(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113279414 B
(45)授权公告日 2025.05.02

(21)申请号 202110714316.7

(22)申请日 2021.06.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113279414 A

(43)申请公布日 2021.08.20

(73)专利权人 西安建筑科技大学
地址 710055 陕西省西安市碑林区雁塔路13号

(72)发明人 王旭东 徐明 何俊龙

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
专利代理师 姚咏华

(51)Int.Cl.
E02D 17/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 109898516 A,2019.06.18
CN 111519635 A,2020.08.11
CN 217150257 U,2022.08.09

审查员 朱凯

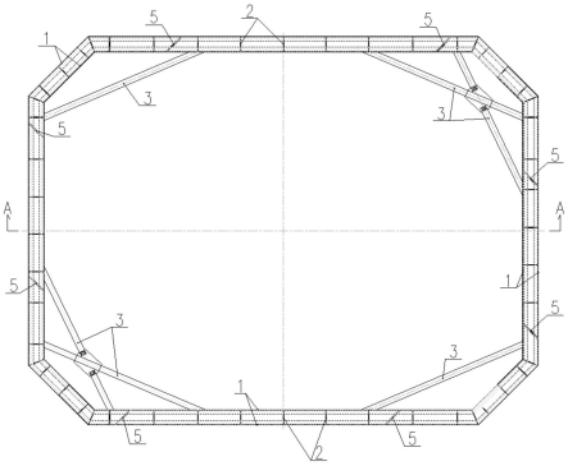
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种八边形工作坑支护构件及其安装施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种八边形工作坑支护构件及其安装施工方法,包括由对接构成八边形工作坑护壁支护构件,框型板和直板通过对称分布的H型钢横撑连接;工作坑护壁包括设有钢板加劲肋的内、外两层钢板,工作坑护壁底部设有与相邻层间工作坑护壁相接的层间连接件;通过H型钢横撑连接工作坑护壁,通过层间连接件连接相邻八边形支护构件,实施顶管或定向钻工作坑层层开挖,以及开挖后的八边形支护构件的逆向拆卸回收。该工作坑的支护结构能够从地面分层向下开挖,逆向分层回收支护构件,减少浪费,避免施工中发生难沉、突沉、偏沉等事故风险,具有重复利用、节省空间、降低成本、减少能耗、绿色环保的优点。



CN 113279414 B

1.一种八边形工作坑支护构件,其特征在于,包括一个围框形的工作坑护壁,围框形的工作坑护壁由框型板和直板对接构成八边形支护构件,所述框型板和直板通过对称分布的H型钢横撑连接;所述框型板和直板对接构成一个八边形支护构件,对接面呈45°倾角,各接触面的倾斜方向相同;

工作坑护壁包括内、外两层钢板,所述内、外两层钢板之间设有钢板加劲肋,工作坑护壁底部设有与相邻层间工作坑护壁相接的层间连接件;

通过H型钢横撑连接工作坑护壁,至少一对H型钢横撑在八边形支护构件的长边与切角构件之间拉结,至少另一对H型钢横撑在八边形支护构件的长边与短边之间拉结;在所述长边与短边之间拉结的H型钢横撑上进一步连接有加劲撑;

通过层间连接件连接相邻八边形支护构件,实施顶管或定向钻工作坑层层开挖,以及开挖后的八边形支护构件的逆向拆卸回收。

2.根据权利要求1所述的一种八边形工作坑支护构件,其特征在于,所述钢板加劲肋沿工作坑护壁内、外层钢板之间等间距布置。

3.根据权利要求1所述的一种八边形工作坑支护构件,其特征在于,钢板加劲肋包括垂直板和其之间连接的两根水平加筋杆,垂直板沿工作坑护壁内、外钢板壁90°焊接;两根水平加筋杆分别沿工作坑护壁内、外钢板壁焊接。

4.根据权利要求1所述的一种八边形工作坑支护构件,其特征在于,钢板加劲肋为垂直框型板,框型板的两端翼缘分别与工作坑护壁内、外钢板壁焊接。

5.根据权利要求4所述的一种八边形工作坑支护构件,其特征在于,对接面之间垫有橡胶止水带或橡胶磨损垫。

6.根据权利要求1所述的一种八边形工作坑支护构件,其特征在于,所述工作坑护壁内、外两层钢板的外表面均为波纹型。

7.根据权利要求1所述的一种八边形工作坑支护构件,其特征在于,H型钢横撑在八边形支护构件的四个边与切角构件之间拉结,至少四对H型钢横撑沿八边形的工作坑护壁呈对称分布,H型钢横撑为挂接或螺纹连接。

8.根据权利要求1所述的一种八边形工作坑支护构件,其特征在于,加劲撑为沿H型钢横撑中部焊接一个连接环,一对加劲撑水平扣接在连接环上,另一端分别连接在工作坑护壁内壁的长边与短边之间,与H型钢横撑形成交叉结构。

9.一种利用权利要求1-8任一项所述八边形工作坑支护构件的安装施工方法,其特征在于,包括:

沿顶管或定向钻工作坑位置从地面向下垂直开挖,开挖一层与一层工作坑护壁高度、面积相同的工作坑,将工作坑护壁拼接,H型钢横撑扣合,形成一层八边形工作坑支护构件;构件块与块或节与节、层与层之间均增设橡胶止水带或橡胶磨损垫;

再向下垂直开挖,开挖一层工作坑,通过卡箍、扣件或插销拼接组装一层工作坑支护构件;每层最大高度不超过2m;

从上向下依次支护,直至预定的设计标高,并进行钢筋混凝土封底;

工作坑开挖及支护拼装完成后,最底部两层管道敷设方向与洞口特制段进行置换,单侧依次置换;

在管道及附属设施安装、施工完成后,工作坑支护构件从底部开始,按分层依次边回填

边拆卸,直至回填完毕,将工作坑支护构件回收。

一种八边形工作坑支护构件及其安装施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及城市建设工程技术领域,具体是城市市政管线采用顶管及定向钻施工时,八边形工作坑支护构件及其安装施工工艺。

背景技术

[0002] 随着城市的发展、建设,城市地下各类市政基础设施配套管线、其他地下构筑物及设施的建设规模、种类均不同程度地增多,地上建筑亦日益增加,导致城市地下空间紧张。同时考虑施工场地侵占现有交通空间导致的城市交通疏导、地下及地上既有管线及构筑物的保护等原因,在后期新建的其他市政基础配套管线施工时,施工空间往往受到不同程度的限制,故不开槽施工已成为施工空间受限时各类管线施工的首选方式,特别是顶管施工、定向钻施工等。

[0003] 城市地下管线顶管或定向钻施工时,需根据施工的需要设置工作坑,包括顶推工作坑和接收工作坑。由于施工场地及其他既有管线、地下、地上构筑物的限制,工作坑需采用安全、可靠的支护形式,保障顶管施工的顺利进行。

[0004] 根据目前城市地下管线敷设的施工情况,顶管施工(或定向钻施工)的工作坑支护形式常见做法有钢筋混凝土护壁(逆作法施工)、钢筋混凝土沉井等,这些支护形式存在以下不足之处:

[0005] 1.钢筋混凝土护壁逆作法施工,从地面向下开挖一层(深度不超过2m)支护一层,工序繁杂(支模、浇筑、养护、拆模等工序),施工工期较长。

[0006] 2.钢筋混凝土沉井现场浇筑成形(筒身),从井筒内分层挖土、运土,使沉井在自重作用下逐渐下沉,达到预定设计标高后,再进行封底,相对施工技术要求高、工期较长,施工中易发生难沉、突沉、偏沉等,事故风险较高。

[0007] 3.工作坑支护的钢筋混凝土结构仅能单次利用,无形中增加了工程的投资成本,造成资源浪费。

[0008] 4.工作坑支护结构在施工完成后,仅破除距地面3.5m以内范围的钢筋混凝土结构,其余部分永久存在于地下,对城市地下空间造成不必要的浪费,不仅影响自然环境,也侵占了后续地下管线的建设空间。

[0009] 鉴于上述情况,亟需开发一种新型的工作坑支护形式和施工工艺已是当前城市基础管线施工发展建设的必经之路。

发明内容

[0010] 为解决现有技术中存在的上述缺陷,本发明的目的在于提供一种八边形工作坑支护预制拼装构件及其安装施工工艺。该工作坑的支护结构能够从地面分层向下开挖,逆向分层回收支护构件,减少浪费,避免施工中发生难沉、突沉、偏沉等事故风险,具有重复利用、节省空间、降低成本、减少能耗、绿色环保的优点。

[0011] 本发明是通过下述技术方案来实现的。

[0012] 一种八边形工作坑支护构件,包括一个围框形的工作坑护壁,围框形的工作坑护壁由框型板和直板对接构成八边形支护构件,所述框型板和直板通过对称分布的H型钢横撑连接;工作坑护壁包括内、外两层钢板,所述内、外两层钢板之间设有钢板加劲肋,工作坑护壁底部设有与相邻层间工作坑护壁相接的连接件。

[0013] 通过H型钢横撑连接工作坑护壁,通过层间连接件连接相邻八边形支护构件,实施顶管或定向钻工作坑层层开挖,以及开挖后的八边形支护构件的逆向拆卸回收。

[0014] 作为改进,所述钢板加劲肋沿工作坑护壁内、外层钢板之间等间距布置。

[0015] 作为改进,钢板加劲肋包括垂直板和其之间连接两根水平加筋杆,垂直板沿工作坑护壁内、外钢板壁90°焊接;两根水平加筋杆分别沿工作坑护壁内、外钢板壁焊接。

[0016] 作为改进,钢板加劲肋为垂直框型板,框型板的两端翼缘与工作坑护壁内、外钢板壁焊接。

[0017] 作为改进,所述框型板和直板对接构成一个八边形支护构件,对接面呈45°倾角,各接触面的倾斜方向相同;对接面之间垫有橡胶止水带或橡胶磨损垫。

[0018] 作为改进,所述工作坑护壁内、外两层钢板的外表面均为波纹型。

[0019] 作为改进,H型钢横撑在八边形支护构件的四个边与切角构件之间拉结,至少四对H型钢横撑沿八边形的工作坑护壁呈对称分布,H型钢横撑为挂接或螺纹连接。

[0020] 作为改进,至少一对H型钢横撑在八边形支护构件的长边与切角构件之间拉结,至少另一对H型钢横撑在八边形支护构件的长边与短边之间拉结。

[0021] 作为改进,在所述长边与短边之间拉结的H型钢横撑上进一步连接有加劲撑,加劲撑为沿H型钢横撑中部焊接一个连接环,一对加劲撑水平扣接在连接环上,另一端分别连接在工作坑护壁内壁的长边与短边之间,与H型钢横撑形成交叉结构。

[0022] 本发明实施例提供了一种利用八边形工作坑支护构件的安装施工方法,包括:

[0023] 沿顶管或定向钻工作坑位置从地面向下垂直开挖,开挖一层与一层工作坑护壁高度、面积相同的工作坑,将工作坑护壁拼接,H型钢横撑扣合,形成一层八边形工作坑支护构件;构件块与块或节与节、层与层之间均增设橡胶止水带或橡胶磨损垫;

[0024] 再向下垂直开挖,开挖一层工作坑,通过卡箍、扣件或插销拼接组装一层工作坑支护构件;每层最大高度不超过2m;

[0025] 从上向下依次支护,直至预定的设计标高,并进行钢筋混凝土封底;

[0026] 工作坑开挖及支护拼装完成后,最底部两层管道敷设方向与洞口特制段进行置换,单侧依次置换;

[0027] 在管道及附属设施安装、施工完成后,工作坑支护构件从底部开始,按分层依次边回填边拆卸,直至回填完毕,将工作坑支护构件回收。

[0028] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下有益效果:

[0029] 1.支护结构采用成品构件,施工安全、可靠,操作工序简单,体积及重量均相对较小,运输、安装方便。

[0030] 2.支护结构俯视形状采用八边形,相对于矩形受力条件好,结构稳定,拆卸方便。

[0031] 3.支护结构采用内、外双壁的箱型结构截面,相较于仅设外层壁板及加劲肋的结构,有利于提高结构刚度,不易变形,更加安全、耐用,且外观平整、统一。

[0032] 4.支护构件易于安装施工、现场拼装、工后拆卸,重复使用,有助于走可持续发展

之路;有助于缩短施工工期,提高生产效率,减少对城市交通和居民生活带来的不利影响。

[0033] 5.支护结构采用成品构件,集中管理、维护,不产生污染物,节能减排,保护环境。

[0034] 6.支护结构工后全部拆除,有助于节能减排及环境保护,支护构件施工后地下空间无遗留,相对于传统钢筋混凝土支护结构,有利于节约地下空间,不影响后续市政配套管线的敷设空间。

[0035] 7.支护结构采用钢制(或复合材料)构件,提高生产效率,技术先进,节约资源及能源,有助于国民经济的发展。

附图说明

[0036] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的不当限定,在附图中:

[0037] 图1(a)、(b)是工作坑支护构件的结构示意图;

[0038] 图2是工作坑支护构件的A-A截面示意图;

[0039] 图3(a)、(b)是工作坑支护构件的护壁平剖面图;

[0040] 图4是工作坑支护构件的护壁剖面图;

[0041] 图5是工作坑支护构件的洞口特制段立面图;

[0042] 图6是工作坑支护构件的洞口特制段剖面图;

[0043] 图7是工作坑(顶推)单层有限元计算模型内部构造;

[0044] 图8是工作坑(顶推)单层有限元计算模型三维视图;

[0045] 图9是埋深16~18m时单层应力云图;

[0046] 图10是埋深16~18m时单层结构变形云图。

[0047] 图中:1—工作坑护壁,2—钢板加劲肋,3—H型钢横撑,4—层间连接件,5—45°接触面,6—竖向层间接触面,7—下内弧形构架,8—上内弧形构架,9—顶管进、出洞口。

具体实施方式

[0048] 下面将结合附图以及具体实施例来详细说明本发明,在此本发明的示意性实施例以及说明用来解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0049] 如图1(a)、(b)所示,一种八边形工作坑支护构件,包括一个围框形的工作坑护壁1,工作坑护壁1由内、外两层钢板通过钢板加劲肋2焊接而成,若干钢板加劲肋2沿工作坑护壁1内、外层钢板之间等间距布置。

[0050] 在一个实施例中,钢板加劲肋2包括垂直板和其之间连接两根水平加筋杆,受力均匀、结构牢靠。垂直板沿工作坑护壁1内、外钢板壁90°焊接;两根水平加筋杆分别沿工作坑护壁1内、外钢板壁焊接。

[0051] 在另一个实施例中,钢板加劲肋2为垂直框型板,框型板的两端翼缘分别与工作坑护壁内、外钢板壁焊接。

[0052] 其中,围框形的工作坑护壁1为一个切去四个角的长方形,形成八边形的结构,在八边形的四个边与切角构件之间为对接结构,对接面为45°接触面5,对接面上增设橡胶磨损垫。各45°接触面5的倾斜方向相同,以便于拼装、拆迁。在八边形的四个边与切角构件之间拉结有H型钢横撑3,H型钢横撑3沿八边形的工作坑护壁1呈对称分布,使得整体受力均

匀,安全可靠。

[0053] 如图2、图4所示,工作坑护壁1为多层,每层工作坑护壁1内、外壁之间的钢板加劲肋2的垂直板为多块上下对接结构。每层工作坑护壁1内壁上、下两端设有层间连接件4(卡箍、扣件或插销),各层工作坑护壁1之间的竖向层间接触面6增设橡胶磨损垫。

[0054] 其中,八边形工作坑护壁1分层分块,采用铸造或钢制(或铝合金、钢带聚乙烯、聚丙烯等复合材料)构件,适用于工作坑宽度4m～8m、长度4m～9.5m;每层高度均为1.5m和2m(洞口段特制,高度为3m和4m)两种类型,最少4层以上(总深度不小于6m);每层至少分为4块(或4节)。

[0055] 其中,八边形工作坑护壁1壁厚200～300mm,每块构件内、外壁之间采用钢板加劲肋焊接;每层相邻2块接触面水平倾角为45°,两者之间采用H型钢横撑3的连接点竖向间距不小于1m;上、下层之间采用卡箍、扣件(或插销)连接,卡箍、扣件(或插销)在每块构件上均匀布置,且上、下层相互配套。

[0056] 八边形工作坑支护构件横向(45度接触面)、竖向之间均增设10mm～20mm厚橡胶磨损垫,以便于安装、拆卸,亦可降低构件之间的碰撞、磨损,延长构件的使用寿命。

[0057] 如图1(a)、图2、图3(a)所示,为本发明的一个小型八边形工作坑支护构件,工作坑护壁1内壁的长边与切角构件之间对称拉结有H型钢横撑3,在每层工作坑护壁1中设有两对H型钢横撑3,H型钢横撑为挂接或螺纹连接,在每层工作坑护壁1内壁上下分布。

[0058] 如图1(b)、图2、图3(b)所示,为本发明的一个大型八边形工作坑支护构件,工作坑护壁1内壁的长边与短边之间拉结有H型钢横撑3,在每层工作坑护壁1中设有两对H型钢横撑3,在每层工作坑护壁1内壁上下分布。在其中一对对角线分布的H型钢横撑3上进一步拉结有加劲撑,加劲撑为沿H型钢横撑3中部焊接一个连接环,一对加劲撑水平扣接在连接环上,另一端分别连接在工作坑护壁1内壁的长边与短边之间,与H型钢横撑3形成交叉结构,以使得结构相对稳定、安全可靠。

[0059] H型钢横撑3将分块对接的八边形工作坑护壁1连接为一个整体,多层工作坑护壁1之间通过扣件或插销4连接,形成一个多层结构的工作坑护壁1。

[0060] 如图5、图6所示,本发明工作坑护壁1应用于各类管线顶管或定向钻施工中,在定向钻施工的管线顶管进、出洞口9(管道敷设方向)采用铸造或钢制件单独制作,在顶管进、出洞口9上部设下内弧形构架7,在顶管的下部设上内弧形构架8,该方式有利于安装、拆卸;分为总高度为3m和4m两种,壁厚300mm。定向钻的洞口直接在支护构件上预留即可。

[0061] 在本发明中,八边形工作坑支护构件采用钢制构件,每层至少分为4块(或4节),壁厚200～300mm。每块构件的内、外壁之间采用钢板加劲肋焊接;每层相邻2块接触面水平倾角为45°,两者之间采用H型钢横撑连接,连接点竖向间距不小于1m;上、下层之间采用卡箍、扣件(或插销)连接,卡箍、扣件(或插销)在每块构件上均匀布置,且上、下层相互配套。

[0062] 八边形工作坑支护构件采用复合材质(如钢带聚乙烯、钢带聚丙烯等)构件,工作坑护壁1内、外表面均为波纹型,便于在施工时受力条件好。环刚度按照不低于16～25kN/m^2(即SN16～SN25)或城-A级执行。每层至少分为4块(或4节),内、外峰顶最大间距(即壁厚)200～300mm。该类型工作坑支护构件块与块、层与层之间的连接方式均与钢制构件相同。

[0063] 八边形工作坑支护顶管的洞口(管道敷设方向)采用铸造或钢制构件单独制作,上下部的内弧形结构,有利于安装、拆卸,总高度为3m和4m两种,壁厚300mm;定向钻的洞口直

接在支护构件上预留即可。

[0064] 八边形工作坑支护构件横向(45度接触面)、竖向之间均增设10mm～20mm厚橡胶磨损垫,以便于安装、拆卸,亦可降低构件之间的碰撞、磨损,延长构件的使用寿命。

[0065] 本发明在具体实施时,八边形工作坑支护构件及其安装施工工艺,采用铸造或钢制或复合材料,逆作法施工,包括:

[0066] 沿顶管或定向钻工作坑位置从地面向下垂直开挖,开挖一层与一层工作坑护壁高度、面积相同的工作坑,将四块工作坑护壁拼接,H型钢横撑扣合,形成一层八边形工作坑支护构件;构件块与块(或节与节)、层与层之间均增设橡胶止水带(或橡胶磨损垫);

[0067] 再向下垂直开挖,开挖一层工作坑,通过卡箍、扣件或插销拼接组装一层工作坑支护构件;每层最大高度不超过2m;

[0068] 从上向下依次支护,直至预定的设计标高,并进行钢筋混凝土封底;

[0069] 在整个工作坑开挖及支护拼装完成后,最底部两层管道敷设方向与洞口特制段进行置换,单侧依次置换;

[0070] 在管道及附属设施安装、施工完成后,工作坑支护构件从底部开始,按分层依次边回填边拆卸,直至地面;工作坑支护构件全部拆除,拆除后的工作井支护结构预制件运回检验、维护,确保下一次拼装时安全、可靠。

[0071] 本发明的八边形工作坑支护构件分层分块,适用于工作坑宽度4m～8m、长度4m～9.5m;每层高度均为1.5m和2m(洞口段特制,高度为3m和4m)两种类型,最少4层以上(拼装总深度不小于6m);每层至少分为4块(或4节),单个构件最大长度约4.5m。

[0072] 现场施工时,可采用成品构件(铸造、钢制或复合材料),分层分块制作、现场拼装施工、工后拆卸,便于运输、吊装,场外检验、养护,不易变形,结构安全、可靠,重复使用。每块构件包括主体结构、连接件(卡箍、插销、扣件等)、支撑件等。

[0073] 工作坑的尺寸以排水(雨水、污水)管线的管径大小进行划分,也适用于给水、热力、燃气等专业管线和电力、通信管涵等,详见下表1:

[0074] 表1 顶管施工的工作坑尺寸一览表

[0075]

名称	工作坑平面净尺寸(长×宽 m)	顶管方式	适用管径的范围 (mm)	备注
顶推工作坑	6×4	人工	1000～1500	
	8×5	机械	800～2200	
	8×6	机械	2200～3000	也可人工顶管
接收工作坑	4.5×4	人工	1000～1500	
	5×5	人工	800～2200	机头小于5m时也可选用
	6×4	机械	800～3000	与顶推工作坑(人工)通用
注:①顶推及接收工作坑须根据检查井的外尺寸进行选择; ② 顶推工作坑与接收工作坑两者的构件均考虑通用。				

[0076] 上表中数据仅为常见工作坑尺寸及其适用管径的范围;根据工作坑预制构件的尺寸,可拼装出工作坑平面的净尺寸包括6m×5m、6m×6m、7.5m×4m、7.5m×5m、8m×8m、9.5m

×5m、9.5m×6m等多种规格,具体可根据施工时现场实际情况及所采用的设备情况进行调整。

[0077] 表2 定向钻施工的工作坑尺寸一览表

[0078]

名称	工作坑平面净尺寸（长×宽 m）	适用管道敷设深度（m）	备注
回托管工作坑	6×4	1.5～3.5	
	8×4	3.5～6.0	
	9×5	6.0～10.0	
接收工作坑	4×4	1.5～3.5	
	6×4	3.5～6.0	
	7×4	6.0～10.0	
注：①管道定向钻施工的适用管径按 DN200～DN600mm 考虑； ② 回托管工作坑与接收工作坑两者的构件均考虑通用。			

[0079] 如图7、图8所示,是本发明工作坑支护结构单层有限元计算模型内部构造和三维视图。

[0080] 如图9、图10所示,是本发明工作坑支护结构在埋深16～18m时单层应力云图和变形结构云图。根据应力云图可知结构约85.8%范围内的构件应力小于341MPa,约79.8%范围内的应力小于256MPa。其余应力较高的区域均位于边界、构件交叉的局部,属模型误差或正常的应力集中现象,可通过构造措施予以解决。

[0081] 根据变形云图可知,长边方向最大向内侧位移为42mm,其余位置变形均不大,同时对结构的屈曲稳定性进行计算,通过合理设置内部支撑,可有效保证结构的稳定性。

[0082] 通过以上分析,该结构形式可满足施工工艺要求;并且该结构广泛应用于各类管线顶管或定向钻施工,在确保安全的情况下,能够缩短施工周期,提高生产效率。

[0083] 本发明并不局限于上述实施例,在本发明公开的技术方案的基础上,本领域的技术人员根据所公开的技术内容,不需要创造性的劳动就可以对其中的一些技术特征作出一些替换和变形,这些替换和变形均在本发明的保护范围内。

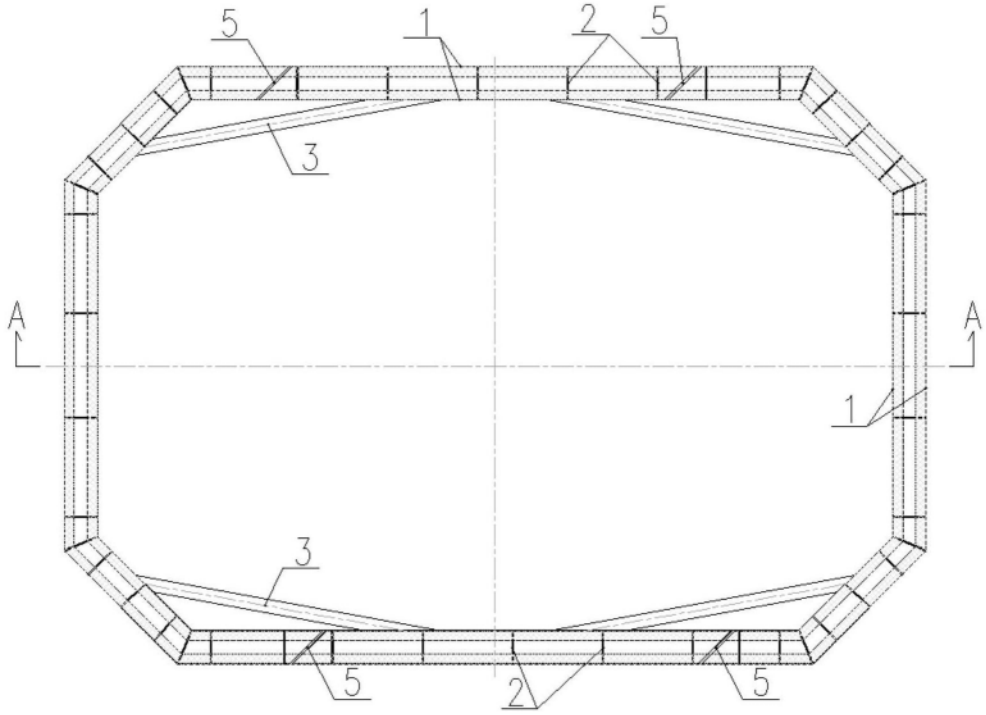


图1(a)

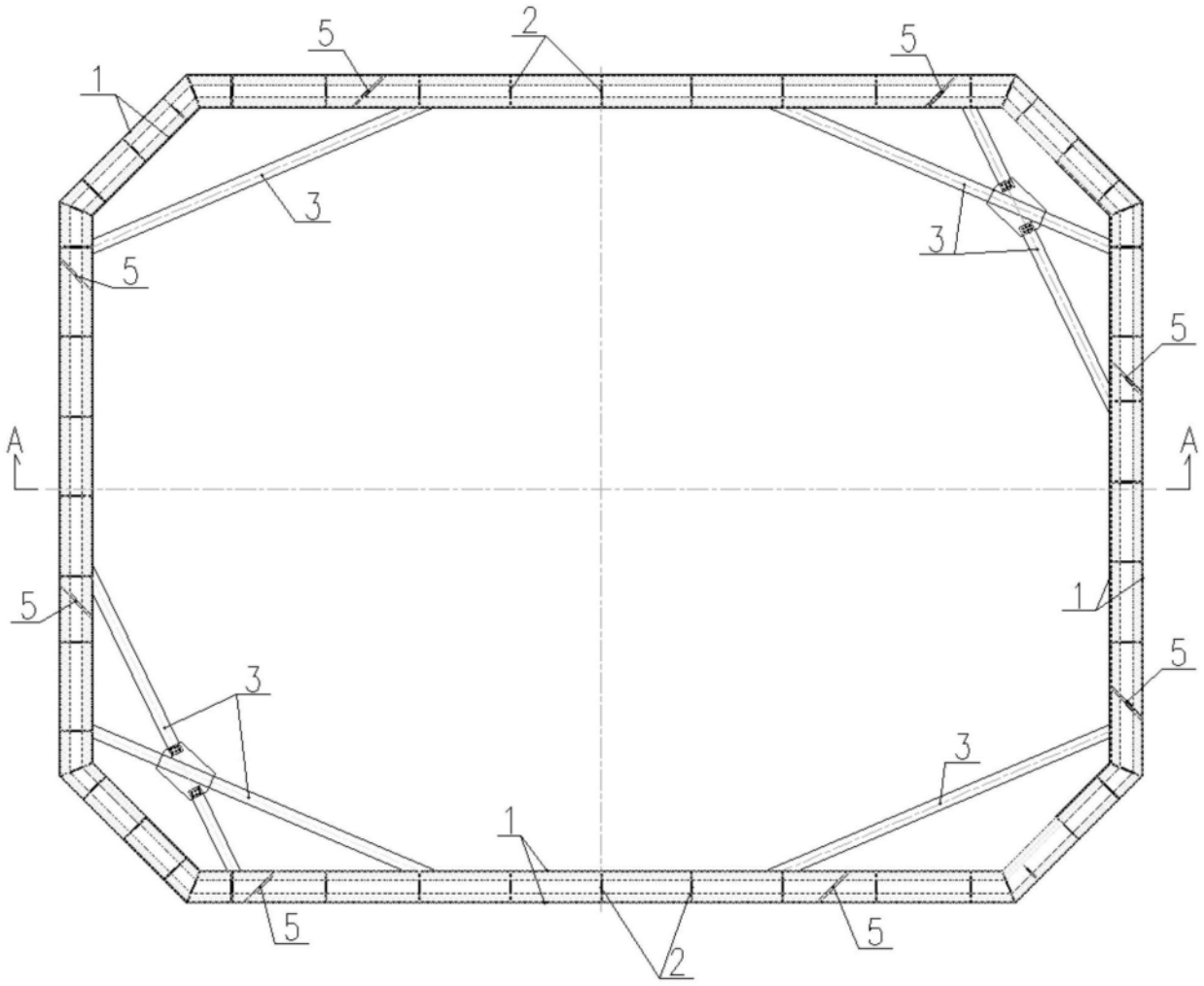


图1(b)

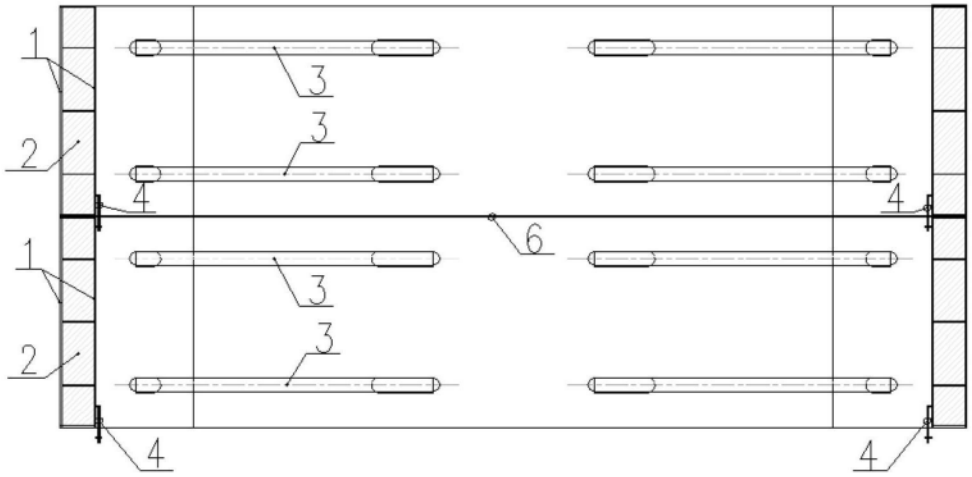


图2

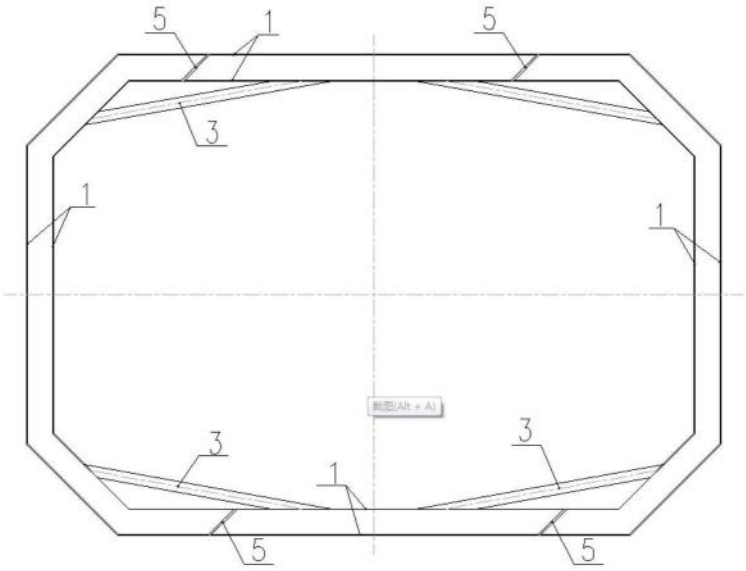


图3(a)

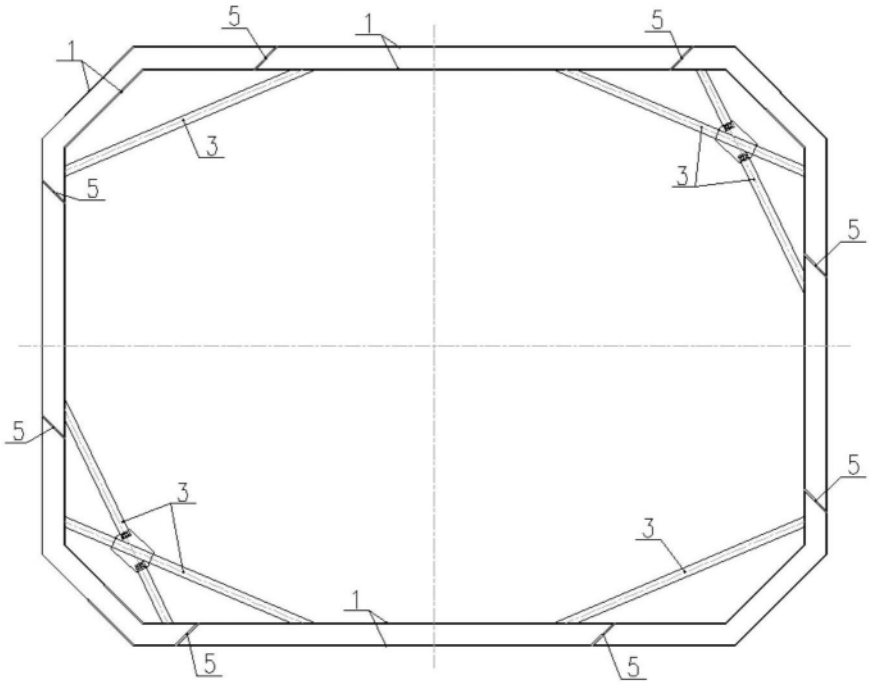


图3(b)

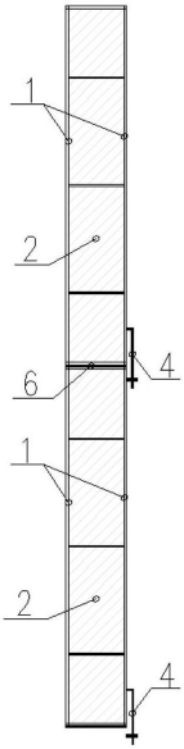


图4

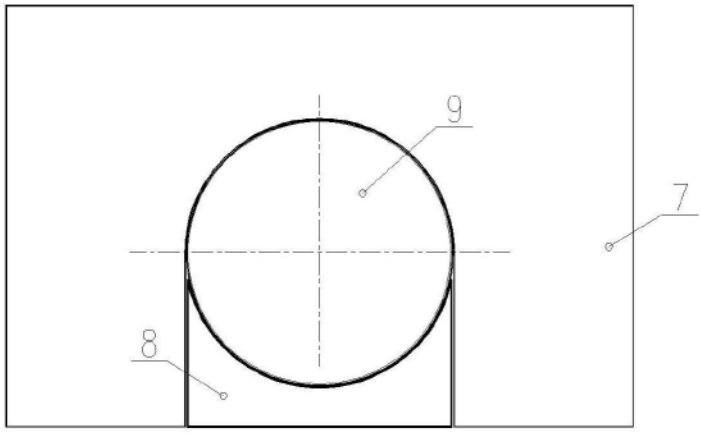


图5

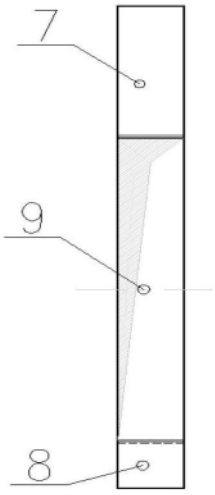


图6

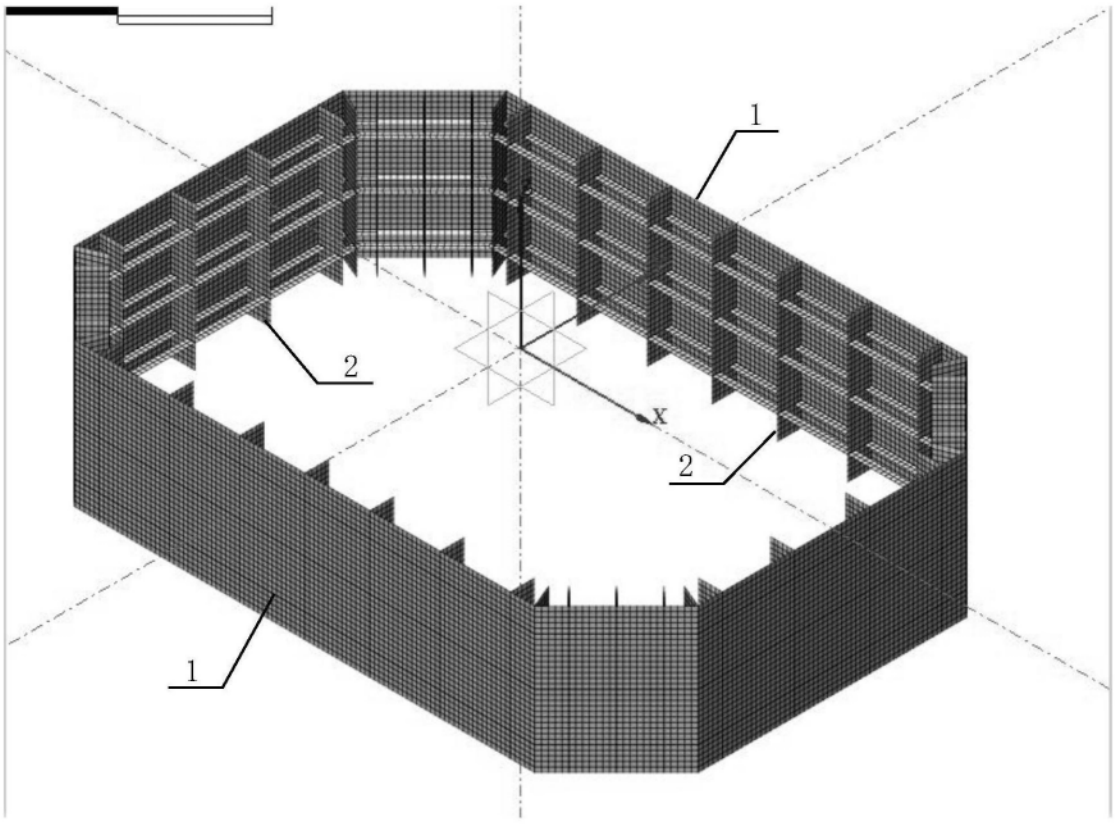


图7

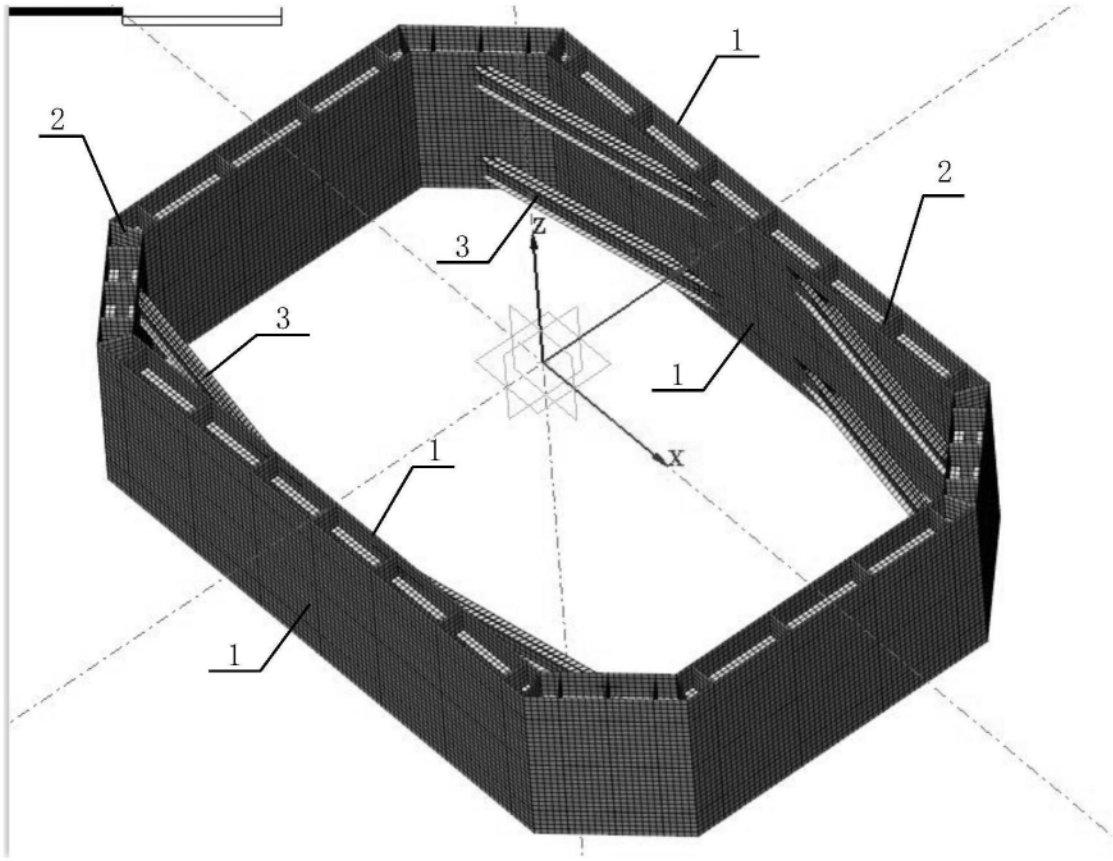

1
2
2
3
3
Z
X
1
1
1

图8

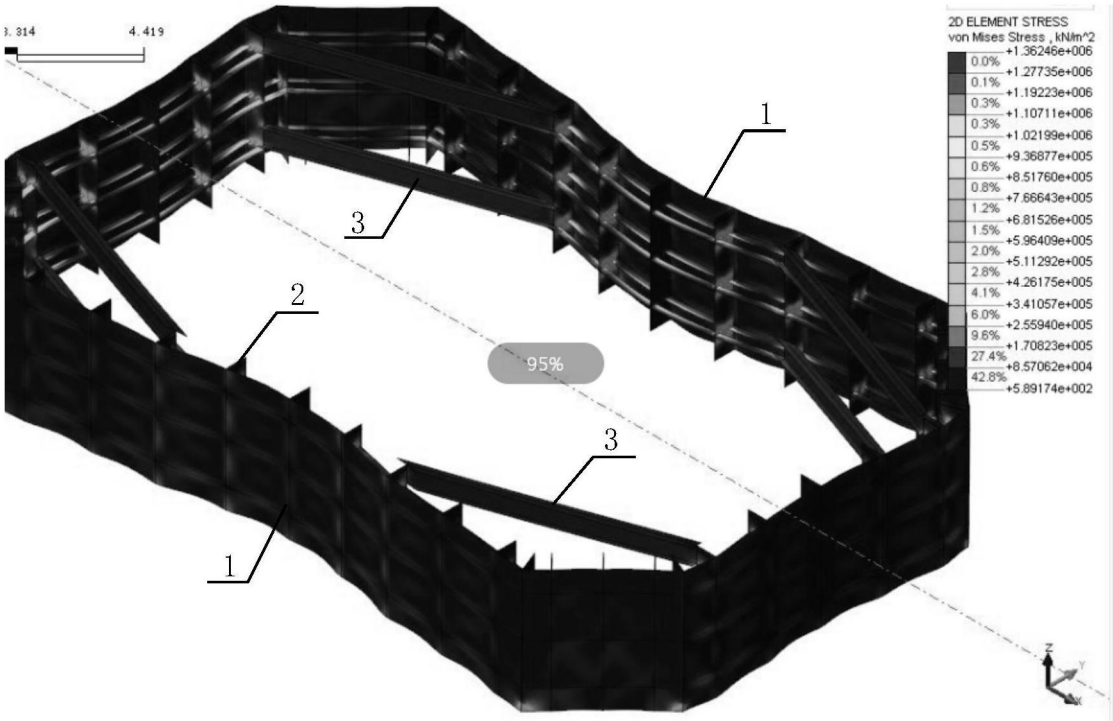

3.314
4.419
2D ELEMENT STRESS
von Mises Stress , kN/m^2
0.0% +1.36246e+006
0.1% +1.27735e+006
0.3% +1.19223e+006
0.3% +1.10711e+006
0.5% +1.02199e+006
0.6% +9.36877e+005
0.8% +8.51760e+005
1.2% +7.66643e+005
1.5% +6.81526e+005
2.0% +5.96409e+005
2.8% +5.11292e+005
4.1% +4.26175e+005
6.0% +3.41057e+005
9.6% +2.55940e+005
27.4% +1.70823e+005
42.8% +8.57062e+004
+5.89174e+002
95%
1
3
2
3
1

图9

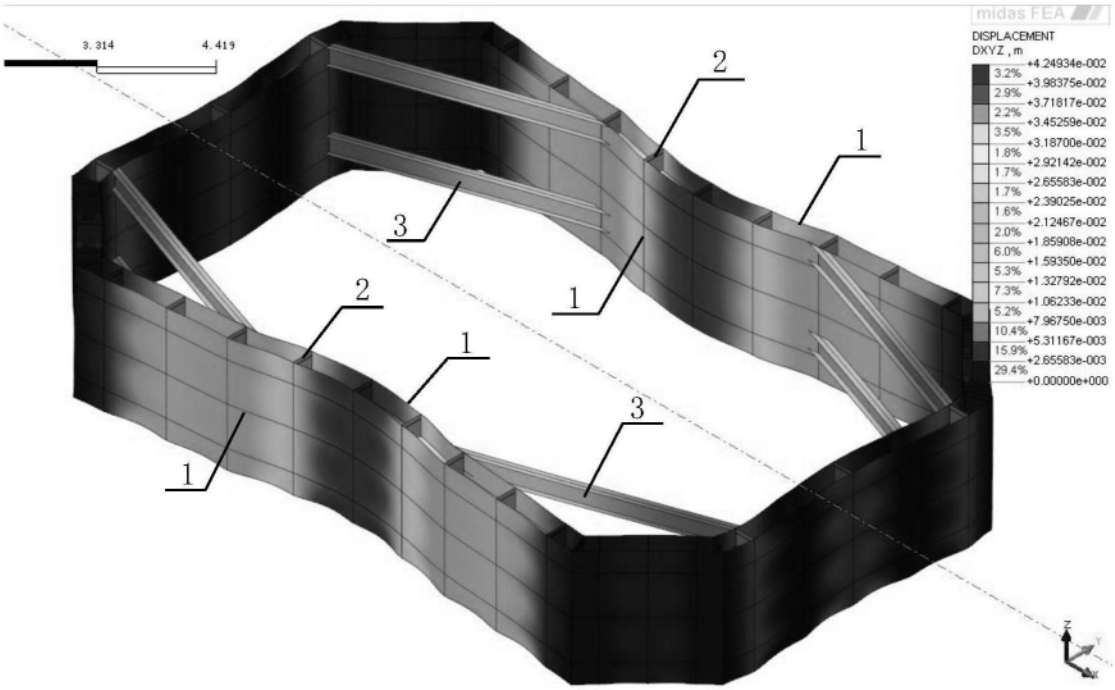

3.314
4.419
midas FEA
DISPLACEMENT
DXYZ, m
3.2% +4.24934e-002
2.9% +3.98375e-002
2.2% +3.71817e-002
3.5% +3.45259e-002
1.8% +3.18700e-002
1.7% +2.92142e-002
1.7% +2.65583e-002
1.6% +2.39025e-002
2.0% +2.12467e-002
6.0% +1.85908e-002
5.3% +1.59350e-002
7.3% +1.32792e-002
5.2% +1.06233e-002
10.4% +7.96750e-003
15.9% +5.31167e-003
29.4% +2.65583e-003
+0.00000e+000
1
2
3
1
2
1
3
1
Z
Y
X

图10