

稻田灌溉

毛礼钟 编著

农业出版社

稻 田 灌 溉

毛礼钟 编著

封面设计 吴丽珠

稻田灌溉

毛礼钟 编著

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 兰州新华印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 5.25印张 117 千字

1981年2月第1版 1981年2月甘肃第1次印刷

印数 1—5,800册

统一书号 16144·2249 定价 0.48 元

目 录

第一章 与稻田灌溉有关的若干农业基本知识.....	1
第一节 水稻的生育与环境	1
第二节 稻田土壤的特点	11
第三节 稻田小气候	17
第二章 稻田灌溉的意义	22
第一节 水稻的生理需水	22
第二节 稻田灌溉的农业技术意义.....	25
第三节 水稻烤(晒)田的农业技术意义	38
第三章 稻田灌溉技术.....	47
第一节 一般条件下的稻田灌溉技术	47
第二节 特殊条件下的稻田灌溉技术	71
第三节 灌溉技术与稻田管理中的几个问题	100
第四章 稻田需水量	108
第一节 我国稻田需水量概况	108
第二节 水稻的需水量.....	106
第三节 稻田渗漏量	117
第四节 灌溉定额	121
第五章 稻田灌排渠系的设置和配水、管水	128
第一节 田间渠系设置和格田布置	128
第二节 田间配水	133
第三节 用水管理	154

第一章 与稻田灌溉有关的 若干农业基本知识

稻田灌溉不仅要满足水稻生长各阶段对水分的要求，而且通过水层变化，可以在一定范围内经常地调整和改变水稻生长的某些具体环境条件，促控水稻的发育生长以达到增产的目的。因此是一项重要的农业措施。

农作物灌溉的目的是为了保证农作物的好收成，因此，不仅灌溉科学研究工作需要有一定的农业理论基础，就是在进行灌溉技术安排，具体执行（落实）灌溉措施时，同样需要具备某些有关的农业基本知识。只有这样，在具体运用上才有可能经常地处于主动地位。

第一节 水稻的生育与环境

（一）种子发芽到成苗

从种子吸水萌动开始，水分就一直是作为一个重要的环境条件，强烈地作用和影响着水稻的生长发育。种子内部酶的活动、物质的转运，以及幼胚的根芽伸长等，都要有水分才能进行。水稻种子萌发要求的吸水量，籼、粳稻稍有不同，一般籼稻需要吸收到种子本身重量的23%以上，粳稻需要吸收到30%以上，才能发芽。无论籼、粳稻品种，都以吸水量达到种子重的40%左右发芽为最适宜。种子吸水速度为

水温高低所左右，水温为 30°C 时吸水最快，约经35小时就达到了发芽必需的水量； 20°C 时需要60小时； 10°C 时需要70小时以上；水温过低，种子的生理机能基本上停止，但稻种仍能进行吸水。根据试验：在 0°C 时，浸水第70天稻种吸水量可达25%，但从某种意义上来看，这只是一种物理现象了。

浸种的目的是为了为了使种子吸足发芽所需要的水分。早季稻及北方一季稻，因早春水温低，浸种时间要长些，一般需2—4天；晚季稻因水温高，一般需1—2天。

催芽或者直播都要求种子发芽整齐。但是，由于每粒种子的吸水速度有快慢，即使同一穗上的种子（稻谷）其发芽势也是不一样的，所以种子发芽是不整齐的。根据稻种在低温下也能进行吸水的特点，可以在播种前用低于发芽温度的水（如 10°C 以下）浸种。这样，吸水快的种子由于温度低并不萌动，吸水较慢的种子也能吸够发芽所必需的水分。在吸水整齐后，再移放到适温下催芽或播种，就可以大大地提高发芽的整齐度。

水稻种子发芽的最低温度为 12°C ，粳稻略低。温度为 10°C 时，根、芽即停止生长。 12°C 左右仅有微弱生长。温度 40°C 以上时，种子生理活动受阻碍。 $28-32^{\circ}\text{C}$ 是种子萌发（露白）最适宜的温度。水稻种子萌发后（露白），即旺盛地进行呼吸作用，随着氧气浓度的增加，幼根伸长良好，若氧气不足或缺氧时，则根的生长受到一定抑制。但水稻种子比其它作物种子能够在较少的氧气条件下发芽，在水中氧气不足的地方也具备发芽能力。

种子萌发后，胚继续生长，先长出一条胚根，接着再长出胚芽。种子从萌发到长出根芽这一段时间，要十分注意温度、水分、氧气三者的协调。种子根、芽伸长最低温度是

12—14℃，最适温度是26—32℃；这时种子内酶的活动十分活跃，呼吸作用旺盛，要求有充足的氧气。进行催芽时，因种子本身不断放出热量，稻谷堆内温度容易上升，所以萌发后，催芽温度应适当降低。一般来说，温度偏高会明显促进胚根的伸长，形成根长芽短，超过40℃会烧伤根芽。温度偏低胚芽伸长快，形成根短芽长。水分在催芽过程中对空气和温度都起调节作用。水分少、通气好、供氧足、温度高，根生长得快；水分多，则情况相反，芽生长得快。

直播水稻以及早稻秧田的播种期，处于气温较低而变化较大的时期，一般都以平均气温达到12℃左右为标准。因为在变温条件下，平均气温为12℃时，白昼气温在15℃以上的时间可达8—10个小时，随气温上升，秧苗可顺利生长。晚稻播种时气温很高，所以一般种子露白后即可播种。

种子发芽后生出的第一条根是种根，随后在种根的两侧生出两条幼根，1—2天后又长出两条根，继之再长出1—2条根，以后随地上部的生长，陆续生出许多须状根；这些根都是冠根，也叫不定根、节根、纤维根。早季稻秧田或北方直播水稻，播种过早，地温低，或水温高于地温，或灌水过深，往往会影影响扎根，出现飘苗或倒苗（秧）现象。

地上部分最先出现的是鞘叶，在深水条件下，其最大长度可达0.6—0.8厘米。鞘叶主要是保护幼芽，从鞘叶中抽出的第一片真叶，只有叶鞘，叶片很不完全，第二片真叶是完全叶，但叶片很小，形成特殊的形态，以后随叶位的提高，叶片和叶鞘均增大。在深水下发芽时，由于缺乏氧气和光照不足，鞘叶（以及胚轴）会进行不正常的伸长，第一叶以后各叶的叶鞘和叶片有时也有畸形的伸长。鞘叶或第一叶叶片露出水面后，通过叶片氧气很快进入分生组织，下一叶和根便都

开始迅速生长。

正常情况下，鞘叶长出后，随之第一片叶及第二片叶（完全叶）很快相继生长，田间呈现一片绿色。第一片完全叶展开后即是为出苗期。这个时期，由于秧苗地上部叶面积较小，蒸腾量少，土壤呈湿润状态即能满足其水分的需要。同时，由于胚乳正处于物质转化中期，养分供应充足，稻苗代谢作用旺盛，对不良环境条件有较强的抵抗能力。譬如出苗前如遇短时间 0°C 左右的低温，仅芽鞘稍有卷曲，以后很快即能恢复。出苗至三叶期（第三片完全叶）以前，在 $5-7^{\circ}\text{C}$ 的低温下，可以长达一周左右才死亡。另一方面，这时根芽分生组织分裂细胞十分旺盛，这些过程都需要较多的氧气，而稻苗在这段时间内，通气组织尚未形成，幼根所需氧气无法从地上部得到补充；因此，这一时期土壤氧气充足与否，明显地影响到扎根（根系发育）的好坏。

水稻种子内的胚乳物质，一般可以供应到第三片完全叶展开。这时期根系还不很发达，叶面积也不大，所以在营养代谢上处于“青黄不接”时期，也就是一般所说的“秧苗离乳期”。这时期对不良环境条件的抵抗力最弱，譬如耐寒力明显降低等，所以应该注意补充养分（如追肥）和保持环境条件的比较稳定（如低温时灌水护秧等）。到第四片叶出现，第一节根陆续长出，以后随叶片的增加和根的增多，稻苗吸收水、肥，进行光合作用，制造营养物质的能力大大加强。随第四叶的伸展，稻苗开始进入分蘖期。

（二）分蘖的发生和成长

水稻每一节产生一片叶，一个分蘖和许多条根；主茎的节数因品种而异，在9—21的范围内。我国栽培水稻多数为11—16个节，一般品种地上部伸长的节间约为5—6节（最

少为4节)，称之为伸长节。伸长节上的腋芽呈休眠状态，个别情况下，伸长节上的腋芽也有长成分蘖并抽穗结实的（俗称佳禾）；但穗小粒稀，结实粒数少，经济价值不大。伸长节以下的许多节密集在一起，都有产生分蘖的能力。直播水稻和秧田的稻苗，从第一片完全叶节起，腋芽就有较强的长成分蘖的能力，第二、第三片完全叶节上的腋芽，长成分蘖的能力更强。直播稻和秧田的秧苗，在第四片叶伸出时，第一叶节即开始产生分蘖；移植栽培时，因插秧时下部几个节入土较深，以及插伤等影响，一般第四节以下不产生分蘖，只能发根。所以移植栽培的水稻是从第四节以上到伸长节以下一节，这一范围内的节上产生分蘖的。这一范围称之为分蘖范围。第四节以下各节也有称作发根节的。主茎分蘖发生节位的高低，与播种（或插秧密度）、落谷（或插植）深浅、肥水条件及当时气温高低等因素有密切关系。移植栽培时还受苗的壮弱、秧龄长短、插秧时期等条件的影响。稀播、浅播、肥水及光照充足，温度适宜，分蘖就早，节位就低；反之，分蘖节位就高，甚至不发生分蘖。通常节位愈低的分蘖，经济性状愈好。

一般认为，分蘖的适宜气温为30—32℃，水温是32—34℃；最低气温是15—16℃，最低水温是16—17℃；最高气温是38—40℃，最高水温是40—42℃。温度过高、过低，或日夜温差变化太大，对分蘖都有不利影响。在适温以下的范围内，温度增加分蘖增长快；反之，缓慢。气温20℃，水温22℃以下，分蘖有显著延迟的情况。温度和分蘖的关系，也因品种和育苗方法而不同。早熟、耐寒品种分蘖早，早秧比水秧早，塑料薄膜育秧的秧苗又比旱秧早。

分蘖期保持水层，有利于养分向地上部运送，能促进分

蘖。土壤水分在饱和状况以下，能影响分蘖。氮肥对分蘖有明显促进作用，在施足氮肥的基础上增施磷、钾肥能收到更好的效果。分蘖的出生与主茎叶片的出生有一定的对应关系，一般稻苗在长到第四片完全叶时，如果外界条件适宜，在第一片完全叶的叶鞘内就可以长出分蘖来。第五片叶长出时，第二片叶鞘内长出第二个分蘖，依次类推。主茎上的叶片，大约有三分之二是在节间开始伸长以前出现的，有三分之一是在节间伸长时出现。主茎最先出叶的三分之二各叶，大约每5天左右长出一片叶，另三分之一各叶，则相隔7—9天。其中与分蘖生长有直接关系的，是出叶间隔小的这一段时间，所有分蘖原则上都在这一时期出现。分蘖上的叶与主茎上的叶表现有同伸性，即与主茎第四片叶同时长出的第一分蘖，其上第一片叶与主茎第五片叶同时长出。它的第二片叶与主茎的第六片叶同时长出，依此类推。从主茎上长出来的分蘖，叫第一次分蘖，第一次分蘖上还可以长出第二次分蘖，第二次分蘖上还可以长出第三次分蘖来。它们的出现，和它们叶片的出现也都和主茎叶片的出生有同伸性。但有时受环境条件的影响，如插秧过深、温度偏低、日照不足，会比预定时间晚2—3天。后期出现的分蘖，因为出生晚，叶片数少，受主茎和早期分蘖的影响，光、肥不足，往往不能抽穗，或不能结实，成为无效分蘖。少数能抽穗结实的，因穗小粒稀，经济价值也不大。在一般情况下，分蘖出现的时期愈早、蘖位愈低、成为有效分蘖的可能性也愈大，出现愈迟的分蘖、蘖位愈高、成为有效分蘖的可能性也愈小。因此，要运用适宜的栽培技术，促进早期分蘖。

分蘖期也是根的生长主要时期。随分蘖的产生，地下部分的根数也迅速增加，除了主茎的发根节生根以外，每一个

分蘖成长后，分蘖的第一节根与其上第四片叶同时产生（表现有同伸性）。所以分蘖愈多，根数增加也愈多，但根数的增加一般比分蘖晚16—20天。

从秧苗成活到分蘖，根在距地表20厘米以内的土层范围内作横向扩展（呈横卵形）。从分蘖停止期到节间伸长期，与地上部分伸长同时，根迅速向下伸长，到抽穗期达最长。从伸长到抽穗期，随着根的伸长稻株的根系逐步由横卵形变化为倒卵形。根的分布从距地表深度来观察，分布在20厘米以内的占80%左右，伸展到50厘米以下的只不过3—4%，所以水稻根的活动范围为20厘米深度以内（寒冷地区因为土温低，根的分布约在15厘米范围内）。水稻节间伸长期以后发展起来的“表根”，则蔓延在距地表2—3厘米的表土中。稻根分布的范围是土壤翻耕和施肥深度的重要依据。

（三）幼穗发育和节间伸长

水稻幼穗分化，在正常环境下大都在抽穗前30天左右开始（早、中、晚熟品种相差不大）。这时是从营养生长向生殖生长进行转换的重要时期，幼穗分化开始的早晚，同时也决定了抽穗期的早晚。抽穗前24天左右幼穗长度达2毫米，抽穗前14天，幼穗急速伸长，随着内部生殖器官的形成，植株干重迅速增加，碳代谢作用加强；外部形态上植株在分化开始时茎叶颜色较前期褪淡，叶片角度偏小，趋向直生，株形收敛。地上部节间也开始由下而上伸长。

幼穗发育期是植株代谢作用最旺盛的时期，也是决定每穗粒数的最重要的时期，这一时期对外界环境条件的反应十分敏锐。这一期间的最适气温是25—35℃。日气温平均20℃以上，没有不良影响；低至16—17℃则会出现畸形谷粒和大量

秕粒。特别是花粉母细胞减数分裂期（抽穗前14—18天）和小穗分化及雌雄蕊形成期（抽穗前20—24天），这两个时期如遇17℃以下低温，则延迟抽穗和明显降低结实粒数。发育中的幼穗是水稻全株中组织、细胞最幼嫩的部分，膨压也最低，因此往往最先受到缺水的影响。水分不足会延缓幼穗形成的过程，并引起颖花退化，严重缺水，会形成白穗。光照不足，每穗粒数显著减少；土壤养分方面，施氮肥和钾肥有良好的效果，但在肥分充足的基础上，氮肥偏多，虽然穗大粒多，结实粒数减少，反而减产。

水稻茎基部节间开始伸长，称为拔节。这时基部叶鞘膨大，所以也称圆秆。早、中稻在茎生长点分化开始时，开始拔节。晚稻约在生长点分化后5—7天开始拔节。因此，拔节也可以看作水稻进入幼穗发育期的特征之一。水稻伸长节的数目，依品种而异，一般有3—6个。通常都以伸长到0.5厘米以上的节间，看作是伸长节间。节间的伸长是从下向上依次进行的。幼穗伸长时期大致相当于自上而下的第四节间和第三节间的伸长期。幼穗伸长停止后，上部两个节间伸长，最上部的节间伸长可继续到抽穗后9天。从地表往上的第一、二节间的长短与水稻茎的抗倒伏能力有关。过度密植（光照不足）、氮肥偏多、灌水过深等，都会影响下部节间的伸长，在栽培上应该注意。

（四）抽穗到成熟

稻穗顶端颖花达到花粉完成期4—5天后，即行抽穗，抽穗是通过上部节间的迅速伸长，使穗抽出于剑叶鞘之外的现象，抽穗之后，一般在当天或第二天即开花。

稻穗上颖花开放的次序，从枝梗来看是从上部开始向下进行的，即第一，第二，第三……枝梗依次向下。同一枝梗

内各颖花的开放则是：最初是最顶端的颖花开放，以后是自顶端向下的第6、第5、第4、第3、第2，反而自下向上开花。顶端第二个颖花常常最后开放。同时第二个枝梗也大致一样。一朵颖花从开颖到闭合大体1—2.5小时。开花时刻依气温等外界条件的影响而变异。但在正常气候条件下，上午9—10时起开花，11时到中午最盛，午后减少，下午2时结束。依地区稍有出入。每穗开花所需日数虽依环境条件而异，但多半在5—10天，一般约7天左右。

温度对开花有一定影响，从抽穗前2—4天到开花，对于剧烈的降温的反应仍是很明显的。这时期最低气温降至15—17℃以下，不实率增加，降至13—15℃以下不实率显著增加。开花时最适温度是30—35℃，温度过高，开颖后花丝干枯，20℃以下开花与花药开裂要受影响，开花的最低温度为15℃左右。温度愈低，开花数愈少，进度愈慢，花药开裂亦不正常。一般日平均气温低于20℃，日最高气温低于23℃时，开花数显著减少，或虽开花而花药开裂不正常。在一般大田情况下，开花受精1—2天后，对低温的抵抗力显著增加。

除了极端的湿度外，湿度对于开花没有大的影响，一般最适相对湿度为70—80%，如温度适当，50—90%的相对湿度也可能开花。阴雨天开花数目减少，开花时间后延，持续时间也比较短。日照充足，开花数目显著增多。

颖花开花受粉后即发育形成籽粒，一般在受精后的第七天胚的形态即已完成，第四天，子房内已充满了胚乳细胞，完成了胚乳组织。水稻的成熟阶段分乳熟、蜡熟、黄熟、完熟四个时期。适宜温度是平均气温25—30℃，平均气温15℃以下灌浆已很困难。即使开花受精时温度适宜，而成熟期温

度过低，籽粒不能充实，形成不实粒或青米。水稻自抽穗到成熟的天数（通常以收割适期黄熟或完熟期为标准）称为水稻的结实日数。结实日数的长短与品种特性有关，温度以及其它环境、栽培条件也起一定作用，但改变的幅度比较小。一般来说，正常条件下水稻从抽穗到完熟约需30—45天。

据研究，水稻的结实粒数是抽穗开花后的几天内（一般7天左右）确定的。所以这个时期温度、光照等环境条件十分重要。又米粒干物质三分之二以上是由开花后稻株光合作用所供给的，因此除了温度适宜外，还必须有充足的光照。要使籽粒饱满，成熟良好，一般认为在成熟期间需要有20个以上的晴天。昼夜温差大，有利于干物质的积累，对成熟有利。且温度较低，有利于米粒玻璃质的形成，腹白少、米质良好。北方水稻米质好，南方晚稻比早稻米质好，都与成熟过程的夜间温度偏低有关。

（五）水稻的一生

水稻从发芽到成熟，可以划分为营养生长期和生殖生长期两个时期。营养生长期包括幼苗期（秧田期）和分蘖期，是水稻株体自身增大的时期，这时期的特征是分蘖的增加。生殖生长期包括幼穗发育期（或称伸长期）和结实期，这时期的特征是穗的生成与发育，是为了繁殖下一代而生长的时期。由于水稻幼穗发育期的天数基本上是不变的，所以某一品种生育期的长短，主要是营养生长期的长短，亦即进入生殖生长期的早晚。不同水稻品种属于不同生态类型，有些品种对温度条件比较敏感（譬如长江流域一带种植的早稻品种：“二九南2号”、“二九陆1号”、“二九青”、“广陆矮4号”等）；有些品种对光照条件比较敏感，即除温度条件外，还要求短日照条件。只有满足短日照的要求，才能进

入生殖生长期，开始形成幼穗（譬如晚稻品种“农虎6号”、“泗塘早”、“沪选19”、“农红73”等）。还有些品种对光、温的敏感性比较迟钝，因此具有较强的适应性，譬如原产广东的“矮脚南特”引种到长江流域各省栽培，生育期变化较小，产量高而稳定。

不同类型品种对光照、温度条件的不同敏感的特性，是长期自然选择和人工选择的结果。早稻生长期间的气温变化是由低到高，因而形成了随温度上升而进入生殖生长期的特性——成为感温类型品种。晚稻生长期间日照时数逐渐减少，形成了随日照缩短进入生殖生长期的特性——成为感光类型品种。北方水稻品种向南引种，常因为南方气温较高而生育日数缩短，提早抽穗，产量不高（譬如过去东北粳稻品种“青森5号”，南引后产量明显降低）。南方品种北移，生育日数相对延长（譬如广东的早熟早稻“广解9号”，引入湖南、湖北等省后，因日照延长，变为中熟或迟熟早稻）。有的品种甚至不能抽穗（如长江流域的晚稻“农垦58”，引种到北京后，因日照时数较长，就不能抽穗）。所以品种的生育期（生育日数）的长短，与播种期有关，也与一定地区的日照、温度条件有密切关系。

第二节 稻田土壤的特点

（一）一般水稻田的土壤特点

除了少数地下水位特高，排水不良的稻田外，我国绝大多数稻田都是进行水、旱轮作或冬季休闲（如东北、西北稻区部分稻田）。在水旱轮作、干湿交替的耕作、栽培管理条件下，土壤中的物质转化表现了特殊规律。稻田土壤在灌水条

件下所发生的一系列的物理化学与生物化学变化中，最显著的有以下几个方面：

1. 土壤氧化层和还原层的分化 稻田淹水后，耕作层除了表土数毫米因为与新鲜灌溉水接触和受藻类生长的影响成为氧化状态，以及水稻根系附近极小范围内受稻根放氧的影响维持着氧化状态外，其余土层都转化为还原状态。这种氧化还原状况的层次分化，在水稻生长过程中一直很明显。耕作层土壤只有在排水落干和烤田时氧化状态暂时地有所改变（恢复），其它时间都处于还原状态。它的氧化状态的恢复是在水稻收获后进行旱作或休闲期间。

还原状态的形成，受很多复杂因素的影响，其中主要的是在灌水后土壤通气不良，原有土壤中残存的氧气由于好气微生物的活动和有机质分解时的消耗，逐渐减少，尤其是夏季高温时，有机质的分解旺盛，氧气的消耗量多，这种情况愈明显。一般有机质丰富的老稻田，或施用大量有机肥及绿肥的稻田，还原层的形成显著发达；砂质土壤或有机质缺乏的土壤，及新开稻田，则往往氧化层与还原层的分化不明显。

2. 有机质的分解和氮的转化 稻田土壤的还原层中，有机质的分解是嫌气性分解，作用进行得比较缓慢，分解的产物也不同；好气分解主要产物是二氧化碳、硝酸盐和硫酸盐等；嫌气产物则是二氧化碳、氢、氨、硫化物等。含氮有机物分解成为氨态氮，在水稻土氮素转化和水稻的营养生理上有重要意义。因为水稻是吸收利用氨态氮为主的，氨态氮是阳离子，容易为土壤粒子（带阴电荷）所吸附，不易流失。

在灌水条件下，耕层土壤中硝态氮实际存在很少，它可以被反硝化细菌转化为氨态氮，也有少部分被还原为气态氮从

水中逸出,这就是一般所说的“脱氮”作用。当氨态氮肥施于表层时,在氧化层被氧化为硝态氮随水流失,部分进入还原层被还原为一氧化氮而逸散。所以施用氨态氮化肥时,主张深施,作追肥时结合中耕与土壤搅和,施肥前后并保持一定水层。

水稻土中有机物嫌气分解生成的二氧化碳、甲烷、有机酸、硫化氢等数量多时,对稻根有明显的毒害。因此,栽培上应注意适期烤田,并保持一定渗水速度(土壤渗透)进行排除。

3.酸碱度的变化 酸性较强的水稻土,灌水后酸碱度升高,碱性水稻土则有下降的趋势,最后趋向平衡(中性)。这一点对水稻生育明显有利。土壤过酸不但妨碍部分微生物的活动,减弱许多有益的生化作用(如氨态氮的形成等),而且过多地促进还原铁、锰的溶解,对水稻产生有害影响。

4.磷酸盐及硅、铁、锰、钙等元素的变化 在淹水条件下引起了土壤中磷酸铁的还原,磷酸盐的溶解度增加,这对于供给水稻磷素来说是有益的。随着淹水后土壤酸碱度的提高,和土壤中硅铁复合体的还原,硅的有效性相对增加,这对增加水稻茎秆强度、防倒、防病(如稻瘟病)起重要作用。土壤淹水后铁的还原作用盛行,成为可溶性的二价铁,不仅供给了水稻营养的需要,同时因为硫化氢和亚铁结合成硫化铁而沉淀,减轻了还原状态下发生的硫化氢对水稻的毒害作用。但亚铁量过多也对水稻有毒害作用,因此,通过灌排调节稻田土壤的氧化还原状态,也是丰产栽培上的一项重要措施。

锰的变化和铁类似,在淹水条件下溶解度增加,在微量元素中水稻对锰的需要量较多,有些土壤需要适当补充。钙