

# 地源热泵空调方案及投资预算

山东XX空调设备有限公司  
区

# 总 目 录

一、	地源热泵空调设计依据	4
二、	地源热泵空调系统原理	11
三、	地源热泵空调设计方案	15
四、	地源热泵空调设备选型	20
五、	地源热泵空调工程造价	21
六、	运行费用测算	28
七、	XX地埋管专用地源热泵性能特点	29
八、	地源热泵空调系统施工要点	31
九、	售后服务保证	44
十、	XX空调公司简介	45
附件：	公司资质证明文件	
	企业法人营业执照	
	质量管理体系认证	
	环境体系认证	
	质量信誉证书	
	专利认证证书	
	国家级重点新产品证书	
	部分用户名录	

# 一、地源热泵空调设计依据

## 1.1 国家有关设计规范

《水源热泵机组》	GB/T19409—2003
《采暖通风与空气调节设计规范》	GB50019-2003
《采暖与卫生工程施工及验收规范》	GBJ242—82
《城市热力管网设计规范》	GJJ34—90
《通风与空调工程施工及验收规范》	GBJ243—82
《制冷设备安装工程施工及验收规范》	GBJ66—84
《空气调节系统经济运行》	GB/T17981-2000
《地源热泵系统工程技术规范》	GB/T50366-2005

## 1.2 供热设计参数

夏季空调室外计算干球温度	33.2℃
夏季空调室外计算湿球温度	20.4℃
冬季空调室外计算干球温度	-13℃
冬季空调室外最低日平均温度	-15.8℃
冬季室外平均风速	0.5m/s
冬季室外主导风向	NW
冬季最大冻土深度	79 cm

## 1.3 工程概况

本工程位于廊坊市，为豪华型、绿色环保生态别墅，其中样板间为364 56.39平方米，其中地上7879.79平方米，地下192.60平方米。主要功能是住宅、休闲与一体的综合性高档别墅。廊坊隶属于北温带大陆性季风气候

，其气候特征为：冬季寒冷干燥，夏季湿热多雨，四季冷暖比较分明，冬夏两季长，春秋季短，年平均气温在11.4-12.9度，水平面上年太阳能总辐射量达4876MJ/m<sup>2</sup>，年日照时数在2470.9-2912.9h。从地质角度，廊坊平原区第四系地层埋深在400米左右，地层岩性都以黏土、粉质黏土、淤泥黏土为主，恒温层土壤温度在14-15度左右，无论土质和温度都非常适合建设土壤源热泵系统。

根据贵方提供图纸和设计数据，负荷值为：

冬季热负荷： 95KW

夏季冷负荷： 99KW

根据以上要求，具体结合我公司的产品型号及特点，本着节约、高效的原则，选用我公司生产的*XX牌地源热泵机组SM-50WD*一台。

#### 1.4地源侧负荷计算：

##### 1) 室外土壤设计参数（地埋设计）：

T<sub>a</sub>— 地下平均温度，廊坊地区约为13.5℃

T<sub>max</sub>— 地埋管出水设计最高温度20℃，运行温度35℃

T<sub>min</sub>— 地埋管出水（热泵进水）设计最低温度7℃，运行温度9℃

##### 2) 热泵机组工况设计参数：

夏季空调供、回水温度7℃~12℃，地源水供水温度25℃，冬季空调供、回水温度为45℃~40℃，地源水供水温度9℃。

##### 3) 全年吸、散热量分析：

$$Q_1' = Q_1 + N_1$$

$$Q_2' = Q_2 - N_2$$

$Q_1'$  - -夏季向土壤排放的热量, kw

$Q_1$ - -夏季设计总冷负荷, kw

$Q_2'$  - -冬季从土壤吸收的热量, kw

$Q_2$ - -冬季设计总热负荷, kw

$N_1$ - -制冷时输入功率, kw

$N_2$ - - 制热时机组输入功率, kw

$Q_1' = 51 + 9 = 60$  kw

$Q_2' = 46 - 11 = 35$  kw

本系统夏季运行时, 控制地下换热器系统的水温差为4℃; 冬季运行时, 水温差为3℃。

## 1.5地下换热系统设计:

地下换热垂直埋管计算书

基本参数: 空调负荷 $Q_t = 51$ kw 供暖负荷 $Q_h = 35$ kw

供暖最大吸热量: 运行90天, 每天10小时, 负荷系数0.6 33600kw

空调最大排热量: 运行120天, 每天10小时, 负荷系数0.8 32400kw

地下埋管布置: 采用双U型管道, 水管并联连接, 有利降低管道热阻, 现场施工方便。

管道尺寸参数: 外径 $D_w = 26.67$  内径 $D_n = 21.28$  SOR 11

壁厚  $\delta = 2.42$

## 1.6地下换热垂直埋管计算书

地源热泵地下换热垂直埋管计算书				
基本参数				
Qh	供暖负荷 (KW)	35		
Qc	空调负荷 (KW)	51		
	供暖最大吸热量 (KW)	33600		
	空调最大排热量 (KW)	32400		
地下埋管布置				
采用双U型管道，小管并联连接。有利于降低管道热阻，现场施工方便				
管道尺寸参数				
Do	外径 (mm)	21.67	3/4"	(i)
Di	内径 (mm)	20.8		
SDR		11		
$\delta$	壁厚 (mm)	2.42		
当地土壤表观热物性				
k	导热系数 (W/mK)	1.275		
$\rho$	比重 (kg/m <sup>3</sup> )	2000		
Cp	比热容 (KJ/kg/K)	2.9		
各层土质的物性参数如下				
	土质	热导率	密度 kg/m <sup>3</sup>	比热容KJ/kg/K
	粉质粘土	0.91	1800	2.9
	粘土	1.11	2250	2.9
	淤泥	1.67	-	2.9
	中砂	1.34	-	-
	沙砾	2.303	-	-
	粗砂	3.135	-	-
根据上表3可知，本工程所在地岩层分布较为简单，土壤中有粉质粘土、粘土、粉砂。并有多层分布。粉质粘土、淤泥、沙砾和粘土的4种物性参数能从资料中查出，并且这4种土质在所有的岩层分布中的总厚度最大，故本工程现只对4种土质热导率进行加权处理，再考虑				

	对含水层影响的修正，加权处理后土壤导热率为			
K	导热率 (W/m/K)	1.275		
	用加权处理后的土壤热导率代替等效岩层的热导率，用粘土的密度和比热容代替等效岩层的密度和比热容（各种土质的特性参数见表2）。			
	等效原因是：1）考虑到粘土、淤泥、粉质粘土层的厚度比较大，分布比较均匀；2）粘土、淤泥的密度比其它大，更具有代表性；3）考虑到其它岩层的热导率都比较大，但其厚度又比较小，所以取值比粘土要大；4）由于地下2M以下为多层含水层、影响土壤的热导率，加权以后的值大，可以考虑为对热导率的修正。			
	等效岩土物性参数：热导率为1.84 W/（m.K），密度为2250kg/m <sup>3</sup> ，比热容为14.654kj/（kg.k）.			
	埋管间距计算			
	根据上述土壤表观热物性，当地的土壤热扩散距离为			
	$X = \sqrt{k \cdot t / \rho C_p}$			
	其中取时间t为120天及空调时间			
x		1.51		
2x	最小埋管孔间距为	3.02		
	实际设计中取间距为4米			
	回填物热物性			
	回填材料	KgW/（m.k）		
	细砂和饱和粘土	2.4		
	膨润土-砂浆	2.91		
	重砂浆	3.33		
	本区域岩层为粉质粘土、粘土、粉砂、淤泥、沙砾石，湿度以湿、饱和为主，回填物选用膨胀水泥+粘土，属于重饱和潮湿性土壤。等效岩土综合导热系数待施工前做出实验井，并根据测试的实验数据进行计算调整后确定。再根据实际的导热系数调整地源系统的布置。			
	地下土壤温度			
Tm	当地土壤平均温度 (C	13.5	59	(F)

	)			
Th	土壤最高温度			
Tl	土壤最低温度			
	由于采用垂直埋管方式，地表温摆带来的地下温度波动可忽略不计。			
	机组运行要求			
	对于地源热泵机组，允许的地下环路进入机组的水温在25℃~5℃这里取值如下：			
Tmax	换热流体最高温度 (C)	38	100.4	(F)
Tmin	换热流体最低温度 (C)	7	45.5	(F)
	土壤-管道环路温差			
Thd	冬季供暖 (Tm-Tmin)	7	45.5	(F)
Tcd	夏季空调 (Tax-Tm)	23	73.4	(F)
	管道热阻计算			
	对于垂直双埋管，管道的当量热阻为			
	$R_{PE}=1/2 \pi k \cdot L_N \{D_{OE}/D_{OE}-(D_0-D_I)\}$			
	式中参数意义如下：			
D <sub>0</sub>	管道外径 (mm)	26.67	1.05	in
D <sub>i</sub>	管道内径 (mm)	21.8	0.86	in
k	管道导热系数 (W/mk)	0.4	0.231	(BtuHr/ftF)
Ln	自然对数 (e)			
Doe	当量直径	53.34	2.1	In
N	单井内管数	4		
Rpe	当量热阻 (mk/W)	0.38	0.066	(ftF/BtuHr)
	土壤热阻计算			
	根据线形热源方法得到的结果是假设热泵是持续运行的。得到的结果相当于在持续运行1500小时后导致地下温升很高的不利情况下的热阻。实际运行的情况要由于下面的结果。			
	实际计算的过程冗长而复杂，根据国际地源热泵协会提供的结果表格查得本案对应的土壤热阻。			
Rs	密实饱和土壤热阻 (单	0.6128	1.06	(ftF/BtuHr)

	U)			
Rs	密实饱和土壤热阻 (双U)	0.4334	0.750	(ftF/BtuHr)
Rpe	HDPE管道热阻 (单U)	0.0555	0.096	(ftF/BtuHr)
Rpe	HDPE管道热阻 (双U)	0.0387	0.067	(ftF/BtuHr)
	供暖运行系数	0.8		
	空调运行系数	0.6		
Fh		0.8		
Fc		0.6		
	埋管长度计算			
	$L_H=Q_1/K_1$			
	60000/21=2857米			
	$L_M=Q_2/K_2$			
	24000/10=2400米			
	其中参数意义如下			
Lh	每瓦冬季供暖负荷所需要的管长 (m)	0.064		
Lc	每瓦夏季供暖负荷所需要的管长 (m)	0.0658		
COPh	机组供暖时的效率系数	5.2		
COPc	机组空调时的效率系数	4.5		
Tmax	夏季最高地下出水温度	38		
Tmin	冬季最低地下出水温度	7.5		
Fh	冬季负荷系数	0.8		
Fc	夏季负荷系数	0.6		
	本案计算冬季负荷井深	700		
	本案计算夏季负荷井深	700		
	以最大夏季负荷计算井深	700		
	需要管长	2800		
	系统布置			
	采用6个垂直孔	6		
H	孔有效深度 (m)	120		

	实际管长	2880		
	流量校样			
	$M_H=3600 \cdot Q_H/4178 \cdot \Delta T$			
	$M_C=3600 \cdot Q_C/4178 \cdot \Delta T$			
	冬季最大流量 (m <sup>3</sup> /h)	10		
	夏季最大流量 (m <sup>3</sup> /h)	11		
	循环管道截面积 (m <sup>2</sup> )	0.000374		
	冬季单管流量 (m <sup>3</sup> /h)	0.000261	2.275	gpm
	夏季单管流量 (m <sup>3</sup> /h)	0.000289	2.526	gpm
	冬季单管流速 (m/s)	0.35	温差3度	
	夏季单管流速 (m/s)	0.39	温差4度	
	流态校验			
	根据设计手册，流量应控制在1.1GPM以上，3GPM以下，以保证换热，同时减少循环压头损失，降低水泵功耗。			
	雷诺数			
	$Re=VD/\mu$			
u	Viscosity	0.0006	Kg/m/s	
D	Diameter (m)	0.0218	m	
Re	雷诺数 (冬季)	8304		
	雷诺数 (夏季)	9220		
	上述雷诺数均原理过渡区，进入紊流状态。			

## 二、地源热泵空调系统原理

### 2.1地源热泵空调系统的优点

根据建筑物所在地的实际状况：地下土壤温度平均为13.5℃。现场占地空间比较宽敞，有充足的空间施工布置地埋管散热井。

所以，主机系统采用**地源热泵机组**最为合适，主要优点如下：

#### (1) 地源热泵的节能性

中央空调系统类型	一次能源利用率	地源热泵节能率
冷水机组+电锅炉	0.99	43%
冷水机组+煤锅炉	1.158	34%
冷水机组+燃油锅炉	1.225	30%
直燃型溴化锂机组	0.95	46%
风冷热泵+电辅助加热	0.99	44%
地源热泵机组	1.76	

#### (2) 地源热泵的环保性

没有尾气排放,不污染大气,噪音低,能耗小,使用寿命长,不消耗水资源。

#### (3) 地源热泵的经济性

地源热泵空调系统总投资为每平方米投资为290元左右,采用大地的能量来作为供热的能源,运行费用省,5年以内即可收回全部投资。

#### (4) 地源热泵的稳定性

大地收集了47%的太阳能量,是取之不尽、用之不竭的廉价能源,大地土壤的温度(10米以下)常年恒温,温度恒定在13-

15℃之间，使用地源热泵空调系统就可以在夏天制冷时，把热量排到地下贮存起来，冬天供热时，再把热量取出来使用，因此，地源热泵空调系统耗电功率小，不受环境空气环境温度的影响，稳定性特别好。

## 2.2地源热泵机组的原理及分类

简单说，地源热泵就是以地下土壤为热源的，可进行制冷、制热循环的一种空调装置。供热时，水源热泵机组从水源中提取低品位热能，通过电能驱动的热泵主机把热量“泵”送到空调系统的循环水，以满足用户供热需求；供冷时，水源热泵机组将用户室内的余热通过热泵主机转移到水源水中。

地源热泵的分类见下表：

分类标准	类 别	概 况	适 用 范 围
水源类别	土 壤 型	以地下土壤为热源	有埋管面积且施工费低
	地下水型	以地下水为水源	便于利用地下水的场合
	地表水型	以地表水为水源	便于利用地表水的场合
	海 水 型	以海水为水源	便于利用海水的场合
水源水的 应用方式	直接使用	水源水直接进入热泵机组	水源水的水质、水量合适
	间接使用	水源水不进入热泵机组，而通过板式换热器间接利用其热量	水源的水质、水量不合适
制 冷 制 热 转 换 方 式	内转换式	制冷、制热由内部四通阀切换	小型热泵机组
	外转换式	制冷、制热由外部水系统阀门切换	大型热泵机组
冷 凝 热	冷凝热回收型	带有冷凝热回收装置	有卫生热水需求
	冷凝热不回收	不带冷凝热回收装置	无卫生热水需求

压缩机形式	涡旋式机组	采用涡旋式压缩机	小型水源热泵机组
	活塞式机组	采用活塞式压缩机	中、小型或高温型热泵
	螺杆式机组	采用螺杆式压缩机	中、大型水源热泵机组

## 2.3地源热泵机组应用注意事项

地源热泵空调系统具有其他形式空调系统不可比拟的许多优点，但也不是所有场合都采用，应当根据实际情况合理选用，选用时应注意以下几点

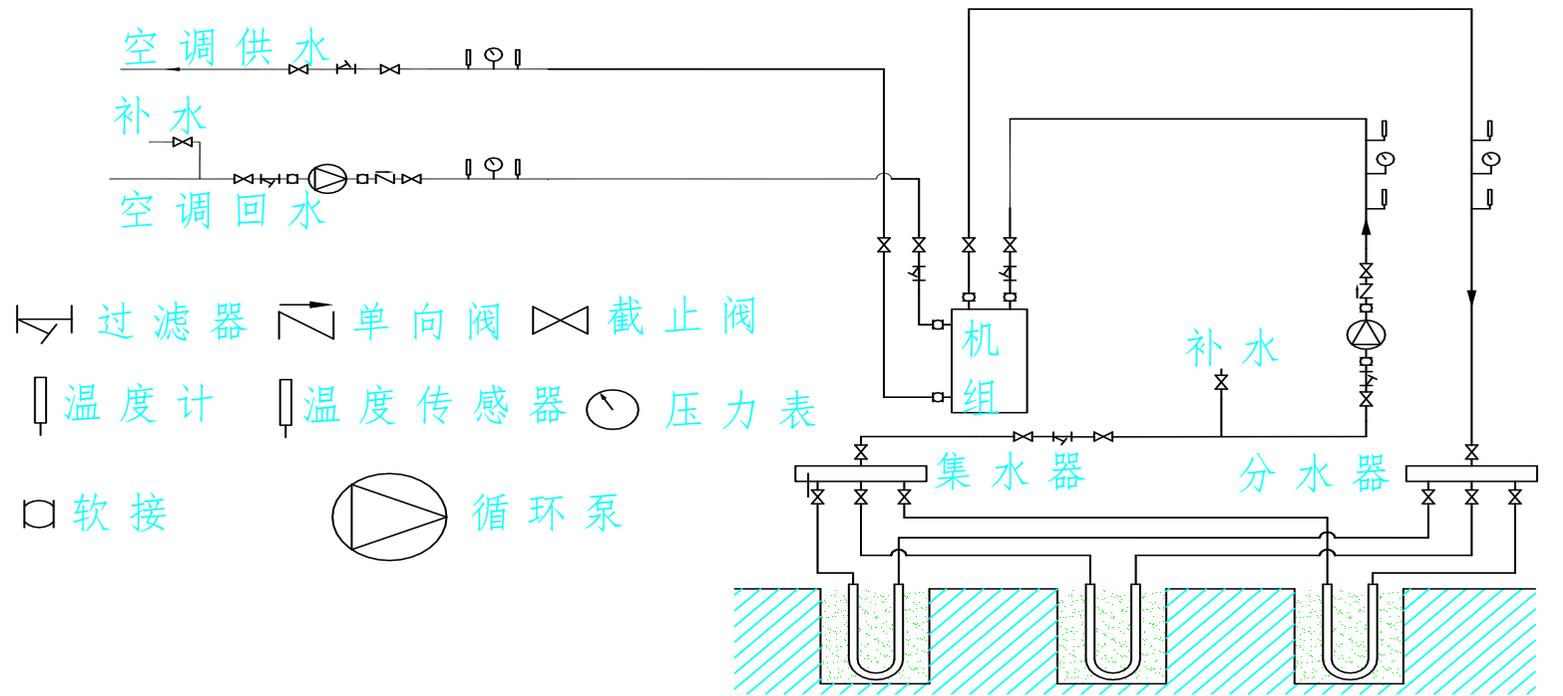
:

- ◇ 建筑物周围应有充足的地面面积，可以施工充足的地理管井。
- ◇ 打孔施工容易，且施工费用适宜。
- ◇ 依据当地的水文资料和建筑物的冷热负荷，论证长期运行后能否保证地下土壤的热平衡。
- ◇ 对地理管系统所增加的系统初投资和所带来的效益进行客观的技术、经济比较。

XX空调技术资料示意图：



# 地埋管配置示意图



## 三、地源热泵空调系统设计方案

### 3.1地埋管最终确定:

在地埋管正式确定前，依据业主提供的冷热负荷、逐时负荷及室内设计参数、建筑物分区、廊坊地区地下土壤温度的变换规律、廊坊地区室外气象参数、国标地源热泵协会PE3408规范标准。选择相应得数据库，在计算机内建立地下土壤热传递模型，模拟地下20年的传热过程，平衡地下换热的得热量与失热量。确定地埋管的数量、管径、井间距、井深。

### 3.2地埋管的选取:

地下热交换的性能和质量是保证地源热泵系统长期的稳定性和可靠性的关键。我们严格按照国标的地源热泵协会的标准，用合格的材料来构造可靠的地下系统。采用PEC25耐压、抗老化的地下埋管，预计寿命50-60年，我们可提供50年的保质。在设计施工过程中保证地下无金属元件，全部接头采用热结，使用地上机组达到两代寿命之后，地埋管仍能使用。这就要求地下管材的化学性质稳定并且耐腐蚀。地源热泵系统地埋管采用的PE3408管材额定耐压能力为1.25MP。导热系数为0.42W/mK。

PEC25管材和管件的优点:

质量轻: 20℃时密度为0.89-0.91 g/cm<sup>3</sup>

耐腐蚀性好: 对水中的所有离子和土壤中的化学物质均不起化学作用，不会生锈，不会腐蚀。

导热性高: 导热系数0.42W / m K

弹性模量小: 因温度变化产生的膨胀力也小，适合采用直埋暗敷方式

。

管道阻力小：直管段内壁平滑，不会结垢，沿程摩擦阻力小；管配件连接时不缩小断面积，局部阻力系数小。

管件连接牢固：HDPE管具有良好的热熔性能，热熔连接将同种材料的管材和管件连接成一个整体，杜绝了漏水的隐患。

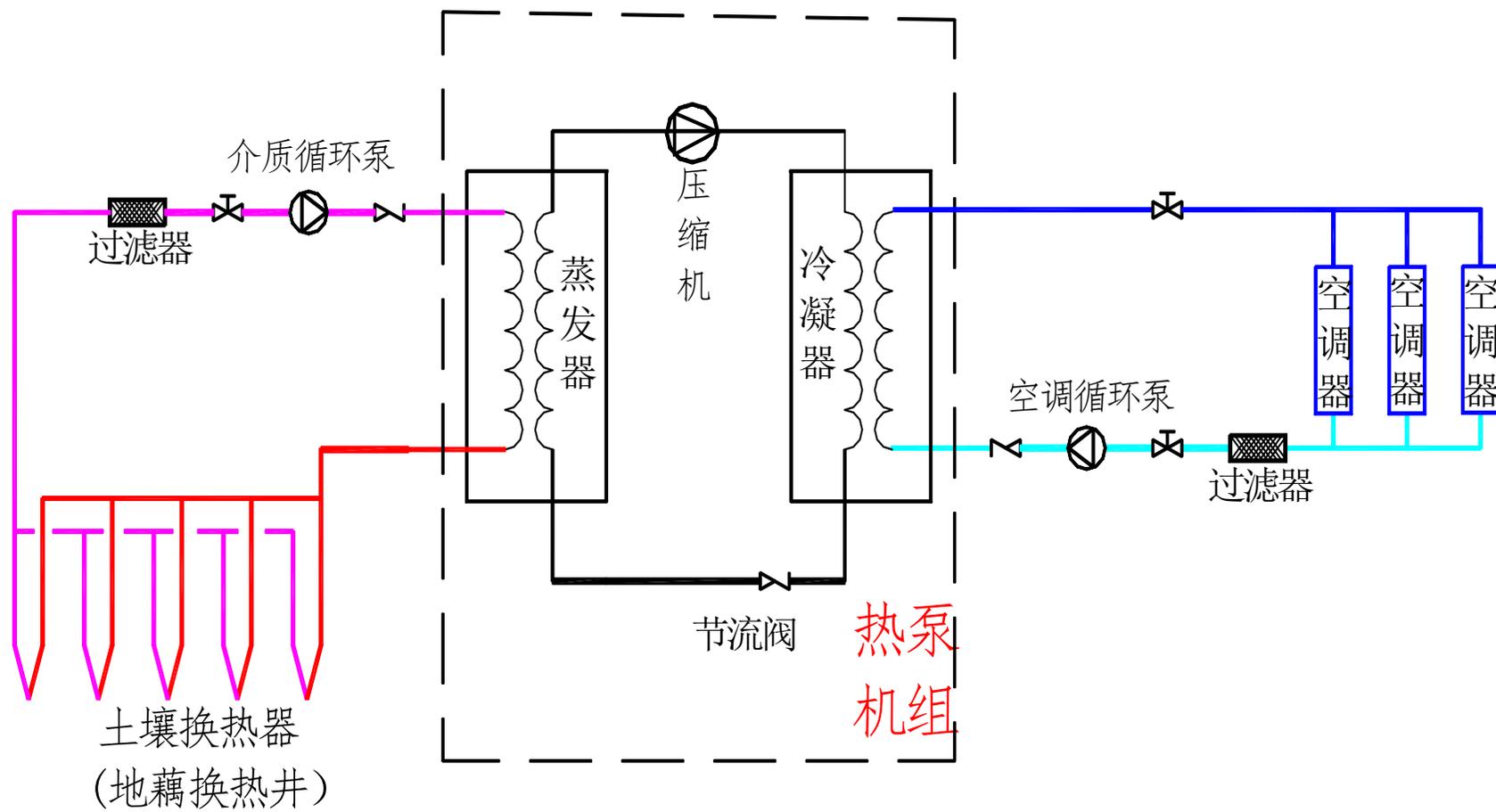
### 3.3 确定管径

在实际工程中确定管径必须满足两个要求：（1）管道要大到足够保持最小输送功率；（2）管道要小到足够使管道内保持紊流以保证流体与管道内壁之间的传热。显然以上两点矛盾，需要综合考虑。一般并联管路用小管径，集管用大管径，地埋管常用的管径有20mm、25mm、32mm、40mm、50mm，管内流速控制在0.6 m/s以下，对更大的管道，管内流速控制在2.0m/s以下或把管道压力损失控制在4 mH<sub>2</sub>O/100m当量长度以下。本工程采用PE管d25。

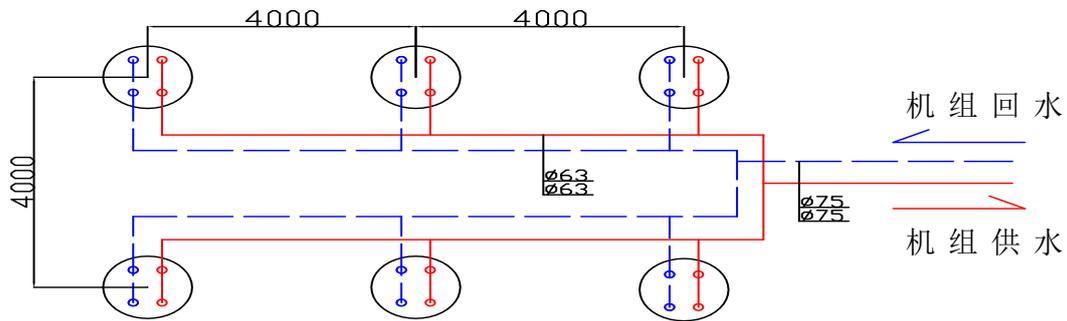
### 3.4 地埋管的布置

打孔间距按4-5米计算，孔深120米，每米孔深热负荷80W，共计6孔，孔中埋设单U形管，分2行，每行3个孔，分别进入机房内的分集水器。那么，所需场地总面积为：（长）8米×（宽）4米=32平方米。

### 3.5 系统原理图



地源热泵系统运行原理图



地埋管施工工艺图

### 3. 6地层埋盘管热泵系统

#### (1) 水平埋管地源热泵系统

通过中间介质（通常为水或者是加入防冻剂的水）作为热载体，使中间介质在水平埋于土壤内部的封闭环路（土壤换热器）中循环流动，从而实现与大地土壤进行热交换的目的。如图5.3（a）所示。

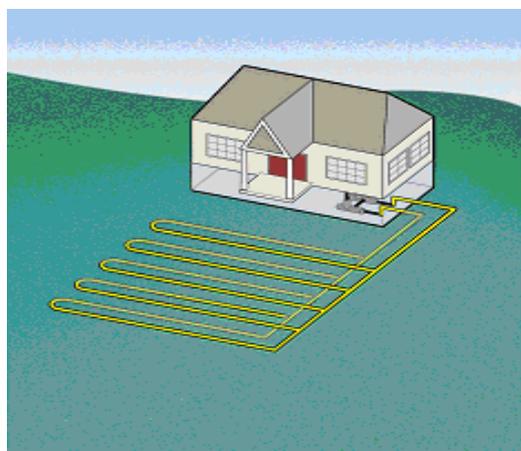
水平埋管又叫横埋管，按照埋设方式可分为单层埋管和多层埋管两种类型；按照埋管在管沟中的管型不同可分为直管和螺旋管两种。多层埋管形式的下层管段处于一个较低的温度场，换热效果比单层好。受造价因素的限制，水平埋管的地沟深度不能太深。因此多层埋管一般两层较多。根据国外资料，单层最佳深度为0.8~1.0m，双层管为1.3~1.9m。在实际运用中，单层与多层也可相互搭配。螺旋管型的换热效果优于直管型，若可利用土地面积较小，可采用螺旋盘管形式，但不易施工。

水平埋设管线的方法适用于冬季温度不低于-10℃的地区。

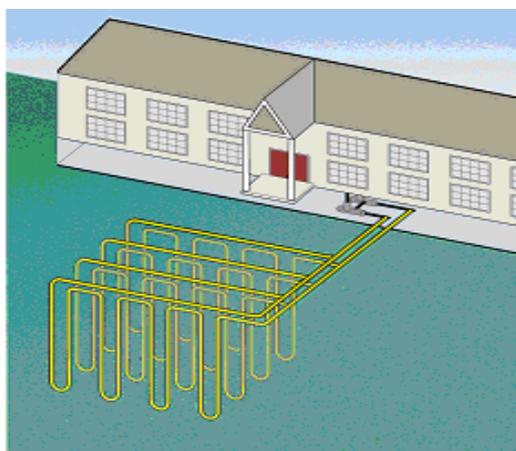
## (2) 垂直埋管地源热泵系统

通过中间介质（通常为水或者是加入防冻剂的水）作为热载体，使中间介质在垂直埋于土壤内部的封闭环路（土壤换热器）中循环流动，从而实现与大地土壤进行热交换的目的。如图5.3（b）所示。

垂直钻孔埋管方式是国际地源热泵组织(IGSHPA)推荐的技术。一般采用100~150毫米的孔径，孔深50~300米，钻孔的间隙不低于4米，钻孔达到200米以上，则孔与孔的距离应保持在15米。地下管线采用高密度聚乙烯或聚丁烯材料，管线的口径为25~35毫米。井中埋设方式为“U”字型或双“U”字型(如图3.11所示)，有与地层岩石成分相近的材料(一般为膨润土水泥或硅砂，这将在后面详细论述)充填、夯实。地下管线的寿命一般在50~60年)。



(a) 水平埋管



(b) 垂直埋管

地下水热泵系统和地表水热泵系统一般直接称为“水源热泵系统；水平埋管和垂直埋管地源热泵系统一般也称为“地下耦合热泵系统”或“土壤源热泵系统”。

## 四、地源热泵空调设备选型

### 4.1地源热泵的设备配置

根据建筑物的负荷及实际运行情况，在使用时间上具有一定的不同时使用系数，在运行时间上可以调节使用。机组配置选型如下：

地源热泵机组宜选用SM—50WD型

单台制冷量： 53KW                      制热量： 46KW

配电功率： 9KW（制冷）                      11.8KW（制热）

## 五、地源热泵空调工程造价

### 主机及室内设备部分造价

单位：元

类别	设备名称	规格及型号	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)	备注
机房设备	地源热泵机组	SM-50WD	台	1	96000	96000	山东XX
	水泵	KQL50/150	台	2	5100	5200	
	风机盘管	FP-102WA	台	2	1100	2200	山东XX
	风机盘管	FP-85WA	台	8	840	6720	山东XX
	风机盘管	FP-68WA	台	5	810	4050	山东XX
	风机盘管	FP-51WA	台	11	950	9250	山东XX
合 计：					十伍万玖千肆佰贰拾元		

注：本报价不包含配电室到机组的主电缆。

预决算编制封面

项目编号	2007070201		
项目名称	B型别墅	建筑面积(平方米)	
建设单位			
施工单位	山东xx空调设备有限公司	含税造价(元)	46658.66
企业级别			
工程类别	民用安装III	平米造价(元)	

---

建设单位(印):	负责人:
编制单位(印):	负责人:
编制人及证号	审核人及证号:

日期:2007年7月26日

## 材料价差汇总表

工程名称:B型别墅

日期:2007年7月26日

页码:

人材机号	人材机名称	单位	用量	地区价	实际价	差价	差价合价
H03200	综合工日	工日	30.152		22.000	11.510	347.050
H03351	卷扬机(单筒慢速)3t	台班	0.270		77.320	39.590	10.689
H03438	交流弧焊机21kVA	台班	0.200		81.880	44.340	8.868
H03475	空气压缩机6.0□/min	台班	0.500		234.900	120.110	60.055
L03328	叉式装载机5t	台班	0.080		25900	71.730	5.738
L03390	立式钻床25	台班	0.036		51.480	29.920	1.077
L03402	管子切断机25-60	台班	1.184		19.970	12.370	14.646
L03438	交流弧焊机21kVA	台班	3.143		81.880	44.340	139.361
L03563	鼓风机8-18m3/min	台班	0.142		186.470	124.450	17.672
L03588	台式钻床φ12.7	台班	0.750		33.820	17.330	12.998
L08888	综合工日	工日	179.369		22.000	11.510	2064.537
	人工价差合计						2411.590
	机械价差合计						271.100
	工料机价差合计						23424.690

工程(预)算汇总表

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/526204041110011002>