

恒电荷土壤胶体表面的电荷特征*

杨亚提¹, 张一平², 张兴福²

(1 西北农林科技大学 生命科学学院; 2 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] Mehlich 法和电位滴定法研究表明, 供试土壤胶体可变电荷量占总电荷量(CEC_v/CEC_{Σ})的比例为 33.64%~35.58%; 表面电荷量 CEC_{Σ} , CEC_p 和 CEC_v 的大小次序为 塋土> 黄绵土> 黑垆土> 黄褐土; 电荷零点(PZC)大小与此顺序相反; 同一土壤胶体其 PZC 大小呈 $Ca(NO_3)_2>KCl>NaNO_3$ 的趋势, 在 Na_2SO_4 介质中不存在 PZC。各土壤胶体负电荷密度随 pH 增加的幅度即为 pH 对土壤胶体表面电荷密度的贡献率(简称为 pH 贡献率), 增加的幅度愈大, 表明 pH 对表面负电荷密度的贡献率愈大。pH 贡献率的大小呈黄绵土> 黑垆土> 塋土> 黄褐土的趋势; 同一土壤胶体, pH 的贡献率基本上呈现 $KCl>Na_2SO_4>Ca(NO_3)_2>NaNO_3$ 。

[关键词] 恒电荷土壤胶体; 电荷零点; 电位滴定; 电荷密度

[中图分类号] S153.3 [文献标识码] A [文章编号] 1000-2782(2002)01-0047-05

由于地理位置的不同, 我国不同地区土壤中粘粒矿物、氧化物及腐殖质性状均存在着差异。温带地区的土壤含有大量的 2:1 型粘土矿物, 主要是永久负电荷决定着其表面化学性质, 称为恒电荷土壤; 热带和亚热带地区的大部分土壤的粘粒矿物主要是高岭石, 永久负电荷量很少, 有明显的可变正电荷和可变负电荷, 称为可变电荷土壤。地处温带的陕西土壤胶体的粘粒矿物主要以伊利石为主, 属于恒电荷土壤, 但亦含有一定量的氧化铁、铝及腐殖质, 所以这类土壤中既含有永久负电荷, 也有可变负电荷, 属两类表面共存体系, 因此其表面电荷会受环境条件的影响。于天仁等^[1]系统地研究了可变电荷土壤的电化学特征; 但关于温带土壤胶体表面的电化学特征的研究尚缺乏系统研究报道。

本研究对陕西从南到北 4 种主要土壤表面电

荷、电荷密度随 pH 的变化规律, 以及离子强度和介质种类对电荷密度的影响进行了研究, 确定了供试土壤胶体的电荷零点及永久负电荷密度等特征, 以期合理利用和管理土壤提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

供试土壤样品为陕西黄绵土(米脂)、黑垆土(洛川)、塋土(杨陵)和黄褐土(汉中), 取样深度为 0~20 cm; 风干粉碎后提取 < 2 μm 的粘粒, 电析成 H-A1 质, 烘干后磨碎过 0.25 mm 筛备用。供试土壤胶体的基本理化性质见表 1, 其中 pH 用 Beckman- Φ -pH 计测定, 比表面用乙二醇乙醚吸附法测定, 有机质用重铬酸钾氧化法(外加热法)测定, 游离 Fe_2O_3 用连二亚硫酸钠-柠檬酸钠法^[2]测定。

表 1 供试土壤胶体的理化性质

Table 1 Some physicochemical properties of soil colloids tested

土 壤 Soil	pH (H ₂ O)	有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic	游离 Fe ₂ O ₃ / (g·kg ⁻¹) Free Fe ₂ O ₃	比表面/ (m ² ·kg ⁻¹) Special surface	矿物组成 ^[3] Mineral component
黄褐土 Yellow loessal soil	4.52	18.4	98.2	3.70×10 ⁵	伊利石> 蒙脱> 高岭石、蛭石 Illonite > Montmorillonite > Kaolin, Vermiculite
塋土 Old manured loessal soil	4.77	36.0	59.1	2.91×10 ⁵	伊利石> 蛭石 Illonite> Vermiculite
黑垆土 Dark cultivated loessal soil	4.61	28.8	42.6	2.46×10 ⁵	伊利石> 绿泥石> 蒙脱 Illonite> Chlorite> Montmorillonite
黄绵土 Yellow cinamon soil	4.73	28.3	33.0	2.51×10 ⁵	伊利石、绿泥石> 云母 Illonite, Chlorite> Meca

[收稿日期] 2001-01-08
[作者简介] 杨亚提(1964-), 女, 陕西乾县人, 副教授, 博士, 主要从事土壤环境化学和物理化学的教学与研究工作。

1.2 土壤胶体表面电荷的测定

Mehlich 法^[2] pH8.2 时负电荷总量($CEC_{8.2}$)和永久负电荷量(CEC_p)的测定:称取定量的 H-A1 质土壤胶体 6 份分别置于漏斗中。并将样品分成 2 组,每组 3 份,其中 1 组用 pH8.2 的 $BaCl_2$ -TEA (三乙醇胺)缓冲液淋洗 2 次,再用 0.3 mol/L 的 $BaCl_2$ 溶液淋洗 3 次;另 1 组用 0.3 mol/L 的 $BaCl_2$ 溶液淋洗 5 次,然后用蒸馏水淋洗至无 Cl^- 为止。最后用 $50\text{ mL } 0.3\text{ mol/L}$ 的 $CaCl_2$ 溶液分别淋洗 2 组样品 5 次,再用蒸馏水淋洗,淋洗溶液收集在 100 mL 容量瓶中,定容。待测液中 Ba^{2+} 的测定: K_2CrO_4 沉淀, HCl 溶解,用比色法(721 可见分光光度计)测定。根据 Ba^{2+} 的浓度计算 $CEC_{8.2}$ 和 CEC_{p0} 。pH 8.2 时的可变负电荷量 $CEC_v = CEC_{8.2} - CEC_{p0}$ 。

电位滴定法 称取定量的 H-A1 质土壤胶体,置于 100 mL 的锥形瓶中,加入 $20\text{ mL } 0.1\text{ mol/L}$ KCl 溶液,然后加入 $5\text{ mL } 0.1\text{ mol/L}$ HCl 使体系的 $pH < 3$,用 ZD-2 型电位滴定仪,以 0.1 mol/L 的 KOH 溶液滴定至 $pH > 10$ 。滴定过程温度控制在 298 K ,鼓 N_2 气,除去 CO_2 。不加土样做空白滴定。滴定试验在 $0.1, 0.01, 0.001\text{ mol/L}$ 3 个离子强度与 $KCl, NaNO_3, Ca(NO_3)_2$ 和 Na_2SO_4 4 种电解质溶液中进行。不同离子强度下 $\Gamma_{H^+} - \Gamma_{OH^-}$ (净吸附量) $-pH$

关系曲线的交点为样品的电荷零点 PZC。

2 结果与讨论

2.1 土壤胶体表面的电荷数量

表 2 表明,供试土壤胶体的 $CEC_{8.2}$, CEC_p 和 CEC_v 的大小次序为塋土>黄绵土>黑垆土>黄褐土。 CEC_p 在 $9.80\sim 16.69\text{ cmol/kg}$ 时,永久负电荷产生于土壤矿物的同晶置换,其大小主要取决于粘土矿物组成,供试土壤胶体的粘土矿物主要以 2:1 的伊利石为主,所以其永久负电荷量比刘冬碧等^[4]所研究的可变电荷土壤和黄棕壤的 CEC_p ($1.91\sim 4.94\text{ cmol/kg}$)高。由于黄褐土含有较多的 Fe_2O_3 和少量的高岭石,因此其 CEC_p 较低。

供试土壤胶体在 pH8.2 时的 CEC_v 为 $5.39\sim 7.80\text{ cmol/kg}$,比可变电荷土壤 ($2.16\sim 4.03\text{ cmol/kg}$)高^[4]。土壤中的有机质、氧化物、粘土矿物的边面都可提供一定量的可变负电荷,恒电荷土壤中,由于氧化铁、铝含量较少,且这两种氧化物在 $pH < 7.0$ 时,出现正电荷,pH8.2 时提供的负电荷量较少,因此这类土壤中可变负电荷主要由有机质和矿物的边面产生,可变负电荷量的大小与有机质的含量和矿物的边面状态有关。

表 2 供试土壤胶体的表面电荷性质(Mehlich 法)

Table 2 Surface charge characteristics of soil colloids tested

土壤 Soil	$CEC_{8.2}/(\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1})$	$CEC_p/(\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1})$	$CEC_v/(\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1})$	$CEC_v/CEC_{8.2}$
黄褐土 Yellow loessal soil	15.19	9.80	5.39	0.3548
塋土 Old manured loessal soil	24.49	16.69	7.80	0.3364
黑垆土 Dark cultivated loessal soil	18.38	12.14	6.24	0.3395
黄绵土 Yellow cinamon soil	20.98	13.89	7.09	0.3380

各土壤胶体 CEC_v 占 $CEC_{8.2}$ 的比例以黄褐土较高,这与黄褐土中含有高岭石,且游离氧化铁含量较高,而 $CEC_{8.2}$ 偏低有关;其他 3 种土壤胶体的 $CEC_v/CEC_{8.2}$ 接近,其比值为 $33.64\%\sim 35.48\%$,小于刘冬碧等^[4]所研究的可变电荷土壤的测定结果 ($41\%\sim 56\%$),与文献^[2]发现的伊利石可变负电荷量约占总负电荷量的 40% 接近,说明各土壤胶体中伊利石对可变负电荷的贡献。

2.2 土壤胶体表面的电荷零点(PZC)

土壤胶体表面的电荷零点(PZC)是指含有永久电荷与可变电荷混合体系中可变电荷组分的表面电荷为零时体系的 pH_0 。

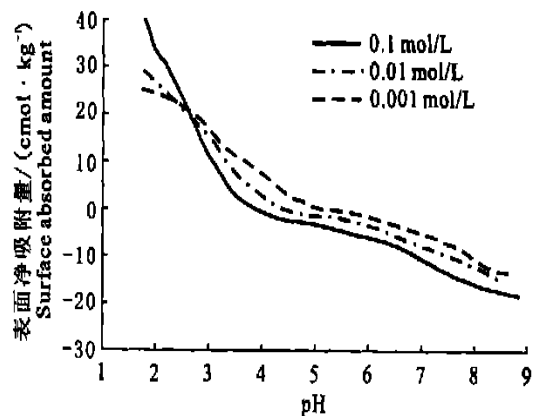


图 1 塋土胶体的电位滴定曲线

Fig 1 The potentiometric titration curves of old manured loessal soil

陕西 4 种土壤胶体在不同浓度 NaNO_3 介质(不同离子强度下)中的电位滴定曲线如图 1(其他 3 种土壤胶体滴定曲线与此相似)所示, 滴定曲线的交点所对应的 pH 即为各土壤胶体的电荷零点(PZC), 对应的吸附量为该胶体所具有的永久负电荷量, 在

图 1 中为滴定曲线的交点到表面净吸附量为零处的垂直距离, 换算成表面电荷密度 σ_p , 其结果见表 3。其中, $\sigma_p = F(\Gamma_{\text{H}^+} - \Gamma_{\text{OH}^-})/S_A C_s$, F 为 Faraday 常数(C/mol), S_A 为土壤胶体的比表面(m^2/kg), C_s 为固体颗粒浓度(g/m^3)。

表 3 供试土壤胶体在不同介质中的电荷零点与永久电荷密度 σ_p (电位滴定法)

Table 3 The point of zero charge and permanent charge density of soil colloids tested in different background electrolytes (Potentiometric titration method)

土壤 Soil	NaNO ₃		Ca(NO ₃) ₂		Na ₂ SO ₄		KCl		$\sigma_p / (\text{C} \cdot \text{m}^{-2})$
	PZC	$\sigma_p / (\text{C} \cdot \text{m}^{-2})$	PZC	$\sigma_p / (\text{C} \cdot \text{m}^{-2})$	PZC	$\sigma_p / (\text{C} \cdot \text{m}^{-2})$	PZC	$\sigma_p / (\text{C} \cdot \text{m}^{-2})$	
黄褐土 Yellow loessal soil	2.85	2.87×10^{-2}	3.04	3.86×10^{-2}	-	-	3.00	3.91×10^{-2}	3.55×10^{-2}
塋土 Old manured loessal soil	2.43	7.40×10^{-2}	2.85	7.47×10^{-2}	-	-	2.65	6.97×10^{-2}	7.28×10^{-2}
黑垆土 Dark cultivated loessal soil	2.75	5.37×10^{-2}	2.98	6.70×10^{-2}	-	-	2.86	6.31×10^{-2}	6.46×10^{-2}
黄绵土 Yellow cinamon soil	2.50	7.08×10^{-2}	2.90	7.23×10^{-2}	-	-	2.70	7.06×10^{-2}	7.15×10^{-2}

表 3 表明, 供试土壤胶体均存在 PZC, 证实供试土壤胶体存在一定量的可变电荷组分。不同介质中所测 PZC 不同, 其大小次序为 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 > \text{KCl} > \text{NaNO}_3$, 归因于阳离子电荷数量越大, 与胶核间的静电引力越大, 在大量 Ca^{2+} 存在下, 压缩作用有可能使部分 Ca^{2+} 进入双电层内层, 中和负电荷, 因此其电荷零点比一价 Na^+ 和 K^+ 高, 证明 PZC 受电解质种类的影响。在 Na_2SO_4 介质中, 3 条曲线互不相交, 说明各土壤胶体对电解质中阴阳离子的相对吸附强度不同, 与阴离子的专性吸附有关, 有关机理有待今后深入研究。

表 3 还表明, 在各介质中, 供试土壤胶体的 PZC 为 2.43~3.04, 与袁朝良^[5]测定的黄土(武功)的 PZC (2.25) 基本一致, 但与可变电荷土壤胶体 PZC (如砖红壤的 PZC 为 4.00) 相比较低。由于非晶质氧化铁的正电荷较晶质者多^[6], 故供试土壤胶体 PZC 较低, 可能与其所含晶质形态氧化铁较多有关, 也与这类土壤胶体中 2:1 型粘土矿物多、永久负电荷量较大有关。因此, 在测定恒电荷土壤胶体电荷零点时需要加酸来降低土壤溶液 pH 值, 以产生正电荷抵消永久负电荷, 使净电荷为零, 所以这些土壤胶体的 PZC 出现在 pH (H_2O) 的酸方, 并且远离 pH (H_2O) 而处于很低的位置(如图 1 和表 3 所示)。各介质中供试土壤胶体的 PZC 大小顺序为黄褐土 > 黑垆土 > 黄绵土 > 塋土, 其中黄褐土 PZC 较高与其含游离氧化铁较多(9.80%) 有关; 塋土虽含游离氧化铁较多(5.91%), 但 PZC 却最小, 与其有机质含量较高有密切关系。Gillman^[7]发现澳大利亚昆士兰由基性岩发育的含高量铁、铝氧化物的土壤, 随着有机碳含量的增加, PZC 大幅度降低。Van Ranst 等^[8]研究了

有机质对土壤表面 PZC 的影响, 有机质含量增加, PZC 值降低, 归因于有机质负电荷点位占据了氧化物点位或有机质自身有相当低的 PZC。由此可见, 土壤胶体 PZC 值的大小是土壤中各可变电荷组分的综合贡献, PZC 与有机质、游离氧化铁含量之间的关系通过多元线性回归所得结果如下式所示:

$$\text{PZC} = -24.09C_{\text{OM}} + 4.35C_{\text{Fe}} + 3.05$$
$$R^2 = 0.65 \quad (\text{NaNO}_3 \text{ 介质});$$
$$\text{PZC} = -5.34C_{\text{OM}} + 1.84C_{\text{Fe}} + 2.98$$
$$R^2 = 0.75 \quad (\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ 介质});$$
$$\text{PZC} = -22.25C_{\text{OM}} + 3.93C_{\text{Fe}} + 3.19$$
$$R^2 = 0.68 \quad (\text{KCl 介质}).$$

由此可见, 在 1:1 价的背景电解质溶液中, 有机质及氧化铁对 PZC 的影响较大, 而在 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 介质中, Ca^{2+} 与有机质形成较稳定的络合物, 中和表面负电荷, 所以说有机质对 PZC 的降低影响相对来说较小。

2.3 土壤胶体的永久电荷密度(σ_p)与净电荷零点(PZNC)

在具有永久电荷和可变电荷的混合体系中, 永久电荷密度 σ_p 、可变电荷密度 α 与混合体系的表面电荷密度 σ_0 的关系式为^[11]:

$$\sigma_0 = \sigma_p + \alpha \tag{1}$$
$$\sigma_0 = \sigma_p + 0.135C^{1/2}(\text{PZC}-\text{pH}) \tag{2}$$

显然当供试土壤胶体体系 $\text{pH} = \text{PZC}$ 时, $\alpha = 0$, 在这种情况下, 胶体的 $\sigma_0 = \sigma_p$, 即为土壤胶体的永久电荷密度, 4 种土壤胶体不同介质中 σ_p 的平均值为 $7.28 \times 10^{-2} \sim 3.55 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$ (表 3), 与袁朝良^[5]测定的黄土(武功)的永久电荷密度 σ_p ($3.80 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$) 相近, 且均大于以可变电荷为主的土壤胶体

的永久电荷密度(如砖红壤胶体为 0 C/m^2 , 红壤胶体为 $1.00 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$)^[5], 证实供试土壤胶体是以永久电荷为主的恒电荷土壤。将 2.1 节 Mehlich 法所得 CEC_p 换算为电荷密度(C/m^2), 供试土壤胶体分别为: 塋土 $5.44 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$, 黄绵土 $5.33 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$, 黑垆土 $4.76 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$, 黄褐土 $2.56 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$, 其变幅为 $5.44 \times 10^{-2} \sim 2.56 \times 10^{-2} \text{ C/m}^2$, 比电位滴定法(表 3) 所得 σ_p 值略低, 但两种方法所得供试土壤胶体的 σ_p 大小顺序均为塋土 > 黄绵土 > 黑垆土 > 黄褐土。且塋土、黄绵土、黑垆土 σ_p 值相近, 黄褐土 σ_p 较低, 显示供试土壤胶体矿物组成上的异同。

由(2)式可知, 当 $\sigma_0 = 0$ 时, 土壤胶体表面的净电荷密度为零, 对应的 pH 即为土壤胶体的净电荷零点 PZNC , 即

$$\text{PZNC} = \text{PZC} + \sigma_p / 0.135 \text{C}^{1/2} \quad (3)$$

对供试土壤胶体来说, 由于 σ_p 为一较大的负

值, 所以 $\text{PZNC} < \text{PZC}$, 例如黄褐土胶体的 σ_p 为 $-3.55 \mu\text{C/cm}^2$, 当介质的浓度为 0.01 mol/L 时, 可计算出 PZNC 为 0.10 , 其他 3 种土壤胶体 σ_p (表 3) 负值比黄褐土大, 则 PZNC 就更低, 所以对恒电荷土壤胶体来说, 难以达到净电荷为零, 即根本就不存在净电荷零点, 这与刘冬碧等^[4]所研究的恒电荷土壤黄棕壤不存在 PZNC 结果一致, 而红壤的 PZNC 为 $2.15 \sim 2.84$, 赤红壤的 PZNC 为 3.85 , 他们认为 PZNC 的存在受氧化物含量的影响比粘土矿物要大, 供试土壤胶体氧化物的含量较低也进一步证明了这一结论。

2.4 pH 对土壤胶体表面负电荷量的影响

图 1 表明, 随着 pH 的增加, 各土壤表面负电荷量增加。在 $\text{pH} 3.5 \sim 4.5$ 处(净吸附量为零时)出现 1 个转折点, 在转折点的左方(酸方)和右方(碱方)呈现近似直线的两条斜率不同的曲线, 对 2 条曲线进行线性回归, 所得斜率见表 4。

表 4 电位滴定曲线的斜率

Table 4 The slope of potentiometric titration curves

土壤 Soil	酸方 Acidic side				碱方 Alkali side			
	NaNO_3	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Na_2SO_4	KCl	NaNO_3	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Na_2SO_4	KCl
黄褐土 Yellow loessal soil	- 2.49	- 2.65	- 2.73	- 3.53	- 0.96	- 0.98	- 1.23	- 1.11
塋土 Old manured loessal soil	- 2.70	- 4.15	- 3.87	- 3.87	- 1.06	- 1.25	- 1.34	- 1.64
黑垆土 Dark cultivated loessal soil	- 3.27	- 4.25	- 4.43	- 6.33	- 1.32	- 1.52	- 1.52	- 1.67
黄绵土 Yellow cinamon soil	- 4.64	- 4.25	- 5.75	- 7.09	- 1.40	- 1.88	- 1.95	- 1.93

表 4 表明, 在滴定曲线的酸方, 斜率为 $2.49 \sim 7.09$, 而在滴定曲线的碱方, 斜率为 $0.96 \sim 1.95$, 即说明在低 pH 值范围, pH 对表面电荷量的贡献率大, 这主要归因于土壤胶体表面由于永久负电荷所引起的静电吸附 H^+ 的中和及游离氧化铁、铝专性吸附的 H^+ 的中和, 将此区间称为土壤胶体表面双电层中 H^+ 的中和区; 当在碱方, pH 对表面电荷量的贡献率相对来说较小, 归因于表面可变电荷点位上 H^+ 的解离, 解离难度较大, 曲线的斜率较小, 将此区间称为可变负电荷量增加区, 将此斜率称为 pH 对各土壤胶体的可变负电荷量贡献率(简称为 pH 贡献率), 斜率愈大, 表明 pH 对表面负电荷量的贡献率愈大。因此由电位滴定曲线形状可了解表面电荷的产生机理。

表 4 还表明, 不同介质中, pH 对各土壤胶体的负电荷密度贡献率的大小均呈黄绵土 > 黑垆土 > 塋土 > 黄褐土的趋势, 与各土壤胶体中游离氧化铁及有机质的综合效应有关。由于黄褐土胶体中游离氧化铁含量较高, 而有机质含量较低, 所以 pH 对负电

荷密度的贡献率较低; 塋土胶体中有机质含量高, 但游离氧化铁的含量相对黑垆土和黄绵土较高, 因此负电荷密度增加率低于黑垆土和黄绵土。同一土壤胶体, 在各介质中 pH 的贡献率也不同, 基本上呈现 $\text{KCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 > \text{NaNO}_3$, 这可能与 SO_4^{2-} 和 Cl^- 的专性吸附增加表面负电荷密度有关。

3 结 论

Mehlich 法和电位滴定法研究表明, 供试土壤胶体可变电荷量占总电荷量 ($\text{CEC}_v/\text{CEC}_{\text{总}}$) 值为 $33.64\% \sim 35.58\%$, 表面电荷量 $\text{CEC}_{\text{总}}$, CEC_p 和 CEC_v 的大小次序为塋土 > 黄绵土 > 黑垆土 > 黄褐土, PZC 顺序与此相反; 同一土壤胶体 PZC 大小呈 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 > \text{KCl} > \text{NaNO}_3$ 的趋势, 在 Na_2SO_4 介质中不存在 PZC , 表明 PZC 受电解质种类的影响。

在各介质中永久负电荷密度(σ_p) 平均值大小呈现塋土 > 黄绵土 > 黑垆土 > 黄褐土的趋势, 与 Mehlich 法所测结果大小顺序一致。各土壤胶体负电荷密度随 pH 增加的幅度简称为 pH 贡献率。

[参考文献]

- [1] 于天仁, 季国亮, 丁昌璞, 等. 可变电荷土壤的电化学[M]. 北京: 科学出版社, 1996
- [2] 熊毅, 陈家坊, 武玖玲, 等. 土壤胶体[M]. 北京: 科学出版社, 1991
- [3] 郭兆元, 黄自立, 冯立孝. 陕西土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1992
- [4] 刘冬碧, 贺纪正, 刘凡, 等. 中南地区几种土壤的表面电荷特性 III 土壤的电荷量, 电荷零点(PZC)和净电荷零点(PZNC)[J]. 土壤学报, 1999, 36(3): 361- 368
- [5] 袁朝良. 几种土壤胶体电荷零点(PZC)的初步研究[J]. 土壤学报, 1981, 18(4): 347- 352
- [6] [美]斯帕克斯 D L. 土壤物理化学[M]. 尉庆丰, 张一平, 吕殿青, 等译. 陕西杨陵: 天则出版社, 1990
- [7] Gillman G P. Influence of organic matter and phosphate content on point of zero charge of variable charge component in oxidic soils[J]. Australian Journal of Soil Research, 1985, 23: 643- 646
- [8] Van Ranst E, Shamshuddin J, Baert G. Charge characteristics in relation to free iron and organic matter of soils from Bambouto mountains, Western Cameroon[J]. European Journal of Soil Science, 1998, 49: 243- 252

Charge characteristics of constant charge soil colloids

YANG Ya-ti¹, ZHANG Y i-ping², ZHANG Xing-fu²

(1 College of Life Sciences; 2 College of Resources and Environment, Northwest Sci-Tech University of
Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract M ehlich and potentiometric titration methods showed that specific value of variable negative charge to total negative charge (CEC_v/CEC_{Σ}) was between 33.64% to 35.58%, the sequence of CEC_{Σ} , CEC_p and CEC_v was: old manured loessal soil > yellow loessal soil > dark cultivated loessal soil > yellow cinamon soil, the sequence of PZC was opposition with negative charge. In different eletrolytes, PZC of same soil colloid showed the trend of $Ca(NO_3)_2 > KCl > NaNO_3$. The increasing slope of negative charge density with pH increasing was expressed with the pH contribution rate, the pH contribution rate of different soil colloids showed in the sequence that yellow loessal soil > dark cultivated loessal soil > old manured loessal soil > yellow cinamon soil, in different eletrolytes, pH contribution rate of same soil colloid showed the trend of $KCl > Na_2SO_4 > Ca(NO_3)_2 > NaNO_3$.

Key words: constant charge soil colloid; the point of zero charge; potentiometric titration; charge density