

高等学校教学用书



XUAN MEI CHANG
DIAN QISHI BEI
YUZI DONG HUA

编者 陈纯
顾玉泉
陶瑞生
龚幼民

选煤厂电气 设备与自动化

中国矿业大学出版社

高等学校教学用书

选煤厂电气设备及自动化

陈 纯 顾玉泉 陶瑞生 龚幼民 编

607/22

中国矿业大学出版社



B 736401

内 容 提 要

《选煤厂电气设备及自动化》一书内容分两大部分：选煤厂供电及选煤厂自动化。第一部分包括选煤厂供电系统、变压器容量计算及选型、供配电设备、用电经济指标及用电安全；第二部分包括电动机的容量选择、低压控制电器、电动机的控制线路、选煤厂的集中控制、可编程控制器（PC）的原理及应用、常用检测仪表及选煤厂工艺过程自动化。

本书为高等学校“选矿工程”专业的教学用书，也可供从事选煤生产的管理人员及电气工程技术 人员参考。

责任编辑 胡玉雁

高等学校教学用书

选煤厂电气设备及自动化

陈 纯 顾玉泉 陶瑞生 龚幼民 编

中国矿业大学出版社 出版 发行

江苏省新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本787×1092 毫米1/16 印张13.75 字数333千字

1990年12月第一版 1990年12月第一次印刷

印数1—3000册

ISBN 7-81021-413-6

TD·85(课)

定价：2.75元



序 言

本书是根据1987年8月煤炭工业部教育司高等院校电类教材编委会议所通过的“选煤厂电气设备及自动化”教材编写大纲编写的。

本教材适用于大学本科选矿工程专业,编写指导思想是:

1. 从选煤厂管理工作的要求出发,应掌握选煤厂的供配电、用电指标、用电安全等方面的基础知识;

2. 为适应现有选煤厂进行技术改造的要求,需要掌握有关电气设备及其控制方面的知识;

3. 由于选煤厂的工艺设备日趋现代化,应对自动化技术有一定的了解。

为了分析开关电弧的熄灭,本书采用了等离子体理论。

全书分为两部分,共十二章,介绍了选煤厂供电及自动控制的有关电气设备和系统的知识。第一部分讲述高低压供(配)电设备的工作原理和构造,选煤厂供电系统的设计原则和方法,以及用电经济和安全方面的问题;第二部分讲述低压控制电器、电动机的容量选择,选煤厂集中控制,可编程控制器(PC)的原理及应用,常用检测仪表,选煤厂工艺过程自动化各方面问题。

本书第一部分由陈纯编写;第二部分的第六、七、八及第十一章由顾玉泉编写;第九、十章由陶瑞生编写;第十二章由龚幼民编写;全书由陈纯主编。

本书所用电气图符号均按国标 GB4728.1—85 绘制,但因牵涉原有电气设备的使用,文字符号不得不保留旧的(即拼音符号)不能同时改为仿IEC英文文字符号,但附表中已注明。

本书有相当部分材料取自郭余庆、陈琪同志原编校内讲义,在此书出版之际,谨对他们表示感谢。本教材原按60学时编写,如授课学时不同可根据情况适当增减内容。

由于编者水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,恳切希望读者批评指正。

编者 1989年5月

目 录

第一部分 选煤厂供电

第一章 选煤厂供电系统	(1)
第一节 选煤厂对供电的要求	(1)
第二节 供电电压与电源线路的选择	(2)
第三节 选煤厂供电系统的结线	(4)
第四节 各级变电所配电室的位置选择与设备布置	(8)
第五节 短路电流和短路容量	(8)
思考题与习题	(11)
第二章 变压器容量计算及选型	(12)
第一节 负荷分类及统计	(12)
第二节 变压器容量计算及选型	(15)
思考题与习题	(20)
第三章 供电设备	(21)
第一节 开关电弧及其熄灭	(21)
第二节 低压配电电器	(25)
第三节 高压电器	(31)
第四节 成套配电装置	(45)
第五节 电器选择的一般原则	(49)
第六节 母线、电缆和导线	(51)
思考题与习题	(59)
第四章 用电经济指标的计算	(60)
第一节 吨煤耗电量计算	(60)
第二节 功率因数	(63)
思考题与习题	(66)
第五章 用电安全	(67)
第一节 触电的危险及其预防方法	(67)
第二节 保护接地与接零	(68)
思考题与习题	(70)

第二部分 选煤厂自动化

第六章 电动机的容量选择	(71)
第一节 概述	(71)
第二节 电动机的发热与冷却	(72)
第三节 电动机的工作制	(74)

第四节 电动机容量计算·····	(75)
第五节 电动机类型的选择·····	(80)
思考题与习题·····	(81)
第七章 低压控制电器 ·····	(82)
第一节 交流接触器·····	(82)
第二节 主令电器·····	(84)
第三节 控制及保护继电器·····	(86)
第四节 磁力起动器·····	(91)
思考题与习题·····	(92)
第八章 电动机的控制线路 ·····	(93)
第一节 电气控制线路图的分类及绘制·····	(93)
第二节 鼠笼型电动机的控制·····	(98)
第三节 绕线式电动机的起动控制·····	(103)
思考题与习题·····	(106)
第九章 选煤厂集中控制 ·····	(107)
第一节 概述·····	(107)
第二节 接触器-继电器集中控制·····	(108)
第三节 矩阵式顺序控制器集中控制系统·····	(113)
第四节 一位微处理器在选煤厂集中控制中的应用·····	(125)
思考题与习题·····	(140)
第十章 可编程序控制器(PC)及其在选煤厂集中控制系统中的应用 ·····	(141)
第一节 概述·····	(141)
第二节 输入/输出(I/O) 组件·····	(142)
第三节 编程·····	(144)
第四节 PC 在选煤厂集中控制系统中的应用·····	(154)
思考题与习题·····	(167)
第十一章 常用检测仪表 ·····	(168)
第一节 热工仪表·····	(168)
第二节 煤质测量仪表·····	(180)
第三节 物位测量·····	(185)
第四节 重量检测·····	(190)
思考题与习题·····	(191)
第十二章 选煤厂工艺过程自动化 ·····	(192)
第一节 工艺过程自动化的基础知识·····	(192)
第二节 电动单元组合仪表及其它组合仪表·····	(200)
第三节 选煤工艺过程自动控制典型线路·····	(208)
复习思考题·····	(212)
参考文献 ·····	(214)

第一部分 选煤厂供电

第一章 选煤厂供电系统

第一节 选煤厂对供电的要求

一、选煤厂生产的特点

选煤厂是煤矿生产中机械化程度比较高的企业。它具有下列特点：

(1) 选煤生产连续性强，从原煤进厂、破碎、筛分开始，至精煤出厂、装运为止，都是紧密地一环扣一环，任何一个环节停顿，都会造成局部系统或全厂停产。

(2) 生产机械往往集中在原煤准备、洗煤、浮选几个车间，全部生产机械都安装在一两个厂房的各分层中，这对于供电和控制都比较方便。

(3) 不仅便于实现生产系统操作控制的自动化，还可以实现对灰分、水分及其它参数自动的监测。

二、对供、配电系统的要求

1. 供电可靠性

供电可靠性是指工厂企业供电的不间断。选煤厂供电的不间断主要是为了保证选煤任务的完成。按设计要求一般选煤厂的生产任务是在两个班里完成的，也即应保证系统开机不少于14小时。影响系统运行时间的原因很多，例如生产机械损坏，原煤不足；而停电或电源方面出故障也是原因之一。为了避免因供电不可靠而影响生产，往往需加装一些备用电源方面的线路和设备。因而在设计时要考虑增加一定的投资。增加数额与该选煤厂的大小、减产对国民经济影响的重要性有关。

我国按可靠性要求不同，把电力负荷分为三级：一级负荷是指突然断电后可能造成人身伤亡、重大设备损坏，给国民经济带来重大损失的电力负荷。如煤矿主通风机的停电可能导致瓦斯爆炸；井下主排水的长时停电会造成矿井被淹；钢铁厂的电炉停电会使钢水凝

固在炉中等。这类负荷绝对不允许停电，因此必须保证有两个独立的电源供电，一路电源发生故障，另一路电源不受影响。二级负荷是指突然断电后会造成产量显著下降，或产生大量废品或使企业内运输停顿等，在经济上造成较大损失的电力负荷。如矿井提煤设备，露天矿和采区变电所等。选煤厂也属于这一类。这类电力负荷有条件的可采用两路电源供电或是专用线供电。三级负荷是指凡不属一、二级负荷者，这类负荷的停电不直接影响正常生产。如机修厂、学校、商店等。对这类负荷不需要备用电源，只设一回线路供电即可。

2. 电能质量好

电能质量是指对电源电压 U 和电源频率 f 的要求。

在交流电网中，电源电压 U 与异步电机的转矩 M 、电源频率 f 与异步电机的转速 n 的关系为

$$M \propto U^2 \quad (1-1)$$

$$n \propto f \quad (1-2)$$

当 U 和 f 波动时，对 M 和 n 影响较大，严重时使生产机械无法正常工作。因此，要求供电电源的电压 U 和频率 f 稳定。

3. 供电系统的结线应力求简单、可靠，运行要灵活，检修要方便。

4. 供电设备型式应符合工作环境的要求：如由专门人员维护的清洁场所内选用“开启式”，有尘埃处用“封闭式”，有液体飞溅处采用“防滴防溅式”，有煤尘瓦斯爆炸危险处采用“防爆型”的电气设备。这是为了生产安全所提出的要求，它的实现不但要求增加投资，而且在安装和运输上，也会增加不少麻烦。

总之，在满足以上 4 条要求的条件下，还要考虑到经济方面的要求。

第二节 供电电压与电源线路的选择

一、电力系统

通常把发电机、升压和降压变电站、各种不同电压等级的输电线路和负荷组成的整体称做电力系统。图 1-1 为一个电力系统单线示意图。图中虚线方框表示建筑物的范围。

看单线系统图应注意的问题：由于交流电网在正常情况下三相是对称的，为了简化图纸，通常以单线代表三相系统。本图中为了突出不同电压等级的系统间的关系，简化了次要部分，没有画出开关设备，只表示出发电、变电设备，输电线路（用细实线表示）与母线（用粗实线表示，一般水平方向绘出）。电气图只表明各元件之间的彼此联系，不按实际尺寸比例绘制。例如：变电所中母线长度不过十余米，输电线路长度可达数十千米，而图上所表示出的尺寸相差并不悬殊。

由图可知：选煤厂变电所的电源来自电力系统中的发电厂或矿区变电所，各发电厂和矿区变电所之间用 35kV 高压输电线路相互联接。

电力系统的供电方式应具有明显的技术与经济效益，可概括为：提高对用户供电的可靠性；减少备用发电机组，充分发挥发电设备的能力；高压输电降低了输电线路的电能损耗与电压损失，从而提高了电能质量和输电效率。

二、选煤厂电源电压的确定

选煤厂用电一般由自设的厂主变电所降压后供给。大型选煤厂主变电所的电源，往往

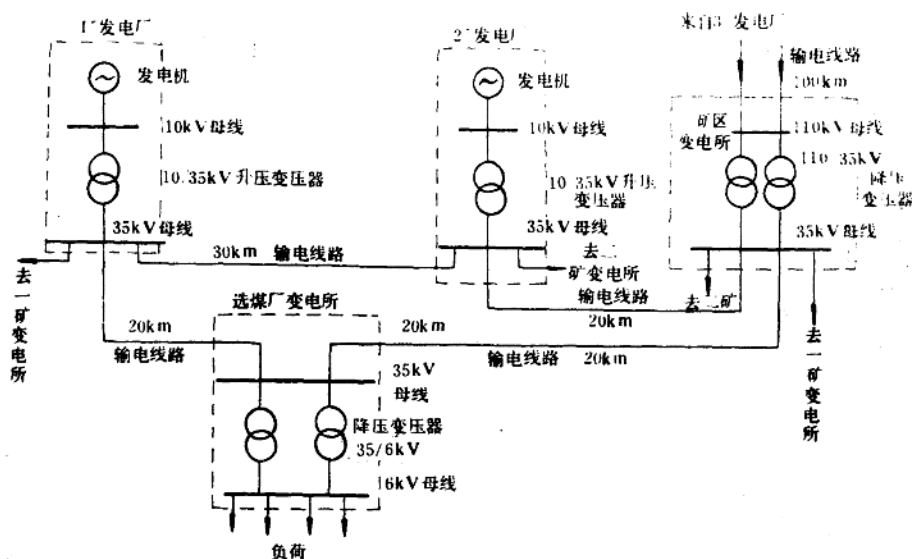


图1-1 电力系统单线示意图

来自矿区变电所，一些矿属选煤厂的变电所，则是由本矿的矿井地面变电所供电。

供电线路电压的选择与输送的功率大小和距离有关。输送同样功率，采取较高电压等级能使线路能量损耗和电压损失减少，但投资增加。供电线路负荷电流可用下式表示：

$$I = \frac{P \times 10^3}{\sqrt{3} U_e \cos \varphi}, \text{ A} \quad (1-3)$$

式中 P ——三相线路所输送的有功功率，kW，

U_e ——线路额定电压，V，

$\cos \varphi$ ——线路负荷的功率因数。

由式 (1-3) 可以看出， U_e 提高，负荷电流 I 就减小，线路能量损耗 ($\Delta P = I^2 R$ ， R 为线路总电阻，单位 Ω) 也就减小，从而提高了运行的经济性。当然， U_e 升高，基建投资 (包括杆塔，绝缘子费用) 也会加大。但前者是经常起作用的，后者是初期一次投资，并分担在每年的折旧费中，至于何者最经济合理，应进行方案比较。一般远距离输送大功率采用较高电压肯定是合理的。

线路的额定电压等级应符合国家标准。国家规定的电力设备额定电压等级如表 1-1 所示。它是选用、设计和制造电气设备所必须共同遵循的。新的选煤厂设计规范建议中、小型矿属选煤厂的供电电压宜采用 6 (10) kV。矿务局属的大型选煤厂的供电电压也可选用 5kV。

表1-1

国家标准额定电压 (包括煤矿井下)

用电设备的额定电压, kV			发电机的额定电压, kV		变压器的额定电压, kV			
直 流	三 相 交 流		直 流	三 相 交 流	三 相		单 相	
	线电压	相电压			原 绕 组	副 绕 组	原 绕 组	副 绕 组
0.11	—	—	0.115	—	—	—	—	—
—	0.127	—	—	0.133	0.127	0.133	—	—
0.22	0.22	0.127	0.23	0.23	—	—	0.22	0.23
0.25	0.38	0.22	0.275	0.40	0.38	0.40	0.38	—
0.44	0.66	0.38	—	—	0.66	0.69	—	—
—	1.14	0.66	0.60	—	1.14	1.20	—	—
0.50	3.00	—	—	3.15	3.00	3.15	—	—
1.50	6.00	—	1.65	6.3	6.0	6.3	—	—
—	10	—	—	10.5	10	10.5	—	—
—	35	—	—	—	35	38.5	—	—
—	60	—	—	—	60	66	—	—
—	110	—	—	—	110	121	—	—
—	154	—	—	—	154	169	—	—
—	220	—	—	—	220	242	—	—
—	330	—	—	—	330	368	—	—

选煤厂常用的供、配电交流电压等级为35kV(10kV)、6kV、0.38kV和0.22kV等。

二、电源线路的选择

新的选煤厂设计规范明确规定：供电线路应采用双回路，并引自电源变电所的不同母线段，每回路应保证全部负荷的75%。

这主要是由选煤厂的负荷等级决定的，选煤厂中二级负荷比例较多，因此可按二级负荷的供电要求来考虑。

第三节 选煤厂供电系统的结线

选煤厂的供电系统是指从选煤厂供电线路这一电能受入端开始，经过变电所的各种开关设备、高低压母线、降压变压器、配电室内的各种控制电器、高低压配电线路，直到每台用电设备为止的全部系统。

一、确定供电系统的一般原则

设计选煤厂供电系统的结线应做到简单、可靠、运行灵活、经济合理，操作安全方便。

二、供电系统的结线方式

供电系统的结线方式主要与电压等级的高低、负荷的大小、负荷数目、负荷位置及供电可靠性要求有关。选煤厂变电所常用的主结线方式如下：

1. 桥形结线

这种结线一般用于电压为35~110kV双电源进线的终端变电所，主要分为：内桥、外桥、全桥3种，如图1-2所示。

内桥式结线倒换进线操作方便，设备投资与占地面积较全桥式小，操作变压器不方便。

扩建成全桥式不如外桥式方便。因此这种结线方式适用于进线长、线路故障多、变压器切换少的场所。

外桥式结线进行变压器操作方便，其设备的投资与占地面积比全桥式少，且比内桥式结线少用两个隔离开关。这种结线方式容易过渡到全桥式。但倒换线路操作不方便。因此这种结线适用于进线短，倒闸操作次数少的终端变电所。

全桥式结线适应性强，操作方便，运行灵活，易于过渡到单母线分段结线。但设备多、投资大、且变电所占地面积大。适用于变压器容量较大、较为重要的变电所。

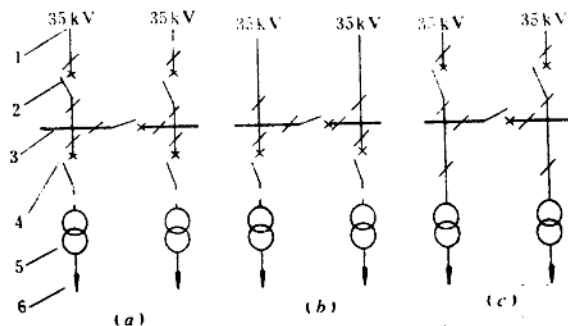


图1-2 桥形结线单线图

a—全桥式结线；b—外桥式结线；c—内桥式结线

1—电源线路；2—断路器；3—母线；4—隔离开关；5—主变压器；6—负荷

2. 单母线分段结线

变电所的电源进线或配出线多于两回路时，常采用单母线分段接线。选煤厂变电所6kV（或10kV）主结线通常采用单母线分段结线，如图1-3所示。

这种结线方式具有一定的供电可靠性。即当某一段母线因故障停电检修时，某些重要负荷可从另一段母线取得电能。但这种结线的缺点是一段母线发生故障或负荷出线开关检修时要造成部分负荷停电。

单母线分段结线适用于出线回路不多，母线故障可能性较小的变电所。当母线段出线回路较多时分段开关用断路器，否则可以用隔离开关取代，比较经济。

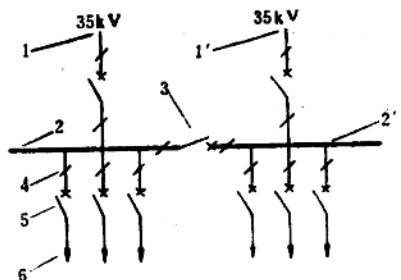


图1-3 单母线分段结线单线图

1、1'—电源线路第一回路及第二回路；2、

2'—母线第一段及第二段；3—分段开关；

4—隔离开关；5—油断路器；6—负荷

三、选煤厂供电系统

1. 大型选煤厂供电系统

图1-4为大型选煤厂的典型供电系统。其电源来自35kV电力网，并通过两趟架空线送到选煤厂。这两路电源可以来自同一个变电所的不同母线，也可以来自不同的变电所，以保证供电可靠性。

35kV主结线采用外桥式，6kV采用单母线分段。厂内重要负荷由接于不同母线段的

两条回路馈电,以保证供电可靠性。

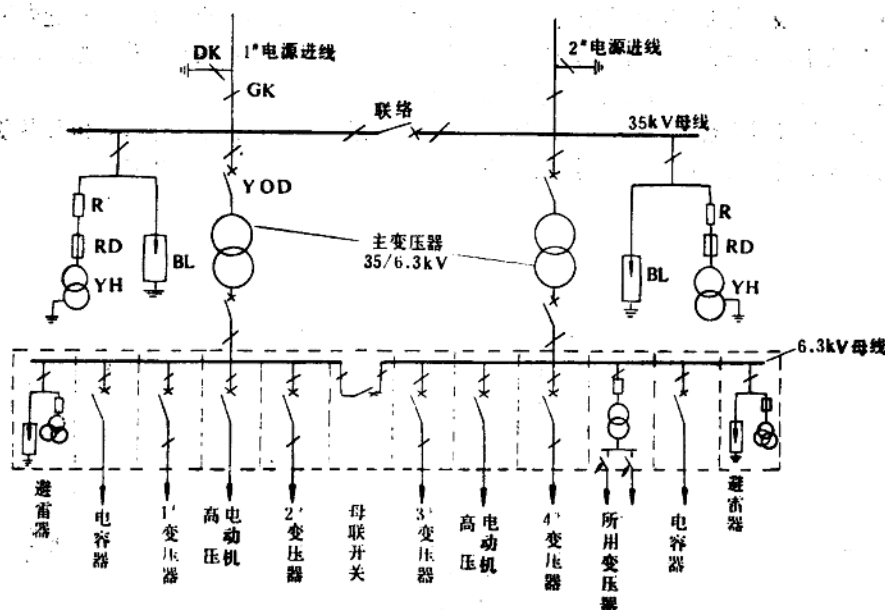


图1-4 大型选煤厂供电系统图

各段母线均装设避雷器,用于防止电器设备遭受感应过电压的危害。35kV进线及室外设备应在避雷接地线与避雷针的保护范围内,以免受直接雷击的危害(图中未表示出)。

各段母线设置的电压互感器用于检测母线电压,是测量仪表和保护装置的信号源。电压互感器初级串联熔断器RD,作为互感器短路保护。所用变压器二次采用三相四线制、线电压为380V,相电压为220V,作为所内低压动力及照明电源。

2. 中小型选煤厂供配电系统

图1-5是中小型选煤厂供配电系统图,图上部为6kV配电室,其电源由矿井地面变电所引入,一般都设两路电源供电。

配电室中的6kV母线也是分段的,中间由联络柜连接。配电室由不同一次方案编号的高压开关柜组成。为了防雷和改善功率因数,在母线上接有避雷器和电力电容器。厂内各车间变压器由各高压开关柜供电。

车间变压器降压后向各低压配电室供电。如1号变压器向原煤准备车间配电室和原煤贮存仓配电室供电;2号变压器向主厂房一层、二层、三层配电室供电等等。

各低压配电室由不同一次方案编号的低压配电屏和动力箱组成,临近的低压配电室可以互相联络。各低压配电屏和动力箱分别向各生产机械或照明供电。

为获得220V照明电源,各车间变压器次级应为星形接线,引出中性线并将中性点接地。

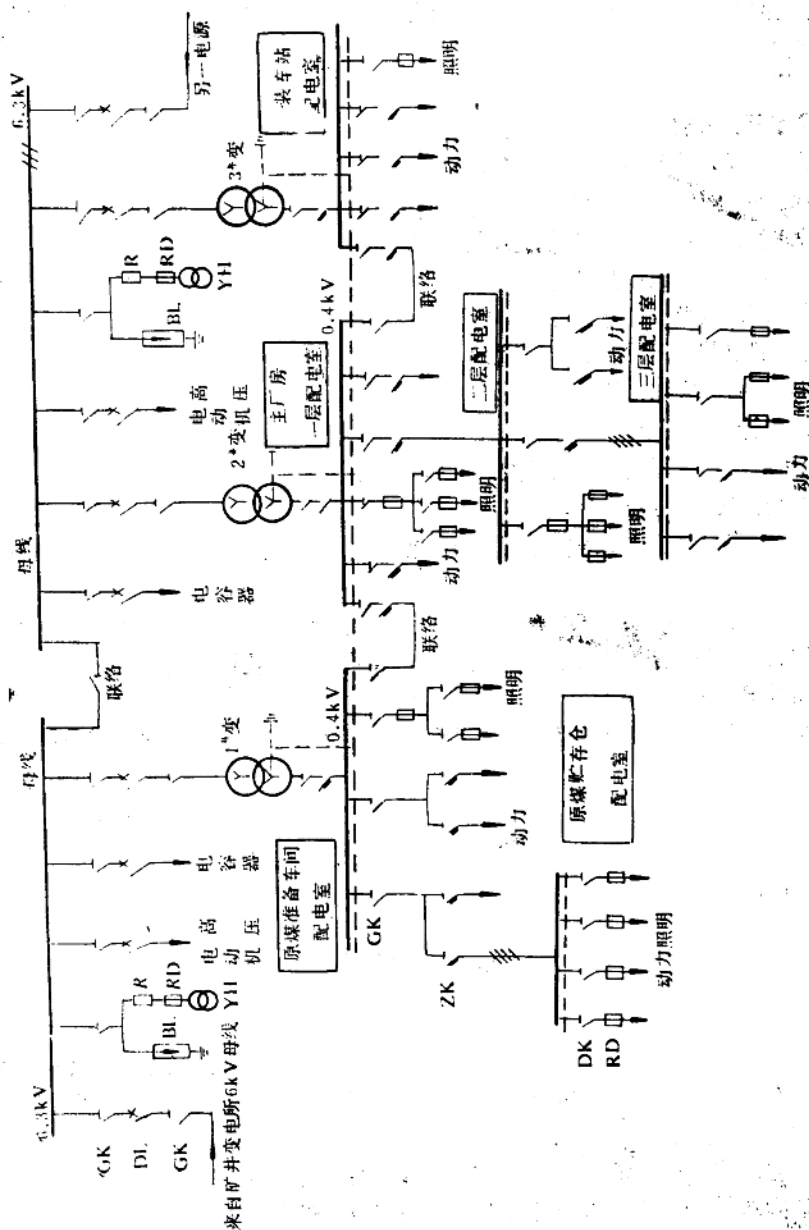


图 1-5 中小型选煤厂配电系统图

第四节 各级变电所配电室的位置选择与设备布置

供电系统确定后，在布置全厂平面图时，应考虑变电所、配电室的合理位置。主要从下面几方面来考虑：

1. 尽量靠近负荷中心；
2. 进出线方便、并有扩建与发展的余地；
3. 交通运输方便，地质条件好，地势高；
4. 位于污源的上风侧，不设在水池下或多水场合；
5. 主厂房的各层配电室应设在同一位置，以便布线；
6. 避开西晒，以免夏天散热条件恶化；
7. 远离振动源，以免振动造成导线连接螺丝松动；
8. 不应有与配电装置无关的管道通过；
9. 不跨沉降缝；不应和厕所毗邻。

新的选煤厂设计规范要求：

1. 高压配电室应预留开关柜总安装数10~25%的备用位置；
2. 低压供电有条件时可采用660V；
3. 原煤系统、装车系统、浓缩机和压风机（影响原煤系统、装车系统的）应另设一回联络电源；
4. 车间变电所变压器二次应采用母线供电至各主要配电室，母线不宜进入生产车间；
5. 低压配电设备应集中设在配电室（点）内，主要配电室（点）内配电回路应有10~15%的备用量，并预留增加1或2个盘（箱）的位置。
6. 照明和动力可由同一台变压器供电，线路分开。距离较远的分散用户可合用一回线供电。
7. 各主要厂房的照明灯具宜由两个独立照明网络交叉供电，两个独立网络的电源取自不同的变压器，或者一个照明网络采用两电源自动互投方式供电。
8. 控制室和主要厂房的主要通道可设应急灯。

第五节 短路电流和短路容量

一、短路的概念

当输电线路因遇暴风雨发生倒杆断线事故，供电电缆受到严重的机械冲击；电气设备由于过负荷绝缘损坏；雷击或操作过电压发生电击穿等等都能导致电源电压不经负载阻抗而发生相间或对地直接连通的现象，称为短路故障。

根据短路方式的不同可分为：三相短路；两相短路；两相接地短路；单相接地短路等，如图1-6所示。其中单相接地短路机率最多。三相短路电流最大，危害也最大，所以选择开关设备等时用它来检验。两相短路电流最小，所以整定保护装置时用它来校验灵敏程度。

发生短路故障时，由于电流只受线路阻抗的限制，所以数值很大，往往达到成千上万安培。这样大的电流在电气设备的导体中产生高温，会使绝缘破坏，并会产生巨大的电动

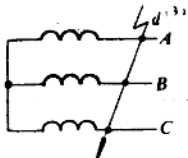
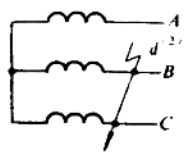
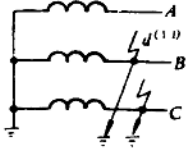
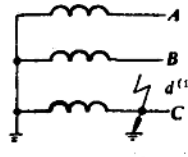
短路种类	示意图	代表号	性质
三相短路		$d^{(3)}$	三相同时在一点短接。 属于对称短路
两相短路		$d^{(2)}$	两相同时在一点短接。 属于不对称短路
两相接地短路		$d^{(1,1)}$	在中性点直接接地系统中， 两相在不同地点与地短接。 属于不对称短路
单相接地短路		$d^{(1)}$	在中性点接地系统中，一相 与地短接。属于不对称短路

图1-6 三相电力系统短路的种类

力，破坏设备的结构。开关设备切断这样大的故障电流是极其严重的任务，故障电流存在时间越长，破坏性越大，希望快速切断。

二、短路电流计算

因为三相短路电流危害最大，而且计算方法最简便，此处便先介绍这种短路方式的计算方法。首先应绘出短路时的等值电路图，因为三相短路是对称的，可以把它简化成对中线的单相短路，见图1-7a及b。从而得出三相短路电流的计算公式为

$$I_s^{(3)} = \frac{U_\phi}{Z_I} = \frac{U_l / \sqrt{3}}{Z_I} \quad (1-4)$$

式中 $I_s^{(3)}$ ——三相短路电流有效值，A；

U_ϕ ——电网相电压有效值，V；

U_l ——电网线电压有效值，V；

Z_I ——短路点以前每相线路总阻抗 $Z_I = \sqrt{(\sum X_{Ii})^2 + (\sum R_{Ii})^2}$

当计算高压架空线电网时 $\sum R_{Ii}$ 可忽略，故 $Z_I = \sum X_{Ii}$

当计算低压电缆电网时 $\sum X_{i1}$ 可忽略, 故 $Z_{i1} = \sum R_{i1}$;

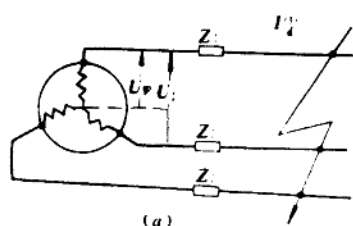
式中 $X_{i1} = X_{i0i} l_i$ 第*i*条串联线路电抗, Ω ;

$R_{i1} = R_{i0i} l_i$ 第*i*条串联线路电阻, Ω ;

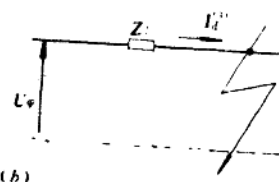
X_{i0i} 、 R_{i0i} 第*i*条线路单位长度电抗、电阻, Ω/km ;

l_i 第*i*条串联线路长度, km 。

同理参阅图1-8可求得当发生两相短路时故障电流的计算方法。



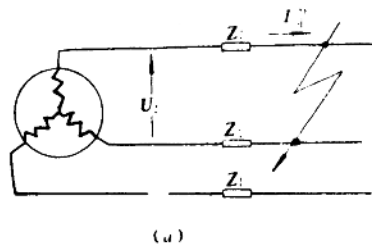
(a)



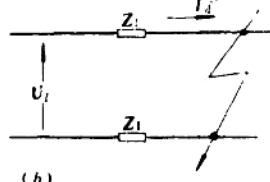
(b)

图1-7 三相短路故障电流计算等值电路

a—三相短路等值电路图; b—单相简化等值电路



(a)



(b)

图1-8 两相短路故障电流计算等值电路

a—两相短路等值电路; b—单相等值电路

$$I_d^{(2)} = \frac{U_i}{2Z_i} \quad (1-5)$$

式中 $I_d^{(2)}$ ——电网发生两相短路时之短路电流有效值, A。

为了校验高压电器的动稳定能力, 必须计算出短路电流的最大冲击值。

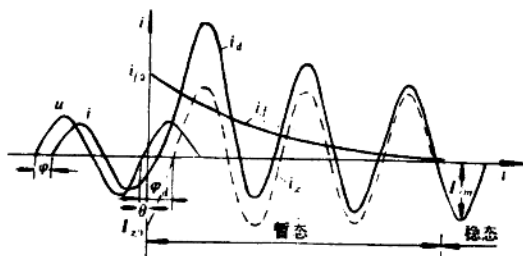


图1-9 短路电流发展过程曲线

图1-9中 $I_{zm} = \sqrt{2} I_d^{(3)}$ 表示短路电流已达到稳态后的振幅值。由图可见当刚发生短路瞬间, 由于短路回路中有电感存在, 电流不能马上增加到 I_{zm} , 而是从短路前的负载电流 I_{L0} 开始(为了简化也可认为是零而忽略)增加。为了找到最严重的状态, 假设短路恰巧发生 $I_{L0} = -I_{zm}$ 的瞬间。因为电流的连续性必须维持, 所以在电感回路中产生了一个自感电流来阻止电流的突变, 这个直流电流 i_d 也称为非周期分量。 i_d 是随时间而衰减的; 经过半

个周期，短路电流可以达到最大冲击值

$$i_{sh} = i_{f0} + I_{zm} = i_{f0} + \sqrt{2} I_d^{(3)} = 1.8 \times \sqrt{2} I_d^{(3)} = 2.55 I_d^{(3)} \quad (1-6)$$

式中 $i_{f0} = I_{zm}$ ；又考虑到0.01s的 i_f 的衰减作用，取冲击系数为1.8。

在校验高压断路器的断流能力时，要求与其额定最大遮断容量相比较，此时所需算出的短路容量 S_d 可由下式求出

$$S_d = \sqrt{3} I_d^{(3)} U_l \times 10^8, \text{MVA}, \quad (1-7)$$

式中 S_d ——三相短路时之短路容量，MVA；

U_l ——电网额定电压，V；

$I_d^{(3)}$ ——三相短路电流，A。

思考题与习题

1. 选煤厂对供配电有哪四方面要求？试简述之。
2. 供电的可靠性对选煤厂生产的正常进行起什么作用？
3. 选煤厂属于哪一级(类)电力负荷？为保证供电可靠性应采取什么措施？
4. 电能质量的标准是什么？为什么要保证它？
5. 什么叫电力系统？高压输电有什么优越性？
6. 在确定选煤厂供电电压时，应考虑哪些问题？
7. 选煤厂供电系统的结线应满足哪几方面的要求，试分别说明。
8. 选煤厂供电系统的结线方式与哪些因素有关？
9. 在何种情况下使用桥式结线？桥式结线的三种结构各有什么优缺点？
10. 图1-4中6kV采用单母线分段的优点何在？避雷器、电容器及电压互感器各起什么作用？
11. 图1-5中哪些措施是为保证供电可靠性而设的？220V照明电源是怎样获得的？
12. 变电所配电室位置的选择应从哪几方面考虑？在设计高、低压配电室时应注意哪些方面的问题？
13. 为什么要计算短路电流？它对选择高压电器有什么意义？