

Applied Infrared
& Optoelectronics



應用紅外與光電子學

近紅外信息儀治療胆囊术后綜合症一例

近紅外信息輻射對動物肝臟影響的實驗研究

微機控溫紅外燒結爐國產化研究

SHQ 乳白石英加熱器與涂裝固化技術

用 800 型色選機選「貝割大根」種子

紅外熱像圖在骨腫瘤和骨病中的應用

SHQ 乳白石英遠紅外輻射器測試報告

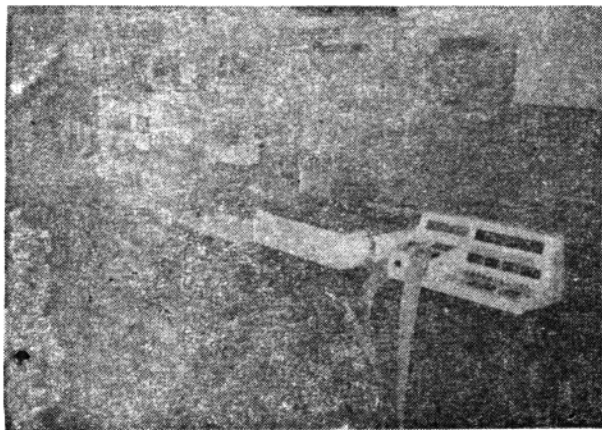
紅外加熱干燥前景與問題

紅外技術應用基礎：黑體輻射的峰值波長

6

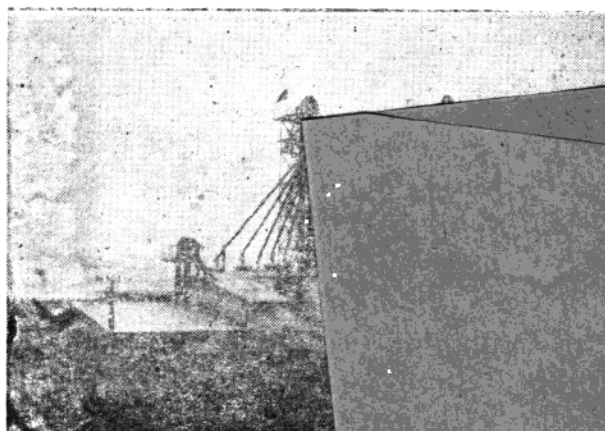
上海科學技術文獻出版社

73.774



天津大学木材干燥实验研究装置及测试系统

天津大学自1982年建立起本系统,进行了大量的反复的实验,其中包括干燥速率、40点测量、多点测温、木板热像温度分布、热辐射器热像温度分布等,今年初又完成了远外加热与干燥综合技术研究,与JWY-10,精度数字温度计与EU-2热电偶冷端补偿器项目,并通过了天津市市级鉴定。成为我国红外加热技术重要的实验研究基地。



六千吨级粮食、种子,清、烘、贮加工半自动生产线

创业农场一队(四

月至8月10日,共

00吨降5个水,

2T/h

00吨,精选贮存

科技产业集团哈

发公司

12942

估、烘籽、加

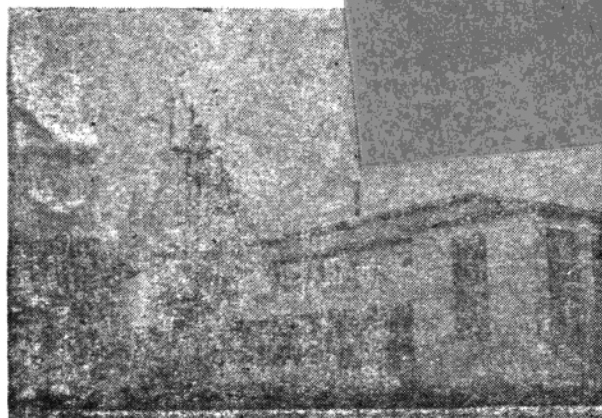
子公司

建成时间:1987年7月至11月10日,共用100天

实际投资:57万

当年收益:已烘玉米种子3000吨,盈利160万

设计建造单位:星水科技产业集团哈尔滨北方红外干燥技术开发公司



應用紅外與光電子學

第6輯

Applied Infrared & Optoelectronics

1988年11月出版

目 录

近红外信息辐照对动物肝脏影响的实验研究

..... 钱存泽等(1)

微机控温红外烧结炉国产化研究..... 陆金德(7)

• 红外加热应用 • (SHQ 专题介绍)

SHQ 乳白石英加热器与涂装固化技术..... 何玉林(12)

SHQ 乳白石英远红外加热器应用实例

..... 秦长安等(17)

• 传感器应用 •

用600型色选机选“贝割大根”种子..... 王克礼(30)

• 医学应用 •

红外热像图在骨肿瘤和骨病中的应用

..... 王文华等(31)

近红外信息仪治疗胆囊术后综合症一例

..... 陈军征(40)

• 红外产品质量与检测方法 •

SHQ 乳白石英远红外辐射器测试报告..... (36)

微机控温远红外烧结炉鉴定意见..... (11)

• 研究会之窗 •

红外加热干燥前景与问题..... 褚治德(37)

• 技术讲座 •

红外技术应用基础..... (40)

第五讲 黑体辐射的峰值波长

糜正瑜

“应用红外与光电子学” 合 办 单 位

- 红外加热技术研究会
- 国家红外产品质量检测监督中心
- 天津大学热物理工程系
- 上海交通大学武进电子器材联营厂
- 黑龙江省红外产品质量监督检验站
- 星火科技产业集团
- 江苏省泰县石英玻璃电加热器厂
- 浙江省嘉兴市新丰电瓷厂

本辑责任编辑：徐伟奇

编 辑 《应用红外与光电子学》

编辑委员会

(上海中山北一路420号)

出 版 上海科学技术文献出版社

印 刷 江苏昆山亭林印刷厂

经 销 全国各地新华书店

ISBN 7-80513-318-2/T·113

科技新书目：183-283 定 价：1.40

近红外信息辐照对动物肝脏影响的实验研究

钱存泽* 王国俊[△] 王明伟[○] 周明行[△]

瞿 瑶[△] 沈汉昌* 陈 静*

上海市近红外气功信息治疗仪及其临床研究协作组

摘要——本文论述近红外信息辐照对动物肝脏影响的实验研究结果,其中包括四氯化碳急性中毒小白鼠肝脏病变的辐照实验,以及D-氨基半乳糖急性中毒大白鼠肝脏病变的辐照实验,旨在进一步为近红外信息辐照治疗慢性活动性肝炎临床疗效研究,提供必要的客观依据。实验结果表明,近红外信息辐照具有减轻急性中毒白鼠肝病程度的作用,其主要表现在可以减轻细胞变性和坏死程度,并能提高急性中毒白鼠的生存率。近红外信息辐照治疗与益肝灵药物治疗大白鼠急性肝炎的对照实验提示,信息辐照治疗具有一定的降酶,提高T淋巴细胞转化率的作用,其疗效较益肝灵为优。

Experimental research on animal liver tissue irradiated by near infrared information (NII)

Qian Cunze et al

Summary——The result of NII irradiation on liver tissue of mice and rats acutely poisoned by carbon tetrachloride and D-aminolactose is expounded. The result shows that NII irradiation has the function of alleviating pathological changes of liver tissue of acutely poisoned rats. It is seen that NII irradiation helps to reduce enzyme and raise the invert rate of T lymphocyte.

红外辐射(波长为 $0.76\sim 1000\mu\text{m}$)的生物效应,通常认为是该种辐射的透热作用所产生的。它可以增加辐照组织局部的血流量,增进局部组织的代谢及修复作用,并能加强局部免疫功能。临床上主要应用于慢性神经炎,纤维组织炎、肌炎与关节炎。

以上的研究几乎都不加区别地将近红外辐射($0.76\sim 5.6\mu\text{m}$)与远红外辐射($5.6\mu\text{m}$ 以远)作为一个整体,而大多数局限于远红外的生物效应观察上,在临床上则着重于研究其局部治疗作用。然而,对于近红外辐照生物效应,尤其对近红外信息辐照的自觉反应,生理效应和治疗作用,则研究甚少。

近几年来,随着生物辐射场研究的开展,国内对气功效应物质基础的实验研究表明,在气功状态下,人体可以辐射较通常状态下为强的远红外信息,其探测窗口波长为 $8\sim 14\mu\text{m}$,继而又发现在近红外区,也可探测到 $1.00\mu\text{m}$ 的单色辐射,其辐射强度大于 $10^{-8}\text{J}/\text{cm}^2$,并可经过空间传递,产生生物效应^[1]。

随着气功仿生工程进展,又研制了近红外气功信息治疗仪(原称人体场辐射仪),后经为期五年多临床应用,表明其用于治疗慢性活动性肝炎(慢活肝)等慢性疾病,具有显著疗效^[2,3]。

注: *上海交通大学; [△]二军大附属长征医院; [○]上海市第六人民医院; 本文1987年6月2日收到。

多次动物实验研究则进一步为临床作出佐证。

本文着重于讨论近红外信息辐射对动物肝脏影响的实验研究,其中包括四氯化碳急性中毒小白鼠肝脏病变的辐照实验,*D*-氨基半乳糖急性中毒大白鼠肝脏病变的辐射实验,旨在为近红外信息辐照治疗慢性肝临床疗效研究,提供必要的客观依据。

一、对四氯化碳所致小白鼠急性肝炎治疗作用的实验

本实验应用近红外信息对四氯化碳急性中毒小白鼠进行全身辐照,通过对其肝脏病理变化的形态学观察以及对其生存率分析,探讨近红外信息辐照对小白鼠肝脏病变的影响。

(一) 材料与方法

选用平均年龄为3个月,体重40~45g的小白鼠50只,雌雄各半,分成不辐照组(20只),近红外信息辐照组(20只),和空白对照组(10只)三组。其中不辐照组及近红外信息辐照组分别于实验的第1、8、15天,以0.04ml浓度40% *CCl*₄棉籽油溶液灌胃一次,共三次;同时,用上海交通大学研制的近红外气功信息治疗仪所产生的近红外信息对辐照组小白鼠进行全身辐照。

该仪器光谱能量范围为1~4.5 μ m,辐照功率在距辐射源的输出窗口10cm处,不大于2mW,该处的磁场强度为0.2mOe,信息的调制频率为10~100周/分,上述参数均可按实验需要加以调节。

本次实验中,输出窗口距小白鼠背部距离为20cm,调制频率为90周/分,辐照功率为0.5mW。自第一次灌胃之日起,每天辐照1小时,共计20次,对实验中死亡小白鼠作生存率统计;对其肝脏及实验末处死小白鼠的肝脏用10%甲醛溶液固定,通过石蜡切片程序并作H.E染色,最后光镜检查以观察肝脏病变情况。

(二) 结果

各组肝细胞变性程度分布见表1,各组肝细胞坏死程度分布见表2,因空白对照组肝切片镜检也出现点状坏死灶(少数灶状坏死),故在统计时将无坏死和点状坏死作为“轻度病变”,余作为“重度病变。”

表1 各组肝细胞变性程度分布情况 ($P<0.05$)

组 别 \ 病 变	混浊肿胀	水样变性	脂肪变性	合 计
不辐照组	8	19	18	45
近红外信息辐照组	8	12	3	23
空白对照组	4	7	0	11

此外,在近红外信息辐照组中,有较其他组更为明显的肝细胞和肝枯否氏细胞增生现象,其表现为细胞核大而深染,偶见核分裂相及双核现象,胞浆丰富而嗜碱性增强,并可见到幼稚的肝细胞。坏死灶周围,汇管区炎症细胞浸润和肝血窦充血现象均较为明显。

根据实验中三组小白鼠的死亡情况用“寿命表法”分别计算它们的各天生存率并绘制图1,为了比较各组死亡数的差异,经“Logrank Test”法^{[4][5]}(表8、表4)检验,差异有极显著意义。

表2 各组肝细胞坏死程度分布情况 ($P < 0.01$)

病 变 组 别	轻度病变	重度病变	合 计
不辐照组	0	19(100%)	19
近红外信息辐照组	9(47%)	10(53%)	19
对照组	7(70%)	3(30%)	10
合 计	16(33%)	32(67%)	48

说明: 1. 括号内表示病变百分率;
2. 镜检发现肝组织自溶的小鼠除外。

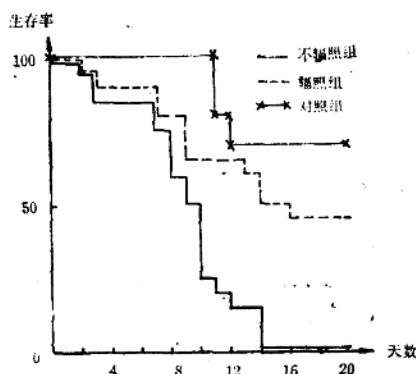


图1 各组小白鼠在实验过程中的各天生存率

表3 三组期望死亡数估计表

天数	观察表	死亡数	合并 死亡率	期 望 死 亡 数		
				不辐照组	辐照组	对照组
0—	50	0	1	0	0	0
1—	50	0	1	0	0	0
2—	50	2	0.96	0.8	0.8	0.4
3—	48	3	0.9375	1.1875	1.1875	0.625
4—	45	0	1	0	0	0
5—	45	0	1	0	0	0
6—	45	0	1	0	0	0
7—	45	4	0.9111	1.5111	1.6	0.8889
8—	41	3	0.9268	1.0976	1.1707	0.7317
9—	38	5	0.8684	1.5789	2.1053	1.3158
10—	33	5	0.8485	1.5152	1.9697	1.5152
11—	28	3	0.8929	0.5357	1.3929	1.0714
12—	25	2	0.92	0.32	1.04	0.64
13—	23	1	0.9565	0.1304	0.5652	0.3043
14—	22	4	0.8182	0.5455	2.1818	1.2727
15—	18	0	1	0	0	0
16—	18	1	0.9444	0.0556	0.5556	1.3889
17—	17	0	1	0	0	0
合 计		33		9.2775	14.5687	9.1539

表4 “Logrank Test法”检验表($P < 0.01$)

组别	观察数	实际死亡数	期望死亡数	相对死亡比
不辐照组	20	19	9.2775	2.0480
辐照组	20	11	14.5687	0.7550
对照组	10	3	9.1539	0.3277
合计	50	23	33	1.000

($P < 0.001$)。且各组小白鼠的死亡率与其肝脏病变程度基本上呈正相关。

(三) 讨论

1. 各组小白鼠肝脏病变的差异

(1) 肝细胞变性程度的差异

从表1可知,这种差异主要表现为具有肝细胞脂肪变性小白鼠数目上的差别,已知脂肪变是较混浊肿胀和水样变性更为严重的一种病变。应用近红外信息辐照 CCl_4 急性中毒小白鼠后,肝细胞脂肪变性小白鼠的数目明显减少($P < 0.05$),说明该组肝细胞变性程度较不辐照组为轻。

(2) 肝细胞坏死程度的差异

从表2可知,这种差异主要表现为具有肝脏“重度病变”和“轻度病变”小白鼠数目上的差别,而各组的病变性质并无区别,应用近红外信息辐照 CCl_4 急性中毒小白鼠后,肝脏“重复病变”的小白鼠明显减少($P < 0.01$),表现在“桥样坏死”数的减少和不出现“亚大块坏死”;与空白对照组相比较,近红外信息辐照的病变与之无显著差异($P > 0.05$);就近红外信息辐照组本身肝细胞坏死程度比不辐照组为轻,表现在“重度病变”率降低而不出现“桥样坏死”;这不仅说明该组肝细胞坏死程度较不辐照组为轻,即近红外信息辐照具有减轻 CCl_4 急性中毒小白鼠肝细胞坏死程度的作用,且提示随辐照时间的延长,这种作用更为明显。

2. 各组小白鼠生存率的差异

为表明各组小白鼠的死亡情况,采用“寿命法”进行分析,并经“Logrank Test法”检验,结果如前所述,不辐照组及近红外信息辐照组的死亡率在各次用 CCl_4 灌胃后均有升高趋势,它们的生存率曲线呈阶梯状下降,但不辐照组为剧,差异具有高度显著性($P < 0.01$),三组死亡率的高低依次为:不辐照组(95%) > 辐照组(55%) > 空白对照组(30%),死亡率的高低与肝脏病变的严重程度相一致,表明近红外信息辐照具有提高 CCl_4 急性中毒小白鼠生存率。

二、对 D-氨基半乳糖所致大白鼠急性肝炎治疗作用的实验

(一) 材料与方法

选用纯种 SD 大白鼠 42 只,70~90 天龄,体重 160~320g,分笼饲养,随机分成四组,即空白组、模型对照组(下称对照组)、益肝灵治疗组(益肝灵组)、近红外信息辐照治疗组(辐照组),空白组及对照组每组大白鼠 10 只,雌雄各半,其他每组 11 只,室温为 10~20℃,以标准颗粒饲料喂养,除空白组外,均以 D-氨基半乳糖用生理盐水稀释后注射腹腔,开始按 400mg/kg,

每周一次共4次,第5次按600mg/kg计。

自注射D-氨基半乳糖之日起,益肝灵组每周灌服益肝灵溶液两次,每次按7mg/kg(0.4ml)。对照组每周灌服等量生理盐水两次,辐照组每天接受近红外信息辐照40分钟,辐照窗口距大大白鼠背为20cm,信息调制频率为90周/分,辐照功率为0.5mW,实验观察期共29天,实验开始前1~18号鼠经鼠尾放血1ml测定SGPT及SGOT,于第二次注射D-氨基半乳糖后48小时,又将1~12号及33~40号鼠同样各放血1ml复测SGPT及SGOT;于第五次注射后120小时,将全部存活鼠断头取血,测定TGPT、SGOT、血浆蛋白总量、蛋白电泳及淋巴细胞转化率,同时解剖取肝组织标本,以福马林溶液固定,通过石蜡切片程序,并作H·E染色、光镜检查,以观察各组肝脏病变情况。

(二) 结果

实验期间各组大白鼠死亡情况见表5,注射D-氨基半乳糖后,各组SGPT及SGOT值比较见表6,实验期末各组血清蛋白总量、蛋白电泳及淋巴细胞转化率比较见表7,实验期末各

表5 实验期内各组大白鼠死亡情况

组 别	观察数(只)	死亡数(只)	死亡率%
空 白	10	0	0
对 照	10	3	30
益 肝 灵	11	3	27
辐 照	11	2	18

表6 注射D-氨基半乳糖前后各组SGPT和SGOT值比较

组别	注 射 前 $\bar{X} \pm SE(U)$		第二次注射后48小时 $\bar{X} \pm SE(U)$		第四次注射后72小时 $\bar{X} \pm SE(U)$				
	数量 (只)	SGPT	SGOT	数量 (只)	SGPS	SGOT	数量 (只)	SGPT	SGOT
空 白	3	37.00 ± 4.92	107 ± 4.04	4	34.5 ± 15.06	174.25 ± 70.70	3	27 ± 7.82	157.33 ± 75.56
对 照	3	47.66 ± 1.22	105.67 ± 5.93	4	87.66 ± 51	271.67 ± 169.31	3	35.66 ± 14.69	236 ± 50.02
益肝灵	3	40.33 ± 4.92	111.33 ± 6.44	4	259 ± 82.04	438.75 ± 137.38	3	39 ± 9.72	198.67 ± 22.22
辐 照	3	50.33 ± 7.06	125 ± 8.96	4	161.25 ± 76.94	400.5 ± 158.81	3	35.33 ± 6.37	190.67 ± 5.82

表7 实验期末总蛋白量、蛋白电泳及淋巴细胞转化率比较

组 别	总蛋白量(g)及蛋白电泳(%) $\bar{X} \pm SE$				淋巴细胞转化率	
	数量(只)	总蛋白量	白蛋白	r-球蛋白	数量(只)	$\bar{X} \pm SECPM$
空 白	7	8.03 ± 0.67	47.43 ± 1.84	13.14 ± 3.39	10	7436 ± 2350.17
对 照	4	7.23 ± 0.41	50.78 ± 3.24	9.7 ± 4.49	6	7043 ± 1483.97
益肝灵	5	7.25 ± 0.17	52.87 ± 1.97	17.27 ± 4.24	7	6879 ± 2669.60
辐 照	6	7.97 ± 0.09	55.94 ± 3.49	16.32 ± 4.04	9	9145.22 ± 933.93

组肝脏病理变化比较见表 8。

表 8 实验期末各组肝脏病理变化比较

组 别	数量 (只)	重 度 病 变		轻 度 病 变	
		NO	%	NO	%
空 白	10	3	30.0	7	70.0
对 照	10	7	70.0	3	30.0
益 肝 灵	11	8	73.0	3	27.0
辐 照	11	2*	18.0	9	82.0

* 为辐照组与益肝灵组比较有显著性差异 ($P < 0.05$)

(三) 讨 论

1. 从表 5 可见,死亡率以对照组为最高,占 30%,益肝灵组次之,占 27%,辐照组最低为 18%,但无显著差异。

2. 从表 6 可见,注射 D-氨基半乳糖后 48 小时,各组 SGPT 和 SGOT 均较注射前显著增高(2~5倍),第四次注射 D-氨基半乳糖后 72 小时检测所见,各组 SGPT 及 SGOT 活力下降的速度以辐照组最快,益肝灵组次之,对照组最慢。因样本较小,各组间比较无统计学意义。但本实验结果已初步提示近红外信息辐照治疗有一定的降酶作用。

3. 从表 7 可见,在实验期末大白鼠血清蛋白总量和蛋白电泳中的白蛋白比例,辐照组均高于对照组及益肝灵组。淋巴细胞转化率也以辐照组为最高,由于样本小,经统计学处理,无显著性差异 ($P > 0.05$)。

4. 从表 8 可见,在实验期间大白鼠死亡率以辐照组最低。病理检查所见,重度肝脏病变数,以益肝灵组明显地较辐照组为多。两组间比较有显著差异 ($P < 0.05$)。提示近红外信息辐照比目前临床广泛用于治疗肝炎的益肝灵疗效为优。

近红外信息光谱为 $1 \sim 4.5 \mu\text{m}$, 是人体细胞活力所需要的能量/信息,与人体生物大分子氢键的振动能量以及三磷酸腺苷(ATP)高能磷酸键所释能放的能量类似,本质上都属于近红外光子的能量/信息,经辐照可激发机体生物大分子产生受激相干共振吸收效应,该效应可能通过神经体液系统传导,从而调整人体生理代谢和免疫功能,特别可为能量缺乏的病态细胞提供活化能^[6],这些作用对减轻肝脏病变程度和促进肝炎的治愈,具有重要意义^[6]。

参 考 文 献

- [1] 钱存泽 等上海交通大学校庆85周年论文集(1981),241.
- [2] 钱存泽,等,气功,(1982)1:4.
- [3] 钱存泽等,气功,(1986)7:10,1987,2:61.
- [4] Peto R, et al., Br. J. Cancer, 1977, 35:1.
- [5] 施新猷,医学动物实验方法,人民卫生出版社,1980:1359.
- [6] 钱存泽,红外技术,1986,4:31.

微机控温红外烧结炉国产化研究

陆金德

(浙江省嘉兴市新丰电瓷厂)

摘要——本文概述了对进口微机控温红外烧结炉进行技术改进的情况和达到的水平,以及开展这项工作的意义。

一、引言

微机控温红外烧结炉是电子行业厚膜电路(峰值烧结温度 860°C)、云母带通滤波器(峰值烧结温度 560°C)及其他工作温度在 1000°C 以内的电子产品烧结专用设备。

以典型厚膜烧结炉为例,国外工业先进国家(如英、美)早在七十年代初已大批量生产并逐步出口,此种专用设备,保证了彩电生产的飞速发展,至八十年代初,已形成系列产品。但英国 OXY 公司以微机控温(电热式)厚膜烧结炉为主。随着红外加热技术的发展和中、高温红外加热理论的深化,美国 RTC 公司在微机控温的同时又应用了红外加热技术,并已形成系列化产品。

“六五”规划以来,我国电子工业有了较大发展,其中较多门类的引进技术,对我国高技术进步起了促进作用,但自 1983 年开始引进厚膜烧结炉以来,由于如下原因导致五年多来彩电及其他电子元器件尚处于缓慢上升阶段:

1. 国外设备引进渠道复杂、价格贵、备件少及使用条件苛刻,不能满足生产发展的需要。
2. 国内在政策上对承担消化吸收和国产化创新单位的风险投资扶植不力,使引进技术和自主开发同步性失调。

浙江省嘉兴市新丰电瓷厂 1987 年试制成功的 L361 III/JF 型微机控温红外烧结炉,是在消化、吸收国外先进技术的基础上,自行改进设计、研制而成,它将先进的微机控温和红外加热技术有效地结合起来,从而达到兼有英国 OXY 公司 80A-116 厚膜烧结炉微机控温和美国 RTC 红外炉的双重特点。目前已通过上海市仪表局和嘉兴市技术鉴定,并已投入批量生产,在引进技术消化吸收和自主开发相结合的道路,走出了可喜的一步。

二、主要技术性能和参数

国产 L361 III/JF 型微机控温红外烧结炉主要技术性能和参数如下:

1. 最高使用温度 $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ 。设六个温区,每个温区给定功率、温度各自独立可调。控温精度 $\leq \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。
2. 网带传送式;工作腔截面, $h60 \times b150(\text{mm})$;带速 $0 \sim 385 \text{ mm/min}$ 无级可调;炉体外形尺寸总长为 4.8 m,可分三段拆装。

3. 微机控温仪具有内锁存功能, 每台烧结炉出厂前可根据用户特定工艺要求, 固化两条以上 T- τ 曲线。例如: 典型厚膜—氧化钨浆料烧结工艺曲线 (如图 1) 和云母印刷滤波器工艺温度曲线 (如图 2)

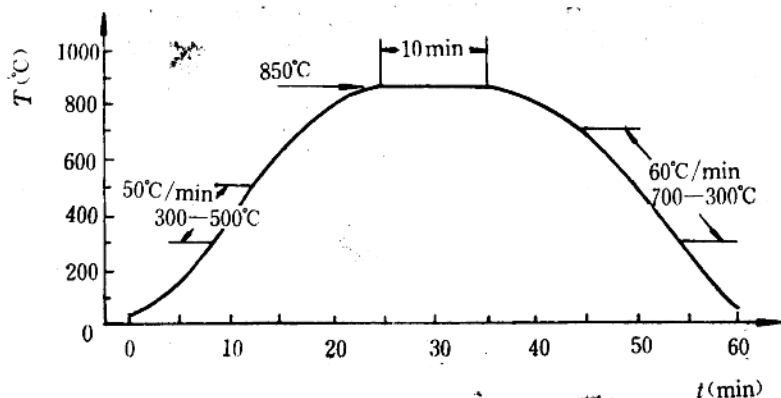


图 1

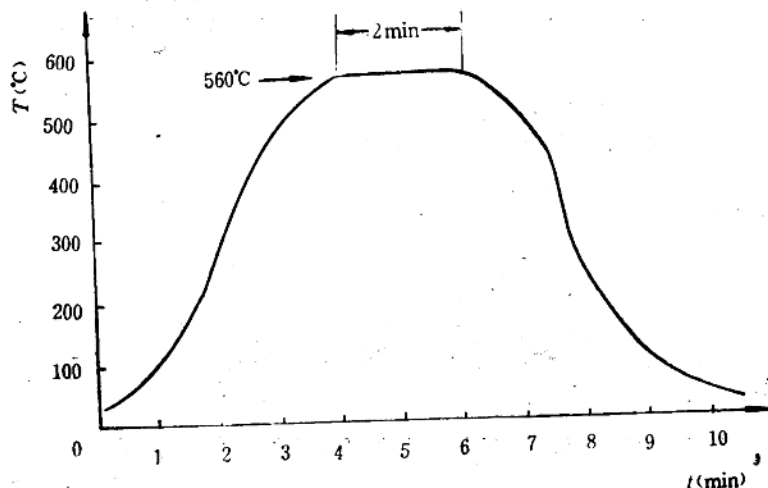


图 2

4. 采用封闭式陶瓷氧化镁板式红外辐射元件, 不但具有陶瓷埋入式红外元件防氧化、寿命长的特点, 且兼有金属氧化镁管式红外元件和 SiO_2 红外元件大功率、高辐射强度等优点, 克服了埋入式元件只适用于小功率、小面积、涂覆型辐射层易龟裂、衰减等弱点。是新丰电瓷厂最新推出的适用于中、高温设备作红外热源的较理想元件。经测定: $\epsilon_n \geq 0.84$ 。

5. 巡回显示各区温度给定值、实测值、设定功率、误差 Δt 及温区回路号等。

6. 具有水冷却和气氛控制系统。管道装有油、水分离和空气干燥装置, 出水水温有指示值、炉体两端有气帘隔离装置。

7. 具有断水流、断气、断偶、断电及温度超限等声、光报警装置。

8. 配用小型记录仪和打印机接口, 可随时打印温度值、记录曲线图形及打印时间等。

三、改进设计考虑

1. 总长度的缩短

英国 8CA-116 烧结炉整体总长为 7 m, 为严格保证 $T-t$ 工艺曲线等既定条件, 要缩短长度就必须解决设计的空间参数和邻近温区相互干扰问题。对此, 除了进行严密的理论设计和计算外, 还必须用模拟试验来验证和修正方案。例如, 为解决邻近温区干扰问题, 必须对温度阻隔“沿”高度和气路出入口位置进行优选。其原理如图。

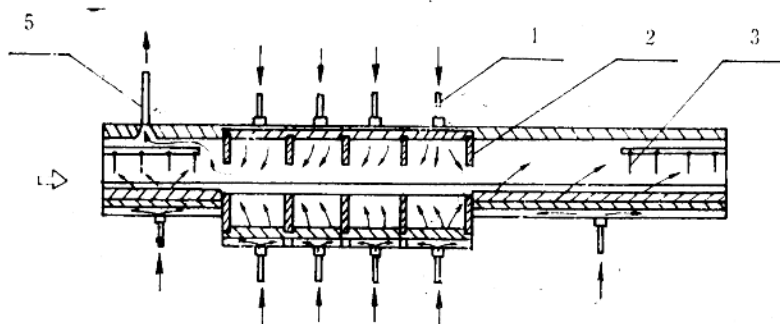


图 3

1—进气管 2—阻隔沿 3—气帘 4—进口 5—排气管

2. 结构和加热形式的改进设计

引进炉的炉膛结构一般采用整体不锈钢炉胆与搁置在四周的电热板实现以导热为主的旁热式加热方法, 其最大缺点在于金属与非金属材料的热膨胀应力差大, 因此一般不允许间隙使用。L361Ⅲ/JF 型烧结炉采用封闭式陶瓷氧化镁板式红外辐射元件拼合组装, 不用金属马弗炉胆, 而仅在炉底分区按装凹形不锈钢托板, 使金属和非金属材料的热膨胀应力差分区消失, 从而实现了以辐射为主的直接加热形式, 且允许快速升降温和间隙使用。

3. 强电部份由于采用国产最新过零型交流 SSR(SOLID STATE RELAYS)固态断电器, 取代传统的 SCR 可控硅元件, 既提高了安全可靠性能, 又降低了成本、减小了体积。其瞬间过电压保护办法可在电源输入端并接 RC 浓涌吸收回路和在 SSR 输出端并接非线性电阻 (如压敏电阻)。由于 SSR 通态允许单峰浪涌电流值一般为工作电流之十倍, 故其过电流一般只需采用 10 ms 快速熔丝保护即可。

四、实验结果和主要经济技术参数比较

1. L361Ⅲ/JF 型与英国 8CA-116 烧结炉主要技术经济指标比较如表 1。

从表中不难看出, 当两种炉子均属连续使用时, 国产炉每台每年可节电 2.96 万度, 而尚不计算升温 and 空耗节约用电。

2. 同一批氧化钨厚膜电阻, 分别在进口炉和国产进行对比试烧, 如对表 2、表 3 所示。

表 1

数 据 指 标	炉 种	英国 OXY 公司 8CA	国产 L361 III/JF 型
		6	
总长度 (mm)		7000	4840
价 格 (万元)		15.2	12
装机总功率 (kW)		43.2	33
保温功率 (ρW)		14.8	5.7
860°C 升温时间 (h)		3	0.7
每小时空载面积 (cm^2)		10.8×10^4	5.76×10^4
单位面积耗电 (W/cm^2)		13.7×10^{-4}	9.89×10^{-4}
节比率 (%)			27.8%

表 2

炉子型号	浆 料		
	50Q/□	2kQ/□	100kQ/□
L361 III/JF 型	45 Q	1.49 kQ	136kQ
英国 8CA-116	58 Q	1.78 kQ	165 k

表 3

炉子型号	浆 料		
	50Q/□	2kQ/□	100 kQ/□
L361 III/JF 型	-108	+28	-500
英国 8CA-116	-54	+46	-482

五、结 语

据统计,我国在 1983 年至 1985 年,共引进一万四千多项技术,化费外汇达一百亿美元。近年来,由于引进渠道的简化和审批权限的下放,出现了一些不必要的重复引进和盲目引进,加上西方国家正值经济萧条之际,乘机提价保利,甚至采用统一对外的办法,如果我们不尽快解决国产化问题,就会长期受制于人。

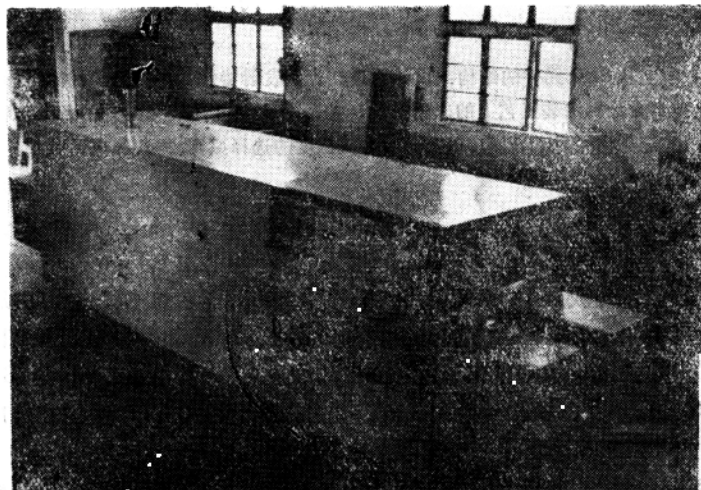
本项目对引进技术的消化吸收和改进,旨在探索国产化的途径,其结果表明:

1. 本项目综合响应了国家经委如下几方面的新技术推广要求:

- 红外加热技术;
- 微机新技术;
- 引进技术的消化吸收和国产化。

2. 国产 L361Ⅲ/JF 型烧结炉主要技术性能指标已接近英国八十年代同类产品水平, 部份性能指标高于英国厚膜烧结炉, 属国内首创。

3. 引进技术消化吸收和国产化工作, 只要立足于我国国情, 在技术经济论证和社会、经济效益的正确性上立项, 并以产品为龙头, 此项工作是可行的, 并将对我国的技术进步产生不可估量的促进作用。



微机控温远红外烧结炉鉴定意见

1. 微机控温远红外烧结炉是参照英国 OXY 厚膜烧结炉的实体和美国 RTC 红外烧结炉的资料, 在消化、吸收国外先进设备基础上自行改进设计, 在保证产品质量前提下, 炉体总长比英国炉缩短 31% (2.16 M), 并将微机控温和高温远红外技术有效地结合, 从而达到兼有英国炉的微机控温和美国炉的红外节能双重特点, 接近国际上八十年代同类产品水平, 部份性能指标, 高于英国厚膜烧结炉, 属国内首创。

2. 该炉微机部份采用先进的 STD 国际标准总线, 同时能贮存 2—4 条烧结曲线 (还能扩充到 8—10 条) 既能满足典型厚膜电路的烧结工艺要求, 又能满足其它产品 (如: 云母印刷滤波器等) 的烧成需要。

3. 炉体应用高温远红外技术, 峰值波长大于 2.56μ , 红外全辐射率大于 0.86, 升温功率为 22kW (英国 OXY 炉为 129.6 kW), 保温功率为 5~7 kW (英国 OXY 炉为 14.8 kW), 炉膛在 850°C 下长期工作, 性能稳定, 且具有良好的节能效果 (节能 20~30%), 在国内同类设备中处于领先水平。

4. 该炉不仅能连续工作。还能断续使用。经过试应用后被烧产品质量良好。经会议审查, 技术文件基本齐全。同意通过正式鉴定。

5. 希望进一步把单位产品能耗作一定量实测; 在确保炉体质量安全可靠的基础上进一步降低制造成本; 由于该炉使用时间较短, 望认真作好原始记录, 定期考核一段时间后, 积极推广应用。

SHQ乳白石英加热器与涂装固化技术

何玉林

南京红外应用技术研究会

摘要: 本文从SHQ元件的结构、设计原理、光谱发射特性基本参数和性能指标、概述了远红外加热固化技术在涂料涂装工艺上的应用机理。尤其着重阐述了SHQ元件的各参数特征与涂装固化红外光谱“匹配吸收”的基本思想、以及元件表面温度的选择原则、方法和应用效果。

一、概 述

远红外加热技术是我国70年代后期从国外引入的节能新技术。由于此项加热技术投资少见效快。故得到了世界各国的普遍重视。如美国将远红外加热技术列入全国102项节能措施的第三位、日本把这项技术作为节能月光计划的重要内容。我国经委78年将其列入“六五”期间的重点推广项目、取得了颇大成效。据有关报道仅1982年我国在推广应用中节电达12亿度,但与先进国家相比还存在一定的差距。

远红外加热技术节能效果与元件材料的辐射特性、元件的制造工艺技术和加热设备的技术参数性能指标关系甚大。SHQ乳白石英元件自1983年推广应用以来。节能效果显著、它以其独特的辐射特性、良好的使用性能、与碳化硅加热器相比,可再节电15—30%。受到了广大用户的好评和专家的赞赏。它是远红外加热器件的优秀节能产品、为远红外节能之佼佼者。

该产品在美国、日本、西德和法国都大量生产,已形成系列化加热元件,在各行业中推广应用。

SHQ乳白石英加热器无涂层、无有害辐射、耐高温、化学稳定性好、长期使用不变形,热稳定性好、加热温度可以自行选择、长期使用其辐射性能不蜕变、使用寿命长,热惯性小,且耐酸碱腐蚀。适用于干燥脱水、及有有机高分子化合物,涂装固化的加热场合。特别适用于涂装流水线中作为群体加热源,它是国内唯一的选择性远红外辐射元件。

二、结构原理

SHQ——乳白石英加热器是将石英玻璃用特殊的熔融工艺,加入气泡的方法变成乳白石英,配用电阻材料为发热子,使元件具有优良的远红外辐射特性。通电后,电阻材料发射近红外光和可见光,其95%以上被乳白石英管所阻挡吸收,产生热效应,使管壁温度升高,激励纯硅氧键分子振动。波谱在 $0\sim 25\mu\text{m}$ 透过率均不大于1.5%,它可以吸收来自热丝辐射的几乎全部可见光和近红外辐射,转化为远红外辐射。克服了单纯使用透明石英玻璃带来的透过可见光和近红外辐射的弊病。

石英玻璃壁中引进的大量 $0.03 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 小气泡数量平均为 $2000 \sim 8000$ 个/ cm^2 。由于空气折射率为 1, 石英玻璃折射率为 1.46 根据光的折射原理、在不同折射率材料界面, 光要产生折射、反射和部分散射、这一效应统称为散射效应。散射效应是由玻璃中的乳浊剂气泡所引起的。它与气泡的大小和数量有关。

由于散射效应的产生, 光子携带的能量几经周折后, 传递给 SiO_2 分子、产生 $\text{Si}-\text{O}$ 共键的振动。 $\text{Si}-\text{O}$ 伸缩振动的频率位于远红外区, 波数为 $1179 \sim 1109 \text{ cm}^{-1}$, 波长为 $3.5 \sim 9 \mu\text{m}$, 从而使乳白英在远红外区具有高的发射能力。

三、结构设计

SHQ 石英管状加热器总体设计包括加热元件和加热装置的设计、基本出发点是: 全辐射通量密度大、匹配通量密度大。结构简单、寿命长、定向发射效率高。

SHQ 元件出厂前经严格的热振试验。从 800°C 的高温下、急冷至 20°C 不炸裂。大功率元件在最高允许温度下、经水击无损。选择合适的表面温度即 $200 \sim 850^\circ\text{C}$ 。

SHQ 元件结构见图 1:

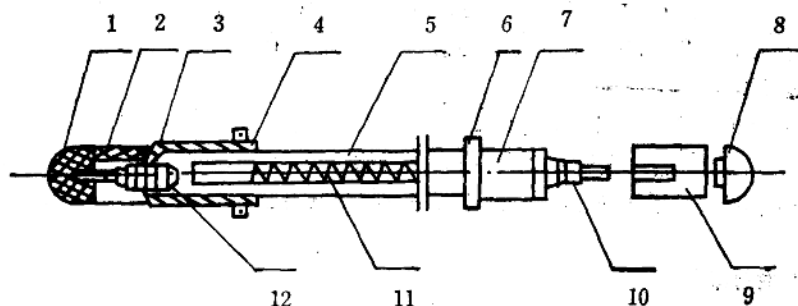


图 1 SHQ 元件结构图

1—交帽; 2—瓷杯; 3—瓷垫; 4—石棉垫衬; 5—石英管; 6—夹箍; 7—夹管; 8—瓷帽;
9—瓷杯; 10—接线端; 11—电热丝; 12—引线螺丝

SHQ 元件热丝与接线端子的连接采用卸压成型、且涂敷高温硅橡胶密封, 以防氧化, 这样就大大提高了热丝使用的可靠性和寿命。

SHQ 加热器定向反射装置可配套生产、采用反射效率高的抛物线反射罩。使辐射线按一定方向投射能量、提高能量的利用率。

四、基本参数

SHQ 元件是远红外辐射的高效能发射器, 元件的基本参数是元件使用效果的关键部分。在实际应用中, 辐射器的优劣所涉及的因数较多, 环境条件、使用场合和工艺要求都会影响辐射加热效率的充分发挥, 因此选择元件必须了解和比较辐射加热元件的基本参数。

1. 表面温度

辐射元件的表面温度是反映匹配吸收加热原理的唯一参数、也是辐射加热效率的主要指

标之一。涂料加热干燥到一定温度所需要的时间与元件表面温度并非直线关系，而是非线性规律增加，温度每提高 10°C ，速度要提高 2—3 倍。SHQ 元件由于采用了耐高温和

膨胀的石英玻璃，可在 $200\text{--}850^{\circ}\text{C}$ 范围内调节。因而 SHQ 元件表面温度的选择具有很大的优越性。

如图 2 所示，表面温度与热丝功率和表面负荷有关。应当根据不同的加热对象，确定不同的表面温度。

例如氨基漆吸收峰 $3\sim 4, 6\sim 9\mu\text{m}$ ，SHQ 元件的表面温度的选择在 $450\text{--}530^{\circ}\text{C}$ 为好。这样即可保证最佳的辐射光谱通量、最佳的匹配辐射比率，最长的使用寿命。

2. 辐射照度

辐射照度与加热时间不呈线性关系，辐射照度的提度将大大缩短涂膜的干燥固化时间。但全辐射照

度的高低不能作为判断辐射源优劣的唯一标准。SHQ 乳白石英加热器光谱发射特征波长在 $3\sim 4, 6\sim 8\mu\text{m}$ 区间，对应于氨基漆吸收带 $3\sim 4, 6\sim 9\mu\text{m}$ 和丙烯酸烘漆吸收带 $3\sim 4.5, 6\sim 8\mu\text{m}$ ，加之良好的抛物面反射罩，可提高辐射照度 60% 以上。

3. 光谱通量密度

光谱通量密度是衡量辐射加热元件实际发射强度的物理量。SHQ 元件的红外光谱测定表明：在 $4\mu\text{m}$ 有强度发射，大于 $6\mu\text{m}$ 发射强度仍然很高，这里可以看出 SHQ 元件能谱发射在 $3\sim 4, 6\sim 8\mu\text{m}$ 相对于氨基漆，丙烯酸漆的主吸收带具有较高的发射通量密度、优良的匹配吸收特性。

4. 光谱发射率

光谱发射率是远红外元件发射红外的本领。评价红外辐射元件的发射本领的基准是光谱吸收在 $3\sim 10\mu\text{m}$ 的大多数物质所能接受的波长。光谱发射率要高、发射率愈高，光谱辐射能量愈大。

SHQ 元件的 ϵ_{λ} 在 $3\sim 8, 11\sim 20\mu\text{m}$ 波长区间高达 0.93， $8\sim 11\mu\text{m}$ 是二氧化硅选择反射带。一般说来，SHQ 元件的发射率与现行涂料红外辐射器基本相同。但在 $4\sim 8, 11\sim 20\mu\text{m}$ 略高，尤其是 $4\sim 8\mu\text{m}$ 的特定发射波，可认为是高效能加热固化的基本出发点。

5. 转换效率

电能转换成辐射能的效率是远红外电加热器的基点。由 $\eta = \epsilon_{\lambda} \cdot \sigma \cdot S \cdot T^4 / UI$ 确定：一般要求大于 60%，SHQ 乳白石英加热元件 ϵ_{λ} 与 T 均很高，是一种转换效率优良的远红外元件。施加抛物面反射罩可增加单方向辐射能量的 40—60%。假如碳化硅板状远红外元件辐射面积与 SHQ 石英管相同时，其转换效率要降低一倍，因为有效辐射面积减少一半。

6. 热惯性

辐射加热元件的热惯性、无论是从升温速率或能量的利用率来讲，都无利于加热效率的提高。从热工学角度分析，由于加热器的大量储热，增加了对流和传导热量，势必要加大保温层厚度来减少热损失。SHQ 元件达到热平衡温度时，其自身消耗的功率小，即热容小，热惯性仅为金属管远红外元件的 $1/7\sim 1/9$ 、碳化硅板的 $1/8\sim 1/10$ 。