



中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1194—2020

矿用一般型超级电容器电机车

Mining super capacitors electric locomotive for non hazardous area

本文件由矿山安全标准服务平台免费向社会提供，更多标准文件请关注矿山安全标准化技术委员会公众号，或通过国家矿山安全监察局-服务互动-矿山安全标准服务平台获取

根据国家矿山安全监察局公告（2026年 第2号），
自2026年4月21日起标准号变更为：KA/T 1194—2020。

2020-07-09 发布

2021-01-01 实施

国家煤矿安全监察局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 型式与命名 2

5 要求 4

6 试验方法..... 11

7 检验规则..... 17

8 标志、包装、运输及贮存..... 21

附录 A（资料性附录） 电源装置报废 23

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》进行编写。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国煤炭工业协会提出。

本标准由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中煤科工集团上海有限公司、上海煤科检测技术有限公司、山东安信机械制造有限公司、安标国家矿用产品安全标志中心、上海奥威科技开发有限公司。

本标准主要起草人：章伯超、李星、苗小丽、沙凤华、奚丽峰、史志远、臧财运、李斌、李锋、魏晓燕、曹大远、潘发生、梁全顺、许检红、李巍巍。

本标准为首次发布。

矿用一般型超级电容器电机车

1 范围

本标准规定了矿用一般型超级电容器电机车(以下简称电机车)、矿用一般型超级电容器电源装置(以下简称电源装置)、矿用一般型超级电容器充电机(以下简称充电机)的术语、定义、型式与命名、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存等。

本标准适用于电机车、电源装置、充电机。

2 规范性引用文件

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/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Db:交变湿热(12 h+12 h 循环)

GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB 3836.3—2010 爆炸性环境 第3部分:由增安型“e”保护的设备

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 4695 窄轨机车车辆 车轮踏面形状与尺寸

GB/T 10111—2008 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

GB/T 12173—2008 矿用一般型电气设备

GB/T 12668.2—2002 调速电气传动系统 第2部分:一般要求 低压交流变频电气传动系统额定值的规定

GB/T 34870.1—2017 超级电容器 第1部分:总则

AQ/T 1043 矿用产品安全标志标识

JB/T 6480.1—2013 旋转牵引电机基本技术条件 第1部分:除电子变流器供电的交流电动机之外的电机

JB/T 6522—1992 窄轨工矿电机车用断路器技术条件

JB/T 8200—2010 煤矿防爆特殊型电源装置用铅酸蓄电池

MT/T 154.2 煤矿用电器设备产品型号编制方法和管理办法

MT/T 333—2008 煤矿机车产品型号编制方法

MT/T 863—2000 矿用直流电源变换器

MT/T 1064—2008 矿用窄轨架线式工矿电机车技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

超级电容器 super capacitor

一种电化学储能器件,介于普通电容器和蓄电池之间,其至少有一个电极利用双电层实现储能,在恒流充电或放电过程中的时间与电压的关系曲线通常近似于线性。

[GB/T 34870.1—2017,定义 3.3]

3.2

超级电容器管理系统 super capacitor management system

通过采集、检测超级电容器温度、电流、电压等相关数据,对超级电容器进行充放电管理、保护与控制的装置。

3.3

超级电容器电源装置 super capacitor power equipment

由外壳、超级电容器、超级电容器管理系统等组成的能量存储、转换装置,需要时还可包括充电系统、放电系统、显示系统、电源输入系统、电源输出系统等。

3.4

额定电压 rated voltage

U_R

超级电容器的最高工作电压。

3.5

报警电压 alarm voltage

U_A

电源管理系统设定的最低或最高工作电压。

3.6

截止电压 minimum voltage

$U_{\min}$

超级电容器的最低工作电压。

3.7

续航里程 cruising mileage

电机车单机在额定速度下,在水平直线轨道上,自额定电压开始运行至截止电压,电机车的行驶距离。

列车在额定速度和负载条件下,在水平直线轨道上,自额定电压开始运行至截止电压,列车的行驶距离。

4 型式与命名

4.1 型式

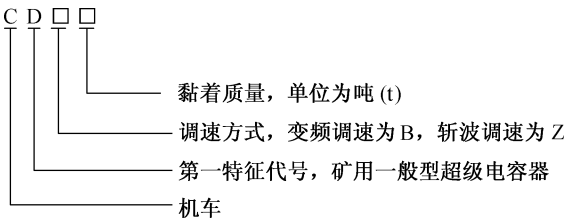
本标准涉及型式为矿用一般型。

4.2 型号

4.2.1 电机车

4.2.1.1 按 MT/T 333—2008 中 5.7 的规定进行,标志:KY。

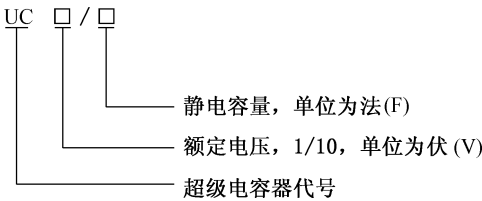
4.2.1.2 编号示例如下:



4.2.1.3 标记示例:矿用一般型超级电容器电机车,变频调速,黏着质量 10 t,标记为:CDB10。

4.2.2 超级电容器

4.2.2.1 编号示例如下:

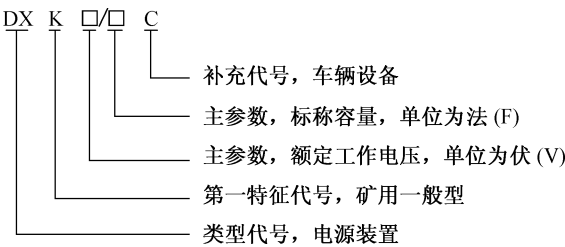


4.2.2.2 标记示例:超级电容器,额定电压 1.5 V,静电容量 200000F,标记为:UC15/200000。

4.2.3 电源装置

4.2.3.1 按 MT/T 154.2 的规定进行,标志:KY。

4.2.3.2 编号示例如下:

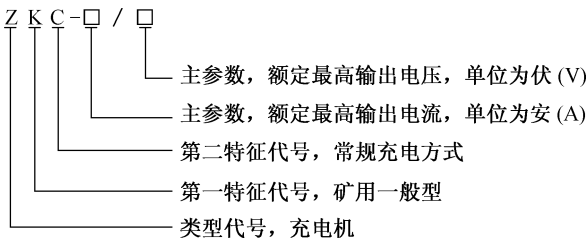


4.2.3.3 标记示例:电源装置,额定电压 600 V,标称容量 500F,用于车辆设备,标记为:DXK600/500C。

4.2.4 充电机

4.2.4.1 按 MT/T 154.2 的规定进行,标志:KY。

4.2.4.2 编号示例如下:



4.2.4.3 标记示例:充电机,额定电流 200 A,额定电压 600 V,标记为:ZKC-200/600。

5 要求

5.1 一般要求

电机车、电源装置、充电机应符合本标准的规定,并按照经规定程序批准的图样及技术文件制造。

5.2 使用条件

电机车、电源装置、充电机应符合《煤矿安全规程》的规定,在下列环境条件下,应能正常运行:

- 海拔高度不超过 2 000 m;
- 周围空气最高温度为+40 ℃,最低温度为-25 ℃;
- 相对湿度不大于 90%(+25 ℃)。

5.3 电机车

5.3.1 总装检查

- 5.3.1.1 安全标志、KY 标志明显,编号正确,固定牢靠。
- 5.3.1.2 铭牌信息完整、准确,固定牢靠。
- 5.3.1.3 紧固件牢固不松动。
- 5.3.1.4 电缆布置整齐,夹持牢固并具有防止损伤的保护。
- 5.3.1.5 控制设备手柄动作及相应的电机、电器和仪表动作位置准确,动作灵活。
- 5.3.1.6 减速装置齿轮接触斑点符合设计要求,减速器不渗漏油。
- 5.3.1.7 轴箱转动灵活。
- 5.3.1.8 制动、撒砂装置动作灵活、可靠。
- 5.3.1.9 照明、标志灯、警号装置、压缩空气系统工作正常。
- 5.3.1.10 悬挂装置缓冲自如。
- 5.3.1.11 电源装置防外物间隙小于等于 12 mm。
- 5.3.1.12 安全监控装置安装正确,工作正常。

5.3.2 外形尺寸极限偏差

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.3 的规定。

5.3.3 整备质量、轴重、轮重极限偏差

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.5 的规定。

5.3.4 车轴平行度

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.6 的规定。

5.3.5 车架

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.7 的规定。

5.3.6 速度极限偏差

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.8 的规定。

5.3.7 牵引力极限偏差

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.9 的规定。

5.3.8 通过最小曲率半径

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.10 的规定。

5.3.9 轴箱的密合性及轴承温度

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.11 的规定。

5.3.10 轮对

5.3.10.1 轮对应符合 MT/T 1064—2008 中 3.12 的规定。

5.3.10.2 车轮踏面应符合 GB/T 4695 的规定。

5.3.11 制动

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.13 的规定。

5.3.12 撒砂装置

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.14 的规定。

5.3.13 连接器

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.15 的规定。

5.3.14 减速装置

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.16 的规定。

5.3.15 司机室

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.17 的规定。

5.3.16 警号装置

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.18 的规定。

5.3.17 空压系统与液压系统的密封性

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.20 的规定。

5.3.18 防雨、水密封性

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.21 的规定。

5.3.19 电气系统

5.3.19.1 基本要求

5.3.19.1.1 矿用一般型电气设备应符合 GB/T 12173—2008 给出相应的要求。

5.3.19.1.2 应有电气、机械安全联锁装置。

5.3.19.1.3 电机车根据电源装置对应的电压等级,具有过放电报警、保护功能。电压降至报警电压(允差 $\pm 5\text{ V}$)时报警;电压降至截止电压(允差 $\pm 5\text{ V}$)时停机。额定电压、报警电压、截止电压通过以下公式计算:

$$\text{额定电压} = \text{超级电容器数量} \times U_{\text{R}}$$

$$\text{报警电压} = \text{超级电容器数量} \times U_{\text{A}}$$

$$\text{截止电压} = \text{超级电容器数量} \times U_{\text{min}}$$

5.3.19.2 照明装置

5.3.19.2.1 应符合 MT/T 1064—2008 中 3.19 的规定。

5.3.19.2.2 电机车向前运行时,应前有照明,后有红灯。

5.3.19.3 插销连接器

5.3.19.3.1 应设有防止骤然拔脱的徐动装置。

5.3.19.3.2 应设有带电拔插闭锁装置。

5.3.19.4 充电性能

充电时间不超过 20 min。

5.3.20 续航里程

5.3.20.1 单机续航里程

单机续航里程应不小于设计值。

5.3.20.2 列车续航里程

列车续航里程应不小于设计值。

5.3.21 电路绝缘性能(照明装置、警示灯光装置、电机及电子器件除外)

5.3.21.1 电路对地绝缘电阻应不小于 $1\text{ M}\Omega$ 。

5.3.21.2 电路应能承受表 1 规定的工频正弦波交流试验电压值的 85%,并历时 1 min,无击穿或闪络现象。

表 1 工频正弦波交流试验

单位为伏特

额定电压	试验电压
$U_i \leq 30$	750
$30 < U_i \leq 300$	1 500
$300 < U_i \leq 750$	$2.5U_i + 2\ 000$

5.3.22 防腐蚀性

应符合 MT/T 1064—2008 中 3.26 的规定。

5.3.23 保护功能

电机车电控系统应具有禁止电机车驶出矿用一般型设备使用范围的保护功能。

5.3.24 配套电气设备

5.3.24.1 牵引电机应符合 GB/T 12173—2008 和 JB/T 6480.1—2013 给出相应的要求。

5.3.24.2 电源变换器应符合 GB/T 12173—2008 和 MT/T 863—2000 给出相应的要求。

5.3.24.3 断路器应符合 GB/T 12173—2008 和 JB/T 6522—1992 给出相应的要求。

5.3.24.4 变频器应符合 GB/T 12173—2008 和 GB/T 12668.2—2002 给出相应的要求。

5.3.24.5 其他配套设备应符合 GB/T 12173—2008 给出相应的要求。

5.4 超级电容器电源装置

5.4.1 超级电容器

5.4.1.1 外观

外壳无变形及裂纹,表面干燥、无电解液溢痕,标志应清晰完整、准确无误。

5.4.1.2 静电容量

静电容量应不小于标称容量的 90%。

5.4.1.3 储存能量

储存能量应不小于标称能量的 80%。

5.4.1.4 直流内阻

直流内阻应不大于其标称内阻。

5.4.1.5 大电流充放电能力

放电容量应不低于标称容量的 30%。

5.4.1.6 电压保持能力

开路电压应不低于额定电压的 85%。

5.4.1.7 绝缘电阻

其绝缘电阻应不小于 8 MΩ。

5.4.1.8 气密性

压力变化应不大于 0.5 kPa。

5.4.1.9 循环耐久能力

应满足下列要求:

a) 10 000 次循环后,放电能量大于初始值的 80%;或 50 000 次循环后,放电能量大于初始值的 70%;

b) 无电解液泄漏;

注:初始值为循环耐久能力测试时第 5 次循环的数值。

5.4.1.10 高温特性

进行高温特性检验时,其性能应符合表 2 所列要求。

表 2 高温特性

静电容量 F	储存能量 kJ	直流内阻 mΩ
≥初始值的 80%	≥初始值的 80%	≤初始值的 2 倍
注：初始值为常温测试时第 5 次循环的数值。		

5.4.1.11 低温特性

进行低温特性检验时,其性能应符合表 3 所列要求。

表 3 低温特性

静电容量 F	储存能量 kJ	直流内阻 mΩ
≥初始值的 70%	≥初始值的 70%	≤初始值的 2 倍
注：初始值为常温测试时第 5 次循环的数值。		

5.4.1.12 安全性

5.4.1.12.1 电安全性

电安全性应满足下列要求：

- a) 进行过放电试验时,应不爆炸、不起火、不漏液；
- b) 进行过充电试验时,应不爆炸、不起火、不漏液；
- c) 进行短路试验时,应不起火、不爆炸、不漏液,外壳温度小于 60℃。

5.4.1.12.2 机械安全性

机械安全性应满足下列要求：

- a) 进行跌落试验时,应不爆炸、不起火；
- b) 进行挤压试验时,应不爆炸、不起火；
- c) 进行针刺试验时,应不爆炸、不起火；
- d) 进行冲击试验时,超级电容器壳体应不破裂、不损坏；
- e) 进行振动试验后,壳体应无变形、开裂,电解液无泄漏,测试直流内阻应小于初始值的 1.5 倍。

注：初始值为常温测试时第 5 次循环的数值。

5.4.1.12.3 环境安全性

环境安全性要求如下：

- a) 进行加热试验时,应不爆炸、不起火；
- b) 进行被动燃烧试验时,应不爆炸、不起火；
- c) 进行析气试验时,应不排气。

5.4.1.13 外壳的渗漏试验

外壳应能承受工频交流 10 kV、3 s~5 s 电压不波动的渗漏试验。

5.4.2 电源装置

5.4.2.1 结构

电源装置中超级电容器的安装应牢固可靠,超级电容器组与外壳之间铺设绝缘材料,以达到绝缘和固定的目的,应有良好的通风散热措施。

5.4.2.2 电气间隙与爬电距离

接线端子之间及接线端子对地间的电气间隙、爬电距离应符合 GB 3836.3—2010 中 4.3、4.4 的规定;电源装置中相邻电池单体之间的最大放电电压不宜超过 24 V,极柱之间的爬电距离不应小于 12 mm。如果最大放电电压超过 24 V,则每超过 2 V,爬电距离应增加 1 mm。

5.4.2.3 连接

电源装置内部超级电容器连接可用铜芯软电缆或专用编织铜质连接导线,且每根连接线应能承受回路额定电流,并应连接牢固可靠。

5.4.2.4 绝缘电阻

电容器极柱对电容器组外壳(地)的绝缘电阻应符合表 4 的规定。

表 4 绝缘电阻

电源装置额定电压 U V	最小对地绝缘电阻 kΩ
$U \leq 50$	10
$50 < U \leq 100$	15
$100 < U \leq 150$	25
$150 < U \leq 200$	30
$200 < U \leq 250$	35
$250 < U \leq 300$	40
$U > 300$	45

5.4.2.5 箱体

5.4.2.5.1 箱体应采用不燃或阻燃性材料制造,衬垫、电缆引入装置的密封件及控制手柄除外。

5.4.2.5.2 箱体的防护等级应符合 GB/T 12173—2008 中 4.2.3.2 d) 的规定。

5.4.2.5.3 箱体应设起吊装置。

5.4.2.5.4 箱体应有与电机车体可靠固定的装置。

5.4.2.5.5 箱盖冲击试验应符合 GB/T 12173—2008 中 4.2.2.1 的规定,试验后绝缘层应不破裂、不损坏,箱盖应不出现影响使用的变形。

5.4.2.6 交变湿热性能

应符合 GB/T 12173—2008 中 4.8.1 的规定。

5.4.2.7 最高表面温度

应符合 GB/T 12173—2008 中 4.2.4 的规定。

5.4.2.8 输出电压范围

电源装置的输出电压范围为额定电压的 65%~100%。

5.4.2.9 电缆引入装置

应符合 GB/T 12173—2008 中 4.3 的规定。

5.4.2.10 报废

电源装置在运行过程中应保持良好状态,其报废参见附录 A 的规定。

5.5 充电机

5.5.1 外观

外壳材质应采用不燃或阻燃性材料制造,观察窗透明件、衬垫、电缆引入装置的密封件及控制手柄除外。

5.5.2 防护等级

防护等级应符合 GB/T 12173—2008 中 4.2.3.2 c) 的规定。

5.5.3 最高表面温度

应符合 GB/T 12173—2008 中 4.2.4 的规定。

5.5.4 紧固件

5.5.4.1 紧固件应符合 GB 3836.1—2010 中第 9 章的规定。

5.5.4.2 应采取防止紧固件因振动而松脱的措施。

5.5.5 连接件

5.5.5.1 与外部电路的连接件应连接可靠,其载流能力应满足额定电流的要求。

5.5.5.2 连接件应满足:

- a) 可靠地固定,不会自行松动;
- b) 具有使导体不会从指定位置滑出的结构;
- c) 保证适当的接触压力,不对连接导线产生影响功能的损伤,这尤其适用于连接件与多股导线直接卡紧的方法。

5.5.5.3 不允许使用的连接件:

- a) 具有能损坏导体的尖锐棱边;
- b) 在正常拧紧过程中转动、扭转或永久性变形。

5.5.5.4 连接件的结构应保证在正常运行情况下,不会因温度发生变化而明显削弱其接触压力。不应通过绝缘材料来传递接触压力。

5.5.5.5 用来压紧导线的连接件应有弹性零件。连接导体截面积不超过 4 mm² 的连接件也应能和更小截面积的导体可靠连接。

5.5.6 电气间隙与爬电距离

接线端子之间及接线端子对地间的电气间隙与爬电距离应符合表 4 中的规定。

5.5.7 电气系统

5.5.7.1 输出电压应不大于所充电电源装置额定电压的 1.05 倍。

5.5.7.2 充电输出端应具有无负载断电保护功能。

5.5.7.3 应具有超过设定时间停止充电保护功能。

5.5.7.4 当充电电流降至设定电流值时,应停止充电。

5.5.7.5 应具有短路保护。

5.5.8 交变湿热性能

应符合 GB/T 12173—2008 中 4.8.1 的规定。

5.5.9 显示装置

应具有合、分闸状态指示及输出电压、电流显示等功能。

5.5.10 冲击

应能承受 GB 3836.1—2010 中表 12 规定的抗冲击试验。

5.5.11 电缆引入装置

应符合 GB/T 12173—2008 中 4.3 的规定。

5.5.12 接地

应符合 GB 3836.1—2010 中第 15 章的规定。

6 试验方法

6.1 试验用测量仪器

各种传感器、测量仪器、记录仪和计量工具应持有国家指定单位颁发的检验合格证,并按规定时限进行校检。计量工具按被试产品的图纸要求的公差范围选用精度,常规测量仪器仪表精度应不低于 1 级。

6.2 电机车

6.2.1 充电性能

电机车放电到截止电压,用计时器计时,按设计充电电流开始充电,至额定电压且充电电流降至设定值时,记录充电时间。

6.2.2 续航里程

6.2.2.1 单机续航里程

在水平直线轨道上,电机车单机在额定速度下,自额定电压开始运行至截止电压,测定电机车的行驶距离。

6.2.2.2 列车续航里程

在水平直线轨道上,列车在额定速度和负载条件下,自额定电压开始运行至截止电压,测定列车的行驶距离。

6.2.3 配套电气设备试验

6.2.3.1 牵引电机的试验按 GB/T 12173—2008 和 JB/T 6480.1—2013 给出相应的试验方法进行。

6.2.3.2 电源变换器试验按 GB/T 12173—2008 和 MT/T 863—2000 给出相应的试验方法进行。

6.2.3.3 断路器的试验按 GB/T 12173—2008 和 JB/T 6522—1992 给出相应的试验方法进行。

6.2.3.4 变频器的试验按 GB/T 12173—2008 和 GB/T 12668.2—2002 给出相应的试验方法进行。

6.2.3.5 其余配套电气设备试验方法按照 GB/T 12173—2008 给出相应的试验方法进行。

6.2.4 电源电压保护

电机车放电运行到报警电压(允差 $\pm 5\text{ V}$)时报警,用电压表检测;继续运行机车,当电压值降至截止电压(允差 $\pm 5\text{ V}$)时停车,用电压表检测。

6.2.5 保护功能

设定保护地点,观察电机车运行到保护地点时电机车是否执行保护动作停车。

6.2.6 绝缘检测

绝缘电阻试验时,应拆除指示仪表,将照明电路与主电路断开,将控制器接线盒中所有接线端子可靠地用导线短接,电路电压小于等于 500 V 的采用 500 V 绝缘电阻表,电路电压大于 500 V 且小于等于 1 000 V 的用 1 000 V 绝缘电阻表。

6.2.7 整车其余项目

整车其余项目试验方法按照 MT/T 1064—2008 给出相应的试验方法进行。

6.3 超级电容器电源装置

6.3.1 超级电容器

6.3.1.1 外观

用目测法检查。

6.3.1.2 标志

用目测法检查。

6.3.1.3 静电容量

用恒定电流 I 对超级电容器充电到额定电压 U_R ,然后以恒定电流 I 对超级电容器放电到截止电压 $U_{\min}$,记录从额定电压的 $80\%U_R(U_1)$ 至截止电压 $U_{\min}(U_2)$ 之间的电压范围内超级电容器的放电时间,共循环 5 次。按式(1)计算第 5 次循环的静电容量,取其为测试值。

$$C=It/(U_1-U_2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

C ——静电容量,单位为法拉(F);

U_1, U_2 ——采样电压,单位为伏特(V);

I ——放电电流,单位为安培(A);

t ——放电时间,单位为秒(s)。

注: 恒定电流 I 选取 I_1 或客户规定的电流。 I_1 为超级电容器 1 倍率充放电电流(A),其数值等于 $(C_N \times (U_R - U_{\min})/3600)$,其中 C_N 为超级电容器的标称容量。

6.3.1.4 储存能量

用恒定电流 I 对超级电容器充电到额定电压 U_R ,再恒压 30 min,静置 5 s 后,用恒定电流 I 对超级电容器放电到截止电压 $U_{\min}$,记录电流、电压和时间,共循环 5 次。按式(2)计算第 5 次循环的储存能量,取其为测试值。

$$W = I_1 \int U dt \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

W ——储存能量,单位为焦耳(J);

U ——超级电容器即时电压,单位为伏特(V);

t ——超级电容器放电到截止电压时所需的时间,单位为秒(s)。

注: 恒定电流 I 选取 I_1 或客户规定的电流。

6.3.1.5 直流内阻

以恒定电流 I 对超级电容器充电到额定电压 U_R ,然后用恒定电流 I 对超级电容器放电到截止电压 $U_{\min}$,共循环 5 次。记录超级电容器恒流充放电转换瞬间(30 ms 内)电压的突变,按式(3)计算第 5 次循环的直流内阻,取其为测试值。

$$R = (U_0 - U_i) / (I_0 - I_i) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

R ——直流内阻,单位为欧姆(Ω);

U_0 ——超级电容器断开充电前的电压,单位为伏特(V);

U_i ——超级电容器放电 30 ms 的电压,单位为伏特(V);

I_0 ——超级电容器断开充电前的电流,单位为安培(A);

I_i ——超级电容器放电初始电流(取负值),单位为安培(A)。

注: 恒定电流 I 选取 I_1 或客户规定的电流。

6.3.1.6 大电流充放电能力

用恒定电流 I 对超级电容器充电到额定电压 U_R ,再恒压充电 30 min,静置 5 s 后,用恒定电流 I 放电至截止电压 $U_{\min}$,共循环 5 次。按式(1)计算第 5 次循环的静电容量,取其为测试值。其中恒定电流 I 的数值根据表 5 选取。

表 5 恒定电流

静电容量 U_T F	恒定电流 I A
≥ 150000	300
50000~150000	200
≤ 50000	100

6.3.1.7 电压保持能力

用恒定电流 I 对超级电容器充电到额定电压 U_R ,再改为恒压充电 30 min,然后在室温下开路静置 72 h 后,测量超级电容器的开路电压。

注: 恒定电流 I 选取 I_1 或客户规定的电流。

6.3.1.8 绝缘电阻

用 1 000 V 绝缘电阻表测试超级电容器极柱与壳体之间的绝缘电阻。

6.3.1.9 气密性

在未灌入电解液的超级电容器外壳,压入或抽出空气,使其内部气压与大气压力相差 19 kPa,在 3 s~5 s 的时间内压力变化应不大于 0.5 kPa。

6.3.1.10 循环耐久能力

6.3.1.10.1 试验条件

环境温度: $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;

充放电电流: 恒定电流 I 根据表 6 选取。

表 6 充放电电流

静电容量 U_T F	恒定电流 I A
$\geq 150\ 000$	150
50 000~150 000	100
$\leq 50\ 000$	50

6.3.1.10.2 试验步骤

用恒定电流 I 对超级电容器充电到额定电压 U_R ,静置 5 s,然后,以恒定电流 I 对超级电容器放电到截止电压 $U_{\min}$;静置 30 s,即完成一个循环。5 000 个循环为一个阶段。一个阶段结束后,室温静置 24 h,方可进行下一个阶段的循环。在 1~10 000 次循环测试期间,当连续 3 次放电能量小于初始值的 80%,即判定为寿命终止,停止试验;在 10 000~50 000 次循环测试期间,当连续 3 次放电能量小于初始值的 70%,即判定为寿命终止,停止试验。

6.3.1.11 高温特性

将超级电容器置于 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中 6 h,然后,在此环境下按 6.3.1.5~6.3.1.7 对超级电容器进行检测。

6.3.1.12 低温特性

将超级电容器置于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中 16 h,然后,在此环境下按 6.3.1.5~6.3.1.7 对超级电容器进行检测。

6.3.1.13 安全性试验

6.3.1.13.1 过放电

对超级电容器以恒定电流 I_1 充电至额定电压 U_R 后,再以 I_1 电流放电至 0 V,再将放电电流增加至 $2I_1$,并保持 10 min。

6.3.1.13.2 过充电

对超级电容器以恒定电流 I_1 充电至额定电压 U_R 后,再以 I_1 充电 1 h(相当于过充 100%)。

6.3.1.13.3 短路

对超级电容器以恒定电流 I_1 充电至额定电压 U_R 后,将充满电的超级电容器经外部短路,外部线路电阻小于 5 m Ω ,短路时间 10 min。

6.3.1.13.4 跌落试验

对超级电容器以恒定电流 I_1 充电至额定电压 U_R 后,在 20 $^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境下,从 1.5 m 高度处自由跌落到厚度为 20 mm 的硬木地板上,每面一次。有接线柱的一面不进行跌落试验。

6.3.1.13.5 挤压试验

对超级电容器以恒定电流 I_1 充电至额定电压 U_R 后,按下列条件进行试验。

挤压方向:垂直于超级电容器极板方向施压。

挤压面积:不小于 20 cm²。

挤压程度:直至超级电容器壳体破裂或内部短路(超级电容器电压变为 0 V)为止。

6.3.1.13.6 针刺试验

6.3.1.13.6.1 对超级电容器以恒定电流 I_1 充电至额定电压 U_R 后。

6.3.1.13.6.2 用 $\phi 3\text{ mm} \sim \phi 8\text{ mm}$ 的耐高温钢针、以 10 mm/s $\sim$ 40 mm/s 的速度,垂直于超级电容器极板的方向贯穿(钢针停留在电容器中),该试验应在有充分环境保护的条件下进行。

6.3.1.13.7 冲击试验

按 JB/T 8200—2010 中 5.11 的规定进行。

6.3.1.13.8 耐振动性

将超级电容器紧固到振动试验台上,按下述条件进行振动试验:

a) 振动频率:每分钟 68 次 $\sim$ 72 次;

b) 振动方式:自由落体;

c) 振幅:9 mm $\sim$ 11 mm;

d) 振动时间:3 h。

振动后,按照 6.3.1.5 测试直流内阻。

6.3.1.13.9 加热试验

对超级电容器以恒定电流 I_1 充电至额定电压 U_R 后,将超级电容器置于 85 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温箱内,并保温 2 h。

6.3.1.13.10 被动燃烧

对超级电容器以恒定电流 I_1 充电至额定电压 U_R 后,将充满电的超级电容器置于液化气火焰上 15 min。

6.3.1.13.11 析气试验

分别按如下充放电方法测试气体析出量:

- 以 $3I_1$ 恒流充电至额定电压 U_R ,再以恒压充电,直到充电电流小于 $0.5I_1$,然后以 $3I_1$ 恒流放电至截止电压 $U_{\min}$;
- 以 $3I_1$ 恒流充电至 $U_0 [U_0 = U_R + (U_R - U_{\min}) \times 20\%]$,再以恒压充电,直到充电电流小于 $0.5I_1$,然后以 $3I_1$ 恒流放电至截止电压 $U_{\min}$;
- 每一种充放电方法分别进行 2 次循环,采用排水法收集排出的气体,用气体收集瓶收集充电过程中和放电过程中的析出气体。取每一次循环的最大气体析出量。

6.3.1.14 外壳的渗漏试验

将超级电容器外壳放入水池中,在水池和外壳内均注满自来水,水面距离超级电容器壳口不大于 15 mm,用两个电极分别放入电容器槽内和槽外的水中,采用工频交流 10 000 V,通电并保持 3 s~5 s,观察电压是否波动。

6.3.2 电源装置

6.3.2.1 外观及结构检查

目测法检查。

6.3.2.2 电气间隙与爬电距离检测

用量具测量。

6.3.2.3 绝缘电阻检测

电源装置应放置在没有阳光照射场所,按正常工作状态装配完整,并外壳接地,经充放电使电容器达到额定电压:

- 试验在电源装置充电结束后 1 h 内进行;
- 测量仪器应用数字式万用表;
- 测量电容器组空载电压 U_z ;
- 测量电容器组正极对地漏电流 $(+I)$ 及负极对地漏电流 $(-I)$,按式(4)计算对地绝缘电阻 R_d 。

$$R_d = \frac{U_z}{(+I) + (-I)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- R_d ——对地绝缘电阻,单位为千欧(kΩ);
- U_z ——电容器组空载电压,单位为伏(V);
- $(+I)$ ——电容器组正极对地漏电电流,单位为毫安(mA);
- $(-I)$ ——电容器组负极对地漏电电流,单位为毫安(mA)。

6.3.2.4 防护性能试验

按 GB/T 4208 给出相应的试验方法进行。

6.3.2.5 交变湿热性能

按 GB/T 2423.4—2008 给出相应的试验方法进行。

6.3.2.6 最高表面温度测量

按 GB 3836.1—2010 中 26.5.1.3 的规定进行。

6.3.2.7 输出电压范围检测

用电压表测量电压。

6.3.2.8 冲击

按 GB 3836.1—2010 中 26.4.2 的规定进行。

6.4 充电机

6.4.1 外观

目测法检查。

6.4.2 电缆引入装置

目测法检查。

6.4.3 接地

按 GB 3836.1—2010 中 26.12 的规定进行。

6.4.4 电气系统

在充电机运行过程中检查电控系统是否具有保护功能。

6.4.5 显示装置

目测法检查是否具有分、合闸状态显示、电压、电流显示功能。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分型式检验、出厂检验和工业运行试验。

7.2 出厂检验

每台电机车、电源装置、充电机应经出厂检验合格后方可出厂，出厂时应附有产品合格证。

7.3 型式检验

凡遇有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制鉴定时；
- b) 主要零件结构、设计、材料或加工工艺等改变而影响产品的性能时；
- c) 批量生产时，每四年应随机抽取一台检验；

- d) 停产两年恢复生产时；
- e) 国家有关部门提出进行型式检验的要求时；
- f) 用户提出要求时。

7.4 工业运行试验

新试制的电机车经型式检验合格后,由工厂和用户协商进行工业运行试验,并提出试验报告。试验时间不应少于三个月正常运行期,运行期内有不合格项应整改为合格,并再次进行工业运行试验,正常运行试验时间不少于三个月。

7.5 电机车

电机车按表 7 进行型式检验、出厂检验及工业运行试验。

表 7 电机车型式检验、出厂检验和工业运行试验项目

序号	检验项目		要求	试验方法	检验类型		
					型式检验	出厂检验	工业运行试验
1	总装检查及尺寸		5.3.1、5.3.2	6.2.7	—	√	—
2	称重 ^a :整备质量、轴重		5.3.3	6.2.7	√	—	—
3	牵引特性		5.3.6、5.3.7	6.2.7	√	—	—
4	起动最大牵引力		5.3.7	6.2.7	√	—	—
5	通过最小曲率半径		5.3.8	6.2.7	√	—	—
6	轴箱的密合性及轴承温度		5.3.9	6.2.7	√	√	—
7	单机制动 ^a	闸瓦压力	5.3.11	6.2.7	√	—	—
		制动距离	5.3.11	6.2.7	√	√	—
		制动后温度	5.3.11	6.2.7	√	√	—
8	列车制动		5.3.11	6.2.7	—	—	√
9	撒砂装置		5.3.12	6.2.7	√	√	—
10	减速装置		5.3.14	6.2.7	√	√	—
11	警声		5.3.16	6.2.7	√	—	—
12	空压系统与液压系统的密封性		5.3.17	6.2.7	√	√	—
13	防雨、水密封性		5.3.18	6.2.7	√	—	√
14	电源电压保护		5.3.19.1.3	6.2.4	√	—	—
15	照明装置		5.3.19.2	6.2.7	√	—	—
16	插销连接器		5.3.19.3	6.2.7	√	—	—
17	充电性能		5.3.19.4	6.2.1	√	—	—
18	续航里程		5.3.20.1	6.2.2.1	√	√	—
			5.3.20.2	6.2.2.2	—	—	√
19	绝缘性能	绝缘电阻	5.3.21.1	6.2.6	√	√	—
		耐压	5.3.21.2	6.2.7	√	√	—
20	保护功能		5.3.23	6.2.5	√	√	—

表 7 电机车型式检验、出厂检验和工业运行试验项目（续）

序号	检验项目	要求	试验方法	检验类型		
				型式检验	出厂检验	工业运行试验
21	牵引电机	5.3.24.1	6.2.3.1	√	√	—
22	电源变换器	5.3.24.2	6.2.3.2	√	√	—
23	断路器	5.3.24.3	6.2.3.3	√	√	—
24	变频器	5.3.24.4	6.2.3.4	√	√	—
注 1：“√”表示应进行检验；“—”表示无须检验。 注 2：属外配套的元部件，由配套件生产企业按本表的规定进行检验。						
a 试验时任选一种。						

7.6 超级电容器电源装置

超级电容器、电源装置按表 8、表 9 进行型式检验、出厂检验。

表 8 超级电容器型式检验和出厂检验项目

序号	检验项目	要求	试验方法	检验类型	
				出厂检验	型式检验
1	外观	5.4.1.1	6.3.1.1、6.3.1.2	√	√
2	静电容量	5.4.1.2	6.3.1.3	√	√
3	储存能量	5.4.1.3	6.3.1.4	△	√
4	直流内阻	5.4.1.4	6.3.1.5	—	√
5	大电流充放电能力	5.4.1.5	6.3.1.6	—	√
6	电压保持能力	5.4.1.6	6.3.1.7	√	√
7	绝缘电阻	5.4.1.7	6.3.1.8	△	√
8	气密性	5.4.1.8	6.3.1.9	√	√
9	循环耐久能力	5.4.1.9	6.3.1.10	—	√
10	高温特性	5.4.1.10	6.3.1.11	—	√
11	低温特性	5.4.1.11	6.3.1.12	—	√
12	过放电	5.4.1.12.1 a)	6.3.1.13.1	—	√
13	过充电	5.4.1.12.1 b)	6.3.1.13.2	—	√
14	短路	5.4.1.12.1 c)	6.3.1.13.3	—	√
15	跌落试验	5.4.1.12.2 a)	6.3.1.13.4	—	√
16	挤压试验	5.4.1.12.2 b)	6.3.1.13.5	—	√
17	针刺试验	5.4.1.12.2 c)	6.3.1.13.6	—	√
18	冲击试验	5.4.1.12.2 d)	6.3.1.13.7	—	√
19	耐振动性	5.4.1.12.2 e)	6.3.1.13.8	—	√

表 8 超级电容器型式检验和出厂检验项目 (续)

序号	检验项目	要求	试验方法	检验类型	
				出厂检验	型式检验
20	加热试验	5.4.1.12.3 a)	6.3.1.13.9	—	√
21	被动燃烧	5.4.1.12.3 b)	6.3.1.13.10	—	√
22	析气试验	5.4.1.12.3 c)	6.3.1.13.11	—	√
23	外壳的渗漏试验	5.4.1.13	6.3.1.14	—	√
注：“√”表示应进行检验；“△”表示抽检项目，每批 0.1%，但不少于 2 件；“—”表示无须检验。					

表 9 电源装置型式检验和出厂检验项目

序号	检验项目	要求	试验方法	检验类型	
				出厂检验	型式检验
1	外观及结构检查	5.4.2.1、5.4.2.3、 5.4.2.5.1、 5.4.2.5.3、 5.4.2.5.4、5.4.2.9	6.3.2.1	√	√
2	电气间隙与爬电距离	5.4.2.2	6.3.2.2	√	√
3	绝缘电阻检测	5.4.2.4	6.3.2.3	√	√
4	防护性能试验	5.4.2.5.2	6.3.2.4	—	√
5	交变湿热试验	5.4.2.6	6.3.2.5	—	√
6	最高表面温度	5.4.2.7	6.3.2.6	—	√
7	输出电压范围	5.4.2.8	6.3.2.7	√	√
8	箱盖冲击	5.4.2.5.5	6.3.2.8	—	√
注：“√”表示应进行检验；“—”表示无须检验。					

7.7 充电机

充电机按表 10 进行出厂检验、型式检验。

表 10 充电机型式检验和出厂检验项目

序号	检验项目	要求	试验方法	检验类型	
				出厂检验	型式检验
1	外观	5.5.1、5.5.4、5.5.5	6.4.1	√	√
2	电气间隙与爬电距离	5.5.6	6.3.2.2	√	√
3	电气系统	5.5.7	6.4.4	—	√
4	防护性能试验	5.5.2	6.3.2.4	—	√
5	交变湿热试验	5.5.8	6.3.2.5	—	√

表 10 充电机型式检验和出厂检验项目（续）

序号	检验项目	要求	试验方法	检验类型	
				出厂检验	型式检验
6	最高表面温度	5.5.3	6.3.2.6	—	✓
7	显示装置	5.5.9	6.4.5	✓	✓
8	冲击	5.5.10	6.3.2.8	—	✓
9	电缆引入装置	5.5.11	6.4.2	✓	✓
10	接地	5.5.12	6.4.3	✓	✓
注：“✓”表示应进行检验；“—”表示无须检验。					

7.8 样品抽取

在进行正常的型式检验时,应从出厂检验合格的产品中随机抽取。首次抽取时确定样本量 $n \geq 1$, 把该批产品中的抽样单元按自然数从“1”开始顺序编号;按 GB/T 10111—2008 中 5.2.2 条规定的方法获取随机数;按 GB/T 10111—2008 中 5.2.3.1 条规定的方法读取单元号。

7.9 判定规则

用作出厂检验及型式检验的电机车、电源装置、充电机,出厂检验项目全部合格为合格,否则为不合格;型式检验项目全部合格为合格;如型式检验中有一项检验项目不合格,则应对该项目加倍复查。如复查合格,则判定型式检验合格;如仍有不合格者,则判该产品型式检验不合格。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

8.1.1 电机车

8.1.1.1 电机车应有金属铭牌、MA 标志牌和 KY 标志牌,标志牌应符合 AQ/T 1043 给出相应的要求。铭牌上的内容包括:

- a) 制造厂名称;
- b) 制造日期、出厂序号;
- c) 产品型号规格;
- d) 主要技术数据(公称黏重、额定电压、额定速度、额定牵引力、最高速度等)。

8.1.1.2 外露的导电体,除摩擦面、接触面外,应有红色标志。

8.1.1.3 电器室(箱)的门如没有安全闭锁装置,则应有防止触电的警告标志。

8.1.1.4 电机车出厂应有合格证,使用说明书、装箱单及随车备件专用工具等,并随同产品运交用户。

8.1.2 电源装置

8.1.2.1 应在产品的明显位置牢固地设置铭牌、警告牌、MA 标志牌和 KY 标志牌。

8.1.2.2 铭牌与警告牌应采用耐化学腐蚀的材料(如青铜、黄铜或不锈钢)制成。标志牌应符合 AQ/T 1043 给出相应的要求。铭牌内容:

- a) 产品名称和型号;
- b) 额定电压;

- c) 额定电流；
- d) 铭牌右上方有明显的“KY”标志；
- e) 外壳防护等级；
- f) 矿用合格证号；
- g) 安全标志证号；
- h) 出厂日期或产品标号；
- i) 制造厂名。

8.1.2.3 警告牌内容为“当心触电”。

8.1.3 充电机

8.1.3.1 应在产品的明显位置牢固地设置铭牌、警告牌和 KY 标志牌。

8.1.3.2 铭牌与警告牌应采用耐化学腐蚀的材料(如青铜、黄铜或不锈钢)制成。铭牌须包括下列内容：

- a) 铭牌的右上方有明显的“KY”标志；
- b) 矿用产品安全标志编号；
- c) 外壳防护等级；
- d) 矿用合格证号；
- e) 主要性能参数(额定输入电压、额定输入电流、额定输出电压、最大输出电流等)；
- f) 产品出厂日期或产品编号；
- g) 制造厂名称或注册商标。

8.2 包装、运输

8.2.1 电机车及充电机的包装应能保证在正常的运输条件下,不致因包装不善而导致损坏,若有运输过程中的附加件,应有试验运行前应拆除的明显标志。

8.2.2 电源装置随电机车运输时,应与电机车固定牢靠;单独运输时,应采取有效措施,保证运输时不受损坏及受潮。

8.2.3 随同电源装置产品提供的技术文件和附件：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书；
- c) 装箱单；
- d) 备件、专用工具。

8.2.4 在运输中应不受剧烈机械碰撞、叠压、曝晒及雨、雪的侵袭。

8.2.5 贮运图示“向上”“防潮湿”标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.3 贮存

8.3.1 电机车及充电机应贮存在空气流通、干燥无足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体的仓库中。

8.3.2 电源装置贮存符合下列条件：

- a) 应在室温 $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的干燥、清洁及通风良好的环境中；
- b) 应不受阳光直射,高热源应不少于 2 m；
- c) 应避免与任何液体和有害物质接触；
- d) 不应倒置、竖放及叠压；
- e) 在使用期内搁置的时间不宜超过 5 年；
- f) 电源装置在存放或长时间不使用时应周期性(约 2 个月一次)测量模块电压,如果电压低于规定值,则需对电源模块进行一次充电。

附 录 A
(资料性附录)
电源装置报废

A.1 报废标准

A.1.1 电源装置的报废

电源装置在电机车上运行期间凡出现下列情况,即行报废:

按照 6.3 规定的测试方法求得电源装置的绝缘电阻小于式(A.1)计算值者;

$$R=0.025U \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

U ——电源装置额定电压的数值,单位为伏(V)。

A.1.2 超级电容器箱的报废

在已报废的电源装置中,超级电容器箱发生严重变形,影响重新组装超级电容器者。

中 华 人 民 共 和 国 煤 炭
行 业 标 准
矿用一般型超级电容器电机车
MT/T 1194—2020

*
应急管理出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址:www.cciph.com.cn
北京建宏印刷有限公司 印刷
全国新华书店 经销

MT/T 1194—2020

*
开本 880mm×1230mm 1/16 印张 1 3/4
字数 45 千字
2020 年 11 月第 1 版 2020 年 11 月第 1 次印刷
15 5020 • 1559

社内编号 20201525 定价 25.00 元
版权所有 违者必究
本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换