

科技部科研院所开发研究专项资金
国家矿产资源补偿费项目

联合资助出版

EXI MEIXI GAOLINGTU ZAI
YAOYONG XIANGJIAO ZHONG DE
YINGYONG YANJIU

鄂西 煤系高岭土 在药用橡胶中的 应用研究

李金发 程先忠 著



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

科技部科研院所开发研究专项资金
国家矿产资源补偿费项目

联合资助出版

鄂西煤系高岭土在药 用橡胶中的应用研究

EXI MEIXI GAOLINGTU ZAI YAOYONG
XIANGJIAO ZHONG DE YINGYONG YANJIU

李金发 程先忠 著



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

图书在版编目(CIP)数据

鄂西煤系高岭土在药用橡胶中的应用研究/李金发,程先忠著. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2013.2

ISBN 978-7-5625-3028-2

I. ①鄂…

II. ①李…②程…

III. ①煤系高岭土-应用-丁基橡胶-研究

IV. ①TQ333.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 019939 号

鄂西煤系高岭土在药用橡胶中的应用研究

李金发 程先忠 著

责任编辑:彭琳 潘娜

责任校对:戴莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司

邮政编码:430074

(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

电 话:(027)67883511

传 真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:730 毫米×1 020 毫米 1/16

字数:165 千字 印张:11.5

版次:2013 年 2 月第 1 版

印次:2013 年 2 月第 1 次印刷

印刷:武汉教文印刷厂

印数:1-500 册

ISBN 978-7-5625-3028-2

定价:46.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

内容摘要

煤系高岭土是我国的优势非金属矿产资源,也是应用范围最广的矿物原料之一,在现代产业发展和传统产业技术进步中起着重要作用。本书是中国第一部专门论述煤系高岭土在药用橡胶瓶塞中应用的专著,是紧扣药用橡胶瓶塞行业而完成的。20世纪90年代开始,政府引导推广使用药用卤化丁基橡胶瓶塞,逐步淘汰天然胶塞。2006年1月1日起政府全面停止使用天然橡胶塞,而这种新型药用瓶塞的补强填料——煅烧高岭土是保证封装药品质量的关键。目前,我国药用橡胶瓶塞生产企业如雨后春笋般发展到了100多家,为了及时反映我国煤系高岭土深加工的最新科技成果,笔者组织编写了这本侧重于煤系高岭土在药用橡胶中的应用方面的著作,以满足煅烧高岭土和药用橡胶瓶塞生产企业的实际需要。

本书在对鄂西煤系高岭土矿床的地质特征、矿石成分、结构特性以及高岭石中钛、铁的赋存状态进行较系统的研究和总结的基础上,通过粉碎工艺探索、设备选型、煅烧方式的研究,制备出超细煅烧高岭土,达到药用橡胶瓶塞所需补强填料的要求。产品粒度、白度、重金属元素含量均达到行业标准。本书阐释了利用扫描电镜、透射电镜、差热分析、电感耦合等离子体——质谱法对制备的超细煅烧高岭土的特性进行的研究,并进一步探索了产品与药用橡胶的配伍性,研究了超细煅烧高岭土在药用丁基橡胶瓶塞领域中的应用,奠定了我国药用包装材料更新换代的基础。为了改善煅烧高岭土与丁基橡胶的相容性,书中还探讨了硬脂酸对煅烧高岭土进行改性的研究,经过橡胶复合材料性能对比,改性填料能大大提高药用橡胶瓶塞的密封性。

本书所涉及项目不仅对鄂西煤系高岭土在橡胶中的应用进行了系统的研究,而且结合研究成果进行了开发生产,建成了年产规模5000t的药用橡胶填料的生产基地。另外还与有关企业联合办厂,进行技术推广。对生产成本和生产工艺也进行了详细描述。

本书可供从事非金属矿物材料、粉体加工、橡胶材料合成、化工、高分子材料领域的研究开发和工程技术人员及大专院校矿物材料专业的师生参考。

序

利用煤系高岭土进行深加工是当今非金属矿开发的一大领域,许多学者发表了不少专著,有的单一地涉及到高岭土资源,有的探讨加工工艺,有的提出在陶瓷、油漆、涂料和造纸等领域的应用。该书详细阐述了煤系高岭土开发生产药用橡胶补强填料的研究成果,为药用包装材料——丁基胶塞的国产化打下了坚实的基础。一个产品的开发带动了药用瓶塞行业的健康发展,增加了下游企业产品技术含量,提高了医药包装产品的质量和档次。此书的出版是理论与生产应用密切结合的范例,真正达到了理论与成果转化的双丰收。

纵观全书,我们得以了解到我国药品封装材料从天然胶塞过渡到丁基胶塞的重要性和紧迫性,它涉及到人们的生命安全和健康。欧美等发达国家在 20 世纪 70 年代就已经淘汰了天然橡胶瓶塞,而我国直到 2006 年 1 月 1 日起才全面停止使用天然橡胶塞。之所以会有如此艰辛的过程,主要是由于我国一直没有解决丁基橡胶瓶塞制备过程中所需的补强填料——煅烧高岭土的质量问题。作者紧扣国民经济的发展需要,2002 年在科技部科研院所开发研究专项资金的资助下,进行了一系列深入、细致的研究,完成了资源勘查、大量的工艺实验、设备选型、生产方法优化、橡胶实验等一整套的研究工作,潜心研究了煤系高岭土制备药用橡胶瓶塞补强填料的方法,历经多年,取得了丰硕的研究成果。作者归纳研究成果完成了《鄂西煤系高岭土在药用橡胶中的应用研究》这一专著,填补了国内空白,具有学术思想新颖和多学科交叉的特点,是一本既有重要理论意义,又有实用价值的专著。全书章节编排层次清晰,结构严谨,内容丰富、系统,具有理论紧密联系实际、实用性强的特点。该书的出版必将有力地推动我国非金属矿材料的开发和药用橡胶瓶塞包装材料的发展。



2012 年 12 月

III

前言

21 世纪高新技术产业对矿物原料的总体要求是粒度超细化、质量高纯化、性质改性和表面活性化。高性能矿物材料的研制,不是单提取其有用成分,而是直接利用其自身物理化学性质,进行加工利用。因此矿物原料的高纯化、单晶化、纤维化、透明化、薄膜化、多孔化、非晶化和复合化是发展方向。

我国的高岭土矿产资源大部分分布在我国东南地区。在我国西北、华北、东北部有着丰富的煤系高岭土资源,已探明储量 167 亿 t,以煤层中的夹矸、顶底板或单独形成矿层等形式存在。煤系高岭土也是我国重要的煤系共生矿物,是一种极为宝贵的黏土类非金属矿产资源,它的开发具有重要的经济和社会效益。此种高岭土煅烧后具有纯度高、烧成白度高等优点,是我国煅烧高岭土的主要原料。但由于矿石、工艺以及设备等方面的原因,能够生产出合格的煅烧高岭土并不多。而我国南方的高岭土含有较多的杂质及铁、钛矿物,生产出白度高的煅烧高岭土比较困难,而且研究工作不多。

高岭土和其他非金属矿物材料一样,其广泛的应用前景依赖于加工技术的进步,主要技术包括选矿除杂技术、超细粉碎技术、煅烧技术、表面改性技术,关键技术是超细粉碎和煅烧。国内外对煤系高岭土的应用研究报道比较多,主要集中在煅烧深加工、表面活性剂改性以及在工业各个领域中的应用等。

非金属矿是发展高新技术产业的重要支柱之一,是国民经济新的增长点,在国民经济的发展中,非金属矿的开发应用起着重要的作用。提高产品的技术含量和附加值是非金属矿行业实行可持续发展的战略,也是提高企业经济效益的必由之路。我国蕴藏有丰富的煤系高岭土,经煅烧加工后,白度高、晶形好、孔隙率大、容重小、化学稳定性和绝缘性好、遮盖

率强,被广泛用于油漆、涂料、造纸、橡胶、电缆、陶瓷等领域。将煤系高岭土粒度超细化、质量高纯化、表面活性化,制备成深加工产品,并应用于塑料、橡胶、涂料、造纸等新工业领域是最具有发展潜力的方向。

本书主要介绍鄂西煤系高岭土矿产资源物化特性、制备煅烧高岭土的工艺流程、表面改性的作用以及在药用橡胶中的应用,其研究成果可以解决目前氯化丁基橡胶在使用煅烧高岭土作为填料制备瓶塞时存在的一些质量问题,为工业化生产提供科学依据。项目的推广应用为山区矿产资源的利用开辟了新的途径,为当地的经济发展作出了贡献。

以往国内外以开采软质高岭土为主,但随着软质高岭土的大量开采,优质资源日益减少,开发利用硬质高岭土就成为目前研究的热点。我国煤系高岭土生产区域主要集中在山西、内蒙古、河南、陕西等北方地区,使用的原料大多是与煤炭共生的煤系高岭土,这方面的研究报道比较多。而各地区的高岭土资源特征不一样,应用领域不尽相同,特别是对鄂西煤系高岭土的系统研究较少。鄂西地区蕴藏了大量的煤系高岭土,经过高岭土普查,发现储量达 3 000 万 t 以上,矿石中高岭土的含量达 94% 以上,经过高温煅烧后,高岭土的白度高、晶形好、化学性能更加稳定,有害金属元素含量很低,是一种性能独特的资源,特别适宜于制备药用橡胶瓶塞的填料。该课题与地方经济建设紧密相连,与药用橡胶行业的发展相关,符合国家非金属矿开发产业的要求,因而获得了有关部委的资助。

煅烧高岭土的生产,在国际上只有 40 年左右的历史,美国从 20 世纪 60 年代开始研究,70 年代大规模生产,到 90 年代初美国煅烧高岭土年产量已达 200 万 t,占美国高岭土总产量的 20%,占世界煅烧高岭土产量的 80%。英、美等国生产煅烧超细高岭土的原料为软质高岭土,其粒度较细,有机质含量极低,易实现超细粉碎与煅烧脱羟过程。但这种矿物中高岭土含量较低,一般在 70%~80%。其余则是影响超细煅烧高岭土的杂质,主要有染色氧化物(如 Fe_2O_3 、 TiO_2 等)和石英、长石杂质矿物等。为了降低或消除这些杂质的影响,国外生产煅烧高岭土的企业将大量精力用于洗选漂白过程,真正能够生产出产品白度达到并超过 90% 的厂家并不多。目前国外的主要生产厂家有英国 ECC 公司、美国佐治亚高岭土公

司和 Engelhard 公司,这几家公司几乎垄断了超细煅烧高岭土的国际市场。

McConville(1998)等对高岭土在不同温度下煅烧的变化进行了研究,并用 XRD、TEM、SEM 进行了表征,发现在 500~1 200℃时高岭土随着温度的上升会发生一系列变化。Dubois(1995)也研究了高岭土在高温状态下的物质变化(相变)。Chandrasekhar(2002)报道了不同国家的高岭土的白度、粒度、化学性质与矿物中杂质成分的关系,并进行了比较。Bergaya(1996)比较了煤系高岭土在煅烧过程中粒度分布特征。Satoh(1994)研究了动态煅烧法中高岭土的入料粒度与羟基脱除关系。

我国生产超细煅烧高岭土的主要原料是煤系硬质高岭土,其中有益矿石高岭石的含量高达 95%以上。但这种矿物含有染色杂质和伴生矿物,如碳质、有机质、石英、云母和铁、钛的矿物等,一般呈灰色、灰黑色,甚至褐色,致密坚硬,硬度较大,常为块状构造,因而超细粉碎与煅烧脱羟增白的难度相对较大。

我国在此领域的研发起步较晚,从 20 世纪 80 年代末开始,到 90 年代初才真正生产出煅烧高岭土产品。在“八五”期间,我国鼓励利用煤系高岭土开发高档次、高白度、高细度的“双 90”型产品(即白度 $\geq 90\%$,颗粒直径小于 $2\mu\text{m}$ 的粒度含量 $\geq 90\%$ 的煅烧高岭土),引起人们高度重视,煅烧高岭土的生产得到迅速发展。

煅烧高岭土的加工包括初加工、精加工和深加工。初加工是指煤系高岭土的破碎和干法粗磨过程。精加工是指煤系高岭土精选除杂、超细粉碎(湿法和干法)、压滤、干燥、煅烧、解聚、分级、表面改性等过程。初加工是精加工的前期准备作业,无论是初加工还是精加工都不会使被加工对象的化学成分发生改变。而深加工则是利用或改变被加工对象化学成分而进行的一种加工过程。煅烧是煤系高岭土深加工的核心和技术关键,是改善高岭土性能的特殊加工方法。煅烧的目的是:脱除矿石中的有机碳和其他杂质矿物以提高白度,失去结构水的高岭石在其晶格中增加了空间和高岭土的疏松度,并提高其光的散射能力。造纸涂料工业使用煅烧高岭土可以增加遮盖率,提高油墨吸附速度和纸张的光泽度。煅烧

高岭土用于电缆填料可增加电阻率。在合成 4A 沸石、生产氯化铝、冰晶石工业中,煅烧可以增加高岭土的化学活性。一般高岭土的煅烧,是指煅烧温度在 1 000℃ 以内的热化学反应过程,也就是除去结构水的过程。高岭土煅烧温度的选择,视用途而定。电缆填料、化工产品宜选用 700℃ 左右。而生产造纸涂料,宜选择 800~900℃,此时产生的偏高岭石仍保持了片状形态。煅烧温度大于 1 100℃ 时开始有莫来石形成,晶形发生了变化,并且粉体硬度增加,不利于用作造纸填料,同时也不利于进一步超细粉碎。

超细煅烧高岭土的制备有干法、湿法、干湿相结合的方法,它们各有自己的特点和使用领域。作为橡胶补强剂,造纸填料的煅烧高岭土通常采用干法超细粉碎。而作为造纸涂料和油漆涂料的产品则采用湿法工艺比较合适,因为湿法技术是在水或其他溶剂介质中进行的,并结合分离、分散、沉淀、溶解、淋洗和剥片等工艺过程,可获得粒径较小、粒度分布较窄的粉体。

本书重点介绍了鄂西煤系硬质高岭土(以宜昌地区为例)矿床特征,高岭土选择性超细粉碎—煅烧—打散解聚工艺研究,高岭土表面改性和制备超细煅烧高岭土粉体的机理研究以及在药用橡胶中的应用研究。

本书是李金发、程光忠、陈开旭等研究人员在中国地质调查局武汉地质调查中心(原宜昌地质矿产研究所)工作期间的研究成果,研究工作得到了科技部科研院所开发研究专项资金项目“硬质高岭土在药用橡胶中的应用研究”(编号 2003EG130149)和国家矿产资源补偿费项目“五峰县仁和坪地区高岭土矿产勘查”(编号 D2002002)的联合资助。写作过程中,笔者得到了中国地质大学(武汉)博士生导师沈上越和胡明安两位教授的悉心指导和热情关心,在此对两位尊敬的教授表示最衷心的感谢。

全书共分五章,由李金发教授级高级工程师、博士及武汉工业学院程先忠教授共同执笔完成;第一章从南方煤系高岭土矿床的地质特征、矿石成分结构特性、矿石物质组成及高岭石中钛、铁的赋存状态等方面介绍了鄂西煤系硬质高岭土的特征,拟定了矿石开发的应用方向;第二章通过不同粉碎工艺方法和设备对煤系高岭土进行超细粉碎、煅烧加工和打散工

艺的研究,详细介绍了超细煅烧高岭土的制备方法;第三章介绍了煅烧高岭土的表面改性方法;第四章主要介绍了煅烧高岭土和改性煅烧高岭土在药用氯化丁基橡胶中的应用,以及超细煅烧高岭土粉体的粒度、填充量对橡胶瓶塞的扯断强度、300%定伸力、撕裂强度、永久变形、硬度等指标的影响,应用 ESEM 扫描电镜对改性煅烧高岭土在橡胶中的分散性及与橡胶界面结合性进行了观察和研究,比较了两种煅烧高岭土对硫化橡胶的作用机理;第五章阐述了研究工作中得出的一些主要结论。

本课题由教授级高级工程师李金发博士负责完成,参加研究工作的还有武汉工业学院程先忠教授,中国地质调查局武汉地质调查中心陈开旭研究员、徐德明研究员、张旺驰教授级高级工程师。本课题在研究工作中得到了湖北华强化工厂技术负责王继柏工程师、石家庄第一橡胶制品公司徐世伦总工程师等的帮助与大力支持,在此一并表示感谢!

在本书的编著过程中,虽然笔者酝酿了较长时间,投入了较多精力,也作了很多努力,书中仍有许多不足或不妥之处,恳请同行专家和读者批评指正!

李金发

2012 年 10 月

目 录

§ 1 鄂西煤系高岭土资源特征	(1)
§ 1.1 鄂西煤系高岭土分布	(1)
§ 1.2 鄂西煤系高岭土地质特征	(3)
§ 1.3 煤系高岭土矿石特征	(8)
§ 1.4 矿床成因类型	(23)
§ 1.5 鄂西煤系高岭土利用前景分析	(27)
§ 2 煅烧高岭土的制备	(29)
§ 2.1 煅烧高岭土原料的物化性能分析	(29)
§ 2.2 制备煅烧高岭土的超细粉碎设备	(33)
§ 2.3 煅烧高岭土制备工艺流程	(37)
§ 2.4 煅烧高岭土原料的初选粉碎	(39)
§ 2.5 超细粉碎试验	(40)
§ 2.6 高岭土煅烧试验	(49)
§ 2.7 煅烧高岭土的打散解聚研究	(63)
§ 2.8 煅烧高岭土的性能对比	(73)
§ 2.9 煅烧高岭土重金属元素的检测方法	(75)
§ 2.10 煅烧高岭土质量控制	(80)
§ 2.11 煅烧高岭土工业化生产设计效果评估	(83)
§ 2.12 煅烧高岭土制备的研究成果	(87)
§ 3 煅烧高岭土的表面改性研究	(90)
§ 3.1 煅烧高岭土粉体表面改性的必要性	(90)
§ 3.2 表面改性的方法	(91)
§ 3.3 煅烧高岭土改性试验	(96)

§ 3.4	表面改性效果的评价	(98)
§ 3.5	表面化学改性的影响因素	(100)
§ 3.6	表面改性产品红外吸收光谱分析	(105)
§ 3.7	煅烧高岭土表面改性取得的成果	(110)
§ 4	煅烧高岭土在药用橡胶中的应用研究	(112)
§ 4.1	药品包装	(112)
§ 4.2	药用橡胶瓶塞的发展历史	(114)
§ 4.3	药用卤化丁基橡胶瓶塞优点	(116)
§ 4.4	药用橡胶原料的选用	(121)
§ 4.5	主要原材料的性质及作用	(123)
§ 4.6	煅烧高岭土/氯化丁基橡胶复合材料制备工艺	(129)
§ 4.7	煅烧高岭土/氯化丁基橡胶复合材料制备	(133)
§ 4.8	改性煅烧高岭土对药用橡胶的作用	(147)
§ 4.9	改性煅烧高岭土的应用成果	(150)
§ 5	结 论	(152)
§ 5.1	取得的主要成果	(153)
§ 5.2	进一步工作设想	(156)
参考文献		(160)

§ 1 鄂西煤系高岭土资源特征

§ 1.1 鄂西煤系高岭土分布

鄂西高岭土资源产于下二叠统煤系地层(又称马鞍煤系)中。鄂西地区下二叠统煤系出露之处,均有高岭土伴生产出,但只有部分资源呈现工业开发价值。据不完全统计鄂西地区已发现具工业价值的高岭土矿床几十余处(表1-1,图1-1),主要分布于仁和坪向斜、鹤峰向斜、火烧坪向

表 1-1 鄂西主要煤系高岭土矿床规模及勘查开发现状

序号	矿区名称	矿种	规模	矿石资源量估算(万 t)		勘查及开发程度
				333	334 ₁	
1	宜都江家湾	硬质高岭土、 软质高岭土	小型	40.47	82.01	普查,小规模开采
2	宜都夏家湾	硬质高岭土	中型	928		详查,小规模开采
3	松滋桃树	硬质高岭土、 软质高岭土	中型	239.47	387.90	普查
4	五峰梯子口	硬质高岭土	中型	239.62	288.41	普查
5	五峰高家墩	硬质高岭土	小型		150.54	普查,小规模开采
6	长阳西湾	硬质高岭土	小型	<100		开采矿山
7	长阳堰淌坪	硬质高岭土	小型	<100		开采矿山
8	秭归锣圈荒	硬质高岭土	小型	<100		开采矿山
9	兴山黄粮坪	硬质高岭土	小型	83.18		普查,开采矿山
10	巴东麻沙坪	硬质高岭土	小型	<100		开采矿山
11	五峰红岩	硬质高岭土	小型	<100		预查
12	五峰廖叶池	硬质高岭土	小型	<100		预查
13	五峰长坡	硬质高岭土	小型		269.02	普查
14	建始花坪	硬质高岭土	中型	>500		开采矿山
15	鹤峰沙园	硬质高岭土	中型	577.9	198.11	普查
16	恩施屯堡	硬质高岭土	中型	671.71		详查,开采矿山
17	咸丰唐崖司	硬质高岭土	小型	<100		开采矿山

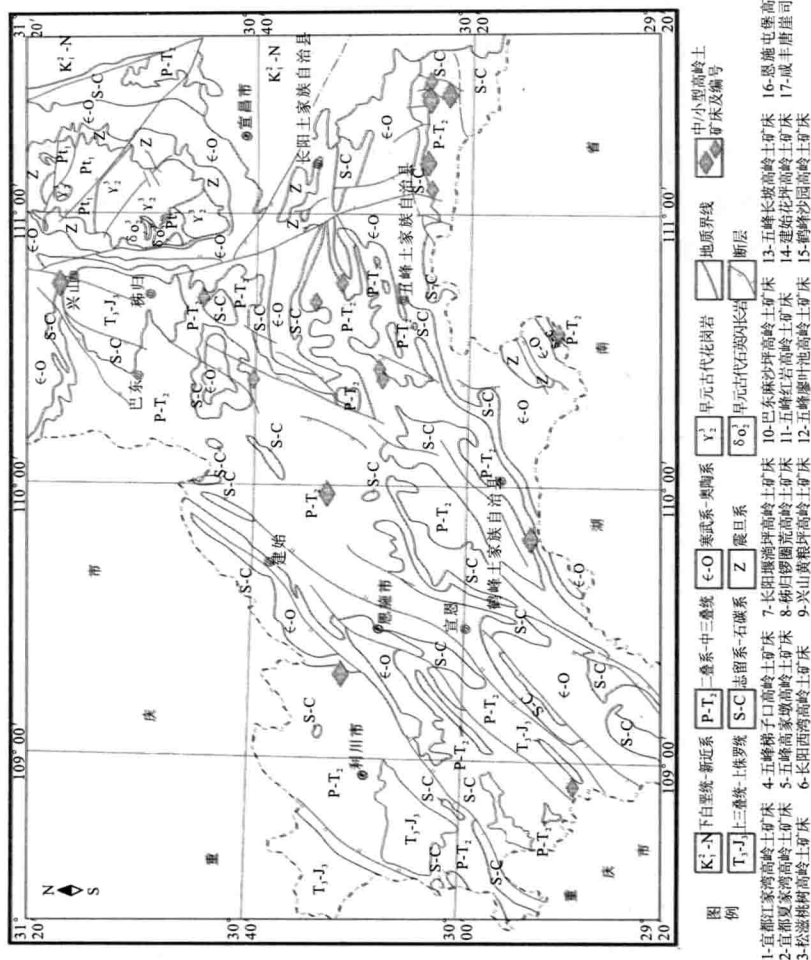


图 1-1 鄂西主要煤系高岭土矿床分布图

斜、马连向斜、香龙山背斜、屯堡背斜等处,其中经过勘查工作查明的资源远景达到中型以上规模的矿床有6处,分别是恩施屯堡、宜都夏家湾、五峰梯子口、鹤峰沙园、松滋桃树、建始花坪,勘查工作确定的小型矿床有11处。根据已有资料的粗略统计,已发现的高岭土矿石资源总量大于5 000万t,预测整个高岭土资源在1亿t以上。

鄂西地区目前大多数矿床都已进行小规模开采,整个地区年产矿石量约20万t。其中兴山黄粮坪、宜都夏家湾、五峰梯子口、建始花坪等是区内主要开采地区。

§ 1.2 鄂西煤系高岭土地质特征

1.2.1 鄂西煤系高岭土矿含矿岩系

1.2.1.1 含矿层位

鄂西煤系高岭土矿产于二叠系梁山组地层中。区域上含矿岩系层位稳定,厚度变化较大,一般厚6~15m,最大厚度达58m。其典型剖面如下(以五峰梯子口剖面为例)。

上覆地层栖霞组(P_1q):深灰色含燧结核灰岩,底部为含泥质瘤状灰岩

————— 整合 —————

梁山组(P_1l)

(1)黑色碳质页岩:由薄煤层及灰色硬质高岭石黏土岩组成;高岭石黏土岩处在本层底部,地表厚度0~0.3m之间,呈透镜状产出,厚1.0m

(2)灰白色中厚层状细粒石英砂岩:细粒砂状结构,块状构造,单层厚度0.2~0.3m;主要矿物成分为石英,其次为斜长石,副矿物有褐铁矿、磷灰石、电气石,偶尔见海绿石;石英、长石颗粒呈次棱角到次圆状,颗粒间隙胶结物主要是黏土矿物及硅质,多呈接触式胶结,层位稳定,厚2.7m

(3)灰白色、灰褐色薄层状细粒石英砂岩:风化面上普遍显黄褐色,细粒砂状结构,块状构造;单层厚度0.1m左右,成层性好,层间夹泥质薄膜,风化面上见较多褐铁矿斑点或团块;主要矿物成分是石英,其次为长石及黄铁矿,黄铁矿显示集中分布

的特点;本层在区域上稳定,同第2层一起构成煤层和黏土矿层顶板(习称红砂岩),厚2.32m

(4)黑色薄层状含黄铁矿细砂岩:风化面上呈黄褐色,细粒砂状结构,薄层状构造,单层厚5~12cm;黄铁矿多呈小立方体(粒径1mm)产出,常集中成不规则团块状、断续线理状、星散状等形式产于砂岩层中,新鲜黄铁矿团块1~3cm大小,风化面上见很多空洞,在岩层底板上见空洞中残留大量黄褐色铁质粉末,黄铁矿含量在20%~30%间,当地曾作硫铁矿层开采,因此本层也被称做“黄铁矿层”,厚0.74m

(5)碳质页岩、煤层:碳质页岩分布在下部,其间夹煤线;煤层在上部,中间夹碳质页岩扁豆体,厚度变化大,在剖面上仅0.2m,沿走向向两边观察发现最厚0.8m,最薄地段不足0.1m,一般厚度0.3~0.5m;煤层主要为条带状半亮煤,风化后呈疏松状或土状;碳质页岩具页片状,泥质结构;本层普遍含黄铁矿,含量可达5%~8%,常呈线理状、星散状及扁豆状集合体产出;本煤层煤质属高硫高灰分无烟煤,厚0.6m

(6)硬质高岭石黏土岩:剖面上部为灰色(厚1.15m),下部为浅灰色(厚0.35m);泥质结构,断口具贝壳状,光滑细腻,块状构造,节理发育;质硬,水泡不变软;普遍含植物根茎化石;矿物成分主要为高岭石(占90%~95%),其次为有机质及少量水云母,微量矿物有锐钛矿、褐铁矿、锆石、榍石、海绿石等,厚1.5m

(7)灰白色泥质粉砂岩:泥质及粉砂质有分别集中的趋势,风化面上可见粉砂质集中而成团块(0.1~0.3m),呈疙瘩状构造,含粉砂的泥质岩则环绕砂质团块分布;总体成层性不稳定,厚0.52m

(8)灰白色中厚层状细粒石英砂岩:细粒砂状结构、块状构造,成层性好,单层厚度0.3~0.5m,质纯坚硬,矿物成分主要是石英(>95%),其次含少量(3%)的斜长石,副矿物有磷灰石、海绿石;硅质胶结,厚5m

———平行不整合———

石炭系中统黄龙组(C_2h):灰白色厚层状微晶灰岩,灰岩中含较多燧化石

1.2.1.2 含矿岩系沉积旋回特征

整个含矿岩系在区域上具有明显沉积旋回,可以分为3个沉积旋回,每个旋回下部为成熟度较高的石英砂岩,上部为高岭土矿、碳质页岩及煤层(线),显示出由粗到细再到煤层的变化规律,反映沉积环境由滨海沙滩的氧化环境向泥炭沼泽的还原环境的变化。鄂西仁和坪向斜沉积旋回特征具有普遍性(图1-2)。

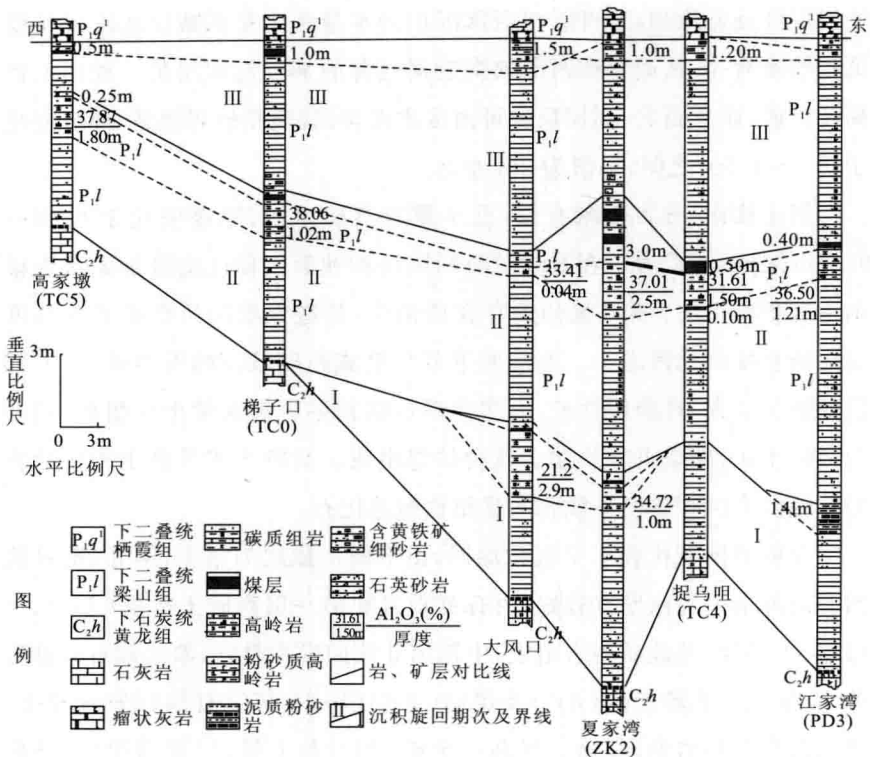


图 1-2 鄂西仁和坪向斜二叠系煤层高岭土柱状对比图

第Ⅲ旋回：处在含矿岩系最上部，区域上相对稳定，但是厚度变化明显，如在仁和坪地区，最薄仅 2.7m(高家墩)，梯子口为 6.77m，大风口到江家湾一带增至 7~10m。本旋回上部高岭土矿、煤层及碳质页岩在西部相对发育，局部地段可见到几十厘米厚的透镜状煤层及质地纯的硬质高岭土矿层；东部层位稳定，厚度变化小，而岩性变化大，夏家湾一带不见煤层，相应层位被碳质泥岩、黄铁矿粉砂岩或含铁粉砂岩夹硬质高岭土矿代替。本旋回最主要的特征是由西向东下部的石英砂岩逐渐增加，西部最薄 1.7m，往东加厚可达 10m。

第Ⅱ旋回：本旋回是高岭土矿、煤层的主要赋矿部位。整个旋回厚度在西部高家墩至梯子口一带为 6.05~7.02m，向东逐步加厚，在大风口到