农村停止生育准则对家庭子女数和人口性别比影响初探

陈 再 华

在我国农村，由于对劳动力和老有所养的要求，以及长期以来形成的旧的传统观念的影响，农村中每对夫妇对生育子女数的要求有一定的特点。一般来说最低要求是生育一个男孩后停止生育；在目前提倡控制人口的情况下，人们较理想的要求是生育一男一女后停止生育；就贫困落后的地区而言，人们最理想的要求是生育二男一女后停止生育。

1990年，笔者参加了联合国人口活动基金P04项目中的"中国贫困地区人口问题研究"课题，曾到陕西延安地区的宜川农村实地调查。在对一千户家庭的实际调查中发现，99%的家庭希望儿女双全，其中希望生育两男一女的占86.6%。几乎所有的农村家庭都要求必须有一个男孩。由于生育政策的约束，人们较理想的要求是生育一男一女。农村出现这种停止生育准则具有普遍性，这一方面是因为我国绝大多数农村地区目前还属劳动密集型生产，施行生产责任制后，需要劳动力，特别是男劳动力；另一方面是传统观念的作用和影响。例如我国农村中，只有生有男孩的妇女才能更易获得家庭和社会的尊重；农村长期以来形成的父母年迈后由儿子，而不是女儿负担照料的传统习俗；以及在"儿女双全"的旧观念支配下，不少人向往的"一男一女"，甚至"两男一女"的生育模式等。那么，目前，农村这种停止生育准则最终会对农村人口的性比例以及家庭子女数将会产生什么样的影响呢？本文将着重讨论这一问题。

一般而言，如果所有的夫妇生男生女的概率相同，那么在任何停止生育的准则下，对性比例不会产生影响，此时性比例同没有任何停止生育准则的情况相同；在另一种情况下，如果夫妇生男生女的概率存在差异，则将会对性比例和家庭子女数产生较大的影响。

下面运用概率理论来具体证实上述结论。第一种，最低要求：生育一个男孩后停止生育。我们先考虑一种简单的情况，假设所有的夫妇生育男孩的概率都为P，而生育女孩的概率都为q，则显然P＋q＝1。如果只生育一个男孩后停止生育，那么便会有如下概率分布(表1)。

表 1 "生育一个男孩后停止生育"的孩子数概率分布表

孩子数	1	2	3	…	n	…
概 率	p	pq	pq^2	…	pq^{n-1}	…

由表1可见，在"生育一个男孩后停止生育"的情况下，每个家庭平均的子女数即为上述概率分布表中的孩子数与相应概率乘积之和，实际上也就是孩子数的数学期望：

$$E(n)=p+2pq+3pq^2+\cdots+npq^{n-1}+\cdots$$
$$=\frac{1}{p}$$

于是，在这种情况下，平均每个家庭的子女数仅与夫妇生育男孩的概率有关。如果夫妇生育男孩的概率与生育女孩的概率相等，那么在这种停止生育准则的情况下，平均每个家庭的

子女数为2个，也就是说平均每个家庭要付出多生一个孩子为代价。如果夫妇生育男孩的概率小，那么平均每个家庭的子女数就会超过2个，这意味着要付出更大的代价。

在“生育一个男孩后停止生育”的情况下，性比例又会产生什么样的影响呢？

在上述情况下，m对夫妇生育的男孩数为：$m(p+pq+pq^2+\cdots+pq^{n-1}+\cdots)=\frac{mp}{1-q}=m$

m对夫妇生育子女的总数为：$m(p+2pq+3pq^2+\cdots+npq^{n-1}+\cdots)=\frac{m}{p}$

性比例则为：男孩数／女孩数 $=\dfrac{m}{\frac{m}{p}-m}=\dfrac{p}{q}$

可见，在这种停止生育准则的情况下，性比例仍为生男生女的概率之比，这同没有任何停止生育准则的情况下性比例完全一样。

下一步，我们考虑更复杂、更现实的情况。实际上，各对夫妇生男生女的概率并不完全一样，据调查可知，有些夫妇生育男孩的概率偏大，有些夫妇生育女孩的概率偏大，在这种情况下，“生育一个男孩后停止生育”对人口性比例和家庭子女数又将产生怎样的影响呢？

设第i对夫妇生育男孩的概率为p_i，生育女孩的概率为q_i，显然有 $p_i+q_i=1$，$(i=1,\cdots,m)$，这时m对夫妇生育的男孩数为：

$$\sum_{i=1}^{m}(p_i+p_iq_i+p_iq_i^2+\cdots+p_iq_i^{n-1}+\cdots)=m$$

m对夫妇生育子女的总数为：

$$\sum_{i=1}^{m}(p_i+2p_iq_i+3p_iq_i^2+\cdots+np_iq_{i-1}^{n-1}+\cdots)=\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{p_i}$$

那么，在这种情况下，平均每个家庭的子女数为：$\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{p_i}$，因为$p_i$（$i=1,\cdots,m$）并不完全相等，可以证明$\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{p_i}>2$，如果$p_i\leqslant q_i$。这也就是说如果夫妇生育男孩的概率偏小，平均每个家庭要付出多生一个以上的孩子为代价。

在上述情况下，男孩所占的比例为：$\dfrac{m}{\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{p_i}}$，这正是$p_i$的调和平均值，而在没有任何停止生育准则的情况下，男孩占全部孩子的比例为：$\dfrac{\sum_{i=1}^{m}p_i}{m}$，这正是$p_i$的算术平均值，由于$p_i$（$i=1,\cdots,m$）是一个大于零的数，故调和平均值小于算术平均值，即男孩占孩子总数的比例较没有停止生育准则的情况下降了，这意味着性比例下降了。对于这一现象可定性解释为：当各对夫妇生男生女的概率不相同时，有些夫妇生理上倾向于多生女孩，不易生男孩

（调查可知现实中这种情况存在），当要求生育一个男孩时，这些夫妇就要多生许多女孩，从而使性比例下降。

下面来推论一下上面的内容。在“生育α个男孩后停止生育的条件下（$\alpha\geqslant1$），情况又将如何呢？

同样，我们从最简单的情况出发，假设所有的夫妇生育男孩的概率为p，生育女孩的概率为q，生育女孩的概率为q，则$p+q=1$。在“生育$\alpha(\alpha\geqslant1)$个男孩后停止生育”的情况下，有如下的概率分布（表2）。

利用上述概率分布表2，计算孩子数的数学期望，即得在“生育α个男孩后停止生育”的情况下，平均每个家庭的子女数：

表2 “生育α个男孩后停止生育”准则下孩子数概率分布表

孩子数	1	…	α	…	$\alpha+n$	…
概　率	0	…	p^α	…	$C^n_{\alpha+n-1}P^\alpha q^n$	…

$$E(n)=1\times0+\cdots+\alpha p^\alpha+(\alpha+1)c_\alpha{}^1p^\alpha q+\cdots+(\alpha+n)C^n_{\alpha+n-1}p^\alpha q^n+\cdots$$

$$=\frac{\alpha p^\alpha}{(1-q)^{\alpha+1}}=\frac{\alpha}{p}$$

可见，在“生育α个男孩停止生育”的情况下，全社会平均每个家庭的子女数为$\frac{\alpha}{p}$，即增加了α倍。这当然成了一个很大的问题，一种性别的选择对人口增长会产生很强的影响作用。在夫妇生育男孩的概率偏小的情况下，为了生育α个男孩，她们要付出多生$(\frac{1}{p}-1)\alpha>\alpha$个孩子为代价。

可以计算在这种情况下性比例的变化：性比例＝男孩数/女孩数＝$\dfrac{m\cdot\alpha}{m\cdot\frac{\alpha}{p}-m\alpha}=\dfrac{p}{q}$

这说明性比例同没有任何停止生育准则的情况一样，并没有发生变化。

下一步我们考虑更实际一点的情况。事实上，各对夫妇生男生女的概率是有差异的，假设第i对夫妇生育男孩的概率为p_i，生育女孩的概率为q_i，$p_i+q_i=1$ $(i=1,\cdots,m)$。如果“生育α个男孩后停止生育”，我们可以推导出在这种情况下平均每个家庭的子女数为：

$\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\frac{\alpha}{p_i}$。可见子女数也增加了$\alpha$倍。可以推导出此时男孩的比例为：$\dfrac{m\cdot\alpha}{\sum_{i=1}^{m}\frac{\alpha}{p_i}}=\dfrac{m}{\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{p_i}}$。

它同前面的情况一样，即性比例较没有停止生育准则的情况下降了。

第二种，农村中较理想的停止生育准则——“生育一男一女后停止生育”。

目前，农村中绝大多数夫妇要求儿女双全，而儿女双全的最低限度是：一男一女。那么，如果“生育一男一女后停止生育”，对人口的性比例以及家庭的子女数又将产生什么样的影响呢？我们同样分两种情况来讨论。

首先，从简单的情况出发，假设所有的夫妇生育男孩的概率都为p，而生育女孩的概率都

为q，$p+q=1$。如果"生育一男一女后停止生育，那么有如下的概率分布（表3）。

表 3 "生育一男一女后停止生育"准则下孩子数概率分布表

孩子数	1	2	3	…	n	…
概 率	0	$pq+qp$	p^2q+q^2p	…	$p^{n-1}q+q^{n-1}p$	…

利用概率分布表3，同样可以计算出平均每个家庭的子女数：

$$E(n)=1\times0+2(pq+qp)+3(p^2q+pq^2)+\cdots n(p^{n-1}q+pq^{n-1})+\cdots$$

$$=\frac{1}{p}+\frac{1}{q}-1$$

可以证明：$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}-1\geqslant3$，等号成立当且仅当$p=q$时。这说明当生男生女的概率相等时，那么平均每个家庭的子女数为3个。实际上p与q，即生男生女的概率，并不完全相等，所以会导致平均每个家庭的子女数超过3个。可见为了儿女双全，平均每个家庭至少要付出多生一个以上的孩子为代价。

在上述情况下，性比例会产生什么样的变化呢？

此时m对夫妇生育男孩数为：$m\,[(pq+qp)+(2p^2q+pq^2)+(3p^3q+pq^3)+\cdots+(^{n-1})p^{n-1}q+pq^{n-1}+\cdots]$

$$=m\ (\frac{p}{q}+q)$$

m对夫妇生育子女总数为：$m\,[2(pq+qp)+3(p^2q+pq^2)+4(p^3q+pq^3)+\cdots+n\ \ (p^{n-1}q+pq^{n-1})\ \ +\cdots]\ =m\ \ (\frac{1}{p}+\frac{1}{q}-1)$

那么性比例为：
$$\frac{男孩数}{女孩数}=\frac{m\ \ (\frac{p}{q}+q)}{m\ \ (\frac{1}{p}+\frac{1}{q}-1)\ \ -m\ \ (\frac{p}{q}+q)}=\frac{p}{q}$$

可见在这种情况下，性比例同没有任何生育准则的情况一样，仍为生男生女的概率之比。

实际上，各对夫妇生男生女的概率是不相等的。那么生育一男一女后停止生育对人口性比例以及家庭子女数又会产生什么样的影响呢？

设第i对夫妇生男孩的概率为p_i，生女孩的概率为q_i，$p_i+q_i=1$，$i=1,\ \cdots,\ m$。

此时m对夫妇生男孩数为：

$$\sum_{i=1}^{m}[(p_iq_i+q_ip_i)+(2p_i^2q_i+p_iq_i^2)+(3p_i^3q_i+p_iq_i^3)+\cdots+(^{n-1})p_i^{n-1}q_i+p_iq_i^{n+1}\cdots]$$

$$=\sum_{i=1}^{m}(\frac{p_i}{q_i}+q_i)$$

m对夫妇生育子女的总数为：

$$\sum_{i=1}^{m}[(2cp_iq_i+q_ip_i)+3(p_i^2q_i+p_iq_i^2)+\cdots+n(p_i^{n-1}q_i+p_iq_i^{n-1})+\cdots]$$

$$=\sum_{i=1}^{m}\left(\frac{1}{p_i}+\frac{1}{q_i}-1\right)$$

那么，平均每个家庭的子女数为：$\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left(\frac{1}{p_i}+\frac{1}{q_i}-1\right)$。可以证明：$\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left(\frac{1}{p_i}+\frac{1}{q_i}-1\right)\geqslant 3$，等号成立当且仅当$p_i=q_i$，$i=1,\cdots,m$时。一般$p_i$和$q_i$并不完全相等，所以平均每个家庭的子女数大于3个，也就是说为了儿女双全，平均每个家庭至少要多生一个孩子。

在上述情况下，性比例为：

$$男孩数/女孩数=\frac{\sum_{i=1}^{m}\left(\frac{p_i}{q_i}+q_i\right)}{\sum_{i=1}^{m}\left(\frac{q_i}{p_i}+p_i\right)}=\frac{\sum_{i=1}^{m}\frac{p_i+q_i^2}{q_i}}{\sum_{i=1}^{m}\frac{p_i^2+q_i}{p_i}}$$

可以证明：$p_i+q_i^2=p_i^2+q_i$（$i=1,\cdots,m$），令$A_i=p_i+q_i^2=p_i^2+q_i$，那么上述性比例可以写成$\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{q_i}\Big/\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{p_i}$的形式。没有任何停止生育准则时的性比例为$\sum_{i=1}^{m}p_i\Big/\sum_{i=1}^{m}q_i$。我们可得到如下结论：

1°如果$p_i=q_i$（$i=1,\cdots,m$），那么两种情况下，性比例都是1。（这是一种理想的情况）

2°如果$p_i\leqslant q_i$（$i=1,\cdots,m$），那么$\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{q_i}\Big/\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{p_i}$小于或等于$\sum_{i=1}^{m}p_i\Big/\sum_{i=1}^{m}q_i$，即性比例较没有停止生育准则的情况会下降。（即生男孩概率偏小的情况）

此时显然有$\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{q_i}\Big/\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{p_i}\leqslant 1$，$\sum_{i=1}^{m}p_i\Big/\sum_{i=1}^{m}q_i\leqslant 1$。下面所要证明的

$$\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{q_i}\Big/\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{p_i}\leqslant\sum_{i=1}^{m}p_i\Big/\sum_{i=1}^{m}q_i$$

只需证明$\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{p_i}\cdot\sum_{i=1}^{m}p_i\geqslant\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{q_i}\cdot\sum_{i=1}^{m}q_i$即可①。

对上述结论我们可以这样来解释，如果妇女生女孩的概率偏高，那么要生一男孩就必须多生许多女孩，从而使性比例下降。

3°如果$p_i\geqslant q_i$（$i=1,\cdots,m$），那么同样可以证明$\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{q_i}\Big/\sum_{i=1}^{m}\frac{A_i}{p_i}\geqslant\sum_{i=1}^{m}p_i\Big/\sum_{i=1}^{m}q_i$

对这一结论可以这样解释：如果生男孩的概率偏高，那么要生一女孩就必须多生许多男孩，从而使性比例上升。（即生女孩概率偏小的情况）

第三种，农村中理想的生育要求——生育两男一女后停止生育。

目前，在农村，特别是落后的农村地区，绝大多数人认为理想的生育要求是：生育两男一女后停止生育。这种停止生育准则对人口性比例以及家庭子女数又会产生什么样的影响呢？我们同样分两种情况来讨论。

①证明过程从略——编者。

先假设所有的妇女生男孩的概率为p，生女孩的概率为q，$p+q=1$，那么在该停止生育准则下有如下的概率分布（表4）。

利用表4的概率分布，可以计算在该停止生育准则下平均每个家庭的子女数：

$$E(n)=1\times0+2\times0+3c_3{}^1p^2q+\cdots n(p^{n-1}q+c^1{}_{n-1}q^{n-2}p^2)+\cdots$$

$$=q+\frac{1}{q}+\frac{2q}{p}$$

表 4 “生育两男一女后停止生育”准则下孩子数概率分布表

孩子数	1	2	3	4	…	n	…
概率	0	0	$c^1{}_3p^2q$	$p^3q+c^1{}_3q^2p^2$	…	$p^{n-1}q+c^1{}_{n-1}q^{n-2}p^2$	…

可以证明：$q+\frac{1}{q}+\frac{2q}{p}>4$。这说明在该停止生育准则下，平均每个家庭至少要多生一个以上孩子。

在上述情况下，m对夫妇生育女孩数为：

$$m\left[C_3{}^1p^2q+(p^3q+2c_2{}^1q^2p^2)+\cdots+(p^{n-1}q+(n-2)c^1{}_{n-1}q^{n-2}p^2)+\cdots\right]=m\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)$$

同理可以计算出m对夫妇生育子女总数为：$m\left(q+\frac{1}{q}+\frac{2q}{p}\right)$，那么m对夫妇生育男孩数为：$m\left(q+\frac{1}{q}+\frac{2q}{p}\right)-m\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)=m\left(q+\frac{1}{q}-p^2\right)$。于是在上述情况下性比例为：

$$男孩数/女孩数=\frac{m\left(q+\frac{1}{q}-p^2\right)}{m\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)}=\frac{q+\frac{1}{q}-p^2}{p^2+\frac{2q}{p}}$$

下面来证明上述性比例即为$\frac{p}{q}$，事实上只要证明$\dfrac{q+\frac{1}{q}-p^2}{p^2+\frac{2q}{p}}-\frac{p}{q}=0$即可。

$$\frac{q+\frac{1}{q}-p^2}{p^2+\frac{2q}{p}}-\frac{p}{q}=\frac{q\left(q+\frac{1}{q}-p^2\right)-p\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)}{\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)q}=\frac{(q^2+1-p^2q)-(p^3+2q)}{\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)q}$$

$$=\frac{q(1+p+p^2)+(q^2-p^2q-2q)}{\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)q}=\frac{pq-q(1-q)}{\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)q}=\frac{pq-pq}{\left(p^2+\frac{2q}{p}\right)q}=0$$

即证得上述性比例为$\frac{p}{q}$，这说明在上述情况下，生育两男一女后停止生育，同没有任何停止生育准则的情况下性比例完全一样，仍为生男、生女的概率之比。

综观以上的内容，我们可以类推出如下结论：如果所有的妇女生男孩的概率是p，生女孩的概率为q，$p+q=1$，那么在任何停止生育准则下，性比例都是p/q。事实上这个结论很

容易得到证明。

实际上，各对夫妇生男生女的概率是有差异的，在这种情况下，生育两男一女后停止生育对人口性比例以及家庭子女数又会产生什么样的影响呢？

设第i对夫妇生男孩的概率为p_i，生女孩的概率为q_i，$p_i+q_i=1$，$i=1\cdots, m$。

那么平均每个家庭的子女数为$\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left(q_i+\frac{1}{q_i}+\frac{2q_i}{p_i}\right)$，可证明：$\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\left(q_i+\frac{1}{q_i}+\frac{2q_i}{p_i}\right)>4$，也就是说平均每对夫妇至少要多生一个以上的孩子。

同理可以计算出在上述情况下，m对夫妇生育女孩数为$\sum_{i=1}^{m}\left(p_i^2+\frac{2q_i}{p_i}\right)$，生育男孩数为$\sum_{i=1}^{m}\left(q_i+\frac{1}{q_i}-p_i^2\right)$。此时性比例为：

$$男孩数/女孩数=\frac{\sum_{i=1}^{m}\left(q_i+\frac{1}{q_i}-p_i^2\right)}{\sum_{i=1}^{m}\left(p_i^2+\frac{2q_i}{p_i}\right)}=\frac{\sum_{i=1}^{m}\frac{q_i^2+1-p_i^2q_i}{q_i}}{\sum_{i=1}^{m}\frac{p_i^3+2q_i}{p_i}}$$

同样可以证明：$p_i^3+2q_i=q_i^2+1-p_i^2q_i$，$i=1,\cdots, m$，令$B_i=p_i^3+2q_i=q_i^2+1-p_i^2q_i$，那么上述性比例可以写成$\sum_{i=1}^{m}\frac{B_i}{q_i}/\sum_{i=1}^{m}\frac{B_i}{p_i}$的形式。它与前面“生育一男一女后停止生育”的性比例在形式上是一样的。所以也有相同的三点结论。这三点结论用相同的方法可以证明，也可以用完全相同的方法来解释。

我们推广一下这个结论，如果夫妇是“生育α个男孩β个女孩后停止生育”（$\alpha>0$，$\beta>0$），只要夫妇间生男生女的概率存在差异，就会使平均每个家庭生育的子女数增加，而且对性比例会产生如下的影响：如果夫妇生育男孩的概率偏大，将会使性比例上升；如果夫妇生育女孩的概率偏大，将会使性比例下降。对于这个结论可以这样定性解释：如果夫妇生育男孩的概率偏大，为了生育β个女孩（$\beta>0$），就必须多生育许多男孩，从而使平均每个家庭的子女数增加，性比例上升；如果夫妇生育女孩的概率偏大，为了生育α个男孩（$\alpha>0$），就必须多生育许多女孩，从而使性比例下降，而且同样使平均每个家庭的子女数增加。

笔者在陕西宜川农村调查期间发现，几乎所有停止生育的夫妇都有两个以上的孩子，这在某种程度上正是上述三种停止生育准则的综合体现。据1987年全国妇女生育率调查，贵州和甘肃平均每位已婚妇女生育的子女数分别为3.47和2.79。这两个省的农村情况和宜川农村差不多，在某种程度上也正是上述三种停止生育准则的综合体现。

参考书目

1、《人口分析与规划》，蒋正华著，陕西科学技术出版社，1984年。
2、《概率论》，复旦大学编，高等教育出版社，1987年。

（作者工作单位：北京经济学院人口经济研究所）