

Cat No 5500 盐分传感器测定土壤 盐分的研究

李新平 李素俭

(西北农业大学资源与环境科学系, 陕西杨陵 712100)

摘要 对 Cat No 5500 盐分传感器测定范围、平衡时间、土壤含水量下限等基本性能进行了研究和检验, 并利用其测定了人工盐土和自然盐土的含盐量。结果表明, 利用 Cat No 5500 盐分传感器测定土壤盐分含量是可靠的。

关键词 盐分传感器, 土壤含盐量, 电导率, 土壤含水量

中图分类号 S153.5

土壤水盐动态的研究, 多年来国内外主要采用定点取样的方法进行, 这种方法需要采集许多样品进行化验分析取得结果, 难以说明土壤中真实的水盐连续变化过程。由于土壤中盐分分布不均, 即使两个取样点十分靠近, 测得的土壤含盐量也不相同, 有时产生较大误差, 甚至导致错误的结论^[1,2]。目前, 盐分传感器在国内还处于研制阶段, 就世界范围而言, 也只有少数几个国家才有盐分传感器的生产。为此, 本文采用美制 Cat No 5500 盐分传感器直接测定土壤的含盐量, 因为这种仪器国内很少有人使用^[3~4], 所以, 在使用时对其基本性状、使用特点等有必要进行深入研究和全面检验。

1 仪器原理、构造及测定前处理

1.1 仪器原理及构造

美制 Cat No 5500 盐分传感器由两部分组成, 一部分是量测电导率的读数表盘, 另一部分是传感器探头, 将探头与表盘连接, 即可测定电导率。探头主要部分包括一个盐分传感器元件和一个温度传感元件, 这两个元件组装在一个多孔陶瓷片腔体内, 用导线连接构成。将传感器探头埋设在土壤中, 则可直接测出该处土壤溶液的电导率及温度, 经过温度校正后得到 25℃ 时土壤溶液的电导率, 从而可知该土壤溶液的浓度, 求出土壤盐分含量。

构成传感器探头的多孔陶瓷片, 为一种水稳性物质。陶瓷片在水中浸泡后孔隙将被水所充满。当陶瓷片孔径足够小时, 负压值达到一定压力, 陶瓷片孔隙中保持的水分仍不被吸出。将这种浸泡过的陶瓷片埋入土壤, 土壤溶液中的盐分离子与陶瓷片孔隙中的离子通过扩散达到平衡, 测量陶瓷片孔隙中溶液的电导率就可代表土壤溶液的电导率或土壤溶液的浓度。

1.2 传感器探头测定前处理

丙酮处理: 为了使陶瓷片所有孔隙都能为水充满, 必须防止其表面为疏水物质所污

收稿日期 1996-11-15

作者简介 李新平, 男, 1961年生, 讲师, 硕士

染,用丙酮处理可防止或消除这种污染,处理方法是將传感器探头陶瓷片向上,在其表面滴入 3 滴丙酮,5 min 后用蒸馏水洗净。

浸泡处理:丙酮处理后的传感器探头,应立即放入小于 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 或 KCl 盐溶液中浸泡,使盐溶液逐渐进入陶瓷片孔隙,为了让细小孔隙为溶液所饱和,需浸泡 4~5 d。

2 仪器基本性能检验与土样测定结果

2.1 测量范围的确定

將 NaCl 溶液配制成不同浓度后,测定电导率的变化(表 1),从表 1 中的测定结果可得出 NaCl 浓度与电导率关系的回归方程为:

$$\lg y = 1.0657 \lg x - 0.3152 \quad r = 0.99^{**} \quad (1)$$

式中, y 为 NaCl 浓度(g/L), x 为电导率($\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$), r 为相关系数。

表 1 NaCl 溶液浓度对电导率的影响

$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$

处 理	NaCl 溶液浓度(g/L)										
	0	1	2	4	6	8	10	15	20	25	30
1	—	2	3.7	7.6	10.8	14.0	17.0	24.5	33.0	38.0	—
2	—	1.8	3.9	7.2	11.2	14.4	18.0	25.5	31.4	40.0	—
平均值		1.9	3.8	7.4	11.0	14.2	17.5	25.0	32.2	39.0	

由式 1 可知,NaCl 溶液浓度在 0~25 g/L,盐分传感器测出的电导率与溶液浓度呈现出良好的相关关系,相关系数达极显著水平。

2.2 平衡时间的确定

2.2.1 在 NaCl 溶液中的平衡时间 盐分传感器探头与 NaCl 溶液接触后,陶瓷片孔隙中的溶液浓度通过离子扩散作用与 NaCl 溶液的浓度逐渐达到平衡,平衡所需要的时间即为传感器的反应时间,这一时间应愈短愈好。在给定 NaCl 浓度的条件下,分不同时间测定其电导率值的变化(表 2)。由表 2 可见,美制 Cat No 5500 盐分传感器在 NaCl 溶液中的平衡时间为 2~3 h。

表 2 不同时间 NaCl 溶液的电导率

$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$

测量时间 (h)	NaCl 溶液浓度(g/L)			测量时间 (h)	NaCl 溶液浓度(g/L)		
	1	6	20		1	6	20
0.5	1.38	5.0	15.4	3	1.84	11.0	31.5
1	1.67	7.8	21.0	5	1.84	11.0	32.0
1.5	1.74	10.0	25.0	8	1.86	11.0	32.0
2	1.80	10.5	29.0	24	1.90	11.2	32.2

2.2.2 在土壤中的平衡时间 將过 2 mm 筛的壤土耕层土样摊开,用喷雾器將配制的盐水均匀喷洒在土料上,静置 2~3 d,然后将其搅拌均匀,用塑料布覆盖,静放一周,使水分和盐分完全均一。利用烘干法测其含水量,利用浸提法测其含盐量,通过人工配制,使土壤含盐量分别为 1,2,3,4 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,土壤含水量均为 $200 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

將配制好的盐土装入直径为 10 cm、高 12 cm 的有机玻璃圆筒内,土壤容重按

1.35 g·cm⁻³装填。每个含盐量水平重复3次,每个圆筒内埋入4个盐分传感器探头,在不同时间测定其电导率值,最后取其电导率平均值作图1。从图1可得出,Cat No 5500 盐分传感器在土壤中的平衡时间为8~10 h。

2.3 土壤含水量下限的确定

对 Cat No 5500 盐分传感器来说,当待测土壤含水量低于一定限度时,土壤的水分吸力将超过陶瓷孔隙的水分吸力,陶瓷片孔隙中的水分将被吸出,因此就不能保持固定的电导溶液截面,所测电导率值也将失去其准确性。

取过2 mm 筛的壤土耕层土样,加 NaCl 溶液使其含盐量为 2 g·kg⁻¹,通过加水使其含水量分别为 80,100,120,140,160,180,200,220,240 g·kg⁻¹,将配好的盐土加入有机玻璃筒内,容重为 1.35 g·cm⁻³,同时每个土筒内埋入4个盐分传感器探头,每个水分含量级别重复3次,然后取其盐分传感器测出的电导率平均值作图2。从图2可清楚地看出,当土壤含水量在100~240 g·kg⁻¹时,电导率与含水量呈直线关系,当土壤含水量小于100 g·kg⁻¹时,直线产生明显的弯曲,这个弯曲的开始点即为土壤含水量的下限。因此,Cat No 5500 盐分传感器在土壤中使用,土壤含水量下限为100 g·kg⁻¹。

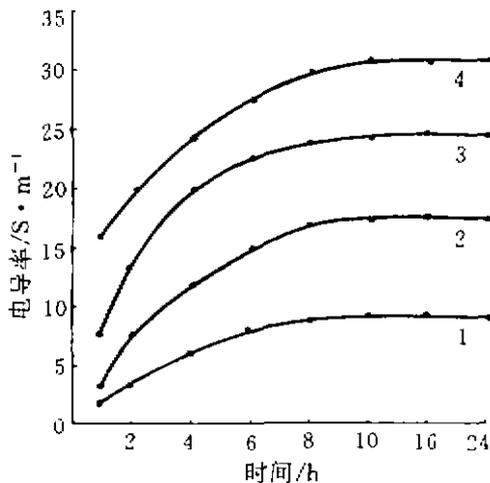


图1 土壤不同含盐量下电导率随时间的变化曲线
1,2,3,4 分别示 NaCl 溶液浓度(g·kg⁻¹)

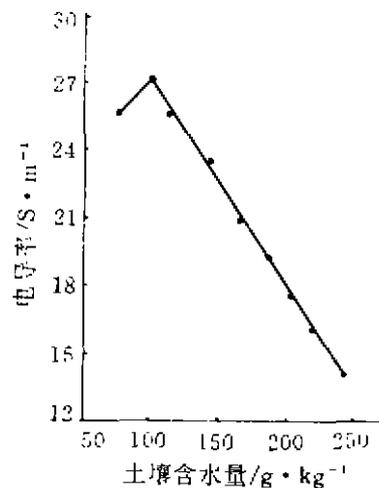


图2 电导率与土壤含水量的关系曲线
土壤含盐量为 2 g·kg⁻¹

2.4 人工盐土的测定

将过2 mm 筛的壤土加 NaCl 溶液,加水使其达到表3要求水平,将配制好的盐加入有机玻璃筒内,容重为 1.35 g·cm⁻³,每个土筒埋入4个探头,每个含盐量水平重复10次,测定结果见表3。

根据表3测定结果,以土壤含盐量对电导率进行相关回归,可得出以下回归方程。

土壤含水量为 160 g·kg⁻¹时:

$$\lg y = 1.0896 \lg x - 1.1260 \quad r = 0.99^{**} \quad (2)$$

土壤含水量为 200 g·kg⁻¹时:

$$\lg y = 1.0898 \lg x - 1.0495 \quad r = 0.99^{**} \quad (3)$$

土壤含水量 $240 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时:

$$\lg y = 1.0481 \lg x - 0.9232 \quad r = 0.95^{**} \quad (4)$$

式中, y 为土壤含盐量 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$), x 为电导率 ($\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$), r 为相关系数。

方程式(2),(3),(4)的相关系数均达极显著水准,说明 Cat No 5500 盐分传感器能够达到测定土壤盐分工作的要求。

表 3 含水量及含盐量对电导率的影响

$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$

处理	160($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)					200($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)					240($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)				
	0.5	1	2	3	4	0.5	1	2	3	4	0.5	1	2	3	4
1	5.6	10.0	20.5	30.0	39.0	4.7	9.2	17.5	25.0	32.5	3.9	7.6	14.5	21.0	28.0
2	5.8	10.5	21.0	30.5	37.0	4.8	9.4	17.0	25.5	33.0	4.0	7.8	15.0	21.5	30.0
3	6.0	10.0	21.0	29.0	38.0	4.8	9.0	18.0	25.5	32.0	4.2	7.8	15.0	20.5	29.0
4	5.9	10.5	20.0	29.5	39.0	4.7	9.3	17.5	24.5	33.5	3.8	7.6	14.5	21.0	30.0
5	5.8	10.0	21.0	30.0	39.0	4.9	9.3	17.5	25.5	32.5	3.8	7.5	14.5	21.0	29.5
6	5.6	11.0	20.5	30.0	38.0	5.0	9.0	17.5	25.0	32.5	3.9	7.4	14.5	21.5	28.5
7	5.7	10.5	20.0	30.5	38.0	4.7	9.5	18.0	25.0	32.5	3.8	7.9	15.5	21.0	29.0
8	5.9	10.5	20.0	30.5	39.0	4.6	9.0	18.0	25.5	33.0	4.0	7.6	15.0	21.0	28.0
9	5.8	11.0	20.5	30.0	38.0	4.8	9.3	17.5	25.0	32.0	4.1	7.8	15.0	21.5	28.0
10	5.8	10.5	20.0	29.5	39.0	4.8	9.3	17.5	25.0	32.0	4.0	7.8	14.5	21.0	28.5
平均值	5.8	10.5	20.5	30.0	38.4	4.8	9.3	17.6	25.2	32.2	3.9	7.7	14.8	21.1	28.9

注:含盐量单位为 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

2.5 自然盐土的测定

自然盐土采自大荔县的盐池洼及蒲城县的卤泊,盐池洼的盐土组成为硫酸盐氯化物盐土,卤泊的盐土为氯化物硫酸盐盐土,其测定结果见表 4。

表 4 自然盐土含盐量测定

$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$

重 复	盐池洼盐土		卤泊盐土	
	浸提法	传感器	浸提法	传感器
1	2.75	2.67	3.40	3.24
2	2.78	2.72	3.42	3.36
3	2.82	2.70	3.46	3.38
平均值	2.783	1.696	2.426	3.326
相对误差(%)		3.1		2.9

以浸提法烘干残渣为测定土壤全盐量的标准方法,来检验该盐分传感器的测定可靠性,从表 4 测定结果可见,浸提法与传感器测定土壤盐分含量之间的相对误差分别为 3.1% 和 2.9%,均小于 5%,说明该盐分传感器达到测定土壤盐分含量的要求。

参 考 文 献

- 1 尤文瑞. 土壤盐分传感器的研制. 土壤, 1990, 22(3): 105~112
- 2 李成保. 土壤电导及其应用. 土壤通报, 1987(2): 15~19
- 3 南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978, 196~220
- 4 于天仁. 土壤化学原理. 北京: 科学出版社, 1987, 162~210

Soil Salinity Content Determination with Cat No. 5500 Soil Salinity Sensors

Li Xinping Li Sujian

(*Department of Natural Resources and Environment Protection, Northwestern
Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100*)

Abstract The essential features of Cat No. 5500 soil salinity sensor i. e. determination of scope, balance time and soil water content limits were studied. Also the salt content of artificial and natural saline soils were determined. The results indicated that the determination of soil salinity contents with Cat No. 5500 soil salinity sensor were reliable.

Key words salinity sensor, salt content in soil, electric conductivity, soil water content