

ICS 点击此处添加 ICS 号
点击此处添加中国标准文献分类号

T

中国风景园林学会团体标准

T/CHSLA—XXXX

园林绿化棕地土壤质量分级

征求意见稿

- XX - XX 发布

- XX - 实施

中国风景园林学会 发布

前 言

根据中国风景园林学会《关于印发<2019 年第一批团体标准制修订计划>的通知》（景园学字[2019]27 号）的要求，标准编制组深入调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 指标体系及综合评价标准；4 判定规则。

本标准由中国风景园林学会负责管理，由上海市园林科学规划研究院负责技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送上海市园林科学规划研究院（地址：上海市龙吴路899号，邮政编码：200232）。

本 标 准 主 编 单 位：上海市园林科学规划研究院

本 标 准 参 编 单 位：上海市建设用地和土地整理事务中心
中科院城市环境研究所
同济大学
上海市环境科学研究院
南京林业大学
中国城市建设研究院有限公司

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 指标体系及综合评价标准.....	4
4 判定规则.....	7
附录 A 单项指标标准化.....	8
附录 B 采样方法.....	12
附录 C 检测方法.....	14
本标准用词说明.....	15
引用标准名录.....	16

1 总 则

1.0.1 本标准规定了园林绿化棕地土壤质量分级的术语、指标体系及单项评价标准、综合评价及方法、采样方法、检测方法和判定规则等。

1.0.2 本标准适用于低于GB 36600 建设用地土壤污染风险筛选值的棕地；对高于GB 36600 建设用地土壤污染风险筛选值的棕地，应对其进行修复并达到GB 36600 建设用地土壤污染风险筛选值要求后才适用。

1.0.3 园林绿化棕地土壤质量分级除符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 棕地 brownfield

指城市中曾经利用过的、现在闲置或被遗弃或未被充分利用的土地，可能受到一定程度污染，经清理后具有重复使用开发可能的土地。棕地可有多种用途，本标准主要指用于园林绿化用棕地。

2.0.2 立地条件 site condition

指对园林植物生长有重要作用的气候、地质、地貌、土壤、水文、生物等生态环境因子的综合。

2.0.3 土体类型 type of soil mass

土壤表面到一定深度的土层组合。土层构成由一种或一种以上土壤质地的组合体，土体可分为均质、非均质和复杂土体三种类型。

2.0.4 均质土体 homogeneous soil mass

指地下水位以上土体均由相同质地土壤构成。该土体可由表土、心土、底土中的一种或多种构成，表土厚度是影响均质土体质量的关键因素。

2.0.5 表土 top soil

由于耕作、人为改造或天然形成的具有良好结构、肥力尚可的表层土壤。通常位于土体最上层，质地松软，有机质含量高，含有较多的微生物，多伴有植物根系出现等。

2.0.6 非均质土体 nohomogeneous soil mass

指地下水位以上土体由土壤层、杂填土层等混合构成，杂填土埋深是影响非均质土体的关键因素。

2.0.7 杂填土 miscellaneous fill

指含有大量建筑垃圾、工业废料或生活垃圾等非土壤类物质的土壤。

2.0.8 杂填土埋深 buried depth of miscellaneous fill

指杂填土的埋藏深度，即杂填土层至地表的距离，单位为厘米（cm）。

2.0.9 复杂土体 complicated soil mass

指地下水位以上土体由土壤、杂填土、不透水层中的一种或多种构成，不透水层埋深是影响复杂土体的关键因素。

2.0.10 不透水层 impervious bed

亦称"隔水层"，指土体中含有不透水隔层，如大片混凝土、地下空间顶板等。

2.0.11 不透水层埋深 buried depth of impervious bed

指不透水层的埋藏深度，即不透水层至地表的距离，单位为厘米（cm）。

2.0.12 地下水位 underground water level

指地下水面相对于基准面的高程，单位为厘米（cm）。

3 指标体系及综合评价标准

3.1 指标体系

3.1.1 园林绿化用途棕地土壤质量分级评价指标体系涉及土体层次、土壤质量、地下水等影响园林绿化建设的立地条件，包括土壤物理性质、化学性质、生物性质、土体类型及地下水等 5 个方面，共 12 项指标。

3.1.2 根据园林绿化植物生长立地条件优劣，将单项指标依次分为 I、II、III、IV 和 V 级。园林绿化用途棕地土壤质量单项指标单独评价时可参照表 3.1.2。

表 3.1.2 园林绿化用途棕地土壤质量单项指标分级

指标参数		I	II	III	IV	V
土壤物理指标	容重 (Mg/m ³)	1.0-1.25	1.25-1.35 或 0.9-1.0	1.35-1.55 或 0.8-0.9	1.55-1.65 或 0.7-0.8	≥1.65 或 <0.7
	非毛管孔隙度 (%)	10-20	20-25	5-10	5-3	≥25 或 <3
	质地	壤土 粉壤土 粉土 砂壤土	砂黏壤土 黏壤土 粉黏壤土	砂黏土 粉黏土	砂土 壤砂土	黏土
土壤化学指标	有机质(g/kg)	≥30	20-30	12-20	6-12	<6
	酸碱度 (pH)	6.5-7.5	5.5-6.5 或 7.5-8.0	8.0-8.5 或 4.5-5.5	8.5-9.0 或 3.5-4.5	≥9.0 或 <3.5
	电导率 (EC, mS/cm)	0.1-0.3	0.3-0.5	0.5-0.7 或 0.05-0.1	0.7-0.9	≥0.9 或 <0.05
土壤生物指标	动物多样性指数 H' (目级) ¹⁾	≥2.2	1.8-2.2	1.4-1.8	1-1.4	<1.0
	微生物生物量碳 (mg/kg)	>600	280-600	150-280	70-150	<70
土体类型 ²⁾	表土厚度 (cm)	≥50	40-50	30-40	20-30	<20
	杂填土埋深 (cm)	≥90	60-90	40-60	20-40	<20
	不透水层埋深 (cm)	≥90	70-90	50-70	30-50	<30

地下水	地下水位 (cm)	≥150	120-150	80-120	40-80	<40
<p>注：1) 采样宜在 4-10 月份季进行。</p> <p>2) 土体类型分为均质土体、非均质土体和复杂土体三类，其中均质土体采用表土厚度进行评价，非均质土体采用杂填土埋深及杂填土占比进行评价，复杂土体采用不透水层埋深进行评价。</p>						

3.2 综合评价

3.2.1 综合评价指标：园林绿化用途棕地土壤质量综合评价时，所有指标参数均应参与综合评价。

3.2.2 综合评价方法应根据以下计算方法：

1 参数标准化：为消除各指标参数之间量纲的差别，便于综合比较，应进行指标参数的标准化。标准化计算方法按照附录 A 执行。

2 对标准化后的各指标参数设置权重，详见表 3.2.2.1。

表 3.2.2.1 各指标参数权重

目标层	项目层	项目权重 (W_i , %)	指标层 (P_i)	指标权重 (W_{ij} , %)
棕地分类	物理性质	35	容重	20
			非毛管孔隙度	10
			质地	5
	化学性质	15	有机质	5
			酸碱度 (pH)	8
			电导率 (EC)	2
	生物性质	5	动物多样性指数 H' (目级)	2
			微生物生物量碳	3
	土体类型	30	表土厚度	20
			杂填土埋深	6
不透水层埋深			4	
地下水	15	地下水位	15	
注：项目权重累加等于 100%，指标权重累加等于 100%。				

3 综合评价： 园林绿化用途棕地土壤质量进行综合评价时，按公式（1）和（2）计算：

$$A_i = \sum W_{ij} P_i. \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \sum_{i=1}^n W_i A_i. \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

A_i—项目层分值；

W_{ij}—指标层权重；

P_i—指标参数标准化值；

W_i—项目层权重；

S—综合评价指数。

园林绿化用途棕地土壤质量分级评价按表3.2.2.2进行：I级（优）、II级（良）、III级（一般）和IV级（差），具体评价如下：

- a) I级：直接用于园林绿化；
- b) II级：宜进行改良后用于园林绿化；
- c) III级：应进行改良后用于园林绿化；
- d) IV级：须改善立地条件后用于园林绿化。

表 3.2.2.2 园林绿化用途棕地土壤质量综合评价

质量等级	I级	II级	III级	IV级
质量评语	优	良	一般	差
综合评价指数（S）	S≥1	0.5≤S<1	0.3≤S<0.5	S<0.3

4 判定规则

4.0.1 通用规则，依据不同采样点评价结果所占比例进行判定，遵从以下原则：

- 1 每块棕地土壤质量综合评价以高于70%的评价等级进行判定；
- 2 若评价等级所占比例均低于70%，则综合评价以“最差等级”进行判定。

4.0.2 依据种植的园林绿化植物类型进行判定，依据种植的绿化植物类型不同进行判定，遵从以下原则：

- 1 种植乔灌木植物时，每个采样点土壤质量综合评价结果以较差土层评价结果为主；
- 2 种植草本花卉植物时，每个采样点土壤质量综合评价结果以第一土层评价结果为主。

附录 A 单项指标标准化

A.0.1 容重 (ρ) 标准化

当 $\rho_i \geq 1.65 \text{Mg/m}^3$ 或 $\rho_i < 0.7 \text{Mg/m}^3$, 按公式 (A.0.1) 计算:

$$P_i = 0.1 \dots\dots\dots (A.0.1)$$

当 $0.7 \text{Mg/m}^3 < \rho_i < 0.8 \text{Mg/m}^3$ 或 $1.55 \text{Mg/m}^3 < \rho_i < 1.65 \text{Mg/m}^3$, 按公式 (A.0.2) 计算:

$$P_i = 0.1 + (\rho_i - 0.7)/(0.8 - 0.7) \text{ 或 } P_i = 1 - 0.9(\rho_i - 1.55)/(1.65 - 1.55) \dots\dots\dots (A.0.2)$$

当 $0.8 \text{Mg/m}^3 < \rho_i < 0.9 \text{Mg/m}^3$ 或 $1.35 \text{Mg/m}^3 < \rho_i < 1.55 \text{Mg/m}^3$, 按公式 (A.0.3) 计算:

$$P_i = 1 + (\rho_i - 0.8)/(0.9 - 0.8) \text{ 或 } P_i = 2 - (\rho_i - 1.35)/(1.55 - 1.35) \dots\dots\dots (A.0.3)$$

当 $0.9 \text{Mg/m}^3 < \rho_i < 1.0 \text{Mg/m}^3$ 或 $1.25 \text{Mg/m}^3 < \rho_i < 1.35 \text{Mg/m}^3$, 按公式 (A.0.4) 计算:

$$P_i = 2 + (\rho_i - 0.9)/(1.0 - 0.9) \text{ 或 } P_i = 3 - (\rho_i - 1.25)/(1.35 - 1.25) \dots\dots\dots (A.0.4)$$

当 $1.0 \text{Mg/m}^3 < \rho_i < 1.25 \text{Mg/m}^3$, 按公式 (A.0.5) 计算:

$$P_i = 3 \dots\dots\dots (A.0.5)$$

式中:

P_i —容重标准化值, 无量纲;

ρ_i —容重测定值, 单位为兆克每立方米 (Mg/m^3)。

A.0.2 酸碱度 (pH) 标准化

当 $\text{pH}_i \geq 9.0$ 或 $\text{pH}_i < 3.5$ 时, 按公式 (A.0.6) 计算:

$$P_i = 0.1 \dots\dots\dots (A.0.6)$$

当 $3.5 < \text{pH}_i < 4.5$ 或 $8.5 < \text{pH}_i < 9.0$, 按公式 (A.0.7) 计算:

$$P_i = 0.1 + 0.9(\text{pH}_i - 3.5)/(4.5 - 3.5) \text{ 或 } P_i = 1 - 0.9(\text{pH}_i - 8.5)/(9.0 - 8.5) \dots\dots\dots (A.0.7)$$

当 $4.5 < \text{pH}_i < 5.5$ 或 $8.0 < \text{pH}_i < 8.5$ 时, 按公式 (A.0.8) 计算:

$$P_i = 1 + (\text{pH}_i - 4.5)/(5.5 - 4.5) \text{ 或 } P_i = 2 - (\text{pH}_i - 8.0)/(8.5 - 8.0) \dots\dots\dots (A.0.8)$$

当 $5.5 < \text{pH}_i < 6.5$ 或 $7.5 < \text{pH}_i < 8.0$ 时, 按公式 (A.0.9) 计算:

$$P_i = 2 + (\text{pH}_i - 5.5)/(6.5 - 5.5) \text{ 或 } P_i = 3 - (\text{pH}_i - 7.5)/(8.0 - 7.5) \dots\dots\dots (A.0.9)$$

当 $6.5 < \text{pH}_i < 7.5$, 按公式 (A.0.10) 计算:

$$P_i=3 \quad \dots\dots\dots (A.0.10)$$

式中:

P_i —pH标准化值, 无量纲;

pH_i—pH测定值, 无量纲。

A.0.3 非毛管孔隙度 (a) 标准化

当 $a_i \geq 25\%$ 或 $a_i < 3\%$ 时, 按公式 (A.0.11) 计算:

$$P_i=0.1 \quad \dots\dots\dots (A.0.11)$$

当 $3\% < a_i < 5\%$, 按公式 (A.0.12) 计算:

$$P_i = 0.1 + 0.9(a_i - 3)/(5 - 3) \quad \dots\dots\dots (A.0.12)$$

当 $5\% < a_i < 10\%$ 时, 按公式 (A.0.13) 计算:

$$P_i = 1 + (a_i - 5)/(10 - 5) \quad \dots\dots\dots (A.0.13)$$

当 $20\% < a_i < 25\%$ 时, 按公式 (A.0.14) 计算:

$$P_i = 3 - (a_i - 20)/(25 - 20) \quad \dots\dots\dots (A.0.14)$$

当 $10\% < a_i < 20\%$, 按公式 (A.0.15) 计算:

$$P_i=3 \quad \dots\dots\dots (A.0.15)$$

式中:

P_i —pH标准化值, 无量纲;

a_i —非毛管孔隙度测定值, 单位为百分数 (%)。

A.0.4 电导率 (EC) 标准化

当 $EC_i \geq 0.9\text{mS/cm}$ 或 $EC_i < 0.05\text{mS/cm}$ 时, 按公式 (A.0.16) 计算:

$$P_i=0.1 \quad \dots\dots\dots (A.0.16)$$

当 $0.7\text{mS/cm} < EC_i < 0.9\text{mS/cm}$, 按公式 (A.0.17) 计算:

$$P_i = 0.1 + 0.9(EC_i - 0.7)/(0.9 - 0.7) \quad \dots\dots\dots (A.0.17)$$

当 $0.3\text{mS/cm} < EC_i < 0.5\text{mS/cm}$ 时, 按公式 (A.0.18) 计算:

$$P_i = 2 + (EC_i - 0.35)/(0.5 - 0.35) \quad \dots\dots\dots (A.0.18)$$

当 $0.5\text{mS/cm} < EC_i < 0.7\text{mS/cm}$ 时, 按公式 (A.0.19) 计算:

$$P_i = 2 - (EC_i - 0.5)/(0.7 - 0.5) \quad \dots\dots\dots (A.0.19)$$

当 $0.05\text{mS/cm} < EC_i < 0.1\text{mS/cm}$ 时, 按公式 (A.0.20) 计算:

$$P_i = 2 - (EC_i - 0.05) / (0.1 - 0.05) \dots\dots\dots (A.0.20)$$

当 $0.1 \text{ mS/cm} < EC_i < 0.3 \text{ mS/cm}$ ，按公式 (A.0.21) 计算：

$$P_i = 3 \dots\dots\dots (A.0.21)$$

式中：

P_i —pH 标准化值，无量纲；

EC_i —EC 测定值，单位为毫西门子每厘米 (mS/cm)。

A.0.5 其余指标参数 (C_i) 标准化

当指标参数的测定值 $C_i < X_a$ 时，按公式 (A.0.22) 计算：

$$P_i = 0.1 \dots\dots\dots (A.0.22)$$

当指标参数的测定值 $X_a < C_i < X_b$ 时，按公式 (A.0.23) 计算：

$$P_i = 0.1 + 0.9(C_i - X_a) / (X_b - X_a) \dots\dots\dots (A.0.23)$$

当指标参数的测定值 $X_b < C_i < X_c$ 时，按公式 (A.0.24) 计算：

$$P_i = 1 + (C_i - X_b) / (X_c - X_b) \dots\dots\dots (A.0.24)$$

当指标参数的测定值 $X_c < C_i < X_d$ 时，按公式 (A.0.25) 计算：

$$P_i = 2 + (C_i - X_c) / (X_d - X_c) \dots\dots\dots (A.0.25)$$

当指标参数的测定值 $C_i \geq X_d$ 时，按公式 (A.0.26) 计算：

$$P_i = 3 \dots\dots\dots (A.0.26)$$

式中：

P_i —除容重、pH、非毛管孔隙度、EC 外，其余指标参数标准化值；

C_i —各指标参数测定值，单位应符合表 1 相应指标参数单位；

X_a, X_b, X_c, X_d —各指标参数分级应符合表 A.0.5 要求。

表 A.0.5 各指标参数分级

指标参数	X_a	X_b	X_c	X_d
有机质 (g/kg)	6	12	20	30
土壤动物多样性指数 H' (目级)	1	1.4	1.8	2.2
微生物生物量碳 (mg/kg)	70	150	280	600
表土厚度 (cm)	20	30	40	50

杂填土埋深 (cm)	20	40	60	90
不透水层埋深 (cm)	30	50	70	90
地下水位 (cm)	40	80	120	150

A.0.6 质地标准化

土壤质地标准化应按表A.0.6进行。

表 A.0.6 土壤质地的标准化

质地类型	壤土 粉壤土 粉土 砂壤土	砂黏壤土 黏壤土 粉黏壤土	砂黏土 粉黏土	砂土 壤砂土	黏土
标准化值	3	2	1.3	1	0.1

附录 B 采样方法

B.0.1 前期准备：采样准备工作参照 HJ/T 166、CJ/T 340 等。

B.0.2 采样密度：根据土地利用类型、面积、分布状况等情况确定。通常，植被生长区，每 10000 m² 采一个样品，不足 10000m² 按一个样品计；非植被生长区，每 5000m² 采一个样品，不足 5000m² 按一个样品计；若现场土壤分布状况较一致，可降低采样密度。

B.0.3 采样深度：采样深度遵从以下原则：

1 可采至1m深或至地下水位处为止；

2 均质土体，采样深度可按表土、心土、底土进行分层取样；若分层不明显，可按0-50cm、50-100cm、>100cm进行取样。

3 非均质土体或复杂土体，若有杂填土层出现，则以杂填土层为界进行样品采集，其中，杂填土埋深大于60cm时，杂填土上层分两层取样，下层取一个样；若杂填土埋深小于60cm时，杂填土层上下层各取一个样。若有不透水层出现，不透水层大于70cm时，不透水层上层分两层取样，下层可不取样；若不透水层埋深小于70cm时，不透水层上下层各取一个样。

B.0.4 采样方法应符合下列规定：

1 一般采样方法，遵从以下原则：

1) 不同土层深度均应进行样品采集；
2) 表层土壤，采取混合取样的方法，每个采样区按对角线法、梅花点法、棋盘法或蛇形法等由8-10个采样点组成，采集的土壤样品按四分法留1kg土样带回实验室备用；

3) 不同深度土壤样品采集，采取单点取样的方法，可挖掘土壤剖面或者采用直径10cm以上的筒状土钻，按不同深度采集样品，采集的土壤样品按四分法留1kg土样带回实验室备用。

2 特殊采样方法，为满足不同指标参数特殊要求，其采样方法应遵从以下原则：

1) 土壤容重和非毛管孔隙度用环刀取原状土，每个采样单元中至少采集5次重复，采集后用保鲜膜或保鲜袋进行密封后带回实验室；不同采样深度均应进行；

2) 土壤动物多样性指数 H' （目级）采取样方取样法，在每个采样单元设置5-8个样方，每个样方大小20 cm×20cm，土深5cm，采集的土壤样品带回室内进行分离；不同采样深度均应进行；

3) 地下水位测量采用钻井法，每个采样单元随机取2-3个点作为测量点，用土钻钻直径15-20cm、深2m的井，30min后，观测渗水点，测量渗水点与地面的高度；地下水位测量时应在至少雨雪天气2-3天后进行。

B.0.5 样品的运输、流转和制备：参照HJ/T 166、CJ/T 340等进行。土壤微生物生物量碳样品应低温（4℃）条件下运输和储存。

附录 C 检测方法

所有指标参数的测定方法应按照表C.0.1执行。

表 C.0.1 检测分析方法

序号	项目	测定方法	方法来源
1	容重	环刀法	LY/T 1215
2	非毛管孔隙度	环刀法	LY/T 1215
3	质地	密度计法	LY/T 1225
4	酸碱度 (pH)	电位法 (2.5:1)	LY/T 1239
5	电导率 (EC)	电导法 (5:1)	LY/T 1251
6	有机质	重铬酸钾氧化-外加热法	LY/T 1237
7	土壤动物多样性指数 H' (目级)	漏斗法	HJ 710.10
8	微生物生物量碳	熏蒸提取法	国标征求意见稿
9	表土厚度	米尺测定	-
10	杂填土埋深	米尺测定	-
11	不透水层埋深	米尺测定	-
12	地下水位	米尺测定	-

本标准用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，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用词：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，在条件许可时首先这样做的词：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 本规范中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中国风景园林学会团体标准

引用标准名录

- 1 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》 GB 36600
- 2 《土壤微生物生物量的测定-熏蒸提取法》国家标准（征求意见稿）
- 3 《绿化种植土壤》 CJ/T 340
- 4 《土壤环境监测技术规范》 HJ/T 166
- 5 《生物多样性观测技术导则 大中型土壤动物》 HJ 710.10
- 6 《森林土壤水分-物理性质的测定》 LY/T 1215
- 7 《森林土壤颗粒组成（机械组成）的测定》 LY/T 1225
- 8 《森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算》 LY/T 1237
- 9 《森林土壤 pH 的测定》 LY/T 1239
- 10 《森林土壤水溶性盐分分析》 LY/T 1251

园林绿化棕地土壤质量分级

T/CHSLA XXXX-XXXX

条文说明

编制说明

《园林绿化棕地土壤质量分级》T/CHSLA XXXXX-XXXX，经中国风景园林学会 XXXXX 以景园字 XXXX 第 XX 号公告批准、发布。

为便于广大规划设计、施工、管理、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《园林绿化棕地土壤质量分级》编制组按章、节、条顺序编写了本标准的条文说明，供使用者参考。

目 次

1 总 则.....	20
2 术 语.....	21
3 指标体系及评价标准.....	23
3.1 指标体系及单项评价.....	23
3.2 综合评价及方法.....	26
4 采样方法.....	30
5 检测方法.....	31
6 判定规则.....	29

4 总 则

1.0.1 随着中国城市 30 多年的快速发展，园林绿化在人居环境改善方面的作用越来越受到重视。城市有限的绿地空间使得以居民动拆迁地、工厂遗址、垃圾填埋场、污水处理厂等为代表的棕地土地成为城市绿地建设的主要土地资源。2015 年中央城市工作会议中，将“大力开展生态修复，让城市再现绿水青山”作为重要内容；2017 年 3 月住房城乡建设部正式出台“生态修复、城市修补”文件。土壤质量与植物的关系，作为城市棕地园林绿化工作的基础，正受到了越来越多的关注，但是如何流程化、章程化、标准化的对棕地的土壤质量进行分级和评价，将是园林绿化改造棕地的前提。为此，在了解相关概念和分类的基础上，分析比较了国内外污染土壤相关的法律法规，并结合我国目前土壤标准甚至土壤环境质量标准颁布情况（《GB 36600 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》），提出了园林绿化棕地土壤质量分级标准，实现城市棕地的园林绿化推广应用，提高城市园林绿化棕地土壤质量分级的科学性、针对性、规范性，故制定本标准。

5 术语

2.0.1 棕地（brownfields）早在 1980 年由美国国家环保局（EPA）提出，指“废弃及未充分利用的工业用地，或是已知或疑为受到污染的用地”。相对绿地（greenfields）概念，英国对棕地的定义是“曾经利用过的、现在闲置的、遗弃的或者未充分利用的土地”；其与美国定义的区别在于这类土地不一定是工业用地，也不一定有污染物。目前国内对棕地的定义并不统一，普遍认为是“曾被开发或利用，可能存在污染或者潜在的污染威胁，现处在废弃或者较低利用状态，需要人为干预进行更新改造的土地”。本标准棕地则采用英国对棕地的定义，指“曾经利用过的、现在闲置的、遗弃的或者未充分利用的土地”，可能为工业用地，也可能不是工业用地，可能存在一定污染，也可能不存在污染；这些地块需要经不同程度的人为干预更新改造后才可进行植物种植，但具有重度污染，存在一定人体健康风险的，不具备对外开放条件的棕地不属于本标准范畴。

2.0.2 因为影响植物种植的因素除土壤质量外，还与其地下水、土层结构等其它立地条件有较大关系，因此，本标准引入了立地条件这一术语，指对园林植物生长有重要作用的气候、地质、地貌、土壤、水文、生物等生态环境因子的综合。

2.0.3 土体结构系统指由广泛存在于地球表层，经历一定地质历史时期，在各种复杂的自然因素作用下形成的具有固、液、气多相介质、多矿物和特定结构联结的分散体系。土体结构系统划分为土区、土体、土层、土块、土粒、微粒和粒子 7 个结构层次。其中，土体构成上是由一种以上土层构成的组合体，其性质不等于其中某一土层的性质，也不等于各土层性质的简单迭加，而是土层间相互作用、相互影响的有机整体。土体可分为均质、非均质和复杂土体三种类型。

2.0.4 根据对上海三林楔形绿地、世博文化公园等前期调研，发现这类棕地土体层次大致可分为三种类型，均质土体、非均质土体、复杂土体，其中苗圃地或房前屋后的农田，整个土体均为土壤，本标准定义为均质土体，指地下水位以上土体均由相同质地土壤构成。该土体可由表土、心土、底土中的一种或多种构成，表土厚度是影响均质土体质量的关键因素。

2.0.5 分析以往绿化、造林等工程案例，从满足木本植物种植的角度出发，认为表土层厚度是影响均质土体的主要因素，由于耕作、人为改造或天然形成的具有良好结构、肥力尚可的表层土壤。通常位于土体最上层，质地松软，有机质含量高，含有较多的微生物，多伴有植物根系出现等。

2.0.6 绿化用地或闲置的裸露地，在不同埋深处会出现建筑垃圾或生活垃圾与土壤的混合物，本标准定义这种土体为非均质土体，指地下水位以上土体由土壤层、杂填土层等混合构成，杂填土埋深是影响非

均质土体的关键因素。

2.0.8 杂填土在土体中出现的深度是影响非均质土体植物生长的主要因素，即本标准定义为杂填土埋深，指杂填土的埋藏深度，即杂填土层至地表的距离。

2.0.9 场地中较大区域有硬地面覆盖或闲置裸露地下含有夹心不透水硬地面层，本标准定义为复杂土体，指地下水位以上土体由土壤、杂填土、不透水层中的一种或多种构成，不透水层埋深是影响复杂土体的关键因素。

2.0.11 不透水层出现的深度是影响复杂土体植物生长的主要因素，即本标准定义为不透水层埋深，指不透水层的埋藏深度，即不透水层至地表的距离。

2.0.12 采用著名学者 Freeze 和 Cherry（1979 年）给予的定义。地下水是指“出现在已经充分饱和了的土层和地质层组中的地下水位以下的水体”，地下水位是指一个面，在这个面上土体的孔隙水压力或流体的压力水头都正好等于 0。也就是说，在大气压状态下 0 压线即为地下水位。具体指地下水面相对于基准面的高程。

6 指标体系及评价标准

6.1 指标体系

3.1.1 鉴于棕地本身的特性，并基于影响木本植物生长的前提下，同时考虑评价方便快捷，本标准选取了涉及土壤质量、土体层次、地下水等3大立地条件，包括土壤物理性质、化学性质、生物学性质及土体层次、地下水等5个方面，共12项指标。

土壤物理性质选取密度、非毛管孔隙度和砂粒含量3项关键指标，其中土壤密度是一个综合反映土壤结构特征的指标，是土壤物理性质好坏的重要指标之一；土壤非毛管孔隙反映土壤滞留和下渗水，发挥土壤水源涵养能力，决定土壤通气透水性的强弱；土壤机械组成是构成土壤结构体的基本单元，反映土壤保肥蓄水和通透性能，直接影响着土壤松紧度、孔隙数量，进而影响着土壤通气、透气以及土壤环境背景值和能量转化等性能，而机械组成中的砂粒含量，直接影响土壤的透水、通气性能，尤其是影响土壤中孔隙含量。根据长三角地区多年的研究表明，影响城市绿化种植的土壤物理障碍因子主要为密度、非毛管孔隙度及质地，因此选择这三项土壤物理指标作为基本上可以表征土壤的常规物理特性。

土壤化学性质选取有机质含量、酸碱度（pH）和电导率（EC）3项关键指标，其中土壤有机质是土壤固相部分的重要组成成分，虽然土壤有机质的含量只占土壤总量的很小一部分，但它对土壤形成、植物营养的供给、土壤物理性质的改善尤其是土壤团粒结构具有重要促进作用，土壤有机质含量是土壤质量重要衡量指标之一；土壤酸碱度对土壤肥力及养分的有效性影响较大，直接影响植物的生长和发育；土壤电导率反映了一定水分条件下土壤盐分的实际状况，影响到土壤养分的转化、存在状态及有效性，是限制植物和微生物活性的阈值，是土壤基本化学性质之一。

土壤生物学性质选取土壤动物多样性指数、微生物生物量碳2项关键指标，其中土壤动物是土壤中一个重要的生物类群，通常而言，土壤有机质含量越高，凋落物越丰富，土壤动物群落的多样性就越高。土壤动物的多样性可以作为评价土壤质量好坏的指标之一。而土壤微生物生物量虽然只占土壤有机质的3%左右，但在有机物质、氮、磷、硫等转化和循环过程中起着关键的作用，不仅是土壤有机质中最活跃的组分，而且可作为土壤养分的储存库，是植物生长吸收利用养分的重要来源，与单个微生物个体数量指标相比，更能反映微生物在土壤中的实际数量与作用潜力，而且，微生物对土壤各种环境因子的变化极为敏感，因而土壤微生物量的变化常被作为土壤肥力、土壤环境污染等其他各种扰动对土壤健康质量影响的灵敏性指标。但由于土壤微生物生物量测定繁琐，且主要由土壤微生物生物量碳为主，因此，本标准选取土壤微生物生物量碳作为评价指标。

土体层次是影响植物生长的关键立地条件之一，尤其是限制植物根系生长杂填土层和不透水层，其在土体中埋深是直接影响植物能否存活的关键因素。另外，表土层是植物根系和微生物等活动，其土壤理化性状慢慢演化成适合植物生长，表层厚度间接反映某区域土壤质量。因此根据对上海三林楔形绿地、世博文化公园、老港垃圾填埋场等工程项目实际，对土体层次分均质土体、非均质土体和复杂土体 3 种类型，并选取表土厚度、杂填土层埋深和不透水层埋深 3 项关键指标作为本标准单项评价指标。

基于上海乃至长三角的气候条件、地下水位等情况，并结合以往上海植物种植的实际案例，地下水位高低是影响树种生长的一个重要因子。而且因不同树种的根系耐水湿性存在较大差异，划分树种种植场地的地下水位标准对合理选择绿化树种（含品种），做到适地适树意义重大，因此本标准选取地下水位 1 项关键指标作为评价标准，

3.1.2 单项评价指标包括土壤密度、非毛管孔隙度、砂粒含量、有机质含量、酸碱度（pH）、电导率（EC）、土壤动物多样性指数、微生物生物量碳、表土厚度、杂填土层埋深、不透水层埋深和地下水位。根据绿化植物生长立地条件优劣，将单项指标依次分为 I 级、II 级、III 级、IV 级和 V 级。单项指标单独评价时应满足表 3.1.2 相应的分级标准。

表 3.1.2 单项指标限值设置主要根据《绿化种植土》（CJ/T 340-2016），CJ/T 340-2016 中要求土壤密度 $<1.35 \text{ Mg/m}^3$ 、非毛管孔隙度为 5-25%、有机质为 12-80g/kg、pH 为 5.0-8.3 和 EC 为 0.15-0.9mS/cm；但考虑植物生长适宜的密度、pH 和 EC 应为中间最佳值，而非最大值或最小值，本标准基于 CJ/T 340-2016 进行了调整。

另外，根据多年上海绿地土壤调查结果显示，土壤有机质含量部分包含了土壤有机改良材料，并不能算做真正的有机质，因此将土壤有机质 $>12\text{g/kg}$ 设为 III 级，并结合上海市绿地土壤有机质含量与植物长势调查，将有机质进行了相应调整。

CJ/T 340-2016 中要求土壤质地为壤质土，但由于一方面土壤质地较难定量；另一方面受上海乃至长三角土壤母质的影响，土壤粘粒含量较高，且制约植物生长的关键因子之一则是通气透水性不好，因此，本标准结合土壤质地分类三角图进行了分级。

关于土壤动物多样性指数 H' （目级）的研究较多，但对其评价多有不同，也没有统一的评价标准。本标准土壤动物多样性指数 H' （目级）分级的设置，主要依据了上海不同区域不同采样点的土壤实地调查结果，并参考了 8 篇学术论文的研究结果的基

础上提出的，划分为5个等级，分别为>2.2为I级、1.8-2.2为II级、1.4-1.8为III级、1-1.4为IV级、<1为V级。

土壤微生物生物量的研究对于全面把握与理解土壤质量有极其重要的作用，对制定良好措施来提高土壤健康质量也有重要意义。但关于土壤微生物生物量碳的文献研究较多，对其评价标准尚属空白，本标准是根据上海市50个典型棕地绿化后土壤监测点的监测结果及多年城市绿地土壤质量监测实践，划分为5个等级，分别为 ≥ 600 mg/kg为I级、280~600 mg/kg为II级、150~280 mg/kg为III级、70~150 mg/kg为IV级、<70 mg/kg为V级。

土体类型标准的提出，一方面参考了《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ 82-2012）对乔木、灌木植物种植深度要求，另一方面主要结合了上海三林楔形绿地、世博文化公园、老港垃圾填埋场等典型市政绿化工程前期调研结果提出的。

这5个等级的划分是《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ 82-2012）、《园林绿化工程种植土壤质量验收规范》（DB31/T 769-2013）

地下水位的划分通过多年造林实践，并参考了1项国家标准 GB6001《育苗技术规程》，LY/T 1716-2007《杨树栽培技术规程》、LY/T 2335-2014《鹅掌楸栽培技术规程》、LY/T 2128-2013《银杏栽培技术规程》等10项行业标准，《DB32/T 1588-2010桂花生产技术规程》、《DB3201/T 033-2003《广玉兰育苗技术规程》、DB51/T 1233-2011《无公害林产品生产技术规程 无患子》等24项地方标准的基础上提出的。

表1 表 3.1.2 园林绿化用途棕地土壤质量单项指标分级

指标参数		I	II	III	IV	V
土壤物理指标	容重 (Mg/m ³)	1.0-1.25	1.25-1.35 或 0.9-1.0	1.35-1.55 或 0.8-0.9	1.55-1.65 或 0.7-0.8	≥ 1.65 或 <0.7
	非毛管孔隙度 (%)	10-20	20-25	5-10	5-3	≥ 25 或 <3
	质地 (%)	壤土 粉壤土 粉土 砂壤土	砂黏壤土 黏壤土 粉黏壤土	砂黏土 粉黏土	砂土 壤砂土	黏土

土壤 化学 指标	有机质(g/kg)	≥ 30	20-30	12-20	6-12	< 6
	酸碱度 (pH)	6.5-7.5	5.5-6.5 或 7.5-8.0	8.0-8.5 或 4.5-5.5	8.5-9.0 或 3.5-4.5	≥ 9.0 或 < 3.5
	电导率 (EC, mS/cm)	0.1-0.3	0.3-0.5	0.5-0.7 或 0.05-0.1	0.7-0.9	≥ 0.9 或 < 0.05
土壤 生物 指标	动物多样性指数 H' (目级) ¹⁾	≥ 2.2	1.8-2.2	1.4-1.8	1-1.4	< 1.0
	微生物生物量碳 (mg/kg)	> 600	280-600	150-280	70-150	< 70
土体 类型 ²⁾	表土厚度 (cm)	≥ 50	40-50	30-40	20-30	< 20
	杂填土埋深 (cm)	≥ 90	60-90	40-60	20-40	< 20
	不透水层埋深 (cm)	≥ 90	70-90	50-70	30-50	< 30
地下 水	地下水位 (cm)	≥ 150	120-150	80-120	40-80	< 40
<p>注：1) 采样宜在 4-10 月份季进行。</p> <p>2) 土体类型分为均质土体、非均质土体和复杂土体三类，其中均质土体采用表土厚度进行评价，非均质土体采用杂填土埋深及杂填土占比进行评价，复杂土体采用不透水层埋深进行评价。</p>						

6.2 综合评价

3.2.1 多指标的综合评价体系中，由于各评价指标的性质不同，通常具有不同的量纲和数量级。当各指标间的水平相差很大时，如果直接用原始指标值进行分析，就会突出数值较高的指标在综合评价中的作

用，相对削弱数值水平较低指标的作用。因此，为了保证结果的可靠性，需要对原始指标数据进行标准化处理。

3.2.2 数据标准化方法有多种，归结起来可以分为直线型方法(如极值法、标准差法)、折线型方法(如三折线法)、曲线型方法(如半正态性分布)。但鉴于不同指标参数与植物生长的影响不同，如pH、密度等则与植物生长成抛物线关系，即这些指标参数对植物生长发育均有一个最佳适宜范围，超过该适宜范围，随着偏离程度的增大，对植物生长的影响越不利，直到达到某一限值导致植物死亡等；而EC、有机质、砂粒含量、非毛管孔隙度、表土厚度、杂填土埋深、不透水层埋深、地下水位等，与植物生长关系则可能呈“S”型，即在一定范围内，这些指标参数与植物生长成正相关，低于或高于此范围，指标参数值的变化对植物生长影响较小。

1 各参数标准化计算方法按照附录A执行。

6.2.1 2 指标参数权重依据：由于一块棕地是否适宜木本植物种植，是各指标参数综合作用的结果，因而在对各指标参数进行单独评价后，需要采用一定的方法将单个指标的评价结果转换成由各指标参数构成的综合评价结果。科学的综合评价方法应同时考虑各指标参数的权重。当前关于权重的计算方法较多，如主成分分析法、聚类分析法、因子分析法、指数和法、判别分析法、模糊数学法、因子加权综合法等，不同计算方法之间往往有很大的不同，甚至结果会出现相异。考虑到目前影响园林绿化植物生长的几大因子的重要性，对标准化后的各指标参数通过专家打分法给予了不同权重，详见表 3.2.2.3。

表 2 表 3.2.2.3 各指标参数权重

目标层	项目层	项目权重 (W_i , %)	指标层 (P_i)	指标权重 (W_{ij} , %)
棕地分类	物理性质	35	容重	20
			非毛管孔隙度	10
			质地	5
	化学性质	15	有机质	5
			酸碱度 (pH)	8
			电导率 (EC)	2
生物性质	5	动物多样性指数 H' (目级)	2	

			微生物生物量碳	3
	土体类型	30	表土厚度	20
			杂填土埋深	6
			不透水层埋深	4
	地下水	15	地下水位	15
注：项目权重累加等于 100%，指标权重累加等于 100%。				

3 综合评价标准

园林绿化用途棕地土壤质量进行综合评价采用常用的评价公式，具体见公式（1）和（2）计算：

$$A_i = \sum W_{ij} P_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \sum_{i=1}^n W_i A_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

A_i 一项目层分值；

W_{ij} 一指标层权重；

P_i 一指标参数标准化值；

W_i 一项目层权重；

S 一综合评价指数。

选取上海典型的棕地进行调查，并测定分析后，通过以上的标准化及综合评价计算后，结合实地园林绿化植物生长状况，将园林绿化用途棕地土壤质量进行分级见表3.2.2.3：I级（优）、II级（良）、III级（一般）和四级（差），具体评价如下：

- e) I级：直接用于园林绿化；
- f) II级：宜进行改良后用于园林绿化；
- g) III级：应进行改良后用于园林绿化；
- h) IV级：须改善立地条件后用于园林绿化。

表 3 表 3.2.2.3 园林绿化用途棕地土壤质量综合评价

质量等级	I级	II级	III级	IV级
质量评语	优	良	一般	差
综合评价指数（S）	S≥1	0.5≤S<1	0.3≤S<0.5	S<0.3

7 判定规则

4.0.1 通用规则，根据采样密度，可能会有不同采样点，而不同采样点的评价结果也可能会有差异，因此，本标准限定依据不同采样点评价结果所占比例进行判定，遵从以下原则：

- 1 每块棕地土壤质量综合评价以高于 70% 的评价等级进行判定。
- 2 若评价等级所占比例均低于 70%，则综合评价以“最差等级”进行判定。

即若一块棕地采集 5 个采样点，其中评价结果为良的有 4 个采样点，即 80% 采样点评价结果为良，高于 70%，则这个地块的评价结果为良；若评价结果为良的有 2 个采样点，评价结果为一般的有 2 个采样点，评价结果为差的有 1 个采样点，所有评价等级均低于 70%，则评价结果以“最差等级”进行判定，即为差。

4.0.2 鉴于本标准评价指标涉及土壤质量、土体类型、地下水等方面，其中由于受分层采样的影响，每个采样点土壤质量评价结果不同土层不同，可能有 2 个或 3 个评价结果，而土体类型、地下水则不受土层影响，每个采样点只有 1 个评价结果，这就给综合评价这个样点所述等级带来困惑，因此，本标准限定依据种植的绿化植物类型不同进行判定，遵从以下原则：

- 1 种植乔灌木植物时，每个采样点土壤质量综合评价结果以较差土层评价结果为主；即若该采样点采集一层土壤样品，则依据该土层评价结果进行判定；若该采样点采集二层或三层土壤样品，则依据最差土层评价结果进行判定。

- 2 种植草本花卉植物时，每个采样点土壤质量综合评价结果以第一土层评价结果为主。

8 附录 B 采样方法

B.0.1 HJ/T 166、CJ/T 340 等标准中对土壤调查的前期准备工作、采样方法等有一定介绍。但本标准考虑到棕地中可能存在不同的用地类型，从便于后续再开发利用的角度出发，且考虑不同用地类型土壤质量的差异性，主要分为植被生长区和非植被生长区，植被生长区或为绿化植物或为农作物等，非植被生长区则为无植被生长的其它区域。

8.1

9 附录 C 检测方法

参与城市棕地分类分级评价的指标参数检测方法多直接引用已颁布的标准，其测定方法如下：土壤密度和非毛管孔隙度采用的是 1999 年张万儒编制的林业行业标准 LY/1215；土壤砂粒含量采样的是林业行业标准 LY/1225 中的密度计法，该方法相比其他方法易操作。土壤 pH 和 EC 采用的常用方法分别是 LY/T1239 中的电位法和 LY/T1251 中的电导法；土壤有机质含量采用重铬酸钾氧化-外加热法（LY/T 1237）；土壤微生物量碳的测定采用氯仿熏蒸直接浸法，参考《土壤微生物生物量的测定-熏蒸提取法》国家标准（征求意见稿）；土体层次采用米尺测量，通过挖掘土壤剖面，再利用米尺进行现场测量；地下水位可根据现场观测点条件和测量精度等要求，可采用测绳、电测水位仪、自动水位仪等进行现场测定。所有指标参数的测定方法应按照表 5 执行。

表 4 表 5 检测分析方法

序号	项目	测定方法	方法来源
1	容重	环刀法	LY/T 1215
2	非毛管孔隙度	环刀法	LY/T 1215
3	质地	密度计法	LY/T 1225
4	酸碱度（pH）	电位法（2.5:1）	LY/T 1239
5	电导率（EC）	电导法（5:1）	LY/T 1251
6	有机质	重铬酸钾氧化-外加热法	LY/T 1237
7	土壤动物多样性指数 H' （目级）	漏斗法	HJ 710.10
8	微生物量碳	熏蒸提取法	国标征求意见稿
9	表土厚度	米尺测定	-
10	杂填土埋深	米尺测定	-
11	不透水层埋深	米尺测定	-
12	地下水位	米尺测定	-