

水利行业工人技术考核培训教材

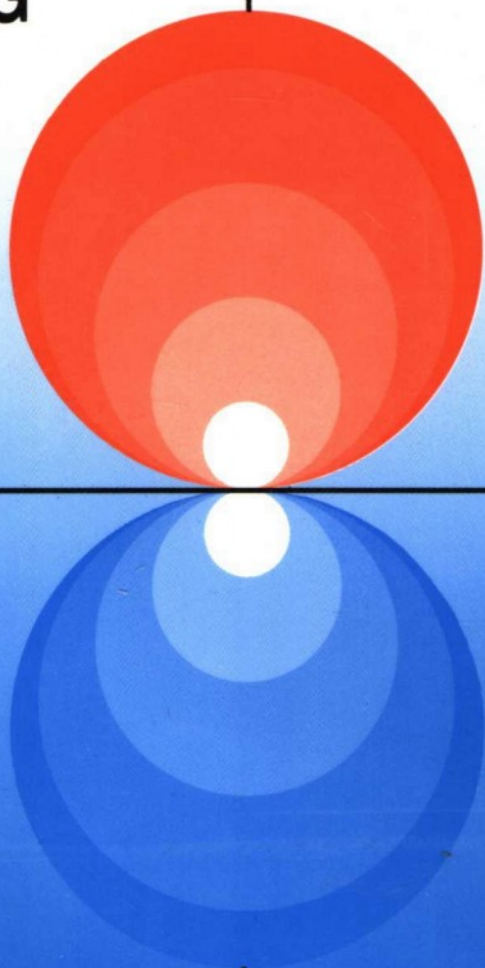
BENGZHAN
JIDIAN
SHEBEIWEI
XIUGONGYU
BENGZHAN
YUNXING
GONG

泵站机电设备维修工与

泵站运行工

下册(电气部分)

主编 雍家树



黄河水利出版社

水利行业工人技术考核培训教材

BENGZHANJIDIANSHEBEIWEIXIUGONG

YUBENGZHANYUNXINGGONG

责任编辑:胡庆泉 骆向新

封面设计:朱 鹏

ISBN 7-80621-076-8



9 787806 210765 >

ISBN 7-80621-076-8
TH·2 定价:上、下册共 37.20 元



泵站机电设备维修工 与 泵 站 运 行 工

下册(电气部分)

主 编 雍家树

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

泵站机电设备维修工与泵站运行工/徐泽林,雍家树主编.—2版.—郑州:黄河水利出版社,2001.6(2006.6重印)

水利行业工人技术考核培训教材

ISBN 7-80621-076-8

I.泵… II.①徐…②雍… III.①泵站-机电设备-维修-技术培训-教材②泵站-运行-技术培训-教材 IV.TV675

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 036056 号

责任编辑:胡庆泉 骆向新

出版:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮编:450003

电话:(0371)66022620 传真:(0371)66026940

印刷:黄河水利委员会印刷厂

发行:黄河水利出版社

开本:850 mm×1 168 mm 1/32

版别:1998 年 7 月 第 2 版

印次:2006 年 6 月郑州第 6 次印刷

印张:18.25

印数:21101—24100

字数:483 千字

ISBN 7-8061-076-8/TH·2
定 价:上、下册共 37.20 元

水利行业工人考核培训教材

编 审 委 员 会

主 任	杜彦甫		
副主任	张渝生	宁志泉	彭建明
编 委	倪文进	谈炳忠	徐泽林
	郭国顺	吴中贻	陈东文
	季诗政	盛学品	

泵站机电设备维修工 与 泵 站 运 行 工

(电气部分)

主 编 雍家树

副主编 陈开金

咨 询 (以姓氏笔画为序)

丁吉岷 左行玉 冯守均

江海传 朱华明 李建军

陈送财 秦义先

审 定 (以姓氏笔画为序)

刘朝福 倪文进 徐泽林

前 言

为了建立和完善水利行业工人考核培训体系,弥补新中国成立以来全国水利行业没有完整的、系统的工人培训教材的空白,我们组织水利行业一百多位专家学者编写了这套“水利行业工人考核培训教材”。本教材是依据劳动部、水利部联合颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准(水利)》规定的32个行业工种要求编写的,编写的内容与技术考核规范和试题库相结合,并在每一章后设有思考题,能够满足水利行业技术工人考核前培训和职业技能鉴定的需要。

教材分为通用教材和专业教材两大类。通用教材共8本,分别为:《水利工程施工基础知识》、《工程力学与建筑结构基础知识》、《地质与土力学基础知识》、《水工建筑物基础知识》、《水力学与水文测验基础知识》、《水利工程制图基础知识》、《机械基础知识》、《电工基础知识》,其内容主要侧重于为30本专业教材配套使用的基础理论知识;专业教材共30本,分别为:《开挖钻工》、《水工爆破工》、《锻钎工》、《坝工模板工》、《坝工钢筋工》、《坝工混凝土工》、《钻探灌浆工》、《喷护工》、《防渗墙工》、《砌筑工》、《坝工土料实验工》、《坝工混凝土实验工》、《水工泥沙实验工》、《水工结构实验工》、《混凝土维修工》、《土石维修工》、《闸门运行工》、《水工防腐工》、《水工监测工》、《河道修防工与防治工》、《渠道维护工》、《灌区供水工》、《灌溉试验工》、《泵站机电设备维修工与泵站运行工》、《灌排工程工》、《水文勘测工》、《水文勘测船工》、《水土保持防治工》、《水土保持测试工》、《水土保持勘测工》,其内容包括各工

种的初、中、高级工的专业知识和技能知识。两类教材均突出了水利行业专业工种的特点,具有专业性、权威性、科学性、整体性、实用性和相对稳定性。它包括了本行业技术工人考核晋升技术等级时试题的范围和内容,是水利行业各工种职业技能鉴定的必备教材。

本次教材编写时参照的技术规范或规定、标准等是以1995年7月底尚在使用的为准,涉及的个别计量单位虽属非法定单位,但考虑到这些计量单位与有关规定、标准的一致性和实际使用的现状,本次出版时暂行保留,在今后修订时再予改正。

编写全国水利行业统一的工人培训教材,对于我们来说尚属首次,曾得到了各级领导、有关专家及广大水利职工的关怀和支持。经过大家一年来的辛勤耕耘和不断探索,现已面世出版了,但由于它是一项新的工作、新的尝试,不足之处在所难免,希望大家在使用中提出宝贵意见,使其日臻完善。

水利行业工人考核培训教材
编审委员会

一九九五年七月

目 录

第一章 泵站电气主接线和配电装置.....	(1)
第一节 电气主接线.....	(1)
第二节 配电装置.....	(6)
第二章 电力变压器的运行及事故处理	(22)
第一节 变压器的作用和基本原理	(22)
第二节 变压器的允许运行方式	(24)
第三节 变压器运行中的维护及检查	(31)
第四节 变压器运行事故的处理	(40)
第五节 变压器的检修	(44)
第三章 电动机的运行及故障处理	(48)
第一节 同步电动机的运行	(48)
第二节 同步调相机	(61)
第三节 同步电动机的运行故障处理	(64)
第四节 同步电动机的检修	(70)
第五节 异步电动机的运行及维护	(78)
第四章 开关电器和保护电器的运行及事故处理	(91)
第一节 高压油断路器	(91)
第二节 高压负荷开关	(97)
第三节 高压隔离开关	(98)
第四节 高压熔断器.....	(101)
第五节 常用低压电器运行及维护.....	(103)
第五章 互感器的运行及事故处理.....	(120)
第一节 电压互感器.....	(120)
第二节 电流互感器.....	(123)

第六章	移相电容器的运行及事故处理	(126)
第一节	无功补偿的基本概念	(126)
第二节	移相电容器的运行	(128)
第三节	电容器运行中的异常现象和故障处理	(130)
第四节	电容器的检修	(131)
第七章	励磁系统的运行与维护	(133)
第一节	同步电动机的励磁方式	(133)
第二节	励磁装置的运行和维护	(142)
第三节	可控硅整流励磁装置改进措施简介	(150)
第八章	电力线路的运行维护与故障处理	(157)
第一节	概述	(157)
第二节	电力线路的运行维护检查	(159)
第三节	电力电缆的故障处理	(161)
第九章	过电压保护	(163)
第一节	概述	(163)
第二节	泵站主要电气设备的防雷保护	(167)
第三节	过电压保护设备的运行与维护	(169)
第十章	控制和信号系统及操作电源	(172)
第一节	二次回路概述	(172)
第二节	操作控制系统	(176)
第三节	信号系统	(188)
第四节	操作电源	(194)
第十一章	自动控制系统及远动技术在泵站中的应用	(211)
第一节	辅机系统自动控制	(211)
第二节	远动技术在大型泵站中的应用	(233)

第一章 泵站电气主接线和配电装置

第一节 电气主接线

泵站的电气主接线，也称“主电路”、“一次系统”，它是连接泵站和变电所（电气系统）用以输送和分配电能的电路，通常以单线图的形式表示。一张完整的主接线图是由各种电气设备符号连接组成的，如电动机、断路器、隔离开关、母线、变压器以及配电装置的过电压保护等。主接线图除了表示上述各电气设备之间的电气联系外，还要详细表明各元件的型号、规格、数量、接线方式、各开关回路的编号等，有时测量仪表和继电保护的配置情况也要表示出来。

主接线图是泵站电气运行人员进行各种操作和事故处理的主要依据之一。因此，这些人员必须熟悉泵站主接线图，了解电路中各种电气设备的用途、性能及维护、运行、检查、巡视项目和操作步骤等，以保证安全运行。

主接线的形式一旦确定下来，有关的其它工作就要据此确定，如配电装置的布置，仪表、继电保护、互感器的配置，过电压保护的措施等。主接线形式的选择直接影响泵站建成后的用电是否可靠、机组运行方式是否灵活、操作是否方便和安全，今后的发展等。

一、主接线的基本要求

（一）运行的可靠性

根据泵站负荷性质和各种运行方式的需要，保证用电可靠和

供电质量，要求保证非电力调度作用下机组的运行、大修和重要部位检修过程的供电连续性。被迫停电机会越小，事故影响的范围越小，主接线的可靠性就越高。采取双回路进线，装设备用供电设备，都是大型泵站中常采用的保证供电可靠性的措施。当然，强调可靠性也要切合实际，否则，将会使设备大量增加，投资加大，设备利用率降低，运行费用增加，维护工作量也随之增大。

(二) 运行及检修的灵活性

主接线必须能够适应各种运行方式，如方便地切除或投入机组、变压器、备用电源和轮换检修，严重事故时能分离出故障机组，保证其它机组正常运行和站用电。

大、中型泵站一般都按水利规划时的终期规模兴建，扩建的可能性较小，但有些流域（灌区）面上配套设施存在分期兴建问题，泵站机组配套需多年才能达到最终规模，因此，对主接线要考虑分期过渡。

(三) 接线尽可能清晰简单

主接线简单，不但可以减少设备、节省投资，而且使接线中个别设备（元件）投入或切除时，操作步骤最少，避免误操作，减少事故机率。但过分地简化接线又会使灵活性和可靠性降低，必须根据泵站具体情况，结合电网供电结构，分析确定。

(四) 运行的经济性

在满足上述要求的条件下，应尽量减少设备投资，减少施工工程量和占地面积，布置上避免自然条件不利影响，即可降低年运行费用。

二、主接线的基本形式

由于客观因素的复杂性，多数泵站设有专用降压变电所，也有些泵站与区域性变电所相邻，变电所的出线开关与泵站进线开关合一，从而形成多种接线形式。

我们常把电动机、变压器、输电线路（通常称母线）以及它们所必须配备的断路器、隔离开关等组成的电路称为“电气回路”。各电气回路之间由主接线联系。

（一）单母线接线

如图 1-1 所示，各回路用一条“母线”联系起来时，称为单母线接线。当机组台数不多和对供电可靠性要求不高时，泵站常采用这种方式接线。有的泵站将两路电源从母线的一端引入，原则上与图 1-1 所示的对称引入电源无多大区别，但当负荷电流较大时，靠近电源端的一段母线截面要大些，增加了施工的难度，同时投资也会增大。

单母线的特点是：

（1）各电气回路横向联系较强，并联于母线上的机组台数的多少，理论上不受限制，所以便于发展。实际上一条母线上并联的台数是有一定限度的，一般控制在 6 台以内比较合适，否则短路电流太大，事故的影响也太大。

（2）接线简单清晰，配电装置简单，各回路上的隔离开关都可以在断路器断开后再操作，因而不是操作电器，可起到隔离电源作用，避免因操作错误而引起的事故。

（3）单母线接线最主要的缺点是当母线和母线上设备出现故障时，全部负荷停电，母线上并联的回路数越多，影响的范围就越大，也就是说可靠性较差。

有必要指出，所谓母线及其所属设备故障，包含下

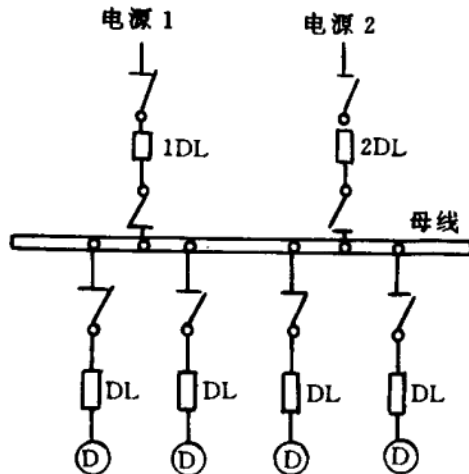


图 1-1 不分段的单母线接线

列情况：

(1) 母线本身故障，常见的是绝缘击穿。

(2) 与母线相联的隔离开关故障或操作错误。如在断路器开断之前误拉开隔离开关造成的母线短路。

(3) 任一回路的断路器开断不良、继电保护拒动作而将电动机故障扩大到母线。

(4) 与母线连接的电压互感器、避雷器、电容器等设备故障的蔓延。

由于上述原因而引起的全部停电时间，等于处理事故和检修设备的全部时间。

对于有双电源供电的泵站，一般不采用单母线接线。但当所采用的配电装置十分可靠，故障的可能性极小时（如封闭式成套开关柜），或者有可靠的备用电源时可采用单母线接线（如发电厂的厂用电多为单母线）。

有些泵站选用的配电装置的分断元件为手车式，能弥补单母线的不足，故单母线接线是泵站主接线的常见方式，也是比较成熟的接线方式。

（二）单母线分段接线

将母线用断路器和隔离开关分段后，其性能将显著改进，缩小了单母线可能造成全部停电或事故检修时的影响范围，可靠性大大提高。但增加分段后要多用一个断路器，而且电压等级越高，断路器的造价就越高，占地面积也相应增大。单母线分段接线方式如图 1-2 所示。

有些泵站，为了节省投资，考虑到灵活性，一般只用隔离开关将母线分段。

采用单母线分段接线后，任何一段母线检修或故障时，都可以保证另一段母线正常运行，或者当任何一路电源和输电线路检修或故障时，仍可保证全部母线正常供电。当母线故障时，继电

保护可使分段断路器（FDL）断开，使故障局部化。

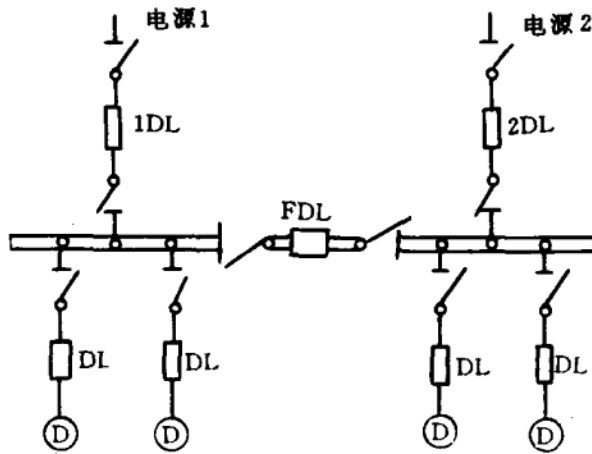


图 1-2 单母线分段接线

母线分段断路器的两侧各装一组隔离开关，其作用是检修母线分段断路器时，可拉开隔离开关而与两侧母线隔离。单母线分段接线的优点是能满足泵站的各种运行方式。因此在泵站的主接线方案选择中优先考虑，当机组台数在 6 台以上时应采用分段方式。

（三）“站变合一”的主接线

“站变合一”的供电方式及布置形式是将专用变电所的开关设备、保护控制设备同泵站同类设备统一进行选择 and 布置。电压互感器、主变低压侧和泵站进线的避雷装置、站（所）用电、操作电源等可以合用一套，控制室等副厂房可以合在一起，开关台数较少，从运行调度看，在一定情况下可以更简化并减少管理人员。

由于这种接线方式在技术上的可行性，经济上的合理性，因而得到了广泛的应用。图 1-3 是较典型的“站变合一”主接线方式，其优点是，只要系统 35kV 线路正常，就能保证泵站用电；当主变与进线开关检修时，均不影响泵站用电，在泵站停运期间，可断开主变以减少空载损耗，运行方式较经济。

总之，主接线形式很多，在电力系统中是一个复杂的问题，对泵站来说虽然形式不多，但由于站变高压侧接线位置不同，使得主接线的形式多样化，并涉及到非运行期间的正常供电和经济运行等问题。

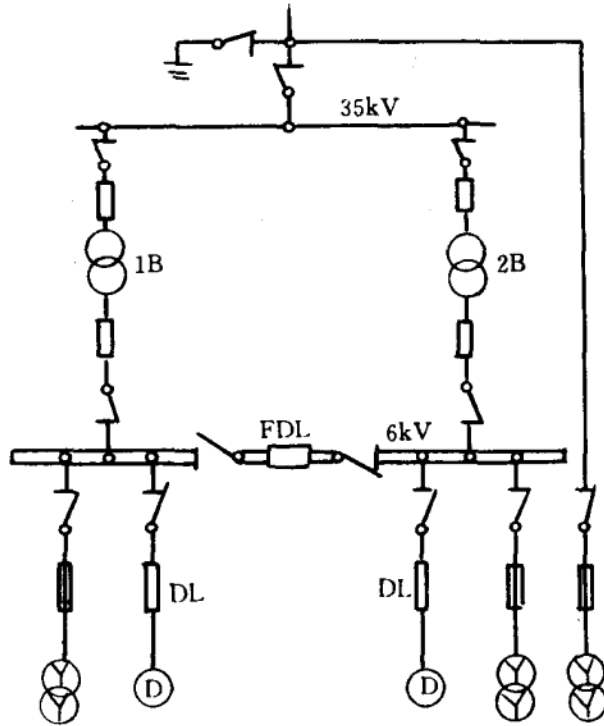


图 1-3 “站变合一”接线方式

第二节 配电装置

一、概述

配电装置是用以接受和分配电能的电工设施，它是由各种电气设备（如开关设备、互感器、避雷器）、母线和土建结构按一定要求组合而成。

配电装置可分为 3 种类型，即屋内式，全部设备装设在屋内；屋外式，全部设备装设在露天场地；成套式，将每一进线、出线、互感器、分段等电器回路的全部一、二次设备在制造厂成套组装，成为一系列独立的单元部分，施工时只需根据主接线的形式选用不同的单元进行简单的连接。成套配电装置可以是屋内式和屋外式，目前使用较多的是屋内式。

（一）配电装置的几种布置形式

泵站多数采用屋内式成套配电装置，其布置应结合泵站电气设备布置进行，一般有以下几种形式。

（1）与其它电气设备全部布置在主厂房。这种布置建筑物投资较省，但运行条件差，且不太安全。

（2）一部分设备放在主厂房，一部分设备放在副厂房。一般将高压柜放在主厂房，其余设备放在副厂房，也就是说将机组高压柜和机组一一对应布置，即所谓的按机组单元集中布置。这样当机房分散，就地操作时一目了然，不会出错，造成误操作。如果采用集中控制操作就显不出优越性。

（3）电气设备全部放在副厂房，可分两种形式：

- 1) 按电压等级分两个室，即高压开关室和低压配电室。
- 2) 按设备性质分为高压开关室、低压配电室、泵站用电变压器室、电容器室。

（二）布置高压开关柜应考虑的几个问题

（1）配电装置室的长度由所选用的高压开关柜的宽度和台数确定，一般采用单列布置。

考虑到母线在运行中因受热膨胀而伸长的因素，侧面靠墙布置的开关柜与墙之间一般留有不小于 200mm 的距离。为了便于安装时调整位置，另一侧开关柜与墙之间距离不宜小于 200mm。背面靠墙布置的开关柜与墙之间距离不宜小于 25mm。