

宁波市六区土壤氡浓度调查报告

宁波市环境监测中心

2015 年 3 月 4 日

宁波市六区土壤氡浓度调查报告

(责任表)

承 担 单 位： 宁波市环境监测中心

主 任： 杜宇峰

副 主 任： 徐能斌、应红梅

总 工 程 师： 胡文翔

项目负责人： 徐政强

报 告 编 写： 叶海峰

校 核：

审 核：

审 定：

宁波市环境监测中心

地址： 宝善路 105 号

邮编： 315012

电话： 0574-56118805

传真： 0574-56118806

目 录

一、项目概况	1
二、调查工作依据和评价标准	1
三、测量区域及点位布置	1
四、测量仪器及主要技术指标	1
五、测量方法和质控方法	2
六、测量结果	2
七、监测结果综述	5
附表	6
附图	8

一、项目概况

为大力推进我市的绿色低碳城市建设,积极促进绿色建筑行业可持续健康发展,顺利实施《民用建筑绿色设计标准》DB33/1092-2013,宁波市城市科学研究院委托我中心对宁波市六区建成区范围土壤氡浓度水平开展调查工作。

二、调查工作依据和评价标准

调查工作根据《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325-2010(本文以下简称《标准》)附录E土壤中氡浓度及土壤表面氡析出率测定中相关规定进行。

评价标准按照《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325-2010(本文以下简称《标准》)4.2工程地点土壤中氡浓度调查及防氡中相关规定执行。

三、测量区域及点位布置

宁波市的土壤属红壤地带北缘。丘陵山地主要为红壤、黄壤和粗骨土;山丘谷地以水稻土为主,间有少量潮土;水网平原主要是水稻土、滨海平原分布有海盐土、潮土和水稻土。江河两岸多为清水砂土。

本次测量以宁波市老三区(海曙、江北、江东),鄞州区、镇海区、北仑区为主。根据《标准》附录E.3城市区域性土壤表面氡水平调查方法要求和宁波市建成区及周边表面土壤的大致情况,在各区城区及周边以2km×2km网格进行区域划分和布点。由于城市建成区表层土壤几乎全部为非原生土,覆盖区域表层土壤具有极大的离散性,测点不能代表所在网格的土壤类型和土壤氡浓度水平,因此,我们着重增加了城市周边农村的原生土壤(农田土壤和山地土壤)的测点比例,这些土壤会是城市非原生土壤的主要来源,这些区域也是将来开发建设的主要区域,对全面反映宁波市土壤氡浓度水平具有更好的代表性。

结合非原生土(含不同比例的外来覆土,城区主要情况)、原生土(农田、山地等)分类,共布设118个点位,高于《标准》中100个点位的布点要求。

四、测量仪器及主要技术指标

测量仪器:瑞典gammadata公司的RADON GAS MONITOR ATMOS 12 DPX,探测器为脉冲电离室,测量方式需要抽气,流量为1L/min。

技术指标：测量范围 1-100000Bq/m³，对 800Bq/m³ 的氡浓度水平 10min 的测量不确定度不大于 10%，工作相对湿度 0-99% RH，均满足《标准》要求，仅工作温度 0-50℃，不满足《标准》-10-40℃的要求。为了满足《标准》要求，结合宁波的气候，我们在 0-40℃的工作温度区间进行氡浓度测量。

五、测量方法和质控方法

根据《标准》中测量的要求和我们测量设备的特点，我们分析完全按照标准测量有以下问题：

1 《标准》要求用钢钎打洞时孔径为 20mm~40mm，孔深度为 500mm~800mm。结合宁波市地处南方，用钢钎在高含水率黏性土壤中打洞时会造成洞壁气密性过高，土壤空气氡难以顺利扩散到洞中，采用主动抽气式测量的测氡设备也难于进行氡的采集，因此在宁波市用钢钎打洞进行氡浓度测量的结果可能严重偏低。

2 因为 RADON GAS MONITOR ATMOS 12 DPX 仪器测量时需要抽气，流量为 1L/min，测量 10min 需要约 10L 的气体。如果洞的容积过小，在洞壁气密性较好情况下抽气造成的洞内负压可能会导致地面空气进入洞内，造成测量值偏低。

鉴于以上问题，我们采取相应措施，采取以下测量方法：

为了有利于土壤空气氡的扩散和采集，用地钻代替钢钎打洞。经过调研，采用直径 100mm 的钻头，钻孔深度为 500mm-800mm 时可以增加洞容积，降低洞壁的气密性，必要时，用机械方法拉毛洞壁增加其透性。洞打好后，用塑料薄膜盖住洞口，周边用土壤覆盖夯实，密闭 1h 以上，使土壤间隙空气中的氡有足够的时问扩散到洞内以达到土壤空气中氡浓度和洞内空气氡浓度的平衡。为了避免采样空腔产生负压，测量时，将进气管和排气管均接入洞内采用循环测量的方式，避免了采样洞空腔内产生负压、使地面空气进入采样洞空腔的情况。

试验证明，测量数据稳定，单点耗时在 1.5-2h，结果比较理想。在实际的测量中，我们采取上午在土壤中打洞密封，下午进行测量的操作方式，实际密封时间超过 3h。

实际测量时间为 2014 年 5 月至 2015 年 1 月。

六、测量结果

根据本次土壤氡浓度测量方法，我们取仪器读数三次，并乘以相应的校正因子作为测量结果，见表 1 及续表 1。

表 1 土壤氡浓度测量结果

序号	测点位置	测量结果 (Bq/m ³)					土壤类型
		第一次	第二次	第三次	平均值	SD	
1	方家堰童家村	2044	2226	2142	2137	91	农田
2	泰来钢铁大厦对面	3584	3304	3626	3505	175	混杂覆土
3	星光村对面	3234	2954	3976	3388	528	农田
4	乐汇广场东北面	2660	2296	1932	2296	364	农田
5	骆驼村	3444	3878	3402	3575	264	农田
6	断桥村	1280	1876	1470	1542	305	农田
7	海达化工对面	2058	2240	1876	2058	182	农田

续表 1 土壤氡浓度测量结果

序号	测点位置	测量结果 (Bq/m ³)						土壤类型
		第一次	第二次	第三次	平均值	SD		
8	湾塘村	1960	1652	1235	1616	364	农田	
9	民联村	2016	2926	2100	2347	503	农田	
10	甸张村	910	1142	1372	1141	231	农田	
11	爱登村	1778	2856	3514	2716	876	农田	
12	老鹰湾村	3122	3766	3682	3523	350	农田	
13	九龙湖杨家岭东侧	8694	12502	12502	11233	2199	山地	
14	大岙村	6580	9800	11186	9189	2363	山地	
15	郑家村东北侧	5236	4816	5082	5045	212	农田	
16	后倪村东侧	3458	3808	3808	3691	202	农田	
17	合生国际城对面	5936	5894	5838	5889	49	农田	
18	后方村东南侧	5446	6678	7336	6487	959	农田	
19	沈葛刘屠村	3514	4410	5152	4359	820	农田	
20	大市堰村北侧	1414	1652	2100	1722	348	农田	
21	镇海看守所对面	3766	4536	5110	4471	674	农田	
22	迎狮桥西北侧	5320	5810	4438	5189	695	农田	
23	沿江村	2800	3080	3094	2991	166	农田	
24	清水浦村	10024	13622	14001	12549	2195	混杂覆土	
25	耀升工具公司对面	3794	2716	2954	3155	566	农田	
26	海达塑机公司对面	4578	5320	4200	4699	570	农田	
27	镇海港区派出所对面	3906	4592	5586	4695	845	农田	
28	朱丁街	2562	3136	2744	2814	293	农田	
29	长河村	3836	4424	4508	4256	366	农田	
30	海天公园对面	3080	4410	4088	3859	694	农田	
31	蔚斗小学东侧山脚	15413	19603	18213	17743	2134	山地	
32	青林闲庭东南角	1694	1820	1890	1801	99	非原生土	
33	合心菜场南侧	812	966	1274	1017	235	农田	
34	高家弄东侧	1162	1190	1064	1139	66	农田	
35	望春站西侧	5110	5404	5586	5367	240	非原生土	
36	马家西侧河对面	2338	2352	2380	2357	21	非原生土	
37	祝家江南侧	3332	3108	2968	3136	184	农田	
38	畅鑫电器机器厂对面	3206	3416	3332	3318	106	非原生土	
39	集士公园	9576	8022	7980	8526	910	非原生土	
40	方家村西侧	3164	3164	3136	3155	16	农田	
41	夏家东侧	2114	2240	2310	2221	99	农田	
42	华家道地西北侧	3304	3318	3402	3341	53	非原生土	
43	宁波客运中心北侧	5376	5950	6104	5810	384	非原生土	
44	幸福家园外侧绿化带	4242	4032	4018	4097	125	混杂覆土	
45	朱郁南侧	2324	2282	2338	2315	29	农田	
46	后俞东北侧	2352	2310	2226	2296	64	农田	
47	郭夏村西南侧	3052	3164	3122	3113	57	农田	
48	横山桥东北侧	3276	3234	3332	3281	49	农田	
49	东邵公园	2744	2716	2800	2753	43	农田	
50	复地江城	2936	3056	2780	2924	138	混杂覆土	
51	金田铜业西侧高速出口	3066	3234	3374	3225	154	混杂覆土	
52	慈城镇政府东侧停车场	4830	5320	5516	5222	353	农田	
53	慈城镇马岙岭东北	7952	9254	10178	9128	1118	山地	
54	祝家	1330	1358	1386	1358	28	农田	
55	沁园路与机场路交叉处	1246	1414	1526	1395	141	非原生土	
56	联南社区	1610	1708	1848	1722	120	非原生土	
57	博府丽景湾	1540	1610	1638	1596	50	农田	
58	雍景苑幼儿园外面绿化带	2324	2352	2380	2352	28	非原生土	
59	塘西新村	2058	2030	2086	2058	28	农田	
60	建庄村东南侧	2142	2212	2212	2189	40	农田	

续表1 土壤氡浓度测量结果

海曙、江北、江东、鄞州		测量结果 (Bq/m ³)					土壤类型
序号	测点位置	第一次	第二次	第三次	平均值	SD	
61	荪湖南侧	4790	5540	5180	5170	375	农田
62	奥体中心	2520	2450	2226	2399	154	农田
63	交通技工学校草坪	2506	2534	2590	2543	43	非原生土
64	洪塘文化娱乐中心花台	5040	5334	5460	5278	216	非原生土
65	堰头邵东侧	3850	4340	4368	4186	291	农田
66	苏冯村南侧	1848	2128	2184	2053	180	农田
67	宁波颐和艺术幼儿园	6020	6580	6776	6459	392	非原生土
68	高塘四村	5880	6482	6510	6291	356	非原生土
69	高塘三村	3402	3248	3262	3304	85	非原生土
70	高塘二村	3542	3542	3626	3570	48	非原生土
71	高塘一村	3738	4298	4242	4093	308	非原生土
72	李家村	3710	3682	3738	3710	28	非原生土
73	洪家村南侧	2184	2352	2296	2277	86	农田
74	黄梅堰桥西侧	1204	1316	1246	1255	57	农田
75	保利水乡邻里	2226	2842	1820	2296	515	农田
76	城市展览馆	1680	2240	2058	1993	286	混杂覆土
77	轨道交通宿舍	1046	1540	1414	1333	257	混杂覆土
78	西陆村西北侧	1221	2268	1722	1737	524	混杂覆土
79	甬江村西北侧	1228	1137	1364	1243	114	农田
80	楼家西北侧	724	769	1137	876	227	农田
81	东海景花园	1540	1273	1182	1331	186	混杂覆土
82	宁波新材料城	4144	4900	4480	4508	379	农田
83	江南村附近甬江公园	7476	8316	8932	8241	731	混杂覆土
84	华东物资城	2492	2128	1988	2203	260	非原生土
85	华东城	3066	3332	4326	3575	664	混杂覆土
86	樱花公园	3696	5894	6356	5315	1421	混杂覆土
87	香格里拉大酒店绿化带	6020	6342	6300	6221	175	混杂覆土
88	锦港府对面沿江绿化带	5670	5250	6790	5903	796	山地
89	繁裕二村对面	1638	1778	2548	1988	490	农田
90	华侨城	3500	4088	4508	4032	506	农田
91	东湖花园河边绿化带	9030	11606	10892	10509	1330	山地
92	百丈公园停车场旁边	2072	2100	2114	2095	21	非原生土
93	潘火社区对面	2786	3192	2464	2814	365	农田
94	格兰春天东北侧	3542	3542	3724	3603	105	农田
95	小应家东北侧	1708	1309	640	1219	540	农田
96	史家码村西侧	1051	1235	1098	1128	95	农田
97	土桥村西侧	2394	2282	2240	2305	80	农田
98	水仓头西南侧	2366	2086	1904	2119	233	农田
99	石路头村	2045	1800	1920	1922	123	农田
100	姜山亚新锁业公司附近	1694	1554	1596	1615	72	农田
101	中海国际锦园西侧对面	1319	1876	1596	1597	279	农田
102	宁波市第九中学附近	3864	5320	5362	4849	853	农田
103	北仑丁山	995	1680	1182	1286	354	农田
104	九峰山景区入口	2646	3206	3584	3145	472	山地
105	俞王村	2156	1638	1876	1890	259	农田
106	北仑保税区南区	3836	5824	5348	5003	1038	混杂覆土
107	老鹰山南侧山脚	8890	9408	9786	9361	450	山地
108	书院村水斗桥附近	2058	2534	2436	2343	251	农田
109	北仑烈士纪念馆附近	2450	1932	3556	2646	830	山地
110	小山村	2156	1326	2394	1959	561	农田
111	嵩山路月亮苑花台	546	1005	777	776	230	非原生土

续表 1 土壤氡浓度测量结果

北仑		测量结果 (Bq/m ³)					土壤类型
序号	测点位置	第一次	第二次	第三次	平均值	SD	
112	宁波保税区管委会附近花台	3402	4116	4886	4135	742	非原生土
113	中河路 318 号对面草坪	4802	7196	6076	6025	1198	非原生土
114	浩宇金属制品厂公路绿化带	1876	2338	2058	2091	233	混杂覆土
115	北仑中医院西侧	1364	1364	1456	1394	53	农田
116	永丰村傅原里附近	1228	1319	1228	1258	53	农田
117	华鑫货柜公司附近	682	407	546	545	137	农田
118	大同新村附近	1414	1319	1778	1504	242	农田

本次宁波市土壤氡浓度测量的 118 个测点土壤类型分布、个数、范围、分类平均值见表 2。

表 2 土壤氡浓度统计结果

土壤类型	分布比例 (%)	氡浓度分布测点个数、范围及其平均值 (Bq/m ³)						
		0~1000	1000~3000	3000~5000	5000~7000	7000~9000	9000~20000	范围
农田	60.2	2	44	20	5	0	0	545~6487
山地	7.6	0	1	1	1	3	3	2646~17743
混杂覆土	12.7	0	6	4	3	1	1	1331~12549
非原生土	60.2	1	8	7	6	1	0	776~8526
整体	100	3	59	32	15	5	4	545~17743
								3631

七、 监测结果综述

从总体监测结果可以看出：

(1) 整体上氡浓度由高到低的土壤类型为：山地>混杂覆土>外来覆土>农田。山地土壤氡浓度较高，农田土壤氡浓度较低。本次监测范围内 118 个测点土壤氡浓度整体均值为 3631Bq/m³，氡浓度范围为 545—17743Bq/m³。

在 118 个测点中，土壤氡浓度低于 5000 Bq/m³ 的有 94 个点，占 79.7%，介于 5000—9000 Bq/m³ 的有 20 个点，占 16.9%，大于 9000 Bq/m³ 的有 4 个点，占 3.4%。宁波市氡浓度水平整体上不高，也符合国土部门调查的结果。

(2) 考虑到我们实际采用的测量方法，可能存在密封的不够严密和塑料膜的渗透，测量数值可能偏低，即便把本次监测结果平均值增加一倍，也低于 10000Bq/m³。因此，本次测量范围内土壤氡浓度水平符合《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325-2010 标准中的相关要求。

(3) 实际监测工作中我们发现，建成区内的建筑物附近地表土壤几乎全为外来土壤，覆盖厚度及建筑废料的混杂情况也各不相同，而且，土壤是在建筑物建成后，由外部运来的，特别是在市区，几乎已经没有原生表层土壤。这些外来土壤中的氡更多的扩散到大气中，对旁边的建筑物内的氡浓度影响不大，因此，我们能够测量的建成区表层土壤氡浓度，与网格内其它地点的氡浓度及日后建成的建筑物室内氡浓度相关性均不大，但是即便如此，在增加了建成区边缘的农田、山地土壤氡浓度测量结果后，作为区域性的调查，总体结果能够反映测量范围内的表层土壤氡浓度水平。

附表

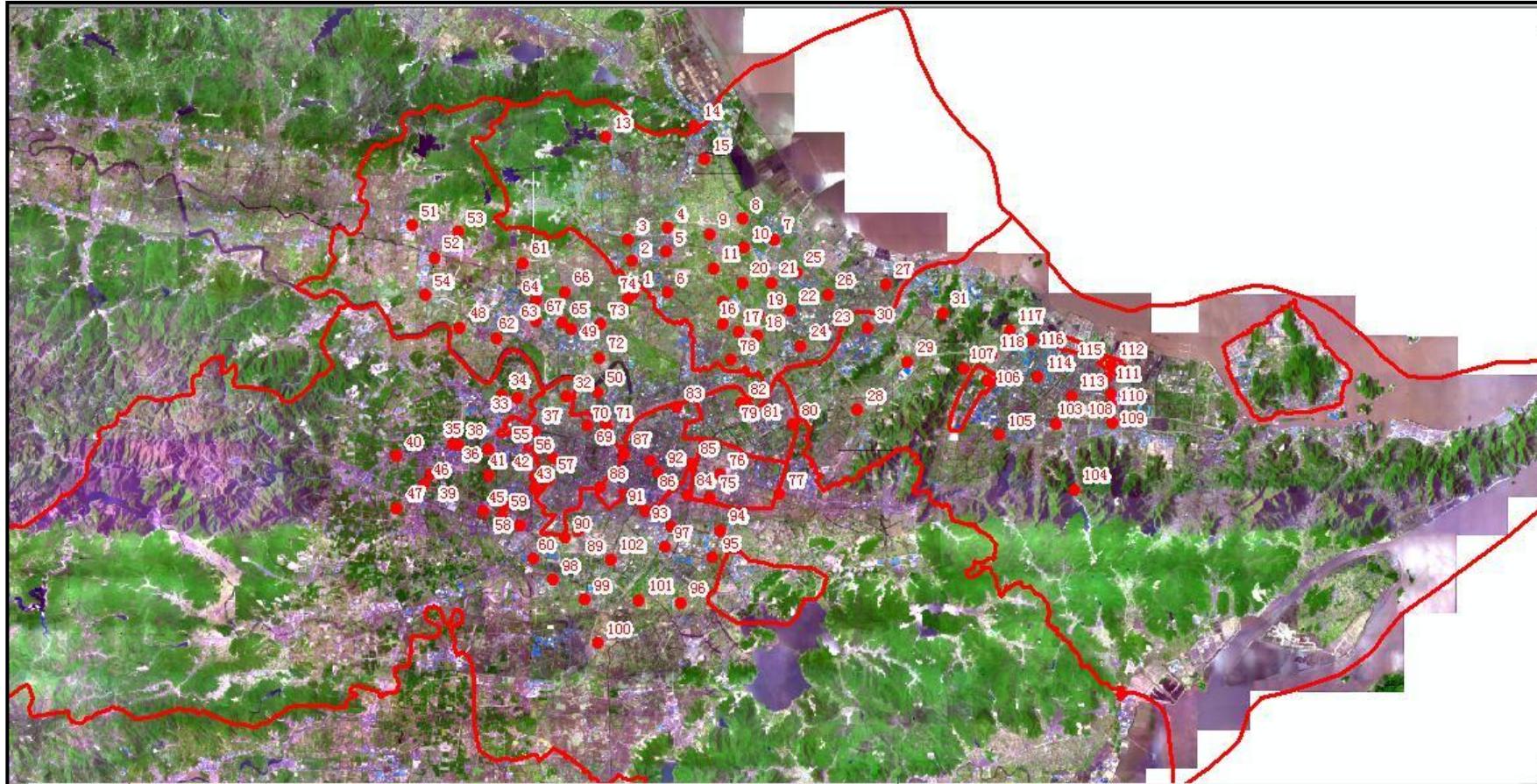
附表 1 测点位置经纬度坐标

序号	经纬度	序号	经纬度
1	(N 29°57.4167', E 121°33.7709')	37	(N 29°53.0135', E 121°30.1850')
2	(N 29°58.4689', E 121°33.6982')	38	(N 29°52.5152', E 121°27.4279')
3	(N 29°59.1059', E 121°33.5545')	39	(N 29°51.5954', E 121°26.4255')
4	(N 29°59.5014', E 121°34.9608')	40	(N 29°52.1474', E 121°25.1833')
5	(N 29°58.7561', E 121°34.9161')	41	(N 29°51.5650', E 121°28.5558')
6	(N 29°57.4463', E 121°35.0075')	42	(N 29°51.5601', E 121°30.2142')
7	(N 29°59.1848', E 121°38.8807')	43	(N 29°51.1779', E 121°30.2247')
8	(N 29°59.8185', E 121°37.7184')	44	(N 29°50.5954', E 121°29.1209')
9	(N 29°59.3325', E 121°36.4979')	45	(N 29°50.4139', E 121°28.3799')
10	(N 29°58.9135', E 121°37.7615')	46	(N 29°51.2489', E 121°26.1878')
11	(N 29°58.2468', E 121°36.6587')	47	(N 29°50.4781', E 121°25.2192')
12	(N 29°57.1759', E 121°37.0381')	48	(N 29°56.2526', E 121°27.4337')
13	(N 30°02.3619', E 121°32.6652')	49	(N 29°56.2291', E 121°31.4922')
14	(N 30°02.7540', E 121°35.9122')	50	(N 29°54.2658', E 121°32.4729')
15	(N 30°01.6944', E 121°36.2961')	51	(N 29°59.4702', E 121°25.6352')
16	(N 29°56.4779', E 121°37.0463')	52	(N 29°58.4683', E 121°26.4778')
17	(N 29°56.2504', E 121°37.6060')	53	(N 29°59.2914', E 121°27.3120')
18	(N 29°56.0930', E 121°38.2824')	54	(N 29°57.2687', E 121°26.1377')
19	(N 29°56.8012', E 121°38.3226')	55	(N 29°52.4361', E 121°30.2621')
20	(N 29°57.8025', E 121°37.7234')	56	(N 29°52.1235', E 121°30.8912')
21	(N 29°57.7996', E 121°38.7805')	57	(N 29°51.4755', E 121°30.7604')
22	(N 29°56.9409', E 121°39.4987')	58	(N 29°49.9776', E 121°29.7319')
23	(N 29°56.2861', E 121°40.7864')	59	(N 29°50.2736', E 121°29.0351')
24	(N 29°55.8107', E 121°39.8990')	60	(N 29°48.9302', E 121°30.2270')
25	(N 29°58.1439', E 121°39.6860')	61	(N 29°58.3442', E 121°29.7086')
26	(N 29°57.4558', E 121°40.8672')	62	(N 29°55.9305', E 121°28.7458')
27	(N 29°57.8119', E 121°42.9773')	63	(N 29°56.3351', E 121°29.3418')
28	(N 29°53.7848', E 121°42.0003')	64	(N 29°57.1356', E 121°30.1728')
29	(N 29°55.3443', E 121°43.8025')	65	(N 29°56.4438', E 121°31.1709')
30	(N 29°56.3922', E 121°42.3139')	66	(N 29°57.4321', E 121°31.2351')
31	(N 29°56.9034', E 121°45.0432')	67	(N 29°56.4921', E 121°30.2225')
32	(N 29°54.0962', E 121°31.3454')	68	(N 29°53.3005', E 121°32.8031')
33	(N 29°54.0364', E 121°29.5585')	69	(N 29°53.2088', E 121°32.1061')
34	(N 29°54.1387', E 121°29.0040')	70	(N 29°53.1262', E 121°32.8325')
35	(N 29°52.5666', E 121°27.2227')	71	(N 29°53.1345', E 121°32.8297')
36	(N 29°52.4054', E 121°28.5392')	72	(N 29°55.3590', E 121°32.5182')

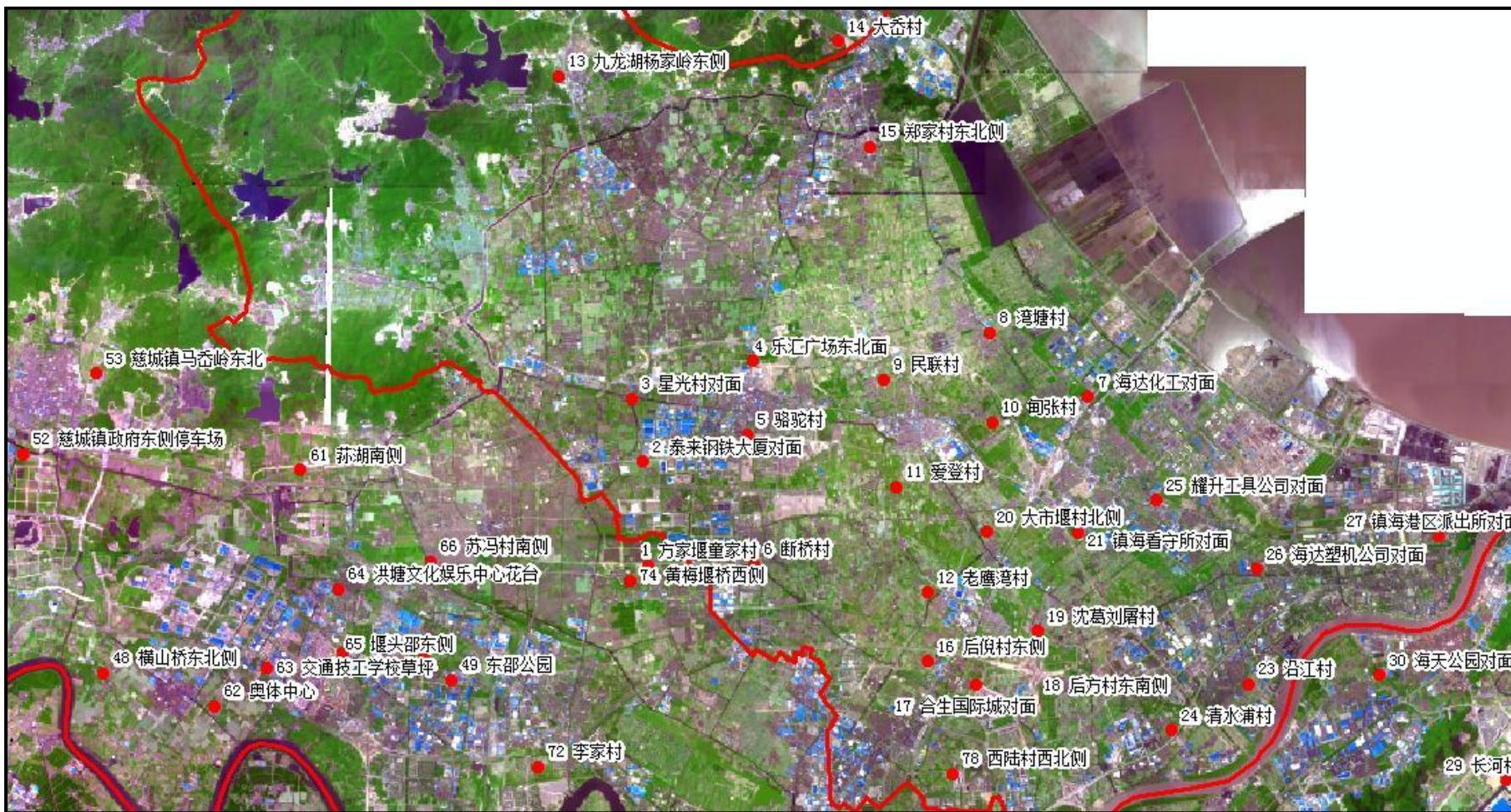
续附表1 测点位置经纬度坐标

序号	经纬度	序号	经纬度
73	(N 29°56.4094', E 121°32.5453')	96	(N 29°47.5912', E 121°35.6101')
74	(N 29°57.2519', E 121°33.5713')	97	(N 29°49.3686', E 121°35.0089')
75	(N 29°50.9460', E 121°36.6476')	98	(N 29°48.2683', E 121°30.9321')
76	(N 29°51.6916', E 121°37.0085')	99	(N 29°47.6570', E 121°32.1088')
77	(N 29°51.0731', E 121°39.1606')	100	(N 29°46.2839', E 121°32.6251')
78	(N 29°55.3456', E 121°37.3466')	101	(N 29°47.6495', E 121°34.1017')
79	(N 29°54.2900', E 121°38.3634')	102	(N 29°48.9430', E 121°33.0485')
80	(N 29°53.3166', E 121°39.6286')	103	(N 29°53.4217', E 121°49.2538')
81	(N 29°53.6849', E 121°38.2416')	104	(N 29°51.3310', E 121°49.9390')
82	(N 29°53.9695', E 121°37.7276')	105	(N 29°53.0557', E 121°47.1727')
83	(N 29°53.8034', E 121°35.3863')	106	(N 29°54.7584', E 121°46.7019')
84	(N 29°51.0365', E 121°35.7960')	107	(N 29°55.1430', E 121°45.8366')
85	(N 29°52.0435', E 121°35.9241')	108	(N 29°53.4688', E 121°51.2917')
86	(N 29°52.0909', E 121°34.4407')	109	(N 29°54.0527', E 121°51.2379')
87	(N 29°52.3028', E 121°33.4943')	110	(N 29°54.3843', E 121°51.2648')
88	(N 29°51.2167', E 121°32.6423')	111	(N 29°54.9096', E 121°51.0860')
89	(N 29°49.8593', E 121°31.8270')	112	(N 29°55.3206', E 121°51.2350')
90	(N 29°49.6154', E 121°31.3634')	113	(N 29°54.3046', E 121°49.8133')
91	(N 29°50.4978', E 121°34.2596')	114	(N 29°54.8923', E 121°48.5726')
92	(N 29°51.7248', E 121°34.7421')	115	(N 29°55.3026', E 121°49.7026')
93	(N 29°49.9904', E 121°35.2314')	116	(N 29°56.1030', E 121°48.2986')
94	(N 29°49.9099', E 121°37.0408')	117	(N 29°56.3831', E 121°47.5326')
95	(N 29°49.0375', E 121°36.7716')	118	(N 29°55.5518', E 121°46.8585')

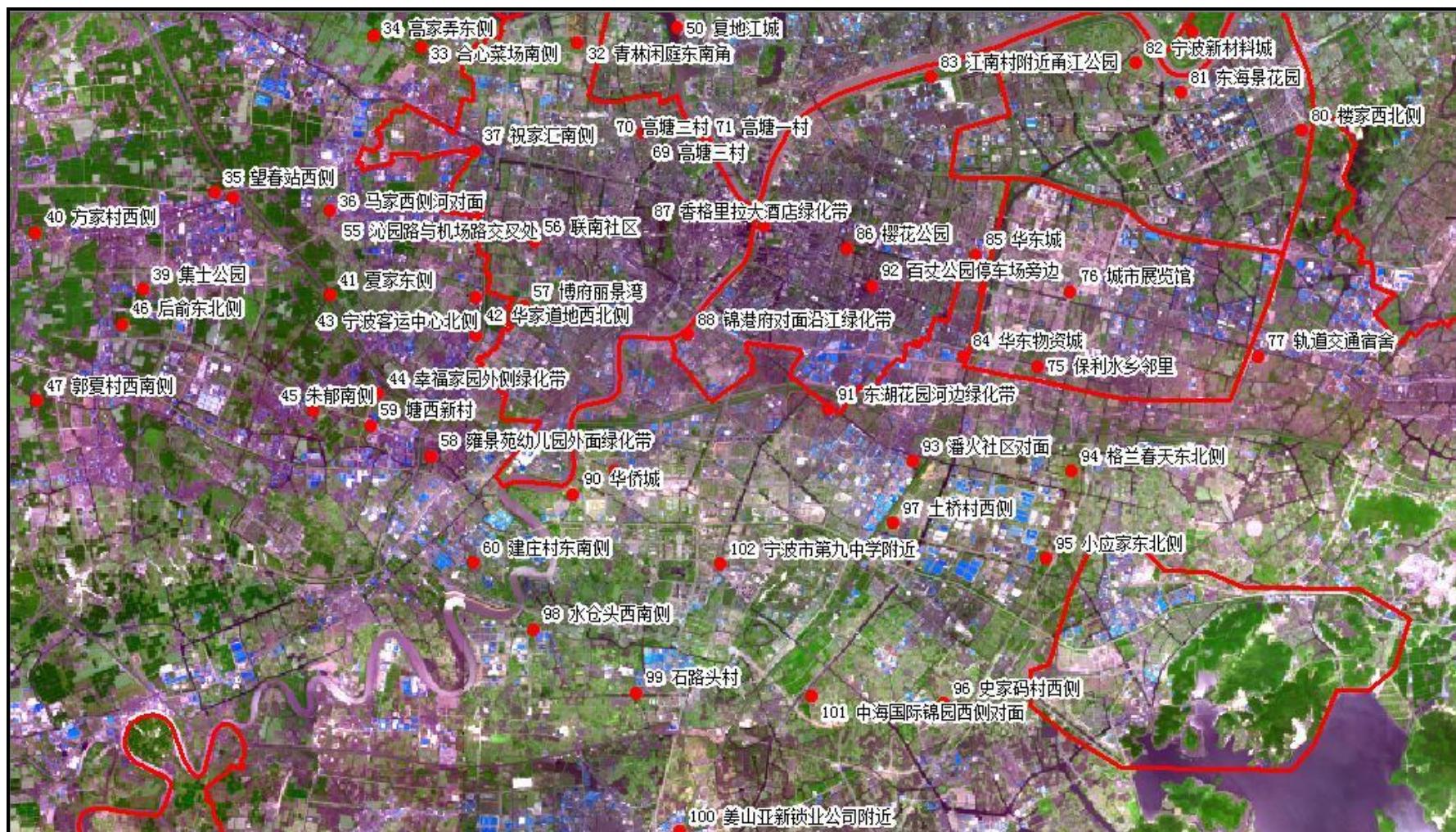
附图



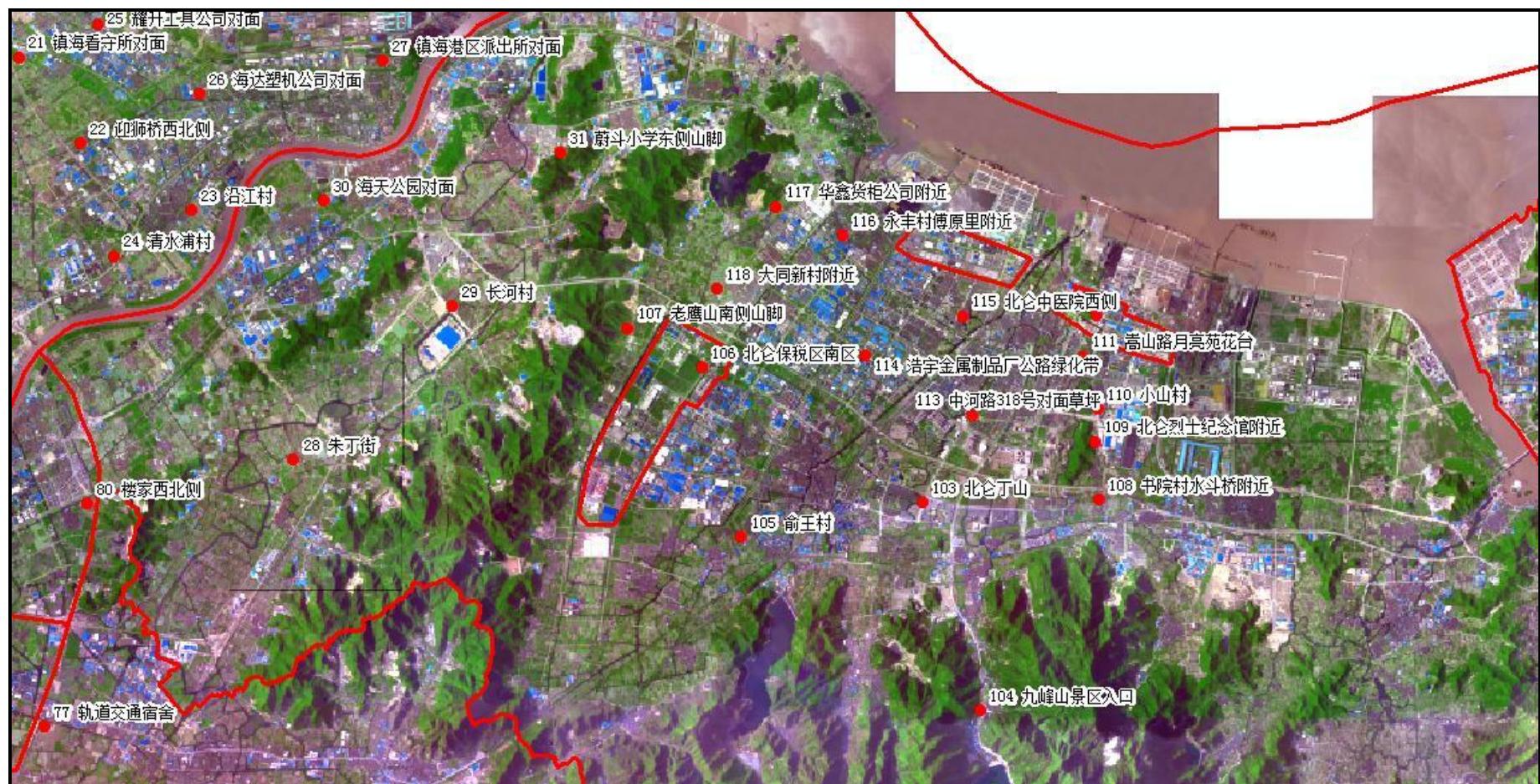
附图 1 宁波市六区土壤氡浓度测点布置图



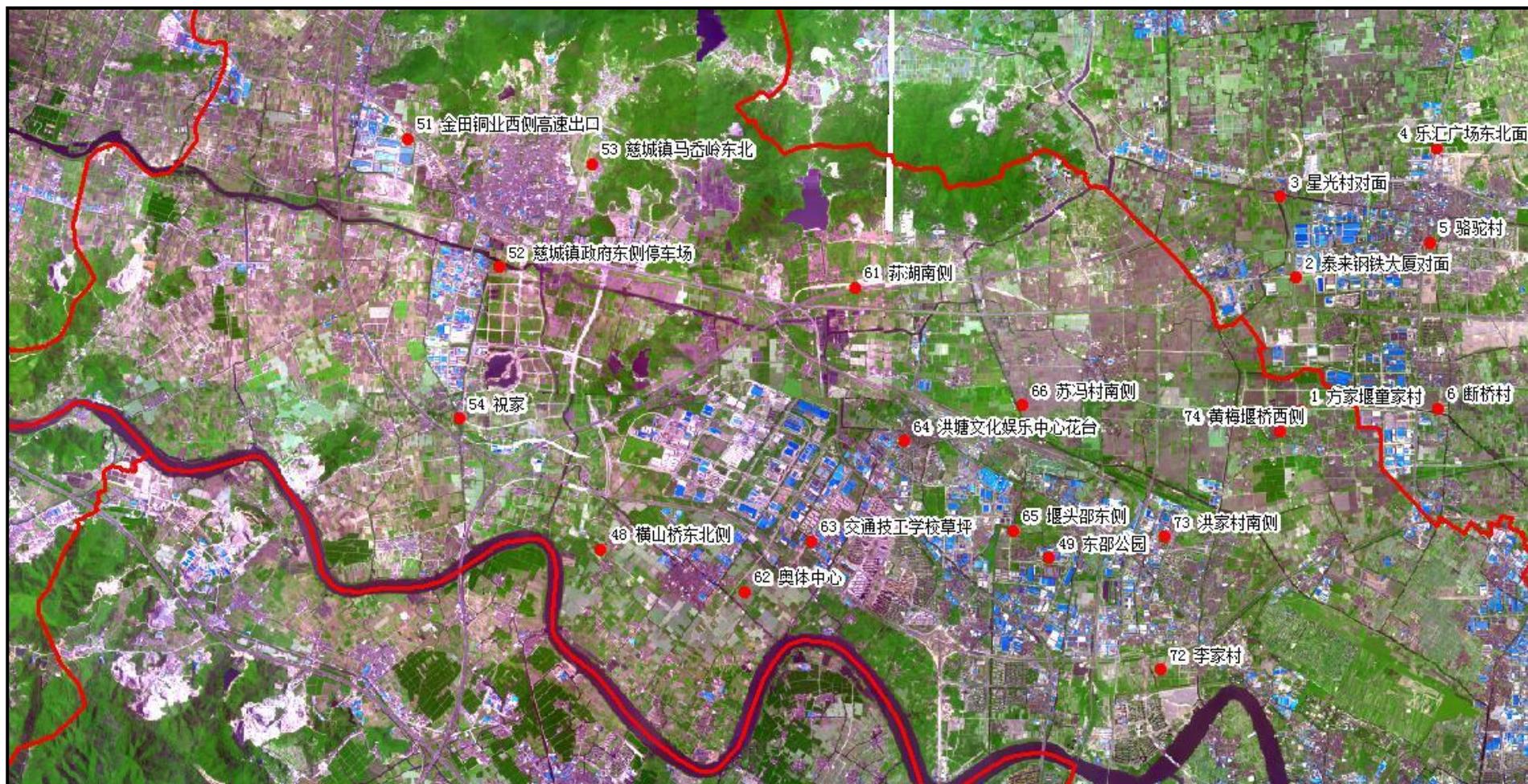
附图 2 宁波市镇海区土壤氡浓度测点布置图



附图3 宁波市海曙、江东、鄞州区土壤氡浓度测点布置图



附图 4 宁波市北仑区土壤氡浓度测点布置图



附图 5 宁波市江北区土壤氡浓度测点布置图