

高温烘干测定土壤水分的时间规范研究

史竹叶 韩仕峰

(中国科学院水利部西北水土保持研究所·陕西杨陵)

提 要

通过对4种质地(即沙壤、轻壤、中壤和重壤)土壤,在4种温度下的恒温烘干试验(105℃、125℃、140℃、150℃)和有机质含量测定。结果表明:它们的失水规律一般是沙壤和轻壤采用125℃恒温2h;中壤和重壤恒温2h20min,可代替常规烘干土样方法,从而缩短了烘土时间。而高温烘干土样有机质含量与风干土有机质含量比较,绝对误差小于0.05%,故有机质含量不影响高温烘干法。

关键词: 失水规律 质地 恒温 有机质

A Study on the Time Specification of High-temperature Oven-drying in Determination of Soil Moisture

Shi Zhuye Han Shifeng

(The Northwestern Institute of Soil and Water Conservation of Academia Sinica and the Ministry of Water Conservancy, Yangling, Shaanxi)

Abstract

Four kinds of textured soils (i. e. sandy loam, light loam, medium loam and heavy loam) were experimentally oven-dried at four kinds of constant temperatures (105℃, 125℃, 140℃, and 150℃) with organic matter contents determined. The results indicate that the laws of their moisture losses are in general that the constant temperatures of 125℃ is adopted to sandy loam and light loam for two hours; and the constant temperature for medium loam and heavy loam for two hours and 20 minutes, which can replace the conventional methods of drying soil samples thereby to shorten the oven-drying time of soil samples. In comparison of soil organic matter contents in high-temperature oven-drying with natural air-drying, the absolute error is less than 0.05% so that high-temperature oven-drying method will not affect soil organic contents.

Key words: laws of soil moisture loss soil texture constant temperature organic matter

土壤水分和土壤物理研究都离不开土壤含水量的测定。近年来国内搞土壤及农业的不少学者、专家都在研究和使用的测定土壤含水量的各种仪器,如γ射线;电导水分仪;中子仪等,而这些仪器都是以经典的烘干法测定作为基准来衡量它的精度。在经典法中要将取回的土样称重,放入恒温箱加温到105℃~110℃后烘6~8h,才可称重计算失去水分的百分比。这是近百年来大

家公认的,目前又普遍采用的标准方法。但此法的缺点是土样烘干时间长,加上称重、计算要花20多小时。既费时又费事,给工作带来许多不便。缩短烘土时间,可以提高工作效率。本文将通过不同质地土壤,不同温度条件的烘干试验,找到一条缩短时间的途径。

一、试验设计与方法

本试验采用土壤共4种:即砂壤土、轻壤土、中壤土、重壤土,其机械组成见表1。取以上4种土壤,按各自田间持水量值配湿度,并将土样搅拌均匀。每种土壤装16个合子,4个合子分一组,每组4个重复。分4个等级温度烘烤,即150℃、140℃、125℃、105℃。将各种质地土壤分别置于预先调好温度的恒温箱内,从30min开始,定时用(1/1000)电子天平称重,计算土壤失水量,每隔30min称1次,直至恒重为止。最后,求失水过程的最佳点。

表1 供试土壤的机械组成

采集土样	各级颗粒 (mm) 含量百分数 (%)							土壤类别
	1~0.25	0.25~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005~0.001	<0.001	<0.01	
榆林	0.57	44.53	36.30	1.70	5.90	11.00	18.60	砂壤
安塞	0.17	14.23	59.30	6.90	6.40	13.0	26.30	轻壤
洛川	0.11	14.89	54.8	8.20	11.60	10.6	30.20	中壤
武功	0.88	8.82	42.6	12.70	20.60	14.90	48.2	重壤

二、结果与讨论

4种质地土壤在不同温度下烘干,除105℃在30到60min的失水过程是直线关系外,其它失水过程均为指数曲线形式,如图1—1、图1—2、图1—3、图1—4

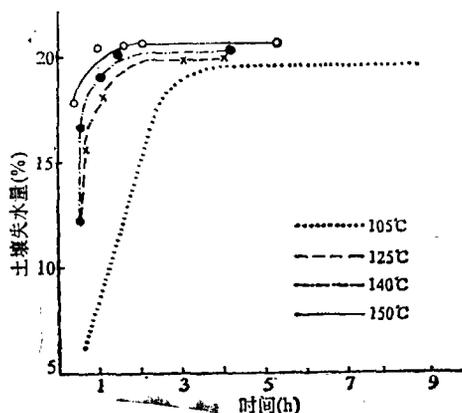


图1—1 沙壤土

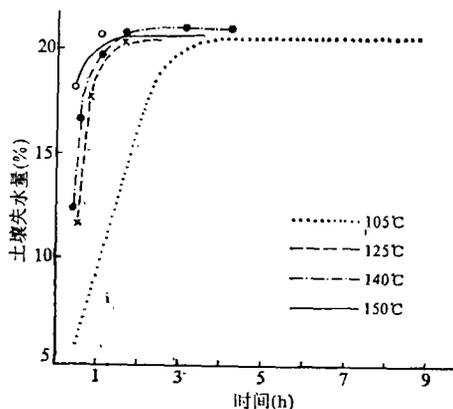


图1—2 轻壤土

从图1—1、图1—2、图1—3、图1—4看出,4种质地土壤在不同温度下烘干,其始点(30min)的失水量差异明显。如砂壤土150℃失水19%,125℃和140℃失水量13%,105℃失水量6%。4种质地土壤失水规律均同。

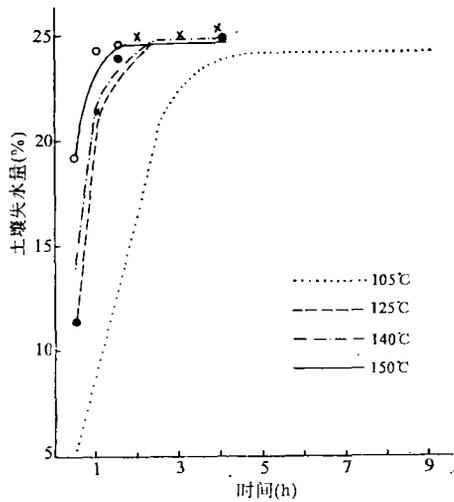


图 1—3 中壤土

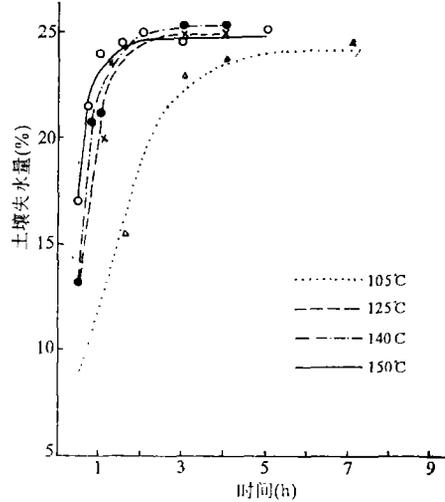


图 1—4 重壤土

上述指数曲线进行一元回归分析，其方程形式为

$$y = ae^{-\frac{b}{t}}$$

式中： y ——土壤失水量； t ——时间； a 、 b ——系数

按方程形式求出 4 种质地土壤失水过程与时间关系经验公式，见表 2。

由表 2 看出，经验公式中的系数 a 和 b 是随土壤质地和烘干温度而变化的。在质地不同烘干温度相同下， a 是随土壤粘粒含量增大而增大； b 是随粘粒增大而减小；在质地相同烘干温度不同下， a 值随温度增高略有增大， b 值是随温度增高而增大，增值明显。由此得出，土壤失水规律为：粘粒含量高的土壤失水慢，反之快。高温烘干失水快，低温烘干失水慢。低温烘烤关键是初始点 (30min) 失水量很小，因而决定了失水慢的原因。但烘干 150℃，不同质地的 a 、 b 值都偏小，有待今后研究。

不同温度烘干下的土壤失水率见表 3。

由表 3 看出，各种质地土壤用不同温度烘烤，在初始 30min 时土壤失水率数的值差异非常明显。105℃ 失水率 5.34%~8.7%；125℃ 失水率 11.96%~14.20%；140℃ 失水率 12.68%~13.54%；150℃ 失水率 17.42%~19.70% 105℃ 与 125℃ 和 140℃ 相差 50% 左右，125℃ 与 140℃ 接近，150℃ 与 140℃ 相差 25% 左右。而且随着时间增加，失水率也在增大。因而表明采用不同温度烘干，初始土壤含水量、土壤的失水率不同，所需烘干的时间也不同。

不同烘干温度，随烘烤时间增加，失水率不断减小，达到恒定时，105℃ 需 7~9 h；125℃ 和 140℃ 需 2 h；150℃ 需 1 h 30min。

由失水率求得土壤失水比率，见表 4。

由表 4 看出，砂壤和轻壤的失水比率在 30min 时 105℃ 是 29%~31% 之间，而 125℃ 和 140℃ 在 57%~63% 之间，150℃ 在 88% 左右；而中壤和重壤的失水比率在 105℃ 时，是 21%~35%，125℃ 和 140℃ 时是 52%~57%，150℃ 时是 70%~79%。表明烘干温度不同，土壤的失水比率不同。105℃ 与 125℃ 和 140℃ 相比差 50%，105℃ 与 150℃ 相比差 75%。此结果与表 3 及图 1 的土壤失水量的差值相吻合。但砂、轻壤土的失水比率高于中、重壤土，说明中、重壤土的烘干时间比

表2 四种质地土壤失水过程与时间关系经验公式

采集地点	质地	烘烤温度	经验公式	
榆林	沙壤	105℃	$y = 22.06e^{-\frac{27.94}{t}}$	$y = 0.123t + 1$
		125℃	$y = 23.66e^{-\frac{17.86}{t}}$	
		140℃	$y = 24.63e^{-\frac{19.15}{t}}$	
		150℃	$y = 21.33e^{-\frac{4.56}{t}}$	
安塞	轻壤	105℃	$y = 23.34e^{-\frac{34.39}{t}}$	$y = 0.123t + 2.39$
		125℃	$y = 24.03e^{-\frac{20.04}{t}}$	
		140℃	$y = 24.66e^{-\frac{18.61}{t}}$	
		150℃	$y = 21.91e^{-\frac{4.74}{t}}$	
洛川	中壤	105℃	$y = 29.28e^{-\frac{56.36}{t}}$	$y = 0.133t + 1.31$
		125℃	$y = 29.36e^{-\frac{21.12}{t}}$	
		140℃	$y = 31.18e^{-\frac{28.39}{t}}$	
		150℃	$y = 27.39e^{-\frac{9.19}{t}}$	
武功	重壤	105℃	$y = 28.07e^{-\frac{44.25}{t}}$	$y = 0.122t + 5.12$
		125℃	$y = 29.72e^{-\frac{22.69}{t}}$	
		140℃	$y = 30.59e^{-\frac{23.68}{t}}$	
		150℃	$y = 27.88e^{-\frac{12.86}{t}}$	

砂、轻壤土延长。一般情况下，在同一温度烘干需延长10min至20min。由表4求出不同温度烘干所需时间，见表5。

表5中所需时间的计算方法是：采用内插法按表4失水比率达100%时所需时间计算的。

表5中的中壤土在烘干140℃所需时间由于试验上的误差所需时值偏大，轻壤土在125℃、140℃、150℃都出现与其3种质地不相类似的数值有待今后再试验。其余3种质地土壤在125℃烘干下需86~94min，140℃烘干需87~93min，150℃烘干需57~74min即可。

续表4 各种温度烘干下不时间的失水比率

重 壤 (%)	105℃	24.68	32.25	51.26	64.99	75.81		93.23	97.97		99.72	100.00
	125℃		55.31	83.02	99.64	102.63						
	140℃		54.86	87.28	99.80		103.73					
	150℃		70.58	98.99	101.13							

注：基准失水量是以105℃烘7~9小时失水量为基数见表3

表5 不同温度烘干下所需时间

采集地点	质地	烘烤温度	烘干所需时间 (min)
榆 林	砂 壤	105℃	540
		125℃	89
		140℃	87
		150℃	57
安 塞	轻 壤	105℃	540
		125℃	300
		140℃	120
		150℃	150
洛 川	中 壤	105℃	540
		125℃	86
		140℃	110
		150℃	58
武 功	重 壤	105℃	540
		125℃	94
		140℃	93
		150℃	74

三、高温烘土对有机质碳化的影响

含有机质高的土壤高温烘土的主要问题是有机质的碳化，影响土壤含水量的值。为此我们对风干土和140℃及150℃的高温烘干的土壤样品有机质含量进行测定。选用砂、轻、中、重壤土样和有机质含量达到5%的土壤样品，然后在(1/1000)电子天平称0.5~1.0g土样，用丘林法测定有机质含量，重复5~10次。其结果见(表6)。

由表6得出，在150℃和140℃烘干3~5个小时，有机质含量与风干土有机质含量比较，绝对误差小于0.05%，在允许误差范围之内。故有机质的含量不影响高温烘干法。黄土高原有5%的面积土壤有机质含量高于1%以上，如本文采用固原土样，有机质含量达5%左右，就是烘干105℃，有机质绝对误差都在0.2%以上，所以不能采用高温烘干法。但其它有机质含量只要小于1%都可采用高温烘干。

表6 不同温度烘干下土壤有机质含量变化

采集地点	质地	烘 烤 温 度							
		风干土样	105℃	差	140℃	差	150℃	差	
榆 林	砂 壤	0.346 1	0.340 5	0.005 6	0.340 0	0.006 1	0.329 1	0.017 0	
安 塞	轻 壤	0.294 2	0.275 8	0.018 4	0.271 2	0.023	0.282 5	0.011 7	
洛 川	中 壤	0.954 4	0.929 0	0.025 4	0.926 7	0.027 7	0.909 3	0.045 1	
武 功	重 壤	0.865 4	0.838 3	0.027 1	0.837 6	0.027 8	0.823 3	0.042 1	
固 原	中 壤	4.918 0	4.651 4	0.266 6	4.453 7	0.464 3	4.455 6	0.462 4	

注：有机质差值 = 风干土值 - 烘干值

四、结 语

通过本文分析，笔者认为：测定土壤含水量，一般采用125℃，恒温2h。如还需节省时间，或因工作安排可采用150℃，恒温1h30min。中、重壤土恒温时间在相同的温度烘烤可增加20min。用以上方法可代替常规的、也是目前普遍采用的（105℃）烘8h的方法。这样达到既省时又省事，同时提高了工作效率。

启 事

由中国科学院、水利部西北水土保持研究所编辑出版的《中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊》，1991年6月出版的第13集内容为“SPAC中水分运行与模拟研究”；12月出版的第14集内容为“森林水分生态与水土保持林效益研究”。欢迎订购、每集定价2元。