

269867

基本知識

電力工業生產知識

電 氣 設 備

水利電力部干部學校編



水利電力出版社

电力工业干部培训教材

电力工业生产知識

电 气 設 备

水利电力部干部学校編

水利电力出版社

內 容 提 要

本书为水利电力部干部学校编写的整套“电力工业生产知識”教材中之一。內容淺显并較全面，敘述簡明，适宜于在电力系统工作的轉业干部，以及具有电工基础知识的一般干部和工人閱讀。

本书除了在“电力机械”一书中已作介紹的发电机、电动机、变压器不再提及外，对发电厂、变电所和輸电线路中的其他主要电气设备都有介紹。

书中，对高压开关、隔离开关、絕緣瓷瓶、母綫及蓄電池的构造、原理、选择和运行维护，以及母綫的結綫方式都有較詳細的講解。对架空綫路和电綫綫路分別說明其結構、架設、运行、保护及檢查等問題。此外对表用互感器、保險器、电抗器的結構、选择和应用也作了一般介紹。

电力工业生产知識

电 气 設 备

水利电力部干部学校編

*

2729 D651

水利电力出版社出版（北京西郊紫竹院路二里內）

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168 1/32开本 * 3%印張 * 76千字 * 定价(第8类)0.44元

1960年3月北京第1版

1960年3月北京第1次印刷(0001—25,720册)

序 言

“电力工业生产知識”是水利电力部干部学校火电专业班的培訓教材。

本教材是在建設社会主义大跃进中，根据干部培訓工作的发展，經過广泛征求生产部門的意見，和學員学习的要求及历年来培訓工作的經驗体会，在原有教材“电力工业生产过程基本知識”的基础上，經過反复修改重新編写的。

由于专业班學員都是老干部，所以在編写教材时，尽量使其內容結合生产实际，力求簡明易懂，并且避免引用过多的复杂繁琐的公式及外文符号。

本教材共計六本：鍋炉，汽輪机，电工基础，电力机械，电气設備，继电保护装置；此外另有輔助教材（数理化）一本。

編写輔助教材的目的，主要是为了給學員在学习本套教材前打好基础。

編写本书时，虽然我們在主觀上尽了很大的努力，但由于水平所限，又缺乏写作經驗，因而不可避免的会存在一些问题。我們誠懇地希望讀者提出宝贵的意見和批評，以便进一步的改进。

水利电力部干部学校

1959年9月

目 录

緒言.....	4
第一章 絕緣瓷瓶.....	7
第1节 絕緣瓷瓶的用途.....	7
第2节 絕緣瓷瓶的選擇.....	11
第3节 絕緣瓷瓶的損坏及其防止.....	12
第二章 高压开关及隔离开关.....	14
第1节 电弧的产生与熄灭.....	14
第2节 开关设备的触头.....	15
第3节 隔离开关.....	18
第4节 高压开关.....	20
第5节 高压开关的檢查.....	34
第三章 母綫.....	36
第1节 母綫材料.....	36
第2节 母綫的選擇及排列.....	38
第3节 母綫的联接.....	40
第4节 母綫在运行中的檢查.....	42
第四章 母綫的結綫方式.....	43
第1节 單母綫及分段單母綫.....	44
第2节 双母綫及分段双母綫.....	46
第3节 有发电机电压及升高电压的母綫.....	49
第五章 表用互感器、保險器、电抗器.....	52
第1节 电压互感器.....	52
第2节 电流互感器.....	55
第3节 保險器.....	59

第4节 电抗器	64
第5节 电器的选择	67
第六章 蓄电池	68
第1节 铅蓄电池的构造和原理	69
第2节 铅蓄电池的特性	72
第3节 蓄电池的运行	75
第4节 蓄电池的故障与消除	77
第七章 架空线路	79
第1节 线路的电压	79
第2节 架空线路的结构	80
第3节 架空线路的导线	82
第4节 架空线路的杆塔	85
第5节 架空线路的金具	91
第6节 架空线路的检查	98
第7节 电力网的过电压保护设备	99
第八章 电缆线路	105
第1节 电缆线路的优缺点	105
第2节 电缆的种类	106
第3节 电缆敷设方法	108
第4节 电缆的联接	110
第5节 电缆线路的检查	114
线路图中设备代表符号	117

緒 言

電力系統基本上可分為三個環節，即生產電能的發電部分，分配、變更及傳輸電能的電力網的部分，以及使用電能的用電部分。

電力網由變電所和各種不同電壓的線路所組成。電力網是依照不同的電壓來劃分的。

本書所講的電氣設備只包括電力網中傳輸及分配電能部分的電氣設備，即僅包括電力線路及配電裝置兩部分的電氣設備。

凡用以接受和分配電能，且包括開關設備、匯流母線以及必需的附屬裝置的電氣設備稱為配電裝置。

在發電廠中，有發電機電壓的配電裝置和經過變壓器升壓後的配電裝置。在變電所中，也有高壓側電壓和低壓側電壓的配電裝置。上述各種電壓的配電裝置又可分為戶內配電裝置和戶外配電裝置。

配電裝置的用途：在正常运行時，它聯接各發電設備、變電設備和線路，使電能分配到各線路及用電設備上。其次，在發生故障時，它能自動地切斷各故障部分，縮小故障所影響的範圍，並保證對未發生故障的部分繼續供電。再次，在個別設備檢修時，它能切斷檢修部分的電源，隔離檢修的設備，而使其他設備繼續運行。同時，它也裝有必需的保護裝置，如避雷器以防止過電壓，電抗器以限制短路電流。它還裝有測量用的裝置，如表用互感

器，以便供給配电盘上的仪表和继电器所需的电流和电压。

根据电力工业生产的特点，对配电装置有下列基本要求：

工作的可靠性 配电装置的工作可靠性，主要决定于配电装置的結綫方式。要正确地选择各电气設備及其元件，以避免事故，并須正确地运行及維護，如万一发生了事故也能迅速而正确地切断故障部分，縮小事故的范圍。同时，还应加强安全措施，增加設備的可靠程度，如装設防尘設備等。

工作人員的安全 要保證工作人員的安全，应从技术及組織方面采取措施。属于技术方面的，要合理布置电气設備，装設遮栏、接地裝置、联鎖裝置、信号裝置、設備的标記和警告牌，以及照明、通风裝置等，并应备有絕緣工具。属于組織方面的，应經常指导及訓練值班人員，并經常檢查值班人員的工作。

維護工作便利 在这方面必須达到在运行中能够不停电地对各項电气設備进行外部檢查，并操作便利。檢修的設備要能够与运行部分切断，以便于清扫和檢修。考虑到运输及移动設備的便利，对大型变压器等应鋪設鉄軌、設置起重架和修筑运输車輛的道路等。

扩充的可能性 电力系统不断的在发展，尤其是我国正在大規模經濟建設，配电装置扩充很快，如果事先沒有考虑今后扩充的可能性，則当遇到这类問題时，就会发生困难。不能有計劃地进行扩充，临时应付，就会使系統很复杂，布置很零乱；缺乏适当的扩充地位，有时还会造成严重的返工浪費。因此，應該預先拟定扩充的方向，最好

6

是根据总体設計的要求，留有能有步驟地进行分期扩充的余地。

經濟性 为了减少投資和降低运行维护費用，須考虑配电裝置的經濟性。根据該变电所在电力系统中的重要性和由它供电的用戶的重要性，合理的選擇結綫方式和电气設備，并力求減低建筑部分的費用（如就地取材与机械化施工等），来达到配电裝置最經濟的目的。但配电裝置的經濟性不应影响上述四項要求。

在电力网中用来联系发电厂、变电所和用电設備的一种传送电能的裝置，称电力綫路。其中用金属导綫借絕緣瓷瓶、金具等支架在杆塔等上面，架空敷設起来的，称架空綫路；用电力电纜来敷設在地下的，称电纜綫路。发电厂或变电所綫路的引出，亦常用电纜。

电力綫路可以按电压及其他一些特征来分类。

对于配电裝置的基平要求基本上亦适用于电力綫路，但对后者还須特別提出供电质量的要求，即須考虑到在綫路的用戶側应具有电压水平。

对于各个設備的具体情况，将于以后各章中分別叙述。

第一章 絕緣瓷瓶

第1节 絕緣瓷瓶的用途

絕緣瓷瓶是用來固定帶電導體，并使帶電導體間或導體與大地間絕緣的一種電氣設備。所以它應具有足夠的電氣強度、機械強度和耐熱，及不怕潮濕等性能。

絕緣瓷瓶，總的來說有支柱絕緣瓷瓶、套管絕緣瓷瓶和綫路絕緣瓷瓶等。現分別敘述如下。

一、支柱絕緣瓷瓶

支柱絕緣瓷瓶呈柱狀形，它固定于一定部位上用來支

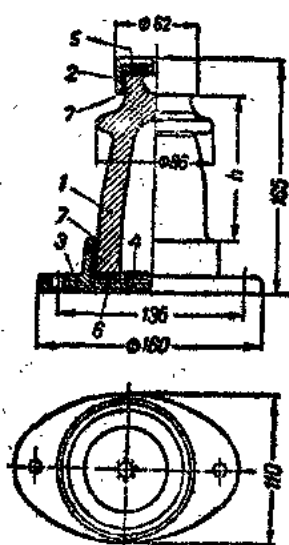


图1 支柱絕緣瓷瓶

1—瓷壳；2—鉛鐵槽；3—鑄鐵底座和法蘭盤；4—厚紙或白瓷底；5、6—厚紙墊圈；7—水泥膠合劑。

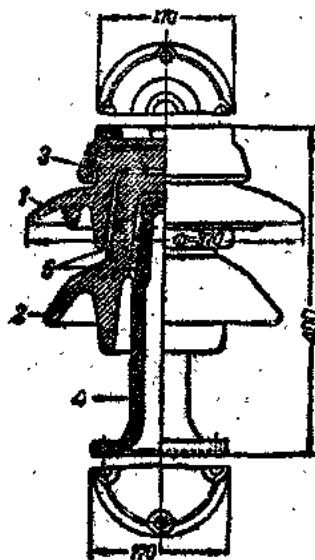


图2 裝脚支柱絕緣瓷瓶

1、2—瓷壳；3—鉛鐵槽；4—鉄脚；5—水泥膠合劑。

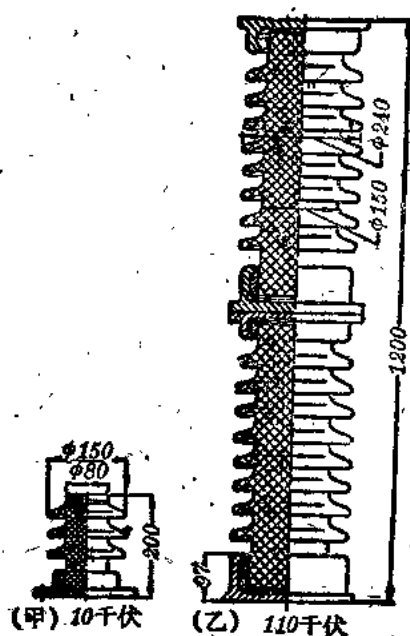


图3 柱式絕緣瓷瓶

甲—10千伏的絕緣瓷瓶； 乙—110千伏的合成絕緣瓷瓶。

持导体。

它被广泛应用于配电装置和各种电器上。用在屋內的支柱絕緣瓷瓶如图1所示；用在屋外的支柱絕緣瓷瓶則如图2所示。

在110千伏以上的屋外装置中，亦多采用装脚絕緣瓷瓶，它由35千伏的装脚支柱絕緣瓷瓶集合而成，不过此种集合而成的高压瓷瓶造价很高。如采用柱式絕緣瓷瓶(如图3所示)，則就較為便宜。

二、套管絕緣瓷瓶

套管絕緣瓷瓶呈管狀形，带电导体通过管内，并被联结与固定。它在配电装置中导体需要穿过墙壁(或隔板)或需要穿出电器外壳时使用。

屋內用穿墙套管絕緣瓷瓶一般如图4所示；图5所示为10千伏用于較大电流的穿墙套管絕緣瓷瓶，其结构形状基本上与图4的相同，但导体不与套管連在一起，因为电流較大时，导体截面需要較大，导体可能不是一根，須在現場装設导体。

屋外装置用套管絕緣瓷瓶(綫路引出端)，都具有圓形导体柱，其特点是瓷瓶的屋外部分与屋內部分构造不同，如

图6所示。瓷瓶的外面部分,即置于屋外部分(对电器用的套管则是电器表面的部分),有较开展的表面和较大的尺寸。

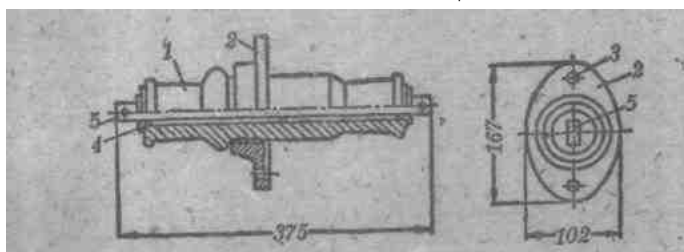


图4 6千伏、400安屋内装置用套管绝缘瓷瓶
1—瓷瓶；2—法兰盘；3—螺孔；4—垫圈；5—导体。

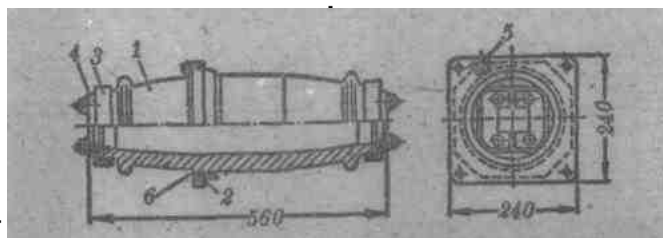


图5 10千伏汇流排式套管绝缘瓷瓶
1—瓷壳；2—法兰盘；3—帽；4—铜板；5—接地用螺栓；6—水泥胶合剂。



图6 35千伏、600安屋外装置用套管绝缘瓷瓶(线路引出端)
1—瓷壳；2—帽；3—分裂法兰盘；4—载流柱；5—中心绝缘；
6—用来固结汇流排的螺母。

三、线路绝缘瓷瓶

线路绝缘瓷瓶用来支持或悬挂导线。它用于屋外配电装置中和架空线路上。这种瓷瓶一般可以分为下列几种：

1. 針式絕緣瓷瓶 針式絕緣瓷瓶(图7中甲、乙)用在电压較低(35千伏以下)和导綫拉力不大的綫路上。在高压(110千伏以上)綫路上使用針式絕緣瓷瓶,制造和安装上都有困难。

2. 悬式絕緣瓷瓶 悬式絕緣瓷瓶(图7中丙、丁、戊)的制造簡單,安装便利。尤其在較高电压的高压輸电綫路中,悬式絕緣瓷瓶可以隨綫路額定电压的增加而增加其个数;組成瓷瓶串,不受电压的限制。同时悬式絕緣瓷瓶能承受的机械力也比較大,因此在20千伏以上的綫路上(新建和改建)都应该使用悬式絕緣瓷瓶。

3. 棒式絕緣瓷瓶 棒式絕緣瓷瓶是一种新型的悬式絕緣瓷瓶,其形状如图7中己所示。在110千伏綫路上只需要一个就够了。

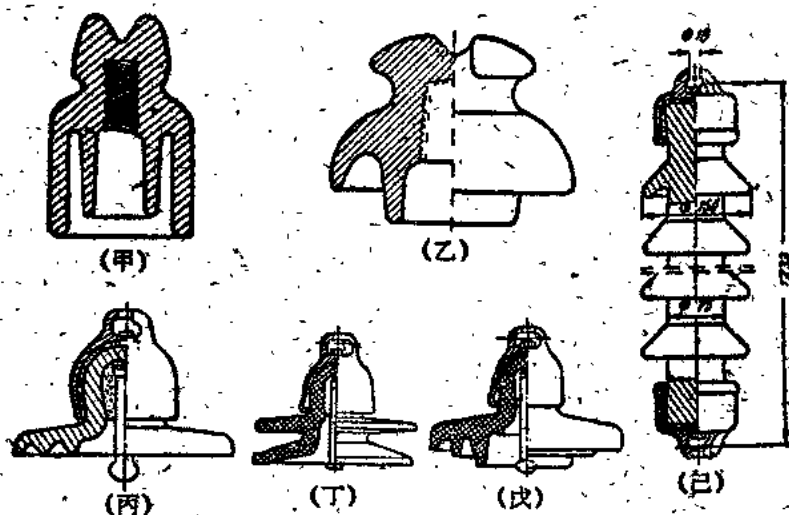


图7 各种絕緣瓷瓶

甲—低压針式絕緣瓷瓶; 乙—高压針式絕緣瓷瓶; 丙—普通的悬垂絕緣瓷瓶; 丁—适于空气污秽地区的耐張式絕緣瓷瓶; 戊—适于空气污秽地区的悬垂式絕緣瓷瓶; 己—棒式絕緣瓷瓶。

4. 空气污秽地区的絕緣瓷瓶 空气污秽地区的絕緣瓷瓶(图7中丁、戊)是用在空气污秽的地区或靠近海岸的地带,以加强其絕緣。这些地方的絕緣瓷瓶上面常常聚积一層煤烟、泥土、灰尘或盐沉淀物。在下雾、下微雨时,聚积在絕緣瓷瓶表面上的污秽,就大大降低了絕緣瓷瓶的放电电压,这样很容易引起閃絡甚至击穿,使綫路发生故障。所以,在这些地方必須使用适合于空气污秽地区的特种悬式絕緣瓷瓶。

第2节 絕緣瓷瓶的选择

所有絕緣瓷瓶都应根据电压、装置种类和容許荷重来选择;套管絕緣瓷瓶还要考虑額定电流的大小。

絕緣瓷瓶能在超过額定电压下运行,一般允許超过:35千伏以下的絕緣瓷瓶是15%;110和220千伏的絕緣瓷瓶是10%。因为电气装置的最大工作电压超过額定电压至多为5~10%,所以在根据电压选择絕緣瓷瓶时,应滿足下面的条件:

絕緣瓷瓶的額定电压大于或等于电气装置的額定电压;絕緣瓷瓶的絕緣水平应符合国家的規定标准。

所謂根据装置种类选择,就是指选择屋內的还是屋外的装置。

根据容許荷重选择絕緣瓷瓶时,应滿足下面的条件:瓷瓶所受到的最大計算荷重 $\times$ 安全系数小于或等于破坏荷重(悬式瓷瓶是指試驗荷重)。

对屋內配电装置,支柱絕緣瓷瓶上所受的机械力,依照三相短路时所发生的力来計算。对屋外配电装置,与架空綫路情况相同,依照最大机械荷重来計算。选择絕緣瓷

瓶时，考虑到能担负的机械负荷应大于加给它的最大机械负荷，所以要乘安全系数。安全系数的值按经验规定。

根据额定电流选择套管绝缘瓷瓶时，应满足下面的条件：

套管绝缘瓷瓶的额定电流大于或等于套管绝缘瓷瓶电路内的最大负荷电流。

第3节 绝缘瓷瓶的损坏及其防止

绝缘瓷瓶是电路中的一种主要设备，因为它担负着带电导体间或带电导体与地间的绝缘任务，并且此种设备在电路中数量很多，只要其中有一个损坏，失去其应有的性能，就将发生短路或接地，可能产生严重的后果。

绝缘瓷瓶损坏的原因主要如下：

1. 自然衰老 有时从外表上看到的是质量完全良好的绝缘瓷瓶，但是过了一个时候之后，便失去了它应有的绝缘性能和机械性能，并且逐渐失去作用。这种现象称为衰老。绝缘瓷瓶的衰老不仅在运行中可以发生，而且保存在仓库中也会发生。所有一切型式的绝缘瓷瓶都会发生衰老现象，不过按照绝缘瓷瓶的构造和工作条件的不同，在程度上有所不同而已。绝缘瓷瓶的衰老，在悬式绝缘瓷瓶中表现比较严重；针式绝缘瓷瓶要轻得多。

运行中的绝缘瓷瓶，并不是所有的都在同一时间衰老，所以要精确地决定绝缘瓷瓶的使用期限是不可能的。一般的悬式绝缘瓷瓶在运行的头几年开始衰老，在以后10~20年期间，继续衰老，而且几乎是均匀进行的。

2. 绝缘瓷瓶的过电压闪络 绝缘瓷瓶的闪络（如图8所示）通常在电压升高时（例如有雷电时）发生。

在絕緣瓷瓶串发生閃絡时，瓷瓶表面有电弧。电弧温度极高，可引起絕緣瓷瓶外部的损坏。由于电弧的作用，按照其电流的大小和作用时间的长短，可能引起下列损坏：釉的熔化和龟裂，瓷的龟裂甚至瓷的完全破坏，以及絕緣瓷瓶的金属部分或金具的熔化。

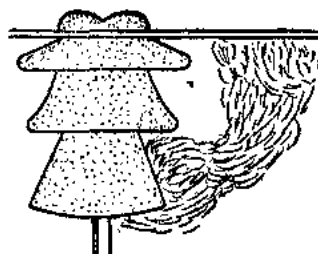


图8 悬脚式絕緣瓷瓶上的电弧閃絡

3. 絕緣瓷瓶的污秽 絕緣瓷瓶污秽，是指在絕緣瓷瓶上面附有尘埃和灰末。例如由发电厂和各种工厂的烟囱排到空气中的各种物体，以及化学工厂排出的气体。在海岸附近絕緣瓷瓶表面上会积聚一層从海洋上吹来的盐沉淀物。絕緣瓷瓶的表面也常常被鳥糞和在电杆上部的鉄銹等弄脏。

絕緣瓷瓶不仅上部表面会受到污秽，而且下部表面也会受到污秽。

在潮湿的天气中，污秽的瓷瓶表面上会复有一層水分，因而有漏泄电流通过；使絕緣恶化，在正常电压下瓷瓶表面也会发生閃絡。

4. 机械力的破坏 某些絕緣瓷瓶的损坏是受机械力的影响，至于机械力的由来，一种是属于电气方面的，如短路；另一种是外界强加的机械力，如外物的打击或震动等。

瓷的损坏如果不大，如仅损坏部分边裙，則影响不大；但如果损坏了大块的瓷或形成大的裂縫，特别是由边缘到瓷瓶中心的裂縫，就可能引起电气的破坏（击穿或閃

絡)。这种絕緣瓷瓶須及时更換。

因为以上所述各种情况，所以对絕緣瓷瓶要經常进行检查，必要时进行輪換試驗，因为有些瓷瓶是非經試驗不能发现它們的缺陷的。

对污秽的絕緣瓷瓶要定期清洗，使之清洁和表面光滑，避免发生閃絡。清洗絕緣瓷瓶的方法，通常用抹布和毛刷沾水擦拭，如果污垢已形成薄膜或硬壳，不易擦掉时，亦可使用肥皂液或其他能溶解污垢的液体；在某些情况下，可将絕緣瓷瓶取下，更換新的瓷瓶。

第二章 高压开关及隔离开关

第1节 电弧的产生与熄灭

研究开关設備的特点，并可靠地加以利用，則必須明了开关設備断路时的过程，因为当开关断路时，互相分离的触头上总有电弧产生，应尽可能地使电弧迅速熄灭，以免燒毀設備。

当开关触头分离时，触头之間形成电场；加到触头的电压愈大，同时触头之間的距离愈小，則电场强度愈大。在电场力作用下，触头間的介质（例如空气等）将被离解（游离）为电子及正負离子，当达到一定的离解程度时，触头間即产生电弧。

触头之間产生电弧的条件是：电路內的电流不小于80毫安，触头間的电压不小于10~20伏。但实际使用的开关，很少不超过这些数值的。

电弧的特点是温度很高，在电弧表面达3,000~