

# 德國威斯特發里地區廢棄物最終處置管理制度簡介

黃文輝\* 黃世欣\* 蔡振球\*

## 摘要

德國政府對於其事業廢棄物的管理體制，主要乃授權給地方政府(邦)自行擬訂排放標準及處理準則，本篇收集到污染嚴重的“北萊茵河威斯特發里地區”對於掩埋場管理分類及相關準則資料，可為國內掩埋場管理之參考。該邦考慮地域環境特性之不同，研擬出不同的掩埋場進場標準，其掩埋場分類高達六種，主要目的乃使不同的廢棄物有不同的最終處置方式。對於影響飲用水源河流經濟特性及地質特性的掩埋場，則進場限制標準嚴格除溶出試驗濃度管制外，仍有廢棄物污染物總量管制之限制。

## 一、前言

德國政府對污染物的排放標準及處理準則，通常授權給各邦，由各邦自行訂定法令來管制，但對於影響較大之基本法或中長程管制計畫，則由聯邦政府統籌制定。德國聯邦政府對於廢棄物之管理開始於1972年所通過的廢棄物處理法(Abfallbeseitigungsgesetz, AbfG)，並於1977年通過特殊廢棄物之貯存、處理及處置許可制度。

由於先前環境保護及污染防治觀念的薄弱，直至1972年的廢棄物處理法公布後，各地方政府對廢棄物的處理才開始重視。亦因不當的掩埋，造成廢棄物處置場污染環境的發生，故地方政府開始研擬重訂廢棄物土地使用的限制法令。因聯邦政府授權地方政府擬訂排放標準及處理準則，故了解各邦的執行標準及限制，將更有助益於掩埋場管理制度之參考，本篇收集到污染嚴重的北萊茵河威斯特發里亞地區所頒佈的“廢棄物最終處置場管理準則”，該準則有許多特色，將分述於下。

---

\*工研院化工所環境科技組副工程師

## 二、掩埋場評估準則

北萊茵威斯特發里亞當局，對於最終處置場的分類標準及評估準則，乃依據河流特性、飲用水水質標準、廢水排放標準、地域特性及經濟特性，進而制定出 6個等級的最終處置場，分類標準。此外，為達成廢棄物等級分類判斷，並根據該準則，將優先考慮具潛在危害性物質的溶出性，並制定出較合理的進場限制標準。通常在設置最終處置場時，必須評估的準則為：

1. 地質與河流經濟特性為首要考慮條件。
2. 掩埋場的構築技術及設備(包括不透水襯層的構築及處理)。
3. 進行掩埋時，環境保護及土地負荷的要求。
4. 廢棄物產源、運輸及處理上的控制及管理。
5. 廢棄物掩埋及覆土作業方式。
6. 對於一些必須先經中間處理(物理、化學或熱處理)的廢棄物，必須有處理上的要求。
7. 鑑於對道路污染、交通運輸設備阻礙等因素之考慮，及技術設備方面要求。
8. 公共安全與規章方面要求。

## 三、最終處置場之分類及廢棄物進場限制標準

德國威斯特發里亞地區依據廢棄物的來源種類不同及地域特性條件，制定出 6種不同型式的掩埋場。以下將針對 6種不同掩埋場的分類原則及限制標準做一介紹：

### 3.1 土壤堆積式掩埋場（第一類）

此型掩埋場所收之廢棄物乃針對不會對環境產生危害性影響之鬆化性或固體石塊、土塊，且規定廢棄物之溶出值不可超過表 1 之標準。基本上此一類型掩埋場，適用於窪地再填、路面挖掘再填補等，故除環保單位管理外，亦有其他單位負責管理。

因應環保單位或管理當局操作上之便利，對於進場廢棄物之容許度，有下列幾點準則做為進場判斷之參考：

1. 若廢棄物產生者能夠提供廢棄物詳細的資料或證明文件，證明該廢棄物合乎表 1 之管制標準，則可取消對該廢棄物進場限制。
2. 若缺乏前項證明文件，則可依表 1 之規定，分析可能存在之內含物。
3. 建議現場可進行下列幾項簡易分析來判斷：
  - (1)pH 值。
  - (2)導電性。
  - (3)氣味。
  - (4)外觀。

表1 土壤堆積式掩埋場廢棄物進場限制標準

管 制 較 嚴 格 地 區 (如水源保護區)			一 般 地 區	
檢 驗 項 目	萃取濃度(mg/l)	總含量(mg/kg)	萃取濃度(mg/l)	總含量(mg/kg)
1. pH	6.5~9.5			5.5~10
2. 導電性	<40 ms/m			<100 ms/m
3. COD	20			20
4. 魚體試驗	~			~
5. 芳香族	0.0002	0.002	0.002	0.02
6. 總酚	0.0005	0.005	0.005	0.05
7. 碳氫化合物(煙)	0.01	0.1	0.2	2.0
8. 有機鹵素(氯)	~	~	0.01	0.01
9. 鋅	0.01	0.1	0.05	0.5
10. 砷	0.04	0.4	0.05	0.5
11. 鉻	0.1	1.0	0.5	5.0
12. 鉻	~	~	0.004	0.04
13. 鉛	0.04	0.4	0.05	0.5
14. 硒	1.0	10.0	1.0	10.0
15. 鋨	0.005	0.05	0.005	0.05
16. 總鉻	0.05	0.5	0.05	0.5
17. 六價鉻	~	~	0.01	0.1
18. 鐵(溶解性)	0.2	2.0	1.0	10.0
19. 鈷	~	~	0.05	0.5
20. 銅	0.1	1.0	0.1	1.0
21. 錳	0.05	0.5	0.5	5.0
22. 鎳	0.05	0.5	0.05	0.5
23. 氞	0.001	0.01	0.001	0.01
24. 硒	0.01	0.1	0.01	0.1
25. 銀	0.01	0.1	0.01	0.1
26. 鈦	0.01	0.1	0.01	0.1
27. 鉻	~	~	0.05	0.5
28. 鋅	0.1	1.0	0.1	1.0
29. 錫	~	~	0.5	5.0
30. 氟(F)	0.7~1.5	7~15	1.5	15.0

表 1 土壤堆積式掩埋場廢棄物進場限制標準(續)

管 制 較 嚴 格 地 區 (如水源保護區)			一 般 地 區	
檢 驗 項 目	萃取濃度(mg/l)	總含量(mg/kg)	萃取濃度(mg/l)	總含量(mg/kg)
31. 氨氮(N)	0.08	0.8	0.08	0.8
32. 氯(Cl <sup>-</sup> )	200.0	2000	200	2000
33. 總氯化物(CN <sup>-</sup> )	0.05	0.5	0.05	0.5
34. 微分解性氯鹽	~	~	0.01	0.1
35. 硝酸鹽	11.3	113	11.3	113
36. 亞硝酸鹽	0.03	0.3	0.15	1.5
37. 磷酸鹽	1.6	16	1.6	1.6
38. 硫酸鹽(SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	240	2400	250	2500

### 3.2 建築廢棄物掩埋場 (第二類)

依污染的特性而言，建築廢棄物對環境上的影響較小，故建築廢棄物掩埋場本身並無妥善的防滲設備，亦因如此對於廢棄物的進場管制，需更加嚴格。本型掩埋場可掩埋第一類(土壤堆積式)的廢棄物。

對於建築廢棄物掩埋場之設置，有如下兩點因素必須考慮：

1. 必須考慮河流經濟地域需求，及區域性發展計畫。
2. 掩埋層之底層在該區最高地下水位 1公尺以上。

掩埋場進場廢棄物之限制標準如表 2 所示。為方便管理當局管制上之便利，有下列幾點準則，做為判斷基準：

1. 若廢棄物產生者能夠提供廢棄物詳細資料或證明文件，並證明該廢棄物合乎表 2 之管制標準，則可取消對該廢棄物的進場限制。
2. 若缺乏前項資料或文件，則必須考慮該廢棄物的來源及產生地區，進行適當項目的溶出試驗分析。
3. 建議現場可進行下列幾項簡易分析來判斷：
  - (1)pH值。
  - (2)導電性。
  - (3)氣味。
  - (4)外觀。

表 2 建築廢棄物掩埋場廢棄物進場限制標準

檢驗項目	萃取濃度(mg/l)	總含量 (mg/kg)
1. pH	5.5~12.0	~
2. 導電性	< 300 ms/m	~
3. COD	< 50	~
4. 魚體試驗	~	~
5. 芳香族	0.003	0.03
6. 總酚	0.1	1.0
7. 碳氫化合物(烴)	1.0	10.0
8. 有機鹵素 (氯)	0.1	1.0
9. 錫	0.1	1.0
10. 砷	0.1	1.0
11. 鎮	1.0	10.0
12. 鉛	0.005	0.05
13. 鉻	0.5	5.0
14. 硼	1.0	10.0
15. 鋬	0.05	0.5
16. 總鉻	1.0	10.0
17. 六價鉻	0.1	1.0
18. 鐵 (溶解性)	2.0	20.0
19. 鈷	0.5	5.0
20. 銅	1.0	10.0
21. 錳	1.0	10.0
22. 鎳	0.5	5.0
23. 水	0.005	0.05
24. 磷	0.05	0.5
25. 銀	0.1	1.0
26. 鈷	0.1	1.0
27. 銅	0.2	2.0
28. 鋅	5.0	50.0
29. 錫	0.5	5.0
30. 氟(F <sup>-</sup> )	5.0	50.0
31. 氨氮(N)	4.1	41.0

表 2 建築廢棄物掩埋場廢棄物進場限制標準(續)

檢驗項目	萃取濃度(mg/l)	總含量 (mg/kg)
32.氯(Cl <sup>-</sup> )	*	~
33.總氯化物(CN <sup>-</sup> )	0.5	5.0
34.微分解性氯鹽	0.1	1.0
35.硝酸鹽	22.6	226
36.亞硝酸鹽	0.3	3.0
37.磷酸鹽	3.3	33.0
38.硫酸鹽(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	*	~

\* 經由導電性進行限制

### 3.3 一般廢棄物掩埋場（第三類）

此型掩埋場乃處置都市產生之一般廢棄物，或與都市垃圾合併清除之其他廢棄物（包括來自工業區中之一般廢棄物）。對於一般廢棄物掩埋場之設置，除考慮河流經濟特性之基本條件外，尚需注意：

1. 該型掩埋場必須有不透水襯層，避免滲出水流出。
2. 掩埋場的底層應在該區地下最高水位 1公尺以上。
3. 必須有滲出水收集及處理設施。
4. 掩埋場禁止設置在法律規定或區域發展計畫規劃之經濟特定保護區內（含飲用水源及治療用溫泉保護區）。
5. 掩埋作業必須按規定之準則操作。

一般廢棄物掩埋場進場限制標準見表 3。

表 3 一般廢棄物掩埋場廢棄物進場限制標準

檢驗項目	萃取濃度(mg/l)	總含量 (mg/kg)
1. pH	5.5~12.0	~
2. 導電性	~	~
3. COD	~	~
4. 魚體試驗	~	~
5. 芳香族	0.005	0.05
6. 總酚	20.0	200
7. 碳氫化合物(烴)	100.0	1000
8. 有機鹵素 (氯)	1.0	10.0

表 3 一般廢棄物掩埋場廢棄物進場限制標準 (續)

檢驗項目	萃取濃度(mg/l)	總含量 (mg/kg)
9. 鋼	1.0	10.0
10. 砷	1.0	10.0
11. 銀	5.0	50.0
12. 鉻	0.05	0.5
13. 鉛	2.0	20.0
14. 硼	10.0	100
15. 鎳	0.5	5.0
16. 總鉻	10.0	100
17. 六價鉻	~	~
18. 鐵 (溶解性)	~	~
19. 鈷	2.0	20.0
20. 銅	10.0	100
21. 錳	~	~
22. 鎳	10.0	100
23. 梅	0.05	0.5
24. 磷	0.5	5.0
25. 銀	0.5	5.0
26. 鈮	2.0	20.0
27. 銅	2.0	20.0
28. 鋅	10.0	100
29. 錫	10.0	100
30. 氟(F <sup>-</sup> )	20.0	200
31. 氨氮(N)	~	~
32. 氯(Cl <sup>-</sup> )	~	~
33. 總氯化物(CN <sup>-</sup> )	20.0	200
34. 微分解性氯鹽	2.0	20.0

### 3.4 工業區事業廢棄物掩埋場 (第四類)

此型掩埋場乃處置來自工業區或事業區所產生的一般事業廢棄物，或經中間處理後合乎標準之廢棄物。因避免其對環境造成污染，故設置時必須有如下的條件或考慮因素：

1. 掩埋場必須使用滲透係數在  $10^{-7}$  cm/sec 以下之人工或天然不透水材料，做為底層。
2. 掩埋場底層應在該區地下水最高水位 1公尺以上，並密切注意地下水質的變化。
3. 必須有滲出水之收集及處理設施。
4. 掩埋場禁止設置在法律規定或區域發展計畫規劃之經濟特定保護區內（含飲用水源及治療用溫泉保護區）。
5. 掩埋場停止使用後，必須使用防滲材質覆蓋封閉。

除此之外，掩埋場必須再注意下列三點事項：

1. 此型掩埋場之密封措施，不可影響到生物分解反應。
2. 掩埋場必須有全面性密封措施，防止滲出水滲漏到外界。
3. 滲出水必須妥善處理，降低有害物質的排放。

### 3.5 特殊廢棄物掩埋場（第五類）

根據德國聯邦所訂之廢棄物處理法 (AbfG) 中規定，所謂“特殊廢棄物”乃指不可與都市垃圾及一般事業廢棄物合併清除，而必須特別加以處理及處置的廢棄物。特殊廢棄物的主要產生源來自工廠，通常包括有：

1. 油污分離後的泥土、中和污泥、硬化鹽類或燃料灰渣。
2. 必須使用焚化做為中間處理之有機廢棄物。例如：有機溶劑、輕質油分離物、廢油、有機化學殘留物。
3. 必須使用物理或化學做前處理，再處置其殘留有機或無機之廢棄物。例如廢酸鹼、水溶性重金屬鹽、電鍍污泥或廢液、沉降污泥、金屬加工業污泥等。
4. 其他含毒性物質之廢棄物。

這些表列之特殊廢棄物，若要進特殊廢棄物掩埋場，除必須做好中間處理外，亦必須符合表 4 的進場限制標準，以維護環境品質。

表 4 第五類掩埋場特殊化合物種類之最大容許之濃度

化合物種類	臨界值	備註
1. 芳香族	0.1%	受限於飲用水標準
2. 環氯二苯基	0.1%	
3. 戊 烷	5.0%	
4. 氯化物	1.0%	
5. 水	0.5%	
6. 砷	1.0%	水溶性
7. 鎘	1.0%	

對於特殊廢棄物掩埋場於設置時，必須要有如下各點的基本條件要求：

1. 掩埋場底層透水係數必須小於  $10^{-7}$  cm/sec。
2. 掩埋場必須為密封。
3. 掩埋場底層應在該區地下水最高水位 1公尺以上，並密切注意地下水質的變化。
4. 掩埋場禁止設置在法律規定或區域發展計畫規劃之經濟特定保護區內（含飲用水源及治療用溫泉保護區）。
5. 掩埋場停止使用後，必須使用防滲材質覆蓋封閉。

除此之外，還必須注意下列兩點：

1. 必須為封閉性掩埋，同時必須分離處理滲出水，並防止滲出水外洩。
2. 滲出水必須妥善處理，並降低有害物質的排放。

### 3.6 特殊廢棄物地下堆置場（第六類）

設置此型堆置場的目的，乃針對具危害性特殊廢棄物，若使用上述五型掩埋場掩埋，將可能對環境造成危害，而必須使用廢棄的礦坑或鹽洞，進行堆置處置。

下列規定之各類廢棄物，必須使用此種方式做為最終處置：

1. 會產生毒氣廢棄物。
2. 會經由特殊反應，散發出毒氣、霧氣或刺激性氣體廢棄物。
3. 具有爆炸傾向廢棄物。
4. 會與空氣或水結合，產生易燃、易爆性物質。
5. 含有病原體或傳染性廢棄物。
6. 放射性物質。

## 四、結語

德國威斯特發里地區的掩埋場管理制度為地方政府自行訂定的標準，由進場限制標準來看顯得十分嚴格，尤其是廢土石與建築廢棄物的進場標準，其檢驗項目不僅有萃取濃度及總含量之限制，對於一般地區與水源保護區等亦有不同標準。掩埋場細分為 6類，不僅在操作管理上較為方便，二次污染較易掌握，而在場址評選上亦有其不同考量，如此將可減低可能造成的危害。

此管理制度為基於地方需求而訂定的，未必適用於台灣地區，不過其在管理上的精神，實在值得國內於處置廢棄物時做為參考。我國法規中雖分三類掩埋場，然截至目前為止並無封閉掩埋場之設立，而衛生掩埋場之進場管制亦未徹底執行，掩埋場勢將成為一大污染源，實不容忽視。