



中华人民共和国国家标准

GB/T 999—2008
代替 GB/T 999—1988

直流电力牵引额定电压

Voltage ratings of D. C. electric traction system

(IEC 60038:1983, IEC Standard voltages, NEQ)

2008-06-18 发布

2009-03-01 实施



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 发布

前 言

本标准是对 GB/T 999—1988《直流电力牵引额定电压》的修订。

本标准对应于 IEC 60038:1983《IEC 标准电压》及其第 1 次修改(1994)和第 2 次修改(1997)(英文版),其一致性程度为非等效。

本标准与 GB/T 999—1988 相比主要变化如下:

- 部分内容引用了 IEC 60850;
- 增加了规范性引用文件;
- 本标准的编写格式和表述方法按照 GB/T 1.1—2000、GB/T 1.2—2000 的规定;
- 增加了规范性附录 A;
- 增加了资料性附录 B;
- 增加了参考文献。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出并归口。

本标准负责起草单位:湘电集团有限公司、湘潭牵引电气设备研究所、上海立新电器控制设备有限公司、湘潭市牵引电机厂。

本标准参加起草单位:永济新时速电器有限责任公司、德力西集团有限公司、常州轨道车辆牵引传动工程技术研究中心、济宁矿山电机车有限公司、湘潭牵引机车厂、常州基腾电气有限公司、湘潭市电机车厂、淄博牵引电气集团股份有限公司。

本标准主要起草人:蔡耀成、刘柏、朱炳元、王琳。

本标准参加起草人:李荣辉、邱世平、陆浩、麦绍谦、张盘生、陈献忠、周曙亮、吕军华、孙建平、王肃清。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 999—1967、GB/T 999—1988。

直流电力牵引额定电压

1 范围

本标准规定了直流电力牵引系统所使用的额定电压。本标准适用于正常运行条件下直流电力牵引系统的供电线路电压。

它涉及到直流电压的平均值。

本标准适用于下列电气化运输：

- a) 工矿企业电气化运输(包括井下巷道运输)；
- b) 城市轨道交通,如地铁电动车辆、轻轨列车、有轨电车、快速有轨电车、低速磁悬浮列车等；
- c) 城市无轨电车、双能源电车；
- d) 市郊(包括卫星城镇)及地方铁路的电气化铁道。

本标准不适用于：

- a) 表示或传输信号(测量值)的电压；
- b) 电气设备中部件或设备单元的标准电压；
- c) 起重机、移动平台、索道缆车。

注：本标准中的直流电压为无纹波直流电压值。通常把正弦纹波含量不超过百分之十的方均根值的直流称为“无纹波直流”。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 156—2007 标准电压(IEC 60038:2002,MOD)

IEC 61133:2006 电力牵引 铁路车辆 电力和热力/电力机车车辆制成后投入运行前的试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电力牵引系统 electric traction system

由外部电源供给动力车电能的牵引系统。这个系统是指在一个公共电压下运行的牵引变电站、变流设备、接触网、动力车的组合。

注：该系统可以包括：

- 接触网系统；
- 电力牵引系统的回馈电路；
- 非电力牵引系统的运行轨道,该轨道与电力牵引系统的运行轨道邻近并导电相连；
- 直接或通过变压器从接触网供电的电气装置；
- 单独用于向接触网发电或配电的电厂或变电站上的电气装置；
- 开关操作站的电气装置。

3.2

系统额定电压 rated voltage of a system

系统预定的正常工作电压,即与系统某些运行特征有关的电压。

3.3

系统最高电压 highest voltage of a system

当系统正常运行时,在任何时间、系统中任一点上出现的最高电压。

它不包括系统的暂态和异常电压,例如系统操作所引起的暂态和短暂的电压变化。

3.4

系统最低电压 lowest voltage of a system

当系统正常运行时,在任何时间、系统中任一点上出现的最低电压。

它不包括电压瞬变(比如系统因通断所引起)的暂态电压和短暂的电压变化。

3.5

电压 voltage

U

在供电导线和回馈导线之间测量所得的接触网上列车受电器或其他处的电位。

注:表1所列数值,指电气化系统是处于正常运行状态下的范围。

3.6

标称系统电压 nominal system voltage

U_n

为系统设计所选定的电压值。

3.7

最高恒定电压 highest permanent voltage

U_{max1}

长时间存在的最高电压值。

3.8

最高非恒定电压 highest non-permanent voltage

U_{max2}

在一定时间限度内存在的最高电压值。

3.9

过电压 overvoltage

峰值超过正常运行条件下最大稳态电压的相应峰值电压。

3.10

长期过电压 long-term overvoltage

由于低阻抗现象,通常瞬时升高持续时间在20 ms以上的大于 U_{max} 的电压。

注:此过电压与线路负载无关,且只能由电压/时间曲线描绘。如变电所原边电压的升高。

3.11

最大长期过电压 highest long-term overvoltage

U_{max3}

按 $t=20$ ms的长期过电压定义的最大值电压。

3.12

中期过电压 middle-term overvoltage

由于电流随着开关的变换(如断路器的断开)引起瞬时升高,通常持续时间小于20 ms的电压。

注:此过电压与线路负载有关,且不能由电压/时间曲线来单独描绘。

3. 13

短期过电压 short-term overvoltage

瞬时升高持续时间少于 20 μs 的电压(如由于闪电袭击引起的过电压)。

3. 14

最低恒定电压 lowest permanent voltage

$U_{\min 1}$

长时间存在的最低电压值。

3. 15

最低非恒定电压 lowest non-permanent voltage

$U_{\min 2}$

在一定时间限度内存在的最低电压值。

3. 16

电压变化 voltage variation

由于配电系统或其一部分的总负载发生变化而引起电压的上升或下降。

3. 17

电压突变 rapid voltage change

在两个连续电压级之间的电压平均值的单个突变,该连续级维持一定的但未明确的持续时间。

3. 18

供电电压降 supply voltage dip

供电电压突然下降至低于 $U_{\min 2}$ 的值,接着要一短时间以后又恢复。通常电压降的持续时间在 10 ms 至 1 min 之间。压降的深度按压降期间电压最小平均值和标称电压 U_n 之间的差来定义。供电电压未降至 $U_{\min 2}$ 以下的电压变化不看作是压降。

3. 19

供电中断 supply interruption

供电端电压低于标称电压 U_n 1% 时的情况。供电中断可以分类如下:

——预先安排的供电中断。事先通知用户,让其在配电系统上执行计划好的工作;

——事故供电中断。由持久或瞬时的故障引起,大多数与极端事件、设备故障或干扰有关。

事故性中断又可分为:

- 持久故障引起的长期中断(大于 3 min 以上);
- 瞬时故障引起的短期故障(3 min 以下)。

3. 20

接触网 contact line

通过受电装置向车辆供应电能的导线系统。

3. 21

(牵引)变电站 (traction)substation

主要功能是向接触网系统供电,并通过它将原始供电系统的电压转换为接触网的电压装置。

3. 22

正常运行条件 normal operating conditions

按固定供电装置设计采用的列车设计时间表和编组进行的交通运营,供电设备按标准规程运行。

注:标准规程可以随内部结构管理政策变化。

3. 23

非正常运行条件 abnormal operating conditions

超出标准规程范围更高的交通运营负载或供电设备的停机。

注:在这些情况下,交通运营可以不按设计的时间表运行。

4 直流牵引供电系统的基本电压

4.1 电压

主电压系统(不包括过电压)特性如表 1。
直流低于 750 V 的设备标称电压见附录 C。

表 1 牵引供电系统的标称电压及允许极限值和持续时间

电力系统	最低非恒定电压 $U_{\min 2}$ / V	最低恒定电压 $U_{\min 1}$ / V	标称电压 U_n / V	最高恒定电压 $U_{\max 1}$ / V	最高非恒定电压 $U_{\max 2}$ / V
直流 (平均值)	170	170	250 ^a	300	(770 ^c) 950 ^d 1 950 3 900
	370	370	550 ^a	660	
	(400)	(400)	(600) ^b	(720)	
	500	500	750	900	
	1 000	1 000	1 500	1 800	
	2 000	2 000	3 000	3 600	

^a 250 V、550 V 两档电压适用于矿山及井下巷道运输。

^b 括号表示对未来建造有轨电车道和地方铁路的直流牵引系统,建议不再采用 600 V 标称电压。

^c 在再生制动工况下, $U_{\max 2}$ 电压可允许到 800 V。

^d 在再生制动工况下, $U_{\max 2}$ 电压可允许到 1 000 V。

- 应满足以下的要求:
- a) 在电压为 $U_{\min 1}$ 与 $U_{\min 2}$ 之间的持续时间应不超过 2 min;
 - b) 在电压为 $U_{\max 1}$ 与 $U_{\max 2}$ 之间的持续时间应不超过 5 min;
 - c) 在空载情况下,变电站母线电压应低于或等于 $U_{\max 2}$,提供到列车受电弓的电压应根据表 1 及其要求而定;
 - d) 在正常运行条件下,电压应在 $U_{\min 1} \leq U \leq U_{\max 2}$ 范围内;
 - e) 在非正常运行条件下,电压在表 1 中的 $U_{\min 2} \leq U \leq U_{\min 1}$ 应不会导致任何损害及故障;
- 注:使用车载列车功率限制装置可以限制架空线中低电压的出现。
- f) 对于非特殊周期,如果电压达到 $U_{\max 1}$ 与 $U_{\max 2}$ 之间,应按低于或等于 $U_{\max 1}$ 级别对待。对于以下非持久情况,电压仅在 $U_{\max 1}$ 及 $U_{\max 2}$ 之间;
 - 再生制动
 - 电压调节系统运动,如机械抽头转换开关;
 - g) 最低操作电压:在异常操作情况下, $U_{\min 2}$ 是接触网电压的最低极限,此时机车车辆允许运行。
- 注:欠压自动跳闸的推荐值:在固定装置中欠压继电器或车载设备的设定值应整定为 85% $U_{\min 2}$ ~ 95% $U_{\min 2}$ 。

4.2 电压 U 谱

按照持续时间而定的电压 U 最高值见附录 A。

5 试验

根据线路类型及需要,试验的详细说明见表 2。

表 2 试验

项	技术要求	试验方法	试验类型
接触网电压	4.1	6.1.1 机车车辆	测量
		6.1.2 地面装置	测量

注:附录 B 说明了与电压变化有关的试验。

6 试验方法

6.1 接触网电压的测量

6.1.1 机车车辆

机车车辆试验按照 IEC 61133:2006 中 9 进行测试。

6.1.2 地面装置

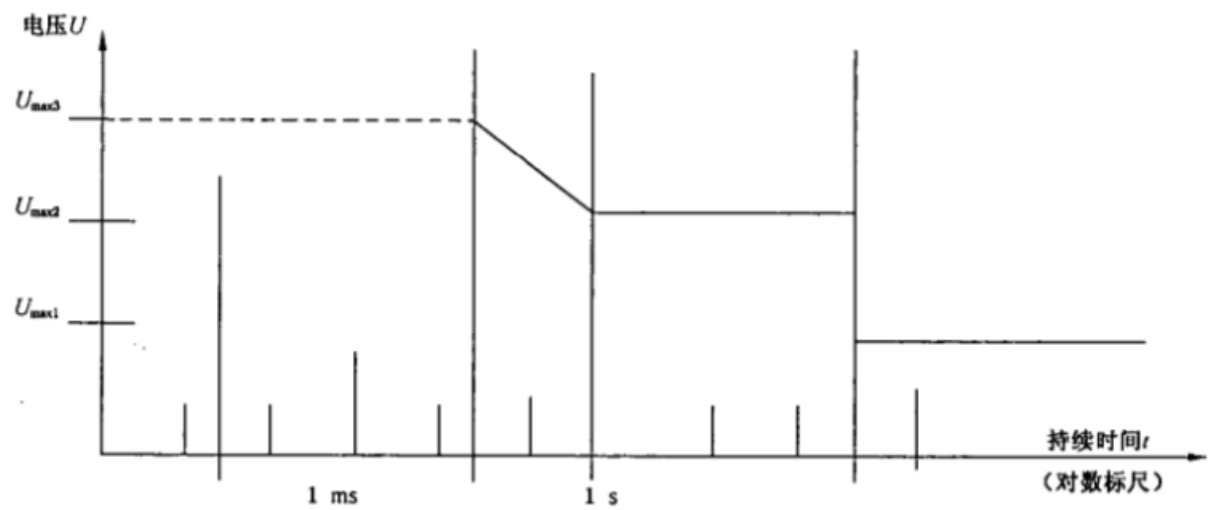
地面装置试验测试见表 3。

表 3 牵引网电压测试

地点	时间	方法	验收条件
变电站 母线、线路断路器打 开, 正常操作条件。 需要加上一个小的 电阻负载	在调试中	<ul style="list-style-type: none">● 电压记录装置。● 数字数据记录仪。● 测量周期 1 min	见 4.1 c)
如果电压调节装置 沿线路安装 在无负载及正常的 操作条件下, 在装置 的任意一侧测量	在调试及 操作中	无负载⇨见变电站 当在操作中⇨见专门测量	无负载⇨见变电站 当在操作中⇨见专门测量
专门测量 测量位置, 在问题存 在的现场	问题的应答	<ul style="list-style-type: none">● 电压记录装置。● 数字数据记录仪。● 测量周期最少 1 小时, 最大 1 周	<ul style="list-style-type: none">● 所有的电压值都大于或等于 U_{min2}。● 在 U_{min1} 以下的所有电压持续时间小于或等于 4.1 a) 规定的持续时间● 电压的平均值介于 U_{min1} 和 U_{max1} 之间● 在 U_{max1} 以上的所有电压持续时间小于或等于 4.1 b) 规定的持续时间● 所有的电压值都小于或等于 U_{max2}

附录 A
(规范性附录)

按持续时间而定的电压 U 最高值



2 μs		20 ms		5 min	
A区	B区	C区	D区	E区	
电压		电压			
高阻抗现象		低阻抗现象			

图中关键点注释：
A 区——短期过电压(闪电般的)。
B 区——中期过电压，由于高阻抗现象(在感性电路中关断电流)所致。
注：A 区和 B 区的电压不予考虑，是因为它们基本上取决于电源和线路负载特性(详见 EN 50124-2)。
C 区——长期过电压，由于低阻抗现象(原边电网上电压变动)所致。
 $U/U_{\max2}$ 之比随时间的变化由公式(1)来表示：

$$U = U_{\max2} \times t^{-k} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：
 t ——以 s 计的时间($0.02\text{ s} < t < 1\text{ s}$)；
 k ——表 A.1 中的系数。
此关系式的对数坐标中的图像是一条直线段，斜率由 k 确定。
D 区——最高非恒定电压 $U_{\max2}$ 。
E 区——最高恒定电压 $U_{\max1}$ 。

图 A.1 按照持续时间而定的电压 U 的最高值

表 A.1 给出的是 $U_{\max1}$ ， $U_{\max2}$ 和 $U_{\max3}$ 的值，而 $U_{\max2}$ 和 $U_{\max3}$ 之间的值用以上公式(A.1)来计算。

表 A.1 过电压

标称电压 U_n/V	750	1 500	3 000
系数 k	0.061 1	0.067 6	0.067 3
$U_{\max1}/V$	900	1 800	3 600
$U_{\max2}/V$	1 000	1 950	3 900
$U_{\max3}/V$	1 270	2 540	5 075

附录 B
(资料性附录)
电压的变化、中断和畸变

B.1 电压的突变

在表 B.1 设定范围内的电压突变范围是电气化铁路由于牵引负载、牵引电力网结构及公共配电、铁道电力网结构引起变化的固有部分。

表 B.1 电压变化和中断的测量

地点	时间	方法
测量部位， 在问题存在的现场 专门测量	问题的 回答	<ul style="list-style-type: none">● B.1、B.2、B.3 和 B.4 不要求任何型式试验或常规试验。然而，在投入后，如果电压质量的问题比较明显，建议在正常投入后的具有代表性的时间段对电压进行监视，按下列情况分析结果：● 电压突变和接触网电压降 捕捉低于 U_{min} 的电压并分析数据，以便提供作为毫秒级持续时间和 U_0 变化百分比的电压等级。 对最低电压等级及持续期间最不利条件情况列表。确认任何故障或在所列变化的时期，接通铁路系统电源或配电系统。● 短期和长期的电压中断 捕捉所有电压中断并记录每次中断时间。在下列时间段按顺序将电压中断情况列表： ——<10 s ——10 s~1 min ——1 min~3 min ——>3 min 提供 3 min 以上的中断次数，但忽略任何预先安排的中断。

B.2 接触网压降

电压降由接触网或公共配电系统的故障引起。
绝大多数压降有不足 1 s 的持续时间和不足 U_0 一半的深度。

B.3 电压的短时中断

通常运行状况下，电压的短时中断一般由断路器跳闸和故障检测后自动重合引起的。
全年发生电压短时中断的范围从数十次到数百次，大约 70% 的短时中断持续时间可能小于 10 s。

B.4 电压的长时中断

事故中断通常由外在的事件或行为引起，而该事件或行为通常不能预先由施工经营者控制。
对于长时中断的持续时间不可能指出典型值。
在正常运行状况下，超过 3 min 的中断电压的全年频次可能少于某些装置。
对于预先安排的中断，因为已预先通知，故不提供显示值。

B.5 电压的畸变

电压的畸变是因牵引系统、辅助负载、变流变电站和公共配电系统引起的。

B.6 试验

B.6.1 概述

电压变化的参数设定于 B.1、B.2、B.3 和 B.4。试验和验收要求详叙如下。

B.6.2 机车车辆

在制造完成以后和投入运行前,机车车辆试验的要求参照 IEC 61133:2006 中 9 的说明。另外参见产品标准。

B.6.3 地面装置

附 录 C
(资料性附录)
直流低于 750 V 设备的额定电压

表 C.1 直流低于 750 V 设备的额定电压

额定电压(D. C.)/V	
优选值	增补值
6 12 24 36 48 60 72 96 110	2.4 3 4 4.5 5 7.5 9 15 30 40 80
	125
	600
220 250 440 550	

参 考 文 献

- [1] GB/T 12325 电能质量 供电电压允许偏差
 - [2] IEC 60038:1983 标准电压
 - [3] IEC 60850:2007 铁路应用 牵引系统的供电电压
 - [4] EN 50124-2 铁路应用 绝缘配合 第2部分:过电压和相应保护
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
直流电力牵引额定电压
GB/T 999—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn
电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

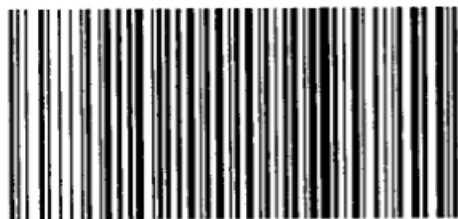
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-33039

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 999—2008

