

高温工厂通风降温

徐孟任 严兴忠 编写

金工业出版社

本書介紹通風降溫的基本知識，用簡單原理來說明各種自然通風、機械通風設備所起的作用，並進一步介紹通風設備的管理知識及發揮通風設備效果的方法。

本書可作為通風工、鉗工、電工、白鐵工、班組長、勞動保護檢查員、安全技術工作人員、以及和通風降溫工作有關人員的參考材料。

高溫工廠通風降溫

徐孟任 嚴興忠 編寫

編輯：馬泰安 設計：周 廣、童煦菴 責任校對：吳研琪

1957年6月第一版 1957年6月北京第一次印刷 2,529冊

787×1092·1/32·48,000字·印張 $2\frac{12}{32}$ 定價(10) 0.36元

冶金工業出版社印刷廠印

新華書店發行

書號 0695

冶金工業出版社出版(地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

高 溫 工 厂 通 風 降 溫

徐孟任 严兴忠 編写

冶金工業出版社

目 录

第一章 引言	4
第一节 为什么要向高温作斗争.....	6
第二节 通风是降温的主要方法之一.....	8
第三节 通风的作用及分类.....	9
第二章 自然通风	12
第一节 自然通风的原理.....	13
第二节 自然通风的装置及要求.....	17
第三节 避风天窗及擋风板.....	20
第四节 风帽.....	25
第三章 机械通风	28
第一节 机械通风设备的基本组成部分.....	28
第二节 机械通风设备.....	42
第四章 通风设备的管理	52
第一节 管理通风设备的组织和制度.....	52
第二节 通风设备效果的测定.....	61
第三节 通风设备的故障及其消除.....	73

第一章 引言

自中华人民共和国成立以来，党和政府就重視不斷改善职工的劳动条件。国家每年都撥有不少投資，在各工業企業中，採取降溫措施和增添通風降溫設備。因而几年来，企業的車間內已大大改变了炎熱季节高溫的严重情况，保證了职工的身体健康和生产任务的順利完成。

一九五六年五月二十五日国务院全体會議第二十九次會議通過並發布了“工厂安全衛生規程”。这是一个十分重要的劳动保护立法。又一次具体表現了党和政府对劳动人民的深切关怀，其中第二十一条对企業的降溫問題作了具体規定，即“室內工作地点的溫度經常高於 32°C 的时候，應該採取降溫措施”。企業根据这一規定，採取措施已成为法定的要求。

同年七月一日国家建設委員會和衛生部頒佈試行的“工業企業設計暫行衛生标准”，对生产厂房通風的要求作了明确具体的規定，一切新建、改建的工業企業，都必須遵守或參照本标准进行設計。这样就可能保證所有新建、改建的企業，在投入生产前都考虑了必要的通風降溫措施，創造良好的劳动条件。

“工業企業設計暫行衛生标准”第六十二条規定，生产及輔助建筑物內，不論其中空气污染程度如何，均須設計自然通風、机械通風或混合通風。

第六十三条規定，为防止放散大量对流热、輻射热，首先須在放散大量对流热或輻射热的設備、管道和其他热源上

設隔熱裝置，為避免工作地點受到強烈輻射熱，須在熱源附近設擋熱板或水幕等設備。

第六十四條又規定了通風設備須保證室內的气象條件及換氣次數。暖季工作地帶空氣溫度在工作時間內均須符合下表要求：

生產室和作業特征	暖季（室外溫度等於和高於 $+10^{\circ}\text{C}$ ）室內溫度 $(^{\circ}\text{C})$
一、主要放散對流熱的生產室	
1. 散熱量不大的	不超過室外溫度 3°C
2. 散熱量大的	不超過室外溫度 5°C
二、主要放散輻射熱的生產室（作業地帶中輻射能強度大於每小時每平方公尺 600 大卡）	不超過室外溫度 5°C
三、放散大量濕氣的生產室	
1. 散熱量不大的	不超過室外溫度 3°C
2. 散熱量大的	不超過室外溫度 5°C

並規定工作地點的最高溫度一般不得超過 32°C ，炎熱地區工作地點的最高溫度不得超過 35°C 。

在放散輻射熱的車間內，當工作地點的輻射熱強度每分鐘每平方公分面積上超過 1 卡時，工人經常逗留地點應設空氣淋浴。採用空氣淋浴後，工作地點的溫度和風速須符合下表要求：

季 節	輕 作 業		重 作 業	
	工作地點的空氣溫度 $(^{\circ}\text{C})$	氣流速度 (公尺/秒)	工作地點的空氣溫度 $(^{\circ}\text{C})$	氣流速度 (公尺/秒)
暖季（室外溫度在 $+10^{\circ}\text{C}$ 及 10°C 以上）	18~30	2~4	16~29	3~5

並規定夏季設計通風計算溫度（註：根據各地區氣象資

料，由国家規定）为 31°C 及 31°C 以上的地区，工作地点的气温可增加 2°C 。

在新建、改建或現有的企業中，不断採取通風措施，特別是改善炎熱季節的通風降溫工作，其結果必然能巩固並進一步鼓舞职工群众的劳动热情，为社会主义建設貢獻出最大的力量，保證劳动生产率不断地提高。

第一节 为什么要向高温作斗争

在冶金工厂中，各种类型的熔煉爐（高爐、平爐、电爐、轉爐、鼓風爐、反射爐等）、加热爐、退火爐、軋鋼机、鍛造机及澆注金屬的地点等，都是产生大量热能的来源。由於生产设备的这一特点，就决定了冶金工厂的大多数車間是高温車間。

怎样的車間才能称为高温車間呢？当車間內每立方公尺的体积每小时排出的热量等於或超过二十大卡的，就称为高温車間。假如排出的热量小於二十大卡，就称为常溫車間。在冶金工厂的高温車間中放散热量的来源，主要有以下几方面：

一、由各种熔煉爐（高爐、平爐、电爐、轉爐、鼓風爐、反射爐等）、加热爐及退火爐等爐壁放散的热能，以及上述各种熔煉爐爐門或爐口的散热。

二、由各种灼紅金屬（如剛脫模的紅鋼錠）、熔融金屬、爐渣等所产生的大量輻射热。

三、由各种联动机械（軋鋼机、鍛造机、車床等）、电动机等，在运行中由於机械能轉化为热能所产生的热量。

四、由於陽光照射在車間的厂房上所产生的輻射热，它

— 1 —
的强度最大可达每分鐘在每平方公分的面积上为 1.9 卡。

五、人体产生的热量也是車間內發热来源之一，其大小随着人体肌肉运动的强度变化，体力劳动者根据劳动强度不问，每天散热量一般在二千五百至六千大卡之間。

在以上几方面放散热量的来源中，一、二兩方面是主要散热来源，如平爐的輻射强度，可以达到每分鐘在每平方公分面积上为 12~14 卡，这就大大超过了人的發热量、联动机械产生的热量及陽光的輻射热。由於这些热源所产生的热量，使車間內的溫度大大提高。如南方地区夏季室外溫度很高，在武汉，最高溫度曾超过 40°C ，冶金工厂內的一些主要車間由於热源所产生的热量，車間內工作地点的溫度可能超过 50°C 。这样高的溫度当然使車間內的劳动条件大大惡化，而直接影响工人的身体健康，降低工作效率。

高溫又是怎样影响工人的身体健康的呢？要了解这一問題，首先應該知道，人体本身能产生热量並随劳动强度的不同起不同的变化，同时也因受外界气象条件的影响而起变化。但是，人体在这种变化的情况下却有保持体温不变的能力（一般人体的正常体温为 37°C ），这种体温不变的现象，即所謂人体的热平衡。高溫对工人身体健康的危害，就在於它能使人体丧失保持体温不变的能力，使热平衡破坏，体温升高，以至於中暑暈倒。

人体在保持热平衡的过程中，热量是通过輻射、对流及蒸發作用散發的。

輻射散热，是人体的热量表现为輻射热被人体周圍溫度較低的固体（各种机器設備、地板、牆等）吸收后所产生的，这部分散热佔人体散热的大部分。另一部分对流散热，

是由流动於人体周圍的溫度較低的空气吸收了人体的热量。蒸發散热則是由於人体出汗产生的，汗在蒸發时会吸收热量，把人体皮膚表面的热量放散。还有一小部分热量是随呼吸时呼出的热空气排出的。人体只有通过以上途徑放散出产生的热量，达到体温的平衡，才使人感到舒适。

由於人体散热会受外界气象条件的影响，所以当車間溫度超过 30°C 时，由於輻射、对流散热的减弱，人体的大部分热量只能由汗的蒸發来發散。同时当气温及周圍物体表面溫度高於 37°C 时，人体甚至可以由輻射和对流吸收热量。如再加上繁重体力劳动，人体發热量增加，这时往往会因放散不尽多余的热量，破坏人体的热平衡而發生中暑暈倒；或者由於大量出汗后，人体內缺乏水分和鹽分，产生热痙攣。

因此，在高溫工厂中，必須採取措施消除高溫对工人身体健康的危害。

第二节 通風是降溫的主要方法之一

为了降低車間高溫，必須採取綜合的改进措施，方能达到目的。

① 在这些綜合措施中，帶有根本性的措施是生产过程的机械化与自动化。很明显，生产操作过程能够机械化、自动化，就可以使工人脱离热源，进行远距离的操縱；或者可以減輕工人的体力劳动，那就大大改变了高溫与輻射热对工人身体健康的危害。几年来，在各黑色冶金工厂的小型軋鋼車間，曾广泛地推广使用了小型机械化設備。如：加热爐的推鋼机；添設鋼錠、鋼材的輸送軌道；反圍盤、正圍盤、翻鋼槽等，都減輕了工人的体力劳动，对降溫工作是極為有利

的。

另外，隔热和疏散热源对降低車間高溫很重要。如：在平爐、轉爐車間里，及时把紅热鋼錠运出車間，也就能大量减少車間發热量；相反的，各种爐渣倒在車間內不及时运出，自然会增加散热量，提高車間溫度。隔热的重要在於它把輻射热源用石棉板、擋热水箱、鏈幕及水幕等和工人的操作地点隔离开来，这样就可以防止工人直接受到热的輻射，同时由於隔热后表面溫度降低，經对 流散失 到車間 的热量也減小了。隔热和疏散热源的措施不仅有效，往往也比較經濟。

当採用机械化、自动 化以及隔热 和疏散热源等措施以后，仍不能充分消除工作地点的高溫，改善車間內的劳动条件时，就必须採用通風措施。事实証明，通風是降溫的主要方法之一，目前在各冶金工厂中普遍重視利用自然通風，广泛推广使用噴霧風扇，以及在部分單位中使用空气淋浴等，都收到良好效果。

但还应该指出，除上述措施外，發給高溫操作工人适宜的清凉飲料（如鹽汽水）和个人保护用品；保証足够的休息時間，以及改善工人的劳动組織等，在減輕高溫对工人身体健康的危害上都有很大的作用。

降低車間高溫，採取綜合措施是有好处的，因为这些措施相互間都有密切关系，單独採取一方面的措施，往往还不能消除高溫对工人的危害。通風是降溫的主要方法之一，本書只專門就有关通風降溫方面的常識作些介紹。

第三节 通風的作用及分类

在具体介紹通風方法以前，先把通風的作用及分类作如

下概括介紹。

通風的作用原理就是使厂房中进行着有組織、有調节的空气交換。它包括二个組成部分：一个是进風部分，把新鮮的符合衛生要求的空气送入車間和工作地点，如进入的空气不能符合衛生要求时（如溫度太高等），还須事先进行空气的处理；另一个是排風部分，把車間內热和污染了的空气排出。由於从室內排出的空气量是永远等於进入的空气量，所以，通風和排風有着密切的关系，只有同时考虑方能使車間的空气有組織有調节的进入和排出。假如在車間內只考虑了良好的天窗，但对厂房下部的进風窗扇考虑不够，面积很小，那么也会大大影响通風效果。

厂房的通風量可以用换气次数表示。换气次数就是在通風設備作用下，厂房內每小时換几次空气。如：轉爐車間的体积为一万立方公尺，車間內每小时吸入或排出三十万立方公尺的空气，則該車間的换气次数为三十次。

为了达到有組織有調节的换气，从通風的换气方法及作用范围來說，可作以下分类：

一、根据换气方法可分为自然通風与机械通風。自然通風是依靠自然力量，不用任何机械方法来送入和排出厂房內的空气。只要正确地安裝与調节窗扇，就能得到很大的换气量，如夏季在高溫車間里，利用自然通風，每小时可能达到40~60次以上的换气，这样对排除車間的高溫提供了有力保証。

机械通風是用机械来进行换气的。机械通風虽能保証良好的通風效果，但与自然通風比較，通風量要小得多。

二、根据作用范围可分为全面通風与局部通風。全面通

風是在車間內進行全面換氣，將新鮮空氣比較均勻地送入車間內各地區，並從廠房上部向外排出熱和污染了的空氣。如自然通風就屬於全面通風的一種。局部通風是車間的某些地區有特殊需要時，將一定溫度、一定速度和一定的風量送到一定的工作地點的通風，如用空氣淋浴或噴霧風扇送風都屬於這一種。

三、為了利用自然通風與機械通風的優點，通常採用綜合通風系統。綜合通風系統是自然通風與機械通風的綜合利用，也就是同時利用全面通風和局部通風。

上述通風系統和通風方法，對冶金工廠的高溫車間來說，應如何選擇和採用呢？正確的選擇和採用須注意以下問題：

一、必須符合衛生要求，達到改善勞動條件的目的。應根據車間發熱量的多少、溫度的高低及要求達到的溫度等，決定需要的通風量、工作地點的風速和氣溫，然後考慮用什麼通風系統和通風方法。在冶金工廠的高溫車間里，經常用綜合通風系統降低車間高溫。

二、應符合生產操作方面的要求。如空氣淋浴風管的布置應不妨礙吊車的來往；電氣設備很多的地方，不應採用噴霧風扇。

三、應合乎經濟的原則。在高溫車間里，應盡量考慮利用自然通風，因為自然通風所能達到的換氣次數是機械通風一般所不能達到的，不首先考慮自然通風，而就考慮採用機械通風，將大大增加設備投資費及水電等方面的經常維持費。因此，在一般情況下機械通風部分的通風量不應大於總通風量的 10~15%，機械通風應是在採用自然通風還不足以改善局部地區嚴重高溫的情況下方才採用。

第二章 自然通風

現在把通風換氣的方法作具體介紹，首先介紹一些有關自然通風方面的基本知識。

在廠房內可能產生的自然通風現象大致有以下三種：

一、有組織的自然通風。這是最重要的一種。通風換氣現象的產生，是按一定安排的進風口及排風口，把廠房內所需要的換氣量均勻地自進風口流到工作地帶，並把熱和污染了的空氣從排風口排出。因為它可以用窗扇的開閉來調節，所以又稱為調節通風。

二、無組織的自然通風。空氣任意地從敞開着的門窗流入或排出，換氣量無法控制，廠房內空氣的流動也很混亂，因此，這種自然通風的作用是不大的。

三、由於滲透作用產生的自然通風。從廠房的縫隙（如門縫、窗縫等）處流入與流出空氣，對冶金工廠來說，這種通風的作用不大，一般可以不考慮。

由於在通風降溫中需要採用的是有組織的自然通風，因此無組織的和滲透作用產生的自然通風在本章內不作介紹（下面文內所稱的自然通風即指有組織的自然通風）。

在介紹自然通風的原理與怎樣利用避風天窗、擋風板及風帽以前，先把高溫車間中利用自然通風的優缺點作一個比較。在優點方面有：

一、借自然力量換氣，不像機械通風一樣需要消耗大量電力。如採用機械通風向平爐車間送風，每小時送風量為1000噸空氣時，保證機械通風設備運轉的電力每小時約為

1000 度，利用自然通風送風，就完全不需要耗費電力了。

二、安裝和使用比較簡單。只要安裝天窗、窗扇等，就能利用自然通風，所需設備投資費用較機械通風設備的投資要少得多。如軋鋼車間中採用有組織的自然通風，它的設備裝置費大約只有裝置機械通風設備所需費用的二十分之一。

但自然通風也有缺點：一、進入的空氣不能經過處理，如事先冷卻等；二、不能將空氣送到指定的操作地點；三、排出的空氣不能淨化。

第一节 自然通風的原理

自然通風是利用溫壓及風壓達到換氣的目的。一般厂房在自然通風的情況下，溫壓和風壓是同時起作用的，利用自然通風必須考慮這兩方面因素的綜合作用。當然在高溫車間里，溫壓可能比風壓起更大的作用。

溫壓現象是由於生產過程中放散大量的熱，提高了車間內的空氣溫度而產生的。在夏季，高溫車間的工作地帶（即離地面 2 米以下地帶）如不進行自然通風，空氣溫度可能較室外溫度高 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 。厂房上部更熱，每高一米溫度可能提高 $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ ，甚至更多，因此厂房上部溫度經常可以在 50°C 以上。由於車間內空氣溫度比車間外空氣溫度高，因而車間內空氣的密度比車間外的空氣密度小。如正常大氣壓力下空氣在 20°C 時，每立方公尺重 1.205 公斤；溫度上昇到 34°C 時每立方公尺的重量則減輕為 1.149 公斤。也就是說密度小的空氣比同體積密度大的空氣要輕，同樣重量的空氣，密度小的空氣體積要比密度大的空氣體積大。車間內的空氣由於這一原因逐漸上升，溫度逐漸提高，體積逐漸膨

眼，最后自厂房上部排出。車間外空气比車間内空气的溫度低，密度就大，於厂房上部排出空气的同时，自厂房下部流入。这种自然换气的現象，就是由於車間内外的溫度不同，所产生的压力差而造成的（圖1）。拿实际例子也可以說

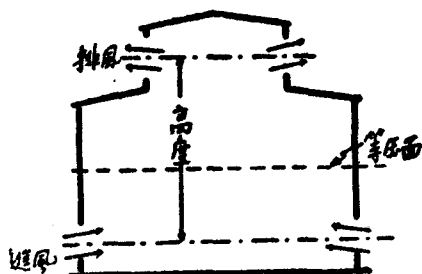


圖1 厂房内由於溫压换气情况

明，家常用的煤爐就是由於溫压空气从爐子下部进入，燃燒后由上部排出。

溫压的大小取決於厂房进風与排風窗扇中心之間的距离和車間内、外

空气溫度的差。为了說明这一現象，可以把車間内的空气看成一个“气柱”，並在車間外取一个和車間内“气柱”相同形狀的“气柱”。如果車間内外空气溫度的差越大，那么这两个相同形狀“气柱”空气的密度差就越大，其單位体积（每立方公尺）空气的重量差也就相应加大；再加上进風与排風窗扇中心之間的距离越大，“气柱”越高，“气柱”的体积越大，这两个等体积“气柱”間总的重量差当然增加了，溫压也提高了。反之，当进風与排風窗扇中心之間的距离越小，这两个相同形狀的“气柱”越低，以及車間内外的溫度差越小，溫压就会減低。由於这种原因，在厂房上增設或加高天窗，增設排風管，等於增加了“气柱”的高度，都能增大溫压的作用，加强通風。同样拿家常用的煤爐來說，如在爐口上加一个拔火筒，这样增加了进風口和排烟口的距

离，就可以加强温压的作用和抽风的力量。

在说明温压这一现象产生的过程中，还需说明一下“等压面”。热和污染的空气通过厂房上部排风口（即天窗）排出，表示厂房内空气压力大于厂房外的空气压力；冷空气通过厂房下部进风口（即窗扇等）进入，表示厂房内空气压力小于厂房外的空气压力。这种现象同时说明，厂房下部进风口内空气压力虽比外部空气压力小，但是随着空气的逐渐上昇，至厂房上部排风口时，内部压力则大于外部压力。也就是说，只有在厂房地面与房顶之间某一平面上的压力才恰好等于外部的压力，假如在这一平面上开一个孔口，那么空气不向外流，也不向里流。在进风口和排风口中间，内部压力与外部压力相等的这一平面，就称为“等压面”。由于“等压面”上方，厂房内的空气压力大于厂房外的空气压力，所以“等压面”上方的开啓口都是排气口；同样由于“等压面”下方，厂房内的空气压力小于厂房外的空气压力，“等压面”下方的开啓口都是进气口。

风压是怎样产生的呢？当风吹向厂房使厂房的承风面压力提高，并使厂房背风面的压力降低，这样使厂房承风面及背风面形成压力相差，就产生了风压。风压的产生能造成厂房内自然换气（图2），具体的过程是这样的，风按不同的速度流动，在其经过的途径上，将给一切阻碍的东西以一定的压力，因此，吹向厂房承风面的风也造成承风面压力的增加。同时风越过厂房后，在房顶上和背风面上，因风的流动造成该处空气稀薄，压力降低。这一压力变化的形成，使空气由厂房承风面开啓口进入厂房内，并经过背风面的开啓口排出，也就是说承风面开啓口外部由于风压使压力增加，大