

中国科学院地理研究所 编辑

中国地理基础数据

野外定位试验站卷 (第5集)

热量水分平衡及 农业生产潜力试验观测数据集

赵名茶 编

气象出版社

1993

中国科学院地理研究所 编辑

中国地理基础数据

野外定位试验站卷 (第5集)

热量水分平衡及 农业生产潜力试验观测数据集

赵名茶 编

气象出版社

1993

.. 00305

(京)新登字 046 号

内容简介

现代自然地理过程的研究中观测试验是重要的手段,在热量水分平衡及农业生产潜力研究中田间各自然要素的定量测定资料是其基础。本书汇集了中国科学院地理研究所科研人员~~在~~在石家庄热量水分平衡定位观测站及河北省栾城县农业生产潜力观测试验站近 20 年的田间试验数据,内容包括辐射平衡、热量平衡、土壤热通量、气象要素、土壤水分、土壤物理性质、作物蒸腾强度、作物生育期、生长量及土壤犁底层试验等方面的数据,共计十几万组。

书中的农田辐射、农田小气候、土壤水分资料精度高、项目多,对于研究农田生态、作物产量提高、作物需水规律等都是不可多得的珍贵资料。

本书可为农、林、气象、地理等专业的科技人员生态工作者、教师及高年级学生提供基础数据及研究规律。

中国地理基础数据

野外定位试验卷(第 5 集)

热量水分平衡及农业生产潜力试验观测数据集

中国科学院地理研究所编辑

赵名茶 编

责任编辑 庞金波

气象出版社出版

(北京白石桥路 46 号)

人民教育出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:18.6 字数:467 千字

1993 年 6 月第一版

1993 年 6 月第一次印刷

印数 500

定价:20.00 元

ISBN 7-5029-1273-8/P·0569

20000

《中国地理基础数据》编辑委员会

主编 左大康

副主编 杨淑宽

编委 (以姓氏笔画为序)

王 兰 李秀云 张丕远 张 晋 尹泽生

刘昌明 叶清超 邹治遂 赵名茶 姚岁寒

唐登银 程天文 杨勤业 钮仲勋 龚国元

目 录

序.....	(6)
前言	(11)
试验概况.....	(1)
观测数据符号	(23)
观测试验资料	(28)
表 1 辐射平衡观测值	(28)
表 1.1 1963 年石家庄冬小麦田不灌溉处理辐射平衡观测值	(28)
表 1.2 1963 年石家庄冬小麦田灌溉处理辐射平衡观测值	(34)
表 1.3 1964 年石家庄冬小麦田不灌溉处理辐射平衡观测值	(39)
表 1.4 1964 年石家庄冬小麦田灌溉处理辐射平衡观测值	(47)
表 1.5 1965 年石家庄冬小麦田不灌溉处理辐射平衡观测值	(50)
表 1.6 1965 年石家庄冬小麦田灌溉处理辐射平衡观测值	(59)
表 1.7 1981 年栾城太阳总辐射观测值	(68)
表 1.8 1982 年栾城太阳总辐射观测值	(69)
表 2 热量平衡观测值	(70)
表 2.1 1963 年石家庄冬小麦田热量平衡观测值(3 月 5 日—4 月 15 日).....	(70)
表 2.2 1963 年石家庄冬小麦田热量平衡观测值(4 月 19 日—6 月 2 日).....	(74)
表 2.3 1963 年石家庄冬小麦田气温观测值	(77)
表 2.4 1963 年石家庄棉田小气候观测值	(83)
表 2.5 1983 年北京冬小麦田地温观测值	(90)
表 2.6 1980 年栾城夏玉米田热量平衡观测值	(92)
表 2.7 1980 年栾城裸地热量平衡观测值	(93)
表 2.8 1981 年栾城冬小麦田热量平衡观测值	(94)
表 2.9 1982 年栾城冬小麦田热量平衡观测值	(99)
表 2.10 1983 年北京冬小麦田热量平衡观测值	(105)
表 3 土壤热通量观测值	(109)
表 3.1 1963 年石家庄冬小麦田土壤热通量观测值	(109)
表 3.2 1964 年石家庄冬小麦田土壤热通量观测值	(110)
表 3.3 1981、1982、1984 年栾城和北京土壤热通量观测值	(112)
表 4 试验地中自设气象场观测值	(117)
表 4.1 1963、1964 年石家庄自设气象场观测值	(117)
表 4.2 1980 年栾城自设气象场观测值	(143)
表 4.3 1964 年石家庄自设气象场自记温度记录值	(148)
表 5 石家庄棉花蒸腾强度观测值	(152)
表 5.1 1961 年石家庄棉花蒸腾强度观测值	(152)

表 5.2	1963 年石家庄棉花蒸腾强度观测值	(163)
表 6	石家庄棉花株高观测值	(166)
表 7	1980 年栾城农田耕作层、犁底层深度测定值	(168)
表 8	1980 年栾城土壤水分物理性质测定值	(169)
表 8.1	黄垆土	(169)
表 8.2	潮黄垆土	(171)
表 9	1963 年石家庄土壤含水量观测精度试验	(178)
表 9.1	1963 年石家庄观测值	(178)
表 9.2	1963 年石家庄土壤含水量测定精确度统计特征	(182)
表 10	1963 年石家庄田间持水量测定值	(184)
表 11	1964 年石家庄冬小麦田土壤负压力测定值	(188)
表 11.1	灌溉处理	(188)
表 11.2	不灌溉处理	(190)
表 12	农田土壤含水率观测值	(192)
表 12.1	1963 年石家庄冬小麦田不灌处理土壤含水率	(192)
表 12.2	1963 年石家庄冬小麦田中等灌溉处理土壤含水率	(197)
表 12.3	1963 年石家庄冬小麦田灌溉处理土壤含水率	(200)
表 12.4	1963 年石家庄棉田土壤含水率	(205)
表 12.5	1964 年石家庄冬小麦田不灌溉处理土壤含水率	(208)
表 12.6	1964 年石家庄冬小麦田灌溉处理土壤含水率	(212)
表 12.7	1964 年石家庄冬小麦田深层土壤含水率	(217)
表 12.8	1965 年石家庄冬小麦田不灌溉处理土壤含水率	(219)
表 12.9	1965 年石家庄冬小麦田灌溉处理土壤含水率	(223)
表 12.10	1959 年—1962 年石家庄冬小麦田土壤含水率	(228)
表 12.11	1959 年—1961 年石家庄棉田土壤含水率	(239)
表 12.12	1959 年—1961 年普集冬小麦田土壤含水率	(257)
表 12.13	1980 年栾城冬小麦高产田土壤含水率	(269)
表 12.14	1980 年栾城冬小麦平产地土壤含水率	(271)
表 12.15	1980 年栾城不同处理土壤含水率	(273)
表 12.16	1981 年栾城试验点土壤含水率	(277)

试验概况

一、石家庄试验场地及试验方法概述

1. 概况

1963—1965年热、水平衡的观测试验工作是在石家庄东郊的河北省农业科学院耕作灌溉研究所的试验地上进行的。观测地段位于滹沱河以南的太行山前冲积平原上，土壤为轻壤质石灰性褐色土。地下水位大多数时间深于4米，1963年秋天特大暴雨后，地下水位有所升高，但到1964年返青以后又逐渐降至4米以下。试验地区的海拔高度为68米，地形纵坡为1/1000。土壤容重在1.3—1.5之间，田间持水量约为22%。

1963到1965年观测试验分别在灌溉和非灌溉地段上进行，灌溉地根据土壤水分变化情况安排灌水，以保持0—150厘米层的土壤水分不低于田间持水量的70%；非灌溉地除冬前一次灌水而外，返青后直到收获不再灌水。三年的试验情况可见于表1。

表 1. 试验地基本情况

年 度	1962—1963		1963—1964		1964—1965
地 段	非灌溉地	灌溉地	灌溉地	非灌溉地	灌溉地
前茬作物	夏玉米	春谷	夏玉米	夏玉米	小麦
试验地面积	1.2 亩	360m ²	2 亩	2 亩	2 亩
播种地面积	27.6 亩	10.4 亩	50 亩	50 亩	50 亩
品 种	石家庄4号				
耕地深度	20cm	23cm	22—25cm	22—25cm	23cm
基肥种类	麦积粪饼肥				
基肥数量	30kg/亩	15kg/亩	50kg/亩	50kg/亩	30kg/亩
播种日期	10月6日	10月9日	10月7日	10月7日	10月8日
播种量	10kg/亩	10kg/亩	9kg/亩	9kg/亩	
出苗日期	10月20日	10月17日	10月14日	10月14日	
灌水日期	11月5日	11月5日	10月20—22日	10月20—22日	
	3月26日	4月11日			
	4月10日	5月4日			

	5月6日	5月11日			
追肥日期	3月25日	3月5日	3月2—9日	3月2—9日	
	4月3日		4月6日	4月6日	
	4月25日				
追肥数量	10kg/亩	10kg/亩	15kg/亩	15kg/亩	
	20kg/亩		20kg/亩	20kg/亩	
	5kg/亩		20kg/亩	20kg/亩	
测产	235.8kg/亩	243.6kg/亩		340kg/亩	340kg/亩

(注 1 亩=0.067 公顷)

除 1963 年以外, 1964 年和 1965 年灌溉地和非灌溉地都在同一地段上, 该地位于耕作灌溉研究所的东面, 1963 年灌溉地和非灌溉地分为两处, 非灌溉地在研究所的西南面而灌溉地则在南面。由于试验地的位置关系, 1963 年吹入试验地的位置东北风和 1964、1965 年的偏西风都可能受到建筑物的一定影响。试验地的位置示如图 1。

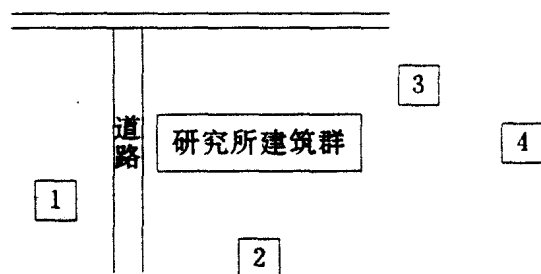


图 1. 1963—1965 年石家庄试验场地位置图

- (1. 1963 年非灌溉地; 2. 1963 年灌溉地;
3. 1964 年及 1965 年非灌溉地; 4. 1964 年及 1965 年灌溉地)

在 1963 年观测试验期间 (春季), 天气以多云为主, 晴天少, 阴天较多。除 3 月份以外 4、5 月份的晴天日数都比历年少。3 月份气温比历年同月略高, 而 4、5 月份气温却比历年都低。由于拔节后气温较低, 日照不足, 降水偏多, 特别是在 5 月中旬的小麦灌溉期间降水之多 (达 74.5 毫米) 是历年罕见的, 因而造成小麦大面积倒伏。灌溉地在 5 月 22 日后全部倒伏, 严重影响了产量。

1964 年的天气也非常特殊, 历年小麦在 2 月中、下旬即开始返青, 这年 2 月份气温比历年低得多, 例如 2 月份中旬温度比历年低 8°C 多。由于温度过低, 小麦到了 3 月初才返青, 比历年约迟半月。3 月和 4 月气温仍然偏低, 降水多而分布不均, 4 月中旬降水 95.9 毫米, 为历年的最大值。4 月份日照时数比历年少 120 多小时, 这对小麦的生长发育都很不利。5 月份气温上升较快, 小麦加快成熟, 单是由于降水多、湿度大, 温度低有利于病虫害的发生和发展。在 5 月份气温迅速升高的同时小麦锈病和粘虫也急剧发生蔓延, 5 月中旬试验地上侵害面积达 100%, 叶面积倦曲, 茎秆枯黄, 这是 1964 年小麦减产的重要原因。

1965 年的天气特点是晴天多, 日照充足, 除了 4 月份的降水比历年稍偏多以外, 整个生长期

降水偏少，是近几年来降水最少的一年。1963—1965 年石家庄春季观测期间的主要气象要素列于表 2。

表 2. 1963—1965 年小麦返青—成熟期的主要气象要素

项目	月 年 旬	2			3			4			5			6
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上
空气 温度 (℃)	1963	-3.0	-0.2	5.7	3.3	10.3	10.8	9.7	13.7	15.7	17.4	20.2	18.6	24.4
	1964	-6.6	-8.8	-4.0	3.9	2.9	8.6	9.5	13.6	14.1	19.4	18.9	22.6	24.7
	1965	0.1	0.6	0.8	3.3	8.9	9.8	10.6	13.6	11.8	18.4	22.6	25.5	23.8
	历年	-1.7	-0.8	1.4	3.1	6.7	9.2	12.7	14.4	16.2	18.7	20.9	22.8	24.0
相对 湿度 (%)	1963	31	52	29	57	49	47	59	68	55	52	70	83	59
	1964	83	73	80	82	81	57	57	90	80	63	75	67	51
	1965				56	33	44	44	58	78	52	45	43	48
	历年	60	54	58	60	57	49	44	47	55	53	48	51	53
降 水 量 (mm)	1963		1.6		14.3		1.1	7.5	9.0	1.6	7.0	74.5	59.5	4.3
	1964	8.9	2.9		4.3	13.5	2.9	27.8	95.9	2.9	27.3	28.0		1.2
	1965		8.3		7.3		1.3		23.6	27.6	7.0	0.7	3.4	23.3
	历年	3.3	2.7	2.2	3.4	7.2	1.6	7.7	11.0	8.0	16.2	11.5	14.7	15.3
蒸 发 量 (mm)	1963	23.4	24.5	52.8	36.2	63.1	71.8	54.2	45.2	64.7	71.0	69.7	49.5	95.3
	1964	6.8	10.7	9.5	17.5	18.0	53.3	34.7	19.0	30.9	72.9	47.1	79.7	104.1
	1965				36.2	66.7	66.8	60.1	60.3	34.6	71.8	99.5	123.5	103.2
	历年	15.8	23.1	23.4	29.9	43.7	61.6	75.4	77.7	76.6	80.6	88.2	114.1	102.8
日 照 (小时)	1963	90.3	74.2	77.6	72.4	99.3	100.4	64.2	61.6	74.4	101.1	87.2	65.0	106.6
	1964	57.3	77.1	57.0	63.4	48.3	86.3	75.3	16.1	47.3	94.7	63.9	106.6	114.3
	1965				93.5	102.7	110.4	91.4	75.7	62.6	104.1	108.9	125.1	97.4
	历年	67.1	79.8	60.7	66.5	69.6	84.6	82.4	77.5	77.8	83.2	94.0	107.0	84.4

2. 试验布置

1963 年 1 月至 6 月初观测点分布在该所的第 17 号地上，分三个处理，第一处理不灌水，第二处理进行灌水，保持土壤含水不低于田间持水量的 60%，第三个处理是与当地大田灌溉制度相同。在前面两个处理中平行地进行着下列几种观测：

- (1) 普通气象观测；
- (2) 日射观测与梯度观测；

(3) 土壤水分测定。

试验地的位置如图 2。不灌点面积约为 600 平方米，共 14 畦，每畦约 45 平方米。测定土壤水分，日射观测，梯度观测及其他气象观测，共占四畦。不灌地周围，南边与西边为小麦地，但进行灌水，北边为棉花地，播种棉花前为裸地，东边为道路。灌点比不灌点面积小，约 200 平方米左右，其周围除东面为一灌水渠以外，南面，西面与北面均为小麦田，但灌水日期不完全一致。临近地区南面和北面都分布有棉花地，东西之灌水渠为一管道，高一米左右，渠边种有柳树，清早太阳升起时，试验地有部分遮蔽，一般灌点与灌点的情况类似。

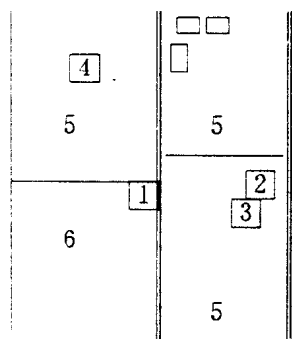


图2. 1963年试验地布置情况

- (1. 不灌点; 2. 灌点;
3. 一般点; 4. 气象场;
5. 棉花地; 6. 麦田道)

土壤水分资料用开口筒钻取土，在三个处理上都以四个重复每隔 10 厘米取一个，取土的深度一般为 150 厘米，每五天进行一次，个别雨天除外，用十分之一克感量的粗天平和百分之一克感量的扭力天平两次称重，烘土在 105℃ 的温度下进行 8 小时以上。计算各层含水率平均值时，个别数据偏离平均值过大者被删除，然后计算各层的储水量，再计算分层和整层的储水量，储水变化及耗水量。土壤容量是用 100 立方厘米的环刀，分别在试验地不灌点与灌点旁进行的，取样间距与深度与土钻取样相同，重复三次。

3. 地下水位

试验地处于太行山前冲积扇上滹沱河以南，凡 8 公里，土地平整，土壤为褐色土。1963 年在 17 号地和 25 号地上进行试验，1964 年在 1 号地上进行水分观测。

小麦生育期间，地下水位情况如下，1962—1963 年度，地下水位最浅时仅 4 米，绝大多数时间均深于 4 米，这大体上能代表该地一般年份的地下水位情况；1963 年度冬小麦生育期间，由于 1963 年秋天逢特大暴风雨，使地下水位有所提高，但自从越冬后，也均深于 3 米。

4. 土壤机械组成

土壤的机械组成，一般应按土壤的发生层次进行测定，我们为了进行每 10 厘米土层的水分计算，而且逐层测定所采用的深度间隔较小（每 10 厘米），加上土壤质地剖面变化不大，所以采取逐层测定每 10 厘米土壤的机械组成的方法。结果列于表 3 和表 4。

表 3. 土壤分析结果 (不灌 25 号地)

深度 (cm)	土 粒 部 分 (%)							地质名称	
	砂 粒 (3—0.05mm)			粗粉粒 (0.05— 0.01) (mm)	粉粒 (0.01—0.001mm)		粘粒 (0.001 mm)		细粒 (0.0001 mm)
	粗砂 3—1	中砂 1— 0.25	细砂 0.25— 0.05		中砂粒 0.01— 0.005	细粉砂 0.005— 0.001			
0—10	0	0	11.0	60.6	7.1	9.6	11.7	28.4	粉质粗粉 轻粘壤土
	11.0				16.7				
10—20	0	0	8.7	63.8	6.7	9.4	11.4	27.5	粉质粗粉 轻粘壤土
	8.7				16.1				
20—30	0	0	9.0	64.3	6.5	8.2	12.0	26.7	粉质粗粉 轻粘壤土
	9.0				14.7				
30—40	0	0	13.8	59.4	6.5	8.3	12.0	26.8	粉质粗粉 轻粘壤土
	13.8				14.8				
40—50	0	0	10.5	61.8	6.0	7.7	14.0	27.7	粘质粗粉 轻粘壤土
	10.5				13.7				
50—60	0	0	13.2	53.2	8.1	8.1	17.4	33.6	粘质粗粉 中粘壤土
	13.2				16.2				
60—70	0	0	5.7	38.9	12.3	16.8	26.3	55.4	粘质粗粉 重粘壤土
	5.7				29.1				
70—80	0	0	5.0	39.3	10.9	17.5	27.3	55.7	粉质粗粉 重粘壤土
	5.0				28.4				
80—90	0	0	15.0	16.3	28.7	14.4	25.6	68.7	粘粉质 轻粘壤土
	15.0				43.1				
90—100	0	0	20.8	30.5	12.9	11.6	24.2	48.7	粉质粗粉 重粘壤土
	20.8				24.5				
100—110	0	0	20.0	38.4	5.8	11.1	24.7	41.6	粘质粗粉 中粘壤土
	20.0				16.9				
110—120	0	0	26.0	35.8	6.7	7.8	23.7	38.2	砂质粗粉 中粘壤土
	26.0				14.5				
120—130	0	0	19.5	43.3	8.7	9.5	19.0	37.2	砂质粗粉 中粘壤土
	19.5				18.2				
130—140	0	0	30.3	37.6	6.9	8.0	17.2	32.1	砂质粗粉 中粘壤土
	30.3				14.9				
140—150	0	0	38.9	32.7	5.9	6.5	16.0	28.4	粗粉砂粒 轻粘壤土
	38.9				12.4				

表 4. 土壤机械分析结果 (17 号地)

深度 (cm)	土 粒 部 分 (%)							地质名称	
	砂 粒 (3—0.05mm)			粗粉粒 (0.05— 0.01) (mm)	粉粒 (0.01—0.001mm)		粘粒 (0.001 mm)		细粒 (0.01 mm)
	粗砂 3—1	中砂 1— 0.25	细砂 0.25— 0.05		中粉砂 0.01— 0.005	细粉砂 0.005— 0.001			
0—10	0	0	14.0	61.0	6.0	9.0	10.0	25.0	粉质粗粉 轻粘壤土
	14.0				15.0				
10—20	0	0	16.5	57.0	6.5	8.0	12.0	26.5	砂质粗粉 轻粘壤土
	16.5				14.5				
20—30	0	0	15.5	58.5	7.0	7.5	11.5	26.0	砂质粗粉 轻粘壤土
	15.5				14.5				
30—40	0	0	16.0	56.5	6.5	8.0	13.0	27.5	砂质粗粉 轻粘壤土
	16.0				14.5				
40—50	0	0	16.5	56.5	6.5	8.0	15.0	29.0	砂质粗粉 轻粘壤土
	16.5				14.0				
50—60	0	0	14.0	55.0	7.0	9.0	15.0	31.0	粉质粗粉 中粘壤土
	14.0				16.0				
60—70	0	0	13.0	52.0	7.5	10.5	17.0	35.0	粉质粗粉 中粘壤土
	13.0				18.0				
70—80	0	0	8.5	55.0	6.5	12.0	18.0	36.5	粉质粗粉 中粘壤土
	8.5				18.5				
80—90	0	0	16.0	49.0	3.5	12.5	18.0	35.0	粉质粗粉 中粘壤土
	16.0				16.0				
90—100	0	0	17.0	46.5	4.0	12.5	20.0	36.5	粉质粗粉 中粘壤土
	17.0				16.5				
100—110	0	0	14.0	49.0	4.0	13.0	20.0	37.0	粘质粗粉 中粘壤土
	14.0				17.0				
110—120	0	0	12.0	46.0	5.0	12.0	23.0	40.0	粘质粗粉 中粘壤土
	12.0				17.0				
120—130	0	0	14.0	50.0	5.0	8.5	22.5	36.0	粘质粗粉 中粘壤土
	14.0				13.5				
130—140	0	0	14.5	51.5	5.0	11.0	18.0	34.0	杂质粗粉 中粘壤土
	14.5				16.0				
140—150	0	0	15.0	53.0	6.0	8.0	18.0	32.0	粘质粗粉粒 中粘壤土
	15.0				14.0				

根据表 3、表 4 的资料,说明各号地土壤是有差异的,剖面上各个深度也不相同,不过总的来

看，多数是壤质到粘壤质。

5. 容重

容重由 100 立方厘米环刀取得，也是每 10 厘米逐层测定的，3 次重复，相对误差（测定值/3 次平均值）最大不超过 5%，多数在 1% 以下，各层容重列于表 5。

表 5. 试验地容重资料 (单位: g/cm³)

深 度 (cm)	实 验 地		
	17	25	1
0—10	1. 39	1. 33	1. 34
10—20	1. 49	1. 33	1. 28
20—30	1. 53	1. 52	1. 51
30—40	1. 55	1. 48	1. 48
40—50	1. 45	1. 49	1. 50
50—60	1. 42	1. 38	1. 53
60—70	1. 34	1. 45	1. 51
70—80	1. 39	1. 47	1. 40
80—90	1. 36	1. 55	1. 41
90—100	1. 46	1. 52	1. 42
100—110	1. 43	1. 49	1. 48
110—120	1. 45	1. 49	1. 51
120—130	1. 44	1. 55	1. 49
130—140	1. 49	1. 46	1. 51
140—150	1. 46	1. 55	1. 52
0—50	1. 48	1. 43	1. 42
0—100	1. 44	1. 45	1. 44
0—150	1. 44	1. 48	1. 46

6. 气象观测及波温比观测

(1) 普通气象资料：一方面是试验地上临时设立的观测点所测定的资料，另一方面是耕作灌溉研究所气象场资料。气象场每天按北京时 8, 14, 20 时观测三次，我们利用的气温和空气饱和差的资料是三次观测平均值。观测点资料是平均地方时 7, 13, 19 时，三次 1 米 5 高度观测的。温湿度在气象场是百叶箱内的资料，在观测点上是用通风干湿表阿斯曼观测的。雨量都用气象场的资料。

在不灌点和灌点,都装有地面温度表与5,10,15,20厘米沙氏地温表,在灌点还设有40,80,160厘米深度的直管地温表。

(2) 日射观测与梯度观测:在不灌点设有直接辐射表,天空辐射表(反射率表)和辐射平衡表,灌点不进行直接辐射观测,而利用不灌点的直射资料,按观测次数可分为下列几种:

① 平日观测:每天13时进行,雨天例外;

② 五次观测:五天左右进行102次,观测时间为7,10,13,16,19时;

③ 昼夜观测(选择观测):选择典型天气进行,通常由19时开始,到第二天19时结束,一般是每隔三小时观测一次,有时白天每隔两小时一次,夜间每隔三小时一次。

梯度观测与日射观测配和进行,在三个高度上用一个通风干湿表阿斯曼轮换观测,温湿度三个观测高度分别为作用面以上50厘米,地面以上150厘米与200厘米,风速的梯度观测在距作用面50厘米,100厘米和距地面200厘米进行,作用面取在三分之二株高处。

利用上述资料,除了取得一般的平均值外,还用地温资料按蔡依金的方法计算了土壤热通量,再按下式进行了蒸发耗热的计算。

$$LE = (B - G) / (1 + 0.64 (\frac{\Delta T}{\Delta e}))$$

式中LE为蒸发耗热,B为辐射平衡值,G为土壤热通量值, ΔT 、 Δe 分别为两个相应高度上的温度差和湿度差,这两个高度我们取距作用面50厘米和距地面200厘米,LE的单位为瓦/平方米,化为水柱高则为毫米/小时。在求得辐射平衡值,土壤热通量及蒸发的瞬时值后,再将它们绘于方格纸上,用求积仪量出日总量。

7. 土壤水分测定

土壤水分测定是在小区上进行的,其面积为30—40平方米,1963和1964年均用土钻取样逐层的进行测定(每层10厘米),重复4次,用土钻取样在我们的条件下测定土壤水分的精确度,进行过专门的实验,根据试验数据以及一般的数理统计方法,我们得到,要保证精确度为1%,其机率为0.9,需要4个钻孔。

一般认为钻孔的布置对测定精度没有影响,只要平均分布在地段上就行。我们的钻孔布置如图3。

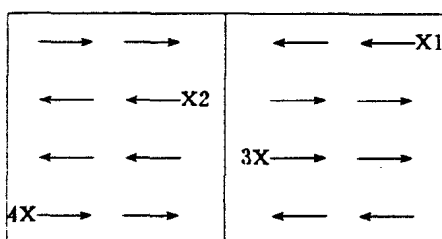


图3. 钻孔位置示意图
(X—最初一次钻孔的点;→钻孔移动路线;数目字为钻孔号)

每次钻孔完毕后,填好钻孔,作好标记,后一次测土距前一次大约30厘米。

所使用的天平为1/100扭力天平,用电热温箱烘烤,一般烘烤12小时以上,并作检查称重,之后再烘烤2小时,然后称重,当后一次称重比前一次称重减少量小于0.01克,即为烘干,否则还要继续烘烤,取土量以40—60克(干土)居多。

测土时间间隔除了特殊情况外(如下雨),均为五天一次,极个别的时段才六天一次。每次测土在下午四时以后进行,下午取土样比上午要好。

第一,从日蒸发强度的过程来看,上午蒸发强度的上升比下午蒸发强度的下降要快,在对称于13时的同位相的时刻上,上午较下午蒸发强度要大(返青——拔节个别情况除外,其时蒸发量小)。这就是说土壤水分变化在上午要比下午快,因此,可增加土壤水分测定的精确度。

第二,在晴朗的天空里,早晨常有露水,这对测定工作很是不利。

第三,取土样总难免使地段植株有所破坏,如上午取样,紧接着是严酷的大气条件,对于

已受破坏的植株很不利；如在下午取样，紧接着是宁静的夜晚，植株容易得到恢复。当然取样时间还要由其他条件决定，如人力安排，天气情况，灌水时间等等。

测土深度一般到 150 厘米，为了更深入的说明问题，也曾做过一些较深的测定。

1964 年，我们增加了用负压计测定土壤水分压力的工作。负压计安设在用土钻取样测定土壤水分的小畦内，每 10 厘米埋设一个，直到 100 厘米，1 套计 10 支。一般早上 7—8 时观测，在有些时候，配合小气候、日射、植物生理的测定进行了昼夜观测。

8. 植物水分生理指标的测定

作物蒸腾速率：用 1/100 力天平在田间测定，观测时间为每小时一次，采用离体称重，测定单位时间内单位叶重的水分损失量。

二、栾城试验场地、试验方法概述

1. 太阳辐射

太阳辐射测点设在石家庄市东偏南约 20 公里处的栾城县良种场 (114°39'E, 37°52'N)，地势平坦开阔，海拔 50.5 米。观测时间为 1980 年 4 月至 1982 年 12 月。仪器为美国 LI—COR 公司生产的 LI—185A 型光度计、澳大利亚生产的 CN9 型天空辐射反射率表和长春气象仪器厂生产的 DEY2 型天空幅射表。仪器距地表 1.5 米。LI—185A 型光度计可同时测定太阳总幅射、光合有效幅射 (PAR, 波长 400—700nm) 和光照度。太阳辐射单位为瓦/平方米，光合有效幅射的单位是摩尔/平方米·秒)，光照度的单位为勒克司。太阳幅射瞬时值用数字电压表读数，日总量用积分器记录。为防止不同型号仪器之间的误差，观测前及观测期间，选择晴朗无风天气，将三种不同型号的仪器进行对比观测，观测结果表明，三种不同型号仪器测出的太阳幅射日总量差值小于 5%。

2. 土壤热通量

1981 年和 1982 年土壤热通量观测设在栾城县良种场麦田内，并设有一裸露地对照，面积为 20 米×20 米。1984 年土壤热通量观测设在中国科学院北京大屯农业生态站麦田。观测时间是冬小麦返青期至乳熟期。仪器为澳大利亚 CN—3 型和日本 CN—8 型热流板，用数字电压表读数。热流板分别安置在地表以下 2、5 和 10 厘米处，同一深度安放三块热流板。在麦田，三块热流板分别安置于株间、行间和株与行的中间位置。在裸露土壤，同一深度的三块热流板分别安置于等边三角形的三个角上，热流板之间的距离为 20 厘米。三块热流板读数的平均值代表该层土壤的热通量。

在农田热量平衡计算中，我们希望获得土壤表层的热流量，因此，热流板不应安置得过深（如大于 5 厘米）。热流板安放得过浅（如小于 1 厘米），光束会透过土壤空隙照射于热流板上，使测出的数值偏大。热流板安置于土壤的哪一深度才能较好的反映出土壤的热流情况呢？多年试验结果表明，在华北平原的灰黄土和夜潮土中，热流板安置于地表以下 2 厘米处是适宜的。因此，在农田测定土壤热通量时，热流板一般安置于地表以下 2 厘米处。计算土壤表层热通量时，除了热流板测出的热通量外，还应加上热流板以上土层（0—2 厘米）热量的变化。

热流板入土壤后，希望热流板的导热率和周围土壤的导热率相同，否则所测出的数值就不能真正代表土壤热通量。当热流板的导热率大于周围土壤导热率时，测出的数值偏大；反之，测出的数值偏小。当热流板埋地较深时（如大于 10 厘米），可减少因热流板存在造成的土壤水分状况的差异；但热流板埋得过深，热流板以上土层热量的变化又必须用其它方法计算，无疑将增大热流板的测量误差。为了减小因热流板与土壤导热率不同所造成的误差，使用前可将热流板分别置

于各种不同导热率的介质中进行标定，从而可得到标定值（即仪器常数）随介质导热变化的关系曲线。对不同类型和不同含水量的土壤取不同的仪器常数，就可减小或避免这种误差。热流板和土壤之间的空气层在效果上相当于降低了热流板本身的导热率，因此，热流板必须和土壤接触良好。

3. 作物层温度

作物层温度定义为农田作物层不同高度茎叶表面温度的平均值，用红外测温仪观测。在观测作物层温度时，为防止长波反射对观测精度的影响，应观测四个方位后取平均值。仪器与作物层的视角因植株高度和叶面积指数而定，原则是，作物的茎叶应充满红外测温仪的视场。当叶面积指数大于 2.0 时，红外测温仪与作物层呈 30° 即可。红外测温仪的读数在很大程度上受环境温度的影响，在用红外测温仪测定植物体温时，仪器应经常与黑体校准源（Calibration Source）温度校准，而校准源温度又可用标准水银温度表标定。这样测出的植物体温可与气象场百叶箱内测出的气温相互比较。

红外测温仪能较精确、迅速地测定各种不同物体的表面温度，是观测植物体温较理想的仪器。我们所使用的红外测温仪是美国生产的 AG—42 型和 AG—110 型两种。仪器的视场角为 2.5° ，装有瞄准望远镜，可方便地寻找被测目标；仪器分辨率为 0.5°C ，响应时间不大于 0.2 秒，测量距离为 2 厘米至无限大，测温范围是 $-30\sim 100^\circ\text{C}$ ；当测定非黑体目标物时，可用比辐射（ ϵ ）校正旋钮进行校正，比辐射率校正旋钮调整的范围是 0.1—0.99，电源为镍镉电池，可进行多次充电使用。

红外测温仪是通过接收物体发射出的红外线来测量温度的。凡是高于绝对零度（ -273.13°C ）的物体总是不停地发射红外线，其能量大小 E 与物体表面温度 T_s 的四次方成正比。 $E = \sigma T_s^4$ ， $T = 237 + T_a$ ， ϵ 为物体的比辐射率，黑体为 1.0，人体皮肤为 0.99，植物茎叶一般为 0.95 左右。只要测出物体发出的红外辐射能，就可以知道物体表面温度。

4. 栾城小麦土壤水分观测项目

(1) 良种场

高产地：每 10 天取土一次

每次取两个点

取土深度：1.5 米及 1 米两种

灌水前、后取土测土壤水分（深度至 1.5 米）

用中子仪控制灌溉在田间持水量 $< 70\%$ 时灌水

灌水时用三角堰量水

挖土壤剖面测容重

平产地：每 10 天取土一次

每次取两个点

取土深度：1.5 米及 1 米两种

灌水前、后取土测水分（深度至 1.5 米）

灌水时用三角堰量水

裸地：每 10 天取土一次

每次取一个点

取土深度：1.5 米

灌水前、后取 1.5 米深度测定水分

(2) 苏邱公社农场破犁底层试验

每 10 天取土一次

每次取两个点

取土深度：1 米

拔节、收获前分层（0—10、20—30、30—40、40—50 厘米）测定容重及毛管水

拔节、收获前取根系冲洗、称重

灌水时间：生育期施肥等委托苏邱公社农场代观测

（3）城关公社农场

每 10 天取一次土

每次取三个点

取土深度：1 米

拔节、收获前分层（0—10、10—20、20—30、30—40 厘米）测定容重及毛管水

灌水时间：生育期，施肥等委托苏邱公社农场代观测

拔节、收获前取根系。画出剖面图，及重量分布图