

文章编号: 1671-6612 (2023) 01-153-04

厦门某会展喷雾降温可行性研究分析

尹畅昱 何佩峰

(杭州中联筑境建筑设计研究院 杭州 310000)

【摘要】 喷雾降温作为较为简便的室外降温措施, 常应用于大型展览类建筑中。查阅文献资料, 参考喷雾降温的成功工程案例, 总结出喷雾降温系统的六条适用条件。根据厦门某会展的气象条件和展览频次, 对照适用条件进行逐条分析, 最终得出厦门某会展应用喷雾降温系统的可行性不高的结论。

【关键词】 喷雾降温; 高温; 气象条件

中图分类号 TU831.3 文献标识码 A

Feasibility Study and Analysis of Spraying Cooling in A Xiamen Convention and Exhibition

Yin Changyu He Peifeng

(CCTN Architecture Design Co., Hangzhou, 310000)

【Abstract】 As a relatively simple outdoor cooling measure, spray cooling is often used in large exhibition buildings. In this paper, six applicable conditions of spray cooling system are summarized by referring to the successful engineering cases of spray cooling. According to the meteorological conditions and exhibition frequency of A Xiamen Convention and Exhibition center, the article analyzes the applicable conditions one by one, and finally draws the conclusion that the application of spray cooling system in Xiamen new Convention and Exhibition center is not feasible.

【Keywords】 Spray cooling; high temperature; meteorological condition

0 引言

喷雾降温技术最早应用于农业领域, 后来逐步应用于城市降温, 并发展成为高压喷雾。该项技术应用于美国、西班牙、日本世博会后, 逐渐成为国际上室外降温新的手段和方法。对于喷雾蒸发冷却降温原理, 国内外均有研究, 喷雾降温的实验室实验研究及数值模拟研究表明, 喷雾具有一定的降温能力, 并能改善人体舒适度^[1]。李成成等回顾了喷雾降温在国内外室外场所的应用, 对比了西安和上海的气象资料, 指出在中等湿度地区运用喷雾降温会比气候湿润的地区效果更加明显^[2]。喷雾降温系统的雾化机理方面, 曹建明对喷雾设备喷射与雾化的基本理论和各种喷嘴的特点, 包括液体碎裂过程、液滴尺寸分布、液滴尺寸测量、喷嘴及其特点等有详细研究^[3]。在改进喷雾降温设备方面, 黄晓

庆等研究了撞击性雾化喷嘴流量与喷雾压力的关系, 并且比较了不同类型喷嘴组合的喷雾降温效果^[4]。

喷雾降温措施也有很多实际应用案例, 如上海世博会^[5]、西安世界园艺博览会^[2,6]、香港迪士尼乐园、杭州国家西溪湿地公园等。

1 喷雾降温典型案例

上海世博中心中轴线上有一条世博轴, 它是连接中国馆、世博展览馆等场馆的主要通道。世博轴东西宽约 100m, 南北长约 1000m, 有 6 个直通负二层的采光体, 其他区域上空为 PTFE-A 级膜, 具有一定的遮阳作用。

现场情况: 上海世博会举办时间为 2010 年 5 月 1 日至 10 月 31 日, 考虑到盛夏季节气温在

37-38℃甚至更高，尤其在检票处人员密集，人员排队停留时间较长，极有可能中暑，需采取适当措施改善该处的室外环境。

设计分析：根据实验结果和日本爱知世博会经验可知，在室外温度高于 30℃，且相对湿度小于 70%条件下，喷雾降温能起较明显效果。上海世博会举办时间为 2010 年 5 月 1 日至 10 月 31 日，每天营业时间 8 点-18 点，共计 1840h。根据设计者在运行后检验，在 1840h 内满足喷雾降温使用气象条件的平均小时数为 370h，即在世博会营业时间内平均有 20%的时间可以使用喷雾降温措施。

设计区域：喷雾降温系统设计在南侧检票入口处约 200m(南北向)范围内，设计面积约 20000m²。

设计效果：如图 1、2 所示，世博轴采用喷雾立柱，立柱高约 4.5m，最低处喷嘴 1.7m，往上每隔 0.3m 布置一个喷嘴，共 9 个，一根立柱四面均布置，总共 36 个。喷雾立柱布置间距 11m，呈矩阵布置。

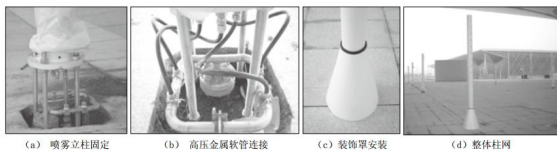


图 1 喷雾立柱示意图

Fig.1 Schematic diagram of spray column



图 2 喷雾立柱布置图

Fig.2 Plan of spray column

2 喷雾降温系统适用条件

根据世博轴喷雾降温的设计经验，以及查阅其他相关论文，适用于用喷雾降温系统的条件如下：

- (1) 通风且有遮阳的室外空间；
- (2) 场馆使用时间内满足“室外气温高于 30℃且相对湿度在 70%以下”的小时数需较多；
- (3) 人流量极高，停留时间较长；

- (4) 喷雾水需达到饮用水标准或更高；
- (5) 压力管道的安全性。

3 厦门某会展喷雾降温系统可行性分析

厦门某会展位于厦门市翔安区，总建筑面积约 101 万 m²，主要分为两侧的东、西登录厅、中间的中央廊道，11 个展厅，1 个会议中心以及滨海商业、仓库等配建设施。业主提出能否在项目中应用喷雾降温系统提升室外空间的舒适度，现根据前文总结的喷雾降温系统适用条件进行逐条分析。

3.1 通风且有遮阳的室外空间

项目中比较符合“通风且有遮阳的室外空间”条件的区域有两个，一个是中央廊道（如图 3 虚线框所示），一个是展厅中间区域（如图 3 点划线框所示）。

中央通廊高约 10m，有玻璃顶，位于建筑群的中央，无法形成对穿风。若喷雾在中央通廊里，可能造成相对湿度过高，反而更不舒适，造成“蒸桑拿”的后果。

小结：目前建筑方案尚没有完全符合“通风且有遮阳”的室外空间。

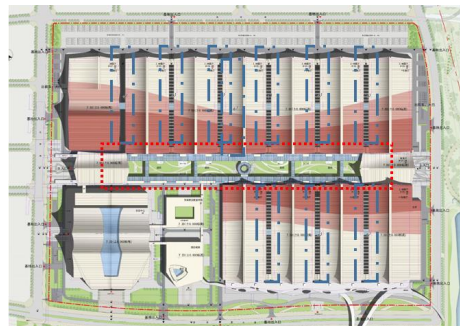


图 3 厦门某会展平面图

Fig.3 Plan of an exhibition in Xiamen

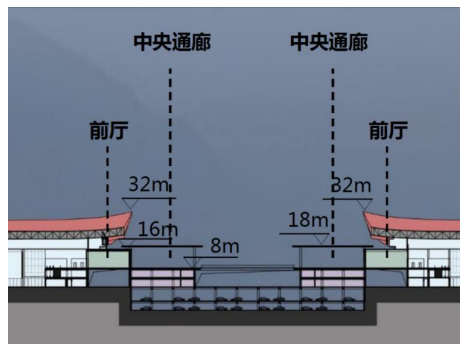


图 4 厦门某会展剖面图

Fig.4 Profile of an exhibition in Xiamen

3.2 场馆使用时间内满足“室外气温高于 30℃且相对湿度在 70%以下”的小时数

查阅厦门 2019 年全年 8760h 的气象参数, 温度和相对湿度如图 5、6 所示, 发现厦门全年满足室外气温高于 30℃且相对湿度在 70%以下的小时数为 763h, 占全年时间的 8.7%。

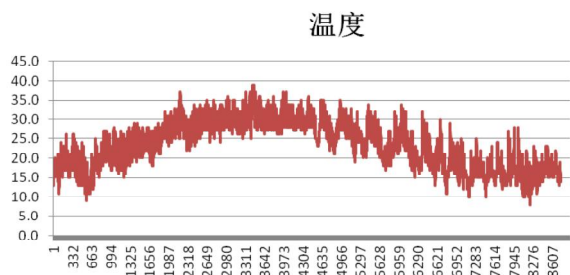


图 5 厦门全年逐时温度

Fig.5 Annual hourly temperature in Xiamen

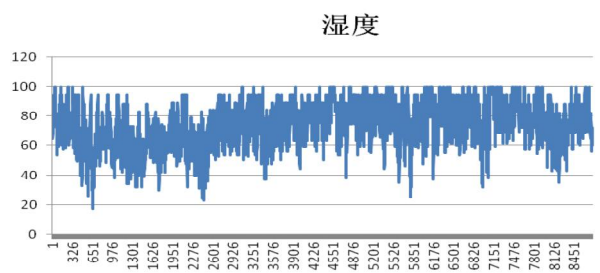


图 6 厦门全年逐时湿度

Fig.6 Annual hourly humidity in Xiamen

小结: 满足喷雾降温气象条件的全年时长较短。

经海量查询得到当地类似项目——厦门国际会展中心在 2019 年的全部展览场次和时间如下表所示, 共 720h (每天营业时间按 9:00–19:00)。

表 1 2019 年厦门国际会展中心展览表

Table 1 2019 Xiamen International Convention and Exhibition Center exhibition table

序号	展会名称	时间	小时数 (h)
1	2019 第十九届中国厦门国际石材展览会	03.16-03.19	40
2	2019 中国厦门国际水展暨海丝之路水安全科技会议	03.22-03.24	30
3	2019 厦门工业博览会暨第 23 届海峡两岸机械电子商品交易会	04.12-04.15	40
4	2019 中国 (厦门) 国际休闲旅游博览会 第十四届中国国际 (厦门) 渔业博览会	04.19-04.21	30
5	2019 福建 (厦门) 海峡两岸美容美发美体化妆品展览会	04.25-04.27	30
6	2019 中国糖果零食展览会	04.27-04.29	30
7	2019 中国厦门国际佛事用品 (春季) 展览会 2019 中国厦门国际素食暨有机食品展览会 2019 中国厦门国际手工艺品展览会	05.09-05.13	50
8	2019 中国第九届火锅料节	05.18-05.20	30
9	2019 中国国际人工智能零售暨无人店产业博览会	05.30-06.01	30
10	2019 中国 (厦门) 国际眼镜业展览会	06.15-06.17	30
11	2019 第五届中国厦门国际物联网博览会	07.11-07.13	30
12	2019 中国 (厦门) 国际绿色建筑建材产业博览会	08.17-08.19	30
13	2019 第二十三届中国国际投资贸易洽谈会 2019 厦门国际果蔬产业暨都市农业展览会	09.08-09.11	30
14	2019 第十五届海峡两岸图书交易会 (海图会) 2019 第十一届中国厦门国际素食暨有机食品展览会	09.20-09.22	30
15	2019 第十四届中国厦门国际佛事用品展览会 第十届中国厦门国际茶业博览会 (秋季)	10.10-10.14	50
16	2019 第八届海西 (厦门) 国际新能源产业博览会暨高峰论坛	10.18-10.20	30
17	2019 第四届海峡两岸老龄产业博览会	10.25-10.27	30

续表 1 2019 年厦门国际会展中心展览表

序号	展会名称	时间	小时数 (h)
18	2019 中国 (厦门) 第十二届国际休闲渔业博览会	11.15-11.17	30
19	2019 福建 (厦门) 绿色装配式建筑及集成房屋展览会 2019 中国福建国际消防安全与应急装备博览会	11.22-11.24	30
20	2019 厦门国际美容美发化妆品博览会 2019 第四届中国厦门国际乐器展览会	11.28-11.30	30
21	2019 中国 (厦门) 国际酒业博览会、高端饮品展览会 2019 中国·厦门国际婚庆旅游用品产业博览会	12.13-12.15	30
22	2019 厦门国际智慧教育产业博览会	12.19-12.21	30
合计			720

假设厦门某会展开馆后每年的展会频率参照此数值,经数据对比,场馆使用时间内满足“室外气温高于 30℃且相对湿度在 70%以下”的小时数仅 80h,所以 2019 年会展中心在展会期间仅有 11% 的时间可以使用喷雾降温措施。

小结:满足喷雾降温气象条件的展会时长较短。

3.3 人流量

经查,上海世博会观展人次最高值 103 万人/天,最低值 15 万人/天。

厦门某会展人流量参考当地类似项目——厦门国际会展中心。经查,开馆以来的最高记录为第十四届海峡旅游博览会,3 天 21.5 万人,平均 7.2 万人/天,未到上海世博会最低人流量的一半。

上海世博会的安检入口为世博轴的前 200m,该处为“被迫等待区”,人经过该区域后向各个场馆分流,人流密度迅速变小,所以后 800m 无需设置喷雾降温措施。

厦门某会展人员的安检入口主要在登录厅,为室内区域,人员看展主要在展厅,也为室内区域,中央廊道和展厅中间区域是登录厅至展厅的中间过渡区域,不是“被迫等待区”,人员停留时间相对较少。

小结:从人流量考虑,不建议做喷雾降温系统。

3.4 喷雾水的水质

喷嘴喷出的水粒径会达到 16 μm ,相当于头发的万分之一,已经是肉眼几乎不可见的尺寸。若水粒径过大,则会濡湿头发和地面,对人员造成不适。

喷雾会直接吹向人群,可能会被人直接吸入肺部,不能吸入肺部的最小尺寸约为 20 μm ,所以水

质必须达到饮用水标准或更高。尤其经过今年的新冠疫情,人们对空气传播疾病的机理更加了解,对公众场合的卫生品质要求也更高。

为了达到高水质,需要对喷雾降温系统做一套严格的过滤+杀菌系统,且需考虑备用。平时需对机房、水泵、水箱、喷嘴等的维护频率和等级也需增加,喷雾降温系统的整体造价和运营成本偏高。

小结:喷雾降温系统初期投资大,维护工作大。

3.5 压力管道的安全性

为了喷出的水粒径达到 16 μm ,系统运行工作压力需达到 6MPa,如果喷嘴质量不达标或维护不当,喷嘴可能会爆裂,内部零件飞出会对人员或建筑造成伤害,喷嘴爆裂后,喷出的高压水柱也可能对人员造成二次伤害。为了承受系统 6MPa 的运行压力,水管需采用承压 10MPa 的不锈钢管,这也会造成系统造价的增加。

小结:从压力安全性考虑,不建议做喷雾降温系统。

4 结语

“使用时间短,效果不显著,有安全隐患,有卫生隐患,投资大,维护量大”是厦门某会展采用喷雾降温的主要不利点。综上分析,厦门某会展采用喷雾降温系统的可行性较低,经业主领导综合考虑后决定,本项目不采用喷雾降温系统。

喷雾降温系统对于改善室外局部温度具有比较好的效果,对于其他地区的会展类建筑,如有意向使用喷雾降温技术,可根据本文总结的适用条件进行可行性分析。

(1) 通风且有遮阳的室外空间;

(下转第 162 页)