

# 北京市某中医院地下人防急救医院的通风设计

程诗雷

中国中元国际工程有限公司 北京 100000

**【摘要】**：文章介绍了人防急救医院的战时清洁通风、滤毒通风和隔绝通风的通风方式，并结合工程实例阐述战时通风的设计原理和方法，介绍人防急救医院室外机防护和固定电站的通风设计和防化设计。

**【关键词】**：急救医院；战时通风设计；室外机防护通风；固定电站通风；防化设计

现代化城市一旦遭到核袭击或大规模的空袭（包括强烈地震），会产生大量伤员，并且会造成地面建筑的倒塌、燃烧油库起火，道路堵塞，电源、水源中断，食品、药品及生活必需品短缺，城市医疗机构瘫痪等。此时，只有具备预定防护能力的人防医疗工程，才能够承担起对伤员的医疗救治任务。故目前医院新建的人防工程优先建设人防医疗救护工程，结合北京市某中医院迁址新建工程的工程实例，介绍人防急救医院的战时通风、室外机防护通风和固定电站通风、防化设计。

## 1 工程概况

本工程为北京市某中医院迁址新建工程，人防建筑面积6947.0m<sup>2</sup>，其中急救医院防护面积2814.43m<sup>2</sup>。急救医院设于地下2层，层高4.8m，容纳人员240人（含伤员），床位数量为37张，包含一个固定电站。

## 2 急救医院的平面布置

一般的人防工程只有一个密闭区，而人防急救医院有第一密闭区和第二密闭区，二者通过洗消室和第二防毒通道相连接，组成一个防护单元。

第一密闭区设置在第一防毒通道和第二防毒通道之间，由分类厅、急救观察室、诊室、卫生间、盥洗室、污物间、污泵间等组成，是急救医院的门急诊部，战时允许轻微染毒。

第二密闭区是急救医院的医技住院部，战时主要为危重伤员进行早期治疗。第二密闭区位于第一密闭区之后，为清洁区，通过第二防毒通道和洗消间后进入，主要由手术室、麻醉器械室、无菌器械敷料室、生化室、细菌检验室、X光室、配血室、病房、医办公室、更衣卫浴、换鞋、污物室、防化通信室等组成。

## 3 急救医院战时通风系统

### 3.1 通风方式

战时急救医院的战时通风，应设置防护通风系统，包括

清洁通风、滤毒通风及隔绝通风三种通风方式。

清洁通风是指人防急救医院转入作战状态，但人防急救医院外空气并没有染毒，这时依靠战时进、排风系统进行通风换气，保持室内空气的卫生条件，此时称之为清洁通风。

滤毒通风是指人防急救医院外受毒剂等物污染，需经特殊处理时的通风。滤毒通风时，须关闭清洁通风管路上的进入风机前的密闭阀门，开启滤毒通风系统上的密闭阀门，通过油网滤尘器、过滤吸收器对染毒空气进行处理，使引入急救医院内的空气达到清洁空气的标准。

隔绝通风是指战时室外遭受敌人核或生化武器袭击后，室外空气染毒，室外有害气体浓度较高，吸收过滤器未能吸收或者吸收过滤器损坏，室内外完全隔绝，房间内部为空气通过风机内循环的通风方式。

### 3.2 通风量计算

#### (1) 通风标准

人防急救医院	防护面积 (m <sup>2</sup> )	掩蔽人数 N	清洁式通风 (m <sup>3</sup> /p.h)		滤毒式通风 (m <sup>3</sup> /p.h)		防化要求	隔绝防护时间 h	主要出入口防毒通道换气次数 K	隔绝通风时二氧化碳允许浓度 C	主体超压 (Pa)
			标准	风量	标准	风量					
	2815	240	16	3840	6	1440	乙	≥ 6	≥ 50	≤ 2.0%	≥ 50

#### (2) 风量计算及校核

防护单元编号	主要参数	清洁送风量 L <sub>1</sub> 及文字说明	滤毒送风量 L <sub>2</sub> =K × Q <sub>2</sub>	清洁排风量 L <sub>3</sub>	超压漏风量 L <sub>4</sub> =L <sub>1</sub> × 0.04	隔绝防护时间 t = $\frac{1000(V-C_0)}{N \times C_1}$	最小防毒通道换气次数 K <sub>0</sub> = $\frac{L_{1+2}}{V_0}$	超压排气门数量 P = $\frac{L_{1+2}}{L_0}$
人防急救医院	掩蔽人数: 240人 清洁新风量: q <sub>2</sub> =9m <sup>3</sup> /p.h 滤毒新风量: q <sub>2</sub> =9m <sup>3</sup> /p.h 最小防毒通道: V <sub>0</sub> =41m <sup>3</sup> 清洁双门密闭室: V=943m <sup>3</sup>	L <sub>1</sub> =1000m <sup>3</sup> L <sub>1</sub> 计算见文字说明	L <sub>2</sub> =500m <sup>3</sup> L <sub>2</sub> 计算见文字说明	L <sub>3</sub> =950m <sup>3</sup> L <sub>3</sub> 按常规计算	L <sub>4</sub> =940m <sup>3</sup> L <sub>4</sub> =38m <sup>3</sup>	t = $\frac{1000 \times 943 \times (22 - 0.125)}{240 \times 20} = 36.19 \text{h}$ 满足要求	K <sub>0</sub> = $\frac{3810 + 0.05 \times 943}{41 \times 20} = 51.6 \text{h}^{-1}$ 满足要求	P = $\frac{3810 + 0.05 \times 943}{750} = 4.8$ 选择4个P250 具体位置见平面图

#### (3) 清洁通风风量计算

根据《标准》<sup>[2]</sup>第 4.2.2 条规定,清洁通风室内人员新风量取  $q_1=16\text{m}^3$  (人·h), 清洁通风室内人员所需新风量  $L_1=N \cdot q_1=240 \times 16=3840\text{m}^3/\text{h}$ 。

式中  $L_1$  为清洁通风掩蔽人员所需新风量  $\text{m}^3/\text{h}$ ,  $N$  为室内掩蔽人员数量,  $q_1$  为清洁通风掩蔽人员设计新风量  $\text{m}^3/(\text{人} \cdot \text{h})$ 。

根据《标准》<sup>[2]</sup>表 4.3.8 的排风换气次数, 计算出第一密闭区清洁排风量 =  $1500\text{m}^3/\text{h}$ , 第二密闭区清洁排风量 =  $8000\text{m}^3/\text{h}$ , 清洁排风量 =  $1500+8000=9500\text{m}^3/\text{h}$ 。当清洁排风量大于清洁通风室内人员所需新风量时, 清洁通风设计新风量应按总排风量的 1.05~1.1 倍确定, 故清洁通风新风量 =  $9975\text{m}^3/\text{h}$ , 由于固定电站控制室清洁送风量 =  $1000\text{m}^3/\text{h}$ , 清洁送风量取两者中较大值 + 固定电站控制室清洁送风量, 并取整为  $11000\text{m}^3/\text{h}$ 。

#### (4) 滤毒通风风量计算

根据《标准》<sup>[2]</sup>第 4.2.2 条规定, 滤毒通风室内人员新风量取  $q_2=6\text{m}^3$  (人·h), 滤毒通风室内人员所需新风量  $L_2=N \cdot q_2=240 \times 6=1440\text{m}^3/\text{h}$ 。

式中  $L_2$  为滤毒通风掩蔽人员所需新风量  $\text{m}^3/\text{h}$ ,  $N$  为室内掩蔽人员数量,  $q_2$  为滤毒通风掩蔽人员设计新风量  $\text{m}^3/(\text{人} \cdot \text{h})$ 。

根据《标准》<sup>[2]</sup>第 4.2.4 条规定, 人员主要出入口最小防毒通道的通风换气次数不小于  $50\text{h}^{-1}$ 。滤毒通风室内人员所需新风量:

$$L_2 = \text{最小防毒通道换气次数} \times \text{最小防毒通道容积} + \text{移动电站防毒通道滤毒风量} + 4\% \text{清洁区有效容积} \\ = 50 \times 41 + 40 \times 26 + 9460 \times 4\% = 3468\text{m}^3/\text{h}$$

滤毒通风时第一密闭区分类厅属于轻微染毒区, 医护人员和伤员在此停留时间较长, 必须通过通风换气的方式把此处的毒剂浓度控制在安全浓度下, 根据《标准》<sup>[2]</sup>第 4.2.4 条规定, 第一密闭区分类厅的通风换气次数不小于  $40\text{h}^{-1}$ 。分类厅的最小使用面积为  $40\text{m}^2$ 。

滤毒通风时第一密闭区分类厅的最小新风量:

$$L_3 = \text{分类厅体积} \times 40 \text{ 次}/\text{h} = 60 \times 4.8 \times 40 = 11520\text{m}^3/\text{h}$$

滤毒通风时, 这么大的换气量若采用清洁区内的新风进行换气, 不但新风处理能耗大, 而且不利于工程第一二防毒通道的超压排风, 很难控制超压排风的超压值。因此, 分类厅设置自循环滤毒通风装置, 其通风及滤毒设备设置在第一密闭区专用房间内, 选用额定风量为  $1000\text{m}^3/\text{h}$  的过滤吸收器 12 台。

#### (5) 隔绝防护时间校核

隔绝防护时的内循环通风是室内空气循环流动, 需满足隔绝防护时间不短于 6h, 室内  $\text{CO}_2$  体积分数不大于 2.0%。计算见 (2)  $t=36.9\text{h} > 6\text{h}$ , 满足规范要求。

## 4 进、排风口部通风原理图及操作顺序

战时急救医院通风系统设置清洁式通风、滤毒式通风和隔绝通风 3 种通风方式。

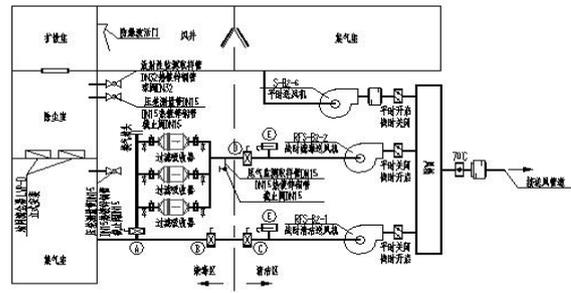
### 4.1 进风系统

(1) 清洁进风: 室外进风口 → 防倒塌风井 → 防爆波活门 → 进风扩散室 → 过滤器 → 人防密闭阀门 → 人防送风机 → 室内

(2) 滤毒进风室外进风口 → 防倒塌风井 → 防爆波活门 → 扩散室 → 过滤器 → 过滤吸收器 → 人防密闭阀门 → 人防送风机 → 室内

(3) 隔绝通风: 室内外停止空气交换, 由通风机使室内空气自循环。

进风口部系统原理图和进风方式转换操作见图 1。



急救医院进风口部系统原理图

战时急救医院进风方式阀门切换

通风类型	运转风机	开启阀门	关闭阀门
清洁通风	RF5-R2-1	① ②	④ ⑤ ⑥
滤毒通风	RF5-R2-2	④ ⑤	① ② ⑥
隔绝通风	根据情况开启送风机, 打开送风机旁通门	⑤	其它所有阀门

图 1 进风口部系统原理图和进风方式阀门切换

### 4.2 排风系统

(1) 清洁排风: 室内清洁区排风机 → 人防密闭阀门 → 风管 → 扩散室 → 防倒塌风井 → 室外排风口

(2) 滤毒超压排风: 室内清洁区 → 超压自动排气活门 → 更衣室及防毒通道 → 人防密闭阀门 → 风管 → 扩散室 → 防倒塌风井 → 室外排风口

排风口部系统原理图和排风方式转换操作见图 2。

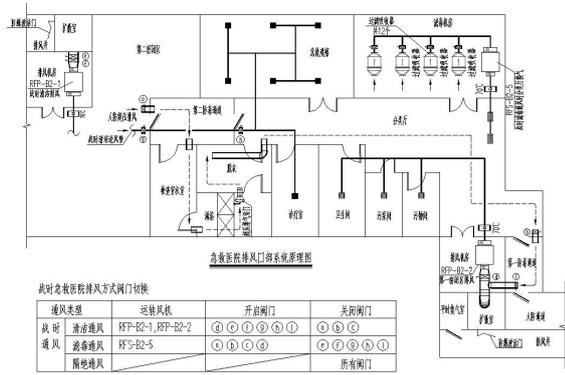


图2 排风口部系统原理图和排风方式阀门切换

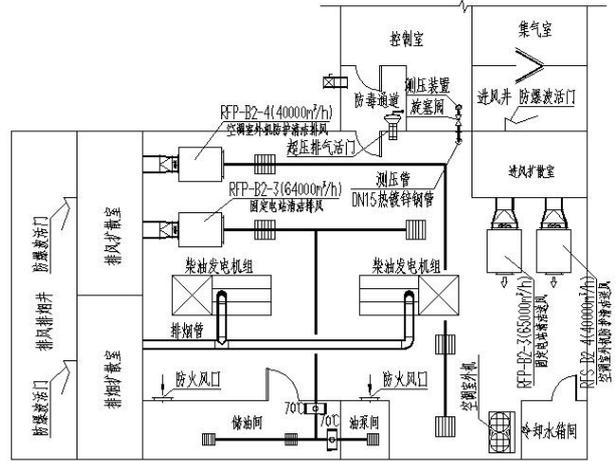


图3 柴油发电机房通风系统原理图

## 5 固定电站和室外机防护室通风设计

本工程室外机防护室与人防固定电站合用，但是分开设置独立的通风系统。固定电站控制室战时为清洁区，设清洁式、滤毒式和隔绝式三种通风方式。控制室的通风与战时急救医院结合设置，不专设除尘滤毒设备。

柴油发电机房战时为染毒区，设清洁式和隔绝式防护通风，设置独立的进、排风系统。由于发电机采用风冷冷却方式，进风量需满足消除余热和燃烧空气需求之和，排风量需满足发电机房正压和储油间排风需求之和。

本工程固定电站设置2台功率为190KW的发电机，发电机的冷却通风量为17.4m³/s，燃烧空气量为0.6m³/s，计算发电机房进风量为64800m³/h。储油间、油泵间排风量1000m³/h，发电机房排风量为63640m³/h。固定电站内柴油发电机组清洁排风机风量取64000m³/h，送风机风量取65000m³/h。柴发机房内为正压，储油间为负压。

战时急救医院空调的多联式室外机设置在固定电站内，为消除多联式室外机释放的热量，设置送排风系统，送排风机风量取40000m³/h。

柴油发电机房通风系统原理图见图3。

## 参考文献:

- [1] 中国建筑设计研究院.GB50038-2005,人民防空地下室设计规范[S].北京:中国计划出版社,2005.
- [2] 中国建筑标准设计研究院.RFJ005-2011,人民防空医疗救护工程设计标准[S].北京:中国计划出版社,2012.
- [3] 中国建筑标准设计研究院 FK01-02 防空地下室通风设计(2007年合订本)[M].北京:中国计划出版社,2007.
- [4] 防化研究院第一研究所.RFJ013-2010,人民防空工程防化设计规范[S].北京:2010
- [5] 孙苗,袁白妹.人防急救医院的通风设计[J].暖通空调,2013,43(11):67-70.

## 6 防化设计

本工程为急救医院，防化级别为乙级，应设置空气放射性监测、空气染毒监测和空气质量监测，且应采用自动监测方式，监测信息应传输到防化值班室。在滤毒室设置空气放射性监测仪，防化值班室内设置空气质量检测仪，毒剂监测仪一台设置在最后一道密闭门内1m处，另一台设置在滤毒进风机附近。

本工程在进风竖井内设置毒剂报警器的探头，进风竖井毒剂报警器的探头到进风防爆活门的距离=3.6m ≥ (5+τ)Va=(5+1.2)×0.52=3.23m，满足要求。

## 7 结论

急救医院战时清洁通风量按室内人员新风量计算，同时按清洁设计新风量为室内总排风量的1.05~1.10倍计算，两者取大值；战时滤毒通风量按室内人员新风量计算，同时按人员主要出入口最小防毒通道的通风换气次数不小于50h-1计算。第一密闭区分类厅滤毒通风量巨大，设置自循环滤毒通风装置。

室外机防护室通风既可以与人防固定电站合用通风系统，也可以分开设置独立通风系统。