

牵引变电所设备维护手册

(哈尔滨—大连电气化铁路)

李大为 吕成林 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

牵引变电所设备维护手册

(哈尔滨—大连电气化铁路)

李大为 吕成林 主编

序号	英文名称	中文名称	图例
21	Power supply	电源模块	C31001-7R
72	supervision module	U1~U4 模块	27.1-5
73	supervision module	6V/12V/18V 模块	252
74	Power supervision module	微机主机	微机 (CIP) 目录附录五并图
75	MicroSCADA		

RTU 设备

序号	英文名称	中文名称	图例
1	CPU	中央处理器	212001
2	Power supply	电源模块	212002
3	Power input module	功率输入模块	212003
4	Binary output module	二进制输出模块	212004
5	Protection and Supervision module	保护及监视模块	212005
6	Command output and Supervision module	命令输出及监视模块	212006
7	Break Switch controller	断路器控制模块	212007
8	Communication module	通信模块	212008
9	Relay	继电器	212009
10			
11			

中国铁道出版社

2007年·北京

ISBN 958-7-113-05332-3
定价：48.80元

内 容 简 介

本书主要介绍哈尔滨—大连电气化铁路牵引变电所内高压设备、远动控制设备、保护设备及附属设备。该设备全套引进德国技术及管理模式。内容主要包括:变压器、电流互感器、电压互感器、断路器、补偿装置等高压设备;LTS2000、MicroSCADA、RTU等远动控制设备;电流保护装置、过电压保护装置、距离保护装置、变压器保护装置、总保护装置等保护设备;变电所内交流电部分和直流电部分的附属设备。

本书可供电气化铁路牵引变电所的管理人员、技术人员及其他工作人员参考使用。

(哈尔滨—大连电气化铁路牵引变电所)

编 主 杨 成 林 吕 成 林

图书在版编目(CIP)数据

牵引变电所设备维护手册:哈尔滨—大连电气化铁路/
李大为,吕成林主编. —北京:中国铁道出版社,2007.5
ISBN 978-7-113-07935-2

I. 牵… II. ①李…②吕… III. 电气化铁道-牵引变电
所-设备-维护-手册 IV. U224-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 066802 号

书 名:牵引变电所设备维护手册(哈尔滨—大连电气化铁路)

作 者:李大为 吕成林 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:魏京燕 崔忠文

封面设计:马 利

印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本:787×1092 1/16 印张:9.75 字数:236 千

版 本:2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷

印 数:1~1500 册

书 号:ISBN 978-7-113-07935-2/U·2072

定 价:46.90 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话:(路)021-73146 发行部电话:(路)021-73169

(市)010-51873146

(市)010-63545969

编写委员会

主	编：	李大为	吕成林		
审	核：	艾冰	陈忠革	王君	
		宋子奇	王成利		
编	写：	李玉梅	翟铁飞	李娜	谢浩
		卞明川	李秀元	张琳琳	郭磊
		苏迪	栾兰	张强	

前 言

哈尔滨—大连电气化工程全套引进德国技术、设备及管理模式,北起哈尔滨南至大连,全长 950 km,于 2001 年 8 月 18 日正式运行。为了更好地了解、吸收和消化德国先进技术,确保牵引供电设备安全运行,沈阳供电段的技术人员在《牵引变电设备维护手册》初稿的基础之上,结合开通以来的运行经验,对初稿进行了改版,形成本书。

全书总体分为四个部分:第一部分为牵引变电所主要设备的介绍,编写人是李大为、李玉梅、张琳琳、张强;第二部分为牵引变电所远动及控制系统的阐述,编写人是吕成林、谢浩、李秀元、郭磊;第三部分为保护的原理及设备介绍,编写人是翟铁飞、许长海、苏迪;第四部分是牵引变电所附属设施的讲解,编写人是李娜、卞明川、栾兰。

编写期间,得到了各级领导的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请专家批评指正。

沈阳供电段
二〇〇七年五月

目 录

第一章 牵引变电所内设备介绍	1
第一节 牵引变电所概述	1
第二节 牵引变电所内 220 kV 设备	6
第三节 牵引变电所内 27.5 kV 设备	19
第二章 远动及控制系统	31
第一节 简介	31
第二节 本地控制系统 LTS2000	34
第三节 远程终端单元(RTU)	56
第四节 MicroSCADA	66
第三章 牵引变电所的保护系统	74
第一节 牵引变电所的保护装置	74
第二节 怎样读取保护数据	83
第四章 变电所中的辅助设备和附属设备	91
第一节 0.23 kV 交流控制系统	91
第二节 60 V 直流控制系统	94
附录 1 设备简历档案结构(沈阳西变电所)	102
附录 2 LTS2000 模板故障报警及通信故障	106
附录 3 牵引变电所常用设备及零部件清单	145

第一章 牵引变电所内设备介绍

第一节 牵引变电所概述

哈尔滨—大连电气化铁路是连接东北与渤海湾的最重要的交通通道。这条铁路年设计运量 7 000 万吨,双车道总长大约 950 km。此项工程系统引进德国牵引供电设备、技术、管理模式和维修方式。全线共设计 17 座牵引变电所,为 220 kV 高压单相主变压供电。采用德国 Re200c 标准,大约 3 000 km 的接触网,SCADA(远动设施:1 个电调中心,4 个调度分台,大约 150 个 RTU),全线实行远动控制。这 17 个变电所分别设在:金州、瓦房店、熊岳城、大石桥、立山、沈阳南、沈阳西、虎石台、铁岭、昌图、四平、公主岭、长春北、德惠、扶余、双城堡、王岗,见图 1-1。

全线牵引变电所采用单相牵引变压器上、下行并联直接供电方式,用接触网柱上负荷开关及隔离开关代替以往的开闭所、分区所。变电所的基本结构图见图 1-2。变电所符号说明示意图见图 1-3。接触网主接线图见图 1-4。接触网系统图见图 1-5。牵引变电所供电区域图见图 1-6。

一、牵引变电所的主接线形式

1. 牵引变电所均引入两路(两相)220 kV 电源,220 kV 侧采用分支接线,分支接线间设外跨条。

2. 各牵引变电所设置两台单相变压器,一台工作,一台备用。

3. 27.5 kV 母线为隔离开关分段单母线接线。

4. 设置短路故障判断装置及相应的故障判断测试母线,故障判断测试母线通过负荷开关连接馈线。

5. 牵引变电所馈线采用上、下行并联供电,设置一台断路器向供电臂供电的方式。每一座牵引变电所设置一路备用馈线,当某一供电臂故障时,通过接触网柱上开关进行切换。

6. 牵引变电所设置两台所用变压器,

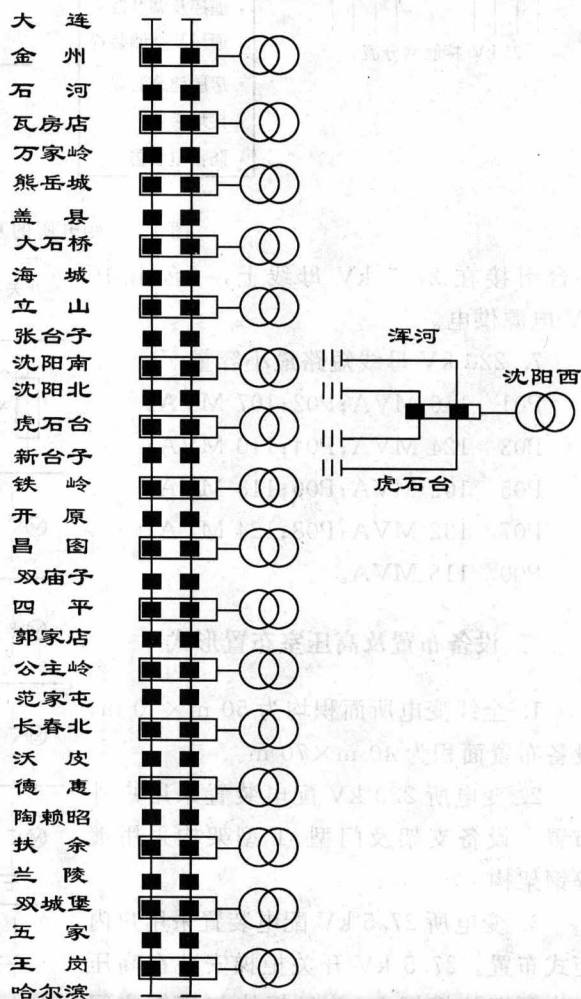


图 1-1 哈大线上变电所的位置图

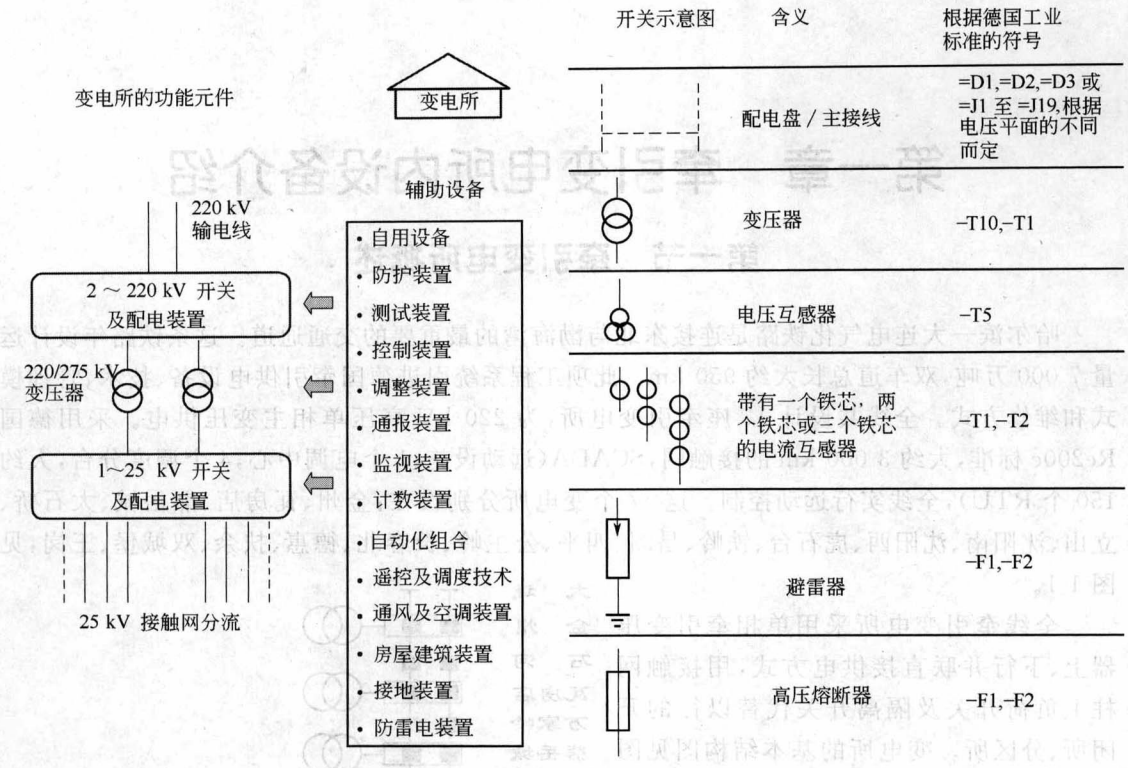


图 1-2 变电所的基本结构图

一台引接在 27.5 kV 母线上，一台由 10 kV 电源供电。

7. 220 kV 母线短路最小容量

- P01 116 MVA;P02;107 MVA;
- P03 124 MVA;P04;110 MVA;
- P05 102 MVA;P06;113 MVA;
- P07 132 MVA;P08;124 MVA;
- P09 118 MVA。

二、设备布置及高压室布置形式

1. 全线变电所面积均为 50 m×70 m，设备布置面积为 40 m×70 m。
2. 变电所 220 kV 配电装置采用户外布置。设备支架及门型、T 型架构采用镀锌钢架构。
3. 变电所 27.5 kV 配电装置采用户内柜式布置。27.5 kV 开关柜梯安装在高压室内预埋的槽钢上，并且柜体与槽钢之间设有绝缘垫。

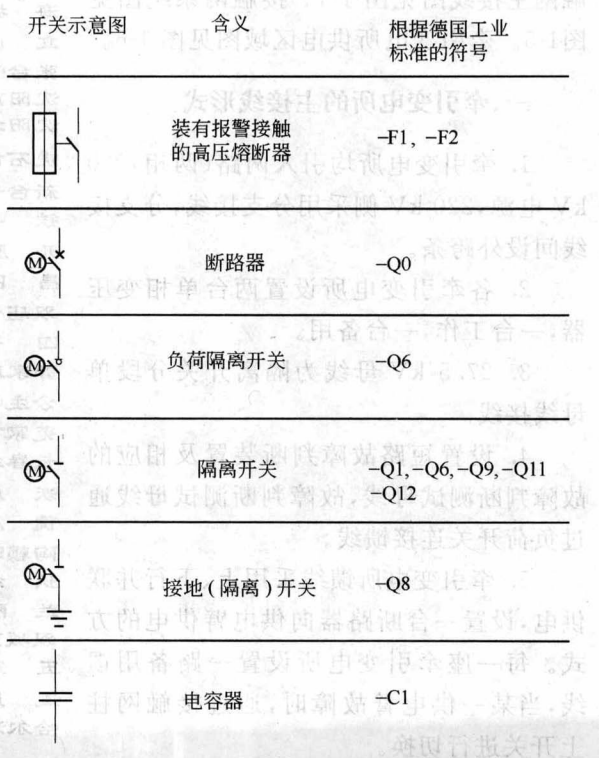


图 1-3 变电所符号说明示意图

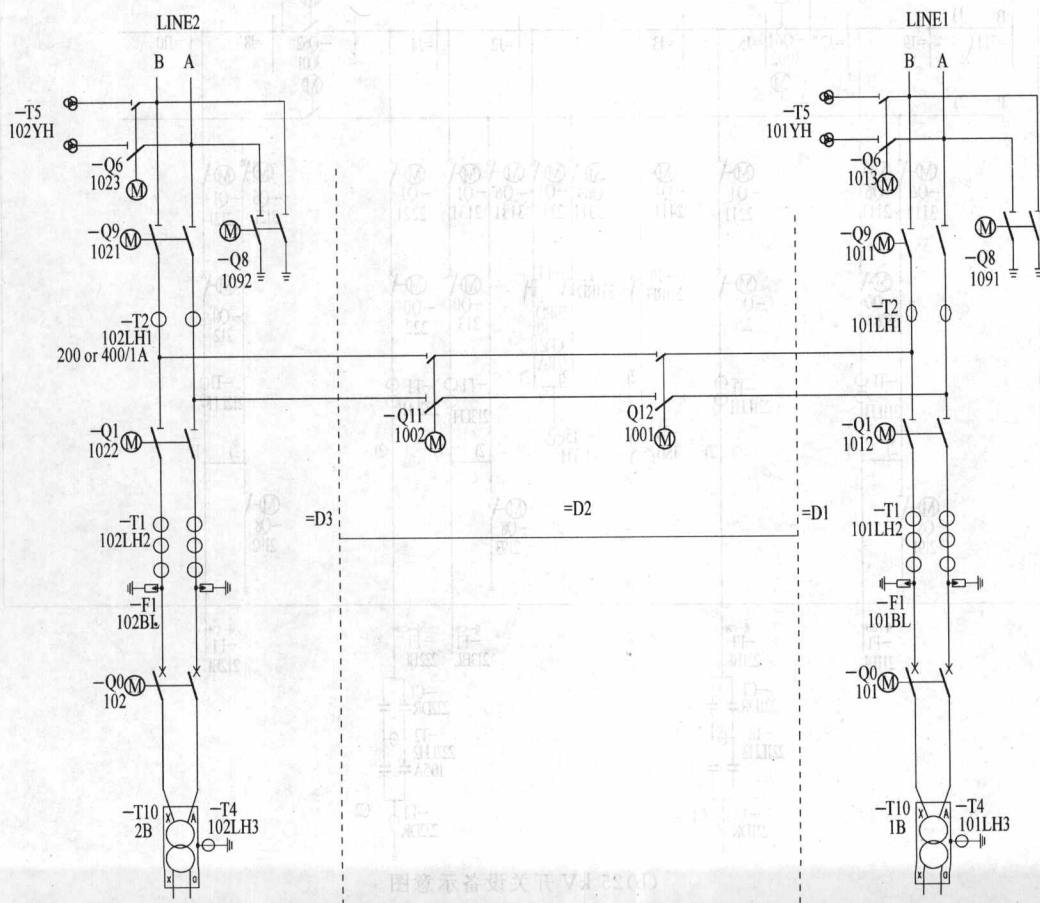
4. 并联电容补偿装置采用户外布置。
5. 变电所内变压器与高压室之间设有运输通道,并与外部相连。

三、继电保护及自动装置

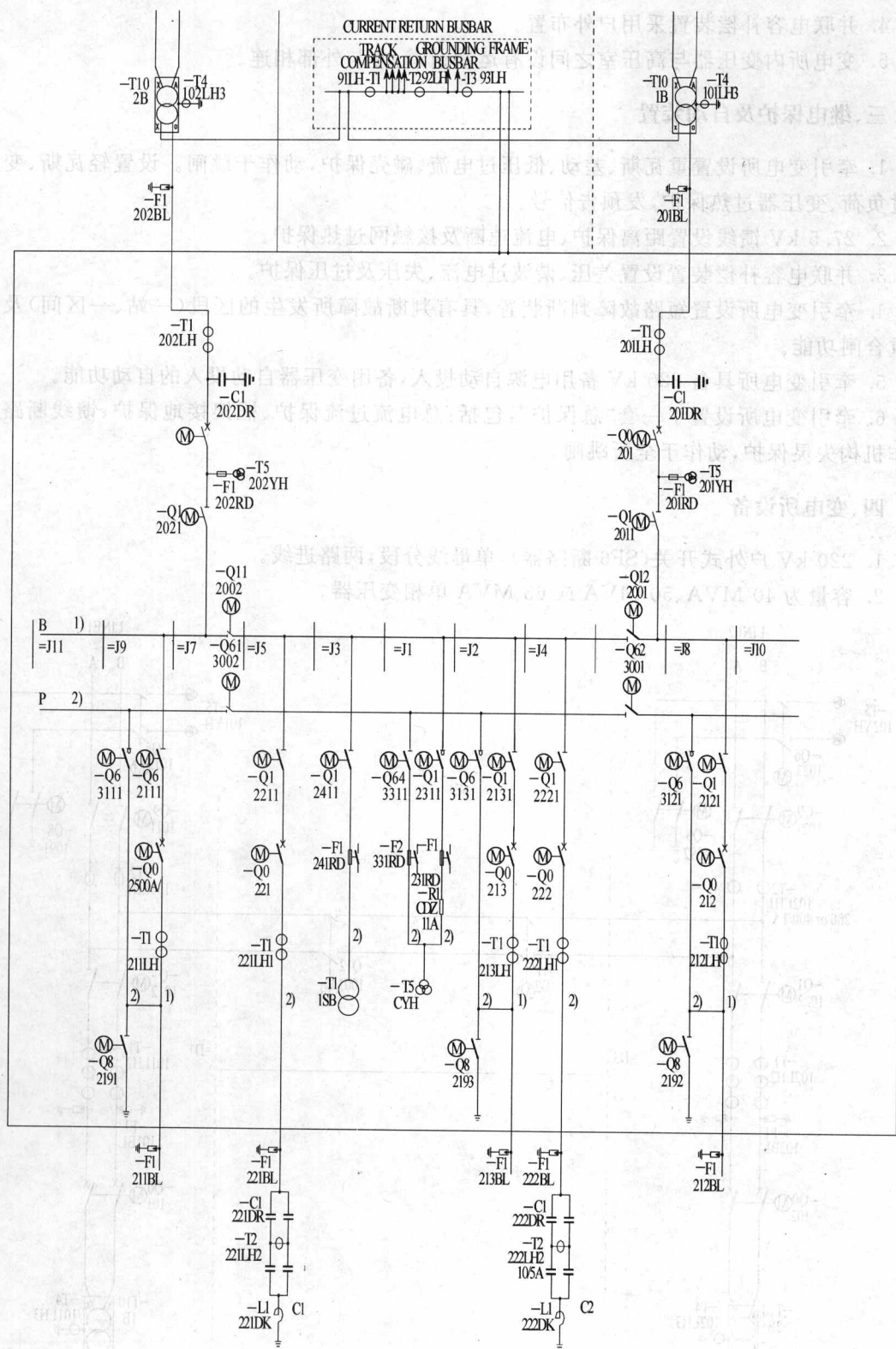
1. 牵引变电所设置重瓦斯、差动、低压过电流、碰壳保护,动作于跳闸。设置轻瓦斯、变压器过负荷、变压器过热保护,发预告信号。
2. 27.5 kV 馈线设置距离保护、电流速断及接触网过热保护。
3. 并联电容补偿装置设置差压、谐波过电流、失压及过压保护。
4. 牵引变电所设置短路故障判断装置,具有判断故障所发生的区段(一站、一区间)及智能重合闸功能。
5. 牵引变电所具备 220 kV 备用电源自动投入,备用变压器自动投入的自动功能。
6. 牵引变电所设置了一套“总保护”,包括:总电流过流保护、框架接地保护、馈线断路器操作机构失灵保护,动作于全所跳闸。

四、变电所设备

1. 220 kV 户外式开关(SF6 断路器),单母线分段,两路进线。
2. 容量为 40 MVA、50 MVA 或 63 MVA 单相变压器。



(a) 远程输电线 220 kV 图



(b) 25 kV 开关设备示意图

图 1-4 接触网主接线图

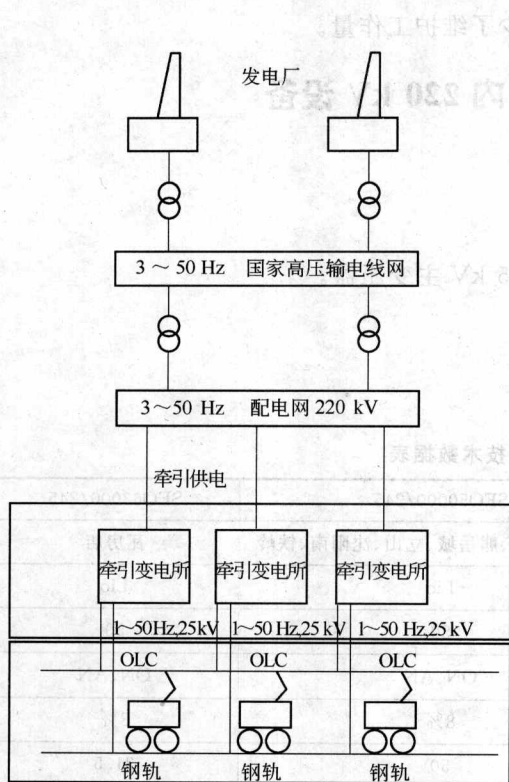


图 1-5 接触网系统图

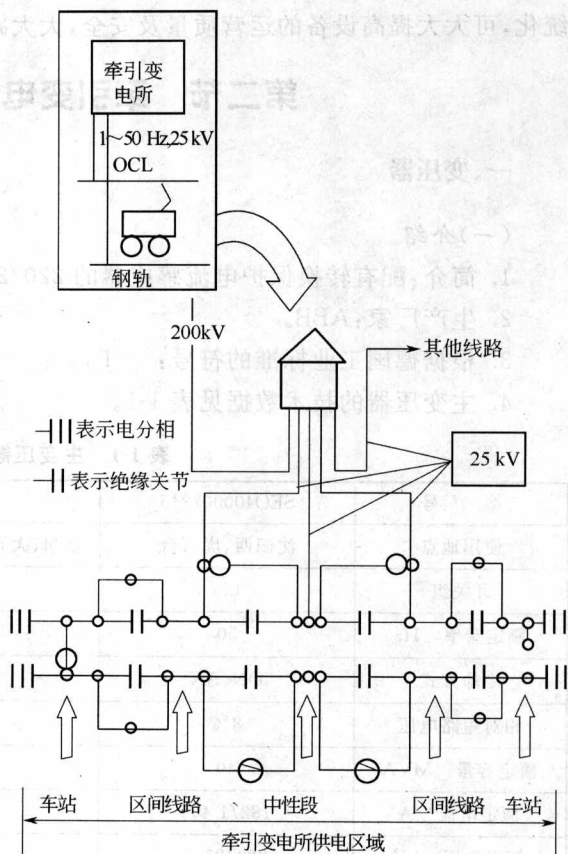


图 1-6 牵引变电所供电区域图

3. 设置在 27.5 kV 侧的无功补偿装置,采用此措施基于全线运行的机车采用相控整流器整流,功率因数差。
4. 27.5 kV 户内开关设备,空气绝缘,安装与钢结构单元内,设置工作和检测母线,采用真空断路器。
5. 所用变及控制室、AC\DC 盘、数字保护和数字控制(LTS2000)以及当地控制用微机(MicroSCADA)。

五、全线牵引变电所的特点

全线牵引变电所的最大特点是接线简单,体现为:

1. 220 kV 侧采用两相电源进线、单相牵引变压器。以往牵引变电所均采用三相电源进线,三相牵引变压器。
2. 27.5 kV 侧馈线采用上下行并联供电,由以往牵引变电所对铁路上下行分别设置馈线断路器简化为对铁路上下行共设一台断路器。

17 座牵引变电所的主接线形式、设备及房屋平面布置基本相同,只是馈线数目有所不同,在有编组场、机务段的车站增设有单独向编组场、机务段供电的馈线。

六、全线牵引变电所的优点

全线牵引变电所的优点是技术先进、自动化程度高、接线简单、设备简化、设备质量高并系

统化,可大大提高设备的运营质量及安全,大大减少了维护工作量。

第二节 牵引变电所内 220 kV 设备

一、变压器

(一)介绍

- 1. 简介:配有转换保护电流感应器的 220/27.5 kV 主变压器。
- 2. 生产厂家:ABB。
- 3. 根据德国工业标准的符号:—T₁₀。
- 4. 主变压器的技术数据见表 1-1。

表 1-1 主变压器的技术数据表

型 号	SEO40000/245	SEO50000/245	SEO63000/245
使用地点	沈阳西、虎石台	金州、大石桥、熊岳城、立山、沈阳南、铁岭	瓦房店
开关组	Lio	Lio	Lio
额定频率 Hz	50	50	50
冷却方式	ON,AN	ON,AN	ON,AN
相对短路电压	8%	8%	8%
额定容量 MVA	40	50	31.5
额定电流 A	182/1 455	227/1 818	227/1 818
额定电压 kV	220/27.5	220/27.5	220/27.5
电流转换比	1 000 A/1A	1 000 A/1A	1 000 A/1A
额定负载 VA	10	10	10
油重 kg	21 300	2 700	
总重 kg	70 200	95 000	

手动抽头转换器见图 1-7。

型号:UI 800-245-06050DI Nennstrom 800 A。

Um 245 kV;

AC 395 kV;

LI 950 kV。

主变压器挡位见表 1-2。

5. 主变压器的冷却方式

S:油循环的冷却方式。

F:油循环油循环散热片在空气流动过程中的强迫冷却(变压器冷却风扇)。

FU:强制性油循环在空气流动过程中的强迫冷却(变压器冷却风扇)。

WU:通过水和强制性油循环而产生的强迫冷却(变压器外部的水冷却的回流循环)。

表 1-2 主变压器挡位表

电路	位置	手动抽头转换	电压 V	电流 A
1	1	1.12	231.000	173
	2	1.10	225.00	177
	3	1.8	220.000	182
	4	1.6	214.500	186
	5	1.4	29.000	191
			27.500	1.455

全线采用 ON(内部油循环冷却)和 AN(空气外部冷却)的冷却方式。

(二) 牵引变压器的调试

1. 测油枕的油位

对于哈大线上沈阳供电段管辖范围内的牵引变压器,其油枕上均没有油标,所以单单通过油枕上的压力表是不能直接观察出油位的。

观察油位之前,先查看当前的变压器的油温,然后根据对照表确定油位是否正常。油位过高则要泻油,油位过低则要加油。

2. 测变压器绕组的阻值

测阻值包括如下几项:

- (1) LV(二次线圈);
- (2) HV(一次线圈);
- (3) LV-HV(一次对二次);
- (4) LV-Core(二次对铁芯);
- (5) HV-Core(一次对铁芯);
- (6) LV-Core+Ground(二次对铁芯,铁芯接地);
- (7) HV-Core+Ground(一次对铁芯,铁芯接地);
- (8) Core - LV +Ground(铁芯对二次,二次接地);
- (9) Core - HV +Ground(铁芯对一次,一次接地)。

3. 测油温及绕组温度与指示表的对应情况

将油温和绕组温度探头同一精确度较高的温度测试仪器捆绑在一起,一同放入到加热的变压器油中,下部加热,观察测试仪器同变压器侧面的表盘指示是否相同。注意:加热时要注意防止烫伤或触电。

当测试仪器的温度读数接近于 120℃ 时停止加热。用螺丝刀慢慢搅动变压器油,使之匀速冷却,直到 60℃。此过程中,若三者的读数差别很大,应调整指示表盘的指针,如仍然不能达到要求,需要调换表。

4. 测变压器的变比

用两段至少 10 m 长的双绞线,两两分别连接到变压器的一次侧和二次侧的套管上。在一次侧加上 220 V 交流电源,用两块电压表分别测量一次和二次的电压值。注意:要同时使两侧的电压值达最大或最小,每测量一次要改变无载调压装置的触点位置(共有 5 个触点,正常时摇到 3 的位置)。记录测量的一次和二次的电压值。通过公式: $N = V_h / V_l$, 计算得出变压器的变比(N)。

5. 测瓦斯继电器的接点

用万用表的欧姆挡短接瓦斯继电器接点的引出头(位于变压器侧面的接线盒内),用手拨动瓦斯继电器的测试钮,万用表发出鸣响时表示短接成功,即接通了一个回路。对于变压器的瓦斯保护有两种:轻瓦斯保护,用于报警;重瓦斯保护,用于跳闸。

6. 试验防爆装置

在变压器的防爆装置上有引出的接点,也可在变压器的接线盒内部端子排上进行测试。

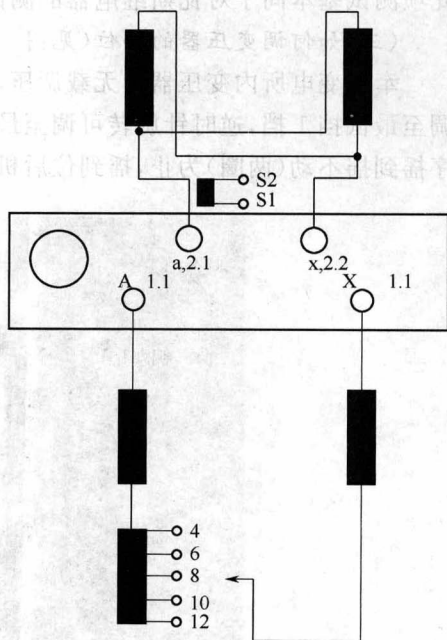


图 1-7 手动抽头转换器示意图

此项测试基本同于对瓦斯继电器的测试。

(三) 如何调变压器的挡位(见图 1-8)

牵引变电所内变压器为无载调压,调整备用变压器挡位时应先用钥匙调整,顺时针旋转可调至最低挡 1 挡,逆时针旋转可调至最高挡 5 挡。用钥匙调到所需挡位后,用摇把按照以上顺序摇到摇不动(两圈)为止,摇到位后机构内部自动锁死,拔出钥匙即可。

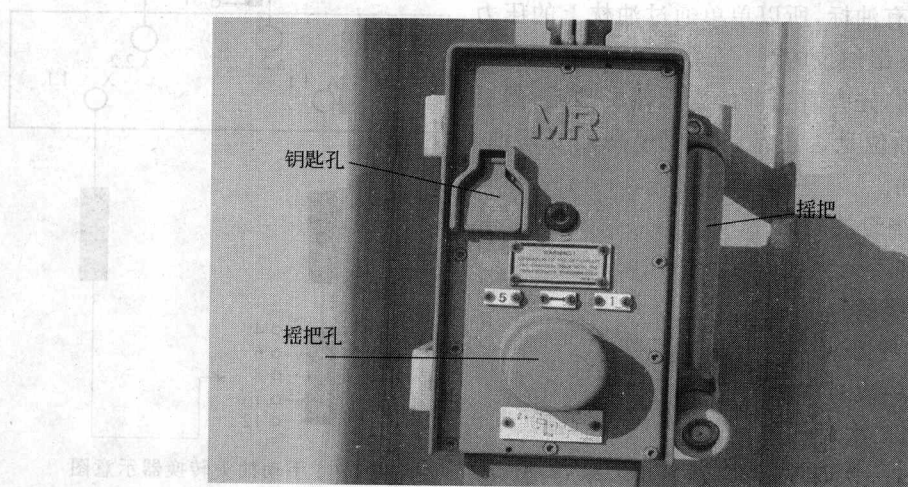


图 1-8 变压器无载调压机构图

(四) 牵引变压器的维护工作范围和标准

变压器的维护共分 F1~F5 五个等级。

1. F1: 外观检查确定变压器的外部状态,通过声音判断运行情况。

(1) 通过目检检查油枕及绝缘套管油位应正常,表面无污垢;

(2) 检查变压器是否有异音、异味;

(3) 通过目检检查油枕及绝缘套管油位及表面有无污垢;

(4) 检查呼吸器(见图 1-9)状态,当有 2/3 变白时应及时通知专业人员,及时更换。

(5) 检查收集井内雨水水位,必要时将雨水排出。

2. F2: 在 F1 的基础上增加以下项目:

通过外观检查下列部件及配件的密封性:油箱、油枕、散热器、管道、绝缘套管、瓦斯保护器、挡板、法兰盘,表面断口无裂纹、渗漏。

3. F3: 在 F2 的基础上增加以下项目:

检查下列部位的接地连接是否紧固及其腐蚀状态:金属部位、油箱、配电箱、控制电缆其连接点应紧固、无锈蚀。

4. F4: 在 F3 的基础上增加以下项目:

(1) 在瓦斯保护继电器上应检查:浮标、触头、气体抽气装置、功能(检查 LS 预警及切断性能)、油通过方向(应正确),见图 1-10。

(2) 检查油温表及绕组温度表,见图 1-11。

① 触点状况;

② 油温表指针位置(报警 95℃,跳闸 105℃);

③ 绕组温度表指针(报警 120℃,跳闸 130℃);



图 1-9 呼吸器

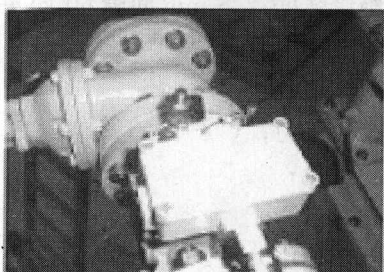
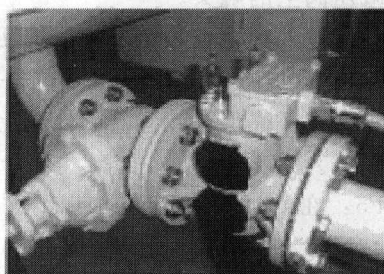


图 1-10 瓦斯继电器

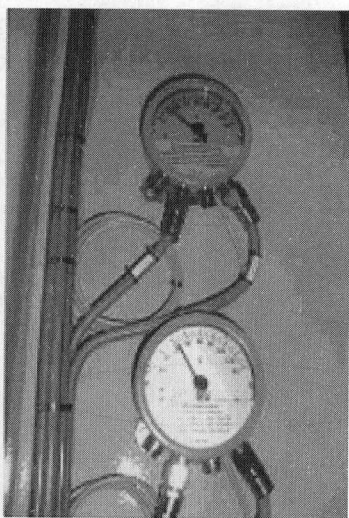


图 1-11 温度表



图 1-12 油位表

④功能。

(3)在油枕油位指示器上检查最低及最高指示值,见图 1-12。

(4)在呼吸器上检查油接收器油位及自由呼吸道。

(5)在所有变压器的金属部位检查防腐保护(涂抹),必要时应做改善。

(6)清洁:绝缘套管、零配件、油箱盖。

(7)在接线盒上检查电接线的连接状态。

(8)在调压装置上应进行至少 25 次的接合,以清洁调压触头,见图 1-13。

(9)对下列部件进行功能检查:

①温度监视器,报警 95°C ,跳闸 105°C , $\pm 5^{\circ}\text{C}$;

②绕组温度计,报警 120°C ,跳闸 130°C , $\pm 5^{\circ}\text{C}$;

③减压阀上的触头。

(10)通过外观检查确定碰壳保护互感器的外部状态。

(11)检查电连接及机械紧固部位是否有紧固及腐蚀现象。

(12)检查碰壳保护互感器的外壳上是否有机械损坏及排水是否畅通。

5. F5: 在 F4 的基础上增加以下项目:

(1)对绝缘油应进行下列检查:

①绝缘强度:2.5 mm 间隙 60 kV;

②介质损失角;

③中和值;

④表面张力;

⑤含水量;

⑥含泥量;

⑦气体色谱分析。

(2)在电流互感器上应检查:

①电压变比;

②短路连接。

(3)在信号线上应检查电连接及绝缘电阻,用 1 000 V 兆欧表测量,绝缘电阻应大于或等于 10 M Ω 。

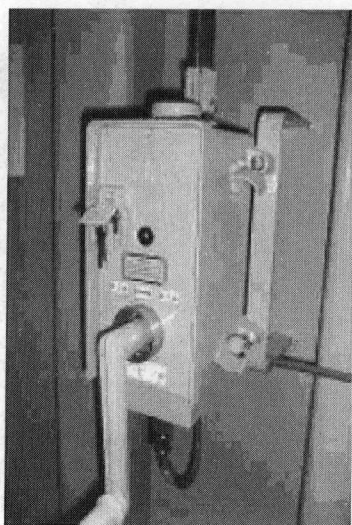


图 1-13 无载调压

二、互感器

(一)介绍(见图 1-14)

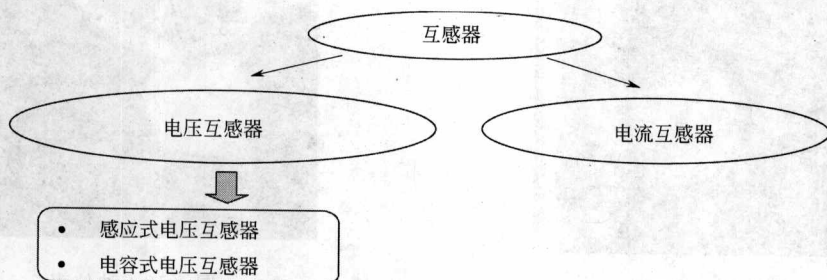


图 1-14 互感器分类示意图

(二)电压互感器

1. 简介:电压互感器是根据空载变压器的原理运行的,转换比是由电压误差(次级电压与它的理想值的偏差百分比)和相位角误差(初级电压和旋转 180°的次级电压之间的相位角)组成。

(1)电压互感器的不同类型

①感应式电压互感器

感应式电压互感器是根据空载变压器的原理运行的,转换比是由初级/一次电压和/二次电压成正比,且相位相同。

②电容分压式电压互感器

电容分压式电压互感器是根据电容分压可调的原理运行的,通常在高压情况下使用。

- 2. 生产厂商:ABB。
- 3. 根据德国工业标准的符号:—T5。
- 4. 感应式电压互感器的技术数据(见表 1-3,图 1-15)。

表 1-3 技术数据表

型 号	VEOT245	额定电压 kV	245
额定频率 Hz	50	最大工作电压(短时) kV/min	252
电压比	220 kV/0.1 kV/0.1 kV	额定容量 VA	100
油重 kg	120	总重 kg	700

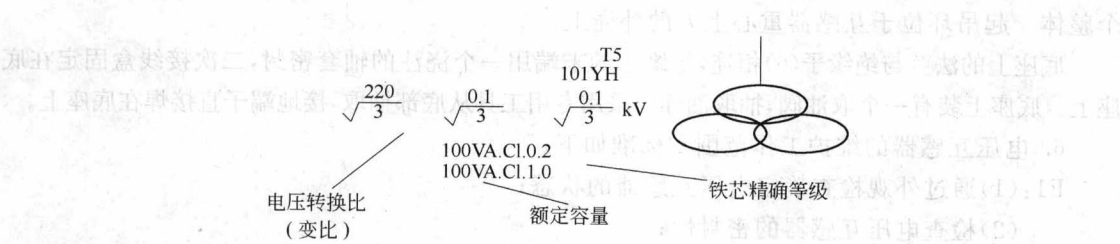


图 1-15 感应式电压互感器示意图

- 5. VEO2 型电压互感器结构说明见图 1-16。
- 闭合铁芯上有两个串联的一次线圈(9)、两个串联补偿线圈(10)和一个或多个二次线圈

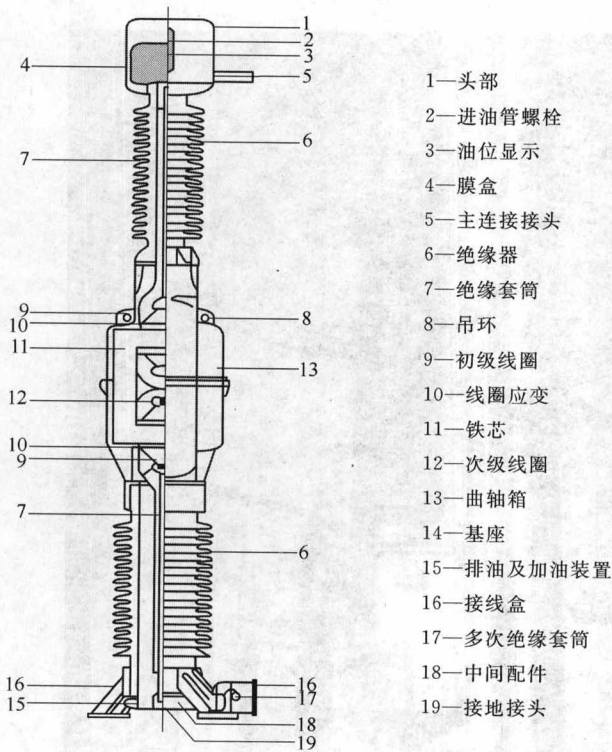


图 1-16 VEO245 型 220 kV 感应式电压互感器结构图