

前 言

《电气化铁道施工手册 牵引变电所》正式出版了。本手册是根据铁道部建设司的安排，由电气化工程局一处组织编写的。这是继《电气化铁道施工手册 接触网》出版后的又一部大型专业工具书。

我处是中国电气化铁路建设的创业者和开拓者，自1958年投入中国第一条电气化铁路建设至今已三十余载，铁路电气化事业走过了曲折的历程。改革开放以来，我国铁路电气化事业才得到迅速发展，作为我国第一支铁路电气化专业施工队伍，我处也随之得到锻炼和壮大。三十多年来，我处先后承担了宝成、阳安、襄渝、石太、丰（沙）大、京秦、北同蒲、大秦、鹰厦、丰（镇）准（格尔）等十余条电气化铁路的建设，累计建成干线电气化铁路近四千公里，约占全国电气化铁路总里程的40%。我处交付运营的电气化铁路，多次荣获国家优质工程金奖或银奖，目前已成为具有国家一级施工资质的中型综合施工企业。

在建成中国电气化铁路优质工程的同时，我们也积累了大量丰富的、独具特色的施工经验，奉献在读者面前的这部书，从某种意义上来说，就是我处牵引变电所专业的施工技术总结。它不仅收集、整理了我国牵引变电所施工、安装、调整、维护所必需的技术资料，而且还总结出一整套组织施工的管理经验。

“八五”计划期间以及今后若干年内，我国铁路电气化事业将与国家的经济建设共同迎来跨世纪的发展时机，这本书的出版若有助于抓住机遇，为适应新形势的需要作出一点贡献，我们将感到十分欣慰。

对施工企业来说，编书难，编工具书更难。此书从无到有，困难重重，尽管编者费尽心血，几易其稿，埋头数载，备尝艰辛，然而呈现在读者面前的这部书，仍可能有诸多缺憾或不足之处，恳望广大读者给予指正。

本书在编写过程中得到电气化工程局技术处、外经处的大力支持，特向他们表示感谢，同时也向为本书编写提供方便的部门和同行表示感谢。

让我们在新的历史时期携起手来，为揭开中国电气化铁路建设事业的新篇章，共同努力，谱写新的乐章。

铁道部电气化工程局第一工程处

单亦贤

一九九三年北京

(京) 新登字063号

内 容 简 介

《电气化铁道施工手册 牵引变电所》，是为适应我国电气化铁路的高速发展而编辑出版的专业工具书。它汇集了我 国铁路牵引变电所设备的主要技术资料，同时也收集了经全面整理的施工单位几十年来在 施工实践中形成的工艺文件，以及一整套施工管理经验和办法。

全书共分三篇：第一篇牵引变电所电气工程；第二篇牵引变电所电气试验；第三篇牵引变电所施工管理。该书可供电气化铁路施工、运营单位和部门的工程技术人员、工人、干部使用，也可供设计部门及大、中专院校教学参考。

电气化铁道施工手册
牵引变电所

*

中国铁道出版社出版发行
(北京市东单三条14号)
责任编辑 朱长顺 封面设计 陈东山
北京顺义燕华印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/16 印张：30.5 字数：1190千
1995年1月 第1版 第1次印刷
印数：1—3000册

ISBN7-113-01736-3/U·513 定价：40.00元

《电气化铁道施工手册 牵引变电所》

编写委员会名单及编写分工

主任委员	单亦贤
副主任委员	黄子桐 容仕宽
常务编委	聂如心
编委	谢洪和（特邀） 刘杰 杨建国 邱文成 金泉生 毛希侔 谢有金 刘志远 杜珏 刘阴鹏 戴清森
主编	谢洪和 杨建国（第一篇） 刘杰（第二篇） 邱文成（第三篇）
主审	聂如心（第一、三篇） 容仕宽（第二篇） 范陆军（第三篇）
执笔	第一篇 谢洪和 第一～十二章 杨建国 第一～九章、第十一～十六章 毛希侔 第二、三章 赵景辉 第九章 韦 国、董安平 第十章 肖 哲 第十一章 第二篇 刘 杰 第一～十章、第十三章 赵惠超 第十一、十二章 第三篇 邱文成 第一、五、七、九章 聂如心、胡 军、张明复 第一章 赵景辉 第二、四、九章 王中珍、李永耀 第三章 华敬胜 第五章 刘秉玉 第六章 孙云山 第七章 刘文宣 第八章 附录 杨建国 刘杰 邱文成 赵景辉 刘秉钰 聂如心 李永耀

目 录

第一篇 牵引变电所电气工程	
第一章 牵引变电所分类、主结线及施工	(1)
第一节 牵引变电所的分类及主结线	(1)
第二节 开闭所、分区亭与AT所的主结线	(8)
第三节 牵引变电所施工的主要内容和标准	(9)
第四节 牵引变电所施工程序	(9)
第五节 牵引变电所施工准备工作	(11)
第二章 牵引供电用变压器	(13)
第一节 牵引变压器	(13)
第二节 单相自耦变压器	(19)
第三节 动力变压器与所用电变压器	(23)
第四节 变压器的运输	(28)
第五节 牵引变压器安装	(31)
第三章 互感器	(40)
第一节 电压互感器	(40)
第二节 电流互感器	(45)
第三节 互感器安装	(51)
第四章 高压断路器	(53)
第一节 少油断路器	(53)
第二节 六氟化硫断路器	(61)
第三节 真空断路器	(71)
第四节 断路器操动机构	(76)
第五章 隔离开关、负荷开关、高压熔断器	(83)
第一节 隔离开关及其操动机构	(83)
第二节 高压短路器及其操动机构	(86)
第三节 负荷开关	(88)
第四节 高压熔断器	(90)
第五节 户外型隔离开关安装	(92)
第六节 户内型隔离开关安装	(94)
第六章 防雷及接地装置	(97)
第一节 避雷器	(97)
第二节 避雷针与抗雷圈	(100)
第三节 接地放电保护装置	(102)
第四节 接地网及接地母线安装	(105)
第五节 设备接地线安装	(107)
第七章 高压电容器及电抗器	(114)
第一节 高压电容器	(114)
第二节 电抗器	(116)
第三节 电容抽压装置	(119)

第四节 电容补偿装置安装	(121)
第八章 配电装置	(125)
第一节 母线、高压电瓷及金具	(125)
第二节 高压开关柜	(134)
第三节 软母线安装	(138)
第四节 硬母线安装	(140)
第五节 高压开关柜安装	(143)
第六节 设备防护网栅安装	(146)
第九章 继电器与继电保护装置	(149)
第一节 机电型与整流型继电器	(149)
第二节 晶体管型继电器	(159)
第三节 牵引网馈线成套保护装置	(166)
第四节 自动重合闸装置	(171)
第五节 主变压器保护	(172)
第六节 中央信号装置	(174)
第七节 成套控制保护盘安装	(176)
第八节 二次回路校线	(180)
第十章 远动装置	(186)
第一节 控制中心的远动装置	(186)
第二节 远方终端装置	(189)
第三节 远动通道	(195)
第四节 远动装置安装	(196)
第五节 远动系统调试	(199)
第六节 AT吸上电流比型数字式故障点标定装置	(202)
第十一章 所用电系统	(205)
第一节 交流所用电系统	(205)
第二节 直流所用电系统	(208)
第三节 蓄电池组的安装及充放电作业	(213)
第十二章 电 缆	(219)
第一节 电力电缆	(219)
第二节 控制电缆	(225)
第三节 电缆敷设	(227)
第四节 交联聚乙烯电力电缆终端头制作	(230)
第五节 控制电缆头的制作、安装及配线	(232)
第十三章 绝缘油处理	(238)
第一节 绝缘油过滤	(238)
第二节 绝缘油的耐压强度测定试验	(242)
第十四章 基础、构架与设备支架	(243)
第一节 前期工程的施工要点	(243)
第二节 施工测量	(245)
第三节 基坑开挖与基础浇制	(247)
第四节 电杆选配与基础杯底标高调整	(247)

整	(248)
第五节 构架及设备支架组立	(251)
第六节 构架及设备支架配件安装	(252)
第十五章 牵引变电所的空载启动试运行和负载试运行	(256)
第一节 受电前的准备工作	(256)
第二节 试运行期间的技术安全措施	(258)
第三节 牵引变电所的空载启动试运行	(259)
第四节 牵引变电所的负载试运行	(262)
第十六章 电力牵引供电系统的试运行	(265)
第一节 牵引供电系统试运行的基本条件和要求	(265)
第二节 牵引供电系统受电启动及送电开通的程序	(270)
第三节 电力调度业务	(272)
第四节 停电作业与事故抢修	(274)
第二篇 牵引变电所电气试验	
第一章 电气试验的一般要求	(276)
第一节 电气试验的目的及基本要求	(276)
第二节 电气试验的组织及制度	(276)
第三节 电气试验的安全措施	(277)
第二章 绝缘电阻试验	(278)
第一节 兆欧表	(278)
第二节 试验对象及标准	(278)
第三节 试验方法	(279)
第四节 注意事项及结果判断	(279)
第三章 介质损失角试验	(281)
第一节 QSi型交流电桥	(281)
第二节 试验对象及标准	(282)
第三节 试验方法	(282)
第四节 试验结果判断	(284)
第四章 直流耐压及泄漏电流试验	(285)
第一节 直流高压发生器	(285)
第二节 试验对象及标准	(287)
第三节 试验方法	(287)
第四节 试验结果判断	(288)
第五章 交流耐压试验	(289)
第一节 高压试验变压器	(289)
第二节 试验对象及标准	(289)
第三节 试验方法	(290)
第四节 试验结果判断	(290)
第五节 其它形式的耐压试验	(291)
第六章 电力变压器特性试验	(292)
第一节 变比试验	(292)
第二节 极性与组别试验	(294)
第三节 直流电阻试验	(296)

第七章 高压断路器特性试验	(298)
第一节 导电回路直流电阻试验	(298)
第二节 分合闸时间特性试验	(299)
第三节 操作机构性能试验	(299)
第四节 操作试验	(300)
第八章 互感器特性试验	(301)
第一节 极性试验	(301)
第二节 误差试验	(301)
第三节 电流互感器励磁特性曲线试验	(302)
第四节 电压互感器空载试验	(302)
第九章 接地装置试验	(304)
第一节 接地电阻试验	(304)
第二节 土壤电阻率测量	(305)
第三节 接触电压和跨步电压测量	(306)
第四节 接地保护放电装置试验	(306)
第十章 差动继电器试验	(307)
第一节 DCD-2型差动继电器调试	(307)
第二节 GBT2D型差动继电器试验	(310)
第三节 差动保护全回路极性试验	(310)
第十一章 距离继电器试验	(313)
第一节 ZKH-2A成套保护装置调试	(313)
第二节 TXG 7D型距离继电器调试	(315)
第三节 距离保护全回路检查	(318)
第十二章 馈电线故障探测装置试验	(320)
第一节 ZKT-1型电铁馈线故障测试仪试验	(320)
第二节 故障点标定装置试验	(323)
第十三章 整组传动试验	(327)
第一节 整组传动试验的准备工作	(327)
第二节 直流回路试验	(328)
第三节 交流回路试验	(329)
第四节 人工故障短路试验	(330)

第三篇 牵引变电所施工管理

第一章 施工管理体制	(332)
第一节 施工管理组织体系	(332)
第二节 各级施工管理组织的职责	(333)
第三节 牵引变电所工程段施工组织机构	(334)
第四节 项目法施工管理	(335)
第二章 施工准备	(337)
第一节 施工调查	(337)
第二节 复核设计文件	(337)
第三节 物资准备	(338)

第四节	生活设施准备	(338)	第三节	安全技术组织措施计划	(367)
第五节	施工机具准备	(339)	第四节	安全生产教育	(368)
第六节	施工组织设计编制	(339)	第五节	安全生产检查	(369)
第七节	开工报告	(340)	第六节	安全监察	(370)
第三章	牵引变电所工程施工图预算和验		第七节	伤亡事故调查、处理	(370)
	工计价及竣工决算	(341)	第七章	物资管理	(372)
第一节	施工图预算的作用和审批程		第一节	物资管理体制	(372)
	序	(341)	第二节	物资申请计划的编制	(372)
第二节	施工图预算的费用种类及章		第三节	物资供应	(374)
	节划分	(242)	第四节	物资消耗定额管理	(376)
第三节	施工图预算的编制依据	(343)	第五节	工地物资管理	(376)
第四节	施工图预算的编制步骤	(344)	第八章	劳动管理	(378)
第五节	施工图预算编制中的几个特		第一节	劳动管理的任务和内容	(378)
	殊问题	(352)	第二节	工班劳动管理	(378)
第六节	工程验工计价及竣工决算		第三节	劳动生产率	(379)
		(353)	第四节	劳动定额	(380)
第四章	施工技术管理	(357)	第九章	工程竣工验收交接及工程总结	
第一节	技术管理机构	(357)			(382)
第二节	施工技术管理内容	(358)	第一节	验收交接范围及依据	(382)
第三节	技术交底	(359)	第二节	验收交接组织及职责	(382)
第四节	施工记录	(359)	第三节	验收交接程序	(383)
第五节	施工调度	(360)	第四节	竣工文件编制	(383)
第六节	变更设计分类及处理	(361)	第五节	工程竣工验收报告	(384)
第五章	工程施工质量管理	(362)	第六节	工程技术总结	(385)
第一节	施工质量管理体系及其职责		附录一	牵引变电所施工技术记录	(387)
	范围	(362)	附录二	牵引变电所电气设备试验常用试	
第二节	牵引变电所施工质量管理制			验报告	(401)
	度	(364)	附录三	决算用表	(433)
第三节	工程施工“创优措施”及优		附录四	电气图用图形符号及文字代号	
	质工程条件	(364)			(438)
第四节	工程质量事故分类报告及处		附录五	施工机具、仪表、工具	(460)
	理	(365)	附录六	牵引变电所电气试验主要仪器配	
第六章	安全管理	(366)		备表	(469)
第一节	安全管理内容及特点	(366)	附录七	电气化铁道企、事业名录	(470)
第二节	安全生产责任制	(366)			

第一篇 牵引变电所电气工程

第一章 牵引变电所分类、主结线及施工

我国电气化铁路采用单相50Hz、25(或 2×25) kV牵引供电系统。由于从外部(一次)供电系统的高压线路供给电化铁路的电力参数为三相50Hz、110kV,故需在电化铁路沿线布设牵引变电所,以完成供电参数的转换。

牵引变电所的功用是,以其三相、110kV受电设备引入外部送电线路的高压电并控制通、断,再

经牵引变压器将引入的三相电转换为27.5(或 2×27.5)kV单相电,然后以单相馈电设备将电能分配、馈送至牵引网。

外部送电线路与牵引变电所以进线门形架构为界。门形架构及其后的所内设备、构筑物等属于牵引变电所施工安装范围。

第一节 牵引变电所的分类及主结线

我国现有牵引变电所,根据其馈电区段的供电制式,可分为普通牵引变电所和AT牵引变电所两类。前者用于向直接供电、BT供电区段馈电,后者用于向AT供电区段馈电。

牵引变电所中的受电设备、牵引变压器和馈电设备等的配置,连接方式形成牵引变电所的主结线,并以主结线图表示。牵引变电所的类型直接决定变电所牵引侧的馈线形式,而牵引变压器的结线

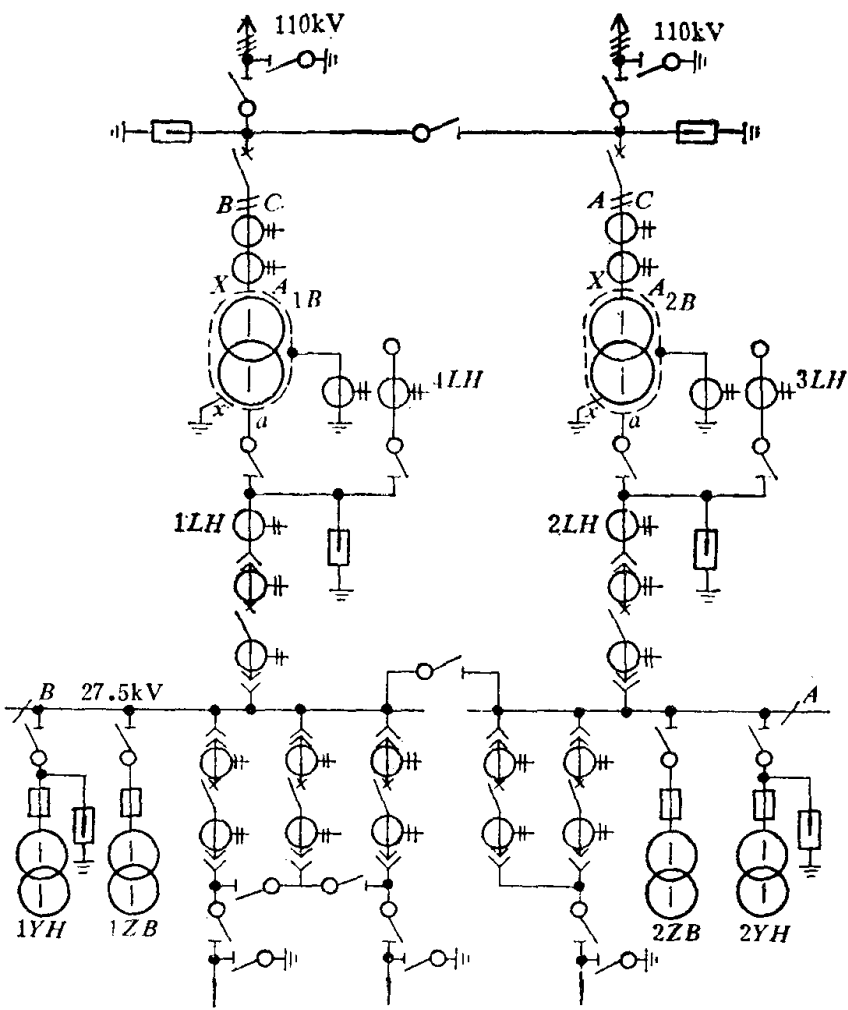


图1-1-1. 单相V/V结线普通牵引变电所主结线图

方式对牵引侧和一次侧的结线形式都有直接影响。

我国现有牵引变电所采用的主结线，根据牵引变电所的类型和牵引变压器的结线方式，可分为五种，分述如下并示出结线图实例。

(一) 单相V/V结线普通牵引变电所主结线

图1-1-1示出某单线BT供电区段上装设单相牵引变压器的普通牵引变电所主结线。变电所设两台单相牵引变压器1B和2B，1B、2B的一次侧分别连至双回路三相110kV进线的B、C相与A、C相，构成以C相为公共相的V/V结线方式。

变电所一次侧采用双T结线，并装设了带隔离开关的跨条，以防任一路送电线路故障或停电检修时，相应侧的牵引变断电。

由于不要求高压侧计(电)费，并不设线路保护，故一次侧不设电压互感器。

牵引侧采用单母线分段结线，1B、2B二次侧分别接至母线的左、右分段，其二次侧的公共相(C相)接地，并接引入所内的岔线钢轨。左、右

母线分段还分别接有单相电压互感器1YH、2YH和单相所用电变压器1ZB、2ZB。

两条馈线经断路器接于牵引负荷母线上分段，另一条馈线接于右分段。左、右分段上并各接一台备用断路器，以便在检修馈线断路器时予以替换。牵引侧断路器皆采用手车式，故可省去隔离开关。

(二) 三相Y_N，d₁₁结线普通牵引变电所主结线

图1-1-2示出某单线直供区段上装设三相Y_N，d₁₁牵引变压器的普通牵引变电所主结线。两台牵引变二次侧△绕组的同一角(C相端子)皆直接接地网并连至岔线钢轨；其一次侧中性点也皆经隔离开关接地。

变电所一次侧采用带外跨条的内桥结线，设有两组Y₀/Y₀/△结线的三相电压互感器1YH和2YH，每组皆由三台单相三绕组电压互感器组成，一次侧进线处还设有高压耦合电容器，主要用于以送电线路作为通道的高频载波通信。

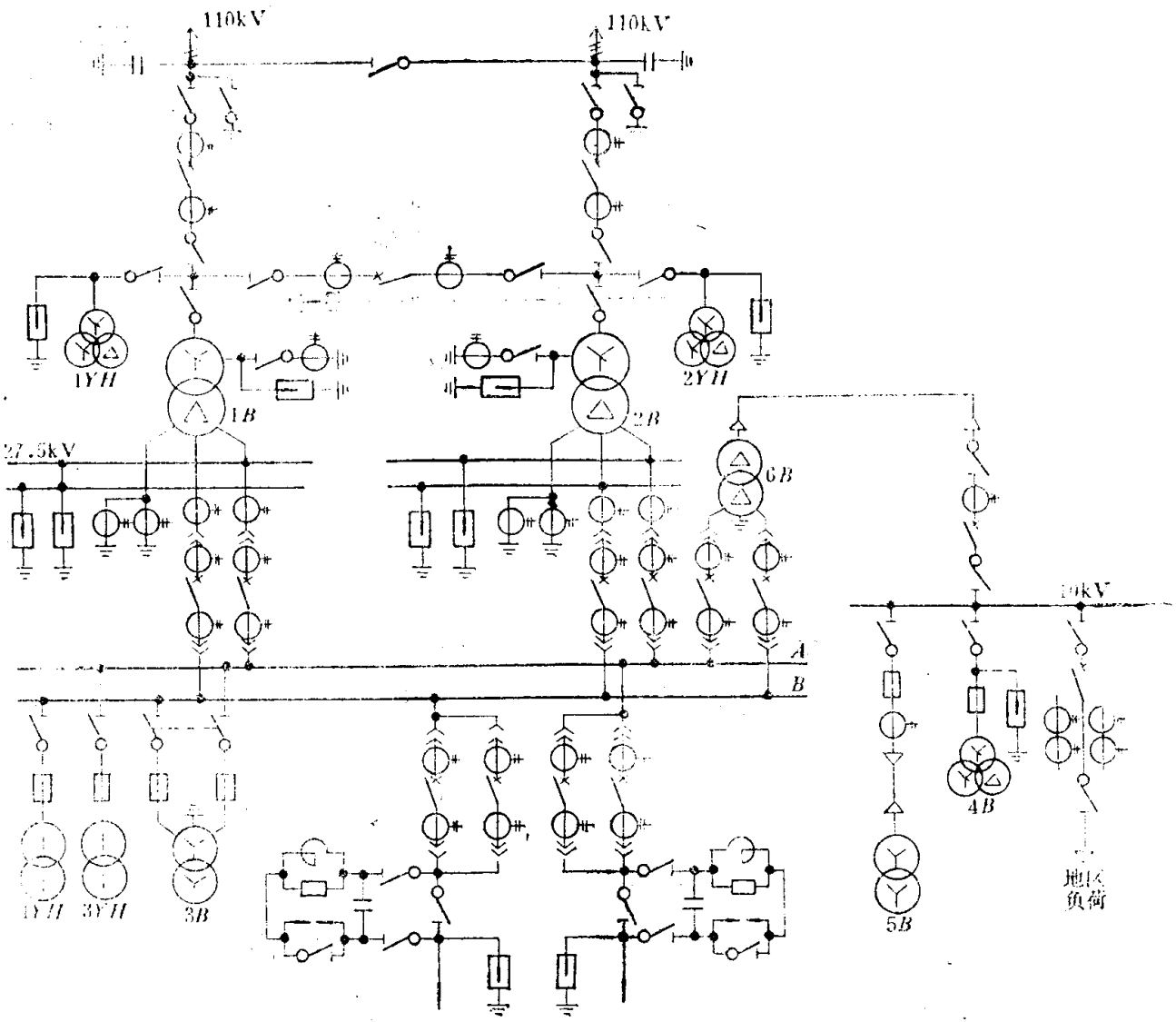


图 1-1-2 三相Y_N，d₁₁结线普通牵引变电所主接线图

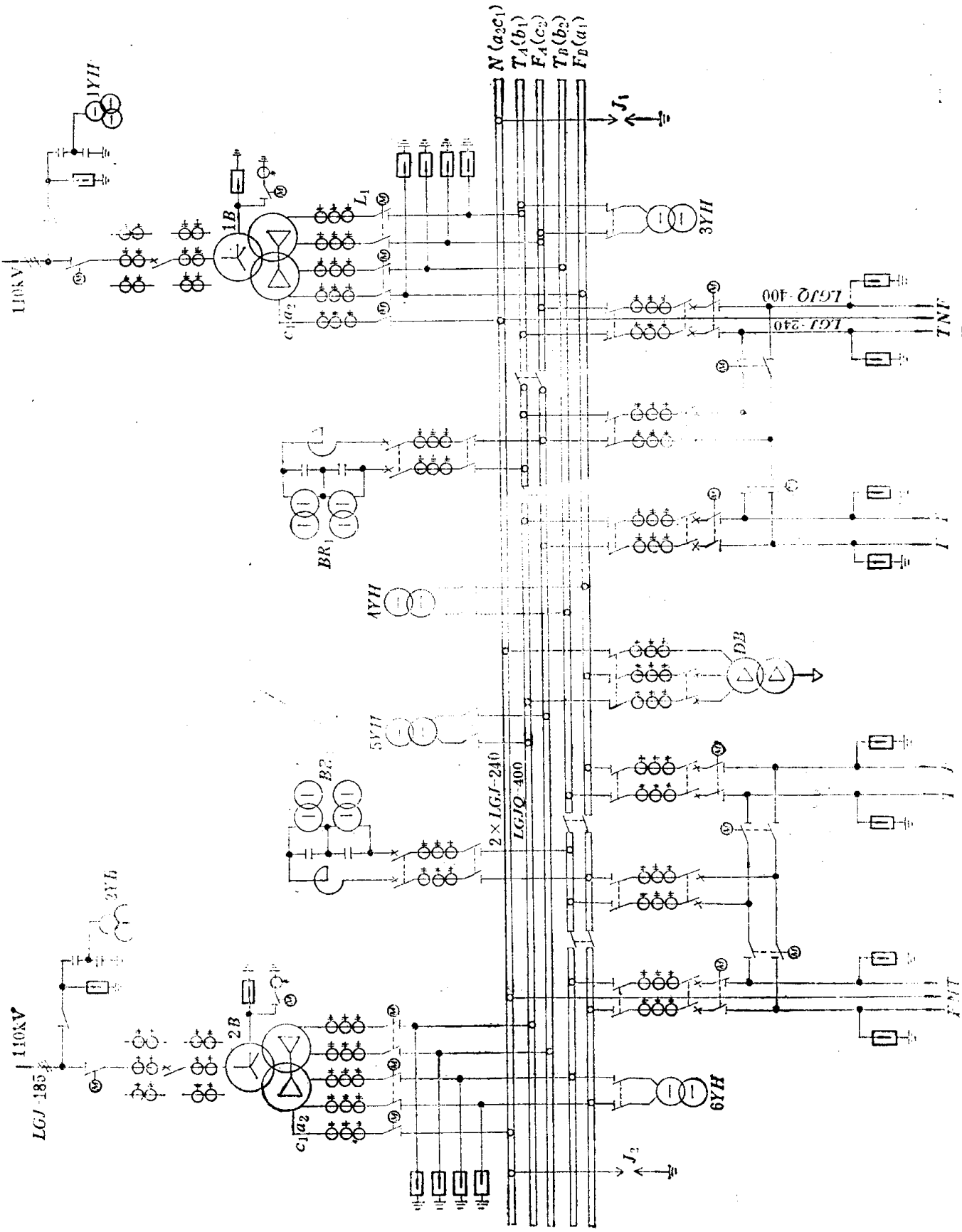


图1-3 三相Y_N, d₁₁十字交叉结线AT牵引变电所主结线

由于馈线少，牵引侧采用不分段的单母线结线，还设有辅助母线，以供接入移动备用变压器。 A 相及 B 相主母线 A 、 B 上分别接有单相电压互感器 $3YH$ 、 $4YH$ ，采用 Y_2/Y 结线的三相 $27.5/0.4\text{kV}$ 所用变压器 $4B$ 也接于主母线 A 和 B 上。主母线上还接有采用 Δ_2/Δ 结线的三相 $27.5/10\text{kV}$ 动力变压器 $6B$ ，动力变 $6B$ 除向地区负荷供电外，并供电给 Y 、 Y_2 结线的三相 $10/0.4\text{kV}$ 所用变压器 $5B$ ，以提供另一路所用电源。

牵引侧还设有串联电容补偿装置，两套装置皆由串联电容器、阻尼电阻、电抗器与磁吹放电间隙等组成，分别经隔离开关串接于每一馈线，用以在牵引负荷较大时提高牵引网的电压水平，兼起改善功率因数作用。

(三) 三相 Y_N 、 d_{11} 、 d_1 十字交叉结线AT牵引变电所主结线

图1-1-3示出某双线AT供电区段上装设三相三绕组牵引变压器的AT牵引变电所主结线。变电所装两台同型、同容量的 Y_N 、 d_{11} 、 d_1 ，十字交叉结线牵引变压器，平时一台运用，一台备用，即采用固定备用方式。

由于设有备用电源自动投入装置且有两路主供电源进线，变电所一次侧采用双T结线，不设外跨

条。由于要求高压侧计(电)费，并计及备用电源自投装置等的需要，一次侧两路进线处分别装设了电容式三绕组电压互感器 $1YH$ 、 $2YH$ ，并各设氧化锌避雷器一组。

变电所牵引侧采用单母线分段结线。为了分别向变电所两侧馈电，牵引侧分设两组 55kV 室外母线，经电动隔离开关分别与牵引变压器二次侧两个 Δ 绕组的 b_1 、 c_2 端和 b_2 、 a_1 端连接(参见图1-1-4)，两 Δ 绕组的公共端 a_2 、 c_1 则经开关与室外中性汇流条(母线 N)相连。中性汇流条间接的经接地放电保护装置 J_1 、 J_2 (参见本篇第六章第四节)接地，以减少接地网中的回流。

室外母线各分段上接有单相 55kV 电压互感器 $3YH\sim 6YH$ ，共设4台，以便检修时互为备用。两组母线上还各接一组并联电容补偿装置 BR_1 、 BR_2 ，以便使一次侧月平均功率因数达0.9以上，同时吸收牵引负荷产生的高次谐波。

采用 D 、 d 结线的三相 $27.5/10\text{kV}$ 动力变压器 DB ，其一次侧通过牵引侧母线与牵引变二次侧 d_{11} 绕组的 a_1 、 b_1 和 c_1 端相连，其二次侧则向铁路配电所提供 10kV 三相电力；配电所再用三相 $10/0.4\text{kV}$ 变压器(图中未示)向牵引变电所提供所用电。需要注意的是，牵引变电所与配电所系按“两合一”

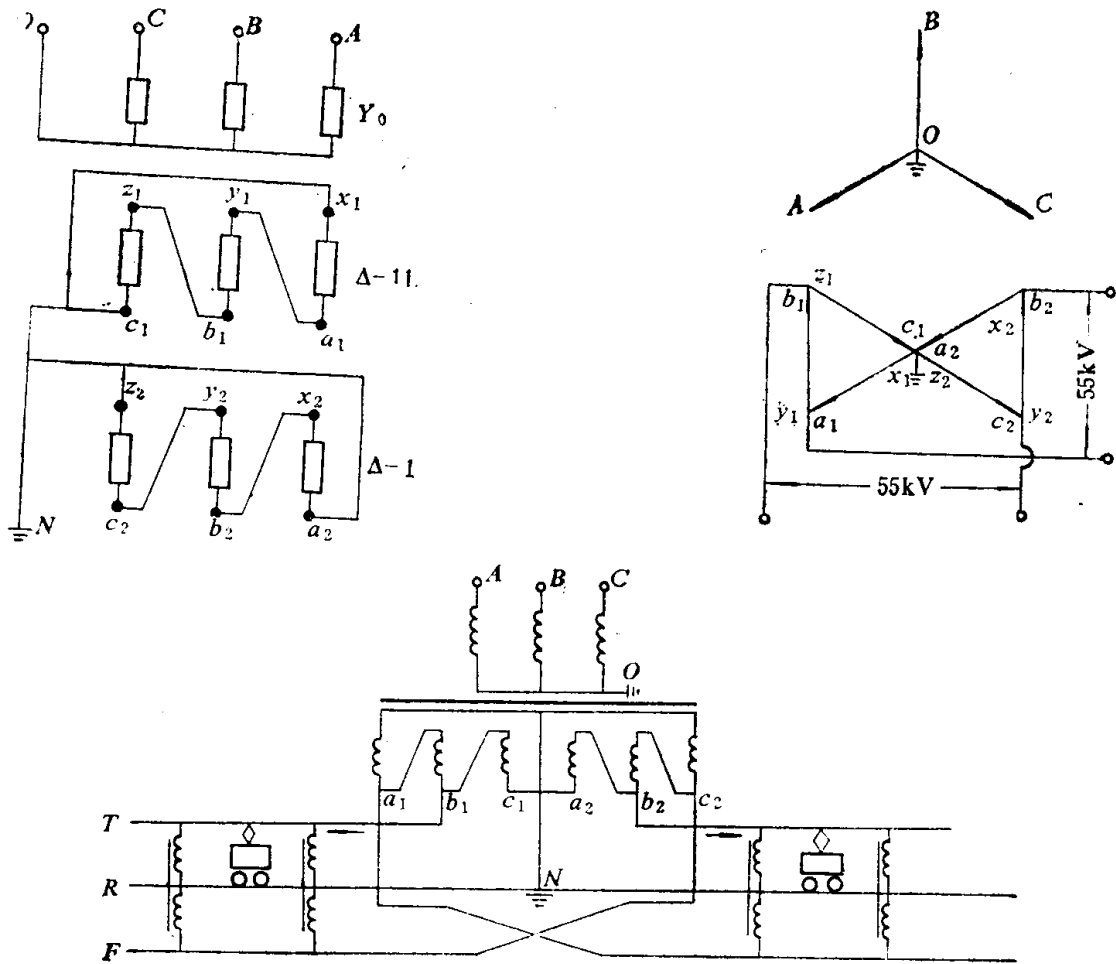


图1-1-4 三相 Y_N 、 d_{11} 、 d_1 十字交叉结线AT牵引变电所原理结线简图

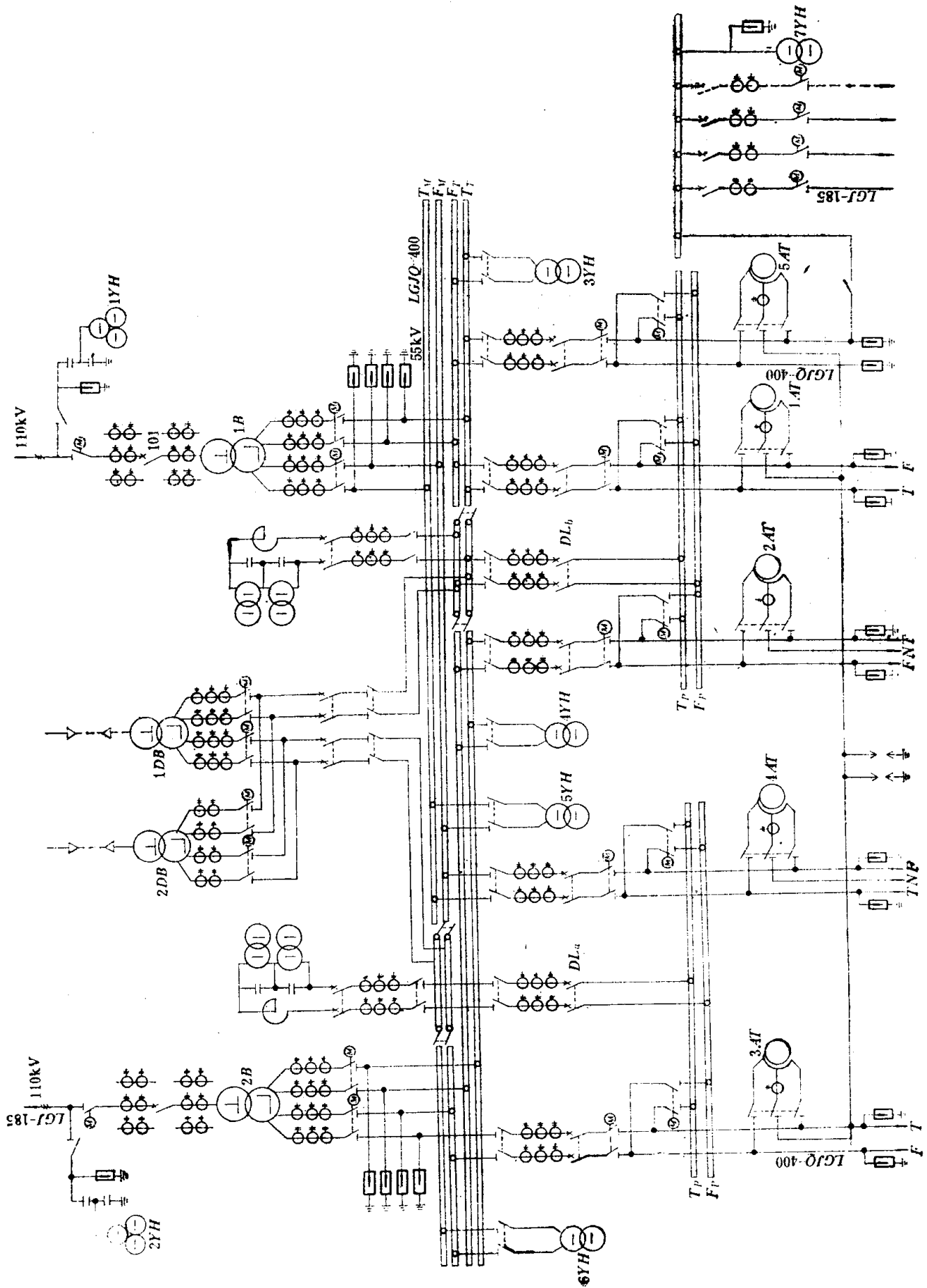


图1-1-5 三相/二相斯科特结线AT牵引变电所主结线图

方式合适。

由于牵引变压器二次侧两个对顶联接的 Δ 绕组可直接提供两组 $2 \times 27.5\text{kV}$ 电源（见图 1-1-4 中的 $b_1a_2 - a_2c_2$ 和 $b_2c_1 - c_1a_1$ 两组 $2 \times 27.5\text{kV}$ 电压相量），故无需在出线处设馈线自耦变压器，可直接经馈线向 AT 牵引网的 T 、 R 、 F 三导线供电。

（四）三相/二相斯科特结线 AT 牵引变电所主结线

图 1-1-5 示出某双线 AT 区段上装设三相/二相斯科特结线牵引变压器的 AT 牵引变电所主结线。变电所装有两台牵引变压器，采用固定备用方式；一次侧也采用双 T 接线。

由于馈线数量较多，牵引侧采用带旁路母线的单母线分段结线。 55kV 室外牵引母线分设两组，分别经电动隔离开关与牵引变压器二次侧的两个单相绕组（ M 座绕组和 T 座绕组）连接。向变电所两侧牵引网馈电的馈线分别经馈线断路器与两组牵引母线（ T_M 、 F_M 和 F_R 、 T_R ）相连，并利用跨接于牵引母线和旁路母线 T 、 F 间的双极旁路断路器 DL ， DL 作为馈线断路器的公共备用开关。

由于斯科特牵引变压器二次侧两个单相 55kV 绕组皆无中心抽头，为了提供两组 $2 \times 27.5\text{kV}$ 电源向 T 、 R 、 F 三导线供电，在每路馈线出口处皆装设一台带中间抽头的自耦变压器（见图 1-1-6 并参阅图 1-1-5）。各自耦变压器的中性点都装有电流互感器，以供故障点标定装置使用。

接至 F_R 、 T_R 母线的馈线中，有两路分别向上、

下行线路供电，另一路作为向站内个别直接供电制式牵引网供电的 27.5kV 电源进线。

牵引母线上还接有两台 $55/10\text{kV}$ 逆斯科特结线动力变压器 $1DB$ 和 $2DB$ ，用以向铁路配电所供 10kV 电力，再由配电所供给变电所所用电。

为便利变电所遥控，所内凡是需要与断路器联动以及改变运行方式时需开、闭的隔离开关，都采用了电动隔离开关。

（五）三相/二相斯科特结线普通牵引变电所主结线

图 1-1-7 示出某双线直接供电区段上装设二次侧为 27.5kV 的斯科特牵引变压器的普通变电所主结线。所中两台牵引变压器同型，固定备用。一次侧采用带外跨条的双 T 结线（图中仅绘出一台牵引变压器及主结线图的右半部分）。一次侧进线处装设有电容抽压装置，其作用详见本篇第七章第三节。

变电所牵引侧采用单母线分段结线。斯科特牵引变压器二次侧的 M 座绕组和 T 座绕组的一端分别连接至牵引母线 M 和母线 T ，另一端则连接在一起引出（见图 1-1-8），并接至母线 N 。母线 M 、 T 和 N 之间分别接有两台单相电压互感器和一台逆斯科特变压器。两条馈线经手车式断路器分别接至母线 M 的左、右分段，向变电所一侧的下行与上行牵引网馈电。牵引网的回流电流则经钢轨、回流线流回，并经与回流线相连的电力电缆回归至牵引变电所的母线 N 。

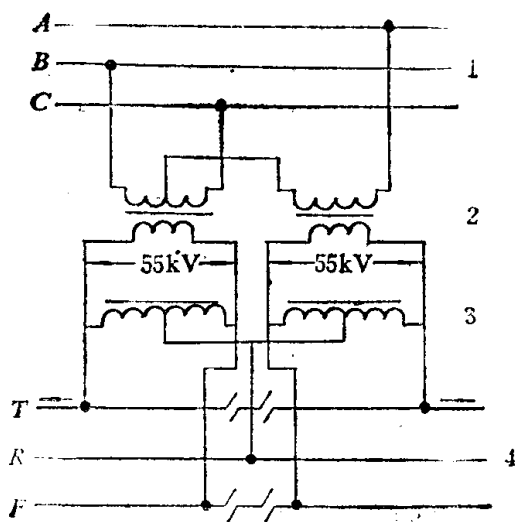


图 1-1-6 三相/二相斯科特结线 AT 牵引变电所原理结线简图

1——三相送电线路；2——斯科特结线牵引变压器；3——自耦变压器；4——AT 供电区段牵引网； T ——接触悬挂； R ——钢轨； F ——正馈线。

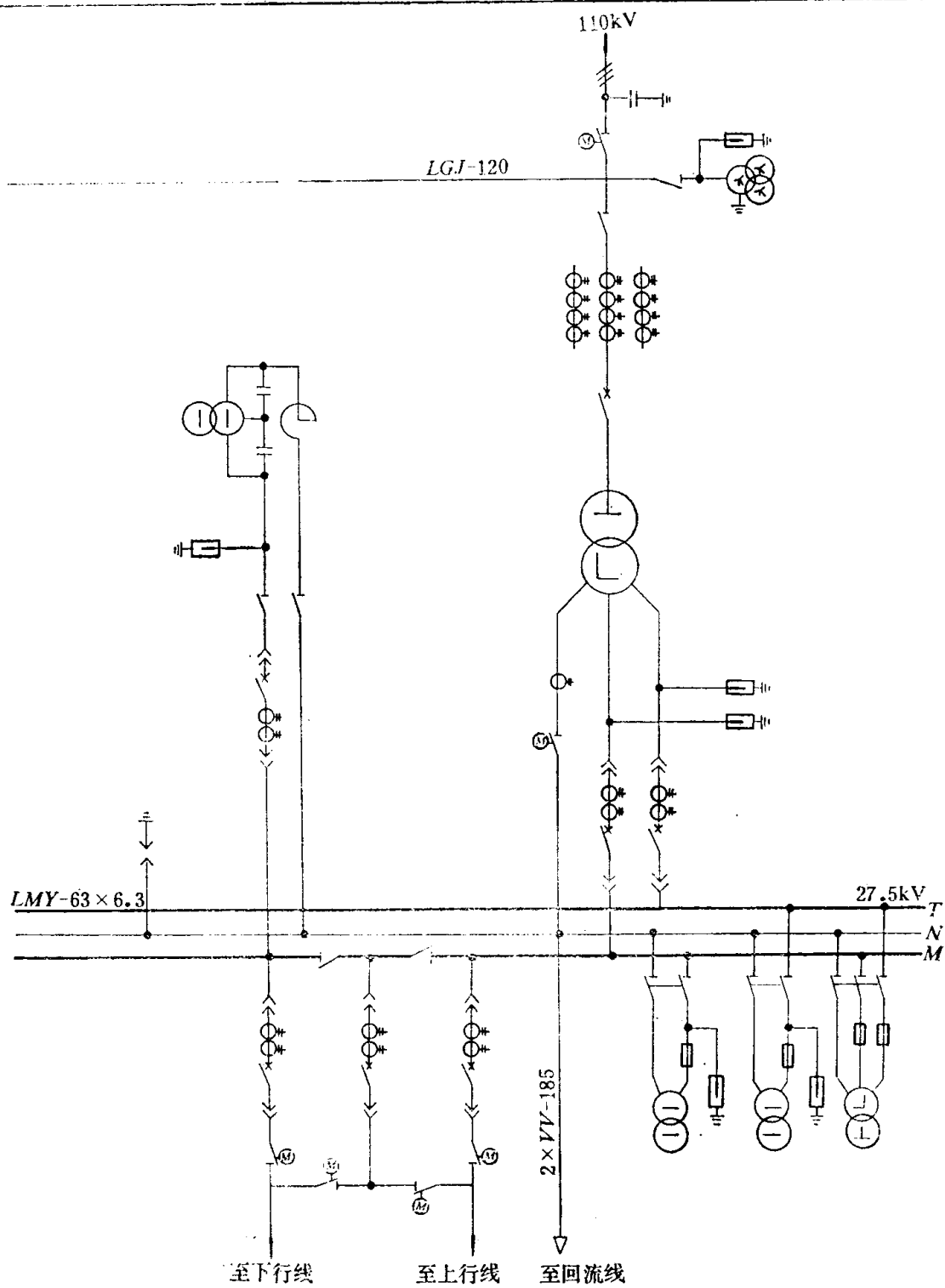


图1-1-7 三相/二相斯科特结线普通牵引变电所主结线图（本图中仅绘出结线图的右半部分）

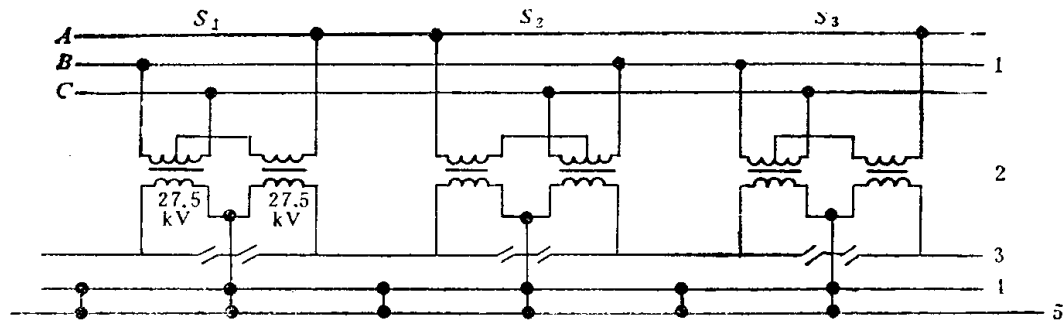


图1-1-8 三相/二相斯科特结线普通牵引变电所原理结线简图

1——三相送电线路；2——二次侧电压为27.5kV的斯科特结线牵引变压器；3——接触悬挂；4——钢轨；5——回流线； S_1 、 S_2 、 S_3 ——牵引变电所1、2、3。

第二节 开闭所、分区亭与AT所的主结线

开闭所和分区亭也同样可分为普通型与AT型两类。

(一) 开闭所的主结线

开闭所实际上是不降压而仅用开关设备开、闭电路的配电所，多设于枢纽站。其功用是：

- 1. 将长供电臂分段，以便发生事故时缩小停电范围；
- 2. 对双线区段实施上、下行牵引网并联供电；
- 3. 增多馈线回数。

图1-1-9示出双线AT供电区段上的AT开闭所

的主结线。该开闭所由AT牵引网供电，具有两回进线和两回出线。进线和出线皆经断路器连接于55kV单母线上，并分别在进线、出线断路器中间设公共备用断路器。由面向牵引变电所一侧引入的进线上各接有一台单相所用变压器和避雷器。母线上除接有单相电压互感器和避雷器各两台外，还接有两台自耦变压器 AT_1 、 AT_2 。母线中的母线 N 也像AT变电所那样接有两台接地放电保护装置，一台工作，一台备用。

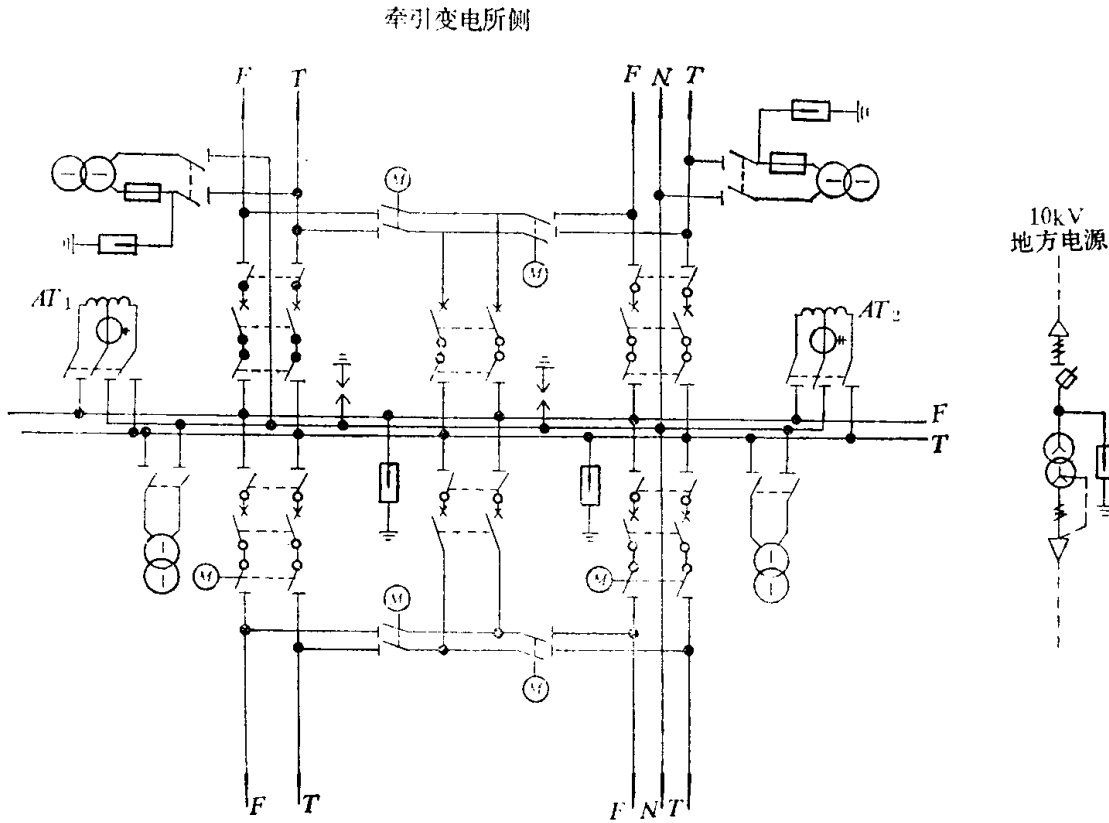


图1-1-9 双线AT开闭所主结线图

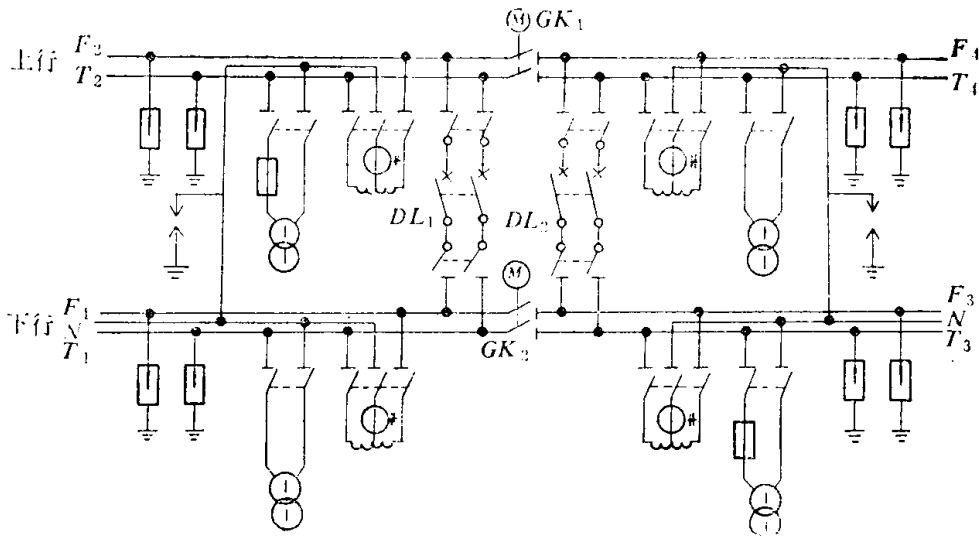


图1-1-10 双线AT分区亭主结线图

为切实保证所用电力供应,由地方10kV电源经变压器降压后供给三相电力,作为另一路电源。

本开闭所设于供电臂中间,可通过所装设的断路器、隔离开关的操作将供电臂分段或实施上、下行并联供电。

(二) 分区亭的主结线

分区亭的功用主要是实施上、下行并联供电,以及在必要时实施越区供电。

图1-1-10示出双线AT区段上的AT分区亭主结线。该分区亭同侧的上、下行进线经断路器 DL_1 (或 DL_2)及其上、下隔离开关连通时,即可实现左侧(或右侧)上、下行并联供电。由相邻两牵引变电所分别经牵引网供电的左、右侧进线间以电动隔离开关 GK_1 、 GK_2 分开,平时 GK_1 、 GK_2 打开,仅在必要时合上以便越区供电。左侧上行进线及右侧下行进线上各接一台单相所用电压互感器供测量、保护及重合闸时检查电压用。

(三) AT所(自耦变压器所)的主结线
AT所的功用是用于AT区段供电及防通信干扰。图1-1-11所示的双线区段上的AT所中,上行、下行各设一台自耦变压器,自耦变压器的中点经中

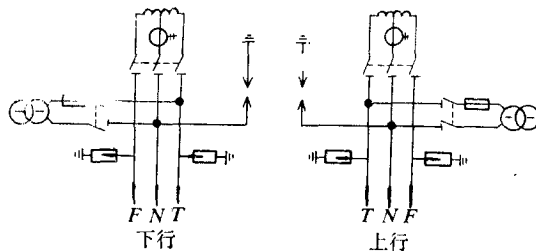


图1-1-11 双线AT所主结线图

性线 N 与AT牵引网中的保护线(PW 线)相连后接至钢轨(R)。在上、下行进线处各设一台单相所用电压互感器。

第三节 牵引变电所施工的主要内容和标准

(一) 牵引变电所施工的主要内容

牵引变电所施工共包括土建工程、房建工程和电气建安工程三部分;其中电气建安工程由建筑工作和安装工作两项工作组成。建筑工作主要包括:基坑开挖,基础浇制,构架和支架组立等项。安装工作主要包括:各种母线安装,接地装置敷设,大型电气设备搬运,电气设备(装置)安装及调整,控制及保护装置安装,电缆敷设,二次配线,传动试验,送电试运行等项。

(二) 牵引变电所电气工程施工的技术标准

牵引变电所电气(建安)工程施工中应贯彻执行的技术标准分为国家标准、行业标准或部标准、企业标准三种。施工中,对国家标准和行业标准或部标准必须按规定执行。而企业标准是施工企业内部制订的技术标准,规定较细,便于实施,主要用以进一步保证工程质量。

目前在牵引变电所施工中,采用的标准主要有:

1. 国家标准,即《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》(GBJ 147—90),《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》(GBJ 148—90),《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》(GBJ 149—90)与正在修订中的原国家标准《电气装置安装工程及验收规范》(GBJ 232—82)中的其余14篇

(以下简称《规范》)。这些规范是国内电气装置(设备)安装工程施工及验收中皆须遵守的技术法规。在牵引变电所电气工程施工、验收时须按这些规范并结合有关部标准施行。

2. (铁道)部标准,即《铁路电力牵引供电施工规范》(TBJ 208—86),简称“施规”,和《铁路电力牵引供电工程质量验收标准》(TBJ 421—87),适用于电力牵引供电工程,包括牵引变电所工程施工及其工程质量的验收及评定,可补充上述国家标准中对有关牵引变电所电气安装工程标准的不足。《牵引变电所运行检修规程》,供作为变电所试运行期间值班、倒闸作业、检修作业、巡视及事故抢修的参照依据。

3. 企业标准,一般均在单项工程中施行,包括设备制造厂制订的与安装有关的标准、规定,以及施工企业制订的工艺卡片,标准化施工图,施工操作规则等。用以提高施工质量和工艺水平,统一工艺标准,降低材料消耗等。

近年来,牵引变电所建设中引进了不少先进设备和技术,采用了某些新开发的电铁专用设备、器材,一些既有的施工规程、标准中的某些规定已不再适合这种新情况。因此,施工人员需及时掌握各种新型设备的结构及安装工艺和新修订、颁发的有关规程、规范和要求与规定,以保证建安施工达到新规定要求,确保质量。

第四节 牵引变电所施工程序

牵引变电所电气工程施工程序可分为总体工程施工程序和单项工程施工程序两种。前者系将各单项工程、作业集合在一起,按其在全部工程中的施

工顺序及工序衔接要求制订的,合理平行施工的顺序安排。后者按分部或分项工程编制,是专为某种施工作业或某种设备安装项目制订的操作顺序或工

艺顺序。

(一) 总体工程施工程序

牵引变电所总体工程施工程序大体上可划分为：基础施工，构架和支架组立，牵引变压器（主变）及其它室外设备安装，室内设备安装，电缆敷设，二次配线，整组试验，受电试运行等单项工程

项目或单项作业项目，如图1-1-12所示。图中以单线箭头相连的各方框内为主要项目，其余方框内为一般项目，并与主要项目平行施工。各主要项目按箭头方向顺次施工。各一般项目也需随着相应的主要项目依序施工。

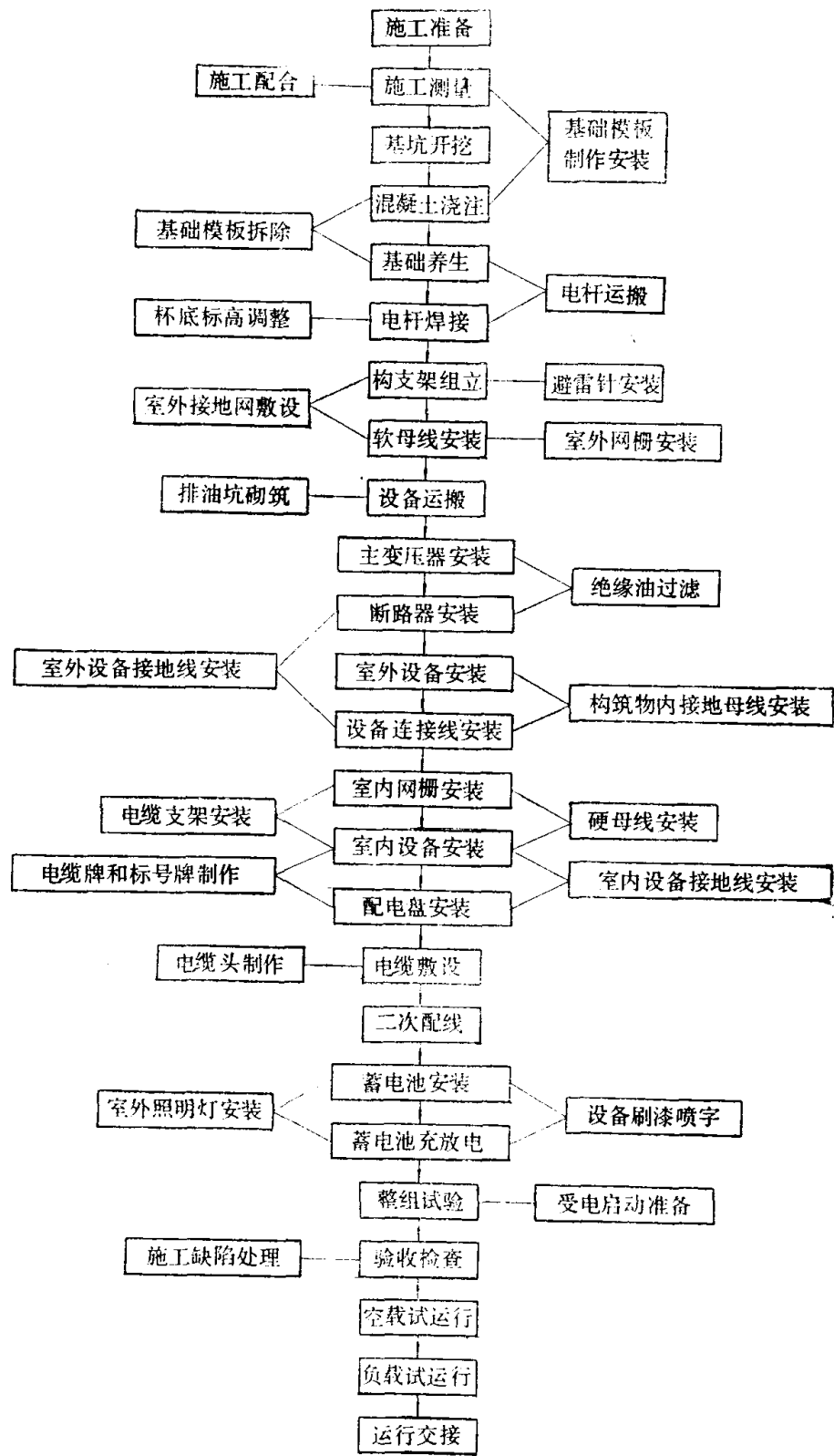


图1-1-12 牵引变电所总体工程施工程序简图

由图可见,各主要项目与一般项目需要相互协调配合与衔接。例如在从基础养生至构支架组立三个主要项目的施工期间,一般项目中的电杆搬运须适时完成,否则,电杆焊接以及杯底标高调整将不能进行,进而影响整个工程进度。因此,在变电所开工前就应编制详细周密的施工网络计划,并在施工中视实际情况适时调整各单项工程进度。

(二) 单项工程施工程序

变电所单项工程的施工程序系针对某一设备或作业项目制订,依施工对象而异。由于全部单项工程中,各种电气设备安装工程占很大比例,下面先对电气设备安装工作程序(以下简称安装工序)作一概括简介。

牵引变电所中电气设备的安装工序、操作皆需围绕安装后达到如下两方面要求来制订:

1. 电气性能良好。包括绝缘良好,电气回路畅通,导电回路电阻不过大或断路,无局部短路,接地良好,绝缘油合乎要求等。

2. 机械性能良好。包括安装牢固、稳定,设备各部的空间位置及位置误差合乎规定不超限,操动机构动作灵活而行程符合要求,保证断路器三相动作的同时(同期)性等。

电气设备出厂后,经长途运输,入库储存,性能难免下降。这是由于设备的绝缘材料大都有吸潮性并难免脏污;运输、装卸中的震动也可能使设备受损,特别是铁心和绕组的强度全靠夹(拉)紧装置保证的变压器更易受损。因此,各种电气设备的安装工序都是先做设备检查,视检查结果进行下道工序。对于整体包装运输的设备,为进行内部检查,常常先解体,检查、清洗后再组装。若检查无问题,随后即可吊装就位,进行调平找正、加油、调整试验等工作。所有这些组合起来,构成全部安装工序,分述如下:

1. 解体

根据不同设备采取相应方法解体,以便检查、清洗有关部件。如对需检查器身的变压器、电抗器,卸螺栓后吊起钟罩或铁芯检查;对110kV少油断路器,拧下压圈后取出灭弧室部件清洗。

2. 检查、清洗(或清扫)

设备各部普遍进行外观检查,并视具体设备做密封检查、绝缘检查、接触紧密性检查等。有的部件于外观检查后,还视需要进行电气试验,以判别状况,相应处理。

清洗 清扫部件、附件表面和内部,以除去脏污杂物,保持高绝缘性能。注意绝不遗留擦拭用布的细纤维等,以免在电场下连成导电桥路。

3. 视需要恢复绝缘

对未能通过绝缘检查的部件、附件,要采用适当方法(如干燥)恢复其绝缘性能。

4. 组装

装复部件时,对要求对号组装的要按编号顺序组装。互相关联的部件要按标示的方向等进行组装。注意保持规定间隙,螺栓紧固扭矩符合要求。

5. 吊装就位

设备基础(或构架)应已备好,并已埋好预埋铁件(或装好底架),留好预留沟、孔。经检查其有关标高合乎要求后,再以适当方法吊装、搬移设备,使之平稳就位位于基础(或底架)上。

6. 检查并调整设备各部分的位置(调平找正)

对三相分体的断路器应调整使其三相在一直线上,对变压器应调至使其顶盖沿气体继电器气流方向有1~1.5%的升高坡度。

7. 部件、附件安装

如安装变压器套管时,应保证清洁,对准标记,做好密封。

8. 加油

绝缘油必须经试验合格后方可注入设备。

9. 调整

包括对断路器的行程等的调整。有的设备先调整再检查试验,有的需边检查试验边调整。

10. 检查试验

包括断路器的传动试验,动作同期性试验;变压器的密封检查,绕组绝缘检测;控制、保护装置的校线等。

11. 收尾

包括补充注油、充气,设备连接线与接地线安装,视需要补漆等。

第五节 牵引变电所施工准备工作

牵引变电所电气工程开工前的准备工作包括工程开工前准备和各单项工程施工前准备两个层次的准备工作。

(一) 开工前的准备工作

开工前,应按下列要求做好相应准备工作:

1. 施工有关设计文件及图纸准备齐全,并已经审核通过。

2. 具有已经批准的任务书及施工组织计划,且全面落实。

3. 主要设备、物资申请计划已落实,前期工程所需物资已运至施工现场,且物资符合设计要求。

求。

4. 常用工具、机械、仪器仪表备齐,劳保用品完好。

5. 施工用水、电满足使用要求,临时施工设施具备使用条件。

6. 牵引变电所土建工程已达到电气安装施工所要求的基本条件。

7. 上级主管部门签发的开工报告已批准。

(二) 单项工程施工前的准备工作

各单项工程的施工准备工作一般包括以下内容: