

ICS
CCS

团 体 标 准

T/CAQI XXX—2025

轨道交通车辆牵引变流器用绝缘栅双极 性晶体管(IGBT)选型要求及检验方法

Requirements and Inspection Methods for IGBT Selection and Use in
Traction Converters for Rail transit vehicles

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国质量检验协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由华兴中科标准技术（北京）有限公司提出。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件起草单位：中车永济电机有限公司...

本文件主要起草人：

轨道交通车辆牵引变流器用绝缘栅双极性晶体管(IGBT) 选型要求及检验方法

1 范围

本文件规定了轨道交通车辆牵引变流器用IGBT的选型、使用、检验等要求。

本文件适用于轨道交通车辆牵引变流器用IGBT，其他领域如风电行业、光伏行业、汽车行业等均可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 9174 一般货物运输包装通用技术条件

GB/T 21413.1—2018 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

GB/T 21562—2008 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例

GB/T 21563—2018 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验

GB/T 25122.1—2018 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 25122.3—2018 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第3部分：机车车辆变流器

GB/T 29332—2012 半导体器件 分立器件 第9部分：绝缘栅双极晶体管(IGBT)

GB/T 32350.1—2015 轨道交通 绝缘配合第1部分：基本要求 电工电子设备的电气间隙和爬电距离

TB/T 3213 高原机车车辆电工电子产品通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 29332-2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绝缘栅双极晶体管 insulated-gate bipolar transistor; IGBT

具有导电沟道和PN结，且流过沟道和结的电流由施加在栅极端和发射极端之间的电压产生的电场控制的晶体管。

注：施加集电极-发射极电压时，PN结为正向偏置。

【来源：GB/T 29332—2012，3.2.1】

4 符号

表1 文字符号

编号	名称	符号/缩略语	说明
01	绝缘栅双极晶体管	IGBT	/
02	P型半导体与N型半导体制作在同一块半导体衬底上，两种半导体材料之间的边界或界面	PN结	/
03	可靠性、可用性、可维护性和安全性	RAMS	/
04	生命周期成本	LCC	/
05	绝缘电压	V_{iso}	/
06	集电极-发射极间额定电压	U_m	/

表 1 文字符号 (续)

编号	名称	符号/缩略语	说明
07	集电极-发射极间额定电压最小值	U_{m1}	/
08	直流工作电压最大值	U_{dmax}	/
09	开关过电压	U_{sp}	/
10	IGBT导通饱和电压	$V_{CE(sat)}$	/
11	反并联二极管的正向电压	V_F	/
12	集电极额定电流最小值	I_{cm1}	
13	集电极额定电流	I_{cm}	/
14	交流电流有效值	I_o	/
15	IGBT的壳温	T_c	/
16	冷却液(或风)温度	T_a	/
17	IGBT结温	T_j	/
18	底板与散热器之间的热阻	$R_{th(c-s)}$	/
19	芯片到底板之间的热阻	$R_{th(j-c)}$	/
20	散热器热阻	$R_{\theta sa}$	/
21	单支IGBT器件损耗	P	/
22	所有IGBT器件损耗之和	P_{total}	/
23	过电压系数	k_1	/
24	安全系数	k_2	/
25	电流尖峰系数	α_1	/
26	温度降额系数	α_2	/
27	过载系数	α_3	/

5 选型原则

5.1 电气性能

5.1.1 绝缘参数选择

绝缘参数应满足以下要求:

- 绝缘电压 V_{iso} 选择: IGBT 器件数据手册应提供绝缘电压 V_{iso} ; IGBT 绝缘电压应至少满足上一级功率单元额定电压 1.18 倍。
- 电气间隙和爬电距离应满足 GB/T 21413.1—2018 中 9.2.6 和 9.2.7 的规定。
- 装配 IGBT 器件的功率单元应能承受 GB/T 21413.1—2018 中 10.3.3.3.2 规定的介电强度试验, 对于工频或直流试验电压等级应按 GB/T 32350.1—2015 的附录 B 选取。
- 装配 IGBT 器件的功率单元绝缘电阻应满足 GB/T 25122.1—2018 中 4.5.3.8 要求, 一般不应小于 $10M\Omega$ 。

5.1.2 集电极-发射极间额定电压 U_m

额定电压 U_m 应大于或等于 U_{m1} , U_{m1} 根据公式 (1) 进行计算。

$$U_{m1} = (k_1 U_{dmax} + U_{sp}) \times k_2 \dots \dots \dots (1)$$

式中:

k_1 ——过电压系数;

k_2 ——安全系数;

U_{dmax} ——直流工作电压最大值, 单位为伏(V);

U_{sp} ——开关过电压差值, 单位为伏(V)。

一般情况下, 轨道交通车辆牵引变流器 IGBT 器件额定电压选型参照表 2 确定。

表2 IGBT 器件的额定电压选型推荐值

序号	直流母线电压	器件额定电压
1	600V (max750)	1200V
2	750V (max900V)	1700V
3	1300V (max1800V)	2500V
4	1500V (max2100V)	3300V
5	2500V (max3000V)	4500V
6	3300V (max4500V)	6500V

5.1.3 集电极额定电流 I_{cm}

额定电流 I_{cm} 应大于或等于 I_{cm1} ， I_{cm1} 根据公式(2)进行计算。

$$I_{cm1} = \sqrt{2} \times I_o \times \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \dots \dots \dots (2)$$

式中：

α_1 ——电流尖峰系数；

α_2 ——温度降额系数；

α_3 ——过载系数；

I_o ——交流电流有效值，单位为A；若需并联使用，应考虑均流系数。

IGBT 器件选型应选取大于 5.1.2 章节和 5.1.3 章节的计算结果，并优先选取相近的标准器件。

5.2 热性能

5.2.1 总则

IGBT器件应在型号选定后根据轨道交通车辆牵引变流器参数计算损耗和结温。IGBT器件工作结温应小于IGBT技术手册要求的最高工作结温。

5.2.2 损耗计算

IGBT器件损耗应为IGBT芯片损耗与反并联二极管芯片损耗之和。

IGBT芯片损耗应包含导通损耗和开关损耗。二极管芯片损耗应包含导通损耗和反向恢复损耗。

5.2.3 结温计算

IGBT器件结温用于评估IGBT选型是否准确。

IGBT结温计算与IGBT数量、散热形式、工作环境温度、电流、开关频率等因素相关；参数由上一级功率单元给出。

IGBT结温应按照公式(3)和公式(4)计算得出。IGBT散热模型参照图1。

$$\text{结温: } T_j = T_c + P \times R_{th(j-c)} \dots \dots \dots (3)$$

T_c ——IGBT的壳温；

P ——单支IGBT损耗；

$R_{th(j-c)}$ ——IGBT芯片到底板之间的热阻，单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

$$\text{壳温: } T_c = T_a + P_{total} \times (R_{\theta sa} + R_{th(c-s)}) \dots \dots \dots (4)$$

T_a ——冷却液（或风）温度；

T_j ——IGBT芯片结温；

$R_{th(c-s)}$ ——IGBT底板与散热器之间的热阻，单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ；

$R_{\theta sa}$ ——散热器热阻，单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$

P_{total} ——散热器上所有IGBT器件的损耗之和。

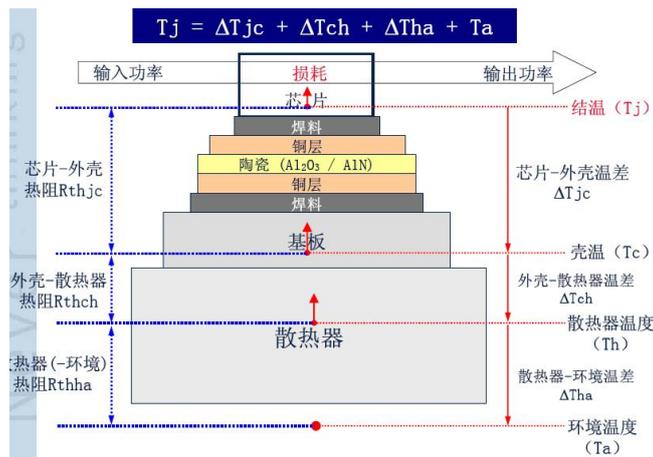


图 1 IGBT 散热模型

IGBT器件的工作结温应不超过最高额定结温。为保证IGBT器件可靠工作，结温核算结果应与最大结温保留10℃以上裕量。

5.3 尺寸与封装

IGBT器件尺寸及封装形式由供应商提供，功率单元结构应根据IGBT器件尺寸进行结构布局。

5.4 可靠性

5.4.1 产品制造商应按照 GB/T 21562 进行 RAMS/LCC 分析。

5.4.2 应通过建立可靠性模型定义 IGBT 器件可靠性指标，失效率 (λ) 应不大于可靠性指标。

6 技术要求

6.1 工作环境

IGBT在以下环境条件下应能正常工作：

- 海拔：器件应在1400m及以下正常工作；当海拔超过1400m时，应满足TB/T 3213的相关要求。
- 温度：环境温度（大气）：-40℃~+40℃，运用温度：位于机车电器柜内-40℃~+55℃；存储温度：-40℃~+70℃。
- 湿度：最湿月月平均最大相对湿度不大于95%（该月月平均最低温度为25℃）。
- 振动：IGBT装配后应能在轨道交通车辆运行过程中紧固可靠，螺栓不脱落。

注：特殊环境条件由供需双方协商确定。

6.2 外观

IGBT器件外观应满足以下要求：

- 未使用前栅极-发射极端子应良好短接；
- 塑封外壳清洁，无裂纹，无破损；
- IGBT各电极镀层无起皮、脱落、氧化、针孔，电极折弯处无裂痕、漏铜现象。

6.3 安装与连接

IGBT器件安装前应进行静电泄放，安装过程佩戴防静电手腕带。

IGBT安装与连接应遵循以下要求：

- IGBT安装：IGBT紧固力矩应在器件数据手册要求范围内，导热硅脂涂覆及静置应遵循器件供应商提供的安装手册要求。并联IGBT安装前应配组，配组参数至少包含 $V_{CE(sat)}$ 、 V_F ；参数要求如表3所示。
- 电气连接：IGBT电气连接力矩应在器件数据手册要求范围内。

表 3 并联 IGBT 参数要求

参数	$\Delta V_{CE(sat)}$	ΔV_F
电气要求	$\leq 0.1V$	$\leq 0.1V$
温度要求	$T_j=125^\circ C$	$T_j=125^\circ C$

注： Δ 表示两支器件参数差异，如有特殊需求IGBT使用方可加严测试。

6.4 性能要求

6.4.1 电气性能要求

IGBT器件应具有过载能力，过载持续时间、过载的电压、电流和频率由供需双方协商确定。

IGBT器件最大工作电压和电流应在安全工作区内。

IGBT器件应具有短路承受能力，应在短路安全工作区内可靠关断。

IGBT器件工作时，关断过电压值应不超过器件标称电压。

6.4.2 温升要求

IGBT器件应在轨道交通车辆牵引变流器运行条件下可靠工作；任何情况下，器件的工作结温都不允许超过最高结温。通过核算后IGBT器件温升值应在规定范围之内。

6.5 标识及存储

6.5.1 部件标识

每个 IGBT 器件的标志标识配置应包含：

- a) IGBT 型号；
- b) 识别标志；
- c) 封装批代码；
- d) 厂家代码；
- e) 生产时间代码。

6.5.2 包装盒标志

IGBT器件包装盒标准应符合标准 GB/T 9174的要求，至少包含：

- a) IGBT 型号；
- b) 制造厂家名称；
- c) 防静电标志。

6.5.3 产品包装应能防止在运输中受潮和损坏。

6.5.4 存储要求

IGBT 器件在供方、用方库房留存时应满足以下要求：

- a) 存储环境要求：
 - 1) 温度： $5^\circ C \sim 40^\circ C$ ；
 - 2) 湿度：10%~75%；
 - 3) 环境无灰尘、腐蚀性气体及有机溶剂。
- b) IGBT 器件搬运存储方法：
 - 1) 器件搬运过程中避免机械冲击、污染、划伤底板及电极；
 - 2) 使用防静电容器盛放，栅极及发射极可靠短接；
 - 3) 器件堆放无挤压、无外力。
- c) IGBT 器件在上述存储环境下存储时不应超过 IGBT 供应商要求的存储年限。推荐存储年限为 3 年。

6.6 安全要求

6.6.1 电气安全：装配 IGBT 器件的牵引变流器应设置高压警示标识。在轨道交通车辆上进行维护时，应保证高压电降至 36V 以下（人体安全值），并应进行绝缘防护。

6.6.2 产品材料禁用和限用物质要求宜按附录 A 选用。

7 检验规则

7.1 总则

IGBT 器件出厂前应符合 GB/T 29332—2012 中 7.3.2 的规定。

IGBT 器件装配为功率单元后应完成出厂检验。应符合轨道交通车辆牵引变流器对 IGBT 器件的型式检验验证和研究性试验验证。

7.2 检验分类

7.2.1 出厂检验

每台出厂的产品应完成出厂检验。出厂检验项点见表4。

出厂检验过程中，若任意一项不合格，均判该产品不合格。

7.2.2 型式检验

7.2.2.1 检验样品在出厂检验的合格品中抽取，数量至少为 1 台。型式检验项点见表 4。

7.2.2.2 型式检验全部项目应在同一次抽样的样品上进行，检验项目全部合格时，该产品合格；若发现任意一项不合格，则该产品不合格。

7.2.2.3 具有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制完成；
- b) 产品的结构、工艺或材料的变更影响到产品的某些特性或参数变化时，应部分或全部检验；
- c) 连续生产的定型产品每满 4 年；
- d) 转厂生产或停产 2 年及以上重新生产。

7.2.3 研究性试验

研究性试验应在 IGBT 器件初次使用或装配 IGBT 器件的原理样机进行，试验项点应由 IGBT 器件使用方根据使用要求提出。研究性试验项点见表 4。

7.3 检验项目

IGBT 器件可靠性检验项目见表4。

表 4 检验项目

序号	试验项目	例行检验	型式检验	研究性试验	技术要求章条号	检测方法章条号
1	外观检查	√	—	—	5.2	—
2	绝缘电阻试验	√	√	—	4.1.1	6.4.1
3	介电强度试验	√	√	—	4.1.1	6.4.2
4	换流试验	√	√	—	5.4.1	6.4.3
5	短路试验	—	√	—	5.4.1	6.4.4
6	轻载试验	√	√	—	5.4.1	6.4.5
7	温升试验 ^a	—	√	—	5.4.2	6.4.6
8	冲击和振动 ^a	—	√	—	5.1	6.4.7
9	均流试验 ^a	—	—	√	5.3	6.4.8
10	高温试验 ^a	—	√	—	5.1	6.4.9
11	低温试验 ^a	—	—	—	5.1	6.4.10

序号	试验项目	例行检验	型式检验	研究性试验	技术要求章条号	检测方法章条号
注：√为应做的项目。						
*表示可随装配 IGBT 器件的变流装置进行试验。						

7.4 检验方法

7.4.1 绝缘电阻试验

IGBT 器件的绝缘电阻试验应按 GB/T 25122.1—2018 中 4.5.3.8 的规定进行，绝缘电阻测试时应记录环境温度和湿度。

7.4.2 介电强度试验

绝缘电阻测量完成后，IGBT 器件的介电强度测试应按 GB/T 25122.1—2018 中 4.5.3.7 的规定进行并记录。

进行重复试验时，试验电压应为第一次试验的 85%。

7.4.3 换流试验

对每个可控的 IGBT 器件进行双脉冲开关试验，装置交流端接入感性负载，直流输入电压为系统最高工作电压，从控制接口输入触发信号，记录最大电流值和二次关断电压。

电气参数选择和试验结果应满足 GB/T 25122.1—2018 中 4.5.3.11 要求。

7.4.4 短路试验

对每个可控的 IGBT 器件进行短路试验，将直流输入电压调整为最高工作电压，从控制接口输入触发信号，监测输出电流。

试验结果应满足 5.4.1 技术要求。

7.4.5 轻载试验

装配 IGBT 器件的功率装置施加额定工作电压，负载可以是指定的负载或是作为替代品的负载(如电阻器和电感器)。

电气参数选择和试验结果应满足 GB/T 25122.1—2018 中 4.5.3.10 要求。

7.4.6 温升试验

IGBT 器件的温升试验可随功率单元试验，按 GB/T 25122.1—2018 中 4.5.3.13 的规定进行。

7.4.7 冲击和振动试验

IGBT 器件的冲击和振动试验可随功率单元试验，按 GB/T 21563—2018 中 1 类 B 级进行。

7.4.8 均流试验

按照 6.4.3 要求测试并联 IGBT 的均流性，并联 IGBT 任一器件均能可靠工作，不均流度宜为 10%。

7.4.9 温试验

装配 IGBT 器件的功率单元高温试验应按照标准 GB/T 25122.3—2018 中 8.3 的要求进行，IGBT 器件及功率装置外观良好，内外部无异常及损伤，功率单元能够正常启动和运行。

该试验可由供需双方协商确定。

7.4.10 低温试验

装配 IGBT 器件的功率装置低温试验应按照标准 GB/T 25122.3—2018 中 8.4 的要求进行，IGBT 器件及功率单元外观良好，内外部无异常及损伤，功率单元能够正常启动和运行。

该试验可由供需双方协商确定。

附录 A

(资料性)

材料禁用限用要求

- A.1 禁用物质超出限量要求范围应禁止使用，限用物质超出限量要求应经用户同意后可使用。
- A.2 提供的材料、元件、部件、配件的禁用和限用物质项点见表 A.1。
- A.3 检测报告中的禁用和限用物质包括但不限于表 A.1 内容，且其顺序号与表中序号一致，增加的物质按表中类别归入，序号顺延。
- A.4 胶粘剂复合材料中非聚氨酯类材料可不检甲苯二异氰酸酯（TDI）和二苯基甲烷二异氰酸酯（MDI）。

表 A.1 材料禁用限用要求

材料类别	序号	禁用/限用物质名称	禁用/限用	限量要求
金属	1.	铅及其化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	2.	镉及其化合物	禁用	≤100 mg/kg
	3.	汞及其化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	4.	六价铬化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	5.	砷及其化合物	限用	≤1000mg/kg
	6.	铍及其化合物	限用	禁止使用
	7.	镍	限用	≤0.5 μg/cm ² /周
胶粘剂复合材料	1.	石棉	禁用	禁止使用
	2.	铅及其化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	3.	镉及其化合物	禁用	≤100 mg/kg
	4.	汞及其化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	5.	六价铬化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	6.	多溴联苯（PBBs）	禁用	≤1000 mg/kg
	7.	多溴二苯醚（PBDEs）	禁用	≤1000 mg/kg
	8.	氟氯碳化合物（CFCs）	禁用	禁止使用
	9.	卤代苯基甲苯	禁用	禁止使用
	10.	Halon（哈龙-全溴氟烃）	禁用	禁止使用
	11.	短链氯化石蜡（SCCP）	禁用	≤1000 mg/kg
	12.	邻苯二甲酸二异丁酯（DIBP）	禁用	≤1000 mg/kg
	13.	邻苯二甲酸二（2-乙基）己酯（DEHP）	禁用	≤1000 mg/kg
	14.	邻苯二甲酸二丁酯（DBP）	禁用	≤1000 mg/kg
	15.	邻苯二甲酸丁苄酯（BBP）	禁用	≤1000 mg/kg
	16.	HCFC（含氢氯氟烃）	限用	禁止使用
	17.	砷及其化合物	限用	禁止使用
	18.	多氯联苯（PCB）	限用	≤50mg/kg

材料类别	序号	禁用/限用物质名称	禁用/限用	限量要求
	19.	全氟辛酸磺酸盐	限用	禁止使用
	20.	甲苯二异氰酸酯 (TDI)	禁用	≤0.5%
	21.	磷酸三苯酯 (TPP)	限用	≤1000 mg/kg
	22.	氟化温室气体	限用	禁止使用
胶粘剂复合材料	23.	甲醛	限用	符合TB/T 3139
	24.	二苯基甲烷二异氰酸酯 (MDI)	限用	≤1000 mg/kg
	25.	挥发性有机化合物 (TVOC)	限用	符合TB/T 3139
	26.	苯	限用	禁止使用
	27.	甲苯	限用	符合TB/T 3139
	28.	二甲苯	限用	符合TB/T 3139
	29.	三氯苯 (TCB)	限用	≤1000 mg/kg
	30.	三氧化二锑	限用	≤1000 mg/kg
	31.	铍及其化合物	限用	禁止使用
	32.	氯化钴	限用	≤1000 mg/kg
	33.	人造矿物纤维	限用	≤1000 mg/kg
	34.	中链氯化石蜡 (MCCP)	限用	≤1000 mg/kg
	35.	四氯乙烯	限用	禁止使用
	36.	邻苯二甲酸酯类	限用	各≤1000 mg/kg
	37.	多环芳烃	限用	各≤1.0 mg/kg 总量≤10mg/kg
	38.	滑石	限用	-
	39.	有机锡化合物	限用	各≤1000 mg/kg
塑料、薄膜及层压板	1.	石棉	禁用	禁止使用
	2.	铅及其化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	3.	镉及其化合物	禁用	≤100 mg/kg
	4.	汞及其化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	5.	六价铬化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	6.	多溴联苯 (PBBs)	禁用	≤1000 mg/kg
	7.	多溴二苯醚 (PBDEs)	禁用	≤1000 mg/kg
	8.	氟氯碳化合物 (CFCs)	禁用	禁止使用
	9.	卤代苯基甲苯	禁用	禁止使用
	10.	Halon (哈龙-全溴氟烃)	禁用	禁止使用
	11.	壬基苯酚 (NP)	禁用	≤1000 mg/kg
	12.	多氯三联苯 (PTCs)	禁用	≤50mg/kg
	13.	短链氯化石蜡 (SCCP)	禁用	≤1000 mg/kg
	14.	邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	禁用	≤1000 mg/kg
	15.	邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯 (DEHP)	禁用	≤1000 mg/kg
	16.	邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	禁用	≤1000 mg/kg

材料类别	序号	禁用/限用物质名称	禁用/限用	限量要求
	17.	邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)	禁用	≤1000 mg/kg
	18.	HCFC (含氢氯氟烃)	限用	禁止使用
塑料、薄膜及层压板	19.	砷及其化合物	限用	≤1000 mg/kg
	20.	多氯联苯 (PCB)	限用	≤50mg/kg
	21.	磷酸三苯酯 (TPP)	限用	禁止使用
	22.	氟化温室气体	限用	禁止使用
	23.	甲醛	限用	≤1.5mg/L
	24.	挥发性有机化合物 (TVOC)	限用	≤6g/kg
	25.	三氧化二锑	限用	≤1000 mg/kg
	26.	铍及其化合物	限用	禁止使用
	27.	氯化钴	限用	≤1000 mg/kg
	28.	人造矿物纤维	限用	≤1000 mg/kg
	29.	中链氯化石蜡 (MCCP)	限用	≤1000 mg/kg
	30.	邻苯二甲酸酯类	限用	各≤1000 mg/kg
	31.	多环芳烃	限用	各≤1.0 mg/kg 总量≤10mg/kg
	32.	聚氯乙烯 (PVC)	限用	-
	33.	滑石	限用	-
	34.	有机锡化合物	限用	各≤1000 mg/kg
	35.	四溴双酚-A-双(2,3-二溴丙醚)	限用	禁止使用
	36.	紫外线吸收剂 (UV-320)	限用	禁止使用
电气件	1.	石棉	禁用	禁止使用
	2.	铅及其化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	3.	镉及其化合物	禁用	≤100 mg/kg
	4.	汞及其化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	5.	六价铬化合物	禁用	≤1000 mg/kg
	6.	多溴联苯 (PBBs)	禁用	≤1000 mg/kg
	7.	多溴二苯醚 (PBDEs)	禁用	≤1000 mg/kg
	8.	邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	禁用	≤1000 mg/kg
	9.	邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯 (DEHP)	禁用	≤1000 mg/kg
	10.	邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	禁用	≤1000 mg/kg
	11.	邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)	禁用	≤1000 mg/kg
	12.	卤素: 氯、溴	禁用	Cl+Br≤1500 mg/kg Cl、Br 分别≤900 mg/kg
注: -表示无限量要求。				