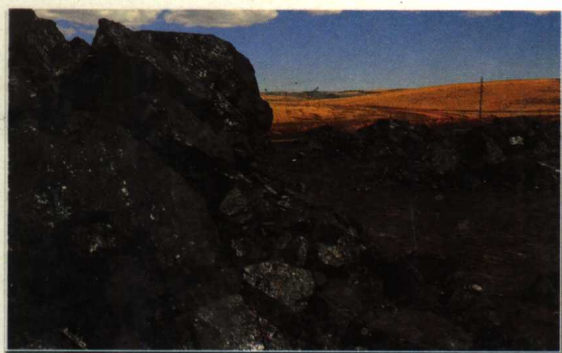


SHUI MEI JIANG FENG LEI LI YONG JI SHU

水煤浆分类利用技术

与制浆新技术新工艺

及国家相关技术标准规范实务全书



中国知识出版社

Q534.4
L-487
2

水煤浆分类利用技术与制浆新 技术新工艺及国家相关技术 标准规范实务全书

主编 陆良平

第二卷

中国知识出版社

目 录

第一章 水煤浆燃料的发展历程和趋势	(1)
第一节 水煤浆技术发展概况	(1)
第二节 我国发展水煤浆技术的重要意义	(3)
第二章 中国煤炭资源与制浆用煤	(5)
第一节 中国煤炭资源分布与生产概况	(5)
一、中国煤炭资源及其分布特征	(5)
二、中国煤炭生产状况	(7)
第二节 中国煤炭分类	(8)
一、分类方案	(8)
二、煤炭主要特征及用途	(10)
第三节 煤炭质量的常用分级标准	(12)
一、按硫分分级	(12)
二、按灰分分级	(13)
三、按煤炭发热量分级	(13)
四、按煤的全水分分级	(14)
五、按煤的挥发分产率分级	(14)
六、按煤的哈氏可磨性指数分级	(15)
七、按煤灰熔融性分级	(15)
第四节 制浆用煤的选择	(16)
第三章 中国煤炭的性质、分类和利用	(19)
第一节 中国煤炭资源的特点及分级	(19)
一、煤的生成：成煤作用及煤的系列	(19)
二、中国煤炭资源分类和分级	(21)
三、中国煤炭资源储量和特点	(25)
第二节 煤的岩相组成与特性及其分类	(26)
一、煤显微组分及其分类	(27)
二、镜质组平均反射率	(35)
三、反射率分布图	(37)
四、中国煤岩相组成特点	(41)
五、煤岩参数对加工工艺的影响及“煤岩相化学”	(58)
第三节 煤炭的组成、性质及检测	(60)

一、煤的化学组成与性质	(61)
二、煤中矿物质与有害元素	(84)
三、煤的孔结构	(92)
四、煤的物理性质与工艺性质	(102)
第四节 煤炭分类	(153)
一、分类研究的历史沿革	(153)
二、中国煤炭分类的完整体系	(157)
三、中国煤炭分类	(158)
四、中国煤炭编码系统	(173)
五、中国煤层煤分类	(178)
七、国际煤炭分类	(190)
八、主要产煤国家的煤炭分类	(194)
第五节 煤分类学在燃烧工程中的应用	(203)
一、煤燃烧的基本原理	(204)
二、煤阶的影响	(210)
三、化学组成和性质	(212)
四、物理机械性能	(231)
五、煤岩相组成及其性质	(233)
六、评定燃烧特性的有潜力的分析技术	(235)
第六节 气化工艺及对煤质的要求	(238)
一、概述	(238)
二、气化工艺分类	(239)
三、气化工艺特点及对煤质的要求	(241)
四、影响煤成浆性的煤质因素	(245)
第七节 煤分类学在焦化工程中的应用	(248)
一、煤阶的影响	(249)
二、化学组成和性质	(252)
三、物理性质与工艺性质	(259)
四、煤岩相组成和性质	(267)
五、评定煤结焦性能的有潜力的分析技术	(272)
第八节 液化工艺及对煤质的要求	(275)
一、概述	(276)
二、煤液化与化学制品	(280)
三、液化工艺对煤质的要求	(283)
四、岩相组成和性质	(293)
五、具有潜力的分析技术	(294)
第九节 煤和煤利用过程中的有害物质及其防治	(300)

一、煤中有害元素的分布、迁移及防治	(300)
二、煤利用过程中的致癌化合物	(313)
三、煤中硫和 SO_2 排放及其防治	(319)
第四章 煤质分析与煤的加工工艺性质	(355)
第一节 煤样的采取与制备	(355)
一、概述	(355)
二、商品煤样的采取	(358)
三、选煤厂生产检查煤样的采取	(366)
四、矿井生产煤样的采取	(372)
五、煤层煤样的采取	(373)
六、煤样的制备	(379)
七、商品煤质量抽查和验收方法	(392)
第二节 煤的加工工艺性质试验方法	(398)
一、选煤试验方法的一般规定	(398)
二、煤炭筛分试验方法	(402)
三、煤粉筛分试验方法	(406)
四、煤炭浮沉试验方法	(408)
五、煤粉浮沉试验方法	(413)
六、煤炭快速浮沉试验方法	(417)
七、煤的抗碎强度、堆密度和磁性物含量的测定	(418)
八、煤和矸石的泥化试验	(422)
九、商品煤含矸率和块煤限下率的测定	(429)
十、分步释放浮选试验	(430)
第三节 煤质分析试验方法	(438)
一、煤质分析的一般规定	(438)
二、煤的水分及其测定	(443)
三、煤中灰分的测定	(452)
四、煤的挥发分测定、固定碳含量的计算和工业分析仪	(456)
五、煤中全硫的测定	(461)
六、煤的发热量测定	(475)
七、煤的真相对密度测定	(495)
八、几点说明	(498)
九、 γ 辐射煤灰分仪	(498)
第四节 选煤厂的计量	(505)
一、原煤和产品(或产物)数量检查	(505)
二、选煤厂计量器具	(508)
三、煤泥水参数的测定	(517)

第五节 选煤厂技术检查	(525)
一、选煤厂生产检查	(525)
二、设备工艺效果评定方法	(534)
三、选煤厂工艺流程检查	(566)
四、技术检查计划的制定	(571)
五、技术检查资料的整理和计算	(572)
第五章 水煤浆及其分类	(577)
第一节 水煤浆产品分类及工业应用	(577)
一、高浓度水煤浆 (Coal Water Mixture, CWM)	(577)
二、中浓度水煤浆 (Coal Water Slurry, CWS)	(577)
三、精细水煤浆 (Ultra - Clean Micronized Coal - Water Fuel)	(577)
四、煤泥浆 (Coal Water Slurry, CWS)	(578)
第二节 水煤浆的主要特征	(578)
一、水煤浆的成浆性	(578)
二、水煤浆的燃烧性	(585)
三、水煤浆的稳定性	(587)
第三节 难制浆煤种成浆性的提高途径	(591)
一、配煤制浆	(591)
二、表面改性	(591)
三、热处理	(591)
四、添加剂的复配	(592)
五、严格级配, 提高堆积效率	(592)
第六章 水煤浆的粒度分布	(593)
第一节 颗粒的堆积	(593)
一、等径颗粒的堆积	(593)
二、多种离散粒径颗粒的堆积	(594)
三、连续分布颗粒的堆积	(595)
四、隔层堆积理论	(595)
第二节 水煤浆的粒度分布	(596)
一、Gaudin - Schuhmann 及 Alfred 粒度分布	(596)
二、Rosin - Rammler 粒度分布	(597)
三、隔层堆积计算机模型的应用	(598)
四、双峰与多峰级配技术	(602)
五、指导生产调试	(603)
第七章 煤的配合加工与利用	(605)
第一节 中国的煤炭资源与煤质特征	(605)
一、中国分大区、分省 (市、区)、分煤种的储量	(605)

二、中国原煤及洗选加工产品的生产状况	(609)
三、中国不同时代煤的煤质特征	(611)
四、不同类别煤的煤质特征	(622)
五、中国煤的主要质量特征	(633)
第二节 中国煤的分类及各种工业用煤的质量要求	(637)
一、中国煤的分类	(637)
二、中国煤的质量分级标准	(646)
三、各种工业用煤的质量要求	(648)
四、中国煤的产品品种和等级划分	(660)
第三节 煤的配(混)合入选	(664)
一、配(混)合入选的定义	(664)
二、配(混)合入选的意义	(666)
三、国内外概况	(667)
四、配(混)合入选对精煤质量的控制	(668)
五、配(混)合入选煤质资料的综合	(673)
六、配(混)煤方式	(674)
第四节 动力配煤技术	(679)
一、动力配煤技术及其重要意义	(679)
二、煤的燃烧及煤质对燃烧的影响	(680)
三、各类锅炉对煤质的要求	(685)
四、动力配煤的质量标准	(691)
五、配煤方案的优化	(693)
六、配煤工艺及设备	(705)
七、配煤的质量检测	(708)
第五节 配煤炼焦	(709)
一、高温炼焦过程与特点	(709)
二、配煤炼焦的意义与原则	(711)
三、单种煤的结焦特性及其在配煤中的作用	(712)
四、炼焦煤的煤质评定方法	(714)
五、配煤炼焦试验与设备	(723)
六、配合煤的质量要求与控制措施	(729)
七、配煤及焦炭质量预测的基本原理与方法	(736)
八、成焦机理概述	(742)
九、备煤炼焦工艺因素对结焦过程及焦炭质量的影响	(745)
十、配煤炼焦生产工艺与设备	(747)
十一、焦炭的种类与性质	(750)
十二、配煤炼焦新工艺与我国炼焦技术的发展方向	(760)

第六节 配煤生产型煤	(762)
一、型煤的产生与发展	(763)
二、型煤及其产品分类	(764)
三、粉煤成型原理	(767)
四、型煤强度及其测定方法	(769)
五、型煤粘结剂与添加剂	(778)
六、型煤生产工艺	(785)
七、型煤生产设备	(795)
八、工业型煤	(817)
九、民用型煤	(823)
十、型煤技术的发展方向与前景	(826)
第七节 配煤生产活性炭	(827)
一、活性炭的结构及性质	(828)
二、活性炭生产原料用煤的质量要求	(829)
三、活性炭生产原理及单种煤生产活性炭性能	(831)
四、配煤生产活性炭	(839)
第八章 磨矿工艺与制浆设备	(847)
第一节 制浆用球磨机	(847)
第二节 水煤浆专用球磨机	(849)
一、选型设计的基本条件	(849)
二、水煤浆专用球磨机的结构	(850)
三、水煤浆专用球磨机的规格系列	(852)
四、与国外同类设备比较	(854)
第三节 球磨机中磨介的运动过程	(855)
一、第一阶段磨介层的偏转角 γ	(856)
二、第二阶段磨介的滑行与滑行的偏转角 τ	(857)
三、泻落与抛落运动	(858)
第四节 球磨机的有用功率	(859)
一、纯泻落运动部分的功耗	(860)
二、纯抛落运动部分的功耗	(861)
三、三相混合部分的功耗	(862)
四、功耗理论计算与实验数据	(865)
五、工业磨机功耗及能力计算与实例	(868)
第五节 制浆球磨机的工况选择	(869)
一、磨机给料的破碎	(869)
二、破碎与研磨过程的功耗及磨机的生产能力	(873)
三、球磨机装球率	(874)

四、球磨机的转速率·····	(877)
五、磨矿浓度·····	(879)
六、磨介的选择与合理配球·····	(881)
第六节 磨矿过程的数学模型及制浆优化·····	(883)
一、磨矿过程的数学模型·····	(884)
二、磨矿制浆的优化·····	(885)
第七节 制浆用振动磨机·····	(888)
一、振动磨机磨矿作用分析与振动强度的选择·····	(888)
二、激振系统的设计·····	(891)
三、共振的预防·····	(893)
四、振动磨机与球磨机制浆性能的比较·····	(893)
第九章 水煤浆制浆工艺·····	(895)
第一节 制浆工艺的主要环节及功能·····	(895)
一、制浆用煤的分选·····	(896)
二、水煤浆的过滤·····	(898)
第二节 干法制浆工艺·····	(901)
第三节 干、湿法联合制浆工艺·····	(902)
第四节 高浓度磨矿制浆工艺·····	(903)
第五节 中浓度磨矿制浆工艺·····	(904)
第六节 高、中浓度磨矿级配制浆工艺·····	(905)
第七节 结合选煤的制浆工艺·····	(910)
一、浮选精煤或煤泥制浆·····	(910)
二、浮选精煤、水洗精煤联合制浆·····	(911)
第八节 超净煤精细高热值水煤浆·····	(912)
第九节 褐煤水煤浆·····	(913)
第十节 国内外水煤浆厂简介·····	(914)
第十章 水煤浆技术国家标准规范·····	(921)
水煤浆技术条件·····	(921)
水煤浆质量试验方法·····	(923)
出口水煤浆采制样方法·····	(971)
出口水煤浆检验方法·····	(989)
第十一章 水煤浆添加剂配方及生产技术·····	(993)
第一节 水煤浆分散剂·····	(993)
一、分散剂的作用机理·····	(993)
二、常用分散剂·····	(996)
第二节 水煤浆稳定剂·····	(999)
第三节 其它辅助添加剂·····	(1001)

一、消泡剂	(1001)
二、调整剂	(1001)
三、防霉剂	(1001)
四、表面处理剂	(1001)
五、促进剂	(1002)
第十二章 水煤浆的流变特性	(1005)
第一节 牛顿型流体	(1005)
第二节 非牛顿型流体	(1006)
一、假塑性流体	(1006)
二、胀塑性流体	(1006)
三、宾汉流体	(1006)
四、屈服假塑性流体	(1007)
五、屈服胀塑性流体	(1007)
第十三章 水煤浆在管道中的流动	(1009)
第一节 牛顿流体在管道中的流动	(1009)
第二节 宾汉流体在管道中的流动	(1009)
第三节 幂定律流体在管道中的流动	(1013)
第十四章 水煤浆搅拌混合与剪切	(1015)
第一节 搅拌方式	(1015)
第二节 搅拌桶中的涡旋运动	(1016)
一、自由涡、强制涡与复合涡	(1016)
二、涡旋内的压力分布	(1017)
三、自由涡与强制涡的分界半径	(1018)
第三节 搅拌桶结构与流体的流态	(1019)
一、搅拌桶结构	(1019)
二、搅拌转速	(1020)
三、搅拌混匀时间的确定	(1020)
第四节 搅拌功率的计算	(1021)
一、搅拌牛顿流体时的功率计算	(1021)
二、搅拌水煤浆时的功率计算	(1023)
第十五章 水煤浆的储运	(1025)
第一节 水煤浆装储技术	(1025)
第二节 水煤浆运输	(1025)
第十六章 水煤浆的燃烧技术	(1027)
第一节 水煤浆的燃烧过程	(1027)
第二节 水煤浆的燃烧装置	(1030)
一、喷嘴与雾化技术	(1030)

二、燃烧器技术	(1039)
三、锅炉本体改造技术	(1043)
四、国内外水煤浆燃烧示范工程	(1044)
第十七章 水煤浆质量检测方法	(1055)
第一节 水煤浆采样方法	(1055)
一、样品的定义	(1055)
二、水煤浆生产中的试样采取	(1055)
三、商品水煤浆试样采取	(1056)
四、试样缩分	(1057)
五、试样保存	(1057)
第二节 水煤浆浓度的测定方法	(1058)
一、试样的采取和制备	(1058)
二、方法 A——干燥箱干燥法 (仲裁法)	(1059)
三、方法 B——红外干燥法	(1060)
第三节 水煤浆筛分试验方法	(1060)
一、术语和定义	(1061)
二、设备	(1061)
三、试样的采取和制备	(1061)
四、试样的浓度测定	(1061)
五、方法提要	(1061)
六、测定步骤	(1062)
七、结果计算	(1063)
八、方法的精密度	(1064)
第四节 水煤浆表观粘度测定方法	(1064)
一、术语和定义	(1064)
二、方法提要	(1065)
三、仪器设备	(1065)
四、试剂和材料	(1065)
五、试验条件	(1065)
六、试验步骤	(1065)
七、结果计算与表述	(1066)
八、方法的精密度	(1066)
第五节 水煤浆稳定性测定方法	(1067)
一、术语和定义	(1067)
二、测定原理	(1067)
三、实验室条件	(1067)
四、仪器设备	(1067)

五、测定步骤	(1068)
六、结果计算	(1068)
七、方法的精密度	(1069)
第六节 水煤浆密度测定方法	(1069)
一、方法提要	(1069)
二、试剂	(1070)
三、仪器设备	(1070)
四、试验准备	(1071)
五、测定步骤	(1071)
六、结果计算	(1071)
七、方法的精密度	(1072)
第十八章 国外水煤浆技术发展及技术评价	(1075)
第一节 水煤浆技术的主要内容及工业应用范围	(1076)
一、水煤浆技术的主要内容及其科技术语说明	(1076)
二、水煤浆技术在工业应用上的分类	(1077)
三、水煤浆系统技术的主要内容	(1077)
第二节 国内外水煤浆技术发展的历史和现状	(1078)
一、国外水煤浆技术	(1079)
二、我国高浓度水煤浆技术发展情况	(1081)
第三节 水煤浆技术的基本原理及其关键技术	(1082)
一、水煤浆制备原理及其关键技术	(1082)
二、关于水煤浆燃烧应用的基本原理及有关技术	(1088)
三、环境保护分析	(1099)
四、储运技术	(1103)
第四节 国内水煤浆生产试验的示范工程情况	(1106)
一、以水煤浆代油, 中小型工业锅炉热电联供的示范工程—北京造纸— 厂示范工程	(1106)
二、白杨河燃油电厂改烧水煤浆示范工程	(1107)
三、绍兴轧钢厂水煤浆示范工程——连续四年全烧水煤浆情况	(1108)
第五节 对水煤浆系统技术的初步评价	(1111)
一、对水煤浆技术“成熟度”的初步分析	(1112)
二、对水煤浆环保特性的初步分析	(1113)
三、对水煤浆节能特性的初步分析	(1113)
四、水煤浆技术应用的代油与原煤及煤泥浆代煤经济的分析	(1114)
五、目前水煤浆技术发展中存在的主要问题及其原因	(1117)
六、水煤浆技术在我国的发展前景及建议	(1117)
第十九章 中国洁净煤技术	(1121)

第一节 开发推广洁净煤技术促进能源与环境协调发展	(1121)
一、我国能源发展现状及展望	(1121)
二、发展洁净煤技术的必要性	(1121)
三、国内外洁净煤技术发展现状	(1122)
四、我国洁净煤技术的发展方向	(1131)
第二节 选煤	(1133)
一、概述	(1133)
二、跳汰选煤	(1136)
三、重介质选煤	(1142)
四、浮游选煤	(1149)
五、湿法选煤工艺流程	(1155)
六、空气重介质流化床干法选煤	(1159)
七、其它选煤方法	(1162)
八、选煤的社会经济效益	(1168)
九、今后选煤发展的重点	(1170)
第三节 型煤技术	(1171)
一、发展型煤技术是适合我国国情的有效而实用的技术途径	(1171)
二、型煤的定义和分类	(1172)
三、民用型煤	(1175)
四、工业锅炉用型煤	(1182)
五、工业燃气用造气型煤	(1197)
六、合成氨造气型煤	(1206)
七、型焦及配型煤炼焦	(1214)
八、铁炭型煤炼铁	(1226)
第四节 洁净燃烧技术	(1228)
一、概述	(1228)
二、洁净燃烧技术的国内外	(1229)
三、洁净燃烧技术原理及特点	(1231)
四、洁净燃烧技术的工艺及设备	(1236)
五、社会经济及环境效益市场分析	(1239)
六、尚处于研究开发阶段的技术	(1240)
七、洁净燃烧技术发展还存在的问题	(1241)
第五节 增压流化床燃烧 (PFBC) 技术	(1242)
一、概述	(1242)
二、增压流化床燃烧联合循环 (PFBC - CC) 发电技术的原理和类型	(1243)
三、PFBC - CC 的关键技术	(1246)
四、PFBC 技术发展的各个阶段	(1247)

五、PFBC 与几种煤的高效清洁发电技术的比较	(1261)
六、PFBC 技术的发展展望	(1264)
第六节 烟气净化	(1266)
一、燃煤电厂锅炉烟尘的净化	(1266)
二、燃煤电厂硫氧化物的净化	(1273)
三、各种烟气脱硫的工艺路线	(1278)
四、燃煤电厂氮氧化物 (NO _x) 的净化	(1284)
第七节 粉煤灰综合利用技术	(1294)
一、粉煤灰及其组成	(1294)
二、粉煤灰利用状况与历史	(1297)
三、我国粉煤灰利用的几个主要途径	(1300)
四、粉煤灰利用的前景与途径的几点看法	(1314)
第八节 煤炭气化	(1315)
一、煤炭气化的重要意义	(1315)
二、煤炭气化的基本原理	(1316)
三、煤炭气化的原则流程	(1319)
四、煤炭气化方法的分类	(1322)
五、固定床、流化床和气流床基本原理	(1324)
六、固定床煤炭气化	(1325)
七、流化床煤炭气化	(1334)
八、气流床煤炭气化	(1339)
九、煤炭气化方法的选择	(1353)
十、IGCC 系统中煤气化工艺的选择	(1353)
十一、250MW IGCC 示范厂和 Shell 煤气化工艺	(1358)
十二、330MW 的 IGCC 示范厂及 Prenflo 气化工艺	(1365)
十三、燃煤发电技术比较及相应经济评估	(1370)
第九节 煤炭液化	(1374)
一、煤炭液化概述	(1374)
二、煤炭直接液化技术	(1374)
三、煤炭间接液化	(1393)
四、煤炭液化的经济效益和社会效益	(1399)
五、存在的问题和解决办法, 发展前景	(1400)
第十节 燃料电池	(1401)
一、导论	(1401)
二、国内外发展现状	(1403)
三、熔融碳酸盐型燃料电池 (MCFC)	(1406)
四、固体氧化物型燃料电池 (SOFC)	(1415)

第十一节 矿区生态环境治理	(1417)
一、矿区生态环境治理的意义	(1417)
二、国内外矿区治理发展概况	(1421)
三、矿区生态环境治理技术的原理及特点	(1426)
四、矿区生态环境治理的经济社会效益及存在的问题	(1430)

(六) 结果计算

空气干燥煤样的挥发分 V_{ad} 按式 (49) 计算:

$$V_{ad} = \frac{m_1}{m} \times 100 - M_{ad} \quad (49)$$

当空气干燥煤样中碳酸盐二氧化碳含量为 2% ~ 12% 时, 则按式 (50) 计算:

$$V_{ad} = \frac{m_1}{m} \times 100 - M_{ad} - (CO_2)_{ad} \quad (50)$$

当空气干燥煤样中碳酸盐二氧化碳含量 > 12% 时, 则按式 (51) 计算:

$$V_{ad} = \frac{m_1}{m} \times 100 - M_{ad} - [(CO_2)_{ad} - (CO_2)_{ad(焦渣)}] \quad (51)$$

式中 V_{ad} ——空气干燥煤样的挥发分产率, %;
 m_1 ——煤样加热后减少的质量, g;
 m ——煤样质量, g;
 M_{ad} ——空气干燥煤样的水分含量, %;
 $(CO_2)_{ad}$ ——空气干燥煤样中碳酸盐二氧化碳的含量, %;
 $(CO_2)_{ad(焦渣)}$ ——焦渣中二氧化碳对煤样质量的百分数, %。

(七) 精密度

挥发分测定的重复性和再现性见表 4-47。

表 4-47

挥发分/%	< 20	20 ~ 40	> 40
重复性 V_d /%	0.30	0.50	0.80
再现性 V_d /%	0.50	1.00	1.00

(八) 注意事项

因为挥发分测定是一个规范性很强的试验项目, 所以必须严格控制试验条件, 尤其是加热温度和加热时间。这两项试验条件我国和国际标准规定完全一致, 为此必须做到:

(1) 测定温度应严格控制在 $(900 \pm 10)^\circ\text{C}$, 要定期对热电偶及毫伏计进行严格的校正。定期测量马弗炉恒温区, 测定时坩埚必须放在恒温区。

(2) 炉温应在 3min 内恢复到 $(900 \pm 10)^\circ\text{C}$ 。因此马弗炉应经常验证其温度恢复速度是否符合要求, 或手动控制。每次试验最好放同样数目的坩埚, 以保证坩埚及其支架的热容量基本一致。

(3) 总加热时间(包括温度恢复时间)要严格控制在 7min, 用秒表计时。

(4) 坩埚应带有严密盖的瓷坩埚, 形状、尺寸、总质量必须符合图 4-39 所示规

定。

(5) 耐热金属做的坩埚架尺寸如图 4-40 所示, 它受热时不能掉皮, 若沾在坩埚上会影响测定结果。

(6) 坩埚从马弗炉取出后, 在空气中冷却时间不宜过长, 以防焦渣吸水。坩埚在称量前不能开盖。

(7) 褐煤、长焰煤水分和挥发分很高, 如以松散状态放入 900℃ 炉中加热, 则挥发分会骤然大量释放, 把坩埚盖顶开带走碳粒, 使结果偏高, 而且重复性差。若将煤样压成饼, 切成 3mm 小块后, 使试样紧密可减缓挥发分的释放速度, 因而可有效地防止煤样爆燃、喷溅, 使测定结果可靠稳定。

(九) 固定碳含量的计算

煤中固定碳含量不是实测的, 而是从测定煤样的挥发分后的残渣中减去灰分后的残留物。通常用 100 减水分、灰分和挥发分得出, 按式 (51) 计算:

$$FC_{ad} = 100 - (M_{ad} + A_{ad} + V_{ad}) \quad (52)$$

式中 FC_{ad} ——空气干燥煤样的固定碳含量, %;

M_{ad} ——空气干燥煤样的水分含量, %;

A_{ad} ——空气干燥煤样的灰分产率, %;

V_{ad} ——空气干燥煤样的挥发分产率, %。

(十) 工业分析仪

国际上煤的工业分析已朝仪器化发展, 有些仪器可以一次完成工业分析的四个项目, 如美国 MAC-500 工业分析仪和 Fisher 工业分析仪。下面介绍 MAC-500 工业分析仪。

MAC-500 工业分析仪是美国 Leco 公司 1983 年研制成功并投放市场的。该测定仪可以连续测定煤的水分、灰分、挥发分和计算固定碳。分单炉和双炉两种类型, 即一台控制仪可带一个炉子, 也可带两个炉子。仪器内部有一个呈圆盘形的加热炉, 炉子下部装有电子分析天平, 天平的支座伸入炉内, 通过圆盘传送带转动, 每 7s 可以自动称一只坩埚。传送带上一次可以装 20 个坩埚, 其中 19 个坩埚内装试样, 1 个作空白, 以校正因温度变化及其他变量改变而造成坩埚质量的改变, MAC-500 工业分析仪将电子天平和微型计算机引用到工业分析中。炉温在氮保护气氛中保持在 106℃, 测定水分, 等所有坩埚质量恒定后, 计算机自动计算并打印出水分结果。随即炉温升高到 900℃ 后持续 7min, 这时损失的质量就是挥发分, 计算机自动计算打出结果。然后去掉坩埚盖, 改变炉内为氧气气氛, 温度降至 815℃, 保持此温度到灼烧至质量恒定, 坩埚内的剩余物即为煤的灰分, 这时计算机又记录下煤的灰分产率。根据水分、挥发分和灰分三项结果计算出固定碳的含量。

这种分析仪对炉温、气氛进行自动控制, 并可根据要求调整, 电子天平按要求自动