



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 22368—2008

---

## 低合金钢 多元素含量的测定 辉光放电原子发射光谱法(常规法)

Low-alloy steel—Determination of multi-element contents—  
Glow discharge optical emission spectrometry(Routine method)

2008-09-11 发布

2009-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:钢铁研究总院。

本标准参加起草单位:宝钢股份公司、本溪钢铁(集团)公司、唐山钢铁公司。

本标准主要起草人:李小佳、滕璇、韩永平。

本标准是首次制定。

# 低合金钢 多元素含量的测定

## 辉光放电原子发射光谱法(常规法)

**警告:**使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

### 1 范围

本标准规定了辉光放电原子发射光谱法测定碳、硅、锰、磷、硫、铬、镍、铝、钛、铜、钴、硼、钒、钼、铌含量的方法。

本标准适用于低合金钢中碳、硅、锰、磷、硫、铬、镍、铝、钛、铜、钴、硼、钒、钼、铌含量的测定,各元素测定范围列于表1。

表1 各元素的测定范围

元 素	测定范围(质量分数)/%
C	0.005~1.00
Si	0.005~1.00
Mn	0.005~2.00
P	0.002~0.10
S	0.001~0.05
Cr	0.005~1.00
Ni	0.005~1.00
Al	0.001~0.50
Ti	0.002~0.50
Cu	0.01~0.50
Co	0.005~0.20
B	0.000 5~0.010
V	0.01~1.0
Mo	0.005~1.00
Nb	0.005~0.50

### 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 6379.1 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第1部分:总则与定义(GB/T 6379.1—2004,ISO 5725-1:1994,IDT)

GB/T 6379.2 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第2部分:确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法(GB/T 6379.2—2004,ISO 5725-2:1994,IDT)

GB/T 19502 表面化学分析 辉光放电发射光谱方法通则(GB/T 19502—2004, ISO 14707: 2000, IDT)

ISO 5725-3 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度)——第3部分:标准测量方法精密度的中间度量

### 3 原理

将具有平整表面的被测样品作为辉光放电装置的阴极,样品在直流或射频辉光放电装置中产生阴极溅射,被溅射的样品原子离开样品表面扩散到等离子体中,通过碰撞激发,发射出特征谱线。对样品原子的特征谱线进行光谱测量。根据被测样品中元素的谱线强度与浓度的关系,通过校准曲线求出分析样品中待测元素的含量。

### 4 试剂与材料

#### 4.1 放电气体

通常为高纯氩,纯度要求达到99.999%。

#### 4.2 标准样品

通常为有证标准样品(CRM)或标准样品(RM)。用于日常分析绘制校准曲线时,所选系列有证标准样品或标准样品中各分析元素含量应覆盖分析范围且有适当的梯度;用于对仪器进行漂移校正时,所选有证标准样品或标准样品应有良好的均匀性,且接近校准曲线的上限和下限。

### 5 仪器

#### 5.1 辉光放电发射光谱仪

##### 5.1.1 基本要求

辉光放电发射光谱仪一般是由在GB/T 19502中描述的Grimm型或类似的辉光放电光源(包括直流和射频供电模式)和同时型光谱检测器组成,也可使用扫描型光谱检测器。光谱仪具备适合于被分析元素的分析线。直径在2 mm~8 mm的范围内的阳极均可使用。阴、阳极之间的距离一般在0.1 mm~0.3 mm。放电气体为高纯氩,氩气的纯度要求达到99.999%。推荐使用冷却装置,但是在该方法里不严格要求使用冷却装置。分光计的一级光谱线的色散的倒数应小于0.55 nm/mm,焦距为0.5 m~1.0 m,分光计的真空度应小于10 Pa。

##### 5.1.2 稳定性要求

为了检查仪器是否稳定,应当进行下列测试。

用一块均匀的块状样品进行测试,即对该样品中某一含量(质量分数)大于1%的元素的强度进行11次测定,每次测定前,至少要放电60 s以达到放电稳定,数据采集时间应在5 s~30 s之间,每次测定都要在新的表面上进行。计算这11次测定值的标准偏差,相对标准偏差不应超过2%。

##### 5.1.3 检出限

仪器的检出限应达到表1中浓度范围下限的1/3,若达不到,至少达到需测浓度的1/3,或20 mg/kg(两个数据中,取数据小者)。检测下限的测量可以采SNR或SBR-RSDB法(见附录A)。

##### 5.1.4 其他的仪器基本要求参考GB/T 19502。

### 6 取样和样品制备

#### 6.1 取样

分析样品应保证均匀,无缩孔和裂纹,铸态样品的制取应将钢水注入规定的模具中(用铝脱氧时,脱

氧剂的含量不应超过 0.35%), 钢材取样应选取具有代表性的部位。

## 6.2 样品的制备

从模具中取出的样品, 一般在高度方向的下端 1/3 处截取样品, 未经切割的样品, 其表面必须去掉 1 mm 的厚度。切割设备采用装有树脂切割片的切割机。

采用适当的方法处理样品表面, 以保证样品表面平整, 洁净。对于薄板样品, 采用乙醇或丙酮清洁样品表面即可。

研磨设备可采用砂轮机、砂纸磨盘或砂带研磨机, 选择不同的研磨材料可能对相关的痕量元素检测带来影响。推荐使用 0.125 mm 以上的砂纸砂带或砂轮, 亦可采用铣床加工。

样品的大小必须适合于仪器光源所允许的大小尺寸。标准样品和分析样品应在同一条件下研磨。

## 7 仪器的准备

### 7.1 仪器工作环境

放置光谱仪的实验室应防震、洁净, 一般室温应保持在 18 °C ~ 26 °C, 相对湿度应保持在 20% ~ 80%。

### 7.2 仪器参数的优化

#### 7.2.1 概述

根据制造厂家的说明启动并稳定运行仪器, 应按照仪器制造商给出的程序检查并确保光谱仪的入口狭缝调整正确, 以保证光谱仪在光谱线的峰值测量发射强度, 获得理想的信背比(详细信息见 GB/T 19502)。推荐在测量前用一块普通的样品激发至少 3 次。

#### 7.2.2 设置直流辉光放电参数

直流辉光放电光谱仪有三个可控放电参数: 电流、电压和气压, 通过调节其中一个参数来实现其他两个参数的恒定。直流辉光光谱仪一般采用调节气压以恒定电压电流模式。使用者也可以采用其他操作模式或是厂家推荐的模式。

##### 7.2.2.1 恒定电压-电流模式

恒定的两个参数是电压和电流。在仪器上把控制参数设定为恒定电压-电流模式。设置这两个参数的值为厂家的推荐值, 若推荐值不合适, 按下列步骤选择最佳条件:

- a) 选择一块样品, 设定一个最初放电参数或厂家推荐值。对于直流辉光光源, 2 mm ~ 2.5 mm 的阳极, 电流为 5 mA ~ 20 mA; 4 mm 的阳极, 电流为 15 mA ~ 45 mA; 7 mm ~ 8 mm 的阳极, 电流为 40 mA ~ 100 mA。电压一般为 700 V ~ 1 300 V。测定每一个分析元素的谱线强度, 固定其中一个参数, 逐步改变另一个参数, 每改变一次参数, 测量元素分析谱线强度 7 次或 11 次。在整个仪器允许的范围内进行测量;
- b) 固定在第一步中变化的参数, 逐渐改变另一个参数, 重复第一步中的操作。对测量结果进行计算, 考察放电参数对强度和相对标准偏差的影响, 从而选出最佳放电参数。

##### 7.2.2.2 恒定电流-气压模式

恒定的两个参数是电流和气压。在仪器上把控制参数设定为恒定电流-气压模式。设置这两个参数的值为厂家的推荐值。若推荐值不合适, 按下列步骤选择最佳条件:

- a) 选择一块样品, 设定一个最初放电参数或厂家推荐值。对于直流辉光光源, 2 mm ~ 2.5 mm 的阳极, 电流为 5 mA ~ 20 mA; 4 mm 的阳极, 电流为 15 mA ~ 45 mA; 7 mm ~ 8 mm 的阳极, 电流为 40 mA ~ 100 mA。调节气压, 使电压为 700 V ~ 1 300 V。测定每一个分析元素的谱线强度, 固定其中一个参数, 逐步改变另一个参数, 每改变一次参数, 测量元素分析谱线强度 7 次或 11 次。在整个仪器允许的范围内进行测量;
- b) 固定在第一步中变化的参数, 逐渐改变另一个参数, 重复第一步中的操作。对测量结果进行

计算,考察放电参数对强度和相对标准偏差的影响,从而选出最佳放电参数。

### 7.2.3 设置射频辉光放电参数

目前大多数的射频光源都采用恒定功率-气压模式。但也存在其他模式如恒定功率-电压模式、恒定功率和直流偏压、恒定有效功率和 RF 电压、恒定电压-气压模式、恒定功率-氩气流速模式等。如果一种操作模式能确保在校准和分析中有稳定的激发条件,以便能达到最佳的准确度,那么这种射频操作模式就可在本方法中使用。

#### 7.2.3.1 恒定功率-气压模式

恒定的两个参数是功率和气压。在仪器上把控制参数设为是恒定功率-气压模式。首先设置这两个参数的值为厂家的推荐值。若推荐值不合适,按下列步骤选择最佳条件:

- a) 选择一块样品,最初选定一个放电参数,可为厂家推荐值或仪器允许参数设置范围的中间值,测定每一个分析元素的谱线强度,固定其中一个参数,逐步改变另一个参数,每改变一次参数,测量元素分析谱线强度 7 次或 11 次。在整个仪器允许的范围内进行测量;
- b) 固定在第一步中变化的参数,逐渐改变另一个参数,重复第一步中的操作。对测量结果进行计算,考察放电参数对强度和相对标准偏差的影响,从而选出最佳放电参数。

使用类似方法优化射频光源其他模式的放电参数。

#### 7.2.3.2 射频发生器匹配器的优化

射频光源检测样品时,使用被测样品进行匹配器的优化,调节匹配器参数,使反射功率达到最低。

对于自动匹配调节的仪器,一般需设置参数的初始值。初始值与最佳值越接近,自动匹配时间越短。初始值可使用厂家推荐值,若厂家推荐值不合适,可按下述方法或厂家推荐的其他方法选择初始值。

对被测样品进行深度分析,观察匹配参数曲线。如果曲线初始端呈上升状态,则增大该参数的初始值,反之,则减小。当参数曲线的初始端基本呈平稳的直线时,为合适的初始值。

### 7.2.4 检测系统的优化

光电倍增管的高压的选择应根据检测器的类型和测量元素的浓度范围来决定。通过激发样品,观察元素的信号强度,调整检测器的高压,使得对低浓度元素来说能保证足够的灵敏度,而对高浓度的元素不溢出。

#### 7.2.5 预溅射时间和积分时间

辉光起辉后,需要一定的时间才能达到稳定。达到稳定所需时间与仪器本身和样品的表面状况有关。信号接收应在溅射稳定之后进行。设置合理的预溅射时间,一方面可以使辉光稳定,另一方面可清洁样品表面,消除在样品制备过程中带来的污染。

选择厂家的预溅射时间推荐值,若推荐值不合适,按照下列步骤选择预溅射时间:

连续激发样品,记录谱线强度与溅射时间的对应关系图,从图上可以确定辉光达到稳定溅射所需时间。

积分时间可选择厂家推荐值,若推荐值不合适,按照下列步骤选择积分时间:

选择一系列积分时间,一般为 5 s~50 s,测量元素 7 次或 11 次,考察积分时间对强度和相对标准偏差的影响,从而选出最佳积分时间。

## 8 分析步骤

### 8.1 分析谱线的选择

对每一个待测元素,都存在一些可以使用的谱线。通常谱线的选择受到几个因素的影响,即仪器谱线的范围,分析元素的浓度,谱线的灵敏度和来源于其他谱线的干扰。本标准不指定特殊的分析线,表 2 列出了本标准中待测 15 个元素一些合适的谱线供参考。只要满足以上几个条件,其他谱线也可使用。

表 2 推荐的内标线和分析线

元 素	波 长/nm
Fe(内标线)	249.326
	371.994
	371.029
C	165.700
	156.143
Si	288.158
Mn	403.449
P	177.497
S	180.731
Cr	267.716
	425.433
Ni	225.386
	349.296
	341.477
Al	396.152
Ti	337.279
	334.941
Cu	219.226
	327.396
V	411.179
Mo	386.411
Co	345.351
B	182.641
	208.951
Nb	316.340

## 8.2 校准曲线的制作

激发一系列标准样品,测量谱线强度,每个样品应至少溅射 3 次,每次溅射在新的表面上进行,3 次测量的结果的极差不能超过重复性限  $r$ ,取强度平均值。用强度平均值对含量制作校准曲线。对于 1 个分析元素必须保证至少有 5 块标准样品,标准样品的含量范围必须涵盖待测元素的含量范围,标准样品

的含量值应相对均匀的分布在整个含量范围,而不是过于集中于某一点或某些点。标准样品必须是均匀的。基体成分和组织结构尽可能与待测样品相近。推荐选用 Fe 作为内标元素。

### 8.3 工作条件的确认

在所选定的工作条件下,选择 2 块~5 块标准样品,按 5.1.2 和 5.1.3 的要求测试验证是否满足,若不满足,重新制作校准曲线,或重新优化工作条件。

### 8.4 方法准确性的验证

使用标准样品对所建立的方法(包括选定的参数及所制备的校准曲线)准确性进行检验。对曲线所包含的整个含量范围进行验证。使用的验证标准样品不应为制作曲线时使用的标准样品。调整校准曲线以达到最佳的准确度。若检验结果不符合要求,则需重新建立校准曲线,甚至重新优化仪器参数。

### 8.5 漂移校正

在使用已建立的方法测定样品前,必须对仪器的漂移状况进行检验,检测仪器是否漂移的方法与验证方法准确性(8.4)相同。如果结果在指定的准确度之内,则不必进行漂移修正;如果结果超过了限值则必须进行漂移修正。

漂移校正的方法为:进行漂移校正后,推荐按 8.4 的方法重新验证漂移校正后的校准曲线。以证实校准曲线的准确性。

### 8.6 样品分析

使用已建立的方法,根据需要进行了漂移校正后,可以进行未知样品的分析。每个未知样品应至少溅射 3 次,取平均值。

## 9 结果计算

根据分析谱线强度平均值(使用内标法时,则根据待测元素与内标元素的强度比),从校准曲线上求出待测元素的含量。

待测元素的分析结果应在校准曲线所用的一系列标样的含量范围内。

## 10 精密度

本标准的精密度试验是 2006 年由 5 个国家的 8 个实验室,对 9 个水平的碳含量、11 个水平的硅含量、13 个水平的锰含量、13 个水平的磷含量、12 个水平的硫含量、11 个水平的铬含量、9 个水平的镍含量、8 个水平的铝含量、9 个水平的钛含量、13 个水平的铜含量、5 个水平的钴含量、7 个水平的硼含量、8 个水平的钒含量、10 个水平的钼含量、5 个水平的铌含量进行测定,每个实验室对每个水平的各元素含量测定 3 次(见注 1 和注 2)。

注 1: 3 次测定中的前两次是在 GB/T 6379.1 规定的重复性条件下进行,即由同一实验员、用同一仪器、相同的实验条件、同一校准,在最短的时间内进行测定。

注 2: 第三次测定由注 1 中的实验员,用同一台仪器,在不同时间(不同天),用新的校准进行。

所用试样列于附录 B 中表 B.1。

根据 GB/T 6379.1、GB/T 6379.2 和 ISO 5725-3,对得到的结果进行统计分析。

元素含量与试验结果的重复性限( $r$ )和再现性限( $R$ 和 $R_w$ )的关系(见注 3),汇总于表 3。数据图示由附录 C 给出。

注 3: 由第一天所得的两个结果和第二天所得的结果,按 ISO 5725-3 规定的方法,计算重复性限( $r$ )和再现性限( $R$ 和 $R_w$ )。



表 3 重复性限和再现性限结果

元素	重复性限	再现性限	
	$r$	$R_w$	$R$
C	$\lg r = 0.639\ 8\ \lg m - 1.541\ 5$	$\lg R_w = 0.566\ 4\ \lg m - 1.439\ 9$	$\lg R = 0.560\ 3\ \lg m - 1.045\ 2$
Si	$\lg r = 0.552\ 2\ \lg m - 1.718\ 6$	$\lg R_w = 0.464\ 8\ \lg m - 1.441\ 8$	$\lg R = 0.484\ 7\ \lg m - 1.093\ 4$
Mn	$\lg r = 0.664\ 8\ \lg m - 1.763\ 2$	$\lg R_w = 0.619\ 1\ \lg m - 1.528\ 8$	$\lg R = 0.547\ 0\ \lg m - 1.188\ 7$
P	$\lg r = 0.678\ 4\ \lg m - 1.851\ 5$	$\lg R_w = 0.526\ 2\ \lg m - 1.763\ 5$	$\lg R = 0.691\ 6\ \lg m - 1.116\ 2$
S	$\lg r = 0.405\ 7\ \lg m - 2.133\ 2$	$\lg R_w = 0.480\ 5\ \lg m - 1.756\ 9$	$\lg R = 0.455\ 6\ \lg m - 1.490\ 6$
Cr	$\lg r = 0.732\ 5\ \lg m - 1.936\ 0$	$\lg R_w = 0.864\ 8\ \lg m - 1.391\ 4$	$\lg R = 0.836\ 6\ \lg m - 0.922\ 3$
Ni	$\lg r = 0.603\ 6\ \lg m - 2.019\ 0$	$\lg R_w = 0.621\ 4\ \lg m - 1.550\ 1$	$\lg R = 0.519\ 9\ \lg m - 1.250\ 2$
Al	$\lg r = 0.316\ 9\ \lg m - 2.196\ 4$	$\lg R_w = 0.546\ 4\ \lg m - 1.459\ 2$	$\lg R = 0.655\ 6\ \lg m - 1.001\ 9$
Ti	$\lg r = 0.640\ 3\ \lg m - 1.617\ 2$	$\lg R_w = 0.692\ 5\ \lg m - 1.293\ 2$	$\lg R = 0.660\ 1\ \lg m - 1.100\ 0$
Cu	$\lg r = 0.399\ 4\ \lg m - 2.082\ 9$	$\lg R_w = 0.434\ 6\ \lg m - 1.684\ 5$	$\lg R = 0.436\ 7\ \lg m - 1.332\ 9$
Co	$\lg r = 0.336\ 0\ \lg m - 2.191\ 3$	$\lg R_w = 0.299\ 9\ \lg m - 1.627\ 1$	$\lg R = 0.448\ 7\ \lg m - 1.251\ 4$
B	$\lg r = 0.771\ 8\ \lg m - 1.786\ 6$	$\lg R_w = 0.478\ 7\ \lg m - 2.252\ 9$	$\lg R = 0.773\ 2\ \lg m - 0.773\ 4$
V	$\lg r = 0.507\ 1\ \lg m - 1.912\ 0$	$\lg R_w = 0.939\ 5\ \lg m - 1.183\ 0$	$\lg R = 0.758\ 5\ \lg m - 1.035\ 4$
Mo	$\lg r = 1.015\ 3\ \lg m - 1.539\ 3$	$\lg R_w = 0.829\ 9\ \lg m - 1.402\ 1$	$\lg R = 0.780\ 0\ \lg m - 1.051\ 7$
Nb	$\lg r = 0.531\ 8\ \lg m - 1.653\ 9$	$\lg R_w = 0.538\ 2\ \lg m - 1.252\ 3$	$\lg R = 0.654\ 7\ \lg m - 0.895\ 3$

## 11 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 鉴别试料、实验室和分析日期等资料；
- b) 遵守本标准规定的程度；
- c) 分析结果及其表示；
- d) 测定中观察到的异常现象；
- e) 对分析结果可能有影响而本标准未包括的操作或者任意的操作。

附 录 A  
(规范性附录)  
检测限测试方法

### A.1 SNR 法

SNR 方法即为信噪比(Signal-to-Noise Ratio)方法。操作步骤如下:

- (1) 选择一块块状样品作为空白样品。该样品的基体化学成分必须与需分析的样品类似。并且已知被分析元素的含量不超过 1 mg/kg。
- (2) 在空白样品上重复溅射 11 次。每次溅射时,在被分析元素分析波长处积分 10 s,这些测量值是背景发射强度。所使用的辉光放电条件应该与分析样品时所用到的条件相同。每次测量时,空白样品应该预溅射足够长的时间,以取得稳定的信号。每次溅射时要在空白样品表面的未溅射处。
- (3) 使用式(A.1)计算检测限:

$$DL = 3S/m \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

*DL*——检测限;

*S*——第(2)步所进行 11 次背景强度测试的标准偏差;

*m*——进行仪器校准时所得的分析灵敏度,即强度与质量分数的比率。

### A.2 SBR-RSDB 法

这种方法叫做信背比-背景相对标准偏差法(Signal-to-Background Ratio-Relative Standard Deviation of the Background)。该法不需要空白样品。操作步骤如下:

- (1) 选择基体化学成分与被分析样品类似的块状样品,被分析元素的质量分数已知并且大于 0.1%。如果使用有自吸倾向的分析线,则被分析元素的质量分数不应超过 1%;
- (2) 在所选择的样品上溅射 3 次。每次溅射时在被分析元素分析波长处积分 10 s。所使用的辉光放电条件应该与分析样品时所使用的相同。每次测量时应该预溅射足够长的时间,以取得稳定的信号。每次溅射时要溅射在样品表面的未溅射处。取 3 次发射强度测量值的平均值;
- (3) 在发射波谱中选择一个在被分析元素分析峰旁 0.2 nm 以内的无峰区,在所选择的样品上溅射 11 次。每次溅射时,在所选择无峰区处积分 10 s。将这些强度测量值作为背景强度值,辉光放电条件及预溅射条件与第(2)步的相同,每次溅射时要在样品表面的未溅射处。计算 11 次测量值的平均值及相对标准偏差;
- (4) 按以下的方程计算检测限:

$$DL = 3A(RSDB/100)/(S - B)/B \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

*DL*——检测限;

*A*——样品中被分析元素的质量分数;

*RSDB*——第(3)步中背景强度的相对标准偏差,以百分数表示;

*B*——第(3)步中背景强度平均值;

*S*——第(2)步中被分析元素峰值强度平均值。

附录 B  
(资料性附录)  
国际合作试验附加资料

表 B.1 共同试验使用样品

样品 序号	试样	元素含量(质量分数)/%																
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	Ti	Cu	Co	B	V	Mo	W	Nb	
58-1	1265a	0.006 7	0.008 8	0.005 7	0.001 1	0.005 5	0.007 2	0.041	(0.000 7)	(0.000 1)	0.005 8	0.007 0	0.000 13	0.000 6	0.005 0	<1		
58-2	GBW 01390	0.032	3.38	2.08	0.018	0.008 7	0.627	0.060	0.006 7	0.037	0.350		0.022					
58-3	GBW(E) 10139	1.09	1.12	0.320	0.054	0.004 3	2.12	2.06	0.059	0.26	0.095		0.001 9	0.429	0.43	0.008	0.24	
58-4	GSBH 40068-4	0.345	0.410	0.674	0.036	0.052	1.04	1.94	0.271	0.242	0.999	0.200	0.010	0.198	0.116	0.598	0.311	
58-5	YSBS 23301-1	0.055	1.87	1.79	0.043	0.052	0.061	5.07	0.040	0.304	0.397		0.000 43	0.072	0.064	1.40	0.087	
58-6	YSBS 23301-2	0.71	0.90	2.53	0.006 1	0.017	3.08	0.132	0.416	0.050	0.243		0.001 5	0.479	2.00	0.646	0.005 0	
58-7	YSBS 23301-3	1.45	0.20	0.096	0.029	0.002	6.04	2.48	1.00	0.111	0.090		0.008 3	1.50	0.95		0.045	
58-8	YSBS 13108	0.59	0.25	0.73	0.009 8	0.025	0.014	0.008			0.015							
58-9	GBW(E) 010141	1.18	0.478	1.30	0.068	0.000 9	0.161	2.17	0.81	1.06	0.044			0.050	0.471	0.053		
58-10	12x12746	0.032	0.16	1.93	0.068	0.08	0.23	0.21	0.01	0.05	0.50	0.11		0.01	0.61	0.12		
58-12	BS37E	1.51	0.37	0.29	0.024	0.002	11.54	0.34	0.002	0.002	0.053	0.021	0.001	0.78	0.79	0.021		
58-13	YSBS 13307-99	0.14	0.45	0.62	0.131	0.022	0.85							0.19	0.38			
58-14	GBW 01388	0.120	0.162	0.257	0.040	0.038	0.090	0.837	1.47	0.014	0.157		0.009 0					
58-15	YSBS 11078-2003	0.001 8	0.003 8	0.005 7	0.003 1	0.001 6	0.032	0.066	0.001		0.022	0.004 1			0.019			
58-16	YSBS 15006-98	0.012	0.017	0.034	0.001 9	0.020	0.016	0.030	0.050		0.021							

表 B.2 碳的样品和精密度数据

样品	碳含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
1265a	0.006 7	0.005 97	0.001 325	0.005 431	0.003 404
TSBS15006-98	0.012	0.010 039	0.002 855	0.010 03	0.003 482
GBW01390	0.032	0.029 956	0.001 479	0.009 875	0.002 949
12x12746	0.032	0.025 942	0.003 611	0.019 432	0.005 738
YSBS23301-1	0.055	0.056 633	0.004 073	0.010 465	0.004 683
GBW01388	0.12	0.115 93	0.003 896	0.016 429	0.004 939
YSBS13307-99	0.14	0.127 24	0.003 773	0.019 22	0.008 513
GSBH40068-4	0.345	0.346 44	0.022 796	0.057 259	0.025 457
YSBS13108	0.59	0.549 13	0.028 575	0.073 363	0.033 755
YSBS23301-2	0.71	0.755 71	0.030 82	0.120 565	0.049 793

表 B.3 硅的样品和精密度数据

样品	硅含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
1265a	0.008 8	0.009 283	0.002 409	0.010 749	0.004 131
TSBS15006-98	0.017	0.018 125	0.001 523	0.013 611	0.006 974
12x12746	0.16	0.167 57	0.004 630	0.019 081	0.011 844
GBW01388	0.162	0.163 699	0.007 978	0.024 39	0.009 544
YSBS23301-3	0.20	0.206 674	0.003 532	0.040 017	0.015 556
YSBS13108	0.25	0.229 497	0.008 651	0.026 403	0.022 267
BS37E	0.37	0.368 693	0.004 113	0.069 851	0.029 121
GSBH40068-4	0.41	0.419 142	0.025 811	0.049 071	0.018 963
YSBS13307-99	0.45	0.446 079	0.032 353	0.053 582	0.027 566
GBW(E)10138	0.478	0.399 628	0.014 234	0.048 414	0.030 886
YSBS23301-2	0.90	0.916 436	0.016 937	0.145 964	0.037 754

表 B.4 锰的样品和精密度数据

样品	锰含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
YSBS11078-2003	0.005 7	0.005 976	0.002 382	0.006 237	0.003 403
TSBS15006-98	0.034	0.032 696	0.002 225	0.010 661	0.002 893
YSBS23301-3	0.096	0.099 536	0.000 278	0.016 77	0.002 315

表 B.4 (续)

样品	锰含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
GBW01388	0.257	0.260 736	0.004 934	0.014 834	0.011 206
BS37E	0.29	0.301 322	0.008 559	0.050 972	0.012 088
GBW(E)10139	0.32	0.316 377	0.004 911	0.019 353	0.008 745
YSBS13307-99	0.62	0.636 765	0.005 271	0.042 991	0.021 118
GSBH40068-4	0.674	0.665 317	0.026 116	0.021 749	0.021 196
YSBS13108	0.73	0.717 06	0.019 464	0.062 673	0.021 675
GBW(E)10138	1.30	1.300 871	0.013 712	0.082 971	0.042 042
YSBS23301-1	1.79	1.761 393	0.065 141	0.138 636	0.067 614
12x12746	1.93	1.975 305	0.050 521	0.106 186	0.049 694
GBW01390	2.08	2.048 888	0.040 991	0.186 619	0.084 184

表 B.5 磷的样品和精密度数据

样品	磷含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
TSBS15006-98	0.001 9	0.002 4	0.000 142	0.001 421	0.000 922
YSBS11078-2003	0.003 1	0.002 927	0.000 412	0.000 704	0.000 701
YSBS23301-2	0.006 1	0.007 535	0.000 704	0.002 751	0.001 251
YSBS13108	0.009 8	0.009 185	0.000 750	0.004 615	0.001 753
GBW01390	0.018	0.019 077	0.001 199	0.006 736	0.001 628
BS37E	0.024	0.024 17	0.000 502	0.005 045	0.002 503
YSBS23301-3	0.029	0.032 131	0.000 724	0.011 968	0.002 475
GSBH40068-4	0.036	0.040 492	0.001 846	0.008 286	0.002 417
GBW01388	0.040	0.039 547	0.001 281	0.005 185	0.002 603
YSBS23301-1	0.043	0.048 169	0.003 581	0.011 524	0.004 08
GBW(E)10139	0.054	0.055 969	0.001 712	0.009 595	0.003 310
GBW(E)10138	0.068	0.069 173	0.002 436	0.009 933	0.004 686
12x12746	0.068	0.070 077	0.002 811	0.010 263	0.006 876

表 B.6 硫的样品和精密度数据

样品	硫含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
YSBS11078-2003	0.001 6	0.001 313	0.000 77	0.001 502	0.000 999
YSBS23301-3	0.002	0.004 324	0.001 121	0.003 926	0.000 897
BS37E	0.002	0.004 387	0.000 540	0.004 229	0.001 634
GBW(E)10139	0.004 3	0.005 319	0.001 136	0.002 808	0.002 218
1265a	0.005 5	0.005 479	0.000 424	0.001 929	0.000 806
GBW01390	0.008 7	0.009 025	0.001 684	0.003 426	0.001 967
YSBS23301-2	0.017	0.014 893	0.000 938	0.002 592	0.001 460
TSBS15006-98	0.020	0.016 654	0.001 259	0.004 700	0.001 914
YSBS13307-99	0.022	0.019 026	0.000 880	0.002 156	0.002 239
YSBS13108	0.025	0.023 057	0.001 836	0.006 919	0.003 273
GBW01388	0.038	0.035 605	0.001 393	0.007 644	0.005 087
GSBH40068-4	0.052	0.053 496	0.003 096	0.009 191	0.004 198
YSBS23301-1	0.052	0.050 707	0.003 685	0.013 644	0.005 235

表 B.7 铬的样品和精密度数据

样品	铬含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
1265A	0.007 2	0.007 7	0.000 291 8	0.003 038	0.000 717
YSBS13108	0.014	0.013 9	0.000 337 2	0.003 099	0.001 354
YSBS15006-98	0.016	0.017 1	0.000 328 4	0.002 291	0.000 907
YSBS11078-2003	0.032	0.043 2	0.003 927 5	0.012 892	0.004 002
YSBS23301-1	0.061	0.054 5	0.001 629 2	0.004 527	0.002 444
GBW01388	0.090	0.091 9	0.001 750 5	0.020 925	0.003 56
GBW(E)10141	0.161	0.165 6	0.003 276	0.032 794	0.008 435
12x12746	0.23	0.239 1	0.006 404	0.061 161	0.008 96
GBW01390	0.627	0.644 34	0.007 18	0.128 677	0.025 825
YSBS13307-99	0.85	0.828 9	0.011 054	0.059 827	0.038 084
GSBH40068-4	1.04	1.03	0.006 64	0.098 01	0.059 01

表 B.8 镍的样品和精密度数据

样品	镍含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
YSBS13108	0.008	0.009 7	0.000 552	0.006 296	0.003 66
YSBS15006-98	0.030	0.034 7	0.001 189	0.016 837	0.003 399
1265a	0.041	0.042 4	0.000 962	0.004 765	0.001 875
GBW01390	0.060	0.060 6	0.002 577	0.017 172	0.003 201
YSBS11078-2003	0.066	0.066 9	0.002 065	0.012 889	0.003 673
YSBS23301-2	0.132	0.136 8	0.003 384	0.012 965	0.011 419
12x12746	0.21	0.219 6	0.005 456	0.018 906	0.010 78
BS37E	0.34	0.339 1	0.003 137	0.049 472	0.014 904
GBW01388	0.837	0.816 6	0.008 24	0.059 168	0.036 205

表 B.9 铝的样品和精密度数据

样品	铝含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
YSBS11078-2003	0.001	0.004	0.001 580	0.006 631	0.003 827
GBW01390	0.006 7	0.005 9	0.000 741	0.000 829	0.001 051
12x12746	0.01	0.010 1	0.001 174	0.005 708	0.002 39
YSBS23301-1	0.040	0.020 1	0.004 178	0.018 059	0.004 59
YSBS15006-98	0.050	0.056 8	0.001 008	0.007 517	0.005 752
GBW(E)10139	0.059	0.070 5	0.004 618	0.018 832	0.007 524
GSBH40068-4	0.271	0.271 4	0.003 368	0.036 574	0.020 129
YSBS23301-2	0.416	0.434 9	0.006 087	0.076 462	0.024 01

表 B.10 钛的样品和精密度数据

样品	钛含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
BS37E	0.002	0.005 209	0.001 189	0.005 863	0.002 298
GBW01388	0.014	0.013 771	0.001 018	0.004 654	0.001 86
GBW01390	0.037	0.039 286	0.005 283	0.007 05	0.005 471
YSBS23301-2	0.05	0.046 014	0.002 812	0.005 647	0.005 855
12x12746	0.05	0.050 252	0.002 294	0.004 788	0.003 634
YSBS23301-3	0.111	0.106 02	0.004 85	0.013 604	0.010 106
GSBH40068-4	0.242	0.238 79	0.009 947	0.026 186	0.015 566
GBW(E)10139	0.26	0.280 25	0.015 114	0.107 65	0.028 745
YSBS23301-1	0.304	0.302 95	0.010 408	0.043 28	0.031 151

表 B.11 铜的样品和精密度数据

样品	铜含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 <i>r</i>	再现性限	
				<i>R</i>	<i>R<sub>w</sub></i>
YSBS13108	0.015	0.014 739	0.001 917	0.010 584	0.003 807
YSBS15006-98	0.021	0.023 526 6	0.002 216	0.014 132	0.005 877
YSBS11078-2003	0.022	0.023 447	0.003 536	0.009 698	0.004 842
GBW(E)010141	0.044	0.045 541	0.002 268	0.018 566	0.004 749
BS37E	0.053	0.054 595	0.001 150	0.006 261	0.004 951
YSBS23301-3	0.090	0.088 9	0.002 236	0.005 314	0.003 821
GBW(E)10139	0.095	0.094 865	0.002 255	0.012 922	0.005 508
GBW01388	0.157	0.168 24	0.003 003	0.018 841	0.011 651
YSBS23301-2	0.243	0.244 09	0.005 821	0.027 904	0.009 079
GBW01390	0.350	0.359 89	0.011 302	0.041 534	0.015 029
YSBS13307-99	0.38	0.397 04	0.001 548	0.033 209	0.012 3
YSBS23301-1	0.397	0.393 65	0.007 262	0.032 136	0.015 131
12X12746	0.50	0.517 58	0.016 279	0.050 003	0.024 269

表 B.12 钴的样品和精密度数据

样品	钴含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 <i>r</i>	再现性限	
				<i>R</i>	<i>R<sub>w</sub></i>
YSBS11078-2003	0.004 1	0.005 218 9	0.001 981	0.003 765	0.003 906
1265a	0.007 0	0.006 349	0.000 788	0.005 719	0.008 546
BS37E	0.021	0.038 973	0.001 458	0.032 509	0.004 859
12X12746	0.11	0.111 53	0.002 593	0.014 729	0.014 081
GSBH40068-4	0.200	0.207 13	0.005 548	0.022 551	0.017 756

表 B.13 硼的样品和精密度数据

样品	硼含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 <i>r</i>	再现性限	
				<i>R</i>	<i>R<sub>w</sub></i>
YSBS23301-1	0.000 43	0.000 629	0.000 051 6	0.000 625	0.000 151
BS37E	0.001	0.000 599	0.000 108	0.000 404	0.000 419
YSBS23301-2	0.001 5	0.002 491	0.000 117	0.002 946	0.000 161
GBW(E)0139	0.001 9	0.001 767	0.000 054 6	0.001 103	0.000 111
YSBS23301-3	0.008 3	0.007 862	0.000 404	0.003 708	0.000 519
GBW01388	0.009 0	0.008 27	0.000 496	0.003 448	0.000 603
GSBH40068-4	0.010	0.010 151	0.000 602	0.004 761	0.001 211



表 B.14 钒的样品和精密度数据

样品	钒含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
12X12746	0.01	0.018 89	0.002 355 1	0.006 128	0.001 803 3
GBW(E)010141	0.050	0.054 15	0.003 511 9	0.009 159 1	0.002 980 2
YSBS233012-1	0.072	0.075 72	0.004 459 7	0.010 478 7	0.007 636 9
YSBS13307-99	0.19	0.187 48	0.002 513	0.031 097	0.012 756
GSBH40068-4	0.198	0.200 56	0.001 4	0.018 2	0.012 844
GBW(E)10139	0.429	0.417 63	0.013 98	0.045 634	0.032 829
YSBS23301-2	0.479	0.507 38	0.007 014	0.052 374	0.033 151
BS37E	0.78	0.822 59	0.025 547	0.110 016	0.057 276

表 B.15 钼的样品和精密度数据

样品	钼含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
1265a	0.005 0	0.005 419	0.000 161 6	0.003 211 7	0.001 040 3
YSBS11078-2003	0.019	0.019 107	0.000 419 7	0.002 522 2	0.001 033 7
YSBS233012-1	0.064	0.060 333	0.001 280 6	0.005 897 8	0.001 984
GSBH40068-4	0.116	0.117 69	0.005 12	0.012 121	0.006 022
YSBS13307-99	0.38	0.373 3	0.007 306	0.041 412	0.009 307
GBW(E)10139	0.43	0.417 18	0.011 364	0.028 696	0.016 176
GBW(E)010141	0.471	0.463 17	0.027 894	0.087 509	0.042 124
12X12746	0.61	0.620 83	0.017 144	0.053 219	0.026 846
BS37E	0.79	0.800 13	0.015 016	0.121 35	0.071 887
YSBS23301-2	0.95	0.921 65	0.028 304	0.089 852	0.029 05

表 B.16 铌的样品和精密度数据

样品	铌含量(质量分数)/%		精密度数据		
	认可值	测定值	重复性限 $r$	再现性限	
				$R$	$R_w$
YSBS23301-2	0.005 0	0.008 36	0.002 982 1	0.005 737	0.004 984
YSBS23301-3	0.045	0.048 45	0.001 631	0.028 119	0.010 661
YSBS23301-1	0.087	0.091 25	0.005 666 6	0.011 349	0.009 673
GBW(E)10139	0.24	0.244 56	0.010 634	0.059 165	0.032 299
GSBH40068-4	0.311	0.296 49	0.019 973	0.069 389	0.033 071

附录 C  
(资料性附录)  
精密度数据图示

各元素精密度数据图示见图 C.1~图 C.15。

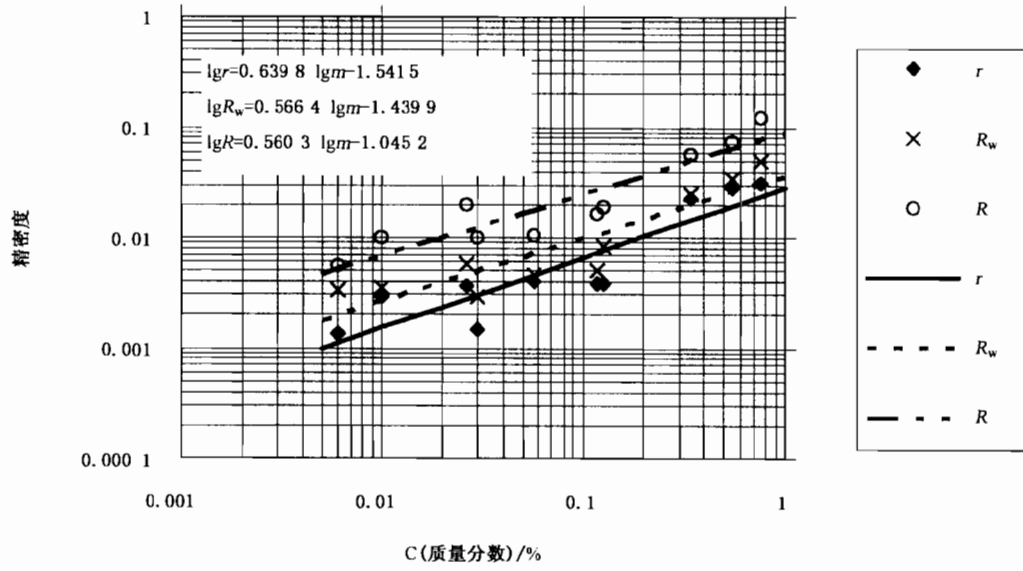


图 C.1

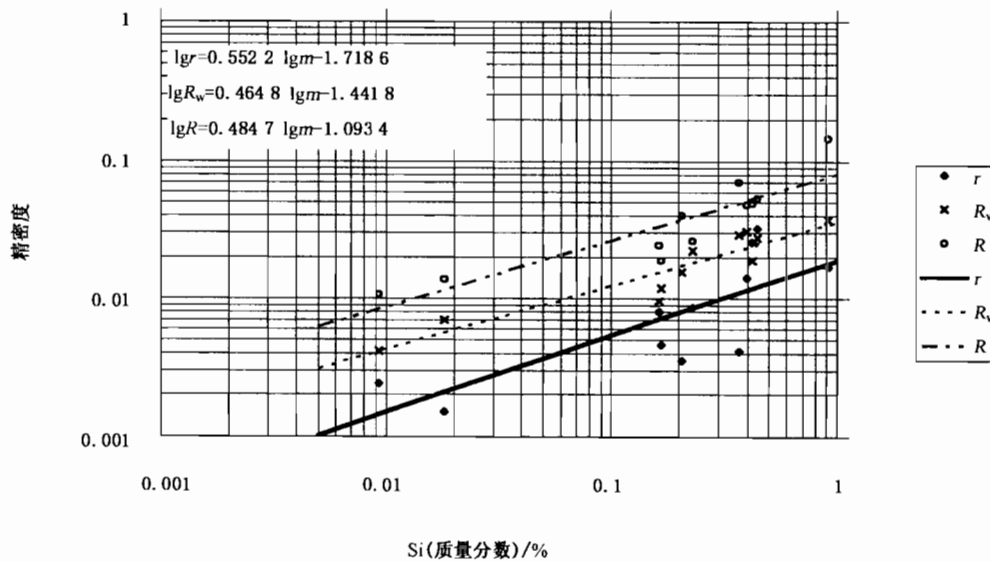


图 C.2

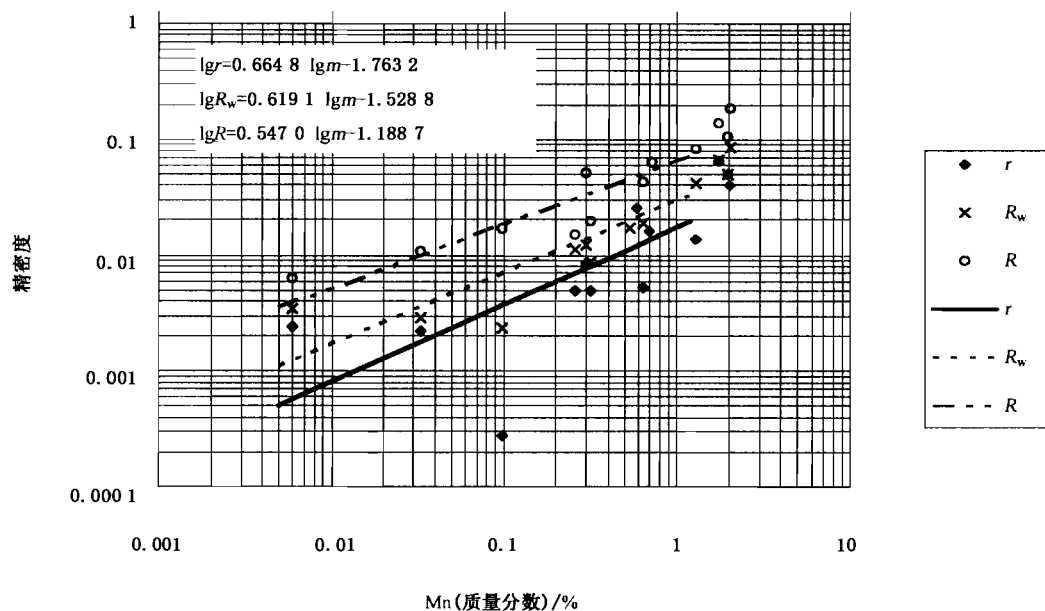


图 C.3

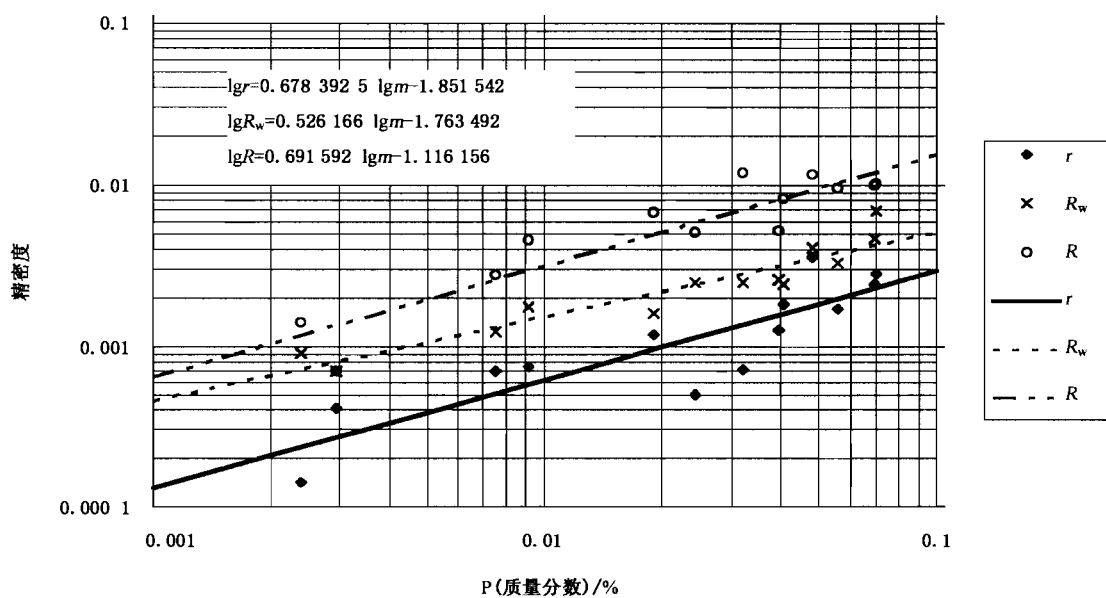


图 C.4

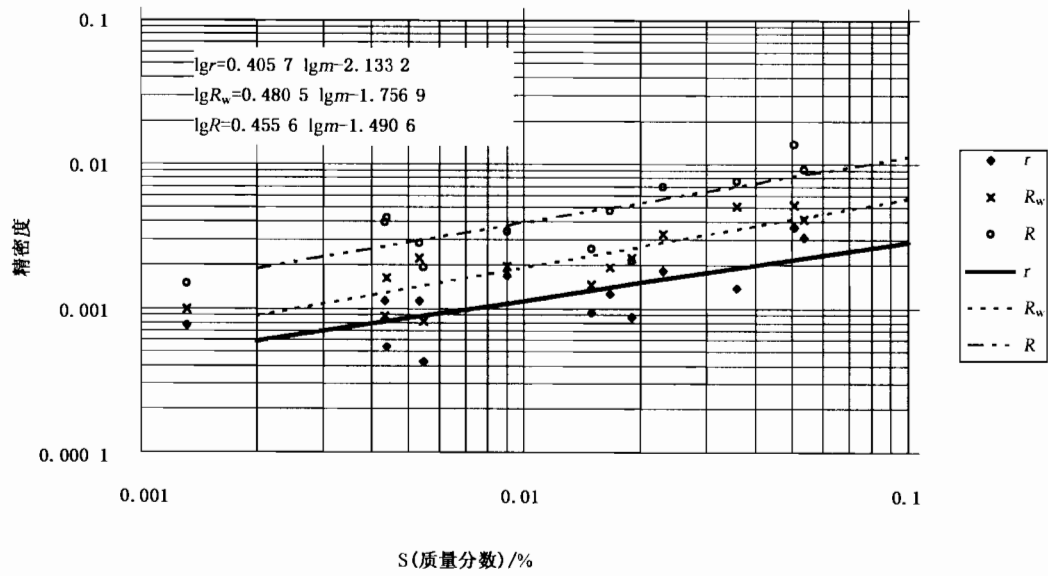


图 C.5

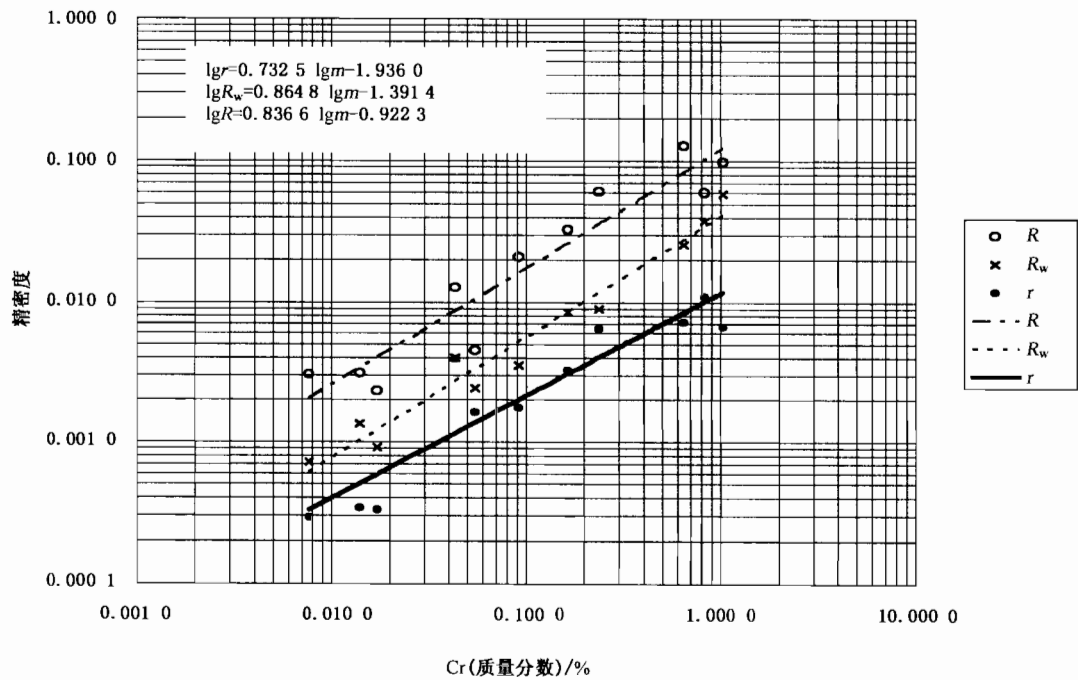


图 C.6

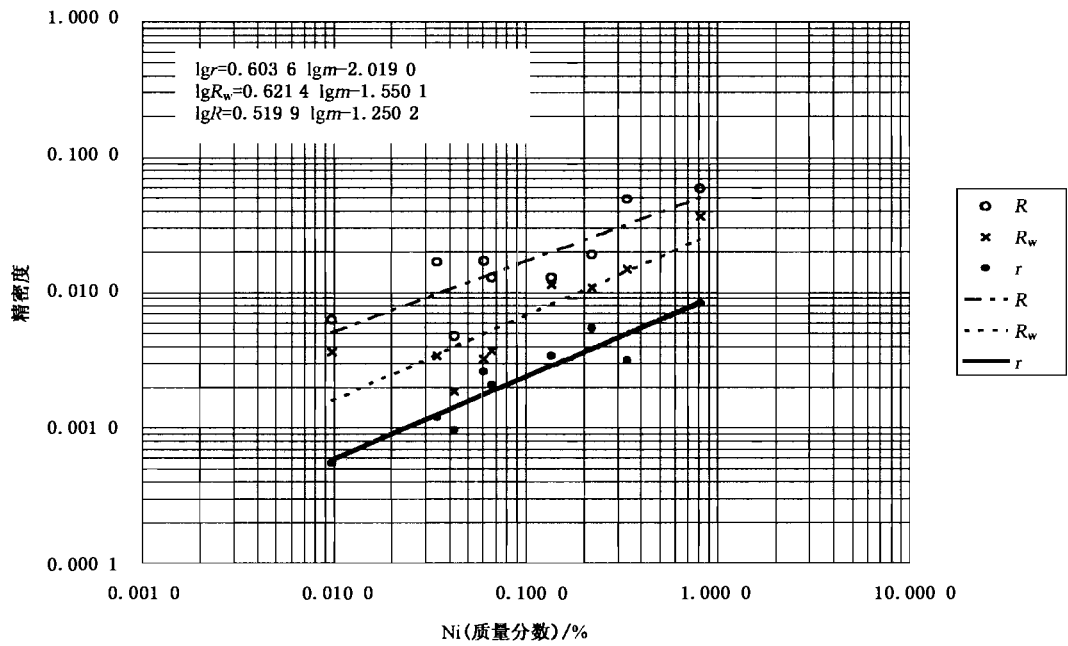


图 C.7

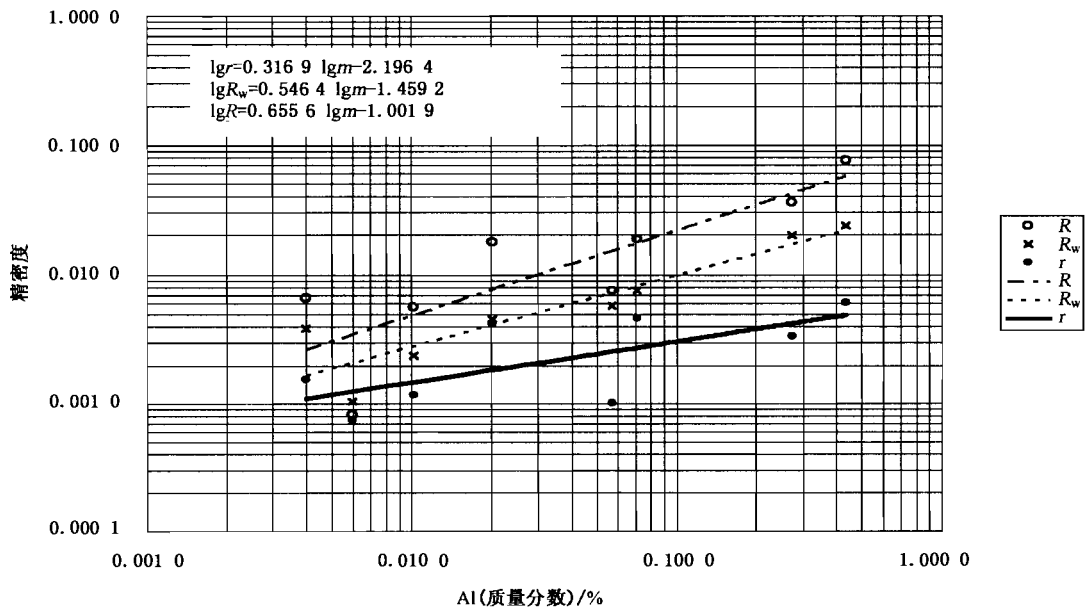


图 C.8

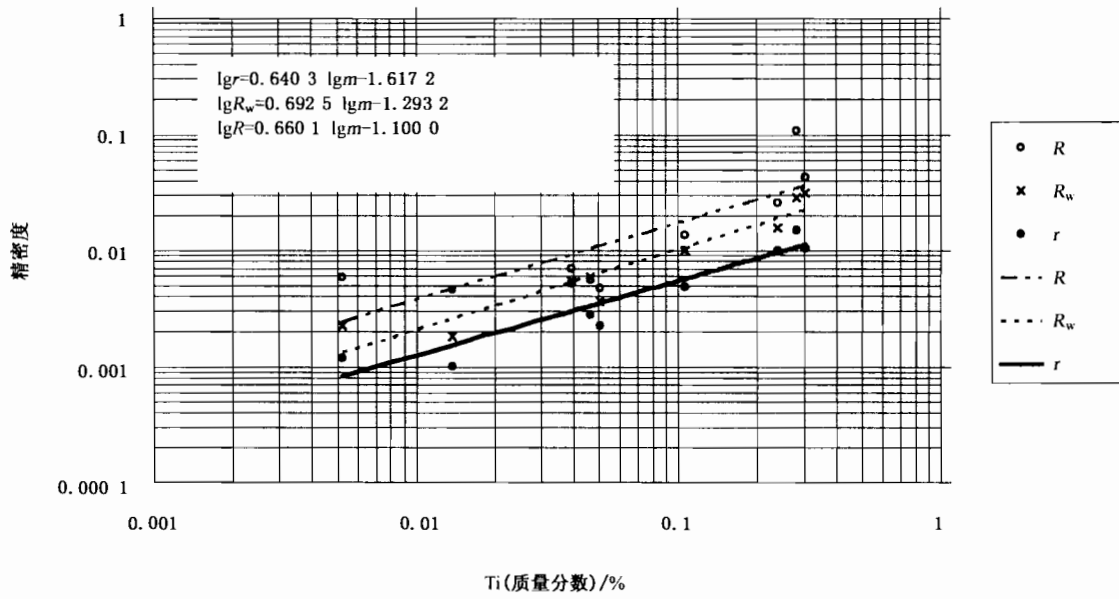


图 C. 9

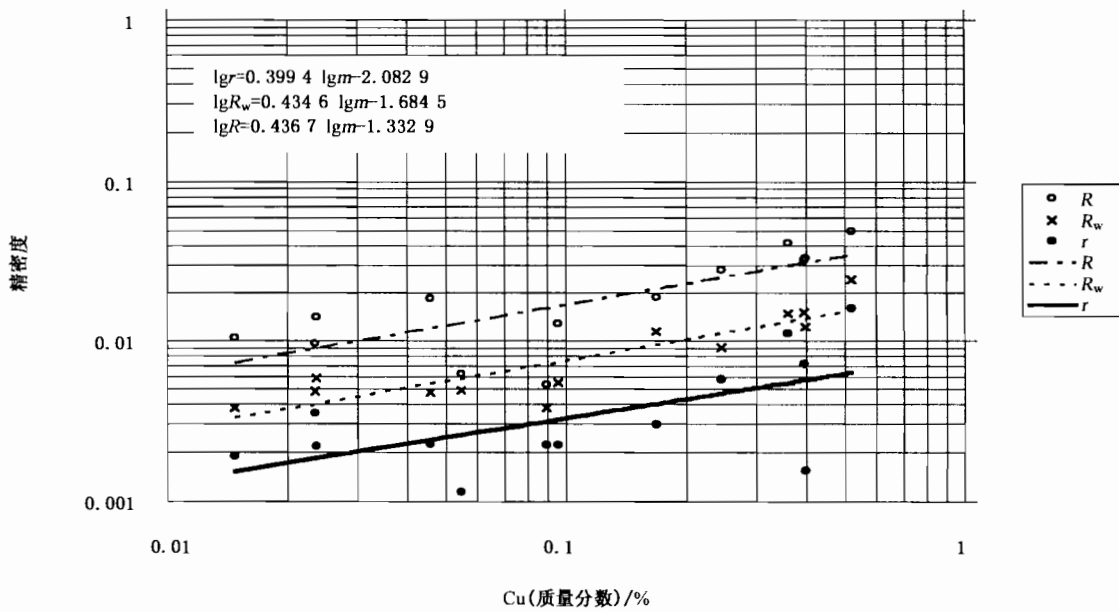


图 C. 10

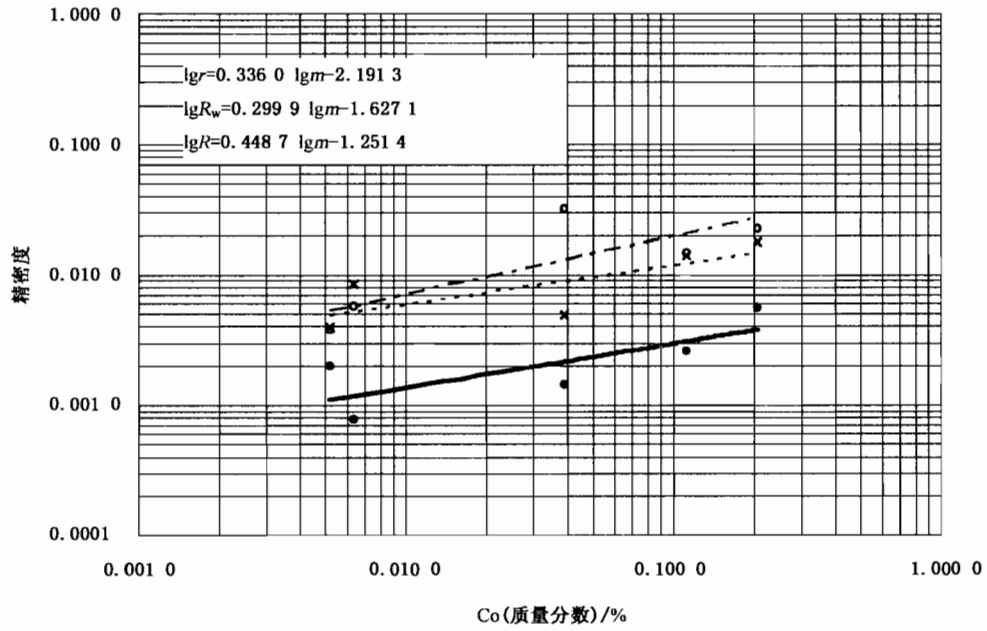


图 C. 11

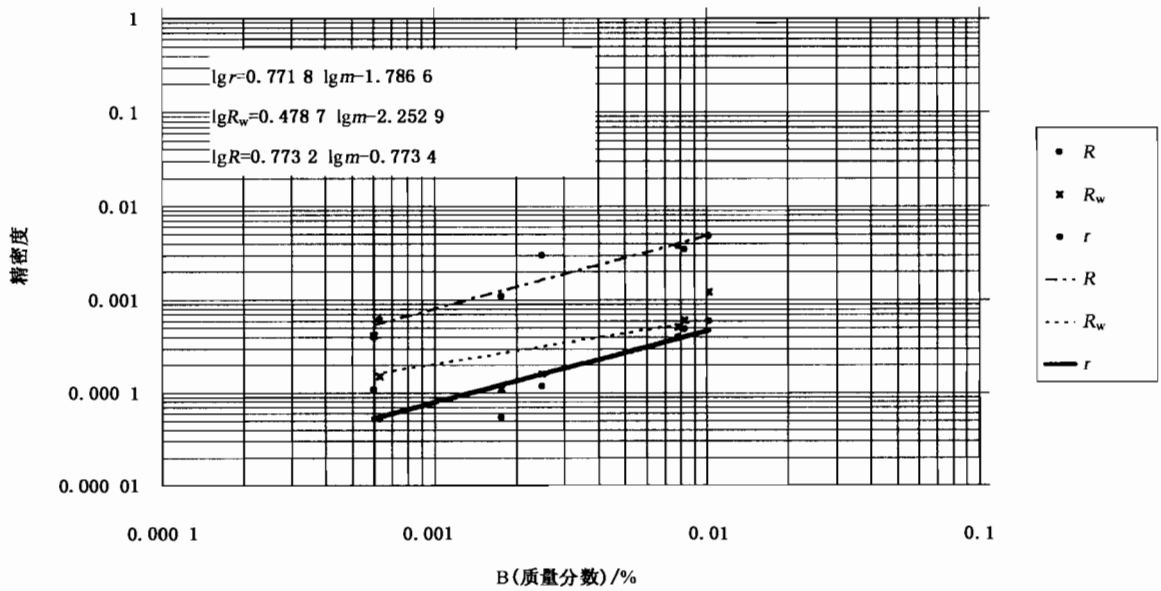


图 C. 12

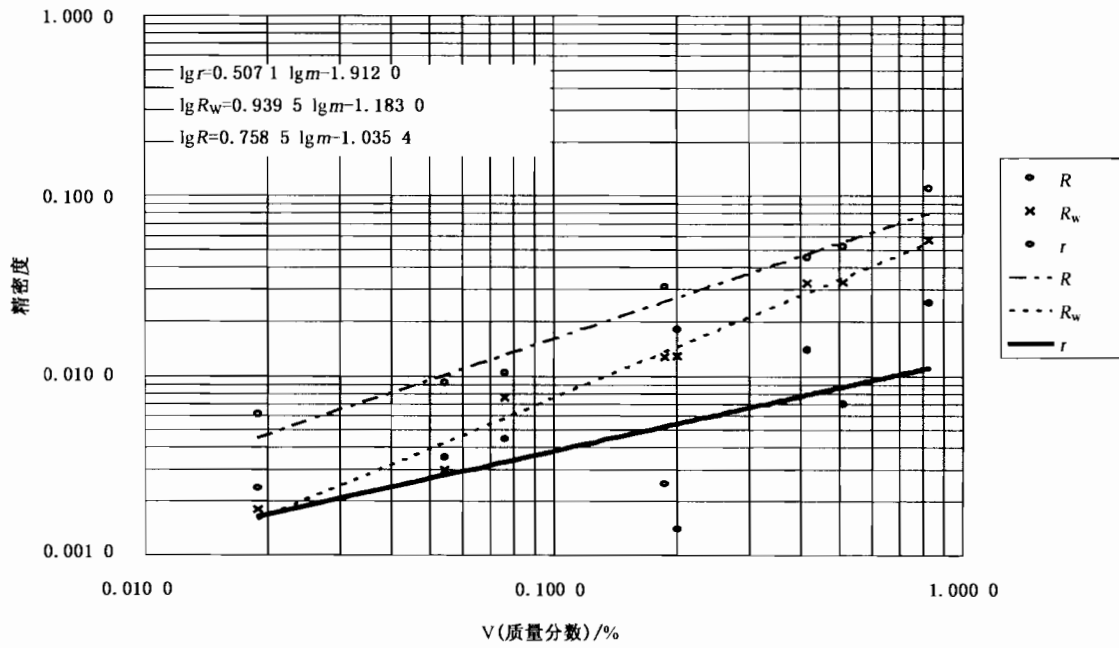


图 C. 13

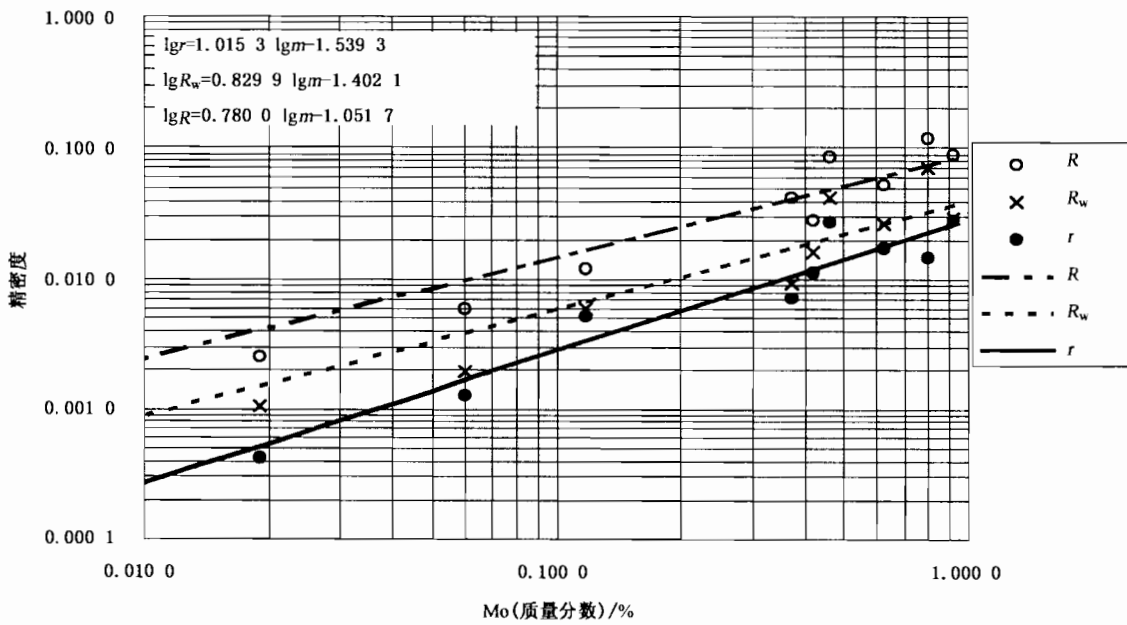


图 C. 14



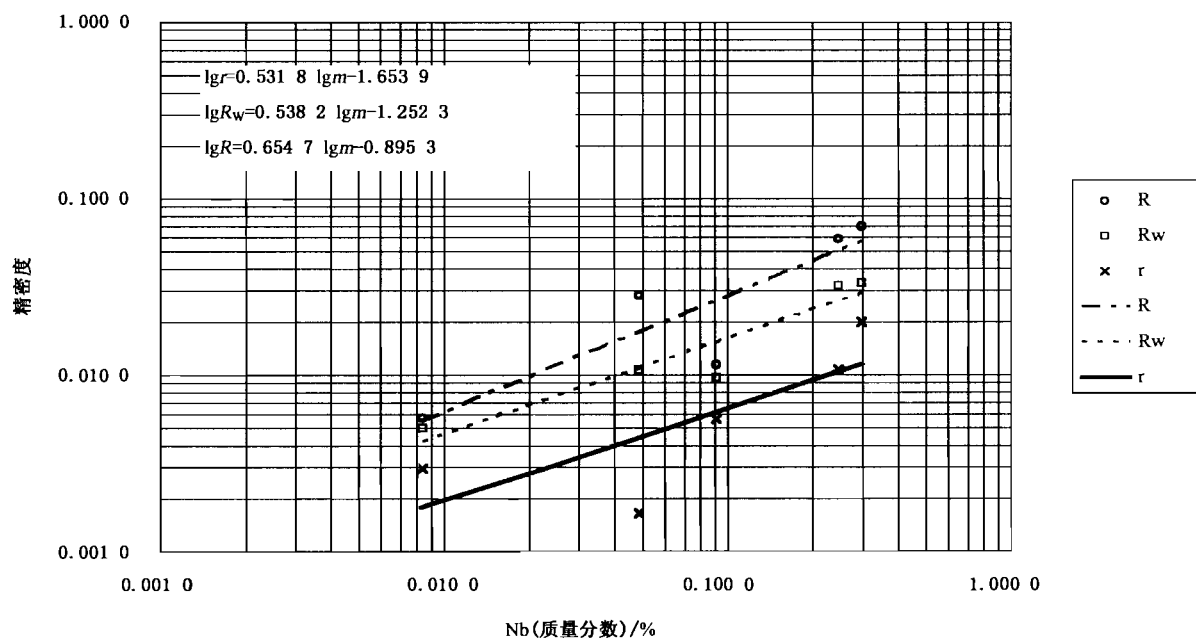


图 C. 15

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
低合金钢 多元素含量的测定  
辉光放电原子发射光谱法(常规法)  
GB/T 22368—2008

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 44 千字  
2009年1月第一版 2009年1月第一次印刷

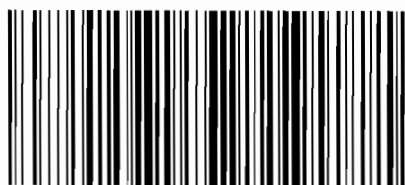
\*

书号:155066·1-35068 定价 22.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 22368-2008