

玉米



国家玉米产业技术体系资助

节水灌溉 技术



肖俊夫 宋毅夫 刘祖贵 王育红 刘战东◎ 编著

中原出版传媒集团
大地传媒

 中原农民出版社

玉米节水灌溉技术

肖俊夫 宋毅夫 刘祖贵 王育红 刘战东 编著

 中原农民出版社

· 郑州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

玉米节水灌溉技术/肖俊夫等编著. —郑州: 中原农民出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-5542-1361-2

I. ①玉… II. ①肖… III. ①玉米-节约用水-灌溉
IV. ①S513. 071

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 301760 号

玉米节水灌溉技术

肖俊夫 宋毅夫 刘祖贵 王育红 刘战东 编著

出版社: 中原农民出版社
地址: 郑州市经五路 66 号
办公电话: 0371-65751257

官网: www.zynm.com
邮政编码: 450002
购书电话: 0371-65724566

编辑部投稿邮箱: djj65388962@163.com 895838186@qq.com
策划编辑联系电话: 13937196613 0371-65788676
交流 QQ: 895838186

发行单位: 全国新华书店
承印单位: 新乡市凤泉印务有限公司

开本: 787mm × 1092mm 1/16
印张: 14.25
字数: 302 千字
版次: 2015 年 12 月第 1 版 印次: 2015 年 12 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978-7-5542-1361-2 定价: 34.60 元

本书如有印装质量问题, 由承印厂负责调换

本书编写人员

主要编著人员：

肖俊夫 宋毅夫 刘祖贵 王育红 刘战东

全体编著（含编著助理）人员及分工：

前 言 肖俊夫 宋毅夫

第一章 刘祖贵 赵 犇 陈玉民

第二章 肖俊夫 常建智 刘战东 陈玉民

第三章 王育红 刘战东 陈玉民

第四章 陈金平 肖俊夫 宋毅夫

第五章 宋毅夫 宁东峰 肖俊夫

第六章 刘战东 卢 玉 宋毅夫

第七章 南纪琴 宋毅夫 秦安振

第八章 赵 犇 宋毅夫 刘祖贵

第九章 宁东峰 宋毅夫

第十章 秦安振 宋毅夫

前言

我国玉米种植分布宽广，主要产区分布在东北与华北地区，西北、西南、华南地区虽有种植，但面积分散。玉米按种植季节分为春玉米、夏玉米、秋玉米、冬玉米，其中以春玉米居多，主要分布在东北、西北、西南地区；其次是夏玉米，主要集中在黄淮海平原地区；秋、冬玉米分布在西南和南方地区，但种植面积很少。玉米在我国粮食生产中占有重要地位，2014年玉米总产量2.16亿t，占粮食总产的36%，高于小麦（1.26亿t）、水稻（2.06亿t），居第一位。在我国，玉米不仅用于工业与饲料生产，而且也是人们的主食之一。

夏玉米主要产区位于山东、河南、河北等黄淮海平原地区，2011年黄淮海地区夏玉米种植面积0.105亿hm²，占全国玉米种植面积的40%左右。黄淮海平原年降水量在600~800mm，不能满足冬小麦和夏玉米两季作物的需水要求，小麦和玉米都需要补水灌溉，随着小麦、玉米产量的提高，对灌溉水量的需求也在提高。黄淮海平原大部分地区是全国最大的井灌区，灌溉以抽取地下水为主。由于多年来的超量开采地下水，华北地区产生大面积漏斗区，严重影响水环境的可持续性，并造成次生的地质灾害。为缓解用水紧张状态，国家规划建设南水北调工程，以解决该地区工业、农业及生活用水需求。为解决该地区用水问题，不仅要采取开源措施，更需要节约用水。据不完全统计，该区灌溉水的有效利用系数在0.5以下，而发达国家灌溉用水的有效利用系数达到0.7~0.9，可见本地区灌溉节水潜力很大。

我国从20世纪70年代开始大面积引进、试验、推广有压节水灌溉，在灌溉理论、灌溉设备、灌溉经验等方面有很深厚的积累，广大农民创造出了结合当地灌溉工程的切实有效的改进方法，为深入开展节水灌溉提供了基础。在总结全国与黄淮海地区玉米灌溉实践

的基础上，结合国家现代玉米产业技术体系农田水分管理岗位团队近年的研究成果，我们编辑了这本小册子，从玉米灌溉的基本理论到节水灌溉方法，编辑了十章内容，面向基层农业技术人员、灌溉管理人员、灌区管理人员、新型职业农民（农业种植大户、家庭农场主等），以科普形式介绍了玉米对水分的需求、需水量与需水规律，高产节水灌溉制度，不同节水灌溉技术的优缺点、操作原理、简单的规划设计与计算方法，以及节水设备的选用、组装、使用、维护，以及农田排水工程技术等。为建设可持续发展有中国特色的现代化农业，在最后两章增加了水环境保护和灌溉现代化。

本书在编写过程中得到国家现代玉米产业技术体系栽培功能研究室赵明主任、玉米产业技术体系黄淮海平原区主任李潮海等多位专家和试验站长的支持与帮助，在此表示感谢！由于编写时间仓促，水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2015 年 9 月 11 日

目录

第一章 玉米需水生物学特征	1
第一节 玉米生长发育与土壤水分	2
一、播种期	2
二、苗期	3
三、拔节期	4
四、抽穗期	5
五、灌浆期	6
第二节 适宜土壤水分	7
一、土壤水分与玉米生理活动过程	7
二、关于适宜土壤水分指标	8
第二章 夏玉米需水量与需水规律	10
第一节 夏玉米需水量	11
一、夏玉米需水量及其空间变化	11
二、夏玉米产量与需水量关系	12
第二节 夏玉米需水规律及需水敏感期	14
一、夏玉米需水规律	14
二、夏玉米需水敏感期与敏感指数	16
第三章 夏玉米灌溉制度与农田水分管理	18
第一节 夏玉米灌溉制度	19
一、河南省夏玉米灌溉制度	19
二、夏玉米农田水分管理	20
三、灌水定额与计算	26
第二节 高产夏玉米生长的土壤水分条件与灌溉实例	27
一、夏玉米高产田栽培措施与农业气象条件	27

二、高产夏玉米需水量、需水规律、水分生产率	29
三、夏玉米高产田的农田土壤水分变化与管理	32
第三节 夏玉米栽培中的农艺节水技术	35
一、固体水对夏玉米出苗的影响	35
二、夏玉米高效节水型种植模式	36
三、小麦、夏玉米垄作一体化栽培技术要求	36
四、深耕技术的节水效果	37
五、秸秆还田与覆盖保墒技术	38
第四章 玉米地面灌溉节水技术	39
第一节 地面节水灌溉分类	40
一、地面灌的优缺点	40
二、地面灌种类	44
第二节 科学沟畦灌溉方法	45
一、沟畦长宽规划	45
二、节水型沟畦灌水技术	48
第三节 波涌灌溉方法	51
一、波涌灌溉特点	51
二、波涌灌主要方式	54
三、波涌沟畦灌水参数的确定	54
第四节 低压管道输水灌溉方法	56
一、低压管道输水灌溉特点	56
二、低压管道输水灌溉管网布置	57
三、低压管道设计	57
四、设计水压	58
第五节 覆膜地面灌水技术	59
一、覆膜地面灌溉特点	59
二、覆膜灌水参数	60
三、覆膜灌水方法	62
第六节 激光平地在地面灌中的节水效果	64
一、激光平地系统	64
二、激光平地节水效果	64
第五章 玉米喷灌节水技术	67
第一节 喷灌特点	68
一、适用不同地形	68

二、提高灌溉水利用率	68
三、不板结土壤	68
四、增产增收	68
第二节 喷灌系统组成与设备	69
一、喷灌系统组成	69
二、喷灌主要设备与辅助设备	70
第三节 喷灌系统规划设计	78
一、喷灌系统规划设计基础资料准备	79
二、大中型喷灌机喷灌规划设计	79
三、小型移动式、半固定式、固定式喷灌系统田间规划设计	92
四、喷灌工作制度	98
第四节 玉米喷灌中注意事项	99
一、喷灌系统运行前的准备工作	99
二、喷灌系统的启动	99
三、喷灌系统的正常运行	100
四、灌溉期结束后的保养	100
第六章 玉米滴灌节水技术	101
第一节 滴灌特点	102
一、节水高产	102
二、自动化省工	102
三、滴灌缺点	103
第二节 滴灌系统组成	103
一、滴灌系统类型	103
二、滴灌设备	105
第三节 滴灌规划设计简介	108
一、基本资料收集	108
二、系统规划布置	108
三、滴灌参数计算与首部设备选择	112
第四节 不同滴灌灌水器选型与布置	118
一、滴灌器设计参数	118
二、不同滴灌末级田间管道与滴头布置形式	120
第五节 滴灌系统运行与设备保养	121
一、滴灌系统的运行	121
二、滴灌系统主要设备的操作与维护	123

第七章 灌溉渠系节水措施	125
第一节 渠系防渗措施规划基本参数	126
一、灌溉水有效利用系数	126
二、渠系防渗措施规划指标	127
三、防渗类型选择参考	128
第二节 提高渠系防渗能力的主要措施	129
一、对原有土质渠系进行改造	129
二、加强渠系建筑物管理与维护	131
第三节 渠道衬砌防渗类型与结构	132
一、砌石防渗	132
二、混凝土衬砌防渗	133
三、沥青混凝土衬砌防渗	135
四、膜料防渗	136
第四节 渠道防渗设计计算	138
一、防渗渠道断面计算	138
二、防渗结构设计	142
第五节 低压管道输水	145
一、低压管道输水系统组成	145
二、田间管道埋设结构方式	145
三、管道输水附属设备	147
第八章 玉米农田排水	150
第一节 涝灾产生与危害	151
一、作物生长最佳水环境	151
二、农田过湿水环境对作物生长的危害	152
三、涝灾产生种类	152
四、涝灾危害程度	154
第二节 涝灾治理措施	155
一、涝灾治理主要措施	155
二、排水出口类型	156
三、田间排水沟类型	157
第三节 排水系统规划设计简介	158
一、排水规划设计原则与标准	158
二、排水区规划布局	160
三、自排排水系统设计	161

四、末级田间排水沟间距设计	162
五、机排排水设计简介	164
第九章 灌溉水环境保护	174
第一节 水环境组成与现状	175
一、水源环境	175
二、输水环境	175
三、农田水环境	176
四、土壤水环境	176
第二节 水环境污染与保护	178
一、水源水环境污染	178
二、灌溉水污染	179
三、土壤污染	180
四、地下水污染	180
第三节 农田水环境承载能力	181
一、水环境容量	181
二、灌溉水环境承载力	184
第四节 水环境治理	185
一、编制水环境治理规划	185
二、城镇污水治理方法	186
三、农村污水处理	186
四、农田水环境治理	189
五、地下水污染治理方法	193
第十章 灌溉现代化	196
第一节 灌溉现代化与水利现代化、农业现代化的关系	197
一、农业现代化	197
二、水利现代化	199
三、中国灌溉现代化与农业、水利现代化的关系	202
第二节 中国特色灌溉现代化	202
一、中国灌溉特点	202
二、灌溉现代化内涵	205
第三节 自动化与智能灌溉	207
一、自动控制与智能控制	207
二、自动化灌溉系统种类	208
三、智能灌溉系统	212



第一章

玉米需水生物学特征

玉米是起源于中美洲一带喜温、喜湿、喜光（光饱和点高、光补偿点低）的高光效C₄作物，在其各生育阶段处于适宜土壤水分条件下，可确保玉米生长发育正常，并实现高产、稳产，进而获得较高的水分利用率与生产率。

水是光合作用的原料之一，当叶子接近水分饱和状态时，光合作用进行得最顺利。当水分亏缺达到叶肉组织的10%~20%时，光合作用则受到影响，光合强度降低；当水分亏缺达20%以上时，光合作用显著受到抑制。水还参与植株体内营养物质的运转、制造、积累过程。水也是植物体的重要组成部分，玉米机体重量超过80%都是水。作物由于水的存在才维持挺立，得以进行光合作用等各个生命活动。总之，水是维系生长发育等各个生命过程中不可缺少的原料与介质。而玉米株体内的水分是通过根系从土壤中获得的，因此土壤水分状况对玉米生命有重要的影响。

第一节 玉米生长发育与土壤水分

土壤是玉米获取水分的主要载体。大自然的降水或地下水进入土壤，以土壤水状态存在于土体中，供作物吸收利用。土壤水以其存在状态又分为三类：化学结合水、吸湿水、自由水。前二者一般不易被玉米吸收利用，只有自由水可以在土壤颗粒中移动，能被玉米吸收利用。而自由水又分为膜状水、毛管悬着水、毛管支持水与重力水。其中以毛管悬着水与毛管支持水最易被作物吸收利用。玉米的不同发育阶段以这两类水的不同量影响玉米的生长发育。

一、播种期

要实现玉米高产、稳产，出全苗、壮苗是前提。而创造这一良好基础的重要条件是确保播种期有适宜的土壤水分条件。种子发芽出苗必须具备三个条件，即适宜的温度、湿度与通气状况。玉米原产于热带，对发芽出苗的温度要求较高，一般要在8~10℃环境才可顺利发芽。而土壤湿度一般要求达到田间持水量的70%左右，才有利于出全苗，出壮苗。

有关这方面的研究，过去与现在都做过大量的工作（表1-1）。

表1-1 不同土壤湿度对玉米出苗的影响（1980年渭惠渠试验站）

土壤湿度（占田间持水量%）	41	48	56	63	70	78	85
出苗率（%）	0	10	60	90	97	90	80
幼苗干重（g）	0	—	0.93	1.76	1.93	1.74	1.74

土壤湿度适宜，不仅关系到湿度因子的作用，而且影响到土壤通气条件，如土壤湿度过大，土壤通气条件不好，也会明显抑制玉米种子发芽与出苗。所以土壤过干、过湿均不

利于种子发芽、出苗。只有在适宜的条件下才可以确保玉米出全苗，长壮苗。

鲍巨松 1982 年研究表明，当土壤含水率为 14% 时，玉米已开始出苗，但出苗率很低，仅有 18.5%，出苗天数为 9 d；土壤含水率达到 16% 时，出苗率可达 87.5%，出苗天数为 6d；土壤含水率达到 18% 时，出苗率可达 99%，出苗天数 6d，此出苗率高的土壤水分为田间持水量的 70% 左右。侯玉虹等人利用辽宁西部地区阜新的耕层土壤研究表明，当耕层土壤为沙土时，土壤底墒低于 6%（17.7% 田间持水量），不能出苗；土壤含水率为 7% ~ 11% 时，玉米出苗推迟；当土壤含水率为 13%（73% 田间持水量）时，出苗率最高。当壤土的土壤含水率为 19% ~ 22%（69% ~ 80% 田间持水量）时，黏土的土壤含水率为 26% ~ 29%（74% ~ 82% 田间持水量）时，出苗率最高。耕层土壤水分不仅直接影响到玉米种子发芽出苗，而且关系到苗期植株的生育状态。有关研究表明，水分状况适宜的土壤可比较干旱的土壤提早出苗 2 d，而且苗期单株叶片多 1.5 个，根系多 4 条。

上述表明土壤含水率低，土壤干旱影响玉米种子发芽与出苗；但土壤过湿，含水率偏高也不利于玉米出苗。在黄淮海地区，尤其是淮河流域一带，玉米播种期有时遇到阴雨天，再加上地下水位过高，耕层土壤水分偏高，土壤通气性很差，显然不利于玉米种子发芽出苗。为此，在播种出苗期也要求对过湿的土壤进行排水，为玉米籽粒萌芽出苗创造良好的通气条件。

土壤底墒与玉米出苗固然关系密切，但加强播种后出苗阶段耕层土壤水分管理也很重要。研究表明，播后 15 d 土壤水分状况直接关系到玉米出苗、全苗与壮苗。该阶段的水分敏感指数高于出苗后期的水分敏感指数。因此，播种至出苗阶段，加强耕层水分管理是创造玉米高产的重要环节。河南夏玉米是在收获冬小麦后播种的，农田土壤水分经过一个麦季已消耗殆尽，尤其是耕层土壤含水率很低，在没有降水的条件时必须灌底墒水或浇“蒙头水”，才能确保玉米播种与出苗、壮苗。而江淮地区除了关注干旱还要注意涝渍的危害，做好田间排水排渍工作。这些都是夏玉米播种期土壤水分管理关键环节。

二、苗期

玉米从出苗到拔节的前阶段为苗期。此段时间的长短因不同品种略有差异，一般为 25 ~ 35 d。苗期以根、茎、叶等营养器官生长为主，尤其是以根系生长为主。壮苗先壮根，为了促进根系生长，苗期可适当控水蹲苗，尽量不灌水，以促进根系向纵深发展，并避免基部节间过度伸长，促使植株个体与群体协调发展。根据过去研究，此期土壤水分下限若提高到 70% 田间持水量以上，茎干生长过快，地上、地下部分失去平衡；低于 60% 田间持水量时又严重抑制根系生长，故此间土壤水分以 65% 田间持水量为宜。玉米蹲苗后，根系生长快，根量增加，茎部节间粗短，叶片宽厚，长相健壮敦实，机械组织发达，到后期有明显的抗倒伏能力。研究表明蹲苗后植株内贮藏更多的营养物质，有利于穗分化及穗粒数的增多。根据各地经验，蹲苗后可增产 9% ~ 28%。但蹲苗与否应根据苗情而定。

农民蹲苗的经验是“蹲黑不蹲黄”、“蹲肥不蹲瘦”、“蹲湿不蹲干”。玉米苗株黑绿色，地力肥沃，墒情好的地可以蹲苗，反之苗瘦、苗黄、地力薄不宜蹲苗。

以黄淮海地区夏玉米为例，播后一次“蒙头水”可确保玉米出全苗。大喇叭口期前不用灌水。经过中耕松土，使土壤上干下湿，便于根系深扎，并控制茎部节间徒长。蹲苗后玉米的节间短，穗位低，气生根增多。拔节期一到，水肥齐攻，既保证了玉米营养生长水肥需求，又保证生殖生长的水肥需求，促使玉米茎秆粗壮、穗大粒多，搭好高产架子。

玉米苗期根系生长比较迅速，地上部生长缓慢。表层土壤水分过多时，因表墒迅速散失，表土板结，透气性差，影响根系在土壤中吸收营养，根系发育不良，从而影响地上部的生长发育。根系生育不好与地上部徒长是苗期管理过程中的两个弊端。要防止地上部分徒长，又促进根系下伸，中耕松土是重要措施之一。

华北地区农谚：“有钱难买五月旱，六月连阴吃饱饭。”其主要是指春玉米拔节前在干旱情况下有利于蹲苗，促进苗粗苗壮，解决根系发育与地上部徒长问题。根据过去研究，玉米蹲苗后，根群可充盈分布在 24 cm 土层内，而苗期灌水未进行蹲苗的地段，根群只分布在较浅的 20 cm 土层内。另外，蹲苗后玉米植株节间短、果穗位低，可减轻倒伏危害。经验指出蹲苗应在拔节前结束，避免对穗分化造成影响，因穗小而减产。

玉米苗期怕涝不怕旱。我国西北、东北与华北地区春季多干旱，只要灌好播前水或“蒙头水”，土壤有较好的底墒，就可以苗全、苗壮、苗齐。但在黄淮地区，尤其是江淮之间，春季多阴雨，播种前就应做好田间排水设施，避免苗期受涝渍危害。低洼地与南部多雨地区可采用垄作与高畦栽培，有利于玉米田间排水与防涝渍。

三、拔节期

有关玉米栽培的书中，没有明确提出拔节期。有的称之为拔节孕穗期，有的称之为穗期，而在灌溉试验的文章中则多分出拔节期。之所以如此，是因为此期间是玉米农田水分管理的关键阶段，时间较长，达 25 ~ 30 d。另外，春、夏玉米在此期间均处在干旱季节，该期间灌溉对玉米生长发育与高产有重要作用。而对这一时期进行玉米水分与生育关系研究，无论对于高产栽培还是高产理论均有实际意义，对丰富栽培技术知识与理论创新也有重要意义。

玉米苗期过后，靠近地面的节间伸长，生产上称为拔节，开始进入拔节期。拔节期是玉米由单纯的营养生长进入营养生长与生殖生长并行的时期。此期间营养生长旺盛，生殖器官逐渐分化形成，是玉米雌雄穗分化形成的主要时期。该时期环境条件的好坏关系到玉米穗多、穗大乃至产量的形成。

玉米进入拔节期后，营养体迅速生长并基本形成，而旺盛的营养体生长需要有充足的水分供给。根据中国农业科学院农田灌溉所（1988 年）的研究结果，土壤水分下限为 80% 田间持水量和 70% 田间持水量时，植株生长性状差异不大，但下限为 60% 田间持水

量与 50% 田间持水量时，玉米植株生长性状明显变差。尤其是 50% 田间持水量的时候，植株矮小，叶片短窄，叶面积小。由于拔节期是玉米营养体生长的重要时期，为确保玉米生长健壮，积累更多的干物质，为后期生殖生长打下良好的物质基础，拔节期土壤水充足是十分重要的条件。

玉米穗分化需要有充分的土壤水分，土壤水分亏缺会降低雌穗花原基出现的速度，减少小花数目，形成穗小、秃尖等不良性状，产量降低。此时水分不足，可引起小花退化，降低结实率。土壤水分过低雄穗抽不出，形成卡脖旱；或雄、雌穗抽出时间间隔过长，造成花期不遇，影响正常授粉，造成减产。拔节期要求土壤水分在 70% ~ 80% 田间持水量为宜。此时充足的水肥供应，对确保穗多、穗大、粒多有重要作用，拔节期是玉米的需水敏感期。

据研究，玉米生殖器官发育对水分反应比营养器官更敏感。土壤水分亏缺或湿度过大均能导致营养体的削弱，进而影响雌、雄穗的发育与体积变化，穗抽出时间推迟等。从小喇叭口至大喇叭口期间，干旱对雄穗影响最大，甚至会使雄穗严重败育。总之，拔节期是玉米一生中最重要的生长发育阶段，在这一阶段，根、茎、叶增长量最大，75% 的根系与 85% 的叶面积均在此期形成。在生殖生长方面，拔节期也是重要阶段，是穗形成的关键时期，在栽培上必须重视这一时期的农田水分管理，以确保生长发育的正常进行，实现玉米高产。

四、抽穗期

在玉米栽培学中无抽穗期的提法，从抽雄穗开始至灌浆统称为花粒期。但灌溉试验的文章中，多把抽穗期单独分析，尽管该期天数不多，但对水分却十分敏感，灌溉调控土壤水分要求严格，不可马虎从事。

玉米抽雄后，所有叶片均已展开，株高已定型，营养生长基本结束，开始完全的生殖生长时期，即开花、授粉、灌浆。玉米抽穗 2 ~ 5 d 开始散粉，进入成花期。抽雄穗时隔 5 天左右，雌穗已开始吐丝。从雄穗抽出开花到雌穗抽丝授粉为 8 ~ 9 d，灌溉资料分析过程中研究统称为抽穗期。玉米抽穗开花期对水分反应敏感，要求土壤含水量在 80% ~ 85% 田间持水量为宜。土壤水分不足，抽穗开花持续时间短，不孕花粉量增多，雌穗花丝寿命短，甚至伸不出苞叶，不能授粉，造成严重的减产。抽穗开花期水分充足不仅对开花授粉有益，增多穗粒数，而且对以后灌浆也十分有利，对提高粒重亦很有益处，可减少秃尖现象。农谚说“春旱不算旱，秋旱减一半”，足见该期水分充足的重要性。另外抽雄期干旱缺水也易造成穗抽丝时间延迟，授粉不全，败育花增多，空秆率上升，粒数减少。

玉米抽穗后，营养生长与生殖生长齐头并进，对土壤水分十分敏感，是玉米的需水临界期。此时期水分不足不仅影响抽雄、雌穗分化，而且也影响植株上部叶片的抽出与展开，对后期籽粒灌浆有严重影响。根据中国农业科学院农田灌溉研究所 1987 年的研究结

果，此期间土壤水分低于70%田间持水量，其叶片数、上部叶片的展开速度都不及80%田间持水量的处理。据吴义新（1987年）研究显示，玉米开花期干旱，穗长、穗粒数均受到明显的影响，造成严重的减产。因此，抽穗期要求土壤水分在田间持水量的80%~85%为宜。

五、灌浆期

玉米抽穗开花以后进入灌浆期。此期土壤水分状况影响玉米的灌浆速度与持续时间。土壤水分条件是提高粒重，保证多粒的重要因素。在籽粒形成期缺水会造成上部的籽粒发育不良、穗粒数明显减少、秃尖多等现象。此期土壤水分宜保持在70%~80%田间持水量。此期土壤水分保持在适宜状态，不仅有利于营养物质的运输、积累，而且有保持叶片功能期长，避免过早衰老枯黄，降低黄叶率等功效。有研究表明，玉米收获期的绿叶数与产量成正比，尤其是棒三叶的绿叶数对籽粒饱满、粒重有十分重要的影响。

玉米在灌浆中期，营养体已形成并停止生长，下部叶片开始黄老。为了减少黄叶，保持一定的绿叶面积仍需要充足的水分供应。据朱自玺等人研究，8月12日至9月18日近1个月期间，当土壤水分为40%~55%田间持水量时，穗粒重为83.7g，土壤水分为55%~80%田间持水量时，穗粒重为102.5g，而大于80%田间持水量时，穗粒重为135g。图1-1是朱自玺等人的研究结果，从图1-1中看到土壤含水量为13%（干土重百分数）以下，灌浆速度很低。灌浆速度最高阶段，土壤含水量为17%~18%（干土重百分数，相当于约75%田间持水量），而土壤含水量超过19%（干土重百分数）接近于田间持水量的80%时，灌浆速度下降。农田灌溉研究所的研究认为玉米灌浆期的土壤含水量控制在70%田间持水量以上为宜。

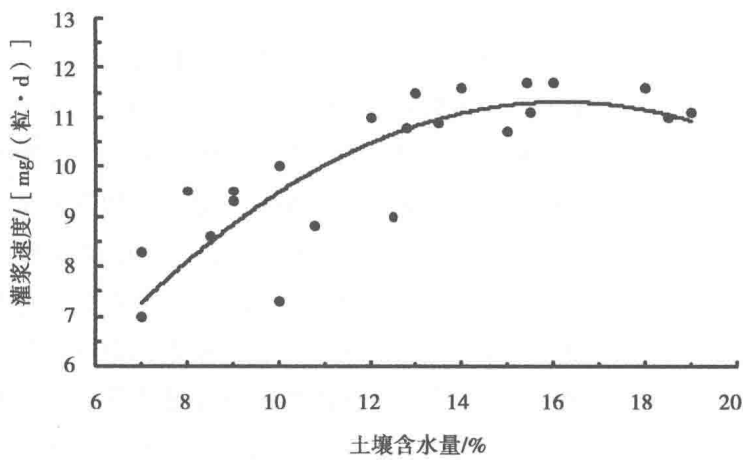


图 1-1 夏玉米土壤含水量对灌浆速度的影响

夏玉米灌浆期正值雨季，尤其是黄淮海夏玉米区7~9月降水较多，一般情况下，不需要灌水就可以满足上述土壤水分的要求。但有时还有伏旱发生，必须根据墒情及时灌