



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111486552 B

(45) 授权公告日 2021.07.20

(21) 申请号 202010332817.4

F24F 140/20 (2018.01)

(22) 申请日 2020.04.24

F24F 140/60 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111486552 A

(56) 对比文件

CN 101975673 A, 2011.02.16

CN 101251291 A, 2008.08.27

(43) 申请公布日 2020.08.04

CN 104713197 A, 2015.06.17

(73) 专利权人 辽宁工程技术大学

CN 106765956 A, 2017.05.31

地址 123000 辽宁省阜新市细河区中华路  
47号

CN 101414366 A, 2009.04.22

US 10465931 B2, 2019.11.05

(72) 发明人 刘书贤 张诗茵 刘魁星 王婧

JP 2013164224 A, 2013.08.22

KR 20060124960 A, 2006.12.06

(74) 专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109

张炜杰等. 基于现场调研和分项计量数据的冷水机组序列控制策略分析.《建筑节能》.2019, 刘刚等. 基于冷水机组不同COP表达方式的比较分析.《建筑科学》.2019,

代理人 李运萍

审查员 丁斐

(51) Int. Cl.

F24F 11/47 (2018.01)

F24F 11/62 (2018.01)

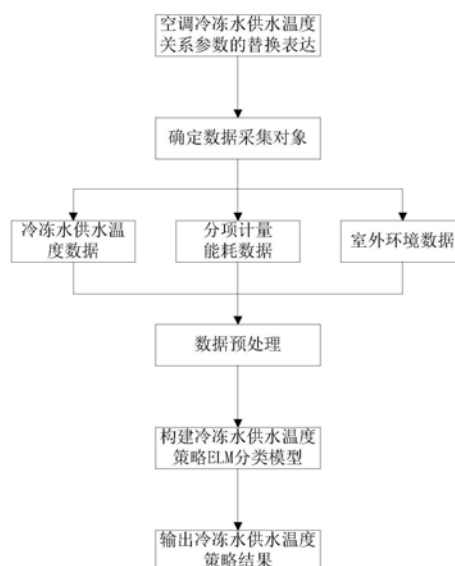
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法

(57) 摘要

本发明提供一种基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,涉及建筑空调系统运行策略识别领域。采用参数替换的方法,仅利用分项计量能耗数据和室外环境数据,研究冷冻水供水温度与其关系参数的关系,通过冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室内干球温度、人流量参数,求得冷冻水供水温度。构建冷冻水供水温度策略ELM分类模型,通过模型从实时冷冻水供水温度关系参数数据反向识别出空调系统冷冻水供水温度策略,达到远程实时监测空调系统冷冻水供水温度参数运行策略,完善建筑空调系统运行策略识别,配合建筑节能诊断工作的开展,为建筑运行管理工作提供可靠依据,达到节能降耗的目的。



1. 基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法, 其特征在于, 包括如下步骤:

步骤1: 空调系统冷冻水供水温度关系系数的替换表达;

冷水机组能耗表示公式为  $E_{ch} = f(T_{chws}, T_{chwr}, T_{cowi}, q_{chw}, q_{cow})$ ;

其中  $E_{ch}$  为冷水机组能耗,  $T_{chws}$  为冷冻水供水温度,  $T_{chwr}$  为冷冻水回水温度,  $T_{cowi}$  为冷却水进水温度,  $q_{chw}$  为冷冻水流量;  $q_{cow}$  为冷却水流量;

冷冻水供水温度的关系参数为: 冷水机组能耗、冷冻水回水温度、冷却水进水温度、冷冻水流量、冷却水流量;

冷水机组能耗  $E_{ch}$  直接从分项计量数据中获得; 冷冻水回水温度、冷却水进水温度、冷冻水流量、冷却水流量用从监控平台上获取的分项计量数据和室外环境数据替换表达;

冷冻水回水温度替换表达公式:  $T_{chwr} = g_1(Q_{c1}) = g_2(n, T_{db})$ , 其中  $Q_{c1}$  为建筑冷负荷,  $n$  为入流量,  $T_{db}$  为室外干球温度;

冷却水进水温度替换表达公式:  $T_{cowi} = g_3(E_{ct}, T_{wb})$ , 其中  $E_{ct}$  为冷却塔能耗,  $T_{wb}$  为室外湿球温度;

冷冻水流量替换表达公式:  $q_{chw} = g_4(E_{chwp})$ , 其中  $E_{chwp}$  为冷冻水泵能耗;

冷却水流量替换表达公式:  $q_{cow} = g_5(E_{cowp})$ , 其中  $E_{cowp}$  为冷却水泵能耗;

替换后各参数之间关系表达式为  $E_{ch} = f[T_{chws}, g_2(n, T_{db}), g_3(E_{ct}, T_{wb}), g_4(E_{chwp}), g_5(E_{cowp})]$ ;

步骤2: 确定数据采集对象, 进行数据采集;

采集对象包括: 冷冻水供水温度、冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度;

步骤3: 数据预处理;

数据预处理包括数据合并和数据清洗;

步骤4: 构建冷冻水供水温度策略ELM分类模型;

4.1 导入数据;

导入冷冻水供水温度数据作为标签数据, 导入冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度数据作为特征数据;

4.2 划分训练集和测试集;

将导入数据划分为训练集和测试集, 训练集数据用来训练模型, 测试集数据用来检验模型成果;

4.3 输入隐层神经元个数;

4.4 生成冷冻水供水温度策略ELM分类模型;

4.5 优化模型;

预测测试集数据来评估冷冻水供水温度策略ELM分类模型的准确性, 比较测试数据的分类结果与实际结果, 评估冷冻水供水温度策略ELM分类模型的准确率;

4.6 达到优化目标, 完成建模;

步骤5: 输出冷冻水供水温度策略结果;

依据步骤2采集数据, 执行步骤3, 在步骤4所述模型中输入特征数据, 冷冻水供水温度策略ELM分类模型输出特征数据对应的冷冻水供水温度策略。

2. 根据权利要求1所述的基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,其特征在于,所述步骤1包括:人流量参数根据工程实例的具体情况在相同的时间周期及工作类型下设置为定值。

3. 根据权利要求1所述的基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,其特征在于,所述步骤2包括:冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗通过能耗监测平台采集,室外干球温度、室外湿球温度通过室外环境监测平台采集,冷冻水供水温度通过工程现场采集。

4. 根据权利要求1所述的基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,其特征在于,所述步骤3包括:对步骤2采集的数据进行数据合并,对不同的参数数据统一相同时间间隔作为数据采集点,间隔时间内该项参数若没有采集值记为空缺值,若有多个采集值取其平均值作为该项参数的采集值,数据合并后对数据进行清洗,对故障值、缺失值进行删除、填补及修正。

5. 根据权利要求1所述的基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,其特征在于,所述步骤4包括:冷冻水供水温度策略ELM分类模型采用极限学习机算法为基础在MATLAB平台上实现,冷冻水供水温度数据仅建模时需要通过工程现场采集。

6. 根据权利要求1所述的基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,其特征在于,所述步骤4.5包括:上述模型的准确率达到预定标准,冷冻水供水温度策略ELM分类模型能够应用于冷冻水供水温度策略的识别,上述模型的准确率达不到预定标准,通过调整隐藏层神经元个数使模型准确达到最大值,再次达不到预定标准,应当确定问题原因,采取相应的解决办法重新建立冷冻水供水温度策略ELM分类模型。

## 基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法

[0001] 本发明涉及建筑空调系统运行策略识别领域,尤其涉及一种基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法。

### 背景技术

[0002] 据统计,目前我国既有公共建筑可达45亿平方米,其中采用中央空调的大型公共建筑约5~6亿平米,其单位建筑面积耗电量为住宅的7~10倍。我国公共建筑因节能潜力大、建筑功能复杂,一直被视为是建筑节能工作的重点。建筑在全寿命周期中有80%的能耗是建筑使用时产生的能耗,而我国既有公共建筑普遍存在重设计轻运维的现象,即使建筑进行了节能改造工作,后续也缺乏对建筑节能改造成果的跟进与维护,因此缺乏专业的调试、维护及管理机制,是导致公共建筑能耗水平居高不下的原因。

[0003] 暖通空调系统能耗约占各类公共建筑能耗的40%~60%,其节能潜力大、设备之间关联性强、设备与室外环境、人行为耦合性强等特点成为建筑节能运维管理的研究重点。冷冻水供水温度参数是空调系统中重要参数之一,有调查表明,冷冻水供水温度每升高1℃,冷水机组的性能系数COP约升高3%~7%,且对整个制冷系统的制冷效果及能耗有着显著的影响。根据建筑逐时冷负荷变化,改变冷冻水供水温度参数,形成空调冷冻水供水温度策略,是建筑空调系统常用的节能手段。现有工程实例中,有70%的建筑空调系统运行时会采用冷冻水供水温度策略,即按需调节冷冻水供水温度参数,一般调节范围在7℃~13℃之间。相对于传统固定7℃的冷冻水供水,可调节的冷冻水供水温度可根据建筑冷负荷逐时变化而变化,从而减少空调系统冷量的浪费,同时在满足负荷的前提下,适当的提高冷冻水供水温度,可以达到提高冷水机组能效,降低能耗的目的。

[0004] 现如今,高达90%的既有公共建筑节能建立了能耗平台,可实时远程监测建筑分项能耗动态,致力于对建筑“治愈”后的“养生”工作。能耗监控平台的数据采集为建筑节能工作提供了充分的数据信息。

[0005] 在空调系统实际运行中,冷冻水供水温度策略制定是十分灵活的,是受时间、室外温度、室内负荷等诸多因素影响的主观设置参数。在工程现场,冷冻水供水温度策略主要是由运维人员手动记录或空调自控系统自动记录的,人员手动记录数据,费事费力且记录结果不够真实全面;空调自控系统在保证传感器正常运行的情况下记录数据,需要频繁导出数据,因此造成在建筑空调系统运维管理工作中,造成信息获取困难、信息缺失等问题,增加节能诊断工作的难度。

[0006] 因此如何充分利用在现有技术平台上能够监测的参数实现冷冻水供水温度策略的反向识别,实现可脱离现场获得当前冷冻水供水温度策略,节约人力资源,是当前建筑节能领域急需解决的技术难点。

### 发明内容

[0007] 针对现有技术的不足,本发明提出了一种基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,采用参数替换的方法,仅利用分项计量能耗数据和室外环境数据,研究冷

冻水供水温度与其关系参数的关系,构建冷冻水供水温度策略ELM分类模型,通过模型学习的方法从实时冷冻水供水温度关系参数数据反向识别出空调系统冷冻水供水温度策略,达到远程实时监测空调系统冷冻水供水温度参数运行策略,完善建筑空调系统运行策略识别,配合建筑节能诊断工作的开展,为建筑运行管理工作提供可靠依据,达到节能降耗的目的。

[0008] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:

[0009] 一种基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,包括:

[0010] 步骤1:空调系统冷冻水供水温度关系系数的替换表达;

[0011] 冷水机组的主要运行参数包括:冷冻水供水温度、冷冻水回水温度、冷却水进水温度、冷冻水流量、冷却水流量。

[0012] 冷水机组能耗表示公式为 $E_{ch} = f(T_{chws}, T_{chwr}, T_{cowi}, q_{chw}, q_{cow})$ ;

[0013] 其中 $E_{ch}$ 为冷水机组能耗, $T_{chws}$ 为冷冻水供水温度, $T_{chwr}$ 为冷冻水回水温度, $T_{cowi}$ 为冷却水进水温度, $q_{chw}$ 为冷冻水流量; $q_{cow}$ 为冷却水流量。

[0014] 上述公式中,已知五个变量则可求第六个变量,因此冷冻水供水温度的关系参数为:冷水机组能耗、冷冻水回水温度、冷却水进水温度、冷冻水流量、冷却水流量,即已知关系参数,可求得冷冻水供水温度参数。

[0015] 冷水机组能耗 $E_{ch}$ 直接从分项计量数据中获得;冷冻水回水温度、冷却水进水温度、冷冻水流量、冷却水流量用从监控平台上获取的分项计量数据和室外环境数据替换表达;

[0016] 冷冻水回水温度替换表达公式: $T_{chwr} = g_1(Q_{cl}) = g_2(n, T_{db})$ ,其中 $Q_{cl}$ 为建筑冷负荷, $n$ 为人流量, $T_{db}$ 为室外干球温度。

[0017] 所述冷冻水回水温度主要受建筑冷负荷影响,而建筑冷负荷主要受建筑中人流量及室外干球温度的影响。

[0018] 所述人流量参数根据工程实例的具体情况在相同的时间周期及工作类型下设置为定值。

[0019] 冷却水进水温度替换表达公式: $T_{cowi} = g_3(E_{ct}, T_{wb})$ ,其中 $E_{ct}$ 为冷却塔能耗, $T_{wb}$ 为室外湿球温度。

[0020] 所述冷却水进水温度受冷却塔运行与室外湿球温度影响。

[0021] 冷冻水流量替换表达公式: $q_{chw} = g_4(E_{chwp})$ ,其中 $E_{chwp}$ 为冷冻水泵能耗。

[0022] 所述冷冻水流量仅受冷冻水泵能耗影响。

[0023] 冷却水流量替换表达公式: $q_{cow} = g_5(E_{cowp})$ ,其中 $E_{cowp}$ 为冷却水泵能耗。

[0024] 所述冷却水流量仅受冷却水泵能耗影响,

[0025] 替换后各参数之间关系表达式为 $E_{ch} = f[T_{chws}, g_2(n, T_{db}), g_3(E_{ct}, T_{wb}), g_4(E_{chwp}), g_5(E_{cowp})]$ ,则已知冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度,可求得冷冻水供水温度。

[0026] 步骤2:确定数据采集对象,进行数据采集;

[0027] 采集对象包括:冷冻水供水温度、冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度。

[0028] 所述采集对象需根据建筑实际使用情况在相同时间周期及工作类型下采集。

[0029] 所述冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗通过能耗监测平台

采集,室外干球温度、室外湿球温度通过室外环境监测平台采集,冷冻水供水温度通过工程现场采集。

[0030] 步骤3:数据预处理;

[0031] 数据预处理包括数据合并和数据清洗。

[0032] 对步骤2采集的数据进行数据合并,即对不同的参数数据统一相同时间间隔作为数据采集点。间隔时间内该项参数若没有采集值记为空缺值,若有多个采集值取其平均值作为该项参数的采集值,数据合并后对数据进行清洗,对故障值、缺失值进行删除、填补及修正。

[0033] 步骤4:构建冷冻水供水温度策略ELM分类模型;

[0034] 4.1导入数据;

[0035] 导入冷冻水供水温度数据作为标签数据,导入冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度数据作为特征数据。

[0036] 4.2划分训练集和测试集;

[0037] 将导入数据划分为训练集和测试集,训练集数据用来训练模型,测试集数据用来检验模型成果。

[0038] 4.3输入隐层神经元个数;

[0039] 4.4生冷冻水供水温度策略ELM分类模型;

[0040] 4.5优化模型;

[0041] 预测测试集数据来评估冷冻水供水温度策略ELM分类模型的准确性。比较测试数据的分类结果与实际结果,评估冷冻水供水温度策略ELM分类模型的准确率。

[0042] 评估标准:上述模型的准确率达到预定标准,冷冻水供水温度策略ELM分类模型能够应用于冷冻水供水温度策略的识别,上述模型的准确率达不到预定标准,通过调整隐藏层神经元个数使模型准确达到最大值,再次达不到预定标准,应当确定问题原因,采取相应的解决办法重新建立冷冻水供水温度策略ELM分类模型。

[0043] 4.6达到优化目标,完成建模;

[0044] 所述冷冻水供水温度策略ELM分类模型采用极限学习机算法为基础在MATLAB平台上实现。

[0045] 所述冷冻水供水温度数据仅初次建模时需要通过工程现场采集。

[0046] 步骤5:输出冷冻水供水温度策略结果;

[0047] 依据步骤2采集数据,执行步骤3,在步骤4所述模型中输入特征数据:冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度数据,冷冻水供水温度策略ELM分类模型输出特征数据对应的冷冻水供水温度策略。

[0048] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:本发明提供的一种基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法,不局限于在工程现场获得,节约人工成本,降低数据获得难度,为空调系统主要参数的获取提供有效方法;该方法可基于实时数据,识别冷冻水供水温度策略的实时变化,也可基于历史数据,复现空调系统冷冻水供水温度历史运行策略,为建筑空调系统的运行策略优化、运维人员工作考核提供数据依据,辅助完善建筑空调系统的运维管理工作;采用极限学习机算法构建冷冻水供水温度策略ELM分类模型,可保证输出准确较高的识别结果,为建筑空调系统节能诊断的策略识别工作提供可靠依据。

### 附图说明

- [0049] 图1为本发明实施例中基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法流程图；
- [0050] 图2为本发明实施例中冷冻水供水温度识别替换图；
- [0051] 图3为本发明实施例中基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法ELM建模流程图；
- [0052] 图4为发明实施例中隐藏层神经元个数与模型准确率关系；
- [0053] 图5为发明实施例中测试集预测结果对比图；

### 具体实施方式

[0054] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0055] 如图1所示为一种基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法流程图,本实施例的方法如下所述:

[0056] 步骤1:空调系统冷冻水供水温度关系系数的替换表达;

[0057] 冷水机组能耗可表示公式为 $E_{ch} = f(T_{chws}, T_{chwr}, T_{cowi}, q_{chw}, q_{cow})$ ;

[0058] 其中 $E_{ch}$ 为冷水机组能耗; $T_{chws}$ 为冷冻水供水温度; $T_{chwr}$ 为冷冻水回水温度; $T_{cowi}$ 为冷却水进水温度; $q_{chw}$ 为冷冻水流量; $q_{cow}$ 为冷却水流量。

[0059] 冷冻水供水温度的关系参数为:冷水机组能耗、冷冻水回水温度、冷却水进水温度、冷冻水流量、冷却水流量,已知5个关系参数及参数关系则可求得冷冻水供水温度。

[0060] 在冷冻水供水温度的关系参数中,除冷水机组能耗可从分项计量数据中获得,其他4个参数都需要现场测量得到。因此利用可从监控平台上获取的分项计量数据及室外环境数据替换表达冷冻水回水温度、冷却水进水温度、冷冻水流量、冷却水流量这四个关系参数的变化。

[0061] 图2为空调系统冷冻水供水温度识别替换图,冷水机组能耗 $E_{ch}$ 直接从分项计量数据中获得。冷冻水回水温度、冷却水进水温度、冷冻水流量、冷却水流量用从监控平台上获取的分项计量数据及室外环境数据替换表达。

[0062] 冷冻水回水温度替换表达公式: $T_{chwr} = g_1(Q_{cl}) = g_2(n, T_{db})$ ,其中 $Q_{cl}$ 为建筑冷负荷; $n$ 为人流量; $T_{db}$ 为室外干球温度;

[0063] 所述冷冻水回水温度主要受建筑冷负荷影响,而建筑冷负荷主要受建筑中人流量及室外干球温度的影响;

[0064] 所述人流量参数根据工程实例的具体情况在相同的时间周期及工作类型下视为定值;

[0065] 冷却水进水温度替换表达公式: $T_{cowi} = g_3(E_{ct}, T_{wb})$ ,其中 $E_{ct}$ 为冷却塔能耗; $T_{wb}$ 为室外湿球温度;

[0066] 所述冷却水进水温度受冷却塔运行与室外湿球温度影响;

[0067] 冷冻水流量替换表达公式: $q_{chw} = g_4(E_{chwp})$ ,其中 $E_{chwp}$ 为冷冻水泵能耗;

[0068] 所述冷冻水流量仅受冷冻水泵能耗影响;

[0069] 冷却水流量替换表达公式: $q_{cow} = g_5(E_{cowp})$ ,其中 $E_{cowp}$ 为冷却水泵能耗。

[0070] 所述冷却水流量仅受冷却水泵能耗影响，

[0071] 替换后各参数之间关系表达式为 $E_{ch} = f[T_{chws}, g_2(n, T_{db}), g_3(E_{ct}, T_{wb}), g_4(E_{chwp}), g_5(E_{cowp})]$ ，则已知冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室内干球温度，可求得冷冻水供水温度。

[0072] 步骤2:确定数据采集对象,进行数据采集;

[0073] 在北京市某大型公共建筑能耗监测平台及北京室外环境监测平台分别采集冷冻水供水温度、冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度,并在该建筑现场采集部分冷冻水供水温度数据。

[0074] 该建筑为综合办公建筑,工作日工作时间为8~18时,休息日工作时间为9~18时,中午有午休1.5小时,存在加班的情况,物业管理人员会稍微提前于上班时间开启制冷系统对室内进行降温,因此保证空调设备的稳定运行下,采集工作日9~11时、13~17时,休息日10~11、13~17的数据,认为该时段的人流量参数为定值。

[0075] 步骤3:对采集数据进行预处理;

[0076] 数据预处理包括数据合并和数据清洗。

[0077] 对上述采集数据进行数据合并,即对不同的参数数据统一相同时间间隔作为数据采集点。间隔时间内该项参数若没有采集值记为空缺值,若有多个采集值取其平均值作为该项参数的采集值。数据合并后对数据进行清洗,即对故障值、缺失值进行删除、填补及修正。参数类型、参数范围与参数单位见下表:

序号	参数名称	参数类型	参数范围	参数单位
1	冷冻水供水温度	非数值型	8/9/10/11	摄氏度(°C)
2	冷水机组能耗	数值型	[100.05, 380.91]	Kw/h
3	冷冻水泵能耗	数值型	[33.05, 120.68]	Kw/h
4	冷却水泵能耗	数值型	[43.78, 145.79]	Kw/h
5	冷却塔能耗	数值型	[13.02, 65.88]	Kw/h
6	室外干球温度	数值型	[9.60, 37.60]	摄氏度(°C)
7	室外湿球温度	数值型	[6.90, 26.90]	摄氏度(°C)

[0079] 步骤4:在MATLAB平台上构建冷冻水供水温度策略ELM分类模型,构建方法如图3所示;

[0080] 构建模型步骤包括:导入数据→划分训练集和测试集→输入隐层神经元个数→生成模型→优化模型→达到优化目标→输出结果。

[0081] 具体操作方法如下:

[0082] (1) 导入数据

[0083] 导入冷冻水供水温度数据作为标签数据,导入冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度数据作为特征数据。

[0084] (2) 输入参数生成模型

[0085] 输入650组案例数据,根据经验训练集与测试集比例应为2:1~4:1,则随机抽取案例分为训练集435组,测试集215组。因为冷冻水供水温度是分类型数据,因此算法设置为冷冻水供水温度策略ELM分类模型,激活函数设置为hardlim函数,隐藏层神经元个数设置为100。

[0086] (2) 输出结果

[0087] 训练集正确率为:85.59%;测试集正确率为:65.42%。该结果不满足准确性检测,则需对模型进行优化。

[0088] (3) 模型优化

[0089] 分析隐藏层神经元个数与模型准确率的关系,选择适合的隐藏层神经元个数,优化冷冻水供水温度策略ELM分类模型。从隐藏层神经元个数设置为100个开始,每次增加20个直到1000个,每次运行20次取平均值,得到隐藏层神经元个数与冷冻水供水温度策略ELM分类模型的准确率的关系如图4所示。由图可知,隐藏层神经元个数设置为600个时,模型的训练集和测试集的正确率都稳定的达到了最大值。

[0090] (4) 优化后结果

[0091] 设置隐层神经元个数为600个,模型评价结果为:训练集正确率为98.24%;测试集正确率为86.15%。输出结果如图5所示。满足准确性检验。该冷冻水供水温度策略ELM分类模型的可实时判断冷冻水供水温度策略,且模型预测准确率可达到85%以上。

[0092] 步骤5:输出冷冻水供水温度策略结果

[0093] 输入特征数据:冷水机组能耗、冷却塔能耗、冷冻水泵能耗、冷却水泵能耗、室外干球温度、室外湿球温度数据。冷冻水供水温度策略ELM分类模型输出特征数据对应的冷冻水供水温度策略,部分特征数据空调系统冷冻水供水温度策略预测结果如表所示。

[0094]

	输入特征参数						预测结果
时间	冷水机组 能耗	冷却塔 能耗	冷冻水 水泵能耗	冷却水 水泵能耗	室外 干球温度	室内 湿球温度	冷冻水 供水温度
19/06/21 10 时	236.22	47.62	43.83	73.21	31.5	21.12	10
19/06/21 11 时	232.85	47.02	44.52	73.21	33.1	20.76	10
19/06/21	233.99	47.24	44.12	73.78	34	19.93	10

[0095]

13 时							
19/06/21 14 时	234.97	47.85	44.34	74.71	35.1	20.15	10
19/06/21 15 时	234.61	47.19	44.23	74.12	35.5	20.15	10
19/06/21 16 时	238.33	47.65	43.87	74.12	36.1	19.41	10
19/06/21 17 时	226.81	47.24	43.56	74.33	35.8	18.94	10
19/06/22 9 时	246.90	47.87	45.23	73.87	28.61	21.85	10
19/06/22 10 时	236.66	45.28	45.45	73.89	28.25	21.67	10
19/06/22 11 时	239.03	44.10	45.67	72.22	28.67	21.66	10
19/06/22 13 时	252.27	46.27	46.12	74.12	30.32	22.35	10
19/06/22 14 时	256.32	42.73	46.76	74.20	28.74	21.96	10
19/06/22 15 时	271.1	46.60	46.90	75.80	28.80	21.11	8
19/06/22 16 时	264.31	44.71	43.67	73.34	28.75	20.12	8
19/06/22 17 时	260.34	42.52	43.12	73.20	28.12	19.26	8
19/06/23 9 时	269.42	43.69	53.32	74.56	25.25	24.69	8
19/06/23 10 时	266.13	36.88	52.78	73.67	26.66	24.28	8
19/06/23	263.15	33.73	52.67	73.12	27.67	24.19	8

	11 时							
	19/06/23	267.48	33.55	52.22	73.89	28.33	24.38	8
	13 时							
	19/06/23	262.58	33.81	52.56	73.67	28.00	24.10	8
[0096]	14 时							
	19/06/23	260.83	33.71	52.01	72.56	28.31	24.06	8
	15 时							
	19/06/23	251.21	33.76	51.87	73.67	28.36	23.97	8
	16 时							
	19/06/23	256.53	33.74	51.10	72.12	27.76	23.83	8
	17 时							

[0097] 由空调系统冷冻水供水温度策略预测结果可知：该建筑空调系统19年6月21日全天冷冻水供水温度策略为10℃；19年6月22日9~14时冷冻水供水温度策略为10℃，13~17时冷冻水供水温度策略为8℃；19年6月23日全天冷冻水供水温度策略为8℃。

[0098] 其中19年6月21日为休息日，该建筑为大型综合办公建筑，休息日所需冷量低于工作日，因此该空调系统设置冷冻水供水温度为10℃可以达到降低能耗的作用。19年6月22日、6月23日为工作日，建筑所需冷量增加，空调系统设置冷冻水供水温度为10℃时，室内环境并不理想，因此冷冻水供水温度设置从10℃更改为8℃。

[0099] 所述基于分项计量数据的空调冷冻水供水温度策略识别方法常用应用场景为：冷冻水供水温度数据获得困难或历史冷冻水供水温度数据缺失，并具备建筑空调分项能耗监测平台的建筑空调系统，通过参数替代的方法，用可获得空调系统能耗数据和室外环境数据求得未知的冷冻水供水温度数据，使冷冻水供水温度参数可脱离现场实时获得，还可利用历史空调系统能耗数据和室外环境数据识别历史空调冷冻水供水温度参数。

[0100] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明权利要求所限定的范围。

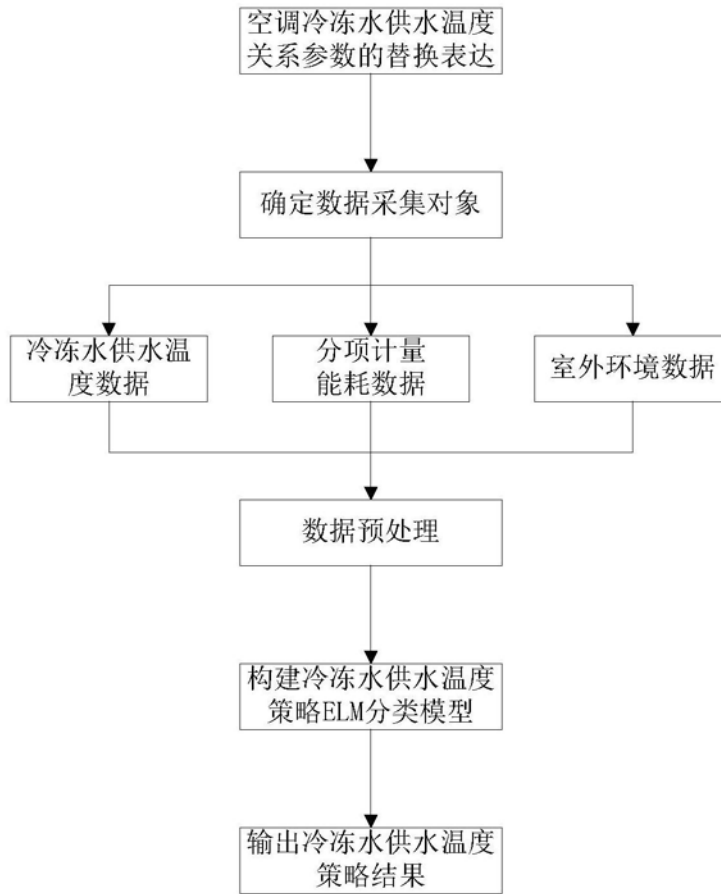


图1

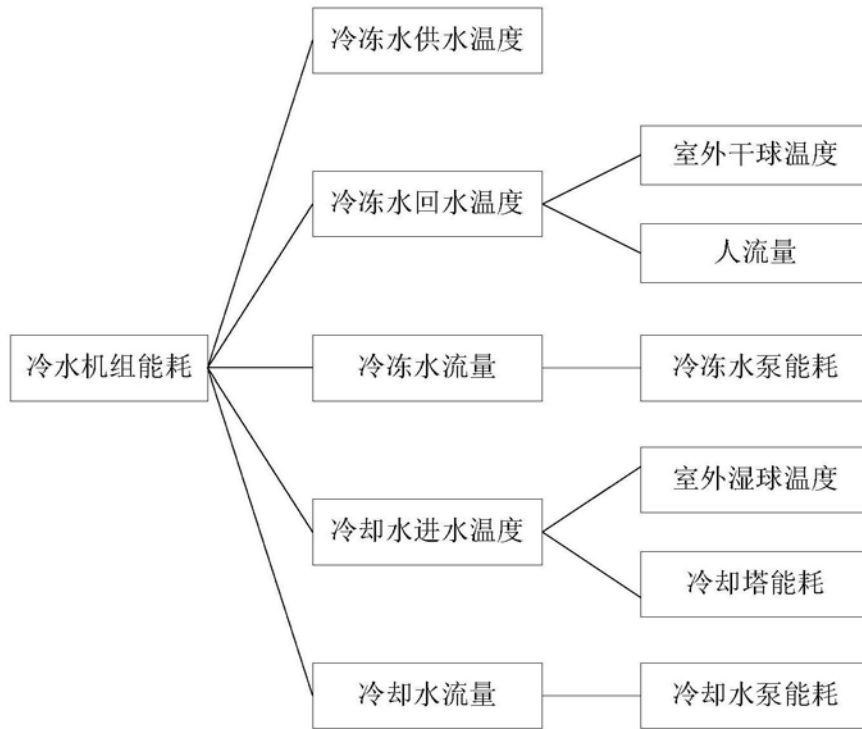


图2

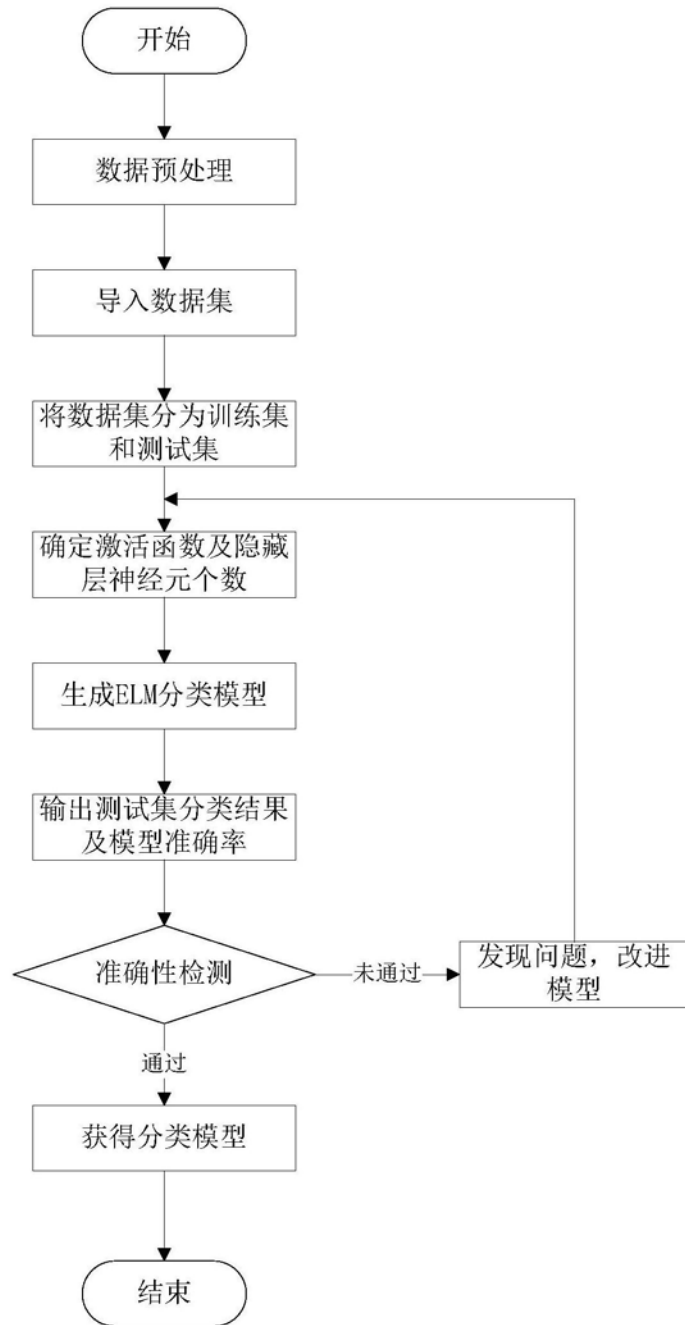


图3

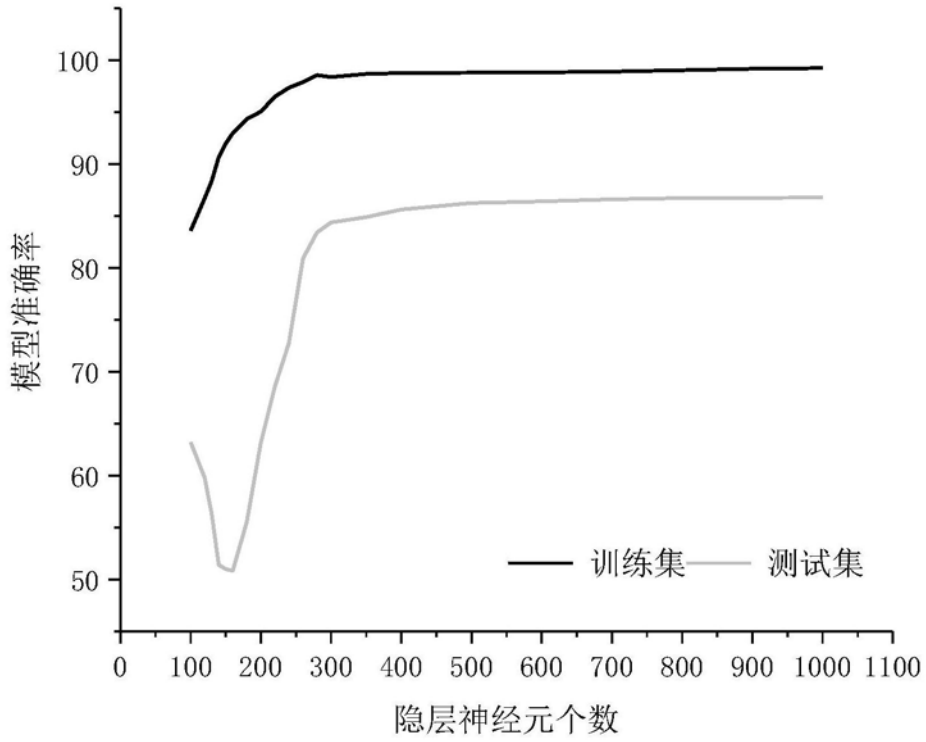


图4

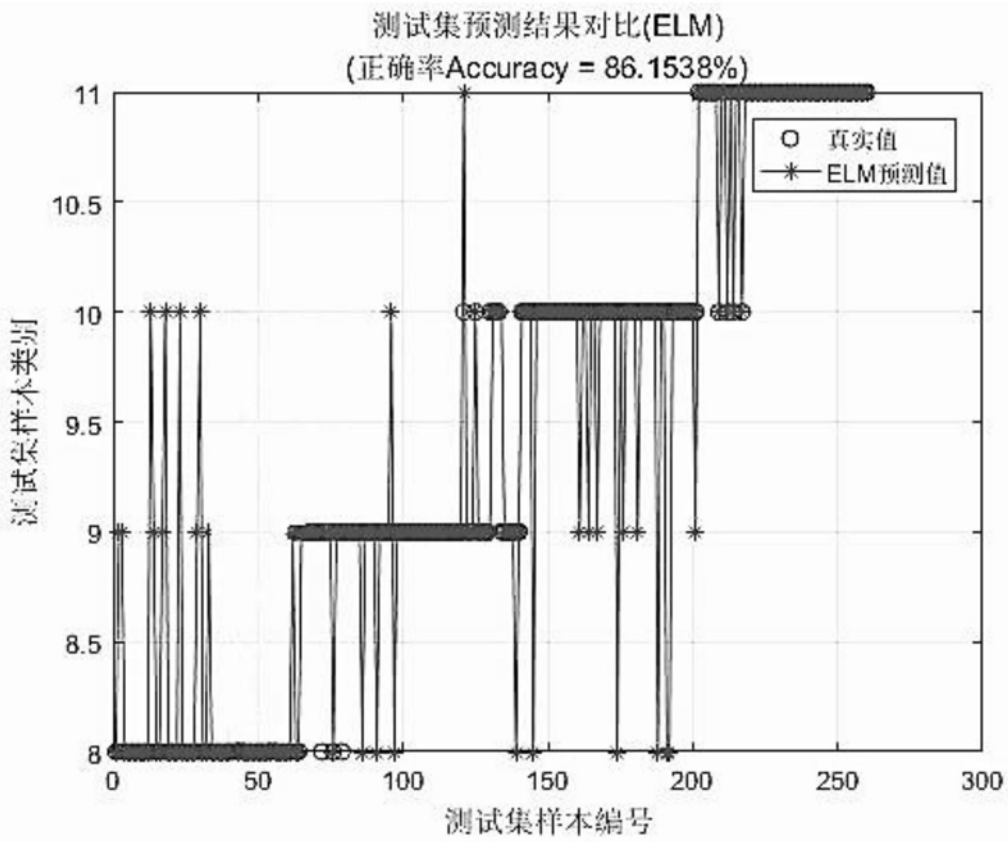


图5