

团 体 标 准

T/CES  
XXX-XXXX

110kV 输电线路旁路电缆作业导则

Guidelines for the operation of bypass cable conversion 110 kV power  
transmission lines

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布



## 目 次

目 次 .....	I
前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般要求 .....	2
4.1 人员要求 .....	2
4.2 气象条件要求 .....	2
4.3 其他要求 .....	3
5 工作制度 .....	3
5.1 现场勘察制度 .....	3
5.2 作业准备制度 .....	3
5.3 工作票制度 .....	4
5.4 工作许可制度 .....	4
5.5 工作监护制度 .....	4
5.6 工作间断和终结制度 .....	4
6 作业项目及安全事项 .....	4
6.1 旁路电缆与架空输电线路的连接 .....	4
6.2 旁路电缆与电缆输电线路的连接 .....	5
7 旁路设备的使用及保管 .....	5
7.1 旁路设备使用注意事项 .....	5
7.2 提升平台的使用注意事项 .....	6
7.3 旁路电缆收放装置的使用注意事项 .....	6
7.4 旁路设备的运输、贮存及保养 .....	6
附 录 A（资料性附录） 110kV 输电线路的旁路电缆作业应用场景 .....	8
附 录 B（资料性附录） 110kV 输电线路旁路电缆设备主要技术要求 .....	11
附 录 C（资料性附录） 工具设备检查及试验要求 .....	18
附 录 D（规范性附录） 110kV 输电线路旁路电缆设备与架空输电线路连接的操作导则 .....	20
参 考 文 献 .....	23

## 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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电力不停电检修技术与装备工作组归口。

本文件起草单位：广东电网有限责任公司广州供电局、长缆电工科技股份有限公司、北京电力工程有限公司、深圳供电局有限公司、云南电网有限责任公司昆明供电局、浙江大有实业有限公司。

本文件主要起草人：卞佳音、张珏、江少镇、梁孟孟、刘群、李绍斌、周漾、赵全来、贾世伟、胡力广、陈显、王韬、李远、刘蒙、宋海胜。

本文件为首次发布。

# 110kV 输电线路旁路电缆作业导则

## 1 范围

本标准规定了 110kV 电压等级输电线路旁路电缆作业的工作制度、技术要求、作业方式、工具装备、操作要领及安全措施等。

本标准适用于 110kV 电压等级输电线路的旁路电缆作业。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1589	汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
GB 25849	移动式升降工作平台设计计算、安全要求和测试方法
GB 26859	电力安全工作规程（电力线路部分）
GB 50168	电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范
GB 50169	电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
GB 50217	电力工程电缆设计规范
GB/T 191	包装储运图示标志
GB/T 2900.10	电工术语 电缆
GB/T 5226.1-2019	机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分 通用技术条件
GB/T 11017	额定电压 110kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件
GB/T 14315	电力电缆导体用压接型铜、铝接线端子和连接管
GB/T 18890	额定电压 220 kV(U <sub>m</sub> =252 kV)交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件
DL/T 596	电力设备预防性试验规程
DL/T 1040	电网运行准则
DL/T 1253	电力电缆线路运行规程
DL/T 5161.1	电气装置安装工程 质量检验及评定规程 第 1 部分:通则
DL/T 5161.5	电气装置安装工程 质量检验及评定规程 第 5 部分:电缆线路施工质量检验

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 旁路电缆作业 bypass cable operation

通过旁路电缆等设备的临时接入，将输电线路中的负荷转移至旁路系统，实现待检修设备停电检修，以达到仅短时中断向负荷变电站供电目的的作业方式。

注：输电线路在进行旁路电缆作业时应采用停电作业方式。

### 3.2

#### 旁路电缆 bypass power cable

用于旁路电缆作业的铜导体单芯电力电缆。

### 3.3

#### 旁路系统 bypass power cable

用于旁路电缆作业的 110kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套电力电缆。

### 3.4

#### 旁路设备 equipment for bypass cable operation

用于构成旁路系统的各种设备的统称，包括引流线夹、引流线、旁路电缆、旁路电缆终端、电缆避雷器、旁路电缆接头等。

### 3.5

#### 旁路电缆终端 bypass power cable terminal

与引流线配合使用，用于旁路电缆与架空输电线路之间的电气连接。

注：旁路电缆终端宜采用便于现场安装的结构形式。

### 3.6

#### 快速插拔旁路电缆接头 quick plug-pull bypass cable joint

特定结构的电缆接头，用于实现旁路电缆与电缆输电线路或其他旁路电缆之间的电气连接，采用快速插拔连接方式。

### 3.7

#### 提升平台 lifting platform

用于可靠固定旁路电缆终端及旁路电缆，并可实现载人升降及高度调节，以便于架空输电线路与旁路电缆终端连接的平台设备。

## 4 一般要求

### 4.1 人员要求

4.1.1 带电作业、停电作业等工作人员应持证上岗。操作旁路设备的人员应经培训，掌握旁路电缆作业的基本原理和操作方法。

4.1.2 输电线路旁路电缆作业应设工作负责人，若一项作业任务下设多个小组工作，工作负责人应指定每个小组的小组负责人（监护人）。

4.1.3 工作负责人（监护人）应具有 3 年以上的输电线路检修实际工作经验，熟悉设备状况，具有一定组织能力和事故处理能力，经专门培训、考试合格方可上岗。

### 4.2 气象条件要求

4.2.1 旁路作业应在良好的天气下进行。如遇雷、雨、雪、大雾、5 级以上大风时，应立即停止工作。

4.2.2 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，经本单位批准后方可进行。夜间抢修作业应有足够的照明设施。

4.2.3 旁路作业过程中若遇天气突然变化，有可能危及人身或设备安全时，应立即停止工作；在保证人身安全的情况下，尽快恢复设备正常状况，或采取其他措施。

4.2.4 雨雪天气严禁组装旁路作业设备；组装完成的旁路作业设备允许在降雨（雪）条件下运行，但应确保旁路设备连接部位有可靠的防雨（雪）措施。

4.2.5 需要在现场组装旁路电缆终端及旁路电缆接头时，应控制环境条件满足空气相对湿度 $<70\%$ ，环境温度 $>5^{\circ}\text{C}$ ，并避免在潮湿、粉尘飞扬、腐蚀性气体的环境下进行，如有必要，现场应采取措施以隔绝不良环境状态对组装过程的影响；室外组装需搭设棚架。

### 4.3 其他要求

4.3.1 对于比较复杂、难度较大的旁路作业项目，应考虑旁路作业的应用范围，满足相应条件，确认安全可靠，制定施工方案和安全措施，并经本单位批准后方可使用，旁路电缆作业应用场景要求参见附录 A。

4.3.2 工作票签发人和工作负责人应组织有经验的人员前往现场勘察。根据勘察结果做出能否进行旁路作业的判断，并确定作业方式和所需工具以及应采取的措施，旁路作业设备使用前需进行检查，进行试验，确定旁路作业设备满足使用条件，旁路设备主要技术要求参见附录 B，旁路设备检查及试验要求参见附录 C。

4.3.3 工作负责人在工作开始之前应与调度联系，并获得输电线路运维单位的工作许可。需要停用自动重合闸装置时，应履行许可手续。工作结束后，工作负责人应及时向调度汇报。严禁约时停用或恢复自动重合闸装置。

4.3.4 在旁路作业过程中如未对停电设备进行可靠接地，或带电设备突然停电时，作业人员均应视设备仍然带电。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。

4.3.5 作业过程中，工作负责人发现或获知相关设备发生故障，应立即停止工作，撤离人员，并立即与调度部门或运维人员取得联系。调度部门或运维人员发现相关设备故障，应立即通知工作负责人。

## 5 工作制度

### 5.1 现场勘察制度

5.1.1 作业前应组织相关专业部门人员进行现场勘察，根据勘察结果做出能否进行旁路作业的判断，并确定作业方法、所需工具以及应采取的措施。

5.1.2 现场勘察内容应包含作业区段日工作最大负荷电流、现场设备状况、旁路电缆接入位置、旁路电缆路径所处周围环境、道路交通情况等。

5.1.3 现场作业前，应核对线路名称、杆号和设备双重名称，对作业装置和作业条件进行复勘。

### 5.2 作业准备制度

5.2.1 作业实施前，需根据现场勘察情况及旁路电缆作业需求确定相应方案；

5.2.2 旁路设备需确定安置地点，应确保提升平台安置地点平整，不平整处需补充填平，在户外环境下使用时，应加设临时拉线等补强措施；

5.2.3 正式施工前，作业人员需确认所有施工设备的保养与维修情况；

5.2.4 正式施工前，需确定各设备试验方案，确保设备的稳定与安全运行。

### 5.3 工作票制度

5.3.1 应根据作业项目及作业方式，按 GB 25859 的要求填写相应的工作票。

5.3.2 工作票的有效期以批准的检修期为限，批准的检修时间为调度部门或设备运维单位批准的开工至完工时间。

5.3.3 工作票签发人应由熟悉作业人员技术水平、输电线路检修施工、设备情况和本文件，并具有旁路作业工作经验，经本单位批准的人员担任。

5.3.4 工作票签发人不应同时兼任该项工作的工作负责人或工作小组负责人。

### 5.4 工作许可制度

工作许可人应由熟悉输电线路检修施工、熟悉工作范围内的设备情况、熟悉本文件，并经本单位批准的人员担任。

### 5.5 工作监护制度

5.5.1 工作负责人应始终在工作现场，对作业人员的安全认真监护，及时纠正违反安全的动作。对有触电危险、现场情况复杂容易发生事故的工作，应增设专责监护人，并确定其监护的人员和工作范围。

5.5.2 作业监护人的监护范围不应超过一个作业点，复杂现场环境或高杆塔上的作业，必要时增设专责监护人。

5.5.3 工作负责人（或专责监护人）不得擅离岗位或兼任其他工作。

### 5.6 工作间断和终结制度

5.6.1 作业过程中，若因故需临时间断工作，在间断期间，工作现场的作业工具和设备应可靠固定，保持安全隔离并派专人看守。

5.6.2 间断工作恢复以前，必须检查现场所有工具、器材和设备，确认安全可靠后才能重新工作。

5.6.3 每项作业结束后，应仔细清理工作现场，工作负责人应检查设备上有无工具和材料遗留，设备是否恢复工作状态；

5.6.4 全部工作结束后，应及时向值班调控人员或运维人员汇报。停用重合闸的作业和带电断、接引线工作应向值班调控人员履行工作终结手续。

## 6 作业项目及安全事项

### 6.1 旁路电缆与架空输电线路的连接

#### 6.1.1 主要作业步骤

旁路电缆设备与架空输电线路连接的主要作业步骤与要求参见附录 D。

#### 6.1.2 安全注意事项

安全注意事项如下：

- a) 使用提升平台载人提升前应可靠装设防护围栏；
- b) 人员在提升平台上作业时，应符合 GB 25859 的相关要求；
- c) 应将随提升平台提升的旁路电缆及旁路电缆终端、避雷器等旁路设备固定牢固，防止设备掉落；
- d) 地面敷设旁路设备时，应避免旁路电缆与地面直接摩擦；
- e) 路口应采用电缆防护盖板或其他防碾压措施，防止机车碾压；



- f) 安装旁路电缆终端及旁路电缆接头时，应严格执行该终端或接头的安装工艺；
- g) 旁路电缆弯曲部分，其弯曲的曲率半径不应小于 DL/T 2555 规定的数值。
- h) 提升平台、人员可能接触的金属设备、特种作业车辆等的外壳裸露部位均应可靠接地，接地线的截面应符合接地短路电流的保护要求，接地电阻应不大于  $30\Omega$ ；
- i) 提升平台的工作接地、过电压保护装置、避雷器和外壳接地保护宜进行等电位连接；
- j) 移动终端升高时，工作负责人及专责监护人应注意提醒，避免人员靠近。
- k) 敷设并连接好旁路设备后，应对整个旁路系统进行通断测试及绝缘性能测试。

## 6.2 旁路电缆与电缆输电线路的连接

### 6.2.1 主要作业步骤

主要作业步骤如下：

- a) 对旁路设备、作业设备及工具进行使用前检查；
- b) 在电缆线路的合适位置验电、接地；
- c) 在连接点处斩断电缆线路；
- d) 对连接点处的电缆按照旁路电缆接头的安装工艺要求进行处理；
- e) 在检修区域展放、敷设旁路电缆，并通过旁路电缆接头与经过处理的电缆连接；
- f) 对旁路电缆接头两端电缆金属护套选用正确的接地处理方式并执行；
- g) 拆除安装的接地线；
- h) 按检修试验要求开展性能测试，并进行核相和测试线路参数。

### 6.2.2 安全注意事项

安全注意事项如下：

- a) 地面敷设旁路设备时，应避免旁路电缆与地面直接摩擦；
- b) 路口应采用电缆防护盖板或其他防碾压措施，防止机车碾压；
- c) 安装旁路电缆终端及旁路电缆接头时，应严格执行该终端或接头的安装工艺；
- d) 旁路电缆弯曲部分，其弯曲的曲率半径不应小于 DL/T 2555 规定的数值。
- e) 人员可能接触的金属设备、特种作业车辆等的外壳裸露部位均应可靠接地，接地线的截面应符合接地短路电流的保护要求，接地电阻应不大于  $30\Omega$ ；
- f) 提升平台的工作接地、过电压保护装置、避雷器和外壳接地保护宜进行等电位连接；
- g) 移动终端升高时，工作负责人及专责监护人应注意提醒，避免人员靠近。
- i) 敷设并连接好旁路设备后，应对整个旁路系统进行通断测试及绝缘性能测试。

## 7 旁路设备的使用及保管

### 7.1 旁路设备使用注意事项

#### 7.1.1 旁路电缆、旁路电缆接头、旁路电缆终端及避雷器

##### 7.1.1.1 使用前应进行外观检查

- a) 旁路电缆应无破损、明显变形等缺陷；若表面存在缺陷，不应继续使用；
- b) 旁路电缆接头绝缘部分表面应清洁、干燥，无杂质颗粒、无划痕等绝缘缺陷；如果绝缘表面存在明显划痕等缺陷，不应继续使用；更换旁路电缆接头或对绝缘表面处理后应进行整体工频耐压试验，合格后方可继续使用；

c) 避雷器与电缆终端外壳无破损、无变形等缺陷；电缆终端与旁路电缆接头连接处绝缘表面应清洁、干燥，无杂质颗粒物、无划痕等绝缘缺陷。

7.1.1.2 旁路电缆、旁路电缆接头、电缆终端组装好后，应进行电缆主绝缘电阻测量及金属外护层电阻测量，其主绝缘电阻应不小于 1000 MΩ，金属外护层电阻不小于 0.5 MΩ/km。若主绝缘电阻值与金属外护层电阻值不满足要求，应通过分段测量找出缺陷部位，并停止使用。绝缘电阻测量试验后应先进行放电。

7.1.1.3 旁路电缆在敷设过程中应避免在地面摩擦以及与表面不光滑物体接触，以防止电缆损伤。

7.1.1.4 电缆终端与避雷器安装时，应避免与硬物撞击或磕碰。

7.1.1.5 旁路设备投入运行前，应在旁路电缆两头的电缆终端处进行电气核相，核相正确后，方可投入运行。

7.1.1.6 旁路设备投入运行后，应对负荷电流进行监测，确保旁路系统运行正常。

7.1.1.7 旁路电缆敷设时，转弯位置需安排专人看守。

## 7.2 提升平台的使用注意事项

7.2.1 使用前应进行外观检查：设备部件应齐全；设备构件应无明显变形等缺陷；各关键部位连接良好。

7.2.2 电缆终端提升平台投入运行前，应先进行试运行，确定其升降功能完好，能够将电缆终端及旁路电缆提升至指定位置。

7.2.3 电缆终端提升平台投入运行前，应确保电缆终端与避雷器稳定固定，不会晃动。

7.2.4 电缆终端提升平台投入运行后，应对其倾斜度及震动进行监测，确保电缆终端及避雷器稳定支撑运行。

## 7.3 旁路电缆收放装置的使用注意事项

7.3.1 使用前应进行外观检查：设备外壳无明显变形等缺陷；电缆盘、底盘支架、驱动装置等关键部件应齐全。

7.3.2 使用前应确保底盘支架无松动，固定支撑良好，电缆盘底部与地面无接触。

7.3.3 使用前应确保电机驱动装置能正常运行，制动功能完好。

7.3.4 运行时，应在电缆盘底部放软垫，确保装置制动停止时，避免电缆与地面直接接触，以防止电缆损伤。

## 7.4 旁路设备的运输、贮存及保养

### 7.4.1 旁路电缆、旁路电缆接头、电缆终端、避雷器

7.4.1.1 旁路电缆回收时，应确保旁路电缆不重叠或交叉，回收顺畅，外观无损伤、变形。

7.4.1.2 旁路电缆接头拆卸完成后，应确保旁路电缆接头无损伤，表面洁净、干燥、无划痕，做好防腐和防潮处理。

7.4.1.3 旁路电缆回收完成时，应避免旁路电缆接头磕碰或划伤，采用专用包装袋罩住，用专用支架固定在电缆盘上。

7.4.1.4 运输时，旁路电缆接头应存放于通风良好、清洁干燥的环境，使用专用的工具箱或工具车。

7.4.1.5 运输时，电缆终端与避雷器应使用专用支架固定好，避免磕碰损伤。

### 7.4.2 旁路电缆收放装置与电缆终端提升平台

- 7.4.2.1 旁路电缆收放装置完成电缆回收后，应将所有活动部件处于稳固状态，关闭驱动电机，断开电源。
- 7.4.2.2 电缆终端提升平台完成电缆终端与避雷器的回收后，应及时将各伸缩部位固定好，避免运输过程设备损伤。
- 7.4.2.3 旁路电缆收放装置与电缆终端提升平台需集成于专用车厢内，并配备专用工具车，便于装置的运输和贮存。
- 7.4.2.4 旁路电缆收放装置与电缆终端提升平台在专用车厢内应进行牢固的固定和绑扎。
- 7.4.2.5 专用车厢应具备防盗、防潮、通风功能，专用工具车应进行定期维护和保养，车辆存放环境应满足所有车载设备的贮存要求。

## 附录 A

### (资料性附录)

#### 110kV 输电线路的旁路电缆作业应用场景

##### A.1 110kV 输电线路旁路电缆作业应用需求

110kV 输电线路旁路电缆作业主要有以下应用需求：

a) 110kV 输电线路改造施工中的应用需求：输电线路改造施工常面临对同塔多回输电线路，在杆塔改造、导地线架设时，由于作业距离不足，需要同塔线路全停电，这将导致多个变电站全失，停电申请难以获批。此时可应用 110kV 输电线路旁路电缆作业，利用旁路系统接通替代改造施工段线路接入，使改造施工可以停电开展，同时输电线路带电运行；或利用旁路系统与其它邻近输电线路 T 型连接，避免双回同跳风险。

b) 110kV 输电线路应急抢修中的应用需求：输电线路传统抢修方式耗时较长，因不同现场环境及自然灾害的突发特性，故障处理的作业面不确定因素高，面临地陷、台风或冰灾倒塔、隧道火灾等极端灾害情况下，抢修时间较长。此时可应用 110kV 输电线路旁路电缆作业，利用旁路系统接通故障段两侧线路，使输电线路在抢修完成前提前送电，为应急物资储备周转和抢修抢险赢得时间。

c) 110kV 输电线路薄弱段局部增容改造的应用需求：部分投运时间较长的输电线路，因设计不合理、抢修施工等原因，导致全线老化程度不同，在面临较高负荷，或经过预测，未来有负荷升高需求时，可应用 110kV 输电线路旁路电缆作业，利用旁路系统与薄弱段并联分流，实现整条输电线路增容，避免因局部老化程度高导致增容后发生故障停运。

d) 与 110kV 移动式变电站组合的应用需求：移动式变电站往往需要临时新建出线，或与输电线路进行连接，此时可应用 110kV 输电线路旁路电缆作业，利用旁路系统实现与其它输电线路 T 型连接，或作为临时站到站输电线路，实现组合应用。

##### A.2 在架空输电线路中的应用场景

110kV 输电线路旁路电缆作业在架空输电线路中的应用场景即实现与架空输电线路连接（如图 A.1 所示）。当两组旁路电缆终端分别连接不同的 110kV 输电线路时，可实现输电线路之间的跳通；当两组旁路电缆终端连接同一 110kV 输电线路时，可从输电线路中隔离出检修或改造待施工区段。

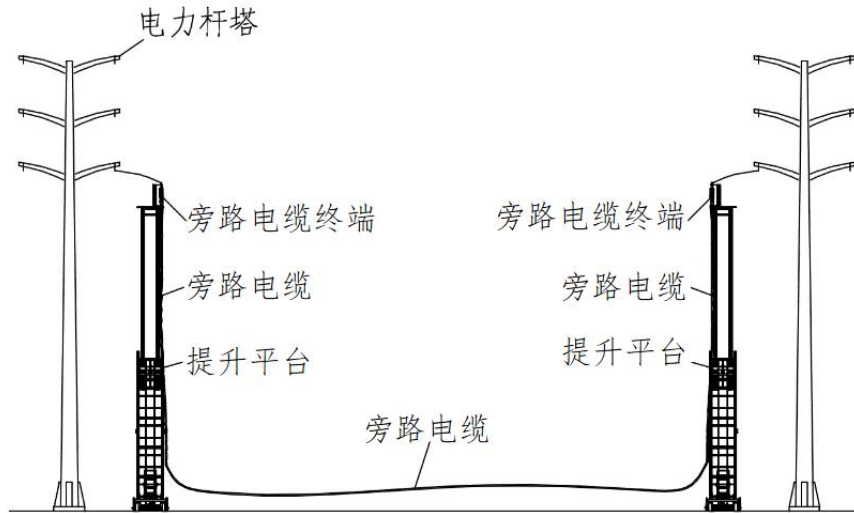


图 A.1 110kV 输电线路旁路电缆作业实现架空输电线路旁路示意图

### A.3 在电缆输电线路中的应用场景

110kV 输电线路旁路电缆作业在电缆输电线路中的应用场景即实现替代原有电缆输电线路。当通过旁路电缆终端与 110kV 电缆终端塔直接连接时，即可替代整条电缆输电线路（如图 A.2 所示）；当通过旁路电缆接头与电缆输电线路连接时，即可代替电缆输电线路的部分区段。

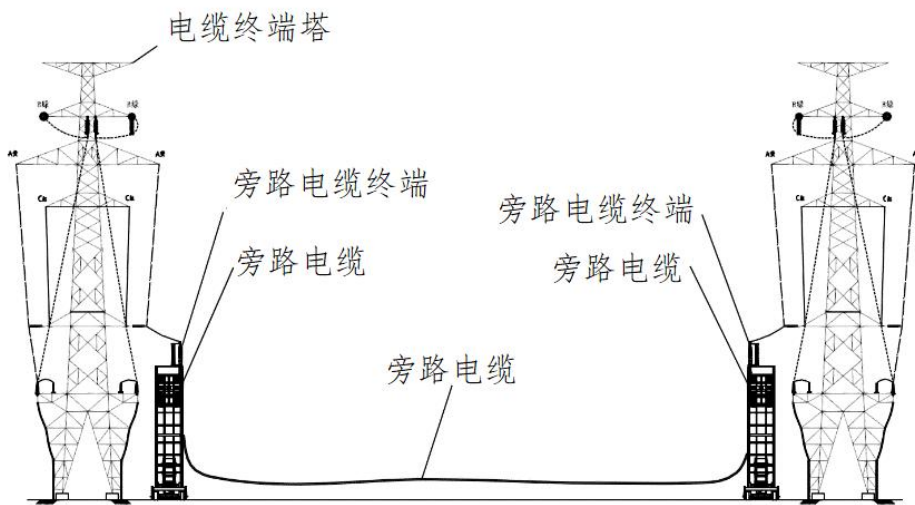


图 A.2 110kV 输电线路旁路电缆终端与 110kV 电缆终端塔直接连接示意图

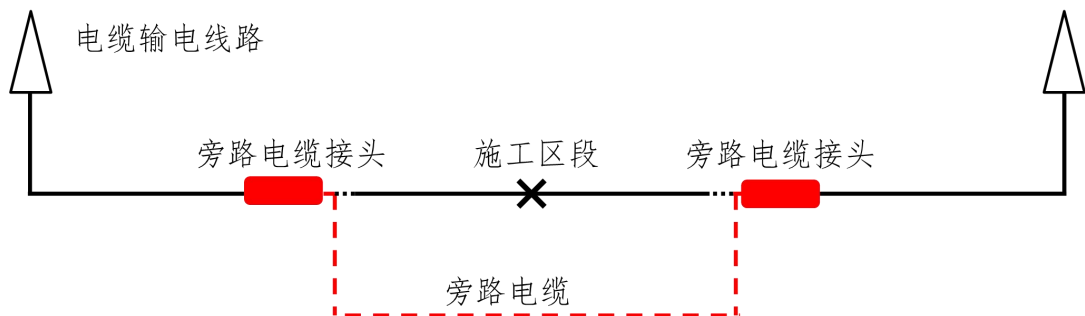


图 A.2 110kV 输电线路旁路电缆接头与 110kV 电缆输电线路连接示意图

T/CES XXX—XXXX

## 附录 B

(资料性附录)

## 110kV 输电线路旁路电缆设备主要技术要求

## B.1 旁路电缆

## B.1.1 结构要求

旁路电缆结构要求如下：

- a) 旁路电缆应为单芯电缆。
- b) 旁路电缆应包括导体、导体屏蔽层、主绝缘层、绝缘屏蔽层、阻水缓冲层、金属屏蔽、外护套。
- c) 旁路电缆导体一般由多股铜线紧压绞合而成，为圆形导体，其截面积宜不小于  $500\text{mm}^2$ 。
- d) 旁路电缆导体屏蔽层一般为挤包内屏蔽，其厚度宜不小于  $1.5\text{mm}$ 。
- e) 旁路电缆主绝缘层一般由交联聚乙烯材料制成，其厚度宜不小于  $16\text{mm}$ 。
- f) 旁路电缆绝缘屏蔽层一般由半导体材料制成，其厚度宜不小于  $1.0\text{mm}$ 。
- g) 旁路电缆缓冲层一般由阻水带绕包而成，其厚度宜不小于  $2.0\text{mm}$ 。
- h) 旁路电缆金属屏蔽层一般为皱纹路护层套，为金属铝材质，其厚度宜不小于  $2.0\text{mm}$ 。
- i) 旁路电缆外护套一般为聚乙烯材质或聚氯乙烯材质，厚度宜不小于  $5\text{mm}$ 。

## B.1.2 电气性能

旁路电缆电气性能应满足表 B.1 和表 B.2 的要求。

表 B.1 旁路电缆工频耐压等电气性能要求

电压等级	工频耐压	雷电冲击	局部放电 ( $1.7U_0$ )	绝缘电阻
110kV	160kV/30min	$\pm 550\text{kV}/10$ 次	$\leq 5\text{PC}$	$>1000\text{M}\Omega$

表 B.2 旁路电缆通流能力等电气性能要求

导体截面积	通流能力	1 秒允许最大短路电流	正常运行最高温度	短路允许最高温度
$500\text{mm}^2$	1170A	72400A	不超过 $105^\circ\text{C}$	不超过 $250^\circ\text{C}$

## B.1.3 机械性能

机械性能应满足：

- a) 旁路电缆可弯曲半径不得大于 25 倍的电缆外径
- b) 旁路电缆可多次敷设、回收使用，在弯曲半径为 25 倍电缆外径重复进行 1000 次以上的弯曲试验，其电气性能和机械性能仍保持完好。

## B.2 旁路电缆接头

## B.2.1 一般要求

旁路电缆接头一般要求包括：

- a) 旁路电缆接头应与旁路电缆及电缆终端等装置配套。
- b) 旁路电缆接头为可插拔式快速电缆直通接头,对接后有牢固可靠的闭锁装置;接触闭锁装置后,可方便的由对接状态变为分离状态。
- c) 旁路电缆接头的金属外壳与旁路电缆金属外护层可靠连接。
- d) 旁路电缆接头可实现 800mm<sup>2</sup> 及以下电缆对接 (同径或异径)、800mm<sup>2</sup> 及 以下和 1000mm<sup>2</sup> 及以上的电 缆对接 (异径)。
- e) 旁路电缆接头为组合预制式, 内部应力锥为预制式。

## B.2.2 技术参数

旁路电缆接头主要技术参数如表 B.3, 满足相应的电气性能及机械性能。

表 B.3 旁路电缆接头主要技术参数

序号	名称	参数保证值
1	产品重量 (kg)	~120
2	额定电压 (kV)	64/110
3	雷电冲击耐受电压峰值 (导体温度 95℃ ~100℃ ,正负极性各 10 次) (kV)	550
4	正常运行时导体温度(℃)	90
5	短路时导体温度(℃)	250
6	额定电流 (A)	不小于连接电缆
7	短路电流 (kA/s)	不小于连接电缆
8	适应的环境温度范围(℃)	-40~+40
9	两端对地雷电冲击峰值(正负极性各 10 次)(kV)	37.5
10	两端对地直流耐压(1 min) (kV)	25
11	局部放电试验 (1.5U <sub>0</sub> 即 96kV)	≤5pC
12	工频耐压试验	160kV/30min

## B.3 电缆终端

### B.3.1 一般要求

电缆终端一般要求包括：

- a) 电缆终端为整体预制式电缆终端。
- b) 电缆终端采用刚性固定结构, 包括接线端子、压盖、紧圈、盖板、电缆固定筒等固件。
- c) 接线端子与电缆导体采用压接连接, 并与紧圈之间采用螺纹或螺钉连接, 实现整体预制式终端可自由旋转的功能。
- d) 电缆终端尾管应留有接地端口, 并能实现可靠接地。

### B.3.2 电气性能

电缆终端电气性能应满足表 B.4 要求。



表 B.4 电缆终端电气性能参数要求

额定电压 (kV)	户外终端工频 耐压试验	局部放电试验 (1.5U <sub>0</sub> )	户外终端无线电干扰试 验 (81kV, 1MHz)	冲击电压试验 (± 550kV/10 次)
64/110	185kV/1min	≤ 5pC	≤ 301uV	±550kV/10 次

### B.3.3 机械性能

机械性能应满足：

- a) 电缆终端应能够在 4 级强风条件下，本体不发生弯曲。
- b) 电缆终端固定筒需承受抬升高度的电缆本体重量以及电缆终端和避雷器重量，荷载不小于 1470N。

## B.4 避雷器

### B.4.1 一般要求

避雷器一般要求包括：

- a) 电避雷器与电缆接头通过进行刚性连接，连接应方便可靠。
- b) 避雷器应带有雷击计数显示装置。

### B.4.2 电气性能

电缆终端电气性能应满足表 B.4 要求。

表 B.4 避雷器电气性能参数要求

雷电耐受电 压 (kV)	工频参考电 压 (kV)	直流 1mA 参考电 压 (kV)	0.75 倍 U <sub>1mA</sub> 电 压下的泄漏电流 (uA)	统一爬电比距 (mm/kV)
≤575	≥108	≥157	≤ 50	大于等于 53.7

### B.4.3 机械性能

避雷器顶端承受的最大允许集中作用力应不小于 1460N。

## B.4 电缆终端提升平台

### B.4.1 基本结构及功能

#### B.4.1.1 底盘行走驱动功能

B.4.1.1.1 底盘行走驱动系统由底架和行走驱动系统组成；底架主要由主直梁、横梁、底层桅柱支架、底层托架、支腿滑槽、梁上保护架、驱动桥安装座、减速机安装座等组成；行走驱动系统由底架、汽车用驱动桥、液压转向桥、支腿、动力装置等组成。

B. 4. 1. 1. 2 行走驱动采用直流变频电机-减速机-传动轴-汽车驱动桥-实心橡胶轮来实现。

B. 4. 1. 1. 3 驱动电机后端装有失电制动器，在不超过允许坡度（10%）的普通地面上可实现行车制动和驻车制动，系统确保整机行驶安全和驻车安全。

#### B. 4. 1. 2 平台升降功能

B. 4. 1. 2. 1 升降机构采用四个桅柱组、7个桅柱节组成；桅柱固定在底架上，桅柱内装有起升液压油缸以及链轮传动装置。

B. 4. 1. 2. 2 四组桅柱组的前后方向使用型材连接架将桅柱组紧固成一体，构成一个强度大，刚性好的刚性体，成为安装主平台稳固的基础。

B. 4. 1. 2. 3 油缸起升用的压力油由液压泵站供给并控制。

B. 4. 1. 2. 4 四个桅柱组在前后左右均呈对称布置，确保有足够的提升能力和抗偏摆能力。

B. 4. 1. 2. 4 相邻两节桅柱上安装的链轮、链条左右错开；各节桅柱上的链条数及规格，满足平台的承重要求。

#### B. 4. 1. 3 电动电缆锁定功能

B. 4. 1. 3. 1 电动电缆锁定装置由支座、电动推杆、固定半座、活动半座组成，满足对外径在 $\varnothing 75\sim 90\text{mm}$ 之间电缆的电动锁定。

B. 4. 1. 3. 2 电动推杆和活动半座之间采用可打开的铰链连接方式，通过控制电动推杆收回的行程大小控制夹紧力。

B. 4. 1. 3. 3 固定半座和活动半座内圈与电缆直接接触部位采用尼龙或者橡胶材料，保证电缆在抬升过程中无损伤电缆及电缆固定时电缆无滑移。

#### B. 4. 1. 4 液压控制功能

B. 4. 1. 4. 1 桅柱升降液压系统为组合式液压站，液压站内包括：电机、齿轮泵、溢流阀、节流阀、单向阀、二位二通电磁换向阀、应急手动阀等；以满足控制桅柱的升降，调节最大工作压力，下降速度。

B. 4. 1. 4. 2 支腿支撑调平液压系统为组合式液压泵站，由一个组合式比列换向阀控制四个支腿油缸工作，组合换向阀由四个三位四通电磁换向阀和一个电控比例阀组合而成，可实现四个液压支腿同时快速伸出，又可以进行单个慢速微量调节，以确保整机完全调平。

B. 4. 1. 4. 3 转向桥液压转向系统为组合式液压泵站，用于控制置放装置行走机构的转向，泵站电机可正反转，双向输出，实现油缸的伸、缩动作，实现整机的左右转向。

#### B. 4. 1. 5 电气控制功能

B. 4. 1. 5. 1 电气系统采用 CAN 总线控制技术，将各种操作控制信号、状态控制设定、关联控制、整机工作状态显示、故障代码显示等功能进行集成。

B. 4. 1. 5. 2 CAN 总线控制技术主要分为：驱动行走转向模块、调平模块、升降模块、安全模块。

#### B. 4. 2 提升平台集成厢

#### B.4.2.1 集成箱体

- a) 集成厢应对置放装置进行固定，便于提升平台的运输及储存保护。
- b) 集成厢采用非标集装箱的形式，其内部空间应满足提升平台的存储。
- c) 集成厢的前后箱门均采用上对开门+下掀门的组合方式，前后方向均可实现提升平台的进出。
- d) 上对开门采用专用的汽车后门铰链，开启角度最大为  $180^{\circ}$ ，不影响置放装置进出集装箱时的左右空间，并且可使用拉绳卡扣固定，防止大风或外物无故将门关闭。
- e) 下掀门底部通过铰链与箱体前后门槛连接，同时在下掀门顶部内测通过铰链固定有两块斜板，将下掀门打开，并将两块斜板下放，可用于置放装置进出箱体。
- f) 置放装置厢内布置有系流环，置放装置进入厢体内可使用捆绑带将置放装置与箱体之间进行固定。

#### B.4.2.2 辅助功能

- a) 集成厢应具备通风功能，便于设备通风散热要求。
- b) 集成厢应配置电源，满足设备及辅助设备用电需求。
- c) 集成厢内应配备检修功能，对提升平台装置进行定期检修维护。

#### B.4.3 主要技术参数

提升平台主要技术参数要求如表 B.5 所示。

表 B.5 提升平台主要技术参数要求

序号	项目	参数	备注
1	抬升高度	15m（通过位移传感器监测抬升高度）	安装刚性终端后为 16.6m
2	初始高度	2880mm	
3	额定载重	1250kg	
4	电源	蓄电池/DC48V 4.5kW	
5	整机缩合尺寸	3480×1980×2880mm	
6	支腿最大支撑尺寸	3480×3100mm	
7	自重	约 5200kg	
8	电气系统防护等级	IP54	
9	使用场景风速	≤6 级（12.5m/s）	
10	最大偏摆量	375mm	

### B.5 旁路电缆收放装置

#### B.5.1 基本结构及功能

##### B.5.1.1 基本结构

旁路电缆收放装置由驱动装置、电缆盘、三段电缆和控制系统组成，驱动装置主要由支架、中心轴和减速电机等组成；三段电缆盘绕在电缆盘上，长度根据项目计划任务进行选择装载；控制系统由电控箱和无线遥控手柄组成，用于对电缆收放装置收放电缆的速度进行控制。

#### B.5.1.2 电缆盘驱动功能

B.5.1.2.1 驱动装置采用支架式，驱动电缆盘采用直连形式，通过电机驱动减速机，驱动中心轴与减速机相连，电缆盘通过中心轴与驱动装置驱动轴相连，同时拨销与电缆盘支架拨销孔配套。

B.5.1.2.2 控制系统由电控箱和无线遥控手柄两部分组成，设备运转可在电控箱面板上操作，也可通过无线遥控手柄操作，手柄上安装有急停、正反转、启停、调速等开关。

B.5.1.2.3 控制系统设有过流、过压等保护功能，以确保人员和设备的安全。

B.5.1.2.4 设备的主控制电控箱安装在驱动装置支架正面的右侧。

### B.5.2 旁路电缆收放装置集成厢

#### B.5.2.1 电缆盘室

B.5.2.1.1 第1厢体为电缆盘室，可对电缆收放装置和电缆进行集成，厢体采用两侧对开门，电缆可以从集成厢侧面进行收放。

B.5.2.1.2 电缆盘室正背面均为对开门加活动门板的结构，活动门板均分为3块，每块门板用螺栓固定在集成厢边框上，活动门板间的缝隙用密封胶填充，内部加装密封条，使箱体得到更好的防护。

B.5.2.1.3 与活动门板连接一侧门柱为活动门柱，安装电缆收放装置时取下门柱，安装好后装上门柱。

B.5.2.1.4 电缆盘室内安装有安全报警灯和照明交流灯，电缆收放装置启动时报警灯亮起提醒作业人员电缆盘已启动，防止作业人员被卷入，造成生命危险。

B.5.2.1.5 电缆盘室集成平台的底座上预留有安装电缆收放装置的固定螺孔，便于安装。

#### B.5.2.2 发电机室

B.5.2.2.1 发电机室位于第2箱体的前端，其内部的发电机组进行降噪处理，降噪消音材料采用长时间使用对人体无害的复合材料。

B.5.2.2.2 机组底部安装橡胶垫，减小机组的震动。

B.5.2.2.3 发电机室侧面设有铰链门，便于人员进入厢体内对机组及相关设备进行检修、维护。

B.5.2.2.4 发电机组的控制柜安装于铰链门的右侧，用于控制发电机组的运行。

B.5.2.2.5 配电柜及控制柜的屏门使用上掀门形式，并用气撑杆支撑。

#### B.5.2.3 工具室

B.5.2.3.1 发电机室与工具室之间使用双层隔断，隔断中间预留间隙，间隙部位发泡处理，减少工具室的噪音。

B.5.2.3.2 机组采用对开门的形式扩大后部的进出空间；使用汽车后门铰链，不影响作业的左右空间，并且使用卡扣固定，防止大风或外物无故将门关闭，提高后部作业的安全性。

B.5.2.3.3 踏步梯放置在后门上，并固定好，同时踏步梯制作有活动的扶手。

B.5.2.3.4 工具室中间留有通道，方便工作人员及接头主体等物资的进出方便。

### B.5.3 主要技术参数

旁路电缆收放装置主要技术参数要求如表 B.6 所示。

表 B.6 旁路电缆收放装置主要技术参数要求

序号	项目	参数	备注
1	承重载荷 (T)	6	
2	初始高度	2880mm	
3	电缆收放线速度 (m/min)	0~15 可调	
4	电缆长度 (m)	60±2/ 30±2/ 90±2	
5	电缆直径(mm)	Ø83±1	
6	电缆盘外径(mm)	Ø2150	
7	电缆盘宽度 (mm)	4140	
8	驱动功率(kW)	7.5	
9	电源(VAC)	380	
10	外形尺寸(mm) (长x 宽x 高)	5270×2150×2294	

## 附录 C

### (资料性附录)

#### 工具设备检查及试验要求

##### C.1 试验条件

- a) 试验时的环境温度应在-10℃~+55℃之间；
- b) 试验电源应满足 110kV 架空线路与高压电缆转电设备的最大功率要求；
- c) 载荷试验场地应具备 110kV 架空线路与高压电缆转电设备的安装条件和满足试验项目要求；
- d) 试验样机应装上设计规定的零部件；
- e) 试验使用的仪器、量具和检测设备均应检定合格且在检定周期内，性能和精度应满足试验要求。

##### C.2 技术文件检查

- a) 机架等主要结构件的材料规格、化学成份、力学性能应符合设计文件及相关标准规定；
- b) 制造的零部件、外协外购件的各项检测、试验记录及报告、合格证明等技术资料应齐全并符合相关标准及规定要求。

##### C.3 试验方法

###### C.3.1 设备结构试验

###### a) 电缆对接结构试验

电缆两端均已处理好，一端采用插拔式电缆快速处理接头，应可实现与不同截面电缆的对接，另一端采用全预制终端结构，应可实现与架空线路的连接，整体应满足重复使用的要求；

###### b) 设备整体结构试验

整体应采用厢式集成装置结构，高度集成，结构合理；厢式集成装置和吊装点的强度应满足吊装要求；厢式集成装置内设备在转运过程中应安装固定牢固。

###### C.3.2 电气性能试验

###### a) 局部放电试验

试验工频电压应逐渐升至 112kV 并保持 10S，然后慢慢降至 96kV 下应无超过申明灵敏度 5pC 或更优的可检测到的放电（测试依据 GB/T 11017-2014）；

###### b) 电压试验

工频电压逐渐升至 160kV，保持 30min 应不发生击穿或闪络（测试依据 GB/T 11017-2014）。

###### C.3.3 设备功能试验

###### a) 承载能力试验

置放装置载重 1250kg 进行起升，起升过程应平稳，无异响；

###### b) 起升高度试验

设备平台的最大抬升高度 $\geq 15\text{m}$ ；

###### c) 运行试验

电缆展放与回收过程中，设备应运转正常，制动可靠；电缆展放后电缆外护套表面应无刮擦及其他外力损伤；

## d) 安全性试验

平台高度下沉 100mm 时，系统应自动补偿升高至原设定位置；置放装置可保持最大抬升高度稳定运行时间不小于一周；置放装置可保持最大抬升高度稳定运行时间不小于一周。

## C.3.4 噪声试验

110kV 架空转电与旁路转电设备整体噪声采用噪声声级计按 GB/T 3768 的方法进行检测。

## C.4 检验规则

## C.4.1 检验类型

110kV 架空转电与旁路转电设备的检验分为出厂检验、定型检验和定期检验。

## C.4.2 出厂检验

- a) 110kV 架空转电与旁路转电设备出厂检验合格后方可出厂，应附有产品合格证及相关证明文件；
- b) 出厂检验可包括用户特殊要求或供需协议达成的检验项目；
- c) 出厂检验时，每批次全部产品均应进行外观质量、标识、尺寸、设备结构、噪声试验、电气性能试验设备功能试验等项目。

## C.4.3 定型检验

在下列情况之一时应进行产品的定型检验：

- a) 新产品定型检验；
- b) 结构设计及原材料有重大改变可能影响产品性能时；
- c) 停产一年后再生产时；
- d) 正常生产每三年一次，定型试验的抽样数为每批量全部检查。

## C.4.4 定期检验

在役 110kV 架空转电与旁路转电设备应全部进行定期检验，检验周期为不应超过 1 年。

表 C.1 110kV 架空转电与旁路转电设备检验项目

序号	检验项目		检验类型			试验方法及要求
			出厂检验	定型检验	定期检验	
1	外观检测	整机外观涂装质量	√	√	—	附录 D.1
		标识				附录 D.1、D.3.5
		零部件质量				附录 D.3.2
		装配质量				附录 D.3.6
2	基本参数	额定电压	√	—	—	C.3.2
		外形尺寸	√	√		量具测量
		最大抬升高度	√	√		C.3.3
3		设备结构试验	√	√	√	C.3.1
4		电气性能试验	√	√	√	C.3.2
5		设备功能试验	√	√	√	C.3.3
6		噪声试验	√	√	—	附录 D.3.3
注：“√”表示适用，“—”表示不适用。						

附录 D

(规范性附录)

110kV 输电线路旁路电缆设备与架空输电线路连接的操作导则

D.1 110kV 输电线路旁路电缆设备与架空输电线路连接工作流程

工作流程见图 D.1。

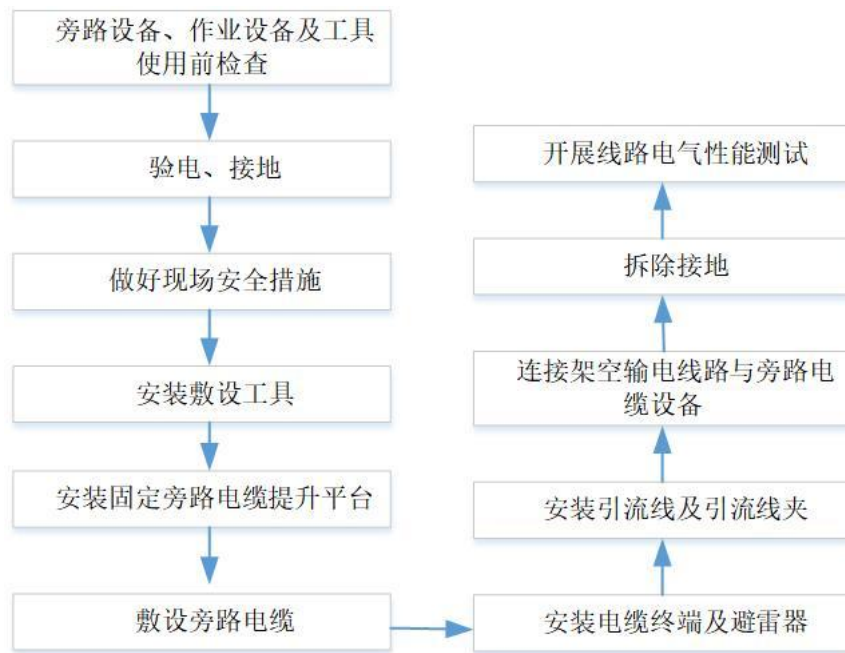


图 D.1 110kV 输电线路旁路电缆设备与架空输电线路连接工作流程图

D.2 作业程序

D.2.1 设备及工器具检查

D.2.1.1 旁路电缆收放装置检查

- a) 驱动装置与电缆盘间无异物。
- b) 开机前进一步确认箱内无人员。
- c) 电缆厢内的电源供电正常。
- d) 电缆收放装置可正常运行。

D.2.1.2 敷设设备检查

- a) 需要供电的位置和设备，电源线、辅助机具、材料、物资等准备情况。



b) 核相、绝缘测试、接地装置的接地电阻测试、接地（等电位）连接导通性测试、剩余电流动作保护器测试、电气设备空载试运行与负荷试运行试验等电气试验，确保设备的稳定运行。

c) 将敷设设备布置在规划位置点，完成敷设设备安装，包括电源接入、控制箱的连接等。

d) 按照出缆的线路，相应位置滑车放置情况，3米一个。

#### D.2.1.3 发动机组安全检查

a) 确认设备各舱门无异动情况，发电机组百叶窗为紧闭状态；打开各舱门检查内部设备实施是否有异常，发电机组舱内无漏油、渗油，无异味；发电机组风扇处无异物。

b) 开机前确认燃油、冷却液、机油处于正常液位。

c) 开机前务必确认发电机组舱内无人员，设备前后左右安全区域内均无人员逗留。

#### D.2.1.4 电缆提升平台检查

a) 设备驱动系统正常，能够正常操控设备升降。

b) 关键连接部件情况，正常运转。

c) 液压控制系统正常运转无误，能够稳定提供装置动力。

#### D.2.2 验电接地

a) 旁路设备停电连接前，先用 110kV 验电器测试线路状态，处于停电状态方可进行连接。

b) 各旁路设备，金属外壳须处于接地状态。

c) 原架空输电线路三相连接处需接地。

#### D.2.3 现场安全措施工作

a) 布置防护栏、警示标牌、警示灯等警示提醒标识，防止盗窃、避免无关人员靠近设备导致伤亡或设备误操作，造成相关损失或后果；

b) 在电缆有跨越路面、影响车辆或行人通过的地方，须安放防压板，保护电缆不被过往车辆压坏，保障应急抢修作业安全。

#### D.2.4 安装敷设工具

a) 预先安装电缆头牵引绳，指定位置布置角磨机，转弯出布置转弯滑轮。

b) 在电缆提升平台上预先安装电缆支架。

#### D.2.5 安装旁路电缆提升平台

a) 使用吊带开始电缆和刚性终端的吊装；

b) 将刚性终端吊装至平台上；

c) 施工人员将刚性终端固定在平台上，并将电缆装入电缆固定装置与电缆导向架内。

#### D.2.6 敷设旁路电缆

- a) 同步启动电缆收放装置、敷设设备，开始展放电缆，在进行电缆展放过程中，需匹配好电缆收放装置及输送机的速度，确保电缆展放顺畅；
- b) 电缆展放过程中，需注意展放装置运行警报，注意作业安全，防范安全风险，避免被卷入或压伤；
- c) 电缆展放过程中，需要 2~4 名作业人员牵引终端支架，确保终端支架与电缆始终沿规划路径移动，避免电缆触碰地面或物体造成损坏；
- d) 适时放置滑车或调整滑车位置，避免电缆与地面或其它物体碰撞、刮擦而导致损伤；
- e) 建议每间距 3 米放置一个滑车，转弯处布置转弯滑车，下井位置处布置环形滑车；
- f) 电缆展放完成时，关闭电缆收放装置电源，随后通过敷设设备对电缆的位置进行调整，确保电缆转电终端处于可被抬升的最佳位置。

#### D. 2. 7 架空转电终端起升

- a) 将余下的两套电缆转电终端依次安装至置放装置上，完成架空线跳线与刚性终端顶部的连接金具固定连接；
- b) 启动置放装置，通过置放装置的起升功能将电缆转电终端起升，直至可与架空线条线连接；
- c) 施工人员将跳线与架空线进行连接，完成电缆转电终端与架空线路的连接。

#### D. 2. 8 架空转电终端与电缆线路连接

- a) 连接好引流线，压接好引流线夹。
- b) 电缆转电终端的一端，与抢修电缆的两端均需提前制作好电缆快速处理接头，确定与电缆转电终端的连接点后，迅速开展电缆转电终端与抢修电缆的对接；
- c) 连接件用干净的酒精纸进行清洁，先清洁绝缘表面，再清洁其他部分。
- d) 确认表面无污物、灰尘、损伤，插拔界面均匀涂润滑硅脂。
- e) 将电缆插头锁紧环的缺口正对销钉，向后推锁紧环，插入到电缆对接头，确保连接到位。
- f) 将引流线一端通过设备线夹连接架空线，另一端通过过渡线夹连接至电缆终端接头出，并拧紧螺栓。

#### D. 2. 9 电气性能参数测试

- a) 通过将一侧的两相短接以及接地，利用万用表测量电阻参数来核对相序。
- b) 用绝缘电阻兆欧表 500V 档位测量旁路电缆线路的金属护层阻值，用绝缘电阻兆欧表 5000V 档位测量旁路电缆主绝缘阻值，满足主绝缘 $\geq 1000M\Omega$ ，金属护层电阻  $0.5M\Omega/km$ ，满足要求方可投入使用。

参 考 文 献

- [1] GB/T 34577-2017 配电线路旁路作业技术导则
  - [2] GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备
  - [3] GB/T 11017-2002 额定电压 110kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件
-