

钢铁厂防暑卫生

汪东海 编



钢铁厂防暑卫生

冶金工业出版社

钢铁厂防暑卫生

汪东海 编

冶金工业出版社

钢铁厂防暑卫生

汪东海 编

•

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

•

787×1092 1/32 印张 4 1/8 字数 38 千字

1980年7月第一版 1980年7月第一次印刷

印数00,001~3,000册

统一书号: 15062·3587 定价 0.35 元

编者的话

《钢铁厂防暑卫生》一书的内容，以总结鞍钢二十多年来的防暑降温工作经验为主，也介绍了国内外的一些文献资料。

全书分七章。主要内容包括钢铁厂的高温作业；高温作业对机体的影响；中暑的防治；防暑降温措施；高温车间气象条件测定方法；高温作业工人生理机能的检查方法以及热环境的卫生学评价等。

本书可供钢铁厂卫生所、卫生防疫站的卫生医护人员和安全技术人员参考。

本书由哈尔滨医科大学、武汉医学院、上海第一医学院、鞍钢劳动卫生研究所，以及冶金系统劳动卫生职业病防治研究机构和工厂卫生所等单位的同志集体审稿，特别是哈尔滨医科大学的刚葆琪教授和武汉医学院的陈炎盘教授对本书的编审提出了不少宝贵的意见，在此一并表示感谢。

由于本人的水平所限，书中不妥之处在所难免，请读者批评指正。

目 录

绪 论	1
第一章 高温作业	3
一、高温车间气象条件的概念	3
二、高温作业的气象条件特点	8
三、高温车间气象条件卫生标准	9
四、钢铁厂高温作业的气象条件	13
第二章 高温作业对机体的影响	33
一、体温调节	33
二、呼吸机能和能量代谢	37
三、水盐代谢	39
四、心血管系统	40
五、消化系统	42
六、泌尿系统	43
七、神经系统	43
八、主观感觉	44
第三章 中暑的防治	44
一、发病机理	44
二、影响发病的因素	45
三、临床表现	45
四、诊断	46
五、治疗	47
六、中暑的调查和报告	49
第四章 防暑降温措施	50
一、组织措施	50

二、技术措施	50
三、卫生保健措施	68
第五章 高温车间气象条件测定方法	72
一、原则	72
二、气温的测定	74
三、气湿的测定	74
四、风速的测定	77
五、热辐射强度的测定	92
第六章 高温作业工人生理机能的检查方法	97
一、检查对象	97
二、检查地点	97
三、检查时间和次数	97
四、检查项目和检查方法	98
第七章 热环境的卫生学评价方法	107
一、心率	107
二、体温	108
三、三球温度指数	109
四、热强度指数	110
附录 防暑降温措施暂行办法	118

绪 论

钢铁工业在国防和经济建设上占有重要的地位。现代化钢铁联合企业是由矿山、烧结、炼焦、炼铁、炼钢和轧钢等主要厂矿和耐火材料、发电、给水、供电、机修、运输等辅助工厂组成的。在钢铁厂的生产环节中，高温车间和高温作业比较普遍，由于高气温和强烈热辐射的作用，影响机体的热平衡，使体温调节发生障碍。因此，高温作业工人在夏季容易发生中暑，这种情况在一些缺乏防暑降温设施的钢铁厂中是常见的。

我国南、北地区的夏季气温都比较高，如在夏季最热的7月份，全国各地下午一时或二时的平均气温大都在 25°C 以上，特别是南方的重庆、武汉、南京等炎热地区，下午一时或二时的平均气温为 $32\sim 33^{\circ}\text{C}$ ，而夏季极端最高气温可达 40°C 以上。因此，为了保护高温作业工人的身体健康，就必须搞好钢铁厂夏季的防暑降温工作。

解放后，党和政府对广大钢铁工人的安全与健康极为关怀和重视。1956年，国务院颁布了《工厂安全卫生规程》，其中对工业企业防暑降温工作做出了具体规定。同年，国家建委和卫生部共同颁布了《工业企业设计暂行卫生标准》，对生产车间作业地带和作业地点的气温，按不同生产特点和不同地区提出了不同的要求。1960年，卫生部、劳动部和总工会又联合颁布了《防暑降温措施暂行办法》，从组织、技术、卫生保健等措施方面提出了具体要求；1962年，又对《工业企业设计暂行卫生标准》进行了全面的修订，定名为

《工业企业设计卫生标准》。此外，在每年的夏季，各省、市、区领导机关还根据当地具体情况，发布有关防暑降温的通知和指示。

为了及时总结和推广经验，国务院有关部门还召开了一系列的专业会议，如卫生部、劳动部和总工会在1957年召开了“全国防暑降温经验交流会议”，卫生部和劳动部在1958年联合召开了“全国钢铁工业安全卫生和防尘、防暑工作现场会议”，冶金部在1977年召开了“钢铁企业防暑降温座谈会”。这些会议对钢铁工业的防暑降温工作都起到了很大的推动和指导作用。

建国三十年来，在党的领导下，实行组织、技术和卫生保健等综合措施，钢铁厂防暑降温工作取得了很大成绩，高温作业的劳动条件普遍得到改善，不少钢铁企业防止了中暑的发生。但是，由于林彪和“四人帮”推行的反革命路线的干扰和破坏，钢铁企业的防暑降温工作还存在一些问题，如降温设备陈旧，研究工作落后，不能满足钢铁工业发展的需要等。

随着钢铁工业的发展，防暑降温工作应进一步加强领导，采取切实可行的措施，努力保护高温作业工人的身体健康，提高劳动生产率，为加快我国钢铁工业发展的步伐贡献力量。

第一章 高温作业

一、高温车间气象条件的概念

高温车间通常是指散热强度大于 $20\text{千卡}/\text{米}^3\cdot\text{时}$ 的车间，其气象条件主要包括空气的温度、湿度、气流和热辐射等四个因素。

(一) 气温

气温是评价高温车间气象条件的主要因素之一，钢铁厂高温车间高气温的产生主要是由于下列各种热源放散热量的结果：

(1) 高热的炉窑。如正在生产中的高炉、平炉、加热炉、锅炉和隧道窑等放散的热量。

(2) 加热的原料和制品。如熔融的铁水、钢水和赤热的钢锭、钢材等放散的热量。

(3) 炼焦生产过程。烟煤干馏炼焦放散的热量。

(4) 机械设备的运转。如砂轮、机床等快速旋转和摩擦使机械能变为热能。

(5) 太阳的辐射。太阳的直射光线经屋顶和墙壁吸收后使车间空气加热。

(6) 人体放散的热量。轻作业时每人每小时放散100千卡的热量，重作业时为300千卡。与生产上的热源比较，人体放散的热量所占比例甚小。

由于上述各种热源的存在，致使钢厂的车间空气温度升高。气温随车间的不同高度而不同，通常是每增高1米，温

度升高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。掌握这种变化规律，具有卫生学意义，因为有些工作场所离地面较高，如吊车司机的操作室、某些操作台等，这些场所就受这种温度变化的影响。

（二）气湿

气湿通常表示如下：

（1）最大湿度（饱和湿度），即在一定温度下，1公斤或1立方米空气中最大可能含有的水蒸气量（克）。

（2）绝对湿度，即在一定温度下，1公斤或1立方米空气所含有的水蒸气量（克）。

（3）相对湿度，即在一定温度下，绝对湿度和最大湿度的百分比。高温车间的湿度，通常用相对湿度来表示。相对湿度在80%以上，一般称为高气湿；低于30%，称为低气湿。钢铁厂高温车间大都为低气湿，如相对湿度降到30%以下，可使上呼吸道粘膜有干燥不适之感。

（4）生理饱和差，即在皮肤表面温度下的最大湿度和室内空气的绝对湿度之差。这个差数的大小和体表水分蒸发有密切的关系。差数愈大，体表水分愈易蒸发；反之亦然。如在高气温下，当空气为饱和湿度时，则皮肤表面水分很难蒸发，这时会因大量出汗而引起机体失水。当气温为 35°C 时，在饱和湿度的空气中，安静状态下的机体每小时排出3.5升的汗量。

（三）气流

钢铁工厂高温车间气流的产生主要是热压（温差形成的压力）作用的结果。当车间内的空气温度比车间外的空气温度高时，车间内空气的比重就比车间外空气的比重小，结果是车间内外空气形成重力压差。在重力压差的作用下，温度低、比重大的车间外的冷空气就从厂房外墙下部进入车间，

而温度高比重小的车间内的热空气就从厂房上部排出。这样，就形成了自下向上流动的气流。车间热源愈多，室内外温差愈大，产生的气流也愈大。在冬季，高温车间室内外温差悬殊（如寒冷地区的平炉车间的冬季室内外温差可达 15°C 以上），强烈的冷空气流入车间，使人有寒冷感，甚至引起感冒。反之，车间气温高而气流小，又会使人感到闷热不快。

其次，钢铁厂高温车间气流的产生，也有风压的作用。当有风吹向厂房时，在厂房的迎风面就产生大于大气压力的正压，而在厂房的背风面则产生小于大气压力的负压。由于这种压力差的作用，车间外的空气就从迎风面外墙的开口进入车间，而车间内的空气就从背风面外墙的开口排出，这样就形成了气流。

（四）热辐射

热辐射（热线谱）是电磁辐射的一部分，主要包括红外线、一部分可视线和紫外线，其波长见表1-1。

热线谱分类和波长

表 1-1

分 类	波 长
红 外 线	343~0.76微米
可 视 线	0.76~0.4 微米
紫 外 线	0.4微米~76埃 ^①

① 埃（Å）= 10^{-4} 微米。

红外线的波长为343~0.76微米，但有实际意义的波长不超过60微米，而最常见的不超过30微米，即长波红外线（30~1.4微米）和短波红外线（1.4~0.76微米）部分。

钢铁厂中的各种熔炉，开放火焰，熔化的金属以及太阳

的辐射都是热辐射源。红外线虽不能直接使空气加热，但当它被周围的物体吸收时，辐射能就变成热能，使物体成为二次辐射源。热辐射不但作用于体表，而且作用于组织的深部。当其周围的物体表面温度高于人体表面温度时，则向人体放射一定的热量，这种辐射称为正辐射。相反，当其周围的物体表面温度低于人体表面温度时，则人体表面就向周围物体放射一定的热量，这种辐射称为负辐射，负辐射在防暑降温上有重要的意义。热辐射的强度以每分钟每平方厘米被照射的表面上所受到的热量（卡/厘米²·分）来表示。

在各种不同的生产条件下，热辐射强度和气温一样，均有显著的变化。例如，在平炉炉前工作地点，当炉门关闭时，热辐射强度只有1.5卡/厘米²·分，当炉门打开时，热辐射强度可达15卡/厘米²·分。

根据加热物体温度的高低，高温车间的辐射源可分以下四类：

（1）物体表面温度为500°C以下的辐射源，其辐射光谱只有长波红外线。

（2）物体表面温度为500~1200°C的辐射源，其辐射光谱主要由长波红外线组成，但也出现短波红外线和很弱的可视线。

（3）物体表面温度为1200~1800°C的辐射源，其辐射光谱中，除含有长波红外线外，还有短波红外线及亮度很大的可视线，而紫外线则在1500~2000°C时开始出现。

（4）物体表面温度为2000~4000°C的辐射源，其辐射光谱中，除含有红外线、可视线外，还有紫外线。

由此可见，钢铁厂多数高温作业的辐射源主要是放射长波红外线，只有少数辐射源放射短波红外线、可视线和紫外

线。辐射光谱中不同强度的各种辐射线，均可产生热感觉。由于长波红外线被皮肤表层所吸收，引起灼热感，短波红外线和可视线则为深部组织所吸收，引起生物学作用。实验证明，当长波红外线照射皮肤时，皮肤表面温度为45.5°C，皮下5毫米处为41°C；当可视线照射皮肤时，皮肤表面温度为43.5°C，皮下5毫米处为47.7°C。因此，在评价热辐射的作用时，了解热源的温度，推算辐射光谱的组成是很重要的。掌握热辐射的基本定律在实际应用中有一定的意义。

1. 克希霍夫定律

辐射体的辐射本领（物体在每秒钟、每平方厘米表面失去的辐射能量），只决定于本身的状态，同辐射环境的媒质无关。一切非完全黑体所放出的辐射能量都比完全黑体所放出的少。辐射的能量是按光谱的波长来分布的。表面光滑的辐射体所放出的能量少于表面粗糙的辐射体；反之亦然。

根据这一定律，可以推论许多防暑降温设备的作用。如降温用的空气淋浴，不能阻挡热辐射对机体的作用，只有在热辐射照射到体表，机体产热以后，冷空气促使机体散热增加。浅色光滑的高温防护服，能加强热辐射的反射，减少热辐射的吸收，从而减轻热辐射对机体的危害。

2. 斯蒂芬—波尔兹曼定律

随着辐射体温度的上升，辐射体的辐射强度也增加，它的辐射本领和辐射体绝对温度的4次方成比例。

$$E = K T^4$$

式中 E ——辐射本领；

K ——常数 (1.38×10^{-12} 卡/厘米²·秒· T^4)；

T ——辐射体的绝对温度。

从该定律看出，热源的温度愈高，通过辐射所放散的热

量愈大，其增加的倍数，远远超过对流热。

3. 维恩移位定律

具有最大能量的辐射线波长与辐射物体的绝对温度成反比。

$$\lambda_{\max} = \frac{C}{T}$$

式中 $\lambda_{\max}$ ——具有最大能量的辐射线波长；

C ——常数 ($\lambda_{\max}$ 以微米计算时为2866)；

T ——辐射体的绝对温度。

由这一定律，若知道辐射物体的温度，就能计算出辐射源放射出来的最大辐射能的波长。

[例]平炉的钢水温度为1700~1800°C，其绝对温度(T)为1973~2073°C，按上式计算：

$$\lambda_{\max} = \frac{2866}{1973} \sim \frac{2866}{2073} = 1.5 \sim 1.4 \text{ 微米}$$

二、高温作业的气象条件特点

高温作业的气象条件特点是不恒定。一是受大气气候的影响，二是受车间的生产情况、热源、通风设备和建筑条件等影响。不同地区、季节，高温作业的气象条件差异很大，即使同一地点、同一日内不同时间的气象条件也有显著的变化。

(一) 高温、强辐射热作业

这种类型的作业又称干热型作业。钢铁工厂的多数高温作业属于这种类型，如烧结、炼焦、炼铁、炼钢、轧钢和机修（铸、锻造）等。这类作业的气象特点是气温高、辐射强度大、相对湿度低。由于机体同时受到对流热和辐射热的作

用，其中对流热作用于体表，通过血液循环使全身加热，而辐射热除作用于体表外，还作用于深部组织，因此对机体的加热作用更大。

钢铁厂的夏季露天作业，如基建工地、原料装卸和露天采矿等也是高温、强辐射热作业。在武汉地区钢铁厂的夏季露天工作地点，气温达 37°C 左右，有时高达 40°C 以上，一日内上午11时至下午3时的太阳辐射强度为 $1.3\sim 1.5$ 卡/厘米²·分。

(二) 高温、高湿作业

这种类型的作业又称湿热型作业，其气象特点是气温、气湿高而辐射热不大。钢铁厂的某些工作地点属于这种作业，如高炉水渣运输通廊，据测定，夏季气温为 $34\sim 36^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度达90%以上，闷热难受，工人容易中暑，应引起重视，采取有效的防暑降温措施。

三、高温车间气象条件卫生标准

1962年，国家建设委员会和卫生部颁布的《工业企业设计卫生标准》规定的有关防暑降温的条文如下：

第57条 车间内作业地带的空气温度和湿度应符合规定（见表1-2）。

第58条 夏季车间工作地点的最高温度，当室外实际出现温度等于夏季通风设计计算温度时，寒冷地区不得超过 32°C ，炎热地区不得超过 35°C ，一般地区可比夏季通风设计计算温度高 3°C 。

第59条 在对流热、辐射热较大的车间，为使工作地点温度达到第58条的要求，可采用喷雾风扇或空气淋浴等局部降温装置。

第60条 如生产条件所限，夏季工作地点温度不能达到第58条要求时，则应在工作地点附近设置工人休息室。休息室的温度一般不得超过室外温度，在使用空气调节器时，休息室的温度不宜超过 30°C 。

车间内作业地带空气的温度和湿度标准 **表 1-2**

车间和作业的特征	冬 季		夏 季	
	温 度 (℃)	湿 度 (%)	温 度 (℃)	湿 度 (%)
一、主要放散对流热的车间				
1. 散热量不大的:				
轻作业	14~20	不规定	不超过室外 3℃	不规定
中等作业	12~17	"	"	"
重作业	10~15	"	"	"
2. 散热量大的:				
轻作业	16~25	"	不超过室外 5℃	"
中等作业	13~22	"	"	"
重作业	10~20	"	"	"
3. 需要人工调节温度和 相对湿度的:				
轻作业	20~23	不大于 80~75	31	不大于70
中等作业	22~25	70~65	32	70~60
重作业	24~27	60~55	33	60~50
二、放散大量辐射热和对流 热的车间 (作业地带辐 射强度大于 600千卡/ 米 ² ·时)	8~15	不规定	不超过室外 5℃	不规定
三、放散大量湿气的车间				
1. 散热量不大的:				
轻作业	16~20	不大于80	不超过室外 3℃	"
中等作业	13~17	"	"	"
重作业	10~15	"	"	"
2. 散热量大的:				
轻作业	18~23	"	不超过室外 5℃	不规定
中等作业	17~21	"	"	"
重作业	16~19	"	"	"

第61条 特殊高温作业地点 (天车驾驶室、操纵室等), 采用小型空气调节器。在使用空气调节器时, 天车驾驶室及操纵室温度, 一般

不宜超过 30°C 。

在引用上述条文时，应注意以下几点：

(1) 关于作业地带和工作地点的定义。在标准中“作业地带”和“工作地点”两个名词的定义完全不同。“作业地带”系指距地面或作业平台2米以下的空间；而“工作地点”系指工人为观察和管理生产过程而经常或定时逗留的地点。作业地带是对整个生产车间而言；而工作地点只是其中某一特定地点。因此，标准中关于工作地点和作业地带的气象条件要求不能混用。

(2) 关于作业地带温度的要求。主要是对全面通风提出的，大都以室外温度为基准。如对主要放散对流热的车间的作业地带温度，标准中规定在夏季不得超过室外 3°C 或 5°C ；散热量大的车间，当其散热强度超过 $100\text{千卡}/\text{米}^3\cdot\text{时}$ ，夏季作业地带与室外温度的允许温差为 7°C 。但须指出，此处室外温度系指夏季通风设计计算温度，而不是实际出现的室外温度。根据标准规定，夏季通风设计计算温度系指历年最热月每日13时或14时的平均温度。表1-3所列是全国主要城市的夏季通风设计计算温度。

(3) 关于工作地点温度要求。标准中是按夏季通风设计计算温度分成三类地区加以规定的。

夏季通风设计计算温度为 29°C 和 29°C 以下的地区称为寒冷地区，如抚顺、鞍山、太原等地。对这类地区的生产车间工作地点温度，标准中规定，当室外实际出现当地夏季通风设计计算温度时，不得超过 32°C 。

夏季通风设计计算温度在 32°C 和 32°C 以上的地区称为炎热地区。对炎热地区生产车间工作地点温度，标准中规定，当室外实际出现当地夏季通风设计计算温度时，不得超过