(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113897998 B
(45)授权公告日 2022.12.09

(21)申请号 202111396579.4
(22)申请日 2021.11.23
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113897998 A
(43)申请公布日 2022.01.07
(73)专利权人 国网甘肃省电力公司经济技术研究院
地址 730050 甘肃省兰州市七里河区西津东路628号
专利权人 国网甘肃省电力公司
(72)发明人 王仕俊 保承家 程紫运 王星平常 黄炜 张喆 张中 王定刚
(74)专利代理机构 西安铭泽知识产权代理事务所(普通合伙) 61223
专利代理师 姬莉
(51)Int.Cl.
E02D 27/42(2006.01)
E02D 17/02(2006.01)
E02D 27/01(2006.01)
E02D 5/74(2006.01)
E02D 3/00(2006.01)
E02D 19/18(2006.01)
E02D 31/00(2006.01)
G06F 30/23(2020.01)
(56)对比文件
CN 102953386 A,2013.03.06
CN 102953386 A,2013.03.06
CN 102493496 A,2012.06.13
CN 201254730 Y,2009.06.10
CN 106320313 A,2017.01.11
CN 103306290 A,2013.09.18
审查员 姜海燕

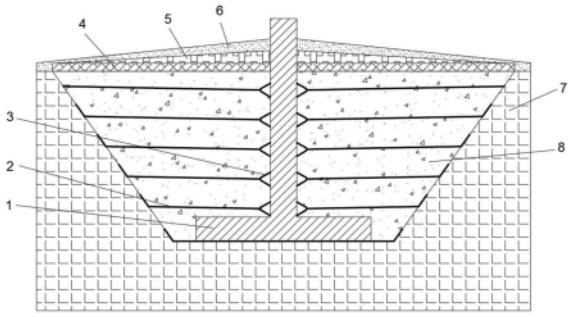
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

根须式加强基础结构及施工方法

(57)摘要

本发明涉及根须式加强基础结构及施工方法,包括板式基础、多层土工格栅、锚固弯钩、回填土,毛细防渗层,土工格栅通过锚固弯钩与板式基础相连,形成板式基础的根须,与回填土形成一个整体,提高基础的抗压和抗拔承载力,纤维质锚固弯钩可以和回填土协调变形,有利于回填土的压实,最上层回填土的上方铺设有毛细防渗层,本发明将土工格栅材料通过锚固弯钩和板式基础连成整体并延伸到土体中,形成空间网状根须结构,根须式土工格栅可以有效分布基础荷载,提高基础的承载性能,保证基础在盐碱地质条件下抗压和抗拔能力的可靠度。



CN 113897998 B

1.一种根须式加强基础结构的施工方法,其特征在于,该结构包括:

板式基础(1),设置在基坑(7)中,其底部与基坑(7)的底部连接;

多层土工格栅(2),从下至上均布铺设在基坑(7)中,土工格栅(2)之间填充有回填土(8);

锚固弯钩(3),其两端与板式基础(1)连接,其背离端部的一侧与土工格栅(2)连接;

毛细防渗层,铺设在回填土(8)的上方;

所述毛细防渗层包括粗骨料层(4),铺设在回填土(8)的上方,粗骨料层(4)的上方铺设有细骨料层(5);

所述板式基础(1)包括横板,所述横板与基坑的底面连接,横板上连接有竖板,所述锚固弯钩(3)的两端与所述竖板的侧面固定连接;

该结构的施工方法包括以下步骤:

S1、标记开挖边线,沿开挖边线开挖基坑(7),在基坑(7)底部铺设底层土工格栅(2);

S2、在底层土工格栅(2)上方绑扎基础钢筋并埋设锚固弯钩(3),固定浇筑模板,浇筑板式基础(1);

S3、待浇筑的板式基础(1)凝固后,在板式基础(1)两侧逐层铺设土工格栅(2)并将土工格栅(2)与对应的锚固弯钩(3)连接,同时逐层回填并夯实回填土(8);土工格栅(2)的锚固长度计算方法如下:

S31、测量基坑(7)的深度H,由下式①计算土工格栅(2)的铺设层数N:

$$N=\left[\frac{H}{S}\right] \qquad ①$$

式中,N为土工格栅(2)的铺设层数,N取整数,H为基坑(7)的深度,S为相邻土工格栅(2)之间的距离,1m≤S≤1.5m;

S32、已知加固后板式基础(1)的要达到的受压承载力$F_{压,加固}$,根据下式②计算土工格栅(2)的总锚固力$F_{锚}$:

$$F_{锚}=\frac{F_{压,加固}-F_{压,原}}{\eta_{压}} \qquad ②$$

式中,$F_{压,加固}$为加固后板式基础(1)的受压承载力,$F_{压,原}$为原设计板式基础(1)受压承载力,$\eta_{压}$为受压修正系数;

S33、根据式①计算出的土工格栅(2)的铺设层数N和式②计算出的土工格栅(2)的总锚固力$F_{锚}$,由下式③计算单层土工格栅(2)的锚固力F:

$$F=\frac{F_{锚}}{2N} \qquad ③$$

式中,$F_{锚}$为土工格栅(2)的总锚固力,N为土工格栅(2)的铺设层数;

S34、根据杆塔基础上拔稳定计算剪切法确定破坏面,土工格栅(2)的总长度为L,自由长度为L_1,锚固长度为L_2,由下式④计算土工格栅(2)的锚固长度L_2:

$$L_2=\frac{F}{c'+\sigma_v'\tan\delta} \qquad ④$$

式中,F为单层土工格栅(2)的锚固力,c′为土工格栅(2)所在土体的有效粘聚力,σ'_v为土工格栅(2)所在土体竖向有效应力,δ为土工格栅(2)所在土体与土工格栅(2)之间的摩擦角,L_2为土工格栅(2)的锚固长度;

S4、在最上层回填土(8)的上方铺设粗骨料层(4),并在粗骨料层(4)上表面铺设第一土工布;

S5、在第一土工布上方铺设细骨料层(5),并在细骨料层(5)上表面铺设第二土工布;

S6、在第二土工布上方铺设有机土层(6)。

2.如权利要求1所述的根须式加强基础结构的施工方法,其特征在于,所述锚固弯钩(3)由纤维质材料制成。

3.如权利要求1所述的根须式加强基础结构的施工方法,其特征在于,在步骤S4中,粗骨料层(4)的颗粒粒径为10mm-25mm。

4.如权利要求1所述的根须式加强基础结构的施工方法,其特征在于,在步骤S5中,细骨料层(5)的颗粒粒径为0.1mm-2mm。

根须式加强基础结构及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输电杆塔基础技术领域，特别涉及根须式加强基础结构及施工方法。

背景技术

[0002] 我国西北地区输电线路工程基础大量选用浅基础形式，施工方法采用开挖式，开挖施工会对地基土产生破坏，回填土的强度有可能大幅度削减，回填土因扰动土体孔隙分布重置，渗透性能可能比原状土高，降雨对地基土的入渗可能大大提高，因此，为杆塔基础的承载性及抗拔性埋下安全隐患，降低了输变电工程杆塔基础长期运行的可靠性，因此，需要根须式加强基础结构及施工方法来解决上述问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的是克服现有的杆塔基础施工方法采用开挖式，开挖施工会对地基土产生破坏，回填土的强度有可能大幅度削减，为杆塔基础的承载性及抗拔性埋下安全隐患的问题，提供根须式加强基础结构及施工方法。

[0004] 本发明提供的根须式加强基础结构，包括：

[0005] 板式基础，设置在基坑中，其底部与基坑的底部连接；

[0006] 多层土工格栅，从下至上均布铺设在基坑中，土工格栅之间填充有回填土；

[0007] 锚固弯钩，其两端与板式基础连接，其背离端部的一侧与土工格栅连接；

[0008] 毛细防渗层，铺设在回填土的上方。

[0009] 优选的，板式基础包括横板，横板与基坑的底面连接，横板上连接有竖板，锚固弯钩的两端与竖板的侧面固定连接。

[0010] 优选的，毛细防渗层包括粗骨料层，铺设在回填土的上方，粗骨料层的上方铺设有细骨料层。

[0011] 优选的，锚固弯钩由纤维质材料制成。

[0012] 优选的，毛细防渗层上方铺设有有机土层。

[0013] 优选的，包括以下步骤：

[0014] S1、标记开挖边线，沿开挖边线开挖基坑，在基坑底部铺设底层土工格栅；

[0015] S2、在底层土工格栅上方绑扎基础钢筋并埋设锚固弯钩3，固定浇筑模板，进行浇筑板式基础；

[0016] S3、待浇筑的板式基础凝固后，在板式基础两侧逐层铺设土工格栅并将土工格栅与对应的锚固弯钩连接，同时逐层回填并夯实回填土；

[0017] S4、在最上层回填土的上方铺设粗骨料层，并在粗骨料层上表面铺设第一土工布；

[0018] S5、在第一土工布上方铺设细骨料层，并在细骨料层上表面铺设第二土工布；

[0019] S6、在第二土工布上方铺设有机土层。

[0020] 优选的，在步骤S3中，土工格栅的锚固长度计算方法如下：

[0021] S31、测量基坑的深度H，由下式①计算土工格栅的铺设层数N：

[0022] $$N=\left[\frac{H}{S}\right] \quad ①$$

[0023] 式中，N为土工格栅的铺设层数，N取整数，H为基坑的深度，S为相邻土工格栅之间的距离，1m≤S≤1.5m；

[0024] S32、已知加固后板式基础的要达到的受压承载力$F_{压,加固}$，根据下式②计算土工格栅的总锚固力$F_{锚}$：

[0025] $$F_{锚}=\frac{F_{压，加固}-F_{压，原}}{\eta_{压}} \quad ②$$

[0026] 式中，$F_{压,加固}$为加固后板式基础的受压承载力，$F_{压,原}$为原设计板式基础受压承载力，$\eta_{压}$为受压修正系数；

[0027] S33、根据式①计算出的土工格栅的铺设层数N和式②计算出的土工格栅的总锚固力$F_{锚}$，由下式③计算单层土工格栅的锚固力F：

[0028] $$F=\frac{F_{锚}}{2N} \quad ③$$

[0029] 式中，$F_{锚}$为土工格栅的总锚固力，N为土工格栅的铺设层数；

[0030] S34、根据杆塔基础上拔稳定计算剪切法确定破坏面，土工格栅的总长度为L，自由长度为L_1，锚固长度为L_2，由下式④计算土工格栅的锚固长度L_2：

[0031] $$L_2=\frac{F}{c'+\sigma'_v\tan\delta} \quad ④$$

[0032] 式中，F为单层土工格栅的锚固力，c′为土工格栅所在土体的有效粘聚力，σ'_v为土工格栅所在土体竖向有效应力，δ为土工格栅所在土体与土工格栅之间的摩擦角，L_2为土工格栅的锚固长度。

[0033] 优选的，在步骤S4中，粗骨料层4的颗粒粒径为10mm-25mm。

[0034] 优选的，在步骤S5中，细骨料层5的颗粒粒径为0.1mm-2mm。

[0035] 与现有技术相比，本发明提供的根须式加强基础结构及施工方法，其有益效果是：

[0036] 1、本发明将土工格栅材料通过锚固弯钩和板式基础联成整体并延伸到土体中，形成空间网状根须结构，根须式土工格栅可以有效分布基础荷载，提高基础的承载性能，保证基础在盐碱地质条件下抗压和抗拔能力的可靠度。

[0037] 2、本发明中采用纤维锚固弯钩是一种柔性材料，可以和回填土协同变形，保证了回填土的密实性，同时纤维锚固弯钩和土工格栅材料耐腐蚀性强，在盐碱地质条件下可以正常受力，有效保证了基础在盐碱地质条件下抗压和抗拔承载力的可靠性。

[0038] 3、本发明根据非饱和土力学原理及工程项目所在地的历史最大降雨量计算设计确定粗细骨料层的粒径大小及厚度，粗骨料层会形成一道止水帷幕，有效阻止降雨对地基土的入渗、软化作用，可以有效加强基础抵抗复杂恶劣自然环境的能力，有效提高基础在复杂自然条件下抗压和抗拔承载性力的耐久性能。

附图说明

[0039] 图1为本发明的整体结构示意图；

[0040] 图2为本发明中土工格栅2的锚固长度的计算设计方法参考图。

[0041] 附图标记说明：

[0042] 1、板式基础；2、土工格栅；3、锚固弯钩；4、粗骨料层；5、细骨料层；6、有机土层；7、基坑；8、回填土。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图1和图2，对本发明的一个具体实施方式进行详细描述，但应当理解本发明的保护范围并不受具体实施方式的限制。

[0044] 如图1所示，本发明提供的根须式加强基础结构，包括板式基础1、多层土工格栅2、锚固弯钩3、回填土8，毛细防渗层，板式基础1设置在基坑7中，其底部与基坑7的底部连接，多层土工格栅2从下至上均布铺设在基坑7中，相邻两个土工格栅2之间填充有回填土8，锚固弯钩3的两端预埋在板式基础1中，锚固弯钩3背离端部的一侧与土工格栅2连接；最上层回填土8的上方铺设有毛细防渗层。

[0045] 其中，土工格栅2的锚固长度和铺设层数根据基础的承载力大小以及地质条件，进行计算确定具体尺寸和铺设数量，施工时，先铺设土工格栅材料再回填夯实，重复上述过程直至毛细防渗层下，每一层土工格栅均通过多个锚固弯钩和板式基础联成整体并延伸到土体中，形成空间网状根须结构，根须式土工格栅可以有效分布基础荷载，提高基础的承载性能。

[0046] 进一步地，板式基础1包括横板，横板与基坑的底面连接，横板上连接有竖板，锚固弯钩3的两端与竖板的侧面固定连接，板式基础1浇筑而成，同时将锚固弯钩3的端部浇筑至竖板中。

[0047] 进一步地，毛细防渗层包括粗骨料层4，铺设在回填土8的上方，粗骨料层4的上方铺设有细骨料层5，粗骨料层4与细骨料层5中间采用土工布进行隔离，粗骨料层4和细骨料层5的粒径大小及厚度，通过非饱和土力学原理并依据当地历史最高降雨量进行设计确认，依据非饱和土力学原理，粗骨料层会形成一道止水帷幕，有效阻止降雨对地基土的入渗、软化作用，可以有效加强基础抵抗复杂恶劣自然环境的能力，有效提高基础在复杂自然条件下抗压和抗拔承载性力的耐久性能。

[0048] 进一步地，锚固弯钩3由纤维质材料制成，纤维质锚固弯钩是一种柔性材料，可以和土体协同变形，有利于回填土8的压实，同时纤维质锚固弯钩和土工格栅材料耐腐蚀性强，在盐碱环境能够正常受力，可以有效增强根须结构在盐碱地质条件下的耐腐蚀能力，保证基础在盐碱地质条件下抗压和抗拔能力的可靠度。

[0049] 进一步地，毛细防渗层上方铺设有有机土层6，在有机土层6种植的植被类型根据当地环境选用能够存活的植被，并依据选用的植被类型设计有机土层6的厚度。

[0050] 与上述提供的根须式加强基础结构相对应，本发明的实施例还提供了根须式加强基础结构的施工方法，包括以下步骤：

[0051] S1、标记开挖边线，沿开挖边线开挖基坑7，在基坑7底部铺设底层土工格栅2；

[0052] S2、在底层土工格栅2上方绑扎基础钢筋并埋设锚固弯钩3，固定浇筑模板，进行浇筑板式基础1；

[0053] S3、待浇筑的板式基础1凝固后，在板式基础1两侧逐层铺设土工格栅2并将土工格栅2与对应的锚固弯钩3连接，同时逐层回填并夯实回填土8；

[0054] S4、在最上层回填土8的上方铺设粗骨料层4，并在粗骨料层4上表面铺设第一土工布；

[0055] S5、在第一土工布上方铺设细骨料层5，并在细骨料层5上表面铺设第二土工布；

[0056] S6、在第二土工布上方铺设有机土层6。

[0057] 具体地，在步骤S3中，土工格栅2的锚固长度和铺设层数，根据板式基础1的承载力大小以进行计算确定，计算设计方法如下：

[0058] 参考附图2，附图2中虚线为参考DL/T 5219-2005《架空送电线路基础设计技术规定》中杆塔基础上拔稳定计算剪切法确定的破坏面，其中，L为土工格栅的总长度，L_1为自由长度，L_2为锚固长度，$L=L_1+L_2$；

[0059] S31、测量基坑7的深度H，由下式①计算土工格栅2的铺设层数N：

[0060] $$N=\left[\frac{H}{S}\right] \qquad ①$$

[0061] 式中，N为土工格栅2的铺设层数，N取整数，H为基坑7的深度，S为相邻土工格栅2之间的距离，1m≤S≤1.5m；

[0062] S32、已知加固后板式基础1的要达到的受压承载力$F_{压,加固}$，根据下式②计算土工格栅2的总锚固力$F_{锚}$：

[0063] $$F_{锚}=\frac{F_{压,\ 加固}-F_{压,\ 原}}{\eta_{压}} \qquad ②$$

[0064] 式中，$F_{压,加固}$为加固后板式基础1的受压承载力，$F_{压,原}$为原设计板式基础1受压承载力，$\eta_{压}$为受压修正系数；

[0065] S33、根据式①计算出的土工格栅2的铺设层数N和式②计算出的土工格栅2的总锚固力$F_{锚}$，由下式③计算单层土工格栅2的锚固力F：

[0066] $$F=\frac{F_{锚}}{2N} \qquad ③$$

[0067] 式中，$F_{锚}$为土工格栅2的总锚固力，N为土工格栅2的铺设层数；

[0068] S34、根据杆塔基础上拔稳定计算剪切法确定破坏面，土工格栅2的总长度为L，自由长度为L_1，锚固长度为L_2，由下式④计算土工格栅2的锚固长度L_2：

[0069] $$L_2=\frac{F}{c'+\sigma'_v\tan\delta} \qquad ④$$

[0070] 式中，F为单层土工格栅2的锚固力，c′为土工格栅2所在土体的有效粘聚力，σ'_v为土工格栅2所在土体竖向有效应力，δ为土工格栅2所在土体与土工格栅2之间的摩擦角，L_2为土工格栅2的锚固长度。

[0071] 进一步地，步骤S32中，土工格栅2的总锚固力$F_{锚}$还可以由下式⑤进行计算得出：

[0072] $$F_{锚}=\frac{F_{拔,\ 加固}-F_{拔,\ 原}}{\eta_{拔}} \qquad ⑤$$

[0073] 式中，$F_{拔,加固}$为加固后板式基础1的受拉承载力，$F_{拔,原}$为原设计板式基础1受拉承载力，$\eta_{拔}$为受拉修正系数。

[0074] 进一步地，还包括对土工格栅2的铺设层数N和每一层土工格栅2的锚固长度$L_{i,2}$进

行优化设计的方法，i表示第i层土工格栅，$L_{i,2}$为优化设计后的第i层土工格栅的锚固长度，由下式⑥计算优化设计后的第i层土工格栅的锚固力F_i：

[0075] $F_i=(c_i'+\sigma'_{v,i}\tan\delta_i)L_{i,2}$ ⑥

[0076] 式中，c'_i为第i层土工格栅所在土体的有效粘聚力，δ_i为第i层土工格栅所在土体与土工格栅之间的摩擦角，$\sigma'_{v,i}$为第i层土工格栅所在土体竖向有效应力，$L_{i,2}$为优化设计后的第i层土工格栅的锚固长度；

[0077] 由下式⑦计算优化设计后所有土工格栅产生的锚固力$F_{锚}$：

[0078] $$F_{锚}=2\sum_{i=1}^{N}F_i \qquad ⑦$$

[0079] 式中，$F_{锚}$为所有土工格栅的总锚固力，N为土工格栅铺设总层数，F_i为第i层土工格栅的锚固力。

[0080] 在加固后的抗压承载力$F_{压,加固}$和抗拔承载力$F_{拔,加固}$都足够的情况下，根据以上计算方法对土工格栅2的锚固长度$L_{i,2}$和铺设层数N进行优化设计。

[0081] 具体地，在步骤S4中，粗骨料层4的粒径大小及厚度，根据采用非饱和土力学原理及工程项目所在地的历史最大降雨量设计确定，细骨料层颗粒粒径初步选取0.1mm-2mm，具体颗粒粒径的选取方案优化可以通过有限元件进行数值模拟确定。

[0082] 具体地，在步骤S5中，细骨料层5的粒径大小及厚度，根据非饱和土力学原理及工程项目所在地的历史最大降雨量设计确定，粗骨料层颗粒粒径初步选取10mm-25mm，具体颗粒粒径的选取方案优化可以通过有限元件进行数值模拟确定，粗、细颗粒层颗粒粒径的选取依赖降雨条件，具体功能为细颗粒土作为排水层，主要承担排泄功能；粗颗粒土作为止水层，主要承担止水帷幕功能。

[0083] 综上所述，本发明将土工格栅材料通过锚固弯钩和板式基础联成整体并延伸到土体中，形成空间网状根须结构，根须式土工格栅可以有效分布基础荷载，提高基础的承载性能，保证基础在盐碱地质条件下抗压和抗拔能力的可靠度，采用纤维质锚固弯钩是一种柔性材料，可以和回填土协同变形，保证了回填土的密实性，同时纤维锚固弯钩和土工格栅材料耐腐蚀性强，在盐碱地质条件下可以正常受力，有效保证了基础在盐碱地质条件下抗压和抗拔承载力的可靠性，根据非饱和土力学原理及工程项目所在地的历史最大降雨量计算设计确定粗细骨料层的粒径大小及厚度，粗骨料层会形成一道止水帷幕，有效阻止降雨对地基土的入渗、软化作用，可以有效加强基础抵抗复杂恶劣自然环境的能力，有效提高基础在复杂自然条件下抗压和抗拔承载性力的耐久性能，以极小的建设成本消除或降低了输变电工程杆塔基础在运行期的安全隐患。

[0084] 以上公开的仅为本发明的较佳的具体实施例，但是，本发明实施例并非局限于此，任何本领域的技术人员能思之的变化都应落入本发明的保护范围。

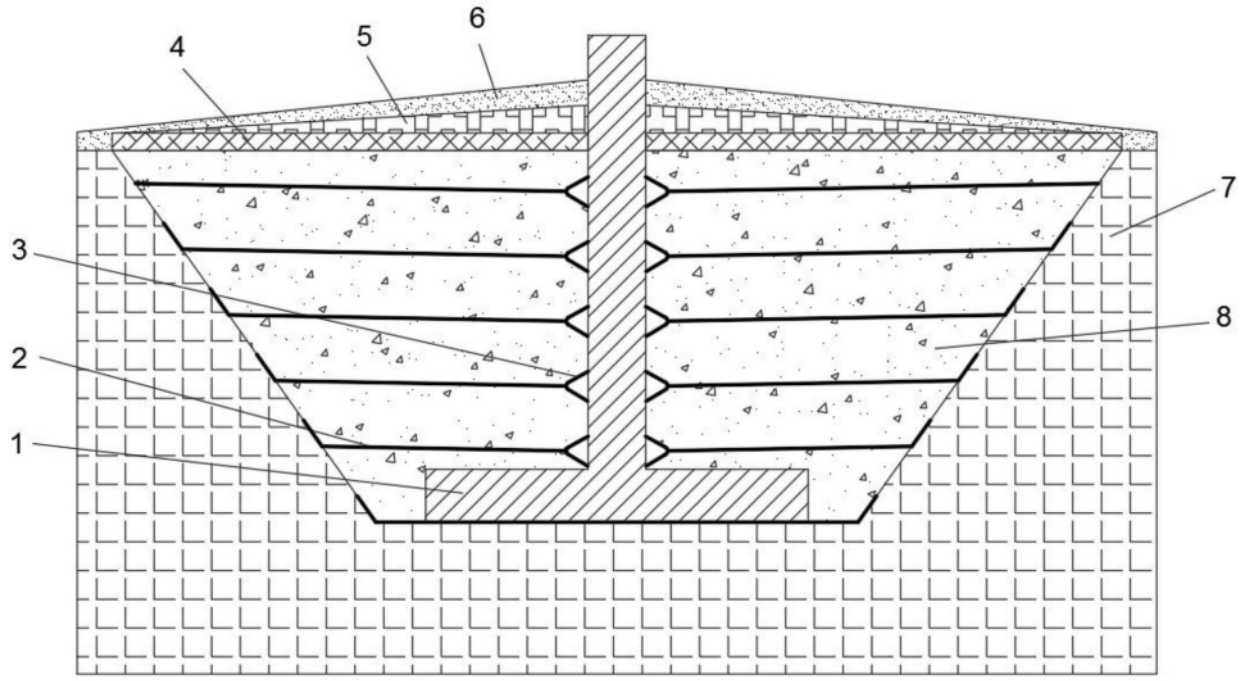


图1

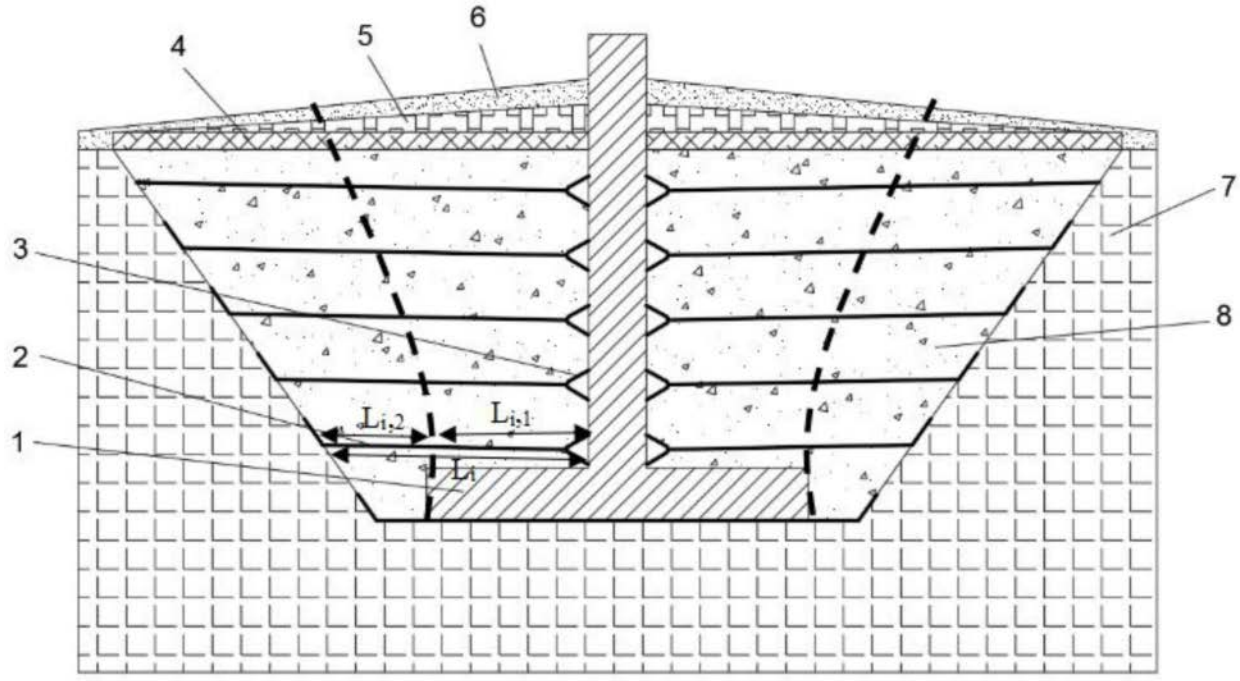


图2