(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111395382 A
(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010196139.3

(22)申请日 2020.03.19

(71)申请人 衡水衡源电力建设有限责任公司
地址 053000 河北省衡水市桃城区育才南大街50号

(72)发明人 王正平 侯新辉 彭向东 赵沛 闫超 李刚 韩广飞 王强 韩迎涛 杨厚峰 刘廷众 徐贵友

(74)专利代理机构 北京五洲洋和知识产权代理事务所(普通合伙) 11387
代理人 刘春成

(51)Int.Cl.
E02D 27/42(2006.01)

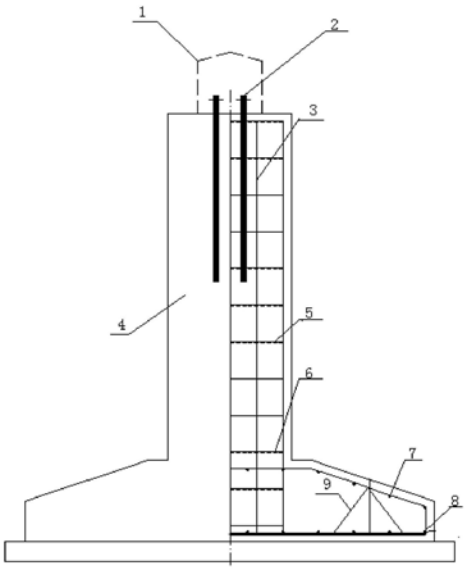
权利要求书1页 说明书17页 附图5页

(54)发明名称

一种用于输电工程的预制基础

(57)摘要

本发明公开了一种用于输电工程的预制基础,其包括基础立柱,设置在基础底座上,具有基础主筋和地脚螺栓,地脚螺栓的上端露出基础立柱的上表面,用于连接铁塔;基础底座,设置有吊环,吊环的环部露出基础底座的上表面以通过连接件与吊车连接。通过将输电工程的基础设计为预制基础,使得将混凝土基础的制作前置到工厂完成,集中进行支模、浇制、养护,能严控工艺控制和养护环境,可极大程度的节约成本,提升基础成品质量,在缩短28天养护工期的同时,可减少现场80%的施工作业时间,免于人员上下基坑,规避人员在基坑内作业的安全风险,避免混凝土对环境的污染,提高施工现场机械化程度,实现施工周期可控。另外本预制基础便于运输和安装。



CN 111395382 A

1.一种用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述预制基础为钢筋混凝土结构,包括:基础底座和基础立柱;

所述基础立柱设置在所述基础底座上,所述基础立柱中设置有基础主筋,所述基础立柱中还设置有地脚螺栓,所述地脚螺栓的上端露出所述基础立柱的上表面,用于连接所述输电工程的铁塔;

所述基础底座用于支撑所述基础立柱,所述基础底座上设置有吊环,所述吊环的环部露出所述基础底座的上表面,所述吊环用于通过连接件与吊车连接。

2.根据权利要求1所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述吊环涂刷有环氧富锌底漆和环氧煤沥青面漆。

3.根据权利要求1所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述吊环的数量为4个,4个所述吊环沿所述基础底座的周向均匀分布。

4.根据权利要求1所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述基础底座上未与所述基础立柱接触的部位设置为斜坡状。

5.根据权利要求4所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述基础底座上设置有平台,所述平台用于设置所述基础立柱;沿所述平台的边沿向外侧设置有向下的斜坡。

6.根据权利要求1所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述基础立柱的上端设置有保护帽,所述保护帽采用混凝土对所述地脚螺栓进行保护。

7.根据权利要求1所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述连接件为连接绳或连接带。

8.根据权利要求1所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述基础主筋的数量为多根,多根所述基础主筋沿所述基础立柱的周向间隔设置,所述基础主筋纵向设置并延伸至所述基础底座中,多根所述基础主筋形成基础主筋组,沿所述基础立柱的周向在所述基础主筋组上设置有外箍筋和内箍筋。

9.根据权利要求1所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述基础底座的上部和下部分别设置有上主筋和下主筋,所述上主筋和所述下主筋均用于承受所述预制基础所受的拉力和压力,所述上主筋和所述下主筋之间设置有所述吊环。

10.根据权利要求9所述的用于输电工程的预制基础,其特征在于,所述基础底座内还设置有架立筋,所述架立筋呈三角环状,所述架立筋的顶角部与所述上主筋连接,所述架立筋的底边部与所述下主筋连接。

一种用于输电工程的预制基础

技术领域

[0001] 本发明涉及电力施工技术领域，具体涉及一种用于输电工程的预制基础。

背景技术

[0002] 传统的基础是指建筑物地面以下的承重结构，如基坑、承台、框架柱、地梁等，是建筑物的墙或柱子在地下的扩大部分，其作用是承受建筑物上部结构传下来的荷载，并把它们连同自重一起传给地基。而在现有的输电工程中，在竖立铁塔时也需要在铁塔底部设置基础，以使铁塔的安装更加稳固。现有技术中基础一般都是在现场进行浇筑，现场浇筑的基础是基于传统的施工流程：先基础施工，后地面组塔设计的，由于采用了现场浇筑的基础，导致该施工流程成本高，施工周期长，施工效率低。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了克服现有技术的不足，提供一种用于输电工程的预制基础。

[0004] 为了实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

[0005] 一种用于输电工程的预制基础，所述预制基础为钢筋混凝土结构，包括：述预制基础为钢筋混凝土结构，包括：基础底座和基础立柱；所述基础立柱设置在所述基础底座上，所述基础立柱中设置有基础主筋，所述基础立柱中还设置有地脚螺栓，所述地脚螺栓的上端露出所述基础立柱的上表面，用于连接所述输电工程的铁塔；所述基础底座用于支撑所述基础立柱，所述基础底座上设置有吊环，所述吊环的环部露出所述基础底座的上表面，所述吊环用于通过连接件与吊车连接。

[0006] 进一步的，所述吊环涂刷有环氧富锌底漆和环氧煤沥青面漆。

[0007] 进一步的，所述吊环的数量为4个，4个所述吊环沿所述基础底座的周向均匀分布。

[0008] 进一步的，所述基础底座上未与所述基础立柱接触的部位设置为斜坡状。

[0009] 进一步的，所述基础底座上设置有平台，所述平台用于设置所述基础立柱；沿所述平台的边沿向外侧设置有向下的斜坡。

[0010] 进一步的，所述基础立柱的上端设置有保护帽，所述保护帽采用混凝土对所述地脚螺栓进行保护。

[0011] 进一步的，所述连接件为连接绳或连接带。

[0012] 进一步的，所述基础主筋的数量为多根，多根所述基础主筋沿所述基础立柱的周向间隔设置，所述基础主筋纵向设置并延伸至所述基础底座中，多根所述基础主筋形成基础主筋组，沿所述基础立柱的周向在所述基础主筋组上设置有外箍筋和内箍筋。

[0013] 进一步的，所述基础底座的上部和下部分别设置有上主筋和下主筋，所述上主筋和所述下主筋均用于承受所述预制基础所受的拉力和压力，所述上主筋和所述下主筋之间设置有所述吊环。

[0014] 进一步的，所述基础底座内还设置有架立筋，所述架立筋呈三角环状，所述架立筋的顶角部与所述上主筋连接，所述架立筋的底边部与所述下主筋连接。

[0015] 与最接近的现有技术相比，本发明提供的技术方案具有如下有益效果：

[0016] 本发明提供了一种用于输电工程的预制基础，通过将输电工程的基础设计为预制基础，使得将混凝土基础的制作前置到工厂完成，集中进行支模、浇制、养护，能严控工艺控制和养护环境，可极大程度的节约成本，提升基础成品质量，在缩短28天养护工期的同时，可减少现场80％的施工作业时间，免于人员上下基坑，规避人员在基坑内作业的安全风险，避免混凝土对环境的污染，提高施工现场机械化程度，实现施工周期可控。

[0017] 另外，通过在基础底座的上部和下部分别设置上主筋和下主筋，用于承受预制基础所受的拉力和压力；上主筋和下主筋之间设置有架立筋，架立筋用于传导吊装所受的力；上主筋和下主筋之间还设置有吊环，吊环的环部露出基础底座的上表面，用于通过连接件与吊车连接，便于对基础进行吊装和运输。同时本发明的基础底座设计成斜坡形状，减少底板钢筋及混凝土用量，减轻基础重量，方便运输及施工，使得基础更加轻便和经济。

附图说明

[0018] 图1为本发明预制基础断面图；

[0019] 图2为本发明预制基础立面图；

[0020] 图3为本发明施工方法的流程图；

[0021] 图4为本发明实施例中复测分坑示意图；

[0022] 图5为本发明实施例中施工现场布置图；

[0023] 图6为本发明实施例中基坑开挖示意图；

[0024] 图7为本发明实施例中定位仪布置图。

[0025] 其中，1、保护帽；2、地脚螺栓；3、基础主筋；4、基础混凝土；5、基础外箍筋；6、基础内箍筋；7、上主筋；8、下主筋；9、架立筋；10、吊环。

具体实施方式

[0026] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0027] 如图1和图2所示，分别为本实施例中预制基础的断面图和立面图，本实施例中的预制基础为钢筋混凝土结构，基础混凝土4硬化后具有抗拉、压、弯、剪的特性来承受基础所有的力，同时具有保护钢筋免受腐蚀的作用；预制基础包括基础底座和设置在基础底座上的基础立柱，基础底座上的中心区域设置有平台，该平台用于设置基础立柱；沿平台的边沿向外侧设置有向下的斜坡。

[0028] 其中基础立柱中设置有基础主筋组，基础主筋组包括多根沿基础立柱的周向间隔设置的基础主筋3，基础主筋3用于承受基础所受的拉力和压力；如图1所示，基础主筋3纵向设置并延伸至基础底座中，同时沿基础立柱的周向在基础主筋组上设置有基础外箍筋5和基础内箍筋6，基础外箍筋5用来满足斜截面抗剪强度，并联结受拉主钢筋和受压区混凝土使其共同工作；基础内箍筋6起到稳固作用，防止基础浇注时受到拖动。

[0029] 基础立柱中还设置有地脚螺栓2，地脚螺栓2的上端露出基础立柱的上表面，用于连接输电工程的铁塔，具有抗拉能力；地脚螺栓2的上端设置有保护帽1，保护帽1是保护地脚螺栓的，用混凝土将地脚螺栓隐蔽在方形混凝土块中，与基础顶面连接。

[0030] 在基础底座的上部和下部分别设置有上主筋7和下主筋8，上主筋7为承力筋，为基础底座上侧配置的钢筋，下主筋8也为承力筋，为基础下侧配置的钢筋，上主筋7和下主筋8均用于承受预制基础所受的拉力和压力，上主筋7和下主筋8之间设置有吊环10，吊环10的环部露出基础底座的上表面，吊环10用于通过连接件与吊车连接，连接件为连接绳或连接带；本实施例中吊环10的数量为4个，4个吊环沿基础底座的周向均匀分布，每个吊环涂刷有环氧富锌底漆和环氧煤沥青面漆以防腐蚀。为了在吊装过程中避免连接件触碰基础立柱，各吊环在水平面上的位置分别位于基础立柱周向上相邻两个地脚螺栓的中心线上。

[0031] 基础底座内上主筋7和下主筋8之间还设置有架立筋9，架立筋9呈三角环状，用于传导吊装所受的力；架立筋9的顶角部与连接有吊环10的上主筋7连接，架立筋9的底边部与下主筋8连接。

[0032] 本实施例中基础底座上未与基础立柱接触的部位设置为斜坡状，即设计成板式基础，在其他实施例中也可以设置为台阶基础，但是传统的现浇台阶基础底座没有钢筋，本实施例中预制基础考虑运输及吊装，故采用底座加钢筋的形式来满足运输及吊装对基础的强度要求。另外，经对比，板式预制基础比台阶预制基础更加轻便和经济，能够减少台阶数量，减少底板钢筋及混凝土用量，减轻基础重量，方便运输及施工。混凝土用量的减少是预制基础重量减轻的主要因素，是因为预制基础减少了台阶数量及整体埋深，造成混凝土用量少于现浇基础。同时预制基础的强度计算满足《架空送电线路基础设计技术规程》和《建筑结构荷载规范》的规定，故重量的减轻不会影响其性能和参数。优选地，基础底座的上部为棱台状，如四棱台，进一步优选为正棱台，在基础底座的纵断面上，第一间距与第二间距的比值为(3.5～4.5)/1，第一间距为在水平投影面上，该上部的下表面的边与该上部的上表面的边之间的间距，第二间距为该上部的上表面的边与基础立柱之间的间距。

[0033] 另外，如图1中所示，本实施例中基础底座上的斜坡高度为200mm，斜坡边沿垂直向下的高度也为200mm，两者的比例优选为1:1；基础底座的底部为边长2200mm、高度100mm的正方体，斜坡的边沿与该正方体边沿的水平距离为100mm，因此基础底座总的高度为500mm；基础立柱的高度为1700mm，基础底座的高度与基础立柱的高度比值为5:17。

[0034] 通过将输电工程的基础设计为预制基础，使得将混凝土基础的制作前置到工厂完成，集中进行支模、浇制、养护，能严控工艺控制和养护环境，可极大程度的节约成本，提升基础成品质量，在缩短28天养护工期的同时，可减少现场80％的施工作业时间，免于人员上下基坑，规避人员在基坑内作业的安全风险，避免混凝土对环境的污染，提高施工现场机械化程度，实现施工周期可控。

[0035] 另外，通过在基础底座的上部和下部分别设置上主筋和下主筋，用于承受预制基础所受的拉力和压力；上主筋和下主筋之间设置有架立筋，架立筋用于传导吊装所受的力；上主筋和下主筋之间还设置有吊环，吊环的环部露出基础底座的上表面，用于通过连接件与吊车连接，便于对基础进行吊装和运输。同时本发明的基础底座设计成斜坡形状，减少底板钢筋及混凝土用量，减轻基础重量，方便运输及施工，使得基础更加轻便和经济。

[0036] 本实施例中铁塔的杆塔信息如表1。

[0037] 表1 杆塔信息

[0038]

杆塔型式	正面坡度	结构类别	侧面坡度	基础正面根开	正面地栓偏心	基础侧面根开	侧面地栓偏心
直线型	0	自立式铁塔	0	4000	0	4000	0

[0039] 本实施例中混凝土信息如表2,fc为混凝土轴心抗压强度设计值;ft为混凝土轴心抗拉强度设计值;Ec为混凝土弹性模量。

[0040] 表2 混凝土

[0041]

部位	强度等级	fc	ft	Ec	泊松比
基础	C25	11.90	1.27	2.80E+04	0.2

[0042] 本实施例中钢筋和钢材信息如表3。Fy为钢筋抗拉强度设计值;fy'为钢材的抗压强度设计值;Es为钢筋弹性模量,压缩模量当量值。

[0043] 表3 钢筋和钢材

[0044]

部位	种类	fy	f'y	Es	外形系数	c
柱主筋	HRB400	360	360	2.00E+05	0.14	40
板主筋	HPB300	270	270	2.10E+05	0.16	40
箍筋	HPB300	270	270	2.10E+05	0.16	--

[0045] 本实施例中水文和地质数据信息如表4。

[0046] 表4 地质参数

[0047]

No.	t	γ	γe	Cw	Cd	Dcri	Qult	α	Name
1	6.42	19.000	10.000	0.500	2.000	3.00	100	10	粉土(稍密)
2	1.20	18.000	10.000	0.300	1.600	3.00	100	15	粉土(中密)
3	3.34	19.000	10.000	0.300	1.600	1.50	110	15	粘性土(软朔)

[0048] 注:有地下水,考虑地下水影响,高水位:-1.60m,低水位:-3.60m;t为土层厚度,单位m;γ为土壤重度,单位kN/m3;γe为土壤浮重度,单位kN/m3;Cw为宽度修正参数;Cd为深度修正参数;Dcri为临界深度,单位m;Qult为地基承载力,单位kPa;α为计算上拔角,单位为度。

[0049] 本实施例中基础作用力信息如表5。Fx/Fy/Fz分别为X/Y/Z方向的基础作用力。

[0050] 表5 基础作用力

[0051]

腿名	Fx (kN)	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kN.m)	Mz (kN.m)	My (kN.m)	工况	说明
A	12.000	-126.800	14.000	0.000	0.000	0.000	工况 1	上拔力
A	15.000	173.000	17.000	0.000	0.000	0.000	工况 2	下压力

[0052] 本实施例中基础尺寸信息如表6和表7。

[0053] 表6 概要信息

[0054]

基础全高	2.100 m	基础埋深	1.900 m	混凝土体积	1.828 m^3	露头体积	0.072 m^3
底板宽度B	2.000 m	底板宽度L	2.000 m	基础露头	0.200 m^3	台阶数	2
主柱宽度b	0.60 m	主柱宽度l	0.60 m	主柱高度	1.70 m	主柱配筋	16Φ14

[0055] 表7 台阶和底板尺寸

[0056]

序号	高度	上端宽度B	上端宽度L	下端宽度L
1	0.20	0.80	0.80	2.00
2	0.20	2.00	2.00	2.00

[0057] 基础底板配筋:第1阶:上端数量=12,上端直径=10mm,下端数量=0,下端直径=0mm;

[0058] 第2阶:上端数量=0,上端直径=0mm,下端数量=12,下端直径=12mm。

[0059] 一、基础稳定计算

[0060] 1、上拔稳定计算

[0061] 按土重法计算:[T]=1.00*18.471*1.0*(9.04-0.00-0.96)+32.952=182.305kN

[0062] 其中:ht=1.700m;hc=6.000m;

[0063] Te×γf(126.800×1.100=139.480)<[T](182.305kN),基础上拔计算验证通过。

[0064] 2、下压稳定计算

[0065] G0=19.0*(1.90*2.00*2.00-1.756)=111.036kN(按无水考虑)

[0066] fa/γrf=[100+0.50*10.00*(3.00-3)+2.0*19.0*(1.90-0.5)]/0.75=204.267kPa;

[0067] 1.2xfa/γrf=245.120kPa;

[0068] P=[F+γG*(Qf+G0)]/A=[173.000+1.2*(43.872+111.036)]/4.000=89.722kPa;

[0069] Pmin=P-(Mx/Wx+My/Wy)=89.722-(35.70/1.333+31.50/1.333)=39.322kPa;

[0070] Pmax=P+Mx/Wx+My/Wy=89.722+(35.7/1.333+31.5/1.333)=140.122kPa;

[0071] P<=fa/γrf,Pmax<=1.2*fa/γrf,基础下压计算校核通过。

[0072] 二、混凝土构件正截面承载力

[0073] 1、台阶1X-X截面

[0074] F/Ah+Ms/(y1*W0)=105.05/4.00+26.60/(1.20*1.3333)=42.87;

[0075] F/Ah+Ms/(y1*W0)=105.05/4.00+22.80/(1.20*1.3333)=40.50;

[0076] 42.870<749.3,受拉构件校核通过;

[0077] F/Ah+Ms/(y1*W0)=-197.67/4.00+32.30/(1.20*1.3333)=-29.25;

[0078] F/Ah+Ms/(y1*W0)=-197.67/4.00+28.50/(1.20*1.3333)=-31.62;

[0079] 31.624<749.3,受压构件校核通过。

[0080] 2、钢筋混凝土底板正截面承载力计算

[0081] 基础作用力:Fz＝-126.800kN,Fx＝12.000kN,Fy＝14.000kN,Mx＝0.000kN.m,My＝0.000kN.m;

[0082] 绕X轴的弯矩Mx＝Ny*(H+h1)+Mx

[0083] ＝14.000*(1.900+0.200)+0.000＝29.400kN.m;

[0084] 绕Y轴的弯矩My＝Nx*(H+h1)+My

[0085] ＝12.000*(1.900+0.200)+0.000＝25.200kN.m;

[0086] Tpmax＝T/(B^2-B0^2)+6*(Mx+My)*B/[B^4-B0^4]＝126.800/(2.000^2-0.600^2)+6*(29.400+25.200)*2.000/[2.0^4-0.6^4]＝76.120kPa;

[0087] Tpc＝T/(B^2-B0^2)+6*(Mx+My)*B0/[B^4-B0^4]＝126.800/(2.0^2-0.6^2)+6*(29.400+25.200)*0.6/[2.0^4-0.6^4]＝47.220kPa;

[0088] Tp＝(Tpmax+Tpc)/2＝(76.120+47.220)/2＝61.670kPa;

[0089] 上拔受弯Mt1＝Tp*(B-B0)^2*(2*B+B0)/24

[0090] ＝61.670*(2.0-0.6)^2*(2*2.0+0.6)/24＝23.167kN.m;

[0091] 偏心距px＝My/T/(1+B0^2/B^2)＝0.182m;

[0092] 偏心距py＝Mx/T/(1+B0^2/B^2)＝0.213m;

[0093] 偏心距E(0.21)<＝B/6,钢筋混凝土底板正截面承载力计算校核通过;

[0094] 基础作用力:Fz＝173.000kN,Fx＝15.000kN,Fy＝17.000kN,Mx＝0.000kN.m,My＝0.000kN.m;

[0095] 绕X轴的弯矩Mx＝Ny*(H+h1)+Mx

[0096] ＝17.000*(1.900+0.200)+0.000＝35.700kN.m;

[0097] 绕Y轴的弯矩My＝Nx*(H+h1)+My

[0098] ＝15.000*(1.900+0.200)+0.000＝31.500kN.m;

[0099] Npmax＝N/(B*B)+(Mx+My)/(B^3/6)＝173.000/(2.000*2.000)+(35.700+31.500)/(2.000^3/6)＝93.650kPa;

[0100] Npc＝N/(B*B)+(Mx+My)*(B0/B)/(B^3/6)＝173.000/(2.000*2.000)+(35.700+31.500)*(0.600/2.000)/(2.000^3/6)＝58.370kPa;

[0101] Np＝(Npmax+Npc)/2＝(93.650+58.370)/2＝76.010;

[0102] 下压受弯Mn1＝Np*(B-B0)^2*(2*B+B0)/24＝76.010*(2.000-0.600)^2*(2*2.000+0.600)/24＝28.554kN.m;

[0103] 偏心距px＝My/N＝0.182m,心距py＝Mx/N＝0.206m;

[0104] 偏心距E(0.21)<＝B/6,筋混凝土底板正截面承载力计算校核通过。

[0105] 3、抗冲切、剪切验算

[0106] 基础作用力:Fz＝-126.800kN,Fx＝12.000kN,Fy＝14.000kN,Mx＝0.000kN.m,My＝0.000kN.m;

[0107] 绕X轴的弯矩Mx＝Ny*(H+h1)+Mx＝14.000*(1.900+0.200)+0.000＝29.400kN.m;绕Y轴的弯矩My＝Nx*(H+h1)+My＝12.000*(1.900+0.200)+0.000＝25.200kN.m;

[0108] Tpmax＝T/(B^2-B0^2)+6*(Mx+My)*B/[B^4-B0^4]＝126.800/(2.000^2-0.600^2)+6*(29.400+25.200)*2.000/[2.000^4-0.600^4]＝76.120kPa;

[0109] Tpc＝T/(B^2-B0^2)+6*(Mx+My)*B0/[B^4-B0^4]＝126.800/(2.000^2-0.600^2)+

6*(29.400+25.200)*0.6/[2.0^4-0.6^4]＝47.220kPa；

[0110] 剪切承载力Qx＝(Tpmax+Tpc)*(B0+B)*(B-B0)/8＝(76.120+47.220)*(0.600+2.000)*(2.000-0.600)/8＝56.120kN；

[0111] 剪切承载力容许值Qxr＝0.4*{1-0.5*[h3/(h2+h3)]*(1-B0/B)}*B*(h2+h3-at)*ft＝0.4*{1-0.5*[0.20/(0.20+0.20)]*(1-0.60/2.00)}*2.00*(0.20+0.20-0.04)*1.27*1E3＝301.752kN；

[0112] Qx<＝Qxr,底板剪切承载力校核通过；

[0113] 基础作用力:Fz＝173.000kN,Fx＝15.000kN,Fy＝17.000kN,Mx＝0.000kN.m,My＝0.000kN.m；

[0114] 绕X轴的弯矩Mx＝Ny*(H+h1)+Mx＝17.000*(1.900+0.200)+0.000＝35.700kN.m；

[0115] 绕Y轴的弯矩My＝Nx*(H+h1)+My＝15.000*(1.900+0.200)+0.000＝31.500kN.m；

[0116] Npmax＝N/(B*B)+(Mx+My)/(B^3/6)＝173.000/(2.000*2.000)+(35.700+31.500)/(2.000^3/6)＝93.650kPa；

[0117] 冲切承载力CQ＝Npmax*[(B0+2*h2+2*h3+B)/2]*[(B-B0)/2-h2-h3]＝93.650*[(0.600+2*0.200+2*0.200+2.000)]/2)*[(2.000-0.600)/2-0.200-0.200)]＝47.761kN；

[0118] 冲切承载力容许值CQR＝0.7*Bhp*ft*1000*(h2+h3-at)*(B0+h2+h3)＝0.7*1.000*1.270*1000*(0.200+0.200-0.040)*(0.60+0.20+0.20)＝320.040kN；

[0119] CQ<＝CQR,底板冲切承载力校核通过。

[0120] 本实施例中矩形主柱正截面承载力如表8和表9。

[0121] 表8 矩形截面配筋计算

[0122]

部位	所需面积 cm^2	配筋率%	计算弯矩	轴力	偏心距	类型	工况
			kN.m	kN	m		
柱底 X 侧	6.28	0.17	20.400	-126.800	0.1609	拉弯	工况 1
柱底 Y 侧	6.04	0.17	23.800	-126.800	0.1877	拉弯	工况 1
柱底 X 侧	2.91	0.08	20.400	-126.800	-	受弯	工况 1
柱底 Y 侧	2.49	0.07	23.800	-126.800	-	受弯	工况 1
柱底 X 侧	14.40	0.40	25.500	173.000	0.1674	压弯	工况 2
柱底 Y 侧	14.40	0.40	28.900	173.000	0.1871	压弯	工况 2
柱底 X 侧	3.53	0.10	25.500	173.000	-	受弯	工况 2
柱底 Y 侧	3.11	0.09	28.900	173.000	-	受弯	工况 2

[0123]

[0124] 表9 配筋计算结果

[0125]

部位	最终方案	净距	实际面积	实际配筋率	计算面积	最小配筋率
柱正面	2×5Φ14	112.50	15.39	0.428%	14.40	2×0.20%
柱侧面	2×5Φ14	112.50	15.39	0.428%	14.40	2×0.20%

[0126] 本实施例中主柱斜截面承载力如表10。

[0127] 表10 主柱斜截面承载力

[0128]

截面	Fz（kN）	Mx（kN.m）	My（kN.m）	Vx（kN）	Fx（kN）	Vy（kN）	Fy（kN）	工况
柱顶	-126.800	0.000	0.000	320.845	12.000	320.845	14.000	工况 1
柱底	-126.800	23.800	20.400	208.831	12.000	208.831	14.000	工况 1
柱底	173.000	0.000	0.000	358.315	15.000	358.315	17.000	工况 2
柱底	173.000	28.900	25.500	246.301	15.000	246.301	17.000	工况 2

[0129] 双肢箍筋截面面积Asv＝2*(π*(d*d)/4)＝56.55mm^2,h0＝0.560md＝6mm;

[0130] 箍筋间距s＝180mm,主柱宽度b＝600mm,ft＝1.27MPa,fy＝270MPa;

[0131] V＝17.000kN<Vcs＝246.301kN,验证通过。

[0132] 底板配筋,上底板配筋直径Dbt＝10mm,上底板配筋根数Ngt＝12;下底板配筋直径Dbb＝12mm,下底板配筋根数Ngn＝12;上端配筋面积验算(9.425cm^2>＝7.280cm^2),验证通过;下端配筋面积验算(13.572cm^2>＝11.200cm^2),验证通过;底板配筋验算通过。

[0133] 本实施例中地脚螺栓计算如表11。

[0134] 表11 地脚螺栓计算

[0135]

规格	数量	间距	等级	螺距	净截面积	强度设计值	允许拉力	锚固长度
M36	4	200	Q235钢	4.00	816.7	160	130.676	1260

[0136] 基础稳定计算包括：

[0137] 上拔稳定计算(采用土重法计算)：

[0138] γf*TE≤γE*γs*γθ1*(Vt-△Vt-V0)+Gf

[0139] γf*TE＝126.800×1.100＝139.480kN

[0140] γE*γs*γθ1*(Vt-△Vt-V0)+Gf＝1.00*18.471*1.0*(9.04-0.00-0.96)+32.952＝182.305kN,139.48≤182.305,说明计算结果可行。

[0141] 下压稳定计算：

[0142] 基础底面的压力,应符合下列公式：

[0143] (轴心荷载作用时)γrf*P≤fa;(偏心荷载作用时)γrf*Pmax≤1.2*fa;

[0144] 基础底面的压力,可按下列公式确定：

[0145] (轴心荷载作用时)P＝(F+γGG)/A;(偏心荷载作用时)Pmax＝(F+γG*G)/A+MX/WY+MY/WX;

[0146] G0＝19.0*(1.90*2.00*2.00-1.756)＝111.036kN(按无水考虑)；

[0147] fa/γrf＝[100.0+0.50*10.0*(3.00-3)+2.00*19.0*(1.90-0.5)]/0.75＝

204.267kPa；

[0148] 1.2xfa/γrf＝245.120kPa；

[0149] P＝[173.000+1.2*(43.872+111.036)]/4.000＝89.722kPa；

[0150] Pmin＝89.722-(35.700/1.333+31.500/1.333)＝39.322kPa；

[0151] Pmax＝89.722+(35.700/1.333+31.500/1.333)＝140.122kPa；

[0152] 89.722<＝204.267,基础轴心下压满足要求；

[0153] 140.122<＝245.12,基础偏心下压满足要求。

[0154] 混凝土构件正截面承载力计算包括混凝土受拉构件正截面承载力：

[0155] TE/Ah+Ms/(γ1*W0)≤0.59*ft；

[0156] 105.05/4.00+26.60/(1.20*1.3333)＝42.87；

[0157] 105.05/4.00+22.80/(1.20*1.3333)＝40.50；

[0158] 42.870<749.3,受拉构件满足要求；

[0159] -197.67/4.00+32.30/(1.20*1.3333)＝-29.25；

[0160] -197.67/4.00+28.50/(1.20*1.3333)＝-31.62；

[0161] 31.624<749.3,受压构件满足要求。

[0162] 其中,fc为混凝土轴心抗压强度设计值;ft为混凝土轴心抗拉强度设计值;Ec为混凝土弹性模量;fy为钢筋抗拉强度设计值;fy'为钢材的抗压强度设计值;Es为钢筋弹性模量,压缩模量当量值;Fx/Fy/Fz为X/Y/Z方向的基础作用力；γf为基础附加分项系数;TE为基础上拔设计值；γE为水平力影响系数；γs为基础底面以上土的加权平均高度；γθ1为基础底板上平面坡角影响系数,≥45°时取1,＜45°取0.8;Vt为ht深度内土和基础的体积;△Vt为相邻基础影响的微体积;V0为ht深度内的基础体积;Gf为基础的自重;P为基础底面处的平均压力设计值;Fa为修正后的地基承载力特性值；γrf为地基承载力调整系数,取0.75;Pmax为基础底面边缘最大压力设计值(kPa);F-为上部结构传至基础底面的竖向压力设计值(kN)；γG为永久荷载分项系数,对基础有利区1.0,不利取1.2;G为基础自重和基础上的土重之和;A为基础底面面积(m^2);Mx、My分别为作用于基础底面的X和Y方向的力矩设计值(kN·m);Wx、Wy分别为基础底面绕X和Y轴的抵抗矩(m^3);Pmin为基础底面边缘的最下压力设计值(kPa)。

[0163] 计算结果如表12和表13。

[0164] 表12 稳定计算结果

[0165]

计算项目	允许值	实际值	单位	安全裕度	结论	工况
上拔稳定	182.3053	139.48	kN	23.49%	通过	工况1
基础下压P	204.2667	89.7224	kPa	56.08%	通过	工况2
基础下压Pmax	245.12	140.1224	kPa	42.84%	通过	工况2

[0166] 表13 承载力计算结果

[0167]

计算项目	允许值	实际值	单位	安全裕度	结论	工况
台阶 1 X-X 截面	749.3	42.8697	kPa	94.28%	通过	工况 1
偏心距	0.3333	0.2127	m	36.18%	通过	工况 1
底板剪切	301.752	56.1197	kN	81.4%	通过	工况 1
底板冲切	320.04	47.7615	kN	85.08%	通过	工况 2
主柱正面主筋面积	14.4	15.3938	cm^2	6.9%	通过	平行 X 两侧
主柱侧面主筋面积	14.4	15.3938	cm^2	6.9%	通过	平行 Y 两侧

[0168]

主柱全部主筋面积	22.6425	24.6301	cm^2	8.78%	通过	-
主柱斜截面承载力	246.3009	17	kN	93.1%	通过	工况 2
上端配筋面积验算	7.28	9.4248	cm^2	29.46%	通过	-
下端配筋面积验算	11.2	13.5717	cm^2	21.18%	通过	-
地栓强度	522.7024	126.8	kN	75.74%	通过	-

[0169] 混凝土体积:1.83m^3,基础埋深:1.9m。

[0170] 本实施例中的预制基础为输电工程预制基础安装、铁塔组立连贯施工方法所用的基础,该方法包括以下步骤:步骤S1,复测分坑;步骤S2,施工平面设计;步骤S3,地面组塔;步骤S4,基坑开挖;步骤S5,预制基础运输与安装,所述预制基础形成的地方为非施工现场;步骤S6,基础回填;步骤S7,转序验收;步骤S8,整体立塔。

[0171] 其中,在步骤S1中,在全线路复测后进行分坑工作,按照设定的放线尺寸进行分坑测量,在坑位的相邻两边设置基础中心桩,并在坑位对应位置设置辅助桩,所述基础中心桩和所述辅助桩用于预制基础吊装就位和地脚螺栓找正。

[0172] 在步骤S2中,根据复测分坑以及现场环境,将每个基铁塔的施工作业面规划为基坑挖方区、土方堆放区、地面组塔区和吊车及卡车就位区,从而进行地面组塔施工。

[0173] 在步骤S5中,根据所述基础中心桩位置及坑位的中心线位置,安装激光定位仪,根据所述激光定位仪打出的激光对所述预制基础进行安装;所述激光定位仪的数量为两个,两个所述激光定位仪分别设置在坑位的相邻两边上,每个激光定位仪与其对应边的基础中心柱的连线垂直于该对应边,从而使两个激光定位仪发射的光线相互垂直;每个所述激光定位仪包括4个激光灯,打开激光灯后发射4条竖直光线,与临边设置的激光定位仪发射的4条竖直光线垂直相交,根据交点的位置确定对应预制基础的地脚螺栓位置和基础顶板的顶点位置。

[0174] “预制基础安装+整体立塔”的流水作业工法,可大幅提升基础、组塔阶段的机械化施工率,提高整体施工效率3倍以上,减免杆塔组立过程中90%的高空作业,真正实现了线路工程的“全机械化施工”;既减少了人工成本的投入,也可将同一基铁塔的基础、组塔工序控制在青苗同一生长期内,较大程度上提升了线路工程建设的经济性。

[0175] 如图3所示,本实施例中的预制基础安装、铁塔组立连贯施工方法每一步骤具体包

括：

[0176] 在实施本方法前通常需要做步骤1施工准备，其包括：

[0177] 1.1人员准备

[0178] (1)按作业层班组配置要求，现场配备班长兼指挥4名，技术兼质检员4名，现场安全员4名(4个班组，满足流水式连续作业要求)。

[0179] (2)参加预制基础吊装及铁塔组立的施工人员、吊车司机、指挥司索，必须体检合格且具备上岗条件，且接受技术交底。

[0180] (3)班长兼指挥与吊车司机在施工前进行沟通，共同观察现场情况，向吊车司机讲解施工流程和安全注意事项。指挥司索人员和吊车司机明确指挥的口令和手势。

[0181] 1.2技术准备

[0182] (1)基础工程通过验收，基础强度达到设计值的100％以上；基础各部尺寸校验无误。

[0183] (2)准备好技术资料，包括《铁塔明细表》、铁塔施工图、施工方案等。

[0184] (3)工程技术负责人组织有经验的施工人员进行现场调查，熟悉铁塔图纸。

[0185] (4)做好技术交底，所有施工人员、吊车司机、司索人员必须参加。交底后进行效果测评。

[0186] 1.3施工机具准备

[0187] (1)组立铁塔所用的各种工具和机具，应按所附吊车组塔工器具配置表进行配备，机具检验资料应齐全，外观检查合格后方能运往现场使用。吊车组塔工器具配置表记载有：工具或机具名称、型号、数量。工具和机具包括但不限于：吊车、挖掘机、开车、钢丝绳套、卸扣、尼龙绳、扳手、垫木、对讲机、吊带、塔尺、激光仪、水准仪、铁锹。

[0188] (2)应配置必要的安全防护用品和用具。包括安全帽、安全带、攀登自锁器、速差自控器等，每次使用前必须进行外观检查，有裂纹、腐烂、损伤等缺陷的严禁使用。

[0189] (3)影响吊车吊装施工范围内的障碍物应事先采取措施进行清理或避让。

[0190] (4)根据吊重、吊高、吊车的起吊负荷、作业幅度等，附表选用相应吨位的吊车。吊车应具备安检合格证、准用证，起吊前应对吊车进行全面检查。

[0191] (5)组塔所需工器具按下表工器具表配备，工器具在机具分公司或中心材料站通过力学试验检验合格后方可运往现场。

[0192] 施工现场按规定设置安全围栏、责任牌、警示牌、友情提示牌、风险公示牌、应急救援路线图等。

[0193] 步骤2，复测分坑

[0194] 2.1施工测量注意事项

[0195] 施工测量所用工器具：GPS定位仪、经纬仪、塔尺、钢尺等。仪器量具在使用前必须进行检查，误差超过标准时应加以校正。施工测量中要随时做好记录，如实填写施工记录，线路测量时如发现上述内容超差或新增跨越物时，应及时上报施工项目部，以便与设计部门及时联系解决。设计交桩后个别丢失的塔位中心桩，应按设计数据予以补定。桩之间的距离和高程测量，可采用GPS重新定位。

[0196] 2.2分坑

[0197] 分坑的一般要求：在全线路复测没有问题后方可进行分坑工作。按照规定的放线

尺寸进行分坑测量，并在坑位附近钉立辅助桩，以便预制基础吊装就位和地脚螺栓找正，通过辅助桩上放线来找正。

[0198] 2.3基础分坑方法

[0199] 本发明台阶式基础直线塔分坑，铁塔为正方形基础，正方形基础按对角线方向分坑。分坑中应根据塔位中心桩的位置钉出必要的、作为施工及质量控制的辅助桩，其测量精度应能满足规范对施工精度的要求。施工中保留不住塔位中心桩时，必须钉立可靠的辅助桩并对其位置、距离作记录，以方便恢复塔位中心桩，用醒目的方式画出坑口，如图4所示为分坑定位原理图，中心桩和辅助桩位置是依据原理图，根据图纸中基础尺寸、跟开等数据确定的。图4中，O为坑位的中心点，坑位中设置有A、B、C、D四个基础，L1为线路中心线，F1和F2为辅助桩，OA_1、OA_2、OA_3、OA_4为基础A的四个角，OB_1、OB_2、OB_3、OB_4为基础B的四个角，OC_1、OC_2、OC_3、OC_4为基础C的四个角，OD_1、OD_2、OD_3、OD_4为基础D的四个角。

[0200] 步骤3，施工平面设计

[0201] 如图5所示，按照复测分坑以及现场环境，将每基铁塔施工作业面制作合理规划为基坑挖方区、土方堆放区、地面组塔区、吊车及卡车就位区等四个区域，以便先行进行地面组塔施工。

[0202] 步骤4，地面组塔

[0203] 4.1塔材的运输、现场检查及塔材清点

[0204] (1)塔材运输时应垫方木或包覆麻布，避免铁件、钢丝绳和塔材直接接触，防止构件弯曲和镀锌层磨损。

[0205] (2)组立铁塔前，必须对运到现场的塔材进行数量清点和质量检查，质量不合格者不得使用，缺少主材及关键连板、连接包钢的铁塔不得组立。

[0206] (3)组装所用各种螺栓、垫圈、脚钉必须齐全。使用时，不同规格、不同级别的螺栓必须分别堆放，并做好标识。

[0207] (4)塔材应按塔段顺序排列，分别堆放于塔位的两侧，堆放时注意下段靠近基础，上段稍远。

[0208] 4.2地面组塔

[0209] (1)所有构件均布置在吊车起吊半径范围内，并遵循如下原则:塔头靠近吊车及基础侧组装;塔腿在吊车与塔头的延长线上组装。

[0210] (2)组装前按施工图纸清点运到塔号的塔材数量是否齐全、正确，并进行质量检查，不符合要求者应进行更换，工器具、塔材、螺栓摆放要合理有序，并按图纸的分段顺序和编号摆好。

[0211] (3)组塔前应进行场地的平整，清除障碍物，垫好铁塔支垫木或装土的草袋，垫木不宜过高，离地面0.2m即可。

[0212] (4)在成堆的塔材中选料应由上往下搬动，不得强行抽拉。

[0213] (5)搬运塔材时，应注意周围是否有人，两人以上同时搬运要步调一致，同起同落。

[0214] (6)塔身地面组装好且螺栓紧固后再吊装。

[0215] (7)铁塔组立前必须先埋设好接地线，接地线未焊接时，杆塔吊装就位后及时安装接地引下线。如未焊接引下线，应先安装临时接地线。

[0216] (8)组装好的吊件必须在吊车允许起吊的半径范围内。

[0217] (9)各构件的组合应紧密,交叉构件在交叉处留有空隙者,应装相应厚度垫片。

[0218] (10)在组装铁塔塔脚时,为了防止上方俩塔脚,因自身重量造成下垂,致使塔腿变形,需在两垂直面的俩塔脚之间取两根长度和铁塔跟开相等,Φ直径不小于150mm的沙杆,固定在上下俩塔脚中间,防止上方塔脚下垂造成塔腿变形现象。

[0219] 步骤5,基坑开挖

[0220] 如图6所示,土石方班按照图纸施放建筑物定位外边线,钉好辅助桩并浇砼进行桩身保护,以免撞动位移,自查后请监理复查。

[0221] 土方地下部分开挖二次到位(按设计要求放坡),第一层大反铲先进行整体大面积开挖;用小反铲开挖,由于机械动力大,为防止施工机械对基坑造成破坏,应在基坑边2m远设置施工隔离区,第二层由人工修边清底。

[0222] 基坑边放坡比均为1:0.5。

[0223] 根据施工规范,采用机械开挖,土方开挖时配备1台挖掘机,人工清底修坡清槽的方式进行土方的开挖。

[0224] 基坑底部操平应在基础底面均匀测量基坑深度,深部不超过100mm。同基基础底面高差不超过5mm。

[0225] 基坑开挖后进行清槽及验收。

[0226] 步骤6,预制基础运输、验收及安装

[0227] 6.1预制基础运输

[0228] 本实施例中基础是露天在工厂地面进行绑筋、支模、浇筑、养护完成的,在工厂预制的基础与现场制作的基础尺寸基本相同,现场制作的结构中底板没有钢筋,预制基础增加了钢筋,并于吊环相连,同时在工厂中对基础进行统一养护,这样大大缩短了在现场分坑养护的时间。

[0229] (1)基础运输前,根据运输需要选定合适、平整坚实路线。

[0230] (2)在运输前应按清单仔细检查基础的尺寸、质量、数量及是否合格。

[0231] (3)本实施例所有预制基础采用平运法,不得躺运。

[0232] (4)基础平运时,每个基础之间必须放100×100木方格挡,且基础重心位置应处于运输车载重中心。

[0233] (5)运输前要求基础按照杆塔号统一编号,统一利用不干胶标签在预制基础侧面醒目处做标识。

[0234] (6)运输车根据基础类型设合理设置支撑点,且需有可靠的稳定基础措施,用钢丝带加紧固器绑牢,以防基础在运输时受损。

[0235] (7)车辆启动应慢、车速行驶均匀,严禁超速、猛拐和急刹车。

[0236] (8)为确保行车安全,应进行运输前的安全技术交底。

[0237] (9)运输路线:各路口节点处检查基础牢固情况,土路有专人随车监督检查,检察人员横向距离车身不得小于7米(装车后高度的1.2倍)并保持通讯畅通。

[0238] 6.2基础到场验收

[0239] 表14 预制基础验收项目

[0240]

序号	检查（检验）项目	性质	评定标准（允许偏差）	检查方式	检查人员
1	地脚螺栓规格、数量	主控	符合设计要求	卡尺、查记录	施工、监理
2	混凝土强度	主控	设计值：C35 不小于设计值	检查试块报告	施工、监理
3	底板断面尺寸（mm）	主控	设计值：2000*2000 -1%	盒尺	施工、监理
4	立柱断面尺寸（mm）	一般	设计值：600*600 -1%	盒尺	施工、监理

[0241] 表15 构件外观质量要求及检验方法表

[0242]

项 目		质量要求	检验方法
外形缺陷	清水表面	不应有	观察、用尺量测
	混水表面	不宜有	
外表缺陷	清水表面	不应有	观察、用百格网量测
	混水表面	不宜有	
外形沾污	清水表面	不应有	观察、用尺量测
	混水表面	不宜有	

[0243] 外形缺陷指构件端头不直、倾斜、缺棱掉角、飞边和凸肚疤瘤。外表缺陷指构件表面麻面、掉皮、起砂和漏抹。外表沾污指构件表面有油污或粘杂物。

[0244] 6.3预制基础就位安装

[0245] (1)吊车位于基础顺线路方向侧就位，距离基坑边缘4米布置。

[0246] (2)第一辆运输预制基础的10吨卡车(1车运两个基础A、B腿)进场，并于吊车作业幅度内就位，尽量减少吊车仰角及伸缩杆幅度。

[0247] (3)根据中心桩及中心线位置，安装两台激光定位仪，打开激光，本实施中利用两台激光定位仪每定位一个基础腿，需要移动定位仪，进行下一个基础腿的定位工作。

[0248] (4)在卡车上吊起预制基础A腿，缓慢进入基坑，在距基坑基面0.5米时安装就位人员进入基坑内，找准激光定位仪打出的激光交点对基础进行就位安装，A腿安装完毕，基坑内人员撤离基坑；然后按着同样方法进行B腿的安装；B腿安装完成，第一辆卡车离开现场，第二辆卡车进场，按同样的顺序安装C、D腿，预制基础就位安装完毕。

[0249] 如图7所示，图7中Z1至Z4为基础中心桩，用来确定定位仪的位置；Z5和Z6为横线路中心桩，用来确定横向中心线；E1和E3为竖线路中心桩，用来确定竖向中心线；D1和D2为定位仪。定位仪主构件为4个激光灯，该激光灯还可以称为激光标线仪。根据提前设置的基础中心桩和辅助桩，在相临边分别设置一台定位仪；打开激光灯后每台定位仪均发射4条垂直光线，每台定位仪发射的4条光线之间相互平行，两台定位仪发射的光线垂直相交得到16个交点，其中中间四个为地脚螺栓位置，外圈四个为立柱顶面4个顶点，都是中央正方形的顶点；在其他实施例中如果对精度要求不高，也可以只确定外侧4个交点(基础顶面交点)从而在安装时候定位粗调位置，如需微调，则需要用到内侧4个地脚螺栓位置。地脚螺栓用于连

接铁塔，因此其位置需要设置准确，在预制基础吊装下降至预设高度时，由于预制基础的重量以吨计，若调整一次到位的话，可能会使工作人员耗费很大力气。通过本申请设置的四个激光灯，可以下降至第一预设高度时先粗调，仅根据外侧4个交点确定基础顶面四个角的位置，然后当下降至第二预设高度时，再微调，仅根据内侧四个交点确定4个地脚螺栓位置。另外，若在粗调时，不考虑地脚螺栓在预制过程中的误差，那么此时地脚螺栓应该位于连接铁塔的合适位置；为防止地脚螺栓的位置在预制时出现偏差，粗调后可以根据内侧的交点调整基础的摆放从而直接对地脚螺栓进行微调，以使地脚螺栓的位置设置更加准确。

[0250] 每个定位仪有4个激光灯，4个激光灯发射的光线均为垂直线，且互相平行，其中中间两个为红色，两侧的两个为绿色，红色的激光灯发射的激光线与基础中心桩轴线的距离是地脚螺栓的轴线与基础中心桩轴线的距离；绿色的激光灯发射的激光线与基础中心桩轴线的距离表示的是立柱顶部的侧边与基础中心桩轴线的距离。四个激光灯分为：第一激光灯、第二激光灯、第三激光灯和第四激光灯，其中第一激光灯和第四激光灯发射的激光线颜色一致，如为绿色，其用于标定立柱顶部(或称基础顶板)的四个顶点位置。第二激光灯和第三激光灯发射的激光线颜色一致，如为红色，其用于标定四个地脚螺栓的位置。第二激光灯和第三激光灯在竖直方向交错设置，如此可以使两者发射出的激光线之间的距离可达到较小距离。

[0251] 步骤7，基础校验及回填

[0252] 7.1基础数据校验

[0253] 基础吊装完毕后，依据下表进行校验基础数据校验。

[0254] 表16 回填前数据校验标准

[0255]

序号	检查（检验）项目	性质	评定标准（允许偏差）			所用工具
1	整基基础中心位移(mm)	一般	横线路		30	钢尺、白线、经纬仪
			顺线路		30	钢尺、白线、经纬仪
2	整基基础扭转(′)	一般	一般塔		10	钢尺、白线、经纬仪
3	基础顶面或主角钢（钢管）操平印记间高差（mm）	一般	5			塔尺、经纬仪
4	基础根开及对角线尺寸b（mm）	一般	设计值	AB：3820 BC：3820 CD：3820 DA：3820 AC：5402 BD：5402		钢尺、白线、经纬仪
						钢尺、白线、经纬仪
			一般	螺栓式	±0.2%	钢尺、白线、经纬仪

[0256]

			塔			

[0257] 表中AB为基础A和基础B中心点之间的距离，基础A的中心点为图4中OA_1、OA_2、OA_3、OA_4所围成的方形的中心，其他三个基础的中心点以此类推；BC为基础B和基础C中心点之间的距离，CD为基础C和基础D中心点之间的距离，DA为基础D和基础A中心点之间的距离，AC为基础A和基础C的中心点距离，BD为基础B和基础D的中心点距离。通常铁塔有四个塔腿，每个

塔腿对应一个基础，每个基础上设置有四个地脚螺栓，用于固定塔腿。

[0258] 7.2回填

[0259] (1)基础效验后回填，在回填50％时再次效验跟开数据及防治扭转。

[0260] (2)基础回填要做到熟土再利用。基础坑回填应分层夯实，回填土方应均匀围绕基础墩回填，每回填300mm厚度夯实一次。坑口的地面上应筑防沉层，防沉层的上部边宽不得小于坑口边宽。其高度视土质夯实程度确定，基础验收时宜为300-500mm。经过沉降后应及时补填夯实。工程移交时坑口回填土不应低于地面。

[0261] (3)回填后，立即组织转序验收。

[0262] 步骤8，转序验收

[0263] 转序验收是一种在工序转换时，已完成阶段的实体质量验收的行为，验收合格方可进行下一工序，即由基础施工阶段转为组塔施工阶段所要进行的验收工作，考虑到基础实体不需要再进行养护了，铁塔已经在地面完成组装，直接可以整体立塔。

[0264] 步骤9，整体立塔

[0265] 铁塔塔头应距离吊车4米左右靠近吊车，塔脚侧应在吊车与塔头延伸向上，在塔头下横梁与曲臂连接板处设置四点吊车主钩吊装钢丝绳绑扎点，在距离塔脚4米及10米左右铁塔上面两侧主材设置四点吊车副钩钢丝绳绑扎点，吊车工作幅度12米，主臂29.7米，吊重4.8吨，先使用大小钩同时起吊铁塔，保证铁塔塔头与吊臂距离，起吊距地4米左右开始大钩逐步起吊，小吊钩起吊保证铁塔塔脚不与地面接触，直至铁塔整体起立达到45度以上开始大吊钩起吊，小吊钩松降，保证塔脚不与地面接触，直至铁塔直立，放松小吊钩，摘除小吊钩，全部起升小吊钩，拆除俩垂直面上下塔脚的加固装置，吊车大钩继续起吊铁塔缓慢移至基础地脚螺栓，安装地脚垫片及螺母，安装完毕打毛丝扣，1名高空作业人员登塔摘下绳套。

[0266] 本方法通过开展先地面组塔、后基础施工的施工流程，并修编完成“预制基础+整体立塔”的流水作业施工方案，据此指导现场开展“人员随机械流动、机械持续运转、工序紧密衔接”的流水作业模式，实现了“现场复测、分坑定位、施工平面设计、地面组塔、基坑开挖、预制基础运输与安装、接地安装、基础回填夯实、转序验收、整体立塔”等10个工序的紧密衔接，最大程度地提升了线路基础和铁组组立的整体施工效率，实现施工周期最短、可控，提高施工现场机械化程度、减小现场施工风险。

[0267] “预制基础安装+整体立塔”的流水作业工法，可大幅提升基础、组塔阶段的机械化施工率，提高整体施工效率3倍以上，减免杆塔组立过程中90％的高空作业，真正实现了线路工程的“全机械化施工”；既减少了人工成本的投入，也可将同一基铁塔的基础、组塔工序控制在青苗同一生长期内，较大程度上提升了线路工程建设的经济性。

[0268] 本方法是一种打破传统的创新工艺工法，一方面解决了混凝土冬季养护周期长、效果差的问题，另一方面克服了输电工程基础、组塔施工工期过长的难题，节约了施工成本，提高了工程质量。

[0269] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里记载的发明后，将容易想到本技术的其它实施方案。本申请旨在涵盖本技术的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本申请的一般性原理并包括本申请未记载的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容，必须要根据本申请的保护范围来确定技术性范围。

[0270] 应当理解的是,本申请并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本申请的范围仅由所附的代表保护范围的内容来限制。

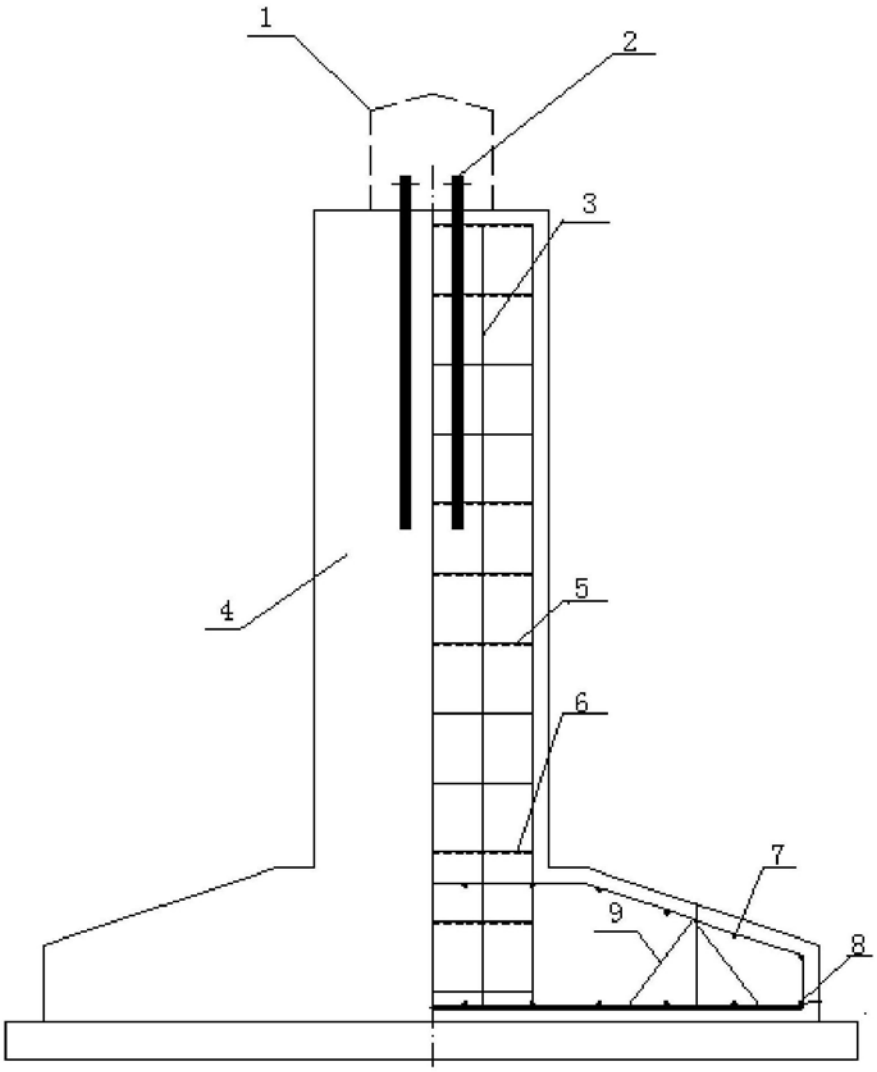


图1

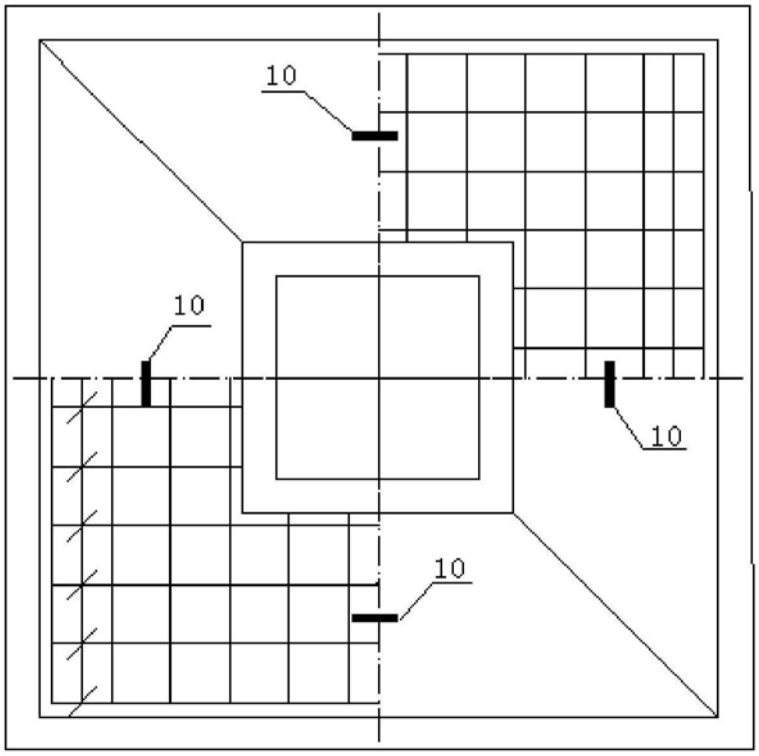


图2

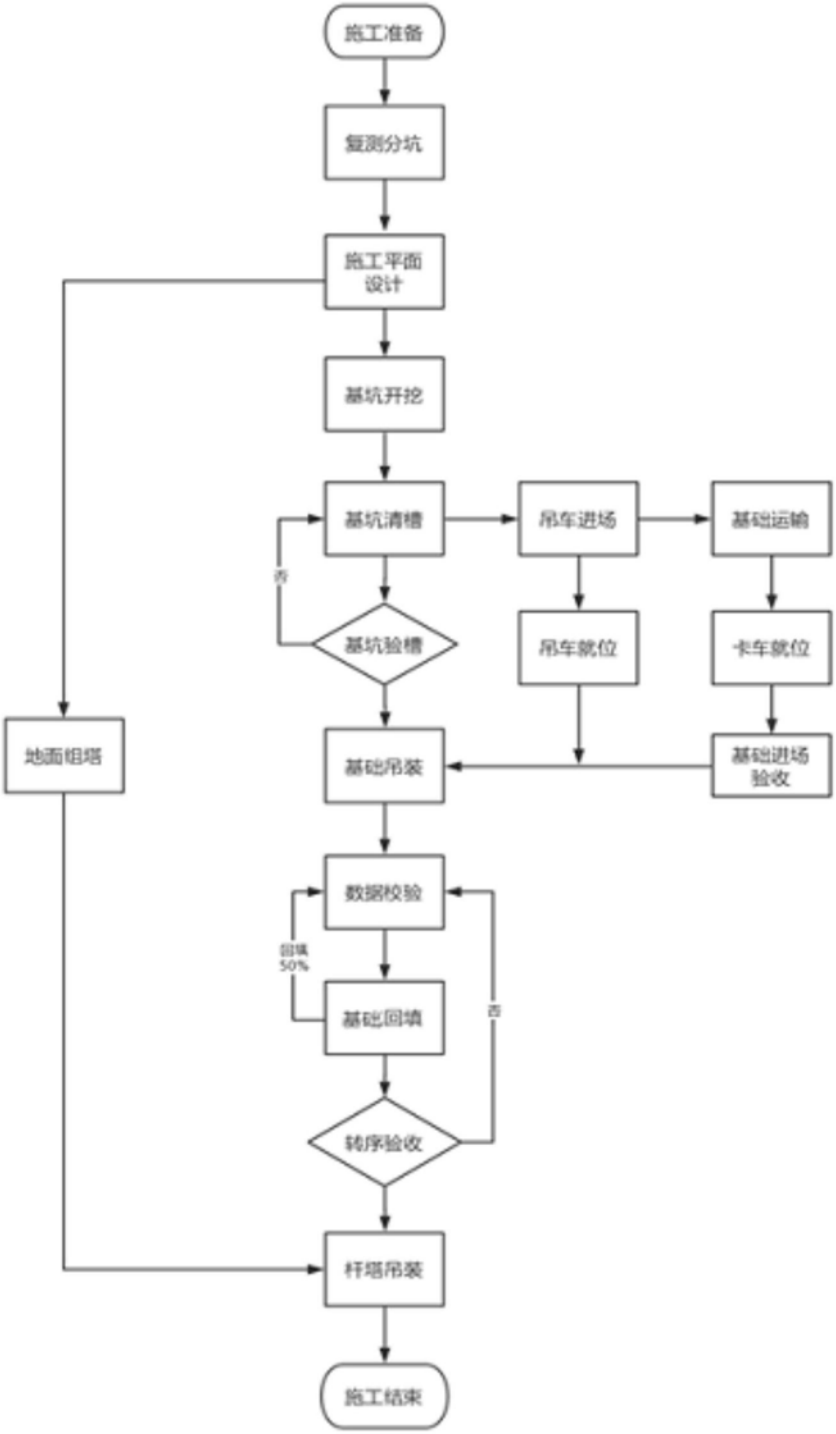

施工准备
复测分坑
施工平面设计
基坑开挖
基坑清槽
吊车进场
基础运输
否
基坑验槽
吊车就位
卡车就位
地面组塔
基础吊装
基础进场验收
数据校验
回填50%
基础回填
否
转序验收
杆塔吊装
施工结束

图3

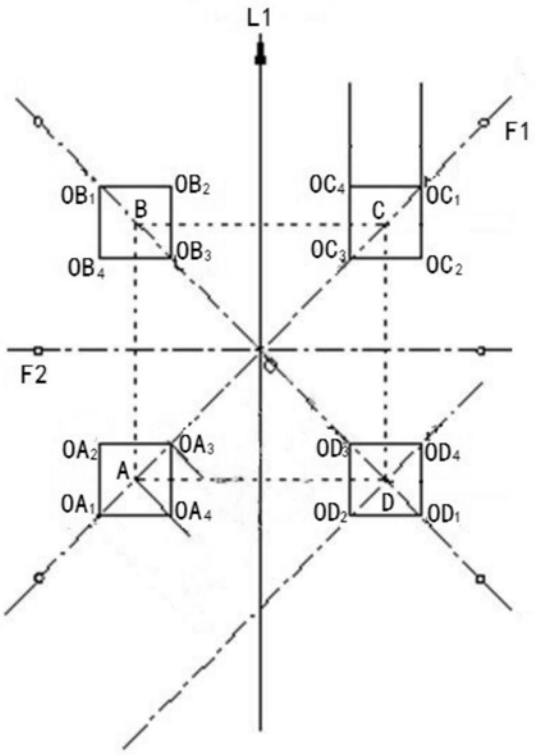

L1
F1
F2
OB1
OB2
OB3
OB4
B
OC4
OC1
OC3
OC2
C
OA2
OA3
OA1
OA4
A
OD3
OD4
OD2
OD1
D

图4

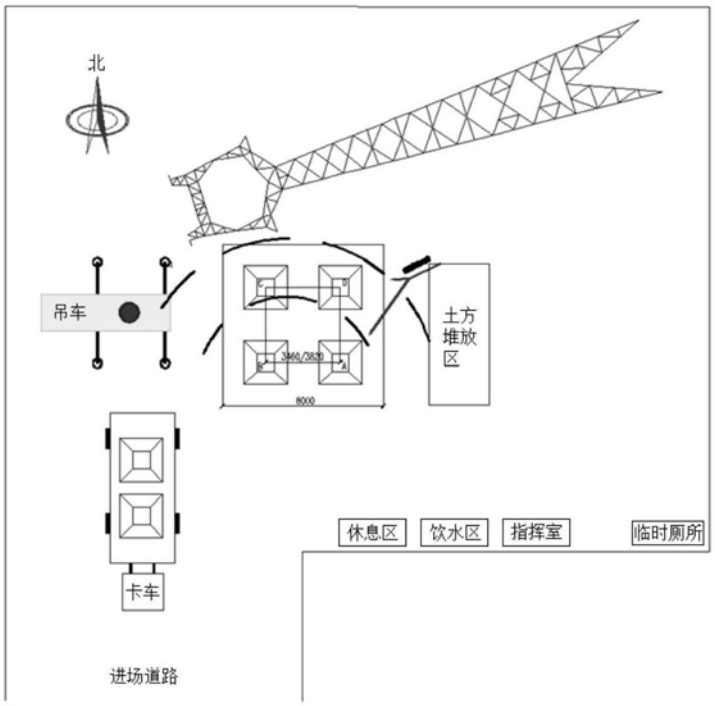

北
吊车
土方
堆放
区
休息区
饮水区
指挥室
临时厕所
卡车
进场道路

图5

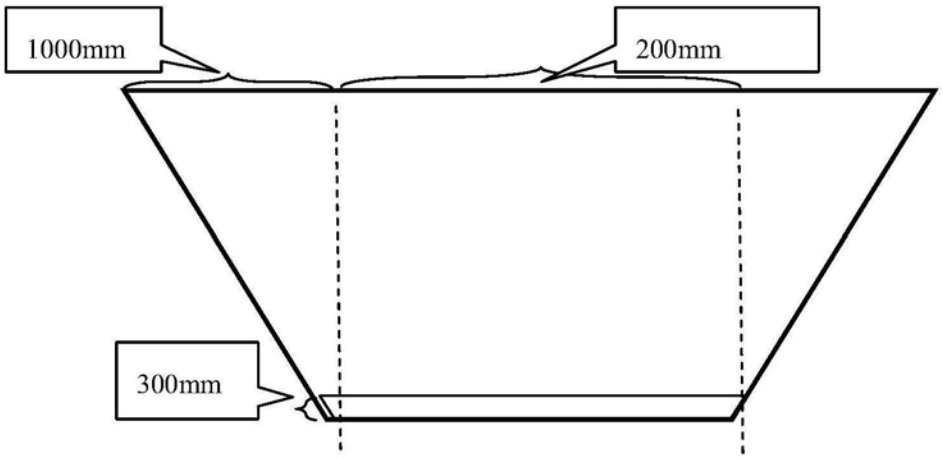


图6

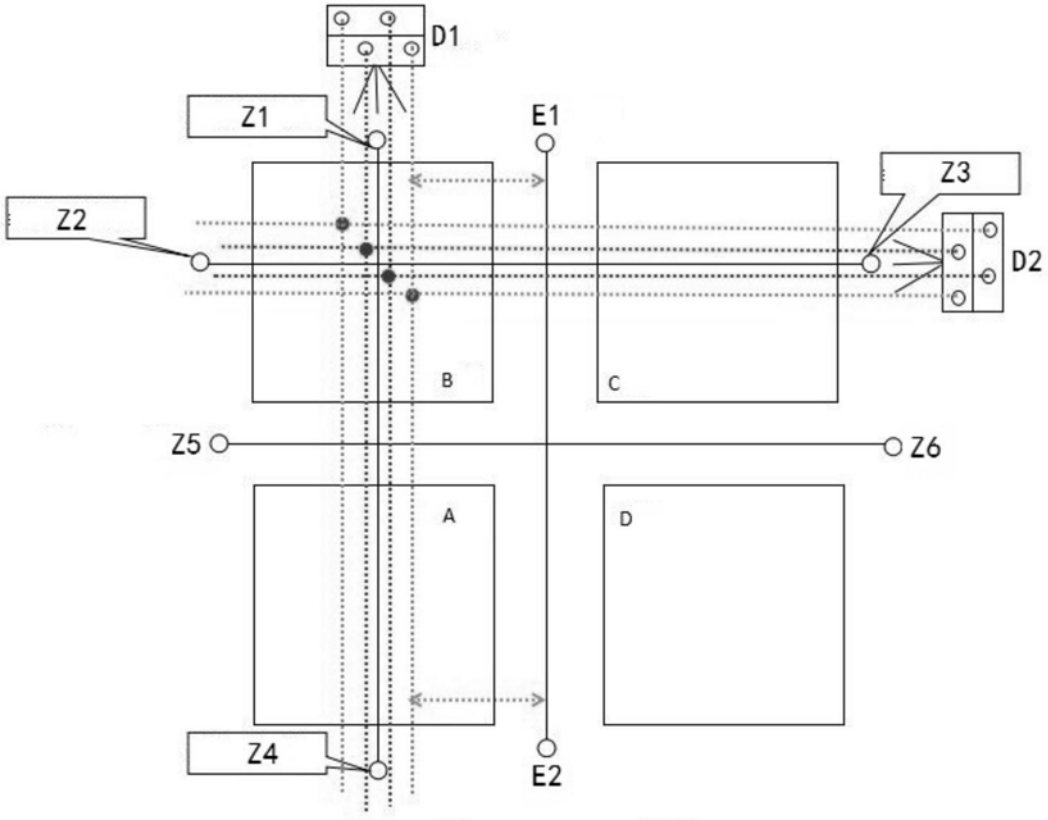


图7