

# 稻 (Rice)



# 第一节 概述



# 一、水稻是重要的粮食作物

- 1、水稻是世界第二大粮食作物，播种面积和总产量仅次于小麦。
- 2、水稻是一种稳产、高产的作物，抗逆性较强，适应性很广。
- 3、稻米的营养价值很高。

## 二、水稻的生产概况

- (一) 世界水稻的生产概况
- 水稻的栽培已遍及世界各大洲的110个国家和地区，但主要集中在亚洲，亚洲的栽培面积和总产量，均占世界的90%以上。
- 2001年统计，世界水稻收获面积152042千公顷，平均每公顷3852公斤。
- 印度种植面积最大，但单产低。
- 单产较高的国家有：澳大利亚，埃及，美国，韩国，日本及中国。

■ 菲律宾巴纳维稻谷梯田是世界奇观之一，被联合国教科文组织列为世界文化遗产。金色的稻田和一望无际的梯田为美丽的风景锦上添花。大米在该国也是主粮。全国各地都生产稻谷。



在菲律宾，大米占热能摄入总量的41%，蛋白摄入总量的31%。但是当地的稻谷生产不能满足目前的需求，使菲律宾成为一个主要的稻谷进口国。



N113

- 即使在欧洲，法国亦不是主要的稻谷生产国，但却是在全球范围内可持续稻谷生产的主要贡献者。通过其国际农业研究促进发展中心（CIRAD），法国向世界不同国家的稻谷生产项目提供援助。
- 法国人食用稻米不多（大约7公斤/人/年）。卡马格地区的稻谷产量在过去十年中停滞不前。利用丰富的法国烹调优势，卡马格的农民转向生产制作特殊佳肴的高质稻谷。

巴西生产稻谷可能在几百年前才开始，但是该国目前是世界第十大产稻国。

在拉丁美洲和加勒比，巴西是最大的稻谷生产国。



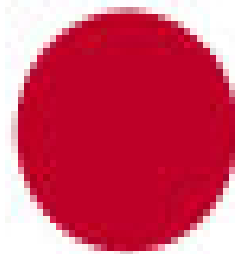
意大利是欧洲最大的稻谷生产国。意大利人食用稻米不多，但意大利以其烩饭闻名于世，并为此目的培育出多种稻谷。





日本享有悠久的稻米生产和消费历史。  
是世界第九大稻米生产国。

日本北方的稻谷生长期从5-6月开始，  
到9-10月结束。在日本中部，它的时间  
是从4-5月到8-10月。在日本南方，稻  
谷生长期从4-5月到8-9月。



印度各邦均有水稻栽培。印度的总人口中有65%以稻米为主粮。



越南是稻谷栽培的发源地之一。自20世纪90年代以来，越南已经成为世界第二大稻谷出口国。

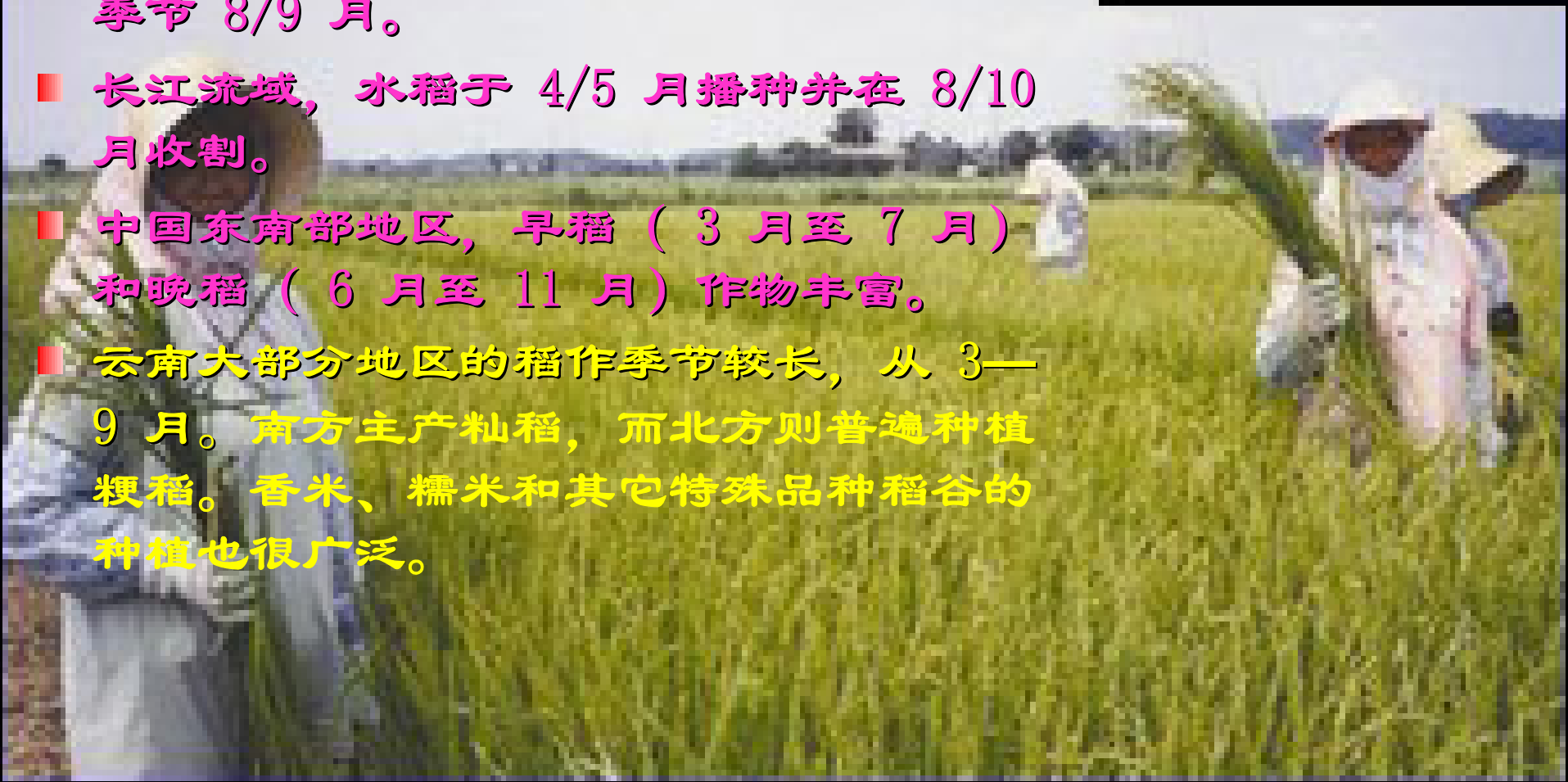


**2003年十个主要稻米生产者  
(稻谷产量以公吨为单位)**

<b>1. 中国</b>	<b>166 000 000</b>
<b>2. 印度</b>	<b>133 513 000</b>
<b>3. 印度尼西亚</b>	<b>51 849 200</b>
<b>4. 孟加拉人民共和国</b>	<b>38 060 000</b>
<b>5. 越南</b>	<b>34 605 400</b>
<b>6. 泰国</b>	<b>27 000 000</b>
<b>7. 缅甸联邦</b>	<b>21 900 000</b>
<b>8. 菲律宾</b>	<b>13 171 087</b>
<b>9. 巴西</b>	<b>10 219 300</b>
<b>10. 日本</b>	<b>9 863 000</b>



- **中国是稻米文明的发源地之一。它是世界上最大的稻米生产国，而且是杂交稻的开拓者。**
- **华北平原，稻谷种植季节 5/6 月，收获季节 8/9 月。**
- **长江流域，水稻于 4/5 月播种并在 8/10 月收割。**
- **中国东南部地区，早稻（3 月至 7 月）和晚稻（6 月至 11 月）作物丰富。**
- **云南大部分地区的稻作季节较长，从 3—9 月。南方主产籼稻，而北方则普遍种植粳稻。香米、糯米和其它特殊品种稻谷的种植也很广泛。**

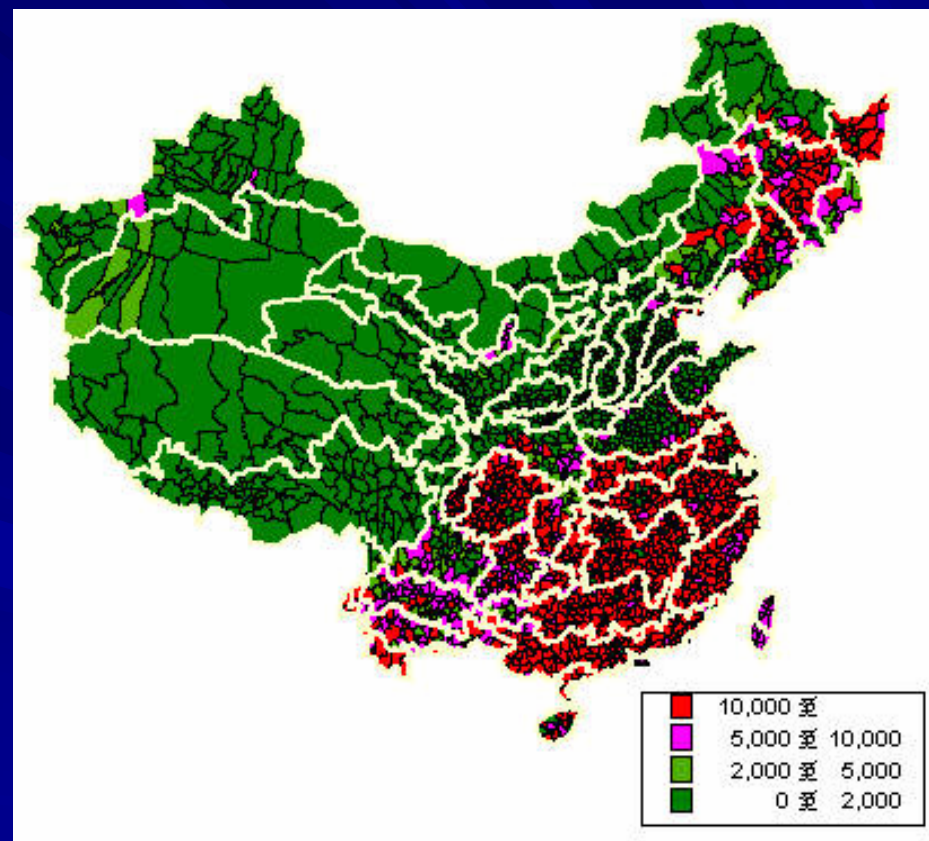
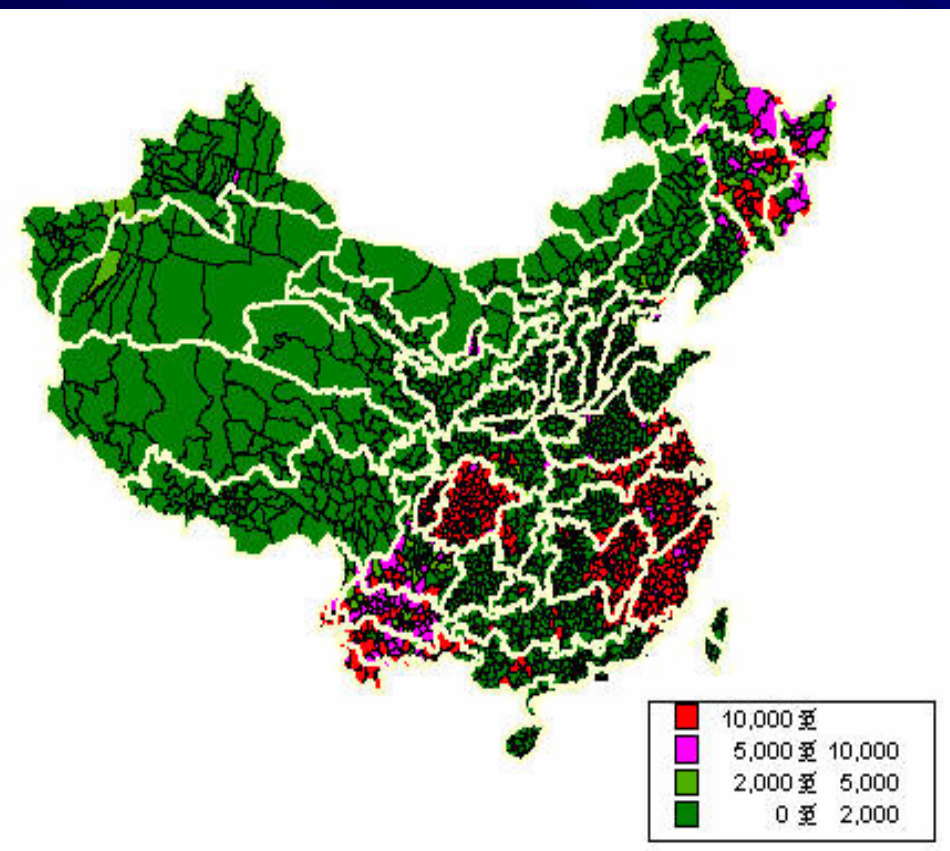


## （二）我国水稻的发展与现状

- 我国是世界上栽培水稻最古老的国家之一，距今已有七千多年的历史。我国劳动人民在几千年的生产实践中，不仅培育了大量的优良品种，并且积累了丰富的种植经验。二千多年前的《汜胜之书》，一千五百年前的《齐民要术》、明末的《天工开物》较系统的记载了我国古代水稻种植经验。

- 在旧中国，水稻生产发展缓慢，到1949年，全国水稻面积38400万亩，平均亩产仅126公斤。
- 新中国成立后，水稻生产得到了迅速发展，尤其是在1985至2000年之间，全国水稻的种植面积得到迅速的发展，据2001年统计，全国水稻收获面积为28587千公顷，总产量为181515万吨，每公顷6350公斤。播种面积居世界第二位，总产量居首位。

# 1985及2000年水稻分布图





# 我国水稻分布及稻作区的划分

- 1957年，我国著名水稻专家丁颖根据我国稻作区域的自然条件、品种类型、耕作制度以及行政区划等特点，将全国水稻产区划分为六个稻作带：
- 即华南双季稻作带；华中单季稻作带；东北早熟单季稻作带；西南高原单双季稻作带；华北单季稻作带；西北干燥单季稻作带等。

# 全国水稻分为三个稻作区

- 1、南方水稻区 包括广东、广西、福建、云南、贵州和台湾六省区。
- 是全国稻作期最长的地带，一般在270天以上。地势复杂，自然条件相差很大，无霜期在150—360天之间。栽培制度以双季连作为主，有少数三季连作、双季间作和单季作。品种类型，以籼稻为主，台湾和海拔高的地区，多为粳稻，低洼渍水田种有深水稻，丘陵坡地种有陆稻。

- **2、中部水稻区** 包括四川、湖南、湖北、江西、江苏、浙江、安徽、上海八省市。
- 稻作期一般为200—240天。栽培制度，原以单季稻为主，现多为双季连作。品种类型，双季连作晚稻和单季晚稻多为粳稻，而早、中稻多为籼稻。近年来，杂交水稻也在迅速推广。此外，还有少数深水稻和陆稻栽培

- **3、北方水稻区** 包括青海、西藏、黑龙江、吉林、辽宁、内蒙、河北、河南、山东、山西、陕西、甘肃、宁夏、新疆、北京、天津等十六省市。
- 稻作期在100—190天，栽培制度为一年一季，全部为单季稻，另有少数陆稻

### （三）内蒙古水稻生产概况

- 内蒙古种植水稻的历史大约可追溯到**1932**年前后，当时，兴安盟、呼伦贝尔盟等地就有少量种植，多集中在朝鲜族聚居的村屯，但产量很低，发展不快。
- 解放以后，特别是改革开放以来，内蒙古开始大面积种植水稻。内蒙古的水稻生产，主要集中在东部四盟市。这里自然条件优越，地上地下水源丰富，土质肥沃，气候适宜，非常适合水稻的种植，具有发展水稻的巨大潜力。

■ 到2000年末，仅赤峰市、哲里木盟、兴安盟、呼伦贝尔盟就已种植水稻近100万亩，平均亩产400公斤左右。栽培方式也由原来的直播方式发展为育苗插秧及抛秧。

# 三、栽培稻种的起源及类型

## ■ 1、栽培稻的起源

- 栽培稻属禾本科稻属。目前世界上栽培的稻属植物有两个，即普通栽培稻和非洲栽培稻。
- 普通栽培稻又叫亚洲栽培稻，非洲栽培稻又称为光身稻。二种种间杂交，F1完全不育，普通栽培稻丰产性能好，类型多，世界各地均有栽培。
- 非洲栽培稻耐瘠薄，但丰产性能较差，只局限于非洲一带，逐渐为普通栽培稻取代。

- 栽培稻是由野生稻经长期自然选择和人工选择演变而来，有关栽培稻起源的研究很多，结果不尽一致。
- 60年代以前，国外文献，以印度起源占多数。
- 70年代以后，随着我国新石器时代遗址中出土稻谷的发现和国外文献交流，认为中国是栽培稻起源之一的观点逐渐为人们所接受。
- 近年来，许多学者倾向于打破国界，以自然地域为对象，认为栽培稻起源于沿喜马拉雅山南麓的印度阿莎姆、尼泊尔、缅甸北部、老挝和中国西南。



- 中国华南很多地区都有野生稻，野生稻有三种，即：
  - 普通野生稻（*O. rufipogon* W. Griffith）
  - 药用野生稻（*O. officinalis* Wall. ex Watt）
  - 疣粒野生稻（*O. meyeriana* Baill）。
- 其中普通野生稻分布最广泛，一些特征特性与中国栽培的籼稻相近，杂交容易结实。说明普通野生稻与普通栽培稻的亲缘关系很近，是中国栽培稻种的祖先。

## 2、栽培稻种的类型

- 中国栽培稻种可分为籼稻和粳稻两个亚种，每个亚种各分为早、中稻和晚稻两个群，每个群又分为水稻和陆稻两个型，每个型再分为粘稻和糯稻两个变种和栽培品种。

## 第二节 水稻的品种类型

### 一、栽培稻的起源

据考证，世界上栽培稻有三个起源地：中国、印度和印度尼西亚。



## 二、稻种的生态类型和生长类型

- 我国栽培稻可分为籼稻、粳稻两个亚种，
- 每个亚种又分为早、中稻和晚稻两个群，
- 每个群又分为水稻和陆稻两个型，
- 每个型又分为粘稻和糯稻两个变种，
- 每个变种又有很多栽培品种。



# (1) 籼稻和粳稻

- 籼稻和粳稻是长期适应不同生态条件，尤其是温度条件而形成的两种气候生态型，两者在形态生理等特性方面都有明显差异。

## 表4—1 籼稻与粳稻的区别

主要特征	籼稻	粳稻
粒型	粒细长而较扁平	粒宽厚而短圆
颖毛	均有颖毛，颖毛短而稀	有毛或无毛，颖毛长
芒	多数无芒	有芒 <sup>密</sup> 或无芒
米质	直链淀粉含量高，胀性大，粘性差	支链淀粉较多，粘性较强，胀性小
石炭酸反应	谷壳变色，多黑色	不变色，有例外
脱粒性	易脱粒	脱粒难
穗颈长短	一般短	一般较长
分蘖力	分蘖力强	分蘖力弱
剑叶角度	较小	较大
叶绿色	叶色淡绿	叶色浓绿
叶毛	叶毛多	无毛或少毛
耐寒性	弱	强

## (2) 早、中稻和晚稻

- 早、中、晚稻一般是按生育期的长短划分的，凡全生育期即从播种到成熟在120——130天以内的称早稻或早熟种；在130——160天之间的称为中稻或中熟种，160天以上的称为晚稻或晚熟种。
- 早、中、晚稻的根本区别在于对光照反应的不同，早、中稻对光照反应不敏感，在全年各个季节种植都能正常成熟。
- 而晚稻对短日照敏感，严格要求在短日照条件下才能通过光照阶段，抽穗结实。晚稻和野生稻很相似，是由野生稻直接演变形成的基本型，早、中稻是由晚稻在不同温光条件下分化形成的变异型。

### (3) 水稻和陆稻

- 种在水田里的稻叫水稻，种在旱地上的稻叫陆稻也叫旱稻。
- 水陆稻形态上差异较小，生理上差异较大。
- 水、陆稻均有通气组织，但陆稻种子发芽时需水较少，吸水力强；陆稻的茎叶保护组织发达，抗热性强。根系发达，根毛多，对水分减少的适应性强。
- 陆稻可以旱种，也可水种，有些品种既可作陆稻也可作水稻栽培，但陆稻产量一般较低，正逐渐为水稻代替，北方稻区只有少量陆稻栽培。



## (4) 非糯稻和糯稻

- 非糯稻和糯稻的主要区别是米质粘性的大小。
- 糯稻粘性强，非糯稻粘性弱。
- 粘性强弱主要取决于淀粉结构，糯米的淀粉结构以支链淀粉为主，非糯稻则含直链淀粉较多。
- 当淀粉溶解在碘酒溶液中，由于非糯稻吸碘性大，淀粉变成兰色，而糯稻吸碘性小，淀粉呈棕红色。
- 一般糯稻的耐冷和耐寒性都比非糯稻强。

## 三、水稻的光温反应

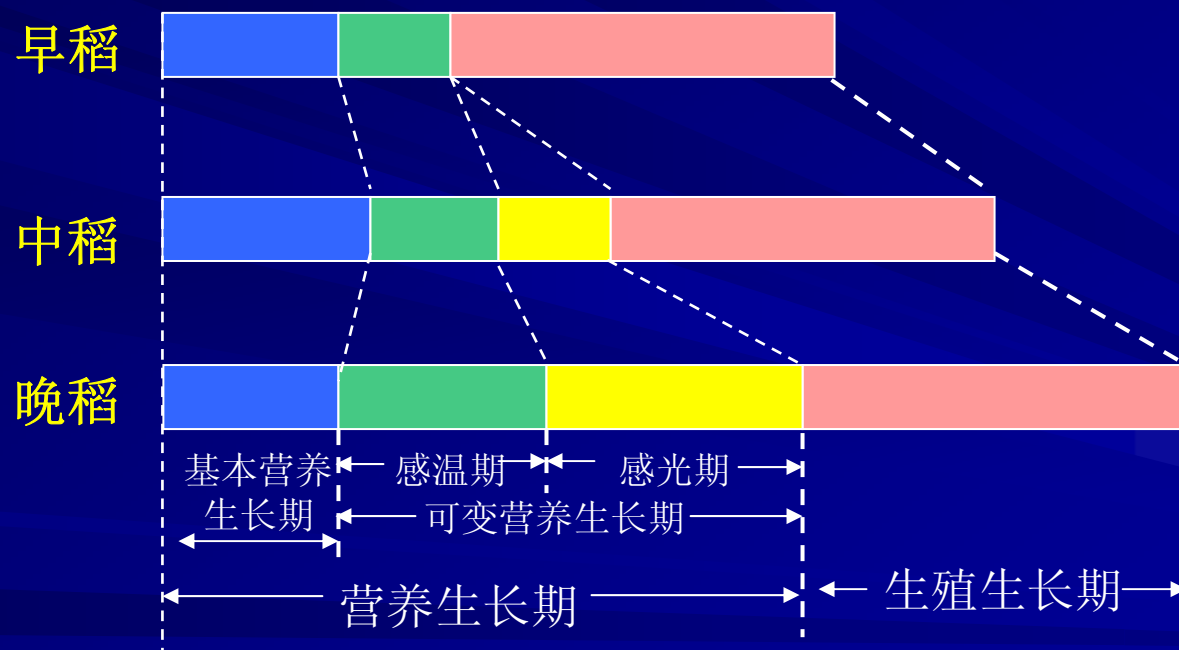
### 1、水稻“三性”的概念

- 水稻生育期包括营养生长和生殖生长。品种间生育期的长短主要是营养生长的差异。
- 营养生长期可分为基本营养生长期和可变营养生长期。
- 可变营养生长期的日数可因环境而变动。



- 一定的高温可提早幼穗分化，缩短营养生长期；低温则延迟幼穗分化，延长营养生长，这种特性称为水稻的“感温性”。
- 水稻是短日植物，缩短日照可提早幼穗分化，缩短营养生长期；增长日照，则能延迟幼穗分化，增长营养生长期。这种特性称为水稻的“感光性”。
- 基本营养生长期是水稻在任何环境下为正常发育所必需的天数，高温和短日照均不能再缩短。这种特性称为水稻的基本营养生长性。

# 水稻“三性”示意图



## 2、三性的应用

- 在栽培上的应用：感温性强的早熟品种，迟播时温度高，生育期会大大缩短，营养生长不足，易出现早穗和小穗。应尽可能适期早播，早插。感光性强的晚熟品种，在热量满足的情况下，出穗期较稳定，因注意安全齐穗。基本营养生长性强的中熟品种，茬口安排比较灵活。

- 在引种上的应用：南种北引，因日照变长，生育期会延迟，应引早熟品种；北种南引，因日照变短，生育期会缩短，应引晚熟品种；成功的把握性更大。
- 对感光性弱、感温性强的品种，应注意引种目的地的有效积温是否满足发育需要。对感光性强的品种，应注意引种目的地生长季节光照条件能否满足。

- 在育种上的引用：通过分期播种或增温、遮光等措施，使双亲花其相遇。对杂交后代实行遮光和增温处理，可促进发育，增加世代繁殖，缩短育种所限。

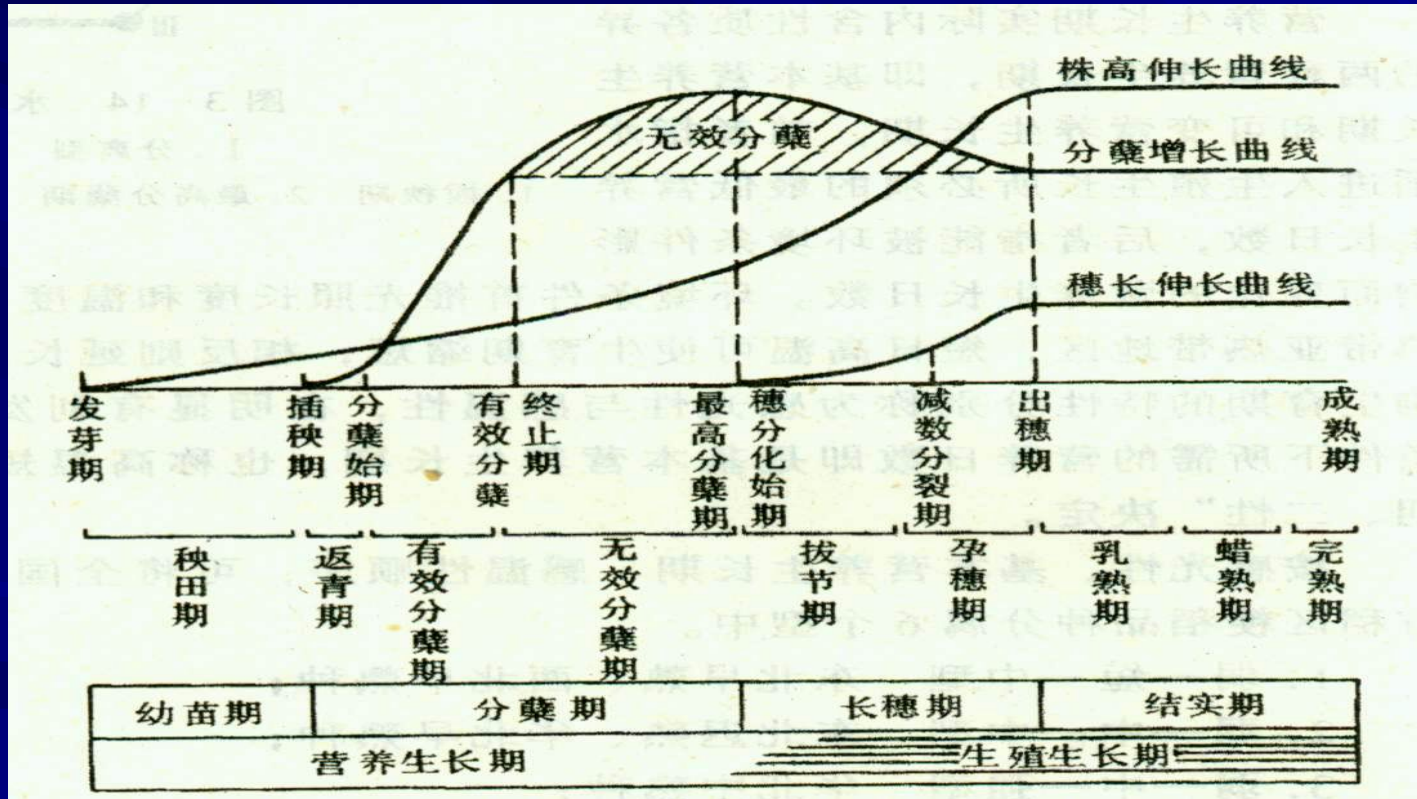
## 四、水稻的生育过程及生长类型

### （一）生育过程

- 分为营养生长期和生殖生长期。
- 营养生长期以分蘖为界，分为幼苗期和分蘖期；生殖生长期以出穗为界，分为长穗期和结实期。
- 对育秧移栽稻，分秧田期（幼苗期）和本田期（分蘖期、长穗期、结实期）



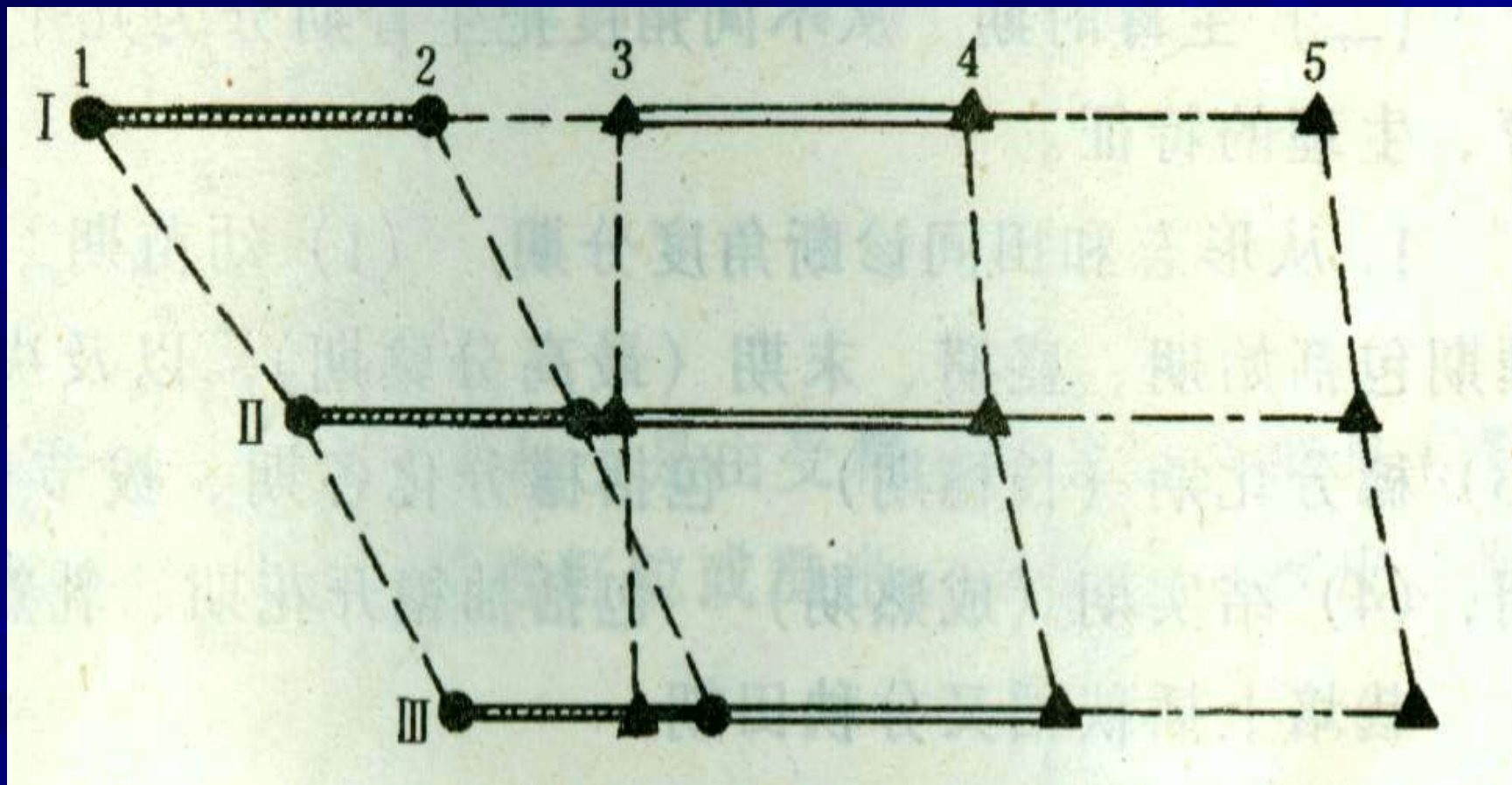
# 水稻生育时期划分



## (二) 生长类型

1. 重叠型：长穗先于拔节，幼穗已经分化，分蘖还在继续发生，营养生长和生殖生长部分重叠。
2. 衔接型：拔节、分蘖终止和幼穗开始分化基本在同一时期发生，营养生长和生殖生长基本衔接。
3. 分离型：拔节先于长穗，在分蘖终止、拔节之后，往往要经过10~15天，幼穗才开始分化。

# 水稻生长类型示意图



# 第三节 水稻产量形成与品质



# 一、产量构成因素及其相互关系

- 水稻产量由有效穗数、每穗颖花数、结实率和粒重四个因素构成，因此，单产可用下式表示：
- 产量=每亩穗数×每穗颖花数×结实率(%)×粒重(千粒重)



## 二、空秕粒形成与防治

### ■ 1、空壳形成与防治

- 空壳的谷壳发育完整，但子房不膨大，其中没有米粒，所以也叫不实粒。



■ 水稻在正常情况下，由于有机营养供应不足，使一些后开的弱勢颖花子房不能发育，形成空壳，但一般不超过5%。



- 水稻大量空壳出现的原因之一，是在幼穗分化期间遭到了低温。
- 即抽穗前10~15天，如遇到17℃以下低温，就会影响花粉发育，不能完成受精过程，导致大量空壳。防止出现空壳的关键在于选用适宜品种，适时早播早插。



## 2、秕粒形成与防治

- 秕粒是指米粒充实程度不及三分之二的谷粒。
- 秕粒的形成与温度有关，日平均温度降低到 $15^{\circ}\text{C}$ 以下，灌浆很困难，籽粒就不能充实，形成秕粒或青米。
- 一般常把常年气温下降到 $15^{\circ}\text{C}$ 的日期，叫做安全灌浆期。

- 造成秕粒的根本原因在于有机养分制造累积能力差，
- 如叶片早衰，倒伏和病虫害都影响有机养分的制造积累，都能造成秕粒。



- 防止秕粒形成，首先选用适宜品种
- 坚持早播早插、保证在安全抽穗期内抽穗，安全灌浆期内灌浆
- 还要加强水稻结实期田间管理，保证有机养分的制造积累。

# 三、水稻的品质

- 水稻品质指稻米的质量。
- 稻米的品质与品种遗传特性有关，又受气候因素、土壤条件、栽培技术和加工方法等影响。



# 四、水稻产量与品质的关系

- 一般认为，高产品种往往品质欠佳，优质品质往往产量不高。
- 水稻栽培既高产又优质难度较大。
- 近年来的研究表明，各产量构成因素与一些品质性状之间存在显著的相关关系。

- 穗数与糙米率、精米率存在显著正相关；
- 每穗粒数与整精米率之间存在显著正相关；
- 成粒率与白面积、垳白度存在显著负相关。

■ 在选用优质品种的前提下，采用稀植栽培及其配套技术，把单位面积穗数控制在适宜范围内，尽量提高成粒率和增加每穗粒数，可以使产量和米质在较高的水平上统一起来

# 第四节 水稻栽培技术





# 一、育秧

- 水稻现代育秧方式很多，
- 按水分管理可分为水育秧、湿润育秧和旱育秧三种类型，
- 按设施条件可分为露地育秧、保温育秧和加温育秧三种类型。

# 水育秧

- 从做床、播种至秧田管理，床面始终保持有水层，是20世纪50年代以前所用的育秧方式，坏种烂秧严重，北方稻区已淘汰。

# 湿润育秧

- 旱做床，水平床，播后不保持水层，后期保有水层的育秧方式。

# 旱育秧

- 整个苗期不建立水层的育秧方式。这种育秧方式有利于培育高产壮秧，在旱育秧方式基础上发展起来的水稻旱育稀植技术是现今北方稻区普遍适用的栽培方式。



# 水稻旱育稀植技术

- 80年代初，由日本著名的农民水稻专家藤原长作先生传到我国
- 当时，他应有关方面的邀请，来到我国传授他50余年的种稻经验。

- 黑龙江省农业科技人员在与他合作的过程中，参照我国传统稻作技术和实践经验，总结出适合当地条件的技术模式——寒地水稻旱育稀植高产栽培技术。
- 由于这项技术非常适合北方寒冷地区水稻栽培，而且具有投入少、产出多、稻米质量好等优点，深受农民的欢迎，在北方稻区得到迅速发展。

# 旱育稀植育秧技术

- 内蒙古稻作区，气温普遍低而不稳，秧苗在自然条件下不能正常生长，
- 需要人为地采用各种措施，让水稻在良好的秧田条件下完成苗期的生长发育，
- 以延长生育日数，增加生育积温，防御低温冷害，从而获得高产稳产。

- 经过多年的实践证明，水稻旱育秧发根能力强，生育旺盛，而且提早抽穗和成熟，适于寒冷地区早播，早移栽，成为高产稳产的育秧技术。
- 该技术自内蒙古东部地区实际加以运用，使技术逐步完善规范，现在已形成适应不同生产条件的多种旱育秧技术。



- 有适于手插秧用苗的床土直播旱育秧技术、
- 适于机械插秧的子盘育秧技术、
- 适于抛秧的钵盘旱育秧技术等，
- 三者之间既有相同之处，又自成体系。

# 床土直播旱育秧技术

- 在苗床上面铺垫3厘米厚的营养土，然后在营养土上直接播种的旱育秧方式。
- 主要用于手插秧，是目前比较普遍的育秧方式之一。

# 1、选用适宜品种

- 水稻品种繁多，各品种对栽培条件亦有所不同。
- 一个品种在一定区域内表现增产，当超过一定范围就可能不增产，甚至减产。
- 因此，生产上应选用适合当地环境条件的栽培品种，而且选用的品种应当具有良好的丰产性、稳产性和优良品质。

## 2、种子处理

- 水稻旱育秧在播种前进行的种子发芽试验、晒种、选种、消毒等过程统称为种子处理。
- (1) 发芽试验
- (2) 晒种
- (3) 精选种子
- 先进行风选和筛选，去掉空秕粒、草籽、枝梗和其他杂物，然后进行水选。

## ■ (4) 种子消毒

- 在内蒙古稻作区水稻旱育秧过程中，通过种子传染的病虫害主要是恶苗病。
- 防治这种病害最简便有效的措施是进行种子消毒。

## ■ (5) 浸种

- 经消毒过的种子如果已吸足水分，可不再浸种，若没有吸足水分应继续浸种。
- 通常稻谷吸水量达到干重的25%——30%时可视为已吸足水分，其明显标志是种胚膨大，谷粒变软，咬之无声。

## ■ (6) 催芽

- 催芽时，一般将吸足水分的种子放在 $40^{\circ}\text{C}$ 左右的温水里，提温0.5——1小时，
- 捞出后在 $32^{\circ}\text{C}$ 左右条件下破胸。
- 当温度过高时，进行翻动降温，防止烧芽。

- 当温度过低时，可用温水进行调温。
- 为增强旱育秧对自然环境的适应能力，催芽后要进行练芽，
- 一般在室内摊开晾芽6小时以上，就可以播种。



# 3、秧田准备

- (1) 选地
- 土壤肥力高，地势平坦，地下水位适宜，有水源，排水方便的田园地或肥沃的旱田。
- (2) 苗床规格与秧田设计
- 苗床规格要根据地形和地块大小而定，总的原则是便于操作，便于运输。

### ■ (3) 整地做床

■ 苗床地要秋翻15厘米左右。

■ 次年4月上中旬进行平整，耙碎平整床面

## ■ (4) 床土配制

- 选择透性好、缓冲小、偏酸性、无草籽、疏松肥沃的山根土或渠道沟、林带两侧土壤。
- 忌用碱性、粘重和团粒结构不良的土壤。
- 筛后将腐熟过筛农家肥和化肥均匀掺拌

- 配制比例为每平方米苗床用土20——30千克，农家肥10千克，过磷酸钙100克或磷酸二铵50克，硫酸钾50克，硫酸铵50克，同时用浓硫酸进行调酸。
- 具体方法是每100千克营养土用50——100克浓硫酸，可使营养土PH值降低2左右，使PH值达到4.5——5.5。

- 然后将配制好的营养床土均匀铺在床面上，厚度2.5厘米左右，进行平整压实后，浇透水即可播种。

# 4、播种

床土直播旱育秧的播种量，一般是每平方米播芽籽400——500克。

播种要均匀，播后要用轻碾子、木版等工具将种子压入土中，使种子与床土紧密结合，并使种子在床土中的深浅一致，

播种后用营养土覆土，厚度约1厘米为宜。

# 5、秧田管理

- (1) 播种至出苗阶段的管理
- 这个阶段叫“密封期”，一般是不浇水，不通风，以保证出苗所需的水分和温度。

- (2) 出苗至1.5片完全叶阶段的管理
- 当秧苗出土立针见绿后，要及时揭掉地膜，防止烧苗。



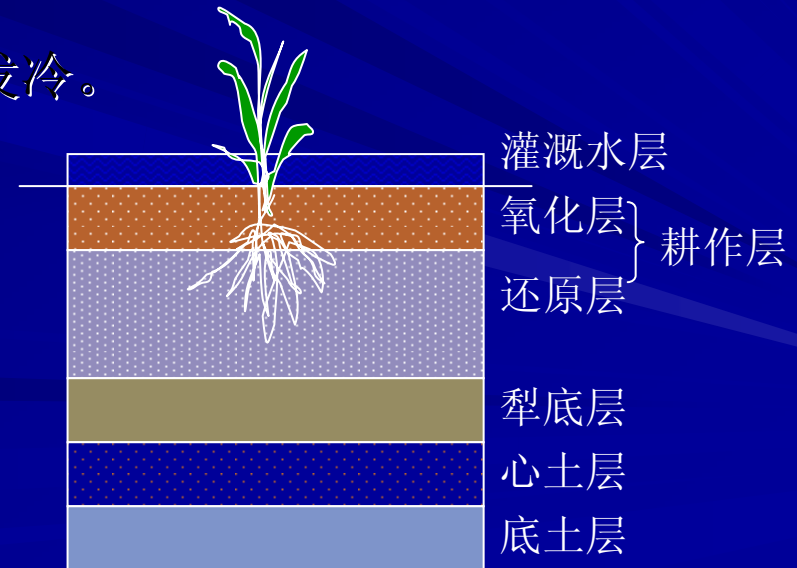
**(3) 1.5片完全叶至2.5片完全叶阶段的管理**  
这一阶段是立枯病和青枯病发生的时期，也是培育壮秧和防止病害的关键时期。床土水分应控制到一般旱田的状态，棚内温度尽量保持在20℃的适温范围

(4) 2.5片叶至移栽期阶段的管理  
生理上需要大量水分，床土也容易干燥，  
加强水肥管理

## 二、稻田土壤

### 1、水稻土的剖面结构

- 1) 耕作层是水稻根系活动的主要场所;
- 2) 犁底层起保水保肥作用, 但不宜过于紧密;
- 3) 心土层封闭有空气, 常处于氧化态, 对协调水、气有重要作用;
- 4) 底土层土壤粘重, 保水性强。
- 但位置太高, 表示排水不良, 土性发冷。



## 2、水稻土的氧化还原特性

- **1) 氧化层:** 因水中溶有少量的氧, 使稻田表层土壤呈氧化状态。硝酸铵不变化, 硫酸铵则被氧化为硝酸, 随水下渗到还原层。
- **2) 还原层:** 内有机质在淹水缺氧下分解缓慢, 肥效稳长, 但发挥慢。且易分解产生有机酸, 对根系产生毒害。有机酸还可进一步还原成甲烷、乙烯等气体, 对稻根产生抑制作用; 还原性更强时, 含硫有机物及硫酸盐还原为硫化氢, 对稻根毒害更重。

3) **还原层含氮物**的变化：含氮有机物经嫌气分解成铵态氮，易于被水稻吸收；且易被带阴电荷的土壤胶体吸附，不致流失。硝态氮不易被稻根吸收，易流失，而且还原状态下的反硝化作用，会造成氮损失。

4) **还原层无机养分**的变化：三价铁被还原成溶于水的二价亚铁，磷和硅则因有机物嫌气分解产生的二氧化碳和有机酸而提高溶解度；土壤复合体上的钾也有部分被铁、锰、铵等离子置换而释放出来；且亚铁可与硫化氢结合成硫化亚铁而降低其毒害。

# 3、稻田土壤耕作

- (1) **耕地**：分干耕和水耕。干耕利于耕深，耕后晒垡机促使土壤熟化，改善土壤结构；水耕可使土壤碎软，肥水混和。
- (2) **耙地**：分干耙和水耙。干耙主要作用是碎土，水耙作用是起浆。
- (3) **耖田**：指耖平田面，高低相差不超过3~5cm。

## 三、移栽

- 当前生产中有手插秧和机械插秧两种方法。
- 机械插秧工作效率高，劳动强度小。
- 从插秧质量上看，密度适宜，规格均匀，深浅适宜，
- 但机械插秧对整地要求较高，如果田面高低不平，会造成插秧深浅不一，甚至插空后漂秧漏穴。



- 手插秧的缺点是劳动强度大，插秧深浅一致性难掌握，每穴苗数差异大，造成田间长势整齐度差。



## 四、需肥特性与稻田施肥

- 需肥特性
- 水稻正常生长必须吸收各种营养元素，包括大量元素与微量元素。
- 其中氮、磷、钾是施肥的主要元素。
- 硅虽不是作物必需元素，但对水稻有重要作用。

- 根据对水稻的试验与研究分析，水稻是吸硅最多的作物，因此水稻又被称为“喜硅作物”，这是水稻吸收营养的一个特点。
- 各种元素在水稻体内，通过有机物的形成和转化相互联系、共同作用。

# 五、稻田需水与灌溉

- (一)、生理需水和生态需水
- 1、生理需水
- 生理需水的指标是蒸腾系数，即生产1g干物质所消耗的水分，水稻的蒸腾系数一般在395~635之间。

- 水稻一生中的干物质生产速度是早期慢而中期逐渐增加，抽穗期最高，以后又逐渐降低。
- 水稻各生育器官的蒸腾系数变化正好相反，早期较高，中期较低，后期最高。
- 水稻蒸腾系数的大小与品种特性有密切关系。

- 一般植株高大、生育期长、自由水含量高的品种蒸腾系数大；
- 而植株矮小、生育期短、束缚水含量高的品种蒸腾系数小。

- 生态环境条件对蒸腾系数有直接影响，大气湿度低、温度高、光照强、风大则系数大、反之则系数小。
- 另外，土壤水分充足时蒸腾系数较大，干旱时蒸腾系数往往降低。

## 2、生态需水

- (1) 调节土壤供肥能力
- 在水层下，造成土壤还原状态，有机物分解慢，积累多；增加了铵态氮含量，有利水稻吸收，减少损失；促进磷、钾、铁、锰、硅等难溶性无机物养分的释放。



## ■ (2) 调节田间小气候

- 水层对稻田温度和湿度有一定调节作用，可以缓解气候条件剧烈变化对水稻的影响。如低温时可灌水保温，高温或干热风时可灌水降温，提高空气湿度等。

### ■ (3) 调节水稻生长发育

■ 水分状况直接影响水稻生长发育，是栽培调控的重要手段。

■ 如分蘖期浅水促进分蘖，有效分蘖终止期晒田或深水控制无效分蘖，灌浆结实期干湿交替养根保叶等。

## (4) 抑制稻田杂草

- 水层对一般旱生杂草及湿生型的稗草都有不同程度的湮灭效果，晒田又能抑制某些沼生或水生杂草的发生。
- 因此，通过水层调节，在一定程度上可以减轻杂草的危害。
- 另外，敌稗等化学除草剂，也需水层的配合才能发挥较好的除草效果。

## ■ (5) 改良盐碱土

- 水稻是盐碱地的先锋作物，这并不是因为水稻特别耐盐碱，而是因为灌水的洗盐、稀释作用。实践证明，在盐碱地上种稻是一条寓改良于利用的成功之路。

## （二）水稻需水规律

- 水稻一生中都必须从外部吸收水分，
- 任何生育阶段缺水或水分过多都会对水稻发育产生不良影响
- 水稻从种子发芽到成熟收割，各个生育阶段的生长发育都有其特点，
- 对水分有着不同的要求和反应。

# 1、种子发芽至幼苗期

- 种子吸水达自身重量的25~30%，温度在12℃以上时，就开始萌发。
- 水稻出苗后，随着叶片增加，蒸腾作用增强，需要有充足的水分供应，才能维持体内的水分平衡，
- 这个时期土壤相对湿度在70~80%范围内即可保证秧苗正常生长。

## 2、返青期

- 秧苗从秧田移栽到本田，因根部受到损伤，吸水能力减弱，生长相对缓慢，
- 水分过多、过少对秧苗尽快返青都不利
- 移栽后要维持合适的较浅水层。



# 3、分蘖期

- 分蘖的迟早和多少受温度和水层影响很大，
- 一般水温在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，是水稻分蘖的适宜温度，
- 水温低于 $20^{\circ}\text{C}$ 和高于 $35^{\circ}\text{C}$ 都对分蘖不利。
- 建立浅水层有利于提高水温，又会增强通风透光，利于分蘖早生快发。



# 4、拔节孕穗期

- 此期水稻开始由营养生长进入生殖生长期，
- 植株生长旺盛，对水分、养分的吸收进入高峰期，
- 光合作用也是最强的时期，这个时期决定稻穗大小和每穗粒数多少，此时植株群体叶面积已达到最大，
- 其需水量约占生育期需水量的40%，对缺水表现敏感。
- 适宜深水层管理

# 5、抽穗扬花期

- 水稻抽穗后立即开始开花，此期对水分及温度依然敏感
- 适宜保持深水层



## 6、结实成熟期

- 此期包括灌浆期、蜡熟期、黄熟期和完熟期，
- 水稻进入灌浆期后，子粒内部开始积累养分，此时要有充分的水分。
- 蜡熟期以后，籽粒中含水量降低，
- 此时对水肥的要求减少，这时田面时常落干有利于籽粒充实饱满。

## （三）稻田灌排技术

### ■ 1、薄水移栽

- 移栽期水层深浅对移栽质量影响很大，移栽时应建立薄水层，以1——3厘米为宜，
- 无论是插秧还是抛秧，都要栽得浅、直、匀、齐，不能深栽。
- 田面无水或水层过深都不利于移栽质量，特别是抛秧，田面无水不能抛秧，水层过深，造成飘秧。

## ■ 2、适水返青

- 秧苗刚刚移栽后，根部吸水能力较差，容易造成水分失衡，因此，必须保证有适当水层，促进水稻早生快发。
- 此时，早春气温较低，常遇低温冷害，故白天应灌浅水1——3厘米，促进水温提高，晚上灌深水3——4厘米护苗。
- 灌深水时，应根据秧苗大小而定，水层过深会妨碍呼吸作用，并引起植株生长细弱，所以水层最深不能湮灭秧苗心叶。

### ■ 3、浅水促蘖

- 水稻返青后稻田应进行浅水灌溉促进分蘖。
- 浅水状态有利于加强光照，提高根系吸收，并可使分蘖节降低，提高分蘖数量。
- 生产实践证明，稻田保持水深1寸左右，自然落干后立即再灌，对促进分蘖更为有利。

## ■ 4、晒田控蘖

- 分蘖后期进入分蘖高峰期，应及时晒田控制无效分蘖，
- 实践证明，晒田有很多好处：



- 一是可改善土壤环境，提高土壤温度，氧气充足，促进有机质分解，使还原性物质氧化而消除毒性，为根系生长创造良好环境。
- 二是可促进植株健壮，水稻根系在土壤氧气充足条件下，生长加快，新根迅速增加，灌水后吸肥能力随之加强，为壮秆防止倒伏打下基础。
- 三是可抑制无效分蘖，排水晒田，水肥供应迅速减缓，使进入植株体内的水分和养分减少，植株营养生长受到抑制，从而控制了水稻分蘖的发生，并促使幼小分蘖死亡。这样就保证了主茎和大蘖的正常营养需求，巩固有效分蘖，提高成熟率。



## ■ 5、足水孕穗

- 一般水层在6——7厘米为宜，自然落干后，再及时补水，防止连续保持水层，时间过长，造成土壤还原作用增强，根系生长不良，并引起倒伏。



## ■ 6、干湿促熟

- 水稻进入灌溉期后，籽粒内部开始积累养分，必须保持根系旺盛的活力，根系的活力与土壤的氧气环境有关，而土壤氧气的多少与水层深浅有密切关系，
- 水稻生育后期水层管理应注重减少灌水，增加土壤通气性。

- 但是不能缺水，如果水分不足，会造成叶片早衰，光合作用减弱，减小养分的输送，使灌浆不足，秕粒增多，饱满度差。
- 这个时期的灌水，宜采用“间歇式”灌溉，保持田面干干湿湿，以湿为主的状态，在灌一次水后，断水1——3天再灌。

## ■ 7、成熟收获

- 水稻进入黄熟期后，生理需水大大下降
- 可以在黄熟期中后期断水促进成熟
- 一般在断水10天左右后收割。

# 六、本田管理

## ■ (一) 分蘖期管理

- 水稻从幼苗的第4片叶完全长成到拔节开始，这段时间叫做分蘖期。
- 分蘖期需要一定的水层，一般以3厘米为宜



稀植水稻是以增加分蘖、特别是早发分蘖为前提

- 插秧3天后，可追施分蘖肥，
- 一般分两次施用，第一次在插秧后3天，第二次在插秧后5——7天开始缓苗返青时，
- 多用硫酸铵肥料

## （二）穗期管理

- 水稻生产中，这一阶段的中心任务是控制无效分蘖，促进水稻发育由营养生长向生殖生长转变，促进幼穗分化，达到穗大粒多的目的。



- 这个时期水分管理分为两个阶段
- 第一阶段为排水晒田控制无效分蘖。
- 第二阶段为深水孕穗
- 施足促穗肥



## （三）结实期管理

- 这个时期水稻要经历两个发育过程，
- 一是抽穗开花阶段， 一是灌浆成熟阶段。



- 这时田间管理的中心，是通过控制水层来调节田间水、肥、气、热关系，使其顺利开花、结实、成熟。
- 抽穗开花阶段水分管理以浅灌为主，提高水温和地温
- 田间应保持水层3厘米左右。抽穗后进入灌浆成熟阶段要实行间歇性水分管理方法，即灌一次水，自然落干一次，反复交替进行