

发展杂交水稻，首先得有杂交水稻的种子。生产上以不育系作母本，恢复系作父本，按一定的行数比例相间种植，让恢复系的花粉落到不育系的柱头上受精结实，使不育系结出的种子恢复可育性能，杂种能自交结实并有杂交丰产优势，以供大田生产应用。这一制备杂交水稻种子的过程称为“制种”。由于杂交优势只在杂种第一代最为明显，制种便成为生产上年年必须进行的一个重要环节，而且制种产量的高低，直接关系到杂交水稻的栽植面积和推广速度。

目前杂交水稻制种用的母本不育系多数是利用“野败”（花粉败育的野生不育株）与早籼类型的良种杂交，感温强，生育期较父本短。父本恢复系，主要是从东南亚菲律宾、泰国引进的国际稻系列和泰引一号等，引入后表现为中稻特性，因此父本和母本之间生育期差异较大。杂交水稻制种，要在同一块田里同时种植生育期长短不同的父母本，并且要求在当地最适宜的气候条件下同时抽穗开花，实现花期花时相遇，保证安全授粉，这就不是一件轻而易举的事。近几年来，在毛主席革命路线指引下，广大农业科技人员和群众一道经过反复实践，终于突破制种关，制种水平不断提高，由亩产10多斤，提高到现在的亩产100斤（此外尚可收恢复系种子200—300斤）。1976年湖南慈利县岩泊渡公社4.8亩秋制田创造了亩产310.6斤的优异成绩，这是群众性科学实验的胜利成果。

花期花时相遇是制种成败的关键，掌握花期安全则是高产的保证，而花期安全又与气象条件的关系极为密切。本文着重介绍花期相遇与花期安全的有关气象问题。

一、花期相遇的播差期确定方法

所谓播差期，是指杂交制种父母本的生育期不一致，父本生育期长，母本生育期短，为了使父母本同时抽穗，理想的是达到盛花期相遇，父本需要早播种，母本则迟播种，从父本播种到母本播种这中间相隔的天数，就叫做播种差期，简称播差期。合理地确定播差期，是使父母本花期相遇的基础，确定方法有生育

期法、叶龄法和积温法三种，其中积温法已越来越引起农业部门的重视，并广泛地采用。

（1）生育期法 父母本从播种至始穗，在一定的地区、季节和正常气象条件下，所需生育期日数有一定的范围，因此可根据父母本生育差期来确定父母本播种差期。

例如南优2号在长沙秋季制种，父本IR₂₄自播种至始穗一般90天左右，而母本二九南一号A仅52天左右，播差期即可定为35—40天左右。若父本在5月30日至6月5日播种，则推算母本应在7月5日至15日播种。但父母本播种至始穗的生育期日数在不同地区，不同季节是变化的，因此不同地区，不同制种季节播差期也不同。如南优2号制种，在长沙父本8月底播要相差53—63天，在广东崖县冬季制种时播差期也达50—60天。由于各年气象条件的变化，特别是温度条件的变化，生育期天数并不十分稳定，根据生育期法确定的父母本播差期只能作参考。

（2）叶龄法 主茎叶片数是水稻品种的特征之一。同一品种在一定地区和季节，其主茎叶片数变幅较小，如IR₂₄、IR₆₆₁、IR₂₆一般为17—18叶，二九南一号A11—12叶，珍汕97A和二九矮4号A为13—14叶。由于叶龄是各种因素综合影响的反映，因此可根据父本的叶龄确定母本的播期。表1列出了播母本时父本应有的叶龄。

但叶龄的稳定性也是相对的，气温低，肥水管理好、早播，常常会多1—2片叶。如二九南一号A，1976年长沙5月20日播，8月9日始穗叶龄只有9.6叶，而4月10日播的，6月15日始穗的

表1 母本播种时的父本叶龄（长沙）

恢复系	不育系				
	二九南一号	71—72	南早	V ₂₆	珍汕97
IR ₂₄	9.5—10.0	9.8—10.1	7.8—8.0	7.5—8.0	6.5—7.0
IR ₆₆₁	10.0—10.5	10.1—10.5	8.0—8.5	8.0—8.5	7.0—7.5

注：用IR₂₆配制杂种，秋制与IR₂₄的叶龄相同，夏制与IR₆₆₁相同。

杂交水稻制种与气象

沈国权
龙国炳

却有 12.6 叶，相差 3 片叶。因此单纯从叶龄考虑是不够的，往往一叶龄之差，就可能花期或早或迟 5—6 天，以致父母本花期不遇。

(3) 积温法 积温法是根据父母本从播种至始穗所需要的积温相对稳定的特点来确定母本的播种期。首先根据历年的试验知道父母本从播种至始穗的有效积温或活动积温，确定出父母本盛花期相遇的有效积温差或活动积温差，然后根据这一积温差，从父本播种后的第二天起进行温度积加，当累积到与父母本的积温差值相等的那一天，便是母本的播种期。

如南优 2 号制种，父本 IR_{24} 从播种至始穗需要大于生物学最低温度 13°C 的有效积温 1260°C (设此值为 A)，母本二九南一号需要 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ 的有效积温为 800°C (此值令为 B)，因父母本生物学起点温度不同，母本每天多积 1°C ，从播种至始穗，若母本为 52 天则实际比父本多积 52°C ，(这一因生物学下限温度不同引起的差值为 D，用活动积温时，D 值为 0)，此外二九南一号 A 株型松散，花期较长，要达盛花期相遇，应要求母本比父本早始穗 2—3 天，估计有效积温为 32°C (此值为 C)，这样实际达到盛花期相遇的有效积温差 (令为 Y) 为：

$$Y = A - (B + C) + D = 1260^{\circ}\text{C} - (800^{\circ}\text{C} + 32^{\circ}\text{C}) \\ + 52^{\circ}\text{C} = 480^{\circ}\text{C}$$

即 IR_{24} 播后第二天起将每天 13°C 以上的有效温度累加起来，当达到 480°C 的那一天，播种母本，即可使父母本盛花期相遇。

江苏省气象局、南京气象学院在累加积温时用两种方法，一是用当年实况累加，结合温度预报，以早做母本插秧准备；再一是用多年平均气温值作基础，先确定满足多年积温差值的母本播种期，再结合当年父本播种后实际温度累加不断进行订正。以长沙资料

为例，5 月 31 日播父本 IR_{24} ，多年平均从 6 月 1 日起积累到有效积温差值 480°C 的日期为 7 月 6 日，便作 7 月 6 日播母本的打算，然后如在 6 月 26 日累加一次已达 380°C ，尚差 100°C ，据预报 7 天可达到，则母本播种期可订正到 7 月 3 日，到 7 月初又可再行订正，就可比较准确地加以确定。在确定有效积温指标时，南宁市农气站提出以高于下限温度并低于上限温度的温度累积值作有效积温比较合理，他们以 12°C 作生物学下限温度， 27°C 为上限温度，得到自播种至始穗，父本 IR_{24} 要求有效积温 $1220^{\circ}\text{C} \pm 37^{\circ}\text{C}$ ，母本二九南一号 A 为 $750^{\circ}\text{C} \pm 35^{\circ}\text{C}$ 。目前各地得到的积温数据出入较大，表 2 列出了长沙制种时确定播种期的活动积温差值，在参考这一资料时，应根据当地具体情况加以考虑。

表 2 确定播差期的活动积温差值 ($^{\circ}\text{C}$)

恢复系	不育系				
	二九南一号 (1450)	71—72 (1430)	南早 (1800)	珍汕 97 (1830)	二九矮 4 号 (1840)
IR_{24} 或 IR_{24} (2420)	970	990	620	590	580
IR_{961} (2480)	1,030	1,050	680	650	640

注：括号内为各品种自播种至始穗的活动积温

一般认为上述几种方法的可靠性的顺序是有效积温法、叶龄法、活动积温法、生育期法。据我们分析，自播种至始穗，二九南一号 A 生育期天数的变异系数 $(\frac{\text{标准差}}{\text{平均值}} \times 100\%)$ 为 6.47% ，叶龄数的变异系数

表 3 幼穗分化发育阶段历期及形态特征

阶段及名称	数据	项目		IR ₉₆₁		二九南一号 A		形态特征
		历期 (天)	至抽穗 (天)	历期 (天)	至抽穗 (天)	历期 (天)	至抽穗 (天)	
幼穗分化	1 第一苞分化期	2—3	32—34	2	28—29	一期看不见		
	2 第一次枝梗原基分化期	4—5	29—30	2—3	25—26	二期苞毛现		
	3 第二次枝梗及颖花原基分化期	3—4	25—26	3	22—23	三期毛丛丛		
	4 雌雄蕊形成期	4	21—22	4	19—20	四期粒粒显		
孕穗	5 花粉母细胞形成期	4—5	17—18	4	15—16	五期颖壳分		
	6 减数分裂期	2—3	11—13	2—3	11—12	六期谷半长		
	7 花粉内容充实期	5—6	9—10	4—5	8—9	七期穗绿色		
	8 花粉完成期	4	4	3—4	3—4	八期即出现		

为8.30%，活动积温为4.00%，有效积温为2.23%，可见积温比较稳定，用积温法比较可靠。生产实践中以积温法确定播期达到花期相遇的实例是很多的。尤其是综合运用上述三种方法，以生育期法确定播种时段，以各年的积温结合叶龄确定母本具体播种日期，方法简便，易于掌握，效果较好。

二、及时预测花期，积极进行调整

尽管合理地确定了父母本的播期，适时进行播种，但由于播期有30—70天之长，耕作管理上以及温、光、水、肥、土质、秧龄秧质等条件的影响，两个亲本的反映往往不一致，还可能会造成父母本的花期不遇或相遇不好。这就需要在播种之后密切注视父母本的生长发育状况，做好花期预测预报，以便及时采取调节措施，促使花期相遇。抽穗前预测花期有剥苞检查幼穗发育进度等几种生物学方法，以此法较为准确。水稻幼穗分化通常分为8个时期，各个时期至抽穗的日期比较稳定，利用这一特性，能较准确地推定父母本花期是否相遇（表3）。

南优2号、3号制种时，一般在幼穗分化前期（1、2、3期）父本幼穗分化进度应比母本早一期，中期（4、5、6期）父母本处在同一期，后期（7、8期）母本略早于父本，这样的发育进程父母本花期相遇较好。

若预测花期相遇不好，如母本早穗六、七天以上或父本早穗二、三天以上，需要采取措施，调整花期。各地在实践中创造了许多花期调节方法，综合起来，以水促旱控、偏施氮肥、拔苞剪叶等效果较好。父本抽穗期对水比较敏感，重晒能推迟父本花期，深灌2—3寸则可提早父本抽穗，而对母本影响不大。此外偏施氮肥，拔苞拔穗，重剪叶可推迟花期；深中耕，喷“920”则可提早花期。

三、安全开花的气象条件及花时协调

制种产量的高低与抽穗扬花期间的气象条件关系密切。气象条件是否适宜直接影响到父母本花时是否相遇，父本能否正常散粉以及母本是否正常开颖。观测证明，若父母本花期气温正常（日平均气温23℃—30℃）、晴天、微风，制种产量可大大提高。若花期遇上低温（日平均气温连续3天以上低于23℃）或连续阴雨天气，则父母本花时不遇，父本开花散粉不正常，母本闭颖率增加，制种产量很低甚至无收。

广西观测，不育系和恢复系开花的适宜气象条件为日平均气温24—28℃，开花当时的适宜气温28—32℃，相对湿度65—85%。父母本对温湿度反应的敏感程度不同，一般是母本比父本更为敏感。母本一般较父本花时长，开花拖拉，高峰期不明显，如温度低湿度高，开花时间显著推迟，有的迟至下午两三点

钟才开花，而且花朵数大为减少，分散而零星。恢复系虽受影响，但不如不育系的变动幅度大，结果出现父母本花时不遇或相遇不好，严重影响异交结实率。南宁市农气站观察，南优2号制种凡是父母本花时相遇不好的那几天，日极端最高气温在29℃以下，14时相对湿度在70%以上。我省衡阳地区农科所观察，各不育系的要求并不一致，71—72A，湘矮早7号A怕低温高湿，日平均气温低于23℃，相对湿度大于80%往往导致花时延迟；珍汕97A、V20A、南早A等相对怕高温干燥，日平均气温高于28℃，极端最高气温在35℃以上，开花时相对湿度小于60%，则花时延迟，不利授粉。

为了解决好父母本花时相遇问题，使制种抽穗扬花时，不仅父母本花期相遇，而且能在相同或大体相同的时间开花，首先要根据父母本开花对温湿度的要求，结合本地区的气候条件，安排好适宜的安全开花期。我省9月上旬一般日平均气温在25℃以上，9月中旬为23℃左右，长沙稳定通过23℃平均日期为9月17日，因此秋季制种安全开花期宜安排在8月底9月初，使父母本抽穗扬花时避开高温、多雨、低温的不利季节。为此父本第一期应在5月底6月初播种，并争取在7月15日插秧，同时选择阳光充足、排灌方便、土质好、前作为早熟早稻的田块作制种田。

在掌握安全开花期的基础上，根据广西经验，下述措施对改善田间小气候，协调父母本花时，提高异交结实率有较好的效果。

（1）湿润灌溉 制种田中、后期，采用湿润灌溉不仅有利于养根促大穗，减少病虫危害，而且有提高田间温度、降低田间湿度、协调父母本花时的作用。抽穗扬花期田间积水，相对湿度会增大5—10%，但也不宜过干，在干旱情况下母本往往开花零星。

（2）适时割叶 父母本主穗刚露出叶鞘，割除部份叶片，达到“稻穗外露、行间见泥”，有利传粉，并可改善制种田通风透光条件，增加光照，提高田间温度0.5—1℃，降低相对湿度10%，利于父母本花时协调，是提高异交结实率，夺取制种高产更高产的重要措施之一。

（3）去除叶面露水 晴天早晨用竹竿拨去叶面露水，有降低田间湿度，减少因蒸发而损失的热量，因而促进父母本开花、延长花时相遇。

（4）田间喷水或灌溉 高温低湿期间，制种田父本一般提早开花散粉，花时缩短，母本则推迟开花，开花数减少，出现父母本花时不遇。田间灌水或在头天傍晚喷水，可降温增湿，协调花时。据广西苍梧县试验，田间喷水的父母本花时相遇的时间为2小时，而不喷水的仅50分钟，喷水比不喷水花时相遇时间延长一倍多。