

# 抗爆中心控制室暖通设计

周敏

胜帮科技股份有限公司

**摘要：**本文主要介绍某项目抗爆中心控制室的设计及在设计过程中时出现的一些问题探讨，并从多个抗爆中心控制室暖通设计中分析空调机房、新风、消防排烟、空调系统和空调控制联锁所出现的一些问题。

**关键词：**噪音；气体灭火；排烟；新风；排风；控制联锁

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.04.072

## 一、前言

中心控制室作为企业的控制核心，为了确保其安全性和可靠性，对其合理性和自动化程度的要求变得更高，对抗爆中心控制室的设计理念也做出更高的要求。随着石油化工建筑物抗爆设计标准的更新，通过过去多个抗爆中心控制室的设计，有一些经验体会。

## 二、工程介绍

绿电耦合二氧化碳捕集（CCUS）制高值化学品项目位于新疆维吾尔自治区哈密伊吾县某地区，项目占地约为179000m<sup>2</sup>，总投资约为35.5亿元。本项目设置六套生产装置，一个罐区及其他公辅设施，其中设置的抗爆中心控制室为二层，外墙采用抗爆结构，其建筑面积为2377m<sup>2</sup>，建筑高度为11.2m。该抗爆中心控制室设有空调机房、排烟机房、操作室、UPS室及其他辅助房间等。

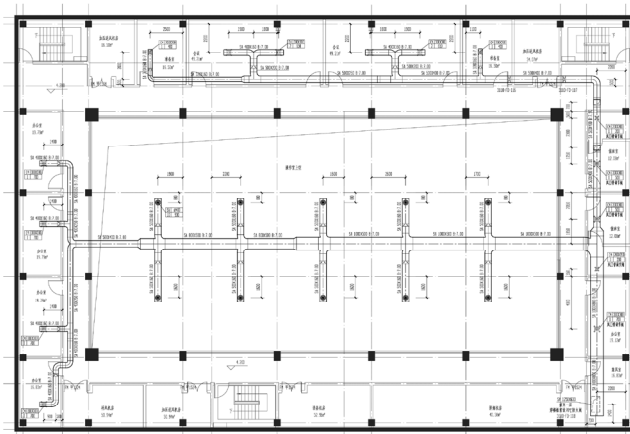
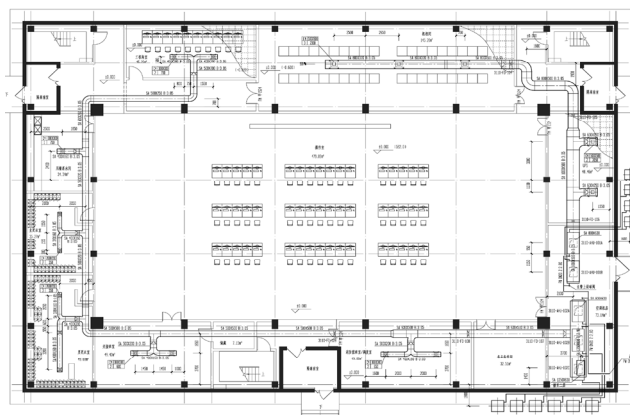
## 三、空调系统

中心控制室的空调系统划分在设计过程中是一个比较重要的问题。按照规范，机柜间、操作室、UPS室等属于重要房间，为保证里面设备的平稳，对温湿度做了一定的要求，夏季房间温度为26±2℃，冬季房间温度为20±2℃，湿度为50±10%，因此其空调选用恒温恒湿。在系统划分时，把重要房间划分为一个系统，其他非重要房间划分为另外一个系统或者整个设置成一个系统，在实际运行过程中往往出现这样那样的问题。根据多个项目实际运行情况反馈，中控室夏季出现了办公室、工程师室房间温度过冷，UPS室、机柜室房间过热；冬季办公室、工程师室房间温度适宜，UPS室在风阀关闭的时候还是很热。在选择系统时，把显热负荷大的房间（机柜间及UPS室）和显热负荷小的房间做成一个系统或者简单的把所有重要房间都做成一个系统，对于后期每个房间的温度调节产生了很大的困扰。所以在设计过程中，要把显热负荷大的房间与显热负荷小的房

间系统分开，确保合理的房间温度。本项目采用两套系统。第一套系统的单台空调冷量为50kW，热量为18kW，设置两台空调机组，其中一台为备用空调，专门服务于机柜间和UPS室；第二套系统的单台空调冷量为63kW，热量为27kW，设置三台空调机组，其中一台为备用空调，服务于其他房间。

在选取空调设备时，按规范考虑了一定的余量，同时每套系统各设了一台备用空调。在某一台空调发生故障时，自动启动对应的备机。

抗爆中心控制室中有送风管、回风管、排风管、排烟风管和排烟补风管。在布置风管时势必会有交叉，在设计风管尺寸时要合理，控制一定的长宽比，尽量减小风管的高度，以降低吊顶的净空，节省投资。在布置风口位置时也会遇到其他各种问题，里面有烟感探头、灯具等，需要经过多个专业的协调沟通。保证风口位置符合建筑吊顶布置及其他专业要求。



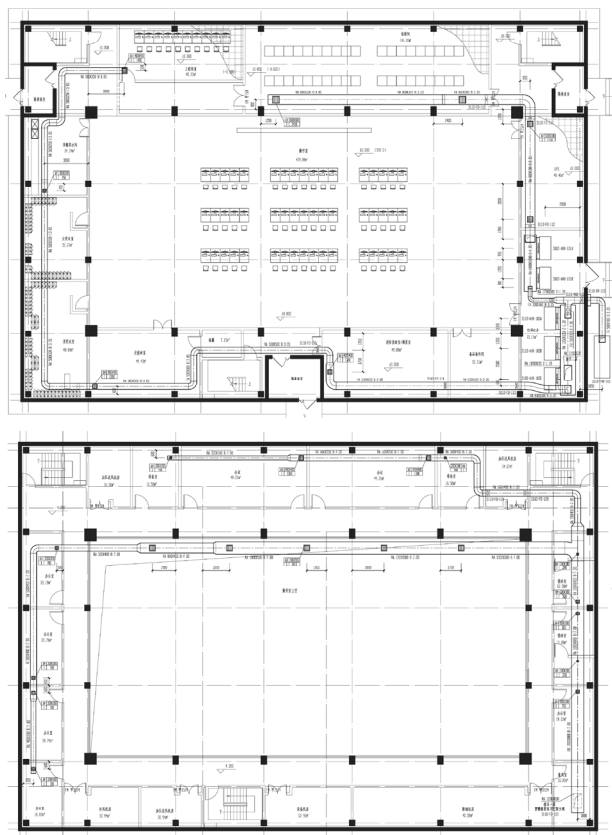


图1 中心控制室空调平面图

#### 四、排风

中心控制室一般会设有UPS室，UPS室有应急电源，其电池会产生少量氢气。UPS室通风换气次数为4次/h。排风机是否采用防爆型，可以根据计算确定。根据《化工采暖与空气调节设计规范》第5.5.5条，排除含有爆炸危险气体的排风系统应采用防爆型通风设备。但其实UPS室中应急电源产生的氢气量其实非常少，本中心控制室的UPS室中电池的氢气释放总量为270cm<sup>3</sup>/h，UPS室排风量为3000m<sup>3</sup>/h，其氢气占比为0.090ppm，氢气爆炸下限的10%为4000ppm，气体浓度远小于爆炸下限的10%，根据GB50058第3.2.2条，浓度不超过爆炸下限值的10%可以界定为非爆炸危险区域，同时根据GB50019第6.9.15条，排除甲乙类物质，其浓度为爆炸下限10%及以上时，通风设备采用防爆型。因此这个项目的UPS室的排风机可以采用非防爆型。

中控室的其他排风还有卫生间和更衣室的排风，这个排风的风量就跟常规的办公楼里面的卫生间和更衣室排风一样，唯一的区别在于风机的风压会比较大，因为排风管出口位置会设置抗爆阀和气密阀，这两个阀门会有一定的阻力。

#### 五、新风

抗爆中心控制室为保证抗击冲击波的性能要求，一般不设置外窗。这时为确保里面工作人员的职业卫生要

求，需要设置新风系统。在计算新风量的大小时，根据GB50779-2022中的要求，新风量取下列的最大值（保持房间正压的风量、系统风量的10%和人均50m<sup>3</sup>/h）。

由于抗爆中心控制室常设于化工厂区内，里面的空气品质比较差，为满足规范中对重要房间的空气品质的要求，新风需要经过一定的处理，设置特殊的过滤机组。

在设计选用机组时，特别要注意项目所在地。新风化学过滤机组常规配置为初效过滤段、2级化学过滤段、中效过滤段和风机段。通过跟相关厂家交流，得知如果项目所在地室外温度过低，当低于零下十度时，滤料的使用效果会变差。本项目位于新疆哈密，冬季室外温度经常出现低于零下十度的情况，这时机组就需要设置加热段，室外新风先经过预热段再经过化学过滤段，保证过滤效果。新疆地区会有风沙，需要设置除沙段，室外新风先经过除沙段再经过化学过滤段，保证风沙不堵塞化学过滤段。本项目设置一台风量为3300 m<sup>3</sup>/h的新风化学过滤机组，加热量为20kW，同时机组还带有除沙段。新风化学过滤机组可以设置在室外或者空调机房内，考虑到机房尺寸的大小，排沙的方便性，一般设于空调机房的外面。

#### 六、空调机房

本单体设有一个空调机房。空调机房的噪音会通过风管传到其他房间，为满足噪音要求，需要对空调机房的噪音进行控制。本项目的抗爆中心控制室中的空调机房有五台恒温恒湿空调机组，按照空调厂家提供的单台恒温恒湿空调的噪声为72dB（A），该情况属于n个相同噪声源声压级的叠加，根据计算公式： $\Sigma L_p = L_p + 10 \lg n$ ， $L_p = 72 + 10 \lg 5$ ，可以得知四台恒温恒湿空调机组的噪音源叠加后为79 dB（A）。同时考虑到机房内噪声经过多次反射形成混响声，实际噪声大于79 dB（A）。为保证操作室、工程师室等房间噪音不大于55 dB（A）的要求，在布置空调机房时，不贴邻其空调房间，使空调房间与空调机房至少间隔一个走道，同时空调机房的隔墙采用隔音墙，空调机房的噪音一般以低频为主，隔音墙采用低频吸声材料。在设计空调风管时，控制风管风速，同时设置消声弯头。

在设计抗爆中心控制室房间布局时，特别要注意空调机房的位置，避免正对于化工装置。抗爆中心控制室为抗爆结构，在化工装置发生爆炸时，通过抗爆墙阻止冲击波对控制室中的人员和设备产生危害。由于新风空调一般会设于空调机房中，这样空调机房的外墙上会有一个新风引入口，虽然会加装与建筑相同抗爆能力的抗爆阀，考虑到设备故障及其他因素，这个点会成为抗冲击波过程中的一个薄弱点，所以在布置空调机房位置

时,尽可能背对于装置,同时还要考虑机房的位置是否更有利于空调系统的布置,机房外门的大小要考虑恒温恒湿空调的进出。

### 七、气体灭火

抗爆中心控制室还会有一个气体灭火系统后排风的问题。本项目的机柜间设有气体灭火。灭火后,检修人员会对里面的设备进行抢修,保证机柜间中的设备迅速恢复。如果采用七氟丙烷来灭火,当空气中七氟丙烷的浓度超过10%时,人员就会出现不适,停留时间过长,还会出现生命危险,所以需要尽快把有害气体排出去,采用机械通风,风量为3000 m<sup>3</sup>/h。七氟丙烷的密度比空气大,排风系统的排风口下边缘距地0.3米。通过跟上游的了解,气体灭火时,七氟丙烷会迅速充满房间,会产生一定的压力,这时七氟丙烷会通过房间内的空调风口串入其他房间等产生一定的危害。为保证灭火效果,在该房间的风管上设电动阀。当该房间气体灭火时时,连锁关闭该电动阀,保证灭火效果。

### 八、消防排烟

随着抗爆规范的更新,现在抗爆中心控制室已经不只是一层大于40米的走道,二层大于20米的走道需要排烟,按照新规面积超过50平方的地上无可开启外窗的有人或者可燃物较多的房间也需要设置排烟。

在设计抗爆中心控制室排烟系统时特别要注意排烟补风问题。本项目的抗爆中心控制室其操作室建筑面积为480平方米,净高为7米。该房间计算排烟量为168000m<sup>3</sup>/h,按照排烟规范的规定建筑面积小于500平方米的房间可以不设置排烟补风系统。考虑到其实际排烟量比较大,通过门补风不能达到补风要求。同时该房间为全厂控制核心,人员较多,火灾时要保证该房间的人员能安全撤离,所以设置排烟补风系统,计算补风量为85000 m<sup>3</sup>/h。风管在进入控制室时要设置抗爆阀,由于风量较大,设置一般的抗爆阀,尺寸就会非常大,既不合理也不经济,通过跟厂家技术交流后,有一种专门适用于大风量的抗爆阀,可以很好的解决这个问题。但是抗爆阀的阻力损失会增加200Pa。在选取排风风机和排烟补风风机的参数时,只需要把这一部分的压力损失考虑进去就可以了。还有需要注意的是排烟风管上的电动气密阀,要满足操作温度280℃时能使用,这个也是常规电动气密阀不能达到的要求,避免影响火灾时的排烟。

### 九、特殊阀门

抗爆中心控制室区别于一般建筑,其外墙为抗爆墙。为保证厂区爆炸时,冲击波不会通过风管开孔进入到控制室,对其中的人员和设备造成损害,在风管在进出控制室时,设置抗爆阀,其抗爆力等同于抗爆墙,在

受到爆炸撞击时,阀门关闭。

化工厂区发生事故时,会有一些的有毒有害气体泄漏,为防止这些有害气体通过新风口或排风口进入室内,对人员造成危害,在风管进出外墙前设电动气密阀。其最高可以做到零泄漏。在选用电动气密阀时,一定要注意气密阀的类型,断电是否自动关闭,避免室外可燃有毒气体报警器报警时连锁关闭气密阀,没有关闭气密阀。

### 十、控制连锁

中心控制室空调控制系统比较复杂也比较重要,设置一个好的控制系统对房间的舒适度和安全性至关重要。

涉及安全的控制系统有:新风口和排风口气密阀的启停。中心控制室的新风引入口会设置一个有害气体探测器,主要检测硫化氢、二氧化硫和氯气等可燃有毒有害气体的浓度,其报警值取20%LEL。当有新风入口处的报警器报警时,关闭新风化学过滤机组、新风入口处的气密阀和所有排风系统、排风出口处的气密阀,保证中心控室处于封闭状态,同时运行房间的空调系统,保证人员设备正常运转。

空调上的控制系统有:房间温湿度控制、新风过滤机组、UPS排风机、恒温恒湿空调、等设备的故障和运行状态的监控,这些重要设备的监控信号不仅要接入空调机房的控制柜,还需接入全厂的监控系统。

消防上的控制系统有:火警时所有非消防设备的电源切除;火警时消防设备如排烟阀、排烟风机、加压送风风机、排烟补风风机的启动。

### 十一、结语

一个好的空调系统的设计对中心控制室来说,不仅能保证中心控制室里面人员工作环境舒适性、设备的稳定运行,还能对项目投资造价成本控制、节能产生积极的影响。通过以上的设计要点,可以对大家在做设计时有一点借鉴意义。

### 参考文献

[1]中国有色金属工业协会.GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范.北京:中国计划出版社,2015.

[2]中国石油化工集团有限公司.GB/T 50779-2022 石油化工建筑物抗爆设计标准.北京:中国计划出版社,2022.

[3]中国工程建设标准化协会化工分会.GB 50058-2014 爆炸危险环境电力装置设计规范.北京:中国计划出版社,2014.

[4]中华人民共和国住房和城乡建设部.GB 55037-2022 建筑防火通用规范.北京:中国计划出版社,2022.