

文章编号: 2096-1618(2021)05-0545-08

# 基于土壤水分自动站观测资料的 山东土壤体积含水量阈值研究

赖雯珊<sup>1</sup>, 李长军<sup>2</sup>, 李超<sup>1</sup>

(1. 成都信息工程大学, 四川 成都 610225, 2. 山东省气象局信息中心, 山东 济南 250031)

**摘要:**针对土壤体积含水量质量控制过程中缺乏自动土壤水分观测网的长序列历史资料的问题,引入土壤水文常数来计算其阈值,对山东土壤水分观测网231站的土壤水文物理常数的实测值分土壤类别和土层深度进行分析。结果发现土壤水文物理常数随深度和土壤类别变化明显,进一步分析了土壤体积含水量的极值随土壤水文物理常数的变化后得到:极值随观测深度、不同土壤类别和土壤水文物理常数变化皆较为明显。土壤体积含水量极大值90%以上集中在30~60(0.01 g·cm<sup>-3</sup>),土壤体积含水量极小值95%以上集中在2.5~10(0.01 g·cm<sup>-3</sup>)。研究得到的山东土壤体积含水量阈值经过验证可用于山东农业气象观测数据质量控制业务中。

**关键词:**大气科学;应用气象;土壤水文物理常数;土壤体积含水量;阈值;检出数;土质类别

**中图分类号:**P49

**文献标志码:**A

**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2021.05.012

## 0 引言

近年来在为农业气象服务中,中国建立了一定规模的土壤水分观测站网,自动土壤水分观测仪可以方便快捷地获取不同层次深度(0~100 cm)的土壤水分连续观测数据,可以为干旱监测、农业气象预报和服务提供实时的监测资料。但是,在应用中发现其观测数据质量不尽如人意<sup>[1]</sup>,观测数据是影响自动土壤水分观测站资料发挥作用的主要因素,数据的好坏直接影响和决定了各级相关服务产品的质量和服务效果。为提高土壤水分观测数据的可用性,中外不少学者对土壤水分观测数据的质量控制进行了研究<sup>[2-14]</sup>,其中,王良宇等<sup>[2-3]</sup>提出了土壤水分异常值阈值的计算方法和异常数据的预警方法;元保军<sup>[4]</sup>结合河南历年来人工和自动观测的土壤水分数据对土壤体积含水量阈值进行了细化及准确化;王晓东等<sup>[5]</sup>分析了人工数据和自动站数据间的绝对误差及相关性,初步确定了安徽省自动土壤水分数据以定性和半定量方法为主的质量控制方法;张志富<sup>[6]</sup>提出了对土壤水分自动站小时资料具备良好适用性的质量控制方案;王佳强等<sup>[7]</sup>针对四类自动土壤水分观测资料的异常数据各设计了一种质量控制方法;王黎明等<sup>[8]</sup>发现采用二次订正拟合方法可有效提高自动土壤湿度数据的准确性;赵忠凯<sup>[9]</sup>建立了土壤水分监控保障系统;Dorigo W A等<sup>[10]</sup>针对国

际土壤水分观测网络(ISMN)设计了包括两种质量控制程序的新型自动化资料控制系统;Bulut B等<sup>[11]</sup>利用土壤温度对土壤湿度进行校正并用降水资料对土壤水分数据进行质量控制;Paulik等<sup>[12]</sup>利用国际土壤水分网路的原位数据对ASCAT土壤水分指数进行验证,通过建模来估算土层剖面的土壤水分;Xia Youlong等<sup>[13]</sup>使用NLDAS-2产品对北美土壤水分数据库中的原始土壤水分数据进行自动质量控制,能有效标记土壤冻结时的不合理测量值;Anish C Turlapaty等<sup>[14]</sup>提出一种基于小波特征提取和单类支持向量机的一致性分析方法对比验证来自卫星的遥感数据和地面测量数据。

自动土壤水分观测起步较晚,人工观测方法的原理与其有很大的不同,人工与自动土壤水分观测数据在不同土层的一致性表现不均匀<sup>[15]</sup>,因此缺少长序列人工观测的历史资料,难以确定各项观测要素的阈值。文中基于山东现代农业气象实时数据质量控制系统建设的需要,研究土壤体积含水量阈值的物理计算方法,分析阈值对土壤水文物理常数的敏感性,为实时业务系统阈值控制提供基础。

## 1 数据与计算方法

### 1.1 土壤水文物理常数数据与土壤体积含水量数据

收稿日期:2020-03-30

基金项目:公益性行业(气象)科研专项经费资助项目(GYHY201306044)

截至2018年11月,山东省通过多渠道资金建成了山东自动土壤水分观测网,如图1所示。

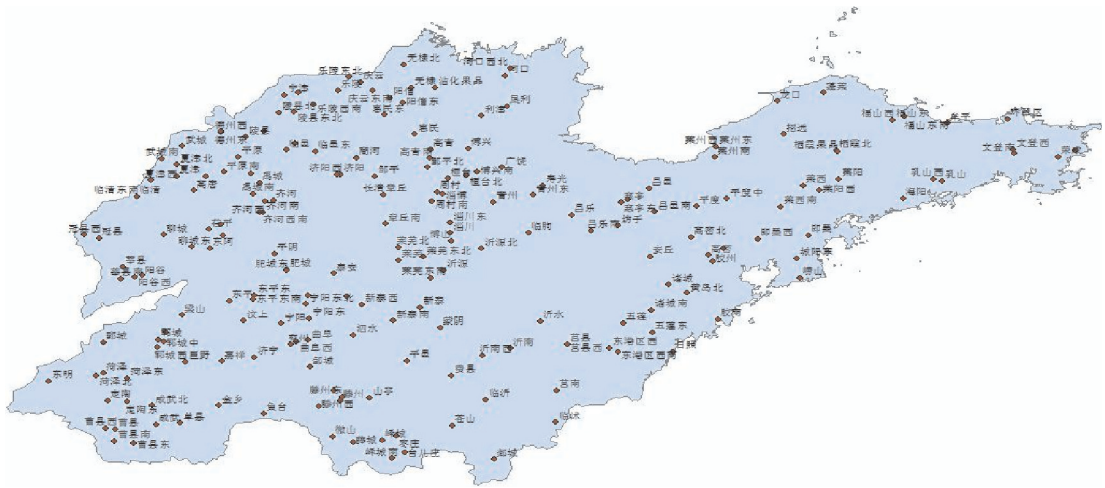


图1 山东省自动土壤水分观测站网分布图

从图1看,除高山和海洋外都布置了自动土壤水分观测站,共231个观测站,特别是在内陆和农业种植区相对比较密集,从而形成了较为密集的山东自动土壤水分观测网。自动土壤水分观测仪采用频域反射法(FDR)原理测定土壤体积含水量,再通过计算导出的方法获得土壤重量含水率、土壤相对湿度、土壤水分贮存量 and 土壤有效水分贮存量,其观测层次包括0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm、50~60 cm、70~80 cm、90~100 cm,在导出量的计算中涉及土壤容重( $\rho$ )、土壤田间持水量( $f_c$ )、土壤凋萎湿度( $\omega_k$ ),称为土壤水文物理常数(特征值),也叫土壤农业水文物理特性,即体现土壤的持水能力、土壤的水分流动性以及土壤水分对植物的有效程度的特征值,这些值可以通过测量获得。山东省通过不定期测量获得了全省231站各个层次的土壤常数( $\rho f_c, \omega_k$ ),并获得各个层次的土壤类别和质地,另外,从山东省气象局获取了山东省2017年的土壤体积含水量的逐小时原始观测数据,文中就是根据以上数据进行研究的。

1.2 土壤体积含水量异常极值计算方法

自动土壤水分观测网为近几年布设的,对其气候阈值很难确定,但在其数据质量控制中需要气候阈值判断观测数据的可用性和准确性。为此,必须引入物理的方法计算其气候阈值,耿增超等<sup>[16]</sup>提出的计算土壤体积含水量极值方法如下:

$$Q_{\max} = (1 - \frac{\rho}{\rho_s}) \rho_w \times 100 \tag{1}$$

$$Q_{\min} = \frac{\omega_k}{1.5} \times \rho \times 100 \tag{2}$$

式中, $Q_{\max}$ 表示土壤体积含水量极大值( $0.01 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ );

$Q_{\min}$ 表示土壤体积含水量极小值( $0.01 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ); $\rho$ 表示土壤容重( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ); $\rho_s$ 表示土粒密度( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ); $\rho_w$ 表示水的密度( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ); $\omega_k$ 表示凋萎湿度(%)。

1.3 土质分类处理方法及结果

从观测数据来看,深层次土壤质地变化不大且数据不全,因此用0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 3个层次的土壤质地作为分类基础,根据中国土壤质地分类标准进行分类,将231个土壤水分观测站范围内的土质分为4类,分别是砂土(粗砂土、细砂土、面砂土)、壤土(砂粉土、粉土、粉壤土、黏壤土)、黏土(砂黏土、粉黏土、壤黏土)以及混合土,其具体分类方法是将每个站点3个层次的土壤依次按以上标准分成砂土、壤土、黏土3类,然后对比同一站点3层土壤的质地是否一致,若一致则划分为该类土质,若有一层以上土质不一致则认为该站土质为混合土<sup>[17]</sup>。由于山东区域内的砂姜黑土以壤土为主,含有部分砂土及黏土,因此单独将砂姜黑土划入混合土范畴中<sup>[18]</sup>。按上述方法处理获得的231个站点的土质分类如图2所示。

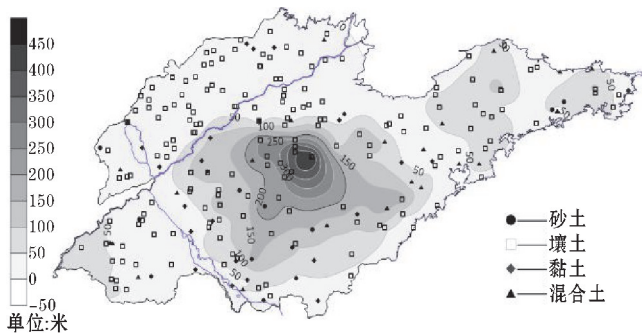


图2 山东土质分布图(不同深浅颜色表示海拔高度分布)

对 231 个土壤水分观测站分析发现山东土质以壤土为主,有 172 个站,占 74%,砂土 8 个站,黏土 27 个站,混合土 24 个站,分别占 4%,12%,10%。从山东土质分布图可看出,172 个壤土站在山东全境均有分布,相比临海的胶东半岛,靠内陆的区域壤土分布更为密集。黏土多分布于江河流域及丘陵附近,混合土在平原与沿海地区出现较多,砂土分布没有发现明显的规律。

2 土壤水文物理常数特征分析

2.1 土壤水文物理常数实例分析

从 231 个站中按砂土、壤土、黏土、混合土 4 类土壤选取了 5 个代表站(砂土-冠县西、壤土-文登西和日照、黏土-郯城、混合土-牟平)为实例进行研究(下

同)。图 3 为代表站土壤水文物理常数随深度变化曲线,从图 3(a)看,土壤容重的变化显示壤土随深度变化不明显,变化幅度小(1.5~1.75);黏土和混合土变化明显,变化幅度大(1.25~1.7);砂土变化平稳,变化幅度居中(1.2~1.4)。整体上砂土的值最小,壤土的值最大。从图 3(b)看,田间持水量的变化显示壤土随深度变化不明显,变化幅度很小(17~19),在 2% 以内;黏土和混合土浅层(0~50 cm)变化幅度小,深层(60~100 cm)变化明显;砂土表层(0~30 cm)变化明显,其他层变化小。黏土和混合土的值远大于其他两类,砂土的值最小,总体变化范围在 12%~29%。从图 3(c)看,凋萎湿度的变化显示壤土变化较为平稳,变化幅度小;砂土几乎无变化;黏土有一定的变化,其值为 8%~11%;混合土变化最大,其值为 4%~11%。壤土和砂土的值相对较小,壤土不超过 5.5%,砂土低于 3%。

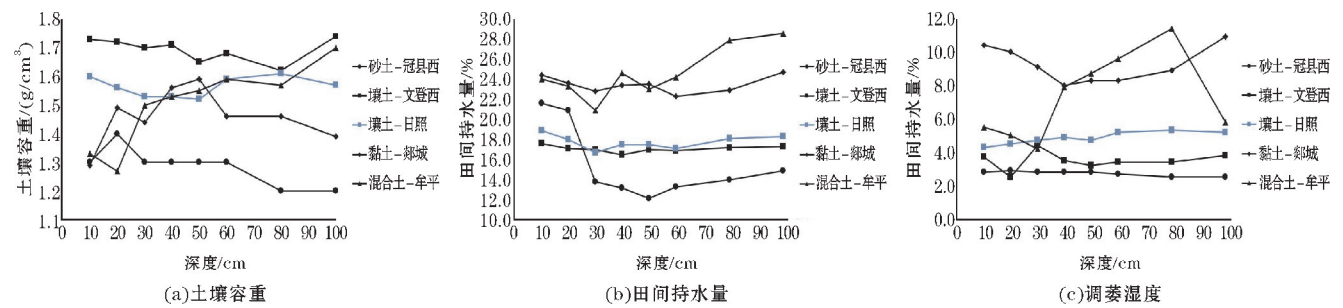


图 3 土壤水文物理常数随深度变化

综上,3 个土壤水文物理常数随深度变化具有不同的特点。总体而言,壤土和砂土变化要平稳一些,混合土和黏土变化要大一些,即土壤水文物理常数对深度和土质的变化是敏感的。

2.2 土壤水文物理常数统计特征分析

对 231 个站的土壤水文物理常数进行分段统计,并求出不同层次不同取值范围内的个数与该层次实测个数的比例,得到图 4,分别对应土壤容重、田间持水量、凋萎湿度。从图 4(a)知,显示土壤容重随深度变化大,表层(0~20 cm)95% 以上观测值为 1.1~

1.6 g·cm<sup>-3</sup>,其他层次观测值 90% 以上集中在 1.3~1.7 g·cm<sup>-3</sup>。从图 4(b)知,田间持水量观测值集中在 0%~30%,其中浅层(0~50 cm)处近 6 成的测站测值为 20%~25%,深层(50~100 cm)这一比例有所下降。图 4(c)显示凋萎湿度随深度变化较小,9 成以上的测值集中在 2%~10%。

2.3 土壤水文常数阈值分析

对山东 231 个站的土壤水文物理常数按 4 类不同土质求得极大值和极小值,得到图 5~7。

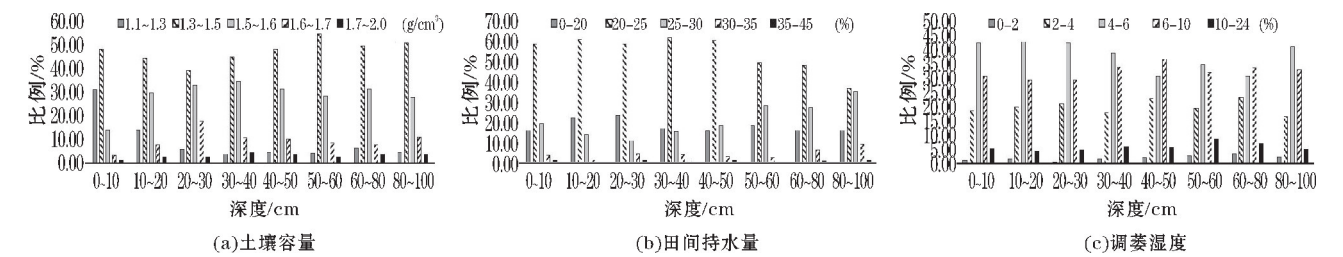


图 4 土壤水文物理常数分段统计占比分布图

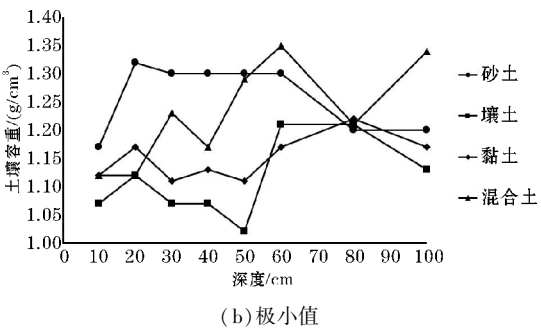
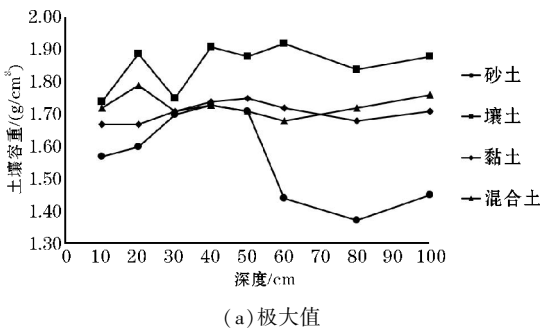


图5 土壤容重极值随深度变化

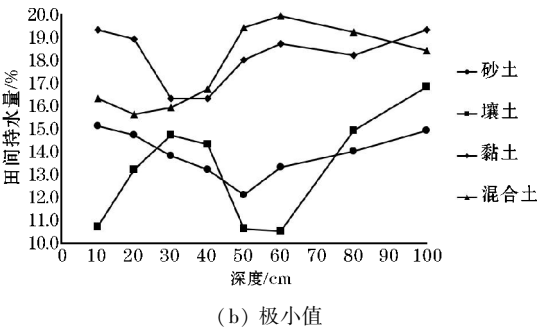
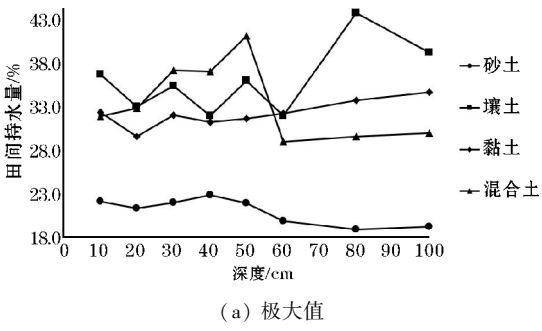


图6 田间持水量极值随深度变化

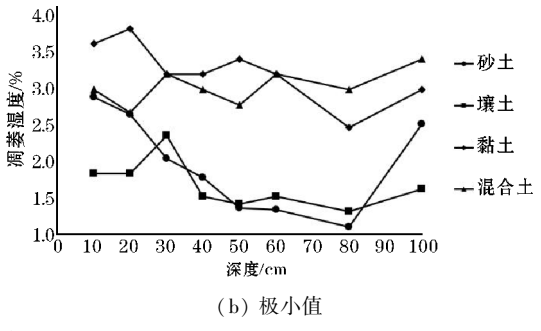
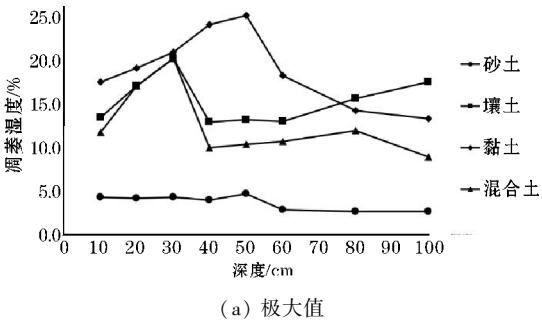


图7 凋萎湿度极值随深度变化

从图5(a)知,土壤容重极大值变化显示黏土和混合土随深度变化不明显,变化幅度小(1.67~1.79);壤土浅层(0~40 cm)变化较大(1.74~1.91),深层(50~100 cm)变化平稳(1.84~1.92);砂土表层(0~30 cm)变化明显(1.57~1.70),其他层次变化小。从图5(b)知,随深度的变化中,壤土、混合土变化大,变化幅度为 $0.2\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,砂土、黏土的变化较小,变化幅度小于 $0.15\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。

从图6(a)知,田间持水量极大值砂土和黏土随深度变化不明显,变化幅度在5%左右;壤土随深度变化大,尤其是深层(60~100 cm),变化幅度达到12%;混合土浅层(0~50 cm)变化明显,变化幅度达9%。从图6(b)知,4类土质的田间持水量极小值随深度变化不同类别之间具有明显的差异性,壤土变化幅度约为6%,砂土、黏土、混合土变化范围约为3%~4%。整体数值黏土和混合土偏大,壤土和砂土偏小。

从图7(a)知,凋萎湿度的极大值变化显示砂土随深度变化不明显,变化幅度小(2.5~4.5);壤土随深

度变化明显,变化幅度居中(12.3~19.3);黏土和混合土随深度变化大,变化幅度分别为11.3%和10.8%。从图7(b)知,4类土质的凋萎湿度极小值随深度变化明显,但变化幅度小,砂土变化幅度最大,约为1.7%,壤土、黏土、混合土分别为1.0%、0.8%、0.7%。

凋萎湿度极大值中砂土总体最小,黏土最大,壤土和混合土居中,极小值中黏土和混合土偏大,砂土和壤土偏小。

通过对图3~7的分析可得知土壤水文物理常数随深度的变化存在差异性,且在变化过程中与不同土质类别密切相关,特别是极值变化相对更为明显。

3 土壤体积含水量阈值及敏感性分析

3.1 土壤体积含水量阈值实例分析

图8是不同土质中土壤体积含水量阈值随深度的变化曲线图。从图8(a)知,土壤体积含水量极大值变

化幅度大,在33.1~53.8(0.01 g·cm<sup>-3</sup>),壤土随深度变化平稳(33.1~41.5),变化幅度小于5(0.01 g·cm<sup>-3</sup>);砂土和黏土随深度变化大,变化幅度居中,分别介于(46.2~53.8)和(38.8~50.4);混合土随深度变化剧烈,变化幅度大(34.6~51.2)。整体数值砂土最大,壤土最小。从图 8(b)知,土壤体积含水量极小值变化幅

度小,在2.00~11.93(0.01 g·cm<sup>-3</sup>),砂土随深度基本无变化;壤土随深度变化较为平稳,两个代表站变化幅度分别为1.1和2.12(0.01 g·cm<sup>-3</sup>);黏土随深度有一定的变化,其值为(8.8~10.1);混合土随深度变化最大,其值为(4.2~11.93)。砂土和壤土的值相对较小,黏土和混合土较大。

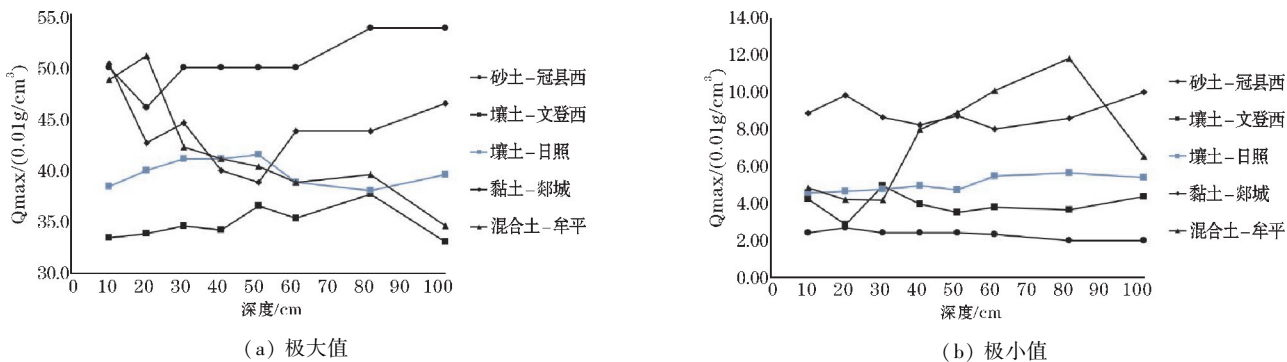


图 8 土壤体积含水量阈值随深度变化(代表站)

对 231 个自动土壤水分观测站点的土壤体积含水量阈值按不同深度进行分段统计得到图 9。从图 9 知,含水量极大值在 8 个层次中超过 98% 集中在 30~60

(0.01 g·cm<sup>-3</sup>),其中在 40~50(0.01 g·cm<sup>-3</sup>)的达 60% 以上,含水量极小值则超过 97% 集中在 2~15 (0.01 g·cm<sup>-3</sup>),其中超过 90% 为 2~10(0.01 g·cm<sup>-3</sup>)。

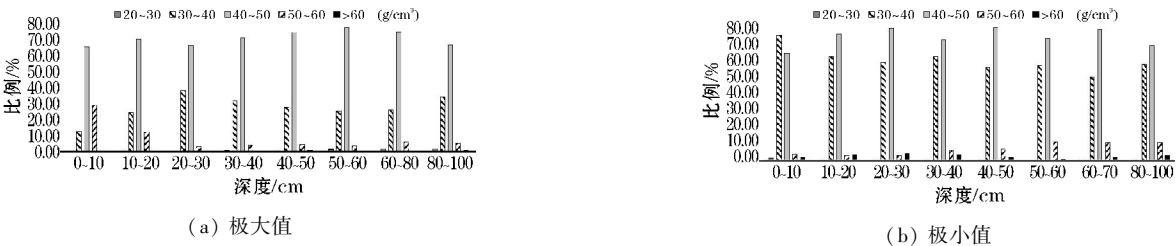


图 9 土壤体积含水量极值分段统计占比

3.2 土壤水文物理常数极值状态下的阈值分析

图 10 为土壤水文物理常数极值状态下的土壤体积含水量阈值变化曲线图。从图 10(a)知,4 种土质的土壤体积含水量极大值随深度的变化明显,特征规律不一样,壤土和混合土变化大,黏土和砂土变化较小。整体变化幅度介于 48%~61%,浅层值大,深层

值小,最大值及最小值既不在浅层也不在深层,而在中间层次。从图 10(b)知,4 类土质的土壤体积含水量极小值随深度变化明显,但变化幅度小,砂土随深度变化最为明显(0.88~2.27),壤土的整体数值偏小,随深度变化也较小(0.95~1.64),黏土和混合土整体数值偏大,随深度变化小,分别为(1.95~2.89)和(1.94~2.95)。

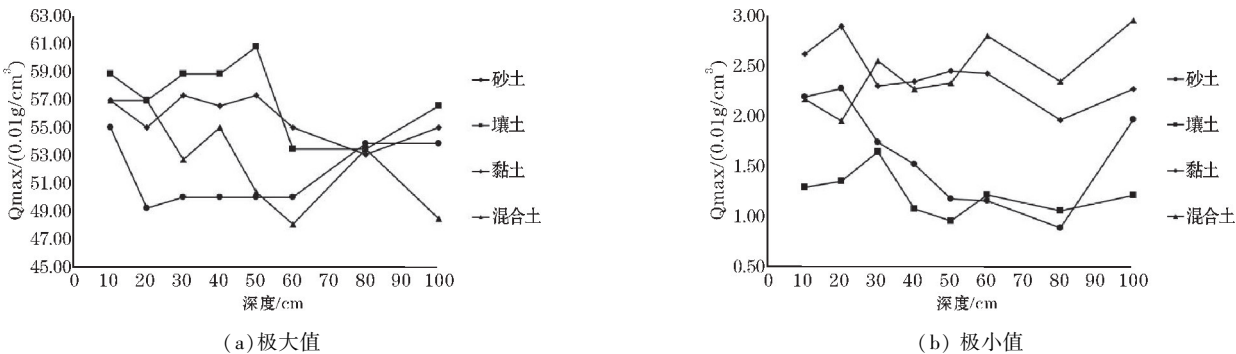


图 10 土壤水文物理常数极值状态下土壤体积含水量阈值随深度变化

3.3 土壤体积含水量阈值敏感性分析

从前面的分析知道,土壤体积含水量阈值和土壤水文物理常数随深度和不同类别土质存在变化,而从式(1)、(2)知,土壤体积含水量极大值与土壤容重成反比,土壤体积含水量极小值与土壤容重和凋萎湿度成正比,因此分析不同土壤水文物理常数的变化对土壤体积含水量阈值的影响是有必要的。

图 11(a)是土壤体积含水量极大值随土壤容重变化曲线图,可以看出,土壤体积含水量极大值随土壤容重变化比较敏感,其值为25 ~ 64(0.01 g · cm<sup>-3</sup>),变化幅度超过 30%,因此,土壤容重的准确测量对土壤体积含水量极值的确定很重要。

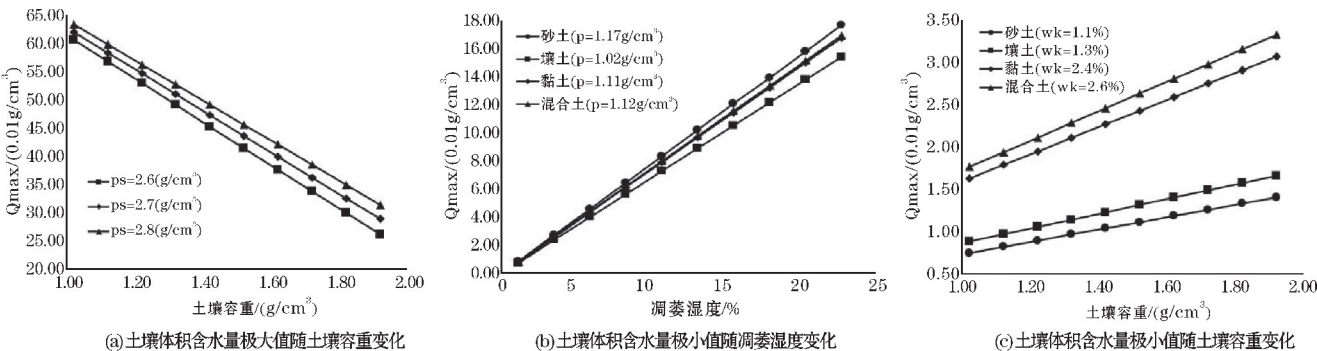


图 11 土壤体积含水量极值随土壤水文物理常数的变化曲线

3.4 山东省自动土壤水分观测网阈值及检验

由上述分析得知,山东土壤体积含水量阈值与深

度和土壤类型有关,另一方面,与土壤水文物理常数关系密切。通过式(1)、(2)计算得到的阈值再取极值得到表 1。

图 11(b)是土壤体积含水量极小值随凋萎湿度的变化曲线图,可以看出,土壤含水量极小值随凋萎湿度变化明显。其值为0.86% ~ 16.95%,变化幅度约为 21.5%,即土壤体积含水量极小值对凋萎湿度的变化敏感。

图 11(c)是土壤体积含水量极小值随土壤容重的变化曲线,含水量极小值随土壤容重变化不明显,4 类土质随土壤容重变化平稳,变化幅度小,黏土和混合土相对变化较大,数值整体偏大(1.6 ~ 3.3),砂土和壤土偏小(0.8 ~ 1.6)。从文献[14]的评估来看,凋萎湿度的观测误差比土壤容重的误差大,但对确定土壤体积含水量的阈值可能影响不大。

表 1 山东省土壤体积含水量阈值表

深度/cm	砂土/(g · cm <sup>-3</sup> )	壤土/(g · cm <sup>-3</sup> )	黏土/(g · cm <sup>-3</sup> )	混合土/(g · cm <sup>-3</sup> )	总阈值/(g · cm <sup>-3</sup> )
0 ~ 10	2.18 ~ 55.00	1.28 ~ 58.85	2.61 ~ 56.92	2.17 ~ 56.92	1.28 ~ 58.85
10 ~ 20	2.27 ~ 49.23	1.34 ~ 56.92	2.89 ~ 55.00	1.94 ~ 56.92	1.34 ~ 56.92
20 ~ 30	1.73 ~ 50.00	1.64 ~ 58.85	2.29 ~ 57.31	2.54 ~ 52.69	1.43 ~ 58.85
30 ~ 40	1.52 ~ 50.00	1.07 ~ 58.85	2.34 ~ 56.54	2.26 ~ 55.00	1.07 ~ 58.85
40 ~ 50	1.17 ~ 50.00	0.95 ~ 60.77	2.44 ~ 57.31	2.32 ~ 50.38	0.92 ~ 60.77
50 ~ 60	1.15 ~ 50.00	1.21 ~ 53.46	2.42 ~ 55.00	2.79 ~ 48.08	1.03 ~ 55.00
70 ~ 80	0.88 ~ 53.85	1.05 ~ 53.46	1.95 ~ 53.08	2.34 ~ 53.46	0.88 ~ 53.85
90 ~ 100	1.96 ~ 53.85	1.21 ~ 56.54	2.26 ~ 55.00	2.95 ~ 48.46	1.21 ~ 56.54
0 ~ 100	0.88 ~ 55.00	0.95 ~ 60.77	1.95 ~ 57.31	1.94 ~ 56.92	0.88 ~ 60.77

选取了山东省自动土壤水分观测网 205 个站点 2017 年逐小时的土壤体积含水量实际观测数据用表 1 的阈值进行检验(剔除单站异常值检出超过一个星期的站点)。检验分两种情况(区分和不区分土壤土质类别),检验结果如图 12 所示。

从图 12 知,检出数有明显的特征:两种检验情况下其极大值检出数远大于极小值检出数;不论是极大值还是极小值检出数都是区分为 4 类不同的土质情况,检出数更大,说明土壤体积含水量极值对土质敏感,制定阈值范围对土质进行区分是很有必要的。从

图 12(a)知,两种检验情况下汛期(4~9 月)的检出数远大于其他月份,这可能与汛期降水变化大有关。从图 12(b)知,检出数浅层差异大,深层差异小,深层的数据变化小,异常值检出也较少。

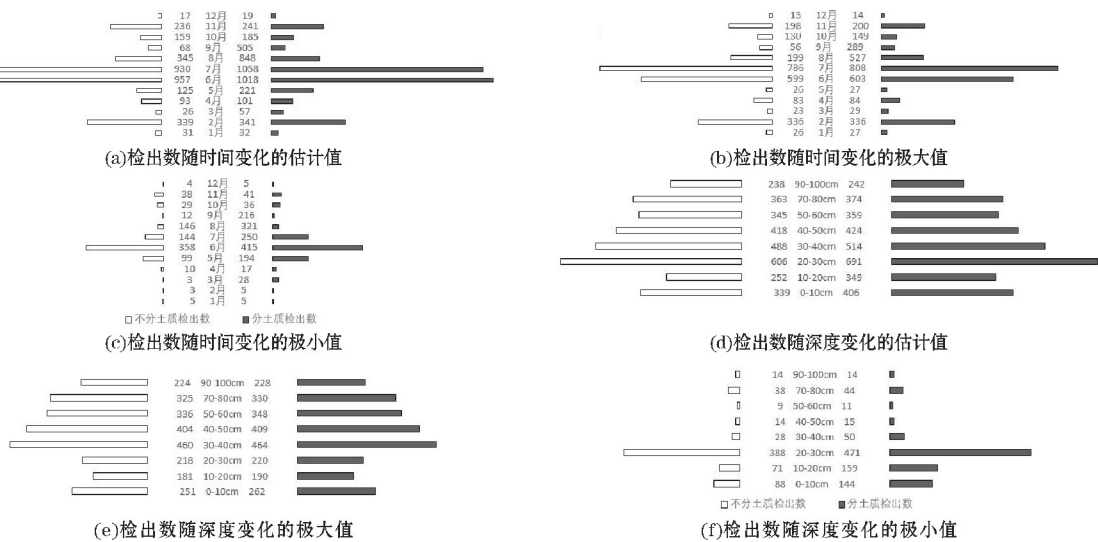


图 12 土壤体积含水量极值检出数统计

4 结束语

通过上述分析,得到以下结论:

(1)土壤水文物理常数随深度和土壤类别变化明显。相同土质的土壤水文物理常数变化范围小,不同类别土壤的水文物理常数变化明显,土壤水文物理常数的阈值变化更大。

(2)土壤体积含水量极值随观测深度、土壤类别和土壤水文物理常数变化皆较为明显,在相同土质中变化幅度小,不同土质中变化明显,阈值差异大。

(3)山东土壤体积含水量的极大值主要集中在 30~60(0.01 g·cm<sup>-3</sup>),随土壤容量变化明显,土壤体积含水量极小值主要集中在2.5~10(0.01 g·cm<sup>-3</sup>),随凋萎湿度变化明显。

(4)按 4 种不同土质确定的山东土壤体积含水量阈值用于山东土壤水分观测网土壤体积分含水量的阈值确定是有效的可行的。

参考文献:

[1] 曹婷婷,邵楠,李巍,等. 影响全国自动土壤水分站运行能力因素分析[J]. 气象水文海洋仪器, 2017,34(4):27-30.

[2] 王良宇,何延波. 自动土壤水分观测数据异常值阈值研究[J]. 气象,2015,41(8):1017-1022.

在实有数据量超过百万的数据中检出总数最大的月份仅有 1100 个,最大的层次也仅有 700 个,证明文中得到的山东省自动土壤水分观测网阈值合理,可有效用于质量控制业务工作中。

[3] 王良宇,何延波,张艳红,等. 一种自动土壤水分数据质量控制预警方法[J]. 气象科技,2016,44(4):528-534.

[4] 元保军. 土壤水分自动观测数据质量控制与评估系统阈值研究方法[J]. 电子设计工程,2014,22(2):16-18.

[5] 王晓东,杨大明,吴必文,等. 安徽省自动观测土壤水分质量控制方法[J]. 气象科技,2015,43(3):399-404.

[6] 张志富. 自动站土壤水分资料质量控制方案的研制[J]. 干旱区地理,2013,36(1):101-108.

[7] 王佳强,赵煜飞,任芝花,等. 中国自动土壤水分观测资料质量控制方法设计与效果检验[J]. 气象,2018,44(2):244-257.

[8] 王黎明,高炉东,刘焕乾,等. 湖南省自动土壤水分数据订正拟合方法研究[J]. 湖南农业科学, 2014(13):23-26.

[9] 赵忠凯. 土壤水分监控保障系统研究[D]. 北京:北京邮电大学,2012.

[10] W A Dorigo, A Xaver, M. Vreugdenhil, et al. Global Automated Quality Control of In Situ Soil Moisture Data from the International Soil Moisture Network[J]. Vadose Zone Journal,2013,12(3):918-924.

[11] Bulut B, Yilmaz M T, Cosh M H, et al. Quality control of station-based soil moisture observations

- in Turkey[C]. Agu Fall Meeting. AGU Fall Meeting Abstracts, 2015.
- [12] Christoph Paulik, Wouter Dorigo, Wolfgang Wagner, et al. Validation of the ASCAT Soil Water Index using in situ data from the International Soil Moisture Network[J]. Elsevier B. V., 2014, 30.
- [13] Xia Youlong, Ford, Trent W, et al. Automated Quality Control of In Situ Soil Moisture from the North American Soil Moisture Database Using NLDAS-2 Products[J]. ProQuest, 2015, 54(6).
- [14] Anish C Turlapaty, Valentine G Anantharaj, Nicolas H Younan. A pattern recognition based approach to consistency analysis of geophysical datasets[J]. Elsevier Ltd, 2009, 36(4).
- [15] 胡新华, 杜筱玲, 全根元. 人工与自动土壤水分平行观测资料对比分析[J]. 气象科技, 2010, 38(2): 239–242.
- [16] 耿增超, 戴伟. 土壤学[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [17] 成兆金, 李斌. 山东省土壤水分自动站土壤水分常数评估[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(18): 3468–3471.
- [18] 李德成, 张甘霖, 龚子同. 我国砂姜黑土土种的系统分类归属研究[J]. 土壤, 2011, 43(4): 623–629.

## Study on Thresholds of Soil Volume Water Content in Shandong based on the Observation Data of Soil Water Automatic Station

LAI Wenshan<sup>1</sup>, LI Changjun<sup>2</sup>, LI Chao<sup>1</sup>

(1. Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. Shandong Meteorological Bureau Information Center, Jinan 250031, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of the lack of long series historical data of automatic soil moisture observation network in the process of soil volumetric water content quality control, the soil hydrological constant was introduced to calculate the threshold value, and the measured value of soil hydrophysical constant of station 231 of Shandong soil moisture observation network was analyzed by soil category and soil depth. It turns out that the soil hydrological and physical constant changed obviously with the depth and the soil type. Further analysis of the extreme value of soil volumetric water content with the change of soil hydrological and physical constant showed that the extreme value changed obviously with the observation depth, different soil types and soil hydrological and physical constant. The maximum value of soil volumetric water content above 90% is between 30–60 ( $0.01 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), and the minimum value of soil volumetric water content above 95% is between 2.5–10 ( $0.01 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). The threshold of soil volumetric water content obtained from the study has been verified to apply to the quality control of agricultural meteorological observation data in Shandong province.

**Keywords:** atmospheric science; applied meteorology; soil hydrophysical constant; soil volumetric water content; threshold; checkout number; soil type