

****市南部组团垃圾综合处理基地**

可行性研究报告

(修订稿)

项目编号：2004区11

*****工程设计研究院**

2004年11月22日

****市南部组团垃圾综合处理基地
可行性研究报告**

项目编号：2004区11

工程咨询资格证书号

*****工程设计研究院**

2004年11月

前 言

我院受**市市政建设中心的委托，编制《**市南部组团垃圾综合处理基地可行性研究报告》，其间得到了**市市政建设中心及**市有关部门的大力支持。

2004年10月22日，在**市建设局会议室召开了专家评审会，与会的有关部门领导和专家认真审阅了报告，提出了宝贵的意见（附后）。根据专家意见，我院对报告做了以下主要修改：

- 1) 补充了报告的结论和建议，对垃圾收运系统、交通组织、管理等提出了建议，详见第21章；
- 2) 增加了工程项目的风险分析，详见第19章；
- 3) 补充了工程招投标的内容，详见第20章；
- 4) 补充了工程项目进度计划，详见18.1节；
- 5) 补充了有关投融资方案的论述，详见17.1.3节；
- 6) 一期工程总投资中增加了征地费用2000万元，详见总估算表；
- 7) 渗沥液处理工艺方案的选择做了进一步说明，详见8.4.2节；
- 8) 补充了虫害控制的相关内容，详见15.1.6节；
- 9) 对一般工业垃圾的发生量进行了补充说明，详见4.2.1.2节；
- 10) 对垃圾主坝的位置和坝高进行了论述，详见6.1.2节；
- 11) 考虑挖方的利用率和中间覆盖的重复利用，土方平衡进行了重新计算，详见5.7节。

对**市市政建设中心及**市有关部门在报告编制过程中提供的大力支持表示衷心的感谢！

目 录

1 概 述	1
1.1 项目兴建缘由.....	1
1.2 设计依据.....	1
1.3 设计原则.....	2
1.4 采用的主要技术规范与标准.....	3
1.5 工程内容.....	4
1.6 工程总投资及成本.....	5
2 设计主要基础资料	7
2.1 地形地貌.....	7
2.2 气象.....	8
2.3 水文.....	9
2.4 地质.....	10
2.5 抗震设防烈度.....	12
3 基地选址	13
3.1 选址基本要求.....	13
3.2 选址概况.....	14
4 总体设计	17
4.1 处理工艺的技术比较.....	17
4.2 工程规模.....	18
4.3 物料平衡.....	22
4.4 总体布置.....	24
4.5 填埋库容和使用年限.....	24
5 填埋工艺设计	26
5.1 工艺概述.....	26
5.2 填埋工艺流程.....	31
5.3 防渗工程.....	31
5.4 覆盖工艺.....	35
5.5 区域划分.....	37
5.6 封场作业与生态恢复.....	38
5.7 土方平衡.....	39

6 填埋作业区	41
6.1 垃圾坝工程.....	41
6.2 道路工程.....	43
6.3 防渗工程.....	47
6.4 排水工程.....	48
6.5 垃圾渗沥水收集.....	49
6.6 填埋气控制和利用.....	50
7 垃圾焚烧厂	54
7.1 焚烧技术概述.....	54
7.2 焚烧炉炉型选择.....	55
7.3 烟气净化工艺选择.....	59
7.4 推荐方案工艺流程.....	60
7.5 发电工艺说明.....	67
7.6 垃圾焚烧系统主要设备.....	68
7.7 发电系统主要设备技术规范.....	70
7.8 炉渣、炉灰和飞灰的处置.....	72
8 污水处理工程	75
8.1 工程服务范围.....	75
8.2 水量与水质.....	75
8.3 排放标准.....	78
8.4 污水处理工艺方案论证.....	78
8.5 污水处理工艺设计.....	87
9 辅助工程	93
9.1 建筑设计.....	93
9.2 厂区给排水.....	96
10 电力及照明	100
10.1 设计依据资料.....	100
10.2 需遵循的设计规范标准.....	100
10.3 设计分界.....	100
10.4 设计内容.....	100
10.5 电源.....	101
10.6 负荷计算.....	101
10.7 供配电系统.....	102

10.8 无功补偿.....	102
10.9 继电保护.....	102
10.10 操作方式.....	103
10.11 照明.....	103
10.12 计量方式.....	104
10.13 电缆敷设.....	104
10.14 主要设备选型.....	104
10.15 接地保护.....	104
10.16 防雷及过电压保护.....	104
10.17 问题与建议.....	105
10.18 主要电气设备材料表.....	105
11 仪表自控.....	107
11.1 参照标准和规范.....	107
11.2 设计内容.....	107
11.3 检测仪表.....	108
11.4 自控系统.....	109
11.5 接地.....	111
11.6 主要设备及材料.....	111
12 主要设备.....	114
12.1 设备配置原则.....	114
12.2 计量设备.....	114
12.3 填埋作业机械.....	114
12.4 渗沥液处理设备.....	115
12.5 沼气利用设备.....	116
12.6 给排水设备.....	116
12.7 焚烧厂设备.....	116
12.8 清洗设备.....	116
12.9 电气设备.....	116
12.10 通讯设备.....	117
12.11 机修设备.....	117
12.12 其他设备.....	118
13 消防安全.....	119
13.1 设计原则.....	119
13.2 工程范围.....	119

13.3 设计依据.....	119
13.4 危险等级.....	119
13.5 消防设施.....	120
13.6 消防机构.....	121
14 人员及项目管理.....	122
14.1 机构组织.....	122
14.2 技术管理.....	122
14.3 运行管理.....	123
14.4 定员编制.....	123
14.5 人员培训.....	123
14.6 人员管理.....	124
15 环境保护与监测.....	125
15.1 环境保护.....	125
15.2 环境监测.....	132
16 安全、卫生与节能.....	134
16.1 安全与卫生.....	134
16.2 节能.....	135
17 投资估算与财务评价.....	137
17.1 投资估算.....	137
17.2 财务评价.....	158
17.2.3.1 处理规模.....	158
17.2.4.1 原辅材料及燃料价格.....	159
18 工程进度设想.....	166
18.1 项目总进度.....	166
18.2 分期建设原则.....	168
18.3 工程进度分期设想.....	168
19 工程风险分析.....	170
19.1 风险识别.....	170
19.2 风险对策.....	172
20 招标.....	173
20.1 招标的基本情况.....	173

20.2招标初步方案	178
21 结论和建议.....	182
21.1结论	182
21.2建议	183

1 概述

1.1 项目兴建缘由

市“十五”计划的指导思想、预期目标和主要任务是：以邓小平理论和江泽民总书记“三个代表”的重要思想为指导，以率先基本实现社会主义现代化为总任务、总目标统揽全局，实施“外向带动”、“科教兴市”和“可持续发展”三大战略，全面贯彻落实市委、市政府确立的“工业强市”、“依法治市”等重大决策，加快产业结构调整优化步伐，全面提高工业化、城市化和信息化水平，努力实现物质文明和精神文明的相互促进，在发展的基础上不断提高人民生活水平；全面推动市国民经济持续、快速、健康发展和社会全面进步，为基本实现社会主义现代化奠定坚实基础，努力把**建设成为文明富庶的现代化名人城市。

为实现此目标和任务，市委市政府就其中垃圾这一子项作出具体的任务布置：垃圾实行减量化、无害化处理，实现全市组团式分片处理城镇垃圾，是加速城市化和城镇建设，推行可持续发展的重要内容。

2000年初，省建委批复同意实施《**市市域环境卫生控制性规划》（简称《控规》），根据《控规》安排，**市将分成中心组团、西北组团、北部组团和南部组团四片，对市域内的城镇垃圾实现区域化管理。

根据《控规》建设进度安排，南部组团垃圾处理设施应于近阶段实施并投入生产运行，因此南部组团垃圾处理设施的建设已经迫在眉睫。

1.2 设计依据

1) 《**市市域环境卫生控制性规划》，1999年12月10日

- 2) 《南部组团垃圾综合处理基地项目建议书》，2004年2月10日
- 3) 《**市三乡镇环境卫生专业规划（送审稿）》，2002年5月

1.3 设计原则

本次设计将以**长期、可靠、稳定、安全、卫生、先进**为指导方针，贯彻一个**主题**：力争将本工程建设成为**高标准生态型卫生填埋场**和功能合理的综合处理厂。

建成的综合处理基地具有**九个基本特点**：

① **高标准**：本着“力所能及、竭尽所能”的原则，力争达到国内先进标准，尤其是在防渗方面，在符合国内有关填埋场标准的情况下，适当参照国外标准，在填埋场关键部位的设计上适度超前。

② **生态型**：在处理厂建设、运行和填埋场封场后的各个阶段，在焚烧厂、填埋场以及将来的分拣中心、渗沥液处理厂各个环节，尽可能保持自然界原来的面貌，利用自然中存在的物质处理污染物。处理厂作为一个系统，其输入和输出对环境都是友好的。

③ **最大限度利用土地**：在技术可行的情况下，使设计库容达到最大化；同时，高度利用填埋场封场后的土地资源。

④ **物流平衡，来料控制**：根据进厂垃圾变化的预测，合理组织厂内交通和物料运输工艺。

⑤ **全过程全范围控制**：对可能产生的污染源（污水、臭气、散落垃圾等）进行全面的控制，营造优良的生态环境。

⑥ **合理控制工程投资**：符合国家建设标准的要求，杜绝浪费。

⑦ **清洁生产、高效管理**：设计中采取充分的措施，保证将来生产的清洁性和管理的高效性，比如：选用高效填埋机械、集装箱运输设备、监控系统等。

⑧ **可持续发展**：在工程设计时兼顾填埋场的修复和远期发展的可

能性。

⑨ **全面规划、分期实施：**着眼于目前实际情况、兼顾长远发展规划，按照一次规划、分期实施总原则进行设计。

1.4 采用的主要技术规范与标准

- 1) 《生活垃圾填埋场环境监测技术标准》（CJ/T3037-95），建设部
- 2) 《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB16889-1997），国家环保局
- 3) 《城市生活垃圾卫生填埋处理工程项目建设标准》，建标[2001]
- 4) 《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》（CJJ17-2004），行业标准
- 5) 《恶臭污染物排放标准》（GB14554—93）
- 6) 《工业企业设计卫生标准》（TJ36-79），卫生部等
- 7) 《市政工程设计技术管理标准》，(93)建城技字第42号，建设部
- 8) 《聚乙烯（PE）土工膜防渗工程技术规范》（SL/T231-98），水利部标准
- 9) 《土工合成材料应用技术规范》（GB50290-98），国家标准
- 10) 《建筑抗震设计规范》（GBJ11-89），国家标准
- 11) 《混凝土结构设计规范》（GBJ10-89），国家标准
- 12) 《砌体结构设计规范》（GBJ3-88），国家标准
- 13) 《建筑结构荷载规范》（GBJ9-87），国家标准
- 14) 《建筑地基基础设计规范》（GBJ7-89），国家标准
- 15) 《给水排水工程结构设计规范》（GBJ69-84），国家标准
- 16) 《建筑设计防火规范》（GBJ16-87），国家标准
- 17) 《室外排水设计规范》（GBJ14-87），国家标准
- 18) 《总图制图标准》（GBJ103-87），国家标准
- 19) 《生活垃圾焚烧污染控制标准》GB18485-2001
- 20) 《生活垃圾焚烧炉》GB18750-2002

- 21) 《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》 CJJ90-2002
- 22) 《城市生活垃圾焚烧处理工程项目建设标准》 建标[2001]213号
- 23) 《城市生活垃圾采样和物理分析方法》 CJ/T3039-95
- 24) 《小型火力发电厂设计规范》 GB50049-94
- 25) 《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规定》 DL/T5035-94
- 26) 《火力发电厂保温油漆设计规程》 DL/T5072-1997
- 27) 《火力发电厂与变电所设计防火规范》 GB50229-96
- 28) 《工业循环冷却水处理设计规范》 GB50050-95
- 29) 《火力发电厂劳动安全和工业卫生设计规程》 DL5053-1996
- 30) 《火力发电厂生活、消防给水和排水设计技术规定》 DLGJ24-91
- 31) 《火力发电厂和变电所照明设计技术规定》 DLGJ56-95
- 32) 《火力发电厂汽水管道设计技术规定》 DL/T5054-1996
- 33) 《工业企业厂界噪音标准》 GB12348-90
- 34) 《污水综合排放标准》 GB8978-1996
- 35) 《火力发电厂热工自动化设计技术规定》 NDGJ16-89
- 36) 《火力发电厂电子计算机监视系统设计技术规定》 NDGJ91-89
- 37) 《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》 GB/T12145-1999

1.5 工程内容

本工程主要包括以下内容：

1) 填埋区

(1) 生态填埋区

最终填埋高度为105m标高；

填埋总库容为 $1009 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效填埋库容为 $858 \times 10^4 \text{m}^3$ ；

填埋场的使用年限为25年，2006~2031年；

工程内容：垃圾主坝、1#、2#、3#垃圾坝；环厂道路以及作业道路；防渗工程；污水处理厂和调节池；日覆盖、中间覆盖和最终覆盖。

(2) 安全填埋区：库底标高为17~20m，填埋标高为30m，库容为18万 m^3 。

(3) 沼气利用：在2009年建成1MW的沼气发电机组一台；2015年沼气发电机组新增一台，发电功率1MW。

2) 焚烧厂

规模：处理生活垃圾和一般工业固体废弃物，600t/d

发电量：7.5MW

焚烧厂主体厂房：7521 m^2

焚烧厂占地：59000 m^2

投产时间：2016年

3) 管理区

综合楼面积：1800 m^2

机修、车库、变电所等：500 m^2

管理区占地：15000 m^2

4) 其他

1#、2#水库：2#水库设计水位高程48m，坝顶高程50m，库底标高约35m，面积27554 m^2 ，总库容为173282 m^3 。

高位水池：400 m^3

取水泵房：水泵2用，单台流量50 m^3/h ，扬程69m，功率18.5KW。

1.6 工程总投资及成本

本项目生态填埋区、管理区、污水处理、沼气利用及基地配套设施工程总投资21283.47万元，其中第一部分工程费用15822.22万元、

第二、三部分费用5203.21万元、建设期贷款利息125.48万元、铺底流动资金132.57万元。

本项目焚烧厂和安全填埋区工程合计总投资24158.21万元，其中第一部分工程费用21062.27万元、第二、三部分费用3095.94万元。

2 设计主要基础资料

2.1 地形地貌

**市位于广东省中南部，珠江三角洲中部偏南的西、北江下游出海处，北接广州市番禺区和顺德市，西邻江门市区、新会市和斗门县，东南连珠海市，东隔珠江口伶仃洋与深圳市和香港特别行政区相望。全境位于北纬 $22^{\circ}11' \sim 22^{\circ}47'$ ，东经 $113^{\circ}09' \sim 113^{\circ}46'$ 之间。

市地形平面轮廓似一个紧握而向上举的拳头，南北狭长，东西短窄。地形配置分北部平原区、中部山地区和南部平原区。平原面积约占全市面积的68%，山地占25%，河流占7%。市境三面环水，境内主要水道从西北流向东南，5000多条河涌和人工排灌渠道纵横交织，互相连通，以冲口门为顶点呈放射状的扇形分布。地形是在华南准地台的基础上，经过漫长的气候变化和风雨侵蚀，形成了现在以冲积平原为主，低山丘陵台地错落其间的水乡地形地貌。全市平原面积约1242平方公里，由低山丘陵分隔成三大片：北部平原，范围东起张家边，西至古镇，北达黄圃，南到石岐附近，面积约850多平方公里，是全市最广阔的平原；南部平原又称金斗湾平原，南及东南与珠海市接壤，西南傍磨刀门水道，北和西北背靠五桂山低山丘陵和白水林高丘陵，面积约110平方公里，是市内第二大平原；西南部平原，位于磨刀门水道中游东侧，面积近100平方公里，地势偏低，大部分在海平面以下，地下水位高，是市内低层土壤分布地区。

滩涂主要分布在市境东面沿海、西南部沿海和河岸，有的已越过横门外侧，面积约150平方公里。全市海岸26公里，濒临珠江口伶仃洋一带，大部分属淤泥质海岸，由于冲积物不断下冲沉积，滩涂面积不断扩大，西、北江河口逐年向外伸展，成为新的冲积平原。

低山丘陵台地位于市境中部偏南，面积约400平方公里。以五桂

山为主脉，与周围诸山形成全市低山丘陵台地的主体，海拔高度多在100至300米之间，300米以上山峰10多座。山脉行列有卓旗山、旗山、长腰龙山、大尖山、南台山、周东坑山、白云迳山、五桂山、飞云洞山等9条山列，其中五桂山最高，海拔531米，山列较连续，地势雄伟，东南坡延至珠海市境。竹篙山区位于五桂山以西，西至磨刀门水道，面积较五桂山区小，基底以花岗岩为主，抗风化力较强，山势较高峻，有300米以上高峰5座，最高峰白水林达473米。五桂山区和竹篙山区的低山丘陵，基本都有植被覆盖；在溪流发育的沟谷，乔木和灌木丛较多。山区丘陵外围，高度渐降，是广阔的丘陵和等高明显的台地，主要分布在沙溪、张家边等镇。台地海拔一般在25至50米之间，风化层厚，多已开发成为果园、旱田，市境的文化活动和经济活动，主要集中在这一带地区。乡村聚落设置、公路取道，也多与台地有关。

2.2 气象

**市地处低纬，全境均在北回归线以南，属南亚热带季风气候，气候特征为光热充足、雨量充沛、干湿分明。市境太阳高度角大，全年境内各地均有2次太阳直射，太阳辐射能量丰富。总辐射量以7月最多，达51141.3焦耳/平方厘米；2月最少，仅23285.7焦耳/平方厘米。历年平均日照时数为1843.5小时，占年可照时数的42%。年最多日照时数为2392.6小时(1955年)，占年可照时数的54%；年最少日照时数为1455.8小时(1961年)，占年可照时数的33%。终年气温较高，历年平均为21.8℃，月平均气温以1月最低，为13.3℃，7月最高，达28.4℃。极端最高气温36.7℃(1980年7月10日)，极端最低气温-1.3℃(1955年1月12日)。濒临南海，夏季风带来大量水汽，成为降水的主要来源，历年平均降水量为1748.3毫米。影响全市的灾害性天气有台风、霜冻、

低温阴雨、寒露风和暴雨。

2.3 水文

**市河网密度是中国较大的地区之一。各水道和河涌承纳了西、北江来水，每年4月开始涨水，10月逐渐下降，汛期达半年以上。东北部是北江水系的洪奇沥水道；中部是东海水道，下分支鸡鸦水道和小榄水道，汇合注入横门水道；西部为西江干流，在磨刀门出海。还有黄圃水道、黄沙沥等互相沟通，形成了纵横交错的河网地带。全市共有支流289条，全长977.1公里。主要水道：

鸡鸦水道：北接容桂水道，两岸北起经东风、阜沙镇；东岸北起经南头镇、马新联围和民三联围，在大南尾与小榄水道汇流，注入横门水道出海，全长33公里，面宽200至300米。该水道渲泄西江洪流，两岸成为**市的防洪地区。

小榄水道：北接顺德市马宁水道，于莺哥咀注入市境内。两岸途经小榄、坦背、港口镇；东岸途经东风、阜沙镇，在大南尾与鸡鸦水道汇流注入横门水道出海。全长31公里，面宽150至300米。该水道渲泄上游西江洪水，河道两岸成为市境主要的防洪地区。

横门水道：上接小榄、鸡鸦、石岐水道，经张家边、**港区，由横门流出珠江口。全长12公里，面宽800至1000米。

黄沙沥：西接鸡鸦水道，向东流经黄圃、三角镇边界，至石基沙头汇入洪奇沥，全长10公里，面宽130至150米。是黄圃镇、三角镇、民众镇农田的排灌河，又是鸡鸦水道的主要排洪分支。

黄圃水道：西接鸡鸦水道，东至三星围口接洪奇沥，全长11公里，面宽100至150米。是黄圃、南头镇农田的排灌河。

石岐河：横穿市境中部，往东北经郊区、张家边区出东河口水闸，注入横门水道；西往南经环城区和板芙镇，至西河口水闸，出螺洲门，

全长46公里，面宽80至200米。

北台溪：发源于五桂山的风吹罗带峰和梅花地顶之间。主干流向北及西北，流经槟榔山、石莹桥，转西抵梅花坑经马槽水出石鼓挞、南坑口、紫泥湾等村，经大东洋山穿过岐关公路的北台桥，绕湖洲山北麓注入石岐河。全长23公里，面宽6至12米。

大环河(小隐涌)：发源于五桂山主峰和风吹罗带峰之间。主干流向北及东北，流经大寮村会童子坑水，过旧屋林，出西埗，经大环村，注入横门水道。全长25公里，面宽8至15米。

2.4 地质

2.4.1 **市地质

**市出露地层以广泛发育的新生界第四系为主，在北部、中部和南部出露有古生界、中生界地层和北部零星出露的元古界震旦系的古老地层。新生界第四系在境内分布广泛，按其成因类型分为残积层、冲洪积层、冲积海积层和海积层。

地质构造体系属于华南褶皱束的粤北、粤东北、粤中拗陷带内的粤中拗陷。粤中拗陷又分为若干个隆断束，**则位于其中的增城至台山隆断束的西南段。市境内断裂构造发育，分布广泛，出露清楚。按其走向可分为北东向、北北东向、北西向和东西向数组。褶皱构造，由于沉积岩出露不多，且受断裂变动和岩浆侵入的破坏，因而褶皱构造多不完整，较明显的仅有深湾褶皱、雍陌褶皱两组。

2.4.2 处理基地地层及工程地质条件

(1) 第四系覆盖层：

a. 人工耕土层：

以灰褐、灰黑色粉质粘土为主，含植物根，多呈软塑状，主要分布在山沟地带的8号、25号、42孔，厚度为0.5~1.7米；

b. 坡残积层

以灰黄、褐黄、黄色，以粘性土混砂岩、砂页岩为主，多呈可塑状，局部硬塑。主要分布山沟及山谷低洼地带，厚度一般为0.3~5.3米，在山坡地带分布厚度较薄，多为0~1米。有从土工试验指标来看，其压缩性多属中等~高。

(2) 基岩

拟建场址分布的基岩有：寒武系沉积砂岩、砂页岩、震旦~寒武系变质砂岩等以及白垩系侵入花岗伟晶岩。山坡基岩上部除表层坡积土外，多呈全风化或强风化状，岩体风化强烈，多呈粘性土状或半岩半土状，并夹有风化岩块，强度较低，在地表水或地下水作用下易软化崩解，易产生滑坡或崩塌现象；山坡基岩下部多呈中等风化状，其岩体裂隙发育~较发育，岩石破碎，岩芯呈块状~短柱状，为较软岩~较硬岩。由于受山沟地表水或地下水的切割作用，在山沟局部地带，已见基岩中等风化岩露。其表层岩性分布以砂岩及砂页岩为主，中部地带为变质砂岩；下部中等风化岩多为变质砂岩。岩层走向一般为N10°~33° E，倾向西南，倾角约30°。节理裂隙走向变化较大，一般为南北向，倾向东，倾角较陡，约82°。在局部地带由于受后期岩浆岩侵入，偶见伟晶岩中等风化层出露，这会影响山坡的挖方施工。

各土岩层物理力学性质指标见《岩土物理力学性质指标一览表》。

(3) 水文地质条件

勘察场址地表水以山谷小沟水为主，由于受水流的切割作用，多条山谷均见地下水出露，并向山沟低洼地汇集，形成较大的水流由东向西排泄，水量变化受季节降水影响较大。地下水在山谷低洼地埋藏较浅，为孔隙潜水。在山坡上水位埋藏较深，钻孔难揭露到地下水位。据土工试验及现场注水试验，土岩层的渗透性变化较大。据25号、31

号、48号孔变水头注水试验测得渗透系数 $K=4.01 \times 10^{-4} \sim 5.81 \times 10^{-3}$ cm/s,这是由于坡积土或基岩风化层由于所含粘性土或岩块颗粒的不均匀性,形成其渗透性差异较大。据地下水水质分析成果,地下水类型为 $SO_4+Cl—Na+K$ 型水,其pH为弱酸型。地下水对混凝土不具腐蚀性。

(4) 地质构造

根据本次钻探所揭露的岩层,除岩体裂隙较发育外,未发现断层破碎带或构造岩。据**市地震构造图,拟建区域没有明显深、大的断裂带或高可信度的解译断裂通过。从有关资料表明,第四纪活动性断裂没通过本场地区域,从地质构造来讲,场区稳定性属于相对稳定。场地土主要为中硬土类型,建筑场地土类别主要为I类。在沟谷陡坡地段为建筑抗震危险地段。

2.5 抗震设防烈度

据广东省地震烈度区划图,本区域属抗震设防7度区。

3 基地选址

**市南部组团垃圾综合处理基地，分成垃圾填埋区和焚烧厂两大功能区。填埋场、焚烧厂均有各自的选址要求。

3.1 选址基本要求

根据生活垃圾卫生填埋场技术规范（CJJ17-2004）和《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》（CJJ90-2002），基地选址应符合现行国家标准《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB16889）和相关标准的规定，并应符合下列要求：

(1) 场址设置应符合**市城市总体规划及**市环境卫生专业规划要求，并应通过环境影响评价报告书的认定。

(2) 对周围环境不应产生污染或对周围环境污染不超过国家有关法律法令和现行标准允许的范围。

(3) 与当地的大气防护、水土资源保护、大自然保护及生态平衡要求相一致。

(4) 厂址应选择在生态资源、地面水系、机场、文化遗址、风景区等敏感目标少的区域。

(5) 位于地下水贫乏地区、环境保护目标区域的地下水流向下游地区及夏季主导风向下风向。

(6) 厂址选择应综合考虑基地的服务区域、转运能力、运输距离等因素。

(7) 库容应保证填埋区使用年限在10年以上，特殊情况下不应低于8年。

(8) 厂址与服务区之间应有良好的道路交通条件。交通方便，运距合理。

(9) 厂址应有满足生产、生活的供水水源和污水排放条件。

(10) 厂址附近应有必须的电力供应。对于利用垃圾热能发电的垃圾焚烧厂，其电能应易于接入地区电力网。

(11) 应充分利用天然地形，选择人口密度低、土地利用价值低、征地费用少、施工方便的场址。

(12) 厂址应满足工程建设的工程地质条件和水文地质条件，不应选在发震断层、滑坡、泥石流、沼泽、流砂及采矿陷落区等地区。

(13) 厂址不应受洪水、潮水或内涝的威胁；必需建在该地区时，应有可靠的防洪、排涝措施。

(14) 对于利用垃圾焚烧热能的垃圾焚烧厂，生产蒸汽的蒸汽管网输送距离不宜大于4km；生产热水的热水管网输送距离不宜大于10km。

3.2 选址概况

就**市南部组团垃圾综合处理基地场址选择，拟定了三个备选方案，如下表：

表3-1 处理基地选址方案比较

方案	方案一		方案二	方案三
占地面积	702亩		935亩	1526亩
所属镇域	三乡镇397亩	神湾镇305亩	三乡镇	神湾镇
镇意见	不服从该选址，希望另址建设	不服从该选址，希望另址建设	不服从该选址，希望另址建设	服从选址，建议政府作出项目的环保承诺
环境影响	基地屏蔽效果较差		基地屏蔽效果较差	填埋场屏蔽效果较好
交通情况	距公路700米		需开辟专用进场道路	需开辟专用进场道路
距村落距离	600米		700米	700米
备注			该用地块已被征用	

在现实条件下，垃圾处理基地的选址很难十全十美，会存在某些缺陷和不足。**市提出：垃圾综合处理基地选址问题除应考虑各方面（各镇）的利益及多种影响因素外，应特别注意一项原则和一项基本要求。一项原则是：综合平衡、整体优化，因此可能有局部的不利甚

至损失。一项基本要求是：垃圾处理设施应建造在有一定自然屏蔽条件的山丘台地。

同时应正确看待垃圾处理中产生的二次污染问题。**市规划中的三大组团垃圾处理基地以填埋结合焚烧，只要按规程操作，按照卫生填埋的要求，选择成熟的焚烧工艺，完全可以将二次污染控制在国家标准范围之内。

根据填埋场、焚烧厂的选址要求，《**市市域环境卫生控制性规划》，以及**市在垃圾综合处理基地选址问题上的指导思想，三个备选方案中：

方案一与工业区近些，屏蔽效果较差，对污染物的排放要求较严格，库容相对较小。

方案二场址的填埋场屏蔽效果较差，对周围环境的影响较大；并且交通条件较差，需开辟专用进场道路；而且方案二的用地块已被征用。

方案三虽然交通条件不是很好，需开辟专用进场道路，但屏蔽效果较好，库容较大，使用年限较长。

因此经过综合比较，选择方案三作为基地位置。

拟建南部组团垃圾处理基地位于**市神湾镇古宥村，烟墩山南坡面，北面距广珠公路约6公里，南面距神湾至斗门公路约2公里，交通不甚方便。场址主要由五条山脊及四条山沟组成，北侧为烟墩山分水岭防火带，南侧为一东西向山谷低洼地，山体最大相对高差约130米。在山坡高地或山脊地带主要为松树、桉树种植地或杂树野生地；在山坡边缘地带多为菠萝等种植地。整个山坡面杂草丛生，植被较好。山谷平地为农业种植地，并见一水沟呈东西向通过山谷，水沟常年流水，水质清澈。

经初步勘查，发现该场址从水文、地质、基岩等因素考虑，均适合建设填埋场的场址（填埋场场址要求严于焚烧厂场址）。

场址内可供使用的面积大（1526亩），经初步计算，填埋场库容可达1000万方，有较长使用年限。

4 总体设计

4.1 处理工艺的技术比较

(1) 垃圾处理方法概况

目前世界上应用广泛并行之有效的垃圾处理方法主要有填埋、焚烧、堆肥三种。随着科学技术的发展，垃圾减量化、无害化、资源化技术日益增多，出现了热解、气化、水解、发酵、熔炼、加工、饲养、压缩以及用生活垃圾作建材等新技术。

(2) 处理方案评述

就**市而言，经过初步勘查，发现比较适合建设填埋场的场址，初步计算库容可达1000万方，有较长使用年限。

所处场址属于相对比较封闭的山谷，对周围环境影响小。

根据调查，目前生活垃圾中居民厨余物及果皮类含量较大，达65%左右，有一定的热值，湿基低位热值达5866.7KJ/Kg，满足垃圾焚烧最低热值4200KJ/Kg的要求。另外本基地还处理南部一般工业固体废弃物，热值一般在10000KJ/Kg左右，比较适合焚烧。

垃圾焚烧处理无害化程度高，减量化最彻底，焚烧残渣占垃圾总量的10%左右，同时还可以实现能量的回收利用。

根据环卫规划，**南部组团基本实行了分类收集。热值高的橡胶塑料、废纸、竹木、布类和热值较低的厨余果皮类以及不能燃烧的玻璃、金属等分开收集。

虽然生活垃圾中厨余果皮类等有机物含量较高，比较适合堆肥，但是堆肥工艺在国内成功的经验不多，堆肥的市场还不成熟。

热解、气化、水解、发酵、熔炼、加工、饲养等技术均有一定的工程应用实践，但存在着投资昂贵或消纳垃圾能力低的缺点，因此目

前在**不宜采用。

综上所述，从技术上讲，焚烧和填埋结合的方案比较适合**南部组团垃圾的处理。焚烧一方面使垃圾得到最大的减量化，有效利用填埋场库容，同时也可以进行能源回收利用。生活垃圾经分类收集，热值高的橡胶塑料、废纸、竹木、布类以及一般工业固体废弃物进行焚烧，焚烧残渣和其余垃圾进行填埋。

4.2 工程规模

4.2.1 垃圾产量和性质

4.2.1.1 生活垃圾

生活垃圾产量的预测基于下列几点：

- (1) 2001年，**市人均垃圾产量为0.9t/d，相应的南部四镇日均垃圾产量为340t/d；
- (2) 南部组团人口预测如表4-1所示；
- (3) 生活垃圾产量的增长率随着社会经济的发展、生活水平、和人们环保意识的提高而逐渐降低。人均垃圾产量增加到约1.50Kg/人·d后保持不变。垃圾产量预测如表4-2所示。

表4-1 南部组团人口预测表

年份	三乡镇		板芙镇		坦洲镇		神湾镇		合计
	户籍	外来	户籍	外来	户籍	外来	户籍	外来	
2000	35427	115538	31041	33234	64351	70219	16547	11200	377557
2001	37482	119582	32841	34397	68083	72677	17507	11592	394161
2002	39656	123767	34746	35601	72032	75220	18522	11998	411543
2003	41956	128099	36761	36847	76210	77853	19596	12418	429741
2004	44389	132583	38894	38137	80630	80578	20733	12852	448795
2005	46964	137223	41149	39472	85307	83398	21936	13302	468750
2006	49688	142026	43536	40853	90255	86317	23208	13768	489650
2007	52570	146997	46061	42283	95489	89338	24554	14250	511541
2008	55619	152141	48733	43763	101028	92465	25978	14748	534475
2009	58844	157466	51559	45295	106887	95701	27485	15264	558502

年份	三乡镇		板芙镇		坦洲镇		神湾镇		合计
	户籍	外来	户籍	外来	户籍	外来	户籍	外来	
2010	62257	162978	54550	46880	113087	99051	29079	15799	583680
2011	62569	162978	54822	46880	113652	99051	29224	15799	584975
2012	62882	162978	55097	46880	114221	99051	29370	15799	586276
2013	63196	162978	55372	46880	114792	99051	29517	15799	587584
2014	63512	162978	55649	46880	115366	99051	29665	15799	588898
2015	63829	162978	55927	46880	115942	99051	29813	15799	590219
2016	64149	162978	56207	46880	116522	99051	29962	15799	591547
2017	64469	162978	56488	46880	117105	99051	30112	15799	592881
2018	64792	162978	56770	46880	117690	99051	30262	15799	594222
2019	65116	162978	57054	46880	118279	99051	30414	15799	595569
2020	65441	162978	57339	46880	118870	99051	30566	15799	596924
2021	65768	162978	57626	46880	119464	99051	30719	15799	598285
2022	66097	162978	57914	46880	120062	99051	30872	15799	599653
2023	66428	162978	58204	46880	120662	99051	31027	15799	601027
2024	66760	162978	58495	46880	121265	99051	31182	15799	602409
2025	67094	162978	58787	46880	121872	99051	31338	15799	603798
2026	67429	162978	59081	46880	122481	99051	31494	15799	605193
2027	67766	162978	59377	46880	123093	99051	31652	15799	606595
2028	68105	162978	59673	46880	123709	99051	31810	15799	608005
2029	68446	162978	59972	46880	124327	99051	31969	15799	609421
2030	68788	162978	60272	46880	124949	99051	32129	15799	610845
2031	69132	162978	60573	46880	125574	99051	32290	15799	612276
2032	69478	162978	60876	46880	126202	99051	32451	15799	613713
2033	69825	162978	61180	46880	126833	99051	32613	15799	615158
2034	70174	162978	61486	46880	127467	99051	32776	15799	616611
2035	70525	162978	61794	46880	128104	99051	32940	15799	618070

表4-2 生活垃圾产量预测表（吨）

年份	增长率	人均日垃圾产量	日垃圾产量	年垃圾产量	累计垃圾量
2006	0.03	1.04	487	177644	177644
2007	0.03	1.06	521	190203	367847
2008	0.03	1.09	558	203674	571521
2009	0.03	1.12	598	218126	789647
2010	0.03	1.15	640	233630	1023277
2011	0.02	1.17	682	249045	1272322
2012	0.02	1.19	698	254590	1526912
2013	0.02	1.22	713	260259	1787171

年份	增长率	人均日垃圾产量	日垃圾产量	年垃圾产量	累计垃圾量
2014	0.02	1.24	729	266057	2053228
2015	0.02	1.27	745	271985	2325213
2016	0.02	1.28	758	276684	2601897
2017	0.02	1.30	771	281466	2883362
2018	0.02	1.32	784	286332	3169695
2019	0.02	1.34	798	291284	3460979
2020	0.02	1.36	812	296324	3757303
2021	0.01	1.38	822	299968	4057271
2022	0.01	1.39	832	303658	4360930
2023	0.01	1.40	842	307396	4668326
2024	0.01	1.42	853	311182	4979508
2025	0.01	1.43	863	315016	5294524
2026	0.01	1.44	869	317321	5611845
2027	0.01	1.45	876	319645	5931490
2028	0.01	1.45	882	321987	6253477
2029	0.01	1.46	889	324349	6577827
2030	0.01	1.47	895	326730	6904557
2031	0.00	1.47	897	327494	7232051
2032	0.00	1.47	899	328261	7560311
2033	0.00	1.47	901	329032	7889343
2034	0.00	1.47	904	329806	8219149
2035	0.00	1.47	906	330585	8549734

4.2.1.2 生活垃圾性质

表4-3 生活垃圾组分表 (%)

纸类	橡塑	竹木	布类	厨类		果类	金属	玻璃
				<10	>10			
8.87	17.15	1.24	4.48	7.96	41.9	15.47	0.5	1.58

表4-4生活垃圾干基元素含量 (%) 和热值 (KJ/Kg)

H	C	N	O	Cl	S	干基高位热值	湿基高位热值	湿基低位热值
4.64	34.34	1.05	19.83	0.52	0.66	14586	7570.4	5866.7

表4-5 生活垃圾各组分热值 (KJ/Kg)

	纸类	橡塑	竹木	布类	厨类		果类	合计
					<10	>10		
干基高位	16171	29246	18726	19151	4051.1	9295.4	15214	14586
湿基高位	10242	18589	12438	10519	2658.9	4273	3973.2	7570.4
湿基低位	8549.7	16422	10754	8766	4273	2654.8	1889.1	5866.7

4.2.1.2 一般工业垃圾

根据有关资料,2004年**市南部组团一般工业垃圾产量为220t/d。一般工业垃圾产量随着工业产值的增加而增加,与工业结构有密切的关系。但随着可持续发展观念的深入,人们环境保护意识的不断提高,新的清洁生产工艺的推广,工业垃圾综合利用率的提高,单位工业产值一般工业垃圾的排放量会逐渐减少,预测2016年前,一般工业垃圾日均产量增长率为5.5%,2017~2026年为3.5%,2027年以后为2.0%,预测结果见表4-6。

4.2.2 工程规模

工程规模确定考虑:

1) 根据控规,生活垃圾实现分类收集,橡胶塑料、废纸、竹木、布类以及一般工业固体废弃物为可焚烧物。根据垃圾组分,其中橡胶塑料、废纸、竹木、布类按生活垃圾量的25%考虑,可焚烧处理,其余生活垃圾和焚烧炉渣实行填埋。

2) 考虑经济性,焚烧厂最小规模为600t/d,当可焚烧物垃圾量超过焚烧厂最小规模即600t/d时,焚烧厂投入运行。

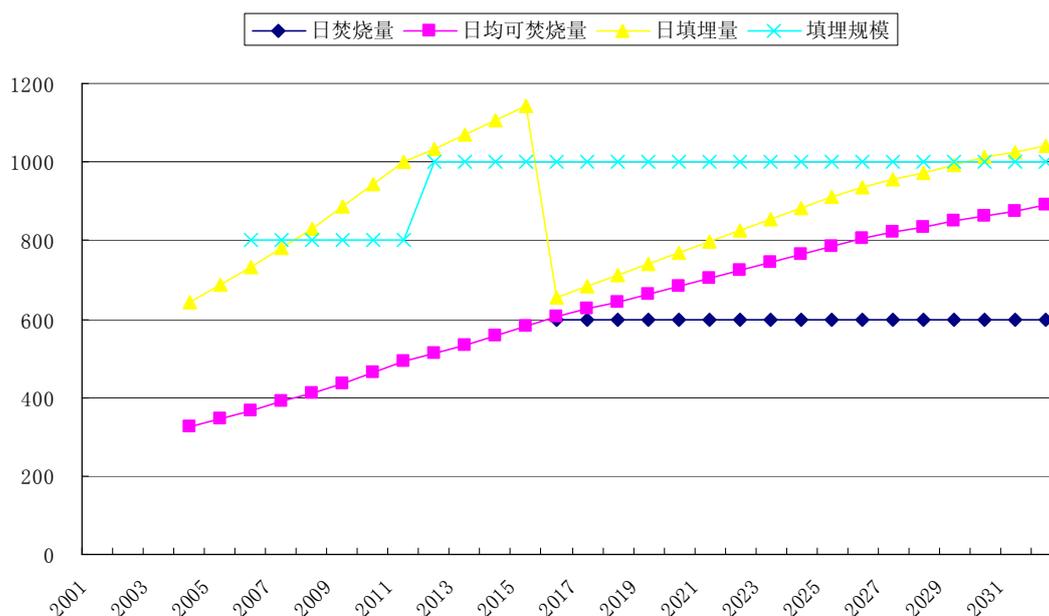


图4-1 垃圾综合处理基地工程规模图

根据以上几点，确定工程规模如图4-1所示，即总处理规模：2006年为800t/d，2012年增加到1000t/d，2016年增加到1600t/d；填埋规模：2006年为800t/d，2012年增加到1000t/d；焚烧厂于2016年建成，规模为600t/d。

4.3 物料平衡

物料平衡基于如下几点：

- (1) 填埋区于2006年投入运行，焚烧厂于2016年投入运行。
- (2) 工程规模按4.2确定。
- (3) 生活垃圾实行分类收集，分为三大类：橡胶塑料、废纸、竹木、布类等可燃烧物、厨余果类等有机物和玻璃、金属等不可燃烧物。可燃烧物进入焚烧厂进行焚烧，焚烧残渣为13%。其余生活垃圾和焚烧残渣进入填埋区进行填埋。一般工业固体废弃物实行焚烧处理。

表4-6 物料平衡表（吨）

年份	日均生活垃圾产量	日均一般工业 固体废弃物	日焚烧 量	日填埋 量	年填埋 量	累计填埋 量
2001	340					
2002	365					
2003	393					
2004	423	220		643		
2005	455	232		687		
2006	487	245		732	267020	267020
2007	521	258		779	284495	551514
2008	558	273		831	303152	854666
2009	598	288		885	323075	1177741
2010	640	303		943	344351	1522092
2011	682	320		1002	365856	1887948
2012	698	338		1035	377825	2265773
2013	713	356		1069	390273	2656046
2014	729	376		1105	403221	3059266
2015	745	396		1142	416693	3475959
2016	758	418	600	654	238821	3714780
2017	771	433	600	682	248946	3963726
2018	784	448	600	711	259343	4223069
2019	798	464	600	740	270019	4493088
2020	812	480	600	770	280983	4774071
2021	822	497	600	797	290758	5064829
2022	832	514	600	824	300795	5365625
2023	842	532	600	852	311101	5676726
2024	853	551	600	881	321685	5998411
2025	863	570	600	911	332556	6330967
2026	869	590	600	937	342143	6673110
2027	876	602	600	956	348774	7021883
2028	882	614	600	974	355509	7377393
2029	889	626	600	993	362352	7739745
2030	895	639	600	1012	369304	8109049
2031	897	651	600	1027	374729	8483778
2032	899	664	600	1042	380252	8864030
2033	901	678	600	1057	385873	9249903
2034	904	691	600	1073	391595	9641499
2035	906	705	600	1089	397420	10038919

4.4 总体布置

总体布置原则为：

(1) 功能分区清晰。将处理厂分为填埋区、焚烧厂、分拣中心（预留）、污水处理厂、沼气利用区和生产生活管理区。

(2) 充分利用现有的防火隔离带，防火隔离带以北设置生产生活管理区，防火隔离带以南设置填埋区、焚烧厂、分拣中心（预留）、污水处理厂、沼气利用区等主要建筑物。合理避开横穿场地的高压线。处理厂主入口位于厂区北侧，连接即将兴建的古神公路，便于运输车辆的通行。

(3) 提高场内道路等级，保证填埋场全天候作业，不受雨季影响。

(4) 尽可能保持场地原有水系，雨水与渗沥液收集至主山谷出口。

(5) 充分利用地形，在场地东南侧和西北侧建设水库一座，一方面有利于雨污分流，另一方面也可以作为处理厂的生产用水。

4.5 填埋库容和使用年限

在面积确定的情况下，填埋库容与填埋高度密切相关，在本工程中，填埋高度主要影响因素为地基承载力和堆体稳定性，根据初步计算，最终填埋高度为105m标高。

根据总体布置，见附图，填埋总库容为 $1009 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

考虑到填埋场的日覆盖、中间覆盖和终场覆盖，有效填埋库容为填埋总库容的85%，则有效填埋库容为 $858 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

根据以下几点，预测填埋场的使用年限为25年，即可使用到2031年。

(1) 每天填埋垃圾量按4.3计算；

(2) 每方有效填埋库容可填埋垃圾1t；

- (3) 填埋场从2006年投入使用；
- (4) 焚烧厂从2016年投入运行，规模600t/d。

5 填埋工艺设计

5.1 工艺概述

国内外填埋场实际运行的情况反映传统的卫生填埋场存在以下几个问题，主要有：①渗滤液水质水量波动大、污染强度高，处理费用高；②垃圾稳定化周期长，填埋场封场后维护期长、风险大、费用高，不利于填埋场及时复用；③填埋场产气期迟且分散，产气强度低，不利于甲烷回收利用。同时高有机物含量的渗滤液的不不断流出带走了大量可转化为填埋气体的有机物，从而使得填埋气体总产量减少。

卫生填埋场的不足使得生态填埋方式应运而生。生态填埋的核心思想是：在环保前提下，实现填埋场垃圾处理废物资源化。即加速填埋场垃圾稳定化，最大限度提高填埋垃圾的气相转化率，减少渗滤液处理负荷。生态填埋的核心技术是渗滤液回灌。

生态填埋是在卫生填埋的基础上，通过有控制地强化层内垃圾生物降解和利用覆盖层的土壤/植被转化作用，达到经济有效地控制二次污染，并将其转化为可利用的填埋气体和植物生物质，同时加速垃圾稳定化、保障填埋场长期环境安全性目的的技术体系。

生态填埋的特征：首先，对填埋层垃圾生物降解过程的调控，通过调控，利用层内生物过程达到垃圾加速降解，渗滤液净化处理，和资源化转化（可燃填埋气体）的目的；其次，生态填埋还利用覆盖植被层的土壤/植被体系的污染物转化能力达到消减渗滤液尾水（经层内内灌处理出水）的水量、去除其中养份转化为生物质的目的。因此与卫生填埋的污染被动隔离控制理念不同，生态填埋强调的是对污染的主要降解与转化，而用于降解与转化的空间正是由现代的隔离措施所封闭的填埋场空间，其核心是利用填埋场空间内的生态转化能力。同

时生态填埋亦包含更有效地主动收集与利用气体，利用废弃物资源替代运行操作中的一次性材料等延伸技术方法。

以渗滤液回灌为特征的生态填埋场具有如下优点：①减少渗滤液污染，渗滤液水质水量较稳定；②加速垃圾降解，缩短垃圾的稳定化周期；③加速填埋场的沉降,增加填埋场的有效库容量；④加快填埋层进入产甲烷阶段，提高产甲烷速率和产气量，使得产气期集中；⑤缩短填埋场封场后维护管理期，场地提前复用；⑥降低填埋场垃圾处理成本。

5.1.1 工艺原理

(1) 新鲜垃圾层间歇微氧通气与预处理渗滤液循环双重作用加速消除有机酸积累，促进甲烷化进程

新鲜垃圾填埋后，在短暂的好氧阶段结束后，层内进入酸化发酵优势阶段，此时，垃圾中有机物发酵产生以VFA为主的可溶性成份，使层内pH环境进入酸化态（pH值 <5.5 ），导致流出渗滤液的有机负荷提高，层内甲烷化微生物无法生长，渗滤液循环无法达到降低污染负荷的目的。

实验证明，消除酸（主要是VFA）积累有两种途径，其一是通过向层内供给少量空气，可使过剩的VFA通过氧化途径转化为 CO_2 和 H_2O ，消除层内的酸积累，使甲烷化代谢得以发展。其二是渗滤液预处理后循环。预处理后的渗滤液COD、VFA浓度降低，pH值升高，将其循环至填埋层，将局部改变层内的酸性环境，形成有利于甲烷产生的点源，并由各点源向外扩展，使甲烷化代谢区相应推进。

实验表明：少量通气2个月后，层内LFG的 CH_4 含量可大于30%，渗滤液pH值 >6.0 、有机负荷显著下降，填埋层进入甲烷化阶

段，并具有通过循环降低渗滤液有机负荷，将之转化为可利用填埋气体（LFG）的能力。渗滤液预处理后循环，3个月内填埋层可建立稳定的甲烷化代谢环境。

第一种途径的甲烷代谢主要是从下往上推移，第二种途径则是从上往下推移。由于本工程首台阶填埋层层高设计为3.0米，因此可以将两种途径联合运用，加速首台阶填埋层的形成。

(2) 初步稳定垃圾层间歇微量通气同时硝化反硝化

垃圾层经过一段时间的甲烷化代谢达到初步稳定后（渗滤液pH值 ≥ 7.0 、COD $< 5000\text{mg/L}$ ），停止渗滤液预处理，但持续进行渗滤液循环并恢复间歇微量通气，这样可使循环的渗滤液中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 在有氧区域被硝化为 NO_2^- 或 NO_3^- ，在无分子氧区域反硝化为 N_2 ，达到通过循环净化氮污染的目的。

(3) 亚表面灌溉渗滤液尾水减量

对于经过稳定甲烷化填埋层循环后流出的渗滤液尾水，其COD $< 1500\text{mg/L}$ ，且B/C比小于0.1，所含难降解COD主要由腐殖质类物质组成。此尾水在最终覆盖植被层内的亚表面灌溉，其水分由于蒸发/蒸腾减量； $\text{NH}_3\text{-N}$ 被植被吸收转化为生物质或被土壤微生物硝化为 NO_3^- ；腐殖质类有机物被土壤截留。现场实验表明：亚表面灌溉的水分去除负荷 $> 6\text{mm/d}$ （最大 18mm/d ）， $\text{NH}_3\text{-N}$ 植被利用和去除率接近100%，COD去除率 $> 60\%$ 。

5.1.2 工艺路线

(1) 首台阶分单元填埋，第一个填埋单元进行间歇微氧通气和预处理渗滤液循环加速甲烷化

(2) 首台阶单元甲烷化后，其余单元渗滤液均在此单元内循环甲烷化并降低污染

首台阶通气单元甲烷化的标志是重新通气时，层内气体甲烷含量大于30%，渗滤液pH值 >6.0 ，COD $<5000\text{mg/L}$ 。此时停止通气操作和渗滤液预处理，但维持渗滤液循环，当该单元渗滤液尾水之COD进一步降低至 $<3000\text{mg/L}$ ，pH值 >7.0 时，可增加循环负荷。

(3) 全部填埋完成后，利用首台阶单元进行同时硝化反硝化

当其他单元流出的渗滤液的COD $\leq 10000\text{mg/L}$ ，pH值 ≥ 6.5 时，可恢复通气单元的微量通气，对循环渗滤液进行层内同时硝化反硝化处理。脱氮率可大于90%，尾水COD浓度约 1000mg/L 。

(4) 亚表面灌溉减量

全部填埋完成后，应对填埋区作最终覆盖，并设置亚表面灌溉管；经通气单元循环的渗滤液尾水通过亚表面灌溉进行减量。未减量的尾水经填埋层有加速垃圾稳定化的作用。

(5) 剩余渗滤液的处理

过量的剩余渗滤液主要产生于最终覆盖层完成并实施亚表面灌溉前，由于内层循环所处的代谢阶段不同，其出水水质亦存在变化，因此，处理后的排放水质有相应的变化。

① 在通气单元进行同时硝化、反硝化前，排放水质仅可达到《填埋场污染控制标准》的三级限值（关键指标 $\text{NH}_3\text{-N}$ ）；

② 在通气单元进行同时硝化反硝化操作后，排放水质可达到上述标准之二级限值（关键指标COD）。

5.1.3 作业工艺

(1) 填坑法作业

填埋场拟采用HDPE膜水平防渗措施，场底结构设置从上到下依次为渗沥液碎石导流层、HDPE膜防渗层、地下水导流层。填埋垃圾时，为避免重车直接压在碎石导流层上，造成土工膜防渗系统的损坏，第一层垃圾应从作业单元周边由上向下，顺序向前倾倒、推铺，直至填埋区坑底铺满一层（3.3m厚）后，再填垃圾方可用压实机械分层压实。因此，填埋第一层垃圾时宜采用填坑法作业。

(2) 倾斜面堆积法

当填埋区内第一层垃圾已经中间覆盖，填埋作业机械便可全部下到填埋作业点进行推铺及压实作业。此时的垃圾第一填埋层已完成。填埋第二层垃圾时，若继续沿用第一层垃圾填埋时采用的填坑法作业，势必要建造卸料平台，这样即不利于垃圾分单元填埋作业，也不利于垃圾层间填埋作业的衔接，更不利于雨污水的收集及导排，实际操作也十分困难。而倾斜面堆积法可利用推土机在垃圾第一填埋层顶面直接推铺堆高作业，上述弊端便可克服。因此，垃圾填埋作业从第二层起采用倾斜面堆积法作业为宜。

(3) 推铺、压实作业

“推铺、压实”是填埋作业过程中的一道重要工序。它可以提高填埋物的压实密度，减少填埋场的不均匀沉降量，增加填埋量，延长作业单元和整个填埋场的使用年限，减少填埋物的空隙率，有利于形成厌氧环境，减少渗沥液产生量和蚊蝇的孳生，有利于运输车辆进入作业区及土地资源的开发利用。

推铺及压实作业可以由推土机或压实机单独完成，也可以由推土机推铺、压实机压实联合作业。

根据具体情况，本工程采用推土机推铺、压实机压实联合作业方式。

5.2 填埋工艺流程

垃圾进入填埋场后的工艺流程如下：

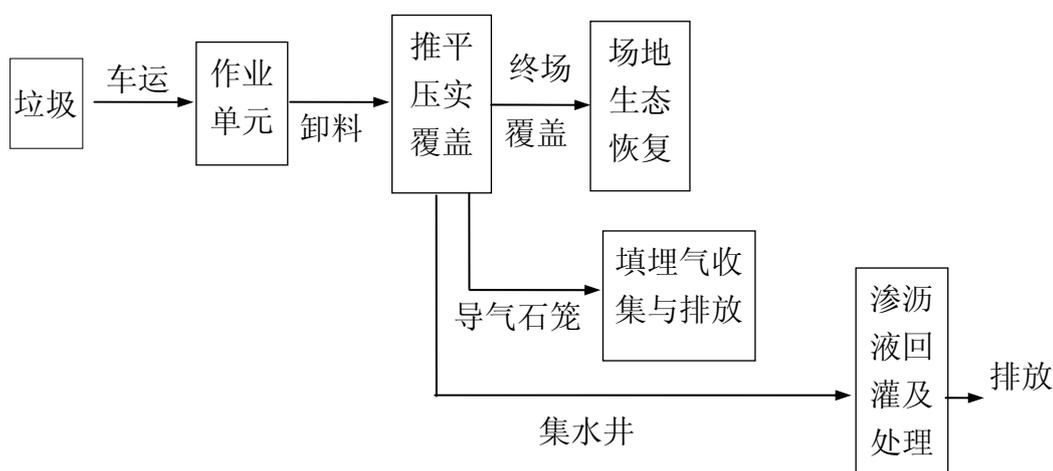


图5-1 填埋工艺流程图

填埋物进入处理基地，经地衡称重计量，根据调度，按规定的速度、线路运至填埋作业单元，在管理人员指挥下，进行卸料、推平、压实并覆盖，最终完成填埋作业。

覆盖是垃圾填埋的最后一环，亦是最重要的一环。每天垃圾作业完成后，应及时进行覆盖操作，覆盖材料为自然土，每日覆盖厚度20cm。填埋场单元操作结束后应及时进行终场覆盖，以利填埋场地的生态恢复和终场利用。

5.3 防渗工程

5.3.1 总体防渗方案

我国《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》（CJJ17-2004）规定：“粘土类衬里（自然防渗）的填埋场，天然粘土类衬里的渗透系数不应大于 1.0×10^{-7} cm/s，场底及四壁衬里厚度不应小于2m；在填埋库区

底部及四壁铺设高密度聚乙烯（HDPE）土工膜作为防渗衬里时，膜厚度不应小于1.5mm，并应符合填埋场防渗的材料性能和现行国家相关标准的要求。”

目前，国内已建成的填埋场中采用垂直防渗的较典型的填埋场有杭州天子岭填埋场、苏州七子山填埋场、上海浦东黎明应急填埋场等，目前均正常运行，但是由于垂直防渗墙体均采用水泥灌浆形式，其防渗系数均为 10^{-6} cm/s，并未达到国家标准中要求的 10^{-7} cm/s，因此或多或少地有渗沥液外渗量超标的情况发生。

具体到本工程，地质勘察报告表明，场底土壤的防渗系数达不到国家规定的天然粘土类衬里的防渗要求，需要采用人工防渗措施。

从我国卫生填埋技术规范看，在人工防渗措施中，仅对水平防渗系统作了指导性要求。从国内其它地区已有的工程经验和新建的卫生填埋场实例来看，由于防渗墙的渗透系数不能满足卫生填埋技术标准的要求，新建的卫生填埋场基本上都采用水平防渗措施，因此，对本工程新建填埋区，在现行标准下，从技术可靠性出发，推荐采用铺设水平人工防渗膜的方案。

5.3.2 水平防渗

水平防渗的衬层系统通常从垃圾底部向下可依此包括排水层（包括渗沥液收集系统）、保护层和防渗层等。

- 防渗层的功能是通过铺设渗透性低的材料来防止渗沥液迁移到填埋区外部去，同时也可以防止外部的地下水进入填埋区内部。防渗材料主要有天然粘土矿物和人工合成材料以及天然与有机复合材料。
- 保护层的功能是防止防渗层受到外界影响而被破坏，如石料或垃圾对其上表面的刺穿，应力集中造成膜破损，粘土等矿物质

受侵蚀等。

- 排水层的作用是及时将被阻隔的渗沥液排出，减轻对防渗层的压力，减少渗沥液的外渗可能性。

根据以上几种功能的不同方式的组合，水平防渗衬层系统可以分为单层衬层系统、复合衬层系统、双层衬层系统、多层衬层系统。

单层衬层系统只有一个防渗层，防渗膜上面是保护层和排水层，有时也在下面设下垫层和地下水收集系统。

复合衬层系统是用两种防渗材料贴在一起构成一个防渗层，常用的是柔性膜与粘土合在一起，其它层的设置与单层衬层系统相同。

双层衬层系统包含两层防渗层，两层之间是排水层，以导排两层防渗层之间的液体和气体，此外，上层防渗膜上面是保护层和排水层，下层防渗膜的下面可以设置地下水收集系统。

为更好地选择防渗构造方式，首先对单层土工膜衬层防渗性能分析如下：

按国家标准要求的2m厚、渗透系数为 1×10^{-7} cm/s的粘土，在假设水头为0.3m的条件下，底面标准渗透率用达西定律计算为 $9.94 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 。

假设人工防渗采用单层土工膜衬垫，当土工膜材料和施工质量“一般”时，其破损情况参照有关资料可以用每 4047m^2 有1个 1cm^2 的小孔来衡量，则其渗透率用伯努利方程计算为 $3.11 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$ 。

为保证土工膜达到较好的防渗效果，有以下三种方式供选择：

- 方案一：采用单层土工膜衬垫，要求土工膜材料和施工质量都较好，破损情况更加小。其破损情况以达到每 4047m^2 有1个 0.1cm^2 的小孔计，则其渗透率为 $3.11 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$ ，满足国标要求。
- 方案二：采用双层防渗系统，少量通过主防渗层的渗沥液被次防

渗层收集、导出，大大减少系统发生渗漏的可能性。

方案三：采用复合防渗系统，土工膜下紧贴膨润土，由于破损处的渗沥液是点扩散而不是面扩散，同样质量的土工膜的渗透量大大降低。而且膜下膨润土的防渗系数达到 10^{-11}m/s ，可进一步阻挡渗沥液的下渗。

下垫膨润土以防渗系数 $5 \times 10^{-11}\text{m/s}$ 计，考虑膨润土垫层的两侧有土工复合土工膜按结合情况较差计算：

$$Q=1.15a^{0.01}h^{0.9}k^{0.74}=1.15 \times (1/10000)^{0.01}0.3^{0.9}(5 \times 10^{-11})^{0.74}=8.46 \times 10^{-9}\text{m}^3/\text{s}$$

折合到 4047m^2 为 $1.81 \times 10^{-7}\text{m}^3/\text{m}^2\text{d}$ ，远小于国家规定的标准。

随着工程技术的发展，用于生活垃圾填埋场的衬层系统也在不断改进，从单层粘土衬层，到单层土工膜衬层、双层土工膜衬层、单层复合衬层、双层复合衬层，防渗性能越来越好。

上述分析表明：

方案一采用单层土工膜衬垫，要符合国家卫生填埋标准，需要采用较好的土工膜，当膜本身质量不是十分完美、或者施工及作业过程中出现差错，都会导致防渗系统失效。考虑到本工程的重要性及建设国内先进的生态型卫生填埋场的目标，本工程拟采用较高等级的防渗系统。

方案二的双层衬层系统和方案三的单层复合衬层系统各有特点：双层衬层系统的最大特点是主、次防渗膜之间的收集系统可以起到主防渗膜检漏作用，但当正常情况下极少量渗沥液穿过HDPE膜，或HDPE膜发生局部破损而渗漏时，对双层衬层系统而言，渗漏的渗沥液将流动而分布在整个面上，过水面积大，继续渗漏量大，而对于复合衬层系统，由于膜与粘土表面紧密连接，具有一定的密封作用，渗沥液在粘土层上的分布面积很小，因而继续渗漏量很小，优于双层衬

层系统。复合衬层两部分之间接触的紧密程度是控制复合衬层渗漏量的关键因素，所以一般不在两层之间设置土工织物。

从技术性能上看，已有资料的评价表明单层复合衬层系统的防渗性能优于双层衬层系统；从经济效益上看，对于双层衬层系统，与单层复合衬层系统相比，省去了土工织物膨润土毯（GCL），增加了主防渗膜下垫土工布、渗漏液收集层、次防渗膜和次防渗膜上下土工布，单位面积投资增加约70元/m²。

综合技术和经济分析，本工程推荐采用单层复合衬层作为填埋场的水平防渗系统。

5.4 覆盖工艺

5.4.1 覆盖材料比较

覆盖是卫生填埋作业过程和作业完成时最重要的一环，措施不到位，会很大程度上影响填埋效果及周围环境。通常包括日覆盖、中间覆盖和最终覆盖，在覆盖材料性能、覆盖厚度等方面它们各自有不同的要求。为确保填埋场能处于良好的封闭状态，在对填埋场覆盖材料的性能考察中，人们经常关注的是覆盖材料的防渗性能，常选用的防渗材料有压实粘土、土工膜（HDPE）、土工合成粘土材料（GCL）三种，它们的优缺点比较见表5-1。其它覆盖材料比较见表5-2。

5.4.2 覆盖方案

综合考虑操作工艺、材料来源及设备作业的可靠性等因素，报告对本填埋场的覆盖作如下设计。

(1) 日覆盖措施

方案：为确保良好的覆盖效果，设计采用光面LDPE膜或焚烧炉渣作为日覆盖材料。LDPE膜可重复利用。该方案减少了土方用量，提高了库容利用率。

(2) 中间覆盖措施

本填埋场采用堆高结合工艺进行分区填埋、占地较大(约32ha)，使用年限(约25年)较长，垃圾分层填埋，需实施中间覆盖工艺。

方案：考虑到工程适宜性和覆盖层暴露时间(3年左右)较长，设计每个填埋区完成填埋后进行中间覆盖，中间覆盖采用土工布加LDPE膜，减少雨水的入渗，上面覆土厚度30cm可进行绿化。

需要说明的是，每一层堆高体作业完成后，除顶面进行日覆盖外，其坡面和下一层的平台要提前实施中间覆盖并种青，不仅可以护坡，还可以起到改善环境的作用。

表 5-1 具有防渗性能材料优缺点比较

材 料	优 点	缺 点
压实粘土	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成本较低(如果土源能就地解决)，施工难度小，有一套成熟的规范，可以参考的经验多。 2. 使用时，往往铺设30~60cm，被石子、复垦植被根系刺穿的可能性小。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需要的土方多，施工量大，施工速度慢。 2. 容易因为干燥、冻融收缩产生裂缝，防渗性能迅速下降，在封场完成以后，产生裂缝难以修复。 3. 抗拉性能较差，对填埋场不均匀沉降性能要求较高。
土工膜	<ol style="list-style-type: none"> 1. 防渗性能好，渗透系数不超过10^{-10}cm/s，大大低于粘土。 2. 施工时仅需铺设1~3mm的土工膜就可满足防渗要求，节约了填埋空间。 3. 抗拉伸性能与合成的材料有关，HDPE的最大抗拉伸形变比为5~10%，对填埋场不均匀沉降性能要求较低。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 容易被尖锐的石子刺穿。 2. 本身存在着老化的问题，并可能遭受化学物质、微生物冲击。 3. 施工过程中的焊接接缝处容易出现接触张口。 4. 抗剪切性能差，对上层覆土进行压实时可能会因不均匀受压而损坏。
GCL	<ol style="list-style-type: none"> 1. 防渗性能介于压实粘土与一般土工膜之间； 2. 抗拉伸能力强，最大抗拉伸形变比10~15%，对填埋场不均匀沉降性能要求较低； 3. 占用体积较小，节约空间，施工量较小，可以迅速铺好，发生损坏后可以迅速修复。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吸湿膨胀后，抗剪切性能变差，须考虑斜坡稳定安全性问题。 2. 易被尖锐的石子或复垦植被的根系刺穿。 3. 在干燥季节，甲烷等气体可以透过GCL防渗层抵达复垦层。
喷塑材料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 覆盖效果较好，能使填埋场处于一 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 原料合成、发泡工艺、材料性能测

材 料	优 点	缺 点
	定的封闭状态，对周围环境影响较小； 2. 占用填埋库容较小； 3. 可考虑作日覆盖。	试、喷洒装置等方面技术尚不成熟； 2. 处理成本较高；
城市污泥	1. 覆盖效果好，能使填埋场处于一定的封闭状态，对周围环境影响较小； 2. 达到以废治废目的，既解决了填埋场覆盖材料，又为城市发展过程中产生的各种污泥提供了出路。	1. 须落实的问题较多：材料来源保证、预处理可行性、各部门间的协调、总体规划、对工程化的要求等。 2. 须进行现场试验，以熟悉各种状况下（不均匀沉降的影响、地表径流的侵蚀破坏）的性能变化以及控制措施。
可降解塑料膜	1. 覆盖效果好，能使填埋场处于较好的封闭状态，对周围环境影响较小； 2. 基本不占用填埋库容； 3. 可考虑作日覆盖。	运行作业要求较高，需配置一定的专用作业机械和技能型操作工人。
自然土	1. 覆盖效果好，能使填埋场处于较好的封闭状态，对周围环境影响较小； 2. 可考虑作日覆盖、中间覆盖。	1. 受现场土源的限制，否则运行成本太高； 2. 占用一部分填埋库容。
焚烧炉渣	1. 达到以废治废目的，既解决了填埋场覆盖材料，又为焚烧炉渣提供了出路； 2. 焚烧炉渣一般为碱性，可中和垃圾厌氧降解过程中形成的有机酸，有利于产甲烷阶段的形成，加速垃圾的降解。	渗透系数较大

(3) 最终覆盖

我国《生活垃圾卫生填埋场技术规范》（CJJ17-2004）要求终场覆盖设置排气层、防渗层、排水层和植被层，防渗层可采用粘土或人工材料。

本方案最终覆盖防渗层采用人工材料，终场覆盖从下往上依次为：32~64碎石导气层40cm、6mmGCL、1mm单毛面HDPE、200g/m²长丝无纺布、15mm塑料排水片材、根据终场绿化要求，再铺设50cm营养土（50%自然土、50%细粒垃圾），最终形成不小于5.0%的终场排水坡度。

5.5 区域划分

为便于做好雨污分流，减少渗沥液产生量，实现分期实施，需

要对整个填埋区进行划分，区域划分考虑以下基本原则：

- (1) 与地形密切相结合；
- (2) 有利于减少渗沥液水量、渗沥液和地下水的导排，有利于雨水的排放；
- (3) 与生态填埋工艺密切相结合；
- (4) 每个区域有一定库容和使用年限；

填埋区分为三个区域，各区域面积和库容如下表：

表5-2 填埋区分区表

	1#填埋区	2#填埋区	3#填埋区（包括台阶 甲烷化区）
面积（m ² ）	148182	84132	76757
库容（m ³ ）	1846684	1884937	6342669

5.6 封场作业与生态恢复

垃圾填埋场填至设计标高后，应按终期封场要求进行场地清理和植被恢复。即在垃圾表面铺设厚400mm，粒径32~64mm的碎石导气层，然后为6mmGCL保护层、1mm毛面HDPE防渗层、200g/m²长丝无纺布保护层、15mm塑料排水片材排水层、营养土500mm和绿化。最终覆土上种植合适的植物，以改良环境。

封场的作用一方面在于为以后填埋场地的利用打下基础，另一方面在于减少降雨渗入垃圾堆体中的量。

对于垃圾填埋场栽植的人工植被，沼气以及伴随出现的高温是影响其生长的主要制约因素。封场两年时间内一般不宜种植木本植物。乔灌木对沼气的抗性因种类的不同而有差异，某些乔灌木根系浅，侧根发达，生长迅速，可在2—3年填龄的填埋场上种植。草本植物因根

系浅，多为须根，匍匐茎根，分布在10~20cm浅土层内，受甲烷影响较小，某些野生种可在一年填龄的垃圾上生长。

封场后填埋场的使用应满足下列规定：

(1) 填埋完工后，至少在三年内(即不稳定期)不准使用，并保持封场监测，要特别注意防火、防爆。

(2) 三年后经鉴定确定已达安全期时方可使用。

(3) 安全期的场地可做绿化用地、人造景园、预制件厂、堆肥场、废弃物无害化处理场以及一些无机类物质堆放场等用地。

(4) 未经长期观测和环境专业技术鉴定前，填埋场地绝对禁止做工厂、商店、机关、学校、住宅和公共场所的建筑用地。

5.7 土方平衡

本工程土方来源有库区清基、道路开挖、垃圾坝和水库坝清基；土方填筑工程有道路填筑、垃圾坝和水库坝填筑、袋装土保护层300mm厚、中间覆盖300mm厚（重复利用率80%）、最终覆盖500mm厚。

土方平衡如下所示：

一、土方开挖：

库区清基50cm（可作日覆盖）：181948m³

道路开挖（80%利用）：550728m³

垃圾坝和水库坝清基（80%利用）：29705m³

小计：762381m³

二、土方填筑：

临时道路填筑：23186m³

垃圾坝和水库坝填筑：214766m³

袋装土保护层300mm厚：127470m³

中间覆盖300mm厚：115832m³

最终覆盖500mm厚：163772m³

小计：645026m³

清基土只能作为日覆盖材料使用，因此根据以上计算，还缺土方180680m²，该部分土方来源可通过加大库区的开挖解决。

6 填埋作业区

6.1 垃圾坝工程

6.1.1 工程范围

垃圾坝工程包括1个垃圾主坝、4个中间坝、2个水库坝。具体布置及定位见平面布置图。

6.1.2 垃圾主坝

为保证填埋堆体的稳定和取得较大的库容，拟在填埋场库区西侧沟谷开口处设置一道拦蓄垃圾的主坝。

垃圾主坝位置和标高的确定考虑下列因素：

- 1) 尽量加大填埋库容，因此垃圾主坝宜尽量靠山谷外；
- 2) 考虑垃圾主坝下游布置调节池和渗沥液处理站，需要留有一定空间；
- 3) 垃圾主坝作为环厂道路的一部分，在布置上应考虑与周围道路的衔接；
- 4) 考虑整个基地土方平衡的要求。

因此，在图UF01U-01所示位置布置垃圾主坝，坝顶标高为30.0m，坝体最大高度19.0m，填埋总库容可达 $1009 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

6.1.2.1 主坝坝型的选择

填埋场垃圾主坝的型式应按照因地制宜、就地取材的原则，根据主坝所在的地理位置、重要程度、坝址地质、施工条件、运用和管理要求、环境景观、工程造价等因素，经过技术经济比较，综合确定。

筑坝材料采用库区平整及修筑进场道路时开挖的山坡土石料。考虑到库区土岩层的渗透系数（ $k=4.01 \times 10^{-4} \sim 5.81 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ）较大，不能满足土坝防渗的要求，因此需采用其它材料来进行防渗处理。结

合库区防渗系统，拟采用HDPE膜。

6.1.2.2 主坝的设计

- (1) 坝体尺寸：设计坝顶标高为30.0m，最大坝高19.0m，坝长190.0m，顶宽9.0m。
- (2) 主坝两侧边坡均为1: 2，靠填埋场一侧坡面从防渗角度考虑，铺设水平防渗衬层，靠调节池一侧坡面从长久性考虑，采用厚300mm的浆砌块石护坡。
- (3) 参照《城市防洪工程设计规范》（CJJ50-92）及《堤防工程设计规范》（GB50286-98），垃圾主坝拟定为III级水工建筑物。

6.1.3 中间坝

中间坝主要起划分填埋作业区域、实现雨污分流的作用，当填埋场封场后，中间坝被覆盖。库区内共设置4个中间坝，将库区划分为5个区域。填埋开始前建好中间坝，有效实施了分区作业、雨污分流。

筑坝材料采用库区平整及修筑进场道路时开挖的山坡土石料。

中间坝拟定为III级水工建筑物，按7°地震烈度设防；整体稳定安全系数 $K_{\text{正常}} \geq 1.15$ ， $K_{\text{非常}} \geq 1.05$ 。坝体尺寸参数见表6-1。

表6-1 中间坝尺寸参数表

坝编号	内坡	外坡	坝顶标高	坝长	坝高	顶宽
1#	1: 1.5	1: 2	25	50	9	5
2#	1: 1.5	1: 2	25	43	7	5
3#	1: 1.5	1: 2	25	63	8	5
4#	1: 1.5	1: 2	20	137	5	5

6.1.4 水库坝

水库坝位于库区外围侧，主要利用沟谷地势，通过筑坝拦蓄雨水形成水库。水库坝共有3个，其中1#坝修筑形成的水库主要为库区的生活生产用水提供水源；2#、3#坝修筑主要为拦阻雨水向库区汇聚，减少库区沟谷的雨水总量。2#、3#坝形成的水库将通过泄洪管道及时排放其库内积水。

筑坝材料采用库区平整及修筑进场道路时开挖的山坡土石料。

水库坝拟定为III级水工建筑物，按7°地震烈度设防；整体稳定安全系数 $K_{\text{正常}} \geq 1.15$ ， $K_{\text{非常}} \geq 1.05$ 。坝体尺寸参数见表6-2。

表6-2 库坝尺寸参数表

坝编号	内坡	外坡	坝顶标高	坝长	坝高	顶宽
1#	1: 2	1: 2	30	100	16	6
2#	1: 2	1: 2	50	118	25	8
3#	1: 2	1: 2	50	37	7	5

6.2 道路工程

场内道路建于管理区、填埋区、污水处理厂和焚烧厂，主要功能为满足进场垃圾运输车及填埋作业机械的交通要求以及各处理设施之间的联系。另外要适当考虑将来填埋场中远期大型车辆增加及施工作业车辆通行要求。

场内道路将根据用途和使用时间长短分为三个类别：永久性、半永久性和临时性道路。永久性道路将在整个设施预期寿命中使用。半永久性道路将大概使用3到10年。临时性道路一般使用不超过3年。

6.2.1 交通组织

场内交通组织的原则：

- (1) 满足场内生产运营的需要；
- (2) 简单明了，保证场内车辆行驶安全。

交通组织的实施将通过设置的安全设施来保证，设施包括标志、标线、道口标柱等，作业人员也将进行交通组织内容的培训。

6.2.2 场内道路交通量分析

- (1) 垃圾进场运输量

根据4.2，进入填埋区的垃圾量为每日800~1000t。

- (2) 进场作业车流量

近期：

5t散装自卸车，车流量 n_1

$$n_1 = w / 67\% / w_1 = 800 / 67\% / 5 = 239 \text{ 车次}$$

$$(n_1) \times 2 = (239) \times 2 = 478 \text{ 车次}$$

w—近期每日进场垃圾总量，800t/d；

w_1 —5T散装车装载量，车载系数为0.67；

远期：

5t集装箱自卸车，车流量 n_2

$$n_2 = w 80\% / w_2 = 1000 / 80\% / 5 = 250 \text{ 车次}$$

$$(n_2) \times 2 = (250) \times 2 = 500 \text{ 车次}$$

w_2 —5T散装车装载量，车载系数为0.80；

根据上述分析，填埋区新建道路垃圾运输车的年平均日双向交通量近期为478辆，远期为500辆。

6.2.3 设计原则

- (1) 道路按环通布置，使进出场车辆互不干扰。

- (2) 主要进场及作业道路按双车道设置。
- (3) 考虑土方平衡。
- (4) 考虑填埋作业的特殊性，采用土路肩。

6.2.4 技术标准

场内道路按《厂矿道路设计规范》的厂外道路标准设计，根据规范第2.2.3条厂外道路等级的采用，宜符合下列规定的要求：

“……厂矿企业运输繁忙的对外道路、运输繁忙的联络道路，其各种车辆折合成载重汽车的年平均日双向交通量在2000~2000辆时，宜采用三级厂外道路”。

- (1) 路面计算荷载：BZZ-100
- (2) 计算行车速度：V=30km/h
- (3) 路面宽度：进厂道路和环厂道路7.5m，作业道路单向通车，宽4.0m，临时道路6.0m
- (4) 路基宽度：进厂道路和环厂道路基9.0m，作业道路路基6m，临时道路路基7.5m。
- (5) 最小平曲线半径：8m
- (6) 最大纵度9.0%

6.2.5 道路布置

(1) 主进场道路和环厂道路

主进场道路和环厂道路为永久使用道路，最大坡度均不超过7%。

主进场道路和环厂道路一段从厂区入口48m标高开始，沿山坡以约5%的纵坡至105m标高，环绕整个填埋区，连接水库和污水处理厂。主进场道路的另一段连接自远期垃圾焚烧厂，通过30m标高最终垃圾

坝，延伸至污水处理厂。

(2) 作业道路

根据垃圾分层填埋作业的要求，分别在30m、40m、50m、60m、70m、80m、90m标高处布置作业道路，作业道路两端和环厂道路相通。为便于垃圾车卸料，在填埋区范围内，作业道路每隔150~200m左右设置半径为10m的卸料平台，卸料平台随着垃圾填埋作业往前推进。

(3) 填埋场临时道路

临时道路是指填埋作业面上从作业道路到作业面的通道。临时道路会随着填埋作业面的推进而不断变化。

6.2.6 路面结构

6.3.6.1 路面结构层方案比较

方案一：白色水泥砼路面：其优点是施工方便、使用期长、不易损坏、路面易清扫、保洁。缺点是造价颇高。

方案二：黑色沥青路面：其优点是行车舒适、易维修、造价稍低。缺点是使用期短、施工麻烦。

6.3.6.2 方案选择

经综合比较，考虑到主进场路和环厂道路交通繁忙，使用期要求长，另垃圾散落后要求路面便于清扫、铲除，宜采用水泥砼路面。

作业道路使用周期短，日后会被垃圾堆没。为节约工程费用，采用8cm贯入式碎石灌柏油路面。

场内临时道路建设在填埋的垃圾层上，其结构自下而上：无纺土工布垫底、双向土工格栅、碎石（200mm）和道渣（100mm）而成，如有需要加铺路基箱，宽度为10m。

6.3 防渗工程

在设计场底标高处，其垂直渗透系数分别为 $1.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 和 $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，达不到天然防渗的要求，需要采取人工防渗措施。

场底防渗措施拟采用单层柔性膜加GCL构成复合结构，两层紧密结合。本方案采用1.5mm厚的HDPE膜，其渗透系数达 10^{-14}cm/s ，防渗能力满足要求，当正常情况下极少量渗沥水穿过HDPE膜，或HDPE膜发生局部破损而渗漏时，由于膜与GCL表面紧密连接，具有一定的密封作用，渗沥水在GCL的分布面积很小，因而继续渗漏量很小，优于单一的柔性膜防渗系统。

作业单元场底经开挖、清基、平整、碾压、夯实后，铺设GCL，然后铺设HDPE防渗膜。场底采用光面材料，为增加边坡上防渗膜的稳定性，边坡上铺设的防渗膜采用毛面材料。

防渗膜上铺设 1000g/m^2 短纤土工布保护层和40cm卵石导流层（边坡上改用土工排水网格），同时起到稳定防渗膜，防止上浮的作用。

场底防渗膜采用双焊缝搭接，横向焊缝间错位尺寸100mm。焊缝采用充气法检验，检验合格后对充气打压穿孔用挤压焊接法补堵。

防渗膜分多次锚固，每10m高差设置一个锚固平台，防渗膜外延150cm，将其埋入预挖的沟槽内，沟深0.5m，宽0.5m。沟内用素土回填，起锚固作用，并用锚钉锚固。

为避免防渗膜长期暴露而老化或受到其它损伤，防渗膜铺设应分期施工，根据填埋场的逐年使用情况核算。各分区防渗面积如表6-3所示：

表6-3 防渗面积汇总表

	1#填埋区	2#填埋区	3#填埋区（包括首层甲烷化加速区）
防渗面积（m ² ）	163301	94963	105631（26871）

为防止地下水对防渗膜的顶托，在膜下沿原有水系设置树枝状导流盲沟和收集井，通过重力流导至填埋区下游排入雨水系统。

6.4 排水工程

6.4.1 工程范围

排水工程范围包括填埋场的整个填埋区、生产生活管理区雨水和生产生活污水的排放。生产生活管理区的排水详见后面有关章节。

6.4.2 设计原则

（1）实施雨水、污水分流。填埋场排水可分为未填埋区排水、填埋作业区排水和填埋覆盖后排水三种情况。

（2）各种污水、废水汇集后统一处理排放。

6.4.3 设计标准

根据《城市生活垃圾卫生填埋场建设标准》，本填埋场属大型填埋场，应按50年重现期进行防洪设计，100年一遇校核，暴雨量取一日最大暴雨量。

6.4.4 工程设计

6.5.4.1 排水量

设计雨水流量采用24小时降雨24小时排出计算。

$$Q = \psi i F$$

式中： ψ ——径流系数，按有草的粘土覆盖物取为0.4

F —— 汇水面积

I —— 暴雨强度

Q —— 暴雨量

6.5.4.2 设计方案

(1) 未填埋区雨水

未填埋区场底雨水通过在场底的渗沥水收集系统收集进入单元最低处的集水井，通过设置临时潜水泵或重力流外排入附近排水沟。

(2) 正填埋区雨污水

作业单元雨水流经垃圾层形成渗沥水，由设在场底的渗沥水收集系统收集，重力流入渗沥水调节池。

(3) 已填埋区雨水

单元作业完成后地表径流雨水，通过在不同高程设置的排水明沟排入填埋场附近的当地水域。

排水明沟每10m高程设置一道，与作业道路相结合，设置在填埋区四周。

(4) 填埋区外雨水

填埋区外地表径流通过填埋区四周设置105m高程的截洪沟截流。同时在填埋区东南角设置2#水库一座，一方面截流外来雨水，同时可作为生产消防用水水源。

在管理区建设1#水库一座，可作为洗车水和管理区生产用水。

2#水库设计水位高程48m，枯水位40m。坝顶高程50m，库底标高约35m，面积27554m²，总库容为173282m³。

6.5 垃圾渗沥水收集

(1) 场底坡度

场底按设计平均坡度不小于2.0%进行开挖和平整，场底保持2.0

%纵横坡度。

(2) 导流层

在保护层上设置40cm卵石导流层，卵石分两种：粒径为16~32mm以及32~64mm，按上细下粗进行铺设。

保护层和导流层中设渗沥水收集系统，收集系统由主盲沟、副盲沟和集水井组成。

(3) 主盲沟

主盲沟根据地形布置，主盲沟深500mm（包括导流层），宽约700mm，盲沟内填粒径32~64mm的卵石，粒径按上细下粗设置。

主盲沟内铺设DN400~500的HDPE花管。花管径向开5个 $\phi 20$ 孔，轴向间距100mm。花管外包长纤聚酯土工布以防淤堵。

(4) 副盲沟

主盲沟两侧间隔约40m设副盲沟。副盲沟深500mm（包括导流层），宽约560mm，盲沟内填粒径32~64mm的卵石，粒径按上细下粗设置。

副盲沟内铺设DN225的HDPE花管。花管径向开5个 $\phi 20$ 孔，轴向间距100mm。花管外包长纤聚酯土工布以防淤堵。

(5) 渗沥液输送

各填埋区渗沥液收集后通过总管重力流到渗沥液调节池。

6.6 填埋气控制和利用

6.6.1 填埋气的生成量

本部分产气量与生活垃圾特性有关，它的计算方法有多种，主要分两类：一类是化学计算法，该法以垃圾成分和元素分析数据为依据，得出混合垃圾或某一类垃圾的化学组成式，再由生物化学反应式计算最高产气量；另一类是利用垃圾中的有机物可生物降解的特性进行计

算的方法。根据资料，第一类方法的计算值偏大，第二类方法的计算值更符合实际，故选用第二类方法进行计算。

由于填埋垃圾中有机物不能全部进行生物分解，而且分解后的有机物，也不可能全部变成沼气，因此要预测潜在沼气发生量和气化率是非常困难的。根据有关资料沼气的产量和性质做以下假设：

- (1) 单位垃圾实际可收集的气量最多为48m³/t。
- (2) 填埋气体产生量年度分布按表6-4计。

表6-4 填埋气产量年际分布

年份	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
比例	—	20.00%	37.00%	22.00%	11.00%
年份	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年
比例	5.00%	2.00%	1.50%	1.00%	0.50%

据此计算填埋气体产生量见图6-1。

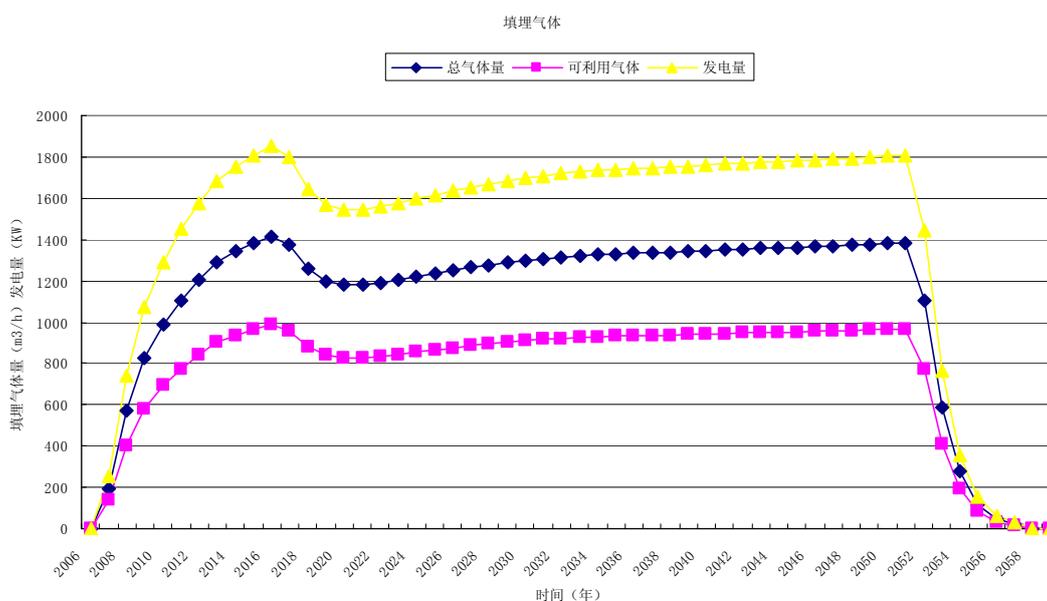


图6-1 填埋气体产生量分布图

表 6-5 预测填埋气体组成

气体组分	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	NH ₃
体积含量(v/v %)	30-60	40-60	0-0.3	0.0086

6.6.2 填埋气的导排

填埋气收集方式主要有两大类：横向水平收集方式和竖向收集井方式。综合投资、作业、垃圾不均匀沉降等多种因素，本工程采用竖向收集井和水平收集相结合的收集方式。

本工程中竖向收集井是垂直导气石笼，纵横间距为65m。导气石笼直径800mm，石笼结构由外向内分别是：φ8钢筋网、网孔60×100，粒径32~100mm的碎石，中心为DN150多孔PVC管、圆周方向均匀开孔6φ15、表面轴向开孔间距100mm。导气石笼和导气管底部高出单元地基0.5m，分段构筑，每段导气石笼顶面高出相应的覆盖层表面0.5m。以竖向收集井为中心，在中间覆盖层下面敷设半径为25m-30m的水平收集沟槽。每层四条、均匀布置，沟槽断面为200×150mm，沟槽内填充粒径为15~40mm的碎石。

6.6.3 填埋气的收集和处理

根据4.3的物料平衡和6.6.1的计算，产气量可达到1300m³/h以上，经过初步预测，如果用于发电，发电功率可达2080KW；其次由于本填埋场有较大的填埋高度，最大填埋高度将达80m，因此填埋气体有较大的利用价值，本工程拟采用GE颜巴赫公司沼气发电机组发电。

奥地利GE颜巴赫公司目前有9种型号燃气内燃机用于垃圾填埋场中，发电功率从330千瓦至2428千瓦。

在中国，GE颜巴赫燃气内燃机已在北京高碑店、青岛海泊河等9

家污水处理厂及深圳、珠海等垃圾填埋场中使用。在香港，几乎所有的垃圾填埋场都使用GE颜巴赫（集装箱式）沼气发电机组。

7 垃圾焚烧厂

垃圾焚烧处理是目前最彻底的无害化处理方法。根据控规，**市南部组团生活垃圾实现分类收集，橡胶塑料、废纸、竹木、布类以及一般工业固体废弃物为可焚烧物，根据垃圾组分，其中橡胶塑料、废纸、竹木、布类按生活垃圾量的25%考虑，可焚烧处理。其余垃圾和焚烧炉渣实行填埋。根据4.2的论述，垃圾焚烧厂于2016年投入运行，规模为600t/d。

7.1 焚烧技术概述

采用焚烧法处理危险废物已有几十年的历史，在此期间发展了多达上百种的不同技术，但基本工艺技术的组合形式基本相同，工艺组合如图7-1所示：

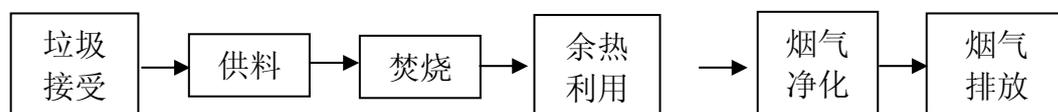


图7-1 工艺技术组合图

其中焚烧炉技术和烟气净化技术是评价焚烧厂的关键技术。

垃圾焚烧工程工艺流程确定的原则为：

- (1) 选择适合分类收集垃圾特性的焚烧工艺；
- (2) 选择先进的焚烧设备，使得废物燃烧彻底，设备运转可靠；
- (3) 选择适合我国国情的先进烟气净化技术，最大限度减少二次污染；
- (4) 控制项目投资规模，降低运行成本。

7.2 焚烧炉炉型选择

焚烧炉是垃圾焚烧、能量交换的设备，它是垃圾焚烧厂的主体设备。炉型的选择涉及到垃圾焚烧厂的整个工艺，焚烧厂布置及有关配置和前、后处理设备的技术参数。焚烧炉目前有很多类型，但归结起来在国内、外用于焚烧城市生活垃圾主要有：炉排型、回转窑和流化床三种炉型。

(1) 流化床焚烧炉

流化床焚烧炉是最近20年出现的一种新炉型。它是靠在炉内铺设一定粒度、一定层厚的石英砂作为热载体，通过炉底有组织的分配送入一次风，使砂层浮起呈沸腾状。热载体启动，喷入燃油蓄热至600℃就可送入垃圾进行焚烧，炉膛温度可维持在800-900℃。

(2) 回转窑焚烧炉

回转窑式焚烧炉炉体为采用耐火砖圆柱形滚筒。此炉是通过炉体整体转动，使废弃物均匀混合并沿倾斜角度向倾斜端翻腾状移动。废物在炉体缓慢转动过程中，分解、气化成为可燃气体进行燃烧，回转窑式焚烧炉常常在出料端再加一级炉排以完善焚烧工况。为达到完全燃烧都设有二燃室。废物在炉内及二燃室内实现完全燃烧，炉内温度大于1100℃。

(3) 炉排型焚烧炉

炉排型焚烧炉经过几十年的发展，形成了众多的特点，技术成熟，同时取得丰富的运行经验。多数情况下它是通过运动炉排的推动，使废物不断发生剪切，翻动，从而顺序通过干燥着火段、燃烧段、燃烬段，未经燃尽的垃圾不断暴露于火焰中，达到完全燃烧。炉渣经过排渣槽排出炉外。本机炉排是关键部件，其结构形式很多，如往复炉排（包括顺推、逆推）、滚动炉排、摆动炉排，移动式炉排等。

三种炉型的主要特点分列如表7-1

表7-1 三种焚烧炉型的主要特点

项目	炉排型	流化床	回转窑
1.结构	本工程为小焚炉，炉排为固定型或反冲移动，防内耐火材料。	炉内充满流动的砂媒体；炉体钢板制成或用水管壁，内衬耐火材料。炉内无可动结构因此结构最简单。	炉体是倾斜安装的卧式钢板制圆筒，其内衬耐火材料，机械传动简单，稳定性好。
2.燃烧机理	通过高温火焰和灼热装置的热辐射作用，对垃圾进行蒸发→干燥→瓦斯化并由表及里逐渐焚烧	通过炉内700—800℃的活动砂与垃圾充分接触进行直接的热交换，在较短时间内将垃圾蒸发干燥→瓦斯化→焚烧	随着筒体的转动，垃圾在筒体内翻滚前进→干燥→直到燃烧成灰渣从筒体另一端落入灰斗。
3.燃烧特点	1)预热起火时间较长。 2)可燃烧垃圾的热值范围较宽，适应性较强，但燃烧效率较低。 3)空气过剩系数较大，相应烟气处理也较大。	1)可迅速完全燃烧。 2)砂流动床是蓄热体，所以燃烧物的特性变化对炉温的影响小。 3)可焚烧的垃圾种类广泛适合混烧。 4)燃烧性能不受不燃物的影响。 5)向炉内加石灰石燃烧。 6)灰渣随砂媒体一起从炉底排出、经筛选后砂可回用。 7)适宜间隙性燃烧，关闭和启动容易，保温性能好不会产生急冷、急热现象。 8)因飞灰随烟气一起经除尘器收集，烟气后处理量大，是除灰量大。	1)垃圾随筒体翻动滚进时逐渐干燥，到某地点时(燃烧带)才着火燃烧，炉内温度分段很明显。 2)垃圾的特性应与设计的范围相适当(指回转窑的长度)。 3)垃圾的特性变化时，焚烧不稳定。 4)燃烧速度不同的垃圾不宜混烧。 5)可焚烧含有不燃物的垃圾。 6)容易滚动的垃圾不宜焚烧。 7)有粘性的垃圾不宜焚烧。 8)空气过剩系数小，烟气处理量也相应较小。 9)不宜间隙焚烧。
4.焚烧对象 ①塑料类高热值垃圾	有些炉排炉因为没有金属火格子炉排，不会产生局部高温结块。	塑料类被流动砂分散在炉内，不发生局部高温，温度均匀不产生结块，并在短时间完全燃烧，不溶流。	1)高热值塑料焚烧，产生局部高温，容易烧坏炉材，处理量会受到限制。 2)在干燥区熔解，并附着在炉壁或马上着火，使垃圾焚烧不稳定，较难操作。
②高水份垃圾及污泥	1、蒸发干燥时间长，垃圾在炉内停留时间长，影响处理量。 2、污泥会成块状，内部不容易烧透。 3、一般需配装前处理干燥	1、在短时间内蒸发干燥，且可完全燃烧，不需减少处理量。 2、水份高不可自燃的污泥可借助燃油辅助燃烧，但高热值塑料可取代燃油同	1、水份多时很难操作。 2、对水份高不能自燃的污泥可靠燃油辅助燃烧。

项目	炉排型	流化床	回转窑
	设备。	污泥混烧。	
③溶解铝和难燃性塑料	1、溶解粘着在炉排上的耐燃塑料会粘结在炉排上影响垃圾的推动。 2、熔解铝掉入灰水槽里会产生氢气，有爆炸之忧。	1、所有的铝变成飞灰，随灰渣排出。 2、同本项①所列。	1、在炉内溶解附着炉壁从出口流出，在炉内温度降低时，会固化在出口处阻塞排灰。
④垃圾形状	1、均匀分散的垃圾容易处理。 2、一般需前处理破碎工序。 3、一些大型移动式炉排可以省去破碎机。	1、均匀分散的垃圾容易处理。 2、对垃圾大小控制比较严格。 3、一般需前处理破碎工序。	1、容易分散的垃圾较容易处理。 2、容易滚动的垃圾不容易处理。
5.臭味	余灰中未完全燃烧的有机物，并有臭味。	粗大的不燃物以干燥的状态排出，因完全燃烧所以无臭味。	大部分不燃物同灰份都从炉底排出，并有焦气味。
6.余灰	飞灰量少，烟气后处理简单。	所有的飞灰都经除尘器收集，烟气后处理复杂、投资较大。	飞灰量小，粒径非常细。

炉排型、流化床与回转窑焚烧炉运行操作比较见表7-2。

表7-2 焚烧炉运行操作比较

炉型项目	炉排型	流化床	回转窑
1.操作性	垃圾成份变化时，要求操作熟练程序高，结构和工艺简单，控制比较简单。	自动化控制系统、容易操作，因结构和工艺比较复杂，对各自动化环节要求保证率高。	操作简单。
2.起动与停机	1、停机时需埋火，所以操作要求更高，需要丰富的经验。 2、起动时间较长，要有一定的预热时间。	热砂床是蓄热媒介，起动停机较灵活简单。	起动和停机的时间都较长，要有一定的预热时间。
3.负荷调度	燃烧缓慢、需调度。	1、燃烧速度快，且热砂床的蓄热理大，所以对垃圾热值、性质与处理量的变化有很好的适应性。 2、可控制炉床温度，适合混合焚烧。	燃烧缓慢、需调度。

炉排型、流化床与回转窑焚烧炉运行与维修费比较见表7-3。

表7-3 焚烧炉运行与维修费比较

项目	炉排型	流化床	回转窑
1.电力	270~290KWH/t	291~312KWH/t 需要动力床，所以动力比炉排炉多。	290~310KWH/t
2.燃料	必需助燃起火。	因砂床的蓄热，起动时几乎不需助燃，所以燃料消耗量比炉排少。	要助燃起火。
3.水	与废气的冷却方式有关	与炉排炉基本相同	与炉排基本相同
4.药品 ①HCl 去除药品	HCl与Sox的产生量比流化床的要多，药品的消耗量也较多。	垃圾里含有的Ca成份活化后与HCl或Sox反应，所以HCl和Sox的产生量经比炉排小3%，药品消耗量也相应减少。	HCl与Sox的产生量经流化床要多，药品的消耗量也较多。
②废水处理药品	灰坑污水的处理费比流化床高。	不产生灰渣污水，废水处理简单。	灰坑污水的处理费比流化床高。
5.维修	炉排维修时，炉排费用较高，移动式炉排定期维护保养的次数相对较多。	前处理设备可简化，维修费用低。烟气除尘装置的维修费比炉排炉要高。	维修情况一般。
6.造价	较低	较高	适中

炉排型焚烧炉起步较早，由固定式炉排发展至多种多样的炉排。炉排炉的炉型很多，有往复移动式、移动式、顺推式、逆推式、阶梯式等炉型。典型的有底特律炉排焚烧炉、马丁（MARTIN）炉排焚烧炉等。其中马丁炉排焚烧炉由德国马丁公司开发制造，并由日本三菱公司负责在亚洲进行推广使用。马丁焚烧炉主要由料斗、料井、加料器、炉床、推灰器与二次燃烧室等部件组成。它是世界上应用最广泛的炉型之一。深圳市市政环卫综合处理厂于1985年引进日本“三菱-马丁炉”，至今已有十八年的运行业绩。实践证明，对最低热值为800Kcal/kg、最大水分为60%的城市垃圾，三菱-马丁焚烧炉能

实现稳定的焚烧，灰渣灼减量在5%左右，达到了处理城市垃圾焚烧处理的先进水平。

流化床焚烧炉早期多用于工业垃圾焚烧，目前较普遍应用于城市生活垃圾焚烧，现在流化床已从上下翻腾的型式发展至焚烧更完善的旋流式。由于飞机垃圾的混杂性质，日本东京，我国台湾高雄市、新加坡和马来西亚等地的航空港都采用旋流式流化床焚烧炉处理机场内的生活垃圾和航空器内的垃圾。

传统的回转窑因燃烧率较差，未能在垃圾焚烧处理方面得到推广应用。近几年国内、外对回转炉的改进正逐渐深化，目前正处在改善发展阶段。大型回转窑焚烧炉在美国、日本和欧洲国家已有应用，而处理能力小于30—50t/d的小型回转窑焚烧炉在国、内外应用较为少见。

综上所述：流化床焚烧炉对进料形状有较严格的要求，一方面增大了前处理工序的费用，另一方面由于前处理工序而增加了二次污染的机会，此外废弃物中碱金属盐类在床层内容易形成低熔点的共晶体（熔点在635-815℃之间），如果融化的盐在床内积累，则将导致流化失败，故本方案不采用流化床焚烧炉；回转窑焚烧炉在处理垃圾中的塑料、橡胶制品等废弃物时，其将融化粘附在炉壁，影响设备的正常运转，而且回转窑内的温度场不易调节，故本方案也不采用回转窑焚烧炉。经综合比较，本方案推荐采用炉排型焚烧炉。

7.3 烟气净化工艺选择

焚烧厂烟气净化工艺主要有袋式集尘器+湿式洗涤塔，半干式洗涤塔+袋式集尘器，半干式洗涤塔+静电集尘器，干式塔+袋式集尘

器四种形式，比较如表7-4。

表7-4 烟气净化工艺比较表

比较项目	湿式洗涤塔+ 袋式集尘器	半干式洗涤塔 +袋式集尘器	半干式洗涤塔 +静电集尘器	干式塔+袋 式集尘器
粒状污染物排放 浓度 (mg/m ³)	<25	<10	<50	<30
SO _x (mg/m ³)	<60	<200	<250	<300
HCl (mg/m ³)	<30	<30	<60	<80
重金属及二恶 英去除效果	佳	佳	最差	较佳
污泥及废水	多	少	少	无
飞灰	少	中	中	多
初次投资	高	中	中	较低
年操作费用	高	中	较低	中

从上表可知，使用湿式洗涤塔的排放效果最好，半干式洗涤塔比干式塔效果好，因此，**本设计拟选用半干式洗涤塔+布袋除尘的烟气净化系统。**烟气进入喷淋塔脱酸减尘和降温，喷入的药剂溶液可与烟气中的有毒、有害气体反应，溶液中的水分作为溶剂可使烟气温度的降低到工艺要求的温度。药剂溶液的制备由石灰浆溶解制备系统完成。

7.4 推荐方案工艺流程

7.4.1 工艺流程框图

工艺流程框图如7-2。

7.4.2 工艺流程说明

垃圾焚烧过程可分为垃圾接收，贮存，垃圾焚烧，余热锅炉，出灰系统，垃圾渗滤处理，供油系统，烟气净化系统，化学加药分析取样，除盐水制备等部分。

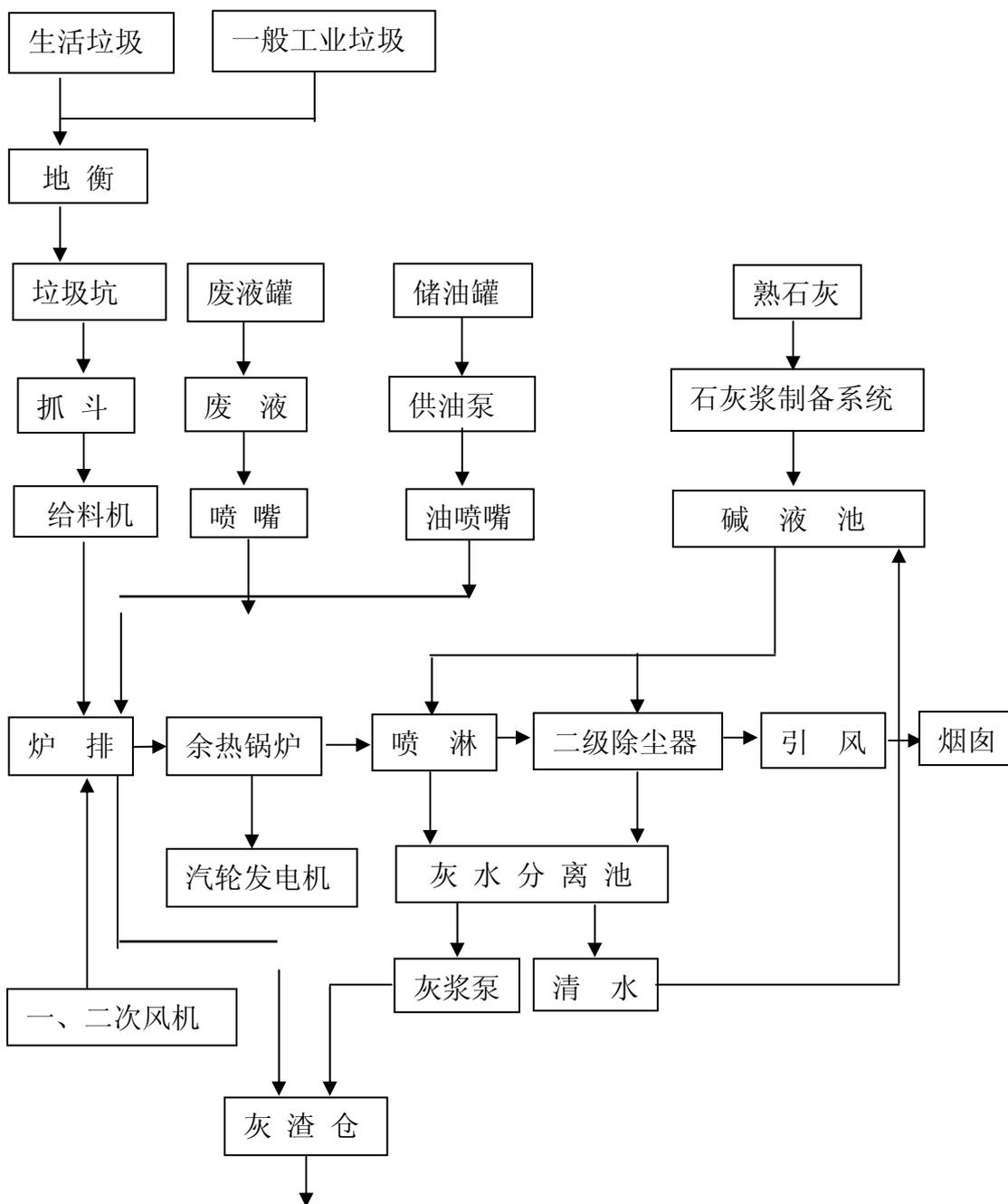


图7-2 焚烧工艺流程图

7.4.2.1 垃圾接收、贮存

一般工业固体废弃物和生活垃圾分拣物由专用垃圾车运入本厂，经地磅房地衡自动称重后进入主厂房卸料大厅（地磅房具有称重、计量、传输、打印和数据处理等功能）。卸料大厅中设6个垃圾门，在

大厅和吊车控制室有红绿灯指示门开关状态。为使垃圾车司机能准确无误地把车对准垃圾门，将垃圾卸入垃圾池内而不使车翻入垃圾池，在每个门前有白色斑马线标志，靠门处设车挡。垃圾池是一个密闭且微负压的水泥大坑。它可贮存5天垃圾处理量，以使垃圾在池内堆放发酵，垃圾水渗出及保证设备事故或检修时能正常接收垃圾。垃圾池上方设2台垃圾吊车，吊车起重量达10t。吊车小架上设置一套称量装置，并且具有自动去皮、计量、预报警、超载保护的功能，并能在吊车控制室显示统计投料的各种参数。吊车可供三台焚烧炉加料及对垃圾进行搬运、搅拌和倒垛。按顺序堆放到预定区域，以确保入炉垃圾组分均匀，燃烧稳定。鉴于垃圾池内恶劣环境，吊车操作工是在位于垃圾池侧上方的吊车控制室内进行操作。吊车配备手动操作系统并留有半自动操作系统切换口。

垃圾池在宽度方向有0.2%坡度，靠近垃圾门垃圾池侧设6个隔栅门，使垃圾污水通过隔栅沿污水沟流入污水槽。为了减少垃圾池臭气外逸污染环境，在垃圾池上部设抽气风道，由鼓风机抽取池中臭气作焚烧炉助燃空气。

7.4.2.2 垃圾焚烧

垃圾由垃圾吊车从垃圾池吊入料斗后进入料井。根据燃烧控制的指令，使用液压式加料器按设定的速度将垃圾推入炉内，炉内有固定炉排块与运动炉排块组成的炉床，通过炉排的运行将垃圾不断搅动并将其推向前进。经过干燥、燃烧和燃烬三段过程，炉渣由顺推炉排带至推灰器。

对垃圾燃烧状态，操作员可通过设置在焚烧炉后端摄像头，在中控室工业电视上观察。焚烧炉助燃空气由鼓风机从垃圾池上部抽出，经蒸汽—空气预热器一级加热（空气温度 $\approx 100^{\circ}\text{C}$ ）再在烟气空预器

进行二级加热（空气温度250℃）后作为一次风和二次风。一次风进入炉排底部的公共风室，再经各空气调节挡板进入炉膛燃烧，一次风还起到冷却炉排作用。二次风经焚烧炉前后侧喷入炉内，焚烧垃圾需要空气量通过鼓风机变频器改变电机转速进行调节，二次风量用风门调节。为了控制助燃空气温度，在蒸汽—空预器的蒸汽进口管道设调节阀控制。蒸汽—空气预热器流出疏水直接到除氧器。垃圾焚烧后产生的炉渣在推灰器中用水熄灭、降温，然后由液压驱动推灰器将炉渣推出。推灰器中水的另一作用是水封，以防止空气通过推灰器漏入炉内，保证炉膛负压。

燃烧后的烟气经二次风搅拌后实现充分燃烧，降低了CO的含量，并使烟气在850℃环境下停留2秒以上，以确保二恶英全部分解。

7.4.2.3 余热锅炉

垃圾焚烧产生热能通过余热锅炉产生蒸汽，本余热锅炉为单锅筒自然循环水管锅炉，其下部是炉排和绝热炉膛。炉膛上方为第一、二、三通道，均为膜式水冷壁结构，在第三通道中布置了蒸发器和三级对流过热器，尾部烟道布置了省煤器和烟气空预器。高温烟气经第一、二通道冷却和沉降进入第三通道，依次进入蒸发器、过热器和烟气空预器后经烟道至烟气净化系统。

锅炉给水和减温水来自化水车间除盐水，除盐水经除盐水泵送到除氧器除氧并加热到130℃后从除氧器底部流至低压给水母管，再经给水泵加压，通过锅炉高压给水母管供余热锅炉的给水和减温水。给水是经省煤器加热后进入汽包。为了控制汽包水位和主蒸汽温度，在锅炉给水和减水管上设气动调节阀，汽包水位是通过三冲量串级调节，操作员可通过设在水位计旁摄像头在中控室的工业电视上观察汽包水位。从汽包中产生的饱和蒸汽通过过热器（低温、中温、高温）

和二级喷水减温器得到压力为3.90Mpa，温度为400℃过热蒸汽，2台余热锅炉产生主蒸汽汇集在一条蒸汽母管中供汽轮机发电机组发电。

锅炉加药需用的药水由加药装置的加药泵送至汽包。为保证蒸汽品质，锅炉设连续排污和定期排污，连续排污和定期排污水分别进入连续排污扩容器和定期排污扩容器后自流到室外降温池降温，然后排入污水管道到污水处理站处理。

为了防止烟尘在锅炉各水冷壁积累而导致锅炉热效率降低，在各对流管受热面设不同类型吹灰器若干台，用减压后的过热蒸汽进行自动吹灰，炉灰经锁气器至炉灰输送带后去推灰器，也留有单独收集处理通道。

7.4.2.4 出灰系统

根据GB18485-2001生活垃圾焚烧污染控制标准，焚烧炉渣与除尘设备收集的焚烧飞灰应分别收集、贮存和运输的要求。本厂对垃圾焚烧产生的炉渣和飞灰进行分别收集和处理。

7.4.2.5 炉渣

垃圾焚烧后的炉渣由推灰器从炉中推到皮带输送机，直接落到安装在灰池内带式输送机上，二台焚烧炉产生炉渣由一台带式输送机送到灰池口，用装载机将炉渣装到卡车上送填埋场处理。

7.4.2.6 炉灰

由焚烧炉二、三通道和尾部通道收集炉灰经检验为一般固体废物时则由落料管流到推灰器与炉渣一并处理，若检验为危险固体废物则进行单独收集与烟气净化系统产生副产品一起进行水泥固化，送至安全填埋区处置。

7.4.2.7 垃圾渗滤液处理

垃圾渗滤液的收集和处理能力按垃圾量10%计，即60吨/天。垃圾渗滤液经格栅从垃圾池流至污水沟，再流入污水槽，通过污水泵将污水输送到污水处理站处理。

7.4.2.8 供油系统

每台焚烧炉设1台启动点火油燃烧器和1台辅助油燃烧器。它们使用的0#轻柴油是由地下油库供给。当焚烧炉点火或保持炉膛内烟气850℃停留2秒状态需喷油时，启动油泵，将油罐中0#柴油输送到燃烧器，回油通过回油管流至油罐。油库内设2台10m³油罐和2台供油泵（1用1备），供油量和油压满足焚烧炉点火或辅助燃烧器需要，地下油库具有防雷、防火等安全措施。

7.4.2.9 烟气净化系统

本烟气净化采用石灰浆半干法脱酸加布袋除尘工艺，每台焚烧锅炉配一套烟气净化装置。

烟气净化装置为台架式，包括反应塔、旋风分离器、布袋除尘器及管路阀门、自动控制与调节系统。过程控制有三个回路：第一回路是根据进入反应塔烟气流量，自动连续地控制、调节物料循环量；第二回路是根据反应塔出口烟气温度自动控制加水量，以保证烟气处于最佳温度下进行化学反应；第三回路是根据出口回路酸性气体（HCL、SO₂）控制石灰浆的加入量。通过上述三个过程控制回路，可保证装置高效低耗。从反应塔出口烟气进入布袋除器除尘，烟气中二恶英通过向布袋除尘器入口烟道喷入活性炭而去除。净化后烟气经引风机送入烟囱排入大气，经处理后烟气中的污染物数值均可达到排放标准。

7.4.2.10 化学加药和分析取样系统

本厂设有炉水加磷酸盐装置一套。为了确保焚烧锅炉、汽轮发电机安全经济运行及监督控制垃圾焚烧过程产生的废气、废水、固体废物，本厂设置化验室进行化学分析，并设汽水在线分析取样装置，烟气在线分析取样装置，烟尘在线分析取样装置。所有在线分析装置可将测定数据转变成4—20mA标准信号送中控室计算机，便于操作员巡检和记录打印。

7.4.2.11 除盐水制备

锅炉补给水用除盐水制备采用反渗透+离子交换工艺路线。

制备除盐水水质如下：

硬度： $\approx 0\text{mg/L}$ （以 CaCO_3 计）

二氧化硅： $< 20\mu\text{g/L}$

电阻率： $\geq 5\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$

产水量：25t/h（每套）（1用1备）

除盐水制备以PLC顺序控制为主，反渗透所得浓水作推灰器用水。

7.4.3 主要设计参数

根据垃圾组分和性质的分析，并考虑到未来10年城市发展进程带来的垃圾组分和热值的变化，确定下列垃圾焚烧炉设计基础数据。

垃圾设计低位热值 (kJ/kg) :	5800
垃圾低位热值范围 (kJ/kg) :	4000~7500
水份 (%) :	53.3
灰份 (%) :	19.08
可燃物 (%) :	27.62

7.5 发电工艺说明

本垃圾焚烧发电厂对电站系统要求如下：

(1) 2台汽轮机为7.5MW中压、单缸、可调整抽凝式机组，配2台10.5KV空冷式发电机。

(2) 汽轮发电机组不参加电网调峰。

(3) 采用定压启动、运行及停机的运行方式。

(4) 3炉2机采用母管制系统，设计力求简单、可靠。

(5) 汽轮发电机组采用岛式双层布置。

(6) 凝汽器冷却方式，采用双曲线冷却塔二次循环冷却供水系统。

汽轮发电机组热力系统包括主蒸汽系统、主给水系统、回热抽汽系统、凝结水系统和冷却水系统。

7.5.1 主蒸汽系统

3炉对2机配置，主蒸汽系统采用多分段隔离母管制系统。3台锅炉产生的蒸汽先引往一根蒸汽母管集中后，再由该母管引至2台汽轮机和各用汽处。

主蒸汽母管上留有减温减压器接口和备用旁路系统接口，并装有快速关断阀门。

7.5.2 主给水系统

给水管道采用母管制系统。3台锅炉共设置4台电动给水泵，正常工况下，3台运行，1台备用。

由于不设高压加热器，本系统共设二根给水母管，即给水泵吸水侧的低压给水母管，给水泵出口侧的高压给水母管。二根给水母管均采用分段单母管制。

为了防止给水泵在低负荷时产生汽化，在给水泵的出口处设有给水泵再循环管与除氧水箱相连，同时还设有再循环母管，从而增加了运行的灵活性。

给水操作台设置在锅炉省煤器前的灰池9m平台上。

7.5.3 回热抽汽系统

汽轮机具有三级可调整抽汽：第一级抽汽供热（10t/h）和蒸汽—空气预热器，预热锅炉一、二次风；第二级抽汽供给中压除氧器除氧并加热给水至130℃；第三级抽汽供低加热器。

第一、第二级抽汽口都装有液动止回阀，以防止抽汽口有汽流倒流至汽机。

7.5.4 凝结水系统

凝结水管道采用母管制系统。

设4台凝结水泵，每台泵的容量为最大凝结水量的110%，2台运行，2台备用。

7.5.5 冷却水系统

冷却水采用双曲线冷却塔循环冷却供水系统。

7.6 垃圾焚烧系统主要设备

7.6.1 焚烧炉

数量	3台
焚烧炉型式	炉排焚烧炉
每台焚烧炉额定处理垃圾量	225t/d(9.375t/h)
进炉垃圾设计低位热值	5800kJ/kg

7.6.2 余热锅炉

数量	3台
锅炉型式	单锅筒自然循环水管锅炉
蒸发量	最大连续蒸发量(MCR) 22t/h
蒸汽压力	3.90Mpa(g)
蒸汽温度	400℃
汽包工作温度	225℃
汽包工作压力	4.3MPa
给水温度	130℃
排烟气温度	210℃
排烟气量	34490Nm ³ /h
锅炉热效率	75%

7.6.3 反应塔

包括旋风分离器，返料器

数量	3台
塔径	~2800mm
塔高	~16000mm
烟气流速	3~6.5m/s
烟气停留时间	2.5~5s
负荷调节范围	40%~110%

7.6.4 布袋除尘器

数量	3台
处理风量	105000m ³ /h
设备阻力	<1500Pa

清灰方式	脉冲喷吹
室数	8室
滤袋条数	768条
过滤面积	1737m ²
过滤风速	<1.0m/min
排尘浓度	<30mg/Nm ³
允许入口气体最高温度	<220℃
压缩空气耗量	1.0~2.0m ³ /min

7.7 发电系统主要设备技术规范

7.7.1 汽轮发电机组

数量	2台
汽轮机型号	C7.5-3.8/0.981
进汽压力	3.7Mpa(a)
进汽温度	390℃
最大进汽量	36.0t/h·台
额定进汽量	30t/h
最大排汽量	18t/h
额定排汽量	14t/h
排汽压力	8.7Kpa(a)
抽汽级数	3级抽汽
一级抽气	10t/h(1.0Mpa. 220℃)
发电机型号	QFW-7.5-2-10.5型
额定功率	7.5MW
额定电压	10.5KV

额定电流	~240A
功率因素	0.8
额定转速	3000r/min

7.7.2 中压除氧器

数量	2台
出力	40t/h
工作压力	0.27Mpa (a)
工作温度	130℃
水箱有效容积	20m ³ (卧式)

选用旋膜式除氧器，该型除氧器是将独立的三种传质传热方式（即射流、旋转膜和悬挂式泡沸）缩化为一体，其除氧效果好，设备的稳定性和适应性较好。

7.7.3 电动给水泵

数量	4台
型号	DG25-50×12
流量	15~25m ³ /h
扬程	618~600m H ₂ O
电动机：	
功率	110KW
电压	380V

7.7.4 凝结水泵

数量	2台
型号	3N6×2
流量	18~34m ³ /h

扬程	80m H ₂ O
温度	80℃
电动机：	
功率	22KW
电压	380V

7.8 炉渣、炉灰和飞灰的处置

炉渣、炉灰一般为一般工业废弃物，可就近运往填埋区作为中间覆盖和日覆盖材料或直接填埋；布袋除尘器产生的飞灰属于危险废弃物，需要特殊处理。

现有的危险废弃物处理方法众多，大致如表7-5：

表7-5 危险废弃物处理方法

物理法	化学法	物理法	生物法
空气洗提	煅烧及烧结	冷冻干燥	活性污泥法
悬浮冷冻	催化	高梯度磁性分离	氧化塘
碳吸附	氯解	离子交换	厌氧消化
离心	电解	液体离子交换	堆肥
渗析	水解	汽馏	酶处理
蒸馏	微波放电	树脂吸附	沥滤池
电渗析	中和	反渗透	废物稳定池
电泳	氧化	沉降	焦油预处理
蒸发	臭氧分解	有机物的液-液萃取	粉碎及研磨
过滤	光分解	汽提	深冷
絮凝	沉淀	超滤	溶解
浮选	还原	区域精制	
冷冻结晶			

上表中方法，许多是有很强的针对性的，并且有些成本较高，实施难度大，就本工程而言，采取稳定化/固化方法处理基本可以完成

对已知物料的处理，并且也是成本相对较低，操作简便的方法。

7.8.1 稳定化、固化方法

稳定化/固化是一种将废物与能聚结成固体的材料混合，从而将废物捕获或固定在这个固体结构中的技术。

固化和稳定化两者概念有所区别：

- (1) 固化的产物一定是固体，一般是物理过程。
- (2) 稳定化一般是化学过程，通过化学反应使有毒物质变成不溶性化合物，使之稳定在晶格内固定不动。

虽然固化和稳定化两者的概念有所区别，但本工程所采用的处理工艺中这两者基本是同时完成的，因此后面不再分别叙述，而作为一个整体工艺考虑。

稳定化/固化处理的目的是将有毒废物转化成物理上稳定的惰性物质。这种物质浸出率低，并具有足够的机械强度，使之能进行土壤再生或填埋。

目前稳定化/固化方法可分成以下六类：

- (1) 添加水泥进行固化；
- (2) 添加石灰或其它凝硬性材料进行固化；
- (3) 将废物充填在热塑性材料如沥青、石蜡或聚乙烯中；
- (4) 热固性微型密封法；
- (5) 将废物放置在惰性保护层内的大型密封法。
- (6) 将废物与二氧化硅一起熔融，制成玻璃物质。

前两种方法最常用，也最适用于处理大量的无机废物。其余各种方法成本一般都比较高的。本工程暂不选用。

飞灰为干固体，含水率很低，稳定化/固化时无需添加粉煤灰等填充剂，只需加水泥、水即可。

水泥添加量：理论值10%~20%，按15%计。水：水泥=1：0.70~1，可根据实验确定。

7.8.2 安全填埋处置

固化后的飞灰进行安全填埋，在调节池南侧设置安全填埋区。库底标高为17~20m，填埋标高为30m，库容为18万m³。

根据填埋区的地质情况，和《危险废物填埋污染控制标准》的要求，防渗层采用双层1.5mmHDPE膜，膜间设置3肋塑料排水网格上下设200g/m²长丝针刺土工布作为保护层；保护层采用1000g/m²短丝针刺土工布；渗滤液导排层采用400厚砾石层，上覆200g/m²长丝土工布。

8 污水处理工程

8.1 工程服务范围

本次设计中，污水处理工程服务范围为填埋库区产生的渗沥液、焚烧厂产生的污水以及生活污水。

8.2 水量与水质

8.2.1 渗沥液水量和水质

渗沥液产生量受多种因素的影响，如降雨量、蒸发量、地面流失、垃圾与污泥的特性和地下层结构、表层覆土和下层排水设施等。但渗沥液的主要来源还是降雨。也就是说，降水量数据是决定渗沥液处理规模的重要因素。

填埋场水平衡方程式如下：

$$S_i + G + W - (S_0 + Q) + (I - E) \times A / 1000 = \Delta C_w + \Delta R_w$$

S_i ：填埋场外部地表流入水， m^3 ； S_0 ：表面流出水， m^3 ；

G ：填埋场内流入的地下水， m^3 ； Q ：渗沥液量， m^3 ；

W ：废弃物及覆盖土中水分， m^3 ； I ：降水量， mm ；

Δt ：水量平衡设置期间； A ：填埋场集水面积， m^2 ；

E ：蒸发量， mm ； ΔC_w ： Δt 前后覆盖土中的水分变化量， m^3 ；

ΔR_w ： Δt 前后垃圾中的水分变化量， m^3 ；

填埋场渗沥液水量计算的常用方法有田中公式和USEPA的HELP模型。经过比较，本工程采用HELP模型计算。根据覆盖情况的不同，整个填埋区可分为下列三种区域分别计算：正在填埋作业区、已经中间覆盖区和终场覆盖区，根据填埋作业顺序，最不利条件下各区面积分别为2#区 $84132m^2$ ，1#区 $148182m^2$ ，首层甲烷化加速区 $21645m^2$ 。

**市年平均降雨量1747.4mm，年平均蒸发量1440.1mm。根据填埋分区情况，合计20年日均渗沥液量为 $Q=345\text{m}^3/\text{d}$ ，20年日最大渗沥液量为 $2423\text{m}^3/\text{d}$ ，调蓄池有效容积应大于 43409m^3 。

国内生活垃圾填埋场渗沥水一般水质如表8-1：

表8-1 填埋场渗滤液一般水质情况表

污染物	浓度	污染物	浓度	污染物	浓度
pH值	4~9	NH ₃ -N	120-3200	K ⁺	3~3770
COD _{cr}	1500-80000	T-P	0~160	Mg ²⁺	0~4000
BOD ₅	200-45000	Ca ²⁺	5~7200	Mn ²⁺	0~1400
SS	1000-20000	Fe	2~5500	Na ⁺	0~7700
Cl ⁻	400~5200	SO ₄ ²⁻	10~1600	ALK(Ca CO ₃ 计)	140~ 2100

渗滤液的化学组成及浓度可在很大范围内发生变化，垃圾成份、填埋时间以及气候都是引起这些变化的主要因素。渗滤液水质随填埋时间不同变化较大。填埋时间较短的垃圾渗滤液BOD₅及COD_{cr}浓度较高，且BOD₅/COD_{cr}的比值高于0.30，可生化性较好，填埋时间越长的垃圾渗滤液BOD₅及COD_{cr}浓度较低，7~8年后COD_{cr}降低到1000mg/l以下，BOD₅/COD_{cr}的比值降至0.20左右，可生化性较差。

根据对国内几座垃圾填埋场水质调研，本卫生填埋场垃圾渗滤液水质指标如下：

COD _{cr} =6000~20000mg/l	设计值15000mg/l
BOD ₅ =3000~10000mg/l	设计值7500mg/l
SS=500~800mg/l	设计值650mg/l
NH ₃ -N=400~2500mg/l	设计值1500mg/l

8.2.2 焚烧厂污水

垃圾焚烧发电厂废水包括垃圾贮存池渗滤液、炉渣贮存池废水、垃圾倾卸平台冲洗水、生活污水、疏排污水、实验室、加药间酸碱液等。垃圾贮存池渗滤液量按垃圾量的8~10%考虑，具体数据见表8-2:

表8-2 各类废水水量水质表

废水种类	水量 (m ³ /d)	pH	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)
垃圾贮存池渗滤液	67	5~7	10000~ 20000	30000~ 40000
化验室、水处理	2	5~8		
灰渣区冲洗水	2	10~12	30~60	~700
垃圾倾卸平台、车间等冲洗水等	8	8~10	100~200	500~1000
锅炉排污水	34	8~10	<100	<100
混合水(上面四项混合合计)	113		700~1000	10000~20000

8.2.3 生产生活污水

洗车用水按日处理垃圾900t/d设计，运输车辆为5吨车，每车2吨载重，每车用水量400L/次，洗车水循环使用，10%排放，则污水量为18t/d。

生活污水量等于生活用水量，近期6.65m³/d，远期14.25m³/d，详见9.2.4.1节。

其他生产用水为10t/d。

根据总平面布置，污水厂离管理区和洗车台较远，因此洗车污水和生活污水共24.65t/d采用一体化污水处理装置另行处理，其他生产污水10t/d送入污水厂处理，合计污水厂处理规模近期为355吨/天，远期468吨/天。

8.3 排放标准

根据现场情况，垃圾填埋场渗沥液出水水质标准可采用两种方案。方案一为达到《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB16889-1997）三级标准，然后通过管道排入城市污水厂（简称：三级标准+排入城市污水厂方案）；方案二为达到一级标准，出水直接排入周围水体（一级标准直接排放方案）。根据当地城镇规划，规划城市污水厂离本厂较远，同时从本厂至城市污水厂之间管线布置困难，综合考虑，本工程采用方案二：污水经处理后达到一级标准，出水通过管道排入磨刀门水道。

表 8-3 污水厂出水水质标准

单位：mg/L(大肠菌值除外)

项 目	CODcr	BOD ₅	NH ₃ -N	SS	大肠杆菌值
一级标准	100	30	15	70	—

8.4 污水处理工艺方案论证

8.4.1 水质特点和处理要求

本工程中，污水处理站主要处理渗滤液。渗滤液成分由填埋场内部垃圾降解状况决定。

由于填埋垃圾成分受生活条件、生活习惯、收集方法、地区和季节的影响很大，因此垃圾中的易降解有机物在填埋场的转化非常复杂，渗滤液往往在投入运行前期COD、BOD浓度较高，但可生化性较好，但随着运行时间的增加，COD、BOD浓度下降，氨氮浓度升高。另外，雨季浓度较低，而旱季浓度高。渗滤液废水中除COD、BOD、NH₃-N等污染物指标严重超标外，还有卤代芳烃，重金属和病毒等污染。这种废水如不妥善处理，将给当地地面水，地下水环境造成严重

污染，对周边人民群众的身体健康产生严重威胁。

鉴于污水的上述特点，在进行工艺选择时应考虑以下特点：

- (1) 应有氨氮的去除能力；
- (2) 高负荷污水处理能力；
- (3) 能够适应不同季节、不同年份渗滤液浓度的波动，工艺能保证出水的稳定性。

8.4.2 工艺方案选择

由于污水的高污染性和复杂性，对处理工艺提出了特殊的要求。近年来，许多新技术应用于垃圾渗滤液处理，取得了迅速的发展。其中发展最成功和目前应用趋势最好的一类是膜技术，包括超滤、纳滤和反渗透等。

1) 反渗透 (RO)

随着膜技术的发展，反渗透在渗滤液废水处理的运用逐步为人们所接受，反渗透的优点是工艺简单，出水水质容易保证，广泛应用于高难度的污水处理。

根据进水浓度，反渗透膜可以满足处理的更高要求。但对于未生物预处理的渗滤液，所有的参数会降低，清液得率在60%—75%之间。反渗透很好地截留了氨氮，小分子生物降解物质也被阻留在浓水里。反渗透需要的压力最高到达75bar。反渗透后如果要进一步降低浓度，可以用高压渗透，压力量为200bar。

由于反渗透仅仅是一个分离过程，污染物并未降解和有效去除，在排出清水的同时，还会有大量的浓缩液。反渗透最大的问题就是浓缩液的处理。为达到有效分离NH₃的目的，须加硫酸把进水pH调到小于6.5，增加了含盐量，使渗滤液中的污染物浓度和电导率不断升高。

最初，德国一些填埋场采用反渗透浓缩液回灌到填埋场的办法，在开始使用时似乎很好，但它基本不具有污染物去除能力，运行一段时间后，由于 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和盐份，特别是硫酸根在渗滤液中不断富积，渗透压不断升高，从而使操作压不断提高，净水回收率下降，直至系统完全破坏。同时，由于反渗透没有生物降解功能，出水中低分子有机物如硫醚、硫化氢等会保留出水的臭味。

因此，德国规定反渗透不能单独用于处理渗滤液，其浓缩液必须通过蒸发浓缩和固化处置或焚烧。

2) MBR及其组合工艺

为避免反渗透技术的以上缺点，德国维尔利公司针对膜生化反应器(MBR)技术在渗滤液处理的应用方面进行了大量的研究开发，并已广泛应用于垃圾处理厂的渗滤液处理，在欧洲渗滤液处理方面具有领先地位。

MBR是生化反应器和膜分离相结合的高效废水处理系统，用超滤替代了常规生化工艺的二沉池，首先通过高效生化过程去除易降解有机物和氨氮。然后通过膜技术(纳滤)过滤难降解有机物，同时，让盐份通过排除。既利用了生化过程和膜技术各自的优点，又避免了单纯反渗透的缺点。可以通过膜的选择适应不同排放水质要求。

以膜分离(通常为超滤)代替活性污泥法中的二沉池，使分离效率大大提高，生化反应器内微生物浓度从3-5 g/l提高到20-30g/l，生化反应器体积减小，生化反应效率提高，出水无菌体和悬浮物。错流式膜分离技术的开发，特别是膜材料和膜产品不断发展，以及近年来膜价格的大幅度下降，使膜分离技术在废水处理的应用得到迅速发展。

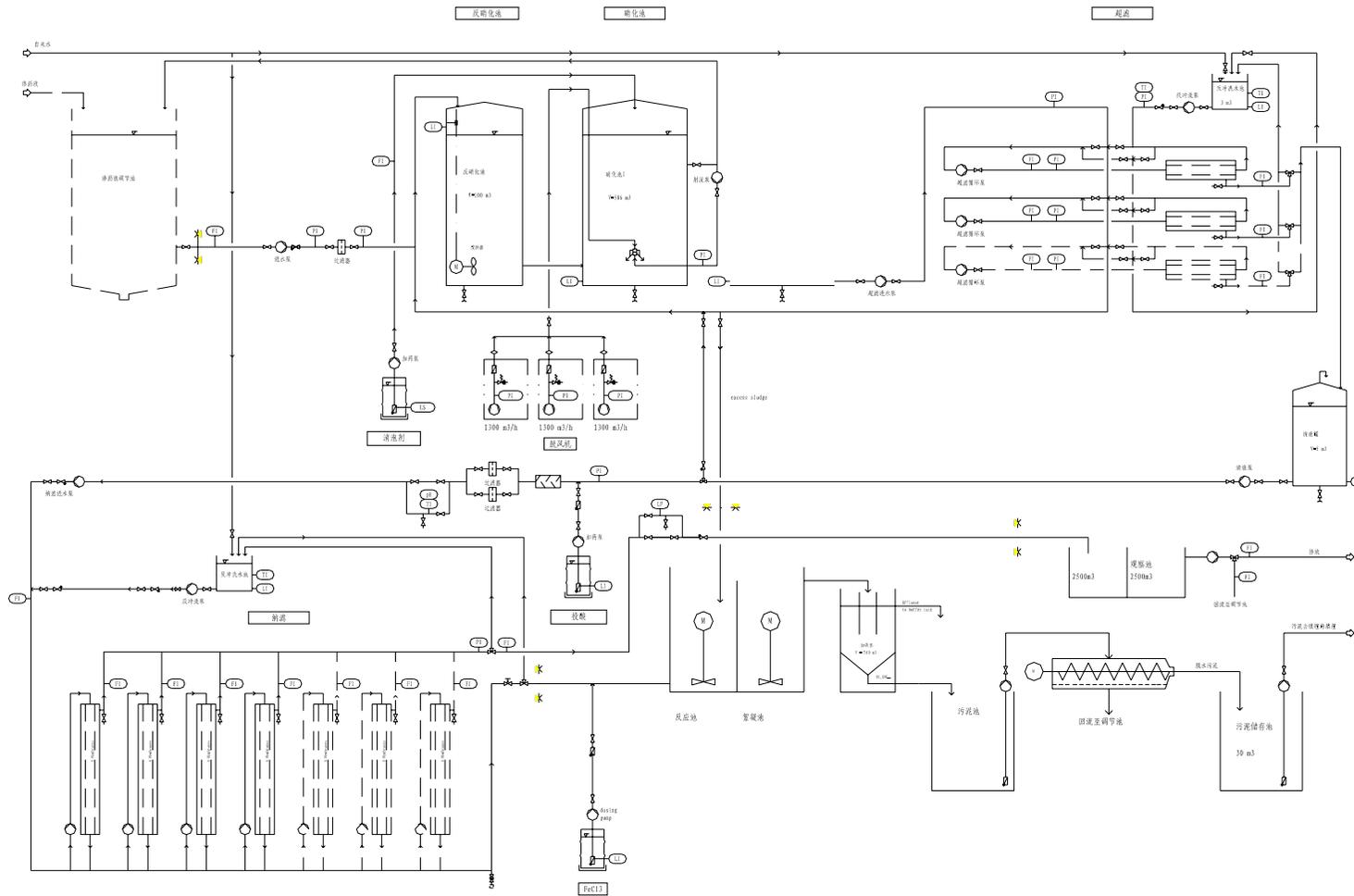
MBR的主要特点：

▲ 主要污染物COD,BOD和氨氮有效降解，无二次污染；

- ▲ 100% 生物菌体分离；
- ▲ 出水无细菌和固性物；
- ▲ 占地面积小；
- ▲ 剩余污泥量小；
- ▲ 无需脱臭装置；

在传统的卫生填埋场，MBR及其组合工艺在渗沥液处理过程中取得了较好的效果。国内外已经有许多成功的例子。

由于膜技术的投资和运行费用相对较高，许多专家学者也在不断寻找投资省、运行费用低的处理方法，其中比较成功的有同济大学赵由才教授和上海老港固体废弃物处置场提出的“矿化垃圾生物反应床处理垃圾渗滤液”，以及同济大学何品晶教授提出的以回灌循环、生化/物化净化工艺为核心的生态填埋工艺。



典型的MBR及其组合工艺流程图（一级排放标准）

3) 矿化垃圾生物反应床

填埋场封场数年后，垃圾中易降解物质完全或接近完全降解，垃圾填埋场达到稳定化状态，所形成的垃圾被称为矿化垃圾。

研究结果表明有机物在矿化垃圾反应床是一个先吸附后降解的过程，矿化垃圾反应床对有机物的稳态净化性能主要是通过生物作用的结果，相对于吸附过程，有机物的生物降解相对缓慢；矿化生物反应床对有机物去除的非生物作用（主要是吸附作用）只是使有机物在反应床中累积，对有机物的去除主要是在落干期通过生物降解作用完成的。矿化垃圾生物反应床中好氧菌、厌氧菌种类及数量测定结果表明，有机物在矿化垃圾生物反应床的生物降解是以好氧生物为主导的生物降解过程。

矿化垃圾生物反应床工艺还有以下特点：抗冲击负荷性能优越，不需要固液分离装置，运行周期和使用寿命长（10年以上），能够适应COD浓度和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度大幅度的波动：在COD浓度最高超过22000mg/L，波动幅度超过10000 mg/L； $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度最高超过2500 mg/L，波动幅度超过1500mg/L的条件下，只要合理控制水力负荷和进水间隔时间，仍可以保持一个相对稳定的去除率。

矿化垃圾生物反应床还具有投资省，运行费用低等特点。

典型的矿化垃圾生物反应床处理渗滤液工艺流程如图8-1所示。

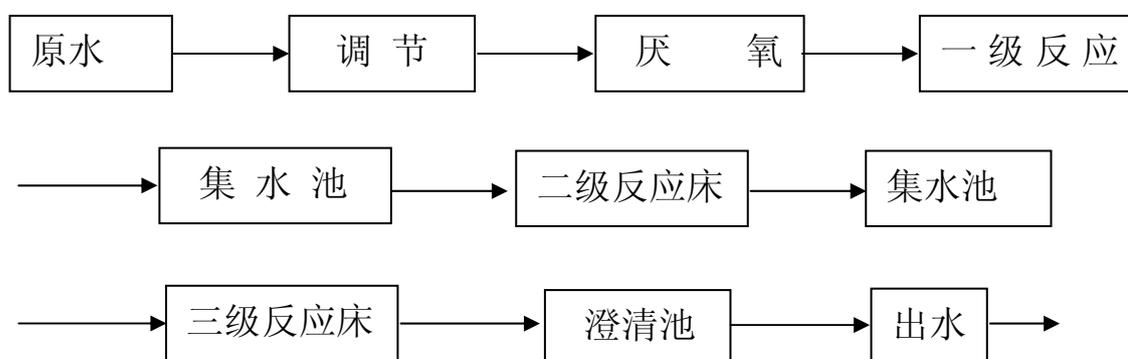


图8-1 典型矿化垃圾生物反应床流程

进水先进入调节池进行调节，然后进入厌氧池，经提升到第一级矿化垃圾反应床，出水进入集水池，再由泵提升进入二级反应床，出水进入集水池，再由泵提升到三级反应床，出水在澄清池澄清后，出水能达到三级排放标准。

从2002年10月份开始，在国家“863”项目的资助下，在老港填埋场进行了日处理100吨渗滤液的示范工程研究，2003年5月正式投入运行，已经连续运行6个月，出水水质一直极其稳定。

4) 回灌循环、生化/物化净化工艺

渗沥液的回灌是生态填埋的技术核心，及为满足此工艺上的改进而必须对填埋相关建设与运行工艺进行的改造。

生态填埋的技术体系是在卫生填埋技术的基础上，通过强化有控制的层内垃圾降解过程，达到有效控制填埋的二次污染（渗沥液）、更有效地利用填埋气体的能源价值和加速垃圾稳定化的目的，保障填埋场的长期环境安全性。

渗沥液回灌的优点主要包括：

提高填埋场垃圾的含水率，加快垃圾降解速率，加快填埋场的稳定化，最大限度的利用填埋场的填埋空间。

加快渗沥液中污染物浓度的下降，从而减少渗沥液处理费用。

保持表面层的含水率，减小渗沥液产生量。

但是在初始阶段，由于填埋场处于产酸阶段，产甲烷很少，而且初始阶段渗沥液污染物浓度较高，普通的渗沥液回灌容易导致有机酸在填埋层中的积累，影响垃圾和渗沥液的降解，因此有必要采取措施，加快产甲烷阶段在填埋层中的形成。

防止有机酸的积累和加快产甲烷阶段的形成有两种途径：对渗沥液进行预处理和加快填埋层的降解。渗沥液预处理可以采用

厌氧和好氧方法。后一种途径为往填埋层中适量通气，使其处于微氧状态，从而加快产甲烷阶段的形成。

方案技术可行性分析

对渗沥液进行曝气，可充分降解渗沥液中可生化部分；往填埋层通气，既解决渗沥液处理中的难题，亦有利于层内垃圾的加速稳定化，还可控制一般厌氧回灌易导致的层内出现酸化优势状态，渗沥液有机质“越灌越浓”、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 急剧升高的不利状况；表灌的合理利用（以较低浓度的渗沥液为对象），既能利用蒸发/蒸腾减量，亦不会导致表层植被的破坏和场内环境卫生状况的恶化（臭气）；最后的物化处理，与经高强度生化处理后尾水残余有机物以大分子（细颗粒）为主的特点是相符的，可望达到预期的处理目标。渗沥液处理流程如图8-2。

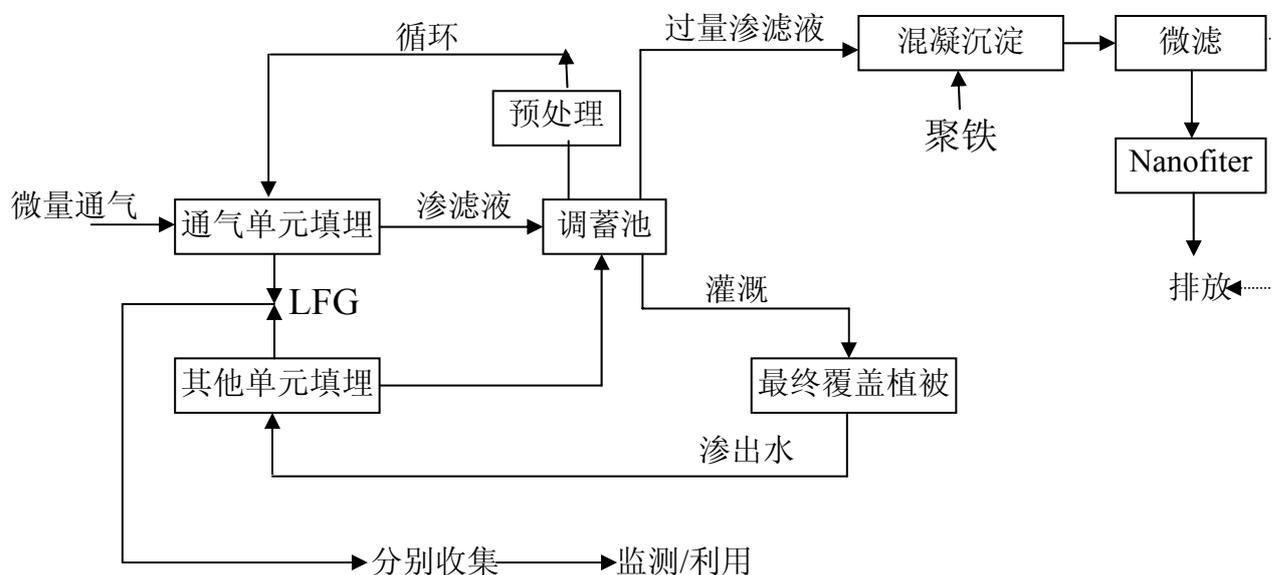


图8-2 填埋层通气方案渗沥液处理流程

本工程考虑采用生态填埋工艺，经过回灌后，渗沥液浓度已经大大降低，因此渗沥液的处理有其特殊性，因此经过综合比较，

结合生态填埋工艺，本工程推荐采用回灌循环、生化/物化净化工艺进行渗沥液处理。实验室研究已经证明该工艺的可行性，在国家“863”项目的资助下，位于杭州天子岭的工程示范项目即将投入运行，老港工程示范项目也即将开工建设。

8.4.3 渗沥液尾水处理

由于采用生态填埋技术，渗沥液经过回灌后，垃圾渗滤液中的可生化降解物质已基本上完全被降解，预计渗沥液尾水水质为COD：1000~2000 mg/L，pH：6.5~7.5，NH₃-N：<100mg/L。渗滤液尾水中基本上都是不可生物降解物质和盐分，这种水质特点决定了本项目不能采用生化处理工艺，只能选择物化处理和膜处理工艺。

随着膜技术的发展，超滤、纳滤和反渗透在渗滤液废水处理的运用首先为人们所接受，超滤、纳滤和反渗透的优点是工艺简单，出水水质容易保证，广泛应用于高难度的污水处理。

但由于超滤、纳滤和反渗透膜处理工艺仅仅是一个分离过程，污染物并未降解和有效去除，在排出清水的同时，还会有大量的浓缩液。膜处理最大的问题就是浓缩液的处理。

在德国规定膜处理不能单独用于处理渗滤液，其浓缩液必须通过蒸发浓缩和固化处置或焚烧。本工艺的设定和这一思路正好吻合。只是我们针对膜处理技术存在的问题对固化工艺进行了优化，针对渗滤液自身的特性开发了更经济可行的处理方法。

本项目采用物化处理的螯合絮凝吸附沉淀工艺作为膜处理工艺的预处理，针对渗滤液含有难生物降解的COD、含氮化合物、有机卤化物及硫化物、无机盐（包括重金属）类以及悬浮颗粒和胶体微粒的特点，通过添加特定的絮凝剂和螯合剂可以实现垃圾渗滤液中悬浮颗粒、胶体微粒和重金属等的凝聚分离，螯合絮凝过程产生大量的絮块，

拥有很强的吸附能力，可以大量吸附渗滤液中的BOD、COD、含氮化合物、有机卤化物及硫化物等污染物，结合沉淀处理可以很简便地把吸附了渗滤液中污染物的螯合絮块与清液分开，螯合絮块脱水固化后可以运回填埋场，由于作了螯合稳定化处理，固化后的螯合絮块性质在填埋场中比较稳定。

垃圾渗滤液经过螯合絮凝吸附沉淀预处理后，还不能达到排放指标，但预处理出水的水质更有利于采用膜处理工艺，用超滤作为强化预处理，以保证水质达到纳滤和反渗透卷式膜的进水要求，通过不同的膜处理工艺组合可以满足不同的处理出水水质要求，其基本原理包括：

- 1) 对不同时期的垃圾渗滤液尾水可确保出水质量，满足出水要求；
- 2) 膜工艺中产生的浓缩液，可以返回螯合絮凝吸附沉淀工序处理；
- 3) 螯合絮凝吸附沉淀技术可以利用渗滤液自身的特性产生大量吸附力极强的螯合絮块吸附渗滤液和膜处理浓缩液中的污染物，再通过对稳定化絮块的脱水固化来去除污染物，固化后的絮块运回填埋场处置，由于采取了稳定化处理技术，固化絮块性质在填埋场中比较稳定。

8.5 污水处理工艺设计

8.5.1 渗沥液厌氧预处理

渗滤液预处理方式有好氧预处理、厌氧预处理。国内相关研究证明，好氧、厌氧预处理方式均可行。但是与好氧预处理出水比较，厌氧预处理出水不仅降低了回灌渗滤液的COD浓度、提高

pH值，而且其出水中携带大量的甲烷菌群，将其回灌至填埋层，由于稀释和生物接种作用，能够更有效的加速填埋层进入稳定的产甲烷阶段。同时，厌氧生物处理方式能耗小，负荷高、产生的剩余污泥量少、对营养物的需求量小，适合处理高浓度有机废水。因此，本工程采用渗滤液厌氧预处理方式。

废水的厌氧生物处理工艺有很多种，如厌氧接触法、厌氧生物滤池、上流式厌氧污泥床、分段厌氧消化法等。由于本工程主要用于渗沥液预处理，因此设计时希望工艺所需构筑物简单；同时结合填埋场初期渗滤液有机污染高的特点，以及参照国内外对渗滤液处理的研究积累，本工程采用淹没式厌氧生物滤池。

8.5.1.1 进出水水质、水量

水量：140m³/d

进水水质：COD=15000mg/L，BOD₅=7500mg/L，pH=5.5~6.0，NH₃-N=1500mg/L。

出水水质：COD<5000，pH>6.5

8.5.1.2 处理流程

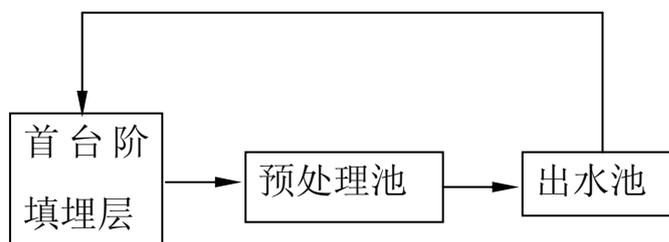


图8-3 渗滤液预处理工艺流程

首台阶填埋层出来的初期渗滤液采用淹没式厌氧生物滤池的预处理方式。渗滤液经预处理后输送至出水池，并回灌至首台阶

填埋层。

其中淹没式厌氧生物滤池运行前，先取污水处理厂污泥进行培养驯化。使得滤池内产生大量的甲烷菌群。方可开始进行渗滤液预处理。

8.5.1.3 预处理工艺设计

(1) 淹没式厌氧生物滤池

池内水流方式为推流式，采用漂浮填料；池顶加盖。滤池尺寸：取长×宽=35m×4.5m。有效水深取3.5m，超高0.5m；

滤料体积取滤池体积50%，采用漂浮填料，滤料总体积280m³。滤池上部设挡板，防止滤料流失。出水口设于挡板上方。

(2) 出水池：

池有效水深取3.5m，超高取0.5m；取长×宽=10.0m×4.0m。

8.5.2 首层甲烷化加速

1) 首层分区填埋，第一个区域进行间歇微氧通气和预处理渗滤液循环以加速甲烷化

在首层甲烷化加速区库底布置HDPE送风管（兼做渗滤液收集管），管径为DN250，间距5m。

2) 首层通气区域甲烷化后，其余区域渗滤液均在此区域内循环甲烷化并降低污染

首层通气区域甲烷化的标志是重新通气时，层内气体甲烷含量大于30%，渗滤液pH值>6.0，COD<5000mg/L。此时停止通气操作和渗滤液预处理，但维持渗滤液循环。

3) 全部填埋完成后，利用通气单元进行同时硝化反硝化

当其他单元流出的渗滤液的COD≤1000mg/L，pH值≥6.5时，

可恢复通气单元的微量通气，对循环渗滤液进行层内同时硝化反硝化处理。脱氮率可大于90%，尾水COD浓度约1000mg/L。

8.5.3 内灌布水系统

内灌最大水力负荷为18mm/d。按每天350m³/d的渗滤液量计算。根据填埋区划分，在首层甲烷化加速区进行内灌，在中间覆盖层下布置穿孔HDPE管（DN100），外包碎石，间隔为5m。相应地，在该范围库底设置风管，使该范围内的填埋垃圾尽快达到产甲烷阶段。

8.5.4 亚表面灌溉布水系统（封场后）

最终覆盖层完成后，在营养土层内布置穿孔HDPE管（DN100），外包碎石。管道间距为8m，灌溉最大水力负荷为20mm/d。通过亚表面灌溉后，渗滤液被蒸发。

经过内灌和表灌后，渗滤液COD可以得到很大的降解，预计本工程中内灌和表灌出水水质如表8-4所示：

表8-4 内灌和灌溉出水水质表

处理环节	内灌*	表灌
出水COD _{Cr} (mg/L)	3300	<1000
出水BOD ₅ (mg/L)	500	<100
出水NH ₃ -N (mg/L)	500	<20
pH	6.5~7.5	6.5~7.5

8.5.5 剩余尾水物化处理

8.5.5.1 工艺流程

本处理单元主要由螯合絮凝吸附沉淀一体化预处理、超滤、

纳滤三部分组成，通过逐级净化的方式使渗滤液尾水达到一级标准。本项目处理技术的工艺流程如图8-4所示。

8.5.5.2 螯合絮凝吸附沉淀预处理

垃圾渗滤液经原水泵送入本处理系统的螯合絮凝吸附沉淀一体化装置处理，螯合絮块经过板框压滤机脱水后，运回填埋场处置。经螯合絮凝吸附沉淀处理后的清液经过两池的连接管排入渗滤液沉淀清液池中储存。

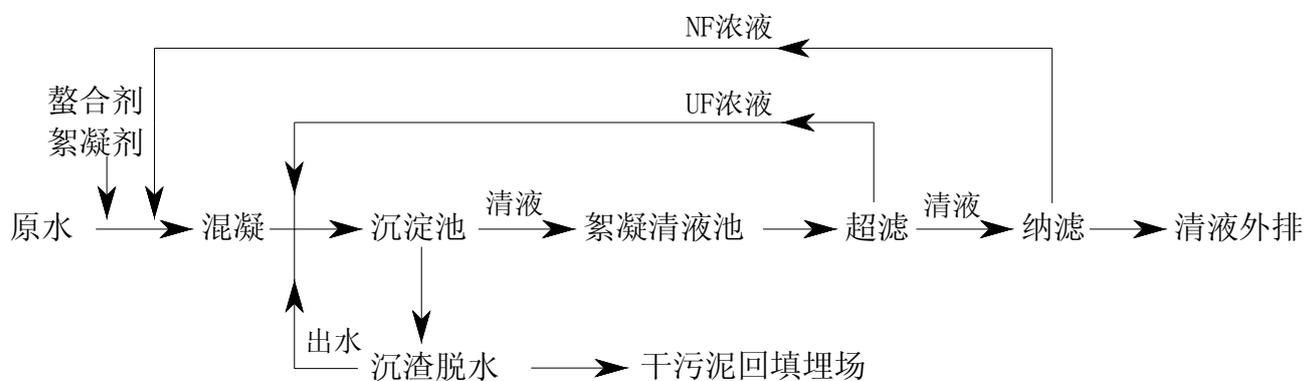


图8-4 尾水物化处理工艺流程

8.5.5.3 超滤处理装置

超滤处理工艺采用管式超滤膜，错流过滤方式，超滤处理装置由进水泵、循环泵、管式超滤膜组件组成。超滤膜组件的核心是陶瓷膜元件。其内外表面为致密层，层面密布微孔，中间是多孔支撑层。原水借助于循环泵输出的外界压力，以一定的流速沿膜的内壁前进时，其中的小分子物质（如水、离子等）透过膜进入相应的一侧，而颗粒较大、分子量较高的物质（如胶体、细菌、蛋白质）被截留下来，实现了分离的目的。许多陶瓷膜元件通过特殊要求的制作形成陶瓷超滤膜组件。

超滤进水泵把沉淀清液池中的水送入超滤处理系统，超滤浓缩水回到螯合絮凝吸附沉淀工序再处理，清液出水进入到超滤清液池。

8.5.5.4 纳滤系统

纳滤系统是本处理系统去除COD的核心。它由增压泵、微滤器、高压泵和纳滤膜等组成。

超滤清液池内的超滤清液经高压泵升压处理进入到纳滤膜脱除有机物。纳滤浓水回到螯合絮凝吸附沉淀工序再处理。纳滤清液可以达到本项目要求的排放标准。

8.5.5.4 主要设计参数与处理预计效果

表8-5 尾水处理效果预计

	原水	沉淀池出水	UF系统出水	NF系统出水	出水水质	排放标准
PH	6.5~7.5	6.5~7.5	6.5~7.5	6.5~7.5	6.5~7.5	6.0~9.0
COD (mg/L)	2000	1000	800	78	78	100
COD去除率 (%)	_____	50	20	90	_____	_____
氨氮 (mg/L)	100	80	72	11	11	15
NH ₃ -N去除率 (%)	_____	20	10	85	_____	_____

9 辅助工程

9.1 建筑设计

9.1.1 设计依据

- 1) 民用建筑设计通则JGJ37-87
- 2) 建筑设计防火规范GBJ16—87（2001年版）
- 3) 建筑内部装修设计防火规范 GB50222-95（2001年版）
- 4) 办公建筑设计规范(JGJ67-89)
- 5) 汽车库设计规范（JGJ100-98）
- 6) 建筑工程设计文件编制深度的规定
- 7) 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准JGJ134

9.1.2 设计范围

建筑设计范围：厂区综合管理楼，门卫计量间，生活用车库及机修。

9.1.3 设计总则

1) 厂区内建筑的耐久性等级为二级，建筑重要性为丙类，建筑耐火等级为二级，建筑抗震烈度为七度。

2) 厂区总体布置符合城市规划布局与景观规划要求，营造良好的区域的建筑环境与建筑外部空间环境景观和生态园林绿化景观。

3) 遵循工艺流程，坚持“以人为本”的设计理念，合理布置厂区总平面，组织便捷的交通运输，创造整洁、美观、人性化的建筑环境。

9.1.4 设计构思和方案特点

9.1.4.1 管理区总体布置

管理区布置依据处理厂工艺设计流程、工艺设计总体布局的要求,服从城市总体规划布局,满足城市空间环境景观与沿河景观要求。站区环境以和谐、清新为出发点,从而贴近自然,融入环境。

区内设置1个出入口,站区道路原则沿建、构筑物周围环通,方便功能区域的联系,组织便捷、通畅的站区道路,符合交通运输与消防规范的要求。厂区主要道路为双车道7米宽,次要道路为单车道4米宽。

整个管理区用地为坡状山地,建、构筑物的设置顺应山势。主入口位于基地西北侧,管理去区位于基地北侧,管理区包括综合楼、食堂、浴室、宿舍、车库及机修车间,

9.1.4.2 建筑单体设计

本项目的的设计尽可能遵循不破坏原有地形地貌的原则,依山就势,创造与周围风光山色融为一体的建筑形式,营造一个环境优美的工业厂区。建筑形象设计注重建筑、构筑物在群体上的统一协调。综合楼是整个厂前区的中心,位于正对厂区主干道的山坡上,楼前为一大片绿化草坪,远眺可将厂区大部分景色纳入视野。在平面设计上顺应山势,通过三层的落差、室外平台、架空空间及坡屋顶的变化,达到空间合理有趣、造型错落有致的立面效果。

建筑外部形象的设计由整体到局部都进行了细致的推敲,创造了变化丰富、错落有致的坡顶形式,与周围的湖光山色融为一体,细部如廊、柱、柱头、窗台、屋顶、檐口等,都经过仔细推敲,以使整幢建筑更显精致,具有丰富的文化内涵。

综合楼面积约1800m²,内设办公、化验、餐厅、浴室、宿舍等。

机修车间、车库、变电所等厂区辅助建筑物的设计与综合楼风格一致，面积约500m²。

9.1.5 园林绿化设计

植树绿化，是现代城市的重要环境设施尤其在厂区沿道路侧设计富有变化的立体绿化、小品、花坛，给厂外的行人以美感，另外，厂前区与生产区以高大的乔木加以分隔，既是绿树屏障，也是厂区的隔离带。在二期建设时，把二期用地以草皮、绿化小品覆盖，组成厂区大花园，并可在其中布置一些健身活动场地，如篮球场，网球场等，这样，职工可以在休息时间放松精神、锻炼身体，保持愉悦的心情投入工作。

可供选择的乔木有：美人松、樟树、松柏、雪松等；可供选择的灌木有：小叶丁香、小叶女贞、珍珠绣成菊；可供选择的花卉有：粉团蔷薇、玫瑰、迎春、红瑞木、珍珠梅、牡丹等；并大面积的种植常绿草、丝兰。

为进一步美化厂区环境，在厂区内构筑物上也作一些建筑处理。如在外墙上外刷淡雅的色彩并作一些不同色彩的图案。并以花架及小品作构筑物之间的联系。

总之，整个厂区充分利用和结合自然环境条件，建筑单体、群体体态致力于和自然环境、绿化、小品建立依存、互补关系，强调丰富的空间关系，立面形象继承与创新，力求创造亲切、新颖、优美的现代化厂区的形象。

9.1.6 建筑材料

- 1) 门窗材料除功能性的门采用钢制外，均采用彩铝门和窗。
- 2) 外墙采用涂料、面砖贴面。

- 3) 内墙粉刷采用内墙乳胶漆。
- 4) 顶棚粉刷采用内墙乳胶漆,局部采用轻钢龙骨矿棉板或PVC扣板吊顶.
- 5) 楼、地面分别采用复合地板、防滑地面砖和细石混凝土。
- 6) 屋面采用卷材防水、保温屋面。
- 7) 室外采用广场砖铺地。
- 8) 采用拉丝不锈钢栏杆。
- 9) 采用铸铁透绿围墙。

9.2 厂区给排水

9.2.1 设计依据

- 1) 建筑、工艺专业提供单体平、剖面图和总平面图。
- 2) 业主提供总体管线资料和相关要求。

9.2.2 设计规范和标准

《建筑给水排水设计规范》	(GB50015-2003)
《建筑设计防火规范》(2001年版)	(GBJ 16-87)
《室外给水设计规范》	(GBJ 13-86) (1997版)
《室外排水设计规范》	(GBJ 14-87) (1997版)
《建筑灭火器配置设计规范》	(GBJ140-90)

9.2.3 设计内容

红线范围内给水、排水。

9.2.4 给水

9.2.4.1 用水量

焚烧厂用水量如表9-1所示:

表9-1 垃圾焚烧厂用水量表

	水量 (m ³ /d)
化验室、水处理	2
灰渣区冲洗水	2
垃圾倾卸平台、车间等冲洗水等	8
锅炉补充水	34
合计	46

洗车用水按日处理垃圾900t/d设计，运输车辆为5吨车，每车2吨载重，每车用水量400L/次，洗车水循环使用，10%排放，则污水量为18t/d；

生活用水按定员150人考虑，其中填埋区（包括沼气利用、污水处理站）为70人，焚烧厂80人。

表9-2 生活用水量表

单位：m³/d

	标准 L/人·天	近期	远期
生活用水	35	2.45	5.25
淋浴热水	60	4.20	9.00
合计		6.65	14.25

其中淋浴热水由太阳能热水器供应，热水量近期4.20m³/d，远期9.00m³/d。

绿化和冲洗用水主要在管理区、焚烧厂、污水处理站，用水标准为2L/m².次，每天1次。

表9-3 绿化和地坪冲洗用水量表 (m³/d)

	管理区	污水处理站	焚烧厂	用水量合计 (m ³ /d)	
				近期	远期
绿化面积 (m ²)	6000	400	23600	12.8	60
地坪面积 (m ²)	3000	200	11800	6.4	30
合计				19.2	90

其他生产用水为10t/d。

不可预见水量取15%，则合计用水量，近期为50.5t/d，远期为193.5t/d。

消防用水的确定见13.5节，最大消防用水量为焚烧厂房，作为基地的设计消防水量，为45L/s，持续时间2小时。

9.2.4.2 水源

生活用水由市政管网供给，在管理区的压力不小于16m。生产和消防用水来自东南角2#水库。水库设计水位高程48m，枯水位40m，总库容为173282m²。

设置取水泵房把水库水抽至高位水池，高位水池最高水位105m，有效容积为不小于400m³。消防水、焚烧厂用水、洗车水、其他生产和污水处理站用水来自高位水池。取水泵房平面尺寸为6000×9000mm，高5000mm，内设离心水泵3台，2用1备，单台流量50m³/h，扬程69m，功率18.5KW。取水泵房内设起重量为1吨的电动葫芦，便于设备的检修。

从东南角2#水库往高位水池输水管径DN150，沿环厂道路布置消防和生产共用给水管DN150。

9.2.5 排水

雨水参照佛山市暴雨强度公式计算：

$$q = \frac{1930(1+0.58\lg P)}{(t+9)^{0.66}}$$

设计重现期取1年。管理区、污水处理站和焚烧厂综合径流系数为0.7。管理区设计地坪标高为35~45m，雨水收集后就近排入1#水库（最高水位29.0m），污水处理站和焚烧厂设计地坪标高20~40m，雨水收集后排入原有水系（标高约8.0m）。

根据总平面布置，污水厂离管理区和洗车台较远，因此洗车污水和生活污水共24.65t/d采用一体化污水处理装置，经过二级生化处理达到《生活杂用水水质标准》后作为绿化和地坪用水。

10 电力及照明

10.1 设计依据资料

工艺及其它工种提供的有关资料。

10.2 需遵循的设计规范标准

GB50053-94	《10KV及以下变电所设计规范》
GB50052-95	《供配电系统设计规范》
GB50054-95	《低压配电设计规范》
GB50057-94(2000版)	《建筑物防雷设计规范》
GBJ65-83	《工业与民用电力装置的接地设计规范》
GB50217-94	《电力工程电缆设计规范》
GB50034-92	《工业企业照明设计标准》
JGJ/T16-92	《民用建筑电气设计规范》
GB50060-92	《3-110KV高压配电装置设计规范》
GBJ64-83	《工业与民用电力装置的过电压保护设计规范》
GB50058-92	《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》

10.3 设计分界

以城市电网10KV进户电缆头为界。电缆头以上部分，包括电缆头由当地电业部门实施。电缆头以下部分属本设计范围。

10.4 设计内容

本次电气设计包括以下内容：

10KV总配电间设计

管理区变电所设计

污水处理厂变电所设计

东南侧取水泵房预装式变电站设计

电缆线路敷设设计

照明设计

接地设计

防雷设计

10.5 电源

本工程的负荷等级为三级负荷。

拟由供电部门提供一路10KV常用电源供电。电源以电缆直埋方式进10KV总配电间高压进线柜。

本工程拟建沼气发电厂，填埋场建成后第四年发电1MW，第十年发电2MW，上网运行。届时，沼气发电作为常用电源，市电作为补充和备用。

10.6 负荷计算

本工程中所有用电设备均为380/220V低压设备。负荷计算详见表10-1：

表10-1 填埋场负荷计算表

变电所名称	计算容量 (KW)	变压器容量 (KVA)	变压器负载率 %
污水处理厂变电所	543KW	800	72
管理区变电所	250KW	400	68

东南侧取水泵房变电所	41KW	80	56
------------	------	----	----

10.7 供配电系统

垃圾综合处理基地主要由管理区、污水处理厂、沼气发电机房、东南侧取水泵房等构成。

本次设计拟在管理区设10KV总配电所一座，向各分变电所配电，面积约200平方米。10KV总配电间系统采用单母线的接线方式。

拟在管理区建10/0.4KV变电所一座，向综合楼、机修、车库供电。管理区变电所面积约100平方米，与10KV总配电所合建。

拟在污水处理厂建10/0.4KV变电所一座，面积约300平方米，向污水处理厂用电设备、沼气发电机组启动用电负荷、风机等供电。

拟在东南侧取水泵房建预装式变电站一座，泵房内用电设备供电。

10.8 无功补偿

在各分变电所的变压器低压侧设置无功功率自动补偿装置集中补偿，最终达到电源计量无功功率因数0.9以上。

10.9 继电保护

10KV电源进线装设延时电流速断保护及带时限的过电流保护。

10KV馈电回路装设电流速断、带时限的过电流、低压侧单相接地保护、过负荷保护及温度保护。

10KV继电保护采用微机综合保护装置。

在10KV总配电间控制室设置电力系统监控站，对10KV所有回路、变压器以及主要的低压回路进行监视。

10.10 操作方式

高压开关柜采用220V直流弹簧操动机构，设专用直流屏，后备电源为免维护全密封铅酸蓄电池。

低压设备控制电源为交流220V。

电动机均采用全负荷直接起动方式，电动机起动压降控制在10%以内，不经常起动的设备起动压降控制在15%以内。

电动闸（阀）门采用IP65机电一体化电动执行机构。其余各机械设备均附带控制箱。所有设备均可手动、自动、及远程控制。控制优先顺序为手动→自动→远程。就地控制箱应带有短路、过载等保护功能，并根据仪表自控要求，输出相关信号至PLC站。

10.11 照明

室内照明光源采用荧光灯、节能灯，高大厂房采用高压钠灯。

填埋工作区域夜间不作业，不设道路照明，管理区和污水处理区之间的道路照明光源采用高压钠灯。

照明系统PE线与N线分开，采用380/220V电源，特别潮湿的场所采用36V或12V电源。建筑物的照明手动控制；道路照明在门卫人工控制、定时控制或光控。

变电所、中央控制室、电话总机房设应急照明，持续时间大于120min。

10.12 计量方式

本厂采用高供高计，动力照明合计。

10.13 电缆敷设

厂区电缆部分沿综合管沟敷设，填埋库区电缆沿大堤侧边直埋敷设，过路穿钢管保护。

建筑物内电缆沿电缆沟或电缆桥架敷设，或穿管暗敷。

10.14 主要设备选型

10KV高压开关柜采用金属铠装开关柜，断路器采用真空抽出式断路器。

变压器采用干式变压器，带温控器装置。

低压开关柜采用抽出式低压开关柜。

电力电缆采用交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，直埋时采用钢带铠装。部分电缆根据需要可采用阻燃电缆。

控制电缆采用交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆，直埋时采用钢带铠装。部分电缆根据需要可采用阻燃电缆。

防爆区域内的电气设备应采用防爆型。

10.15 接地保护

低压配电系统的接地型式采用TN-C-S制。

10.16 防雷及过电压保护

10KV电源进线侧装设避雷器作雷电侵入波过电压保护。

变电所低压进线处及构筑物主配电箱进线处设防电涌过电压保护装置。

所有构筑物按第三类防雷建筑物标准装设防雷保护。

10.17 问题与建议

- 1) 供电方案须经当地电业部门核准。
- 2) 沼气发电上网运行，需征得当地电力公司（法人）的同意。

10.18 主要电气设备材料表

表10-2 主要电气设备材料表

序号	名称	技术规格	单位	数量
1	高压开关柜	10KV,金属铠装中置式	台	8
2	高压开关柜	10KV,金属封闭固定式	台	3
3	电力变压器	800KVA,10/0.4KV,Dyn11带罩壳、温控箱	台	1
4	电力变压器	400KVA,10/0.4KV,Dyn11带罩壳、温控箱	台	1
5	预装式变电站	80KVA,10/0.4KV,Dyn11	套	1
6	低压开关柜	抽出式低压开关柜	台	10
7	电业计量屏	电业规格	台	2
8	直流屏	输入AC380V, 输出DC220, 20Ah	套	1
9	电力监控设备		套	1
10	EPS应急电源箱	YJ,2KW,120min	套	3
11	动力配电柜	380V/220V,AC, 立式	台	3
12	动力配电箱	380V/220V,AC	台	10
13	照明配电箱	380V/220V,AC	台	20
14	道路照明灯	150W高压钠灯, H=7米	套	220
15	电力电缆	YJV22-10,3x70	米	3500
16	电力电缆	YJV22-0.6/1,各种规格	米	10000
17	控制电缆	KYJV,KYJV22各种规格	米	3000
18	型钢	各种规格	吨	5
19	电缆保护板	300mmX300mmX30mm	块	50000
21	机械设备控制装置		列入工艺设备	
22	沼气发电机组	1MW	套	2
23	10KV常用电源		路	1
24	10KV总配电所	200平米	座	1
25	管理区变电所	100平米	座	1

序号	名称	技术规格	单位	数量
26	污水处理厂变电所	300平米	座	1

11 仪表自控

“**市南部组团垃圾综合处理基地”工可阶段垃圾总处理规模近期800t/d，中期1000t/d，远期1600t/d。仪表自控专业根据该规模配置性能/价格比良好的仪表自控系统。

11.1 参照标准和规范

仪表和自控系统的所有方面，符合相应的ISO、IEC标准和中國国家标准，并参考JIS、DIN标准。

参照标准和规范如下：

HG/T:20638~20639 《化工装置自控工程设计规范》

CECS81:96 《工业计算机监控系统抗干扰技术规范》

GB50174-93 《电子计算机房设计规范》

GB/T13730-92 《地区电网数据采集与监控系统通用技术条件》

GB50093-2002 《自动化仪表工程及施工验收规范》

11.2 设计内容

*在填埋区，高位水池，取水泵房，污水处理厂，沼气利用（远期），焚烧厂（远期）配置必要的常规、气体、水质分析仪等检测仪表。

- * 所有检测仪表信号的传送和显示。
- * 根据设备运行要求设置自动控制或自动调节装置。
- * 按集中管理，分散控制的原则建立中央计算机管理系统。

11.3 检测仪表

检测仪表根据工艺流程和自控系统的要求配置。所有仪表适合**市地区的气候特点，并满足现场腐蚀性的环境要求。

所有仪表输出的标准信号为4-20mADC，负载阻抗 $>500\ \Omega$ ，隔离。

所有仪表的工作电压为AC220V $\pm 10\%$ ，50HZ ± 1 HZ或DC24V $\pm 5\%$ 。

在线检测仪表包括：（近期）

1) 填埋场

* 现场甲烷检测（甲烷检测仪）

2) 高位水池和取水泵房

* 高位水池液位检测（一体化超声波液位计）

* 高位水池高、低液位报警（导电缆式电极）

3) 污水处理厂

* 预处理厌氧反应器液位检测（压力式液位计）

* 填埋层风机出风管风压检测（压力变送器）

* 填埋层风机出风管风量检测（热值气体流量计）

* 尾水处理加药管药量检测（电磁流量计）

* UF系统进水泵进水流量检测（电磁流量计）

* UF系统各环路循环流量检测（电磁流量计）

* UF清洗槽液位检测（压力式液位计）

* UF清液槽液位检测（压力式液位计）

* UF系统控制压缩空气系统空气压力检测（压力变送器）

* UF系统各加药系统化学药剂罐液位检测（压力式液位计）

* NF系统进水泵进水流量检测（电磁流量计）

- * NF系统进水管进水PH值检测（PH计）
- * NF系统环路进口压力检测（压力变送器）
- * NF系统各环路压力检测（压力变送器）
- * NF系统各环路清液流量检测（浮子式流量计）
- * NF清洗槽液位检测（压力式液位计）
- * NF控制压缩空气系统压力检测（压力变送器）
- * NF各加药系统化学药剂罐液位检测（压力式液位计）

11.4 自控系统

11.4.1 系统组成

**市南部组团垃圾综合处理基地工程的控制系统由一个中央控制站和四个分控制站组成。

分控制站分别位于填埋场、污水处理厂、沼气利用、焚烧厂的分控制室内，中央控制站位于管理区中央控制室内。

分控制站主要由可编程序控制器(PLC)和不间断电源(UPS)组成（或DCS系统组成）。为了便于现场操作，在被控现场配置可编程图形人机界面终端(MMI)，或配置PC机和打印机。

分控制站接受各在线检测仪表传输来的信号，以及设备，电机等运行状态的电气信号，对各类信号进行运算和实施程序控制，自动调节，并把主要信息向中央控制站传输，或接受中央控制站的指令。

中央控制站由2台管理计算机，2台打印机，一组UPS电源组成。中央控制站通过工控网向下采集现场控制站传送的各类数据和信号，实现数据检测。以及数据存储，报表打印，故障报警，动态画面显示，趋势曲线绘制，设定值修改等数据处理和过程监视功能，同时还具有控制程序编制和修改后的下载功能。

分控制站负责监控的单元为：

1分控制站（填埋场）负责监控的单元为：

* 填埋场IC卡汽车管理系统与称重系统。

* 填埋场移动基站，移动基站安装包括：无线传输装置、变焦式数码摄像机、免维护蓄电池以及甲烷检测装置。

* 高位水池。

* 取水泵房。

2分控制站（污水处理厂）负责监控的单元为：

* 预处理厌氧反应器

* 填埋层风机

* 尾水处理

* UF系统

* NF系统

* 变电所各电量信号

3分控制站（沼气利用）

远期（略）

4分控制站（焚烧厂）

远期（略）

11.4.2 中央控制室

中央控制室是由二台上位机、二台带键盘的高分辨率不小于25”全平彩色CRT、打印机及UPS等组成。中央控制室可调用分控站的全部运行信息。

二台上位机互为冗余。

11.4.3 主要控制内容

填埋场：

* 各时段内不同地域垃圾进场总量、垃圾分类以及各个处理工艺总量的控制。

* 取水泵房的泵组根据高位水池的水位自动开停。

污水处理厂:

1、厌氧反应器自动控制

* 进水泵液位、流量控制

* 填埋层风机流量自动控制

2、UF/NF系统自动控制

* 进水泵压力、流量控制

* 循环泵压力、流量控制

* 清洗系统自动程序控制

3、加药系统自动控制

* 加药系统液位和流量控制

11.5 接地

所有仪表自控设备的安全、屏蔽接地与电气接地可靠连接，接地电阻不大于1欧姆。

11.6 主要设备及材料

表11-1 主要自控设备材料表

序号	名称	技术要求	安装地点	数量	备注
	填埋场				
1	固定式基站			1套	
	无线电传输装置				
	信号采集装置				
	终端显示器等				
2	移动式基站			1套	

序号	名称	技术要求	安装地点	数量	备注
	无线电传输装置				
	变焦式数码摄像机				
	免维护蓄电池				
	甲烷检测仪等				
3	一体化超声波液位计			1套	
4	导电缆式电极			1套	
5	黑白摄像系统			1套	
	污水处理厂				
1	压力液位计				
2	压力变送器				
3	热值气体流量计				
4	电磁流量计				
5	PH计				
6	浮子式流量计				

表11-2 自控设备

序号	名称	技术要求	数量	备注
#1、#2分控制站				
1	PLC:主板		2套	
	I/O	DI: DO: AI: AO:		
	电源			
	机架			
	通讯卡			
2	不间断电源 (UPS)		2台	
3	过电压保护装置		2台	
4	人机界面(MMI)		2套	
中央控制室				
1	PC机		2套	
2	显示器		2套	
3	打印机: 激光打印机		1套	

序号	名 称	技 术 要 求	数 量	备 注
	24针宽行打印机		1套	
4	键盘	工程师键盘	1套	
		操作员键盘	1套	
5	不间断电源 (UPS)		1台	
6	操作台, 椅		1套	
7	过电压保护装置		1台	
其它				
1	PLC编程软件	与PLC配套	2×1套	
2	系统软件		2×1套	
3	应用软件	开发包, 运行包	2×1套	
4	管理软件		1套	
5	屏蔽双绞电缆		10000米	
6	仪表电缆		10000米	
7	控制电缆		10000米	
8	钢管	Φ25、Φ50、Φ100	10000米	
9	钢材		1吨	
10	便携式计算机		1套	
11	便携式打印机		1套	
12	PLC编程器		1套	

12 主要设备

12.1 设备配置原则

设备配置原则如下：

- (1) 满足处理规模的需要；
- (2) 新增设备配置应完整配套，尽量利用原有设备；
- (3) 在满足生产规模及工艺要求的前提下，做到设备配置适用性、专业性与先进性的统一。

12.2 计量设备

填埋场主要计量作业设备配置如表12-1所示。

表 12-1 计量设备配置一览表

序号	设备名称及规格	单位	数量
1	地衡（30吨）	套	2

12.3 填埋作业机械

本场的填埋作业机械以场内垃圾推铺、压实、覆膜、覆土等设备为主。本工程需增添下列设备，见表12-2。

表12-2 作业机械设备添置表

序号	设备名称	单位	添置数量
1	推土机(20吨)	台	2
3	压实机	台	2
4	挖掘机	台	2
5	装载机	台	2
6	自卸车(5吨)	辆	3

12.4 渗沥液处理设备

表12-3 渗沥液处理设备

名称	规格及型号	材质	单位	数量
预处理鼓风机	选用 L32-20/0.35 罗茨鼓风机, 单机功率 22KW			3
原水泵	Q=16m ³ /h H=34m 3.0Kw	316	台	2
沉淀池	V=90m ³ , 5.0×5.0×5.7m	钢砼,防腐	座	1
絮凝剂溶液储罐	V=1.0m ³ , φ=1.00m,H=1.37m, δ=5.5mm	进口聚乙烯	个	2
絮凝剂溶解罐	PT-250L V=0.25m ³ , φ=0.65m,H=0.74m, δ=4.0mm	进口聚乙烯	个	2
管道混合器	SX-16.25/65	316	个	2
加药泵	Q=0.6m ³ /h H=23.5m 0.37Kw	316	台	2
絮凝剂计量泵	Qmax=460ml/min P=3.0kgf/cm ²	特殊工程塑料	台	2
浓浆泵	Q=3m ³ /h H=80m 3.0Kw (带变频)	不锈钢	台	2
UF进水泵	Q=18m ³ /h H=43m 4.0Kw	316	台	2
絮凝沉淀清液池	V=30.0m ³ , φ=3.20m,H=4.35m, δ=20.0mm	进口聚乙烯	台	1
UF循环蓄水罐	V=10m ³ φ=2.00m,H=3.00m	316	台	1
UF膜组件	DN550×1100, 膜壳316不锈钢, 膜孔径100nm,膜面积29m ²	4组陶瓷UF膜管件	m ²	4
UF循环泵	Q=504m ³ /h H=41m 90Kw	316	台	2
UF清液储罐	V=30.0m ³ , φ=3.20m,H=4.35m, δ=20.0mm	进口聚乙烯	个	1
UF循环管路及配件		316	批	1
NF循环泵	Q=12m ³ /h H=52m 3.0Kw	316	台	3
NF膜组件	200dalton,膜面积36m ²		个	18
NF膜	300-8-6	玻璃钢	个	3
NF进水泵	Q=18m ³ /h H=213m 22.0Kw	316	台	1
NF清液回用泵	Q=15m ³ /h H=35m 3.0Kw	316	台	1
NF清液储罐	V=50.0m ³ , φ=3.20m,H=6.85m, δ=25.0mm	进口聚乙烯	个	1
NF循环管路及配件			批	1
压滤机	60m ²	聚丙烯	台	1

12.5 沼气利用设备

表12-4 沼气利用设备

名称	规格及型号	材质	单位	数量
沼气收集风机	1300m ³ /h, 1980Pa, 1.1KW		台	2
脱硫塔	直径 1200mm, 塔高 6600mm		台	3
沼气发电机	JMS320GS-BL, 1000KW		台	2

12.6 给排水设备

表12-5 给排水设备

序号	设备名称	单位	添置数量
1	离心水泵流量50m ³ /h, 扬程69m, 功率18.5KW	台	2
2	8m ³ 的洒水车	辆	1
3	小型污水处理装置24.65m ³ /d	套	1

12.7 焚烧厂设备

详见有关焚烧厂设计章节。

12.8 清洗设备

为确保其对周围环境不产生二次污染,保持生态平衡。保持环境清洁,厂区需增添如下清洗设备,见表12-6。

表 12-6 清洗设备添置表

序号	设备名称	单位	添置数量
1	自动轮胎清洗器	套	2

12.9 电气设备

详见有关电气设计章节。

12.10 通讯设备

为满足填埋场对外通讯的需要，需要设置直线电话3门，传真机1门，总机1门，分机10门。

12.11 机修设备

主要用于维修填埋作业设备和其它机械设备，其中主要配置的机修设备如表12-7。

表12-7 机修设备清单

序号	名称	型号	数量	备注
1	车床	C160A	1	
2	铣床	X5325	1	
3	钻床	Z4023	1	
4	空压机	PE-30100	1	
5	电焊机	BX1-300F-3	1	亚弧焊
6	砂轮机	M3025	1	
7	镗磨机	8356A	1	
8	卸轮机	C450W-528	1	带动平衡
9	工具车	YMT SP4-0580K	1	
	工具箱		4	
10	台虎钳	SEN-445-2060K	1	
11	千斤顶	KEN-503-5860K	1	5 T
12	千斤顶	KEN-503-5750K	1	20 T
13	黄油枪	KEN-518-1600K	1	500CC
14	油壶	KEN-540-1250K	2	200CC
15	套装钻头	SEN-025-9150	1	1~10 mm
16	套装螺纹工具	SHR-086-9990K	1	M2~M16
17	游标卡尺		1	300 mm
18	直尺		1	150 mm
19	直尺		1	600 mm
20	直尺		1	1000 mm
21	大铁锤	木柄 八角锤	2	4P
22	大铁锤	木柄 钳工锤	2	2P
23	条形水平仪		1	1~150

序号	名称	型号	数量	备注
24	梅花扳手	KEN-528-1970K	1	6~32
25	开口扳手	KEN-528-0970K	1	6~32
26	套筒扳手	YMT-582-7992K	1	8~32
27	套装管道工具		1	
28	拖线盘	ST-50	1	220V50m

12.12 其他设备

表12-8 其他设备清单

序号	名称	型号	数量	备注
1	填埋层风机	离心风机 9-16 No.12.5D, 转速 960rpm, 风量 12214m ³ /h, 全压 4170Pa, 功率 22KW。	4	

13 消防安全

13.1 设计原则

根据各建构筑物的特性、所在位置及当地消防条件，按“预防为主、防消结合”的消防设计原则，遵循国家有关方针、政策，结合本工程的具体情况，做到保障安全、方便使用、经济合理。

13.2 工程范围

本工程消防设计范围包括填埋区、管理区、焚烧厂、污水处理厂以及沼气综合利用区。

13.3 设计依据

主要建筑物的技术参数如下：

焚烧厂主体车间：82.7×109m，最高26m。

管理区综合楼：占地面积827m²，建筑面积1800m²，层高3300m，最高12.5m。

污水处理站：25.4×12.6m，层高6.0m

沼气利用面积1186m²，其中沼气预处理和发电车间月655m²，层高9.0m。

取水泵房：6.0×9.0m，层高5.0m

13.4 危险等级

根据《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》（CJJ17—2004），填埋场的填埋作业区为生产的火灾危险性分类中戊类防火区，应在填埋区应设消防储水池，配备洒水车，储备干粉灭火剂和灭火砂土。

生产装置火灾危险性：

1) 处理厂处理的是城市生活垃圾、渗沥液和沼气，生活垃圾和

渗沥液属于难燃烧物质，沼气属于易燃烧物质。

2) 按火灾危险性分，填埋区属于戊类，污水处理厂中，加油站等级为三级，沼气发电属于甲类，其余厂房属于戊类。焚烧厂主厂房属丁戊类防火。

3) 同时火灾次数为1次。

13.5 消防设施

处理厂构（建）筑物的耐火等级、防火间距、消防给水、采暖通风、空调及电力设备的选型和保护等按GBJ16—87《建筑设计防火规范》及《建筑灭火器配置设计规范》有关条款执行。整个基地的消防设计以确保生产生活安全为原则。

1) 钢结构建（构）筑物涂防火涂料，厂区内所有建筑耐火等级为二级。

2) 管理区、垃圾焚烧厂、污水处理厂、沼气综合利用区设室外消火栓，消火栓间距不超过120m；

3) 主要建筑物每层设室内消火栓及备用通道；

4) 焚烧厂主体车间、管理区综合楼、污水处理站、沼气利用设施、取水泵房内安装甲烷浓度报警装置；

13.5.1 垃圾焚烧厂

垃圾厂以水消防为主，厂区设有室外消火栓和消防接合口，主厂房及辅助用房均设有消火栓。室外消防水量按20升/秒，室内消防水量按25升/秒考虑。

电器间、中央控制室设有火灾自动报警系统。

油罐设在地下安全可靠。

13.5.2 加油站

加油站设置手提式干粉灭火器和泡沫灭火器；应设35kg推车式干粉灭火器1个，灭火毯2块，沙子2m³

其余消防器材按《建筑灭火器配置设计规范》GBJ140配置。

13.5.3 沼气利用

沼气预处理和发电机车间设室内消防给水，根据建筑设计防火规范表8.5.2，室内消防给水为5L/s。室外消火栓用水量按8.2.2条确定，为25L/s。

13.5.4 填埋区

填埋区消防采用覆土和水消防相结合，不专门设置消防给水管，消防用水取自环厂道路给水管。

为保证填埋区消防的要求，需要配备水罐有效容积不小于8m³的洒水车1辆。

另外填埋区加强填埋导气措施，防止由于气体的积聚而产生爆炸。在填埋区内应禁止烟火。在填埋作业区作业的车辆及其它作业机械均应配置干粉灭火器。

设置专门的消防砂土贮存区以备使用。

13.6 消防机构

填埋场不设独立消防队，但成立业余消防组织与完整的消防安全管理组织系统。

消防安全管理组织机构的设置到场长一元化领导，多元化管理，“谁主管，谁负责”，“分级管理，分线负责”，形成纵控到底，横控到边的全员控制网络。

14 人员及项目管理

14.1 机构组织

处理厂采用三个层次的管理模式，机构组织见图14-1。

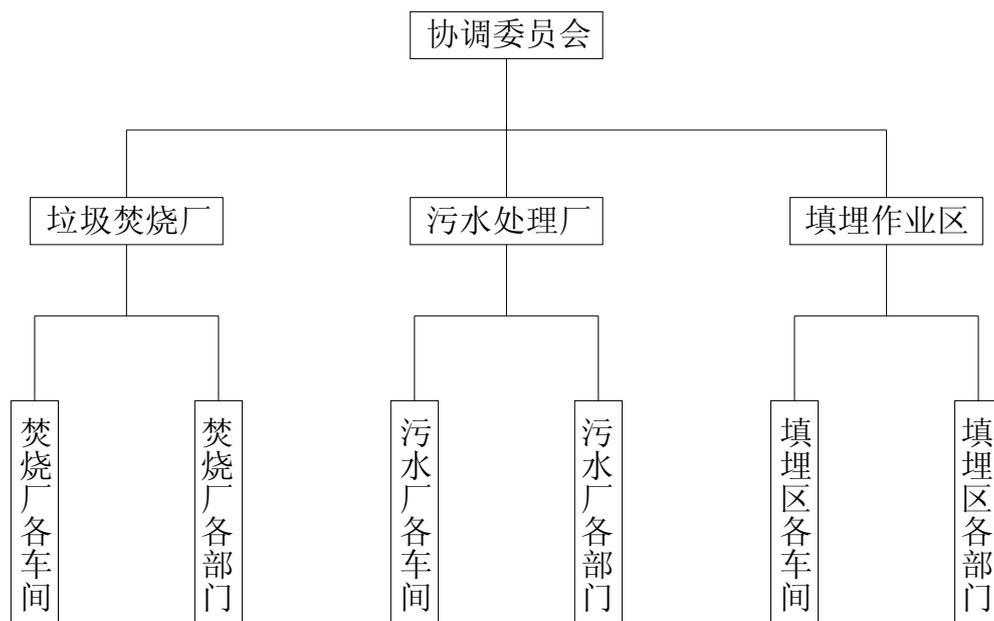


图14-1 处理基地机构组织图

14.2 技术管理

(1) 做好日常化验、分析，保存记录完整的各项资料。根据进厂垃圾性质和量的变化，调整运行条件。

(2) 及时整理汇总、分析运行记录，建立运行技术档案。

(3) 建立处理构筑物和设备的维护保养工作和维护记录的存档。

(4) 建立信息系统，定期总结运行经验。

14.3 运行管理

- (1) 建立完备的生产管理层次；
- (2) 对生产操作工人，管理职工进行必要的资格审查，并组织进行上岗前的专业技术培训；
- (3) 聘请有资历有经验的技术人员负责厂内的技术管理工作；
- (4) 制订健全的岗位负责制，安排操作规程等工厂管理规章制度；
- (5) 招聘专业技术人员，并提前入岗，参与施工安装调试验收的全过程。

14.4 定员编制

垃圾焚烧厂的焚烧和发电车间、污水处理厂都是24小时不间断连续运行，人员编制按三班工作制，四班人员组成；填埋区填埋作业、其他辅助岗位例如：灰渣运输及综合利用、地衡管理等岗位人员，可以实行两班制。厂部领导及其助理人员、设备维护人员，可以实行常日班制。全厂定员近期70人，远期焚烧厂建成后为150人。

14.5 人员培训

为了做好本项目的建设和运行管理工作，在项目执行过程中，拟对有关建设和管理人员进行有计划的培训工作，以保证项目的顺利执行和运行管理，人员培训主要着重以下几点：

- (1) 提高项目执行管理人员的业务水平，充分了解项目实施的要求及程序，以保证项目的顺利执行。
- (2) 对项目管理的财务人员进行专业培训，以加强他们在项目

执行中以及项目建成后的财务管理能力。

(3) 对生产管理和操作人员进行上岗前的专业技术培训，提高管理和操作水平，保证项目建成后的正常运行。培训应包括在设备制造厂所在地进行的培训和现场培训。

制造厂所在地培训将使管理和操作人员更好地了解各种设备的性能，掌握设备的操作、维护、保养等；现场培训将安排在安装、调试和检测期间，由专人对操作工人进行培训，使这些受训人员在接管垃圾处理厂后能胜任处理厂的运行和维护工作。

14.6 人员管理

人员管理制度中首要的是岗位责任制。岗位责任制中要有明确的岗位责任、具体的岗位要求；如对垃圾运行工提出的“四懂四会”，即懂垃圾处理基本知识，懂厂内建（构）筑物的作用和管理方法，懂厂内管道分布和使用方法，懂技术含义与计算方法、化验指标的含义及其应用，会排除操作中的故障。对机泵工提出的六勤：勤看、勤听、勤摸、勤嗅、勤捞垃圾、勤动手等。

与岗位责任制相配套的其它制度还有设施巡视制、安全操作制、交接班制和设备保养制。在设施巡视制中制订了具体巡视任务、巡视路线、巡视周期及巡视要求。在安全操作制中明确本工种的具体安全活动、安全防护用品、急救措施与方法。在交接班制度中明确上下班之间应交与应接的具体内容、交接地点、交接仪式要求，如交班在哪些现场进行，共同巡视，当面交接，签字记录等。在设备保养制中具体规定了对设施设备进行清除、保养的任务、要求与具体作法。

15 环境保护与监测

15.1 环境保护

15.1.1 生活垃圾处理的无害化要求

生活垃圾处理的根本目的是实现生活垃圾的无害化，因此处理厂的建立不应使周围环境产生二次污染或者对周围环境的污染不超过国家有关法律、法令和现行标准允许的范围，并且应与当地的大气防护、水资源保护、环境生态保护及生态平衡要求相一致，确保不引起空气、水和噪声的污染，不危害公共卫生。处理厂在运行前应进行水、电、声、蝇类孳生等的本底测定，运行后应进行相应的定期污染监测。

15.1.2 水污染影响与控制措施

填埋区在填埋开始以后，由于地面水和地下水的流入、雨水的渗入和垃圾本身的分解，必然会产生大量的渗沥水，这些渗沥水污染物浓度高、成份复杂、数量大，如果不加以妥善处理，将会直接或间接对邻近地面水系或地下水系造成污染，为最大限度控制渗沥水对环境的影响，本工程采用了人工防渗、雨污分流、渗沥水处理等措施。

(1) 人工防渗

在填埋区底部和四周采用高密度聚乙烯(HDPE)防渗膜防渗，保护地下水。

(2) 雨污分流

本工程采用分区填埋和作业单元与非作业单元的清污分流，减少垃圾接受的降雨量，从而可大大减少渗滤液产量，并且保护地面水。

(3) 渗沥水处理

垃圾渗沥水收集后入调节池，经处理后达到一级排放标准后排入附近水体。

15.1.3 大气污染影响与控制措施

15.1.3.1 填埋区

填埋区主要大气污染物有粉尘、氨（ NH_3 ）、硫化氢（ H_2S ）、甲硫醇（ RSH ）和甲烷（ CH_4 ）等，其中氨（ NH_3 ）、硫化氢（ H_2S ）、甲硫醇（ RSH ）为恶臭物质，会对邻近地区造成恶臭污染；而甲烷（ CH_4 ）达到一定浓度有发生爆炸或火灾的可能，所以要采取一定的防护措施。填埋气采用铺设垂直导气管，进行自然排放。臭气通过及时覆盖垃圾，减少垃圾暴露时间以及种植绿化隔离带来控制。

15.1.3.2 调节池

填埋场臭气来源于填埋作业区和调节池，而调节池更为严重，因此考虑对调节池加盖，有效防止臭气的组织排放。

调节池加盖必须考虑如下因素：

- 1) 必须具有良好的抗腐蚀性能；
- 2) 必须经济合理；
- 3) 必须便于维护；
- 4) 池底清淤必须方便；
- 5) 必须考虑加盖后池内气体的安全导排；
- 6) 必须考虑盖顶雨水的导排。

钢结构防腐性能差，维护困难，因此不予考虑。

考虑上述因素后，重点比较以下三个方案。

方案一：钢筋混凝土结构顶板

该方案结构跨度只能达到12米左右，因此调节池内需设置钢筋砼柱子，顶部采用钢筋砼盖板。该方案的优点是工艺成熟，池顶可以利用，抗腐蚀性能佳。缺点是结构自重较大，对池底防渗层影响较大，地基处理费用增加，并且池底清理难度也较大，工期长。

方案二：浮动盖板

该方案具体做法是：采用HDPE管作为浮动载体，表面铺设1.0mmHDPE膜，形成浮动盖板。该浮动盖板铺设在调节池水面上，随调节池水位变化而上浮或下降。各浮动盖板间采用绑扎浮动连接，盖板上设置导气支管将调节池厌氧产生的气体收集后燃烧排放。

相对方案一，盖板下沼气集聚空间很小，安全性大大提高。并且浮动盖板骨架是高密度聚乙烯管道材料，既耐腐蚀，又起到增加浮力的效果，同时还可以利用这些管道作为气体导排的通道，具体见附图。

方案三：铺设HDPE膜

该方案具体做法是：采用2.0mmHDPE膜作为覆盖材料，膜四周沿池顶处设置锚固沟。膜上设置导气管将调节池厌氧产生的气体收集后燃烧排放。

相对方案一和方案二，本方案造价低，施工期不影响运行，无需清空池内积水，也不会对原有衬垫造成破坏，既节约工期又节省投资。但该方案的严重不足之处在于但降雨量大时，在封盖层顶部形成难以排除的积水，影响膜锚固结构的安全性，不宜做在雨量过大的区域，维护也较方案二困难。

经综合比较，本工程推荐采用方案二，即浮动盖板方案。

调节池平面尺寸为10524m²，池内设置420块浮动盖板，每块盖板尺寸为5m×5m，面积为25m²。

在调节池壁与浮动盖板间设置活动膜以减少臭气的扩散，调节池池顶用砼压顶将膜锚固。

15.1.3.3 垃圾焚烧厂

垃圾焚烧对大气的污染主要来自焚烧炉所排放的烟气。由于垃圾成分的特殊性，垃圾经燃烧后产生的烟气中主要污染物为：烟尘、SO₂、HCl、NO_x、二恶英类（PCDD\PCDF等）、重金属等。

污染物排放浓度按下表执行（按国家标准GB18485-2001执行）：

表15-1 垃圾焚烧厂大气污染物排放限值*

序号	项目	单位	数值含义	限值
1	烟尘	mg/m ³	测定均值	80
2	烟气黑度	林格曼级	测定值 ²⁾	1
3	一氧化碳	mg/m ³	小时均值	150
4	氮氧化物	mg/m ³	小时均值	400
5	二氧化硫	mg/m ³	小时均值	260
6	氯化氢	mg/m ³	日均值	75
7	氟化氢	mg/m ³	日均值	2~4
8	汞+镉	mg/m ³	测定均值	0.2
9	镍+砷	mg/m ³	测定均值	1
10	铅+铬+铜+锰	mg/m ³	测定均值	1.6
11	二恶英类	TEQ ng/m ³	测定均值	1.0

由于二恶英类（PCDD\PCDF等）对人畜具有剧毒致癌的作用，故世界各国对其的排放量均加以严格控制。为了控制二恶英类

(PCDD\PCDF等)的排放浓度,本设计采取的处理方法为国内外垃圾焚烧发电厂标准方法,并经多年实践证明是行之有效的处理方法,有如下治理措施:

(1) 垃圾焚烧炉的温度严格控制在850~1000℃之间(因PCDD\PCDF在800℃以上能完全分解;当垃圾热值偏低,添加柴油助燃,使焚烧炉正常运行温度维持在850~950℃),炉内CO的浓度在50ppm以下, O₂的浓度在6%以上,烟气在燃烧室内停留时间在2秒以上,从而使易生成PCDD\PCDF的有机氯化物能完全燃烧,或已生成的PCDD\PCDF能完全分解。

(2) 由于二恶英是细微的有害物质,即使在焚烧炉中能完全燃烧,炉后尾气仍然会产生一定数量的二恶英,为此在烟气处理系统中采用半干法反应塔加布袋除尘器,同时在布袋除尘器之前,喷入活性碳粉,以尽可能地吸附尚未分解和已再合成的PCDD\PCDF类有毒物质,通过使用具有极高捕尘能力的布袋除尘器,从而高效地除去二恶英类、重金属类有害物质,详见流程图。

(3) 烟尘、SO₂、HCl、NO_x的治理

垃圾焚烧厂对大气的污染物主要为垃圾焚烧炉排放烟气中的烟尘、二氧化硫、氯化氢及氮氧化合物。

为此,本工程采用在每台垃圾焚烧炉后配备1套半干法反应塔加布袋除尘器的烟气处理系统。

15.1.4 飞尘及漂浮物的影响与控制措施

厂内飞尘及漂浮物的产生途径是:垃圾在装卸、填埋时会扬起大量的尘土,主要是炉灰、塑料制品等轻薄垃圾随着场内运输车辆飞走、散布至场内外。

飞尘的控制拟采取以下措施：

- (1) 采用压缩式密封车；
- (2) 配备保洁车辆，对场内道路采取定时保洁措施；
- (3) 填埋场内作业表面及时覆盖；
- (4) 种植绿化隔离带，控制飞尘扩散；
- (5) 对正在进行作业区的四周设置2.5~3m高的栏网，控制轻薄垃圾飞扬。

15.1.5 噪声污染影响与控制措施

根据填埋场机械设备、运输设备种类及运行情况，填埋场作业区内噪声最强声级为96dBA、最弱声级为78dBA。附近居民点离填埋场作业区距离基本符合国家规范要求的500m标准。尽管如此，也应注意对填埋作业生产过程中噪声的严格控制。

为减少现场作业工人和作业管理区的噪声污染，应对所选用设备噪声进行严格控制，并尽量避免机械空转。

15.1.6 灭蝇

蝇类孳生严重影响填埋场职工和临近居民的生活，是公众对填埋场环境污染反应最强烈的问题。所以，防止苍蝇、蚊子的孳生应是生活垃圾填埋场环境保护的一个重要方面，其控制标准：苍蝇密度控制在10只/笼·日以下。具体灭蝇措施如下：

- (1) 运输沿程严格控制灭蝇：可以采用压缩式密封垃圾车减少苍蝇的孳生；
- (2) 根据苍蝇在处理基地的栖息活动规律，制定处理基地物灭蝇作业规程。

(3) 填埋区灭蝇以工艺措施为主、药物灭蝇为辅。采用分区集中填埋、及时覆盖，减少暴露面积和暴露时间，阻断苍蝇繁殖；

(4) 药物灭蝇以控制标准值为依据，高于此值，即需喷洒药物进行防治，同时，要注意药物对环境产生的副作用。常用的药物灭蝇技术有：

烟雾灭蝇技术

本烟雾制剂主要是在灭蝇药物中加入合适的高分子物质、粘附剂及稀释剂。该技术已全面应用于上海市生活垃圾运输船上灭蝇，通过现场效果测试，烟雾能有效地杀死全部苍蝇和蛆，灭蝇效果一次达100%，可节约大量费用。该技术在相对密闭的空间内推广灭蝇、灭蛆应用效果十分明显，效果显著。

诱蝇杀颗粒剂

本产品经现代技术加工生产成“诱蝇杀”颗粒剂，只要将少量“诱蝇杀”投放于任何有苍蝇滋扰的地方，抵挡不住的诱惑苍蝇就会大量不断的飞来叮吃并很快死亡。

除臭剂

本产品是利用生物菌种处理垃圾及渗滤水，以达到除臭的目的。在垃圾填埋现场喷洒该除臭剂产品后，能减缓垃圾及渗滤水所产生的臭味。

15.1.7 保证场内环境质量

填埋区的垃圾填埋应严格按照填埋工艺要求进行，每天填埋的垃圾必须当天覆盖。

车辆要每天进行冲洗，冲洗水去除粗大垃圾后排进调节池，与生活污水一道处理达标后，送至城市污水管网。

要加强生产管理，消除场内积滞污水，及时清扫散落垃圾。

15.2 环境监测

本处理基地环境监测对象包括对地表水、地下水、大气、苍蝇等项目。填埋场环境监测依据《生活垃圾填埋场环境监测技术规范》（CJ/T3037-1995）并根据本工程实际情况执行。现将填埋场所需进行的环境本底值测试及今后的监测内容列于表15-2。

地下水监测除每个单元的地下水导排兼渗漏监测井外，还需新设置3个地下水监测井：1个场外监测井、2个填埋场旁侧对照井。

表 15-2 环境监测内容一览表

内容项目	监测点布置	监测项目	监测频率
地面水监测	附近河流各布置三点，并设对照点一点	pH、SS、DO、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、NH ₃ -N、NO ₂ --N、NO ₃ --N、CL ⁻ 、TP等	填埋场本底监测3次，启用后在枯水期、丰水期、平水期各监测一次，高峰月2次
地下水监测	布置三类：1.场外监测井，即本底井；2.填埋场旁侧对照井，即污染扩散井；3.作业区监测井，即污染监视井。	pH、COD _{Mn} 、NH ₃ -N、NO ₂ --N、NO ₃ --N、CL ⁻ 、Cr ⁶⁺ 、Cu、Pb、K、Zn、总硬度、油等	本底井在填埋前取水一次，填埋场启用后每月监测一次，以后逐步改为按季、按年监测
渗沥液监测	渗沥液集水井 调节池 排放口	pH、SS、BOD ₅ 、COD _{Cr} 、NH ₃ -N、NO ₂ --N、NO ₃ --N、CL ⁻ 、TOC、TP、TN、TK、重金属等	每月一次，以后逐步改为每季度一次
大气监测	场区下风向布置二点，上风向布置一点	飞尘、SO ₂ 、NO _x 、臭气、H ₂ S、NH ₃ 等	运行前本底监测一次，启用后每季度监测一次
	导气系统的 向外排放口	CH ₄ 、CO ₂ 、 H ₂ S、NH ₃ 等	按具体情况， 采取连续监测

内容项目	监测点布置	监测项目	监测频率
	焚烧厂烟囱	烟尘、烟气黑度、一氧化碳、氮氧化物、二氧化硫、氯化氢、氟化氢、汞+镉、镍+砷、铅+铬+铜+锰、二恶英类等	
苍蝇孳生监测	填埋场内垃圾中转点作业区、边界线、生产生活管理区各布置一点	苍蝇孳生密度	填埋场启用后1~3年内，每年测4次，最好在7~9月份测定

16 安全、卫生与节能

16.1 安全与卫生

在垃圾处理作业中有许多工房和机械设备，如果操作或防护措施不当，会引起工房、机械设备破坏和人员的伤亡。此外，生活垃圾中含有多种致病微生物，作业过程中又会产生大量的飞尘和甲烷等有害、易爆气体，对厂内操作人员身体健康可能造成一定的危害，因此填埋场的安全与卫生工作尤为重要，必须予以高度重视。

16.1.1 标准及依据

为贯彻执行建设项目中职业安全与卫生技术措施和设施，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产的三同时制度，遵照下列文件编制本工程的安全与职业卫生技术措施。

(1) 劳动部劳字（1998）48号《关于生产性建设工程项目职业安全卫生检察的暂行规定》。

(2) 《工业企业设计卫生标准》（TT36-79）

(3) 《传染病防治法》

16.1.2 安全技术措施

生活管理区内设置消防栓，各工房之间的距离应满足防火规范的要求，车间及办公楼周围设置环行消防通道。填埋作业区严禁吸烟或有烟火。

管理区内所有设备的外露运转部分设置防护罩或挡板，变压器设过流断电保护装置。场区防护洪能力应按20年一遇最大24小时暴雨量设计。填埋作业区周围应设置临时栏杆，防止飘物到处飞扬。

16.1.3 卫生防疫措施

填埋场工人的劳动条件较差，应尽可能采取相应措施改善工人的劳动环境和劳动条件，保障工人的身体健康。具体采取以下几条措施：

- (1) 填埋区应严格按照垃圾填埋工艺对垃圾进行操作，分层压实，并每日覆盖；
- (2) 厂区内设置专职消杀队伍，定期喷洒药剂，除臭、灭蝇、灭鼠等；
- (3) 填埋场一线作业人员必须配备必要的劳保用品，包括工作服和防尘口罩等；
- (4) 设置医疗卫生室、浴室、更衣室、休息室等；
- (5) 加强环境监测和保护，定期检查场区甲烷浓度；
- (6) 定期监测场区饮用水水质；
- (7) 配置一定数量的消防灭火器及防雷装置等；
- (8) 对场内作业人员定期进行体格检查和预防；
- (9) 对职工进行安全教育和个人卫生教育；
- (10) 对场区进行蚊、蝇、鼠密度的长期调查，以提高消杀效率；
- (11) 检验安全卫生措施实施效果，建立安全档案，以便及时发现安全卫生的薄弱环节；
- (12) 由工程建设单位委托有关部门对环境卫生本底进行调查研究。

16.2 节能

在世界能源日益紧张的情况下，实施节能措施，具有重要的现实意义，具体措施如下：

- (1) 尽可能选用节能型（国家推广产品）、标准型的专用设备，

所有设备均指定专人负责保养，并定期进行检修，以保证设备运行正常，保持设备状态良好，杜绝设备空转现象。

(2) 生产工人均应经过职业培训，实行持证上岗，逐渐提高中、高级工人的比例，使每个生产工人均能熟练操作，制定并严格执行相应的作业规范。

(3) 严格控制职工数量，做到精简、高效，提倡勤俭节约、艰苦奋斗。

(4) 注重运用科技，推广科技成果。积极采用各种有利于节能的新技术、新产品、新材料和新工艺，使生产与科研密切结合，以提高工作效率、降低生产成本。

(5) 切实做到垃圾分层压实，提高填埋的密实度，增加可填埋量，延长填埋场使用年限；同时减少渗滤液量，降低渗滤液的处理能耗。

(6) 填埋场封场后，开展多种方式的综合利用，提高工程效益。

(7) 沼气收集利用，实现能源回收。

(8) 各项节能指标均应低于国家规定的有关标准。

17 投资估算与财务评价

17.1 投资估算

17.1.1 编制说明

17.1.1.1 编制范围

本工程包括**市南部组团垃圾综合处理基地工程项目的一期、二期、三期工程（不包括四期的垃圾焚烧项目），在一、二、三期工程终包括主道路工程、防渗工程、地下水导排系统、渗沥水处理系统、沼气发电系统、电气设备、工艺设备、填埋作业设备、生产生活管理区等。

17.1.1.2 编制依据

- (1) 《广东省市政工程预算定额》及相应费率。
- (2) 《广东省水利工程预算定额》及相应费率。
- (3) 《广东省建筑工程综合预算定额》及相应费率。
- (4) 《全国统一安装工程预算定额广东省单位估价汇总表》。
- (5) ***院类似工程项目的技术经济指标。

17.1.1.3 费用确定

- (1) 设备及材料预算价格
- (2) 材料市场价格按**工程造价信息执行。

17.1.1.4 设备价

- (1) 按设备供货厂商的报价计算。

17.1.1.5 其他费用

- (1) 建设单位管理费按第一部分工程费用的1.0%
- (2) 建设场地准备费（三通一平）按第一部分的1%
- (3) 设计费按“工程勘测设计收费标准”（2002）修订本计

- (4) 施工图预算编制费按设计费10%
- (5) 勘察费按第一部分工程费用的0.55%
- (6) 联合试运转费按设备费的1%计算。
- (7) 生产职工培训费，按设计定员60%、培训期6月，按1000元/人月计算。
- (8) 办公及生活家具购置费按职工人数×1000元/人。
- (9) 标书编制、考察及咨询费、设计前期费用系估列。
- (10) 监理费按第一部分工程费用的1.2%。
- (11) 竣工图编制费按设计费8%
- (12) 预备费按8%考虑。

17.1.2 工程总投资

本项目一、二、三期工程总投资21283.47万元，其中第一部分工程费用15822.22万元、第二、三部分费用5203.21万元、建设期贷款利息125.48万元、铺底流动资金132.57万元。

本项目第四期工程合计总投资24158.21万元，其中第一部分工程费用21062.27万元、第二、三部分费用3095.94万元。

各分项工程第一部分工程费用见表17-1，各期投资详见总估算表。

17.1.3 资金筹措

资金筹措方案是包括所有建设项目的财务筹划的最重要内容之一。随着投资体制、金融体制和企业制度改革的不深化，项目的融资环境不断完善，必须更加重视融资方案的研究，筹资方案的不同关系到筹资成本的大小，乃至关系到项目财务上可行与否。

项目的资金筹措方案，应根据投资估算确定的资金需要量，研究选择适当的融资方式，编制项目资金的筹措方案，满足项目在资金数量、币种结构和时间进度等方面的要求，实现项目资金的供求均衡，

使得项目业主、评估单位、审批单位能够据以判断项目筹资的可靠性、可行性与合理性，为项目评估和审批提供依据。

项目的资金筹措，包括企业内部融资和外部融资两大类，外部融资又包括权益融资和负债融资两种类型。

17.1.3.1 内部融资

本工程系基础设施，由于其公共服务性，自有资金由市政府拨款投资。

17.1.3.2 负债融资

在项目的资金筹措方案中，投资估算所需要全部外部融资与新增权益资金之间的差额，应由新增债务资金来补足。债务资金按其使用期限可分为短期（1年以内）、中期（1—5年）、长期（5年以上）债务；项目投资中所需要筹集的是中长期债务资金，一般通过信贷融资、债务融资和租赁融资等方式来解决。

1) 信贷融资

信贷融资是指通过国内外政策性银行、商业银行等银行贷款进行的融资，或者通过国内外银团贷款，世界银行、亚洲开发银行等国际金融组织贷款，外国政府贷款、出口信贷、混合贷款以及信托投资公司等其他非银行金融机构贷款等方式进行的信贷融资。

(1) 国家政策性贷款融资。国家政策性银行贷款一般期限较长，利率较低，并配合国家产业政策的实施，采取各种优惠政策。我国的政策性贷款一般通过国家开发银行进行。国家开发银行配置资金的对象是国家批准立项的基础设施、基础产业和支柱产业大中型基本建设和技术改造等政策性项目及其配套工程，包括城市排水项目。

(2) 海外政府贷款。政府贷款是政府间利用国库资金提供的长期低息优惠贷款，一般都规定用于基础设施建设，且有一定的附加条

件。

(3) 国际金融组织贷款。目前全球性的国际金融组织主要有国际货币基金组织（IMF）、世界银行（IBRD）、国际清算银行（BIS）等，影响较大的区域性国际金融组织包括亚洲开发银行（ADB）、泛美开发银行（IDB）、非洲开发银行（AFDB）、欧洲复兴开发银行（EBRD）等等。这些国际金融机构由许多国家政府参加，并向特定的对象国政府提供优惠性的多边信贷，其贷款有软硬之分，是另一种官方资本来源。目前，向我国提供多边贷款的国际金融机构主要有世界银行、亚洲开发银行、国际农业发展基金组织（IFAD）和国际货币基金组织，对城市垃圾处理项目进行贷款的机构主要是世界银行和亚洲开发银行。

(4) 出口信贷。出口信贷是出口国的官方金融机构或商业银行以优惠利率向本国出口商或进口商、借款方银行提供的信贷。对于出口贸易中金额较大，付款期限较长的情况，如成套设备的出口，经常使用出口信贷。其信贷只能用于购买出口国的出口商品；利率低于市场利率，利差部分由出口国政府给予补贴，同时贷款期限一般在5年以上；出口信贷的发放与信贷保险相结合，银行在办理出口信贷以前，都要求出口商向本国的出口信贷保险机构投保，以减轻可能发生的进口商不履行合同的的风险。具体方式包括买方信贷和卖方信贷。

(5) 商业银行贷款。商业银行贷款是信贷融资的主要途径。根据《贷款通则》规定，我国商业银行贷款根据承担风险的主体不同，分为自营贷款、委托贷款和特定贷款；根据贷款期限不同，分为短期贷款、中期贷款和长期贷款；根据贷款的担保情况，分为信用贷款、担保贷款、保证贷款、抵押贷款、质押贷款和票据贴现贷款。另外，利用国际商业银行信贷融资也是我国企业筹集项目建设资金的一条

重要途径，一般应坚持如下原则：

- 使用贷款坚持生产型和开发型，即应用于固定资产投资中必要的设备和技术引进，用于出口创汇项目；
- 不能用国际商业贷款进口消费品；
- 未经国家批准，不能用商业贷款倒换人民币使用；
- 自借自还，自担风险。特别强调项目本身的经济效益和创汇能力，以确保债务的如期偿还。

(6) 银团贷款。银团贷款即由几家甚至几十家商业银行组成银团进行贷款，又称“辛迪加贷款”，由一家或几家银行牵头，多家商业银行参加，共同向某一项目提供长期、高额贷款。

(7) 混合贷款。是出口信贷、商业银行贷款、出口国政府援助、捐赠等相结合的信贷融资方式。其中政府出资一般占30—50%，因此综合利率相对较低，期限可达30—50年，宽限期可达10年；但选项较严，手续较复杂。混合贷款需要事先由主管部门与对方政府洽谈项目。我国已与西方十几个国家签有混合贷款协议。

2) 债券融资

债券可分为政府债券（国库券）、金融债券、公司（企业）债券等。投资项目的资金筹措，主要是指公司（企业）债券，即企业以自身的信用条件为基础，通过发行债券，筹集资金用于项目投资建设的融资方式。债券融资因从资本市场直接融资，资金成本（利率）一般应低于向银行贷款。由于有较为严格的证券监管规定，只有实力很强的城市供水企业才有能力进行债券融资。除在国内金融市场发行债券融资外，还可以在国际金融市场上通过发行海外债券募集外汇资金。除一般债券融资外，还可以通过发行可转换债券进行融资。可转换债券在转换成股票之前，持有人可得到合同中规定的利息，也可以将可

转换债券在市场上出售。它具有一般债券的特点，如果股价上涨，持有者可将之换成股票，从股市上涨中获益；而在股价下跌时，债券持有者可保留债券获取利息，避免股市不景气造成的损失。

3) 租赁融资

租赁融资是指资本货物的租赁公司在一定期限内将财产租给承租人使用，由承租人分期付给一定的租赁费，是融物与融资相结合的融资方式。它是一种以金融、贸易与租赁相结合，以租赁物品的所有权与使用权相分离为特征的融资方式。主要包括直接融资租赁、转租赁、售后回租、杠杠租赁、经营租赁等多种方式。

- BOT 融资。

BOT是英文Build—Operate—Transfer的缩写，即“建设—经营—移交”。典型的BOT形式，是政府同私营部门（在我国表现为外商投资结构）的项目公司签订合同，由项目公司融资和建设基础设施项目。项目公司在协议期内拥有、运营和维护这项设施，通过收取使用费或服务费用回收投资，并取得合理利润。协议期满后，这项设施的所有权无偿移交给政府。BOT方式主要用于发展收费公路、发电厂、铁路、水处理设施和城市地铁等基础设施项目。BOT方式在实际运用过程中，还演化出几十种类似的形式。

BOT融资方式，项目公司由一个或多个投资者组成，通常包括工程承包公司，设备供应商等。项目公司以股本投资的方式建立，也可以通过发行股票以及吸收少量政府资金入股的方式融资。BOT项目千差万别，但是每个项目的完成一般都要经过以下几个阶段：项目确定、准备、招标、合同谈判、建设、经营及产权移交。BOT在世界上八十年代初开始得到较快发展，但目前在我国尚处于探索阶段。设立BOT项目，按现行设立外商投资企业的程序申请审批。

对政府来说，以BOT方式融资的优越性主要表现在以下几个方面：

(1) 减少项目对政府财政预算的影响，使政府能在自有资金不足的情况下，仍能上马一些基建项目。政府可以集中资源，对那些不被投资者看好但又对国家有重大战略意义的项目进行投资。BOT融资不构成政府外债，可以提高政府的信用，政府也不必为偿还债务而苦恼。

(2) 把私营企业中的效率引入公用项目，可以极大地提高项目建设质量并加快项目建设进度。同时，政府也将全部项目风险转移给了私营发起人。

(3) 对于发展中国家来说，吸引外国投资并引进国外的先进技术和方法，对东道国长远的经济发展会产生、积极的影响。

● ABS 融资

ABS融资是在BOT融资的基础上发展起来的一种证券化的项目融资方式。它和BOT融资一样，同属于项目融资的范畴。ABS是英文Asset—Backed—Securitization的缩写。它是以项目所属的资产为支撑的证券化融资方式。即它是以项目所拥有的资产为基础，以项目资产可以带来的预期收益为保证，通过在资本市场发行债券来募集资金的一种项目融资方式。

ABS融资由于能够以较低的资金成本筹集到期限较长、规模较大的项目建设资金。这对于投资规模大、周期长、资金回收慢的基础设施项目来说，无疑是一个比较理想的项目融资方式。在电信、电力、供水、排污、环保等领域的基本建设、维护、更新改造以及扩建项目中，ABS融资方式得到了广泛应用。以这些项目或设施为支撑所发行的ABS债券，其收入来源通常是协议合同指定的收入（如高速公路过

路费、机场建设费、电力购买合同等)。这些项目的建设,有相当一部分是以社会效益为主的,并可能在不同程度上有公营或私营的成分。为了保证以资产为支撑的债券(ABS债券)能够有足够的按期还本付息的能力,增强项目的还贷能力,往往由多种不同的资产收入形式共同支撑某一个特定的项目的ABS债券。

**市南部组团垃圾处理基地工程是改善生活垃圾污染状况、使生活垃圾处理向无害化、减量化、资源化发展的重要垃圾处理设施,是建设生态环境城市的重要保障。本工程考虑填埋区、管理区、污水处理站及配套设施采用政府投资和贷款相结合的资金筹措方案,沼气利用工程和垃圾焚烧厂采用BOT方式融资。整个项目运行进行招商。

表 17-1 分项工程第一部分工程费用汇总表

工程名称：**南部垃圾综合处理基地工程

序号	工程费用及名称	估算价值（万元）					单位	数量	技经济术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用			
	一期工程						11254.31		
一	填埋区工程						6871.41		
二	管理及辅助设施						632.81		
三	污水处理厂						1063.77		
四	沼气利用						656.18		
五	设备						2030.14		
	二期工程						1916.87		
一	填埋区工程						1916.87		
	三期工程						2225.99		
一	填埋区工程						1601.54		
二	沼气利用						624.45		
	四期工程						21031.05		
一	有害库区						407.05		
二	垃圾焚烧厂						20624.00		
	总计						36428.22		

总 估 算 表

工程名称: **南部垃圾综合处理基地工程(一期工程)

序号	工程费用及名称	估算价值(万元)					单位	数量	技经济 术 指标(元)	
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用				合计
	第一部分工程费用									
一	填埋区工程									
1	垃圾坝工程	416.28					416.28	m3	214766	19.4
2	库底防渗工程	2810.57					2617.54	m2	167796	156.0
2.1	平均 50cm 清库	125.85					125.85	m3	83898	15
2.2	边坡防渗	2484.39					2484.39	m2	216034	115
2.3	库底防渗	200.34					200.34	m2	16835	119
3	道路工程	2413.92					2413.92	m2	92445	261.1
3.1	进场和环厂道路	1402.45					1402.45	m2	47985	292.3
3.2	作业道路	1011.47					1011.47	m2	44460	227.5
4	渗沥液导排及填埋层通风	373.50					373.50	m	8642	432.2
5	地下水导排	261.76					261.76	m	5625	465.3
6	渗沥水内层循环管	56.26					56.26	m	6469.92	87.0
6.1	DN100HDPE 穿孔管(外包碎石)	49.93					49.93	m	4608	108.4
6.2	DN50~100HDPE 管	6.33					6.33	m	1861.92	34.0
7	渗沥液亚表面回灌管	63.37					63.37	m	6599.1	96.0

总 估 算 表

工程名称: **南部垃圾综合处理基地工程(一期工程)

序号	工程费用及名称	估算价值(万元)					单位	数量	技经济 术 指标(元)	
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用				合计
7.1	DN100HDPE 穿孔管(外包碎石)	56.45					56.45	m	4608	122.5
7.2	DN65~100HDPE 管	6.92					6.92	m	1991.1	34.8
8	导气系统	112.66					112.66	m		
8.1	水平碎石盲沟	110.56					110.56	m	48703	22.7
8.2	竖向盲沟	2.10					2.10	m	37.5	560.0
9	截洪沟	556.12					556.12	m	13808	402.8
二	管理及辅助设施									
1	综合楼	270.00					270.00	m2	1800	1500.00
2	机修、车库、变电所	60.00					60.00	m2	500	1200.00
3	管理区平面布置(包括道路、绿化、给排水)	180.00					180.00	m2	15000	120.00
4	取水泵房	6.48					6.48	m2	54	1200.00
5	钢筋砼高位水池	48.00					48.00	m3	400	1200.00
6	DN150 铸铁给水管	68.33					68.33	m	6833	100.00
三	污水处理厂									
1	管理楼 1	60.00					60.00	m2	500	1200.00
2	污水处理厂平面	12.00					12.00	m2	1000	120.00
3	污水处理设备		67.57	461.47			529.04			

总 估 算 表

工程名称: **南部垃圾综合处理基地工程(一期工程)

序号	工程费用及名称	估算价值(万元)					单位	数量	技经济 术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用			
4	调节池	240.73							
5	变电所	56.00							
6	渗沥液排放管	165.00		1.00					
四	沼气利用								
1	沼气利用设备		81.68	544.50					
2	管理楼2	30.00					m2	200	1500.00
六	设备								
1	填埋区设备			925.00					
2	给排水设备	7.20	5.40	136.00				60	1200
3	机修设备			12.34					
4	其他设备		15.30	102.00					
5	电气设备		100.48	669.85					
6	通讯设备			20.00					
7	监测设备		0.06	5.72					
8	仪表自控		30.26	201.75					
七	工器具购置				30.80				

总 估 算 表

工程名称: **南部垃圾综合处理基地工程(一期工程)

序号	工程费用及名称	估算价值(万元)					单位	数量	技经济 术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用			
	第一部分费用工程费用合计	8268.18	300.75	3079.63	30.80		11679.35		
	第二部分其他工程费用								
	建设单位管理费					116.79	116.79		
	建设场地准备费	116.79					116.79		
	工程建设监理费					140.15	140.15		
	研究试验费					58.40	58.40		
	职工培训费					25.20	25.20		
	办公及生活家具购置费					7.00	7.00		
	联合试运转费					30.80	30.80		
	前期工作费					58.40	58.40		
	专家评估及咨询费用					10.00	10.00		
	勘测费					64.24	64.24		
	设计费					348.80	348.80		
	预算编制费					34.88	34.88		
	竣工图编制费					27.90	27.90		
	招, 投标管理费					58.40	58.40		

总 估 算 表

工程名称: **南部垃圾综合处理基地工程(一期工程)

序号	工程费用及名称	估算价值(万元)						单位	数量	技经济 技术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用	合计			
	供电外线	120.00					120.00			
	征地费					2000.00	2000.00			
	第二部分其他工程费用小计	236.79				2980.95	3217.75			
	第一, 二部分费用合计	8504.98	300.75	3079.63	30.80	2980.95	14897.10			
	预备费					1191.77	1191.77			
	建设期贷款利息					89.51	89.51			
	铺底流动资金					132.57	132.57			
	工程总投资	8504.98	300.75	3079.63	30.80	4394.80	16310.94			

总 估 算 表

工程名称：**南部垃圾综合处理基地工程（二期工程）

序号	工程费用及名称	估算价值（万元）					单位	数量	技经济术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用			
	第一部分工程费用								
一	填埋区工程								
1	库底防渗工程	1207.87							
1.1	平均 50cm 清库	63.71					m3	42472	15
1.2	边坡防渗	1213.07					m2	105484	115
1.3	库底防渗	17.22					m2	1447	119
2	道路工程	408.41					m2	17952	228
2.2	作业道路（m）	408.41					m2	17952	228
3	渗沥液导排	98.61					m	2642	373
4	地下水导排	80.56					m	2642	305
5	导气系统	0.93							
5.1	竖向导气井	0.93						35	
6	截洪沟	120.50					m	2992	
	第一部分费用工程费用合计	1916.87							

总 估 算 表

工程名称：**南部垃圾综合处理基地工程（二期工程）

序号	工程费用及名称 第二部分其他工程费用	估算价值（万元）					单位	数量	技经济术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用			
	建设单位管理费					28.75	28.75		
	建设场地准备费	19.17					19.17		
	工程建设监理费					35.46	35.46		
	研究试验费					9.58	9.58		
	专家评估及咨询费用					10.00	10.00		
	勘测费					10.54	10.54		
	设计费					68.60	68.60		
	预算编制费					6.86	6.86		
	竣工图编制费					5.49	5.49		
	招，投标管理费					9.58	9.58		
	第二部分其他工程费用小计	19.17				184.87	204.04		
	第一，二部分费用合计	1936.04				184.87	2120.92		
	预备费					169.67	169.67		
	工程总投资	1936.04				354.55	2290.59		

总 估 算 表

工程名称：**南部垃圾综合处理基地工程（三期工程）

序号	工程费用及名称	估算价值（万元）					单位	数量	技经济术 指标(元)	
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用				合计
	第一部分工程费用									
一	填埋区工程									
1	库底防渗工程	1309.83								
1.1	平均 50cm 清库	109.73					109.73	m3	73151	15
1.2	边坡防渗	1238.02					1238.02	m2	107654	115
1.3	库底防渗	53.61					53.61	m2	4505	119
2	道路工程	222.77					222.77	m2	9792	228
2.1	作业道路（m）	222.77					222.77	m2	9792	228
3	导气系统	3.21					3.21			
3.1	竖向导气井	3.21					3.21		125	
4	截洪沟	65.73					65.73	m	1632	403
二	沼气利用									
1	沼气利用设备		81.45	543.00			624.45			
	第一部分费用	1601.54	81.45	543.00			2225.99			
	第二部分其他工程费用									

总 估 算 表

工程名称：**南部垃圾综合处理基地工程（三期工程）

序号	工程费用及名称	估算价值（万元）						单位	数量	技经济术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用	合计			
	建设单位管理费					17.81	17.81			
	建设场地准备费	22.26					22.26			
	工程建设监理费					41.18	41.18			
	研究试验费					11.13	11.13			
	联合试运转费					5.43	5.43			
	专家评估及咨询费用					10.00	10.00			
	勘测费					12.24	12.24			
	设计费					78.64	78.64			
	预算编制费					7.86	7.86			
	竣工图编制费					6.29	6.29			
	招，投标管理费					11.13	11.13			
	第二部分其他工程费用小计	22.26				201.72	201.72			125.48
	第一，二部分费用合计	1623.80	81.45	543.00		201.72	2449.97			
	预备费					178.08	178.08			
	建设期贷款利息					35.97	35.97			
	工程总投资	1623.80	81.45	543.00		415.77	2664.02			

总 估 算 表

工程名称：**南部垃圾综合处理基地工程（四期工程）

序号	工程费用及名称	估算价值（万元）					单位	数量	技经济术 指标(元)	
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用				合计
	第一部分工程费用									
一	有害库区									
1	库底防渗工程	407.05					407.05			
1.1	平均 50cm 清库	50.05					50.05	m3	33365	15
1.2	边坡防渗	253.48					253.48	m2	22042	115
1.3	库底防渗	134.74					134.74	m2	11323	119
二	垃圾焚烧厂									
1	垃圾焚烧厂--土建									
2	垃圾接受与供料系统	3200.00	700.00	84.00			3984.00			
3	垃圾焚烧系统		7000.00	840.00			7840.00			
4	余热利用系统		2800.00	336.00			3136.00			
5	烟气处理系统		1800.00	216.00			2016.00			
6	自动控制系统		1100.00	132.00			1232.00			
7	电气系统		900.00	108.00			1008.00			
8	配套系统		700.00	84.00			784.00			
9	厂外工程			200.00			200.00			

总 估 算 表

工程名称：**南部垃圾综合处理基地工程（四期工程）

序号	工程费用及名称	估算价值（万元）					单位	数量	技经济术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用			
10	安装材料			400.00				400.00	
三	工器具购置				24.00			24.00	
	第一部分费用	3607.05	15000.00	2400.00	24.00			21031.05	
	第二部分其他工程费用								
	建设单位管理费					168.25		168.25	
	建设场地准备费					210.31		210.31	
	工程建设监理费					147.22		147.22	
	研究试验费					105.16		105.16	
	职工培训费					28.80		28.80	
	办公及生活家具购置费					8.00		8.00	
	联合试运转费					24.00		24.00	
	前期工作费					105.16		105.16	
	专家评估及咨询费用					10.00		10.00	
	勘测费					115.67		115.67	
	设计费					591.92		591.92	

总 估 算 表

工程名称: **南部垃圾综合处理基地工程(四期工程)

序号	工程费用及名称	估算价值(万元)					单位	数量	技经济术 指标(元)
		建筑工程	安装工程	设备购置	工器具购置	其他费用			
	预算编制费					59.191645	59.19		
	竣工图编制费					47.353316	47.35		
	招, 投标管理费					105.15527	105.16		
	第二部分其他工程费用小计					1726.17	1726.17		
	第一, 二部分费用合计	3607.05	15000.00	2400.00	24.00	1726.17	22757.23		
	预备费					1261.86	1261.86		
	建设期贷款利息								
	铺底流动资金								
	工程总投资	3607.05	15000.00	2400.00	24.00	2988.04	24019.09		

计算。

17.2.3.3 建设投资

本项目建设投资为21283.47万元。

17.2.3.4 建设期利息

本项目建设期利息125.48万元。

17.2.3.5 流动资金估算

该项目所需的流动资金,按分项费用估算,流动资金总额为530万元,拟向银行贷款,年利率5.31%,单利计算。(※详见辅助报表2)

17.2.3.6 投资计划

项目投资计划如表17-2

表17-2投资计划表

年份	第1年	第2年	第3年	第4年	第5年
	万元	万元	万元	万元	万元
计划投资额	9680	6498	2291	1323	1350
占总投资%	45.77	30.72	10.83	6.27	6.38

详见辅助报表3

17.2.4 处理成本估算

17.2.4.1 原辅材料及燃料价格

油 3200元/吨

电 0.70元/度

水 1.5元/吨

经计算,每年用于原辅材料采购及燃料动力消耗的费用为1022.56万元。(详见辅助报表4)

17.2.4.2 定员及工资

项目定员70人,工资福利按35000元/人·年计,年工资支出245万元。

17.2.4.3 固定资产折旧和无形及递延资产摊销计算

固定资产折旧采用综合直线折旧法,残值率为5%,平均折旧年限20年,年折旧费用为905万元。(详见辅助报表5、6)

17.2.4.4 行政管理费

行政管理费按不包括管理费用的经营费用的8%计,年行政管理费用为82万元。

17.2.4.5 设备修理、日常维护费

本项目日常维护费用按0.5%计,106万元/年。

17.2.4.6 财务费用

项目贷款利息、运营期间发生的借款利息,计入财务费用。

17.2.4.7 处理总成本、单位成本和运营成本估算

经计算,处理平均成本费用为2069万元/年左右;平均处理运营成本为1090万元/年左右(见辅助报表8)。

17.2.5 收入及利润计算

17.2.5.1 收入

垃圾收费

年垃圾平均处理量	2006年～2011年	29.2万吨/年
	2012年～2025年	36.5万吨/年
垃圾收费		95元/立米
年发电量	2009年～2014年	131万度/年
	2015年～2025年	923万吨/年
电费		0.5元/度

按上述价格计算，年平均销售总收入为3463.78万元/年。

17.2.5.2 税金

根据有关法规与规定，该项目应缴纳所得税，企业所得应该缴纳所得税，该项目所得税税率为33%。根据国务院批准《关于企业所得税若干优惠政策的通知》中有关企业利用《资源综合利用目录》中的废气、废水、废渣为主要原料生产的，有申请减免税政策，本项目按此政策计算所得税。营业税及附加按其他收入的5.55%计算。

根据上述税收政策计算得出整个项目每年的税金总额为190.51万元。（详见辅助报表9）

17.2.6 财务基本报表

本工程财务评价采用的基本计算报表有：现金流量表（全部投资）；现金流量表（自有资金）；损益表；资金来源及运用表；资产负债表。

17.2.6.1 财务现金流量表按投资计算基础，有全部投资财务

现金流量表和自有资金现金流量表两种情况。全部投资财务现金流量表是设定全部投资均为自有资金以全部投资（包括固定资产投资和流动资金）作为计算的基础，不计算贷款利息等财务费用。自有资金财务现金流量表是在考虑涉及贷款的情况下在拟定的贷款条件下（即计算利息和本金偿还后），以自筹资金（包括国家预算内投资、省市拨款、自筹资金等）为计算基础，计算自有资金内部收益率等的指标，以考察其盈利能力及国内贷款对项目的利弊

17.2.6.2 损益表和资金来源及运用表，综合反映项目的资金筹集使用、收入、税收和利润分配及资金短缺等情况。

17.2.6.3 资产负债表，综合反映项目各年来的资产、负债和投资人权益情况

17.2.7 财务效益分析

17.2.7.1 处理成本分析

本项目在计算期内，总成本费用随生产能力变化而变化，二十年平均成本为2069万元/年，经营成本1090万元/年，其构成分析见表17-3

表17-3经营成本构成分析

成本项目	金额(万元)	占经营成本比重(%)
原材料 平均	534	49.00
外购燃料动力 平均	129	11.85
修理费等 平均	106	9.68
工资福利 平均	239	21.91
管理费 平均	82	7.54
合计	1090	100

由该表可知，燃料动力费、原材料占经营费用大约61%，维修费用占经营费用22%，所以管理和降低燃料、原材料采购成本，是正常营运的关键。

17.2.7.2 财务效益分析

根据上述前提条件，经计算得出各项指标值见下表

序号	项 目	单位	数额
	基本数据	万元	
	总投资	万元	21283
	建设投资	万元	21025
	铺底流动资金	万元	132
	建设期利息	万元	125
	固定资产投资方向调节税	万元	
	销售收入	万元/年	3464
	总成本 平均	万元/年	2068
	其中：折旧费 平均	万元/年	905

序号	项 目	单位	数额
	销售税金 平均	万元/年	191
	税后利润 平均	万元/年	828
	利润总额 平均	万元/年	1204
	经济评价指标		
	财务内部收益率（全部投资）	%	5.64
	财务内部收益率（自有资金）	%	6.03
	财务净现值i=5（全部投资）	万元	1216
	财务净现值i=5（自有资金）	万元	1679
	投资利润率	%	3.94
	投资利税率	%	5.66
	投资回收期（静态）	年	13.03

17.2.8 敏感性分析

由于项目评价所采用的数据，大部分系预测和估算，在一定程度上存在不确定性，为了分析、预测财务评价诸因素发生变化时的项目经济评价的影响，从中找出敏感因素，并确定其影响程度，因此，在财务评价的基础上进行敏感性分析。（※详见表17—5）

表17—5敏感性分析

序号	不确定因素变化率	工程投资变化		收费价格变化	
		全部投资 (%)	自有投资 (%)	全部投资 (%)	自有投资 (%)
	-10%	6.61	7.14	4.33	4.56
	-5%	6.10	6.56	4.99	5.30
	0	5.64	6.03	5.64	6.03
	+5%	5.21	5.54	6.28	6.74
	+10%	4.81	5.09	6.91	7.44

17.2.9 财务分析结论

由上述数据表明：各项计算指标尚可，能够满足项目的日常营运需要，但是由于收入的主要来源是垃圾收费，所以需要政府的政策支持。

通过对财务效益分析，认为本项目是可行的。

18 工程进度设想

18.1 项目总进度

为了保证南部组团垃圾处理，本工程必须保证在2006年7月部分投入使用，详见表18-1。

18.2 分期建设原则

本工程包含的子项较多，并且工程面积巨大，一次全部建成难度很大，且没有必要，尤其是填埋区工程，库区填埋使用有相当长的周期，如果库底防渗层一次性铺设完成，必然会导致远期库区防渗膜暴露时间过长而导致老化，同时对资金的利用率也过低。

综上所述，工程建设进度应以下述原则制定：

- (1) 确保2006年7月，部分填埋区投入使用；
- (2) 在确保处理基地正常运行（符合设计要求）的情况下延缓资金的投入，减少贷款利息的支出。

18.3 工程进度分期设想

2006年7月前，1#填埋区和甲烷化加速区投入使用，为此需要完成以下工程：

- 1) 管理区
- 2) 垃圾主坝、1#、2#、3#垃圾坝
- 3) 环厂道路以及1#填埋区和甲烷化加速区范围内得作业道路
- 4) 1#填埋区和甲烷化加速区的防渗工程
- 5) 污水处理厂和调节池
- 6) 1#、2#水库，高位水池

随着垃圾填埋作业的进行，被填埋垃圾的增加，填埋气产量增加，为充分利用，在2009年建成1MW的沼气发电机组一台；在2010年完成2#填埋区的建设。

2015年沼气发电机组新增一台，发电功率1MW；同年完成3#填埋区的建设。

随着生活垃圾中可焚烧物量和一般工业固体废弃物的增加，2016年建成规模为600t/d的垃圾焚烧发电厂及相应的安全填埋区，预计发电功率为7.5MW。

19 工程风险分析

工程项目的风险来源于同项目有关的各个方面。根据工程项目管理的实践，工程项目风险可按图19-1进行分类。

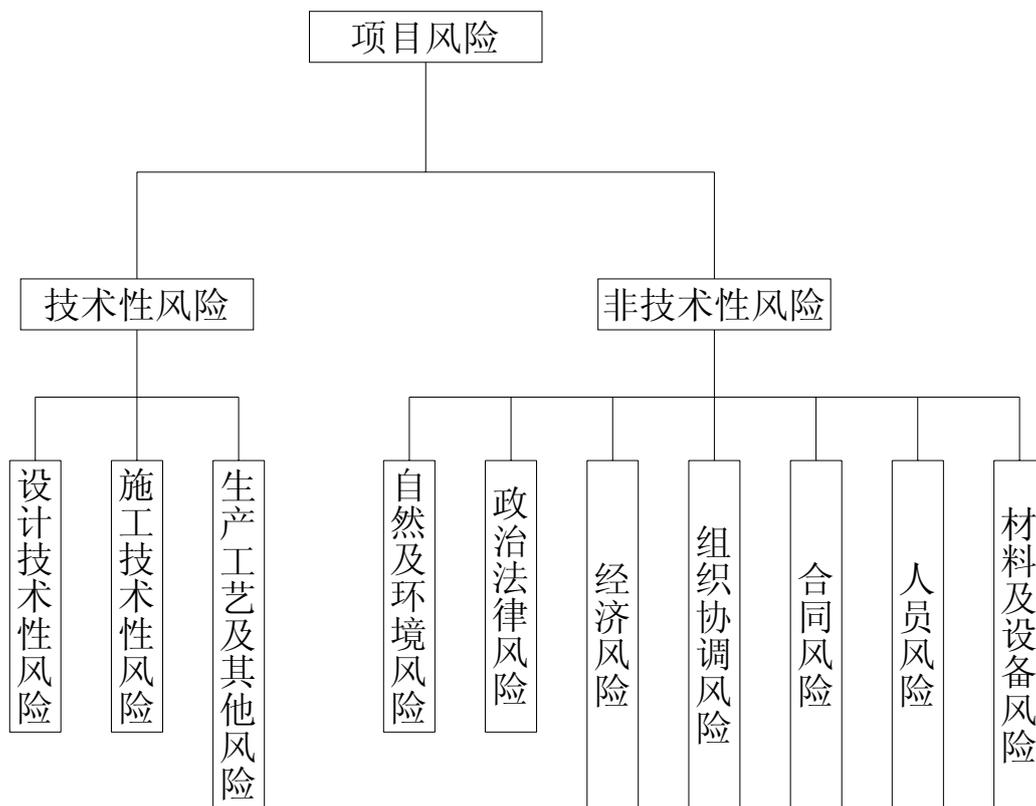


图19-1 工程项目风险因素分类

19.1 风险识别

表19-1 工程风险识别表

风险因素	风险概率	风险后果	风险量
项目总体：			
垃圾产量和组份预测的偏差	0.25	0.2	0.05
填埋区：			
库底防渗层破坏，造成地下水的污染	0.07	0.8	0.056
覆盖系统损坏	0.1	0.2	0.02
渗沥液导排系统堵塞	0.1	0.2	0.02
填埋气导排系统堵塞	0.1	0.2	0.02

风险因素	风险概率	风险后果	风险量
填埋气爆炸；	0.05	0.6	0.03
臭气排放不达标，影响周围环境	0.1	0.1	0.01
首层甲烷区填埋层通风管堵塞	0.1	0.1	0.01
渗沥液从调节池逸出	0.05	0.8	0.04
填埋堆体坍塌	0.05	0.8	0.04
垃圾坝坍塌	0.05	0.8	0.04
垃圾车无法进入填埋作业区	0.15	0.2	0.03
污水处理站：			
出水不达标	0.1	0.8	0.08
沼气利用：			
气量不足	0.25	0.1	0.025
垃圾焚烧厂：			
烟气排放不达标	0.05	0.8	0.04
设备故障，达不到处理规模	0.15	0.4	0.06
工程投资：			
工程量超出	0.2	0.2	0.04
设备材料价格上涨	0.2	0.2	0.04
工期拖延	0.1	0.2	0.02
工程运行：			
能源及材料价格上涨	0.5	0.2	0.1
能耗和物耗增加	0.2	0.3	0.06
产品价格变化	0.2	0.4	0.08

注：表中风险后果的取值为：极低0.05、低0.1、中0.2、高0.4、极高0.8。

根据表19-1的计算，本工程优先的风险因素清单如下：

能源及材料价格上涨

出水不达标

产品价格变化

设备故障，达不到处理规模

能耗和物耗增加

库底防渗层破坏，造成地下水的污染

垃圾产量和组份预测的偏差

19.2 风险对策

根据不同的风险因素和风险量，采用不同的控制风险的方法，投入的费用也不一样。

表19-2 工程风险控制对策表

风险因素	风险量	风险对策
能源及材料价格上涨	0.1	节约能耗和物耗
出水不达标	0.08	邀请有关专家咨询，采用可靠的工艺
产品价格变化	0.08	与有关部门达成协议，保持价格稳定
设备故障，达不到处理规模	0.06	设计适当留有余地，增加设备的备用，减少设备的故障率
能耗和物耗增加	0.06	采取措施减少物耗和能耗
库底防渗层破坏，造成地下水的污染	0.056	选择可靠的防渗材料；选择可靠的施工单位；采取良好的填埋工艺
垃圾产量和组份预测的偏差	0.05	对垃圾产量和组份进行更详细的调查

20 招标

20.1 招标的基本情况

20.1.1 前题说明

**市南部组团垃圾综合处理基地工程属社会公益性的城市基础设施项目，属依法必招项目，应就其勘察、设计、建筑、安装、监理以及重要设备、材料等采购活动进行招标。本章内容将重点就建筑、安装、监理以及重要设备、材料等采购活动进行招标内容的阐述。

20.1.2 招标范围

拟建的**市南部组团垃圾综合处理基地工程相对于其他建筑类、道桥类工程而言，要复杂许多，所涉及的工程种类也比较多，且其有自身固有的特点，故本工程中建筑、安装、监理以及重要设备、材料等采购活动招标范围的确定与划分，将结合工程类型及特点、工种配合及特殊性等进行。垃圾焚烧厂和沼气利用由于另行招商，中标单位另外进行有关内容的招标，不包含在本章的叙述中。

根据工程分期建设情况，招标也相应地分期进行。一期工程的招标要与垃圾焚烧厂的建设相配合。

1) 建筑类的招标范围主要有以下几个方面：

(1) 一期工程招标范围

管理区及辅助设施

垃圾主坝、1#、2#、3#垃圾坝、1#、2#水库

环厂道路以及1#填埋区和甲烷化加速区范围内得作业道路及截洪沟

1#填埋区和甲烷化加速区的土石方工程

1#填埋区和甲烷化加速区的防渗工程

1#填埋区和甲烷化加速区的渗沥液和地下水导排工程

污水处理厂和调节池

(2) 二期工程招标范围

2# 填埋区的作业道路及截洪沟

2# 填埋区的土石方工程

2# 填埋区的防渗工程

2# 填埋区的渗沥液和地下水导排工程

(3) 三期工程招标范围

3# 填埋区的作业道路及截洪沟

3# 填埋区的土石方工程

3# 填埋区的防渗工程

(4) 四期工程招标范围

安全填埋区的土石方工程

安全填埋区的防渗工程

2) 设备购置招标的范围主要是填埋作业专用设备, 如: 环卫型推土机、压实机、挖掘机等; 辅助用生产生活设备, 如: 消防水车、中巴等。

3) 监理类招标范围主要是针对于建筑和安装工程的监理作业, 一期工程监理费用暂按138.16万元计。

具体估算金额分别见表20-1、20-2、20-3、20-4。

污水处理设备以安装工程形式单独招标(529万元)。

表20-1 建筑工程估算价值(一期工程)

序号	工程名称	估算价值 (万元)
1	管理区及辅助设施	632.81
2	垃圾主坝、1#、2#、3#垃圾坝、1#、2#水库	416.28

序号	工 程 名 称	估算价值 (万元)
3	环厂道路以及1#填埋区和甲烷化加速区范围内得作业道路及截洪沟	4372.49
4	1#填埋区和甲烷化加速区的土石方工程	125.85
5	1#填埋区和甲烷化加速区的防渗工程	2684.73
6	1#填埋区和甲烷化加速区的渗沥液和地下水导排工程	635.26
7	污水处理厂和调节池	368.73
合 计		9236.15

表20-2 建筑工程估算价值（二期工程）

序号	工 程 名 称	估算价值 (万元)
1	2#填埋区范围内的作业道路及截洪沟	528.91
2	2#填埋区的土石方工程	63.71
3	2#填埋区的防渗工程	1230.29
4	2#填埋区的渗沥液和地下水导排工程	179.17
合 计		2002.08

表20-3 建筑工程估算价值（三期工程）

序号	工 程 名 称	估算价值 (万元)
1	3#填埋区范围内的作业道路及截洪沟	288.50
2	3#填埋区的土石方工程	109.73
3	3#填埋区的防渗工程	1291.03
合 计		1689.26

表20-4 建筑工程估算价值（四期工程）

序号	工 程 名 称	估算价值 (万元)
1	安全填埋区的土石方工程	50.05
2	安全填埋区的防渗工程	388.23
合 计		438.28

表20-5 设备购置估算价值（一期工程）

序号	工 程 名 称	估 算 价 值 (万元)
1	湿地型推土机	160
2	压实机	560
3	挖掘机	100
4	装载机	60
5	自卸车	45
6	离心水泵	16
7	消防车	40
8	水罐车	60
9	污水处理装置	20
10	机修设备	12
11	填埋层风机	32
12	计量系统	35
13	自动轮胎清洗器	35
14	电气设备	770
15	仪表自控	232.01
16	监测化验设备	5.78
合 计		2182.79

20.1.3 招标的组织形式及招标方式

本拟建工程采用委托招标方式，具体委托给**市建设工程招投标办公室负责，由**市建设工程招投标办公室根据建设方的要求进行编标、招标、投标等一系列工作，其在操作上应符合国家有关招标、投标的具体规定，在时间上需满足建设方的进度要求。招标采用公开招标的形式。招标的基本情况见表20-6、20-7、20-8、20-9。

表20-6 招标基本情况表（一期工程）

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招 标 方 式	招标 估算金额 (万元)	备注
	全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标			
勘察	√			√	√			86.10	
设计		√		√		√		491.69	
建筑工程	√			√	√			5418.45	
安装工程	√			√	√			300.75	
监理		√		√	√			80.59	
设备	√			√	√			2711.79	
重要材料	√			√	√			2684.73	
其它									
合计								11774.1	

表20-7 招标基本情况表（二期工程）

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招 标 方 式	招标 估算金额 (万元)	备注
	全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标			
建筑工程	√			√	√			686.59	
监理		√		√	√			13.42	
重要材料	√			√	√			1230.29	
其它									
合计								1930.3	

表20-8 招标基本情况表（三期工程）

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招 标 方 式	招标 估算金额 (万元)	备注
	全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标			
建筑工程	√			√	√			309.91	
安装	√			√	√			81.45	

工程									
监理		√		√	√			15.58	
重要材料	√			√	√			1291.63	
其它									
合计								1698.57	

表20-9 招标基本情况表（四期工程）

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用招标方式	招标估算金额（万元）	备注
	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标			
建筑工程	√			√	√			407.05	
监理		√		√	√			2.85	
重要材料	√			√	√			388.22	
其它									
合计								798.12	

20.2 招标初步方案

20.2.1 建筑、监理的资质等级要求及理由

由于填埋场工程中如土方工程、爆破工程（石方）、山体加固、作业区水平防渗等都具有较强的专业性，施工难度较大，工期紧，故对建筑、安装、监理的招标中需对其资质及业绩作相应的规定，以满足工程质量及进度的要求，确保工程能按时保质保量地完成，如作业区水平防渗需由具有工程施工经验的作业队伍承担。具体资质等级要求见表20-10。

表20-10 资质等级要求

序号	工程名称	建筑及安装工程	监 理
		资质等级	资质等级
1	库区土方工程	市政二级以上 或水利二级以上	与建筑和安装资质相对应

2	垃圾主坝、1#、2#、3#垃圾坝，1#、2#水库	水利二级以上	
3	填埋区防渗工程	市政二级以上	
4	填埋区渗沥液和地下水导排	市政二级以上	
5	污水处理厂和调节池 高位水池和取水泵房	市政二级以上	
6	环厂道路以及填埋区的作业道路	市政二级以上	
7	管理区及辅助设施	市政二级以上 及建筑三级以上	

20.2.2 拟发包数量、标段划分依据

(1) 建筑、监理工程拟发包数量为表20-1、20-2、20-3、20-4所列范围的内容。

具体单项的划分：

- ① 以工程类型为依据，如：土方工程、绿化工程等。
- ② 以相近工程性质及做法为依据，如填埋区。
- ③ 以工程连贯性及施工衔接方便为依据，如环厂道路以及填埋区的作业道路。
- ④ 以独立施工区域为依据，如管理区等。
- ⑤ 监理招标与建筑工程的招标同步进行。

(2) 重要设备拟发包数量为表20-5所列范围的内容，主要是满足功能要求。

20.2.3 建设单位组织招标工作的计划

为了保证一期工程于2006年第二季度完成，并交付使用，工程招标工作的具体计划见表20-11、20-12、20-13、20-14。

表20-11 招标工作计划时间表（一期工程）

序号	时间	工程类别	工程内容	监 理	备 注
1	2005.4	/	招标委托		
2	2005.9 ~10	建筑工程	管理区及辅助设施	监理招 标与其 同步	
3			垃圾主坝、1#、2#、3#垃圾坝、 1#、2#水库		
4			环厂道路以及1#填埋区和甲烷 化加速区范围内得作业道路		
5			1#填埋区和甲烷化加速区的土 石方工程		
6			1#填埋区和甲烷化加速区的防 渗工程		
7			1#填埋区和甲烷化加速区的渗 沥液和地下水导排工程		
10			污水处理厂和调节池		
12	2005.5 ~6	安装 工程	污水处理设备		
13	2005.5 ~6	重要 材料	填埋区防渗材料		
14	2005.5 ~6	设备 购置	填埋作业设备	/	对于先期需 用的设备应 先行购置
15			辅助用生产生活设备		

表20-12 招标工作计划时间表（二期工程）

序号	时间	工程类别	工程内容	监 理	备 注
1	2009.3	/	招标委托		
2	2009.4		2#填埋区范围内的作业道路	监理招 标与其 同步	
3			2#填埋区的土石方工程		
4			2#填埋区的防渗工程		
5			2#填埋区的渗沥液和地下水导 排工程		
6	2009.4	重要 材料	填埋区防渗材料		

表20-13 招标工作计划时间表（三期工程）

序号	时间	工程类别	工程内容	监 理	备 注
1	2014.12	/	招标委托		
2	2015.1		3# 填埋区范围内的作业道路	监理招 标与其 同步	
3			3# 填埋区的土石方工程		
4			3# 填埋区的防渗工程		
5			3# 填埋区的渗沥液和地下水导 排工程		
6	2015.1	重要 材料	填埋区防渗材料		

表20-14 招标工作计划时间表（四期工程）

序号	时间	工程类别	工程内容	监 理	备 注
1	2014.12	/	招标委托		
2	2015.1		安全填埋区范围内的作业道路	监理招 标与其 同步	
3			安全填埋区的土石方工程		
4			安全填埋区的防渗工程		
5			安全填埋区的渗沥液和地下水导 排工程		
6	2015.1	重要 材料	填埋区防渗材料		

21 结论和建议

21.1 结论

根据**市市委市府就其中垃圾这一子项作出具体的任务布置：垃圾实行减量化、无害化处理，实现全市组团式分片处理城镇垃圾。以及批复同意实施《**市市域环境卫生控制性规划》（简称《控规》），本报告对**市南部组团垃圾综合处理基地进行了可行性研究。

报告以长期、可靠、稳定、安全、卫生、先进为指导方针，贯彻一个主题：力争将本工程建设成为高标准生态型卫生填埋场和功能合理的综合处理厂。

经过综合比较，拟建南部组团垃圾处理基地位于**市神湾镇古宥村，烟墩山南坡面，北面距广珠公路约6公里，南面距神湾至斗门公路约2公里，占地1526亩。

根据**南部组团垃圾组份和性质以及**市的实际，提出生活垃圾经分类收集，热值高的橡胶塑料、废纸、竹木、布类以及一般工业固体废物废弃物进行焚烧，焚烧残渣和其余垃圾进行填埋的处理方案。

在对垃圾产量进行预测的基础上，确定工程，即总处理规模：2006年为800t/d，2012年增加到1000t/d，2016年增加到1600t/d，2028年调整到1400t/d；填埋规模：2006年为800t/d，2012年增加到1000t/d，2028年可减少到800t/d；焚烧厂于2016年建成，规模为600t/d。

根据地形布置，填埋区最大标高为105m，总库容可达 $1009 \times 10^4 \text{m}^3$ ，根据物料平衡，填埋区可使用到2031年。

本工程在满足卫生填埋的基础上，采用了生态填埋工艺。生态填埋是在卫生填埋的基础上，通过有控制地强化层内垃圾生物降解和利用覆盖层的土壤植被转化作用，达到经济有效地控制二次污染，并将其转化为可利用的填埋气体和植物生物质，同时加速垃圾稳定化、保

障填埋场长期环境安全性目的的技术体系。

结合生态填埋工艺，渗沥液浓度得以降低，辅助以超滤和纳滤等膜处理工艺，达到《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB16889-1997）一级标准，通过管道排入磨刀门水道。

填埋区产气量可达到1300m³/h以上，填埋气收集后用于发电，发电功率可达2080KW。

垃圾焚烧厂采用炉排炉，烟气处理选用半干式洗涤塔+布袋除尘的烟气净化系统，焚烧厂两台发电机组可发电7.5MW。

工程分四期建设，一、二、三期为生态填埋区、管理区、污水厂和沼气利用工程，总投资18798.04万元，其中第一部分工程费用15656.21万元、第二、三部分费用2842.98万元、建设期贷款利息125.48万元、铺底流动资金131.95万元。

四期工程为垃圾焚烧厂和安全填埋区工程总投资24019.09万元，其中第一部分工程费用21031.05万元，第二、三部分费用2988.04万元。

财务分析表明，本工程投资回收期为11.93年。

21.2 建议

为使工程尽快顺利实施，建议与有关部门协调，确定沼气发电和垃圾焚烧发电的利用方式（是上网还是自用）。

配合本工程的实施，为提高效率，根据南部组团各镇离处理基地的远近，设置中转站，建议垃圾运输车近期以有良好封闭的5t散装车为主，远期过渡到5t以上集装箱运输车。