

# 柔性砼超薄防渗墙工法及在垃圾填埋场防渗工程中的应用

王景祥<sup>1,2</sup>, 刘勇<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 中基发展建设工程有限责任公司, 北京 100022)

**摘要:**柔性砼超薄防渗墙工法在地下防渗工程中具有诸多优越性, 但将该工艺应用到上海浦东黎明垃圾填埋场改建防渗工程, 在国内同类工程中尚属首次。实践证明其防渗效果良好, 具有广阔的应用前景和推广意义。结合该工程实例, 就柔性砼超薄防渗墙工法在垃圾填埋场应用中的施工工艺、质量控制措施进行简要讨论, 并提出合理选择防渗施工工艺的一些建议。

**关键词:**柔性砼; 超薄连续墙; 防渗; 注浆; 配比试验; H型超薄板

**中图分类号:** TU476+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)06-0050-06

**Application of Ultrathin Flexible Concrete Seepage-proof Wall Construction Method in Seepage Control for Waste Landfill Site/WANG Jing-xiang<sup>1,2</sup>, LIU Yong<sup>2</sup>** (1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. China Solibase Engineering Co., Ltd., Beijing 100022, China)

**Abstract:** Ultrathin flexible concrete seepage-proof wall construction method has many advantages in various underground seepage control projects. This technology was applied in the seepage control project of Pudong Liming landfill site reconstruction, which was the first case of the similar project in China. Based on this project case, discussion was made on the application of ultrathin flexible concrete seepage-proof wall construction method about construction technology and quality control, and some suggestions were also made on reasonable selection of seepage control technology.

**Key words:** flexible concrete; ultrathin continuous wall; seepage-proof; grouting; proportion test; H-type ultrathin concrete board

超薄防渗墙全称为“H型超薄板防渗墙”, 20世纪70年代由德国宝峨公司在多瑙河河道整治工程和莱茵河防洪堤防渗处理中应用, 90年代又将该工艺用于垃圾场及核电站的防污染防渗处理。目前超薄墙在国外处理河岸防渗工程中已得到较广泛应用, 在国内河堤防渗方面也有个别应用实例。2004年底, 我公司将该工艺成功应用到上海浦东黎明垃圾填埋场防渗工程, 在国内尚属首次。

## 1 施工设备与施工工艺

超薄墙设备及工法针对地下防渗施工而设计, 施工设备由BS80型钻机配备特制的全液压振动锤和H型钢组成。液压振动锤将H型钢垂直振入地下至设计深度, 在向上拔出H型钢的同时, 通过安装于H型钢侧壁的注浆管和置于H型钢底部的喷嘴不间断地灌注预先配置的柔性混凝土浆液直至设计墙顶, 槽内也同时注满浆液。钻机移位至下一个槽段, 将H型钢一端沿着前一个槽段的翼缘振入,

形成槽与槽的搭接, 如此反复循环, 即形成完整的超薄防渗墙(图1、图2)。

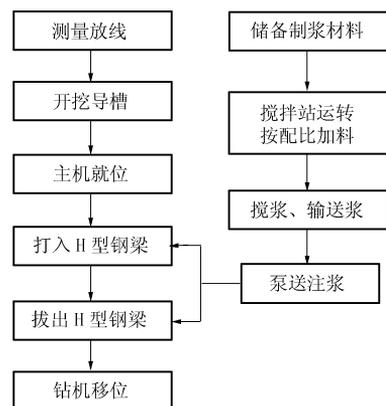


图1 施工工艺流程框图

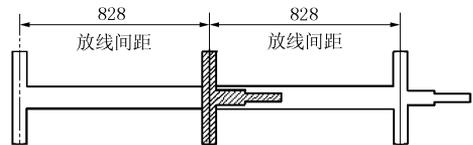


图2 超薄墙搭接示意图

收稿日期: 2010-04-23; 修回日期: 2010-05-21

作者简介: 王景祥(1968-), 男(汉族), 内蒙古兴安盟人, 中国地质大学(北京)博士在读, 中基发展建设工程有限责任公司机械化施工分公司总经理、高级工程师, 地质工程专业, 从事岩土工程管理工作, 河北省三河市燕郊冶金一局(065201), wangjingxiang@solibase.com。

振动锤的可调式频率和振幅可适合不同地层的施工。该设备可实现成墙垂直度、深度和分段注浆量及总量、浆液压力的自动控制,最大限度地减少人为因素的影响,施工质量易于保证。

### 1.1 主要施工设备

超薄墙施工主要设备包括(以一台套为准):

宝峨 BS80 型旋挖钻机主机一台;AR90 液压振动锤一台;H 型钢梁(870 × 18500 mm)一套;集中制浆站一套;螺旋输送机 3 套;自动称重、控制系统一套;单螺杆注浆泵一套;5 m<sup>3</sup> 储浆罐 2 个;100 t 储料罐 2 个;挖掘机一台;复合浆液测试器具一套等。

### 1.2 施工方法与步骤

(1)施工前开挖一宽 × 深为 45 cm × 40 cm 的施工导槽,砌砖护壁,并灌入复合浆液;

(2)工作主机就位,跨防渗墙中轴线往后倒退施工;

(3)用液压振动锤,在保证适量注入浆液的同时将 H 型钢(本次使用的 H 型钢宽度 870 mm,翼板宽度 400 mm,钢板正常厚度 40 mm,靴头部分原厚 75 mm,加厚至 170 mm)垂直振入土体内;

(4)当 H 型钢振到设计深度时,开始按设计流量与压力由 H 型钢底部持续喷入复合浆液,缓慢、匀速拔出 H 型钢,同时将槽内灌满复合浆液;

(5)将机器移到下一个槽段,重复上述过程;

(6)将 H 型钢一端顺着前一个槽段的翼缘部分振入土体中形成槽与槽之间的切接,保证连续墙的整体性,依次成槽、灌浆,形成完整的地下连续墙。

## 2 超薄防渗连续墙的优越性

(1)技术成熟,工艺先进。该工艺在欧洲同类工程中施工防渗墙面积超过 200 万 m<sup>2</sup>,采用设计配方,浆液质量稳定,自动控制施工,成墙质量也很稳定。

(2)施工效率高。单机成墙面积可达 400 ~ 800 m<sup>2</sup>/d。

(3)防渗墙最小厚度可至 75 ~ 100 mm,材料消耗少,与同类成槽成墙工法比,具有造价低的优势。

(4)此工法为插入式施工,适合在粘性土层及部分砂性土层中施工,不受地下水位的影响。

(5)浆液配比经试验确定,防渗效果好,渗透系数可达小于  $1 \times 10^{-7}$  cm/s 的标准。

## 3 工程实例

### 3.1 工程概况

上海市浦东新区生活垃圾应急填埋场位于上海浦东龚路镇黎明村沿海滩地,整个填埋场呈西南 - 东北走向呈长方形分布,周长约 2134 m。在建场初期采用深层搅拌桩进行过防渗处理,但局部仍有渗沥液渗漏。为防污染周边环境,需重新进行防渗处理。遵循“经济合理、技术可靠、安全防治、施工方便”的原则,我公司采用了柔性砼超薄地下连续墙方法对该垃圾填埋场进行防渗处理。

### 3.2 工程地质、水文地质条件

填埋场堤岸标高 7 m 左右,填埋库区堆填高度 10 m 左右,库区两侧地势较平坦,标高一般在 2 m 左右,属河口、沙嘴、沙岛地貌。

场区地层自上至下可分 5 个大层,依次为:①填土;②<sub>3-1</sub> 黄色粘质粉土;②<sub>3-2</sub> 灰色砂质粉土;③灰色淤泥质粉质粘土;③<sub>1</sub> 灰色粘质粉土;④灰色淤泥质粘土;⑤<sub>1</sub> 灰色粘土;⑤<sub>3-1</sub> 灰色粉质粘土;⑤<sub>3-2</sub> 灰色砂质粉土。

场区地下水属潜水类型,地下水水位标高为 4.08 ~ 1.11 m,受季节、气候、潮汐等影响,施工过程实际测得填埋区内地下水(含渗沥液)位埋深 1.5 ~ 2 m。

### 3.3 工程设计标准

(1)墙体厚度为 100 mm;

(2)设计墙体进入④层淤泥质粘土中 2 m,墙体最小深度 17 m,若施工机械达不到进入④层淤泥质粘土中 2 m 的深度,最大以 18 m 为限;

(3)单元墙体宽度为 78 ~ 82 cm;

(4)墙体材料 28 天单轴抗压强度 > 0.5 MPa;

(5)墙体渗透系数 <  $1 \times 10^{-7}$  cm/s。

### 3.4 施工过程的控制

#### 3.4.1 复合浆液的搅拌、输送与质量控制

本工程采用 jz-12 集中制浆站进行制浆,dzc-p 型称重控制系统进行供料控制。施工配比为 1 m<sup>3</sup> 浆液 = 水泥 160 kg + 膨润土 70 kg + 石粉 600 kg + 水 710 kg + 分散剂(膨润土量的 5%) + 偶联剂(水泥量的 2%)。

为保证注浆的连续性,正式施工、打入 H 梁前,保证储备 3.5 m<sup>3</sup> 以上的浆液。为避免浆液离析,储浆罐中装有电动叶轮不停搅动。

制浆时,由控制室操作人员做好各种配料的消耗记录及搅拌罐数,为质量控制、材料消耗统计等提供详尽的数据。质检员每 12 h 测复合浆液的密度、pH 值、粘度与温度等,以随时掌握、控制浆液的质量。

搅拌好的复合浆液由制浆站直接泵送至第一个储浆罐( $5\text{ m}^3$ ),再由储浆罐内的3P泵输送至第二个移动储浆罐( $5\text{ m}^3$ ),制浆站、储浆罐之间用整根长PVC管连接,第二个储浆罐与高压注浆泵相连接,由高压注浆泵抽注到H梁上的注浆管通过H梁靴头的喷嘴注入地下。

经统计,单幕墙注浆量最小为 $2.14\text{ m}^3$ ,最大为 $4.00\text{ m}^3$ ,平均为 $2.52\text{ m}^3$ 。

### 3.4.2 超薄墙轴线的测放与墙位控制

为能更好的保证施工的顺利进行,确保相邻两幕墙之间的良好搭接,使墙体搭接宽度误差并不大于 $10\text{ mm}$ ,由测量员在各大堤路面上划定离中心轴线约 $2.15\text{ m}$ 的履带线,并在履带线的外侧垂直履带线的方向上画固定长(相当于单幕墙的有效宽度,北侧堤西段为 $79\text{ cm}$ ,其余各大堤 $83\text{ cm}$ )的对位线(见图3)。

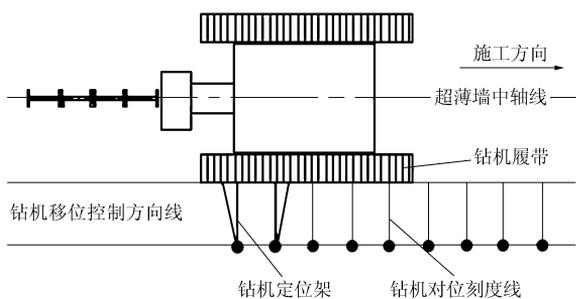


图3 超薄墙施工对位控制示意图

### 3.4.3 导槽开挖

施工墙体轴线按设计图纸要求沿着原有经、纬堤路面布置,由于受钢筋混凝土路面路肩的影响,导槽只能开挖在垃圾填埋区,而上部垃圾填埋厚度 $>80\text{ cm}$ ,原设计的导槽尺寸(槽宽 $45\text{ cm}$ 、深 $40\text{ cm}$ )无法施工,只能在破除路肩路面后,沿着超薄墙的中心轴线人工开挖一条宽 $45\sim 60\text{ cm}$ 、深 $80\sim 120\text{ cm}$ 的导槽,用来储存成墙过程中返出的浆液,导槽轴线与防渗墙轴线重合。在施工过程中,将导槽每隔 $10\text{ m}$ 左右用粘土隔开,既可以防止浆液流得过远造成浪费,又可使复合浆液在超薄墙施工前不凝固,保证施工过程中浆液回流通道的畅通。

受场地限制,为了保证设备和集水池的安全,在不得已的情况下,将II区东侧和污水集水池旁超薄墙轴线向外移动至钢筋混凝土路面中间,为尽量减少对路面的损坏,用人工破除双层钢筋混凝土路面,在钢筋混凝土路面中间形成宽 $55\text{ cm}$ 、深 $80\sim 100\text{ cm}$ 的导槽。共破除路面 $317\text{ 延米}$ 。

### 3.4.4 沉梁、提梁与注浆控制

按施工所放控制对位线将钻机移动使H梁对准幕墙位置后,调整桅杆的垂直度,锁定钻机转向,使其在X轴上偏差为 $0^\circ$ ,在Y轴方向上使桅杆前倾 $1^\circ$ ,然后伸出桅杆支撑油缸,使其支撑地面直到桅杆在Y轴上的偏差为 $0^\circ$ 。并对桅杆的垂直度随时进行调整校核。严格控制墙体的垂直度和墙位偏差。

根据现场试验性施工测算的注浆量、注浆流量与注浆压力,确定带浆沉梁时间控制在 $4\sim 6\text{ min}$ ,沉梁过快时,会造成墙体倾斜过大而无法纠正。使通过靴头的浆液流量保持在 $50\sim 60\text{ L/min}$ ,即可保证不堵塞喷头。

H梁打入地下预定深度( $17\sim 18\text{ m}$ )后,复合浆液的流量提高至 $180\sim 240\text{ L/min}$ ,注浆压力控制在 $1.2\sim 1.6\text{ MPa}$ ,开始提梁,在H梁提升过程中,保持该流量及压力,直至H梁提出地面。提梁速度保持在 $2\text{ m/min}$ (H梁的提升速度与注入浆液的流量相对应,H梁端部面积 $0.154\text{ m}^2$ ,按浆液流量及充盈系数计算,理论提升速度应控制在 $1.0\sim 1.8\text{ m/min}$ 之间),一般在粘性土层中提升速度要高于砂性土层,施工浆液流量 $\geq 250\text{ L/min}$ ,否则会造成墙孔周围大量浆液的浪费,现场提梁时间控制在 $10\text{ min}$ 以上。

沉梁、提梁速度,注浆流量、压力等,通过施工机械控制系统操作,自动显示并打印结果。

### 3.4.5 关键位置的施工控制

超薄墙4个拐角处拟用大圆弧搭接,考虑到施工的方便,施工组织设计中又变为直角搭接,但在实际施工中,由于路面切割困难、空间位置不足等原因,经与设计、监理等方协商,又改为小圆弧搭接(见图4)。

施工过程中,对于拐角等重点部位本着宁多勿少的搭接原则,由项目部总工和技术负责在现场亲自指挥对位,保证了墙体拐角等处的搭接厚度。

## 3.5 施工质量的控制

### 3.5.1 制浆质量的控制

本工程采用了自动上料制浆系统,水泥、石粉、膨润土及水为主要材料,分别用3台螺杆输送机及水泵上料,搅拌罐4个支脚处各装有一个压力感应器,依次进入搅拌罐的各种材料的多少通过压力感应器传感到中央控制系统(控制柜),控制系统按提前设置好的配料程序控制输送泵的开启与关闭。上料的准确与否关系着浆液的质量,所以在施工前严格按照配比报告对设备进行了程序设置与调试,并请上海市浦东计量认证所对所有设备进行了现场标

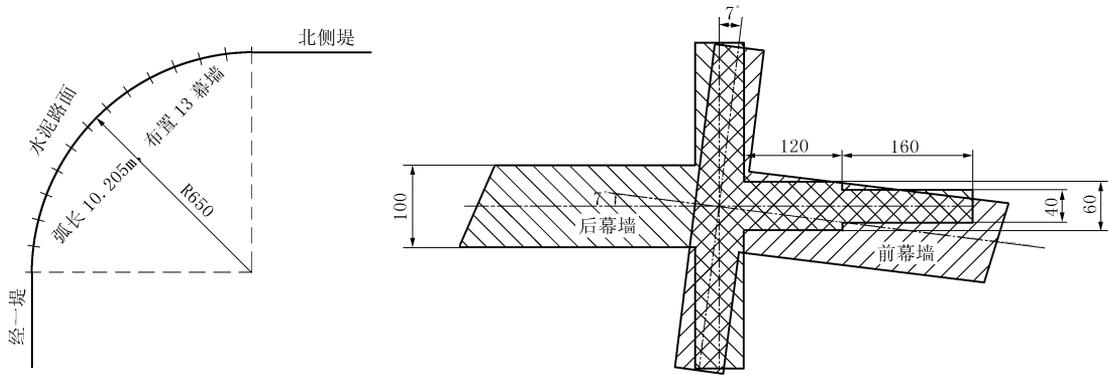


图4 超薄墙拐角处小圆弧搭接示意图

定和检测。偶联剂、分散剂采用人工用台秤称量加入,指定专人称重、加料。

搅拌过程严格按操作说明操作,控制系统由专人负责操作,并有班报记录,准确记录搅拌罐数、材料消耗等内容。出现故障立即停泵,及时排出。

施工过程中,每隔4 h检测一次浆液的粘度、密度、泌水率、酸碱度,用以控制浆液质量。如发现异常,要增加试验次数,并及时通知搅拌站,查明原因,及时解决,保证浆液质量在设计控制范围内。

此外,在最初施工中,发现浆液粘度很大(粘度 $>50$  s,最大可达100 s以上,密度1.5 g/mL左右)、泡沫很多,既影响施工进度(经常堵管),又影响成墙质量,为了找到原因,项目部在现场进行了配比试验,总结出了浆液性能与配料比例之间的关系。

总结发现:在同配比情况下,浆液的粘度与气温成正比,即气温越高浆液的粘度越大,反之,气温越低浆液的粘度越小;分散剂添加越多,浆液粘度越大,分散剂添加越少,浆液粘度越小;偶联剂添加越多,浆液粘度越小,泡沫越多,偶联剂添加越少,浆液粘度越大,泡沫越多;膨润土加量越大,浆液的粘度越大,膨润土加量越小,浆液的粘度越小;水泥、石粉加量越大,浆液密度越大,水泥、石粉加量越小,浆液密度越小。

但由于配比报告是通过实验室多次试验确定的,如果配比发生变化,则超薄墙的质量也会发生变化,针对这一情况,项目部及时与试验单位进行沟通,由试验单位再次进行室内试验。通过试验,对添加剂的添加数量作了合理调整,按调整后配比搅拌的复合浆液其粘度降低(粘度40~50 s,密度1.48 g/mL左右)、没有气泡,为保证现场正常施工扫清了障碍。

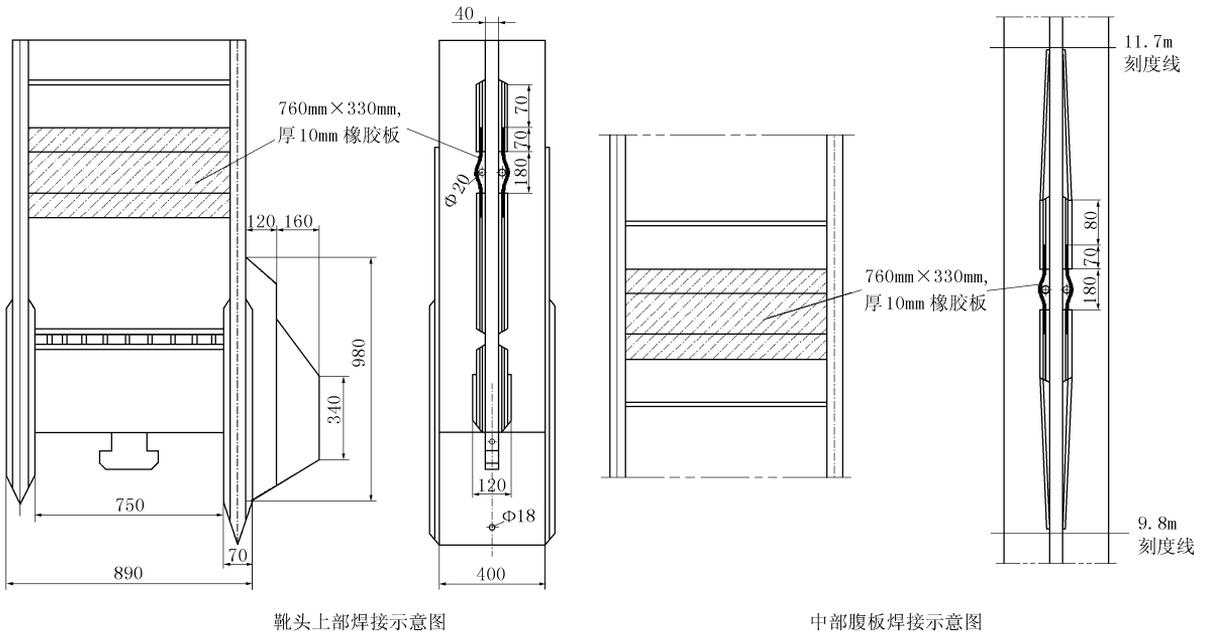
### 3.5.2 墙体厚度控制

初始施工时,通过对有效注浆量的测算对比,每

幕墙总注浆量 $2.3\text{ m}^3$ 左右,孔口返浆量可达 $0.2\sim 0.4\text{ m}^3$ ,即有效注浆量 $1.9\sim 2.1\text{ m}^3$ ,注浆量偏少,恐难保证墙体厚度 $>100\text{ mm}$ ,为此,项目部结合施工实际,开展了专门的研究,前后3次对H梁进行了改进:第一次,在H梁中部腹板两侧加焊橡胶挤压条(见图5),改进后,测算注浆量增加不明显;第二次,在H梁靴头上部两侧加焊橡胶挤压条(方法同上),改进后测算注浆量有所增加,但由于9.5 m深度左右有一层密实砂砾石,致使橡胶板很快被磨破;第三次,直接加厚靴头部位厚度,两侧各加焊钢板3层,使H梁靴头部位1.2 m长度范围内的有效厚度达到17 cm(见图6),注浆量明显增大到 $2.5\text{ m}^3$ 左右,返浆量反而减小至平均 $0.3\text{ m}^3$ 。通过这些措施,使墙体厚度明显增大。经后期开挖检查,初期施工墙体厚度勉强100 mm,对H梁进行改进后施工的墙体厚度可达120 mm,取得了良好的效果。

### 3.6 试块加工、养护及送检

因柔性砼注浆体很稀软,用标准试模难以成形,经与试验单位协商,采用 $\text{Ø}70\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 的PVC管制作试块,要求试块体积为 $\text{Ø}70\text{ mm}\times 70\text{ mm}$ ,按平均每施工超薄墙长度50 m制作抗压强度和渗透系数试验试块各1组(每组3个试块)共6个,实际操作中为保证合格试块的数量,每次做10个左右,在送样过程中舍去多余试块。试块在监理见证的情况下,现场采取刚从搅拌站输出的用于正常注浆的复合浆液,送标养室成型。制作试块时,将加工成段的PVC管从一侧割开,再用透明胶带缠紧,将PVC管试模底部磨平坐于包有彩条布的木板上,将复合浆液轻轻加至液面离管口1 cm,上部加压钢筋等重物(不可接触浆液面)以防浆液从管下口流出,静置24 h后拆模,修平顶部,标注编号,放入水养池养护24天,再取出送实验室。



靴头上部焊接示意图

中部腹板焊接示意图

图5 H梁加焊加压条示意图

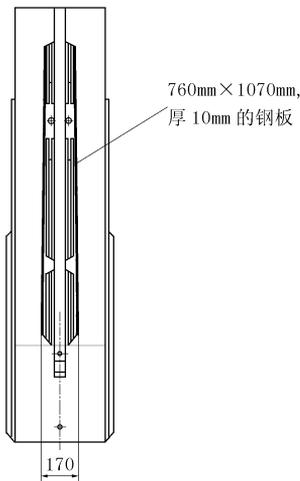


图6 H梁靴头加焊钢板示意图

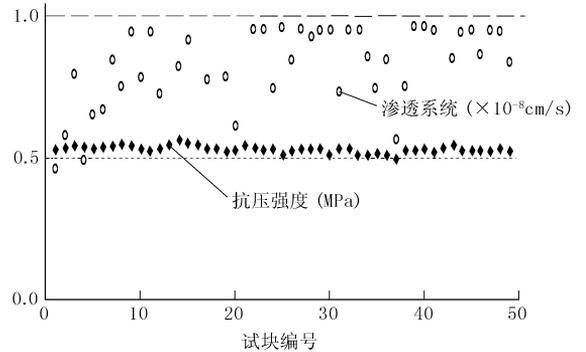


图7 柔性砒超薄墙体材料渗透系数与抗压强度图

渗透系数为  $8.49 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ ,合格率为 92% (见图7)。不合格4组试块中渗透系数最大值为  $1.36 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ ,最小的为  $1.07 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ ,十分接近设计参数。

#### 4.2 竣工后的检测

施工完毕后,我公司进行了开挖检测,其厚度 > 100 mm,搭接完整,符合设计要求。

由建设单位委托武汉创新工程质量检测中心对全部超薄墙用CSAMT法进行了全面物探检测,墙体均匀、连续、完整,符合设计要求。

#### 4.3 柔性砒超薄墙的防渗效果

该垃圾场建场初期采用深层搅拌桩进行了防渗处理,但随着垃圾填埋高度的增加、渗沥液水位的升高,出现了侧向渗漏,东南侧大堤外有两处黑色渗沥液呈股状流出,说明一般的深层搅拌桩帷幕防渗效果不理想。采用柔性砒超薄墙施工工艺后,经试验

### 4 质量检测与评价

#### 4.1 施工过程的检测

##### 4.1.1 墙体材料的抗压强度

施工过程中,约每 50 m 长度防渗墙做抗压试块一组,共 52 组(其中 3 组为高压旋喷桩材料试块)。试验结果为:最大强度 0.553 MPa,最小 0.503 MPa,平均抗压强度为 0.528 MPa,满足抗压强度 > 0.5 MPa 的设计要求,试验合格率 100% (见图7)。

##### 4.1.2 墙体材料的渗透系数

渗透系数试验试块与抗压强度试块同步制作,施工阶段共取样 52 组,经水利部长江科学院工程质量检测中心检测,除 4 组试块稍微超过设计要求 (<  $1.0 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ ) 外,其他全部满足设计要求,平均

室检测,墙体材料的抗压强度平均为0.53 MPa,渗透系数均小于 $1 \times 10^{-7}$  cm/s,所有指标符合设计要求。最后一幕超薄墙于2005年1月1日18:30施工完毕并形成完整的地下防渗墙封闭圈,次日早8:00垃圾填埋场东南大堤外的渗沥液渗漏点断流,第三天渗漏点完全干涸,超薄墙防渗效果由此可见一斑。根据我公司回访得到的反馈信息来看,后期观测结果比较稳定,运营期间防渗效果良好。

## 5 结语

柔性砼超薄墙具有施工效率高、施工质量容易控制、材料省、成本低、防渗效果好等诸多优越性,其本身的柔性又可以抗拒一定的变形破坏。上海浦东黎明垃圾填埋场防渗工程是该工艺第一次在国内的实际应用,从工程实施质量与防渗效果看,达到了预期目标,取得了明显的效益。在沿海地区及第四系

细颗粒松散沉积物、人工填土(无混凝土、块石等杂物)地区,具有广阔的应用前景。但该工艺并不是适合所有垃圾填埋场的防渗工程,如密实的砂层、砂砾石、卵石等地层中沉梁困难,施工效率很低甚至无法施工。因此,在防渗工艺选用时要充分考虑场地周边的地层情况,根据工程实际合理选择施工工艺。

## 参考文献:

- [1] 李长华. 冲切成槽建造薄壁混凝土防渗墙技术[J]. 探矿工程, 2003, (5).
- [2] 乌效明,等. 钻井液与岩土工程浆液[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2002.
- [3] 潘维宗,白永年,张灿峰,等. 振动沉模防渗板墙新技术的试验[J]. 水利水电科技进展,2002,22(4).
- [4] 任大春,方宗明,张伟,等. 振动沉模挤压注浆薄防渗墙施工技术及其适用性研究[J]. 长江科学院院报,2004,25(6).
- [5] 傅琰,刘树明. 地下混凝土防渗墙的质量控制[J]. 山东水利, 2001, (3).

## 美国地质调查局称东地中海地区是世界级天然气潜力区

国土资源报 2010-06-18 消息 美国地质调查局近日公布了尼罗河三角洲盆地的天然气潜力评估报告,认为东地中海地区是个世界级天然气潜力区。

位于东地中海地区的尼罗河三角洲盆地省未被发现、技术上可回采天然气储量估计达到223 TCF(约6.6万亿 $m^3$ )(1 TCF=1万亿 $ft^3$ )。未被发现、技术上可回采的资源是指如果发现了,使用现有的技术和工业实践可以生产出的资源。

这是美国地调局首次评估该盆地的潜在可采资源。美国地调局最近也完成了对毗邻的黎凡特盆地省的天然气资源评估,估计天然气储量为122 TCF(3.4万亿 $m^3$ )。

“尼罗河三角洲盆地省天然气潜力巨大,估计的资源量可与世界其他大型盆地省相媲美,比美国的任何盆地资源量都要大。评估工作拓展了我们对于世界能源潜力的理解,有助于政策和决策者了解未来能源供应潜力”,美国地调局能源资源项目协调官说,“天然气最近被当作全球限碳经济的清洁能源而广受关注,因此这项研究尤其必要。尼罗河盆地和黎凡特盆地的评估使东地中海地区成为世界级的新天然

气资源潜力区。”

天然气清洁高效,碳排放约为煤炭燃烧的一半。2008年全世界天然气的消耗量是110 TCF(3.1万亿 $m^3$ ),三个最大的消费国家是美国,消费量为23 TCF,俄国,消费量为17 TCF,伊朗,4 TCF。

俄国的西西伯利亚盆地是另一个大天然气聚集区,估计储量643 TCF(18.2万亿 $m^3$ )。中东和北非地区也有几个大的天然气潜力区,包括鲁卜哈利(Rub Al Khali)盆地426 TCF(12.1万亿 $m^3$ ),大加瓦尔隆起(Greater Ghawar Uplift)227 TCF(6.4万亿 $m^3$ )和扎格罗斯褶皱带(Zagros Fold Belt)212 TCF(6.0万亿 $m^3$ )。

美国的主要天然气聚集区包括西南怀俄明盆地省,估计储量为85 TCF(2.4万亿 $m^3$ ),阿拉斯加73 TCF(2.1万亿 $m^3$ ),美国东部的阿巴拉契亚盆地省和位于得克萨斯与路易斯安那的西部海湾盆地省,各为70 TCF(2.0万亿 $m^3$ )。

尼罗河三角洲盆地省尚赋存有17亿桶未被发现、技术上可采的石油和59亿桶液化天然气。

## 新疆哈密发现储量30万t钼矿床

中国新闻网 2010-06-07 消息 2010年6月5日从新疆哈密矿产部门获悉,哈密市新近发现一处大型钼矿,目前已查明钼金属储量30万t,这是哈密继发现白山钼矿之后在钼矿找矿方面的又一新的重大突破。

据了解,新发现的钼矿区位于哈密市南西110 km,雅满苏镇以西44 km处。从2006年12月起,河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院对该钼矿进行了3次较系统的地质普查工作。经过近3年的地质普查工作,初步查明该钼矿

为一特大型钼矿床,预计钼矿远景储量可达45万t以上,资源价值超过2000亿。

此前,在2007年新疆哈密发现储量约50万t的白山铜钼矿区,该矿位于哈密市东南275 km处,矿带长约10 km,宽400 m左右。目前哈密地区已发现的能源矿产有8大类,55个矿种,占新疆138个矿种的40%,即能源、黑色金属、有色金属、贵金属、稀有稀土金属、化工原材料、冶金辅助原料、建材及宝玉石等。