

# 大型垃圾竖式压缩转运站工程设计

倪 明

(上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

**摘 要:** 成都某垃圾压缩转运站集生活垃圾转运、大件垃圾处理、垃圾渗滤液处理、转运车及容器存放与检修等功能于一体。转运站采用竖式压缩工艺, 大件垃圾采用破碎、磁选处理, 配置了采用“预处理+生化处理+深度处理”组合式工艺的垃圾渗滤液处理系统, 由新风送风系统、喷雾降尘系统、粉尘臭气收集处理系统构成的除尘除臭系统, 以垃圾转运自动化管理系统为核心的自控仪表系统等辅助工程, 并通过详细的分析计算, 确定了主体及辅助工程设备配置, 同时结合场地及周边条件, 确定了转运站集约化的总体布局和流畅的物流组织方案。该工程可为国内大型综合垃圾转运设施设计提供借鉴。

**关键词:** 垃圾转运站; 竖式压缩; 工程设计

**中图分类号:** TU993 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)14-0047-06

## Design of Large Vertical Compression Refuse Transfer Station

NI Ming

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

**Abstract:** A refuse compression and transfer station in Chengdu integrated some functions together such as domestic waste transfer, bulk waste treatment, waste leachate treatment, transport vehicles and containers storage and maintenance etc. The station adopted vertical compression style, bulk waste were processed by crushing and magnetic separation, and the ancillary works included landfill leachate treatment with a combined process of “pretreatment + biochemical treatment + deep treatment”, dust and odor removal system composed by fresh air supply system, spray dedusting system and dust odor collection and treatment system, and automatic control instrument system for automatic waste transfer management system etc. The configuration of main and auxiliary works equipment was determined through detailed analysis and calculation, and the intensive overall layout of transfer station and smooth logistics organization plan were determined by considering the site and surrounding circumstances. It provided reference for designing large integrated refuse transfer facilities in China.

**Key words:** refuse transfer station(RTS); vertical compression; engineering design

垃圾压缩转运站是城市垃圾收运物流系统的核心,其功能是采用专用垃圾压缩设备,对从城区收运来的垃圾进行压缩转运,减小垃圾体积<sup>[1]</sup>,以实现垃圾运输的封闭化,并提高长途运输的经济性,减少车流量<sup>[2]</sup>。

成都某垃圾压缩转运站位于成都高新南区,设计生活垃圾转运规模为 1 500 t/d;大件垃圾处理规

模为 40 t/d,属于大型 I 类垃圾转运站。该转运站集生活垃圾转运、大件垃圾处理、垃圾渗滤液处理、转运车及容器存放与检修于一体,是典型的综合性垃圾转运设施。

### 1 主体工艺设计

#### 1.1 转运压缩工艺选择

大型垃圾转运站均采用密闭压缩转运方式,根

据主体压缩工艺的不同,一般分为两大类:横式(水平)压缩转运、竖直压缩转运,均为成熟工艺且各有优缺点。经多年实践,两种工艺在国内大型转运站项目中均有应用。横式(水平)压缩转运工艺历史悠久,设备成熟度高,竖式压缩转运工艺流程简洁。上述两种工艺均可用于本工程,工艺比较见表 1。

表 1 横式压缩转运工艺与竖式压缩转运工艺技术比较

Tab. 1 Comparison of horizontal compression transport technology and vertical compression transport technology

项 目		横式压缩转运工艺	竖式压缩转运工艺	比较结果
工 艺	技术成熟可靠性	成熟可靠	成熟可靠	均成熟可靠
	工艺环节	垃圾卸入料仓后,先经横向推料机送料,进入压缩机后通过纵向压缩机压缩装箱	垃圾直接卸入容器,至一定料位,由容器上方的压实器进行竖直压缩	竖直压缩装箱工艺环节相对较少
	箱与机的连接要求	集装箱进料门与压缩机通过定位导向装置连接,连接可靠。在压缩机与集装箱门连接处,要求密封性好	容器与压实器之间设置定位装置。为防止收集车卸料时垃圾散落,需要设置专门的卸料溜槽	竖直压缩装箱工艺机箱连接要求简单,且结合处无污水滴漏
	渗滤液排水问题	平均压缩出水率约 6%~8%,高峰期压缩出水率可达 10%	平均压缩出水率约 2%~3%,高峰期压缩出水率可达 5%	竖式压缩渗滤液产量较少,便于就地处理
经 济	占地要求	占地相对较大	占地相对较小	竖直压缩工艺占地有优势
	工程投资	土建投资较为接近;压缩设备投资较高;运输设备投资较低;辅助环保设备投资较高	土建投资较为接近;压缩设备投资较低;运输设备投资较高;辅助环保设备投资较低	视工程规模以及站内投资以及运输系统投资比例而定
	能耗	能耗相对较高。大型横式压缩机功率均大于 100 kW	能耗相对较低。压实器功率约 30 kW	竖直压缩工艺能耗较低
	垃圾散落	压缩机与集装箱接口处垃圾较易散落	卸料溜槽与卸料平台和集装箱接口处容易出现垃圾散落	均需采取措施来防止垃圾散落
	污水排放	站内不可避免要排放垃圾渗滤液且尚无法对垃圾渗滤液单独收集,垃圾渗滤液易与冲洗水混合	垃圾渗滤液可以装在容器中不排放,也可以采取措施在站内集中收集	竖直压缩工艺在污水排放、收集方面较优
	臭气扩散与控制	臭气主要散发源为垃圾槽以及压缩机与集装箱接合处,该区域体量较大,臭气收集与处理量较大	臭气主要散发源为各容器泊位,泊位所在压缩装箱区体量较小,臭气收集与处理量较小	总体上竖直压缩工艺更优
适 应 性	高峰期的适应性	站内设置垃圾槽,可有效缓解高峰期的影响	可通过设置多个容器泊位缓解高峰期的影响	均能较好适应高峰期作业要求
	分类收集适应性	需要设置多套压缩机转运不同类别垃圾,占地和投资成本较高,运行效率较低,对分类收集适应性较差	不同的容器泊位可装载不同类别的垃圾,对分类收集具有良好的适应性	竖式压缩工艺较优
	设备故障下的适应性	压缩设备故障时无法转运垃圾	压缩设备故障时仍可以转运垃圾	竖式压缩工艺较优

经比选,竖式压缩相对横式(水平)压缩具有一定的优势。竖式压缩转运工艺不仅投资较低、操作简单、环境易控制、节约土地及能耗、与分类收集适应性强、设备故障等状态下可继续运行,而且更适应本项目的场地建设条件、物流组织更顺畅,因此确定采用竖式压缩转运工艺。

1.2 大件垃圾处理

城市生活垃圾中的大件垃圾,应经分类收集并采取适当处理后方可进入城市垃圾压缩转运系统,

本垃圾转运站收集转运规模大、服务范围广,因此配建了一座大件垃圾(集中)处理车间。

大件垃圾处理工艺以破碎和减容为主要目的,同时兼顾垃圾资源化,工艺流程:接受→破碎→磁选。大件垃圾在破碎机内破碎后经过磁选机,将磁铁类金属选出,其余物料运至垃圾转运车间。

1.3 转运工艺流程

本工程确定采用竖式压缩转运工艺,配建大件垃圾(集中)处理设施,总体垃圾转运流程见图 1。

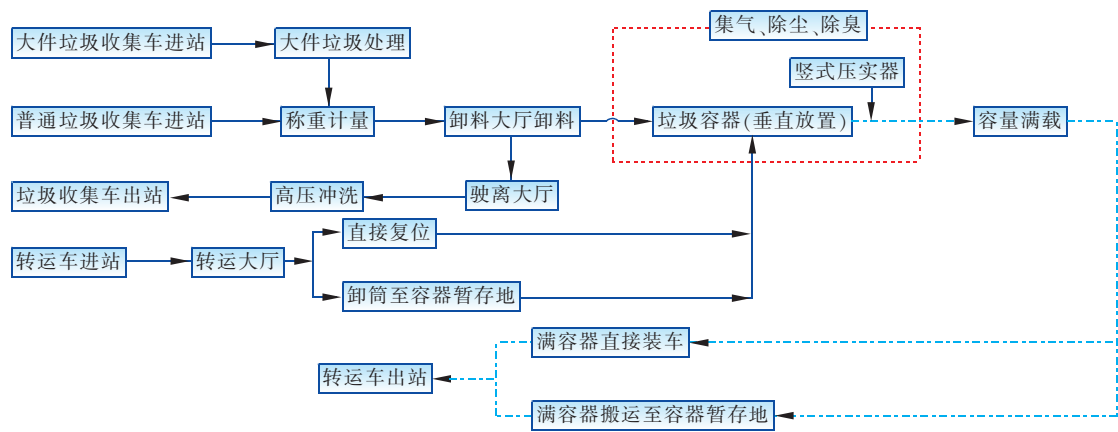


图 1 垃圾转运工艺流程  
Fig.1 Refuse transfer process

1.4 转运工艺设备配置计算

① 计算参数

设备配置规模:1 500 t/d;每日两班制计 12 h;转运高峰时段时间按 3 h 计;高峰时段转运量为 60%,即 900 t;垃圾转运距离(单程)约 42 km;转运车平均车速为 40 km/h;压缩前垃圾密度为 0.35 t/m<sup>3</sup>;收集车单次卸料时间为 4 min;配备转运车型为整体式转运车(汽-20),最大总质量不超过 31 t;容器与转运车配套,装载能力为 15 t。

② 卸料泊位配置

垃圾压缩装箱过程所需时间见表 2。根据作业过程时间计算所需泊位数(见表 3)。根据上述计算,本工程共设置 14 个卸料泊位。

表 2 垃圾装箱时间计算结果

Tab.2 Calculation results of refuse packing time

项 目	子项	数量
装箱作业时间	单泊位平均每次卸料时间/min	4
	收集车平均装载量/t	3
	装箱卸车数/辆	5
	单筒卸料时间/min	20
	单筒压缩次数/次	2
	单筒压缩总时间/min	4
	单筒装箱作业总时间/min	24
辅助作业时间	空容器运往容器停泊位/min	0.5
	空容器垂直竖立、定位/min	2
	容器受料准备/min	1
	关闭容器盖/min	1
	取出满载容器、成水平/min	3
	满载容器驶移容器停泊位/min	0.5
	辅助作业总时间/min	8
总时间	单筒装箱总时间/min	32

表 3 卸料泊位计算结果

Tab.3 Calculation results of unloading berth

项 目	数量
高峰期垃圾量/(t·d <sup>-1</sup> )	900
高峰期持续时间/h	3
容器额定装载量/t	15
容器装载一个流程历时/min	32
单泊位转运能力/(t·h <sup>-1</sup> )	28.13
计算泊位数/个	11
备用泊位数/个	3
实际配备泊位数/个	14

③ 转运车辆配置

转运车辆计算结果见表 4。

表 4 转运车辆计算结果

Tab.4 Calculation results of transfer vehicle

项 目	数量
每日作业时间/h	12
转运距离/km	42
转运车平均车速/(km·h <sup>-1</sup> )	40
转运车辅助作业时间/h	0.5
转运车单次往返时间/h	2.6
单车一天转运次数/次	4
单车一天转运量/(t·d <sup>-1</sup> )	60
计算转运车辆数/辆	25
备用车辆数/辆	3
站内搬运车数量/辆	2
转运车实际配备数量/辆	30

根据计算,本工程配备垃圾转运车 30 辆。

④ 压实器配置

依据运营实践经验,每 4~5 个泊位需配置 1 套压实器。本工程共配备 3 套压实器。

### ⑤ 转运容器配置

转运容器计算结果见表 5。

表 5 转运容器计算结果

Tab. 5 Calculation results of transfer container

项 目	数量
高峰期垃圾量/t	900
高峰期持续时间/h	3
初始运载量/t	375
末次返回车辆数	8
高峰期应急装载量/t	405
应急容器数/个	27
计算容器数/个	52
备用容器数/个	8
容器实际配备数量/个	60

根据计算,本工程配备转运容器 60 个。

### ⑥ 转运工艺设备配置汇总

垃圾竖式压缩转运站主体设备配置包括:称重计量系统;转运作业系统,卸料溜槽、垃圾压实器、转运容器及控制系统;运输系统,转运车辆(包括底盘和钢丝绳牵引机构);与垃圾转运作业配套的设备

主体钢结构及辅助钢结构。

转运工艺主要设备配置:称重计量系统 2 套,卸料溜槽 14 套,压实器系统 3 套,垃圾容器 60 个,转运车 30 辆,设备钢结构 17 跨,快速卷帘门 17 套。

### 1.5 大件垃圾处理设备配置

大件垃圾处理主要设备配置:叉车 1 台,破碎机 1 台,链板式输送机 1 台,磁选机 1 台,皮带输送机 1 套,除尘设备 1 套,自卸卡车 2 台。

## 2 辅助工程设计

### 2.1 污水处理系统

本项目污水包括生活污水、生产废水及垃圾渗滤液。其中,生活污水经收集后排入市政污水管;车辆冲洗污水与餐厅污水经隔油、沉淀预处理后,与其他生活生产污水一起排入市政污水管;车间冲洗废水与渗滤液一并收集后,经渗滤液处理设施处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962—2015)排放限值后排入市政污水管。

渗滤液处理系统采用“预处理+生化处理+深度处理”组合式工艺,具体流程见图 2。

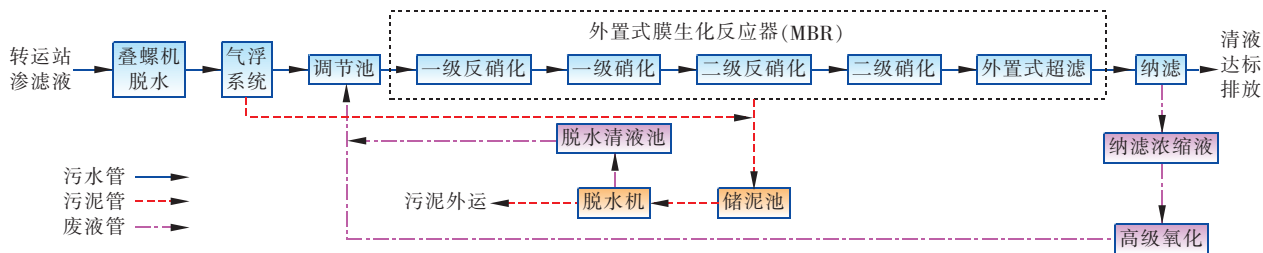


图 2 渗滤液处理系统工艺流程

Fig. 2 Flow chart of leachate treatment system

为节约占地,渗滤液处理系统集中布置于一座渗滤液处理综合车间内。

### 2.2 除尘除臭系统

垃圾转运站内的臭气和粉尘主要产生于垃圾的卸料和压缩过程,因此,转运车间的垃圾压缩装箱区为除尘除臭的重点部位。另外,转运车间的污水泵房及渗滤液处理车间在运行过程中会产生臭气,故同样需收集处理这两处的臭气。

针对上述重点区域,除尘除臭系统由新风送风系统、喷雾降尘系统、粉尘臭气收集处理系统构成,通过合理的气流组织和送、排风量设计,确保臭气、粉尘得到有效收集处理。

转运车间除尘除臭系统气流组织示意图见图 3。

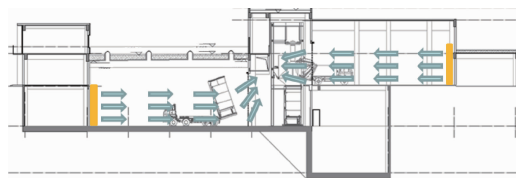


图 3 转运车间除尘除臭系统气流组织示意

Fig. 3 Diagram of air distribution in the dedusting and deodorizing system of the transfer workshop

在转运车间卸料大厅、转运大厅远离压缩装箱区一侧设置新风送风管(口),在压缩装箱区设置排风管(口),形成有组织的横向气流吹向压缩装箱区,一方面可以有效改善卸料大厅、转运大厅的空气质量,另一方面可以抑制压缩装箱区的粉尘、臭气外泄。在转运车间压缩装箱区加设常态关闭、仅在卸



料时打开的快速卷帘门,封闭该重点除尘除臭区域,并在该区域内设置喷雾降尘装置、粉尘臭气收集管道,通过大风量抽风换气方式,将粉尘臭气送至末端除尘除臭装置处理的同时,在压缩装箱区形成负压环境,避免粉尘、臭气外泄。

末端除尘除臭装置由除尘过滤+酸洗+碱洗+水洗+生物除臭+活性炭吸附(应急、可超越)工艺组合而成,共 2 套,分别服务于转运车间压缩装箱区、污水泵房和渗滤液处理车间。工艺流程见图 4。

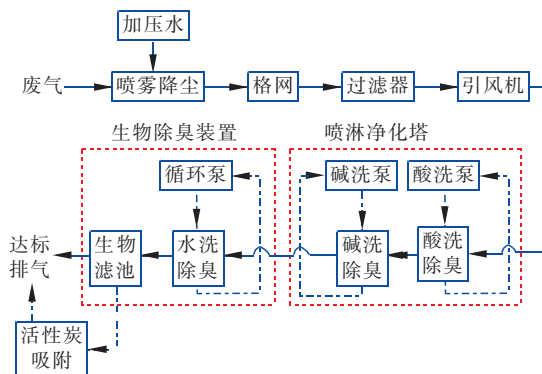


图 4 除尘除臭系统工艺流程

Fig. 4 Process of dedusting and deodorizing system

### 2.3 冲洗系统

转运车间采用高压清洗机作为冲洗设备用于车间内地坪冲洗及垃圾容器冲洗。

转运车的整车冲洗由设置在转运车行驶车道上的洗车机完成。

### 2.4 自控仪表系统

垃圾转运站自控仪表系统由检测仪表、控制、通信、电话、视屏监控、周界报警、广播等子系统组成,其核心是垃圾转运自动化管理系统。

垃圾转运自动化管理系统是为了满足垃圾压缩转运生产作业设备控制、车辆调度、转运车间作业监视、控制所设的计算机控制系统,主要完成车辆进出站称量信息采集、垃圾车辆智能派位和指引、除尘系统联动控制、转运车换容器指引、垃圾处理报表等功能。自动化管理系统可以从称重系统获取车辆进站数据,根据预设派位策略,将派位信息显示至 LED 指引大屏及泊位 LED 条屏,车辆根据 LED 指引行驶并停靠指定泊位,工人根据 LED 条屏及红绿灯指令工作;更换容器车辆根据转运红绿灯进行更换容器操作;各传感器将泊位实时运行状态上传至中央

控制系统;自动化管理系统还可以将控制信号直传给压缩装箱区喷淋系统,以实现车辆停靠时的自动喷淋降尘除臭。

### 3 总平面布置

本工程垃圾转运站总图布局充分结合场地形状和出入口位置,对各功能设施集约化布置,并按功能分为 3 个分区(见图 5):垃圾转运区,主要布置垃圾转运车间、大件垃圾处理车间、机修车间、垃圾转运车及容器存放区;渗滤液处理区,主要布置渗滤液处理综合车间;管理区,主要布置综合楼。各区域相对独立,并以厂区景观绿化隔离,既有利于厂区管理人流和生产物流的分流组织,也有利于污染的集中控制,提高管理区环境质量。

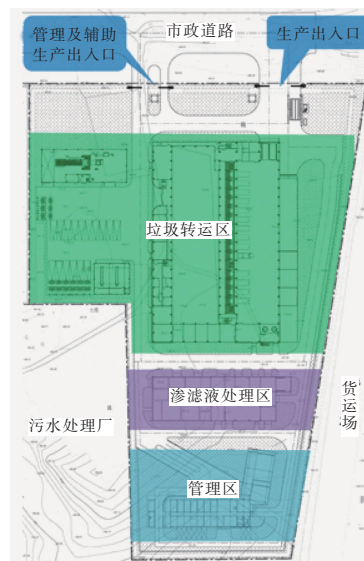


图 5 垃圾转运站总平面布置

Fig. 5 General layout of refuse transfer station

根据场外道路情况,结合总平面功能分区,转运站共设置 2 个出入口:生产出入口,垃圾车辆进出厂区;管理及辅助生产出入口,管理车辆、部分垃圾车辆进出厂区。实现了厂内交通上各种物流分离,避免了车流的交叉。

### 4 结语

成都某垃圾压缩转运站采用竖式压缩工艺,大件垃圾采用破碎、磁选处理,配置了采用“预处理+生化处理+深度处理”组合式工艺的垃圾渗滤液处理系统,由新风送风系统、喷雾降尘系统、粉尘臭气收集处理系统构成的除尘除臭系统,以垃圾转运自

(下转第 58 页)