

双碳环境下学校类建筑热水系统的选择与探讨

李明

南京长江都市建筑设计股份有限公司，江苏南京

摘要：随着社会和工业的不断发展，全球温室气体的排放也在不断扩大，从而使全球日渐变暖，生态环境也在遭受破坏。如何控制和减少温室气体排放，变成一个亟待解决的问题。我国在2020年宣布了2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标。为了实现这一目标，需要各行各业共同的努力。热水系统可以说是给排水专业一个主要的碳排放点，如何合理有效的选择热源以及热水系统，对减少碳排放有着重要的意义。

关键词：学校；热水系统；可再生能源；空气源；太阳能

Selection and Discussion of Hot Water System for School Buildings in Dual-Carbon Environment

Ming Li

Nanjing Changjiang City Architectural Design CO., LTD., Nanjing, Jiangsu

Abstract: With the continuous development of society and industry, the global greenhouse gas emissions are also expanding, so that the world is increasingly warming, and the ecological environment is also being damaged. How to control and reduce greenhouse gas emissions has become an urgent problem. In 2020, China announced the goal of achieving a carbon peak by 2030 and achieving carbon neutrality by 2060. To achieve this goal, the joint efforts of all walks of life are needed. Hot water system can be said to be a major carbon emission point of water supply and drainage major. How to reasonably and effectively choose the heat source and hot water system is of great significance to reduce carbon emission.

Keywords: School; Hot water system; Renewable energy; Air source; Solar energy

1 引言

在建筑行业，尤其是学校类建筑，热水系统的选择与运行不仅关系到师生的日常生活质量，还与节能减排、环境保护紧密相连。本文旨在探讨在双碳环境下，学校类建筑热水系统的最佳选择，以期在满足使用需求的同时，降低碳排放，促进可持续发展。通过对不同热源及热水系统的分析，结合学校建筑的特殊性，提出合理的选择建议，为建筑行

业实现双碳目标贡献力量。

学校类建筑中有教学楼、宿舍、食堂、体育馆等不同的使用功能，各类功能对热水的需要也不尽相同，针对这些不同的功能如何选择合适的热源以及热水系统，并满足双碳的要求，我将在下面的文章中和大家进行一些探讨。

2 常用热源的分类

说到碳排放，首先我们从热源说起。我们常见

的热水系统热源有很多种，比如燃气燃油、电能、太阳能、空气能等等，从能量来源，主要可分为以下几类：

2.1 余热

余热包括工业余热、集中空调系统制冷机组排放的冷凝热、蒸汽凝结水热等。其优点主要包括高效节能、简单可靠、投资回报周期短以及环保节能，可以说是真正的变废为宝。但其缺点主要体现在其区域局限性以及热源的不稳定性上。

2.2 可再生能源

目前建筑水专业的可再生能源主要是指太阳能热水系统、地源热泵热水系统以及空气源热泵热水系统。

2.2.1 太阳能热水系统

太阳能热水系统是利用太阳的辐射能量对热水进行加热，其优点是能源清洁、取之不尽、用之不竭，但缺点同样与太阳有关，就是受天气制约，辐射不稳定，需要设置辅助热源，另外热辐射效率不高，太阳能板等设备占地面积大，布置的位置要求也较高。

2.2.2 空气源热泵热水系统

空气源热泵系统，通过吸收空气中的能量，使较小电功率转化为数倍的热功率，效率高，由于气温变化较为缓和，制热量较为稳定；空气源设备占用空间小，布置较为灵活。其缺点是制热速度较慢，温度极低的地区无法使用，空气源设备有一定的噪声影响。

2.2.3 地源热泵热水系统

与空气源热泵相似，通过吸收土壤中的能量，来获取热量。由于土壤的温度相比空气更为稳定，所以冬天极低温度时，也能很好的运行。其缺点是初投资较大、施工复杂且工期长，另外还需要对地下土壤环境进行热量平衡，故一般需要和空调系统一并设计使用[1,2]。

2.3 化石能源

化石能源主要包括燃气、燃油等，其优点是能源来源稳定、热值较高，相关设备、系统简单且稳定，但由于其产热过程中会释放大量二氧化碳以及

其他有毒有害废气，故对双碳的达成极为不利。

2.4 电能

此处主要是指电能直接转化为热能的热水系统。其优点是加热速度快、设备简单、使用方便，且不会产生废弃物，属于清洁能源。但其电能转化为热能的效率相比于热泵较低，在目前电力紧张的大环境下，使用限制较多。

从《公共建筑节能设计标准规范》（GB50189-2015）5.3.1条可以看出，余热以及可再生能源是需要优先利用的。而且在《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）中，更是强调了对于可再生能源利用的强制性。综合以上各种热源热水系统的优缺点以及学校建筑自身及运营的特点。

3 学校类建筑热源的选择

（1）当学校周边有稳定工业余热热源的情况下，可以优先利用工业余热来制备热水，不仅降低了热水制备的费用，还在一定程度上减少了工业企业的废热排放，做到真正的节能减排、变废为宝。如果余热量不满足整体的需求或者余热是季节性热源，则需要根据学校的运营进行方案比较，判断是否可以作为补充热源，在一定程度上利用，达到节能减排的目的。比如建有游泳池的学校，即使周边工业余热并不稳定，无法持续的供给学校，也可以考虑将泳池初次加热这类集中时段需要大量热量的需求，采用工业余热来供给，这样就可以最大程度的合理利用余热，降低碳排放。又比如对于规模较大的宿舍楼，其淋浴废水的余热就较为稳定优质，就可以单独收集作为水源热泵的热源加以利用；而对于我国大多数地区而言，空调一般都在6~9月开启，而学校7~8月为暑假，所以空调机组的冷凝热回用就不适合学校了。

（2）在双碳的背景下、减少和限制使用化石能源，已经是一个趋势，目前新建的学校食堂，很多都已经采用电气化灶具，以减少对化石能源的使用。如果此时还采用燃气燃油热水机组来制备热水，就显得不合时宜了。所以在设计时尽量使用可再生能源，不使用化石能源。另外燃气燃油热水机组设备在使用中也具有一定的危险性，国标规范

《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019)第6.5.17条就对燃气燃油热水机组机房的布置有着严格的要求:“燃油(气)热水机组机房宜与其他建筑物分离独立设置;当机房设在建筑物内时,不应设置在人员密集场所的上、下或贴邻,并应设对外的安全出口”^①。考虑到学校学生众多,属于人员密集的场所,青少年特别是儿童的安全意识也比较欠缺,故尽量不要采用燃气燃油热水机组,如果使用,也尽量设置在远离教学区和住宿区的场所,当设置在屋顶、室外等场所时应做好相应的防护措施。

(3) 电能虽在使用过程中,基本没有碳排放,属于清洁能源,但由于我国70%的电力来自于火力发电,可见电能的碳排放在于前端。而且目前我国电资源一直属于紧张状态,规范对于电力直接加热也增加了很多限制条文,比如《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB55015-2021)第3.4.1.2条就规定了,除了按60℃计的生活热水最高日总用水量不大于5m³,或人均最高日用水量不大于10L的公共建筑以及电力供应充足、当地电力政策鼓励用电直接加热以外,不应采用市政供电直接加热作为生活热水系统的主体热源^②;故在学校热水设计时,基本很难采用直接电加热的系统方式。但随着未来水电、风电、光电、特别是核电等清洁电能所占比重越来越大,电能的碳排放进一步降低,到时采用电能加热将变得更加低碳和推崇。

(4) 可再生能源是目前以及未来的发展趋势,哪种更适合学校建筑呢?地源热泵系统虽然稳定性好、使用寿命长、环保且可再生,但由于其需要在地下大面积设置循环管井,导致初投资成本较高、系统复杂、安装难度较大、施工工期长;另外,地源热泵系统是靠吸收土壤中的温度来获取能量的,故需要考虑地下土壤中的冷热平衡来维持土壤中的生态以及可持续的能量利用。如果只是热水系统使用,一年四季均不停的吸取土壤中的热量,很快就会导致土壤变冷,从而导致热泵效率不断下降。故地源热泵系统一般需要和空调一起使用,来维持土壤热量的平衡。故除非是大型高档校园,一般学校基本不会考虑地源热泵系统。太阳能由于其免费、清洁的能量来源以及较低的运行费用,是较

好的选择,但考虑到一年中太阳能利用率最高的夏天正好是暑假,此时学校几乎无热水需求,从而导致全年太阳能利用率大打折扣;而且夏天太阳能热水器虽然不使用,但太阳能集热板依旧暴露在太阳的高温高辐射下,使得太阳能设备一直处于过热和高压状态,严重时会造成设备出现损坏。相对而言,空气源热泵设备较为简单,布置也比较灵活,稳定性好;气温较高、热水需求较少时,可以通过关闭部分机组来满足热水的需求,减少不必要的能源消耗;而且其全年效率最低的冬季又正好是学校的寒假期间,完美避开了低效运行工况,几乎可以达到全年高效运转。由此可见空气源热泵系统在我国大部分区域是较为符合学校建筑运营特点的可再生能源。北方严寒地区可以采用低温型空气源热泵产品配以辅助热源的方式,弥补冬季低温导致供热量的不足。但在选择空气源热泵系统时,需要考虑他的噪声问题,首先,空气源热泵外机的布置应尽量不要毗邻教室、图书馆、宿舍等对环境噪声较高的房间;其次,热泵运行的时间应结合热水需求进行合理的计划和控制,比如宿舍附件的机组可以考虑主要在白天运行,而教学楼附近的热泵可以考虑主要在夜间运行进行供热储热,以减少对学生学习和生活的影响;最后,如果上述条件无法实现,则可以考虑采购低噪声的空气源热泵机组或设置隔音罩等措施[3-5]。

4 学校不同类型建筑的热热水系统选择

学校中有热水使用需求的建筑,主要有宿舍、食堂、体育馆、游泳馆等,这些建筑对于热水的需求各不相同,下面我们主要从其对热水水量、水温、水压以及供水时间上来分析。

4.1 宿舍

宿舍的用水主要集中在晚上,用水时段较为集中。而且,宿舍热水主要是淋浴用水,其对水量、水温、水压要求都比较高;所以系统的选择尤为重要。

对于规模较小的宿舍建筑,可以采用承压模块式空气源热泵,其虽然单个模组热水出水量不大,但出水水温即为设计水温,系统也为闭式系统,且可以多组合用,可以在中小型系统中保证水量、水

温、水压都较好的满足要求，而且设备较小，布置较为灵活，屋顶、露台等处均可设置。

对于规模较大的宿舍建筑，采用集中供热空气源热水系统是一个较为经济且供水稳定的选择。考虑到这类宿舍一般属于全员住校、封闭管理，晚上用水时段集中，短时间内使用水量较大，更偏向于定时供水的情况，此时再考虑用水期间的热泵供热，难免会出现水温无法保证的情况。应该按定时供水的要求，储存一次需要的全部热水水量，利用白天加热到位，更为合适。

注意点：学校存在寒暑假，但需注意是否有教职工宿舍和留校学生宿舍这类寒暑假依旧存在的用水需求。如果学校有此类需求，则在最初设计时就要统筹考虑。如果教职工宿舍是独立楼栋，则可以单独设置供水系统；如果是合建在一起，则可以考虑根据不同规模采用多台设备并联或额外设置小型设备，待寒暑假时只需开启部分设备运行，不用整个系统全部开启。在建筑内的管道系统布置中，也可以针对性的进行调整，由于管理需要，不同性质的宿舍一般都会按楼层进行划分，所以系统上可以按此类划分进行不同的竖向分区，或者此部分楼层设置横向主管循环系统，做到使用哪层就开哪层，而不是传统竖向循环系统，必须全部开启，这样既节约了能耗，也提高了用水安全性。

4.2 食堂

食堂热水主要用于厨房洗涤以及学生洗手。相对于宿舍淋浴来说，食堂用水对水温的要求相对而言没有那么苛刻，但其使用时间却更为集中，主要用水几乎都集中在1~2个小时之内。所以在系统选择时，建议存储一次所有的用水量，以免使用中来不及同步加热。由于大部分时间不使用热水，可采用循环式空气源热泵机组，热水递进式加热，进出水温差恒定，有利于设备高效稳定的运行。

注意点：学校食堂的运营时间和用餐次数需要充分考虑，如果只是走读制学校，一般只有中午一餐，空气源热泵有较长的加热时间，设备负荷相对而言就可以选的相对小一些；如果学校有统一晚自习或者是住宿制学校，可能就要考虑两餐制或者三餐制，留个热泵每餐的加热时间就大大缩短，空气源的设置就要有相应的对策，来满足不同

的使用情况。

4.3 体育馆、游泳馆

体育馆的热水需求主要是配套淋浴，游泳馆的热水需求则分为两部分，一部分是配套淋浴，另一部分则是泳池的加热。淋浴水温和泳池水温差距较大，可以考虑分开设置不同温度级别的空气源热泵系统，使每个系统都可以在各自的高效段运行，提高制热效率。如果空间和出投资收到限制，也可以考虑合用，但在系统设计时需要考虑淋浴和泳池不同水温互不干扰的措施。

由于泳池初此加热时间长，耗热量大，但初加热次数很少，为了满足初加热而配置较多的空气源热泵就显得不太合理。初加热时泳池淋浴一般不使用，可以将淋浴热水的空气源热泵通过管道临时切换用作泳池初加热热源；另外，在周边有条件的情况下，可以考虑采用采购电厂等废热水的形式，用作泳池初次热水。既能节省费用、时间，又做到了废热利用。但需要保证热水水质满足相应规范要求，并且在设计时需要考虑预留室外热水接水口，由于废热水基本是用罐式卡车运送，所以接水口需要设置在能通行大型车辆的车行道附近；另外，为了能储存和调节废热水，在地下室需要设置热水调节水箱，水箱大小需要结合泳池大小以及废热水运送能力来综合考虑。

注意点：近些年，随着全民健身意识和需求的提高，学校体育设施对外开放也慢慢普遍起来，一方面是顺应政策的要求，另一方面也是出于对学校资金弥补的需要。对于给排水专业来说，体育馆、游泳馆是否对外开放，无论是使用人数、用水量还是使用时间，都是两种截然不同的工况。这一点一定要在设计之初就和学校沟通清楚，以免在设计意图上出现偏差。特别是寒暑假对外开放的场馆，其冷热水系统一定要和学校大系统分开设置，保证能独立运行。另外，对于全年运营的体育馆、游泳馆，由于其屋面较大，夏天的太阳能热水也有用武之地，所以也可以考虑设置太阳能+空气源这样更为节能的热水系统形式。

5 小结

综上所述，学校不同于其他建筑，它有着自己

独有的特点,即使是不同学校之间,也可能因为用餐制度、住宿制度、场馆使用制度等的不同,造成热水需要也不尽相同。我们在进行热水设计时,需要明确需求并考虑周全,选用合适的热源和热水系统,才能在满足使用的前提下,更好的达到节能低碳的目标,为我国双碳目标的实现提供一份力量。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑给水排水设计标准:GB50015-2019[S]. 北京:中国计划出版社, 2019-06-19发布, 2020-03-01实施.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家市场监督管理总局. 建筑节能与可再生能源利用通用规范: GB55015-2021[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2021-09-08发布, 2022-04-01实施.
- [3] 马舰, 汪磊磊, 陈丹. 太阳能热水系统性能检测方法研究[J]. 绿色建筑, 2021, 13(03):83-87.
- [4] 周津津. 太阳能与空气源热泵双热源热水系统的设计与研究[J]. 现代制造技术与装备, 2023, 59(10): 101-105.
- [5] 张志尧, 褚赛, 林桐, 朱永强, 李明周. 集中式太阳能热水系统精细化设计[J]. 山西建筑, 2022, 48(20): 112-116.

