

文章编号:1007-290X(2006)04-0016-06

# 烟囱钢内壁乙烯酯玻璃鳞片防腐方法

陈建兵

(江苏省电力建设第一工程公司, 南京 225131)

**摘 要:** 烟囱钢内壁防腐工程作为某电厂  $2 \times 600$  MW 超临界机组的扩建工程, 其油漆选用乙烯酯玻璃鳞片涂料。为此, 详细介绍了烟囱钢内壁防腐工程的施工工序, 并指出了各工序施工中需要注意的问题及应达到的标准。

**关键词:** 防腐蚀工程; 烟囱; 内壁; 乙烯酯玻璃鳞片

**中图分类号:** TU761.13

**文献标识码:** B

## Anticorrosion for steel lining of chimney using vinyl ester glass flake coating

CHEN Jian-bing

(The First Electric Power Construction Company of Jiangsu Province, Nanjing 225131, China)

**Abstract:** In the expansion of two 600 MW supercritical pressure units of a power plant, vinyl ester glass flake coating (VEGF) is used in the anticorrosion project for steel lining of chimney. This paper elaborates on the construction procedures of the anticorrosion project, indicating the points for attention in the construction as well as the standards that should be met.

**Key words:** anticorrosion project; chimney; lining; vinyl ester glass flake coating (VEGF)

某电厂  $2 \times 600$  MW 超临界机组扩建工程——烟囱钢内壁防腐工程, 其油漆选用乙烯酯玻璃鳞片涂料。该涂料是一种厚浆型、玻璃鳞片加强乙烯基酯漆, 是为需要耐高温的防腐蚀区域特别设计的产品, 推荐用于高温下高度化学腐蚀及其它严酷腐蚀环境下, 特别适合在电厂脱硫项目中为烟道、烟囱内壁提供最大程度的防腐保护。

### 1 工程特点

烟囱钢内壁防腐工程, 总体工程量约  $11\,000\text{ m}^2$ 。工艺采用的是钢丝切丸喷砂, 除锈达到 Sa2.5 级, 施工采用高压无气喷涂, 厚度  $1\,200\text{ }\mu\text{m}$ , 每度干膜厚度为  $600\text{ }\mu\text{m}$ 。

### 2 施工准备

#### 2.1 管理策划

根据工程特点, 认真抓好施工准备工作, 使各

项工作落到实处, 实行专人负责, 层层把关。定人定时完成, 达到规定的标准。项目部以实现全优工程为目的, 建立相应的一整套施工组织制度和管理制度, 对该工程项目的施工全过程进行控制和管理, 下设生产技术组、质量检验组及安全保卫组。作业层设置为三个工段, 分别是除锈工段、喷涂工段、检修工段。

开工前, 应组织所有施工人员学习有关的工艺规范、技术标准; 对防腐工、电工、起重工进行特殊工种培训; 加强质量方面的教育, 树立“以质量求生存、以质量求发展”的思想, 使每个施工人员能自觉的按照规范和技术标准作业。并要对全体施工人员进行安全、健康(HSE)教育, 针对本工程施工和地理条件、地理环境的特殊条件, 教育职工树立“安全第一”的思想意识和环保意识。

#### 2.2 施工机械及检测仪器准备

对于计划投入的检测仪器进行检验, 均符合要求后, 才能投入本期工程的施工。拟投入工程主要施工机械设备见表 1。

表 1 主要施工机械设备表

施 工 设 备	要 求
空气压缩机	2 台，压力为 0.6~0.8 MPa，配备后冷却器、油水分离器、砂罐等
手提环保砂除锈机、电动砂轮	进行焊缝和焊伤处喷砂处理
高压无气喷涂机	65 : 1，同时去除所有的滤网；喷嘴压力 15~25 MPa，可使用反转喷头，尺寸为 0.86~1.14 mm， 喷幅 40°~80°，小面积区域或者预涂区域使用 0.50 mm 的喷头即可，需要 2 台
防爆风机	保持施工环境的空气流通
加热器	冬季施工时，将烟道内的温度加热到材料允许施工的最低温度 15℃，平均温度应达到 20℃以上
除湿机	雨季施工时，将烟道内的湿度降低，以满足材料施工的要求
高压水清洗机	喷砂处理前，高压洁净水冲洗待涂装表面，以除去表面残留的油酯、盐分和杂质
真空吸尘器	喷砂后，喷涂前彻底清理钢管内表面的灰尘
强力搅拌机	材料混合、搅拌
检测仪器	测厚仪、钢材粗糙度仪、电火花检测仪、温湿度仪、湿膜卡
其 他	打磨机、吸尘器，漆膜保护材料，500 mL 量杯 4 只，红外温度计，苯已烯，丙酮，湿膜卡， 电动搅拌器，5~10 L 的清洗小桶 2 个
施工人员保护设备	遮盖全脸的防毒面具。引入的空气必须要是清洁的空气，要防止有任何泄漏，引出混有漆雾的空气

2.3 施工原材料准备

施工材料由生产技术组提出，经营组负责采购和保管，保证施工现场需要。

2.4 施工场地准备

根据现场施工需要，喷砂涂装施工基地必须建在施工现场，要求施工场地平整空旷(面积约 400 m<sup>2</sup>)，且进出便利，管材堆放倒运吊装方便，用电、用水设施齐全。

3 施工工序

施工工序见图 1。

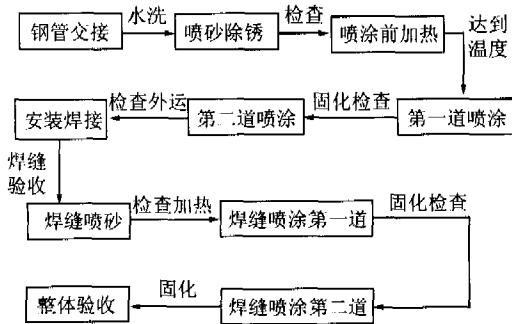


图 1 烟囱钢内壁乙烯酯玻璃鳞片防腐施工工序

4 施工方案

4.1 表面处理要求

4.1.1 表面处理执行标准

处理后钢材表面清洁等级应执行 ISO 8501-1 规定的 Sa2.5 级；准备涂漆的钢材表面可溶性杂质的质量浓度应执行 ISO 8502-6 的规定，应小于 80 mg/m<sup>3</sup>；准备涂漆钢材表面的清洁度应达到 ISO 8502-3 规定的 2~3 级；喷砂处理的钢材表面粗糙度执行 ISO 8503-2 规定，控制在 85~130 μm。

4.1.2 表面预处理

4.1.2.1 表面清洗

喷砂处理前，采用高压洁净水冲洗基材表面，将表面的污染物如盐分、油污、油酯清洗干净。

4.1.2.2 表面打磨

喷砂处理前对以下部位用电动工具进行打磨预处理：

- a) 底材表面的钻孔边缘、气割面及其边缘。
- b) 焊缝突起的部分、焊渣以及飞溅的焊点。这些部位应处理到表面平整、圆滑，以保证油漆能以较均匀的漆膜覆盖钢铁表面。

c) 钢材的边角及边缘。由于这些部位比较尖锐,在喷涂时不能达到设计的漆膜厚度,因此这些部位必须用电动工具打磨成圆角(至少达到  $r = 2 \text{ mm}$ )。

#### 4.1.3 采用钢丝切丸进行表面喷砂处理

a) 施工环境温度宜在  $15 \sim 30^\circ\text{C}$ , 空气相对湿度小于 85%, 同时要求基体金属表面温度应大于露点温度  $3^\circ\text{C}$  以上。

b) 钢结构表面及焊缝喷砂除锈, 要求除锈等级达到 GB 8923—1988 中规定的 Sa2.5 级, 即喷砂后应无可见的油脂、污垢、焊渣毛刺、氧化皮、铁锈和油污、涂层等附着物, 残留的痕迹应是点状或条纹状的轻微色斑; 同时表面粗糙度在  $85 \sim 130 \mu\text{m}$  之间。

c) 喷射处理工艺参数。压缩空气工作压力  $0.6 \sim 0.7 \text{ MPa}$ , 以  $0.7 \text{ MPa}$  为佳; 磨料喷射方向与工作表面法线之间夹角以  $15^\circ \sim 30^\circ$  为宜; 喷嘴离工件距离为  $100 \sim 300 \text{ mm}$ ; 磨料颗粒直径为  $0.5 \sim 1.5 \text{ mm}$ 。

d) 喷射处理所用的压缩空气必须经过冷却装置及油水分离器处理, 保证压缩空气清洁、干燥、无油, 压缩空气经检查合格后方可使用。检查方法: 将喷嘴对着白纸吹 30 s, 不见油和水的痕迹, 则可认为基本符合要求。

e) 喷砂除锈后, 在喷涂前应用吸尘器彻底清除表面浮尘和碎屑。清理后的表面不得用手触摸。涂装前如发现钢板表面污染或返锈, 应重新处理到原除锈等级。

#### 4.1.4 去油污

油污及粉尘用稀释剂清洗, 灰尘和喷砂碎屑用真空吸尘机清理, 清洁度达到 ISO 8502-3 规定的 2~3 级以上。

#### 4.1.5 喷涂底漆

喷砂处理表面后, 及时喷涂底漆。因为处理后的钢材表面处于活性状态, 很容易与大气中的氧气和水汽发生锈蚀反应而返锈。一般情况下, 应在 4 h 内完成底漆的涂装; 在潮湿的天气环境下, 应在 2 h 内完成底涂。

#### 4.1.6 除湿

在潮湿的天气环境条件下, 采用除湿机或加热器, 以保持空气的湿度在标准要求(相对湿度小于 85%) 内。

## 4.2 喷涂施工要求

### 4.2.1 无气喷涂的施工方法

a) 经除锈后的钢材表面应尽快涂装, 一般宜在 2 h 内涂装, 晴天和正常天气条件下, 最长不超过 4 h。

b) 涂装作业应在清洁环境中进行, 避免未干的涂层被灰尘等污染。涂装时, 环境温度宜在  $15 \sim 30^\circ\text{C}$ , 空气相对湿度应小于 85%, 被涂基体金属表面温度应高于露点  $3^\circ\text{C}$  以上。

c) 无气喷涂气源应洁净干燥, 质量必须符合涂料要求。

d) 涂装前应将涂料各组分按涂料说明书搅拌配比, 搅拌均匀方可进行喷涂施工。

e) 对于边、角、焊缝、切痕等部位, 在喷涂之前, 应先人工涂刷一道, 然后再进行大面积的涂装, 以保证凸出部位的漆膜厚度。

f) 喷涂厚度应尽量均匀一致, 本工程计划喷涂两道漆, 干膜厚度为  $1200 \mu\text{m}$ 。在涂层未实干前须防止浸水或雨淋。

g) 喷雾扇应尽量狭窄, 喷涂距离通常为  $300 \sim 500 \text{ mm}$ , 距离太小操作困难, 容易出现流挂和皱皮情况, 距离太大会造成涂膜表面粗糙且涂料的损失增大; 另外喷枪与被涂表面应保持垂直。喷枪应在被涂表面上作平行移动, 尽量避免作弧形移动, 开始喷涂时, 用湿膜测厚仪边测边喷, 确定移动速度, 喷枪的移动速度以膜厚达到规定标准, 又不出现流挂为宜。

h) 喷涂设备连续喷涂 1 h 后应停止喷漆, 需用专用稀释剂, 空载压力工况循环清洗喷涂机、高压软管、喷枪以及喷嘴。

i) 在喷涂施工前, 要在每节钢管的两端管内壁预留出约  $150 \sim 200 \text{ mm}$  的焊接缝(实际宽度做实验后确定报监理), 热影响区用胶带纸黏贴。

j) 高压无气喷涂需注意的安全事项为: 保证喷涂机安全使用, 最高进气压力不准超过  $0.7 \text{ MPa}$ ; 喷涂过程中会产生静电, 因此喷涂操作时, 要将喷涂机接地, 以防静电。

k) 喷涂过程中, 在清洗更换喷嘴或不喷时, 应及时将喷枪扳机保险装置锁住。在任何情况下, 喷枪枪口不能朝向自己或他人, 以免误压扳机, 高压涂料喷出击伤人体。

### 4.2.2 刷涂或辊涂

只有在小面积施工预涂装或修补的时候,才可以采取刷涂或辊涂的涂装方法。采用刷涂或辊涂时,漆膜厚度往往达不到配套设计所要求的涂装膜厚。在一次涂装不能达到规定的干膜厚度时,可以采用多道施工的方法,以达到规定的要求。

#### 4.2.3 施工中其它注意事项

a) 监控空气、油漆、压力泵的温度;每次混合后,都要用清洗剂清洗搅拌叶片。

b) 清洗剂可采用丙酮、17号稀释剂或23号稀释剂。

c) 在施工将近结束时,每次只准备一桶待用。

d) 如果在长期使用后,无气喷涂机变得反应迟缓、或者喷嘴变小,此时应将已经添加引发剂的油漆用完后,再使用干净的稀释剂清洗压力泵、喷管和喷枪,做好每日工作报告。

#### 4.2.4 施工时发生堵塞的处理

a) 堵塞发生在喷枪头上是由于不完全雾化的油漆在枪头表面引起的,用抹布或者硬毛刷子沾上溶剂去擦洗枪头。

b) 如果是由于一些玻璃鳞片或者不完全雾化的油漆在枪头后面堵塞引起的,并且是发生在施工过程中,那么就取下枪头放入盛有干净溶剂的容器内,换上一个干净的新枪头,继续施工。

c) 在安装新的枪头之前,先喷出少量的油漆,以保证管内油漆平滑流动。

d) 如果是缓冲器堵塞或者流速缓慢,那么给泵减压后取下缓冲器清洗。缓冲器取出后,压出少量的油漆,保证管内油漆流出正常。如果油漆流动缓慢或者比较干,则继续用泵压出油漆,直到油漆流出正常。

e) 如果油漆流出正常,则用稀释剂清洗喷枪连接处接口,更换一个新的缓冲器和枪头后继续施工。

f) 如果油漆流出不正常,则不管剩下的油漆,立即彻底清洗压力泵、流管和喷枪。

g) 如果连续使用后,出现喷雾上下晃动或者喷气泵不发生敲击声,则压力泵、流管和喷枪都需要清洗。

#### 4.2.5 设备清洗

移开油漆存放桶,洗刷干净吸漆管,将吸漆管放入一个盛满干净溶剂的清洁容器内,调低泵的压力,取下喷头后将泵内和流管内的剩余油漆压出

来。当干净的溶剂流出后,换上喷头后继续压出直到干净的溶剂流出。停止泵运转,将盛有溶剂的容器放在压力泵阀下面。慢慢的打开泵阀减压,启动泵,让溶剂循环流动约5 min,直到泵开始均匀地敲击。停止泵运转,关闭泵阀。从喷枪上取下枪头和缓冲器放入溶剂中清洗。将喷枪放入溶剂桶内,慢慢地重新启动压力泵,让溶剂回流循环。当溶剂循环流出干净顺畅时,停止压力泵。检查喷头和缓冲器是否干净,有无玻璃鳞片粒子。在喷枪上重新装上缓冲器和枪头,保证所有连接处接口都是干净的。慢慢地启动泵,喷出油漆,保证整个施工系统是清洁的且无黏连物。

### 4.3 涂装质量控制

#### 4.3.1 油漆的准备和使用

油漆在经过一段时间的放置后,会有不同程度的沉淀和分层。所以在开罐后,就用电动搅拌机将其完全搅拌均匀后再使用,否则,将影响油漆的成膜品质。

双组分油漆的主漆和固化剂一旦混合后有一定的使用时间。超过使用时间后,油漆会逐渐变得难以施工,直至完全不能施工。因此,要注意用多少就混合多少,以免造成浪费。

该产品混合后使用时间较短,在23℃的环境下只有45 min。因此,应在所有准备工作就绪后,再将引发剂和促进剂加入混合。

施工人员在施工过程中应按照如下程序操作:

a) 提前将2~3桶基料(如果用量许可)搅拌均匀,以保证基料的供应。

b) 在这一阶段不要加入任何添加剂。

c) 确保混合机是干净的,这样才能保证在搅拌纯基料时,不受任何促进剂或其他杂质的影响。

d) 测量气温、基漆以及压力泵体的温度,评估平均温度(主要是考虑由压力泵体摩擦产生的热量使温度增高的因素)。

e) 确定平均温度后,计算准确的促进剂和引发剂数量(见表2)。

f) 监控正在使用的漆桶,当桶内油漆用掉近3/4时,就要向准备好的另外一桶内加入所需数量的1号引发剂(注意不要将新混合好的油漆直接加入正在使用的油漆中)。

g) 倾斜漆桶,尽可能多地使用桶内的油漆。

h) 桶内的油漆使用完后,迅速将吸料管抽出,

插入新准备的另一桶漆桶内。

i) 插入前应将吸料管中的空气排除, 以免空气阻塞, 无法吸料。

基料、促进剂、引发剂的配合比例是经过严格计算和实际测试得出的, 材料的混合比以及混合后可使用的时间见表 2。

表 2 涂料在不同温度范围时的配比

温度 $t/^{\circ}\text{C}$	$V_0 : V_1 : V_2 : V_3$
$30 < t \leq 35$	100 : 1.4 : 0.6 : 2.2
$25 < t \leq 30$	100 : 1.75 : 0.6 : 2.2
$20 < t \leq 25$	100 : 2.0 : 0.6 : 2.5
$15 < t \leq 20$	100 : 2.25 : 0.6 : 2.5

注: 表中  $V_0, V_1, V_2, V_3$  分别代表基料、促进剂 9802、促进剂 9826、引发剂 1/11 号的体积; 混合后涂料的使用寿命 ( $23^{\circ}\text{C}$ ) 为 35~45 min; 清洗剂为丙酮或佐敦 17/23 号稀释剂; 稀释剂为苯乙烯。

4.3.2 涂装施工的环境条件控制

施工前, 除了前道涂层的表面要清洁、干燥外, 还要注意底材温度比露点温度要高  $3^{\circ}\text{C}$  以上, 以免底材的结露影响涂料的附着力。雨雪天停止施工或施工时, 应用防雨布覆盖管口, 避免雨雪淋湿防腐层, 特别是已安装的 37 m 钢内筒, 施工时上口一定要用防雨布遮盖。施工时, 底材温度应在  $15^{\circ}\text{C}$  以上, 不能超过  $40^{\circ}\text{C}$ ; 施工区域的相对湿度应在 85% 以下。

考虑到环境温度达不到涂料固化对环境温度的要求, 所以涂料喷涂施工前必须在钢管内部进行加热, 使温度升至  $35^{\circ}\text{C}$  左右, 一直保持到所有涂层固化为止。采用 3~4 台安全系数高的油式电加热器 (2 kW)。为了达到更好的加热效果, 钢管上口需用防火布覆盖, 管内有人施工时, 应预留透气孔且需专人监护。

4.3.3 漆膜厚度的控制

a) 施工时, 必须进行湿膜厚度的检查, 以做到对所喷的干膜厚度有一个相对的预测。施工各道油漆时, 要注意漆膜均匀, 并达到规定的漆膜厚度, 以保证涂装质量并保证年限。

b) 漆膜厚度的检测工具为湿膜卡、干膜测厚仪。

c) 湿膜的检测方法。油漆喷涂后立即用湿膜测厚仪垂直按入湿膜直至接触到底材, 然后取出湿膜卡, 读取数值。

d) Chemflake Special 的湿膜厚度与干膜厚度的相应值为干膜厚度  $600\text{ }\mu\text{m}$ , 湿膜厚度  $625\text{ }\mu\text{m}$ 。理论涂布率  $1.6\text{ m}^2/\text{L}$ 。

4.3.4 涂装的厚度标准

漆膜要求达到  $1\text{ }200\text{ }\mu\text{m}$ 。

4.3.5 膜厚控制原则

膜厚的控制应遵守两个 90% 的规定, 即 90% 的测点应在规定膜厚以上, 余下的 10% 的测点应达到规定膜厚的 90%。测点的密度应根据施工面积的大小而定。

4.3.6 涂装间隔期

一道漆涂装完毕后, 在进行下道漆涂装之前, 要确认是否已达到规定的涂装间隔时间, 并且在涂装间隔时间内, 否则就不能进行涂装, 见表 3。

表 3 不同温度下涂装间隔时间

底材温度/ $^{\circ}\text{C}$	最短覆涂时间间隔/h	最长覆涂时间间隔/h
15	8	36
23	4	24
40	2	12

4.3.7 膜的完全固化

漆膜表干、硬干后, 尚不能使用, 必须等完全固化以后, 才能正式使用。还应避免因机械碰撞或机械擦伤等对烟道内漆膜的损伤。环境温度越高, 完全固化时间越短; 反之, 环境温度越低, 完全固化时间越长。不同温度时油漆表干、硬干以及完全固化成膜的时间见表 4。

表 4 不同温度时油漆表干、硬干以及完全固化成膜的时间

底材温度/ $^{\circ}\text{C}$	表干时间/h	硬干时间/h	固化时间/h
15	8	8	8
23	4	4	4
40	2	2	2

4.4 安装焊缝处的喷涂及缺陷修补

a) 修补范围。涂装缺陷, 检测出的针孔/漏涂、焊缝和碰伤、擦伤等。

b) 所修补的区域应干燥, 无油脂、无杂质。

c) 待修补区域, 应除去所修区域防腐层的松散部位, 表面除去修补区域的焊瘤、毛刺和其它污物, 补口处应保持干燥, 然后采用手提式喷砂机处理, 质量达到 GB/T 8923—1988 规定的 Sa2.5 级标准。

d) 环境温度未达到施工要求时, 安装焊缝处及修补区域需进行加热处理, 采用红外线加热, 即在要喷涂的地方钢管外壁缠绕红外线加热绳(6道), 使钢管壁温度达到 30℃ 左右, 持续恒温 2 h 至涂层实干。

e) 安装单位在进行焊口清根时, 一定要对防腐层实施保护措施, 避免焊接火花烧伤防腐层。

f) 由于安装焊缝处的喷涂及缺陷修补是在高空进行, 所以该处施工是本次工程安全隐患的重中之重, 经研究, 决定采用吊篮代替普通脚手架进行高空作业。吊篮制作和安装都要由专业人员操作, 吊篮自重约 2 940 N, 载重约 3 430 N, 吊篮固定使用  $\phi 15.5$  mm 钢丝绳。

## 5 质量检查

成品管的检验应严格执行 ST/Y 0414—1998 标准和国际油漆企业施工标准。检验项目包括防腐层外观、厚度、电火花检漏; 检测可分为施工单位自检、项目组专检和监理检查, 检测合格后由三方代表共同签字确认。

### a) 防腐层外观检查

采用目测法逐根对防腐层的外观质量进行检查, 补口、补伤处应逐个检查, 防腐层表面应平整, 搭接均匀, 无永久性气泡、皱折和破损。

### b) 防腐层厚度检测

采用磁性测厚仪逐根检查, 随机测量一处, 每处按圆周方向均匀测量 4 点, 每个补口、补伤处随

机抽查一处。厚度不合格时, 应加倍抽查, 仍不合格, 则判为不合格。

### c) 电火花检漏

使用高压电火花检测仪在制作场逐根检查, 尤其对补口、补伤处应重点检查。检漏探头移动速度应不大于 0.3 m/s, 按规定电压检漏, 以不打火花为合格。对所有放电作好记号, 并用胶带修补。同时做好检测结果记录, 内容包括缺陷形状、性质、位置和修补工艺等。

## 6 材料验收与储存

原材料应在供货方提供的使用说明规定的期限内接收, 凡超过有效期的原材料一律拒收。材料验收必须确认生产厂家、产品说明书、生产日期、有效日期、产品批号及供应商提供的有关试验数据、检测报告和合格证书。材料包装必须完好, 无受潮、破损现象。每一批原材料, 均应有通过国家认证的检验机构出具的, 按技术标准规定的项目进行的性能检测报告。性能达不到质量要求的, 不能接收。

Chemflake Special 玻璃鳞片加强乙烯酯漆是特殊的油漆品种, 其储存期较短, 在 15~23℃ 的环境下, 其储存期为 4 个月。随着温度的升高, 其储存期限会大大地缩短。所以在油漆储存时要注意材料储存在阴凉、干燥处, 保持通风, 远离火源, 油漆包装要密封, 并放置于室内。

## 7 结论

通过以上方法的控制, 目前该防腐方法施工进度顺利, 效果良好, 质量优良。

**作者简介:** 陈建兵(1969—), 男, 江苏如皋人, 热动工程师, 工学学士, 主要从事电厂施工建设管理工作。

**短信息:** 为帮助南方区域电力企业和安全监管部门整体把握南方区域电力安全形势, 为安全生产及监管工作提供参考, 促进南方区域电力系统安全水平的提高, 南方电监局组织编写了《2005年南方区域电力安全报告》, 于2006年3月正式发布。

《2005年南方区域电力安全报告》分八章: 第一章综述、第二章电网安全、第三章发电安全、第四章输变电安全、第五章供用电安全、第六章电力建设安全、第七章人身安全、第八章安全监管。内容上涵盖了电力系统生产的各个环节。各章节由基本情况、安全管理、专业安全、事故应急工作、典型事故和存在问题等部分构成。

(本刊编辑部整理)