

供电企业生产技能人员实训教材

变电运行(110kV)

国网河北省电力公司 组编

GONGDIANQIYE
SHENGCHAN JINENG RENYUAN
SHIXUN JIAOCAI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

供电企业生产技能人员实训教材

变电运行(110kV)

国网河北省电力公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为加强供电企业岗位培训的基础建设,提高培训针对性和实效性,根据公司精益化管理、标准化建设的工作要求,以规范、规程和生产作业指导书为依据,国网河北省电力公司组织直属各供电公司、检修分公司、培训中心的专家编写了本套《供电企业生产技能人员实训教材》(共18本)。

本书为《变电运行(110kV)》,主要包括110kV变电站一些常用安全用具和仪表使用、工作票及安全措施、电气设备的巡视检查及维护、倒闸操作、异常及事故处理、二次回路识图以及110kV变电站的设备验收与投运措施。

本书可供供电企业110kV变电运行专业技能、管理人员使用,也可作为提高110kV变电运行岗位人员工作能力的培训用书,还可作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

变电运行. 110kV / 国网河北省电力公司组编. —北京:
中国电力出版社, 2015.10

供电企业生产技能人员实训教材

ISBN 978-7-5123-5267-4

I. ①变… II. ①国… III. ①变电所-电力系统运行-技术培训-教材 IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 286025 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年10月第一版 2015年10月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 19.75印张 377千字

定价 50.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

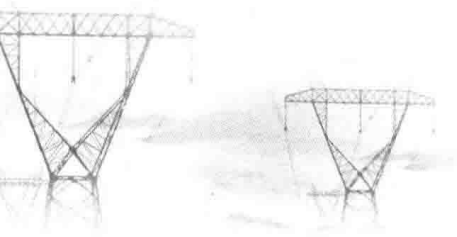
版 权 专 有 翻 印 必 究

供电企业生产技能人员实训教材 变电运行(110kV)

编 委 会

主	任	刘克俭			
副	主	任	董双武	苑立国	
成	员	赵 宁	侯书其	齐向党	王向东
		倪广德	赵立刚		

编审组组长	赵 宁	齐向党			
副 组 长	侯书其	王向东	倪广德	赵立刚	
主 编	霍宏武				
主 审	贾志辉				
成 员	池丽霞	王炳武	张红艳	王 民	
	王 宁	陈铁雷	吕云飞	郜向军	
	焦淑萍	田 青			



序

国家电网公司董事长刘振亚曾经说过：“在改革发展的关键时期和攻坚克难的考验面前，能不能勇担责任、战胜挑战，完成好各项任务，根本要靠高素质的干部员工队伍。”从某种意义上讲，人才是企业的发展之基、转型之要、跨越之本。作为现代化国有特大型企业，必须从发展的视角、战略的高度充分认识人才培养在企业发展中的地位和作用。

国家电网公司“三集五大”体系建设进一步深化，特高压电网进入全面大规模建设阶段，河北省产业调整、工业升级、生态建设同步推进，长远来看电力需求将稳步增长，对电网发展提出更高要求。只有持续提高电网安全运行水平，才能切实担负起服务京津冀协同发展、促进产业转型、服务保障民生的重任。电网生产技能人员是电网企业安全生产的基础，如何培养出一支满足公司发展和电网发展需要的生产技能人才队伍是当前乃至以后较长一个时期的重大课题。

近年来，河北公司以岗位核心技能为重点，以高技能人才队伍建设为抓手，以考试考核为手段，大力开展全员培训取得了明显效果。同时由于培训、竞赛、调考力度的加大，也暴露出了课程教材题库等基础建设的薄弱，由于缺乏长期、统一和规范的教材开发体系，培训教材普遍存在偏重理论知识、技能操作内容较少、针对性差、实用性低的问题，特别是针对高技能人才培训的教材数量尚少，无法满足公司发展对员工

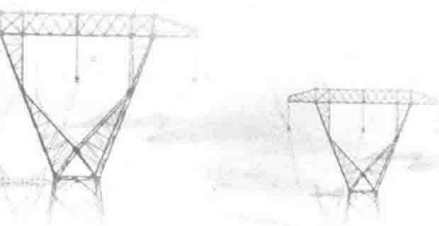
岗位能力不断提高的要求。

本着“干什么练什么，缺什么学什么”的目的，公司提出以科学发展观为指导，紧密结合现场实际操作要求，以技能训练为核心，以规范、规程、作业指导书为依据，以实训室设备设施为基础，在保证知识够用、技能必备的基础上，重点突出实用性、针对性、典型性，组织公司本部专业处室、培训中心、基层单位 18 个专业 115 名专家，在全面收集、分析、筛选现有技能培训教材和现场作业项目，借鉴优秀培训教材的基础上，结合生产一线岗位技能培训的实际需要，编制完成了《供电企业生产技能人员实训教材》。

《供电企业生产技能人员实训教材》共计 18 分册，涵盖了供电企业 16 个专业职种。以技能训练为主线，结合现场使用的《电力生产标准化作业指导书》、《操作导则》等技能操作规范，与各职种现场设备、技术手段、标准化作业程序同步。本教材可用于实训操作训练指导，亦可作为现场培训和生产作业流程优化参考资料。

我们相信，在众多专家的共同努力和广大生产技能人员的支持下，实训教材体系将日趋完善，电网生产技能人员综合能力会日渐提高，企业安全生产根基将持续夯实，建设世界一流电网、国际一流企业的目标将不再遥远。真诚希望本书能够为您带来帮助。

苑立国
2015 年 2 月



前言

为满足供电企业一线员工现场培训需求，加强供电企业生产技能岗位培训的基础建设，推动生产作业标准化，国网河北省电力公司选择 18 个专业（工种），编写了本套《供电企业生产技能人员实训教材》（简称《实训教材》）。《实训教材》由国网河北省电力公司一线生产专家编写，省公司组织专业审核把关，并由经验丰富的技术专家担任主审，经省公司组织试用、研讨、反复修改后成稿。

《实训教材》紧密结合现场实际操作要求，以技能训练为核心，以供电企业技术规范、规程、作业指导书为依据，突出教材可操作性、实用性、针对性和典型性。在内容定位上，以专业技能为重点，突出标准化作业，规范作业行为。在编写模式上，各专业（工种）实训指导教材不分层级，要求受训人员均按规范的、标准的作业要求完成实训项目，以操作流程为主线，相关知识和技能有限度展开，由浅入深。在使用功能上，直接用于实训室操作训练指导，并可作为现场培训和生产作业流程优化参考资料。

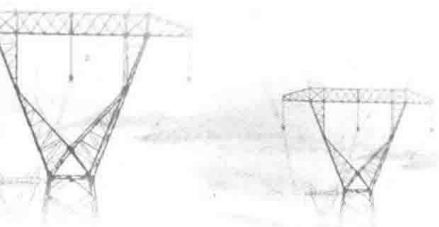
本书为《变电运行（110kV）》，重点介绍仿真站的配置及运行方式；110kV 变电站设备巡视检查及维护、倒闸操作、工作票及安全措施、安全用具的使用方法；二次回路接线图的原理。同时本书对当前应用的新技术予以介绍，引用标准、规范力求最新。本书每章内容后面附带小结和思考练习题，针对实训给出项目评分细则，便于读者掌握重点内容和培训考核使用。本书最大程度地力求内容与实际紧密结合，理论与实际操作并重。

本书由霍宏武任主编，由贾志辉主审。第一章、第四章由张红艳编写，第三章第六节和第七节、第七章、第八章由王炳武编写，第五章、第六章由池丽霞编写，第二章、第三章第一节至第五节及第八节、第九章、第十章由霍宏武编写。

本书对供电企业变电运行（110kV）人员岗位技能培训有较强的指导作用，也可给现场技术人员流程研究和优化提供参考，由于编者水平所限，加之时间仓促，书中难免存在疏漏或不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2015 年 2 月



目 录

序
前言

第一篇 实训概要

第一章 仿真站简介	3
第一节 仿真站运行方式	3
第二节 仿真站保护配置	9
第二章 实训项目的基本要求、流程及注意事项	22
第一节 巡视检查及维护	22
第二节 倒闸操作	28
第三节 工作票及安全措施	39
第四节 设备故障处理	44
第五节 设备验收及投运	50
第六节 二次回路识图	54
第三章 电气安全用具实训	59
第一节 绝缘杆	59
第二节 高压验电器	61
第三节 绝缘手套和绝缘靴(鞋)	65
第四节 携带型接地线	67
第五节 安全帽和安全带	69
第六节 各类标示牌及配置规范	71
第七节 变电站常用仪表	73

第八节 实训项目练习	76
------------------	----

第二篇 实训项目

第四章 巡视检查及维护实训项目	85
-----------------------	----

项目一 设备的正常巡视	85
项目二 设备的特殊巡视	114
项目三 设备的定期轮换试验	116
项目四 设备的典型维护性检修	118

第五章 倒闸操作实训项目	132
--------------------	-----

项目一 马集站 110kV 1 号母线由运行转检修	132
项目二 马集站 110kV 1 号母线由检修转运行	137
项目三 旁路 302 断路器转代马甸线 346 线路运行, 346 断路器 由运行转检修	141
项目四 马甸线 346 断路器由检修转运行, 35kV 旁路 302 断路器 由代路转热备用	143

第六章 工作票及现场安全措施	148
----------------------	-----

项目一 110kV 马集变电站 110kV 周马线 145 间隔设备检修 预试工作票	148
项目二 110kV 马集变电站二次设备隐患排查	153
项目三 110kV 马集变电站处理 2 号主变压器高压侧 U 相套管 严重漏油	155

第七章 设备异常处理实训项目	159
----------------------	-----

项目一 变压器的异常处理	159
项目二 断路器的异常处理	166
项目三 隔离开关的异常处理	172
项目四 互感器的异常处理	176
项目五 电容器的异常处理	181
项目六 站用变压器的异常处理	183
项目七 直流系统接地故障处理	186

项目八	二次设备的异常处理	186
项目九	监控系统的异常处理	188
项目十	小电流接地系统接地故障处理	190

第八章 故障处理及实训项目 195

项目一	线路故障处理	195
项目二	变压器故障处理	200
项目三	母线故障处理	205
项目四	复杂故障处理	211

第九章 设备验收和投运实训项目 216

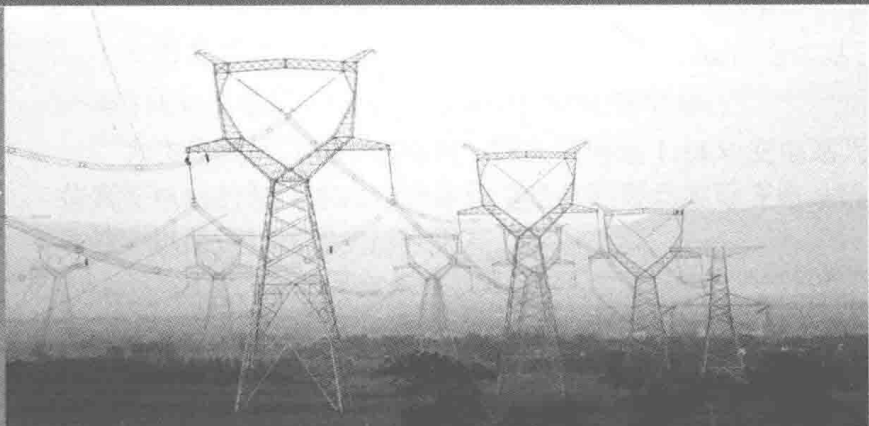
项目一	变电站一次设备竣工验收项目及标准	216
项目二	变电站二次设备及回路验收项目与标准	223
项目三	变电站运行准备验收项目与标准	230
项目四	110kV 马集站新设备投运措施	232

第十章 二次回路识图实训项目 240

项目一	10kV 线路保护测控装置二次回路图	240
项目二	10kV 电容器保护测控装置二次回路图	254
项目三	10kV 站用变压器保护测控装置二次回路图	258
项目四	RCS-9652B 备用电源自投与测控装置逻辑框图	262
项目五	10kV 电压互感器二次回路接线全图	269
项目六	主变压器风冷控制箱电气原理接线图	271
项目七	智能化变电站的综合自动化监控系统	277

参考文献 304

供电企业生产技能人员实训教材
变电运行 (110kV)



第一篇

实训概要

第一章

仿真站简介

本仿真系统为监控中心仿真,包括两座 220kV 变电站、两座 110kV 变电站、一座 35kV 变电站,五站均为综合自动化变电站。

本实训教材以其中的马集、杨家窑两座 110kV 变电站为基础进行编写。这两座仿真变电站的接线方式和设备选型是参照现场实际变电站确定的,具有典型性和代表性,以此进行培训实用性很高。

第一节 仿真站运行方式

一、马集仿真站

1. 接线方式(主接线如图 1-1 所示)

- (1) 110kV 系统采用内桥接线方式。
- (2) 35kV 系统采用单母线分段带旁路接线方式。
- (3) 10kV 系统采用单母线分段接线方式。

2. 本站设备调度管辖范围

- (1) 地调调度管辖设备: 110kV 母线、断路器及所属设备, 1 号、2 号主变压器及 35kV、10kV 侧断路器, 35kV 1 号、2 号母线及所属设备, 10kV 母线及所属设备。
- (2) 县调管辖、地调许可设备: 10kV 电容器。
- (3) 县调调度管辖设备: 35kV 旁路母线、旁路断路器及所属设备, 35kV、10kV 出线断路器及所属设备。
- (4) 地调、县调双重调度管辖设备: 35kV 出线断路器及 1 号、2 号母线侧隔离开关。
- (5) 站内管辖设备: 1 号、2 号站用变压器、0.4kV 母线及以下设备。
- (6) 继电保护及安全自动装置的调度隶属关系与相应的一次设备相同。

3. 正常运行方式

- (1) 110kV: 周马线 145 断路器上 1 号母线运行, 111-1 隔离开关上 1 号母线带 1 号主变压器运行; 铜马线 146 断路器上 2 号母线运行, 112-2 隔离开关上 2 号母线

带 2 号主变压器运行；内桥断路器 101 热备用；主变压器中性点 111-9、112-9 接地开关在断位。

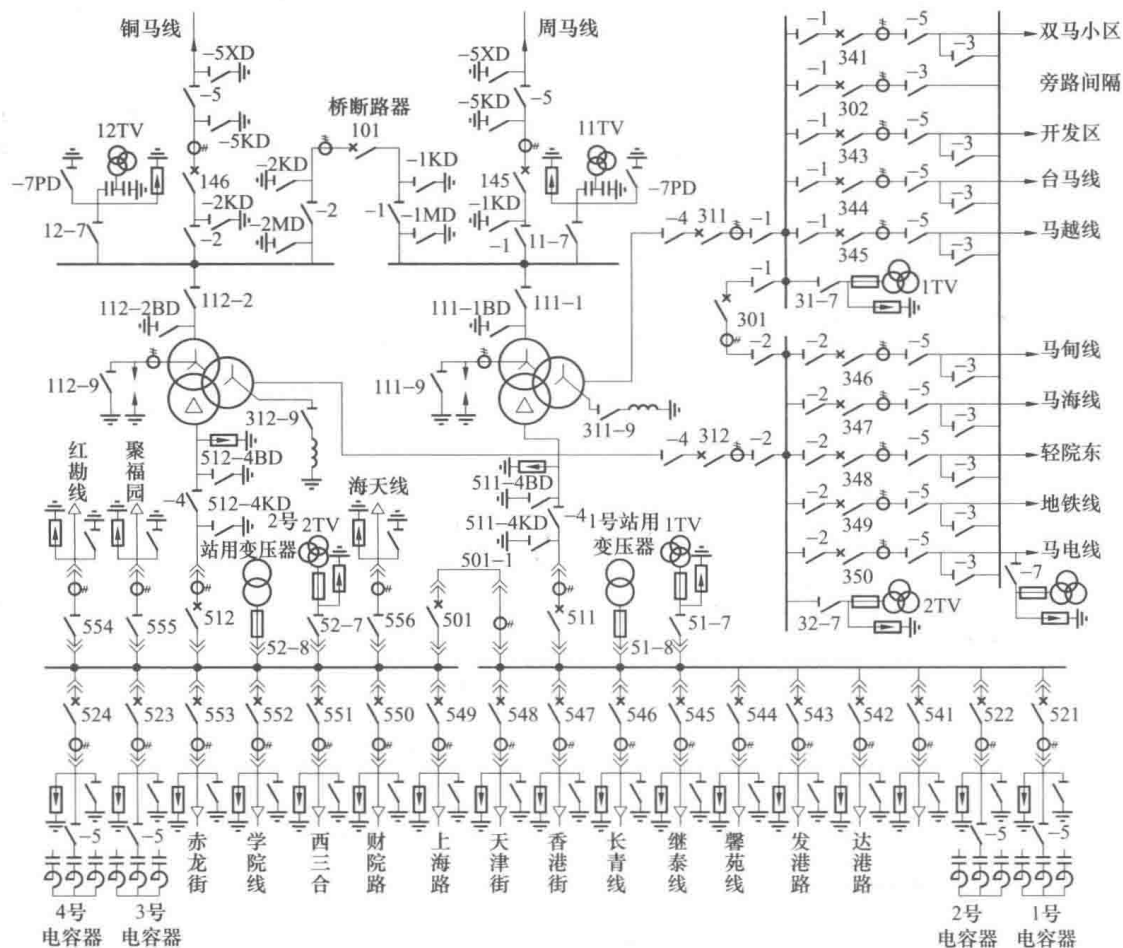


图 1-1 马集站一次系统接线图

(2) 35kV: 311 断路器上 1 号母线运行, 312 断路器上 2 号母线运行, 分段 301 断路器热备用; 旁路 302 断路器上 1 号母线热备用, 所有出线旁路隔离开关在断开位置; 1 号母线带双马小区 341、开发区 343、台马线 344、马越线 345 四条线路运行; 2 号母线带马甸线 346、马海线 347、轻院东 348、地铁线 349、马电线 350 五条线路运行。

(3) 10kV: 511 断路器上 1 号母线运行, 512 断路器上 2 号母线运行, 分段 501 断路器热备用; 1 号母线带达港路 542、发港路 543、馨苑线 544、继泰线 545、长青线 546、香港街 547、天津街 548 七条线路及 521、522 两组电容器运行, 1 号站用变压器经 51-8 手车隔离开关上 1 号母线运行; 2 号母线带上海街 549、财院东 550、西三合 551、学院线 552、赤龙街 553、红勘线 554、聚福园 555、海天线 556 八条

线路及 523、524 两组电容器运行，2 号站用变压器经 52-8 手车隔离开关上 2 号母线运行。

4. 一次设备参数（如表 1-1 所示）

表 1-1 马集站一次设备参数表

设备名称	参 数		
主变压器	型号：SSZ9-50000/110	额定容量：50000/50000/50000kVA	
	接线组别：YNyn0d11	冷却方式：ONAN	
	额定电压：（110±3×2.5%）/37±5%/10.5kV		
110kV 断路器	型号：3APIFG	额定电压：145kV	额定电流：4000A
	额定开断电流：40kA	额定压力：0.6MPa	闭锁压力：0.5MPa±0.03MPa
35kV 断路器	型号：LW8-35A	额定电压：35kV	额定电流：1600A
	额定开断电流：25kA	额定气压：0.45MPa	闭锁气压：0.40MPa
	机构型号：CT14		
10kV 断路器	型号：ZN12-12	额定电压：12kV	额定开断电流：31.5kA
	额定电流：2500A（主变压器、分段）、1250A（线路、电容器）		
110kV 隔离开关	型号：GW25-110D（2）W/1250		额定电压：110kV
	额定电流：1250A	额定稳定电流：31.5kA	机构型号：手动
35kV 隔离开关	型号：GW25-35D（2）W/1250		额定电压：35kV
	额定电流：1250A	额定稳定电流：31.5kA	机构型号：手动
110kV 电压互感器	型号：TYD110/ $\sqrt{3}$ -0.02H	额定电压比：（110/ $\sqrt{3}$ ）/（0.1/ $\sqrt{3}$ ）/0.1kV	
35kV 电压互感器	型号：JDX6-35W2	额定电压比：（35/ $\sqrt{3}$ ）/（0.1/ $\sqrt{3}$ ）/（0.1/3）kV	
10kV 电压互感器	型号：JDZX11-10B	额定电压比：（10/ $\sqrt{3}$ ）/（0.1/ $\sqrt{3}$ ）/（0.1/3）kV	
110kV 电流互感器	型号：LB6-110	额定电压：110kV	额定电流比：600/5A
	额定动稳定电流：80～115kA		额定短时热电流：31.5～45kA
35kV 电流互感器	型号：LR-35（安装在断路器套管内）		额定电压：35kV
	额定电流比：1200/5A（主变压器、分段）、600/5A（线路）		
10kV 电流互感器	型号：AS12/185h/4S		
	额定电流比：2000/5A（主变压器、分段）、600/5A（线路、电容器）		
110kV 避雷器	型号：Y5W-100/260		
35kV 避雷器	型号：Y5WZ-52.7/134		

续表

设备名称	参 数		
10kV 避雷器	型号: HY5WZ-17/45		
站用变压器	型号: SCB9-100/10.5	额定容量: 100kVA	联结组编号: Yyn0
	额定电压: 10500/400V	额定电流: 5.5/144.31A	冷却方式: AN
10kV 高压开关柜	型号: KYN27-127-07		
电容器	型号: BAMH12/ $\sqrt{3}$ -3600-1 $\times$ 3W	额定电压: 12/ $\sqrt{3}$ kV	额定容量: 3600kVar
电容器串联电抗器	型号: CKGKL-144/10-12		
放电线圈	型号: FDE2 12/ $\sqrt{3}$ -1.7-1W		
消弧线圈	型号: XDZ1-1100/38.5	容量: 1100kVA	冷却方式: ONAN

5. 站用电系统

0.4kV 单母线接线, 正常方式为 1 号站用变压器带 0.4kV 负荷, 2 号站用变压器备用, 两台站用变压器低压侧之间有自动及手动切换装置。

6. 直流系统

本站直流系统采用 220V、200Ah 铅酸阀控式电池一组, 单体电池为 2V, 共 104 只, 总出线共 16 路。同时配有两台充电器、微机型直流电源监控装置和直流接地选线装置。

系统正常运行在浮充状态, 控制母线电压为 227~237V。

二、杨家窑仿真站

1. 接线方式 (主接线如图 1-2 所示)

110、35、10kV 系统均采用单母线分段接线方式。

2. 本站设备调度管辖范围

(1) 地调调度管辖设备: 110kV 母线、线路及所属设备, 1 号、2 号主变压器及 35kV、10kV 侧断路器, 35kV 母线及所属设备, 10kV 母线及所属设备。

(2) 县调管辖、地调许可设备: 10kV 电容器。

(3) 县调调度管辖设备: 35kV、10kV 出线断路器及所属设备。

(4) 地调、县调双重调度管辖设备: 35kV 出线断路器 1 号、2 号母线侧隔离开关。

(5) 站内管辖设备: 1 号、2 号站用变压器、0.4kV 母线及以下设备。

(6) 继电保护及安全自动装置的调度隶属关系与相应的一次设备相同。

3. 正常运行方式

(1) 110kV: 万杨 I 线 191、苍杨线 193、1 号主变压器高压侧 111 断路器上 1 号母线运行, 111 断路器带 1 号主变压器运行; 万杨 II 线 192、周杨线 194、2 号主

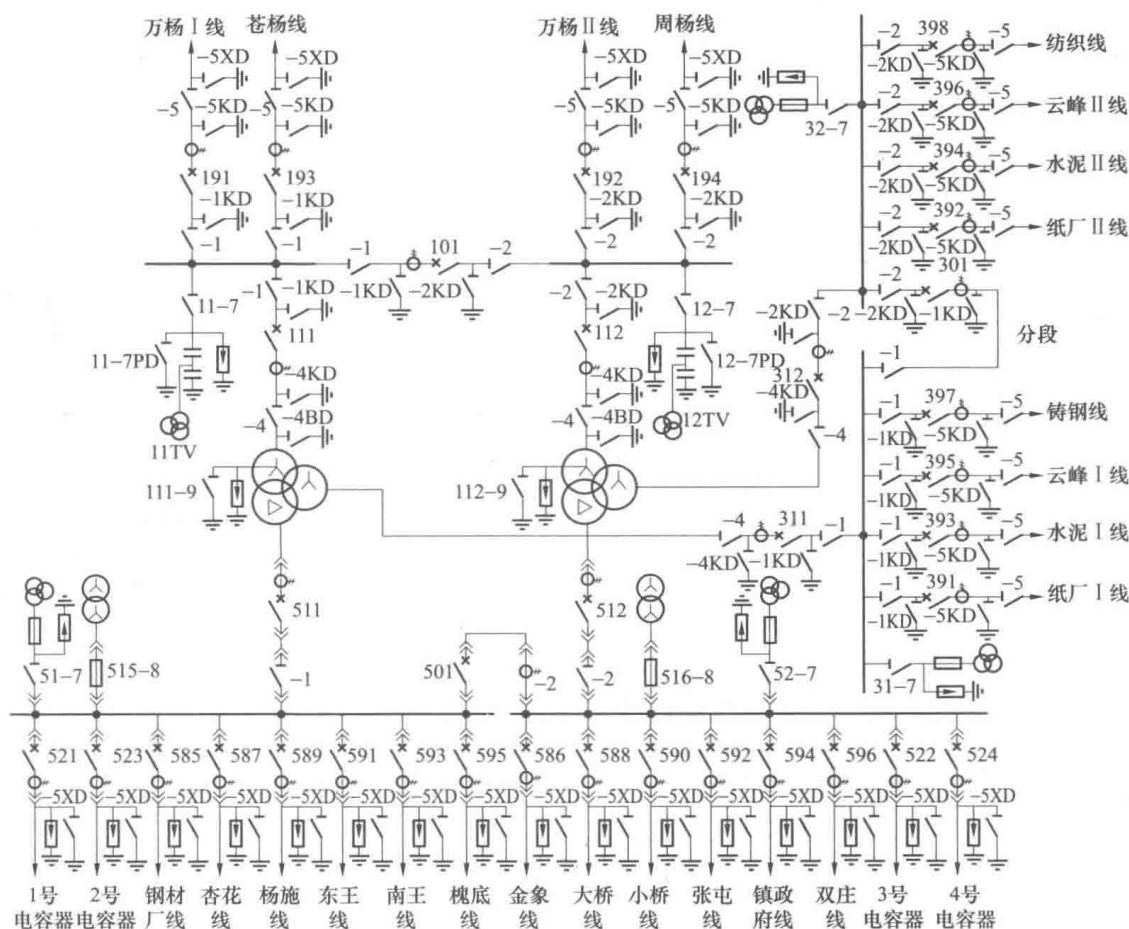


图 1-2 杨家窑站主接线图

变压器高压侧 112 断路器上 2 号母线运行，112 断路器带 2 号主变压器运行；分段 101 断路器热备用；主变压器中性点 111-9、112-9 接地开关在断位。

(2) 35kV: 311 断路器上 1 号母线运行，312 断路器上 2 号母线运行，分段 301 断路器热备用；1 号母线带纸厂 I 线 391、水泥 I 线 393、云峰 I 线 395、铸钢线 397 四条线路运行；2 号母线带纸厂 II 线 392、水泥 II 线 394、云峰 II 线 396、纺织线 398 四条线路运行。

(3) 10kV: 511 断路器上 1 号母线运行，512 断路器上 2 号母线运行，分段 501 断路器热备用；1 号母线带钢材厂线 585、杏花线 587、杨施线 589、东王线 591、南王线 593、槐底线 595 六条线路及 521、523 两组电容器运行，1 号站用变压器 515-8 手车隔离开关上 1 号母线运行；2 号母线带金象线 586、大桥线 588、小桥线 590、张屯线 592、镇政府线 594、双庄线 596 六条线路及 522、524 两组电容器运行，2 号站用变压器经 516-8 手车隔离开关上 2 号母线运行。