

地源热泵地埋管系统存在问题及预防措施分析

杜玲玲

中国煤炭地质总局水文地质局

摘要:地源热泵系统以岩土体、地下水或地表水为低温热源,由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据地热能交换系统形式的不同,地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。在地源热泵地埋管系统施工过程中,存在很多的影响因素,任何一个环节没有对接到位,都容易导致地源热泵地埋管系统出现问题。针对地源热泵地埋管系统施工,需要从现实角度出发,合理协调施工流程,对于存在的问题采取合适的解决方法,确保地源热泵地埋管系统运行的稳定性。基于此,本文就对地源热泵地埋管系统存在的问题及预防措施等内容进行了详细概述。

关键词:地源热泵;地埋管;预防措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.03.161

在地源热泵地埋管施工中,涉及了两种施工方式,一是先做好基坑开挖工作,从垂直方向进行地埋管施工,然后转为水平管施工。二是先垂直地埋管施工,然后进行基坑开挖施工,最后进行水平管施工。不同的施工方式其优缺点不同,第一种施工方式需要耗费的时间比较长,基坑长期暴露,钻孔深度相对较短,不处理到位容易被破坏。第二种施工方式施工周期比较短,垂直钻孔深度比较长,但是基坑开挖垂直地埋管容易被破坏,大多数情况下采用的是先垂直地埋管施工,然后基坑开挖的施工方式。

一、地源热泵地埋管存在的问题分析

(一)前期施工准备阶段

在前期施工准备中,主要存在的问题包括:进场时使用的材料与设计文件和图纸规定的(管径、壁厚、承压能力、材料等)不符;材料进场后不入库,随意堆放,裸露在外曝晒;管材有刮痕;采用生产周期过长的管材、管件;进入现场后,现场环境不符合施工要求,杂草丛生、杂物众多、场地不平、无临时水力发电等。

(二)竖直地埋管孔井位偏差问题

在竖孔井放线定位之前,专业技术人员和定位放线人员不熟悉或不了解现场环境,导致定位放线偏差。放线工作人员的责任心不强,在放线、定位、测量时,不按定位座标的尺寸来进行放线,而是一次接一次地进行定位放线,造成后续的井位偏差。由于热交换器竖直地埋管点位图与建筑地基的支座存在冲突,钻探作业人员为了方便,随意变换位置,导致井位偏移。

(三)竖直地埋管孔径问题

在施工过程中,换热器竖井孔径尺寸是最重要的,如果孔径太小,不仅会影响到换热器的垂直下管,造成换热器被破坏或者无法下管,即使对换热器下管没有任

何的影响,也会造成竖井充填时的灌浆不密实,造成井眼涌水、涌砂等问题。孔径大小受地层条件、孔径及孔深等因素的制约,未选用合适的钻具机械及施工技术。在钻孔机钻孔时,因为地层的地质条件不同,所以在垂直钻井的时候,如果出现了容易坍塌的地层,则需要根据实际的崩塌程度,对泥浆的黏稠度和密度都适当增加一些。垂直钻孔和清孔结束后,因材料缺少而来不及下管,造成孔径的缩小。

(四)竖直地埋管孔垂直度存在问题

换热器竖井垂直度对埋地换热器下管的成功有很大的关系,尤其是当其倾角大于极限值时,会对周围已埋设好的埋地换热器造成威胁,使得管线损坏并被报废。从而导致空调制冷、制热能效下降。选用的钻井设备装配的钻杆数量少,造成钻孔深度不够。钻孔结束后,尽管钻孔深度已满足设计,但由于施工工人未按规范进行清孔,造成泥浆和碎石沉淀在井内,造成井孔深度不足。钻孔过程中,因地层情况的影响,注浆浓度、黏度比例不合理,导致钻孔孔壁坍塌,使得钻孔深度不够。由于自身埋地换热器管道的长度不足或下部管道未达到设计标高,造成钻孔深度不足。

(五)竖直地埋管回填问题

换热器竖井孔的回填料,主要位于换热器管与钻孔井壁之间,起到对岩土和换热器的传热作用,阻止井筒中的水流从竖井中喷出,地面的水流经竖井向下进入迪内,而回填料的传热率对换热孔内部的热阻因数有很大的作用。所以,对换热孔回填进行质量控制具有十分关键的作用。换热孔回填中的问题有:回填泥浆原材料选用不合格的物料,例如使用不合格的水泥、膨润土、海砂等;注浆混凝土的配比与导热系数未按照当地土质的导热系数来确定配合比例,也不按混凝土比例进行充填

(黄沙:膨润土:水泥);由于水泥砂浆没有进行配比和试验,单凭以往的施工经验,用水泥作为回填材料,造成了回填导热系数达不到设计要求;由于热交换器竖井孔灌浆不紧密或不连续,造成竖井孔管内漏水,使得导热系数不合格;注浆设备类型不匹配或未满足设计标准,也会造成导热系数不达标。

(六) 竖直埋管换热器问题

竖直埋管换热器和管件都是埋入到土层之中的,由于土里的有机物比较多,随着时间的推移,竖直埋管换热器和管件会逐渐被侵蚀,所以,为了让竖直埋管换热器和管件的寿命变得 longer。我们要选择耐腐蚀、稳定性好的材料。在换热器中,一般采用洁净的水作换热介质,因此,其换热管道必须具有一定的压力强度和刚度。竖直埋管换热器一般有下列问题:竖直埋管换热器的型号未达到设计和技术标准,壁厚偏薄,耐压强度不足,耐腐蚀性差;竖直埋管换热器的弯管未使用U形弯头,采用直段管道焊制而成,并将管子通过接头进行连接;在热焊接过程中,因加热时间过短或插入不到位或使用电熔焊接因电压调节过小或时间不精确等原因造成焊接质量不达标;换热器管没有进行强度和压力测试,或者没有按照规定的保压条件下管作业,造成了竖井或其他外部力量引起的换热器管管壁变形;在下管时,因工作人员的不正确操作,造成了换热器U形管内的热效应加剧。

(七) 环路集管安装问题

环路集管的作用是将竖直换热器管按照不同区域集中在一根管道上,再沿水平方向延伸至建筑基坑的外侧,引致导流观窗孔中的分集器上,从而构成一条循环回路。环路集管中出现的问题主要是:由于开凿时没有考虑到地下水的深浅及地表土壤的特性,从而造成了沟槽内的崩塌;在埋设管道时,管道与槽底之间的细砂较多或没有铺设好,造成热量损失;供水及回水环路的换热管环与水力不均衡是造成水压失衡的主要原因。供水、回水两个环路的集管之间设置间隔较短,导致回水管与供水管之间热量传递增加;由于环路集水管与管件连接的型号不同,造成管道的抗压能力下降;在回填管中,使用含碎石、碎屑的土进行回填会造成集水管断裂、损坏等。

二、地源热泵埋管的预防措施分析

(一) 做好施工前准备工作

在施工之前,要及时安排施工人员尽快熟悉施工图纸,了解施工场地的状况,做好安全技术交底工作。竖

直埋管井定位放线之前,必须与桩基的平面图进行核对,以确定与桩基的平面图之间是否存在冲突,并对施工图纸进行调整,由原来的设计单位进行验证。利用GPS及水准仪进行测量放线,并在竖直埋管上做好明显的标记。

(二) 优选钻孔设备和施工工艺

竖直埋管钻探施工根据地层条件、孔径、孔深等因素,选用合适的钻孔机械及施工技术。针对工程施工实际情况,利用“正循环”钻孔方式进行地源热泵垂直钻孔施工。在钻探设备进入工地之前,需要对工地进行平整处理,并确保钻探机械设备的摆放位置平稳。在进行钻探施工时,要注意以下几点:在管孔冲洗的时候,最好是用泥浆来钻进,在垂直孔钻孔的时候,缓慢的按压和旋转,并且要控制好泵的流量,直到垂直钻机孔进入到正常的工作模式,然后缓慢地增加钻头的速度和钻头的压力。在正常情况下,要对钻孔机的钻进速度和钻进工艺进行合理的调整,并对排渣进行质量控制。在操作时,必须严格控制吊车的钢丝绳套和水龙带的松紧度,以免摇摆不定对打孔的质量造成不利影响。在钻孔机钻孔时,因为地层的地质条件不同,所以在垂直井钻进时,如果出现容易坍塌的地层,则需要用水泥来增加黏稠度,以避免出现坍塌。在安装钻杆的时候,要将钻孔的钻头提升到最大,至少要保持20厘米的间距,等泥浆循环3分钟之后,将接头从钻头上取下,再将其与另一根钻杆连接在一起。在施工时,若钻孔机在钻进时出现异常状况,要立即通知工地工人停止钻孔机械并立刻派人找出事故的原因,发现问题后要立即解决,处理完毕后再进行钻进。在钻孔机的钻孔深度到达预定高度后,用绳索对其进行测量,确定其深度是否符合设计要求,垂直孔的深度要大于埋地换热管的实际深度,保证垂直换热管埋管在下管时能够满足设计要求。竖直埋管孔之间的距离比较短,而且深度也比较大。所以,竖直埋管孔钻机在进行施工时,必须在场地和方位上进行适当的布局,通常从环路集水管到窗井口的方向进行施工。竖直埋管的钻孔坡角要控制在1.5%以下,钻机保持一定的垂直性,确保在不会对周围埋管换热器产生干扰的情况下,保证其管孔倾斜率。

(三) 竖直埋管换热器下管及回填

竖直埋管换热器埋管进场后,在下管之前应进行竖直埋管换热器埋管水压测试。通过测试,根据设计和技术要求,将管内的压力降到某一特定的压力范围。保压时间应保证到下管结束,并完成环路集水管沟槽的挖掘,

其主要目的是检查管道在使用过程中有无破损,在下管时,压强降低表明管道已经受损,反之则说明管道正常。此外,还可以避免由于竖井井壁或其他压力的作用而使换热管的管壁发生扭曲。下管之前,先在钻杆端头上装一个反卡器,然后把U形弯头卡在反夹器上,用钻杆把换热器埋管缓慢的推进到垂直孔中。在下管时要控制好管道的下管速率,不要太快,也不要太慢,在安装时要注意不能让一个方位的钻杆转动,避免换热器U形分支管扭曲,造成两支管之间的热影响。在垂直埋管下到预埋深度后,缓慢地将钻杆抽出,拔出速度不能过快,然后进行灌浆和回填。回填浆料的配合比导热系数要依据当地土质的导热系数来做配合比试验。回填浆料测试的导热系数应高于原始岩层的综合导热系数。为了保证埋地换热器在井孔中的灌浆能够达到致密性和持续性,采用注浆泵空心钻杆将搅拌好的灌浆材料注进井中,从而保证灌浆质量和注浆管道的长度。当泥浆从地表喷出后,方能暂停钻孔的灌浆,然后将灌浆管拔出来,并固定好管口的位置。灌浆完毕后,垂直埋管的保压时间为1小时以上。为了避免由于灌浆造成垂直埋管的上浮,采用分段注浆法。第一次注浆是在换热器U形管底部,在0.5H的范围内进行二次注浆,在灌注完毕后,再由人工将黄砂填充到孔口进行封堵。

(四) 环路集水管与沟槽回填

在沟槽开挖之前,要考虑到地下水位及地表土壤的特性,制定相应的沟槽开挖计划。水平环路集管管沟挖到沟槽底部时,要留出一段较厚的土层,在铺设管道之前,按照设计的高度,用人工挖出一段距离,并采取相应的防护措施,以避免对垂直埋管头造成损坏。在铺设管道之前,一定要将沟底的细砂填埋并夯实,并确保其厚度,供水水平环路和回水水平环路集管与垂直埋地埋管环路的数量要相同,以保证水压的均衡;供水和回水两个环路集管段设置间隔较短,从而使两个管道内的热传递增大。管材与管件的级别、牌号应相等,管道的热熔承接深度应符合厂商技术规范的标准,并确保承接处的端口缘环要平整。管沟内的回填采用无砖块、无杂物的原土,并按一定的层状,分层压实到设计高度。

(五) 埋管水压试验与清洗

地源热泵埋管的水压试验通常分为四个阶段,第一次试验是在垂直埋管插入井孔之前进行。第二次试验是在各区域的横向环形管道与各区域的垂直埋管连接完毕后,进行二次水压测试,在测试期间,应认真检查各节点是否漏水,如果没有漏水,再进行土方回

填。第三次试验是在所有的环路集热器和各个分区的集热器连接完毕后,进行第三次水压测试,通过后再进行土方回填,在所有的地源热泵埋管换热系统安装完毕后,所有管道都清洗完毕后进行,然后进行地源热泵埋管换热系统的第四次水压测试。第一次测试的压力不小于10kg,稳定的压力不低于15min,稳定的压力下降不超过测试压力的30%。第二、三、四次试验的压力均应在3kg以上,第二次试验的压力稳定期不宜少于0.5h,稳定压差不能超过30%,第三次试验的压力稳定时间不能低于120min,如果没有漏水的情况下,则表示合格。稳定压差不超过测试压差30%,不渗漏即为合格。每个区域管道在经过分段试压后,需要对地源热泵的整个换热系统进行清洗和杀菌,并用干净的水清洗。冲刷速度不得低于1.0m/s,冲净后的水必须与进水洁净度保持一致。

结语

地源热泵埋管施工属于隐蔽性工程,具有一定的显性特点,比如一次性施工,不可逆行等。也正是如此,在具有施工过程中,要严格把控各个环节的施工质量,从现实角度出发,分析地源热泵埋管存在的问题,做好各个方面的协调工作,针对问题原因采取针对性的预防措施,使地源热泵埋管换热器性能能够稳定发展,减少出现问题的概率。

参考文献

- [1] 苟建军,王安宇,李碧玉.关于地源热泵埋管施工存在的问题与解决对策[J].建筑热能通风空调,2018(26):54.
- [2] 张天爱,刘光辉,张近东.地源热泵埋管施工存在的问题与解决对策分析[J].现代科技,2018(1):28.
- [3] 盛夏,天子,王天刚.关于地源热泵埋管施工存在的问题与解决对策探讨[J].中国科学院大学,2017(27):12.
- [4] 易启明,赵东海,张茵.关于地源热泵埋管施工存在的问题与解决对策分析[J].价值工程,2018(12).
- [5] 刘晓丽,王伟宇,田艳梅.地源热泵埋管施工存在的问题与解决对策[J].安徽农业大学,2019(15).
- [6] 蒋德忠,天子,孙兰俊.关于地源热泵埋管施工存在的问题与解决对策[J].建筑科学,2018(27).