

中国煤田测井技术发展历程及前景展望

段铁梁

(中国煤炭地质总局煤炭资源信息中心, 河北 涿州 072750)

摘 要: 煤田测井在确定煤层空间位置、研究沉积环境、解释煤岩力学性质、解决水文地质问题等方面具有独特的作用,是煤田地质很重要的一种勘探手段。通过回顾煤田测井技术及测井专业队伍 50 年的发展历程,展示煤田测井技术所取得的成绩和应用前景,以此纪念中国煤炭地质总局成立 50 周年。

关键词: 煤田测井 技术 测井方法 解释 应用

中图分类号: P631.81

文献标识码: A

煤田测井是煤田地质必不可少的专业,它可以准确地确定煤岩层的厚度和空间位置,通过曲线对比确定煤岩层的层位和钻孔中的断层,利用测井相和测井测量的地层产状研究沉积环境,解释煤岩层岩石力学性质和评价煤层顶底板稳定性,分析研究煤层碳灰水、岩层砂泥水含量,判断含水层的补给关系并推算含水层的涌水量,其应用领域随着科学技术的进步越来越广泛。经过煤田测井人员 50 年的共同努力,目前煤田测井技术在许多领域已达到国际先进水平。因此,有必要对测井技术进行全面总结,以纪念中国煤炭地质总局成立 50 周年。

1 煤田测井队伍和标准化的发展历程

1954 年 4 月至 1955 年 2 月,燃料工业部煤矿管理总局地质勘探局组织刘国荣、杜连城、贺光让、刘瑞平等四同志在京西、峰峰进行了四次野外测井试验,这是我国首次进行的煤田测井工作。1955 年上半年杜连城、贺光让、刘瑞平分别在东北 103 队、华东 124 队、中南 129 队建立了东北煤田第一地质勘探局第一电测站、华东煤田地质勘探局第一电测站和中南煤田地质勘探局第一电测站,开始了煤田测井的进军步伐。由于三个电测站取得了较好的地质效果,1955 年下半年,先后建立了 10 多个电测站。50 年代末期,各省区均建立了测井站、部分矿务局也建立了测井机构,从而测井技术在煤田地质系统获得了广泛的应用。60 年代开始,每个地质勘探队均建立了测井队伍,煤田测井得到了迅速的发展;到 80 年代中期,仅煤田地质系统测井人员最多达到 2 500 余人。

为提高煤田测井技术水平和适应数字测井需

作者简介: 段铁梁 (1943—),男,教授级高级工程师,长期从事煤炭测井研究与管理工。

收稿日期: 2003-04-29

责任编辑: 孙常长

求,1987 年煤炭工业部煤田地质局决定在山东和江西成立专业测井队伍。先期组建的山东数字测井站,集中了许多优秀科技人员,技术设备先进,科研成果累累。自 80 年代始,测井站就一直是全国煤田测井技术的领头羊。

90 年代开始煤田地质工程量大幅度萎缩,为适应形势发展的需要,总局及时提出适当集中的要求,在有测井队伍的 23 个省局(专业局)中,已有山东、福建、江西、河北、内蒙古、河南、甘肃、青海、宁夏、四川、云南、贵州、重庆等 12 个省局将测井队伍集中,形成了优势技术队伍,为技术队伍的保留和煤田测井技术的进一步发展做好准备。近两年,随着钻探任务的增加,测井工作量也有大幅度增加,而前期的集中措施为这一形势做好了充分的准备。

为培养测井专业人员,1954 年 9 月至 1958 年,天津煤田地质干校举办了 6 期煤田测井短训班,北京煤田地质学校(后改为陕西煤田地质学校)1957 年开始招收煤田测井专业学员,北京矿业学院 1959 年也开办了煤田物探专业,为煤田测井培养了大批技术人员,促进了煤田测井技术的发展。同时,为提高煤田测井人员技术水平,总局系统也举办了数十期各类学习班,促进了新技术的推广应用。此外,除自行组织各类学术交流外,煤田测井人员还积极参加地质学会、地球物理学会和石油测井学会的学术交流,吸取国内外测井技术的精华,使我国煤田测井技术一直跻身于世界先进水平行列。

为使煤田测井工作有章可循,60 年代初期,煤炭工业部组织有关人员依据前苏联测井规程编写了我国第一个煤田测井规程,详细规定了煤田测井具体操作方法和技术要求;随着技术发展,1980 年又编写了适应于中国煤田测井情况的煤田地球物理测井规程(曾明月、弓佩章等),1986 年编写了煤田测井仪器设备测试细则(段铁梁),为进一步提高

测井质量打下了基础。90年代初期,数字测井技术得到了广泛的应用,原测井规程难以适应形势需求,中国煤田地质总局组织编写了以数字测井为主的地矿行业标准煤田地球物理测井规范(段铁梁、李崇儒等),为数字测井的推广提供了可靠基础。

2 煤田测井方法与仪器的发展简况

2.1 煤田测井记录仪器

50年代煤田测井使用的记录仪器除少量引进前苏联的记录仪器外,主要是上海新成仪器厂(后为上海地质仪器厂)生产的仿苏55型半自动测井仪,该类仪器使用手动补偿方法,测量地层各参数的响应值,人为影响较大。60年代初期上海地质仪器厂研制了GBC系列光点全自动测井仪,排除了人为影响,使测井曲线更好地反映地层真实情况。后又研制了JDC系列笔式测井仪,简化了野外工作的难度。70年代渭南煤矿专用设备厂研制了TYJJ系列静电显影测井仪,提高了测井曲线的记录质量。

80年代中期,渭南煤矿专用设备厂紧跟国外测井仪器发展形势,引进了MT-Ⅲ全套生产技术,开发了具有国际先进水平的TYSC系列数字测井仪。到20世纪末,煤田地质系统已配备了各类数字测井仪60余台,多数煤田测井队伍实现了数字化,数字化水平在地质勘探行业位于前茅。90年代中期,总局还组织了有缆无缆两用数字测井仪的研制(李德金、段铁梁等),研制出国内外首台该类仪器。

2.2 煤田测井方法和方法仪器

50年代煤田测井主要应用视电阻率电位、自然电位、激发极化等电测井方法。60年代初期,对电测井方法进行了深入研究,开始应用屏障电流法和屏障接地电阻梯度、屏障电流梯度、双电位、六极电位等双极值方法,这些方法大大地提高了测井曲线的纵向分辨率,使我国煤田测井解释精度和纵向分辨率始终位于国内外先进水平。70年代后期,渭南煤矿专用设备厂研制了适应于我国煤田的三侧向测井仪,并很快在全国推广应用。该方法仪器可经各类校正,获取接近于地层真电阻率的视电阻率值,为煤层的定量解释打下了基础。

60年代初期,开始引进散射伽马、自然伽马等核测井方法,并在60年代末期,研制了使用碘化钠晶体作为探测器的晶体管核测井仪,增加了仪器的计数率、减少了统计起伏的影响,从而提高了测井曲线质量和煤岩层定性的可靠程度,并可利用核测井资料进行定量解释。60年代后期分别在渭南煤

矿专用设备厂和江西煤田地质局建立了核测井刻度井。90年代中期,一局宇能公司还对核测井的刻度方法和精度进行了研究(李崇儒、陈国伟等),提高了刻度的可靠性。70年代中期哈尔滨煤田地质研究所研制了国内第一台选择伽马(低能伽马伽马)测井仪(黄涤凡等),大大提高了核测井的纵向分辨率。90年代初期,浙江煤田地质局研制了具有国际先进水平的中子俘获伽马能谱测井仪(刘景林、刘际时等),该仪器可以检测20余种化学元素,使煤田测井从物性测井发展到元素(化学)测井,实现了质的飞跃。90年中期,山东数字测井站研制了我国第一台煤田散射伽马能谱测井仪(刘振强等),扩大了核测井的应用范围。

70年代中期,一局119队研制了我国第一台声波测井仪(王中兴、高绪臣等),增加了煤田测井的有效参数,为分析岩石力学性质提供了有益信息。90年代初期,一局宇能公司研制了我国第一台横波测井仪(李崇儒、陈国伟等),该仪器能够更准确地确定煤岩层的力学性质。90年代中期,山东数字测井站研制了声波扫描成像测井仪(刘振强、周克城等),用以确定煤岩层的层理、岩溶裂隙、产状、井壁状况和煤矿三带发育情况等多项地质信息,达到了国内领先水平。

自70年代,总局及物探公司相继研制了流量测井仪(葛亮涛、武定等),该仪器能够准确的计算出含水层涌、漏水量,对研究各含水层的补给关系,解决水文地质问题提供更多的有用信息。

3 煤田测井资料处理解释与应用发展历程

煤田测井数据处理是数字测井的重要内容,90年代初期,山东和河南分别开发了数字测井处理软件(林政廷、孙少平等)。此后,总局物探研究院在引进测井处理软件基础上开发了数字测井数据处理系统(刘家谨等)。近两年,在总局的组织和支持下,河南、山东又自主开发了以WINDOWS为平台的新的处理软件(孙少平、林政廷等)。这些软件的开发,促进了数字测井技术水平的提高。

煤田测井的解释与应用,在50年代只进行煤层的定性、定厚,随着方法仪器的增多和多年的应用研究,应用领域不断拓宽、解释内容逐步增多。目前已可以解决以下地质问题。

①煤岩层定性、定厚、定深,煤层及夹矸解释精度可达5~10cm,甚至可准确判断3~5cm的夹矸。

②全孔岩性解释。

③通过测井曲线对比,找出曲线的典型物性标

志,从而确定煤岩层层位和钻孔中的断层。此外山东还利用测井资料预测钻孔之间的煤层厚度(李阁成等),并取得了可信的地质成果。

④合理选择计算参数,对多种曲线的参数进行校正、分析,计算煤层碳灰水和岩层砂泥水,获得煤质和岩石粒度信息。

⑤利用密度、声波时差、视电阻率等曲线计算煤岩层的弹性模量、泊松比、强度指数等煤岩层力学性质,从而推断煤层顶、底板稳定性。此项工作已在山东等地得到了煤矿设计部门的认可。

⑥利用扩散法曲线和流量测井曲线,确定含水层,判断含水层的补给关系和计算含水层涌(漏)水量。在混合抽水时,流量测井方法有广泛的应用前景。此外,利用井温曲线可确定地温和热异常,进而研究地下水运移特征。

⑦利用产状测井和声波扫描测井,确定煤岩层产状,研究钻孔中岩溶、裂隙的发育情况,研究煤矿开采后冒落带等三带发育情况。

⑧利用井斜资料、井径曲线确定钻孔工程条件,以准确确定煤岩层的空间位置和钻孔井径变化,指导封孔等。

⑨利用多参数曲线和数理统计方法,分析研究煤层气赋存情况,推断煤层气部分含气量参数。

⑩利用测井曲线进行岩盐鉴别、软硬石膏划分。开拓石油测井应用领域,在小井眼浅井中(1000m以内)确定含油层的部分储层参数。

4 煤田测井发展前景

由于煤田测井在煤田地质勘探中的特殊地位,随着地质效果的进一步提高,其地位将越来越重要。煤田测井的发展应注重以下方面。

在已有的应用领域,测井将不断提高测量和解释精度,使煤田测井真正从定性过渡到定量,并实际被地质部门和煤矿设计部门使用(如部分煤质指标的解释成果、煤岩层力学参数的计算结果、煤层气储层参数解释成果等)。

不断开拓新的应用领域,在不同矿种地质勘探和工程勘探领域进行研究,打开测井市场,使煤田测井队伍逐步成为固体测井的骨干力量。

进一步研究测井前沿技术,重点是电阻率扫描成像测井、方位电阻率成像测井、系列声波成像测井以及核磁测井等,使我国煤田测井保持国际先进水平。

进一步进行测井队伍结构改革,集中优势技术人群,加强科研力量,攻克测井技术难关,以保持煤田测井队伍的活力,并在今后的市场竞争中占据有利地位,为煤田测井技术的发展做出更大的贡献。

鉴于笔者知识面所限,文中的内容可能有不确之处,敬请批评指正。

参考文献:

- [1]中国煤炭地质总局.中国煤田地质勘探史[M].北京:煤炭工业出版社,1992.
- [2]刘际时,刘景林,等.高分辨率中子俘获伽马能谱测井研究报告[R].涿州:中国煤炭地质总局,1992.
- [3]刘家瑾,等.煤田测井地质解释软件研究报告[R].涿州:中国煤炭地质总局,1993.
- [4]刘振强,等.声波扫描成像测井仪研究报告[R].涿州:中国煤炭地质总局,1995.
- [5]刘志臣,等.煤层气测井方法研究报告[R].涿州:中国煤炭地质总局,2001.
- [6]李崇儒,等.核测井刻度方法研究报告[R].涿州:中国煤炭地质总局,2001.

Course and Prospect of China Coalfield Well Logging Technology

Duan Tieliang

(Coal Resources Information Center, CNACG, Zhuozhou, Hebei 072752)

Abstract: Coalfield well logging has distinctive effects in coal seam spatial locating, depositional environment studying, coal and rock mechanical property interpretation, hydrogeological problem solving. It is a very important exploration means in coalfield geology. Through reviewing of 50 years development course of coalfield well logging technology and well logging professional contingent, showing achievements obtained and application prospect, therewith to commemorate the 50th anniversary of the China National Administration of Coal Geology.

Keywords: coalfield well logging technology; logging method; interpretation; application