

**电力变压器  
检修导则  
编制说明  
及参考资料**

《电力变压器检修导则》

编写组

中国电力出版社

## 内 容 提 要

本书是在积累了现场变压器检修经验、收集了各种组部件的技术参数、结构及尺寸等基础上编写的。它对变压器检修专业人员具有较强的实用性，对贯彻执行《电力变压器检修导则》将起到应有的积极作用。本书主要内容包括：预防110~500kV变压器事故措施；各检修现场常用涡流真空干燥、热风真空干燥、热油真空喷雾干燥、短路真空干燥等干燥方法，以及免于干燥的检修工艺方法；变压器渗、漏油处理工艺和密封材料；变压器的大部件如高压套管、冷却器、储油柜、分接开关等的技术参数、规格和尺寸，变压器的小部件如油泵、气体和油流继电器、风扇等的尺寸，以及通用小组件如各种阀门、吸湿器、油标等的尺寸。此外，还列出了一些组、部件（如油泵、高压套管）可互换的型号。

本书为《电力变压器检修导则》的重要补充，是变压器检修方面的工具书，可供从事变压器检修的工程技术人员阅读，还可供变压器安装、运行维护人员参考。

ISBN 7-80125-198-9



9 787801 251985 >

ISBN 7-80125-198-9/TM · 115

定价：25.00 元

# 电力变压器检修导则 编制说明及参考资料

《电力变压器检修导则》编写组

中国电力出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电力变压器检修导则编制说明及参考资料/《电力变压器检修导则》编写组编. -北京: 中国电力出版社, 1996

ISBN 7-80125-198-9

I. 电… II. 电… III. 电力变压器-检修-技术操作规程-参考资料 IV. TM410.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 10814 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

三河市实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

1996 年 11 月第一版 2002 年 1 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 11.5 印张 252 千字

印数 12081—14080 册 定价 25.00 元

版权专有 翻印必究

## 前 言

东北电管局和华中电管局于1992年秋,在接受原能源部电力司的安排编制《电力变压器检修导则》时,曾收集到不少实用性很强的变压器检修用的干燥、处理渗漏油等方面的工艺方法及变压器组、部件的性能、规范、结构尺寸等方面的数据和图表,考虑到这些方法和数据既是变压器检修时的常用参考资料,又是《电力变压器检修导则》(简称导则)的重要补充材料,它能起到帮助现场工程技术人员和工人贯彻执行《导则》的积极作用。据此,《导则》编写组乃将同《导则》的编制说明和能源部制订的《预防110~500kV变压器事故措施》等资料汇集成本书,供从事变压器检修、运行、试验人员参考和查阅。由于本书的编写人员水平所限,会出现考虑不周和错漏之处,诚望提出宝贵意见,以期再版时充实完善。

《电力变压器检修导则》编写组

1996年4月

# 目 录

## 前 言

|     |                               |    |
|-----|-------------------------------|----|
| 1   | 《电力变压器检修导则》编制说明               | 1  |
| 2   | 预防 110~500kV 变压器事故措施          | 8  |
| 3   | 变压器检修常用设备工具                   | 17 |
| 4   | 变压器现场常用干燥方法                   | 21 |
| 4.1 | 涡流真空干燥                        | 21 |
| 4.2 | 热风真空干燥                        | 23 |
| 4.3 | 热油喷雾真空干燥                      | 25 |
| 4.4 | 热油循环干燥 (大型变压器表面受潮时采用)         | 28 |
| 4.5 | 短路真空干燥 (适用于带油干燥)              | 29 |
| 4.6 | 零序电流干燥                        | 32 |
| 4.7 | 用干燥空气保护变压器器身绝缘免于受潮的<br>检修工艺   | 33 |
| 4.8 | 免干燥检修电力变压器的方法                 | 35 |
| 4.9 | 真空干燥中允许的测量电压                  | 40 |
|     | 附录 A GKF-30/40 型干燥空气发生器安装使用说明 | 42 |
| 5   | 电力变压器在运行、检修中的油色谱监测            | 46 |
| 6   | 变压器渗、漏油处理参考工艺及密封材料            | 49 |
| 6.1 | 渗、漏油处理                        | 49 |
| 6.2 | 密封胶垫                          | 54 |
| 7   | 高压套管                          | 62 |
| 7.1 | 瓷绝缘套管                         | 62 |
| 7.2 | 带附加绝缘的套管                      | 65 |
| 7.3 | 40kV 及以下油纸电容式套管               | 69 |

|      |                                   |     |
|------|-----------------------------------|-----|
| 7.4  | 63~220kV 油纸电容式套管 .....            | 77  |
| 7.5  | 63~220kV 油纸电容式套管新、老型号对照表 .....    | 104 |
| 7.6  | 胶纸电容式套管 .....                     | 107 |
| 8    | 无励磁分接开关 .....                     | 110 |
| 8.1  | 无励磁分接开关的一般技术参数 .....              | 110 |
| 8.2  | 三相中性点调压无励磁分接开关 .....              | 110 |
| 8.3  | 中部调压无励磁分接开关 .....                 | 112 |
| 8.4  | DWP 型(楔型)单相无励磁分接开关 .....          | 113 |
| 8.5  | DWX 型(楔型)单相无励磁分接开关 .....          | 115 |
| 8.6  | DW 型(鼓形)单相无励磁分接开关 .....           | 117 |
| 8.7  | DW-6 型(鼓形)无励磁分接开关 .....           | 117 |
| 8.8  | WLT I 及 WLT II 型(条形)无励磁分接开关 ..... | 117 |
| 8.9  | WDT I 及 WDT II 型(条形)无励磁分接开关 ..... | 120 |
| 9    | 冷却器和散热器 .....                     | 127 |
| 9.1  | 风冷却器 .....                        | 127 |
| 9.2  | 水冷却器 .....                        | 157 |
| 9.3  | 片式散热器 .....                       | 174 |
| 9.4  | 扁管散热器 .....                       | 210 |
| 9.5  | 电气自动控制箱 .....                     | 216 |
| 10   | 油泵 .....                          | 222 |
| 10.1 | QB、YB 等系列油泵 .....                 | 222 |
| 10.2 | BLB、PB、ZLB 型系列油泵 .....            | 234 |
| 10.3 | 6B、4B 系列盘式油泵 .....                | 238 |
| 10.4 | 油泵检修工艺卡 .....                     | 242 |
| 11   | 风扇 .....                          | 243 |
| 11.1 | BF 系列风扇 .....                     | 243 |
| 11.2 | BLF 系列风扇 .....                    | 247 |
| 11.3 | 风扇检修工艺卡 .....                     | 250 |
| 12   | 油流继电器 .....                       | 251 |

|      |                                       |     |
|------|---------------------------------------|-----|
| 12.1 | YJ 系列油流继电器 .....                      | 251 |
| 12.2 | YJ 系列油流继电器 .....                      | 254 |
| 12.3 | YJ 系列油流继电器 .....                      | 259 |
| 12.4 | 带波纹管的油流继电器 .....                      | 260 |
| 13   | 差压信号继电器 .....                         | 263 |
| 14   | 储油柜 .....                             | 264 |
| 14.1 | 隔膜式储油柜的油位指示高度 .....                   | 264 |
| 14.2 | 无载系列隔膜式储油柜 .....                      | 264 |
| 14.3 | 有载系列隔膜式储油柜 .....                      | 271 |
| 14.4 | 扁方形储油柜 .....                          | 271 |
| 14.5 | 隔膜式储油柜 .....                          | 277 |
| 14.6 | 胶囊式储油柜 .....                          | 300 |
| 14.7 | 浮子式储油柜 .....                          | 301 |
| 14.8 | 双密封防渗漏隔膜式储油柜 .....                    | 305 |
| 15   | 磁力油位表 .....                           | 308 |
| 15.1 | 磁力油位表技术参数 .....                       | 308 |
| 15.2 | IUZ <sub>F</sub> 型磁力油位表 .....         | 308 |
| 15.3 | UZ <sub>F</sub> -175 型磁力油位表 .....     | 309 |
| 15.4 | UZ <sub>F</sub> -140、200 型磁力油位表 ..... | 309 |
| 15.5 | UZ <sub>B</sub> -250 型磁力油位表 .....     | 310 |
| 16   | 压力释放阀 .....                           | 313 |
| 16.1 | ABF <sub>1</sub> -55 型压力释放阀 .....     | 313 |
| 16.2 | IS-0.56 型和 IS-0.84 型压力释放阀 .....       | 314 |
| 16.3 | YSF 系列压力释放阀 .....                     | 316 |
| 16.4 | YSF <sub>4</sub> 型压力释放阀 .....         | 318 |
| 16.5 | 压力释放阀的选用 .....                        | 320 |
| 17   | 气体继电器 .....                           | 321 |
| 17.1 | 主要技术参数 .....                          | 321 |
| 17.2 | QJ 系列气体继电器 .....                      | 321 |



|      |                       |     |
|------|-----------------------|-----|
| 17.3 | 气体继电器动作特性和安装尺寸 .....  | 321 |
| 17.4 | 带取气装置的继电器 .....       | 324 |
| 18   | 净油器 (热虹吸器) .....      | 326 |
| 18.1 | 净油器 .....             | 326 |
| 18.2 | J系列净油器 .....          | 327 |
| 19   | 温度控制器 .....           | 331 |
| 19.1 | 几种常用温度控制器 .....       | 331 |
| 19.2 | WTZK-03 系列温控器 .....   | 332 |
| 19.3 | BWY-803 型温控器 .....    | 333 |
| 19.4 | WTZK-04 型绕组温控器 .....  | 336 |
| 20   | 电力变压器通用小组件 .....      | 344 |
| 20.1 | 注、放油塞和呼吸塞 .....       | 344 |
| 20.2 | 阀门 .....              | 345 |
| 20.3 | 吸湿器 (呼吸器) .....       | 352 |
| 20.4 | 接地螺栓、温度计座 .....       | 353 |
| 20.5 | 管式油标 .....            | 354 |
| 21   | 变压器有关标准、规定、导则索引 ..... | 356 |

# 1 《电力变压器检修导则》编制说明

根据原能源部电力司安排，由东北电管局和华中电管局牵头编制《电力变压器检修导则》的工作是从1992年9月份开始的。编写组以原东北电管局试行的《电力变压器检修工艺导则》为基础，参考了华中电管局颁发的《大型变压器现场检修工艺规程》，完成了《电力变压器检修导则》（以下简称导则）初稿。经过几次讨论修改，最后于1994年4月在浙江省宁波市审查定稿后，修编成报批稿。

## 1.1 编制的指导思想

编制中力求便于从事变压器检修的广大技术人员和工人实际应用，具有较广泛的适应性，对提高检修质量有可操作性。为保证变压器检修工作的顺利进行，编写组尚较广泛地收集了有关变压器在检修中必不可少的各类组部件数据，以及现场干燥方法和处理渗漏油工艺等资料连同本编制说明，汇集成《电力变压器检修导则编制说明及参考资料》供工程技术人员和工人参考查阅。

## 1.2 编制的主要过程

1.2.1 1992年9月在辽宁省锦西市召开了《导则》编写研讨会，确定东北、华中两个网局牵头，由东北电力试验研究院（以下简称东电试研院）、鞍山电业局、郑州供电局、长春电业局、上海供电局等单位的人员组成编写组，还确定华北电管局、西北电管局、武汉高压研究所、吉林省电力局、河南省电力局、石景山发电厂等为《导则》编写参加单位。

在这次编写研讨会上确定了《导则》编写原则，安排了

主要章节和工作进度。确定在 1993 年 3 季度完成《导则送审稿》并组织 4~5 次审查活动。会议上还确定了《关于 220kV 变压器检修情况的调查提纲》。会后，能源部以电供函 [1992] 54 号文关于发送《电力变压器检修导则》编写研讨会纪要的通知分发各网、省局。

**1.2.2** 1992 年 10 月编写组全体成员集中在河南省郑州供电局编写了《导则征求意见稿》，并由郑州供电局打印成册，于 1993 年 3 月分发各网、省局，征求意见。

**1.2.3** 1993 年 3 月，将《导则征求意见稿》发出并经充分征求意见后，于 5 月在云南省昆明市召开了《导则征求意见稿》讨论会。除电力系统各网、省局，有关供电局参加外，还请了沈阳、西安、保定三大变压器厂的总工艺师参加讨论。

经过讨论会后，由编写组将《导则征求意见稿》加以修改整理，并提出了《导则送审初稿》。

为进一步完善《导则送审初稿》，于 1993 年 10 月在吉林省吉林电业局召开了《导则送审初稿》研讨会。有部电科院、部武高所及发、供电单位和中试所代表参加共同讨论修改。会后，编写组又作了进一步整理并形成《导则送审稿》。

**1.2.4** 由《东北电力技术》编辑部进行标准化整理并编排版面，绘制图纸，完成《导则送审稿》印刷工作，为审查《导则送审稿》提供了条件。

1994 年 4 月，电力部安生司及国家调通中心以电力安生技函 [1994] 012 号文通知在浙江省宁波市召开《电力变压器检修导则》审查会，对《导则送审稿》进行了审查。除电力系统各单位外，沈阳变压器研究所，中国电力出版社的代表也参加了审查会。代表们对《导则送审稿》比较满意，但也提出了一些修改意见。

1.2.5 为进一步提高《导则报批稿》的质量，审查会后根据代表们提出的审查意见，编写组部分成员又集中在郑州供电局，完成了正文定稿，附录部分也作了核实。之后，由东电试研院完成了修改和打印任务，至此完成了《导则报批稿》的印刷工作并上报电力工业部。

### 1.3 《导则》的主要特点

1.3.1 《导则》是积建国以来变压器检修工作的经验总结，有比较坚实的基础，是在各基层单位的规定、方案和规程的基础上逐渐完善的，其主要内容都经多年实践，对变压器的检修工作有指导作用。

1.3.2 具有广泛的群众性。在内容叙述上力求语言通俗，广大检修工人比较容易理解，一些检修方法也是广大工人的经验总结，容易被工人接受。

1.3.3 有广泛的实用性。照顾了全国的气候条件不同、检修方法的差异等，使之既能接受又不要求过死，具有一定的灵活性。另外，也充分地考虑了与《变压器运行规程》、《有载分接开关运行维修导则》的相容性和一致性。

1.3.4 鉴于目前检修人员的业务水平还很不平衡，《导则》编制时尽量照顾各类人员，可以作为检修人员的培训教材。另外，也考虑了国内变压器检修方面的书藉不多，因此在原《导则附录》的基础上尽量搜集了目前应用较多的资料，尚编制了《电力变压器检修导则编制说明及参考资料》，作为技术人员和检修工人查阅使用提供方便。

### 1.4 有关条文的说明

1.4.1 在主题内容和适用范围中，限定为 220kV 及以下电力变压器，考虑 500kV 变压器运行年限较短，在检修中有其特殊性，故《导则》不包括此类变压器。发电厂厂用变压器

十分重要，将 6kV 及以上厂用变压器也包括在《导则》中。

《导则》中规定的大修系指标准项目大修。更换绕组等非标准项目大修可参照其中大部分章节。

**1.4.2** 由于我国地域辽阔，气候差别较大，各网、省局可根据《导则》要求，结合本地区具体情况作出补充规定。

**1.4.3** 关于大修周期。对大修周期各地反映意见不尽一致，检修周期也不尽相同。但考虑到国产变压器现状和实际运行经验，《导则》仍要求投入运行后的 5 年内和以后每隔 10 年大修一次，但对运行正常的变压器也给出了适当延长大修周期的灵活性。

**1.4.4** 对检修项目中老旧变压器的改造。在《导则》中推荐的项目是按电力部《预防大型变压器事故的技术措施》要求及各地对这类变压器的改造经验列出，各地可根据具体情况作部分改进。

**1.4.5** 关于检修工作中的起重和搬运。变压器检修工作中，起重和搬运工作量很大，由于不少检修单位无专业起重人员，因此在本章各节中写的较细，但毕竟不是专门起重规程，难免有遗漏。另外，在搬运过程中，搬运方式、地形、地物上的差异很大，但行进速度、起重角度、维持器身内氮压等共性问题应该是应该严格遵守的。

**1.4.6** 对组、部件检修。由于变压器的组、部件比较繁杂，内容较多，在编制时尽量地分成几个系统：如冷却装置系指热交换部分，即风（水）冷却器以及散热器本体，而冷却系统中的油泵、风扇则另列章节叙述。油保护系统中包括各类储油柜、油位表、净油器、吸湿器等，而安全气道、压力释放阀、气体继电器等均归为安全保护装置。

**1.4.7** 对试验项目。检修人员对变压器检修全过程的试验一

般不很熟悉，为便于掌握将试验项目按大修前、大修中、大修后三个阶段分列，这样，就使得项目明确、清晰，便于执行。

**1.4.8** 对变压器大修后的交接验收。《导则》这一章节中作了较详细的规定且十分具体，便于执行。对于不十分熟悉的人员只要按这一章节中的规定逐条执行，即可较圆满地完成变压器的验收和试运行工作。

### **1.5 对征求意见的处理结果**

为使第一部颁《电力变压器检修导则》有更广泛的实用性，在起草开始前就拟定了《关于220kV变压器检修情况的调查提纲》分发各网、省局及部分专家。这一问卷方式得到各方面的热情支持并收到30余份答卷，经进行综合分析后，将其中大部意见补充到《导则》中去。

在每次会议中都是通过充分讨论后，当场就确定修改方案定稿，最后形成《导则送审稿》，并在宁波市又经一次审查后由部分编写人员在郑州供电局进行整理、推敲，最后定稿。

**1.5.1** 新安装变压器在5年内进行第一次大修是否必要。虽较多单位认为可不作硬性规定，但考虑到国产变压器的故障大多发生在新投运后5年之内，特别是线圈的压紧、制造和安装中遗留的杂物等，只有通过投运后的第一次大修，才能处理这些缺陷，使运行单位对设备作到心中有数。实际问卷结果大部分单位已基本按此执行。

**1.5.2** 油泵及冷却风扇的大修周期。此检修周期主要取决于电机轴承的寿命，而轴承寿命分散性很大，有些国产轴承寿命较进口优质轴承质量相差很大。因此难以规定确切周期。答卷中有不少单位采取坏了才修的方式，但是油泵电机由于轴承损坏造成烧损或扫膛，直接威胁变压器运行安全，也影响

了油色谱监测。因此，在《导则》中规定了油泵大修：2极泵1~2年，4极泵2~3年；风扇大修：1~2年。都给予了一定的灵活性。

**1.5.3 关于解开围屏检查。**问卷中多数单位认为应视情况确定。《导则》中定为“宜解开一相”，这是考虑到大量老型变压器在运行中高场强区放置的长垫块，可能导致沿围屏的树枝状放电，因此在变压器大修时检查围屏是必要的。另外围屏纸板搭接头处搭接不良引起的卡坏线圈的现象也时有发生。

**1.5.4 关于套管检修。**对电容式套管检修，问卷中大部分人认为一般情况下不宜解体检修。编写组采纳了此意见，在《导则》中规定了一一般情况下不宜解体检修，只有在不解体不能消除缺陷时，才允许严格按照厂家的要求进行解体检修。

**1.5.5 防止检修时器身受潮采取的措施。**问卷中多数单位意见是重新注油，保持真空，吊前加热器身。因此，起草小组采纳了这一意见，并在《导则》中作出了相应规定，明确了吊前提高器身温度的具体要求。

**1.5.6 关于220kV变压器的真空注油。**这一方式已在绝大多数单位采用。因此，在《导则》中严格规定必须真空注油，这是变压器检修工作的关键问题之一。

**1.5.7 关于压紧装置的检查。**在问卷中多数单位反映在变压器检修时，曾发现压钉部分或少量有松动。对此，在《导则》中明确规定检查压钉松紧是重点项目之一，它对变压器短路时的电动力损坏有相当影响。

**1.5.8 关于本体密封试验。**问卷中多数单位是在变压器大修后进行，编写小组采纳了这一意见，并认为变压器大修后检查密封状况是减少变压器渗漏的必要手段，因此本导则中明

确规定变压器大修后必须进行本体密封试验。

**1.5.9** 关于压力释放阀的检查试验。在问卷中多数单位认为应按厂家的要求进行检查试验，周期是大修时检验。因此《导则》中明确规定：变压器大修时应将压力释放阀拆下并按厂家要求进行动作性能试验。

**1.5.10** 关于对无励磁分接开关的检查试验。答卷较多的单位是依靠测直流电阻及用塞尺进行检查和试验。据此，编写组采纳了此意见，在《导则》中规定了电阻值，并介绍了塞尺检验的方法及要求。



## 2 预防 110~500kV 变压器事故措施

(能源电 [1990] 1083 号文)

### 2.1 预防变压器绝缘击穿事故

#### 2.1.1 防止水分及空气进入变压器

2.1.1.1 变压器在运输和存放时必须密封。对于充气运输的变压器在安装前宜测定密封气体的露点，以判断固体绝缘中的含水情况。必须严格防止变压器在安装及运行中进水，要特别注意高于储油柜油面的部件，如套管顶部、安全气道、储油柜顶部和呼吸管道等处的密闭。对这些部位应进行检漏试验。用压力释放阀取代安全气道有利于提高变压器的密封性能。

2.1.1.2 变压器本体及冷却系统各连接部位的密封性是防止渗油、进潮的关键。这些部位的金属部件尺寸应正确、密封面平整光洁、密封垫应采用优质耐油橡胶或其它材料。要特别注意潜油泵、油阀门等部件。禁止使用过期失效或性能不明的胶垫。

2.1.1.3 水冷却器和潜油泵在安装前应按照制造厂的安装使用说明书逐台进行检漏试验，必要时解体检查。并列运行的冷却器应在每台潜油泵出口加装逆止阀。运行中的冷却器必须保证油压大于水压。潜油泵进油阀应全部打开，用出油阀调节油的流量避免形成负压。运行中应定期监视压差继电器和压力表的指示以及出水中有无油花（每台冷却器应装有监测出水中有无油花的放水阀门）。在冬季应防止停用及备用冷却器铜管冻裂。对冷却器的油管应结合大、小修进行检漏。