



(21) 申请号 202210414206.3

H01R 4/64 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.19

H01R 4/66 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114828607 A

(56) 对比文件

CN 108711684 A, 2018.10.26

CN 111525526 A, 2020.08.11

(43) 申请公布日 2022.07.29

CN 212542718 U, 2021.02.12

(73) 专利权人 中国科学院近代物理研究所

审查员 纠梦菲

地址 730000 甘肃省兰州市南昌路509号

(72) 发明人 封安辉 刘鹏飞 刘晔 周忠祖

杨建成 张永搏 孙鹏 张润祖

赵江 程永琪

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

专利代理师 孙楠

(51) Int. Cl.

H05K 9/00 (2006.01)

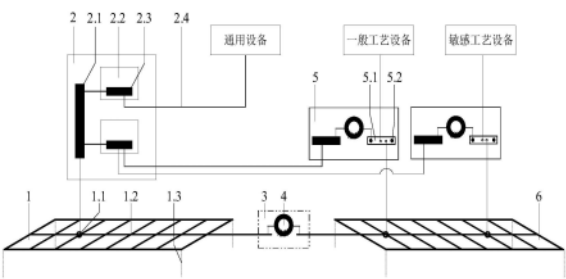
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于EMC的加速器地线系统及设计方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于EMC的加速器地线系统及设计方法,其包括:通用地网,设置在通用设备侧,为所述通用设备的主接地网,所述通用设备经配电室的低压配电系统与所述通用地网连接,实现安全接地;工艺地网,就近敷设在工艺配电设备附近,为所述工艺配电设备的主接地网,所述工艺设备经接地箱与所述工艺地网连接,所述工艺地网通过所述接地箱实现差异化接地;接地井,用于连接所述通用地网与所述工艺地网,实现所述通用地网与所述工艺地网之间的高频隔离、工频联合,并作为接地测试点。本发明能兼顾安全防护和电磁兼容性能,可以在加速器电磁兼容和接地领域中应用。



1. 一种基于EMC的加速器地线系统,其特征在于,包括:

通用地网,设置在通用设备侧,为所述通用设备的主接地网,所述通用设备经配电室的低压配电系统与所述通用地网连接,实现安全接地;

工艺地网,就近敷设在工艺设备附近,为所述工艺设备的主接地网,所述工艺设备经接地箱与所述工艺地网连接,所述工艺地网通过所述接地箱实现差异化接地;

接地井,用于连接所述通用地网与所述工艺地网,实现所述通用地网与所述工艺地网之间的高频隔离、工频联合,并作为接地测试点;

所述工艺地网由工艺设备间、加速器隧道的建筑钢筋及人工接地极相互连接形成笼型地网,连接点处形成工艺接地引出点,各所述工艺接地引出点连接后延伸出的引线与所述接地井的另一端连接;

所述接地箱采用工艺配电柜或工艺配电箱;

所述工艺配电柜或所述工艺配电箱内除原有部件外还设置有工艺地排和滤波单元;所述工艺地排绝缘安装在柜体或箱体上;所述工艺地排的一端与所述工艺地网连接,所述工艺地排的另一端经滤波单元与所述工艺配电柜或所述工艺配电箱内的第一PE排一端连接;所述第一PE排另一端与所述配电室内的动力柜中第二PE排连接;

其中,所述工艺设备包括一般工艺设备和敏感工艺设备;通用设备包括水冷系统、通风和空调系统和建筑用电;一般工艺设备包括磁铁及其电源、真空、高频和离子源;敏感工艺设备包括束流诊断、控制与网络弱信号控制和探测系统。

2. 如权利要求1所述基于EMC的加速器地线系统,其特征在于,所述通用地网由若干水平接地极和若干垂直接地极连接构成,并在所述水平接地极与所述垂直接地极连接处形成接地引出点,各接地引出点连接后延伸出的引线与所述接地井的一端连接。

3. 如权利要求1所述基于EMC的加速器地线系统,其特征在于,至少在所述通用地网的首端、末端以及中间位置分别设置有与所述工艺地网连接的所述接地井。

4. 如权利要求1所述基于EMC的加速器地线系统,其特征在于,所述接地井包括滤波单元及紧固件;

所述滤波单元经所述紧固件固定在待安装位置处,且所述接地井引出至基础井内。

5. 如权利要求1或4所述基于EMC的加速器地线系统,其特征在于,所述滤波单元包括磁环和接地电缆;

所述磁环上缠绕有所述接地电缆,且位于所述磁环上的所述接地电缆形成绕线电缆,且所述接地电缆两端分别延伸至所述磁环外部形成连接端,用于连接所述通用地网和所述工艺地网。

6. 一种用于实现如权利要求1至5任一项所述基于EMC的加速器地线系统的设计方法,其特征在于,包括:

将加速器的设备进行分类,分为通用设备、一般工艺设备和敏感工艺设备;

根据设备分类结果进行接地网敷设,工艺地网沿着加速器束线和工艺设备间敷设,通用地网沿着建筑外围、并距离工艺地网边沿不小于预先设定的间距敷设;

将通用地网和工艺地网经接地井中的滤波单元连接,实现联合接地,隔离通用地网与工艺地网之间的高频噪声。

7. 如权利要求6所述设计方法,其特征在于,所述配电室中的各PE排都经通用地排MEB

连接至通用地网,所述通用设备经配电室中所述PE排连接所述通用地网;

所述一般工艺设备和敏感工艺设备在正常工况时,通过接地箱中的工艺地排就近连接至工艺地网,其中一般工艺设备和敏感工艺设备分别经不同的所述接地箱连接至工艺地网;

所述一般工艺设备和敏感工艺设备发生接地故障时,按照TN-S在设备侧重复接地方式连接工艺地网。

8.如权利要求6所述设计方法,其特征在于,所述工艺地网上设置多组独立的接地引出线,各接地引出线用于连接各接地箱,实现工艺设备的差异化、就近接地。

一种基于EMC的加速器地线系统及设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及加速器电磁兼容和接地技术领域,特别是关于一种基于EMC的加速器地线系统及设计方法。

背景技术

[0002] 随着技术发展,加速器等大科学装置的电磁干扰问题日益凸显——系统故障率和电磁噪声水平高,影响了束流和科研试验的品质。地线是重要的电磁干扰途径之一,关乎加速器装置的安全防护和电磁兼容性能。加速器装置一般采用TN-S配电制式——设备接PE线,发生接地故障时,过流器件动作并保护。但从电磁兼容性能分析,这种地线结构因PE线较长,地线阻抗高,将导致设备间存在严重的共地阻抗干扰问题。为此,加速器装置通常敷设有专用地网,按照TN-S重复接地方式,在设备侧就近接地,这缓解了地线阻抗高的问题,但会导致地环流干扰;如果只采用专用地网,即TT配电制式,尽管实现了设备就近接地,并缓解了地环流问题,但不符合配电安全规范要求。此外,加速器装置系统庞大,设备组成复杂,因未采取合理的地线方案,使之已成为重要的干扰途径——浪涌、脉冲群等瞬态高压、高频噪声通过地线引起设备误动作,甚至损坏;同时,传导发射噪声通过地线串扰,影响弱信号探测,给科研试验增加难度。

[0003] 综上所述,针对加速器设备负荷特性,研究如何实现接地差异化和合理的地线结构设计,兼顾电气安全防护和电磁兼容性能,十分重要。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种基于EMC的加速器地线系统及设计方法,其能兼顾安全防护和电磁兼容性能。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种基于EMC的加速器地线系统,其包括:通用地网,设置在通用设备侧,为所述通用设备的主接地网,所述通用设备经配电室的低压配电系统与所述通用地网连接,实现安全接地;工艺地网,就近敷设在工艺配电设备附近,为所述工艺配电设备的主接地网,所述工艺设备经接地箱与所述工艺地网连接,所述工艺地网通过所述接地箱实现差异化接地;接地井,用于连接所述通用地网与所述工艺地网,实现所述通用地网与所述工艺地网之间的高频隔离、工频联合,并作为接地测试点。

[0006] 进一步,所述通用地网由若干水平接地极和若干垂直接地极连接构成,并在所述水平接地极与所述垂直接地极连接处形成接地引出点,各接地引出点连接后延伸出的引线与所述接地井的一端连接。

[0007] 进一步,至少在所述通用地网的首端、末端以及中间位置分别设置有与所述工艺地网连接的所述接地井。

[0008] 进一步,所述工艺地网由工艺设备间、加速器隧道的建筑钢筋及人工接地极相互连接形成笼型地网,连接点处形成工艺接地引出点,各所述工艺接地引出点连接后延伸出的引线与所述接地井的另一端连接。

- [0009] 进一步,所述接地箱采用工艺配电柜或工艺配电箱;
- [0010] 所述工艺配电柜或所述工艺配电箱内除原有部件外还设置有工艺地排和滤波单元;所述工艺地排绝缘安装在柜体或箱体上;所述工艺地排的一端与所述工艺地网连接,所述工艺地排的另一端经滤波单元与所述工艺配电柜或所述工艺配电箱内的第一PE排一端连接;所述第一PE排另一端与所述配电室内的动力柜中第二PE排连接。
- [0011] 进一步,所述接地井包括滤波单元及紧固件;
- [0012] 所述滤波单元经所述紧固件固定在待安装位置处,且所述接地井引出至基础井内。
- [0013] 进一步,所述滤波单元包括磁环和接地电缆;
- [0014] 所述磁环上缠绕有所述接地电缆,且位于所述磁环上的所述接地电缆形成绕线电缆,且所述接地电缆两端分别延伸至所述磁环外部形成连接端,用于连接所述通用地网和所述工艺地网。
- [0015] 一种用于实现上述基于EMC的加速器地线系统的设计方法,其包括:
- [0016] 将加速器的设备进行分类,分为通用设备、一般工艺设备和敏感工艺设备;
- [0017] 根据设备分类结果进行接地网敷设,工艺地网沿着加速器束线和工艺设备间敷设,通用地网沿着建筑外围、并距离工艺地网边沿不小于预先设定的间距敷设;
- [0018] 将通用地网和工艺地网经接地井中的滤波单元连接,实现联合接地,隔离通用地网与工艺地网之间的高频噪声。
- [0019] 进一步,所述配电室中的各PE排都经通用地排MEB连接至通用地网,所述通用设备经配电室中所述PE排连接所述通用地网;
- [0020] 所述工艺设备在正常工况时,通过接地箱中的工艺地排就近连接至工艺地网,其中一般工艺设备和敏感工艺设备分别经不同的所述接地箱连接至工艺地网;
- [0021] 所述工艺设备发生接地故障时,按照TN-S在设备侧重复接地方式连接工艺地网。
- [0022] 进一步,所述工艺地网上设置多组独立的接地引出线,各接地引出线用于连接各接地箱,实现工艺设备的差异化、就近接地。
- [0023] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:
- [0024] 1、本发明采取分区敷设地网,通过接地井及其滤波单元实现工频联合接地和高频独立接地,缓解了通用接地系统对工艺设备的影响。
- [0025] 2、本发明所采取的滤波单元,方案简单、经济、工程应用度高,对地线上高频干扰具有良好的抑制作用,对配电系统接地保护无影响。
- [0026] 3、本发明采取设备分类、差异化接地的方案,通过工艺接地箱及滤波单元实现工艺设备就近接地,相对地降低了地线阻抗,缓解了不同设备因共地阻抗导致的干扰问题;依据工艺设备敏感度设置专用接地引出点,实现差异化接地,缓解了设备间地线干扰问题;同时,按照TN-S在设备侧重复接地方式,提高了安全防护性能。

附图说明

- [0027] 图1是本发明一实施例中接地系统原理图;
- [0028] 图2是本发明一实施例中工艺配电柜(箱)结构图;
- [0029] 图3是本发明一实施例中滤波单元原理图;

- [0030] 图4是本发明一实施例中接地系统设计流程图；
- [0031] 附图标记：
- [0032] 1-通用地网；1.1-接地引出点；1.2-水平接地极；1.3-垂直接地极；
- [0033] 2-配电室；2.1-通用地排MEB；2.2-动力柜；2.3-PE排；2.4-PE线；
- [0034] 3-接地井；
- [0035] 4-滤波单元；4.1-接地电缆；4.2-高性能磁环；4.3-绕线电缆；
- [0036] 5-接地箱；5.1-工艺地排；5.2-绝缘子；5.3-横梁；5.4-紧固螺栓；5.5-PE排；5.6-N排；
- [0037] 6-工艺地网。

具体实施方式

[0038] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0039] 需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0040] 本发明提供的基于EMC的加速器地线系统及设计方法，包括：通用地网，设置在通用设备侧，为通用设备的主接地网，通用设备经配电室的低压配电系统与通用地网连接，实现安全接地；工艺地网，就近敷设在工艺配电设备附近，为工艺配电设备的主接地网，工艺设备经接地箱与工艺地网连接，工艺地网通过接地箱实现差异化接地；接地井，用于连接通用地网与工艺地网，实现述通用地网与工艺地网之间的高频隔离、工频联合，并作为接地测试点。本发明能兼顾安全防护和电磁兼容性能。

[0041] 在本发明的一个实施例中，提供一种基于EMC的加速器地线系统。本实施例中，如图1所示，该系统包括：

[0042] 通用地网1，设置在通用设备侧，为通用设备的主接地网，通用设备经配电室2的低压配电系统与通用地网1连接，实现安全接地；

[0043] 工艺地网6，就近敷设在工艺配电设备附近，为工艺配电设备的主接地网，工艺设备经接地箱5与工艺地网连接，实现重复接地，提高安全性能；工艺地网通过接地箱5实现差异化接地；

[0044] 接地井3，用于连接通用地网1与工艺地网6，实现述通用地网1与工艺地网6之间的高频隔离、工频联合，并作为接地测试点。

[0045] 上述实施例中，通用地网1由若干水平接地极1.2和若干垂直接地极1.3连接构成，并在水平接地极1.2与垂直接地极1.3连接处形成接地引出点1.1，各接地引出点1.1连接后延伸出的引线与接地井3的一端连接。

[0046] 其中，通用设备与配电室2内动力柜2.2中的第二PE排2.3连接，各动力柜2.2中的第二PE排2.3都连接至通用地排MEB 2.1，经通用地排MEB 2.1连接至通用地网1。

[0047] 上述实施例中,至少在通用地网1的首端、末端以及中间位置分别设置有与工艺地网6连接的接地井3,该类接地井3用于联合接地和接地性能测试。

[0048] 上述实施例中,工艺地网6由工艺设备间、加速器隧道的建筑钢筋及人工接地极相互连接形成笼型地网,有效降低接地网投资,并对外部干扰形成屏蔽;连接点处形成工艺接地引出点,各工艺接地引出点连接后延伸出的引线与接地井3的另一端连接。

[0049] 上述实施例中,如图2所示,接地箱5采用工艺配电柜或工艺配电箱。工艺配电柜或工艺配电箱内除原有部件外还设置有工艺地排5.1和滤波单元4;工艺地排5.1绝缘安装在柜体或箱体上;工艺地排5.1的一端与工艺地网6连接,工艺地排5.1的另一端经滤波单元4与工艺配电柜或工艺配电箱内的第一PE排5.5一端连接;第一PE排5.5另一端与配电室2内的动力柜2.2中第二PE排2.3连接。

[0050] 其中,工艺地排5.1的两端分别通过绝缘子5.2安装在柜体或箱体的横梁5.3上;也安装在第一PE排5.5横梁5.3上,且横梁5.3的两端通过紧固螺栓5.4固定在柜体或箱体上。位于相邻的横梁5.3上设置有N排5.6。

[0051] 优选的,工艺设备中的一般工艺设备与敏感工艺设备分别连接不同的接地箱5,实现差异化接地,提高安全性能。

[0052] 上述实施例中,接地井3包括滤波单元4及紧固件;滤波单元4经紧固件固定在待安装位置处;且接地井3引出至基础井内。其中,基础井指的是接地井的土建部分(含井盖)(常见的如马路上的电井、水井),用砖石和水泥砌成。

[0053] 上述实施例中,接地井3用于通用地网1和工艺地网6之间的“工频等电位,高频隔离”处理;平时也可以用于接地网电阻测试、接地功能扩展等。

[0054] 上述实施例中,滤波单元4用于实现地网之间、地线之间的滤波。如图3所示,滤波单元4包括磁环4.2和接地电缆4.1。磁环4.2上缠绕有接地电缆4.1,且位于磁环4.2上的接地电缆4.1形成绕线电缆4.3,且接地电缆4.1两端分别延伸至磁环4.2外部形成连接端,用于连接通用地网1和工艺地网6。

[0055] 优选的,接地电缆4.1采用带绝缘护套的接地软铜缆,为保证工程可实施性,其导体截面以不大于 10mm^2 ,可通过并联多组滤波单元4实现增加接地电缆4.1通流能力。在本实施例中,磁环4.2采用高性能磁环,例如可选择大孔径的非晶类磁环。

[0056] 上述实施例中,工艺接地系统中各部件之间均采取等电位搭接,以提高安全性能。

[0057] 上述实施例中,工艺接地引出点可就近工艺配电柜或工艺配电箱、一般工艺设备、敏感工艺设备等就近、多点、独立引出,以实现差异化接地。

[0058] 上述实施例中,依据配电室2位置设置接地井3。为进一步降低干扰,通用设备和工艺设备通过不同的动力柜2.2供电;优选地,不同类设备的动力柜可分别通过专用变压器供电。

[0059] 在本发明的一个实施例中,提供一种基于EMC的加速器地线系统的设计方法,该方法用于实现上述各实施例中的加速器地线系统。具体的,如图4所示,该方法包括以下步骤:

[0060] 1) 将加速器的设备进行分类,分为通用设备、一般工艺设备和敏感工艺设备;

[0061] 其中,通用设备包括水冷系统、通风和空调系统、建筑用电等;一般工艺设备包括磁铁及其电源、真空、高频、离子源等功能性系统;敏感工艺设备包括束流诊断、控制与网络等弱信号控制和探测系统。

[0062] 2) 根据设备分类结果进行接地网敷设,工艺地网6沿着加速器束线和工艺设备间(即加速器主设备安装区域)敷设,并依据需要就近设置接地引出点;通用地网1沿着建筑外围、并距离工艺地网6边沿不小于预先设定的间距敷设;

[0063] 其中,预先设定的间距本实施例中优选为10m;受空间限制无法满足预先设定的间距时,可通过在两地网之间置换高电阻率土壤以缓解因“高压泄放”导致的干扰问题。

[0064] 3) 将通用地网1和工艺地网6经接地井3中的滤波单元4连接,实现联合接地,滤除高频噪声,以隔离通用地网1的高频噪声对工艺地网6的干扰之间的高频噪声;

[0065] 上述实施例中,将通用地网1和工艺地网6的水平接地极引至接地井3,接地井3的规格以人员便于维护为宜,接地井3的分布以配电室2的数量或依据需要进行设置。

[0066] 上述实施例中,配电室2中的各第二PE排2.3都经通用地排MEB 2.1连接至通用地网1,通用设备经配电室2中第二PE排2.3连接通用地网1。

[0067] 工艺设备在正常工况时,通过接地箱5中的工艺地排5.1就近连接至工艺地网6,其中一般工艺设备和敏感工艺设备分别经不同的接地箱5连接至工艺地网6;

[0068] 工艺设备发生接地故障时,按照TN-S在设备侧重复接地方式连接工艺地网6。

[0069] 上述实施例中,工艺地网6上设置多组独立的接地引出线,各接地引出线用于连接各接地箱5,实现工艺设备的差异化、就近接地。

[0070] 上述实施例中,滤波单元4的设计为:滤波单元4用于高频隔离,包括高性能磁环4.2和其上缠绕的接地电缆4.1。当地网或地线上通过高频干扰时,通过磁环4.2吸收达到降低噪声水平的目的。

[0071] 滤波单元4由一组或多组并联的高性能磁环4.2和接地电缆4.1组成。磁环4.2材料选择根据抑制频率、磁环尺寸确定。

[0072] 当接地电缆4.1在磁环4.2上绕制时,磁环电感量L与匝数N的关系为:

$$[0073] \quad L = \frac{\mu_0 \mu N^2}{c_0}$$

[0074] 式中, μ_0 为真空磁导率, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (H/m), μ 为相对磁导率,N为线圈匝数, c_0 为磁芯常数。对于外径D,内径d,长度为h的磁环,其磁心常数为:

$$[0075] \quad c_0 = \frac{2\pi}{h \ln(D/d)}$$

[0076] 当磁环4.2套在接地电缆4.1上时,可求出磁环阻抗为:

$$[0077] \quad Z = j\omega L = \frac{\omega \mu_0 \mu h N^2}{2\pi} \ln(D/d)$$

$$[0078] \quad \mu = \frac{2\pi \cdot Z}{\omega \mu_0 h N^2 \cdot \ln(D/d)}$$

[0079] 磁环规格:N为线圈匝数,外径D,内径d,长度为h,Z为所需阻抗。

[0080] 上述实施例中,工艺设备通过工艺地排5.1接地,对于敏感工艺设备或系统,依据需要设置专用的接地点和配电柜(箱)。

[0081] 本实施例提供的方法是用于实现上述各系统实施例的,具体流程和详细内容请参照上述实施例,此处不再赘述。

[0082] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管

参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

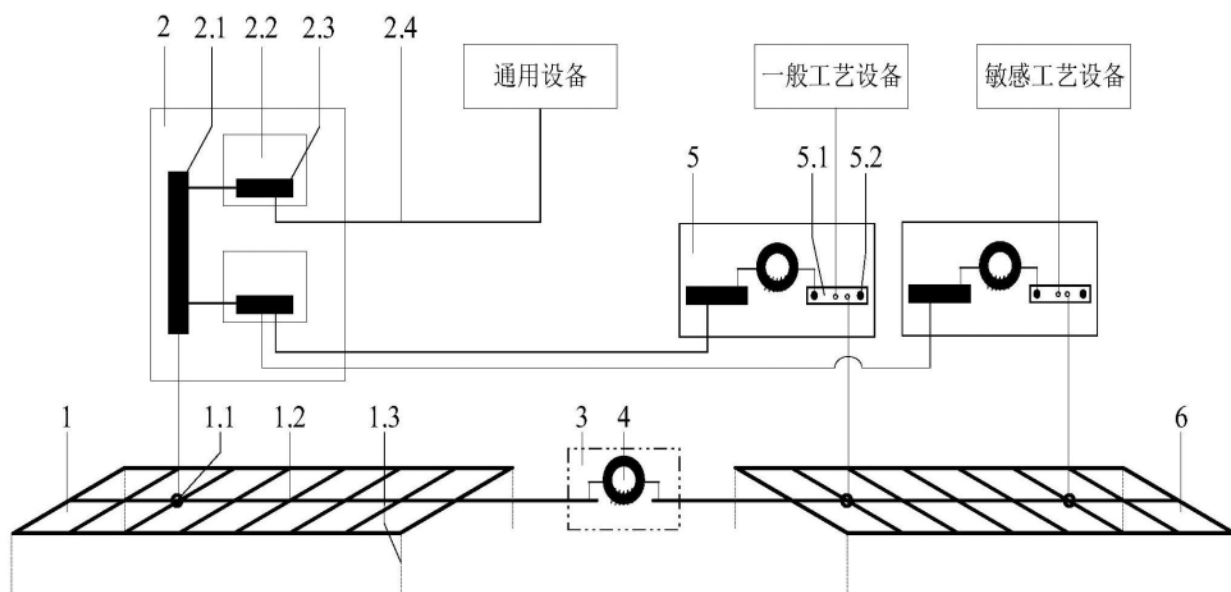


图1

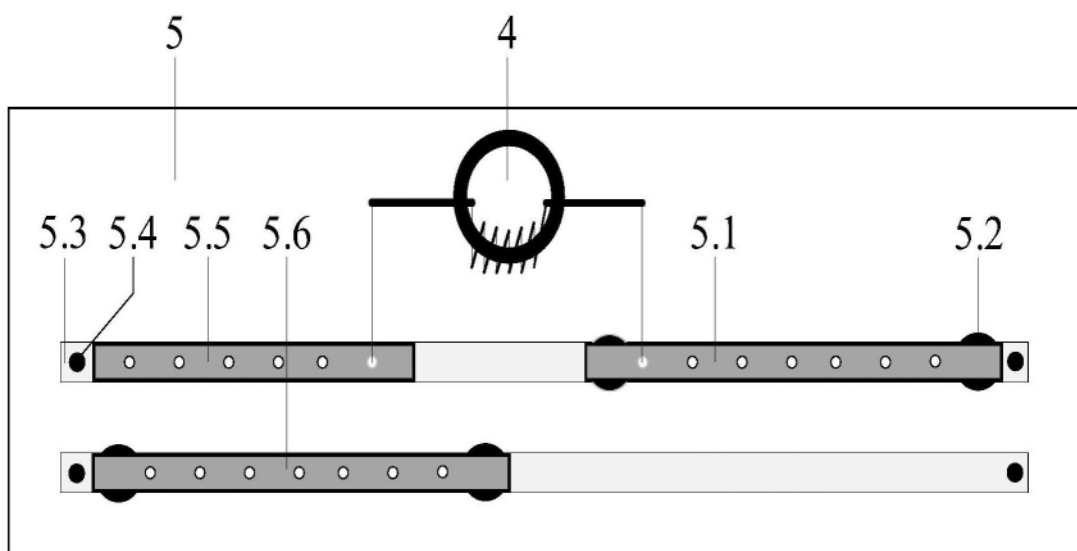


图2

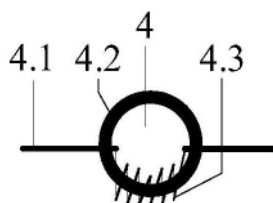


图3

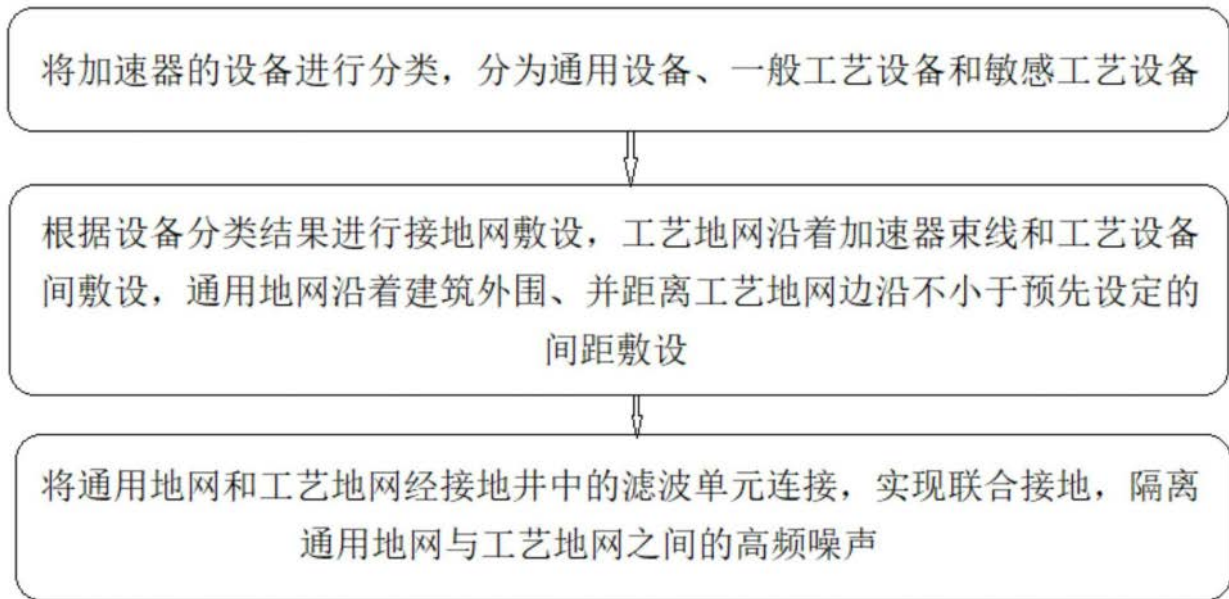


图4