

变电运行现场

BIANDIAN YUNXING
XIANCHANG PEIXUN JIAOCAI

培训教材

• 云南电网公司玉溪供电局 编

云南出版集团公司
云南科技出版社

变电运行现场

BIANDIAN YUNXING
XIANCHANG PEIXUN JIAOCAI

培训教材

• 云南电网公司玉溪供电局 编

云南出版集团公司
云南科技出版社

• 昆明 •

图书在版编目（C I P）数据

变电运行现场培训教材 / 云南电网公司玉溪供电局
编. -- 昆明 : 云南科技出版社, 2013. 1
ISBN 978-7-5416-6929-3

I. ①变… II. ①云… III. ①变电所—电力系统运行
—技术培训—教材 IV. ①TM63

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第021615号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

（昆明市环城西路609号云南新闻出版大楼 邮政编码：650034）

昆明彩邦印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：12.5 字数：350千字

2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷

印数：1~1000册 定价：45.00元

编撰委员会

名誉主编：杨 波 王 冰 龙海军

主 编：李建东 雷亚兰

副主编：张雍忠 杭 斌 潘 蕊

编 委：陈应杰 王良平 王天宇 方艳斌 杜 虎 申 猛
杨 楠 潘衍鎔 张 建 廖 恬 何 慧 刘春保
余晓林

审定委员会

主任委员：龙海军

审定委员：李少华 李 磊 李建忠 杜文生 黄 莉 王学玉
施正德 杜林强 张秀江

前 言

电力给国民经济和社会的发展带来了巨大的动力和效益，是当今社会发展和人民生活所不可缺少的消耗能源之一。变电运行系统处在整个电力系统的最末端，与用户直接相连，肩负着向用户供电和分配电能的重任。提高变电运行供电可靠性，关系着整个供电系统的安全稳定可靠供电，对人民的生产生活也具有至关重要的作用。面对电网飞速发展和日益复杂的电网结构型式以及大量新技术新设备的应用，变电运行也面临着巨大的挑战。变电运行一旦发生设备运行或操作不当就可能引发事故，如果事故不能及时得到消除，就可能会造成巨大的损失，甚至可能造成电网瘫痪，严重影响用户供电，极大程度上造成供电可靠性失去保障。因此如何提高变电运行人员的综合素质和业务技能水平以应对复杂多变的电网形势，确保在任何异常故障或事故情况下能迅速地消除故障恢复电网的正常运行就尤为重要。

《变电运行现场培训教材》是由工作在变电运行一线人员结合自身工作经验及变电运行值班员岗位学习需求而编纂的。它是来自一线员工工作成果的总结、提炼，能更好地满足变电运行人员的学习需求。它不仅是一本培训教材，还是新“入门”员工的一本指导学习的指南，同时也是现场运行人员必备的工具书。本书注重理论联系实际，大量的图片、流程图配合各种表单的应用，从可视化的角度生动形象地向读者展示了变电运行的基本知识，使读者能对变电运行工作有个直观的认识，继而通过书中对各种系统、保护的基本原理、红外测温诊断等新技术的应用以及各种设备的事故、异常处理的讲解，系统地了解变电运行相关知识，进而掌握变电运行基本技能。书中大部分图片如主变巡视图、高压并联电抗器巡视图等均来自于实际运行中的变电站，即使设备型号机构不同，但运行维护的原则是相同的，具有一定的通用性。

本书的编纂希望有助于推进变电站现场运行人员的学习和培训工作，有助于现场运行人员较为完整地了解变电站值班应知应会内容，有助于提高现场运行人员的技术水平和实际动手能力，从而进一步确保变电站的安全、稳定运行。它的编纂将解决变电运行人员尤其是新员工“学什么”、“怎么做”的困惑。本书适用于电网发供电企业变电运行和设备检修人员以及技术管理人员阅读和参考，同时也可作为高、中专院校变电运行知识的培训教材。

本书共四章，第一章介绍了变电运行安全技能，如安全工器具、消防知识、现场急救以及变电站常用标示等内容；第二章介绍了变电运行专业技能，如微机五防、图形开票系统的使用，如何对故障录波报文进行分析，测试设备的介绍及使用，红外测温诊断技术等内容；第三章主要介绍了变电运行日常维护知识，如变电运行现场管理、变电站

巡视、倒闸操作等内容；第四章介绍了变电站常见异常及事故处理，如变压器、高压并联电抗器、母线、线路、断路器以及直流系统常见异常及事故处理等内容，同时为使运行人员能更好的对异常及事故进行判断及处理，对事故报文中保护动作行为能更好的进行分析，本章节还对相关保护知识及一些疑点难点进行了讲解。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

目 录

第一章 安全技能

第一节 安全工器具的使用、维护、保管	(1)
一、安全工器具的分类	(1)
二、安全工器具的配置	(2)
三、安全工器具的管理	(4)
四、安全工器具的使用	(5)
第二节 消防知识	(26)
一、消防基本常识	(26)
二、灭火器	(27)
三、合成型泡沫喷雾灭火系统泡沫喷淋装置的使用	(30)
四、消火栓、消防水带、水枪、防毒面具的维护保养	(33)
五、变电站消防灭火的一般要求	(35)
第三节 现场急救	(36)
一、现场急救	(36)
二、触电急救	(37)
三、常见伤害现场急救	(40)
第四节 变电站常用标示识别及遮栏	(43)
一、禁止类标示	(43)
二、警告类标示	(45)
三、指令类标示	(45)
四、提示类标示	(46)
五、遮栏	(47)

第二章 专业技能

第一节 微机五防、图形开票系统及其运用	(48)
一、微机五防、图形开票系统概述	(48)
二、图形开票及现场操作	(48)
三、系统数据及元件维护	(57)
第二节 故障录波及保护报文分析	(62)
一、故障录波技术概述（简介）	(62)

二、故障录波器的作用	(62)
三、典型故障录波图分析	(63)
四、经典案例分析（保护报文、录波图分析）	(66)
第三节 测试设备介绍及使用	(71)
一、电工仪表的分类	(71)
二、电工仪表的准确等级	(72)
三、钳形电流表介绍及使用	(72)
四、万用表介绍及使用	(75)
五、手持式双钳数字相位伏安表介绍及使用	(80)
六、数字钳式万用表介绍及使用	(86)
七、绝缘电阻表介绍及使用	(91)
八、红外测温仪介绍及使用	(97)
九、其他仪表的使用	(100)
第四节 红外测温技能	(100)
一、红外测温环境要求	(100)
二、现场检测流程	(100)
三、检测内容和周期	(101)
四、红外检测诊断方法	(103)

第三章 变电站运行维护

第一节 变电站现场运行管理	(107)
一、基本要求	(107)
二、设备巡视管理	(108)
三、值班监控	(110)
四、倒闸操作管理	(111)
五、工作票管理	(114)
六、设备验收	(117)
七、缺陷管理	(119)
第二节 变电站巡视	(121)
一、变压器巡视	(121)
二、母线巡视	(122)
三、断路器巡视	(122)
四、端子箱巡视	(123)
五、隔离开关巡视	(123)
六、互感器巡视	(124)
七、避雷器巡视	(125)
八、电容器巡视	(125)

九、阻波器巡视	(126)
十、电抗器巡视	(126)
十一、二次设备巡视	(129)
第三节 倒闸操作	(131)
一、一般操作原则	(131)
二、断路器操作原则	(132)
三、隔离开关操作原则	(134)
四、母线操作原则	(134)
五、线路操作原则	(135)
六、变压器操作原则	(135)
七、并联补偿电容器和电抗器操作原则	(136)
八、500kV 线路并联电抗器操作原则	(137)
九、线路停、送电操作原则	(137)
十、继电保护及安全自动装置操作原则	(137)
十一、验电接地原则	(138)

第四章 变电站事故、设备异常及障碍的处理

第一节 事故处理原则及程序	(140)
一、事故处理的一般原则	(140)
二、事故处理的一般程序	(141)
三、通讯中断时的处理原则	(141)
四、事故处理流程	(142)
第二节 变压器异常及事故处理	(143)
一、变压器保护	(143)
二、变压器保护疑点难点解答	(144)
三、变压器异常及处理	(147)
四、变压器事故及处理	(149)
五、处理注意事项	(150)
第三节 高压并联电抗器异常及事故处理	(150)
一、高抗保护	(151)
二、高抗疑点难点解答	(152)
三、高抗常见异常及处理	(155)
四、高抗常见事故及处理	(156)
五、处理注意事项	(158)
第四节 母线异常及事故处理	(159)
一、母线保护	(159)
二、母线保护疑点难点解答	(161)

三、母线异常及处理	(162)
四、母线事故及处理	(163)
五、处理注意事项	(165)
第五节 线路及断路器异常及事故处理	(166)
一、线路及断路器保护	(166)
二、线路、断路器保护疑点难点解答	(170)
三、线路异常及处理	(174)
四、断路器异常及处理	(175)
五、线路、断路器事故及处理	(176)
六、处理注意事项	(180)
第六节 直流系统异常及事故处理	(180)
一、直流系统各元件的作用	(181)
二、直流系统常见问题解答	(181)
三、直流系统异常及处理	(184)
四、直流系统故障及处理	(185)
五、处理注意事项	(188)
参考文献	(190)

第一章 安全技能

第一节 安全工器具的使用、维护、保管

一、安全工器具的分类

1. 定 义

电力安全工器具：在操作、维护、试验、施工等电力生产现场作业中，用于防止触电、灼伤、坠落、摔跌等事故或职业健康危害，保障工作人员人身安全的各种专用工具和器具，不包括特种作业专门器具和设施。

2. 分 类

电力安全工器具分为绝缘安全工器具、登高安全工器具、个人安全防护用具、安全围栏（网）和标示牌五大类，其中绝缘安全工器具又分为基本绝缘和辅助绝缘安全工器具，如图 1-1-1 所示。

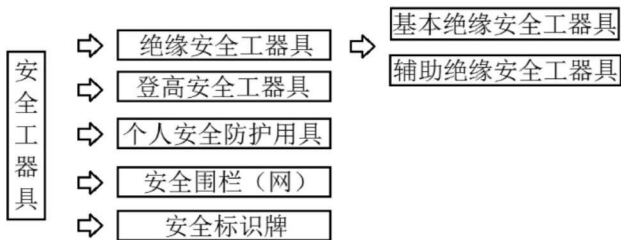


图 1-1-1 电力安全工器具分类图

3. 分类释义

（1）基本绝缘安全工器具

指绝缘强度足够能直接操作带电设备、接触或可能接触带电体的工器具。验电器、绝缘操作杆、绝缘夹钳、绝缘罩、绝缘隔板等。这类工器具和带电作业工器具的区别在于工作过程中会短间接触带电体或非接触带电体。

（2）辅助绝缘安全工器具

指绝缘强度不足以承受设备或线路的工作电压只是用于辅助基本绝缘安全工器具加强保安作用，以防止接触电压、跨步电压、泄漏电流电弧对操作人员造成伤害的工器具，辅助绝缘安全工器具不能直接接触高压设备带电部分。属于这一类安全工器具主要有绝

缘手套、绝缘靴、绝缘垫等。

(3) 登高安全工器具

指具有足够机械强度，保证高处作业安全，提供登高必须的工作条件，防止意外坠落，减轻坠落伤害的工器具。如脚扣、登高等。

(4) 个人安全防护用具

指为防止触电、坠落、打击、电弧、灼伤、中毒、腐蚀、窒息等人身伤害；或者避免、减轻人身职业健康危害，由作业人员个人佩戴、穿着或使用的装备或用具。如安全带、护目镜、防毒面具、安全帽、防电弧服、携带型短路接地线、个人保安接地线等。

(5) 安全围栏（网）

系指用于设置明显的安全作业区域，隔离危险区域，防止作业人员超越安全作业区、误入危险区域的工器具。

(6) 安全标示牌

指在电力安全活动中起禁止、警告、指令、提示作用的标志。

二、安全工器具的配置

1. 配置标准

(1) 公用安全工器具按工作性质或工作需要配置到生产班组（厂、站）。

(2) 个人专用安全工器具由各单位按专业（工种）性质或岗位需要配置到个人。

(3) 各厂、站、班组和个人应配置的安全工器具的种类及数量，由各单位根据工作实际制定具体的配置标准。无人值班变电站安全工器具的配置可少于有人值班变电站，但站内必须配置满足正常安全生产所必须的安全工器具。

(4) 生产办公大楼、调度室、物资仓库、变电站控制室等场所，可根据实际情况配置满足需要的安全防护用品。

2. 变电站安全工器具配置标准（以云南电网公司变电站为例）

云南电网公司变电站安全工器具配置标准见表 1-1-1。

云南电网公司变电站安全工器具配置标准

表 1-1-1

序号	名称（单位）	500kV				200kV 变电站					110kV 变电站				35kV 变电站		
		500 kV	220 kV	35 kV	400 V	220 kV	110 kV	35 kV	10 kV	400 V	110 kV	35 kV	10 kV	400 V	35 kV	10 kV	400 V
1	验电器（套）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	绝缘操作杆（套）	2	2	2	\	2	2	2	2	\	2	2	2	\	2	2	\
3	接地线（组）	4	4	6	3	4	6	6	4	3	6	6	8	3	4	6	3

续表 1-1-1

序号	名称（单位）		500kV				200kV 变电站					110kV 变电站				35kV 变电站		
			500 kV	220 kV	35 kV	400 V	220 kV	110 kV	35 kV	10 kV	400 V	110 kV	35 kV	10 kV	400 V	35 kV	10 kV	400 V
4	绝缘夹钳（把）		\	\	1	\	\	\	1	1	\	\	1	1	\	1	1	\
5	绝缘隔板（块）		\	\	4	\	\	\	4	\	\	4	\	\	4	\	4	\
6	绝缘罩（套）		\	\	4	\	\	\	6	\	\	6	\	\	6	\	6	\
7	绝缘手套（双）		4				4					4				2		
8	绝缘靴（双）		4				4					4				2		
9	绝缘垫（片）		4				4					4				2		
10	安全带（副）		2				2					2				2		
11	安全帽（顶）		每人1项，可根据实际需要，配置适量数量的参观接待用															
12	护目眼镜（副）		2				2					2				2		
13	防电弧服（件）		有人值守变电站每站4套；无人值守变电站配置到变运班，每人2套															
14	绝缘梯 （把）	3米（直）	1				1					1				1		
		3米（人字）	1				1					1				1		
		1.5米（人字）	1				1					1				1		
		5~7米升降（人字）	1				1					\				\		
15	绝缘凳（个）	0.5mm	2				2					2				2		
16	便携式应急灯（个）		4				3					2				2		
17	应急药箱（包）		1				1					1				1		
18	防毒面具 （套）	正压式	2				2					1				\		
		过滤式	2				2					2				3		
19	红布幔（块）		30				30					20				10		
20	临时围栏 （米\副）	安全警示\红色三角小旗绳（米）	100				300					200				100		
		网状围栏（米）	300~400				200~300					100~200				50~100		
		支架（副）	20				15					10				5		
21	标示牌 （块）	止步，高压危险！	40				30					20				15		
		在此工作！	20				20					20				15		
		禁止合闸，有人工作！	40				30					30				15		
		禁止合闸，线路有人工作！	20				20					20				15		
		从此上下！	20				20					20				15		
		禁止攀登，高压危险！	60				30					30				20		
		从此进出！	5~10				5~10					5~10				5~10		
22	安全工器具柜 （个）	智能（具有除湿功能）	2				1					1				1		
		普通	2				2					1				\		

三、安全工器具的管理

1. 管理标准

(1) 公用安全工器具由使用部门设专人管理，并统一分类编号，按定置管理要求摆放在专用箱柜内。个人专用安全工器具由个人负责保管。安全工器具上的编号应清晰、完整，不易脱落，并建立台账注明编号、规格、配置、试验、报废日期等内容。记录台账、试验合格证与实物要一一对应。

(2) 各单位应设立某部门为安全工器具的归口管理部门，应对安全工器具的购置、保管、使用及定期试验等进行监督检查。

(3) 安全工器具的领用、报废应由本单位使用部门提出，经相关部门审核批准后执行。报废的安全工器具由各使用单位统一回收妥善处理，同时注销台账资料。

2. 安全工器具的试验周期

安全工器具的试验周期见表 1-1-2。

安全工器具的试验周期

表 1-1-2

序号	名称（单位）		试验周期
1	验电器（套）		1 年
2	绝缘操作杆（套）		1 年
3	接地线（组）		不超过 5 年
4	绝缘夹钳（把）		1 年
5	绝缘隔板（块）		1 年
6	绝缘罩（个）		1 年
7	绝缘手套（双）		半年
8	绝缘靴（双）		半年
9	绝缘垫（片）		1 年
10	安全带（副）		1 年
11	安全帽（顶）		制造之日起，柳条帽≤2 年，塑料帽≤2.5 年，玻璃钢帽≤3.5 年
12	绝缘梯（把）	3 米（直）	半年
		3 米（人字）	
		1.5 米（人字）	
		5~7 米升降（人字）	
13	绝缘凳（个）		半年
14	防毒面具（套）	正压式	视实际情况
		过滤式	视实际情况

四、安全工器具的使用

1. 使用标准

- (1) 作业前，工作人员要根据工作需要选择合适、合格的安全工器具，使用前必须检查，确保完好无损。
- (2) 使用中应严格按《电业安全工作规程》、使用说明书及有关规定的要求正确使用、配戴。
- (3) 使用完毕及时收回，对号放入专用箱柜，摆放整齐。
- (4) 安全工器具应按有关规定要求进行试验或检验，试验或检验不合格者严禁使用。

2. 日常维护与使用

(1) 绝缘杆

1) 基本介绍

绝缘杆由工作头、绝缘杆和握柄组成，主要用于闭合或打开高压隔离开关，装拆携带式接地线，以及进行测量和试验等。

绝缘杆结构见图 1-1-2。

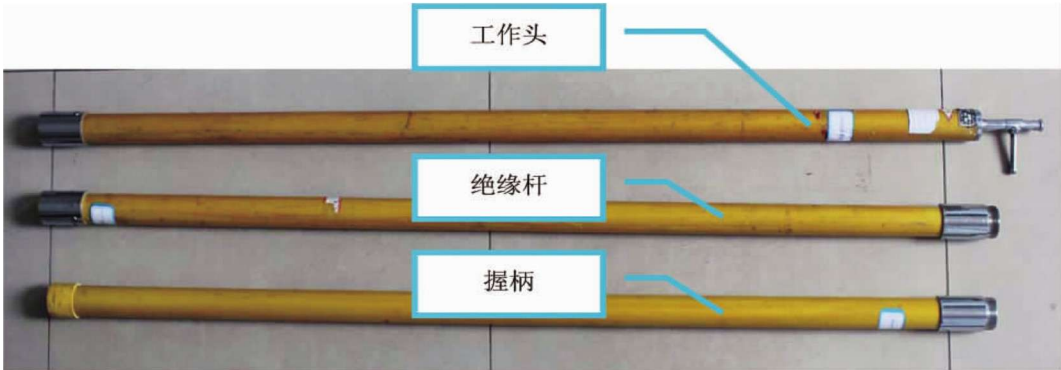


图 1-1-2 绝缘杆结构

2) 日常维护、使用标准

绝缘杆日常维护、使用标准见表 1-1-3。

绝缘杆日常维护、使用标准

表 1-1-3

器具名称	日常检查标准	使用前检查标准	正确使用方法
绝缘杆	1. 绝缘杆摆放在干燥、特制的架子上或摆放在在专用柜上	1. 核对与所操作电气设备的电压等级相符；外观是否完好，试验期限是否过期。如发现破损、裂纹等缺陷禁止使用	1. 使用绝缘杆时，人体应与带电设备保持足够的安全距离，防止绝缘杆被人体或设备短接，保持有效的绝缘长度

续表 1-1-3

器具名称	日常检查标准	使用前检查标准	正确使用方法
绝缘杆	2. 绝缘杆表面绝缘漆无损坏、脱离	2. 雨天在户外使用绝缘杆时，绝缘杆应装有防雨罩，罩的上口应与绝缘部分紧密结合，无渗漏	2. 使用过程中必须防止绝缘操作杆与其他物体碰撞而损坏表面绝缘漆
	3. 检验合格证完好、在有效期内，电压等级清晰		
	4. 导电部分鸭嘴卡子或平口压紧、完好	3. 绝缘杆长度满足现场操作要求	3. 绝缘杆不得直接与墙壁或地面接触，防止破坏绝缘性能
	5. 数量、组件齐全，连接牢固		

绝缘杆日常维护、检查示例图见图 1-1-3。

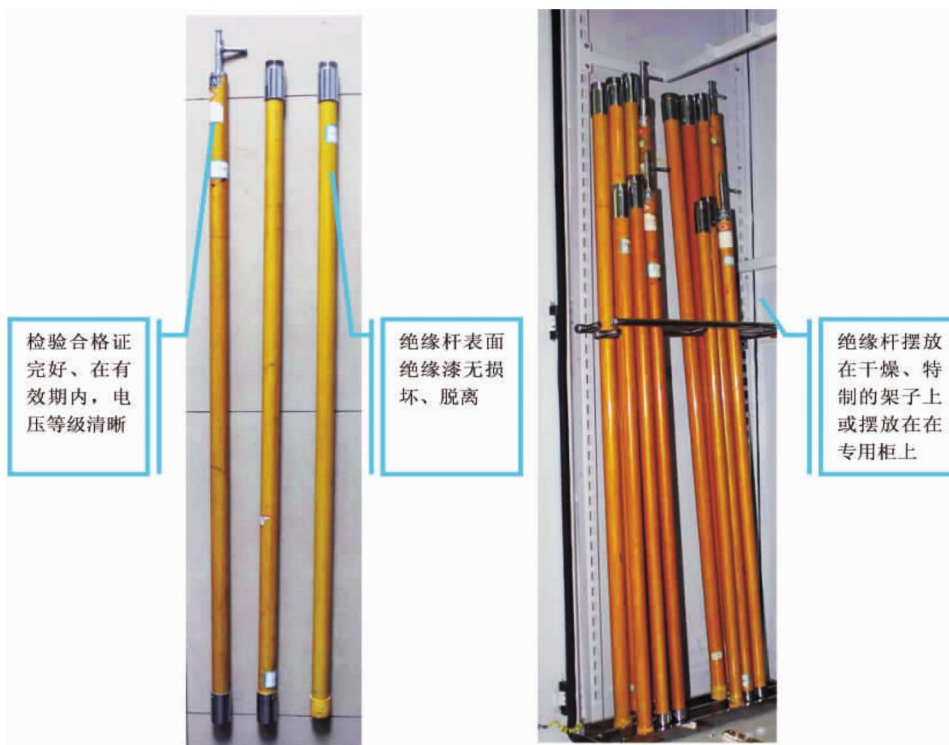


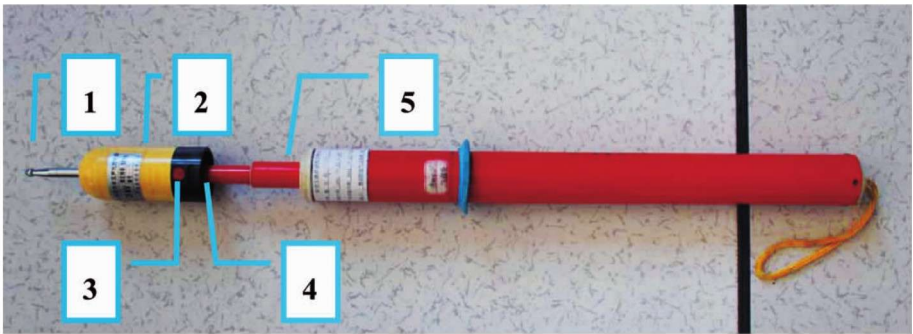
图 1-1-3 绝缘杆日常维护、检查示例图

(2) 高压验电器

1) 基本介绍

高压验电器是通过检测流过验电器对地杂散电容中的电流，检验设备、线路是否带电的装置。高压声光验电器在电力企业，如发电厂、变电站是检测电器设备是否带电的专用工具，现场操作具备声光警示，安全可靠。电源用 4 粒 1.5V 纽扣式碱性电池，寿命长。伸缩拉杆绝缘体使用方便。

高压验电器结构见图 1-1-4，高压验电器分类见图 1-1-5。



1. 触头 2. 元件及电池 3. 自检按钮 4. 显示灯 5. 伸缩杆总成

图 1-1-4 高压验电器结构

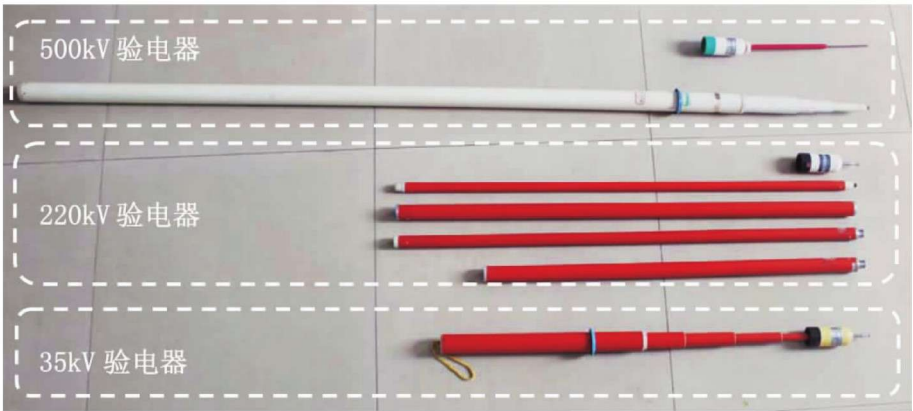


图 1-1-5 高压验电器分类

2) 日常维护、使用标准

高压验电器日常维护检查表见表 1-1-4。

高压验电器日常维护检查表

表 1-1-4

器具名称	日常检查标准	使用前检查标准	正确使用方法
高压 验电器	1. 外观检查完好，无污垢、损伤、裂纹，手动检验声光显示完好，数量齐全	1. 电容型验电器上应标有电压等级、制造厂和出厂编号。使用前必须核准是否与被检验电气设备或线路的电压等级一致，外观是否完好，绝缘部分无污垢、损伤、裂纹，手动检验声光显示应完好，试验期限应符合规定	验电时工作人员必须戴绝缘手套，手握在护环下侧握柄部分，先将验电器在带电设备上进行了试验，确认验电器良好后再对被验设备进行验电；使用电压等级对应完好的验电器
	2. 检验合格证在有效期内，电压等级清晰	2. 绝缘杆长度满足现场操作	
	3. 抽拉式绝缘杆能完全拉开	3. 在带电设备上试验声光显示完好	