

发电机环保工程系统深化设计及施工技术要点

洗聘权

广州市安装集团有限公司

摘要: 发电机环保工程是建筑机电安装工程的重要组成部分。其设计及施工质量会直接影响整体建筑工程机电安装正常、可靠运行。文章笔者参与了广州市某超高层写字楼项目, 建筑高度超过172m, 备有柴油发电机组, 其废气通过专用烟道排向塔楼屋面。通过深化设计, 各项指标满足要求。现总结经验, 对发电机环保工程系统设计及施工要点等有关内容进行深入分析, 以供参考。

关键词: 建筑工程; 发电机环保工程系统; 深化设计; 施工技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.21.091

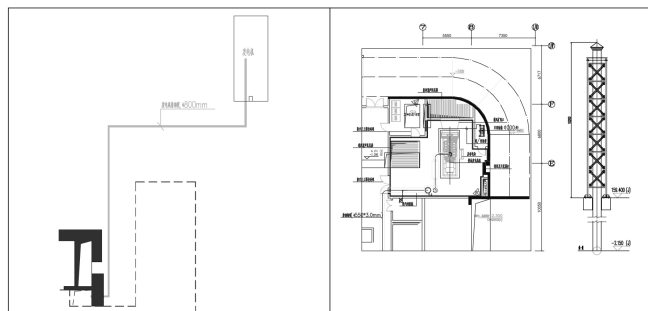
前言

高层商用建筑工程中, 常需要设置柴油发电机组等设备。其起着应急电源的功效。在对其进行设计过程中, 需要考虑的专业及因素较多, 如土建结构、通风等。

目前常用的发电机组类型较多, 有室内型机组与室外型机组, 室内型机组的又分箱式静音型及基本型等, 室外型机组又分为车载(或拖车式)、集装箱式(方舱式)等, 因此, 设计人员应结合项目实际情况, 做好有关发电机组的性能指标、选型、工作环境、计算、施工管理等工作。保证柴油发电机组投入使用后能充分发挥其作用。

一、工程概况

柴油发电机组位于地下一层, 为1台为1200KW的三菱牌发电机组; 原设计是通过碳钢排烟管道由发电机排至负一层排烟管井, 由土建砌筑烟道排至屋面1米。经施工单位深化设计后, 增加土建烟道内衬管道, 全程由碳钢排烟管排至高出屋面10m处排放, 通过排烟雨帽引导烟气向上排放, 不能影响其他设备的使用。(见图一、图二)

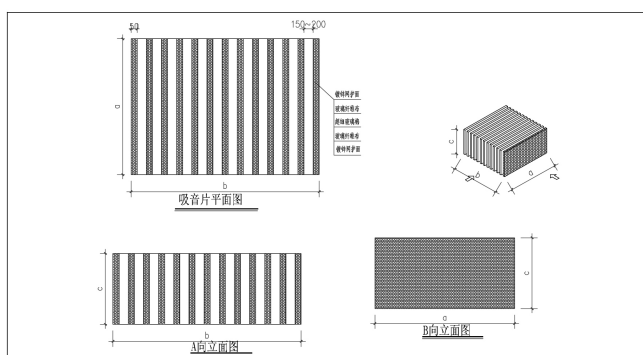


图一 原设计发电机房烟管走向图 图二 深化设计后发电机房烟管走向图

二、项目施工说明

(一) 室内环保设计方案

1. 进排风消声器采用片式结构, 排风井四壁均铺设2层OWENS超细玻璃棉, 玻璃纤维布包扎后再用 $\phi 2.75 \times 70 \times 70$ mm镀锌碰网扣压固定。(见图三)



图三 进排风消音片示意图

2. 天花吸音装置安装高度为3300mm, 用3#万能角钢和镀锌龙骨分别制作主龙骨和次龙骨, 方格中填充玻璃棉, 玻璃纤维布包扎, 再以600*600*0.7的穿孔铝扣饰面。

3. 吸声墙体

为保证机房内的噪声不折射叠加, 往外界辐射, 影响周围人的正常活动, 因此, 须在墙体安装吸声体, 吸声体为50MM厚的岩棉, 外壁用厚度0.6MM, 穿孔率>20%的穿孔天花板作为墙面吸声材料. 如不安装吸音墙面, 则机房外墙需为24墙, 内填隔音材料。

4. 机房隔音门的制作及安装。

在防火门上安装镀锌龙骨, 内填60K岩棉, 用玻璃纤维布包裹, 外用镀锌孔板固定, 边缘采用镀锌钢板收边。

5. 油路系统

从日用油箱间到发电机基础之间铺设2条 $\phi 32 \times 4$ mm的无缝钢管作为机组进回油管道, 其中发电机机房内部分建议埋地, 油管两端高出地面0.2米(土建施工过程中需防止泥土堵塞管道), 发电机基础到机组进回油口通过专用的发电机油管连接;

所用日用油箱的技术参数如下:

1) 技术规格: 1260mm \times 630mm \times 1200mm, 设计容积1.0m³, 实际容积1.0m³。

2) 厚度: 3mm。材料均为Q235。

3) 油箱制成后, 涂煤油于焊缝上, 检验焊缝之严密性。

4) 工艺: 防漆作保护处理。

6. 尾气喷淋装置。

尾气喷淋装置采用 $\sigma = 3.0$ mm厚钢板加工制作, 内外均喷涂双层银灰色高温油漆, 喷淋箱内安装螺旋喷嘴, 接压力不低于0.2MPa的口径为DN15的水源接驳口, 喷淋后的废水直接排至机房集水井。

所用的水浴式喷淋箱技术参数为:

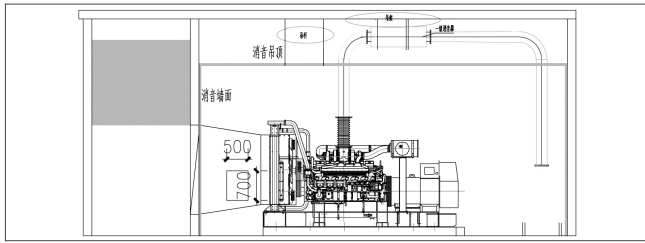
规格: 1500 \times 900 \times 1260mm, 厚度: 3mm, Q235钢板

工艺: 喷淋箱里外采用高温防漆作保护处理, 外采用50mm隔热岩棉铝铂作保温处理。

7. 尾气消声设计

在发电机尾气管安装一级消声器，发电机尾气经不锈钢波纹膨胀节减振后，经消声器消声后排放。

在发电机的尾气管及消声器用25mm厚的玻璃棉凶扎保温隔热，并包以铝箔纸装饰并防止热向外辐射，为防止机房内热量积聚，减少发电机热损耗给机房带来的大量热，把消声器放在机房顶部位置，尾气经消声器消声后高空排放，进一步消音，并除去烟气中的颗粒物，符合《大气污染物排放标准》GB4427-89之一级标准，即：林格曼黑度≤1级。由于烟管弯头少，弯头半径大（≥1.5倍管道直径），所以尾气排空阻力小，发电机运行情况良好。（见图四）



图四 尾气消声设计图

8. 烟管安装

水平方向的横管采用吊装方式安装，烟管与设备连接处需加装焊接法兰；每层楼（4.3米）设置一个立管导向支架，每5层设置一个固定支架。

发电机房只有1条烟管，每条烟管长度为175米，说明：竖向烟管每隔30米做不锈钢膨胀节1个，共计5个，L=400mm。

三、深化设计计算选型

1. 进风消音体选型计算

根据机组燃烧空气流量：2m³/s；水箱排风流量：28m³/s；进风风速要求小于6m/s，消音体通风率为60%，得：

进风风量：28m³/s+2m³/s=30m³/s

由图得知发电机房进风口截面积为：10.2m²；经过消音体的有效截面积：10.2×60%=6.12m²，得：

进风消音体风速：30m³/s÷6.12m²=4.9m/s

综上，进风消音体满足风速小于6m/s的安装要求。

依据《应急柴油发电机组安装》GJB T-527 27页发电机房噪声控制设备选型表2（2类、地下室）：进风消音器长度不小于1.5m

同由表4可得进风消音器的隔声量大于39 dB（A）

2. 排风消音体选型计算：

排风风速要求小于10m/s，消音体通风率为60%，得：

排风风量=水箱排风量=28m³/s

由图得知发电机房进风口截面积为：10.7m²；经过消音体的有效截面积：10.7×60%=6.42m²，得：

排风消音体风速：28m³/s÷6.42m²=4.36m/s

综上，排风消音体满足风速小于10m/s的安装要求

依据《应急柴油发电机组安装》GJB T-527 27页发电机房噪声控制设备选型表2（2类、地下室）：进排风消音器长度不小于1.2m

同由表4可得进风消音器的隔声量大于36 dB（A）

3. 排烟管计算

1) 阻力计算：

由排气系统图（深化图纸）可以算出排气系统中的总阻力值：

$$P=P_q+P_g+P_x;$$

P_g—尾气喷淋后排气管的背压；

P_x—消声器的背压；

P_q—尾气箱前阻力

2) 排气管的总阻力值

①P_q段：发电机组为单烟管，尾气喷淋箱前烟管为约12米长直管，管道外径377mm，内径370mm，3个90°弯头；90°弯头的当量直管长度为20*直径，

则当量直管总长度 L=12+20*0.370*3=34.2 m

排气管直径 D=0.370 m

喷淋前温度T为发电机组排气温度：T=520℃

发电机组排烟流量为19080m³/h=5.3m³/s

则喷淋前阻力（除消声器）

$$P_g=6.32*34.2*5.3 / (0.370 * (520+273)) =$$

1105 Pa

②消声器阻力约为0.5Kpa，尾气箱阻力约为0.5Kpa，（考虑不利因素情况下）

③P_g—尾气喷淋后排气管的背压

按图得知，烟管从发电机房喷淋箱至排烟井的管道管长度为21，弯头为5个，管道外径550mm，内径544mm；90°弯头的当量直管长度为20*直径

则管道当量长度

$$L=21+20*0.544*5=75.4m$$

尾气喷淋后温度约为150℃（按不利因素考虑），

即T=150℃

废气流量：

$$Q=19080m^3/h=5.3m^3/s$$

则

$$P_g=6.32*75.4*5.3 / (0.544 * (150+273))$$

=664Pa

消声器阻力约为0.5Kpa，尾气箱阻力约为0.5Kpa，尾气箱前管道阻力约为0.618Kpa。则排烟系统（烟囱之前）总阻力值P为

$$P=1105+500+500+664=2769Kpa$$

烟井道内尺寸为850*1100，竖向烟管外径550mm，内径544mm；

尾气喷淋后温度约为150℃（按不利因素考虑），即T=150℃

废气流量：

$$Q=19080m^3/h=5.3m^3/s$$

算得竖井高度为175米，则

$$P_g=6.32*175*5.3 / (0.544 * (150+273))$$

=1541Pa

消声器阻力约为0.5Kpa，尾气箱阻力约为0.5Kpa，排烟系统（烟囱之前）总阻力值P=2885pa。则排烟系统总阻力值P为

$$P=2769+1541=4310Kpa < 4.4Kpa$$

结论：

则管道阻力小于规范要求，发电机组可以正常工作。

四、工程施工注意事项

1. 安装的基本要素

安装一部发电机组要考虑的因素有：维修保养的位

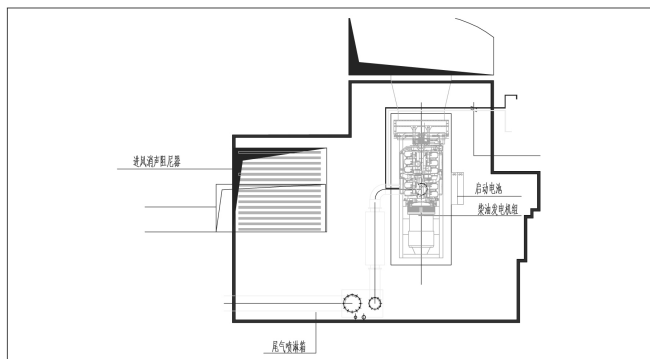
置、震动、通风、排烟管的连接及隔热、降噪、燃油箱的大小及位置，并以当地或国家的环保条例为准。

2. 安装方式

发电机组安装在地下室，发动机房应有足够的空间让空气流通，而发动机和交流发电机四周也应留有足够的工作空间。

通常发电机房的空间基本要求是：发电机房的基本空间=各种距离的面积+机身的面积。

机房平面布置图，机组应按图示放置。引擎冷却空气应直接穿过墙壁排放，进气口应尽量远离废气和出气口，以确保废气和排出空气不会经进气口重新吸入引擎。（见图五）



图五 机组放置示意图

3. 进排气系统安装

1) 消声器应横平竖直，必须采用支撑或者拉吊，消声器可以安装在烟道内或房间内，消声器悬挂在机房天花板上，并通过波纹管联接到引擎废气支管。在消声器另一端装上一段硬管，将废气连接至喷淋箱；

2) 波纹管严禁用来充当弯头和补偿安装；

3) 水平铺设排气管设0.3-0.5%坡度，坡向喷淋箱外，最低点设排污阀；

4) 配置发动机排气管时，禁止使用直径小于排气管的管道；

5) 排烟管道横平竖直，必须采用支撑或者拉吊；管道上必须有一个伸缩接；排烟管尽可能短，不能有堵塞，转弯不能超过3个，排气管的长度不超过3000mm，并覆盖隔热材料。

4. 通风散热冷却系统安装

1) 进风口设定在发电机右侧；

2) 在出风口安装百叶窗和挡风墙；

3) 使用确保密封的柔性风道法兰与水箱连接，吸收机组位移和振动，防止噪声传播；

4) 热风必须通过风道排放到机房外，风道截面积应从大到小平滑过渡。

5. 燃油系统安装

1) 机房单独设立储油间。油管敷设应当横平竖直，不得泄漏；

2) 燃油箱安装位置应该注意不高于喷油器和不低于燃油泵吸油口1.8m；

3) 燃油箱位置高于喷油器但不高于1.5m时，应增加单向阀，以防止液力锁止；

4) 当主油箱高于喷油器 1.5m时，必须采用浮子油

箱，以防止液力锁止。

五、降噪处理

1. 噪音的大小是依据发电机机房的尺寸和声压水平来决定。参考各相应环境的噪音标准来降低发电机的噪音。

2. 如果发电机的噪音仍然会过高，可再在房间和发电机周围竖上隔音板，在发电机房的墙壁上安装吸音板或把发电机安放在一个特殊设计的隔音蔽体中以减少噪音。

3. 消声器

消声器为箱式结构并安装时无高背压。在发动机与消音器间须装置不锈钢膨胀波纹管，其尺寸与发动机和排烟消音器匹配，消音器安装在烟管的位置尽量与机组靠近，使消声效果达到最佳。消声器外表面与排烟管一样，裹50mm厚岩棉保温层及不小于0.8mm 铝金属保护层。

4. 尾气处理

柴油发电机组排出的尾气含有对人体有害的硫化物、氮氧化物固体颗粒等，同时，出口温度达到 480-500℃，因此，需对其进行治理，以达到国家及省市的有关规定。

针对发动机的废气，设计一套处理设备——喷淋净化除尘器，处理烟气。喷淋净化除尘器以吸收和消除柴油机尾气中 90%以上的煤烟、一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HnCn)，烟气可以随散热风道低空排放。

第一步：机组尾气经消音器进入喷淋箱后，首先高速撞击液面，烟尘微尘在重力和惯性力的作用，同时喷淋箱内设置的喷头喷出高压水雾，由于液滴和烟尘相互吸附作用，被水液黏附沉降，污水经排污阀排出净化器，再经排水管至污水井或下水道。

第二步：由于进水管的水压作用，净化器水喷头喷出的水已接近雾化，雾化的液滴与上升烟气的气动托力达到平衡，形成一稳定的液体流化床，经除尘降温后排出喷淋箱的烟气温度降低。

经处理后的烟气由烟管引至排烟道高空排放，使烟色及烟气达到 GB4427-2001《大气污染物排放标准》一级要求，即烟色黑度为林格曼 0~1 级。

六、效果检查

方案满足各项要求，项目施工过程中，安装施工有序，施工速度快，极大促进项目的总体施工进度，效果良好。

结束语

随着超高层商业写字楼的不断建及投入使用，保证其从电正常显得十分重要。柴油发电机是商业建筑的重要组成部分，为写字楼安全、可靠运行提供保障。文章的具体设计及施工实践，可对同类工程设计及施工提供有益参考。

参考文献

[1] 张文华. 超高层建筑中柴油发电机设计的几点体会[J]. 电力设备, 2017, 24.

[2] 郭娟娟. 柴油发电机的选择及发电机房的布置[J]. 基层建设, 2018, 09.

[3] 胡弯. 某项目柴油发电机房通风系统设计[J]. 科学与生活, 2023, 03.

[4] 吴晟航. 基于柴油发电机的备用发电系统设计研究[J]. 电力设备, 2018, 16.

[5] 陈奕坤. 论述柴油发电机安装调试[J]. 基层建设, 2018, 35.