

表 1 额定工况数据表(工况一)

	各段抽汽 压力 $P_i$	各段抽汽 焓 $h_i$	各段抽汽 温度 $t_i$	各段疏水 焓 $\bar{t}_s$	各级出口 水焓 $\bar{t}_i$
$i=n$	0.005	2306.5	32.9	~	137.7
$i=1$	0.047	2529.2	79.8	320.7	308.9
$i=2$	0.121	2626.8	105.0	435.4	432.9
$i=3$	0.444	2822.3	187.5	607.1	596.2
$i=4$	0.720	2907.7	233.2	684.9	670.7
$i=5$	1.300	3006.5	287.2	~	794.7
$i=6$	1.960	3093.2	333.6	881.7	880.4
$i=7$	3.240	3208.8	395.8	1002.3	1003.2

## 2 BII T-50-2 机组的变工况及经济指标

BII T-50-2 是双抽汽 5 万供热机组,在我国运行的台数不少。本文以其变工况为例。说明经济指标的变化情况。(热系统图见图 1)。

表 2 工业抽汽减少变工况数据表(工况二)

	各段抽汽 压力 $P_i$	各段抽汽 焓 $h_i$	各段抽汽 温度 $t_i$	各段疏水 焓 $\bar{t}_s$	各级出口 水焓 $\bar{t}_i$
$i=n$	0.0050	2295.6	32.9	~	137.7
$i=1$	0.0516	2527.2	82.1	342.1	330.3
$i=2$	0.1213	2623.4	105.0	437.9	435.4
$i=3$	0.4647	2826.1	189.7	625.1	614.2
$i=4$	0.7525	2911.5	235.5	706.7	692.5
$i=5$	1.300	3009.5	288.5	~	794.7
$i=6$	1.9225	3092.0	332.7	878.4	877.1
$i=7$	3.1427	3206.0	393.3	993.5	994.4

表 3 采暖抽汽减少变工况数据表(工况三)

	各段抽汽 压力 $P_i$	各段抽汽 焓 $h_i$	各段抽汽 温度 $t_i$	各段疏水 焓 $\bar{t}_s$	各级出口 水焓 $\bar{t}_i$
$i=n$	0.0050	2299.0	32.9	~	137.7
$i=1$	0.0525	2532.6	82.6	343.7	332.4
$i=2$	0.1210	2631.4	105.0	437.9	435.0
$i=3$	0.4345	2824.0	188.0	614.6	603.7
$i=4$	0.7025	2029.0	233.4	694.6	680.8
$i=5$	1.300	3007.4	287.6	~	794.7
$i=6$	1.9466	3092.8	333.3	878.4	880.1
$i=7$	3.2054	3207.5	394.9	996.9	999.8

表 4 经济指标

	工况一	工况二	工况三
发电煤耗, g/(kwh)	221.48	231.87	233.27
供热煤耗, kg/GJ	36.87	36.87	36.87

使用循环函数法供热机组特性通用分析软件包,对表 1、表 2、表 3 数据进行计算后,可见表 5。

表 5 特性系数计算表

名称	符号	单位	工况一	工况二	工况三
凝汽循环排汽率	$a_k$	kg/kg 进汽	0.691	0.693	0.692
凝汽循环进汽率	$a_k$	kg/kg 排汽	1.447	1.442	1.455
单位进汽凝汽流做功	$w_{0k}$	kJ/kg 进汽	989.147	1000.693	995.874
单位排汽凝汽流做功	$w_k$	kJ/kg 排汽	1431.240	1443.217	1439.090
单位电功凝汽流排汽率	$d_{0k}$	kg 排气/(kwh)	3.752	3.709	3.727
单位电功凝汽流排汽率	$k$	kg 排气/(kwh)	2.593	2.512	2.579
单位生产抽汽进汽率	$a_p$	kg/kgP 抽气	1.483	1.479	1.482
单位生产抽汽做功	$w_p$	kJ/kgP 抽气	767.872	767.676	768.904
单位生产抽汽进汽多耗系数	$a_{pk}$	kg/kgP 抽气	0.707	0.712	0.710
单位生产抽汽凝汽减少系数	$k_p$	kg/kgP 抽汽	0.537	0.532	0.534
单位采暖抽汽进汽率	$a_r$	kg/kgT 抽气	1.272	1.267	1.270
单位采暖抽汽做功	$w_r$	kJ/kgT 抽汽	971.877	975.343	968.007
单位采暖抽汽进汽多耗系数	$a_{rk}$	kg/kgT 抽汽	0.2889	0.292	0.298
单位采暖抽汽凝汽减少系数	$k_r$	kg/kgT 抽气	0.679	0.676	0.673

利用表 5 数据,可以计算联产节约热量,并可以折算出节约的煤量。

表 6 节煤效果计算表

名称	符号	单位	工况一	工况二	工况三
新汽焓	$h_0$	kJ/kg	3475	3475	3475
给水焓	$h_{fw}$	kJ/kg	100.3	994.4	999.8
标煤当量热值	$Q_{sef}$	kJ/kg	27116.97	27116.97	27116.97
生产抽汽量	$D_p$	kg/h	113000	100000	113000
生产抽汽焓	$h_p$	kJ/kg	3006.5	3009.5	3007.4
生产回水焓	$h_{wp}$	kJ/kg	137.7	137.7	137.7
P 抽汽引起新多耗系数	$a_{pk}$		0.701	0.712	0.7099
P 单位抽汽降热耗率	$d_{qp}$	kJ/kg 汽	1121.094	1105.499	1112.414
P 单位抽汽降煤耗率	$d_{bp}$	kg/kg 汽	0.0413	0.0407	0.041
P 抽汽节煤量	$d_{Bp}$	kg/h	4671.746	4076.778	4635.577
P 抽汽节煤量变化	$\Delta d_{Bp}$	kg/h		-594.969	-36.169
采暖抽汽量	$D_r$	kg/h	24000	24000	13000
采暖抽汽焓	$h_r$	kJ/kg	2626.8	2623.4	2631.4
采暖回水焓	$h_{wr}$	kJ/kg	137.7	137.7	137.7
T 抽汽引起新多耗系数	$a_{rk}$		0.289	0.292	0.298
T 单位抽汽降热耗率	$d_{qr}$	kJ/kg 汽	1775.103	1760.807	1755.972
T 单位抽汽降煤耗率	$d_{tr}$	kg/kg 汽	0.0654	0.0649	0.0647
T 抽汽节煤量	$d_{Bt}$	kg/h	1571.063	1558.41	841.821
T 抽汽节煤量变化	$\Delta d_{Bt}$	kg/h		-12.653	-729.242
变工况造成节煤量差					-607.622

## 3 BII T-50-2 变工况后机组特性的变化

## 4 结论

(1)减少热化供汽量,将造成联产节煤效益的恶化,根据表6,减少生产抽汽13 T/h,造成节煤量减少(多耗煤)607.622 kg/h,损失节煤效益9.73%;减少采暖抽汽11 T/h,造成节煤减少(多耗煤)765.41 kg/h,损失节煤效益12.26%。

(2)采暖抽汽由于抽汽压力低,热化发电比高,节煤效果更为显著。以设计工况为例,使用单位生产抽汽( $P$ 抽汽),可节煤0.041 kg/kg抽汽,而使用单位采暖抽汽( $T$ 抽汽),可节煤0.065 kg/kg抽汽。在单位节煤抽汽量中,低压采暖抽汽的节煤占总节煤量的61.29%。同样,在总节煤量分析中也可看出这种影响:高压生产抽汽量减少13 T/h,将损失节煤量607.622 kg/h,而低压采暖抽汽仅减少11 T/h,

却损失节煤量达765.411 kg/h。

(3)热电厂应保持较高的热化供热量,特别是应保持较高的低压热化供热量。这一结论是以热量法为基准的指标体系无法揭示的。所以本文的方法和结论有助于正确地指导电厂的生产,同时,鼓励热用户降低用热参数,以提高能量供应系统的总体能耗水平。

## 参考文献

- [1] 马芳礼. 电厂热力系统节能分析与原理. 水电出版社, 1992.
- [2] 林万超. 火电厂热系统节能理论. 西交大出版社, 1994.
- [3] 王培红. 水蒸气热力学性质的通用计算模型. 汽轮机技术, 1993(4).

(渠源 编辑)

(上接178页)

我们前已提出<sup>[7]</sup>的外加还原性气氛机理认为,亚硫酸盐的防腐蚀作用机理并不在于人们一直认为的那样是由于亚硫酸盐从水中除去了溶解氧,而是由于亚硫酸盐的加入增加了系统的还原性气氛,使钢的电极电位剧烈负移,从而抑制了腐蚀的阴极过程。亚硫酸盐的防腐蚀效果并不与除氧量成正比,也不在于亚硫酸盐除氧速度快和除氧彻底,而是取决于亚硫酸盐是否能够提供足够的还原性气氛和还原性气氛保持得如何。

按照外加还原性气氛机理,与溶解氧的反应导致了亚硫酸盐的消耗和系统还原性气氛的降低,IVcSS与氧的反应速度最慢,本身的消耗最小,所提供的还原性气氛最强,因而对钢的防腐蚀性能比SS和CSS更好,对钢的电极电位和极化行为的影响比SS和CSS更大。显然,本试验结果为外加还原性气氛机理提供了有力证据。

## 4 结论

(1)通过在各种不同条件下的腐蚀实验,证实了一个被绝大多数科学工作者忽视的实验事实,即在不同硬度、碱度、酸度及温度下,稳定亚硫酸盐的防腐蚀性能均优于亚硫酸盐和催化亚硫酸盐。六十多年来,自由基链反应终止剂一直被视为对亚硫酸盐

防腐蚀有害的物质,本实验结果说明对此需要重新研究和认识。

(2)试验发现,稳定亚硫酸盐在水中与溶解氧长期共存,而亚硫酸盐和催化亚硫酸盐则能除去水中的溶解氧,但稳定亚硫酸盐的防腐蚀效果却比亚硫酸盐和催化亚硫酸盐好,稳定亚硫酸盐使钢的电极电位更强烈负移并增大其阴极极化。这些试验结果与亚硫酸盐的外加还原性气氛机理吻合而用公认的除氧机理是无法解释的。因此,本试验为外加还原性气氛机理提供了又一有力证据。

(3)本试验提出的异抗坏血酸稳定亚硫酸盐IVcSS不仅贮存稳定,而且对钢的溶解氧腐蚀具有优异的防护性能,可用于防腐蚀工程中。

## 参考文献

- [1] Uhlig H H. Corrosion and corrosion control *John Wiley & Sons, Inc* 1985; 278.
- [2] 中华人民共和国国家标准. GB 1576—1996, 低压锅炉水质. 国家技术监督局发布, 1996—06—17.
- [3] 鲍其鼎. 亚硫酸钠除氧研究. 工业水处理, 1994, 14(2): 4.
- [4] 熊蓉春, 魏刚. 热水锅炉防腐阻垢技术进展. 管道技术与设备, 1995, 3(5): 8~12.
- [5] Bush Harley E. Method for inhibiting the corrosion of iron and alloys thereof in an aqueous environment with sulfite compositions. US 3, 899, 293. 1975.
- [6] Albin Huss Jr. Autoxidation mechanism of sulfite. *J Am Chem Soc.* 1978, 100: 6522.

[7] Xiong Rongchun, Wei Gang. Anticorrosion mechnism of sul-  
设计 & 试验 of 15th Int. Conf. on Chem. Edu, Cairo, 1998.

137.

文章编号: 1001-3667(1999)05-0137-03

# 分光式便携比色高温计的设计

(哈尔滨工业大学) 丛大成 戴景民 孙晓刚 褚载祥

[摘要] 在一种新型的便携式棱镜分光比色温度计中, 采用成像光谱焦平面结合象差匹配技术限定工作波长和带宽, 简化了仪器的结构, 提高了稳定性; 单片机数据采集系统的低功耗设计, 不仅实现了多功能, 而且用电池供电系统即可工作。

关键词 温度测量 比色温度计 低功耗 便携式仪表

中图分类号 TH811.2

## 1 前言

比色温度计是利用被测目标两个波长下的光谱辐射亮度之比随被测目标温度变化的特性实现温度测量的辐射测温仪表。因此, 除温度外的许多影响测量的因素, 如: 目标光谱发射率的变化, 目标的抖动, 视场光阑未被充满, 光路中烟尘及水汽等均能在测量中得到补偿或削弱。从而大大提高了仪表的准确度和抗干扰能力。并且被测目标为灰体时可直接测得真温。

目前, 比色测温仪已经广泛应用于工业中各领域, 如: 高温烧结炉的温度控制系统, 锅炉炉温的测量与控制, 烧蚀材料及焊接熔池的温度测量等方面。

本文介绍的分光式便携比色测温仪采用国际首创的成像光谱焦平面结合像差匹配技术及低功耗电路设计使比色温度计性能稳定可靠, 操作简单方便, 不受工作条件的限制。

## 2 基本原理

被测目标温度为  $T$ , 光谱发射率为  $\epsilon(\lambda, T)$ , 则比色温度计任一通道探测器的输出可表示为:

$$S = G \int_{\Delta\lambda} \tau(\lambda) R(\lambda) \epsilon(\lambda, T) C_1 \lambda^{-5} \left[ \exp\left(\frac{C_2}{\lambda T}\right) - 1 \right]^{-1} d\lambda \quad (1)$$

$G$ : 仪器的几何因子, 与目标尺寸, 仪器入瞳等因素有关

$\tau(\lambda)$ : 光学系统的光谱透过率

$R(\lambda)$ : 探测器的光谱响应率

$C_1, C_2$ : 普朗克常数

$\Delta\lambda$ : 带宽

采用维恩公式, 并根据有效波长的概念式(1)可表示为:

$$S = G \tau(\lambda_e) R(\lambda_e) \epsilon(\lambda_e, T) C_1 \lambda_e^{-5} \exp\left(\frac{-C_2}{\lambda_e T}\right) \quad (2)$$

则所取两个波长  $\lambda_{e1}, \lambda_{e2}$  的信号比值可表示为:

$$R = K \frac{\epsilon(\lambda_{e1}) \lambda_{e2}^{-5} \exp\left(\frac{-C_2}{\lambda_{e1} T}\right)}{\epsilon(\lambda_{e2}) \lambda_{e1}^{-5} \exp\left(\frac{-C_2}{\lambda_{e2} T}\right)} \quad (3)$$

由式(2), (3)可知  $K$  为仪表的本征函数, 需要经过实验测得。为了简化此过程, 可采用参考温度点法来消除  $K$ , 即通道 1 在参考温度的输出为:

$$S_{10} = G_1 \tau(\lambda_{e1}) R(\lambda_{e1}) \epsilon(\lambda_{e1}, T_0) C_1 \lambda_{e2}^{-5} \exp\left(\frac{-C_2}{\lambda_{e1} T_0}\right) \quad (4)$$

则

$$R_1 = \frac{S_1}{S_{10}} = \epsilon(\lambda_{e1}) \exp\left[\frac{C_2}{\lambda_{e1}} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}\right)\right] \quad (5)$$

同理

$$R_2 = \frac{S_2}{S_{20}} = \epsilon(\lambda_{e2}) \exp\left[\frac{C_2}{\lambda_{e2}} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}\right)\right] \quad (6)$$

则

$$R = \frac{R_1}{R_2} = \frac{\epsilon(\lambda_{e1}, T)}{\epsilon(\lambda_{e2}, T)} \exp\left[\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}\right) \left(\frac{C_2}{\lambda_{e1}} - \frac{C_2}{\lambda_{e2}}\right)\right] \quad (7)$$

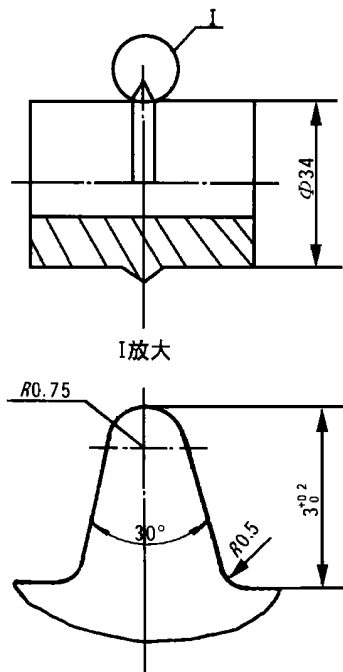
根据式(7)求得目标的颜色温度。当被测目标为黑体或灰体时, 可测得目标的真温。

## 3 光路系统的设计

传统的比色温度计分为单通道, 双通道两种。

收稿日期 1998-11-24 收修改稿 1998-12-24

作者简介 丛大成(1972-), 男, 辽宁旅顺人 博研 150001 哈尔滨工业大学 308 信箱



线上。

又：螺距  $t = 24$ ，管子外圆为  $\Phi 57$

那么： $\alpha = \arctg \frac{12}{57} = 11.9^\circ$

设计给定支承轮长度： $BC = 225$

那么：图 5 (b) 中直线

$B'C' = 2 \times \frac{BC}{2} \sin \alpha = 46.4$  (mm)

这样，曲面在管子的接触线为图 6 中的 BC

线。用线切割机床把 OO' 段的 BC 线切割开便在 BC 段的管子外圆获得了一条曲线。该曲线便是支承轮与管子的接触线，也就是支承轮曲面，按该曲线

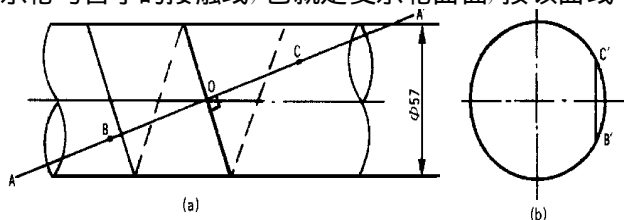


图 5

做型板加工支承轮，使支承轮曲面与型板 80% 以上吻合。工作时，该曲面紧贴在管子上的外壁上滚动，这样，即起了支承作用，又使管子卡在曲面内。

本工装可加工以下规格的锅炉钢管：

管径	$\Phi 63.5$	$\Phi 57$	$\Phi 51$
壁厚	3.35	3.35	3.35

### 3 工艺与检验

加工时，先将管子装卡好，尾部用中心架支承，启动床子，选择螺距，搬动压轮进刀丝杠至预定位置，向管壁进刀，支承轮便随螺旋线滚动。从而加工出螺旋线来。

螺旋管的关键尺寸是管子的内螺纹高度，它直接影响到烟管的传热效率，一般在 1.5~2mm 之间。加工时，螺旋线处的管壁被压缩，这样，外面的凹陷

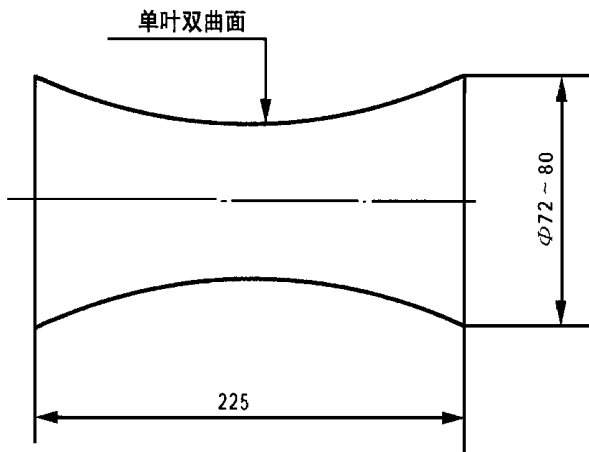


图 4 摩擦支承轮简图

与内表面的凸起量是不一致的，即凹陷量大于凸起量，这样，螺旋线的内高度便很难检验。

我们采取如下方法检验，首次加工工件时，先选择外表面螺旋线不同深度的几段螺纹管，然后，剖开检验内高度，按合适的内高度做外表面凹陷量规，正常工作时用量规检验，注意，不同壁厚管子的外表凹陷和内凸起是不对应的。如果，管壁不同，则还应按上述方法重新做量规。

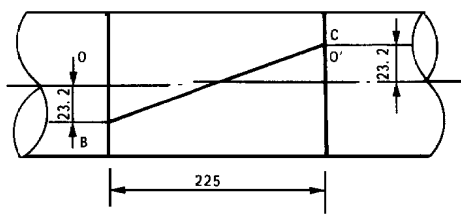


图 6

### 4 结束语

实践证明，此法简便易行。如加工其它规格的螺旋管时，只需要更换不同曲率的支承轮便可。也就是说，只需做一套简单的工装，安装在普通车床上，便可以加工出合格的螺旋管。这样，可以省去 10 万元左右的螺旋管轧制专机的投资费用，而且效率是一样的。

### 参考文献

[1] 郝平, 李之光. 螺旋管在锅壳式锅炉上应用的实验研究与优化设计方法. 节能技术, 1988. 5.

(渠源 编辑)