

空调设计

高层民用建筑

● 潘云钢 编著

中国建筑工业出版社



高层民用建筑空调设计

潘云钢 编 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高层民用建筑空调设计/潘云钢编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 1999

ISBN 7-112-03975-4

I. 高… II. 潘… III. 高层建筑: 民用建筑-空气
调节系统-建筑设计 N. TU976

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 47052 号

本书从设计人员具体工作的角度出发,对目前高层民用建筑中的空调水系统、空调风系统、空调自动控制及防排烟系统等的设计进行了较详细的分析,对目前常用的一些空调设备及附件的特点和使用也做了简要的介绍。同时,本书还针对一个工程的各个具体设计阶段、设计步骤、工种之间的配合等内容,结合作者的工作实践提出了一些看法和做法,以供设计同行参考。

本书也可供暖通空调专业设计、施工、教学及空调管理人员参考。

* * *

责任编辑 时咏梅

高层民用建筑空调设计

潘云钢 编 著

*

中国建筑业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京市书林印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16开 印张:25¼ 字数:613千字

1999 年 11 月第一版 2001 年 5 月第三次印刷

印数:4001—5500 定价:35.00 元

ISBN 7-112-03975-4

TU-3106(9378)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

前 言

20 世纪 80 年代以来,随着改革开放的不断深入和我国国民经济的不断发展,以高层旅馆为先导的高层民用建筑在我国有了蓬勃的发展。通过与国外的交流和先进技术的引进,对我国高层民用建筑空调技术的设计、发展和应用起到了极大的推动和促进作用。从近 20 年来空调技术在我国高层民用建筑的应用情况和目前国外的发展状况可以看到,我国的高层民用建筑空调设计的水平有了较大的提高,国际上目前常用的一些先进的空调技术在我国都有了较为广泛的使用,一些工程设计也达到了国际先进水平。

但是,在目前国内的大约 14000 多家设计单位中,从设计水平、设计能力和总体规模上看参差不齐,因而也有相当多的工程设计的经济、技术等多方面都有值得商榷之处,总体水平与国际先进水平存在一定的差距。形成这一差距的原因是多方面的。宏观上来看,有设计体制的原因,有建筑市场的需求不同等。从行业内来看,新技术的研究和掌握只局限在一些大专院校、科研机构和有较强实力的大的设计院之中,而其推广普及工作相对落后;在空调产品上差距更大一些,由于对一些先进设备的不了解又反过来影响设计水平的提高。作者认为:宏观上的原因将随着我国的不断发展进步而得到改善,但后者的改进则是我们全体空调设计人员所面临的一个重要任务。

本书针对高层民用建筑空调设计的特点,从空调设计的基本原理、不同建筑空调系统的特点、目前作者所了解的一些成熟的新的空调技术及设备、空调设计与建筑设计的配合等几方面,结合作者在设计工作中的研究和体会进行了介绍。其目的是希望与各位同行一起共同来关心我国的空调事业的发展,为缩小与世界先进水平的差距而共同努力。

本书第十四章由丰涛同志编写,其余由潘云钢同志编写。由于作者水平有限,书中一定存在许多不当之处,恳请各位读者不吝赐教。

目 录

第一章 概述	1
第一节 高层民用建筑的特点及其分类	2
第二节 常用规范、标准及其应用	4
第三节 高层民用建筑空调设计的内容及范围	5
第二章 空调负荷	7
第一节 人体的舒适性及室内设计参数	7
第二节 室外气象参数的选用	8
第三节 建筑热工、保温及防结露	9
第四节 冷负荷计算	12
第五节 热负荷计算	26
第三章 冷、热量及空气处理	28
第一节 耗冷量、耗热量	28
第二节 湿空气的焓湿图	28
第三节 常见的空气处理方式	32
第四节 空气的加湿处理	36
第四章 空调方式及冷热源	41
第一节 空调系统的分类	41
第二节 冷媒	42
第三节 直接蒸发式空调机组	45
第四节 冷源装置	47
第五节 热源及其装置	56
第六节 直燃式冷、热水机组	67
第七节 冷、热源装置的综合经济性	70
第五章 空调风系统	75
第一节 空调风系统的分类	75
第二节 直流式系统	76
第三节 循环式系统	79
第四节 一次回风系统	81
第五节 二次回风系统	85
第六节 变新风比系统	87
第七节 变风量系统	92
第八节 风机盘管加新风空调系统	108
第九节 机械通风	115
第十节 风道设计	120
第十一节 风口及气流组织	128
第六章 换热器及其静特性	135
第一节 空气换热器	135

第二节 水换热器	145
第七章 空调水系统	148
第一节 开式和闭式	148
第二节 两管制、三管制及四管制	150
第三节 同程与异程	152
第四节 定水量系统	153
第五节 一次泵变水量系统	154
第六节 二次泵变水量系统	157
第七节 水系统的分区	169
第八节 冷却水系统	173
第九节 蓄冷	182
第十节 水系统的定压	196
第十一节 水泵、管路及附件	200
第八章 管道保温	222
第一节 传热量	222
第二节 保温材料	223
第三节 保温材料的经济性	225
第九章 消声及减振	229
第一节 噪声对环境的影响	229
第二节 吸声与隔声	233
第三节 消声器	235
第四节 减振	240
第十章 高层建筑内典型房间空调通风设计	248
第一节 空调房间	248
第二节 机电房及辅助用房	259
第十一章 可变冷媒流量空调系统	264
第一节 VRV 系统的组成及工作原理	264
第二节 性能及特点	267
第三节 VRV 系统的设计	269
第十二章 水源热泵系统	273
第一节 水源热泵系统的工作原理	273
第二节 水源热泵系统的特点	275
第三节 水源热泵系统的设计	278
第十三章 中央空调系统的节能及自动控制	285
第一节 节能设计	285
第二节 空调自动控制系统的应用	293
第三节 空调自动控制系统的构成	295
第四节 调节阀	300
第五节 风机盘管的控制	316
第六节 空调机组的控制	318
第七节 冷、热源系统的控制	330
第八节 中央监控系统	336

第九节	DDC 系统典型控制原理图.....	343
第十四章	防火及防排烟	352
第一节	防火及防排烟的任务	352
第二节	空调通风系统的防火	353
第三节	防烟排烟设计	355
第十五章	空调设计配合	367
第一节	与建筑方案设计的配合	367
第二节	初步设计	371
第三节	施工图设计	373
第四节	各级人员职责及工作范围	393
参考文献		397

第一章 概 述

高层建筑目前在我国的建筑业中，占了相当重要的地位。从其本身来看，高层建筑的发展是建立在以下两个基础之上的：

首先，随着社会的不断发展和进步，对建筑的要求越来越多，功能也越来越复杂，人们对建筑的依赖性也越来越大。城市人口的不断增加，导致地面面积已越来越紧张，为了保证必需的建筑使用面积和地面交通、绿化等公用设施的所需，向高空去要人们的生活与工作空间已经成为现代化社会的需要了。在旅游地区，旅游业的发展也越来越呈现出上述倾向。因此，高层建筑的发展首先是适应现代社会人们的生活和工作等的需求而出现的。在发达国家，高层建筑占有相当大的比例。当然，高层建筑并非发达国家的“专利”，一些人口较多的发展中国家，更需要对建筑面积的需求问题予以解决。

其次，随着社会的发展与进步，建筑技术有了不断的创新和完善，给高层建筑的发展不断提供了新的工艺和技术保障。

正是在上述人们的需求与建筑技术得以提高这两点相适应的基础上，才有了高层建筑的蓬勃发展。

应该说，在我国高层建筑从 20 世纪 30 年代就已开始出现了（如上海的一些建筑），但发展速度一直是较缓慢的。之所以如此，其间有诸多原因，但总的来说有两大方面：一是技术落后及经济不发达，制约了高层建筑的发展；二是观念落后，闭关自守。直到 20 世纪 70 年代末，我国改革开放方针政策的确立，才让人们看到了我国与国外建筑技术的差距和现代社会观念的落后性，也正是从此时起，我国的高层建筑才真正进入了一个飞速发展的新时期。可以这样说，近 20 年来我国高层建筑的发展，完全可以作为我国向现代化社会迈进的一个标志和里程碑。

关于高层建筑的划分，就其本身而言，并无一个统一的标准。但就建筑设计来说，到目前为止，我国各级行政主管部门和建筑设计人员通常是按中华人民共和国《高层民用建筑设计防火规范》（GB 50045—95）（以下简称《高规》）的规定来划分的。

《高规》第 1.0.3 条规定：本规范适用于下列新建、扩建和改建的高层民用建筑及其裙房：

- 1.0.3.1 10 层及 10 层以上的居住建筑（包括首层设置商业服务网点的住宅）；
- 1.0.3.2 建筑高度超过 24m 的公共建筑。

就目前我国实际情况而言，高层建筑几乎全都是民用建筑（极少有工业建筑的情形），如高层住宅、高层公寓、高层酒店及办公楼（有时又称为写字楼）等等。在近年来，商业建筑和医疗建筑等也开始逐渐向高层发展。因此，以《高规》来区分高层建筑还是比较合理的。

第一节 高层民用建筑的特点及其分类

一、共有特点

(一) 楼层数较多 (10 层以上)

楼层越多, 在同样占地面积的条件下, 建筑面积也就越大, 容积率越高, 越能满足人们对使用面积的需求。

(二) 高度较高 (超过室外地面 24m 以上)

在相同的层高条件下, 高度增加, 意味着楼层数的增加, 同样增加了建筑面积。目前, 我国的高层建筑有向高度上发展的趋势, 一些超过 100m 的超高层建筑在一些大中城市中不断涌现。

(三) 建筑标准高

关于建筑标准的衡量, 通常有两大项: 一是室内外装修标准, 二是室内机电设备的设置情况。除普通民用高层住宅外, 其它多数高层民用建筑的室外装修材料都比较高级, 有的甚至采用全金属幕墙或玻璃幕墙; 室内装修材料考究, 装修形式复杂多样; 完备的机电系统设置以及其它供使用和管理的措施 (如楼宇计算机管理系统、文件数据传输系统、供配电系统、通讯系统、卫星电视系统、消防系统、卫生系统和空调系统等等), 对整个建筑的使用提供了良好的支持。

(四) 结构复杂

结构的复杂性是由高层建筑本身的特点引起的, 但它对建筑内其它各专业的设计又起了一定的限制作用。目前, 我国绝大多数高层民用建筑通常都采用剪力墙结构或剪力墙-框架的混合结构体系 (近年来也有一些建筑开始采用钢结构体系)。为了在层高不变的条件下尽量提高室内空间 (或者说, 在保证要求的室内净空的条件下尽量节省层高), 结构梁板设计的变化也较多, 如宽扁梁、密肋梁、预应力梁板、模壳、无梁厚板等结构形式均有较广泛的采用。

(五) 功能复杂

高层民用建筑在使用上的功能是复杂多样的。如前述的公寓、酒店、办公楼等, 一些建筑甚至是上述几种功能的组合体。另外, 多种内部机电系统及其设计也可以得到多种不同的使用功能。

(六) 人员密度大

相对于低层建筑而言, 这一点是显而易见的。楼层越多, 相对于占地面积的人员密度就越大, 这也是设计中需认真考虑的。

二、分类特点

高层建筑除具有上述共性外, 不同类型的建筑还有一些独自的特点。

(一) 普通民用住宅类

普通民用高层住宅在我国的高层建筑中占有相当大的比例, 可以说是高层建筑发展的一个基本点, 也是关系到大众百姓日常生活的重要环节。它的基本特点是以适用为第一原则, 其内部构造相对简单, 房间尺寸规范, 室内装修以普及型为主, 造价低廉, 但人员较

多，使用效率较高。

（二）旅馆、酒店、饭店类

此类建筑在我国高层建筑中所占比例目前仅次于民用高层住宅。其特点是种类繁多，标准不一，从分类上看既有按国际标准划分的一～五星级，又有按国内标准划分的一～六级。按国际标准时，星级越高则标准越高，功能越复杂；而按国内标准则是级别越高表示标准越低。总的来说，此类建筑功能复杂，管理要求高，使用上既有公建设施（如大厅、餐厅、娱乐设施等），又有客房及一些管理用办公室。另外，人员的流动性较大，各种人员对使用上的要求也不尽一致。

此类建筑在客房的设计上比较趋于标准化，也是其明显的特点。

（三）办公楼类

此类建筑在使用上和管理上与酒店建筑有一些相似之处，但其明显的区别在于：其使用时的人员密度较高，使用的时间性较强，因此统一的管理比酒店建筑方便一些。但对于一些出售或出租性的办公楼，由于使用者的不同要求，有可能会对房间进行二次分隔和装修，给设计带来一定的困难。另外，一些房间内特殊办公设备的使用也是需要设计人员认真去考虑的问题。

（四）公寓类

严格来说，公寓类建筑与普通民用住宅类建筑并没有多大的本质区别，本书之所以把它单独列出，主要是从建筑标准上加以区分的。因此，本书以下提到公寓时，若没有特别指明的话，主要是指建筑标准较高，设备系统配置较复杂（尤其是暖通空调系统，这将在以后的章节中提及），以出租或出售形式而建造的高级公寓。

最近几年，我国的一些大城市中开始出现称为服务式公寓和称为公寓式写字楼的建筑形式。所谓“服务式公寓”，即是介于酒店与普通公寓类之间的一种建筑，其服务和管理方式与酒店类似，房间的布置与酒店客房相比，增设了简易厨房、饭厅甚至起居室，但比公寓的同类房间规模小一些；“公寓式写字楼”从本质上来说与公寓并无多大区别，只是房间使用性质的改变。当然，由于这两种建筑在使用、管理上的变化，建筑设计中也应作相应的考虑和调整。

（五）商业类

商业建筑的高层建筑的形式出现是近几年才开始的，也是随着人们生活水平提高而发展的。商业建筑的特点是：①形式花样变化多，既有大空间形式，又有小的分隔间（如精品店），甚至部分与办公楼相似，需进行二次装修的出租性商场（目前这种情况越来越多）；②使用要求随营业性质的不同而有较大的差异；③人员流动性较大，同一商场人员密度通常随时间有较大的区别，不同的商场人流量则有可能大不相同，无法一概而论。

（六）多功能综合建筑及建筑群

90年代以来，随着国外建筑思潮的引入及国内房地产开发的不断发展，人们生活及工作观念的变化，出现了一系列可在同一建筑或同一区域内即能同时满足人们生活、工作、娱乐、购物等需求的综合性建筑（或建筑群）。简单的综合建筑可以是包括前几类建筑功能的单一楼宇，其每一功能的规模相对较小（一些大型酒店就是具有类似的情况）；而复杂的则是上述几类建筑形式有机地结合在一起或组合在某一区域内的综合建筑群（多以“中心”、“广场”及“花园”等名称命名）。可以预料的是，随着国民经济的不断发展，此类综合建

筑会越来越多。

（七）医疗建筑

近年来，医疗建筑（尤其是住院楼）也开始步入高层建筑的领域（如在北京已建成的中国人民解放军总医院等）。此类建筑随医疗性质的要求，设计上受一定的工艺影响，特殊性较强。关于此类建筑，由于目前已有较多的书籍、资料对此作过专门详细的介绍，因此本书也就不打算在此详细讨论了。

第二节 常用规范、标准及其应用

在高层民用建筑暖通空调设计中，常用的规范分为两大类：即设计类和施工类。在设计类规范中，又分为通用设计规范（适合于各类建筑）和专用设计规范（只针对某类建筑）。

设计类规范是每个设计人员应首先遵循的基本规范，不符合设计规范原则的工程设计是不允许的。在此前提下，一个工程的施工图设计还应尽可能满足有关施工的规范和要求。

一、通用设计规范

1. 《采暖通风与空气调节制图标准》(GBJ 114—88)；
2. 《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ 19—87)；
3. 《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》(JGJ 26—95)；
4. 《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—93)；
5. 《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95)；
6. 《民用建筑设计通则》(JGJ 37—87)。

二、专用设计规范

1. 《人民防空工程设计防火规范》(GB 50098—98)；
2. 《人民防空地下室设计规范》(GB 50038—94)；
3. 《汽车库设计防火规范》(GBJ 67—84)；
4. 《宿舍建筑设计规范》(JGJ 36—87)；
5. 《住宅设计规范》(GB 50096—99)；
6. 《托儿所、幼儿园建筑设计规范》(JGJ 39—87)；
7. 《中小学建筑设计规范》(GBJ 99—86)；
8. 《文化馆建筑设计规范》(JGJ 41—87)；
9. 《图书馆建筑设计规范》(JGJ 38—87)；
10. 《档案馆建筑设计规范》(JGJ 25—87)；
11. 《博物馆建筑设计规范》(JGJ 66—91)；
12. 《剧场建筑设计规范》(JGJ 57—88)；
13. 《电影院建筑设计规范》(JGJ 58—88)；
14. 《办公建筑设计规范》(JGJ 67—89)；
15. 《综合医院建筑设计规范》(JGJ 49—88)；
16. 《疗养院建筑设计规范》(JGJ 40—87)；

17. 《旅馆建筑设计规范》(JGJ 62—90);
18. 《商店建筑设计规范》(JGJ 48—88);
19. 《饮食建筑设计规范》(JGJ 64—89);
20. 《城市热网设计规范》(CJJ 31—90);
21. 《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》(GB 50189—93)。

三、施工类规范

1. 《采暖与卫生工程施工及验收规范》(GBJ 242—82);
2. 《通风与空调工程施工及验收规范》(GB 50243—97);
3. 《制冷设备安装工程施工及验收规范》(GBJ 66—84)。

在空调设计中,除应遵守上述规范外,对于不同地点的建筑,当地或地区另有一些规定或具体要求,也是应在设计中遵守或满足的。

设计过程中,有时具体情况会与上述规范有所矛盾,甚至上述规范之间对于某一具体问题也可能存在一定的区别处理。这就需要设计人员在把握规范有关条文的精神实质的基础上,与有关主管部门协商解决。

由于时间原因,读者看到本书时,上述规范有的可能已修编,请各位读者注意此点。

第三节 高层民用建筑空调设计的内容及范围

一、夏季冷风空气调节系统

这是空调设计的重点和难点。衡量一幢建筑空调设计的好坏,很大程度上取决于此部分的设计,尤其是在我国一些冬季不设供热系统的南方地区的建筑更是如此。本部分既有空调风系统,又有空调水系统,需考虑的问题较多,技术上也有较大的难度。另外,高层民用建筑冷风空调系统的能耗和投资占建筑总能耗及投资的比例较大,因此,技术经济的合理性分析是必不可少的。

二、冬季热风空气调节系统

此部分除要考虑上述夏季冷风空调系统的问题外,在北方地区还要考虑诸如建筑的防结露问题、设备的防冻问题、室内空气湿度控制及加湿等问题。另外,当冬、夏季合用一个系统时,水系统的切换及风系统的气流组织也是一个值得重视的问题。

三、机械通风系统

民用建筑的机械通风系统从原则上来说是指不采用冷、热源的机械送风及机械排风系统。通常,这部分的服务范围是一些不空调的房间,如机电设备用房、库房、卫生间等。此部分的设计从技术和原理上来说并不困难,但由于内容较多且在建筑物内较为分散,对设计图纸的实际布置及制图会产生较大的影响。

四、防火及防排烟系统

此部分是高层民用建筑设计的又一个关键部分。从《高规》中我们就可以看出,从民用建筑空调设计来说,此部分也是高层民用建筑与普通低层建筑空调通风设计的一个显著区别。设计中首先应与建筑设计密切配合,同时,建筑所在地消防主管部门的意见和规定对于设计起着决定性的作用。

五、空调自动控制系统

空调自动控制系统并非空调设计之外的新系统，它应属于建筑空调系统的一个重要组成部分，通常包括的范围有参数的自动控制和设备连锁。尽管此部分应与电气设计配合完成，但把它完全交给电气工种（或所谓自控专业）的做法只能是适用于工业建筑而不适用于民用建筑，这是由民用建筑在使用上具有更大的灵活性的特点所决定的。

随着控制技术的不断发展，空调通风自动控制系统的形式也越来越多，这从另一个方面来说，也为空调通风系统本身的不断发展和更新提供了可靠的技术保证。

第二章 空调负荷

第一节 人体的舒适性及室内设计参数

一、人体的舒适性

空气调节建筑的一个主要目的就是要为其使用人员创造一个舒适的生活、工作、娱乐或购物等的环境空间，因此，也可称为人工环境工程的一部分，这一点对于高层高级民用建筑尤为突出。通常来说，在高层民用建筑空调中，影响人体舒适性的环境因素有以下内容。

（一）室内温度

室内温度是影响人员舒适性的最主要因素，也是空调设计中首要考虑的问题。室温对人员的影响是通过人体表面皮肤的对流换热和导热作用来表现的。无论是冬季还是夏季，过高或低的室内温度都会使人体本身的热平衡受到破坏，从而产生极不舒适的感觉，严重时甚至导致室内人员生病的情况发生。

（二）相对湿度

相对湿度影响人体表面汗液的蒸发，实际上也是对人体热平衡的一种影响。相对湿度过高会使人感到气闷，汗不出来；过低又会使人感觉干燥。我国北方地区的一些建筑，冬季室内物品经常产生静电，也是相对湿度过低引起的。相对湿度过低的另一个不良影响是使室内的木质家具及装修材料产生裂纹，给用户带来直接的经济损失。

（三）CO₂ 浓度及新风量

在空调建筑中，通常对门窗的密闭性要求较高，除非特殊要求，采用开窗取新风的办法是不合适的。然而，近年来由于新鲜空气不足而产生的所谓“空调病”使许多人对空调产生了一种抵触心理，因此，必须不断地对人员的活动空间提供一定量的新鲜空气，以稀释室内人员产生的CO₂及其它物品产生的有害气体的浓度。只有当有害气体和CO₂的浓度控制在一定的范围时，才能满足室内人员的“最低舒适性”要求——实际上即是保证人员卫生健康所要求的最低标准。

随着人民生活水平的提高，相信对此的要求也会逐渐提高，这也符合目前学术界正关注的关于“IAQ”（室内空气质量）问题的讨论结果和要求。尽管这样做必须以多耗能源为代价（提高新鲜空气量意味着能耗的增加，此点将在以后的章节中详细讨论），但如果不这样要求，则是以人体的健康为代价，这显然背离了人们最根本的需求及空调建筑的“初衷”了。

（四）室内空气流速

由于空调通风，必然会造成室内空气的流动，气流速度也会对人体造成一定的影响。最明显的是夏季送冷风时，如果冷空气的流速过大，造成人体吹冷风的感觉时，会对舒适性产生不利的影响。

（五）周围物体的表面温度

由于人体的散热量中，有一部分是通过人体对周围物体的辐射来进行的，辐射散热量的大小取决于人体与物体表面的温差。因此，周围物体的表面温度也是影响室内人员冷、热感觉的因素之一。

(六) 噪声

噪声将使人产生烦躁不安的情绪，有害于人体身心健康。有效的控制空调通风系统的噪声，是空调设计的一个重要部分。

影响人体舒适性的因素是多方面的。除上述之外，诸如人员穿衣的多少、个人的生活习惯、房间的使用性质等，都会对其产生一定的影响。另外，现行的国家和地方的有关标准、规范等，也会对上述舒适性参数的设计选用产生一定的制约因素。

二、室内设计参数的选用

结合目前国际上较为认可的标准并就我国的实际情况而言，作者推荐在我国的高层民用建筑空调设计中，采用的室内设计参数如表 2-1 所示，供读者及有关设计人员参考。

高层建筑室内设计参数表

表 2-1

房间使用性质	夏 季			冬 季		新风量 [m ³ / (h·人)]	噪声 NR (dB)
	干球温度 (℃)	相对湿度 (%)	气流速度 (m/s)	干球温度 (℃)	相对湿度 (%)		
客 房	24~27	50~60	0.2~0.4	20~22	35~40	50	35~40
办公室	24~27	50~60	0.2~0.4	20~22	35~40	25~40	35~45
公 寓	24~27	50~60	0.2~0.4	20~22	35~40	30~40	35~45
病 房	24~27	50~60	0.2~0.4	20~22	35~40	50	35~40
按摩室	24~27	50~60	0.2~0.4	22~24	35~40	30~40	40~45
教 室	24~27	50~60	0.2~0.4	20~22	≥35	30~40	35~40
保龄球	23~25	50~60	0.3~0.5	18~21	≥35	50	45~55
舞 厅	23~25	50~60	0.3~0.5	18~21	≥35	40	40~50
健身房	23~25	50~60	0.3~0.5	18~21	≥35	50	45~55
商 场	24~27	50~60	0.3~0.5	18~20	≥35	15~25	40~50
餐 厅	23~25	50~60	0.2~0.4	20~22	≥35	25~30	40~50
门 厅	25~28	55~65	—	18~20	30~35	15~25	45~55
会议室	24~27	50~60	0.2~0.4	20~22	35~40	50	35~40
展览馆	25~28	50~60	—	18~21	≥35	20~30	45~55
影剧院	25~28	50~60	0.2~0.4	20~22	≥35	15~25	40~50
游泳池	27~29	60~70	0.2~0.4	27~29	40~50	50	45~55

在应用表 2-1 时，应根据不同的建筑及房间的使用标准或业主要求，在所给的范围内灵活地选取。

第二节 室外气象参数的选用

室外气象参数是空调设计的基础，正确地选取它，是空调设计合理性的一个基本保证。选用时，必须严格地以《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ 19—87) 为依据。从目前情况看，与高层民用建筑空调设计有关的主要室外气象参数及其用途如下：

一、纬度

纬度用于区分工程所在地的区域，不同的纬度有不同的太阳辐射值，因而会对空调负

荷产生不同的影响。此参数主要用于本书所推荐的冷负荷计算方法之中。

二、大气压力

大气压力决定了湿空气的状态参数，不同的大气压力应采用不同的湿空气状态图（如 $h-d$ 图等）。

三、通风温度

在只设有机机械通风的房间，室外空气通风温度会对室内温度产生一定的影响，因此，此值主要用于房间机械通风设计之中。

四、冬、夏季室外空气调节计算干球温度

在冬季空调热负荷计算及确定冬季室外空气状态时，将使用到冬季室外空气调节计算干球温度；在确定夏季室外空气状态时，将用到夏季室外空气调节计算干球温度。上述两者通常都是在 $h-d$ 图上确定的。

五、夏季空气调节室外计算湿球温度

此值是确定夏季室外空气状态的另一个参数，用于在 $h-d$ 图上对空气状态的定位。

六、最冷月平均室外相对湿度

此值与夏季空调室外计算湿球温度相似，用于在 $h-d$ 图上对冬季室外空气状态的定位。

七、室外平均风速

室外平均风速在冬、夏季是不一样的。因为风速的大小将直接影响到物体表面的放热系数，因此，此值主要用于建筑外围护结构传热系数的计算。

八、风向及频率

它们主要用于设计图中对进、排风口的朝向上的安排以及针对外门朝向所采取的相应措施。

九、极端最低或最高温度

由于空调设计以室外计算温度为依据，对于室外出现极端高、低温度时，可能会产生无法满足室内设计参数的情况。因此，在选择设备时，根据工程的具体情况或业主的使用要求，参考上述值作适当的调整有时是必要的。

十、夏季空气调节室外计算日平均温度

此参数主要用于本书推荐的冷负荷计算方法中部分结构的冷负荷计算。

除上述参数之外，其它的室外气象参数在一些特殊的工程中有时也有一定的参考或应用价值，需要设计人员灵活采用和取舍。

第三节 建筑热工、保温及防结露

在高层民用建筑中，由于建筑设计的多样性和灵活性，会导致其平、立面都越来越复杂。简单地要求建筑设计体型的规整甚至成为一个“方盒子”式建筑是不现实的，也是不可能的。空调通风设计对建筑设计的附属性，在高层民用建筑的设计中尤为明显，多数情况下，只能以建筑设计为基础提出本工种的要求。

由于能源的日益紧张，不合理的热工设计对能源的耗费会加大。通常，空调通风设备在高层民用建筑中所耗能源占整幢建筑能耗的 50%~70% 左右，因此，从客观上又要求我

们必须做好热工设计。

不合理的热工设计还会导致本工种的风管和水管占用更多的建筑空间,这样又反过来影响建筑室内设计的合理性。

因此,高层民用建筑热工设计相对而言更是一个值得重视的问题,要求既不能影响建筑设计的总体效果,又要尽量满足本工种的要求,各工种的密切配合是必不可少的。只有不断地去解决这些矛盾,才能从整体上创造出一个优秀的建筑来。

一、热工要求

在不影响建筑设计的大原则下,通常应对其热工设计提出以下的一些注意事项或要求

1. 空调建筑的外窗采用双层窗(或双层玻璃),窗缝的密封要求严密,窗面积应尽可能地减少。当窗的朝向为东、西方向时,若有条件可结合建筑立面的处理采取一些外遮阳的措施,因为从冷负荷计算来看,外遮阳比内遮阳能更有效地减小冷负荷。

2. 外门的朝向应尽量避免当地的主导风向,尤其在冬季时,冷风的渗透和侵入是一个不好处理的问题。同时,外门应能自动关闭或做门斗。有条件时,可对外门进行保温。

3. 外墙通常采用复合墙体,其传热系数根据不同地点及用途以及经济技术的合理性来选取,由于原材料价格随地点及时间的变化不同,外墙传热系数也是有所不一的。但从目前的实际情况和今后一段时期的发展趋势来看,为了方便室内空间设计和有效地节能,外围护结构的传热系数正在向越来越小的方向发展,目前国外建筑的外围护结构的传热系数也远小于国内同类建筑的同类结构。因此,通过对国内已有工程的调查研究并总结国外建筑的情况,作者认为在现阶段,外墙的传热系数在夏季不宜大于 $0.9\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,冬季不宜大于 $1.0\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

4. 由于太阳在水平方向上的辐射强度远大于其它各个朝向,因此屋顶的保温性能对于夏季空调负荷的影响是相当大的。作者建议屋顶传热系数在夏季不大于 $0.65\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

5. 部分轻质材料在施工过程中出现压缩、吸水及因为湿施工导致其干燥缓慢等原因,会使其导热系数比标准值加大,因而在向建筑工种提出保温材料的厚度及计算冷、热负荷时,还要考虑到对其导热系数进行修正,其修正公式如下:

$$\lambda_s = a \cdot \lambda \quad (2-1)$$

式中 λ_s ——实际导热系数 $[\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})]$;

λ ——标准导热系数 $[\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})]$;

a ——导热系数修正系数,见表 2-2。

导热系数修正系数表

表 2-2

序 号	材料、构造、施工、地区及使用情况	a
1	作为夹芯层浇筑在混凝土墙体及屋面构件中的块状多孔保温材料(如加气混凝土、泡沫混凝土及水泥膨胀珍珠岩等),因干燥缓慢及灰缝影响	1.60
2	铺设在密闭屋面中的多孔保温材料(如加气混凝土、泡沫混凝土、水泥膨胀珍珠岩、石灰炉渣等),因干燥缓慢	1.50
3	铺设在密闭屋面中及作为夹芯层浇筑在混凝土构件中的半硬质矿棉、岩棉、玻璃棉板等,因压缩及吸湿	1.20
4	作为夹芯层浇筑在混凝土构件中的泡沫塑料等,因压缩	1.20