

## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)

### 生活垃圾卫生填埋处理发展的可持续性分析

城市建设研究院 徐海云

1

### 主要内容

- 一、卫生填埋的发展趋势
- 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点
- 三、是否需要发展可循环利用的卫生填埋场？
- 四、结束语

2

### 一、卫生填埋的发展趋势

- 所谓卫生填埋,就是能对渗滤液和填埋气体进行控制的填埋方式。早期的垃圾填埋处理由于未控制其对环境的污染,造成了严重的后果。直到本世纪30年代,在美国的加利福尼亚才首次提出“卫生填埋”的概念。由于垃圾产量大大增加,而且含有有毒有害物质,因此造成环境污染的可能性也大大增加,所以人们对垃圾填埋场的环境影响越来越重视,垃圾填埋场的操作运行管理越来越严格。

3

### 一、卫生填埋的发展趋势

- 填埋处理作为垃圾最终处置手段一直占有重要地位,目前仍然是大多数国家主要的处理方式。垃圾填埋处理具有操作设备简单、适应性和灵活性强特点,但理想的垃圾填埋场越来越少,特别是对于经济发达国家填埋处理所占比例进入80年代后有下降趋势。

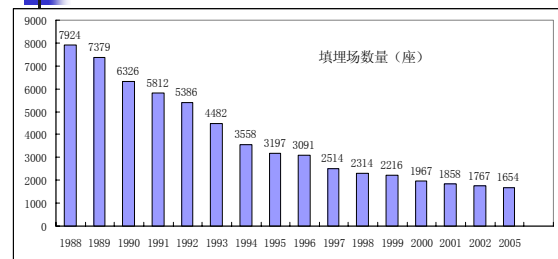
4

### 一、卫生填埋的发展趋势

- 据美国环保署(EPA)统计预测,美国填埋场数量将由1993年的3300多座下降到2005年的1654座,2010年将降到为1200座。导致填埋场数量下降的原因有三条,①旧填埋场逐渐达到其饱和状态。②新填埋场选址困难。③由于环境保护标准不断提高,一些不符合环保要求的垃圾填埋场被迫关闭。

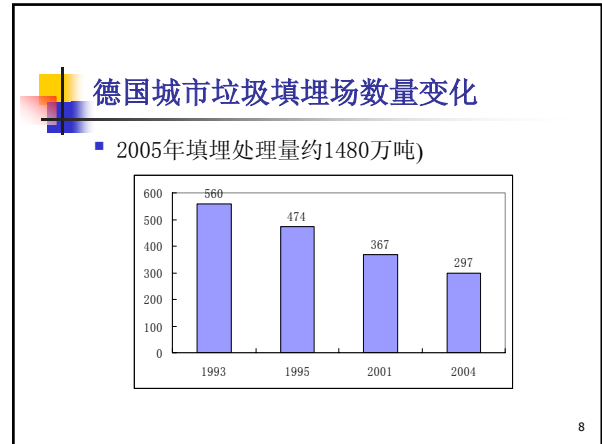
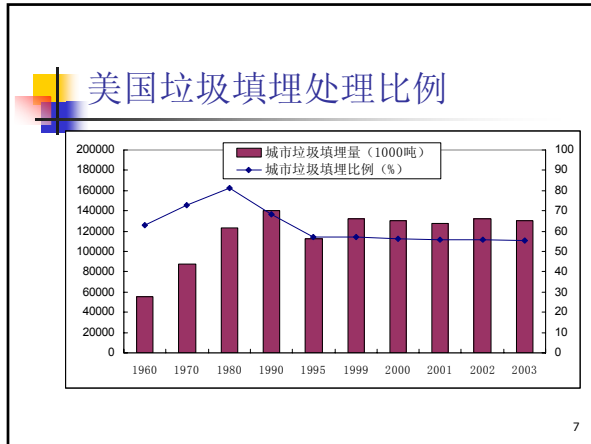
5

### 美国垃圾填埋场数量



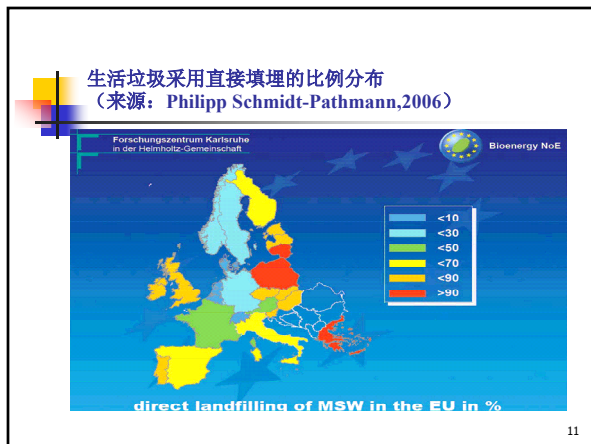
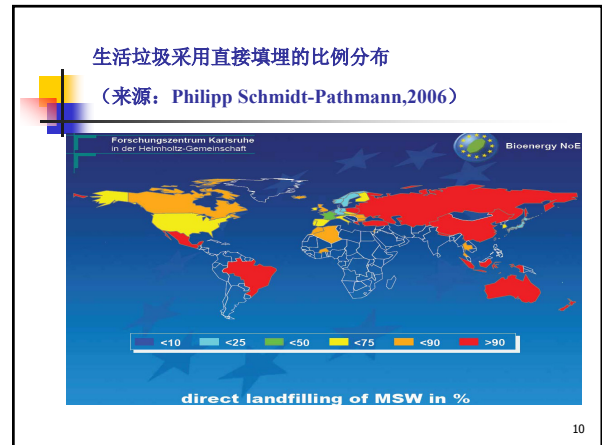
6

## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)



### 一、卫生填埋的发展趋势

- 填埋处理作为垃圾最终处置手段一直占有重要地位,目前仍然是大多数国家主要的处理方式。在相当长的一段时间内,垃圾卫生填埋处理仍然是我国大多数城市解决垃圾出路的最主要方法,垃圾填埋处理操作设备简单、适应性和灵活性强;填埋法与其他方法相比具有建设投资少,运行费用低,且回收沼气,对垃圾热值无特殊要求,土地可还原,技术要求不高,综合效益好等特点。在中国的中西部地区,由于经济不太发达,人口密度相对小,因此,在这些地区应优先选择卫生填埋方法。

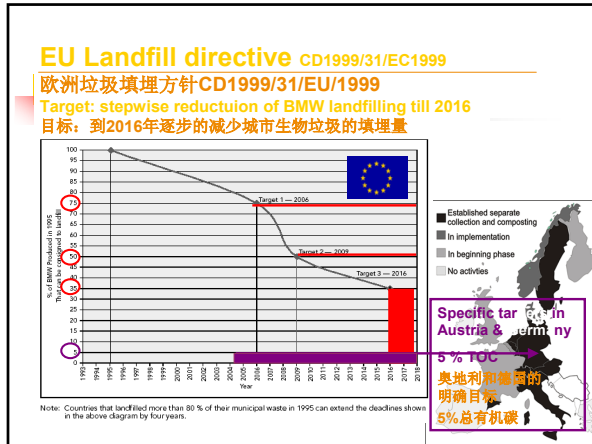


### 一、卫生填埋的发展趋势

由于垃圾资源再生利用率提高,同时也为减少垃圾填埋场污染物的产生,垃圾填埋场的填埋物有机物含量会逐步降低。例如,进入90年代以后,美国相继实施禁止庭院垃圾(Yard Waste)进行填埋处理的条例:

- 逐步减少可生物降解有机垃圾的填埋量,欧盟垃圾填埋指南(CD1999/31/EU/1999)提出了几个阶段性目标,第一阶段目标是在2006年将进入填埋场的有机物在1995年的基础上削减25%;第二阶段目标是在2009年将进入填埋场的有机物在1995年的基础上削减50%;第三阶段目标是在2016年将进入填埋场的有机物在1995年的基础上削减65%。而德国、奥地利、瑞士等国提出了更高的要求;瑞士要求在2000年实现进入填埋场的垃圾总有机碳(TOC)控制在5%以下,奥地利提出的相应目标是2004年,德国提出的相应目标是2005年。进入填埋场的填埋物总有机碳(TOC)要小于5%,就意味着填埋的垃圾基本上就是灰渣,也就意味着剩余垃圾(或其余垃圾,即除去单独收集的剩余垃圾)都要进行焚烧处理才能实现这一目标。

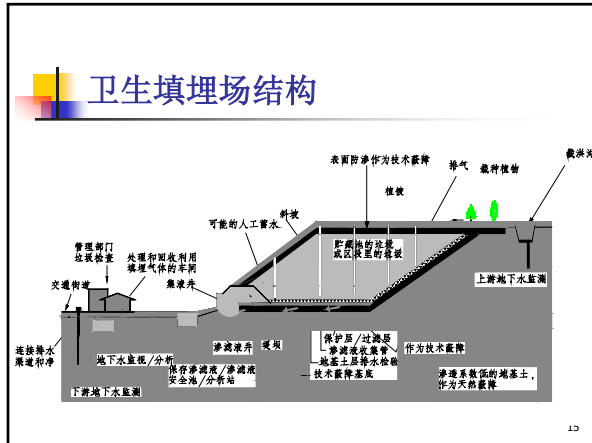
## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)



## 一、卫生填埋的发展趋势

- 垃圾卫生填埋场污染控制得到逐步加强。采用人工防渗层,提高垃圾防渗水平;加强渗滤液收集和处理,防治水污染;对填埋气体回收利用,保障填埋场安全、减轻大气污染并实现资源回收。
- 由于填埋场是各种垃圾处理技术的最终消纳场所,因此填埋场的技术标准不断提高,新建垃圾填埋场逐步向大型化、高标准方向发展。填埋场的投资费用和运行成本也不断提高,为充分利用填埋空间,普遍采用垃圾压实,提高填埋场使用寿命。

## 卫生填埋场结构



## 填埋气体

- 填埋气体可用作:
  - 锅炉燃料
  - 发电
  - 渗滤液蒸发
  - 汽车燃料等
- LFG** 的使用是唯一能够减少空气污染的能源



## 填埋气体

- 抽气站



## 填埋气体

- 集气管铺设



## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)

### 填埋气体

- 集气井



19


### 焚烧火炬

- LFG 焚烧火炬



20

图1 武汉市二妃山垃圾填埋场，投资2300万元正在兴建沼气发电厂，引进荷兰填埋气体发电设备（2×600KW）。



21

### 雨水控制

雨污分流



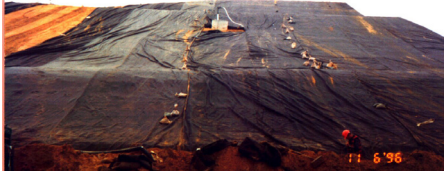
22

### 雨水管理



23

### 终场覆盖



24

## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)

### 填埋处理



25

## 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点

### 1. 卫生填埋场的数量严重不足

- 根据2006年8月公布的城市建设统计年报统计结果，截止至2005年底，全国661个设市城市生活垃圾清运量1.56亿吨，有各类生活垃圾场470座（剔除个别城市误报数据），其中城市生活垃圾填埋场356座，与2000年484座相比有明显下降。目前，我国现有设市城市660多座，许多城市还没有生活垃圾填埋场，按照660座城市估算，生活垃圾卫生填埋场的合理需求量应该在800座左右，因此，生活垃圾填埋场数量在挤掉统计水分后将逐步增加。

26

## 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点

- 考虑到我国社会主义新农村建设以及城乡一体化垃圾处理发展趋势，生活垃圾填埋场建设需求还很大，如果平均每个县至少一个填埋场，还需要建设1600多座填埋场，如果平均每个县建设两个填埋场，就需要建设3000多座填埋场。

27

## 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点

- 根据对德国和美国的填埋场数量统计分析（见表1、表2和表3），目前，美国生活垃圾填埋场平均每1000平方千米拥有填埋场数量0.18座，平均每10万人拥有填埋场数量0.56座；德国生活垃圾填埋场平均每1000平方千米拥有填埋场数量0.85座，平均每10万人拥有填埋场数量0.4座。由于我国的人口分布特点以及经济发展水平与发达国家还有很大差异，生活垃圾填埋处理的集中程度暂时还不可能达到那么高，但从我们土地资源水平和生活垃圾卫生填埋场的建设标准要求分析，我国生活垃圾填埋处理的集中程度应与发达国家生活垃圾填埋场分布密度类似。

28

### 单位面积和单位人口填埋场数量统计

年份	1988	2005
美国生活垃圾填埋场数量（座）	7924	1654
每1000平方千米国土面积有填埋场数量（座）	0.87	0.18
每10万人拥有填埋场数量（座）	2.7	0.56
年份	1993	2004
德国生活垃圾填埋场数量（座）	560	297
每1000平方千米国土面积有填埋场数量（座）	1.60	0.85
每10万人拥有填埋场数量（座）	0.7	0.4

29

## 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点

### 2. 生活垃圾卫生填埋场建设标准提高显著。

- 我国生活垃圾填埋场建设稳步推进，特别在国债资金的支持下，一批采用人工防渗填埋场建成并投入运行。据不完全统计，1998-2005年我国投入建设的填埋场高密度聚乙烯衬层使用量3000万平方米以上。我国目前填埋场防渗的建设水平已经发达国家中较高要求的水准（见表4），如生活垃圾卫生填埋场基底防渗的基本要求接近德国标准，高于欧盟和美国的要求。

30

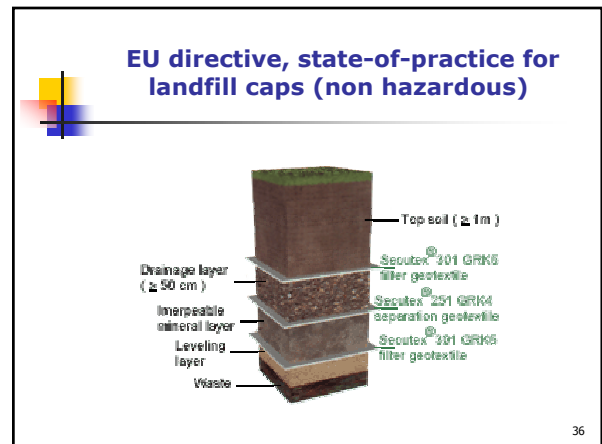
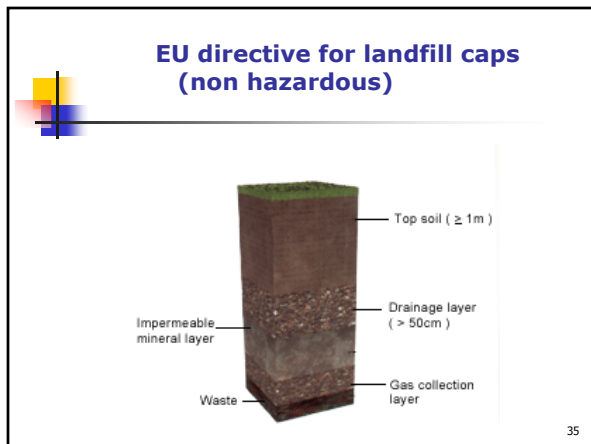
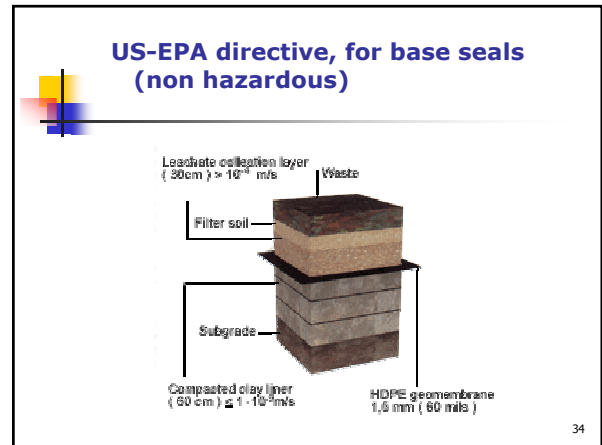
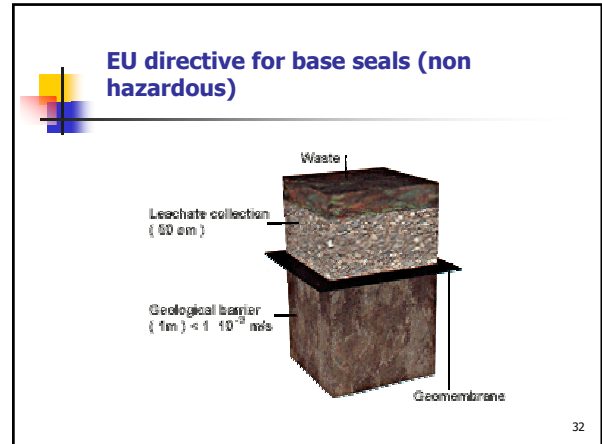


## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)

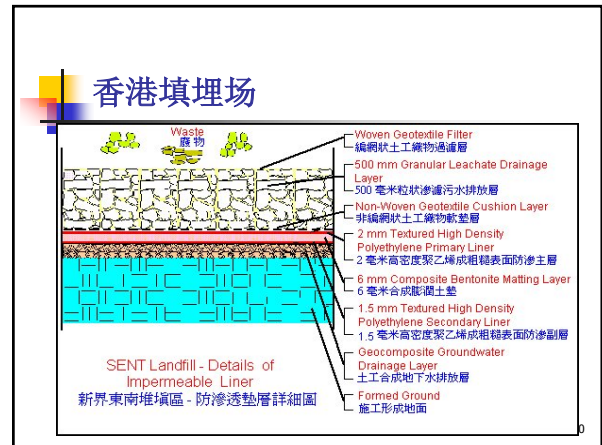
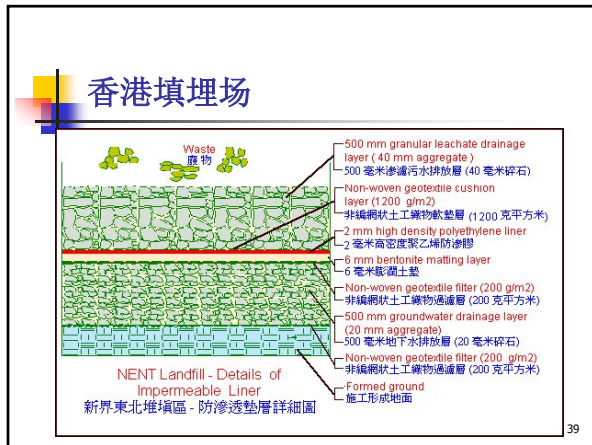
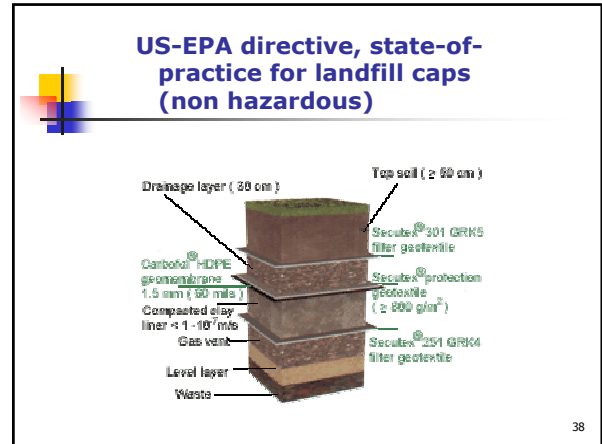
**生活垃圾卫生填埋场基底防渗的基本要求比较**

人工防渗基本要求	美国环境部对生活垃圾填埋场防渗的基本要求 (40CFR 258)	欧盟对非有毒有害生活垃圾填埋场防渗的基本要求 (Landfill Directive 1999/31/EC)	德国生活垃圾填埋场防渗的基本要求 (TASL, 1993)	生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范 (CJ113—2007)
渗透液导流层要求	$K > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 厚度为0.3m	厚度为0.5m	厚度 $\geq 0.3\text{m}$ , $K \geq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$	$K \geq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ 厚度为0.3m
塑料膜防渗层	不小于0.75mm塑料膜, 一般推荐使用厚度为1.5mm HDPE	没有具体要求, 但防渗能力要达到厚度为100cm ( $K \leq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ )	厚度 $\geq 2.5\text{mm}$ HDPE膜	厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ HDPE膜
压实粘土防渗层	$K \leq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ 厚度为60cm	采用塑料膜防渗, 压实粘土厚度大于50cm	$K \leq 5 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ 厚度 $3 \times 25\text{cm}$	$K \leq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ 厚度为75cm

31



12. Trend in MSW Treatment (Chinese)



## 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点

- 建设部于2006年组织开展了垃圾填埋场运行情况检查 and 无害化等级评定工作。根据检查评定结果，截止2005年底，全国在运行的垃圾填埋场有372座，垃圾填埋处理能力为19.47万吨/日，其中Ⅱ级以上生活垃圾填埋场有190座，填埋无害化处理能力为12.75万吨/日。上述Ⅱ级以上大多采用了HDPE膜防渗。

41

## 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点

3. 填埋场渗滤液处理与填埋气体收集利用成为填埋场运行的薄弱环节
 

目前，填埋场渗滤液处理是我国填埋场建设和管理较薄弱环节之一，由于渗滤液水质水量变化大，且污染物浓度高，垃圾渗滤液现场处理并达标排放要求较复杂处理工艺、较高的管理水平和较高成本。

在设计中，为追求可靠性，填埋场渗滤液设计规模普遍偏大，许多中小型填埋场渗滤液设计规模达与填埋处理规模相比超过0.5，有些超过0.8；在实际运行中，由于资金以及技术等因素，大部分填埋场渗滤液处理又达不到设计处理规模，因而不能满足填埋场实际处理需要；从技术上分析，填埋场渗滤液处理要达到《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB16889—1997)中2级以上标准，就需要采用膜处理技术，采用膜处理技术工艺，处理成本就会显著提高，同时也要求最大限度雨污分流，否则在大量的渗滤液产生条件下，就是处理技术能够达标，渗滤液处理成本也将成为很大负担。

42

## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)

### 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点

- 对填埋气体进行收集和处理，不仅减少了环境污染，同时也是对减少温室气体排放的有效贡献；当填埋气体产生规模较大时，还可以进行发电或进行回收利用。杭州、广州、南京、西安、北京、长沙、无锡、济南等填埋场填埋气体发电厂已投入使用。根据调查，截止到2006年底，我国建成并投入使用的填埋气体利用项目有16个，其中填埋气体发电厂有13座，发电装机容量约为23 MW。

43

### 二、我国生活垃圾卫生填埋场发展中的几个突出特点

- 我国生活垃圾中厨余类垃圾含量高，而纤维素、木素和其他降解缓慢的有机垃圾含量较低。厨余类垃圾是分解非常迅速的生物垃圾，这样就表现为填埋场产气快，填埋气体收集率低。发达国家填埋气体收集利用率一般小于<60%，而我国生活垃圾填埋场填埋气体收集利用率一般难以超过20%（Bernhard Raninger, 2007）。从我国已经运行的填埋气体发电项目分析，通过填埋气体收集进行发电利用，折合每吨填埋垃圾约为30kwh，这一结果与垃圾焚烧发电250-300kwh/吨差距是明显的，因此，通过垃圾填埋以及填埋气体能源化利用是十分有限的。

44

### 三、是否需要发展可循环利用的卫生填埋场？

- 小规模卫生填埋场(200吨/日以下，也是当前大部分县级填埋场的规模)在环保方面和经济方面都不具有合理性。以三峡库区为例：一座120吨/日的填埋场，其投资费用折算到每吨垃圾的成本就超过50元/吨，而5吨/日的填埋场项目，其投资费用折算到每吨垃圾的成本超过100元/吨；如果再加上运行费用，并考虑实际收集垃圾量小于设计规模的因素，这些小规模卫生填埋场总成本费用将在100-200元/吨（还不包括土地成本），高于一般城市生活垃圾处理成本2倍以上。

45

### 填埋场建设主要技术经济指标

填埋场特征	投资估算指标 (元/立方米库容)
采用人工衬层防渗的填埋场	25~40

46

### 主要技术经济指标

种类 运行费用分项	不设独立污水处理设施 或污水三级以下排放标准	进行污水处理并 达二级排放标准
填埋场气体排导设施	15~35	20~45
临时道路		
覆盖材料		
其他维护工程		
工资福利		
维修费		
能耗		
其他材料		

47

### 三、是否需要发展可循环利用的卫生填埋场？

- 填埋场建设运行成本越来越高
- 填埋场选址越来越难
- 必然要求填埋场规模化和大型化
- 如果说填埋场建设还可以依靠国家的投入获得保证,那么填埋场运行由于受资金的制约,填埋处理污染物控制往往就成为填埋场污染物的转移

48



## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)

### 三、是否需要发展可循环利用的卫生填埋场?

#### 小规模卫生填埋场(200吨/日以下)

- 小规模垃圾卫生填埋场产生的主要污染物垃圾渗滤液很难得到正常处理,往往直接排到污水处理厂,一方面可能对小规模污水处理厂产生显著影响(这些小的污水处理厂短时间难以达到设计负荷)或则通过小规模城市污水处理厂稀释而最终排向河流。小规模垃圾卫生填埋场削减污染负荷非常有限,而且还要占有土地和造成填埋部分的土地污染。

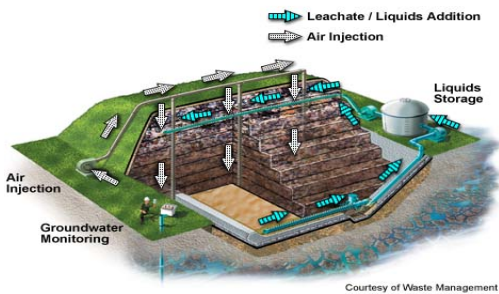
49

### 生物反应器型填埋场

- 简单地说:就是在填埋场中进行堆肥处理,或者建成填埋场式的堆肥处理场。
- 以前建设堆肥处理是,总是在追求短的发酵时间,所谓动态快速堆肥系统可以将一次发酵时间缩短到1周以内。
- 如果将填埋场按照静态堆肥处理的方式建设,发酵时间在1年一方面是可以保证充分发酵。

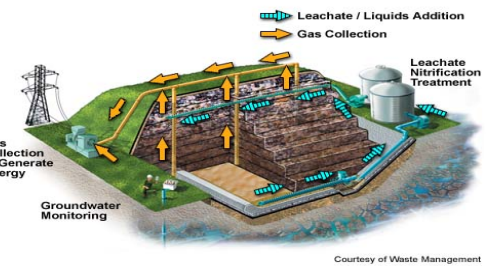
50

### 好氧生物反应器



51

### 厌氧填埋



52

### 生物反应器型填埋场

- 以100吨/日生活垃圾处理场为例
- 占地15000-20000平方米
- 土建投资500万元以内
- 设备投资300万元
- 运行费用可以控制在50元/吨以下。

53

### 将填埋场建成可重复利用的填埋场



54

## 12. Trend in MSW Treatment (Chinese)

### 四、结束语

- 综观生活垃圾管理的发展历程，从垃圾收集过程看，由不完全收运发展到完全收运最后到分类收运；从垃圾处理过程看：由分散堆放发展到卫生填埋再发展到填埋减量最终发展到控制填埋物。发达国家用了大约30-40年时间走完上述历程，我国的经济社会发展快但差异也大，生活垃圾处理整体上还处于由不完全收运到完全收运、由分散堆放到卫生填埋的发展阶段，生活垃圾填埋处理的发展需要严格标准，也需要实事求是，努力创新。

55

### 四、结束语

- 综观生活垃圾管理的发展历程：  
**从垃圾收集过程看：不完全收运→完全收运→分类收运**  
**从垃圾处理过程看：分散堆放→卫生填埋→填埋减量→控制填埋物**  
**发达国家用了大约30-40年时间走完上述历程：**  
我国的经济社会发展快但差异也大，生活垃圾处理整体上还处于由不完全收运到完全收运、由分散堆放到卫生填埋的发展阶段，生活垃圾填埋处理的发展需要严格标准，也需要实事求是，努力创新。

56

### 结束 The End

- 谢谢大家!
- Thank you for your attention!

57