

《10KV-220KV 输配电线路金具节能技术规范》团体标准编制说明

一、任务来源

2026 年 8 月，中国西部开发促进会发布《10KV-220KV 输配电线路金具节能技术规范》团体标准立项通知，开展团体标准的编制工作。

二、项目背景

（一）目的

为贯彻落实国家关于推动电力行业节能降耗和绿色发展的战略部署，规范 10kV~220kV 输配电线路金具的节能技术要求，降低金具在运行过程中的电能损耗，促进节能金具在输配电线路中的推广应用，特制定本文件。

本文件旨在统一输配电线路金具的能耗机理与节能原理、金具分类与节能选型、材料节能要求、结构节能设计、电气节能设计、能耗测试方法及节能效果运行监测与后评估等技术要求，为金具的节能设计、制造、选型、检验及运行评估提供可操作的技术依据，推动输配电线路金具行业向节能化、高效化方向发展。

（二）意义

落实政策要求，服务电力行业节能降耗。《中华人民共和国节约能源法》明确要求加强节能管理，降低能源消耗。《“十四五”现代能源体系规划》提出加快能源绿色低碳转型，推动电力系统节能降耗。我国输电线路上大量使用以可锻铸铁为主的铁磁材料金具，在交变电流作用下会产生磁滞损耗和涡流损耗。调查统计表明，配电网中由普通金具产生的损耗约占输电容量的 0.01%~0.03%。本文件的制定为输配电线路金具节能工作提供了技术标准支撑。

填补标准体系空白。目前国内已发布 DL/T 1288《电力金具能耗测试与节能技术评价要求》，该标准规定了电力金具能耗测试方法和节能技术评价的要求。但该标准主要侧重于能耗测试方法与评价准则，对金具节能设计、材料选用、结构优化等前端技术要求缺乏系统规定。本文件与 DL/T 1288 等现行标准形成互补，完善了电力金具节能标准体系。

规范节能技术应用，提升金具节能水平。本文件系统梳理了金具能耗的四大来源（磁滞损耗、涡流损耗、接触电阻损耗、电晕损耗），明确了低磁材料替代、阻断磁通回路、降低接触电阻、优化结构设计等节能技术途径，建立了从材料选用、结构设计到电气设计的全流程节能技术要求，并规定了各类金具的电能损耗限值，可有效指导金具制造企业和电力用户科学选用节能金具，提升线路整体节能水平。

促进技术进步与产业升级。本文件涵盖铝合金替代、奥氏体不锈钢应用、接触面镀覆工艺、压接结构优化、电场分布优化等多项节能技术，将引导金具制造行业统一节能技术路径，推动节能金具材料的研发应用和制造工艺的升级换代。

（三）必要性

行业发展的迫切需要。我国 220kV 及以下线路的金具如悬垂线夹、耐张线夹和防振锤等基本采用可锻铸铁和普通钢材制造，由于交变电流的作用产生磁滞和涡流损耗。线路中的铁磁金具相当于一个昼夜开着的 30W 灯泡，每时每刻都在消耗电能。随着国家对电力系统节能降耗要求的不断提高，金具节能问题日益受到重视，亟需统一的技术规范予以指导。

工程实践的迫切需求。目前市场上节能金具产品种类日益增多，但产品质量参差不齐，缺乏统一的节能技术要求和评价标准。电力用户在金具节能选型、采购和运行评估中缺乏明确的技术依据。本文件的制定可为金具的节能设计、制造、选型和运行评估提供全流程技术规范。

标准体系完善的需要。DL/T 1288 规定了金具能耗测试方法和节能技术评价要求，但对金具节能设计阶段的材料选用、结构优化、电气匹配等前端技术要求缺乏规定。制定本文件可在全国范围内统一 10kV～220kV 输配电线路金具的节能技术要求，填补该领域标准空白。

三、起草单位和主要工作成员及其所作工作

(一) 起草单位

本文件由河北正源电力器材有限公司提出，中国西部开发促进会归口。

本文件由XXX等共同起草。

(二) 主要工作成员及其所做工作

本文件主要工作及工作职责见表1。

表1 主要起草人及工作职责

起草单位	工作职责
河北正源电力器材有限公司	项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准大纲和内容的编制确定；负责项目的整体决策、方向把握、资源协调。
参与单位	配合牵头单位，共同研制标准大纲，负责分配到不同章节部分的技术编写工作，在标准起草过程中提供真实、客观的数据和案例。

四、标准的编制原则

标准编制小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，按照GB/T1.1—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》的规定及相关要求编制。

五、标准编制过程

(一) 预研阶段

组建专项调研小组，赴多个省份，针对10kV～220kV输配电线路金具节能技术的实施现状开展实地调研，收集金具能耗数据、节能技术应用案例和运行监测经验；

系统梳理国内外相关标准与技术文献，包括GB/T 2314、GB/T 2317.1、GB/T 2317.3、DL/T 1288等，分析输配电线路金具节能的核心技术要点和指标设定依据；

召开研讨会，邀请电力金具制造、输电线路设计、电力运行维护、检测检验等领域专家，明确标准编制的核心框架与关键技术指标。

(二) 立项阶段

中国西部开发促进会发布标准立项通知，正式启动《10KV-220KV输配电线路金具节能技术规范》团体标准编制工作；

组建由金具制造企业、电力设计单位、检测机构、科研院校等组成的起草工作组，明确分工职责，制定“调研一起草一研讨一征求意见一定稿”的编制工作计划；

完成立项论证报告，明确标准适用范围、核心技术方向，报归口单位审核通过。

(三) 起草阶段

起草工作组结合调研数据与专家意见，搭建标准整体框架，涵盖范围、规范性引用文件、术语和定义、能耗机理与节能原理、金具分类与节能选型、材料节能要求、结构节能设计、电气节能设计、节能性能要求、节能效果运行监测与后评估等核心章节及资料性附录；

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》规定，细化各章节技术要求，明确能耗来源与影响因素、节能技术途径、不同电压等级选型要求、导体材料导电率（铝合金 $\geq 23.6\text{MS/m}$ ）、相对磁导率限值（电气接续类导体部件 ≤ 1.05 ）、镀层厚度（镀银 $\geq 5\mu\text{m}$ 、镀锡 $\geq 8\mu\text{m}$ ）、压接压缩比（ $0.85\sim 0.90$ ）、各类金具损耗限值等关键参数；

完成标准草案初稿，组织内部研讨会，优化节能技术指标体系、各类金具损耗限值、运行监测与后评估规则等核心内容，形成工作组讨论稿。

（四）征求意见阶段

通过中国西部开发促进会、全国标准信息平台等渠道公开征求意见，定向和非定向征求行业内相关金具制造企业、电力设计单位、检测机构、科研院所等多方意见和建议；由起草工作组逐一梳理反馈意见，对标准文本进行修改完善，最终形成征求意见稿。

六、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

（一）试验验证分析

1. 试验验证方案

选取不同电压等级（10kV、35kV、110kV、220kV）输配电线路中典型金具开展试验验证，覆盖悬垂线夹、耐张线夹、接续金具、防振金具等主要金具类型，重点验证以下内容：

能耗机理：磁滞损耗、涡流损耗、接触电阻损耗、电晕损耗的产生机理和影响因素；

材料节能效果：铝合金替代铸铁/铸钢的能耗对比、奥氏体不锈钢替代普通钢材的能耗对比；

结构节能设计：阻断磁通回路措施的节能效果、接触面镀覆工艺对接触电阻的影响、压接结构优化对接触电阻的影响；

电气节能设计：金具与导线电气匹配的合理性、电晕损耗抑制措施的有效性；

节能性能：各类金具在额定试验电流下的稳定电能损耗、接触电阻、温升等指标。

2. 试验结果

能耗机理验证：铸铁悬垂线夹在交变磁场作用下产生显著的磁滞损耗和涡流损耗，而铝合金金具几乎不产生磁滞损耗，涡流损耗也大幅降低。铝制金具的能耗仅为铸铁金具的5%~10%。

材料节能效果：采用铝合金材质的悬垂线夹比铸铁材质的能量损耗减少93.6%。当将铝制节能悬垂线夹代替可锻铸铁悬垂线夹应用在110kV及220kV高压线路上时，每100km每年可节能9.6万kW·h。铝合金金具与传统铸铁金具相比，重量减轻一半，破坏载荷提升30%以上。

结构节能设计：通过阻断闭合磁通回路即可显著降低金具能耗。采用奥氏体不锈钢替代普通钢材制作U型螺丝、压杠等部件后，闭合磁路被切断，涡流损耗大幅下降。接触面镀银或镀锡处理可有效防止表面氧化，降低膜层电阻。

电气节能设计：优化金具外形设计，采用圆角过渡避免截面突变，可有效降低涡流损耗和电晕损耗。110kV及以上电压等级线路金具增设均压环或屏蔽环后，金具表面最大场强显著降低，电晕起始电压满足线路最高运行相电压的1.1倍要求。

节能性能：各类节能金具在额定试验电流下的稳定电能损耗均满足本文件规定的损耗限值要求（悬垂线夹 $10\text{kV}\leq 6.0\text{W}$ 、 $35\text{kV}\sim 110\text{kV}\leq 10.0\text{W}$ 、 $220\text{kV}\leq 16.0\text{W}$ ；耐张线夹 $10\text{kV}\leq 5.0\text{W}$ 、 $35\text{kV}\sim 110\text{kV}\leq 8.5\text{W}$ 、 $220\text{kV}\leq 14.0\text{W}$ ）。接触电阻不大于等长导线电阻的1.1倍，温升满足铝质和铜质接触面 $\leq 40\text{K}$ 、铜镀银和铝镀锡接触面 $\leq 50\text{K}$ 的要求。

3. 综述结论

试验验证表明，本文件规定的能耗机理与节能原理、材料节能要求、结构节能设计、电气节能设计和节能性能要求科学可行；铝合金替代、阻断磁通回路、接触面镀覆等节能技术措施有效；各类金具损耗限值合理可及，能够实现输配电线路金具“源头节能设计、过程节能制造、运行节能监测”的系统化节能目标，具备广泛的推广应用条件。

（二）技术经济论证

1. 技术可行性

节能技术成熟：铝合金替代铁磁性材料、奥氏体不锈钢应用、接触面镀覆工艺、压接结构优化等技术已在金具制造领域得到应用和验证；

检测方法成熟：金具能耗测试方法已有行业标准DL/T 1288可依，热循环试验方法有GB/T 2317.3可依；
设计方法可行：磁路优化设计、电场分布优化设计等方法已有成熟的仿真计算手段和工程经验；
运行监测手段成熟：红外测温、光纤测温等技术已在输电线路中得到广泛应用。

2. 经济合理性

材料成本：铝合金金具虽材料成本略高于铸铁金具，但重量减轻一半，可降低运输和安装成本；

节能效益：铝制金具能耗仅为铸铁金具的5%~10%，以110kV及220kV线路每100km每年节能9.6万kW·h计算，节能效益显著；

全生命周期成本：节能金具在降低运行损耗的同时，其耐腐蚀性能和机械性能优于传统铸铁金具，可延长使用寿命，降低全生命周期成本。

（三）预期效益

1. 经济效益

线路层面：节能金具的应用可显著降低线路电能损耗，以220kV线路为例，全线配置节能金具后每年可节约大量电能，直接产生经济效益；

产业层面：规范的节能技术要求为金具制造企业指明了产品研发方向，促进节能金具市场的规模化发展；

运维层面：节能金具重量轻、耐腐蚀性能好，可降低运输安装成本和后期维护成本。

2. 社会效益

保障电网安全运行：节能金具在降低能耗的同时，其机械性能优于传统铸铁金具，有利于提升线路运行可靠性；

推动行业进步：统一节能技术要求与质量标准，引导金具制造行业技术升级，推动行业高质量发展；

促进技术推广：系统的节能技术规范为不同电压等级、不同工况条件的线路金具节能选型提供了可参考的技术依据。

3. 生态效益

降低线路损耗：节能金具的应用可有效降低输配电线路的电能损耗，提高电能利用效率；

节约资源：铝合金金具重量较铸铁金具减轻一半，可节约原材料资源；

支撑碳达峰碳中和：输配电线路金具节能是电力系统节能降耗的重要组成部分，本文件的实施可为电力行业碳达峰碳中和目标的实现提供技术支撑。

七、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况。

无。

八、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

无。本文件自主制定。

九、标准主要内容

（一）范围

明确了本文件适用于额定电压10kV~220kV架空输配电线路中与导线直接接触及非直接接触的电力金具的节能设计、制造、选型、检验及运行评估。

（二）规范性引用文件

列出了GB/T 1173、GB/T 2314、GB/T 2317.1、GB/T 2317.3、GB/T 5231、DL/T 1288等主要引用标准。

（三）术语和定义

对电气接续类金具、非电气接续类金具、金具能耗、参考导线、稳定状态、节能金具、磁滞损耗、涡流损耗、接触电阻、电晕损耗等关键术语进行了定义。

（四）能耗机理与节能原理

分别规定了能耗来源（磁滞损耗、涡流损耗、接触电阻损耗、电晕损耗）、能耗影响因素（材料磁性、结构设计、运行工况）和节能技术途径（低磁材料替代、阻断磁通回路、降低接触电阻、优化结构设计）。

（五）金具分类与节能选型

规定了按电压等级分类（10kV配电网金具、35kV~110kV线路金具、220kV线路金具）和按电气特性分类（电气接续类金具、非电气接续类金具）的要求，以及不同电压等级和不同工况条件下的节能选型原则。

（六）材料节能要求

分别规定了导体材料选用（铝合金电导率 $\geq 23.6\text{MS/m}$ 、铜及铜合金电导率 $\geq 56.0\text{MS/m}$ ）、非磁性材料应用（奥氏体不锈钢相对磁导率 ≤ 1.5 ）、铁磁性材料限制（电气接续类金具与导线直接接触的部件禁止使用可锻铸铁和铸钢）和材料性能指标要求。

（七）结构节能设计

分别规定了降低磁滞损耗结构（闭合磁路阻断措施、非磁性结构件选用）、降低涡流损耗结构（外形与截面过渡要求、叠片与分割结构）、降低接触电阻结构（接触面镀覆工艺、压接结构设计）和轻量化设计（轻量化要求、等强度设计）的技术要求，其中镀银层厚度 $\geq 5\mu\text{m}$ 、镀锡层厚度 $\geq 8\mu\text{m}$ 、圆形导线压接压缩比 $0.85\sim 0.90$ 、铝合金替代后质量降低不宜低于65%。

（八）电气节能设计

分别规定了金具与导线电气匹配要求（额定载流量匹配、经济电流密度匹配）、电晕损耗抑制设计（电场分布优化、均压环与屏蔽环设计）、多分裂导线金具电流均衡要求（分裂间距设计、阻抗一致性要求）和低能耗连接设计（导线连接结构、分支连接设计、电压降控制、低磁通密度设计）的技术要求。

（九）节能性能要求

规定了各类金具的电损限值（悬垂线夹 $10\text{kV}\leq 6.0\text{W}$ 、 $35\text{kV}\sim 110\text{kV}\leq 10.0\text{W}$ 、 $220\text{kV}\leq 16.0\text{W}$ ；耐张线夹 $10\text{kV}\leq 5.0\text{W}$ 、 $35\text{kV}\sim 110\text{kV}\leq 8.5\text{W}$ 、 $220\text{kV}\leq 14.0\text{W}$ ；接续金具 $3.0\text{W}\sim 8.0\text{W}$ ；防振金具 $1.5\text{W}\sim 4.0\text{W}$ ）、接触电阻限值（不大于等长导线电阻的1.1倍）、温升限值（铝质和铜质 $\leq 40\text{K}$ 、铜镀银和铝镀锡 $\leq 50\text{K}$ ）和电晕损耗控制要求（ 110kV 及以上电晕起始电压不低于线路最高运行相电压的1.1倍）。

（十）节能效果运行监测与后评估

规定了运行监测（温度在线监测、损耗推算与布点）、节能后评估（运行复测、节能量偏差判定、节能不达标处置）的技术要求，其中正常运行条件下金具接续点温度与环境温度之差超过 40K 时预警、超过 50K 时报警，实际节能量与型式检验值偏差不超过 $\pm 10\%$ 判定为符合预期。

（十一）附录A（资料性）

提供了节能原理说明，包括材料替代节能原理、阻断磁通回路节能原理和降低接触电阻节能原理。

十、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本文件的制定过程中符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

十一、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十二、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十三、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本文件首次制定，没有特殊要求。

十四、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准工作组
2026年9月