

文章编号: 1671-6612 (2022) 02-332-05

# 海外项目暖通空调设计关键参数差异性介绍

刘希臣 方宇 倪先茂

(中国建筑西南设计研究院有限公司 成都 610041)

**【摘要】** 对海外暖通设计相关的标准体系进行了基本介绍,并基于美国ASHRAE标准体系,对国标与美标在暖通设计中的差异性进行了探讨,对美标中关键暖通设计参数的确定及计算方法进行了介绍,包括室外设计参数、室内设计参数、新风量及负荷计算,为更加准确、科学、合理的开展海外项目暖通设计提供参考。

**【关键词】** 海外项目;暖通设计;关键参数;ASHRAE标准  
中图分类号 TU831.3 文献标识码 B

## Introduction of the Difference of Key Parameters in HVAC Design for Overseas Projects

Liu Xichen Fang Yu Ni Xianmao

(China Southwest Architectural Design and Research Institute Co., Ltd, Chengdu, 610041)

**【Abstract】** The overseas HVAC design standard system is introduced. Based on the American ASHRAE standard system, the differences between Chinese national standard and American standard in HVAC design are discussed. The determination and calculation methods of key HVAC design parameters in American standard are introduced and analyzed, including outdoor design parameters, indoor design parameters, out air volume and load calculation. The research in this paper provides reference for more accurate, scientific and reasonable HVAC design of overseas projects.

**【Keywords】** Overseas projects; HVAC design; Key parameters; ASHRAE standard

作者(通讯作者)简介:刘希臣(1983.12-),男,博士,高级工程师, E-mail: Liuxichen1983@126.com  
收稿日期:2021-11-15

## 0 前言

随着国家鼓励企业“走出去”、“一带一路”、“去库存、去产能”和“转型升级、创新发展”等重大战略决策的逐步展开和落实,海外建筑设计市场的拓展势必会成为未来发展的热点。对于国内建筑设计而言,开拓海外市场是一项严峻的考验。陌生的海外市场充满激烈竞争,诸多不明因素导致了开拓海外市场的不可预测、不可掌控性<sup>[1-3]</sup>。

对于暖通设计,海外项目同样具有众多特殊性,包括规范标准、负荷计算方法、地理位置、气候条件、自然资源特性及分布、人们对冷热的敏感度等等,这些因素都与暖通设计息息相关,对暖通设计提出了严峻的挑战<sup>[4-6]</sup>。

由于目前我国尚无适用于海外项目的暖通设计体系,缺乏对国际上通用的相关计算方法、设计思路、系统形式的研究,造成了海外项目暖通设计过程中设计人员不熟悉相应的技术规范体系,对设计过程的顺利推进造成了一定的影响<sup>[7]</sup>,基于此,本文将对海外国际项目的暖通设计体系相关的重点问题进行研究,对不同标准体系中的暖通设计差异性关键问题进行梳理,为海外项目的暖通设计提供参考。

## 1 海外项目规范和标准体系

对于暖通空调设计技术性规定文件,各国用词不同,经常使用的有:规范(Code)、标准

(Standard)、导则 (Guide)、手册 (Handbook)。全球范围内, 每个国家及地区都会有其遵循的设计标准及体系, 比较常见的有美国标准、英国标准、法国标准、日本标准及俄罗斯标准, 同时根据项目的所在地情况, 还有可能涉及项目所在国的标准。总体而言, 使用最广泛的为美标和英标, 其中美国标准在全球的应用最为广泛, 权威性也最强, 因此本文主要以美标为基础进行分析。

在暖通设计领域, 应用最多的美国标准体系为 ASHRAE 和 NFPA 及国际规范 (International Mechanical Code), 其中 ASHRAE 主要侧重于供暖、空调及通风的设计 (也会有涉及消防部分), NFPA 主要针对消防及防排烟的设计, 除此之外, 美国各州也有其各自的规范。本文主要对 ASHRAE 标准体系进行分析。

ASHRAE 标准体系中, 最常用的标准主要为:

(1) Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (Standard 90.1), 公共建筑节能设计标准;

(2) Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (Standard 55), 室内热舒适标准

(3) Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (Standard 62.1), 公共建筑室内空气品质标准;

(4) Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Building (Standard 62.2), 居住建筑室内空气品质标准;

(5) Climate Data for Building Design Standards (Standard 169), 建筑设计气象参数标准。

同时其编制的 ASHRAE Handbook (暖通空调设计手册) 是目前全球使用最广泛的设计手册, 包括 4 个独立分册, 分别为: Fundamentals (基本原理)、Refrigeration (制冷)、HVAC Application (暖通空调应用) 及 HVAC Systems and Equipment (暖通空调系统及设备)。

## 2 主要差异性分析

### 2.1 室外设计参数

国标中对于室外设计参数, 以不保证率的形式给出 (小时不保证率、日不保证率), 每种不同类型的设计参数, 均基于不保证率给出一个确定的数值。ASHRAE 标准体系是以小时的不保证率进行

设计参数的统计。国标与 ASHRAE 在不保证率方面的对比如表 1 所示。

表 1 国标与 ASHRAE 不保证率对比

Table 1 Comparison of no-guarantee rate between national standard and ASHRAE

国标		ASHRAE		
供	5 天	1 天	99.6%	99%
热	(采暖)	(空调)	(35 小时)	(87.6 小时)
供			0.4%	1%
冷	50 小时		(35 小时)	(88 小时)

相对于国标, ASHRAE 标准给出的数据更为丰富, 每一种类型的数据都有几种不同的保证率, 不仅给出了基于全年不保证率数值, 同时对于每一月份, 也分别给出了不同不保证率下的统计数据, 让设计者在不同的使用情况下可以具体灵活地选择。同时 ASHRAE 标准在室外设计参数的确定上, 考虑了温度与湿度的相互耦合特性, 例如按不保证率为 1% 确定夏季干球设计温度时, 其对应的湿球温度即为该干球温度下对应的湿球温度平均值。

### 2.2 室内设计参数

室内设计参数主要包括室内设计温度、湿度、风速等, 按国内的设计原则, 确定室内设计参数的方法为: 相关规范对不同类型建筑、房间的设计温度、湿度及风速均进行了范围规定, 设计师只需按规范取值即可。但 ASHRAE 设计体系, 并未给出明确的室内参数范围 (见表 2), 只是提出了舒适性参数的要求, 设计师需综合考虑新陈代谢强度、服装热阻、空气温度、辐射温度、空气流速、空气湿度六个参数, 并计算在这些参数作用下的舒适性, 只需保证舒适性指标满足规范要求, 即可说明室内设计参数的选择是合理的。

表 2 国标与 ASHRAE 室内参数选择方法对比

Table 2 Comparison of indoor design parameters between national standard and ASHRAE

国标		ASHRAE	
室内	针对房间类型, 给出	性能化设计方法, 通过	
设计	确定的室内设计温	PMV 来确定室内设计参数	
参数	度、湿度及风速要求	1% (88 小时)	

由此可见, 在室内参数确定方面, ASHRAE 方法与国内方法相差较大, 其综合考虑了不同参数的影响, 该方法更合理, 更具灵活性。对于给定的

湿度，空气流速，新陈代谢强度，和衣服热阻，可以确定一个舒适区，在这个舒适区内环境温度都是可接受的范围，该种性能化的设计方法目前无法在国内直接使用，但可以采用该方法对设计进行复核，以确定室内人员的舒适度。

图 1 使用一个简化的图表方法来确定不同条件下的可接受的舒适区温度范围，新陈代谢强度在 1.0 到 1.3met 范围内，衣服热阻度在 0.5 到 1.0clo 范围内，可以使用这种方法。在这个舒适区内，考虑到 PMV-PPD 指标下个体的不满意度为 10%，再加上局部热舒适的平均 10%的不满意度，80%的受试者都是可接受的。图 1 的舒适区域的空气流速不大于 0.2m/s，由图可见，舒适区域分成了两部分，一部分的衣服热阻为 0.5clo，一部分的衣服热阻为 1clo，这两个值分别可以代表典型冷热条件下人的穿着情况。

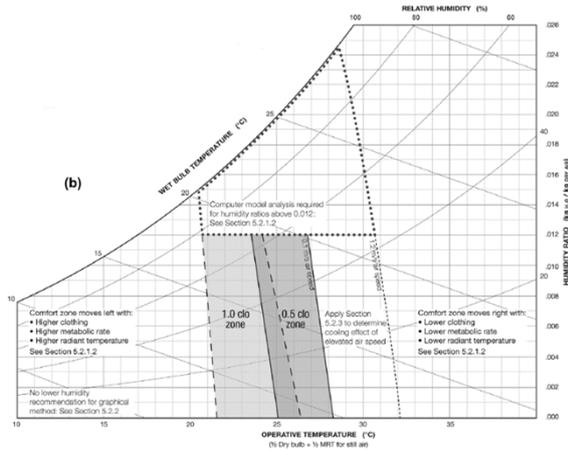


图 1 热舒适图表法

Fig.1 Chart of thermal comfort

表 3 PMV 指标划分

Table 3 PMV index

PMV 指标	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
热感觉	冷	凉爽	稍凉	舒适	稍暖	温暖	热

预测平均评价 (PMV) 使用热平衡原理来关联影响热舒适的 6 个关键参数，将人群对热的反应进行热敏感度评定。预测不满意率 (PPD) 是指环

境中受试者对于该环境的热感觉投票比例。PPD 是以 PMV 的 0 值轴对称，如图 2 所示。通过计算 PMV-PPD 的数值，判断其计算结果是否在可接受的热环境中 (见表 4)，可以确定设计参数是否可以给人们带来舒适。ASHRAE 标准 PMV 的使用需要空气流速在 0.2m/s 以下，在某些情况下，适当提高空气流速来增加舒适区运行温度的上限也是可行的。

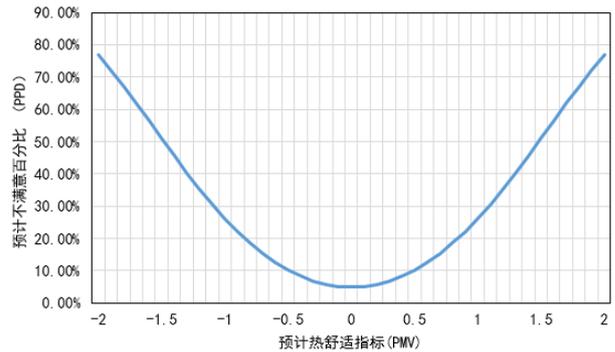


图 2 PMV-PPD 相互关系图

Fig.2 Correlation diagram between PMV and PPD

表 4 可接受热环境 PMV-PPD 限值

Table 4 Acceptable PMV-PPD limit for thermal environment

PPD	PMV
<10	-0.5<PMV<0.5

### 2.3 新风量的确定

国内一般按照人员新风量法确定新风供应量，但 ASHRAE 按人员及面积双重指标的方法确定新风量，根据 ASHRAE62.1 的规定，新风量的确定方法见下式：

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z$$

其中， $A$  为区域的面积， $m^2$ ； $P_z$  为区域的人数， $R_p$  为每个人所需要的新风量指标； $R_a$  为每平方米面积所需的新风量指标。

新风量确定中，常用的指标可按表 5 来确定，区域的人数应为该区域的最大在室人数，对于某区域，若其在室人数无法确定，则需根据表 5 估计在室人数。不同类型空间的新风量指标参数选择如表 5 所示。

表 5 不同区域的最小通风量 (部分)

Table 5 Minimum ventilation rate in different areas

建筑类型	人员新风量 (L/s·人)	区域新风量 (L/s·m <sup>2</sup> )	人员密度 (人/100m <sup>2</sup> )	总室外通风量 (L/s·人)
牢房	2.5	0.6	25	4.9
休息室	2.5	0.3	30	3.5
警卫室	2.5	0.3	15	4.5
预约登记	3.8	0.3	50	4.4
日托 (小于 4 岁)	5	0.9	25	8.6
日托病房	5	0.9	25	8.6
教室 (5~8 岁)	5	0.6	25	7.4
教室 (9 岁以上)	5	0.6	35	6.7
讲堂	3.8	0.3	65	4.3
艺术教室	5	0.9	20	9.5
科学实验室	5	0.9	25	8.6
大学实验室	5	0.9	25	8.6
木工/金属车间	5	0.9	20	9.5
电脑机房	5	0.6	25	7.4
多媒体中心	5	0.6	25	7.4
音乐/戏剧/舞蹈	5	0.3	35	5.9
多功能室	3.8	0.3	100	4.1
饭店就餐	3.8	0.9	70	5.1
咖啡/便捷餐厅	3.8	0.9	100	4.7
酒吧	3.8	0.9	100	4.7
厨房	3.8	0.6	20	7
休息室	2.5	0.3	25	3.5
咖啡室	2.5	0.3	20	4
会议	2.5	0.3	50	3.1
走道	—	0.3	—	—
液体储藏室	2.5	0.6	2	32.5
卧室/起居室	2.5	0.3	10	5.5
员工卧室	2.5	0.3	20	4
洗衣房, 集中	2.5	0.6	10	8.5
洗衣房, 分散	2.5	0.6	10	8.5
大厅	3.8	0.3	30	4.8
多功能室	2.5	0.3	120	2.8
休息室	2.5	0.6	50	3.5
主入口大厅	2.5	0.3	10	5.5
储藏室	2.5	0.3	2	17.5
办公区域	2.5	0.3	5	8.5
接待区域	2.5	0.3	30	3.5
数据入口	2.5	0.3	60	3
银行柜台	2.5	0.3	5	8.5
银行大堂	3.8	0.3	15	6
电脑机房	2.5	0.3	4	10

#### 2.4 负荷计算方法

在负荷计算方面, 以 CARRIER E20-II 软件为例进行说明, CARRIER E20-II 软件是目前国际上认可的负荷计算和设备选型计算软件之一, 它由美国开利集团研发。此软件基于国际上权威的 ASHRAE (美国采暖, 制冷与空调工程师学会) 标

准, 而且通过多年的应用, 它的性能稳定、功能齐全、运行可靠, 是国际公认的一流的成熟的暖通空调设计计算软件。

CARRIER E20- II 软件中的 HAP Hourly Analysis Program (逐时分析程序) (以下简称 HAP) 和国内常用的空调负荷软件相比, 主要有以

下几方面的差异性。

#### (1) 设计思路不同

HAP 运用了系统-区域-空间的设计思路。即先从工程本身的系统性考虑,先确定建筑的空调形式,然后在不同系统里划分区域,再把这些区域里的每个空间做单独计算。

#### (2) 对设备选型的思路不同

负荷计算的根本目标都是用来选择要使用的设备。HAP 从设备选型出发的结果导向设计思路,在计算一开始就要把系统和设备类型进行定义。采用设备选型出发的结果导向设计思路,每一步的设置都是围绕设备选型这个目标,而不是单纯的对每个空间的负荷计算。

#### (3) 对气象参数的设置范围和功能不同

HAP 有较为强大的海外气象资料数据库和气象模拟计算功能。此软件中存储了世界大部分国家和地区的气象资料,而且具有气象资料的模拟计算功能,对一些气象数据不全的地区,只要输入主要的参数,比如海拔,经纬度之类的,也可以得到较为准确的设计数据,给设计工作带来很大方便,从而提高设计质量。

### 3 结论

通过对暖通设计中的国标及美国 ASHRAE 标准体系进行对比,研究了两种设计体系的理念、方法的差异性,分析了美标中主要设计参数的确定原则,为海外项目暖通设计提供了参考。

(1) 对于室外设计参数,供冷与供热情况时,美标均以小时不保证率给出设计参数,同时对于每一

月份,也分别给出了不同不保证率下的统计数据,让设计者在不同的使用情况下可以具体灵活地选择;

(2) 对于室内设计参数,美标采用舒适区的方法进行确定,即基于新陈代谢强度、服装热阻、空气温度、辐射温度、空气流速、空气湿度六个参数进行舒适区的计算,从而确定室内满足舒适要求的设计参数;

(3) 对于新风量,美标根据人员及面积双重指标的方法进行确定;

(4) 对于负荷计算,美标采用系统-区域-空间的设计思路,即先从工程本身的系统性作为出发点进行空调负荷的计算。

#### 参考文献:

- [1] 刘承锬,于罗斌,王旭.浅谈海外总承包项目施工设计阶段的优化[J].公路交通科技(应用技术版),2020,16(5):22-24.
- [2] 颜荣亮.浅谈海外项目的设计管理[J].门窗,2019,(18):142.
- [3] 郭静雯,姜明圣.中国设计院海外业务拓展策略探讨[J].国际工程与劳务,2018,(1):54-55.
- [4] 顾晓东.海外设计咨询项目投标工作要点分析[J].经营与管理,2017,(11):65-69.
- [5] 卓建成.国外项目勘察设计管理特点探讨[J].铁道工程学报,2014,(2):19-22.
- [6] 汪洋.浅谈海外设计项目管理中应注意的问题[J].工业建筑,2011,41(S1):1007-1009,990.
- [7] 许国强,叶建新,刘坡军.某海外项目空调负荷计算矛盾分析与解决[J].广东土木与建筑,2015,22(11):27-29,58.
- [8] 排放核算研究[J].建筑科学,2020,36(S2):334-338.
- [6] 孙颖.我国城镇公共建筑碳排放配额分配研究[D].北京:北京交通大学,2020.
- [7] 朱能,朱天利,仝丁丁,等.我国建筑能耗基准线确定方法探讨[J].暖通空调,2015,(3):59-64.
- [8] 李月寒,胡静,刘佳.面向碳交易的上海市建筑运营维护阶段碳排放基准线研究[J].环境与可持续发展,2019,044(3):132-136.
- [9] 张慈枝.福建省教育建筑用能特征与能耗定额研究[J].福建建设科技,2020,(4):4.
- [10] 杨延萍,郑林涛,郑志敏,等.校园建筑能耗基准线确定方法研究[J].暖通空调,2017,47(6):38-42.
- [11] 林立身.建筑运行部门的碳交易制度设计[D].北京:清

(上接第 310 页)

#### 参考文献:

- [1] IEA (2021). E4 国家概况:中国的能源效率[A/OL].  
<https://www.iea.org/articles/e4-country-profile-energy-efficiency-in-china>
- [2] 2019 Global Status Report for Buildings and Construction[R]. Global Alliance for Buildings and Construction. Switzerland, 2020.
- [3] 林跃东,单平平.基于 CIE-AHP 的福建省建筑碳排放评价方法研究[J].福建建设科技,2021,(2):77-80.
- [4] 张孝存.建筑碳排放量化分析计算与低碳建筑结构评价方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2018.
- [5] 杨斯慧,刘菁,杨天娇,等.碳交易过程中的公共建筑碳

