

工业通风设计手册

[苏] Б.М.托尔戈弗尼科夫 等编著

利光裕 宋云耀 译

中国建筑工业出版社

多数读者的用处不大，在征得出版社同意后，将该章删去（由于前后呼应关系，将该章第四节作为附录附于第七章第四节后面），故现在与读者见面的这个译本便只有十章。本书由利光裕和宋云耀合译。前者翻译第一～六章及第七章的第一节，后者翻译第八～十章及第七章的第二～十节。由于我们水平有限，译文中难免存在不妥之处，恳望读者批评指正。

译者

1985年冬于长沙

本手册阐述了解决工业建筑中散发有害的蒸气、粉尘、烟气以及余热余湿等的排风与进气通风的基本问题和一些典型车间的采暖通风方式。给出了一般通风系统、气力输送系统与除尘系统的空气动力计算方法以及设备选择。对有害物排放问题本书第九章专门作了介绍，较其他书籍更为详尽。本手册汇集了不少新的设计方法、计算方法和数据，内容较新，引用的材料截至1983年3月底。

本手册可供设计、科研、工矿企业和教学等部门从事采暖通风、劳动保护、环境保护的科技人员和管理人员参考，也可供建筑和工艺设计人员参考。

**Б.М.ТОРГОВНИКОВ
В.Е.ТАБАЧНИК, Е.М.ЕФАНОВ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Справочник

КИЕВ «БУДІВЕЛЬНИК» 1983

* * *

工业通风设计手册

利光裕 宋云耀 译

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 850×1168毫米 1/32 印张: 9 $\frac{1}{2}$ 字数: 256 千字

1987年5月第一版 1987年5月第一次印刷

印数: 1—17,950册 定价: 2.30 元

统一书号: 15040·5144

译 者 的 话

众多的工业部门,诸如冶金、机械、建材、化工、纺织、……,直至粮食、食品和木材加工等工业,都存在通风问题。

通风工程既是一门新的学科,又是一门涉及面极为广泛的学科。苏联在这方面的科学技术较为发达,无论在理论和实践上都有突出的成就。五十年代我国采暖通风专业的建立和发展,与借鉴苏联的经验是分不开的。

本手册是由通风专家Б.М.Торговников等人所编著(1983年基辅版),翻译出版后它将是国内迄今唯一的专述工业通风的工具书。该书汇集了近年来,直至八十年代初的成果,增添了新的设计方法和计算方法,以及各种数据。人们过去对通风工程的认识,仅局限于劳动保护和满足生产的要求,随着环境保护的要求日趋严格,对车间排放的有害气体提出更高的要求,本书在第九章就有害物排放问题用较大的篇幅进行阐述,比以往的一些书籍叙述得更为详尽。总之,译者认为本书内容较为丰富,是一本较实用的工具书,故在工作之余翻译出来,向国内同行介绍苏联当前的设计水平,希望本书对从事通风工程工作的同行有所裨益,为我国通风工程学科作出一点微薄的贡献。

本书可供设计、科研、工矿企业和教学等部门从事采暖通风、劳动保护、环境保护的科技人员和管理人员参考,也可供建筑和工艺设计人员参考。

本手册原著已全部采用国际单位制(SI),考虑到目前的工程技术人员尚习惯于工程单位,故在书后附有国际单位制与工程单位制的换算表。

本手册原著共十一章。其中第八章主要是介绍苏联的风机、暖风机等设备的性能及其选用方法,考虑到这一章内容对我国大

目 录

第一章 车间空气卫生条件	1
第一节 气象条件	1
第二节 空气中粉尘和有害气体的浓度标准	4
第三节 散湿	8
第四节 有害物质散发量的计算	12
第二章 车间的热平衡	22
第一节 围护结构的热工计算	22
第二节 热耗	30
第三节 得热	38
第四节 热平衡	55
第三章 空气分布器的计算	57
第一节 送风射流的一般特性	57
第二节 空气分布器的选择	60
第三节 计算关系式	74
第四节 计算方法	85
第四章 局部送风	88
第一节 空气幕	88
第二节 空气淋浴	95
第三节 吊车司机室的通风	102
第五章 局部排风	105
第一节 吸气口处的空气流动规律	105
第二节 密闭抽风	106
第三节 半密闭抽风	107
第四节 开敞式抽风	110
第六章 车间的全面通风与采暖	123
第一节 通风换气的组织与计算	123
第二节 热风采暖	128

第七章 各类车间的通风与采暖	135
第一节 余热车间	135
第二节 余湿车间	155
第三节 电镀与酸洗车间	157
第四节 油漆车间	159
附 录 通风设备的配置与布置	166
第五节 焊接车间	170
第六节 运输工具的机修车间	181
第七节 颗粒物料加工与运输的生产车间	185
第八节 木工车间	194
第九节 机械车间	199
第十节 大型封闭厂房	202
第八章 通风系统的空气动力计算	205
第一节 风道	205
第二节 一般的通风系统	207
第三节 除尘系统与气力输送系统	230
第九章 有害排放物的扩散	239
第一节 有害物向大气排放的标准	239
第二节 污染源	242
第三节 低污染源的排放物	243
第四节 高烟囱的排放物	257
第十章 除尘	260
第一节 除尘效率	260
第二节 干法粗除尘和中除尘	262
第三节 干法精净化	271
第四节 湿法粗净化和中净化	278
第五节 湿法精净化	279
第六节 单独的除尘机组	287
第七节 除尘器的选择	289
附 录 单位名称、符号、工程单位和国际 单位的换算	291
参考文献	293

第一章 车间空气卫生条件

第一节 气象条件

室外空气的计算参数 按《建筑标准与规范》(CHHII) II-33-75的规定采用。若设计对象所在地点缺乏资料,又无最接生产车间工作区最适宜的空气参数

表 1-1

季 节	劳动强度等级	温 度 (°C)	气流的最大速度 (m/s)
冷天及过渡季	轻作业——I	20~23	0.2
	中作业——II _a	18~20	0.2
	中作业——II _b	17~19	0.3
	重作业——III	16~18	0.3
热 天	轻作业——I	22~25	0.2
	中作业——II _a	21~23	0.3
	中作业——II _b	20~22	0.4
	重作业——III	18~21	0.5

注: 1. 空气的相对湿度为40~60%;

2. 在采用人工控制温度(或同时控制温度和相对湿度)时, 允许温度稍高些, 但不应超过2°C。

冷天和过渡季节生产车间工作区允许的空气参数 表 1-2

劳动强度等级	温 度 (°C)	气流最大速度 (m/s)	固定工作地点 之外的温度 (°C)
轻作业——I	19~25	0.2	15~26
中作业——II _a	17~23	0.3	13~24
中作业——II _b	15~21	0.4	13~24
重作业——III	13~19	0.5	12~19

注: 1. 最大相对湿度允许达到75%;

2. 当单独的工作的占地面积达50~100m²时, 在有采暖或有较大余热量的房间, 在固定工作地点之外的空气温度允许降低如下: 轻作业者可低至12°C; 中作业者可低至10°C; 重作业者可低至8°C;

3. 对于车间内采用集中送风的采暖通风系统, 从事中等和重作业的固定工作地点, 其风速可提高到0.7m/s, 同时温度也可提高2°C。

热天生产车间工作区允许的空气参数

表 1-3

劳动强度 等级	温度(°C)—— 有余热的车间		最大的相对 湿 度 (%)	气流速度(m/s) ——有余热的车间		固定工作地点之 外的温度(°C)—— 有余热的车间	
	余热 不大者	余热 较大者		余热 不大者	余热 较大者	热量 不大者	热量 较大者
轻作业——I	$(t_a - t_{cp,n})$	$(t_a - t_{cp,n})$	55(在28°C时)	0.2~0.5	0.2~0.5		
中作业——II _a	<3°C	<5°C	60(在27°C时)	0.2~0.5	0.3~0.7		
中作业——II _b	但不高于28°C	但不高于28°C	65(在26°C时) 70(在25°C时) 75(在24°C时)	0.3~0.7	0.5~1.0	$(t_a - t_{cp,n})$	$(t_a - t_{cp,n}) < 5°C$
重作业——III	$(t_a - t_{cp,n})$	$(t_a - t_{cp,n})$	65(在26°C时) 70(在25°C时) 75(在≤24°C时)	0.3~0.7	0.5~1.0	<3°C	5°C

注: 1. t_a ——室内工作区空气温度(°C);

2. $t_{cp,n}$ ——最热月13点室外空气平均温度(°C);

3. 空气速度的大值是相对于最高温度, 而小的速度值是相对于低的温度;

4. 若轻作业和中作业时, 车间空气温度不超过28°C, 重作业时不超过26°C, 当热湿比小于4186 kJ/kg时, 固定工作地点的相对湿度允许提高20%, 当热湿比为4186~6279 kJ/kg时, 允许提高10%。但在任何情况下, 相对湿度均不得超过75%。

5. 对于热天室外空气温度按A类参数的地区, 在轻作业式中作业的室外温度高于25°C及重作业的室外温度高于23°C时, 若能保持所规定的相对湿度, 车间内余热又不大时, 工作区温度允许再提高3°C, 但不应超过31°C; 当车间中余热较大时, 工作区温度允许再提高5°C, 但不应超过33°C; 当车间按工艺条件必须进行空气调节时, 允许再提高2°C, 但不应超过30°C;

6. 所允许的温度下限如表1-2所示;

7. 相对湿度较高的地区, 在热天进行通风换气计算时, 工作区的相对湿度允许采用比表中数据高10%。

近该地点类似气象条件时, 则可按《建筑标准与规范》II-A.6-72的规定选取设计参数。此外, 根据这些标准, 还可选取一年中任何一个月的风向、风速和气温等数据。

一年中, 当昼夜平均气温高于+10°C时为热天; 昼夜平均气温低于+10°C为冷天; 平均气温为10°C是过渡季。热天采用月平

均温度（称为A类参数），冷天则取最冷五天平均温度（称为B类参数）。

工作区的空气参数 表1-1~表1-3是根据《苏联国家标准》（ГОСТ）12.1.005-76的规定，并考虑季节、劳动强度和车间的余热量大小等情况来确定的。

一般认为，车间内全部热源所散发的余热都直接影响到空气温度，实际上的余热是车间得到的全部显热与所有设施（包括局部排风系统）的热损失之差，所以实际车间的得热量要小一些。若车间的余热量小于 23W/m^3 时属于余热量不大的车间，而大于 23W/m^3 的属于余热量大的车间。

在表1-1~表1-3中援引的生产车间不同劳动强度等级的分类如表1-4所示。

各类车间劳动强度等级的分类

表 1-4

车 间	劳动强度等级
铸造车间： 熔化及浇注工部 造型、泥芯和烘干工部	重作业 中作业——Ⅱ。
锻压车间	重作业
热处理车间 高温渗氮工部及其炉子间 低温渗氮工部（高频炉及辅助房间）	重作业 中作业——Ⅱ。
散湿车间	中作业——Ⅱ。
电镀与酸洗车间	中作业——Ⅱ。
油漆车间	中作业——Ⅱ。
焊接车间	中作业——Ⅱ。
钢筋混凝土预制构件车间	中作业——Ⅱ。
木工车间	中作业——Ⅱ。
机械加工车间	中作业——Ⅱ。
运输工具的机修车间	中作业——Ⅱ。
加工和运输粉状物料的生产过程	中作业——Ⅱ。

生产车间内每个工作岗位占有的面积等于或大于 100m^2 时，只要求保证工作地点空气参数符合表1-1~表1-3所规定的数值。

处于辐射热强度为 $174 \sim 350 \text{ W/m}^2$ ，热源面积为 0.2 m^2 时，工作区范围内所规定的气流速度需提高 0.2 m/s 。当存在较强烈辐射热时，工作地点的空气参数按表4-6来选取。

第二节 空气中粉尘和有害气体的浓度标准

在车间工作区空气中所含的粉尘和有害气体应低于《苏联国家标准》12.1.005-76所规定的卫生标准，如表1-5和表1-6所示。根据有害物对人体健康影响程度而分为以下等级：1级——特别危险级；2级——高危险级；3级——中等危险级；4级——不危险级。见《建筑标准》(CH) 245-71。

通风系统的进风空气中，含有的有害物质不应超过最高容许浓度的30%。含有爆炸性物质时，还必须采取相应的措施，防止起火和爆炸。

若干种有害物质的混合物对人体都具有单方面和综合的影响，这些物质的最高容许浓度(ПДК)应满足下面的关系式

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1 \quad (1-1)$$

式中 $C_1, C_2, \dots, C_n$ ——分别为各有害物的浓度(mg/m^3)。

有害物的体积浓度(%)按下式计算

$$C_v = \frac{10^{-4} \times 22.4 C_m}{M} \quad (1-2)$$

式中 C_m ——有害气体质量浓度(mg/m^3)；

M ——该种气体的分子量。

某些气体(如氮、甲烷等)对人体虽没有影响，但由于存在上述物质而使氧气减少，也会造成危险。当含氧量低正常体积的25%时，将引起致命危险。

当有几种爆炸性物质同时排出，每种物质的爆炸极限分别为 $N_1, N_2, \dots, N_n (\text{mg/m}^3)$ 和体积浓度分别为 $P_1, P_2, \dots, P_n (\%)$ ，则混合后的爆炸极限按列沙捷尔(Лешатель)公式计算：

若干蒸汽和气体的容许浓度极限和爆炸浓度极限

(苏联国家标准12.1.005-76^[12])

表 1-5

物质名称	容许浓度 极 限 (mg/m ³)	危险 等级	爆 炸 极 限			
			下 限		上 限	
			体积百分 比(%)	质量浓度 (mg/m ³)	体积百分 比(%)	质量浓度 (mg/m ³)
饱和烃:						
丁 烷	—	—	1.5	37.4	8.5	204.8
己 烷	—	—	1.1	39.1	6	250
甲 烷	—	—	2.5	16.6	15.4	102.6
戊 烷	—	—	1.1	32.8	8	238.5
丙 烷	—	—	2	36.6	9.5	173.8
乙 烷	—	—	2.5	31.2	15	186.8
不饱和烃:						
乙 炔	—	—	1.5	16.5	82	885.6
纯水煤气	—	—	4	—	8	—
丁 烯	—	—	1.7	39.5	9	209
乙 二 烯	100	4	2	44.8	11.5	256.9
丙 烯	10	3	2	34.8	11.1	169
异 丁 烯	—	—	1.8	41.8	7.8	181.7
乙 烯	—	—	2.7	35	35	406
芳香烃:						
苯	5	2	1.3	42	9.5	308
二 甲 苯	50	3	1	44	7.6	334
萘	20	4	0.4	23.5	—	—
丙 苯	—	—	0.6	33	—	—
甲 苯	50	3	1	38.2	7	268
乙 苯	—	—	0.7	32	—	—
醇:						
戊 基 醇	10	3	1.2	43.5	—	—
丁(烷)基	10	3	1.7	53	3	554.4
异戊基醇	—	—	1.2	48	—	—
异丙(烷)基	—	—	2.5	62.5	10.2	255
甲(烷)基	5	3	3.5	46.5	38.5	512
丙(烷)基	10	3	2.55	63.7	9.2	230
乙醇(酒精)	1000	4	2.6	50	19	363

续表

物 质 名 称	容 许 浓 度	危 险 等级	爆 炸 极 限			
	极 限 (mg/m ³)		下 限		上 限	
			体 积 百 分 比 (%)	质 量 浓 度 (mg/m ³)	体 积 百 分 比 (%)	质 量 浓 度 (mg/m ³)
醛、酮:						
丙 酮	200	4	1.6	38.6	13	314
苯 甲 醛	5	3	1.3	57.6	—	—
樟 脑	3	3	0.6	—	3.5	—
己酮-[2]	—	—	1.2	—	8	—
戊酮-[2]	200	4	1.5	—	8.2	—
丁 酮	200	4	1.9	59.2	12	360
三聚乙醛	5	3	1.3	—	3.5	—
乙 醛	—	—	3.9	72.6	57	1044
糖 醛	10	3	2	109.6	—	—
醚、酯:						
乙酸戊酯	100	4	1.1	93	10	540
乙酸丁酯	200	4	1.7	83	15	721
乙 醚	300	4	1.2	38.6	51	1576
醋酸甲酯	100	4	3.1	133	15.6	491
甲酸甲酯	—	—	5	—	22.7	—
甲基乙醚	1~20	2	2	—	10	—
环氧乙烷	1	2	3	54.7	80	1462
醋酸丙酯	200	4	1.9	80	6.3	266.5
甲酸丙酯	—	—	2.4	89	—	—
乙酸乙酯	200	4	2.2	80.4	11.4	407
甲酸乙酯	—	—	3.5	108	16.5	508.7
含氮、硫成分的化合物:						
氮	20	4	15.5	112	27	189
苯 胺	0.1	2	1.5	61	—	—
氰	—	—	6.6	—	42.8	—
吡 啶	5	2	1.8	—	12.5	—
硫化氢	10	2	4.3	61	44.5	628
硫氧化碳	—	—	11.9	—	28.5	—
二氧化硫	1	2	1	31.5	50	157.5
亚硝酸乙酯	—	—	3	—	50	—

续表

物 质 名 称	容许浓度 极 限 (mg/m ³)	危险 等级	爆 炸 极 限			
			下 限		上 限	
			体积百分 比(%)	质量浓度 (mg/m ³)	体积百分 比(%)	质量浓度 (mg/m ³)
石油产品及其它物质:						
汽 油	160~300	4	1.1~2.4	—	4.9~5.4	—
氢	—	—	4	3.4	80	66.4
对二氧陆环	10	3	1.97	—	22.5	—
煤 油	300	4	1.1	—	7	—
石 油 气	—	—	3.2	—	13.6	—
一氧化碳	20	4	12.5	145	75	—
石 油 醚	—	—	1.1	—	5.9	—
二乙基化过氧	—	—	2.34	—	—	—
松 节 油	—	—	0.73	41.3	—	—

某些爆炸性粉尘的特性
(苏联国家标准12.1.005-76^[52])

表 1-6

物 质 名 称	容许浓度 极 限 (mg/ m ³)	危险 等级	爆炸下限 (g/m ³)	物 质 名 称	容许 浓度 极限 (mg/ m ³)	危险 等级	爆炸下限
铝 粉	1	4	58	蔡	20	4	2.5
葱	6	4	5	燕 麦 尘	6	4	30.2
酪素塑料粉尘	6	4	8	小 麦 糠	6	4	10.1
豌豆粉尘	6	4	25.2	甜 菜 糖	6	4	8.9
二 苯 基	—	—	12.6	干草粉尘	6	4	20.2
木 屑	—	—	65	硫 磺	—	—	2.3
油 渣	2~6	4	20	硫磺矿粉尘	4	4	13.9
羊毛加工粉尘	2~6	4	32.8	油页岩粉尘	4	4	58
樟 脑	3	3	10.1	烟草粉尘	3	3	10.1
煤 尘	4~10	4	114	泥炭粉尘	6	4	10.1
松 香	6	4	5	乌洛托品	—	—	15
饲料粉尘	2~6	4	7	锰 铁 尘	1	3	130
咖 啡	2~6	4	42.8	钛 铁 尘	—	—	140
染料粉尘	1~10	3	270	棉 花	2~6	4	25.2

续表

物质名称	容许浓度 极限 (mg/m ³)	危险 等级	爆炸下限 (g/m ³)	物质名称	容许浓度 极限 (mg/m ³)	危险 等级	爆炸下限 (g/m ³)
马铃薯淀粉	2~6	4	40.3	菊 苣	2	4	45.4
玉米粉尘	2~6	4	37.8	茶 叶	3	3	32.8
褐 煤	1~10	3	30.2	小 扁 豆	6	4	10.1
亚麻杆碎屑	2~6	4	16.7	虫 胶	1~10	3	15
玉蜀黍粉尘	2~6	4	12.6	胶木粉尘	1~10	3	7.6
研磨粉尘	2~6	4	10.1	粮仓粉尘	6	4	227
干 奶 粉	2~6	4	7.6	电极粉尘	6	4	30
面粉粉尘	6	4	30.2	沥 青	6	4	15

$$N = 100 / \left(\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \dots + \frac{P_n}{N_n} \right) \quad (1-3)$$

第三节 散 湿

由于各种生产过程的蒸发、沸腾和直接散发的蒸汽，使车间得到水份。

在空气处于静止的情况下，水面上蒸发强度 (g/h) 按下式计算

$$W = \frac{25.2 \times 10^3 (P_H - P_o) F}{B} \quad (1-4)$$

水表面温度 $t(^{\circ}\text{C})$ 与容器内温度 $t_{sc}(^{\circ}\text{C})$ 的关系 表 1-7

$t_{sc}(^{\circ}\text{C})$	$t(^{\circ}\text{C})$	$t_{sc}(^{\circ}\text{C})$	$t(^{\circ}\text{C})$	$t_{sc}(^{\circ}\text{C})$	$t(^{\circ}\text{C})$
20	18	50	45	80	69
25	23	55	48	85	75
30	28	60	51	90	82
35	33	65	54	95	90
40	37	70	58	100	97
45	41	75	63		

式中 P_H ——在水面温度条件下（见表1-7），饱和空气中水蒸汽分压力（kPa）由I-d图（图1-1）和表1-8来决定；

P_a ——周围空气中水蒸汽分压力（kPa）；

F ——蒸发面积（ m^2 ）；

B ——当地大气压（kPa）。

在标准大气压和水表面温度为 t 时，

空气饱和水蒸汽分压力 P_H

表 1-8

$t_0(^{\circ}C)$	$P_H(kPa)$	$t(^{\circ}C)$	$P_H(kPa)$	$t_0(^{\circ}C)$	$P_H(kPa)$
31	4.49	55	15.73	79	45.48
32	4.75	56	16.51	80	47.34
33	5.03	57	17.31	81	49.29
34	5.31	58	18.15	82	51.32
35	5.62	59	19.01	83	53.41
36	5.94	60	19.92	84	55.57
37	6.28	61	20.85	85	57.81
38	6.62	62	21.84	86	60.12
39	6.99	63	22.85	87	62.49
40	7.38	64	23.9	88	64.94
41	7.78	65	25	89	67.47
42	8.2	66	26.14	90	70.1
43	8.64	67	27.33	91	72.81
44	9.1	68	28.56	92	75.59
45	9.58	69	29.82	93	78.47
46	10.09	70	31.16	94	81.45
47	10.61	71	32.52	95	84.51
48	11.16	72	33.94	96	87.67
49	11.74	73	35.42	97	90.94
50	12.33	74	36.96	98	94.3
51	12.96	75	38.54	99	97.75
52	13.61	76	40.18	100	101.33
53	14.29	77	41.88		
54	15	78	43.64		

人体散湿量 W (g/h)

[Q_s ——显热(W); CO_2 ——二氧化碳(g/h)^[122]] 表 1-9

劳动强度等级	CO ₂	周围空气温度(°C)										
		10		15		20		25		30		35
		W	Q _s	W	Q _s	W	Q _s	W	Q _s	W	Q _s	W
轻作业	45	40	150	55	120	70	80	125	70	140	35	235
中作业	60	70	160	110	130	160	90	180	80	230	40	290
重作业	90	135	200	185	130	240	90	300	90	380	40	430

在蒸发表面上, 存在空气速度 v (m/s)、水表面温度为 t ($^{\circ}C$)时, 蒸发强度按下式计算

$$W = \frac{(6.9 + 0.4t + 13.1v) \times 10^3 (P_H - P_o) F}{B} \quad (1-5)$$

如果与周围空气处于绝热情况下进行蒸发, 其产湿强度按下式计算

$$W = 6.1(t_o - t_m)F \quad (1-6)$$

式中 t_o 、 t_m ——分别为空气的干、湿球温度($^{\circ}C$)。

在车间中, 沿着水沟槽流动的开敞着的水面, 其水流量为 G (kg/h), 初始和终了温度分别为 t_H 和 t_R ($^{\circ}C$), 则蒸发强度为

$$W = 1.67(t_H - t_R) \quad (1-7)$$

对于利用乳状液来进行冷却的机床, 其产湿量则取决于设备的功率 N_{ycr} (kW)

$$W = 150N_{ycr} \quad (1-8)$$

若液体中含有盐溶液的浓度在25%以下时, 均可采用式(1-4)~(1-7)来进行计算。

人体在各种劳动强度下的产湿量如表1-9所示。

对于处于沸腾状态下, 水蒸汽散发量取决于水所能吸收到的热量 Q (W)

$$W = 14.4 \times 10^3 Q \quad (1-9)$$

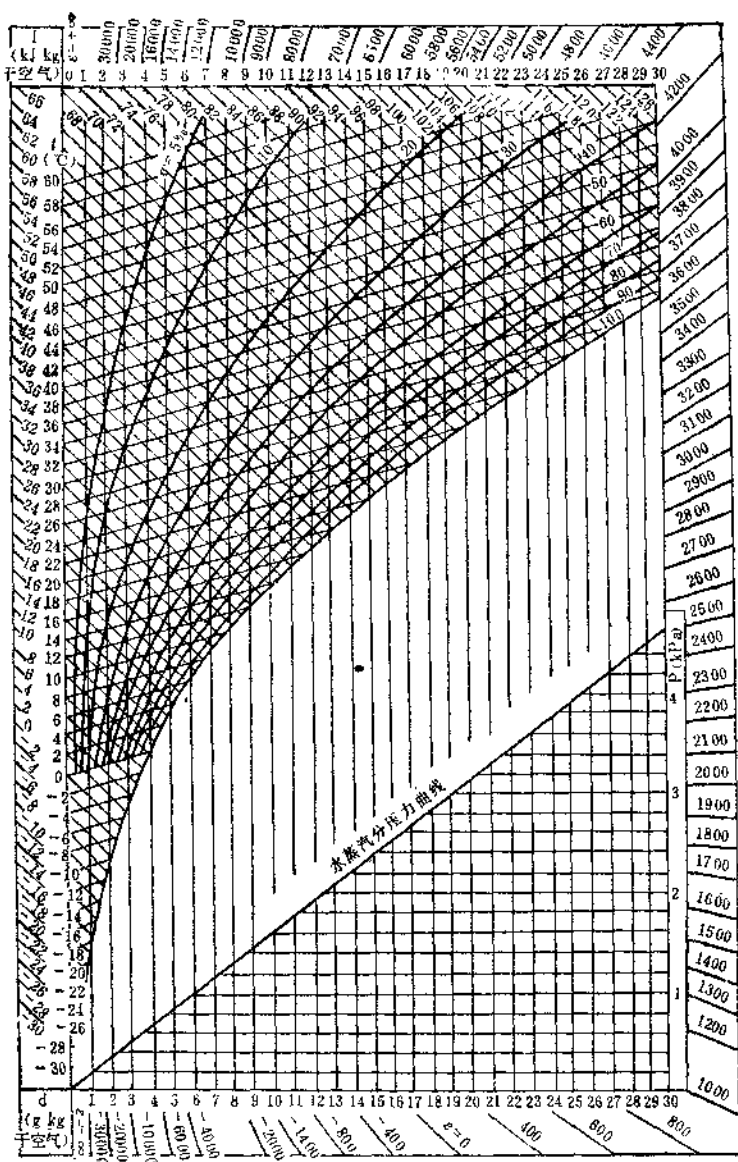


图 1-1 湿空气 I-d 图 (压力 $B = 0.0994 \text{ MPa}$)