

ICS XX.XXX

CCS X XX

团 体 标 准

T/CIECCPA □□□—202□

窄脉冲电源

Narrow pulse power supply

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

СЛЕДСТВИЕ

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品型号和基本参数.....	2
4.1 产品型号表示法.....	2
4.2 基本参数.....	2
5 技术要求.....	3
5.1 使用条件.....	3
5.2 脉冲宽度.....	4
5.3 脉冲上升沿.....	4
5.4 脉冲重复频率.....	4
5.5 脉冲峰值电压.....	4
5.6 电气绝缘强度.....	4
5.7 温升.....	4
5.8 闪络.....	5
5.9 输出调节及参数显示功能.....	5
5.10 故障报警保护.....	5
5.11 抗冲击.....	6
5.12 通信功能.....	6
5.13 外壳防护等级.....	6
5.14 噪声.....	6
5.15 通用要求.....	6
6 试验方法.....	6
6.1 试验条件.....	6
6.2 试验用仪器仪表.....	6
6.3 基本检验.....	7
6.4 绝缘性试验.....	7

6.5	负载试验	8
6.6	温升试验	8
6.7	闪络试验	8
6.8	输出调节及参数显示试验	8
6.9	故障报警保护试验	9
6.10	冲击试验	10
6.11	通信试验	10
6.12	外壳防护等级试验	10
6.13	噪声试验	10
7	检验规则	10
7.1	检验分类	10
7.2	出厂检验	10
7.3	型式检验	10
7.4	检验项目	11
8	标牌、包装、运输和贮存	11
8.1	标牌	11
8.2	包装	12
8.3	运输	12
8.4	贮存	12
附录 A (资料性) 窄脉冲电源在高海拔地区使用时额定容量的修正		
表 1	绝缘强度试验电压	4
表 2	窄脉冲电源各部分的温升	5
表 3	绝缘电阻表电压等级	7
表 4	窄脉冲电源检验项目及要	11

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：浙江大维高新技术股份有限公司、中国计量大学、浙江大学、西安热工研究院有限公司、浙江大学嘉兴研究院。

本文件主要起草人：祝建军、柳晓飞、郦建国、诸葛敬涛、陈俊标、杨浩明、冯超、袁旭光、舒贝利、朱文滔、孙公钢、郑成航、刘源、张涌新、周灿。

本文件为首次发布。

СЛЕДСТВИЕ

窄脉冲电源

1 范围

本文件界定了窄脉冲电源的术语和定义，规定了产品型号和基本参数及技术要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则及标牌、包装、运输和贮存。

本文件适用于窄脉冲电源的制造。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 507 绝缘油 击穿电压测定法

GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 3859.1 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-1 部分：基本要求规范

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 7595 运行中变压器油质量

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

JB/T 11639 除尘用高频高压整流设备

JB/T 13838 电除尘用高压脉冲电源

3 术语和定义

GB/T 2900.33 和 JB/T 13838 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

窄脉冲电源 narrow pulse power supply

输出电压大于 10 kV，上升沿小于 500 ns，脉冲宽度小于 5 us，可重复频率大于 1 kHz 的设备。

3.2

脉冲宽度 pulse width

T/CIECCPA □□□—202□

输出电压单个脉冲周期内，脉冲前沿的电压达到 10% 脉冲电压到脉冲后沿降至 10% 脉冲电压的时间。

3.3

脉冲上升沿 **pulse rising edge**

输出电压单个脉冲周期内的电压上升沿阶段，电压值从 10% 上升到 90% 的时间。

3.4

脉冲重复频率 **pulse repetition frequency**

每秒钟内输出电压脉冲的次数。它是脉冲重复间隔的倒数，即一个脉冲和下一个脉冲之间的时间间隔的倒数。

4 产品型号和基本参数

4.1 产品型号表示法

窄脉冲电源的规格型号表示如下：

NPS-□□-□□□-□□



示例：NPS-06-045-20 表示额定功率 6 kW，脉冲峰值电压 45 kV，重复频率 2 kHz。

4.2 基本参数

4.2.1 额定输入功率

窄脉冲电源额定输入功率宜在下列数值中选取，单位为千伏安（kVA）：3，6，12，24，48。客户如有特殊要求时，应在订货合同或技术协议中体现。

4.2.2 脉冲峰值电压

脉冲峰值电压为脉冲变压器的峰值电压，宜在下列数值中选取，单位为千伏（kV）：10，20，30，40，50，60，70，80，90，100。客户如有特殊要求时，应在订货合同或技术协议中体现。

4.2.3 脉冲重复频率

脉冲重复频率宜在下列数值中选取，单位为千赫兹（kHz）：0.1，0.2，0.3，0.4，0.5，1，2，3，4，5。客户如有特殊要求时，应在订货合同或技术协议中体现。

4.2.4 脉冲储能电容额定容量

脉冲储能电容额定容量等级宜在下列数值中选取，单位为纳法（nF）：1.5，3，6，12，24。脉冲储能电容容值宜为负载电容容值的 1~3 倍。客户如有特殊要求时，应在订货合同或技术协议中体现。负载电容量指负载在不通烟气的条件下，采用电容量测试仪 1 kHz 档位测量除臭反应器两个电极所得的静态电容值。

4.2.5 单脉冲最大输出能量

单脉冲最大输出能量，按公式（1）计算。

$$W = \frac{C \times U^2}{2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

W ——能量，单位为焦耳（J）；

C ——脉冲储能电容的电容值，单位为法拉（F）；

U ——脉冲储能电容的峰值电压，单位为伏特（V）。

4.2.6 额定输出最大功率

额定输出最大功率，按公式（1）计算。

$$P = \frac{C \times U^2 \times f}{2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P ——功率，单位为瓦特（W）；

C ——脉冲储能电容的电容值，单位为法拉（F）；

U ——脉冲储能电容的峰值电压，单位为伏特（V）；

f ——脉冲重复频率，单位为赫兹（Hz）。

5 技术要求

5.1 使用条件

5.1.1 海拔不超过 1000 m。若海拔高于 1000 m 时，其额定容量的修正见附录 A。

5.1.2 对于户内柜，环境温度应为-10℃~+40℃；对于户外柜和变压器，环境温度不应高于 40℃，最低冷态投运温度应高于变压器油的倾点温度 10℃，在特殊工作条件使用，应在技术协议中体现。

5.1.3 空气最大相对湿度不应超过 90%（在相当于空气温度 20℃±5℃时）。

5.1.4 应无剧烈振动和冲击，垂直倾斜度不应超过 5°。

5.1.5 应无导电尘埃，无腐蚀金属和破坏绝缘的气体或蒸汽存在。

5.1.6 三相输入交流电源条件应符合 GB/T 3859.1 的规定，其中电压幅值和频率、电压不平衡以及电

压波形的抗扰度等级为 A。

5.2 脉冲宽度

在额定负载条件下脉冲宽度应小于 5 μ s。

5.3 脉冲上升沿

在额定负载条件下脉冲上升沿应小于 500 ns。

5.4 脉冲重复频率

窄脉冲电源的额定脉冲重复频率不应小于 1 kHz。

5.5 脉冲峰值电压

窄脉冲电源的脉冲峰值电压不应小于 10 kV。

5.6 电气绝缘强度

5.6.1 变压器油应符合 GB/T 7595 的规定，击穿电压不应小于 40 kV/2.5 mm。

5.6.2 试验脉冲变压器输出脉冲峰值电压为额定脉冲峰值电压的 1.1 倍，历时 1 min，脉冲变压器、磁开关、储能电容应无绝缘击穿、闪络或异常响声。

5.6.3 各带电电路（脉冲变压器二次侧高压回路除外）应能承受对机壳和其他任何电路的绝缘试验，这些电路与所试的电路彼此独立。试验电压按所试电路的 U_M 值根据表 1 确定的试验电压。耐压试验历时 1 min，应无绝缘击穿、闪络或异常响声。

表 1 绝缘强度试验电压

单位为伏 (V)

$U_M / \sqrt{2}$	试验电压（均方根值）
$U_M / \sqrt{2} \leq 60$	500
$60 < U_M / \sqrt{2} \leq 125$	1000
$125 < U_M / \sqrt{2} \leq 250$	1500
$250 < U_M / \sqrt{2} \leq 500$	2000
$U_M / \sqrt{2} > 500$	$2.5U_M$ （不小于 2000）

注 1: U_M 是任意一对端子之间预期的最高峰值电压，如果对地电压高于两端子之间的电压，则使用较高的 U_M 值。
注 2: IGBT 绝缘试验电压参照其规格书。

5.7 温升

窄脉冲电源在脉冲重复频率工作在额定重复频率、脉冲峰值电压不应低于额定值的 90%，且稳定运行的条件下，温升不应超过表 2 所列值。

表 2 窄脉冲电源各部分的温升

器件或部位	极限温升 K	测量方法	备注
变压器、磁开关绕组	65	电阻法、红外测温法	—
变压器上层油温	40	温度计法	高压电容等组件的所处环境温度应满足其使用条件
主电路半导体器件	外壳温升和结温由产品技术条件或分类标准规定	热偶法、温度计法或其它方法	—
动力导线螺钉固定处	45（裸铜） 55（有锡或锡镀层） 70（有银镀层）		—
绝缘导线	45		—
电容	35	电阻法、红外测温法	包括滤波电容、谐振电容、吸收电容等
注：变压器为 A 级绝缘，磁开关绕组为 B 级绝缘以上，其他按技术协议可作相应改变。			

5.8 闪络

窄脉冲电源允许在 30 次/min 闪络状态下连续运行 15 min，在负载发生电弧时应能迅速灭弧，且不发生任何故障。

5.9 输出调节及参数显示功能

5.9.1 脉冲峰值电压调整范围：0%~100%额定值。脉冲重复频率设定范围：0%~100%额定重复频率。

5.9.2 窄脉冲电源运行参数至少包括输入电流、输入电压、脉冲峰值电压、脉冲峰值电流、脉冲重复频率、变压器油温、IGBT 温度。窄脉冲电源各项输出在 90%~100%额定值条件下运行，运行参数显示误差不应大于 5%，温度显示误差不应大于 2℃。若有柜面表计，其示值误差不应大于 5%。

5.10 故障报警保护

窄脉冲电源运行中，如出现下列故障，应能自动停机、跳闸或报警并显示故障类型。

故障分类如下：

——输入过流故障；

——输入欠压故障；

T/CIECCPA □□□—202□

- 母线电压高故障；
- 负载短路故障；
- 负载开路故障；
- 变压器油温超限；
- 功率半导体器件故障；
- 功率半导体器件温度超限。

5.11 抗冲击

窄脉冲电源应能承受额定负载或短路条件下，开机和停机的冲击。

5.12 通信功能

窄脉冲电源采用通用的工业现场通信协议与计算机通信，应能接受计算机的各种设定命令，并将窄脉冲电源运行参数、设定参数、故障状态传送到计算机。

5.13 外壳防护等级

应符合 GB/T 4208—2017 的规定，户内电气设备的外壳防护等级应符合 GB/T 4208—2017 中 IP30 的规定，户外电气设备的外壳防护等级应符合 GB/T 4208—2017 中 IP55 的规定（风道除外）。客户对外壳防护等级有特殊要求，应在技术协议中体现。

5.14 噪声

应符合 GB/T 3797 中的规定，在距离窄脉冲电源壳体 1 m 且距离地面 1.2 m~1.5 m 处，噪声不应超过 85 dB。

5.15 通用要求

- 5.15.1 窄脉冲电源所用的各种半导体器件和电器元件的型号规格应符合设计要求，并有合格证。
- 5.15.2 油箱外形加工质量如匹配尺寸、焊缝、涂漆应符合设计要求，不应有渗漏油及永久性变形。
- 5.15.3 窄脉冲电源控制箱体的制作应符合 GB/T 3797 的规定。

6 试验方法

6.1 试验条件

无特殊说明时，试验在温度为 5℃~40℃、相对湿度为 30%~85%、大气压力为 86 kPa~106 kPa 的环境中进行。

6.2 试验用仪器仪表

试验用仪器仪表经法定计量检验部门检验合格，并在有效期内。

6.3 基本检验

6.3.1 电器元件检验

检查窄脉冲电源所用的各种半导体器件和电器元件的型号规格均符合设计要求的规定，并且有合格证。

6.3.2 油箱检验

检查油箱外形加工质量如匹配尺寸、焊缝、涂漆均符合设计要求，不允许有渗漏油及永久性变形。

6.3.3 控制箱检验

检查控制箱结构的加工质量如外形尺寸、焊缝、涂漆、金属零件镀层以及内部电器元件安装质量、主回路连接、二次配线标志，均符合 GB/T 3797 的要求。

6.4 绝缘性试验

6.4.1 绝缘电阻测定

此项试验在耐压试验之前进行，用绝缘电阻表（兆欧表）测量受试部位的绝缘电阻，其数值不小于 $1\text{ M}\Omega/\text{kV}$ 。绝缘电阻只作绝缘强度试验参考，不作考核。绝缘电阻表电压等级的选择按表 3 规定执行。在电路中存在大型电容元件时，需将电容等元件取下以免绝缘电阻表无法测量绝缘电阻。

表 3 绝缘电阻表电压等级

受试部位额定绝缘电压等级 U_M	绝缘电阻表电压等级 V
$U_M \leq 60$	250
$60 < U_M \leq 250$	500
$250 < U_M \leq 1000$	1000
$1000 < U_M \leq 2000$	2500
$U_M > 2000$	5000
注 1: U_M 是任意一对端子之间额定电压峰值，如果对地电压高于两端子之间的电压，则使用较高的 U_M 值。	
注 2: IGBT 绝缘试验电压参照其规格书。	

6.4.2 变压器油的耐压测试

按 GB/T 507 执行。

6.4.3 脉冲变压器低压绕组绝缘强度试验

试验时短接高压绕组及箱壳地，对低压绕组外施电压，电压值见表 1，持续 1 min，试验电流与电压不发生突变，无绝缘击穿、闪络或异常响声。

6.4.4 脉冲变压器高压回路、磁开关高压回路、高压储能电容过电压试验

选择合适的除臭反应器，调节脉冲变压器输入电压，使脉冲变压器输出脉冲峰值电压为额定脉冲峰值电压的 1.1 倍，同时提高脉冲重复频率至额定重复频率的 1.1 倍，运行 1 min，脉冲变压器、磁开关、高压储能电容无绝缘击穿闪络或异常响声。窄脉冲电源中任何元器件无损坏。

6.5 负载试验

调整窄脉冲电源各参数，脉冲峰值电压不低于额定值的 90%、脉冲重复频率为额定重复频率、脉冲宽度小于 5 us、脉冲上升沿小于 500 ns，稳定连续运行 30 min，无异常现象。

6.6 温升试验

6.6.1 周围环境温度的测定

周围环境温度用不少于 2 个温度计读数的算术平均值来测定，这些温度计均匀分布于距离被试产品 1 m 和被试产品高度的一半处，保证温度计尽量避免产品出风口和外来气流及辐射热和温度急剧变化的影响，以免产生测量误差。

6.6.2 窄脉冲电源的温升试验

用热电偶或温度计或其他方法来测定变压器的外壳、油顶层和控制箱各部位的温度。当测定点附近有很大的交变磁场时，则采用酒精温度计。电阻法测温按照 JB/T 11639 执行。红外测温用不少于三次读书的算数平均值测定。

温升试验时环境温度在相对稳定的条件下，使各个部位的温度达到热稳定并符合表 2 的规定。1 小时内温度上升小于 1℃时，认为已达到热稳定状态。

6.7 闪络试验

该项试验在模拟反应器或现场除臭条件下，通过改变放电间隙的方法进行。在脉冲峰值电压及脉冲峰值电流均不低于 70% 额定值的条件下，通过设定闪络控制参数，使闪络频率接近 30 次/min，持续时间 15 min（试验过程中，电压、电流不作考核），试验过程不出现任何故障。试验后，窄脉冲电源能正常工作。

6.8 输出调节及参数显示试验

6.8.1 输出调节试验

在模拟负载条件下，窄脉冲电源的脉冲峰值电压能在 0%~100% 额定值内调节，调节过程平滑变

化，无突变现象。脉冲重复频率能在 0%~100% 额定频率内设定。

6.8.2 参数显示试验

6.8.2.1 输入电流、输入电压

检查窄脉冲电源在各项输出在 90%~100% 额定值条件下，显示的输入电流、输入电压与柜面表计相比，其示值误差不大于 5%。

6.8.2.2 脉冲峰值电压、脉冲峰值电流、脉冲重复频率

检查窄脉冲电源在各项输出在 90%~100% 额定值条件下，用符合条件的示波器实测输出的脉冲峰值电压、脉冲峰值电流、脉冲重复频率，显示的参数与实测值误差不大于 5%。

6.8.2.3 变压器油温、IGBT 温度

窄脉冲电源在各项输出在 90%~100% 额定值条件下，用符合条件的万用表测量测热敏电阻的阻值，并通过查该热敏电阻的温度阻值对应表，得到对应温度。显示的温度与该实测的温度对比误差不大于 2℃。

6.9 故障报警保护试验

6.9.1 输入过流试验

窄脉冲电源运行中，模拟输入过流条件，能自动停机跳闸报警并显示故障类型。

6.9.2 输入欠压试验

窄脉冲电源运行中，模拟输入欠压条件，能自动停机跳闸报警并显示故障类型。

6.9.3 母线电压高试验

窄脉冲电源运行中，模拟母线电压过高条件，能自动停机跳闸报警并显示故障类型。

6.9.4 短路及短路保护试验

将窄脉冲电源的输出端预先接地，将短路时的运行电压规定为不低于额定脉冲峰值电压的 70%，运行后能自动停机跳闸报警。试验后，窄脉冲电源能正常工作。

6.9.5 开路保护试验

将窄脉冲电源的输出端预先开路或在运行中将输出端开路，能自动停机跳闸报警并显示故障类型。

6.9.6 变压器油温超限保护试验

窄脉冲电源运行中，模拟变压器油温超限条件，能自动停机跳闸报警并显示故障类型。

6.9.7 功率半导体器件故障保护试验

窄脉冲电源运行中，模拟功率半导体器件故障输出信号，能自动停机跳闸报警并显示故障类型。

6.9.8 功率半导体器件温度超限保护试验

窄脉冲电源运行中，模拟功率半导体器件温度超限条件，能自动跳闸报警并显示故障类型。

6.10 冲击试验

在额定参数运行条件下，使窄脉冲电源重复开机、停机操作 50 次，每次都需达到额定参数，且不出任何故障。

6.11 通信试验

试验在模拟电场负载试验时进行，正确连接窄脉冲电源与测试终端，通过测试终端能正常启停窄脉冲电源、正确的显示运行参数及修改窄脉冲电源参数。窄脉冲电源的多个通信接口都需要经过同样的试验。

6.12 外壳防护等级试验

按 GB/T 4208 执行。

6.13 噪声试验

按 GB/T 3797 执行。

7 检验规则

7.1 检验分类

窄脉冲电源检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

窄脉冲电源应逐台进行出厂检验，检验项目见表 4。出厂检验合格后给予产品合格证。

7.3 型式检验

窄脉冲电源有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 首批生产时；
- b) 正常生产后，如结构、材料、工艺有较大改变可能影响到窄脉冲电源的性能时；
- c) 成批生产时，按类型对窄脉冲电源进行定期抽检；
- d) 国家质量监督机构提出要求时。

窄脉冲电源进行型式检验，检验项目见表 4。

7.4 检验项目

窄脉冲电源的出厂检验和型式检验的项目见表 4。

表 4 窄脉冲电源检验项目及要

序号	检验项目名称	“要求” 章条号	“试验方法” 章条号	出厂检验	型式检验
1	基本检验	5.15	6.3	√	√
2	绝缘性试验	5.6	6.4	√	√
3	负载试验	5.2~5.5	6.5	√	√
4	温升试验	5.7	6.6	—	√
5	闪络试验	5.8	6.7	√	√
6	输出调节及参数显示试验	5.9	6.8	√	√
7	故障报警保护试验	5.10	6.9	√	√
8	冲击试验	5.11	6.10	—	√
9	通信试验	5.12	6.11	√	√
10	外壳防护等级试验	5.13	6.12	—	√
11	噪声试验	5.14	6.13	—	√

注：“√”表示需要检验的项目，“—”表示不需要检验的项目。

8 标牌、包装、运输和贮存

8.1 标牌

在窄脉冲电源的明显位置应装有标牌。对标牌应标明下列各项内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 额定交流电压，单位为伏（V）；
- d) 额定交流电流，单位为安培（A）；
- e) 额定输出电压，单位为千伏（kV）；
- f) 额定输出电流，单位为安培（A）；
- g) 外形尺寸；
- h) 重量，单位为千克（kg）；
- i) 出厂编号；

T/CIECCPA □□□—202□

- j) 生产日期;
- k) 制造厂名。

8.2 包装

包装应符合 GB/T 13384 的规定, 应保证在运输存放过程中不受机械损伤, 有防雨、防尘能力, 并应在包装箱外部有明确标志, 标志格式及内容应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的规定, 标志内容如下:

- a) 型号、名称及出厂编号;
- b) 净重及毛重;
- c) 收货单位名称及地址;
- d) 制造厂名及地址;
- e) 位置标志“↑”和写在箭头上方的“向上”字样及起吊位置标志;
- f) 包装外形尺寸;
- g) 包装日期。

8.3 运输

窄脉冲电源在运输过程中, 不应有剧烈振动、撞击和倒置。

8.4 贮存

窄脉冲电源不得暴晒、雨淋, 应存放在空气流通、周围介质温度不低于-10°C、空气最大相对湿度为 90% 及无腐蚀性气体存在的仓库中。

附录 A

(资料性)

窄脉冲电源在高海拔地区使用时额定容量的修正

当窄脉冲电源在高于 1000 m 的地区使用时，由于空气稀薄，影响散热条件，窄脉冲电源的电流容量将低于规定值，下图给出了电流容量随海拔高度而变化的关系曲线。在此假定冷却媒质温度保持不变。

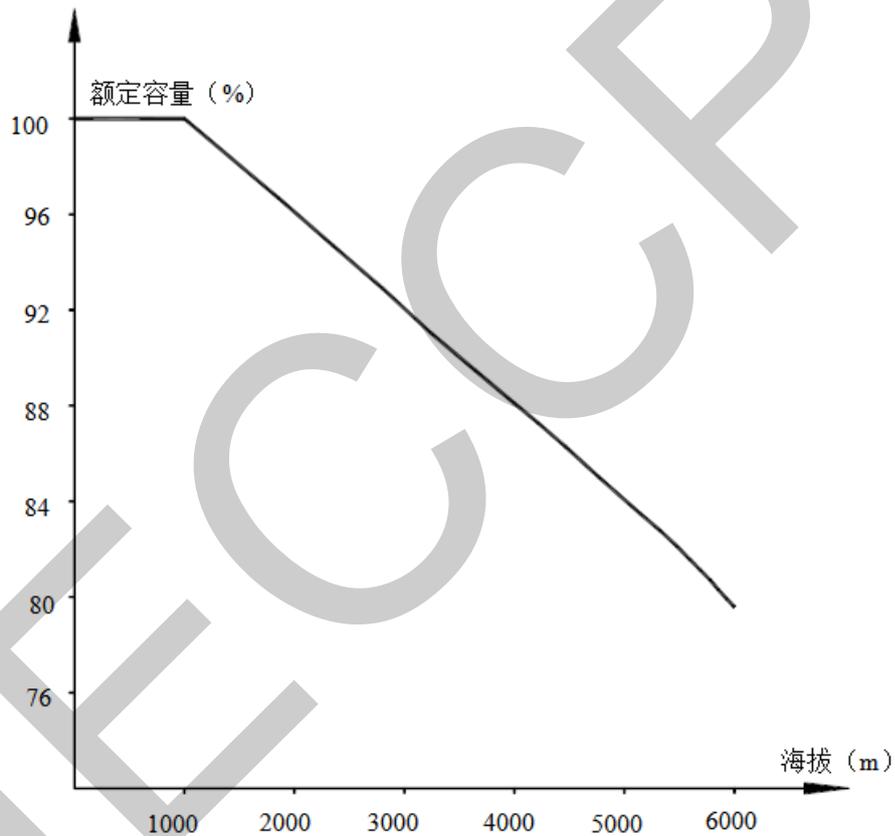


图 A.1 额定容量与海拔高度关系曲线

海拔的升高还将使环境温度随之降低，根据我国气候特点，海拔每升高 100 m 环境温度下降 0.5℃。因此在对用于高海拔地区的窄脉冲电源进行容量修正时，应同时考虑电流容量随海拔升高而下降的不利因素和环境温度下降的有利因素。