

印刷厂房及印钞厂房暖通空调设计

中国航空规划建设发展有限公司 朱建春[☆]

摘要 就印刷厂房及印钞厂房设备发热量大,生产中产生较多的油墨废气,纸张印刷对温湿度要求高,印刷中产生废纸毛、纸粉尘等特点,分析了设计中可采取的技术措施和应注意的问题。给出了空调主要设计参数,重点介绍了空调系统的空气处理方案和加湿方式。

关键词 印刷厂房 印钞厂房 暖通空调设计 空气处理方案 加湿方式

HVAC design for printing plants and banknote printing workshops

By Zhu Jianchun[★]

Abstract Based on the characteristics of printing plants and banknote printing workshops—large heat emission from machines, exhaust gas containing printing ink in production, high requirements for temperature and humidity in paper printing, and paper duct and fiber being brought during printing processes, analyses the technical measures that can be adopted accordingly and the problems that need attention in designing of printing plants or banknote printing workshops. Gives the major design parameters and emphasizes the air handling schemes and humidification modes of the air conditioning system.

Keywords printing plant, banknote printing workshop, HVAC design, air handling scheme, humidification mode

★ China Aviation Planning and Construction Development Co., Ltd., Beijing, China

①

随着社会的发展和信息量的不断增大,对彩色印刷品的需求量越来越大,对彩色印刷品的质量要求也越来越高,印制纸质钞票、体育彩票、门票、香烟烟标、税票、包装品、报纸及画报的各类印刷厂相继建成投产。印刷品种类不同,对环境温湿度的要求也不同。一般印刷厂区建筑主要包括印刷主厂房、库房及其他配套用房。

1 空调设计要点及对相关专业的要求

印刷厂房及印钞厂房的环境对室内空气温湿度、工作区截面风速、新鲜空气量、清洁度有一定要求。温湿度精度要求高,空气处理消耗的能量大。车间内油墨气味较大,生产用 UV 灯的热排风、输送废纸毛后的废气需排放至室外,印刷车间的新风量需求比一般的空调厂房大,一般新风量约占总送风量的 20%~45%,个别车间(如单凹、胶印车间)的空调系统为全新风直流系统。印刷生产线高速连续运行,电动机及电热设备的发热量较大且集中,约为 200~350 W/m²。开机生产一段时间后,车间内温度明显升高,为避免印刷纸张过于干燥,车间内需要的加湿量大,约为 200~800 kg/h。

根据建筑布局合理划分空调系统,合理设计气流组织,根据空调精度要求采用上送上回或上送下

回的送回风方式。车间工作区的截面风速控制在允许值范围内(平均速度 0.2~0.3 m/s),防止气流影响纸张印刷。送入室内的新风经粗效过滤器过滤,有条件时宜设置电子净化器,达到中效过滤的效果。为避免纸张印刷时出现叠影,应合理选择空调系统的加湿方式。冬季利用生产线的排风对新风进行预热,可达到节能的目的。通过合理选择除尘方式,能迅速有效地排除印刷机裁切纸张产生的纸粉尘,避免对室内造成污染。

工艺专业应提出各车间所需的温湿度和精度参数、工艺设备的功率及电热功率、同时使用系数及人员数量。吊顶空间设有空调送回风管、送风静压箱及自动喷淋系统、消火栓系统、火灾自动报警系统、照明系统、给排水系统、动力配电系统和压缩空气系统等辅助设施的管线,若车间需设吊顶,应保证吊顶之上有 1.2~1.8 m 的净高。

2 空调主要设计参数(见表 1)

①☆ 朱建春,男,1960 年 3 月生,学士,高级工程师
100120 北京市西城区德外大街 12 号中国航空规划建设发展有限公司
(010) 62038460
E-mail: zjc_6090z@163.com
收稿日期:2012-06-26

表 1 供暖、空调室内设计参数及设计标准

	室内温度/℃		室内相对湿度/%	A 声级噪声/dB	新风量/(m³/(人·h))
	冬季	夏季			
彩票厂房部分	16				
彩票库房部分	12~15				
税票厂房部分	23±5	23±5	60±10		
税票轮转车间、平张胶印间、彩印车间	20~26	20~26	55±5		≥30
白纸库、税票检封包装车间、税票半成品库、营业品	20~26	20~26	40~65		≥30
检封包装车间、营业品半成品库					
制板车间、材料库	20	≤26		<60	≥30
机修间、质检办	20	≤26		<60	≥30
烟标单凹车间、烫金车间、脱盒间、模切车间、丝印	20~27	20~27	40~65		≥30
车间、制版间、质检车间、除尘车间、除味车间					
烟标周转区、材料库	16	≤28			
烟标卷凹车间、胶印车间、裁切车间	20~27	20~27	40~65		≥30
印钞车间	22±2	25±2	55±5		≥30
印钞库房	22±2	25±2	55±5		≥30
网络主机房	18	≤28	40~70		≥30

3 空调系统的空气处理方案及气流组织形式

集中空调系统应根据印刷车间不同的特点、使用时间及温湿度精度要求进行空调系统划分。印刷厂房有空调要求的各车间一般室温允许波动幅度为±(2~3)℃,相对湿度允许波动幅度为±(5%~10%),送回风采用上送下侧回的气流组织形式。室温允许波动幅度大的车间,送回风采用上送上回的气流组织形式。

根据计算得出的各车间的空调负荷,确定各空调系统的空气处理方案。

方案 1:设计空调机房,集中空调系统采用组合式空调机组一次回风系统,采用单空调送风机加排风机系统形式,或采用双风机系统形式。组合式空调机组设置混合段、粗效过滤器、表冷段、加热段、加湿段、风机段。其优点是空调运行管理维修方便,缺点是占用生产面积。

方案 2:无空调机房,采用吊顶式空调机加新风系统。其优点是不占用生产面积,缺点是空调机维修不方便。

方案 3:吊顶式空调机单风管定风量直流系统。其优点是能与生产性排风匹配,满足室内温度要求。缺点是能耗大,空调机维修不方便。

方案 4:分体柜式空调机加加湿系统。其优点是投资少,缺点是室内温度不均匀。

方案 5:设计空调机房,采用热泵式溶液调湿空气机组,室外新风利用高温冷水机组提供的高温冷水(14℃/19℃)预冷除湿后进入溶液调湿单元,进一步独立除湿至低湿状态,再与室内回风混合,利用高温冷水降温处理至送风状态点送入室内;加湿采用蒸汽加湿方式。其优点是空调运行管理维修方

便,可比方案 1 节能 30%以上,且室内温湿度环境控制精度高。缺点是初投资大,占用生产面积。

方案 6:设计空调机房,采用热泵式溶液调湿新风机组,室外新风经全热回收单元初步降温除湿后,进入除湿单元进一步降温除湿至低湿状态,再与室内回风混合,利用高温冷水降温处理至送风状态点送入室内,冬季热泵式溶液调湿新风机组的四通阀反向工作,实现新风加热加湿功能。其优点是空调运行管理维修方便,可比方案 5 节能 15%以上。缺点是初投资大,占用生产面积。

4 印刷车间加湿

印刷设备开机后连续工作,电动机及电热设备的发热量大,过渡季及冬季车间内的加湿尤为重要。印刷车间内相对湿度要求为 60%±5%。

加湿方式 1:沿车间柱子安装离心加湿机加湿,独立控制室内湿度。加湿用水为自来水。

加湿方式 2:沿车间吊顶安装高压微雾加湿管线及喷头加湿,高压微雾控制柜采用变频控制,独立控制室内湿度。加湿用水为纯净水。若用自来水,易产生白粉及堵塞喷头;若用软化水,如处理不达标也易产生白粉及堵塞喷头,影响印刷质量。为避免加湿系统启动时个别喷头产生水滴造成不利影响,高压微雾加湿管线及喷头应避免安装在印刷设备正上空。

加湿方式 3:采用电热加湿。

加湿方式 1~3 均为独立于空调风系统的加湿方式,由室内湿度敏感元件自动控制加湿系统的启停。空调机组的风系统仅控制室内温度。

加湿方式 4:在位于空调机房的组合式空调机组的加湿段内安装高压微雾加湿喷头,喷头数量应

考虑 20% 的富余量。高压微雾控制柜采用变频控制,与送风系统联动控制。此方式在运行管理、维护上更方便,但运行费较高。

加湿方式 5: 印钞车间内相对湿度要求控制在 $55\% \pm 5\%$, 可采用高压蒸汽进行干蒸汽加湿。这种方式加湿精度高, 控制准确可靠。在组合式空调机组的加湿段配干蒸汽加湿器, 自动控制室内湿度。高压蒸汽在入口装置处减压至 $0.05 \sim 0.1$ MPa 供空调加湿使用。

加湿方式 6: 利用热泵式溶液调湿新风机组的四通阀反向工作, 实现新风加热加湿功能。

5 空调设计应注意的问题

5.1 车间油墨气味

印刷车间油墨气味较大, 而工艺专业很难准确给出室内油墨的挥发量。油墨由颜料、连结料、辅料等材料组成。连结料是油墨的主要组成成分, 由树脂和溶剂构成, 起分散颜料的作用, 同时把颜料转移到承印物表面, 使两者表面黏着, 并在印刷品的使用期间起保护图像的作用。油墨中连结料不同会导致油墨性能不同, 油墨可分为水性油墨和溶剂型油墨。这两种油墨气味均很大, 环保部门对生产性排风提出了净化处理要求, 不允许从侧墙排放。位于工业区的车间, 其生产性排风为高空排放。位于居民区较近的车间, 其生产性排风通过高温燃烧炉燃烧分解后高空排放。高温燃烧炉产生的热量可用于生产热水, 供洗澡或他用。空调系统中采用的消除油墨气味的措施为静电除尘加活性炭吸附, 为保证吸附效果, 需控制较低的断面风速 ($2.5 \sim 3.5$ m/s), 造成装置体积大, 初投资高 (约为 100 万 $\sim$ 200 万元), 因此甲方不愿意采用, 仅考虑加大新风量。

5.2 成品间

成品间生产的印刷成品带有油墨气味, 需放置于除味间除味。利用设置在空调回风口处的活性炭过滤段过滤, 空调系统需要连续运行 24 h 才能除去油墨气味。

5.3 质检车间

质检车间工作台多, 人员密集, 主要用于对印刷半成品进行检验。设计规范中规定的新风量为 $30 \text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{h})$, 在单独设计有新风的空调系统中, 应将新风量增大至 $50 \text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{h})$, 以改善质检车间的空气状况, 保证人员健康。集中空调系统

的新风量应为总送风量的 $10\% \sim 15\%$ 。

5.4 裁切车间

在裁切车间中, 利用裁切机将整张印刷品按一定厚度裁切成所需要的尺寸时会产生纸粉尘, 通常在裁切刀处设置自循环式移动除尘机进行除尘。由于裁切机本身宽度的限制, 仍会有一些更细的纸粉尘散落在室内, 空调系统应采用上送风或侧上送风、下回风方式, 在下回风竖管上设袋式过滤器或电子除尘装置, 以除去更细的纸粉尘。为吹落裁切后的印刷成品上的残存纸粉尘, 需要有一道风淋工序, 该工序的风淋系统应设计二级除尘系统。

5.5 集中空调水系统设计

空调用冷热水温度: 夏季 $7^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$, 冬季 $60^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$; 采用溶液调湿技术的温湿度独立控制空调用冷热水温度: 夏季 $14^\circ\text{C}/19^\circ\text{C}$, 冬季 $60^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$ 。空调用冷水及热水由动力站供给。

6 通风、排烟系统

6.1 生产性排风

印刷生产线上的 UV 灯用于对印刷纸张进行烘干, 其热气需排至室外。废气温度约为 $40 \sim 80^\circ\text{C}$ 。生产线上的 UV 灯自带排风机, 风量 $1\,200 \sim 1\,500 \text{ m}^3/\text{h}$, 全压 $50 \sim 100$ Pa。根据 UV 灯的排风量确定总排风管管径及配置主排风机。为避免风管内热量散至室内, 排风管应进行保温。通常冬季通过热管换热器 (效率 $\geq 60\%$) 利用排风预热新风, 节省加热量。经估算, 一个冬季即可回收热管换热器的投资成本。

生产线印刷时, 会连续裁切下细长纸边, 由生产线上自带的带切刀的小排风机切断纸边, 排至机器边上, 这些细长纸边俗称废纸毛。采用人工清理时, 定时将废纸毛运走; 采用自动清理时, 设计输送除尘性机械排风系统, 连续将废纸毛通过管道运输至纸毛库后自动打包。生产线上自带的带切刀的小排风机风量为 $1\,260 \sim 2\,700 \text{ m}^3/\text{h}$, 全压为 $50 \sim 100$ Pa。输送除尘性机械排风系统的排风主管风速控制在 25 m/s 左右, 排风支管的风速控制在 20 m/s 左右。通过输送管道将废纸毛送至废纸分离收集装置的含尘气体需经二级过滤, 满足规范要求后方可排至室外。主排风机的全压需大于整个系统的阻力。

6.2 防排烟

印刷厂房各车间火灾危险等级为丙类。车间

应设计机械排烟系统。车间有吊顶且净高小于 6 m 时,如在吊顶上设置挡烟垂壁,应协调好风管的布置及标高。吊顶上的排烟管需用不燃材料保温、防护。

7 空调控制

通过温湿度传感器,对设在空调机组的表冷器、加热器回水管上及加湿供水管上的电动两通阀进行调节,自动控制空调房间的温湿度。空调机组的风机、电动水阀及电动新风阀应进行电气连锁。空调机组设冬季盘管防冻保护措施。送回风管出入机房处设防火阀(24 V, 70 ℃)与送、排风机连锁。连锁切断空调送、排风机电源。热管换热器的进气管及旁通管均设电动阀反向连锁,非冬季时室内排风通过旁通管排至室外。印刷生产线上任何一处 UV 灯的排风机工作时,其主排风机应同时开启。

8 供暖系统设计

按照规范中对各地区的要求设计热水供暖系统。生产时发热量大,厂房的供暖设计温度宜低于 16 ℃,实际温度取值约为 12~14 ℃。

9 案例设计

9.1 单风机一次回风空调+排风机方式空调系统(控制原理见图 1)

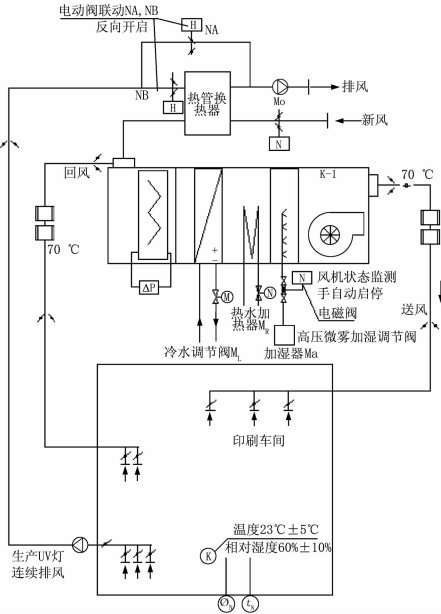


图 1 单风机一次回风空调+排风机方式空调系统控制原理

9.2 温湿度独立控制、新风采用溶液调湿新风机组空调系统(控制原理见图 2)

9.3 印刷车间废纸毛输送排尘系统(见图 3)

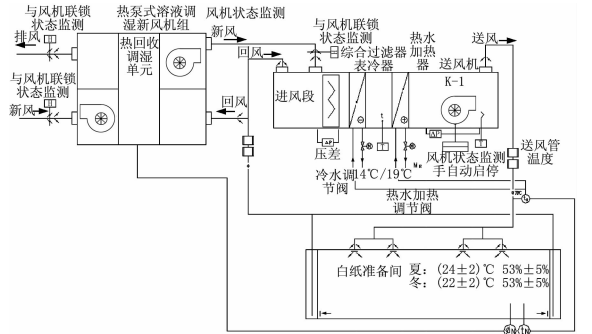
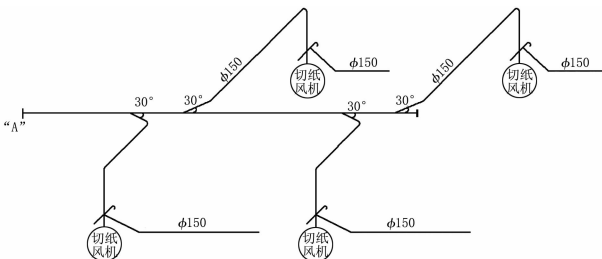
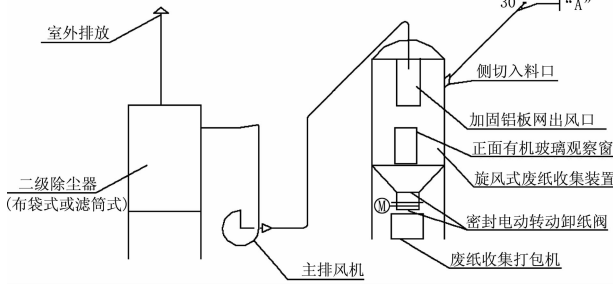


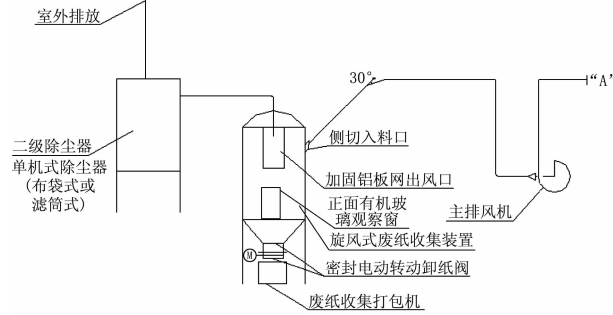
图 2 温湿度独立控制、新风采用溶液调湿新风机组空调系统控制原理



a 系统示意图



b 废纸除尘方式 1



c 废纸除尘方式 2

图 3 印刷车间废纸毛输送排尘系统

10 结语

印刷厂房及印钞厂房应根据其特点及甲方的投资来确定空调系统的方式,在满足使用要求的同时,最大限度地降低运行成本,节能能源,保护环境。

参考文献:

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