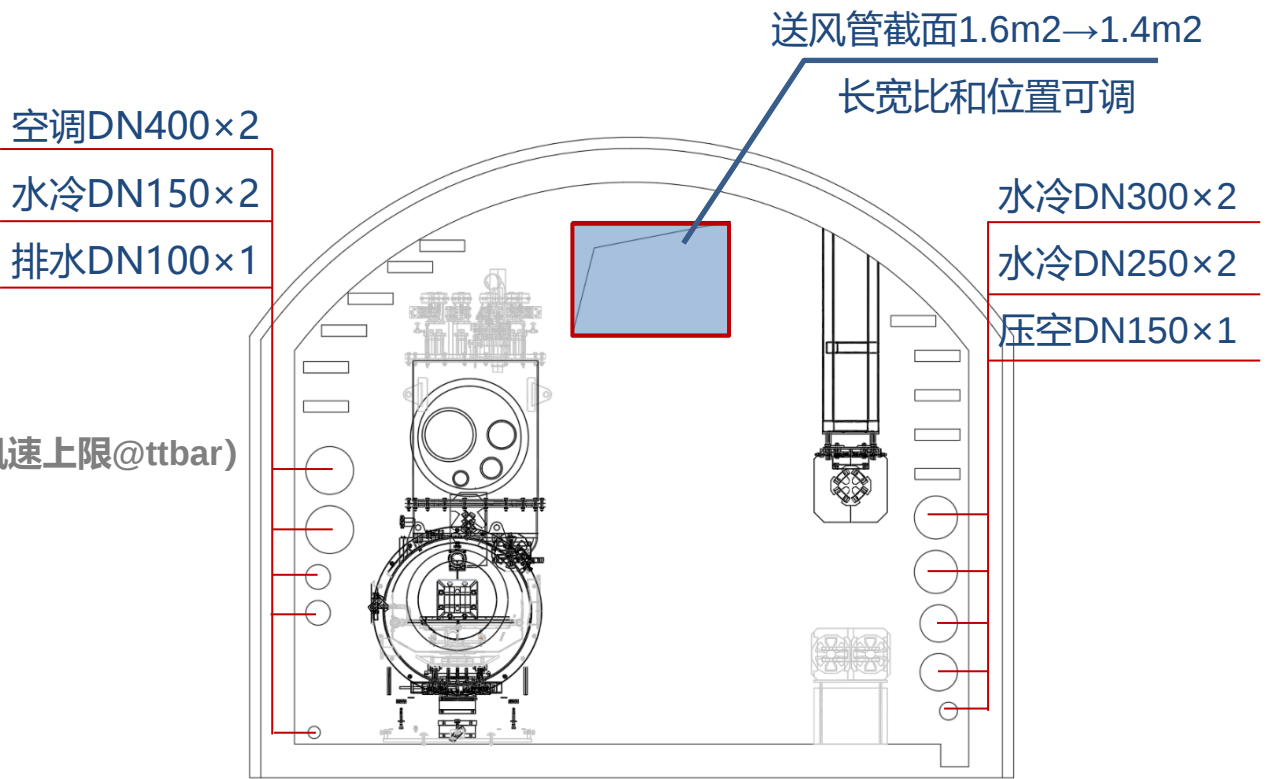
配置原则：

- 1. 主环隧道风管，按ttbar配置，一步到位。
- 2. 设备占位，按ttbar考虑，确保远期扩容可行性。
- 3. 设备选型，按Higgs30考虑
- 4. 当Higgs30与Higgs50接近时，按Higgs50考虑

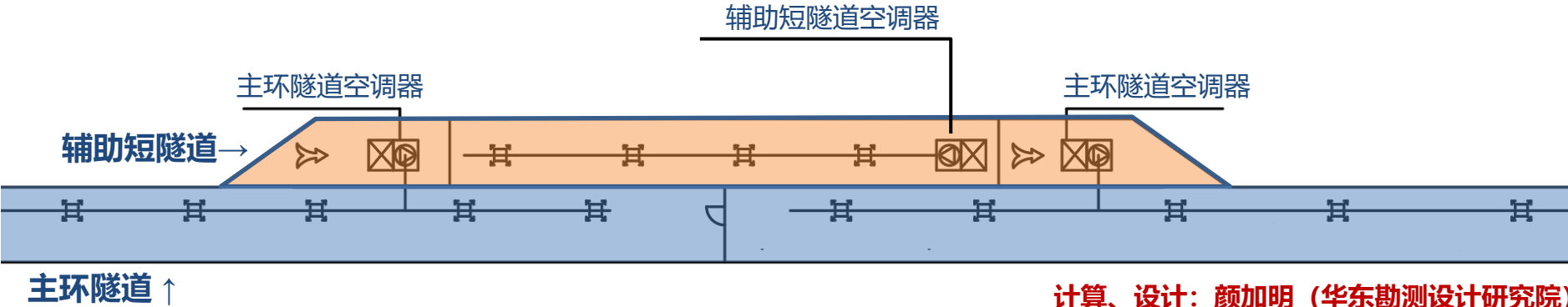
空调系统及主环隧道占用情况

隧道空调系统：

- 作用：控制温度、湿度
- 系统数量：384+192套，服务长度~250m
- 送风管1根：长度250m，截面1.4m²，风速10m/s（达风速上限@ttbar）
- 不设置回风管：设置回风口（对气流组织影响较小）



↔	ttbar↔
空调器风量, m³/h↔	50000↔
空调器制冷量, kW↔	150↔
送风总管面积, m²↔	1.4↔
送风总管尺寸宽*高, m↔	1.4*1.0↔
送风总管对应风速, m/s↔	10↔



通风系统及竖井占用情况

隧道通风系统基本流程

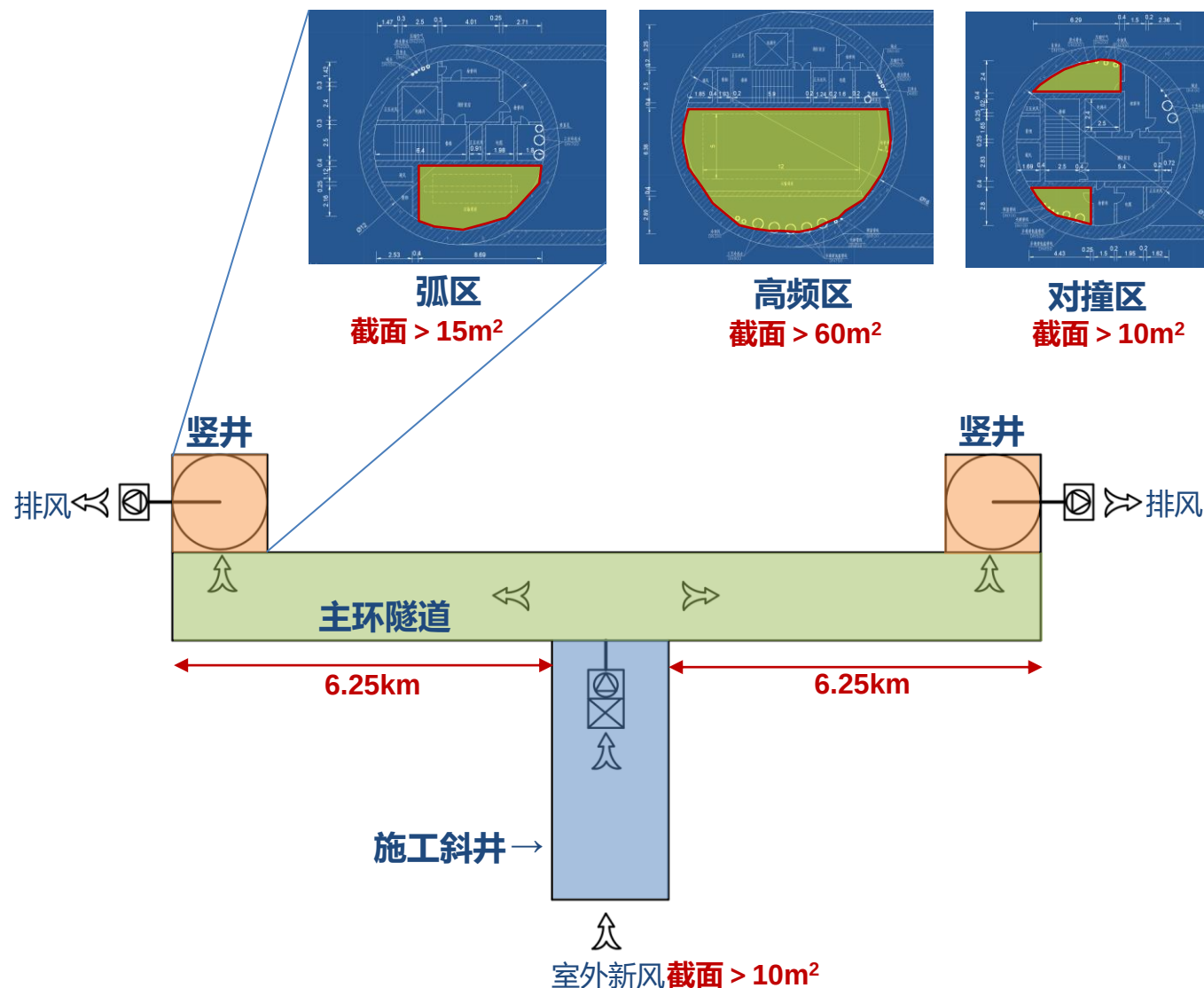
- 新风：通过施工斜井引入新风
- 换气：向两边竖井换气，每段约6.25km
- 排风：利用竖井运输通道排出室外

优势

- ✓ 无风管设计，不多占面积
- ✓ 阻力较低

前提

1. 利用每两个竖井之间的施工斜井
2. 施工斜井验收后长期使用，表面封尘处理
3. 每个施工斜井在两个竖井之间，相对居中
4. 隧道无隔墙，或有隔墙但门需要全部开启
5. 不需要局部排风



计算、设计：颜加明（华东勘测设计研究院）

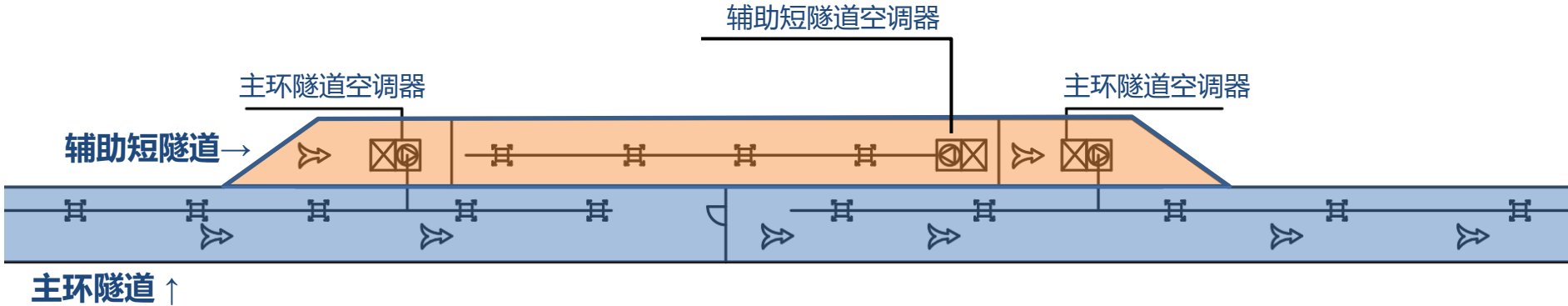
通风系统及竖井占用情况

换气次数的选择

- 仅从竖井、隧道和施工斜井面积考虑，1h/2h/3h均可满足
- 换气次数越快，投资、运行费用越高
 - 1h：不应设置隔墙（隔墙门的风速达5~6级）
 - 2h：可以设置隔墙
 - 3h：代价最低，但时间较长

↵	体积, m3↵	所需换气量↵		
		1h 换气↵	2h 换气↵	3h 换气↵
主环↵	共 16 段, ↵ 27.29*6250=170562↵	170562 m³/h↵	85281 m³/h↵	56854 m³/h↵
每个主环排风竖井↵	按 10m/s 计算竖井面积↵	341124m³/h↵	170562 m³/h↵	113708 m³/h↵
直线加速段 (地下) ↵	3.5*3.5*1500+↵ 3.5*3.5*1800=40425↵ 竖井风速 10m/s↵	40425m³/h↵ 1.12m²↵	20212 m³/h↵ 0.56m²↵	13475 m³/h↵ 0.37m²↵
直线加速段 (地面) ↵	48*1800=86400↵	86400m³/h↵	43200 m³/h↵	28800 m³/h↵
对撞区 (主厅) ↵	1291*55.5=71650↵ 竖井风速 10m/s↵	71650m³/h↵ 1.99m²↵	35825m³/h↵ 0.99m²↵	23883 m³/h↵ 0.66m²↵

计算、设计：颜加明（华东勘测设计研究院）



待确认事项

1. 空调制冷量基本接近上限，同步辐射光热沉积的估算是否稳定？或可再优化？
2. 辅助隧道与主隧道平行布置，是否有原则性问题？
3. 换气次数，适合设置为多少？
4. 目前主环隧道空调系统按照无备用设计，是否可行？ (384+192)

按照杨梅20250407提供的结论：目前铅块水冷+铁芯水冷，初步计算二极磁铁中的热沉积功耗由铁芯和铅块上的水冷可以带走2/3，四极磁铁中可以带走1/2。 ttabar运行模式为16.08MW

下一步计划

1. 对比辅助隧道与主隧道平行和垂直两种布置方式，提供设备布局
2. 大型风管穿越主辅隧道隔墙的布置方案
3. 根据选定的通风换气次数，完善通风系统方案

Thank you for your attention!

风力级数	名称	海浪		海岸船只征象	陆地地面征象	风速（相当于空旷平地上标准高度10m处的风速）		
		一般 /m	最高 /m			mile/h	m/s	km/h
0	无风	-	-	静	静，烟直上	小于1	0~0.2	小于1
1	软风	0.1	0.1	平常渔船略有晃动	烟能表示方向，但风向标不能动	1~3	0.3~1.5	1~5
2	轻风	0.2	0.3	渔船张帆时，每小时可随风移行2~3km	人面感觉有风，树叶微响，风向标能转动	4~6	1.6~3.3	6~11
3	微风	0.6	1.0	渔船渐觉颠簸，每小时可随风移行5~6km	树叶及微枝摇动不息，旌旗展开	7~10	3.4~5.4	12~19
4	和风	1.0	1.5	渔船满帆时，可使船身倾向一侧	能吹起地面灰尘和纸张，树的小枝摇动	11~16	5.5~7.9	20~28
5	劲风	2.0	2.5	渔船缩帆（即收起帆之一部）	有叶的小树摇摆，内陆的水面有小波	17~21	8.0~10.7	29~38
6	强风	3.0	4.0	渔船加倍缩帆，捕鱼须注意风险	大树枝摇动，电线呼呼有声，举伞困难	22~27	10.8~13.8	39~49
7	疾风	4.0	5.5	渔船停泊港中，在海者下锚	全树摇动，迎风步行感觉不便	28~33	13.9~17.1	50~61
8	大风	5.5	7.5	进港的渔船皆停留不出	微枝折毁，人行向前感觉阻力甚大	34~40	17.2~20.7	62~74
9	烈风	7.0	10.0	汽船航行困难	建筑物有小损（烟囱顶部及平屋摇动）	41~47	20.8~24.4	75~88

风力等级与风速关系

风量m3/h	170000
风量m3/s	47.22222
门高	2.5
门宽	2
门的面积	5
过门风速	9.444444

1h换气，隔墙门风速

风量m3/h	85000
风量m3/s	23.61111
门高	2.5
门宽	1.5
门的面积	3.75
过门风速	6.296296

2h换气，隔墙门风速

风量m3/h	57000
风量m3/s	15.83333
门高	2.5
门宽	1.5
门的面积	3.75
过门风速	4.222222

3h换气，隔墙门风速

➤ 为推进工艺系统提资中各参数的自治，以及给设计院做进一步的深化设计，已联合相关系统召开了三次沟通讨论会。各主要工艺系统沟通和提供数据表时间汇总如下：

1. 磁铁、电源系统：

- 2025年2月13日，通用、磁铁、电源系统讨论会议
- 2025年2月20日分别邮件收到康文和杨梅两位老师的磁铁系统《负荷统计表》
- 2025年2月21日和25日分别微信收到陈斌老师两个版本磁铁系统《负荷统计表》

2. 高频系统、直线射频系统：

- 2025年2月14日，通用、功率源、直线射频系统讨论会议
- 2025年2月20日邮件收到周祖圣老师的高频功率源和直线射频系统的《负荷统计表》

3. 同步辐射光：

- 2025年2月17日上午，CEPC同步辐射负荷讨论会议
- 2025年2月17日下午邮件收到唐光毅的主隧道内沉积能量分布文件
- 2025年2月18日邮件收到唐光毅的主隧道内沉积能量分布文件更新版

4. 真空系统

- 2025年2月17日，通用、真空系统讨论会
- 2025年2月17日下午邮件收到马永胜老师的真空系统《负荷统计表》