

ICS 29.280

S 35

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3213—2009

高原机车车辆电工电子 产品通用技术条件

General technical specification of electric and electronic
products-used on rolling stock for plateau

2009-11-11 发布

2010-05-01 实施

中华人民共和国铁道部 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 高原环境条件参数和标准大气条件	1
4.1 机车车辆电工电子产品的海拔分级	1
4.2 各种海拔分级的环境条件参数	2
4.3 标准大气条件	2
5 技术要求	3
5.1 基本要求	3
5.2 绝缘性能	3
5.3 温 升	4
5.4 雷电的防护	4
5.5 凝露与污秽	4
5.6 灭弧性能	4
5.7 脱扣特性	4
5.8 换向及碳刷磨损	4
5.9 静电的影响	4
5.10 电磁兼容性	4
5.11 密 封	4
5.12 材 料	5
5.13 技术文件	5
6 试 验	5
6.1 基本原则	5
6.2 试验分类	5
6.3 型式试验项目	5
6.4 例行试验项目	5
6.5 研究性试验项目	6
7 标 识	6
7.1 产品标识	6
7.2 铭 牌	6
8 包装、运输及贮存	6
8.1 包 装	6
8.2 运 输	6
8.3 贮 存	6
附录 A(资料性附录) 高原环境条件的特点及其对电工电子产品的影响	7
参考文献	9

前 言

本标准附录 A 是资料性附录。

本标准由中华人民共和国铁道部提出。

本标准由南车株洲电力机车研究所有限公司归口。

本标准主要起草单位：株洲南车时代电气股份有限公司、永济新时速电机电器有限责任公司。

本标准参加起草单位：南车株洲电力机车有限公司、青岛四方车辆研究所有限公司、南京全信传输科技股份有限公司。

本标准主要起草人：严云升、陈国忠、张山弟、王肃清。

本标准参加起草人：范祚成、柳志忠、周安德、李大鹏、张立伟。

高原机车车辆电工电子产品通用技术条件

1 范 围

本标准规定了高原环境条件下,安装在机车车辆上的电工电子产品的海拔分级、技术要求、试验、标识、包装、运输及贮存。

本标准适用于海拔 1 400 m~5 100 m 高原地区使用的机车车辆上安装的电工电子产品。

本标准仅对受高原环境条件影响的电工电子产品性能进行了规定;不受高原环境条件影响或受其影响较小的电工电子产品性能按常规型电工电子产品相应标准规定。

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,其随后的所有修改单(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 3859.2—1993 半导体变流器 应用导则(eqv IEC 60146-1-2:1991)

GB/T 11022—1999 高压开关设备及控制设备标准的共用技术要求(eqv IEC 60694:1996)

GB/T 11804 电工电子产品环境条件术语

GB/T 20626.1—2006 特殊环境条件 高原电工电子产品 第1部分:通用技术条件

GB/T 21413.1—2008 铁路应用机车车辆电气设备 第1部分:一般使用条件和通用规则(IEC 60077-1:1999, IDT)

JB/T 8439—2008 使用于高海拔地区的高压交流电机防电晕技术要求

3 术语和定义

GB/T 11804 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

常规型电工电子产品 General electric and electronic products

使用在海拔为 1 400 m 及以下的电工电子产品。

3.2

高原型电工电子产品 Electric and electronic products for plateau

在常规型电工电子产品的基础上针对高原环境条件进行调整、改进或新设计,使其满足本标准规定的电工电子产品。

3.3

电工电子产品海拔分级 Altitude classification for electric and electronic products

为使电工电子产品适应海拔的要求所确定的海拔分级级别。

3.4

人工模拟环境条件 manual simulated environment condition

为考核产品的环境适应性,根据一定海拔环境条件特征而人工设定的环境条件。

4 高原环境条件参数和标准大气条件

4.1 机车车辆电工电子产品的海拔分级

根据海拔共分成四级:

- G1.4 适用于海拔 1 400 m 及以下工作的常规型电工电子产品；
- G2.5 适用于海拔 2 500 m 及以下工作的高原型电工电子产品；
- G4.0 适用于海拔 4 000 m 及以下工作的高原型电工电子产品；
- G5.1 适用于海拔 5 100 m 及以下工作的高原型电工电子产品。

4.2 各种海拔分级的环境条件参数

各种海拔分级的环境条件参数见表 1。

表 1 高原机车车辆电工电子产品工作环境条件参数

序 号	环 境 参 数		海 拔 m				
			0	1 400	2 500	4 000	5 100
1	空气压力 kPa	年平均	101.3	85.8	74.8	61.7	53.2
		最低	97.0	83.3	72.7	60	51.75
2	空气温度 ℃	最高	45,40	40	32.5	25	19.5
		最高日平均	35,30	30	22.5	15	9.5
		年平均	20	18	12.5	5	-0.5
		最低	+5, -5, -15, -25, -40, -45				
	最大日温差 K		15,25,30				
3	相对湿度 %	最湿月月平均最大 (相应月月平均最低气温 ℃)	95,90 (25)	95,90 (25)	90 (17.5)	90 (10)	90 (15)
		最干月月平均最小 (相应月月平均最高气温 ℃)	20 (15)	18 (15)	15 (12.5)	15 (5)	15 (0)
4	绝对湿度 g/m ³	年平均	11.0	6.68	4.5	2.7	1.6
		年平均最小值	3.7	3.0	2.45	1.7	1.26
5	最大太阳直接辐射照度 W/m ²		1 000	1 024	1 090	1 180	1 257
6	最大风速 m/s		25,30,35,40				
7	最大 10 min 降水量 mm		15,30				
8	1 m 深处土壤最高温度 ℃		30	23.8	20	15	15

注 1:1 400 m 及以下最湿月月平均最大相对湿度推荐采用 95%。

注 2:在最低空气温度、最大日温差、最大风速、最大 10 min 降水量等几项中可取所列值之一。

注 3:本表根据 GB/T 20626.1—2006 高原环境条件参数采用线性插值法计算得出。

注 4:为便于对比,表中列出了海拔为 0 时的环境条件参数。

4.3 标准大气条件

标准大气条件(符合 GB/T 20626.1—2006)如下:

- 温度: $t_0 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 气压: $b_0 = 101.3\text{ kPa}$;
- 绝对湿度: $h_0 = 11\text{ g/m}^3$ 。

5 技术要求

5.1 基本要求

高原型电工电子产品应符合相应常规型电工电子产品标准的规定,并达到本标准技术要求的规定。

高原环境条件的特点及对电工电子产品的影响参见附录 A。

5.2 绝缘性能

5.2.1 电气间隙

以空气为绝缘的产品,其电气间隙修正系数值推荐选用表 2 参数。

表 2 电气间隙修正系数

产品使用地点海拔 m	1 400	2 500	4 000	5 100
电气间隙修正系数 (以 1 400 m 海拔为基准)	1.00	1.145	1.376	1.575

注 1:本表根据 GB/T 20626.1—2008 表 2 采用插值法计算得出。
 注 2:本表仅适用于低压产品(交流不超过 1 000 V 或直流不超过 1 500 V),高压产品的修正系数待定。
 注 3:在实际使用中应考虑风速对产品电气间隙的影响。

示例:对使用于 2 500 m 海拔的产品电气间隙应为符合 GB/T 21413.1—2008(以 1 400 m 为基准的设计)的产品的 1.145 倍。

5.2.2 工频耐受电压和雷电冲击耐受电压

在高原环境条件下,应符合常规型电工电子产品相应标准的要求,保证产品在高原地区使用时有足够的工频耐受能力和雷电冲击耐受能力。在产品使用海拔与试验海拔不同时,如无其他规定,则试验的海拔修正系数应满足表 3 的要求。

表 3 工频耐受电压和雷电冲击耐受电压的海拔修正系数(K_a)

产品使用地点海拔 m	1 400	2 500	4 000	5 100
产品试验地点海拔 m	1 400	1	1.145	1.376
	2 500	0.874	1	1.202
	4 000	0.727	0.832	1
	5 100	0.635	0.727	0.874

注:试验电压为常规型产品标准规定值与海拔修正系数 K_a 的积 [$K_a = e^{(H_1 - H_2)/9150}$, H_1 为使用地点海拔,单位为米(m); H_2 为试验地点海拔,单位为米(m)。参见 GB/T 11022—1999]。

5.2.3 湿试电压海拔修正

对于安装在机车车辆外,直接受雨淋的电工电子设备,在淋雨状态下外绝缘如有要求时,其淋雨状态下的工频耐受电压的海拔修正系数 K 按下式计算:

$$K = 1 + 0.76 \times \left[\frac{h-1}{10} + \frac{(2.5h-2.5)^2}{1\,000} \right]$$

式中:

h ——海拔,单位为千米(km)。

5.2.4 电 晕

高原电工电子产品应符合常规型电工电子产品相应标准规定。低压电机和变频电机在高原环境下有时也会产生电晕现象,为保证产品能安全可靠地工作,电晕起始电压可按 JB/T 8439—2008 中规定的公式计算。

5.3 温 升

- 5.3.1 基本原则:在高原环境条件下,发热温度极限值不应超过常规型电工电子产品相应标准规定的值。
- 5.3.2 一般高原机车车辆用低压电器产品的温升限值仍符合常规型电工电子产品相应标准的要求。

注:一般海拔每升高 100 m 产品温升增加 0.4 K,而环境温度降低 0.5 ℃。

- 5.3.3 对高发热电器应降低额定电流值使用,或选用较高一级额定电流值的产品。对高发热电器(如电阻器),海拔每升高 100 m,温升极限值可增加 2 K。
- 5.3.4 变流器在高海拔地区使用时的电流容量修正应符合 GB/T 3859.2—1993 附录 B 的要求。
- 5.3.5 电机温升按海拔每升高 100 m,温升极限值可增加 0.8 K 修正;电容量按海拔每升高 300 m,容量可降 1% 修正。
- 5.3.6 牵引变压器、电抗器等:一般应符合相应常规型标准要求,采用强迫风冷的设备其增加率每 100 m 为:油浸强迫风冷,额定温升增 0.6%;干式强迫风冷,额定温升增 1%。

5.4 雷电的防护

- 5.4.1 机车车辆的车体应通过轴刷—滑环装置,经轮到钢轨接地。

机车、动车和客车车体与钢轨间的最大电阻应小于 0.05 Ω;

货车车体与钢轨间的最大电阻应小于 0.15 Ω。

- 5.4.2 各设备的保护地及屏蔽地至车体接地点间的电阻应小于或等于 0.1 Ω。

- 5.4.3 高原地区是雷电活动的多发区域,除满足常规型电工电子产品的绝缘配合外,还应加强避雷装置的功能检查和维护。

5.5 凝露与污秽

- 5.5.1 机车车辆内部(包括装在车体下密封箱内)的电工电子产品,应按 GB/T 21413.1—2008 污秽等级 PD3 来设计电气间隙和爬电距离。

- 5.5.2 对装在机车车辆外敞露的电工电子产品(如受电弓、主断路器),应按 GB/T 21413.1—2008 污秽等级 PD4 来设计电气间隙和爬电距离。

- 5.5.3 影响绝缘子电气强度的三要素是污秽、潮湿和作用电压。安装在车外的绝缘子应针对任何一个或几个要素采取有效的措施来达到防止污闪的目的。

5.6 灭弧性能

以自由空气为灭弧介质的开关电器产品应降低额定容量使用,以满足分断能力要求。应采取相应防护措施,使飞弧距离符合常规型电工电子产品相应标准的规定。

5.7 脱扣特性

- 5.7.1 采用热脱扣元件作为脱扣部件的断路器、热继电器等产品,在高原条件作用下,由于散热条件的变化,其脱扣特性会发生一定偏移。具体产品的脱扣特性应在相应海拔或模拟环境或等效条件下进行调整和修正,以满足使用海拔环境的脱扣特性要求。

- 5.7.2 采用电子脱扣器的低压电器产品的脱扣特性基本上不受高原条件的影响,但应充分考虑电子功率元件的散热问题。

5.8 换向及碳刷磨损

应选用换向性能良好的电机,或采取措施减小换向火花等级乃至降低额定容量使用,以满足高原环境运行的要求。

5.9 静电的影响

高原干燥气候会加剧静电电荷的产生、静电的积累和随后的放电效应,因而高原用电子产品在线路设计和材料选择上应采取抗静电措施,以满足高原条件下的可靠运行要求。

5.10 电磁兼容性

电磁兼容性应达到常规型电工电子产品相应标准的规定。

5.11 密封

对具有密封要求的产品,应具有可靠的密封性,以达到正常运行及维护要求。

5.12 材料

5.12.1 抗紫外线、抗热辐射

户外产品使用的材料应具有较强的抗热辐射、抗紫外线能力。应满足常规型产品性能、可靠性和使用寿命的要求。

5.12.2 抗寒、抗温差

产品应选用抗寒能力强、结构性能稳定的材料或采取必要的防护措施,以满足高原极端低温条件下正常工作的要求。

5.12.3 表面防护

金属材料表面涂层应考虑防腐要求,表面涂层应能抵抗低温、较大温差变化、干燥、干热、强辐射等极端气候带来的考验;同时具有较好耐磨性,能抵御风沙及碎石的磨蚀;长期运行时表面不能有生锈、剥离、干裂等影响防腐效果的现象出现。

5.13 技术文件

按常规型电工电子产品相应标准规定,但应增加补充说明。补充说明应包括高原使用、维护运行和贮存的注意事项等特殊信息。

6 试验

6.1 基本原则

高原型电工电子产品的试验首先应符合常规型电工电子产品相应标准的规定,同时还应满足本标准的要求。

对本标准规定的受高原环境条件影响的试验项目可采用:

- 在人工模拟环境条件(模拟试验室)下进行;
- 在海拔低于1 400 m的环境条件下,对有影响的试验项目采用修正系数的方法进行。

6.2 试验分类

试验分为以下三种:

- 型式试验;
- 例行试验;
- 研究性试验。

6.3 型式试验项目

一般按表4规定。

表4 型式试验项目

产 品	型式试验项目
电机	温升试验 ^a ;耐受电压试验,电晕试验(对高压电机)
牵引变压器、互感器、调压器、电抗器	温升试验;绝缘试验
高压电器、高压开关设备	温升试验;绝缘试验
低压电器	温升试验,工频耐受电压试验;接通和分断正常负载能力试验(对直流电器);动作特性试验(对具有热脱扣功能的元器件);低温试验;接地电阻测量
低压成套开关设备和控制设备	温升试验;工频耐受电压试验;接地电阻测量
电力半导体器件,电力变流器	温升试验;绝缘试验 ^b

^a 电机温升用于冷却介质的绝对压力受海拔变化影响的旋转电机。

^b 电力半导体器件及电力变流器绝缘试验按制造厂与用户之间协议进行。

6.4 例行试验项目

一般按表 5 规定。

表 5 例行试验项目

产 品	例行试验项目
电机	工频耐受电压试验(对辅助电机); 温升试验;工频耐受电压试验(对牵引电机)
牵引变压器、互感器、调压器、电抗器	绝缘试验
高压电器、高压开关设备	主回路及辅助和控制回路工频耐受电压试验
低压电器	工频耐受电压试验,接地电阻测量
低压成套开关设备和控制设备	工频耐受电压试验,接地电阻测量
电力半导体器件,电力变流器	绝缘试验

6.5 研究性试验项目

具体项目由制造厂自定或与用户商定。

7 标 识

7.1 产品标识

高原型电工电子产品应在铭牌上或产品的明显部位增加产品的海拔分级标识,即标出产品所能适应的海拔级别(G2.5、G4.0、G5.1)。

7.2 铭 牌

高原型电工电子产品的铭牌,应符合常规型电工电子产品相应标准的规定。

8 包装、运输及贮存

8.1 包 装

8.1.1 首先应符合相应常规型电工电子产品标准中包装的规定。

8.1.2 产品包装坚固,设备固定应牢靠,应有适当的减震和防止沙尘进入的措施。

8.1.3 除按照常规型电工电子产品的包装进行标志外,必要时应在包装的醒目位置说明运输及贮存的特殊要求。

8.2 运 输

运输过程中应固定牢靠、避免撞击和震动,必要时应有防止沙尘、雨雪侵入和防寒措施。

8.3 贮 存

8.3.1 防止沙尘、雨雪侵入。

8.3.2 应有适宜的防寒措施。

附 录 A (资料性附录)

高原环境条件的特点及其对电工电子产品的影响

高原环境条件的特点主要是气压、气温低、气温日变化大、绝对湿度低、太阳辐射强等,对电工电子产品性能的影响如下:

A.1 对绝缘强度的影响

空气介电强度、空气冷却效应以及弧隙空气介质恢复强度低,因而引起产品绝缘耐压降低。

A.2 电晕现象

高压设备的交流电晕起始电压降低,因而电晕现象比平原地区严重。电晕增加电能损耗,加速绝缘老化和金属腐蚀,同时对无线电产生干扰。

A.3 对温升的影响

产品散热困难、温升增加。海拔增高,环境温度降低,可部分或全部补偿因海拔升高所引起的产品温升增加值。补偿值视产品的散热特点和实际环境温度而定,环境空气温度的补偿值为海拔每升高 100 m,环境空气温度降低 0.5℃。

A.4 对灭弧性能的影响

空气压力和空气密度的降低,使以空气作为灭弧介质的开关电器的灭弧性能下降、关合、开断能力降低、电寿命缩短。

电弧燃烧时间随海拔升高即气压降低而延长。

电弧的飞弧距离随海拔升高即气压降低而增加。

A.5 对直流换向火花的影响

海拔增高,绝对湿度降低,使直流电机换向火花增大,碳刷磨损增加。

A.6 对密封的影响

海拔增高,空气密度降低,低气压可导致元件密封不严造成泄漏;此外,紫外线强,又可导致密封件老化,加快泄漏。

低气压和低温若同时出现,会增加润滑剂的蒸发效应,从而使运动件的表面摩擦加剧。

A.7 对产品结构的影响

高原空气温度的日温差大,较大的温度变化以及低温使产品机械结构变形、开裂,甚至破坏(如瓷绝缘破裂),破坏结构的密封,涂层开裂脱落等。

A.8 对脱扣性能的影响

具有热脱扣元件的低压电器产品,在高原环境条件下,其脱扣动作时间一般会缩短。脱扣特性应模拟高原环境条件重新调整。

A.9 辐射的影响

海拔 5 000 m 的最大太阳热辐射是平原地区相应值的 1.25 倍。热辐射对物体有加热作用。对外电电子产品,太阳热辐射的增加引起较大的附加温升,降低有机绝缘材料的机械电气性能。使材料变形,产生机械热应力等。

紫外线辐射随海拔升高的增加率比太阳热辐射的增加率高得多,海拔 3 000 m 已达到平原地区相应值的 2 倍。紫外线使有机绝缘材料加速老化,使空气易于电离而导致外绝缘强度及电晕起始电压降低。

A.10 静电的影响

干燥气候会加剧静电电荷的产生、静电的积累及随后的放电,可造成电磁能量对设备的侵害,静电

对电子产品和系统的影响尤为严重。为了提高产品和系统的可靠性、保护设备免受静电影响,线路设计及材料选择应考虑抗静电措施。

A. 11 雷击的影响

高原环境下,有些地区是雷击多发地区,因而要确保车体和设备接地可靠,必要时加强避雷器的防护性能和日常维护。

A. 12 沙尘的防护

沙尘往往会使电气触点接触不良,引起冷却或润滑油污染,造成有管道的设备堵塞,另外大风沙还会使设备外壳抛光磨损,所以应加强外壳防护。

A. 13 运输的考虑

高原运输条件恶劣,高低温极端严酷,因此要考虑产品能承受的运输条件,结构设计和包装上要采取防震措施。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20626.2—2006 特殊环境条件 高原电工电子产品 第2部分:选型和检验规范
 - [2] GB/T 20626.3—2006 特殊环境条件 高原电工电子产品 第3部分:雷电、污秽、凝露防护要求
 - [3] GB/T 20635—2006 特殊环境条件 高原用高压电器的技术要求
 - [4] GB/T 20643.1—2006 特殊环境条件 环境试验方法 第1部分:总则
 - [5] GB/T 20643.2—2006 特殊环境条件 环境试验方法 第2部分:人工模拟试验方法及导则
电工电子产品
 - [6] GB/T 20645—2006 特殊环境条件 高原用低压电器技术要求
-

中 华 人 民 共 和 国
铁道行业标准
高原机车车辆电工电子
产品通用技术条件

General technical specification of electric and electronic
products-used on rolling stock for plateau
TB/T 3213—2009

*

中国铁道出版社出版、发行
(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
中国铁道出版社印刷厂印刷

版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1 字数:17 千字
2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷

*

统一书号:15113·3093 定价:10.00元