

T/HEBQIA

团 体 标 准

T/HEBQIA × × × — 2025

电缆转换接头通用结构箱技术规范

(征求意见稿)

2025-××-××发布

2025-××-××实施

河北省质量信息协会发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1	1
电缆转换接头	1
3.2	1
通用结构箱	1
3.3	1
旁路电缆作业	1
3.4	2
相位核准功能	2
3.5	2
插拔计次功能	2
3.6	2
电场强度	2
3.7	2
应力锥	2
4 技术要求	2
4.1 基本要求	2
4.2 性能要求	2
5 设计要求	3
5.1 电缆中间接头结构箱设计	3
5.2 旁路电缆转换接头结构箱设计	4
5.3 内部绝缘结构设计	4
6 功能要求	5
6.1 基本功能	5
6.2 特殊功能	5
7 试验方法	6
7.1 试验条件	6
7.2 试验项目及方法	6
8 检验规则	7
8.1 出厂检验	7
8.2 型式检验	7

9 标志、包装、运输和贮存	7
9.1 标志	7
9.2 包装	7
9.3 运输	8
9.4 贮存	8

前　　言

本文件依据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其他专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由贵州电网有限责任公司贵安供电局提出。

本文件由河北省质量信息协会归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

电缆转换接头通用结构箱技术规范

1 范围

本文件明确了电缆转换接头通用结构箱的术语和定义、设计要求、技术参数、功能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于电缆转换接头通用结构箱的设计、制造、检验、验收和使用，旨在解决不同类型电缆终端连接的通用性问题，提升作业效率与安全性。

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 191 包装储运图式标志

GB/T 2900.11 电工术语 控制与开关电器

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 6553 电气绝缘材料耐电痕化与蚀损评定标准

GB/T 12706.1 额定电压 1kV (Um=1.2kV) 到 35kV (Um=40.5kV) 挤包绝缘电力电缆及附件

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求

GB/T 17467 高压 / 低压预装式变电站

GB/T 17626.1 电磁兼容 试验和测量技术

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电缆转换接头

用于连接不同类型电缆终端的电气连接装置，可实现不同规格、不同厂家电缆终端之间的可靠连接。

3.2

通用结构箱

能够适配多种类型电缆终端的密封结构装置，具有标准化连接接口，可提供电气绝缘和机械保护功能。

3.3

旁路电缆作业

为保障供电连续性，在电力电缆检修或故障处理过程中，通过临时架设的电缆线路，为用户提供电力供应的一种作业方式。

3.4

相位核准功能

能够识别和确认三相电缆各相位正确连接顺序的功能，可防止因相序错误导致的短路故障。

3.5

插拔计次功能

能够记录电缆接头插拔次数的功能，用于评估接头使用寿命和维护周期。

3.6

电场强度

描述电磁场中某点电场强弱的物理量，单位为 V/m （伏特/米）。在电缆接头设计中，控制电场强度分布是保证绝缘可靠性的关键因素。

3.7

应力锥

在高压电缆终端和接头中用于控制和均匀分布电场的构造，通常由半导电材料和绝缘材料构成，用于避免电场集中而导致的局部放电和绝缘击穿。

4 技术要求

4.1 基本要求

4.1.1 标准合规性

电缆转换接头通用结构箱应符合国家相关法律法规和电力行业标准的要求，遵循安全可靠、操作便捷、通用适配的设计原则。

4.1.2 操作便捷性

结构箱设计应考虑现场操作便捷性，确保操作人员能在各种复杂环境下快速完成连接操作，包括恶劣天气条件（如雨雪天气）、空间受限、光线不足等情况。

4.1.3 强度与绝缘性能

结构箱应具备足够的机械强度和电气绝缘性能，材料选择和结构设计应能承受运输、安装和使用过程中的机械应力，并保持稳定的电气性能。

4.1.4 通用兼容性

结构箱设计应具有通用性，能与市场上主流厂家的电缆附件兼容，设计接口采用标准化尺寸，配备必要的转接组件，以适应不同厂家、不同规格的电缆终端。

4.2 性能要求

4.2.1 绝缘材料

结构箱应采用优质绝缘材料制造, 满足 10kV 电气绝缘要求。主绝缘材料选用硅橡胶、环氧树脂或 EPDM 等高性能绝缘材料, 其体积电阻率应不低于 $1\times10^{13}\Omega\cdot\text{cm}$ 。

4.2.2 密封性能

结构箱密封等级为 $(1+0.05)$ mm, 密封性能应通过专用测试设备验证, 确保在规定使用条件下不发生漏气、进水等问题。

4.2.3 防护等级

结构箱防护等级为 IP33, 根据 GB/T 4208 标准, 应防止直径大于 2.5mm 的固体异物进入, 并防止垂直或倾斜 60° 以内的水滴侵入造成有害影响。

4.2.4 接头适配性

结构箱对接接头种类 ≥ 6 种, 包括但不限于冷缩型、热缩型、预制型、螺栓紧固型等多种主流电缆接头类型。

4.2.5 相位校准

相位校准准确率为 100%, 相位校准系统应采用可靠的电气或机械设计, 确保在任何情况下都能正确识别和匹配相位。

4.2.6 环境适应性

结构箱应能在 -25°C 至 $+45^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下正常工作, 在相对湿度不大于 95% (无凝露) 的条件下稳定运行。

4.2.7 温升限值

结构箱应能承受额定电流长期运行而不超过规定的温升限值。在额定电流下, 结构箱表面温升不应超过环境温度 40K, 连接部位温升不应超过环境温度 50K。

4.2.8 介电损耗

结构箱介电损耗因数在工频 (50Hz) 下不应超过 0.008, 以确保在长期运行中的低损耗特性。

5 设计要求

5.1 电缆中间接头结构箱设计

5.1.1 相位核准系统

结构箱应具有相位核准功能, 采用明确的视觉或机械识别方式, 确保操作人员能直观判断相位的正确匹配, 有效防止由于相序错误导致的事故。

5.1.2 插拔计次系统

结构箱应具有插拔计次功能, 计次装置具有防篡改功能, 能准确记录实际操作次数, 并在明显位置显示累计次数, 用于评估接头使用寿命。

5.1.3 电流显示系统

结构箱应具有电流显示功能, 电流显示装置采用便于观察的设计, 可采用指针式或数字式显示方式, 精度等级不低于 2.5 级, 便于操作人员监控运行状态。

5.1.4 快速连接系统

结构箱应在现场各种复杂环境下, 能快速完成与旁路电缆设备的电气连接。连接设计考虑单人操作的便捷性, 插拔力不应超过 200N, 完成连接的时间不应超过 5 分钟。

5.1.5 绝缘连续性

结构箱应保持绝缘连续,与旁路电缆设备共同组成临时旁路电缆供电线路。内部绝缘设计满足 10kV 额定电压运行要求,并确保过渡区域没有绝缘薄弱点。

5.1.6 接地系统

电缆护套接地连接设计应确保良好的接地效果,接地电阻不应大于 4Ω ,接地连接部位采用防松动设计,确保长期运行中的可靠接地。

5.2 旁路电缆转换接头结构箱设计

5.2.1 螺栓连接系统

结构箱设计应能与螺栓紧固式电缆终端连接,连接接口满足相关标准要求,螺栓扭矩按照终端制造商推荐值设定,通常为 $35N\cdot m$ 至 $50N\cdot m$ 。

5.2.2 绝缘优化

结构箱应优化插拔式快速终端和接头的绝缘设计,采用多层绝缘结构,包括主绝缘层、应力控制层和外护层,确保电场分布均匀。

5.2.3 系统可靠性

结构箱设计应实现旁路电力电缆系统可靠性的提升,基于失效模式与影响分析(FMEA)方法,针对关键部件采取冗余设计或加强措施。

5.2.4 防误操作

结构箱应具备防误操作功能,避免带电插拔操作,可采用机械联锁或电气联锁方式,确保只有在断电状态下才能进行插拔操作。

5.2.5 连接界面

转换接头结构设计应考虑不同电缆终端的连接兼容性,连接界面接触电阻应小于 $100\mu\Omega$,连接界面温升不应超过周围环境温度 $50K$,界面机械强度应能承受至少 500 次插拔操作。

5.3 内部绝缘结构设计

5.3.1 界面压强

绝缘结构设计应确保复合材料的界面始终保持足够的正压强,界面压强应不小于 $0.3MPa$,以确保良好的电气接触和绝缘性能,其计算公式如下:

$$P = \frac{E \cdot \delta}{D} \cdot \frac{D_1^2 - D_2^2}{D_1^2 + D_2^2}$$

式中:

P —界面压强, MPa;

E —材料弹性模量, MPa;

δ —过盈量, mm;

D —标称直径, mm;

D_1 —外层内径, mm;

D_2 —内层外径, mm。

5.3.2 应力锥几何尺寸

界面弹性变形量必须控制在不改变电缆终端应力锥有效几何尺寸的范围内,应力锥几何参数变化不应超过原设计值的 $\pm 5\%$,以确保电场控制效果。

5.3.3 绝缘结构耐压

绝缘结构应能承受额定工频耐压试验，绝缘材料的击穿场强应满足安全裕度要求，计算公式如下：

$$E_b \geq k \cdot E_w$$

式中：

E_b —材料击穿场强，kV/mm；

k —安全系数，取值不小于 3；

E_w —工作电场强度，kV/mm。

5.3.4 绝缘材料耐老化

绝缘材料应具有良好的耐老化性能，主绝缘材料在额定温度下连续运行寿命应不低于 30 年，耐老化测试按照 IEEE Std 48 的加速老化方法进行。

5.3.5 半导电屏蔽层

半导电屏蔽层的设计应确保电场均匀分布，体积电阻率应在 $10^2\sim 10^5\Omega\cdot\text{cm}$ 范围内，与绝缘层的界面应平滑过渡，避免产生气隙或突变点。

6 功能要求

6.1 基本功能

6.1.1 系统完整性

电缆转换接头通用结构箱应作为一个完整系统提供，包含主体结构箱、相位核准装置、插拔计次装置、电流显示装置、连接附件等所有必要的连接和操作部件。

6.1.2 快速连接能力

结构箱应能实现与不同类型电缆终端的快速连接，连接接口设计兼顾通用性和专用性，在保证电气性能的前提下，实现不同厂家电缆终端的互联互通。

6.1.3 相位标识

结构箱应具备明显的相位标识，采用国际通用的 L1、L2、L3 或 A、B、C 标志，颜色遵循相关标准规定，标识耐磨、防褪色、永久性固定，防止误接。

6.1.4 接地保护系统

结构箱应具备完善的接地保护系统，接地连接点明确标识，接地导体截面积不小于 16mm^2 ，接地电阻不大于 4Ω 。

6.2 特殊功能

6.2.1 相位核准功能

相位核准功能通过可靠的技术手段实现，采用机械键位防错设计或电子识别技术，确保相位校准准确率达到 100%，保证相位连接的唯一正确性。

6.2.2 插拔计次功能

插拔计次功能具有不可篡改性，采用机械或电子累计方式，能在断电情况下保持计数值，并在下次通电时继续累计，真实记录接头的使用情况。

6.2.3 电流显示功能

电流显示功能清晰可读，在现场光线条件下易于观察，显示装置量程符合电缆额定电流要求，具有过载指示功能，当电流超过额定值的 1.2 倍时发出警示。

6.2.4 温度监测功能

结构箱应具备温度监测功能，能实时监测关键部位的温度，当温度超过预设阈值（通常为 90℃）时，提供明显的视觉警示。

6.2.5 局部放电监测功能

结构箱应具备局部放电在线监测功能，能检测绝缘状态，局部放电监测系统灵敏度达到 10pC，有效监测绝缘劣化过程。

7 试验方法

7.1 试验条件

7.1.1 环境条件

试验在环境温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%，大气压力为 $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$ ，且无明显电磁干扰的场地进行。

7.1.2 测量仪器

试验设备经过校准并在有效期内，测量仪器的准确度等级符合以下要求：

- a) 电压测量：0.5 级或更高；
- b) 电流测量：0.5 级或更高；
- c) 温度测量： $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 时间测量： $\pm 0.1\text{s}$ 。

7.1.3 试验电源

试验电源波形失真度小于 5%，频率为 $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ ，电压波动范围不超过 $\pm 2\%$ 。

7.2 试验项目及方法

7.2.1 工频耐压试验

按 GB/T 16927.1 的规定进行，试验电压为额定电压的 2.5 倍（即 25kV），持续时间为 1 分钟，试验电压升降速率控制在 2kV/s 以内，无击穿和闪络现象为合格。

7.2.2 局部放电试验

按 GB/T 16927.1 的规定进行，在 1.1 倍额定电压（即 11kV）下，局部放电量不大于 10pC，测量系统背景噪声小于 5pC 为合格。

7.2.3 温升试验

在额定电流下连续运行，试验电流调整至额定电流的 1.0 倍，待温度稳定后（连续 3 次测量，间隔 30 分钟，温度变化小于 1K），记录各测量点温度，温升值等于测量温度减去环境温度，符合温升限值要求为合格。

7.2.4 防护等级试验

按 GB/T 4208 的规定进行，使用直径 2.5mm 的试验棒和规定的喷水装置进行测试，验证 IP33 防护等级的有效性，符合要求为合格。

7.2.5 机械强度试验

包括落锤冲击试验、振动试验和拉力试验。落锤冲击试验使用 5kg 重锤从 1m 高度自由落下；振动试验频率范围 10Hz~55Hz，振幅 0.35mm；拉力试验施加 500N 轴向力和 200N 径向力，结构箱无损坏和功能失效为合格。

7.2.6 功能性能试验

通过模拟实际操作过程，检验相位核准、插拔计次、电流显示等功能的正确性和可靠性，功能正常为合格。

7.2.7 绝缘电阻测试

使用 2500V 兆欧表测量结构箱各导体之间及导体与外壳之间的绝缘电阻，测量值不小于 $1000M\Omega$ 为合格。

7.2.8 介质损耗测试

在规定电压和频率下测量结构箱的介质损耗因数，测试频率为 50Hz，电压为额定电压的 0.5 倍，介质损耗因数不大于 0.008 为合格。

8 检验规则

8.1 出厂检验

每台产品应进行出厂检验，检验项目包括外观检查、尺寸检查、功能检查中的相位校准准确性检查、计次功能检查、电流显示功能检查以及绝缘电阻测试等，所有项目合格后方可出厂。

8.2 型式检验

8.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型时；
- b) 产品结构、材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产每 3 年进行一次；
- d) 产品停产 1 年以上，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

8.2.2 型式检验项目包括本标准中规定的全部技术要求和试验方法，样本数量为 3 台，全部合格为型式检验合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

产品应有清晰、牢固的标志，包括产品名称、型号、额定电压、额定电流、生产日期、制造厂名等信息，相位标识等应符合本标准 6.1.3 的要求。

9.2 包装

9.2.1 包装材料

采用防潮、防震的包装材料，无腐蚀性，具有良好的防潮、缓冲性能。

9.2.2 随箱文件

随箱配有合格证、使用说明书和装箱单，文件采用防水包装，确保长期保存不受损。

9.2.3 包装标志

包装箱外有明显的标志，包括产品名称、型号、重量、“向上”、“防潮”、“小心轻放”等标识，符合 GB/T 191 的规定。

9.3 运输

运输过程中避免剧烈震动和冲击，运输工具具有良好的减震性能，产品固定牢固，防止雨淋和阳光直射，装卸和搬运过程中轻拿轻放，避免跌落和碰撞。运输距离超过 100km 时，到达目的地后应进行开箱检查，确认设备状态良好。

9.4 贮存

结构箱存放在干燥、通风的环境中，避免阳光直射和化学物质侵蚀，存放环境温度为 -10℃～+40℃，相对湿度不大于 85%。长期存放时，每半年检查一次外观和包装状态，必要时更换干燥剂；贮存期超过 2 年时，应进行绝缘电阻测试，确认绝缘性能良好。堆码高度不应超过 3 层，不同型号和规格的产品分开存放。
