

# 甘肃省岩金矿品位-储量分布模型

罗建民<sup>1,2</sup>, 张新虎<sup>2</sup>, 彭德启<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学, 武汉 430074; 2. 甘肃省地质矿产勘查开发局, 兰州 730000)

**[摘要]**对甘肃省已发现599处金矿床(点、矿化点)资料的统计、研究,建立了甘肃省岩金矿品位模型、品位-储量联合模型及储量分布模型。分别总结了甘肃省岩金矿床品位、储量的分布特征及找矿方向和资源潜力。

**[关键词]**品位-储量模型 储量分布模型 岩金矿床 甘肃省

**[中图分类号]**P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2005)05-0062-04

## 1 数据基础

1) 本文采用的岩金矿床规模分级标准为:大型矿床( $\geq 20t$ ),中型矿床(5~20t),小型矿床(1~5t),矿点( $< 1t$ ),矿化点(一般无储量)<sup>[1]</sup>。

2) 建立甘肃省已发现599个金矿(点、矿化点)类型、品位、储量及产出位置数据库。

## 2 甘肃省金矿床类型-储量模型

甘肃省已发现各类金矿床、矿点、矿化点599处,其中:独立岩金(以下简称岩金)矿床(点)422处,占甘肃省金矿总数的76%,占金矿总储量的74%(图1)。此类矿床(点)除阿拉善成矿带和敦煌成矿带仅有个别金矿点、矿化点外,其它各成矿省(带或亚带)中均有较多产出。具代表性的典型矿床有:肃北县小西弓中型金矿床、天水市柴家庄中型金矿床、玛曲县大水大型金矿床等。

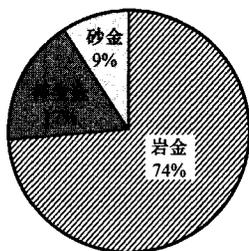


图1 甘肃省金矿类型-储量分布模型

伴生金矿床(点)18处,占总数的3%,占总储

量的17%。此类金矿储量的94.4%以伴生金产于金川铜镍矿床和白银厂铜多金属矿床中,其余少量分布于个别铜或铜(金)矿床(点)中。

砂金矿历年来为民间大规模开采,地质勘查工作甚少,统计总储量偏小。

由图1可知,甘肃省岩金矿床(点)占全省金矿总数的76%,其储量占全省金矿总储量的74%,足以说明岩金矿床在甘肃省过去乃至将来的金矿勘查、开发中都占有重要地位<sup>[1]</sup>。

## 3 甘肃省岩金矿规模-储量模型<sup>[2-4]</sup>

甘肃省大型岩金矿床4处,出现频率为1%,占岩金总储量的21%(图2)。中型20处,出现频率5%,占总储量的37%,小型77处,出现频率18%,占总储量的26%,矿点209处,出现频率49%,占总储量的16%。矿化点112处出现频率27%。

从图2可知,累计出现频率仅为6%的大、中型岩金矿床占据了甘肃省岩金矿床总储量的58%。

因此研究大、中型岩金矿床的成因及分布规律,对指导全省的金矿勘查、开发工作具有重要的经济意义<sup>[1]</sup>。

## 4 甘肃省岩金矿品位-累计吨位模型

### 4.1 甘肃省岩金矿品位、储量特征

甘肃省共发现岩金矿床、矿点310处,其中有完整品位、储量记载的矿床、矿点166处(品位、储量

**[收稿日期]**2005-03-11; **[修订日期]**2005-05-16; **[责任编辑]**曲莉莉。

**[第一作者简介]**罗建民(1958年-),男,1982年毕业于西安地质学院,获学士学位,教授级高工,在读硕士生,现主要从事区域地质、矿产地质调查与研究。

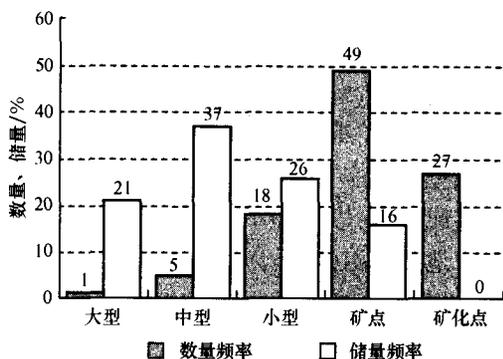


图2 甘肃省岩金矿规模-储量联合模型

记载不完整者多为矿化点),占甘肃省岩金矿总储量的85.2%(表1)。

表1 甘肃省岩金矿品位-储量百分数统计表

序号	品位分段 / $10^{-6}$	数量 /个	数量频率	数量累计百分数	储量	储量累计百分数
1	0.5~1	5	3.01	3.01	0.54	0.54
2	1~2	21	12.65	15.66	11.00	11.54
3	2~3	20	12.05	27.71	7.20	18.74
4	3~4	29	17.47	45.18	13.35	37.09
5	4~5	18	10.84	56.02	13.80	50.89
6	5~6	18	10.84	66.87	11.65	62.54
7	6~7	13	7.83	74.70	6.18	68.72
8	7~8	3	1.81	76.51	0.74	69.46
9	8~9	12	7.23	83.73	9.01	78.47
10	9~10	6	3.61	87.35	1.58	80.05
11	10~11	4	2.41	89.76	1.60	81.66
12	11~12	3	1.81	91.57	1.75	83.41
13	12~13	1	0.60	92.17	1.89	85.30
14	13~14	1	0.60	92.77	9.02	94.32
15	14~15	1	0.60	93.37	0.35	94.68
16	15~16	2	1.20	94.58	1.01	95.69
17	16~17	2	1.20	95.78	1.27	96.96
18	19~22	2	1.20	96.99	0.62	97.59
19	22~23	1	0.60	97.59	0.08	97.67
20	23~32	1	0.60	98.19	1.40	99.07
21	32~35	1	0.60	98.80	0.62	99.69
22	35~46	1	0.60	99.40	0.02	99.70
46		1	0.60	100.00	0.30	100.00
合计		166				
变化系数		1.167	1.22			

从(表1)可知,甘肃省岩金矿床(点)品位总体偏低且分布不均匀。92%的金矿床(点)平均品位低于 $13 \times 10^{-6}$ ,其中67%的金矿床(点)平均品位在 $(1 \sim 6) \times 10^{-6}$ 之间。产出频率变化系数1.167。

占全省岩金总储量85%的岩金品位低于 $13 \times 10^{-6}$ ,其中62%的岩金储量品位在 $(1 \sim 6) \times 10^{-6}$ 之间。储量百分数变化系数1.22。

4.2 甘肃省岩金矿品位-累计储量回归模型

在岩金矿床(点)数据库中,选取品位大于 $1 \times$

$10^{-6}$ 的矿床(点)161个,累计储量459t,占岩金总储量的92%。以各品位段为自变量,各品位段储量之和为因变量绘制品位-储量分布图(图3)<sup>[1]</sup>,对各品位段总储量作多项式拟合(图3),经一阶导数分析:多项式曲线在品位分别为 $21.6 \times 10^{-6}$ 和 $37.4 \times 10^{-6}$ 处分为三段<sup>[5]</sup>。因此甘肃省岩金矿床(点)不同品位段储量分布趋势明显分为三段,中-低品位段( $1 \times 10^{-6} \sim 22 \times 10^{-6}$ )占岩金矿床(点)总储量的97%。高品位段( $22 \times 10^{-6} \sim 37 \times 10^{-6}$ )及特高品位段( $37 \times 10^{-6} \sim 46 \times 10^{-6}$ )仅占岩金矿床(点)总储量的3%。因此只分析、研究中-低品位段金矿床(点)品位-储量变化趋势,足以代表甘肃省岩金矿床(点)总体特征。

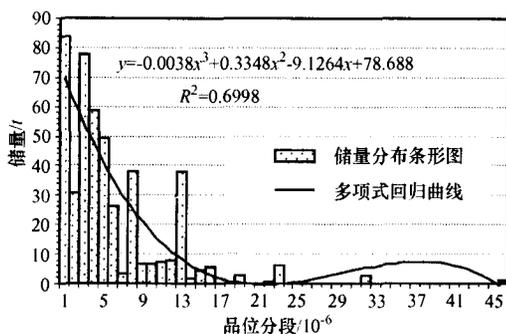


图3 甘肃省岩金矿品位-储量分布图

以品位为自变量,累计储量(吨位)为因变量,对品位、累计储量作非线性函数拟合,其中指数函数拟合的相关指数最大(0.97)<sup>[6]</sup>。

建立甘肃省岩金矿品位-累计储量指数回归模型(图4)<sup>[1,6]</sup>:

$$T = 566.45e^{-0.1961c}$$

$$R = 0.971$$

T:为甘肃省岩金累计储量预测量(t)。

C:为岩金矿品位( $10^{-6}$ )。

R:为相关指数。

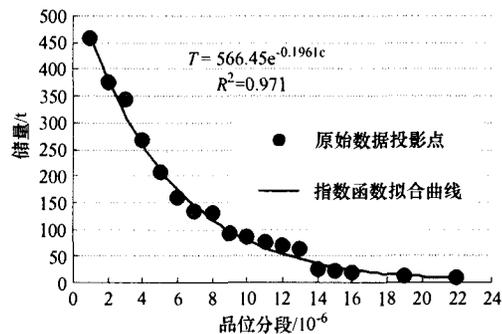


图4 甘肃省岩金矿品位-累计储量回归预测模型

由拟合方程及相关指数( $R=0.971$ )知:甘肃省岩金矿床品位与储量呈负相关关系,且所建回归函数具有很高的拟合度。认为用该回归模型对甘肃省岩金矿床(点)作累计储量预测,其可信度可达97%以上。

即以该模型确定,甘肃省品位大于 $2 \times 10^{-6}$ 岩金矿已探明储量的理论值为382.6t,大于 $6 \times 10^{-6}$ 岩金矿已探明储量的理论值为174.65t。

## 5 甘肃省岩金矿储量分布模型<sup>[1,7-9]</sup>

全省共发现岩金矿床、矿点、矿化点422处,其中北山成矿带发现岩金矿150处,占岩金矿总数的36%,占全省岩金总储量的22%(图5)。祁连成矿带发现岩金矿59处,占总数的14%,占岩金总储量的13%。秦岭成矿带发现186处,占总数的43%,占岩金总储量的53%。扬子成矿带20处,占总数的5%占岩金总储量的4%。松潘—甘孜成矿带7处,占总数的2%,占岩金总储量的8%。

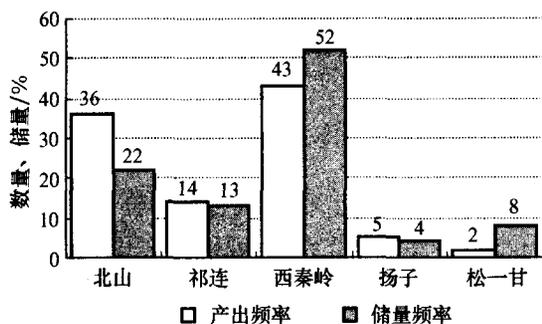


图5 甘肃省岩金矿储量分布模型

由图5可知:①甘肃省93%的岩金矿床(点)分布于秦岭、北山和祁连成矿省(带),其中43%的岩金矿床(点)产于秦岭成矿省;②甘肃省88%的岩金储量产于秦岭、北山和祁连成矿省(带),其中53%的岩金储量产于秦岭成矿省;③甘肃省西秦岭成矿省岩金资源潜力最大,其次为扬子和松潘—甘孜成矿省(该成矿省面积小,仅7%的岩金矿床(点)蕴藏着全省12%的岩金储量)、祁连成矿省、天山成矿省。

## 6 甘肃省岩金矿地质模型<sup>[10-11]</sup>

综上所述,结合甘肃省岩金矿成因类型及成矿地质特征,总结甘肃省岩金矿地质模型:

甘肃省跨7个Ⅱ~Ⅲ级成矿构造带,除敦煌成矿带和阿拉善成矿带仅有个别岩金矿产出外,其余各成矿带均有大量岩金矿产出。

北山成矿带:华力西期中酸性侵入岩极为发育,以石英脉型岩金矿为主,北带有与中酸性火山岩有关的岩金矿产出,南带有少量蚀变岩型岩金矿产出。矿石品位中等,矿床规模可达中型,累计储量占全省岩金总储量的22%。

祁连成矿带:以产于下古生界寒武系、奥陶系、志留系等地层火山碎屑岩或碎屑岩中的蚀变岩型金矿为主,少量产于中酸性侵入岩体内外接触带的石英脉型金矿,矿石品位一般贫到中等,矿床规模多为小型或矿点,个别蚀变岩型岩金矿床可达中型规模,累计储量占全省岩金总储量的13%。

西秦岭成矿带:北带以产于元古宇、下古生界变质火山岩或碎屑岩及中酸性侵入岩体内外部的石英脉型金矿为主,矿石品位富,可达中型规模,中带和南带以产于泥盆系~三叠系浅变质碎屑岩内,距中酸性侵入岩体外接触带一定距离的蚀变岩型金矿为主,少数为石英脉型和夕卡岩型。矿石品位一般贫到中等,矿床规模可达中—大型,累计储量占全省岩金总储量的53%。

松潘—甘孜成矿带:以产于三叠系、二叠系白云质灰岩及灰岩中的微细粒型岩金矿和产于三叠系、泥盆系碎屑岩及中酸性侵入岩体(脉)内的蚀变岩型金矿为主,品位贫到中富,矿床规模可达中—大型,累计储量占全省岩金总储量的8%。

扬子成矿带:以产于中上元古界浅变质碎屑岩和火山碎屑岩中的石英脉型为主,矿石品位贫到中等,矿床规模小,累计储量占全省岩金总储量的4%。

## 7 结论

1) 岩金矿床的勘查、开发在甘肃省占有重要地位。全省76%的岩金矿床、矿(点)占据全省金矿总储量的74%。

2) 大、中型岩金矿床的勘查研究应为甘肃省地勘工作的重点。甘肃省岩金58%的储量集中在仅占6%的大、中型岩金矿床(点)中。

3) 甘肃省岩金矿床(点)金品位总体偏低且分布不均匀。62%的岩金储量品位在 $1 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6}$ 之间。84%的岩金品位低于 $13 \times 10^{-6}$ 。

4) 甘肃省岩金矿品位与储量之间呈非线性负相关联系,品位—储量回归预测模型:

$$T = 566.45e^{-0.1961C}$$

式中 $C(1 \leq C < 22)$ 为岩金矿品位( $10^{-6}$ )。T为甘肃省累计探明岩金储量理论值(t)。回归拟合

相关指数( $R=0.971$ )。

5) 甘肃省岩金矿资源潜力由大到小,找矿靶区优选次序应为:西秦岭成矿省→松潘-甘孜和扬子成矿省→祁连成矿省→北山成矿省。

6) 北山成矿带产出石英脉型岩金矿和少量蚀变岩型岩金矿。祁连成矿带以蚀变岩型岩金矿为主,局部产出少量的石英脉型金矿。西秦岭成矿带北部以石英脉型岩金矿为主,中、南带以蚀变岩型岩金矿为主,松潘-甘孜成矿带产出微细粒型岩金矿和蚀变岩型金矿。扬子成矿带以石英脉型岩金矿为主。

#### [参考文献]

- [1] 侯云生,张新虎,彭德启,等. 甘肃省黄金资源及可持续发展[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,2004.
- [2] 赵鹏大. 矿产勘查的若干重要思路及途径[A]. 矿产勘查专业三届一次全国学术讨论会. 天津. 1995,3-8.
- [3] 赵鹏大,魏民,金友渔,等. 地质勘探中的统计分析[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1990,50-100.
- [4] 王学平,魏民,杨丽沛,等. 中国斑岩型铜矿床品位-吨位模型[J]. 地质与勘探,2000,36(1): 57-59.
- [5] 同济大学. 高等数学[M]. 上海:人民教育出版社,1978,92-175.
- [6] 冯士雍. 回归分析方法[M]. 北京:科学出版社,1985.7.
- [7] 黄志英,李光明. 西藏雅鲁藏布江成矿区斑岩型铜矿基本特征与找矿潜力[J]. 地质与勘探,2004,40(1): 1-6.
- [8] [英]肯尼思·法尔科内. 分形几何-数学基础及应用[M]. 曾文曲,刘世耀译. 沈阳:东北大学出版社,1993.58-98.
- [9] 饶明辉,李浩昌,刘光萍. 中国金资源预测及金矿远景区划[J]. 铀矿地质,1997,13(3): 159-166.
- [10] 地质矿产部情报研究所编著. 矿床模式专辑[M]. 北京:地质出版社,1988.38-51.
- [11] 殷先明,任丰寿,徐家乐,等. 甘肃省岩金矿床地质[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,2000.47-51.

## GRADE - RESOURCE DISTRIBUTION MODEL OF ROCK GOLD DEPOSITS IN THE GANSU PROVINCE

LUO Jian-min<sup>1,2</sup>, ZHANG Xin-hu<sup>2</sup>, PNEG De-qi<sup>2</sup>

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074;

2. Gansu Bureau of Mineral Resources for Exploration and Development, Lanzhou 730000)

**Abstract:** After statistics and studies on known 599 gold deposits (occurrences, mineralizing spots) in the Gansu Province, grade - model, the combined grade - resource model and the resource distribution model of rock gold deposits are established. Grade and resource distribution characteristics of rock gold deposits are summarized and prospecting direction as well as potentials are proposed.

**Key words:** grade - resource model, resource distribution model, rock gold deposits, Gansu Province