

# 广东省一年三熟灌溉定额

广东省水利水电科学研究所编

暨南大学出版社



# 广东省一年三熟灌溉定额

广东省水利水电科学研究所编

暨南大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

广东省一年三熟灌溉定额/广东省水利水电科学研究所  
编著. —广州:暨南大学出版社, 1999年. 5

ISBN 7-81029-833-x

I. 广…

II. 广…

III. 灌溉-技术

IV. S275

著作责任者:广东省水利水电科学研究所

出版发行:暨南大学出版社

排版者:广东省水利水电科学研究所

印刷者:珠委印刷厂印制

经销者:新华书店

规格:787×1092mm 1/16

印张:6.875 插页:12

字数:120千字

版次:1999年5月第1版 1999年5月第1次印刷

印数:1-2000册

定价:50.00元

## 内 容 提 要

本书以广东省的主要农作物及主要耕作制度(一年三熟或一年两熟)为依据,选择 8 个农业区,32 个代表点,进行作物灌溉用水量的分析计算。全书包括文字说明、数字表格及图件三部分,共分为五章。本书所采用的资料系列较长,数据详实,分析科学合理,结果可靠,实用性、可操作性较强。适合从事农田水利工程规划、设计和管理工作的科技人员使用,也可供水文、水资源、农业、农业气象等有关专业领域的科技人员或大专院校师生参考。

**《广东省一年三熟灌溉定额》编写工作人员:**

技术顾问:张火金、陈正明、王谦伟、张达志、周礼捷

主    编:梁勇大

参编人员:梁勇大、古璇清、梁文经、陈洁芳

## 前 言

为适应我省水利工程规划设计及水管理工作的需要,根据广东省水利厅的指示,广东省水利水电科学研究所研究和编制了“广东省一年三熟灌溉定额”。

本研究项目从 1992 年开始,至 1996 年完成了《征求意见稿》,经反复征求有关部门及专家的意见后,曾多次进行了修改和补充,于 1998 年底定稿。主要研究过程和方法:(一)首先对全省各地作物布局、耕作制度及主要灌区的灌溉用水情况进行了调查研究;(二)以《广东省水稻灌溉试验成果整编(1955~1988)》的资料为基础,并收集、补充全省历年来的冬种作物和部分旱作物的灌溉试验资料以及 1989~1991 年的水稻灌溉试验资料;(三)收集 8 个农业区 32 个计算点,从 1960~1991 年共 32 年的降雨量及露天水面蒸发量的系列资料;(四)计算分析,推求计算作物需水量的经验公式,并进行一年三熟灌溉定额的分析计算(采用本所自编的电算程序);(五)研究各种典型年的灌溉定额及阶段分配系数;(六)绘制灌溉定额等值线图。

本项目在完成过程中,得到省水利厅以及有关部门与专家的大力支持和技术指导;还得到全省各灌溉试验站(梅县、兴宁、潮安、新兴、高州、电白、吴川、西涌、普宁、新会、惠阳等市县灌溉试验站)以及各有关市(县)水利局、灌区的大力协助,谨此,深表谢意。

本书虽经多次审核修改,但缺点和不足之处仍在所难免,欢迎批评、指正。

编者

1999.4



# 目 录

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 第一章 概况 .....               | (1)  |
| 第一节 作物灌溉在农业生产中的地位 .....    | (1)  |
| 一、灌溉是作物获得高产、稳产的重要保证        |      |
| 二、节水灌溉是保证农业持续发展的战略措施       |      |
| 三、作物灌溉用水量是灌溉工程规划设计的基本依据    |      |
| 第二节 广东的地理、气候与农业灌溉的关系 ..... | (2)  |
| 一、广东的地理位置与农业生产             |      |
| 二、广东的气候条件与作物灌溉             |      |
| 第三节 广东农业分区与灌溉作物的布局 .....   | (3)  |
| 一、粤北山区农业气候区                |      |
| 二、粤中北山地丘陵农业气候区             |      |
| 三、粤中丘陵山地农业气候区、粤中南丘陵平原农业气候区 |      |
| 四、粤西丘陵台地农业气候区              |      |
| 第二章 作物需水量与灌溉 .....         | (7)  |
| 第一节 作物需水的一般规律 .....        | (7)  |
| 一、作物的需水量及其影响因素             |      |
| 二、作物的需水规律                  |      |
| 第二节 作物节水灌溉制度 .....         | (8)  |
| 一、水稻                       |      |
| 二、冬种作物、旱作物                 |      |
| 第三章 作物灌溉定额设计 .....         | (15) |
| 第一节 水稻灌溉定额的设计 .....        | (16) |
| 一、水稻灌溉制度的设计                |      |
| 二、水稻需水量的确定                 |      |
| 三、稻田渗漏量的确定                 |      |
| 四、双季稻泡整田用水量的确定             |      |
| 第二节 旱作物、经济作物灌溉定额的设计 .....  | (21) |
| 一、灌溉控制指标的确定                |      |
| (一)冬种作物                    |      |

(二)单造经济作物  
二、作物需水量的确定

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 第四章 一年两熟、三熟灌溉定额计算 .....   | (26) |
| 第一节 作物灌溉定额计算方法说明 .....    | (26) |
| 一、作物灌溉定额计算方法说明            |      |
| 二、一年三熟灌溉定额计算实例            |      |
| 第二节 灌溉定额计算 .....          | (39) |
| 第五章 设计灌溉定额分析 .....        | (40) |
| 第一节 频率计算 .....            | (40) |
| 第二节 灌溉定额统计参数等值线图的绘制 ..... | (43) |
| 第三节 设计典型年选择 .....         | (44) |

附表(1~16)

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 1 各计算点砂壤土一年三熟灌溉定额 .....             | (48)  |
| 2 各计算点壤土一年三熟灌溉定额 .....              | (52)  |
| 3 各计算点粘壤土一年三熟灌溉定额 .....             | (56)  |
| 4 各计算点砂壤土一年两熟灌溉定额 .....             | (60)  |
| 5 各计算点壤土一年两熟灌溉定额 .....              | (64)  |
| 6 各计算点粘壤土一年两熟灌溉定额 .....             | (68)  |
| 7 各计算点经济作物灌溉定额(壤土) .....            | (72)  |
| 8 各计算点其他熟制作物灌溉定额(壤土) .....          | (73)  |
| 9 各计算点丰水年典型年灌水、降雨时段分配表(一年三熟) .....  | (74)  |
| 10 各计算点平水年典型年灌水、降雨时段分配表(一年三熟) ..... | (79)  |
| 11 各计算点枯水年典型年灌水、降雨时段分配表(一年三熟) ..... | (84)  |
| 12 各计算点丰水年典型年灌水、降雨时段分配表(一年两熟) ..... | (89)  |
| 13 各计算点平水年典型年灌水、降雨时段分配表(一年两熟) ..... | (94)  |
| 14 各计算点枯水年典型年灌水、降雨时段分配表(一年两熟) ..... | (99)  |
| 15 经济作物计算点枯水年典型年降雨、灌水月分配表 .....     | (104) |
| 16 皮尔逊Ⅲ型曲线的模比系数 $K_p$ 值表 .....      | (105) |

附图(1~12)

# 第一章 概 况

水资源日趋紧缺的现状,已对不少地区的经济发展和人们的生活造成了严重威胁,人们的节水观念正在不断增强。作物灌溉定额作为农田水利工程规划设计及水资源合理调配中的重要数据,其实用价值愈来愈引起有关部门和人员的重视。我们在过去计算一年三熟灌溉定额工作的基础上,广泛征求了用水管理部门的意见,并吸取国内外近年来作物灌溉用水量的研究成果,对广东省一年三熟灌溉定额重新进行了分析研究。试验资料系列延长,分析方法也进一步改进和完善,研究成果将更符合生产实际,实用性较强。

## 第一节 作物灌溉在农业生产中的地位

农业是国民经济的基础,水利又是农业生产的基础。灌溉是保证作物获得高产、稳产的条件。随着国民经济的发展和人口的增长,水资源日趋紧缺,党和政府一再强调要依靠科技进步,大力发展节水农业,形成节水型社会,这是一项基本国策。因此,对作物灌溉用水量进行科学分析,合理估算,对于保证作物高产稳产以及实施节水灌溉、合理调配水资源,具有十分重要的意义。

### 一、灌溉是作物获得高产、稳产的重要保证

“水利是农业的命脉”。“有收无收在于水,收多收少在于肥”,充分说明了水利与农业生产的密切关系。作物生长离不开水,水是作物体的主要组成成分;水是植物吸收土壤养分、吸收或放出氧和二氧化碳,以及在体内进行各种生物化学反应和物质运输的良好溶剂。没有水,作物的新陈代谢过程就无法进行。水还能调节田间小气候,使作物免受或减轻热害、寒害或冻害。可见水对作物的正常生理活动,具有极其重要的作用。

灌溉是保证作物正常生长并获得高产的基本条件。作物生长过程中所需要的水分,一部分从降雨中获得,但自然降雨过程常常与作物的需水规律不同步,当有效雨量小于作物正常生长的需水量,出现亏水时,作物的正常生长将受到影响,并造成减产,严重时甚至失收。因此,灌溉是十分重要的,它是作物获得高产稳产的重要保证。

### 二、节水灌溉是保证农业持续发展的战略措施

随着国民经济的发展和人口的增长,工业用水和城市生活用水的比重正在



迅猛增长,加之部分水资源的严重污染,可利用的水资源日趋减少,淡水资源的供需矛盾加剧,工业及其他用水部门与农业争水的局面已经形成。农业是用水大户,大力依靠科技进步,发展节水灌溉,是保证农业持续发展的战略措施。

广东省作物用水以稻田用水为主。据统计,全省的有效灌溉面积 212 万  $\text{hm}^2$ ,其中水稻田占 87.93%,稻田节水是广东节水灌溉的重点和关键,且节水潜力较大。稻田节水有多种途径,其中工程节水技术,如渠道防渗、管道输水、改进的地面灌水方法等,节水潜力大,但实施这些技术需要较大的投资,一时还难于全面开展,应因地制宜;而非工程的节水技术,如通过制定节水灌溉制度,加强田间水管理及充分利用降雨等等,大大提高水的利用率,这些技术投资少,见效快,应引起高度重视,大力推广。

### 三、作物灌溉用水量是灌溉工程规划设计的基本依据

作物灌溉用水量是合理利用水资源、优化灌溉工程规划和运行管理的基本依据;作物灌溉用水指标合理与否,直接影响灌溉工程的建设规模和运行效益。如果作物灌溉用水量估算偏小,将会造成供水不足,不能满足作物的需水要求;反之,则会增大引水、蓄水工程的规模和投资,加大成本,并造成水资源的浪费。

## 第二节 广东的地理、气候与农业灌溉的关系

### 一、广东的地理位置与农业生产

广东省位于祖国大陆的最南端。全境位于北纬  $20^{\circ}08'$  至  $25^{\circ}31'$ ,东经  $109^{\circ}40'$  至  $117^{\circ}20'$ 。其中北纬  $21^{\circ}30'$  以南为热带区域,面积占全省面积的 7.6%;北纬  $21^{\circ}30'$  至  $24^{\circ}$  之间为南亚热带区域,占全省面积的 71.5%;北纬  $24^{\circ}$  以北为中亚热带区域,占全省面积的 20.9%。由于本省具有热带、南亚热带季风气候区域特点,全省热量丰富,光能利用率高,水热条件好,农作物生长季节长,大部分地区四季可生长农作物,所以本省农作物种类繁多、品种和季节安排灵活性大,土地复种指数高,单位面积上和单位时间内农作物生长量大,使得本省发展“三高”农业具有得天独厚的条件。

### 二、广东的气候条件与作物灌溉

农业生产仍在很大程度上依赖于气候条件。灌溉农业受气候、土壤、植被等自然条件的制约,其中受气候条件的影响更突出,因为土壤和生物条件在一定时

空范围内有其相对的稳定性,也可进行人工调节和改造,但气候因素(尤其是降雨)却随时随地在变化,是不容易控制和掌握的因素。所以农业灌溉必须掌握气候条件变化的一般规律,根据气候在时空上的变化特点,尽可能做到因时制宜和因地制宜,使灌溉作物获得高产的同时,提高灌溉农业的水分生产率。广东是全国多雨地区之一。多年平均降雨量为 1773mm,大部分地区年降雨量变化范围在 1200 至 2800mm 之间,但降雨时空分布不均,旱、涝常见。全年的降雨量主要集中在 4~9 月,冬春季较干旱;4~9 月虽雨水多,但又是高热季节,水分散发快,作物需水量大,即使出现阶段性短期干旱,也能使农作物受到较大的损害。另外本省背山临海,地形地势复杂,不同地区的降雨量相差很大。降雨一般在沿海多,内陆少;山地多,平原少;迎风坡面多,背风坡面少。在不同地区可同时出现旱灾和涝灾。

由于本省地理、气候条件存在有利和不利两重性,使灌溉在农业生产中显得更重要:灌溉不但提高了作物在时间和空间上的复盖率,更是农业获得高产、高效和优质的重要保证;灌溉还是防止和减轻自然灾害的重要措施,不论旱、涝、寒潮和低温霜冻等都可通过灌排措施防止作物受伤害或减轻伤害程度。但是,农业灌溉在广东复杂多变的地理、气候环境中也显得相当复杂,应因时、因地而变化,在做好水资源总体规划的同时,还应重视水管理技术的提高和普及。

### 第三节 广东农业分区与灌溉作物的布局

由于广东地形地势及气候复杂多变,使得不同地区的土壤类型、耕作制度及作物布局也不一样,农业灌溉应该根据不同地区的不同作物布局及气候特点,做到因地制宜和因时制宜,安排好耕作制度、合理布局作物。

鉴于灌溉的复杂性,农业分区应尽可能范围小些。因为气候因子是农业生产条件中最难控制和掌握的,而降雨又是气象因子中最复杂多变的,作物灌溉又往往受降雨因素干扰最大。考虑本省灌溉试验的布点情况,全省仍分为八个农业区,各区的计算点见表 1-1(农业分区采用广东省农业区划办公室 1984 年资料,计算点名称按原气象站名)。

灌溉与作物种类有关。从灌溉作物的布局考虑,结合土壤类型的分布,还可按农业气候区域的划分标准,把全省分为五个区(见图 1)。各区因气候条件、土壤类型不相同,作物布局及耕作制度也有差异。

表 1-1 各农业区计算点站名

| 代号 | 农 业 区        | 区内计算点站名        |
|----|--------------|----------------|
| 1  | 东韩江上游丘陵山地农业区 | 梅县、兴宁、新丰、河源    |
| 2  | 北江山地丘陵农业区    | 曲江、连县、阳山、南雄、清远 |
| 3  | 西江丘陵山地农业区    | 高要、新兴、怀集、德庆、郁南 |
| 4  | 潮汕平原农业区      | 潮州、汕头、揭阳       |
| 5  | 珠江三角洲农业区     | 广州、中山、从化、新会、恩平 |
| 6  | 海陆惠博滨海台地农业区  | 惠州、陆丰、海丰       |
| 7  | 鉴江漠阳江流域农业区   | 电白、阳江、高州、信宜    |
| 8  | 雷州半岛农业区      | 吴川、廉江、徐闻       |

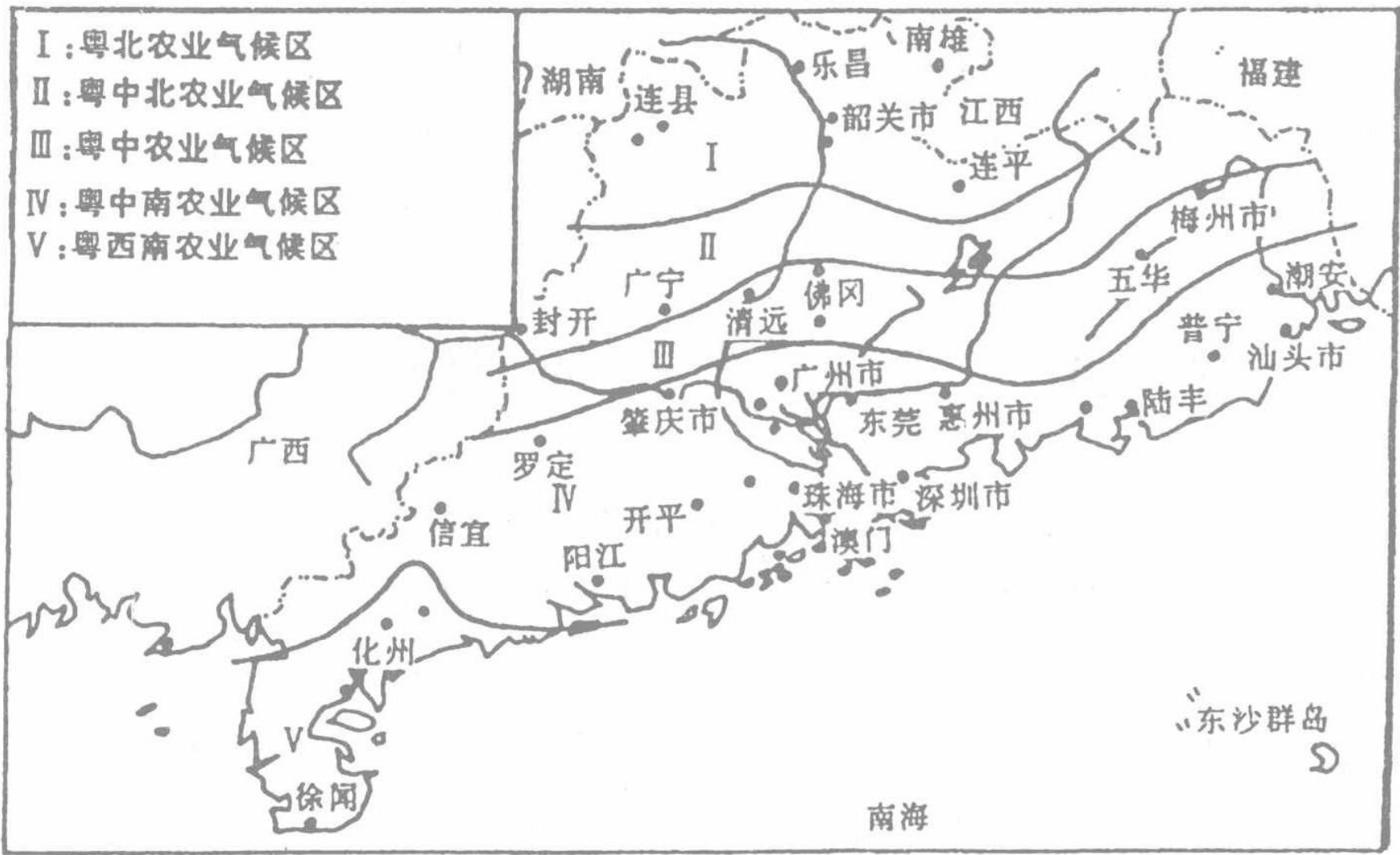


图 1

一、粤北山区农业气候区

即图 1 中的 I 区范围。主要包括韶关所辖各市县及清远、梅州、河源偏北部一些市县。本区属中亚热带农业气候带,年平均气温 18~21℃,不小于 10℃的年稳定积温 5900~6700℃,无霜期 292~314 天,水稻安全生长期 210~245 天;年日照时数 1478~1858 小时,光能资源冬春季显著偏少,夏秋季明显偏多;年降雨量 1400~1800mm,其中前汛期(4~6 月)降水量占年降水量 45~50%,后汛期(7

~9月)降水量占年降水量20~30%。总的说,本区的气候优势是夏秋光热资源丰富、光温配合好、气候生产率高;但存在春暖迟、秋冷早、秋旱重的劣势。本区耕作土壤以水稻土为主(约占耕地面积的71%),水稻土一般耕层浅,呈酸性或微酸性;自然土中以红壤为主(占53%),其次是黄壤和赤红壤(分别占自然土的18%和11%),土层含有机质较多,PH值多在5.5~7.5之间。

根据本区的气候、土地资源特点,应重视趋利避害。耕作制度采用双季稻连作加喜凉的冬季作物,一年三熟制;双季稻不宜采用典型常规迟熟种,早稻应适当推迟,晚稻适当提前,充分利用5~10月优越的光温条件。冬种作物一般可选用小麦、玉米、蔬菜或绿肥(豆类、油菜等等)。经济作物可发展蚕桑、烤烟、茶叶、药材及果树如温州蜜柑、柚子、青梅、沙梨等。

## 二、粤中北山地丘陵农业气候区

本区即图1的Ⅱ区范围。主要包括梅州、河源、清远及肇庆的部分市县,为中亚热带向南亚热带的过渡带。本区年平均气温20~22℃,不小于10℃的稳定积温在6700℃~7400℃之间,无霜期300~335天,水稻安全生长期232~245天;年日照时数1700~2100小时;年平均雨量1400~1900mm,前汛期雨量多于后汛期,其中佛冈、清新为本区的多雨中心。由于本区以丘陵盆地、谷地平原为主,光热条件好,是粮食的主要产地。本区为红壤、赤红壤地区。耕作土壤中水稻土占面积较大,主要分布于盆地、谷地平原;自然土壤中的红壤可开发利用种植水果及经济作物;赤红壤宜种植旱粮、油、糖、果、林及药材等经济作物。此外还有面积较小的黄壤和紫色土。

本区耕作制度采用双季稻连作加喜凉的冬季作物,一年三熟制;双季稻以中熟种为主,或中熟与中迟熟种搭配,但水稻寒害还比较突出,因此早稻应适当推迟,晚稻适当提前,注意避免寒潮伤害农作物。冬种作物一般可选用小麦、蔬菜、蚕豆或绿肥(豆类、油菜等等)。经济作物可发展花生、甘蔗、黄烟、茶叶、药材、油桐及一些果树如柑橘、沙田柚、沙梨、大蕉,山区还可发展柿树、橄榄、金橘等。

## 三、粤中丘陵山地农业气候区、粤中南丘陵平原农业气候区

(一)气候与土地资源:即图1中的Ⅲ区和Ⅳ区,属南亚热带农业气候带范围。年平均气温20.8~22.5℃,不小于10℃的年稳定积温7400~8000℃,无霜期305~365天,水稻安全生长期249~264天,最冷月平均气温高于12℃;年日照时数1688~2254小时;年降雨量大部分地区在1600~1800mm范围,降雨主要集中在4~9月,约占年雨量的75~85%;其中清城区、海丰、恩平为多雨中心,年



降雨量达 2200 ~ 2400mm;大部分地区年蒸发量在 1300 ~ 1900mm。本地带主要为赤红壤,是广东省地带性土壤面积最大的一个土类。农业生产可利用的土壤资源种类主要有水稻土和赤红壤(赤红壤占全省土壤面积 44.67%),其次还有占面积较小的潮土和滨海盐土。

(二)耕作制度与作物布局:(1)粤中丘陵山地农业气候区:双季稻连作加冬季喜凉作物,一年三熟制。双季稻品种组合上以中熟种为主,或早稻中迟熟种和晚稻中熟种搭配;但早稻育秧及生长前期要防止“倒春寒”天气,可采用温室育秧使早稻提前插植;也要防止“寒露风”影响晚稻的开花受精。冬种作物一般可选用小麦、油菜、蚕豆、冬薯、玉米、蔬菜或绿肥等;中低产田还可实行花生、水稻、绿肥(或豆类)轮作制或实行早稻、秋薯加冬菜(或其它冬种作物)三熟制。(2)粤中南丘陵平原农业气候区:双季稻连作加冬季喜凉或喜温作物,一年三熟制。双季稻品种组合上,可采用早稻中迟熟种和晚稻中熟种搭配。冬种作物一般可选用冬薯、小麦、蔬菜、马铃薯、玉米或绿肥等。另外,本区气候条件优越,应大力发展“三高”农业,发展名、特、稀、优质农产品,本区适宜种植的经济作物有花生、甘蔗、桑、茶、花卉、蔬菜及荔枝、龙眼、香蕉、柑橘、菠萝、芒果等名优水果。

#### 四、粤西丘陵台地农业气候区

属热带北缘农业气候带,为图 1 的 V 区范围。本区年平均气温 22 ~ 24℃,年不小于 10℃的年稳定积温 8000 ~ 8500℃,最冷月平均气温 15 ~ 17℃,无霜期 358 ~ 365 天;年日照时数 1800 ~ 2200 小时;年降雨量大部分地区在 1300 ~ 2300mm 范围,降雨主要集中在 4 ~ 10 月,约占年雨量的 88 ~ 90%,多数地区降雨高峰出现在 6 月和 8 月;本区年蒸发量 1700 ~ 2200mm,蒸发量大于降雨量,尤其西南部,是本省干燥区,春旱常发生。本区为砖红壤地带,原生植被为热带季雨林,植被种类繁多,是本省热带作物和热带林木的重要生产基地。虽然热带资源丰富,但水热不够协调,易发春旱,需要改善生产条件,加强水利等基础设施建设,提高生产和科技管理水平。

本区一年适种三熟,双季稻可种迟熟种,冬种可选择冬薯、蔬菜、冬黄豆等,也可采取花生 - 稻 - 冬种的一年三熟制。冬种蔬菜种类可考虑青椒、豆、茄子、青瓜、苦瓜、冬瓜、番茄、韭菜等。总的看,本区农业应朝着建设“三高”农业和热带农业与生态农业方向发展。在稳定粮食生产的同时,重点抓好蔗糖、北运菜、水果、热作等经济价值高的作物生产。本区适宜种植的作物种类有甘蔗、花生、蔬菜、薯类及名优水果如龙眼、荔枝、香蕉、菠萝、芒果等;本区还适宜发展热作和热带特产如椰子、胡椒、咖啡、橡胶、砂仁、益智、佛手、橘红、南肉桂和檀香等。

## 第二章 作物需水量与灌溉

作物灌溉应遵循作物的需水规律。灌溉制度不同,灌溉定额可能差异很大。本灌溉定额是以推行节水灌溉制度为基础的灌溉用水量。

### 第一节 作物需水的一般规律

#### 一、作物的需水量及其影响因素

作物的需水量包括叶面蒸腾量和棵间蒸发量,所以需水量也称为腾发量。叶面蒸腾,是指作物根系从土壤中吸收的水分,通过植株的叶面以水蒸汽的形式向大气散发的一个过程。叶面蒸腾是作物生长过程中必不可少的水分消耗。棵间蒸发,是指植株间土壤水分散发到大气中的过程。棵间蒸发是作物生长过程难以避免的水分消耗。作物需水量的大小,除与作物的品种、长势有关外,还受外界条件(如土壤、栽培因素及气象因素等)的直接影响。通常干物质产量高的需水量也高;种植密度大,需水量也较大。

作物需水量是农业技术措施与外部环境条件(如土壤水分状况和气象要素等)多种因子综合影响下的变量。作物蒸腾作用基本上是一个水分蒸发和扩散出植物体外的过程,因此凡是影响水分蒸发和扩散的因素,也就对蒸腾作用产生影响。因此,作物需水量受气象因素的影响,在其他条件相近的情况下,气象因素便是影响作物需水量的主要因素。通常认为空气湿度饱和差是作物水分腾发产生的条件,日照、气温为腾发产生的动力,而风速好比是促进水汽扩散,加速腾发的强化剂。温度高、空气干燥、日照多,需水量就大。夏秋季温度高、日照强,作物需水量一般比冬春季大;秋季空气干燥,需水量也比春季大。

#### 二、作物的需水规律

作物需水量除受外界条件影响外,还有其自身变化规律。作物需水量的变化随自身生育的进程而消长。如蒸腾强度随绿叶面积扩大而递增,随作物进入成熟期的叶片枯黄而递减。由于作物体内的水分散发主要是通过叶面气孔蒸发出去的,即气孔蒸腾作用。所以叶面积越大,蒸腾耗水越多。但土壤水分的蒸发过程,则受植株隐蔽状况的影响,其大小的变化刚好与蒸腾耗水量相反。一般作物种植初期植株幼小,土壤裸露面大,蒸发大于蒸腾;随植株的生长和叶面积增大,土面被叶片遮蔽,蒸发就小于蒸腾。由于叶面蒸腾需水大大超过土面的蒸发

需水,因此一般作物的生长高峰期也就是需水的高峰期。

水稻的需水规律有其自身特点。水稻需水也包括生理需水和生态需水两个方面。直接用于水稻正常生理活动及保持体内水分平衡所需要的水为生理需水;而用于调节田间小气候、溶解土壤养分等生态因子所消耗的水为生态需水。水稻的生理需水是不可缺少的,但稻田灌溉不仅为了保证水稻的生理需水,而创造一个适宜于水稻生长发育的生态环境也是很重要的。

稻田(本田期)耗水包括三部分:叶面蒸腾、棵间蒸发及渗漏量。叶面蒸腾及棵间蒸发的总量称为腾发量,也就是习惯上称的水稻需水量。稻田耗水量的大小,因地区、地势、土质、栽培季节、栽培措施、品种而不同,在一定条件下也受气象条件的影响,随其生育进程(即不同生育阶段长势)而变。

在水稻耗水量中,稻田渗漏量占一定的比例,其大小因土质、灌溉方法、地下水位高低、地形及耕作方法不同而差异较大。渗漏量一般是土壤质地疏松的比密实的多;坡地比低洼地多;地下水位低的比高的多;深灌多于浅灌,更多于湿润灌。从全省看,粤北坡地多、粤西地下水位低,渗漏量比其他地区大。

早、晚稻需水强度的变化特点不同。早稻插秧后气温低,植株生长速度慢,需水强度增长也比较缓慢,需水高峰多出现在抽穗开花期;后期温度较高,需水高峰的延续时间较长;下降幅度不大。晚稻插秧后气温很高,生长速度快,需水高峰出现较早,通常出现在拔节至孕穗期;但后期气温较低,叶片枯黄快,需水高峰的延续时间较短,下降幅度很大。

## 第二节 作物节水灌溉制度

### 一、水稻

广东省有效灌溉面积 212 万  $\text{hm}^2$ ,其中水稻田占 87.93%,农业节水的重点在水稻田。设计水稻灌溉定额,应以水稻节水灌溉制度为基础。水稻灌溉制度设计的核心是水稻生长过程的水层控制。

水稻灌溉制度,是以生理需水为基础,结合生态需水来制定,并要因地制宜。目前在全省大面积推广应用的是水稻“浅晒湿”型节水灌溉制度。浅晒湿灌溉,是把浅水、晒田、湿润灌溉三者结合起来的灌水方式。其主要技术要点是:浅水回青,薄水分蘖,够苗露晒田,浅湿抽穗扬花,湿润灌浆至成熟。即在水稻生长进程中,大部分时间处于浅湿交替状态。

移植回青期 薄水插秧后,灌浅水,水层宜控制在 10~40mm。移植时,秧苗

的根部易受伤,吸水力弱,易失水枯萎;另外早稻常遇低温,晚稻又遇高温,维持浅水层,以水调温,利于禾苗早发新根,加速返青。

**分蘖期** 以薄水为主,适当露田,浅湿结合,水层控制在 0~40mm 之间。分蘖不仅扩大了群体,也扩大了根系的吸收能力,分蘖高峰期需水量大,水层管理要为分蘖创造条件。水层过深,根系和蘖芽组织缺氧,不利于低位分蘖的萌发;水分过少,也不利于土壤对养分的分解和释放,植株对养分吸收不够,阻碍分蘖生长。保持薄水层在满足水稻需水的同时做到以水调温、以水调肥,并使阳光易于直接照射到土壤和植株基部,促进根系发育和分蘖粗壮。薄水还有利于追肥和抑制杂草。但分蘖盛期后,应适当露田,以巩固前期分蘖的同时抑制后期无效分蘖的生长。

**够苗露晒田** 当水稻苗数达到计划穗数时称为够苗。此时应进行露晒田,以抑制无效分蘖的生长。晒田标准:当土壤水分下限达饱和含水率的 80% 时为轻晒,70% 为中晒,60% 为重晒。露晒田的时间应从实际情况出发,前期生长茂盛可提早晒,长势弱的应迟晒;一般宜在插后 18~35 天期间进行。晒田时应看天、看地、看苗情。看天:天气晴朗、阳光充足,土壤易干裂,晒田时间不宜过长;相反,天气以阴雨为主,土壤释水缓慢,则可连续保持露田状态。看地:土壤肥力高的可重晒,低的轻晒;土质粘重的可重晒、轻质土应轻晒;地下水位高的重晒,低的轻晒。看苗情:前期生长茂盛的可重晒,长势迟缓的轻晒。

**拔节孕穗至抽穗扬花期** 这期间水层应控制在 -10~40mm 范围内(下限约占土壤饱和水的 90%)。幼穗分化到抽穗前是水稻的营养生长与生殖生长的并进期。这时期禾苗生长旺盛,叶面积大、是水稻需水量最多的时期。据统计,其需水量约占全期需水总量的 40% 左右。这阶段既是大量需水期,又是需水的敏感期,尤其是花粉母细胞的减数分裂期,抗御干旱的能力较弱,土壤如果供水不足,将导致幼穗发育受阻,颖花退化,穗粒数减少,可能造成严重减产。此期灌溉以浅水为主,自然落干后再灌,保持浅湿相间,起到以水调气,以水调肥的作用,增强根、茎、叶的活力,为后期穗大、粒多饱满创造条件。

**灌浆至黄熟期** 灌浆期的需水量仍然很大,此期可灌“跑马水”或浅、薄、湿交替,以湿为主,促进后期老健,防止根叶早衰,控制水层在 -10~30mm 的范围。黄熟期以湿润为主,收获前约 5~7 天应进行排水(或自然)落干,促进成熟,并利于收割作业。

## 二、冬种作物、旱作物

冬种作物多数属旱作物,但它的前茬通常是晚稻,因此冬作生长在水稻田



里。水稻土与旱地土壤不同。水稻土一般土质粘重,非毛管空隙少,毛管孔隙多,腐殖质多,厌氧性微生物活跃,且具有密实的犁底层,透水性差。这些特点决定了冬作生长过程根系易发生腐根、烂根等缺氧性伤害。应注意开沟排水和预防渍害。

旱作物灌溉制度,主要是确定适宜旱作物生长的土壤含水量范围。一般说,旱作物生长的土壤含水量允许上限是田间最大持水量,下限是作物的凋萎系数,但在这范围内还有最适合作物生长的含水量变化范围,实践认为土壤含水量在田间最大持水率的 60 ~ 80% 时能保证旱作物的正常生长发育。但适宜土壤含水量变化范围,因作物种类不同而有差异。总的说来,旱作物的灌溉也要“看天、看地、看苗情”,当天气晴朗,日照强、温度高时,土壤释水快,作物叶片易出现凋萎现象,应适当多灌水;阴雨天多时应注意排水。土壤养分高、作物生长旺盛的,应适当控水以减缓土壤养分的释放速度,否则易发生徒长现象。另外,不同生育阶段对土壤含水率的要求也不相同。通常幼苗期既怕湿,又怕干。过湿易出现烂芽、烂根,过干则幼芽、幼苗易失水枯死。作物生长高峰期,叶面积最大,需水量也达到高峰,不及时灌水作物叶片也易出现水分亏缺。作物成熟期通常叶片枯黄,需水量减少,同时适当控水可促进作物成熟,因此成熟期土壤含水率不宜太高。

旱作物的灌水方法可采用畦沟灌,通常淹水深度不应超过沟深的 2/3 为宜,让水分充分渗入畦内作物根系层。生长周期长而经济价值高的旱作物应发展喷灌或滴灌等节水灌溉技术。

### (一)小麦

小麦为禾本科作物,根层较浅,约占 80% 的根量在 0 ~ 20cm 的耕层内,目前灌水方法多采用畦灌或沟灌的方法,灌水时如果一次性灌水量太多,必然造成浪费;太少,又易出现畦头水分过多而畦尾灌不上水的现象,因此要在注意整地质量的同时,把握好灌水的技术。小麦的需水特性是前期小,中、后期多。孕穗期是需水的临界期,如果缺水会影响性细胞的形成,不孕小穗和小花数增多,对产量影响很大。在麦粒灌浆期间缺水,会降低粒重。小麦各阶段有其最适宜的土壤含水率范围,但从灌溉的易操作性考虑,一般掌握在田间持水率的 60 ~ 80% 范围内为宜。

播种至幼苗期 适宜土壤含水量范围是占田间持水率(下同)的 70 ~ 80%。小麦播种后,种子要吸足水分才能萌芽,保持适宜土壤水分能使小麦早发芽,早齐苗。但也不宜过湿,否则易使种子缺氧而停止萌动,或幼苗受伤害,造成缺苗。