

# 某消防总队地下培训基地靶场暖通设计

李卫萍

乌鲁木齐建筑设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830092

**摘要：**介绍了地下培训基地靶场采暖及通风设计参数射击区新风取值及新风加热负荷的计算。射击区根据靶场内子弹的弹药的主要成分对使用环境的影响，确定了射击区的排风系统换气次数和补风量。射击区采暖及通风设计中，对采暖设施及通风设施防止弹片损伤提出解决方案。并根据节能规定和现场情况明确风道的消声减震和保温做法。

**关键词：**排风系统；补风系统；采暖通风设施防护；风管节能

## 1 建筑概况

本工程位于新疆乌鲁木齐南山山区内，为某消防总队培训基地靶场及室内业务训练场，总建筑面积4588.96㎡，建筑高度：14.10m，地下一层，地上一层，局部二层。建筑功能：地下一层为消防总队培训基地靶场，地上一层为室内业务训练场，局部二层为活动室。地下一层靶场建筑面积约为2850㎡，层高8.7米。主要布置有观摩区，设备间，射击一区，射击二区。射击一区布置有11条50m靶场，射击二区布置有9条50m靶场。

地下靶场主要用作消防官兵实弹训练场所，同时为消防系统官兵射击比赛提供比赛场地。

因所处地区气象及地质条件，地下靶场冬季设置采暖及通风系统，夏季仅设置通风系统。冬季室内采暖采用散热器供暖系统，热源为培训基地自建燃气锅炉房，提供85/60℃低温热水<sup>[1]</sup>。

## 2 采暖室内外设计参数

### 2.1 室外设计参数

冬季室外采暖设计温度：-19.7℃，冬季通风室外计算温度-12.7℃。新风标准：30m<sup>3</sup>/（人·h）。

由于本项目位于市区外，地处山区，属中温带大陆性干旱气候，最热的是7、8月，平均气温25.7℃；最冷的是1月，平均气温-15.2℃。故设计中仅考虑冬季供热需求，夏季采用自然通风即能满足室内温度需求。

### 2.2 室内供暖设计标准

冬季地下一层射击训练场的观摩区及射击区、待靶区等人员等候区冬季供暖室内计算温度为20℃，楼梯间、设备用房等人员不经常停留区域室内供暖计算温度为16℃；靶道区等无人员停留区域供暖温度为14℃。

地下靶场采用散热器采暖，供回水温度为85/60℃。靶道区域两侧设置内腔无砂铸铁散热器。铸铁热惰性比较好，耐腐蚀，壁厚较厚，抗外部冲击能力强，存热时

间长。为提高对流传热效率，散热器均采用明装。为防止明装散热器受到高速散射弹片撞击而破损，每组散热器朝外一侧采用3mm厚铝合金冲孔暖气罩。如图1所示。



图1

冲孔铝板不仅比同等面积的常规铝板质量更轻，而且装饰效果更为丰富。由于孔的存在，冲孔铝单板具有良好的通风透气性能，有利于散热器的对流散热，保证室内供暖效果。冲孔铝板里有一种特殊的超微孔隔音铝板，具备良好的吸音、隔音和降噪作用。由于孔的存在，冲孔铝板能让声波穿过去，从而达到减弱声音强度，降低音噪等作用；同时由于超微孔铝板的微孔构造，其吸声系数和吸收声音频率范围显著提高。

这种设计既保护了散热器不受弹片冲撞而损坏，又增加散热器对流传热效率，还起到了吸声减噪的效果。

## 3 射击区域排风系统

室内靶场的铅尘、铅烟的主要来源是子弹的弹药。每发子弹中含有约200~300mg的弹药，其中35%是收敛酸铅和氧化铅，子弹开火后其中的铅就以铅尘、铅烟的方式存在于室内靶场内。室内靶场内铅的另一来源是弹头发射时与枪筒的碰撞，弹头击中靶时也会产生铅尘、铅烟，不过由于靶离射击者有一定的距离，对人的影响较小。而《中华人民共和国国家职业卫生标准》（GBZ 2.2-

2007)工作场所有害因素职业接触限值第1部分:化学有害因素中规定,室内铅尘、铅烟的最高容许质量浓度OELs( $\text{mg}/\text{m}^3$ )分别为 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ 。因此只有通过通风换气迅速排走射击时产生的铅尘、铅烟才能使室内的铅尘、铅烟浓度小于职业卫生标准规定的室内最高容许质量浓度<sup>[2]</sup>。

在射击训练过程中枪弹会产生大量的铅烟、铅尘,长期接触会对训练人员的健康造成极大危害。因此射击场排风系统设计是否合理,直接关系到射击场的运行的效果。要排除大量烟尘要求射击馆内空气必须是流动的,室内空气流动方向为射击地线至射击目标点也就是靶位方向。根据射击场特点,尽量将产生有害物的场区密闭,予以就地排除,进行局部排风,以达到最佳的通风效果,这是最经济有效的方法。

美国国家职业安全与健康协会与美国空气过滤器公司联合研究得出为了控制室内靶场的铅尘、铅烟必须维持至少 $0.25\text{m}/\text{s}$ 的断面通风速率(指沿射击方向室内靶场

的断面风速),该研究也同时指出室内靶场最合适的断面通风速率为 $0.375\text{m}/\text{s}$ 时,最佳的排风方式是25%的风量从射击位下风向处 $4.5\sim 6\text{m}$ 的地方排出,75%的风量则从截弹区排出;断面风速为 $0.25\text{m}/\text{s}$ 时,建议100%的排风从截弹区排除。

在射击训练场,射击人员处于靶道前方,弹道及靶位均处靶道后方封闭区域。根据以上研究结果,本设计靶场长度为 $50\text{m}$ ,根据其长度设置两处排风系统。第一处排风系统设在靶场尽头 $50\text{m}$ 靶位处,排风设于此处是为了将子弹撞击挡弹板后产生的铅烟、铅尘在最短时间内尽快排出,此处换气次数按 $20\text{次}/\text{h}$ 设计。第二处排风系统设置在射击地线上方,是为了保证射击后的燃烧气体迅速排走,此处换气次数按 $5\text{次}/\text{h}$ 设计。如图2所示。

排风系统排风口采用单层百叶风口,风口均匀布置于靶道区吊顶内上空。吊顶采用 $5\text{mm}$ 厚多孔铝板,可以防止百叶风口被流弹碎片击穿,也可以利用孔板使排风均匀。

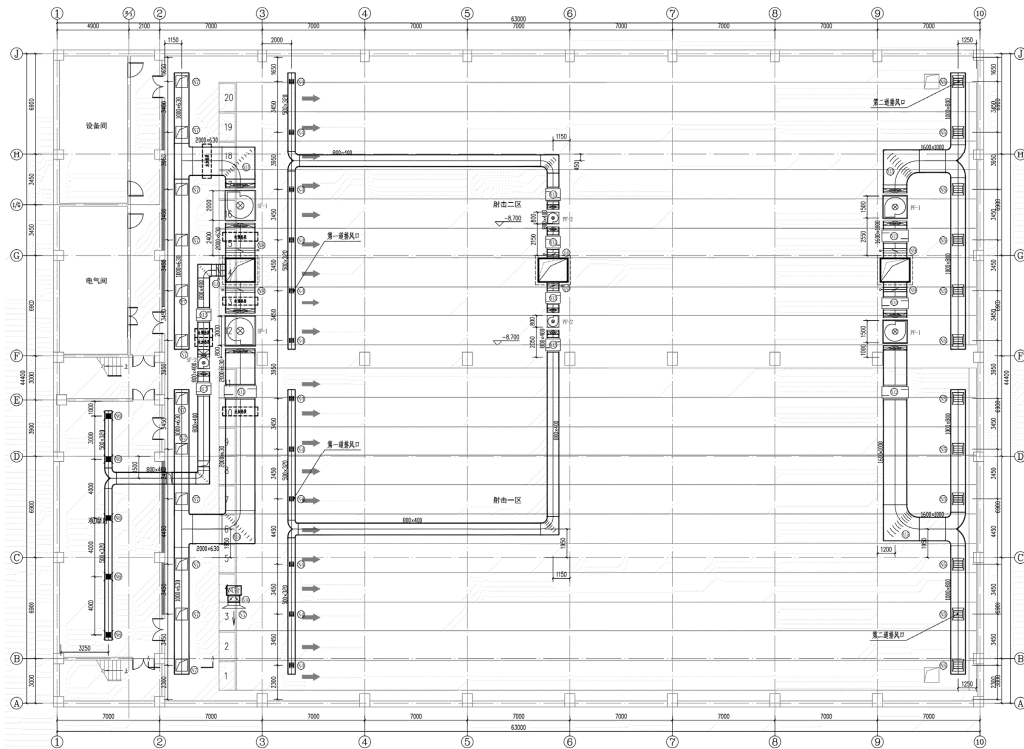


图2

#### 4 射击区域补风系统

本项目所在地气候分区为严寒C区,由于建设地点位于山区,冬季平均气温 $-15.2^\circ\text{C}$ 。冬季靶场训练时,排风系统运行,如果不设置补风系统,会有大量冷风由一层门窗洞口渗入,造成一层室内温度降低。而地下一层射击区由于大量的冷风侵入,训练人员无法长久维持训

练状态。为维持靶场负压,有保证正常训练室内温度,故设置补风系统。补风量为排风量的80%。补风直接由室外引入,新风加热计算温度采用冬季室外通风计算温度 $-12.7^\circ\text{C}$ ,考虑本建设项目所处地理位置的实际气象条件,冬季室外通风计算温度取 $-15^\circ\text{C}$ 。由于无高温热源,蒸汽热源,补风用新风处理机采用二级加热。第一级为

电加热,采用电预热方式.冬季室外空气温度低于0℃时,通过可控硅调节电加热段启动制热,将室外新风加热至5℃.新风预热到5℃后,进入第二级加热,新风再进入热水盘管加热,85/60℃热水将新风由5℃加热至20℃,达到送风温度要求,送入室内.加热盘管采用钢盘管.加热后20℃新风送入射击区靶道前方射击人员区后方以及观摩区。

### 5 送排风机启停控制

新风机组采用电预热方式时,电加热段上装有热保护器,可以自动切断电源,但仅限在风道中有风的情况下使用,必须避免出现加热器产生意外的情况.制热前应检查各相关元件处于正常状态,确保风机正常运行后,才能将电加热段投入使用,进而排除了无风干烧超高温的可能性.为防止新风机组风机已停止送风而电加热段继续加热引起过热着火,电加热段的启停开关应与风机的启停开关进行连锁,新风机停止运行,电加热段的电源亦应自动切断,停止加热.本项目为减少人为操作产生的系统误动作,送排风系统也进行连锁。

射击训练开始时,要启动先排风机,此时先启动排风管上电动密闭阀,排风机控制系统设置延时开关,密闭阀打开后启动排风机.排风机与送风机连锁,排风机开启完成,送风系统送风机开启,送风机开启后,送风管上电动保温密闭阀开启,同时送风电加热段打开.地加热出风段设置温度传感器,通过测量电加热后出风温度,控制电加热量,达到节能效果。

训练结束后,要关闭排风机,排风机与送风机连锁.送风系统先关闭送风管上保温密闭阀,同时关闭电加热段,然后关闭送风机.送风机完全停止后,排风机关闭,排风管上保温密闭阀关闭<sup>[1]</sup>。

新风机组电加热段前后各800mm的风管采用A级不燃材料离心玻璃棉进行绝热.设计中采用离心玻璃棉板容重30~40Kg/m<sup>3</sup>,导热系数约0.033W/m.k,厚度为50mm.离心玻璃棉不仅能起到保温的作用还对对声响中高频有较好的吸声功能。

### 6 射击馆降低噪声的措施

射击过程中枪弹的噪声很大,射击人员亦希望在其射击瞄准的过程中周围不要有大的噪声影响其注意力.消除噪声应重点减低噪声源的噪声.在设计中必须同时考虑降低建筑结构上在射击场范围内的噪声以及在室内使用有效的吸声技术。

本项目建筑设计中在受弹墙安装钢板,面贴硬橡胶.采用吸附式收弹器,可大大地改善了射击环境.吸附式收弹器它由橡胶板、防护木板、防弹钢板组成.橡

胶板固定在防护木板上,弹头射向橡胶板时,柔性橡胶板可以减缓弹头速度,木板安装在防弹钢板前方,并留有间隙,以便弹头撞击钢板后落到地面.防弹钢板固定在墙体上,避免墙体受损.为了有效地降低噪声,所有室内的吊顶、墙面均贴吸声材料.先对墙面找平层面作防潮处理,然后用玻璃丝布、超细玻璃棉、挂吸音板成品饰面,墙面的吸声处理即完成.吊顶的吸声做法为在搁栅下用玻璃丝布,超细玻璃棉,挂吸音板成品饰面。

在通风、空调安装中,采取有效措施降低噪音,对于吊装的通风、空调设备应采用弹簧吊架,尽量吊装在框架梁刚度大的结构上对于落地安装的应在设备下安装减振垫,风机的进出口与风管采用柔性连接,且柔性连接处应受力均衡.通风管道采用镀锌铁皮制作,镀锌铁皮风管吸音差,噪音沿风管传递时衰减慢,材质相对薄更易引起振动等缺点,因此风管采用增设离心玻璃棉50mm厚保温材料既能保温又能吸音降噪。

风管加工中要严格按照设计要求加工,大尺寸风管可适当增加风管厚度并按照要求进行加固、加肋.风管转弯、变径等出要圆滑过渡,在主风管处接支管或接风口需开洞时,开洞处应加固,风管连接处应严密、平整、无毛刺等,否则空气在风管中易形成涡流、绕流而产生噪音且易引起风管振动.保温材料能够紧密贴附在镀锌铁皮风管风管上,这样风管受到振动变形时依然强迫保温材料随之变形,从而可将声能有效衰减。

在与风管连接的设备后或风管的转弯处及风管的变径处加设消声器、或消声弯头及消声静压箱能够有效降低设备运转传递给风管的噪音和风管内因空气运动冲撞管道形成的风噪。

以上措施大大降低了室内噪声对训练人员的影响。

### 结束语

以上内容仅就地下培训基地靶场的采暖及送排风系统设计进行阐述.现行规范未对射击馆的断面风速以及射击馆的噪声作出明确的规定.本设计参考国内外已有设计实例及研究成果,运用于本工程暖通设计实践中.目前此工程已使用了近6年,达到预期的使用效果,使用方反应良好。

### 参考文献

- [1]崔海平.烟台射击馆空调通风设计[J].暖通空调HV&AC 2008(3):95-97.
- [2]张静波.李艳艳.浅谈室内实弹射击靶场的气流组织方式设计[J].空调暖通技术2011(2):152-155.
- [3]朱高贵.庄震宇,唐军军,刘达,姜年朝.基于流场仿真的室内靶场通风评估[J].设计、研究、分析2018(3):81-83.