

天津市中心城区周边绿地土壤质量综合评价

李硕, 刘永涛, 程绪江 (天津市地质调查研究院, 天津 300191)

摘要 通过野外调查与室内分析, 研究天津市中心城区周边绿地表层土壤现状, 利用改进内梅罗指数法综合评价绿地土壤质量。结果表明, 天津市环城四区绿地土壤 pH 在 6.5~8.5 的占 84.71%, 属碱性土; 0~20 cm 土壤中全钾、全磷、速效钾等含量充足, 能够满足植物生长需要; 土壤中有机质含量大部分小于 12.000 g/kg, 含量很低; 电导率 > 1.000 mS/cm 占比达 10.22%, 土壤盐分含量较高, 不利于植物生长; 天津市环城四区绿地总体肥力属中等, 主要表现在有机质积累不足, 全氮、碱解氮、有效磷等营养成分不足。

关键词 绿地; 土壤肥力; 盐渍化; 土壤养分; 综合评价

中图分类号 X 825 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)05-0061-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.05.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comprehensive Evaluation on Soil Quality in the Green Land Around the Central Area of Tianjin

LI Shuo, LIU Yong-tao, CHENG Xu-jiang (Tianjin Institute of Geological Survey, Tianjin 300191)

Abstract Through field investigation and indoor analysis, the status of the surface soil of the green land around the central area of Tianjin was studied, and the improved Nemer index method was used to comprehensively evaluate the soil quality of the green land. The results showed that 84.71% of the green soils pH in the four districts around the city in Tianjin was 6.5-8.5, which belonged to alkaline soils. The content of total potassium, total phosphorus, and available potassium in 0-20 cm soil was sufficient to meet the needs of plant growth. The organic matter content in the soil was mostly less than 12.000 g/kg, which was very low. The electrical conductivity > 1.000 mS/cm accounted for 10.22%, and the soil salt content was high, which was not conducive to plant growth. The overall fertility of the green land in the four districts around the city of Tianjin was medium, which was mainly manifested in the insufficient accumulation of organic matter and insufficient nutrients such as total nitrogen, alkali-hydrolyzable nitrogen and available phosphorus.

Key words Green space; Soil fertility; Salinization; Soil nutrition; Comprehensive evaluation

城市绿地与人类生活关系密切, 不仅在净化空气、防尘、城市美化方面起重要作用, 而且与城市生态系统良性发展以及人类可持续发展都存在重要意义^[1-4]。随着城市化扩张, 工业发展和人类活动对城市绿地产生许多不利影响, 针对绿地科学的质量评价, 不仅能够有助于人们正确认识绿地, 同时也为管理者提供重要科学参考, 进而不断提高绿地质量, 推进和落实绿色可持续发展^[5-7]。笔者通过对天津市中心城区周边不同类型的绿地土壤容重、pH、电导率、有机质、速效养分、全量养分等指标进行综合分析, 对绿地土壤质量进行评价, 为天津市绿地土壤管理和质量提高提供可靠的依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 研究区主要位于天津市环城四区(北辰区、东丽区、西青区、津南区), 地理坐标是 116°55'53.47"~117°33'43.24"E, 38°50'35.55"~39°21'24.65"N, 交通便利, 属暖温带半湿润季风型大陆性气候, 季风显著, 四季分明, 地貌形态主要为海积冲积低平原, 仅北辰区西部为冲积低平原、津南区东南部为海积低平原, 全区地形平缓, 海拔较低。

1.2 绿地采样分类及分布 依据国家城市绿地分类标准(CJJ/T 85—2002), 结合天津市环城四区的绿地实际情况, 共采集绿地土壤样品 200 组, 共采集具有代表性绿地 6 类。其中, 防护绿地主要分布于天津市城市主干道, 如天津外环、快速路旁绿地、铁路防护林等; 街旁绿地主要分布于小型道路周边的绿地, 还有部分广场绿地; 公园绿地主要分布在叶子

公园、华明镇公园及一些居民小区内公园等; 居住绿地主要是居民小区内的绿地, 如明湖苑内小区绿地、溪堤郡小区内绿地、云锦世家内绿地等; 公共绿地为主要分布在天津交通职业学院、天津商业大学、天津工业大学、天津师范大学等大学绿地; 工业绿地主要为工业用地内绿地, 如天津供热厂内绿地、天津华润燃气公司内绿地、纺织厂内绿地等。

1.3 绿地采样与测试 绿地土壤采样点采用混合采样法, 共采集 5 个分样点, 每个分样点取样深度在 0~20 cm, 混合后重量在 1.5 kg 左右, 现场取好混合样放入干净布袋中, 布袋上标明样品号, 尽快送至样品加工基地进行样品加工, 加工完成后一次性送至实验室进行检测。每个采样点配套采集 2 件土壤容重样品, 样品土壤质地须能代表整个绿地地块, 容重样品用环刀采取, 采集完后环刀两端立即加玻璃盖, 用尼龙绳将容重样品捆好以免水分蒸发。样品采集完成后, 按批次将样品送至实验室进行检测。

绿地土壤样品测试工作由天津市地质矿产测试中心承担, 依据国家标准方法和相关行业标准分析方法^[8-10], 结合实验室的实际技术储备情况, 采用 X 射线荧光光谱法(XRF)测全磷、全钾; 采用等离子体质谱法(ICP-MS)测速效钾; 采用容量法(VOL)测有机质、全氮、碱解氮; 采用发射光谱法(ES)测 pH、电导率; 采用比色法(COL)测有效磷; 采用环刀法测容重和含水量。

1.4 绿地土壤质量研究

1.4.1 评价指标选取。 由于绿地土壤质量评价研究相对较少, 不同学者对此有不同的评价方法及评价指标, 绿地土壤本身也受人类活动影响较大, 该研究主要选取能够反映土壤肥力质量的容重、pH、电导率、有机质、碱解氮、有效磷、速效

基金项目 天津市地质矿产勘查开发局项目(津地任[2018]3号)。

作者简介 李硕(1988—), 男, 山东青岛人, 工程师, 硕士, 从事勘查地球化学及应用地球化学研究。

收稿日期 2021-06-25

钾、全氮、全磷、全钾等进行评价。

1.4.2 评价方法。绿地土壤评价方法有很多,如加和法、平均值法、因子分析法、层次分析法、加权平均法等^[10-11],该研究采用改进的内梅罗综合指数法进行综合评价。公式如下:

$$P = \sqrt{\frac{P_{iave}^2 + P_{imin}^2}{2}} \times \left(\frac{n-1}{n}\right) \quad (1)$$

式中, P 为土壤肥力综合系数; P_{iave} 为土壤各属性的平均值; P_{imin} 为单因子土壤质量分肥力系数中的最小值; n 为土壤评价指标个数。公式(1)用 P_{imin} 代替了原内梅罗公式中的 P_{imax} ,并加上修正项 $(n-1)/n$ 。 P_{imin} 主要突显土壤评价指标中最差的一个对土壤质量的影响;修正项 $(n-1)/n$ 则反映了该评价结果的可信度,参与评价的属性越多, $(n-1)/n$ 就越接近于1,可信度越高^[12]。根据 P 值定量评价土壤质量: $P < 1.0$,差; $1.0 \leq P < 1.5$,中等; $1.5 \leq P < 2.0$,良好; $P \geq 2.0$,优。

为消除指标量纲的差别,对各指标进行标准化处理。当土壤质量与土壤属性呈正相关时,如有机质、速效钾等, P_i 可

用下列公式来表达:

$$P_i = \begin{cases} P_i = C_i / X_a & (C_i \leq X_a) \\ P_i = 1 + (C_i - X_a) / (X_c - X_a) & (X_a < C_i \leq X_c) \\ P_i = 2 + (C_i - X_c) / (X_p - X_c) & (X_c < C_i \leq X_p) \\ P_i = 3 & (C_i > X_p) \end{cases} \quad (2)$$

当土壤质量与土壤属性呈负相关时,如容重或 $pH > 7$,则 P_i 可用下列公式来表达:

$$P_i = \begin{cases} P_i = 3 & (C_i \leq X_p) \\ P_i = 2 + (X_c - C_i) / (X_c - X_p) & (X_p < C_i \leq X_c) \\ P_i = 1 + (X_a - C_i) / (X_a - X_c) & (X_c < C_i \leq X_a) \\ P_i = X_a / C_i & (C_i > X_a) \end{cases} \quad (3)$$

式中, P_i 称为分肥力系数; C_i 为指标的测试值; X 为指标分级标准[主要参考第二次全国土壤普查《天津市园林绿化土壤质量标准》(DB/T 29-226-2014)],其中 X_a 、 X_c 和 X_p 分别为“差”级、“中等”级和“良好”级分级标准,具体标准值见表1。

表1 土壤指标分级标准值

Table 1 Classified standard value of soil index

指标分级标准 Index grading standard	土壤容重 Soil bulk density g/cm ³	有机质 Organic matter g/kg	pH	电导率 Electrical condu- ctivity mS/cm	有效磷 Available phos- phorus mg/kg	碱解氮 Alkaline nitrogen mg/kg	全氮 TN g/kg	全磷 TP g/kg	全钾 Total potas- sium g/kg	速效钾 Available pota- ssium mg/kg
X_a	1.45	10	9.5	1.30	3	60	0.75	0.4	5	30
X_c	1.35	20	8.5	0.40	5	120	1.50	0.8	15	100
X_p	1.25	30	7.5	0.25	10	150	2.00	1.0	25	120

2 结果与分析

2.1 土壤容重 土壤容重是指在自然状态下单位容积土壤的烘干质量^[11,13]。土壤容重随空隙状况而变化,多数土壤容重在 $1.0 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$,其数值大小与土壤质地、结构、松紧和有机质含量等有关,在理论和生产实践中具有多方面的实用意义^[14]。土壤容重增加会导致土壤通气蓄水能力变差,也不利于植物的生长。

由表2可见,绿地土壤容重变化范围在 $0.890 \sim 1.695 \text{ g/cm}^3$,平均值为 1.234 g/cm^3 ,各代表性绿地土壤容重

含量平均值从大到小依次为居住绿地>公共绿地>公园绿地>工业绿地>街旁绿地>防护绿地。多重比较结果显示,除防护绿地容重含量较低外,其余几种绿地土壤容重无明显差异;主要原因是人流量小、踩踏不严重,而其余几种绿地人流量大、土壤稍紧实。统计分析表明(表2),天津市环城四区绿地土壤中,78.63%的土壤容重 $\leq 1.350 \text{ g/cm}^3$,符合《天津市园林绿化土壤质量标准》(DB/T 29-226-2014)的要求;21.37%的土壤容重 $> 1.350 \text{ g/cm}^3$,土壤通气性差,土壤紧实硬而缺少团粒结构,植物扎根困难。

表2 绿地土壤容重统计特征及评价结果

Table 2 Statistical characteristics and evaluation results of bulk density in green space

绿地分类 Green space classification	变化范围 Range g/cm ³	平均值 Mean g/cm ³	标准差 SD g/cm ³	变异系数 CV	评价结果 Evaluation results		
					含量 Content g/cm ³	比率 Ratio %	结果 Results
防护绿地 Protective green space	0.890~1.385	1.175	0.108	0.092	≤ 1.350 > 1.350	94.87 5.13	适宜植物生长 植物扎根困难
街旁绿地 Green space by the street	0.935~1.640	1.216	0.151	0.124	≤ 1.350 > 1.350	83.72 16.28	适宜植物生长 植物扎根困难
公园绿地 Park green space	1.040~1.615	1.260	0.136	0.108	≤ 1.350 > 1.350	76.67 23.33	适宜植物生长 植物扎根困难
居住绿地 Residential green space	0.950~1.440	1.270	0.141	0.111	≤ 1.350 > 1.350	64.00 36.00	适宜植物生长 植物扎根困难
公共绿地 Public green space	0.925~1.695	1.263	0.196	0.155	≤ 1.350 > 1.350	70.37 29.63	适宜植物生长 植物扎根困难
工业绿地 Industrial green space	0.910~1.695	1.224	0.164	0.134	≤ 1.350 > 1.350	82.14 17.86	适宜植物生长 植物扎根困难
平均 Mean	0.890~1.695	1.234	0.149	0.121	≤ 1.350 > 1.350	78.63 21.37	适宜植物生长 植物扎根困难

2.2 土壤有机质 土壤有机质是土壤养分的主要来源,是土壤肥力的一个重要指标。统计结果显示(表 3),有机质含量在表层土中变化范围为 3.072~65.177 g/kg,有机质含量 ≤ 12.000 g/kg 的占 63.54%,属于较低水平,原因在于城区周边大部分绿地开发时间较短,有机质积累较少。居住绿

地有机质含量相对较高,平均值为 16.020 g/kg,公共绿地相对较低,平均值为 10.350 g/kg,有机质含量平均值从大到小依次为居住土地>工业绿地>防护绿地>街旁绿地>公园绿地>公共绿地。

表 3 绿地土壤有机质统计特征及评价结果

Table 3 Statistical characteristics and evaluation results of organic matter in green space

绿地分类 Green space classification	变化范围 Range g/kg	平均值 Mean g/kg	标准差 SD g/kg	变异系数 CV	评价结果 Evaluation results		
					含量 Content g/kg	比率 Ratio %	结果 Results
防护绿地 Protective green space	3.401~65.177	13.152	9.317	0.708	≤ 12.000 >12.000	53.85 46.15	有机质缺乏 符合要求
街旁绿地 Green space by the street	4.499~44.656	11.130	5.980	0.537	≤ 12.000 >12.000	69.77 30.23	有机质缺乏 符合要求
公园绿地 Park green space	3.072~20.467	10.830	4.930	0.455	≤ 12.000 >12.000	66.67 33.33	有机质缺乏 符合要求
居住绿地 Residential green space	6.364~22.218	16.020	10.620	0.663	≤ 12.000 >12.000	60.00 40.00	有机质缺乏 符合要求
公共绿地 Public green space	5.254~19.701	10.350	3.374	0.326	≤ 12.000 >12.000	66.67 33.33	有机质缺乏 符合要求
工业绿地 Industrial green space	5.691~64.189	15.970	13.952	0.873	≤ 12.000 >12.000	64.29 35.71	有机质缺乏 符合要求
平均 Mean	3.072~65.177	12.909	8.029	0.594	≤ 12.000 >12.000	63.54 36.46	有机质缺乏 符合要求

2.3 土壤电导率 土壤电导率是能够反映土壤信息的一个重要指标,电导率高低能够反映土壤中含盐量的多少,是土壤是否适合植物生长的重要因素。由表 4 可见,天津市环城四区绿地土壤中,电导率平均值为 0.475 mS/cm,变化范围在 0.140~3.180 mS/cm,多重比较结果显示,工业绿地电导率平均含量相对最高,为 0.649 mS/cm,街旁绿地电导率平均含量相对最低,为 0.337 mS/cm,防护绿地、公园绿地、公共绿地之

间无明显差异。统计分析表明(表 4),天津市环城四区绿地土壤中,土壤电导率 ≤ 1.000 mS/cm 占比达 89.78%,符合《天津市园林绿化土壤质量标准》(DB/T 29-226-2014),电导率>1.000 mS/cm 占比达 10.22%,土壤盐分含量较高,不利于植物生长。其中工业绿地中电导率>1.000 mS/cm 占比最高,达 21.43%,土壤质量有待进一步提高。

表 4 绿地土壤电导率统计特征及评价结果

Table 4 Statistical characteristics and evaluation results of soil conductivity in green space

绿地分类 Green space classification	变化范围 Range mS/cm	平均值 Mean mS/cm	标准差 SD mS/cm	变异系数 CV	评价结果 Evaluation results		
					含量 Content mS/cm	比率 Ratio %	结果 Results
防护绿地 Protective green space	0.140~1.600	0.432	0.301	0.697	≤ 1.000 >1.000	94.87 5.13	符合要求 盐渍化土壤
街旁绿地 Green space by the street	0.170~1.060	0.337	0.190	0.564	≤ 1.000 >1.000	95.35 4.65	符合要求 盐渍化土壤
公园绿地 Park green space	0.150~1.370	0.463	0.298	0.645	≤ 1.000 >1.000	93.33 6.67	符合要求 盐渍化土壤
居住绿地 Residential green space	0.170~1.740	0.513	0.446	0.870	≤ 1.000 >1.000	84.00 16.00	符合要求 盐渍化土壤
公共绿地 Public green space	0.180~1.130	0.456	0.280	0.615	≤ 1.000 >1.000	92.59 7.41	符合要求 盐渍化土壤
工业绿地 Industrial green space	0.150~3.180	0.649	0.677	1.043	≤ 1.000 >1.000	78.57 21.43	符合要求 盐渍化土壤
平均 Mean	0.140~3.180	0.475	0.365	0.739	≤ 1.000 >1.000	89.78 10.22	符合要求 盐渍化土壤

2.4 土壤 pH 土壤 pH 是评价土壤质量的一个重要指标, pH 过大或过小都不利于植物生长和发育^[15]。天津市环城四区土壤的酸碱度共分为 5 级: $pH \leq 5.0$, 强酸性; $5.0 < pH \leq 6.5$, 酸性; $6.5 < pH \leq 7.5$, 中性; $7.5 < pH \leq 8.5$, 碱性; $pH > 8.5$, 强碱性。由表 5 可见, 天津市城区周边绿地土壤 pH 均大于 7, 变化范围为 7.360~8.990, 平均值为 8.171, 标准差为 0.318, 变异系数为 0.039; 多重比较分析显示, 不同绿地类型

的土壤 pH 平均含量无明显差异, 防护绿地 pH 符合《天津市园林绿化土壤质量标准》(DB/T 29-226-2014) 占比最高, 达到 97.44%。统计特征表明(表 5), 环城四区绿地土壤中, pH 在 6.5~8.5 的占 84.71%, 符合《天津市园林绿化土壤质量标准》(DB/T 29-226-2014); pH>8.5 的占 15.29%, 属于强碱性, 不利于植物生长。

表 5 绿地土壤 pH 统计特征及评价结果

Table 5 Statistical characteristics and evaluation results of pH in green space

绿地分类 Green space classification	变化范围 Range	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV	评价结果 Evaluation results		
					数值 Value	比率 Ratio//%	结果 Results
防护绿地 Protective green space	7.530~8.620	8.056	0.289	0.036	6.5~8.5 >8.5	97.44 2.56	符合要求 强碱性
街旁绿地 Green space by the street	7.630~8.720	8.273	0.276	0.033	6.5~8.5 >8.5	74.42 25.58	符合要求 强碱性
公园绿地 Park green space	7.440~8.990	8.186	0.380	0.046	6.5~8.5 >8.5	73.33 26.67	符合要求 强碱性
居住绿地 Residential green space	7.490~8.900	8.138	0.318	0.039	6.5~8.5 >8.5	96.00 4.00	符合要求 强碱性
公共绿地 Public green space	7.620~8.920	8.263	0.354	0.043	6.5~8.5 >8.5	77.78 22.22	符合要求 强碱性
工业绿地 Industrial green space	7.360~8.570	8.108	0.291	0.036	6.5~8.5 >8.5	89.29 10.71	符合要求 强碱性
平均 Mean	7.360~8.990	8.171	0.318	0.039	6.5~8.5 >8.5	84.71 15.29	符合要求 强碱性

2.5 土壤养分元素 土壤养分元素主要有速效养分及全量养分, 速效养分是可供农作物直接吸收的, 全量养分虽不能直接供植物吸收, 却能体现土壤可供养分的潜力, 两者均是评价土壤质量的重要因素^[16-19]。

2.5.1 土壤全量养分 由表 6 可见, 天津市环城四区绿地土壤中, 全氮含量平均值为 1.025 g/kg, 变化幅度在 0.385~2.140 g/kg; 多重比较分析显示, 居住绿地全氮平均含量最高, 达 1.112 g/kg, 防护绿地、街旁绿地、工业绿地三者无明显差异; 公共绿地与公园绿地之间也无明显差异。各代表性绿地全氮含量平均值由高到低依次为居住绿地>工业绿地>防护绿地>街旁绿地>公园绿地>公共绿地。天津市城区周边绿地全钾含量全部大于 15.00 g/kg, 平均值为 21.42 g/kg, 标

准差为 1.5, 变异系数为 0.07, 各绿地之间全钾含量相差不大。天津市环城四区绿地土壤中全磷含量平均值为 0.854 g/kg, 标准差为 0.3, 变异系数为 0.35; 多重比较分析显示, 居住绿地土壤中全磷平均含量最高, 为 0.953 g/kg, 公共绿地土壤中全磷平均含量最低, 为 0.788 g/kg, 其余几种绿地无明显差异。

据全国第二次土壤普查养分分级标准, 天津市环城四区绿地中全氮含量在中等偏上(>1.0 g/kg)的占 51.56%, 环城四区绿地土壤中全氮含量一般; 全磷含量在中等以上(>0.6 g/kg)的占 96.35%, 环城四区绿地中的磷供应含量较充足; 天津市城区周边绿地全钾含量在中等以上的占 100%, 绿地土壤中全钾含量充足。

表 6 绿地土壤全量养分含量特征

Table 6 Characteristics of total nutrient content in green space

绿地分类 Green space classification	全氮 TN		全钾 Total potassium		全磷 TP	
	变化范围 Range	平均值 Mean	变化范围 Range	平均值 Mean	变化范围 Range	平均值 Mean
防护绿地 Protective green space	0.385~1.688	1.022	18.34~24.81	21.24	0.551~1.656	0.862
街旁绿地 Green space by the street	0.452~1.462	1.016	18.34~25.14	21.93	0.568~2.100	0.837
公园绿地 Park green space	0.411~1.721	0.979	19.58~24.23	21.43	0.564~1.415	0.805
居住绿地 Residential green space	0.640~1.990	1.112	19.50~24.56	21.46	0.654~2.293	0.953
公共绿地 Public green space	0.532~1.572	0.922	19.83~24.40	21.15	0.621~2.318	0.788
工业绿地 Industrial green space	0.541~2.140	1.097	16.68~24.81	21.32	0.584~2.531	0.879
平均 Mean	0.385~2.140	1.025	16.68~25.14	21.42	0.551~2.531	0.854

2.5.2 土壤速效养分 从表 7 可以看出, 环城四区绿地碱解氮平均值为 65.19 mg/kg, 变化范围在 18.90~168.00 mg/kg, 碱解氮平均含量顺序为居住土地>防护绿地>工业绿地>街旁绿地>公园绿地>公共绿地; 根据天津市园林绿化土壤质量标

准, 天津环城四区绿地土壤中碱解氮含量 ≥ 40.00 mg/kg 占比达 85.00%, 能够满足符合天津市规范要求, 但仍有 15.00% 绿地土壤中碱解氮含量 < 40.00 mg/kg, 供氮不足。天津市环城四区绿地土壤中速效钾含量变化在 99.44~

1 145.00 mg/kg, 平均值 317.43 mg/kg, 整体含量较高; 根据天津市园林绿化土壤质量标准, 绿地土壤中速效钾含量均超过 80.00 mg/kg, 全部符合天津市规范要求, 土壤中速效钾含量丰富。天津市环城四区绿地土壤中有有效磷含量变化在

4.42~121.65 mg/kg, 平均值为 20.36 mg/kg; 绿地土壤中有有效磷含量 ≥ 8.00 mg/kg 达到 91.00%, 满足《天津市园林绿化土壤质量标准》(DB/T 29-226-2014), 有效磷含量 < 8.00 mg/kg 占比为 9.00%, 供磷能力不足。

表 7 绿地土壤中速效养分含量特征

Table 7 Characteristics of available nutrient contents in green space

绿地分类 Green space classification	碱解氮 Available nitrogen		速效钾 Available potassium		有效磷 Available phosphorus	
	变化范围 Range	平均值 Mean	变化范围 Range	平均值 Mean	变化范围 Range	平均值 Mean
防护绿地 Protective green space	30.80~144.20	67.54	151.00~692.70	314.77	4.42~121.65	22.70
街旁绿地 Green space by the street	21.70~103.60	64.56	139.00~672.90	335.07	7.51~58.41	18.12
公园绿地 Park green space	18.90~168.00	63.68	99.44~1 012.00	284.71	5.87~62.47	19.73
居住绿地 Residential green space	35.00~161.00	75.54	142.60~765.60	336.72	5.51~109.42	27.61
公共绿地 Public green space	26.60~108.50	55.25	148.50~1 145.00	294.11	6.22~64.35	16.32
工业绿地 Industrial green space	27.30~96.60	64.58	152.90~678.80	339.19	5.92~46.67	17.66
平均 Mean	18.90~168.00	65.19	99.44~1 145.00	317.43	4.42~121.65	20.36

2.6 绿地质量综合评价 统计计算发现(表 8), 天津市城区周边绿地土壤总体肥力为中等($P=1.413$), 不同类型绿地肥力指数(P) 大小依次为防护绿地(1.464) > 居住绿地(1.461) > 工业绿地(1.427) > 街旁绿地(1.406) > 公园绿地(1.389) > 公共绿地(1.332), 分析其原因主要是环城四区近几年发展迅速, 但缺乏养分积累, 整体肥力较低, 城市绿地缺乏有效管理与保护也是造成肥力降低的一个重要方面。评价发现防护绿地和居住绿地肥力较高, 原因是防护绿地附近人流量小, 踩踏不严重, 并且防护绿地植被多为乔灌草组合,

枯枝落叶有效地补充了土壤, 使其营养组分较为充足; 居住绿地较好的原因是大部分小区物业完善, 管理和维护到位, 人为踩踏较少; 而公共绿地等肥力较低是因为未受到充分保护, 警示或栏杆等保护措施不足, 人为踩踏较多, 甚至出现大面积绿地退化而未及时整治现象。为进一步提高城市绿地总体质量, 建议加强城市绿地土壤的管理和保护, 避免人为践踏导致容重增加, 另一方面针对有机质等营养元素不足的情况, 可以通过施加有机肥或者将掉落的树叶残枝等翻耕后埋入土壤, 用以提高土壤肥力。

表 8 土壤质量评价指数

Table 8 Soil quality assessment index

绿地分类 Green space classification	P_i										综合肥力指数 Comprehensive fertility index(P)
	容重 Bulk density	有机 质 OM	全氮 TN	全磷 TP	全钾 Total potassium	速效钾 Available potassium	pH	电导率 Condu- ctivity	碱解氮 Available nitrogen	有效磷 Available phos- phorus	
防护绿地 Protective green space	2.86	1.22	1.37	2.18	2.62	3.00	2.44	2.93	1.14	2.83	1.464
工业绿地 Industrial green space	2.61	1.35	1.48	2.11	2.63	3.00	2.39	2.67	1.08	2.94	1.427
公共绿地 Public green space	2.44	1.07	1.23	1.88	2.61	3.00	2.27	2.97	0.92	2.90	1.332
公园绿地 Park green space	2.49	1.08	1.31	2.07	2.64	3.00	2.31	2.93	1.07	2.91	1.389
街旁绿地 Green space by the street	2.65	1.08	1.35	2.08	2.69	3.00	2.23	2.99	1.08	2.96	1.406
居住绿地 Residential green space	2.29	1.21	1.50	2.31	2.65	3.00	2.36	2.80	1.27	2.96	1.461
平均 Mean	2.56	1.17	1.37	2.10	2.64	3.00	2.33	2.88	1.09	2.92	1.413

3 结论与建议

通过野外调查和室内分析, 系统分析了天津市中心城区周边绿地土壤基本指标和营养指标, 对绿地土壤进行了综合评价, 结果发现, 天津市环城四区绿地土壤 pH 在 6.5~8.5 的占 84.71%, 属碱性土; 0~20 cm 土壤中全钾、全磷、速效钾等含量充足, 能够满足植物生长需要; 土壤中有有机质含量大部分小于 12.000 g/kg, 含量很低; 电导率 > 1.000 mS/cm 占比达 10.22%, 土壤盐分含量较高, 不利于植物生长; 天津市环城四区绿地总体肥力属中等, 主要表现在有机质积累不足, 全氮、碱解氮、有效磷等营养成分不足。

为更好维护绿地土壤、提高土壤质量, 提出以下几点建议: ①针对盐渍化土壤, 可通过施加化学改良剂、淋洗脱盐、深翻松耕、换土以及栽种耐盐植物等综合治理措施来进行改

良; ②提高绿地保护意识, 注重绿地土壤保护, 避免人为踩踏压实导致容重增加; ③绿地土壤有机质、碱解氮等营养成分含量较低, 可针对性施加有机肥料或落叶腐烂后翻入土壤来增加土壤营养。

参考文献

- [1] 陈洪. 重庆市主城区城市绿地土壤质量评价研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [2] 卢瑛, 甘海华, 史正军, 等. 深圳城市绿地土壤肥力质量评价及管理对策[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 153-156.
- [3] 杨金玲, 汪景宽, 张甘霖. 城市土壤的压实退化及其环境效应[J]. 土壤通报, 2004, 35(6): 688-694.
- [4] 陈旭彤. 杭州城市绿地土壤肥力质量评价[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(11): 148-150.
- [5] 单奇华, 俞元春, 张金池. 城市林业土壤质量评价[J]. 林业科技开发, 2007, 21(5): 12-15.

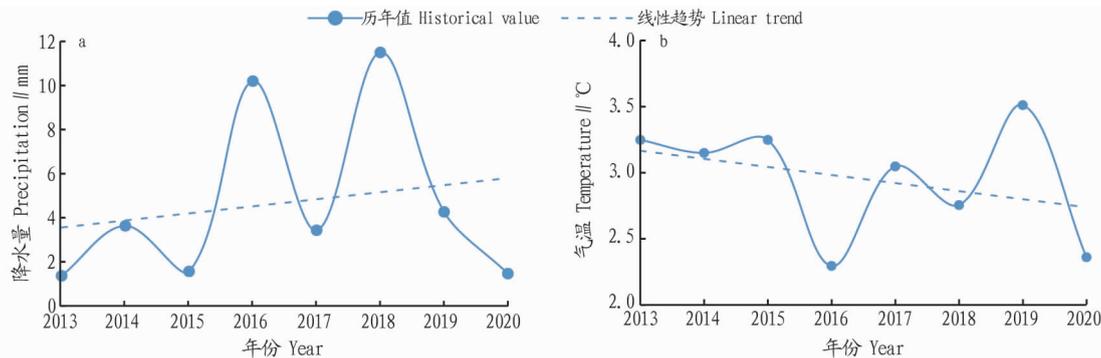


图 8 2013—2020 年四姑娘山保护区冬季降水量 (a) 和平均气温 (b) 变化

Fig. 8 Changes of precipitation (a) and average temperature (b) in Mount Siguniang protected area in winter from 2013 to 2020



图 9 2013—2020 年四姑娘山保护区客流量变化

Fig. 9 Changes of passenger flow in Mount Siguniang protected area from 2013 to 2020

3 结论

山地冰川变化及其影响是当今的关注热点,气候因素依靠全球大环境的改变,但对四姑娘山保护区冰川时空变化研究成果进行系统梳理和总结,认为保护区 2013—2020 年的冰川退缩情况与自然因素相关性不显著,与逐年人类活动的增加相关性较高,因此提出以下建议与对策:

(1) 合理控制登山活动,避免人类活动对冰川的直接破坏。四姑娘山保护区的山地户外资源和旅游资源相当丰富,被誉为“东方圣山,户外天堂”^[10]。近年来,随着山地户外运动关注度的逐年提高,保护区旅游人数呈井喷式增长,带来旅游收入的同时也会对保护区脆弱的生态环境造成不可逆的伤害,因此保护区管理部门要增强管理意识。

(2) 在保护区内尽量采用清洁能源,例如太阳能、风能

等,来减少温室气体排放。同时,保护区管理部门可在规划区内设置冰川防护堤,减缓冰川融化。

(3) 在保护区内设置冰川长期定位监测系统,安装相关设备,为开展长期监测提供技术支持。

(4) 培养专业人才。对四姑娘山保护区内的动植物、冰川等进行科学研究,深化对保护区自然环境的认识,努力提高保护区的科研监测水平,为实现保护区的可持续发展提供助力。

参考文献

- [1] 聂勇,张镗铨,刘林山,等.近 30 年珠穆朗玛峰自然保护区冰川变化的遥感监测[J].地理学报,2010,65(1):13-28.
- [2] 姚檀栋,刘时银,蒲健辰,等.高亚洲冰川的近期退缩及其对西北水资源的影响[J].中国科学(D辑:地球科学),2004,34(6):535-543.
- [3] 赵景敬,满苏尔·沙比提,麦丽开·艾麦提,等.1992—2017 年托木尔峰国家级自然保护区冰川变化[J].干旱区研究,2020,37(4):1079-1086.
- [4] 秦大河,效存德,丁承建,等.国际冰冻圈研究动态和我国冰冻圈研究的现状与展望[J].应用气象学报,2006,17(6):649-656.
- [5] 牟建新,李忠勤,张慧,等.全球冰川面积现状及近期变化:基于 2017 年发布的第 6 版 Randolph 冰川编目[J].冰川冻土,2018,40(2):238-248.
- [6] BANERJEE P, GHOSE M K, PRADHAN R. Identification of essential descriptors in spatial socioeconomic impact assessment modeling: A case study of highway broadening in Sikkim Himalaya[J]. Journal of geovisualization and spatial analysis, 2019, 3(1): 1-18.
- [7] 四姑娘山国家级自然保护区管理局.四川小金四姑娘山国家级自然保护区总体规划(2016-2026)[A]. 2017.
- [8] 王佩佩,匡鸿海,李嘉译.冰川与气候变化相关性分析:以祁连山自然保护区为例[J].安徽农业科学,2020,48(5):85-87,92.
- [9] 秦艳,丁建丽,赵求东,等.2001—2015 年天山山区积雪时空变化及其与温度和降水的关系[J].冰川冻土,2018,40(2):249-260.
- [10] 龚剑.四姑娘山国家山地户外运动公园主题的建设与研究对策[J].文体用品与科技,2020(3):243-244.
- [11] 李津立,岳世平,孙夔,等.天津市道路绿地土壤肥力调查及改善措施初探[J].城市环境与城市生态,2015,28(6):17-21.
- [12] 项建光,方海兰,杨意,等.上海典型新建绿地的土壤质量评价[J].土壤,2004,36(4):424-429.
- [13] 韩国英,姜世平,陈召忠,等.天津市园林绿化土壤质量标准:DB/T 29-226—2014[S].天津:天津市城乡建设委员会,2014.
- [14] 张万儒,杨光莹,屠星南,等.森林土壤分析方法中华人民共和国林业行业标准:LY/T 1210—1275—1999[S].北京:中国标准出版社,2000:74-152.
- [15] 徐建明,张甘霖,谢正苗.土壤质量指标与评价[M].北京:科学出版社,2010:44-51.
- [16] 司志国.徐州市城市绿地土壤碳储量及质量评价[D].南京:南京林业大学,2013.
- [17] 王建,白雪梅,武玲珍,等.城市绿地土壤综合质量评价:以重庆市北碚区为例[J].中国高新技术企业,2009(14):124-125.
- [18] 黄昌勇,徐建明.土壤学[M].3版.北京:中国农业出版社,2010:66-68.
- [19] 李玉和.城市土壤密实度对园林植物生长的影响及利用措施[J].中国园林,1995,11(3):41-43.
- [20] 管东生,何坤志,陈玉娟.广州城市绿地土壤特征及其对树木生长的影响[J].环境科学,1998,11(4):51-54.
- [21] 李清华,邓淑华.大庆采油四厂绿化园地和晨曦林地土壤肥力状况分析[J].中国新技术新产品,2008(15):145.
- [22] 吕巧灵,付巧玲,吴克宁,等.郑州市郊区土壤综合肥力评价及空间分布研究[J].中国农学通报,2006,22(1):166-168.
- [23] 杨波,裴伶俐.桦甸市李家村土壤肥力评价[J].吉林农业科技学院学报,2010,19(2):11-14.
- [24] 刘婵.上海城郊土壤肥力质量时空变化特征研究[D].上海:上海师范大学,2014.

(上接第 65 页)