

污水处理厂中某些典型厂房的通风设计

尹兴蕾, 高伟, 龚文瑾, 康凯, 李岚, 郝臣君
(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

摘要: 对多个污水处理厂的调研发现,鼓风机房、空压机房及变配电室等散热型厂房和污泥浓缩脱水机房、粗格栅及细格栅等臭气集中散发的厂房通风系统问题较为突出。针对运行中出现的问题,总结分析某些典型厂房内通风设计的要点,包括通风系统形式、通风量及气流组织等,为工程设计提供一定的指导。结果表明,不同类型厂房通风设计方法各异。散热型厂房以排除室内余热为主,且通风换气量受地域影响较大;臭气散发厂房应密切结合除臭系统设计,与工艺处理方式密切相关;其余以排除余热、余湿为主的厂房,通风量一般较小,应充分考虑厂房的建筑布置。

关键词: 污水处理厂; 通风设计; 通风量

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)04-0056-06

Design of Ventilation in Typical Factories in Wastewater Treatment Plant

YIN Xing-lei, GAO Wei, GONG Wen-jin, KANG Kai, LI Lan, HAO Chen-jun
(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

Abstract: Through the survey and investigation of a number of wastewater treatment plants, the problems of ventilation systems are prominent in blower room, air compressor room, variable power distribution room, heat dissipation room, sludge concentration dehydration room, coarse and fine grille room and other odor distribution room. In view of the ventilation problems, the key points of ventilation design in some typical factories are summarized, including ventilation system types, ventilation volume and air-flow organization, which could provide some guidance for project design. The results showed that the ventilation design methods varied from different types of factories. Indoor waste heat could be excluded in heat dissipation room, and the ventilation volume is impacted by locations; the ventilation design of odor distribution room should be closely combined with deodorant system design, and is closely related to process approach; since the ventilation volume of rooms used for exclusion of waste heat and wet is generally small, building layout should be took into account.

Key words: wastewater treatment plant; ventilation design; ventilation volume

目前在污水处理工艺厂房的通风方面鲜有研究,而且在工业建筑通风设计领域,目前还没有可参考的规范。笔者致力于污水处理厂工艺厂房通风的整体性研究,包括通风量的确定、系统形式的选择及气流组织设计等,以便为通风系统的设计提供一定指导。

1 污水厂厂房通风设计存在的问题

污水处理厂通风问题较为突出的有鼓风机房、

空压机房及变配电室等散热型厂房和污泥浓缩(脱水)机房、粗格栅及细格栅等臭气集中散发的厂房。

1.1 杭州市七格污水处理厂

杭州市七格污水处理厂厂内鼓风机房设计有多台屋顶风机用于厂房内湿热气体的排出,但现场反馈,鼓风机房内温度较高,鼓风机设备运行效率低,且有设备跳闸停运的情况发生。

通过调查,厂房在最初设计时仅按照房间换气

6次/h进行风机设计,现有的排风形式不能满足设备散热的需求。

为改善鼓风机房通风效果,后期在鼓风机房屋顶风机对侧墙上的低处增设进风风机与进风百叶。为应对杭州市夏季极端炎热条件,以设备散热量为依据,厂房内还增设了分体空调。改造后的厂房通风效果可以满足鼓风机房的正常运行。

1.2 无锡市芦村污水处理厂四期工程

经现场反馈,无锡市芦村污水处理厂四期工程厂内空压机房存在温度较高、空压机设备跳闸停运的问题。

通过调查,厂房在最初设计时,空压机设备排出的热量散发到厂房内,再利用现有的屋顶风机对房间进行全面机械排风不能满足设备散热的需求。

为改善空压机房通风效果,后期在空压机出风罩处直接用管道将空压机设备排出的热风引至室外,考虑到空压机的排气风压,在管道的侧墙处设计轴流风机,以加强局部通风的动力。改造后的厂房通风效果明显,可以满足空压机的正常运行。

1.3 石家庄市桥西污水处理厂

石家庄市桥西污水处理厂变配电室内,夏季运行时温度较高,超过电气设备所承受的极限,经常造成厂内供电故障。

通过与相关电气设计人员沟通,由于供货厂家的差别,有的电气设备,尤其是低压设备在运行中损耗较大,以至于散发到房间内的热量较多。考虑石家庄市的气候条件,变配电室只进行全面机械通风设计即可满足要求,但由于气候变暖,变配电室愈发布置紧凑,加之设备散热量较大,本工程仅利用现有的轴流风机对房间进行全面机械排风不能满足电气设备散热的需求。

为改善变配电室室内环境,根据电气设计人员提供的设备实际散热量,后期在变配电室室内补充空调设计,以应对极端炎热条件下可以将电气设备的散热及时冷却,保证全厂的供电系统正常运行。

1.4 长春市南部污水处理厂

由于气候条件所限,长春市南部污水处理厂厂内多处常规构筑物均设计为建筑物,如新增粗格栅、细格栅等房间,由于原水的臭味较重,导致厂房内工作环境恶劣,污泥浓缩脱水机房也是如此。此类房间内设计有多台侧墙轴流风机用于厂房内恶臭气体的排出,但现场反馈,粗格栅、细格栅及脱水机房等

房间臭气严重影响工人的正常巡视,同时对环境造成严重影响。

通过调查,厂房在最初设计时按照房间换气6次/h进行风机设计,散发臭气的部位较为集中,若使所有恶臭气体散发至室内,再通过风机进行排出,不但增加了通风气量,而且不利于恶臭气体的彻底排出。

为改善污水处理厂环境及其对周围环境的影响,污水厂进行了除臭设计改造。对于恶臭集中散发的区域进行局部抽气,将臭气通过管道收集、送至除臭设备处理后再排到大气中。对于恶臭设备所在的房间仅考虑正常的通风换气,在现有排风风机的对侧增设进风风机,维持室内臭气抽气点向管道收集气流侧的负压气流组织,给巡视工人提供良好的工作环境。

2 厂房通风设计细节

2.1 粗、细格栅间

① 通风系统形式

格栅间室内有害气体由污水通过池顶盖板缝隙、格栅设备等处散发,其中缝隙处气体散发量少且较为分散,格栅处气体量较大且集中。从减少有害气体散发的角度考虑,格栅间通风应采用以局部排风为主、全面通风为辅的系统形式:即从源头处抑制气体逸出,格栅间池体盖板均加强密封,格栅设备处采用加罩设计,罩内臭气集中收集至除臭装置进行处理^[1];同时,厂房内设置全面通风,以满足房间内的通风换气要求,兼顾除臭设备检修或故障时的事故通风。

若格栅间无除臭设计,均通过房间内全面排风排除室内的有害气体。

② 通风量计算

房间内有害气体的散发量与浓度差、散发面积、气体温度、空气流速等有关,且受多种因素的影响^[2]。由于格栅间内散发有害气体的种类较多,盖板缝隙、设备处自由液面的面积都很难通过理论计算出来,工程中通风量一般不安排有害物计算。

格栅间的通风量可参照类似房间的实测资料或经验数据,按换气次数确定。设计中,换气次数一般取3~6次/h。

2.2 高效沉淀池

① 通风系统形式

高效沉淀池的通风设计主要针对管廊设备间,

设备间一般位于高效沉淀池之间,为半地下形式,室内湿度较大;设备间内散热的设备主要为污泥泵。

高效沉淀池设备间通风布置见图1。

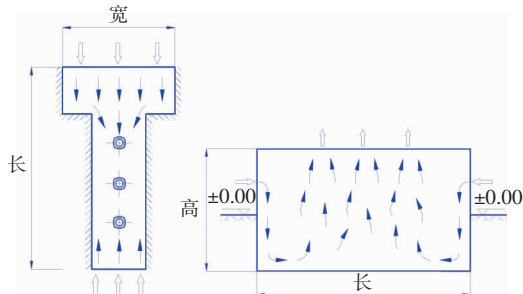


图1 高效沉淀池设备间通风布置

Fig.1 Ventilation of high efficiency sedimentation tank

设备间通风采用全面机械排风系统。根据地下部分的高度,可选择机械进风或自然通风形式。

② 通风量计算

设备间内通风量一般参照类似房间的实测资料或经验数据,按换气次数确定,一般取4~6次/h。

2.3 深度处理车间

以V型滤池为例,深度处理车间通风设计主要针对反冲洗设备间、管廊间。反冲洗设备间设有水泵、鼓风机等,为V型滤池系统进行反冲洗水洗和气洗提供动力。

由于无有害物质的排放,反冲洗设备间的通风系统主要用于排除室内余热及余湿,散热设备为水泵、鼓风机等,一般较小;管廊间内多为管道与阀门等,布置复杂,其通风系统以排除余湿为主。

以换气次数法来计算通风量,反冲洗水泵间取6~8次/h,鼓风机间取10~12次/h,管廊间取3~5次/h。

2.4 水泵间

对于大多数水泵间,尤其对于规模较大的污水处理厂,水泵多选用大型的卧式双吸离心泵,其散发的热量均由设备散至室内,没有局部加罩通风的可能。

对于地上+地下式的大型水泵设备间,宜采用低处机械送风+高处机械排风的组合式通风形式,强制通风换气有利于较大散热量的有效排出。通风量的计算按水泵的散热量^[3]进行核算。

对于自然通风条件较好的地下式水泵间或地上泵房,宜采用自然通风。当自然通风不能满足要求时,可采用自然进风、机械排风方式进行通风。通风

换气次数一般为5~10次/h。

地下式潜水泵房的集水池,可不设通风装置。但在检修时,应设临时送排风设施。通风换气次数不小于5次/h。

2.5 加氯间

加氯间根据工艺不同通风设计主要针对氯瓶间、加氯机间、漏氯吸收间、蒸发器室、盐酸储罐间、次氯酸钠储罐间。

① 氯瓶间

氯瓶间的通风系统应设置高位新鲜空气进口和低位室内空气排至室外高处的排放口,且应设有根据氯气泄漏量开启通风系统或全套漏氯气吸收装置的自动控制系统。同时,氯瓶间通风应同时满足事故通风要求,通风量换气次数不应小于12次/h。

根据事故通风要求,通风系统吸风口应设在有害气体或爆炸危险性物质放散量可能最大或聚集最多的地点。对排风的死角处,应采取导流措施。事故通风的通风机,应分别在室内、外便于操作的地点设置电气开关。排风用轴流风机,采用防爆型。

② 加氯机间

加氯机间通风采用高位自然进风、低位机械排风的系统形式,与氯瓶间相似,通风系统应同时满足事故通风要求,通风量换气次数不应小于12次/h。

③ 漏氯吸收间

由于漏氯吸收间设计有漏氯吸收装置,因此该房间可不按氯瓶间的要求考虑,只需满足正常通风换气次数即可,通风量换气次数不应小于6次/h。排风用轴流风机采用防腐型。

④ 蒸发器室

蒸发器室属于防爆房间,通风采用低位自然进风、高位机械排风的系统形式,通风系统应同时满足事故通风要求,通风量换气次数不应小于12次/h。排风用轴流风机采用防爆型,且风机的启动需与室内报警系统进行联动。

⑤ 盐酸储罐间

盐酸储罐间通风采用低位自然进风、高位机械排风的系统形式,通风系统应同时满足事故通风要求,通风量换气次数不应小于12次/h。排风用轴流风机采用防腐型。

⑥ 次氯酸钠储罐间

次氯酸钠储罐间属于防爆房间,通风采用高位自然进风、低位机械排风的系统形式,通风系统应同

时满足事故通风要求,通风量换气次数不应小于12次/h。排风用轴流风机采用防爆型。

2.6 加药间

① 加药间及药库

加药间及其药库按照药品的性质确定通风系统形式,加药间按规范要求其设备间要有不低于8~12次/h的通风换气,并配备泄漏检测仪和报警设施。对有防爆要求的房间选用防爆型风机,对排出有腐蚀性气体的房间选用防腐型风机。

② 碳源投加间

碳源投加间通风采用低位自然进风、高位机械排风的系统形式,要求不低于8~12次/h的通风换气,对排出有腐蚀性气体的房间选用防腐型风机。

③ 甲醇投加间

甲醇投加间属于防爆房间,通风采用低位机械送排风的系统形式,通风系统应同时满足事故通风要求,通风量换气次数不应小于12次/h。排风用轴流风机,采用防爆型。

2.7 鼓风机房

① 通风系统形式

鼓风机房内,多台大功率鼓风机转动是高温高噪音的污染源。由于鼓风机散热量很大,鼓风机房宜优先选用局部排风的形式。

鼓风机单独配有风冷冷却系统时,需将冷却用排气扇出口空气直接用管道排出室外,以减少热量的扩散。局部排风量根据排气扇的风量进行复核。

鼓风机无冷却系统或冷却排风无法局部排出时,在设备运行允许的情况下,对鼓风机加设隔音罩是行之有效的,杜绝了高温高噪音向车间的扩散。同时也要做好罩内的送排风以维持电机的环境温度不高于38℃,每个隔音罩需配备单独的通风系统,把电机散热直接导出车间。这样,亦可通过局部通风解决机房散热问题。

机房内无法采用局部排风时,应尽量将排风口靠近电机布置。

② 通风量计算

之前很多鼓风机房的通风设计都是参照脱水机房及提升泵站的通风要求,一般换气次数不小于6次/h。实际运行中发现,由于鼓风机房会产生大量的热量,按照这样的方法计算得到的通风量难以满足机房内通风要求,往往导致室内温度过高,影响设备的正常运行。因此,应适当增大换气次数,一般不

小于12次/h。同时,可根据下式进行复核,取两者较大值:

$$Q_v = Q_f + N_o \times 30 \quad (1)$$

式中 Q_v ——机房换气量, m^3/h

Q_f ——鼓风机吸气量(室内吸气), m^3/h

N_o ——机房内所有马达合计功率, kW

机房换气流速不可超过4 m/s。

在数据完备的情况下,应根据机房内余热量计算通风量的大小^[3,4]。

2.8 空压机房

空压机房局部排风示例见图2。



图2 空压机房局部排风示例

Fig. 2 Example of local ventilation in air compressor room

与鼓风机房类似,空压机房室内以排除空压机设备的散热量为主。通风优先选用局部排风形式,通风量计算以排除室内散热量为原则。基于空压机房的布置原则,空压机一般靠外墙布置。利用排风管道直接排出空压机热量时,排风管道设置应满足以下要求:

① 排风管道的设置要注意空压机顶部排风口截面面积、高度和长度;排风管道截面面积要大于空压机固有的排风口截面面积,排风管高度不小于1 m,长度不要大于2.5 m;

② 多台空压机排风管道不能连接到一个出风口,这将导致某台机组背压提高,排风受阻而高温;

③ 空压机排风管道截面面积不能变径、缩小,也不能拐弯太多、太长;

④ 空压机排风管道出口不要安装百叶窗,否则将导致排风不畅。

若排风管道不能满足以上要求,则设置排风机

将空压机热量排出室外。排风机可以单独设置,也可以多台空压机共用一台风机。

2.9 污泥浓缩脱水机房

脱水机房排风系统示例见图3。



图3 脱水机房排风示例

Fig.3 Example of ventilation of dehydration room

污泥浓缩脱水机房内臭气散发量较大,而且机房体积通常较大,尤其是板框脱水机房房间总高度可达20 m以上。因此,污泥脱水机房内一般均设置局部除臭设施。通风系统应结合除臭系统设计。

脱水间的臭气因污泥性质、混凝剂种类和脱水机的构造不同而异。对于离心脱水机或封闭式压滤机或在压滤机上设有抽气罩的脱水机房可适当减少换气次数,一般不小于3次/h即可。若外部没有任何接口设备,则通风系统低处设计吸风口,高处设计机械进风风机,换气次数不小于6次/h。

2.10 变配电站(室)

变配电站(室)通常由高、低压配电室及变压器室组成,其中的电气设备散发一定的热量,尤以变压器的发热量为大。

① 高压配电室

变配电室宜设置独立的送、排风系统。设在地下的变配电室送风气流宜从高低压配电区流向变压器区,从变压器区排至室外。排风温度不宜高于40℃。当通风无法保障变配电室设备工作要求时,宜设置空调降温系统。

《10 kV及以下变电所设计规范》(GB 50053—2013)指出,高压配电室装有较多油断路器时,应装设事故排烟装置。

一般情况下,高压配电室宜设不能开启的自然采光窗。因此,进风方式可采用低位进风百叶或机械进风。设置机械进风时,应考虑进风与排风设备的联锁控制。在气流组织方面,采用下进上排,同时

注意气流的均匀分布,避免通风死角的形成。

另外,根据配电柜等设备的布置情况,高压配电室通风可选用局部通风或全面通风形式。局部通风排风管接至每台配电柜通风口,统一收集或单独排出室外,适用于散热量较大的场合。

配电室全面通风系统示例见图4。

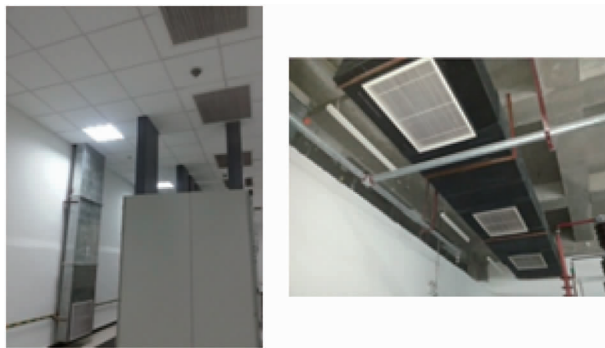


图4 配电室全面通风系统

Fig.4 Ventilation of power distribution room

② 低压配电室

与高压配电室不同的是,低压配电室可设能开启的自然采光窗,更利于充分利用自然通风;另外,低压配电室设备散热量较大,对通风系统的设计要求更高。在满足散热量要求的前提下,低压配电室通风设计可参考高压配电室进行。

③ 变压器室

《10 kV及以下变电所设计规范》(GB 50053—2013)指出,变压器室宜采用自然通风。夏季的排风温度不宜高于45℃,进风和排风的温差不宜大于15℃。

电容器室应有良好的自然通风,但是由于变压器室室内负荷在高温气候条件下急剧增大,而因变压器室本身的建筑特性要求又无法使通风口增大太多,导致单纯采用自然通风难以解决变压器室内通风降温问题。

在实际设计中,变压器室均采用自然通风与机械通风相结合的系统形式。

电容器通风量应根据电容器允许温度,按夏季排风温度不超过电容器所允许的最高环境空气温度计算。

3 厂房通风设计要点

各种类型厂房的通风目的不同,通风设计计算方法各异,应结合不同的处理工艺进行选用,具体的通风设计总结如表1所示。

表 1 污水处理厂工艺厂房通风设计

Tab. 1 Ventilation design in factories in wastewater treatment plant

工艺厂房		通风量计算	通风系统形式及气流组织	备 注
粗、细格栅	格栅间	①有害气体散发量 ②换气次数 3~6 次/h	①自然进风、机械排风 ②上进下排	①与除臭系统结合 ②设备及管道防腐要求
高效沉淀池	管廊设备间	换气次数 4~6 次/h	①自然或机械进风、机械排风 ②上进下排	排除余热及余湿
深度处理车间	反冲洗设备间	换气次数 6~8 次/h	低位自然进风、高位机械排风	排除余热及余湿
	管廊间	换气次数 3~5 次/h	低位机械进风、高位机械排风	排除余热及余湿
水泵间	泵房	换气次数 5~10 次/h	①自然或机械进风、机械排风 ②上进下排	排除余热及余湿
加氯间	氯瓶间	换气次数不小于 12 次/h	高位新鲜空气进口和低位室内 空气排至室外高处的排放口	①兼顾事故通风 ②设备防爆要求
	加氯机间	换气次数不小于 12 次/h	低位机械排风、高位自然进风	①兼顾事故通风②防腐要求
	漏氯吸收间	换气次数不小于 6 次/h	低位机械排风、高位自然进风	
	蒸发器室	换气次数不小于 12 次/h	高位机械排风、低位自然进风	①兼顾事故通风②防腐要求
	盐酸储罐间	换气次数不小于 12 次/h	高位机械排风、低位自然进风	①兼顾事故通风②防腐要求
加药间	次氯酸钠间	换气次数不小于 12 次/h	低位机械排风、高位自然进风	①兼顾事故通风②防爆要求
	加药间	换气次数 8~12 次/h	按药品性质确定通风系统形式	设备及管道防腐要求
	碳源投加间	换气次数 8~12 次/h	高低位机械排风、低位自然进风	
鼓风机房	甲醇投加间	换气次数不小于 12 次/h	低位机械送排风	①兼顾事故通风②防爆要求
		①鼓风机散热量 ②经验公式计算通风量 ③换气次数不小于 12 次/h	①鼓风机配置单独排风 ②全面通风采用低位进风、高位 排风形式	排除余热
空压机房		空压机散热量计算	空压机局部排风形式,顶部排风 口截面面积、高度和长度应满足 安装要求	排除余热
污泥浓缩脱水 机房	浓缩脱水间	设备设有抽气罩的换气次 数≥3 次/h,其他≥6 次/h	机械送排风	①与除臭系统结合 ②设备及管道防腐要求
变配电站(室)	高压配电室	①设备散热量 ②换气次数 10~12 次/h	①低位进风百叶或机械进风、高 位机械排风 ②局部与全面通风相结合	排除余热,室内设计温度不高于 40℃
	低压配电室			排除余热,室内设计温度不高于 45℃
	变压器室			

4 结语

总结分析典型污水厂厂房内通风设计的要点,包括通风系统形式、通风量及气流组织等,为工程设计提供一定的指导。

参考文献:

[1] 龚文瑾,尹兴蕾,高伟,等. 污水污泥处理中臭气收集系统设计总结[J]. 中国给水排水,2016,32(18):45-48.

[2] 孙一坚. 简明通风设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.

[3] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册(第2版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

[4] 李玉庆,陈爱朝. 城镇污水系统除臭风量设计探讨[J]. 中国给水排水,2015,31(24):79-81.



作者简介:尹兴蕾(1987-),女,山东德州人,硕士,工程师,从事市政暖通及热力设计。

E-mail:yinxinglei12@cemi.com.cn

收稿日期:2017-07-31