

发 力 火
输 厂 电
统 系 煤

〔苏联〕M·Д·卡尔托史金 著

景 耕 强 译

中 国 工 业 出 版 社

34
5

火力发电厂输煤系统

〔苏联〕M·Д·卡尔托史金 著

景 耕 强 译

中国工业出版社

本书介绍了发电厂输煤系统中所用的现代化提升运输机械、破碎机械以及辅助机械，列举了若干大型区域发电厂和工业发电厂的输煤系统和破碎装置的布置方式，探讨了输煤设备的自动化问题、工作间的除尘和机械化清扫问题。

本书供从事发电厂输煤系统设计、安装和运行的工程技术人员阅读，也可作为动力学院和动力学校的教学参考书。

本书翻译过程中，华北电力设计院输煤设计专业王永康等同志给予了許多帮助，周相清等同志校阅了部分译稿。

М.Д. Картошкин

ТОПЛИВОПОДАЧА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ—1961

* * *

火力发电厂输煤系统

景耕强译

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ ·印张 $14\frac{3}{4}$ ·插页1·字数341,000

1964年12月北京第一版·1964年12月北京第一次印刷

印数0001—2,640·定价（科六）1.90元

*

统一书号：15165·3320（水电-447）

序 言

現代大型发电厂每昼夜要燃用1~2万吨左右的天然固体燃料，这么多燃料必須及时卸車、破碎并且不断地輸送到鍋炉炉膛去。因此，合理地設計燃料輸送系統的問題，选择适合于当地条件和預定煤种的系統布置方式和設備的問題，以及提高現有設備和新裝設備的利用率的問題，都有着很大的意义。

近年来，不断生产出一些新的燃料輸送設備：具有高强度輸送帶的大輸送量輸送机，大型破碎机，翻車机和很多輔助机械。由于机械制造技术水平的提高，已有可能在电力工业中广泛推行燃料輸送机械的自动化和远方控制，而这正是大大提高劳动生产率的最有效的方法之一。

苏联在战后年代里，在燃料輸送系統的設計和运行方面，积累了若干經驗。作者以长期参加輸煤系統安裝和設計工作的經驗为基础，总結了現有的一些材料，提供給从事輸煤系統設計和运行的工作人员参考。

本书内容包括：苏联工业部門所生产的現代化設備主件的介紹及其主要参数的技术計算；輸煤設備(包括机械化卸煤設備)合理的系統和布置方式；在運輸和破碎燃料总系統中运行着的全套机械的自动化和集中控制的資料；工作設備的吸尘裝置方面的資料以及使工作間的清扫机械化的資料。

在編写本书时曾經利用了“火力发电厂設計院”、“工业动力設計院”、“全苏起重運輸机械制造科学研究所”、“国营区域电站和电网管理总局”、“全苏热工研究所”、“国立煤炭工业自动化設計院”、“国立焦化工业設計院”等单位以及有关的制造厂和发电厂的一些材料。

作者将以感激的心情接受关于本书内容和叙述方式的所有意見和建議，这些意見和建議請函寄：Москва, Ж-114, Шлюзовая набережная, д.10, Госэнергопат.

作 者

統一書號:
15165·3320(水电-447)

定 价: 1.90 元

目 录

序言

第一章 发电厂的燃料设施	1
第一节 往发电厂运送燃料的方式	1
第二节 发电厂燃料设施的工艺系统和组成部分	2
第二章 燃料的基本特性和物理性能	7
第三章 受卸装置	22
第一节 受卸装置的类型	22
第二节 受卸装置中的小型机械化	34
第三节 受卸装置类型的选择	36
第四章 输煤系统的运输机械	38
第一节 胶带输送机	39
第二节 钢带输送机	85
第三节 钢索-胶带输送机	89
第四节 板式输送机	91
第五节 刮板输送机	95
第六节 螺旋输送机(绞筒)	98
第七节 斗式提升机	101
第五章 碎煤装置	109
第一节 破碎机	109
第二节 筛子	126
第三节 碎煤装置	137
第六章 输煤系统的辅助机械	142
第一节 给煤机	142
第二节 电磁分离器	152
第三节 碎片清除器	157
第四节 输送带自动秤	158
第五节 煤样选取和缩分机械	162
第六节 换向闸门的控制机构	167
第七章 输煤系统的煤斗	170
第一节 煤斗的结构和它们的容积的确定	170
第二节 煤在煤斗中的动态	172
第三节 促使煤在煤斗中流动的装置	177
第四节 输煤系统煤斗的主要类型	179
第八章 输煤系统	182
第一节 往锅炉房运煤的方法	182
第二节 输煤系统设计基本原则	183
第三节 输煤系统布置方式	184

第四节 輸煤系統和燃料設施各組成部分布置实例·····	186
第五节 泥煤輸送系統·····	190
第九章 輸煤間的空气除尘和煤灰清扫·····	192
第一节 煤灰的性质和排灰点·····	192
第二节 吸气除尘設備·····	196
第三节 水力和蒸汽除尘·····	206
第四节 煤灰的机械清扫·····	207
第十章 輸煤系統自动化·····	212
第一节 远方控制·····	213
第二节 自动联鎖和信号·····	215
第三节 設備的自动保护·····	216
第四节 輸煤机械的自动控制·····	221
参考文献·····	229

第一章 发电厂的燃料設施

第一节 往发电厂运送燃料的方式

苏联国家计划委员会所拟定的1965年发电厂主要固体燃料的燃料平衡构成列于表 1-1 中。由表可知，在发电厂总的燃料平衡中，固体燃料所占的比例是72.7%，而其中占重要地位的燃料则仍然是煤^①。

发电厂生产电能的成本中，所燃用燃料的费用达65%。此外，燃料的收受、卸車、破碎、运输和貯存的费用要占8~10%。

表 1-1

所援引的数据说明，对于所有与燃料的收受、貯存和輸往鍋炉房煤斗有关的作业，保证合理的組織，是多么重要。这些作业是：

燃 料 的 种 类	占燃料总数的%
煤	64.5
泥煤	4.7
頁岩	1.4
其他固体燃料	2.1

1) 从供应单位收受燃料，檢驗它的数量和质量，将冬季冻结在車皮中的固体燃料解冻；

2) 在規定的時間內将运来的燃料卸下来；

3) 不间断的和及时的将燃料輸往鍋炉房或中央制粉房的煤斗；

4) 在損耗最小的条件下貯存規定的煤量；

5) 将燃料破碎到由煤粉制备(燃烧室)条件所确定的粒度；

6) 从燃料中分离出外来物和夹杂物(例如从固体燃料流中除去鉄块、碎木等)，以防损坏碎煤机和高速磨煤机。

燃料运到电厂以后的所有上述作业统称为发电厂的燃料业务。这些作业由运行人員使用在他們看管下的机械和装置来完成。

在苏联，固体燃料大部分是用鉄路运输运到电厂，很少用水路运输。

用架空索道将燃料运到电厂的办法在苏联也沒有得到推广，因为它们們的运送距离和运输能力都有限。

近年来，国外推行了一种用帶式输送机将固体燃料从开采地运到发电厂的运输方式。正如全苏起重运输机械制造科学研究所的技术經濟計算所已經証明了的的那样，当运距約在25公里以下、貨运量每年在2~3百万吨以及更高时，这种运输方式可以有效地和鉄路运输相竞争。这种运输方式是用好几台都相当长的鋼索-胶帶输送机作为运输机械。它們是有发展前途的，对于某些苏联电厂來說也是如此。

鉴于在电厂实行煤的脫水和干燥的复杂性，煤的管道水力运输在苏联还没有获得广泛的采用。

汽車运输系用来运煤到小型工业电站和鍋炉房。

煤、中煤和頁岩主要靠軌距1524毫米的标准軌距鉄路运输运送。泥煤，当泥煤企业离

● Маслаков Д.И., Топливный баланс в теплоэнергетика СССР, "Теплоэнергетика", 1960, №4.

电厂甚远时，有时也用标准軌距铁路运输来运送。

采用铁路运输时，固体燃料完全是以編組直达列車的形式运到电厂，列車中包括30吨以下的和超过60吨的敞車。

近距离运送大量燃料时，地区运煤列車往往在卸載以后不解列而整列車返回供煤单位装煤。这种列車称为“往返列車”。

从交通部的軌道线上发来的直达列車在电厂停留的总時間，即从列車开进吞吐站起到交通部責任代表将卸空的列車发出为止的时间，是由电厂和有关的铁路管理部门的合同加以规定的。

如果直到編制电厂設計时还没有这种合同，則这一時間一般都可根据該线路規定的列車載重标准，在2~4小时的范围内取值。

在苏联的寬軌铁路綫上用来运输固体燃料的車皮中，載重量 60 吨的四軸敞車(底开門車)是应用最广泛的主要車型，这种敞車每边有七个下部卸載艙口。載重量93吨的六軸敞車亦已制成，它們将来应该逐步代替60吨敞車。这两种主要車型的技术数据列于表 1-2 中。

表 1-2

載重量(吨)	車皮連貨載的重量 (吨)	車皮 的 外 形 尺 寸 (毫 米)		
		緩冲器之間的长度	寬 度	高 度
60	82.5	13800	3270	3270
93	124.5	16000	3200	3780

当用敞車运送泥煤时，为了充分利用車皮，常常將車幫加高，有时还在車身上装設卸載側門，这些側門既能使泥煤通过它們直接卸出，还能使泥煤加速通过下部車艙口撒出。車幫加高0.8米以后，敞車的容积增大到約 50 吨。

从1951年起，在寬軌铁路綫上开始采用容积为 60 米³的、运送泥煤用的双軸漏斗式底开門車^①，当运送中等含水率和解度度的錐采泥煤时，可以在車皮中装24~25吨泥煤。

最近，車輛制造厂开始生产一种新的、运送泥煤用的寬軌漏斗式底开門車，这种車皮带有开閉車幫用的远距离气力操纵装置。

只有当泥煤企业离电厂不远时才用軌距 750 毫米的窄軌铁路車皮来运送泥煤。在这种情形下，載重量 8 吨的四軸敞車是主要車型，它們具有六个向两侧开启的側門。

为了保证泥煤能比較順利的从寬軌漏斗式底开門車或窄軌敞車中卸出，車底的地板全都由向車艙口傾斜的两个斜面构成。

第二节 发电厂燃料設施的工艺系統和組成部分

一个每昼夜燃用1~2万吨煤、現代大型发电厂的燃料設施組織系統，用透視法表出如图 1-1 所示。下面对这一燃料設施的工艺系統作一簡短的說明。

装满煤的車皮由調車設備送入装有固定式翻車机的屋內受卸裝置。从車皮中卸出的煤进入煤斗，从煤斗用帶式給煤机送至地下帶式輸送机№ 1 上，將煤运至第一个地下轉运站。煤可以由此处給到帶式輸送机№ 6 上，运至消耗煤場貯存起来；或者給到通到碎煤裝置去的傾斜帶式輸送机№ 2 上。帶式輸送机

^① 此种車皮与上述四軸和六軸底开門車在构造上有很大不同，上述者車体地板是平的，車門向两侧开启；此处所述者車体地板向車体中部傾斜，車門向前后开启(參看圖3-10)。苏联广泛采用的是前述一种車皮。——譯者

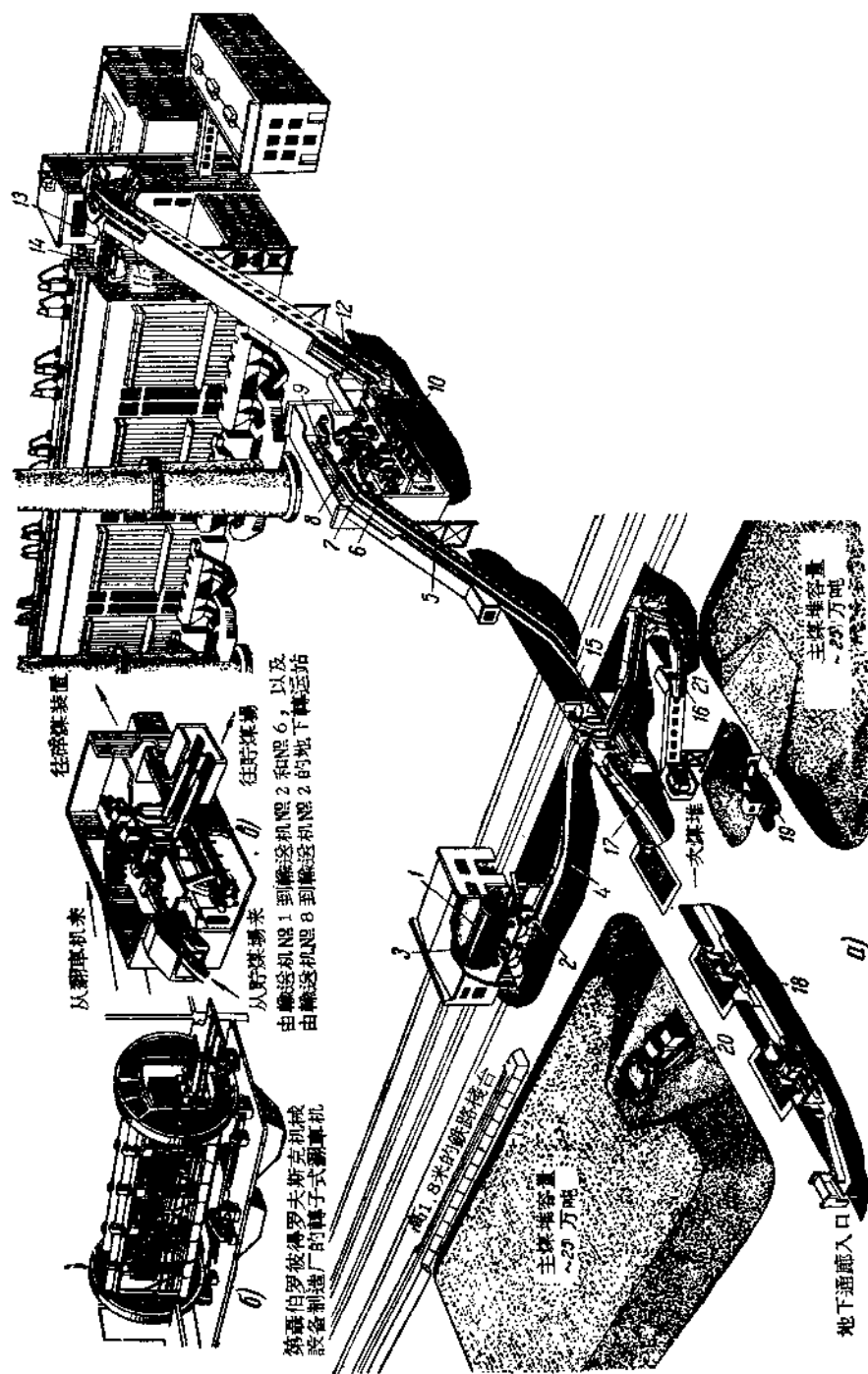


图 1-1 大型发电厂燃料設施全貌

a—整个系統；1—翻車机；2—带式給煤机；3—桥式起重機， $Q=20/5$ 吨；4—輸送机№1；5—輸送机№2；6—颚式破碎机；7—煤篦子；8—悬吊式分离器；9—带輪式分离器；10—帶式給煤机；11—輸送机№3；12—帶秤；13—帶秤；14—散煤車；15—輸送机№5；16—輸送机№7；17—輸送机№8；18—帶式給煤机；19—推煤机；20—拖拉机牵引的鏈运机；21—带秤

№ 2 将煤送入锤式碎煤机，以便破碎到锅炉房煤粉制备设备的磨煤条件所限定的尺寸。在进入碎煤机以前，煤里的小块在固定煤筛上或者在煤筛上先被筛下，它们绕过碎煤机，然后跟破碎过的煤一起进入装在碎煤房底层的水平集煤带式输送机№ 3 上。煤由输送机№ 3 给到倾斜输送机№ 4 上，再由该输送机输送到锅炉房煤斗间端部的转运站❶，煤在那里转入煤斗间的水平输送机№ 5。锅炉房的每一个煤斗的配煤由撒煤车和犁式撒煤器进行。由受卸装置至锅炉房煤斗的输煤段通常称为主要输煤线。

煤在第二个地下转运站中从输送机№ 6 送至倾斜输送机№ 7，随后由该输送机的头部滚筒撒成煤场区内的一个露天的一次煤垛(煤堆)。煤从此处用推煤机和拖拉机牵引的输送机运走，并堆成高20米的两个主煤堆。从贮煤场的主煤堆向上面盖有金属笼子的煤场地下煤斗供煤，也由这些推煤机和输送机进行。带式给煤机从这些地下煤斗中将煤给在地下输送机№ 8 上，再输送到上面提到过的第一个转运站，在那里转入主要输煤线的输送机№ 2，以便进一步运入碎煤装置。

图 1-1 所示的燃料设施工艺系统有下列主要组成部分：

1) 用来从车皮中卸出燃料的受卸装置；此外，在煤场还有高 1.8 米的露天式铁路卸煤栈台，用来卸偶然发来的平板车和不能用翻车机卸煤的所谓“有碍的”车皮；

2) 装有锤式破碎机，作煤的一次破碎用的碎煤装置；本例中，运到电厂的是煤块尺寸在 300 毫米以下的比较小块 of 煤，不需要在进入锤式破碎机作最后破碎以前先在齿盘式破碎机中初(粗)碎；

3) 锅炉房(或中央制粉房)中的煤斗间；

4) 用来保持一定的贮煤量以供电厂来煤长期中断时之需的消耗煤场；

5) 由转运站和带式输送机组成的、用来在所有上列燃料设施各组成部分之间运输燃料的运输设备；

6) 停放和调度列车用的厂内铁路线。

燃料设施的工艺系统往往根据发到电厂的燃料的种类和特性以及它们的运输方法而有所不同。例如，当燃料系用输送机或架空索道从开采地运来时，它们就直接进入碎煤装置，如果不需要破碎，则直接运入锅炉房的煤斗间。在这些场合，系统中就取消受卸装置和碎煤装置。

煤输往煤场和从煤场输出通常都用带式输送机进行。但是在许多现有电厂里，有用车皮将煤输入煤场和从煤场输出的。在这些电厂里，除了主要受卸装置以外，煤场上往往还建有很长的露天式列车卸煤栈台。

如果运来的是大块煤，煤的粒度不容许直接送入破碎机作最后破碎，则煤均须先在齿盘式破碎机中经受初碎(粗碎)。这种破碎机一般都装在受卸装置内的翻车机煤斗下面，紧靠煤斗(图 3-5 和 5-27)。

如果运来的是小块煤，例如筛采泥煤、非冻结的无烟煤末等，那就不需要破碎，工艺系统中可以取消碎煤装置，卸在受卸装置中的煤可以直接运入煤斗间。

如果运到电厂的是高含水率的煤，有时就须先在专门的干燥设备中进行干燥，干燥设备大都布置在靠近受卸装置的输煤线上。在这种情况下，输煤的工艺系统大大复杂化。系统中出现输煤到干燥设备去的附加的转运站，干燥设备一般都布置在主要输煤线的旁路上。

如果发到电厂的是装冻结煤的车皮，则为了加速卸车，往往在厂区内建有将车皮中的煤加热用的装置(暖房，解冻室)，它们一般都布置在铁路专用线上，尽可能靠近受卸装置

❶ 如果有中央制粉房，则破碎过的煤送往中央制粉房的煤斗间。

(图 1-1 中未表示解冻室)。暖房是一个密闭的房间，所要加热的装冻结煤的车皮都开到它里面加热。车皮的加热是用在热风器中加热到 $65\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的热空气进行。

在个别情形，如果电厂离燃料开采地不远，在适当组织之后，既可以用铁路，也可以用输送机或索道运输燃料，则有时在厂区内不建消耗煤场是有可能的；在邻近的煤矿（露天煤矿，泥煤企业）建煤场，而在燃料设施中适当采取将受卸装置或锅炉房煤斗的容积加大一些的措施，是更合理的。在这种场合（厂区内没有煤场时），燃料设施的工艺系统得到了简化。

在煤的卸车、厂内运输、破碎和装入锅炉房煤斗（或中央制粉设备）的整个确定的工艺系统中工作的全套机械，连同属于它们的建筑物，通常称为输煤系统^①。除了上述燃料设施的主要组成部分以外，还有一些辅助机械，诸如：

- 1) 用以称量进厂燃料的车辆秤；通常这些秤都装在连接受卸装置的铁路支线上；
- 2) 称量直接运往锅炉房（有时是运往煤场——如果用输送机将煤运往煤场的话）的煤的自动带秤；
- 3) 采取运往锅炉房的煤的试样用的机械取样装置；
- 4) 从煤里吸出偶然掉在里面的铁块用的电磁分离器；
- 5) 碎木清除器，等等。

燃料设施的工艺系统，不论煤种如何，都应该满足如下条件。运到电厂的燃料应该在尽可能短的期限内接收和卸下来，然后运往锅炉房的煤斗间或煤场贮存起来。此外，应该保证能在任何时刻将所需要的煤量从受卸装置或从煤场输送到锅炉房去。

为了给运行人员和工作着的设备创造正常的运行条件，有关在受卸装置中卸车、碎煤、把煤装入锅炉房的煤斗、煤的厂内运输等作业，由于苏联的大部分地区气候严寒，大多数均须在密闭的房间内进行^②。

车皮中运来的煤的温度通常都在零度以上。当房间中的气温低于零度时，其中的设备同样也是负温。空气中的水分凝结并冻结在冰冷的输送机胶带和滚筒的表面上，结果使胶带开始打滑。潮湿的燃料常常会冻结在冰冷的煤斗壁和落煤管壁上，也常常会冻结在输送机的胶带、滚筒和托辊上。结果，引起煤斗和落煤管的堵塞，使机械的正常运行遭到破坏。

输煤间里气温低于零度时，机械的润滑油常常会凝结，甚至冻结起来。在这种情况下，耗电量增大，电动机时常过载。

考虑到上述因素，输送机的通廊，碎煤装置，以及受卸装置的地下部分，一般都装有暖气设备，以便将室内温度维持在不低于 $+10^{\circ}\text{C}$ ，而在输送潮湿的、含粘土的褐煤，以及泥煤、湿法选煤的副产品（洗碴）时，这一温度应该提高到不低于 $+20^{\circ}\text{C}$ 。

在外界计算温度为 -25°C 以及更低的地区，受卸装置的地上部分应该有温度按 $+5^{\circ}\text{C}$ 考虑的暖气设备，而在某些情况下，如果来煤是含大量粘土质的和高含水率的，则这一温度应该提高到 $+20^{\circ}\text{C}$ 。

根据长年观测确定的，计算温度为 -25°C 以及更低的地区有：莫斯科、列宁格勒、巴尔诺乌尔、

① 关于厂内铁路，地方列车，燃料在煤场的贮存，以及燃料堆存和从主煤堆输出的转运机械等方面的资料，见 А.А.Бобров: “Транспортное и топливное хозяйство электрических станций”, Гостехиздат, 1957。

② 建造露天的或半露天的输煤间在每个具体情况下都应该有论证。

伏洛格达、伏龙涅日、高尔基城、伊尔庫次克、卡扎納、基洛夫城、明斯克、奥伦堡、薩拉托夫、斯維特洛夫斯克等。

煤場带式輸送机的通廊只裝有敷設在带式輸送机下面的暖气管。在南方地区，以及对于干燥的烟煤，許可采用不采暖的带式輸送机通廊。放弃采暖在每一具体情况下都应该有論証。

燃料設施的工作制度，大都取决于运煤列車进厂的时间。通常由于在鉄道干綫上行駛的距离很长的緣故，裝煤列車总是在一昼夜內不定什么时候到达。至于从靠近电厂的地方沿地区鉄路支綫发来的列車，則它們到达电厂的时间基本上取决于裝車进度表，而通常因为在燃料的开采地并无煤場或煤的貯备，所以裝車进度表都要服从規定的工作時間制度，这就往往与电厂昼夜連續运行的情况不相适应。根据上述情况，在大多数苏联电厂的燃料設施中，都实行日夜三班工作制。为了能可靠的保証向鍋炉給煤，从受卸裝置的煤斗往鍋炉房煤斗輸煤的所有运输設備，此时都設置两套，即建双路(双綫)，其中一路运行，另一路备用。这样，在主要輸煤綫上就造成了运输設備的 100% 的备用量。往煤場輸煤和从煤場輸出的运输系統則屬例外，它建成单路，沒有备用設備。对于受卸裝置、碎煤裝置和煤場設備也須設置相应的备用設備。桥型运煤机例外，它不設備用(为其服务的輔助机械有备用)。

在苏联电厂，燃料进厂的时间是沒有規律性的，这就不得不在燃料設施中裝很多备用設備，同时，为了裝这些設備，厂房也就增加了多余的容积，这样一来就使建筑投資提高，并在三班工作制的情况下大大增加了运行费用和值班人員的人数。

假如能够做到在一昼夜的确定的钟点內运煤到电厂，那么也許就可設計成一班运行的单路輸煤系統，这样做的話整个国民經济确能收到很大的經濟效益。由于現時还没有这样的运煤組織，所以大型火力发电厂的設計总是編制成具有双路輸煤系統和日夜运行的。这样就使苏联所建造的輸煤系統的技术經濟指标在一系列情况下都不够高，这就有必要进一步改进輸煤系統。

第二章 燃料的基本特性和物理性能

苏联电厂燃用的几种最重要固体燃料的基本特性，列于表2-1中。

为了正确的选择燃料输送设备，为了设备的正常运行，以及为了评定伴随着燃料的收受、运输和破碎而发生的那些现象，除了关于燃料消耗量的资料以外，还必须掌握它的主要物理性能：颗粒组成，含水率，容重和比重，松散性，冻结性，机械强度，爆炸危险性，自燃习性等。也必须具备关于煤里是否有黄铁矿石以及关于煤的掺杂程度（偶然掉在里面的铁块、碎木等的多少）的资料。

颗粒组成

燃料中的各种颗粒在粒度方面的数量分布称为燃料的颗粒组成。

燃料的各个颗粒总是具有不规则的形状。因此，粒度系由颗粒的平均尺寸 d_{cp} 确定， d_{cp} 是两个尺寸或三个尺寸——长度 l ，宽度 b 和高度 h (图2-1) 的算术平均值或几何平均值：

$$d_{cp1} = \frac{l + b}{2} \text{ (毫米)}; \quad (2-1)$$

$$d_{cp2} = \frac{l + b + h}{3} \text{ (毫米)}; \quad (2-2)$$

$$d_{cp3} = \sqrt{lb} \text{ (毫米)}; \quad (2-3)$$

$$d_{cp4} = \sqrt[3]{lbh} \text{ (毫米)}; \quad (2-4)$$



图 2-1 煤颗粒平均尺寸的确定法

颗粒的最精确的平均尺寸用公式(2-4)确定。

煤分为分级煤和原煤。在供应用户以前按粒度经过初步分级的煤称为分级煤。通常认为，在分级煤中最大颗粒的尺寸 d_{max} 对最小颗粒的尺寸 d_{min} 之比不超过2.5：

$$\frac{d_{\text{max}}}{d_{\text{min}}} \leq 2.5. \quad (2-5)$$

未经按粒度分级的煤属于原煤。这种煤里上述的比值

$$\frac{d_{\text{max}}}{d_{\text{min}}} > 2.5. \quad (2-6)$$

颗粒组成用筛分析法确定，筛分的方法是使所取的煤样相继通过一系列格子或筛网，这些格子或筛网具有与ГОСТ2093-43相符的、尺寸为150、100、50、25、13、6、3和0.5毫米的方孔。颗粒组成可以用两种尺寸（通常用两种筛孔尺寸）之间的颗粒的百分比含量来表示，也就是用按颗粒尺寸或级的分析法表示；或者以尺寸大于某一给定值的颗粒的百分比含量来表示，即用按剩余量的分析法表示。

确定颗粒组成的第一种方法的实例列于表2-2中，第二种方法的实例列于表2-3中。例如，由表2-2可知，莫斯科近郊原煤中，100~50毫米级颗粒的含量为18%；而表2-3中则指出，对于同种煤，在筛孔尺寸为50×50毫米的筛子上的剩余量是78%。

为了便于观察起见，往往将煤的颗粒组成绘成曲线形式。这种曲线的实例如图2-2

(摘自“Нормы расчета и проектирования пылеприготовительных установок”, Госэнергоиздат, 1958③—书所載表格)

产地的区域和名称	标号与 品 級	低燃烧热 值 Q_d^p (大卡) (公斤)	水 分		灰 分		硫		挥发分 V (%)	散堆容重 γ_0 (吨/米 ³)	可磨性 系 数 k_{mo}	燃料的平均 比热 c_f (大卡) (公斤·度)	
			W^p (%)	W_{max}^p (%)	A^p (%)	A_{max}^p (%)	S_k^i (%)	有机硫 S_{op}^i (%)					
矿物性煤 頓涅茨矿区	Д	4840	13.0	20.0	19.6	30.0	22.5	3.6	2.3	43.0	0.83	1.13	0.36
	Т	6550	5.0	9.0	15.2	27.0	16.0	2.2	1.1	13.0	0.86	1.9	0.26
	АПУ			10.0	16.9	27.0	18.0	1.5	0.8	4.0	0.99	0.85	0.27
	АШ	6010	7.0	10.0	16.7	30.0	18.0	1.4	0.8	4.0	1.01	0.95	0.28
庫茲涅茨矿区 克塞罗夫斯克 普羅科皮耶夫斯克-塔謝列夫斯克 (斯大林煤矿, 普羅科皮耶夫斯克煤矿, 基謝列夫斯克煤矿)	ПГ-Т	6350	8.0	11.0	14.7	26.0	16.0	0.7		15.0	0.86	1.39	0.32
	СС26~35	6640	7.0	10.0	7.4	12.0	8.0	0.5		30.0	0.87	1.99	0.31
	Т	6130	7.0	9.0	16.7	22.0	18.0	0.8		11.0	0.89	1.50	0.27
	ПЖ-ПС	5320	7.5	12.0	25.0	32.0	27.0	1.3		28.0	0.93	1.40	0.32
莫斯科近郊矿区 伯紹拉矿区	Б	3620	26.0	32.0	17.0	30.0	23.0	1.1		40.0	0.79	1.26	0.46
	Б	2510	33.0	37.0	23.5	45.0	35.0	3.9	2.7	45.0	0.81	1.75	0.51
	Д	4340	11.0	15.0	24.9	35.0	28.0	2.9	1.0	39.0	0.92	1.15	0.34
	Б	1650	53.0	60.0	14.1	40.0	30.0	2.0	3.3	60.0	0.64	1.8	0.66
西烏克蘭 里沃夫斯克-沃伦斯克 外喀尔巴阡烏克蘭 穆卡契夫斯克(伊里尼茨克)	Г	4950	10.5	—	22.4	—	25.0	0.8	0.7	38.5	0.90	1.22	0.338
	Б	1500	45.0	—	24.8	—	45.0	1.2		60.0	0.75	0.85	0.60
	Б	2240	52.0	60.0	9.6	30.0	20.0	0.7	1.0	63.0	0.62	1.8	0.65
	Г	4970	5.5	10.0	29.3	40.0	31.0	4.9	2.9	44.0	0.96	1.0	0.30
基澤罗夫斯克 波采罗夫斯克 庫里雅茨斯克	Б	2840	28.0	33.0	21.6	35.0	30.0	0.6		48.0	0.81	1.10	0.47
	Б	3770	17.0	24.0	24.9	40.0	30.0	1.2	0.8	43.0	0.84	1.3	0.39

續表

产地的区域和名称	标号与品级	低燃烧热 值 Q_p^L (大卡/公斤)	水分		灰分		硫		挥发分 V_d (%)	散堆容重 γ_0 (吨/米 ³)	可磨性 系数 $k_{r,0}$	燃料的平均比热 c_T (大卡/公斤·度)
			W^p (%)	W^p_{max} (%)	AP (%)	AP_{max} (%)	S_g (%)	有机硫 S_{op} (%)				
叶高尔森斯克	A	5880	5.0	9.0	20.9	30.0	22.0	0.6	9.0	0.93	1.45	0.26
格鲁吉亚苏维埃社会主义共和国												
特克瓦尔且立斯克	UDK	4180	10.0	14.0	34.2	45.0	38.0	2.4	40.0	0.97	1.41	0.33
特克维蒲立斯克	Г	4470	11.0	15.0	26.7	40.0	30.0	1.1	43.0	0.93	1.37	0.34
哈萨克苏维埃社会主义共和国												
伊尔德斯克(艾基巴斯都斯)	CC	4050	8.0	—	36.8	—	40.0	1.2	32.0	0.96	1.30	0.31
古斯基龙斯克	B	3230	35.0	—	13.0	—	20.0	2.9	50.0	0.76	1.11	0.52
乌兹别克苏维埃社会主义共和国												
乌兹别克苏维埃社会主义共和国	B	3450	35.0	40.0	11.0	25.0	17.0	1.3	34.0	0.74	1.90	0.53
安格林斯克												
克拉斯诺雅尔斯克边区												
康斯克(伊尔沙-鲍罗丁斯克)	B	3570	32.0	37.0	10.2	25.0	15.0	0.5	49.0	0.76	1.24	0.50
那扎罗夫斯克	B	3060	40.0	—	7.2	—	12.0	1.1	48.0	0.73	1.0	0.56
克麦罗夫省												
伊大茨克	B	2675	45.0	—	8.3	—	15.0	1.2	49.0	0.69	1.15	0.60
伊尔库茨克省												
契列姆诺夫斯克	A	4660	14.0	18.0	21.5	30.0	25.0	0.8	45.0	0.89	1.3	0.36
哈巴罗夫斯克边区												
拉辛斯克	B	3070	37.0	45.0	9.5	21.0	15.0	0.3	43.0	0.69	1.37	0.54
乌尔加立斯克(蒲列雅)	Г	4860	5.0	8.0	31.4	40.0	33.0	0.4	42.0	1.0	0.8	0.30
普里莫尔边区												
阿尔捷莫夫斯克	B	3120	28.0	32.0	21.6	35.0	30.0	0.5	49.0	0.83	0.92	0.47
可燃页岩												
爱沙尼亚苏维埃社会主义共和国												
古比雪夫省												
卡斯比尔斯克		1420	20.0	25.0	45.8+	65+19①	61.0-①	7.8	80.0	1.00	1.13	0.37
捷采泥煤		2030	50.0	55.0	5.5	—	11.0	0.3	70.0	0.4~0.5②	—	0.64

①第一项——灰，第一项——二氧化碳(矿物性)；②煤层高约2米时用水限；高约5米时用水限。③此书有中译本：“煤粉制造设备的计算和设计标准”，哈尔滨锅炉厂设计科译，水利电力出版社1959年出版。——译者

表 2-2

級 別 (毫米)	通 过 量 (%)		
	褐 煤		
	科尔金斯克	伏尔强斯克	莫斯科近郊
>150	0.38	10.29	40
150~100	2.87	9.33	20
<100~50	11.06	9.3	18
< 50~25	16.72	20.52	7
< 25~13	25.65	21.94	6
< 13~3	23.25	18.82	5(13~6)
< 3~0	20.07	9.8	4(6~0)
合 計	100.0	100.0	100.0

表 2-3

篩孔尺寸(毫米)	篩 上 的 全 剩 余 量 (%)		
	褐 煤		
	科尔金斯克	伏尔强斯克	莫斯科近郊
150	0.38	10.29	40
100	3.25	19.62	60
50	14.31	28.92	78
25	31.03	49.44	85
13	56.68	71.38	91
3	79.93	80.26	96
0	100	100	100

所示, 图中沿横座标軸标出了顆粒尺寸(毫米, 这些尺寸与篩孔尺寸一致), 沿纵座标軸标出了各种顆粒尺寸的百分比含量。在所取的試样中, 大于某一尺寸的顆粒的百分比含量称为該顆粒尺寸的上通过量, 例如按照图 2-2 的曲綫, 对于尺寸 $d = 50$ 毫米, 上通过量是 18% 这就是說尺寸 $d > 50$ 毫米的顆粒占試样的 18%。

尺寸小于某一尺寸 d 的顆粒的百分比含量称为下通过量。

所取煤样一般都以最大顆粒尺寸 d_{max} 和最小顆粒尺寸 d_{min} 表征。尺寸 $d_{max} \sim 0.8 d_{max}^{①}$ 的顆粒的总和称为最大顆粒組(在图 2-2 上用字母 A 标出)。

图 2-3 上根据表 2-3 的数据繪出了科尔金斯克, 伏尔强斯克和莫斯科近郊原煤的顆粒特性曲綫。

篩分特性曲綫不仅提供了煤的顆粒尺寸的概念, 而且也指出了其中哪一种顆粒占多数。例如, 若在所分析的煤里小顆粒占多数, 則篩分特性曲綫在座标軸开始处向下凹。若各种尺寸的顆粒含量相同, 則曲綫变成直綫。

有时, 煤的顆粒組成特性是用它的平均典型顆粒的尺寸来表示的。

对于分級煤, 典型顆粒的尺寸也就是平均顆粒的尺寸^②。

① 原文为 $d_{max} \sim 0.8d$, 似系笔誤, 譯者把它改正如上。

② 原文将公式 2-7 置于这段文字之前, 譯文作了一些改动。