

团 体 标 准

T/CMSA 0011—2019

限流接闪装置

Current-limiting air terminals device

2019 - 07 - 24 发布

2019 - 07 - 24 实施

中国气象服务协会 发布

目 次

前 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品分类	2
5 技术要求	2
6 试验方法	3
7 检验规则	5
8 标识、包装、运输和贮存	6
9 选用、验收和维护	6
附录 A（资料性附录） 限流接闪装置的选用	7
附录 B（规范性附录） 限流接闪装置的验收及维护要求	11
参 考 文 献	12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国气象服务协会提出并归口。

本标准起草单位：武汉爱劳高科技有限责任公司、武汉爱伦菲尼克斯科技有限责任公司、广西地凯科技有限公司、武汉黄门电工科技有限公司、山西捷雷科技有限公司、北京爱劳高科技有限公司、武汉天宏防雷检测中心发展有限公司、武汉市标准化研究院、襄阳市防雷中心。

本标准主要起草人：解子凤、刘大为、王姣、罗家明、王强、谢超、吴求兵、崔振兴、熊备、黄青、刘正君、罗俊、曾伟、蔡永辉、孟宪刚、王小芳、晏紫淙、常立、贾云岗、杨慧。

限流接闪装置

1 范围

本标准规定了限流接闪装置的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输和贮存、选用、验收和维护。

本标准适用于广播电视、邮电通信、石油、化工、建筑、军火炸药、国防工程、气象、地震和电力等诸多行业场所作直击雷保护的限流接闪装置。

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，仅所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/T 528—2009 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定

GB/T 531.1—2008 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾

GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级

GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求

GB 50057 建筑物防雷设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

限流本体 current limiting body

能降低雷电流幅值和陡度、具有一定阻值的载流体。

3.2

接闪体 lightning accept set

承接雷电放电的金属导体。

3.3

限流接闪装置 current-limiting air terminals device

由限流本体（3.1）、接闪体（3.2）和安装金具组成的防雷装置。

3.4

限流电阻值 value of current-limiting resistance

单支限流本体的直流电阻值。

3.5

限流比 current-limiting ratio

在冲击电压或冲击电流同等试验条件下，流过限流接闪装置金属短接前后的电流峰值之比。

3.6

自动并联 automatic paralleling

组合型限流接闪装置的其中一根针体承受雷电冲击时，其相邻针体同时产生放电现象。

4 产品分类

限流接闪装置分为单针型和组合型两种类型。

5 技术要求

5.1 使用条件

使用条件如下：

——环境温度： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

——最大风速：不大于 40 m/s ；

——在特殊情况下，限流接闪装置的使用条件按双方供需合同执行。

5.2 外观

限流本体表面完整光滑、无裂纹，金属部件应无锈蚀痕迹。

5.3 电气性能

5.3.1 限流电阻值

5.3.1.1 单针型限流接闪装置的标称限流电阻值为 $3\text{ k}\Omega\sim 8\text{ k}\Omega$ 。

5.3.1.2 组合型限流接闪装置单根针体标称限流电阻值为 $20\text{ k}\Omega\sim 35\text{ k}\Omega$ 。

5.3.2 雷电冲击耐受电压

5.3.2.1 单针型限流接闪装置雷电冲击耐受电压不小于 100 kV 。

5.3.2.2 针体长度为 2.5 m 组合型限流接闪装置雷电冲击耐受电压不小于 400 kV ；针体长度为 5 m 组合型限流接闪装置雷电冲击耐受电压不小于 800 kV 。

5.3.3 冲击电流限流比

单针型限流接闪装置冲击电流限流比不小于100。

5.3.4 冲击电压限流比

冲击电压限流比不小于50。

5.3.5 其他

组合型限流接闪装置在施加雷电耐受冲击电压最小值时应具有自动并联特性。

5.4 物理性能

5.4.1 耐低温性能

在-40℃环境下持续试验2 h，试验后满足：

- 电阻值变化率小于 30%；
- 针体样本表面无起泡、龟裂现象。

5.4.2 耐高温性能

在70℃环境下持续试验2 h，试验后满足：

- 电阻值变化率小于 30%；
- 针体样本表面无起泡、龟裂现象。

5.4.3 耐腐蚀性能

限流接闪装置紧固件在经过盐雾试验后，按GB/T 6461的要求进行评级，评级结果应达到9级以上（即腐蚀面积不大于表面积的0.1%）。

5.5 橡胶材料性能

单针型限流接闪装置橡胶材料性能要求如下：

- 拉伸强度不小于 3.5 MPa；
- 扯断伸长率不小于 150%；
- 邵尔 A 硬度不小于 50。

6 试验方法

6.1 外观检查

通过目测进行检查，结果符合5.2的要求。

6.2 限流电阻值测量

用万用表电阻档测量限流本体两端的直流电阻，结果符合5.3.1的要求。

6.3 雷电冲击耐受电压测试

6.3.1 试验电压波形按 GB/T 16927.1—2011 中 7.2.1 的规定进行。

6.3.2 单针型限流接闪装置雷电冲击耐受电压测试按 GB/T 16927.1—2011 中 7.3.1.3 的规定进行，结果符合 5.3.2.1 的要求；组合型限流接闪装置雷电冲击耐受电压测试按 GB/T 16927.1—2011 中 7.3.1.1 的规定进行，结果符合 5.3.2.2 的要求。

6.4 冲击电流限流比测试

6.4.1 采用冲击电流发生器进行本试验，试验前调整冲击电流发生器，使负载短路时回路电流为 12 kA、8/20 μs 波形。

6.4.2 将限流接闪装置接入冲击电流发生器，并将限流本体用金属短接，保持发生器充电电压不变，进行试验，测量金属短接时流过的电流峰值 I_1 ；然后将金属短接线去掉，保持充电电压不变再次进行试验，测量流过限流本体的电流峰值 I_2 ；根据式（1）计算冲击电流限流比，按上述步骤测试 5 次，每次间隔 5 min，每次结果均应符合 5.3.3 的要求。

$$K_1 = I_1 / I_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- K_1 ——冲击电流限流比；
- I_1 ——金属短接时流过的电流峰值；
- I_2 ——流过限流本体的电流峰值。

6.5 冲击电压限流比测试

6.5.1 采用冲击电压发生器进行本试验，试验前调整冲击电压发生器在空载状况下产生 1.2/50 μ s、幅值为 5.3.2 中限流接闪装置雷电冲击耐受电压，记录对应的发生器充电电压。

6.5.2 将限流接闪装置单只垂直地面，基座应接地。将冲击电压发生器高压电极接至限流接闪装置顶部，将限流本体用金属短接，保持发生器充电电压不变进行试验，测量金属短接时流过的电流峰值 I_3 ；然后将金属短接线去掉，保持充电电压不变，测量流过限流接闪装置的电流峰值 I_4 ；根据式（2）计算冲击电压限流比，按上述步骤测试 5 次，每次间隔 5 min，每次结果均应符合 5.3.4 的要求。

$$K_2 = I_3 / I_4 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- K_2 ——冲击电压限流比；
- I_3 ——金属短接时流过的电流峰值；
- I_4 ——流过限流接闪装置的电流峰值。

6.6 自动并联测试

6.6.1 将组合型限流接闪装置组装在冲击电压试验场，基座应接地，冲击电压发生器高压电极布置在限流接闪装置顶部正中位置，在顶部与电极间保留 0.3 m~0.5 m 的空气距离。试验电压波形符合 GB/T 16927.1—2011 中 7.2.1 的规定，初始施加的电压值为 5.3.2.2 规定的雷电冲击耐受电压值，逐步升压直至顶针与其相邻的针体并联，每次升压幅度为上一次试验电压的 5%。

6.6.2 记录针与针之间针体出现并联现象时的电压幅值及图像，结果符合 5.3.5 的要求。

6.7 耐低温性能试验

将限流接闪装置截取长度为 300 mm~500 mm 的针体作为试品，按 GB/T 2423.1—2008 中试验 Ab 规定的方法进行试验，试验时间和试验结果符合 5.4.1 的要求（在试品两端缠绕金属带或金属线构成电极，测量两电极间的电阻）。

6.8 耐高温性能试验

将限流接闪装置截取长度为 300 mm~500 mm 的针体作为试品，按 GB/T 2423.2—2008 中试验 Bb 规定的方法进行试验，试验时间和试验结果符合 5.4.2 的要求（在试品两端缠绕金属带或金属线构成电极，测量两电极间的电阻）。

6.9 耐腐蚀性能试验

6.9.1 按 GB/T 2423.17—2008 中试验 Ka 规定的方法进行，试验条件满足：

- 试验温度：35 ℃；
- 氯化钠溶液的质量百分比浓度：5%；
- 持续时间：96 h。

6.9.2 限流接闪装置紧固件在经过盐雾试验后，结果符合 5.4.3 要求。

6.10 橡胶材料性能测试

6.10.1 按 GB/T 528—2009 规定的方法测定拉伸强度和扯断伸长率，结果符合 5.5 要求。

6.10.2 按 GB/T 531.1—2008 规定的方法测定邵氏 A 硬度，结果符合 5.5 要求。

7 检验规则

7.1 例行检验

限流接闪装置出厂前制造商应按表 1 中例行检验项目的规定逐项进行检验，若有任何一项结果不满足要求，则该产品不合格。

表 1 限流接闪装置检验项目

序号	检验项目	检验类型	
		型式检验	例行检验
1	外观	●	●
2	限流电阻值	●	●
3	冲击耐受电压	●	
4	冲击电流限流比	●	
5	冲击电压限流比	●	
6	自动并联特性	●	
7	耐低温性能	●	
8	耐高温性能	●	
9	耐腐蚀性能	●	
10	拉伸强度	●	
11	扯断伸长率	●	
12	邵尔 A 硬度	●	

注：●表示该检验类型中应按要求进行的检验项目。

7.2 型式检验

7.2.1 下列任一情况下均应进行型式检验：

- 新产品研制投产前或产品转厂生产前，样品试制完成后；
- 产品停产 1 年以上；

- 已批量生产，当设计、结构、材料或工艺的变更可能影响产品性能时；
- 每 5 年进行一次。

7.2.2 限流接闪装置型式检验项目按表 1 中型式检验项目的规定逐项进行检验，若有任何一项结果不满足要求，则判定型式试验不合格。

8 标识、包装、运输和贮存

8.1 标识

限流接闪装置上至少应包括下述信息，信息应永久标记在限流接闪装置的铭牌上：

- 产品名称；
- 产品型号；
- 通流容量；
- 产品编号；
- 制造厂名称。

8.2 包装

限流接闪装置产品的包装应保证其在正常运输中，不因包装不良而使产品损坏。在包装箱上应注明：

- 产品名称；
- 产品型号；
- 制造厂名称；
- 注意事项。

8.3 随产品提供的技术文件

随产品提供的技术文件应包括：

- 产品出厂合格证；
- 说明书。

8.4 运输和贮存

运输和贮存应注意以下事项：

- 产品运输、装卸应注意防潮、小心轻放等；
- 包装件不应与酸碱等腐蚀性物品放在同一车厢内运输；
- 包装件应放在通风、干燥、防潮的库房中贮存，不应与酸碱等腐蚀性物品放在同一库房中。

9 选用、验收和维护

9.1 限流接闪装置宜参照附录 A 进行选用。

9.2 限流接闪装置应按照附录 B 的要求进行验收和维护。

附 录 A
(资料性附录)
限流接闪装置的选用

A.1 限流接闪装置的使用场所

限流接闪装置可适用于以下场所：

- 可能有直击雷直接侵入的电子设备(例如广播电视塔、微波通信塔以及信号接收塔等,受雷直击时,直击雷会沿天馈线直接侵入电子设备)；
- 内部有重要的电气设备的建(构)筑物；
- 易燃、易爆场所；
- 多雷区或易击区的露天施工工地或作业区；
- 避雷针的保护范围难以覆盖的设施；
- 多雷区或易击区的 35 kV~500 kV 架空输电线路以及发电厂变电所(站)。

A.2 单针型限流接闪装置保护范围的计算方法

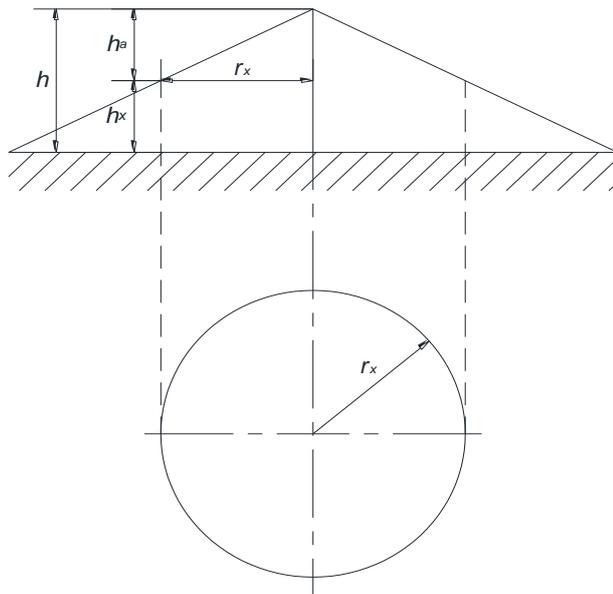
按照折线法或滚球法确定。

A.3 组合型限流接闪装置保护范围的计算方法

A.3.1 单套组合型限流接闪装置保护范围

A.3.1.1 单套组合型限流接闪装置的保护范围可按图A.1给出的方法确定。

单位为米 (m)



说明:

r_x ——限流接闪装置在被保护物高度的水平面上的保护半径;

h_a ——限流接闪装置的有效高度;

h ——限流接闪装置的高度;

h_x ——被保护物的高度。

图A.1 单套组合型限流接闪装置的保护范围

A.3.1.2 r_x 按式 (A.1) ~ (A.3) 确定:

$$r_x = nh_a p \dots\dots\dots (A.1)$$

$$h_a = h - h_x \dots\dots\dots (A.2)$$

$$p = \begin{cases} 1 & h \leq 64 \\ 8 / \sqrt{h} & 64 < h < 140 \end{cases} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

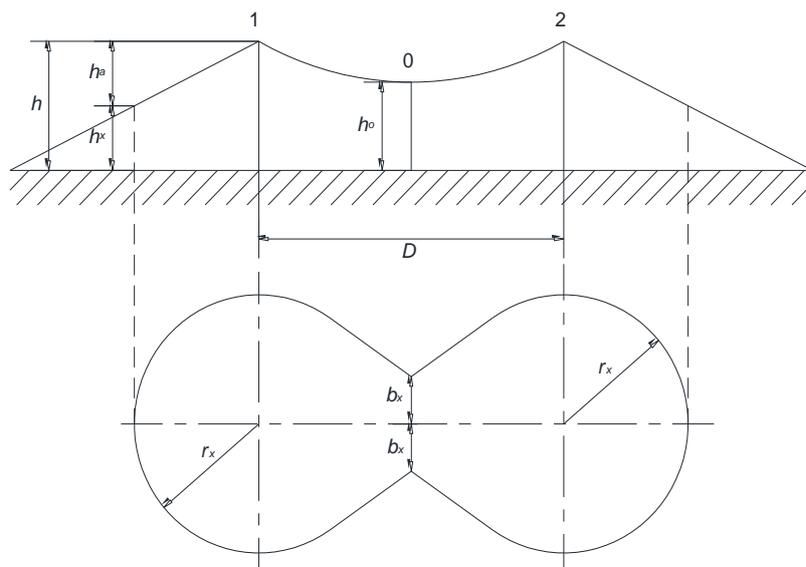
n ——风险系数,对易燃易爆设施取 $n = 3.5$ (绕击概率为0.1%以下),对其余设施取 $n = 5$ (绕击概率为1%);

p ——高度影响系数。

A.3.2 两套等高组合型限流接闪装置的保护范围

A.3.2.1 两套等高组合型限流接闪装置的保护范围可按图A.2给出的方法确定。

单位为米 (m)



说明:

h_0 ——两套组合型限流接闪装置间保护范围上边线最低点高度;

D ——两套组合型限流接闪装置间的距离；
 b_x ——两套组合型限流接闪装置间 h_x 水平面上保护范围一侧最小宽度。

图A.2 两套等高组合型限流接闪装置的保护范围

A.3.2.2 计算两套等高组合型限流接闪装置外侧的保护范围，其 r_x 可接单套组合型限流接闪装置计算方法确定。

A.3.2.3 两套等高组合型限流接闪装置间的保护范围上边线按通过两套等高组合型限流接闪装置顶点与中心线上0点的圆弧确定。0点为假想限流接闪装置的顶点，其高度 h_0 可按 (A.4) 式计算：

$$h_0 = h - n_1 D / p \quad D < 10 h \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

n_1 ——风险系数，易燃易爆设施取 $n_1 = 0.02$ ，对其余设施取 $n_1 = 0.014$ 。

A.3.2.4 两套组合型限流接闪装置间 h_x 水平面上保护范围一侧最小宽度 b_x 按 (A.5) 式计算：

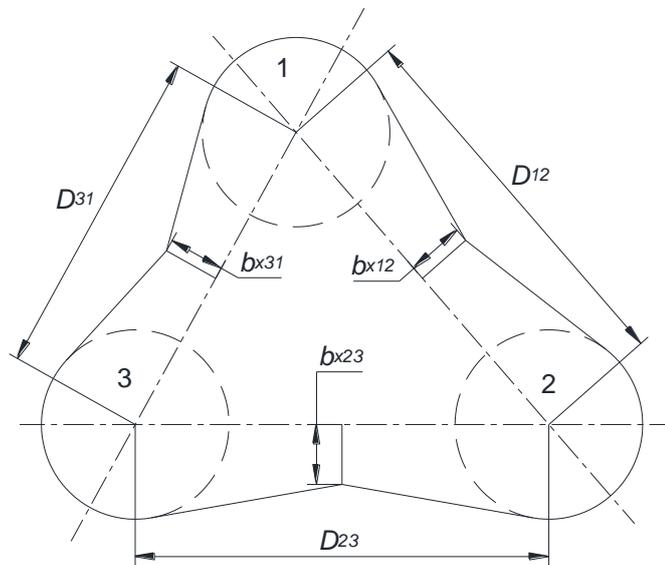
$$b_x = n(h_0 - h_x)p \dots\dots\dots (A.5)$$

A.3.2.5 用作图法由 b_x 端点向两侧半径为 r_x 的保护圆作切线，得出两套限流接闪装置在 h_x 水平面上的保护范围。

A.3.3 多套等高组合型限流接闪装置的保护范围

A.3.3.1 三套等高组合型限流接闪装置所形成的三角形外侧保护范围可分别按两套等高限流接闪装置的计算法确定。如在三角形内被保护物高度 h_x 的水平面上，所有的 b_x 均大于等于零，即 $b_x \geq 0$ ，则被保护物全部面积受到保护，如图A.3所示。

单位为米 (m)



说明：

- D_{31} ——3、1两套组合型限流接闪装置间的距离；
- D_{12} ——1、2两套组合型限流接闪装置间的距离；
- D_{23} ——2、3两套组合型限流接闪装置间的距离；
- b_{x31} ——3、1两套组合型限流接闪装置间 h_x 水平面上保护范围一侧最小宽度；
- b_{x12} ——1、2两套组合型限流接闪装置间 h_x 水平面上保护范围一侧最小宽度；
- b_{x23} ——2、3两套组合型限流接闪装置间 h_x 水平面上保护范围一侧最小宽度。

图A.3 三套等高组合型限流接闪装置的保护范围

A.3.3.2 在确定四套或四套以上等高组合型限流接闪装置所形成的四角形或多角形时，可先将其分成两套或数个三角形，然后分别按三套等高组合型限流接闪装置的方法计算，若所有的 b_x 均大于等于零，即 $b_x \geq 0$ 时，则在被保护物高度 h_x 的水平面上，多角形内的全部面积即受到保护。

A.3.4 不等高组合型限流接闪装置的保护范围

A.3.4.1 两套不等高组合型限流接闪装置外侧的保护范围，可分别按单套组合型限流接闪装置的计算方法确定。

A.3.4.2 两套不等高组合型限流接闪装置间的保护范围，可接单套组合型限流接闪装置的计算方法，先确定较高限流接闪装置的保护范围，然后由较低限流接闪装置的顶点，作水平线与较高限流接闪装置的保护范围相交，取交点为等效限流接闪装置的顶点，再按两套等高组合型限流接闪装置的计算方法确定较低限流接闪装置和等效限流接闪装置间的保护范围。

A.3.4.3 多套不等高组合型高限流接闪装置，各相邻两限流接闪装置的外侧保护范围，按两套不等高组合型限流接闪装置的计算方法确定；如在多角形内被保护物最大高度 h_x 水平面上，各相邻限流接闪装置间保护范围一侧最小宽度 $b_x \geq 0$ ，则全部面积即受到保护。

A.4 限流接闪装置的选用

A.4.1 根据被保护物的重要程度和所在地区雷电活动强度，进行雷电风险评估，选择合适的限流接闪装置。当被保护物高度大于60 m时，每隔30 m~50 m可加装一层水平敷设的侧针。

A.4.2 在架空输电线路杆塔上可安装1~9针限流接闪装置，一般采用扇形布置方法。

A.5 引下线设计

A.5.1 为保证限流接闪装置的安全可靠，建议设置引下线的数量不少于两根。

A.5.2 为防止雷电流经引下线产生的高电位对附近金属物的反击，金属物至引下线的距离宜不小于5 m。

A.6 接地装置的设计

为保证人身和设备的安全，接地装置的地点选择和接地电阻值应符合GB 50057要求。

附 录 B
(规范性附录)
限流接闪装置的验收及维护要求

B.1 验收

B.1.1 验收前查阅下列资料：

- 设计的全部施工图纸；
- 施工阶段的修改图纸；
- 隐蔽工程的验收记录单；
- 接地装置的接地电阻测量记录。

B.1.2 验收时应检查以下事项：

- 限流接闪装置按照图纸施工，无未焊的接点；
- 使用规定的材料并按规定的安装位置施工；
- 限流接闪装置针组、引下线、连接全部接地装置的焊接应达到所要求的焊接面积及长度，焊接点应饱满、无氧化；
- 限流接闪装置引下线及其断接卡子有良好的电气连接；
- 限流接闪装置的金属构件、引下线、接地线及接地体有相应的防腐措施；
- 限流接闪装置与各种金属管线的距离和连接情况满足要求；
- 接地装置的回填土中无卵石或碎砖；
- 冲击接地电阻应进行直接测量或间接测量。

B.1.3 移地重装和大修后的限流接闪装置应按B.1.1和B.1.2的规定重新验收。

B.2 维护

B.2.1 运行中应保持限流接闪装置针数完整，每根针上至少应保持两个以上放电尖端的金属针。可直接观察或用仪器（如望远镜）进行检查。

B.2.2 运行中引下线应保持完好。

B.2.3 限流接闪装置应在每年雷雨季节前进行定期检查维护，包括：

- 机械紧固点应无松动；
- 各电气连接处外观应完好；
- 测量接地电阻应符合 GB 50057 的要求。

B.2.4 限流接闪装置如有落雷现象，应做好记录。

B.2.5 若用户对建设规模有所扩大，应对其原有限流接闪装置的保护范围重新验算，并采取相应措施。

参 考 文 献

- [1] 解广润 等. 电力系统过电压[M]. 北京: 中国电力出版社, 2018.
 - [2] 张仁豫 等. 高电压试验技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
-