



大唐国际

DATANG INTERNATIONAL

火力发电厂辅控运行

大唐国际发电股份有限公司 编

注重理论与实际的有机结合
强调实际操作技能有效提升
培养合格的辅控全能值班员



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

火力发电厂辅控运行

大唐国际发电股份有限公司 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书从辅助设备系统入手,着重介绍主要辅助设备原理、结构,以及运行操作方法,涉及辅控网建设的意义、辅控各子系统原理、工艺流程、设备结构、运行特性、操作要点、危险点分析与控制等内容,同时还配有典型事故案例,涵盖了辅控运行的各个方面。全书共六篇、三十四章,包括辅控网概述、化学部分、输煤部分、除灰除渣部分、烟气脱硫部分、烟气脱硝部分以及包含辅控网控制、电气、经济运行内容的公用部分。

本书适用于辅控运行及管理人员培训使用,也可供即将走上生产岗位的学生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

火力发电厂辅控运行/大唐国际发电股份有限公司编.
北京:中国电力出版社,2009

ISBN 978-7-5083-8141-1

I. 火… II. 大… III. 火电厂-辅助系统:控制系统-运行-技术培训-教材 IV. TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 188113 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 7 月第一版 2009 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 35 印张 857 千字

印数 0001—8000 册 定价 64.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《火力发电厂辅控运行》

编 委 会

主 任 佟义英

副 主 任 方占岭

委 员 (按姓氏笔画排列)

田志国 张茂清 李建成

编审人员 (按姓氏笔画排列)

王应高 王宝泉 申建遵 刘玉平

安德军 李宪成 李翔宇 李燕青

吴学民 张晓玲 尚学成 曹洪宇

谢出征 魏 刚

随着火力发电机组向高参数、大容量发展,大型火电机组运行和管理水平不断提升,人们越来越重视提高机组的自动化水平。传统辅助系统按照工艺系统划分,形成了多个相互独立的信息孤岛,各个辅助控制系统物理位置上较为分散,不能实现统一监控,运行人员配置多,系统种类多,维护困难,与电厂主机 DCS 系统、SIS 系统、MIS 系统的信息共享困难,导致传统辅助系统及管理无法适应电力发展的要求。因此,必须对传统辅助系统的控制方式及管理模式进行变革。

在信息化技术和控制技术日益成熟的今天,辅助系统的一体化设计已经成为电站辅助系统的发展趋势。辅助系统一体化系统与传统辅助系统相比具有以下优点:各分系统通过高速网络相连,信息共享便捷,便于系统间协调配合;各分系统一体化选型和设置,便于运行、维护;通过单一接口与 DCS、SIS、MIS 等系统相连,接口配置大大简化,减少了投资;辅控运行集中监控,运行人员配置精简,减员增效明显。通过辅控一体化,提高了辅助设备的自动化水平,改善了系统运行的安全性和经济性,提高了劳动生产率,实现了全厂监控和管理信息系统网络化,为将来的主机与辅网一体化奠定基础,对提升电力企业在市场中的竞争力具有特别重要的意义。

辅助系统将以往的化学、输煤、除灰、除尘、脱硫、脱硝等十几个子系统进行了整合,改变了原有的控制方式、管理模式,在提高自动化水平的同时,对辅控值班员的素质提出了更高的要求。加强辅控人员的培训工作,尤其是有针对性的现场实际操作技能的培训已成为各发电企业辅控管理工作的当务之急。

近几年来,大唐国际发电股份有限公司坚定不移地实施辅控网改造,并在大唐国际范围内推行辅控集控管理模式。本书是针对大唐国际发电股份有限公司辅控网工作开展的实际情况,组织有实践经验的专业人员编写的岗位培训教材,力求为各厂的辅控集控值班员提供一套理论与实际相结合、设备原理与构造相结合、运行操作与危险点分析相结合的培训教材。希望通过本书的出版,能够促进各单位从事辅控集控运行及管理经验的交流,有助于辅控集控人员技术水平和辅控管理水平的提高,促进新体制的推广,进一步提升辅控运行水平。



大唐国际发电股份有限公司从 2004 年开始推行辅控网集中控制,与其他发电公司相比,起步较早,推广速度比较快,做了很多有益的探索,积累了许多宝贵的经验。为了指导所属企业更好地实施辅控网集中控制,在总结多年辅控网运行实践经验的基础上,我们编写了本书。

本书针对大唐国际发电股份有限公司辅控网运行必备知识进行了系统的介绍,但由于各发电企业辅控网开展情况不尽相同,希望通过本书的出版起到抛砖引玉的作用,达到交流和借鉴的目的,进一步深化辅控集控工作。

本书由大唐国际发电股份有限公司组织陡河发电厂、张家口发电厂、高井发电厂、唐山热电公司、盘山发电公司、王滩发电公司、潮州发电公司、宁德发电公司以及华北电力科学院相关人员,根据大唐国际发电股份有限公司各发电企业辅控网的实际情况编写,具有较强的实用性。全书共分三十四章,其中第一章、第二章和第九章由华北电力科学院王应高编写;第三章和第八章由王滩发电公司吴学民编写;第四章和第五章由陡河发电厂张晓玲编写;第六章和第七章由潮州发电公司曹洪宇编写;第十章、第十九章由陡河发电厂刘玉平编写;第十一章和第十七章由陡河发电厂刘玉平、盘山发电公司李翔宇编写;第十二章、第十四章、第十六章和第十八章由宁德发电公司魏刚编写;第十三章和第十五章由盘山发电公司李翔宇编写;第二十章、第二十一章和第二十二章由张家口发电厂李宪成编写;第二十三章由盘山发电公司安德军编写;第二十四章和第二十五章由唐山热电公司谢出征编写;第二十六章、第二十七章、第二十八章和第二十九章由高井发电厂申建遵编写;第三十章由陡河发电厂王宝泉、李燕青编写;第三十一章、第三十二章和第三十三章由陡河发电厂尚学成编写;第三十四章由大唐国际发电股份有限公司李建成编写。

在本书编写过程中,得到了大唐国际发电股份有限公司、各发电企业和华北电力科学研究院各级领导的大力支持,大唐国际发电股份有限公司安洪光副总经理为本书做序,在此一并表示感谢。

由于编者的理论水平与实践经验有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编委会

2009 年 4 月

序

前言

辅控网概述	1
-------	---

第一篇 化学部分

第一章 电厂水质概述	3
第一节 电厂用水的水源	3
第二节 天然水的特点及分布	5
第三节 天然水中的杂质	6
第四节 电厂用水主要评价指标	10
第五节 水质指标间的关系	14
第六节 天然水中的几种主要化合物的化学特性	17
第二章 水的预处理	20
第一节 混凝澄清处理	20
第二节 常用混凝澄清设备	23
第三节 水的过滤处理	26
第四节 常用过滤设备	28
第五节 水的超滤处理	31
第三章 水的预脱盐处理	39
第一节 水的预脱盐处理方法	39
第二节 反渗透原理及系统设计	40
第三节 反渗透系统运行及异常处理	52
第四章 水的除盐处理	58
第一节 离子交换树脂	58
第二节 离子交换除盐原理	65
第三节 离子交换除盐装置及运行	74
第四节 离子交换除盐系统	89
第五节 连续电除盐 (EDI)	92
第五章 炉内水处理和水汽监督	99
第一节 锅炉给水处理	99

第二节	锅炉水处理	106
第三节	水汽质量标准与监督	118
第六章	凝结水处理	129
第一节	中压凝结水处理系统设备	129
第二节	凝结水处理运行	131
第三节	凝结水精处理系统	134
第四节	混床树脂的分离及体外再生	138
第五节	凝结水精处理系统的异常处理	143
第七章	电厂废水处理	145
第一节	废水性质及其分类	145
第二节	发电厂废水及水质特点	147
第三节	废水处理技术	150
第四节	火力发电厂废水处理	153
第五节	生活污水处理	158
第六节	污泥及污泥处理技术	161
第七节	脱硫废水处理	165
第八节	含煤废水处理	169
第八章	制氢系统及氢气监督	171
第一节	制氢原理及制氢设备	171
第二节	制氢系统运行及异常处理	181
第三节	氢气质量监督	185
第九章	冷却水处理	187
第一节	发电厂冷却水系统	187
第二节	水垢和黏泥的沉积	191
第三节	循环冷却水的防垢处理方法	194
第四节	水质稳定剂处理	195
第五节	凝汽器的腐蚀与防止	198
第六节	循环冷却水系统中微生物的控制	205
第七节	发电机定子冷却水处理	208

第二篇 输煤部分

第十章	输煤系统概述及煤场管理	214
第一节	辅煤系统概述	214
第二节	储煤场	215
第三节	煤筒仓	217
第四节	燃煤掺配	218

第十一章 翻车机系统	220
第一节 翻车机系统概述	220
第二节 翻车机系统组成	222
第三节 翻车机系统作业流程	230
第四节 翻车机系统的保护	231
第五节 翻车机系统的运行	235
第六节 翻车机系统的常见故障及处理	237
第七节 翻车机作业危险点分析和控制	239
第十二章 卸船机系统	240
第一节 卸船机概述	240
第二节 卸船机组成	240
第三节 卸船机系统的保护	249
第四节 卸船机的运行	252
第五节 卸船机系统的常见故障及处理	256
第六节 卸船机作业危险点分析和控制	259
第十三章 斗轮堆取料机	264
第一节 斗轮堆取料机的类型	264
第二节 斗轮堆取料机组成	264
第三节 斗轮堆取料机作业工艺及特点	268
第四节 斗轮堆取料机系统的保护	269
第五节 斗轮堆取料机的运行	270
第六节 斗轮堆取料机的常见故障及处理	275
第七节 斗轮机作业危险点分析和控制	278
第十四章 皮带输送机	281
第一节 皮带输送机的结构和原理	282
第二节 皮带输送机的联锁保护	302
第三节 皮带输送机的运行	303
第四节 皮带输送机的常见故障及处理	308
第五节 皮带输送机作业危险点分析和控制	309
第十五章 破碎设备	314
第一节 破碎设备的类型	314
第二节 碎煤机结构及特点	315
第三节 碎煤机的运行	318
第四节 碎煤机的常见故障及处理	319
第五节 碎煤机作业危险点分析和控制	320
第十六章 筛分设备	321
第一节 筛分设备概述	321

第二节	除大块装置	322
第三节	滚轴筛	323
第四节	固定筛	324
第五节	振动筛	325
第十七章	输煤系统辅助设备	325
第一节	给煤机	325
第二节	配煤设备	327
第三节	除铁器	328
第四节	电子皮带秤	331
第十八章	防尘抑尘及废水综合治理	332
第一节	粉尘综合治理	332
第二节	除尘设备	337
第三节	排污系统	344
第四节	煤泥废水处理	347
第十九章	推土机	351
第一节	推土机新机的使用	351
第二节	推土机的行驶操作	352
第三节	推土机的检查及保养	354
第四节	推土机操作注意事项	355
第五节	推土机的故障及处理	356

第三篇 除灰除渣部分

第二十章	电除尘器	359
第一节	电除尘器概述	359
第二节	电除尘器的常用术语	360
第三节	电除尘器原理及结构	361
第四节	影响电除尘效率的主要因素	373
第五节	电除尘器的投运与退出	376
第六节	电除尘器运行维护	379
第七节	BE 电除尘器运行	380
第八节	电除尘器维护保养制度	382
第九节	电除尘器运行操作注意事项	383
第十节	电除尘器常见故障判断及处理	384
第二十一章	干除灰输送系统	388
第一节	干除灰输送系统概述	388
第二节	干除灰输送系统主要设备	389
第三节	干除灰输送系统运行	397

第四节	干除灰输送系统故障处理	400
第二十二章	灰库系统	401
第一节	灰库系统概述	401
第二节	灰库系统主要设备	402
第三节	灰库系统的运行与维护	403
第四节	灰库系统常见故障及处理	405
第二十三章	除渣系统	406
第一节	除渣系统概述	406
第二节	除渣系统生产工艺及流程	406
第三节	干式除渣系统	408
第四节	除渣系统主要设备	410
第五节	除渣系统运行维护	418
第六节	除渣系统运行操作危险点分析与控制措施	419
第七节	除渣系统常见故障及处理	419

第四篇 烟气脱硫部分

第二十四章	石灰石—石膏湿法脱硫概述	422
第一节	烟气脱硫基本概念	422
第二节	石灰石浆液制备系统	423
第三节	烟气系统及设备	425
第四节	吸收系统	427
第五节	石膏脱水系统	429
第六节	工艺水系统和排放系统	431
第七节	废水处理系统	431
第二十五章	石灰石—石膏湿法脱硫系统的运行	433
第一节	脱硫系统的启动	433
第二节	脱硫系统的停止	436
第三节	影响石灰石—石膏湿法脱硫效率的主要因素	440
第四节	脱硫系统的防腐与防垢	442
第五节	脱硫 FGD 系统故障及处理	444

第五篇 烟气脱硝部分

第二十六章	烟气脱硝技术基本原理	453
第一节	氮氧化物的危害及成因	453
第二节	低氮燃烧技术	454
第三节	选择性催化还原法 (SCR) 烟气脱硝技术	455

第四节	选择性非催化还原法 (SNCR) 烟气脱硝技术	456
第五节	SNCR/SCR 混合烟气脱硝技术	457
第二十七章	烟气脱硝还原剂 (NH_3) 的制备	458
第一节	液氨汽化成氨气	458
第二节	尿素热解成氨气	470
第三节	氨水热解成氨气	476
第四节	还原剂的选择	476
第二十八章	烟气脱硝系统催化剂	477
第一节	SCR 催化剂的种类	477
第二节	催化剂的特点及参数	478
第三节	烟气脱硝催化剂的设计	479
第四节	催化剂的中毒及防止措施	479
第五节	催化剂的维护和储存	480
第六节	催化剂的再生和失效处理	480
第七节	催化剂的吹灰系统	481
第二十九章	烟气脱硝系统的运行	483
第一节	氨气混合及喷射系统的运行	483
第二节	烟气在线监测系统	486
第三节	烟气脱硝系统启停	488
第四节	选择性催化还原 (SCR) 烟气脱硝安全注意事项	491

第六篇 辅控公用部分



第三十章	网络控制	493
第一节	辅助车间集中监控系统的概述	493
第二节	辅助车间集中监控系统网络结构	494
第三节	辅助车间集中监控系统主要设备	498
第四节	辅助车间集中监控系统软件	503
第五节	辅助车间集中监控系统操作	506
第六节	辅助车间集中监控系统常见故障现象与处理	515
第三十一章	厂用电系统	516
第一节	厂用电系统运行	516
第二节	厂用电源的切换	518
第三节	厂用电系统倒闸操作	520
第四节	厂用电系统的异常及事故处理	524
第五节	厂用电系统的保护	528
第三十二章	厂用电动机	529

第一节	厂用电机的启停	529
第二节	厂用电机的运行	530
第三节	厂用电机的故障分析和处理	531
第三十三章	直流系统及交流不间断电源 (UPS) 系统	533
第一节	发电厂直流电源的设置	533
第二节	直流系统的运行	534
第三节	直流系统的异常与事故处理	537
第四节	不间断电源 (UPS) 系统	541
第三十四章	辅控系统经济运行	542
参考文献		546

参考文献

101	《火力发电厂厂用电设计技术规程》(DL 5000-2000)	第一章
102	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第二章
103	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第三章
104	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第四章
105	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第五章
106	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第六章
107	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第七章
108	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第八章
109	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第九章
110	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十章
111	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十一章
112	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十二章
113	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十三章
114	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十四章
115	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十五章
116	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十六章
117	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十七章
118	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十八章
119	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第十九章
120	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第二十章
121	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第二十一章
122	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第二十二章
123	《火力发电厂厂用电系统设计规程》(DL 5000-2000)	第二十三章

辅控网概述

辅助车间控制系统简称辅控网，又称 BOP，即 Balance Of Plant 的缩写，它是利用先进的计算机技术、通信技术和网络技术，将相互独立的各个外围辅助系统集成控制，实现外围控制系统少人值班或无人值班，提高外围设备控制水平，从而大幅度地提高劳动生产率，并达到减员增效的目的。

传统辅控系统按照工艺系统的划分，一般是根据辅控设备的功能，按“水”、“灰”、“煤”三个系统设立了独立的集中监控网，形成了多个相互独立的自动化孤岛和信息孤岛，各个辅助控制系统物理位置上较为分散，不能实现统一监控，运行人员配置多，系统种类多，维护困难，与电厂主机 DCS 系统、SIS 系统、MIS 系统的信息共享困难。由于传统辅控系统表现出来的以上问题，在信息化技术和控制技术日益成熟的今天，随着自动化技术的不断进步和管理水平的不断提高，电厂生产运行管理人员要求消除自动化孤岛和信息孤岛，辅控系统的一体化设计已经成为电厂辅控系统的发展趋势。辅机一体化系统与传统系统相比具有以下特点：

- (1) 各分系统通过高速网络相连，信息共享便捷，便于系统间协调配合。
- (2) 集控运行统一布置，实现各辅助车间就地无人值守，运行人员配置少，减员增效明显。
- (3) 各系统的一体化选型和设置便于运行、维护。
- (4) 可以通过单一接口与 DCS、SIS、MIS 等系统相连，接口配置大大简化，减少了投资。
- (5) 辅网一体化为将来的主机辅网一体化奠定了基础。
- (6) 电厂辅助系统实现全厂集中监控，可以提高全厂辅助系统的控制水平、控制方式，以及提高系统运行的安全性和经济性。
- (7) 提升了全厂运行管理水平。
 - 1) 值长在控制室可以方便地了解和协调处理机组和全厂辅助车间的运行。
 - 2) 提升全厂辅助车间主辅值班人员的地位和责任，辅助系统受到应有重视。
 - 3) 在全厂信息系统上，能很好地监视、了解全厂辅助车间的运行状况，为全面提升电厂综合自动化打下良好的基础。
- (8) 减少基建费用，由于取消了很多就地控制室，减少了建造和装修费，减少就地办公设施及操作员站的配置，从而降低了基建费用。

实现辅助车间集中监控，对提高生产效率、降低发电生产成本、提高机组自动化控制水平有着非常重要的意义，解决了辅助车间生产人员占用多、劳动效率低等一系列突出的问题。例如，河北大唐国际王滩发电有限责任公司（简称王滩发电公司）在工程建设初期，就决定实现辅助车间集中监控，由此开创了火电厂全厂辅助车间集中监控的先河。为完善系统功能、提高机组自动化水平、适应新厂新制的各项要求，王滩发电公司领导 and 工程技术人员

经过缜密的分析和认真的讨论后，大胆采用了国内最先进的技术，在筹建初期就对辅控网进行统一规划和设计，利用成熟可靠的可编程控制器结合飞速发展的千兆工业以太网控制技术建立的全厂辅机集中监控网络，加上全厂工业电视投影至大屏幕，实现了在单元控制室利用4台操作员站对全厂15个子系统共24220点的监视和控制，实现了整个生产系统的集中控制和生产信息的共享，涉及范围广，囊括系统复杂，达到了就地无人职守的目的。经过长时间的运行证明，辅控网的整个结构设计合理、运行稳定，不仅实现了全厂辅助车间系统的集中监控，而且全厂辅助车间的实时生产信息通过SIS接口系统共享，实现了全能值班和点检定修的协调统一，实现了所有生产管理和技术人员从办公室查看、分析生产实时数据和现场工况的愿望，为生产技术人员分析事故、消除缺陷提供了便利条件，使公司管理人员能够实时掌握生产信息及辅助决策信息，提高了决策的科学性和及时性，同时提高了电厂运行的安全性和经济性。

目前，国内辅控网主要有两种管理模式，第一种是新建大型火电机组将主机和辅网进行一体化设计，主机和辅网在同一控制室内实现统一管理；第二种是老机组将各个控制系统通过网络连接成水、煤、灰三个区域控制点，分别实现集中监控，在此基础上将全厂所有的系统连接为一个大的网络，在独立的辅控室设立辅机监控盘，布置辅控操作员站，实现全厂辅机集中监控的管理模式。

辅控网建设是大唐国际落实“两个坚定不移”，即集控制和点检定修坚定不移的一个重要组成部分。近年来，大唐国际系统各发电企业，随着集控全能值班制的积极推进，辅控网建设得到快速发展。经过一年多的时间，辅控网建设目前进入后期实施完善阶段，辅控人员正在逐步上岗，最终实现主机、辅网一体化管理。

化 学 部 分

第一章 电厂水质概述

水是地球上分布最广的物质,几乎占据着地球表面的 3/4,构成了洋、江、海、湖;此外,在高山上和地球南北两极,还常年有积雪和冰,地层中存在大量的地下水,大气中也有相当数量的水蒸气。地面水主要来自雨水,地下水主要来自地面水,而雨水又来自地面水和地下水的蒸发。因此,水在自然界中是不断循环的。

水在自然循环的运动中,由于水是一种溶解能力很强的溶剂,能溶解大气中、地表面和地下岩层中的许多物质,从而使天然水体中不同程度地含有各种杂质。

水是人们日常生活与工业部门的生产过程中不可缺少的物质。由于水的用途不同,人们对水提出了各种不同的水质标准。电厂用水首先对硬度提出严格的要求,因为在高温、高压条件下水垢的生成是重要问题;其次,溶解氧会造成设备腐蚀,油脂则会产生泡沫和促进结垢,因此,对电厂用水的水源有一定的要求。电厂用水的水源主要有两种,一种是地表水(主要是江河水、湖水);另一种是地下水。一般来说,地表水含盐量、硬度、碱度及 Cl^- 都比地下水低一些,而悬浮物及有机物含量又比地下水高一些。

第一节 电厂用水的水源

一、地表水

我国地表水的含盐量和硬度都比较低,含盐量一般在 $70\sim 90\text{mg/L}$ 之间,硬度在 $1.0\sim 8.0\text{mmol/L}$ 之间。

1. 江河水

江河水易受自然条件影响,是水源中最为活跃的部分。这种水的化学组分具有多样性与易变性,因为这种水在时间与空间上都有很大的差异。通常河水中悬浮物和胶体杂质含量较多,浊度高于地下水。由于我国幅员辽阔,大小河川纵横交错,自然地理条件相差悬殊,因而各地区江河水的浊度也相差很大。甚至同一条河流的化学组分在冬季与夏季、晴天和雨天可能有很大的变化,在上游与下游也有很大差异,浊度也相差很大。

我国黄土高原、黄河水及海河水系,水土流失严重,河水含沙量大,暴雨时,含沙量少则几千克每立方米,多则几十、上百千克每立方米。冬季,浊度有时仅几十度至几百度。

华东、华北和西南地区大部分河流,浊度均较低,平均浊度为 $50\sim 400$ 度。

江河水的含盐量及硬度较低,含盐量一般为 $50\sim 500\text{mg/L}$,硬度一般为 $50\sim 400$ 度

(以 CaO 计)。江河水最大的缺点是易受工业废水、生活污水及其他各种人为污染,因而水的色、臭、味变化大,有毒或有害物质大量进入水体。水温不稳定,夏季常不能满足工业用水要求。

2. 湖泊及水库水

湖泊及水库水主要由河水补给,水质与河水类似。但由于湖水流动性小,储存时间长,经过长期自然沉淀,浊度较低,只有在风浪时浊度上升。水的流动性小,透明度高,又给水中生物特别是藻类的繁殖创造了良好的条件,因而,湖水一般含藻类较多,使水产生色、臭、味。因为湖水进出水交替缓慢,停留时间比河水长,当含有较多的氮与磷时,就会使湖水富营养化。一般认为,只要总磷与无机氮的含量分别超过 $20\mu\text{g/L}$ 和 $300\mu\text{g/L}$ 时,就认为水体已处于富营养化状态。由于湖水不断得到补给,又不断蒸发,故含盐量往往比河水高。按含盐量分,有淡水湖、微咸水湖和咸水湖之分,前两种基本上可作为工业用水水源,而后一种则完全不行。

3. 大气降水

大气降水是指大气圈中的水蒸气和由水蒸气冷凝并处于高度分散状态的细小水滴,它除含有 O_2 、 CO_2 、 N_2 及一些惰性气体外,还含有少量的离子组分。这些离子组分主要来自海水飞溅的细小盐晶、陆地飞扬的尘埃、火山灰的可溶性盐类以及人类释放的各种污染物。

由于大气降水在降落的过程中,对大气进行了“洗涤”,所以大气降水的离子组分不仅决定于大气降水本身的化学组成、降雨量大小以及空气中杂质的种类与数量,而且还取决于降水时的物理条件,如降水形式(雨、雪)、气温、风向、云雨高度和雨前天气等。

大气降水的硬度一般不大于 $70\sim 100\mu\text{mol/L}$,含盐量一般不大于 $40\sim 50\text{mg/L}$ 。

二、地下水

水在地层渗透过程中,悬浮物和胶体已基本或大部分去除,水质清澈,且水源不易受到外界污染,因而水质较稳定。由于地下水流经岩层时,溶解了各种可溶性物质,因而水中含盐量通常高于地表水(海水除外)。至于含盐量的多少及盐类的成分,则取决于地下水流经地层的矿物质成分、地下水埋深和与岩石接触时间等。我国水文地质条件比较复杂,各地区地下水含量相差很大,但大部分含盐量在 $200\sim 500\text{mg/L}$ 之间。一般情况下,多雨地区如东南沿海地区及西南地区,由于地下水受大量雨水补给,可溶性盐大部分早以溶失,故含盐量少;干旱地区如西北、内蒙古等地,地下水含盐量较高,且地下水在地层中不能通畅流动,溶解氧量很少。如在土壤中含有较多有机物时,氧气将消耗于生物进行厌氧分解,产生 CO_2 、 H_2S 等气体,这些气体溶于水,使水具有还原性。还原性的水可以溶解一些金属如铁、锰等,故地下水含铁、锰比地表水高。

对同一口井或同一井群来说,水质一般终年很稳定,很少受季节或外界条件的影响。但井群之间或井群与井群之间,水质往往差别很大。对于河床附近的浅井水,其水质情况常因季节或外界条件的影响而有较大的差别。因此,以地下水作为锅炉用水的水源时,其水质情况常随供水水源的改变而改变。

总之,由于我国幅员辽阔,地质与气候条件复杂,使水质相差悬殊。所以,在确定锅炉用水水源时,摸清水源水质及受外界影响的情况是相当重要的。