

# 团 体 标 准

T/LPEA 002—2024

## 66kV 变电站旁路作业技术规范

Technical specification for 66kV transformer substation bypass working

2024-04-22 发布

2024-05-22 实施



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 管理要求 .....	2
4.1 人员要求 .....	2
4.2 设备要求 .....	2
4.3 气象条件要求 .....	2
4.4 安全管理要求 .....	2
5 作业技术要求 .....	3
5.1 更换 66kV 变压器 .....	3
5.2 更换 66kV 变电站 10kV 开关柜 .....	4
5.3 更换 66kV 变电站整站设备 .....	5
参考文献 .....	7

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由辽宁省电力工程协会提出。

本文件由辽宁省电力工程协会归口。

本文件起草单位：国网辽宁省电力有限公司鞍山供电公司、国网辽宁省电力有限公司、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、国网辽宁省电力有限公司沈阳供电公司、国网辽宁省电力有限公司抚顺供电公司、东北电力大学、辽宁省送变电工程有限公司、辽宁兰陵易电工程技术有限公司、辽宁鞍电协合电气自动化有限公司。

本文件主要起草人：薛涵今、何海、郝清辉、娄巩、曲妍、张忠瑞、王磊、陈强、夏春勇、韩兵、陈飞、孙正龙、孙晨光、徐文彦、陈震、鹏飞、黄耀阳、王彦明。

# 66kV 变电站旁路作业技术规范

## 1 范围

本文件规定了66kV变电站旁路作业的人员要求、设备要求、气象要求、安全管理、技术要求等。本文件适用于66kV变电站内采用旁路作业方式更换66kV变压器、10kV开关柜等一、二次设备。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2900.1 电工术语 基本术语
- GB/T 2900.55 电工术语 带电作业
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14286 带电作业工器具设备术语
- GB/T 18857 配电线路带电作业技术导则
- GB 26860 电力安全工作规程（发电厂和变电站电气部分）
- GB/T 34577 配电线路旁路作业技术导则
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- DL/T 596 电力设备预防性试验规程
- DL/T 617 气体绝缘金属封闭开关设备技术条件
- DL/T 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程
- DL/T 2283 车载移动式变电站通用技术条件
- DL/T 2284 车载移动式变电站运行与维护规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **旁路作业 bypass working**

通过旁路设备的接入，将变电站的负荷转移至旁路系统，实现待检修、更换设备停电检修及更换的作业方式。

注：分带电作业和停电作业方式。

### 3.2

#### **带电作业 live working**

工作人员接触带电部分的作业，或工作人员身体的任一部分或使用的工具、装置、设备进入带电作业区域内的作业。

### 3.3

#### **承载车辆 vehicle**

一种满足道路运输要求的，用以承载和固定变压器、气体绝缘金属封闭开关设备、高压开关柜设备、二次设备以及舱体等设施的挂车。

### 3.4

#### **车载移动式变电站 mobile substation**

将高压电器、变压器、低压设备、继电保护装置、交直流电源系统、舱体以及辅助设施等组合集成在承载车辆上，具备方便转移、快速投运功能的变电站。

### 3.5

#### **旁路变压器 bypass transformer**

更换变电站一次设备施工作业时，位于旁路系统中承担变电站负荷转移的变压器。

### 3.6

#### 移动箱式开闭站 Mobile box-type switching station

一种将中压开关、二次屏柜等成套设备安装在具有防水、防潮、保温、防尘功能的封闭金属结构舱中，通过车辆等运输工具，实现电能接受和分配，是一种可移动式的配电装置。

## 4 管理要求

### 4.1 人员要求

- 4.1.1 施工作业人员应经培训，符合施工作业人员资质准入的要求，并经相关单位批准。
- 4.1.2 进行继电保护调试、变配电带电作业、高压电气设备安装及试验、高压电缆头制作等特殊作业项目的操作人员应持证上岗。
- 4.1.3 变电站旁路作业应设工作负责人，且一次作业与二次作业应分别设立工作负责人（监护人）。工作负责人（监护人）应具有3年以上的变电检修实际工作经验，熟悉设备状况，具有一定组织能力和事故处理能力，经培训考试合格，并经相关单位批准。

### 4.2 设备要求

- 4.2.1 旁路变压器的技术要求应符合 GB/T 6451、GB 1094.1、GB 1094.2、GB 1094.3、GB 1094.5、GB 1094.7、GB 156 的规定。
- 4.2.2 气体绝缘金属封闭开关设备的技术要求应符合 DL/T 617 的规定。
- 4.2.3 避雷器的技术要求应符合 GB/T 50064、GB/T 11032 的规定。
- 4.2.4 高压开关柜宜采用铠装移开式金属封闭开关柜，技术要求应符合 DL/T 404、GB/T 11022 和 GB/T 3906 的规定。
- 4.2.5 继电保护及安全自动装置配置及技术要求应符合 GB/T 14285 的规定。
- 4.2.6 旁路变压器及移动式箱式开闭站等设备的交接试验应符合 GB/T 50150 的要求。
- 4.2.7 旁路变压器及移动式箱式开闭站等设备的预防性试验应符合 DL/T 596 的要求。
- 4.2.8 旁路变压器及移动式箱式开闭站等设备的存储、运输、维护参照 DL/T 2284 执行。

### 4.3 气象条件要求

- 4.3.1 变电站旁路作业应在良好的天气下进行。如遇雷、雨、雪、大雾时不应采用带电作业方式。风力大于 10m/s(5 级)以上时，相对湿度大于 80%的天气，不宜采用带电作业方式。
- 4.3.2 在特殊或紧急条件下，必须在恶劣气候下进行抢修时，应针对现场气候和工作条件，组织有关工程技术人员和全体作业人员充分讨论，制定可靠的安全措施，经相关单位批准后方可进行。

### 4.4 安全管理要求

#### 4.4.1 工作票制度要求

- 4.4.1.1 变电站旁路作业应根据现场实际作业项目及作业方式，填写相应的变电站第一、二种工作票、带电作业工作票。
- 4.4.1.2 工作票的有效时间以批准的作业计划为限，已结束的工作票，应保存至少 1 年。
- 4.4.1.3 工作票签发人应由熟悉人员技术水平、熟悉设备情况、熟悉电力安全工作规程并具有旁路作业工作经验的生产领导人、技术人员或由本单位主管生产的领导担任。工作票签发人名单应书面公布。
- 4.4.1.4 工作票签发人不得同时兼任该项工作的工作负责人（监护人）。
- 4.4.1.5 工作票签发人和工作负责人应组织相关人员到现场查勘，根据查勘结果确定作业方案和所需工具、设备以及应采取的措施，施工单位编制“三措一案”并完成相关管理部门的审批。
- 4.4.1.6 工作负责人在变电站旁路作业工作开始之前应与调度联系。如需要停用自动重合闸装置时，应履行许可手续，工作结束后应及时向调度汇报。严禁约时停用或恢复重合闸。
- 4.4.1.7 在变电站旁路作业过程中如带电设备突然停电，作业人员应视设备仍然带电。工作负责人应尽快与调度联系，调度未与工作负责人取得联系前不得强送电。

#### 4.4.2 工作监护制度要求

4.4.2.1 变电站旁路作业应设工作负责人（监护人），工作负责人（监护人）应向工作班组成员交代工作内容、人员分工、带电部位和现场安全措施，进行危险点告知，并履行确认手续，工作班组成员方可开始工作。工作负责人（监护人）必须始终在工作现场，对作业人员的安全认真监护，及时纠正违反安全规程的动作和潜在安全隐患。对较复杂的旁路作业工作，应根据现场的安全条件、施工范围、工作需要等具体情况，增设专责监护人（不得兼任其他工作）。

4.4.2.2 工作负责人（监护人）不得擅离岗位或兼任其他工作。

4.4.2.3 工作负责人（监护人）监护的范围不得超过一个作业点。

#### 4.4.3 工作间断和终结制度要求

4.4.3.1 变电站旁路作业过程中，若因故需临时间断，在间断期间，工作现场的作业工具和旁路设备应可靠固定，并保持安全隔离及派专人看守。

4.4.3.2 间断工作恢复以前，必须检查一切工具、器材和旁路设备，经查明确定安全可靠后才能重新工作。

4.4.3.3 变电站旁路作业全部结束后，应仔细清理工作现场，工作负责人（包括小组负责人）应严格检查旁路设备上有无工具和材料遗留，经检修、运行相关人员验收合格后，由当值运行人员向调度部门汇报。

#### 4.4.4 其他要求

4.4.4.1 其他要求参照《国家电网有限公司电力建设安全工作规程 第一部分：变电》相关规定执行。

### 5 作业技术要求

#### 5.1 更换 66kV 变压器

5.1.1 主要作业步骤如下：

- a) 按照设计图纸中的土建施工图完成旁路变压器的土建基础；
- b) 将旁路变压器安装在相应的位置并做好可靠接地；
- c) 按照设计图纸，制作旁路变压器 66kV 高压引（进）线；根据现场待更换变压器低压侧电源接入位置，制作旁路变压器 10kV 连接站内主二次开关柜的电缆，电缆长度应根据现场测量尺寸制作；
- d) 敷设旁路变压器至变压器保护测控装置涉及相关回路的二次电缆，并完成电缆对芯、电缆牌核对、回路编号核对等前期工作；
- e) 配合运行人员检查，将待更换的变压器本体及各侧开关和线路间隔转至检修状态，并做好安全措施；
- f) 拆除待更换的变压器高压侧引（进）线，将旁路变压器高压引（进）线接入线路电源侧；解开待更换的变压器低压侧母线桥（电缆），将旁路变压器低压侧电缆接入端口负荷侧；
- g) 原主变停运，接入旁路变压器的二次回路，开展二次回路相关调试项目；
- h) 将旁路设备间隔转入热备用状态，合上高压开关，以工作电压的全电压进行合闸冲击测试，在旁路变压器低压侧核对相序；具备条件后，将旁路变压器由充电运行状态转带负荷运行状态，开展带负荷测试工作；
- i) 带负荷测试工作完成后，旁路变压器正式运行；
- j) 按输变电工程施工标准工艺实施并完成待更换变压器的更换；
- k) 按 GB 50150 完成新变压器的全部交接试验项目，并且相关部门完成质量验收；
- l) 上述工作结束后，将旁路变压器退出运行，恢复新变压器的二次回路的接线方式，并完成相应的调试项目；
- m) 新变压器经过冲击试验后投入运行；
- n) 旁路变压器及相关附属设施及材料离场，结束该旁路作业全部工作。

5.1.2 作业安全技术要求如下：

- a) 敷设电缆时，应对电缆做好防护措施，避免电缆与地面、金属构件直接摩擦；

- b) 旁路变压器安装及拆除过程中应与临近带电设备保证足够的安全距离；
- c) 做好器身顶部作业的防坠落措施，高处作业人员应系安全带、穿防滑鞋，工具等用布带系好。必须通过变压器自带爬梯上下作业；
- d) 变压器就位前，作业人员应将作业现场所有孔洞用铁板或强度满足要求的木板盖严，避免人员摔伤。设备、机械搬运时，应防止挤手压脚；
- e) 应根据变压器设备本体的重量选择吊车、吊具，并计算出吊绳的长度及夹角、起吊时吊臂的角度及吊臂伸展长度，同时还要考虑设备起吊高度；
- f) 在用液压千斤顶把主变压器设备主体顶送至户内通道口的过程中，必须设专人指挥，其他作业人员不得随意指挥液压机操作工；
- g) 拆接线过程及调试过程中应与运行中交直流、保护、控制回路做好完善的隔离措施，避免出现误触误碰运行中的电气元件；接线人员在屏、柜内的动作幅度要尽可能小，避免碰撞正在运行的电气元件，同时应将运行的端子排用绝缘胶带粘住，经用万用表校验所接端子无电后，在运行人员和技术人员的监护下进行接线；
- h) 敷设交直流、保护、控制电缆及拆除电缆作业时，应对电缆做好防护措施，保证施工工艺，避免电缆发生破损或工艺不良等情况，同时注意在电缆穿缆过程中避免对运行中电缆的拖拽与损坏；
- i) 操作试验过程中应确保旁路作业区域内无不相关人员作业，调试过程中接入站内设备后，应做好防护措施及管控，避免回路接地、短路等情况，影响站内运行中设备；
- j) 旁路变压器作业结束离场时，应与带电区域保持安全距离，并对设备退出路径上的电缆沟、地下管道等做好防护措施。

## 5.2 更换 66kV 变电站 10kV 开关柜

### 5.2.1 主要作业步骤如下：

- a) 按照设计图纸中的土建施工图完成移动箱式开闭站的土建基础；
- b) 将移动箱式开闭站摆放在相应的位置，并做好可靠接地；
- c) 制作移动箱式开闭站 10kV 进线侧及馈出侧的电缆，电缆长度应根据现场测量尺寸制作；
- d) 对移动箱式开闭站及 10kV 电缆进行交接试验；
- e) 敷设移动箱式开闭站至主变本体保护、测控装置涉及相关回路的二次电缆，并完成电缆对芯、电缆牌核对、回路编号核对等工作，开展移动箱式开闭站相应的继电保护调试及操作试验工作。
- f) 将待更换 10kV 开关柜对应变压器的高、低压侧隔离开关、断路器、开关转至检修状态，待更换 10kV 开关柜对应的变压器退出运行至检修状态；
- g) 解开待更换 10kV 开关柜对应的变压器低压侧母线桥（电缆），将移动箱式开闭站主进线电缆接在变压器的低压侧，将原 10kV 开关柜馈出侧电缆移至移动箱式开闭站馈出侧，并做好移动箱式开闭站馈出回路的命名。
- h) 对接入移动箱式开闭站的交直流电源及控制电缆，开展相应的二次回路调试工作
- i) 。
- j) 恢复主变送电，在变压器低压侧进行核相；正确后逐条送出各配电线路。
- k) 按输变电工程施工工艺实施并完成 10kV 开关柜的更换；
- l) 按 GB 50150 完成 10kV 开关柜的全部交接试验项目；并且相关部门完成质量验收；
- m) 上述工作结束后，将移动箱式开闭站退出运行，恢复更换后的 10kV 开关柜二次回路的接线方式，并完成相应的交接试验及调试项目；
- n) 更换后的 10kV 开关柜投入运行；
- o) 移动箱式开闭站及相关附属设施及材料离场，结束该旁路作业全部工作；
- p) 10kV 馈出回路若采用带电作业，则参照 GB/T 34577 执行。

### 5.2.2 作业安全技术要求如下：

- a) 移动箱式开闭站置于工作区域后应调整至水平位置；
- b) 敷设电缆时，应对电缆做好防护措施，避免电缆与地面、金属构件直接摩擦；
- c) 移动箱式开闭站拆除过程中应与临近带电设备保证足够的安全距离；



- d) 使用吊车时，吊车必须支撑平稳，必须设专人指挥，其他作业人员不得随意指挥吊车司机，在起重臂的回转半径内，严禁站人或有人经过；
- e) 拆解盘、柜内二次电缆时，作业人员必须确定所拆电缆确实已退出运行，并在监护人员监护下进行作业；
- f)
- g) 拆接线过程及调试过程中应与运行中交直流、保护、控制回路做好完善的隔离措施，避免出现误触误碰运行中的电气元件；接线人员在屏、柜内的动作幅度要尽可能小，避免碰撞正在运行的电气元件，同时应将运行的端子排用绝缘胶带粘住，经用万用表校验所接端子无电后，在运行人员和技术人员的监护下进行接线。
- h) 敷设交直流、保护、控制电缆及拆除电缆作业时，应对电缆做好防护措施，保证施工工艺，避免电缆发生破损或工艺不良等情况，同时注意在电缆穿缆过程中避免对运行中电缆的拖拽与损坏；
- i) 操作试验过程中应确保旁路作业区域内无不相关人员作业，调试过程中接入站内设备后，应做好防护措施及管控，避免回路接地、短路等情况，影响站内运行中设备；
- j) 移动箱式开闭站作业结束离场时，应与带电区域保持安全距离，并对设备退出路径上的电缆沟、地下管道等做好防护措施。

### 5.3 更换 66kV 变电站整站设备

#### 5.3.1 主要作业步骤如下：

- a) 按照设计图纸中的土建施工图完成车载移动式变电站的土建基础加固；
- b) 将车载移动式变电站摆放在相应的位置，并做好相应设备的接地；
- c) 制作车载移动式变电站 66kV 高压引（进）线，根据现场位置，连接车载移动式变电站内变压器低压侧至移动开关站 10kV 主二次开关柜的电缆；
- d) 对车载移动式变电站内高低压设备、变压器、移动开关站及电缆进行交接试验；
- e) 连接车载移动式变电站内、移动开关站内及保护测控装置涉及相关回路的二次电缆。
- f) 待运行人员将待更换变电站全站的设备转至检修状态，并做好保证安全的技术措施；
- g) 拆除待更换变压器高压侧及 10kV 配出线电缆引线，将车载移动式变电站高压引线，接入 66kV 线路电源侧；将 10kV 配出线电缆接入车载移动式变电站内；
- h) 接入车载移动式变电站的二次回路，开展相关的调试项目；
- i) 将车载移动式变电站旁路设备间隔转入热备用状态，合上高压开关，全电压进行合闸冲击测试，在移动开关站 10kV 母线侧核对相序正确；
- j) 车载移动式变电站正式运行；
- k) 原变电站土建拆除，按照设计图纸重新建好后，按输变电工程施工标准工艺实施并完成原变电站整站设备的更换；
- l) 按 GB 50150 完成更换后变电站整站设备的全部交接试验项目；并且相关部门完成质量验收；
- m) 上述工作结束后，将车载移动式变电站退出运行，新变电站全站设备投入运行；
- n) 车载移动式变电站及相关附属设施及材料离场，结束该旁路作业全部工作。
- o) 10kV 馈出回路若采用带电作业，则参照 GB/T 34577 执行。

#### 5.3.2 作业安全技术要求如下：

- a) 车载移动式变电站置于工作区域前，应进行现场的实际勘查，对于承载力不符合要求的地面，要进行相应的补强处理，确保各支撑点有足够的强度和稳定性，调整各支撑点确保车载移动式变电站处于水平位置，车轮处于非受力状态；
- b) 作业人员、机械设备与带电设备的安全距离满足安规要求；作业区域内的机械、设备外壳可靠接地；
- c) 现场技术负责人应向所有参加施工作业人员进行安全技术交底，指明作业过程中的危险点，布置防范措施，接受交底人员必须在交底记录上签字；
- d) 敷设电缆时，应对电缆做好防护措施，避免电缆与地面、金属构件直接摩擦；
- e) 车载移动式变电站安装及拆除过程中应与临近带电设备保证足够的安全距离；

- f) 拆接线过程及调试过程中应与运行中交直流、保护、控制回路做好完善的隔离措施，避免出现误触误碰运行中的电气元件；接线人员应减小在屏、柜内的动作幅度，避免碰撞正在运行的电气元件，同时应将运行的端子排用绝缘胶带粘住，经用万用表校验所接端子无电后，在工作负责人（监护人）的监护下进行接线；
- g) 敷设交直流、保护、控制电缆及拆除电缆作业时，应对电缆做好防护措施，保证施工工艺，避免电缆发生破损或工艺不良等情况，同时注意在电缆穿缆过程中避免对运行中电缆的拖拽与损坏；
- h) 操作试验过程中应确保旁路作业区域内无不相关人员作业，调试过程中接入站内设备后，应做好防护措施及管控，避免回路接地、短路等情况，影响站内运行中设备；
- i) 移动变电站作业结束离场时，应与带电区域保持安全距离，并对设备退出路径上的电缆沟、地下管道等做好防护措施。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 6451 油浸式电力变压器技术参数和要求
  - [2] GB 1094.1 电力变压器 第1部分：总则
  - [3] GB 1094.2 电力变压器 第2部分：液浸式变压器的温升
  - [4] GB 1094.3 电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
  - [5] GB 1094.5 电力变压器 第5部分：承受短路的能力
  - [6] GB 1094.7 电力变压器 第7部分：油浸式电力变压器负载导则
  - [7] GB 156-2017 标准电压
  - [8] GB 2536 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
  - [9] GB 1984 高压交流断路器
  - [10] GB 1985 高压交流隔离开关和接地开关
  - [11] GB/T 3906 3.6 kV~40.5 kV交流金属封闭开关设备和控制设备
  - [12] GB/T 11022 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求
  - [13] DL/T 1811 电力变压器用天然脂选用导则
  - [14] DL/T 486 高压交流隔离开关和接地开关
  - [15] DL/T 593 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
  - [16] DL/T 402 高压交流断路器
  - [17] DL/T 403 高压交流真空断路器
  - [18] DL/T 404 3.6~40.5kV交流金属封闭开关设备和控制设备
-