

10kV~35kV Kaiguan Shebei Jiance Shiyan Jishu

10kV~35kV

开关设备检测试验技术

■ 广州供电局有限公司电力试验研究院

■ 国家智能电网输配电设备质量监督检验中心

编著



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

10kV~35kV 开关设备检测试验技术

■ 广州供电局有限公司电力试验研究院

■ 国家智能电网输配电设备质量监督检验中心

编著



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

10kV ~ 35kV 开关设备检测试验技术/广州供电局有限公司电力试验研究院, 国家智能电网输配电设备质量监督检验中心编著. —广州: 华南理工大学出版社, 2016. 9

ISBN 978 - 7 - 5623 - 5081 - 1

I. ①… II. ①广… ②国… III. ①断路器 - 测试 IV. TM561

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 227242 号

10kV ~ 35kV 开关设备检测试验技术

广州供电局有限公司电力试验研究院, 国家智能电网输配电设备质量监督检验中心编著

出版人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

http: //www. scutpress. com. cn E-mail: scutc13@scut. edu. cn

营销部电话: 020 - 87113487 87111048 (传真)

策划编辑: 杨小丽 毛润政

责任编辑: 毛润政

印刷者: 广东省农垦总局印刷厂

开本: 787mm × 960mm 1/16 印张: 7.5 字数: 165 千

版次: 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

定价: 30.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

《10kV ~ 35kV 开关设备检测试验技术》

编写委员会

主 编:

莫文雄 李 刚 易满成

副主编:

苗本健 苏海博

参 编:

黄炎光	索智鑫	袁晓娴	马桂芬	顾春晖
杨 鹏	王斯斯	尹 旷	刘 晓	何东升
薄 勇	庞 彪	刘成许	卢丽琴	黄 强
李虎声	林志力	叶建斌	黄慧红	黄青丹
熊 俊	栾 乐	王志军	杜堉榕	雷 斌
杨 柳	敖昌民	赵崇智	覃 煜	许 中
张显聪	顾 乐	陈 俊	文 昊	刁均伟
曹浩恩	夏永强	张 宇	李盛楠	

主编单位:

广州供电局有限公司电力试验研究院
国家中低压输配电设备质量监督检验中心

随着社会的发展和进步，电力在国民经济发展中起到了越来越重要的作用。如何保障供电的安全可靠性，关系到人民福祉和社会稳定。因此，社会对电网的安全可靠性提出了越来越高的要求，国内外电力行业的科研和从业人员也在积极地探索进一步提高供电安全可靠性的方法和途径。

10kV ~ 35kV 开关设备是电力系统重要的控制和保护设备，对电力系统的安全可靠运行有着举足轻重的作用，因此电力系统对 10kV ~ 35kV 开关设备的可靠性要求很高，质量控制严格。在运行中若发生故障，将直接造成用户停电，影响经济发展和民生，因此，确保 10kV ~ 35kV 开关设备安全运行是电网安全稳定的保障。这不仅要求做好设备的运行维护工作，而且还需要做好其试验检修工作，按照国家和行业的有关标准，进行严格的检测试验，把隐患和故障排除在投产前，保证设备的安全性和可靠性。

然而，目前市面上有关 10kV ~ 35kV 开关设备的书籍，内容多聚焦于该类设备的设计、安装、检修、故障分析等方面，专题介绍 10kV ~ 35kV 开关设备试验技术的较少。本书填补了该部分内容的空白，结合 GB 3906—2006《3.6kV ~ 40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》等相关国家标准和行业标准对 10kV ~ 35kV 开关设备试验的要求，较为系统、完整地介绍了 10kV ~ 35kV 开关设备试验技术，并结合广州供电局有限公司电力试验研究院和国家智能电网输配电设备质量监督检验中心在 10kV ~ 35kV 开关设备检测实践中的具体案例，以帮助读者更直观、更深刻地理解相关试验项目的要求和常见缺陷。

本书的编著单位广州供电局有限公司电力试验研究院和国家智能电网输配电设备质量监督检验中心均具有丰富的 10kV ~ 35kV 开关设备检测试验经验，在本书的编著过程中，较系统、完整、清晰地介绍了 10kV ~ 35kV 开关设备的各项试验，希望能够为从事 10kV ~ 35kV 开关设备设计、制造、试验、运行维护等工作的工程技术人员及操作人员提供帮助。

西安交通大学电气工程学院教授、博士生导师：**王小华**

2016年8月3日

开关设备既可根据电网运行需要将一部分电力设备或线路投入或者退出运行,也可在电力设备或者线路发生故障时将故障部分从电网中快速切除,从而保证电网中无故障部分的正常运行和保障运行维护人员的安全。10kV ~ 35kV 开关设备作为装配数量最多、与用户联系最密切的电网设备,其质量和可靠性直接影响到供电的可靠性。试验是评价10kV ~ 35kV 开关设备质量的有效手段,因此,必须特别重视10kV ~ 35kV 开关设备的试验检修,并做好试验检修工作,及时发现和消除开关柜存在的各种隐患,预防设备事故。本书就是为适应这一工作需要而编著的。

当前,广州供电局正在为建设具有国际先进水平的供电企业而努力,也认识到设备尤其是配网设备质量对供电可靠性的重要作用,近年来不断加大电网设备品控技术工作的投入,建设了功能齐全的配网设备检测实验室,对设备进行全生命周期的状态评估。国家智能电网输配电设备质量监督检验中心是华南及东南亚地区第一个具备高、中、低压电器检测能力的科研基地,其检验能力得到荷兰 KEMA、英国 ASTA 等权威机构认可,具有丰富的10kV ~ 35kV 开关设备试验经验。本书的内容即来源于以上两家单位多年来对10kV ~ 35kV 开关设备试验维护的经验。

本书较为系统地介绍了10kV ~ 35kV 开关设备的主要试验要求,包括型式试验、出厂试验、交接试验、预防性试验和带电试验。全书采用设备图片、原理图和试验要点配套说明的方式,系统地描述了开关设备的重要试验技术,如防护等级验证、回路电阻测量、温升试验、绝缘试验、机械操作和机械特性测量试验、关合和开断能力试验等。

本书由广州供电局有限公司电力试验研究院莫文雄高级工程师、李刚教授级高级工程师、易满成高级工程师,国家智能电网输配电设备质量监督检验中心苗本健高级工程师、马桂芬高级工程师等编著,并得到了这两家单位的热情帮助和大力支持,在此一并致谢。

在本书的编著过程中,参考和引用了相关专著、文献、标准、规程等,引用了部分检测实践中的典型缺陷案例。在此,对相关单位及作者表示衷心的感谢。

本书可供从事开关设备设计、制造、试验、运行维护等工程技术人员及操作人员日常学习和问题分析时使用,也可作为职工培训及职业技能鉴定的参考书。

由于作者水平有限,书中难免出现一些不当和谬误之处,恳请各位专家和读者提出宝贵意见,使之不断完善。

编者

2016年6月10日

第1章 概述	1
1.1 高压开关设备简介	1
1.2 高压开关设备的分类	1
1.3 主要技术参数	4
第2章 试验要求	8
2.1 型式试验	8
2.2 出厂试验	9
2.3 交接试验	10
2.4 预防性试验	11
2.5 带电试验	11
第3章 防护等级验证	13
3.1 概述	13
3.2 试验依据	13
3.3 IP 代码的验证	14
3.4 试验设备	16
第4章 回路电阻测量	20
4.1 概述	20
4.2 依据标准	20
4.3 测试原理	20
4.4 试验设备	21
第5章 温升试验	22
5.1 概述	22
5.2 依据标准	24
5.3 试验原理	24
5.4 试验设备	24
5.5 温升试验	25
第6章 机械操作和机械特性测量试验	28
6.1 机械操作试验	28
6.2 机械特性试验	29
第7章 高压柜绝缘试验	33



7.1	绝缘电阻试验	34
7.2	短时工频耐受电压试验	37
7.3	雷电冲击试验	41
7.4	局部放电试验	44
7.5	辅助和控制回路的绝缘试验	48
7.6	人工污秽试验	49
第8章	EMC 试验	54
8.1	无线电干扰试验	54
8.2	辅助和控制回路的发射试验	57
8.3	电气快速瞬变/脉冲串试验	58
8.4	振荡波抗扰性试验	60
8.5	辅助和控制回路附加的 EMC 试验	63
8.6	直流电源输入端口纹波抗扰度试验	65
第9章	短时耐受电流和峰值耐受电流试验	67
9.1	概述	67
9.2	依据标准	67
9.3	接线原理	67
9.4	短时耐受电流和峰值耐受电流试验	68
第10章	关合和开断能力试验	71
10.1	概述	71
10.2	断路器柜的关合和开断试验	72
10.3	负荷开关柜关合和开断试验	80
10.4	负荷开关-熔断器组合电器柜关合和开断试验	84
第11章	内部燃弧试验	88
11.1	概述	90
11.2	依据标准	91
11.3	试验原理	91
11.4	内部燃弧试验	91
第12章	开关柜检测故障案例分析	95
12.1	防护等级试验	95
12.2	机械操作和机械特性测量试验	95
12.3	温升试验	97
12.4	雷电冲击耐压试验	97
12.5	主回路和接地回路的短时耐受电流和峰值耐受电流试验	98
12.6	关合和开断试验	102
12.7	内部电弧试验	107

第 1 章 概 述

1.1 高压开关设备简介

高压开关设备是指在电压 3kV 及以上、频率 50Hz 及以下的电力系统中运行的户内和户外交流开关设备，主要用于电力系统的控制和保护。它既可根据电网运行需要将一部分电力设备或线路投入或退出运行，也可在电力设备或线路发生故障时将故障部分从电网中快速切除，从而保证电网中无故障部分的正常运行及设备、运行维修人员的安全。

通常意义上的高压开关设备的电压范围是泛指额定电压在 3.6kV 及以上，实际应用中，通常中压开关设备的额定电压范围是 3.6kV ~ 63kV，而 10kV ~ 35kV 开关设备作为在发电厂、变电站及工矿企业应用最广泛的电气设备，能否安全运行，对电力生产的安全性及电网供电的可靠性起着至关重要的作用。因此，本书主要是结合 GB 3906—2006 《3.6kV ~ 40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》等相关国家标准和行业标准，对 10kV ~ 35kV 开关设备试验的相关型式试验进行介绍，并对其常见缺陷进行分析。

1.2 高压开关设备的分类

高压开关设备按功能和作用，可分为元件及其组合、成套设备。

(1) 元件及其组合。

高压开关设备的元件及其组合包括断路器、隔离开关、接地开关、负荷开关、熔断器等，由元件组合的负荷开关 - 熔断器组合电器等。

(2) 成套设备。

成套设备指将上述元件及其组合与其他电器产品（如断路器、互感器、母线、电缆终端和二次元件等）进行合理配置，有机地组合在金属封闭外壳内，具有相对完整功能的产品，如金属封闭开关设备等。

1.2.1 高压开关柜

高压开关柜是金属封闭开关设备的俗称。按断路器安装方式（移动式和固定



式)可分为移开式(手车式)和固定式两种。

(1) 移开式或手车式(用Y表示)高压开关柜。

这种高压开关柜柜内的主要电器元件(如断路器)安装在可抽出的手车上(参见图1-1),由于手车柜有很好的互换性,因此可以大大提高供电的可靠性。常用的手车类型有隔离手车、计量手车、断路器手车、PT手车、电容器手车和所用变手车等,如KYN28A-1。

(2) 固定式(用G表示)高压开关柜。

这种高压开关柜柜内所有的电器元件(如断路器或负荷开关等)均为固定安装的(参见图1-2),固定式开关柜较为简单经济,如XGN2-10,GG-1A等。

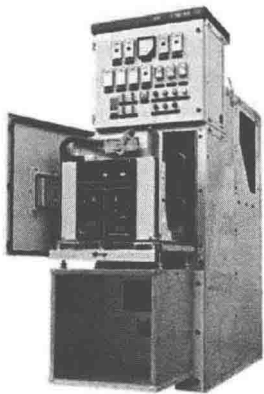


图 1-1 移开式高压开关柜

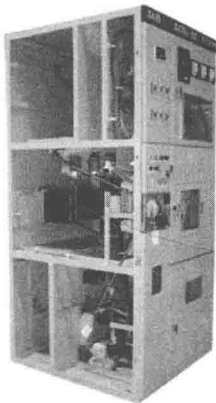


图 1-2 固定式高压开关柜

1.2.2 环网柜

环网柜(Ring Main Unit)是一组输配电气设备(高压开关设备)装在金属或非金属绝缘柜体内或做成拼装间隔式环网供电单元的电气设备,其核心部分采用负荷开关和熔断器(参见图1-3、图1-4),具有结构简单、体积小、价格低、可提高供电参数和性能以及供电安全等优点。

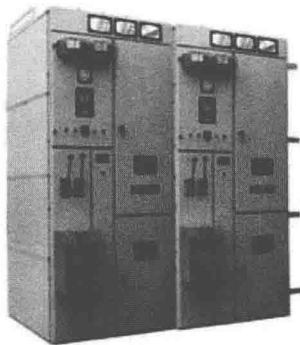


图 1-3 负荷开关柜

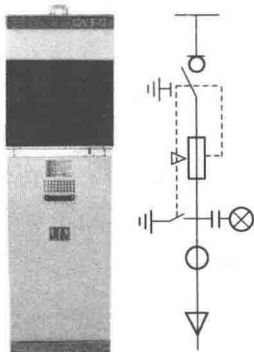


图 1-4 熔丝柜

环网柜一般分为空气绝缘和 SF₆ 绝缘两种，用于分合负荷电流、开断短路电流及变压器空载电流，一定距离架空线路、电缆线路的充电电流，起控制和保护作用，是环网供电和终端供电的重要开关设备。柜体中，配空气绝缘的负荷开关主要有产气式、压气式和真空式三种。配 SF₆ 绝缘的负荷开关为 SF₆ 式，由于 SF₆ 气体封闭在壳体内，它形成的隔断路口不可见。

负荷开关是带有简单灭弧装置的一种开关电器，它可以关合和开断负荷电流及过载电流，亦可以关合和开断空载线路，可作为空载变压器及电容器组等。凡具有接通、断开和接地功能的三工位负荷开关，都有结构简单、价格便宜的特点，只是负荷开关不能断开短路电流。

环网柜中的负荷开关一般要求三工位，即切断负荷、隔离电路、可靠接地。产气式、压气式和 SF₆ 式负荷开关易实现三工位，而真空灭弧室只能开断，不能隔离，所以一般真空负荷环网开关柜在负荷开关前再加上一个隔离开关，以形成隔离断口。

环网柜中可以安排断路器方案，即断路器柜，如图 1-5 所示，其作用是切断和接通负荷电路，以及切断故障电路，防止事故扩大，保证安全运行。

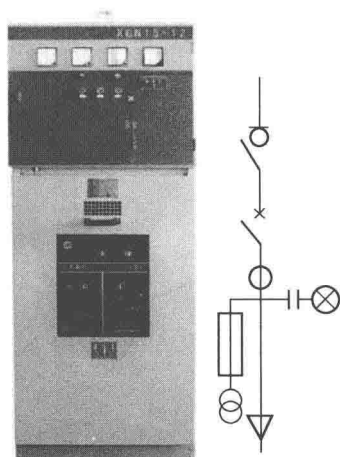


图 1-5 断路器柜

1.2.3 电缆分接箱

电缆分接箱按其电气构成分为两大类：一类是不含任何开关设备的，箱体内仅有对电缆端头进行处理和连接的附件，结构比较简单，体积较小，功能较单一，可称为普通分接箱；另一类是箱内不但有普通分接箱的附件，还含有一台或多台开关设备，其结构较为复杂，体积较大，连接器件多，制造技术难度大，造价高，可称为高级分接箱。

(1) 普通分接箱。

普通分接箱内没有开关设备，进线与出线在电气设备上连接在一起，电位相同，适用于分接或分支接线。通常将进线回数加上出线回数称为分支数。例如三分支电缆分接箱，它的每一相上都有三个等电位连接点，可以用作一进二出或二进一出。电缆分接箱内含 U、V、W 三相，三相电路结构相同，顺排在一起。

(2) 高级分接箱。

高级分接箱内含有开关设备，既可起普通分接箱的分接、分支作用，又可起供电电路的控制、转换以及改变运行方式的作用。开关断口大致将电缆回路分隔为进线侧和出线侧，两侧电位可以不一样。开关设备本身有较大的体积，因此高级分接箱的外形尺寸比较大，高度一般为 1.4 ~ 1.8m，深度为 0.9 ~ 1.0m，长度则依所

含开关设备数目而定，多在 1.0~2.4m 之间。箱体的外形类似于户外箱式变压器（参见图 1-6），箱壳上有若干个活动的门，有的门是为开关设备的操作而设的，有的门是为电缆连接器件的安装施工或维护检修而设的。

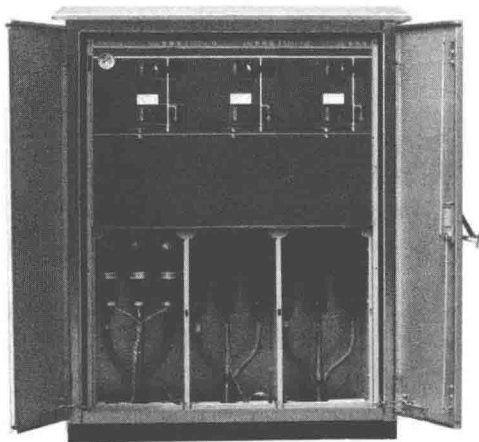


图 1-6 电缆接线箱

1.2.4 柱上开关

柱上开关主要用于配电线路区间分段投切、控制、保护，能开断、关合短路电流（见图 1-7）。按灭弧介质区分，柱上开关经历了压缩空气型、磁吹型、产气材料型、多油型、SF₆型、真空型等几个代表性的阶段。20 世纪 50 年代的多油断路器，由于三相触头同室，



图 1-7 柱上开关

其灭弧介质和绝缘介质均为绝缘油，开断容量在 1250A 以下，开断故障电流时存在爆炸危险，随着技术的发展，已逐渐被淘汰。SF₆断路器和真空断路器是 20 世纪 80 年代发展起来的产品，20 世纪 90 年代在我国得到广泛应用，成为取代油断路器的主导产品。

1.3 主要技术参数

1.3.1 额定值

金属封闭开关设备和控制设备的额定值如下：

(1) 额定电压 (U_r) 和相数；

- (2) 额定绝缘水平;
- (3) 额定频率 (f_r);
- (4) 额定电流 (I_r) (主回路);
- (5) 额定短时耐受电流 (I_k) (主回路和接地回路, 如果使用);
- (6) 额定峰值耐受电流 (I_p) (主回路和接地回路, 如果使用);
- (7) 额定短路持续电流 (I_{tk}) (主回路和接地回路, 如果使用);
- (8) 金属封闭开关设备和控制设备中各元件 (包括它们的操作装置和辅助设备) 的额定值;
- (9) 额定充入水平 (充流体隔室的)。

1.3.2 术语和定义

1. 额定电压 (U_r)

额定电压指开关设备和控制设备所在系统的最高电压。标准值 3.6kV, 7.2kV, 12kV, 24kV, 31.5kV, 40.5kV, 63kV, 72.5kV, 126kV, 252kV, 363kV, 550kV, 800kV, 1100kV。

2. 额定绝缘水平

(1) 额定短时工频耐受电压。

额定短时工频耐受电压指按固定的条件和时间进行试验时, 设备耐受的工频电压标准值 (有效值)。

(2) 额定雷电 (操作) 冲击耐受电压。

额定雷电 (操作) 冲击耐受电压指按规定的条件和时间进行试验时, 设备绝缘能耐受的雷电 (操作) 冲击电压的标准值。

3. 额定频率 (f_r)

额定频率指在规定的正常使用和性能条件下能连续运行的电网频率数值, 并以它和额定电压、额定电流确定高压开关设备的有关试验条件。标准值为 $16\frac{2}{3}$ Hz, 25Hz 和 50Hz。

4. 额定电流 (I_r)

额定电流指在规定的使用 and 性能条件下, 高压开关设备主回路能持续承载的电流有效值。其标准值从 R10 系列中选取, 即 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8 及其与 10^n 的乘积。

5. 额定短时耐受电流 (I_k)

额定短时耐受电流指在规定的使用 and 性能条件下, 在规定的短时间内, 开关设备和控制设备在合闸位置能承载的电流有效值。其标准值从 R10 系列中选取, 即 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8 及其与 10^n 的乘积。

6. 额定峰值耐受电流 (I_p)

额定峰值耐受电流指在规定的使用 and 性能条件下, 开关设备和控制设备能承载



额定短时耐受电流第一个大半波的电流峰值。它取决于系统的时间常数，时间常数为45ms、额定频率50Hz以下时，额定峰值耐受电流等于2.5倍额定短时耐受电流。

7. 额定短路持续电流 (t_k)

开关设备和控制设备合闸位置能承载额定短时耐受电流的时间。标准值为2s。如需要，可大于2s，推荐值为3s和4s。

8. 合、分闸装置和辅助、控制回路的额定电源电压

合、分闸装置和辅助、控制回路的额定电源电压标准值为直流24V, 48V, 110V, 220V; 交流110V, 220V。

9. 额定短路开断电流 (I_{se})

在规定的使用和性能条件下，断路器所能开断的最大短路电流。出现这样的电流回路的工频恢复电压等于断路器的额定电压，且瞬态恢复电压等于短路开断电流的直流电流中的规定值。对于三极断路器，交流分量与三相短路相关。

额定短路开断电流有两个表征值：

①交流分量有效值；

②直流分量百分数。

如果直流分量不超过20%，额定短路开断电流仅由交流分量的有效值表征。

在上述条件下，断路器应能开断直到额定短路开断电流的任一短路电流，该电流包含直到额定值的任一交流分量及与其相关的直到规定值的任一直流分量。

10. 恢复电压

恢复电压是指开断电流熄弧后，出现于开关一个极的两端子间的电压。该电压可以认为是连续的两端，起初是瞬态恢复电压，接着是工频恢复电压。

11. 瞬态恢复电压

瞬态恢复电压是指具有显著瞬态特性时间的恢复电压。

12. 工频恢复电压

工频恢复电压是指瞬态电压现象消失后的恢复电压。

13. 额定时间参数

(1) 分闸时间。

分闸时间是指处于合闸位置的断路器，从分闸脱扣器带电时刻到所有各极弧触头分离时刻的时间间隔。

(2) 开断时间。

开断时间是指机械开关装置分闸时间起始时刻到燃弧时间终止时刻的时间间隔。

(3) 合闸时间。

合闸时间是指处于分闸位置的断路器，从合闸回路带电时刻到所有极触头都接触时刻的时间间隔。

(4) 关合时间。

关合时间是指处于分闸位置的断路器，从合闸回路带电时刻到第一极中电流出现时刻的时间间隔。

(5) 合分时间。

合分时间即金属短接时间，是指合闸操作中第一极触头接触时刻到随后的分闸操作中所有极弧触头都分离时刻的时间间隔。

14. 操作同期性

(1) 合闸同期性。

合闸同期性是指断路器合闸时各极间或同一极断口间的触头接触时刻的最大时间差异。

(2) 分闸同期性。

分闸同期性是指断路器分闸时各极间或同一极断口间的触头分离时刻的最大时间差异。

15. 机械寿命

机械寿命是指在不更换零部件并保证规定的机械性能条件下，断路器按照规定的操作循环所进行的分、合闸空载操作次数。



第 2 章 试验要求

2.1 型式试验

2.1.1 概述

型式试验指为了验证产品能否满足技术规范的全部要求所进行的试验。它是新产品研制中必不可少的一个环节，只有通过型式试验，产品才能正式定型投入生产。型式试验的依据是产品标准。型式试验在被认可的独立检验机构进行。型式试验主要分为绝缘试验、容量试验、机械温升试验等。

下列情况下高压开关设备和控制设备应进行型式试验：

- (1) 新试制的产品，应进行全部型式试验；
- (2) 转厂和易地生产的产品，应进行全部型式试验；
- (3) 当产品的设计、工艺、生产条件或使用的材料及主要元件发生重大改变而影响到产品性能时，应做相应的型式试验；
- (4) 正常生产的产品每隔 8 年应进行一次温升试验、机械试验、短时耐受电流和峰值耐受电流试验、关合和开断试验，具体试验要求见相关的产品标准；
- (5) 不经常生产的产品（停产 3 年以上），再次生产时应进行上述（4）规定的试验；
- (6) 对系列产品或派生产品，应进行相关的型式试验，部分试验项目可引用相应的有效试验报告。

除非在有关的产品标准中另有规定，型式试验最多可以在 4 个试品上进行。

注：规定用 4 个试品进行试验，在于增强用户的信心，在极限情况下，可要求所有的试验在一台试品上进行，而且允许制造厂可以在不同的试验室进行不同组别的试验。

2.1.2 型式试验项目

高压开关设备的型式试验可以分为如下几个大类，其每一类试验的考核目的不同。

- (1) 绝缘试验——考核试品的绝缘强度和绝缘介质的绝缘性能。
- (2) 机械试验——考核试品的机械强度和动作可靠性。

(3) 短时耐受电流和峰值耐受电流试验——考核试品的热容量和在电动力作用下的机械强度。

(4) 短路开断及关合能力试验——考核试品在短路条件下的开断及关合能力。

(5) 主回路电阻测量和温升试验——考核试品的长期载流能力。

(6) 辅助回路和辅助开关的试验——考核试品二次回路的可靠性。

(7) 密封试验、外壳防护等级和内部电弧试验——考核试品的密封性能和防护能力。

(8) 无线电干扰试验（126kV及以上产品）——考核试品对周围无线电信号的干扰水平。

(9) 环境试验——考核试品在各种环境下的性能。

在国家标准中规定了各类高压开关设备的型式试验项目（包括必试项目和协商进行的项目）。而在产品的技术条件中，根据国家标准的规定又明确了具体的试验项目和要求。因此，每个产品进行型式试验时都必须符合其技术条件的要求。

高压开关设备的型式试验应在国家认可的试验室（站）或国际上公认的检验机构进行，并出具有效的试验报告。

2.2 出厂试验

2.2.1 概述

出厂试验的目的是为了暴露材料和结构中的缺陷，它不会损坏试品的性能和可靠性。出厂试验应该在制造厂内任一合适的地方对每台成品进行试验，以确保产品与已通过型式试验的设备相一致。根据协议，任一项出厂试验都应在现场进行，出厂试验报告应随产品一同出厂。

2.2.2 高压开关柜的出厂试验项目

按 GB/T 11022—2011 规定，高压开关柜的出厂试验项目包括：

(1) 机械操作和机械特性测量试验——考核试品的机械强度和动作可靠性。

(2) 电气、气动和液压辅助装置的试验——考核装置设备的电气、气动和液压辅助装置是否符合设计要求。

(3) 局部放电测量（按制造厂与用户之间的协议）——考核产品能否通过局部放电测试。

(4) 现场安装后的试验：主回路的电压试验、密封试验——考核试品的密封性能和耐压能力。

(5) 绝缘试验：主回路的绝缘试验、辅助和控制回路的绝缘试验——考核试