



中华人民共和国国家标准

GB/T 1402—2010
代替 GB 1402· 1998

轨道交通 牵引供电系统电压

Railway applications—Supply voltages of traction systems

(IEC 60850:2007, MOD)

2011-01-10 发布

2011-06-01 实施

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 1402—1998《铁路干线电力牵引交流电压》。

本标准与 GB 1402—1998 相比,主要变化如下:

- 应用范围增加了城市轨道交通和工矿企业电气化运输(第 1 章);
- 增加了术语和定义(3.2~3.5、3.7~3.20);
- 标称电压增加了直流电压的相关内容(表 1);
- 增加了电压和频率的要求和测试内容(第 4 章、第 5 章、第 6 章);
- 增加了持续时间电压最大值说明(附录 A)和电压的变化、中断和畸变说明(附录 B)。

本标准采用重新起草法修改采用 IEC 60850:2007《铁路应用 牵引系统的供电电压》(英文版)。

本标准与 IEC 60850:2007 存在技术性差异,这些差异涉及的条款的页边空白处用垂直单线(|)进行标示。本标准与 IEC 60850:2007 的技术性差异及其原因如下:

- 参照 GB/T 999—2008,第 1 章将“井下巷道运输”从不适用范围改为适用范围,表 1 增加现有的井下巷道运输通用电压;
- 第 1 章不适用范围中去除了“funicular railways”,因为国内不存在这样的运输系统;
- 关于规范性引用文件,本部分做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:
 - 增加 GB/T 15945—2008(4.2 内容变动引入);
 - 删除了 IEC 60913 和 IEC 62128-1(改写了有关正文,不再引用);
- 第 3 章增加术语“短时限电压”和“中时限电压”,以便于说明电压最大值的 A 区和 B 区;
- 根据我国供电频率只存在 50 Hz 的特点,表 1、表 2 和 4.2 删除了涉及其他频率的有关内容;
- 根据我国牵引供电系统电压使用情况,表 1 删除了我国未采用的电压有关内容,如 DC 3 000 V 和 AC 20 kV 所对应的内容;
- 根据我国工矿运输情况,表 1 增加了适用于工矿企业运输的电压有关内容,如 DC 250 V 和 DC 550 V 所对应的内容;
- 根据我国供电电压偏差使用情况,表 1 增加了最高电压的推荐意见(表 1 中上角注 b);
- 根据我国供电管理情况,4.2 重新编写,频率变化范围引用 GB/T 15945—2008;
- 附录 A 增加了电压最大值的 A 区和 B 区的内容,以全面标准对电压的规定;
- 删除 IEC 60850:2007 规范性附录 B(国外特殊情况的电压,不适用于国内),原附录 C 变为附录 B。

本标准还做了下列编辑性修改:

- 第 1 章最后一句话改为注 1,该句属于对标准局部内容提示,采用注的形式更适宜;增加注 2 对“铁路”范围说明,便于准确理解;
- 因为增加了术语“短时限电压”和“中时限电压”,原文的 3.8~3.18,在本标准中编号依次改为 3.10~3.20;
- 6.1.1 中引用了 IEC 61133 的第 9 章,明确版本号为 IEC 61133:2006;
- 参考文献中技术资料为欧洲指令、标准,不适用于我国,故删除。

本标准由中华人民共和国铁道部提出。

本标准由全国牵引电气设备与系统标准化技术委员会(SAC/TC 278)归口。

本标准负责起草单位：中铁第四勘察设计院集团有限公司。

本标准参加起草单位：中铁电气化勘测设计研究院有限公司、永济新时速电机电器有限责任公司、南车青岛四方机车车辆股份有限公司、铁道第一勘察设计院集团有限公司。

本标准主要起草人：黄足平、戚广枫、李红梅、王猛。

本标准参加起草人：王肃清、邓桂美、陈敏、苏鹏程、周源、李晋、曲尚开。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 1402—1978、GB 1402—1998。

轨道交通 牵引供电系统电压

1 范围

本标准规定了电力牵引供电系统电压的主要特性参数,如电力牵引地面装置(包括由接触网供电的各个辅助设备)和机车车辆(含动车组)的电压特性参数。

本标准应用于以下范围:

- 铁路;
- 城市轨道交通,如地铁车辆、轻轨车辆、无轨电车、有轨电车、低速磁悬浮车辆;
- 工矿企业电气化运输(包括井下巷道运输)。

本标准不适用于以下范围:

- 在轨道上的升降设备、传送平台与类似的运输设备,暂时性的构架(例如展览会构架),因为它们不通过接触网直接或经由变压器供电,不会受到牵引供电系统的危害;
- 缆车。

注 1: 附录 A 列出了本标准相关长时限过电压的内容。

注 2: 铁路包括各类铁路干线、城际铁路等。

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 2900.36—2003 电工术语 电力牵引(IEC 60050-811:1991,MOD)

GB/T 15945—2008 电能质量 电力系统频率允许偏差

IEC 61133:2006 铁道设施 铁道车辆 车辆组装后和运行前的整车试验(Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service)

3 术语和定义

GB/T 2900.36—2003 确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

(电力)牵引供电系统 electric traction system

给机车车辆(含动车组)提供电能的配电网系统。

注:该系统可以包括:

- 接触网系统;
- 电力牵引供电系统的回流系统;
- 与电气化运行轨道相邻且相连的非电气化运行轨道;
- 由接触网直接或经由变压器供电的电气装置;
- 发电站和变电站内单独直接给接触网供电的发电和配电的电气装置;
- 开关站的电气装置。

3.2

电压 voltage

U

受电弓(集电靴)取流处或非取流处接触网与回流回路间的电位差。

注：此标准中的电压值是指直流电压的平均值或者交流电压基波的方均根值。

3.3

标称电压 **nominal voltage**

U_n

系统设计所选定的电压。

注：本标准的“系统”是指联结在一个共同的标称电压下工作的导线(线路)和设备的组合。

3.4

最高持续电压 **highest permanent voltage**

U_{max1}

可能出现的长期电压最大值。

3.5

最高非持续电压 **highest non-permanent voltage**

U_{max2}

短时可能出现的电压最大值。

3.6

过电压 **overvoltage**

峰值电压超过正常工作状况下的相应最大稳态电压值的电压。

3.7

长时限过电压 **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_{max2} 的电压,如变电所原边电压的升高。

注：此过电压与线路负载无关,可以由电压-时间曲线来描述。

3.8

中时限过电压 **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,通常持续时间少于 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。

3.9

短时限过电压 **short-term overvoltage**

瞬时升高持续时间少于 20 μ s 的电压(如由于闪电袭击引起的过电压)。

3.10

最高长时限过电压 **highest long term overvoltage**

U_{max3}

在长时限过电压持续时间 20 ms 所出现的电压最高值,此电压值与频率无关。

3.11

最低持续电压 **lowest permanent voltage**

U_{min1}

可能出现的长期电压最小值。

3.12

最低非持续电压 **lowest non-permanent voltage**

U_{min2}

短时可能出现的电压最小值。

3.13

电压变化 voltage variation

起因于整个配电系统或部分的负载变化所引起的电压升高或者降低情况。

3.14

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。

3.15

供电电压骤降 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~1 min 之间。压降的幅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。

3.16

供电中断 supply interruption

供电端电压低于标称电压 1% 的情况。供电中断可以分为以下几类:

- 预先安排的供电中断。提前告知用户允许配电系统按计划执行的供电中断;
- 突发性的供电中断。起因于永久或暂时故障,多数情况下与外部因素、设备故障或干扰有关。

突发供电中断又分为以下几类:

- 永久故障引起的长时间供电中断(持续时间 3 min 以上);
- 短时故障引起的短时间供电中断(持续时间不超过 3 min)。

3.17

接触网 contact line

通过受电弓(集电靴)为交通工具提供电能的导电系统。

注:接触网包括架空接触网和接触轨。

3.18

(牵引)变电所 (traction) substation

其主要作用是给接触网提供电能。在变电所里,原边供电电压被转换成接触网所需频率的电压。

3.19

正常运行情况 normal operational conditions

运营按照设计的时间表和编组,照此设计的供电固定设备按照标准规则运行。

注:标准规则由基础设施主管部门制定。

3.20

非正常运行情况 abnormal operational conditions

交通荷载超过标准规则或者电能供应设备工作中断超过标准规则。

注:在这些情况下,交通运营可以不按设计的时间表运行。

4 牵引供电系统电压和频率

4.1 电压

表 1 详细阐述了电压(过电压除外)的主要特性。

表 1 标称电压及其容许的极限值

牵引供电系统	最低非持续电压 $U_{\min 2} /$ V	最低持续电压 $U_{\min 1} /$ V	标称电压 $U_n /$ V	最高持续电压 $U_{\max 1} /$ V	最高非持续电压 $U_{\max 2} /$ V
直流平均值	(170) ^a	(170) ^a	(250) ^a	(300) ^a	—
	(370) ^a	(370) ^a	(550) ^a	(660) ^a	—
	(400) ^a	(400) ^a	(600) ^a	(720) ^a	(800) ^a
	500	500	750	900	1 000
	1 000	1 000	1 500	1 800	1 950
交流方均根值	17 500	19 000	25 000	27 500	29 000 ^b
^a 对未来建造的电力牵引的直流供电系统,不推荐采用 250 V、550 V、600 V 标称电压。					
^b 考虑到现场实际,推荐设备可以承受的最高非持续电压为 30 500 V。					

电压应满足以下要求:

- a) $U_{\min 1}$ 和 $U_{\min 2}$ 之间的持续时间不超过 2 min;
- b) $U_{\max 1}$ 和 $U_{\max 2}$ 之间的持续时间不超过 5 min;
- c) 变电所在空载条件下的母线电压应小于或等于 $U_{\max 1}$, 直流变电所在无负荷条件下的母线电压应小于或等于 $U_{\max 2}$ 。只要有列车,其受电弓(集电靴)应符合表 1 的要求;
- d) 在正常运行情况下,电压应处于 $U_{\min 1} \leq U \leq U_{\max 2}$ 范围内变化;
- e) 在非正常运行情况下,电压如果处于区间 $U_{\min 2} \leq U \leq U_{\min 1}$,不应造成任何用电设备的损坏和失效;

注 1: 使用车载列车功率限制装置可以限制接触网低电压的出现。

- f) 如果电压处在 $U_{\min 1}$ 和 $U_{\max 2}$ 之间,在紧接着的一个非特定时间内,电压不应高于 $U_{\max 1}$;
只有在非持续情况下,电压才会处于 $U_{\max 1}$ 和 $U_{\max 2}$ 之间,例如以下情况:
——再生制动;
——电压调节,如机械抽头调整;

- g) 最低运行电压:在非正常运行情况下, $U_{\min 2}$ 是能维持列车运行的极限最低接触网电压。

注 2: 地面装置或机车车辆的欠电压继电器自动跳闸的整定值宜设定为 $(85\% \sim 95\%)U_{\min 2}$ 。

4.2 频率

牵引供电系统采用交流电时,其标称频率为 50 Hz,根据 GB/T 15945—2008,其偏差允许值如下:
正常频率偏差允许值为 ± 0.2 Hz,当系统容量较小时,偏差值可以放宽到 ± 0.5 Hz。

5 测试

根据线路类型及需要,试验的详细说明见表 2。

注: 与电压变化有关的测试参见附录 B。

表 2 测试

测试项目	技术要求	测试方法
接触网电压	见 4.1	机车车辆见 6.1.1
		地面装置见 6.1.2
频率	见 4.2	

6 测试方法

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 中第 9 章进行测试。

6.1.2 地面装置

地面装置试验测试见表 3。

表 3 接触网电压测试

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	——电压记录装置； ——数字数据记录仪； ——测量周期 1 min	见 4.1c)
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	响应问题时	——电压记录装置； ——频率范围=2 kHz 的数 字数据记录仪； ——测量周期最少 1 小时， 最大 1 周	——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 4.1a) 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 4.1b) 规定的持续时间； ——所有的电压值都小于或等于 U_{max2}

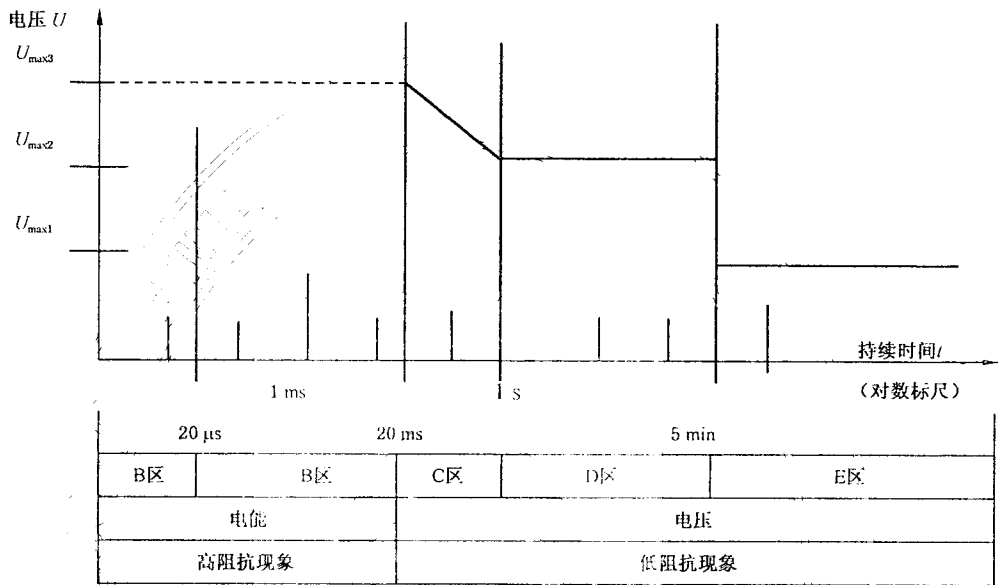
6.2 在线频率测量

表 4 在线频率测量

地 点	时 间	方 法	验收条件
持续监测 仅为不由三相供电的网络 在发电站或电网控制中心,同频率 闭环控制一起持续监测	调试和操作中	频率范围=2 kHz 的数字数 据记录仪	所有频率应在 4.2 规定的范 围内

附录 A
(规范性附录)
对应持续时间电压 U 的最大值

对应持续时间电压 U 的最大值如图 A.1 所示。



图中：

A 区——短时限过电压(雷电冲击过电压)；

B 区——中时限过电压，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。

C 区——长时限过电压；

相对持续时间， $U/U_{\max 2}$ 比率的变化由式(A.1)确定：

$$U = U_{\max 2} \times t^{-k} \quad \text{.....(A.1)}$$

式中：

● t ——时间(0.02 s→ t →1 s)；

● k ——系数，见表 A.1；

这个关系式在对数坐标系中是一条直线，斜率为 k 。

D 区——最高非持续电压 $U_{\max 2}$ ；

E 区——最高持续电压 $U_{\max 1}$ 。

图 A.1 对应持续时间电压 U 的最大值

表 A.1 给出了 $U_{\max 1}$ 、 $U_{\max 2}$ 和 $U_{\max 3}$ 的值，这些介于 $U_{\max 2}$ 和 $U_{\max 3}$ 的值是根据式(A.1)计算出的。

表 A.1 过电压

标称电压 U_n / V	750	1 500	25 000
系数 k	0.061 1	0.067 6	0.074 1
$U_{\max 1}$ /V	900	1 800	27 500
$U_{\max 2}$ /V	1 000	1 950	29 000
$U_{\max 3}$ /V	1 270	2 540	38 750

附 录 B
(资料性附录)
电压的变化、中断和畸变

B.1 电压突变

电压突变是电气化铁路由于牵引负载、牵引电力网结构及公共供电、铁道电力网结构引起变化所固有的,在表 B.1 设定了其范围。

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	响应问题时	B.1、B.2、B.3 和 B.4 不要求任何型式试验或例行试验。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_n 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: • $<10\text{ s}$; • $10\text{ s}\sim 1\text{ min}$; • $1\text{ min}\sim 3\text{ min}$; • $>3\text{ min}$。 提供 3 min 以上的中断次数时应忽略任何预先安排的中断

B.2 接触网骤降

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_n 的 50% 幅度。

B.3 电压短时中断

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 电压畸变

电压畸变是因牵引系统、辅助负载、变流变电站和公共配电系统引起的。

B.6 测试

B.6.1 概述

电压变化的参数设定于 B.1、B.2、B.3 和 B.4,测试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,机车车辆测试的要求参照 IEC 61133:2006 中第 9 章的说明,也可见产品标准。

B.6.3 地面装置

地面装置试验测试参见表 3。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
轨道交通 牵引供电系统电压
GB/T 1402 - 2010

*

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

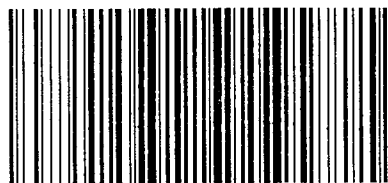
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字
2011年3月第一版 2011年3月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-42007 定价 18.00 元



GB/T 1402-2010

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