

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 5101—1999

工频接地电阻测量

Measurement code for commercial frequency earth resistance

1999—06—11 发布

1999—10—01 实施

中国民用航空总局 发布

目 次

前言

1	范围	1
2	引用标准	1
3	基本要求	1
4	测量方法选择	1
5	地阻仪的使用	1
6	电流电压表法	2
7	电极布置	3
附录 A（提示的附录）接地测量记录格式		6

前 言

本标准针对机场系统采用的接地装置,参考了国际标准 IEC 61557-4-1997《交流 1000V、直流 1500V 以下低压系统的电气安全 防护措施的试验、测量和监视设备 第 4 部分:接地电阻与等电位联结电阻》和国家电力行业标准,规定了工频接地电阻的测量方法。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由中国民用航空总局规划科技和体改司提出。

本标准由中国民航科学技术研究中心归口。

本标准起草单位:民航华东管理局空中交通管理局安全监察处。

本标准主要起草人:罗耀山、杜伟军。

本标准于 1999 年 6 月首次发布。

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 5101—1999

工频接地电阻测量

Measurement code for commercial frequency earth resistance

1 范围

本标准适用于航站楼（候机楼）、航管指挥塔、飞机维修库、计算机房、储油罐等接地装置的测量，也适用于防雷接地装置、机场通信导航设施及机场其他地面设备接地装置的测量。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有的标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

DL 475—1992 接地装置工频特性参数的测量导则

3 基本要求

3.1 被测接地装置上不应存在电力系统包括零序电流（不平衡电流）在内的地中电流，测量前应切断所有相关设备的供电。机场变电站等接地装置存在零序电流又不允许切断供电，则按 DL 475 的规定实施测量。

3.2 测量应在干燥环境下进行，不应在雨后立即测量。接地装置敷设完毕应测量接地电阻，以后每年按有关规定检查测量。接地电阻的测试值小于规定要求值（允许极限值）是评判接地性能的主要指标。

3.3 必要时可以采用两种或两种以上电极布置方式或用不同的方法测量，以互相验证，提高测量结果的可信度。

3.4 接地测量过程应作记录，记录格式见附录 A（提示的附录）。

4 测量方法选择

4.1 单接地体或处在空旷场地，其最大对角线长度在 15 m 以内的接地装置可以按照地阻仪说明书介绍的方法进行测量。

4.2 测量处在密集地物中的接地装置或占地面积较大，其最大对角线长度在 15 m 以上的接地装置，应远距离布置电极，实施长线测试，除地阻仪外，另需准备足够长度的连接导线、收放线架或绕线轱辘。

4.3 按 4.1、4.2 的规定测量时如果地阻仪指示值小于 $2\ \Omega$ 或接地装置最大对角线长度超过 100 m，应改用电流电压表法测量。

5 地阻仪的使用

在使用地阻仪时除说明书的要求外，还应符合下列要求。

5.1 使用地阻仪前应查看在外壳上粘贴的检定合格证，超过有效期限或没有计量色标的地阻仪不应使

用。

5.2 将指针式地阻仪水平放置，调整指针的机械零位，再用裸导线将地阻仪四个端子（接线柱）短路，将“倍率开关”置最小倍率，逐渐加快发电机摇柄转速达到规定值，指针零位偏移应在半格以内。

5.3 因接地装置引流点的锈蚀不易除尽，测试值易偏大。为克服这一接触电阻和连接导线阻抗的影响，应选用四端子地阻仪，并将两个 E 端子或 C_2 、 P_2 端子的联结片打开，分别用等长等阻抗的导线连接到接地装置上，如图 1、图 2 所示。

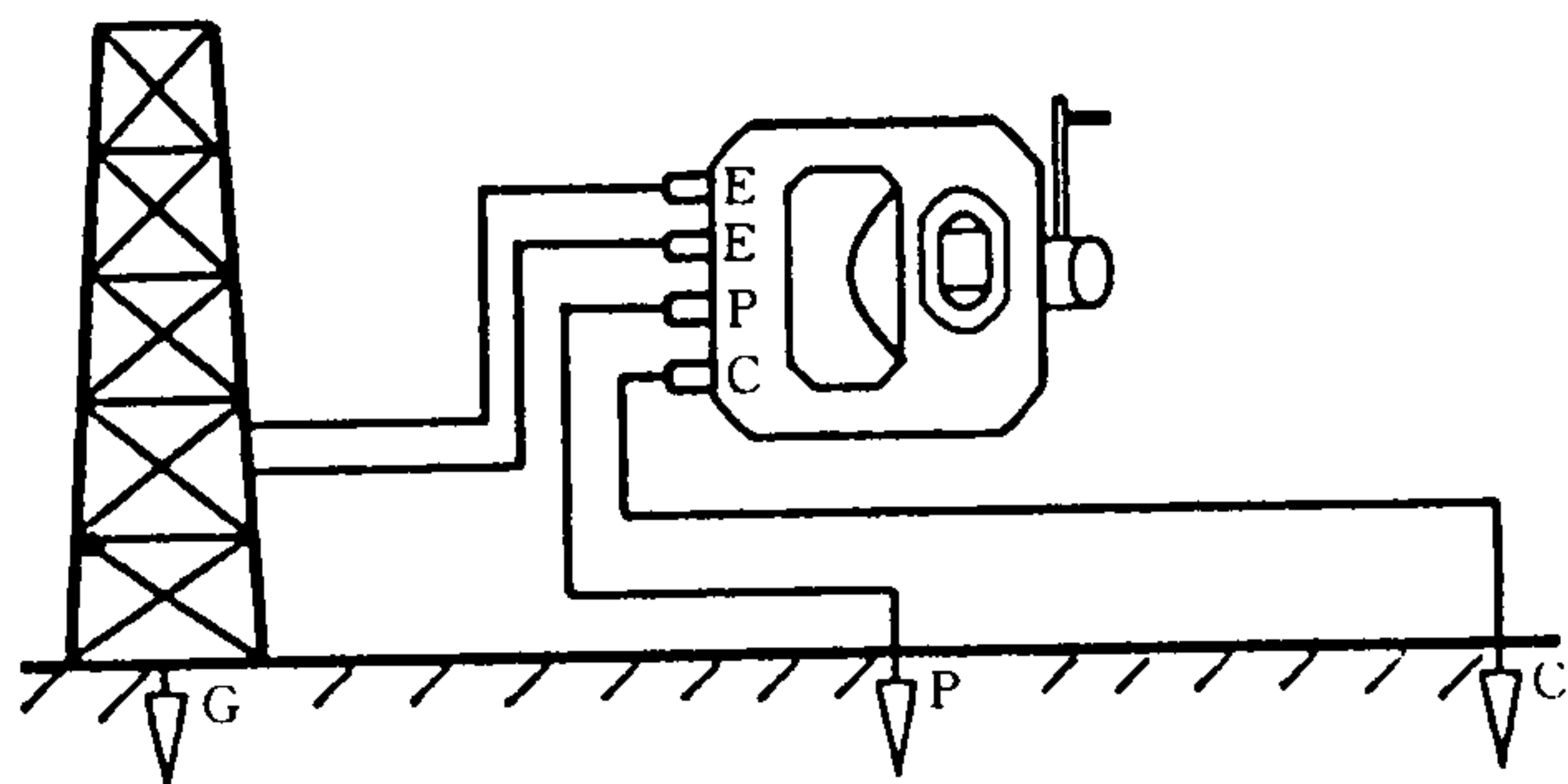


图 1 ZC29B 地阻仪接线图

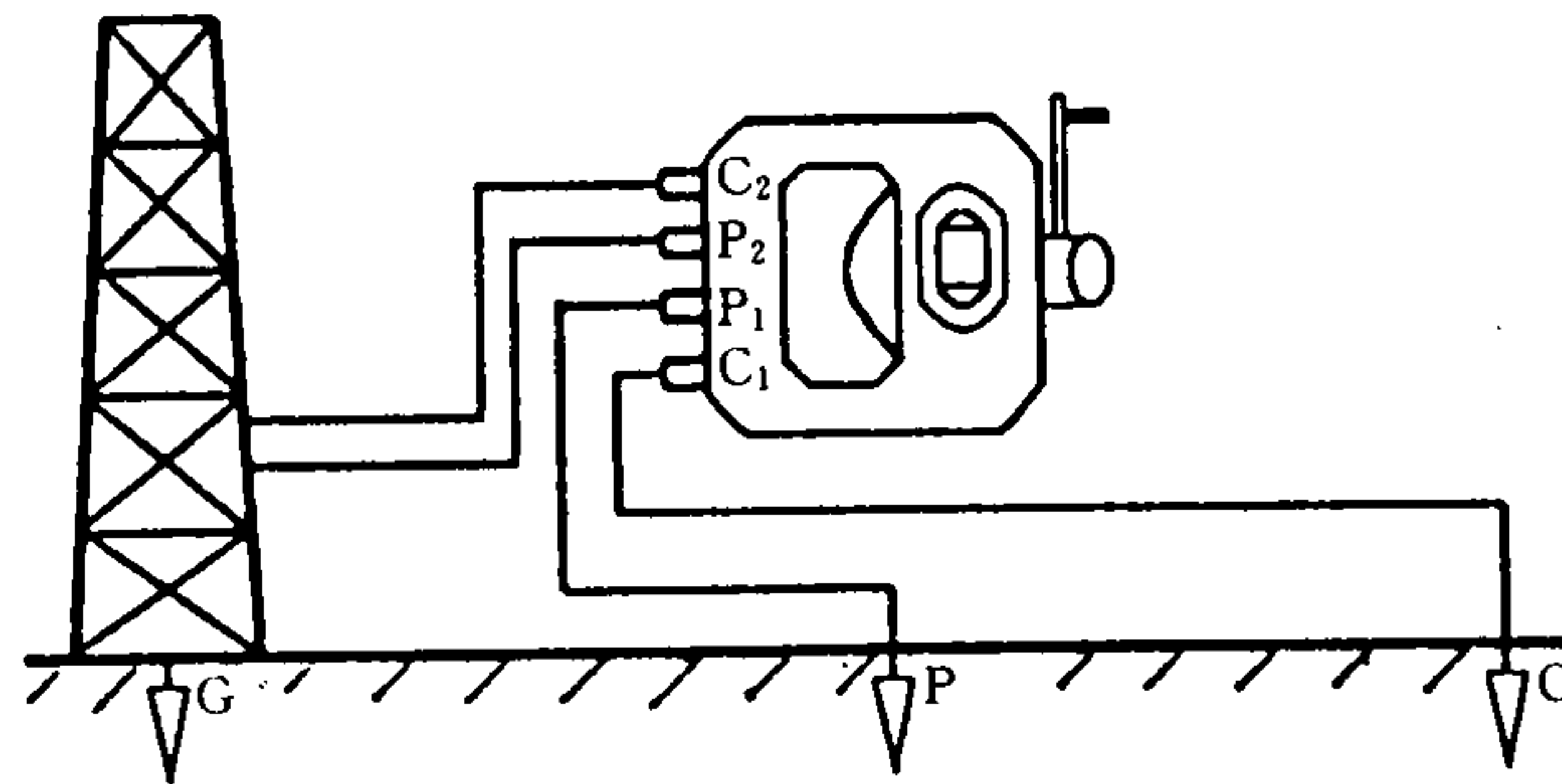


图 2 ZC-8 地阻仪接线图

5.4 数字式地阻仪应符合 5.1 和 5.3 的规定，采用 E（连接待测接地装置）、ES（连接待测接地装置）、S（连接电压极）、H（连接电流极）端子符号的地阻仪也应符合 5.1 和 5.3 的规定。

5.5 钳式地阻仪主要用于检查仅在地面以上相连的多电极接地网络，通过环路电阻查明各电极的接地情况，但不能替代整个网络的工频接地电阻测量，见图 3。

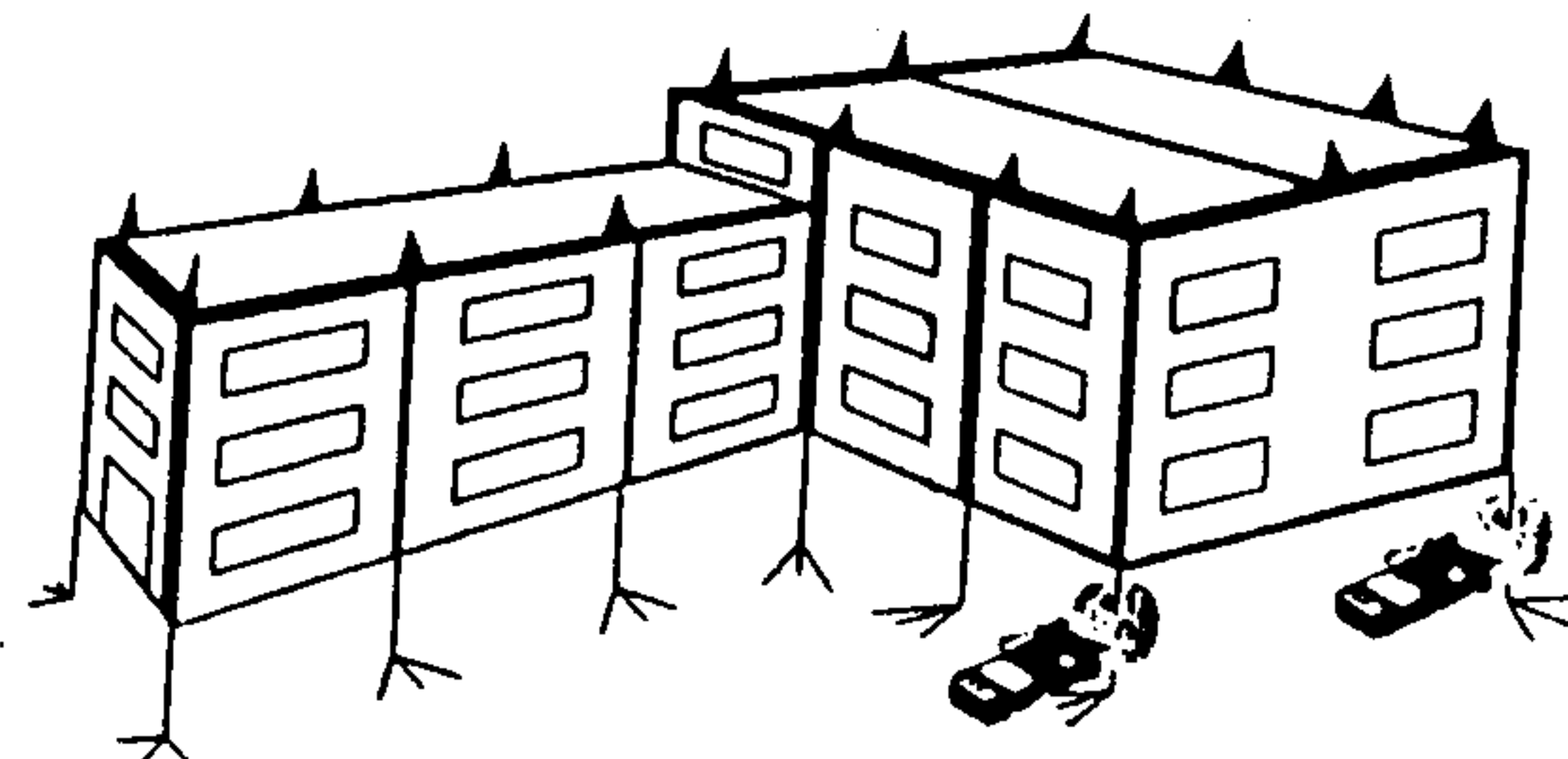


图 3 多电极接地检查图

6 电流电压表法

6.1 电流电压表法的接线如图 4 所示，电极布置方式按 7.5 选择。在符合 3.1 规定的前提下，通过接地装置的测试电流不应小于 2 A。测试电源可用不接地的燃油发电机，也可以引 220 V~380 V 工频市电，其对地电位可由额定容量不小于 630 V A、1:1 隔离变压器消除。如受高频干扰，电压表指示不稳定，可并联 0.1 μ F 的电容或增设高频滤波回路。

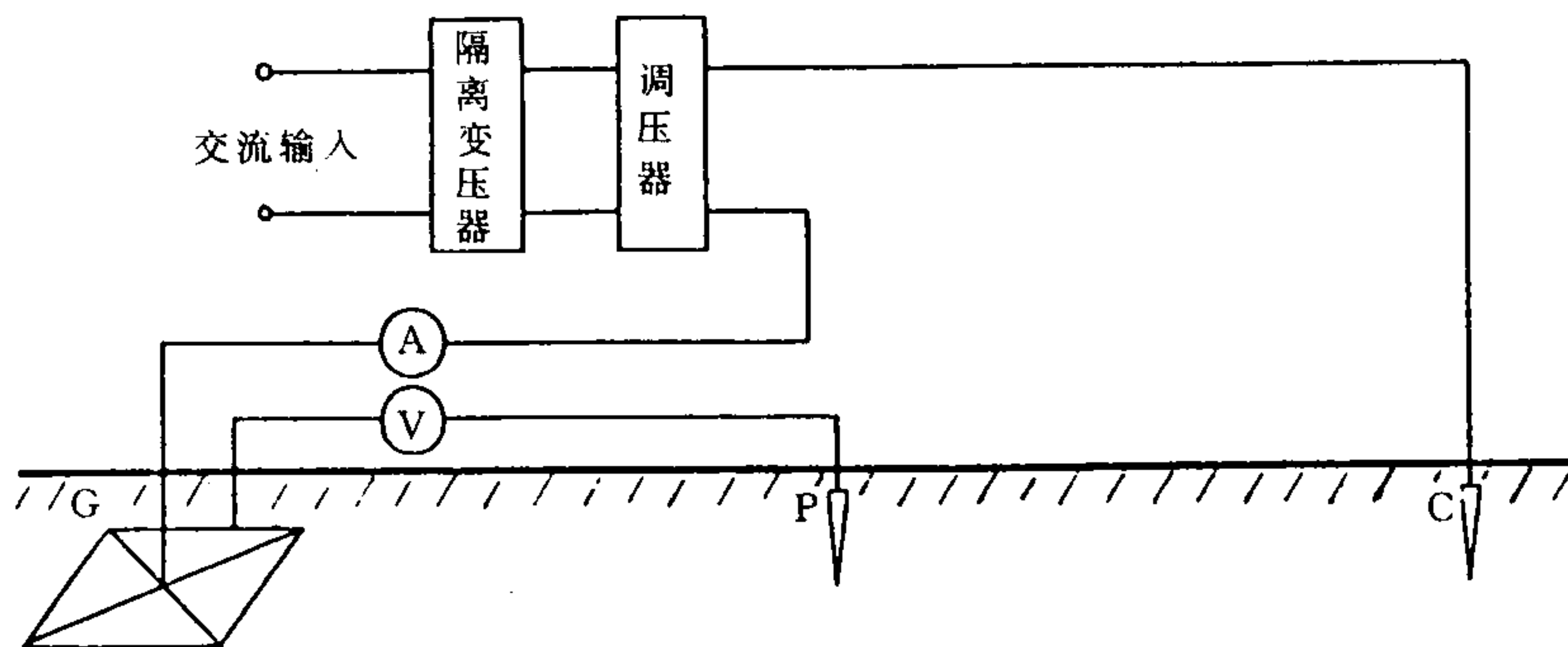


图 4 电流电压表法接线图

6.2 电流极连接导线应导电性强、绝缘良好、柔软抗拉。导线电阻不应大于 10 Ω /km，绝缘电阻不应小

于 $2\text{ M}\Omega$ 。

6.3 所用的指针式交流电流表、高输入阻抗电压表准确度要求不低于 $\pm 1\%$ ，全部仪表应经计量部门检定。

6.4 测试过程中应注意人身安全，以防触电，必须严格遵守事先规定好的联络信号。为减小跨步电压，测试人员接通导线后应距电极 5 m 外，进入农作物生长地区应穿绝缘胶鞋。

7 电极布置

7.1 电流极应与土壤接触良好，以减小其自身的接地电阻，实施电流电压表法时其接地电阻应小于 $100\ \Omega$ 。在低土壤电阻率地区，电流极可用地阻仪的探棒，必要时可注水使其湿润，也可按 7.3 制作。在高土壤电阻率地区可用数根长 2 m 、直径 $50\text{ mm}\sim 76\text{ mm}$ 的金属管、棒相互间隔 $2\text{ m}\sim 5\text{ m}$ 打入地中再连接起来，或用深入到地下水的金属探棒，也可由自然接地体替代，如相邻的设备地网、铁塔接地、水井、地质钻孔等。

7.2 当接地装置最大对角线较长，入地电流散流所涉及的范围较大时，除浅表土壤外还应考虑深层土壤的作用，电流极与接地装置中心的距离应取接地装置最大对角线长度 D 的 $4\sim 5$ 倍，如有困难，当接地装置周围的土壤电阻率较均匀时，可以取 $2D$ 值；当接地装置周围的土壤电阻率不均匀时，可以取 $3D$ 值。

若将防雷接地、工作接地、保护接地连接成一个等电位体，即三地联合成一地，应按联合接地装置的最大对角线长度布置电极。

7.3 电压极可用地阻仪的探棒，也可采用直径 $12\text{ mm}\sim 16\text{ mm}$ 、长约 0.8 m 的尖头钢杆，一端弯成操作把手并装有接线端子，杆身表面应无锈蚀。电压极布置的方式较多，但不应将电压极打在覆盖被测接地装置的土壤中。

7.4 测试引流点（测试电源在接地装置上的接入位置）可以设在接地装置的中心也可以设在接地装置的边缘，视测试现场的条件选择。在测量原理中，电极设置的距离和两电极位置所呈现的夹角都是从接地装置的中心计算，如从接地装置边缘计算，电极布置方式应做相应改变或对测试值进行修正，见 7.5.1、7.5.2，只有当电极距离接地装置中心 $5D$ 以上时，不同引流点的测试值变化才可忽略，见图 10、图 11。

7.5 电极布置的方式

7.5.1 0.618 补偿法

从接地装置中心引入测试电流，电压极与电流极布置方向相同，电压极与接地装置中心的距离等于电流极与接地装置中心距离的 0.618 倍，见图 5。

从接地装置边缘引入测试电流，电压极距离接地装置中心约为 $1.5D=60\% (2.5D)$ ，同样处在电流极布置距离的 0.618 倍附近（接地装置边缘到中心的距离以 $0.5D$ 计算），见图 6。

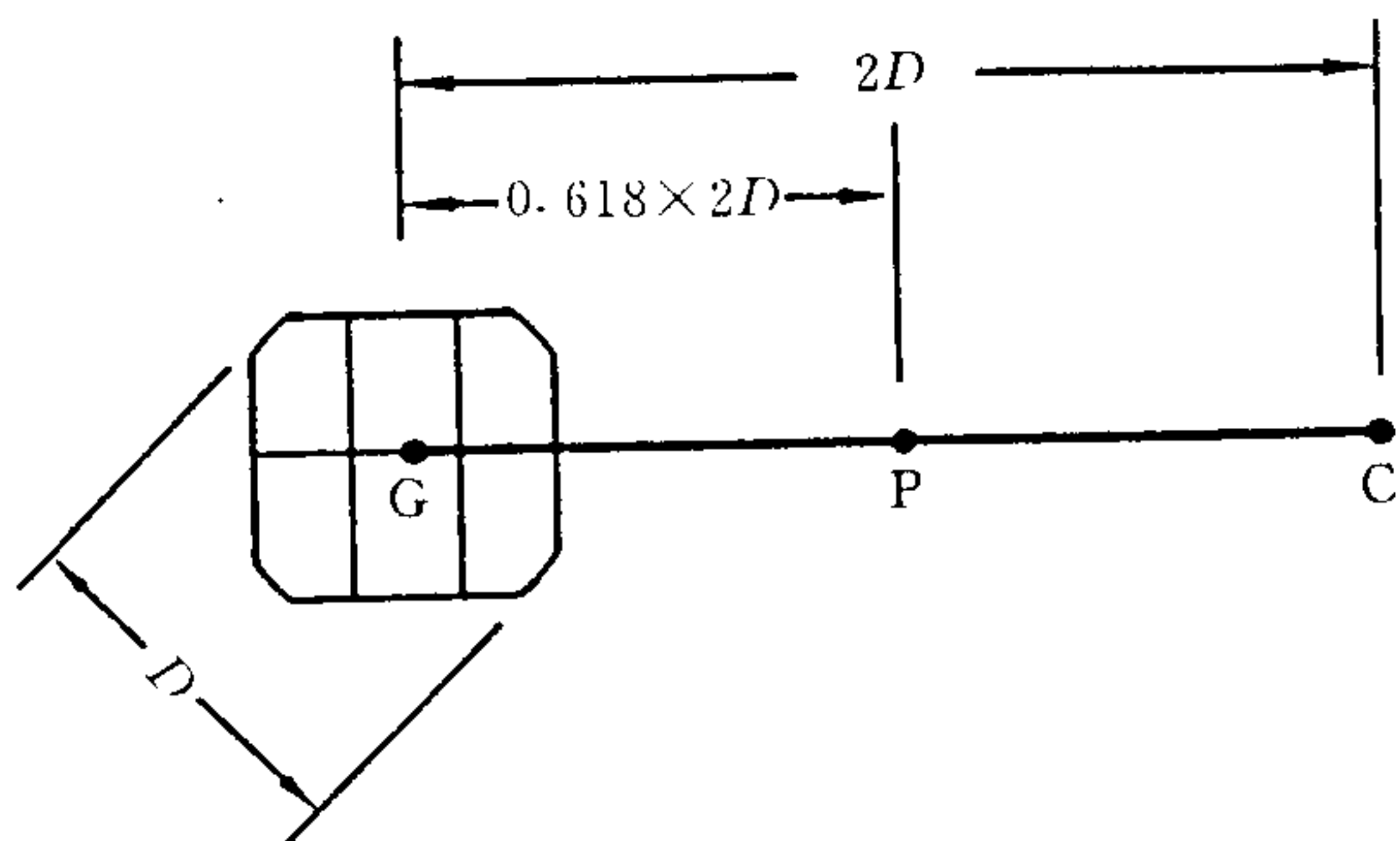


图 5 0.618 补偿法中心引流电极布置图

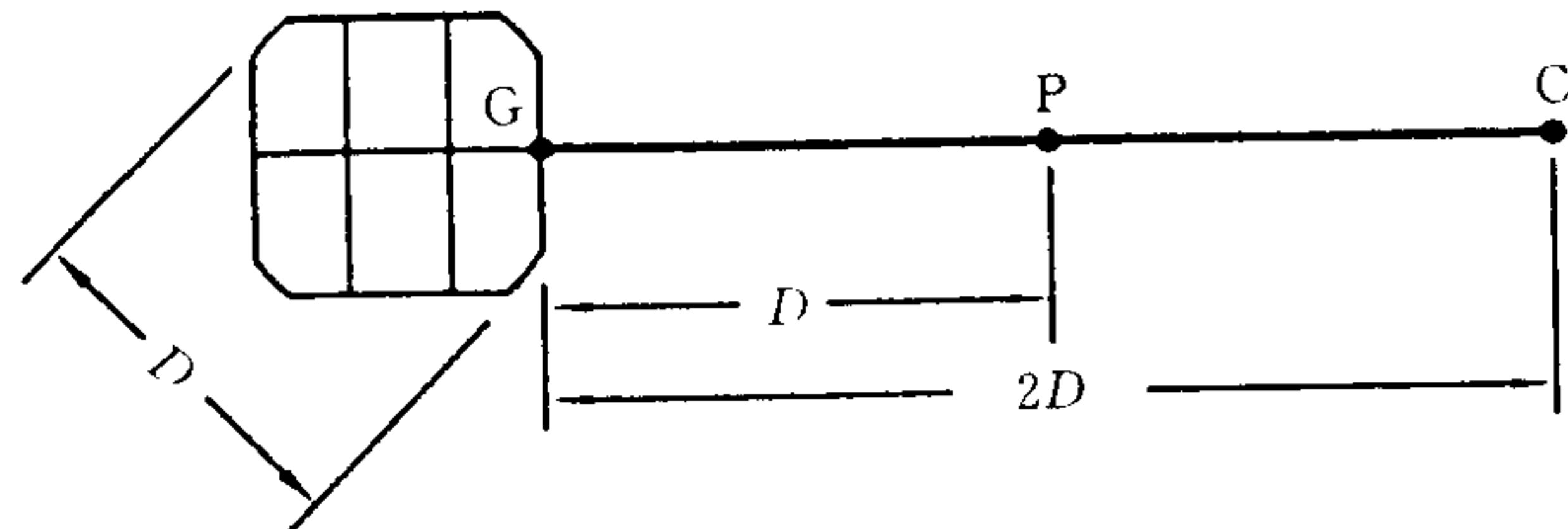


图 6 0.618 补偿法边缘引流电极布置图

7.5.2 等腰三角形法

从接地装置中心引入测试电流，电流极、电压极与接地装置中心距离相等并为两电极间距的两倍，见图 7。

从接地装置边缘引入测试电流，电极布置见图 8。本方法测试值偏大，且误差在 10% 以内。

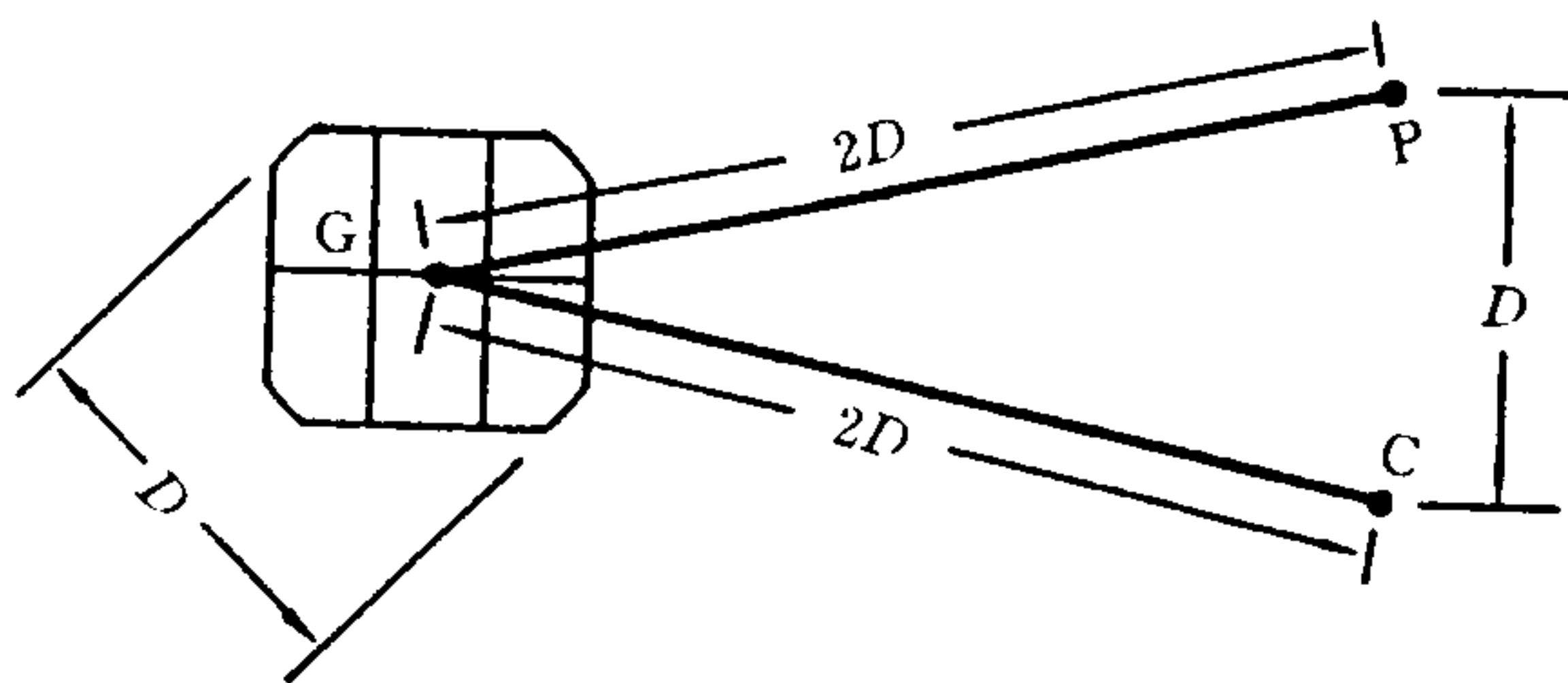


图 7 等腰三角形法中心引流电极布置图

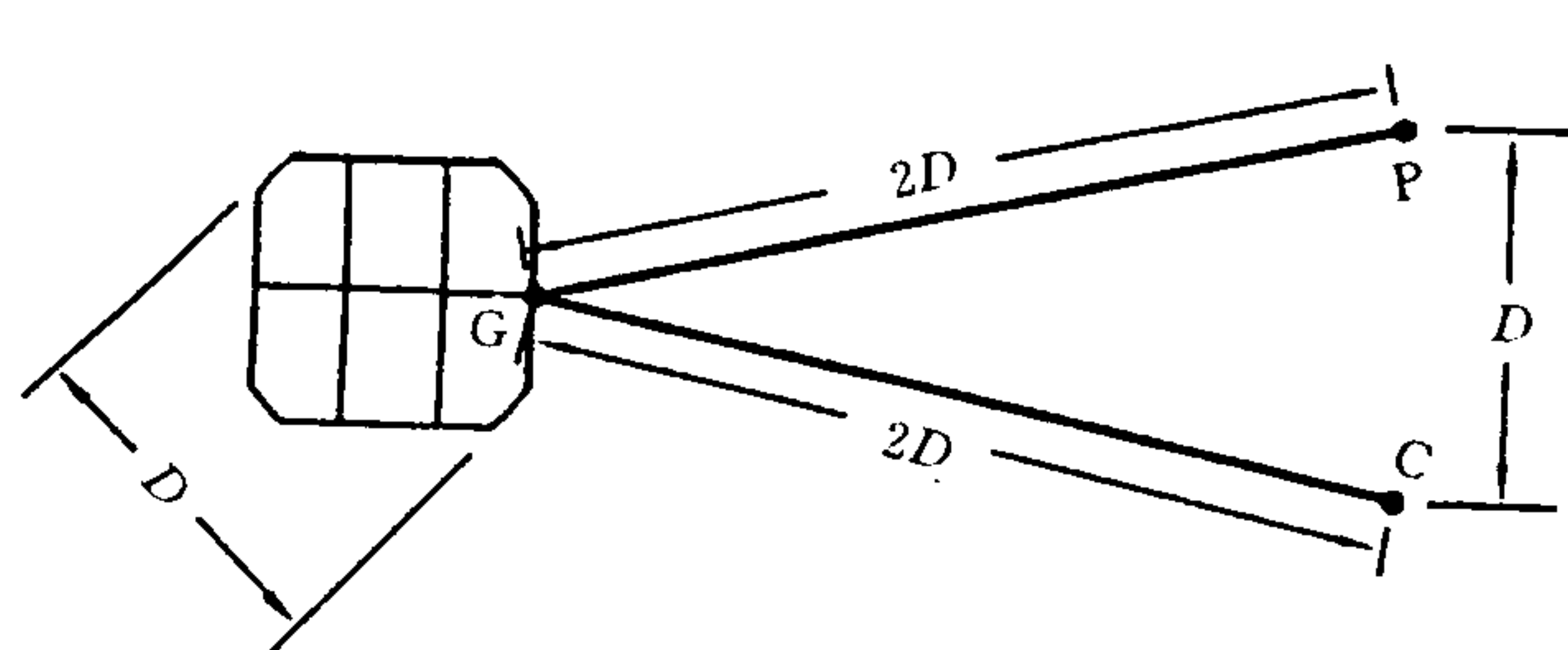


图 8 等腰三角形法边缘引流电极布置图

采用 7.5.1、7.5.2 两种方法时，应先在电流极、电压极连接导线上做好相应的距离标记，从引流点向外拉直导线来确定电极的位置。采用等腰三角形法时，两电极之间还需有定长测绳的配合。

采用 7.5.1、7.5.2 两种方法时应同时具备下列条件：

- 被测接地装置形状对称、中心位置明确；
- 接地装置周围地势平坦、土壤电阻率均匀；
- 测试场地空旷，已有地物不影响电极布置，地下没有较大口径的金属管线。

7.5.3 远离法

在土壤电阻率不均匀地区应采用远离法。同向远离法的电流极设在距接地装置中心 $5D$ 处（距边缘 $4.5D$ ），电压极距接地装置中心 $2.5D$ （距边缘 $2D$ ），见图 9。测试值为真值的 90%。

为减小电流极连接导线对电压回路产生互感电势的影响，两电极连接导线相距不小于 1 m。也可采用反向远离法，电压极反方向设置在 $5D \sim 10D$ 处，见图 10。反向远离法测试值为真值的 85%。

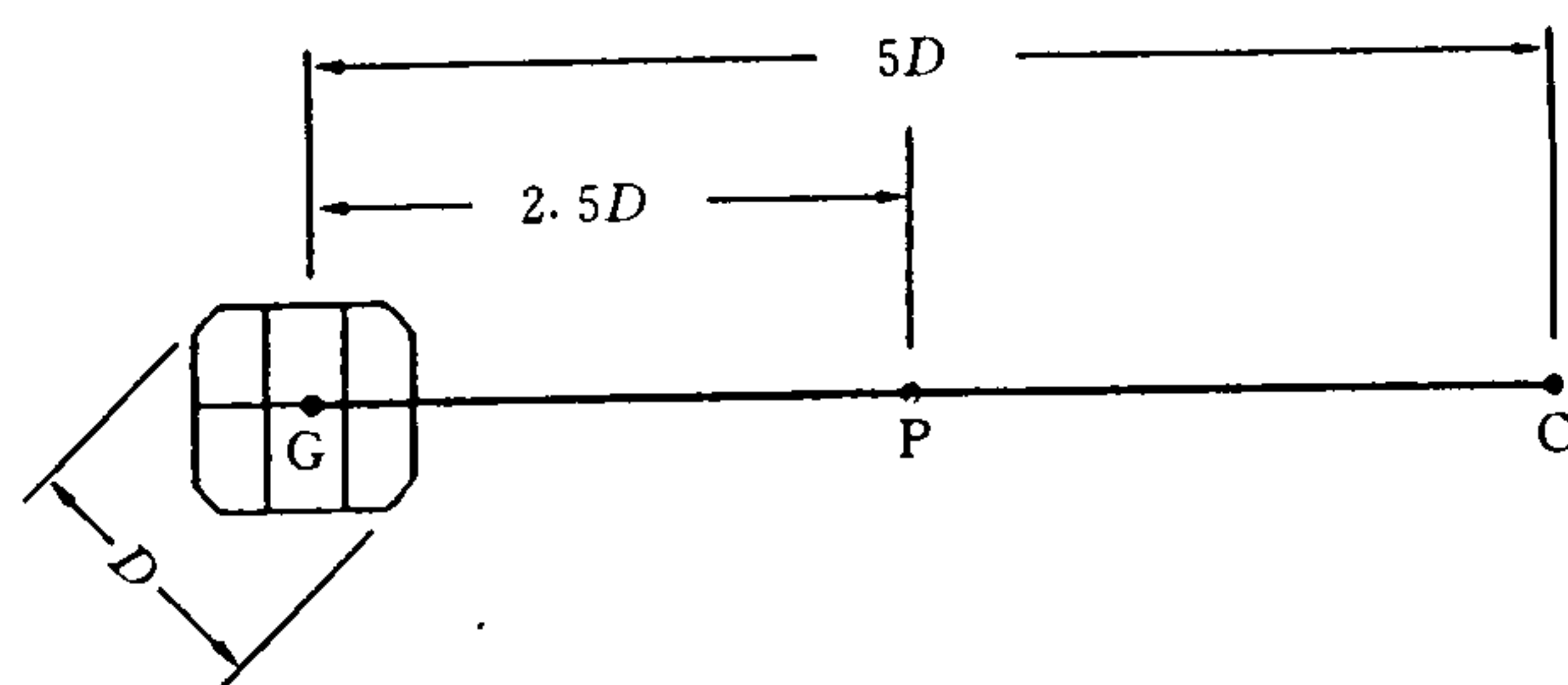


图 9 同向远离法电极布置图

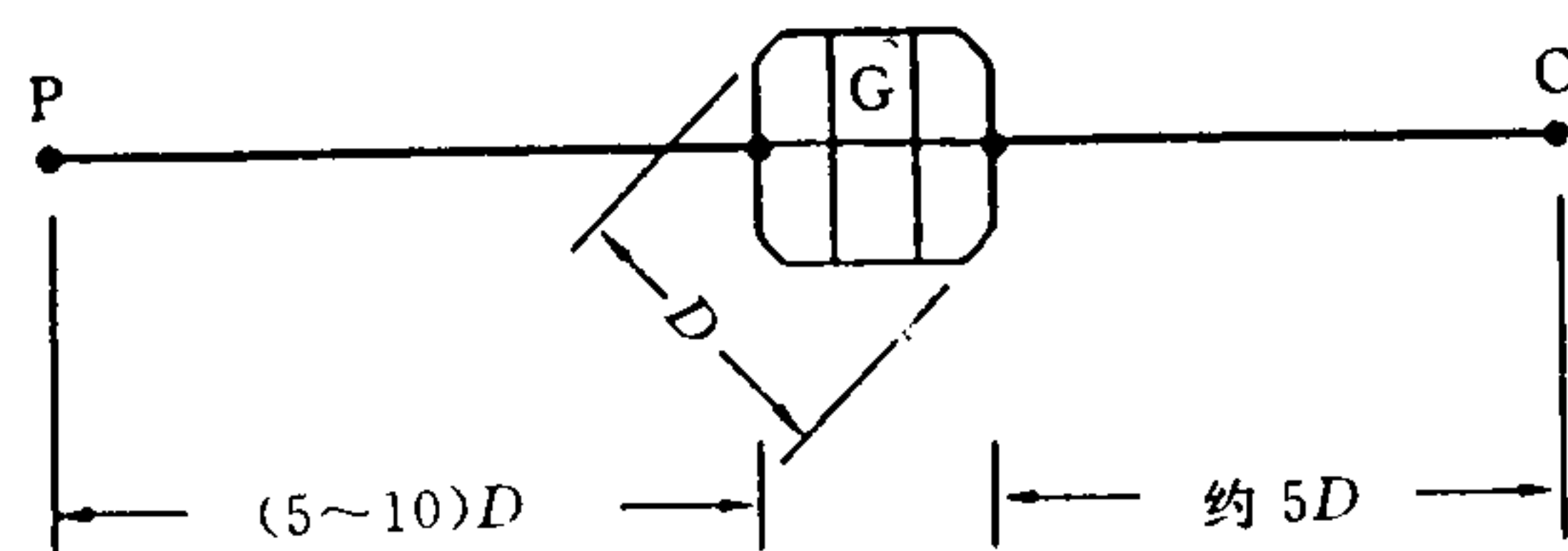


图 10 反向远离法电极布置图

在地物密集区实施远离法时，可在被测接地装置附近选择地形较为宽阔的一侧向外拉直连接导线，在该导线 $5D$ 距离处设置电流极，电压极反向布置在 $5D \sim 10D$ 处，或在地形图上按要求的距离确定电极位置，其连接导线可以跨越或绕过地物障碍，如建筑物、河流、池塘、道路等。电极周围几米区域要求空旷，如图 11 所示。本方法测试值为真值的 85%。

7.5.4 结构不详接地装置的测试方法

对于结构不详的接地装置，为了使电压极准确地找到零位面，先按 7.5.3 同向远离法设置电极，测得数据后将电压极向接地装置和电流极各移动电流极到接地装置距离的 5%，测得另两个数据与第一个数据比较，若前后三次数据接近，相对误差不超过 5%，即可把中间位置作为测量用电压极位置，且测量值有效。如果数据相差较大，则说明电流极与被测接地装置的距离不够，应加大距离再次测量。

7.6 电极与连接导线的布置应该避开供电变压器、电台等干扰源，还应避开各种线路、地下金属管道、河流和水渠，有困难时则应布置在与它们垂直的方向上。

7.7 当拉直连接导线，利用导线的长度记号确定电极距离时，应检查这些长度记号的正确性。

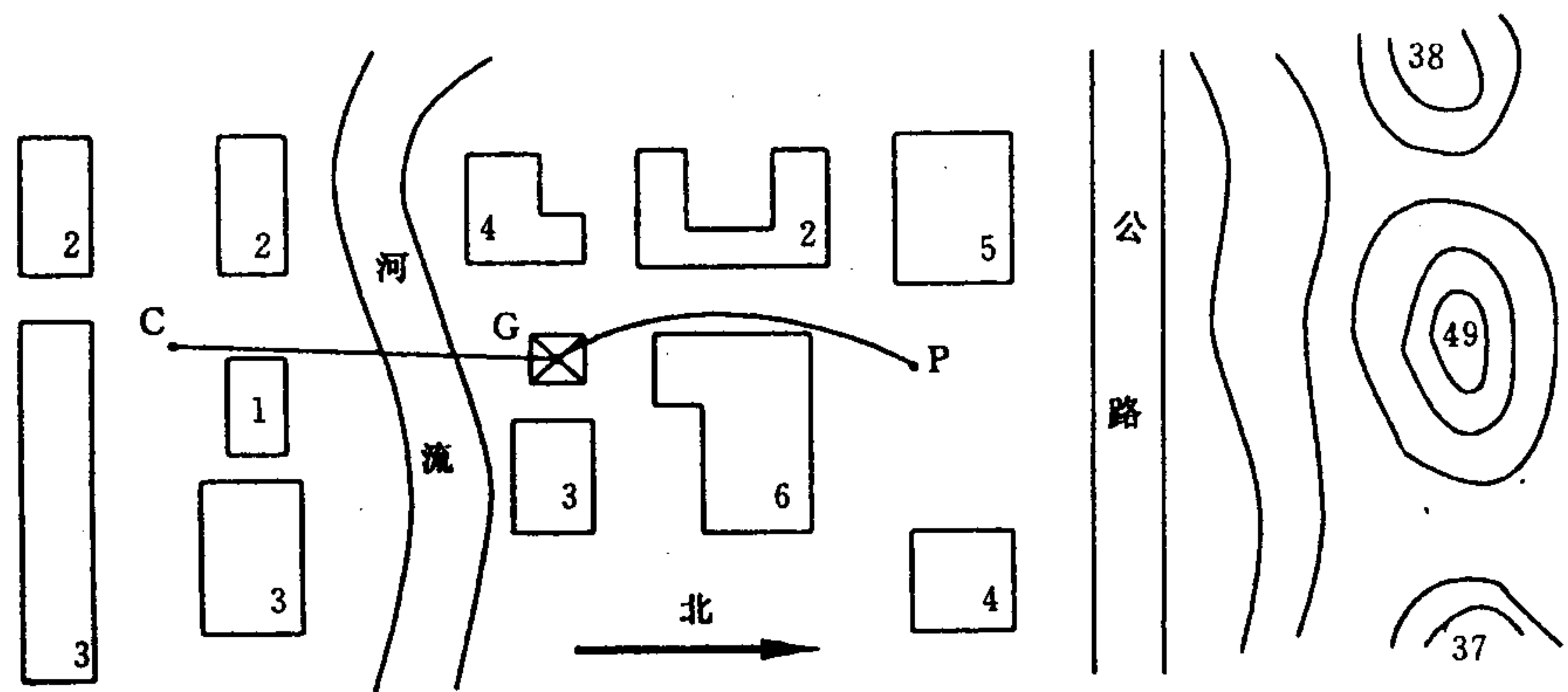


图 11 地物密集区的远离法电极布置

接地测量记录格式

表 A1 中国民用航空接地测量记录

测试单位名称：_____

测试报告编号：_____

接地装置名称：_____

接地装置地址：_____

最大对角线长（米）：_____

测试现场地貌：_____

天气：_____

温度：_____

相对湿度：_____

测试日期：_____年____月____日

仪 器 名 称	规 格 型 号	仪 器 编 号	有 效 日 期
要求数据 (允许极限值)	测试数据（1）	测试数据（2）	最终结论

操作：_____

记录计算：_____

校对：_____

表 A1（完）

接地装置图
电极布置图（1）
电极布置图（2）

制图：

校对：

中华人民共和国民用航空
行 业 标 准
工频接地电阻测量
MH/T 5101—1999

*

中国民航出版社出版发行
(北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼)
— 邮政编码: 100028 —
北京广内印刷厂印装
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 17 千字
1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷 印数 1—500 册
统一书号: 1580110·122 定价: 5.00 元