

废气污染防治可行技术见表 1。

表1 废气污染防治可行技术

可行技术	工艺类型	预防技术	治理技术	污染物排放浓度水平 (mg/m ³)				技术适用条件
				非甲烷总烃	苯	甲苯	二甲苯	
可行技术 1	平版印刷	①植物油基胶印油墨替代技术+②无/低醇润湿液替代技术+③自动橡皮布清洗技术	—	20~30	<0.2	<1	<1	适用于平版印刷工艺,其中无醇润湿液替代技术适用于书刊、报纸及本册等的平版印刷工艺
可行技术 2		①植物油基胶印油墨替代技术+②零醇润版胶印技术+③自动橡皮布清洗技术	—	15~30	<0.2	<1	<1	适用于报纸、书刊、纸包装等的平版印刷工艺。采用该技术需投入印刷机水辊系统的一次性改造费用及定期更换水辊的运行费用
可行技术 3		①植物油基胶印油墨替代技术+②无水胶印技术+③自动橡皮布清洗技术	—	15~30	<0.2	<1	<1	适用于书刊、标签等的平版印刷工艺。该技术对环境温度要求较高,油墨传输过程需要冷却处理。采用该技术需使用专用的冲版机、版材及油墨,成本与有水印刷相比有所升高
可行技术 4		①辐射固化油墨替代技术+②零醇润版胶印技术+③自动橡皮布清洗技术	—	40~50	<0.2	<1	<1	适用于纸包装的平版印刷工艺,不适用于直接接触食品的产品印刷。采用该技术需投入印刷机水辊系统的一次性改造费用及定期更换水辊的运行费用
可行技术 5		①辐射固化油墨替代技术+②无/低醇润湿液替代技术+③自动橡皮布清洗技术	—	20~30	<0.2	<1	<1	适用于纸包装、标签、票证的平版印刷工艺,不适用于直接接触食品的产品印刷
可行技术 6		①植物油基胶印油墨替代技术+②无/低醇润湿液替代技术+③自动橡皮布清洗技术	①燃烧技术	10~30	<0.5	<1	<1	适用于书刊、本册等的热固轮转胶印工艺,可采用无醇润湿液替代技术。烘箱一般自带二次燃烧装置
可行技术 7	凹版印刷	①水性凹印油墨替代技术	①吸附技术+ ②燃烧技术	15~40	<0.5	<1	<1	适用于塑料表印、塑料轻包装及纸张凹版印刷工艺。典型治理技术路线为“旋转式分子筛吸附浓缩+RTO”和“活性炭吸附/旋转式分子筛吸附浓缩+CO”
可行技术 8		—	①吸附技术+ ②冷凝技术	20~40	<0.5	<1	<1	适用于凹版印刷工艺。典型治理技术路线为“活性炭吸附+热氮气再生+冷凝回收”。采用该技术能够产生经济效益,溶剂使用量越大,经济效益越明显

可行技术	工艺类型	预防技术	治理技术	污染物排放浓度水平 (mg/m ³)				技术适用条件
				非甲烷总烃	苯	甲苯	二甲苯	
可行技术 9	凹版印刷	—	①燃烧技术	10~40	<0.5	<1	<1	适用于溶剂型凹版印刷工艺。烘箱有组织废气的典型治理技术路线为“减风增浓+RTO/CO”。中大型企业较适合采用该技术，通过余热回用可减少运行费用
可行技术 10		—	①吸附技术+ ②燃烧技术	15~40	<0.5	<1	<1	适用于溶剂型凹版印刷工艺。烘箱有组织废气与其他无组织废气混合后治理，或无组织废气收集后单独治理，典型治理技术路线为“旋转式分子筛吸附浓缩+RTO/CO”
可行技术 11	凸版印刷	—	①吸附技术+ ②燃烧技术	30~40	<0.5	<1	<1	适用于溶剂型凸版印刷工艺。典型治理技术路线为“旋转式分子筛吸附浓缩+RTO”和“活性炭吸附/旋转式分子筛吸附浓缩+CO”
可行技术 12		①水性凸印油墨替代技术	—	20~40	<0.5	<1	<1	适用于纸包装、标签、票证、塑料包装、铝罐等的凸版印刷工艺
可行技术 13		①辐射固化油墨替代技术	—	<30	<0.5	<1	<1	适用于凸版印刷工艺。适用于标签、票证、纸包装、金属罐等的印刷，不适用于直接接触食品的产品印刷
可行技术 14		①辐射固化油墨替代技术	—	<30	<0.5	<1	<1	适用于网版印刷工艺。适用于标签、票证、纸包装等的印刷，不适用于直接接触食品的产品印刷
可行技术 15	复合/涂布	①无溶剂复合技术	—	20~30	<0.5	<1	<1	适用于印刷工业的复合工序。软包装复合工序常采用双组分胶粘剂，纸塑复合工序常采用单组分胶粘剂
可行技术 16		①共挤出复合技术	—	20~30	<0.5	<1	<1	适用于印刷工业的复合膜生产工序。只能用于热熔塑料与塑料的复合，其产品的原材料组合形式相对较少，适用范围较小
可行技术 17		①水性胶粘剂替代技术	—	20~30	<0.5	<1	<1	适用于方便面包装袋、膨化食品包装袋等轻包装制品的覆膜工序，以及纸包装的复合工序
可行技术 18		—	①吸附技术+ ②冷凝技术	20~40	<0.5	<1	<1	适用于干式复合工艺。典型治理技术路线为“活性炭吸附+热氮气再生+冷凝回收”。该技术能够产生经济效益，溶剂使用量越大，经济效益越明显

可行技术	工艺类型	预防技术	治理技术	污染物排放浓度水平 (mg/m ³)				技术适用条件
				非甲烷总烃	苯	甲苯	二甲苯	
可行技术 19	复合/涂布	—	①燃烧技术	10~40	<0.5	<1	<1	适用于干式复合及涂布工艺。典型治理技术路线为“减风增浓+RTO/TO”。涂布工艺产生的无组织废气收集后,宜采用吸附技术进行预浓缩,再经 RTO 治理
可行技术 20	上光	①水性光油替代技术	—	20~30	<0.5	<1	<1	适用于书刊、画册、食品包装、药品包装等纸张印刷的上光工艺
可行技术 21		①UV 光油替代技术	—	20~30	<0.5	<1	<1	适用于纸张及金属的上光工艺,不适用于直接接触食品的产品上光工艺

注:表中“+”代表技术的组合。

8.2 废水污染防治可行技术

废水污染防治可行技术见表 2。

表 2 废水污染防治可行技术

可行技术	废水种类	预防技术	治理技术	排放去向	污染物排放浓度水平 (mg/L)					技术适用条件
					pH	COD	SS	BOD ₅	氨氮	
可行技术 1	冲版废水	冲版水过滤循环技术	—	处理后回用,无法回用的冲版废水间接排放	7~8	<100	<50	<50	<2	适用于平版印刷制版工序产生的冲版废水的回用处理
可行技术 2	润版废水	润湿液过滤循环技术	—	处理后回用,不外排	—	—	—	—	—	适用于平版印刷润版工序所使用的润湿液的回用处理
可行技术 3	铝罐清洗废水	—	①化学混凝沉淀+ ②气浮+③生化法	处理后间接排放	6.8~7.5	<200	<50	<50	<10	适用于铝罐印刷预处理工序产生的清洗废水的处理
可行技术 4	印刷清洗废水	—	物化法	处理后间接排放	7~8	<100	<50	<50	<2	适用于水性油墨印刷清洗工序产生的清洗废水的处理
可行技术 5		—	生化法	处理后间接排放	7~8	<100	<50	<50	<2	

注:表中“+”代表技术的组合。

8.3 固体废物污染防治可行技术

固体废物污染防治可行技术见表3。

表 3 固体废物污染防治可行技术

固体废物种类	一般固体废物	危险废物					
		印前制版工序产生的危险废物	印刷工序产生的危险废物	印后工序产生的危险废物	VOCs废气治理设施产生的危险废物	设备维护产生的危险废物	
废纸、废塑料、废金属材料及废版等	废显影液、废定影液等	废油墨、废清洗剂、废润湿液、废擦机布等	废胶、废光油等	废活性炭、废催化剂等	废机油等		
可行技术	资源化利用技术	CTP制版技术	废显影液浓缩技术	——			委托有资质的单位进行处置

8.4 噪声污染防治可行技术

噪声污染防治可行技术见表4。

表 4 噪声污染防治可行技术

序号	噪声源	噪声源声级水平 (dB(A))	可行技术	治理效果 (dB(A))
1	轮转印刷机	90~100	隔声间 厂房隔声	降噪量 10~20 降噪量 10~20
2	单张纸平版印刷机	75~85	厂房隔声	降噪量 10~20
3	凹版印刷机	80~90	厂房隔声	降噪量 10~20
4	折页机	85~95	厂房隔声 隔声罩	降噪量 10~20
5	切纸机、模切机、制罐机、制袋机、分切机等成型加工设备	70~95	厂房隔声	降噪量 10~20
5	装订联动线	80~90	厂房隔声	降噪量 10~20
6	复合机	75~85	厂房隔声	降噪量 10~20
7	引风机	85~90	机房隔声 消声器	降噪量 10~30 降噪量 10~30
8	空压机	75~85	机房隔声 消声器	降噪量 10~30 降噪量 10~30
9	供水系统 (补给水泵和循环水泵) 供气系统 (气泵等)	80~95	隔声间 减振处理 消声器	降噪量 15~35

附录 A
(资料性附录)
印刷工艺流程及主要产污环节

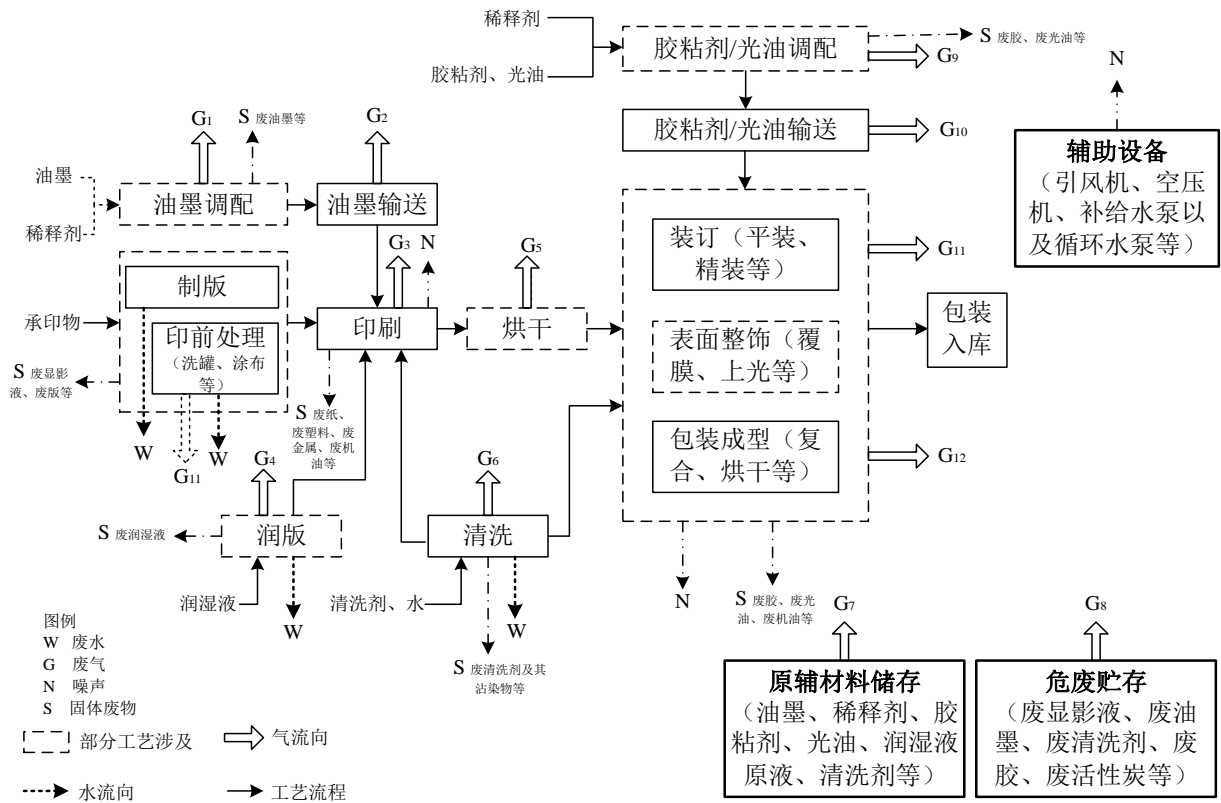


图 A.1 印刷工艺流程及主要产污环节

注：图 A.1 中各类印刷生产工艺产污环节 G₁~G₁₂ 见附录 C 表 C.1G1~G12。

附录 B
(资料性附录)

印刷工业含 VOCs 原辅材料的 VOCs 质量占比及特征污染物

表B.1 印刷工业含VOCs原辅材料的VOCs质量占比及特征污染物

生产工序		含VOCs原辅材料类型	VOCs质量占比 (%)	特征污染物
印刷	平版	热固轮转胶印油墨	≤5	高沸点石油类
		单张纸胶印油墨、冷固轮转胶印油墨、UV油墨	≤2	少量烷烃类、酮类、醇类
	凹版	溶剂型凹印油墨	65~85	酯类、醇类、芳烃类
		水性凹印油墨	≤30	醇类、醚类
	凸版	溶剂型凸印油墨	50~70	醇类、酯类
		水性凸印油墨	≤10	醇类、醚类
	网版	溶剂型网印油墨	40~60	高沸点石油类、酯类、酮类
		UV网印油墨	≤2	少量酯类、酮类
复合	溶剂型胶粘剂	40~70	酯类、醇类	
	水性胶粘剂	≤5	醇类	
	无溶剂胶粘剂	≤0.5	酯类、醇类、芳烃类	
润版	传统润湿液	10~15	醇类、醚类	
	无/低醇润湿液	5~10	醇类、醚类	
清洗	清洗剂	90~100	烷烃类、醇类、酯类、芳烃类	
上光	溶剂型光油	40~60	醇类、酮类、芳烃类、酯类	
	水性光油、UV光油	≤3	少量酯类、醇类	

附录 C
(资料性附录)

印刷生产 VOCs 产污环节及产生水平

表 C.1 印刷生产 VOCs 产污环节及产生量占比

产污位置	产污环节		污染物来源	VOCs 产生量占比 (约值) / (%)				
				平版印刷	凹版印刷	凸版印刷	网版印刷	复合/涂布/上光等
调墨间或印刷车间	G1	调墨	油墨、稀释剂	—	≤5	≤3	—	—
	G2	油墨输送						
印刷机台	G3	印刷	油墨、稀释剂	≤5	20~30	10~20	10~20	
	G4	润版	润湿原液、润湿液添加剂	30~60	—	—	—	
烘箱	G5	印刷烘干	油墨、稀释剂	≤5	50~60	70~80	—	
生产设备、车间	G6	清洗	清洗剂	30~60	5~10	5~10	80~90	≤5
库房、车间、危废间	G7	原辅材料贮存	废油墨、废清洗剂、废胶等	≤5	≤3	≤3	≤5	≤5
	G8	危废贮存						
胶粘剂、光油调配间或机器旁	G9	胶粘剂/光油调配	复合胶、覆膜胶、光油、稀释剂等	—	—	—	—	≤5
	G10	胶粘剂/光油输送						
复合机、覆膜机、上光机、涂布机等	G11	覆膜、复合、上光、涂布等	复合胶、覆膜胶、光油、涂料、稀释剂等	—	—	—	—	10~20
烘箱	G12	烘干	复合胶、覆膜胶、光油、涂料、稀释剂等	—	—	—	—	80~90

表 C.2 印刷生产单位油墨 VOCs 产生量及 VOCs 产生浓度水平

生产工艺	原辅材料及工艺类型		产污环节	单位油墨 VOCs 产生量 ^a (tVOCs/t 油墨)	VOCs 产生浓度水平 ^d (mg/m ³)
平版印刷	单张纸胶印	辐射固化油墨/ 植物油基胶印油墨	印刷、清洗、润版等	无/低醇润湿液 0.05~0.30	20~50
				传统润湿液 0.50~0.80	50~150
	热固轮转胶印 (有二次燃烧)	植物油基胶印油墨	烘干、印刷、清洗、润版等	0.03~0.07	10~30
	冷固轮转胶印	植物油基胶印油墨	印刷、清洗、润版等	0.05~0.12	15~30
凹版印刷	溶剂型油墨		烘干	1.50~2.00	800~5000
			印刷、清洗等		300~800
	水性油墨		烘干	0.10~0.30	100~500
			印刷、清洗等		50~200
凸版印刷	溶剂型油墨		烘干	1.00~1.20	400~800
			印刷、清洗等		100~200
	水性油墨		烘干	0.05~0.30	30~40
			印刷、清洗等		30~40
网版印刷	溶剂型油墨		烘干	0.60~1.00	400~600
			印刷、清洗等		100~300
	UV 油墨		印刷、烘干、清洗等	0.05~0.10	20~50
复合/覆膜	干式复合	溶剂型胶粘剂	涂胶、烘干等	1.00~1.20 ^b	300~1000
	湿法复合	水性胶粘剂	涂胶、烘干等	0.03~0.05 ^b	20~30
	无溶剂复合	无溶剂聚氨酯胶粘剂	复合、覆膜等	≤0.01 ^b	≤20
	共挤出复合	热熔型树脂	复合、覆膜等	≤0.01 ^b	≤20
上光	溶剂型光油		烘干	0.80~1.50 ^c	500~1000
			上光、调配、清洗等		200~500
	水性光油、UV 光油		烘干、上光、清洗等	0.10~0.30 ^c	20~30

^a印刷企业或生产设施每消耗单位油墨量,含 VOCs 原辅材料(包括油墨、稀释剂、清洗剂、胶粘剂、润湿液等)在印刷、烘干、清洗、润版、复合等产污环节产生的 VOCs 总量,单位为 tVOCs/t 油墨;^b单位胶粘剂 VOCs 产生量,单位为 tVOCs/t 胶粘剂;^c单位光油 VOCs 产生量,单位为 tVOCs/t 光油;^d以 NMHC 表征。

附录 D

(资料性附录)

印刷生产废气收集技术

D.1 废气收集的一般规定

- D.1.1 印刷生产应根据废气性质、排放方式及污染物种类、浓度等分类进行收集。
- D.1.2 颗粒物收集系统应独立于VOCs收集系统，并应根据颗粒物的性质确定净化技术，如颗粒物有爆炸危险性，收集系统应符合AQ 4273的规定。
- D.1.3 废气收集系统应与生产设备同步运行，当发生故障维修时，应同步停止生产设备的运行。
- D.1.4 废气收集系统宜优先采用密闭罩或通风柜的形式；无法采用密闭罩和通风柜时，宜采用外部罩或整体收集的形式。
- D.1.5 采用整体收集并且有人员在密闭空间中作业时，废气收集系统风量应同时考虑控制风速和有害物质的接触限值；气流组织宜确保送风或补风先经过人员呼吸带，并保证空间内无废气滞留死角。
- D.1.6 设置有采暖设备或空调的车间，废气宜优先采用局部收集措施。
- D.1.7 废气排风量应纳入车间的风量平衡计算；对于有洁净度和压差要求的车间，压差控制应考虑排风量的影响。
- D.1.8 废气收集的管路系统宜设置用于调节风量平衡的调试阀门。
- D.1.9 废气收集系统宜避免横向气流干扰。
- D.1.10 废气收集系统不宜跨越防火分区，如无法避免，在跨越处的风管应设置防火阀并符合GB 50016的规定。
- D.1.11 废气收集系统应设置导除静电的接地装置。

D.2 工艺过程废气收集

- D.2.1 调墨间、供墨间和清洗间宜设置局部排风或整体排风系统。局部排风宜采用密闭罩或通风柜，密闭罩或通风柜的设计参考D.3.1。
- D.2.2 印刷工序无组织废气收集宜优先采用整体收集的形式，参考D.3.3的要求进行设计；在不具备整体收集条件的情况下，宜采用外部罩进行收集，参考D.3.2的要求进行设计。墨槽位于设备顶部的平版印刷机宜采用顶吸罩，墨槽位于低位的凹版印刷机宜采用底吸罩或侧吸罩。
- D.2.3 凹版印刷机烘箱应设置排气口。

D.3 废气收集系统风量计算原则

D.3.1 密闭罩及通风柜风量计算

密闭罩及通风柜的风量按式D.1计算。

$$L = v \times F \times \beta \times 3600 \quad \text{D.1}$$

式中： L ——密闭罩及通风柜的计算风量， m^3/h ；

v ——操作口平均风速， m/s 。一般取0.4~0.6；

F ——操作口面积， m^2 ；

β ——安全系数，一般取1.05~1.1。

D.3.2 外部排风罩风量计算

外部排风罩一般分为顶吸罩、侧吸罩和底吸罩。外部排风罩的控制点为距排风罩开口面最远处的VOCs无组织排放位置，控制点风速一般取0.3~0.5 m/s。

顶吸罩宜与VOCs无组织排放源形状相似，并完全覆盖排放源。顶吸罩应设裙边，当边长较长时，可分段设置。顶吸罩的风量按式D.2计算。

$$L_1 = v_1 \times F_1 \times 3600 \quad \text{D.2}$$

式中： L_1 ——顶吸罩的计算风量， m^3/h ；

v_1 ——罩口平均风速， m/s 。一般取0.5~1.25；

F_1 ——排风罩开口面面积， m^2 。

表D.1 罩口平均风速 v_1 取值表

顶吸罩敞开情况	一边敞开	两边敞开	三边敞开	四边敞开
v_1	0.5~0.7	0.75~0.9	0.9~1.05	1.05~1.25

D.3.3 整体收集风量计算

D.3.3.1 对于有人员作业的密闭空间，废气收集系统风量应同时满足员工职业卫生接触限值和开口面风速的要求。开口面为在生产过程中无法关闭的物料进出口、观察窗及补风口等。总风量按照D.3.3.4、D.3.3.5分别计算，并取最大值。

D.3.3.2 对于无人员作业的密闭空间，废气收集系统风量仅需满足开口面风速的要求，总风量按照D.3.3.5计算。

D.3.3.3 整体收集风量计算宜考虑作业人员的岗位送风，满足GBZ 1的相关要求。

D.3.3.4 按照密闭空间内VOCs主要组分浓度计算的风量，按式D.3和D.4计算。

$$L_0 = \sum_{i=1}^n L_{2i} \quad \text{D.3}$$

$$L_{2i} = \frac{G_i}{C_{1i} - C_{2i}} \quad \text{D.4}$$

式中： L_0 ——总风量， m^3/h ；

L_{2i} —— i 组分的计算风量， m^3/h ；

G_i ——密闭空间内 i 组分的挥发量， mg/h ；

C_{1i} ——密闭空间内 i 组分的员工职业卫生接触限值， mg/m^3 。取值应符合GBZ 2.1的要求；

C_{2i} ——进风、补风的 i 组分浓度， mg/m^3 。

D.3.3.5 按照密闭空间开口面计算的风量，按式D.5计算。

$$L_2 = v_2 \times F_2 \times 3600 \quad \text{D.5}$$

式中： L_2 ——总风量， m^3/h ；

v_2 ——开口面控制风速, m/s。与大气连通的开口面, 一般取1.2~1.5 m/s; 其他开口面, 一般取0.4~0.6 m/s;

F_2 ——开口面面积, m^2 。
