

前 言

本标准等同采用 ISO 3084:1998《铁矿石—评定品质波动的实验方法》。

本标准系铁矿石专业系列标准之一,和 GB/T 2007.3—1987《散装矿产品取样、制样通则 评定品质波动试验方法》互为独立存在,使用者可按需要选用。

本标准的附录 A 为提示的附录。

本标准由国家冶金工业局提出。

本标准由冶金信息标准研究院归口。

本标准负责起草单位:上海宝钢集团公司。

本标准参加起草单位:包头钢铁公司、马鞍山钢铁股份有限公司、鞍山钢铁集团公司。

本标准主要起草人:经爱芳、曾令元、陆惠中、朱震江、姜广新、李家鸣、王义达。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是各个国家标准化团体(ISO 会员)的国际联盟。制定国际标准工作一般由 ISO 技术委员会执行,每一个会员团体都有权成为技术委员会中已建立的某学科委员会的成员。与 ISO 有联系的官方和非官方的国际组织,也可参加工作。ISO 在电工技术标准化方面和国际电工技术委员会(IEC)有着紧密的合作关系。

被技术委员会采纳的国际标准草案,发给各会员团体投票。作为国际标准出版,至少需要 75% 的会员团体投票赞成。

国际标准 ISO 3084 是由 ISO/TC 102 铁矿石技术委员会 SC1 取样分委员会制定的。

这是经过技术修订的第三版,取消和代替第二版(ISO 3084:1987)。

附录 A 为本标准的提示件。

中华人民共和国国家标准

铁矿石 评定品质波动的实验方法

GB/T 10322.2-2000
idt ISO 3084:1998

Iron ores—Experimental methods for
evaluation of quality variation

1 范围

本标准规定了评定各种类型铁矿石品质波动的实验方法,适用于铁矿石贸易和各种取制样装置。

本标准规定了两种不同的方法。第一种方法是按 GB/T 10322.1 所述的分层取样法或系统取样法取出份样,随后交替合并组成若干对的副样并分析。第二种方法是采取和分析各个份样,然后用变量法分析数据。

用交替副样做的工作较少,采用变量法能更好的估计品质波动,从而能更好的估计取样偏差。变量法更适用于精确的取样操作。

注:如果流量基本均匀,本实验方法大体上也可适用于定时取样。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 10322.1—2000 铁矿石 取样和制样方法(idt ISO 3082:1998)

GB/T 10322.3—2000 铁矿石 校核取样精密度的实验方法(idt ISO 3085:1996)

GB/T 10322.4—2000 铁矿石 校核取样偏差的实验方法(idt ISO 3086:1998)

ISO 11323:1996 铁矿石—术语

注:ISO 11323:1996 标准译文见冶金信息标准研究院 1999 年出版的《铁矿石国际标准汇编》。

3 定义

本标准中采用 ISO 11323 中的定义。还应用下面的附加定义。

3.1 交替副样:由连续的一次份样交替置于两个样品容器中所组成的样品。

4 一般条件

4.1 品质波动

铁矿石的品质波动或不均匀性的程度应以标准偏差来确定。由层内采取的各份样间品质特性的标准偏差用 σ_w 表示,它是估计交替副样间的偏差来确定,或者以测定各个份样以及按变量法扣除制样和测定偏差的直线截距和斜率来确定。在两种情况中,都作过制样和测定偏差修正(见 5.6.2 注 2 和 6.1),制样和测定偏差必须在确定品质波动实验的同时确定。

4.2 品质特性

为确定品质波动所选择的品质特性通常是全铁含量,但也可选用二氧化硅含量、三氧化二铝含量、水分含量、粒度分布及其他品质特性。

如果确定化学成分,水分含量,粒度分布等样品是单独采取时,则应采用各个特性的品质波动。如果

样品用于确定一个以上的品质特性时,则应采用这些特性中品质波动大的类别。

4.3 取样、制样和测定

样品的取样、制样和水分含量、粒度分布的测定应按有关的国家标准进行。

评定品质波动的取样可以和测定交货批品质的日常取样结合进行。换言之,从交货批采取的样品可为两种目的共同使用。

5 采用交替副样评定品质波动

5.1 概况

适用于分层取样和系统取样的层内标准偏差 σ_w 的评定方法见 5.2~5.7 所述。

5.2 试验类型

5.2.1 1型

如果是经常到港的交货批,品质波动可由质量大致相等的许多交货批按下述方法确定:

- a) 分别处理每个交货批;
- b) 按 5.4.1 的方法,每个交货批组成一对交替副样。

5.2.2 2型

如果不是经常到港的大交货批,品质波动可由单一的交货批按下述方法确定:

- a) 将此交货批至少划分成质量大致相等的 10 个部分;
- b) 按 5.4.2 的方法,把每部分采取的份样合并组成每部分的一对交替副样。

5.2.3 3型

如果是经常到港的小交货批,品质波动可由质量大致相等的若干交货批按下述方法确定:

- a) 把涉及的全部交货批至少划分成质量大致相等的 10 个部分;
- b) 按 5.4.3 的方法,把从每部分采取的份样合并组成一对交替副样。

5.2.4 4型

如果是从车载交货批取样或者是从交货批的全部货车中采取份样,可将取样方法看作是分层取样。当交货批是经常到港的交货批时,确定品质波动的程序如下:

- a) 分别处理每个交货批;
- b) 按 5.4.4 的方法,每个交货批组成一对交替副样。

5.3 份样的个数和交替副样的组成

5.3.1 份样的个数

从一个或数个交货批采取份样的个数可以和日常取样选取的个数相同。但是,当日常取样是按品质波动类别为“小”,当份样的个数不足以获得可靠的标准偏差时,则应增加份样的个数(见 GB/T 10322.1)。

5.3.1.1 1型试验 在 1 型试验情况下,份样的个数 n_1 应按 GB/T 10322.1 选取,每个交货批应组成一对交替副样[见图 1(a)]。

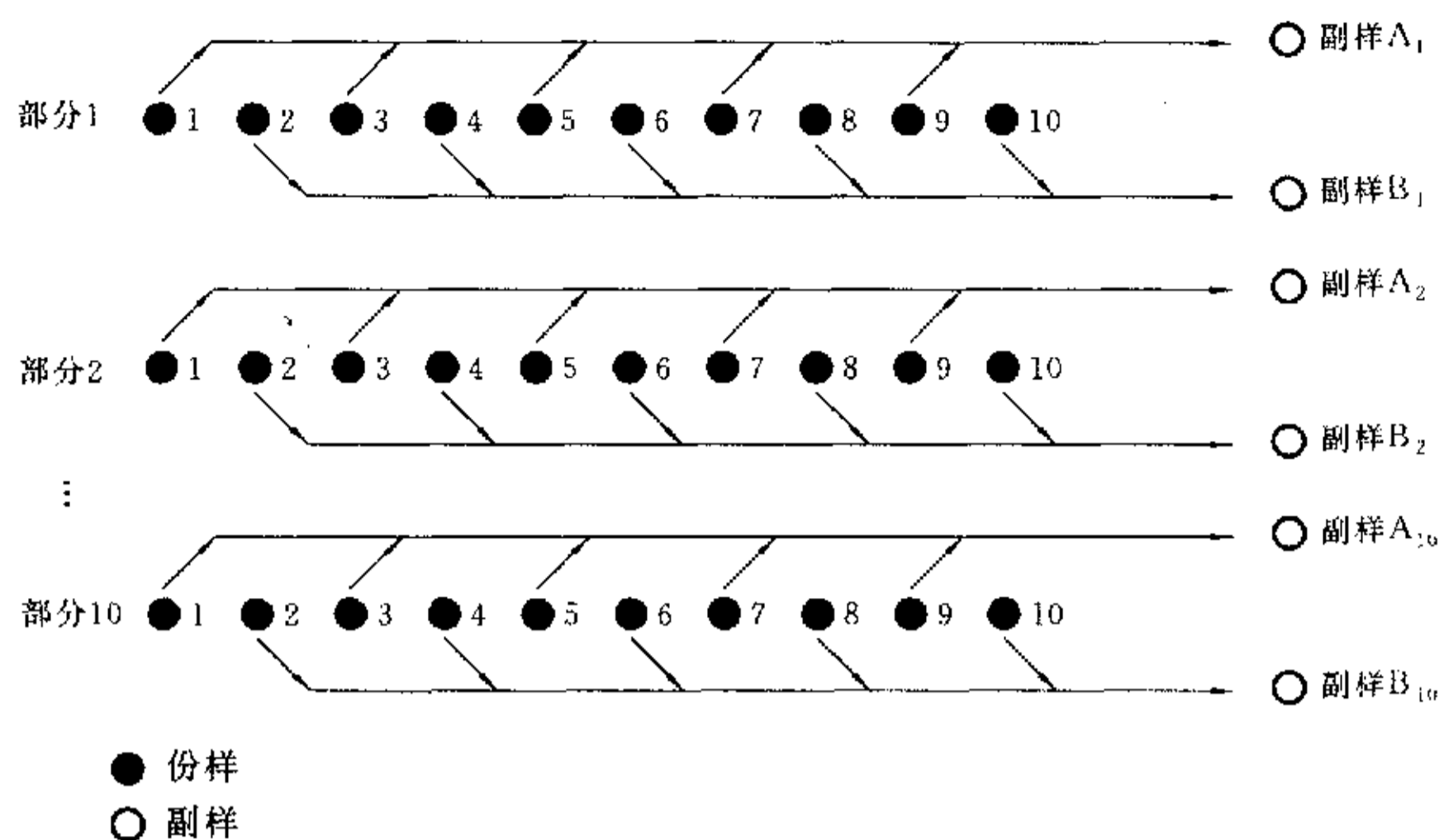
5.3.1.2 2型试验 在 2 型试验情况下,份样的个数 n_1 应按 GB/T 10322.1 确定,至少应组成 10 对交替副样[见图 1(b)]。

5.3.1.3 3型试验 在 3 型试验情况下,从每个交货批应按 GB/T 10322.1 采取份样的个数 n_1 。每交货批应分为若干层,从每层中采取的份样应合成一对交替副样[见图 1(c)]。

5.3.1.4 4型试验 在 4 型试验情况下,由每个交货批采取的份样个数 n_1 应由 GB/T 10322.1 表 3 来确定,由每个货车采取的份样个数 n_w 应按 GB/T 10322.1 确定。如果个数是奇数,应增加 1 个使之成为偶数。每个交货批应组成一对交替副样[见图 1(d)]。

5.3.2 交替副样的组成

交替副样应按以下步骤组成:



注：本图是以 5 000~15 000 t“大”品质波动的单个交货批为例。按照 GB 10322.1 至少需取 100 个份样，制备 10 对交替副样 A_i 和 B_i ($i=1, 2, 3, \dots, 10$)，每个交替副样包含 5 个份样。

图 2 组成成对交替副样(2型)示例草图

5.5 试验次数

因为试验次数少时，不能将层内品质特性的标准偏差估计得很精确，故推荐最少试验次数如下：

- a) 在 2 型和 3 型试验情况下，至少应单独试验 5 次；
- b) 在 1 型和 4 型试验情况下，至少应单独试验 10 次。

5.6 层内标准偏差的计算

5.6.1 数据表

由各个试样的化学分析、水分测定、粒度测定或物理试验所得到的实验数据应记录在一个相应的表格中(见例 1~例 3)。

5.6.2 计算

层内的估计标准偏差应以式(4)计算。

成对测定的极差 R_i 用式(1)计算。

$$R_i = |A_i - B_i| \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中： A_i ——由交替副样 A_i 制备试样测定的品质特性(如 %Fe)；

B_i ——由和交替副样 A_i 成对的副样 B_i 制备的试样测定的品质特性；

i ——下标指每交货批交替副样部分。

用式(2)计算极差 R_i 的平均值 \bar{R} 。

$$\bar{R} = \frac{1}{n_g} \sum R_i \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中： n_g ——极差 R_i 的个数，相同于试验中交货批的部分数。

用式(3)计算每部分成对测定的平均值 \bar{X}_i 。

$$\bar{X}_i = \frac{1}{2}(A_i + B_i) \quad \dots\dots\dots(3)$$

用式(4)计算估计层内标准偏差 $\hat{\sigma}_w$ 。

$$\hat{\sigma}_w = \sqrt{n_{10}} \frac{\bar{R}}{d_2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中： n_{10} ——包含在每个交替副样 A_i 或 B_i 中的份样个数；

d_2 是极差估计标准偏差的系数，成对数据时 $1/d_2=0.886 2$ 。

注

1 在 3 型试验情况下,第 j 交货批品质特性的平均值 \bar{X}_j 可由式(5)得到:

$$\bar{X}_j = \frac{1}{n_{1j}} \sum X_{ji} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: X_{ji} —— j 交货批中每部分成对测定的平均值;

n_{1j} ——交货批中的部分数。

2 由式(4)得到的层内估计标准偏差 $\hat{\sigma}_w$ 是取样、制样和测定的总标准偏差。当 $\hat{\sigma}_w$ 过高估计时,可以采用第 7 章中的分类值(见 5.7)。

如果想得到层内标准偏差的无偏差估计,而且 $\hat{\sigma}_p$ 代表的制样标准偏差, $\hat{\sigma}_m$ 代表的测定标准偏差均已知时,则层内估计标准偏差 $\hat{\sigma}_w$ 应用式(6)计算。

$$\hat{\sigma}_w = \sqrt{n_{1c} \left[\left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right)^2 - \hat{\sigma}_p^2 - \hat{\sigma}_m^2 \right]} \quad \dots\dots\dots(6)$$

3 如果是按 5.3.1 确定份样的个数,而且采取了那些份样,则包含在每个副样中的份样个数差异一定很小。如果差异等于或小于 10%,则 n_{1c} 的平均值可以近似地应用于式(4)和(6)。

5.7 结果的表示

5.7.1 2 型和 3 型试验

在 2 型和 3 型试验情况下,由一系列试验所得特定铁矿石及取制样装置的计算层内标准偏差估计平均值 $\hat{\sigma}_w$ 应以全部 $\hat{\sigma}_w^2$ 测定值的平均值的平方根报出。即:

$$\hat{\sigma}_w = \sqrt{\frac{1}{n_{12}} \sum \hat{\sigma}_w^2} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中: n_{12} ——各个 $\hat{\sigma}_w$ 值的个数。

5.7.2 1 型和 4 型试验

在 1 型和 4 型试验情况下,由式(4)或式(6)得到的 $\hat{\sigma}_w$ 值,应作为特定铁矿石和取制样装置的层内估计标准偏差报出。

6 采用变量法评定品质波动

6.1 变量法概述

采用此方法,要采取大量的连续份样 n (20~40 个),并要制备和测试双样。变量法是检验在以不同的质量间隔(称滞后间隔)情况下,检查份样间的差异,从而进行计算。对应于一个滞后间隔 K ,份样的变量法的值 $V_E(t)$ 由式(8)给出:

$$V_E(t) = \frac{\sum_{i=1}^{N_K} [\bar{X}_{i+K} - \bar{X}_i]^2}{2N_K} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中: $t=K\Delta t$ Δt 是以时间或质量为单位的取样间隔,取决于采用定时或定量取样法。

$N_K=n-K$ 是以滞后间隔 K 分开的份样的对数;

\bar{X}_{i+K} = 份样 $i+K$ 两个测定值的平均值;

\bar{X}_i = 份样 i 两个测定值的平均值。

作为变量法结果的 $V_E(t)$,称为“实验的”变量法,它包括制样、测定和取样偏差。

采取的份样要制备和测定双样,按 GB/T 10322.3 规定的方法由测定的极差平均值来确定制样和测定偏差。这样确定的制样和测定偏差和的一半,即 $\hat{\sigma}_{PM}^2/2$,从每个滞后间隔计算的 $V_E(t)$ 值中减去,求得“修正的”变量法 $V_C(t)$ 值,它只能提供取样偏差的信息。

滞后间隔有时以一个整数表示,是取样间隔 Δt 的倍数。于是变量法的 $V_C(K\Delta t)$,可以当作 V_K 。为确定变量法的值并使用它,取样间隔并不需要相同,因此,以时间或质量为单位表示滞后间隔是重要的,如果 Δt 可以改变,则变量法表示为连续滞后间隔的一个函数。

在大多数情况下,从范围很小的 K 值到至少两倍的份样间隔(见例 A4),发现变量法的值实际上近似于直线。因此,可以假定,

$$V_c(t) = V_0 + Bt \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中: V_0 ——修正变量法值的随机偏差;

B ——变量法的斜率(或倾斜度)。

估计取样偏差 $\hat{\sigma}_s^2$ 计算如下:

a) 系统取样:

$$\hat{\sigma}_s^2 = \frac{V_0}{n} + \frac{BT}{6n^2} \quad \dots\dots\dots(10)$$

b) 分层随机取样:

$$\hat{\sigma}_s^2 = \frac{V_0}{n} + \frac{BT}{3n^2} \quad \dots\dots\dots(11)$$

c) 随机取样:

$$\hat{\sigma}_s^2 = \frac{V_0}{n} + \frac{BT}{3n} \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中: T ——交货批的总吨数(定量取样),或进行取样期总的的时间间隔 $n\Delta t$ (定时取样)。

估计取样偏差依所选择的取样方案而定,随机取样精密度最差。如果没有周期性的品质波动时,系统取样比分层随机取样精密度更高。

6.2 简化的变量法

假定采用系统取样,符合于变量法头两点的一条直线(见例 A4)为:

$$V_0 = 2V_1 - V_2 \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$B = (V_2 - V_1)/\Delta t \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中: $V_1 = V_c(\Delta t)$ = 以滞后间隔 1 的变量法;

$V_2 = V_c(2\Delta t)$ = 以滞后间隔 2 的变量法。

正常情况下,通过 V_1 和 V_2 的直线斜率将为正值或零($B \geq 0$),因此从式(13)得到的 V_0 值应小于或等于 V_1 。但是,如果直线为负斜率($B < 0$),并且 $V_0 > V_1$ 则设 $V_0 = V_1$ 和 $B = 0$ 。

6.3 变量法与品质波动间的关系

用变量法确定的连续取样的取样间隔 Δt 代替 T/n ,系统取样的式(10)变为:

$$\hat{\sigma}_s^2 = \frac{V_0}{n} + \frac{B\Delta t}{6n} \quad \dots\dots\dots(15)$$

估计取样偏差 $\hat{\sigma}_s^2$ 和估计品质波动 $\hat{\sigma}_w^2$ 间的关系如下:

$$\hat{\sigma}_s^2 = \frac{\hat{\sigma}_w^2}{n} \quad \dots\dots\dots(16)$$

结合式(15)和(16)得出变量法估计的 $\hat{\sigma}_w^2$ 如下:

$$\hat{\sigma}_w^2 = V_0 + \frac{B\Delta t}{6} \quad \dots\dots\dots(17)$$

于是

$$\hat{\sigma}_w = \sqrt{V_0 + \frac{B\Delta t}{6}} \quad \dots\dots\dots(18)$$

式(18)可以计算任何取样间隔 Δt 的估计品质波动 $\hat{\sigma}_w$ 。而且用式(16)可以确定相应的取样精密度 $\hat{\sigma}_s$ 。注意,同第 5 章中的方法相反, $\hat{\sigma}_w$ 不是假定为一个常数,它的值随取样层的大小而定,即取决于 Δt 。

6.4 份样的个数

用 6.2 中的公式能确定任何取样间隔的取样精密度,而计算达到理想取样精密度所需要份样的个数却是不简单的,份样个数必须用如下逐步逼近法确定:

- 对计划的份样个数用式(18)计算 $\hat{\sigma}_w$;
- 用式(16)计算取样精密度 $\hat{\sigma}_s$;
- 将计算精密度与理想值比较;
- 增加或减少份样的个数,并重复上述的步骤,直至计算的取样精密度达到理想的值。

7 品质波动的分类

铁矿石品质波动应选定表 1 中规定的 3 个类别的 1 个,这是根据一系列调查得到的标准偏差实验确定的。

表 1 按选定的品质特性的标准偏差,品质波动 σ_w 的分类(绝对百分数值)

品质特性		品质波动的分类		
		大	中	小
铁含量		$\sigma_w \geq 2.0$	$2.0 > \sigma_w \geq 1.5$	$\sigma_w < 1.5$
二氧化硅含量		$\sigma_w \geq 1.5$	$1.5 > \sigma_w \geq 1.0$	$\sigma_w < 1.0$
三氧化二铝含量		$\sigma_w \geq 1.0$	$1.0 > \sigma_w \geq 0.5$	$\sigma_w < 0.5$
磷含量		$\sigma_w \geq 0.02$	$0.02 > \sigma_w \geq 0.01$	$\sigma_w < 0.01$
水分含量		$\sigma_w \geq 2.0$	$2.0 > \sigma_w \geq 1.5$	$\sigma_w < 1.5$
矿石粒度—200 mm	—10 mm 粒级平均 20%	$\sigma_w \geq 10$	$10 > \sigma_w \geq 7.5$	$\sigma_w < 7.5$
矿石粒度—50 mm				
矿石粒度—31.5 mm+6.3 mm	—6.3 mm 粒级平均 10%	$\sigma_w \geq 5$	$5 > \sigma_w \geq 3.75$	$\sigma_w < 3.75$
烧结料粒度	+6.3 mm 粒级平均 10%			
球团料粒度	—45 μ m 粒级平均 70%	$\sigma_w \geq 3$	$3 > \sigma_w \geq 2.25$	$\sigma_w < 2.25$
球团矿粒度	—6.3 mm 粒级平均 5%			

注:品质波动可能因一些因素的变化而改变,例如:

- a) 一个矿山矿体;
- b) 采矿方法;
- c) 选矿方法;
- d) 堆积和采取的方法;
- e) 装/卸的方法;
- f) 交货批的质量。

所以任何矿石的品质波动应经常校核以确定上述变化的影响。

附录 A
(提示的附录)
标准偏差计算示例

例 A1:13 个交货批的分层取样:1 个交货批=1 部分(见 5.4.1)

交货批项目 取样项目
铁矿石名称:_____ 份样质量:25 kg
铁矿石类型:(例如块矿)_____
品质波动的类型:“小”

交货批序号	交货批名称 (例如船名)	交货日期	交货批质量 t(湿重)	份样数目 n_i	组成每个交替副样的份样数目 $n_{10}=20/2=10$
1	_____	_____	3023	20	10
2	_____	_____	2998	20	10
3	_____	_____	2895	20	10
4	_____	_____	2824	20	10
5	_____	_____	2834	20	10
6	_____	_____	2825	20	10
7	_____	_____	2182	20	10
8	_____	_____	3040	20	10
9	_____	_____	2925	20	10
10	_____	_____	3028	20	10
11	_____	_____	2218	20	10
12	_____	_____	3056	20	10
13	_____	_____	3100	20	10

交货批序号	-10 mm(筛下部分),%				水分, %				Fe%			
	A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i	A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i	A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i
1	30.9	39.2	35.0	8.3	5.99	6.06	6.02	0.07	60.25	60.50	60.38	0.25
2	31.5	35.2	33.4	3.7	5.37	5.81	5.59	0.44	61.80	61.60	61.70	0.20
3	38.1	42.1	40.1	4.0	5.44	5.63	5.54	0.19	61.10	61.20	61.15	0.10
4	37.8	37.2	37.5	0.6	4.70	4.58	4.64	0.12	62.05	62.00	62.02	0.05
5	42.7	40.3	41.5	2.4	4.83	4.96	4.90	0.13	61.58	61.50	61.54	0.08
6	26.0	26.7	26.4	0.7	5.05	5.26	5.16	0.21	62.20	61.65	61.92	0.55
7	36.0	38.3	37.2	2.3	5.61	5.67	5.64	0.06	61.35	61.10	61.22	0.25
8	31.7	38.2	35.0	6.5	5.11	5.53	5.32	0.42	62.00	62.20	62.10	0.20
9	41.0	34.7	37.8	6.3	3.75	3.73	3.74	0.02	64.25	64.40	64.32	0.15
10	15.9	20.1	18.0	4.2	5.46	5.42	5.44	0.04	63.30	63.30	63.30	0.00
11	16.7	19.5	18.1	2.8	5.00	5.16	5.08	0.16	64.05	64.15	64.10	0.10
12	25.0	23.4	24.2	1.6	5.64	5.48	5.56	0.16	62.85	63.05	62.95	0.20
13	30.0	34.8	32.4	4.8	5.75	5.75	5.75	0.00	59.60	59.20	59.40	0.40
$\bar{X} = (1/13)\Sigma X_i$	32.0				5.26				62.01			
$\bar{R} = (1/13)\Sigma R_i$	3.71				0.155				0.195			
$\hat{\sigma}_w^2 = 10(\bar{R} \times 0.8862)^2$	107.962				0.1887				0.297			
$\hat{\sigma}_w$	10.4				0.43				0.55			

例 A2:1 个交货批的分层取样法(见 5.4.4)

交货批项目	取样项目
铁矿石名称: _____	份样质量: 150 kg
铁矿石类型: (例如块矿) _____	份样数目: 120
品质波动的类型: “大”	部分数: $n_0 = 10$
交货批名称: (例如船名)	组成副样的份样数: $n_{10} = 120 / (10 \times 2) = 6$
交货日期:	
交货批质量: 29874 t(湿重)	

部分序号	-10 mm(筛下部分), %				水分, %				Fe %			
	A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i	A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i	A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i
1	30.2	35.5	32.8	5.3	5.75	6.06	5.90	0.31	60.95	61.61	61.28	0.66
2	27.8	34.7	31.2	6.9	6.17	5.90	6.04	0.27	62.29	61.42	61.86	0.87
3	24.7	19.6	22.2	5.1	5.90	6.48	6.19	0.58	61.97	62.90	62.44	0.93
4	22.4	26.3	24.4	3.9	6.10	6.43	6.26	0.33	61.77	62.45	62.11	0.68
5	13.3	7.9	10.6	5.4	5.24	4.60	4.92	0.64	64.62	63.48	64.05	1.14
6	19.7	29.2	24.4	9.5	5.95	6.92	6.44	0.97	63.16	62.13	62.64	1.03
7	28.1	14.3	21.2	13.8	6.26	5.20	5.73	1.06	62.38	63.60	62.99	1.22
8	9.4	14.3	11.8	4.9	4.65	5.38	5.02	0.73	63.98	63.09	63.54	0.89
9	14.0	16.1	15.0	2.1	5.39	5.10	5.24	0.29	63.26	63.80	63.53	0.54
10	17.3	13.1	15.2	4.2	4.95	5.31	5.13	0.36	62.31	63.24	62.78	0.93
$\bar{X} = (1/10)\Sigma\bar{X}_i$	20.9				5.69				62.72			
$\bar{R} = (1/10)\Sigma R_i$	6.11				0.554				0.889			
$\hat{\sigma}_w^2 = 6(\bar{R} \times 0.8862)^2$	175.91				1.446				3.724			
$\hat{\sigma}_w$	13.3				1.2				1.93			

例 A3:4 个交货批的分层取样(见 5.4.3)

交货批项目
 铁矿石名称: _____
 铁矿石类型:(例如块矿) _____
 品质波动的类别:“中”

取样项目
 份样质量:5 kg
 1 个试验的部分数: $n_0=(3 \times 4)=12$
 组成副样的份样数目: $n_{10}=60/(3 \times 2)=10$
 每个交货批的部分数目: $n_{11}=3$

交货批序号	交货批名称 (例如船名)	交货日期	交货批质量 t(湿重)	份样数目 n_1
1	_____	_____	21459	60
2	_____	_____	20964	60
3	_____	_____	21400	60
4	_____	_____	20750	60

部分 序号	交货批 序号	-10 mm(筛下部分),%				水分, %				Fe%			
		A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i	A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i	A_i	B_i	\bar{X}_i	R_i
1	1	46.8	51.1	49.0	4.3	5.46	6.10	5.78	0.64	62.31	61.44	61.88	0.87
2		44.7	35.4	40.0	9.3	5.69	5.23	5.46	0.46	63.22	61.86	62.54	1.36
3		38.2	35.1	36.6	3.1	5.47	5.16	5.32	0.31	62.15	63.19	62.67	1.04
4	2	51.2	47.2	49.2	4.0	5.44	5.01	5.22	0.43	62.79	62.22	62.50	0.57
5		44.0	41.2	42.6	2.8	5.47	5.12	5.30	0.35	62.08	62.92	62.50	0.84
6		30.9	36.3	33.6	5.4	5.54	4.87	5.20	0.67	63.22	62.57	62.90	0.65
7	3	42.4	38.9	40.6	3.5	5.62	5.42	5.52	0.20	64.42	63.28	63.85	1.14
8		33.7	37.3	35.5	3.6	5.23	5.07	5.15	0.16	63.14	64.01	63.58	0.87
9		25.3	30.7	28.0	5.4	5.01	5.33	5.17	0.32	64.94	63.98	64.46	0.96
10	4	44.5	42.4	43.4	2.1	4.49	4.33	4.41	0.16	64.30	63.56	63.93	0.74
11		37.9	33.2	35.6	4.7	4.34	4.58	4.46	0.24	64.33	65.65	64.99	1.32
12		25.9	32.2	29.0	6.3	4.85	4.38	4.62	0.47	64.12	65.25	64.68	1.13
$\bar{X}_1=(1/3)\Sigma\bar{X}_{1i}$		41.9				5.52				62.37			
$\bar{X}_2=(1/3)\Sigma\bar{X}_{2i}$		41.8				5.24				62.63			
$\bar{X}_3=(1/3)\Sigma\bar{X}_{3i}$		34.7				5.28				63.96			
$\bar{X}_4=(1/3)\Sigma\bar{X}_{4i}$		36.0				4.50				64.53			
$\bar{R}=(1/12)\Sigma R_i$		4.54				0.368				0.958			
$\sigma_w^2=10(\bar{R} \times 0.8862)^2$		161.873				1.064				7.208			
$\hat{\sigma}_w$		12.7				1.03				2.6			

注: 符号 X_1, X_2, \dots 分别表示交货批序号 1, 2, …

例 A4:由简化的变量法评估品质波动

交货批项目

铁矿石名称: _____

铁矿石类型:(例如块矿) _____

品质波动的类别:“小”

交货批名称:(例如船名) _____

交货日期: _____

交货批质量:40×2 800=112 000 t(湿的)

取样项目

份样质量:500 kg

份样数目:40

系统定量取样,以 2 800 t 为间隔

每个份样分成 2 部分,单独制备成 A_i 和 B_i 并分析

测定特性:全铁含量(%Fe)

份样	Fe%				份样	Fe%			
	A _i	B _i	\bar{X}_i	R _i		A _i	B _i	\bar{X}_i	R _i
1	65.22	64.79	65.01	0.43	21	65.22	65.35	65.29	0.13
2	64.57	64.84	64.71	0.27	22	64.98	64.96	64.97	0.02
3	65.41	65.52	65.47	0.11	23	64.47	64.82	64.65	0.35
4	65.76	65.26	65.51	0.50	24	65.31	65.08	65.20	0.23
5	65.41	65.49	65.49	0.08	25	64.83	64.94	64.89	0.11
6	64.99	65.06	65.03	0.07	26	65.15	65.06	65.11	0.09
7	65.41	65.23	65.32	0.18	27	65.14	65.14	65.14	0.00
8	64.85	64.97	64.91	0.12	28	65.15	64.68	64.92	0.47
9	65.72	65.83	65.78	0.11	29	64.86	64.94	64.90	0.08
10	65.56	65.66	65.61	0.10	30	65.23	65.23	65.23	0.00
11	65.87	65.29	65.58	0.58	31	65.14	65.43	65.29	0.29
12	66.17	65.98	66.08	0.19	32	65.10	65.23	65.17	0.13
13	65.70	65.22	65.46	0.48	33	65.00	65.04	65.02	0.04
14	65.08	64.97	65.03	0.11	34	65.16	65.08	65.12	0.08
15	64.16	64.19	64.18	0.03	35	64.76	64.84	64.80	0.08
16	64.61	64.55	64.58	0.06	36	65.18	65.14	65.16	0.04
17	65.36	65.11	65.24	0.25	37	65.20	65.18	65.19	0.02
18	65.20	64.96	65.08	0.24	38	65.14	65.07	65.11	0.07
19	65.22	65.35	65.29	0.13	39	65.07	64.80	64.94	0.27
20	65.16	65.16	65.16	0.00	40	65.14	65.35	65.25	0.21
$\bar{R} = (1/40)\sum R_i$									0.168 7
$\sigma_{PM}^2/2 = (R \times 0.886 2)^2/2$									0.011

式(8)用来计算变量法实验示例中的两次测定平均值。例如,总共有 39 项,相当于以 2 800 t 为间隔分成 39 对份样,以滞后间隔 1($\Delta t=2\ 800\ t$)的变量法实验的值是:

$$\begin{aligned} V_E(\Delta t) &= \frac{\sum_{i=1}^{39} (\bar{X}_{i+1} - \bar{X}_i)^2}{(2 \times 39)} \\ &= [(64.71 - 65.01)^2 + (65.47 - 64.71)^2 + (65.51 - 65.47)^2 + \dots \\ &\quad + (65.25 - 64.94)^2] / (2 \times 39) \\ &= 0.068\ 6 \end{aligned}$$

制样和测定偏差是由分析 A_i 和 B_i 双样间的差用 GB/T 10322.4 规定的方法确定的。在本例中,制样和测定偏差的一半为 0.011 2。因此,滞后间隔 1 的修正变量法的值为:

$$V_1 = V_c(\Delta t) = V_E(\Delta t) - 0.011\ 2 = 0.068\ 6 - 0.011\ 2 = 0.057\ 4$$

同样,滞后间隔 2(5 600 t)有 38 对样品,滞后间隔 2 的实验变量法的值是:

$$\begin{aligned} V_E(\Delta t) &= \frac{\sum_{i=1}^{38} (\bar{X}_{i+1} - \bar{X}_i)^2}{(2 \times 38)} \\ &= [(65.47 - 65.01)^2 + (65.51 - 64.71)^2 + (65.45 - 65.47)^2 + \dots \\ &\quad + (65.25 - 65.11)^2] / (2 \times 38) \\ &= 0.102\ 1 \end{aligned}$$

滞后间隔 2 的修正变量法的值是

$$V_2 = V_c(2\Delta t) = V_E(2\Delta t) - 0.011\ 2 = 0.102\ 1 - 0.011\ 2 = 0.090\ 9$$

同样可以计算滞后间隔 3、4...的修正变量法。头 10 个滞后间隔的修正值如表(A1)并绘于图 A1。

表 A1

滞后	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_c	0.057 4	0.090 9	0.122 2	0.130 3	0.120 0	0.113 1	0.087 0	0.091 3	0.101 0	0.121 3

现在可按 6.2 用变量法的值去确定品质波动。

截距 V_0 是以通过 V_2 和 V_1 的直线外推到零滞后间隔的轴来计算,如图 A1 所示。

用式(13):

$$\begin{aligned} V_0 &= 2V_1 - V_2 \\ &= 2(0.057\ 4) - 0.090\ 9 = 0.023\ 9 \end{aligned}$$

斜率 B 用式(14)计算如下:

$$\begin{aligned} B &= (V_2 - V_1) / \Delta t \\ &= (0.090\ 9 - 0.057\ 4) / 2\ 800 = 1.20 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

对系统取样,估计品质波动 σ_w 用式(18)计算如下:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_w^2 &= V_0 + B\Delta t / 6 \\ &= 0.023\ 9 + 1.2 \times 10^{-5} \times 2\ 800 / 6 \\ &= 0.029\ 5 \end{aligned}$$

因此, $\hat{\sigma}_w = 0.17\% \text{Fe}$ 。

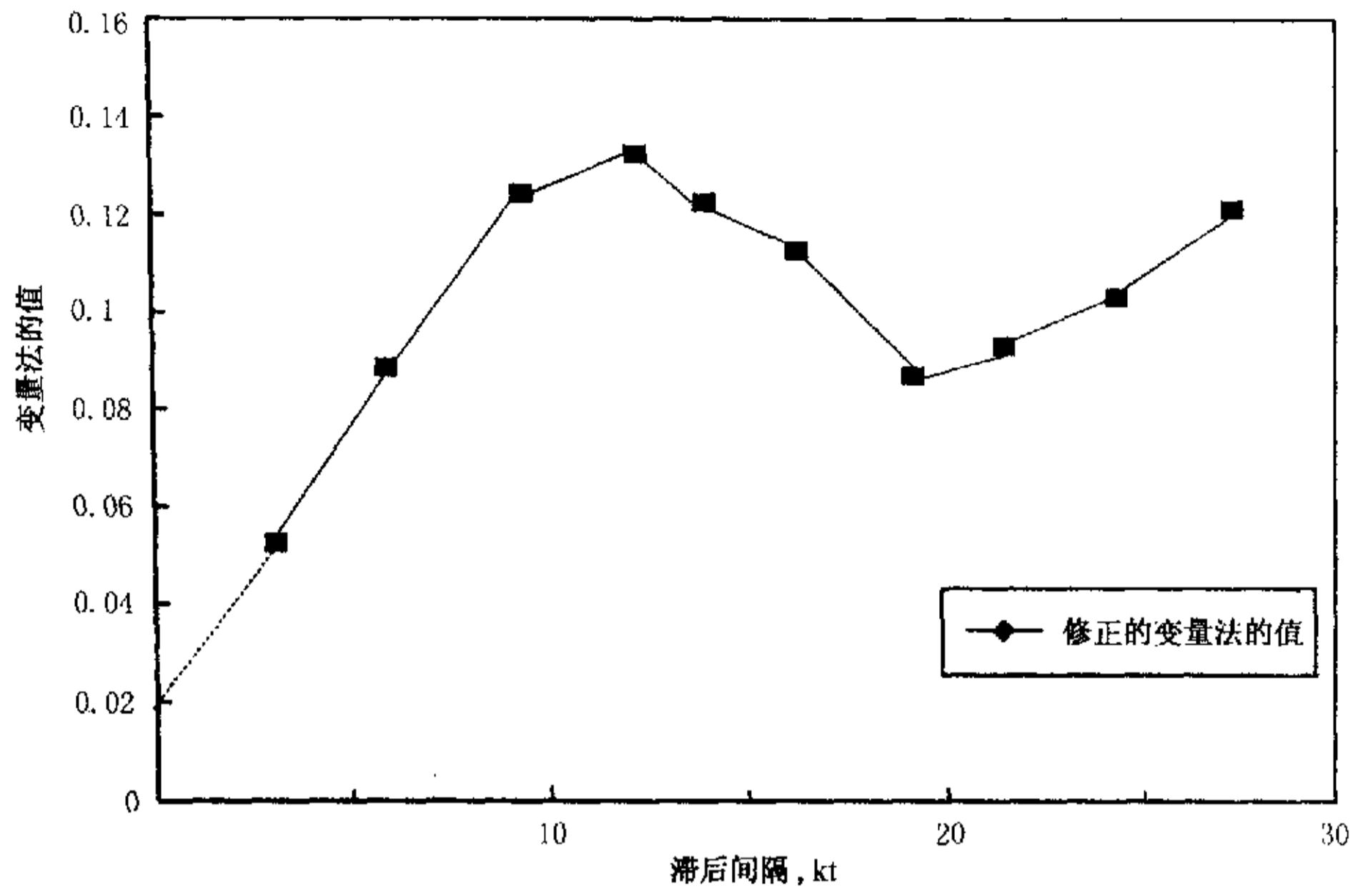


图 A1 用零滞后间隔推求修正的变量法的值