

电气化铁路接触网用棒形复合绝缘子新标准解读

刘 磊

摘 要: 为便于电气化铁路接触网专业人员准确理解和使用 TB/T 3199.2-2018《电气化铁路接触网用绝缘子 第2部分: 棒形复合绝缘子》新标准, 对该标准的编制背景、定位、适用范围以及章节内容等进行详细解读, 将其新增加的技术指标、相关试验项目及功能与旧版标准进行比对。新标准的发布对提高我国电气化铁路接触网用绝缘子质量技术水平提供了必要的标准规范性文件支撑。

关键词: 电气化铁路; 接触网; 棒形复合绝缘子; 行业标准; 解读

Abstract: In order to facilitate the accurate understanding and use of the new standard of OCS Insulators for Electrified Railway Part 2: Rod Type Composite Insulators TB/T 3199.2-2018 by the personnel of OCS system of electrified railway, the paper interprets in details its background, orientation, applicable scope and contents of chapters, compares the new edition and the previous edition in terms of new added technical parameters, related test items and functions. The issuance of the new edition standard has been providing the standardized and specified documentary support for improving of the quality and technological levels of OCS insulators for electrified railways in our country.

Key words: Electrified railway; OCS; rod type composite insulator; industrial standard; interpretation

中图分类号: U225.4⁺3

文献标识码: B

文章编号: 1007-936X (2020) 01-0015-02

0 引言

铁路标准是铁路建设和经济发展的重要技术基础, 是产业发展和市场竞争的核心要素。随着我国铁路的迅速发展, 经过多年来技术创新和实践经验的积累, 铁路标准日益完善^[1], 为保障铁路建设和运营安全、促进铁路科技创新和产业升级、服务铁路“走出去”发挥了重要支撑作用^[2]。

1 编制背景

TB/T 3199.2-2008《电气化铁路接触网用绝缘子 第2部分: 棒形复合绝缘子》^[3] (以下简称“原标准”) 是电气化铁路接触网复合绝缘子制造、选型、试验的重要依据。随着高速铁路的快速发展, 对棒形复合绝缘子的品种、规格、材料等提出了新的更高要求。为适应电气化铁路的发展, 保证接触网系统的可靠性, 指导规范电气化铁路接触网用棒形复合绝缘子的选用、设计、制造、试验等环节, 对原标准进行了修订。

自2019年2月1日起, TB/T 3199.2-2008被TB/T 3199.2-2018《电气化铁路接触网用绝缘子第2部分: 棒形复合绝缘子》^[4] (以下简称“新标准”) 替代。新标准与原标准相比, 除了编辑性修定外, 主要修改了适用海拔范围、检验规则分类、人工污

秽试验等5项技术标准, 删除了人工污秽试验、伞套材料、芯棒等10项技术要求, 增加了弯曲破坏负荷和拉伸破坏负荷等4项部分机械强度性能指标。鉴于此, 为了更好地理解新标准, 有必要对新标准的主要内容进行解读。

2 章节内容

新标准为铁路行业标准, 适用于新建和改建不同设计速度、不同铁路等级的电气化铁路。新标准分9章, 各章节主要内容简介如下:

(1) “范围”章节对本标准的适用范围进行了规定。

(2) “规范性引用文件”章节是对本标准正文引用文件的列举, 主要引用了国家标准、电力行业标准及铁路行业标准, 共15项标准。

(3) “术语和定义”章节对本标准的术语进行了定义, 并指向了GB/T 2900.8-2009、GB/T 19519-2014、GB/T 20142-2006、GB/T 22079-2008界定的术语和定义。“复合绝缘子”定义为“至少由两种绝缘部件, 即芯棒和伞套制成, 并装有端部装配件的绝缘子”。原标准中未对复合绝缘子做定义, 铁路行业内复合绝缘子特指硅橡胶伞套、玻璃纤维棒的绝缘子。

(4) “使用环境”章节对绝缘子的使用环境做了要求。环境温度范围为-40℃~40℃, 同原标准;

作者简介: 刘 磊, 国家铁路局装备技术中心, 工程师。

海拔高于 1 000 m 时,绝缘子的外绝缘特性应按照 GB/T 311.1 的规定进行修正,原标准在表 3、表 5 中对轻污染地区 2 000、3 000、4 000 m 海拔高度及重污染地区 1 000、1 500、2 000 m 海拔高度的绝缘子电气性能做了具体规定,并要求其他海拔高度地区按照附录 C 给出的原则进行修正。GB 311.1-2012《绝缘配合 第 1 部分 定义、原则和规则》^[5]由国际电工委员会标准 IEC 60071-1:2006 修改采用。GB 311.1-2012 采用的海拔修正比原标准附录 C 修正方法更科学合理。

(5)“分类和型号”章节规定了绝缘子的分类、型号表示方法。将棒形复合绝缘子按功能结构形式分为棒形腕臂复合绝缘子、棒形支柱复合绝缘子、棒形横担复合绝缘子、棒形悬式耐张复合绝缘子和棒形悬式定位复合绝缘子 5 类;原标准仅含悬式耐张复合绝缘子和腕臂绝缘子。在几十年的工程实践中,采用了大量支柱绝缘子和棒形横担绝缘子用作正馈线的支撑悬挂;在时速 120 km 普速铁路单线隧道中,采用了大量悬式定位复合绝缘子。

(6)“技术要求”章节规定了绝缘子的主要技术要求。新标准中规定了硅橡胶及氟硅橡胶伞套应符合 DL/T 376,脂环族环氧化合物伞套应符合 GB/T 22079-2008 要求(原标准中不含氟硅橡胶、脂环族环氧化合物伞套);新标准中增加了瓷质芯棒规定,增加了抗弯性能 20、25 kN 2 种腕臂绝缘子,适用于更高速度、更大张力接触网系统及大风区接触网。

3 新标准增加的主要内容

3.1 标准对照

新标准中棒形柱式复合绝缘子部分对应国标 GB/T 20142-2006 (IEC 61952:2002, MOD)《标称电压高于 1 000 V 的交流架空线路用线路柱式复合绝缘子—定义、试验方法及接收准则》^[6],棒形悬式复合绝缘子部分对应国标 GB/T 19519-2014 (IEC 61109:2008, MOD)《架空线路绝缘子 标称电压高于 1000V 的交流系统用悬垂和耐张复合绝缘子定义、试验方法及接收准则》^[7]。相应部分与 GB/T 20142-2006、GB/T 19519-2014 的主要差异为:(1)增加电气化铁路接触网用复合绝缘子尺寸、特性要求;(2)部分修改了复合绝缘子的检验规则。

3.2 增加高性能等级的腕臂绝缘子

为适应电气化铁路运行时速大幅提高和大风区特殊运行工况对绝缘子机械强度提出更高要求的情况,根据国家产品质量监督检验中心试验结果和京沪高铁、兰新电气化铁路、石家庄供电段管内线路等实际线路运行验证,新标准规定了修订增加抗弯负荷 20、25 kN 棒形腕臂复合绝缘子系列。

3.3 增加支柱绝缘子、横担绝缘子

为解决电气化铁路隧道内 AF 线安装问题,根据国家产品质量监督检验中心试验结果和京沪、贵广高铁等线路的实际运行验证,新标准规定了修订增加抗弯 16、20 kN,爬电距离为 1 600 mm 的棒形支柱复合绝缘子系列、横担复合绝缘子系列。

3.4 增加试验要求

(1)低温试验。为了满足寒温及寒冷地区特殊环境的要求,新标准增加了低温试验要求,将绝缘子置于低温试验箱内,并降温至 -40℃ 保持 8 h 后取出,立即分别进行弯曲破坏负荷试验和拉伸破坏负荷试验。

(2)瓷件超声波检验。新标准中增加瓷质芯棒绝缘子,瓷质芯棒需按 GB/T 8287.1-2008 中 5.10 节要求进行超声波检验。

(3)抗扭破坏负荷试验。为检验棒形支柱绝缘子的抗扭性能,将棒形支柱绝缘子法兰固定在夹具上,扭转负荷应迅速平稳升高至样品破坏为止。

4 硅橡胶伞套的成分

硅橡胶绝缘子具备良好的抗污能力。为了增强耐漏电起痕能力、抗老化性能,硅橡胶伞套材料中需要添加二氧化硅、氢氧化铝等填料,但会影响硅橡胶的迁移能力。硅橡胶配方对提高复合绝缘子使用寿命和运行可靠性意义重大,也是影响绝缘子成本的重要因素。为了控制复合绝缘子的质量,在新标准编制初期对硅橡胶中甲基乙基硅橡胶、二氧化硅、氢氧化铝的成分做了详细的规定,但考虑到行业标准应主要规定产品的性能、行业内对硅橡胶伞套材料组分认识差异较大、目前检验手段不能准确检验等多方面的因素,最终标准中未对硅橡胶成分做详细要求。

(下转第 33 页)

由于 $R_{27.5} \gg R_{110}$, $X_{27.5} > X_T \gg X_{110}$, 则电缆电流与牵引网电流比值为

$$\frac{\dot{I}_{110}}{\dot{I}_{27.5}} = \frac{Z_T + R_{27.5} + jX_{27.5}}{Z_T + R_{110} + jX_{110}} \approx \frac{jX_T + R_{27.5} + jX_{27.5}}{jX_T} \approx \frac{X_T + X_{27.5}}{X_T} = 7.23$$

即 110 kV 电缆流过的电流是接触线的 7.23 倍, 且牵引变压器电抗越小, 电缆分得电流越大。出现该电流分配结果的主要原因是接触线阻抗远大于牵引变压器阻抗, 远大于 110 kV 电缆阻抗, 每辆机车绝大部分电流只能从最靠近的 2 个牵引变压器取流。当满足接触线阻抗远大于牵引变压器阻抗, 牵引变压器容量选择是各自独立的。

5 结语

本文针对电缆牵引供电方式进行研究, 分析了电缆牵引供电的可靠性, 给出了电缆牵引网电压损失的计算式, 通过 Matlab/Simulink 平台搭建电缆牵引网的仿真模型进行了验证, 并分析了牵引网负载条件下的电压分布、供电能力等电气特性及牵引变压器间距对牵引网电压分布的影响。通过分析, 理论上电缆供电的供电臂长度能达到 100 km, 而且电缆的供电能力相当于架空导线的 7 倍, 进一

步验证了电缆供电的优越性, 可以为电缆牵引供电方式的工程应用提供参考。

参考文献:

- [1] 曹建猷. 电气化铁道牵引供电系统[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1983.
- [2] 李群湛, 易东, 贺建闽. 交流电气化铁路牵引电缆供电分析[J]. 西南交通大学学报, 2013, 48 (1): 81-87.
- [3] 肖楚鹏, 张靖宇, 刘大岗, 等. 电缆牵引供电方式电气特性研究[J]. 电气化铁道, 2012, 23 (4): 29-32.
- [4] 李群湛, 贺建闽. 牵引供电系统分析[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2007.
- [5] 蓝波. 电气化铁路新型电缆牵引供电技术方案研究[D]. 西南交通大学, 2015.
- [6] 顾立新. 基于 AT 供电方式的长距离供电网络分析[J]. 电气化铁道, 2018, 29 (5): 16-21+24.
- [7] 刘政. 城市轨道交通交流牵引供电系统供电技术研究[D]. 西南交通大学, 2018.
- [8] 王语园. 电气化铁道 AT 供电方式牵引回流钢轨电位的分析研究[J]. 电子质量, 2012 (1): 6-7+17.

收稿日期: 2019-06-15

(上接第 16 页)

5 结语

(1) 新标准为电气化铁路接触网用绝缘子的新工艺水平、新材质要求、新检验手段提供了可靠的技术保障及必要的标准规范性文件支撑。

(2) 在新标准的实施过程中, 各产品生产企业需理解新标准的实质内容, 按照标准要求做好产品质量把控。

(3) 新标准对提高我国电气化铁路装备技术水平及中国铁路“走出去”战略具有重要意义。

参考文献:

- [1] 国家铁路局. 铁路标准化“十三五”发展规划[Z]. 2017-03-02.
- [2] 郭晓毅. 铁路法规标准数据库系统设计研究[J]. 中国安全科学学报, 2018, 28 (s2): 17-23.
- [3] 中华人民共和国铁道部. TB/T 3199.2-2008 电气化铁路接触网用绝缘子 第 2 部分: 棒形复合绝缘子[S]. 北京: 中

国铁道出版社, 2008.

- [4] 国家铁路局. TB/T 3199.2-2018. 电气化铁路接触网用绝缘子 第 2 部分: 棒形复合绝缘子[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2018.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 311.1-2012 绝缘配合 第 1 部分 定义、原则和规则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 20142-2006 标称电压高于 1 000 V 的交流架空线路用线路柱式复合绝缘子—定义、试验方法及接收准则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 19519-2014 架空线路绝缘子 标称电压高于 1 000 V 的交流系统用悬垂和耐张复合绝缘子定义、试验方法及接收准则[S]. 北京: 中国质检出版社, 2014.

收稿日期: 2019-08-01