

攀枝花钒钛磁铁矿
科研史话

攀枝花市
科学技术委员会

一九九九年十二月

序

攀枝花市因建设钢铁基地而建立,又因成为钒钛基地而驰名。钢铁、钒钛者,均钒钛磁铁矿所出也。钒钛磁铁矿的开发者们,功莫大焉。

开发利用攀枝花钒钛磁铁矿并非易事,首先碰到铁、钛难以选分的技术问题。因此既不好炼铁,又使贵重的钛资源不好回收利用。围绕矿石中铁、钒、钛等共生资源得以综合利用,展开了数十年的地质研究、开发研究和持续研究,绘出了壮丽的科研画卷。我有幸从1964年起就一直为这轴画卷添墨加色,每念及此,心绪难平。

现在展现在您们面前的画卷,描述了党和国家领导人之呕心沥血,绘记了成千上万专家、学者和工人、干部的艰辛奉献,还用通俗的笔墨指点出具有国际水平的科技成果。它既可当科研史话看,又可当科普资料读。如果它能起到一些追念前辈、激励当代、启迪后人的作用,吾所深盼也。

是为序。

李承

时年八十有三

2000年3月

悠悠岁月,天工造物。在中华大地四川省攀枝花市到凉山州西昌市一带(通称攀西地区),蕴藏着极其丰富的钒钛磁铁矿,以及冶炼所需的煤和石灰石、白云石、耐火粘土等辅助材料,还有可观的铅、锌、铜、镍等有色金属矿和丰度极高的水力资源,真是“这里得天独厚”。

上天赐于华夏儿女这个钒钛磁铁矿宝藏,沉睡了4亿多年,到二十世纪三十年代,中国的地质学家才发现了它。当时的国民党政府无心建设,没能开发这个宝藏,使之强国富民。新中国建立后,百业待举,但国家于1958年在恢复鞍钢、上钢、太钢、重钢和建设武钢、包钢时,就对攀枝花钒钛磁铁矿立题进行开发研究,并设立西昌钢铁公司开展建设,旋遇三年困难时期被迫解散。1964年重行集结人马于雅砻江与金沙江汇合处的江畔,开展钢铁基地建设,高炉冶炼钒钛磁铁矿的开发研究接踵取得

突破;1970年7月1日在成昆铁路建成通车的同时,高炉出了铁水,标志着钒钛磁铁矿宝藏开始为新中国现代化做出贡献。现在,一个年产铁400万吨及相应的钢、钒、钛产品的新兴移民城市崛起在大西南腹地,随着全国的发展,将会有更大的繁荣。

攀枝花钒钛磁铁矿,不同于国内安徽省马鞍山和河北省承德大庙的钒钛磁铁矿,也不同于国外俄罗斯的钒钛磁铁矿,而与南非的钒钛磁铁矿相近,开发技术的难度很大。为了开发利用它,党和国家领导人付出了心血,上千的专家、学者贡献了才华。让我们沿着他们的足迹,看他们是怎样用心血和才华浇灌出的灿烂之花!

目 录

序	(1)
第一篇 地质研究	(1)
第一节 天工怎样造就钒钛磁铁矿的	(1)
第二节 钒钛磁铁矿的发现和勘探	(7)
第二篇 开发研究	(19)
第一节 早期选、冶工艺技术开发研究	(19)
第二节 为建设后方战略基地加紧开发研究	(25)
第三节 开始综合利用开发研究	(39)
第四节 大规模综合利用开发研究	(49)
第三篇 持续研究	(91)
第一节 采矿	(93)
第二节 选铁	(100)
第三节 烧结	(107)
第四节 炼铁	(108)
第五节 炼钢	(111)
第六节 含钒钛钢铁产品	(114)

第七节 提钒和钒产品	(120)
第八节 选钛和钛产品	(113)
第九节 “三废”的回收利用	(126)
建议和展望	(129)

第一篇 地质研究

第一节 天工怎样造就钒钛磁铁矿的

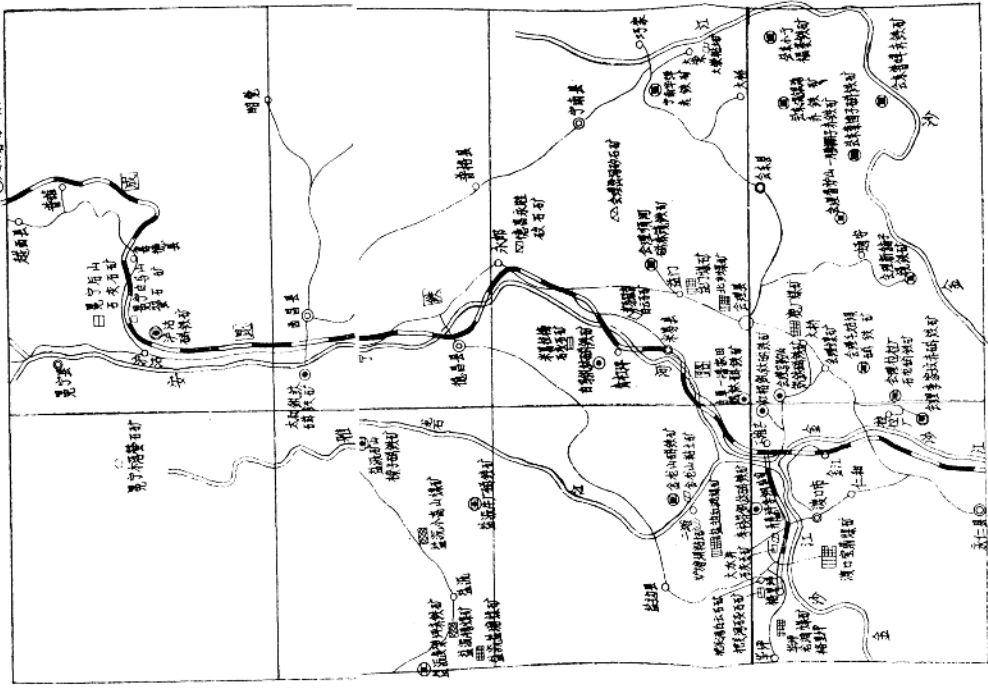
距今 6 亿年前,构成现在中国大陆的中朝、扬子、青藏、塔里木诸板块尚未联成一体。扬子板块刚从南方冈瓦纳古陆分裂开来而独立存在。攀西地区则处于扬子板块的边缘。随后的几亿年时间,岩石圈下面的软流物质沿着板块分离边缘不断上涌,引起地壳逐步抬升,导致板块边缘包括攀西一带的广大地区形成穹状隆起,成为孕育裂谷的胚胎。到距今 2.5 亿年前后,扬子板块迅速向北漂移,与中朝板块接近,此时,西边的古特提斯洋板块沿着金沙江断裂带向东俯冲到扬子板块之下,受其影响,靠东边的攀西地区上部地壳沿着先前基底断裂薄弱带发生破裂,地心的炽热岩浆喷出,形成了宏大的岩浆杂岩带,地表则呈现出熔岩高原的地貌景观。随后代之以正断裂活动和沉积作用,隆起的岩浆杂岩带西侧,攀枝花断裂首先在宝鼎、盐边红坭、朵格等地,形成裂谷盆地;东侧安宁河断裂随之断裂成谷,形成 W 形的构造型式,为一南北长 300 公里左右(北起四川冕宁县经西昌市、攀枝花市,南至云南元谋县一带)、东西宽 100 余公里的攀西大陆裂谷带。

到距今 2 亿年时,南来的羌塘——昌都陆块沿金沙江缝合带与扬子板块相碰撞,整个川西地区被挤压成山,攀西的高原出深谷的地貌景观消失了,形成统一的前陆拗陷盆地。到距今 200 万年之际,印度板块沿雅鲁藏布江缝合带与欧亚板块最终碰撞,攀西地区的沉积盖层一起被挤成褶皱和冲断,在其西缘形成木里——盐源推复体,呈现现在的川滇南北向褶皱冲断带,也就是我们看见的安宁河谷。原来攀西一带有个古裂谷。

裂谷作用是一次巨大的造矿工程。盛产铜、金、金刚石、钒钛磁铁矿的东非大裂谷,以煤、钾盐著称的莱茵裂谷,早已闻名于世。攀西地区的裂谷期是最重要的成矿作用时期。从它的孕育、破裂成谷和掩埋的各个阶段,形成了矿种繁多、系列齐全且规模巨大的各种各样内生、外生和再生的矿藏。

在裂前穹状隆起阶段,地球深处幔源岩浆物质上涌,但未能穿出地面,形成与岩浆结晶分异和重力堆积有关的钒钛磁铁矿和铜、镍、铂族成矿系列。含钒钛磁铁矿基性超基性岩为幔源碱性玄武岩浆的深层侵入体,侵入年代大致为距今 3.4—5.6 亿年,幔隆中心在攀枝花——米易一带,形成了以红格(原名路枯)为中心,南西有攀枝花,北有白马、太和等特大型矿床成带、成群集中分布于轴部岩浆杂岩带中的以碳酸盐为主的地层中,统称攀枝花化式钒钛磁铁矿。

磁铁矿（山线状）



秦西地区钽铁矿分布图

裂谷作用的其他阶段也形成多种矿床。有趣的是,裂谷成矿带具有对称性分布特征,即轴部地带是钒钛磁铁矿、铜镍矿及稀有稀土金属为主的内生矿床,两侧以煤为主的外生矿床,边界带上则以铁矿、铜矿、铅锌矿为主的火山——沉积型和再生矿床。

以上关于攀西地区大地构造变迁和地质成矿作用的认识,是在大量地质调查和研究成果的基础上取得的。从1872年起直到二十世纪初,一些外国学者首先进入这个地区调查,如德国的李希霍芬、匈牙利的劳策、法国的乐尚德、瑞士的汉威等人做过地质踏勘工作。自1914年起,我国一些著名的地质学家先后来这个地区进行地质调查,如丁文江、谭锡畴、李春昱、李承三、黄汲清、常隆庆、刘之祥、程裕祺等,他们不仅为这个地区地质调查奠定了初步基础,而且对这个地区一些重要矿产地的发现做出了重大贡献。谭锡畴、李春昱和张兆瑾所确定的“康定片麻岩”及“康定杂岩”,黄汲清最早创名的“康滇地轴”,至今仍为广地质工作者所沿用。

新中国建立后,从1953年至1970年在这个地区全面展开了区域地质调查、矿产普查勘探、地球物理和地球化学探测工作,同时进行了多学科的专题研究。随着基础地质资料的积累和研究程度的提高,有关这个地区大的构造性质及其演化规律等方面的探讨日趋广泛和深化。1958年张文佑称这个地区为康滇台背斜。1963年李春昱

认为这个地区在距今 2 亿年以后不再隆起,而是在原来隆起的部位发生大幅度拗陷,上面有些地段沉积了含煤岩系。1965 年陈国达将西昌——滇中含煤和红层沉积盆地视为后地台大陆阶段的一种新型地洼区。1973 年李四光提出这个地区隶属“川滇南北构造带”。1980 年黄汲清和任纪舜等指出,康滇地轴为一多旋回构造——岩浆活化带。他们从各个角度揭示了这个地区在 8.5 亿年前进入稳定地台发展阶段以后,客观存在着的地台活化现象。

然而,稳定地台何以再现活化? 先前出现的岩浆活化与后来形成的地洼区有没有必然的联系? 怎样理解地台活化的本质? 1973 年从柏林等提出这个地区的南北向断裂和新生代安宁河串珠状地堑式盆地带地质现象,与世界上许多著名的深断谷很类似。1981 年罗志立撰文指出,包括攀西地区在内的我国西南广大地域,2.5 亿年以来发生过一次规模宏大的地裂活动。这一时期长年在这个地区从事地质工作的骆耀南、周信国等人,对前人有益的研究成果,运用板块构造理论,加以概括和综合,提出了“攀西古裂谷”的科学设想,前人提到的台背斜隆起,继之而来的构造——岩浆活化现象,以及以后演变为地洼区,实际上显示了裂谷从孕育、发生到发展的演化全过程,从而对前人阐明的重要地质构造和地质作用,给予了相互关联、统一协调的合理解释。

为了验证攀西古裂谷这一新概念,国家科委和地质

部同意,由四川省地质矿产局牵头,有中国科学院地质所,中国地质科学院矿床所、长春地质学院等 18 个单位近 600 名科技工作者参加的多学科的联合研究,开始实施我国第一次对古裂谷的综合科学计划。经过五年多的野外实地调查和室内综合研究,终于以大量事实证明了攀西古裂谷的存在。如测得攀枝花市同德地区的混合片麻岩的年龄为 29.57 亿年,这是至今在攀西地区获得的岩石年龄最大数据,证明了这个地区存在最古老的陆壳结晶基底。它就是攀西古裂谷赖以生成的陆壳基础。还经调查研究证实,构成钒钛磁铁矿床的层状火成岩体,“出生”在距今 4 亿年前,标志着地球深处幔源岩浆大量的上涌活动,结果造成地壳破裂之前的台背斜成穹作用。这对前面提及的康滇背斜给予了合理的解释。

这项地质研究成果;受到了国内外专家的重视和好评。1985 年国际岩石圈委员会和中国岩石全国委员会发起,召开了国际科学讨论会,有 25 个国家和地区的代表参加;会后又组织了国内外 60 余名学者的考察活动。1986 年国家评审会一致认为,攀西古裂谷的研究达到国际水平,某些领域达到国际先进水平。

第二节 钒钛磁铁矿的发现和勘探

在很久以前,从四川贩卖毛铁到云南的挑夫们就发

现,每当走到攀枝花山垭口时,就觉得陡然重得难受,好象有人用力往下拉。当挑夫们步履艰难地穿过垭口以后,肩上的挑子又变得和原来一样了。于是,攀枝花有“神仙”的传说便不胫而走。1912年成书的《盐边厅乡土志》曾记载:“磁石(磁铁矿),亦名戏(吸)石,产白水江(即今金沙江)边,能戏(吸)金铁。”可做佐证。

1935年冬,卢作孚创办的中国西部科学院要其地质研究所主任常隆庆到会理调查地震造成“金沙江断流”的问题。常和助手殷学忠于1936年1月4日从綦江铁矿出发,3月到会理只见山崩,未见什么金沙江断流,但却发现会理一带有金属矿物成矿条件,便把重点放在调查宁属(原西昌地区)各县的地质矿产。他们从会理步行到三堆子,乘船过金沙江,沿南岸西行,旋又乘船过金沙江到倮果,沿北岸山路经倒家坎、烂泥田、弄弄坪、把关河、棉花地(现同德乡)、冷水管、盐边县城,然后从盐源、西昌、雅安于9月中旬回北碚院部。常经倒马坎时,从江边露出的矿石发现为铁矿石。殷学忠对这次调查写道:凡常先生所到之处,均作地质路线图,详细记录地质情况(地质、岩石、构造等),采集化石、矿石标本。常隆庆根据这次地质矿产调查,发表了《宁属七县地质矿产》(民国二十六年[1937年]九月四川省建设厅编辑、出版)一书。他的书的摘要中即指出:……矿产之分布,与火成岩及地质时代有密切关系,矿产有磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿……铁矿总储

量,在三千七百万吨以上。对今攀枝花矿成矿方式特命为“盐边系”岩层。他写道:“盐边系岩石,接近花岗岩,受花岗岩的影响特大。当花岗岩侵入时,熔点较高的金属,如金、铁等类矿物,随熔岩上升,或侵入岩石中,成为矿脉及浸染矿床。故盐边系中有山金脉及浸染式之磁铁矿、赤铁矿等,成为宁南极重要之含金属矿产之地层。”

抗日战争爆发后,大专院校和地质机构内迁,地质人员集中于西南地区。

1940年6月,资源委员会川康铜业管理处探矿工程师汤克成及助手姚瑞开奉命到宁属调查矿产。他们在从盐边返回会理途经攀枝花时,于山谷间见有多量铁矿粒,踵其源,发现铁矿露头,因之用十余天时间踏勘了攀枝花及倒马坎两矿区,并各略测地质图一幅,推算两矿区的磁铁矿和磁黄铁矿储量为1000万吨左右,并写成《西康省盐边县攀枝花倒马坎一带铁矿区简报》。

1940年8月17日至11月11日,西康技艺专科学校采矿系副教授刘之祥受西康省地质调查所资助,在宁属北部进行地质矿产调查后,又同时任军事委员会西昌行辕地质专员常隆庆到宁属南部进行地质矿产调查,行辕主任张笃伦之子、刚大学毕业的张凯基及四名护兵随行,由西昌出发,经河西、盐源县城、白盐井(张返回)、梅雨铺、黑盐塘、黄草坝、永兴场、盐边县城、新开田、棉花地、弄弄坪等处,于9月5日到攀枝花村,住保长罗明显家,其

院中即有铁矿石,随即上山发现尖包包、乱岩、硫磺沟、营盘山(即兰家火山)磁铁矿。他们用经纬仪、气压表、皮尺等对上述矿产地和倒马坎做了测量,绘制了地形和地质草图,在铁矿露头处照了像,采集、运回六马垛子矿石标本。康专化学系龚准教授对磁铁矿石化验后,告诉刘之祥其中有钛(化学元素符号 Ti)。1941年8月刘之祥用中、英两种文字印行了《滇康边区之地质与矿产》论著,文中称:“矿产方面,则发现弄弄坪之沙金矿,及他处之煤、铜、铁等矿,……最有价值者,当属盐边县攀枝花之磁铁矿”。“总计尖包包与营盘山二处磁铁矿储量共为一千一百二十六万四千吨。”常隆庆回西昌后研究调查资料,认为攀枝花矿很有希望,当即电告经济部地质调查所,请派人到攀枝花详细勘察;写成的《盐边盐源华坪永胜等县矿产调查报告》于1942年在《新宁远》月刊发表,文中阐述了攀枝花铁矿成矿条件,描述了尖包包、营盘山石灰岩与磁铁矿矿层及厚度,计算两处铁矿储量共865.2万吨。并畅述“然该矿之天然条件则甚优越,试登矿山西望,则永仁纳拉箐大煤田(今宝鼎煤矿)群山历历可数,南望金沙江俯瞰即拾……其位置之优越在已知各铁矿之上,有首先经营之价值。”

宁源实业公司于1938—1941年间三次分别派探矿工程师戴尚清、雷祚文、袁复礼、任泽雨、苏良赫到攀枝花、倒马坎铁矿区绘制了地质草图,认为两矿属侏罗纪接触

矿床,估计攀枝花矿区储量为 8000 万吨以上,倒马坎矿区为 5000 万吨。

1941 年 3 月经济部地质调查所李善邦、秦馨菱到达攀枝花,测绘了矿区地形图,进行了地表调查,运用磁针探测,并雇用民工挖掘一些明洞,对营盘山、尖包包、倒马坎三个矿区的地层做了较细致观察,采集了矿样,写成《西康盐边攀枝花倒马坎铁矿》(中央地质调查所临时报告)。报告称:“综合攀枝花、倒马坎储量 15,607,305 吨,或称一千六百万吨。贫矿不计。”所采矿样经地质调查所化验分析,含铁 51%,二氧化钛 16%,三氧化二铝 9%。这是攀枝花铁矿石中含有钛第一次见诸文字。

1942 年汤克诚与刘振亚、陆凤翥奉资源委员会西康钢铁厂筹备处之命,再次到攀枝花矿区进行勘测,经过廿天的野外工作,测绘了攀枝花矿区 1/5000 地质图和倒马坎矿区 1/2500 地质图,写出了《盐边攀枝花及倒马坎矿区地质报告》,认定铁矿成因为岩浆分异矿床,估计铁矿储量可达 4000 万吨。

1943 年 8 月武汉大学地质系教授陈正、薛承凤受中央地质调查所之邀到攀枝花铁矿进行地质调查,在对所获资料进行整理、研究,对矿样逐个进行钛的定性分析,择要进行铁的定量分析,同时引用李善邦、秦馨菱的分析结果,做出攀枝花矿床为钛磁铁矿的结论,并提出“此种高钛铁矿至今尚不适炼铁,惟我国缺少钛矿,本矿床不妨