

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2020.06.04

引用格式: 秦宇龙, 赵春, 詹涵钰, 等. 四川省道孚县容须卡地区红柱石矿地质特征及综合利用[J]. 中国地质调查, 2020, 7(6): 27-34.

四川省道孚县容须卡地区红柱石矿地质特征及综合利用

秦宇龙, 赵春, 詹涵钰, 熊昌利, 徐云峰, 武文辉, 李峥, 李名则

(四川省地质调查院稀有稀土战略资源评价与利用四川省重点实验室, 成都 610081)

摘要: 红柱石作为高级耐火材料和提取硅铝合金的主要矿物, 适用于冶金、建材、陶瓷、航空等多种行业。国内对红柱石的需求将随着社会经济发展日益增长。四川省容须卡构造岩浆热穹隆位于松潘—甘孜造山带东部, 区域内广泛出露以三叠系西康群为主的被动陆缘复理石地层, 构造岩浆热穹隆核部及四周为印支—燕山期花岗闪长岩和伟晶岩脉, 热接触变质带中主要有红柱石二云母片岩、红柱石十字石云母片岩、含十字石红柱石二云母石英片岩和二云母片岩等岩石类型。片岩中富含红柱石、十字石等矿产, 伟晶岩脉富含锂、铍等稀有矿产。四川道孚县容须卡地区红柱石中 Al_2O_3 含量为 61.44%、 SiO_2 含量为 37.11%、 $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 含量为 0.18%、 FeO 含量为 0.15%, 可满足高级耐火材料、技术陶瓷和硅铝合金原料的工业要求。经过地质调查和资源潜力评价, 远景预测资源量为 2.3 亿 t, 规模可达大型以上。四川康定—雅江—道孚红柱石资源蕴藏量大, 随着国家建设重点向西部地区转移, 资源综合利用优势明显, 开发前景良好, 有望成为我国最大的红柱石矿床或世界级大矿。通过进一步开展工作, 开发后可缓解我国红柱石部分需要依靠进口的局势。

关键词: 红柱石; 地质特征; 综合利用; 容须卡

中图分类号: P578.945; P619.23

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2020)06-0027-08

0 引言

红柱石属硅酸盐矿物, 其中 Al_2O_3 占 60% 以上, 是一种煅烧时体积稳定、耐高温、抗腐蚀的耐火材料^[1]。它不仅可为冶炼时的高级耐火材料和技术陶瓷工业的原料所用, 还可用作冶炼高强度轻质硅铝合金、制作金属纤维以及超音速飞机和宇宙飞船的导向型材^[2], 国外还利用铝红柱石进行煤的气化和制作雷达天线罩^[3]。从 20 世纪 70 年代开始, 我国工业生产领域已对红柱石引起重视, 其应用范围也在迅速扩大, 发达国家对红柱石矿的需求量也在不断增长^[4]。红柱石精矿在国内亦属紧缺产品, 每年用量以 10%~13% 的速度递增, 国内年需求含红柱石系列耐火产品近 180 万 t, 需高品级红柱石精矿约 13 万 t, 国内市场每年进口红柱石精矿超过

5 万 t, 随着社会科技发展, 需求量将日益增长^[5]。本文通过地质矿产调查工作, 对容须卡地区红柱石矿开展了预查工作, 再结合已有资料, 评价四川道孚县容须卡红柱石矿资源量属大型矿床, 具有极大的资源潜力和开发价值。

1 地质概况

1.1 区域地质概况

研究区位于松潘—甘孜造山带东部, 大地构造位置属巴颜喀拉地块, 区域内广泛出露三叠系西康群为主的被动陆缘复理石地层(图 1)^[6], 遭受了长时间的剥蚀^[7-10]。早期受 NNE 向逆冲挤压推覆构造影响, 形成了 NNW 向平卧褶皱、倒转紧闭褶皱及 NW 向逆断层; 印支晚期—燕山早期受近 EW 向挤压应力作用形成了近 SN 向的褶皱构造, 同时期的岩浆活动强烈, 岩浆岩的侵入在局部影响了构造线

收稿日期: 2020-02-29; 修订日期: 2020-07-08。

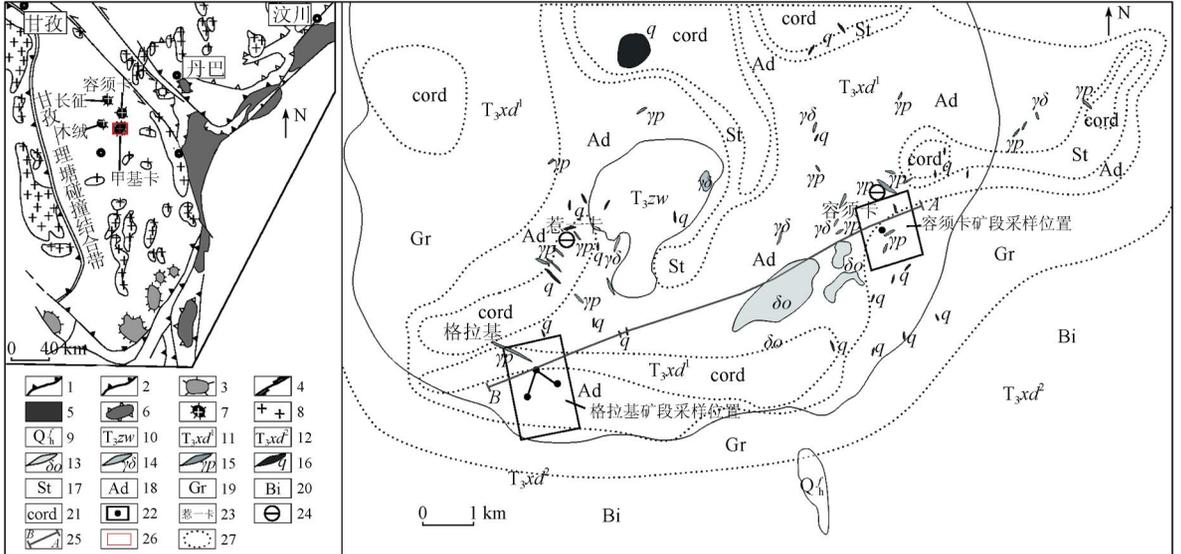
基金项目: 四川省地质调查院科技基金“川南沉积型稀有金属成矿规律研究(编号: 202001)”, 四川省科技计划“川西锂矿大型能源基地成矿关键技术研究与示范(编号: 2018SZ0276)”和“四川扎坝—龙古地区矿产地质调查(编号: 12120113049500)”项目联合资助。

第一作者简介: 秦宇龙(1976—), 男, 高级工程师, 主要从事区域地质调查、矿产勘查研究工作。Email: 63328712@qq.com。

通信作者简介: 赵春(1964—), 男, 高级工程师, 主要从事区域地质调查、矿产勘查研究工作。Email: 1049966262@qq.com。

方向,在西部应力交接的构造复合部位,形成了甲基卡、容须卡、木绒、长征和瓦多5个构造岩浆热穹隆;发育有低绿片岩相变质岩系上叠加黑云母带至低角闪岩相的递进变质带^[11-13]。容须卡红柱石矿即位于岩体热接触变质带内。印支晚期—燕山

早期酸性岩浆侵入活动及构造格架是形成各类矿产的主要成矿、控矿地质条件^[6,14],已发现的锂铍铈钽、红柱石、熔炼石英等矿(点)均与其有关^[15-17],其中红柱石矿带规模大,具有良好的开发前景。



1. 逆冲推覆带; 2. 滑脱带; 3. 构造穹隆; 4. 平移断层; 5. 前震旦纪变质杂岩; 6. 变质核杂岩; 7. 岩浆核杂岩; 8. 中—新生代花岗岩; 9. 第四系; 10. 侏倭组; 11. 新都桥组一段; 12. 新都桥组二段; 13. 石英闪长岩; 14. 花岗闪长岩; 15. 花岗伟晶岩脉; 16. 石英脉; 17. 十字石带; 18. 红柱石带; 19. 石榴石带; 20. 黑云母带; 21. 堇青石带; 22. 矿段及采样位置; 23. 地名; 24. 锂矿; 25. 剖面位置; 26. 工作区位置; 27. 变质岩带分界线

图1 研究区地质略图^[6]

Fig.1 Geological sketch of the study area^[6]

1.2 容须卡地区地质特征

容须卡地区出露上三叠统侏倭组和新都桥组(图1),产状为一背斜穹隆,地层倾角30°~60°,核部平缓,向边部逐渐变陡。区内发育中酸性岩脉,主要有花岗伟晶岩脉、闪长岩脉、花岗细晶岩脉和石英脉。印支晚期—燕山期石英闪长岩呈独立岩株(枝)状侵入于侏倭组地层中,出露面积7.85 km²。发育NW—SE向平行展布断裂和构造岩浆热穹隆,在断裂附近由于构造挤压及左型平移剪切作用,形成一系列规模较大的NW向或近SN向延伸的强劈理化带^[6,11-13]。构造岩浆热穹隆呈浑圆状,南北长1 km,东西宽约10 km;核部出露上三叠统侏倭组灰色—深灰色十字石片岩、深灰色千枚岩,四周出露新都桥组一段灰色堇青石二云母片岩、堇青石—十字石二云母片岩、堇青石—十字石—红柱石二云母片岩、红柱石二云母片岩以及新都桥组二段角岩化粉沙质条带状红柱石、石榴石片岩。变质带呈环

带分布,其渐进变质带由核部向四周依次为十字石带→红柱石带→石榴子石带→黑云母带→绢云母—绿泥石带,在十字石带、十字石—红柱石带发现与花岗岩伟晶岩脉有关的锂、铍、铈钽等稀有金属矿,红柱石位于热变质作用形成的变质带(十字石—红柱石带、红柱石带)内。十字石、红柱石等变斑晶在岩石中杂乱分布,多顺面理分布,具明显的热接触变质岩特点^[6,14]。

2 矿床特征

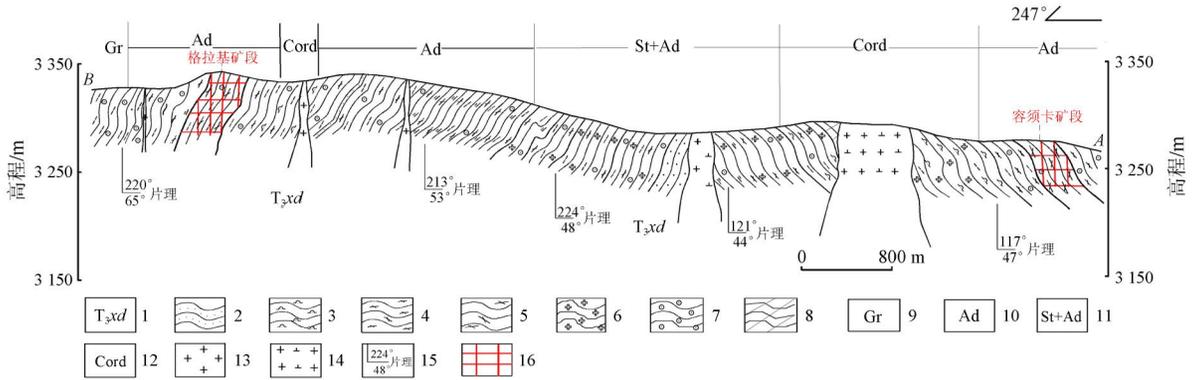
2.1 含矿层及矿体特征

容须卡红柱石矿床属于受岩浆岩及构造控制的热液接触变质型红柱石矿床。印支晚期—燕山早期中酸性侵入岩的侵入,使上三叠统普遍发生热接触变质作用。红柱石是强烈变质的产物,矿体主

要赋存于上三叠统新都桥组十字石-红柱石二云母片岩、红柱石二云母片岩和角岩化粉沙质条带状红柱石片岩中。含矿层顶板岩层为上三叠统新都桥组石榴石片岩,底板岩层为上三叠统新都桥组灰色堇青石二云母片岩,含矿层在地层特征及空间特征上均较稳定。

矿体一般位于含矿层中部,由中-粗粒、柱状

红柱石片岩组成。由矿体向矿层顶、底部过渡,岩性由中-粗粒、柱状红柱石片岩依次向中-细粒状、细斑-细粒状红柱石片岩和石榴石片岩、黑云母板岩变化^[11]。各类片岩在化学成分、矿物成分上与矿石基本一致,它们与矿石的区别主要体现在红柱石斑晶大小、含量及岩石结构不同,中-粗粒、柱状红柱石片岩中的红柱石易于选矿(图 2)。



1. 上三叠统新都桥组; 2. 变质砂岩; 3. 堇青石片岩; 4. 中细粒红柱石片岩; 5. 中粗粒柱状红柱石片岩; 6. 十字石片岩; 7. 石榴石片岩; 8. 角岩; 9. 石榴石带; 10. 红柱石带; 11. 十字石红柱石带; 12. 堇青石带; 13. 花岗岩; 14. 花岗闪长岩; 15. 片理及产状; 16. 矿段

图 2 容须卡地区红柱石剖面

Fig. 2 Section of andalusite-bearing strata in Rongxuka area

矿体呈层状展布,沿走向局部地段有膨大或缩小和尖灭现象,但沿倾向方向,矿体厚度基本稳定。根据矿体空间位置及其与围岩的接触关系,全矿区可划分为格拉基矿段和容须卡矿段:格拉基矿段为

主矿体,呈似层状,目前控制走向长度 2 000 m,厚度 200 m;容须卡矿段,呈似层状,其走向长度大于 2 000 m,厚度大于 100 m。矿体产状与围岩一致,倾向为 230°~280°,倾角为 40°~65°(表 1)。

表 1 容须卡红柱石矿矿体特征

Tab. 1 Andalusite ore body characteristics in Rongxuka area

矿段名称	矿石类型	矿体长度/m	矿体厚度/m	红柱石含量/%			含矿层岩性特征
				最高	最低	平均	
格拉基	中-粗粒、柱状红柱石	>2 000	>200	20.2	7.2	10.2	十字石-红柱石二云母片岩
	中-粗粒、柱状红柱石	>2 000	>200	25.3	8.1	15.1	红柱石二云母片岩
容须卡	中-粗粒、柱状红柱石	>2 000	>200	18.5	6.3	9.3	十字石-红柱石二云母片岩
	中-粗粒、柱状红柱石	>2 000	>200	20.6	7.1	13.4	红柱石二云母片岩

2.2 矿石特征

2.2.1 矿物成分和结构构造

矿石基本矿物成分为红柱石和少量铁铝榴石、十字石,脉石矿物主要为石英、黑云母、白云母。红柱石主要产于红柱石二云母片岩及十字石-红柱石二云母片岩中,主要变质矿物共生组合类型位于红柱石角岩带中,代表性矿物组合有:石英+黑云母+白云母+铁铝榴石+红柱石+斜长石、石英+

黑云母+铁铝榴石+红柱石+斜长石、石英+铁铝榴石+红柱石、石英+黑云母+白云母+斜长石+红柱石和石英+黑云母+白云母+斜长石^[7](图 3)。根据变质矿物十字石、红柱石形成的矿物共生组合特征,推测其热变质的温度约为 550 °C,压力为 0.2~0.4 GPa^[11-12]。矿石结构主要为显微鳞片变晶结构、斑状变晶结构及交代残余结构。矿石构造主要为定向、片状构造及变余纹层状构造。

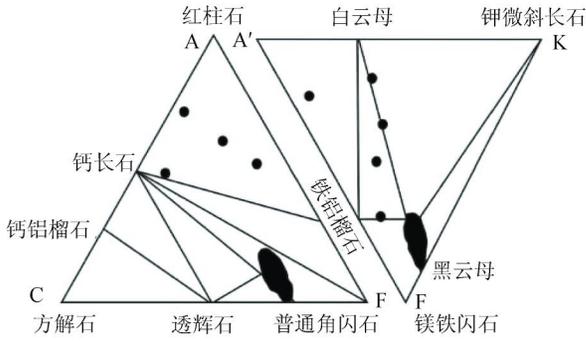
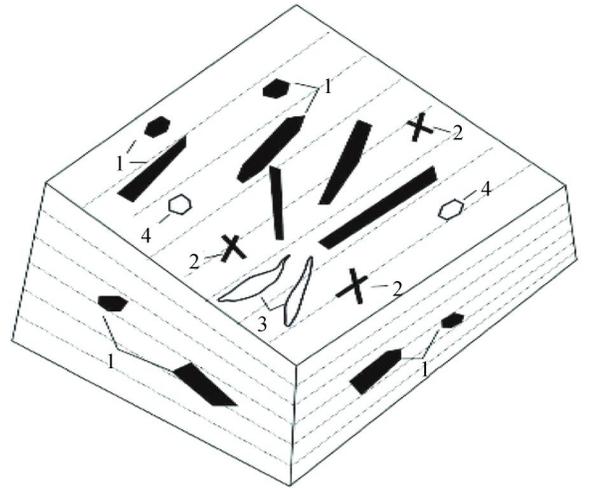


图3 红柱石带 ACF 和 A'KF 图^[8]

Fig. 3 Andalusite ACF and A'KF diagram^[8]

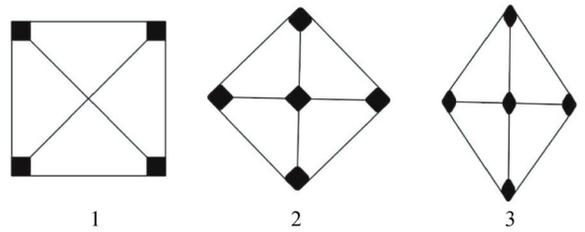
红柱石晶体呈近四方柱状的变斑晶, 晶体中常有碳质包体构成十字形花纹的空晶石, 形成“肋骨状”残缕结构。晶体多平行片理, 少数切穿片理生长, 晶体互相交错, 分布无明显定向性(图4)。后期交代作用不强烈, 局部发生了绢云母化蚀变。2V(-), 负延性, 具弱多色性(淡红和浅绿色), 油浸中呈无色, 干涉色多为一级灰白色, 硬度 6.5~7.5。对容须卡、格拉基矿段 3 个点中的红柱石碎块各随机拣块 100 粒进行了观察统计。红柱石总体颜色为褐红色、肉红色, 个别蓝灰色、灰白色; 含量一般 8%~15%, 高者达 20%~25%; 长度一般在 2.5~15 cm(含量 > 65%), 长者达数厘米至 70 cm; 横截面以正方形缺棱为主(图5), 一般横截面直径 0.5~1.5 cm(含量 > 70%), 个别大于 3 cm。



1. 红柱石; 2. 十字石; 3. 石英; 4. 石榴石

图4 红柱石在片岩中的分布素描

Fig. 4 Sketch of andalusite distribution in schist



1. 正方形横截面; 2. 正方形缺棱横截面; 3. 棱形横截面

图5 容须卡红柱石晶体横截面示意图

Fig. 5 Schematic diagram of cross section of andalusite in Rengxuka

2.2.2 矿石化学成分

矿石中主要化学成分见表2。SiO₂、Al₂O₃含量

表2 矿石全岩多元素化学成分
Tab. 2 Multi-element chemical composition of the whole rock

样品编号	w _B /%						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O + Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO
单7 ^[18]	37.08	61.47	<0.02	—	—	0.39	—
单8 ^[18]	36.26	59.08	0.66	—	—	0.41	—
单9 ^[18]	37.11	60.79	<0.14	—	—	0.75	—
样品1 ^[19]	38.81	59.53	0.29	0.06	0.28	—	0.36
样品2 ^[19]	36.01	63.04	0.37	0.03	0.07	—	0.09
样品3 ^[19]	37.44	60.28	0.21	0.16	0.21	—	0.15
样品4 ^[19]	36.23	63.30	0.11	0.00	0.02	—	0.12
样品5 ^[19]	38.03	61.19	0.03	0.01	0.04	—	0.33
样品6 ^[19]	37.72	61.56	0.11	0.00	0.00	—	0.67
样品7 ^[19]	35.87	63.61	0.10	0.05	0.16	—	0.44
D0545	38.01	60.13	0.12	0.01	0.04	—	0.13
D0549	37.85	61.01	0.11	0.01	0.03	—	0.14
D0554	37.15	62.34	0.21	0.02	0.05	—	0.22
D0916	36.01	62.86	0.27	0.02	0.08	—	0.10

注: —表示未测数据。

高,且 K_2O 、 Na_2O 、 CaO 、 MgO 具典型的泥质岩石特征,由于富含 Al_2O_3 ,对形成红柱石等高铝矿物非常有利。容须卡红柱石的主要成分 Al_2O_3 平均为 61.44%, SiO_2 平均为 37.11%,与标准值有所差异,所含杂质离子主要为 Fe 、 Mg 、 Na 、 K 、 Ca 等,应是由绢云母化蚀变造成的。

2.2.3 矿石类型及选矿性能

根据红柱石矿石结构和构造特征,可分为细粒状、中斑状、粗中斑状等类型。参考其他矿区^[20-21]红柱石矿选矿试验结果,细粒状红柱石矿颗粒细小,选矿回收率较低,选矿成本高,不具工业价值。因此,容须卡红柱石矿床的粗中斑状—中斑状红柱石片岩具有一定的工业价值,其中,中斑状红柱石含量 40%,粗中斑状红柱石含量 45%,粗中斑状红柱石片岩型矿石品位较高。

本区红柱石矿属片岩型矿床,片岩片理发育,具脆性,红柱石晶体粗大,硬度也大,片岩与红柱石的自然解离性好,能够获得尽可能粗大的晶粒,对后续选矿工艺十分有利^[6,14,18]。

3 矿床成因、找矿标志与找矿前景

3.1 矿床成因

容须卡红柱石为岩浆、构造控制的热液接触变质型红柱石矿。

晚三叠世早中期,容须卡地区处于半深海—深海环境,沉积了一套以砂、粉砂、泥为主的陆源碎屑物。其后发生强烈的构造活动,印支期末雅江复理石沉积盆地褶皱隆起,结束了该区的海侵历史,并使已沉积地层普遍经受了一次区域低温动力变质作用而形成一套由板岩、变质砂岩和千枚岩等组成的浅变质岩系,构成了区域性的呈面状展布的绢云母—绿泥石带。在此基础上,随着造山运动的进一步发展,原来单一的 SN 向应力作用转变为 SN 向和 EW 向双向应力的联合作用,形成雅江构造穹隆,穹隆构造的虚脱部位被深熔岩浆侵位,形成巨大的隐伏花岗岩基。在隐伏花岗岩基上部,岩层形成较为宽广的变质带,由于隐伏岩基顶面形态的起伏变化而导致变质强度的变化,并在平面上形成递增变质带。紧接着是岩浆分异后期,积聚在隐伏花岗岩基上部含挥发组分的残余岩浆沿着次级构造面而上侵,形成现今暴露地表的花岗闪长岩岩枝,并产生相应的、特有的十字石变质带、红柱石变质

带等接触变质带,它们叠加在早期由隐伏花岗岩基所形成的变质带之上。所产生的接触变质矿物有堇青石、十字石、红柱石等,红柱石变斑晶体互相交错,分布无明显定向性。

3.2 找矿标志与找矿前景

3.2.1 红柱石矿找矿标志

(1) 地层岩石标志为松潘—甘孜造山带上三叠统侏倭组、新都桥组地层,原岩为富含铝质泥质岩类;

(2) 岩浆岩标志为侵入晚三叠世泥质岩地层中的印支晚期—燕山早期酸性侵入岩岩体;

(3) 构造标志为构造岩浆热穹隆,穹隆核部四周地层为主要含矿体;

(4) 变质岩标志为构造岩浆热穹隆四周热液接触变质带内红柱石二云母片岩、红柱石—十字石二云母片岩;

(5) 矿物标志为红柱石,具特有的长柱状,晶形较难风化,往往呈蠕虫状凸出岩石表面。

3.2.2 找矿前景

容须卡地区有格拉基、容须卡村、惹一卡 3 个由红柱石二云母片岩、红柱石—十字石二云母片岩组成的富含红柱石地质体,面积 2 km^2 至 5 km^2 不等,经 1:1 万地质测量证实这些矿段红柱石矿化好,品位富,层位稳定。按照埋深 50 m、密度 2.2 t/m^3 、红柱石带含矿率 15%、红柱石—十字石带含矿率 10%,预测红柱石矿物资源量 2.3 亿 t ^[14]。同时在容须卡周边甲基卡、木绒、长征、瓦多均出露与容须卡红柱石矿成矿背景一致的地质体,预测红柱石矿物资源量近 10 亿 t ^[18]。因此,该区具有很好的找矿前景。

目前估算的资源量范围仅占整个接触变质带很小一部分,随着地质勘查工作的不断深入和选矿技术的不断改进,接触变质带内红柱石片岩矿体规模将会不断扩大,红柱石矿物资源量将成倍增加。加之容须卡红柱石矿石结构单一,易采易选,矿床开发经济效益显著。

4 资源综合利用探讨

(1) 容须卡红柱石储量十分巨大,目前初步控制资源量已达大(中)型,预测远景资源量可达超大型,同时甲基卡、容须卡、长征、木绒地区红柱石蕴藏资源量巨大(图 6)。红柱石可满足高级耐火材料、技术陶瓷、硅铝合金原料的工业要求。同时,容

须卡地区富含花岗伟晶岩型锂、铍、铌、钽等稀有金属矿,红柱石二云母片岩作为稀有金属矿围岩,在

开采稀有金属矿石时综合利用红柱石矿将会进一步降低开采成本。

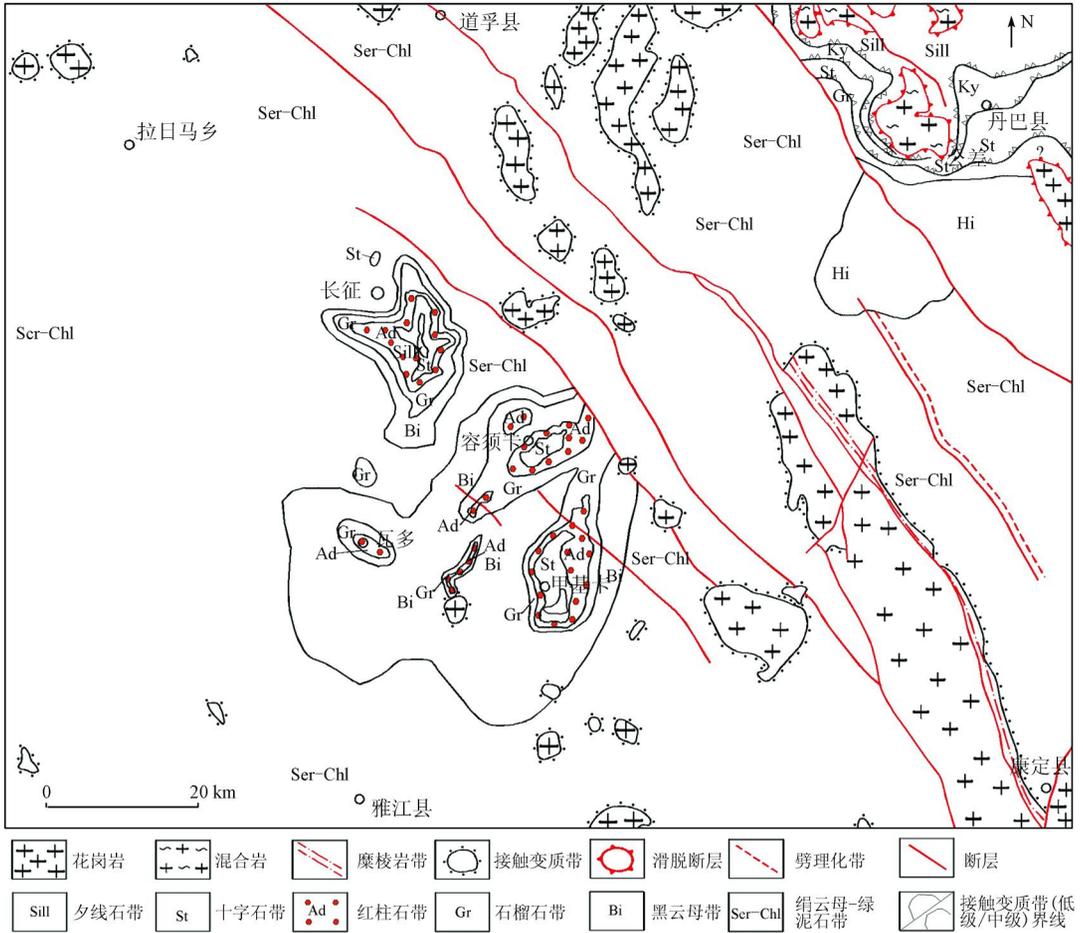


图6 红柱石带区域分布

Fig. 6 Regional distribution of andalusite belt

(2)容须卡红柱石可以作为珍藏和欣赏宝石。部分红柱石晶形美观、绺裂少、颜色艳丽、较透明,宝石专家栾秉璈^[18]曾在1984年对容须卡红柱石晶体观察后认为:“在全国地质博物馆也无此大个红柱石,颜色和透明度尚未完全达到佩饰宝石要求,但可做珍藏和欣赏宝石。”若在全区内进一步寻找,发现高档宝石是有可能的。部分红柱石集合体形态丰富,色泽均匀,花色优雅庄重,可加工形成观赏“菊花石”。红柱石晶体中由碳质包体构成十字形花纹的空晶石亦可制成佩带的小饰物^[20-21]。

(3)废石及浮选尾矿可以综合利用。随着川藏铁路战略工程的实施,沿线基础设施建设将会掀起高潮,红柱石矿生产过程中产生的废石,无需进一步加工,即可作为建筑用碎石料使用,也可用于公路建设用石料,可大大减少废渣排放。根据矿物组成,其中含

有的低铝矿物(黑云母、白云母、红柱石)、基质矿物(主要为石英、绿泥石等)及少量铁矿物,随着矿区的进一步开采,可考虑做进一步的开发研究和回收利用工作,特别是黑云母、白云母含量大且易于选取,可作为化妆品制作材料使用^[22-24]。

5 结论

远景资源量估算表明,容须卡红柱石资源量可达大型规模以上,红柱石可满足高级耐火材料、技术陶瓷、硅铝合金原料的工业要求,资源综合利用优势明显。

(1)位于康定—雅江—道孚地区甲基卡、容须卡、长征、木绒构造热穹隆四周热接触变质带内的三叠系西康群红柱石片岩、红柱石—十字石片岩是

寻找红柱石矿的主要有利部位。

(2)随着国家建设重点向西部地区转移,通过科学设计,该区可形成独具特色的产业链,在矿产品开发、环境保护、资源循环利用等方面有望成为我国最大的红柱石矿床或世界级大矿区。

(3)本次仅对容须卡地区格拉基矿段、容须卡矿段进行了评价和调查工作,在区域上甲基卡、长征、木绒与容须卡地区地质成矿背景相似,富含红柱石地层面积可达300 km²以上,层位稳定,相信经过进一步评价工作,可获得资源量巨大的红柱石,可缓解国内对红柱石需求依赖进口的局势。

受本次工作限制,没有对红柱石矿开采做系统选矿试验,有些参与资源量估计的矿物选择、矿体深部变化等参数选择还需做进一步研究。

参考文献:

- [1] 张惠敏,汪立今,贾殿赠.红柱石材料领域的应用及其研究新进展[J].新疆大学学报:自然科学版,2006,23(1):53-57.
- [2] 何小民,邓海波,朱海玲,等.我国红柱石选矿工艺与分选理论的研究进展[J].现代矿业,2010,26(8):4-7.
- [3] 闫启明,刘海里,任青惠.甘肃漳县马路上红柱石矿矿床地质特征及综合利用探讨[J].甘肃地质,2011,20(4):35-39.
- [4] 齐静波.红柱石的物化性能及其开发利用浅议[J].非金属矿,1987(2):15-17,54.
- [5] 尚普咨询.2014—2018年中国红柱石市场调研报告[R].2014.
- [6] 徐云峰,秦宇龙,王显锋,等.四川容须卡伟晶岩型锂多金属矿床地球化学特征及成矿地质条件[J].中国地质调查,2019,6(1):34-40.
- [7] 张建东,胡世华,秦宇龙,等.四川省地质构造与成矿[M].北京:科学出版社,2015.
- [8] 四川省地质调查院.1:25万康定县幅[H47C002004]区域地

- 质调查修测报告[R].2003.
- [9] 许志琴,侯立玮,王宗秀.松潘—甘孜造山带构造研究新进展[J].中国地质,1991(12):14-16.
- [10] 许志琴,侯立玮,王宗秀,等.中国松潘—甘孜造山带的造山过程[M].北京:地质出版社,1992,73:170-172.
- [11] 四川省地质调查院.四川扎坝—龙古矿产地质调查报告[R].2016.
- [12] 中国地质科学院成都矿产综合利用研究所,四川省地质调查院.四川康定瓦多—龙古等4幅区域地质调查报告[R].2020.
- [13] 秦宇龙,徐云峰,李峥,等.四川扎坝—龙古地区矿产地质调查[J].中国科技成果,2019,20(2):40-42.
- [14] 四川省地质矿产勘查开发局一〇八地质队.四川省道孚县容须卡红柱石矿地质普查报告[R].2006.
- [15] 唐国凡,吴盛先.四川省康定县甲基卡花岗岩伟晶岩锂矿床地质研究报告[M].北京:地质出版社,1984.
- [16] 胡世华,胡朝云,杨先光,等.四川省锂矿资源潜力评价成果报告[R].2013:58-112.
- [17] 秦宇龙,郝雪峰,徐云峰,等.四川甲基卡地区花岗岩型稀有金属矿找矿规律及标志[J].中国地质调查,2015,2(7):35-39.
- [18] 周洪健.川西容须卡—亚马宗地区红柱石远景储量预测[J].四川地质学报,1998,18(2):141-142.
- [19] 孟洪振,刘岁海.四川容须卡红柱石化学成分及谱学特征研究[J].西南科技大学学报,2016,31(1):93-97.
- [20] 申晓萍,汪立今.新疆南天山红柱石矿物学特征研究[J].矿产综合利用,2007(2):24-26,49.
- [21] 蓝晓明,陈湘立.安仁长江红柱石矿床地质特征及找矿前景[J].湖南地质,2000,19(4):251-255.
- [22] 邢抚安,姜贵一,陈虹.京西红柱石找矿评价中的几个问题[J].地质与勘探,1984(10):33-34.
- [23] 尹开礼.我国红柱石矿的某些特征与应用研究[J].中国非金属矿工业导刊,1988(2):15-19,27.
- [24] 李思权,黄镜浩,曾植春,等.铅山红柱石矿床及红柱石在制砖中的应用[J].非金属矿,1992(5):7-9.

Geological Characteristics and resources comprehensive utilization of andalusite mine in Rongxuka area, Daofu County, Sichuan Province

QIN Yulong, ZHAO Chun, ZHAN Hanyu, XIONG Changli, XU Yunfeng, WU Wenhui, LI Zheng, LI Mingze
(Evaluation and Utilization of Strategic Rare Metals and Rare Earth Resource Key Laboratory of
Sichuan Province, Sichuan Geological Survey, Chengdu 610081, China)

Abstract: As advanced refractory and main mineral for extracting silicon aluminum alloy, the andalusite can be used in industry of metallurgy, building materials, ceramics, aviation and so on. The demand for andalusite will keep increasing along with the development of social economy. Rongxuka tectonic-magmatic dome is situated in the east of Songpan-Ganzi Orogenic Belt in Sichuan Province, and the flysch strata of the passive continental margin dominated by Triassic Xikang Group are widely distributed in the area. The core and periphery of the tec-

tonic – magmatic dome are intruded by Indo – China period granodiorite and pegmatite veins. The contact metamorphic zone is mainly andalusite two – mica schist, andalusite – staurolite – mica schist, staurolite – andalusite – contained two – mica schist, two – mica schist and so on. There are non-metal deposits such as andalusite, staurolite in the schist, and rare-metal deposits such as lithium and beryllium in the pegmatite veins. The Al_2O_3 and SiO_2 contents of the andalusite of Rongxuka area are 61.44% and 37.11%, and the $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ and FeO are 0.18% and 0.15% respectively, which can meet the industrial requirement of advanced refractory, technological ceramic and silicon – aluminum alloy raw materials. By investigation on the spot, the authors identified the prospective andalusite resource of the area is 2.3 tons, above the standard of large scale. There is a considerable amount of andalusite resource in Kangding – Yajiang – Daofu belt of Sichuan Province. With the transference of the national construction focus toward western areas, there are remarkable advantages of the comprehensive utilization and favorable development prospect of andalusite deposit, which might hopefully become the biggest or world – class andalusite deposit in China. It may alleviate the condition that part of the minerals relies on importation.

Keywords: andalusite; geological characteristics; comprehensive utilization; Rongxuka

(责任编辑: 常艳)