

# WZG-200型真空光栅光电直读光谱仪\*

北京第二光学仪器厂

真空光栅光电直读光谱仪用于钢铁炉前作快速定量分析,可以缩短冶炼周期、降低成本、提高质量.要实现钢铁冶炼过程的全部自动化,此类仪器更是必不可缺的配套设备.因此,它是目前钢铁工业发展中急需的自动化分析仪器.为了多快好省地发展我国的钢铁工业,我厂与冶金工业部钢铁研究院、北京光学仪器厂等兄弟单位通力合作,于1972年国庆前夕试制成功我国第一台真空光栅光电直读光谱仪,为我国自动化仪器填补了一项空白.

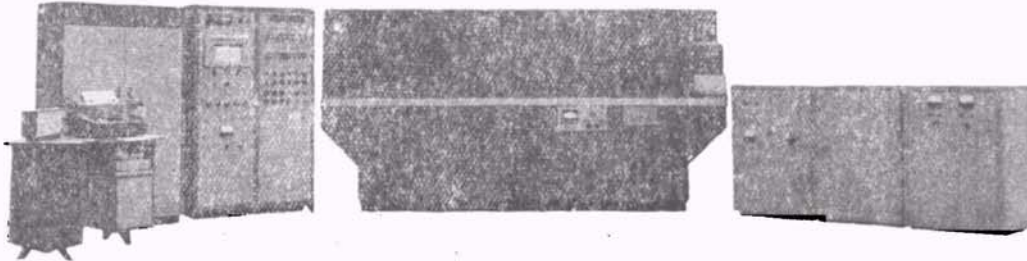


图1 实物照片

## 一、仪器组成及工作原理

WZG-200型真空光栅光电直读光谱仪是物理光学、精密机械、电子技术相结合的典型产品,由稳压电源、激发光源(高压火花、低压火花)、分光仪、测光仪、电子计算机五部分组成.仪器的原理图如图2所示.

该仪器的工作原理基于发射光谱分析的基本原理.就是在物质被激发发光的过程中,对光的属性进行测量,从而确定该物质各组成元素的含量.

仪器的工作过程是,被分析试样在激发光源的作用下,其组成元素的原子即产生蒸发、激发及光的发射过程,此光进入“分光仪”被凹面光栅分光后形成各元素的线状光谱,各元素被选定的特定波长的谱线通过各自的出射狭缝,再经聚光反射镜投射到对应的光电倍增管的光阴极上,光信号变为电信号——光电流.光电流流入积分器对积分电容充电,在积分电容上形成电压信号.到曝光结束时,各积分器也就同时终止充电,然后“测光仪”的测量放大系统对积分器上的电压信号依次进行测量.试样中各元素谱线的强弱是由其本身含量多少决定的,在一定的试验条件下,谱线强度与元素含量成比例.因此,测得各积分电容器上的电压量,也就间接地测定了各元素的含量.

为了提高分析精度,仪器具有自动曝光控制,即限定内标的积分电容器充电达到某一

\* 1972年10月23日收到.

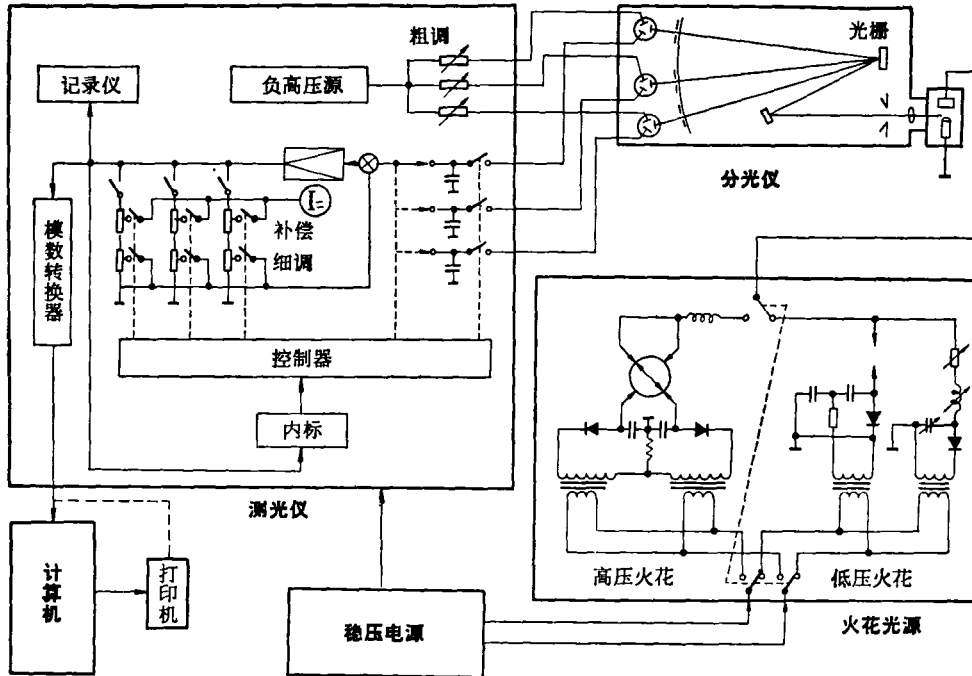


图2 仪器原理图

预定值时，终止全部被分析元素积分电容器的充电。此时所测得的数值，为被分析元素与内标的强度比。实际工作中，就是根据此数值从标准试样工作曲线上查出被分析元素的含量。仪器也可以将测量放大器的输出电压信号经数字电压表以2—10进制编码的输出供给电子计算机，电子计算机根据预先给定的程序进行计算，最后由电传打字机以元素百分含量的形式直接打印出来。

## 二、仪器特点及应用

WZG-200型真空光栅光电直读光谱仪可用来对生铁、炭素钢、中低合金钢、高合金钢及各种有色金属进行炉前及成品的快速定量分析。由于该仪器的光学分光系统置于真空筒内，试样又在氩气流中激发，避免了空气中氧气对远紫外光谱线的吸收，这就使钢铁中必须要分析的C、P、S三种元素很容易地作定量分析。摄谱仪及非真空光电直读光谱仪对C、P、S三种元素的分析是无能为力的。

WZG-200型真空光栅光电直读光谱仪可同时分析C、P、S、Si、Mn、Cu、Ni、Cr、Al、Mo、W、V、Pb、Sn、Ti、Nb、Co、Zr、B、Fe等二十种元素。根据用户的实际需要，元素的种类可以更改，元素的数量可增可减。

WZG-200型真空光栅光电直读光谱仪有三个特点：

### 1. 分析速度快

由于仪器自动化程度高，同时分析20个元素仅需两分钟。这就缩短了冶炼时间、提

高了产量、降低了成本。分析数据经电子计算机处理后,除了可用电传打字机打印出来或显示在炉前显示器上之外,还可以作为输入信号直接输送到控制冶炼用的大型电子计算机,用以控制冶炼过程,实现冶炼过程全部自动化。

## 2. 分析结果准确可靠

光电测光法与摄谱测光法都属于发射光谱测光分析法,但光电测光法与摄谱测光法比较,前者避免了谱板乳剂不均匀、显影及测光技术不佳等造成的分析误差,因之,比后者分析精度高。WZG-200型真空光栅光电直读光谱仪的分析误差在0.5%—3.0%范围之内,在含量过低或过高的特殊情况下,分析误差大于3.0%。由于该仪器分析精度高、速度快,这就保证了优质高产。分析实例见附表。

## 3. 节约

WZG-200型真空光栅光电直读光谱仪采用先进的供氩方式,氩气的消耗量很少(氩气消耗量:平时1升/分钟,预燃3升/分钟,曝光3升/分钟),又不需要化学试剂,仪器高度自动化,操作简单,因之,与通常应用的化学分析法比较,节约了大量的人力和物力。

# 三、仪器主要技术规格

## 1. 稳压电源

- (1) 电源电压: 190V—240V, 50 赫芝;
- (2) 1000V 输出电压可调范围: 900V—1100V;
- (3) 220V 稳压输出可调范围: 210V—230V;
- (4) 220V 稳压精度: 小于 1%。

## 2. 光源

- (1) 低压火花: 电阻分 1 $\Omega$ 、2 $\Omega$ 、4 $\Omega$ 、8 $\Omega$ 、20 $\Omega$  五挡,可组合变换;  
电容分 1 $\mu\text{f}$ 、2 $\mu\text{f}$ 、4 $\mu\text{f}$ 、8 $\mu\text{f}$ 、16 $\mu\text{f}$ 、32 $\mu\text{f}$  六挡,可组合变换;  
电感分 50 $\mu\text{H}$ 、200 $\mu\text{H}$ 、350 $\mu\text{H}$ 。
- (2) 高压火花: 电压 20KV;  
电感 50 $\mu\text{H}$ 、200 $\mu\text{H}$ 、200 $\mu\text{H}$ ;  
电容 7000Pf。

## 3. 分光仪

- (1) 光学系统: Paschen-Runge 型式。
- (2) 凹面光栅: 曲率半径 2000mm;  
刻痕数 1152 条/mm;  
闪耀波长 1800 Å。

附表: WZG-200 型真空光栅光电直读光谱仪分析结果举例

钢种	元素	C	P	S	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	Al	V	Mo	B	W	Ti	Nb
炭素钢	含量 (%)	0.112	0.051	0.014	0.417	0.45	0.147	0.171	0.15	0.011						
	m	0.0046	0.001	0.00054	0.0025	0.00355	0.004	0.003	0.0038	0.0018						
	M(%)	4.3	1.9	3.5	0.6	0.81	2.7	1.72	2.4	1.7						
中低合金钢	Δ	0.0046	0.0022	0.0017	0.007	0.016	0.003	0.003	0.006	0						
	含量 (%)	0.28	0.017	0.0225	0.073	1.03	1.985	1.43	0.15		0.20	0.23	0.0019			
	m	0.005	0.0003	0.0005	0.0023	0.018	0.0185	0.01	0.003		0.0004	0.0023	0.00008			
高合金钢	M(%)	1.8	1.8	2.4	3.0	1.7	0.9	0.7	2.0		0.21	0.86	3.6			
	Δ	0.004	0.0004	0.0001	0.0026	0.008	0.004	0.004	0.004		0.004	0.0062	0.00004			
	含量 (%)	0.046	0.008	0.047	1.04	5.17	14.98	20.12	0.12		1.72	1.79		17.58	0.947	0.42
高合金钢	m	0.0022	0.0002	0.0016	0.008	0.0375	0.14	0.095	0.0038		0.004	0.0463		0.125	0.012	0.0055
	M(%)	0.5	2.8	3.3	0.77	0.72	0.92	0.5	3.2		0.21	2.6		0.71	1.3	1.3
	Δ	0.004	0.0016	0.001	0.004	0.01	0.23	0.02	0.009		0.104	0.02		0.02	0.004	0.002

公式: 1. 分析精度

$$\text{均方根误差 } m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n}}$$

均方根误差百分数  $M = \frac{100m}{\bar{x}}$  (%)

式中,  $n$ —分析次数,  $x_i$ —第  $i$  次的分析值,  $\bar{x}$ — $n$  次分析值的算术平均值。

2. 分析准确度  $\Delta = |\text{化学分析值} - \text{光谱分析值}|$

- (3) 色散:  $4.34 \text{ \AA}/\text{mm}$ ;
- (4) 波长范围:  $1775 \text{ \AA} - 3392 \text{ \AA}$ ;
- (5) 火花架: 充氩.

#### 4. 测光仪

- (1) 同时积分逐次测量方式;
- (2) 最多可装 57 个测量孔道;
- (3)  $-2000\text{V}$  高压电源: 负载电流  $0-10\text{mA}$  输出电压变动的相对值低于  $0.05\%$ ;
- (4) 放大器: 输入阻抗不小于  $10^{11}\Omega$ ;
- (5) 模数转换器: 测量范围  $-mV-5999mV$ ; 准确度  $0.1\%$ (读数) $\pm 2$ 字;
- (6) 控制: 有计时曝光、自动曝光等程序.

#### 5. 电子计算机

- (1) 二进制定点计算, 字长 18 位;
- (2) 机器容量 8192 个存储单元(其中半固定存储器 4096 个存储单元);
- (3) 机器是并行运算, 加减法每次花费 80 微秒, 乘法 420 微秒, 除法 440 微秒;
- (4) 输入: 穿孔纸带和光电机输入; 数字量输入;
- (5) 输出: 电传打印机.