

浅谈地源热泵空调系统在夏热冬冷地区建筑物的适用性

胡迪 张文慧

宁波华聪建筑节能科技有限公司

DOI:10.32629/bd.v3i1.1960

[摘要] 本文通过地源热泵空调系统在夏热冬冷地区的应用情况,结合设计及施工过程中存在的应引起重视的土壤热平衡问题,能量桩的施工现状,提出了地源热泵空调系统在夏热冬冷地区的节能性分析,给出了适用的建筑物类型及特性。希望通过客观的分析,能够对设计师及业主的选择,应用提供有益的帮助。

[关键词] 夏热冬冷地区; 土壤热平衡问题; 能量桩

1 夏热冬冷地区采用地源热泵技术的适宜性问题

中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院院长徐伟针对地源热泵在中国适宜性研究表明:适宜区集中在黄河到华北一带,较适宜区在长城气候带、严寒、寒冷过渡区一带,夏热冬冷的长江流域沿线一带是一般适宜区,华南是不适宜区。

以宁波地区为例:宁波属于夏热冬冷区域,属于地源热泵一般适宜区。由于地源热泵系统的节能性主要体现在供热效率相对较高,而宁波地区夏季冷负荷远大于冬季热负荷,因此在宁波地区应采用地源与其他冷热源相结合的复合式系统。以上结论引自《宁波市公共建筑地源热泵系统应用节能评估方法》。这也从一个侧面印证:采用地源热泵应综合考虑,单纯的地源热泵系统是不合理的,而与其他冷热源相结合的复合式系统必然受到初投资,外环境等诸多因素的影响,需慎重考虑并进行充分论证后方可实施。

2 土壤热平衡问题

对于夏热冬冷地区全年冷热负荷差别较大,地源热泵夏季向土壤中排放和冬季从土壤中吸收的热量不平衡,长期运行的结果势必使岩土温度越来越高,所能排放的热量逐年减少,使热泵系统的运行效率降低,甚至导致夏季地源热泵系统不能正常运行。有关资料表明:由于冬夏存在着较大的负荷差,10年内土壤温度由初始的15°C上升到25.3°C,上升了10.3°C,此时地源热泵主机COP值大大降低,能耗加大,最终导致额定制冷量衰减,供冷不足,空调系统无法正常运行。当然,有卫生热水需求的宾馆,医院是可以夏季提供卫生热水用热的方式来缓解土壤热平衡问题(下文细述)。但对于住宅,办公楼,商业建筑等解决此问题的办法就是设置辅助冷(热)源,平衡多余的冷热量。但这势必会带来初投资增加,能耗增大等一系列问题。

3 关于地源热泵的节能性问题

地源热泵的合理应用既可以解决环境热污染(冷却塔排热),环境噪声(冷却塔风机运行噪声),又可以废热利用(夏季利用冷凝热制取卫生热水)。然而,通过实际工程的调研,真正做到合理应用并产生经济、环境效益双赢的工程少之又少。多数工程节能效果不佳,甚至更耗能。那么究竟是什么原因造成?我们分析大致有以下几种因素:

3.1 未能因地制宜地对项目进行客观分析,盲目采用地源热泵。仿佛只要采用此系统,就一定节能并产生良好的效益。其结果自然是适得其反。

3.2 不认真进行地源热泵的热平衡计算,想当然认为只要有卫生热水需求,就一定能够达到土壤热平衡。其实卫生热水的“取热量”只有在达到足以弥补冷平衡差值才是有效“耗热量”,只有在夏季“排热”峰值时集中“取热”才是最佳的“平衡”方式。比如洗浴中心:热水用量年平均分布(甚至夏季用热最小),尽管全年“总耗热量”可观,如果热水全部依赖地源热泵制取,即使“热汇”现象不明显,但系统的经济性并不高。

3.3 商业建筑,几乎没有卫生热水“耗热”。但为了采用地源热泵系统,拼命增加辅助(冷)热源(如:设置大功率的冷却塔排热)。这样做,使本来打孔所增加的初投资,再加上冷却塔的大量能耗,空调系统的运行雪上加霜。

3.4 地质条件不佳,打孔费用太高。岩石打孔费用约为140元/米,是普通室外地埋系统的两倍。这样的室外换热器的初投资,如果再不认真核算空调运行的经济性,即使工程运行正常,回收期也是无从谈起。

4 室外埋管面积不足时,采用“能量桩”的安全性问题

对于埋管面积不足的项目,首先需解决的是埋管面积如何才能满足项目的“需求”。有许多工程室外埋管面积严重不足,甚至连冬季使用都无法满足,可工程照样按“夏季工况”采用地源热泵。多出部分埋管面积则全部来自地下层的“面积”,即:全部利用建筑地下室的土壤面积,并随结构专业桩基埋入地埋管,即所谓的“能量桩”。我们对此做法认为:不可取,隐患大。具体分析如下:

4.1 施工工艺复杂,安全性差

地埋管道为塑料材质,不耐高温,遇焊渣或在高温环境下管壁会“变薄”或融化,耐压性变差或发生“粘连”,导致管径变细。捆绑在钢筋笼上的塑料地埋管道,每隔个6-8米就要被动接受“钢筋笼”的高温焊接一次,一根60余米的“结构桩”施工完毕要接受8-10次的焊接。焊接时焊渣飞溅加之焊接点上千度的高温烘烤,如此恶劣的环境下,将影响绑扎在钢筋笼上的塑料埋管。

4.2 损坏后的不可逆性和无法修复性

即使能量桩的施工安装、后续的打压、水平管道的连接等工序顺利完成,系统投入运行。几年后潜在的破损点(原先变薄的管壁长期高压运行)会出现渗漏,系统失水,迫使这组管线关闭。由于埋在地下室底板下,无法重新打孔埋入,就造成系统的“无法修复性”。随着破损组数增多,必然影响空调系统的换热量与正常运行。

4.3 关于管材的使用寿命

地理管埋入结构桩基中,由于塑料管材的线膨胀系数与混凝土相差较大,如何解决其膨胀变形后的挤压问题,并无实验数据。因此管材的使用寿命是个未知数。

综上,对于室外埋管面积不足的地区,采用“能量桩”存在安全性问题。住宅小区,大型商业等公建项目,大多属于室外埋管面积不足,采用“能量桩”必须慎重。

5 成片住宅区,联排别墅不适合采用集中地源热泵系统主要原因如下:

5.1 冷热平衡问题

集中住宅性质建筑物,夏季集中排热量大,远大于冬季集中取热量,卫生热水的需求量不是很大(过渡季及冬季使用地源热泵单独制取卫生热水成本高),冷热不平衡无法避免。而大量设置冷却塔,采用复合系统,必然受到区域,投资,管理及噪声的限制,不太现实。

5.2 收费问题

住宅空调使用时间因人而异,入住时间也难以确定。同时商业住宅又与其销售状况,空置率相关。集中空调的运行,必然导致业主的运行费用大增,尤其是入住率低时。

5.3 初投资大

住宅区域即使地源热泵系统投入运行,也受到销售定价问题的困扰,此费用直接影响到销售的利润(如果空调系统作为赠送的话)。

6 独栋别墅,宾馆需技术经济比较后决定是否采用地源热泵系统

6.1 独栋别墅采用地源热泵系统理论上是可行的,而且值得提倡。但无论是投资方还是使用者都需要考虑以下几个条件:

6.1.1 是否有合适的地质条件,即:土壤的热物性如何?是否有较深的岩石层?地质条件合适与否,对投资者来说关系到回收期长短;对业主来说则意味着运行费用的多少。都应引起足够重视。

6.1.2 地理系统埋管的安全性问题。正如上文,独栋别墅室外如果没有足够的埋管场地,需采用能量桩时,埋管的

安全性和不可逆性值得考虑。

6.1.3 场地条件允许时,尽量增大埋孔距离,越大越好,尽可能地降低冷热不平衡所带来的“热汇”现象,使系统更加安全运行。

6.2 宾馆有夏季较为集中的冷负荷需求,也有冬季相对较少的热负荷需要,同时还有大量的卫生热水需求,可达到抵消排热与取热的差值。如此看来,宾馆采用地源热泵系统仿佛非常合理。但大量实例证明:并不是所有的宾馆都适合采用地源热泵。我们分析认为,宾馆是否应该采用该系统,应由以下几种因素决定:

6.2.1 客观的冷热平衡计算。应根据项目的使用特点,运行情况,卫生热水的“用热量”及系统的“吸,放热量”进行细致、客观的热平衡计算。冷热不平衡时,如差距较小,可考虑设置必要的散热装置,并在运行上进行弥补;若冷热不平衡较大时,地源热泵系统的使用量,甚至是否使用地源热泵系统需要做出技术经济比较后确定。

6.2.2 安全性问题。如果室外埋管场地不足,必须采用“能量桩”才能完成地源热泵的“室外换热系统”,那应该考虑该系统的安全性及不可逆性问题(如前文所述)。

6.2.3 项目运行费及投资回收期问题。如果宾馆建于山地,埋管场地以岩石为主。我们以通常垂直埋管深度 70-75 米计,每孔的打井费用就在万元左右(岩石单U管打孔价格在 140 元/延米左右),20000 平米左右的宾馆(冷负荷约 2400KW),假设全部负荷均由地源热泵负担,约需打孔 800 个左右(孔深以 75 米计,传热量以 50W/米估算)。单单打孔费用就需要约 800 万,就已超过常规空调系统 300-350 元/平米市场价。算上主机与末端系统,该系统初投资很可能超过 1200 万,约是常规空调系统 600-700 万的两倍。如此高的初投资,除了夏季可使用一定量的“免费”卫生热水,指望靠运行费用的节省来回收几乎是不可能的。

7 结束语

综上,夏热冬冷地区的集中住宅区、联排别墅区不适合使用地源热泵系统,独栋别墅和宾馆需进行详细的技术经济比较,并计算回收期后再决定是否采用地源热泵系统。

[参考文献]

[1]徐伟.地源热泵技术手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2011,(1):281-282.

[2]李彦花.夏热冬冷地区地源热泵地域适宜性评价体系的研究[D].中原工学院,2014,(04):70.

[3]王泽剑,刘东,项琳琳,等.地源热泵在夏热冬冷地区高密度住宅建筑中的适用性分析[J].节能技术,2016,34(4):368-371.