

杂交中稻

蓄留再生稻高产理论与 调控途径

◎ 徐富贤 熊洪 著



中国农业科学技术出版社

杂交中稻

蓄留再生稻高产理论与 调控途径

◎ 徐富贤 熊 洪 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

杂交中稻蓄留再生稻高产理论与调控途径 / 徐富贤, 熊洪著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 6

ISBN 978-7-5116-2621-9

I. ①杂… II. ①徐…②熊… III. ①再生稻-高产栽培 IV. ①S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 117236 号

责任编辑 张国锋

责任校对 李向荣

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106636 (编辑室) (010)82109702 (发行部)
(010)82109709 (读者服务部)

传 真 (010)82106631

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850mm × 1 168mm 1/32

印 张 8.125

字 数 240 千字

版 次 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

定 价 35.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

前 言

在目前水稻育种和栽培实践中，超高产是永恒的主题。再生稻是我国南方稻区一季稻热量有余而种植双季稻热量又不足的地区，或双季稻区只种一季中稻的稻田提高复种指数，增加单位面积产量和经济收入的措施之一。再生稻具有生育期短、日产量高、效益高、米质好等优点。根据再生稻所需温度条件测算，全国能种植再生稻的面积在 340 万公顷左右，但现有再生稻总面积仅 60 万公顷左右。因此，再生稻还具有较大的发展前景。

四川对再生稻研究较早，杨开渠早在 1937 年就对再生稻的发生状况、经济性状、割桩高度和施肥种类进行了研究。笔者所在的研究团队自 1983 年以来，在四川省应用基础研究、四川省青年基金、四川省水稻育种攻关专项、国家粮食科技丰产工程、国家水稻产业体系和国家行业科技专项等项目的资助下，从未间断对再生稻的研究，紧紧围绕“再生稻的生理生态”“强再生力品种的形成机理”和“中稻—再生稻高产高效技术”三大主题，开展了系统研究，公开发表了 60 余篇相关研究论文，获得了“再生稻高产的生态与技术”“杂交中稻库源结构和物质分配研究及其在再生稻上的应用”“杂交中稻再生力鉴定方法的研究与应用”“川东南杂交中稻再生稻高产栽培技术集成与应用”“长江上游杂交中稻—再生稻高产高效栽培技术机理及模式研究与应用”5 项成果，先后荣获四川省科技进步奖二、三等奖和重庆市科技进步奖一等奖。

笔者在上述大量研究资料基础上写成了《杂交中稻蓄留再生

稻高产理论与调控途径》一书，旨在为杂交水稻蓄留再生稻高产育种、高产栽培提供理论与实践依据。全书共分为 11 章，分别为再生稻生产概况与生态区划分、再生稻高产的生态条件、强再生力品种遗传与库源特征、强再生力品种的物质基础、强再生力品种与因种栽培、促芽肥作用机理及其与品种关系、内源激素与植物生长调节剂对再生力的影响、再生稻高产农艺措施、洪水再生稻、机械收割头季稻的再生稻技术、再生稻主要成果与发展趋势。本书概念准确，文字简练明了，内容表述通俗易懂。

本书采用了笔者所在研究团队近 30 年的相关研究资料，张林、朱永川、方文、洪松、陈真福、王贵雄、郭晓艺、周兴兵、刘茂、蒋鹏、周兴兵、况浩池、蒋开锋等专家或同事与笔者共同参加了部分试验研究工作，同时参考了部分外单位公开发表的相关研究结果，已在书中注明。此外，再生稻研究与示范及本书的编写得到了科技部、农业部、四川省科技厅、四川省农业科学院、四川省农业厅、泸州市科技局等单位相关项目支持，在此一并致以真诚的感谢！

由于笔者水平有限，加之时间仓促，以致书中错误难免，敬请各位同行批评指正！

作者

2016 年 5 月

目 录

第一章 再生稻生产概况与生态区划分	1
第一节 再生稻生产的概况与优越性	1
第二节 再生稻生产现状与产量形成特点	4
第三节 再生稻的生态区划分	7
第二章 再生稻高产的生态条件	18
第一节 再生稻腋芽萌发的生态条件	18
第二节 再生稻产量形成的生态	22
第三节 年际气候差异对杂交中稻、再生稻的影响	26
第四节 土壤含水量与头季稻和再生稻产量的关系	31
第三章 强再生力品种的遗传与库源特征	38
第一节 强再生力品种遗传与冠层特征	38
第二节 杂交中稻粒叶比与再生力的关系	46
第三节 齐穗后叶片 SPAD 值衰减对再生力的影响	50
第四节 杂交中稻再生力的鉴定方法	57
第四章 强再生力品种的物质基础	64
第一节 头季稻收割前再生芽死亡机理及其调节	64
第二节 头季稻根系活力对再生芽生长的影响	69
第三节 头季稻后期光合产物与再生稻生长发育的关系	76
第四节 活性氧代谢与再生芽萌发的关系	80
第五章 强再生力品种与因种栽培	84
第一节 历年推广的强再生力品种	84

第二节	杂交中稻组合对冬水田不同栽培模式的适应性	87
第三节	不同类型品种的留桩高度对再生稻产量与米质的影响	99
第四节	杂交中稻品种间再生稻产量与头季稻产量的关系	106
第五节	冬水田主要高产栽培技术长期定位对头季稻与再生稻产量的影响	115
第六节	促芽肥对杂交中稻再生力的作用与头季稻品种间着粒数的关系	129
第六章	促芽肥作用机理及其与品种关系	131
第一节	促芽肥与杂交中稻再生力关系及其作用机理	131
第二节	促芽肥影响水稻再生芽萌发的生理生化基础	133
第三节	促芽肥施用量对杂交中稻再生力的影响与组合间源库结构的关系	136
第四节	促芽肥施用时期对不同源库类型杂交中稻再生力的影响	143
第七章	内源激素与植物生长调节剂对再生力的影响	149
第一节	内源激素对水稻再生芽萌发的影响	149
第二节	赤霉素、植物细胞分裂素对再生稻的增产效应	152
第三节	4PU-30 对水稻后期衰老和再生芽萌发的影响	156
第八章	再生稻高产农艺措施	159
第一节	栽秧密度与方式互作对头季稻及再生稻生长的影响	159
第二节	杂交中稻蓄留再生稻两季高产高效施氮技术	169

第三节	前氮后移对杂交中稻及其再生稻产量的影响	173
第四节	再生稻粒芽肥的增产作用与高效施用量预测	177
第五节	不同时期收割对头季稻和再生稻产量的影响	183
第六节	促芽肥与发苗肥施用比例对再生稻产量的影响	185
第七节	头季稻与再生稻统筹施氮技术	187
第八节	再生稻高产技术规程	193
第九章	洪水再生稻	199
第一节	洪涝对头季稻产量的影响及补救措施	199
第二节	洪水再生稻高产关键技术	207
第三节	杂交中稻洪灾后蓄留再生稻技术规程	216
第十章	头季稻机插机收蓄留再生稻技术	221
第一节	头季稻机插机收存在的主要问题	221
第二节	机插秧的高产农艺措施	223
第三节	机收头季稻蓄留再生稻技术	233
第十一章	再生稻主要成果与发展趋势	242
第一节	主要成果	242
第二节	再生稻高产高效的限制因素及其解决途径	248
第三节	再生稻理论与技术的研究展望	250

第一章 再生稻生产概况与生态区划分

第一节 再生稻生产的概况与优越性

一、再生稻生产概况

水稻主茎节数因品种生育期长短而异，多在 11 节（早熟品种）至 19（晚熟品种）节之间。绝大多数品种顶节无腋芽，其他每个茎节着生一个腋芽。一般，位于地表附近至地上部的 4~6 个伸长节在生育中期通常不萌发成新茎，称之为休眠芽，以区别于着生于地下部分蘖节上的分蘖芽。再生稻就是采用一定的栽培措施，使头季水稻收割后稻桩上休眠芽萌发生长成穗而收割的一季水稻，农民称之为“抱孙谷”或“秧孙谷”。我国是世界上利用再生稻最早的国家，开始是作为灾后的一种救灾措施，或者自然生长成熟而多收一次的稻谷。随着对再生稻认识的深入和生产发展，利用面积逐步扩大，研究内容更多更全面，逐步形成一种耕作制度。综合分析再生稻历程，可将其发展分为 4 个阶段。

（一）起源阶段

早在郭义恭所著《广志》中就有记载：“南方有盖下白稻，正月种，五月获，获讫，其茎根复生，九月熟。”东晋张湛所著《养生要术》中有记载：“稻已割而复抽，曰稻荪。”明代徐光启所著《农政全书》中有记载：“……其已刈割而根复发，苗再实者，谓之再熟稻，也谓之再撩。”这些记载表明：古代稻农已开始利用再生稻，并对再生稻生长规律、生育期和收割方式等方面已有粗浅认



识。近代以原四川农学院（现四川农业大学）杨开渠教授研究再生稻最早，他利用水稻品种水白条和小南粘先后研究了头季稻秧田播种量、每窝栽插苗数、成熟期、留桩高度等与再生稻产量、再生稻穗分化过程和再生稻品种间重要性状的相关性等，为我国近代研究再生稻奠定了基础。

（二）缓慢发展阶段

新中国成立至 20 世纪 80 年代中期，农业科研人员一方面广泛收集稻种资源并对稻种进行提纯复壮，一方面改进稻作技术，促进了水稻生产的进步。对再生稻的利用，农业科研单位开始用多个品种进行再生力比较试验，有的深入到再生稻潜伏芽发育的营养生理，有的研究涉及再生稻的可行性和潜伏芽生长规律，有的研究了头季稻种植密度和碳氮水平与再生力的关系等；再生稻利用范围上从南到北，品种上从籼稻到粳稻，都有蓄留再生稻报道。但生产上仍以创高产为主，如：1975 年广东省佛山地区利用 IR24 蓄留再生稻，每公顷稻谷产量达到 8 730kg；1986 年浙江省试验 32.5hm² 再生稻，每公顷产稻谷 9 105kg。但大面积再生稻生产仍表现为单产较低，种植粗放，分散不集中，发展较慢。

（三）快速发展阶段

20 世纪 80 年代中期至 90 年代中期，杂交水稻的研究成功与利用，特别是以汕优 2 号和汕优 63 为代表的一批强再生力品种的育成，推动了再生稻的研究与利用。再生稻的生理研究涉及不同节位休眠芽养分来源，不同节位叶片光合速率，不同节位叶片光合物质分配等营养物质，根系活力等与再生力的关系。再生稻的生态研究涉及土壤水分，头季稻后期高温伏旱，再生稻抽穗开花低温等与再生力、再生稻结实率的关系，并提出了四川、云南、贵州、湖北和安徽的再生稻适宜区域。再生稻的品种涉及再生力的遗传、休眠芽穗分化特点、生育期、穗粒结构与再生稻产量的关系。再生稻的栽培技术涉及不同地区根据各地生态条件确定不同留桩高度，明确了休眠芽伸出叶鞘收割头季稻的适宜收割期，促芽肥每公顷施 150 ~ 300kg 尿素、发苗肥每公顷 75 ~ 150kg 尿素有利于再生稻高产



等。再生稻的化学调控涉及多效唑、赤霉素、核酸制剂和磷酸二氢钾等对延缓头季稻叶片衰老、促进休眠芽伸长的作用，以及赤霉素提早再生稻抽穗避过低温影响结实的效果等。再生稻的田间管理涉及头季稻收后扶桩除草，遇高温伏旱用田水浇稻桩，病虫害防治等。上述研究促进了再生稻研究水平和单产的提高。生产上，1986年开始推广再生稻技术。1988年全国再生稻面积达到41.5万公顷，其中：面积最大的四川有28.1万公顷，面积在6666hm²以上的有安徽、福建、湖北、广西壮族自治区（全书简称广西）和云南，最少的浙江有466hm²；每公顷产量最高的湖北为3000kg，最低的广西为450kg。1989—1994年，全国再生稻年推广面积为53.3万~66.6万公顷。1995年全国再生稻收获面积为86.6万公顷（蓄留面积为100万公顷），平均每公顷产稻谷达到2250kg，高产田块每公顷产量达6000kg。通过几年的稳定发展，在四川、重庆、湖北、福建等地形成了以“中稻+再生稻”为特征的新的耕作制度。

（四）逐步萎缩阶段

进入20世纪90年代后，农民群众价值取向伴随我国城市改革步伐发生巨变，沿海及大城市经济迅猛发展，吸引了大量农村劳动力向沿海和大城市转移，农村青壮年劳动力逐年减少。与此同时，我国主要农产品依靠国家惠农政策的扶持，财政资金加大了对农业的投入，农业科学技术的进步等，实现了量的突破，因而告别了短缺时代，走向了总体平衡、丰年有余的新世纪。但稻谷价格上升缓慢，在一定程度上影响了农民种植水稻，特别是再生稻的积极性。干旱、洪涝等自然灾害又增加了再生稻面积和单产的不稳定性，因此再生稻种植面积逐年下滑。至2007年，全国再生稻面积仅为50万公顷，四川省以24.5万公顷为最大省，占据全国再生稻面积的半壁江山。

二、再生稻的优越性

再生稻是我国南方稻区一季稻热量有余而种植双季稻热量又不足的地区，或双季稻区只种一季中稻的稻田提高复种指数、增加单



位面积产量和经济收入的措施之一。从头季稻收割到再生稻成熟的生育期仅为 60d 左右,与同期抽穗主季稻源库流相比,再生稻叶面积指数为主季稻的 $1/8 \sim 1/5$,穗粒数和产量为主季稻的 $1/3$ 左右,但齐穗至齐穗后 10d 再生稻光合速率较主季稻高 $20\% \sim 70\%$,孕穗至成熟期再生稻净同化率是主季稻的 $2.7 \sim 6$ 倍。因此,再生稻具有生育期短、日产量较高、省种、省工、节水、调节劳力、生产成本低和效益高等优点。发展再生稻的作用最终表现为充分利用秋季光热资源,提高稻田产出效益。据笔者多年的调查,在一季稻热量有余而种植双季稻热量又不足的地区,比只种一季稻生产方式增收稻谷 $3\,000\text{kg}/\text{hm}^2$;在双季稻地区,虽然中稻—再生稻比双季稻少收稻谷 $750\text{kg}/\text{hm}^2$ 左右,但可节省双季晚稻的育秧、栽秧投入,加之双季早稻稻米品质较差,中稻—再生稻反而比双季稻增加收益 $4\,500$ 元/ hm^2 以上。以致目前四川、重庆的双季稻已完全被中稻—再生稻取代,福建已将发展再生稻作为进一步增加粮食产量的重要途径,江西、广西、云南、湖北等地的部分地区正在恢复和发展再生稻。因此,搞好再生稻产量形成机理及关键调控技术的研究,对我国南方稻区发展高产优质农业和确保国家粮食安全均具有十分重要的现实意义。

第二节 再生稻生产现状与产量形成特点

一、生产现状

据农业部 2012 年统计资料,全国再生稻面积共 51.4 万公顷,平均每公顷产稻谷 2 029.5kg。笔者查阅了近 5 年公开报道的资料,结合农业部 2012 年公布的有再生稻省份的面积和单产,将蓄留有再生稻省份的再生稻研究与生产情况分述如下。

(一) 四川省

四川省再生稻面积 27.9 万公顷,占全国再生稻面积 54.2%,每公顷产量 1 260kg,面积和总产居全国之首。主要集中在以下方



面：一是创建了水稻再生力鉴定方法，提高了水稻再生力鉴定效率，并利用该方法筛选出了一批优质高产的强再生力品种；二是创造性地提出了粒芽肥新概念，有利于中稻粒重提高和促进休眠芽多发苗；三是利用 SPAD 值，确立了再生稻粒芽肥高效施用量与时期；四是创建了高产示范片，攻关田两季产量实现每公顷超 1 000kg。

（二）重庆市

2012 年重庆市再生稻 6.9 万公顷，面积基本稳定，每公顷产量 1 587kg。再生稻生产上主要是开展高产创建，以期带动其有较好发展。2013 年组织专家对“重庆市中稻—再生稻高效模式攻关示范”项目千亩（15 亩 = 1hm²；1 亩 ≈ 667m²。全书同）核心示范片和百亩攻关片中稻—再生稻产量进行了现场测产验收，该千亩核心示范片位于开县岳溪镇九亭村和岳溪村，示范面积 80hm²，其中百亩攻关示范片 14.7hm²，选用的是超级稻品种准两优 527。现场测产结果显示：百亩攻关片中稻每公顷平均产稻谷 11 343kg，再生稻平均每公顷产量达到 7 192.5kg，两季合计每公顷产量 18 535.5kg；千亩示范片中稻平均每公顷产量 10 449kg，再生稻平均每公顷产量 6 313.5kg，两季合计平均每公顷产量 16 762.5kg，突破千亩连片示范平均每公顷产量 16 500kg 大关，创造了世界同纬度地区千亩示范片中稻—再生稻两季高产纪录，为促进中稻—再生稻两季高产稳产提供了实践经验，获得了中国科学院谢华安院士的高度评价。

（三）福建省

福建省 2012 年再生稻面积 4.6 万公顷，每公顷产量 3 945kg。虽然面积在全国不算大，但由谢华安院士推动，备受政府重视，研究单产提升较快，2000—2009 年连续 10 年两季每公顷产量在 19 069.5 ~ 20 839.5kg。研究上，一方面以杂交稻组合“Ⅱ优航 2 号”为材料，头季每公顷施氮 225kg 的基础上，研究了不同基蘖穗肥氮素配比（3 种基蘖肥与穗肥配比分别为 8 : 2、7 : 3、6 : 4）头季稻—再生季稻氮素累积量、干物质生产、产量及氮素利用率的特性。结果表明：基蘖氮肥与穗氮肥配比 6 : 4 与 8 : 2、7 : 3 相



比, 头季成熟期 6 : 4 处理氮素累积量分别增加 9.26% 和 3.54%, 头季齐穗期—头季成熟期 6 : 4 处理氮素转移量分别增加 21.47% 和 6.76%, 整个生育期 6 : 4 处理干物质净积累总量分别增加 5.10% 和 4.78%。6 : 4 处理头季产量最高, 每公顷产量达 12 430.5kg, 极显著高于 8 : 2 和 7 : 3; 氮肥利用率达 46.44%, 比 8 : 2 和 7 : 3 处理提高 14.81% 和 5.43%; 氮肥农学利用率达 20.66kg, 比 8 : 2 和 7 : 3 处理提高 14.97% 和 12.34%, 但对再生稻影响不显著; 提出了中稻产量和氮利用率提高氮肥利用模式。

福建省为适应水稻全程机械化生产的需要, 还开展了头季稻机收蓄留再生稻技术研究。以国稻 9 号、天优 3301、Ⅱ优航 2 号和Ⅱ优 148 为材料, 头季稻蓄桩 0 ~ 5cm, 开边沟、大畦栽培和湿润灌溉, 以保持根系需氧和活力。结果显示, 不同品种、不同桩高对再生季产量的影响一致, 均在桩高 0 ~ 5cm 时产量最高。这说明再生稻生产在应用机收低桩再生技术时留桩高度应该控制在 0 ~ 5cm。有利于地上休眠萌发的留桩不应超过 5cm, 地上休眠芽不具有独立根系造成芽发育不良, 导致出现穗小穗部性状差现象。调查发现, 再生出苗不会受稻桩适当受轧的影响, 所以, 履带碾压区与非履带碾压区的再生率无明显差异。低桩再生可以利用机收进行, 这样就大大缓解了再生稻不能用机收和劳力紧张的矛盾, 从而稳定提高了粮食复种面积和劳动生产率, 使田间劳作强度减小并增加种稻效益同时扩大再生稻的生产, 使粮食安全得到保障。根据测验数据, 就水稻产量而言, 履带碾压区与非履带碾压区在产量上并无明显差异。在试验条件下收割可以在泥脚烤到不会下陷时进行, 这样地表下的腋芽不会受到履带碾压的影响, 不会使割后再生季产量造成损失。

二、产量形成特点

水稻地上部有 4 ~ 6 个伸长节, 每个节上有一个休眠芽, 当环境条件及营养充足时便可萌发。但因其部位不同, 伸长萌发早迟、生育进程各异。黄友钦等和王家兴对汕优 63 幼穗分化发育规律研究发现, 休眠芽幼穗分化在头季稻齐穗后 15d 已开始, 节位高的分化早



而整齐、节位低者分化迟且多有未分化者。再生稻抽穗期与幼穗分化早迟有关，节位高者，C/N 大，生育期短，抽穗早，稻穗小；节位低者，C/N 小，生育期长，抽穗迟，稻穗大。苏祖芳等研究指出，不同品种类型各伸长节的休眠芽幼穗分化始期有差异，可分为两种类型，一种是茎秆中间节上的再生芽发育快，两头节上再生芽发育慢；另一种是随着伸长节间上升，各节位再生芽幼穗分化进程也逐节相应加快。冉茂林等指出，再生稻幼穗分化从低节位开始，各节位分化速度差异大，头季稻成熟时穗分化最高为雌雄蕊形成期；再生稻穗分化与茎叶生长、抽穗开花等生理现象同步进行。

休眠芽萌发成蘖后，不同节位上的再生蘖的叶片数不同，一般有 2~9 叶；出叶速度也有差异，变幅在 2.8~7.3d；头季稻主茎倒二节至倒六节再生芽穗分化至再生稻齐穗所需天数为 35~53d。徐富贤等的研究结果表明，头季稻收割期再生芽活芽率表现为着生节位越高，活芽率越高；不同节位的再生穗所占比例为倒三节、倒四节明显比倒二节和倒五节的高；不同节位的穗部性状表现为着生节位从上至下，每穗粒数逐节增加（36.7~66.6 粒）、结实率逐节下降（86.3%~66.7%）、千粒重差异不显著（23.3~23.6g）。下部节位再生穗结实率较低是其抽穗较迟，部分颖花开花期受到 9 月的低温危害所致。

尽管以上研究，由于供试品种不同，但获得较为一致的结论是头季稻中上部节再生穗抽穗比下部抽穗早、着生叶片数少、出叶速度快、生育期短、穗子小、成穗率和结实率高，这些研究结论为再生稻高产栽培技术的研究奠定了基础。

第三节 再生稻的生态区划分

一、头季稻播种期、海拔高度及头季稻收后 30d 积温与再生稻齐穗期及产量的关系

方文等根据笔者连续 7 年对再生稻的生态条件进行的系统研



究,结合四川省 1989—1992 年的生产统计、四川省气象局的地面气象资料,论证了影响再生稻的几个主要生态指标,依据生态指标提出了适应的区域,有利于再生稻的研究与生产的发展。

(一) 头季稻、再生稻的生育期与积温

从头季稻播种到再生稻齐穗的生育期为 180 ~ 188d, 积温 4 015.1 ~ 4 270.0℃。头季稻的年度间生育期与积温变化的变异系数分别为 1.62%、2.3%; 再生稻从留桩至齐穗的日数与积温变化较大, 变异系数分别为 14.98%、17.0% (表 1-1)。再生稻齐穗期变化大是受到头季稻收后气温的影响。不过, 从头季稻播种至再生稻收割的生育总日数与总积温的变化因受再生稻全生育日数的调节, 变化又减小, 其变异系数分别为 2.36%、2.0%。

表 1-1 汕优 63 蓄留再生稻的生育日数与积温

生育期	年份					
	1987	1988	1989	1990	1991	1992
播种期 (月/日)	3/10	3/8	3/10	3/10	3/10	3/10
头季收获期 (月/日)	8/7	8/11	8/13	8/10	8/13	8/13
头季全生育期 (d)	150	156	156	153	156	156
头季积温 (℃)	3 224.4	3 432.2	3 373.0	3 404.5	3 422.8	3 420.1
再生齐穗期 (月/日)	9/8	9/4	9/14	9/11	9/7	9/6
再生收获期 (月/日)	10/8	10/10	10/12	10/11	10/17	10/5
再生留桩至齐穗 (d)	32	24	32	32	25	24
再生留桩至齐穗积温 (℃)	835.9	582.9	798.2	865.5	645.5	621.4
再生齐穗至收获 (d)	37	37	28	30	40	29
再生留桩至收获 (d)	69	71	60	62	65	53
再生留桩至收获积温 (℃)	1 483.3	1 397.9	1 389.2	1 485.4	1 454.9	1 232.0



播种至齐穗 (d)		182	180	188	185	181	180
两季	播种至齐穗积温 (°C)	4 060.3	4 015.1	4 171.2	4 270.0	4 068.2	4 041.5
	播种至收获 (d)	219	227	216	215	221	209
	播种至收获积温 (°C)	4 070.7	4 830.1	4 762.2	4 889.9	4 877.7	4 652.1

(二) 头季稻播种期与成熟期对再生稻齐穗期的影响

根据 1987 年与 1988 年的分期播种试验, 头季稻的播种期与成熟期呈极显著的正相关, 两年的相关系数分别为 $r=0.9889^{**}$, $r=0.9985^{**}$; 头季稻的播种期及成熟期与再生稻的齐穗期同样呈极显著的正相关, 相关系数分别为 $r=0.9814^{**}$, $r=0.9800^{**}$ 。随着头季稻播种期的推迟, 其成熟期也推迟, 使再生稻的齐穗期也推迟。其结果是头季稻的播种期与再生稻齐穗期及产量间呈极显著的复相关关系 ($R_{y \cdot 12} = 0.9872^{**}$, $y = 20.4822 + 0.846x_1 - 0.099x_2$)。根据汕优 63 与 K 优 3 号在不同海拔的播种期及其成熟期与海拔高度呈极显著的正相关 (23 个点) ($r=0.9203^{**}$), 成熟期随海拔的增高而推迟。研究表明: 头季稻的播种对保证再生稻安全齐穗及产量有重要作用。

(三) 头季稻收后 30d 积温与再生稻产量的关系

杨开渠研究指出, 头季稻收后 1~30d 积温与再生稻结实率及产量达显著水平。该研究对再生稻产量与头季稻收后 30d 积温间的关系分析, 结合四川省 1989—1992 年不同海拔的 84 个县 (区、市) 的再生稻产量与海拔及头季稻收后 30d 积温的资料整理, 发现海拔与 30d 积温呈极显著负相关 ($r=-0.9898^{**}$), 海拔与再生稻产量呈曲线关系 ($r=0.9904^{**}$, 曲线方程 $y=0.9115x-0.00162x^2-28.8271$), 显著性测验达极显著水平。当海拔在 380m 以上或 150m 以下时, 再生稻单产随之降低, 以 230~350m 的单产最高。从海拔与 30d 积温看, 当积温达 790°C 以上或 710°C 以下的单产也随之降低, 最高单产的适宜积温在 740~780°C, 这与海拔及其积温相吻合, 按全省以每公顷 750kg 为有效统计, 低温年的 30d 积温不低于 680°C, 高温年的 30d 积温不低于 710°C。试验资