

10kV开关站 建设与运行

王秋梅 金伟君 徐爱良
陈 波 卢海权

编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

10kV开关站 建设与运行

王秋梅 金伟君 徐爱良
陈 波 卢海权

编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从 10kV 开关站的设计、安装、运行和检修四个方面对开关站的建设 and 运行进行了较为全面的介绍。全书共分六章，详细介绍了 10kV 开关站的设计、开关柜的类型、安装、竣工验收和投运、运行和检修的内容。

本书可供电力建设、运行、检修工作人员学习参考，是其日常工作中的必备资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

10kV 开关站建设与运行 / 王秋梅等编著. —北京: 中国电力出版社, 2015.5

ISBN 978-7-5123-7562-8

I. ①1… II. ①王… III. ①开关站-建设②开关站-运行 IV. ①TM643

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 072867 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 5 月第一版 2015 年 5 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 14 印张 215 千字

印数 0001—2000 册 定价 42.00 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

序

电网坚强、资产优良、业绩优秀、服务优质，即“一强三优”是国家电网公司的战略发展目标，建设坚强的电网是“一强三优”的基础。配电网是整个电网的重要组成部分，10kV 开关站是城镇配电网中最重要的供电设施之一，在构建 10kV 城镇配电网主网架方面起着主导作用。

随着城乡一体化和新型城镇化的发展，我国的城镇配电网发展很快，10kV 开关站的应用更加普遍，对 10kV 开关站的设计、运行、维护、检修提出了更高的要求。

应广大电力工作者的要求，本书作者结合近年来 10kV 开关站建设、运行经验，按照国家电网公司标准化建设的要求，对《10kV 开闭所的设计、安装、运行和检修》一书进行了认真修订，并更名为《10kV 开关站建设与运行》。本书贴近实际，内容翔实，对 10kV 开关站的建设运行具有很好的指导作用。

在本书即将出版之际，谨以此序，对本书的出版表示衷心的祝贺。



2015 年 4 月 8 日

前言

《10kV 开闭所的设计、安装、运行和检修》自 2005 年问世以来，深得各方好评，为 10kV 开关站的设计、安装、运行和检修提供了一定的指导和帮助。但由于我国配电网的快速发展，加之行业对 10kV 开关站建设和运行要求的变化，以及多年来积累了许多切合实际的经验，使得《10kV 开闭所的设计、安装、运行和检修》部分内容需要补充和修改。为了更好地与现行标准、规程一致，将书名改为《10kV 开关站建设与运行》。为了保持连续性，各章的范围不变，仍保留六章。第一章主要增加了开关站电缆的设计，并按国家电网公司最新典型设计和行业规范对开关站的接线模式进行修改；第二章主要增加了有关固体绝缘和氮气绝缘开关柜的内容；第三章主要增加了有关固体绝缘开关柜的内容；第四章主要增加了开关站投运所具备的资料；第五章主要增加了开关站巡视、操作、缺陷管理的新要求；第六章主要增加了开关站状态巡视、评价、检修等内容。本书在内容上尽可能反映新情况和新问题，并注意特点的概括。由于编者水平有限，恐难尽如人意，敬请同仁们批评指正。

编者

2015 年 1 月

目录

序	
前言	
绪论	1
第一章 10kV 开关站的设计	5
第一节 10kV 开关站设计的内容	6
第二节 10kV 开关站的设置原则及接线方式	8
第三节 10kV 开关站高压电器的选择	13
第四节 10kV 开关站母线设计	34
第五节 10kV 开关站的电气布置	41
第六节 10kV 开关站的保护配置及自动化装置	46
第七节 10kV 开关站站用电	50
第八节 10kV 开关站对土建的要求	51
第九节 防雷和接地	58
第二章 10kV 开关站开关柜类型	61
第一节 10kV 开关柜订货技术条件	62
第二节 10kV 开关柜的辅助设备	71
第三节 SF ₆ 灭弧开关柜	77
第四节 真空灭弧负荷开关柜	82
第五节 空气负荷开关柜	87
第六节 断路器开关柜	90
第七节 电压互感器开关柜	95

第八节	各种类型开关柜的比较	96
第三章	10kV 开关站的安装	99
第一节	10kV 开关站安装前的准备	100
第二节	10kV 开关柜的安装	106
第三节	10kV 开关柜二次接线的安装	117
第四节	设备的接地	123
第五节	电力电缆的安装	125
第六节	10kV 开关站的交接试验和设备调试	138
第四章	10kV 开关站的竣工验收和投运	149
第一节	10kV 开关站投运前的准备工作	150
第二节	10kV 开关站的竣工验收	154
第三节	10kV 开关站的投运	159
第五章	10kV 开关站的运行	165
第一节	10kV 开关站运行中应建立的制度	166
第二节	10kV 开关站的巡视和检查	168
第三节	10kV 开关站的操作	171
第四节	10kV 开关站的事故和异常处理	178
第五节	10kV 开关站充 SF ₆ 气体开关设备运行的特殊规定	179
第六节	10kV 开关站设备缺陷管理	181
第七节	10kV 开关站台账和记录管理	182
第六章	10kV 开关站的检修	187
第一节	10kV 开关站的检修管理	188
第二节	10kV 开关站开关设备检修项目和内容	193
第三节	10kV 开关站的预防性试验	199
第四节	10kV 开关站的状态检修试验	209

绪 论

10kV 开关站原称开闭所，是城镇配电网的重要组成部分。《城市中低压配电网改造技术导则》(DL/T 599—2005)和《县城电网建设与改造技术导则》(Q/GDW 125—2005)提出，为解决城镇供电问题，在一定的情况下应建设10kV 开关站。随着城镇配电网的发展和完善，开关站的功能有了变化，出现了环网单元。《配电网规划设计技术导则》(Q/GDW 1738—2012)将配电网的开关设备分为开关站和环网单元两类。本书将这两类设备统称开关站，并且按环网型和终端型的分类予以叙述。

我国 10kV 开关站的建设起步于二十世纪七八十年代，由于改革开放和经济的发展，原有的配电网适应不了经济发展的需要，在一些大城市和经济发达地区出现了 10kV 开关站。初期的开关站所用的设备以变电站二次侧所选用的中压设备为主，如 GG1A 开关柜（配 10kV 少油开关）等。到了二十世纪八十年代后期九十年代初期，10kV 开关站在我国绝大部分大、中城市开始建设，所用的设备逐步由少油开关柜过渡到空气开关环网柜，开关柜的体积大大减少，操作也简单了很多。到了二十世纪九十年代中期，灭弧性能更好的真空开关开始在 10kV 配电网中应用，逐步取代空气开关，而成为 10kV 开关站的主要设备。随着社会的发展和科技的不断进步，SF₆开关开始在配电网中得到应用，该开关具有很好的灭弧性能和紧凑的结构。目前，真空开关环网柜和 SF₆开关环网柜已成为 10kV 开关站的主要设备。近几年，一种环保、紧凑的固体绝缘真空开关柜开始在配电网中使用，该开关柜具有比普通真空开关柜体积小、比 SF₆开关柜环保的特点。

随着大规模城、农网建设与改造的开展，10kV 开关站不仅在大、中城市的配电网中得到广泛使用，而且在县城配电网和其他负荷密集的城镇配电网中也已普遍使用，成为配电网的主要设施之一。10kV 开关站的数量还在迅速增长之中，它在城镇配电网中扮演着越来越重要的角色。

10kV 开关站一般按无人值班配置配电设备，采用环网柜，电源间隔不设

保护，配电变压器及分支出线采用熔断器保护，容量较大时可选用断路器。如今，除了室内形式的开关站外，还有室外环网站等。

一、10kV 开关站的作用

1. 变电站 10kV 母线的延伸

建设 10kV 开关站最初的目的是为了解决城市变电站 10kV 出线数量不足、出线走廊受限的问题。多年来，向城市供电的变电站中，10kV 出线数量非常有限，而且，在以前建设的变电站中，往往又有许多 10kV 用户专线。随着负荷密度的增加，往往需要增加 10kV 线路的出线回路数，但是，受变电站出线数量和出线走廊的限制，即使变电站有剩余容量，也不一定能供出去。为此，将负荷集中输送到 10kV 开关站，再从 10kV 开关站把负荷转送出去。这样，10kV 开关站的母线变成了变电站母线的延伸，既解决了变电站公用线出线不足或出线通道受限问题，也解决了开关站周边用户供电电源问题。

2. 电缆化线路分支线支接的节点

随着城市的发展，旧城改造的力度不断加大，对道路景观的要求越来越高，在市中心、商业闹市区、负荷集中区域及城市景观有特殊要求的地段，10kV 线路电缆化是必然的发展趋势。10kV 线路电缆化后，为了解决线路分段、支接分支线路、公用配电变压器和用户专用变压器的电源接入问题，必须建设一定数量的 10kV 开关站，把 10kV 开关站作为线路上的一个节点，通过其中的各个出线开关柜把电能输送出去，为周围的配电变压器、分支线路提供电源。

3. 提高供电的可靠性和灵活性

随着社会经济的发展，供电可靠性已成为供电企业管理水平的重要标志。10kV 开关站一般可以同时有来自不同变电站或同一变电站不同 10kV 母线的两路或多路相互独立的可靠电源，因此，可以解决城市中政府机关、高层建筑、大型商场等重要用户多路电源供电的问题，确保重要用户的可靠供电。另外，配电网中 10kV 开关站的合理设置，可以加强对配电网的控制，大大提高配电网运行及调度的灵活性，从而提高整个配电网供电的可靠性。有了一定数量的开关站，可实现对配电网的优化调度；部分城网设备检修时，可以灵活进行运行方式的调整，做到设备检修时用户不停电；当发生设备故障时，

开关站可发挥其操作灵活的优势，迅速隔离故障设备单元，使停电范围减到最小。

4. 提高了操作的安全和方便

传统的架空配电线路为了进行分段操作或分支操作，在电杆上装设了断路器、负荷开关、隔离开关、跌落式熔断器等分段或分支操作设备，需要时由线路工登杆用绝缘操作工具进行操作。这种操作，不但作业人员劳动强度大、安全管理难度大，而且操作所需时间长，对供电可靠性影响大；同时还受气象环境条件的影响，有时会因恶劣的气象条件而不能及时完成操作任务。而10kV开关站的设备安装在室内或地面上，操作安全、方便，有效地克服了上述缺点，而且室内或地面上设备运行环境好，运行、维护方便，有利于开展配网自动化和智能配电网的建设和运维。

二、10kV 开关站的主要类型

10kV 开关站的类型，按其电气主接线方式可分为单母线接线、双母线接线和单母线分段接线三种类型。但是，按其在电网中的功能，可分为环网型开关站和终端型开关站两类。

环网型开关站即是环网单元，每段母线有两路电源进线间隔，其他为出线间隔，其主要功能是功率交换和线路分段，在城网中实施运行方式的调整。这种开关站常常以“手拉手”方式进行环网，支接在开关站的用户或分支线有较高的供电可靠性。环网型开关站又可分为单母线接线和双母线接线两种，从配电网的网架结构看，前者为单环运行的开关站，后者为双环运行的开关站。

终端型开关站每段母线一般只有一路电源进线间隔（有时也有两路及以上相互闭锁的电源进线间隔，但各路电源一般不合环运行），其他为出线间隔，其主要功能是向周边用户及公用变压器提供电源。终端型开关站又可分为单母线接线、双母线接线和单母线分段接线三种。

三、10kV 开关站面临的新问题

近几年来，随着配电网建设、改造力度的不断加大，网架建设的不断加强，10kV 开关站在配电网中已十分普遍。因为科技的不断进步，10kV 开关

站所用的设备也在不断地更新，设备的档次也越来越高，一些进口设备大量使用在开关站中，如全密封、全绝缘的 SF₆ 开关环网柜和固体绝缘真空开关环网柜。这种设备与原先使用的传统的国产设备有很大的区别，它没有明显的断开点，柜内没有可视的接地点，不能外挂接地线，从而给设备的运行检修带来许多新问题。另外，国外设备厂商提出的免维护概念，与我国现行的运行、检修规程不完全相适应，这一系列的问题促使人们对 10kV 开关站的设计、安装、运行、检修等多方面进行思考。

本书将从 10kV 开关站的设计、安装、运行、检修四个方面，对 10kV 开关站进行全面的介绍。

第一章

10kV开关站的设计

第一节 10kV 开关站设计的内容

按照基建程序，10kV 开关站设计分为初步设计和施工图设计两个阶段。

一、初步设计阶段的电气设计内容

在 10kV 开关站的站址确定之后，根据上级下达的设计任务书，就可开展工程的初步设计，以便按设计任务书给出的条件，提出符合设计深度的设计文件。初步设计所确定的设计原则和建设标准，将宏观地勾画出工程概貌，控制工程投资，体现技术经济指标。所以，初步设计是工程建设中的非常重要的设计阶段。初步设计应有多种设计方案，并有充分的认证和比较。10kV 开关站初步设计的主要内容有设计说明书、图纸、概算书等。

1. 设计说明书

(1) 概述：主要描述设计依据、基础资料、电网现状情况及存在问题。

(2) 电气主接线：主接线方案的比较和确定，出线回路数，分期建设及过渡方案。

(3) 系统接入方式：开关站与系统的连接方式，进线导线和电缆的选择。

(4) 主设备选型及布置：10kV 开关柜的选型及布置方式。

(5) 保护与自动化装置：保护及自动化装置的配置原则及选型。

(6) 过电压保护及接地：电气设备防止过电压的保护措施，接地装置要求。

(7) 土建要求：土建规模、结构型式、耐火等级、防火防水要求等。

(8) 应用典型设计情况介绍：配电网设计应尽量推广使用典型设计，并说明采用 10kV 开关站标准化设计××方案。

(9) 其他：开关站照明及其他需要说明的事项。

2. 图纸

(1) 电气主接线图。

(2) 接入系统后的系统接线图。

(3) 电气总平面布置图。

(4) 主要电气剖面图。

(5) 主要设备材料清册。

3. 概算书

(1) 工程概况。

(2) 编制依据。

(3) 汇总表及单项安装工程表。

二、施工图设计阶段的电气设计内容

初步设计经过审查批准后，根据审查结论和主要设备的落实情况，开展施工图设计。在这一设计阶段中，应准确无误地表达设计意图，按时提供符合质量和深度要求的设计图纸和说明书，以满足设备订货所需，并确保施工的顺利进行。10kV 开关站施工图设计的主要内容有说明书、图纸、预算书等。

1. 说明书

(1) 初步设计说明书的相关内容，并根据审查意见进行修改和细化。

(2) 简要叙述施工图设计原则。

(3) 简要说明设计中采用的新技术、新工艺、新设备，阐述其技术上的优越性、使用条件、性能特点等。

(4) 应用典型设计情况介绍：配网设计应尽量推广使用典型设计，并说明采用 10kV 开关站标准化设计××方案。

(5) 提醒施工中应特别注意的问题和设计考虑采用的有关措施。

2. 图纸

(1) 电气主接线图及订货图：主接线图一般以单线图表示，图中各种电气设备、材料均应注明型号、规格；订货图应注明开关柜的型号、方案编号、间隔编号、柜内设备型式规范等，对扩建或分期实施的工程，本期工程与非本期工程应有区别。

(2) 接入系统后的系统接线图：应注明与设计开关站相关的 10kV 线路、其他 10kV 开关站及变电站的接线情况。

(3) 电气总平面布置图（含电气剖面图）：应表示所有电气设备及其附属设施的轮廓外形、定位尺寸，必要的安全净距校验尺寸，门、窗、楼梯的位置；开关站的耐火等级以及设施配置；配电装置应注明间隔的名称；与电气相关的建筑物尺寸应按比例表示，应注明层高或标高，注明与附近建筑物、

道路的名称及相对尺寸。

(4) 设备安装及制作图：图纸比例及所取断面、样图应能清晰表达安装意图，安装材料表应正确、齐全。

(5) 保护及自动化图纸：原理清晰、规范。

(6) 防雷接地：应画出接地网布置及接地引下线的位置。

(7) 照明：注明灯具的数量、瓦数、标高和型式；照明系统图应标明设备规范、用途代号等。

(8) 电缆敷设及清册：电缆技术层或电缆沟应画出支架位置、注明间距，电缆路径应标明电缆起点、终点及走向示意图，电缆管道应注明管径、孔数、型式；电缆清册应有每一根电缆的编号、型号、规格、长度。

(9) 设备材料清册：各种设备、材料的名称、型号、规格、数量。

3. 预算书

(1) 工程概况：工程简要概况，主要设备及工程量。

(2) 编制依据：施工图设计图纸，套用定额名称，装置性材料价格及取费标准等。

(3) 汇总表及单项安装工程表：工程费用汇总表，其他费用汇总表，单项工程表等。

第二节 10kV 开关站的设置原则及接线方式

一、10kV 开关站的设置原则

10kV 开关站的主要功能是加强对配电网的控制，提高配电网供电的灵活性和可靠性，同时还具备变电站 10kV 母线延伸的功能。在不改变电压等级的情况下，对电能进行二次分配，为周边的用户提供供电电源。10kV 开关站所具有的这些作用，使得 10kV 开关站在配电网中的使用越来越普遍，如何做好 10kV 开关站的设置，是开关站设计的关键环节之一。

因为 10kV 开关站能加强对配电网的控制，提高配电网供电的灵活性和可靠性，所以可在重要用户附近或电网联络部位设立 10kV 开关站，如政府机关、重要宾馆、电信枢纽、重要大楼及有多条 10kV 线路供电的十字路口等，

应该设置 10kV 开关站。

因为 10kV 开关站具有变电站 10kV 母线延伸的功能，对电能进行二次分配，为周边用户提供供电电源，所以可在用户比较集中的地区设立 10kV 开关站，如大型住宅小区、高层建筑地区、商业中心地区、工业园区等，应设置 10kV 开关站。

由于城市建设及城市景观的需要，旧城改造及城市道路拓宽改造大规模开展，原先的架空线路需下地改造为电缆线路，为了解决原先接在架空线路上的分支线及用户的供电电源，必须在改造地块或改造道路的沿线建设部分 10kV 开关站，为周围用户提供电源。

由于 10kV 开关站内有大量的 10kV 开关柜等高压设备，这些设备对环境的要求比较高，为了便于管理，要求 10kV 开关站设置在通道顺畅、巡视检修方便、电缆进出方便的位置。一般情况下要求 10kV 开关站设置在单独的建筑物中，或附设在建筑物一楼的裙房中。目前有部分开关站设置在地下室内，一方面存在地下室内湿度太大，造成开关站支柱绝缘子闪络，引起线路跳闸；另一方面部分设置在地下室的开关站存在通道不畅，巡视、检修极为不便，特别是在故障情况下，不能及时进入开关站，影响事故抢修的问题。为此，当开关站设于建筑物本体内时，宜设在地上层面，并应留有设备运输通道。当条件限制且有地下多层时，应优先考虑地下负一层，不应设在地下最底层。不宜设置在卫生间、浴室或其他经常积水场所的下方或周边，同时要考虑有效的防水、排水、通风、防潮及隔声等措施。带有变压器的开关站不宜设置在有人居住房间的正下方。

户外开关站与户内的开关站相比，具有体积小、占地面积小、设置比较灵活等优点，一般可设置在绿地或绿化带上，也可设置在对行人影响比较小的空地或道路人行道上。户外开关站安装之处应避免外力碰撞的可能，同时避免安装在有腐蚀性物质的附近。

二、10kV 开关站的主接线

开关站的电气主接线是 10kV 开关站电气设计的首要部分，也是构成 10kV 配电网的重要环节。10kV 开关站主接线的确定，对 10kV 配网及开关站本身运行的可靠性、灵活性和经济性密切相关，并且对电气设备的选

择、配电装置布置有较大影响。因此，必须全面分析开关站在配网中的地位、用途及配网规划等有关影响因素，通过技术经济比较，合理确定其接线方案。

1. 主接线的设计依据

(1) 10kV 开关站的接入系统方案。10kV 开关站接入系统时，应考虑其供给电源的配电线路能否承担接入开关站所增加的负荷，这是一个不容忽视的问题。对于为终端型开关站供给电源的配电线路，其 10kV 开关站接入后的配电变压器总容量一般控制在不超过 10 000kVA；对于为环网型开关站供给电源的配电线路，由于正常运行时两条环网线路是各自分开运行的，在事故或其他特殊情况时需要将部分或全部负荷进行互倒互供，有个别情况有可能把两条线路负荷全部由一条线路供电，所以供给电源的两条环网线路配电变压器的总容量一般不超过 20 000kVA。

(2) 10kV 开关站在 10kV 配电网中的功能和重要性。10kV 开关站按其在配电网中的功能分为环网型开关站和终端型开关站；按其在网架结构中的重要性以及供电负荷的重要程度可分为特别重要、重要和一般开关站，其中特别重要和重要开关站建议选用设备更优、更可靠的产品。

(3) 10kV 开关站的分期及最终建设规模。10kV 开关站的规模应根据 10kV 配电网的规划，用户及负荷增长情况和电网结构等因素进行选择。10kV 开关站的规模一般为：每座 10kV 开关站内设置 1~2 段 10kV 母线，每段 10kV 母线支接配电变压器总容量不宜大于 5000kVA，进出线回路不宜大于 8 回。总容量大于 5000kVA 的大用户，宜从 10kV 主干电缆直接环入该用户或采用 10kV 专线供电。

(4) 负荷的重要性。

1) 对于一级负荷，必须有两个独立电源供电，且当任何一个电源失去后，能保证对全部一级负荷不间断供电。

2) 对于二级负荷，一般要有两个独立电源供电，且当任何一个电源失去后，能保证全部或大部分二级负荷的供电。

3) 对于三级负荷，一般只需一个电源供电。

(5) 对电气主接线提供的具体资料：出线回路数、出线方向、每回路输送容量和导线截面等。