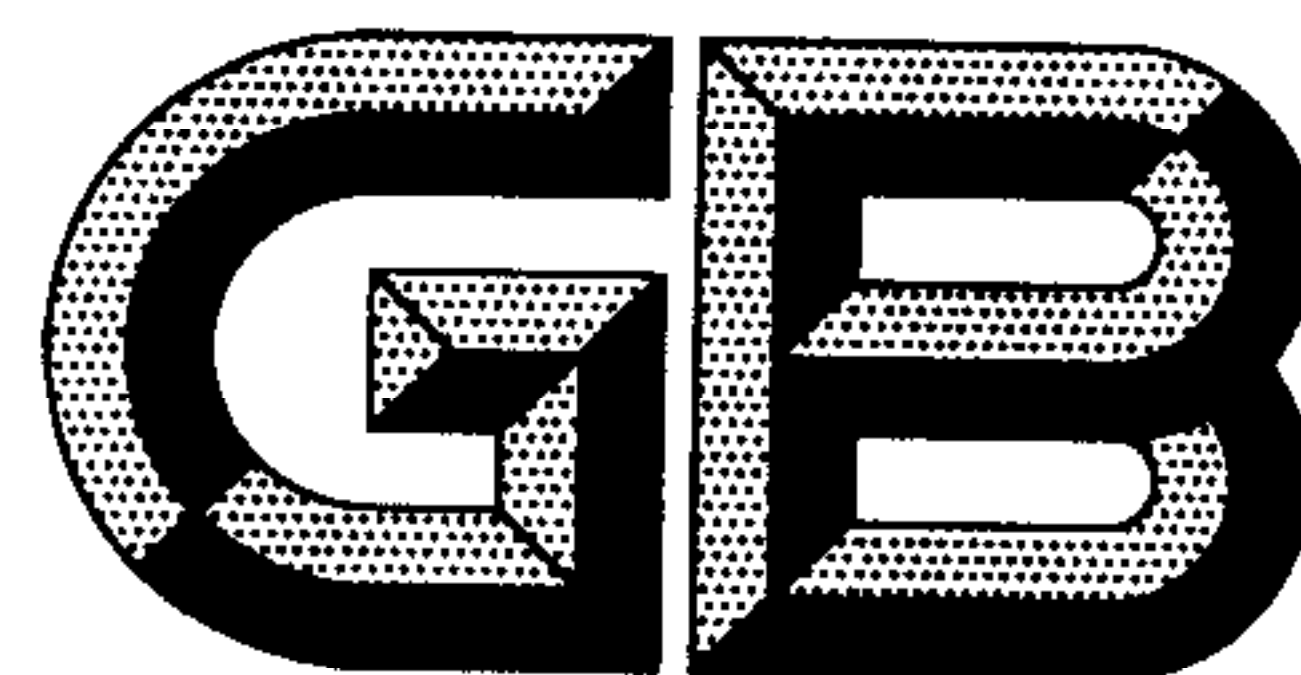


ICS 29.260.20
K 35



中华人民共和国国家标准

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003

爆炸性环境 第18部分：本质安全系统

Explosive atmospheres—
Part 18: Intrinsically safe system

(IEC 60079-25:2003, IDT)

2010-08-09 发布

2011-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	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	3
8 现场接线	3
9 本质安全系统的接地和等电位联结	3
10 防雷电冲击及其他电冲击保护	4
11 本质安全系统的评定	4
12 标志	5
附录 A (规范性附录) 简单本质安全系统的评定	6
附录 B (规范性附录) 多电源组合电路的评定	7
附录 C (资料性附录) 非线性和线性本质安全电路的互连	10
附录 D (规范性附录) 电感参数的确定	41
附录 E (资料性附录) 系统控制图和安装图的参考格式	43
附录 F (资料性附录) 本安电路的冲击保护	46

前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 3836《爆炸性环境》分为若干部分：

- 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：正压外壳型“p”；
- 第 6 部分：油浸型“o”；
- 第 7 部分：充砂型“q”；
- 第 8 部分：“n”型电气设备；
- 第 9 部分：浇封型“m”；
- 第 11 部分：最大试验安全间隙测定方法；
- 第 12 部分：气体或蒸气混合物按照其最大试验安全间隙和最小点燃电流的分级；
- 第 13 部分：爆炸性气体环境用电气设备的检修；
- 第 14 部分：危险场所分类；
- 第 15 部分：危险场所电气安装(煤矿除外)；
- 第 16 部分：电气装置的检查与维护(煤矿除外)；
- 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。

.....

本部分为 GB 3836 的第 18 部分。

本部分等同采用 IEC 60079-25:2003《爆炸性气体环境电气设备 第 25 部分：本质安全系统》(英文版)。

本部分与 IEC 60079-25:2003 相比,仅做了编辑性修改。

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。

本部分主要起草单位：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所、煤炭科学研究总院抚顺分院、郑州永邦电气有限公司、华荣集团有限公司、河南省济源市矿用电器有限责任公司、海湾安全技术有限公司。

本部分主要起草人：张刚、徐建平、付淑玲、刘姮云、李江、周斌涛、王爱中、谢绍建。

爆炸性环境

第 18 部分:本质安全系统

1 范围

1.1 GB 3836 的本部分规定了对整体或部分拟用于Ⅱ类爆炸性气体环境中、防爆类型为本质安全型“i”的电气系统结构和评定的特殊要求。本部分供本质安全系统的设计人员使用,他们可能是制造厂、专家顾问或最终用户工作人员。

注 1: I 类和Ⅲ类本质安全电气系统结构和评定的详细要求,拟在本部分下次的修订版本中给出。

1.2 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。

拟用于爆炸性环境的Ⅱ类本质安全系统内的设备应根据 GB 3836.1 和 GB 3836.4 给出表面温度组别。

注 2: “ic”等级本安系统的详细要求,拟在本部分下次的修订版本中给出。

1.3 按照本部分要求设计的Ⅱ类本质安全系统的安装要求在 GB 3836.15—2000 中予以规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 3836 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,只有引用的版本适用于本部分,然而,鼓励根据本部分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(包括修改单)适用于本部分。

GB 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分:设备 通用要求(GB 3836.1—2010,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”保护的的设备(IEC 60079-11:2006,MOD)

GB 3836.15—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第 15 部分:危险场所电气安装(煤矿除外)(eqv IEC 60079-14:1998)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分:一般试验要求(GB/T 16927.1—1997,eqv IEC 60060-1:1989)

3 术语和定义

本部分给出了下列与本质安全系统有关的定义。这些定义是对 GB 3836.1—2010 和 GB 3836.4—2010 中定义的补充。

3.1

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部分的组合。

3.1.1

获证的本质安全电气系统 **certified intrinsically safe electrical system**

符合 3.1,并且已获得防爆合格证,证明符合本部分的电气系统。

3.1.2

未获证的本质安全电气系统 **uncertified intrinsically safe electrical system**

符合 3.1,并且通过对系统中已获证的本质安全电气设备、已获证的关联设备、简单设备的有关电

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003

气参数的了解和对内部互连导线电气参数和物理参数的了解,可以明确推断出具有本质安全性能的电气系统。

3.2

系统描述文件 descriptive system document

规定构成本质安全系统的电气设备、电气设备电气参数及其互连导线电气参数的文件。

3.3

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,负责制订本质安全系统描述文件的人员。

3.4

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。

3.5

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。

3.6

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。

3.7

线性电源 linear power supply

用电阻器确定有用输出电流的电源。随着输出电流增大输出电压线性下降。

3.8

非线性电源 non-linear power supply

输出电压和输出电流具有非线性关系的电源。

举例:用半导体控制的恒压输出能达到恒定电流极限的电源。

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:

- 列出系统内所有设备的系统框图。
- 符合第 5 章、第 6 章和第 7 章要求的类别、温度组别、级别和环境温度额定值的说明。
- 符合第 8 章要求的互连导线的要求和允许参数。
- 符合第 9 章要求的系统接地和等电位联结点的具体情况。如果使用冲击保护装置,则也应包括符合第 10 章的分析。
- 如果适用,应包括按照 GB 3836.4 将设备评定为“简单设备”的证明。特别是,如果简单设备包括若干部分,则应提供对各部分参数综合的分析。
- 应创建系统描述文件的唯一标识。
- 系统设计员应在文件上签字并写明日期。

5 类别和组别

按照 GB 3836.1 的规定,本质安全电气系统应在Ⅱ类场所使用。适用时,系统作为一个整体或其中的部件应再进一步分级。

拟用于爆炸性环境的Ⅱ类本质安全系统内的设备应根据 GB 3836.1 和 GB 3836.4 给出表面温度组别。

注1:Ⅱ类本质安全电气系统或其中的部件,其 A、B、C 再分类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 再分类不同。

注2:同一本质安全电气系统的不同部分可以有不同的再分类(A、B、C)。所使用的设备可以有不同的表面温度组别和不同的环境温度定额。

6 系统等级

6.1 通则

根据 GB 3836.4 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”和“ib”等级。整个系统不必定在一个等级。

系统描述文件应规定系统的等级或(必要时)系统不同部分的等级。

注:例如,如果一台仪表基本防爆标志是“ib”等级,但是该仪表设计用于连接一台“ia”等级传感器,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。如一台 pH 值测量仪表以及与其连接的探针。

评定的具体要求见第 11 章。

6.2 “ia”等级

如果看作整体的本质安全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—2010,5.2),则该系统或系统的一部分应作为“ia”等级。

6.3 “ib”等级

如果看作整体的本质安全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—2010,5.3),则该系统或系统的一部分应作为“ib”等级。

7 环境温度额定值

如果本质安全系统部分或整体运行温度超出一20℃~+40℃正常工作温度范围,则应在系统描述文件中说明。

8 现场接线

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 GB 3836.15 的有关规定。

如果适用,系统描述文件也应规定符合 GB 3836.15 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线部分含有其他本质安全电路,则多芯线必须符合 GB 3836.15 规定的 A 型或 B 型多芯线的要求。”

9 本质安全系统的接地和等电位联结

通常,本安型电路应该完全浮地或者仅在一点等电位联结在与危险场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 中 6.3.12 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

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003

点,则电路上允许有一个以上接地连接。

屏蔽应按 GB 3836.15 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接地电位的变化)电气隔离的电路。如果系统的一部分拟用在 0 区场所,要特别小心。

系统描述文件应清楚地说明系统的哪个点或哪些点是用来连接设备的基准电位,以及对这种等电位联结的特殊要求(可以参照 GB 3836.15)。并按 GB 3836.15 的要求确定哪一点或哪些点连接到本质安全系统设备。

10 防雷电冲击及其他电冲击保护

如果进行的危险分析表明设备特别容易受到雷电冲击或其他电冲击,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。冲击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 1m 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 区设备的冲击保护。

冲击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冲击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冲击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冲击保护装置,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,可能需要断开冲击抑制装置,以防止影响测量的有效性。

采用冲击抑制技术的本质安全系统,必须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。在评定本质安全系统时,应考虑冲击抑制装置的电容和电感。

附录 F 介绍了设计本质安全系统冲击保护的一些情况。

11 本质安全系统的评定

11.1 通则

如果系统含有本身不符合 GB 3836.4 的设备,则应将系统作为一个整体进行分析。应按照 GB 3836.4—2010 中 5.2 和 5.3 的规定,分别对“ia”等级和“ib”等级系统进行分析。除设备内故障之外,11.3 所列现场接线故障也应考虑。

注:普遍认为,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 的设备,也允许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 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可能出现的电缆故障,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。

如果设备内可能连接独立的本质安全电路,例如带有两个独立电阻绕组的电阻温度计,则连接在一起的电路应作为单个电路进行评定。

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。

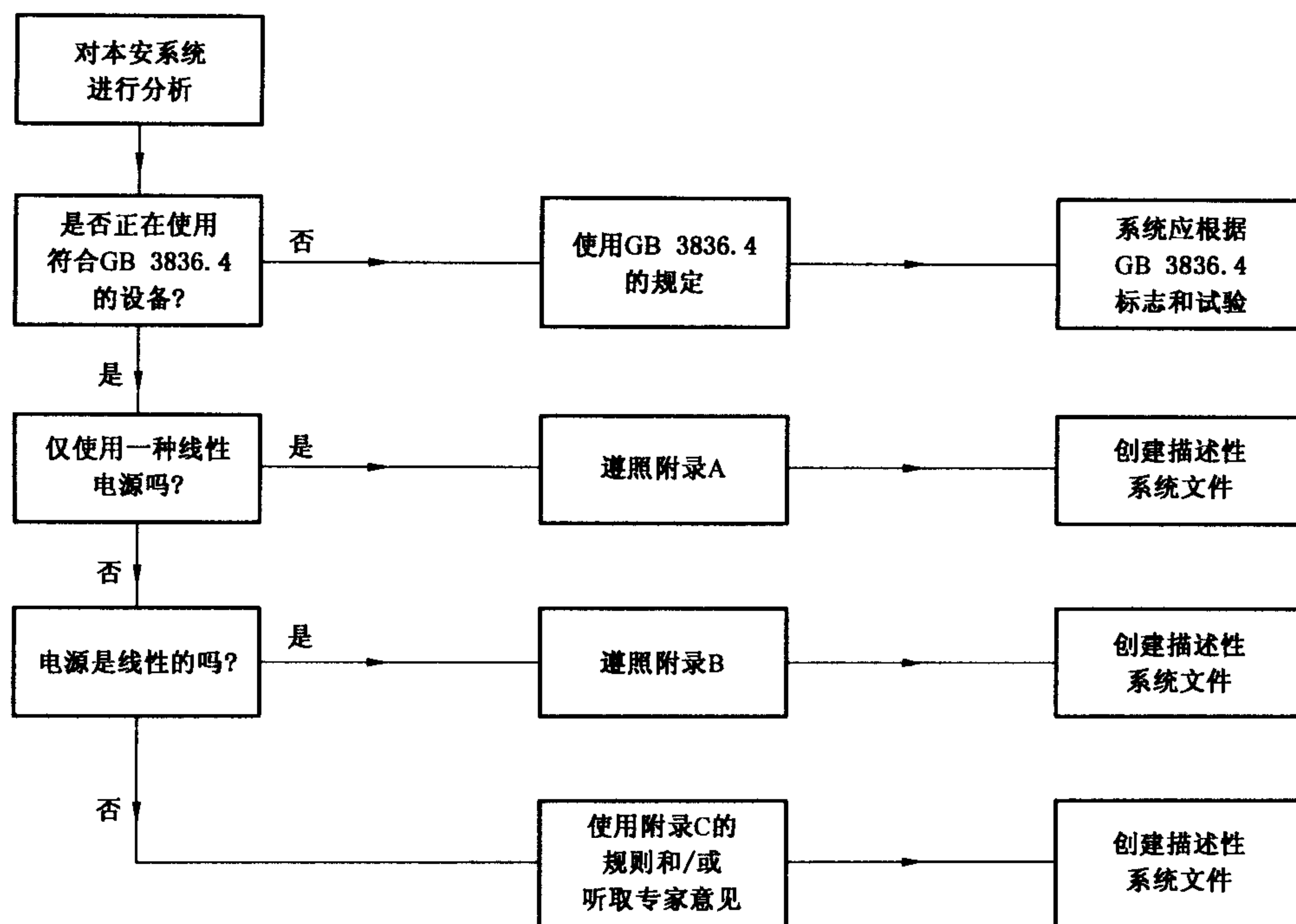


图 1 系统分析

11.2 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。

11.3 现场接线故障

如果设计的系统要求考虑现场接线的故障,则应施加下列故障:

- 任何数量的现场接线导体开路;
- 任何数量的现场接线导体和屏蔽之间短路;
- 等电位联结结构或铠装在任意点出现的故障。在分析时,等电位联结结构或铠装的回路应认为具有零阻抗,不会将任何电压或电流引入电路。

应按照 GB 3836.4—2010 中 10.1.4.2 规定,施加 1.5 倍的安全系数计算互连电缆的允许参数。

11.4 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 第 10 章规定的方法。

12 标志

系统内的所有设备应易于识别。对于“简单设备”,可采用追溯工厂识别标签的办法实现。

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。

如果系统含有按照 GB 3836.4 单独评定或试验的设备,则保留这些设备的原有标记。

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

附录 A
(规范性附录)
简单本质安全系统的评定

当考虑的系统仅使用一个电源时,才可使用简单分析法。
确定简单系统是否合格的程序如下,用图 A.1 实例说明:

- a) 通过对两个独立获证设备信息的研究,确定系统的防爆等级或类别。系统采用两个独立设备防爆等级或类别的最低级别。因此,如果设备的任一部分是“ib”,则该系统就是“ib”。按照 II C、II B、II A 安全递减次序、依据最低安全级别确定防爆级别。在图 A.1 所示例子中,系统等级为 Ex ia II C。允许系统中的不同部分具有不同的类别和级别,在这种情况下,系统描述文件应明确界定电路的各部分及其参数。
- b) 检查电压、电流和功率参数如下:
- $U_o \leq U_i$
 $I_o \leq I_i$
 $P_o \leq P_i$

如果规定了本质安全设备的有效输入电阻,则计算允许的输入电流时可以包括该参数。在所示举例中没有问题。

- c) 可根据电流或连接电源的功率参数确定本质安全设备的温度组别。
- d) 最高允许电缆电容[C_c]等于电源的允许电容[C_o]减去本质安全设备有效输入电容[C_i],即 $C_c = C_o - C_i$ 。
- e) 最高允许电缆电感[L_c]等于电源的允许电感[L_o]减去本安型设备有效输入电感[L_i],即 $L_c = L_o - L_i$ 。
- f) 如果电源是一种线性电阻限制型电源,则根据附录 D 确定容许的 L_c/R_c 比。

某些电源可能是双极型的,例如,用于交变电流信号的并联二极管安全栅。在这种情况下,应考虑双极性输出的影响。

危险区域		非危险区域	
本质安全型设备	系统	关联设备	
Ex ia II C T4	Ex ia II C	[Ex ia] II C	
U_i 30 V		U_o 28 V	
I_i 120 mA		I_o 93 mA	
P_i 1.2 W		P_o 0.65 W	
L_i 10 μ H	电缆参数	L_o 3 mH	
C_i 1 nF		L_o/R_c 54 μ H/ Ω	
		C_o 83 nF	
	L_c 3 mH		
	L_o/R_c 54 μ H/ Ω		
	C_c 82 nF		

图 A.1 本质安全设备与关联设备的相互连接

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 3836.15—2000 附录 B 介绍了一种简化了的程序,利用该程序得出的结果有一定安全裕量,能保证组合安全,可作为替代本附录的方法。

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 要求的充分隔离和机械稳定性,则这种互相连接被视为不会开路和短路,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_0 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 $U_0 = U_1 + U_2$ 以及与其对应的电流 I_1 和 I_2 及其组合 $I_0 = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2}$ 。

三个等效电路中的每一个都必须利用 GB 3836.4—2010 表 A.1 进行安全评定。对于每个电路必须确定 L_0 、 L_0/R_0 和 C_0 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,所有情况均应使用 1.5 倍的安全系数。

注:两个电压相加时,组合电路将决定电容值。但是,电感和 L_0/R_0 比可由考虑的独立电路中的一个单独确定。最小电感不会总是与电路最大电流一致,最小 L_0/R_0 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 $I_0 = I_1 + I_2$ 必须与其对应的电压 U_1 、 U_2 和 $U_0 = \frac{U_1 R_2 + U_2 R_1}{R_1 + R_2}$ 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 表 A.1 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_0 、 L_0/R_0 和 C_0 值。三个等效电路中的每一个电路的匹配功率也必须确定。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来自每一电路的功率的总和。

如果两个电源连接在同本质安全电路上,而且它们的互相连接没有按图 B.3 所示的可靠互联明确限定,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,就能好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联时,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,就认为附加损耗不会对本质安全性能产生不利影响。

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003

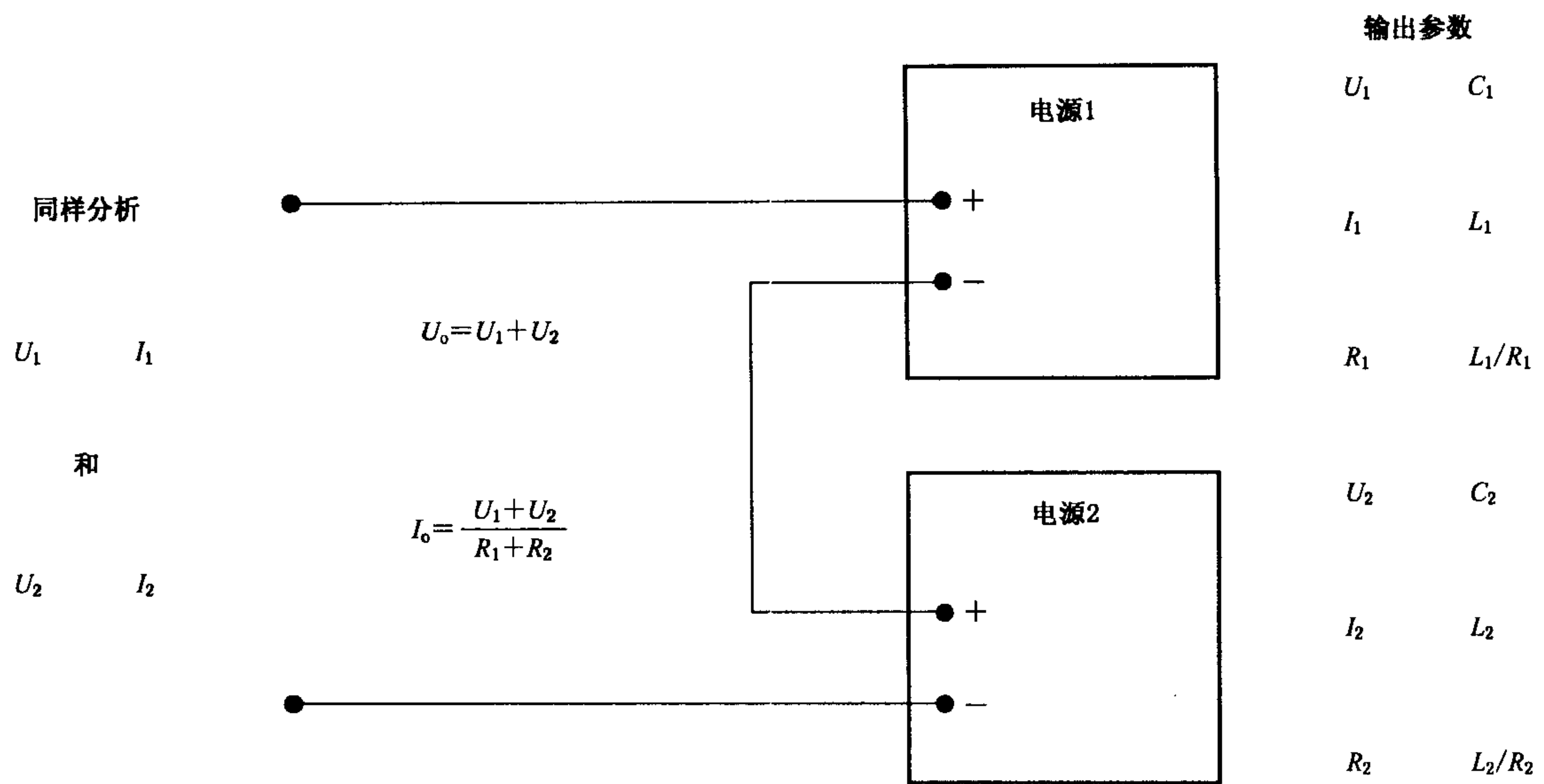


图 B.1 串联连接电源

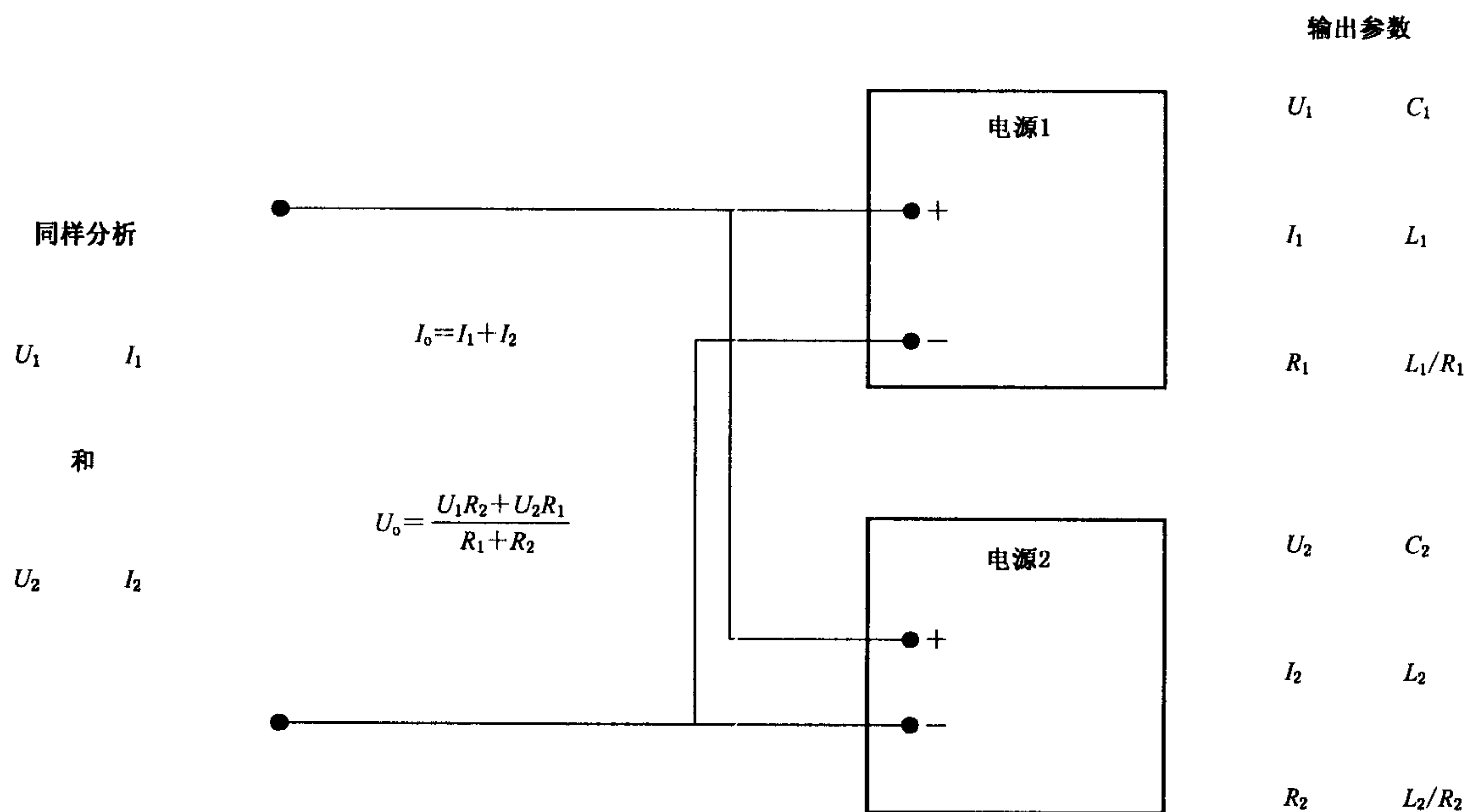
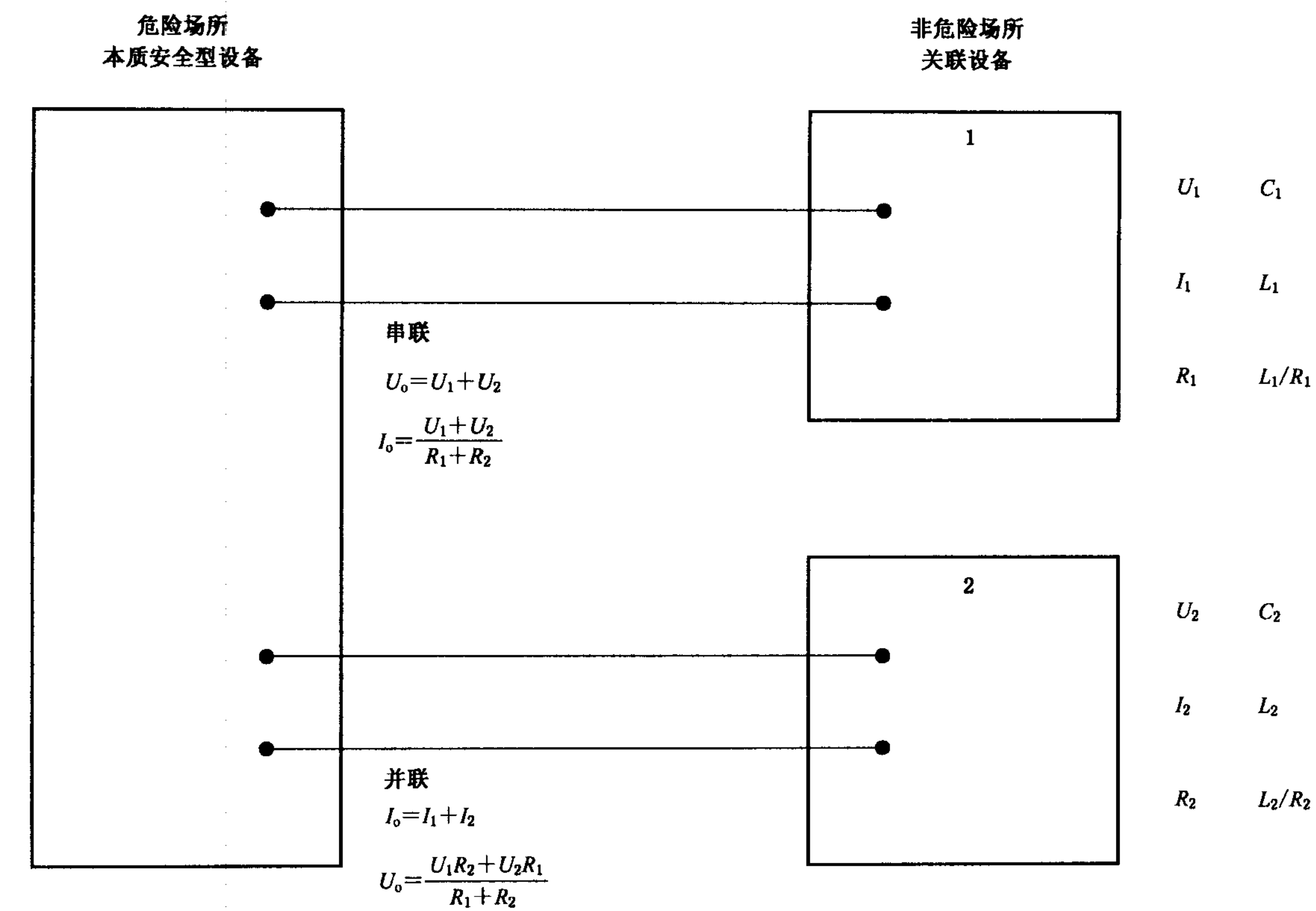


图 B.2 并联连接电源



注：
1——电源 1
2——电源 2

图 B.3 非计划连接的电源

附录 C

(资料性附录)

非线性和线性本质安全电路的互连

该主题已考虑很长时间,目前仍在研究中。本文是试验室(德国 PTB)的研究成果,并且得到普遍审查。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。

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。如果一授权试验站的特定电源绝对安全,则容许按照本部分设计一个系统。与这种系统有关的任何特定条件应在文件中写明。

如果用非线性输出对电源组合进行安全分析,则必须考虑,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。建议只有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。

C.1 引言

GB 3836.15 中的安装规则允许操作人员控制危险场所,互相连接几个本质安全电路。这也包括涉及几个关联设备(即在正常运行或仅在故障条件下带电)的情况(参见 GB 3836.15—2000 的 12.2.5.2)。在这种情况下,如果互相连接的本质安全性能进行了计算验证或试验验证,则不要求试验机构或授权工程师参与。

应根据 GB 3836.4 使用标准火花试验设置进行试验验证,并考虑组合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”途径——应予以考虑。因此,在实践中用这种验证方法经常遇到困难,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 中的点燃限值曲线,并且可以使用 GB 3836.15—2000 附录 A 或本文图 C.7 和图 C.8 介绍的方法。

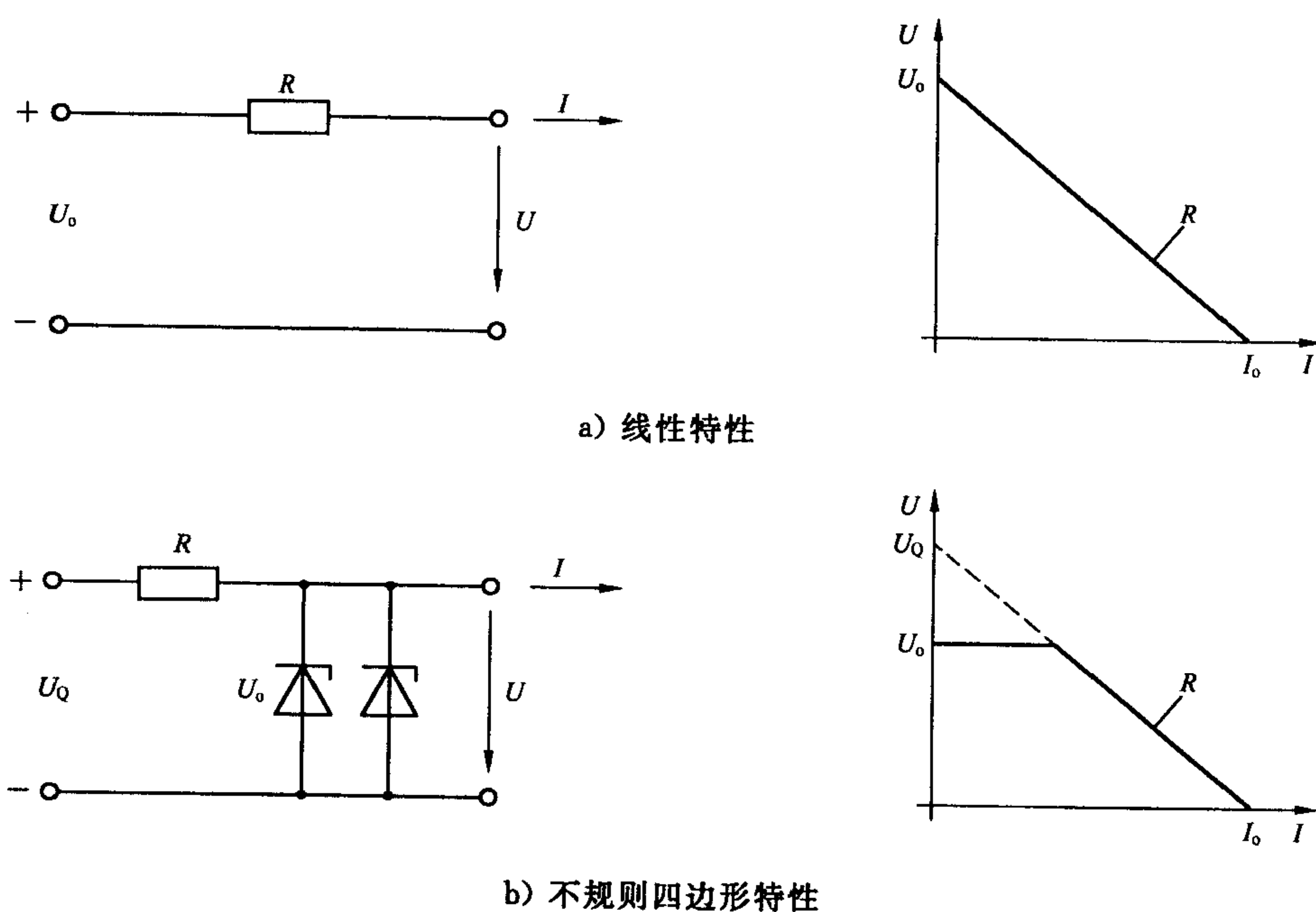
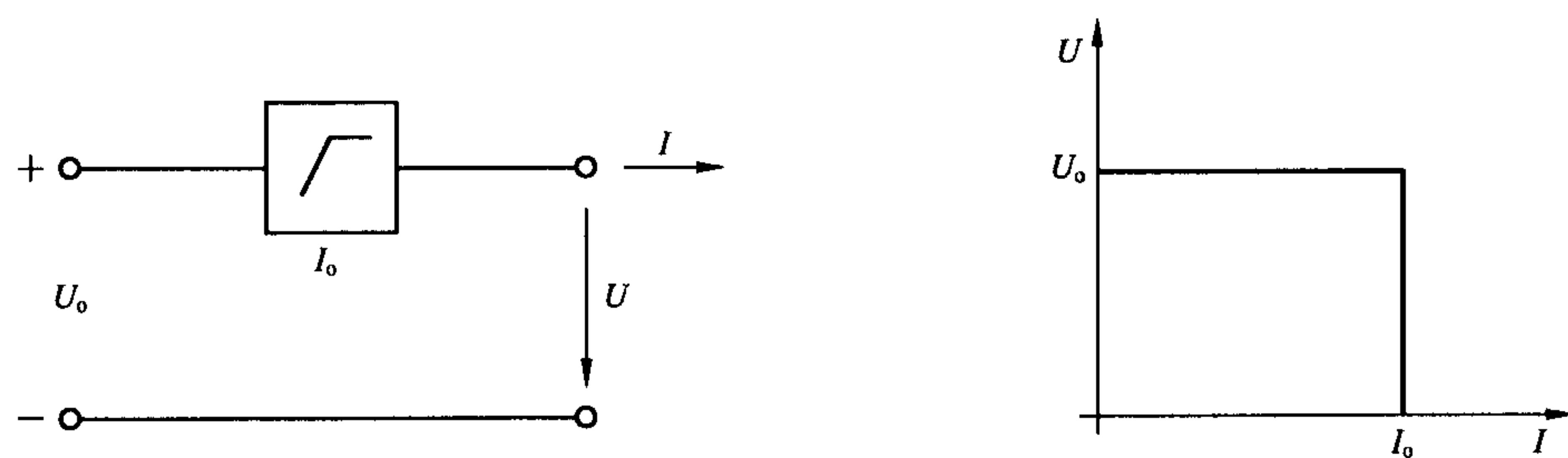


图 C.1 等效电路和电阻电路的输出特性

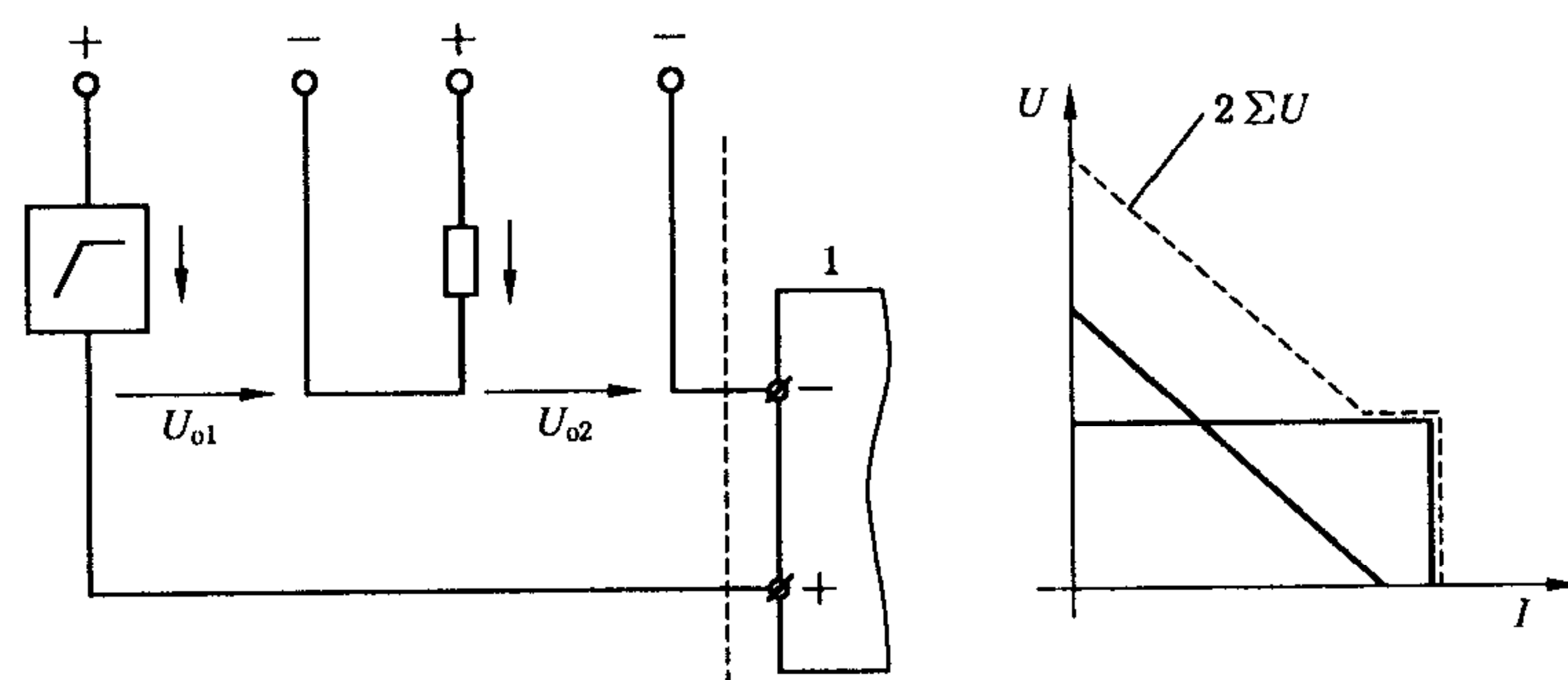


c) 矩形特性

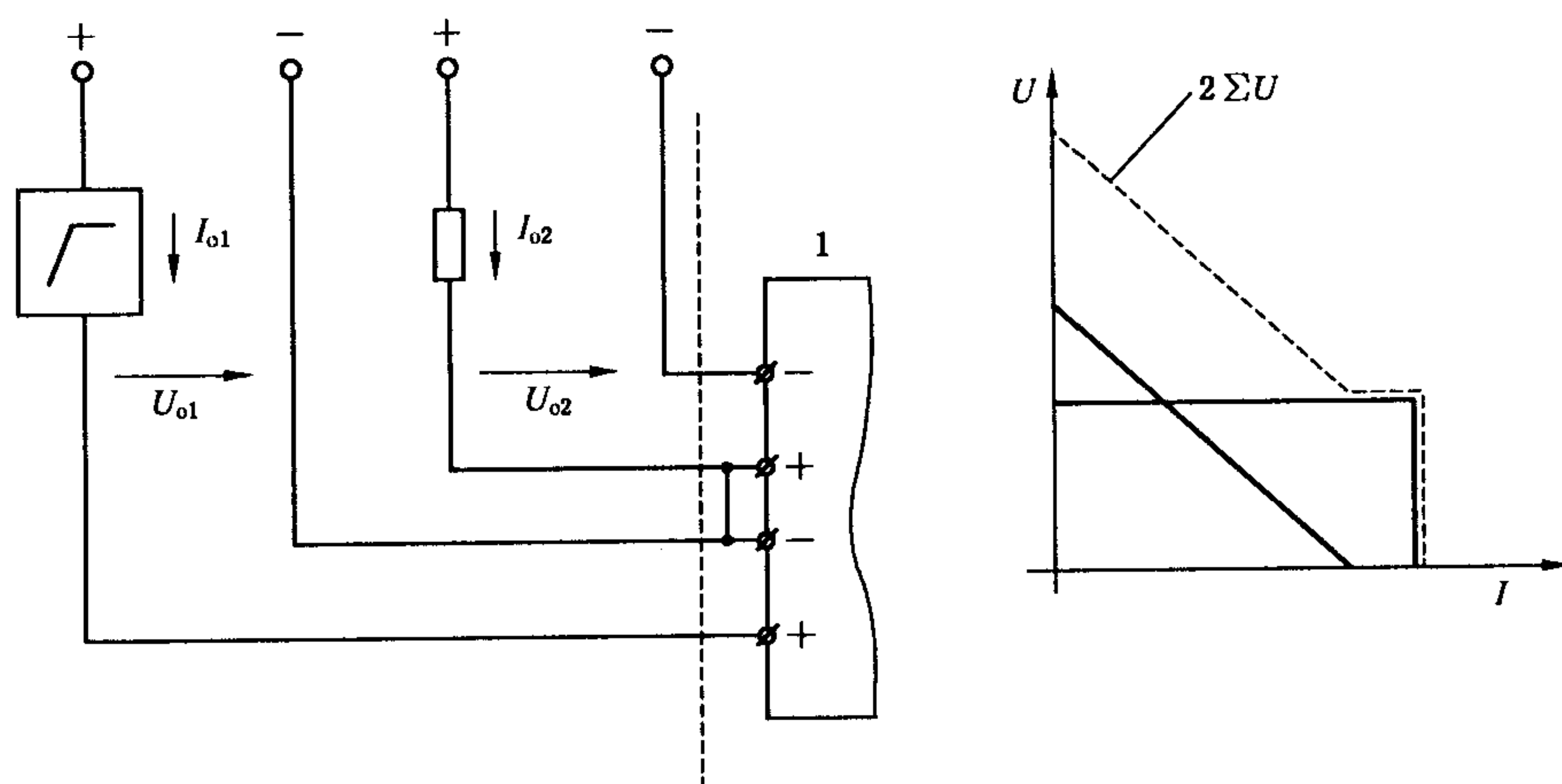
图 C.1 (续)

第一步是对连接关联设备产生的电压和电流的新最大值进行评定。如果关联设备如图 C.2a) 所示连接则为串联连接,其单个分组件的最大开路电压 U_0 值叠加,短路电流取串联组件的最大短路电流值 I_0 ;图 C.2c) 这样的连接是并联连接,开路电压到最大值时取叠加的短路电流。

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。



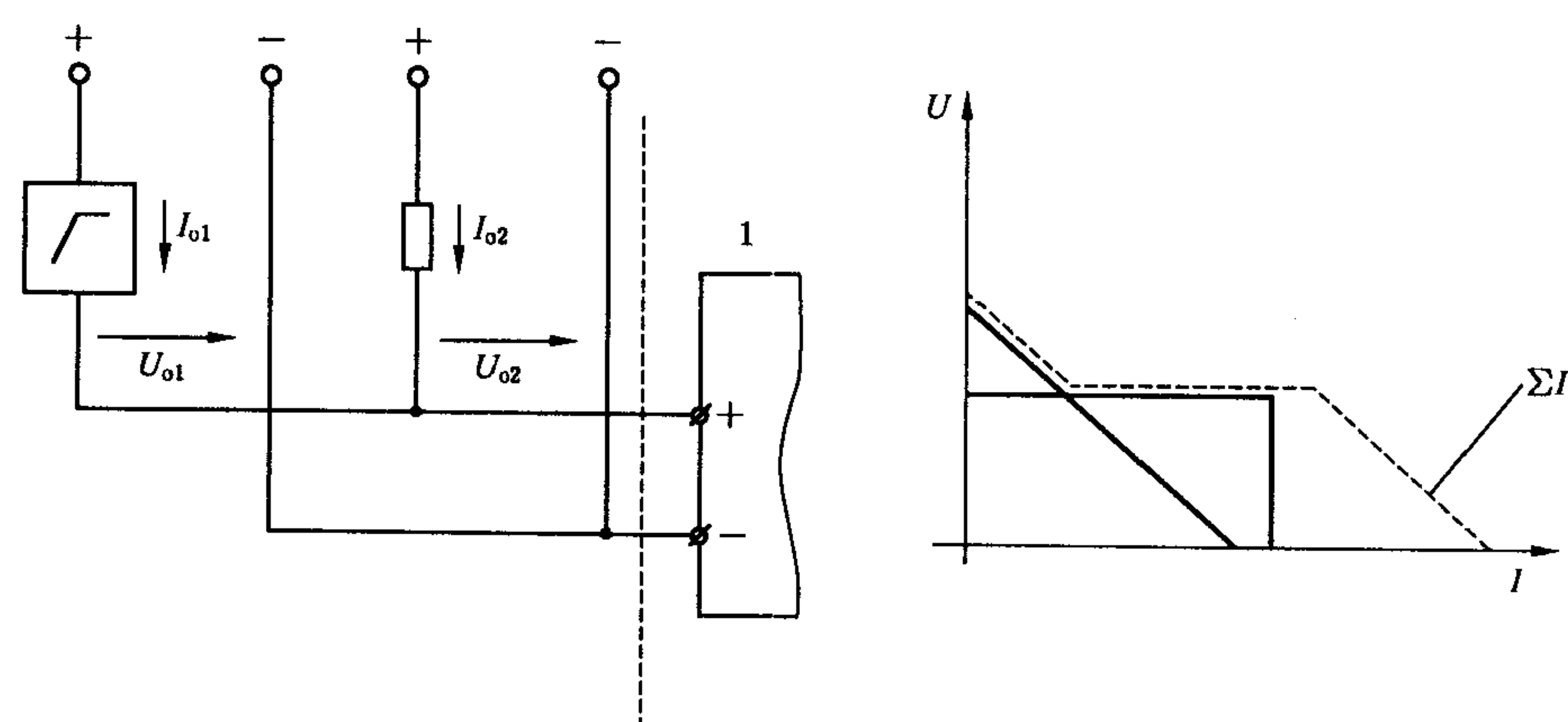
a) 电压叠加的串联连接



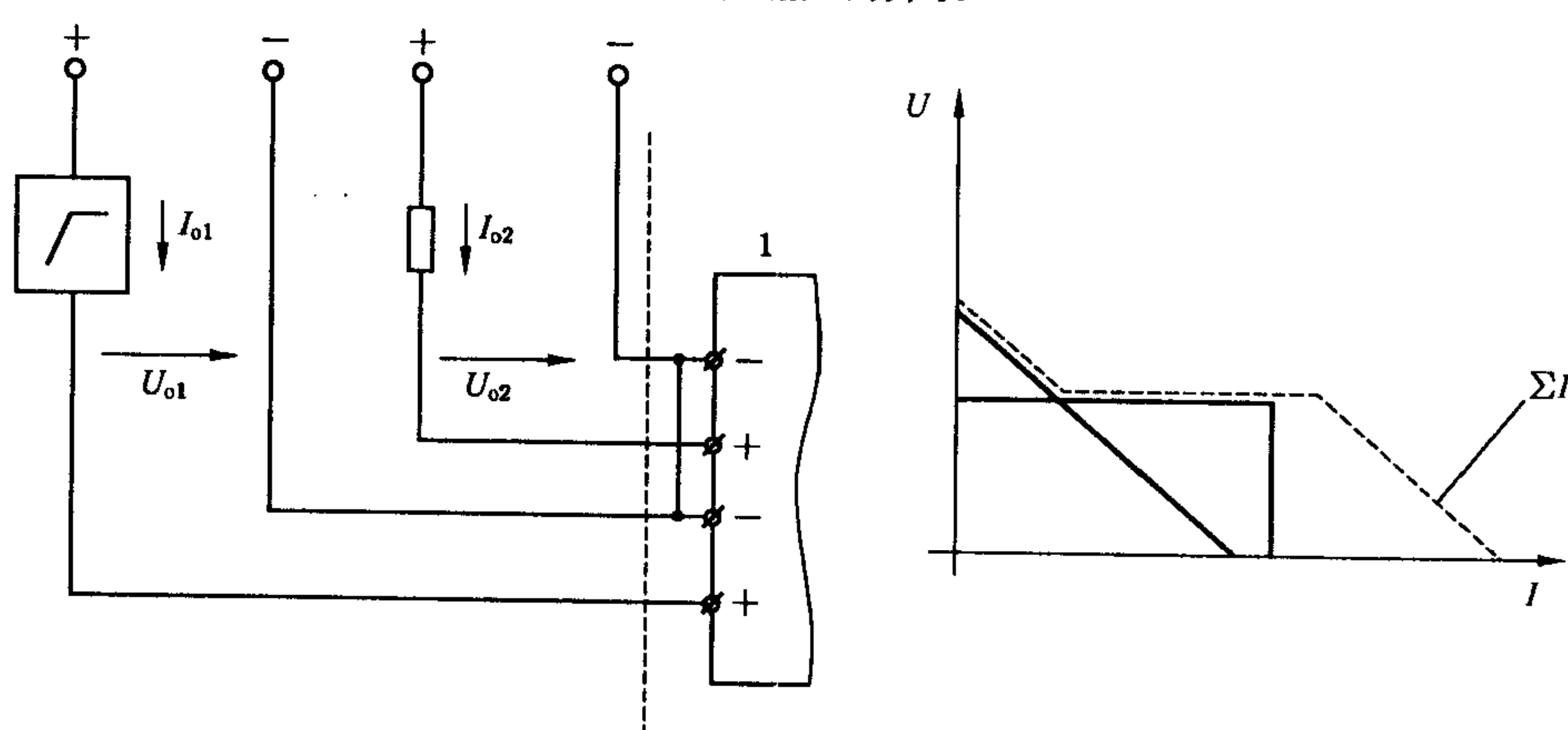
b) 电压叠加并且电流可能叠加的串联

图 C.2 互相连接的电流叠加和/或电压叠加情况

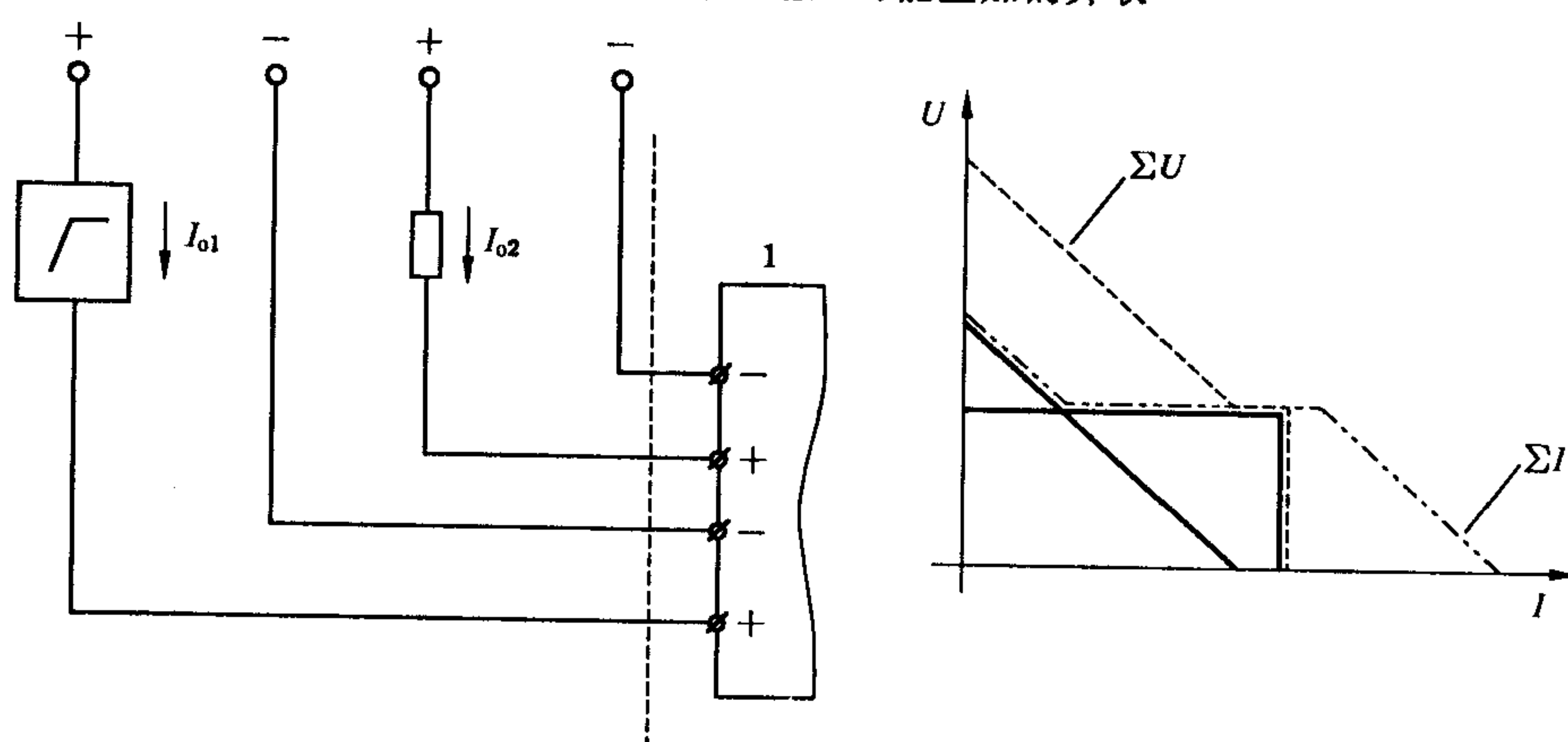
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



c) 电流叠加的并联



d) 电流叠加并且电压可能叠加的并联



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 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_o 和电容 C_o 的新最大容许值。但是 GB 3836.15—2000 附录 A 规定的程序有一个缺点,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 3836.15 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下降比 1.0 低很多。因此这种方法对

安全无效。

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 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。新的计算机辅助火花点燃模型可使电路中非线性电源及电感与电容吻合达到需要的安全系数。

这里介绍的程序适用于 1 区以及 II C 和 II B 类设备。应强调在这里建议用评定互联的仪表;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_o 和内电阻 R_i ,或者 U_o 和短路电流 I_o 表示(参见图 C. 1a))。 U_o 常由齐纳二极管确定。 U_o 和 I_o 为 GB 3836. 4 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不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)取最高开路为 U_o ,外电阻作为 R_i 。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,受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:

$$P_{\max}=0.25U_o\times I_o$$

对于不规则四边形特性(图 C. 1b))为:

$$P_{\max}=0.25U_q\times I_o\quad (\text{在 } U_o>0.5\times U_q \text{ 时}),\text{或}$$

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

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:

$$P_{\max}=U_o\times I_o。$$

为了完整地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 合格证中规定的信息

因为按照 GB 3836. 15—2000 中 12. 2. 1 或 12. 3 的规定,具有有源的本质安全电路的设备应进行认证,可以假定,对于与本质安全电路组合的单个设备,通常要有防爆合格证,合格证含有相应的电气参数。

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003

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)

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

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

$$R = 438 \Omega$$

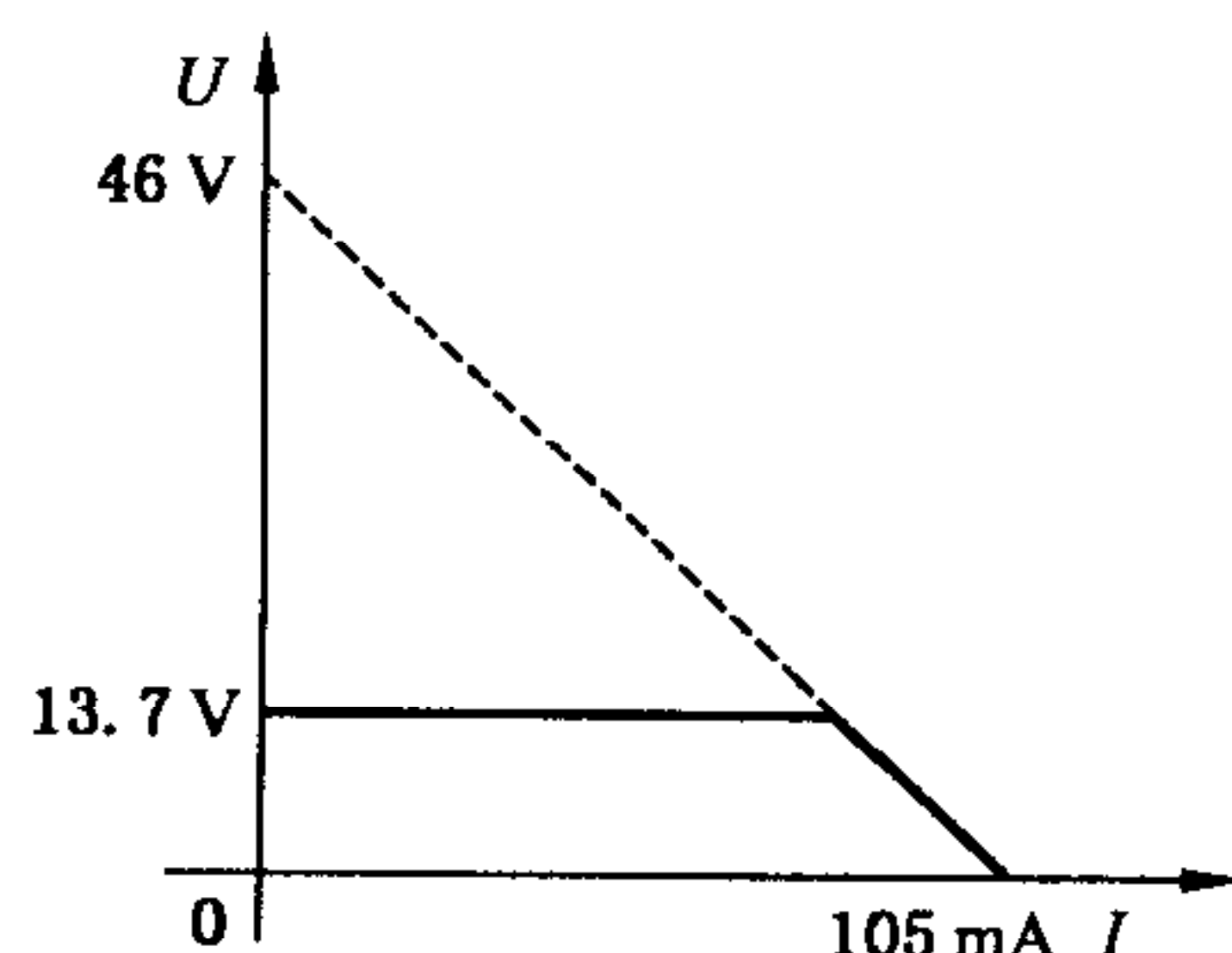
$$P_o = 1\,010 \text{ mW}$$

所代表的特性如图 C.3a)所示;图 C.3b)所示为安全等效电路。

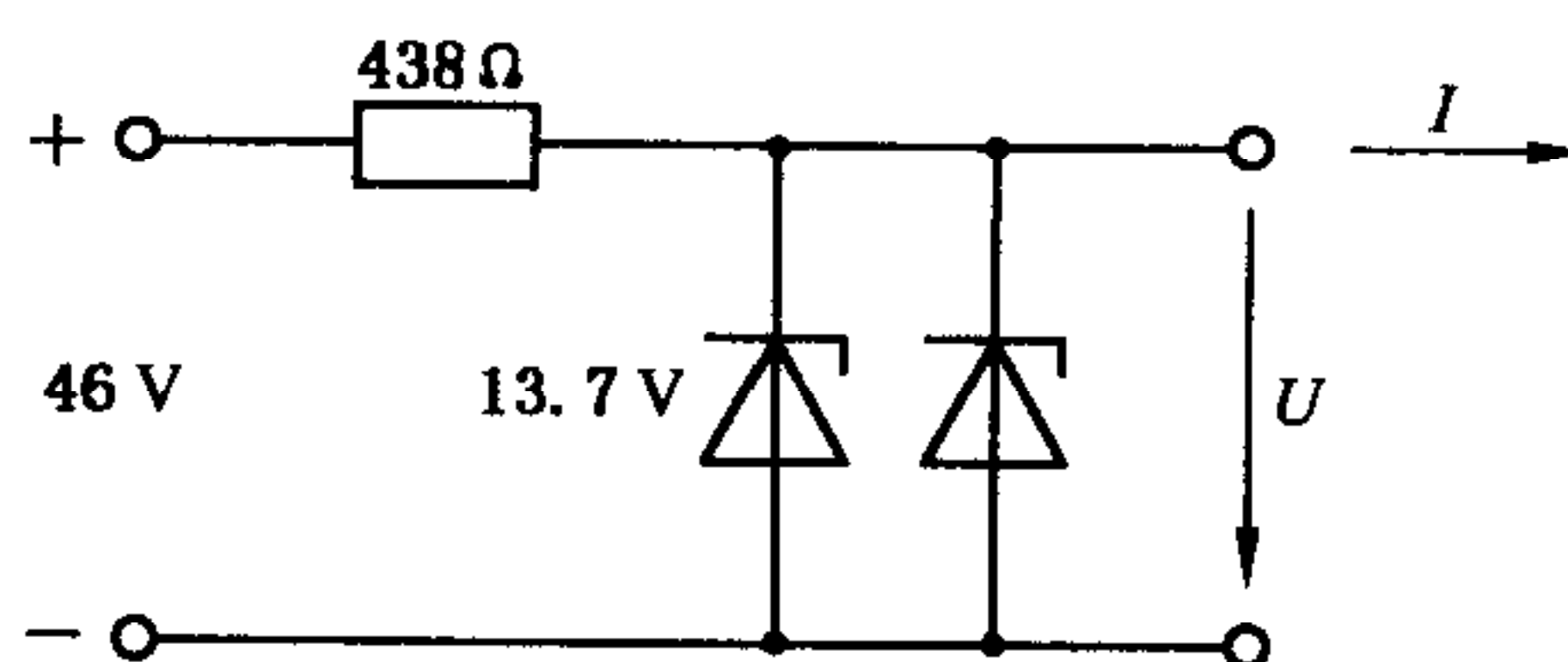
计算如下:

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

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



a) 输出特性



b) 等效电路

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,在故障情况下必须看作是电源。

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_0 值和短路电流 I_0 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

假定已知构成的组合电路输出特性将视为电源(参见 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,并且没有等电位联结,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增加各个电源的电压。图 C.2中的虚线曲线所示为不同的情况下的综合特性。

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产生得出综合特性。

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_0
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。如果只涉及弱电感(也就是说没有集总电感,只有短电缆长度),则应选择带最低电感的曲线(即ⅡC级别选择图C.7a)ⅡB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安型。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C。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C。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ⅡC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ⅡB曲线图。如果这些极限也被超过,那么该组合对于ⅡB类也不具本质安全性能。

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和模型计算为基础。实际计算方法得出的结果与前面实验室报告得出的结果不同。

今后,在小电压范围中容许稍大电容。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总电感或集总电容与从配电缆参数得出的集总电感或集总电容没有造成区别。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。

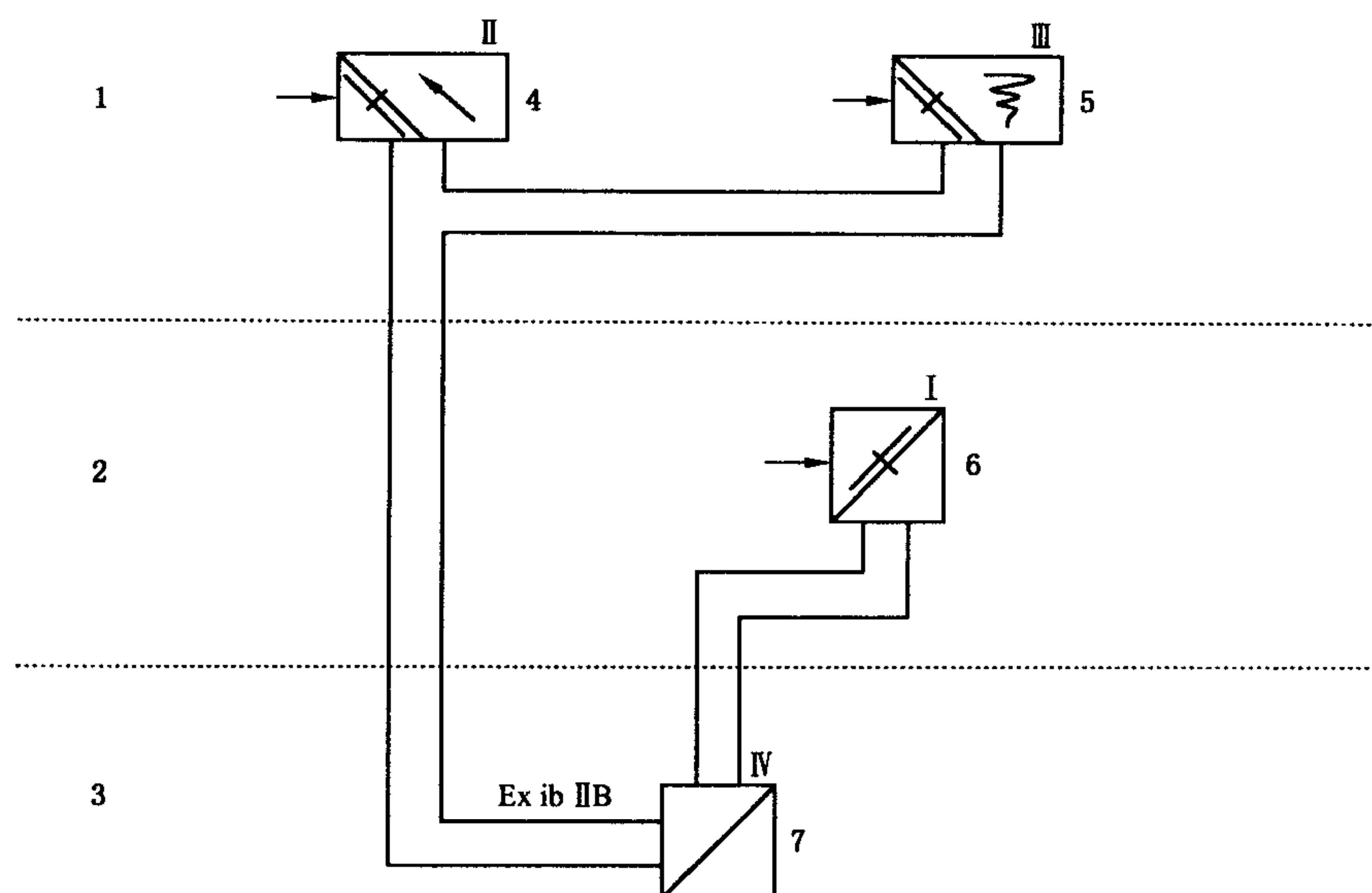
这种方法的优点是,与安全数据有关的所有信息均可从一个曲线图中得出。然而,由于这里介绍的方法得出的容许电容值在某些情况下较大,因此应根据GB 3836.4—2010表A.2的规定,对最大开路电压与最大电容进行比较。应采用GB 3836.4的数值,否则会引起误解。

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。本安型放大器输出信号(0~20 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

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

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

图例

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: 1 V, 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, $L_o\leq 1\text{ mH}, C_o\leq 650\text{ nF}$ 电子限流矩形性能；

7——带有放大器的分析仪(本质安全设备)。

图 C.4 互联示例

分析仪为本质安全设备；电源、显示器和绘图仪为 GB 3836.4 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。

I. 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))

II. 显示器

输入防爆型式 Ex ib II C

最大值

$U_o=12\text{ V}$

GB 3836. 18—2010/IEC 60079-25:2003

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

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

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

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

线性输出特性(图 C. 1a))

Ⅲ. 绘图仪

输入防爆型式 Ex ib II C

最大值

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

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

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

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

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

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 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,达到了理论最大功率 1.9 W。

由于该组合的两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 表 A. 2 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。

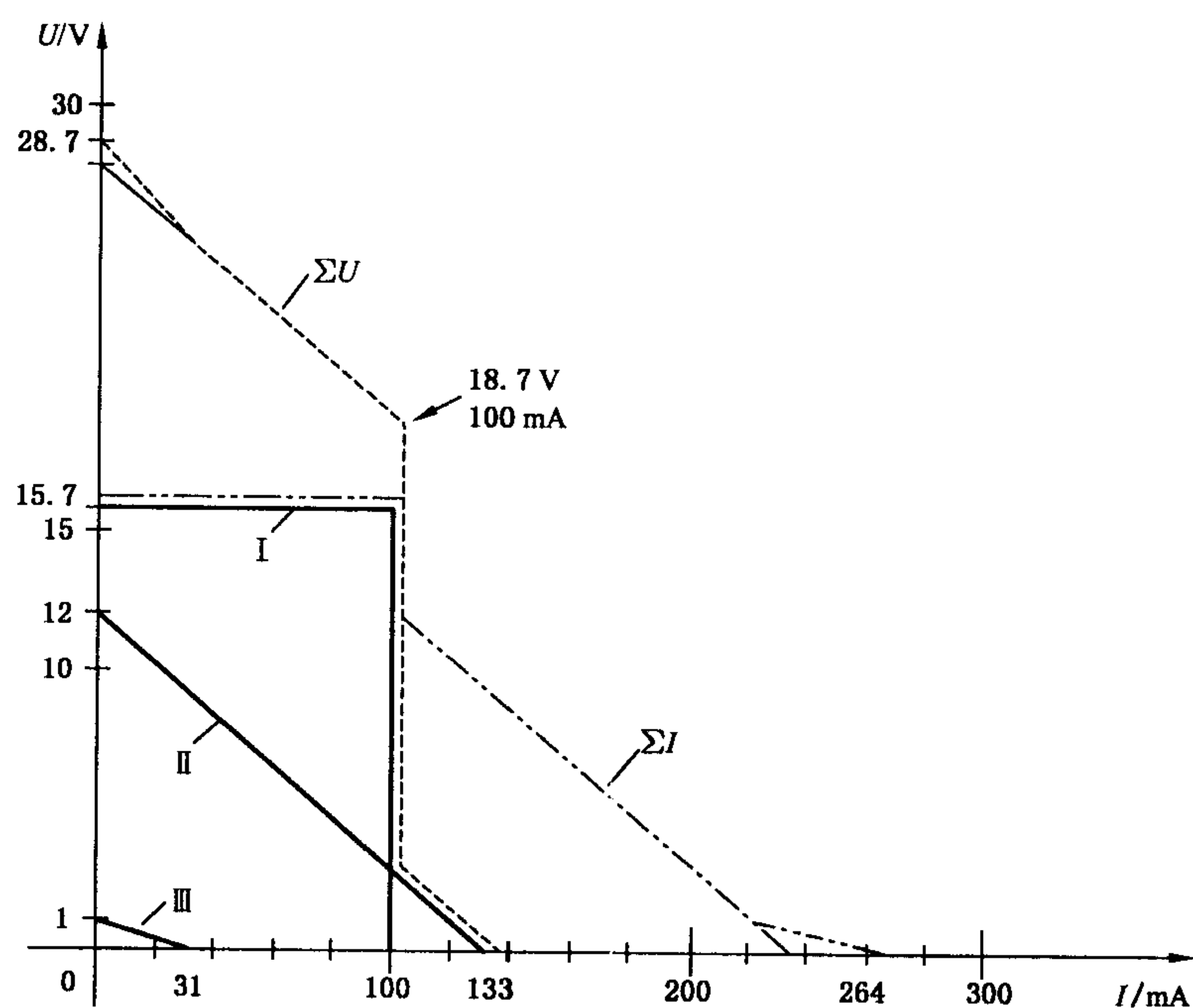
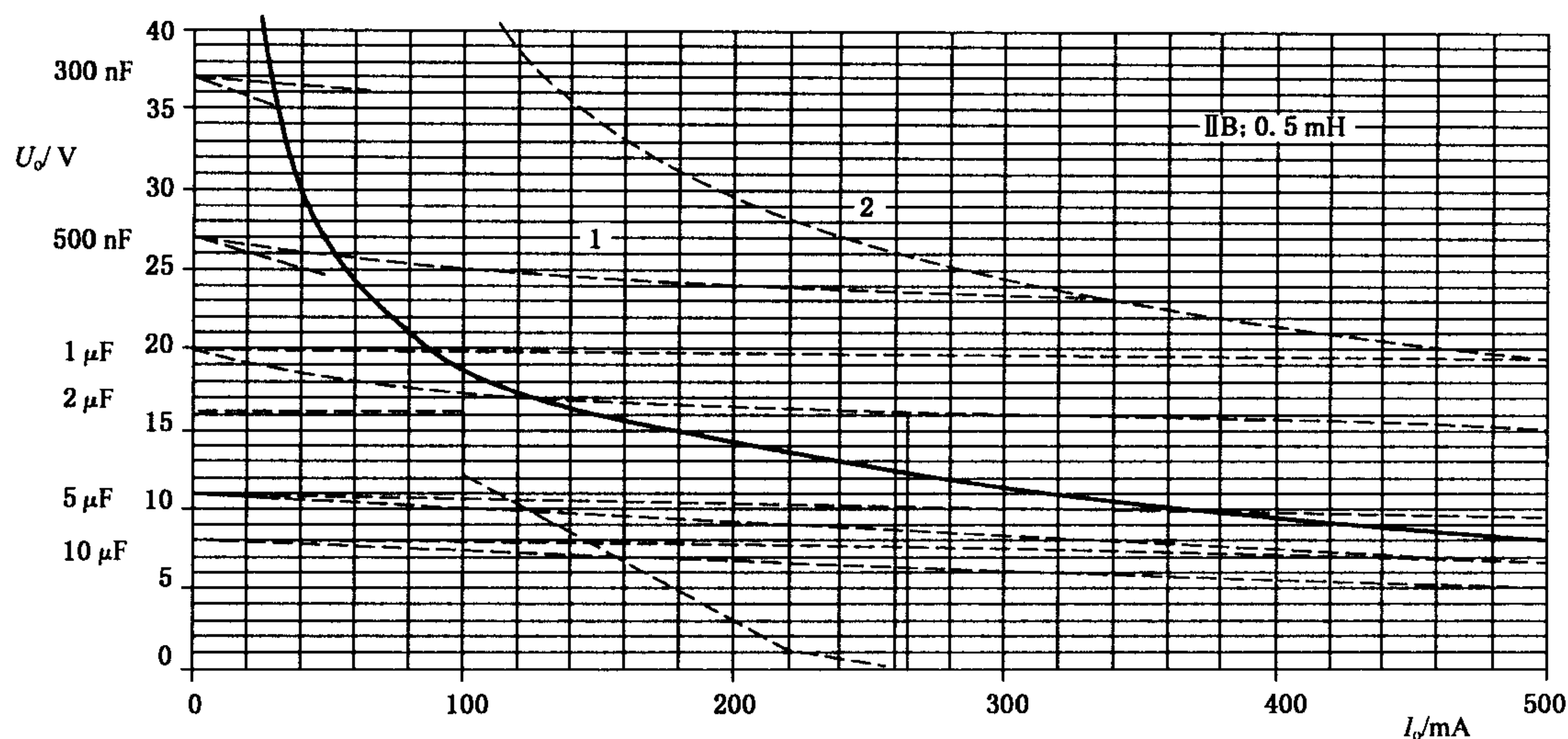
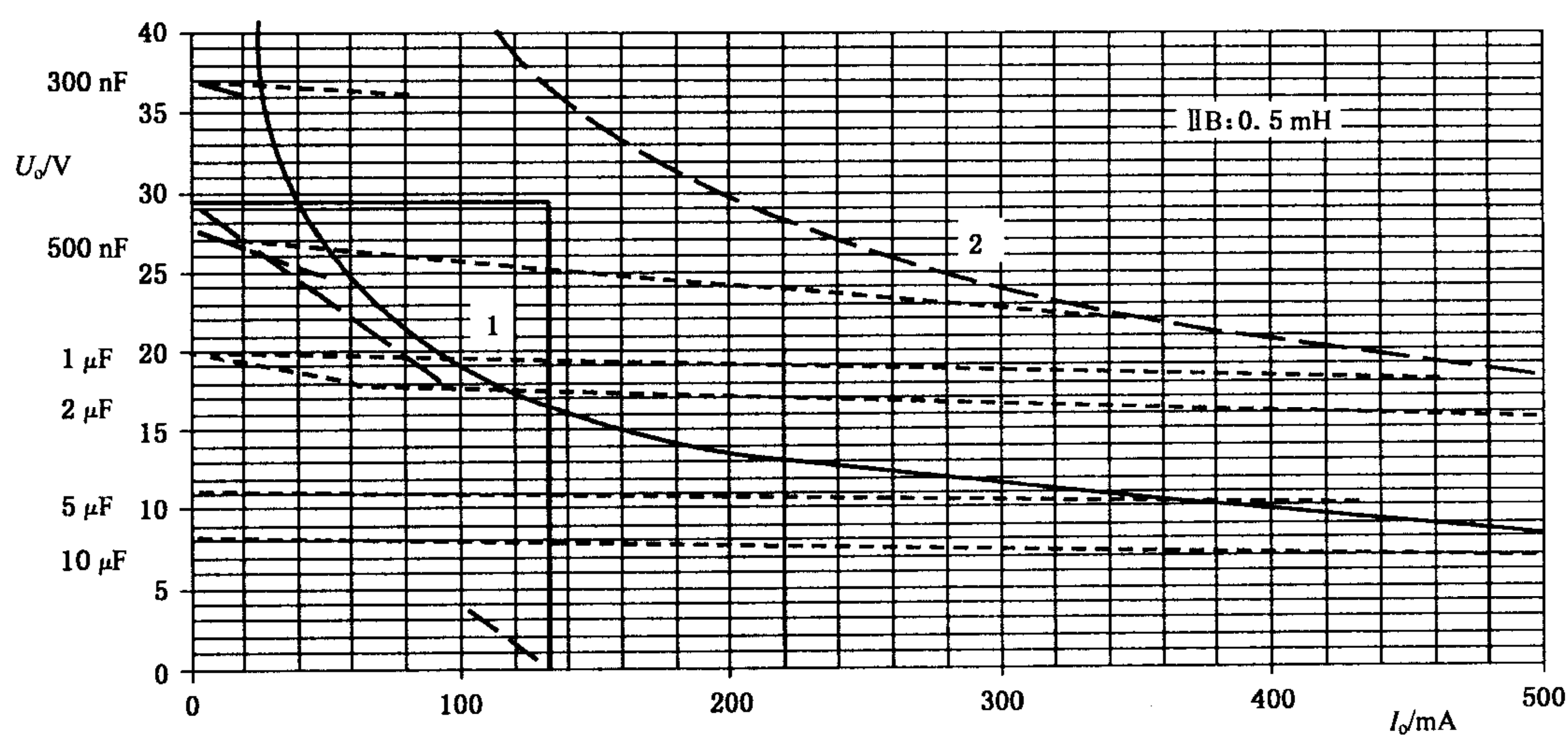


图 C. 5 图 C. 4 所给电路的总合成特性



图中: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



图中: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 图 C.4 所给示例的电流叠加和/或电压叠加

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

GB 3836. 18—2010/IEC 60079-25:2003

容,可用本质安全型设备(分析器)和互联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安型电路组合在一起。

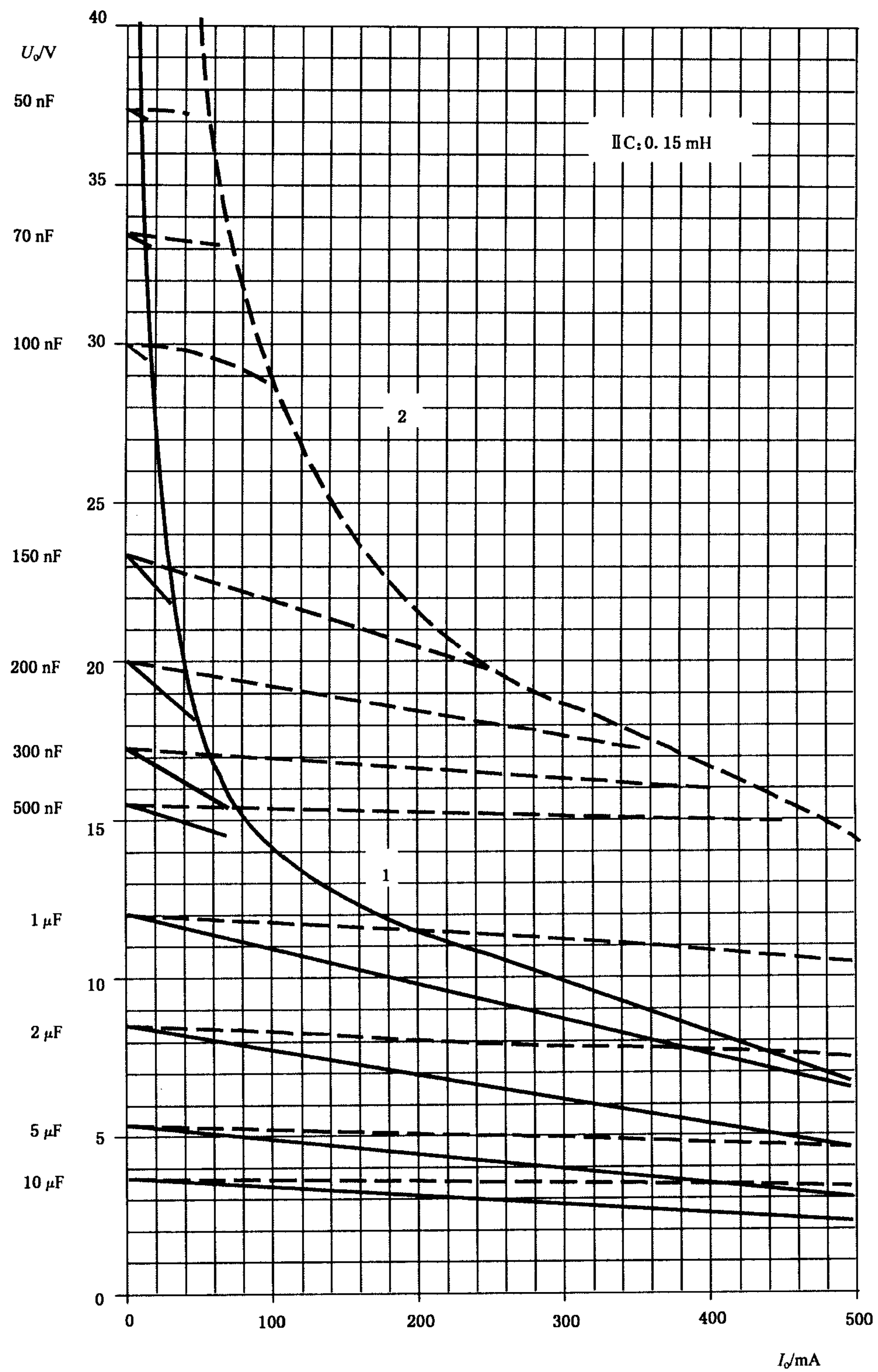
GB 3836. 15 的安装规则规定,如果通过计算或测量验证了互相连接的安全性,则允许危险场所用电气设备的设计人员、生产者或操作人员自己负责处理这种组合。由于操作人员通常没有进行测量验证的装置(操作人员不可能拥有必要的设备),允许操作人员利用适用的计算方法。到目前为止 GB 3836. 15 仅提供了一种能专门用于有纯线性内阻的电源的方法,但这种方法也不一定总能得出安全布局。但是在实践中,经常出现非线性特性的电源,然而到目前为止,只有得到检验站的支持,才有可能组成这样的组合。

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 II B 和 II C 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。

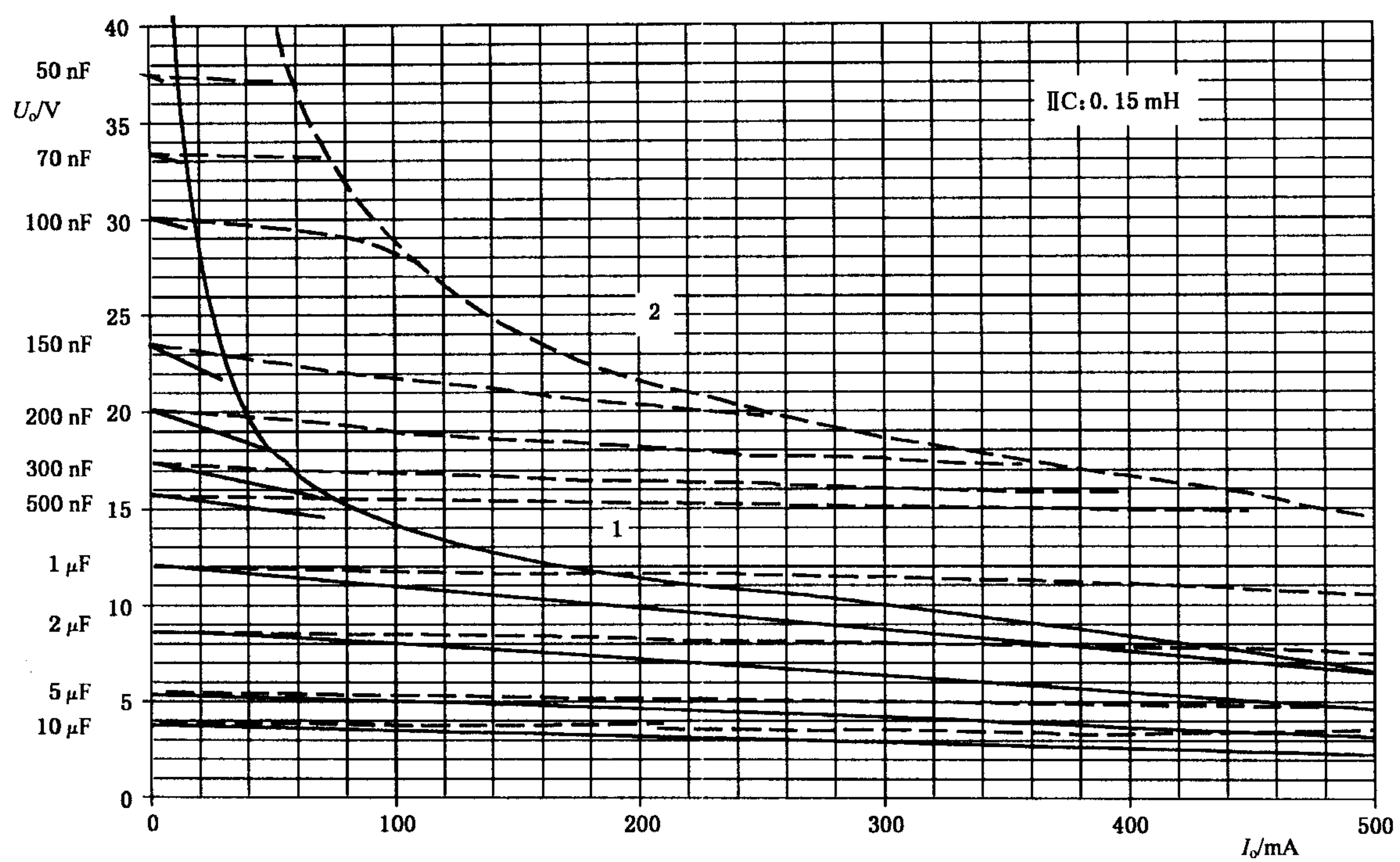


图中：1——矩形特性电源电感限值；
2——线性特性电源电感限值。

a) 0.15 mH 图

图 C.7 通用电源特性极限曲线图——II C 组

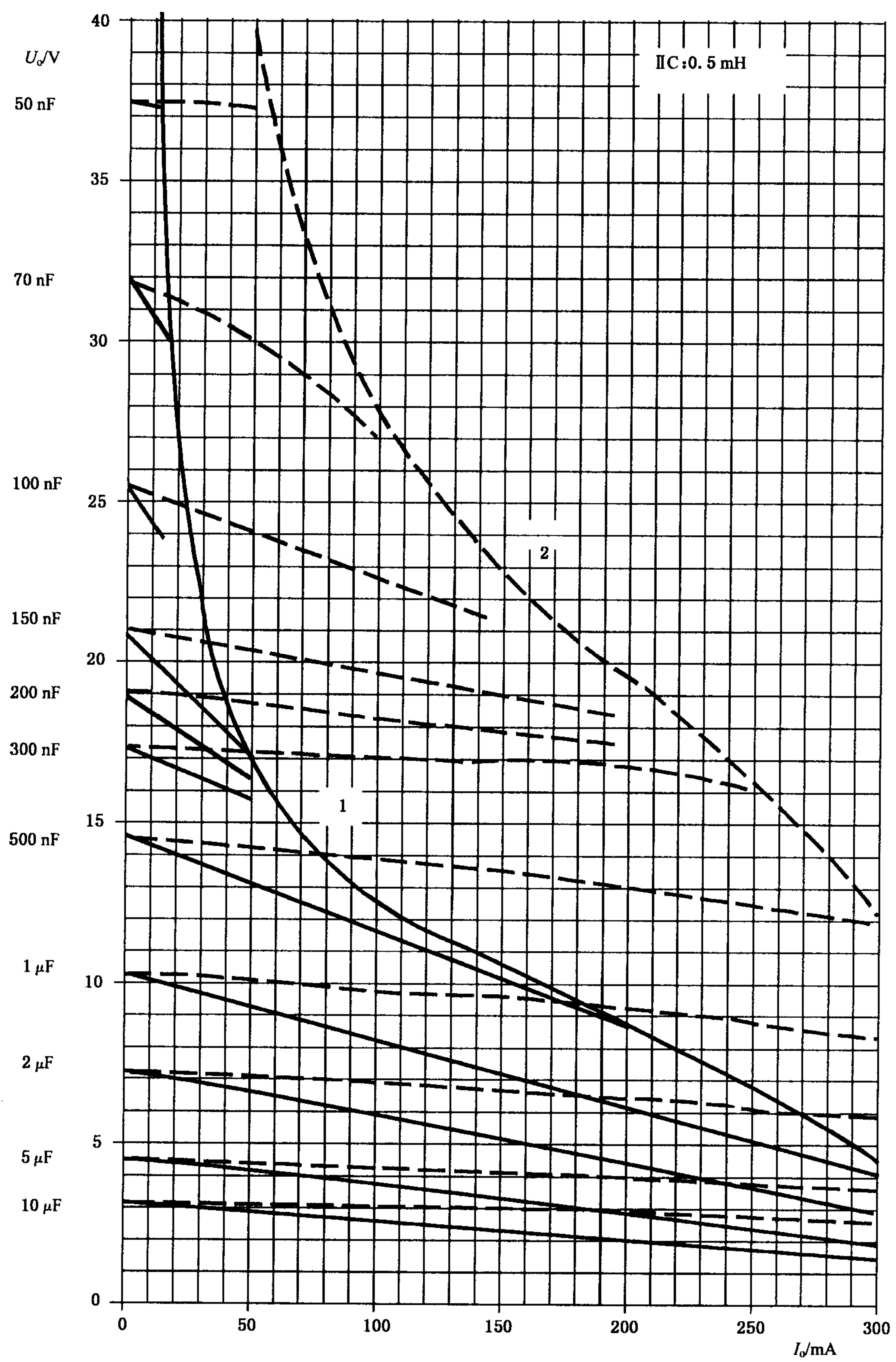
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

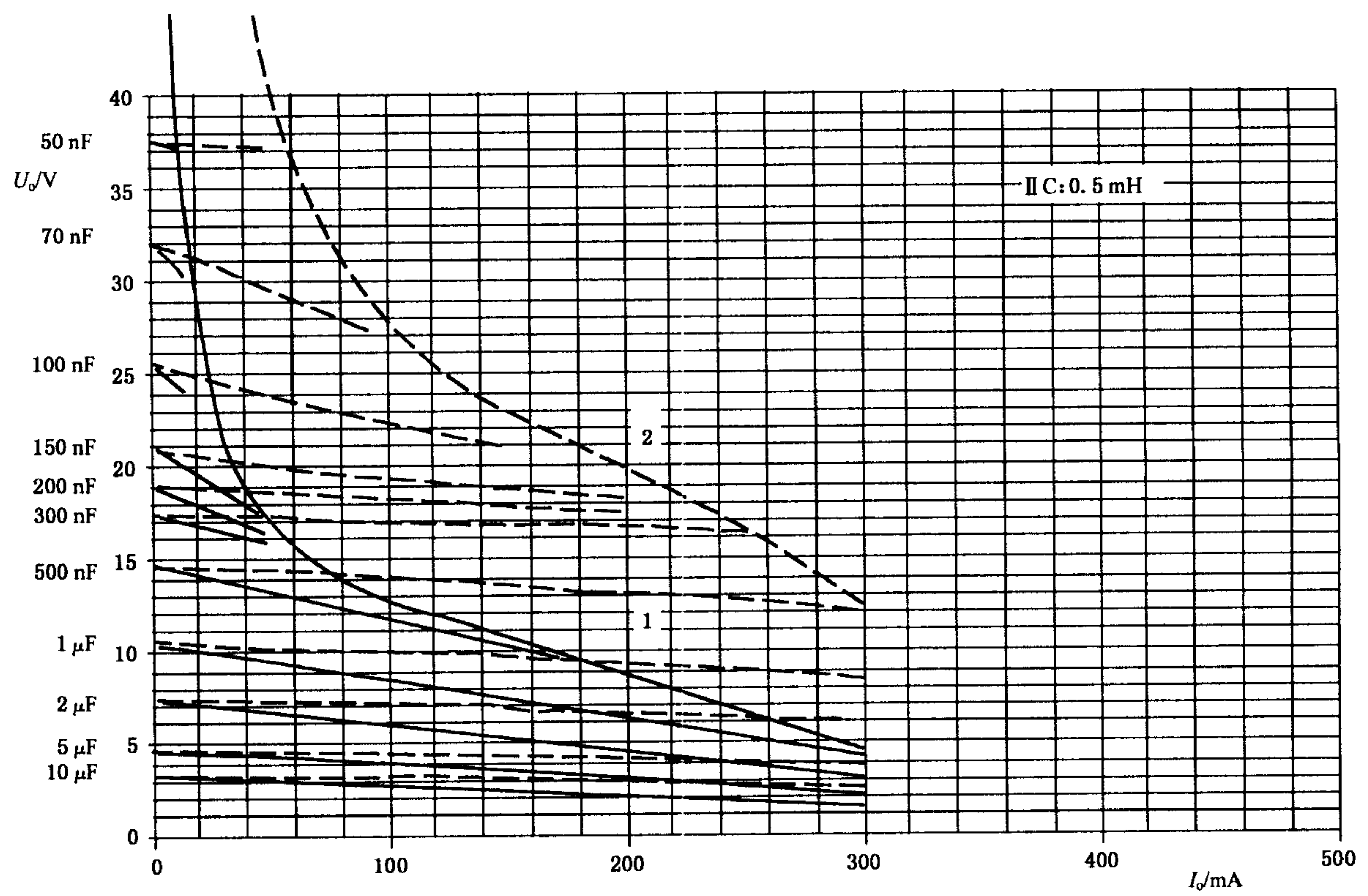
图 C.7 (续)



图中：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)

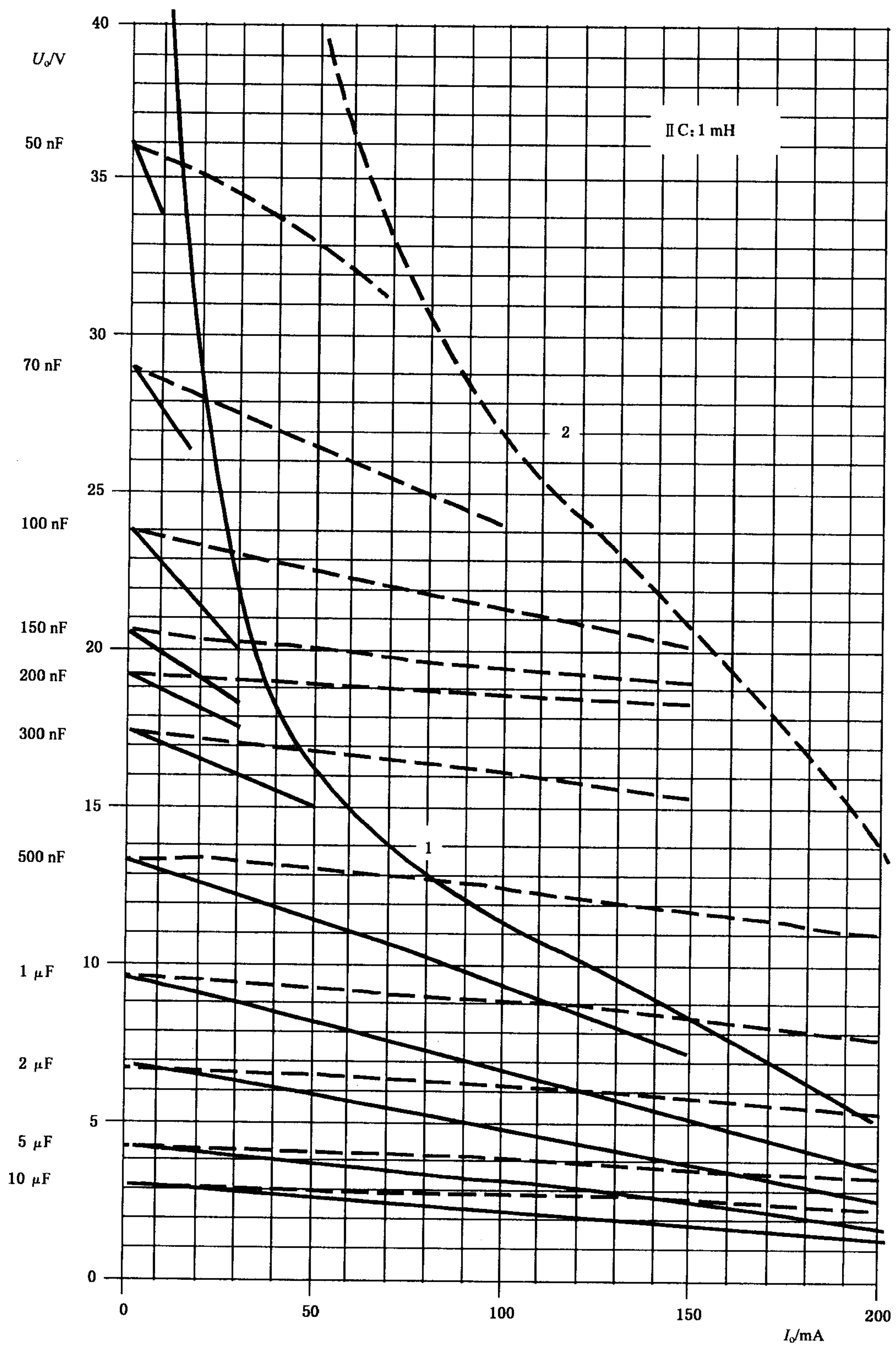
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

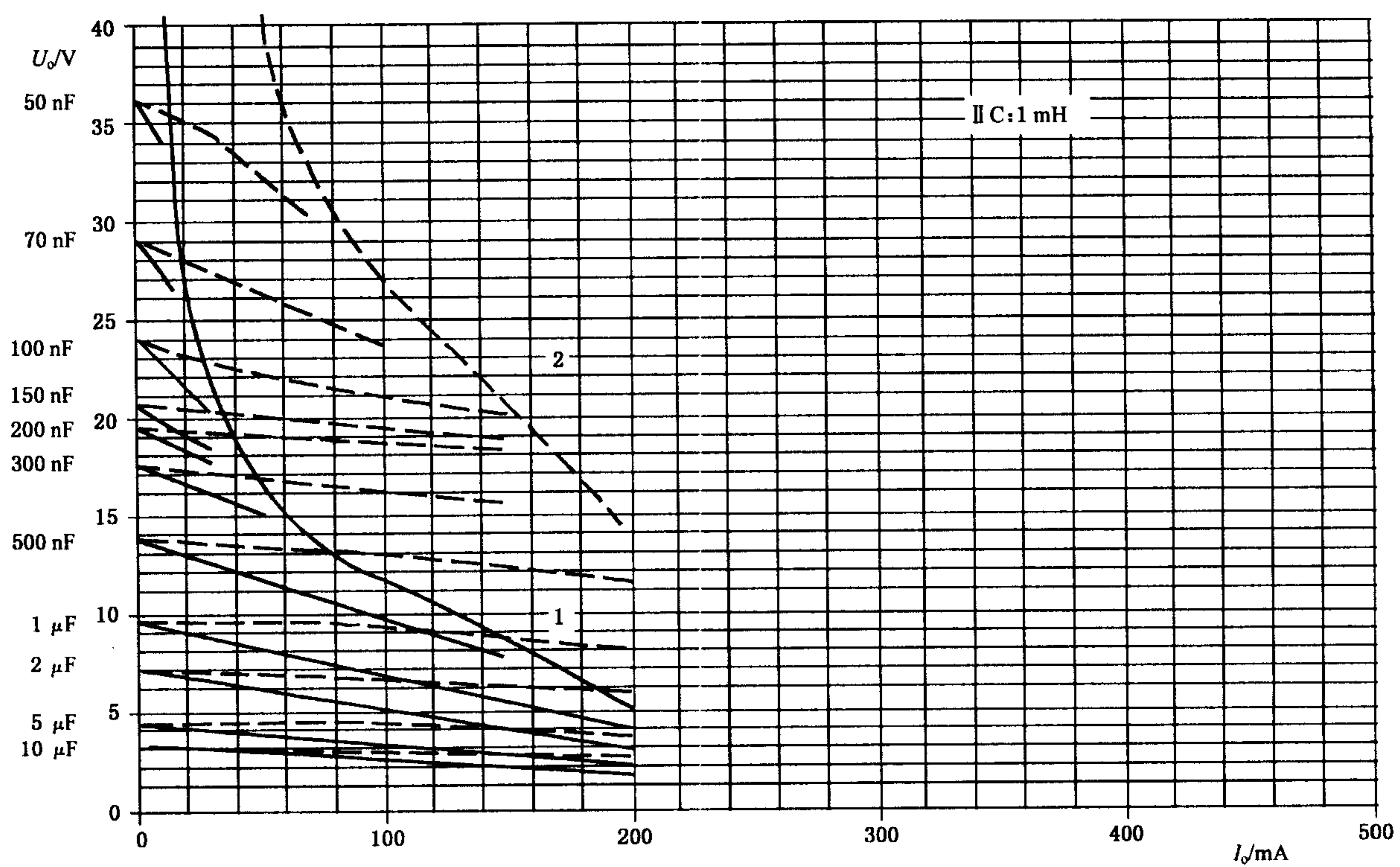
图 C.7 (续)



图中：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)

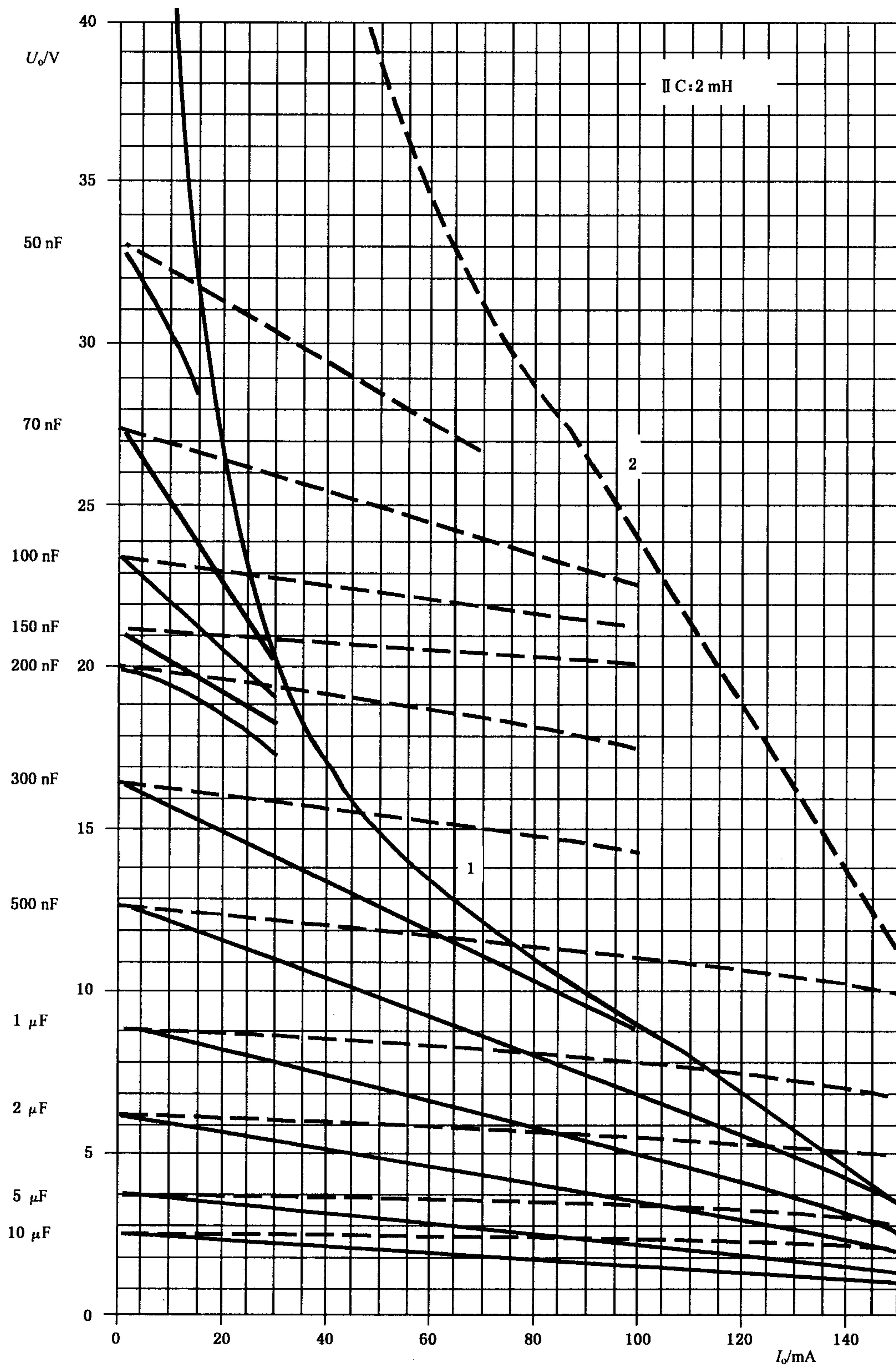
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

图 C.7 (续)

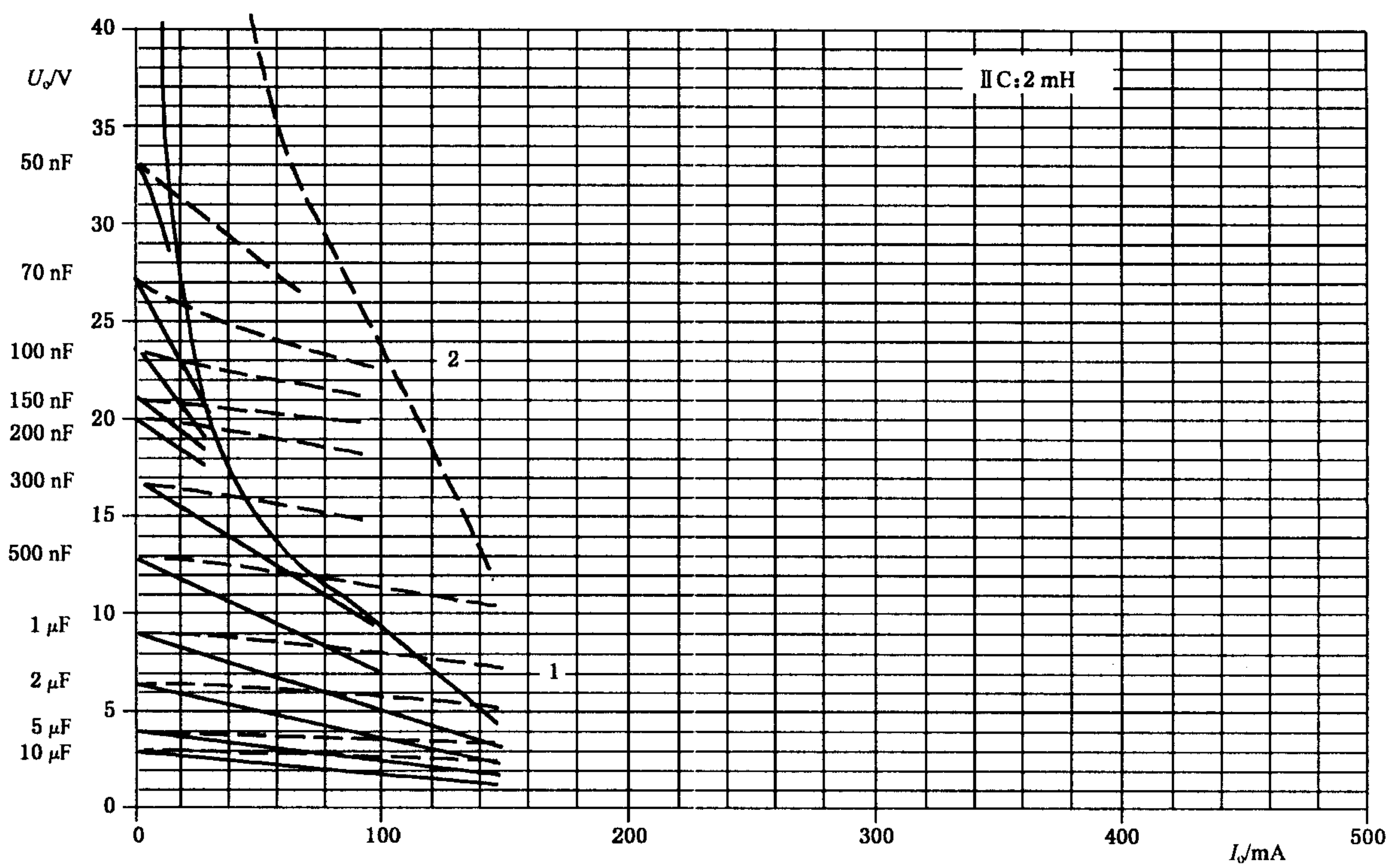


图中：1——矩形特性电源电感限值；
2——线性特性电源电感限值。

d) 2 mH 图

图 C.7 (续)

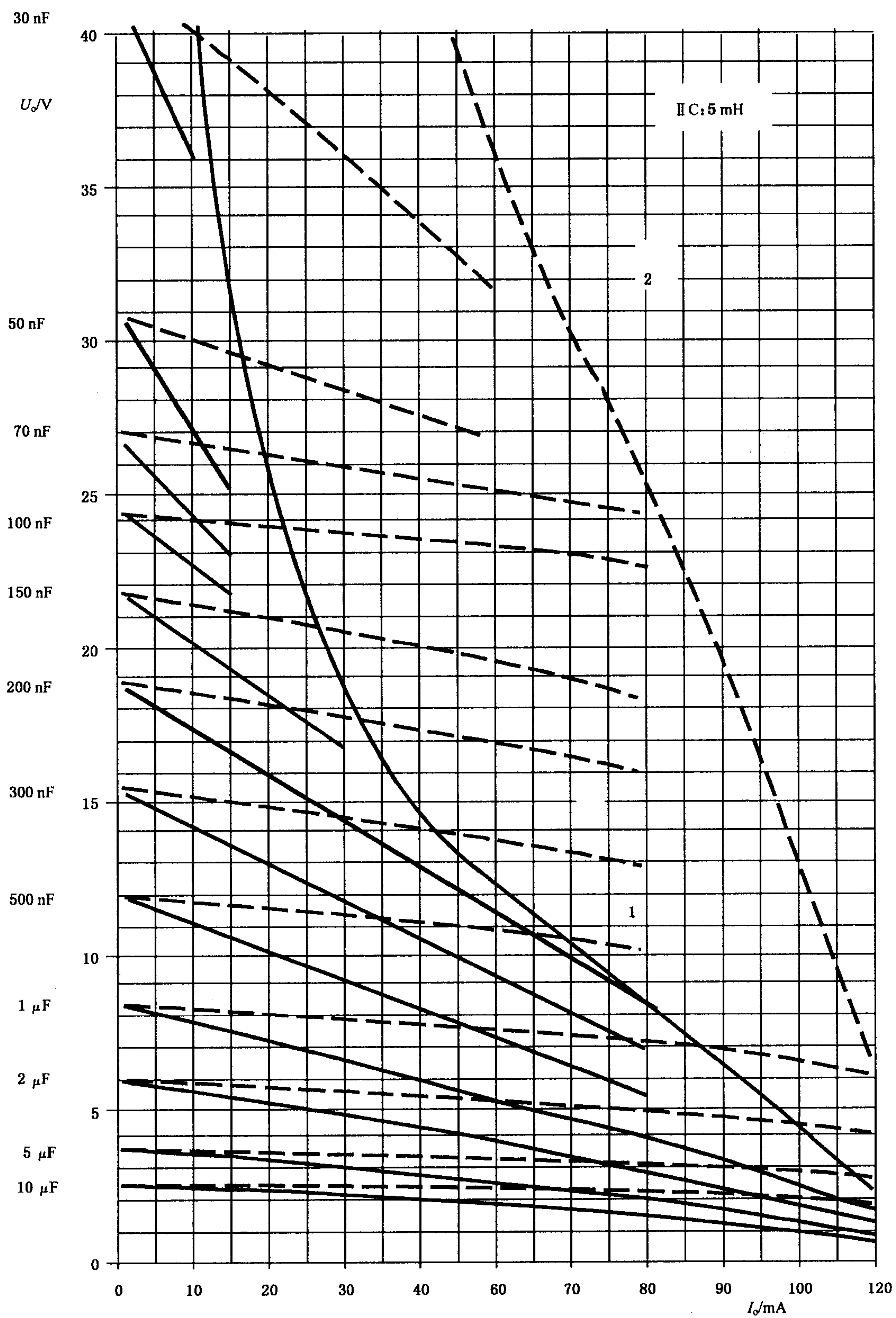
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

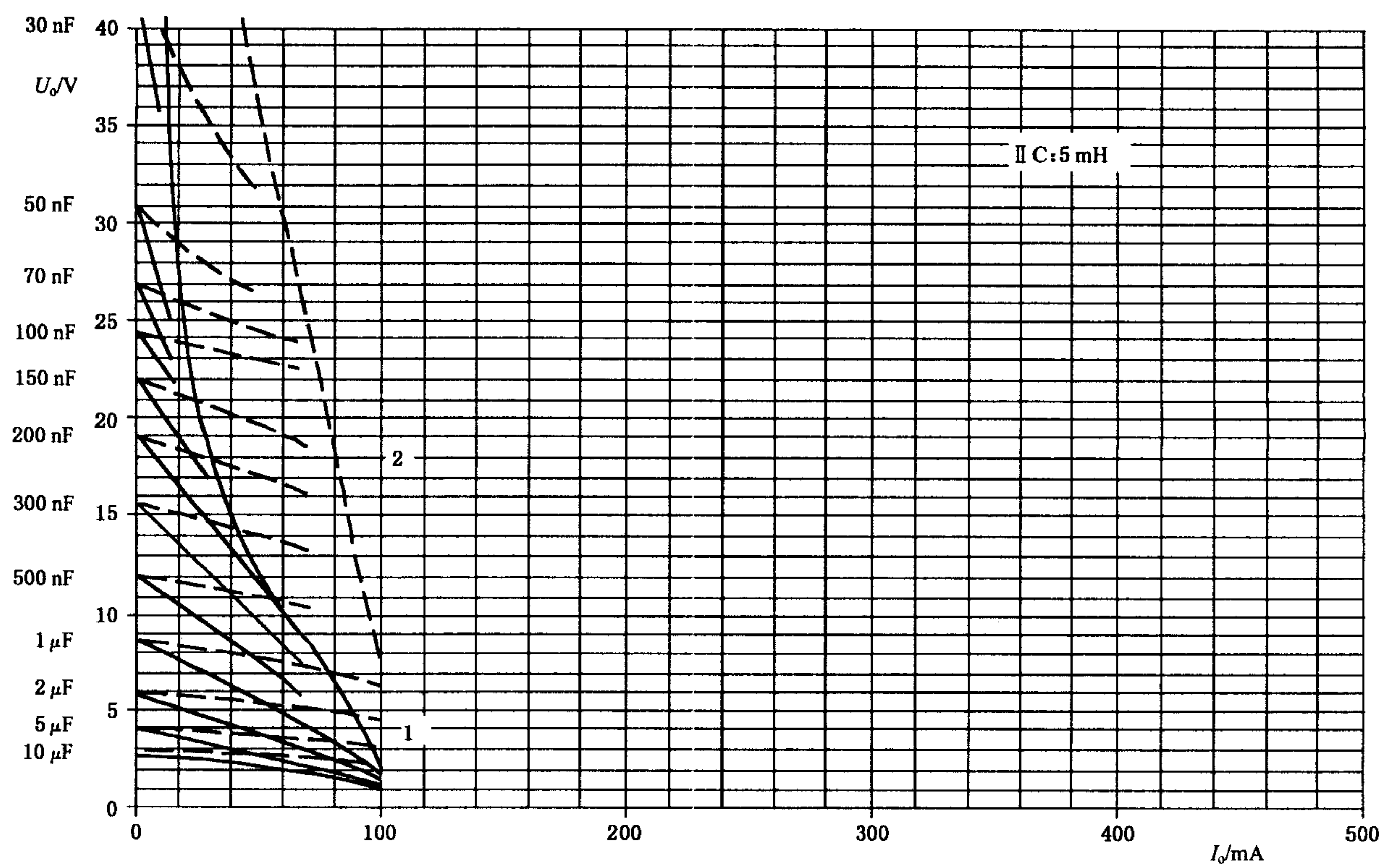
图 C.7 (续)



图中：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)

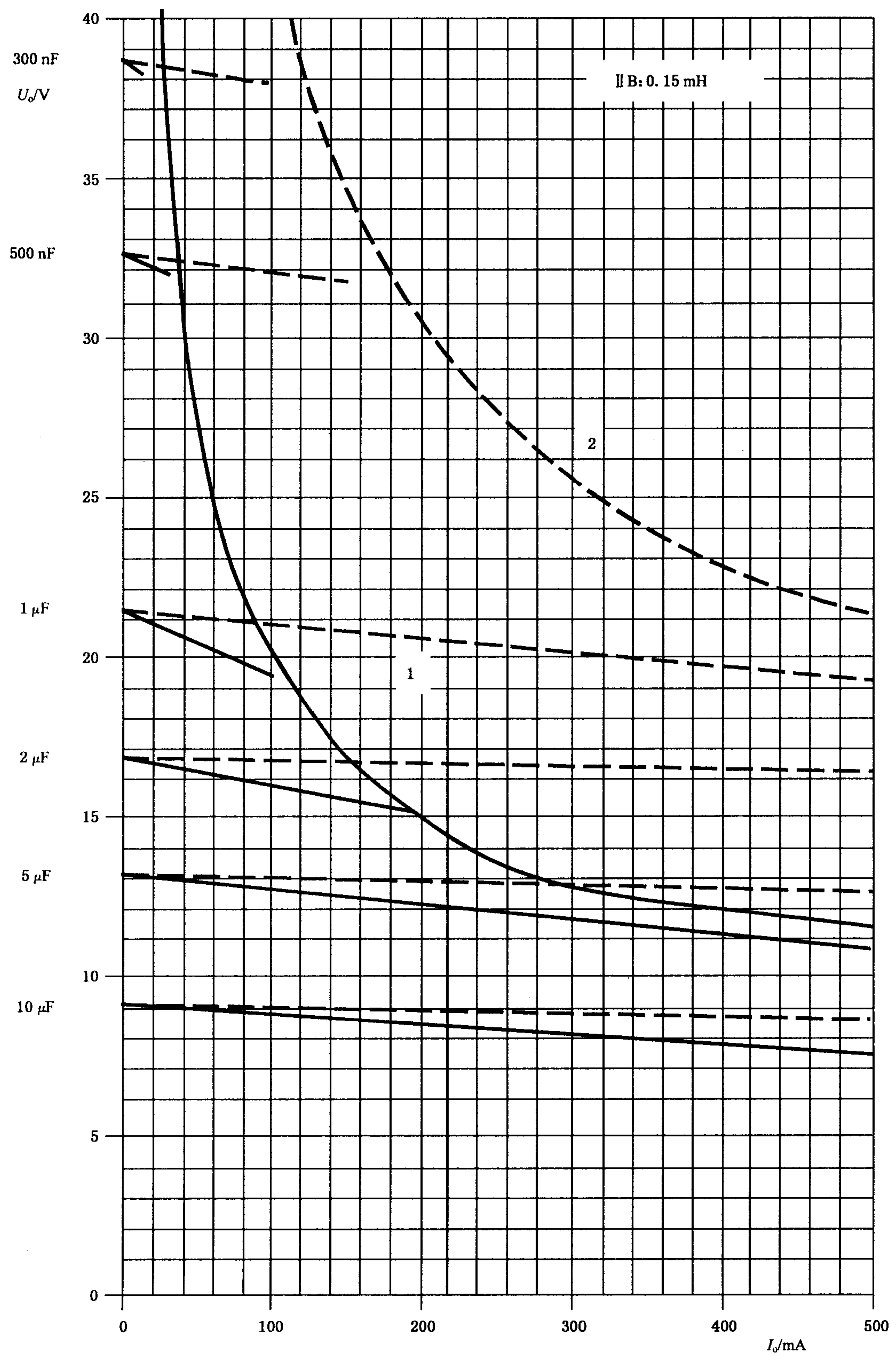
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

图 C.7 (续)

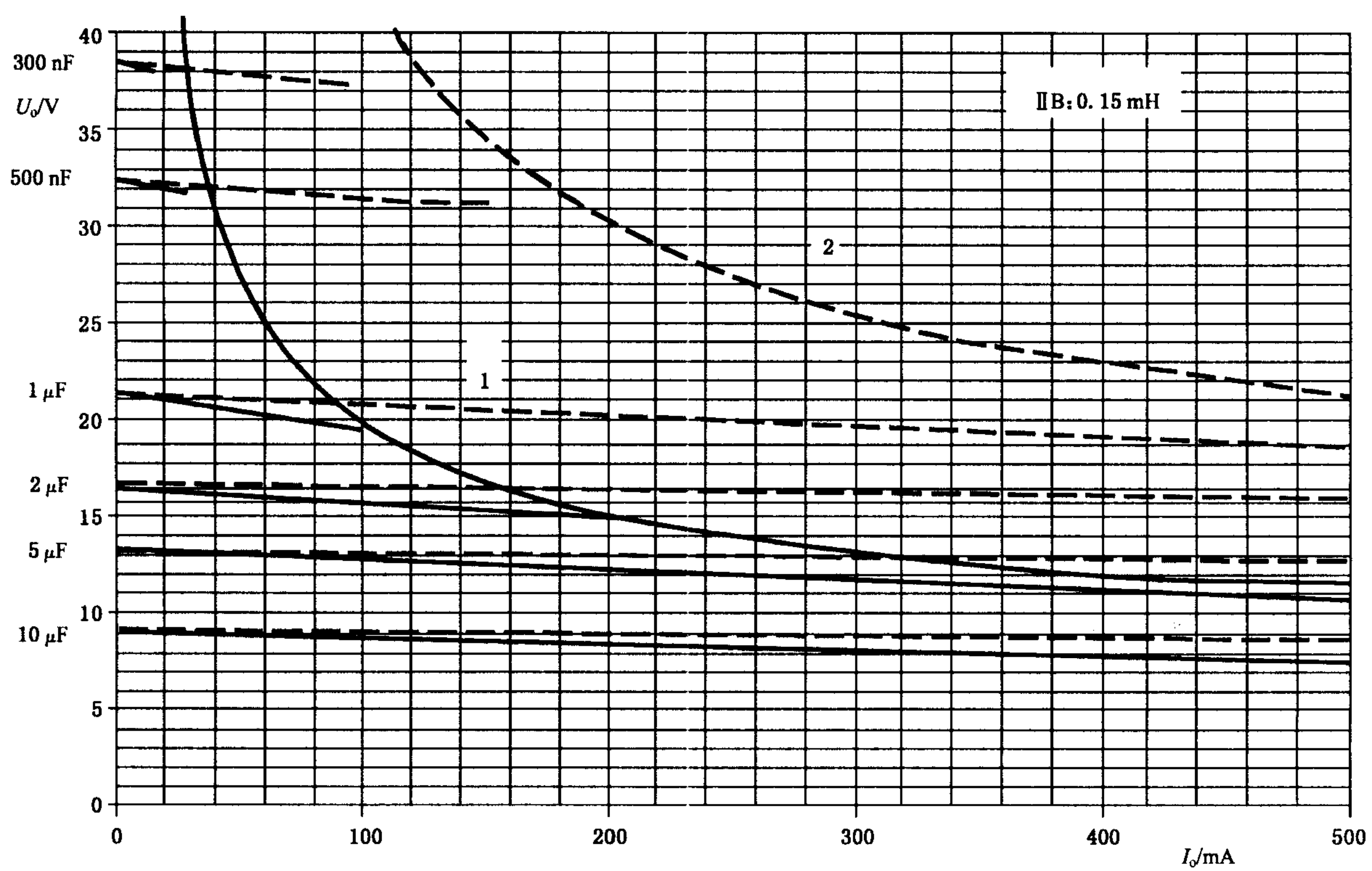


图中：1——矩形特性电源电感限值；
2——线性特性电源电感限值。

a) 0.15 mH 图

图 C.8 通用电源特性极限曲线图——II B 组

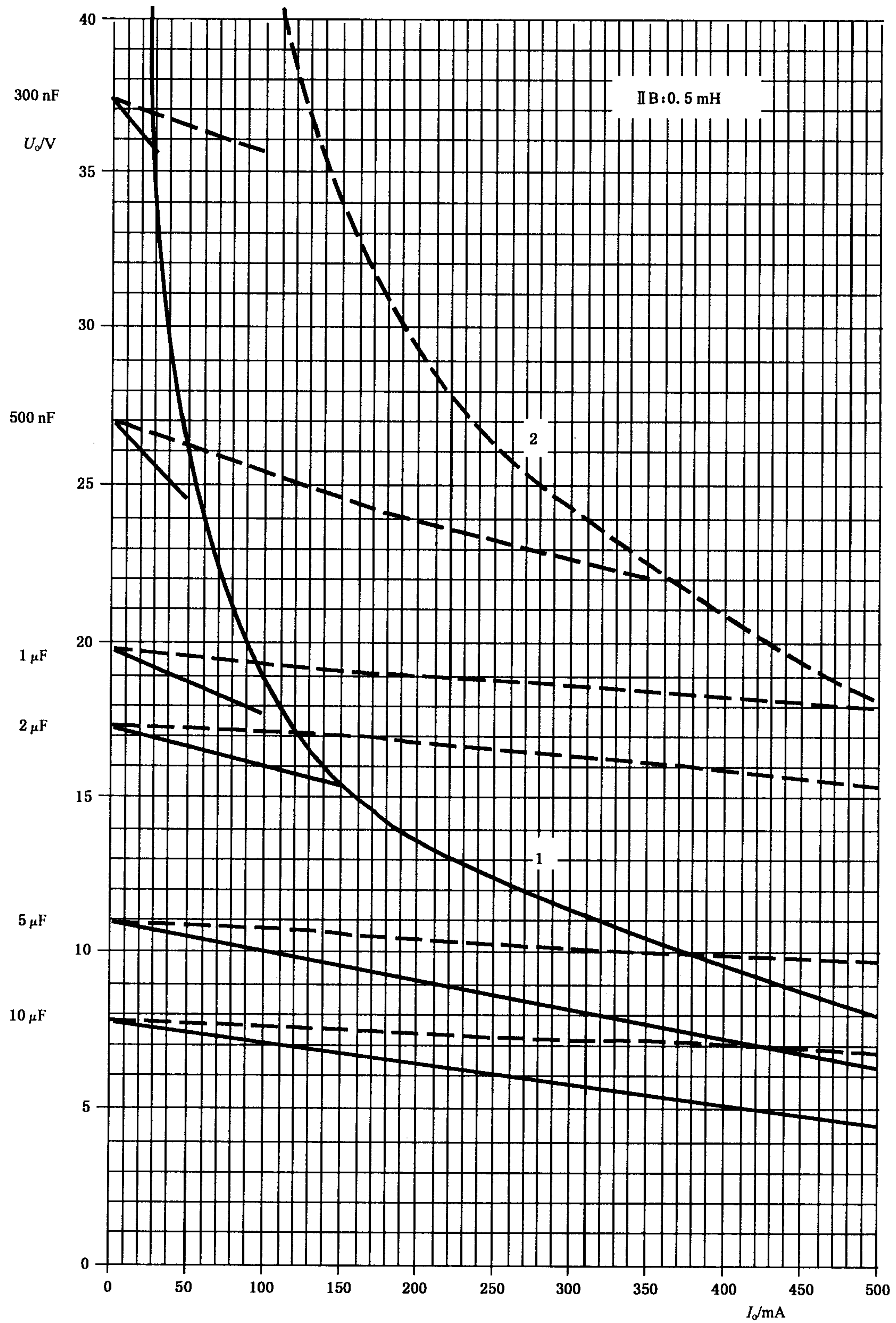
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

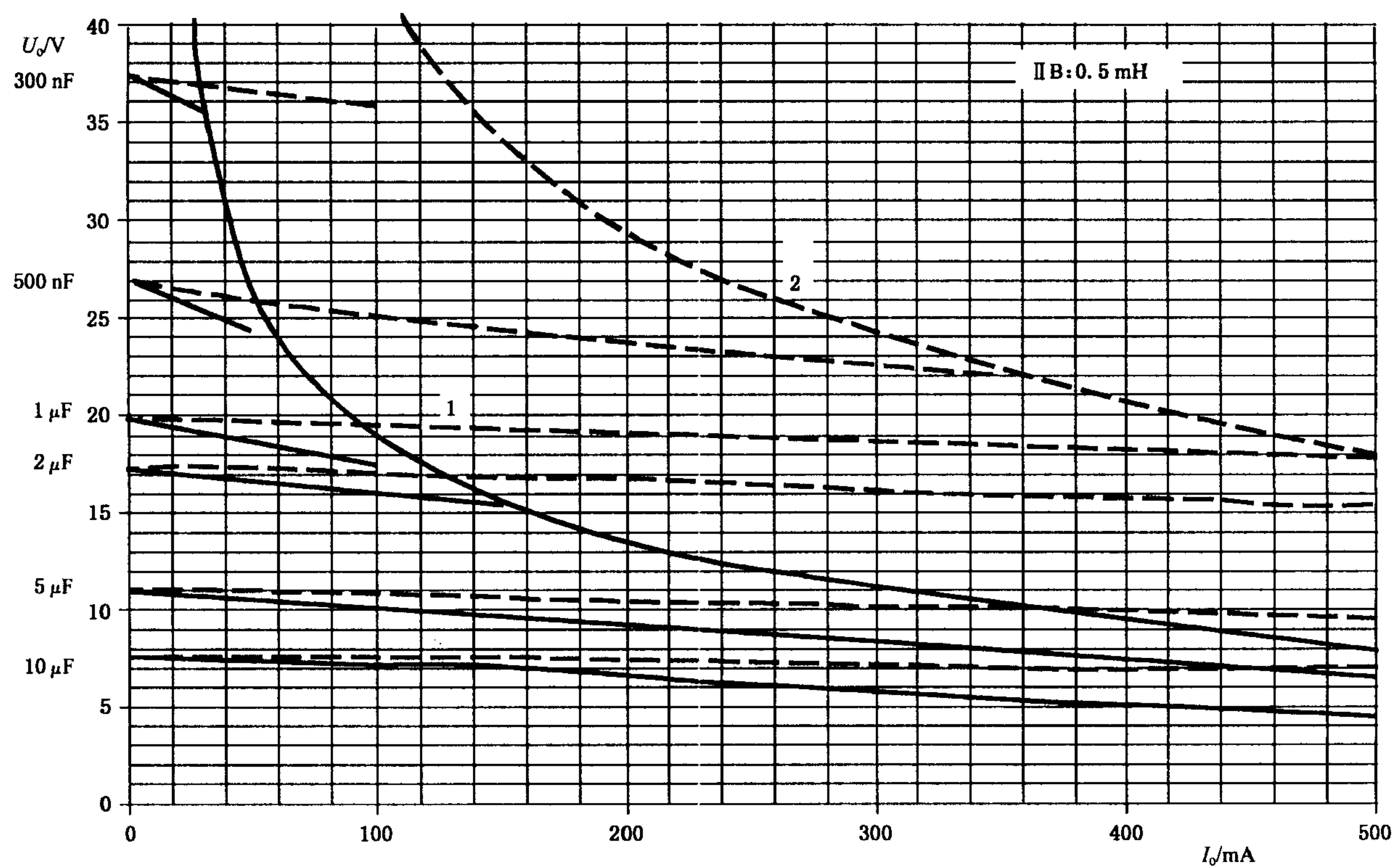
图 C.8 (续)



图中：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)

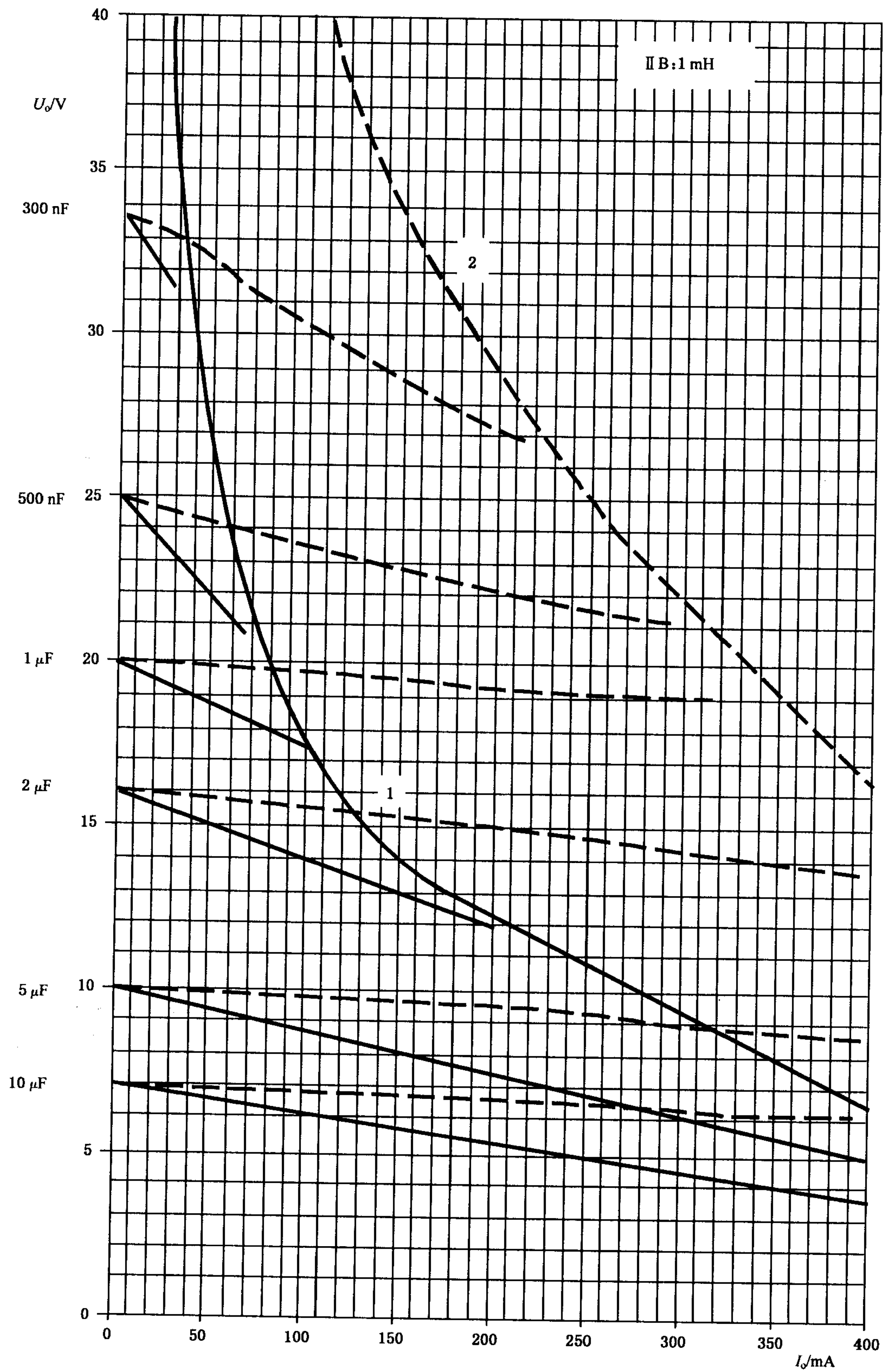
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

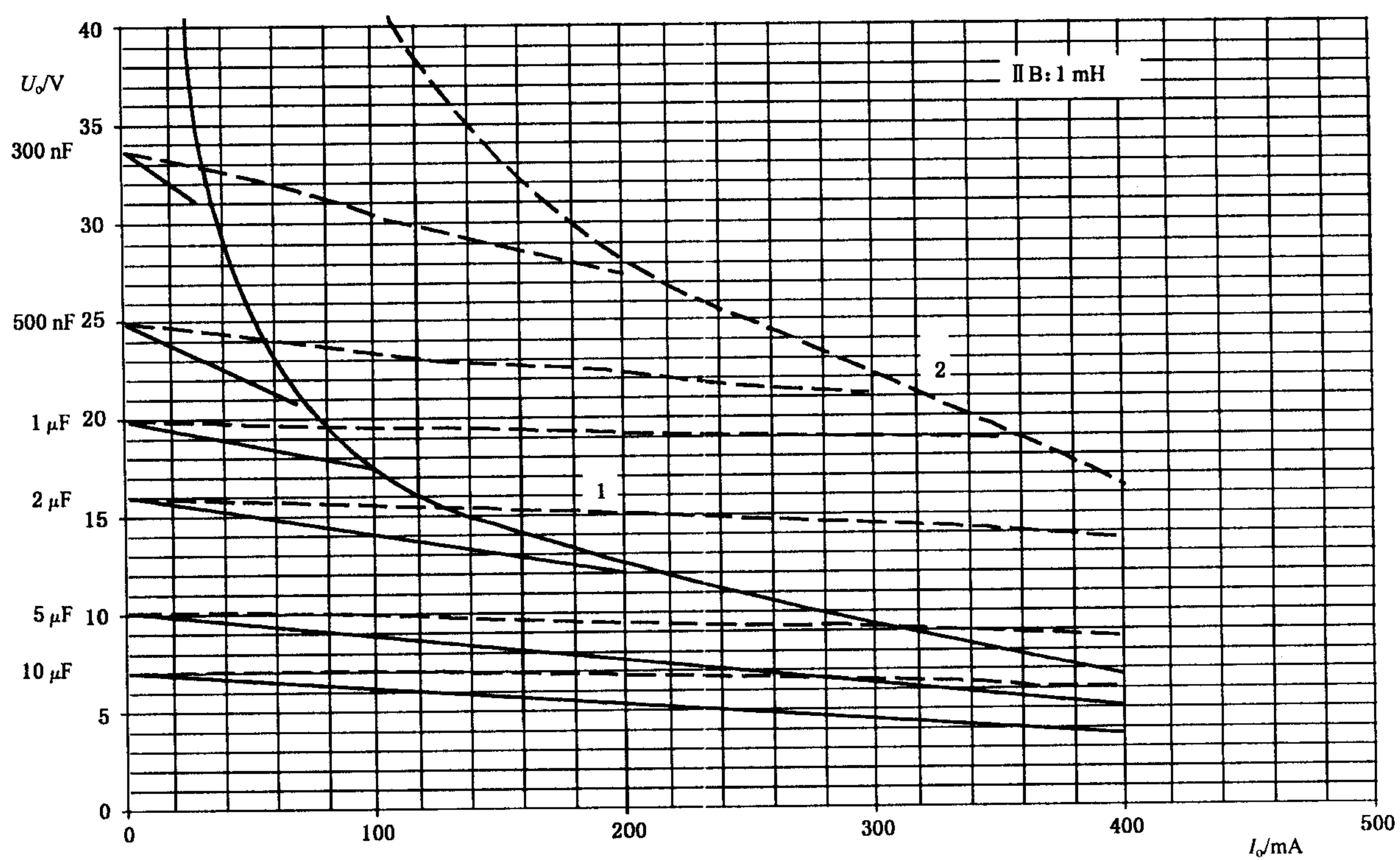
图 C.8 (续)



图中：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)

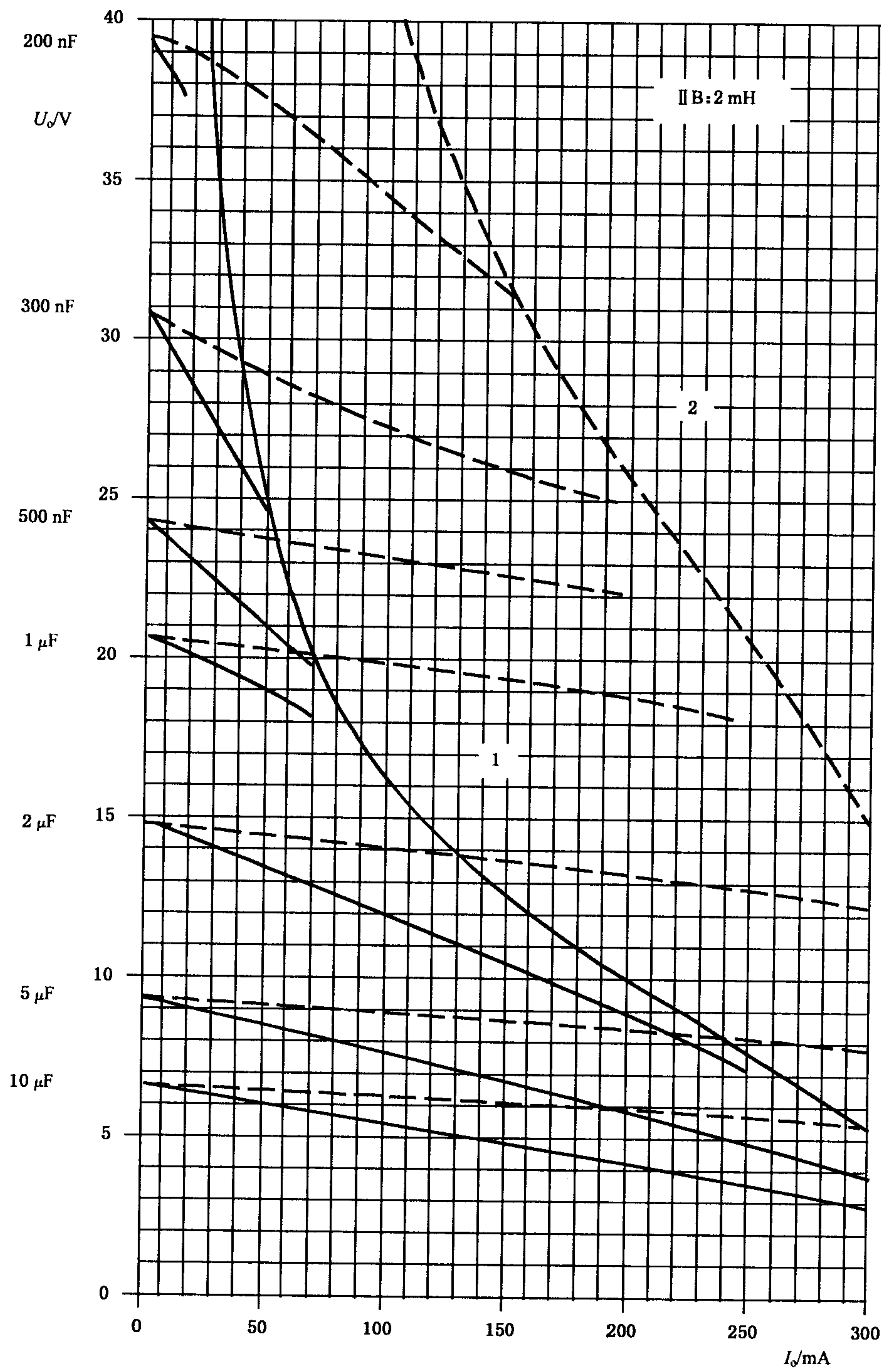
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

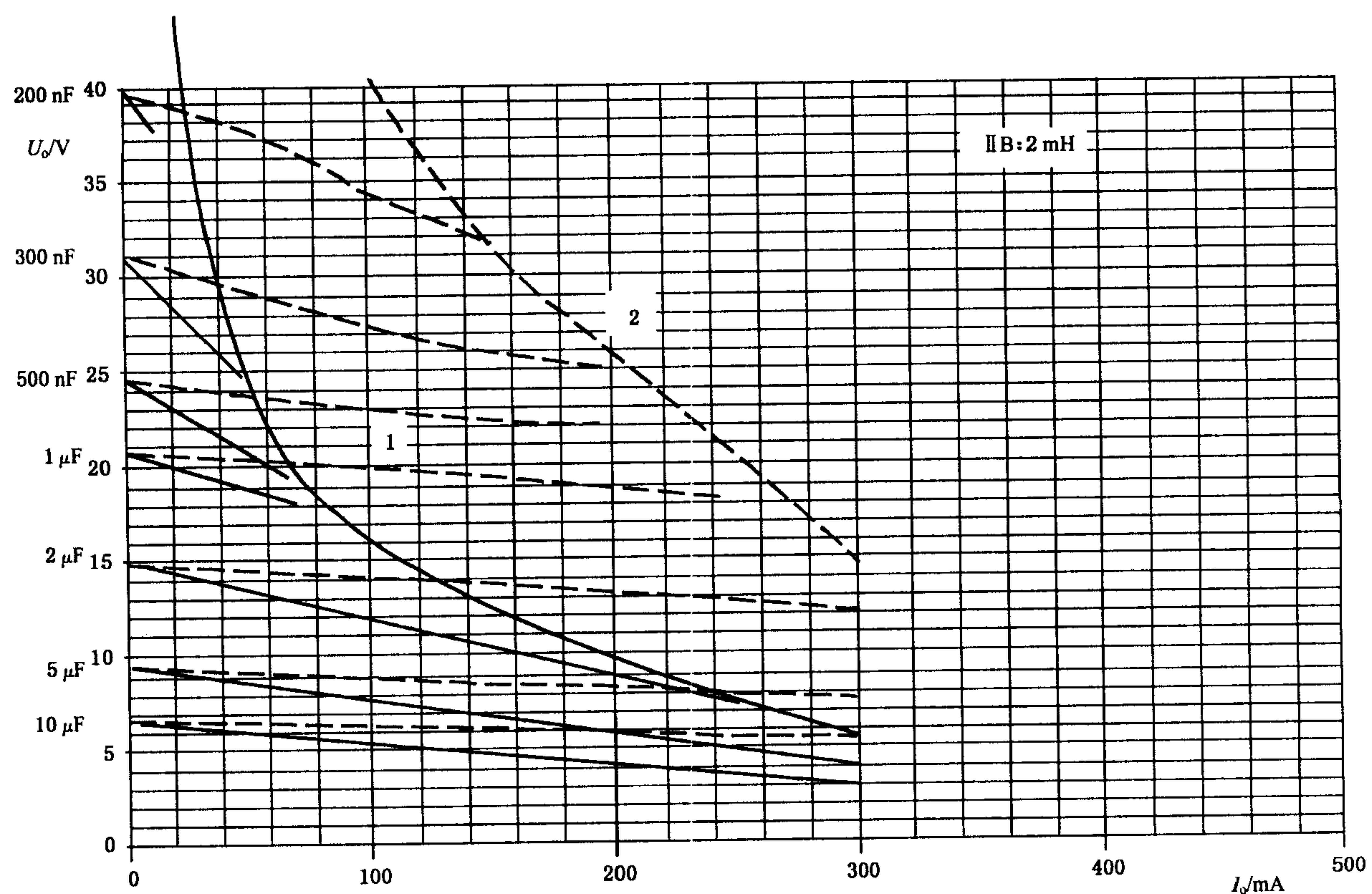
图 C.8 (续)



图中：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)

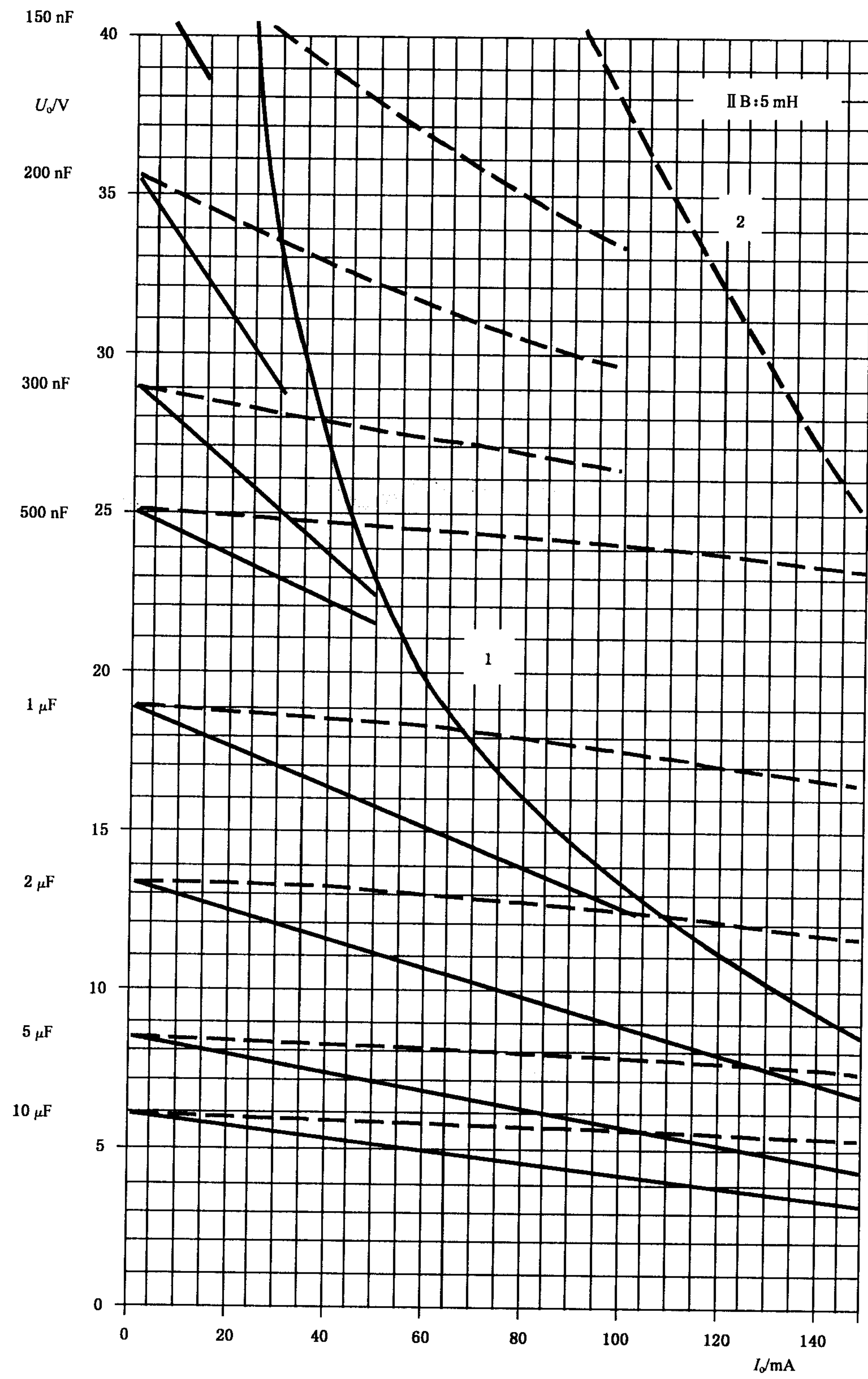
GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

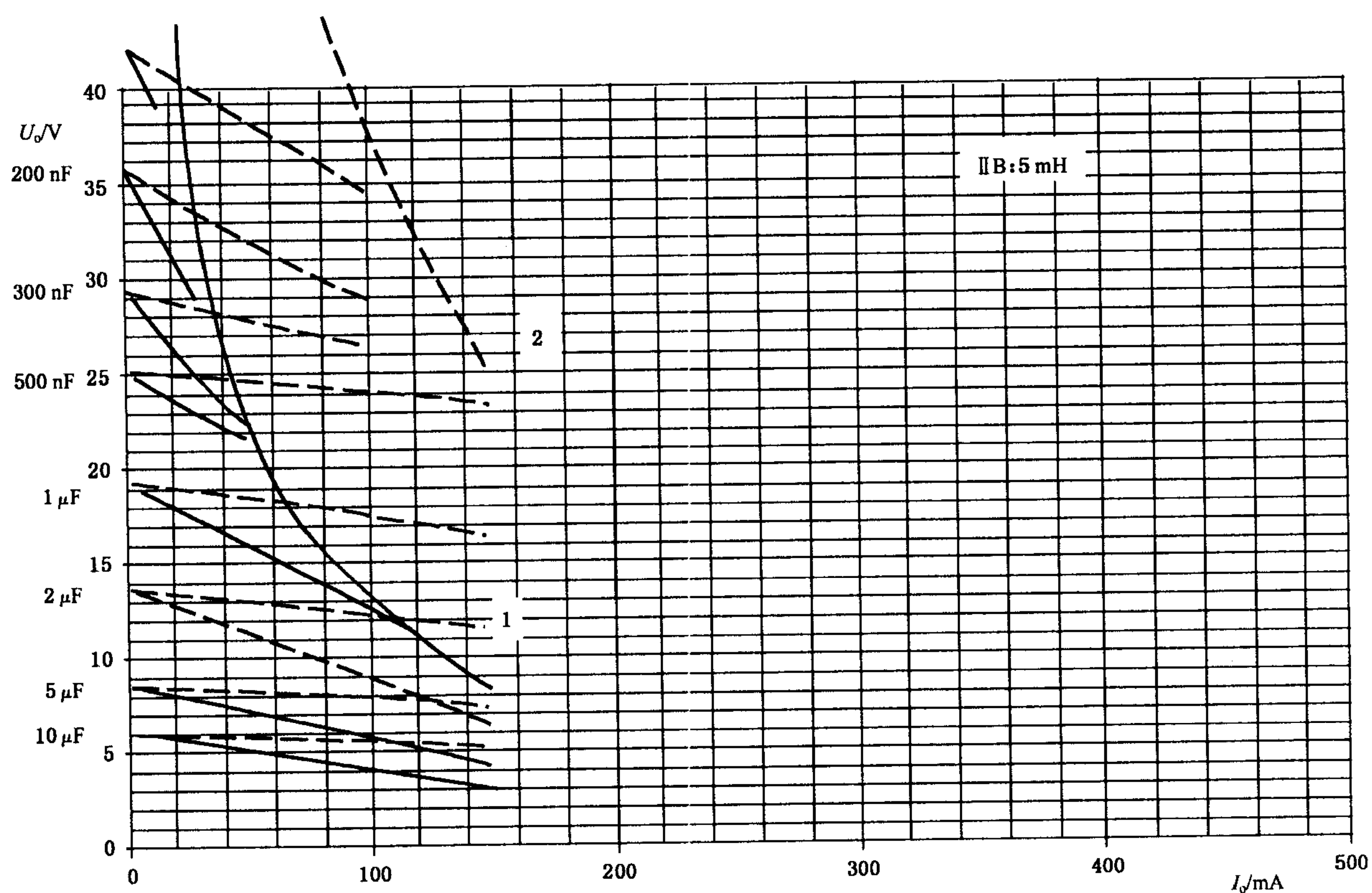
图 C.8 (续)



图中：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)

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003



图中：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 (续)

图 C.8 (续)

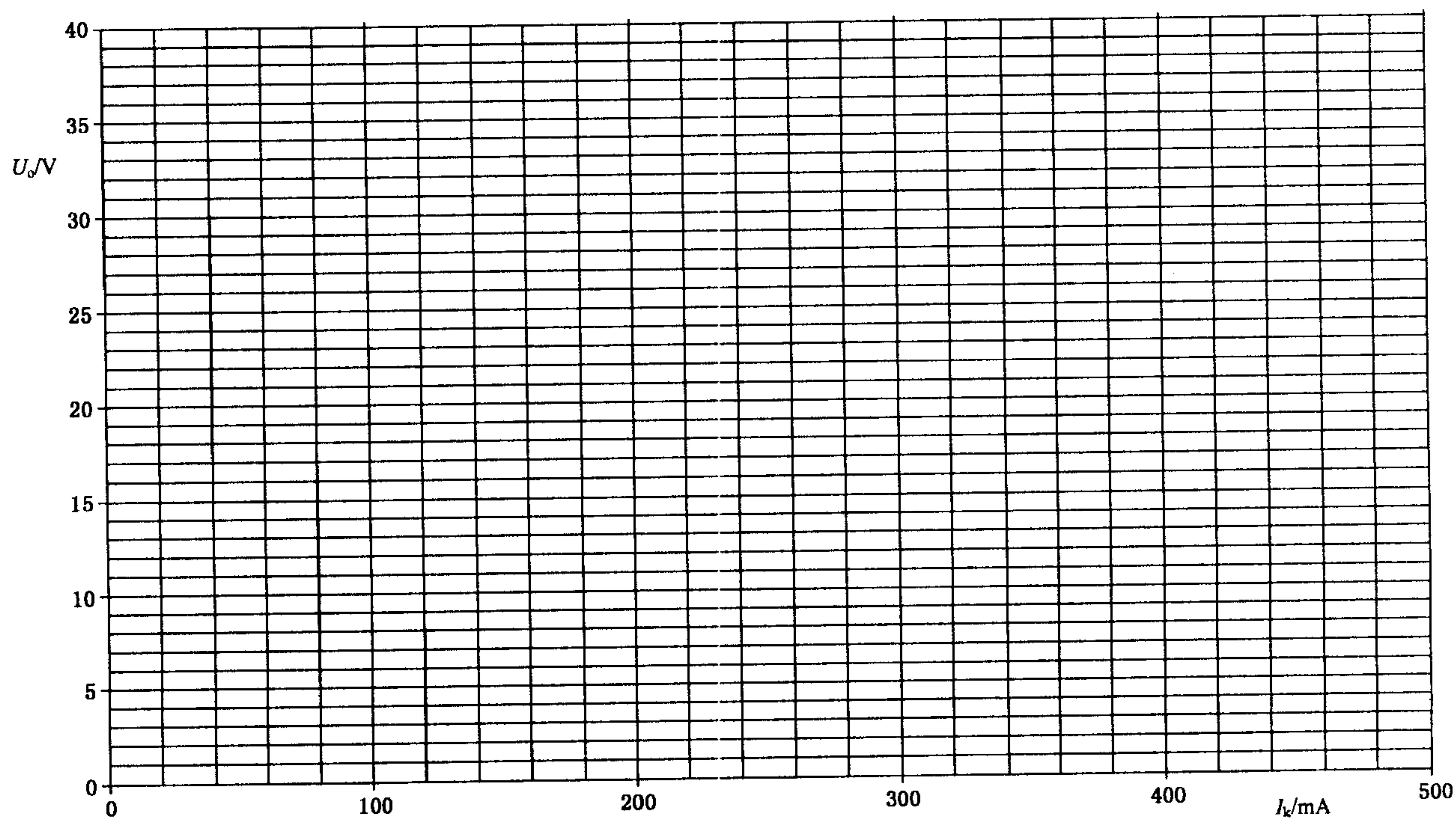


图 C.9 通用电源制图用复制图

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:如果电源使用 GB 3836.4—2010 表 A.1 允许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 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。

如果需要的话,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。

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

式中:

e ——火花试验装置最小点燃能量,单位 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 Ω ;

U_o ——最大开路电压,单位 V;

L ——电路总电感 $(L_i$ + 电源的内部电感),单位 H。

系统电缆的允许 L_c/R_c 值为该计算值或电源的 L_o/R_o 比值两者之中的较小值。

注: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。

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003

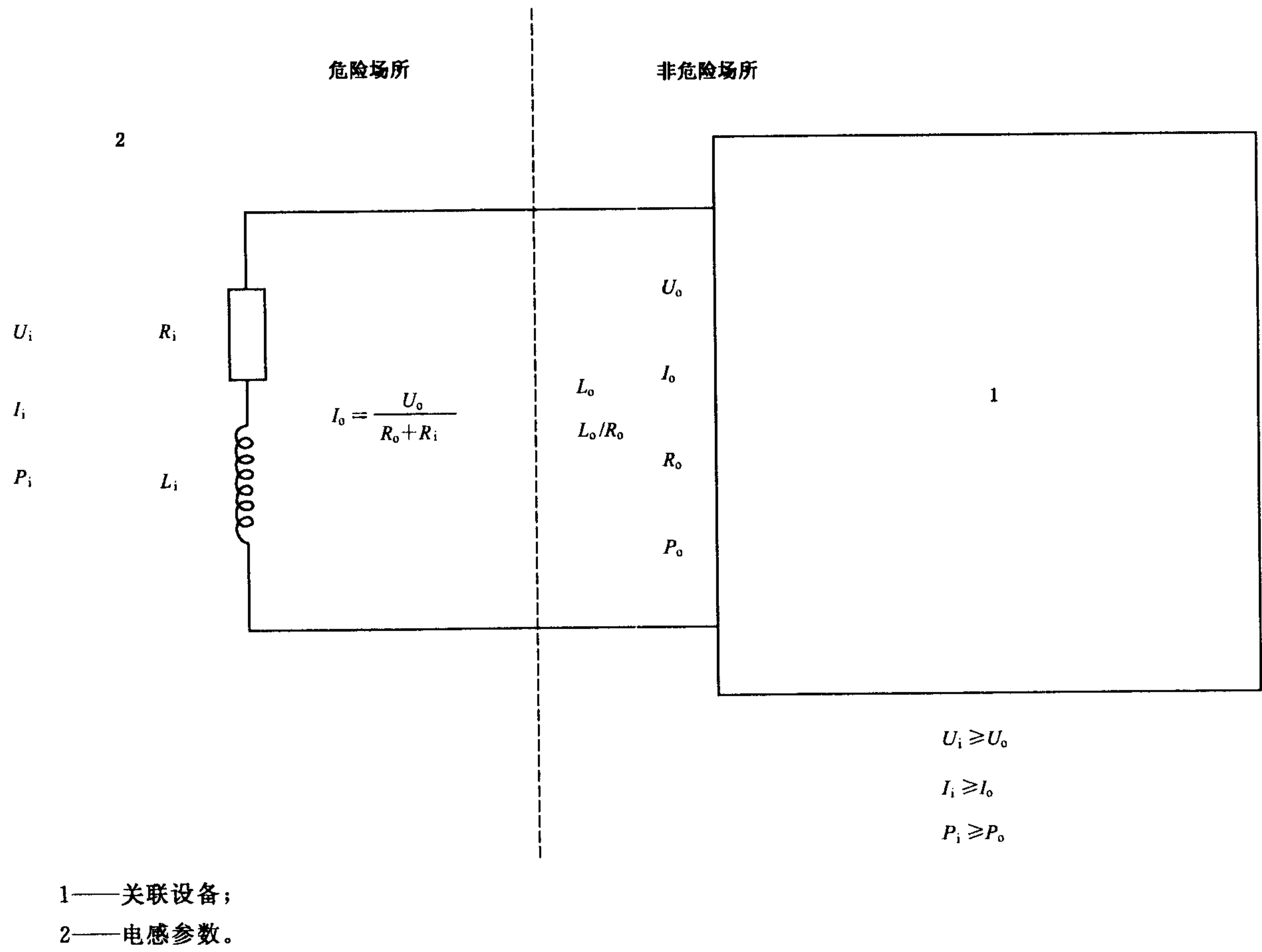


图 D.1 典型电感电路

附录 E

(资料性附录)

系统控制图和安装图的参考格式

本附录的目的旨在举例说明准备系统描述图和安装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。

电隔离交界面有准确的输出参数,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。

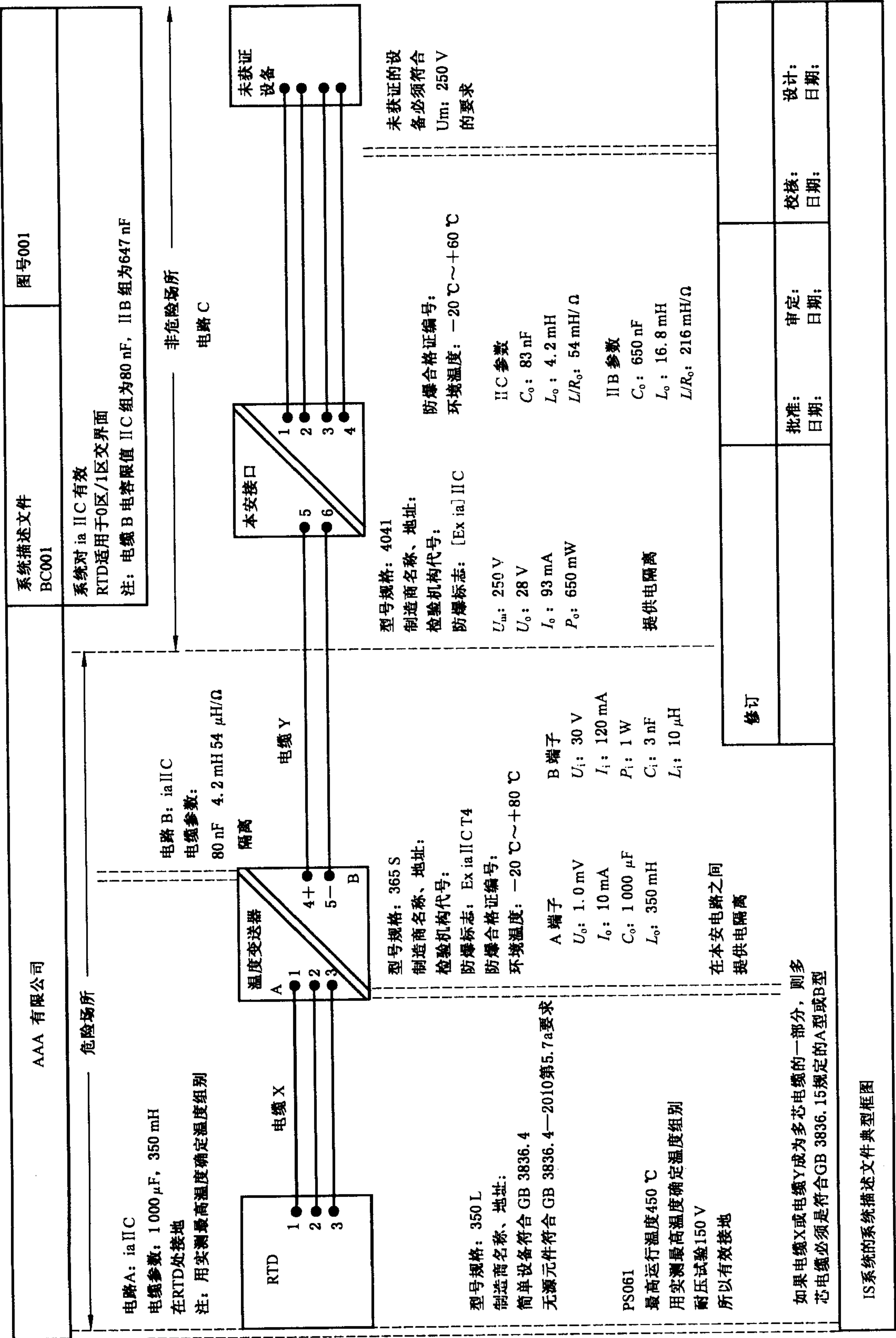


图 E. 1 IS 系统的系统描述文件典型框图

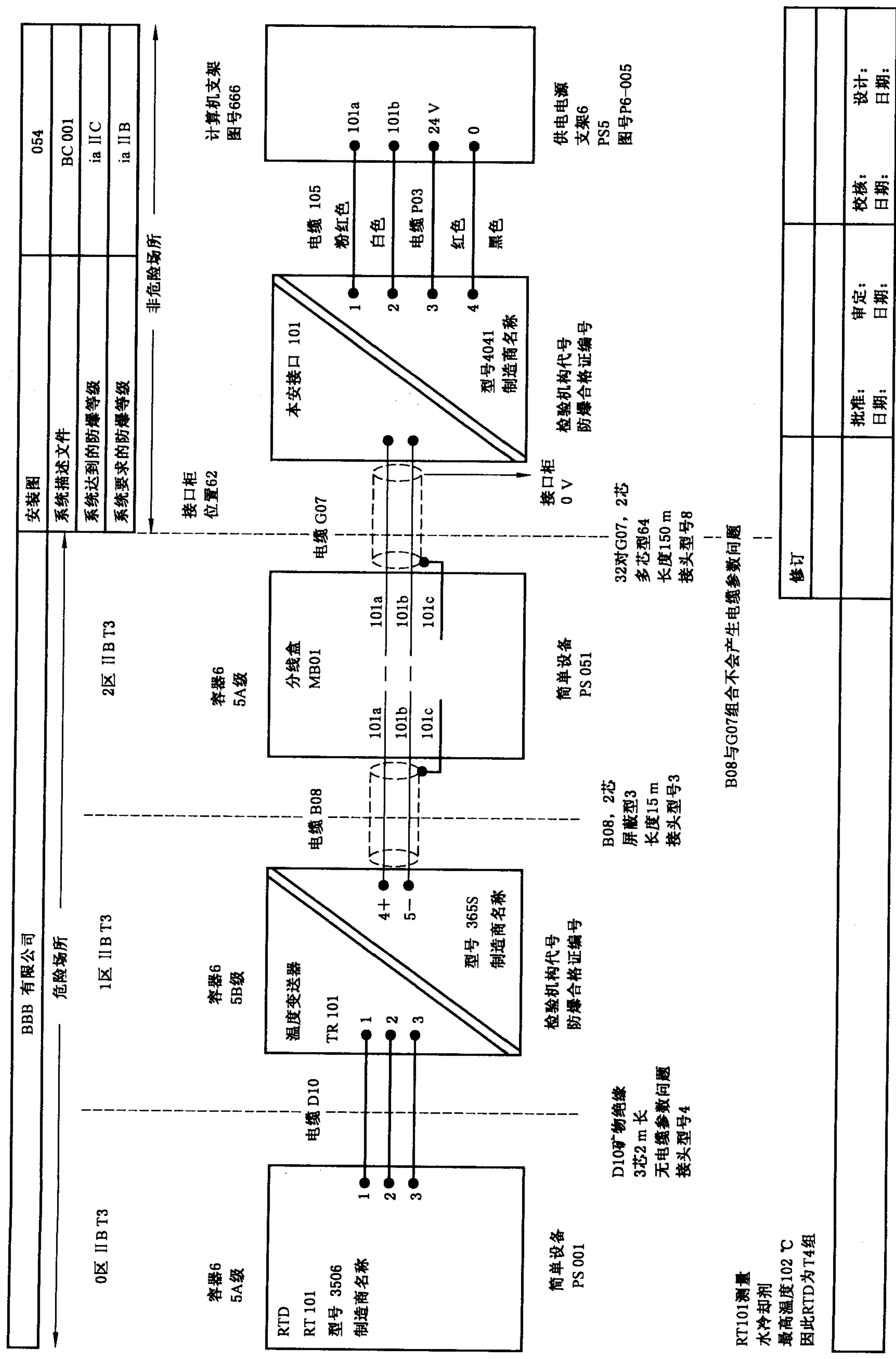


图 E.2 IS 系统典型安装图

附录 F

(资料性附录)

本安电路的冲击保护

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造成冲击的一种可能的技术。只有对雷击概率危险性 & 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。其他相同的等电位联结技术也符合要求。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 mA~20 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系统,系统分析见附录 E。

F.3 雷电冲击

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联结扩散。在罐顶(X)和计算机‘0’电压(Y)的等电位联结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

可以在罐上安装冲击抑制器,防止变送器分离,从而阻止罐内产生电位差。冲击抑制器与罐等电位联结,保护法拉第笼。多元件冲击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。

有必要使用第二个冲击抑制器,防止电气隔离器电路和计算机输入电路受损。冲击抑制器通常安装在安全区,并且应按规定连接。隔离器上总的通用模式冲击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燃烧。然而在正常运行时,间接接地不导电,并且在冲击抑制网络的等电位联结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

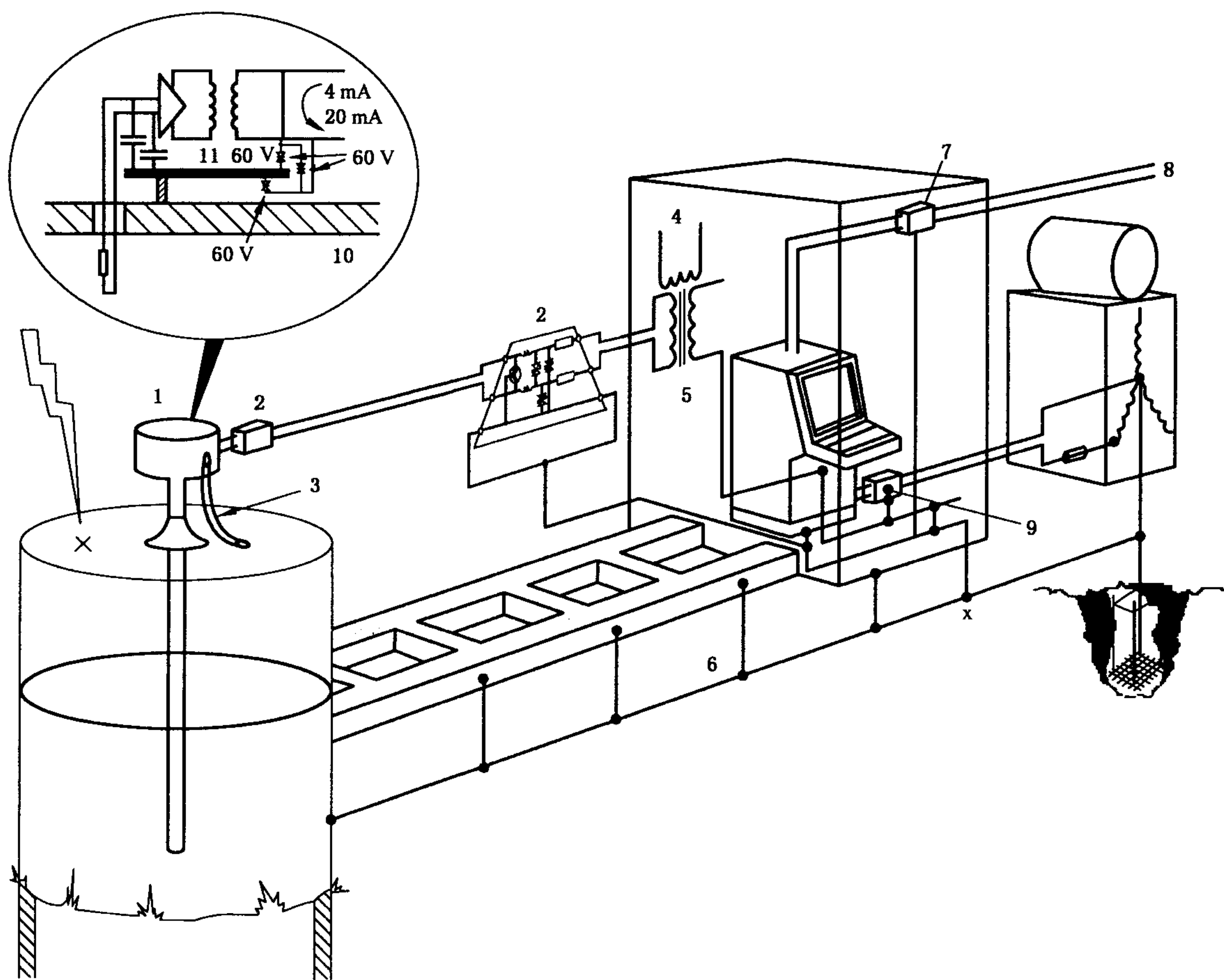
应修改系统描述文件,加入安装冲击抑制网络的内容。对它们正常运行时的作用,需要考虑对它们的有关特征值进行分析,可能包括小量的电容和电感值。

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冲击抑制器。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冲击。

类似地,沿网络互连的其他可能的侵入的途径,要求某种等级的冲击保护。



- 1——变换器；
- 2——冲击抑制器；
- 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 仪表回路的冲击保护要求

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
爆炸性环境

第 18 部分:本质安全系统

GB 3836.18—2010/IEC 60079-25:2003

*

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 3.25 字数 83 千字
2011 年 5 月第一版 2011 年 5 月第一次印刷

*

书号:155066·1-41896 定价 45.00 元

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



GB 3836.18-2010