

# 上海地区某地源热泵项目管道穿底板防水套管应用研究

寇利

(上海市地矿工程勘察院, 上海 200072)

**摘要:** 目前上海地区采用地源热泵空调系统的建筑越来越多, 而在高度密集建筑物中采用此空调系统, 一般需要 PE 管道穿越地下室大底板进入室内机房。本文结合某实际地源热泵空调系统, 就 PE 管道穿越地下室底板防水套管的设计和施工进行了分析和探讨, 为上海地区同类项目的实施提供一定的技术支持。

**关键词:** 地源热泵; 地下结构; 防水套管

中图分类号: TU831.4

文献标识码: B

文章编号: 1006-8449(2011)04-0078-03

## 0 引言

地源热泵空调系统地埋管换热器一般埋设在建筑物的周边绿地、停车场下, 不占有地面空间。但是对于上海市中心城区内的项目, 由于土地资源紧张而没有足够的场地埋设土壤换热器, 往往需要地埋管换热器穿越侧墙或者底板后连接进机房。而当管道需穿越大底板时, 将面临 PE 管道穿越底板防水问题。

## 1 研究现状

底板防水在建筑工程中历来是个关键环节, 通常采用柔性和刚性两道防水层做法。目前图集和规范中均有穿外墙防水套管做法, 这两种防水都是考虑刚性管道穿墙的防水, 与非金属管道穿底板防水技术要求是不同的。此种做法的工程在国内其它推广地源热泵技术较早的省市有极个别案例, 河南地区的刘磊结合某通信局地源热泵项目, 从结构设计和施工对地源热泵管道地下结构施工进行了分析, 强调该工艺要求多, 需结构施工和地源热泵施工 2 个工种的较好结合<sup>[1]</sup>; 北京地区的蔡晓鸿主要就防水材料的选择和施工方法进行了深入研究, 为地源热泵管道穿越底板防水探索了新经验<sup>[2]</sup>。但由于各地区地质条件的差异较大(需处理的基坑降水等问题不同)及工程经验还较少, 有必要针对上海地区的地层条件, 研究适用于上海工程项目的防水套管。

## 2 研究内容

### 2.1 目的任务

上海地区的地下水水位较高, 地下室底板一般作为防水板使用。而地埋管穿越地下室底板, 破坏了底板的防水层, 在此形成了防水断层, 因此地埋管穿越地下室底板要保证防水工程有效, 必须采用严密的防水套管设计。本次研究的目的是即针对 PE 管穿越底板防水套管的防水技术开展, 提供一种止水效果好的非金属管穿底板防水套管, 使得地源热泵技术在此类工程中的应用不受限制。

### 2.2 防水套管设计

通过深入研究目前防水工艺、规范, 结合施工中的相关经验制作多个方案, 通过多个实物模型承压能力对比分析等多种途径, 终于制定了一套切实可行的方案。

设计采用了柔性和刚性相结合的防水做法<sup>[3,4]</sup>。如图 1 所示, 一种非金属管穿底板防水套管, 包括穿底板非金属管 1、法

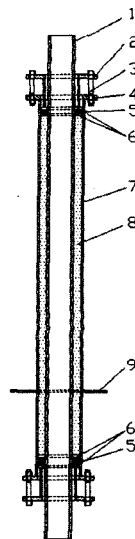


图 1 非金属管穿底板防水套管构造示意图

兰组件、止水橡胶 5、钢管 7、止水翼环 9、膨胀水泥 8, 所述的法兰组件设在穿底板钢管 7 两端, 膨胀水泥 8 包在两个法兰组件之间的穿底板非金属管 1 侧表面与钢管 7 内侧表面上, 膨胀水泥 8 两端设有止水橡胶 5, 钢管 7 包在膨胀水泥 8 侧表面上, 止水翼环 9 套在钢管 7 上, 法兰组件包括法兰 4、法兰压盖 2、螺栓 3, 法兰压盖 2 通过螺栓 3 与法兰 4 固定连接, 法兰 4 焊接在钢管 7, 止水翼环 9 焊接在钢管 7 的侧表面上, 止水橡胶 5 两端设有平垫 6。

### 2.3 试验过程

与现有技术相比, 本次研究发明的防水套管止水效果好, 首次使用在非金属管穿底板上, 并且效果显著。防水套管加工现场如图 2 所示。

防水套管试压试验现场如图 3 所示。第一次试压试验从 2010 年 8 月 5 日 13:05 开始, PE 管与套管之间无填充物, 试验压力 1.0MPa, 10min 后压力降到 0.1MPa, 出现异常情况, 将安装好的钢管管套打开查找原因, 发现里面的 PE 管道出现严重变形现象, 说明用法兰固定套管时, 各位置的螺栓拧紧过程中受力严重不平衡, 这就要求加工过程中对操作工人要严格要求。

第二次试压试验从 8 月 8 日 14:10~16:30, 试验压力采用 0.8MPa, 140min 后降到 0.78MPa, 根据规范要求压力降小于 3%, 试压成功。后又分别进行 0.6 MPa 试压压力 3 次, 最长稳压时间达到 17h, 压力降为 0.01 MPa, 符合规范要求, 试验合格。

经过一个月的反复试压试验, 套管没有再发现渗漏现象, 试压成功。现场防水套管压力试验记录数据详见表 1。

表 1 现场防水套管压力试验记录表

工作工序		防水套管压力试验					结果	备注
开始时间	开始压力 MPa	结束时间	结束压力 MPa	持续时间 min	降压 MPa			
2010-08-05/13:05	1	13:15	0.1	10	0.9	失败	因 PE 管变形	
2010-08-08/14:10	0.8	16:30	0.78	140	0.02	合格	填充膨胀水泥	
2010-09-05/15:05	0.6	16:15	0.59	70	0.01	合格	填充膨胀水泥	
2010-11-26/15:20	0.6	11.27/9:10	0.59	1070	0.01	合格	填充膨胀水泥	
2010-11-27/10:00	0.6	11.27/16:00	0.59	360	0.01	合格	填充膨胀水泥	

注: 工作介质: 水

### 3 主要成果

通过本次研究, 发明了一种止水效果较好的非金属管道穿底板防水套管, 为上海地区在埋管区域受限的建筑物下方应用地源热泵空调系统的应用提供了技术支持。并于 2010 年 12 月 29 日提交申请了《一种非金属管穿底板防水套管》国家发明专利技术(专利号: 201010619158.9)。

### 4 工程案例

采用本研究中的发明专利, 设计实施了上海地区第一个埋设于建筑物基础深达 22m 下的大型、高档商业地源热泵工程。

#### 4.1 工程概况

上海某国际金融广场, 总占地面积约为 13 856m<sup>2</sup>, 总建筑面积约 115 000m<sup>2</sup>。其中商业辅楼和商业建筑空调系统采用地埋管换热器热泵空调系统, 商业辅楼建筑面积 6532.1m<sup>2</sup>, 商业建筑面积 5529m<sup>2</sup>, 共计 12 061.1m<sup>2</sup>。

#### 4.2 空调系统概述

系统设计充分考虑初投资和运行费用, 采用地源热泵空调系统, 由于地处上海市核心地带, 没有场地, 因此将土壤换热器设置在四层车库底板下, 共计 360



图 2 防水套管加工现场

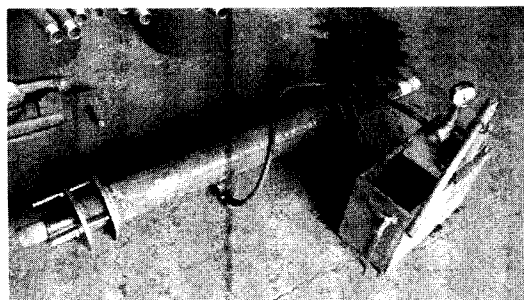


图 3 防水套管试压试验现场

组单 U 换热管,埋深 100m。车库地下四层底板标高 -22m,共有 86 个管道穿底板。四层地下室结构现场施工图如图 4 所示。

本项目埋管的数量大,分布范围广,按照相对集中的原则,将整个土壤换热器分为 6 个区域,大约每



图 4 四层地下室结构现场施工图

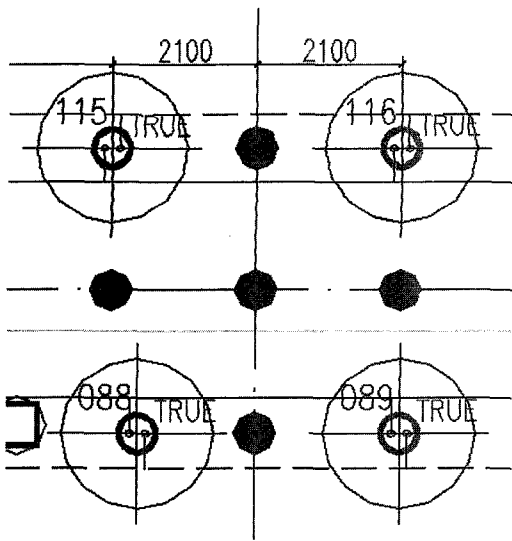


图 5 部分埋管与桩基平面布置图

10 个左右的垂直换热孔设置为一个换热循环单元,供、回水分别集中到单独的分、集水器上。水平联络管采用 De63、De75PE 管,整个土壤换热器系统按同程方式连接,确保各换热孔内循环液的流量、流速一致,为系统的安全运行提供可靠的保障。部分埋管与桩基平面布置如图 5 所示。

本项目采用埋管穿底板防水套管技术,水平管道穿出底板采用 DN108mm 的钢管做防水套管。在 DN108mm 的钢管外侧用 5mm 厚的钢板止水环,高度在一端 200mm 处,另外在 DN108mm 的钢管内做 2 道橡胶防水圈并用膨胀水泥填充。此做法对柔性防水套管做了改进,采用上、下 2 道压环,确保地下水不会通过管道和套管内壁渗入地下室。

目前该项目已顺利完成了埋管换热器部分的施工,并进行了调试,冷却水循环系统运行状况良好。

## 5 结语

通过研究,发明了一种非金属穿底板防水套管技术,同时该项研究及项目中的实施应用使我们积累了管道穿底板防水技术方面的经验,这对上海地区类似项目的实施提供一定的技术支持,同时也将对上海地区地源热泵工程在土地资源紧张的市中心实施和推广起到促进作用。

### 参考文献:

- [1] 刘磊. 1007-3043(2011)02-0074-03,地源热泵空调系统地下结构处理措施[Z]. 2011.
- [2] 蔡晓鸿. 超限结构地下防水施工技术[J]. 建筑施工, 2007, 29(1).
- [3] 01R409, 管道穿墙、屋面防水套管[S]. 中国建筑标准设计研究所.
- [4] GB 50108-2008, 地下工程防水技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

收稿日期: 2011-05-01

修回日期: 2011-07-20

# Pipeline Through Application of Waterproof Casing Bottom of a Ground Source Heat Pump Project in Shanghai

KOU Li

(Shanghai Institute of Geological Engineering Exploration, Shanghai 200072, China)

**Abstract:** Currently more and more building using ground-source heat pump system in Shanghai, but generally require a large ground floor through the PE pipe into the air-conditioned room in the highly intensive building. This paper combing of a real ground source heat pump system, analysed the technology to provide some technical support. for the implementation of similar projects in Shanghai.

**Key words:** ground source heat pump; underground structures; waterproof casing

作者简介: 寇利(1984-),女,硕士,所长助理,地源热泵空调系统设计。