

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发 2008 年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）的通知》（建标〔2008〕102 号）的要求，规程编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 施工结束后探测；5. 运行期和封场后污染范围探测；6. 记录、分析与报告书编写。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由武汉市环境卫生科学研究院负责技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送武汉市环境卫生科学研究院（地址：武汉市江岸区云林街 69 号；邮编：430015）。

本规程主编单位：武汉市环境卫生科学研究院
中国科学院武汉岩土力学研究所

本规程参编单位：上海甚致环保科技有限公司
华中科技大学
上海市环境工程设计科学研究院有限公司
北京高能时代环境技术股份有限公司
浙江大学
武汉市江环市政环境设计中心

本规程主要起草人：**冯其林** 高 康 薛 强 田 宇
陈朱蕾 陈云敏 张 益 刘 勇
梁林峰 李江山 兰吉武 张 洁
褚 岩 刘 磊 张耀钧 俞瑛健
邹云鸿

本规程主要审查人：吴文伟 郭祥信 张 范 黄仁华
邓志光 肖尚德 王克虹 潘四红
郭建林

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	施工结束后探测	7
4.1	一般规定	7
4.2	水枪法	7
4.3	电火花法	8
4.4	双电极法	10
5	运行期和封场后污染范围探测	12
5.1	一般规定	12
5.2	探测步骤	12
6	记录、分析与报告书编写	15
6.1	数据记录与分析	15
6.2	报告书编写	15
附录 A	生活垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损 探测记录表	16
	本规程用词说明	18
	引用标准名录	19

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	3
4	Leak Location Detection after Construction	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Water Puddle Method	7
4.3	Spark Method	8
4.4	Dipole Method	10
5	Pollution Scope Detection during Operation and after Closure	12
5.1	General Requirements	12
5.2	Detection Steps	12
6	Records, Analysis and Report	15
6.1	Data Record and Analysis	15
6.2	Reporting	15
	Appendix A Record Forms	16
	Explanation of Wording in This Specification	18
	List of Quoted Standards	19

1 总 则

1.0.1 为提高生活垃圾卫生填埋场（以下简称填埋场）人工防渗系统的建设和运营管理水平，及时发现和修补防渗系统中高密度聚乙烯（HDPE）土工膜（以下简称土工膜）存在的渗漏破损，保障其可靠性和安全性，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于对填埋场建成后填埋库区与渗沥液处理设施防渗土工膜的破损孔洞探测，填埋场运行期及封场后渗沥液渗漏污染范围的探测。

1.0.3 填埋场防渗土工膜渗漏破损探测除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 破损 leak

填埋场防渗土工膜因各种原因形成的任意形状的开口、穿孔、缝隙、撕裂、穿刺、裂纹、孔洞、切口或者类似破裂，能够造成液体或固体通过。

2.0.2 渗漏点 leak location

填埋场土工膜由于破损而导致渗沥液渗漏的位置。

2.0.3 渗漏破损探测 leak location surveys

使用适用的技术手段探测和定位垃圾填埋场防渗土工膜存在的渗漏破损的技术与方法。

2.0.4 孔洞 holes

土工膜中向下或向上突起的圆形破损。

2.0.5 撕裂 tears

土工膜中具有不规则边缘的线性或面状破损。

2.0.6 线性切口 linear cuts

土工膜中具有整齐闭合边缘的线性破损。

2.0.7 焊接缺陷 seam defects

因焊接施工质量差造成的土工膜一定区域部分或完全脱开。

2.0.8 烧通区域 burned through zones

土工膜焊接时因操作不当造成的熔化贯通区域。

3 基本规定

3.0.1 渗漏破损探测应能准确探测并定位在填埋场内填埋库区、渗沥液调节池、集液井、封场覆盖等区域土工膜的破损孔洞位置和渗漏污染区域。

3.0.2 填埋库区底部土工膜上铺设粒状渗沥液导排层或砂（土）保护层区域，采用土工膜防渗的渗沥液调节池、集液井等渗沥液处理设施，在施工完成后应进行渗漏破损探测。

3.0.3 采用土工膜封场的填埋场封场系统，可进行渗漏破损探测。

3.0.4 渗漏破损探测及修复工作程序应按图 3.0.4 所示步骤进行：

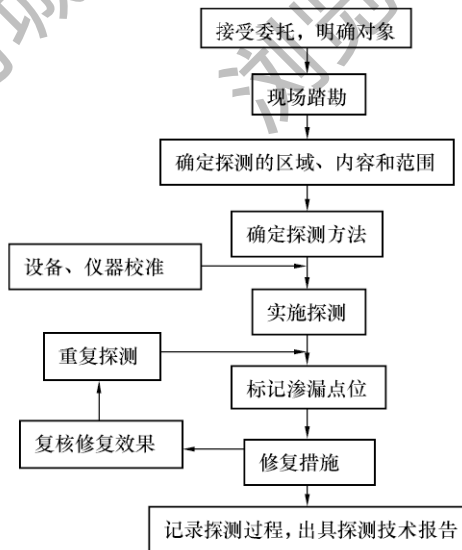


图 3.0.4 渗漏破损探测工作程序

3.0.5 现场踏勘内容应符合下列规定：

1 应收集工程的施工图、设计变更、施工记录，防渗膜的规格、品牌和产地，防渗结构及材料种类、性能参数、铺设作业方式等资料；

2 应了解场地的地形地貌、工程地质和水文地质等情况；

3 应了解探测区域的交通、电力供应等基础设施情况。

3.0.6 对填埋场的渗漏破损探测不得使用放射性同位素示踪法等对环境存在潜在威胁的探测方法。

3.0.7 应结合工程现场实际情况和仪器设备特点，合理设置探测网、线、点，并应绘制探测作业图。

3.0.8 填埋场内探测到的防渗土工膜破损处应及时修补，破损修补和结构层恢复应符合现行行业标准《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》CJJ 113 的有关规定。修复后污染区域应再进行该区域渗漏破损复测。

3.0.9 检测技术报告应作为填埋库区和渗沥液调节池工程竣工验收的依据。

3.0.10 对于运行前未进行渗漏破损探测的填埋库区，当垃圾填埋初期发现有渗漏时，可先对未填埋区域进行探测。检测完成并确认未填埋区域没有破损缺陷后，将已填埋区生活垃圾搬迁至该区域，再对已填埋区域进行探测，并按本规程第 3.0.8 条规定进行修补。

3.0.11 可根据土工膜渗漏破损探测结果，对土工膜及其施工质量进行评价。

3.0.12 探测过程中作业人员安全用电，作业现场应设置警示标志，并应符合国家现行标准《特低电压（ELV）限值》GB/T 3805、《电业安全作业规程》DL 408、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

3.0.13 探测作业前应对仪器、设备进行检查并校准。雨天和冰冻天气不应进行探测作业。

3.0.14 探测到的渗漏破损点应进行标记、拍照和记录，并应分

析、判断渗漏破损形成的原因。

3.0.15 探测方法应根据探测的目的、内容和范围，按照表 3.0.15 规定选取。

表 3.0.15 探测方法

序号	方法	特点	用途	限制条件
1	水枪法	<p>1) 能够准确定位 $\geq 1\text{mm}$ 的破损位置；</p> <p>2) 探测时需要有水喷淋土工膜</p>	定位没有铺设覆盖层的裸露土工膜上的破损孔洞	<p>1) 要求土工膜紧密贴合下层材料，下层材料要求能够导电；</p> <p>2) 土工膜的褶皱和隆起，会影响探测结果</p>
2	电火花法	<p>1) 土工膜必须有一侧为导电土工膜，导电一侧接触地基；</p> <p>2) 能够准确定位 $\geq 1\text{mm}$ 的破损孔洞；</p> <p>3) 不需要洒水，不要求土工膜和地基紧密贴合</p>	定位在没有覆盖层情况下裸露导电土工膜的破损孔洞	<p>1) 不能定位覆盖有保护层情况下土工膜的破损位置；</p> <p>2) 不能取代修补区域的电火花测试；</p> <p>3) 要求使用专用的导电土工膜</p>
3	双电极法	<p>1) 能够准确确定孔洞位置，一般位置误差小于 50cm；</p> <p>2) 在土工膜上有 30cm 覆盖层的情况下，能够探测到 $\geq 6\text{mm}$ 的孔洞</p>	定位防渗土工膜上覆盖有砂石或水情况下的渗漏破损点	<p>1) 要求土工膜和上、下层材料紧密贴合，上、下层材料具有导电性能；</p> <p>2) 探测区域不能有和场外连接的导体，如土堆、垃圾堆体等；</p> <p>3) 大型渗漏孔洞有可能屏蔽周围的小型孔洞</p>

续表 3.0.15

序号	方法	特点	用途	限制条件
4	高密度电阻率法	1) 数据量丰富且实现了自动化或半自动化采集; 2) 受场地干扰小; 3) 可形象直观地反映出地下不同性质介质变化及异常体的产状和深度	适用于运行期或封场后填埋场渗漏污染范围圈定, 确定后续修复方案	1) 填埋场周围地层具有导电性; 2) 无法准确定位孔洞位置

4 施工结束后探测

4.1 一般规定

4.1.1 当填埋场防渗土工膜上覆盖砾石、砂或土等粒料层时，渗漏破损探测宜选用双电极法。

4.1.2 在填埋库区和调节池等区域裸露土工膜的渗漏破损探测宜选用水枪法或电火花法。

4.1.3 探测前应做好防渗土工膜上层的绝缘处理，并应排除被测区域内存在导电物体和其他连接场外电源的导电物体。

4.1.4 应根据校准的探测参数，结合仪器的覆盖宽度确定探测的线、点间距。

4.2 水枪法

4.2.1 水枪法探测应能探测防渗土工膜上不小于 1mm 的渗漏破损（图 4.2.1）。

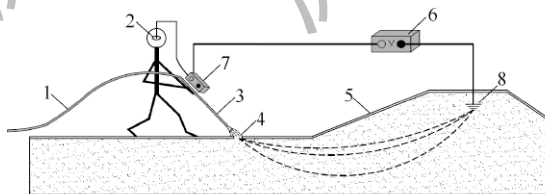


图 4.2.1 水枪法防渗土工膜渗漏破损探测工况图

- 1—供水水管；2—声音报警耳机；3—水枪；
4—破损孔洞；5—土工膜；6—供电电源；
7—探测仪；8—接地电极

4.2.2 采用水枪法探测时，被探测防渗土工膜下潮湿的砂、土等材料应具有导电性能。

4.2.3 水枪法探测，当存在下列情况时应采取人工措施使防渗土工膜与基础层贴合：

- 1 防渗土工膜铺设存在皱纹或波浪突起；
- 2 陡坡位置，土工膜自然贴合差；
- 3 其他防渗土工膜与基础层贴合差的情况。

4.2.4 水枪法探测设备应包括：电源转换器、水枪、埋地电极、导线、电流感应器和信号转换器等。

4.2.5 水枪法探测设备主要技术指标应符合表 4.2.5 的要求。

表 4.2.5 水枪法探测设备主要技术指标

项目	指标
输入电压 (AC, V)	220
输出电压 (DC, V)	0~36 可调
探测宽度 (m)	≤1

4.2.6 水枪法的探测步骤应包括：场地绝缘、埋放电极、设备试验校准、实际探测、渗漏点分析、复测、报告整理。

4.2.7 水枪法破损探测前应清理探测区域的杂物，确保探测区域没有连接到场外的导电物体。用于水枪供水的水源不得和场外相连接。

4.2.8 水枪法探测前，可采用直径不大于 1mm 的金属导电体进行校准，将导电体刺穿防渗土工膜，一端与防渗土工膜下的导电基础层连接，另一端置于防渗土工膜之上。然后进行仪器校准，并应以信号最清晰时的参数作为探测基准。

4.2.9 在防渗土工膜下的基础层贴合良好条件下，应向土工膜上喷淋水，观测探测仪发出的声光报警信号，进行仪器实验校准，确定设备的测试参数。

4.3 电火花法

4.3.1 电火花法探测，应能探测定位防渗土工膜上不小于 1mm 的渗漏破损（图 4.3.1）。

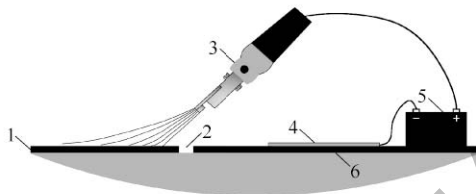


图 4.3.1 水枪法防渗土工膜渗漏破损探测工况图

1—土工膜；2—破损孔洞；3—测试棒；
4—接地垫；5—供电电源；6—土工膜导电层

4.3.2 电火花法探测设备应包括：蓄电池、探测仪、埋地电极、导线、电容器、感应器和信号转换器等。

4.3.3 电火花法探测设备主要技术指标应符合表 4.3.3 的要求。

表 4.3.3 电火花法探测设备主要技术指标

项目	指标
输入电压 (V)	220
输出电压 (V)	15000~35000
探测宽度 (m)	根据现场实验确定

4.3.4 电火花法探测步骤应包括：场地准备、设备试验校准、实际探测、复测、报告整理。

4.3.5 电火花法渗漏破损探测时，土工膜上表面应平整、干燥、裸露、无杂物，并应处于绝缘状态。土工膜应为导电土工膜专用材料，导电层向下铺设。

4.3.6 电火花法探测前设备校准可使用直径约 1mm 的实际破损孔洞或人工模拟破损孔洞。人工模拟渗漏破损孔洞做法宜采用直径不大于 1mm 的金属导体刺穿防渗土工膜，使导体一端与防渗土工膜之下基础层连接，一端置于防渗土工膜之上。

4.3.7 电火花法探测应在供电电压范围 15000V~35000V 内调整输出电压，确认探测设备可灵敏探测到人工试验破损漏洞时，为最佳探测参数。

4.3.8 按拟定的探测网络布置进行逐点探测，同时观测电火花和探测仪发出的声音信号，确定渗漏破损位置。

4.4 双电极法

4.4.1 双电极法探测应可探测定位防渗土工膜上不小于6mm的渗漏破损（图4.4.1）。

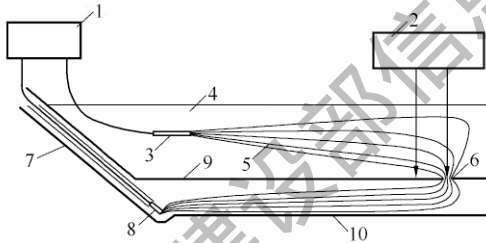


图 4.4.1 双电极渗漏破损探测工作状态

- 1—供电励磁电源；2—移动测量仪；3—主电极；
4—覆盖水/砂/土层；5—电势线；6—渗漏孔洞；
7—中间层（土工复合排水网或 GCL）；8—反馈电极；
9—上层土工膜；10—下层土工膜

4.4.2 探测时应确保防渗土工膜上铺设的砾石、砂或土与防渗膜紧密贴合，并应处于湿润导电状态。

4.4.3 探测设备应包括：电源转换器、电势测量仪、埋地电极、导线等。

4.4.4 探测设备主要技术指标应符合表 4.4.4 的要求。

表 4.4.4 双电极法探测设备主要技术指标

项 目	指 标
输入电压 (V)	AC 220
输出电压 (V)	DC 0~1000 可调
探测电压 (V)	DC 0~1000V
偶极间距 (m)	根据现场实验确定

4.4.5 双电极法探测步骤应包括：场地绝缘、埋放电极、设备试验校准、实际探测、渗漏点分析、复测、报告整理。

4.4.6 渗漏破损探测前应进行防渗土工膜上、下层的绝缘准备，包括排除被探区域内存在的导电物体和与其他电源接触的物体，确保防渗边坡与外界电场阻隔，土工布、料层及可能连接到场外的任何导电物体都应隔离。必要时应采取开挖沟槽等措施，对该区域进行绝缘处理。

4.4.7 应根据预先确定的待测区，安放设备，电源的负极应埋放在防渗土工膜下面，正极应置于防渗土工膜上面。

4.4.8 探测作业前，应进行渗漏探测设备校准和探测间距的确定。设备校准和确定探测的间距实验可使用现场实际破损孔洞或实验室人工模拟破损孔洞。

4.4.9 人工模拟渗漏破损孔洞应按下列程序操作：

1 开挖防渗土工膜上的覆盖材料，在防渗土工膜上切割6mm以上的孔洞；

2 采用直径不小于6mm的金属导体作为电极，埋入防渗土工膜上，覆盖层内，保持与防渗土工膜的接触；

3 同样方法将另一金属导体埋设到防渗土工膜下，基底层上面。

4.4.10 探测前，应进行试验性探测和探测设备校准。应根据校准的探测参数，结合仪器的覆盖宽度确定探测的线、点间距，并应符合下列规定：

1 应根据现场试验确定采用的探测电压等主要参数；

2 应调校设备仪器的灵敏度；

4.4.11 应根据校准确定的间距放线，划分检测单元格和探测网络，布设探测线、点。

4.4.12 应根据仪器记录的数据，使用光栅数据格式或轮廓图分析数据，绘制出各区域线、点的数据曲线图，根据曲线图查找并确定渗漏点的位置。

4.4.13 破损孔洞修补完成后应对5m半径范围内的防渗土工膜复测，直至确认没有渗漏破损为止。

5 运行期和封场后污染范围探测

5.1 一般规定

- 5.1.1 运行期和封场后垃圾填埋场出现渗漏污染的探测宜采用高密度电阻率法。
- 5.1.2 高密度电阻率法的电极应采用防腐蚀性材料。
- 5.1.3 高密度电阻率设备系统应包括：多路电极转换器、测控主机、电缆、电极和电法处理软件等。

5.2 探测步骤

- 5.2.1 高密度电阻率设备系统测控主机最大供电电压不应小于 450V，最大供电电流不应小于 5A，测试精度范围应为 $\pm 1\%$ 。
- 5.2.2 采用高密度电阻率法进行填埋场渗漏破损探测前的准备工作应符合下列规定：
 - 1 探测区域应事先平整，地面起伏不应过大；
 - 2 应根据填埋场的渗漏点设计多条测线，粗测时可延长测线和电极距；
 - 3 应根据防渗层深度设计探测线的长度。
- 5.2.3 高密度电阻率设备系统电极布设应符合下列规定：
 - 1 电极应等间距布置；
 - 2 电极距不宜大于 10m，且不应大于电缆上的电极间距长度。
- 5.2.4 应按照仪器使用说明正确连接探测设备系统。
- 5.2.5 采用高密度电阻率法进行填埋场渗漏污染范围确定，测控主机的操作应按下列步骤进行：
 - 1 选择系统工作方式，确定系统工作模式后不应随意更改；

2 进行仪器硬件检测、电极接地电阻检测、电池电压检测，确保仪器检测正常后方可进行探测；

3 设置工作参数，工作参数应包括：断面号、装置、滚动数、电极数、极距、剖面数。

5.2.6 采用高密度电阻率法进行填埋场渗漏污染范围确定，测控主机的操作应符合下列规定：

1 当仪器显示过流保护，应关掉电源，检查线路；

2 每测量完一个断面应检查一次电池电压；

3 对于新的工作断面，在测量前，应设置正确的工作参数；

4 仪器执行某一功能未结束时，不应关机；

5 仪器面板应避免阳光直射。

5.2.7 应根据工作区的地形地质条件、勘探目的、勘探深度和勘探精度等因素来选择合适的装置。宜选取两种或两种以上的排极装置进行污染范围确定。

5.2.8 探测结束后应对数据进行格式转化、突变点剔除、滤波、编辑绘图和反演处理，高密度电阻率测量数据处理可按数据处理流程图（图 5.2.8）进行。应结合图中电阻率异常区、场区内

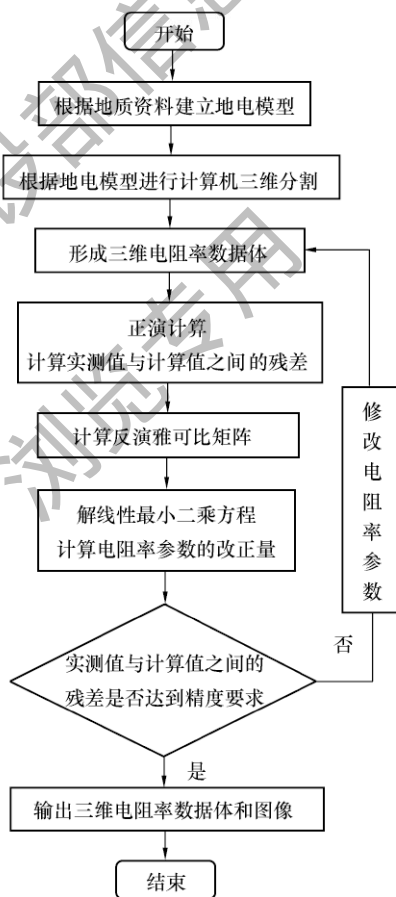


图 5.2.8 数据处理流程图

物质电性差异对数据进行解释，确定渗沥液渗漏区域及污染范围。

5.2.9 对渗漏污染区域的数据进行检验应采用改变装置或断面的方法。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

6 记录、分析与报告书编写

6.1 数据记录与分析

- 6.1.1 应对探测到的每个渗漏点的位置、大小、形状、修复和复测情况进行记录。
- 6.1.2 应对探测到的制造缺陷、线性裂口、焊接缺陷、烧通区域和机械损伤等破损进行分类统计和分析。
- 6.1.3 可根据仪表自动记录的探测数据，采用软件分析探测的结果。
- 6.1.4 探测工作状态的记录应符合本规程附录 A 的要求。

6.2 报告书编写

- 6.2.1 渗漏破损探测报告应在对原始记录资料进行检查、分析，确认无误的基础上，结合防渗工程设计、施工等资料完成。
- 6.2.2 渗漏破损探测报告应包括下列内容：
 - 1 项目简述；
 - 2 防渗系统结构和探测范围；
 - 3 渗漏破损探测技术方案；
 - 4 渗漏破损探测过程描述；
 - 5 渗漏破损探测结果描述，包括破损数量、位置、尺寸以及照片；
 - 6 统计分析各种破损孔洞的数量、成因和分布，评价防渗系统施工质量；
 - 7 破损修复与复测情况；
 - 8 结论和建议。

附录 A 生活垃圾填埋场防渗土工膜 渗漏破损探测记录表

A.0.1 生活垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损探测记录表宜按表 A.0.1 执行。

表 A.0.1 生活垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损探测记录表

工程名称：				第 页	共 页	
探测区域：		面积：		探测方法：		
序号	探测时间	位置	原因	形状与尺寸 (mm)	数量	说明
合计						
<p>注：1 探测区域指实施探测的区域；填埋库区、调节池等，并标注总面积；</p> <p>2 位置可标注孔洞的坐标位置；经纬度或相对某个特征点的位置；</p> <p>3 破损原因描述破损可能的原因；机械碾压破损、施工机械直接破损，碎石压迫破损、焊缝缺陷等；</p> <p>4 破损形状和尺寸，描述破损的孔洞大致形状，并给出近似形状的几何尺寸；</p> <p>5 孔洞数量指某一破损区域的孔洞数量，一些破损区域孔洞数量超过 2 个。</p>						

探测：

防渗施工：

监理：

委托方：

日期： 年 月 日

A.0.2 生活垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损修复记录表宜按表 A.0.2 执行。

表 A.0.2 生活垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损修复记录表

工程名称:				第 页	共 页
探测对象 (m ²):		作业区域 (m ²):		探测方法:	
编号	位置	修复时间	修复方式	复测结果	说明
<p>注: 1 当复测仍有渗漏时, 应重复在渗漏点记录, 记录编号在原编号的基础上加“复测 1、2……”;</p> <p>2 编号和位置要求应和本表一致;</p> <p>3 修复方式可表示为覆盖土工膜单轨焊修补或单轨点焊。</p>					

探测:

防渗施工:

监理:

委托方:

日期: 年 月 日

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《特低电压(ELV)限值》GB/T 3805
- 2 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 3 《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》CJJ 113
- 4 《电业安全作业规程》DL 408

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用