

黄土高原地区综合
治理开发考察报告

内部资料
注意保存

* * * * *
* * * * * *
* 宁夏回族自治区人口、粮食 *
* 与水土资源利用 *
* * * * * *
* * * * * * * *

中国科学院黄土高原综合科学考察队
一九八七年十月

课题负责单位：

中国科学院

国家计划委员会

自然资源综合考察委员会

课题负责人：

苏人琼

参加考察研究单位及人员：

中国科学院

国家计划委员会

自然资源综合考察委员会

苏人琼 何希吾 倪建华

西北农业大学

刘俊民

报告编写人：

苏人琼 倪建华

宁夏回族自治区人口、粮食与 水土资源利用

苏人琼

倪建华

(中国科学院 自然资源综合考察委员会)
国家计划委员会

人口、粮食与水土资源开发利用问题是当今世界各国普遍关心的重要问题。对宁夏回族自治区来说，是关系到在本世纪末能否脱穷致富，使人民生活达到“小康水平”的关键问题之一。因此，建立人口、粮食模型，预测人口、粮食生产水平，如何开发利用水土资源，满足人民生活水平日益提高对粮食生产的需要就成为宁夏国民经济发展中的重要研究课题。

本文根据在宁夏考察获得的资料，分析了宁夏回族自治区人口、粮食与水土资源利用现状，应用灰色系统理论〔1〕，对自治区人口、粮食分别进行了预测，并提出了今后如何开发利用水土资源，满足人民生活水平日益提高对粮食的要求，供有关部门参考。

一、人口、粮食与水土资源开发利用现状

宁夏回族自治区位于我国西北部，黄河流域上游地区，属黄土高原的组成部分。全区土地面积6.64万Km²，折合9960万亩（航测实际面积5.18万Km²，折合7770万亩），是大陆上除三个直辖市外土地面积最小的省区。

宁夏土地资源比较丰富，解放初期，人均土地面积64.86亩，宜农荒地面积约2060万亩，人均荒地17.2亩；耕地面

积 9 7 1. 3 万亩(表 1)，人均耕地 8. 1 亩。三十五年来，农业有了很大的发展，据统计资料，1 9 8 4 年全区耕地达 1 2 6 0 万亩，净增加 2 8 8. 7 万亩，即增加了 3 0 %。据近年来全区农业区划资料统计，现有耕地 1 9 6 6. 7 万亩，宜农荒地 1 0 6 3. 3 万亩。

表 1 宁夏耕地面积变化表 单位：万亩

地 区	1949	1957	1965	1978	1983	1984
全区合计	971.3	1344.3	1384.0	1336.7	1260.6	1214.8
平原川区	223.1	357.3	337.8	328.1	326.9	324.0
山 区	748.2	987	1046.2	1008.6	933.7	890.8

宁夏回族自治区地处干旱地区，水资源贫乏，区内平均径流深 1 7. 3 毫米，自产地表径流多年平均为 8. 8 9 亿 m^3 。黄河从北部平原流过，黄河过境水量 3 2 5 亿 m^3 ，给本区的灌溉事业提供了方便。1 9 5 8 年自治区成立之后，在国家的大力扶持和兄弟省、区的积极支援下，水利建设取得了巨大的成就，据

表 2 宁夏灌溉面积变化表 单位：万亩

地 区	1949	1957	1965	1978	1983	1984
全自治区	193.4	324.3	313.1	254.6	350.8	353.5
平川区	192.2	306.2	289.8	299.8	303.2	301.2
山 区	1.2	18.1	23.3	54.8	47.6	52.3

统计(表2), 1949年全区水田及水浇地仅193.4万亩, 1984年水田及水浇地增加到360.2万亩, 为1949年的186%。水利建设很不平衡, 宁夏平原水利事业发展比较快, 1949年平原灌溉面积为192.2万亩, 1984年达305.47万亩, 增加灌溉面积113.27万亩, 增长了59%, 灌溉面积占耕地面积94%。山区的水利设施很差, 1949年灌溉面积仅1.2万亩, 1984年也只有54.7万亩, 占耕地面积6%。

由于耕地面积的不断扩大, 灌溉面积的增加, 宁夏的粮食生产发展很快, 据统计(表3), 1949年全区

表3 宁夏回族自治区粮食生产情况表

单位: 万kg

项 目	1949	1957	1965	1978	1983	1984
全区合计	31919	56040	81432	116980	144825	154221
其中: 平原川区	15854	30089	52999	77472	11000	113045
山 区	16067	22567	28433	39509	34825	41176

粮食总产3.19亿kg, 1984年达15.42亿kg, 增长3.83倍, 平均年递增率4.6%; 山区增长较慢, 1949年粮食总产1.60亿kg, 1984年为4.11亿kg, 增长1.56倍, 年递增率2.74%; 平原区粮食增长较快, 1949年粮食总产1.58亿kg, 1984年达11.30亿kg, 增长6.13倍,

平均年递增率达5.76%。

宁夏的人口增长很快，从1949年的119.75万人，发展到1957年（自治区成立前）的179.38万人，1984年达406.07万人，全区35年总增长2.39倍，平均每年递增35.5%，平均每年净增加8.18万人（表4），其中山区，1949年为53.5万人，1984年达175.8万人，增长

表4 夏宁回族自治区人口变化情况

单位：万人

项 目	1949	1957	1965	1978	1983	1984
全区合计	119.8	179.4	226.8	355.6	398.3	406.1
其中：平原区	66.3	98.6	127.7	206.2	226.7	230.3
山 区	53.5	80.8	99.1	149.4	171.6	175.8

2.29倍，平均每年递增率高达34.4‰。平原川区1949年66.3万人，1984年为230.3万人，增长2.47倍，平均每年递增3.6‰。

由于人口的迅速增长，使人均占有耕地面积（表5）下降很快。1949年至1984年全自治区由8.1亩下降到3.1亩，其中，平川区由3.37亩下降到1.41亩，山区由1.4亩下降到5.07亩；人均灌溉面积也由1.6亩下降到0.88亩。人均粮食占有量全区由267kg提高到380kg，从粮食不能自给到基本能自给。其中平原区由于水利条件好，人均粮食由239kg提高

表 5 宁夏人均耕地、灌溉面积、粮食变化情况表

项目	地区	年 份					
		1949	1957	1965	1978	1983	1984
人均	全自治区	8.1	7.5	6.1	3.8	3.2	3.1
耕地	平川区	3.37	3.62	2.8	1.59	1.44	1.41
(亩)	山区	14.0	12.2	10.6	6.76	5.44	5.07
人均	全自治区	1.6	1.8	1.4	1.1	0.88	0.83
灌面	平川区	2.9	3.11	2.27	1.45	1.34	1.31
(亩)	山区	0.02	0.22	0.24	0.37	0.28	0.30
人均	全自治区	267	312	359	329	364	380
粮食	平原区	239.1	305.1	415.0	375.7	435	490.8
(kg)	山区	216.2	279.3	286.9	264.8	202.9	234.2

到 491kg, 从不能自给到自给有余, 成为商品粮基地。山区人均粮食占有量保持在原有的水平, 粮食仍然不能自给, 还需要大量的救济粮。

二、宁夏人口预测

预测方法采用灰色系统模型进行。

1. 建立 GM(1, 1) 模型的方法

给定单序列原始数据

$$X^{(0)}(t) = \{ X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n) \}$$

对 $X^{(0)}(t)$ 作一次累加生成, 由公式

$$X^{(1)}(K) = \sum_{t=1}^K X^{(0)}(t) \quad \dots\dots (1)$$

则得累加生成数列 $X^{(1)}(K)$ 。

视 $X^{(1)}(K)$ 的一阶线性微分方程为

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = u \quad \dots\dots (2)$$

按最小二乘法求解参数向量

$$\hat{a} = [a, u]^T = [(A:B)^T(A:B)]^{-1}(A:B)^T Y_n \dots (3)$$

将参数向量代入微分方程, 即可解得 GM(1, 1) 模型方程为

$$\hat{X}^{(1)}(K+1) = \left\{ X^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right\} e^{-aK} + \frac{u}{a} \dots\dots(4)$$

2 建立GM(1, 1)模型资料的选择

人口的发展与社会政治、经济及人口政策有关。建国35年来，宁夏人口出生率大致可分为四个阶段，即1950—1957年国民经济恢复时期，人民生活显著提高，人口出生率从1950年的29.96‰提高到1957年的43.24‰；1958—1962年由于经济上的失误及“三年困难”时期，人民生活水平下降，人口出生率锐减，人口出生率“V”型低谷的1961年为13.02‰；1963—1975年为人口生育失控阶段，人口出生率为40.3%，最高的1963年达到50.52‰；1976—1985年为计划生育阶段，已收到了良好的效果。

人口的增长与人口政策密切相关。由于1949—1975年没有实行计划生育，人口增长率高，人口增长快，而且时间序列长，而后期实行计划生育，人口增长率低，人口增长量少，而且时间序列短。因此，如果按1949—1985年全部人口数列来建立预测模型，预测值必然会偏高，所以我们以原始数列 $X^{(0)}(t)$ 中逐渐舍去前期一些数据，分几个时段的人口数列建立GM(1, 1)预测模型，分别计算预测值，从中选出误差最小的预测模型。

3 不同时间数列GM(1, 1)的人口预测值及其分析

(1) 1949—1985年人口数列的预测模型为

$$X^{(1)}(K+1) = 43863070 \times e^{0.03208991K} - 42665570 \dots\dots\dots(5)$$

按模型(5)的计算值与实际值检验,最大相对误差为 13.6% 最小为 0.17%, 而且在 1980 年以后,模型计算值呈逐年比实际值增大的趋势(表 1), 因此,用该模型进行预测,其结果将偏大。

(2) 1975—1985 年人口数列的预测模型

1) 全自治区的预测模型:

$$X^{(1)}(K+1) = 147317400 e^{0.02281259K} - 144038200 \dots\dots\dots(6)$$

表 6

1950—1985年宁夏自治区人口计算值与实际值比较

年 份	计 算 值 (万人)	实 际 值 (万人)	误 差 (%)	年 份	计 算 值 (万人)	实 际 值 (万人)	误 差 (%)
1950	119.75	119.75	0	1968	246.82	244.41	-0.98
1951	143.04	125.96	-13.56	1969	254.86	255.34	0.18
1952	147.70	133.19	-10.90	1970	263.18	264.97	0.68
1953	152.52	142.42	-7.10	1971	271.76	277.35	2.01
1954	157.49	151.04	-4.27	1972	280.62	286.66	2.10
1955	162.63	158.41	-2.67	1973	289.77	297.24	2.51
1956	167.93	165.11	-1.71	1974	299.22	307.80	2.79
1957	173.41	172.02	-0.81	1975	308.98	317.24	2.61
1958	179.06	179.38	0.18	1976	319.06	327.92	2.70
1959	184.90	193.52	4.45	1977	329.46	337.93	2.51
1960	190.93	208.86	8.58	1978	340.20	346.71	1.88
1961	197.16	213.03	7.45	1979	351.30	355.58	1.20
1962	203.59	203.06	-0.26	1980	362.75	364.14	0.38
1963	210.23	198.81	-5.74	1981	374.58	373.72	-0.23
1964	217.08	206.71	-5.02	1982	386.80	383.38	-0.89
1965	224.16	215.53	-4.01	1983	399.41	393.04	-1.62
1966	231.47	226.79	-2.07	1984	412.44	399.36	-3.27
1967	239.02	236.38	-1.12	1985	425.89	406.07	-4.88

按模型(6)计算值与实际值检验,最大相对误差为0.82%,最小的相对误差为0.034%,平均相对误差接近零(表7),其误差值很少。因此用模型(6)对宁夏自治区人口进行预测,其结

表7 宁夏自治区1975—1985年
人口计算值与实际值比较

年 份	计 算 值 (万人)	实 际 值 (万人)	误 差 (%)
1975	327.92	327.92	0
1976	339.93	337.92	-0.59
1977	347.78	346.71	-0.31
1978	355.80	355.58	-0.06
1979	364.01	364.14	-0.03
1980	372.41	373.71	0.35
1981	381.00	383.38	0.62
1982	389.80	393.04	0.82
1983	398.79	399.05	0.07
1984	407.99	406.87	-0.28
1985	417.41	414.62	-0.67

果列于表(8)。

表 8 宁夏自治区 1986—2000 年人口预测值

年 份	预 测 值 (万 人)	年 份	预 测 值 (万 人)
1986	427	1994	513
1987	437	1995	524
1988	447	1996	536
1989	457	1997	549
1990	468	1998	562
1991	479	1999	574
1992	490	2000	588
1993	501		

2) 平原川区 1975—1985 年人口预测模型为

$$X^{(1)}(K+1)=96540740_{\bullet}0.020244^K-94645660$$

..... (7)

按模型(7)计算值与实际值检验,最大相对误差为-1.07%,最小相对误差为0.0004%(表9),其误差很小。用模型(7)预测宁夏平原区人口值,其结果列于表(10)。从表(10)可见,宁夏平原区2000年人口将增加到320万人。

表 9 宁夏平原 1975—1985 年人口

计算值与实际值比较

年 份	计 算 值 (万人)	实 际 值 (万人)	误 差 (%)
1975	189.51	189.51	0 .
1976	197.43	195.35	-1.07
1977	201.46	200.71	0.37
1978	205.59	206.17	0.28
1979	209.79	210.59	0.38
1980	214.08	214.92	0.39
1981	218.46	219.90	0.66
1982	222.93	224.75	0.81
1983	227.48	227.48	0.00
1984	232.14	231.05	0.47
1985	236.88	235.37	-0.64

表 1 0

宁夏平原 1 9 8 6 — 2 0 0 0 年

人口预测值

年 份	预测值 (万人)	年 份	预测值 (万人)	年 份	预测值 (万人)	年 份	预测值 (万人)
1986	242	1990	262	1994	284	1998	308
1987	247	1991	267	1995	290	1999	315
1988	252	1992	273	1996	296	2000	320
1989	257	1993	279	1997	302		

3) 宁南山区 1 9 7 5 — 1 9 8 5 年人口预测模型为

$$X^{(1)}(K+1) = 53520580e^{0.0262801K} - 52136430$$

..... (8)

按模型(8)计算值与实际值检验, 最大相对误差为 0. 8 5 %, 最小相对误差 0. 0 2 7 % (表 1 1)。

(表 1 1 见下页)

按模型(8)预测 1 9 8 6 — 2 0 0 0 年宁南山区人口的结果列于表 1 2。

表 1 1 宁南山区 1 9 7 5 — 1 9 8 5 年人口计算值
与实际值比较

年 份	计 算 值 (万人)	实 际 值 (万人)	误差 (%)
1975	138.41	138.41	0
1976	142.52	142.58	0.04
1977	146.31	146.00	-0.22
1978	150.20	149.41	-0.53
1979	154.20	153.55	-0.43
1980	158.31	158.80	0.30
1981	162.53	163.48	0.58
1982	166.86	168.29	0.85
1983	171.30	171.56	0.16
1984	175.86	175.82	-0.03
1985	180.55	179.25	-0.72

表 1 2 宁南山区 1 9 8 6 — 2 0 0 0 年人口预测值

年 份	预 测 值 (万人)	年 份	预 测 值 (万人)
1986	185.35	1994	228.72
1987	190.29	1995	234.81
1988	195.36	1996	241.06
1989	200.56	1997	247.49
1990	205.90	1998	254.07
1991	211.38	1999	260.84
1992	217.01	2000	267.79
1993	222.79		

三、宁夏粮食产量预测

采用 $GM(1, 1)$ 模型与回归分析联合模型方法预测。

1. 建立 $GM(1, 1)$ 模型与回归分析联合模型的方法

建立 $GM(1, 1)$ 模型的方法与人口预测模型的建立方法相同。由于影响粮食产量的多因素性及这些因素的随机性，单纯应用灰色模型难于较准确地预测粮食产量。为此，我们除在预测模型中应用了灰色系统理论外，又增加了数理统计中的回归分析方法。其方法如下：