

# 于田绿洲盐渍土水、盐、温度季节变化规律与相关性研究<sup>①</sup>

米合热古丽·塔什卜拉提<sup>1,2</sup>, 塔西甫拉提·特依拜<sup>1,2\*</sup>, 买买提·沙吾提<sup>1,2</sup>,  
努尔麦麦提江·吾布力卡斯穆<sup>1,2</sup>, 夏楠<sup>1,2</sup>

(1 新疆大学资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046; 2 新疆大学绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046)

**摘要:** 以于田绿洲为研究区, 借助 ENVI 5.1、ArcMap 10.2、Origin 8.5、SPSS 20.0, 同时结合野外实测数据, 对盐渍土不同土层(0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm)的土壤含水量、温度、电导率的变化规律及相关性进行了研究。结果表明: 研究区土壤含水量、温度、电导率从6月到8月呈升高趋势, 绿洲南部和北部地区的5、8号点在60~80、80~100 cm土层的土壤含水量最高, 8、22号点表层(0~20 cm)土壤电导率最高, 而南部和西部地区的5、22号点在40~60 cm土层的土壤电导率最高; 秋季和夏季的土壤含水量、温度、电导率均高于冬季和春季。研究区西部的16、22号点各土层的含水量与电导率呈显著正相关, 在60~80 cm土层的土壤含水量与电导率的相关性最强, 相关系数分别为0.970\*\*、0.987\*\*。

**关键词:** 于田绿洲; 土壤含水量; 土壤电导率; 土壤温度; 相关分析

**中图分类号:** K90 **文献标识码:** A

土壤水分、盐分、温度不仅是土壤的重要组分, 更是作物生长、发育的必要条件, 且在热量平衡和土壤水盐运移中扮演极为关键角色<sup>[1]</sup>。对盐渍土而言, 土壤盐分状况与土壤水分含量、温度密切相关, 因此, 研究干旱区绿洲土壤水、盐、温度的时空分布状况对绿洲生态环境的稳定性和农业的可持续发展具有十分重大的影响<sup>[2]</sup>。近些年来随着人口的增长、经济和技术水平的提高, 大规模的开荒造田, 加上管理不当引起土壤发生次生盐渍化, 给绿洲农业生产带来严重的损失。面对严峻的绿洲生态保护形势, 已有学者运用3S技术对盐渍土的空间变异特征开展了相关的研究。王卓然等<sup>[3]</sup>分析了黄河三角洲垦利县土壤水盐状况及空间变异规律, 研究指出土壤含盐量由表层至底层呈上升趋势, 且各层土壤含盐量呈显著正相关性。马成霞等<sup>[4]</sup>利用Kriging空间插值法分析了渭库绿洲土壤3个剖面各土层(0~10、10~30、30~50 cm)的土壤电导率、含水量、含盐量、pH的空间异质性。李从娟等<sup>[5]</sup>分析了古尔班通古特沙漠土壤水分与化学性质的空间分布及相互关系, 研究认为土壤水分、pH和电导

率随着土层深度增加而增加。冉启洋等<sup>[6]</sup>对塔里木河上游绿洲土壤表层盐分特征进行了研究, 认为在研究区内盐分指标影响最大的是Cl<sup>-</sup>和Na<sup>+</sup>。刘国华等<sup>[7]</sup>、吴雪梅等<sup>[8]</sup>、宋玉等<sup>[9]</sup>研究认为于田绿洲土壤表层含盐量春季到夏季有相同的变化趋势, 在绿洲内部含盐量较低, 土壤碱性小, 而绿洲外围地区含盐量较高, 相应的碱性较高。

于田绿洲位于塔里木盆地克里雅河流域, 南部为高大的山脉, 北部为广阔的塔克拉玛干沙漠, 受大陆性气候长期作用和山盆相间地貌格局的影响, 发育着典型的绿洲-荒漠生态系统<sup>[10-11]</sup>。近年受人类活动的强烈影响, 在开垦后由于不科学的灌溉方式, 导致了土壤盐渍化程度的加重, 进而阻碍了当地社会经济的发展<sup>[12]</sup>。从已有的研究成果来看, 对于田绿洲土壤盐分、含水量、电导率、pH的空间变异特征、地下水埋深及矿化度等方面进行了较为单一的分析, 很少从土壤水盐运移的角度探讨绿洲生态安全效应, 对于田绿洲土壤水、盐、温度的相关性研究也鲜为少见<sup>[13]</sup>。因此, 笔者以于田绿洲为靶区, 在当前背景下, 分析了绿洲土壤水、盐、温度的季节性变化规律及相关性,

基金项目: 国家自然科学基金新疆联合项目(U1138303)和国家自然科学基金项目(41561089)资助。

\* 通讯作者(tash@xju.edu.cn)

作者简介: 米合热古丽·塔什卜拉提(1990—), 女(维吾尔族), 新疆乌鲁木齐人, 硕士研究生, 主要从事干旱区资源与环境遥感应用研究。  
E-mail: 2630768082@qq.com

为于田绿洲生态环境规划、农业生产、经济可持续发展等提供一定的参考依据。

### 1 研究区概况

于田绿洲地处新疆和田地区，属于暖温带内陆干旱性沙漠气候，位于塔克拉玛干沙漠南缘，昆仑山以北，是以灌溉农业为主的中等小县<sup>[14]</sup>，总面积 40 320 km<sup>2</sup>，地势南高北低，自南向北形成高山、戈壁、沙漠等地貌单元，有典型的冰川、冻土、火山、沙漠等地貌类型。该地区四季分明，昼夜温差大，热量资源

丰富，光照充足，降水稀少，蒸发量大，春夏多风沙和沙尘等灾害天气；多年平均气温为 11.6 ℃，年平均降水量 47.7 mm，蒸发量是 2 432.1 mm，年平均相对湿度 42%，日照率为 62%，大部分灌区多年平均无霜期为 213 d<sup>[15]</sup>。于田县盐土面积为 5 540 hm<sup>2</sup>，占土地普查面积的 10.8%，盐渍化主要分布在冲积扇中下部灌溉绿洲所在地，在扇缘带具有潜水溢出，潜水矿化度较高，盐渍化土壤主要分布在这一带，植被种类贫乏，群落结构简单，自然植被以胡杨、柽柳等耐干旱、耐盐渍植物为主<sup>[16]</sup>。

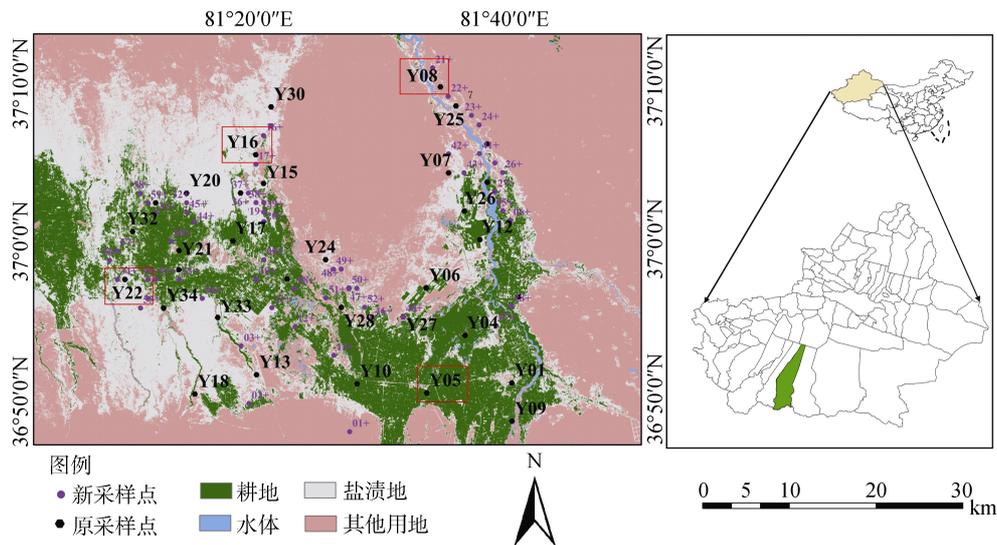


图 1 研究区示意图  
Fig. 1 Map of study area

### 2 材料与方法

#### 2.1 数据获取

盐渍土的发生受区域性因素的制约和影响，积盐脱盐过程存在差异，对植物和农作物生长发育的影响也不尽相同<sup>[17-18]</sup>。除此之外，降水稀少的干旱区，农田灌区主要依靠引水灌溉，由于灌溉和排水的作用，土壤盐分、水分、温度呈现季节性波动<sup>[19]</sup>。考虑到土壤盐渍化的地域性和样品的代表性、土壤盐分积累状况、数据的完整性，从 2014 年 7 月 1 日至 2015 年 6 月 30 日开展于田绿洲野外考察活动。根据该地区的土地利用方式、土壤类型、土壤盐渍化程度和

农田水利情况等因素，在农田、绿洲与荒漠交错带、弃耕地、未利用地等不同土地利用类型中布置采样点(图 1)，用 WET 土壤水分温度电导率速测仪测定深度为 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 土壤剖面的含水量、电导率和温度。根据土壤盐渍化分级标准(表 1)，各采集样点的盐渍化等级及相关描述见表 2。

表 1 土壤盐渍化等级分类  
Table 1 Grade of soil salinity

项目	非盐渍土	轻度盐渍土	中度盐渍土	重度盐渍土	盐渍土
含盐量(g/kg)	< 1	1~3	3~6	6~10	> 10

表 2 采样点含盐量、盐渍化等级、土地利用类型及地表特征  
Table 2 Salt contents, salinity grades, land use patterns and surface features of sampling sites

采样点号	全盐含量(g/kg)	盐渍化等级	土地利用类型	地表特征
5	10	重度盐渍土	农田	作物长势较好
8	525	盐渍土	未利用地	地表较白，无植被
16	223	盐渍土	绿洲-荒漠交错带	长有盐生杂草、芦苇和柽柳
22	160	盐渍土	弃耕地	地面较白，有零星的芦苇

## 2.2 数据处理

所用数据用 Microsoft Excel 2010、Origin 8.5、SPSS 20.0 软件系统处理。采用单因素方差分析 ANOVA Tukey's HSD (Honestly significant difference) 对数据进行方差分析和差异显著性检验 ( $P < 0.05$ )。采用 Pearson 相关分析法对土壤含水量、温度、电导率进行相关分析, 同时结合 Origin 8.5 和 SPSS 20.0 进行制图。

## 3 结果与分析

### 3.1 土壤含水量、电导率和温度的垂直变化

研究区农田、绿洲与荒漠交错带、弃耕地、未利用地所对应的 5、8、16、22 号采样点在 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 土层的土壤含水量、温度、电导率的变化状况如图 2~6 所示。由图 2~6 可知, 各采样点温度的变化规律基本相似, 但土壤含水量和电导率变化规律均存在显著的差异。在 6—8 月, 土壤含水量的变化幅度最大, 5、8、22 号点(图 2)表层(0~20 cm)土壤含水量、温度、电导率从 2014 年 6 月至 8 月均呈升高趋势, 而 16 号点表层(0~20 cm)土壤含水量、电导率从 2014 年 6 月底开始呈降低趋势, 从 2015 年 3 月开始呈升高趋势。5、16 号点(图 3)在 20~40 cm 土层的土壤含水量与电导率的变化规律相似, 而研究区北部的 8 号点在土层 20~40 cm 的土壤含水量与电导率的变化趋势相反, 22 号点的土壤含水量低但电导率高。5、8、22 号点(图 4)在 40~60 cm 土层的土壤含水量和电导率呈降低趋势, 而 16 号点的土壤含水量与电导率呈逐渐升高趋势; 5、8、16、22 号点(图 5、图 6)在 60~80、80~100 cm 土层范围的含水量最高。总体来看, 垂直方向上, 土壤含水量在 0~100 cm 的变化由表层至深层逐渐增加, 土壤电导率在垂直方向上的变化与土壤含水量的变化相似<sup>[20]</sup>。

### 3.2 土壤含水量、电导率和温度的季节变化

图 2~6 显示了不同土层土壤含水量、温度、电导率在 2014 年 7 月 1 日至 2015 年 6 月 30 日的变化。12 月初, 由于温度的降低, 土壤表层开始发生冻结, 冻结深度随着时间的推移逐渐加深, 土壤水分逐渐降低, 并在土壤完全冻结的时候达到最小值。2 月下旬, 气温回升, 进入土壤的解冻期。土壤消融是从冻结土体的上部和下部同时消融的, 但土壤冻结深度一般在 80~100 cm<sup>[21]</sup>。3 月下旬至 9 月下旬, 在 20~40、40~60 cm 土层含水量的变化具有类似的趋势: 先降低、再升高、再降低。比较各采样点, 秋季 5、22

号点(图 6)在 80~100 cm 土层的含水量和温度高于 8、16 号点, 而 8、16、22 号点不同土层的含水量、温度和电导率的变化幅度较大。夏季 8、16 号点(图 2)在 0~20 cm 土层的含水量高于 5、22 号点。5 号点(图 4)40~60 cm 土层和 8 号点(图 2)0~20 cm 土层的土壤电导率冬季和春季高于秋季和夏季, 而 16 号点(图 2)0~20 cm 土层和 22 号点(图 4)40~60 cm 土层秋季明显高于冬季、春季和夏季。各采样点土壤含水量、温度、电导率年内变化趋势基本一致, 表现为先增大后减小, 季节性变化显著; 同时土壤含水量年内波动非常剧烈。此外, 枯水期土壤含水量整体偏低, 丰水期 6—8 月随着地下水位的大幅上升, 上升毛管水对土壤水的补给量增大, 土壤含水量、电导率迅速增加, 之后地下水位下降, 土壤含水量也逐渐降低。由此可知, 土壤含水量、电导率有明显的季节性周期变化。

### 3.3 土壤含水量、电导率和温度的相关分析

为了直观反映于田绿洲土壤剖面盐渍化特征与盐渍化主要参数之间的相互关系, 对各采样点分不同土层进行 Pearson 相关分析, 得出土壤含水量、电导率、温度的相关性特征及相关系数。土壤含水量( $y$ )与温度( $x_1$ )、电导率( $x_2$ )的回归系数置信度为 95%, 相对误差在 15% 以内, 对回归直线进行显著性检验, 检验的  $P$  值为  $2.0 \times 10^{-5}$ , 可知在显著水平  $\alpha = 0.01$  下, 可以认为线性关系显著<sup>[21]</sup>, 各土层土壤含水量、温度、电导率的三维散点图见图 7~11, 变量之间的相关系数如表 3~5 所示。

在 0~20 cm 土层, 相关分析结果(如表 3~5 和图 7)显示, 研究区西部的 16、22 号点土壤含水量与电导率呈显著或极显著正相关, 相关系数分别为 0.934\*\*、0.951\*\*, 其相关性明显高于 5、8 号点, 5 号点的土壤含水量与土壤电导率的相关系数为 0.628\*\*, 而 8 号点的相关系数仅 0.049。当含水量一定的条件下, 土壤的电导率和土壤的溶液电导率存在线性关系, 因此可直接用土壤的电导率来确定溶质的含量及迁移, 但在含水量变化较大的情况下, 土壤电导率与含水量密切相关<sup>[22]</sup>。8、22 号点的土壤含水量与温度呈显著正相关, 相关系数分别为 0.916\*\*、0.831\*\*, 16 号点的土壤含水量与温度呈正相关, 相关系数 0.665\*\*, 而 5 号点的土壤含水量与温度呈负相关, 相关系数 -0.082。16、22 号点的土壤温度与电导率呈正相关, 相关系数分别为 0.383\*\*、0.722\*\*, 而 5、8 号点的土壤温度与电导率呈负相关, 相关系数分别为 -0.122、-0.343\*。这说明研究区各采样点表层土壤温度和电导率对土壤含水量有显著影响。

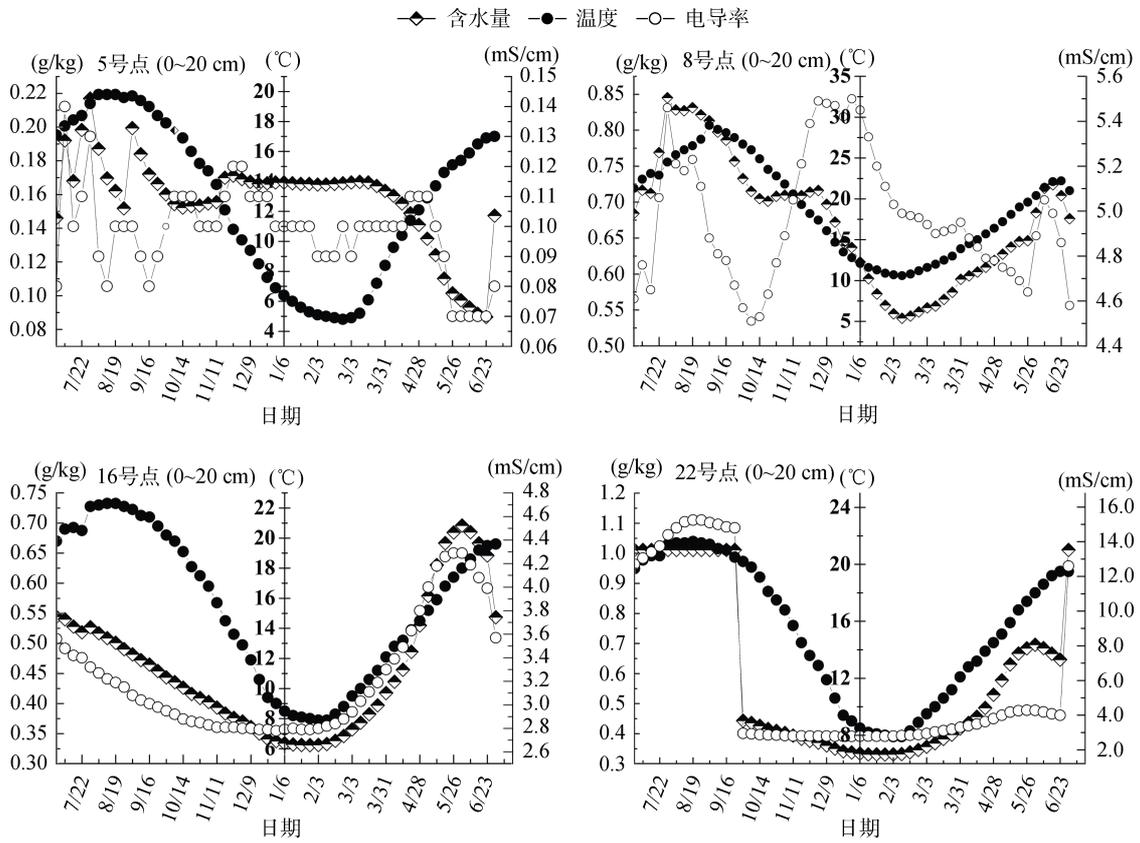


图 2 0~20 cm 土层土壤含水量、温度和电导率的变化规律(2014 年 7 月 7 日—2015 年 6 月 30 日)

Fig. 2 Dynamic changes of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 0-20 cm layers in different sampling sites

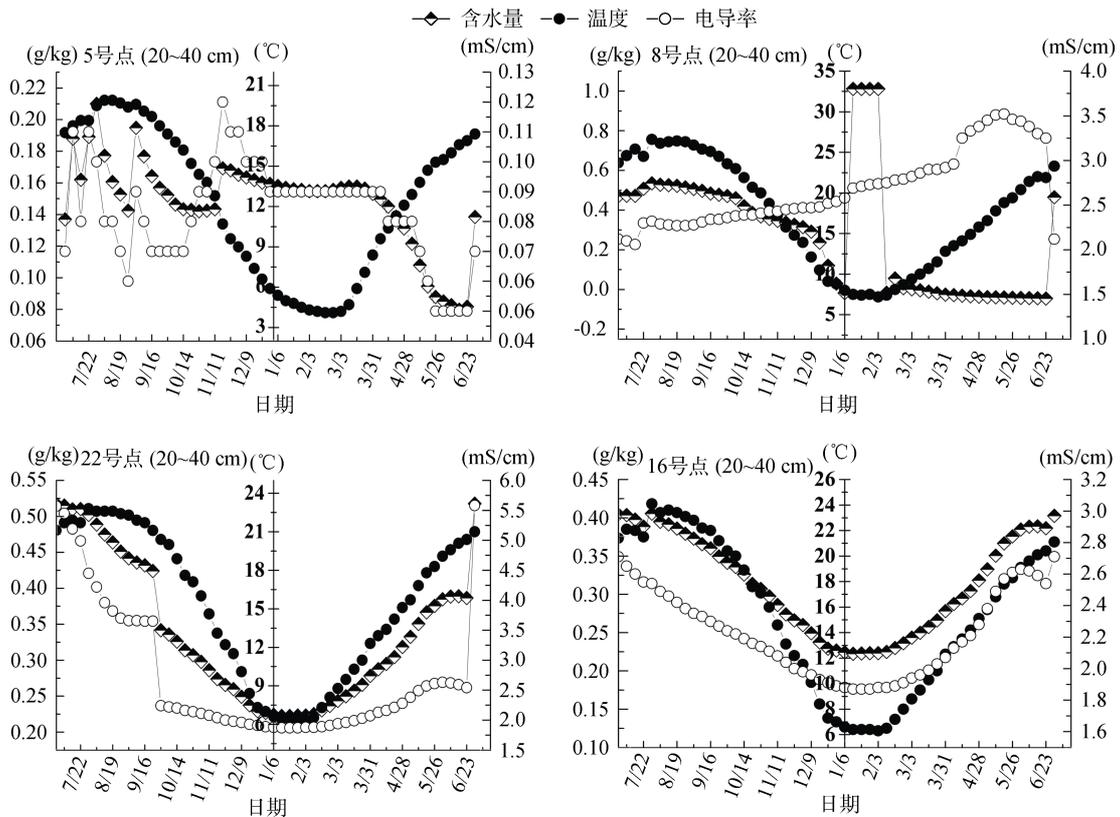


图 3 20~40 cm 土层土壤含水量、温度和电导率的变化规律(2014 年 7 月 7 日—2015 年 6 月 30 日)

Fig. 3 Dynamic changes of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 20-40 cm layers in different sampling sites

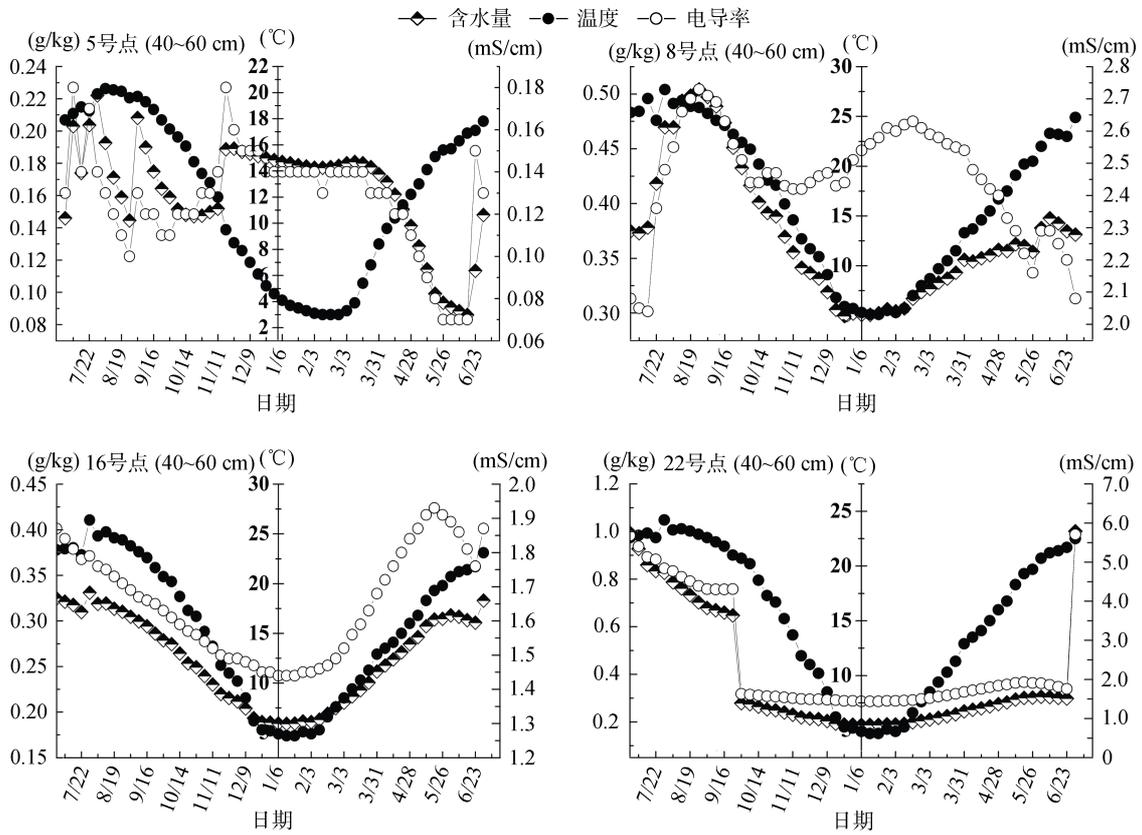


图 4 40~60 cm 土层土壤含水量、温度和电导率的变化规律(2014 年 7 月 7 日—2015 年 6 月 30 日)

Fig. 4 Dynamic changes of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 40–60 cm layers in different sampling sites

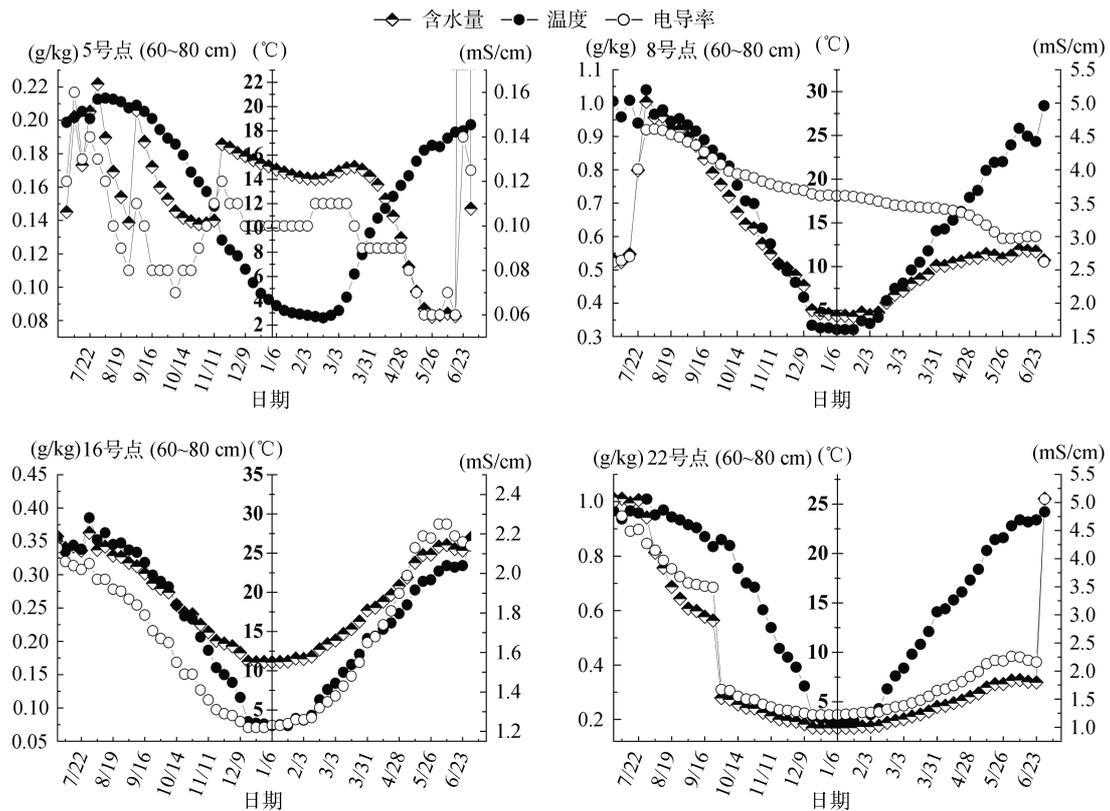


图 5 60~80 cm 土层土壤含水量、温度和电导率的变化规律(2014 年 7 月 7 日—2015 年 6 月 30 日)

Fig. 5 Dynamic changes of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 60–80 cm layers in different sampling sites

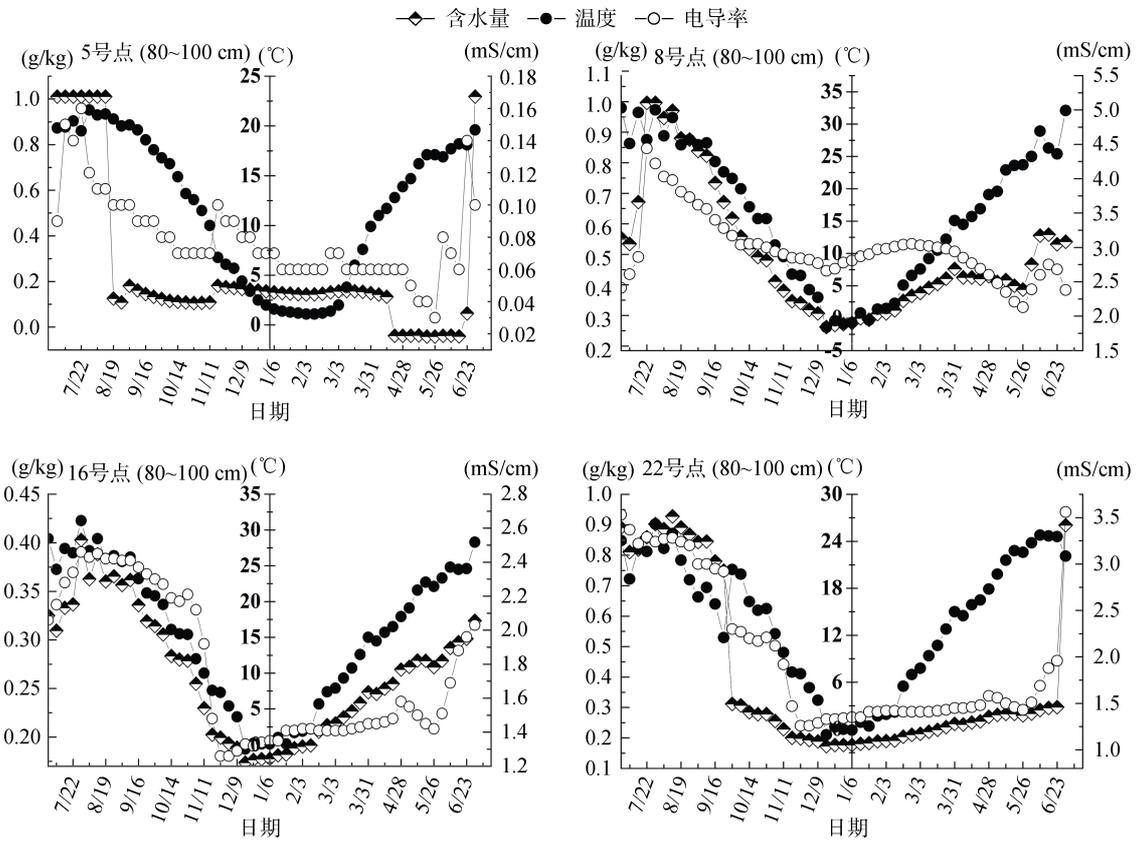


图 6 80 ~ 100 cm 土层土壤含水量、温度和电导率的变化规律(2014 年 7 月 7 日—2015 年 6 月 30 日)

Fig. 6 Dynamic changes of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 80–100 cm layers in different sampling sites

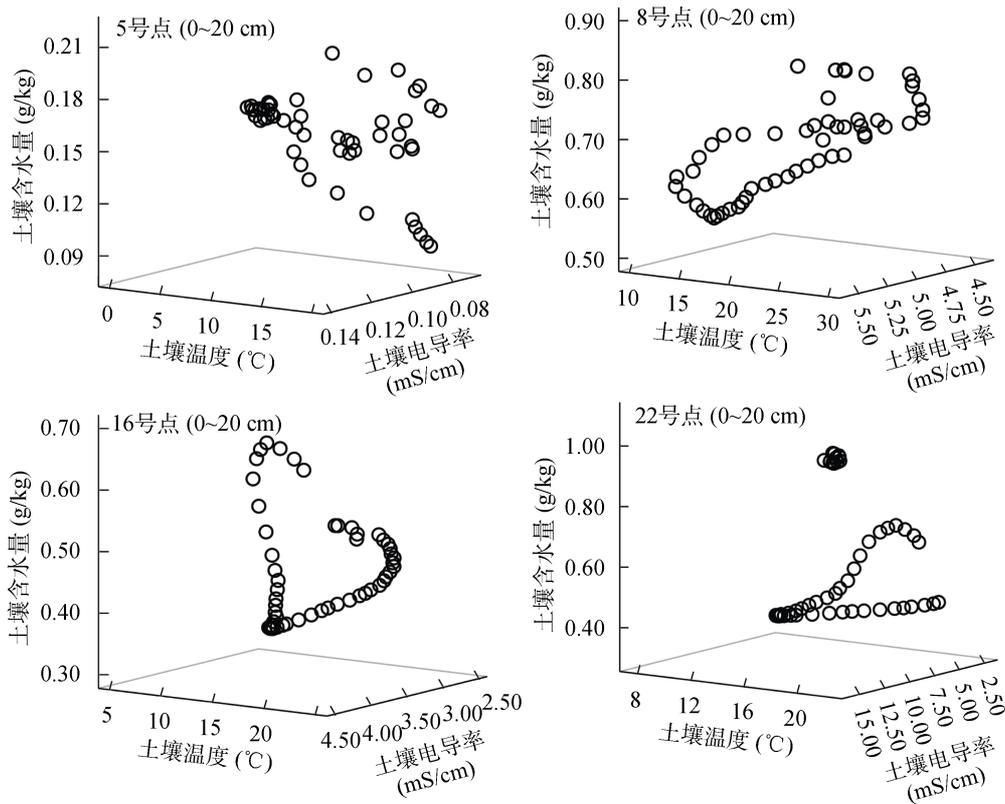


图 7 0 ~ 20 cm 土层土壤含水量、温度、电导率的三维散点图

Fig. 7 3D scatter plots of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 0–20 cm layers in different sampling sites

在 20~40 cm 土层, 相关分析结果(表 3~5 和图 8)显示, 5、16、22 号点的土壤含水量与电导率呈显著正相关, 相关系数分别为 0.774\*\*、0.969\*\*、0.934\*\*, 而研究区北部的 8 号点土壤含水量与电导率呈显著负相关, 相关系数为 -0.627\*\*。16、22 号点的土壤含水量与温度呈显著或极显著正相关, 相关系数分别为 0.965\*\*、0.924\*\*, 8 号点的土壤含水量与温

度的相关系数为 0.178, 而 5 号点的土壤含水量与温度呈负相关, 相关系数为 -0.089。16、22 号点的土壤温度与电导率呈显著正相关, 相关系数分别为 0.874\*\*、0.745\*\*, 而 5、8 号点的土壤温度与电导率呈负相关, 相关系数分别为 -0.447\*\*、-0.337\*。这说明研究区西部的 16、22 号点在 20~40 cm 土层电导率与温度对土壤含水量有显著影响。

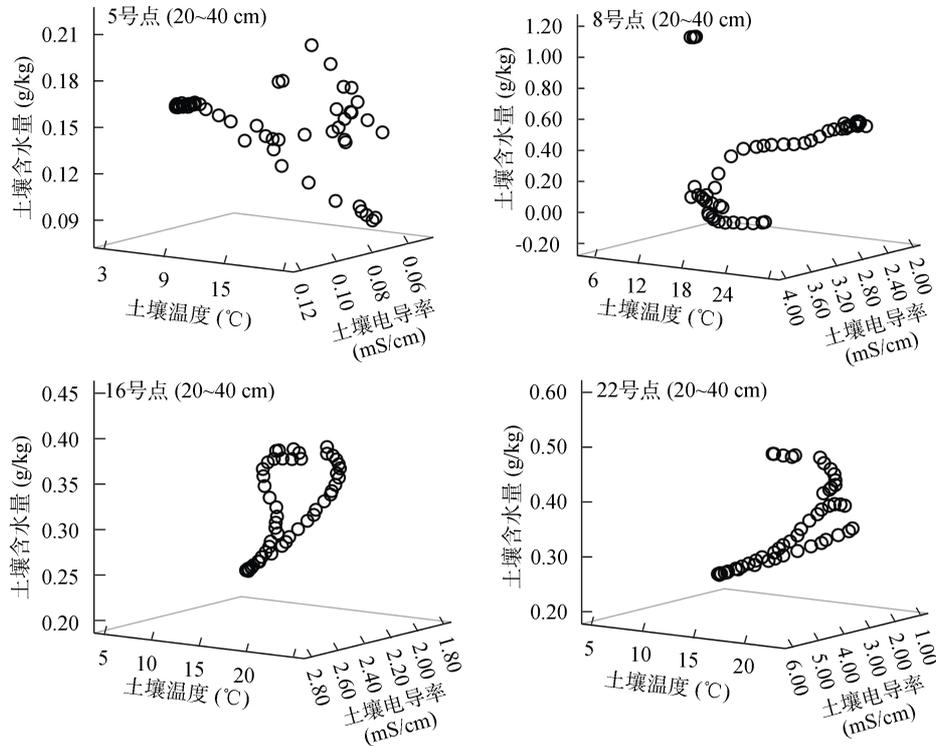


图 8 20~40 cm 土层土壤含水量、温度、电导率的三维散点图

Fig. 8 3D scatter plots of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 20-40 cm layers in different sampling sites

在 40~60 cm 土层, 相关分析结果(表 3~5 和图 9)显示, 5、16、22 号点的土壤含水量与电导率呈显著正相关, 相关系数分别为 0.813\*\*、0.887\*\*、0.996\*\*, 8 号点的土壤含水量与电导率的相关系数为 0.171。8、16、22 号点的土壤含水量与温度呈显著正相关, 相关系数分别为 0.862\*\*、0.979\*\*、0.744\*\*, 而研究区南部的 5 号点的土壤含水量与温度呈负相关, 相关系数 -0.273\*。16、22 号点的土壤温度与电导率呈显著正相关, 相关系数分别为 0.785\*\*、0.713\*\*。5、8 号点的土壤温度与电导率呈负相关, 相关系数分别为 -0.357\*\*、-0.341\*。由此, 研究区西部的 16、22 号点在 40~60 cm 土层土壤电导率与温度对含水量有显著影响。

在 60~80 cm 土层, 相关分析结果(表 3~5 和图 10)显示, 研究区各采样点土壤含水量与电导率呈显著或极显著正相关, 其中 16、22 号点的土壤含水

量与电导率之间的相关性较强, 相关系数为 0.970\*\*、0.987\*\*。8、16、22 号点的土壤含水量与温度呈显著正相关, 相关系数分别为 0.778\*\*、0.973\*\*、0.733\*\*, 而 5 号点的土壤含水量与温度的相关性不明显, 相关系数仅 0.065。研究区西部的 16、22 号点的土壤温度与电导率呈显著正相关, 相关系数分别为 0.895\*\*、0.773\*\*, 而 5、8 号点的土壤温度与电导率相关性不明显, 相关系数分别为 -0.072、0.068。说明研究区西部的 16、22 号点在 60~80 cm 土层电导率与温度对土壤含水量有显著影响。

在 80~100 cm 土层, 相关分析结果(表 3~5 和图 11)显示, 研究区各采样点的土壤含水量与电导率、温度之间呈显著正相关, 土壤含水量与土壤电导率的相关系数分别为 0.715\*\*、0.769\*\*、0.890\*\*、0.959\*\*, 而 8、16 号点土壤含水量与温度的相关系数为 0.799\*\*、0.953\*\*, 且明显大于 5、22 号点的相关系数。

各采样点的土壤温度与电导率之间的的相关系数分别为 0.482\*\*、0.247、0.754\*\*、0.612\*\*。说明随着土

层深度的加深,土壤电导率对土壤含水量的影响比较明显,而土壤温度对土壤含水量的影响不太显著。

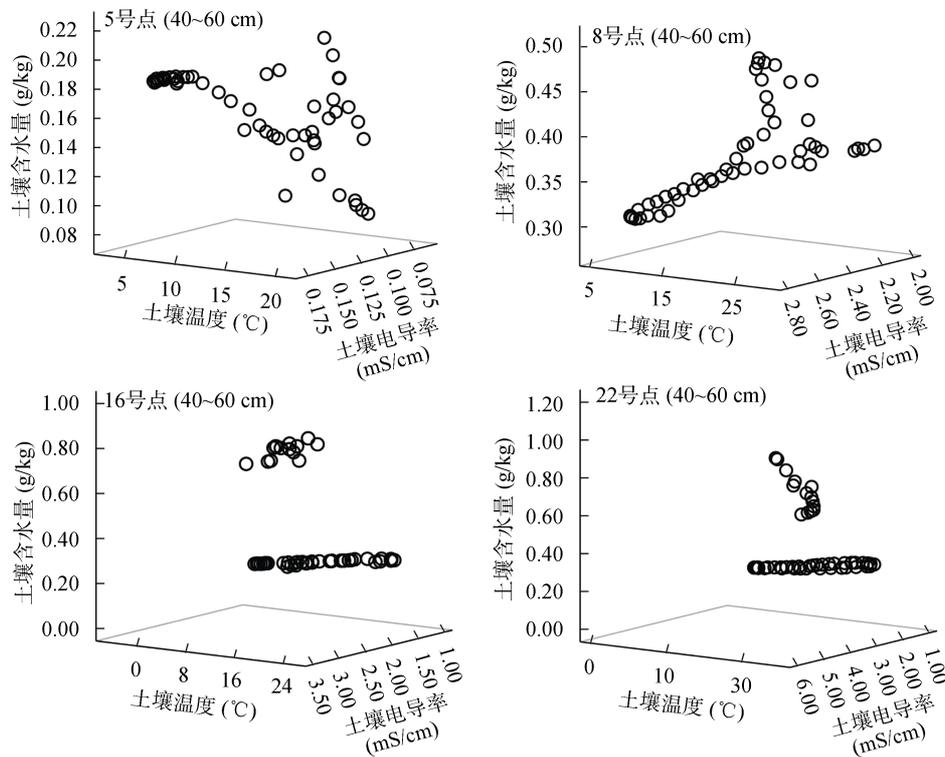


图 9 40~60 cm 土层土壤含水量、温度和电导率的三维散点图

Fig. 9 3D scatter plots of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 40-60 cm layers in different sampling sites

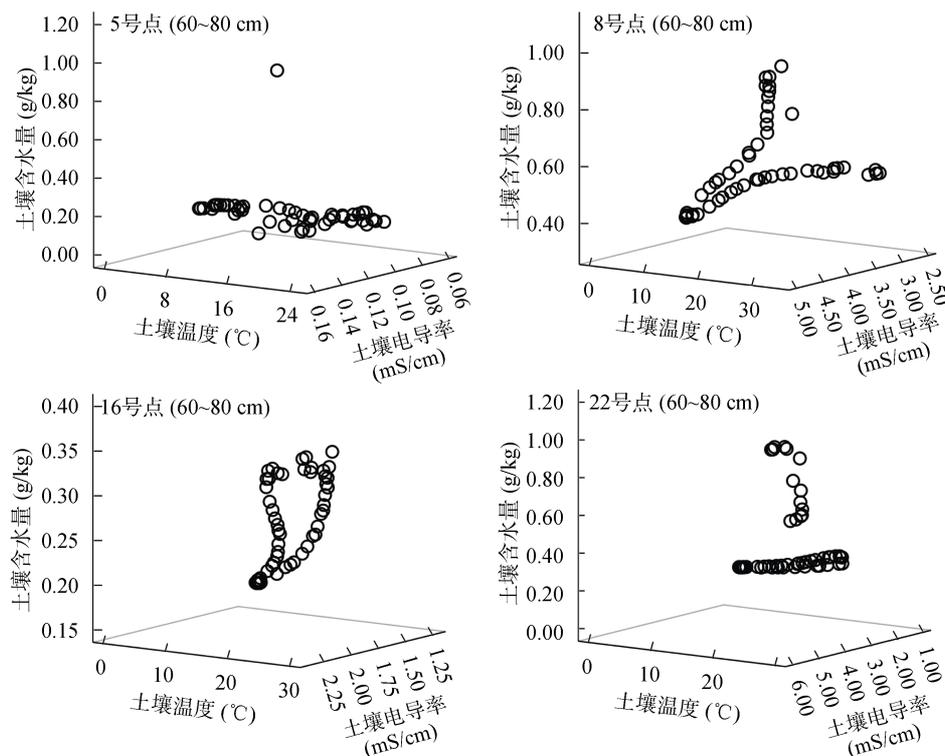


图 10 60~80 cm 土层土壤的含水量、温度和电导率的三维散点图

Fig.10 3D scatter plots of soil moisture contents, temperatures and electrical conductivities in 60-80 cm layers in different sampling sites

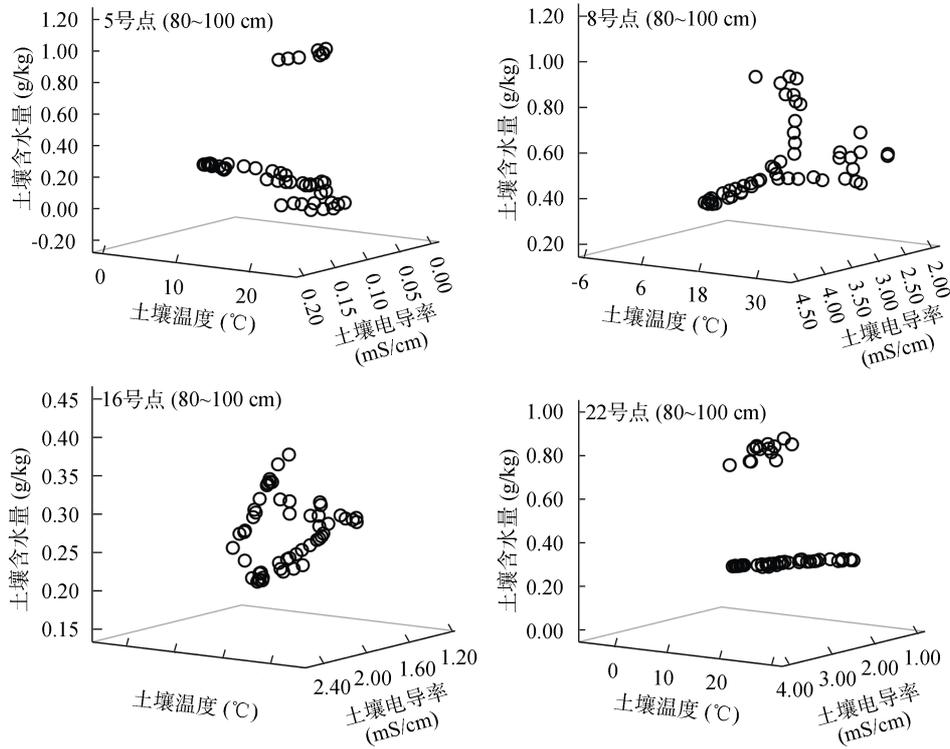


图 11 80 ~ 100 cm 土层土壤含水量、温度和电导率的三维散点图

Fig. 11 3D scatter plots of soil water contents, temperatures and electrical conductivities in 80-100 cm layers in different sampling sites

表 3 土壤含水量与电导率之间的相关性

Table 3 Correlation coefficients between soil water contents and electrical conductivities in different layers and sampling sites

	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	60 ~ 80 cm	80 ~ 100 cm
5 号点	0.628**	0.774**	0.813**	0.463**	0.715**
8 号点	0.049	-0.627**	0.171	0.677**	0.769**
16 号点	0.934**	0.969**	0.887**	0.970**	0.890**
22 号点	0.951**	0.934**	0.996**	0.987**	0.959**

注：\*表示在  $P < 0.05$  水平(双侧)上显著相关，\*\*表示在  $P < 0.01$  水平(双侧)上显著相关， $n=53$ ；下同。

表 4 土壤含水量与温度之间的相关性

Table 4 Correlation coefficients between soil water contents and soil temperatures in different layers and sampling sites

	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	60 ~ 80 cm	80 ~ 100 cm
5 号点	-0.082	-0.089	-0.273*	0.065	0.390**
8 号点	0.916**	0.178	0.862**	0.778**	0.799**
16 号点	0.665**	0.965**	0.979**	0.973**	0.953**
22 号点	0.831**	0.924**	0.744**	0.733**	0.594**

表 5 土壤温度与电导率之间的相关性

Table 5 Correlation coefficients between soil temperatures and soil electrical conductivities in different layers and sampling sites

	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	60 ~ 80 cm	80 ~ 100 cm
5 号点	-0.122	-0.447**	-0.357**	-0.072	0.482**
8 号点	-0.343*	-0.337*	-0.341*	0.068	0.247
16 号点	0.383**	0.874**	0.785**	0.895**	0.754**
22 号点	0.722**	0.745**	0.713**	0.773**	0.612**

## 4 结论

研究结果显示,在 6~8 月,研究区 5、8、22 号点表层(0~20 cm)土壤含水量、温度、电导率呈升高趋势,而 16 号点表层(0~20 cm)土壤含水量和电导率呈降低趋势,5、8、16、22 号点在土层 60~80、80~100 cm 范围的含水量最高。总体来看,土壤含水量在 0~100 cm 的变化由表层至深层逐渐增加,土壤电导率在垂直方向上的变化与土壤含水量的变化相似,各采样点土壤含水量、温度、电导率年内变化趋势基本一致,表现为先增大后减小,季节性变化显著。同时土壤含水量年内波动较大。在 80~100 cm 土层,研究区各采样点的土壤含水量、电导率和温度之间呈显著正相关,土壤含水量与土壤电导率的相关系数分别为 0.715<sup>\*\*</sup>、0.769<sup>\*\*</sup>、0.890<sup>\*\*</sup>、0.959<sup>\*\*</sup>,土壤温度与电导率之间的的相关系数分别为 0.482<sup>\*\*</sup>、0.247、0.754<sup>\*\*</sup>、0.612<sup>\*\*</sup>。

### 参考文献:

- [1] 张冬明, 张文, 郑道君, 等. 海水倒灌农田土壤盐分空间变异特征[J]. 土壤, 2016, 48(3): 621-626
- [2] 莫治新, 尹林克, 文启凯, 等. 塔里木河中下游表层土壤盐分空间变异性研究[J]. 干旱区研究, 2004, 21(3): 250-253
- [3] 王卓然, 赵庚星, 高明秀, 等. 黄河三角洲典型地区春季土壤水盐空间分异特征研究-以垦利县为例[J]. 农业资源与环境学报, 2015, 32(2): 154-161
- [4] 马成霞, 丁建丽, 杨爱霞, 等. 绿洲区域土壤盐渍化主要参数的空间异质性分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(2): 2-4
- [5] 李从娟, 雷加强, 徐新文, 等. 古尔班通古特沙漠土壤水分与化学性质的空间分布[J]. 生态学报, 2014, 34(15): 1-10
- [6] 冉启洋, 贡璐, 韩丽, 等. 塔里木河上游绿洲土壤表层盐分特征[J]. 中国沙漠, 2013, 33(4): 1098-1103
- [7] 刘国华, 海米提·依米提, 王庆峰, 等. 于田绿洲土壤盐分特征分析[J]. 水土保持研究, 2009, 16(3): 1-5
- [8] 吴雪梅, 塔西甫拉提·特依拜, 姜红涛, 等. 基于 CCA 方法的于田绿洲土壤盐分特征研究[J]. 中国沙漠, 2014, 34(6): 1-8
- [9] 宋玉, 塔西甫拉提·特依拜, 吴雪梅, 等. 于田绿洲不同季节表层土壤盐渍化程度的空间变异特征[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(6): 1-6
- [10] 吴雪梅, 塔西甫拉提·特依拜, 姜红涛, 等. 中亚干旱区马雷绿洲和于田绿洲 LUCC 演变对比研究[J]. 干旱区地理, 2013, 36(4): 1-11
- [11] 瓦哈甫·哈力克, 塔西甫拉提·特依拜, 海米提·依米提, 等. 新疆于田绿洲土地利用变化的人文驱动力分析[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(6): 1-6
- [12] 吴月茹, 王维真, 王海兵, 等. 黄河上游盐渍化农田土壤水盐动态变化规律研究[J]. 水土保持学报, 2010, 24(3): 1-3
- [13] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 837-844
- [14] 满苏尔·沙比提, 玉苏甫·买买提, 娜斯曼·那斯尔丁. 1991—2011 年新疆于田绿洲土地利用/覆被时空变化特征分析[J]. 冰川冻土, 2014, 36(3): 1-8
- [15] 赛迪古丽·哈西木, 海米提·依米提, 买买提·吐尔逊, 等. 克里雅绿洲土壤盐分分异特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(4): 1-6
- [16] 胡佳楠, 塔西甫拉提·特依拜, 宋玉, 等. 于田绿洲盐渍土主要参数的空间异质性分析[J]. 土壤通报, 2015, 46(6): 1-6
- [17] 孙贵芳, 杜斌, 屈忠义, 等. 不同灌溉模式下土壤温度的变化及对气温的响应特征[J]. 土壤, 2016, 48(3): 581-587
- [18] 刘娅, 潘贤章, 王昌昆, 等. 基于差异化光谱指数的盐渍土水分含量预测-以滨海盐土为例[J]. 土壤, 2016, 48(2): 381-388
- [19] 魏彬, 海米提·依米提, 王庆峰, 等. 克里雅绿洲地下水埋深与土壤含水量的相关性[J]. 中国沙漠, 2013, 33(4): 1-7
- [20] 尤全刚, 薛娴, 黄翠华. 地下水埋深区咸水灌溉对土壤盐渍化影响的初步研究[J]. 中国沙漠, 2011, 31(2): 302-308
- [21] 方汝林. 土壤冻结、消融期水盐动态初步研究[J]. 土壤学报, 1982, 19(2): 164-172

## On Seasonal Variation and Correlation of Saline Soil Water, Salt, and Temperature in Yutian Oasis of Xinjiang, China

MIHRIGVL Tashpolat<sup>1,2</sup>, TASHPOLAT Tiyip<sup>1,2\*</sup>, MAMAT Sawut<sup>1,2</sup>,  
NURMAMAT Ubulkasim<sup>1,2</sup>, XIA Nan<sup>1,2</sup>

(1 *College of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;*  
2 *Key Laboratory of Oasis Ecology Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830046, China*)

**Abstract:** This paper quantitatively analyzed the seasonal variation and correlation of saline soil water, salt and temperature in Yutian Oasis, located in southern Tarim Basin of Xinjiang by using ENVI 5.1, ArcMap10.2, Origin 8.5 and SPSS 20.0 software and the measured data of soil water contents, electrical conductivities and temperatures in different layers of soil profiles in different sites. The results showed that soil water contents, temperatures and electrical conductivities in all layers of all soil profiles increased gradually from June to August. Water contents was highest in 60–100 cm layers in No.5 and No.8 sampling sites. Electrical conductivities were highest in 0–20 cm layers in No.8 and No. 22 sampling sites and in 40–60 cm layers in No.5 and No.22 sampling sites. Water contents, temperatures and electrical conductivities in all layers of all soil profiles were higher in Autumn and Summer than in Winter and Spring. Soil water contents and electrical conductivities of No.16 and No.22 sampling sites had significantly positive correlations, and the correlation coefficients were the highest in 60–80 cm layers, which were 0.970\*\* and 0.987\*\*, respectively. The above results indicate that the analyses on the seasonal variation and correlation of saline soil water, salt and temperature is helpful for the rapid diagnose of soil salinization, and they can provide the reference and guidance for the sustainable development of ecological environment and agriculture in Yutian Oasis.

**Key words:** Yutian oasis; Soil water content; Soil temperature; Soil electrical conductivity; Correlation analysis