

寨上金矿区成矿机制及成矿预测

彭素霞¹, 赵文川²

(1. 西安地质矿产研究所, 西安 710054; 2. 武警黄金部队第二总队, 廊坊 065000)

[摘要]至2005年底,寨上金矿区共圈定15个工业矿体,矿区规模达到大型,而该区外围工作一直没有展开。矿区构造运动史、成矿时代、区域矿产分布特征及相关测试,均说明寨上矿区成矿具有多期、多次、多源的特点。矿区外围申都一带的构造及热液供给条件等与寨上矿区相比,具有极其相似的特征,而且具有更为优越的成矿条件,其可作为寨上矿区扩大规模的远景区段。

[关键词]金矿床 成矿机制 成矿预测 寨上

[中图分类号]P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2007)02-0040-05

寨上金矿区位于甘肃省岷县,地理坐标为东经 $104^{\circ}09'00'' \sim 104^{\circ}27'00''$,北纬 $34^{\circ}27'00'' \sim 34^{\circ}36'00''$,区内交通较为便利,距212国道约15km,距宝兰铁路线陇西站140km,距兰州300km。该区处于岷(县)—礼(县)成矿带的西部^[1](图1),带上分布有岷县鹿儿坝金矿^①、礼县李坝金矿^[2]等较多的金矿床,矿区的形成与岩浆热液关系密切^[3],至2005年底,矿区累计探获金资源量(333+334)48512kg^②。

1 区域地质

矿区大地构造位置处于中朝准地台(I)秦

岭—昆仑纬向构造体系(II)临潭—天水褶皱带(III)红崖—马坞镇断裂带(IV)^[4]。

出露地层主要有中泥盆世白云质灰岩、灰质板岩、变质粉砂岩、泥质岩,晚泥盆世板岩、粉砂质板岩、砂岩等,二叠纪硅质板岩、碳质板岩、硅质粉砂岩、泥质板岩,石炭纪碎屑岩、灰岩、板岩等。

2 矿区地质

矿区地层主要为二叠纪、泥盆纪板岩夹少量灰岩,总体产于一个向北倾斜的倒转褶皱中。断裂构造发育,所有矿脉均呈断裂形态产出,除已知矿脉

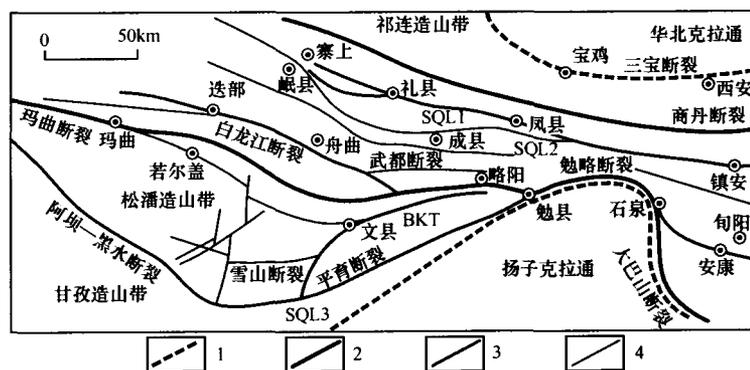


图1 西秦岭地区大地构造略图

(据张国伟等1996划分方案修编)

1—克拉通与造山带边界;2—板块缝合带主断裂;3—分隔构造地层单元断裂;4—一般断裂

[收稿日期]2006-02-28;[修订日期]2006-09-14;[责任编辑]韩进国。

① 康介富. 甘肃岷县鹿儿坝金矿普查地质报告,1997.

② 赵文川. 甘肃省岷县寨上金矿区普查地质工作总结,2005.

[第一作者简介]彭素霞(1976年—),女,2005年毕业于长安大学,获硕士学位,现主要从事矿产地质研究工作。

外,共发现 7 条断裂,按走向分为近东西向、北西向两组。近东西向断裂走向 $280^{\circ} \sim 290^{\circ}$,矿脉均平行于该组断裂,分布于其两侧或断裂本身即为矿化体,该组断裂及其派生的次级构造为该区的容矿构造。区内现发现 15 条矿脉及多处矿化点,矿(脉)体严格受断裂和地层双重控制,在空间上呈近平行带状展布,成分主要为破碎蚀变炭质板岩、泥质板岩、蚀变砂岩、泥质钙板岩、灰岩、褐铁矿、黄铁矿、高岭土、泥质、硅质等,矿化及蚀变强烈,构造迹象明显(图 2)。

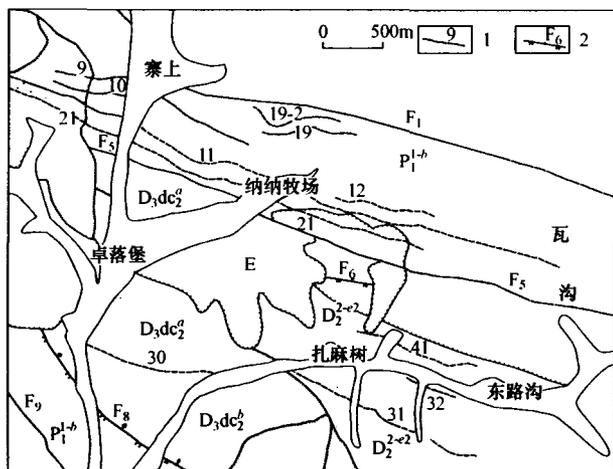


图 2 寨上地质简图

P_1^{b-} —下二叠统 b 组; $D_3dc_2^a$ ($D_3dc_2^b$)—上泥盆统大草滩群 $a(b)$ 组下段; D_2^{2-2} —中泥盆统 e 组二段; 1—矿脉及编号; 2—断层及编号

“茶固滩帚状构造体系”(图 3),位于岷县以东茶固滩—申都—马坞镇一带,东西长 110km,南北宽 45km,由一系列弧形伸展的断裂和褶皱组成,呈一个向东撒开向西收敛的帚状,主要由茶固滩—喂子坝断裂带、新城—红崖断裂带及夹于其中的卓路—国营牧场复背斜构成,倾向北东,倾角中等至直立,断裂切断泥盆、石炭、二叠、白垩及第三系,并控制中、新生代山间断陷盆地分布,断裂带内岩石挤压破碎,断层角砾岩、构造透镜体发育。其发展于祁吕系西翼褶皱带的基础上,主要形成于印支期,燕山期后仍有活动。

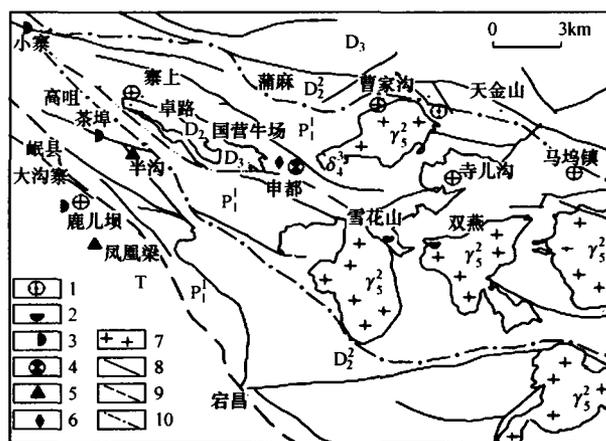


图 3 “茶固滩帚状构造”及区域矿床(点)分布示意图
1—金矿床; 2—钼矿点; 3—铋矿床; 4—铅锌矿点; 5—铁矿点; 6—铜矿点; 7—花岗岩体; 8—一般断裂; 9—深大断裂; 10—帚状构造带断裂

3 构造格局及运动史

3.1 大地构造归属

矿区位于西秦岭造山带北亚带,北侧以商丹断裂为界与祁连—北秦岭造山带相连,南侧以岷县—凤县—镇安断裂与西秦岭造山带南亚带相连^[5]。

该区历经了西秦岭地区陆陆碰撞、地壳抬升、板块变形等陆内演化阶段,构造性质复杂,受“秦岭造山带”、“祁吕系”共同影响,但保持整个秦岭造山带近东西向为主方向的构造特征。

3.2 区域构造演化

3.2.1 祁吕系“山字型”构造体系

祁吕系构造体系位于阴山—天山、秦岭—昆仑两个巨型纬向构造体系之间。主要由发育于晚古生代—三叠纪中一系列规模宏大的断裂、复式褶皱及华力西期、印支期、燕山期中酸性岩体和超基性岩体组成,岩体被切割或挤压破碎,并控制和切割了第三系,说明构造有过多次活动。该构造在区内表现为

3.2.2 秦岭纬向构造体系

秦岭造山带是经历长期、多次不同造山作用而形成的复合型大陆造山带^[6],与寨上成矿作用密切的主要有如下几个阶段的发展过程:

1) 古生代—中三叠世早期,在相对稳定的滨海沉积环境中,形成一套次稳定—稳定的以台地相碳酸盐岩为主的沉积建造。

2) 中三叠世早期—晚三叠世,地壳发生裂陷作用,形成活动性很强的一系列东西向裂陷槽,造就了一套深海—半深海浊流复理石碎屑沉积建造。

3) 三叠纪末,发生印支运动,南北大陆俯冲碰撞发生造山作用,岩浆活动和变质作用发育,地层普遍发生不同程度的褶皱和区域变质作用,形成变质程度低而均匀的千枚岩型变质岩系,这一时期使秦岭—昆仑纬向构造体系成熟定型,奠定了该区的基本构造格局。

4) 中生代中晚期至新生代时期,发生燕山—喜

马拉雅期陆内造山运动。西秦岭山系急剧隆升,构造运动以陆内推覆、走滑剪切和断隆、断拗为主,形成现今构造格局和地质、地貌景观。

5) 燕山期,早期由于印支造山期后的应力松弛,地壳由挤压收缩状态转为拉张伸展状态,岩石圈内发育大量的张性构造,中酸性岩体侵位;晚期地壳处于不平衡抬升与南北向挤压收缩状态,西秦岭地区构造体系发育成熟。

4 区域矿产分布特征

综观岷县—马坞镇一带矿产分布,可大致分为3个矿带^[7]:

1) 高温成矿带——钨锡矿带:分布于柏家庄岩体西北缘内接触带,沿二云母花岗岩裂隙充填,属高温热液型石英钨锡矿。

2) 中温成矿带——铁、多金属矿带:主要分布于申都—岷县一带,有铁、铜、铅—锌矿。

3) 低温成矿带——汞锑矿带:主要分布于岷县以西一带,矿种以辉锑矿为主,呈单脉或复脉产出,受斜切裂隙和层间裂隙控制。

距离岩体从近到远的矿产分布,依次为高温—中温—低温,基本呈近东西向依次展布,说明该区成矿与岩体紧密相关,是岩体为区域内矿产的形成提供了条件,也同时说明了矿液运移的主通道为区内

近东西—北西西向断裂。

5 金的成矿时代及物质来源

对比研究西秦岭主要金矿成矿时代可知,该区金矿成矿时代可分为3个主要时段:60Ma 以来的早第三纪,130Ma ~ 100Ma 的早白垩世,160Ma ~ 220Ma 的早侏罗世—晚二叠世^[8-9]。

寨上金矿蚀变矿物绢云母和含金石英脉⁴⁰Ar/³⁹Ar 快中子活化年龄测试结果表明,金矿主要成矿时代为(125.28 ± 1.26)Ma ~ (130.62 ± 1.38)Ma^③。根据因子分析的地质意义解释,每一个主因子可看作为一个成矿期次^[10],寨上矿区矿石样中 Au 的因子模型为: $Au_{\text{矿石样}} = 0.335\ 989F1 + 0.316\ 171F2 - 0.145\ 622F3 + 0.688\ 645F4$ ^③(表1),由此可知 Au 由3个成矿期次提供,其中以 F4 为主, F1、F2 提供小部分。第一期(F1)中伴随有中温热液元素(Cu、Pb、Zn)与低温迁移元素(As、Sb、Bi、Hg),说明该期成矿的热液距该区较远;第二期(F2)中 Au 与高温元素(Ni、Mn)和成岩元素(Ba)关系密切,第三成矿期(F4) Au 也是伴随成岩元素(Sr)和代表基性、超基性岩浆热液活动的元素(V)在一起,说明这两期(F2、F4)成矿是岩浆热液的扩散或渗透进入围岩的原生成矿作用所形成,与岩浆侵入有关。

表1 寨上矿石样与矿化样微量元素正交旋转因子解

微量元素	矿石样				矿化样			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
Au	0.335 989	0.316 171	-0.145 622	0.688 645	0.380 037	0.160 474	-0.106 147	0.446 644
As	0.648 498	-0.552 955	0.230 567	0.214 651	0.620 560	-0.644 216	0.173 083	0.041 904
Sb	0.983 198	-0.088 714	0.105 848	0.030 230	0.977 941	-0.129 759	0.083 710	0.036 335
Bi	0.907 277	-0.290 344	0.235 956	-0.021 886	0.882 544	-0.363 722	0.187 460	0.040 137
Hg	0.987 378	0.031 868	0.090 688	0.009 455	0.986 348	0.002 693	0.081 066	0.028 728
Cu	0.984 983	0.045 387	0.082 708	0.030 267	0.987 649	0.017 353	0.074 158	0.011 718
Pb	0.812 672	0.205 105	0.273 463	-0.042 493	0.822 279	0.117 252	0.186 311	0.151 423
Zn	0.973 682	0.076 414	0.078 758	0.110 817	0.983 629	0.040 086	0.071 928	0.069 252
Co	0.977 388	-0.039 528	-0.065 885	0.064 562	0.975 722	-0.069 513	-0.065 030	0.002 579
Ni	0.277 415	-0.862 136	0.097 529	0.097 342	0.235 071	-0.884 639	0.090 147	0.061 122
Mn	-0.030 456	-0.914 231	0.275 829	-0.080 117	-0.079 326	-0.901 883	0.297 581	0.005 208
Ti	-0.363 566	0.188 014	-0.881 536	-0.039 833	-0.278 516	0.205 020	-0.908 219	0.083 834
Cr	-0.000 542	0.049 722	-0.946 390	0.123 726	0.009 745	0.039 208	-0.958 752	0.009 719
Ba	-0.251 691	-0.833 130	-0.184 395	-0.040 515	-0.153 696	-0.723 467	-0.445 100	-0.230 096
Sr	-0.213 104	-0.071 316	-0.349 517	0.710 497	-0.074 101	0.022 616	0.056 118	-0.904 225
V	-0.135 237	0.227 428	-0.321 743	-0.660 855	-0.177 419	0.198 328	-0.353 079	0.295 980

注:中国人民武装警察部队黄金指挥部测试中心测试,2004。

由聚类分析谱图(图4)可以看出:当相关系数 $r = 0.8$ 时, As、Sb、Hg、Cu、Zn、Co、Bi、Pb 为一组, Ti、

③ 路彦明. 甘肃省岷县寨上金矿深部及外围成矿规律及找矿预测报告, 2004.

Cr 为一组,其余各元素分别为一组,金与各元素的相关性并不好,说明 Au 的来源具有多源性:既有代表中低温热液的 As、Sb、Bi、Hg、Cu、Pb、Zn,又有代表成岩元素 Ba 及代表高温热液的 Co、Ni、Mn 等。

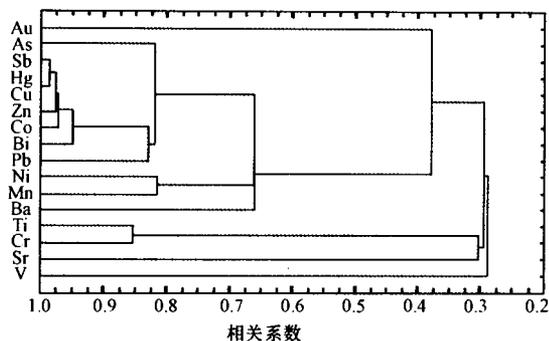


图 4 寨上金矿 R 聚类分析图谱

李坝金矿是与花岗岩有关的、受构造破碎带控制的岩浆热液活动的产物^[11],对比寨上金矿、卡林金矿、李坝金矿氢氧同位素组成,寨上金矿床氢、氧同位素值投影点主体落入岩浆水区域内(图 5),说明寨上金矿成矿和岩浆热液活动密切相关。个别样品向大气降水线漂移,反映成矿流体中大气降水的参与和流体与围岩的氢氧同位素进行了交换,说明了寨上成矿物质的多源性^③。

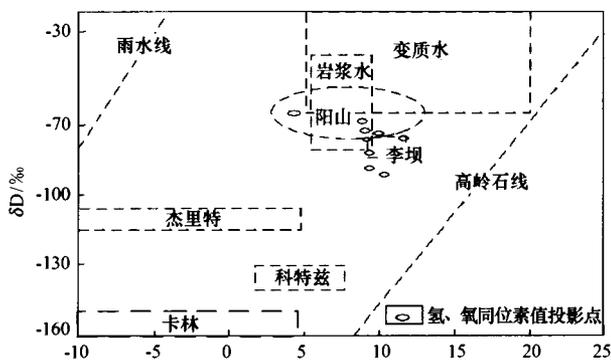


图 5 寨上金矿床氢、氧同位素组成
(阳山资料据齐金忠,2004)

在 160Ma ~ 220Ma 的早侏罗世一晚二叠世时,秦岭—昆仑纬向构造体系尚处于相对稳定的沉积期,不可能有金矿体的形成;祁吕系在古生代的寒武纪—中生代的三叠纪构造活动相对活跃,华力西期、中生代火山岩主要分布于祁吕贺兰“山字型”构造体系的断裂带内及其附近;从石英脉捕获的锆石 SHRIMP U - Pb 年龄测试结果均在 300Ma 以前(图 6)^③,意味着该区石英脉的形成时间也较早(华力西晚期)。而且从寨上金矿体的来源可知,第一期物

质不是岩浆成分,应与不断运动的构造活动提供动力热液有关,是祁吕系构造运动提供了动力,从而说明该体系构造对金矿体的形成具有相当重要的作用,造就了第一期成矿作用。而发生于该区三叠—白垩的印支运动,南北大陆俯冲碰撞造山作用强烈发生,致使裂隙槽关闭并褶皱隆起成山系,伴随造山构造运动有较为发育的岩浆活动和变质作用,中川、碌础坝、柏永庄、闫井、教场坝五大花岗岩群侵入,为金矿体的形成提供了足够的热动力(岩浆热液、动力热液)及成矿物质^[12],为该区的主要成矿时代。从寨上主成矿时代看,其与印支运动时间上相近,从其成矿物质看也与该活动期所侵入的岩体关系密切。而在其后的燕山期—喜山期的构造运动使地层发生强烈的褶皱上升,祁吕系发展和成熟,秦岭—昆仑纬向构造体系继续发育,虽然岩浆活动总体较弱,但该区的中川地区在燕山早期仍有侵入岩浆活动,为金的再次富集提供动力及热液,导致金的第三次富集。

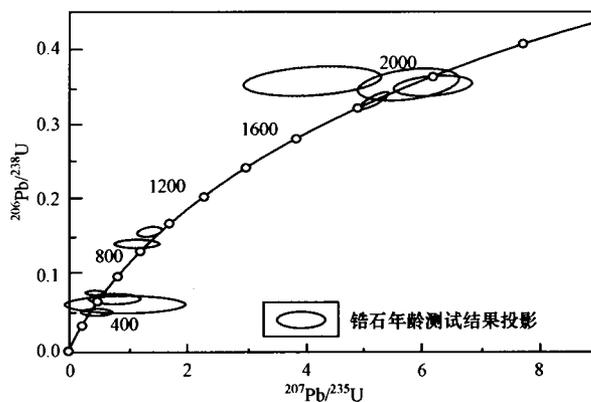


图 6 寨上金矿锆石 SHRIMP U - Pb 年龄测试图谱

综上所述,寨上矿区二叠纪含碳板岩具有较高吸附能力,是金富集优越的孕床;祁吕系构造运动为金矿初步富集的动力、物质和空间;印支期岩体入侵、构造的活动和改造,提供了更为畅通的运移通道和储矿空间、大量动力热液及岩浆热液;燕山运动又为金活化、再次富集提供了物质和能量,最终富集成微细浸染型金矿——寨上金矿,并达到相当规模。

6 申都与寨上成矿条件对比及靶区优选

“茶固滩帚状构造带”主体由 2 条断裂及 1 个背斜构成,在分布形态上呈一个“眼球状”形迹,即两端分支复合,中间膨大。从构造角度看,其两端有利于矿物质的沉淀、富集,易形成矿化体,寨上矿区正处于构造的西北端,申都位于该构造东南端(图

7),与寨上西北端呈一对称分布的构造格局,均处于两组断裂交会部位,而且该区同样具备 1:20 万金异常,所以该区与寨上矿区有极其相似的成矿条件。该区距离印支期斑状黑云母花岗岩岩体 4~5km,处于成矿最佳距离范围(2~10km),而且该区同时具有 As 异常与之相套合。As 异常、金异常、构造分支、复合与岩体在空间上形成一套完整的成矿组合模式,它提示了金的赋存位置及金的来源、运移方向,所以说该区比赛上更具备成大矿的条件和空间。

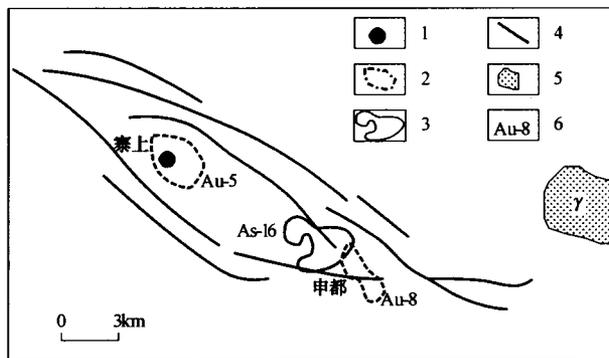


图7 寨上一申都构造示意图
(据区域地质图简化)

1—金矿床;2—金异常;3—砷异常 4—断裂构造;5—花岗岩体;
6—异常编号

该区可作为扩大寨上矿区规模的 A 级靶区。

[参考文献]

- [1] 张复新,张旺定,张正兵. 秦岭造山带金矿床类型与构造背景[J]. 黄金地质,2000(4):59-65.
- [2] 黄杰,王建业,韦龙明. 甘肃李坝金矿床地质特征及成因研究[J]. 矿床地质,2000,19(2):105-115.
- [3] 刘新会,于岚,刘爽,等. 甘肃省岷县寨上金矿床地质特征与成因初探[J]. 地质与勘探,2005,41(增刊):74-79.
- [4] 地质部陕西地质局区域地质测量队. 中华人民共和国 1:48-XV(岷县)幅地质图说明书(1/20万)[M]. 北京:地质出版社,1970.
- [5] 周振环. 甘肃省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [6] 张国伟,张本仁,袁学诚,等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [7] 甘肃省地质矿产局化探队. 地球化学图说明书(岷县)[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [8] 甘肃省地质矿产局化探队. 地球化学图说明书(岷县)[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [9] 陈衍景,张静,张复新. 西秦岭卡林-类卡林型金矿床及其成矿时间、构造背景和模式[J]. 地质论评,2004(2):134-152.
- [10] 胡以铿. 地球化学中的多元统计分析[M]. 北京:中国地质大学出版社,1991.
- [11] 冯建忠,汪东坡,王学明,等. 西秦岭三个典型金矿床稳定同位素地球化学特征[J]. 中国地质,2004(1):78-84.
- [12] 杨礼敬,胡晓隆,马佩文. 甘肃省武山县竹子沟金矿地质特征及找矿模型探讨[J]. 地质与勘探,2004,40(3):36-41.

MINERALIZATION MECHANISM AND PROGNOSIS IN THE ZHAISHANG GOLD MINING AREA

PENG Su-xia¹, ZHAO Wen-chuan²

(1. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054;

2. No. 2 Gold Geology Team, Chinese Armed Police Force, Langfang 065000)

Abstract: By the end of 2005, 15 industry ore bodies had been compartmentalized in the Zhaishang gold mining area. Gold ore reserve in the mine has reached to large scale although the periphery of the mine had not been worked. Research results of tectonic movement history, metallogenetic times and regional distribution of mineral deposits show that mineralization at Zhaishang possesses multiple period, multiple stage and multiple source. Structures and hydrothermal supply conditions in the Shendu area, which is located in the periphery of Zhaishang, are similar to that in the Zhaishang mining area. Shendu area has more favourable conditions for gold mineralization, and can become a good perspective region.

Key words: gold deposit, metallogenetic mechanism, metallogenetic prognosis, Zhaishang