

广东两系法杂交水稻

广东省科学技术委员会综合计划处编

一九九六年十一月

广东两系法杂交水稻

广东省科学技术委员会综合计划处编

一九九六年十一月

编者的话

两系法杂交稻是国家 863 计划生物技术领域攻关项目，广东省科学技术委员会于 1986 年立项开展此项研究，虽起步稍晚，但经十多年的科技攻关，近年来已取得显著进展，在两用核不育系的选育与联合鉴定、强优组合的测配试种与示范推广、繁制种技术与高产栽培等多项技术上积累了经验。实践证明，我省两系法杂交水稻的科学研究已逐步向生产应用转化，其配套技术亦日趋完善，尤其是 1994 年以来，已选育了一批具有实用推广价值的两系法杂交水稻新组合，在省内一些县、市较大面积生产示范，且取得了明显的增产效果。1995 年我省两系法杂交水稻早、晚两季大田中试 10 万亩种植成功，经实割或测产均比对照品种有不同程度的增产，且米质较好。通过中试，现有两系法杂交稻组合虽然类型较单一、优势不很突出，然而在抗逆性、在增产粮食、改善城乡人民吃米品质方面表现出来的作用，受到了各级政府和群众的认可。因此，省政府要求把加快两系法杂交水稻试种示范步伐作为增产粮食的重要措施来抓，省科委已把“两系法杂交稻”列入“九五”重大科技攻关与转化示范工程计划，并提出“九五”期间两系法杂交稻“累计种植 1500 万亩的目标。1996 年，我省两系法杂交水稻的种植面积已发展到 50 万亩。为了普及两系法杂交稻的科技知识，并且解决在生产应用中暴露出来的一些问题，以加深对它的认识，

从而更好地推动我省两系法杂交稻的发展，我们邀请有关专家、教授撰写了专题资料，编印成册，供农业科技人员和农民群众参考。这本小册子属内部资料，如有错漏与不妥之处，请予指正。

编 者

1996.11.20

目 录

1. 我国两系法杂交稻的由来及其发展	(1)
2. 广东省两系法杂交稻的研究进展	(11)
3. 广东省两用核不育系的繁种技术	(21)
4. 两系法杂交稻培杂系列组合制种技术要点	(25)
5. 广东两系法杂交稻高产高效栽培技术	(32)
6. 广东两系法杂交稻新组合简介	(42)
(1) 培杂山青简介	(42)
(2) 培杂青六简介	(44)
(3) 培杂 77 简介	(45)
(4) 培杂 67 简介	(46)
(5) 培杂 89 简介	(47)
(6) 培杂粤马简介	(48)
(7) 湛杂 449 简介	(51)

我国两系法杂交稻的由来及其发展

华南农业大学 万邦惠

一、两系法杂交稻是我国杂交稻的发展方向

(一) 两系法交稻的概念

两系法杂交稻是用两系法配制的杂交水稻，它和目前生产上应用的三系杂交稻有二点重要差别。第一，三系法的雄性不育受细胞质和细胞核共同控制，由它配制的杂交稻其结实程度受恢复基因影响，而两系法的雄性不育只受细胞核的控制，不育是隐性，可育是显性，所以两系杂交稻的结实率不受恢复基因的干扰；第二，三系杂交稻的一些性状因受不育胞质的影响，有些可能产生负效应，而两系杂交稻的细胞质是可育的，所以它避免了负效应的产生。

两系法杂种优势过去一直没有用于生产，主要是不育系的繁殖问题没有解决，也就是如何才能提供育性彻底整齐一致的不育系供制种用，以往育种家曾作过许多尝试，都因效果不理想而被搁置。

(二) 光敏核不育种质的发现

1973年，石明松在湖北省沔阳县沙湖原种场的晚粳“农垦 58”生产田中发现了三株典型的雄性不育株，经过初步研究发现其中一株具有育性随光照长短而改变的特性，1981年他首次在“湖北农业科学”上发表文章“晚粳自然

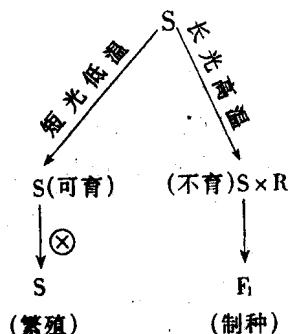
两用系选育及应用初报”，明确指出：这种不育株具有长日照高积温不育和短日照低积温可育的特性，不育期用作母本进行杂交制种，可育期通过自交繁殖不育系种子，因一系两用故命名为两用系。这一发现给两系法杂种优势利用提供了可能，受到了国家的重视。随后有关水稻光敏核不育特性及两系杂交稻育种的研究内容相继列入了国家科技攻关计划，国家高技术研究发展计划（即863计划），国家自然科学基金计划，把它作为我国杂交稻继续深入发展的主要途径。1987年袁隆平为了使光（温）敏核不育系有一个统一的标志，建议用“S”表示，以区别于三系不育系用“A”表示。

（三）两系法利用杂种优势的优越性

将光（温）敏核不育特性转入一般水稻品种，都可培育成光（温）敏核不育系，它的育性将随光温变化而变化，人们可以利用其在稳定不育时期抽穗与父本品种（恢复系）按一定行比种植进行制种，又可以利用其在稳定可育时期抽穗进行自交繁殖（图1），这就是两系法利用杂种优势的生产程序。

两系法利用杂种优势与三系法相比，有如下优点：（1）一系两用免去不育系繁殖的异交过程，简化生产程序，降低

图1 两系法利用杂种优势程序



注：S 光（温）敏核不育系
R 恢复系（一般品种）
F₁ 杂种一代
⊗ 自交

种子成本；(2) 恢复谱广，配组自由，可以充分利用常规育种的新成果，提高选配强优势组合的机率，也有利挖掘亚种优势的高产潜力。(3) 可避免单一胞质给生产带来的风险和不育胞质给杂种性状带来的负效应；(4) 可免除不育系和保持系的机械混杂，避免保持系对制种过程的干扰，从而便于保证杂种种子的纯度。

二、影响核不育系育性转换的环境条件

(一) 育性转换的特点

水稻光(温)敏核不育系的育性随周年光温变化由可育—不育—可育。如培矮 64S 在广州 5 月中旬抽穗时是可育的，从 5 月下旬到 6 月初抽穗的可育程度越来越低，6 月 10 日以后直到 10 月中旬抽穗的都 100% 不育，10 月下旬后抽穗的育性又逐渐转为可育，这个育性的转换是从量变到质变的过程，由可育转为不育表现正常花粉越来越少，自交结实越来越低，由不育转为可育则正相反，败育花粉越来越少，自交结实越来越高，但不同品种转换期的长短不同，同一品种往往表现可育转不育的时间比不育转可育的时间要短，在不育期间，水稻光(温)敏核不育系的不育率和不育度可达 100%，但在可育期，一般可育率能达 100%，而可育度只能达部分可育。

光温对植株各器官的诱导效应表现出明显的局限性，相互间是不传导的，植株的主穗和分蘖穗有些发育相差较远，就可能因接受光温条件不同而在育性上有较大的差异，甚至同一穗上的不同颖花有时受到温度的骤变育性也会表现差异，这种现象在温敏不育系中尤为明显。由此可知在育性转

换中表现出个体间和个体内常有育性转换不同步的现象：

(二) 育性转换条件

诱导育性转换的环境因素主要是光和温。光是指光长度，有效光的光强度是 50Lux，平时太阳与地平线持平时的光强度已达 700Lux，因此早晨和傍晚太阳偏离地平线形成的曙光和暮光也要部分加入光长范畴。诱导不育的光长度有一个临界值，如农垦 58S 在武汉试验，每天光长在 14 小时以上将导致不育，在 13.75 小时以下则导致可育，不育临界光长越短，则不育期越长。温度也有一个临界值，如培矮 64S 的不育临界温度为 24℃，超过 24℃将导致不育，24℃以下将导致可育。温度有日平均温度、日最低温度、日最高温度，试验表明光期的温度对育性影响最大，（也有报告指出日最低温度与育性变化相关程度最大），一般是用每日平均温度作为依据的。

若核不育系的育性主要受光长影响，温度的作用不明显则称光敏型核不育系，育性主要受温度影响，光长的作用不明显的称温敏型核不育系，另一类是光温对育性都有影响，表现呈互补效应的可分为光温型（光效应比温大）或温光型（温效应比光大），这一类不育系的不育临界值包括光长和温度两个指标，光长增长则温度可以降低，光长缩短则温度必须提高，二者互补确定不育的临界值。

育性转换的临界值与核不育系营养生长期的光温条件也有一定关系，营养生长期处于低温长日条件的，有使育性转换下限温度降低的作用，若营养生长期处于高温短日条件的，有使育性转换下限临界温度增高的作用，也就是说同一个核不育系作早稻和作晚稻其转为不育的临界温度是有差异

的，早稻不育临界温度比晚稻低。

(三) 敏感部位及时期

将农垦 58S 用不同的光照射，结果白光能诱导育性的彻底转换，红光和兰光虽能诱导育性转换但不彻底，红光作用大于兰光，而绿光无诱导育性转换的作用，在短日暗期用红光或远红光照射，表现短期红光即可中断暗期起到长日照效果，而远红光具有逆转红光的效应，这些试验证明了光敏色素是调节育性转换的光受体，隐花色素（兰光受体）也可能参与了光敏核不育水稻的育性调控。

光敏核不育水稻育性转换的敏感时期，多数试验认为是（幼穗发育的第二次枝梗原基分化期至花粉母细胞形成期（即Ⅲ—Ⅴ期），至于幼穗发育的其他时期有人认为对育性没有影响，也有人认为有影响，特别是对育性是否彻底是重要的。

在冷水灌溉能有效提高光（温）敏核不育系的结实试验中，以深水（刚淹没茎生长点）日排夜灌的处理产量最高，比浅水（水深 6cm）日排夜灌的产量高达 8 倍，这表明温度诱导育性转换的敏感部位主要是茎端的生长点。温度诱导育性转换的敏感时期各种试验的结果差异较大，温敏型不育系有人报道在第Ⅴ期（花粉母细胞形成期）至第Ⅶ期（花粉内容充实期）或第Ⅵ期（减数分裂）前后，有人报导在第Ⅳ期（雌雄蕊形成期）至第Ⅵ期。光敏不育系（农垦 58S）有人报导与光敏感期同步（即Ⅲ—Ⅴ期），有人报道是Ⅴ—Ⅵ期，还有人报导是幼穗发育整个时期。

(四) 光温作用模式及实用型核不育系

光温敏核不育水稻育性转换的光温作用可用模式表示(图2),其要点为:在温度高于生物学上限温度或低于生物学下限温度时,水稻不能形成正常花粉和开花结实,属生理致害作用,介于生物学上限和下限温度间的温度范围内,常规品种可以正常开花结实,而光敏核不育水稻在处于低于生物学上限温度而高于不育高温临界温度时,由于高温作用掩饰

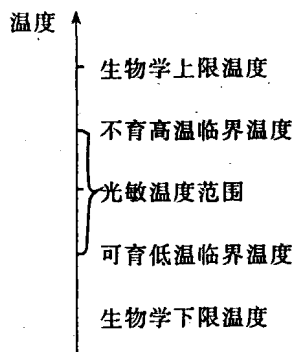


图2 光敏核不育水稻育性转换的光温作用模式(张自国等 1992)

了光周期的作用,在任何光长下均表现为不育,当处在生物学下限温度至可育低温临界温度间时,由于较低温度掩饰了日长的作用,在任何光周期下均表现半可育或可育,不育高温临界温度至可育低温临界温度之间称为光敏温度范围,只有在光敏范围内,光敏核不育水稻的育性才表现为长日花粉不育短日花粉可育,在光敏温度范围内光周期诱导花粉育性转换的作用与温度存在互补效应,即温度升高临界光长可缩短,反之,温度降低临界光长可延长。

在生产上具有实用价值的核不育系可以是光敏型的,也可以是温敏型的,其特点为:

1. 光敏型核不育系:要求长光完全雄性不育的下限温度(即可育低温临界温度)较低,短光可育的上限温度(即不育高温临界温度)较高,光敏温度范围较宽,也就是说在较宽的温度范围内育性转换都是由光照长短控制的,由于光

长度的变化很有规律，温度的改变对育性的影响又小，所以这类不育系的育性较稳定，特别适宜温度骤变频繁的地区（如我省早稻）制种用，至于不育的临界光长和温度则应根据不同纬度的生态区具体制定，不育临界光长越短、临界温度越低则不育期越长，可育期越短，这将有制种不利繁殖。

2. 温敏型核不育系：要求可育低温临界温度低，不育高温临界温度也低，这将使得在较低温度下就能达到不育，所以也可称为低温敏类型不育系，如培矮 64S，当日均温达 24℃ 以上就能保持稳定不育，一年中超过 24℃ 的季节很长，所以对制种是很有利的，但繁殖相当困难，一般需要采取特殊措施如异地繁殖或冷水灌溉等。这种不育系的育性主要受温度控制，只要在温度较稳定的季节或地区都是可以应用的。

三、两系法杂交稻利用研究现状及前景

（一）利用研究进展

两系法利用水稻杂种优势被列为全国重点攻关项目后，十年来利用研究取得了很大进展，主要表现在：

1. 发现了一些新种质，光敏核不育种质农垦 58S 发现后，人们从中得到启示对自己的试验研究材料进行仔细观察，也陆续发现了一些类似的新种质，如福建农学院的 5460S、湖南安江农校的安农 S-1、衡阳农科所的衡农 S-1 等，这些新种质属于籼稻温敏类型。遗传基础与农垦 58S 也不同，这为我国核不育系选育提供了丰富的可供选择的光温敏不育基因。

2. 育成了一批生产实用的核不育系，随着对光（温）敏核不育特性认识的深化，基本掌握了光温不育的规律，及时调整了选育核不育系的技术路线和鉴定方法，使育成的核不育系更具有生产实用价值，八五期间新育成的核不育系有光敏型和低温敏型，有籼稻、粳稻、爪哇稻及各种中间类型，有些还具有广亲和性，它们的配合力好，米质优，抗性全面，繁制种产量高，这为不同生态地区选配两系杂交稻提供了良好的基础。

3. 育成了一批两系杂交稻通过了中试和审定，目前已通过审定的两系杂交粳稻有安徽的 70 优 9 号、70 优 04、湖北的 N5088S/R187，两系杂交籼稻有湖南的培两优特青，广东的培杂山青等，这些两系杂交稻普遍比当地生产对照增产显著，或米质明显得到提高，在各地中试示范范围中还表现出抗倒抗逆抗病虫，能够获得更高的经济效益，所以深受群众欢迎，也被当地领导作为“三高”农业的重要途径大力发展，截止 1995 年两系杂交稻全国种植面积达 300 万亩，显示了良好的应用前景，预计九五结束我国两系杂交稻将会累计种植 5000 万亩以上。

4. 种子生产技术已经成熟，光（温）敏核不育系的繁殖制种产量较低曾一度被看成是发展两系杂交稻的主要障碍。通过这几年的摸索，找到了“冷水灌溉”这条重要的繁殖途径，在繁制种技术上也多方面加以改善，目前生产上使用的光（温）敏核不育系的繁殖制种产量均已赶上或超过了三系。目前三系繁殖田：制种田：杂种栽培田为 1:50:6000:7000，而两系杂交稻由于繁制种产量的提高使这个比例可达 1:100:10000:15000。

(二) 当前两系法杂交稻的主攻方向

根据当前水稻生产上的薄弱环节和水稻高产方向，目前两系杂交稻育种的主攻方向着重在：

1. 水稻亚种间杂种优势利用，我国三系杂交稻是建立在品种间杂交优势利用基础上的，杂交稻的产量要进一步提高必须扩大亲缘，走籼粳亚种间杂交优势利用的道路。籼粳杂种一代优势是巨大的，表现根系发达，茎秆粗壮，穗大粒多，分蘖力、再生力、抗逆性都很强，但它存在结实率低的问题。同时如何掌握营养优势不降低收获指数也是很重要的。在选育策略上袁隆平总结以往经验提出了八点原则，即（1）矮中求高（在不倒伏的前提下适当增加株高，借以提高生物产量），（2）远中求近（先利用部分亚种优势选配亚种组合），（3）显超兼顾（既要保持亲缘远，又要注意优良性状能互补），（4）穗求中大（每穗 180 粒每亩 20 万穗），（5）高粒叶比（将形态与生理机能结合，选粒叶比高的组合），（6）以饱攻饱（选籽粒充实饱满度特好的双亲来解决杂种籽粒充实度问题），（7）爪中求质（利用爪哇稻配制籼爪长粒形或粳爪短粒形保证米质），（8）生态适应（籼稻区以籼爪交为主，粳稻区以粳爪交为主，兼顾籼粳交）。

两系法因不受不育饱质和恢复基因约束，对攻克亚种优势利用是有利的，九五期间提出比现有杂交稻增产 15% 以上米质达二级的亚种组合，一旦成功将会是水稻育种史上的又一次突破，将会对我国粮食高产作出巨大贡献。

2. 长江流域双季早杂的选育。长江流域双季早稻约有九千万亩，因缺乏理想的杂交稻组合一直是种植常规品种，虽然三系杂交稻选育一直在努力解决“早而不优，优而不

早”的问题，但由于强优品种资源的贫乏，再加上质核互补基因的种种约束，一直收效甚微，九五期间将利用两系配组自由的优点，努力解决这一问题。

3. 杂交粳稻的选育，我国适宜种植粳稻的地区很大，由于生态环境的差异，生产上要求粳稻的类型各不相同，以往粳型三系由于缺乏恢复基因，配组受到极大限制，不仅杂种优势不够理想，而且组合的更新也跟不上常规育种的发展。在长江中下游的双季晚粳和一季中粳区由于籼型杂交稻产量高曾大面积改种杂交籼稻，但这些地区群众有吃粳稻的习惯，近年改革开放群众希望恢复粳稻生产，迫切要求杂交粳稻，所以九五期间两系粳杂的研究也是至关重要的。

广东省两系法杂交稻的研究进展

广东省农业科学院水稻研究所 彭惠普

我省开展两系法杂交稻的研究工作起步较晚，1986年开始从湖北、广西等省（区）陆续引进核不育系 W6154S、K9-S等，以及试种了两系法杂交稻组合 W6154S/特青，K9-S/03，K9-S/直龙等。由于上述不育系均属育性转换起点温度偏高的温敏型核不育系。所配制的一些两系法杂交稻组合虽然在杂种优势方面可与对照三系组合相媲美，但在杂种纯度及米质等方面还不尽如意，较难在生产上大面积推广应用。

1989年在广东省科委和省农业厅的组织下，成立了“广东省光、温敏核不育杂种优势利用研究攻关协作组，加强了这方面的组织领导工作。经过七年的协作攻关，已在不育系的引进选育，新组合的选配，中试示范和繁、制种等方面取得了较大的进展，现分别介绍如下：

（一）利用开发矮64S取得较大进展、在全国处于领先地位

根据广东省的光、温、生态条件及耕作制度在大量引进兄弟省份的光（温）敏核不育系后，经严格鉴定，测交筛选，在此基础上，以育性稳定性、配合力、米质，适应性等综合指标为考核依据，确定采用湖南杂优中心选育的矮

64S 为首选实用型核不育系。该不育系属起点温度相对较低的温敏型核不育系，由其配制的两系杂交稻组合一般均在二经米以上，可适应广东大米市场的需要。经广东省粮油质量监督检测站检验，在供测的五个培矮系列杂交稻组合中，米质达特二级的组合有培杂 77，培杂七山占，米质一级的有培杂青六，培杂综优 1，米质二级的有培杂山青，另有粤杂系列两系杂交稻 3 个组合米质均为二级，比三系杂交稻组合汕优 63 (CK)，米质都提高一个档次以上，见表 1。

表 1 各组合外观品质检验定级结果

组合名称	造别	等级
培杂 77	晚造	特二级
培杂七山占	晚造	特二级
培杂青六	晚造	一级
培杂综优 1	晚造	一级
培杂山青	晚造	二级
粤杂 63	晚造	二级
粤杂 89	晚造	二级
粤杂 21	晚造	二级
汕优 63 (CK)	晚造	三级

(二) 加快中试步伐，实施“11220”试验示范系统工程计划取得成功。