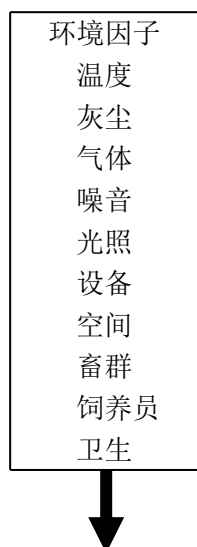


## 第 64 章 环境因素对生产力和疾病的影响

Harold W.Gonyou、Stéphane P. Lemay 和 Yuanhui Zhang

环境是一个非常广义的概念，它泛指一切对动物发生作用的因素。环境可分为物理环境和生物环境两个主要方面，这两方面还能进一步细分。不仅环境本身十分复杂，而且还关系到动物与环境之间的相互作用，它远远超出了简单外界刺激所产生的应答反应。Moberg(1985)概述了动物对环境应激的三种常见调节方式。其中，行为性调节(behavisoal response)是耗能最少的调节方式。但如果行为性调节不能减缓应激状态，就要进行生物性调节(biological response)。这种调节方式的改变，会减少用于生产的能量，如生长或繁殖的能量。有些生物调节需要垂体--肾上腺轴(pituitary-adrenal axis)的作用方式来释放肾上腺皮质类固醇(corticosteroids)，这会使动物的免疫系统产生相应的反应，使动物对某些病原体(pathogens)的敏感性增强(Kelley, 1982)。Mobery(1985)指出，如果环境应激增强到一定程度，就会使动物处于一种致病状态(见图 64.1)。

Webster(1988)根据环境与肺炎发生的相关性把环境这一概念解释为三层含义。第一是指可以影响猪由外部接触到的病原体的因子。第二是指那些影响猪对病原体入侵的抵抗系统的因素，例如，对肺部病原体清除的影响因素。第三是指那些影响免疫系统的因素，这些因素影响免疫系统对病原体的抵抗，因此，疫病的产生是多种因素的综合作用的结果，而有些是偶然因素(Hartung, 1994)或简单的反应与敏感性的问题。



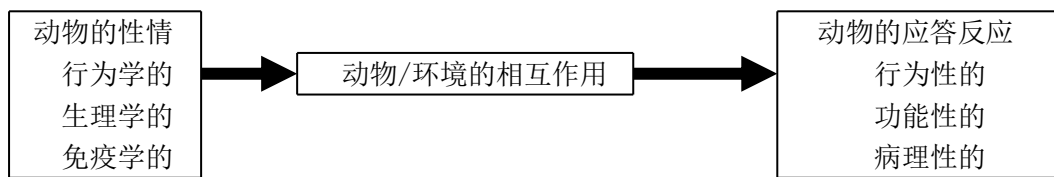


图 64.1 动物与环境的相互作用(引自 Moberg, 1985 和 Gonyou, 1993)

图 64.1 所示模型将 Moberg(1985)的环境理论与动物性情相结合(Gonyou, 1993)。因为动物会由于个体遗传性和经历不同, 而对环境产生的应激反应也不同。不同物种也会有不同的行为和生理特点。例如, 猪对不熟悉的个体会表现出强烈的驱逐反应, 而羊则不会; 牛在高温环境下会出汗, 但猪并没有这种反应。即使是同一个物种, 同一个基因型的动物, 也会由于经历的不同, 表现出性情的个体差异。行为表现受后天影响很大, 甚至动物的生理表现, 如皮毛、脂肪层和能量分配, 也会由于环境的影响而发生永久性的改变。免疫识别程序可识别到由于与病原体的接触“经历”, 而使免疫发生改变。这样, 就形成了环境、动物性情和动物对环境反应三者的复杂组合体。

McFarlane 等人(1989a, b)于 1989 年, McFarlane 和 Curtis 于 1989 年(1989)发表了许多关于环境、生产力和疾病之间的关系的文章。他们用鸡作为试验动物, 结果证明有五种环境应激会降低生产力并影响动物生理和免疫反应。由于环境与动物反应之间的复杂性的存在, 当这五种应激因子中有两种以上同时存在时, 会加重这些应激因子对动物的影响。将动物模型延伸至猪, 使用高温后, 出现了拥挤现象和群体内社会地位不稳定, 这就证实了多种紧张性刺激将加重动物的应激反应 (Hyun 等, 1998)。因此, Whittemore(1993; 表 67.1)指出, 许多疾病是由于多种环境因子的共同作用而导致的。所以, 医生在临床诊断时就必须考虑到环境因素的影响(Curtis 和 Backstrom, 1992), 并且从改变环境的角度来改善对疾病的治疗。Done(1991)指出, 有 20 种环境因子会影响肺炎的治疗。而每个病例都会受到这 20 种中两种以上环境因子的影响。

尽管每个病例都受到多重环境因子的影响, 然而了解每个因子作用机理和如何防制这一因子的负效应仍是十分必要的。

# 热环境

猪是体温为 39℃的恒温动物(Baxter, 1984)。猪通常会由于环境温度低于其体表温度而散失热量。空气对流；与地面，墙壁和其它猪的接触；体表热量向周围物体的散发以及呼吸都会使猪散热。猪可以通过生理和行为性调节，即通过对产热的调节来平衡热量损失。

温度适中区(thermoneutral zone)是指热环境的中间区域。通常用温度来描述，如果能量摄入量相同，则动物的总产热量在温度适中区内近乎常数(CIGR, 1984)。动物在温度适中区内的总产热量最少，并且不受环境温度的影响(Verstegen 等, 1982; Baxter, 1984)，根据 Bruce 和 Clark(1979)的观点，当环境温度低于温度适中区的最低温度，会使动物产热量增加，这种情况会发生在育肥猪身上，增加的热量从用于生产的能量转换而来。

表 64.1 环境因子对猪病的影响

疾病名称	环境因子						
	一般性	温度	拥挤度	卫生	社区	气体	灰尘
大肠杆菌病	+	+	+	+			
猪痢疾	+		+				
猪支原体肺炎	+	+	+		+	+	+
萎缩性鼻炎	+		+	+		+	+
放线菌胸膜肺炎	+		+	+			
乳腺炎				+			
钩端旋体病				+			
链球菌脑膜炎		+	+				

来源：引自 Whittemore 1993

# 临界低温

温度适中区是在临界低温和临界高温之间的区域。猪舍通常没有冷却系统，因而无法在酷夏时降低舍内温度。而定时通风系统会使室内的空气温度维持在比室外温度低 3℃。在大多商业化猪舍里，无法对高温环境进行进一步控制，因此，我们下面不对临界高温进行讨论。当气温低于临界低温(LCT)时，猪会将摄入的能量很大一部分用于增加产热。因此，为了最大限度地减少饲料能量的浪费，定

义温度适中区的下限温度是非常重要的。

临界低温是由动物在温度适中区的总产热量和最小潜在产热量计算而得的，它与猪的热量散失、体重、摄食量、空气流速、周围物体的热辐射、地板种类以及猪群数目有关。Bruce 和 Clark(1979)建立了一种预测猪的临界低温的模型。最近，Brown-Brandl 等，(1998)证明了由 bond 等，（1959）预测的温度适中区（18-24℃）动物产热量约比实际低 26%，其原因可能在于现代瘦肉型基因的影响使瘦型组织沉积增加，即使当产热量随时间不断增加时，热量仍然会通过相同的机制进行消散，Bruce 和 Clark（1979）的实验模型仍然是一个相关的工具来描述高热环境对动物行为及生存影响。

当空气流速为  $0.15\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，能量摄入为维持需要的 3 倍，水泥地面，15 只猪为一猪群时一只 20 kg 猪的临界低温为 16℃，而一只 100 kg 猪的临界低温则是 9℃。将能量摄入降至维持需要的 2 倍，会使它们的临界低温分别升至 21℃和 14℃。

如果空气流速从 0.15 增加到  $0.55\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，改用水泥条板地面其它条件不变，20 kg 的猪的临界低温会从 15℃升至 18℃(Boxter, 1984)。空气流速高，会由于增加猪体热量散发而影响临界低温。体重大的猪的临界低温值可低于体重小的猪(Nicks 和 Dechamps, 1985)。CIGR(1992)指出，当空气流速为  $0.15\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，在同样的饲养水平下，如果猪的体重从 20 kg 增至 60 kg，则临界低温可由 21℃降至 11℃。

地板类型可影响猪体表与地面温度的传导。Verstegen 和 Van Der Hel(1974)认为一个 40 kg 的动物在垫草地面的临界温度为 11.5~13℃，在柏油地面为 14~15℃，而在水泥条板地面为 19~20℃。一只 34 kg 的猪独自饲养，喂 3.3 倍于维持需要的饲料，选用 70%体表面积可埋在草垛，其临界低温只有-5℃(Sallvik 和 Wejfeldt, 1993)。同样条件下，将 16 只猪成群饲养，临界低温则降至-20℃。这是因为这些猪在低温下会挤在一起取暖(Bruce 和 Clark 1979)。事实上，通过猪群行为可对热环境进行分级，Shao 等，(1997)通过研究发现，当断奶仔猪处于温度变化在 24.4℃到 31.1℃的四种不同温度环境中时，通过中枢网状神经系统进行调控并做出适当的反应，反应率达 78%—96%。这一研究表明，通过观察动物行为可取代传统的温度测定法从而对温度进行合理控制。

临界低温对生产是很有意义的。因为当气温低于临界低温时，猪就会将食入的能量用于产热。然而气温并不是唯一因素，为了使猪群处于最佳生理状态，我们应考虑到以上所有会影响临界低温值的因子。

## 生产性能

在同样温度下限制饲养和自由采食，猪的生产性能是不同的。限制饲养时，最佳增重是在 20°C，最佳饲养转化率从 20°C 到 25°C (Verstegen 等，1978)。当饲养摄入量相同，气温从 20°C 降至 12.5°C，增重率会降低 14.3 g/d (Le Dividich 等，1985)。但增加摄食 38 g/(d·°C)，可消除由于气温降低而产生的影响。对于 25 kg 到 60 kg 的生长猪，如果气温低于温度适中区，并且其值为一个常量，则增重会减少 14 g/(d·°C) (Verstegen 等，1982)。而对 60~100 kg 的猪，则会减少 8~18 g/(d·°C)，处于以上两种阶段的猪，当温度低于温度适中区时，每低一度，需分别补偿饲喂量 25g 和 39g/天。

气温为 20°C 自由采食会达到最佳生长率 (Nichols 等，1982; Nienaber 等，1987a)。然而气温在 10°C 和 20°C 下所获得的生长率或 15°C 和 25°C 下的饲料转化率之间就没有显著性差异，当气温从 10°C 降至 5°C 增重就会损失 4~21 g/(d·°C)。在夏季，升高的畜舍温度使动物采食量下降从而降低增重率 (Nienaber 等，1987a; Lopez 等，1991; Nienader 等 1997)，这就对猪的生长性能起到不良作用，使生长周期延长，繁殖力下降。而在 20°C~30°C 增重会降低 17.6~40 g/(d·°C) (Nichols 等，1982; Nienaber 等，1987a; Lopez 等，1991; Massabie 等，1997)。Massabie 等，(1998) 对温度范围在 17°C--24°C，处于育成阶段及三种饲喂水平的猪的生产性能进行测量，自由采食时，气温 17°C 的增重率 (981g/d) 比 24°C (907g/d) 的增重率高 8%，但饲料转化率和畜体内肌肉百分含量基本一致。

日粮组成对猪抗高温能力也有影响。Bellego 等 (2002) 研究体重为 27~100kg 的猪群在两种畜舍温度 (29°C 和 22°C) 下并降低日粮中粗蛋白含量对生产性能有何影响。结果表明，粗蛋白含量不变，当温度从 22°C 升高到 29°C，日采食量减少 15%，生产率降低 13%，而只要必需氨基酸和净能之间比率适当，日粮中粗蛋白含量减低 4% 对生长发育和畜体组成无影响，而且适当减少粗蛋白含量能提高猪抗高温的能力。

以上的数据表明，气温在 15~20℃，育肥猪可达到最适生长率和饲料转化效率。因此，最佳环境温度是一个使生产达到最佳的温区（Nienaber 等，1987a）。

## 健康状况

一般地，单纯的低温不会影响健康(Nicks 和 Dechamps, 1985)。只有当生物病原体存在时才会发生呼吸道疾病(Tieler, 1987)。但气温的剧烈变化，会引起病原体数量和动物抵抗力的改变而加速疾病的发生，例如，Narita 等(1992)的结果表明，气温从 4~30℃这一温度变化的应激会加速猪的 Aujeszky 疾病的发生，并加重病情。

Hessing 和 Tielen(1994)的试验结果表明，断奶仔猪在透风或低温环境下与对照组相比易感疾病(如腹泻、咳嗽、喷嚏和蓝耳病)，Le Dividich 和 Herpin(1994)建议将仔猪饲养在有孔（漏缝）地板的圈中，并保持稳定的环境温度。他们的试验数据表明，断奶、日粮摄入水平和不良环境三者对断奶仔猪健康状况的影响是十分复杂的。

气温变化会加重育肥猪呼吸系统疾病(Christison, 1988)。综合考虑死亡率、咳嗽和咬尾的情况，低于 50 kg 生长猪在气温 17~25℃生长较为适宜，在 50 kg 的生长阶段内随猪的生长，昼夜气温变化的幅度可在此范围内增加(Geers 等，1988)。当猪的体重超过 50 kg，气温就不应高于 24~26℃，昼夜温差也不可过大。Nienaber 等(1987b)的试验表明，昼夜温差变化达到 12℃就会对生长猪造成应激。

另有研究表明，低温及温度变化对仔猪或生长—育肥猪健康影响均不大。据 Nienaber 和 Hahn（1989）报道，夜间温度降至 6℃，仔猪采食量会增加。处于 15℃低温时，仔猪的生产性能没有明显变化（Jacobson 等，1984）。当温度变化时，4—8 周龄仔猪的生产性能如日增重，饲料转化率无明显变化（Jacobson 等，1988）。Shelton 和 Brumm（1986）发现，夜间温度比日温低 9℃时，猪的生产性能会有所改善。

Brumm 等（1985）将 23±2 天的断奶仔猪置于恒温环境（第一周 30℃，以后每周降 1.5℃直至第 5 周），或置于温度变化系统（日温不变，第一周夜间温度为 20℃，从第二周起每周降 1℃）。降低夜间温度使日采食量增加 7.8%，生长率增加 6.1%，而饲料转化率无影响。

Lemay 等(2001)利用两个夏季进行两组试验来研究夜间低温对育肥猪生长性能和健康的影响,在第一个实验中,对照组畜舍温度不变,试验组畜舍温度比对照组低 6℃;第二个实验里,对照组不断降低夜间温度(8 周内降低 1.6℃),日间温度不变,而试验组的温度则增加 2.1℃。在第一个实验中,试验组的日增重增加 5.2%,在第二个实验中,试验组采食量增加 3.2%,8 周内平均增重率为 2.1%。但从统计学上看,生长性能,饲料转化率及背膘厚( $p>0.05$ )并无显著差别。只要在可耐受的范围内,温度在 14.8℃以上变化对猪的健康状况影响不大。

高温会导致母猪的死亡,D'Allaire 等(1996)用 130 头母猪做了为期 7 天的高温死亡率试验。在 3 天试验期间,母猪死亡率可达全年死亡率的 10%,而 3 天只是 1 年 0.8%的时间。

低温本身不会影响猪的健康状况,而且,许多试验表明,猪可以靠自身机制抵御寒冷(Derno 等,1995)。然而气温骤变会诱发猪群疾病(Dennis,1986)。如果要使猪群保持健康,应避免气温的频繁变化。

## 温度临界点

猪的温度适中区的范围受多种环境因子的影响,并随体重的改变而改变。因此,用温度适中区域比温度最佳点更具科学性。

母猪和仔猪需要不同的饲养温度。怀孕母猪的适宜温度为 15~21℃(McFarlane 和 Cunningham,1993)。围产期母猪对地面温度有特殊要求,据 Phillips 等(2000)推论,产仔后 3 天的母猪需要室温约为 35℃,这就解释了怀孕母猪为什么不喜欢待在金属地面的原因。

而出生后两周之内的仔猪需要室温为 30℃±2℃,以维持体温和各种生物功能(Zhang,1994)。因此,供暖对初生仔猪是十分必要的。Le Dividich 和 Herpin(1994)建议,将断奶后两周内的仔猪在环境温度 26~28℃的有孔地板的圈中饲养。VIDO(1991)建议将哺乳猪饲养在 27~32℃的环境温度中。因而 26~30℃的室温对哺乳猪是适宜的,要想得到这一温度区域内的最佳温度点,就需要对猪的行为进行观察(VIDO,1991)。当猪在舒适的温度区域,就没有扎堆的现象发生。当猪摄食量达到正常,环境温度可每周降低 2~3℃,直到与育成猪室温相等(Le Dividich 和 Herpin,1994)。表 64.2 例举了一些文献提供的猪的最佳生活温度点。

由于猪的生活适宜温度区域受体重、地板类型、空气流速和环境辐射的影响，文献所提供的数据应根据不同猪群进行调整。

**表 64.2 不同生长发育阶段猪的适宜温度范围**

生产阶段	体重 (kg)	温度范围 (°C)
妊娠母猪	—	15~24 <sup>a, b</sup>
泌乳母猪	—	15~21 <sup>b</sup>
仔猪 (未断奶)	—	28~32 <sup>a</sup>
断奶仔猪	4~7	25~32 <sup>a, c, d</sup>
	7~25	21~27 <sup>b</sup>
生长猪	25~60	15~24 <sup>a, b</sup>
育成猪	60~100	14~21 <sup>a, b, c</sup>

**a: Zhang 1994;**

**b: McFarlane 和 Cunningham 1993;**

**c: Le Dividich 和 Herpin 1994;**

**d: VIDO 1991;**

**e: Midwest Plan Service 1983。**

## 猪舍空气中的粉尘

空气是生物赖以生存的重要因素。每人每天平均需吸入 15 kg 的空气，消耗 1 kg 的食物和 15 kg 的水。一只上市体重的阉公猪每天需 40 kg 空气，2.7 kg 饲料和 4 kg 的水。所以，洁净空气对人、畜都是十分重要的。空气中的粉尘和有毒害气体是猪舍中两种最重要的影响空气质量的因素。

猪舍空气中的粉尘，是影响畜场工人和家畜健康的主要因素(Zejda 等，1993,1994)。有毒气体，尤其是臭味气体(如氨气和硫化氢)是造成不良气味和动物应激的主要因素。在饲养密度高的地区，如荷兰和丹麦，这些气体是导致完全污染的主要因素。减除猪舍空气中的粉尘，应作为日常工作中的一部分，但常常直到粉尘危害造成实质性破坏时，才会被人们所重视。然而，当有毒气体使人畜产生不适，才会引起重视，并被尽快消除。

小的粉尘或可吸入颗粒有害人畜健康，粉尘颗粒小于 10  $\mu\text{m}$ (也有人报道为 5  $\mu\text{m}$ )被称做“可吸入粉尘”(respirable dust)，因为如此小的粉尘，会被吸入人畜的呼



吸道中。谷粒粉碎后造成的粉尘，是大颗粒粉尘，主要影响上呼吸道(鼻、喉)，被认为是影响健康最重要的粉尘，然而，来自粪便和其它有机物中的可吸入粉尘，由于会贴附于肺部组织上，因此，同样会对健康造成危害。极细小的粉尘颗粒(小于 1  $\mu\text{m}$ )甚至可进入肺部组织而损害肺部。凡大于 10  $\mu\text{m}$  的粉尘都有可能进入人的鼻腔，但并不会对健康造成很大危害(图 64.2)。人的裸眼只能在太阳光下看到大于 50  $\mu\text{m}$  直径的粉尘颗粒，吸烟可造成大量 0.1 -1 $\mu\text{m}$  的尘埃颗粒。所有悬浮在空气中的各种大小不同的粉尘颗粒，被称为总悬浮颗粒(tota dust)。由于这些可吸入粉尘的大量存在，猪舍中的空气并不像人类肉眼看到的那么洁净。

猪舍中的粉尘是具有生物活性的，与一般的空气中的粉尘不同。猪舍中的粉尘多来自饲料、粪便、动物皮、毛、昆虫和微生物(Donham, 1986)。因而由多种生物体组成，如真菌，内源毒素，有毒气体，以及其它一些有害的病原菌(表 64.3)。了解粉尘的微生物成分，对于了解由于粉尘引起的疾病原理是十分重要的，粉尘微生物是最严重的空气污染源 (Martin 等, 1996 )。有些如链球菌 (*Streptococcus suis*)和(*Alternaria spp*)对人畜危害极大。

表 64.3 猪舍中的粉尘来源和微生物

粉尘来源	细菌和真菌
饲料颗粒:	革兰氏阳性球菌
谷物粉尘	葡萄球菌属
抗生素	(凝固酶阴性菌)
生长促进因子	溶血性葡萄球菌
来自猪体的蛋白质:	葡萄球菌科
粪便	模仿葡萄球菌
尿	松鼠葡萄球菌
磷屑	沃氏葡萄球菌
血清	微球菌属
其它物质:	球菌属
床垫	猪链球菌
内源毒素	(推定)
尘埃螨	肠球菌
霉菌	革兰氏阳性杆菌
花粉	棒状杆菌属
昆虫	干燥棒状杆菌
矿物	杆状菌属
野外尘埃	革兰氏阴性杆菌

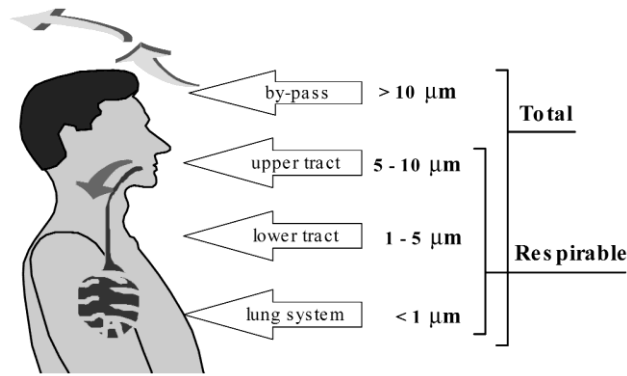
建筑材料	乙酸钙不动杆菌
微生物蛋白酶	非发酵性革兰氏阴性杆菌
被颗粒料吸收的氨	肠杆菌
感染性因素	巴氏杆菌
	弧菌属
	真菌:
	交链孢菌
	芽枝孢菌
	青霉菌

来源：引自 Donham 1986;Martin 等，1996。

粉尘是臭味的载体。当臭味以自由分子的形式散发到空气中，会被迅速稀释而减小臭味的浓度。然而，一旦臭味分子粘接在粉尘颗粒表面，就会被携带到很远的地方，而且长时间存在。例如，猪舍中的器具被拿到舍外后，臭味由于粉尘载体的存在而持续一两个月。因此，减少粉尘可有效地减少猪舍中的臭味。有试验表明，减少 80%的粉尘，会带来减少 30%氨和硫化氢的效益，其结果是相当显著的(Zhang 等，1996)。

每周工作 40 h 的畜场工人，对畜场工作环境中可吸入粉尘浓度的允许阈值为小于 5 mg·m<sup>-3</sup>(ACGIH，2003)。这一阈值是根据无机粉尘的工作环境如煤炭工厂的标准制订的相对指标，也有人认为有机粉尘的阈值应为无机粉尘的 1/10，因为它的生物活性会对人畜带来比无机粉尘更大的危害(Donham 等,1989)。高浓度的粉尘会引起猪群的呼吸道疾病，如哮喘(bronchtis)、咳嗽(conghing)和肺病(lung lesions)。然而，关于粉尘浓度与动物生产性能方面的文献并不多，原因是现代化生产养猪，生产周期短，还表现不出由于粉尘造成的严重疾病。到目前为止，还没有人提供动物可接受的粉尘阈值。

图 64.2 粉尘与人体呼吸系统



猪舍中粉尘的特征(如性质、作用和传播)和病理产生机制尚不清楚，仅知道这些粉尘对人畜健康不利，因而要通过改善猪舍管理，如饲料中适当添加油脂等措施来降低粉尘(包括总粉尘和可吸入粉尘)。10 年前的猪舍粉尘浓度高达  $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，而现在则只有  $3 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (Barber 等，1991)。然而，可吸入粉尘的浓度并未能有效的降低，因为它主要来源于粪便和死的微生物(Welford 等，1992)。由于猪舍中的粉尘浓度很高，传统的空气洁净方法(如用纤维和静电过滤器)既不经济也没有良好效果。一些新型消毒技术正在开发研制中，采用新的粉尘控制技术，如洗刷猪舍，静电沉淀法，离子法，通风和过滤可以大大减少空气中的粉尘。

## 气体和湿度

氨气，二氧化碳，硫化氢，甲烷和一氧化碳是影响生产性能和造成疾病的主要有害气体。硫化氢和一氧化碳甚至可以直接造成猪的死亡，而其它气体只会间接地影响猪的生产力和健康，当空气中氨的浓度达到  $50 \sim 75 \mu\text{g/L}$ ，会对仔猪抗肺部疾病的能力产生不良影响(Drummond 等,1978)。只要氨气浓度小于  $25 \mu\text{l/L}$ ，就不会对畜场人员造成不适的感觉。虽然  $25 \mu\text{l/L}$  的氨没有明显地对猪的生产力和健康产生影响，但还是应尽量使氨浓度保持在  $10 \mu\text{l/L}$  以下(Jones 等,1996)。

一般畜舍的硫化氢 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 浓度保持在 5ppm，但是，在畜舍内进行的许多操作如肥料装卸，管理等会产生大量硫化氢 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 气体，导致其浓度比职业卫生和安全机构规定的浓度高许多倍(Chénard 等，2003)。任何在猪舍内进行的堆肥处理都会产生硫化氢 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 气体，从而危害动物健康，本书的其它章节也有更多关于这些有害气体的资料（详见 60 章）。

水蒸气，通常是被忽略的影响畜舍环境的气体。相对空气湿度为  $60\% \sim 80\%$

时，病原体不易生殖。过高或过低的湿度会使病原体大量繁殖。呼吸系统疾病常与高湿相关，高温、高湿会由于蒸发、温度调节中枢功能的下降而造成热应激。

饮水、粪、尿、冲洗猪舍用水以及饲料中的水，都是猪舍中水蒸气的来源。在冷天由于减少通风以保持猪舍中热量，湿度问题更为普遍，饲喂湿料会加重湿度的不良影响，但使用节水饮水器和利用排粪装置及时清理粪尿可减轻湿度的影响。此外，与气暖相比电取暖可减少水蒸气的产生，保持干燥环境。

猪舍内发出的不良气体，尘埃颗粒(PM)、氨气( $\text{NH}_3$ )、硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ )、二氧化碳( $\text{CO}_2$ )、甲烷( $\text{CH}_4$ )、以及二氧化氮( $\text{N}_2\text{O}$ )极大危害公共卫生。这些有害气体，由动物和肥料腐败产生(zhang 等, 1992)。目前，国际联合空气质量控制机构利用气体散射模型来评估工业生产对环境和人类造成的影响。

畜舍建筑、放牧场、堆肥库和施肥地是四个主要的有害气体来源。降低畜舍内有害气体浓度能有效减少其排放量。许多合理的饲养管理(冲洗，定期清洗，保持畜舍内湿度)能充分减少臭味和有害气体浓度，从而控制疾病发生。

## 噪音

猪舍中的噪音主要有两种，一种是突然性的使人感到惊吓的噪音，如雷声；另一种是持续性的噪音，如电扇的噪音，雷声或飞机造成的噪音，不会对猪的生产力产生太大影响(Bond,1971)，但有些外来的噪音如电焊等会造成猪的死亡(Perny 等, 1995)。

强烈的电扇噪音(85 分贝)会影响和干扰母猪和仔猪在哺乳期的接触(Alger 和 Jersen,1985)。电扇的噪音还会产生咬尾的不良行为。因此，有规律间断性地使用电扇可降低电扇带来的噪音影响。

## 光

猪是昼(Stolba 和 Wood-Gush, 1989)夜(Blasett 等, 1988)活动的动物。它们表现为哪一种形式进行活动，取决于与人接触的频繁程度，在狩猎季节，它们会从白天活动改为夜间活动(Hansen 和 Karstad, 1959)。猪舍中的猪在完全黑暗的环境中不会影响其生产性能(Comberg 和 Doenen, 1968, 见 Curtis 和 Backstrom, 1992)。光照会影响摄食行为，但不会影响总的采食量，猪可以在每日只有 2 min

光照的环境中正常生活(Baldwin 和 Meese, 1977), 在持续的光照下, 猪的采食行为呈现正弦曲线, 正午达到高峰(Gonyou 等, 1992)。在昼夜交替时, 猪的采食量达到高峰, 黑暗时采食量最少, 正午时采食量适中(Walker 1991; de Haer 和 Merks 1992)。这表明猪对所采用的光照制度具有很强的适应性。

光照与三项生产指标紧密相联: 繁殖力、生长力和出栏率。猪是短日照家畜, 夏季后逐渐缩短的日照刺激了公猪和母猪的繁殖机能 (Claus 和 Weiler, 1985), 哺乳期缩短光周期能改善发情周期(Prunier 等, 1994), 光周期日照周期的增长会通过增加哺乳而提高哺乳仔猪的生长速度(Mabry 等, 1983)。延长光周期有时能增加断奶仔猪的摄食量(Bruininx 等, 2002)。通常认为在育成猪群采用弱光照可减少猪的活动, 但 Tuorinen 等(1992)报道, 接受 48 lx 光照的育成猪在达到上市体重时, 比接受 77 lx 光照的上市猪的上市率要低。据 Christison (1996)标准, 猪的活动和成活率不受光照强度的影响。

## 猪圈及设备

光滑地面的猪圈易造成腿部疾病, 干燥的、由锯末覆盖的水泥地面不像金属漏缝地板那么容易打滑(Applegate 等, 1988)。塑料地面适于仔猪, 但不适于育成猪和母猪。此外, 还要考虑到地板的隔热和舒适程度, 特别是对仔猪。仔猪最适于躺在塑料包覆的金属地板上, 而不太喜欢金属或塑料地板, 以及纤维条板地面(Pouteaux 等, 1983)。虽然条板地面比其它类型地面更易造成腿部疾病, 但仍然是工厂化养猪应用最多的。一个比较好的, 折中的办法是猪圈四围, 粪便较集中的地方采用条板地面, 而猪圈中央, 活动较多的地方不用。

开放式圈舍也是常用的饲养方式, 尤其是在高气流的地带。然而, 在粪便清理, 减少物料流通和病原体传播等方面, 封闭式圈舍则更具优势 (Hacker 等, 1994)。因此, 开放式圈舍适用于通风良好的环境中, 地面用漏缝地板, 而在通风不良的寒冷地带, 适用封闭式, 半漏缝地板圈舍。圈舍选用易于清扫的材料, 如氯乙烯聚合物等。

一般认为, 生长育成猪圈的长度至少是其宽的 1.5~2.5 倍, 使猪形成良好的排便习惯并利于清理粪便。一般宽度大约为 2 m, 便于猪在圈内自由活动和采食, 协调的设计使能使猪采食时平行站立于猪圈旁。而猪圈的地板应有 8%的倾斜度,

以便冲洗和保持地板干燥(Bruce, 1990;Arey 和 Bruce, 1993)。

猪舍内各种设备的大小应根据所养猪体格的大小而定。猪的体长和体宽与其体重的 0.333 次方成比例。鸭嘴饮水器应装在猪肩部以上的位置,以减少水的浪费,湿度的增加和饮水器安装不当造成猪的碰伤,可以用  $18 \times BW^{0.333}$  的公式来计算饮水器安装的适宜高度,这里的体重(BW)用 kg(Gonyou,1996),饲喂宽度决定每只猪摄食时所占的宽度,即猪的肩宽。同样的,每只猪的饲喂宽度为  $67 \times BW^{0.333}$ ,计算出的结果都以 cm 为单位(Baxter,1991)。采食过程中,猪会因摩擦或争食而受伤。用隔板将猪隔开可避免摄食造成的碰伤,隔板的高度可与猪肩部相平(Baxter,1991)。加宽饲槽可减少由于摄食对猪带来的碰伤。

哺乳猪舍比饲槽要复杂得多,其宽度和高度的微小差异都会给母猪及仔猪的行为带来影响(Rohde Parfet 等, 1989)。在哺乳猪舍中,加强对母猪的活动限制,会降低仔猪的死亡率(Svendsen 等, 1986; Vermeer 等, 1993)。

## 活动空间

所需活动空间的计算公式为  $k \times BW^{0.667}$ ,体重的单位为 kg,计算结果的单位为立方米(Baxter, 1985)。采用这一公式来计算猪活动所需的空間,比从表中查得的数据更准确、科学,因为它考虑到了体重差异的影响。对于静卧的猪 k 值约为 0.027(Baxter,1985),在生长高峰期,k 值为 0.034~0.039(Gonyou 和 Stricklin, 1996;Edwards 等, 1988)。如在生长高峰期,采用 k 值为 0.030 来计算活动空间,会使生长降低 5%。在夏季,应适当地增加其活动空间。通常采用体重的平均值来计算所需的活動空间。育成猪所需的空間应根据少于出栏体重 10kg 来计算。

猪群密度过大,会降低生长速度,增加发病率,降低采食量,造成这些不良影响的原因,是由于饲喂密度大限制了采食,那么只有通过增加营养成分,减少采食次数的办法,可减轻这些不良影响。然而,Brumm 和 Miller(1996)发现,增加营养成分如蛋白质(Edmonds 等, 1998),赖氨酸(Kornegay 等, 1993)等并不能对此有很大改善。Chapple(1993)认为,真正的原因是由于密度大这一应激,降低了猪的瘦肉沉积潜力,因而减少摄食。除此之外,高密度饲养还导致猪的胃溃疡(Eisemann 和 Argenzio 1999),影响体液免疫(Kornegay 等, 1993a),皮质类固醇激素水平或肾上腺功能(Kornegay 等, 1993b)。虽然

高密度饲养有很多弊病，但减少了对空间和设备的投资，从而带来更大的实际经济效益(Edwards 等，1988;Powell 和 Brumm，1992)。因而，应综合动物福利和经济效益两方面的因素，来设定一个合适的动物活动空间。

空间质量是指空间能适应动物行为和保证生产力及动物舒适的程度。在设定合适空间的同时也需要改善空间质量，确保动物的生存质量。虽然“猪玩具”的效益未得到证明 (Pedersen 1992)，但给它们一些可咀嚼的“玩具”(如绳子)，对“咬尾”等不良行为大有改善(Bruce，1990;Feddes 和 Fraser，1993)。将好斗的猪从猪群中分离出来饲养，也可提高空间质量。

## 社交活动

野生的猪常以有血缘关系的小群体为单位共同生存(Graves，1984)。虽然同群的猪之间有血缘关系，但相互间的识别仍以其熟悉的程度为基础，而不是遗传基础(Stookey 和 Gonyou，1998)。如果将几只陌生的猪放在一起，会发生持续几小时的争斗，导致受伤，短期内影响生长速度和免疫功能。这种并群的影响可随时间而减少，在仔猪阶段，将其合为一组，到了上市重体时，并群的影响被消除。但如果在猪达到上市体重前不久并群，会使猪群延迟 3~5 天达到上市体重(Stookey 和 Gonyou,1994)。与高密度饲养相似，并群同样会给猪群造成应激损害(Brumm 等，2001)。

有些试验证明，猪群的组成会影响其生产性能。在生长育成阶段，同一圈内，生于同窝的猪比异窝的亲密，然而这种关系并没有改变其生产性能(Gonyou，1997)。来源相差很大的猪只组圈，会造成生长速度的差异(Tindsley 和 Lean,1984)。这种圈间形成的社会差异性应激，会影响其生产性能，并且对中等体重的猪影响最大(Gonyou 等，1986)。而不同性格的猪并群，会提高其生产性能(Hessing 等，1994)。

社会差异性应激对妊娠母猪影响最大，常常会降低其采食量。当母猪被并群到其它已经固定的母猪群内，新并入的母猪只能睡在圈内条件差的地方(Moore 等，1993)。在已配种母猪(15~21 天)胚胎附植时并圈，会使配种母猪早期胚胎死亡而再次发情。增加活动空间(每头猪增加 2 m<sup>2</sup>)，铺草垫，分层饲养，可减少并群带来的社会性应激。

## 牧场人员

牧场人员是猪的生物环境的一部分，Hemsworth 等(1993)综述了牧场人员对待动物的态度对动物生产力影响的重要性，详见本书 51 章。应加强对牧场人员的培训，使他们及时发现和解决牧场中存在的问题。

## 牧场卫生

对猪生长环境内病原体的控制是管理的关键。引种，全进全出，早期隔离断奶，三阶段分期饲养的管理措施见本书 68 章。以上每项措施，都需要良好的卫生来控制病原体。病原体的最重要来源是其它猪的粪便。实施隔离饲养就是要防止物质在各猪舍间流通。经常对猪舍和器具的表面进行清洗和消毒，可有效地减少猪舍内的病原体。Morgan Jones(1987)强调清洗过程的四个步骤：清除所有污物，特别是有机物质；消毒；猪舍在每次使用前空余一段时间，如果可能，应进行烟熏消毒。消毒剂包括甲酚，苯酚，季铵化合物，碘化物，次氯酸和氢氧化钠(Curtis 和 Backstrom, 1992)。用甲酚消毒后，应用清水冲洗，以免使猪皮肤过敏。甲醛熏蒸消毒是最为有效的，但其毒性较大，因而需慎用。实行全进全出制便于对猪舍进行彻底消毒。

(赵德明 黄瑛 译 杨秀进 校)