

XUANMEICHANG DIANQI SHEBEI ANZHUANG SHIYONG YU WEIHU

选煤实用技术丛书

选煤厂电气设备安装使用与维护

下册

中国煤炭加工利用协会组织编写



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

XUANMEICHANG DIANQI SHEBEI ANZHUANG SHIYONG YU WEIHU

选煤实用技术丛书

选煤厂电气设备安装使用与维护(下)

邓晓阳 张启林 等编著

中国煤炭加工利用协会组织编写

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology press

《选煤实用技术》丛书编委会

主 编 吴式瑜

副主编 叶大武 解京选 李文林

编 委 (按姓氏笔画排序)

邓晓阳 叶大武 匡亚莉 李文林

吴大为 吴式瑜 陈 迹 张明旭

周少雷 欧泽深 竺清筑 谢广元

路迈西 解京选

丛书前言

能源是国民经济发展和人类赖以生存的物质基础。煤炭是我国的主要能源,其生产量和消费量一直占能源的70%左右。

我国煤炭资源丰富,品种齐全。到20世纪末,煤炭的探明储量有1万亿吨,其中已利用储量中尚有可采储量800多亿吨;我国的石油、天然气资源相对不足,其储量只可供开采几十年;水力资源虽然丰富,但集中在西南地区,而且开发利用需要的投资很大;核能、太阳能、风能、生物能的开发利用则刚刚起步。所以,未来几十年内,煤炭仍是我国最可靠的能源,煤炭的基础能源地位不会改变。

我国是煤炭的生产和消费大国,每年生产和消费煤炭都在十几亿吨以上。大量生产和消费煤炭,无论对区域环境,还是对全球气候都造成很大影响。为此,国家鼓励和提倡发展洁净煤技术。

选煤是洁净煤技术的基础,也是煤炭深加工(制水煤浆、焦化、气化、液化)和洁净、高效利用的前提。选煤可以除去原煤中的大部分矿物杂质,提高煤炭质量,并把它分成不同等级,为用户合理利用创造条件。国家鼓励发展煤炭洗选加工,原煤入洗量不断提高,从1949年的几十万吨发展到2003年的5亿多吨。

但是我国煤炭洗选加工相对落后,原煤入洗率尚不足30%,商品煤质量较差,因此煤炭利用率低,燃煤引起的污染严重。为了合理利用煤炭资源,提高利用效率,降低铁路运输量,减少燃煤对大气的污染,有必要大力发展煤炭洗选加工。

近几年来,我国选煤工业迅猛发展,选煤厂数量增加,选煤技

术进步速度加快,目前的选煤技术人员已满足不了发展的需要,为了培养大批选煤工程技术及管理人员,提高选煤技术人员的素质,由中国煤炭加工利用协会和中国矿业大学出版社共同组织国内一批有实践经验的专家、学者及高级工程技术人员,编写了这套《选煤实用技术》丛书。本丛书书名如下:

1. 《跳汰选煤技术》
2. 《重介质选煤技术》
3. 《浮游选煤技术》
4. 《选煤厂产品脱水》
5. 《选煤厂煤泥水处理》
6. 《选煤厂破碎与筛分》
7. 《选煤厂机械设备安装使用与维护》
8. 《选煤厂电气设备安装使用与维护》
9. 《选煤厂管道、阀门与泵的安装使用与维护》
10. 《选煤厂煤质分析与技术检查》
11. 《选煤厂计算机应用》
12. 《选煤厂技术经济管理》

本丛书主编吴式瑜,副主编叶大武、解京选、李文林。

本丛书实用性较强,可作为选煤厂技术、管理干部和专业技术工人的培训教材,也可作为大专院校选煤专业学生的学习参考书。

本丛书由多位作者编写,写作风格各有不同,且由于时间仓促、涉及内容广泛,错误和缺点在所难免,望读者批评指正。

前 言

本书立足于当前选煤厂电气工程的配置和应用现状,遵循技术发展连续性的客观规律,在总结中煤国际工程集团北京华宇工程公司(原选煤设计研究院)、平顶山中选自控系统有限公司对选煤厂电气工程设计、集成和安装调试实践经验的基础上,参考国内外有关公司提供的资料及有关参考书,对选煤厂常用的检测仪表、控制系统及控制装置、单机控制电控装置的工作原理、技术特点、安装使用与维护的注意事项等方面进行了介绍,以便对选煤厂的工程技术人员和电气维护人员在尽快熟悉工程设计文件、阅读随设备所带的使用说明书、进一步了解设备性能、做好使用维护工作、提高应用质量等方面有所帮助。

本书涉及的设备品种繁多,型号各异,更新换代迅速,所收集到的实际使用信息有限,不可能涵盖目前选煤厂的全部实际应用,不当之处在所难免,敬请谅解,并请指正为盼。

本书在编著过程中得到了中煤国际工程集团北京华宇工程公司(原选煤设计研究院)的大力支持。全书由国家设计大师邓晓阳教授策划并审稿。张启林教授级高工组织编写,同时对全书进行了多次修改并定稿。本书初稿由王国琰教授级高工执笔,张剑锋、王光豪、程贤军、马庆银参加了部分章节内容的起草。全书由曹鹰教授级高工统稿。

在本书编写过程中,为作者提供资料的国内外公司有:施耐德电气公司、SIEMENS公司、GE Fanuc公司、深圳万讯科技有限公司、石家庄中核久安科技股份有限公司、伯托(中国)北京代表处、

江苏天秤计控设备公司、SMC(中国)有限公司、上海恩德斯豪斯自动化设备有限公司、沈阳东华胶带机研究所、高邮市旭日液压设备有限公司、江苏朝阳气动液压机械设备有限公司、山东煤矿莱芜机械厂等,在此表示衷心感谢。

编著者

2005 年 10 月

目 录

第一章 检测仪表	1
第一节 概述	1
一、测量和测量误差	1
二、测量仪表的品质指标	5
三、测量仪表的分类	7
四、选煤过程控制常用检测仪表	7
五、现代仪表的使用维护特点	9
第二节 压力检测仪表	10
一、概述	10
二、弹性式压力计	11
三、PMC 系列压力变送器	19
第三节 料液位检测仪表	23
一、概述	23
二、静压式液位计	24
三、超声波物位计	25
四、微波式物位计	35
第四节 皮带秤	39
一、电子皮带秤	39
二、核子皮带秤	49
第五节 密度检测仪表	58
一、 γ 射线的特性	58

二、核辐射探测器	59
三、 γ 射线密度计作用原理	60
四、SY—5100 系列智能式工业密度计	61
第六节 在线灰分仪	68
一、测量原理和系统组成	69
二、灰分仪系统的安装	73
三、灰分仪系统的标定	74
四、被测煤中水分和含铁量变化对测量结果的影响	75
五、灰分仪系统常见的故障及处理一览表	75
六、辐射安全防护	77
第七节 电磁流量计	82
一、工作原理	82
二、电磁流量变送器	83
三、电磁流量转换器	85
四、电磁流量计的选用、安装及维护	87
 第二章 控制系统及控制装置	 92
第一节 选煤厂控制系统及功能	92
一、选煤厂集中控制系统及功能	92
二、选煤厂调度监控系统	94
三、选煤厂管理监控系统	98
第二节 可编程序控制器(PLC)	102
一、概述	102
二、可编程序控制器的发展历史	102
三、PLC 的定义和特点	104
第三节 选煤厂常用 PLC	119

一、概述	119
二、MODICON Quantum 系列 PLC	120
三、西门子 SIMATICS7—300 系列 PLC	153
四、GE 可编程序控制器(PLC)	185
第四节 PID 调节原理	219
一、自动调节概念	219
二、比例、积分和微分控制作用	224
第五节 控制系统维护	238
一、概述	238
二、控制原理图简介	239
三、控制系统维护	248
 第三章 单机控制电控装置	 250
第一节 概述	250
第二节 淘汰机电控装置	250
一、概述	250
二、控制原理	251
三、安装接线	256
四、调试操作	257
五、PZX 型电控装置的操作与监控	258
第三节 加压过滤机电控装置	262
一、概述	262
二、控制系统的构成	262
三、控制系统简介	265
四、操作	273
五、故障处理	277

六、操作及维护注意事项	277
附录	279
附录一 物位变送器的标定	279
附录二 上位机的清洁	280
附录三 选煤厂常用电气图形符号	281
附录四 选煤厂工人技术操作规程(节选)	287
附录五 选煤厂安全规程(节选)	292
附录六 选煤厂机电设备完好标准(节选)	302
参考文献	315

第一章 检测仪表

第一节 概 述

在选煤厂生产过程中,为使选煤厂的生产处于产品质量稳定、效率高、能源消耗低的较理想状态,在控制系统中一般设有在线检测仪表,对工艺过程中的主要参数,如入选原煤数量及其灰分,各产品煤数量及主要产品灰分,重介悬浮液密度值,储仓料位及主要水池、水箱液位,水、电、药剂消耗量,有压入料旋流器的入料压力等进行检测。在线检测仪表工作的可靠性及其测量准确度,不仅关系到控制系统工作正常与否,而且也影响到生产管理和调度的正常实施。因此,必须正确选择合适的在线检测仪表,以满足监控、调控及管理的要求。以下对有关测量和测量仪表常用的基本知识作简要介绍。

一、测量和测量误差

(一) 测量的概念

测量(检测)是人们从数量上描述周围物质世界的重要手段。一个量的大小,用量值表示。量值的获得是通过测量来实现的,而测量是为确定被测对象的量值而进行的实验过程。这种测量实验过程,是利用一个已知的单位量(即标准量)与被测的同类量进行比较的过程。通过比较定出被测量是已知单位量的若干倍或几分之几,其结果可以在一定准确度内重复实现。为此,测量必须具有一定的手段和方法,测量仪表(检测仪表)就是实现这种过程的技

术工具。各种测量仪表的共性是,可以将被测量经过一次或多次信号或能量形式的转换,最后由仪表的指针、数字或图像等显示出其量值。例如,电磁流量计是根据被测液体垂直于磁力线方向流动而切割磁力线时,在与液体流向和磁力线垂直方向上产生感应电势的原理,检测由变送器测量管上对称配置的电极引出的感应电势信号,经转换器放大处理后,由显示单元显示流量值,并输出4~20 mA 标准信号或由通信接口输出数字信号,供控制系统对某作业环节中的流量值进行监视和调控。

(二) 测量误差

在测量过程中,由于测量工具的准确性、观测者的主观性、外界环境条件的变化以及某些偶然因素等的影响,使得测量结果与被测量的真值之间总有一定的差值,这一差值称为测量误差。它反映了测量质量的好坏。一个测量结果,只有当知道它的测量误差或指明误差范围时,这种测量结果才有意义。因此,我们必须认识和掌握测量误差,并设法估计它、减小它。测量误差可从不同的角度进行分类。

1. 绝对误差和相对误差

误差表示方式可分为绝对误差和相对误差。

(1) 绝对误差是指测量结果与被测量的真值之间的差值。它既表明误差的大小,又指明其正负方向,即:绝对误差=测量值-真值。应注意:绝对误差与误差的绝对值必须严格区分。

严格地说,真值是一个理想概念。自然界任何物体都处在永恒的运动之中,一个量随所处时间和空间不同而发生变化,真值常常是不知道的,因而在现实中引出了“实际值”的概念。这是一个接近真值并用来代替真值使用的量值。作为实际值并不是任意的,要求它在一定限度上接近真值,即满足规定的准确度,与真值的差可忽略不计。通常把检定中高一级别的计量标准所测得的量值作为实际值。这时,绝对误差是指用标准仪表(准确度较高)与

被校仪表(准确度较低)同时对同一量进行测量,所得两个测量结果之差。绝对误差乘以 (-1) 就称为修正值,即修正值与误差相等但符号相反,它是消除系统误差时用代数法加到测量结果上的值。

(2) 相对误差是指测量的绝对误差与约定值之百分比,是一个无量纲的值。随着采用的约定值不同,相对误差常见有三种表示方式:

① 实际相对误差,表示测量的绝对误差与被测量的实际值(真值)之百分比。

② 标称相对误差,表示测量的绝对误差与仪表示值之百分比。

③ 引用相对误差。实际(或标称)相对误差随被测量的变化而变化,当被测量从零变到无穷大时各有不同,于是又引出了引用相对误差。它是指测量的绝对误差与仪表的量程之百分比。所谓仪表的量程,是指仪表测量范围的上限值与下限值之差。引用相对误差 δ 表示为:

$$\delta = \frac{\text{测量的绝对误差}}{\text{仪表的量程}} \times 100\% = \frac{x - x_0}{a - b} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 x_0 、 x ——分别为被测量的实际值(真值)和仪表的测量值;
 a 、 b ——分别为仪表测量范围的上限值和下限值。

2. 系统误差、随机误差和粗大误差

测量误差按本身的性质可分为系统误差、随机误差和粗大误差三大类。

(1) 在偏离测量规定条件时或由于测量方法引入的因素所引起的、按某确定规律变化的误差,称为系统误差。它反映了测量结果对实际值的偏离程度。这种误差的大小和方向有确定的变化规律,一般可以进行修正或通过改进测量方法来消除它。

(2) 在实际测量条件下,多次测量同一个量时,如果误差的绝对值和符号以不可预定方式变化,则这类误差称为随机误差。产

生随机误差的因素多种多样,又互不相关,没有规律,它反映了测量结果的分散性。这种误差无法修正,只能用统计理论来估计其影响。

(3) 粗大误差是指超出在规定条件下预期的误差。例如错误地读取示值、错误的测量方法等导致的误差,它明显地歪曲测量结果。这种误差在测量中不允许存在,应予剔除。

3. 基本误差、附加误差和允许误差

按仪表工作条件的不同,误差分为基本误差和附加误差。仪表在规定的正常工作条件下(例如电源电压和频率、环境温度和湿度等)所具有的误差,称为基本误差。通常在正常工作条件下的示值误差就是指基本误差。由于仪表超出规定的正常工作条件时所增加的误差,称为附加误差。例如,仪表工作温度超过规定时,将引起温度附加误差等。如果不注意仪表的正确安装和使用,附加误差可能很大,甚至超过基本误差,故不可忽视。

仪表所允许的误差界限称为允许误差。它指某一仪表的示值或性能不允许超过某个误差范围。基本误差并不是允许误差,前者是指仪表各点示值的实际误差值,后者是一个许可的误差界限。

4. 静态误差和动态误差

根据与被测量的变化速度的关系区分,误差分为静态误差和动态误差。与被测量的变化速度无关的称为静态误差,因此,上述几种误差皆属这种误差。在测量系统中,当被测量随时间变化时,在测量信号的转换和传递过程中,会遇到各种运动惯性和时间上的滞后,使得仪表示值(输出量)在时间上不能与被测量的实际值(输入量)精确吻合。这种在被测量的信息处于变动状态下仪表示值与被测量的实际值之间的差异称为动态误差。动态误差反映仪表动态特性的好坏,通常用时间常数和滞后时间来表达。测量快速变化的参数时,可能导致显著的动态误差,仪表的瞬时示值明显地小于被测的实际值,这一点必须引起足够注意。

二、测量仪表的品质指标

一台测量仪表的质量好坏,可用它的品质指标来衡量。由于测量的目的不同,仪表种类繁多,仪表的品质指标也是多方面的。这里仅举其中最常见的几个指标来讨论。

(一) 准确度(又称精确度)

使用测量仪表对生产过程中的工艺参数进行测量,不仅需要知道仪表示值是多少,而且还要知道测量结果的准确程度。准确度是指测量结果与实际值相一致的程度,它是测量的一个基本特征。

绝对误差不能作为仪表准确度的尺度,因为仪表准确度不仅与绝对误差有关,而且还与仪表的量程有关。例如,两台量程不相同的同一类仪表,如果它们的绝对误差相同,则量程大的仪表准确度较量程小的要高。因此,为了正确地反映仪表的准确程度,准确度采用引用相对误差来表示,即仪表的准确度是指仪表的允许误差与仪表量程之百分比,表示为:

$$\text{准确度} = \frac{\text{仪表允许误差}}{\text{仪表的量程}} \times 100\% = \frac{(x - x_0)_{\max}}{a - b} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中, x 、 x_0 、 a 和 b 的符号意义与式(1-1)相同。

例如,一台电压表,测量范围为 $0 \sim 500 \text{ V}$,如果允许误差为 $\pm 5 \text{ V}$,则这台电压表的准确度为 $\pm 1\%$,或者准确度等级为 1 级。

仪表的准确度按照国家规定的允许误差的大小划分成若干等级。我国的自动化仪表准确度等级有 0.005、0.02、0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、4 等几种。选煤厂常用的检测仪表准确度等级,电(核)子皮带秤、灰分仪、密度计等的准确度等级一般为 ≤ 0.5 ;料、液位检测仪表的准确度等级为 0.5~1.0。常规仪表的准确度等级通常都用一定符号形式标示在仪表标尺面板上,以方便识别。

由于仪表的准确度包含了允许误差和仪表量程两个因素,因

此在选用仪表时,为获得合理的实际测量准确度,应该使仪表在接近测量范围上限的区域工作。

在选择仪表准确度等级时,应根据工艺和调控的实际需要来确定,不可片面追求高准确度,因为准确度高的仪表,不仅价格高,而且维护的技术要求也高。

(二) 变差

测量仪表的恒定度用变差(又称来回差)表示。它是指在外界条件不变的情况下,使用同一仪表对某一个量进行正、反行程(即逐渐由小到大和由大逐渐到小)测量时,所得的仪表示值之差。变差的大小用同一仪表测量同一个量时正、反行程测量的示值之间绝对误差的最大值与仪表量程之百分比表示,即:

$$\text{变差} = \frac{(x_{\text{正}} - x_{\text{反}})_{\text{max}}}{\text{仪表的量程}} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 $x_{\text{正}}$ 、 $x_{\text{反}}$ ——分别为正行程和反行程测量的示值。

造成变差的原因很多,例如传动机构的间隙、运动部件的摩擦、弹性元件的弹性滞后的影响等。通常要求仪表的变差不超过仪表准确度等级所允许的误差。

(三) 灵敏度与灵敏限

测量仪表的灵敏度反映仪表示值变化对被测量变化的灵敏程度,一般用仪表的输出变化量(例如指针的线位移或角位移) $\Delta\alpha$ 与引起此变化的被测量的变化量 Δx 之比来表示,即:

$$\text{灵敏度} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta x} \quad (1-4)$$

如果被测量的变化很小,仪表示值改变很大,则该仪表的灵敏度高。测量仪表的灵敏度可以用增大放大系统(电子的或机械的)的放大倍数的办法来提高。但是,必须指出,仪表的性能主要取决于仪表的基本误差,如果企图单纯地加大仪表灵敏度来得到更准确的读数,这是不合理的,反而可能出现似乎灵敏度很高但准确度