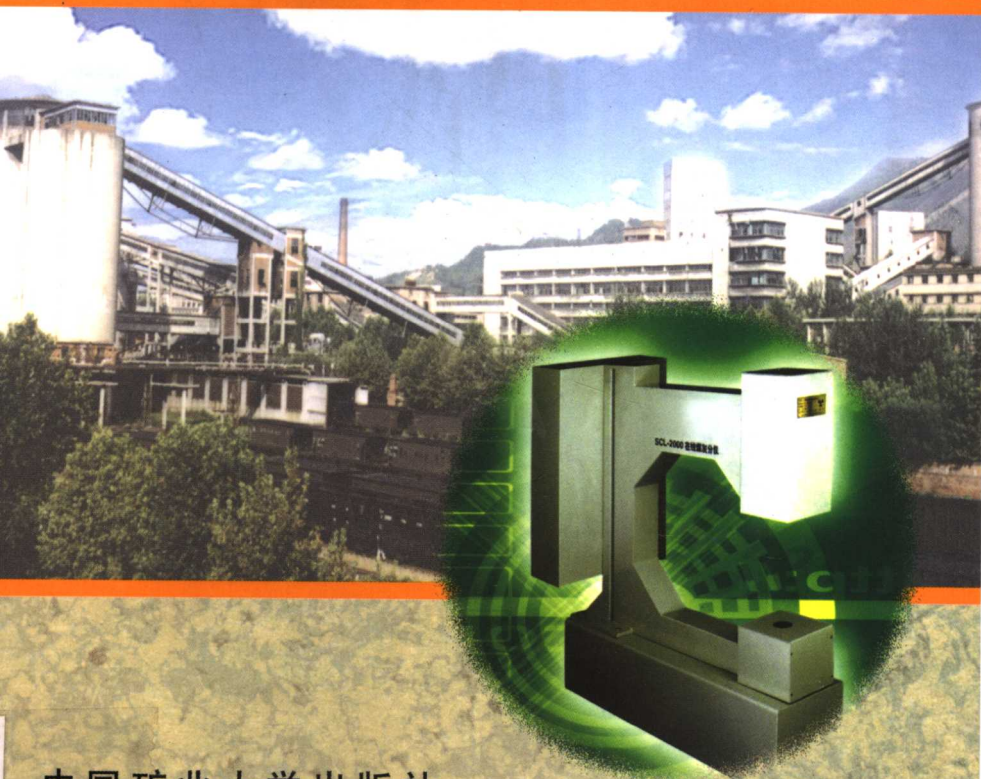


XUANMEICHANG MEIZHI FENXI YU JISHU JIANCHA

选煤实用技术丛书

选煤厂煤质分析与技术检查

中国煤炭加工利用协会组织编写



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

内容提要

本书是以煤样采取、煤样制备、煤样试验与测定、煤质分析等方面国家标准和煤炭行业标准为基础,阐述选煤厂技术检查中涉及的一些基本概念、基本操作方法和操作中应注意的问题。介绍选煤生产过程中应进行的试验和分析的项目内容,以达到全过程检测和控制选煤生产质量的目的。同时介绍选煤厂技术检查数据整理及报表填写,以便对选煤工艺过程作出分析和评定。

本书适用于选煤厂工程技术人员和从事技术检查工作的技术工人阅读,对选煤厂技术检查工作有较强的指导作用,可提高技术检查人员生产操作技术素质。也可以作为中等和高等学校选煤或矿物加工专业学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

选煤厂煤质分析与技术检查/竺清筑,石彩祥编著.

—徐州:中国矿业大学出版社,2004.3

ISBN 7 - 81070 - 858 - 9

I. 选... II. ①竺... ②石... III. ①选煤厂—煤
质—分析②选煤厂—煤质—检查 IV. TQ533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 010344 号

书 名 选煤厂煤质分析与技术检查

编 著 竺清筑 石彩祥

责任编辑 褚建萍

责任校对 周俊平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 印张 12.5 插页 7 字数 335 千字

版次印次 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1~2000 册

定 价 32.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《选煤实用技术》丛书编委会

主 编 吴式瑜

副主编 叶大武 解京选 李文林

编 委 (按姓氏笔画排序)

邓晓阳 叶大武 匡亚莉 李文林

吴大为 吴式瑜 陈 迹 张明旭

周少雷 欧泽深 竺清筑 谢广元

路迈西 解京选

丛 书 前 言

能源是国民经济发展和人类赖以生存的物质基础。煤炭是我国的主要能源,其生产量和消费量一直占能源的70%左右。

我国煤炭资源丰富,品种齐全。到20世纪末,煤炭的探明储量有1万亿吨,其中已利用储量中尚有可采储量800多亿吨;我国的石油、天然气资源相对不足,其储量只可供开采几十年;水力资源虽然丰富,但集中在西南地区,而且开发利用需要的投资很大;核能、太阳能、风能、生物能的开发利用则刚刚起步。所以,未来几十年内,煤炭仍是我国最可靠的能源,煤炭的基础能源地位不会改变。

我国是煤炭的生产和消费大国,每年生产和消费煤炭都在十几亿吨以上。大量生产和消费煤炭,无论对区域环境,还是对全球气候都造成很大影响。为此,国家鼓励和提倡发展洁净煤技术。

选煤是洁净煤技术的基础,也是煤炭深加工(制水煤浆、焦化、气化、液化)和洁净、高效利用的前提。选煤可以除去原煤中的大部分矿物杂质,提高煤炭质量,并把它分成不同等级,为用户合理利用创造条件。国家鼓励发展煤炭洗选加工,原煤入洗量不断提高,从1949年的几十万吨发展到2003年的5亿多吨。

但是我国煤炭洗选加工相对落后,原煤入洗率尚不足30%,商品煤质量较差,因此煤炭利用率低,燃煤引起的污染严重。为了合理利用煤炭资源,提高利用效率,降低铁路运输量,减少燃煤对大气的污染,有必要大力发展煤炭洗选加工。

近几年来,我国选煤工业迅猛发展,选煤厂数量增加,选煤技

术进步速度加快,目前的选煤技术人员已满足不了发展的需要,为了培养大批选煤工程技术及管理人员,提高选煤技术人员的素质,由中国煤炭加工利用协会和中国矿业大学出版社共同组织国内一批有实践经验的专家、学者及高级工程技术人员,编写了这套《选煤实用技术》丛书。本丛书书名如下:

- 1.《跳汰选煤技术》
- 2.《重介质选煤技术》
- 3.《浮游选煤技术》
- 4.《选煤厂产品脱水》
- 5.《选煤厂煤泥水处理》
- 6.《选煤厂破碎与筛分》
- 7.《选煤厂机械设备安装使用与维护》
- 8.《选煤厂电气设备安装使用与维护》
- 9.《选煤厂管道、阀门与泵的安装使用与维护》
- 10.《选煤厂煤质分析与技术检查》
- 11.《选煤厂计算机应用》
- 12.《选煤厂技术经济管理》

本丛书主编吴式瑜,副主编叶大武、解京选、李文林。

本丛书可作为选煤厂技术、管理干部和专业技术工人的培训教材,也可作为大专院校选煤专业学生的学习参考书。

本丛书由多位作者编写,写作风格各有不同,且由于时间仓促、涉及内容广泛,错误和缺点在所难免,望读者批评指正。

目 录	
第一章 煤样的采取与制备	1
第一节 概述.....	1
第二节 商品煤样的采取.....	6
第三节 选煤厂生产检查煤样的采取	18
第四节 矿井生产煤样的采取	24
第五节 煤层煤样的采取	27
第六节 煤样的制备	36
第七节 商品煤质量抽查和验收方法	54
第二章 煤的加工工艺性质试验方法	63
第一节 选煤试验方法的一般规定	63
第二节 煤炭筛分试验方法	68
第三节 煤粉筛分试验方法	74
第四节 煤炭浮沉试验方法	77
第五节 煤粉浮沉试验方法	84
第六节 煤炭快速浮沉试验方法	89
第七节 煤的抗碎强度、堆密度和磁性物含量 的测定	91
第八节 煤和矸石的泥化试验	96
第九节 商品煤含矸率和块煤限下率的测定.....	105
第十节 分步释放浮选试验.....	106
第三章 煤质分析试验方法	118
第一节 煤质分析的一般规定.....	118
第二节 煤的水分及其测定.....	127

第三节	煤中灰分的测定·····	138
第四节	煤的挥发分测定、固定碳含量的计算 和工业分析仪·····	145
第五节	煤中全硫的测定·····	151
第六节	煤的发热量测定·····	172
第七节	煤的真相对密度测定·····	202
第八节	γ 辐射煤灰分仪 ·····	206
第四章	选煤厂的计量·····	217
第一节	原煤和产品(或产物)数量检查·····	217
第二节	选煤厂计量器具·····	221
第三节	煤泥水参数的测定·····	235
第五章	选煤厂技术检查·····	247
第一节	选煤厂生产检查·····	247
第二节	设备工艺效果评定方法·····	257
第三节	选煤厂工艺流程检查·····	311
第四节	技术检查计划的制定·····	316
第五节	技术检查资料的整理和计算·····	319
附录一	有关标准名称及代号·····	324
附录二	中国煤炭分类·····	326
附录三	煤炭产品品种和等级划分·····	335
附录四	《选煤厂安全规程》(节选)·····	343
附录五	《选煤厂工人技术操作规程》(试行)(节选)·····	347
附录六	《工人技术等级标准》(节选)·····	384
	主要参考文献·····	390

第一章 煤样的采取与制备

煤种、煤的物理及化学性质是决定其用途、加工方法和工艺的重要依据。因为煤是大宗物质,在检测它的性质时,不可能采用破坏性的试验和测定,只能根据不同的目的和要求从大批(或一批)煤中取出有代表性的一小部分进行检测,这种按有关规程采取一小部分煤的过程称之煤样的采取,简称采样。例如,为检测煤层贮存和矿井生产情况而采取的煤样称之煤层煤样、生产煤样等。在选煤厂要采生产检查煤样,及时了解生产状况,指导生产;成品装车销售,要采商品煤样,以确定该批煤的产品质量和价格。用于不同检测目的的煤样其质量是不同的,少则几公斤、几十公斤,多则几吨,甚至 10 吨,而化验所用煤样,只需几十克或几千克,并且有一定的粒度要求,因此还需将采来的煤样制备成供分析用的煤样。

第一节 概 述

一、有关术语

(1) 煤样:为确定煤种、性质以及某些特性而从煤流或煤堆中采取的具有代表性的一部分煤。

(2) 采样单元:从一批煤中采取一个总样的煤量。一批煤可以有一个或多个采样单元。

(3) 分样:由若干个子样构成,代表整个采样单元的一部分的煤样。

(4) 总样:从一个采样单元取出的全部子样合并成的煤样。

(5) 子样:采样器具操作一次或截取一次煤流全断面所采取

的一份煤样。

(6) 批:需要进行整体性质测定的一个独立煤量。

(7) 标称最大粒度:与筛上物累计质量百分率最接近(但不大于)5%的筛子相应的筛孔尺寸。

(8) 系统采样:按相同的时间、空间或质量间隔采取子样,但第一个子样在第一间隔内随机采取,其余子样按选定的间隔采取。

(9) 随机采样:对采样的部位或时间均不施加任何人为意志,能使任何部位的物料都有机会采出。

(10) 时间基采样:整个采样单元按相同的时间间隔采取子样。

(11) 质量基采样:整个采样单元按相同的质量间隔采取子样。

(12) 多份采样:从一个采样单元取出若干份子样依次轮流放入各容器中。每个容器中的煤样构成一份质量接近的煤样,每份煤样能代表整个采样单元的煤质。

二、煤的不均匀性

由于成煤生物量、成煤条件和地壳变迁的情况不同,不同煤田煤的化学组成和物理特性不尽相同。即使是同一煤田同一矿井的不同煤层之间,其化学组成和物理特性有时差别也很大。这种在煤组成中的不均匀性是因为:

(1) 按粒度的分聚作用破坏了煤的均匀性。煤是由大小不同粒度级别组成的,运动时,自然形成一个不均匀体。例如从煤仓往火车上装煤时,块煤会多聚集到车体的四周,小粒度煤则多落在中心。

(2) 按密度不同的自然偏析现象破坏了煤的均匀性。密度低的煤集中在上部,密度高的煤集中在下部,形成煤密度组成的不均匀体。

(3) 按破碎时煤的坚固性的分聚作用破坏了煤的均匀性,使

小块煤和大块煤具有不同的成分。

煤的不均匀程度取决于存在偏析程度、粒度范围和煤是否经过精选加工,其不均匀性随煤中游离灰分的增加而变大。由于游离灰分很难测定,一般以煤的总灰分代替游离灰分,即煤的不均匀性与灰分含量成正比,灰分含量愈高,愈不均匀。

通常用单个子样的方差来表示煤的不均匀程度。方差大,表示煤灰分波动范围大,不均匀;方差小,表示煤灰分波动范围小,较均匀。

单个子样的方差是这样确定的:从一批煤的不同部位采取几十个子样,每个子样分别制样和测定其干基灰分,按式(1-1)计算单个子样的方差 S^2 ,即

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (1-1)$$

式中 x_i ——每个子样的干基灰分;

$\bar{x}$ —— n 个子样干基灰分的平均值;

n ——子样数目。

三、采样

采样是指从特定量的煤中取出一部分有代表性的总样,以供确定该特定量煤的质量的过程。所采总样在数量上很小,但在物理和化学性质上却能代表该特定量的煤。由于煤是不均匀物料,要取到在质量上同这批特定煤量绝对相同的煤样是不可能的,只能做到性质不系统偏向一方,而且在一定范围内,即必须尽可能地接近特定量的全部煤的平均质量,才能以这一小部分煤的分析试验结果来代表这一特定量煤的平均性质。

煤样的代表性取决于组成平均煤样的子样数目、子样质量和采样位置及方法等。

四、采样精密度

采样精密度是指按标准进行采样,在 95% 概率的情况下,所采煤样与被采煤样的真实质量之间的误差界限。不超过规定界限,所采的煤样就有代表性。在实践中,被采煤样的真实质量是无法知道的,只能用无系统偏差情况下的多次测定值的平均值来代替真值。

采样精密度通常用灰分 A_d 的百分含量表示。如采样精密度为 $\pm 1\%$, 意义是经过采样、制样和化验所得的灰分值与被采煤的灰分之间的差值有 95% 的几率不超过 $\pm 1\%$ 。若精煤灰分为 10%, 采样精密度为 $\pm 1\%$, 按规定采 100 个总样中, 有 95 个总样灰分值会在 9.00%~11.00% 范围内, 而且大部分接近 10%, 灰分低于 9.00% 和高于 11.00% 的数目各占 2.5% 左右。即单独一次采样所得灰分值有 95% 的几率在 9.00%~11.00% 之间。

不论用灰分, 还是用其他试验结果(如发热量)作为精密度的指标, 要求的都是最终化验结果的总误差的界限。总误差是由采样、制样和化验三者误差构成的。大量试验证明, 以方差表示误差, 采样给最终结果带来的误差高达 80%, 制样约占 16%, 化验只占 4%。由于制样、化验误差容易控制, 因此应尽可能地提高制样和化验的精密度, 给采样留有余地。

五、保证煤样的代表性

保证煤样有代表性, 主要是子样数目、子样质量、采样方法、采样点及采样工具。

1. 子样数目

试验用煤样是由多份子样合并而成的。显然, 子样数目越多, 总样的代表性就越好, 反之, 代表性就越差。子样数目取决于煤的均匀程度和所要求的采样精密度, 同时随产品的需要而决定。例如, 对矸石和精煤, 矸石的采样精密度就可以比精煤要求低一些, 也就是说矸石的允许误差可以大一些。

煤的均匀程度不同,也决定子样的数目,例如,灰分高的原煤比灰分低的原煤常需要采取更多子样;洗中煤灰分虽与某些原煤灰分差不多,但洗中煤中已除去大部分矸石,均匀程度比原煤高,所以在相同采样精密度下,洗中煤所采的子样数目就可比相应灰分的原煤少;细粒的浮选精煤比粗粒脱水后精煤分布均匀,前者所采子样数目就要比后者少。

子样的最小数目 n 可根据下式确定

$$n = \left(t_a \frac{S}{A} \right)^2 \quad (1-2)$$

式中 t_a ——根据要求的可靠程度,查数理统计 t 分布表得,通常概率为 95% 时, t_a 为 1.96;

S ——单个子样的标准差;

A ——采样精密度。

从式(1-2)中可以看出,子样数目随着煤的不均匀程度方差 S^2 增加而增加,随所要求采样精密度 A 的提高而减少。

2. 子样质量

子样质量要保证煤样不发生系统偏差。考虑到煤的粒度对煤样代表性的影响,当要求采样精密度相同时,原煤比产品的子样质量要大,粗粒比细粒的子样质量要大。对相同的煤,子样质量越大,煤样的代表性就越好,但子样质量太大也没有必要。试验表明,子样质量达到一定值后,即使再增加也不会提高采样精密度,反而会给制样带来困难。因此,子样质量通常是固定的(参见商品煤采样子样最小质量)。

3. 采样点选择和子样点的布置

采样点应选择在煤的粒度、密度分布比较均匀的连续流动状态和比较安全的地点。如胶带输送机、溜槽、斗子提升机的机头、矿浆出口处等空间的煤流中。避免在斗子、煤堆等静止状态下采样。煤泥水样应尽量在垂直管道中截取。

子样点应采用均匀布点的原则以提高采样精密度。在煤流中采样时,各个子样的间隔时间或间隔质量要一致,但第一个子样应是随机的;在火车顶部采样时,应按标准规定的点位采取且各车采样的子样数目相同;在煤堆上采样时,应根据煤堆的具体形状均匀布点且符合有关标准规定。

4. 子样的采取方法和采样工具

除大粒度、大子样数量的煤样外,一般应以采样工具动作一次采的煤样作为一个子样。采样时,应以均匀速度横截煤流或水流的全断面。如果煤流量大,可分左右2次或左中右3次截取合并为一个子样,但不得交错重复,避免煤样溅溢损失。对陈旧煤堆采样时,应剥去一定厚度的表层。

采样工具或采样机械的采样部件其长和宽一般应为粒度上限的2.5~3倍,以保证所采子样的粒度组成和周围煤相近,防止漏采或少采大块。

为了使煤样有代表性,减少人为因素的干扰,应尽量采用经权威部门鉴定采样无系统偏差且精密度达到要求的采样工具或自动采样机。

第二节 商品煤样的采取

商品煤样是代表商品煤平均性质的煤样。商品煤样可以从煤流中、火车、汽车、船上和煤堆上采取。商品煤样的化验结果作为供需双方结算的依据。

一、采样工具

1. 采样铲

用以从煤流中和静止的煤中采样。铲的长和宽均应不小于被采煤样最大粒度的2.5~3倍,对最大粒度 $>150\text{ mm}$ 的煤可用长 $\times$ 宽为 $300\text{ mm}\times 250\text{ mm}$ 的铲。

2. 接斗

用以在落煤流处截取子样。斗的开口尺寸至少应为被采煤样最大粒度的 2.5~3 倍,其容量应能容纳输送机最大运量时煤流全断面的全部煤量。

3. 人工或机械采样器

凡满足以下全部条件的,人工或机械采样器都可应用。

- 采样器开口尺寸为被采煤样最大粒度的 2.5~3 倍;
- 能在标准规定采样点上采样;
- 采取的子样量能满足标准要求,采样时煤样不损失;
- 性能可靠,不发生影响采样和煤炭正常生产和运输的故障;
- 经权威部门鉴定采样无系统偏差,采样精密度达到标准要求。

二、采样基本原则

1. 采样单元

精煤和特种工业用煤,按品种、分用户以 1000 t (± 100 t,下同)为一采样单元;其他煤按品种、不分用户以 1000 t 为一采样单元;进出口煤按品种、分国别以交货量或一天的实际运量为一采样单元,运量超过 1000 t 或不足 1000 t 时,以实际运量为一采样单元。

2. 采样精密度

各种煤的采样精密度规定见表 1-1 所示。

表 1-1 采样精密度

品 种	原煤、筛选煤		精煤	其他洗煤 (包括中煤)
	干基灰分 $\leq 20\%$	干基灰分 $> 20\%$		
采样精密度 A(绝对值)	$\pm 1/10 \times$ 灰分 但不小于 $\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1.5\%$

3. 子样数目

(1) 1000 t 各种煤应采取的最少子样数目规定见表 1-2 所示。

表 1-2 1000 t 最少子样数目

品 种	干 基 灰 分 / %	采 样 地 点				
		煤 流	火 车	汽 车	船 舶	煤 堆
原煤、筛选煤	>20%	60	60	60	60	60
	≤20%	30	60	60	60	60
精 煤		15	20	20	20	20
其他洗煤和粒度大于 100 mm 块煤		20	20	20	20	20

(2) 煤量超过 1000 t 的子样数目 N 按式(1-3)计算,即

$$N = n \sqrt{\frac{m}{1000}} \quad (1-3)$$

式中 N ——实际应采子样数目,个;

n ——1000 t 煤按规定的子样数目,个;

m ——实际被采样煤量,t。

(3) 煤量少于 1000 t 时,子样数目应按表 1-2 规定数目按比例递减,但最少不能少于表 1-3 规定的数目。

表 1-3 煤量少于 1000 t 最少子样数目

干基灰分/%		采样地点				
品 种		煤流	火车	汽车	船舶	煤堆
原煤、筛选煤	>20%	表 1-2 规定数 目的 1/3	18	18	表 1-2 规定数 目的 1/2	表 1-2 规定数 目的 1/2
	≤20%		6	6		
精 煤				6		
其他洗煤和粒度大于 100 mm 块煤			6	6		

4. 子样质量

每个子样的最小质量根据商品煤标称最大粒度,按表 1-4 规定确定。

表 1-4 子样质量

最大粒度/mm	<25	<50	<100	>100
子样最小质量/kg	1	2	4	5

确定原煤最大粒度的方法是:

(1) 对 1000 t 原煤,不论车皮容量大小,在每节车皮的同一方向的对角线上按 5 点循环采取 1 个质量不少于 30 kg 的子样,每个车皮上的始末两点距车角 1 m。

(2) 合并全部子样为一个筛分总样,并称出质量(精确到 0.5 kg)。

(3) 依次从大到小过 150 mm、100 mm、50 mm、25 mm 的筛子,称出各级筛上物的质量(精确到 0.5 kg),计算出各级筛上物占煤样总质量的百分数。

(4) 取筛上物产率最接近 5%但不超过 5%的那个筛孔的尺寸作为原煤的最大粒度。并以此粒度按表 1-4 确定原煤的子样质量。

三、煤流中采样

(1) 在移动煤流中采样时,按时间基采样或质量基采样。子样时间间隔 T 和质量间隔 m 分别按式(1-4)、式(1-5)计算。子样数目和子样质量分别按表 1-2、表 1-3、表 1-4 规定确定。

$$T \leq \frac{60 Q}{Gn} \quad (1-4)$$

$$m \leq \frac{Q}{n} \quad (1-5)$$

式中 T ——子样时间间隔, min;

m ——子样质量间隔, t;

Q ——采样单元, t;

G ——煤流量, t/h;

n ——子样数目。

(2) 在移动煤流落点采样时, 可根据煤的流量, 以 1 次或分 2~3 次用接斗或铲横截取煤流的全断面为 1 个子样。分 2~3 次截取时, 按左右或左中右的顺序进行, 采样部位不得交错重复。用铲取样时, 铲子只能在煤流中穿过 1 次, 即在进入或撤出煤流时取样, 不能进出都取样。

(3) 在移动煤流上用人工铲取煤样时, 胶带运输机的移动速度一般不能超过 1.5 m/s, 并且要设防护栏保证安全。

四、火车顶部采样

1. 子样数目和子样质量

子样数目和子样质量分别按表 1-2、表 1-3、表 1-4 规定确定。原煤和筛选煤每车不论车皮容量大小至少采取 3 个子样; 精煤、其他产品煤和粒度大于 100 mm 的块煤每车至少取 1 个子样。

2. 子样点布置

原煤和筛选煤子样点布置按图 1-1 所示, 每车沿斜线采 3 个子样。1、3 子样距车角 1 m, 第 2 个子样位于对角线中央。各车对角线方向一致。

精煤、其他产品煤和粒度大于 100 mm 的块煤子样点布置按图 1-2 所示, 按 5 点循环方式每车采 1 个子样。5 个子样点布置在

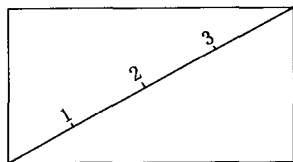


图 1-1 斜线 3 点布置

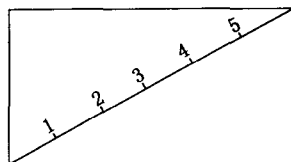


图 1-2 斜线 5 点布置