

团体标准
T/CASA008-201x 《地铁再生制动能量回收
系统技术规范（征求意见稿）》
编制说明

2019 年 11 月

目录

一、工作简况.....	3
1. 任务来源.....	3
2. 标准制定的意义.....	4
3. 起草单位.....	4
4. 编制过程.....	4
二、标准主要内容.....	4
1. 修订原则及流程.....	4
2. 主要技术内容的说明.....	5
2.1 适用范围.....	5
2.2 规范性应用文件.....	5
2.3 术语及定义.....	6
2.4 方法原理.....	6
2.5 干扰因素.....	7
2.6 样机准备.....	7
2.7 测试方法.....	8
2.8 测试结果.....	8
三、重大分歧意见的处理经过和说明.....	8
四、工作组层面征求意见情况.....	9
五、标准的属性.....	9
六、专利的知识产权说明.....	9
七、国外相关法律、法规和标准情况的说明.....	9
八、其他说明事项.....	9
附表 1 重要意见的采纳情况.....	10

《地铁再生制动能量回收系统 技术规范（征求意见稿）》

编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

2017 年公司领导到四川长虹电源有限责任公司（以下简称：长虹电源）参加总部会议，在会议中有总部领导有提到储能、光伏发电、风力发电等再生能源的事宜，而且长虹电源是以生产蓄电池为主体的企业，除了现有的公司产品架构外，是不是可以将蓄电池朝这几个方面拓宽发展。结合国家大政方针，也结合我们自身的发展的特点——是在轨道交通建设、特别是城市轨道交通的前期的地铁建设是我们企业的主要生产线，就是油改电后电力机车动力系统的研发生产。结合此、公司当时提出了几个方向，也分析了国内外目前在电池应用上的情况后，选择轨道交通特别是城市轨道交通的再生制动能量回收这个领域。目前这块领域中采用主要是采用电阻消耗再生制动能量，后来又发展了能量回馈系统，以及储能式的超级电容、飞轮储能。我们推出蓄电池储能在国内是第一个企业，在行业应用上也是第一个。

2014 年，日本东芝公司研发生产了电池式的储能装置应用在轨道交通再生能量回收领域。而后东京地铁公司最先引入日本东芝公司的产品开始应用，在 6 辆编组的列车上平均每天节省用电 920kWh，并且还将再生制动产生的电力提供给其它的车辆使用，而富余电力还可以提供给地铁车站的电梯、照明、空调设备使用。到 2015 年 3 月下旬时，东京地铁公司的 8 个车站安装该设备，平均每个车站每天节省用电 600kWh，每年节省电力 175 万 kWh。从而、在节约能源上，运营上，安全上都取得了较好的效果，

鉴于此、深圳市虹鹏能源科技有限责任公司（以下简称：虹鹏）与长虹电源共同拟定并提出了研制开发“地铁再生制动能量回收系统”（以下简称：MERS）项目，并就项目研发、研制，样机生产，样机自测，第三方测试等都做了部署。从 2017 年 3 月开始了 MERS 产品的研发工作。

2. 标准制定的意义

轨道交通再生制动能量回收利用、至今为止发展迅猛，以及有三大系列产品诞生。较为古老的是电阻能耗式，结构简单、安装方便、安全可靠；回收再生能量逆变送至中压电网的回馈系统也在大量的应用；储能式目前有：超级电容式、飞轮储能、电池储能式。其中储能式的应用相对较少点。跟随城市轨道交通的发展，相应的规范、标准逐步的建立完善了起来，典型的回收储能标准为：GB/T 36287-2018 城市轨道交通列车再生制动能量地面利用系统。但里面不完善的是没有电池储能这块领域的规范，因此、虹鹏依据自身研发了该产品的优势，结合城市轨道交通发展的特别，将自身的企业标准通过三代半委员会的推荐，上升为团体标准。

为推动电池储能的发展应用；也为电池回收能量在城市轨道交通再生制动能量回收领域规范化做出贡献，虹鹏提出这套规范化标准是具有实际的应用价值和重要的理论意义的。

3. 起草单位

……另见附页。

4. 编制过程

2017年3月，虹鹏依据项目编制 MERS 产品立项，开始 MERS 产品技术规范编写，并在产品的研发、研制中任主编，长虹电源参与，并提出意见。

2018年1月，虹鹏依据 MERS 技术规范编制《MERS 测试大纲》，香港应科院等参与，并提出意见。

2018年12月，经深圳第三代半导体研究院推荐，加入“第三代半导体产业技术创新战略联盟”，MERS 企业标准推荐升级团体标准，深圳第三代半导体研究院参与并提出修改意见。

编写时间起至 2019 年 6 月至 2019 年 10 月至今，中间与联盟有过多次的沟通、以及修改意见的提出。根据各起草单位意见，我们也就草案进行修改，并提供了今天的文本规范。在此、虹鹏公司感谢所有参与人员及单位给予我们的大力的支持、以及提供的宝贵意见！

二、标准主要内容

1. 修订原则及流程

以 GB/T 36287-2018 为主线，同时参照 GB/T 36558-2018、GB/T 36548-2018 及 GB/T 50157-2013 依次在技术要求、系统要求、检验等条款中进行编写、制定。内容均在广泛调研的基础上，由虹鹏主要起草，后由起草单位讨论后提出标准初稿，然后再以通讯和会议两种形式听取成员组有关专家和技术人员的意见，反复修改、增补和删除后，形成标准草案。

2. 主要技术内容的说明

本节的内容采用本文的编排方式，与《地铁再生制动能量回收系统技术规范》中对应内容的章节编号基本一致。

2.1 适用范围

本规范规定了地铁再生制动能量回收系统的环境要求、技术要求、系统要求、检验、及标识、包装、运输与储存。地铁再生制动能量回收系统的设计、制造、验收应参照本规范执行。

本规范适用于地铁再生制动能量回收系统的技术要求，其中，以双向直流变流器实现直流电流双向流动时的升压/降压变化功能、电池作为能量存储介质的系统。

2.2 规范性应用文件

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 311.1-2012 绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则

GB 50157-2013 地铁设计规范

GB/T 1094.3-2017 电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙

GB/T 2900.1-2008 电工术语基本术语

GB/T 2900.33-2004 电工术语电力电子技术

GB/T 3859.1-2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 10411-2005 城市轨道交通直流牵引供电系统

GB/T 13422-2013 半导体变流器 电气试验方法

GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 24338.6.-2009 轨道交通 电磁兼容 第 5 部分：地面供电装置和设备的发射与抗扰度

GB/T 25122.1-2010 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第 1 部分：特性和试验方法

GB/T 25890.1-2010 轨道交通 地面装置直流开关设备 第 1 部分直流开关设备

GB/T 31486-2015 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

GB/T 36276-2018 电力储能用锂离子电池

GB/T 36287-2018 城市轨道交通列车再生制动能量地面利用系统

GB/T 36548-2018 电化学储能系统接入电网测试规范

GB/T 36558-2018 电力系统电化学储能系统通用技术条件

CJ/T 370-2011 城市轨道交通直流牵引供电整流机组技术条件

2.3 术语及定义

GB/T 36276-2018、GB/T 36287-2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

2.4 方法原理

2.4.1. MERS 基本组成

MERS 电气系统回路主要配置由直流断路器、电抗器、隔离开关、双向直流变流器、接触器、储能单元（电池模组、电池管理装置 BMS）、测控系统等组成，具体如图 1 所示。

- a) 直流断路器在 MERS 正常运行或有故障时都可安全断开与直流牵引网连接；
- b) 隔离开关可实现双向直流变流器与直流牵引网正负极母线的隔离；
- c) 直流电抗器完成对直流母线的滤波及限流功能；
- d) 双向直流变流器实现直流电流的双向流动，实现直流电压升压或降压变换功能；
- e) 接触器实现双向直流变流器与储能单元的隔断、保护功能；
- f) 电池管理装置 BMS：监测电池的电压、电流、温度等参数信息，并对电池的状态进行管理和控制的装置；
- g) 测控系统可实现对地铁再生制动能量回收系统运行时的测量、保护、控制、计量及能量管理，以及对外通讯的功能。

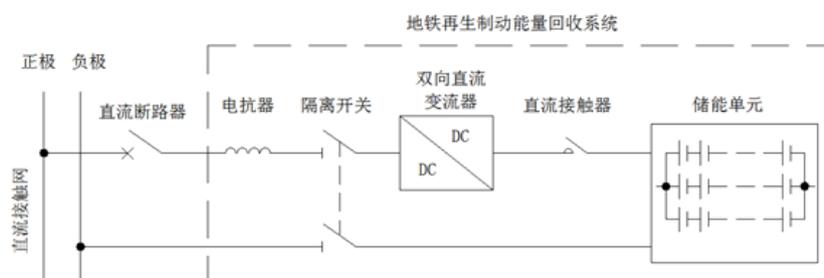


图 1 地铁再生制动能量回收系统电气系统回路图

2.4.2. 设置应用

- a) 电压变化范围应满足直流牵引网电压变化范围要求，在此电压范围内运行稳定可靠。
- b) 具备先进完备的监控系统、BMS 电池管理系统、通信系统及先进优化的控制策略，具备友好的人机界面。
- c) 除具备当地监测、监控系统外，须留有远方监测、监控接口。
- d) MERS 出线通过直流柜与直流牵引网“T”接。

2.4.3. 运行原理

当地铁列车运行后，MERS 系统监控装置启动，开启实时监测，其中重要的一项是检测

接触网（直流母线）电压的变化情况（以下以某一车站上一套 MERS 系统为例）：

- a) MERS 系统进入储能充电状态：当地铁车辆进站再生制动发电时，直流母线电压上升，当直流母线电压达到设定值时（MERS 系统启动充电设定值），MERS 系统投入充电运行状态，接受接触网电能经过 MERS 系统 DC/DC 变换器后，向电池组充电储能。此时电网电压在充电过程中，逐渐下降至接触网设定电压范围值时，此时 MERS 测得为截止电压，即停止充电。整个过程需要时间大约接近 20 秒。
- b) MERS 系统进入释放能量（放电）状态：当地铁车辆离开车站加速运行时，直流母线电压快速下降，当直流母线电压接近至 MERS 放电设定值时，MERS 系统投入放电运行，向接触网释放能量，放电时间至接触网电压上升到正常范围内的设定值时，MERS 系统停止放电。整个过程需要时间大约接近 15 秒。
- c) MERS 系统进入待机状态：在地铁线路中，列车离开车站后、以及列车还未进入车站前；或者说接触网网压没有发生变化、此时处在正常的电压范围内，MERS 系统是处在一个待机运行状态，MERS 系统暂无工作，检测装置在追踪接触网变化。

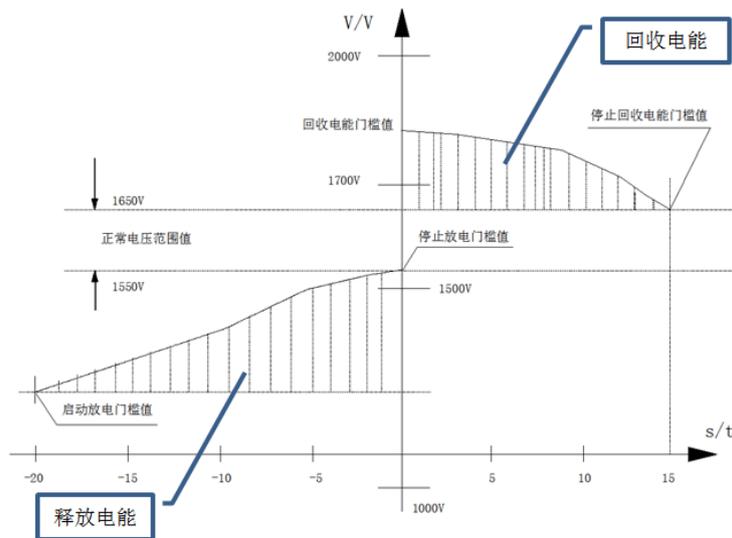


图 2 MERS 运行中回收/释放电能关系曲线图示

2.5 干扰因素

暂无

2.6 样机准备

样机自该项目立项开始，于 2017 年 3 月开始进行、至 2017 年 12 月底。准备进行了以下阶段：

2.6.1. 样机设计

该阶段工作主要为：

- (1) 样机图纸设计
屏柜结构设计、电气系统设计（分一次系统设计；二次系统设计）；
 - (2) 技术资料编写、设计
物料清单
技术规范
测试大纲
测试条件准备
检测规范
检验报告
标识标志、合格证、名牌
- 2.6.2. 外购物料、加工屏柜
 - 2.6.3. 样机组装
 - 2.6.4. 样机测试
 - (1) 样机自测
 - (2) 样机准备已经做第三方检测完毕，时间是：2018年1月。同年1月、样机产品通过了国家铁路产品质量监督检验中心的第三方检测。

2.7 测试方法

样机测试方法，依照虹鹏《MERS 测试大纲》要求进行，《MERS 测试大纲》内容是参照了当时虹鹏 MERS 产品技术规范要求编写成文的。

具体测试方法相见《MERS 测试大纲》内容。

2.8 测试结果

由于 MERS 样机属电气系统产品，须要请第三方检验机构对其进行检测。依照内容是在参照前述国标的基础上，再结合《MERS 测试大纲》要求内容进行测试。

该产品是交由国家铁路产品质量监督检验中心对其进行测试，依照相关国标、参照《MERS 测试大纲》要求进行检测。其检测技术指标、功能要求等均获通过。

三、重大分歧意见的处理经过和说明

本规范在起草的过程中通过邮件、会议等形式，反复征求意见并修改，在征求成员组内部相关专业成员的意见的同时，也积极征求了成员组以外行业专家的意见。对于个别术语的定义，实在不能统一的，以征求起草组成员多数意见为准。现提交的标准稿已经过充分讨论，全体成员组成员同意送审，无原则性分歧意见。

四、工作组层面征求意见情况

2019年8月，起草组就《标准（草案）》向工作组内各单位征求意见，共收到征求意见数目5条。起草组于9月就收到的意见通过电话会议进行讨论，确认采纳、部分采纳的意见5条，未采纳0条。

2019年11月，又收到起草组意见8条，全部确认采纳，未采纳0条（详见附件表）。

五、标准的属性

本规范为团体标准、本规范为首次发布。

六、专利的知识产权说明

本规范规定的内容不涉及专利。

七、国外相关法律、法规和标准情况的说明

该标准属方法标准，不涉及国外相关法律、法规。目前国外尚无同类标准（有产品、但有无同类标准情况不清）。

八、其他说明事项

本技术规范是在样机研发、制造，及测试（国家铁科院测试中心）过程中编写出来，同时也参照了超级电容量储能系统存储装置；参照了再生制动能量回馈系统等类似的设备后进行编写的技术规范书。本次技术规范内容上以实现功能，参数指标为主题，并要求一定要符合国家电力运行安全规范；轨道交通运行中电器设备的运行安全规范。

本次规范的编写在时间上比较紧，再一个是产品研发在国内属首创，我们的经验还有不足，这有待产品样机在挂网运行后再为其完善；同时也请参与单位的老师多帮助我们并提出意见修改。

借此机会，谢谢参与单位、谢谢提出宝贵意见的老师们。

附表 1 重要意见的采纳情况

序号	涉及章节	意见内容	采纳情况	理由
1	2	描述出实际应用到的标准，有关但没有引用的可以去掉。	采纳	规范引用标准，去掉没有引用的标准，去掉繁冗内容。
2	3	电池单元、电池模组界限描述	采纳	此情况是将电池单体组成电池模组、电池模组组成电池单元进行了界定。避免规范中发生模糊不清的概念。
3	5.1.3	原 MESS 字样中第三个字母“S”为储能英文第一个缩写；而该产品的全称为：地铁再生制动能量回收系统。取其“回收”英文第一个字母应为“R”，此处由“R”替换原来的“S”字样。变更后的简称为：MERS。	采纳	根据产品主要功能要求是：通过产品要求对地铁再生制动能量进行回收，是比较直接易懂得描述。
4	3	原术语和定义中描述繁冗，将所有出现的或可能出现在标准都进行了描述。	采纳	通过核对、归纳整理，技术规范主要以两个标准内容为界定术语和定义。
5	5.2.1	原技术规范中，MERS 系统功率变换器采用的是 IGBT 功率器件，为适应市场需要，提高系统效率，降低外形体积，增加使用寿命等要求，并行加入碳化硅功率转换方案。	采纳	增加了碳化硅方案，可提高效率 1~2%点，可提升开关频率 10 倍以上。
6	6.1	增加描述 MERS 产品的回收/释放功能，以加强系统要求章节的特定说明。	采纳	采纳后对 MERS 的功能描述即回收/释放增加在了 6.1.1.1 条。
7	1	“本规范”改为“本规范”	采纳	均采用“本规范”替换
8	5.1.2	按 GB/T1.1 要求，列项前应有引导语	采纳	增加说明。（特别说明：由于该条纹与第 6 章节内容有重复，删除此条 5.1.2。）
9	5.1.3	只给出了型号的组成，没有给出具体的命名方法。应补充每一个层级如直流牵引网电压等级字段的表示方法，用电压数值表示还是等级代码表示，最后一位如果都是电池，则直接在命名组成中用 B，而不是 X。	采纳	（1）确认电池； （2）确认直流接触网电压选项。 （3）确认 MERS 系统可配置的功率选项。
10	5.1.5.5	“屏柜安装须符合地铁设计规范 GB50157-2013 要求”，此条款规定不合理，安装应符合安装规范，而不	采纳	GB50157-2013 中对于设备安装这块没有具体内容，因此、删除此条款。

		是设计规范，若设计规范中有安装要求的条款，应引用到具体条款。		
11	5.1.6	也是安装，两个条款的标题和内容的区别辨识度不够。	采纳	5.1.5.5条与5.1.6条分别是：前指设备的安装在配电房中的基本要求；后者指设备安装的环境要求。
12	5	建议第5章的条款编排重新整理，如5.1型号、供电，但5.1.1~5.1.8中包括了很多不属于型号供电的条款，5.2“装置”指什么装置？与5.2.3.6电池管理装置的关系？	采纳	<p>(1) 5.2条装置是指MERS系统各子系统中小单元即装置。在5.2条栏目下补充装置内容的说明。</p> <p>(2) 将环境内容统一归到第4章环境参数里。</p> <p>(3) 将5.1.5中柜体部分放进到5.2.4条。作为系统的装置一部分。</p>
13	5.1.1	缺图1	采纳	说明，图1请查看5.1.1补充完整。
14	7	5章和6章中的所有的要求都应有检验。应规定建议顺序，电池模组和储能单元试验应在系统试验前进行。	采纳	<p>(1) 关于检验顺序，在规范中的章、节、条就是检验顺序。</p> <p>(2) 关于电池模组、储能单元试验应在系统试验前进行。按系统配置要求来说是对的，应先子系统分别的检测再组装联调。但由于这个是目前国内暂无的项目，还没有单独编制电池模组及储能单元的技术规范。编写MERS技术规范便加在了一起。在条文中，还是增加了一个简要检验顺序，详见7.3条表6。</p> <p>(3) 增加7.3.6条MERS系统测试。</p>

——结束