

交通运输行业标准

《大型公路桥梁中压配电系统技术条件》

（征求意见稿）

编制说明

《大型公路桥梁中压配电系统技术条件》标准编制组

二〇一七年七月

目 录

1 工作简况	- 1 -
2 标准编制原则和标准主要内容	- 3 -
3 预期的经济效果、社会效果及环境效果分析	- 14 -
4 采标情况与国际、国外同类标准水平的比较	- 14 -
5 与有关的现行法律、法规和标准的关系	- 14 -
6 重大分歧意见的处理经过和依据	- 14 -
7 其他应予说明的事项	- 15 -

1 工作简况

1.1 标准任务来源

根据交科技函（2017）412号文《交通运输部关于下达2017年交通运输标准化计划的通知》，《大型公路桥梁中压配电系统技术条件》修订计划编号JT 2017-136，由江苏中压电气工程集团有限公司等单位负责修订，计划完成时间2017年。

1.2 协作单位

本标准主要起草单位：江苏中压电气工程集团有限公司、江苏交通控股有限公司、安徽省交通控股集团有限公司、宁波市杭州湾大桥发展有限公司。

本标准参加起草单位：中交公路规划设计院有限公司、中设设计集团股份有限公司、北京交科公路勘察设计研究院、扬州大学、江苏润扬大桥发展有限责任公司、重庆市城市建设投资(集团)有限公司、重庆市城投路桥管理有限公司、湖北联合交通投资开发有限公司。

1.3 主要工作过程

主要工作过程见表1。

表1 主要工作过程

阶段内容	详细工作	完成时间
修订立项	1. 资料检索、调研分析、征求意见；标准修订立项申请；	2016年11月
	2. 标准修订立项审查；	2016年12月
编制大纲及初稿	1. 完成编制大纲及标准修订初稿；	2017年3月
	2. 编制大纲及标准修订初稿审查。	2017年4月
	3. 修订计划下达	2017年6月
征求意见稿及编制说明	1. 根据编制大纲审查意见，完成征求意见稿和编制说明；	2017年6月
	2. 征求意见稿及编制说明审查；	2017年7月
	3. 根据审查意见修改征求意见稿及编制说明；	2017年8月
	4. 向标委会提交标准征求意见稿及编制说明，向各建设、设计、施工、管养单位征求意见；	2017年8月

1.4 标准主要起草人及其所做工作

标准主要起草人及其所做工作见表2。

表2 标准主要起草人及其所做工作

起草人	单位	分工内容
蔡泽斌	江苏中压电气工程集团有限公司	总体技术负责，主持完成标准征求意见稿的统稿和审核工作，主持“10.中压配电系统的设备状态评估”条文的编写

起草人	单位	分工内容
吴赞平	江苏交通控股有限公司	主要问题调研及整理,参与“10.中压配电系统的设备状态评估”条文的编写
段海鹏	安徽省交通控股集团有限公司	主要问题调研及整理,参与“10.中压配电系统的设备状态评估”条文的编写
王金权	宁波市杭州湾大桥发展有限公司	主要问题、评价方式调研,参与“10.中压配电系统的设备状态评估”条文的编写
孟凡超	中交公路规划设计院有限公司	主要问题调研及调研成果总结整理
戴明星	江苏中压电气工程集团有限公司	总体组织协调
翁双安	扬州大学	技术要求的测试认证,完成“3.术语、6.中压配电系统的安全防护、附录B中压交联聚乙烯绝缘电力电缆线路的工作电容、充电电流及充电功率计算值”条文修订起草工作,协助统稿
杨根成	中设设计集团股份有限公司	总体组织协调
张立奎	安徽省交通控股集团有限公司	主要问题调研及整理,参与“10.中压配电系统的设备状态评估”条文的编写
王立山	江苏中压电气工程集团有限公司	完成“8.中压电气装置的安装、9.中压电气装置的检验”条文修编,负责附录C(规范性附录)中压配电系统的设备状态评估标准修订起草工作
张维苏	中设设计集团股份有限公司	完成“2.规范性引用文件、4.一般特性”条文修订起草工作
周正兴	中设设计集团股份有限公司	负责“5.中压配电设备和电缆的选择”条文修订起草工作
王艳艳	中设设计集团股份有限公司	完成“附录A小容量配电变压器低压侧单相对地短路电流及低压最大供电半径计算值”条文修订起草工作
刘晓娣	中交公路规划设计院有限公司	完成“7.中压配电系统的自动化”条文修订起草工作
乔梅梅	北京交科公路勘察设计研究院	参与“5.中压配电设备和电缆的选择”条文修订起草工作
张志明	湖北联合交通投资开发有限公司	参与“10.中压配电系统的设备状态评估”条文的编写;参与附录C(规范性附录)中压配电系统的设备状态评估标准修订起草工作
钱立峰	江苏润扬大桥发展有限责任公司	
胡涛	重庆市城投路桥管理有限公司	
曹佰杨	重庆市城市建设投资(集团)有限公司	
曹威	安徽省交通控股集团有限公司	
钱凤翔	江苏中压电气工程集团有限公司	组织协调,完成“前言、1.总则”条文修订起草工作
徐永明	江苏中压电气工程集团有限公司	
王承海	江苏中压电气工程集团有限公司	
戴俊祥	江苏中压电气工程集团有限公司	

起草人	单位	分工内容
胥通斌	江苏中压电气工程集团有限公司	

2 标准编制原则和标准主要内容

2.1 标准编制原则

2.1.1 规范性原则

本标准严格按照中华人民共和国交通运输部交通行业标准编制的有关规定要求进行编写。

2.1.2 科学性原则

本标准中所有内容具有科学依据，数据来源科学准确。

2.1.3 安全性原则

依据最新颁布的国家标准，对中压配电系统接地方式、系统接地电阻提出了更高的要求，提高大型公路桥梁中压配电系统的安全性。

2.1.4 创新性原则

通过对已建成的大型公路桥梁中压配电系统的调研和分析，结合设备运行情况，提出了“中压配电系统的设备状态评估标准”，为系统安全、可靠运行提供了又一措施，填补了技术空白。

2.1.5 保证标准技术内容的先进性、适用性和可操作性

依据国家标准及行业规程的版本是最新的，采用的技术参数与计算方法是最新的，结合大桥用电特点、征询建设、设计、施工、管养单位反馈意见，确保标准的适用性。本标准的技术要求具体明确，避免了模糊的表述，尽可能提出定量的要求，并有相应的检验方法，保证了标准的可操作性。

2.1.6 与我国现行的供配电系统技术标准及相关的标准相协调

1) 尽量避免同一要素在不同标准中重复规定，对国内已有相关标准规定或可以列入相关标准中的内容，一般不纳入本标准，除非是为了确保大型公路桥梁长距离分散性负荷中压配电系统的安全可靠而必须制定的更严格的指标。

2) 本标准着重考虑的是大型公路桥梁长距离分散性负荷中压配电系统的安全性、可靠性，在变电所设计、继电保护与综合自动化等方面，执行相关的强制性标准。

2.2 标准主要内容

根据标准编写的惯例、标准编写的基本要求和本标准的特殊性，本标准修订稿包括了 10 个部分，主要内容依据如下：

1 范围

应广大管养单位的意见，补充完善设备状态评估内容，本标准修订稿增加了对中压配电系统的设备状态评估要求，修改了标准适用范围的表述。

2 规范性引用文件

列出了本标准技术条文引用的规范性文件，主要是与中压配电系统相关的国家标准。本标准修

订稿增加了 GB/T 2900.1—2008《电工术语 基本术语》、GB/T 2900.20—2016《电工术语 高压开关设备和控制设备》、GB/T 2900.71—2008《电工术语 电气装置》、GB/T 2900.95—2015《电工术语 变压器、调压器和电抗器》、GB 20052—2013《三相配电变压器能效限定值及能效等级》、GB/T 32893—2016《10kV 及以上电力用户变电站运行管理规范》、GB/T 50064—2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》、GB/T 50065—2011《交流电气装置的接地设计规范》、GB 50981—2014《建筑机电工程抗震设计规范》等 9 个规范性引用文件。

3 术语和定义

仅列出了与大型公路桥梁中压配电系统技术条件相关的部分术语和定义。本标准修订稿修改了中压、中压开关设备和控制设备、埋地式变压器的术语和定义。为便于理解，增加了电气装置、设备和设备状态评估的术语和定义。

4 中压配电系统的一般特性

4.1 系统结构

4.1.1 原有条文修订。本条修改了中压配电系统的表述。我国已有近五十座大型公路桥梁长距离分散性布负荷采用了与公共电网隔离的用户侧中压配电系统，从跨江大桥、跨海大桥到公铁两用桥等。如：南京长江第二大桥、南京长江第三大桥、南京长江第四大桥、润扬长江大桥、泰州长江公路大桥、苏通长江大桥、崇启长江大桥、青岛胶州湾大桥、杭州湾跨海大桥、舟山大陆连岛西堠门大桥、舟山大陆连岛金塘跨海大桥、安徽马鞍山长江公路大桥、阳逻长江公路大桥、广州黄埔大桥、重庆朝天门长江大桥、重庆菜园坝大桥、重庆渔洞长江大桥、武汉天兴洲公铁两用桥等。中压配电系统设备组成结构示意图如图 1 所示。

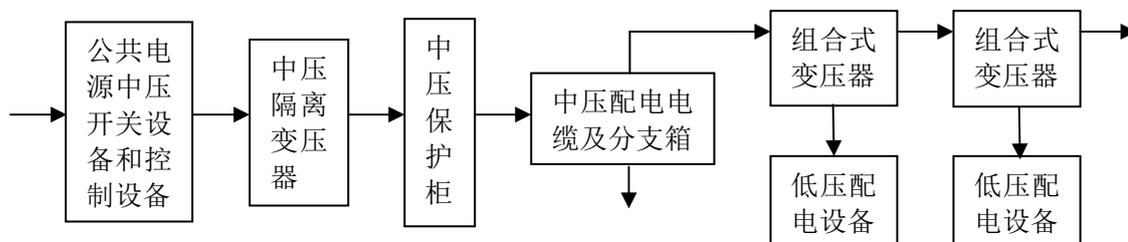


图 1 大型公路桥梁长距离分散性布负荷中压配电系统结构示意图

与公共电网隔离的用户侧中压配电系统的优越性有：①形成一个中压配电系统电压调整的中枢点，可使大型公路桥梁内部中压配电系统的电压质量得到明显改善；②降低内部中压配电系统的短路电流，减轻了短路危害性（电动力效应和热效应），提高了系统的安全性，可使用 50mm^2 及以下的小截面中压配电电缆；③形成独立的用户侧中压配电系统，降低中压电网单相接地故障对供电可靠性的影响，提高大型公路桥梁内部中压配电和控制的灵活性；④形成大桥内部中压配电系统直接接地或低电阻接地所需的电源中性点，提高中压电网单相接地保护的选择性，降低断续电弧接地引起的操作过电压。

4.1.2 原有条文。大型公路桥梁长距离分散性布负荷的用电特点决定了其负荷曲线波动较大。其中道路监控、通信、广播、大桥结构安全监测、电梯、除湿机、检修行车、消防设施等需 24 小时供

电，负荷等级也很重要，应保证供电可靠，宜采用中压多回路树干式配电方式。而道路照明、大桥景观照明只需夜间供电，特别是景观照明通常只在重大节日才开启，宜采用单独中压线路配电。

4.1.3 原有条文。中压配电变压器遵循“小容量、短半径、密布点”原则设置，可以降低低压配电系统的电能损耗、提高电压质量和过电流保护的灵敏性。根据 GB 50054—2011《低压配电设计规范》5.2.13 条“TN 系统中，配电线路采用过电流保护电器兼作间接接触防护电器时，其动作特性应符合本规范第 5.2.8 条的规定，当不符合规定时，应采用剩余电流动作保护电器。”提出了本条文要求。为便于应用，标准附录 A 列出了小容量配电变压器低压侧单相对地短路电流及低压最大供电半径计算值，供工程设计人员参考。

4.1.4 原有条文。桥梁结构内部邻近的不同中压配电回路中配电变压器间设置低压联络线可大大提高供电可靠性，满足一二级负荷的供电要求。

4.1.5 原有条文。GB 50052—2009《供配电系统设计规范》对一二级负荷供电要求、供电电源选择作出了规定，GB 50053—2011《20kV 及以下变电所设计规范》对变压器选择作出了规定，因此中压配电系统的供电电源应符合规范规定。

4.2 系统电压

4.2.1 原有条文修订。本条修改了中压配电系统电压选择的表述。由于中压配电系统单相接地电容电流与系统标称电压成正比，为避免 10kV 长距离配电电缆电容效应严重带来的问题，中压配电系统的配电电压宜选用 6kV 或 3kV。当中压配电系统每路馈线容量在 800kVA 及以下时、配电电压采用 6kV 或当每路馈线容量在 400kVA 及以下时、配电电压采用 3kV，其中压电缆线路电流均不大于 80A，一般中压电缆分支箱和埋地式变压器的中压电缆插入式终端的载流能力都能满足要求。配电电压采用 6kV 的典型应用实例如南京长江第二大桥、南京长江第三大桥、南京长江第四大桥、润扬长江大桥、泰州长江公路大桥、苏通长江大桥、青岛胶州湾大桥等。配电电压采用 3kV 的典型应用实例如江阴长江公路大桥。若中压配电系统每路馈线容量大于 800kVA、配电距离大于 10km 时，为降低中压配电线路电能损耗、提高电压质量，配电电压宜采用 10kV。配电电压采用 10kV 的典型应用实例如杭州湾跨海大桥、舟山大陆连岛西堠门大桥、舟山大陆连岛金塘跨海大桥等。

4.2.2 原有条文。大型公路桥梁长距离分散性布负荷用电设备额定电压通常为 220/380V，故低压配电电压宜采用 220/380V。

4.2.3 原有条文。GB/T 156—2007《标准电压》规定了我国电力系统的标称电压，故中压配电系统电压等级应符合标准规定。

4.3 系统接地

4.3.1 原有条文修订。根据 GB/T 50064—2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》第 3.1.3 和 3.1.4 条文，修改了系统接地的要求。

大型公路桥梁长距离分散性布负荷与公共电网隔离的用户侧中压配电系统采用直接接地方式，既可提高系统单相接地保护灵敏性、又不增加系统接地设备投资，且隔离变压器阻抗限制了二次侧因直接接地产生的单相接地故障电流，应首先采用。

4.3.2 原有条文。根据 DL/T 522—2005《导体与电器的选择设计技术规定》第 5.0.4 条规定，中压配电系统中性点采用直接接地方式时的单相接地故障电流比采用低电阻接地时大，应校验系统设备和电缆的动稳定和热稳定。

4.3.3 原有条文。中压配电系统中性点采用低电阻接地方式时，接地电阻值可根据 DL/T 522—2005《导体与电器的选择设计技术规定》第 18.2.6 条规定选择，选定的单相接地故障电流应保证单相接地保护的灵敏性满足 GB/T 50062—2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第 2.0.4 条规定。

4.3.4 原有条文修订。根据 GB/T 50065—2011《交流电气装置的接地设计规范》第 6 章条文规定，本标准修订稿增加了对系统接地电阻的设计要求。

4.4 系统无功补偿

4.4.1 原有条文。根据 1996 年 10 月 8 日中华人民共和国电力工业部第 8 号令《供电营业规则》第四十一条规定和 DL/T 5725—2015《35kV 及以下电力用户变电所建设规范》第 5.0.1 条规定，提出本条文要求。

4.4.2 原有条文。长距离分散性负荷的感性无功功率应单独设置电容器补偿如高压钠灯，可减小低压配电线路无功电流带来的损耗。长距离中压电缆线路因其容性充电功率大，因此小容量配电变压器低压侧不应再设置集中补偿电容器组，否则会出现过补偿。这是从某跨海大桥工程中获得的经验教训。

4.4.3 原有条文。根据 GB 50052—2009《供配电系统设计规范》第 6.0.5 条规定提出本条文要求。长距离中压电缆线路的容性充电功率比较大，无功功率补偿时必须考虑。长距离中压电缆线路的容性充电功率可根据电缆制造厂提供的工作电容值估算或通过实测获得。附录 B 列出了中压交联聚乙烯绝缘电力电缆线路的工作电容及充电功率计算值，供工程设计人员参考。

4.4.4 原有条文。长距离中压电缆线路的容性充电功率在晚间线路中感性照明负荷投运时可以得到平衡，而在空载或轻载运行状态下的长距离中压电缆线路的容性充电功率大于其感性功率。根据 1996 年 10 月 8 日中华人民共和国电力工业部第 8 号令《供电营业规则》第四十一条规定，为防止无功电力倒送，本条文提出了两个补偿措施，供工程设计人员选择采用。采用并联电抗器补偿容性功率时，应合理选取其补偿容量和控制方式，避免产生谐振和出现过补偿。

4.4.5 原有条文。并联电容器过零自动投切可限制电容器合闸产生的涌流、避免产生操作过电压，符合 DL/T 5725—2015《35kV 及以下电力用户变电所建设规范》第 5.0.5 条规定。

5 中压配电设备和电缆的选择

5.1 一般要求

5.1.1 原有条文。根据 DL/T 522—2005《导体与电器的选择设计技术规定》第 5 章规定，提出本条文要求。

5.1.2 原有条文。根据 DL/T 522—2005《导体与电器的选择设计技术规定》第 6.0.1 条规定，提出本条文要求。桥梁结构内部（包括主塔横梁内或平台上）环境特殊，如温度高、湿度大、震动强

烈、盐雾浓、有台风等。

5.2 中压隔离变压器

5.2.1 原有条文。根据 GB 50053—2011《20kV 及以下变电所设计规范》第 3 章第 3.3 节和 DL/T 5725—2015《35kV 及以下电力用户变电所建设规范》第 7 章第 7.2 节规定，提出本条文要求。

5.2.2 原有条文。规定中压隔离变压器的容量不宜小于负荷侧所有中压配电变压器的容量之和，是为了降低中压隔离变压器的负荷率，留有备用容量、便于中压配电系统扩展。

5.3 中压开关设备和控制设备

5.3.1 原有条文。桥梁结构内部空间小，因此应采用小型开关设备和控制设备。大型公路桥梁长距离分散性布负荷主要为道路照明和景观照明，对长距离气体放电灯负荷的配电线路的控制与保护有其特殊性。据有关资料表明，气体放电灯在启辉期间（约几分钟）启动电流可达额定电流的 1.5 倍，特别是通电后第一个周期内的冲击电流峰值很高。尤其是对许多灯具配电的中压电缆线路，尖峰电流的叠加使得线路保护的瞬时动作值的整定相对困难。整定高了会导致保护灵敏度下降，甚至在线路未断出现保护“死区”，整定低了又会在线路通电瞬间误动作。

5.3.2 原有条文。根据 DL/T 522—2005《导体与电器的选择设计技术规定》第 9.2.14 条、第 10.2.4 条规定，提出本条文要求。根据 GB 1984—2014《交流高压断路器》第 4.107 条规定，12kV 断路器的额定电缆充电开断电流为 25A。根据 GB 3804—2004《3.6~40.5kV 交流高压负荷开关》第 5.113 条规定，12kV 通用负荷开关的额定电缆充电开断电流为 10A。附录 B 列出了中压交联聚乙烯绝缘电力电缆线路的充电电流计算值，供工程设计人员参考。

5.3.3 原有条文。照明配电线路控制比较特殊，主要有两个特点：一是频率高，年调用次数达 1500 次以上，中压控制开关应采用电气寿命长、可频繁操作的 SF6 交流接触器或真空交流接触器；二是时间性一致，白天断电，晚上通电。因而可以不采用通常的低压分散控制方式，而可由中心变电所内的中压保护柜上直接集中控制，既简单方便，又节约电能。

5.3.4 原有条文。将在线绝缘检测技术应用到大型公路桥梁工程中，可以提高中压配电系统的可靠性和安全性。

5.3.5 原有条文。根据 DL/T 522—2005《导体与电器的选择设计技术规定》第 13.0.10 条规定，提出本条文要求。为了安全和便于查找故障，中压开关设备和控制设备应配置带电指示器和电缆故障指示器。为防止凝露，处在高潮湿环境中宜在设备内加装除湿电加热器。

5.4 中压配电变压器

5.4.1 原有条文修订。中压配电变压器应采用适应长距离分散性负荷特点专门设计的小容量组合式变压器。根据 GB 20052—2013《三相配电变压器能效限定值及能效等级》相关条文，本标准修订稿增加了对中压配电变压器的能效等级要求。根据 GB 50052—2009《供配电系统设计规范》第 7.0.7 条规定，在低压电网中，应采用 D,yn11 联结组别。为了提高防雷性能，额定容量在 50kVA 以下时，推荐采用 Y,zn11 联结组别。安装在桥梁接线用地范围内的埋地式变压器应选择油浸式变压器，其防护外壳应为 IP68，并具有抗腐蚀措施；针对目前工程设计中普遍采用油浸式小容量埋地式变压器可

能带来的安全问题，规定安装在桥梁结构内部（包括主塔横梁内或平台上）、隧道配电洞室内的变压器应选择干式绝缘或非可燃性液体绝缘变压器。干式绝缘变压器防护外壳不低于 IP45，并具有抗腐蚀措施。

5.4.2 原有条文。目前组合式变压器一般采用三相变压器。在 LED 灯照明日益普遍采用的情况下，推荐采用中压侧额定电压等于三相系统标称电压的单相变压器，可以满足“小容量、密布点、短半径”的要求。

5.4.3 原有条文修改。根据 CJJ45—2015《城市道路照明设计标准》第 6.1.2 条第 3 款规定，修改了对组合式变压器平均负荷率的要求。

5.4.4 原有条文。在工程应用中，组合式变压器与中压电缆的连接广泛采用插入式终端，其优点是施工维护方便，但其连接应安全可靠，便于安装和维护并适应变压器外壳防护要求。中压电缆插入式终端应满足载流能力要求，不应低于 80A。

5.4.5 原有条文。为了运行维护人员的安全，规定中压电缆插入式终端盒的母线及馈出均应绝缘封闭，进出线均应配备带电显示器或防止带电插拔的联锁装置。

5.5 中压配电电缆

5.5.1 原有条文。根据 GB 50217—2007《电力工程电缆设计规范》第 3 章规定，中压配电电缆宜采用三相统包型交联聚乙烯绝缘铜芯电力电缆，根据敷设环境采用铠装或防水外护套。考虑到防火要求，敷设在大型公路桥梁主塔、箱梁、锚碇等结构内部的配电电缆应采用无卤低烟阻燃型。

5.5.2 原有条文修改。根据 DL/T 5725—2015《35kV 及以下电力用户变电所建设规范》第 7.4.3 条规定，修改了对中压配电电缆导体最小截面的要求。

5.5.3 原有条文修改。根据 DL/T 5725—2015《35kV 及以下电力用户变电所建设规范》第 7.4.3 条规定，修改了对中压配电电缆屏蔽层最小截面的要求。

5.6 中压配电电缆分支箱

5.6.1 原有条文。在工程应用中，中压配电电缆分支箱广泛采用采用小容量插拔式馈出结构的产品，插入式终端应满足载流能力要求，不应低于 80A。要求与第 5.4.4 条一致。

5.6.2 原有条文。为简化配电系统接线，中压配电电缆分支箱不宜超过四个单元。为安全起见，母线及馈出端均应绝缘封闭，进出线均应配备带电显示器或防止带电插拔的联锁装置。为便于查找故障，所有出线应配置电缆故障指示器。

6 中压配电系统的安全防护

6.1 一般要求

6.1.1 原有条文。根据 GB/T 50062—2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》、GB/T 50064—2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》相关规定，提出了本条文要求。

6.1.2 原有条文。根据 GB/T 50062—2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第 2.0.3 条规定，提出了本条文要求。在工程应用中，已普遍采用微机型保护装置。

6.2 中压配电线路的电流保护

6.2.1 原有条文。根据 GB/T 50062—2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第 5.0.3 条规定，提出了本条文要求。

6.2.2 原有条文。大型公路桥梁长距离分散性布负荷主要为道路照明和景观照明，对长距离气体放电灯负荷的配电线路的控制与保护有其特殊性。据有关资料表明，气体放电灯在启辉期间（约几分钟）启动电流可达额定电流的 1.5 倍，特别是通电后第一个周期内的冲击电流峰值很高。尤其是对许多灯具配电的中压电缆线路，尖峰电流的叠加使得线路保护的瞬时动作值的整定相对困难。整定高了会导致保护灵敏度下降，甚至在线路末端出现保护“死区”，整定低了又会在线路通电瞬间误动作。在对长距离分散性负荷中压配电线路的电流保护设置上，多数桥梁工程的方案不仅采用了数字式过电流保护、还采用了 HRC 熔断器作短路保护、数字式零序电流保护作单相接地故障保护。照明配电线路的短路保护由限流熔断器实现，线路末端的过电流保护及单相接地保护则由微机保护装置作用于接触器分闸来实现。过电流保护的整定一般需按躲过尖峰电流整定，并且需要校核线路末端在最小运行方式下发生两相短路时的灵敏度。由于中压配电线路距离较长，线路末端在最小运行方式下发生两相短路电流相对较小，而照明灯具在通电初期的尖峰电流又较大。所以，我们提出在通电初期两分钟内（时间可调）的过电流保护动作闭锁的方案（在数字式过电流保护动作闭锁两分钟内，HRC 熔断器的短路保护、数字式零序电流保护在起作用）。这样，过电流保护的整定值只要设置为线路计算电流的 1.2 倍即可，并小于作短路保护的熔断器的熔体额定电流（为线路计算电流的 1.6 倍）。这样设置，对较长距离配电线路的过电流保护也可获得较高的灵敏度，从而解决了较长距离配电线路过电流保护的灵敏度与可靠性（防误动）的问题。数字式过电流保护并与熔断器保护相互配合，从而不存在保护死区。另外，由于大桥内部中压配电网电源中性点采用直接接地方式，线路的零序电流保护只要躲过该线路的电容电流就可获得较高的灵敏度，一旦发生接地故障就立即跳闸。

6.2.3 原有条文。根据 GB/T 50062—2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第 5.0.4 条规定，提出了本条文要求。为保证可靠性，零序电流保护的整定值不应小于长距离电缆线路的单相接地电容电流的 1.3 倍。保护延时 0.2s 动作为了与低压过电流保护电器有选择性配合。

6.2.4 原有条文。根据 GB/T 50062—2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第 5.0.8 条规定，提出了本条文要求。

6.2.5 原有条文。当中压配电线路采用白天断电而夜间通电的运行方式时，中压配电线路上宜装设微机绝缘监测装置，是为了防止电缆绝缘带故障通电运行。

6.3 中压配电变压器的电流保护

6.3.1 原有条文。根据 GB/T 50062—2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第 4.0.1 条规定，提出了本条文要求。

6.3.2 原有条文。根据 GB/T 50062—2008《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》第 4.0.1 条规定，提出了本条文要求。过负荷保护采用埋在变压器绕组内的热保护装置作用于变压器低压侧总断路器跳闸，简单可靠。

6.4 中压配电系统的过电压和欠电压保护

6.4.1 原有条文。根据 GB/T 50064—2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》第 5.1.13 条第 12 款规定，提出了本条文要求。

6.4.2 原有条文。根据 GB50057—2010《建筑物防雷设计规范》第 4.3.8 条第 5 款规定，提出了本条文要求。

6.4.3 原有条文。中压配电系统装设欠电压保护可避免在系统出现失压又突然恢复电压时，因系统中存在大量容性设备而造成系统过电压损坏设备绝缘。

6.5 中压电气装置的基本防护（直接接触防护）

6.5.1 原有条文。中压电气装置采用遮栏和外护物进行永久性防护，可防止人员与带电设备直接接触。

6.5.2 原有条文。防止中压配电系统的隔离开关、电缆插入式终端带负荷操作引发事故。

6.6 中压电气装置的故障防护（间接接触防护）

6.6.1 原有条文。中压电气装置应采取自动切断电源方式防止因基本绝缘损坏导致人员受到间接接触电击。

6.6.2 原有条文。将中压电气装置的外露可导电部分进行保护接地以及桥梁结构内部作等电位联结是间接接触防护的两个基本措施。

6.6.3 原有条文。为保证自动切断电源保护电器的动作灵敏性，提出了保护导体的连接按规定实施、应连续可靠的要求。

6.6.4 原有条文。提出了保护导体的选择要求。

6.6.5 原有条文。中压配电系统的间接接触防护采用零序电流保护灵敏性高。

6.6.6 原有条文。GB 16895.21—2011《低压电气装置 第 4-41 部分：安全保护 电击防护》、GB 16895.28—2008《低压电气装置 第 7-714 部分：特殊装置或场所的要求 户外照明装置》和 GB 50054—2011《低压配电设计规范》均提出了低压配电系统的间接接触防护的规定。

6.6.7 原有条文。根据 CJJ45—2015《城市道路照明设计标准》第 6.1.8 条规定，提出了本条文要求。

6.6.8 原有条文。根据 GB 50054—2011《低压配电设计规范》5.2.13 条“TN 系统中，配电线路采用过电流保护电器兼作间接接触防护电器时，其动作特性应符合本规范第 5.2.8 条的规定，当不符合规定时，应采用剩余电流动作保护电器。”，提出了本条文要求。

7 中压配电系统的自动化

7.0.1 原有条文。中压配电系统同步建设配电自动化系统可提高运行管理水平。

7.0.2 原有条文。中压配电自动化系统的远方监控中心根据工程具体情况设置。

7.0.3 原有条文。提出了中压配电自动化系统的远方监控中心的基本功能要求。

7.0.4 原有条文修改。根据 DL/T 814—2013《配电自动化系统技术规范》和 DL/T 1406—2015《配电自动化技术导则》相关条文，修改了中压配电自动化系统的组成及功能要求。结合大型公路桥梁

特点，仅提出原则要求。

8 中压电气装置的安装

8.0.1 原 8.3 条文。本标准修订稿调整了中压电气装置的安装条文顺序。中压电气装置的安装应符合 GB50303—2015《建筑电气安装工程施工质量验收规范》、GB 50168—2006《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》、GB 50169—2016《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》等规范要求。结合大型公路桥梁特点，本标准修订稿增加了安装在桥梁结构内部的中压电气装置的安装抗震措施应符合 GB 50981—2014《建筑机电工程抗震设计规范》的规定。

8.0.2 原 8.1 条文。为保证工程质量，对施工单位和电气专业人员提出资质要求。安装材料需满足规定。

8.0.3 原 8.2 条文。按照第 5 章规定的电气设备的特性，在安装工程中必须得到保证。常见问题如接地做法不规范、导体连接不牢靠、安全防护措施不完善等。为保证中压配电系统的安全可靠，提出本条文要求。

8.0.4 原有条文。中压电气装置设置警告牌或告示，可防止人员无意识接近，保证安全。

9 中压电气装置的检验

9.0.1 原有条文。根据 DL/T 596—1996《电力设备预防性试验规程》和 GB 50150—2016《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》相关规定，中压电气装置在投运前、设备大修或重大变更后，均应进行检验。

9.0.2 原有条文修改。根据 GB/T 32893—2016《10kV 及以上电力用户变电站运行管理规范》第 6 章第 6.3 节以及第 7 章第 7.3 节规定，增加了对中压电气装置的巡视检查和试验要求。通过巡视检查与试验，获得中压配电系统的设备状态量，为开展设备状态评估提供依据。

9.0.3 原有条文。所有电气装置外露可导电部分的接地、等电位联结等状况每半年检验一次。

9.0.4 原有条文。中压隔离变压器、中压开关设备、中压配电变压器、中压配电电缆的绝缘及连接状况每年检验一次。

10 中压配电系统的设备状态评估

10.0.1 新增条文。根据 GB/T 32893—2016《10kV 及以上电力用户变电站运行管理规范》第 4.4 条规定，明确了为确保中压配电系统的安全运行，应对系统设备状态进行定期评估和动态评估。定期评估周期可根据设备重要性确定，如中压电源进线开关设备、中压隔离变压器特别重要宜每年评估一次；中压开关设备、中压馈电电缆线路、供电给桥梁重要负荷的中压配电变压器等比较重要宜每 2 年评估一次；供电给桥梁一般负荷的中压配电变压器（箱式变电站或组合式变压器）及低压配电总箱等宜每 3 年评估一次。

10.0.2 新增条文。明确了中压配电系统的状态评估设备范围。变压器、开关设备和控制设备等以台为基本单元开展评估，电缆线路以回路为基本单元开展评估。

10.0.3 新增条文。提出了中压配电系统的设备状态信息收集的要求及其相应内容，为设备状态评估提供基本数据，要求收集的信息准确、全面、时效性强。

10.0.4 新增条文。参照 DL/T 1102—2009《配电变压器运行规程》、DL/T 1253—2013《电力电缆线路运行规程》和 JTG/T H21—2011《公路桥梁技术状况评定标准》，提出将设备状态分为 1 类（正常状态）、2 类（注意状态）、3 类（异常状态）和 4 类（严重状态）、5 类（危险状态）五种。

10.0.5 新增条文。根据设备状态评估结果应采取不同的状态检修策略。实现从定期检修到状态检修转变，增强设备检修的针对性和有效性，确保人身、设备和配电系统安全，提高桥梁综合效益。

10.0.6 新增条文。明确了为确保中压配电系统的安全可靠，应计划更换的设备。体现了安全、可靠、环保、节能的原则。

附录 A（资料性附录） 根据 GB/T 10228—2015《干式电力变压器技术参数及要求》重新计算了小容量配电变压器低压侧单相对地短路电流及低压最大供电半径计算值。

附录 B（资料性附录） 表中电缆工作电容值根据 GB/T 12706.2—2008 所规定的结构尺寸计算。

附录 C（规范性附录） 本标准修订稿增加了中压配电系统的设备状态评估标准。参考国家电网公司 Q/GDW 645—2011《配网设备状态评价导则》的基本架构，修正深化相应的适用范围与具体要求，增加特大型公路桥梁供配电系统的特殊设备（小容量全密封组合式变压器）和桥梁内电缆设施内容。主要明确中压开关设备、中压隔离变压器、组合式变压器、中压电缆线路等设备各部件的划分、各部件的评估内容、各评估内容包含的状态量。各部件的权重、各状态量与最大扣分值的关系、各部件评估分值与状态的关系、评估结果的计算方法及状态评估报告格式。在 2012 年~2016 年之间，编制组成员在南京长江第二大桥、润扬长江大桥、杭州湾跨海大桥等大型公路桥梁中，对中压配电系统的设备状态进行了抽样评估，根据评估结果和工程实际情况，调整修订了本评估标准。

2.3 新旧标准水平的对比

本标准修订稿与原有标准 JT/T 823—2011 相比，内容主要变化如下：

- 修改了标准适用范围的表述（见第 1 章）；
- 增加了九个规范性引用文件（见第 2 章）；
- 修改了中压的术语和定义（见 3.0.1）；
- 修改了中压开关设备和控制设备的术语和定义（见 3.0.4）；
- 修改了埋地式变压器的术语和定义（见 3.0.8）；
- 增加了电气装置、设备和设备状态评估的定义（见 3.0.9~3.0.11）；
- 修改了中压配电系统的表述（见 4.1.1）；
- 修改了中压配电系统电压选择的表述（见 4.2.1）；
- 修改了系统接地的要求（见 4.3.1）；
- 增加了对系统接地电阻的设计要求（见 4.3.4）；
- 增加了对中压配电变压器的能效要求（见 5.4.1）；
- 修改了对组合式变压器平均负荷率的要求（见 5.4.3）；
- 修改了对中压配电电缆导体及屏蔽层最小截面的要求（见 5.5.2、5.5.3）；
- 修改了中压配电自动化系统的组成及功能要求（见 7.0.4）；

- 调整了中压电气装置的安装条文顺序（第 8 章）；
- 增加了对中压电气装置的安装抗震要求（见 8.0.1）；
- 增加了对中压电气装置的巡视检查和试验要求（见 9.0.2）；
- 增加了对中压配电系统的设备状态评估要求（见第 10 章）；
- 修改了附录 A（资料性附录）小容量配电变压器低压侧单相对地短路电流及低压最大供电半径计算值；
- 增加了附录 C（规范性附录）中压配电系统的设备状态评估标准。

本标准修订稿与原有标准 JT/T 823—2011 相比，技术水平分析如下：

（1）规范性和先进性 本标准修订稿根据 2011 年以来颁布的最新国家及行业标准编制，如 GB/T 2900.20—2016《电工术语 高压开关设备和控制设备》、GB/T 2900.95—2015《电工术语 变压器、调压器和电抗器》、GB 20052—2013《三相配电变压器能效限定值及能效等级》、GB/T 32893—2016《10kV 及以上电力用户变电站运行管理规范》、GB/T 50064—2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》、GB/T 50065—2011《交流电气装置的接地设计规范》、GB 50981—2014《建筑机电工程抗震设计规范》、DL/T 814—2013《配电自动化系统技术规范》、DL/T 1406—2015《配电自动化技术导则》、DL/T 5725—2015《35kV 及以下电力用户变电所建设规范》、CJJ45—2015《城市道路照明设计标准》等规范。本标准修订稿修改了中压、中压开关设备和控制设备、埋地式变压器的术语和定义。为便于理解，增加了电气装置、设备和设备状态评估的术语和定义。修改了对中压配电电缆导体及屏蔽层最小截面的要求。本标准修订内容充分体现中压配电系统技术的新发展和国家标准规范的新要求。

（2）科学性和可操作性 本标准修订稿修改了中压配电系统的表述、修改了中压配电自动化系统的组成及功能要求，修订内容具有科学依据，数据来源科学准确。本标准修订稿 4.2.1 条修改了中压配电系统电压选择的表述，技术要求更加具体明确，避免了模糊的表述，提出定量的要求。本标准修订稿可操作性更强。

（2）安全性和节能性 本标准修订稿依据最新颁布的国家标准，对中压配电系统接地方式、系统接地电阻提出了更高的要求，修改了对中压配电电缆导体及屏蔽层最小截面的要求、增加了对中压电气装置的安装抗震要求、增加了对中压电气装置的巡视检查和试验要求，强调了大型公路桥梁中压配电系统的安全性。本标准修订稿增加了对中压配电变压器的能效要求、修改了对组合式变压器平均负荷率的要求，强调了配电变压器的节能和经济运行。

（4）创新性和实用性。本标准修订稿结合大桥用电特点、在征询建设、设计、施工、管养单位反馈意见基础上，通过对已建成的大型公路桥梁中压配电系统的调研和分析，结合设备运行情况，提出了“中压配电系统的设备状态评估标准”，为系统安全、可靠运行提供了又一措施，填补了技术空白。本标准修订稿充分体现了创新性和实用性。

3 预期的经济效果、社会效果及环境效果分析

本标准修订是在总结我国大型公路桥梁中压配电系统技术的工程应用的基础上，结合现行的相关标准的规定，对有关条文进行合理的修改，并完善了相关内容，依据充分可靠，技术指标先进合理，有利于进一步规范和提高我国大型公路桥梁中压配电系统技术，符合行业技术发展的新要求。

本标准的发布、实施，将大大提高大型公路桥梁中压配电系统的安全性、可靠性，为大型公路桥梁中压配电系统的设备状态评估工作的开展提供依据。

本标准修订实施后对大型公路桥梁中压配电系统的建设与运维起到了规范、引导作用，提升工程质量，提高社会效益、经济效益和工程施工安全，推动行业的技术进步。

4 采标情况与国际、国外同类标准水平的比较

采用国际标准既是参与世界市场竞争的需要，也是打破其它国家贸易技术壁垒的有效手段。WTO/TBT 协议要求，WTO 各成员国在制定本国技术法规和标准时，除因基于气候、地理因素或基本技术等原因不能采用外，都应以国际标准为基础。

GB 16895.21—2011/IEC 60364-4-41:2005《低压电气装置 第 4-41 部分：安全防护 电击防护》规定了对低压电气装置电击防护的要求。本标准修订稿积极采用该标准。

对大型公路桥梁的道路照明（包括道路监控设施）与一般附属于建筑物上及其周围的室外照明的不同点在于其分布距离较长、通常需要中压配电。GB16895.28—2008/IEC 60364-7-714:1996《建筑物电气装置 第 7-714 部分：特殊装置或场所的要求 户外照明装置》仅对室外照明装置采用的低压配电系统提出了要求。NF C17-200—2007《户外照明装置 规定》不仅对室外照明装置采用的低压配电系统提出了要求，而且也根据法国工程具体情况，对其道路照明装置采用的中压配电系统提出了具体要求。本标准修订稿在对道路照明采用的低压配电系统提出要求时，采用 IEC 60364-7-714:2011 标准；在对道路照明采用的中压配电系统提出要求时，部分参照了 NF C17-200—2007 标准。

5 与有关的现行法律、法规和标准的关系

本标准与有关的现行法律、法规无冲突。以现行 JT/T 823—2011《大型公路桥梁中压配电系统技术条件》为基础，结合标准的实际应用反馈情况，并依据 GB/T 32893—2016《10kV 及以上电力用户变电站运行管理规范》、GB/T 50064—2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》、GB/T50065—2011《交流电气装置的接地设计规范》、GB50981—2014《建筑机电工程抗震设计规范》等规范进行修订。部分内容修订参考了电力行业标准和国家电网公司企业标准。

6 重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

7 其他应予说明的事项

无其他应予说明的事项。

《大型公路桥梁中压配电系统技术条件》（修订）标准编制组

2017年8月9日