

ICS 27.100  
F 24  
备案号: 15177-2005

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 907 — 2004

---

## 热力设备红外检测导则

Guide for infrared inspection of thermal power equipments

2004-12-14 发布

2005-06-01 实施

---

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 基本要求 .....	1
4 检测方法 .....	2
5 数据处理 .....	3
6 判断依据 .....	3
7 检测报告 .....	3
8 数据库建立与归档 .....	4
附录 A (资料性附录) 风级表 .....	5
附录 B (资料性附录) 常用材料发射率 $\epsilon$ 参考值 .....	6
附录 C (资料性附录) 热力设备绝热状况红外检测统计报告表 .....	7
附录 D (资料性附录) 热力设备绝热状况红外检测热谱图例 .....	8
附录 E (资料性附录) 热力设备绝热状况红外检测记录表 .....	13
附录 F (资料性附录) 热力设备绝热结构消缺报告表 .....	14

## 前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力[2000]22 号文）的安排制定的。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 和附录 F 都为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站锅炉标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准起草单位：西安热工研究院有限公司、福建省电力试验研究院、河北省电力研究院、大唐沧州发电厂、无锡市风雷仪表厂、广东省电力试验研究所、山西电力科学研究院、大唐中国水利电力物资天津公司、安徽电力科学研究院、广西电力试验研究院有限公司、中国科学院广州分院、常州市伊赛科技有限公司、大唐户县第二发电厂、大唐户县热电厂。

本标准主要起草人：侯善敬、刘永刚、黄彪斌、汤延令、王春元、杨杰、康维贤、张祥昌、安国银、高志涛、刘民义、徐林、辛靖君、陈自强、徐程宏。

# 热力设备红外检测导则

## 1 范围

本标准规定了红外检测的对象、方法和判断依据，绝热效果评价以及技术管理工作的要求。  
本标准适用于火力发电厂和其他供热系统的热力设备。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 4272 设备及管道保温技术通则

## 3 基本要求

### 3.1 对检测仪器和工具的要求

#### 3.1.1 红外温度计

3.1.1.1 红外温度计应操作简单、工作可靠。

3.1.1.2 性能应满足：

测温范围： $0^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。

测温精度：读数的 $\pm 1\%$ （ $^{\circ}\text{C}$ ）。

工作波段： $8\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 。

发射率 $\varepsilon$ 修正范围：0.01~1.00。

响应时间：约 1s。

距离系数： $\geq 300:1$ 。

工作温度： $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

3.1.1.3 功能应具备：

具有同轴激光定位和（或）光学寻像瞄准方式；

具有超设定值报警；

通过调节焦距使仪表视场满足绝热缺陷的测温要求。

#### 3.1.2 红外热像仪

3.1.2.1 红外热像仪应图像清晰、稳定，工作可靠。

3.1.2.2 性能应满足：

工作波段： $8\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 。

测温范围： $0^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。

温度分辨率： $0.2^{\circ}\text{C}$ （ $30^{\circ}\text{C}$ 时）。

工作波段： $8\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 。

工作温度： $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

空间分辨率应能满足绝热缺陷测温要求，或按照检测模式进行选择。

3.1.2.3 功能应具备：

必要的图像分析、热像储存、数据传输。

### 3.1.3 其他检测仪器与工具

其他检测仪器与工具包括:

- a) 简易防尘红外镜头(备用);
- b) 接触式数字温度计( $-50^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ , 精度 $\pm 1\%$ , 直柄式弓形探头);
- c) 温、湿度计(精度 $\pm 1\%$ );
- d) 钢卷尺(最小分度值为 mm);
- e) 风速计(精度 $\pm 1\%$ );
- f) 手电筒。

### 3.2 对被检测设备的要求

新建或检修后的设备需连续运行达 24h 以上, 检测时, 负荷应保持稳定。

### 3.3 对检测环境的要求

#### 3.3.1 室外检测

应避免雨、雪、雾、露等湿度大于 85% 的天气条件对设备表面温度的影响, 在环境温度相对稳定、风速小于 0.5m/s 的环境下进行检测。估计风速参见附录 A, 精确测量应用风速计。

应避免太阳等强辐射源的影响, 宜在日出前、日落后, 或在阴天进行检测。手电筒用于辅助照明。

#### 3.3.2 室内检测

应避免强辐射源对被测目标的影响, 例如强烈灯光直射。

### 3.4 检测周期

#### 3.4.1 在役设备检测

根据设备的重要性、负荷率以及环境条件等因素来确定其检测周期, 一般检测周期为一年。在检修周期内, 应不定期地对设备重点部位进行检测, 以检查绝热结构的变化动态。

设备(包括保温管道)检修前及检修后均要进行全面检测。大修前检测的目的是发现设备的绝热缺陷、提出检修措施; 大修后检测的目的是验证设备的检修质量。

#### 3.4.2 新投产热力设备的检测

新建热力工程完工后, 为评估热力设备绝热质量, 应在达到 3.2 要求之后进行。

## 4 检测方法

### 4.1 红外温度计法

#### 4.1.1 修正红外温度计的 $\epsilon$ 值。

- a) 参照附录 B 查找与被测目标相应的材料发射率 $\epsilon$ , 键入红外温度计。
- b) 用接触式数字温度计, 测出被测目标表面的绝对温度值, 凭此来调整红外温度计的 $\epsilon$ 值。

#### 4.1.2 测量出与被测目标的距离, 调整红外温度计的焦距。

#### 4.1.3 依据环境温度 $t_a$ 及设备、管道绝热结构外表面温度允许值(见表 1)设定报警温度。

#### 4.1.4 视检测现场光线情况选择瞄准方式。

#### 4.1.5 将红外温度计对准被测目标, 缓慢移动进行测温, 标注出超设定值区域位置及温度。

### 4.2 红外热像法

#### 4.2.1 修正红外热像仪的 $\epsilon$ 值, 同 4.1.1。

#### 4.2.2 键入被测目标的距离、环境温度等补偿参数, 并选择合适的测温范围。

4.2.3 检测时, 先用红外热像仪对被测部位进行普查, 找出热态异常部位, 然后对异常部位和重点检测设备进行准确测温。其中, 热态异常的小目标部位温度, 可以用红外温度计进行定量测定。

#### 4.2.4 测温方式有三种: 动态实时、静态全屏和多点测温, 可以根据仪器性能选择。

### 4.3 超温面积测量

应用红外热像仪的等温功能键在屏幕上显示出绝热结构外表温度超出允许值(见表 1)的面积。亦

可用有色（粉）笔圈出超温区，量出面积，以  $m^2$  计，记录并编号。

表1 设备、管道绝热结构外表面温度允许值 ( $t_e=25^\circ\text{C}$ )

设备、管道发热体外表面温度 $t$ ℃	绝热结构外表温度 ℃
$100 < t \leq 250$	$\leq 35$
$250 < t \leq 400$	$\leq 40$
$400 < t \leq 500$	$\leq 45$
$> 500$	$\leq 50$

## 5 数据处理

### 5.1 环境温度修正

环境温度  $t_e$  应在距离测点位置 1m 处用温度计测出。环境温度的“标准值”定为  $25^\circ\text{C}$ 。在实测环境温度为  $t_e$  ( $^\circ\text{C}$ ) 和实测绝热结构外表温度为  $t_s$  ( $^\circ\text{C}$ ) 时，绝热结构外表温度的修正值  $t_m$  ( $^\circ\text{C}$ ) 的计算式为

$$t_m = t_s - (t_e - 25) \quad (1)$$

### 5.2 检测数据处理

管道绝热结构外表温度按求算术平均值的方法处理，设备绝热结构外表温度按求表面积加权平均值的方法处理。

### 5.3 超温率

超温率按式 (2) 计算，即

$$\alpha = \frac{A_t}{A} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\alpha$  ——超温率，%；

$A_t$  ——被测对象超温部分面积， $m^2$ ；

$A$  ——被测对象总面积， $m^2$ 。

将超温率计算结果记入附录 C。

## 6 判断依据

凡检测设备、管道的绝热结构外表温度经环境温度修正后高于表 1 的允许值，则视为不合格。

## 7 检测报告

红外检测报告内容包括：

- a) 检测目的与内容；
- b) 检测日期及时间；
- c) 执行标准；
- d) 检测工作概况；
- e) 机组发电负荷；
- f) 环境因素（环境温度、湿度等），室外检测时的气象情况（天气、风速等）；
- g) 采用的仪器型号及规格；
- h) 温度分布图、数据汇总表；

- i) 典型热谱图, 参照附录 D;
- j) 按 GB/T 4272 的规定和表 1 所列的判据进行分析和评价, 对热力设备绝热缺陷作出失效分析与改进建议;
- k) 检测单位和检测人员。

## 8 数据库建立与归档

应将热力设备绝热状况红外检测的各种记录(参见附录 E)、缺陷统计、热谱图及检测报告分日期、按设备归类存档。

根据红外检测结果, 跟踪热力设备的绝热缺陷消缺情况, 填写热力设备绝热结构消缺报告(参见附录 F)。

附录 A  
(资料性附录)  
风 级 表

风级表见表 A.1。

表 A.1 风级表

风 力 等 级	风 速 m/s	风名称	地表情况
0	0~0.2	无风	静烟直上
1	0.3~1.5	轻风	烟能表示方向, 树叶略有摇动
2	1.6~3.3	轻风	人的脸感觉有风, 树叶有微响, 旗子开始飘动
3	3.4~5.4	微风	树叶和细的树枝摇动不息, 旗子展开
4	5.5~7.9	和风	能吹起地面上的灰尘和纸张, 小树枝摇动

**附录 B**  
(资料性附录)  
**常用材料发射率 $\epsilon$ 参考值**

常用材料发射率 $\epsilon$ 参考值见表 B.1。

**表 B.1 常用材料发射率 $\epsilon$ 参考值**

材料类别和表面状态	温度 ℃	$\epsilon$	材料类别和表面状态	温度 ℃	$\epsilon$
抛光的铝	50~500	0.04~0.06	本色黑漆	100	0.97
严重氧化的铝	50~500	0.20~0.30	各种颜色的油漆	100	0.92~0.96
轻度氧化的铝	25~600	0.10~0.20	白色涂料	0~100	0.95~0.925
磨光的铜	20	0.03	黑色涂料	80~100	0.95~0.97
氧化的铜	50	0.6~0.7	灰色涂料	0~100	0.95
磨光的黄铜	38	0.05	碳化硅涂料	1010~1400	0.82~0.92
无光泽的黄铜	38~350	0.22	油毛毡	20	0.93
抛光生铁	0~38	0.16	石棉板	25~30	0.94~0.96
生铁铸件	50	0.81	水泥	25~30	0.92~0.93
轧制后被氧化的钢板	0~50	0.56~0.66	硅藻土	100	0.92
镀锌铁皮	38	0.23	菱苦土	100	0.92
粗钢板	0~38	0.94	混凝土	20	0.92
粗钢板	121~538	0.95~0.98	沥青	25~30	0.95
有光滑氧化层表皮的钢板	20	0.82	粗糙红砖	20	0.88~0.93
有粗糙氧化层的钢板	20~40	0.80	抹灰的墙	20	0.94
磨光的铁	400~1000	0.14~0.38	锅炉炉渣	0~1000	0.97~0.70
磨光的铬	150	0.058	耐火砖	500~1000	0.8~0.9
镍铬合金	52~1034	0.64~0.76	纤维	93	0.93
灰色、氧化的铅	38	0.28	水 (厚度大于 0.1mm)	0~100	0.95~0.96
玻璃(面)	23	0.94	人的皮肤	32	0.98
白色漆	100	0.92	纸	0~100	0.80~0.95

## 附录 C

(资料性附录)

## 热力设备绝热状况红外检测统计报告表

热力设备绝热状况红外检测统计报告表见表 C.1。

表 C.1 热力设备绝热状况红外检测统计报告表

电厂名称:

检测日期: 年 月 日

序号	设备名称	外表温度 $t_s$ ℃	修正值 $t_m$ ℃	超温面积 $A_t$	超温率 $\alpha$	失效原因
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

统计:

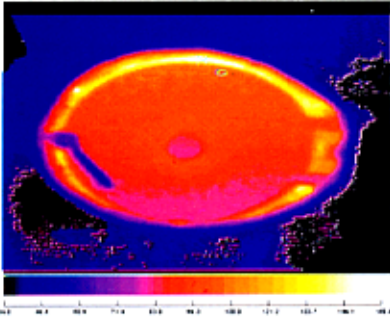
复核:

附录 D

(资料性附录)

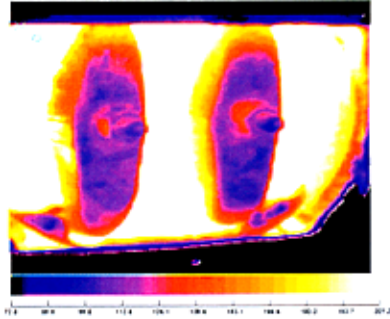
热力设备绝热状况红外检测热谱图例

热力设备绝热状况红外检测热谱图例见图 D.1~图 D.28。



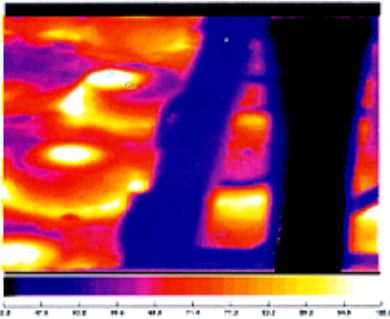
最高温 G 点：158.6℃，环境温度为 33.5℃。

图 D.1 人孔门



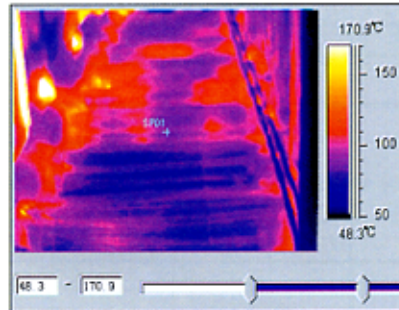
最高温 G 点：207.2℃，环境温度为 33.5℃。

图 D.2 汽包端部封头



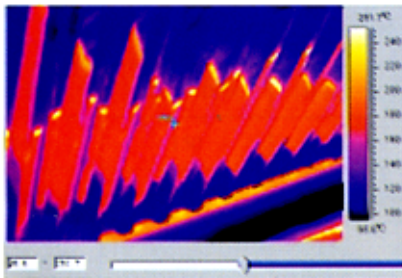
最高温度 G 点：100.8℃。

图 D.3 炉顶密封层



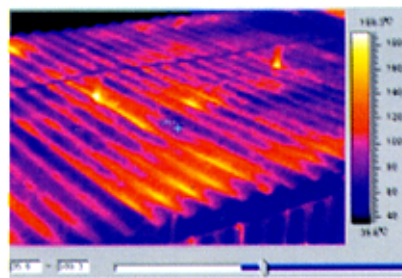
图中粉红色区域温度 80℃，环境温度 34℃。

图 D.4 炉顶棚



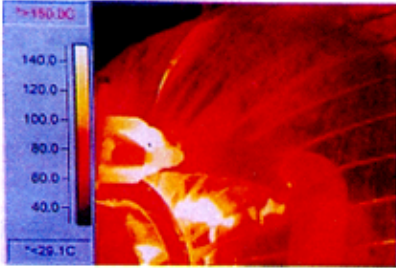
内部保温损坏严重，红色区域温度 160℃。

图 D.5 折焰角处护板



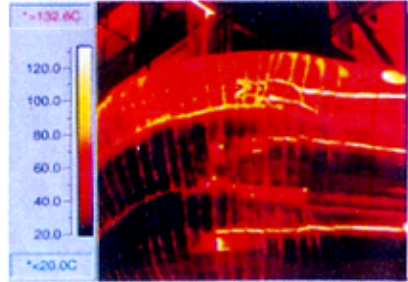
顶部保温失效。

图 D.6 热二次风箱



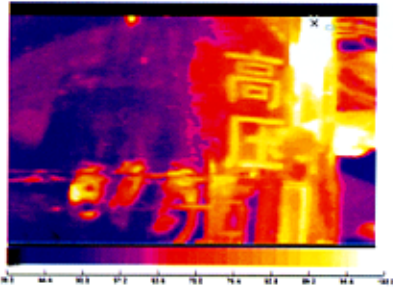
温度 115°C，属保温不良。

图 D.7 汽包端头



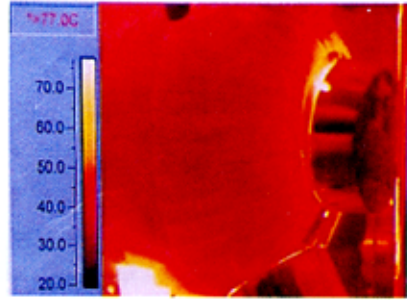
温度 120°C，属保温不良。

图 D.8 一次风管



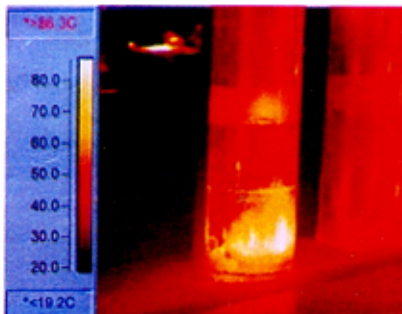
最高温 G 点：102°C，环境温度为 33.5°C。

图 D.9 高压加热器及管道系统



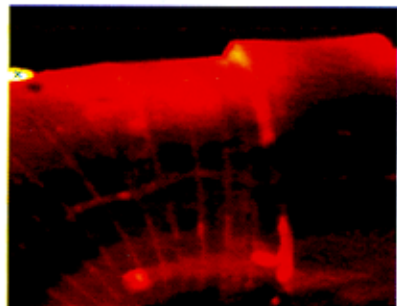
温度 125°C，支架未保温。

图 D.10 高压加热器端部封盖



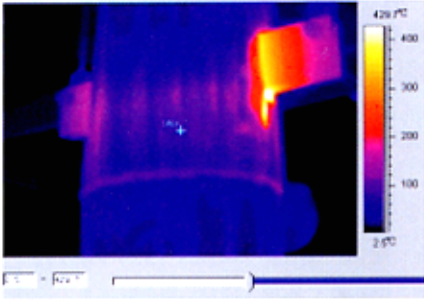
最高温度 96°C，属保温缺陷。

图 D.11 三级抽汽管垂直段

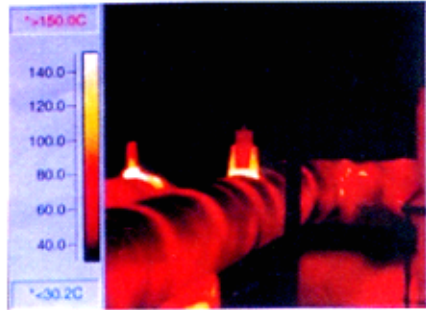


最高温 G 点：179.3°C。

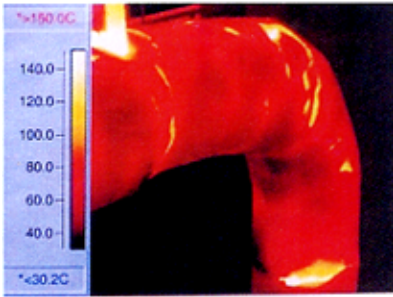
图 D.12 中低压导汽管



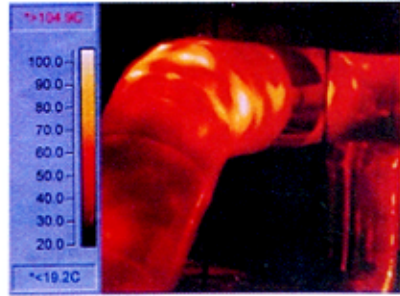
温度为 140℃，保温不合格。  
图 D.13 主蒸汽管支吊架管夹



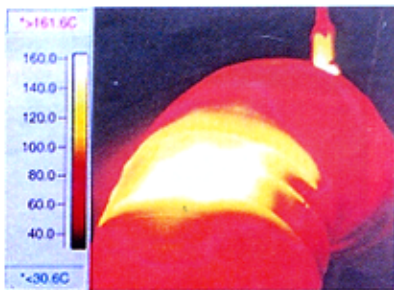
温度为 124℃，属保温不良。  
图 D.14 炉顶主给水管与支吊架结合处



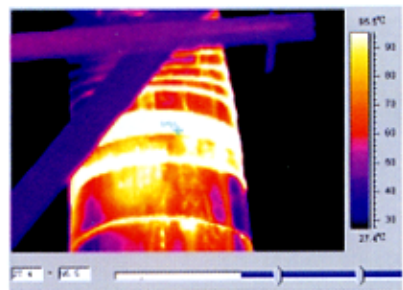
温度大于 150℃。  
图 D.15 炉顶主给水管弯头



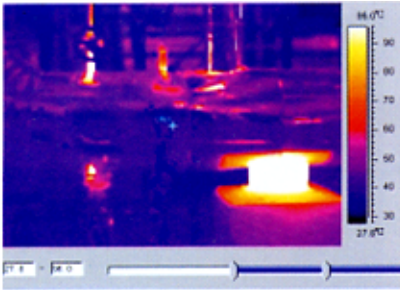
最高温 G 点：99.2℃，环境温度为 33.5℃。  
图 D.16 主蒸汽引出管



温度大于 150℃，属保温层塌陷。  
图 D.17 炉顶主蒸汽管垂直段弯头

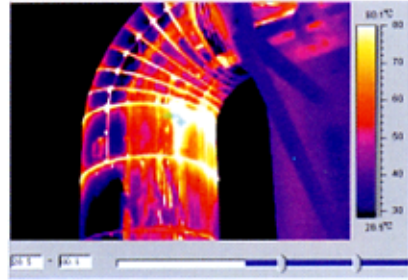


因保温施工不良造成弯头部位表面温度超标。  
图 D.18 再热蒸汽管弯头



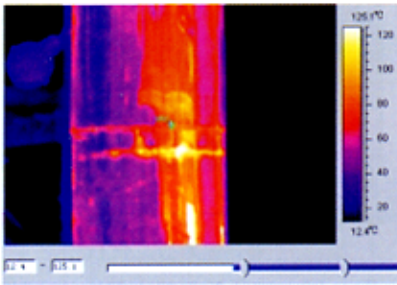
因管支座未保温, 该处漏热严重。

图 D.19 主给水管



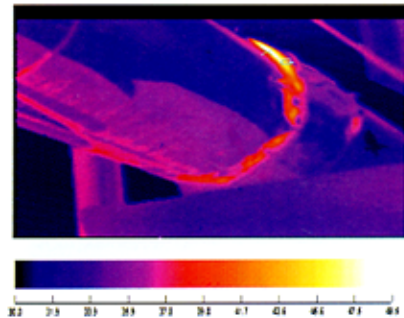
弯头部位易发生保温不良, 表面温度超标。

图 D.20 再热蒸汽管



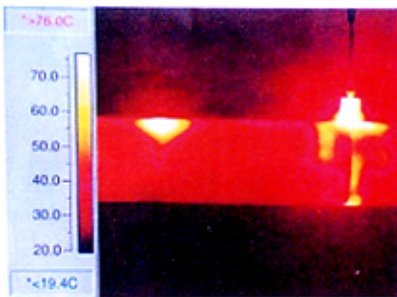
紫红色区域平均温度 70°C, 黄白色区域温度 120°C,  
环境温度 35°C。

图 D.21 炉顶主蒸汽管垂直段



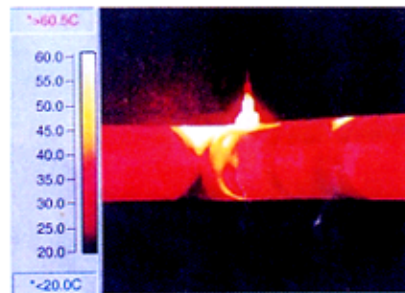
管壁绝热层表面温度 41°C,  
环境温度 35°C。

图 D.22 支承架与热力管道结合处



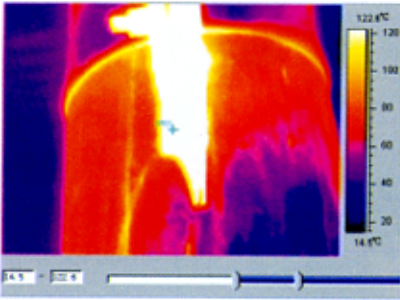
温度 146°C, 属保温不良。

图 D.23 主蒸汽管水平段



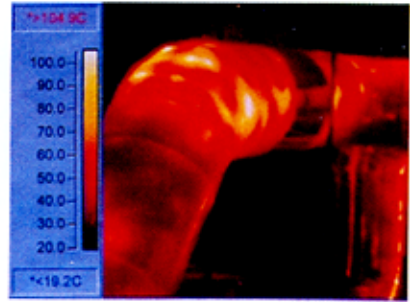
温度 100°C, 属保温松动。

图 D.24 主蒸汽管水平段



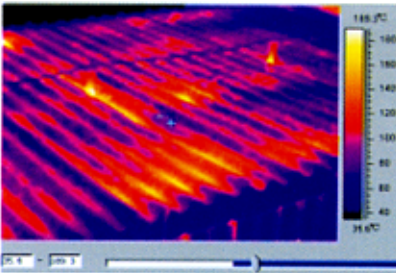
保温普遍不合格。

图 D.25 主蒸汽管支吊架



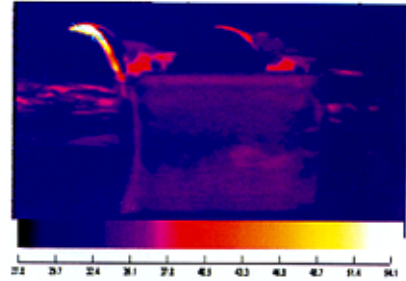
温度 113°C，原因是保温材料未扎紧。

图 D.26 再热蒸汽管水平段



顶部保温失效。

图 D.27 热二次风箱



最高温 G 点：54.1°C。

图 D.28 支承架与热力管道结合处

## 附录 E

(资料性附录)

## 热力设备绝热状况红外检测记录表

热力设备绝热状况红外检测记录表见表 E.1。

表 E.1 热力设备绝热状况红外检测记录表

电厂名称:

热力设备负荷:

检测日期: 年 月 日

序号	设备编号	设备名称	检测时间			环境温度 ℃	测点温度 ℃			热谱图 编号	天气
			日	时	分		I	II	III		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

检测:

记录:

复核:

**附录 F**  
**(资料性附录)**  
**热力设备绝热结构消缺报告表**

热力设备绝热结构消缺报告表见表 F.1。

**表 F.1 热力设备绝热结构消缺报告表**

电厂名称:

设备编号:

序号	设备名称	消缺日期	处理措施	消缺效果 (红外检测)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

记录:

复核:

