

中华人民共和国国家标准

GB/T 3836.18—2017
代替 GB 3836.18—2010

爆炸性环境 第 18 部分: 本质安全电气系统

Explosive atmospheres—
Part 18: Intrinsically safe electrical systems

(IEC 60079-25:2010, Explosive atmospheres—
Part 25: Intrinsically safe electrical systems, MOD)

2017-12-29 发布

2018-07-01 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

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
4 系统描述文件	2
5 类别和组别	3
6 系统等级	3
7 环境温度额定值	4
8 本质安全电气系统互连导线/电缆	4
9 对电缆和多芯电缆的要求	4
10 本质安全电路的接线装置	5
11 本质安全电气系统的接地和等电位联结	5
12 防雷电冲击及其他浪涌保护	6
13 本质安全电气系统的评定	6
14 标志	9
15 预先确定的系统	9
附录 A (资料性附录) 简单本质安全电气系统的评定	10
附录 B (规范性附录) 多电源组合电路的评定	12
附录 C (资料性附录) 非线性和线性本质安全电路的互连	15
附录 D (规范性附录) 电感参数的确定	47
附录 E (资料性附录) 系统描述图和系统安装接线图的参考格式	49
附录 F (资料性附录) 本安电路的浪涌保护	52
附录 G (规范性附录) 电缆电气参数试验	55
附录 H (资料性附录) 系统中简单设备的应用	57
附录 I (规范性附录) FISCO 系统	58

前　　言

《爆炸性环境》分为以下部分：

- 第 1 部分：设备 通用要求；
- 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的设备；
- 第 3 部分：由增安型“e”保护的设备；
- 第 4 部分：由本质安全型“i”保护的设备；
- 第 5 部分：由正压外壳“p”保护的设备；
- 第 6 部分：由油浸型“o”保护的设备；
- 第 7 部分：由充砂型“q”保护的设备；
- 第 8 部分：由“n”型保护的设备；
- 第 9 部分：由浇封型“m”保护的设备；
- 第 11 部分：气体和蒸气物质特性分类 试验方法和数据；
- 第 13 部分：设备的修理、检修、修复和改造；
- 第 14 部分：场所分类 爆炸性气体环境；
- 第 15 部分：电气装置的设计、选型和安装；
- 第 16 部分：电气装置的检查与维护；
- 第 17 部分：正压房间或建筑物的结构和使用；
- 第 18 部分：本质安全电气系统；
- 第 19 部分：现场总线本质安全概念(FISCO)；
- 第 20 部分：设备保护级别(EPL)为 Ga 级的设备；
- 第 21 部分：设备生产质量体系的应用；
- 第 22 部分：光辐射设备和传输系统的保护措施；
- 第 23 部分：用于瓦斯和/或煤尘环境的 I 类 EPL Ma 级设备。
-

本部分为《爆炸性环境》的第 18 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB 3836.18—2010《爆炸性环境 第 18 部分：本质安全系统》。

与 GB 3836.18—2010 版相比，主要技术变化有：

- 标准范围从 II 类扩大到 I 类、II 类和 III 类(见第 1 章，2010 年版的第 1 章)；
- 增加了保护等级“ic”级(见第 6 章)；
- 增加了电缆和多芯电缆的要求(见第 9 章)；
- 引用了 GB 3836.4—2010 关于本质安全电路终端的要求(见第 10 章)；
- 增加了“ic”级扩展和明确的本质安全电气系统评定的要求(见第 13 章)；
- 增加了预设系统，合并了 GB 3836.19—2010 对 FISCO 的系统要求(见第 15 章和附录 I)；
- 增加了含有集中电感和集中电容的简单本质安全电路的要求(见附录 A)；
- 增加了电缆电气参数试验方法(见附录 G)；
- 增加了系统中使用简单设备的信息(见附录 H)。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60079-25:2010《爆炸性环境 第 25 部分：本质安全电气系统》。

本部分与 IEC 60079-25:2010 相比,做了如下结构调整:

——删除附录 I 中 “I.2.1 概述”,I.2 不再设条。

本部分与 IEC 60079-25:2010 的技术性差异如下:

——关于规范性引用文件,本部分做了具有技术性差异的调整,以适用我国的技术条件,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:

- 用修改采用国际标准的 GB 3836.1—2010 代替 IEC 60079-0;
- 用修改采用国际标准的 GB 3836.8—2014 代替 IEC 60079-15;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 3836.15—2017 代替 IEC 60079-14:2007;
- 用修改采用国际标准的 GB 12476.1—2013 代替 IEC 61241-0;
- 用等同采用国际标准的 GB 12476.4—2010 代替 IEC 61241-11;
- 用等同采用国际标准的 GB/T 16657.2 代替 IEC 61158-2;
- 用修改采用国际标准的 GB/T 16927.1 代替 IEC 60060-1。

本部分做了下列编辑性修改:

——修改了标准名称。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国防爆电气设备标准化技术委员会(SAC/TC 9)归口。

本部分起草单位:南阳防爆电气研究所、国家防爆电气产品质量监督检验中心、上海工业自动化仪表研究院、国家煤矿防爆安全产品质量监督检验中心、南京北路自动化系统有限责任公司、重庆梅安森科技股份有限公司、新黎明科技股份有限公司。

本部分主要起草人:张刚、徐建平、朱世安、金勇、何达文、郑振晓、王西同、刘姮云。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 3836.18—2010。

爆炸性环境

第 18 部分: 本质安全电气系统

1 范围

《爆炸性环境》的本部分规定了本质安全电气系统(保护型式为“i”)结构和评定的特殊要求。

本部分适用于整体或部分拟用于Ⅰ类、Ⅱ类或Ⅲ类设备场所的本质安全电气系统。

注: 本部分用于本质安全电气系统的设计和评定,其人员可以是制造商、第三方机构、专家顾问或最终用户的工作人。

本部分是对 GB 3836.4—2010 的补充,GB 3836.4—2010 的要求适用于本质安全电气系统中的电气设备。

按照本部分要求设计的Ⅱ类或Ⅲ类本质安全电气系统的安装要求在 GB/T 3836.15—2017 中予以规定。

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 3836.1—2010 爆炸性环境 第 1 部分:设备 通用要求(IEC 60079-0:2007,MOD)

GB 3836.4—2010 爆炸性环境 第 4 部分:由本质安全型“i”保护的设备(IEC 60079-11:2006,MOD)

GB 3836.8—2014 爆炸性环境 第 8 部分:由“n”型保护的设备(IEC 60079-15:2010,MOD)

GB/T 3836.15—2017 爆炸性环境 第 15 部分:电气装置的设计、选型和安装(IEC 60079-14:2007,MOD)

GB 3836.19—2010 爆炸性环境 第 19 部分:现场总线本质安全概念(FISCO)(IEC 60079-27:2008, IDT)

GB 12476.1—2013 可燃性粉尘环境电气设备 第 1 部分:通用要求(IEC 61241-0:2004,MOD)

GB 12476.4—2010 可燃性粉尘环境电气设备 第 4 部分:本质安全型“iD”(IEC 61241-11:2005, IDT)

GB/T 16657.2 工业通信网络 现场总线规范 第 2 部分:物理层规范和服务定义(GB/T 16657.2—2008,IEC 61158-2:2007, IDT)

GB/T 16927.1 高压试验技术 第 1 部分:一般定义及试验要求(GB/T 16927.1—2011,IEC 60060-1:2010,MOD)

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB 3836.1—2010 和 GB 3836.4—2010 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

本质安全电气系统 intrinsically safe electrical system

在系统描述文件中规定的,拟用于爆炸性环境的电路或部分电路是本质安全电路的电气设备互连

GB/T 3836.18—2017

部分的组合。

3.1.2

获证的本质安全电气系统(系统获证) certified intrinsically safe electrical system

符合 3.1.1, 并且已获合格证, 证明符合 GB 3836.4—2010 和本部分的本质安全电气系统。

3.1.3

参量符合的本质安全电气系统(参量符合) uncertified intrinsically safe electrical system

符合 3.1.1, 并且根据系统中已获防爆合格证的本质安全电气设备、已获防爆合格证的关联设备、简单设备的有关电气参数和内部互连导线电气参数和物理参数, 可以明确推断出具有本质安全性能的电气系统。

3.1.4

系统描述文件 descriptive system document

规定构成本质安全电气系统的电气设备和电气参数, 以及电气设备及其互连导线电气参数的文件。

3.1.5

系统设计员 system designer

具备完成系统设计任务所必需的能力, 且经授权代表其雇主承担责任, 负责制订本质安全电气系统描述文件的人员。

3.1.6

最大电缆电容 maximum cable capacitance

C_c

可以连接到本质安全电路上, 而不会使本质安全性能失效的互连电缆的最大电容。

3.1.7

最大电缆电感 maximum cable inductance

L_c

可以连接到本质安全电路上, 而不会使本质安全性能失效的互连电缆的最大电感。

3.1.8

电缆最大电感与电阻比 maximum cable inductance to resistance ratio

L_c/R_c

可以连接到本质安全电路上, 而不会使本质安全性能失效的互连电缆的电感(L_c)与电阻(R_c)之比的最大值。

3.1.9

线性电源 linear power supply

由电阻器确定有效输出电流的电源。随着输出电流增加输出电压线性下降。

3.1.10

非线性电源 non-linear power supply

输出电流和输出电压具有非线性关系的电源。

注: 例如, 由半导体控制的电源, 在规定电流限值内具有恒压输出。

3.2 缩略语

FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept) 现场总线本质安全概念

FNICO (Fieldbus Non-Incendive Concept) 现场总线非引燃概念

4 系统描述文件

应对整个系统制定系统描述文件。系统描述文件应充分体现对系统所达到安全等级的分析。

附录 E 给出了系统描述文件典型的示意图,说明了对系统描述文件的要求。

至少应有下列要求:

- a) 列出系统内所有设备的系统描述图,包括简单设备和内部互连导线。示例如图 E.1 所示;
- b) 符合第 5 章、第 6 章和第 7 章要求的类别细分(Ⅱ类和Ⅲ类)、每一部分的本质安全保护等级、温度组别和环境温度范围的说明;
- c) 符合第 8 章要求的互连导线的要求和允许参数;
- d) 符合第 11 章要求的系统接地和等电位连接点的具体情况。如果使用浪涌保护装置,则也应包括符合第 12 章的分析;
- e) 如果适用,应包括按照 GB 3836.4—2010 将设备评定为“简单设备”的证明;
- f) 如果本质安全电路包括几个本质安全设备,应提供各部分参数综合的分析。应包括所有简单设备和已获防爆合格证的本质安全设备;
- g) 应创建系统描述文件的唯一标识;
- h) 系统设计员应在文件上签字并写明日期。

注:系统描述文件与 GB 3836.4—2010 规定的控制图不同。

5 类别和组别

与 GB 3836.1—2010 的规定相对应,本质安全电气系统分为Ⅰ类、Ⅱ类或Ⅲ类。适用时,Ⅱ类和Ⅲ类本质安全电气系统作为一个整体或其中的部件应再进一步分级。

用于爆炸性环境的Ⅱ类本质安全电气系统内的设备应根据 GB 3836.1—2010、GB 3836.4—2010 确定温度组别或最高表面温度。Ⅲ类本质安全电气系统内的设备应根据 GB 12476.1—2013 和 GB 12476.4—2010 确定最高表面温度。

注 1:Ⅱ类和Ⅲ类本质安全电气系统或其中的部件,其 A、B、C 细分类别可以与系统中包括的特定本质安全电气设备及关联电气设备的 A、B、C 细分类别不同。

注 2:同一本质安全电气系统的不同部分可以有不同的细分类别(A、B、C)。所使用的设备可以有不同的温度组别和不同的环境温度范围。

6 系统等级

6.1 总则

根据 GB 3836.4—2010 的规定,用于爆炸性环境的本质安全电气系统,其每一部分的等级进一步划分为“ia”、“ib”或“ic”等级。整个系统不必定在一个等级。

注 1:例如,如果一台 pH 值测量仪表基本防爆标志是“ib”等级,该仪表设计用于连接一台“ia”等级探针传感器,则系统中到该仪表的部分为“ib”等级,而传感器及其连接件为“ia”等级。

注 2:用“ib”等级的关联设备供电的“ia”等级仪表,视为“ib”系统。

注 3:对于可预见的状态应明确界定保护等级。例如,正常工作用外部电源时系统为“ib”等级,如果在规定的安全条件下(通风故障)断开外部电源并启用备用蓄电池电源时,系统变为“ia”等级。评定的具体要求见第 13 章。

6.2 “ia”保护等级

如果看作整体的本质安全电气系统或系统的一部分满足“ia”等级电气设备的要求(参见 GB 3836.4—2010),则该系统或系统的一部分为“ia”等级。

6.3 “ib”保护等级

如果看作整体的本质安全电气系统或系统的一部分满足“ib”等级电气设备的要求(参见 GB 3836.4—

GB/T 3836.18—2017

2010),则该系统或系统的一部分为“ib”等级。

6.4 “ic”保护等级

如果看作整体的本质安全电气系统或系统的一部分满足“ic”等级电气设备的要求(参见 GB 3836.4—2010),则该系统或系统的一部分为“ic”等级。

7 环境温度额定值

如果本质安全电气系统部分或整体运行温度超出 $-20^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 的正常工作温度范围,则应在系统描述文件中说明。

8 本质安全电气系统互连导线/电缆

与本质安全性能有关的互连导线的电气参数以及推导的电气参数应在系统描述文件中予以规定。或者,应规定特定的电缆类型,并在文件中说明选用的理由。如果规定了特定类型的电缆,则电缆应符合第 9 章的有关规定。

如果适用,系统描述文件也应规定符合第 9 章规定、各个特定电路允许使用的多芯电缆的类型。特殊情况,如果没有考虑隔离电路之间的故障,则应在系统描述文件的框图上加上一个“注:如果互连电缆使用的多芯电缆部分含有其他本质安全电路,则多芯电缆必须符合本部分第 9 章规定的 A 型或 B 型多芯电缆的要求。”

多芯电缆包含有“ia”、“ib”或“ic”保护等级的电路时,不应同时包含非本质安全电路。

在承受第 13 章规定的相应故障条件下,含有“ic”保护等级电路的多芯电缆可以包含一种以上“ia”、“ib”或“ic”保护等级的电路。

注:对于不符合 A 型或 B 型的多芯电缆,如果特定组合的电路符合 GB 3836.4—2010 的要求,也可使用。

只有用在符合 9.5 的 A 型或 B 型的多芯电缆中,“ic”保护等级本质安全电路才可与“ia”和“ib”保护等级本质安全电路一起使用。

9 对电缆和多芯电缆的要求

9.1 总则

在危险场所中单根导线或多股导线股线每股的直径应不小于 0.1 mm。

本质安全电路仅应采用绝缘能够承受至少 500 V 交流或 750 V 直流电压的耐压试验的绝缘电缆。

注:在信号系统中不排除使用裸导体,但宜视为简单设备而非互连导线。

9.2 多芯电缆

每一芯线绝缘层的厚度应与导线直径和绝缘要求相适应,至少为 0.2 mm。

多芯电缆应能承受下列介电强度试验:

- a) 铠装护套和/或屏蔽连接在一起,所有芯线连接在一起,二者之间施加 500 V 交流有效值或 750 V 直流电压。
- b) 二分之一电缆芯线捆扎在一起,另外二分之一电缆芯线捆扎在一起,二者之间施加 1 000 V 交流有效值或 1 500 V 直流电压。该试验不适用于单个电路有导电屏蔽的多芯电缆。

介电强度试验应按照相应的电缆标准或 GB 3836.4—2010 的要求进行。

9.3 电缆的电气参数

在本质安全电气系统内使用的所有电缆,电气参数(C_e 和 L_e 或 C_e 和 L_e/R_e)应按照下述 a)、b)或 c)的要求确定:

- a) 电缆制造商提供的最不利电气参数;
- b) 通过对样品进行测量确定的电气参数,有关电缆电气参数的试验方法见附录 G;
- c) 如果互连线使用普通电缆(带或不带屏蔽)的二根或三根芯线:200 pF/m 和 1 $\mu\text{H}/\text{m}$ 或者 1 μH 除以制造商规定的每米回路电阻得出的电感和电阻比(L_e/R_e)。或者对于 $I_o=3\text{ A}$ 及以下的电流,电感和电阻比可用 30 $\mu\text{H}/\Omega$ 。

FISCO 或 FNICO 系统的电缆参数要求应符合附录 I 的规定。

9.4 导电屏蔽

如果采用导电屏蔽对本质安全电路提供特殊保护,为避免这样的电路相互连接,屏蔽的覆盖率至少应为表面积的 60%。

9.5 多芯电缆的类型

9.5.1 总则

为了施加故障和确定本质安全电气系统内的电缆安全,多芯电缆分为 A 型、B 型或 C 型。对电缆类型的要求见 9.5.2、9.5.3 和 9.5.4。

不符合 A 型、B 型或 C 型要求的多芯电缆,不允许使用。

9.5.2 A 型电缆

符合 9.1、9.2 和 9.3 的结构要求,具有导电屏蔽,并按照 9.4 对每个本质安全电路提供单独保护的电缆。

9.5.3 B 型电缆

符合 9.1、9.2 和 9.3 的结构要求,固定并能有效防止损坏,并且电缆内包含的任何电路最高电压 U_o 不超过 60 V 的电缆。

9.5.4 C 型电缆

符合 9.1、9.2 和 9.3 的结构要求的电缆。

10 本质安全电路的接线装置

包含有连接本质安全电气系统电路的分线盒或接线腔的本质安全系统,应符合 GB 3836.4—2010 对外部电路连接件的接线要求。

11 本质安全电气系统的接地和等电位联结

通常,本质安全电路应完全浮地或者仅在一点等电位联结在与危险场所相联系的基准电位上。要求的隔离等级(一点接地除外)应能承受 GB 3836.4—2010 规定的 500 V 耐压试验。如果不符合此项要求,则电路应视为在该点接地。如果电气隔离将电路分成若干支路,且每一支路仅有一个接地点,则电

路上允许有一个以上接地连接。

屏蔽应按 GB/T 3836.15—2017 的要求接地或连接到外壳机架上。如果系统拟用在外壳和电路之间能出现显著电位差(大于 10 V)的装置中,最好使用与外部影响(如距外壳机架一定距离的地电位的变化)有电气隔离的电路。如果系统的一部分拟用在 0 区或者 20 区场所,或者系统具有很高的保护级别符合 EPL Ma 的要求,要特别小心。

系统描述文件宜清楚地说明系统的哪个点或哪些点是用来联结设备的基准电位,以及对这种等电位联结的特殊要求(可以参照 GB/T 3836.15—2017)。并按照 GB/T 3836.15—2017 的要求确定哪一点或哪些点连接到本质安全电气系统设备。

注: GB/T 3836.15—2017 暂未规定煤矿瓦斯环境电气装置的要求。

12 防雷电冲击及其他浪涌保护

如果进行的危险分析表明设备特别易受雷电冲击或其他浪涌冲击,应采取预防措施避免可能造成危害。

如果本质安全电路的一部分安装在 0 区,且安装方式会导致在 0 区内产生危险性或破坏性电位差,则应安装冲击保护装置。如果导体没有等电位联结到外壳壳体上,在电缆的每一根导体(包括屏蔽)和外壳壳体之间要求冲击保护。浪涌保护装置应尽可能安装在 0 区外靠近边界处,最好是在距边界 1 m 之内。

在易受雷电等冲击影响的场所,系统设计应增加对 1 区和 2 区设备的浪涌保护。

浪涌保护装置应能够转换最低 10 kA 的峰值放电电流(根据 GB/T 16927.1,脉冲 8/20 μ s,10 次),保护装置和主体结构之间的连接导体,最小横截面积至少应等效于 4 mm² 的铜线。0 区内的本质安全设备和浪涌保护装置之间的电缆,其布线连接方式应能保护其免受雷电冲击。任何引入到本质安全电路中的浪涌保护装置应具有与预定使用场所相适应的防爆等级。通过非线性装置如气体放电管和半导体,将电路和外壳机架互连的浪涌保护装置,在正常运行时,如果通过该装置的电流小于 10 μ A,则认为不会对电路的本质安全性能产生不利影响。

注: 如果在最佳受控状态下进行 500 V 绝缘试验,可能需要断开浪涌抑制装置,以防止影响测量的有效性。

采用浪涌抑制技术的本质安全电气系统,必需考虑上文提出的要求,对间接多点接地的效果进行分析并形成文件,证明系统符合要求。在评定本质安全电气系统时,应考虑浪涌抑制装置的电容和电感。

附录 F 介绍了设计本质安全电气系统浪涌保护的一些情况。

13 本质安全电气系统的评定

13.1 总则

如果系统含有未按 GB 3836.4—2010 评定的设备,则应将系统作为一个整体进行评定。应按照 GB 3836.4—2010 的规定对系统进行评定,包括相应“ia”保护等级、“ib”保护等级或“ic”保护等级的部分。除设备内故障之外,13.4 所列现场接线故障也应考虑,必要时也应考虑 13.5 的型式检查和试验。

注: 对整体系统施加故障没有对设备各个部分施加故障严格,尽管如此,用这种方法仍认为能达到可接受的安全等级。

如果需要的所有信息齐备,即使使用了符合 GB 3836.4—2010 的设备,也应施加计入整体系统的故障。更常用的方法,是对单独分析过的设备或试验过的设备的输入、输出特征值进行直接比较。如果系统中仅有按照 GB 3836.4—2010 进行单独分析的设备或试验的设备,则应证明系统内所有设备互相兼容。设备内部的故障已经考虑,不需要进一步考虑这些故障。如果系统含单一电源,则电源的输出参数考虑了外部连接电缆的开路、短路和接地,因此不需要再进一步考虑这些故障。附录 A 介绍了对这些

简单电路进行分析的更详细的资料。

如果系统含有一个以上线性电源,则应对组合后电源的影响进行分析。附录 B 介绍了常用多电源组合电路的分析方法。

如果本质安全电气系统含有一个以上电源,并且这些电源中一个或多个是非线性的,则不能使用附录 B 介绍的评定方法。对于这种本质安全电气系统,附录 C 对如何分析含有一个非线性电源的组合系统做了说明。

图 1 阐述了系统分析的原理。

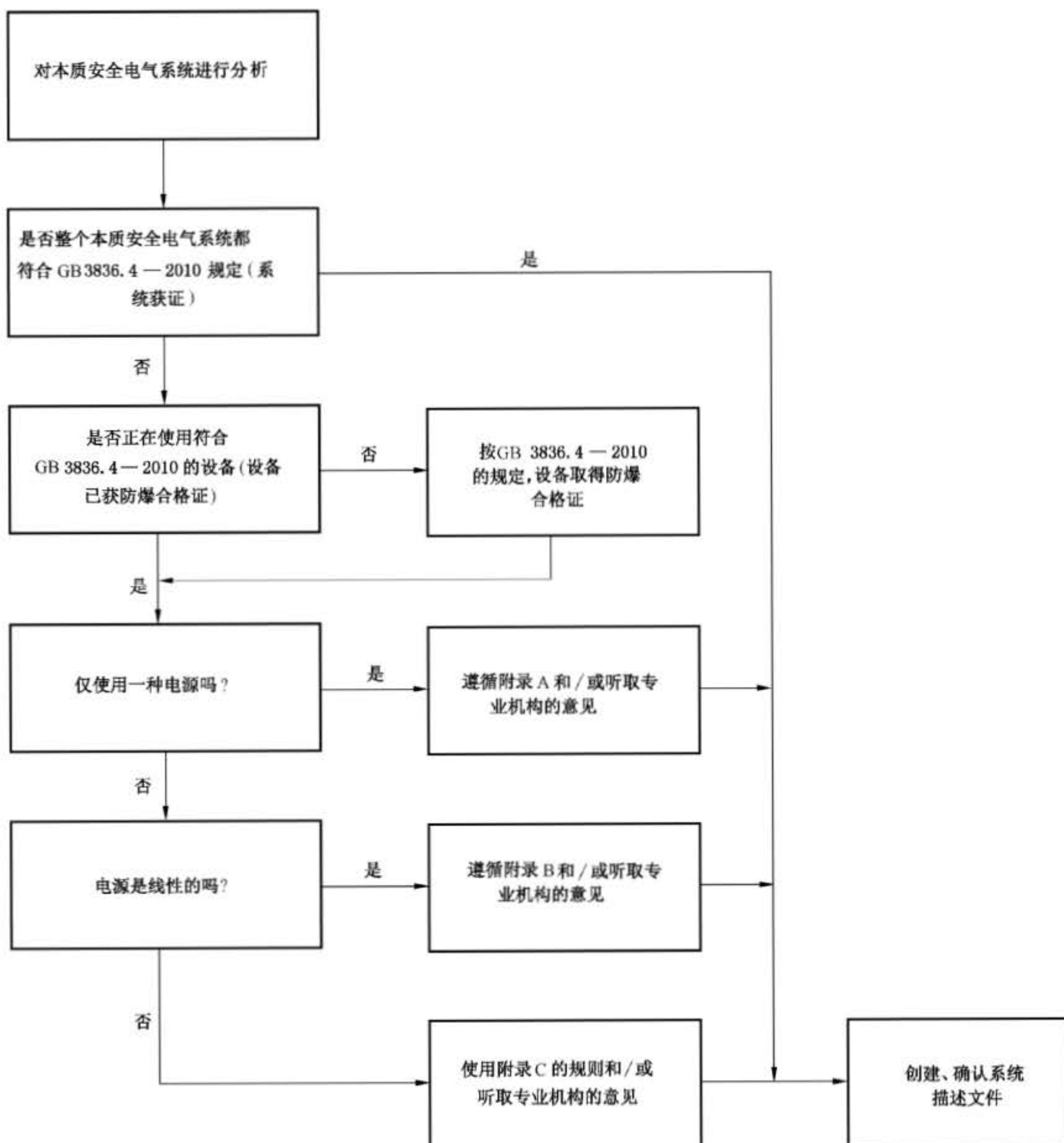


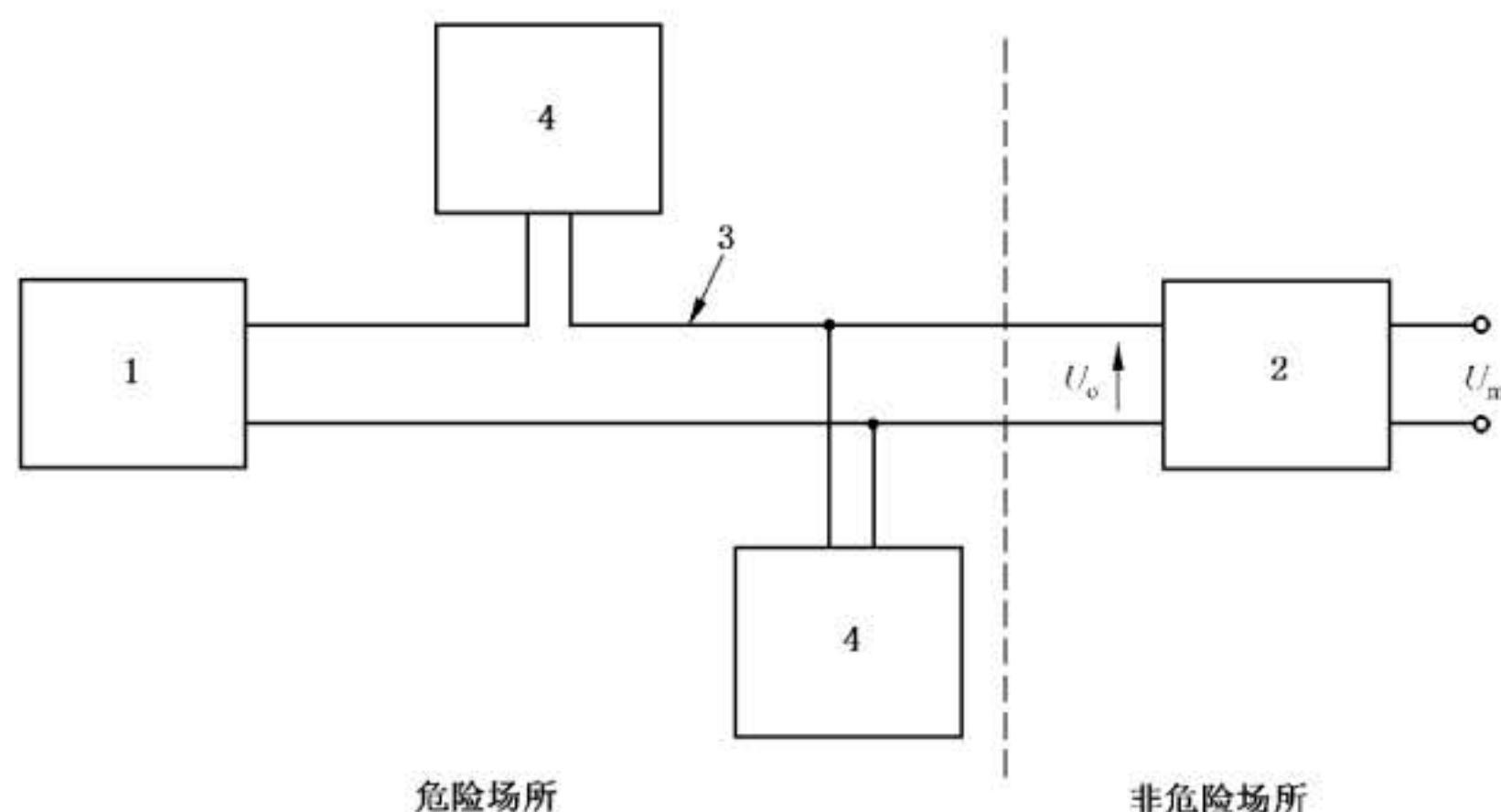
图 1 系统分析

13.2 简单设备

系统可以增加符合 GB 3836.4—2010 简单设备要求的开关、端子、接线盒、插头和插座,不需修改安全评定。对简单设备可能发热的影响应予以考虑。如果系统增加了含有储能元件的其他类型简单设

备,例如,符合 GB 3836.4—2010 要求的电容或电感,则安全评定应考虑这些元件的电气参数。使用简单设备的典型系统如图 2 所示。

如果简单设备含有几个独立的本质安全电路,例如,连接器、插头和插座、或者有两个独立电阻线圈式电阻温度计,则应符合 GB 3836.4—2010 的隔离要求。如果不符合 GB 3836.4—2010 的要求,则内部互联电路应作为一个本质安全电路评定。



说明:

- 1—已获防爆合格证的本质安全型设备;
- 2—已获防爆合格证的本质安全型关联设备;
- 3—电缆;
- 4—简单设备。

图 2 使用简单设备的典型系统

注:系统中简单设备的应用参见附录 H。

13.3 电感电路的分析

如果设备具有根据设备文件或者根据设备结构明确确定的电感和电阻,则系统电感方面的安全性应按照附录 D 规定的方法确认。

13.4 多芯电缆的故障

13.4.1 多芯电缆的类型

本质安全电气系统使用的多芯电缆应考虑的故障取决于所使用电缆的类型。下列条款详细说明对每种类型电缆进行评定的电缆故障。

13.4.2 A型电缆

如果电缆符合 9.5.2 的规定,则电路之间应视为无故障。

13.4.3 B型电缆

如果电缆符合 9.5.3 的规定,则电路之间应视为无故障。

13.4.4 C型电缆

如果电缆符合 9.5.4 的规定,故障组合可以导致最不利条件,故障组合包括导线之间两处短路,以

及同时有四处或以下的开路故障。

易受损伤的多芯电缆中的所有电路,防爆等级应不低于电路的最低防爆等级。

13.5 型式检查和试验

如果有必要通过型式检查和/或型式试验确定系统是否足够安全,则应采用 GB 3836.4—2010 规定的方法。

14 标志

系统内的所有设备应易于识别。对系统描述文件最基本的要求是易于追溯。可行的方法是对仪表回路准确编号,注明回路信息,并依次列入系统描述文件。

如果系统作为一个整体来评定,并且符合 GB 3836.4—2010 的规定,则每个设备均应按照 GB 3836.4—2010 标志。

15 预先确定的系统

系统和系统所有独立装置可以预先确定和评定,用这种方法,能够清楚单个独立装置和电缆的内部连接,使本部分的评定要求简化。FISCO 系统就是一种预先确定的系统,FISCO 系统的评定见附录 I。

附录 A
(资料性附录)
简单本质安全电气系统的评定

多数本质安全电气系统是简单系统,关联设备中含有单个电源,连接到一个现场安装的本质安全设备上。本部分利用温度变送器和附录 E 所示的本质安全接口组合说明分析方法。

首先要求确定电路中两台设备的安全数据。这些数据可以从防爆合格证、使用说明书或者规定图纸中获得,系统设计人员应能获得这些资料。在系统设计时,特别应考虑具体使用条件。根据正确进行系统分析的需要,以及如何根据参考图纸相对简单创建特定安装图纸的需要,确定哪些信息要准确的转入系统中。

通过对两台设备的数据进行比较,确定两台设备的兼容性。通常按下列顺序进行比较。

- a) 比较设备类别。如果设备的类别不同,则采用较低的类别。例如,如果一台设备是ⅡC 级,另一台设备是ⅡB 级,则系统为ⅡB 级。通常认证为ⅡC 级别的电源,也具有ⅡA 和ⅡB 级设备允许的输出参数(L_e 、 C_e 、 L_i/R_i)。如果使用较大值,则使用的参数决定系统的气体类别。
- b) 防爆等级比较。如果防爆等级不同,则该系统采用较低的防爆等级。例如,如果一台设备是“ia”等级,另一台设备是“ib”等级,那么系统为“ib”等级。通常认证为“ib”等级的电源,也具有“ic”等级电路使用的输出参数。如果这些数值用在系统设计中,则该系统为“ic”等级。
- c) 确定危险场所安装设备温度组别。对于不同的使用条件,设备可具有不同的温度组别(通常取决于环境温度或者 U_i 、 I_i 和 P_i),宜选择相关的温度并记录。应注意是设备确定温度组别,不是系统确定温度组别。
- d) 应记录每一台设备允许的环境温度范围。
- e) 电源的输出参数电压 [U_e]、电流 [I_e] 和功率 [P_e] 应与现场装置的输入参数 (U_i 、 I_i 和 P_i) 进行比较,并且输出参数不宜超过相关输入参数。现场装置的安全性有时完全由其中一个参数确定。在这种情况下,未规定的参数无关。
- f) 确定允许的电缆参数。

从电源的允许输出电容 (C_e) 减去现场装置的输入电容 (C_i) 得出允许的电缆电容 (C_c),即

$$C_c = C_e - C_i$$

从电源的允许输出电感 (L_e) 减去现场装置的输入电感 (L_i) 得出允许的电缆电感 (L_c),即

$$L_c = L_e - L_i$$

如果现场装置的输入电感忽略不计 (L_i 小于 L_e 的 1%), 则很容易确定电缆的允许 L/R 比值 (L_c/R_c)。取 L_c/R_c 等于电源的 L_e/R_e 比。如果现场装置的电感较大,可用附录 D 给出的公式计算 L_c/R_c 比。这种情况不常出现。

如果系统含有集中电容和集中电感,其相互作用可使有点燃能力的火花危险增大。这仅限于固定电感和电容,而不适用于电缆的分布参数。因此,对于这些不常见的现象,当集中电感(电源和现场装置的 L_i 值总和)和集中电容(电源和现场装置的 C_i 值总和)两者都大于电源相应的输出参数 L_e 和 C_e 的 1% 时,允许的输出参数都应除以 2。然而,利用该简单原理得出的最大外部电容 C_c 对于ⅡB 级应不大于 $1 \mu\text{F}$,对于ⅡC 级应不大于 600 nF 。应注意,降低输出参数仅适用极少数情况,因为现场装置很少有电感和电容输入参数都比较大的情况。通常文件中不列出电源的 L_i 和 C_i 值,在这种情况下可假定它们忽略不计。对这种最新要求,没有必要检查现有装置的安全文件。但是进行新的分析时应考虑这种极小的可能性。

总之,必须检查集中电容或集中电感是否小于相应输出参数的 1%。如果是这样,则原有计算有效。如果两个参数都大于输出参数的 1%,则系统的 C_c 和 L_c 应减少二分之一。

如果一个电源取证为“ia”等级或“ib”等级,则用 1.5 倍的安全系数计算出允许的输出参数 L_o 、 C_o 和 L_o/R_o 比。如果这种电源用在“ic”等级电路中,则可用 1.0 倍安全系数计算允许的输出参数。这样会导致显著变化,通常不需考虑详细的电缆参数。使用本安设备标准中的方法和图表可以确定准确的数值。一种稳妥可接受的方法是,输出参数乘以 2,这样就不需要考虑电缆参数。

g) 检查接地绝缘等级是否合格,或者检查系统接地要求是否满足。

如果这些要求全部满足,则确定两台设备兼容。记录该分析的便捷方法是绘制一张表格。下列实例(见表 A.1)利用典型系统图(见图 E.1)的值,对本质安全型接口和温度传感器进行比较。

表 A.1 简单系统分析

步骤	项目	本质安全接口	温度变送器	系统
a)	设备类别	Ⅱ C	Ⅱ C	Ⅱ C
b)	防爆等级	ia	ia	ia
c)	温度组别	不适用	T4	
d)	环境温度	-20 °C ~ +60 °C	-20 °C ~ +60 °C	
e)	参数比较			
	电压	$U_o: 28 \text{ V}$	$U_i: 30 \text{ V}$	✓
	电流	$I_o: 93 \text{ mA}$	$I_i: 120 \text{ mA}$	✓
	功率	$P_o: 650 \text{ mW}$	$P_i: 1 \text{ W}$	✓
f)	电缆参数			
	电容	$C_o: 83 \text{ nF}$	$C_i: 3 \text{ nF}$	$C_c: 80 \text{ nF}$
	电感	$L_o: 4.2 \text{ mH}$	$L_i: 10 \text{ } \mu\text{H}$	$L_c: 4.2 \text{ mH}$
	L/R 比	$L_o/R_o: 54 \text{ } \mu\text{H}/\Omega$		$L_c/R_c: 54 \text{ } \mu\text{H}/\Omega$
g)	接地	隔离	隔离	隔离

附录 B
(规范性附录)
多电源组合电路的评定

这种分析仅适用于线性电阻限制型输出电源电路的评定,不适用于其他形式限制电流的电源。

GB/T 3836.15—2017 介绍了一种简化程序,利用该程序,能对连接一个以上关联设备(具有线性电流/电压特性)的本质安全电路,给出可靠的系统本质安全电路最高输出电压和最大输出电流结果,确保安全安装,该程序可作为本附录的替代方法。

如果采用一种以上电源,并且在受控条件下互相连接,从而提供符合 GB 3836.4—2010 要求的充分隔离和机械稳定性,则这种互相连接被视为会开路和短路,但不会导致相互连接反接、或者把串联连接改为并联连接、或者把并联连接改为串联连接。要求达到的完整性等级的一个实例是,在有完善质量控制和试验设备的场所中安装的支架或配电盘内的互相连接。

图 B.1 所示是常见的串联组合。这种串联情况产生的开路电压 U_o 等于 $U_1 + U_2$,但是不考虑电压等于 $U_1 - U_2$ 的可能性。在考虑系统的安全时,要考虑三个电压 U_1 、 U_2 和 $U_o = U_1 + U_2$,以及与其对应的电流 I_1 和 I_2 及其组合 $I_o = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2}$ 。

三个等效电路中的每一个都必须利用 GB 3836.4—2010 附录 A 中的表进行安全评定。对于每个电路必须确定 L_o 、 L_o/R_o 和 C_o 值,并且最不利值应与其相关的等效电路一起使用。

在测定这些数值时,对于“ia”和“ib”等级,所有情况均应使用 1.5 倍的安全系数。对于“ic”等级,使用 1.0 倍的安全系数即可。

注:两个电压相加时,组合电路将决定电容值。但是,电感和 L_o/R_o 比可由考虑的独立电路中的一个电路单独确定。最小电感不会总是与电路最大电流一致,最小 L_o/R_o 比不一定与最小电感一致。

应确定每一等效电路得出的匹配功率。只有当电源具有相同的输出电流时,组合电路的匹配功率才是每一电路的功率的总和。

如果电源按图 B.2 并联连接,则三个电流 I_1 、 I_2 和 $I_o = I_1 + I_2$ 必需与其对应的电压 U_1 、 U_2 和 $U_o = \frac{U_1 R_2 + U_2 R_1}{R_1 + R_2}$ 一起考虑。

对三个等效电路中的每一个都必须利用 GB 3836.4—2010 附录 A 中的表进行安全评定。对于每个电路必须用最不利的值及其相关的等效电路,确定 L_o 、 L_o/R_o 和 C_o 值。三个等效电路中的每一个电路的匹配功率也必需确定。只有当电源具有同样输出电压时组合电路的匹配功率才是每一电路的功率的总和。

如果两个电源连接在同一本质安全电路上,而且它们的互相连接没有按图 B.3 所示的可靠互连明确规定限定,则存在电源既能串联又能并联的可能性。在这种情况下,所有可能的等效电路必须按照确定的两个程序进行评定。在确定本质安全电气系统的整体性时必须利用最不利输出参数和等效电路。

危险场所用设备可含有使设备具有重要输出参数的电源,如内部电池组。出现这种情况时,系统的分析应包括该电源与关联设备中任何电源的组合。分析时通常应包括由于现场接线可能出现的故障造成的反向互接。

确定了代表性的等效电路之后,就可以像只有一个单电源一样利用这些电路,并且能用附录 A 已经讨论的程序,确定系统作为整体是否符合安全要求。

当两个以上具有不同输出电压的电源互连时,产生的循环电流可能在调节电路中引起附加损耗。如果电路具有常规电阻性电流限值,则认为附加损耗不会对本质安全性能产生不利影响。

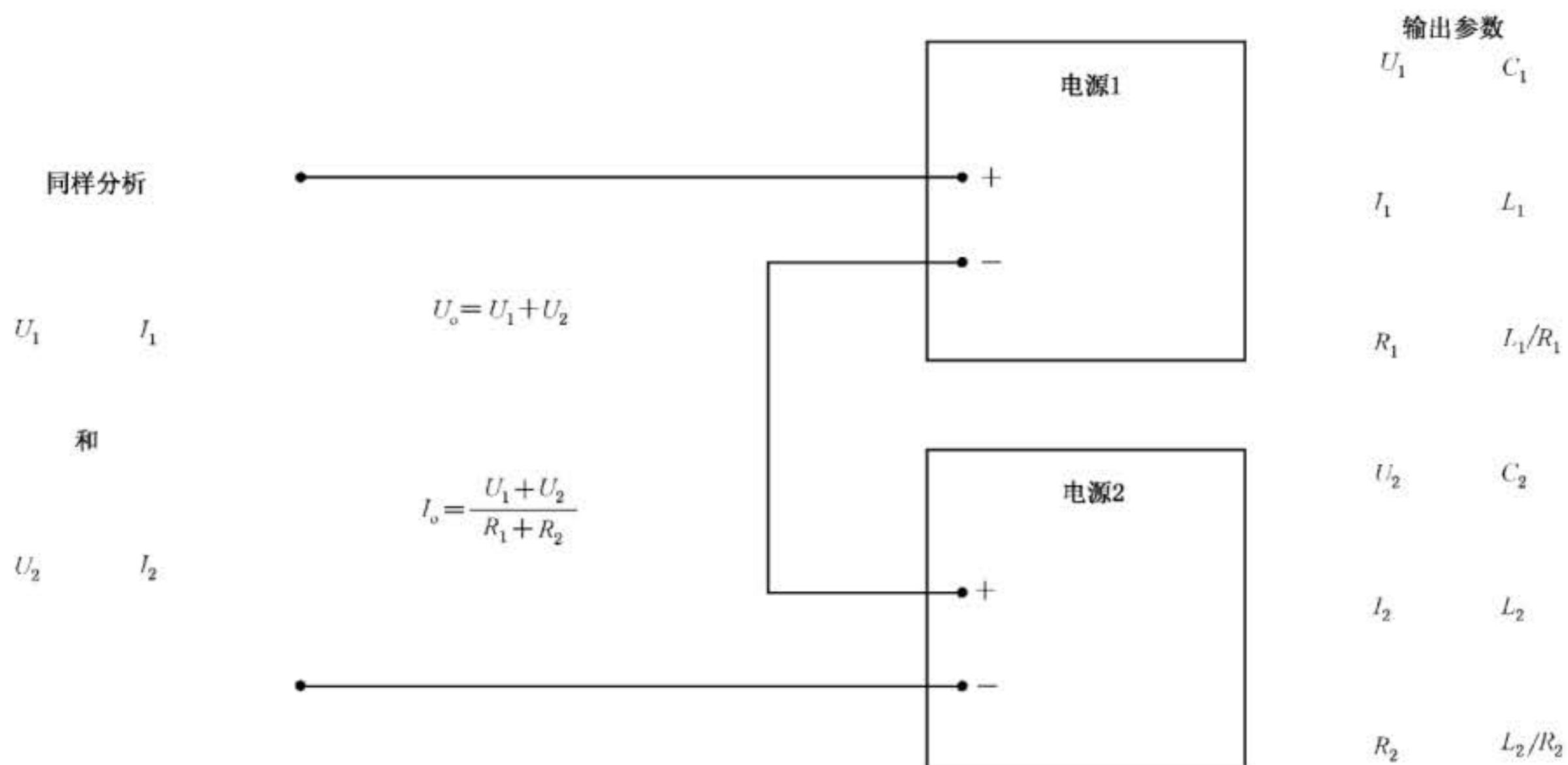


图 B.1 串联连接电源

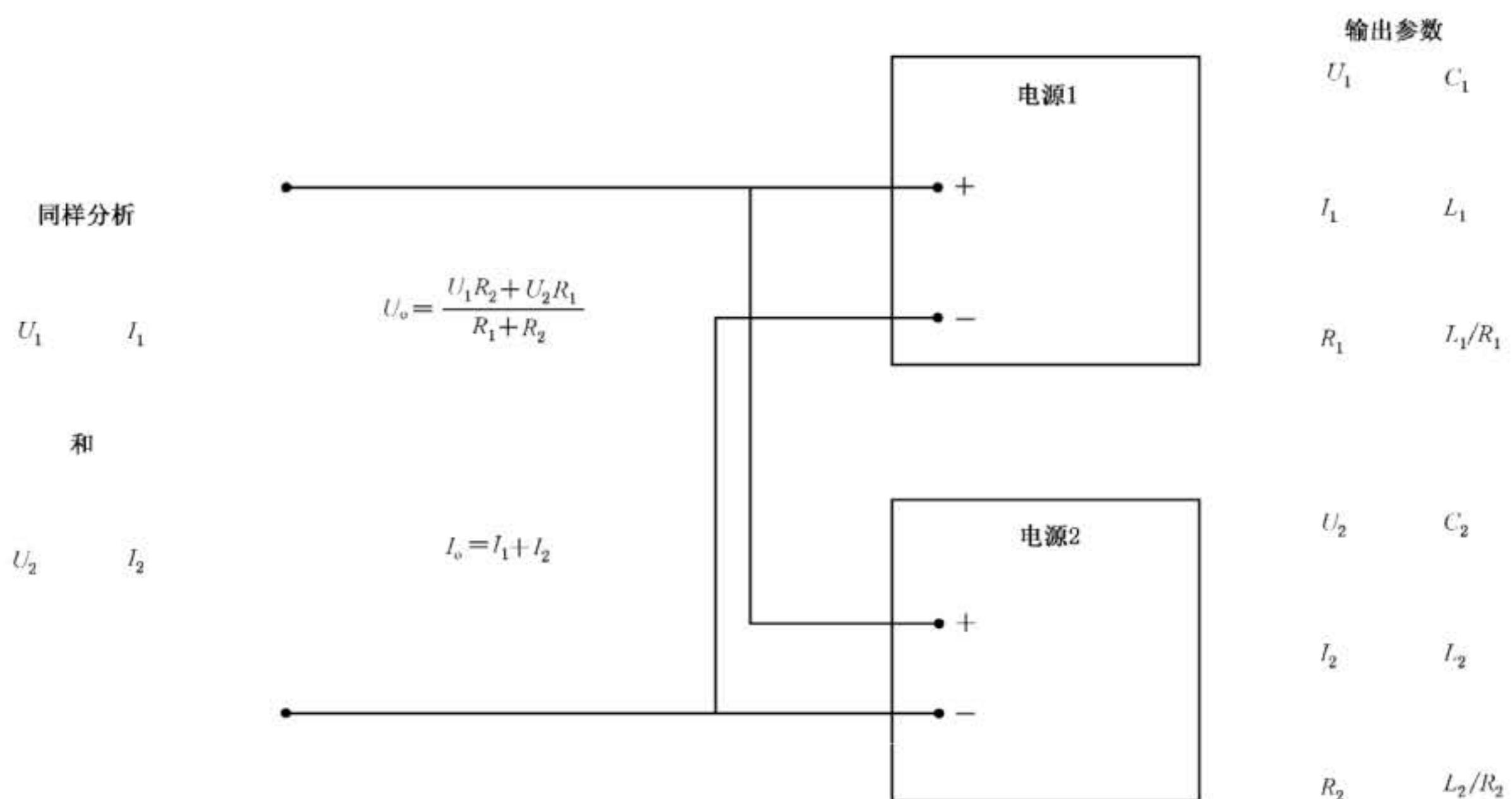
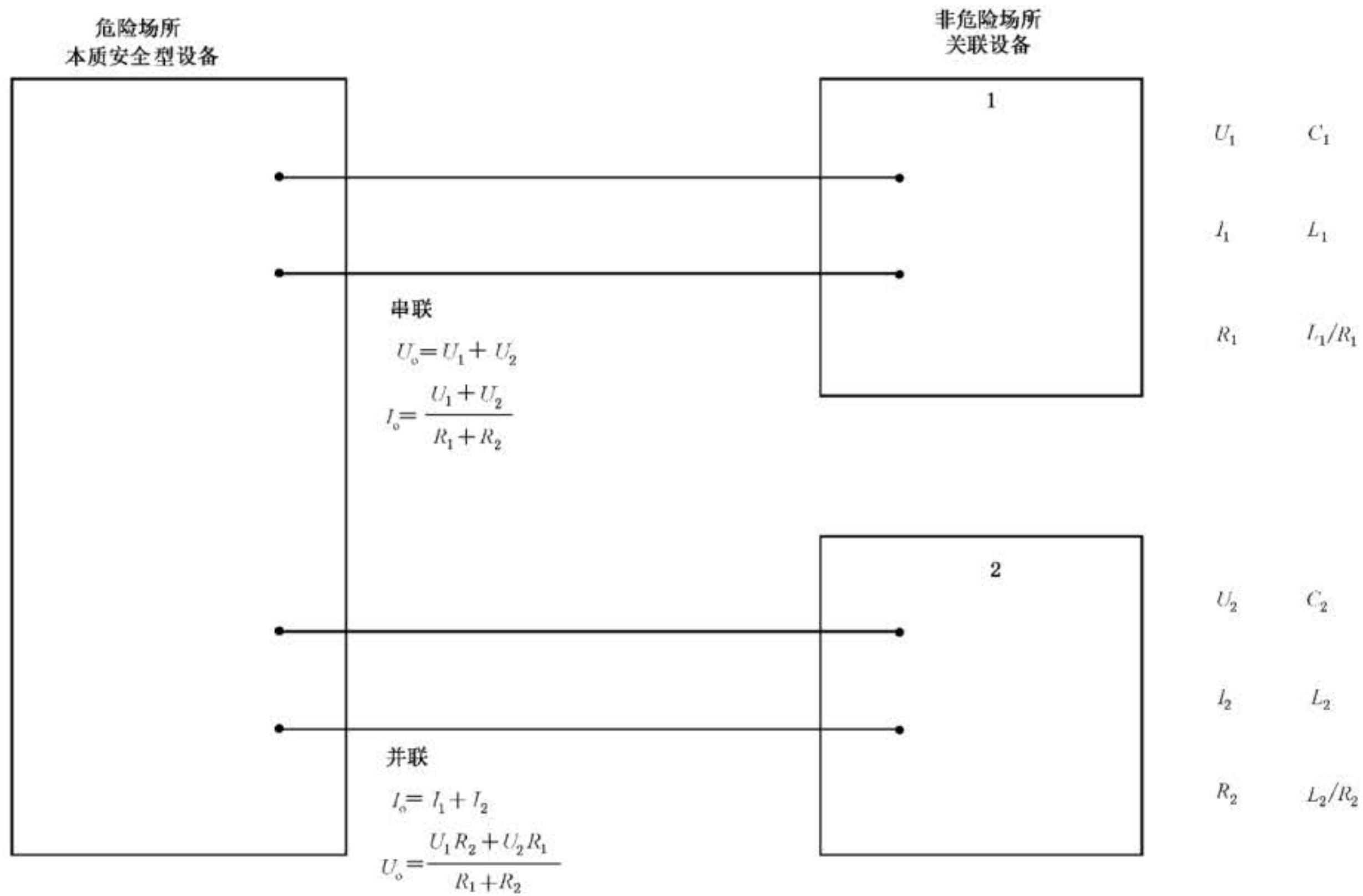


图 B.2 并联连接电源



说明：

1——电源 1；

2——电源 2。

图 B.3 非预期连接的电源

附录 C
(资料性附录)
非线性和线性本质安全电路的互连

C.1 概述

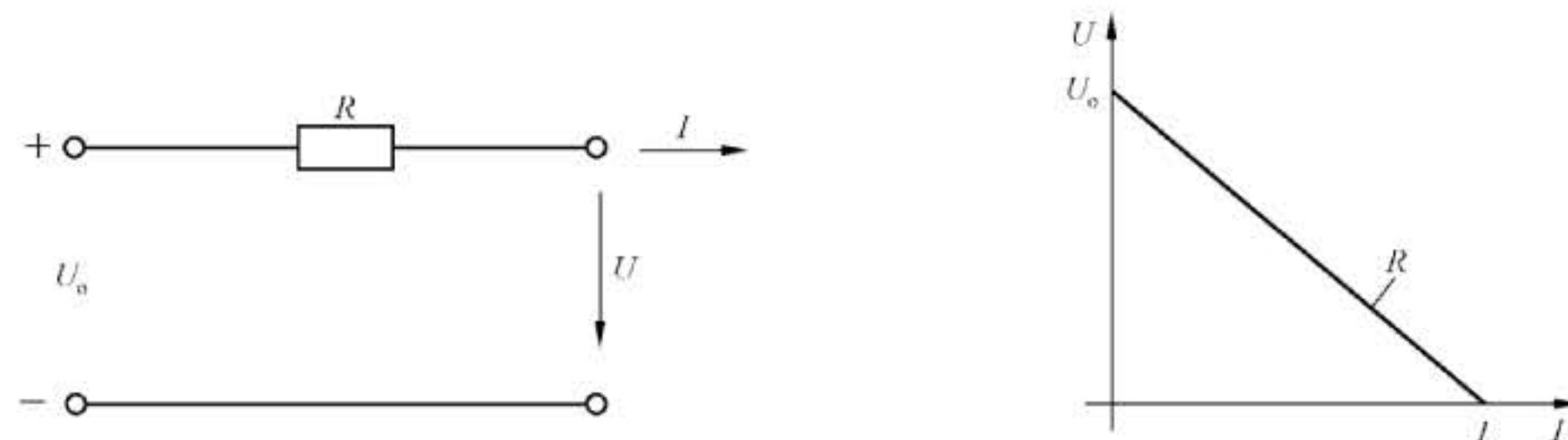
该主题已考虑很长时间,目前仍在研究中。这是现有的最好的知识,在这里列出是为了能得到更广泛的实践经验。

如果非线性电源的设计和应用确实需要专业知识和合适的试验设备。如果系统设计者确认特定电源绝对安全,则容许按照本标准设计一个系统。与这种系统有关的任何特定条件应在文件中写明。

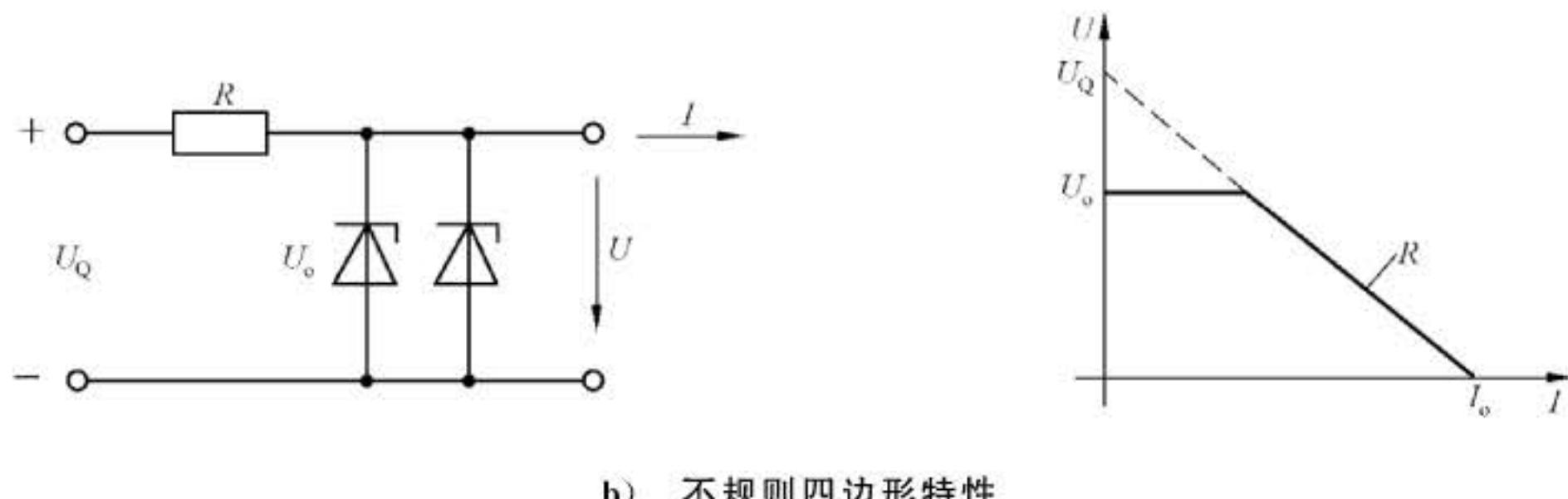
在对非线性输出电源组合进行安全分析时,两个电路的相互影响可能引起调节电路元件中的损耗大大增加,对此应予以考虑。建议仅一个电源装有与线性和/或不规则四边形电源组合的调节半导体器件。

应根据 GB 3836.4—2010 使用标准火花试验设置进行试验验证,并考虑电气设备的安全系数。在这种情况下,导致最不利点燃条件的某些故障状态——“最不利情况”——应予以考虑。用这种验证方法在实践中经常遇到困难,因此这种方法通常是检验机构的专用方法。

如果涉及的电源有一个线性内阻如图 C.1a) 所示,则至少对电阻性电路,能够容易地通过计算评定互相连接。在这种情况下,利用 GB 3836.4—2010 中的点燃限值曲线和 GB/T 3836.15—2017 规定的方法,验证具有线性电流/电压特性、连接多个关联设备的本质安全电路;或者可以使用图 C.7 和图 C.8 介绍的方法。

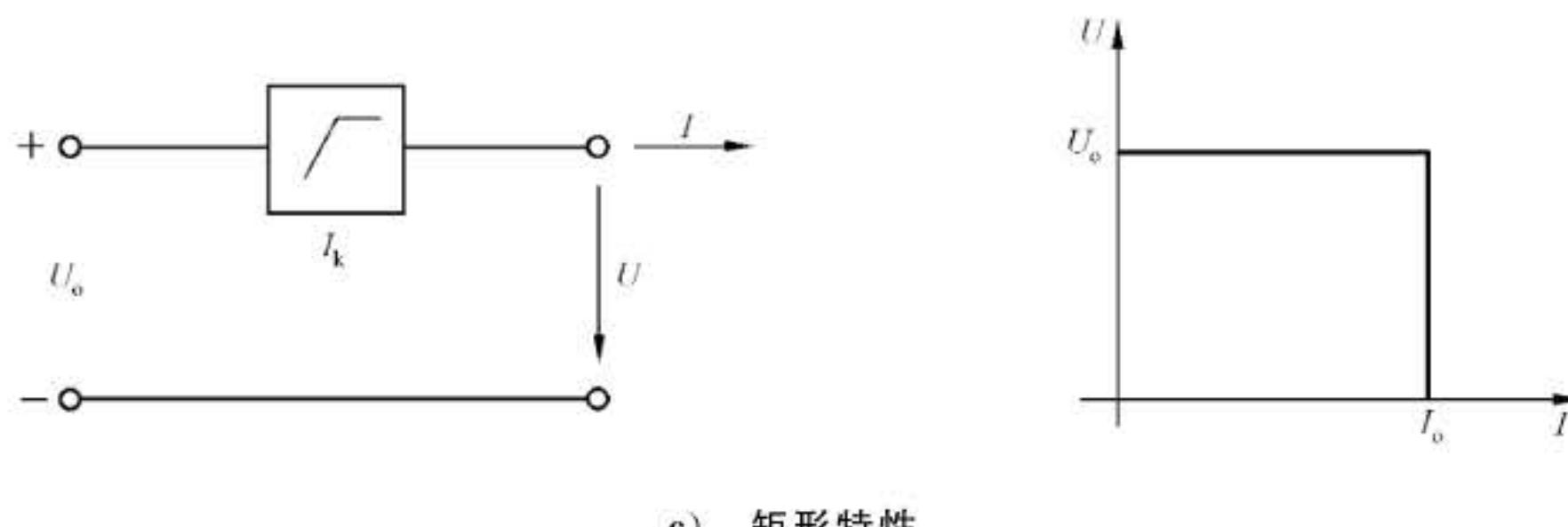


a) 线性特性



b) 不规则四边形特性

图 C.1 等效电路和电阻电路的输出特性

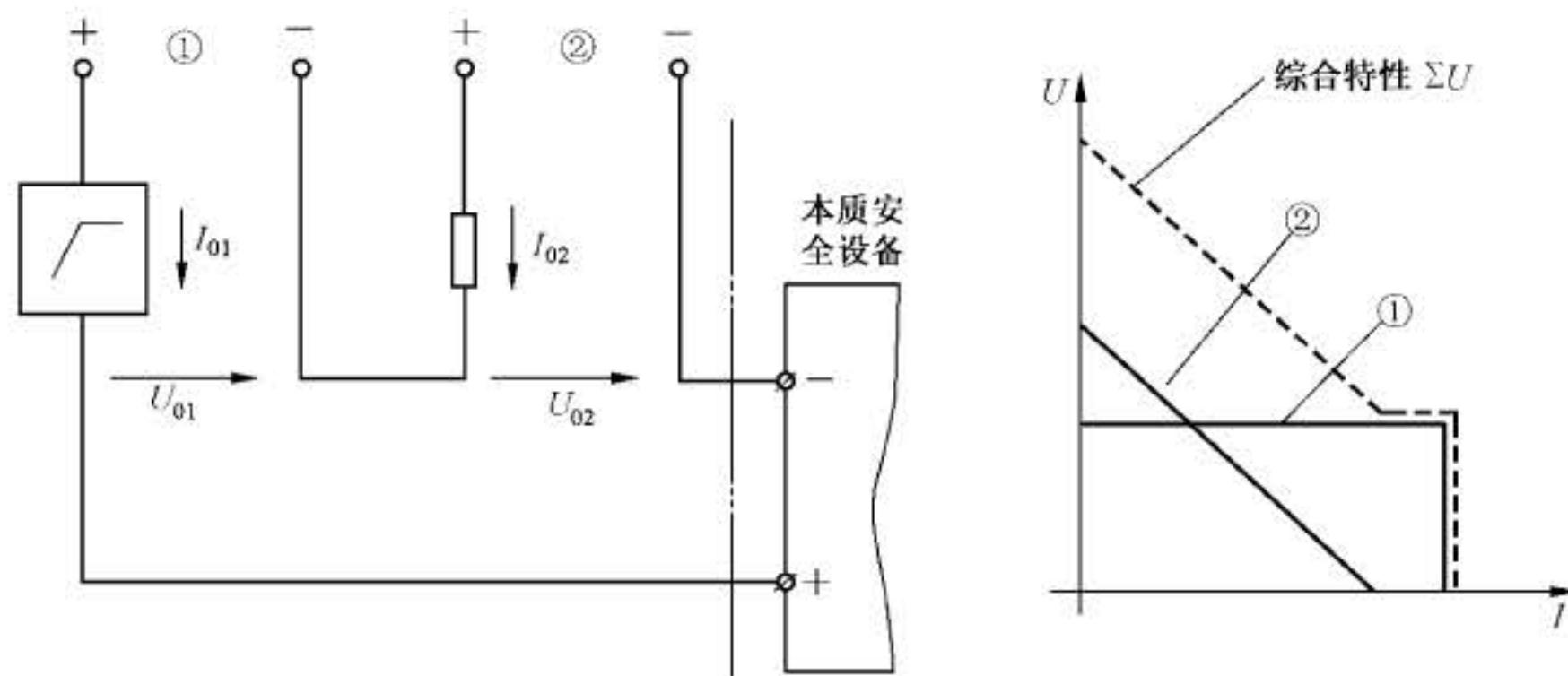


c) 矩形特性

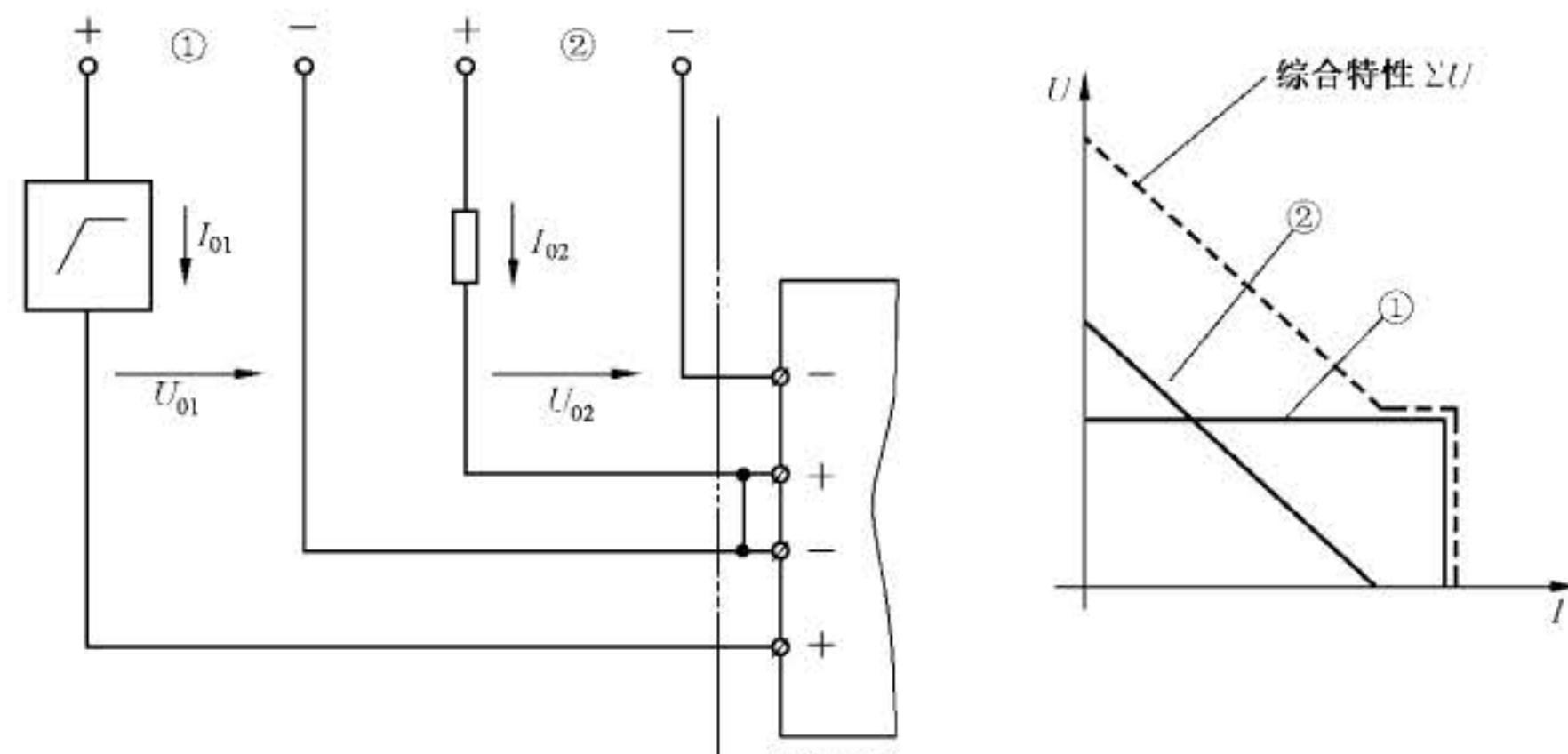
图 C.1 (续)

第一步是对连接关联设备产生的电压和电流的新的最大值进行评定。如图 C.2a) 所示连接关联设备, 则为串联连接。增加单个辅助组件的最大开路电压值 U_{o_i} , 取辅助组件的短路电流最大值 I_{o_i} 。如图 C.2c) 这样的连接是并联连接。当开路电压到最大值时短路电流叠加。

如果设备的连接没有对极性[如图 C.2e)]明确界定, 则可以根据考虑的故障条件串联连接或并联连接。在这种情况下, 必须分别针对串联连接和并联连接假设电压叠加和电流叠加, 必须把最不利值作为基础。

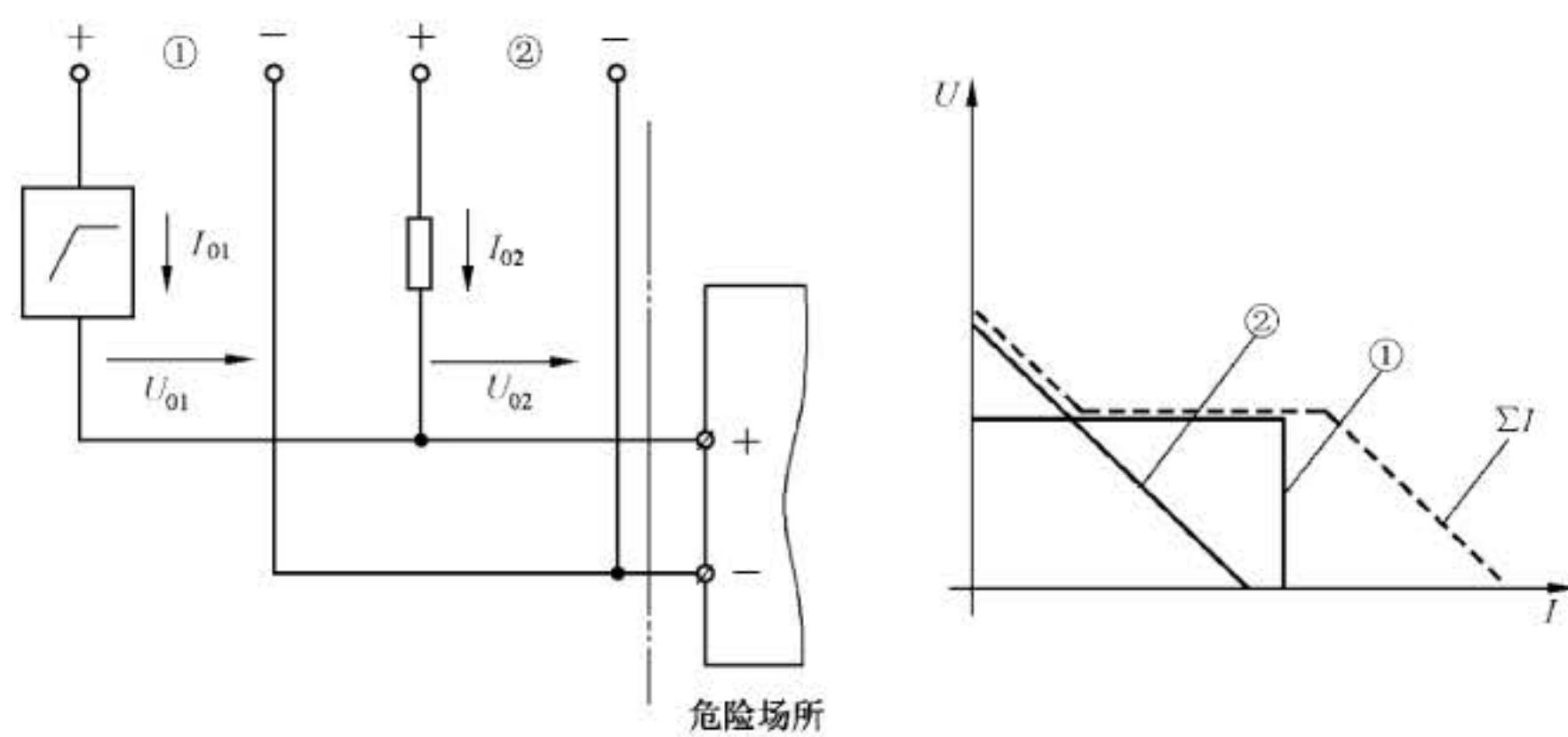


a) 电压叠加的串联连接

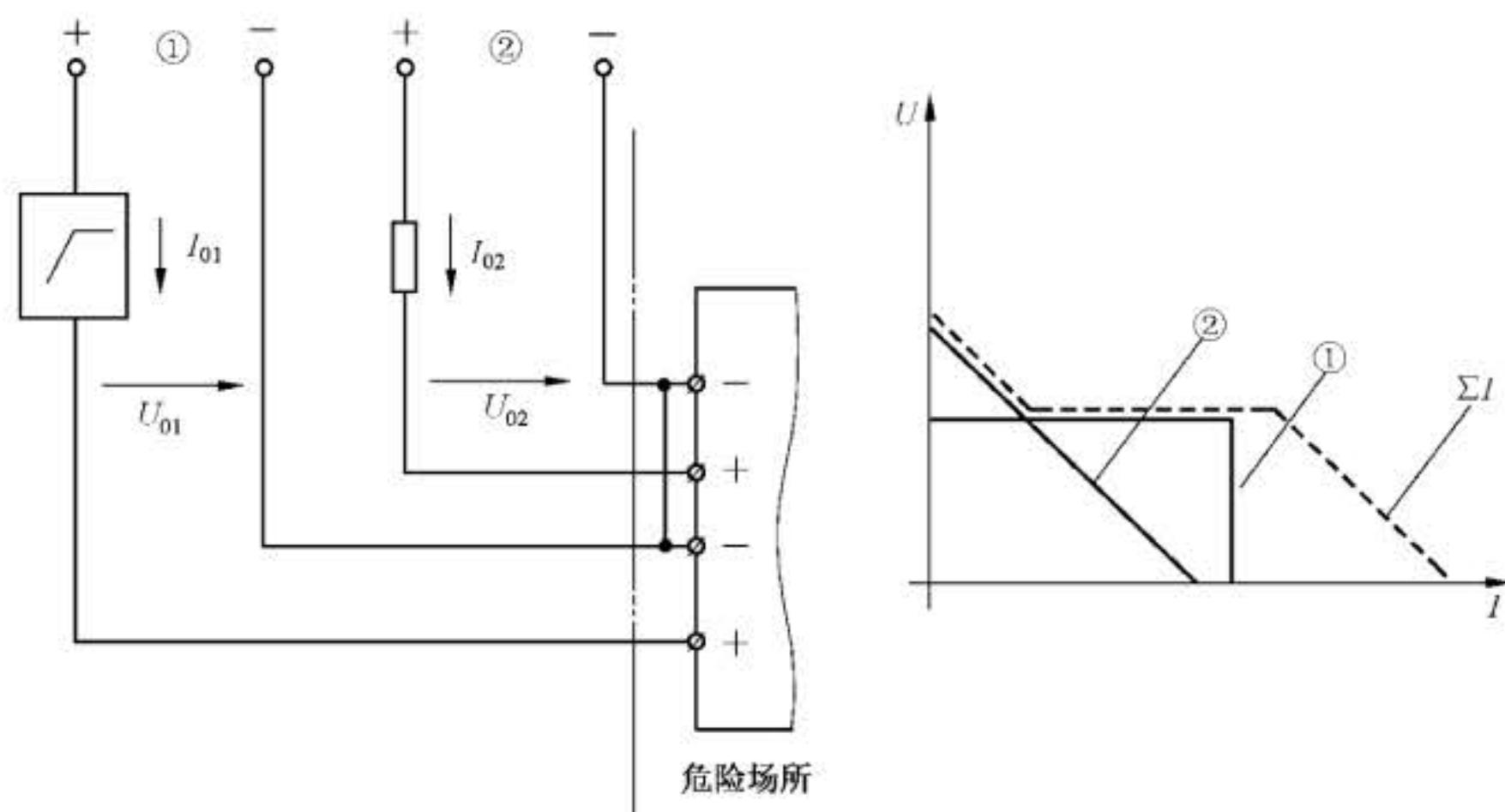


b) 电压叠加并且电流可能叠加的串联连接

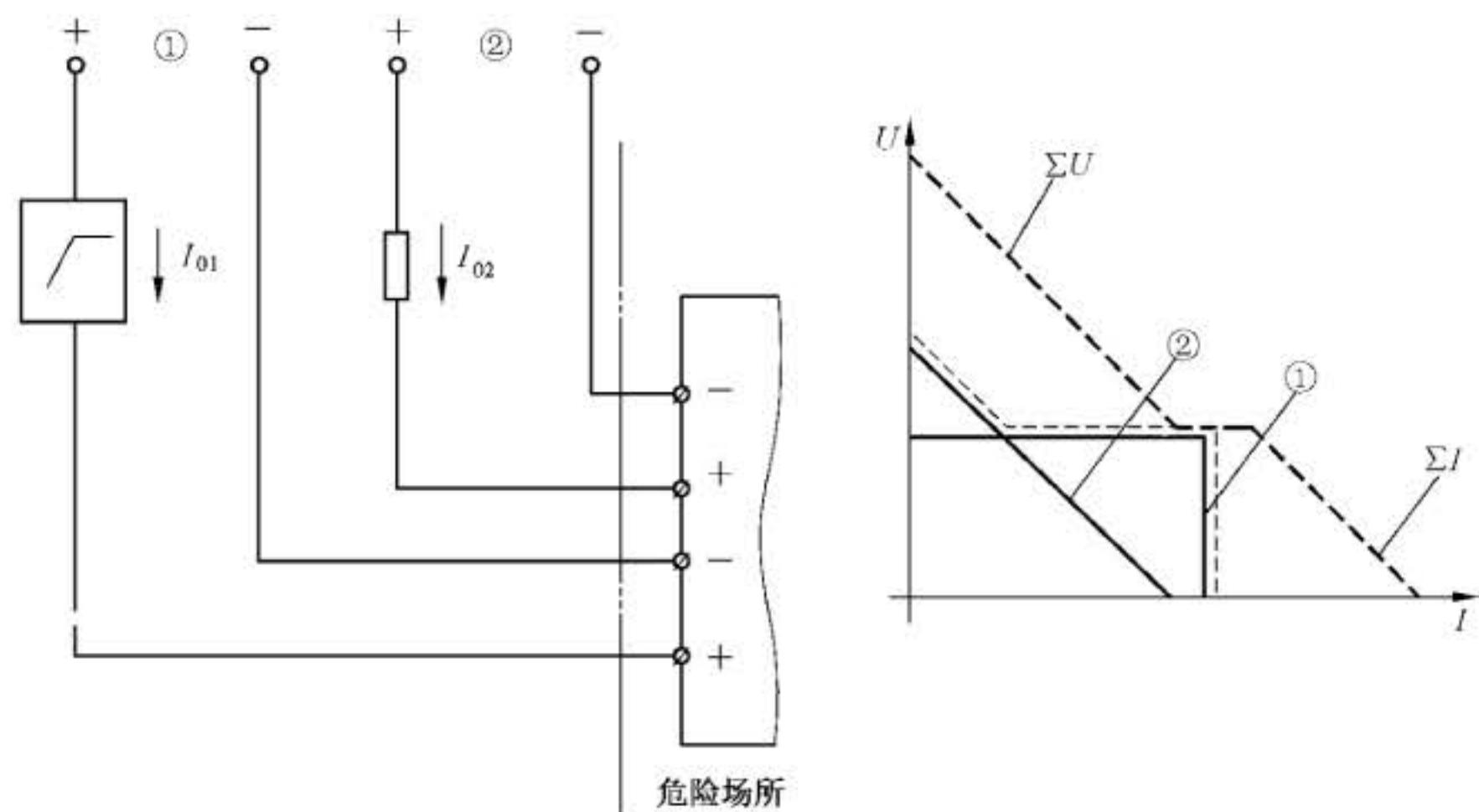
图 C.2 互相连接的电流叠加和/或电压叠加情况



c) 电流叠加的并联连接



d) 电流叠加并且电压可能叠加的并联连接



e) 电流叠加和电压叠加的串联或并联

图 C.2 (续)

在新的电流和电压最大值确定以后,应利用 GB 3836.4—2010 给出的点燃限值曲线,考虑电阻电路的安全系数核查组合电路的本质安全性能,并且应确定外部电感 L_{\circ} 和电容 C_{\circ} 的新最大容许值。利用 GB/T 3836.15—2017 规定程序验证连接一个以上关联设备(具有线性电流/电压特性)的本质安全电路,有一个缺点,由下述情况引起:

- 最高容许电感仅对 24 V 的最大电压有效;
- 没有考虑电感和电容都存在。

如果仅根据开路电压和短路电流进行,在电压范围超过 20 V 时获得的安全系数实际上从最佳值 1.5 降低到大约 1.0。这似乎可以接受,因为即使所有的独立设备均满足“ia”级要求,符合 GB/T 3836.15—2017 的互相连接通常仅能满足“ib”等级。但是在低压情况下安全系数显著下降低于 1.0。因此不能利用这种方法进行评定。

另外,如果在一个电路里一个或多个有源电源具有非线性特性,则仅根据无负载电压和短路电流进行的评定也不能达到最初目的。

实践中,使用不规则四边形特性电源[参见图 C.1b)],并且如果使用电子限流器件,通常产生“矩形”输出特性[参见图 C.1c)。对于这种电路,不能使用 GB 3836.4—2010 规定的点燃限值曲线。因此本部分介绍了一种方法,容许利用示意图对含有非线性电路的电网组合进行安全评价。

这里介绍的程序适用于 I 区以及 II C 和 II B 类设备。应强调在这里建议用仪表互连;用该程序限定单个电路或设备的本质安全参数,仅在简单矩形电路或线性电路中才有效。

C.2 非线性电路的基本类型

C.2.1 参数

在评定有源电路的本质安全性能时,必须知道内电阻和电源电压。在最简单的情况下,电源的特性能够用两个(稳定的)电气数值表示,即电压 U_{\circ} 和内电阻 R_{\circ} ,或者 U_{\circ} 和短路电流 I_{\circ} 表示[见图 C.1a)。 U_{\circ} 常由齐纳二极管确定。 U_{\circ} 和 I_{\circ} 为 GB 3836.4—2010 规定的故障状态下能够出现的最大值。在图 C.1a)的情况下,为线性特性。遗憾的是,实践中仅有少数电路能够用这种简单方法表示。

例如,装有外电路限流电阻的电池组没有恒定内电阻。同样,电源电压随电量大小而变化。为了研究这些实际电路的特性,用其较简单的等效电路模拟,该等效电路能够引起点燃的能力必须不能明显小于实际电路的点燃能力。在上述电池组的情况下,应该按图 C.1a)取最高开路电压为 U_{\circ} ,外电阻作为 R_{\circ} 。该等效电路具有线性特性。

非线性电路通常也能简化至图 C.1b)和图 C.1c)显示的两种基本类型。不规则四边形特性电源[图 C.1b)]由电压源、电阻和输出端子的辅助限压元件(例如,齐纳二极管)组成。图 C.1c)的矩形特性,通过电子整流器限制电流。

如果考虑到不同电网输出功率不同,由于点燃火花也是负载,与供电电源的匹配也应考虑,因此很显然应利用不同的点燃限值。图 C.1a)所示电源的最高可用功率为:

$$P_{\max} = 0.25U_{\circ} \times I_{\circ}$$

对于不规则四边形特性[图 C.1b)]为:

$$P_{\max} = 0.25U_{\circ} \times I_{\circ} \quad (\text{在 } U_{\circ} > 0.5 \times U_{\text{Q}} \text{ 时}), \text{ 或}$$

$$P_{\max} = U_{\circ} \times (U_{\text{Q}} - U_{\circ}) / R \quad (\text{在 } U_{\circ} \leq 0.5 \times U_{\text{Q}} \text{ 时}),$$

随着 U_{Q} 趋向无穷大,图 C.1b)的不规则四边形的特性变成图 C.1c)的矩形特性。

此时:

$$P_{\max} = U_{\circ} \times I_{\circ}$$

为了完整的说明电源的电气性能,线性特性和矩形特性需要两个参数,不规则四边形特性需要三个参数(表 C.1)。

表 C.1 说明输出特性需要的参数

特 性	需要的参数
线性,图 C.1a)	U_o, I_o 或 U_o, R
不规则四边形,图 C.1b)	U_o, U_Q, R 或 U_o, R, I_o 或 U_o, U_Q, I_o
矩形,图 C.1c)	U_o, I_o

C.2.2 合格证、说明书或规定图纸规定的信息

安全评定的第一步,应是确定各个电路的特性类型及关联电气参数。由于用户或操作人员通常对设备的电路连接和内部结构不了解,他们必需依靠防爆合格证、说明书或规定图纸给出的电气数据。

给出的数值通常有:开路电压(U_o)和短路电流(I_o)以及一般最大可用功率 P_o 。根据这些数值通常可能推断出有关特性类型的数据。

举例(最大值):

$$U_o = 12.5 \text{ V}$$

$$I_o = 0.1 \text{ A}$$

$$P_o = 313 \text{ mW}$$

由于 P_o 是开路电压与短路电流乘积的四分之一,由此可以有效推断出该举例是线性特性[图 C.1a)]。

举例(最大值):

$$U_o = 20.5 \text{ V}$$

$$I_o = 35 \text{ mA}$$

$$P_o = 718 \text{ mW}$$

这里 P_o 是开路电压与短路电流的乘积,因此得出矩形特性[图 C.1c)]。

在某些情况下,电源、电流和电压值与上述不符,因为电源额定值是针对稳定状态(随后连接元件的热效应)规定的,得出动态状态(火花点燃)下的电流或电压值。在有疑惑的情况下,有必要验证哪种特性作为火花点燃有关的互相连接的基础。

在不规则四边形特性的情况下,根据合格证中的数据确定特性往往不充分。缺少第三个参数(见表 C.1), U_Q 或 R 。

当 R 作为附加参数给出时,混淆的可能性最小,因此防爆合格证中常给出 R 值。因此参数 U_Q [图 C.1b)]能从 $U_Q = I_o \times R$ 推出。

在大多数情况下,防爆合格证也给出非线性电路的特征形状。

举例如下:

最大值(不规则四边形的特性):

$$U_o = 13.7 \text{ V}$$

$$I_o = 105 \text{ mA}$$

$$R = 438 \Omega$$

$$P_o = 1\,010 \text{ mW}$$

所代表的特性如图 C.3a)所示;图 C.3b)所示为安全等效电路。

计算如下:

$$U_Q = I_o \times R = 46 \text{ V} \text{ 和}$$

$$P_o = (U_Q - U_o) \times U_o / R = 1\,010 \text{ mW}$$

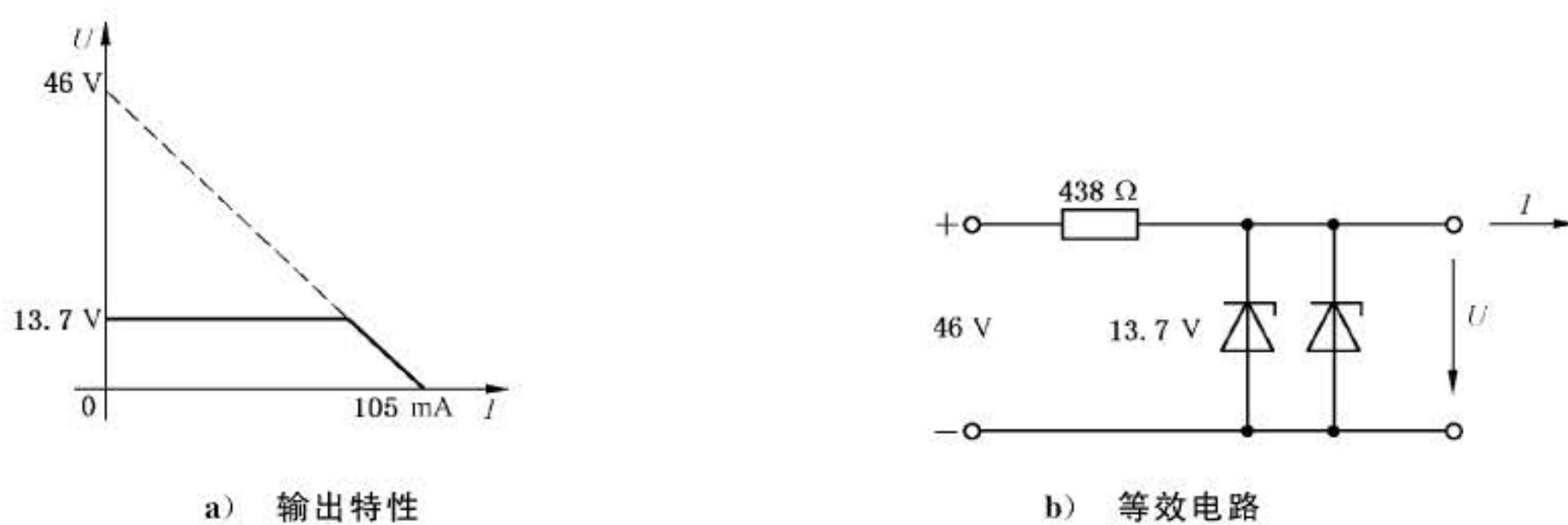


图 C.3 不规则四边形特性电源的输出特性和等效电路

用这种方法,互相连接所需数据可从防爆合格证所给的数据中获得。如果老合格证中没有数据,则应从设备制造商或检验单位获得这些数值。

在设计本质安全电路时,应总是尽可能减少互相连接,并使组合辅助组件的数量最少。事实上因为总是需要考虑故障状态,该目标通常不能实现。这意味着,正常运行中不作为电源的一些设备,在故障情况下必需看作是电源。

从安全角度来看,一些装置,例如,测量传感器、绘图仪等的无源输入,也可作为有源电源。因此应参照合格证中规定的最大值。结果,电路的运行特性实际上可能与安全特性有偏离。合格证中给出的针对有关电路的开路电压 U_{∞} 值和短路电流 I_{∞} 值,在某些情况仅是瞬变条件。另外,针对稳态条件的功率值,必须考虑连接元件的温升。

C.3 多电源本质安全电路的互连

C.3.1 综合输出特性的确定的原则

假定已知构成的组合电路输出特性将视为电源(参阅 C.2)。那么有必要根据互相连接的类型,确定在正常运行和在故障条件下是否需要考虑电压总和、电流总和或电流和电压两者的总和。

如果组合电源串联连接,并且没有等电位连接,例如接地[图 C.2a)],那么不考虑电源的极性,仅可能电压叠加。通过图解相加很方便看出综合输出特性。因此针对每一电流值各个电源的电压叠加。图 C.2 中的虚线曲线所示为不同情况下的综合特性。

在图 C.2b)所示的串联电路中,两个电压源在负载情况下共用连接,仅在该图所示方向的两电源的极性考虑到安全因素固定后(例如,对于某些安全栅),才能排除电流叠加。能够在运行中或故障条件下改变极性的电源,电压叠加和电流叠加都应考虑[图 C.2e)]。

在图 C.2c)的并联电路中,如果双极电源的两极在各种情况下连接,才有可能电流叠加。在这种情况下电压不可能叠加,通过对各个电流值的图解加法得出综合特性。

如果每个电源仅有一极与其他电源的极连接[图 C.2d)],仅在该图所示的电源的极性考虑到所有情况(例如,有安全栅时)被固定后,才能排除电压叠加。否则电压叠加和电流叠加都应考虑[参见图 C.2e)]。

如果几个电路连接成一个总电路,假设其中可以任意互相连接[图 C.2e)],那么根据考虑的故障条件,可设置并联连接或串联连接,以便电流叠加和电压叠加都考虑到。由于两种情况不可能同时存在,电流叠加的综合特性和电压叠加的综合特性应分别设计。对图 C.2b)和图 C.2d)中的电路有疑问时,以及对具有两个以上导体的电路,该程序也是必要的。这样得到的结果总是安全可靠的。

C.3.2 互相连接的安全评定及最大容许电容和电感的确定

组合电路的综合特性按上述 C.3.1 中的细则确定后,下一步是对本质安全性能进行分析。为此使用图 C.7 和图 C.8 中规定的曲线图。图中显示线性电源特性的容许极限曲线(虚线极限曲线)和矩形特

性容许极限曲线(实线极限曲线),同时给出了组合电路的电感及电流和电压的最大值。另外,也给出了确定两种情况下最大外部容许电容的曲线。表 C.2 给出了概括情况。

表 C.2 设备级别和电感曲线图说明

图	类别	容许电感 L_{a}
图 C.7a)	II C	0.15 mH
图 C.7b)		0.5 mH
图 C.7c)		1 mH
图 C.7d)		2 mH
图 C.7e)		5 mH
图 C.8a)	II B	0.15 mH
图 C.8b)		0.5 mH
图 C.8c)		1 mH
图 C.8d)		2 mH
图 C.8e)		5 mH

为了评定本质安全性能,首先选择爆炸级别然后选择该组合要求的总电感。如果只涉及小电感(也就是说没有集中电感,只有短电缆长度),则应选择带最低电感的曲线[即 II C 级别选择图 C.7a) II B 级别选择图 C.8a)]。

那么综合输出特性在相关的曲线图中。如果根据 C.3.1 考虑电流和电压叠加,那么应画出两种综合特性。

目前有可能做到针对曲线和所选择的爆炸级别直接确定电源与电感的组合是否为本质安全型。合成总特性不得与曲线图中在任何位置上的矩形电源的极限曲线交叉。另外,用总特性的最高电压和最大电流限定的点应低于线性电源的曲线。

可以看出生成电路的最大容许电容为两个 C₀ 极限曲线族的最低值,是线性极限和矩形极限的综合输出特性不交叉的最大 C₀ 值。为此如果需要更高值的容许电容 C₀,则可以从较低电感曲线图开始得出。综合输出特性与线性电源或矩形电源的电感限值曲线交叉时,也可使用同样的方法。如果 II C 曲线图中,即使曲线图中的最小电感值(0.15 mH)也超过了相关极限曲线,那么建议使用 II B 曲线图。如果这些极限也被超过,那么该组合达不到 II B 级本质安全性能。

C.3.3 使用输出特性程序的附加说明

C.3.1 和 C.3.2 中所述本质安全电路互相连接的安全评定程序,以实验室进行的基础理论研究工作和模型计算为基础。实际计算方法得出的结果与前面报告得出的结果不同。

今后,在小电压范围内容许稍大电容。对于更高的电压,差值可能高达一个系数 3。与前面报告中的曲线图对比,图 C.7 和图 C.8 中的纯电阻电路极限曲线被省略了;但是它通过电感极限曲线确定。另外,在这里插入了线性电源的极限曲线。除此以外,图示过程大体上相同。

图示法的基础是,降低抽象的线性电源和矩形电源中实际电源特性,并与相关极限曲线对比。只有在实际电源是线性特性或者是矩形特性时,才能保证从该曲线得出正好 1.5 的安全系数。在某些更复杂的电源中,构造包络线性特性或矩形特性可能会有益处,能保证安全系数。如果两种极限指标都使用,实际安全系数可能稍微小些(但总是大于 1)。这是减少这种简单图示法中使用的实际电路条件的结果。专家一般认为,评定 1 区设备时容许用这种方法。

使用图 C.7 和图 C.8 给出的曲线图时,通常包括电感和电容(混合电路)的相互作用。该方法也应用于纯线性电路的组合(输出特性符合图 C.1a)。规定的这种方法对集中电感或集中电容与从配电电缆参数得出的集中电感或集中电容没有造成区别。如果电缆传输时间不超过 10 μs ,则目前的观点是不需要该差值。根据集总参数进行的计算取决于安全侧,与早期的计算方法相比,在实践中不会造成严格限制。

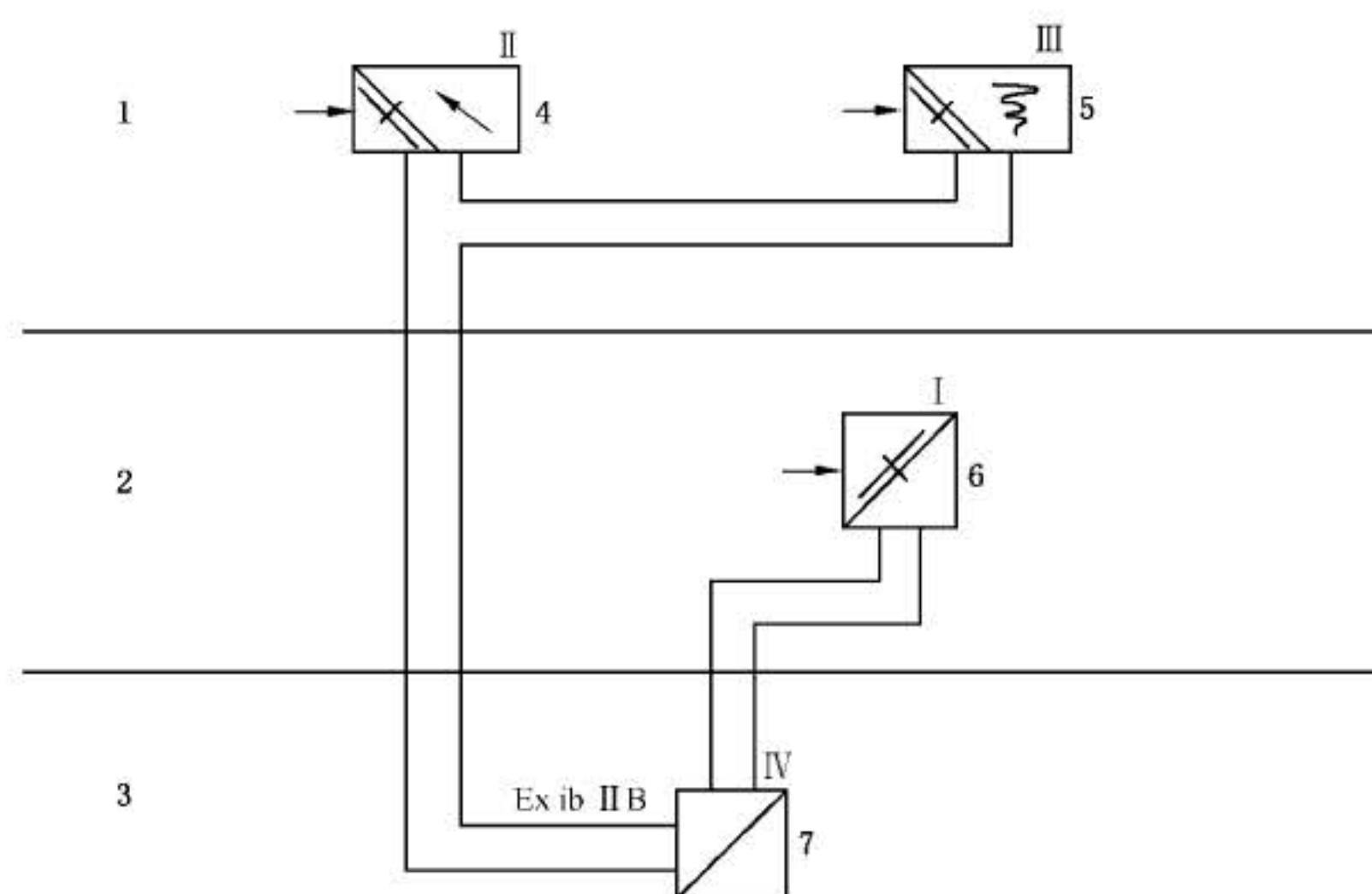
这种方法的优点是,与安全数据有关的所有信息均可从一个曲线图中得出。然而,由于这里介绍的方法得出的容许电容值在某些情况下较大,因此应根据 GB 3836.4—2010 的电压和设备组别表允许的电容对最大开路电压与最大电容进行比较。应采用 GB 3836.4—2010 的数值,否则会引起误解。

从最大容许的外部电感和电容得出的值,是整个组合的值,即应当考虑的、在外部端子上有效的所有单个装置的电感和电容。

曲线图用的计算方法与进行研究项目期间进行点燃试验得出的结果,没有发现明显的系统偏差。众所周知,多数试验结果的不确定度在 10% 的范围内。引起不确定度的原因是试验方法和火花试验装置本身。这里给出的方法估计不会有较大偏差。

C.4 用图例说明使用输出特性的方法

在图 C.4 所示举例中,带有放大器(IV)的分析仪位于危险场所内,并由本质安全型电源(I)供电。本质安型放大器输出信号(0 mA~20 mA 信号)输送到显示器(II)和绘图仪(III)。



电流/电压叠加

连接电路 Ex ib II B

$P_o = 1.9 \text{ W}$, $U_o = 28.7 \text{ V}$, $I_o = 264 \text{ mA}$

$L_o = 0.5 \text{ mH}$, $C_o = 400 \text{ nF}$

说明:

- 1 —— 控制室;
- 2 —— 开关室;
- 3 —— 现场(危险场所);
- 4 —— 显示器(工作无源)最大值:12 V,133 mA,0.4 W 线性特性;
- 5 —— 记录仪(工作无源)最大值:1V,31 mA,10 mW 线性特性;
- 6 —— 电源最大值:Ex ib II B 15.7 V,100 mA,1.57 W, $L_o \leq 1 \text{ mH}$, $C_o \leq 650 \text{ nF}$ 电子限流矩形特性;
- 7 —— 带有放大器的分析仪(本质安全设备);
- I —— 本质安全电源;
- II —— 显示器;
- III —— 绘图仪;
- IV —— 放大器。

图 C.4 互连示例

分析仪为本质安全设备;电源、显示器和绘图仪为 GB 3836.4—2010 规定的关联设备。正常运行中,只有当显示器和绘图仪为无源时,主线供电作为有源电源才有效。然而进行安全分析时,取合格证中记录的三种仪器在故障条件下的最大值作为基础。

提供下列信息。

a) 电源

输出防爆型式 Ex ib II B

最大值:

$$U_o = 15.7 \text{ V}$$

$$I_o = 100 \text{ mA}$$

$$P_o = 1.57 \text{ W}$$

$$L_o = 1 \text{ mH}$$

$$C_o = 650 \text{ nF}$$

矩形输出特性[图 C.1c)]

b) 显示器

输入防爆型式 Ex ib II C

最大值:

$$U_o = 12 \text{ V}$$

$$I_o = 133 \text{ mA}$$

$$P_o = 0.4 \text{ W}$$

$$L_o = 1.8 \text{ mH}$$

$$C_o = 1.4 \mu\text{F}$$

线性输出特性[图 C.1a)]

c) 绘图仪

输入防爆型式 Ex ib II C

最大值:

$$U_o = 1 \text{ V}$$

$$I_o = 31 \text{ mA}$$

$$P_o = 10 \text{ mW}$$

$$L_o = 36 \text{ mH}$$

$$C_o = 200 \mu\text{F}$$

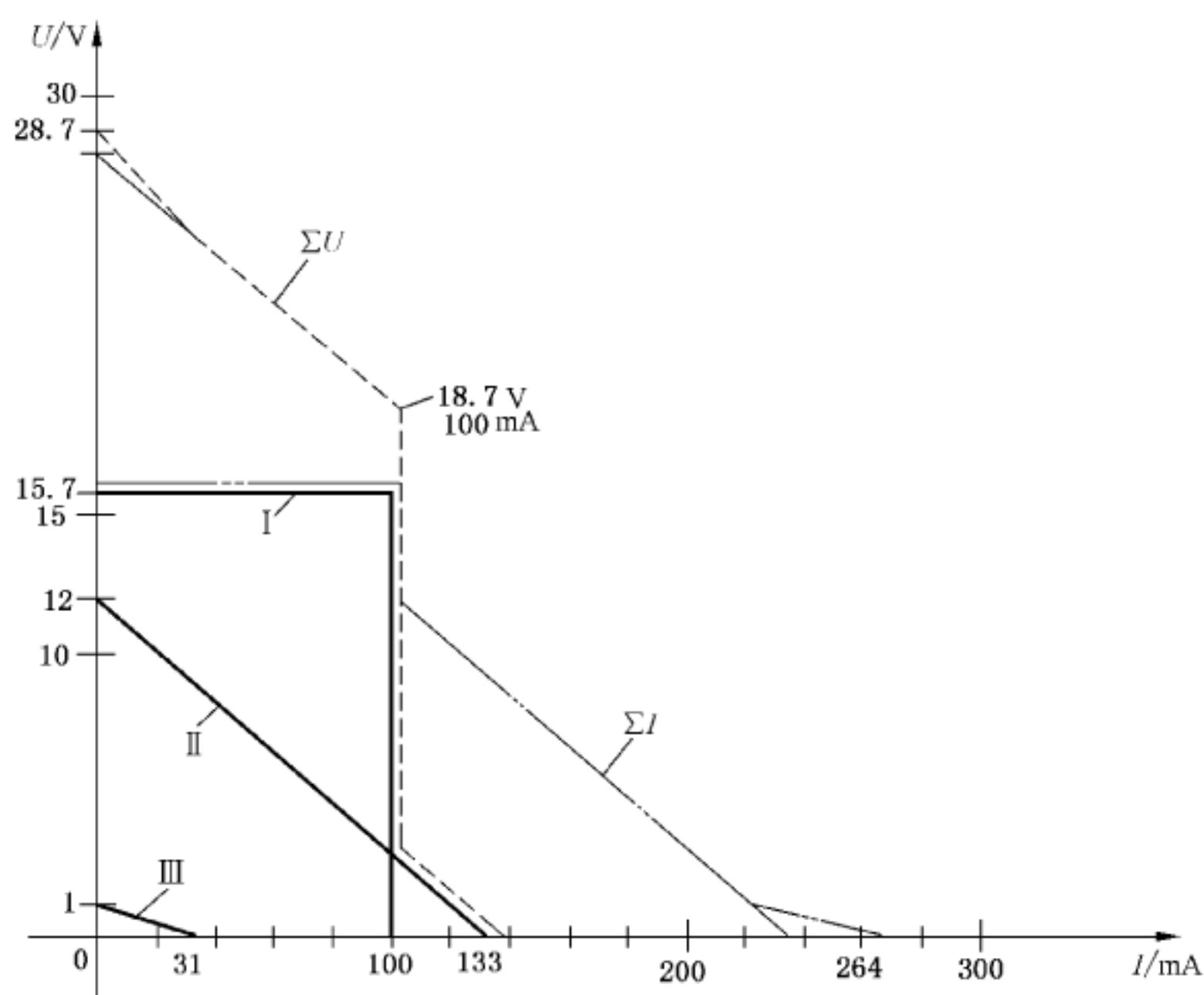
线性输出特性[图 C.1a)]

具有图 C.4 的电路分布,根据分析仪中故障状态,按图 C.2e)电压或电流叠加。图 C.5 显示独立特性及电压和电流相加的两个合成总特性。

为了检查本质安全性能,在图 C.8b)中绘制两个总特性(II B 类别, $L = 0.5 \text{ mH}$)[图 C.6a)和图 C.6b)]。

在电压叠加的曲线中,18.7 V 和 100 mA 处的拐角点显然为临界点,该临界点最接近矩形电源的电感极限,但没有达到。在这一点,达到了理论最高功率 1.9 W。

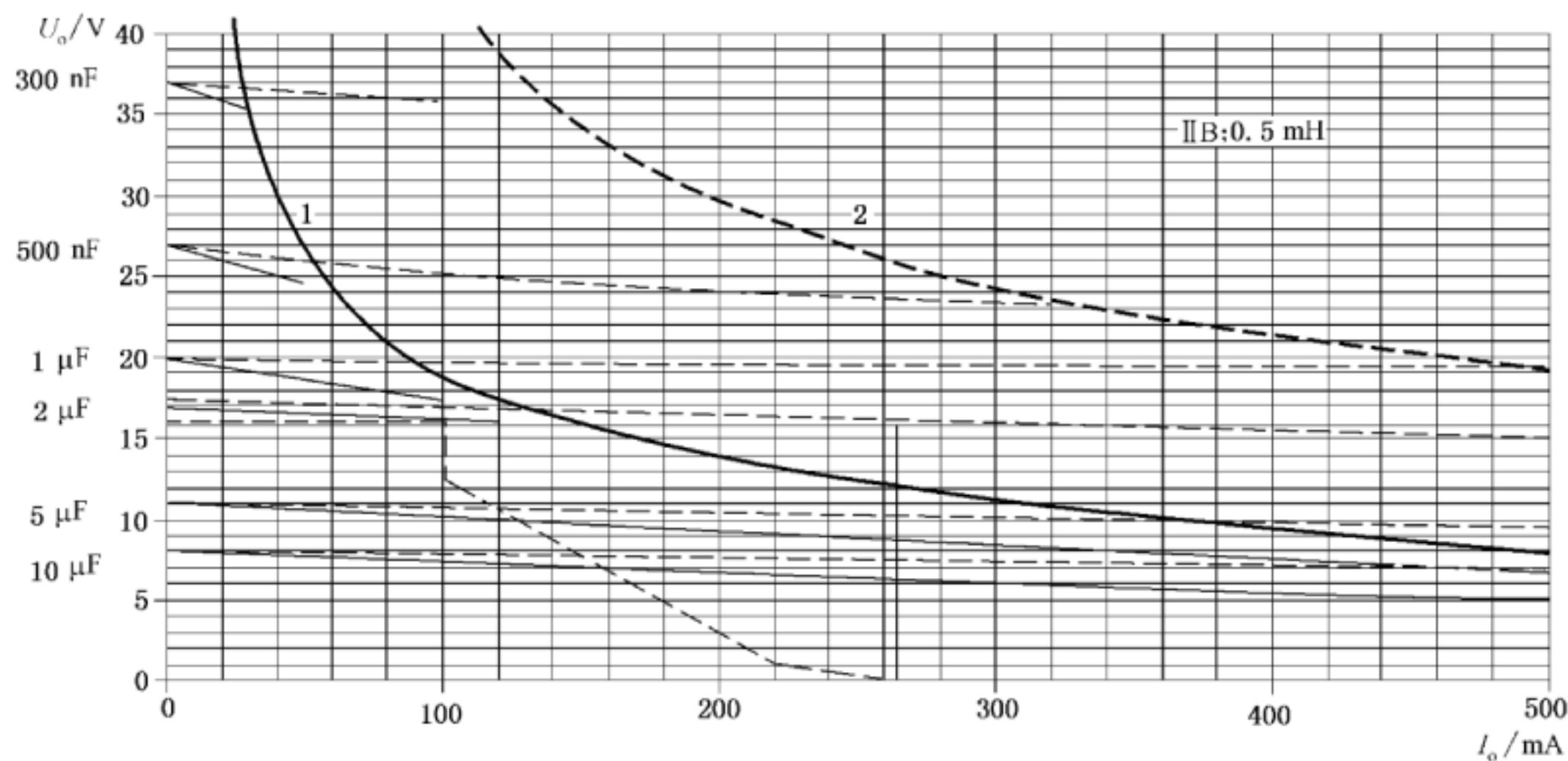
由于该组合的二个综合特性均没有与图 C.6a)和图 C.6b)的线性电源和矩形电源的电感限值曲线横切,安全试验结果合格。针对在目前举例中的合成综合特性的最高电压(28.7 V),根据图 C.6b)中曲线组的最大容许电容能够读到 400 nF。如果用 GB 3836.4—2010 的电压和设备组别表允许的电容查对 II B, 28.7 V 的值,则电容的允许值为 618 nF, 比在这里确定的 400 nF 值高。



说明：

- I —— 电源；
- II —— 显示器；
- III —— 绘图仪。

图 C.5 图 C.4 所给电路的总合成特性

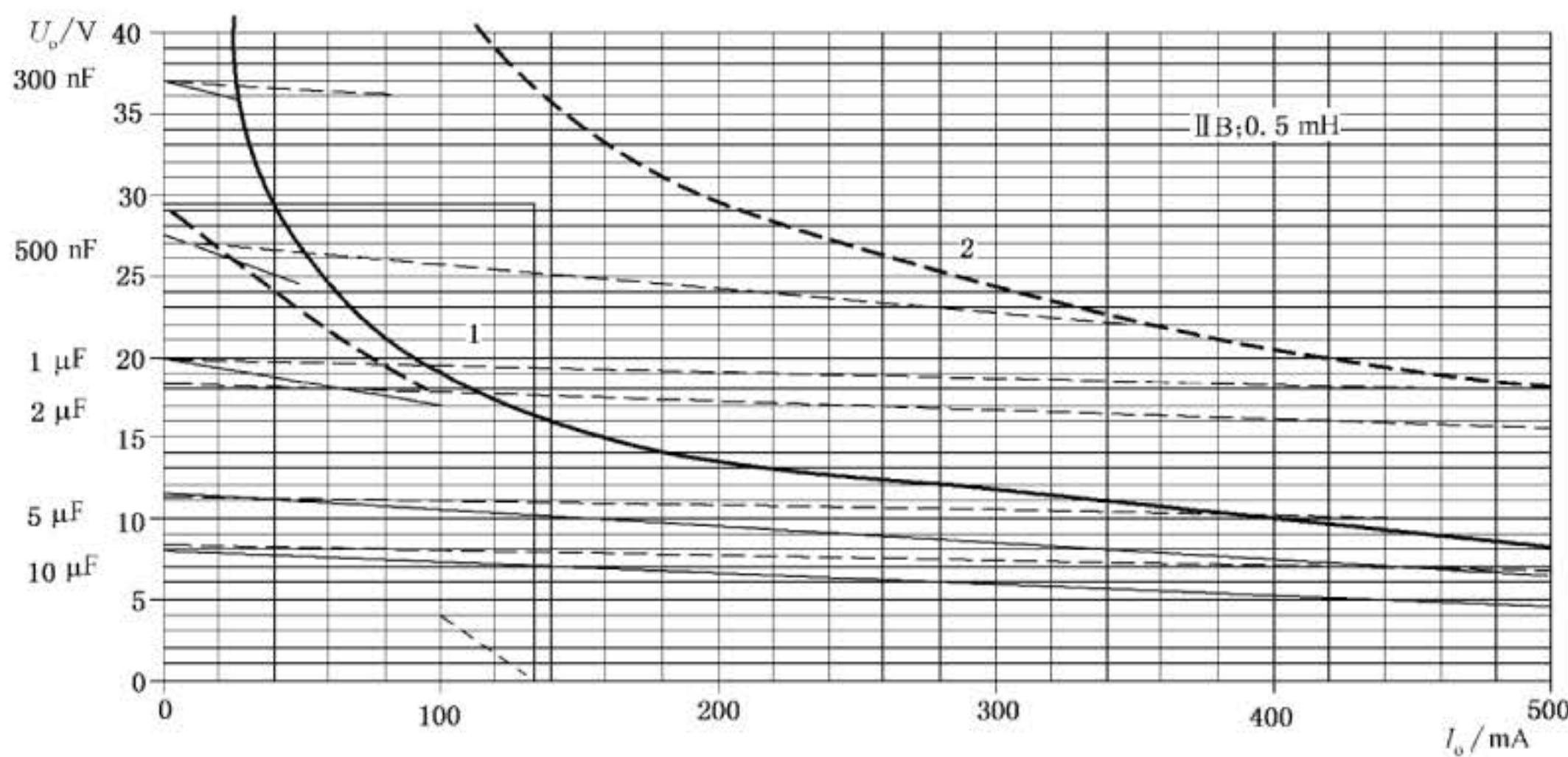


说明：

- 1 —— 矩形特性电源电感限值；
- 2 —— 线性特性电源电感限值。

a) 电流叠加

图 C.6 图 C.4 所给示例的电流叠加和/或电压叠加



说明：

- 1——矩形特性电源电感限值；
2——线性特性电源电感限值。

b) 电压叠加

图 C.6 (续)

该组合的综合值如下：

II B 类

最大值

$$U_o = 28.7 \text{ V}$$

$$I_o = 264 \text{ mA}$$

$$P_o = 1.9 \text{ W}$$

$$L_o = 0.5 \text{ mH}$$

$$C_o = 400 \text{ nF}$$

因为在目前的举例中关联设备(电源、显示器和绘图仪)在本质安全输入/输出端没有有效电感或电容,可用本质安全型设备(分析仪)和互连电缆的电容和电感的最大值。

C.5 小结

化学和石化工业中,设计和建造测量和加工设备时,经常需要把认证过的设备与本质安全型电路组合在一起。

GB/T 3836.15—2017 的安装规则规定,如果通过计算或测量验证了互相连接的安全性,则允许危险场所用电气设备的设计人员、生产者或操作人员自己负责处理这种组合。由于操作人员通常没有进行测量验证的装置(操作人员不可能拥有必要的设备),允许操作人员利用适用的计算方法。到目前为止 GB/T 3836.15—2017 仅提供了一种能专门用于有纯线性内阻的电源的方法,但这种方法也不一定

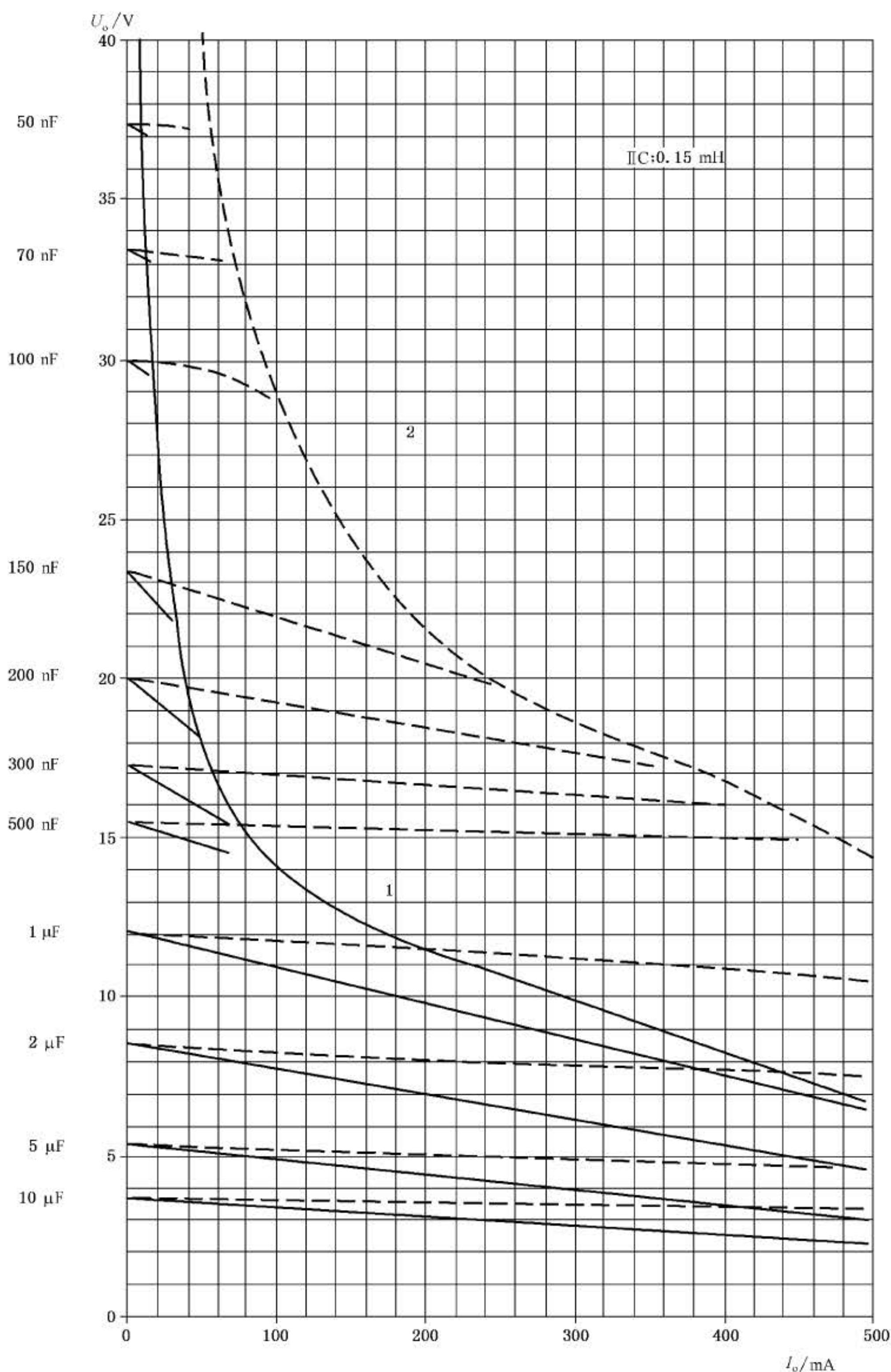
总能得出安全布局。但是在实践中,经常出现非线性特性的电源,然而到目前为止,只有得到检验站的支持,才有可能组成这样的组合。

因此形成一种方法,允许利用曲线图对线性电路和非线性电路电网组合进行安全评估。这种方法适用于爆炸级别ⅡB 和ⅡC 以及 1 区危险场所。

这种方法的基本部分是,对本质安全电源有关的输出特性用图解求和。然后把综合特性标绘成适当的曲线图,根据曲线图可以对电阻电路、电感电路、电容电路以及组合电路进行本质安全评定(即负载同时具有电感和电容)。这种方法的显著优点是,仅用一个曲线图可以得出与安全数据有关的所有信息和限定条件。该曲线图已采用了规定的 1.5 倍的安全系数。

C.6 曲线图

收入图 C.9 中的图表可以用来拷贝到透明软片上。然后可以绘制自己计算的电压总和或电流总和曲线图,根据不同的限值曲线图(通用比例)进行评定。以下页面上给出了符合表 C.2 的限值图,有普通比例和最佳比例。

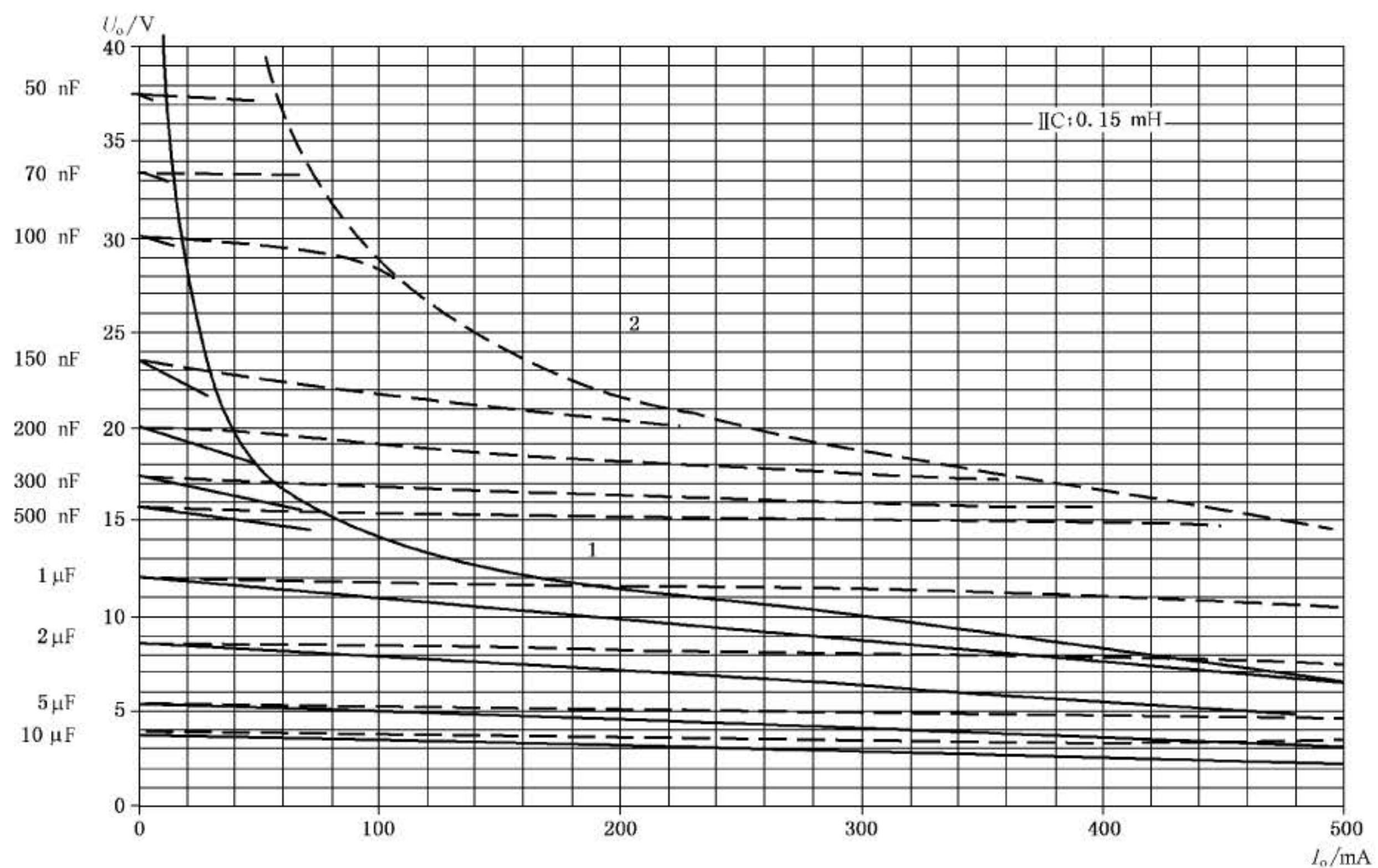


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

a) 0.15 mH 图

图 C.7 通用电源特性极限曲线图——II C 组

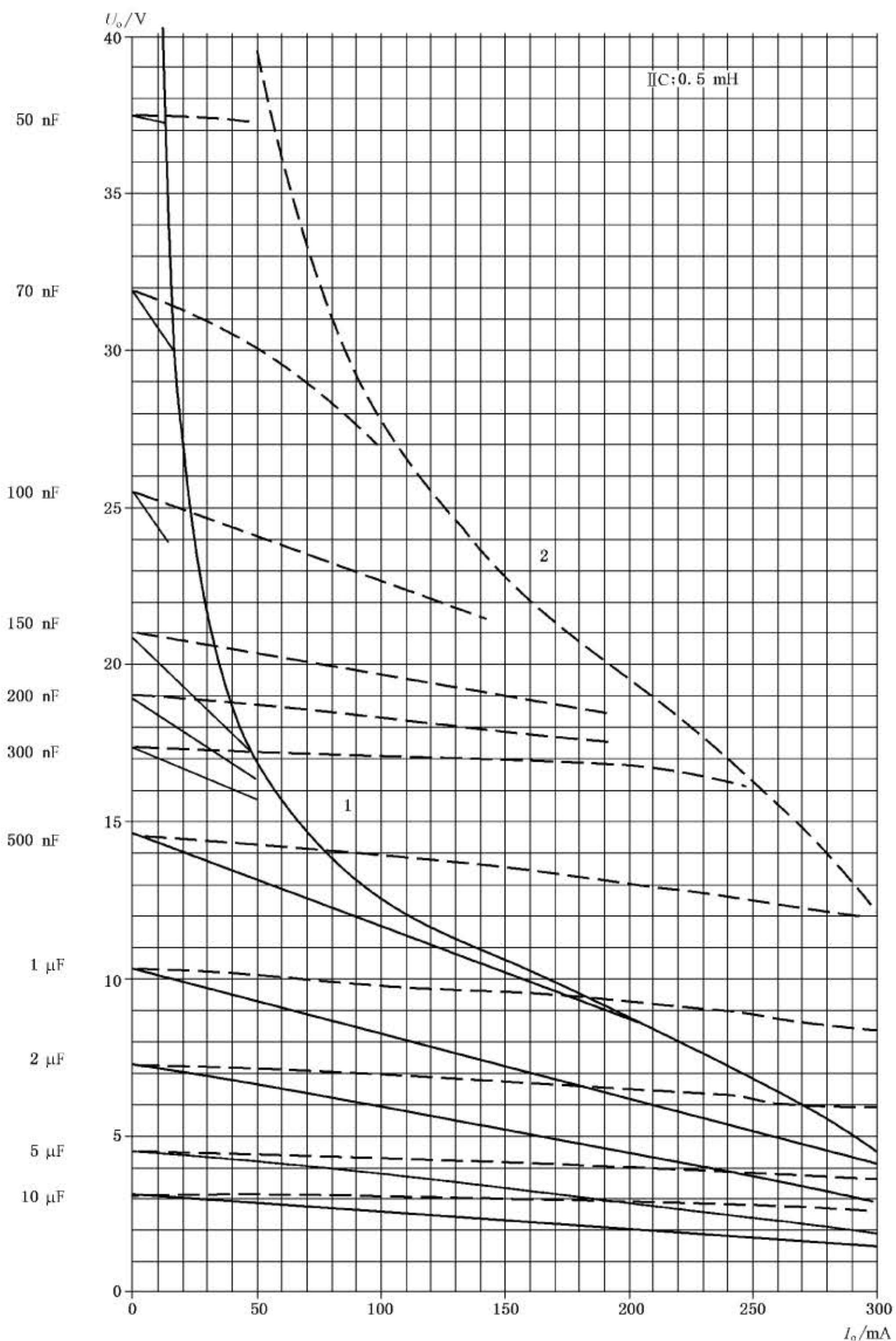


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

a) 0.15 mH 图

图 C.7 (续)

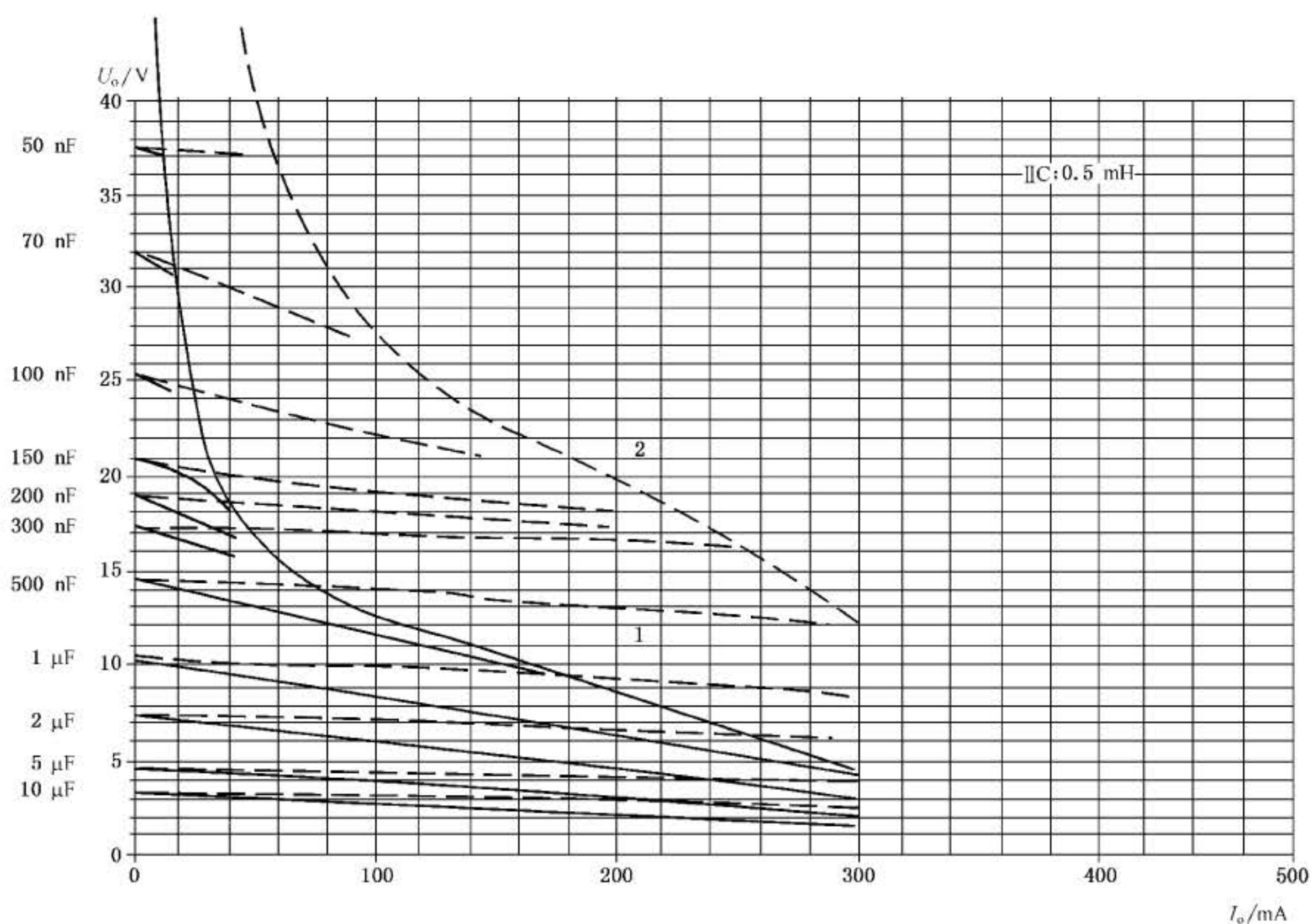


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
 2—线性特性电源电感限值。

b) 0.5 mH 图

图 C.7 (续)



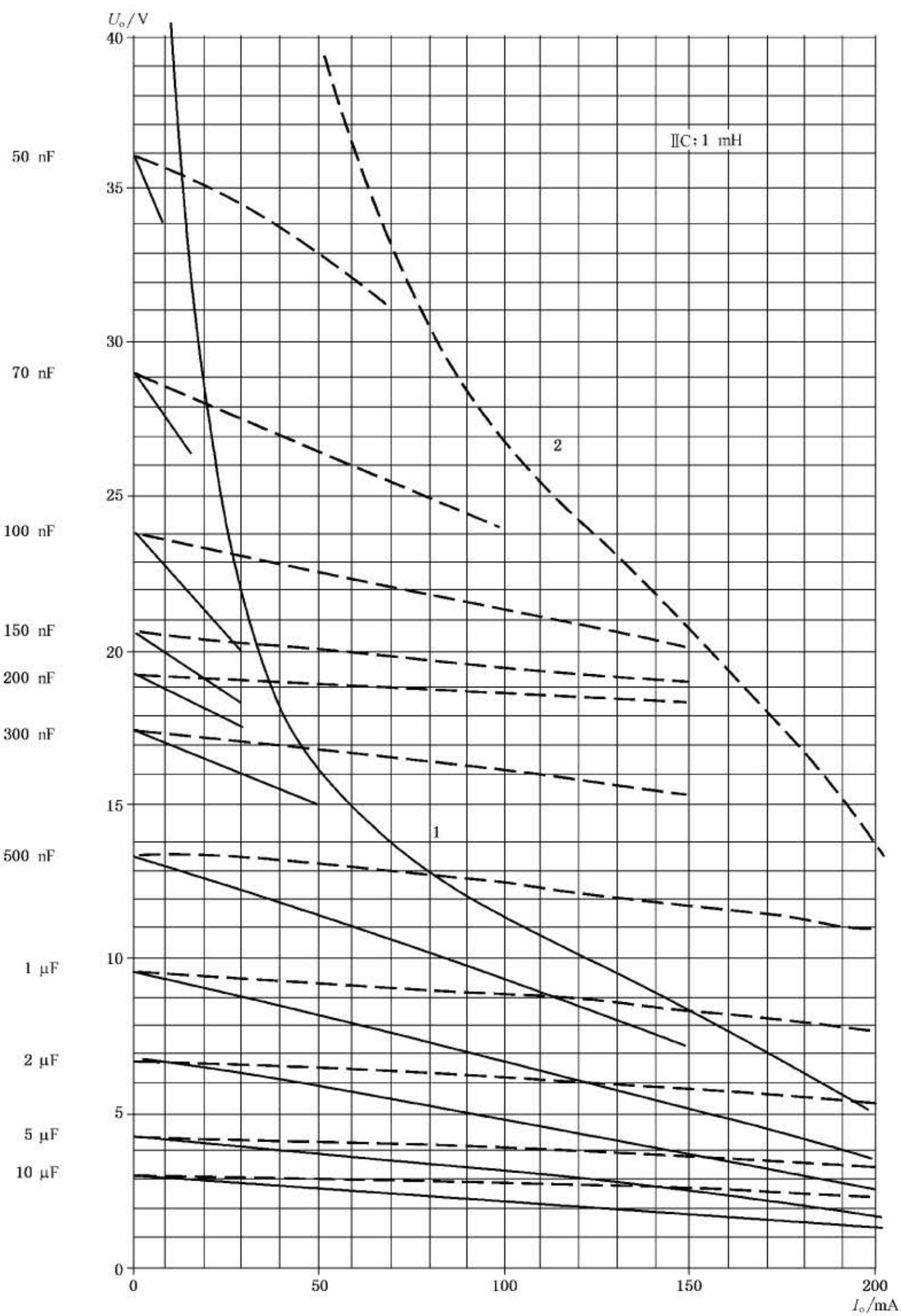
说明：

1—矩形特性电源电感限值；

2—线性特性电源电感限值。

b) 0.5 mH 图

图 C.7 (续)

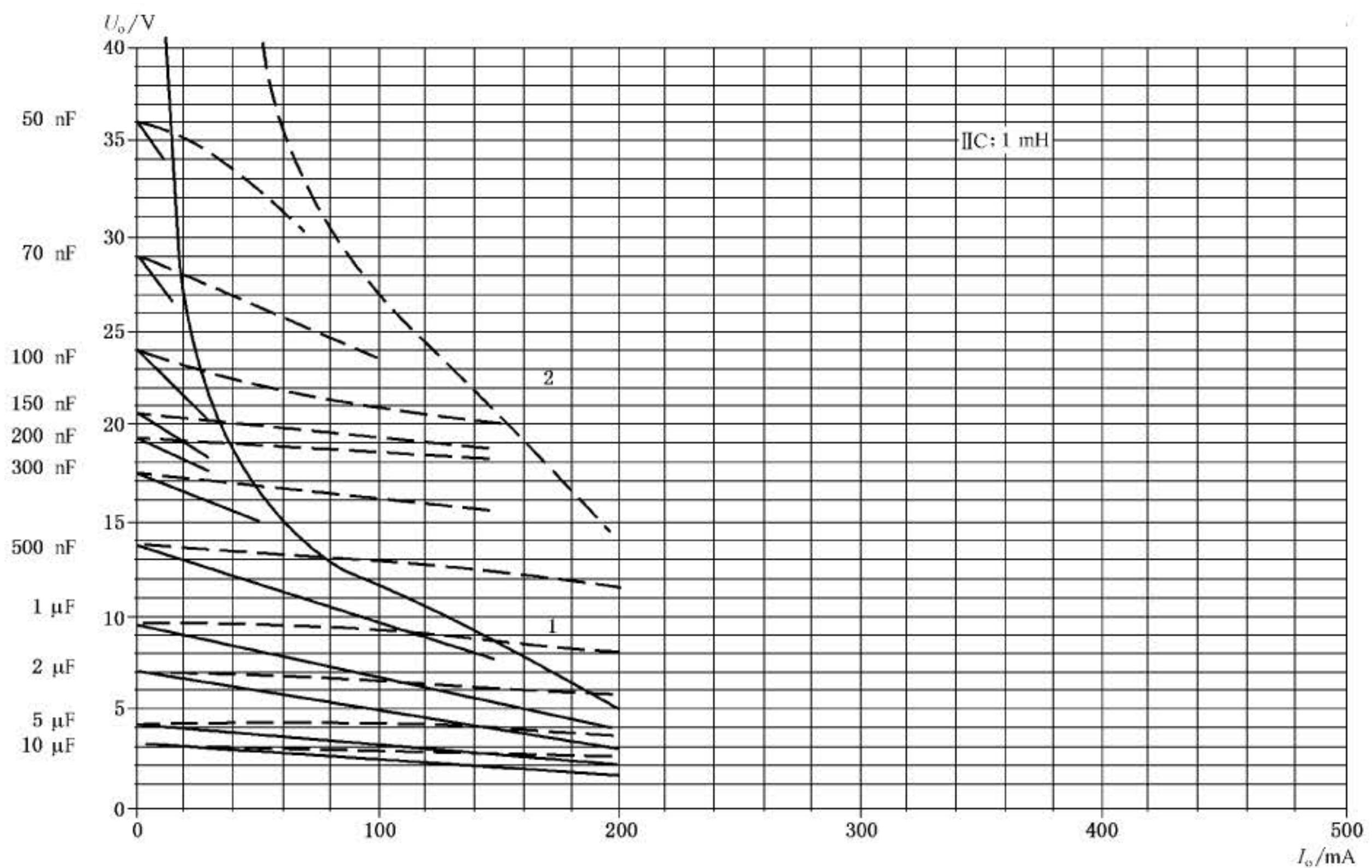


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

c) 1 mH 图

图 C.7 (续)



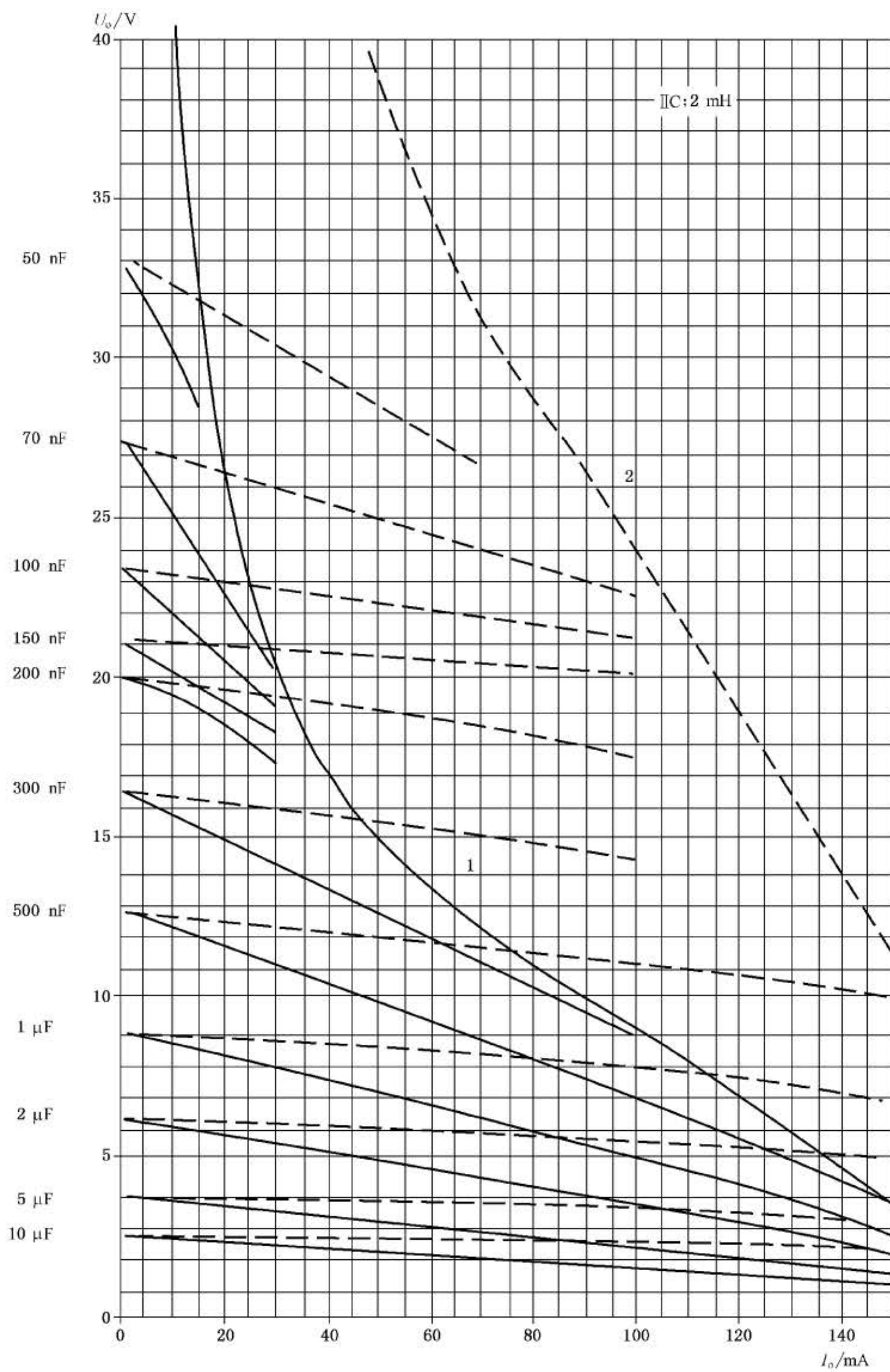
说明：

1—矩形特性电源电感限值；

2—线性特性电源电感限值。

c) 1 mH 图

图 C.7 (续)

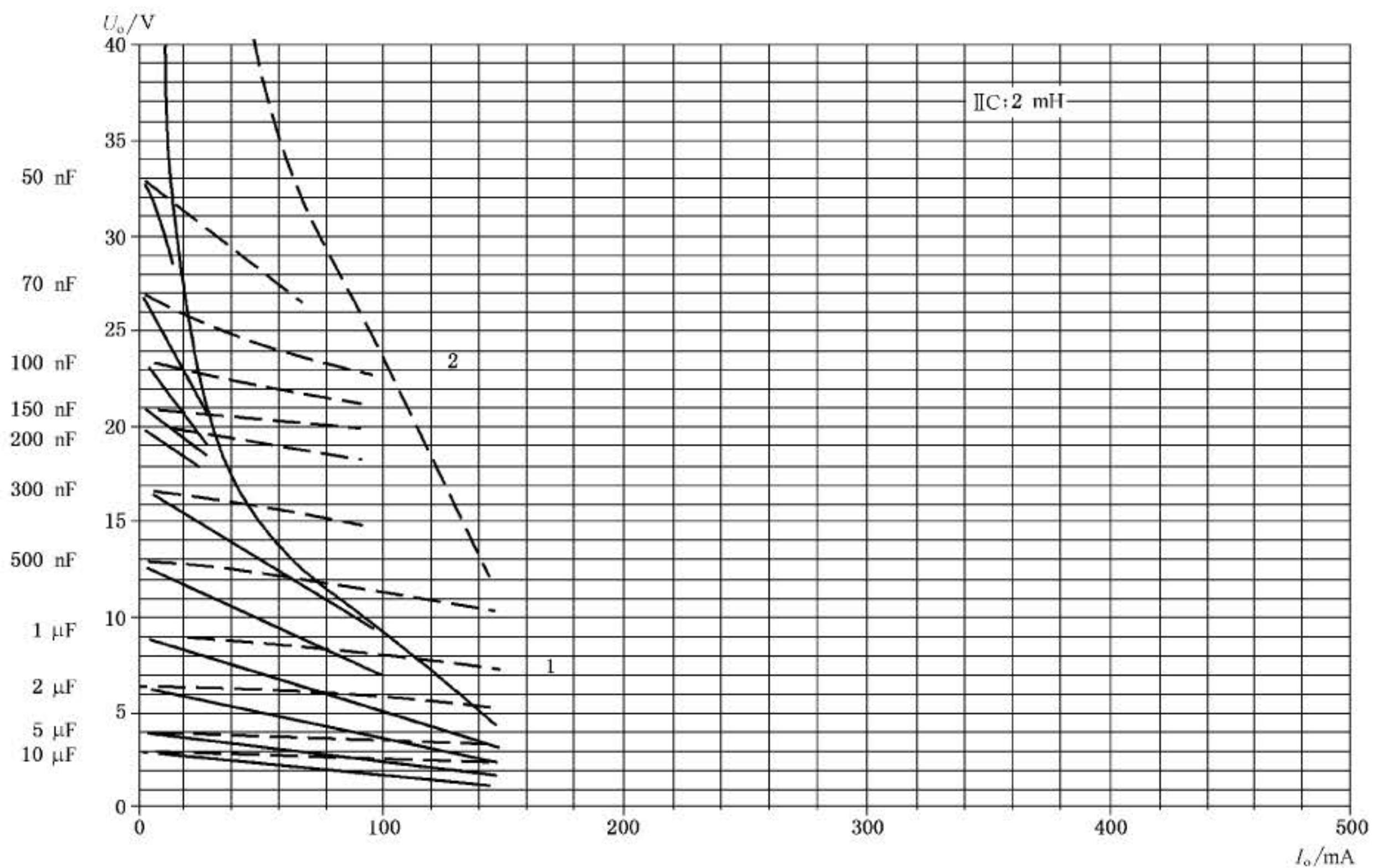


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
 2—线性特性电源电感限值。

d) 2 mH 图

图 C.7 (续)



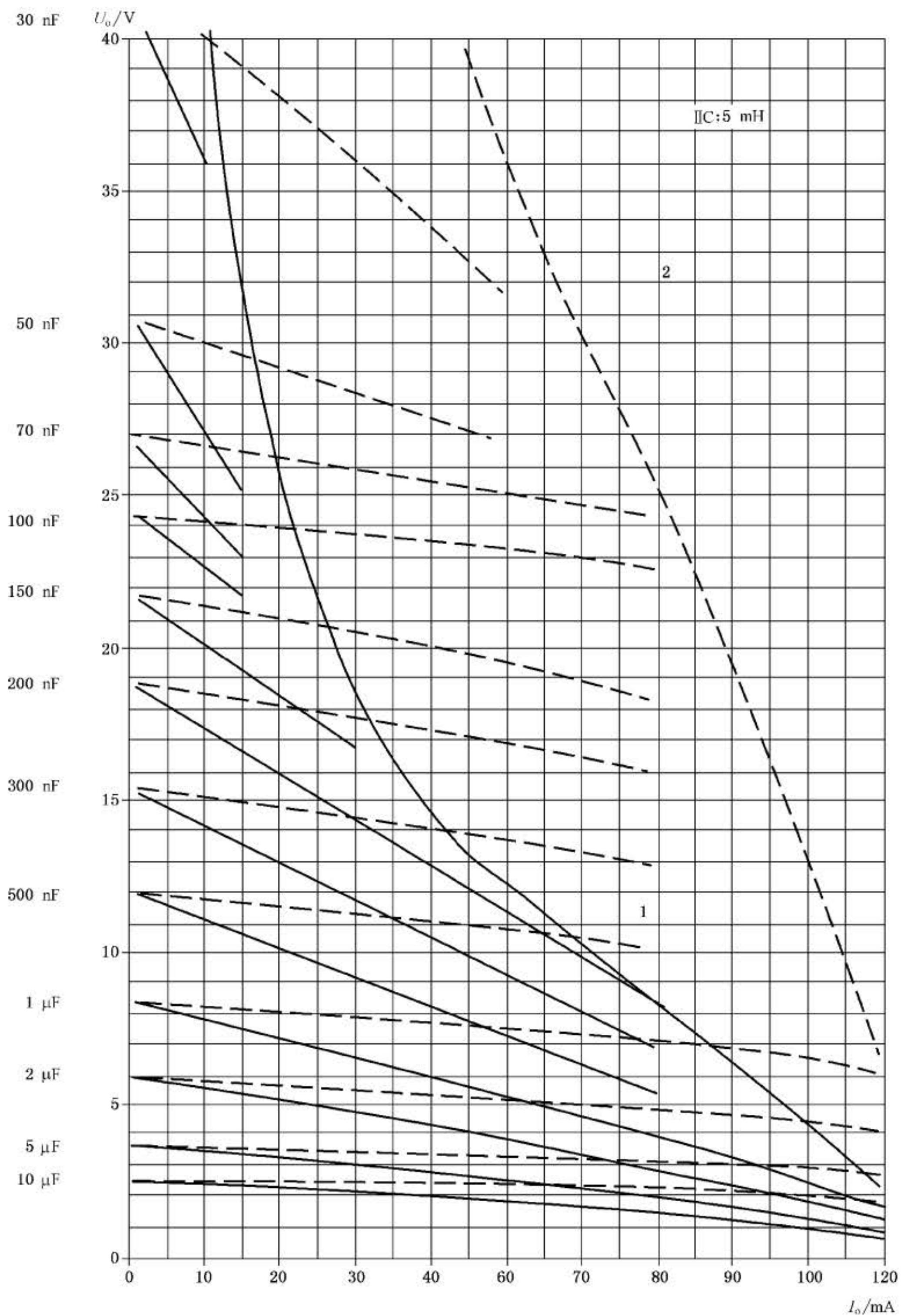
说明：

1——矩形特性电源电感限值；

2——线性特性电源电感限值。

d) 2 mH 图

图 C.7 (续)

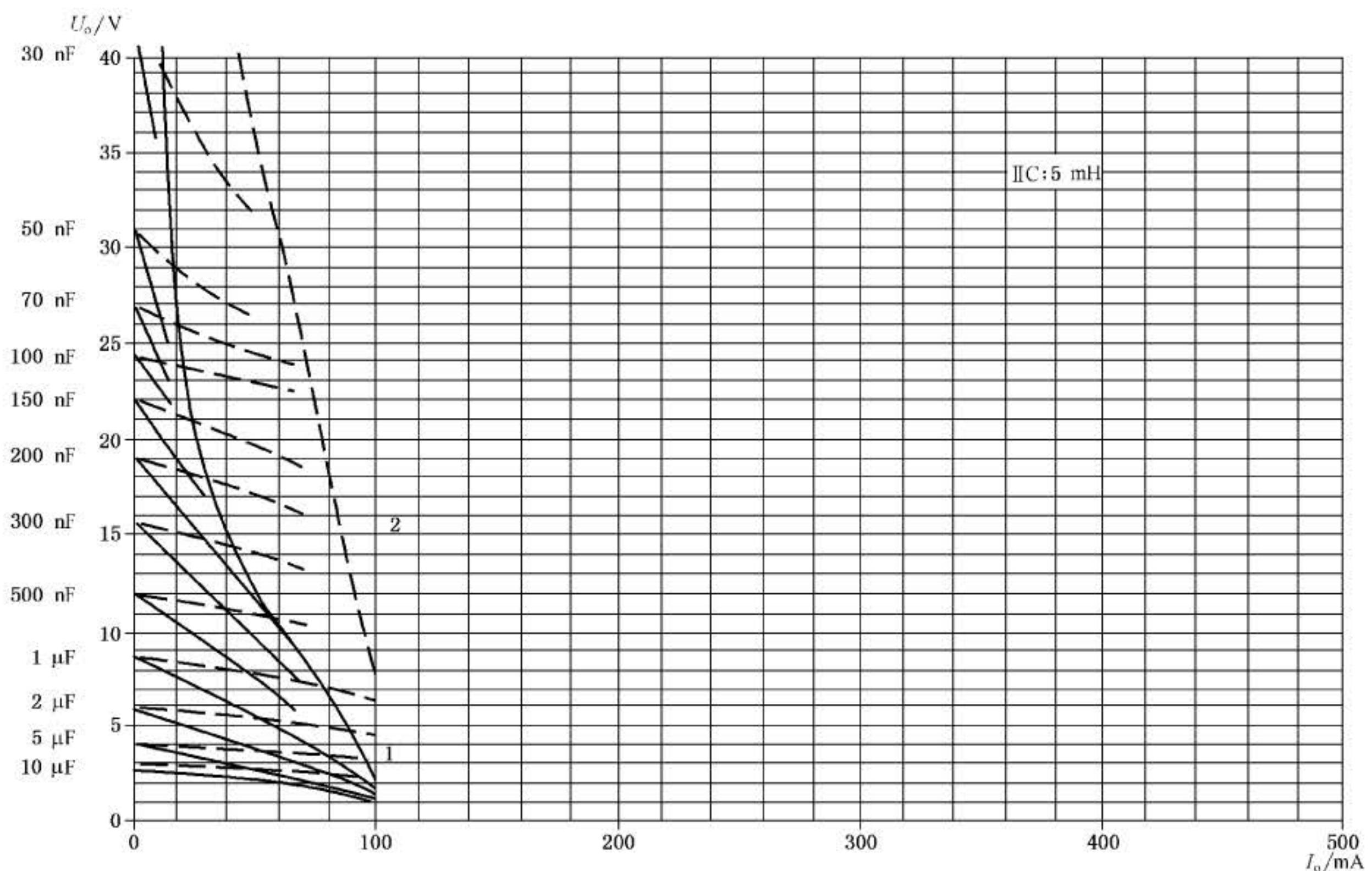


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

e) 5 mH 图

图 C.7 (续)

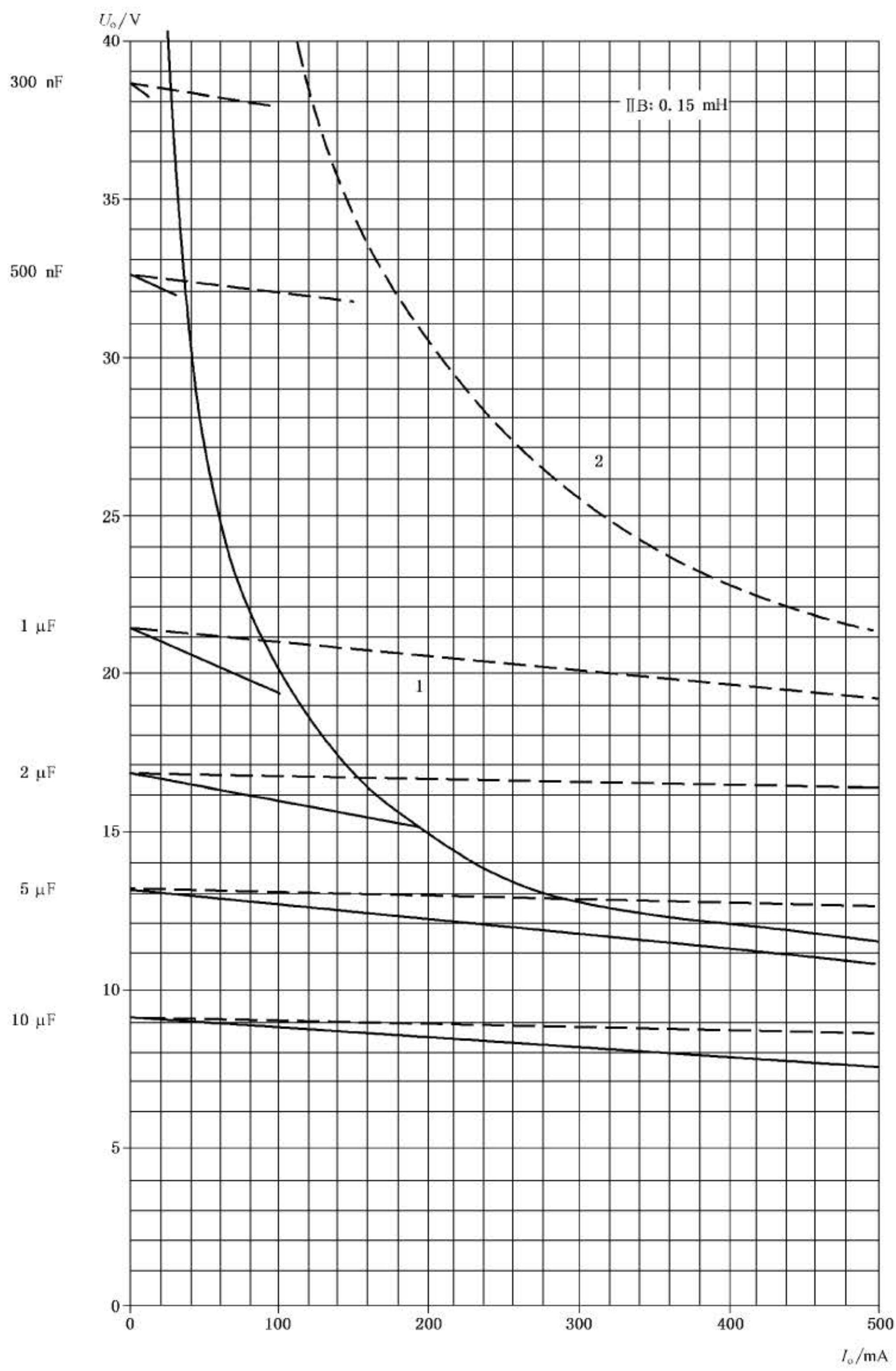


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
- 2—线性特性电源电感限值。

e) 5 mH 图

图 C.7 (续)

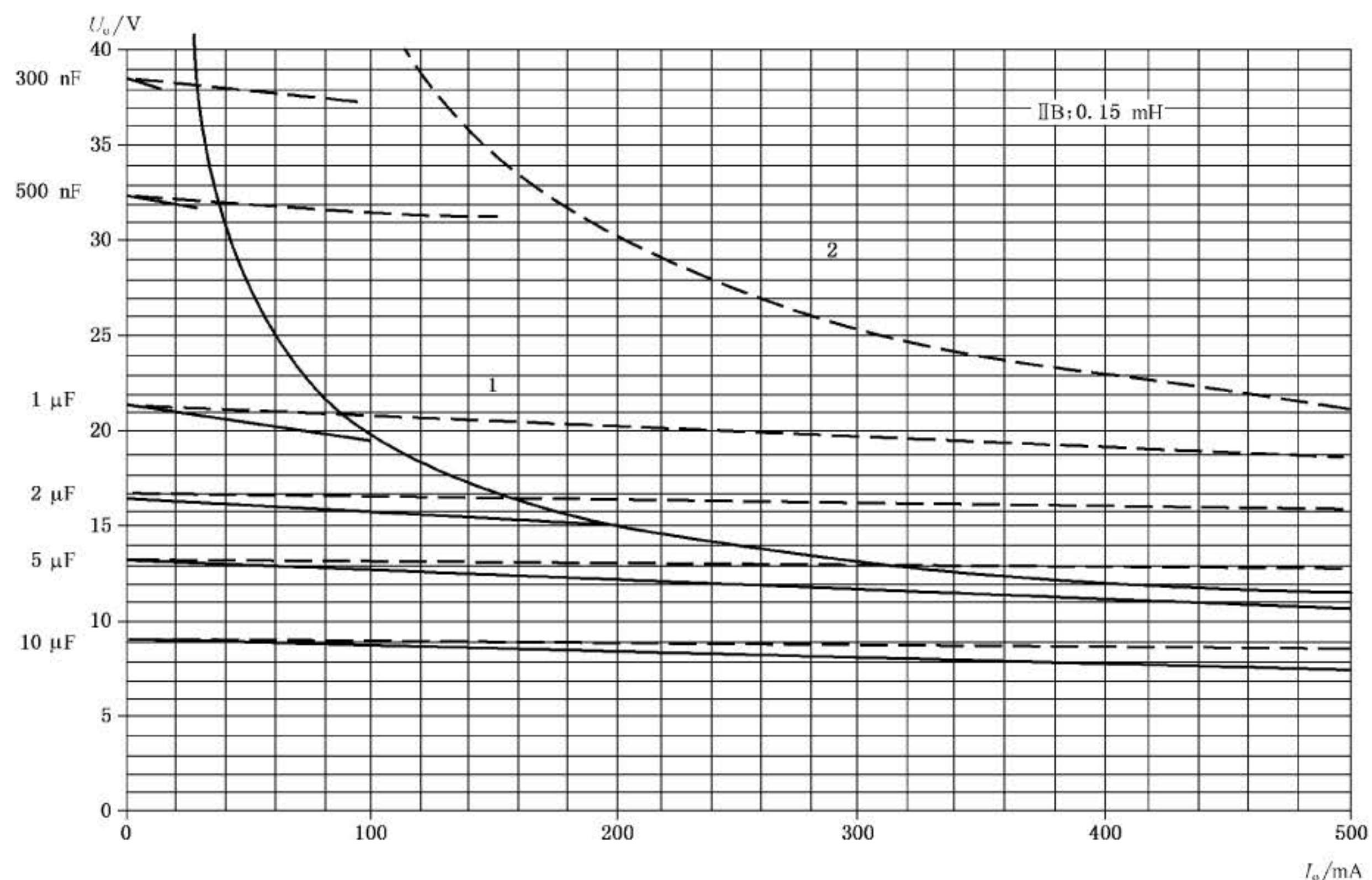


说明：

- 1——矩形特性电源电感限值；
 2——线性特性电源电感限值。

a) 0.15 mH 图

图 C.8 通用电源特性极限曲线图——II B 组

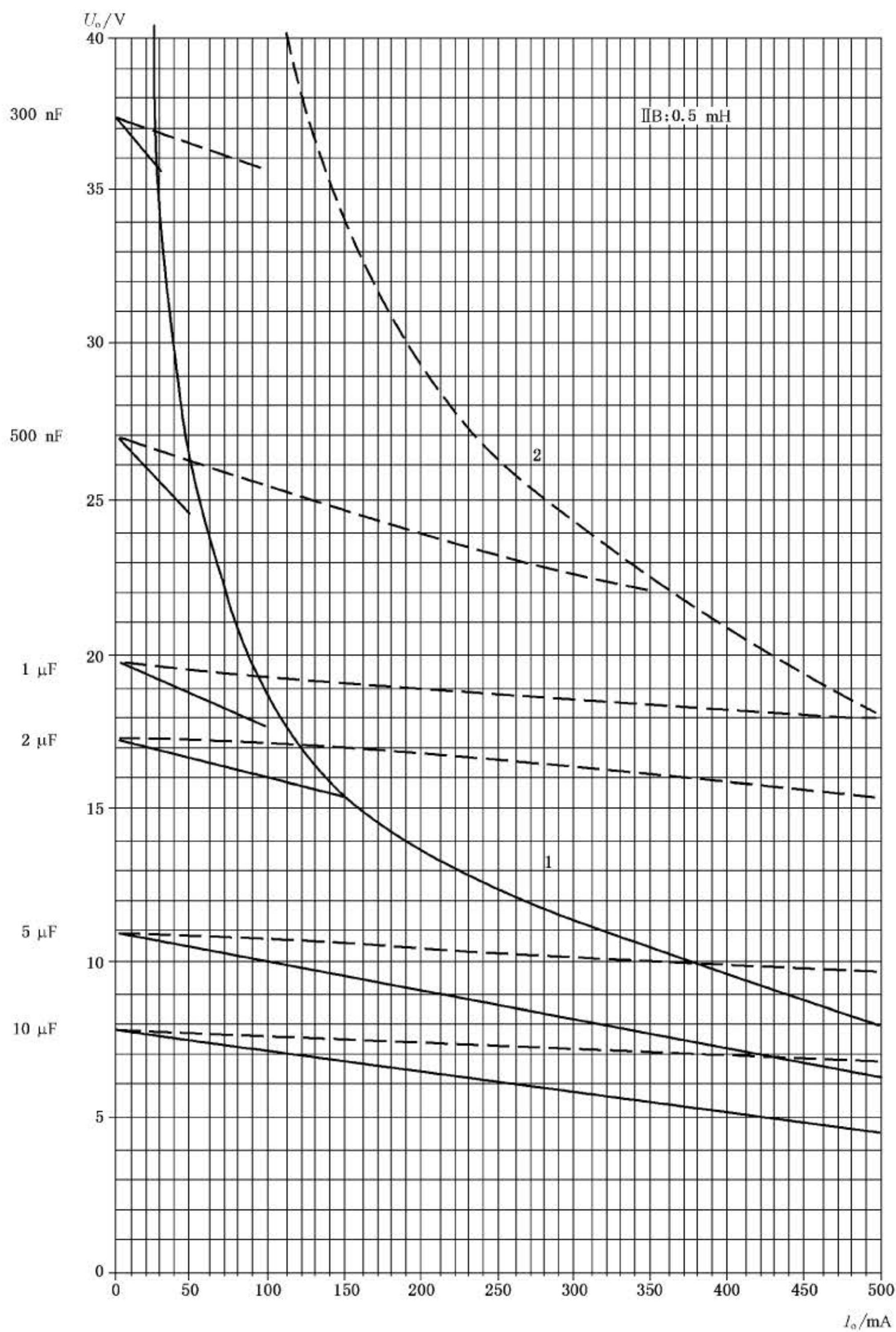


说明：

- 1——矩形特性电源电感限值；
- 2——线性特性电源电感限值。

a) 0.15 mH 图

图 C.8 (续)

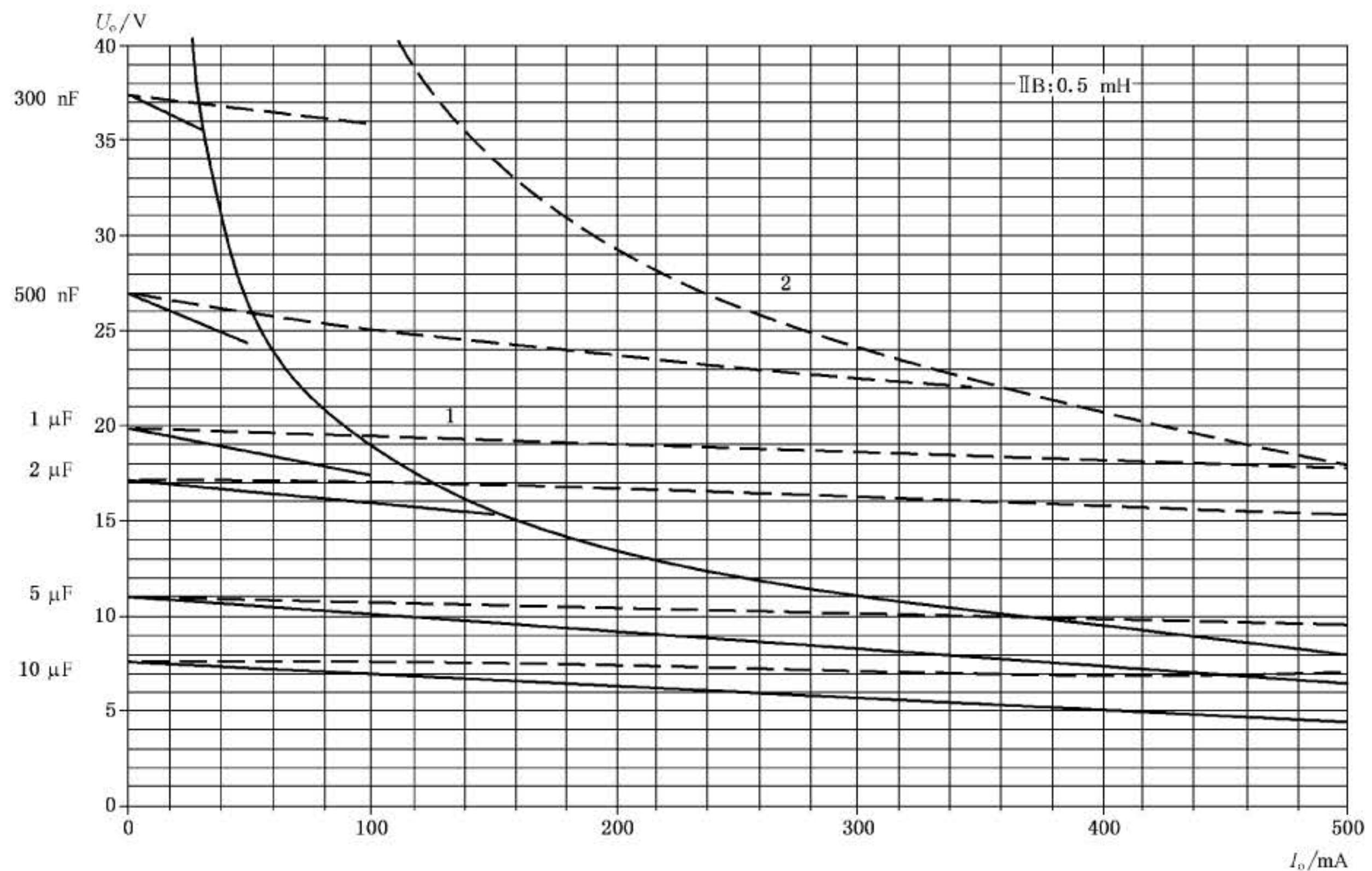


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

b) 0.5 mH 图

图 C.8 (续)

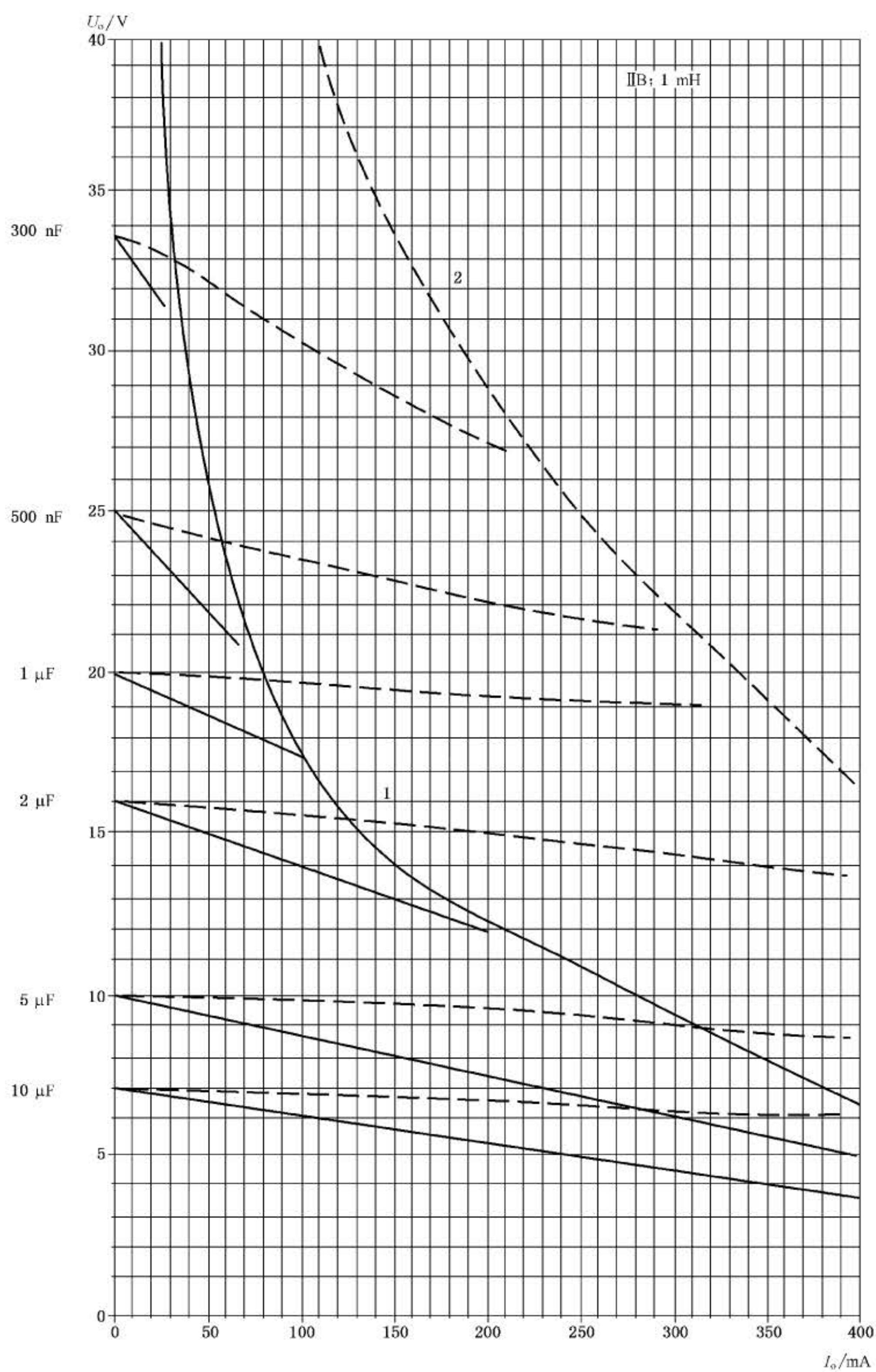


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
- 2—线性特性电源电感限值。

b) 0.5 mH 图

图 C.8 (续)

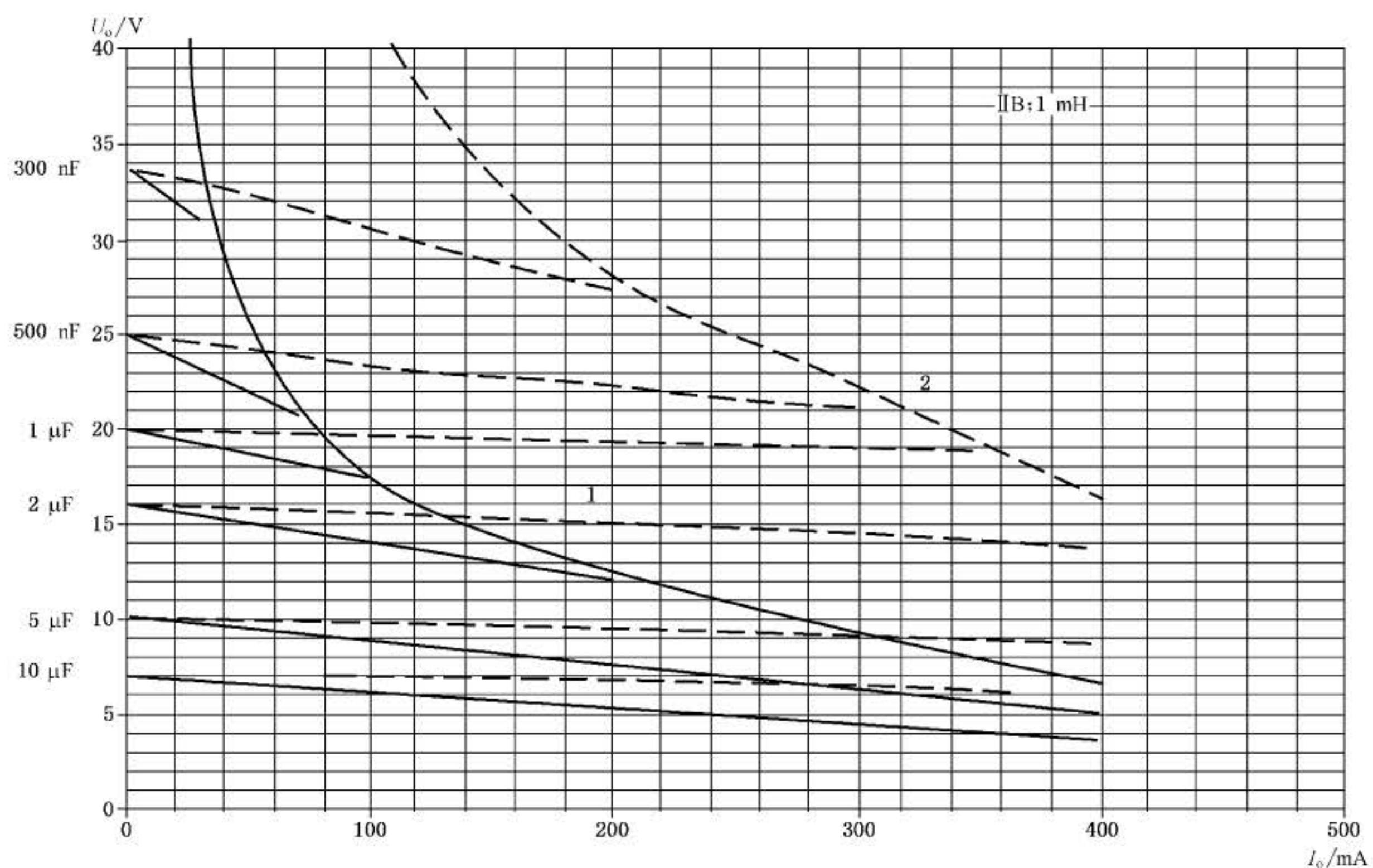


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

c) 1 mH 图

图 C.8 (续)

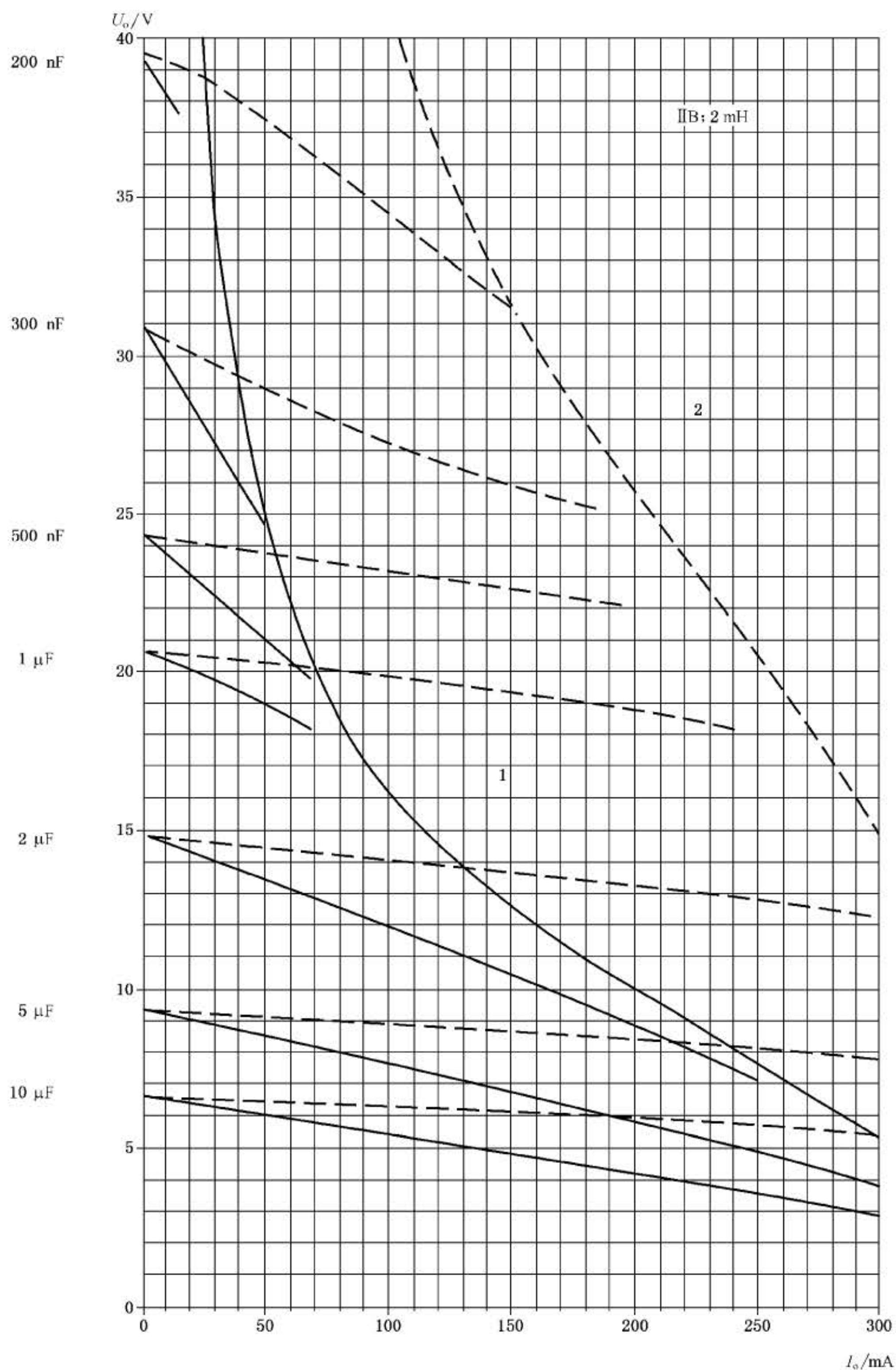


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

c) 1 mH 图

图 C.8 (续)

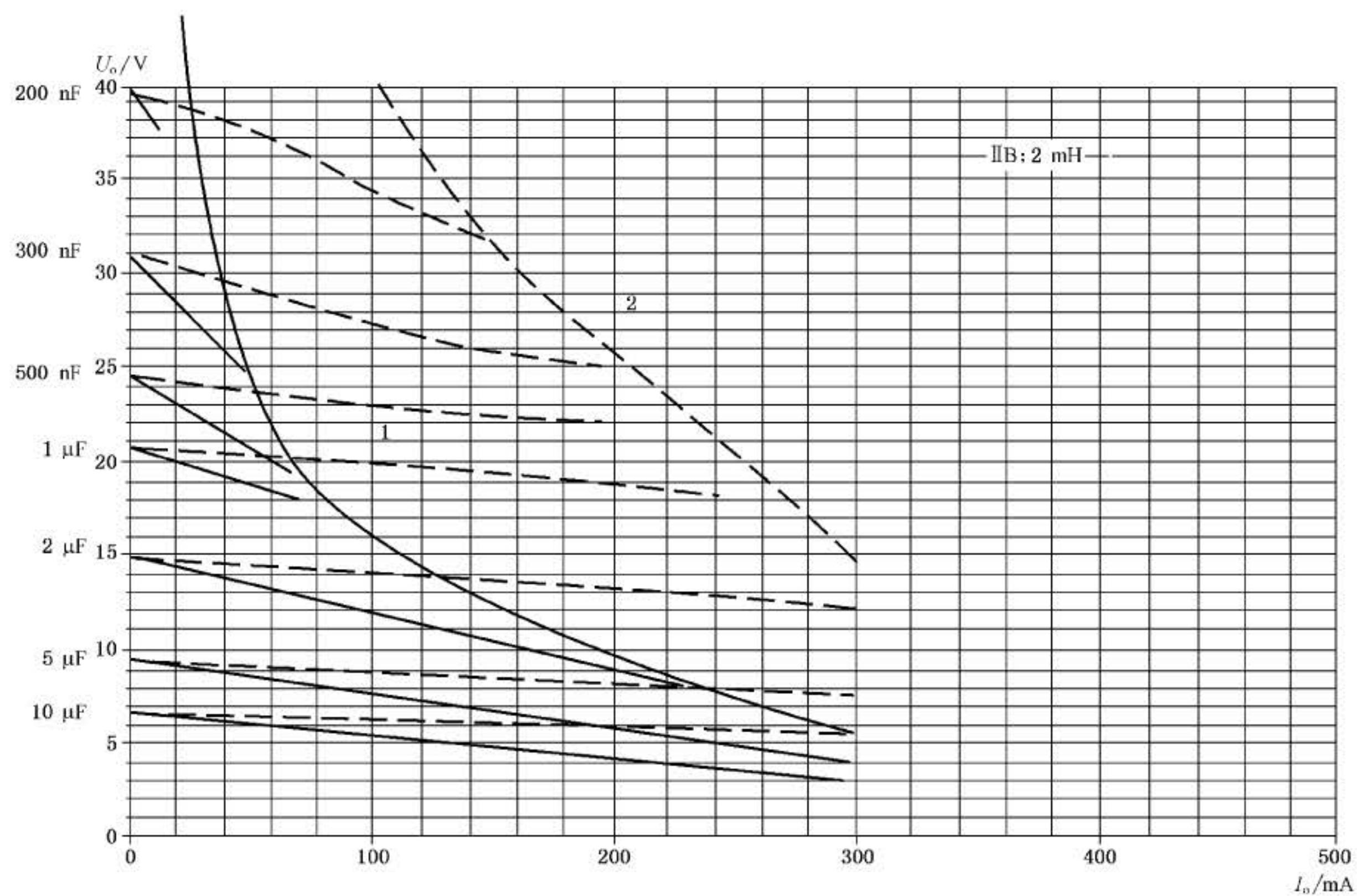


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

d) 2 mH 图

图 C.8 (续)

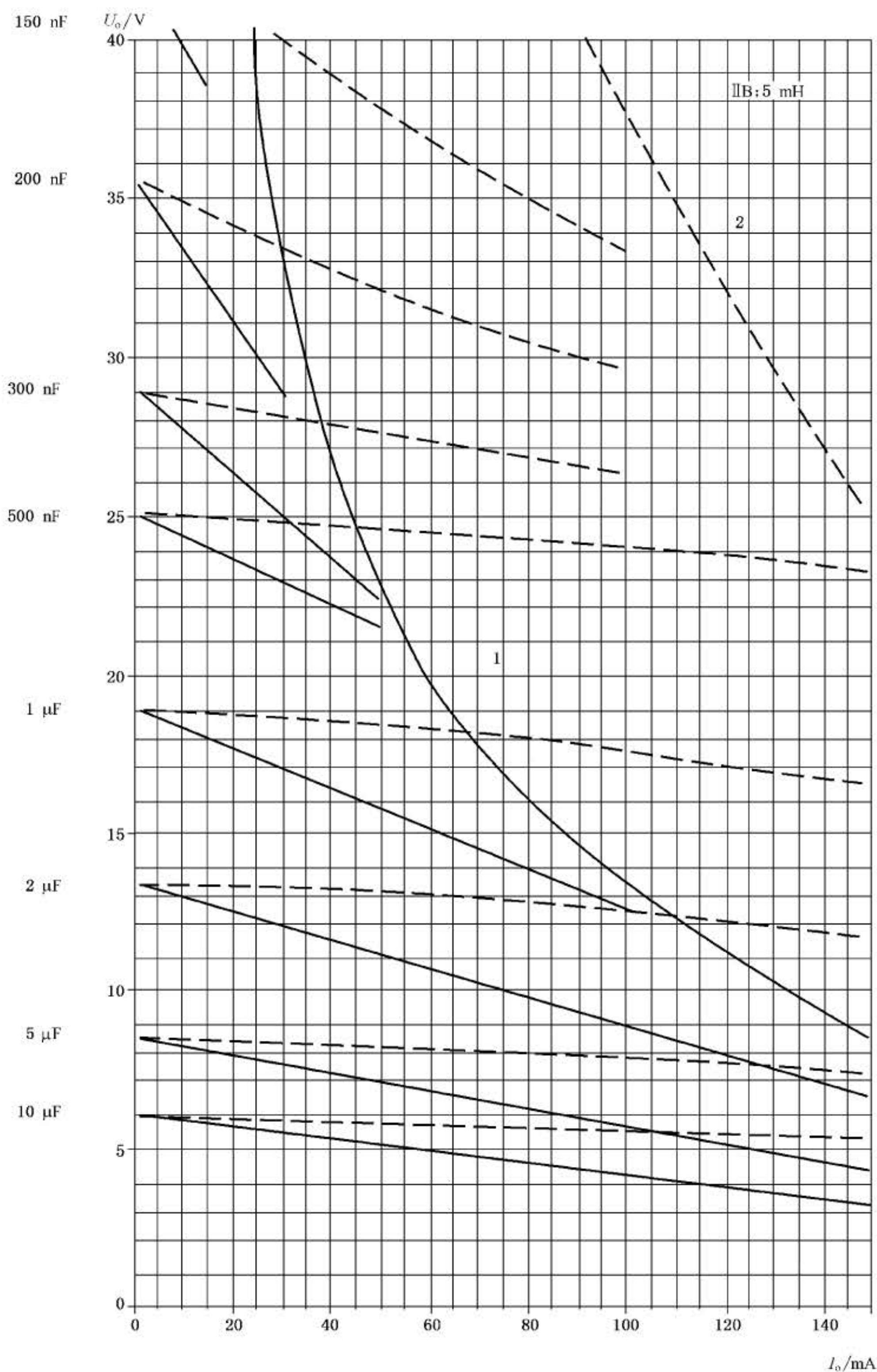


说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

d) 2 mH 图

图 C.8 (续)



说明：

- 1—矩形特性电源电感限值；
2—线性特性电源电感限值。

e) 5 mH 图

图 C.8 (续)

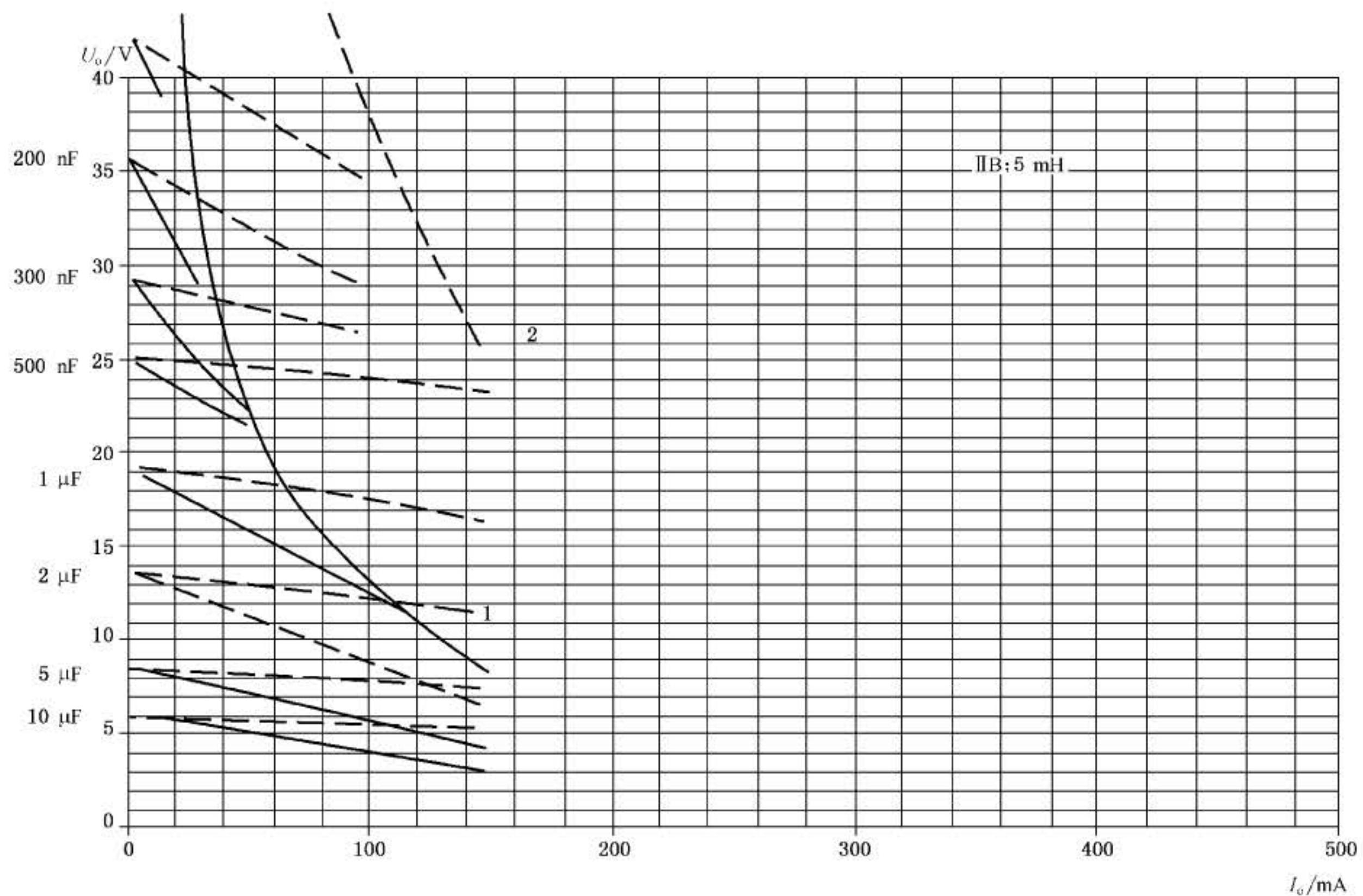
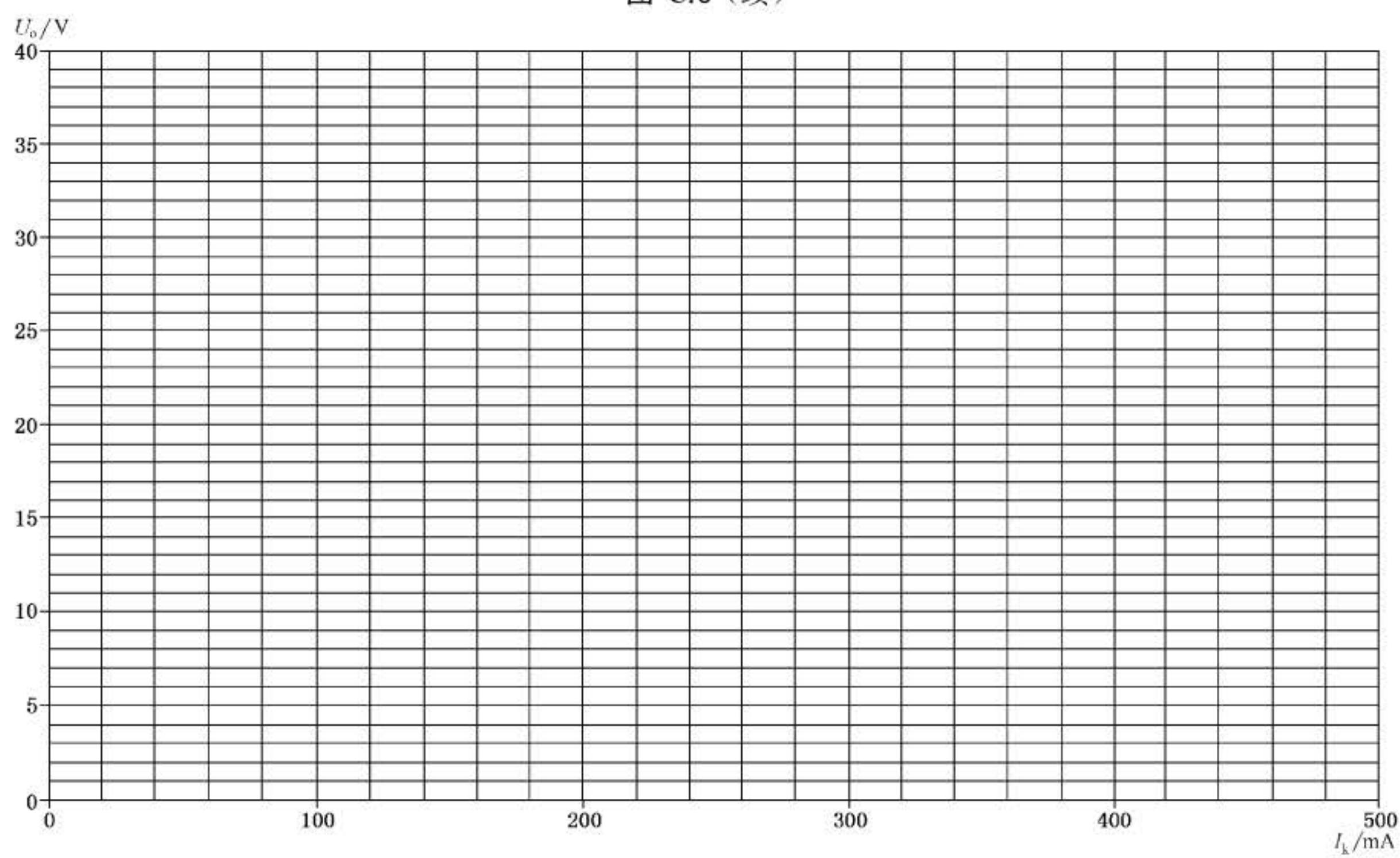


图 C.8 (续)



附录 D
(规范性附录)
电感参数的确定

用图 D.1 说明被分析的系统。

R_i 为电感线圈的内电阻。如果通过附加电阻器来补充线圈电阻,则该电阻器应满足可靠电阻器的标准。

R_o 为线性电源的输出电阻,即 U_o/I_o 。

如果 L_i 小于 L_o , 电缆的容许电感可作为两个数值的差值,则系统符合要求。

如果 L_i/R_i 小于电源允许的 L_o/R_o , 则该系统符合要求,并且电缆允许的 L/R 比仍然是 L_o/R_o 。

注 1: 如果电源使用 GB 3836.4—2010 的电压和设备组别表对应的允许短路电流确定的限流电阻器的最低值,则不考虑电缆电阻时电缆不存在允许电感,并且 L_o 等于零。

如果电感设备不能满足这两项要求之一,则应按下列方法进行更全面的分析。

确定通过电感的电流。在所示电路中,电流是 $I = U_o/(R_o + R_i)$ 。

该电流乘以 1.5,并且使用 GB 3836.4—2010 中规定的适合于规定设备类别的电感曲线图确定最大允许电感 L_{max} 。

如果 L_{max} 小于绕组电感 L_i ,则该电路不合格。

如果 L_{max} 大于 L_i ,则电缆允许电感 L_c 为 $(L_{max} - L_i)$ 或 L_o 两个值中的较小值。

如果需要,应使用下列公式计算,可连接到系统中的电缆的最大电感与电阻比(L_c/R_c)。该公式已考虑了电流 1.5 倍的安全系数;当设备输出端电容 C_i 超过 1% C_o 时,该公式不适用。

$$\frac{L_c}{R_c} = \frac{8eR + (64e^2R^2 - 72U_o^2eL)^{1/2}}{4.5U_o^2} \quad (\mu\text{H}/\Omega)$$

式中:

e —火花试验装置最小点燃能量,单位为毫焦耳(mJ),对于:

I 类电气设备: 525 μJ ;

II A 类电气设备: 320 μJ ;

II B 类电气设备: 160 μJ ;

II C 类电气设备: 40 μJ ;

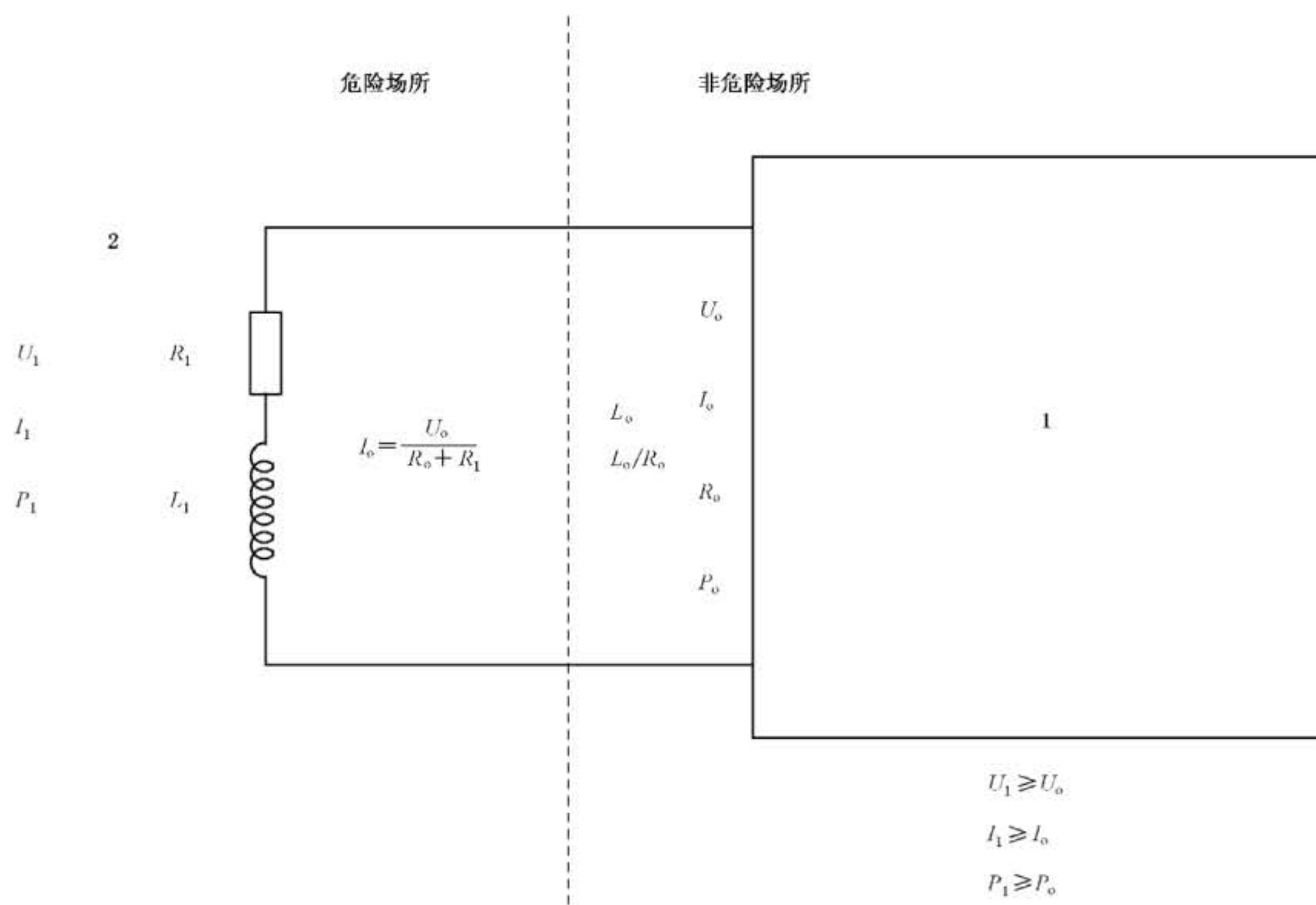
R —电路总电阻($R_o + R_i$),单位为欧姆(Ω);

U_o —最大开路电压,单位为伏(V);

L —电路总电感($L_i +$ 电源的内部电感),单位为亨(H)。

系统电缆的允许 L_c/R_c 为该计算值或电源的 L_o/R_o 比值二者之中的较小值。

注 2: 确定这种电感的温度组别时,假设线圈电阻下降到允许传输最大功率的值。



说明：

- 1—关联设备；
2—电感参数。

图 D.1 典型电感电路

附录 E
(资料性附录)
系统描述图和系统安装接线图的参考格式

本附录的目的旨在举例说明准备图 E.1 所示的系统描述图和图 E.2 所示的安装接线图时优先考虑的信息。本附录的目的不是提倡使用这些图纸的特定格式,也不是暗示用其他方法存入信息达不到同样的效果。所示图例经慎重选择,几乎可以说明复杂系统设计的所有方面,大多数设备比这简单得多,仅包括单个的传感器和连接装置。

该框图包括确认系统状况所必需的全部信息,并且使附录 A 和附录 B 介绍的分析成为可能。RTD 上的注释证实它是简单设备,并且其温度组别由局部过程温度确定。不能通过 500 V 绝缘试验意味着设备在该点接地,因此依靠传感器内部的电隔离满足电路仅在一点接地的要求。

传感器是经认证的设备,并且传感器具有 RTD 输入接线和 4 mA~20 mA 输出接线规定的安全参数。输入电容或多或少地改变了允许的电缆电容,允许的环境温度范围确保传感器适合于在大多数场所的设备上安装。

电隔离接口有准确的输出参数,用来确定允许的电缆参数。限定的电缆参数是 80 nF 电缆电容,该参数在文件编号下的注释中强调。既然该参数可能与特定应用有关,因此给出了对 II B 类的替换参数。

安装接线图是用来把系统描述图转换成特定安装的要求。假设安装技术人员要求必要的信息进行安装,安装已经正确设计。如果技术人员有理由怀疑安装是否适当,他只需要利用系统描述图即可。安装图上增加了属于简单设备的分线盒,也规定了所使用的特定电缆和引入装置。这样的话,他们同意企业标准符合相关要求。明确确定了 RTD 的温度组别,也给出了电缆屏蔽连接的具体说明。图中的信息应能满足随后进行的检验的需要。

再次说明本附录仅介绍了提供信息的一种方法,这一点很重要。基本的要求是,系统描述文件必须包括能够建立足够安全的系统全部信息;安装文件宜包括能够使该系统的特定设备安全地安装在特定地点所必需的信息。

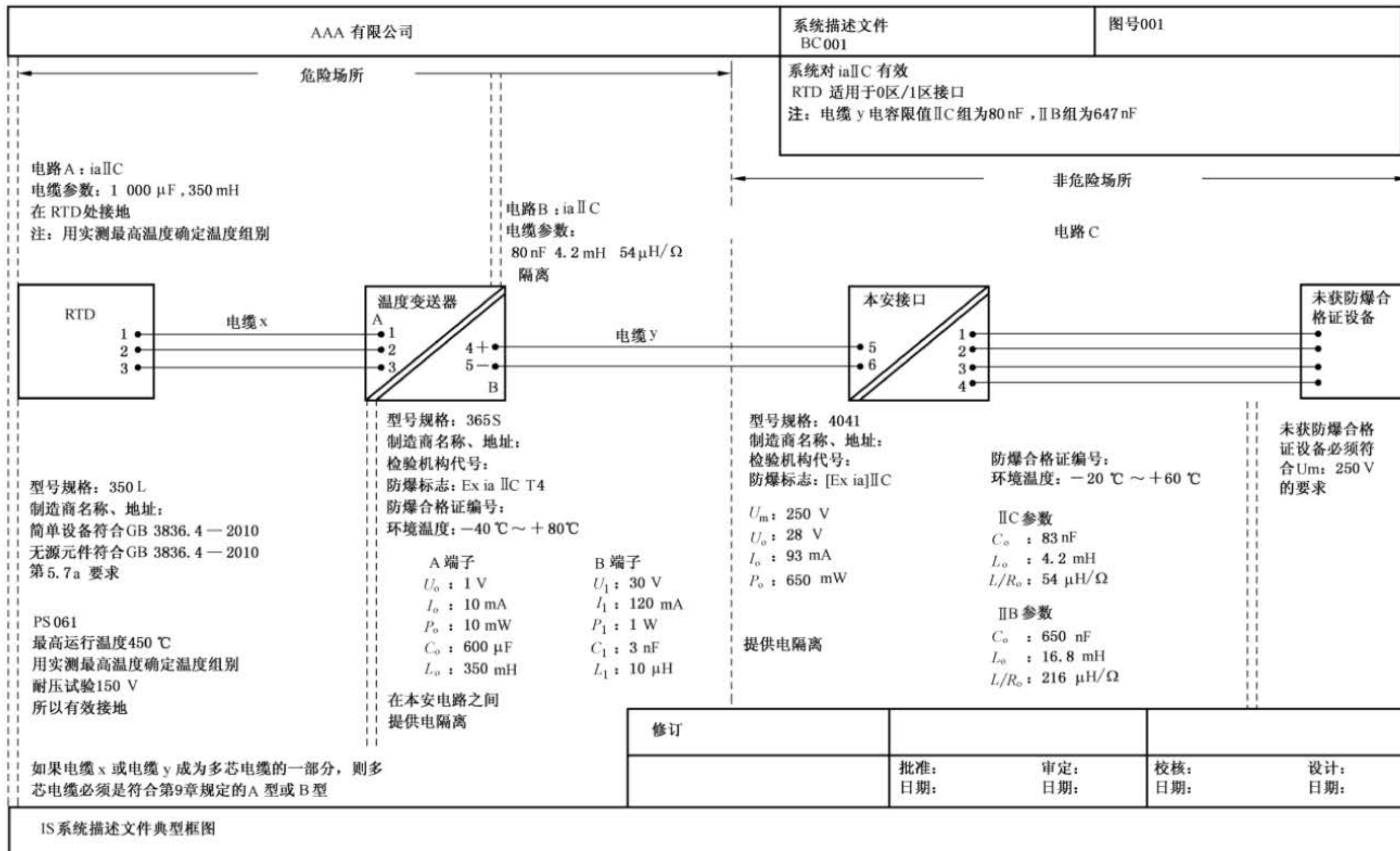


图 E.1 本质安全电气系统描述图示例

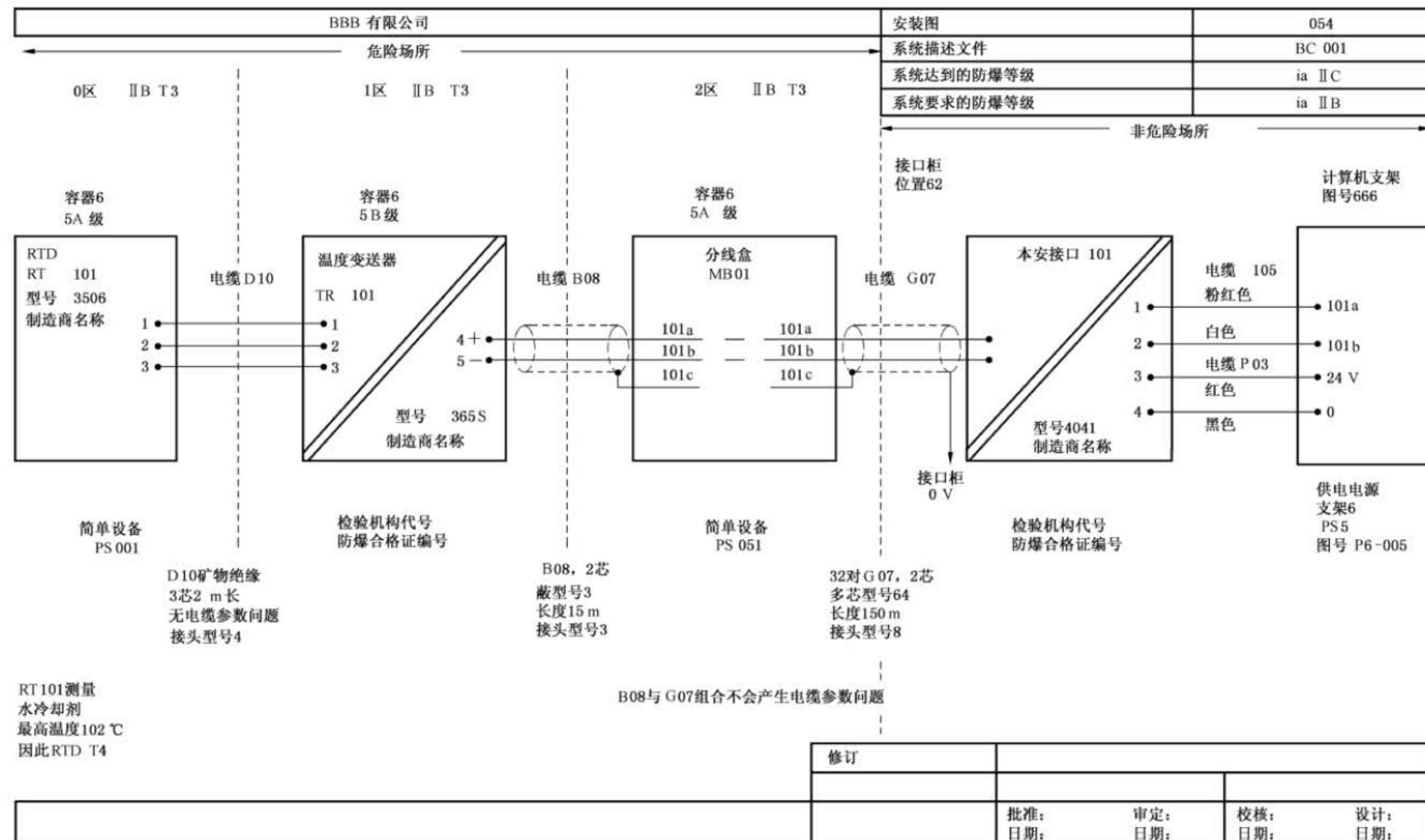


图 E.2 本质安全电气系统安装接线图示例

附录 F
(资料性附录)
本安电路的浪涌保护

F.1 概述

本附录用图示说明保护本安型电路免受附近雷电出现浪涌的一种可能的技术。只有对雷击概率危险性及雷击后果危险分析表明需要这种保护类型时,才采用这种保护类型。该举例旨在说明需要进行必要的分析,该举例不是唯一可能的方案。

F.2 被保护的设备

图 F.1 所示是一个典型的设备,其中中性线直接连在接地网上。其他相同的等电位连接技术也符合要求。温度敏感元件穿过装有易燃材料储罐的法拉第笼。用有内部隔离的转换器把敏感元件的电阻转换到 $4 \text{ mA} \sim 20 \text{ mA}$ 。然后通过电隔离器把电流反馈到计算机输入网络。必须对隔离器、变换器和敏感元件的组合进行分析证明为本质安全电气系统,系统分析见附录 E。

F.3 雷电感应产生浪涌

一种可能的情况是,罐体在 X 点遭到雷击,产生的电流通过罐的底座和设备的等电位连接扩散。在罐顶(X)和计算机‘0’电压(Y)的等电位连接点之间将形成瞬态电压(通常 60 kV)。瞬态电压会造成电气隔离器和变换器绝缘击穿,并且在罐的蒸汽空间内产生具有高爆炸概率的侧闪。

F.4 预防措施

可以在罐上安装浪涌抑制器,防止变送器分离,从而阻止罐内产生电位差。浪涌抑制器与罐等电位联结,保护法拉第笼。多元件浪涌抑制器限制电压偏移(60 V)至可以轻易为变送器隔离吸收的等级。

有必要使用第二个浪涌抑制器,防止电气隔离器电路和计算机输入电路受损。浪涌抑制器通常安装在安全区,并且应按规定连接。隔离器上总的共模浪涌不会使电气隔离器内的隔离受过大冲击。

瞬变电压过程中,系统不具本质安全性能,但是大电流和高电压可避开罐内最危险部位,而出现在互连电缆相对安全的位置。

系统在两个位置间接接地(等电位联结),在瞬变期间流过的循环电流可引起点燃。然而在正常运行时,间接接地不导电,并且在浪涌抑制网络的等电位连接件之间要求有比较高的电压(120 V),可使任何有效电流流过。这种电压不得存在任何明显持续时间,因此该电路足够安全。

F.5 支持文件

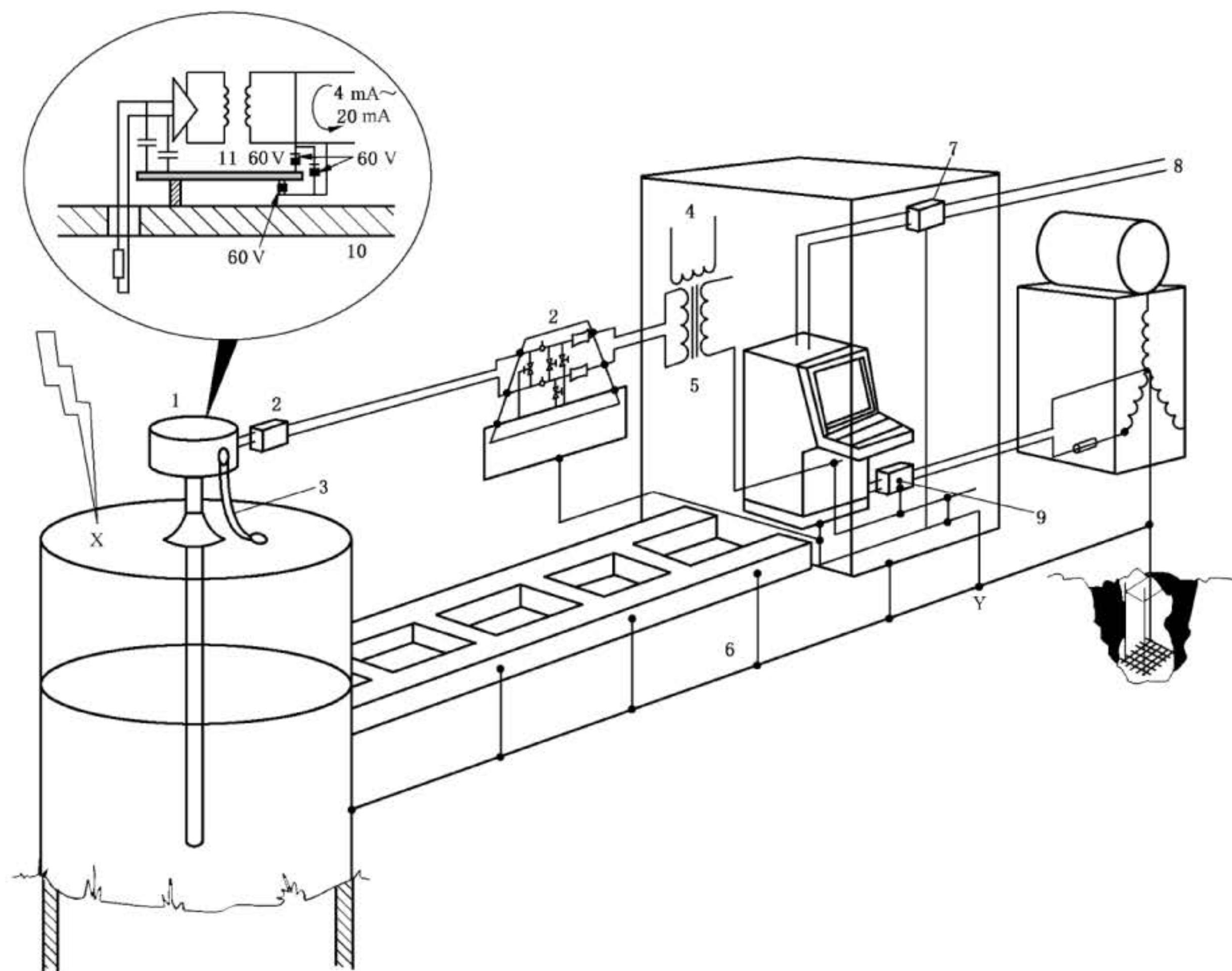
应修改系统描述文件,加入安装浪涌抑制网络的内容。对它们正常运行时的作用,需要考虑对它们的有关特征值进行分析,可能包括小量的电容和电感值。

应对在两个位置的间接接地予以记录和分析,给出合格的证据。

F.6 进一步的保护

如果认为雷电是值得注意的问题,则应考虑对仪表测量系统的主电源安装浪涌抑制器。总线承受的冲击可能对电源连接或信号连接用的电气隔离器造成破坏。符合 EMC 标准的正常要求,隐含着一定程度的抗扰性,但不足以抵抗多数雷电造成的浪涌冲击。

类似地,沿网络互连的其他可能的侵入途径,要求某种等级的浪涌保护。



说明：

- 1 —— 转换器；
- 2 —— 浪涌抑制器；
- 3 —— 接地线；
- 4 —— 电源；
- 5 —— 电隔离器；
- 6 —— 等电位跨接；
- 7 —— 信号抑制器；
- 8 —— 数据传输；
- 9 —— 电源滤波抑制器；
- 10 —— 箱体；
- 11 —— 仪表壳体。

图 F.1 仪表回路的浪涌保护示例

附录 G
(规范性附录)
电缆电气参数试验

G.1 概述

本附录介绍了用于本质安全电气系统的电缆和多芯电缆的电气参数试验方法。

G.2 测量

测量电缆电感和电容使用的设备频率应为 $1 \text{ kHz} \pm 0.1 \text{ kHz}$, 精度应为 $\pm 1\%$ 。测量电阻使用的设备应为直流电源设备, 精度应为 $\pm 1\%$ 。可用长度最小为 10 m 的代表性电缆试样进行试验。测量时环境温度应为 $20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 。

注: 当存在较大电阻的情况下测量低电感时, 测量电感的设备宜能满足要求。

如果可行, 电缆各端开路和短路的所有可能的芯线组合都应进行测量。电容、电感和 L/R 比的最大测量值应作为电缆参数。如果芯线数量较多, 应利用能够产生最大电感和电容的代表性芯线组合试样进行测量。

应使电缆较远一端开路, 测量产生最大测量值的导线和屏蔽组合的电容, 确定电缆的最大电容。例如, 如果测量成对屏蔽的电缆, 可能在与屏蔽连接的一个芯线和其他芯线之间测得最大值。应通过测量其他芯线和屏蔽组合确认该值是最大电容。

应把两个芯线的较远端连接起来测量最大电感。采用的组合应是得出最大测量值的布置。该通路的直流电阻用于计算电缆的 L/R 比。

如果电缆结构疏松, 折弯、扭曲电缆至少 10 次使电缆参数变化不应超过 2% 。

进行这些测量时, 不应考虑可使独立导体串联明显增加电缆长度的故障组合。测量电容时, 任何屏蔽或未使用的芯线应并在一起, 连接到被测电路的一端。

G.3 多芯电缆

G.3.1 概述

如果特定本质安全电路使用的导体在一个多芯电缆中易于标示, 那么仅应考虑这些特定导体有关的电缆参数。

G.3.2 A型多芯电缆

如果一个电路中的所有导体在一个屏蔽内, 仅应考虑该屏蔽内导体和屏蔽的互连。如果导体的屏蔽多于一个, 则应用相关屏蔽内的所有相关导体进行测量。

G.3.3 B型多芯电缆

如果特定电路中的导体能够清楚标示, 则仅应对这些导体进行测量。如果不能清楚标示, 则应考虑特定本质安全电路使用的导体的所有可能的组合。

G.3.4 C型多芯电缆

本质安全电气系统有关的所有导体和任何屏蔽都应进行测量,因为两个短路故障能够造成互连,对此必须予以考虑。

如果有关导体不能清楚标示,三个互连电路有关的所有导体和屏蔽的可能组合都应进行试验。

附录 H
(资料性附录)
系统中简单设备的应用

H.1 概述

本质安全设备标准(GB 3836.4—2010)规定复杂设备通常需要取得防爆合格证,简单设备不需要。其目的是对系统本质安全性能确认无影响的设备,允许不必取得防爆合格证即可使用。但是,如果需要限流或限压元件,则不认为设备是简单设备。实际上在系统设计阶段比较容易确定哪些元件是简单设备。不容易确定,则设备不是简单设备。

注:简单设备一般不必取得防爆合格证,但是现场使用的大量简单设备通常都有防爆合格证。对于这些情况,应按照设备标准要求进行标志,可以与其他简单设备一样使用。

设备标准限定简单设备的电气参数为 1.5 V、100 mA、25 mW。简单设备可以增加到本质安全电气系统中,而不需要重新计算系统的安全性。宜考虑所有简单设备、本质安全设备和任何本质安全关联设备的组合作用。例如,系统中允许使用一个或两个热电偶,但是大量热电偶组合用在一个平均温度的电路中可能不符合该项要求。

标准也允许简单设备中使用电容性元件和电感性元件,但是要对这些元件进行系统评定。通常不会使用大量电感器或电容器,但是简单设备概念允许使用小型射频去耦元件,而不需要对系统进一步分析。一条有用的经验是确保加入系统的总电容和电感小于电源相应输出参数的 1%,这样他们的影响就可以忽略不计。如果加入的电容和电感与电路中的其他集中电容之和大于电源规定输出参数的 1%,则允许的输出参数宜为附录 A 规定值的二分之一。

如果简单设备用于危险场所,则也需要确定温度组别。设备标准规定,在额定条件下、环境温度不超过 40 °C 时允许开关、插头、插座和端子温度组别为 T6。实践中设计用于 T6(85 °C)组气体的系统不太容易。通常系统能达到 T4(135 °C)组。现有文件中列出的要求 T6 组的气体仅有二硫化碳(CS₂)。因此 T4 的系统通常可以满足要求。T4 组的简单设备(表面积不小于 20 mm²)在环境温度最高 40 °C 时限定输入功率不大于 1.3 W。较高环境温度时相应的输入功率 60 °C 时 1.2 W,80 °C 时 1 W。如果这些规定不适用,则需测量或评定可能出现的最高表面温度。无论何种原因,如果最高表面温度没有显著低于 135 °C(如 100 °C),则设备可能不是简单设备。

符合设备标准 500 V 绝缘试验要求,简单设备通常对地隔离不会出现问题。如果达不到隔离要求,则简单设备会使系统接地,系统设计应对此予以考虑。

H.2 有“简单设备”输入说明的设备的用途

简单设备条款的其他用途是允许在现有系统中增加等效于简单设备、有输出参数的获证设备,文件仅需稍微改动即可。该项技术多数用于试验设备、显示器和放大器。

如果电路中有多个具有简单设备输出参数的设备,则宜考虑确保不超过简单设备的参数。有时要考虑输出电压仅在故障条件下出现以及允许把系统作为整体施加故障的事实。例如,如果电路中连接多个简单设备,那么会争论在任一时间仅一个设备认为会出现故障,因此仅需考虑一组最不利的输出参数。这种观点对“ib”等级系统可以接受,但是需要详细的文件说明。这种观点对“ia”等级系统有效,但是需要详细的输出参数推导知识。这些信息通常不宜得到,因此这种技术通常不适用于“ia”等级系统。如果已知设备端子在正常运行时是纯阻性的(多数情况是这样),那么“ic”等级系统中可以加入任意数量的简单设备。

附录 I
(规范性附录)
FISCO 系统

I.1 概述

本附录详细介绍了与现场总线本质安全概念(FISCO)一起使用的系统的设计要求。系统以曼彻斯特编码和按照现场总线安装物理层标准 GB/T 16657.2 设计的现场总线电源系统为基础。

FISCO 系统的要求由该标准确定,被本附录修改的地方除外。

注 1: 本部分发布之前取证的设备不需要符合本部分的电气参数,可标志为“适用于 FISCO 系统”。如果将电气参数 U_o 、 I_o 、 P_o 与 U_i 、 I_i 、 P_i 比较,表明与系统其他部分兼容,符合本部分的所有其他要求,则这种设备可用在 FISCO 系统中。

注 2: 典型的系统如图 I.1 所示。

注 3: 通常“ic”级 FISCO 系统用于 2 区场所。“ia”和“ib”级 FISCO 系统主要用于 1 区场所。如果有文件规定,“ia”级 FISCO 系统可用于 0 区场所。

I.2 系统要求

系统通常为图 I.1 所示的形式。

用于系统的电缆应符合第 9 章的要求,并应具有下列参数:

- 回路电阻 R_e : $15 \Omega/\text{km} \sim 150 \Omega/\text{km}$;
- 回路电感 L_e : $0.4 \text{ mH/km} \sim 1 \text{ mH/km}$;
- 电容 C_e : $45 \text{ nF/km} \sim 200 \text{ nF/km}$;
- 所有设备类别中每根支线电缆的最大长度 60 m;
- 包括所有支线长度的每一根主干线电缆的最大长度,对于 II C 类为 1 km,对于 I 类、II B 类和 III C 类为 5 km。

当使用符合本附录的电缆时,不必考虑电缆参数。

注 1: 如果采用多芯电缆,宜使用 A 型或 B 型电缆。

当系统由以下几个部分组成:

- a) 一个电源;
- b) 32 个以内任一数量的现场总线装置;和
- c) 最多两个终端器。

各部分都符合本部分的要求,且采用的电缆达到上述要求,则应认为系统足够安全。

FISCO 系统使用的所有设备的类别应与系统预定用途相适应的设备类别相同,为 I 类、II 类或 III 类。

应根据系统内采用的设备的最低防爆等级确定系统的防爆等级(“ia”、“ib”或“ic”)。安全文件宜记录确定的保护等级。

系统的子系统可以有不同的保护等级,但是需经评定并有文件记录。例如,在“ib”等级的干线上插入适当认证过的接口,可以作为“ia”等级支线。

终端应设置在总线的两端。电源应设在离总线一端不超过 60 m 的地方。如果供电电源经支线连接,则此支线的长度应不超过 60 m。

注 2: 操作限制条件和本附录限定了连接到支线上的现场装置数量,一个系统的现场设备最多为 32 个。

一个系统上可增加连接件和/或开关,而不必修改安全评定。符合 GB 3836.4—2010 的其他类型的

简单设备可连接到 FISCO 系统上,前提是每件简单设备的总电感和总电容应分别不大于 $10 \mu\text{H}$ 和 5nF ,这种简单设备和现场装置的总数不超过 32 个。

安全文件可简化为设备清单,与有关设备文件一起使用。在文件中应清楚说明系统每部分的防爆级别。

对Ⅱ类系统,供电电源的设备类别决定系统的设备类别。

应确定每件设备的温度组别或最高表面温度,并应在文件中记录。同时也需要确认每件设备适用于预定场所所允许的最高环境温度。

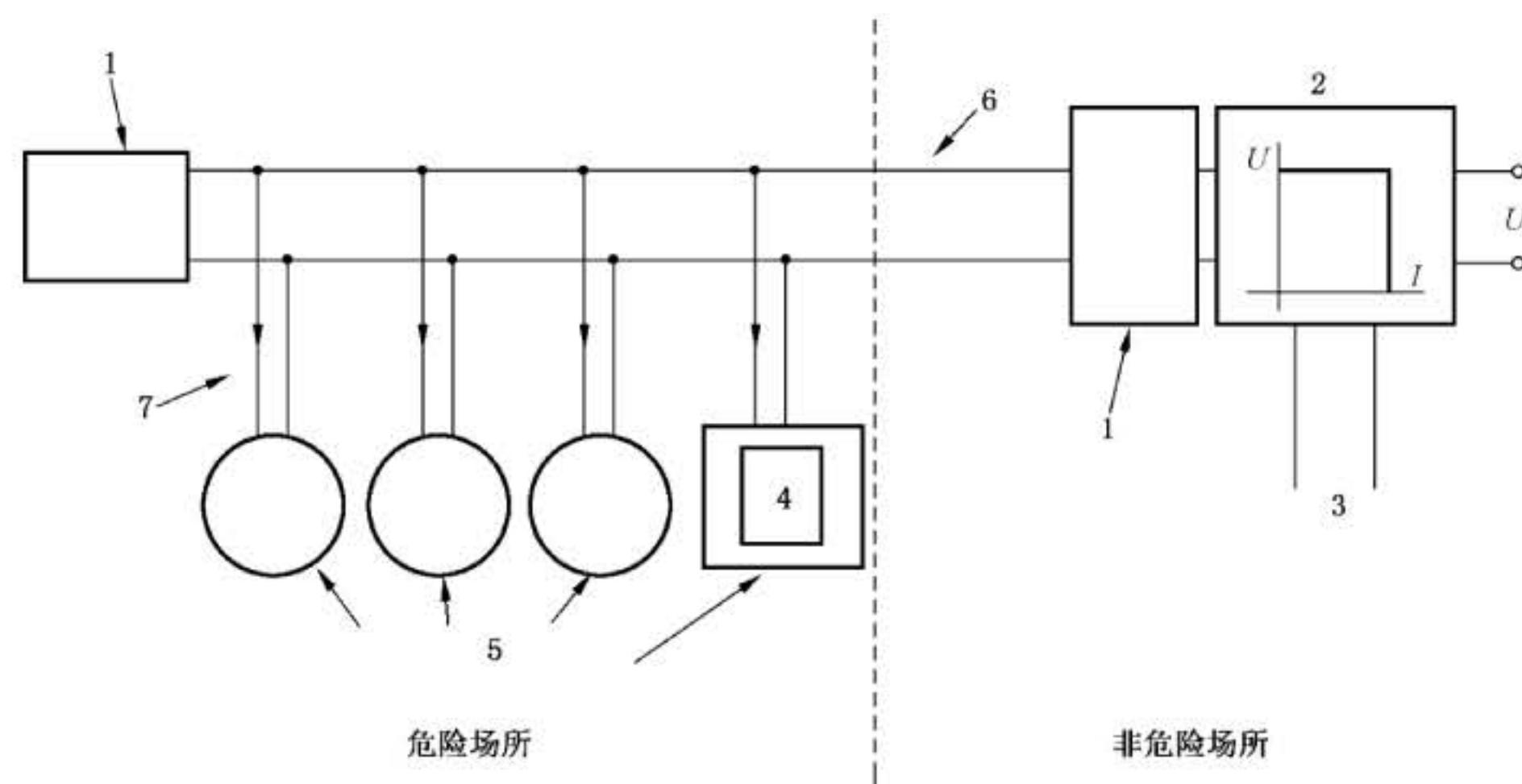
I.3 对“ic”级 FISCO 系统的补充要求

按照 GB 3836.19—2010 中 FNICO 要求设计认证的设备可用在“ic”等级 FISCO 系统中。

符合本质安全要求,但不作为符合本附录的 FISCO 设备的现场装置、终端器及其他附属设备,如果输入参数 U_i 不小于 17.5 V,内部参数 L_i 和 C_i 分别不大于 $20 \mu\text{H}$ 和 5nF ,可与 FISCO 供电电源一起使用在“ic”级 FISCO 系统中。

类似地,没有作为 FISCO 设备取证,但结构符合 GB 3836.8—2014 限能型“nL”要求的设备,如果输入参数 U_i 不小于 17.5 V,内部参数 L_i 和 C_i 分别不大于 $20 \mu\text{H}$ 和 5nF ,则可用于“ic”级 FISCO 系统中。

FNICO 设备、本安设备或限能设备用在“ic”等级 FISCO 系统中时,应在该设备的安装点指明。可用标志“ic”等级 FISCO 系统的设备标签可,满足这项要求。



说明:

- 1—终端器；
- 2—电源；
- 3—数据线；
- 4—手持式操作器；
- 5—现场装置；
- 6—主干线；
- 7—支线。

图 I.1 典型的系统

中华人民共和国

国家标 准

爆炸性环境

第 18 部分：本质安全电气系统

GB/T 3836.18—2017

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址：www.spc.org.cn

服务热线：400-168-0010

2017 年 12 月第一版

*

书号：155066 · 1-57207

版权专有 侵权必究



GB/T 3836.18—2017