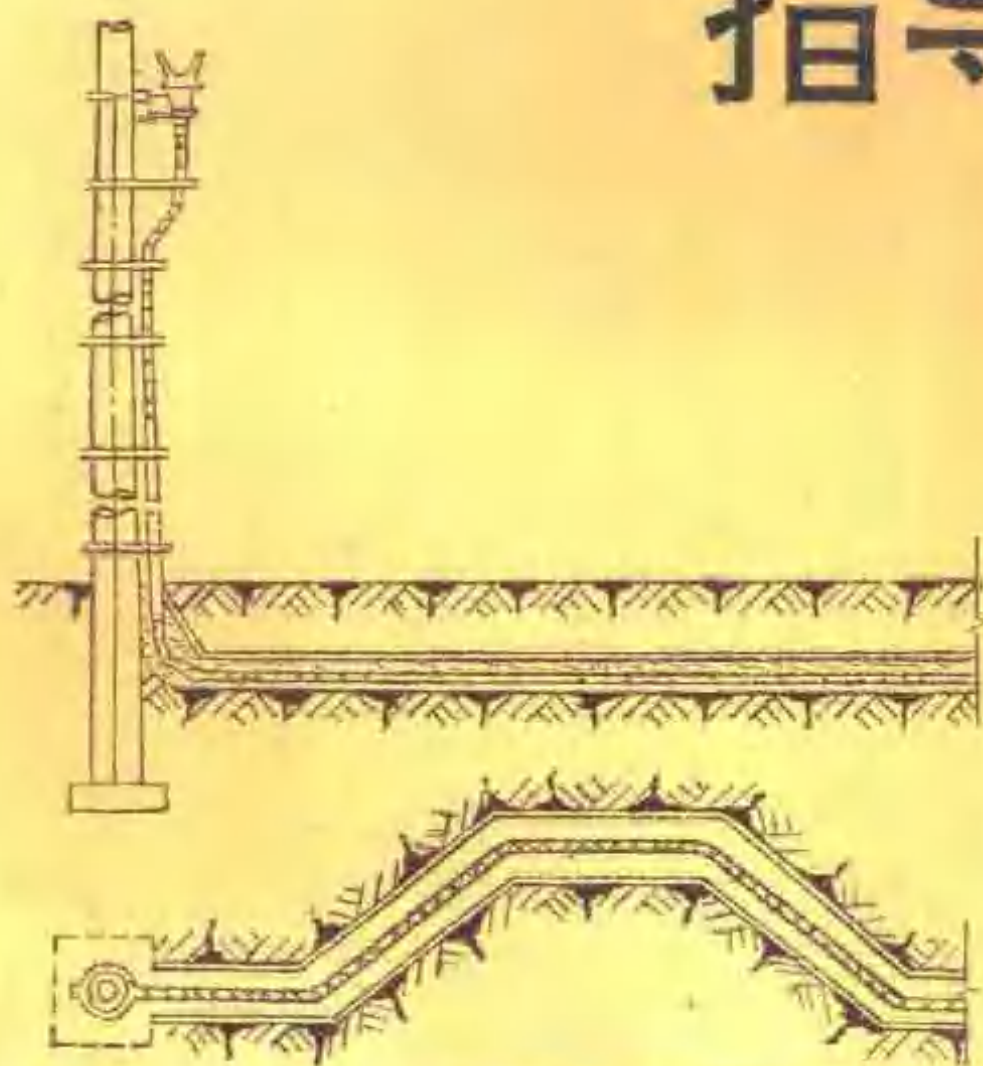


中等专业学校规划教材

矿山供电 设备实习 指导书



SHIXIZHIDAO

穆连生 冯文旭 杨贵义 编

中国矿业大学出版社

TD61-42
M-492
中等专业学校规划教材

矿山供电设备实习指导书

穆连生 冯文旭 杨贵义 编

中国矿业大学出版社

862303

(苏)新登字第 010 号

内 容 提 要

全书分上、下两篇共七章,上篇内容包括矿山 35/6kV 地面变电所主接线、设备的平面布置、变电所二次回路的基础知识、电气设备运行维护和检修及输配电线路组成与维护。下篇内容包括煤矿井下电气设备的使用维护和采掘机械电气设备。

本书作为煤炭中等专业学校机电及电气化专业的实习教材,也可供有关专业的工程技术人员和技术工人参考。

责任编辑 高 专

技术设计 杜锦芝

中等专业学校规划教材

矿山供电设备实习指导书

穆连生 冯文旭 杨贵义 编

中国矿业大学出版社出版

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 12 字数 288 千字

1995 年 7 月第一版 1995 年 7 月第一次印刷

印数 1—2000 册

ISBN 7-81040-344-3

TM · 1

定价:6.90 元

前 言

本书是“八五”规划教材,是煤炭中等专业学校电工教材编审委员会第二次会议审定的《矿山供电设备实习指导书》细纲编写的。适用于煤炭中专学校机电专业和煤矿电气化专业。

矿山供电设备教学实习是矿山供电课程的重要组成部分,是课堂教学的必要补充。同时也为学生将来从事供电管理、运行维护,打下必要的实践基础。为此,本书着重介绍 35/6kV 变电所运行、设备布置、主变压器、断路器等高压设备及煤矿井下电气设备的维护、检修和继电校验,对典型设备适当给出了工作原理。全书尽可能地反映新技术、新设备,同时也介绍了正在使用中的过渡性老产品。

本书在编写过程中,注意贯彻国家新标准,采用法定计量单位。

本书可供学生在实习期间使用。各章末均附有复习思考题,以体现各部分内容的基本要求。可供教师检查实习效果时参考,也可帮助学生掌握实习要求和重点。

本书分上、下两篇共七章,第一章、第七章由大同煤炭工业学校穆连生编写,并负责全书的主编工作;第二章、第六章由泰安煤炭工业学校冯文旭编写;第三章、第四章、第五章由抚顺煤炭工业学校杨贵义编写。大同煤炭工业学校李望老师审阅全书,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,编者水平所限,书中错误与不妥之处恳请读者提出宝贵意见。

编者

1993 年 11 月

目 录

第一篇 煤矿地面供电及设备

第一章 矿山地面变电所实习.....	(1)
第一节 实习概述.....	(1)
第二节 变电所二次回路	(23)
第三节 继电保护装置的整定调试	(34)
第四节 断路器控制及自动重合闸装置	(39)
思考题	(44)
第二章 煤矿地面变电所供电设备	(46)
第一节 电力变压器	(46)
第二节 高压电器	(66)
第三节 继电器的校验	(88)
思考题.....	(102)
第三章 输配电线路.....	(105)
第一节 架空线路.....	(105)
第二节 电缆线路的敷设.....	(118)
思考题.....	(127)

第二篇 井下供电系统及设备

第四章 井下变电所实习.....	(128)
第一节 井下供电实习.....	(128)
第二节 采区变电所及工作面配电点.....	(134)
思考题.....	(142)
第五章 井下供电设备.....	(143)
第一节 磁力起动器.....	(143)
第二节 矿用高压配电箱.....	(147)
第三节 低压馈电开关及矿用变压器.....	(152)
第四节 移动变电站.....	(155)
思考题.....	(159)
第六章 矿用检漏继电器及煤电钻综合保护装置.....	(161)
第一节 检漏继电器的使用维护及调试.....	(161)
第二节 煤电钻综合装置使用维护及调试.....	(165)
思考题.....	(171)

第七章 采掘机械电气设备.....	(173)
第一节 AM—500 采煤机电气系统	(173)
第二节 掘进机电气系统简介.....	(184)
思考题.....	(185)
主要参考文献.....	(186)

第一篇 煤矿地面供电及设备

本篇结合矿山地面变电所典型例子,主要介绍变电所主结线、设备平面布置、防雷接地、用电管理基本知识、二次回路组成及维护;电气设备的维护与检修;输配电线路的架(敷)设方法等。

第一章 矿山地面变电所实习

第一节 实习概述

矿山地面变电所是全矿供电中心,电气设备多,布置空间较小,电压等级高,接线复杂,控制、保护齐全。一旦供电中断,煤矿生产将遭受破坏,甚至使矿井安全受到威胁。所以,变电所实习的首要问题是安全,一是保证电气设备安全可靠的运行;二是确保人身安全。学员不得擅自操动任何开关、触及任何按钮,不得靠近带电设备,要熟悉供电管理以及设备操作、维护、检修等有关规程,只有这样才能很好地进行实习。

一、变电所主结线及运行情况

1. 变电所主结线

变电所主结线是由电力变压器、断路器、隔离开关等电气设备及其连接导线所组成的受电、变电和配电电路,它与电源电路、电压等级和负荷的大小、类别、电力变压器台数、容量等因素有关,如图 1-1 所示。

图 1-1 中 35kV 二趟电源进线分别来自矿区 110kV 变电所和邻近的矿地面变电所。35kV 侧采用全桥结线,不但切换变压器和倒换电源进线灵活、方便,而且利于发展成单母线分段。两台主变压器容量各为 10000kVA, 35/6.3kV, 分联同时运行,一台变压器退出运行时,另一台可以保证安全用电和原煤生产用电。

6kV 采用单母线、断路器分段,保证一类负荷取得双电源。

1) 主、副井绞车供电 老副井和老主井绞车采用双电源环形供电,互为备用;新副井绞车采用双回路供电。

2) 井下供电 下井电缆共五条, -170 水平三条, -377.5 水平两条,考虑 -377.5 水平生产规模逐年扩大, -170 水平逐年缩小的趋势,在 -170 与 -377.5 水平之间设置联络线,作为 -377.5 水平的备用线路。

3) 压风机房供电 老压风机房虽不是一类负荷,也采用双回线路供电,一条供压风机,另一条供附近的低压用电负荷,同时还兼作压风机的备用电源;新压风机房负荷大,特别在矿井扩建阶段,掘进任务重,采用两回线路供电。

4) 主扇风机供电 主扇风机是一类负荷,由 6kV 两段母线分别供电,以保证矿井安全。

5) 选煤厂供电 选煤厂虽非一类负荷,但是生产的重要环节,采用双回路供电。

6) 所用电 所用电由 35/0.4kV 变压器供电,接在 35kV 进线上,所用电备用电源由接在 6kV 侧的低压变压器供给。

7) 补偿电容器 6kV 两段母线上各接一组补偿电容器,以提高功率因数。正常时两段母线同时投入运行,可使全矿功率因数保持在 0.9 以上。

8) 联络开关 主要生产负荷和保安负荷由 6kV 两段母线上引出,两段母线由 18、19 号联络开关连接,不仅能保证矿井安全,而且能作到变电所不停电检修。

2. 变电所的倒闸操作

根据煤矿企业生产的特点,矿山地面变电所广泛采用由两回电源线路受电和装设两台电力变压器的桥式结线方式。主变压器的切换、电源进线的切换过程称为倒闸操作过程。以图 1-2 全桥结线为例,说明其操作过程。

设正常运行时电源由线路 WL_1 供给, WL_2 备用,主变压器 T_2 运行, T_1 备用。隔离开关 QS_5 处于断开状态,其余隔离开关均闭合。断路器 QF_4 、 QF_2 处于断开状态,其余均为闭合状态。主变压器 T_1 二次侧断路器处于断开状态。

1) 切换主变压器操作 先将隔离开关 QS_5 闭合,再将断路器 QF_4 闭合,主变压器 T_1 空载运行,然后将 T_1 二次侧开关闭合, T_1 带负载投入运行。将 T_2 二次侧断路器断开,再将 QF_5 断开, QS_6 断开, T_2 退出运行。上述操作过程不需要停电。

对于外桥结线的变电所,主变压器一次绕组由隔离开关与母线连接,切换变压器时常被迫用隔离开关切除空载变压器。当变压器为:电压 35kV,容量 7500kVA 及以上;电压 60kV,容量 10000kVA 及以上;电压 110kV,容量 31500kVA 以上时。其变压器空载电流超过了隔离开关的切、合能力,此时必须采用全桥结线。

2) 切换电源线路操作 先将断路器 QF_2 闭合,然后将 QF_1 、 QF_3 断开,主变压器 T_2 仍然正常运行, T_1 备用。这一操作过程在控制室通过控制屏上的转换开关实现。

上述操作方法因各变电所倒闸操作情况不同而异,但总的原则是一致的。隔离开关没有灭弧装置,在分断状态有明显可见的断口,主要用于隔离电源、电路转换、闭合与分断小电流电路。断路器具有灭弧装置,触头装在箱体内,分合状态不可见,它既可切换正常负载电流,又可切断短路电流。合闸时先合隔离开关,后合断路器,分闸时与之相反。

二、变电所屋内外布置

1. 屋外布置

变电所屋外布置中导线和电气设备都设在露天,没有任何防护遮蔽,导线用绝缘瓷瓶固

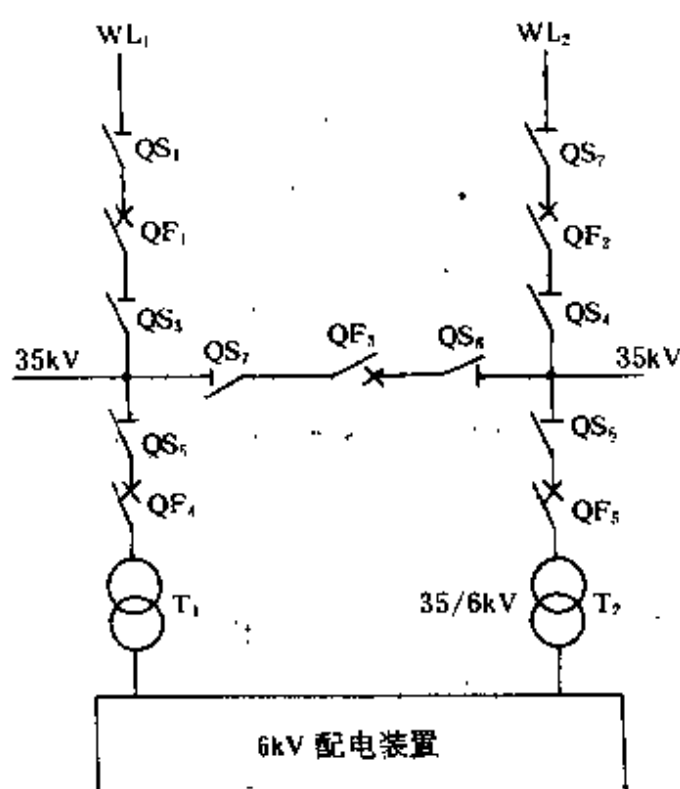


图 1-2 全桥结线

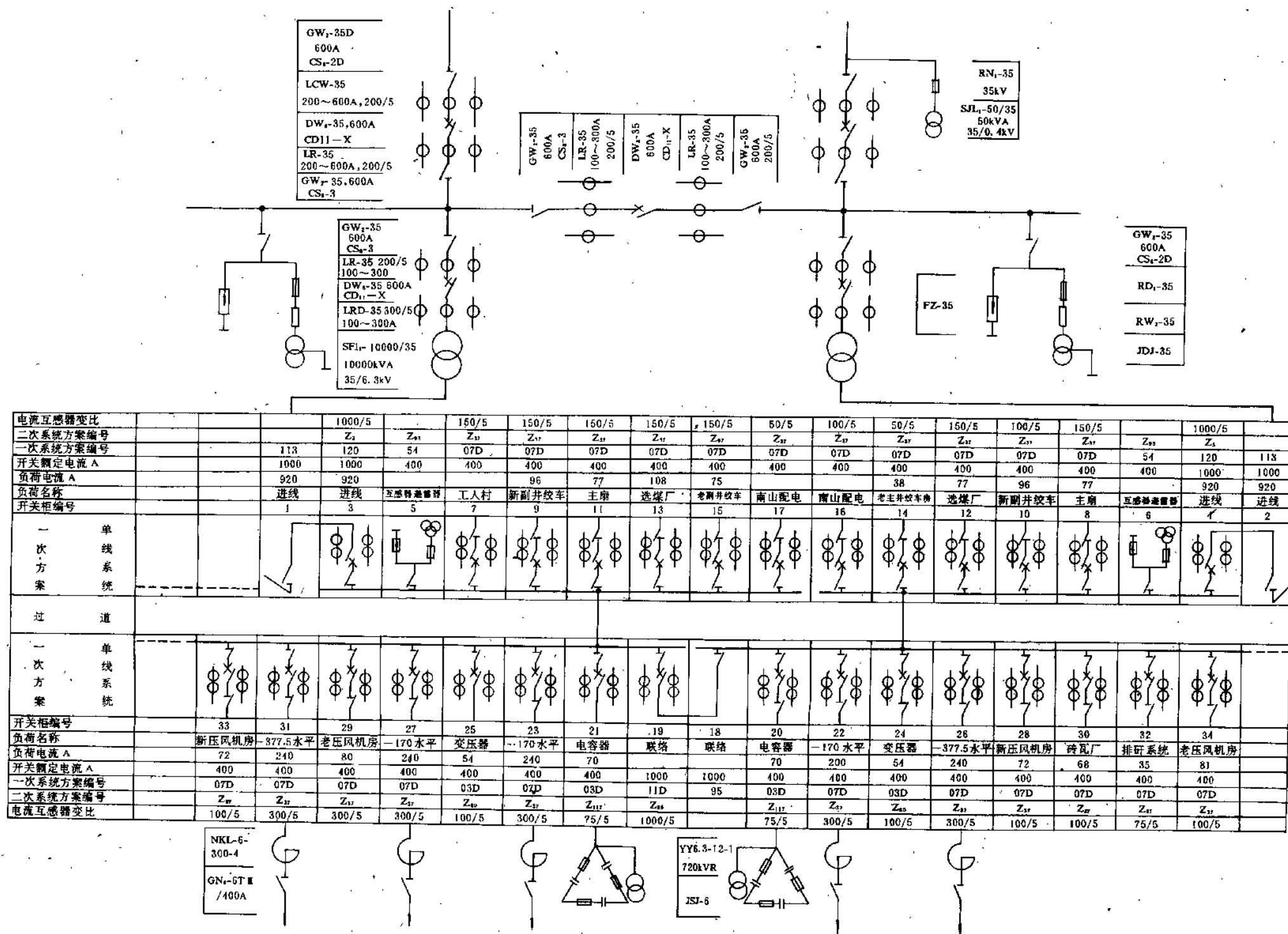


图 1-1 地面变电所供电系统图

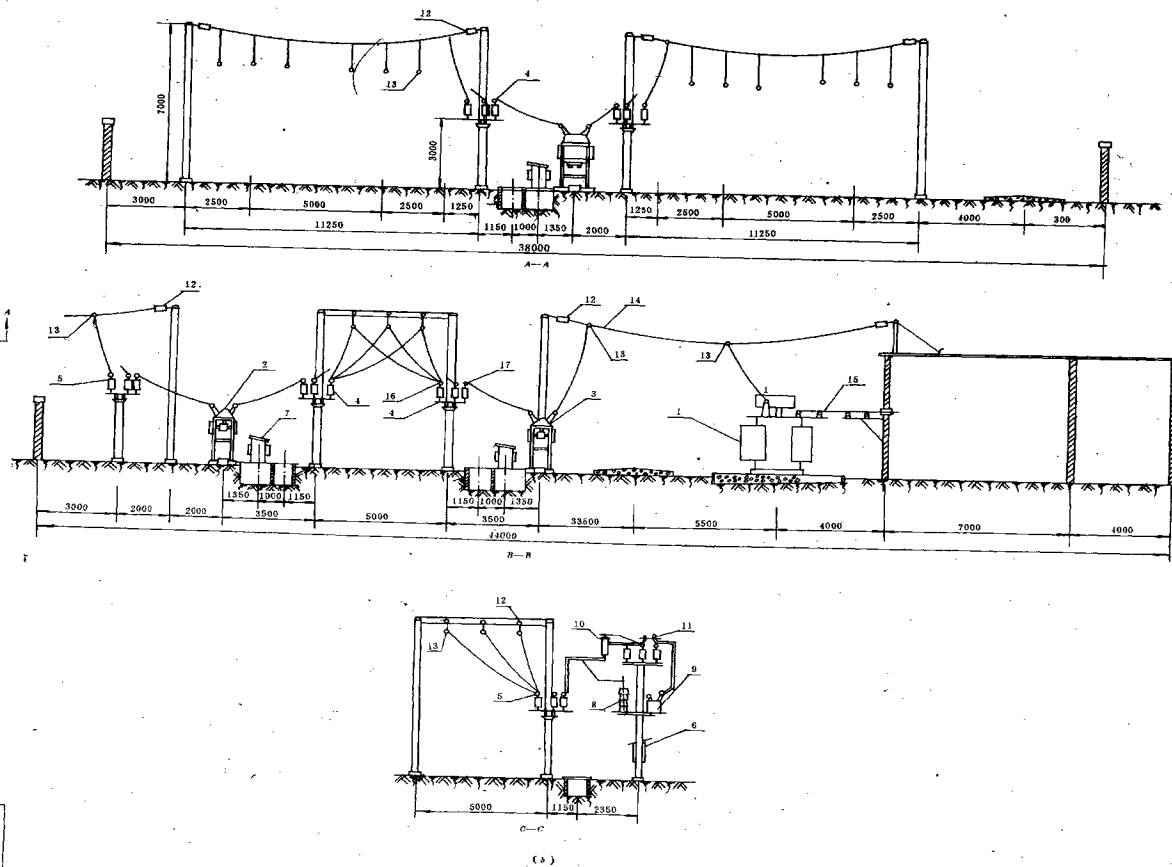
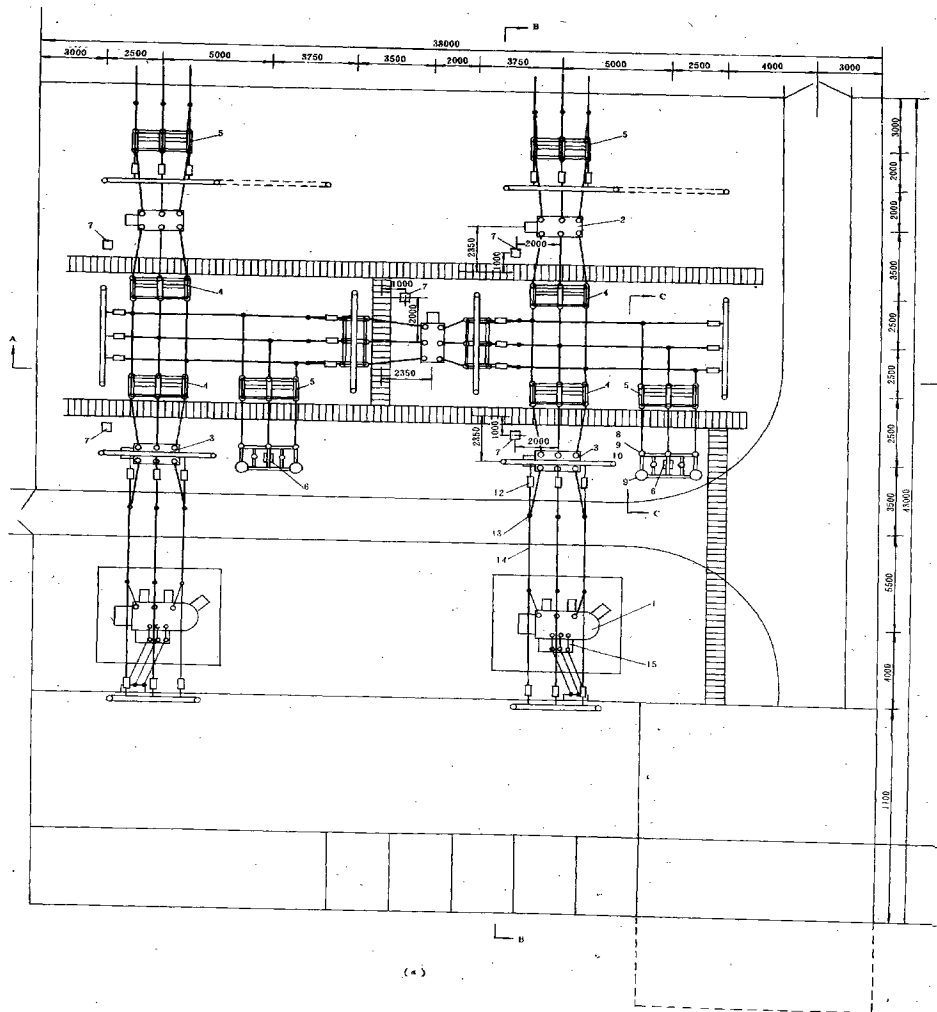


图 1-3 35/6kV 变电所屋外配电装置平面布置图

a—平面布置图；b—剖面图

- 1—主变压器 SPL₁-10000/35.35/6.3kV；2.3—断路器 DW-35.600A；4—隔离开关 GW₂-35.600A；
5—隔离开关 GW₂-35D.600A；6—端子箱 XW₁；7—端子箱 XW₂；8—避雷器 FZ-35；
9—电压互感器 JDJ-35；10—附加电阻 RD₁-35；11—熔断器 RW₂-35-0.5；12—耐张绝缘子串 z-4.5；
13—导线夹；14—钢芯铝绞线 LGJ-95；15—主变压器 6kV 母线架安装；16.17—设备线夹

定在支柱或构架上,电气设备安装 在构架或基础上。

屋外配电装置分低式、中式、高式和半高式布置等几种型式。低式布置,电器和母线处于同一高度,以便母线连接;中式布置,电气设备设置在同一水平,母线支持在较高水平,跨线更高;高式布置,设备分别分布在不同水平面上,母线在上,隔离开关居中,断路器在最下面。现有 35kV 屋外配装置中,中式布置最多,其它形式的布置为数甚少。

配电装置采用屋内或屋外布置,是根据具体环境条件决定,见表 1-1。

表 1-1 屋内、屋外配电装置的适用范围

配电装置结构形式	适用范围
屋外式	正常环境的 35~110kV 配电装置
屋内式	所有的 6~10kV 配电装置 位于空气污染,有腐蚀性气体及导电粉尘,可燃尘埃较多的地区或沿海严重盐雾地区的 35~110kV 配电装置 用地面积受限制的 35~110kV 配电装置

变电所总平面图是一张反映变电所全貌的俯视图,表示主变压器及各电压等级配电装置的相对位置、主要设备总体布局 and 定位,如图 1-3 所示。主变压器容量为 $2 \times 10000\text{kVA}$,全桥接线。

1) 变电所的地理位置及环境条件 该变电所的地理位置为地势平坦,交通便利;空气污秽很小,没有腐蚀性气体及导电粉尘。因此,35kV 配电装置采用屋外布置。

2) 屋外布置 主变压器布置在高、低压配电装置之间,使高压 35kV 进线正对主变压器的高压端。6kV 也能直入低压配电室,走线较短,布线方便。

电气设备布置上,多油断路器和主变压器采用落地布置,安装在混凝土基座上;隔离开关安装在较高的支架上;避雷器、互感器采用高式布置;母线布置在最上面;构架采用门型结构,能合理布置设备和利用占地面积。

3) 积油坑 主变压器下面设有积油坑,坑中铺有直径 30~50mm、厚为 250mm 卵石层,卵石层间隙能吸收 20% 变压器充油量,积油坑设有排油管,发生事故时能迅速将油排在安全处所。积油坑四壁高出地面 150mm,防止下雨时泥水流入积油坑,积油坑面积尺寸比主变压器外轮廓尺寸四周各大 1000mm。

4) 变电所内道路 为使运输设备方便,在主变压器前设有 3000mm 宽道路,道路转弯处内缘半径 7000mm,以满足解放牌汽车转弯要求。开设两个大门,汽车运送设备时可从一个大门进,从另一个大门出。

5) 电缆沟 电缆沟分横向电缆沟和纵向电缆沟。横向电缆沟布置在隔离开关与断路器之间;纵向电缆沟布置在主变压器一侧,直接沟通主控制室与横向电缆沟,走线方便。

本变电所按目前情况属于终端变电所,考虑到今后发展;留有出线位置,图 1-3a 中虚线所示,35kV 侧可发展成单母线分段。

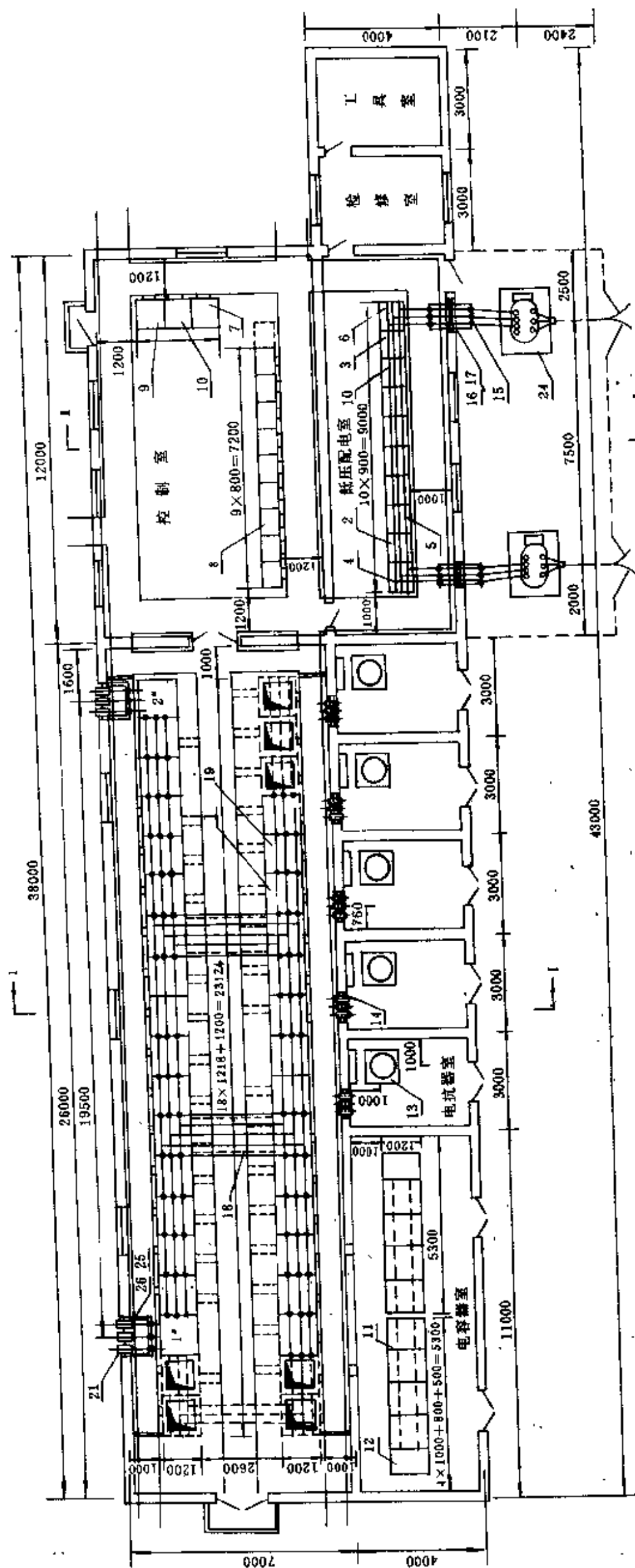


图 1-4 地面变电所屋内布置图

- 1—高压开关柜 GG-1A; 2—低压配电屏 BSL-1-34, 3—所用电源屏 BSL-10; 4—低压配电屏 BSL-10; 5—低压配电屏 BSL-1-39; 6—低压配电屏 BSL-1-11, 7—直流屏 PK-1; 8—控制保护屏 PK-1; 9—电容器柜 GKA-100/200; 10—电容器柜 GKA-50/220; 11—电容器柜 GR-1; 12—电压互感器柜; 13—电抗器 NKL-300-3, 14—隔离开关 GN₆-6T₁/900; 15—低压母线穿墙安装; 16—低压母线室外支架; 17—支柱瓷瓶, 18—6kV 母线桥; 19—柜母线 80×6mm²; 20—柜母线 80×6mm²; 21—6kV 穿墙套管安装; 22—电抗器固定角钢; 23—室外 6kV 电头; 24—变压器; 25—支柱绝缘子; 26—6kV 母线架; 27—低压母线架

图 1-3b 为剖面图,图中 A—A 是分段间隔剖面图;B—B 是进、出线间隔剖面图;C—C 为电压互感器、避雷器间隔剖面图。由剖面图可见,电气的相对位置、尺寸、布置方式以及电器连接关系等。

2. 屋内布置

屋内布置的配电设备包括成套开关柜、限流电抗器、补偿电容器和所用变压器等。

6~10kV 成套配电装置的布置方式有单列靠墙、单列离墙、双列靠墙、双列中间布置方式。

限流电抗器一般采用三相垂直布置,中间布置的电抗器导体绕向应与上下两电抗器导体的绕向相反。以免相邻两相短路时使支柱绝缘子受到拉力而损坏。

补偿电容器采用单列、双列及单双列屋内多层布置形式,通常采用自然通风,避免日晒。

图 1-4 是 35/6kV 变电所屋内平面布置图,图 1-5 为它的剖面图。为了在图中能看清楚电缆沟的布置,绘出了室内电缆布置图,如图 1-6 所示。

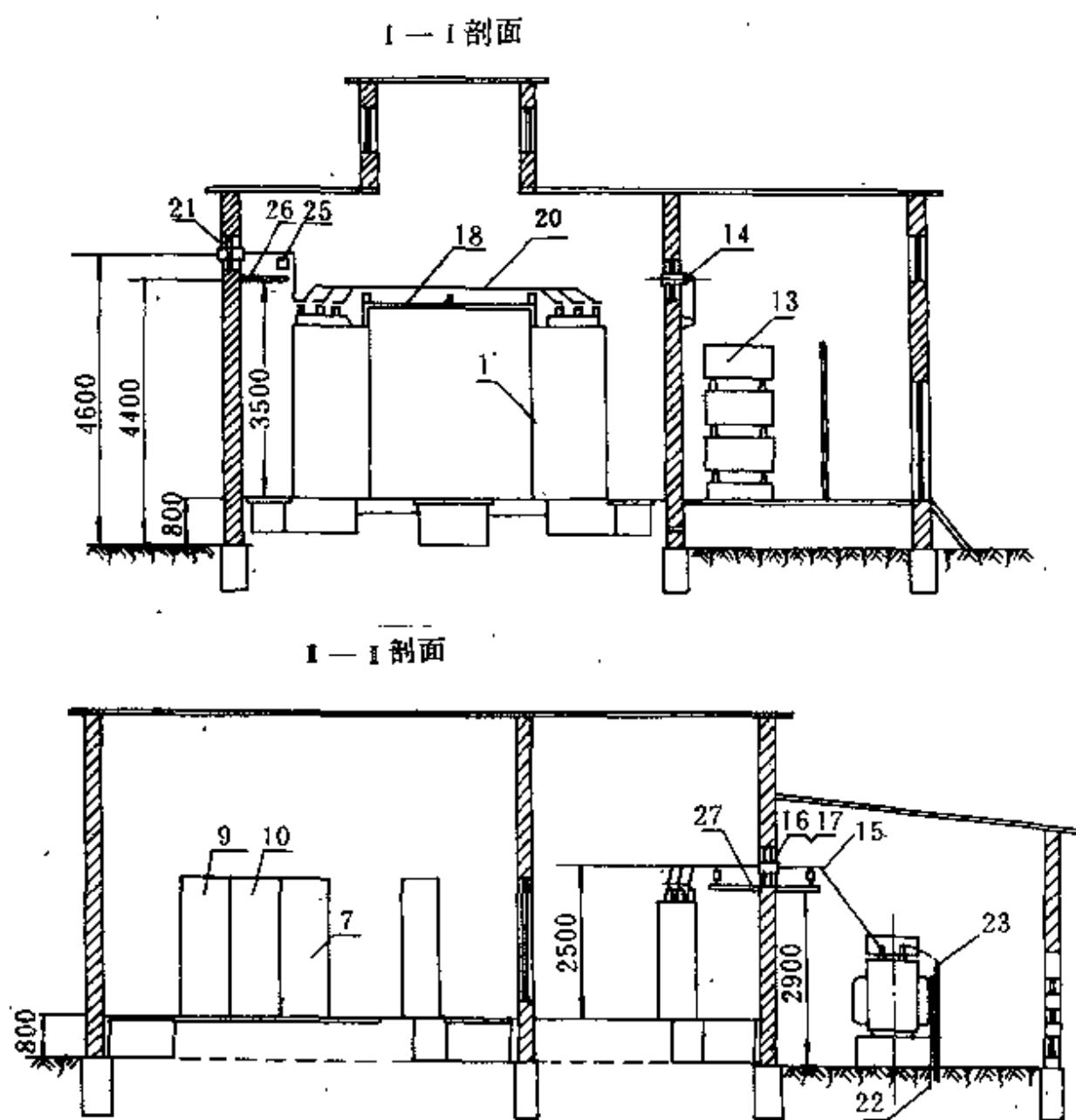


图 1-5 室内配电装置剖面图

在平面图中,有高压配电室、电容器室、电抗器室、主控制室、低压配电室、检修室、工具室和变压器间等。

1) 高压开关柜布置 两路 6kV 电源由主变压器经穿墙套管进入高压配电室,分别送

图 1-6 35/6kV 变电所屋内电缆布置图

到两段母线上。高压配电装置采用 GG-1A 成套 6kV 开关柜,为便于检修、维护,开关柜离墙安装,双列布置,柜前操作通道 2600mm,柜后维护通道宽 800mm,留有 7 面开关柜位置,便于今后发展。

为了加强通风,并考虑事故时强气流的消散,在高压配电室中,房屋建筑上设有气楼。

2) 电容器、电抗器布置 高压配电室的前面设有电容器室和电抗器室。电容器室中电容器柜分两组,每组 4 台柜,共 8 台柜。为便于电容器通风散热,室内上下装有百叶窗;电抗器室是每台电抗器占一个小间,组成电抗器间隔,共 5 个间隔。

3) 主控制室 高压配电室右边是主控制室,室中有 9 面控制屏,其中主变保护、主变控制、35kV 控制和中央信号各 1 面,另外 5 面作为 6kV 电动操作控制,即对 6kV 断路器进行集中控制。另外还设有硅整流器 2 台和直流控制屏一面,作为直流操作。

4) 低压配电室 在控制室前面设有低压配电室,在低压配电室前,是变压器间,内装两台低压变压器,供地面低压动力和照明等,并兼作所用电的备用电源。

5) 检修室、工具室 为了维护检修工作的需要,低压配电室右边设有兼作休息的检修室和工具室。

平面图中,变压器间的虚线部分表示后期工程,上面可以搭一个蓬子,旁边用栅栏围住或砌成半截墙,以保证安全。

35kV 屋内配电装置的平面布置,请学员参见有关资料,这里不再叙述。

三、电缆布置

如图 1-6 所示。在 6kV 配电室中,开关柜的控制、信号电缆和合闸电缆分别由柜前操作通道下电缆沟引入主控制室,屋外 35kV 配电装置的控制信号电缆和合闸电缆由屋外横、纵向电缆沟引入主控制室。6kV 动力电缆由柜后电缆沟引出,其中 5 路引入电抗器室,经过电抗器、隔离开关再引入 6kV 开关柜后的电缆沟,通过该电缆沟引至屋外,送入井下;2 路引入电容器室;2 路引到所用变压器;其它各路经柜后电缆沟引向屋外,再向用户供电。有关电缆沟的详细技术参数参见第三章。

四、防雷、接地装置

1. 变电所防雷装置

1) 避雷针 为防止直击雷对变电所电气设备、线路及建筑物等的侵害,变电所装有避雷针或避雷线,通常采用避雷针。避雷针高于被保护设备,并具有良好的接地,所以能起到保护作用。图 1-7 为地面变电所防雷保护平面布置图,该变电所 35kV、6kV 采用屋内布置、楼房高 12000mm,主变压器布置在屋外。采用 4 支避雷针,其中避雷针 B_3 、 B_4 高 25000mm; B_1 、 B_2 高 20000mm。引下线采用镀锌圆钢材料($\phi 8$),接地干线采用 $25 \times 4\text{mm}^2$ 镀锌扁钢,接地极采用长 2500mm、12 根 $\phi 50$ 镀锌钢管。引下线、接地线与接地极之间采用焊接连接,所有接地装置均涂防腐漆,接地极埋深 800mm,避雷针接地线与保护接地线在土壤中距离大于 3000mm。保护范围如图 1-7 所示。

2) 避雷器 避雷器是防护感应雷对电气设备产生危害的保护装置,它一端与被保护设备并联,另一端接地,且放电电压低于被保护设备的绝缘水平,当感应雷(雷电波)入侵设备时,避雷器首先被击穿并对地放电,从而使电气设备受到保护。

2. 地面变电所保护接地网