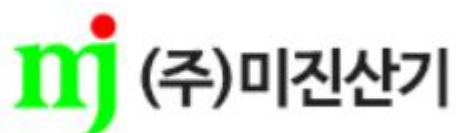


韩国美进产机中国分社企业介绍书



韩国美进产机株式会社中国分社

美进智汇（扬州）进出口有限公司

Mijin Industrial Machinery co., Ltd

MIJIN ZEHE(YANGZHOU) IMPORT AND EXPORT CO.,LTD

编制人：沈经理 15312852777

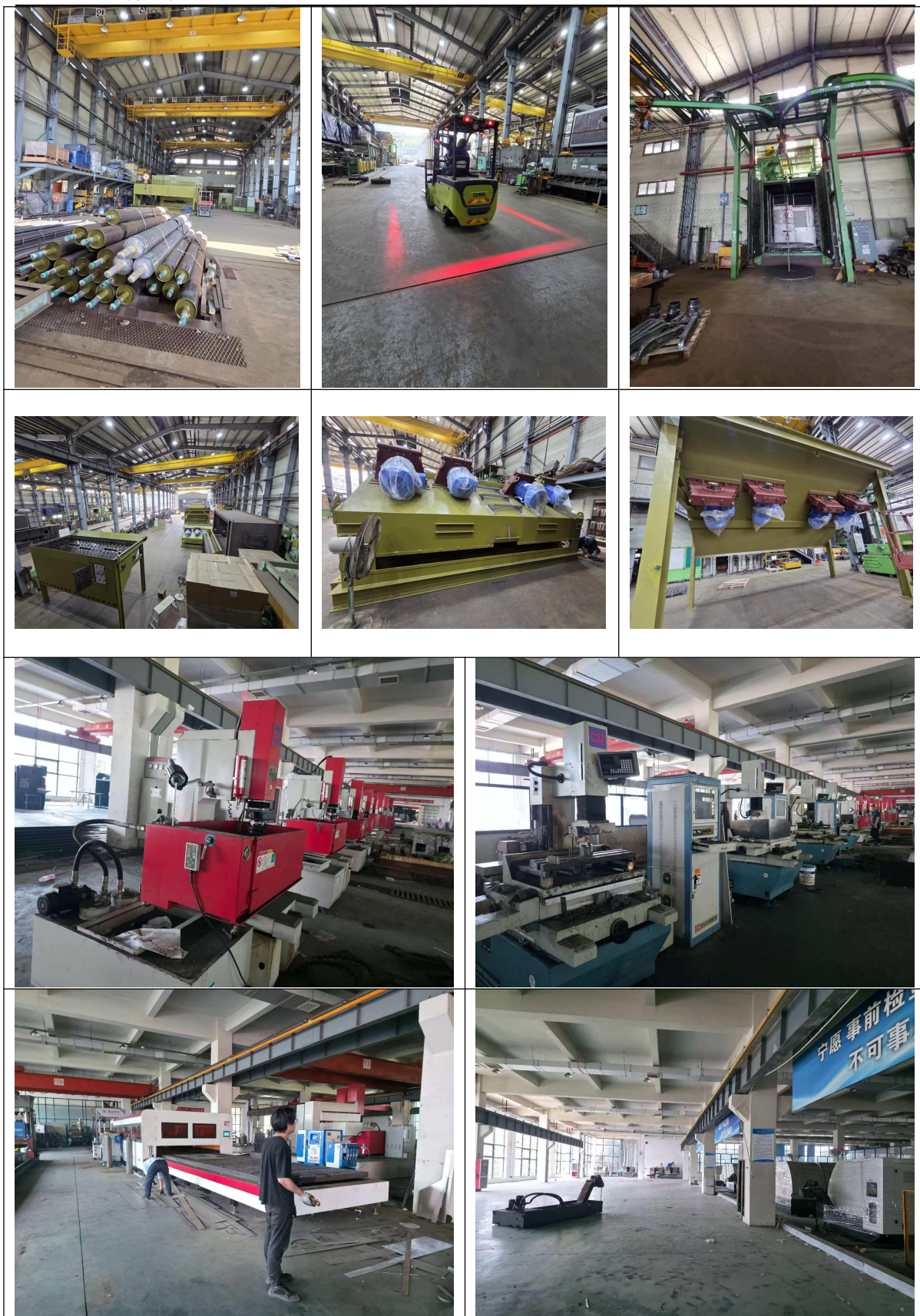
2025 年 12 月 4 日

美进公司企业介绍书

美进总部地址：韩国庆尚南道金海市 中国分社地址：中国扬州市维扬路商城国际大厦

厂容厂貌









船舶喷砂及涂装业绩

1 现代重工业(株)—造船生产海洋	喷砂房扩建 (2004.8 / 完工)
2 中国江苏现代南子电器(有)—	喷砂房 (2004.8 / 完工)
3(株)ROTEM—重机工厂	喷砂房 (2005.1 / 完工)
4 中国宁波三星重工业 —	喷砂房设备 (2005.9.05 / 完工)
5 中国山东威海三进船业有限公司-	输送辊道设备(2005.8 / 完工)
6 现代未浦造船(株) --	喷砂房设备 (2006.01 / 完工)
7 大字造船海洋(株) -	涂装工厂 (2005.12 / 完工)
8 现代重工业(株) - 第一轧钢厂 -	喷砂房 (2006.03 / 完工)
9 中国威海三进船业 (有) --第三工厂 -	喷砂房 (2006.6 / 完工)
⑩ 中国威海三进船业 (有) --第四工厂 -	喷砂房 (2007.2 / 完工)
11 中国山东大字造船海洋 -	喷砂及喷漆房设备 (2007.05 / 完工)
⑫ 中国山东荣成三星重工业 (有) --	喷砂房设备 (2007.7 / 完工)
⑬ 现代重工业(株) - 第二轧钢厂 -	喷砂房设备 (2007.07 / 完工)
⑭ 现代重工业(株) -- 浦项工厂 --	喷砂房设备 (2008.3/完工)
⑮ 中国威海三进船业 (有) -第三工厂 -	真空吸砂机 15 台 (2008.08 / 完工)

⑮ 中国威海三进船业（有）-第六工厂 --	喷漆房设备 (2008.08/完工)
⑯ 中国宁波三星重工业 （有）	喷砂房设备 (2008.10/完工)
⑰ 中国威海三进船业（有）-第一工厂 --	喷砂房 喷砂房改造增设(2009.03/完工)
⑱ 中国威海三进船业（有）-第三工厂 --	喷砂房设备 (2009.04/完工)
⑲ 中国青岛中电能源设备(有)	喷砂房设备 (2008.03/制造完工)
⑳ 中国宁波东和船舶制造(有)	真空吸砂机4 台 (2009.10 / 完工)
㉑ 中国威海三进船业（有）-第一工厂 --	喷砂房设备 (2009.8/制造完工)
㉒ 中国九江福鑫船舶制造(有)	喷砂房设备 (2009.10/制造完工)
㉓ 中国宁波东升船舶制造(有)	喷砂房设备 (2009.10/完工)
㉔ 越南石油公司 PTSC M&C	除尘器 1 台 (2010.02 / 完工)
㉕ 中国威海三进船业（有）第三工厂	喷砂房设备改造增设(2010.03 /完工)
㉖ 中国威海三进船业（有）第三工厂	涂装设备(2011.03 / 完工)
㉗ 中国威海三进船业（有）第一工厂	喷砂房 （2013 .02 / 完工）
㉘ 中国宁波博海船业有限公司（有）	喷砂房(2014.10/完工)
㉙ 中国宁波东升船舶制造(有)	喷砂房(2015.06/完工)
㉚ 中国宁波振鹤船业有限公司（有）	
㉛ 中国浙江新乐造船有限公司（有）	喷砂房(2016. 11/完工)
32 中国舟山惠生海工 12 台套喷砂及涂装房升级	改造（2024 年 9 月份完工）

预处理设备业绩(海外篇)

업체명: (주)미진산기(MIJIN INDUSTRIAL MACHINERY CO., LTD.)

No.	企业名	规格	合同时间	安装时间	비고
1	第一科技(浦项 3 工厂)	W4,500, Processing speed: 6M/Min	03 2000	2002	铁板
2	韩化海洋(A-LINE)	W4,500, Processing speed 6M/Min	09 2005	2008	铁板
3	三星重工 (中国 宁波市)	W4,500, Processing speed 6M/Min	01 2007	2009	铁板
4	大昌制钢 (Busan Noksan)	W4,500, Processing speed 6M/Min	01 2007	2009	铁板& 角钢
5	三星钢铁 (浦项)	W5,100 Processing speed 6M/Min	01 2007	2009	铁板& 角钢
6	永津 (浦项)	W1,200, H-beam & Angle	04 2007	2009	H-Beam&角钢
7	三星重工 (Spiritual, 中国)	W4,500, Processing speed 6M/Min	06 2007	2009	铁板&角钢
8	第一科技(浦项 5 号工厂)	W5,200, Processing speed 6M/Min	05 2007	2009	铁板
9	韩罗技研(포항 A-LINE)	W4,500, Processing speed 6M/Min	05 2007	2009	铁板
10	韩罗技研 (포항 B-LINE)	W3,600, Processing speed 3.5M/Min	05 2007	2009	철판&앵글
11	新华科技(포항 A-LINE)	W4,500, Processing speed 6M/Min	06 2007	2010	철판
12	新华科技 (포항 B-LINE)	W4,500, Processing speed 6M/Min	10 2007	2010	철판&앵글
13	新华科技 (포항 C-LINE)	Edge Shot Type	06 2007	2010	앵글 Edge
14	成东造船海洋 (2YARD)	W4,500-Processing speed 6M/Min	01 2009	2011	철판&앵글
15	强林重工(포항)	W4,500 Processing speed 6M/Min	06 2009	2011	철판
16	HD现代重工(군산 A-LINE)	W4,500, Processing speed 6M/Min	11 2008	2011	철판
17	大成金属(庆州)	W4,500, Processing speed 6M/Min	05 2008	2011	철판
18	SJ精密(泗川 A-LINE)	W3,600, Processing speed 6M/Min	11 2008	2011	철판&앵글
19	SJ精密(泗川 B-LINE)	W1,000, Processing speed 30M/Min	11 2008	2011	앵글
20	东方重工 (웅천의장_진교)	W4,500, Processing speed 6M/Min	01 2009	2011	철판&앵글
21	韩华海洋经济科技(光阳)	W5,500, Processing speed 6M/Min	08 2009	2012	철판&앵글
22	三湖 I&D(昌宁)	W4,500, Processing speed 6M/Min	09 2008	2012	철판&앵글

23	HD 现代重工 (群山 B-LINE)	W4,500, Processing speed 6M/Min	01 2009	2011	철판&앵글
24	新华钢铁 (창원 A-LINE)	W4,500, Processing speed 6M/Min	01 2010	2012	철판&앵글
25	新华钢铁 (昌原 B-LINE)	H900, H-beam	01 2010	2012	H-Beam&앵글
26	POSCO 모빌리티솔루션 (광양)	W5,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	03 2011	2013	철판&앵글
27	高丽钢材 (창원 A-LINE)	W4,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	06 2010	2012	철판&앵글
28	L&T 造船 (印度)	W4,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	01 2010	2012	철판&앵글
29	海东 S&C (浦项)	W4,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	06 2010	2012	철판&앵글
30	新川 (浦项 2 号工厂)	H1,200, ϕ 800 H-Beam & Pipe	09 2010	2013	H-Beam&앵글
31	HD 现代三湖 (大佛工业园)	H900, H-Beam & Structure for Panama Canal (파나마 수에즈 운하)	10 2010	2013	H-Beam&앵글
32	韩化海洋生态科技 (光阳)	W3,600, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	06 2011	2013	철판&앵글
33	高丽钢材 (昌原 B-LINE)	W5,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	11 2011	2014	철판&앵글
34	OSX 造船与海洋工程 (巴西)	W4,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	06 2012	2014	철판&앵글
35	JURONG (巴西)	W4,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	10 2012	2016	철판&앵글
36	JURONG 造船厂 (巴西)	H1,200, ϕ 800 H-Beam & Pipe	10 2012	2016	H-Beam&앵글
37	JURONG (新加坡)	W4,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	10 2012	2016	철판&앵글
38	JK 重工业 (木浦) - 搬迁	W4,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	11 2014	2017	철판&앵글
39	浦项制铁 (浦项)	W4,500, Steel Plate Processing speed 6M/Min	12 2014	2015	철판
40	HD 现代美浦 (越南) - 搬迁	W4,500, Steel Plate & Angle, Processing speed 6M/Min	04 2015	2015	철판&앵글
41	IMI 船厂 (Aramco) (沙特阿拉伯 A-LINE)	W4,500, Steel Plate Processing speed 6M/Min	01 2019	07.2024 (예정)	철판
42	IMI 船厂 (Aramco) (沙特阿拉伯 B-LINE)	W4,500, Steel Plate & Angle Processing speed 2.5M/Min / 6M/Min	01 2019	07.2024 (예정)	철판&앵글
43	HD 现代三湖 (木浦 B-LINE)	W4,500, Steel Plate / 6M/Min	05 2022	08.2022	철판
44	韩罗 TC (浦项) - 이설	W4,500, Steel Plate / 6M/Min	05 2022	08.2022	철판
45	三星重工 (巨济) (3Dock 3 号机)	W4,500, Steel Plate / 6M/Min	07 2024	12.2024 (예정)	철판

预处理设备业绩(国内篇)

- (1) 第一 Technos (3 工厂) (宽 4500-处理速度 6M/MIN) 2005.3 月完工
- (2) 大宇造船海洋 (株) A 生产线 (宽 4500- 处理速度 6M/MIN) 2005.9 月完工
- (3) 第一 Technos (5 工厂) (宽 5200-处理速度 6M/MIN) 2007.5 月完工
- (4) (株) 现代 SHINHATECH (角钢专用生产线)月完工) 2007.10 月完工
- (5) 中国宁波三星重工业 (宽 4500- 处理速度 6M/MIN) 2007.1 月完工
- (6) 中国荣成三星重工业 (宽 4500- 处理速度 6M/MIN) 2007.6 月完工
- (7) 中国山东大宇造船海洋(B-生产线) (宽 4500-处理速度 6M/MIN) 2008.6 月完工
- (8) 中国威海三进船业有限公司 (宽 4500-处理速度 6M/MIN) 2009.8 月完工
- (9) 中国大连浦项钢板有限公司 (宽 5500-处理速度 6M/MIN) 2010.9 月完工
- (10) 中国芜湖新联造船有限公司 (宽 3500-处理速度 6M/MIN) 2010.11 月完工
- (11) 中国江苏熔盛重工有限公司 (二期宽 5000-处理速度 6M/MIN) 2010.12 月完工
- (12) 中国江苏熔盛重工有限公司 (一期改造宽 4000-处理速度 6M/MIN) 2011.12 月完工
- (13) 中国江苏熔盛重工有限公司 (三期第一条宽 4500- 处理速度 6M/MIN) 2012.9 月完工
- (14) 中国江苏熔盛重工有限公 (三期第二条宽 4500-处理速度 6M/MIN) 2013.6 月制作完工
- (15) 中国舟山惠生海工 — (宽 4000-处理速度 6M/MIN) 2014.6 月厂区制作完工
- (16) 中国冶建新材料有限公司 (宽 3000-处理速度 6M/MIN) VOCS 改造 2018 年 2 月开工
- (17) 无锡市海伦涂料 (宽 5000-处理速度 6M/MIN) VOCS 改造 2018 年 2 月开工
- (18) 中远海运(扬州) 3 米及 5 米钢板预处理有机废气处理 VOCS 改造 2019 年 12 月
- (19) 中国舟山惠生海工 (宽 4000-处理速度 6M/MIN) 2021 年 6 月厂区调试
- (20) 中国舟山惠生海工 (宽 4000- 处理速度 6M/MIN) 2022 年 6 月改造修复完工
- (21) 中国舟山中集长宏 (宽 4000-处理速度 5M/MIN) 2023 年 12 月改造修复完工
- (22) 三星 (荣成) 重工业 (宽 4500- 处理速度 6M/MIN) 2024 年 12 月改造修复完工
- (23) 舟山岱山长宏造船 (宽 4000-处理速度 5M/MIN) 2025 年 9 月改造修复完工

专利及认证

专利名：容易回收磨料的喷砂表面处理设备

특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-1214867 호
Patent Number

출원번호 제 10-2010-0080429 호
Application Number

출원일 2010년 08월 19일
Filing Date

등록일 2012년 12월 17일
Registration Date

발명의명칭 Title of the invention
쇼트 볼의 회수가 용이한 쇼트 블라스팅 장치

특허권자 Patentee
주식회사 미진산기(180111-*****)
경상남도 김해시 생림면 인제로 707-66

발명자 Inventor
최유진(570626-*****)
부산광역시 동래구 사직북로48번길 194, 대곡빌라 201호 (온천동)

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.


특허청
Korean Intellectual Property Office

2023년 11월 22일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

이 인 실


QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

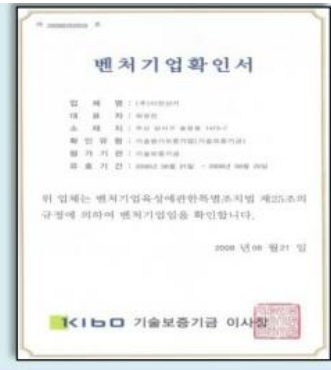




商业登记证书



工厂登记证书



风险授信业务确认书



技术创新企业注册证书



ISO 9001 认证



有前途的中小型企业证书



有前途的出口公司证书



研究所证书



实用新型发明专利证书



美进产机企业研究所认证书



技术革新性中小企业认证

经典客户案例

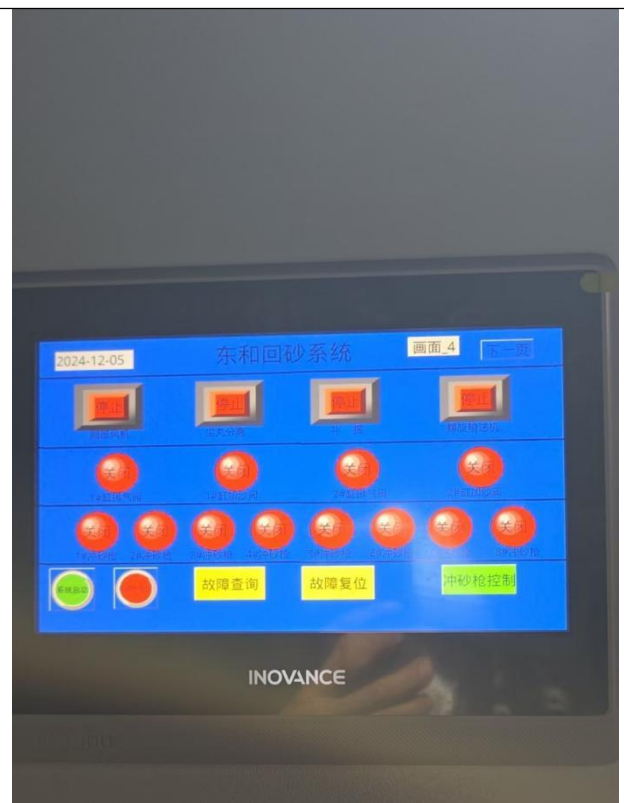
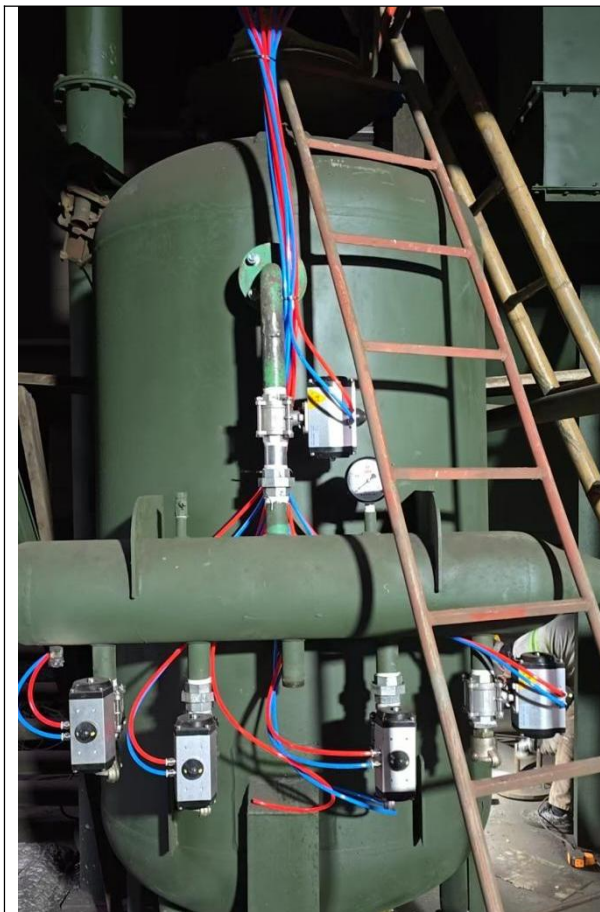


喷砂房业绩资料图片

三星（荣成）重工业喷砂房及预处理改造



宁波东和船舶修造喷砂房升级改造



舟山惠生海工 12 台套喷砂房有机废气处理装置升级改造



钢板预处理线业绩资料照片

三星（宁波）重工业钢材预处理线



三星重工业（荣成）钢材预处理线（4.5m 宽 6m/min）



江苏熔盛重工二期钢板预处理线（5.0m 宽 6m/min）

（注：2010 年安装投产，下列照片系 2024 年 8 月 31 日现场照片。）



威海三进船业（有） 钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min）



山东大宇造船海洋（有）钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min）



现代三湖重工钢材预处理线（4m 宽，5m/min）中央控制室



舟山中集长宏江南山基地 4 米钢板预处理线升级改造







钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）预热系统



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）抛丸清理系统



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）丸尘分离系统



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）喷漆系统及测宽装置



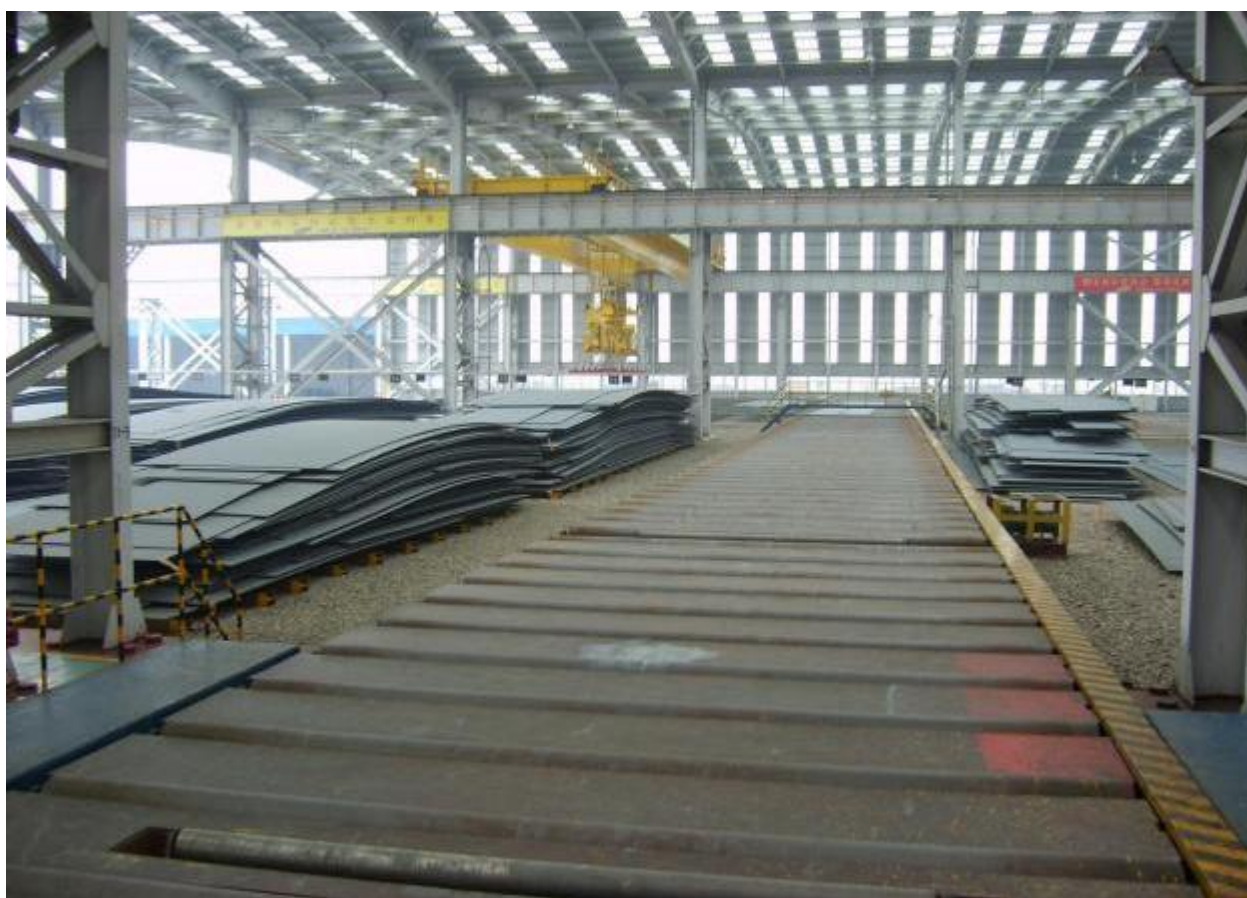
钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）烘干系统



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）涂料供应系统（自动喷漆）



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）上下料辊道输送系统



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）除尘系统



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）RT0 系统



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）编码打印系统



钢材预处理线（4.5m 宽，6m/min ）横移输送系统



钢材预处理线主要组成

钢材预处理线由送料辊道、盐雾处理及雨污清扫装置、预热室、抛丸除锈室、丸料清扫室、中间辊道、喷漆室、烘干室、编码打字、送出辊道、抛丸除尘系统、漆雾处理系统、电器控制系统(含动态模拟监控和闭路电视监视系统)等组成。



2.1 上下料辊道输送系统

将钢材置场内钢材用吊车吊入上料输送辊道，通过输送辊道将钢材送到抛丸清理设备中。输送辊道辊轴采用优质碳素钢无缝钢管与调质轴头焊接而成。外形与安装尺寸焊后加工，即保证了承载负荷 2.2 吨/M，又保证了同轴度。

输送辊道分区 N 个区间，每个区间由电机带动减速机驱动。

输送辊道主要由电机、减速机、链轮、链条、支架、区间传感装置等组成。

输送辊道操作由总控制室内完成，由主控制盘和 1 个手动操作盘及 3 个过度步道组成。



2.2 盐雾处理及雨污清扫装置

将钢材表面盐分利用高压水泵清洗后利用高压风机将表面雨污吹扫干净





2.3 预热系统 (PRE-HEATER)

为了提高抛丸清理及涂装效果，将钢材上下表面火焰加热，除去水份、油渍等异物，并根据钢材宽度自动调节燃烧器点火宽度，而且将钢材表面温度提高到 $30^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。本系统由 预热室, 喷桶燃烧器, 线性燃烧器, 管道及送排风机等组成。





(1) 预热室体 (CABINET)

预热室体板由钢板、型材及保温材料 (GLASS WOOL) 组成。外部安装了换气用排风机。预热室前后设有钢材通过窗口。预热室输送滚道轴承设置在预热室体外侧, 降低高温对轴承寿命影响。

(2) 燃烧系统 (喷桶燃烧器 及线性燃烧器)

预热室上部设有 15EA 喷桶燃烧器 (SPEED BURNER), 用于加热钢材上表面

下部设有 3 排线性燃烧器 (LINE BURNER) 用于加热钢材下表面,

加热器火焰长度可以调节, 并且由 UV 传感器感应自动点火。主要由喷桶燃烧器, 线性燃烧器, UV 传感器, 点火线圈, 送风机, 燃气管道, 燃气减压阀, 燃气过滤器, 燃气电磁阀, 燃气及空气混合阀, 燃气警报器等组成。预热室前部设有测宽传感器, 火焰燃烧装置的加热宽度可以根据工件宽度分段自动调节。



2.4 抛丸清理系统(SHOTBLASTMVC)

抛丸清理作业是驱动抛丸器将弹丸（铸钢丸）加速投射至钢材表面，对钢材表面进行冲击，刮削以清除钢材表面的铁锈和污物；然后利用刮板清扫装置及高压吹风装置将钢材表面的积丸和浮尘吹扫干净；清理时所产生的粉尘通过管道回收，经过除尘设备过滤净化后排放到大气中。磨料由自动回收系统自动回收，并储存到储藏漏斗内，然后经过弹丸补充器（SHOT GATE）提供给抛丸器连续工作。

本系统由抛丸除锈室, 抛丸器, 刮板清扫室, 吹风清扫室, 底部螺旋输送装置, 提升机, 丸尘分离器, 磨料储存料斗, 气动弹丸控制器及送料钢管, 上下平台及过道等组成。



(1) 抛丸清理室

抛丸清理室由钢板、型钢制作而成；由前密封室、抛丸室、刮板清理室、高压吹风清理室及回收磨料用底部漏斗组成。输送辊道由抛丸清理室体两侧轴承及链条驱动。各室体间设有橡胶板，尽可能减少磨料飞出。抛丸除锈室由 15t~25t 厚钢板制成，内壁安装了特殊耐磨钢制成的护板，防止磨损。护板应经常检查其磨损状况，及时更换，护板设计制作成更换方便，拆卸容易。

清理室，吹风清理室设有检查窗口。抛丸室内输送辊道由耐磨护套进行防护，防止辊磨损，抛丸清理室体上部设有粉尘排出口。



(2) 抛丸器

抛丸器是钢材预处理线最重要的设备，利用远心力将磨料高速投射到钢材表面，除去 氧化皮、铁锈等异物。由 45kw (或 55kw)电机驱动，由 抛丸器壳体,护板,叶轮,叶 片,分丸轮,定向套等组成。分左旋及右旋抛丸器，选用了双面叶片及叶轮，获得均匀的投射效果。利用离心力固 定叶片，叶 片设计加工成磨料流量流畅的结构。叶片全宽上均匀分布的契形状。叶 片直线型式将磨损最小化，叶片厚度为 25mm ，选用特殊工具钢 SKD11 精密加工并经 真空热处理制作而成。

抛丸器壳体由高强度钢板制作，内附有 9 块耐磨护板，侧护板和顶护板为增加寿命制 作成 25MM 厚度。所有护板材质为高铬合金钢。

其他详细说明参照 TECHNICAL DATA 的使用说明书。



(3) 刮板清扫装置

刮板清理装置用于清理抛丸除锈后堆积在钢板上面的磨料，利用耐磨橡胶板将钢板上的磨料划向抛丸室两侧。利用配重装置及液压系统将各种不同钢板厚度（6mm~100mm）自动进行刮板清扫工作，由刮板支架，钢丝绳，导向轮，配重箱，液压夹紧装置及限位传感器等组成。



(4) 高压吹风清扫装置

本装置用于除去划板清理装置没能清除干净的磨料及抛丸过程中产生的粉尘。以 3 台 管道连接的大型高压风机将空气通过喷嘴吹向钢板表面吹净磨料、粉尘。吹砂室顶部 设有抽风口，吹砂时产生的粉尘通过抽风口及管道排击。



(5) 底部螺旋输送机

底部漏斗内的磨料通过螺旋输送机送到提升机。本装置由钢板、型钢制作而成，旋转 绞笼将磨料移送。

螺旋输送机轴体采用优质碳素钢无缝钢管与调质轴头焊接而成，外型及安装尺寸焊后 加工保证了同轴度，进而避免了因偏心造成的“打摆 ”现象。12mm 螺旋叶片经加工 拉伸而成，即保证了精度，又保证了耐磨性。

螺旋输送机两侧的轴承选用密闭磨料的结构，与抛丸室用隔板隔开，隔板下部有数十 个流砂口。



(6) 提升机

由螺旋输送机送到的磨料通过提升机料斗及皮带垂直输送磨料。本装置由料斗、皮带、主动轮、减速机及壳体等组成。减速机通过链条驱动主动轮，皮带，底部从动轮。皮带上用螺栓将数十个料斗固定，磨料被装在料斗里由底部送往顶部。提升机上部主动轮采用橡胶挂胶型式，以增加摩擦力，避免皮带打滑，底部从动轮采用幅条结构，以减少因磨料而产生的磨损。主、从动轮轴承安装部位设有密闭罩，以防止磨料渗入，另处提升机壳体制作成密封，外形美观，维修方便的结构特点。提升机皮带采用高强度耐磨专用传动胶带，料斗坚固地固定在皮带上，提升机上下部设有调节皮带涨紧的涨紧装置。

(7) 丸尘分离器

由提升机送上来的磨料移送到分离器。

分离器采用重锤自动调节满幕帘流幕式风选多级丸渣分离器，能将抛丸清理后的丸料中的有用丸料，金属氧化皮碎片、碎小丸粒和粉尘一次性有效分离，有用丸料储存到漏斗内。

分离器由减速机驱动，由壳体、蛟龙、吹风口等组成。



(8)磨料存储料斗

经过分离器筛选后的磨料被储存在储存料斗内。料斗固定在平台上。

磨料储存量为 40TON 左右。

(9)气动弹丸控制器及配管

这是一种将储丸箱内磨料送到抛丸器的装置，储丸料斗底部设有手动开启用闸门，它的下部设有气动弹丸控制器，它是依靠气缸控制行程，对抛丸量进行远距离遥控的装置。手动闸门平常处于常开状态，检修时关闭。

调节磨料量时调整弹丸控制器上的螺栓来调节闸阀开闭大小来进行。弹丸控制器的气缸由电磁阀及相关输送辊道的传感器联动信号来进行控制。经过弹丸控制器的磨料通过管道送到抛丸器上。



2.5 除尘器

除尘器外观上大至分为除尘器室体、脉冲室、清灰室，排灰螺旋输送机，排灰阀，脉冲阀，脉冲控制仪及差压表等组成。

含尘气体进入除尘器灰斗后，由于气流断面突然扩大及气流分布板作用，气流中一部分粗大颗粒在动和惯性力作用下沉降在灰斗；粒度细、密度小的尘粒进入滤尘室后，通过布朗扩散和筛滤等组合效应，使粉尘沉积在滤料表面上，净化后的气体进入净气室由排气管经风机排出。滤筒式除尘器的阻力随滤料表面粉尘层厚度的增加而增大。阻力达到某一规定值时进行清灰。此时 PLC 程序控制脉冲阀的启闭，首先一分室提升阀关闭，将过滤气流截断，然后电磁脉冲阀开启，压缩空气以及短的时间在上箱体 内迅速膨胀，涌入滤筒，使滤筒膨胀变形产生振动，并在逆向气流冲刷的作用下，附着在滤袋外表面上的粉尘被剥离落入灰斗中。清灰完毕后，电磁脉冲阀关闭，提升阀 打开，该室又恢复过滤状态。清灰各室依次进行，从第一室清灰开始至下一次清灰开始为一个清灰周期。脱落的粉尘掉入灰斗内通过卸灰阀排出。

在此过程中必须定期对滤筒进行更换和清洗，以确保过滤效果和精度，因为在过滤过程中粉尘除了被阻隔外还有部分会沉积于滤料表面，增大阻力，所以一般的正确更换时间是三至五个月！传统的滤筒除尘器有两种清灰方式，一种是高压气流反吹，一种是脉冲气流喷吹，实践表明前者的优点是气流均匀，缺点是耗气量大；后者的优点是耗气量小，缺点是气流弱小。为此可作两个方面改进：一方面在脉冲喷吹管上增加导流装置，加强气流诱导作用，另一方面把滤筒上部导流风管取消，使脉冲气流和诱导气流同时充分进入滤筒。这样改进后耗气量少，气流均匀，清灰效果好，根据计算，技术改进后的清灰气流流量是脉冲气量的3-5倍。



2.6 喷漆系统

本系统是将抛丸清理系统中经过抛丸除锈后的钢材进行以防腐为目的进行喷漆涂装的设备。通常使用的涂料为富锌车间底漆，由涂料供应系统供应。当钢板及型钢输送至喷漆室时由往复喷漆小车及安装在其上的喷枪进行涂装作业，同时涂装过程中产生的漆雾经干式漆雾过滤室后由活性炭吸附处理装置回收，过滤后排出大气中。

主要由室体，喷漆小车，无气喷漆泵，自动喷枪，钢材测宽装置，涂料供应系统等组成。



(1) 喷漆室体

喷漆室体是防止漆雾外泄，并防止外部粉尘等异物流进喷漆室内影响喷漆作业，使涂装作业流畅。

室内安装有防爆灯数个，室体两侧分为进气室及干式漆雾过滤室。

为了方便日常检修设有四个出入口，前后钢材进出口安装了橡胶门帘。

室体由钢板及矩形钢管制作而成。安装了 2 个监视喷漆状态的数码摄像机。

(2) 干式漆雾过滤室

喷漆室内气体经过干式漆雾过滤室滤布吸附过滤后的气体经管道进入活性炭漆雾处理装置。应经常检查滤布，当污染严重时及时更换。

(3) 喷漆小车

本装置是将喷枪往复移动的装置，用链条将上、下两个链轮连接，当驱动电机时上下两个喷漆小车同时进行往复运动，喷漆小车驱动电机与输送辊道速度相匹配，自动调节速度，而且是防爆型电机。喷枪间的位置，间距可以调整。



(4) 喷漆测宽装置

本装置设置在喷漆室前部，用于检测钢材宽度，对不同宽度的钢材，将检测的宽度信号传送到喷枪控制电磁阀上，使喷枪在相应钢材宽度部位时进行喷漆，以达到最大的油漆利用率。

(5) 涂料供应系统

涂料供应系统由 3 台固瑞克 45/1（244-417（GRACO）高压无气喷漆泵，一个风动搅拌器和油漆过滤器及管线组成，安装在漆泵房内，由高压喷漆管将喷漆泵系统与喷漆室连接。



2.7 烘干系统(DRY OVEN)

本设备是将喷漆室进行涂装的钢材快速烘干的装置，由烘干室，燃烧室，板链输送装置及循环风道等组成。钢材由板链输送装置通过烘干室的过程中 50~80℃左右的热风 使之干燥。燃气燃烧器点燃的热风通过循环风机及管道送进烘干室后再流回到燃烧室。



(1) 烘干室体 (OVEN PANEL)

烘干室室体采用双层薄板箱式结构，内衬保温材料，有利与热量的充分利用。烘干室内布置了有利于热风均匀分布的循环管道。烘干室内还安装了 4 组防爆照明灯。

(2) 燃烧室 (COMBUSTION CHAMBER)

本设备是提供热风于烘干室内的装置，由燃气燃烧器及循环风机组成。

热风通过管道进入烘干室后再流回到燃烧室。

燃烧室由钢板及型钢制作而成，并内衬保温材料。燃烧器的气管线上安装有漏气报警装置。

(3) 板链输送装置 (SLAT CONVEYOR)

板链输送装置采用国标滚子输送链将 V 型板链托辊组串接在一起, 滚子输送链传动灵活, 易于互换, 承载板链顶部用加工后的角钢倒扣焊接成“V”字线型结构, 保证了钢板与板链成短线接触, 可有效地避免漆膜的破坏。

主要有支架、减速机、链条、链轮、驱动轴及从动轴、轴承、涨紧装置等组成。输送速度为 0~10M/MIN 无级变速。



2.8 RTO有机废气处理设备

本套废气净化设备采用先进的“漆雾前处理设备+蓄热氧化燃烧”的工艺, 低温条件下, 大风量的有机废气通过漆雾前处理, VOC 分子吸附其表面, 然后经风机送入后端的废气氧化系统热氧化处理, 净化后的废气可直接排放。

漆雾前处理设备: 由于废气中含有胶雾及粉尘等固体颗粒物, 而 RTO 系统对废气的颗粒物的含量及粒径有严格的要求, 因此 RTO 之前设置漆雾前处理设备: 高效喷淋塔+ 三级过滤器。过滤材料采用三级中高效过滤器组成, 将气体中 0.5um 以上的尘净化率 $\geq 99\%$ 。我公司设计生产的过滤器属于模块化设计方便组合、安装拆卸, 使设备具备良好的实施性。

蓄热氧化炉单元: 经脱附的气体已形成较高浓度的有机气体。通过 RTO 进行热氧化后形成二氧化碳和水, 达标排放。同时热氧化产生的热量可降低系统辅助燃料消耗量, 当到达一定的浓度时, 热氧化释放的热量不仅能满足 RTO 自身运行需求, 同时可为钢板和型钢预处理流水线烘干室的加热提供热量。



2.9 电气控制系统

全线采用 PLC 控制，自动作业。总控制室设有可选择处理不同种类钢材的自动程序开关，来适应生产中材料的变化。输送辊道速度可无极调速，与抛丸清理及喷漆速度自动匹配。总控制室内装有全线工作状态及故障模拟显示屏，可显示全线工作状态和故障状态，也可根据要求配备计算机模拟监控系统。在上下料辊道系统，预热系统，抛丸系统及喷漆系统等工位设置分控制台即可实现全线自动控制。各分控制台在调试时又能单独控制本工位。分控制台上设有紧急停止开关，在特殊情况下可控制本台位或全线停机。生产线的人口，抛丸室检修门，喷漆室检修门等重要部位，均设有安全连锁开关，抛丸室的地下基础坑内也设有安全灯，便于检修照明。



8) 横移输送装置

横移输送装置由油压升降装置，横移链条，驱动电机，驱动主轴，链轮等组成。



全面印字编码打印装置



钢材预处理线技术规格书（5.0M 宽板，6M/MIN 速度）

基本技术参数

处理钢材表面状态	A~D 等船用钢板	
处理钢板规格	厚度	5~100MM
	宽度	1.0M~5.0 M
	长度	3 ~ 25M
	重量	≤25TON/SHEET
处理型材规格	型材断面最小尺寸 100×6×21（球扁钢）	
	长度	3~22.5M
	重量	≤25TON/SHEET
磨料	钢丸	0.8~1.2MM(铸造钢丸)
钢材输送间距	小于	500MM
输送辊道	最大载荷	1,000KG/辊道
	速度	0~30M/MIN(变频器无极调速)
	辊面高度	FL+800MM
	输送辊道间距	1,008MM
	表面等级达到	Sa 2 1/2 以上
处理钢板	表面粗糙度	30um~75um
	漆膜厚度	15~20um
	处理钢板速度	MAX. 6M/MIN
	工作速度	5.4~6 M/MIN（船用 A, B 级板）
		4.0 M/MIN（船用 C, D 级板）
处理型材	表面等级达到	Sa 2 1/2 以上
	表面粗糙度	30um~75um
	漆膜厚度	15~25um
	处理型材速度	MAX. 4.5M/MIN
	工作速度	4.0 M/MIN（船用 A, B 级板）
环境法规	小于 NOISE 85 dB（标准：离设备 2M 处）	
粉尘	低于 50mg/M ³	
漆雾及有机溶剂	低于 50PPM	

UTILITY 电源	AC380V×50Hz×3PH
CONTROL 电源	AC220V×50Hz
AIR 压力	MIN. 7KG/CM ²
天然气 (LNG)	0.05Mpa (5,000mmAq)
工作制度, 年时基数	两班制, 每班作业时间 8 小时, 每年工作日 251 天。
生产能力	30 万吨/年 (80%钢板, 20%型钢)

预热系统技术规格

预热室	尺寸	W6, 100×L6, 350×H2, 250
	隔热材料	岩棉 100MM WALL PLATE
辊道	间距	840MM
	数量	10EA
	材料	无缝钢管 (STPG250A, \$ 273)
	处理速度	0~10M/MIN (变频器调速)
	轴承	UCP#216
	轴承位置	预热室外部
燃烧器	加热形式	线型燃烧器/喷桶燃烧器
顶部燃烧器	形式	喷桶燃烧器
	数量	13 个
	位置	预热室外部
	能力	512, 700Kcal/HR
底部燃烧器	形式	线性燃烧器
	数量	3 排
	位置	预热室内部
	能力	195, 000Kcal/HR × 3
		=585, 000 Kcal/HR
	火焰长度	400~500MM
	燃烧器鼓风机	50 M ³ /MIN×800mmAq
	燃烧器鼓风机电机	15KW×4P
	排放鼓风机	50M ³ /MIN×50mmAq
	排放鼓风机电机	4KW×4P
上升温度		30°C~ 40°C (15t×5, 000MM STEEL PLATE -10°C TO +40°C)
燃烧器加热所需热量 Q=(15t×5,000W×6,350L×7.85×10 ⁻⁶ ×60×0.115×40°C)		
=928,660Kcal/HR		
天然气 消耗量	LNG	88. 5M ³ /HR (10, 500Kcal/M ³)
液化气 消耗量	LPG	38. 6M ³ /HR (24, 00Kcal/M ³)
	供应气体压力	5, 000mmAq (0. 05MPa)
控制系统		自动点火装置 (SHUT ON & OFF)
		温度感应装置

火焰燃烧装置的加热宽度可以根据工件宽度分段自动调节

抛丸除锈系统技术规格

1. 抛丸室

抛丸室体	尺寸	W6,000×L9,500×H6,245	
	材料	SS400(12t, 15t, 25t)	
	护板	铸铬钢 (FeCr27), 轧制高锰耐磨钢板 (Mn13)	
	抛丸室地板	有孔的 FeCr27 铸铬钢(20t)	
抛丸室辊道	材料	STPG#80(250A), FeCr27(护套)	
	数量	11 套 (3 套为带护套)	
辊道输送装置	驱动	减速机	11KW×1/47×4P×380V
抛丸器	型号	IPM-635	
	规格	25" (Φ635)	
	数量	10 SET	
	转数	1800 R. P. M	
	电机	55KW×4P×380V×50HZ	
	投射量	825KG/MIN	
	投射速度	89 M/SEC (MAX.)	
	形式	电机直联式	
	检修用 工装	吊车(上)	
		液压升降机(下)	
刮板清扫装置	尺寸	W5200×L1300	
	数量	1SET	
	刮板	耐磨胶皮	
	自动升降	配重装置	
	气缸	Φ80 x250 STROKE	
吹扫鼓风机(主)	形式	离心风机	
	风量	200M ³ /MIN	
	风压	700mmAq	
	电机	55KW×4P×380V	
	数量	1SET	
吹砂鼓风机(次)	形式	离心风机	
	风量	80M ³ /MIN	
	风压	700mmAq	
	电机	22KW×4P×380V	
	数量	2SET	

2. 底部螺旋输送机

2 套

输送能力		250TON/HR
长度		3947MM
螺旋叶片直径		Φ 450MM
螺旋叶片间距		450MM
主轴(无缝钢管 SCH#80)		Φ 140MM(125A)
轴承		UCF#217
链条及链轮		RS#140×15/15NT
驱动装置	减速机	11KW×1/29×4P×380V

3. 斗式提升机

2 套

输送能力		250TON/HR
形式		皮带传动
提升高度		11. 9M
主动滚轮		Φ 524MM
从动滚轮		Φ 508MM
皮带		W610×L25, 000×7PLY
料斗		0. 0025M ³
尺寸		W1, 012×H814×L12, 200
轴承		UCF#217
链条及链轮		RS# 140×15/15NT
皮带输送速度		96M/MIN
TAKE-UP UNIT		SS41
驱动装置	减速机	22KW×1/17×4P×380V

4. 丸尘分离器

2 套

输送能力	250TON/HR
形式	风选分离
机体	SS41, 6t
轴承	UCF#217
螺旋叶片直径	Φ 450MM
螺旋叶片间距	450MM
主轴(无缝钢管 SCH#80)	Φ 140MM (125A)
轴承	UCF#217
链条及链轮	RS#140×15/15NT
驱动装置	减速机
	11KW×1/30×4P×380V

5. 磨料储料箱及气动控制阀

储料箱储量	40 吨
气动控制阀	Φ 30×75Stroke

***从抛丸器投射出的磨料经回收系统被储存到储料箱需要约 30 秒时间。

$$\text{抛丸器 } 8 \text{ 台} \times 825\text{kg/min} = 6,600\text{kg/min}$$

$$6,600\text{kg/min} / 60 = 110\text{kg/s}$$

$$110\text{kg/s} \times 30\text{s} = 3,300\text{kg}$$

储料箱设计基准安回收磨料 10 次量来计算。

$$3,300\text{kg} \times 10 = 33,000\text{kg/Batch}$$

*** 设计储料箱能量为 40ton/Batch

6. 除尘器

过滤方式		气体反吹布袋除尘器
清灰系统		脉冲喷吹
处理风量		1, 200M³/MIN
过滤面积		746M ²
过滤风速		2. 09M/MIN
卸灰方式		AUTO DISCHARGE BY SCREW CONVEYOR & ROTARY V/V
温度		常温
粉尘排放浓度低于		50mg/M ³
滤袋	数量	392PCS
	尺寸	Φ 160mm×4, 000mmL
	重量	600g/ M ²
	FINISH	200℃ HEAT SET & ONE SIDE SILICON COATING
	AIR PER MEABILITY	17~25CC/CM ² /SEC
	工作温度低于	130℃
脉冲阀	数量	28PCS
	TYPE	50A DIAPHRAGM VALVE WITH INTEGRATED SOL. /PILOT VALVE
气包	材料	无缝钢管 (STPG)
	尺寸	219A×#5446L
	AIR FILTER & REGULATOR	50A
差压表	MEASURING RANGE	0~300mmAq
脉冲控制器		30 CHANNEL
	脉冲时间	0. 05~0. 5SEC
	脉冲间隔时间	5~600 SEC
风机	型号	4-72No12C
	风量	1, 200M³/MIN ×280mmAq
	形式	离心式通风机
	电机	90KW×4P×380V×50HZ
排灰阀	尺寸	200A
螺旋输送机	能力	3 M ³ /HR
	电机	2. 2KW×4P×380V×50HZ

喷漆系统技术规格

室体	尺寸	W12,050×L2,500×H2,200
	照明	400LU×(300W)
过滤室	尺寸	W2,500×L1,525×H2,200
	漆杂回收方式	地坑储存, 手工清理
	漆雾过滤方式	干式
喷枪移动机构	形式	水平往复移动
	喷枪速度	0~2M/SEC(68M/MIN)
	减速机 (变频电机)	5.5KW×1/11×4P×380V
	轨道	LM GUIDE RAIL SRG55(6M)
测宽装置	形式	自动(根据工件宽度自动调整)
	自动测宽	PLATE SIDE 标准±50MM
		可以 微调 (PHOTO SENSOR)
喷漆泵	美国固瑞克 (GRACO XTRAM) P45DC4(1:45)	
	数量	3 套
喷枪	美国固瑞克 (GRACO)	206513
	数量	8 套
喷枪喷嘴	规格	819
过滤器	美国固瑞克 (GRACO)	238620
喷漆混合罐	容量	500L
	数量	1 套

漆雾处理装置技术规格

漆雾处理装置	形式	干式
	处理能力	800M ³ /MIN
	温度	NORMAL (20℃)
	活性炭过滤面积	5.6M ² × 6SET
	活性炭粒度	4-8MESH
	活性炭包装尺寸	500MM × 6STEP
	风机	离心式通风机
	处理风量	800 M ³ /MIN
	风压	250mmAq
	电机	75KW × 4P × 380V

烘干系统技术规格

室体	尺寸	W7, 100×L10, 000×H2, 200
	隔热装置	玻璃纤维 50MM WALL PLATE
	温度	80℃±5℃
燃烧器	形式	意大利 baite 百特 BT 30
	能力	300, 000Kcal/HR
循环风机	风量	600 M ³ /MIN×60mmAq
	电机	11kw×4P
板链输送装置	形式	板链输送
	输送链条	RF10150-R-K2
	长度	11850MM
	托辊间距	600MM
	工作速度	0~10M/MIN
	轴承	UCP#320
	链轮	RF-10150R×10NT
	辊面高度	FL+800MM
	驱动	电机 (变频器)
		11KW×4P×380V×50Hz
		正, 反转运行
	驱动链条	RS#120 (DOUBLE)

输送辊道系统技术规格

1.	上料输送辊道	6SET
	形式	辊道输送
	长度	85M
	辊道间距	1,008MM
	辊道数量	79EA
	辊道直径	250A (Φ273MM)
	工作速度	0~30M/MIN
	轴承 (轴承座铸钢)	UCP#216
	链轮	RS#120×15NT
	辊面高度	FL+800MM
	驱动	电机 (变频器)
		11KW×4P×1/47×380V
		正, 反转运行
2.	下料输送辊道	4SET
	形式	辊道输送
	长度	45M
	辊道间距	1,008MM
	辊道数量	42EA
	辊道直径	250A (Φ273MM)
	工作速度	0~30M/MIN
	轴承	UCP#214
	链轮	RS#120×15NT
	辊面高度	FL+800MM
	驱动	电机 (变频器)

$$11\text{KW} \times 4\text{P} \times 1/47 \times 380\text{V}$$

设备用电量 (CONTROL PANEL POWER LIST)

1. 雨污清扫系统		
吹风机	$22\text{KW} (30\text{HP}) \times 1$	= 22KW
2. 预热系统		
燃烧器风机	$15\text{KW} (20\text{HP}) \times 1$	= 15KW
排气风机	$4 \text{ KW} (5\text{HP}) \times 1$	= 4KW
3. 抛丸除锈系统		
抛丸器	$55\text{KW} (75\text{HP}) \times 10$	= 550KW
底部螺旋输送机	$11\text{KW} (15\text{HP}) \times 2$	= 22KW
提升机	$22\text{KW} (30\text{HP}) \times 2$	= 44KW
丸尘分离器	$11\text{KW} (15\text{HP}) \times 2$	= 22KW
吹风机	$55\text{KW} (75\text{HP}) \times 1$	= 55KW
	$22\text{KW} (50\text{HP}) \times 2$	= 44KW
辊道输送装置	$11\text{KW} (15\text{HP}) \times 1$	= 11 KW
除尘系统	$90\text{KW} (120\text{HP}) \times 1$	= 90KW
除尘器排灰装置	$2.2\text{KW} (3\text{HP}) \times 1$	= 2.2KW
4. 喷漆系统		
喷漆小车	$4\text{KW} (5\text{HP}) \times 1$	= 4KW
气雾处理装置	$75\text{KW} (100\text{HP}) \times 1$	= 75KW
5. 烘干系统		
板链输送装置	$11\text{KW} (15\text{HP}) \times 1$	= 11 KW
循环风机	$11\text{KW} (15\text{HP}) \times 1$	= 11 KW
燃烧器	0.37KW	=0.37KW
6. 辊道输送装置		
上料辊道	$11\text{KW} (15\text{HP}) \times 7$	= 77 KW
下料辊道	$11\text{KW} (15\text{HP}) \times 4$	= 44 KW
		=1,103.57KW

装机总功率 (含其它): 1,150KW

有机废气处理装置（VOCS）

船厂一般在喷漆过程中会产生两种污染物：

1. **漆雾**——在喷涂时油漆在高压作用下释放出大量油漆颗粒随气流弥散形成漆雾；
2. **有机废气**——有机溶剂是用来稀释油漆达到漆表面光滑美观的目的，但是有机溶剂是不会随漆脂附着在喷涂物表面的，在喷涂和烘干过程将全部释放出来形成有机废气，有机废气是具有刺激性的气体，无色，排放至大气中会通过呼吸或直接作用人体，对人们的皮肤、血液、心肺、肝脏、神经、眼睛产生危害。

喷涂过程中产生的有机废气具有风量大、浓度低、温度一般为常温的特点。

贵方提供基本参数如下：

- （1）有机废气为喷漆排放的废气，废气总量为 45000m³/h
- （2）废 气 源：喷漆废气, 主要为苯、甲苯、二甲苯和非甲烷总烃等
- （3）废气浓度：<300mg/m³

根据上述有关参数，其废气属于大风量、低浓度的有机废气，排放已超标。根据国家有关规定, 应对产生的废气进行有效的收集和治理，确保达标排放。

二、设计依据及排放标准

- 1、《中华人民共和国环境保护法》；
- 2、《中华人民共和国大气污染防治法》；
- 3、《环境空气质量标准》（GB3095）；
- 4、《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；
- 5、《江苏省大气污染物综合排放标准》（DB32/4041-2021）；
- 6、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2002）；
- 7、《工业企业厂界噪声标准》（GB12348-90）；
- 8、电气设计遵照国家标准及有关设计规定；
- 9、《环境工程设计手册》（废气污染防治卷）；
- 10、《工业机械电气设备通用技术条件》（GB/T5226.1-1996）；
- 11、机械安全-机械电气设备第一部分：通用技术条件（GB5226.1-2002）；
- 12、《涂装作业安全规程有机废气净化装置安全技术规》（GB20101-2006）；
- 13、国家和地方有关环境保护法律和法规。

三、实现环保目标

表 1 环保排放要求

污染物名称	排放标准	执行标准
苯	$\leq 12\text{mg/m}^3$	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)
甲苯	$\leq 40\text{mg/m}^3$	
二甲苯	$\leq 70\text{mg/m}^3$	
非甲烷总烃	$\leq 120\text{mg/m}^3$	
颗粒物	$\leq 20\text{mg/m}^3$	《江苏省大气污染物综合排放标准》 (DB32/4041-2021)
甲苯	$\leq 1\text{mg/m}^3$	
二甲苯	$\leq 10\text{mg/m}^3$	
苯系物	$\leq 25\text{mg/m}^3$	
非甲烷总烃	$\leq 60\text{mg/m}^3$	

四、设计范围与原则

1.设计范围：

废气治理设备入口至出口之间的装置设备，以及设备间连接管道以及电气控制部分。

2.设计原则：

确保设备选型合理，系统运行节能、高效，占地面积少；

设备运行自动化程度高，易于操作管理；

系统运行安全、稳定、可靠，维护简单，使用寿命长；

根据实际情况，提供优化设计方案。

五、有机废气处理方法的确定

目前对于气态有机物污染物种类繁多，采用的治理的方法也有多种，常用的主要有：吸收法、吸附法、催化燃烧法、燃烧法、冷凝法等。这些方法在应用中各有特点和利弊，需要根据污染程度、使用环境与条件来权衡。对于环保检查机构和污染治理方所共同关心的是：初次投资费、运行费用、二次污染、处理效果、维护等方面的问题。简而言之这些方法均能满足一定条件下气态污染物的处理。

根据贵方提供的数据资料分析，喷涂产生的废气为中低浓度、大风量有机废气，温度为常温，生产过程中废气浓度不恒定。为降低投资成本，减少运行费用，保证净化效果和达标排放，确定采用我公司生产的：[高效过滤器+活性炭吸附+脱附催化燃烧装置系列](#)的有机废气净化装置，这种工艺是目前公认成熟、有效处理大风量、中低浓度有机废气的方式。

第二部分 方案设计

一、工艺流程说明

喷漆有机废气经收集后由管道进入我方的有机废气净化装置，废气首先进入高效漆雾过滤器装置将废气中残余的漆雾颗粒深度净化去除，之后废气通入放置有蜂窝状活性炭的活性炭吸附床，与蜂窝状活性炭充分接触，利用活性炭对有机物质的强吸附性将气体净化，处理后的气体可达标排放。经我方多项工程实例证明，该设备性能稳定，能达到预期的效果，漆雾过滤效率到达 95%以上，废气净化效率达到 90%以上。吸附床经过一段时间的运行后会达到吸附饱和，此时开启脱附再生系统，对活性炭进行脱附再生，脱附出来的气体通过催化燃烧装置燃烧生成二氧化碳、水和部分的热量等无害气体。

具体工艺流程如下：

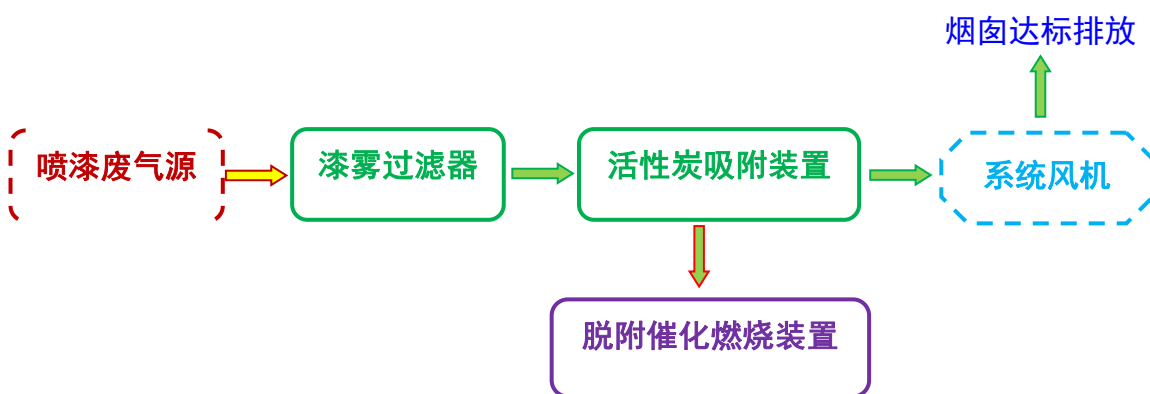


图 1 工艺流程图

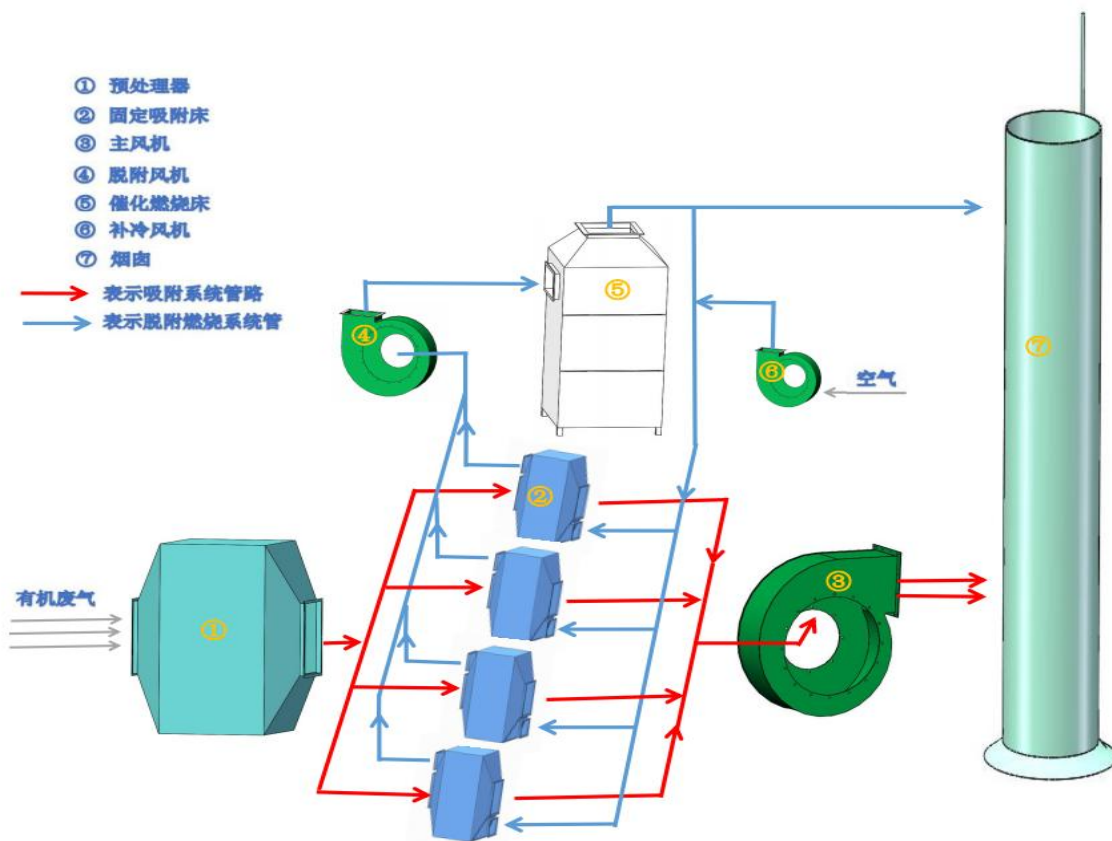


图 2 工艺示意图

二、工作原理说明

1、高效漆雾过滤器

由于废气中含有粉尘及粘性物质，如果直接进入活性炭吸附系统会堵塞活性炭的空隙，导致吸附效率降低甚至失效，同时，由于活性炭使用寿命比较长（在有解析设备的情况下），为了确保活性炭的吸附效果，通常在废气进入活性炭吸附床前采用过滤器将粉尘及粘性物质去除。根据项目 VOCs 废气的排放情况，选用干式漆雾过滤器作为预处理装置。该装置采用三级过滤处理方式：

第一级：G3 级玻璃纤维棉；

第二级：G4 初效过滤棉；

第三级别：F7 高效无纺布滤袋。经处理装置净化后，废气中的颗粒物与水溶胶含量浓度 $\leq 5\sim 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

过滤器设计时将考虑维护，便于拆卸和安装。过滤器两侧设置有检修门，可对每一级过滤装置进行维护操作。过滤器设置有压差开关，压差开关实时表示压力损失，根据设定压力，超出一定压差时向 PLC 发送报警信号，以便使用者能够及时更换滤料。

漆雾过滤器的作用：涂装过程少量油漆被废气带走，经空气冷凝形成漆雾粉尘。这些粉尘具有粒径小、废气中含量少等特点，大部分在 $10\mu\text{m}$ 以下，若这些废气直接进入活性炭进行吸附，将导致活性炭微孔堵塞，最终将导致活性炭失活。因此，废气必须经过过滤处理才能进入后续吸附阶段。

2、活性炭吸附+催化燃烧装置

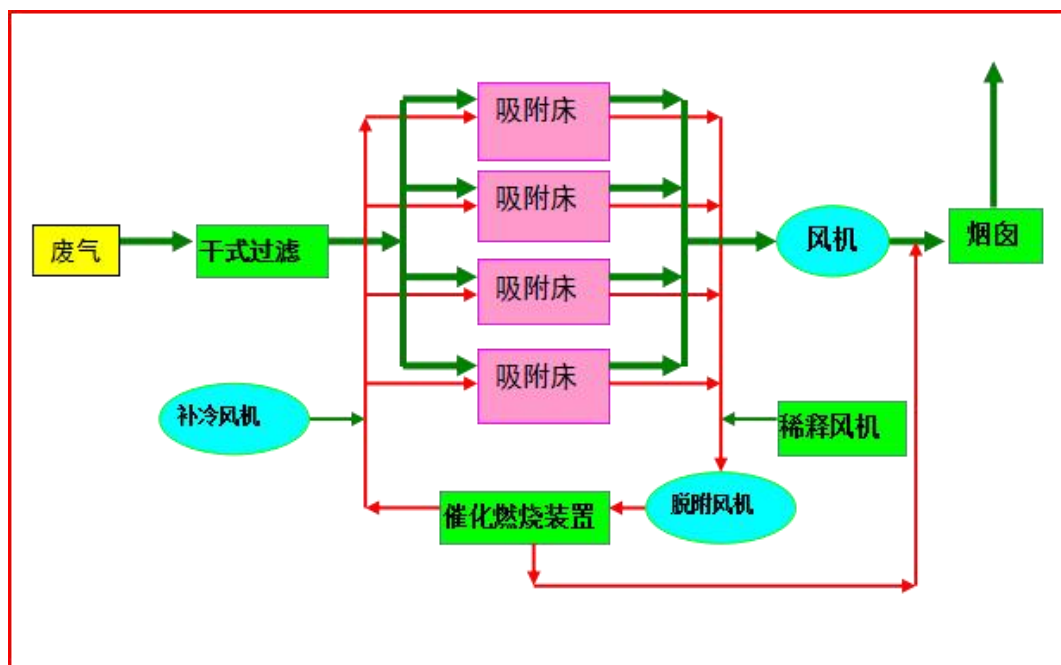


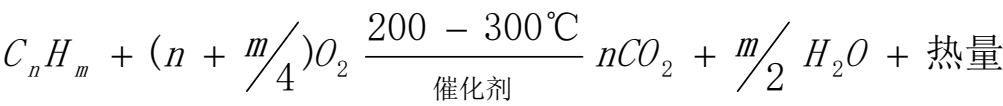
图3 工艺原理图

（1）吸附过程：采用蜂窝活性炭作为有机物的吸附剂，当有机物同吸附剂发生接触时，有机物被吸附于吸附剂的表面以及内部微孔结构中，达到废气净化的目的。

（2）脱附过程：在一定的压力和温度条件下，吸附剂具有固定的吸附容量。吸附是一个持续的过程，随着吸附的进行，吸附剂的吸附能力将逐渐下降并最终达到饱和，此时吸附过程视为停止，需要对吸附剂进行再生，将有机

物从吸附剂中移除。通过高温环境，将有机物从吸附剂中脱附出来，实现吸附剂的再生。

(3) 燃烧过程：从活性炭吸附剂中脱附出来的有机物在催化燃烧床的燃烧室中，发生典型的气-固相催化反应，催化剂在此过程中起到降低反应活化能的作用，同时使反应物分子富集于催化剂表面，使有机物在较低温度（250-300℃）条件下起燃，产生无焰燃烧，并使之氧化分解为 CO₂ 和 H₂O，同时放出大量热能。其反应过程为：



与此同时，利用反应过程中有热量释放的特点，充分利用反应热，既满足了维持反应过程所需的温度环境，又可加热流体后用于吸附剂的脱附过程。

三、技术特点

- 1、采用活性炭吸附+催化燃烧组合工艺，整个系统实现了净化、脱附过程封闭循环，与回收类有机废气净化装置相比，无须配备压缩空气等附加能源，运行过程不产生二次污染，设备投资及运行费用低；
- 2、使用特殊成型的蜂窝状活性炭作为吸附材料，由于其比重为条形活性炭纤维的 8-10 倍，再生前吸附有机溶剂可以达到活性炭总重量的 25%，具有使用寿命长，吸附系统运行阻力低，净化效率高等特点；
- 3、采用优质贵金属钯、铂载在蜂窝状陶瓷上作催化剂，催化燃烧率达 98%以上，催化剂寿命长，分解温度低，脱附预热时间短，能耗低；
- 4、采用 PLC 集中控制系统，设备运行、操作过程实现全自动化，运行过程安全稳定、可靠；
- 5、在活性炭吸附床前采用漆雾过滤器过滤小颗粒物，净化效率高，确保吸附装置的使用寿命。高效漆雾过滤器内部设置有三层过滤装置，并配套有压差显示表，可实时监控设备运行过程阻力参数；
- 6、选用特殊成型的蜂窝活性炭作为吸附剂，吸附剂寿命长，吸附系统阻力低，净化效率高，便于填装和更换。
- 7、有机废气净化装置设有消防系统、阻火器、防爆泄压孔、报警器及自动停机等保护措施。

四、有机废气净化系统组成及其特点

表 2 装置组成及特点表

工艺段		组成部分	主要组成材料及特点	使用效果
1	过滤	漆雾过滤器	G3 级玻璃纤维棉+G4 初效过滤棉+F7 高效无纺布滤袋	净化效率≥95%
2	吸附—脱附—催化	活性炭吸附床	单元内充填蜂窝状活性炭，外壳为碳钢	有机废气净化效率≥90%，阻力低，无运动部件，无磨蚀，寿命长
		催化燃烧床	催化燃烧室，电加热室，高效换热器和传感器件，内外板用高效隔热材料	催化燃烧净化效率>98%，燃烧加热时间短，节能效果明显
		脱附风机		直联传动，易保养
		补冷风机		直联传动，易保养

工艺段		组成部分	主要组成材料及特点	使用效果
	燃烧	温控传感装置		控制点多，效果好
		电动调节阀门	阀体和电动执行机构	精度高，复位快
3	PLC 电控系统	计算机运行过程电气控制柜	PLC，仪表及各类元器件	运行显示直接，易操作
			主要功能 1).具有自动、手动两种操作方式 2).自动运行时具有连锁功能 3).系统具有自我诊断功能 4).运行时出现的异常情况可报警及自动停机 5).控制柜面板流程可显示运行主要参数 6).根据工艺要求改变控制参数如:脱附吸附周期 7).系统处于自动运行状态，不会因停电造成系统退出运行 8).自动运行时可根据工艺条件退出运行	

五、方案设计说明

1、设备选择及工艺流程图

根据贵方提供的有关数据及要求，喷漆废气总风量为 45000m³/h。选用 1 套 DL-VOC-450 型活性炭吸附-催化燃烧装置，该装置设置 4 个吸附床（3 吸 1 脱），轮流共用 1 个催化燃烧床的配置方式，实现在线脱附，循环再生，节能成本。

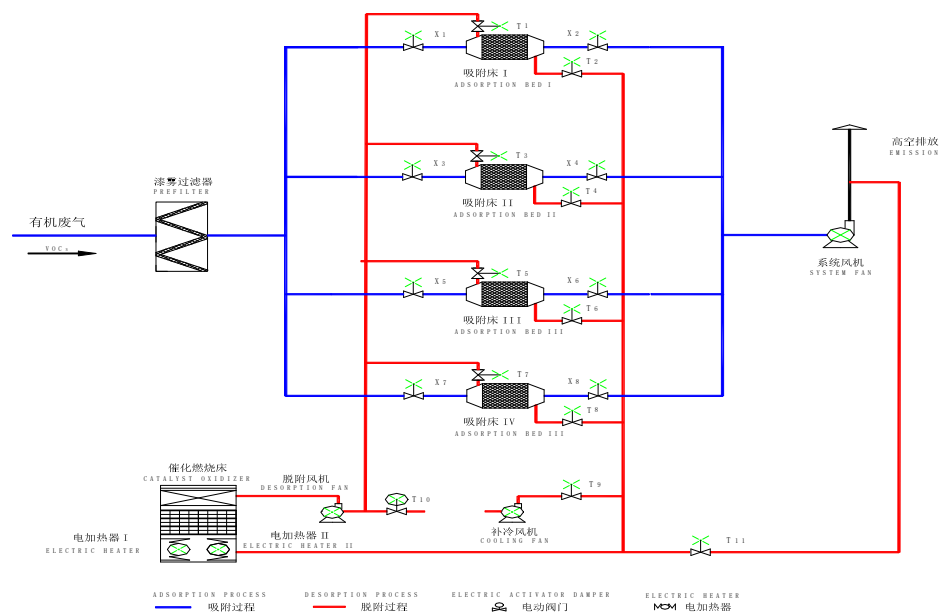


图 4 工艺流程图

2、设备参数说明

(1) 干式过滤装置

表 3 高效漆雾过滤器（GL-450）参数说明表

处理风量（m³/h）	45000	装置外型尺寸（m）	2.8×2.1×2.6
过滤风速（m/s）	<1.5	装置总阻力（Pa）	<350

① G3 玻璃纤维过滤棉

③ 特点

- I 采用高强度玻璃长纤维以非织物方式制成，透风量大，阻力小；
- II 应用于表面喷涂高质量漆雾过滤，捕捉率高；
- III 滤料迎风面为绿色，出风面为白色；
- IV 具有稳定性和坚挺性；
- V 难燃性，可耐温 170℃。

④ 主要技术参数

表 4 技术参数表

型号	厚度（mm）	测试风速（m/s）	平均计重效率（%）	初阻力（Pa）	终阻力（Pa）	容尘量（g/m³）	过滤级别	耐温度（℃）
AP-50	50	1.5	85	15	150	6000	G3	170



图 5 玻璃纤维过滤棉

② G4 初效过滤棉

③ 特点

- I 采用逐级加密多层技术；
- II 经过清洗后可多次使用；
- III 有容尘量高和阻力低的特点，使用寿命长，经济使用。

④ 主要技术参数

表 5 技术参数表

型号	厚度（mm）	测试风速（m/s）	平均计重效率（%）	初阻力（Pa）	终阻力（Pa）	容尘量（g/m³）	过滤级别
AR-40	20	1.5	90	25	250	6300	G4



图 6 中效过滤棉

③ 高效无纺布滤袋

① 特点

- I 采用超细合成纤维以特殊织法制成；
- II 容尘量大；
- III 滤材内含静电纤维，具有高捕尘率，及高透气性，高使用寿命。

② 主要技术参数

表 6 技术参数表

型号	尺寸（mm） W×H×L	过滤 级别	袋数 （个）	不同风量下初阻力（Pa）					
				Pa	m³ /h	Pa	m³ /h	Pa	m³ /h
AR-WFB-F540	595×595×600	F7	12	25	2100	50	3200	85	4300



图 7 无纺布滤袋

(2) 活性炭吸附-催化燃烧装置

表 7 活性炭吸附-催化燃烧装置（DL-VOC-450）设备参数说明表

设计风量（m³/h）	40000	装置外型尺寸（m）	9.5×3.5×4.8
截面过滤风速（m/s）	<1.2	活性炭床数量（个）	4
装置总阻力（Pa）	<1200	活性炭填充量	8.6

表 8 催化燃烧装置（DL-CO-2500）设备参数说明表

设计风量（m³/h）	2500	装置外型尺寸（m）	1.25×1.2×2.8
加热功率（kw）	72.0	脱附加热时间（h）	1.5-2.0
脱附功率（kw）	3.0	脱附时间（h）	5-6

补冷风机 (kw)	2.2	装置总阻力 (Pa)	<1500
-----------	-----	------------	-------

① 活性炭选择

一般根据形态和性质分为三种活性炭，分别是蜂窝状活性炭、活性炭纤维毡、颗粒状活性炭。经过多年的研究和试用，我方采用蜂窝状活性炭。

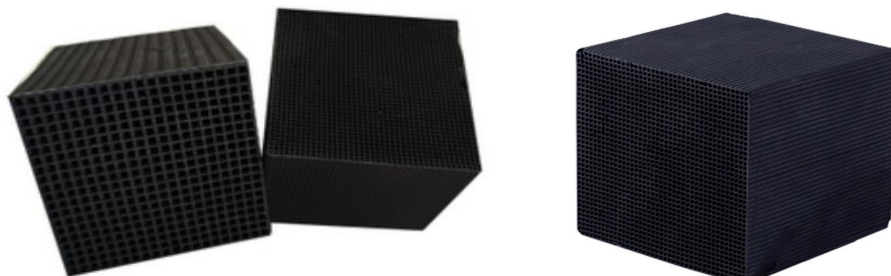


图 8 蜂窝活性炭图

利用活性炭多微孔的吸附特性吸附有机废气是一种最有效的工业处理手段，活性炭具有性能稳定、抗腐蚀和耐高速气流冲击的优点，用其对有机废气进行吸附可使净化效率高达 90%，使用特殊成型的蜂窝状活性炭作为吸附材料，由于其比重为条形活性炭纤维的 8-10 倍，吸附有机溶剂可以达到活性炭总重量的 25%，具有吸附系统运行阻力低，净化效率高等特点。

② 催化燃烧装置

I 用贵金属铂、钯镀在蜂窝陶瓷载体上作催化剂，净化效率高达 97%以上，催化剂使用寿命长，且可以再生，气流通畅，阻力小。

II 根据工厂废气排放情况，使用浙江大学催化研究所研发的贵金属催化剂，提高净化效率及延长使用时间。

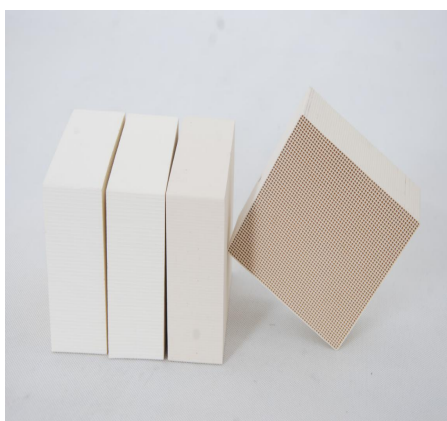
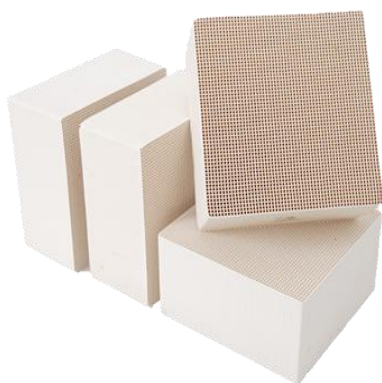


图 9 贵金属催化剂图

III 安全设施完备：设有阻火除尘器、泄压口、超温报警等保护设施。

IV 耗用功率：工始工作时，预热 30~45 分钟燃烧器加热，正常工作时只消耗风机功率即可。当废气浓度较低时，自动间歇补偿加热。

V 操作方便：设备工作时，实现自动控制，无需专人看守。占地面积小，使用寿命长。

有机废气处理（RT0）

工程范围及用途

- 1) 本项目为“交钥匙工程”，即包含勘察、设计、制造、运输、卸货、安装、调试、第三方检测、验收、培训，直至最后交付使用的完整性交钥匙工程，包括环保工程验收。
- 2) 设备运至现场后安装期间所发生的动能源费用包括在投标报价中；
- 3) 设备运至现场后，乙方的短驳、吊运、人员食宿、交通及现场保管工作等均由乙方自行负责；
- 4) 供货数量：钢材预处理流水线有机废气治理系统贰套。
- 5) 主要供货部件名称和规格：

序号	设备名称	主要技术参数	单位	数量	备注
1	漆雾前处理	处理风量 40000m ³ /h	套	1	

2	RTO 有机废气治理系统	40000m ³ /h	套	1	
3	VOCs 在线监测设备	按当地标准	套	1	
4	RTO 系统排放烟囱		套	1	

常用油漆及稀释剂组份

厂商	种类	主要成分
	硅酸锌车间底漆	二氧化钛、硅酸乙脂、锌粉、乙醇、异丙醇、丁醇、助剂
	稀释剂	乙醇、1-丁醇、异丙醇
	无机硅酸锌车间底漆	锌粉、乙醇、二甲苯、聚乙烯醇缩丁醛、工业酒精、正硅酸乙酯
	稀释剂	乙醇

作业工况

预处理流水线工作班制为单班制，作业时间 12h/班，每年工作日 300 天。

系统基础工况要求

表 系统基础工况

序号	项目	单位	数值	备注
1	处理风量	m ³ /h	40000	
2	最大浓度	mg/m ³	1000~2200mg/m ³	
3	工作时间	h	12	单班制，每班工作 12 小时
4	废气温度	℃	≤40	常温
5	背景气体	--	空气	
6	燃气气体	MPa	0.045~0.065	天然气
7	压缩空气	MPa	0.5~0.6	
8	废气成分	--		详见常用油漆及稀释剂组份

设计制造的相关标准和依据

有机废气处理系统满足国家及上海市最新相关标准（包括但不限于以下标准）同时设备满足放置在上海长兴岛区域室外的相关标准和要求。

《中华人民共和国环境保护法》；

《中华人民共和国大气污染防治法》；

《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）；

《涂装作业安全规程有机废气净化装置安全技术规定》（GB20101-2006）；

《涂装设备焊接标准》；

《涂装设备制造、安装验收标准》；

《涂装设备电气装置制造、安装及验收通用技术标准》；

《涂装作业安全规程、劳动安全和劳动卫生》；

《设备及管道绝热技术通则》；

《通用用电设备配电设计规范》；

《施工现场临时用电安全技术规范》；

《工业管道绝热工程施工质量验收规范》；

《建筑物防雷设计规范》；

《国家电气设备安全技术规范》；

《工业设备抗震鉴定标准》（试行）；

《电气装置安装工程施工及验收规范》；

《低压配电装置及线路设计规范》；

《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》；

《电力工程电缆设计规范》；

《工业金属管道工程施工规范》(GB50235-2010)；

《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》(GB50236-2011)；

《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》(GB50683-2011)；

《大气污染物综合排放标准》；

《工业企业设计卫生标准》；

《工业企业厂界噪声标准》；

《环境工程设计手册》（废气污染防治卷）；

《挥发性有机物治理设施运行管理技术规范（试行）》； 电

气设计遵照国家标准及有关设计规定；

招标方提供的废气物污染指标、废气量等基础资料；

国家和地方有关环境保护法律和法规；

同行业，同工艺工程实例；

排放标准

有机废气处理系统满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）、《江苏省大气污染物综合排放标准》（DB32/4041—2021）与《江苏省大气污染物排放标准表面涂装(工程机械和钢结构行业)》（DB32/4147-2021）等标准的要求。

设计条件

1.1.1. 废气系统设计参数

序号	名称	数值	单位	备注
1.	废气来源	船舶喷漆废气		
2.	废气流量	45,000	m ³ /h	
3.	废气温度	≤40	℃	
4.	废气组分	详见废气组分及比例表		
5.	废气相对湿度	≤80%	RH	恒湿厂房
6.	废气浓度	1000~ 2200mg/m ³	mg/m ³	设计最大值
7.	入口静压	0	Pa	
8.	运行时间	300 天/年，12h/d		——
9.	设备位置	室外		非防爆区

1.1.2. 工艺气体分析

表 VOCs 气体物性参数

名称	分子式	沸点	燃点	爆炸下限	热值 KJ/mol	氧化产物
		℃	℃			
甲苯	C7H8	111	535	1.20%	3905	CO ₂ 、 H ₂ O
二甲苯	C8H10	138	529	1.08%	4598.32	CO ₂ 、 H ₂ O
乙苯	C8H10	136	432	0.99%	4610.21	CO ₂ 、 H ₂ O
甲基异丁基甲酮	C6H12O	116	459	1.35%	—	CO ₂ 、 H ₂ O
1-丁醇	C4H10O	117	365	1.40%	2673.2	CO ₂ 、 H ₂ O
三甲苯	C9H12	162~ 164	531	1.30%	4979.82	CO ₂ 、 H ₂ O
1- 甲氧基-2-丙醇	C4H10O2	118	—	—	—	CO ₂ 、 H ₂ O
苯甲醇	C7H8O	206	436	—	—	CO ₂ 、 H ₂ O
乙酸乙酯	C4H7O2	77	426	2.00%	2244.2	CO ₂ 、 H ₂ O

1.1.3. 公用工程条件表

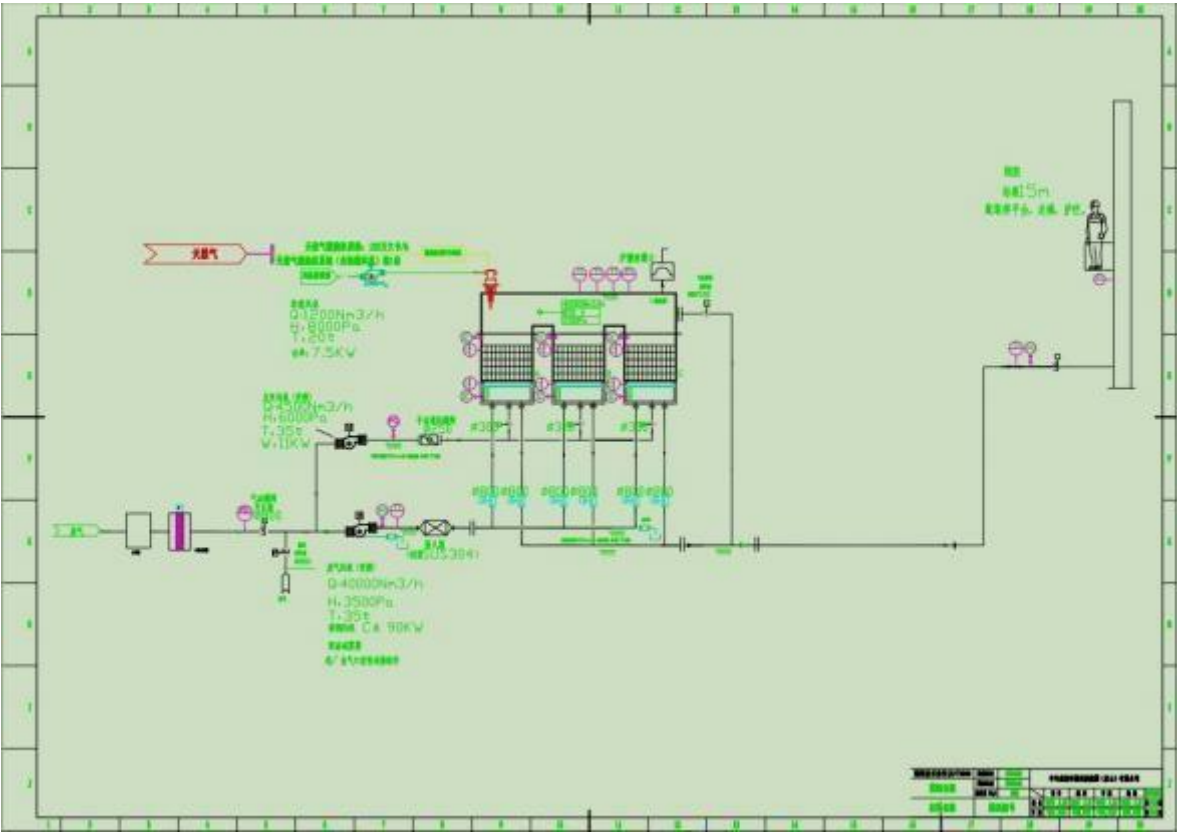
表 公用工程条件表

序号	项目	要求		备注
1	供电	动力	380 V±10% 50Hz	
2	压缩空气	温度	常温	无油、无水、无尘
		压力	0.5~0.6MPa ， 露点： -22℃	
3	天然气	热值	~8, 500 kcal/Nm ³	
		压力	0.045~0.065MPa	
		压力	~0.6MPa	

工艺设计篇

工艺设计综述

1.1.4. 工艺路线简图



详图见附件

1.1.5. 工艺说明

本套废气净化设备采用先进的“漆雾前处理设备 +蓄热氧化燃烧 ”的工艺，低温条件下， 大风量的有机废气通过漆雾前处理，VOC 分子吸附其表面，然后经风机送入后端的废气氧化系统热氧化处理，净化后的废气可直接排放。

漆雾前处理设备：由于废气中含有胶雾及粉尘等固体颗粒物，而 RTO 系统对废气的颗粒

物的含量及粒径有严格的要求,因此 RTO 之前设置漆雾前处理设备:高效喷淋塔+三级过滤器。过滤材料采用三级中高效过滤器组成,将气体中 0.5um 以上的尘净化率 $\geq 99\%$ 。我公司设计生产的过滤器属于模块化设计方便组合、安装拆卸,使设备具备良好的实施性。

蓄热氧化炉单元:经脱附的气体已形成较高浓度的有机气体。通过 RTO 进行热氧化后形成二氧化碳和水,达标排放。同时热氧化产生的热量可降低系统辅助燃料消耗量,当到达一定的浓度时,热氧化释放的热量不仅能满足 RTO 自身运行需求,同时可为钢板和型钢预处理流水线烘干室的加热提供热量。

主要设备简介

1.1.6. 漆雾前处理设备

1.1.6.1. 气动旋流塔

气动旋流塔板叶片如固定的风车叶片,气流通过叶片时产生旋转和离心运动,吸收液通过中间盲板均匀分配到个叶片,形成薄液层,与旋转向上的气流形成旋转和离心的效果,喷淋后成细小液滴,甩向塔壁后。液滴受重力作用集流到集液槽,并通过降液管流到下一旋流板废气处理塔旋流板废气处理塔板的盲板区。具有一定风压、风速的待处流从塔的底部进,上部出;吸收液从气动旋流塔的上部进,下部出。气流与吸收液在塔内作相对运动,并在旋流塔板的结构部位形成很大表面积的水膜,从而大大提高了吸收作用。每一层的吸收液经旋流离心作用掉入边缘的收集槽,再经导流管进入下一层塔板,进行下一层的吸收作用。



旋流塔示意图

气旋塔内安装有若干个“圆形旋流桶”和高效除雾板。旋流桶内放有实心填料球，上层的除雾板用来净化水雾，达到脱水雾的目的，在气旋塔底部安装一组喷淋头，用于清洗旋流桶内壁附着的漆雾；含尘气体在塔内旋流上升、并在各板上与由塔顶进入的液体旋流接触，完成除尘任务；通过离心力的作用，废气中的大颗粒沉入水池，后由人工捞出清理机壳，这样气体得到净化，达标排放，同时气旋塔内的水可以继续循环使用。漆渣的处理只有水池内是由工人来清理的，内壁的漆雾成分依靠喷淋头冲洗，简单方便。

1.1.6.2. 三级过滤箱

序号	名 称	技 术 参 数	单位	备 注
1	处理风量	40000	Nm ³ /h	
2	废气介质	酯类、二甲苯、非甲烷总烃等有机混合气体		
3	进气温度	~40℃	℃	常温
4	检修门	900×600	mm	3 个
6	排水口	DN25	mm	1 个
7	G4 初效过滤器	592×592×600(捕捉效率≥85%) 数量 12 块		精度 G4

8	F7 中效过滤器	592×592×600(捕捉效率≥90%) 数量 12 块		精度 F7
9	F9 中效过滤器	592×592×600(捕捉效率≥95%) 数量 12 块		精度 F9
10	承受最高温度	≥100	℃	
11	压差显示计	0~500	Pa	DWYER
12	压差开关	50~500	Pa	DWYER
13	废气进出口	Φ800	mm	
14	数 量	1 套		总处理风量 m ³ 40000/h

①) 过滤箱框架及底板确保无泄露，不漏风，所有废气都经过 F9 过滤器处理。

② 过滤器配备检修门，检修门设置考虑人机工程，方便操作维护。

③ 过滤材料采用模块化组成，将气体中 0.5um 以上的尘净化率≥98%。模块化设计方便组合、安装拆卸，使设备具备良好的实施性。

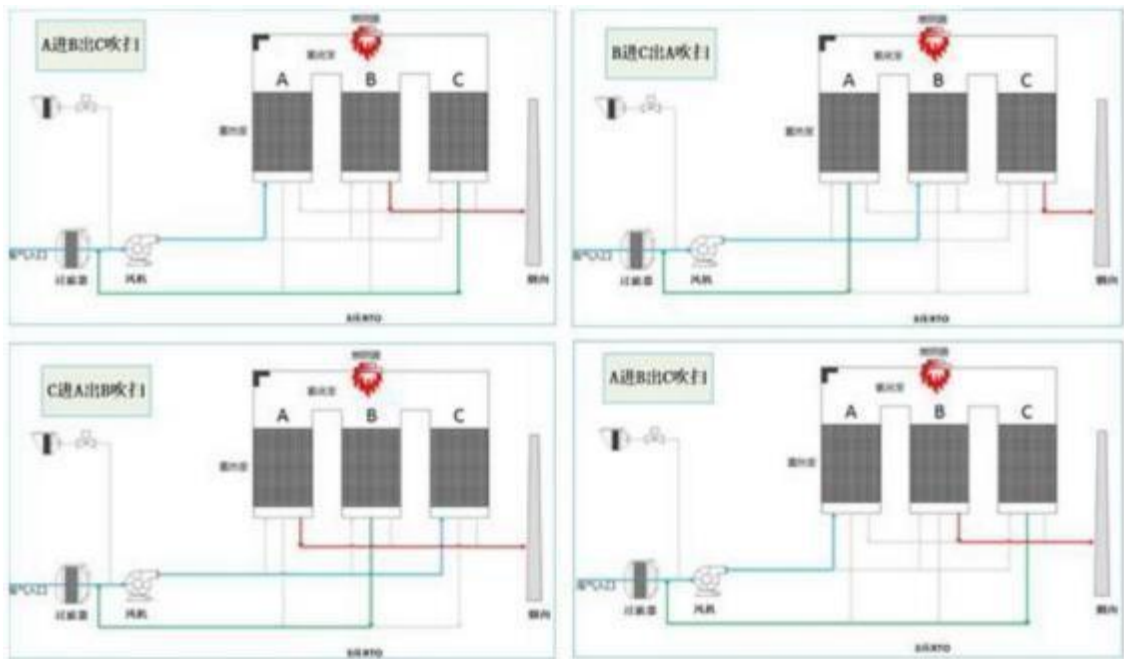
④ 干式漆雾过滤器能有效完全地去除粉尘、漆雾，气体中 0.5um 以上的尘净化效率≥98%。它的原理是通过材料纤维改变漆雾颗粒的惯性力方向从而将其从废气中分离出来，材料逐渐加密的多重纤维经增加撞击率，提高过滤效率。过滤时能有效通过不同过滤材料组合，利用材料空间容纳漆雾，达到更高的过滤效率是干式材料的特有性能，这一点是水洗式无法比拟的。

⑤ 过滤等级为 G4、F7、F9，不同等级过滤器为模块化设计，组装方便，检修门带可视玻璃观察窗。各级过滤器设置压差传感器，当过滤系统压力达到设定报警值时，报警系统发出报警信号，报警信号接入中央控制室，提醒操作人员及时维护保养。保证废气处理系统正常、安全、稳定运行。



备注：隔热材质，防火的陶瓷纤维加热镀锌钢板覆盖层，内层保温的厚度要保证热镀锌钢板外表面阴面（太阳光未直射的面）温度不高于环境温度 40℃。

1.1.7. RTO 有机废气治理系统



1.1.7.1. 工艺原理

1) 氧化原理说明

有机废气通过 RTO 氧化室高温区使废气中的 VOC 成份氧化分解成为无害的 CO_2 和 H_2O ，反

应方程式： $C_nH_m + (n + \frac{m}{4})O_2 \xrightarrow{850^\circ C} nCO_2 + \frac{m}{2}H_2O + \text{热量}$ ，RTO 装置包括至少一组热

回收率高达 95% 的陶瓷填充床换热器，因此当废气浓度较高时，RTO 设备只需在启动时需要燃料进行预热外，运行时候不再需要使用辅助燃料，从而节省升温所需要的燃料消耗，降低运行成本。风机由变频器控制，以适应不同的运行工况。

2) 工艺流程

第一次循环(如上图):

蓄热室 C: 有机废气经引风机进入蓄热室 C 的陶瓷蓄热体 (陶瓷蓄热体“贮存”了上一循环的热量, 处于高温状态), 此时, 陶瓷蓄热体释放热量, 温度降低, 而有机废气吸收热量, 温度升高, 废气经过蓄热室 C 换热后以较高的温度进入氧化室。

氧化室: 经过陶瓷蓄热室 C 换热后的有机废气以较高的温度进入氧化室反应, 使有机物氧化分解成无害的 CO_2 和 H_2O , 如废气的温度未达到氧化温度, 则由燃烧器直接加热补偿至氧化温度, 由于废气已在蓄热室 C 预热, 进入氧化室只需稍微加热便可达到氧化温度

(如果废气浓度足够高, 氧化时可以不需天然气加热, 靠有机物氧化分解放出的热量便可以维持自燃), 氧化后的高温气体经过陶瓷蓄热体 A 排出。

蓄热室 A: 氧化后的高温气体进入蓄热室 A (此时陶瓷处于温度较低状态), 高温气体释放大热量给蓄热陶瓷 A, 气体降温, 而陶瓷蓄热室 A 吸收大量热量后升温贮存 (用于下一个循环预热有机废气), 经风机作用气体由烟囱排入大气, 排气温度比进气温度高约 **40℃左右**。

蓄热室 B: 陶瓷蓄热室 B 处于清扫状态, 上一循环结束阀门切换时, 阀门与陶瓷蓄热体 B 的底部之间存有少量废气, 采用氧化室少量高温气体将其反吹到主风机进口端和有机废气一起进入陶瓷蓄热室 C。

第二次循环: 废气由蓄热室 A 进入, 则由蓄热室 B 排出, 蓄热室 C 进行反吹清扫; 第三次循环: 废气由蓄热室 B 进入, 则由蓄热室 C 排出, 蓄热室 A 进行反吹清扫;

--- : 周而复始, 更替交换;

3) RTO 冷态启动工艺

如此时各生产线废气支管废气阀打开, 则旁通阀打开。

废气入口阀关, 新风阀打开, 主风机以 20HZ 运转, 引小风量新鲜空气进入 RTO 蓄热式, 燃烧系统点火后开始 RTO 升温程序。

RTO 主切换阀同 RTO 正常运行工艺。

当 RTO 氧化室温度升到设定温度后, 关新风阀, 废气入口阀开, 旁通阀关闭, 引入废气, RTO 开始正常运行程序。

4) RTO 逆洗工艺

长时间运行 RTO 蓄热体下部可能被有机物污染。这时应启动逆洗工艺程序。

RTO 切换阀切换时间延长, 以提高 RTO 蓄热体下部的温度达到有机物起燃温度从而清洁蓄热体。

5) RTO 停机工艺

如此时各生产线废气支管废气阀打开, 则旁通阀打开。

当 RTO 正常停机或故障停机时, 新风阀打开, 废气入口阀

关。 **1.1.7.2.** 蓄热式高温焚烧炉（RTO）结构说明

(1) 设备简介

焚烧炉主要由陶瓷蓄热床、燃烧室和燃烧器及电气控制系统系统组成。

RTO 设备为三床式结构设计，具有去除效率高、运行稳定、能耗低等特点。含

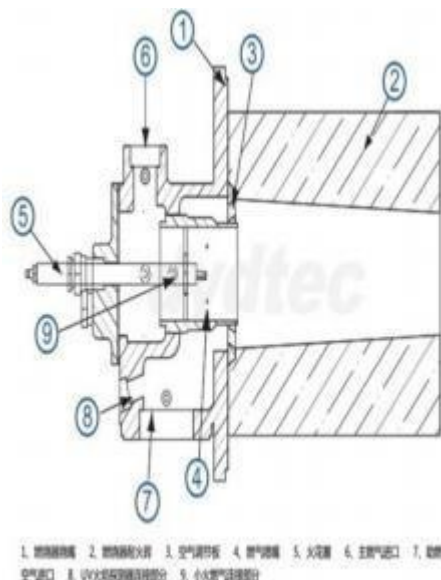
挥发性有机化合物(VOCs)的废气通过阀门的切换,进入 RTO 的蓄热床,废气被蓄热陶瓷逐渐加热后进入燃烧室,VOCs 在燃烧室内高温氧化并放出热量,形成的热风在通过另一蓄热床时,与蓄积陶瓷进行热交换,蓄积热量,以减少辅助燃料的消耗。蓄热陶瓷被热风加热的同时,被氧化的干净气体温度逐渐降低,使得出口温度略高于 RTO 入口温度。



表 RTO 设计参数

设计风量	40000	m ³ /h
数量	1	台
进气温度	25~40	℃
排气温度	65~80	℃
工作温度	760~850	℃
蓄热效率	95%	%
净化效率	≥99%	%
燃烧室停留时间	≥1.2	S
保温材料	陶瓷纤维模块	
保温厚度	≥250	mm
系统压降	<3000	Pa

(2) 燃烧器简介



燃烧机品牌选用 Maxon 品牌,具备防回火装置,无极控制;燃烧控制器采用Honeywell 或同等品牌;燃烧器应选用低氮燃烧器,燃烧器氮氧化物排放不得超过 100 mg/Nm³;

燃烧器系统具有自动吹扫、自动点火、火焰检测、火焰燃烧状况监视等功能,设计满足最大燃烧容量及升温曲线等要求;包含燃烧机(含助燃风机)、燃烧管路系统、电控柜等全套;

燃烧器系统点火采用多种控制方式:既可以现场 PLC 手动点火,也可以自动点火;天然气管道及阀组:包含主燃料供给和控制管路的天然气主关断阀、天然气过滤器、天然气流量计(具有远程功能)、压力调节阀、压力检测表、天然气流量控制调节阀、天然气外露泄露检测器、快速关断阀、天然气压力恒压器、天然气压力不足保护器和点火烧嘴燃料控制管路的天然气电磁阀等主要元器件,其中主燃料供给和控制管路和点火烧嘴燃料控制管路均要求连接紧密,不得有任何漏气现象;安装完毕要求进行试漏试验,并有完整试漏记录;

燃烧器系统控制柜设有:火焰程序控制器,马达启动器,风压开关,点火变压器,温度控制器,高温限位控制器,热电偶等;

燃烧器的功率可通过相应的温度控制装置自动调整;

燃烧器工作原理

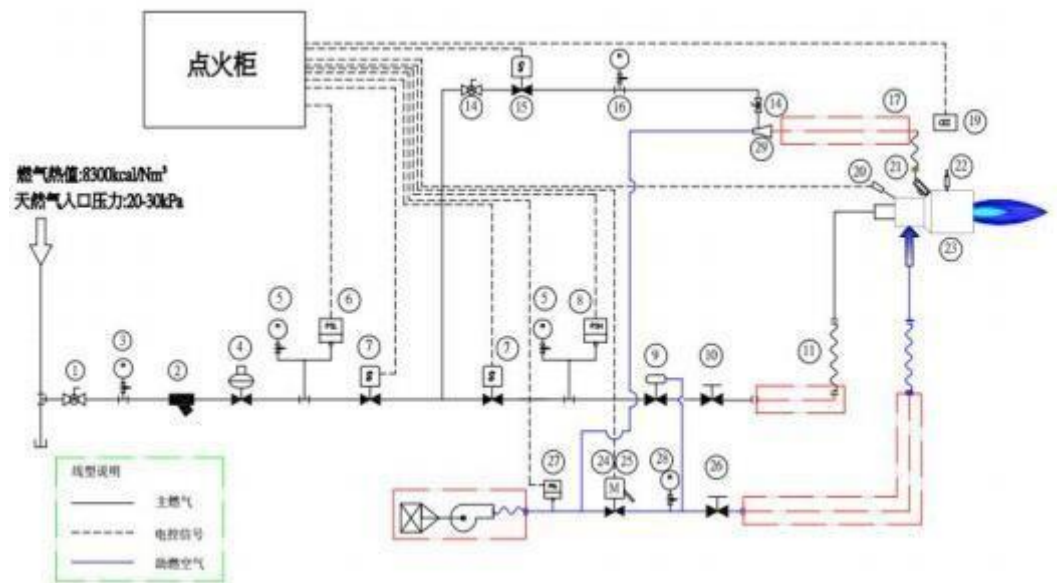


图 燃烧器工艺原理图

对于 RTO 燃烧系统,一般由烧嘴、空气管线、燃气管线,燃油管线和点火管线以及控制部分组成。

空气管线：助燃风机、压力表、低压开关、执行器与蝶阀、空气限流阀；

燃气管线：球阀、过滤器、流量计、减压阀、高低压压力开关、内漏检测、压力表、电磁阀、放散阀、比值阀、燃气限流阀等；

点火管线：球阀、减压阀、压力表、电磁阀、混合器、空气限流阀等；

控制部分：燃烧控制器、点火变压器、火焰检测器、外漏检测等。

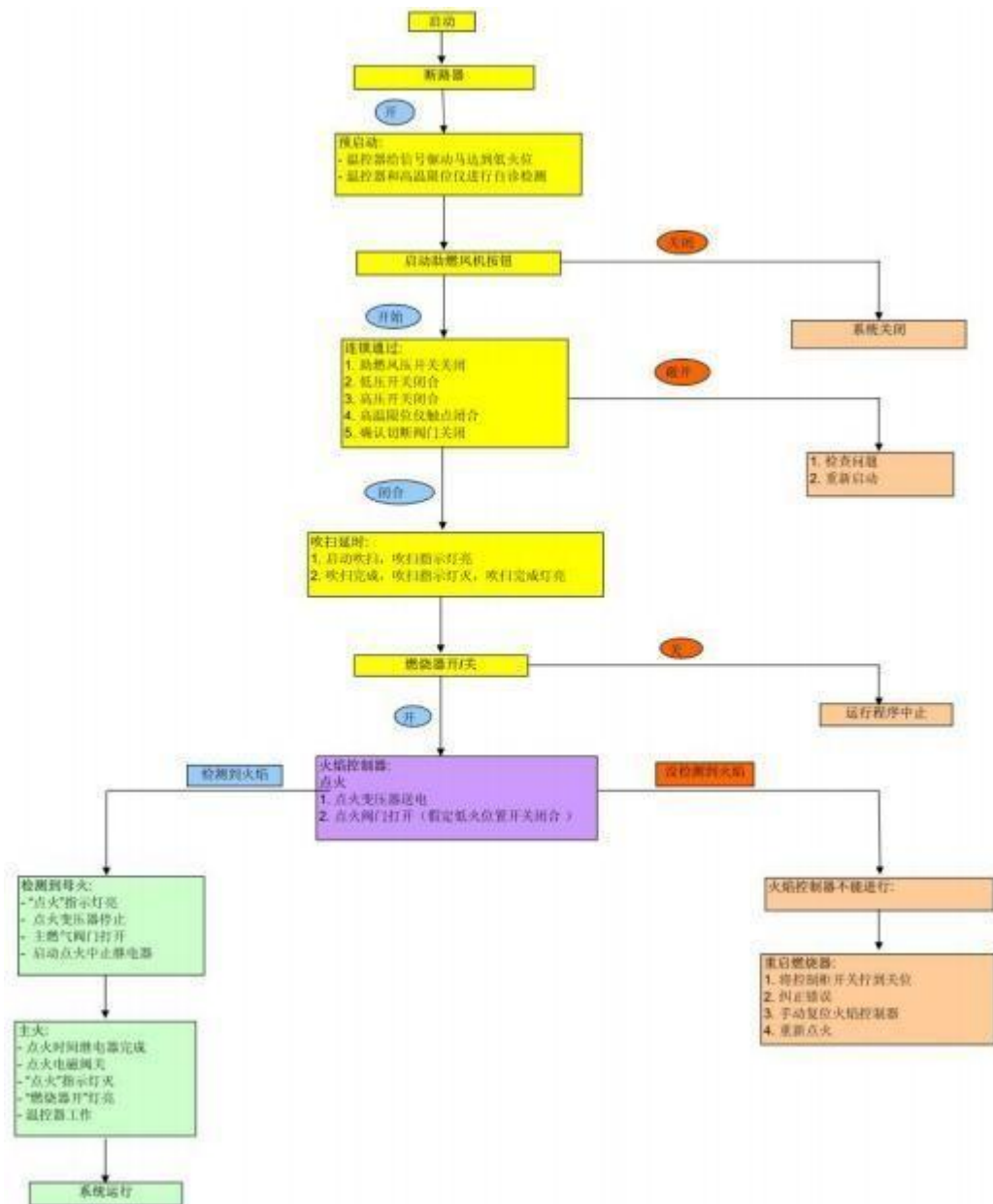


图 燃烧器启动步骤

1. 在燃烧器启动之前，先启动外部循环风机（工艺风）、助燃风机。
2. 打开控制柜主开关，此时控制柜处于通电状态，电源指示灯亮。
3. 燃烧器系统开始自检：检测内容有（外部风压，燃气压力，燃气高低温度）。如果正常，进行下一环节检测，如不正常工艺空气压力报警和高温报警。
4. 检测完之后进行外部安全检测，之后打开低压开关和高压开关，如压力过低或过高会自动报警。
5. 炉膛压力开关打开，同时进入了点火安全连锁检测装置，它全程检测点火前状态和运行状态，检测内容：混合空气压力是否打开→泄漏检测报警→低燃气压力报警→工艺风压

力报警→高压燃气压力报警→点火停止。如果一切检测正常，将进入预点火准备状态， 有一项没有符合标准，系统将停止点火。

6. 连锁检测完毕系统将进入预点火状态，同时系统又进入泄漏检测报警系统，如有漏气，系统马上报警停止点火。

7. 燃烧器进入预点火状态，低火位开关复位，高火位开关打开，点火程序控制器进入预点火时期，点火程序控制器进入吹扫过程时间为 60

秒，完成吹扫后，点火控制器进入点火状态，此时期为 3 秒。点火变压器启动，火花塞打火开始点小火。

8. 点火必须在 10 秒内完成，否则系统将锁死，要按“复位”使点火程序复位。点火完成后，点火变压器关闭，持续时间 5 秒。进入点大火状态，此

时两个关断阀打开，正常运行灯亮。8 秒后电磁阀关闭，点火程序控制器进入固化时间，点火失败的感应时间为 0.8 秒，13 秒后系统进入“运行”状态，温控表开始接收热电偶传感器上的温度信号控制伺服电机进行比例调节。

9. 系统进入正常工作模式。

(3) 蓄热体品牌：蓝太克

针对本项目废气中组分的特殊性，我司对本套 RTO 设备的陶瓷设计采用不同层次采用不同类型的陶瓷进行布置。我公司选用的陶瓷品牌为蓝太克或同等以上品牌，能够有效保证陶瓷的使用性能以及使用寿命。具体的详细说明如下。

此类陶瓷的特点具有比较光滑的外表面，能够有效减小酸性物质的接触面积，保证蓄热陶瓷的正常使用。并且蜂窝陶瓷采用 U 型凹槽结构，通过陶瓷的布置错层布置，能够更好地使废气在流动过程中重新布风，保证蓄热床各个区域气体流动均匀。



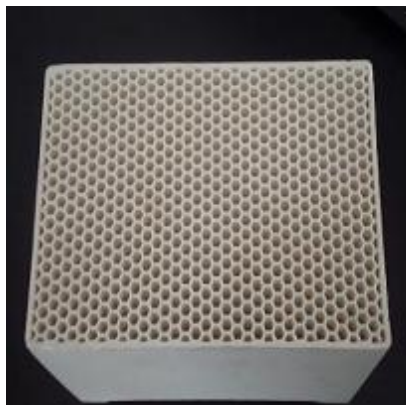


图 RTO 蓄热区下层采用 U 型槽设计

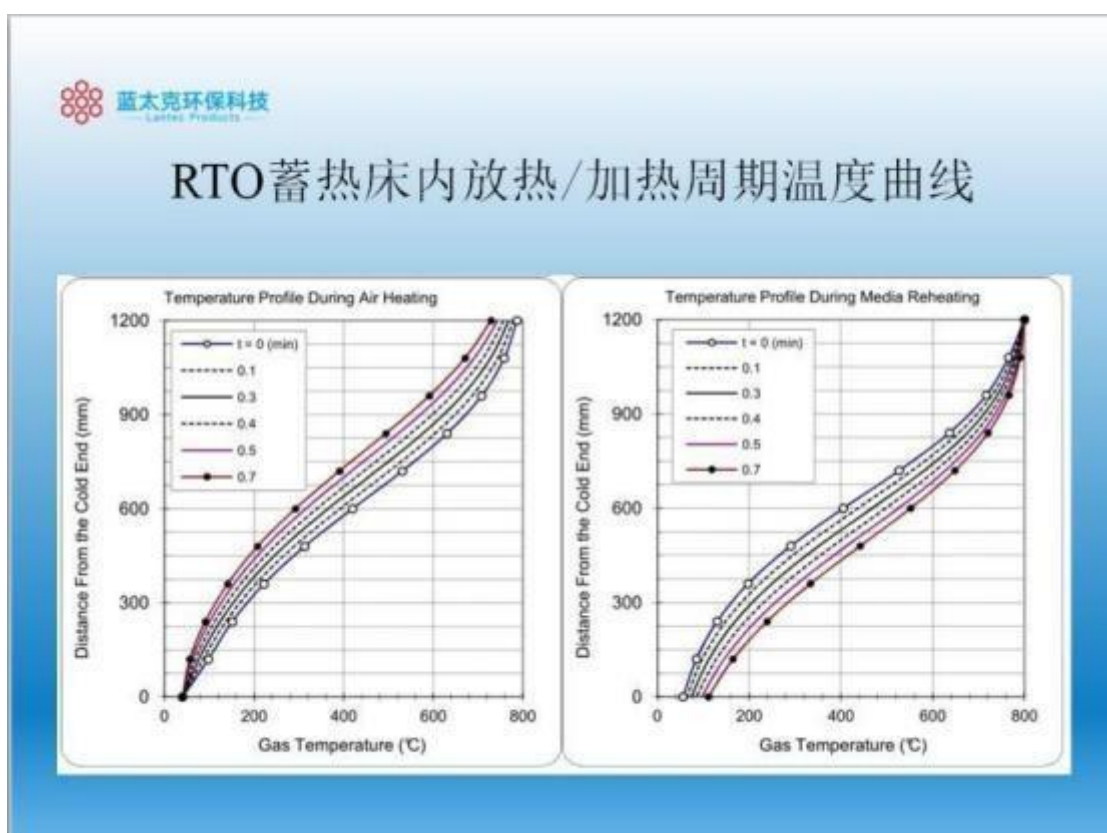
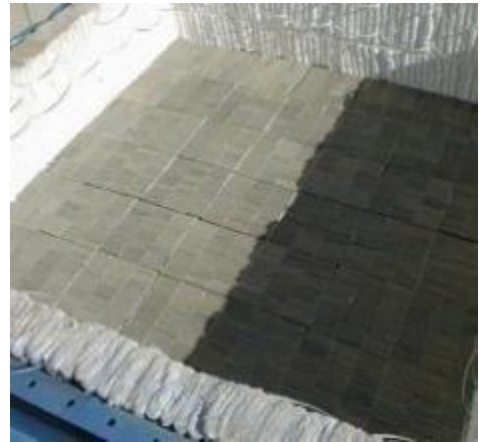


图 不同切换时间不同床层高度的温度

(3) RTO 内部保温

品牌：鲁阳

RTO 内保温采用抗高温 $\geq 1250^{\circ}\text{C}$ 的陶瓷纤维作为内部的绝热材料，陶瓷纤维容重 $\geq 220\text{kg/m}^3$ ，蓄热室保温厚度不低于 250mm，氧化室保温厚度不低于 300mm，外壁温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ，如果局部区域不能实现，设置防触碰保护装置。保温共三层，其中含两层陶瓷纤维毡及一层陶瓷纤维模块，陶瓷纤维模块内设置耐热钢骨架，用锚固件固定在炉体壳体上，耐高温陶瓷纤维外表面涂敷耐高温抹面。



(5) 阀门

RTO 主切换阀（风向快速切换阀）：由于风向切换阀门性能优劣对 RTO 设备的运行非常关键，因此系统中风向切换阀全部采用直推式盖板阀门（提升阀），阀门精度高，泄漏量小（ $\leq 1\%$ ），寿命长（可达 100 万次），启闭迅速（3s），运行可靠。

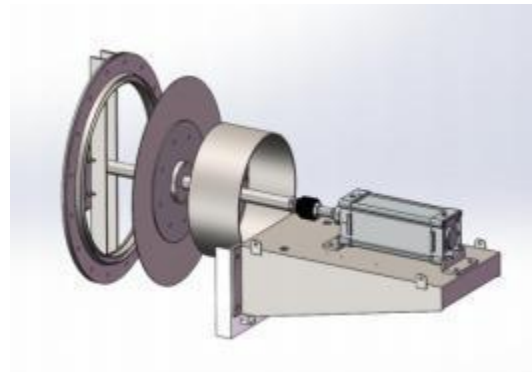
反吹风阀及补冷风阀：采用气动阀，启闭迅速（ $\leq 3\text{s}$ ），运行可靠。

气动阀门执行机构：

A、执行机构采用气动执行器，包括电磁阀和气缸，气缸为知名品牌，气动三联件采用优质产品，气动执行机构压缩空气压力为 0.4 ~ 0.6MPa。

B、各阀门均有限位开关，用以检测阀门的实际开关是否到位，确保系统运行安全。

C、每一个气动阀压缩空气入口安装一个过滤器和铜球阀。



(6) 其他

设备安装不少于 8 个检测点的温度传感器系统，当装置内温度高于设定值时，系统立即发出声光报警，提醒操作人员对设备进行检查，RTO 蓄热床上层及燃烧室温度传感器需采用双支热电偶并配置耐高温不锈钢护套；

实时监测蓄热室温度，超温时进行反向热交换；

移交到现场的装置是预先安装和检测好的模块，以确保现场的安装和调试工作量降低到最小；

在炉体进出口安装压差变送器，用来观测蓄热陶瓷的工作情况，是否有堵塞或者破损，出现异常情况系统给出报警信号；

道压力为负压；

RTO 炉膛须装有压差变送器，监测 RTO 炉内压力；

设定 RTO 出口高温烟气温度显示、记录，并设定高温烟气温度的上下限超温故障报警；

焚烧系统进口需设置 1 台爆炸极限检测仪器；

1.1.8. 风机

风机选用国内名牌优质北京总通风机，耐高温低转速，没有二次污染。是整个装置气流运转的动力源。配置减振台座及减振器。脱附风机电机防护等级 IP55、耐温 150℃。含全封闭皮带罩、减振器。净化风机前后设置压差开关，保护风机运行。

风机类型	型号	风量 m ³ /h	风压 Pa	功率 kw
主风机	5-51-11D	40000	3500	90
反吹风机	4-72	4500	6000	11
助燃风机	9-26	1200	8000	7.5

风机叶轮采用后倾机翼型叶片，曲线型前盘和平板后盘组成，经动静平衡校正，具有良好空气动力性和运转平稳的可靠性。

进风口制成整体，装于风机的侧面与轴向平行的截面为曲线形状，能使气体顺利进入叶轮，且损失小。

壳体材料表面经过特殊的工艺处理，油漆涂层粘附力强，内外表面油漆采用高品质油漆，抗老化性能强。

风机主轴承有良好的自动冷却与润滑装置，选用耐高温轴承。保证运转稳定、正常。且冷却介质补充、更换方便，但由于切割时产生的高温含尘空气与大量的室内冷空气相混合，烟气温度不会高于 80℃，所以风机主轴承不须采用耐高温进口轴承就可以保证运转稳定、正常。

排风烟囱尺寸的确定，取决于气流速度、及排放有害物质的浓度共同确定。排放风速 **15M/S**，排风烟囱直径 1000mm。

备注：排风风管采用镀锌钢板制作，角钢法兰联接。法兰联接处采用 8501 阻燃密封胶密封。排气筒高度应符合国家相关环保规定。

电控系统

废气处理设置控制系统采用 PLC 系统，具备设备工况监视、流程画面显示、参数显示、报警显示、自动连锁保护、接收数据软件、数据显示、数据传输、数据储存等功能，并设有紧急停车功能。

1.1.9. 供配电系统

1) 配电

电源由业主以电压等级为 380/220V 送至配电间的低压进线柜，容量满足生产需要并适当考虑备用。

2) 主要电气设备选型

采用安全可靠、性价比较高的仿威图控制柜。柜内采用漏电断路器、接触器、继电器等相应的组合，作为短路、过负荷及断相保护。户内外环境使用的开关控制箱具备防雨、防腐功能。



图 柜内 PLC 等原件

3) 电缆、电线选型及敷设

根据本工程环境特征，配电线路选用技术性能优越、载流量大、敷设方便的交联

聚乙烯绝缘、聚乙烯护套电力电缆，电线选用铜芯塑料电线。外部主要采用电力电缆直埋方式，室内采用沿电缆沟或穿硬管等敷设方式。

4) 安全接地

本工程对电气设备外壳和插座进行可靠接地。总电源进入后，做重复接地，接地电阻不大于 4 欧姆。工作接地、保护接地共享接地网。

1.1.10. PLC 自控系统

PLC 自动控制系统，对关键设备的运行状态、关键点的温度和压力进行监测，并进行自动记录，便于评估设备的运行情况；共设有送风单元控制、热氧化单元控制、安全应急控制、电路保护等控制单元。

控制系统装机预留 20%的余量以方便以后仪表控制的增补。

控制系统至少需设置三级权限操作，需要输入密码登录才能进行有关的操作。通过等级权限来区分操作人员、维护人员、程序设计人员等的操作范围，确保设备安全稳定运行。

1.1.10.1 系统原理

基于 PLC 系统采集的各类数据，如浓度监测、设备运行状态、温度压力等各类数据可在任何区域查看监控，并可通过广域网超远程监控各类状态，实用性有以下几类代表

- 1 、接入环保局监测实时浓度状态；
- 2 、接入总部服务器各类历史数据自动生成报表分析数据，优化系统运行以保证使用方最佳使用状态；
- 3 、同时工程师可远程运维设备，为使用方提供最直接快捷的售后支持。
- 4 、使用方维护人员不仅可通过工控机、工程师 PC 监控设备运行状态，还可通过移动终端如 PAD、phone 等随时随地的监控设备运维状态。

1.1.10.2 自控系统运行模式

整个系统主要有以下几种功能模式，无操作、手动检修、自动等四种模式可以实现相互转换。

无操作模式：系统开始工作之前，操作者要输入编号和密码登录。操作者登录前，控制系统处于停顿状态，处于无操作模式。在无操作模式下，现场控制盘的所有功能暂时不能工作。系统带电，但是不允许系统工作(例如非生产期间)。

手动模式：主要是在生产过程中以及维修和测试时使用，通过触摸屏的操作，可

以打开任意一台自控阀门和电机等。如果要使用手动模式，必须要输入主要负责人或管理员的权限密码才能使用。

自动模式：系统可以根据具体的情况在触摸屏上操作自动完成完整的工艺过程，过程工艺参数可以在触摸屏上修改。在触摸屏上输入操作员的权限密码即可使用。任何

时候和任何状况下，联动和报警状态一直在特定的页面上显示；联动和报警检查程序一直是运行的；急停按钮、控制模式选择按钮、所有的状态指示灯和操作终端界面始终处于活动状态。

设备在控制上将控制参数设置和报警参数设置区分开。提示信息 and 报警信息也要区分开。

1.1.10.3 主要控制点

PLC 自动控制系统，对关键设备单元的运行状态、关键点的温度和压力进行监测， 并进行自动记录，便于评估设备的运行情况；

共设有以下控制单元：

A. 进风单元的自动控制

当车间进行工作时，发出信号，系统自动将风机及入口阀开启，系统进入废气处理模式，风机采用变频控制。



图 自动控制原理

B. 氧化设备的运行控制

自动升温模式启动

正常运行，温度、压力及高温阀连锁控制；

1.1.10.4 应急控制

当系统出现温度、压力、阀门等报警时，系统会进行相应的连锁保护，当出现超高、超时情况紧急故障时，系统自动切换到应急状态。

1.1.10.5 数据传输性

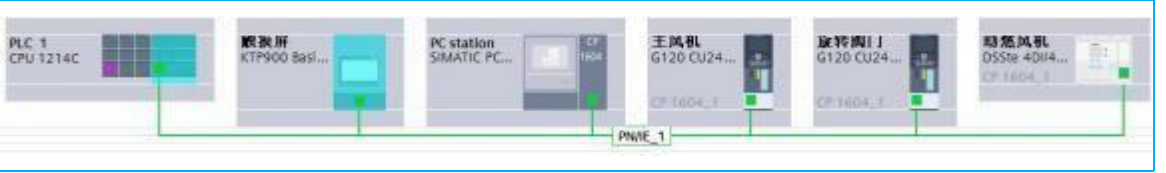


图 数据传输

通讯的物理层采用的是日常用的到电脑网线，便于日常的维护修理。以太网的网络协议可以顺利的加载卸载站点，不会造成死机，轻松的恢复通讯。控制网络采用 6 类网线，环形网络 PROFINET、Ethernet 协议。预留 RJ45 接头给中控制，支持 TCP/IP、MODBUS TCP 、PROFINET。

1.1.10.6 数据的记录

数据存储 LOG 日志记录：

方式一：设备现场 HMI 直接 U 盘生成报表记录

方式二：工控机 PC 端采集数据生成报表

方式三：远程服务器数据记录生成报表

采用更稳定、均匀的程序升温控制模式，延长保温材料及陶瓷的使用寿命。

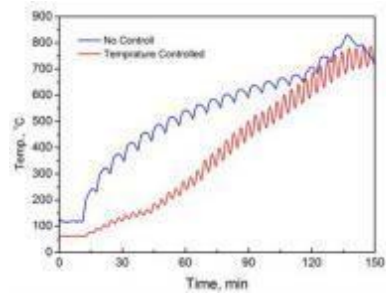


图 废气处理设备的升温曲线

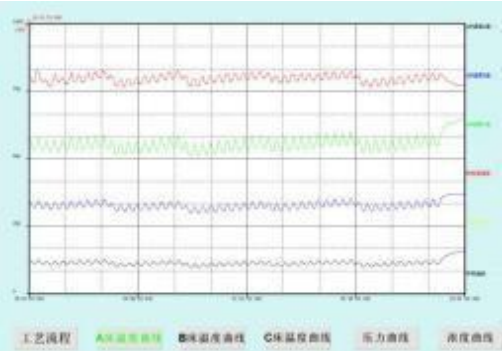


图 温度曲线记录图

1.1.10.7. PLC 自控系统特点

节能控制：设备启动、停止、故障等不同状态下，PLC 能够自动执行不同控制模式，最大化降低设备的待机能耗；

预警防护：设备温度、压力等控制点发生异常时，发出声光报警信号，并自动做应急处理；

协调控制：与生产线之间设置联锁，确保生产线和 CO 的安全运行，与生产线的状态信号进行接驳；

急停控制：设备 PLC 控制系统预留车间急停信号，作为设备控制优先等级的控制点；

记录功能：PLC 系统自动记录设备运行的关键控制点，在设备维护和使用过程中能够提供可靠数据支持；数据存储 LOG 日志记录，保存时间可达 6 月以上。

远程监控：基于 openVPN 的远程维护及监测解决方案，支持灵活的设备接入方式，如总部服务器、环保局监控 PC、远程维护支持工程师 PC、远程维护人员 PAD/PHONE 等手持设备实时的监控维护设备，以最快的响应速度来处理各种问题，解决了项目地点距离较远维护时差的问题；通过最高用户权限管理的方式来限制人员是否接入、接入的权限等级等。



1.1.10.8 智能点检

维护端设置好点检时间后，智能提醒维护人员下一步工作任务，点检维护使用手持终端与现场设备一一对比，不必在 HMI 与设备部件间往返走动；并自动生成关键数据报表，以便各项分析，防止设备点检遗漏以保证设备最佳运行状态延长使用寿命。



运行能耗篇

本套废气治理设备能耗运行费用按资源条件的不同，可分为电力消耗和燃料消耗，电力消耗主要来自于风机、电动阀门及燃烧器控制等设备单元，燃料消耗主要用于系统加热(补偿系统热损失)、系统运行。

1.1.11. 装机容量

表 设备装机容量汇总

名称		要求	装机容量	单位
电	RTO 主风机	380V , 50Hz , 3Phase	90	kW
	反吹风机		11	kW
	助燃风机		7.5	kW
	循环水泵		5.5	kW

	电控系统		3	kW
	小计		117	kW
压缩空气	阀门	0.5~0.8 MPa	24.38	m ³ /h
燃料	燃料	0.04~0.06MPa	130	Nm ³ /h

1.1.12. 正常运行费用核算

车间统喷时，系统内所有设备开启，即设备满负荷运行。

系统装机功率合计为 117KW。

压缩空气消耗量主要是三床切换阀开关，根据执行器厂家提供的数据，结合三床切换时间 120s 计算，每小时压缩空气耗量约为 24.38m³/h。

天然气主要来源于 RTO 补热，其消耗量和废气浓度相关，在系统统喷时废气浓度最高，RTO 不消耗天然气即可维持自运行。

则系统正常运行费用如下所示：

表 运行费用明细

时间	名称	要求	消耗量	价格 (¥/h)	单价
1h	电	380V , 50Hz, 3phase	117	117	¥ 1/kWh
	压缩空气	0.5~0.8 MPa	24.38	4.876	¥ 0.2/m ³
	天然气	0.04~0.06MPa	20	60	¥ 3/Nm ³
	合计		181.876		

备注：以上运行费用按照设备开动率 100%，即废气风量 40000m³/h，废气浓度 2200 (>1500) mg/m³，以上为理论计算，最终以实际运行数据为准。

设备涂装

设备所用型材在制造前进行预处理，外露钢结构表面采用喷丸除锈工艺，除锈等级达到 Sa2.5 级。

设备所选用的油漆适用上海长兴岛的气候条件，且质量高。按照国家标准进行施工及质量检验。

设备的表面涂二道环氧底漆、一道中间漆、二道环氧面漆，总膜厚≥200μm，面

漆颜色按招标方要求（待定），油漆按照国家标准进行施工及质量检验，使用寿命达到 10 年以上。

安全环保

系统有必要的硬件联锁，当系统关键部件发生故障报警时，系统应自动停车或进入相应的安全操作模式，以降低危险发生的概率；

系统发生故障时，会有声光报警（闪灯及蜂鸣器），声光报警末端安装在业主指定位置，便于操作人员及时注意到；

RTO 风机将废气导入 RTO 炉膛进行焚烧，一旦系统风机出现故障时，系统立即关闭燃烧系统、切断废气阀门、打开旁通风门对炉膛进行散热，给出报警信号，等待人工处理；

RTO 进口温度和出口温度检测，当入口温度出现异常时，系统立即切断废气阀门、关闭燃烧系统、停止系统风机、打开新风风门和旁通风门，系统进入自保护状态，给出报警信号，等待人工处理；

RTO 系统氧化室温度在线监测，当温度高于某一设定值时，系统立即发出声光报警，并且自动进入新风模式，提醒操作人员对设备进行检查；当装置内温度超过设定最高温度时，立即发出报警信号，同时自动切断原始废气和燃料供给，进入保护模式；

蓄热室温度检测，每个蓄热室安装有上下两个双支热电偶，检测蓄热陶瓷温度，一旦蓄热陶瓷温度出现异常情况（比如高于炉膛温度），系统马上给出报警信号，并且切断燃烧系统及废气阀门，使系统进入降温模式；

RTO 安全阀须合理配置，避免燃料未燃烧而进入炉膛，防爆阀要求能够瞬间泄压；

在系统开机时或者系统点火之前有一个系统清扫过程，可以清扫系统内残留的有机废气和燃料，以避免点火时发生爆炸；

RTO 所有风门都配置开关限位，当风门没有开到位或者没有关到位，系统则给出报警，如果风门影响系统运行，则系统立即进入安全保护模式；

燃烧系统具有点火前的预吹扫、高压点火、燃烧监测、熄火保护、超温报警（超

温切断燃料供给）和燃料高低压力报警等自动功能；

粉尘、高温、辐射、噪音等影响职业健康的因素，必须控制在国家相关标准之内， 同时在设计中应有体现，并明确防护措施或方案；

机械、起重、爆炸和触电等危险源，必须在相应部位或区域设置警示标志和注意事项，并提供相应的防护措施；

现场施工做到场地的清洁，遵守招标方 5S 及现场安全管理的要求；

乙方应有完善的施工组织管理体系，其中现场项目负责人应具有丰富的从业经验（中级工程师以上）并具有相应的上岗证书；应配置专职的项目安全管理人员并具有相应的上岗证书；

乙方在投标时，须对设备的安全运行系统进行说明，提供系统安全设计方案，尤其是相关特殊的设计或控制措施；乙方投标时须提供设备安装调试阶段的高风险项目安全预案，预案中要体现安全措施费用及人员配置；

在工程施工时，乙方对所有的施工、制作和储存区域必须提供足够的消防、防护等设施，以确保安全，并对自己员工的安全负责；

所有的安全说明书及安全标志须用国际通用符号标识，或用中文标识，在设备装运时，所有安全标志须由乙方贴好；

乙方使用的所有设备材料不得含有硅酮；

乙方在安装现场施工时，必须严格遵守招标方制定的安全、防火规定和其它规章制度，遵守国家各项安全制度，并制订安全预案，文明施工，如因乙方施工不遵守规章制度而造成的各种损失由乙方负全责；

所有仪表及管道校验、检漏、除油、耐压等试验的费用由乙方负责承担，仪表出具计量单位相关校验报告（第三方检测单位需由招标方确认）及出厂合格证，管道检漏出具相关报告，招标方配合检测验收，所有校验报告及合格证作为验收的一部分；

工程界面及职责

招标范围内有明确责任分工的，根据招标范围要求执行；

系统内所有隐蔽工程应提前通知监理单位验收；所有设备材料进场应提前报备监理单位验收；压缩空气、天然气管道等气密性检测需提前报备监理单位；

各工位设备的焊接接地由乙方负责；

设备安装需要用到的所有设备（包括起重设备）工具、仪器等，均由乙方负责；所有使用设备工具及仪器的年检证书均应按要求上报监理单位；

本项目明确工程责任范围如下表所示：

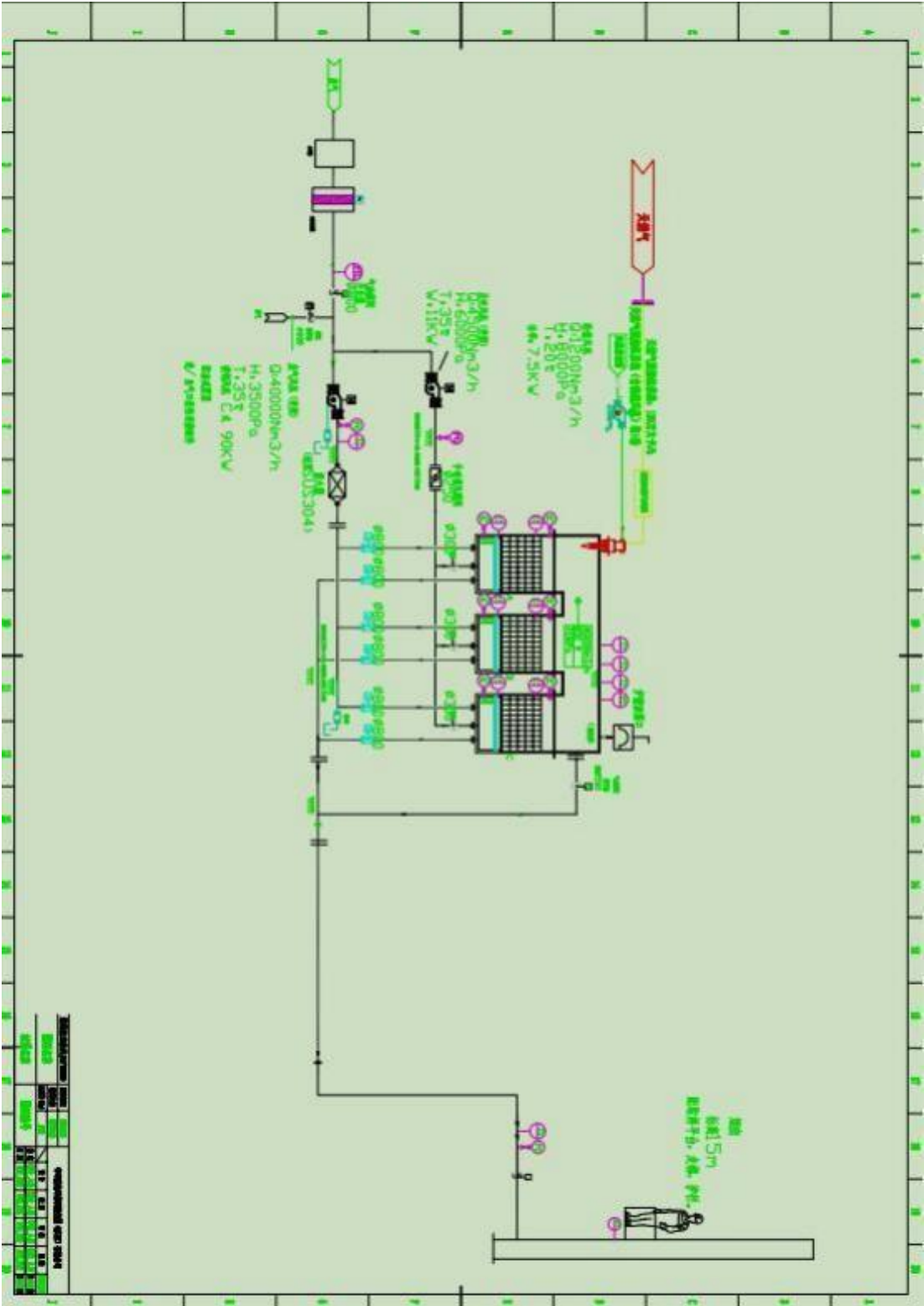
表 废气治理项目工程界面

编号	工作内容	范围		备注
		甲方	乙方	
一	设计初始阶段			
1	废气排放参数，排放特点及设备运行时间	●		
2	废气处理装置供货范围需求确认	●	●	
3	废气处理设备验收标准	●		乙方提供参考
4	项目实施地点信息（设备布局摆放及要求）	●		
5	公用工程消耗需求		●	
6	系统流程图（P&ID 图初稿）		●	
7	设备清单		●	
8	设备三视图（初稿）		●	
9	技术方案		●	
二	执行设计阶段			
1	系统流程图（P&ID 图执行稿）		●	乙方设计， 甲方确认
2	设备三视布局图（执行稿）		●	乙方设计， 甲方确认
3	设备地基基础设计需求图		●	
4	公用工程消耗清单（执行稿）		●	乙方提供， 双方确认
5	尾气管路的设计要求		●	
三	设备制作阶段			
1	设备制作进度安排表		●	
2	设备加工制作		●	
3	设备预组装及内部配管		●	
4	设备喷涂防腐		●	
5	设备包装		●	
6	设备物流运输		●	
四	项目安装阶段			
1	公用工程配套：天然气、压缩空气接至我方设备预留接口处。	●		

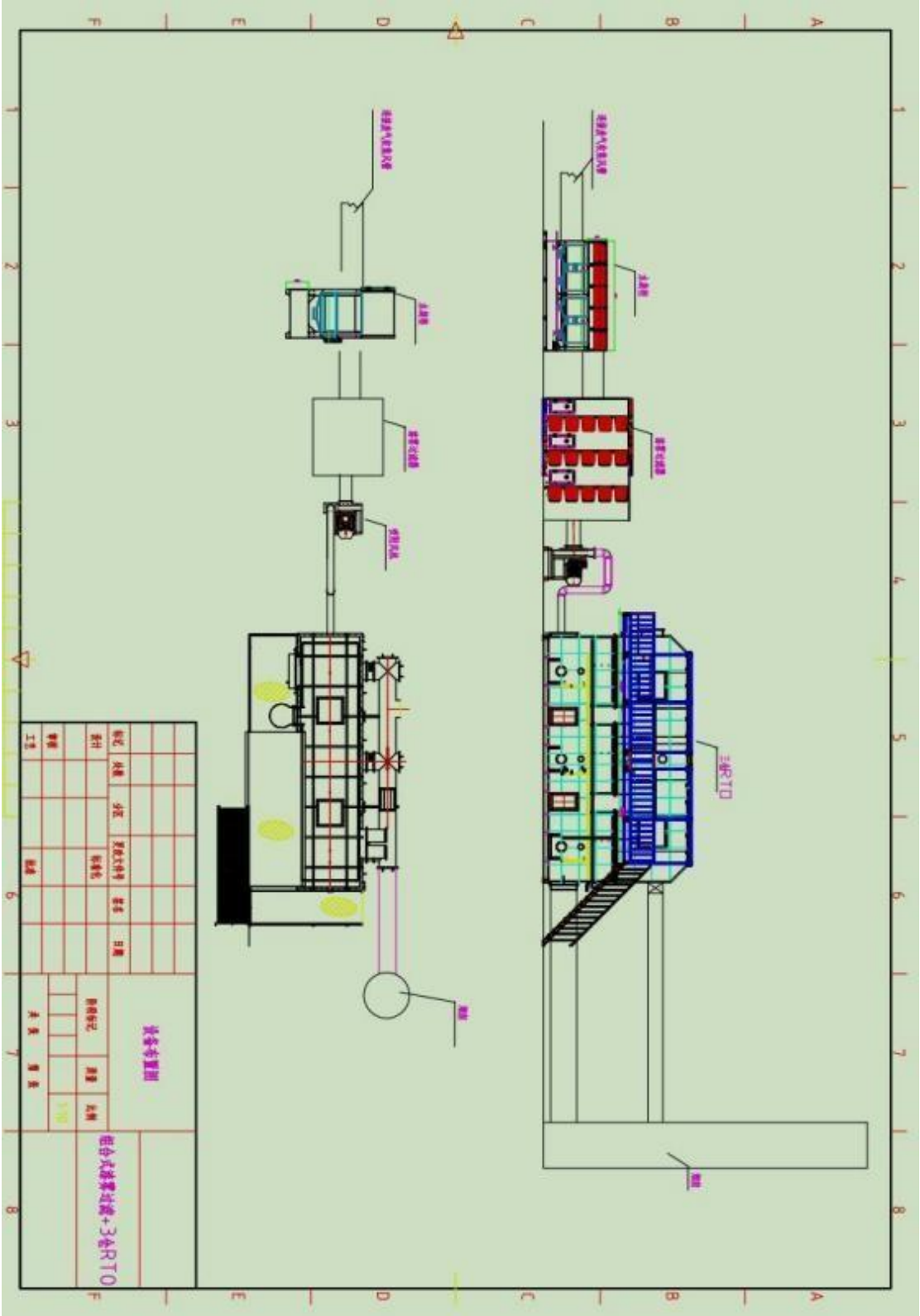
2	主电源由甲方接至我方主控柜预留处。	●		
3	VOC 治理设备内部电气完整性施工		●	
4	VOC 管路预留及现有设备拆除	●		乙方提供拆除明细
5	设备地基基础	●		设备入厂前 15 日完成
6	VOC 设备系统电气控制房及空调		●	设备周边 5 米范围内
7	VOC 设备内部静电连接		●	
8	VOC 设备静电接地预埋件及导接	●		
9	VOC 设备避雷及消防		●	
10	VOC 设备照明		●	
11	VOC 设备室外管廊	●		乙方提供载荷要求
12	现有废气处理设备的拆除	●		乙方提供拆除要求
五	设备调试阶段			
1	系统单机试车	●	●	依据试车标准，甲方需委派甲方试车代表与我方同步进行试车工作
2	系统联机试车			
3	系统化工试车			
4	系统调试过程中所需要的耗材		●	
六	设备验收			
1	设备材质及规格品质验收	●	●	甲乙双方配合进行
2	空载试车联动验收	●	●	
3	第三方检测		●	
4	整机性能验收	●	●	
七	交付使用			
1	系统培训	●	●	
2	交工资料交付		●	
3	系统使用说明书		●	
4	备品备件清单		●	
5	易耗件清单		●	
6	设备单体图纸		●	
7	设备外购件清单及相关资料		●	

附件

PID 图



设备布置图



有机废气处理（沸石转轮）

缩写与定义

缩写

缩写/简称	解释
m ³ /h	气体流量，立方米/时
Nm ³ /h	在一个大气压(1,013 mbar)和 273.15 K(0 °C)的标准状态下干燥气体流量
mg/m ³	污染物的质量浓度
Ppm	污染物的体积浓度，一百万体积的空气中所含污染物的体积数
PM	颗粒物
NMHC	非甲烷总烃，在本报告中其仅限于 GB16157 的定义
NM-THC	非甲烷总碳氢，采用 FID 方法测得的挥发性有机物
VOCs	挥发性有机化合物
TVOC	总挥发性有机物，在本报告中其仅限于 GB50325 的定义
ND	没有获得数据
GB	中华人民共和国国家标准
HJ/T	中华人民共和国环境保护行业标准

国际单位制（SI）单位

单位（英文）	单位（中文）	单位转换
G	克	10 ⁰ g
Kg	千克	10 ³ g
T	吨	10 ⁶ g (1,000 kg)
Mg	毫克	10 ⁻³ g
μg	微克	10 ⁻⁶ g
M	米	
m ²	平方米	
hm ²	公顷	10 ⁴ m ²
m ³	立方米	
kJ	千焦	10 ³ Joule
MJ	兆 焦	10 ⁶ Joule
Pa	帕斯卡	
kPa	千帕	10 ³ 帕
H	小时	

非国际单位制（SI）单位

单位	转换关系
加仑	1 gal = 0.1337 ft ³ = 0.0038 m ³
磅	1 lb = 0.4536 kg
英寸	1 in = 2.54 cm = 0.0254 m

第一章：项目总述

1.1 、项目概述

本项目废气来源为船厂喷漆车间，风量为 1 套 100000m³/h ，温度为 30℃ ，主要污染成分是二甲苯和甲苯等，采用干式过滤+转轮+CO 进行处理，使系统处理达标排放。

1.2 、设计指导思想

- 1) 我司严格执行国家和行业的相关标准、规范，采用成熟、先进的技术、装置、工艺，流程设计力求合理可靠、废气燃烧完全，防止有害物质对人体造成伤害，确保废气净化系统建设和运行安全，系统可靠不泄露，同时考虑运行的经济性、合理性。废气净化装置本身是把有害的废气通过热力氧化将其变成无害的物质，使废气排放达到国家的环保标准，不产生二次污染。
- 2) 装置的工艺设备在设计、制作及验收都严格执行国家相关的标准规范，在设计理念和制造质量上均达到国内、外先进水平。通过废气净化装置把有害的废气分解掉，VOCs 排放浓度≤50 mg/m³，实现了生产车间废气排放的无害化与减量化处理。
- 3) 确保工程的稳定可靠性及良好经济性，减少日常维护和维修工作量，改善工人操作条件。
- 4) 装置的总体设计要基本实现一体化、露天化、轻型化、社会化和国产化的“五化”原则。

1.3 、设计范围

1、工作范围

- 1) 本项目我司工作范围包括：项目的勘查设计，收集管道设计及制造安装，设备采购及制造， 安装施工，调试，试车，培训，售后服务；
- 2) 主体设备的供货：过滤器、沸石转轮、CO 系统、风机、控制阀门及仪表等；
- 3) 配套设施的供货，支架，防雨棚等；
- 4) 电控系统的供货，含配电柜，PLC 控制系统，编程，系统内部控制线、动力线，桥架，穿线管等；
- 5) 提供物联网远程系统的供货，调试；
- 6) 系统内部公用工程的供货， 由我司负责区域内的公用工程；

2、业主方工作范围

-
- 1) 提供压缩空气、水等送入系统界区内，动力电接入我方的总配电柜内，甲方负责配电间配电柜的整改，具备接电条件；
 - 2) 提供安装期间的电力、压缩空气等能源的供应，并配合我司完成设备的安装调试等工作；
 - 3) 提供 CO 设备区域控制室的建造，配置空调，配合我司货物的卸车及提供储物空间；
 - 4) 协助配合我司完成项目设计，安装，调试工作。
 - 5) 负责安评、第三方检测及费用；
 - 6) 设备基础及相关土建；
 - 7) 烟囱
 - 8) 为设备运输开辟道路。

1.4 、设计、制造、检验过程中所遵循的主要标准、规范

GB16297-96《大气污染物综合排放标准》

DB32/4041-2021《江苏省大气污染物综合排放标准》

YJB273-96《涂装设备焊接标准》

YJB307-95《涂装设备制造、安装验收标准》

TD298《涂装设备电气装置制造、安装及验收通用技术标准》

GB20101-2006《涂装作业安全规程、有机废气净化装置安全技术规定》

GB4208-2008《外壳防护等级（IP 代码）》

GB7691-87《涂装作业安全规程、劳动安全和劳动卫生》

GB12942《涂装作业安全规程、有限空间作业安全技术要求》

GB4272《设备及管道绝热技术通则》

GB50056《通用用电设备配电设计规范》

JGJ46-88《施工现场临时用电安全技术规范》

GB50150《电气装置安装工程、电气设备交接试验标准》

GB50236《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》

GB50683-2011《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》

GB50185《工业管道绝热工程施工质量验收规范》

GB150《钢制压力容器》

GB50057-2010《建筑物防雷设计规范》

GB19517《国家电气设备安全技术规范》

GB50231《机械设备安装工程施工及验收通用规范》

GB50034《工业企业照明设计标准》

GB3836《爆炸性环境用防爆电气设备》

GB/T15911-1995《工业电热设备节能监测方法》

GBJ87-85 《工业企业噪音控制设计规范》
GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》
GBZ1-2010 《工业企业设计卫生标准》
HGJ34-90 《化工设备、管道外防腐设计规定》
HG20538《衬塑(PP、PE、PVC)钢管和管件》
GB/T8163-1999 《输送液体用无缝钢管》
GB4053.1-93 《固定式钢直梯安全技术条件》
GB4053.3-93 《固定式工业防护栏杆安全技术条件》
Q/BQB203 《管道、容器、设备结构用无缝钢管》
Q/JDT026 《色标规范 生产区设施及设备着色》
JIS G3454 《压力设备用碳钢管》
JIS G3455 《高压设备用碳素钢管》
《工业设备抗震鉴定标准》（试行）
GB50243-2002 《通风与空调工程施工质量验收规范》
GB50275-2010 《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》
GB3095-2012 《环境空气质量保证》
GB/T5226.1-2002 《工业机械电气设备通用技术条件》
GBJ232 《电气装置安装工程施工及验收规范》
GBJ54 《低压配电装置及线路设计规范》
GB50058 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》
GB50217 《电力工程电缆设计规范》
《中华人民共和国环境保护法》

备注：所提供的设备、材料和服务遵守以上标准的最新修改版本和所有其它适用的标准（以最新在执行标准为准、标准要求重叠时以最严格条款为准）

1.5 排放标准

处理后的废气气体执行江苏省《大气污染物综合排放标准》（DB32/4041-2021）具体见下表:

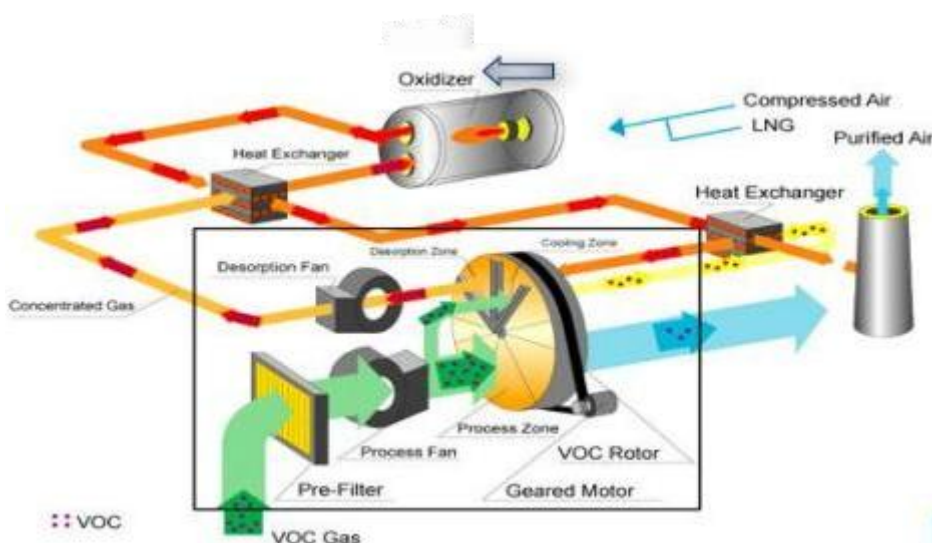
序号	污染物	最高允许排放浓度 (mg/m³)	最高允许排放速率 (kg/h)	排气筒 (m)
1	非甲烷总烃	50	3	15
2	二甲苯	484	2.5	15

第二章：工艺流程描述

2.1 、浓度设计依据

本项目废气来源为船厂喷漆车间，风量为 1 套 140000m³/h，1 套 100000m³/h，2 套 80000 m³/h，温度为 30℃，主要污染成分是二甲苯和甲苯等，设计浓度按照 700mg/m³，采用干式过滤+转轮+CO 进行处理，使系统处理达标排放。

2.2 、工艺技术选择



废气处理工艺流程图

v 流程描述：

含 VOCs 废气处理工艺建议：干式过滤+沸石转轮+CO（催化氧化燃烧装置）

1、废气经管道收集后汇总后，经干式过滤和沸石转轮浓缩，浓缩后气体进 CO 炉氧化燃烧，达标后排放；

2、预处理设计 G4/F5/F7/F9 过滤，以去除 99%以上颗粒物杂质，保护后端转轮；

3、转轮脱附温度来源于炉膛废气换热，经换热器换热，预热即将进入 CO 炉的废气，节约能耗。

详细的 P&ID 图请见附件 1。

根据工况特点，车间废气通过过滤+转轮+CO 作为主体工艺进行处理。具体环节工艺介绍如下：

预处理干式过滤工艺：

进入沸石转轮的废气颗粒物浓度需要小于 1 mg/m^3 。为了防止粉尘颗粒进入沸石转轮区域，本项目在分子筛转轮前端设有四级过滤，去除废气中的漆雾、漆渣等，过滤等级分别为 G4、F5、F7、F9，不同等级过滤器为模块化设计，组装更换滤器滤袋方便。每级过滤器前后设置在线压差变送器，能够监测每级过滤器压差数值，保证废气处理系统正常、安全、稳定运行。当过滤系统压力达到设定报警值时，报警系统发出报警信号，提醒操作人员更换滤材。

沸石转轮浓缩工艺：

采用沸石转轮将大风量低浓度的有机废气浓缩成小风量高浓度的废气，从而减少后续 CO 装置的建设成本和运营成本。本方案拟将废气浓缩 10 倍，浓缩后的废气经过 CO 装置进行处理，处理后的废气达标排放。废气通过转轮内的沸石分子筛，有机成分被吸附，通过系统主风机（变频）将干净尾气排入大气。吸附器为盘式转轮，沸石转轮可提供大量的气体接触沸石的表面积，转轮持续以每小 1~6 转的速度旋转，轮内 VOCs 被浓缩成饱和区、再利用热交换器及加热器提供的热流(约 200°C)来进行脱附，脱附完成后旋转至冷却区，抽取部分废气冷却转轮至常温，再旋转至吸附区。

CO 正常运行工艺：

利用 CO 的高温烟气和脱附气换热后达到 $180\sim 220^{\circ}\text{C}$ 左右，将转轮吸附的 VOC 脱出，转轮浓缩后的高浓度废气和烘干废气进入 1 个 CO 进行处理，焚烧系统中温度维持在 $280^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ ，燃烧废气在焚烧系统中停留时间不低于 0.75s，燃烧废气中 VOC 的去除效率 $\geq 98\%$ 。

2.3 、系统性能指标

序号	参数名称	指 标
1	过滤器设计参数	$140000 \text{ m}^3/\text{h}^*1$ ， $100000 \text{ m}^3/\text{h}^*1$ ， $80000 \text{ m}^3/\text{h}^*2$
2	CO 设计风量	$14000 \text{ Nm}^3/\text{h}^*1$ ， $10000 \text{ Nm}^3/\text{h}^*1$ ， $8000 \text{ Nm}^3/\text{h}^*2$
3	废气设计浓度	喷涂车间 700 mg/m^3
4	废气主要成分	二甲苯，乙苯，甲苯等

5	CO 燃烧室温度	280℃~350℃
6	停留时间	≥0.75S
7	VOCs 处理效率	CO≥98%
8	电加热最大输出功率	900kw* 1 ， 600kw* 1 ， 480kw*2
9	能源类型	电
10	排气高度	15 m
11	压缩空气需求	压力 0.5~0.7 Mpa, 除油除水仪表气
12	喷淋自来水要求	~0.2 Mpa
13	电力要求	380V/3-50Hz, 三相五线

第三章：设备及配套设施描述

3.1 过滤器简介

3.1.1 G4 过滤器

第一级 G4 防静电过滤器为丢弃折叠式空气滤网，材质为合成纤维或棉与合成纤维混纺，并折叠成 W 型以增加过滤面积，与金属支撑网贴合，外框材质可选用金属框。初效滤网符合 ASHRAE52.1-1992 标准。初效滤网需定期更换，周期视颗粒或液滴质量浓度而定。



3.1.2 F5 过滤器

设置 F5 防静电干式漆雾过滤器，捕集 1~5um 颗粒灰尘及各种悬浮物，净化效率达到 99%。过滤器结构示意图：



过滤器框架使用铝框制作，过滤器室框架及地板采用满焊结构，确保无泄露，不漏风，所有废气都经过过滤袋。滤料采用超细合成纤维，逐渐加密制造工艺，初阻力低，容尘量高，

耐湿度强。

3.1.3 F7 过滤器

第二级 F7 防静电干式过滤器，捕集 1~5 μ m 颗粒灰尘及各种悬浮物，净化效率达到 99%。过滤器结构示意图：



3.1.4 F9 过滤器

设置 F9 防静电干式漆雾过滤器，捕集 $\geq 0.5\mu$ m 颗粒灰尘及各种悬浮物，净化效率达到 99%。过滤器结构示意图：



F9

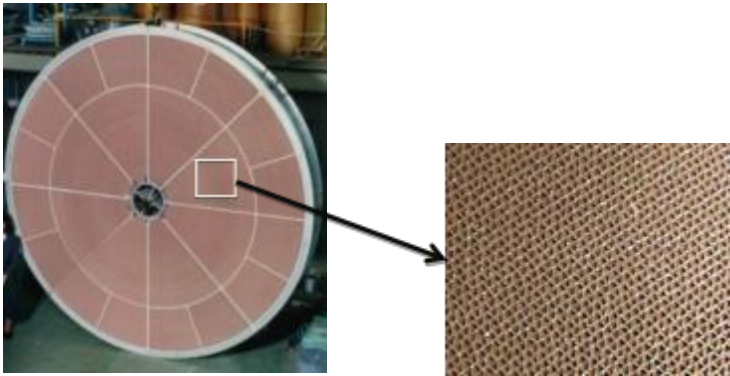
3.2 沸石浓缩转轮选型

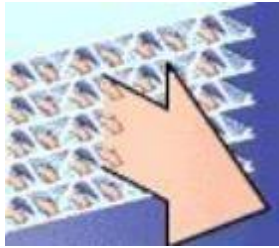
项目	转轮设计参数	单位
风量	140000, 100000, 80000	m ³ /h
VOCs 浓度	700	mg/m ³
转轮脱附温度	180~220	℃
浓缩后废气浓度	~7000	mg/m ³
转轮型号	Φ4200-500 , Φ3850-500 , Φ3550-500	mm
浓缩比	10:1	

废气经过滤后进入到沸石转轮吸附。沸石转轮分成三个区域：吸附区域，有机气体被吸附在蜂窝沸石中，洁净气体排出；脱附区域是用高温加热，将气体中的 VOCs 在高温下挥发出来；冷却区域，将常温废气通过转过来的高温区域进行冷却，产生的气体通过与换热器换热至 200℃ 进入脱附区域，形成脱附气体，进入 CO 催化氧化进行处理。

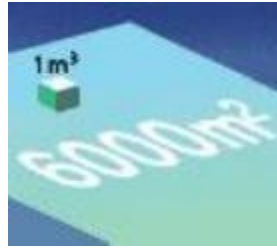
此项目的浓缩转轮采用先进技术及产品，VOCs 被转轮表面的疏水性沸石吸附材料吸附在表面，然后通过高温气流进行脱附，沸石吸附材料填满在皱褶的无机陶瓷纤维上形成沸石转轮。沸石转轮是由无机陶瓷纤维做成蜂巢状的设备，在蜂巢结构的内部充满了疏水性沸石吸附材料，吸附材料的选择与孔径的大小是专门为当前系统和未来的系统而设计的。沸石吸附材料的特点在于在转轮上均匀的分布很容易辨认的微小细孔，以便于提供低入口浓度高吸附能力和高吸附容量的能力。无机化学材料可以抵抗高温，化学性质不活跃，不可燃并且可以耐强酸。当沸石转轮用于处理 VOCs 时，其疏水性和不吸附水的特性，同时也不会催化裂解。

蜂窝结构特点：





空气阻力低

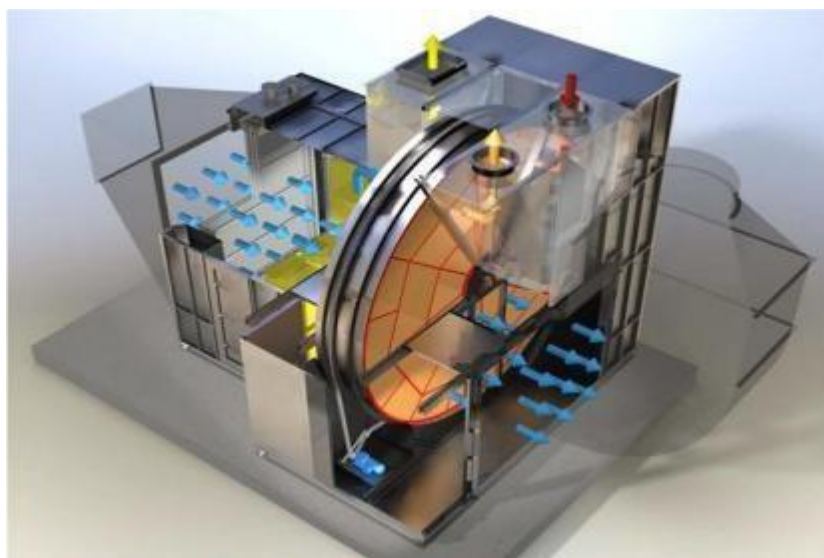


比表面积大



轻而坚固

转轮安装在箱体内，此箱体分割为吸附区，脱附区以及冷却区，每个区域都保持气密，这样转轮的每个部分均可以连续地从吸附区旋转到脱附区，然后旋转到冷却区，最后又旋转回吸附区完成一圈的旋转。



脱附系统：随着转子旋转，含有 VOCs 的吸附材料部分进入脱附区，该区由一特殊密封将其与吸附区隔离，一小股热脱附气流通过吸附材料，高浓度的 VOCs 从吸附材料中被析出。

冷却系统：已脱附的那部分热的室体随着转轮旋转进入冷却区，冷却气体流经吸附材料，当该材料离开冷却区时，其吸附能力恢复。

吸附于浓缩转轮中的 VOCs，在脱附区经热风处理而被脱附，而浓缩转轮在冷却区被冷却，经过冷却区的空气，再经过脱附热风装置换热至指定温度作为再生空气使用，达到节能效果。

3.2.1 沸石转轮设计原则

- λ 在正常的维护保养下，转轮的使用寿命为 40000 小时以上；
- λ 沸石转轮浓缩系统温度在线监测，并原始废气和与电加热供给连锁：

-
- λ 转轮箱体的断面风速控制在不超过 2.5 m/s 内；
 - λ 箱体整体采用碳钢材料，强度足够，不会产生任何漏风现象；
 - λ 检修门框密封材料采用 EPDM 及以上材质，耐高温材质；
 - λ 检修门上配置玻璃观察口及检修口；
 - λ 配备吊耳和支撑座便于吊机运输、安装及运行维修；
 - λ 转轮配置消防喷淋等系统，以确保运行的安全以及延长转轮的使用寿命，当脱附温度高于设定值时，系统立即发出声光报警，并且自动开启降温装置，提醒操作人员对设备进行检查；

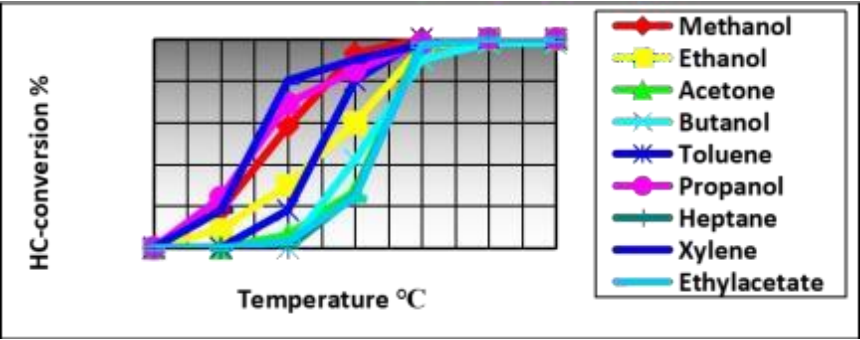
3.4 CO 炉及催化剂的选型

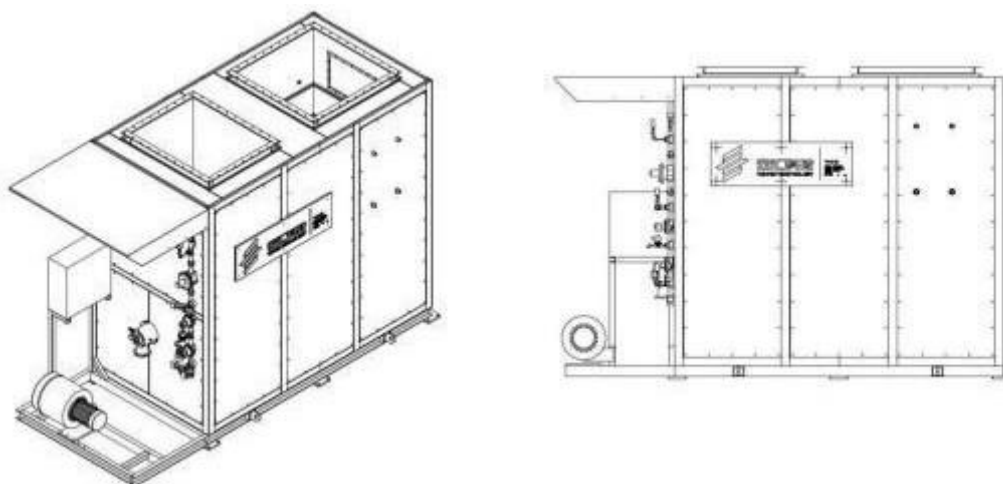
项目	催化氧化装置	单位
CO 炉设计风量	14000 ， 10000 ， 8000	Nm ³ /h
能源	电	
功率	900 、 600 、 480	Kw
工作温度	280~350	℃
燃烧室停留时间	0.75	S
净化效率	≥98%	
催化剂	铂钯贵金属催化剂	
保温	外保温，硅酸铝保温棉 250mm	
系统压降	<1500	Pa

经脱附的气体已形成较高浓度的有机气体，通过催化氧化分解后形成二氧化碳和水，达标排放。同时催化氧化产生的热量可降低系统辅助燃料消耗量，当到达一定的浓度时，氧化释放的热量不仅能满足 CO 自身运行需求，同时可为脱附系统提供热量。

在系统运行期间，系统废气中的 VOCs 经过沸石转轮浓缩后，降低废气风量，增加废气浓度，然后进入 CO 系统处理，最终被氧化成二氧化碳和水。

CO 氧化炉内部通道为 SUS304 不锈钢，外部采用硅酸铝保温棉结构，采用铂钯贵金属催化剂，并将催化剂涂覆在金属床层上，经加热后，使氧化炉腔室内的温度高于其氧化温度。将废气按照管道方向通入腔室内，PLC 控制设备压力温度调整，从而有效控制系统处理效率，常见 VOCs 在 Pt、Pd 催化剂作用下，氧化温度一般在 280~350 ℃ 之间，处理效率可以 ≥98%。





CO 系统由加热系统启动，并在一个减压气流速率条件下加热。出于安全原因，CO 只能在带有新鲜空气条件下启动和关闭。该系统专为高热效而设计，可最大程度降低加热器的能量损耗，废气中带有的 VOCs 可为氧化过程提供额外能量。得益于浓缩后的高 VOCs 浓度，CO 炉内氧化反应放热，过程余热能在绝大部分时间提供自热运转所需的能量，而无需或少量消耗能源。在自热运转过程中，加热器系统可自动关闭。

CO 系统处理效率能够保证 98%以上，主要是因为系统使用的贵金属催化剂以及专利的催化剂载体结构设计，不仅降低了化学反应温度，同时也加快了系统的反应速率，反应时间只要 0.75 秒，以上设计保证了 VOCs 在 CO 系统内能够快速完全反应，保持较高的处理效率。

3.5 换热系统

3.5.1 材质选择

CO 炉在前端浓度波动情况下炉体温度可达 600℃以上，常规碳钢型材的管式换热器难以满足其耐温要求，如果采用不锈钢材料，管式的造价会很昂贵，经济性不高。本项目选用 套筒和板片相结合的形式，全部采用全不锈钢，并分段式设计，合理设计，降低成本。

3.5.2 高温膨胀问题的解决

不锈钢温度升高时，钢材会有相应的伸长，在一定的伸长量下，现有的气体板式换热器 可能会发生设备严重变形，堵塞气体通道，设备阻力大幅度上升，焊接处发生拉裂而发生漏 气，从而使设备不能正常使用。为解决该问题我们主要从以下几点来克服高温条件下的热膨 胀：

(1) 采用特殊的焊接支撑点结构，设备压力达到 30 KPa 时，设备还可以保持完好的通道。

(2) 用弹性结构解决热膨胀问题，设备采用疏导热膨胀的理念进行设计，每个可能发生热膨胀的部位均设计为弹性结构。

(3) 合理设计气体分布，尽量使冷热气流在通道里均布，减少高温死角的出现，避免局部拉裂。

(4)在温度有可能高于 500℃工况下，采用套筒+板换的组合形式，充分利用辐射热和对流热，设备安全性也大幅提升。

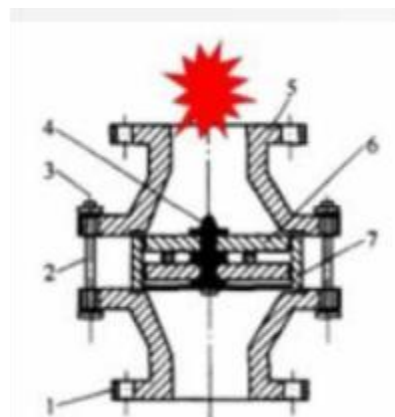
3.6 LEL 浓度检测仪



系统可选取红外传感型 LEL 检测仪器，采用进口设备，检测仪反应时间 $T_{90} < 4s$ ，反应时间迅速。设计当 LEL 检测仪检测到 20%LEL 时，PLC 系统开始报警并启动程序对浓度进行稀释保护；当 LEL 检测仪检测到 25%LEL 时，系统导入阀门切断，应急阀门打开，废气从应急出口排出，CO 启动新风冷却系统。

3.7 阻火器

催化氧化炉前端设置阻火器（回火防止器）。阻火器可以将车间系统和 CO 废气治理系统隔离，阻挡催化氧化炉的回火，亦可阻挡废气管道火焰传播影响 CO。阻火器只允许废气通过，可抑制火焰的传播。



阻火器的主要元件是由金属波纹带制成，成螺旋形的绕卷的薄片。按照波纹的大小，使金属波纹带中存在一定的间隙，一般在 0.2~0.7mm 间。通常用两片或多片的金属波纹带，将其装在防暴的壳体内组成一个阻火器。当火焰通过这种金属波纹带时，热量很快被吸收和驱散，从而降低了燃烧产物的温度，使温度降到了气体的自燃点以下。

3.8 VOCS 废气净化装置工作原理及特点

1) 工作原理:

VOCS 废气通过沸石浓缩转轮后,能有效被吸附于沸石中,达到去除的目的。经过沸石吸附的挥发性气体被洁净后直接通过烟囱排放到大气中,转轮持续以 1-6 转/小时的速度旋转,同时将吸附的挥发性有机物传送至脱附区,于脱附区中利用一小股加热气体将挥发性有机物进行脱附,脱附后的沸石转轮经冷却区冷却后旋转至吸附区,持续吸附挥发性有机气体。脱附后的浓缩有机废气送至催化氧化炉进行燃烧转成二氧化碳及水蒸气排放至大气中。

吸附浓缩

处理大风量低浓度的 VOCS 气体,通过转轮内的沸石被吸附,以系统抽气变频风机将干净尾气排入大气。吸附器为盘式转轮可提供大量的气体接触沸石表面积,转轮持续以每小 1~6 转的速度旋转。

脱附

转轮内 VOCS(volatile organic compounds)被浓缩成饱和沸石区、再利用热交换器提供的热流(约 200℃)来进行脱附,脱附完成后旋转至冷却区,以常温空气吹嘘冷却至常温、再旋转至吸附浓缩区。

氧化

脱附出高浓度 VOCS(volatile organic compounds)气流,以氧化风机抽送至催化氧化焚化炉(CO)内燃烧焚化处理,排放出干净 CO₂(g)及 H₂O(g)至大气。燃烧室高温气流被引出至气对气热交换器,与常温空气进行热交换、升温至脱附温度的热流,供脱附使用达到省能目的

2) 装置特点:

- 操作费用低,超低燃料费。有机废气浓度在一定范围以上时,VOCS 装置不需添加辅助燃料。
- 废气处理效率高。
- 中间可以加装热交换器,利用 VOCS 之余热,以达到节能目的。
- 全自动控制、操作简单。
- 安全性高

3.9、风机

1、风机设计原则

风机采用离心式风机，根据各工段废气的温度以及静压进行选型、设计，它包括了驱动器、保护装置、排水接头和可快速开启的检查门，风机的设计能够经由自身的机械平衡，在最小到最大的转速范围内进行操作。所有风机的电机均采用变频控制。

风机分别在吸气侧以及出口侧安装符合现场工况的补偿器，减少风机的震动并消除可能产生的伸缩量。

风机设计的要求有：

- a) 采用离心式风机，风机含基础框架，含减震系统，叶轮动平衡精度等级不低于 G2.5；
振动烈度小于 6.3mm/s；
- b) 风机润滑注油孔须设置在外，注油嘴位置需引到方便人员操作的位置，便于注油和维修。
- c) 风机在满负荷运行时其使用寿命不低于 20 年；
- d) 风机叶轮采用防火花处理；
- e) 风机电机带变频功能，电机必需有高低压保护装置，在紧急情形下立即停止运行，电机应有足够绝缘等级防止过热，防护等级为 IP55，具有良好的散热性能；
- f) 选用带保护套的弹簧减震器，选型以及设计应满足风机最大动载荷要求，减震器需分布均匀，保证风机重心不偏离，且变形量需一致；

2、风机设计选型

主风机	
名称	参数指标
品牌	上海英飞、顶胜，安泰或同等
数量	4 台
风量	140000 m ³ /h*1，100000 m ³ /h*1，80000 m ³ /h*2
静压	3000pa
电机	变频防爆
叶轮材质	碳钢喉口镶铜，防火花设计
外壳材质	碳钢
检修口	1 个

耐温	80℃
传动方式	联轴器或皮带
脱附风机	
名称	参数指标
品牌	上海英飞、顶胜，安泰或同等
数量	4 台
风量	18000 m ³ /h，13000 m ³ /h，11000 m ³ /h
静压	7500pa
电机	变频防爆
叶轮材质	碳钢喉口镶铜，防火花设计
外壳材质	碳钢
检修口	1 个
耐温	200℃
传动方式	联轴器或皮带

第四章 安全技术方案

4.1 设计安全

4.1.1 P&ID

详细的 P&ID 图详见附件

(1) 废气通过四级过滤进入转轮，所有过滤段安装压差计，测量过滤袋前后压差，铜管探头安装位置要求能够准确测量箱体内压力，压差计的量程应使正常运行时表针处于指数的中间位置。当压差计的压力达到报警值时，及时更换过滤袋，防止由于压力过高，过滤袋吹破或过滤框架变形。

(2) 选用了我司自主开发的蜂窝沸石材料，蜂窝沸石材料相较活性炭的优点如下：

	蜂窝沸石	蜂窝活性炭
1	一次性投资高	一次性投资少
2	吸附容量小，易吸附饱和	吸附容量大，吸附时间长
3	需实时连续脱附	可选择间歇式脱附
4	脱附快，脱附时间短	脱附时间长
5	吸附率强，同等工况，沸石用料少	吸附率低，同等工况，活性炭用料多
6	纯无机材料，降低焖燃风险	焖燃风险高
7	脱附彻底，无残留	脱附易残留，积聚
8	一旦发生聚合或高沸点物质堵塞等现象，可二次升温至 450℃左右活化再生，无需更换沸石	一旦发生聚合或高沸点物质堵塞等现象，活性炭失效，需更换活性炭
9	寿命长，可达 5-8 年使用年限	寿命短，连续使用工况，1 年左右需更换
10	疏水性沸石，可达 75%-80%相对湿度	相对湿度 50%以上，极其影响 VOCs 吸附
11	处理沸石，非危废	处理活性炭，属于危废，处理成本高
12	维护成本低	维护成本高

4.1.2 设备、阀门、仪表清单

设备、阀门、仪表清单请见附件

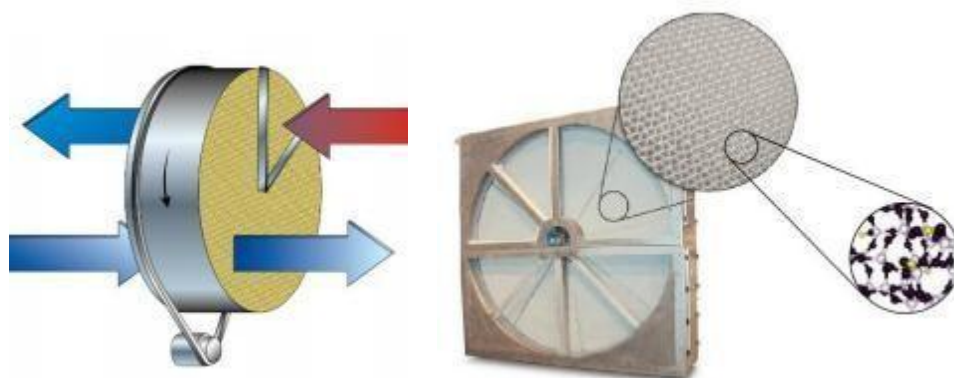
4.2 硬件安全

4.2.1 转轮喷淋水消防

浓缩转轮是由疏水性沸石填满在皱褶的无机陶瓷纤维上，然后将无机陶瓷纤维（或玻璃纤维）做成蜂巢状的设备。沸石吸附材料的特点在于在转轮上均匀的分布很容易辨认的微小

细孔,以便于提供低入口浓度高吸附能力和高吸附容量的能力。无机化学材料可以抵抗高温,化学性质不活跃,不可燃并且可以耐强酸。当沸石转轮用于处理 VOCs 时,其具有疏水性和不吸附水的特性,同时也不会催化裂解。

由转轮的结构原理可知,其本身是不会有燃烧现象产生的。转轮浓缩系统,在转轮部分安装水喷淋系统,以防止万一温度过高或其他低概率事情发生引起的焖烧。



转轮轮芯示意图

另外系统会严格控制脱附热风的温度,在脱附风进入转轮之前,系统配备了自动调节风门,当脱附风温度过高时,风门会自动打开一定的开度,导入冷风,降低脱附风的温度,确保进入转轮的脱附热风温度不会超过限制值。

在主风机和脱附风机出口,系统都加装了压差开关,以确保风机正常运行,避免出现马达通电运转,风机因为各种原因而没有运转的问题发生。

4.2.2 阻火器设计

进入 CO 前,系统设置阻火器,防止 CO 回火对前端生产设备造成影响,保证安全。

4.2.3 LEL 在线监测

废气进入 CO 前设置 LEL 在线监测装置,控制废气进入 CO 的浓度<25%LEL,设置二级报警点,一级报警点为 15%LEL,二级报警点为 20%LEL。达到一级报警点提示系统检查,当达到二级报警点时,连锁控制开启新鲜空气阀,通入适量新风对进入的废气进行稀释,防止进入 CO 的废气浓度接近爆炸极限,当报警持续 20s,系统紧急停车。

4.2.4 全自动化控制设计

系统各个控制节点均安装可靠的控制仪表，设备的整体运行按照设定的程序，自动运行，减少人为操作失误。例如安全联锁，PLC 设定程序，保证启动和停机前，必须通新风吹扫设备氧化室，防止 VOCs 残留在内，杜绝任何爆炸隐患。系统需要待新风吹扫程序完成后，才能够启动或停机。

4.2.5 静电接地和防雷

系统内部设备均与设备基础进行可靠接地，避免静电可能对系统造成的损害。（设备基础必须与客户的接地网可靠接地）；系统所有高空管道均设有避雷装置。

4.3 运行过程安全评估

我司有丰富的涂料行业废气治理经验，凭借合理的工艺设计、电控仪表实时监控、完善的运维服务体系保障系统安全运行。

序号	风险类型	点位	风险概率	风险分析	解决方案
1	转轮堵塞	转轮	低	过滤棉破损导致粉尘穿透滤棉，影响转轮效率和寿命；	每级过滤器均设有差压变送器进行实时监控，当差压超过设定下限时报警提示停车检查
2	转轮着火	转轮	低	来气组分复杂，高沸点有机物在转轮上积累；	（1）喷淋水消防：着火后封闭相关工艺管道，通入喷淋水降温；
3	CO 爆炸	CO	低	进入 CO 的浓度超过爆炸下限，存在爆炸的风险	（1）CO 炉体安装有泄爆片，发生爆炸时及时泄放，泄爆片配有传感器可及时反馈报警信号； （2）配有红外原理 LEL，可对废气浓度进行实时监控；

4.4 控制系统安全：安全联锁控制

我司结合涂装行业的废气治理设备案例的维护经验，针对废气治理设备设置安全连锁控制。关联的信号内容包括了风机马达、转轮马达、炉膛温度、系统温度、系统压力、阀门位置反馈等，通 PLC 对以上信号进行实时检测并设置连锁停机保障设备安全。

LEL101 (脱附气体)	≥20%LEL	燃烧器停止	报警；稀释 降温，打开 DMP203=50%
		脱附热旁通风阀开启	
		脱附风机前新风阀门开启	
		脱附风机频率增加、助燃风机持续运行	
	≥25%LEL	燃烧器停止	报警停机； 切废气，停 机降温
		紧急旁通风阀(若有)开启	
		过滤器新风阀门开启	
		废气导入风阀关闭	
PICA901压缩空气压力	压力≤0.45MPa	报警	报警
	压力≤0.4MPa	报警	切废气，停 机降温
DMP201脱附系统调节阀	调节阀位置偏差15%以上报警	报警	报警
DMP202脱附系统旁通阀	调节阀位置偏差15%以上报警	报警	报警
DMP203脱附新风阀	调节阀位置偏差15%以上报警	报警	报警
DMP204脱附热/冷旁通阀	调节阀位置偏差15%以上报警	报警	报警
DMP101废气导入风阀	开关到位故障	报警	报警
DMP102紧急旁通阀(若有)	开关到位故障	报警	报警
DMP103过滤器新风阀	开关到位故障	报警	报警
SV201 消防水入口	TE203, 200℃以上 &TE202, 250℃以上 &TE201, 250℃以上	自动控制	报警
SV101~103消防水出口		自动控制	
DMP204 换热器热旁通	TE204 > 240℃	DMP204=100%	分段控制
	300℃ < TE205 < 310℃	DMP204=15%	
	310℃ < TE205 < 330℃	DMP204=25%	
	330℃ < TE205 < 350℃	DMP204=30%	

第五章 控制系统概述

5.1 、控制系统总体方案

废气处理控制系统采用集中监控 PLC 分布式控制，满足废气处理系统安全、长期、稳定、可靠的运行需求，即采用 PLC+触摸屏与电源柜、电气控制柜、PLC 控制柜、现场仪表等组成整个控制系统，实现系统的独立监控。在控制柜上设有触摸屏，对每个分包系统分别进行集中动态监视和自动控制，对工艺系统设备状态和报警参数自动生成报表，并且所有信息保存至少 2 个月以上。系统可扩充 TCP/IP 协议和车间中央控制室的计算机相连。

控制系统充分考虑设备的成套性、通用性，保证系统的整体可靠性与其它系统的接口方便性。PLC 采用西门子系列，PLC 系统具备设备工况监视、流程画面显示、参数显示、报警显示、自动连锁保护、接收数据软件、数据显示、数据传输、数据储存等功能，并设有紧急停车功能。

废气处理系统工作状态全自动化控制，操作人员能通过触摸屏对整个工艺流程及工艺参数和设备运行情况进行监控，并达到如下控制水平：

全自动：操作人员只要选择运行的装置后，按下启动键，系统即能完成各设备之间的运行、连锁、控制，而不需要操作人员的干预（特殊情况除外）；

手动：当现场某个部件（如阀门）需要即时开/关操作时，操作人员可以通过触摸屏对某个部件进行监控；当现场某个设备的可编程序控制器出现故障时或在该设备调试时，操作人员可以就地在控制柜上实现某个部件（如阀门）的开/关操作。

5.2 、电控系统设计的原则、标准及指标

遵照国家有关标准为准则，实行规范设计、规范制作、规范安装、规范调试。

- 1) GB/T2681-1981 电工成套装置中的导线颜色
- 2) GB/T2682-1981 电工成套装置中的指示灯和按钮的颜色
- 3) GB/T3797-1989 电控设备 第二部分：装有电子器件的电控系统
- 4) GB/T4208-1993 外壳防护等级的分类

-
- 6) GB5226.1-2002 机械安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
 - 7) GB/T5465.2-1996 电气设备用图形符号
 - 8) GB/T12501-1990 电工电子设备防触电保护分类
 - 9) GB/T14048.1-1993 低压开关设备和控制设备总则
 - 10) GBJ193-1986 工业自动化仪表工程施工及验收规范
 - 11) GB50254-1996 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范
 - 12) B311.1~GB311.6—1997 高压输变电设备的绝缘配合
 - 13) GB5582 高压电力设备外绝缘污秽等级
 - 14) GB4108 高压套管技术条件
 - 15) GB763 交流电器动热稳定
 - 16) GB2706 高压电器动热稳定
 - 17) GB2420 户外防腐电工产品油漆
 - 18) GB191 包装贮运标志
 - 19) GBJ232 电气装置安装工程施工及验收规范
 - 20) DL487-92 静态继电保护及安全自动装置通用技术条件
 - 21) GB50171-92 电气盘、柜二次回路接线标准

5.3 、设计思路

废气控制系统采用分散控制、集中管理、综合监控的模式，实现对废气系统全过程监视和控制。控制系统具有较好的稳定性、可靠性、先进性、安全性，能更好的贴近用户的操作，使现场设备的监视与控制更加直观、方便。

(1) 系统的先进性、高可靠、安全性原则

采用成熟先进的控制方式和知名国外名牌、元器件，从理论上和设备材料上保证系统的先进性和高可靠性。

采用先进的控制理论和技术，以及对这些先进理论和技术的优化集成。尤其要加入现代控制技术元素，如网络、PLC、触摸屏、人机对话、监控软件等。

充分考虑产品的易使用性和易操作性、耐久性、可维修性，提高系统的设计可靠性和

安全性。

(2) 操作、维护、简便原则

设计中力求避免人工繁杂操作，最大限度的发挥设备本身的自动控制功能，以减少操作人员劳动强度，避免或降低事故率；同时选用可代换性强、少维修、易维护的设备器件。在设备有故障时能提供准确的维护的信息，以便对设备及时有效的维护。

(3) 新型、高效、低噪、节能降耗的选型原则

设计中注重对新型、高效、低噪、节能降耗产品的选型，最大限度的提高控制系统的高效和节能环保性能。

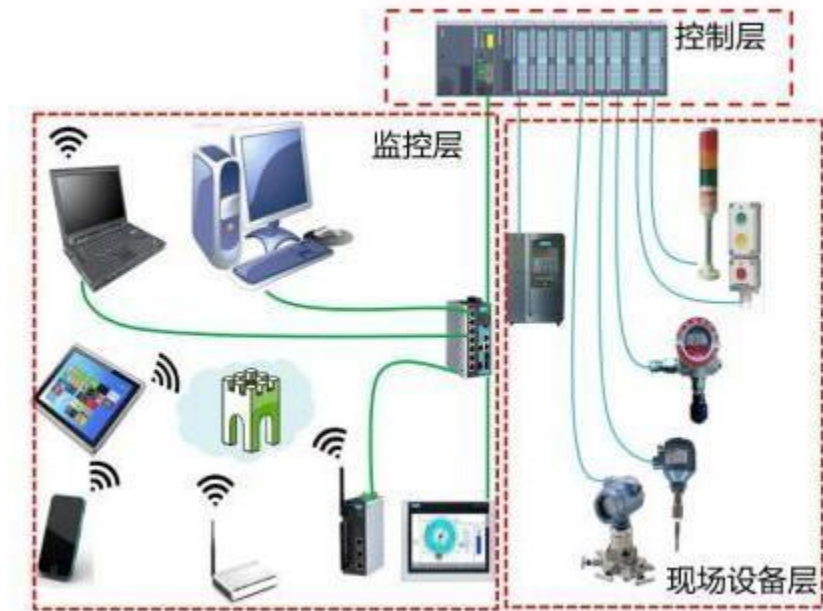
(4) 编码及标准

- ① 设计图纸按国家通用电气标准。
- ② 安装接线按《国家低压配电柜制造标准》执行。
- ③ 《建筑电器安装工程质量检验评定标准》（GBJ300-88）
- ④ 电气制造标准：符合电气系统集成商标准。（并符合国际通用电气标准）

(5) 主要电气指标

- ① 电压 交流三相五线 TN-S 系统，电源电压 $380VAC \pm 38V$
- ② 频率 $50Hz \pm 5\%$
- ③ 输入 24V 数字量输入信号，4—20mA 模拟量输入信号
- ④ 输出 24V、220V 数字量输出信号，4—20mA 模拟量输出信号
- ⑤ 气温： $-50^{\circ}C \sim +50^{\circ}C$

5.4 、控制系统网络结构



监控层

监控层采用触摸屏控制，采用工业组态软件,通过其强大的组态编辑功能实现随现场设备的监视和控制，具体体现在：

- 对通过废气温湿度系统后的废气温湿度进行控制，对极限温湿度保护，对废气温湿度显示和记录，其信号进入主控柜的 PLC；
- 对废气压差进行控制，实现压差过载时自动报警，对各级压差显示和记录，其信号进入主控柜的 PLC；
- 对废气燃烧前后温度自动控制；温度过载时自动报警，对温度显示和记录；其信号进入主控柜的 PLC；
- 对废气焚烧系统内焚烧温度、焚烧系统出口温度、焚烧系统内部压力进行控制，对温度过载、和压力过载时自动报警，对各自温度、和压力显示和记录；其信号进入主控柜的 PLC；
- 系统软件对超限参数和工艺设备故障进行分析，发出报警实施相应的连锁和保护；

主控系统上设有急停开关。

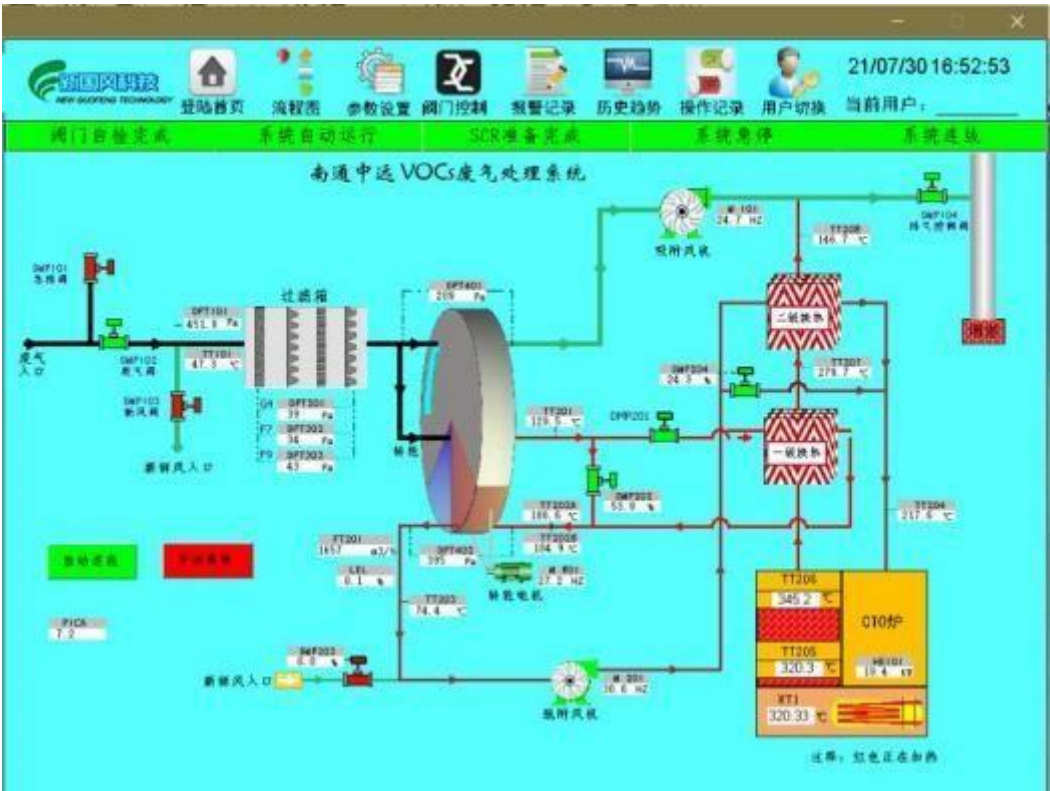
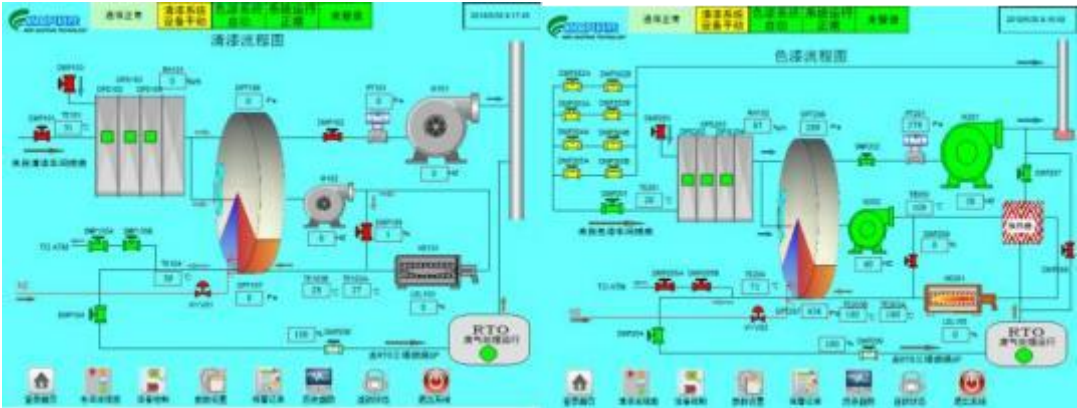
开机：废气处理系统在生产运行之前启动，现场可以自动启动、手动启动及自动停止。

中控室可实现自动停止设备，不可启动设备。

VOC 处理系统报故障时，将故障信息传输至处理 VOC 系统主控柜的操作面板（并可随时

看到故障记录），故障指示灯亮，并在中控制监控画面显示出处理 VOC 系统故障，并发出故障指示声音。

监控画面



报警画面



趋势图记录画面



控制层

控制层采用优质 PLC 作为中央处理器进行控制，以保证系统的控制精度及实时性、稳定性要求。

其软件平台采用触摸屏编程软件。

废气控制系统的 CPU 配备工业 ETHERNET/IP 网卡通讯接口。废气控制系统通过 ETHERNET/IP 网卡接口实现与工控机及上位监控系统的通讯，同时还通过 ETHERNET/IP 网卡接口与变频器实现数据交换。

参数设定画面



5.5 、 安保连锁

为了保护系统内的各个单元和设备，依据工艺流程设置必要的报警连锁，有效的连锁能使关键设备在事故工况发生下实现自动保护。

1、系统内部吹扫

系统顺控开机，进行装置内部吹扫，以清除系统内残留废气，保证系统安全。

a.装置升温

当装置吹扫完毕后，系统自动进入点火升温程序，按照设定的升温速率，稳定升温，燃烧风量及燃料流量通过炉膛温度平稳的 PID 调

节。b.装置导入废气

当装置温度达到废气可完全裂解温度后，废气导入风门打开，系统接受废气，进行废气处理，当废气浓度波动时，自动进行补新风调节废气浓度，若废气浓度报警，连锁设备停机。

c.装置停车

装置的停车分主动停车以及故障停车。主动停车是在任何时间，可以通过 PLC 系统指令按钮对装置进行停止运行。装置熄火，关断废气导入风门。随后装置进入系统冷却阶段，装置温度达到系统停机温度后，系统自动顺控停机。

故障停车就是当有严重故障（设备故障分为轻故障和重故障两种）发生时，装置自动强迫停车，如同主动停车一般，装置熄火，关断废气导入风门。直至系统故障排除后重新系统启动开机。

2、装置超温连锁，系统内之安全设施如下：

系统紧急关闭：当系统温度仍高于设定的 550℃，无法降至安全值时，表示操作条件不当或废气来源 VOCs 含量高出设计值太多，系统停车以保护系统。

3、系统报警分类

CO 报警分为以下 5 种报警类别：

1.A 类报警：属于系统严重故障，将使系统停机

2.B 类报警：属于系统连线故障，将使连线断开

3.C 类故障：属于系统一般故障，只做报警显示，故障处理后可复位清除

4.D 类故障：属于系统紧急停止，所有设备将停止运行

5.6 、运行模式

废气处理系统能够实现运行模式、紧急模式、节能模式的操作（自动和手动）。

运行模式：在正常的运行模式时，废气处理系统的控制系统通过压力控制器实现处理系统运行参数自动的同喷房排气量的配合；废气总风管设置压力传感器，设定压力后和风机变频连锁，实现整个系统运行参数自动和喷房风量配合，保证抽风效果。

紧急模式：当 CO 炉膛温度超过 450℃时，系统自动开启新风进行稀释浓度，对CO进行降温，当 CO 炉膛温度达到 550℃并持续 20s，切断废气阀门，打开新风，紧急降温停机，以保持系统安全。打开紧急排放阀门。

节能模式：风机需满足不同生产状况，根据需要调整风机频率，实现整个系统运行参数自动和喷房风量配合，保证抽风效果，达到节能的目的。

6.2、100000m³/h 系统

1.1.13 6.2.1、公用工程

装机容量一览表

名称		要求	单机容量	数量	总容量
电	主风机	380V , 50Hz , 3Phase	132kw	1 台	132kw
	脱附风机		55kw	1 台	45kw
	电加热		600kw	1 台	600kw
	小计		787kw		
压缩空气	阀门	压力: 0.6~0.8MPa 无水无油	10Nm ³ /h	1 项	10Nm ³ /h
备注					

1.1.14 6.2.2、运行能耗

启动费用（单次）

冷启动费用一览表

名称	要求	消耗量	价格	参考单价
电	380V/3-50Hz	243kwh	243 元	¥1/kWh
单次冷启动费用合计（0.5h）		243 元/次		
备注	冷启动时间约 0.5 小时			

正常运行费用（能耗）

说明：费用计算按业主工作制度：本项目年工作日为 **300** 天，处理设备日平均工作时间 **8** 小时运行进行计算 **1元/度** 电费

序号	费用名称	金额 (万元/年)	备注
	基本取值	/	所有风机变频运行，且设计留有余量，风量按照额定风量 70%计算
1	风机 187kw	31.4 万	
2	电加热费用	86.4 万	正常运行浓度可满足炉子自运行，此为二级换热器到 CO 炉的温差
3	冷启动费用	7.3 万	每年启动 300 次，每次 243 元
4	年能源费用总计	125.1 万元/年	