

# 火电厂

## 安全经济运行与管理

保定电力职业技术学院  
河北国华定洲发电有限责任公司

联合组织编写

杨作梁 主 编

温新宇 李永玲 副主编



化学工业出版社

# 火电厂

## 安全经济运行与管理

本书是“十二五”国家重点图书出版规划项目  
《中国火电厂安全经济运行与管理》系列丛书之一

主编 王 强  
副主编 王 强 王 强

ISBN 7-5114-1000-0

定价：35.00元



# 火电厂

## 安全经济运行与管理

---

保定电力职业技术学院  
河北国华定州发电有限责任公司 联合组织编写

杨作梁 主 编  
温新宇 李永玲 副主编



化学工业出版社

·北京·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

火电厂安全经济运行与管理/杨作梁主编. —北京:  
化学工业出版社, 2013.9  
ISBN 978-7-122-18015-5

I. ①火… II. ①杨… III. ①火电厂-安全管理  
IV. ①TM621.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 165902 号

---

责任编辑: 刘丽宏  
装帧设计: 刘丽华

文字编辑: 晁景岩

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司  
装 订: 三河市前程装订厂  
710mm×1000mm 1/16 印张 13¼ 字数 252 千字  
2013 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

## F O R E W O R D

为了充分体现高等职业技术教育“基于工作过程”的教学理念，弥补教学内容的不足，针对“火电厂集控运行”和“电厂热能动力装置”专业学生职业能力培养需要，保定电力职业技术学院联合河北国华定洲发电有限责任公司的生产运行管理专家，共同编写了本书。本书为校企合作编写的教材，教学内容贴近现场生产需要，作为教材更具有实用价值。

本书以电力生产的两大主题——“安全”与“经济”为切入点，分别从制度保证、措施防范的角度介绍了火电生产的有关规章制度和防范事故的具体措施；从小指标的角度介绍了提高火电厂运行经济性的手段，并介绍了“耗差分析法”等热经济性计算方法。除此之外，还介绍了火电厂目前推崇的“对标管理”和“点检定修管理”的基本内容。通过学习本教材，可以使“火电厂集控运行”和“电厂热能动力装置”专业学生的专业知识更加丰富，分析、解决问题的能力更加全面，有效地缩短学校教育与企业生产的距离。

本书通俗易懂，针对性强，不仅适合学校教学，可作为高职院校火电厂采控运行和电厂热能动力装置专业的教材，而且还可作为火电厂对运行人员上岗培训和全能型值班员培训的教材。

本书由保定电力职业技术学院杨作梁主编，河北国华定洲发电有限责任公司温新宇和保定电力职业技术学院李永玲副主编，保定电力职业技术学院沈耀阳参编。其中，绪论、第1章、第2章由温新宇、杨作梁联合编写，第3章~第5章由杨作梁、沈耀阳联合编写，第6章由李永玲编写。

全书由河北国华定洲发电有限责任公司贾志广教授级高级工程师主审，保定电力职业技术学院郝杰高级讲师审阅了初稿，田智敏副教授审阅了终稿。他们对本书进行了认真审阅，并提出了很多宝贵的修改建议，在此谨表诚挚感谢！

本书在编写过程中得到了保定电力职业技术学院、河北国华定洲发电有限责任公司等单位的大力支持，并参阅了众多专业技术资料，在此一并表示感谢！

由于时间紧迫，编者水平所限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

# 目录

## C O N T E N T S

---

>>>>>>>>

### 绪 论

0.1 对火电厂运行的基本要求 .....	1
0.2 火电厂的组织机构 .....	2
0.3 集控运行人员的岗位职责 .....	3
0.3.1 值长 .....	3
0.3.2 集控运行机长（或单元长） .....	4
0.3.3 集控运行主值班员（简称主值） .....	5
0.3.4 集控运行副值班员（简称副值） .....	6
0.3.5 集控运行巡检员 .....	6
0.4 运行岗位监盘管理制度 .....	7
0.4.1 监盘岗位设置 .....	7
0.4.2 运行岗位监盘人员的职责 .....	7
0.4.3 运行岗位监盘要求 .....	8
0.4.4 运行岗位监盘操作要求 .....	8
0.5 集控岗位负责系统画面分工 .....	9

>>>>>>>>

## 第1章 火电厂运行管理制度

1.1 运行管理制度概述 .....	11
1.1.1 运行管理的制度、规程及技术措施 .....	11
1.1.2 运行安全管理 .....	14
1.1.3 保证安全生产的组织措施 .....	14
1.2 工作票制度 .....	14
1.2.1 工作票的定义及种类 .....	15
1.2.2 工作票中所列人员应具备的基本条件和安全责任 .....	20
1.2.3 工作票的使用 .....	22

1.2.4	工作票办票的时间要求	23
1.2.5	工作票办理程序	23
<b>1.3</b>	<b>操作票制度</b>	27
1.3.1	专用技术术语	28
1.3.2	操作票的分类	28
1.3.3	有关操作票的要求	29
1.3.4	操作票所列人员的安全职责	30
1.3.5	操作票的填写	30
1.3.6	操作票的审核	31
1.3.7	操作票的执行	31
1.3.8	汇报、盖章、记录	32
1.3.9	操作票的保存及检查	32
<b>1.4</b>	<b>动火工作票制度</b>	33
1.4.1	动火工作票的类型	33
1.4.2	动火作业安全防火要求	35
1.4.3	动火工作票所列人员的基本条件和安全责任	37
1.4.4	动火工作票审批权限	38
1.4.5	动火工作票的填写与审核	38
1.4.6	动火工作管理规定	39
1.4.7	动火工作票的执行程序	40
<b>1.5</b>	<b>交接班制度</b>	41
1.5.1	交接班的要求	41
1.5.2	交接班的执行	42
1.5.3	交班人员职责	43
1.5.4	接班人员职责	43
<b>1.6</b>	<b>巡回检查制度</b>	43
1.6.1	专用技术术语	44
1.6.2	巡查的实施要求	44
1.6.3	巡查的主要内容	44
1.6.4	巡查的程序和方法	45
1.6.5	对巡查人员的要求	45
<b>1.7</b>	<b>设备定期试验与切换制度</b>	46
1.7.1	专用技术术语	46
1.7.2	管理要求	46
1.7.3	发电运行各专业设备定期试验和轮换工作内容	47

1.8 运行分析制度 .....	50
1.8.1 运行分析的基础工作 .....	50
1.8.2 运行分析的种类和内容 .....	51
1.8.3 运行分析的方法 .....	54
1.9 设备缺陷管理制度 .....	56
1.9.1 专用技术术语 .....	56
1.9.2 缺陷处理流程 .....	56
1.9.3 缺陷处理要求 .....	57
1.10 运行日志、报表和台账 .....	58
1.10.1 运行日志 .....	58
1.10.2 运行报表 .....	59
1.10.3 运行台账 .....	59



## 第2章 火电厂事故预防

2.1 电力生产的事故（障碍）分类 .....	62
2.1.1 火电厂人身事故及分类 .....	62
2.1.2 电网事故（障碍） .....	62
2.1.3 设备事故 .....	63
2.2 火电厂事故处理一般原则 .....	66
2.2.1 事故处理的一般规定 .....	66
2.2.2 事故处理的一般原则 .....	66
2.2.3 处理事故的一般程序 .....	67
2.2.4 处理事故时，各岗位人员的联系方式 .....	67
2.3 防止人身伤亡事故的安全措施 .....	67
2.4 运行人员习惯性违章的常见表现 .....	68
2.5 锅炉专业典型事故防范措施 .....	70
2.5.1 防止制粉系统爆炸和煤尘爆炸事故的措施 .....	70
2.5.2 防止锅炉满、缺水事故的措施 .....	72
2.5.3 防止锅炉灭火、放炮事故的措施 .....	74
2.5.4 防止锅炉尾部烟道再燃烧事故的措施 .....	77
2.5.5 防止锅炉过热蒸汽、再热蒸汽温度偏高（或偏低）的措施 .....	79
2.5.6 防止锅炉超压的措施 .....	81
2.5.7 高加解列后保持各参数稳定的措施 .....	82
2.5.8 防止过热器、再热器超温引起爆管的措施 .....	82
2.5.9 锅炉低负荷工况稳定燃烧的措施 .....	83



2.5.10 热控测量系统被冻后的运行调整措施	84
<b>2.6 汽轮机专业典型事故防范措施</b>	84
2.6.1 防止机组烧轴瓦的措施	84
2.6.2 防止汽轮机超速的措施	86
2.6.3 防止汽轮机大轴弯曲的措施	87
<b>2.7 电气专业典型事故防范措施</b>	88
2.7.1 防止全厂停电事故措施	88
2.7.2 防止电气误操作的措施	89
2.7.3 防止发电机损坏事故的措施	89



## 第 3 章 提高火电厂经济性的一般措施

<b>3.1 火电厂的能量损失</b>	91
3.1.1 凝汽式发电厂的各项损失及效率	91
3.1.2 发电厂的总效率及热平衡	93
<b>3.2 提高火电厂运行经济性的一般手段</b>	94



## 第 4 章 火电厂运行管理

<b>4.1 运行管理概述</b>	97
4.1.1 强化运行人员是设备“第一主人”的意识	97
4.1.2 树立运行管理者为操作者服务的意识	98
4.1.3 严格执行“两票三制”	98
4.1.4 加强运行人员的技能培训	99
4.1.5 营造诚实守信、团结协作的工作氛围	100
<b>4.2 火电厂生产指标体系</b>	100
<b>4.3 火电厂节能技术监督</b>	101
4.3.1 锅炉经济技术指标内容	102
4.3.2 汽轮机经济技术指标内容	102
4.3.3 电气指标内容	103
4.3.4 化学水指标内容	103
4.3.5 燃料指标	106
4.3.6 发电企业节能技术监督报表	106
<b>4.4 发电设备的点检与定修管理</b>	106
4.4.1 设备的点检管理	108
4.4.2 设备点检管理的基本原则和主要优点	108

4.4.3	点检分类和周期	109
4.4.4	设备管理的五层防护线	110
4.4.5	点检的业务流程	112
4.4.6	设备定修概述	112
4.4.7	定修分类	113
4.4.8	发电厂主设备的年修模型	114

➤➤➤➤➤➤➤➤

## 第5章 火电厂运行指标管理与经济运行

5.1	火电厂综合性技术经济指标	116
5.1.1	煤耗率	116
5.1.2	厂用电率	118
5.2	锅炉专业小指标	119
5.2.1	锅炉热效率	119
5.2.2	锅炉主蒸汽压力	120
5.2.3	锅炉主蒸汽温度	121
5.2.4	锅炉再热蒸汽压力	121
5.2.5	锅炉再热蒸汽温度	122
5.2.6	锅炉排烟温度	122
5.2.7	锅炉氧量	123
5.2.8	空气预热器漏风率	125
5.2.9	飞灰(炉渣)含碳量	125
5.2.10	锅炉排污率	126
5.2.11	煤粉细度及煤粉细度合格率	127
5.2.12	锅炉最低不投油稳燃负荷率	127
5.2.13	点火用油量	128
5.2.14	助燃用油量	129
5.2.15	引(送)风机单耗、耗电率	130
5.2.16	磨煤机单耗、耗电率	131
5.2.17	制粉系统单耗	132
5.3	汽轮机专业小指标	132
5.3.1	热耗率	132
5.3.2	凝汽器真空度	133
5.3.3	凝汽器端差	134
5.3.4	凝结水过冷度	135

5.3.5	排汽温度 .....	136
5.3.6	凝结水泵耗电率 .....	136
5.3.7	电动给水泵耗电率 .....	137
5.3.8	循环水泵耗电率 .....	138
5.3.9	最终给水温度 .....	139
5.3.10	高压加热器投入率 .....	140
<b>5.4</b>	<b>电气专业小指标 .....</b>	<b>140</b>
5.4.1	频率偏差与频率合格率 .....	140
5.4.2	电压偏差与电压合格率 .....	141
5.4.3	总谐波畸变率 .....	142
5.4.4	三相电压不平衡度 .....	143
5.4.5	电功率指标 .....	143
<b>5.5</b>	<b>火电厂小指标竞赛 .....</b>	<b>144</b>
<b>5.6</b>	<b>火电厂的对标管理 .....</b>	<b>146</b>
5.6.1	对标管理概述 .....	146
5.6.2	火力发电企业对标活动 .....	148
5.6.3	全国火电机组能效对标结果 .....	152

>>>>>>

## 第6章 火电厂运行指标分析

<b>6.1</b>	<b>火电厂热力系统计算方法 .....</b>	<b>155</b>
6.1.1	常规热平衡法 .....	155
6.1.2	等效焓降法 .....	157
6.1.3	循环函数法 .....	158
6.1.4	矩阵法 .....	158
<b>6.2</b>	<b>等效焓降法在热力系统分析中的应用 .....</b>	<b>161</b>
6.2.1	等效焓降的定义 .....	161
6.2.2	加热器工质的焓升 .....	162
6.2.3	循环吸热量与给水泵的焓升 .....	163
6.2.4	抽汽等效焓降的计算 .....	164
6.2.5	等效焓降法应用举例 .....	166
6.2.6	应用等效焓降法进行定量分析 .....	171
<b>6.3</b>	<b>耗差分析法 .....</b>	<b>178</b>
6.3.1	耗差分析原理 .....	179

6.3.2	耗差分析方法	181
<b>6.4</b>	<b>耗差分析方法举例</b>	<b>181</b>
6.4.1	125MW 机组耗差分析方法举例	181
6.4.2	300MW 机组耗差分析方法举例	189
<b>6.5</b>	<b>小指标偏离对能耗的影响</b>	<b>192</b>

>>>>>>>

## 参考文献



# 绪论

## 0.1 对火电厂运行的基本要求

现代火力发电厂（以下简称火电厂）是由大量各种各样的机械装置和电工设备所构成的，回转设备数以百计，用于运行控制、调节的阀门、挡板和电气开关数以千计。为了生产电能和热能，这些装置和设备必须协调动作，达到安全经济生产的目的，这项工作就是火电厂的运行。为了保证炉、机、电等主要设备及各系统的辅助设备的安全经济运行，必须严格执行一系列运行规程和规章制度。

火电厂的运行主要包括三个方面，即：启动和停机、经济运行、故障与对策。对火电厂运行的基本要求是保证安全性、经济性和电能的质量。

火电厂如不能安全运行，就会造成人身伤亡、设备损坏和事故，而且不能连续向用户供电，酿成重大经济损失。保证安全运行的基本要求是：

- ① 设备制造、安装、检修的质量要优良；
- ② 遵守调度指令要求，严格按照运行规程对设备的启动与停机以及负荷的调节进行操作；
- ③ 监视和记录各项运行参数，以便尽早发现运行偏差和异常现象，并及时排除故障；
- ④ 巡回监视运行中的设备及系统是否处于良好状态，以便及时发现故障原因，采取预防措施；
- ⑤ 定期测试各项保护装置，以确保其动作准确、可靠。

火电厂的运行费用主要是燃料费。因此，采用高效率的运行方式以减少燃料



消耗是非常重要的。具体措施有以下三点：

① 滑参数起停。滑参数启动可以缩短启动时间，具有传热效果好、带负荷早、汽水损失少等优点。滑参数停机可以使机组快速冷却，缩短检修停机时间，提高设备利用率和经济性。

② 加强燃料管理和设备的运行管理。定期检查设备状态、运行工况，进行各种热平衡和指标计算，以便及时采取措施减少热损失。

③ 根据各类设备的运行性能及其相互间的协调、制约关系，维持各机组在具有最佳综合经济效益的工况下运行；在电厂负荷变动时，按照各台机组间最佳负荷分配方式进行机组出力的增、减调度。

火电厂在安全、经济运行的情况下，还要保证电能的质量指标，即在负荷变化的情况下，通过调整以保持电压和频率的额定值，满足用户的要求。

## 0.2 火电厂的组织机构

我国火电厂随社会背景的不同，设有不同的组织机构。

20世纪50年代火电厂设置的生产管理机构为：厂部设生技（生产技术）、计划、材料、财务、人事、保卫、行政7个科和锅炉、汽机、电气、化学、检修5个分场（车间）及热工室。

20世纪60年代把原分场建制改为连队建制，即：锅炉、汽机、电气、化学、输煤、热工6个运行班划为一连，锅炉、输煤检修班划为二连，汽轮机、化学检修班划为三连，电气、热工修试班划为四连，修配与土建合并为五连。

20世纪70年代撤销行政机构和连队建制，恢复原来的管理科室和生产车间建制，设置生技、计划、财务、劳资、行政、基建6个科，锅炉、汽机、电气、化学、热工、输煤、修配、土建8个车间。

20世纪90年代按照原国家能源部颁发的《关于新型电厂实行新管理办法的若干意见的通知》精神，并借鉴国外现代火力发电厂管理经验，火电厂管理机构定为“六部一会”，即：行政事务部、经营管理部、政治（监督）部、生产部、运行部、安监部和工会。

到了21世纪，火力发电厂广泛实行董事会领导下的总经理负责制，建立了基于生产部制的新型火力发电厂组织结构模式。这种管理方式是近十多年来电厂生产管理的一种改革。其思路是：根据电力生产的连续性、各环节的相关性和整个生产过程的整体性的规律特点，将电力生产分成日常生产运行的正常管理和生产设备的检修、维护管理两大块，即运行部（或发电部）和检修部（或设备部），另外考虑火电厂生产计划、安全监督、职工教育及其他公共和综合管理需要，成立了相应的职能部门。图0-1所示为某大型火力发电厂的组织机构。

火电厂的生产及管理部门主要包括：发电部、设备部和安全监察部。其中，

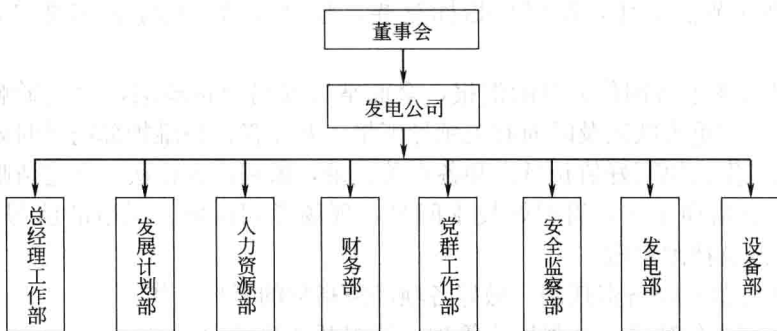


图 0-1 大型火力发电厂的组织机构

发电部的工作岗位主要包括：主任、副主任、运行支持系统主管、锅炉运行专工、汽轮机运行专工、电气运行专工、水工化学运行专工、燃料除灰运行专工、节能可靠性主管、值长、单元长、主值班员、副值班员、巡检员、化学主值班员、化学副值班及化验员等。设备部的工作岗位主要包括：主任、副主任、锅炉专业主管、汽轮机专业主管、电气专业主管、热控专业主管、锅炉点检、汽轮机点检、电气点检、热控点检、化学主管、通信主管、金属监督主管、热控维护（锅炉岛）、热控维护（汽轮机岛）、电气维护（继电保护）、综合试验等。安全监察部的工作岗位主要包括：主任、安全主管、监察主管、环保消防主管、综合主管等。通过上述岗位人员的通力合作，可以保证发电设备的安全、经济运行。

## 0.3 集控运行人员的岗位职责

### 0.3.1 值长

#### (1) 职能范围与工作内容

① 正确执行电网调度指令和生产调度计划，为提高经济效益合理安排机组运行。

② 正确执行各项生产规章制度和上级命令，并负责做好本值人员的行政管理和政治思想工作。

③ 贯彻执行岗位责任制，正确调度机组启、停和负荷分配，组织运行人员进行监视、维护、调整、故障处理、停止等工作。

④ 定期对全厂各岗位进行巡视检查，认真做好设备管理工作，发现异常情况及时组织力量进行处理。

⑤ 组织并指挥事故处理，认真做好事故预想和运行分析工作。

⑥ 合理调整运行方式，保证设备和系统安全、经济运行。

⑦ 坚持“安全第一、文明生产”，严格执行“两票三制”制度。



⑧ 搞好节能工作，抓好小指标竞赛，努力做到使机组各参数“压红线”运行。

⑨ 认真听取各岗位人员的汇报，全面掌握现场设备缺陷，发现影响机组安全经济运行的重大缺陷及时向有关领导汇报，并监督设备维护部门及时处理，做好交接班工作。填写好值长日志和各有关记录，做到内容详实、字迹清晰。

⑩ 抓好培训工作，组织好技术问答、现场考问讲解、反事故演习等活动，提高本值人员技术素质。

⑪ 认真落实经济责任制，做好各项经济指标的考核工作。

⑫ 搞好本值建设，加强民主管理，组织开展政治学习。

### (2) 工作责任

① 全面负责本值工作，是本值安全生产、文明生产的第一责任人，安全上对发电部主任负责。

② 当值期间负责全厂设备安全、经济运行和文明生产。

③ 负责监督、检查、考核本值人员的值班纪律和劳动纪律。

④ 对汽轮发电机组各设备、系统的投运、退出、事故处理和检修的各项安全措施负责。

⑤ 制止和纠正违章作业，禁止无关人员进入生产现场，保护好事故现场。

### (3) 工作协作关系

① 行政上受发电部主任、副主任的领导，技术上接受总工程师的指导，受公司委托，当班全面调度生产事宜。

② 生产上执行电网的调度指令和公司安排的生产调度计划。

③ 值长是本值各岗位行政、生产、技术的领导者和指挥者。

④ 安全上接受安全监察部的监督和考核。

⑤ 设备、系统有缺陷需要检修时尽快联系设备维护人员处理。

⑥ 遇有紧急情况时，如事故处理，有权调动厂内有关部门配合，如消防车、保安人员等。

## 0.3.2 集控运行机长（或单元长）

(1) 集控运行机长（或单元长）的职责 在值长的领导下，带领本机组人员对所属设备进行监视、启、停、设备或电源倒换、正常维护和事故处理，并督促检查本机组的定期工作和巡回检查制度的执行情况，保证本机组的安全、经济运行。

### (2) 工作内容要求与方法

① 负责直接操作和组织汽轮发电机组所有设备和系统的启动、试验、监视、维护、调整、停运、故障处理等工作。

② 坚持“安全第一、预防为主”的方针，对管辖设备和系统进行定期巡视





检查,认真做好设备缺陷管理工作,正确、果断处理故障,发现设备缺陷及时联系有关人员处理和填写缺陷单。

③ 协助值长组织事故处理和事故预想及运行分析。

④ 协助值长合理调整运行方式,做好节能降耗工作,抓好小指标竞赛,努力做到“压红线”运行,保证做好设备和系统的安全、经济运行,并做好设备和系统的定期试验和定期切换工作。

⑤ 严格执行工作票、操作票、作业安全措施票制度,负责审批全部操作票和工作票,并根据操作任务合理安排操作人和监护人,下达正确的操作命令,对违反规程的不正确操作及时进行制止和纠正,并做好设备检修前的安全措施和检修后的验收工作。

⑥ 认真听取各副机长汇报,做好交接班工作。填写好机长日志和各有关记录,内容详实,字迹清晰。

⑦ 对本机组人员违反《运行规程》、《电业安全规程》和严重违反劳动纪律时,给予批评劝教,无效时交于值长处理。

⑧ 协助值长做好本机组的培训工作和反事故演习等工作,提高全班人员的技术素质。

⑨ 协助值长搞好班组建设,负责监督、检查本机组人员的值班纪律和劳动纪律,认真落实各项经济责任制,加强民主管理,组织开展政治学习,做好分管的各项工作。

⑩ 机长离开主控,应向副机长说明去向,并征得值长同意,各机长不得同时离开主控,正、副机长不得同时离开主控室。

### 0.3.3 集控运行主值班员(简称主值)

(1) 集控运行主值班员的职责 在值长的领导下,协助机长进行正常监视、启、停、设备或电源倒换、正常维护和事故处理,保证本机组的安全、经济运行,当机长不在时,经机长指定有权代理机长职务,行使机长职责。

#### (2) 工作内容要求与方法

① 负责直接操作和组织汽轮发电机组所有设备和系统的启动、试验、监视、维护、调整、停运、故障处理等工作。

② 坚持“安全第一、预防为主”的方针,对管辖设备和系统进行定期巡视检查,认真做好设备缺陷管理工作,正确、果断处理故障,发现设备缺陷及时联系有关人员处理和填写缺陷单。

③ 协助机长组织巡检员做好事故处理和事故预想及运行分析。

④ 协助机长合理调整运行方式,做好节能降耗工作,抓好小指标竞赛,努力做到“压红线”运行,保证做好设备和系统的安全、经济运行,并做好设备和系统的定期试验和定期切换工作。

