

ICS 13.080

Z 50

备案号: 30559-2011

DB11

北京市地方标准

DB11/T 783—2011

污染场地修复验收技术规范

Technical Guideline for Contaminated Sites Remediation Validation

2011 - 04 - 28 发布

2011 - 07 - 01 实施

北京市质量技术监督局 发布

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	2
5 文件审核与现场勘察.....	3
6 采样布点方案制定.....	4
7 现场采样与实验室检测.....	6
8 修复效果评价.....	6
9 验收报告编制.....	6
附 录 A（规范性附录） <i>t</i> 检验方法.....	7
附 录 B（规范性附录） <i>t</i> 分布临界值表	10
附 录 C（资料性附录）污染场地修复验收报告编写提纲.....	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由北京市环境保护局提出并归口。

本标准由北京市环境保护局组织实施。

本标准起草单位：北京环境保护科学研究院、北京市固体废物管理中心。

本标准主要起草人：姜林、唐丹平、张丽娜、李立新、朱笑盈、黄海林、梁竞、王军玲、王琪。

污染场地修复验收技术规范

1 范围

本标准规定了污染场地修复验收的内容和技术要求。

本标准适用于污染场地范围内的污染土壤和地下水修复效果的评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DB11/T 656 场地环境评价导则

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

场地 site

某一地块范围内一定深度的土壤和地下水。

3.2

污染场地 contaminated site

因从事生产、经营、使用、贮存有毒有害物质或处理危险废物等活动，造成场地中有毒有害物质含量达到对其居住和工作人群健康产生的不良影响以及或对周围生态环境产生不利影响超过可接受风险水平的场地。

3.3

原位修复 in-situ remediation

不移动污染土壤和地下水的空间位置、仅在污染的原地点采取一定工程措施的修复方式。常用的原位修复技术包括生物通风、土壤淋洗、气相抽提、空气注射等。

3.4

异位修复 ex-situ remediation

移动污染土壤和地下水到邻近地点或其它地点采取工程措施的修复方式，包括原地异位修复和异地异位修复。常用的异位修复技术包括生物堆、泥浆反应器、热解吸等。

3.5

修复实施现场 remediation site

污染修复实施的场所，包括原位修复现场和原地异位修复现场。

3.6

污染场地修复验收 contaminated site remediation validation

污染场地修复完成后依据修复目标值对场地内土壤和地下水进行的调查和评价过程。

3.7

目标污染物 target contaminant

由场地环境评价确定的需要治理的污染物。

3.8

修复目标值 remediation target value

污染场地经修复后，目标污染物应当达到的规定指标限值。

4 一般要求

4.1 验收程序

污染场地修复验收工作程序包括文件审核与现场勘察、采样布点方案制定、现场采样与实验室检测、修复效果评价、验收报告编制五个步骤，工作程序流程见图1。

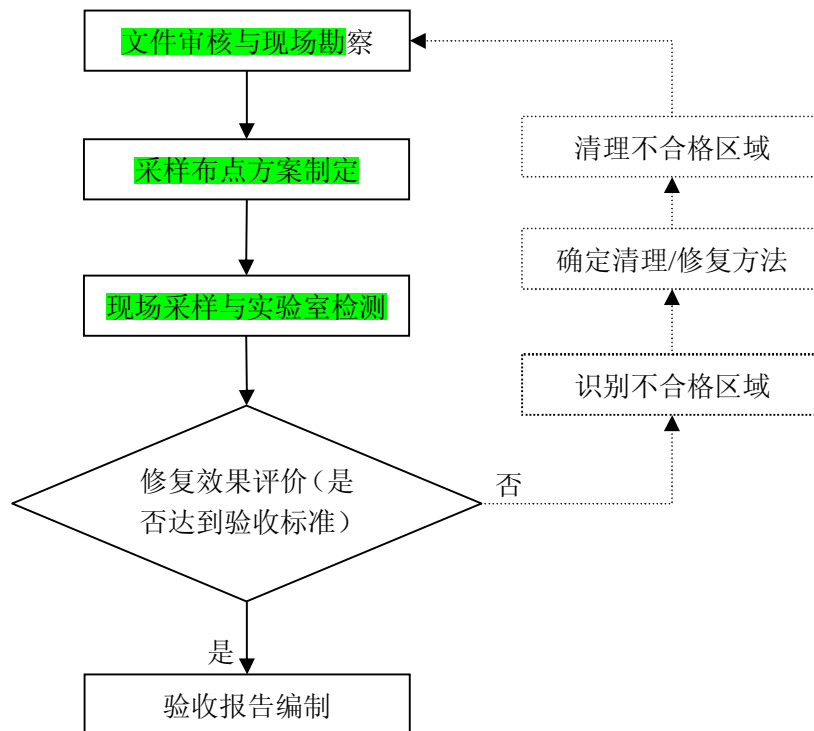


图1 污染场地修复验收工作程序

4.2 验收时段和范围

4.2.1 验收时段

根据修复方式的不同，场地验收时段分别为：

- a) 原位修复的场地，应在修复完成后进行验收。
- b) 异位修复的场地，应在污染土壤外运之后、回填土回填之前进行验收。

4.2.2 验收范围

验收范围应与场地环境评价确定的修复范围一致；当修复工程发生变更时，应根据实际情况对验收范围进行调整。

验收对象为场地修复范围内的土壤和地下水。

4.3 验收项目和验收标准

4.3.1 验收项目

验收项目为场地修复的目标污染物。

4.3.2 验收标准

验收标准为修复目标值。

5 文件审核与现场勘察

5.1 文件审核

5.1.1 审核资料范围

在验收工作开展之前，应收集与场地环境污染和场地修复相关的资料，包括但不限于以下内容：

- a) 场地环境评价及修复方案相关文件：场地环境评价报告书及审批意见、经备案的修复方案及有关行政文件。
- b) 场地修复工程资料：修复实施过程的记录文件（如污染土壤清挖和运输记录）、回填土的运输记录、修复设施运行记录、二次污染排放监测记录、修复工程竣工报告等。
- c) 工程监理文件：工程或环境监理记录和监理报告。
- d) 其它文件：环境管理组织机构、相关合同协议（如委托处理污染土壤的相关文件和合同）、修复过程的原始记录等。
- e) 相关图件：场地地理位置示意图、总平面布置图、修复范围图、污染修复工艺流程图、修复过程照片和影像记录等。

5.1.2 审核内容

对收集的资料进行整理和分析，并通过与现场负责人、修复实施人员、监理人员等相关人员进行访谈，应明确以下内容：

- a) 根据场地环境评价报告、修复方案及相关行政文件，确定场地的目标污染物、修复范围和修复目标，作为验收依据。
- b) 通过审查场地修复过程的监理记录和监测数据，核实修复方案和环保措施的落实情况。
- c) 通过审查相关运输清单和接收函件，核实污染土壤的数量和去向。

- d) 通过审查相关文件和检测数据，核实异位修复完成后的回填土的数量和质量，回填土土壤质量应达到修复目标值。

5.2 现场勘察

5.2.1 核定修复范围

根据场地环境评价报告中的**钉桩资料或地理坐标**等，勘察确定场地修复范围和深度，核实修复范围是否符合场地修复方案的要求。

5.2.2 识别现场遗留污染

应对场地表层土壤及侧面裸露土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，可使用便携式测试仪器进行现场测试，辅以目视、嗅觉等方法，识别现场污染痕迹。

6 采样布点方案制定

6.1 总体要求

- 6.1.1 采样方案应包括采样介质、采样区域、采样点位、采样深度、采样数量、检测项目等内容。
- 6.1.2 应根据目标污染物、修复目标值的不同情况在场地修复范围内进行分区采样。
- 6.1.3 采样点的位置和深度应覆盖场地修复范围及其边缘。
- 6.1.4 **场地环境评价确定的污染最重区域，必须进行采样。**

6.2 土壤采样布点要求

6.2.1 异位修复场地

对于异位修复场地，应对修复范围内部和边缘的原址土进行采样，采样点位于坑底和侧壁，以表层样为主，不排除深层采样。

6.2.1.1 坑底采样布点要求

坑底表层采用网格布点的方法，采样数量不少于表1所列的数目。一般随机布置第一个采样点，构建通过此点的网格，在每个网格交叉点采样。网格大小根据采样面积和采样数量确定，见式（1）：

$$L = \sqrt{\frac{A}{n}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- L ——两个采样点之间的距离（网格大小），单位为米（m）；
- A ——采样区域面积，单位为平方米（m²）；
- n ——采样点数量。

表1 土壤采样布点——坑底表层采样点数量

采样区域面积 (m ²)	土壤采样点数量 (个)
$x < 100$	1
$100 \leq x < 500$	2
$500 \leq x < 1000$	3
$1000 \leq x < 1500$	4
$1500 \leq x < 2500$	5
$2500 \leq x < 5000$	6
$5000 \leq x < 10000$	7
$10000 \leq x < 25000$	8
$25000 \leq x < 50000$	9
$50000 \leq x < 100000$	10
≥ 100000	20

6.2.1.2 侧壁采样布点要求

修复范围侧壁采用等距离布点方法，根据边长确定采样点数量。当修复深度小于等于1米时，侧壁不进行垂向分层采样，横向采样点数量不少于表2中规定的数量。当修复深度大于1m时，侧壁应进行垂向分层采样，第一层为表层土（0~0.2m），0.2m以下每1~3m分一层，不足1m时与上一层合并。各层横向采样点数量不少于表2中规定的数量。各层采样点之间垂向距离不小于1m，采样点位置可依据土壤异常气味和颜色、并结合场地污染状况确定。

表2 土壤采样布点——侧壁采样点数量

采样区域周长 (m)	土壤采样点数量 (个)
< 100	4
$100 \leq x < 200$	5
$200 \leq x < 300$	6
$300 \leq x < 500$	7
≥ 500	8

6.2.2 原位修复场地

对于原位修复场地，主要对修复范围内的污染土壤进行采样。修复范围内应钻孔分层采样，每层采样点数量应不少于表1的数量，采样点深度按照6.2.1.2的要求确定。修复范围边缘采样点数量应不少于表2的数量。

6.3 地下水采样布点要求

6.3.1 地下水监测井应依据地下水的流向及污染区域地理位置进行设置，修复范围上游地下水采样点不少于1个，修复范围内采样点不少于3个，修复范围下游采样点不少于2个。

6.3.2 可利用场地环境评价和修复过程建设的监测井，但原监测井数量不应超过验收时监测井总数的60%。

6.3.3 未通过验收前，被验收方应保持场地评价和修复过程中使用的地下水监测井完好。

6.3.4 监测井设置要求按照 DB11/T 656 的规定执行。

7 现场采样与实验室检测

7.1 土壤样品和地下水样品的采样方法、现场质量控制、现场质量保证、样品的保存与运输方法、样品分析方法、实验室质量控制，现场人员防护和现场污染应急处理等按照 DB11/T 656 的规定执行。

7.2 对于非挥发性有机物，可采集少量土壤混合样，混合样采样方法和要求按照 HJ/T 166 的规定执行。

7.3 验收项目检测方法的检测限应低于修复目标值。

7.4 实验室检测报告内容应包括检测条件、检测仪器、检测方法、检测结果、检测限、质量控制结果等。

8 修复效果评价

8.1 评价方法

8.1.1 对于面积小于或等于 10000 m² 的区域，应采用逐个对比方法进行评价。

8.1.2 对于面积大于 10000 m² 的区域：

- a) 当低于检测限的样本数¹⁾ 占总样本数的比例不大 (<25%) 时，应采用 *t* 检验的方法进行评价，*t* 检验方法详细说明及案例见附录 A 和附录 B。
- b) 当低于检测限的样本数占总样本数的比例较大 (≥25%) 时，应采用逐个对比方法进行评价。

8.2 判断方法

8.2.1 采用逐个对比方法：

- a) 当检测值低于或等于修复目标值时，达到验收标准。
- b) 当检测值高于修复目标值时，未达到验收标准。

8.2.2 采用 *t* 检验方法：

- a) 当各样本点的检测值显著低于修复目标值或与修复目标值差异不显著时，达到验收标准。
- b) 当某样本点的检测值显著高于修复目标值时，未达到验收标准。

9 验收报告编制

9.1 验收报告内容应真实、全面。

9.2 验收报告应至少包括以下内容：场地环境评价结论概述、修复方案实施情况、验收工作程序与方法、文件审核与现场勘察、采样布点计划、现场采样、实验室检测、修复效果评价、验收结论和建议、监理报告和检测报告。

9.3 验收报告的格式参见附录 C。

1) 在对修复结果进行评价时，对于低于检测限的样本值，可以以下三种处理方式：①视为 0；②视为检测限值；③视为检测限值的 1/2。推荐采用第三种处理方式。

附 录 A
(规范性附录)

t 检验方法

A.1 t 检验

t 检验是判定给定的常数是否与变量均值之间存在显著差异的最常用的方法。

假设一组样本，样本数为 n ，样本均值为 \bar{x} ，样本标准差为 S ，利用 t 检验判定某一给定值 m_0 是否与样本均值 \bar{x} 存在显著差异，步骤为：

a) 确定显著水平 α ，常用 $\alpha=0.05$ ， $\alpha=0.01$ ；

b) 计算检验统计量 $t = \frac{\bar{x} - m_0}{S/\sqrt{n}}$ ；

c) 根据自由度 $df = n - 1$ 和 α 查 t 分布临界值表（见附录 B），确定临界值 $C = t_{\frac{\alpha}{2}}(n - 1)$ ，例如 $n=8$ ， $\alpha = 0.05$ ，则 $t = 2.365$ ；

d) 统计推断：若 $|t| > C$ ，即 $m_0 > \bar{x} + C \cdot S/\sqrt{n}$ 或 $m_0 < \bar{x} - C \cdot S/\sqrt{n}$ ，则与均值存在显著差异，且

前者为显著大于均值，后者为显著小于均值；若 $|t| \leq C$ ，即 $\bar{x} - C \cdot S/\sqrt{n} \leq m_0 \leq \bar{x} + C \cdot S/\sqrt{n}$ ，

则与均值不存在显著差异。下文中将 $C \cdot S/\sqrt{n}$ 简记为 u 。

A.2 案例

假设一组样本数据，且平行样数量满足要求，将样本中的平行样检测数据列表如表 A.1 所示。

表A.1 样本检测值

样本	浓度 (mg/kg)		
	砷	铜	铅
A ₁	71	215	183
A ₂	72	206	182
平均值	71.5	210.5	182.5
B ₁	52	180	181
B ₂	59	174	204
平均值	55.5	177	192.5
C ₁	17	43	70.1
C ₂	20	49	73.6
平均值	18.5	46	71.85
D ₁	42	127	84.2
D ₂	48	137	96.1
平均值	45	132	90.15

计算各平行样样本值占均值的百分比以反映测量分析的精度，如表 A.2 所示。

表A.2 样本精度数据

样本	占均值的比例 (%)		
	砷	铜	铅
A ₁	99.30	102.14	100.27
A ₂	100.70	97.86	99.73
B ₁	93.69	101.69	94.03
B ₂	106.31	98.31	105.97
C ₁	91.89	93.48	97.56
C ₂	108.11	106.52	102.44
D ₁	93.33	96.21	93.40
D ₂	106.67	103.79	106.60
均值 (%)	100	100	100
S (%)	6.6	4.3	4.9
C ($\alpha=0.05$)	2.365	2.365	2.365
u (%)	5.5	3.6	4.1
修复目标值 (mg/kg)	30	370	300
显著小于修复目标值 (mg/kg)	<28.4	<356.7	<287
与修复目标值不存在显著差异 (mg/kg)	[28.4, 31.6]	[356.7, 383.8]	[287, 312]
显著大于修复目标值 (mg/kg)	>31.6	>383.8	>312

注：28.4=30×(100%-5.5%)； 31.6=30×(100%+5.5%)。

以砷为例进行说明：

- a) 若某点检测值小于 28.4，则认为该点检测值明显低于修复目标值，达到验收标准；
- b) 若某点检测值位于 28.4 和 31.6 之间，则认为该点检测值与修复目标无显著差异，达到验收标准；
- c) 若某点检测值大于 31.6，则认为该点检测值明显大于修复目标值，未达到验收标准。

附 录 B
(规范性附录)
t 分布临界值表

表B.1 t 分布临界值表

α $n-1$	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.309	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
31	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.375	3.633

表B.1 (续)

α n-1	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
32	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365	3.622
33	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.356	3.611
34	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348	3.601
35	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340	3.591
36	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333	3.582
37	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	3.326	3.574
38	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319	3.566
39	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	3.313	3.558
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
41	1.303	1.683	2.020	2.421	2.701	3.301	3.544
42	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	3.296	3.538
43	1.302	1.681	2.017	2.416	2.695	3.291	3.532
44	1.301	1.680	2.015	2.414	2.692	3.286	3.526
45	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.281	3.520
46	1.300	1.679	2.013	2.410	2.687	3.277	3.515
47	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	3.273	3.510
48	1.299	1.677	2.011	2.407	2.682	3.269	3.505
49	1.299	1.677	2.010	2.405	2.680	3.265	3.500
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	3.496
51	1.298	1.675	2.008	2.402	2.676	3.258	3.492
52	1.298	1.675	2.007	2.400	2.674	3.255	3.488
53	1.298	1.674	2.006	2.399	2.672	3.251	3.484
54	1.297	1.674	2.005	2.397	2.670	3.248	3.480
55	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	3.245	3.476
56	1.297	1.673	2.003	2.395	2.667	3.242	3.473
57	1.297	1.672	2.002	2.394	2.665	3.239	3.470
58	1.296	1.672	2.002	2.392	2.663	3.237	3.466
59	1.296	1.671	2.001	2.391	2.662	3.234	3.463
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
61	1.296	1.670	2.000	2.389	2.659	3.229	3.457
62	1.295	1.670	1.999	2.388	2.657	3.227	3.454
63	1.295	1.669	1.998	2.387	2.656	3.225	3.452
64	1.295	1.669	1.998	2.386	2.655	3.223	3.449
65	1.295	1.669	1.997	2.385	2.654	3.220	3.447
66	1.295	1.668	1.997	2.384	2.652	3.218	3.444
67	1.294	1.668	1.996	2.383	2.651	3.216	3.442
68	1.294	1.668	1.995	2.382	2.650	3.214	3.439

表B.1 (续)

α n-1	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
69	1.294	1.667	1.995	2.382	2.649	3.213	3.437
70	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	3.211	3.435
71	1.294	1.667	1.994	2.380	2.647	3.209	3.433
72	1.293	1.666	1.993	2.379	2.646	3.207	3.431
73	1.293	1.666	1.993	2.379	2.645	3.206	3.429
74	1.293	1.666	1.993	2.378	2.644	3.204	3.427
75	1.293	1.665	1.992	2.377	2.643	3.202	3.425
76	1.293	1.665	1.992	2.376	2.642	3.201	3.423
77	1.293	1.665	1.991	2.376	2.641	3.199	3.421
78	1.292	1.665	1.991	2.375	2.640	3.198	3.420
79	1.292	1.664	1.990	2.374	2.640	3.197	3.418
80	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416

附 录 C
(资料性附录)
污染场地修复验收报告编写提纲

- 1 前言
 - 2 验收依据
 - 3 场地概况
 - 3.1 场地评价结论
 - 3.2 场地修复方案
 - 3.3 修复实施情况
 - 4 验收内容与方法
 - 4.1 工作范围
 - 4.2 验收重点
 - 4.3 验收程序与方法
 - 5 文件审核与现场勘察
 - 5.1 文件审核
 - 5.2 现场勘察
 - 6 采样布点方案制定
 - 6.1 分析项目
 - 6.2 布点原则
 - 6.3 布点方案
 - 7 现场采样与实验室检测
 - 8 修复效果评价
 - 9 结论和建议
- 附件
- 1 监理报告
 - 2 检测报告
-