

纺织厂空气调节

江苏省纺织工业局空调学习班翻印

一九七九年七月

目 录



前 言	1 — 2
第一章 空气环境对人体健康与工艺生产关系	3—20
第二章 空气的物理性质和 温湿图	21—61
第三章 车间冷热负荷的计算	62—86
第四章 空气调节的原理及设备	87—130
第五章 流体流动及管道设计原理	131—193
第六章 通风机与泵	194—222
第七章 制冷机与锅炉设备	223—241

纺织厂空气调节

前 言

纺织厂空气调节在生产过程中，对于保护工人健康，改善生产环境和促进生产方面，都起着很重要的作用。现在我国几乎所有的纺织厂都有着良好的空气调节设备，成为纺织生产过程中的一个重要环节。

空气调节工程也同其他科学一样，具有鲜明的阶级性，在不同的社会制度下，由于阶级利益的截然不同，走着两条完全不同的道路。在资本主义社会里，劳动力变成了商品，工人的劳动条件极差，纺织厂的资本家为了获取最大利润，在织造车间维持着高温高湿，工人们往往因此中暑而昏倒在车间；在纺织厂的其他车间则是灰尘弥漫，没有滤尘设备，所以纺织厂生产工人在旧社会患肺病的很多，许多工人往往因此贫病交迫而丧失生命。而另一方面在资本家经常出入的豪华场所，如大的午厅、戏院、饭店里，则有着非常讲究的采暖和通风降温设备，以满足剥削阶级生活上的奢侈享受。

解放后，在伟大领袖毛主席和中国共产党领导下，一开始就无微不至地关怀着劳动人民的劳动条件和生活，普遍在各工厂建立采暖与通风设备，从此我国的采暖通风事业走上了崭新的道路，开始与劳动人民相结合，为广大劳动人民服务了。1952年毛主席对于工厂企业在实施增产节约的同时，必须注意职工的安全、健康和必不可少的福利事业问题又发出了专门指示，这是对我国劳动人民又一次的最大关怀和最大鼓舞。1956年国务院作出“关于防止厂矿企业中矽尘危害的决定”。我国的采暖通风事业在工人阶级领导下，在社会主义建设总路线的光照耀耀下，随着社会主义建设的发展，同样

地沿着毛主席所指示的“首先是为工农兵的，为工农兵而创作，为工农兵所利用的”。方向迅速地向前发展起来，担负起为广大劳动人民服务的光荣职责，为多快好省地建设社会主义事业作出了巨大成绩。

第一章 空气环境对人体健康与工艺生产关系

第一节 空气环境对人体健康的重要性

人需要在正常体温（平均约 37°C 左右）时，才能健康地工作，假如高于或低于正常体温时，人就会患病而不能愉快地胜任工作，但大自然的气温是不断变化的，而人体所产生的热量是根据劳动强度决定的，劳动强度愈大产生热量愈多，因此所需要散发出的热量愈多，见表（1—1），以达到平衡，才能保持体温在正常状态。当气温低的时候，人体散失的热量大于产生的热量，就会感到寒冷。如果这时空气又潮湿，由于潮湿空气的导热性能和吸收辐射热的强度较大，因此就会更感到阴冷。为了不使体温降低，这时就须多穿衣服，以减少热量的散失，维持正常体温。如果气温增高，则由于温度差异的减少，造成散失的热量小于体内所产生的热量，就会感到热，这时就需减少衣服，增加热量的散失，而体温正常。如果气温很高，接近人体皮肤表面温度（约 33°C ）时，这时就主要是依靠汗水的蒸发来吸去热量，以维持平衡，若气温接近体温，那就只有依靠汗水的蒸发来吸去热量，如果这时周围空气又很潮湿，水分蒸发亦有困难，那就会使人感到很闷热，不能达到散热的目的，过多的热蓄积在体内，使正常的体温平衡破坏，体温就会升高，以平衡热量传递。但人的体温变化是很有限的，达到一定程度时就会发生中暑现象。所以周围环境的空气状态对人体健康有很大关系。其次空气流动速度的大小亦很有影响，因风速大传递热量的能力大，故在寒冷的冬季，在同样气温条件下，风速大时就感到寒冷，风速

小时就感到暖和些，所以我们必须掌握周围空气的温度、湿度和风速的特征，使它能适合我们人民确需要，更好地为人民服务。

人体散热散湿量 (表 1-1)

室内温度 ℃	静 止		轻体力作业		中等体力作业		重体力作业	
	热量 千卡/时	湿量 克/时	热量 千卡/时	湿量 克/时	热量 千卡/时	湿量 克/时	热量 千卡/时	湿量 克/时
15	121	40	138	55	178	110	250	190
20	87	40	127	80	173	145	250	245
25	82	50	125	115	170	190	250	300
30	75	77	125	155	170	230	250	357
35	75	117	125	205	170	275	250	412

第二节 空气环境与工艺生产的关系

周围空气的温湿度对纺织工艺生产影响很大，主要是由于温湿度对纤维的性能如强度、伸长度、导电性、柔软性、回潮率等有着密切的关系，因此在机械加工纤维进行纺纱和织造各工序中，对空气温湿度有着相当严格的要求，现把空气温湿度与纤维性能关系逐一叙述于下：

一、温湿度与回潮率的关系

纺织工厂使用的天然纤维（棉、毛、丝、麻），或利用自然界

的纤维素及旦白质作原料制成的人造纤维（粘胶纤维、富纤等），一般在其化学分子结构中含有亲水性基团，〔如羟基（OH）、羧基（COOH）、酰胺基（CONH）〕，并具有多孔性，因此能将空气中的水汽吸收并保持在孔隙里面，这类纤维的吸湿性能强。而若为利用煤、石油、天然气等作原料，经过化学作用经高压合成的合成纤维（涤纶、晴纶等），由于它的亲水性基团少甚至没有，因此这类纤维吸湿性就差，现把一些主要纺织纤维的吸湿等温线绘于下图（1—1）。

由图可知，空气的湿度不同，纤维的回潮率（吸湿率）亦不同，若空气的湿度增大，则纤维的回潮率亦增大，空气的湿度减小，则纤维的回潮率亦减小，最后回潮率与该空气的湿度平衡为止（即不再吸湿或放湿），这时的回潮率称为“平衡回潮率”。一般棉纤维经过6—8小时后即可认为达到平衡状态。标准实验由于要求得到精确的平衡回潮率，故通常要放置24小时方可，现把几种主要纺织纤维在标准状态下（温度20℃，相对湿度（65%）的回潮率列于下表（1—2）。

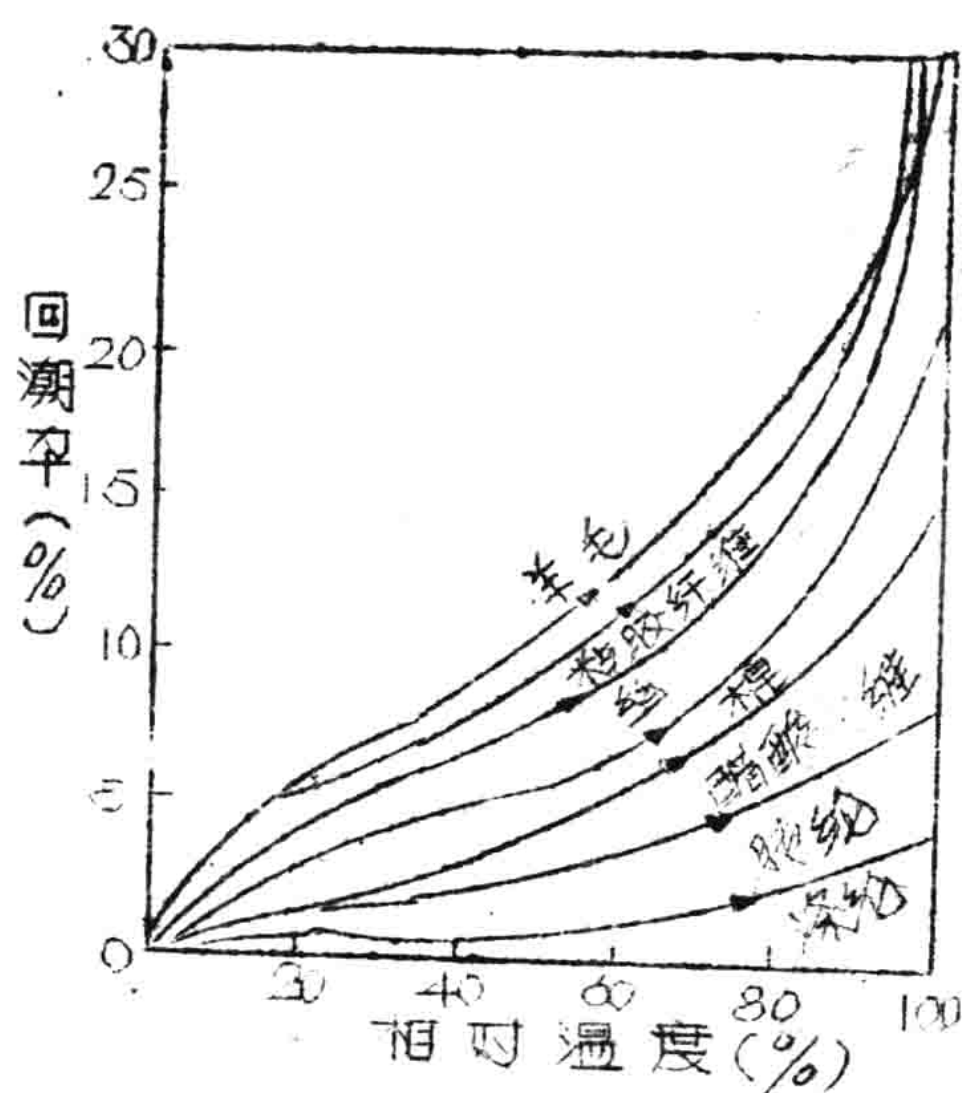


图 1—1

表 (1-2)

纤维名称	丙纶	氯纶	涤纶	晴纶 (奥纶)	锦纶 6 (锦纶)	锦纶 66 (尼龙、耐纶)	维纶	棉	蚕丝	粘胶	羊毛
回潮率 %	0	0	0.4 -0.5	1.5	4.2— 4.5	3.5— 5.0	4.3— 5.0	7	11	13	15

注：脱脂棉（棉腊脱去）其吸湿能力增大甚多。而蚕丝中的丝胶脱去，吸水反而减小。

至于温度与纤维回潮率的关系，在相对湿度恒定下影响较小，对于一般纤维来说，在相对湿度恒定情况下，随着温度的升高，纤维里的水分子活动得比低温时强烈，水分子逸出纤维内部的动能增加，离开纤维的机会就大于吸着纤维表面的机会，因而纤维吸湿性能随着温度增高而降低，即空气温度高时比温度低时的回潮率要小些。温度与棉纤维粗纱、回潮率的大致关系列于下表（1-3）。

表 (1-3)

棉 纤 维			粗 纱		
温度℃	相对湿度%	回潮率%	温 度℃	相对湿度%	回潮率%
20	55	7.2	27	60	7.1
25	55	7.1	29	60	7.01
30	55	6.96	31	60	6.96
35	55	6.82	33	60	6.85

因此热天相对湿度偏高一些不要紧，冷天温度低相对湿度偏高回潮率就高，容易出现绕皮棍、绕罗拉现象，所以在掌握上，当温度增高 5°C 时，可提高相对湿度 1% ，以求得回潮率一样。

又在相同温湿度条件下，气流速度亦对回潮率有一些影响，气流速度大回潮率要稍低一些。

又由于天然纤维和粘胶纤维内含有亲水性基团，因此吸湿等温线与放湿等温线不相重合，如图 (1-1') 所示，即在同一相对湿度下，在放湿过程时棉纱回潮率高，在吸湿过程时棉纱回潮率低。

例如在温度 21°C ，相对湿度 65% 条件下，不同纤维在吸湿与放湿状态下回潮率差如下：

不同纤维的吸湿与放湿回潮率差

棉	粘胶纤维	蚕丝	羊毛	尼 纶
0.9	1.8	1.7	2.0	0.25

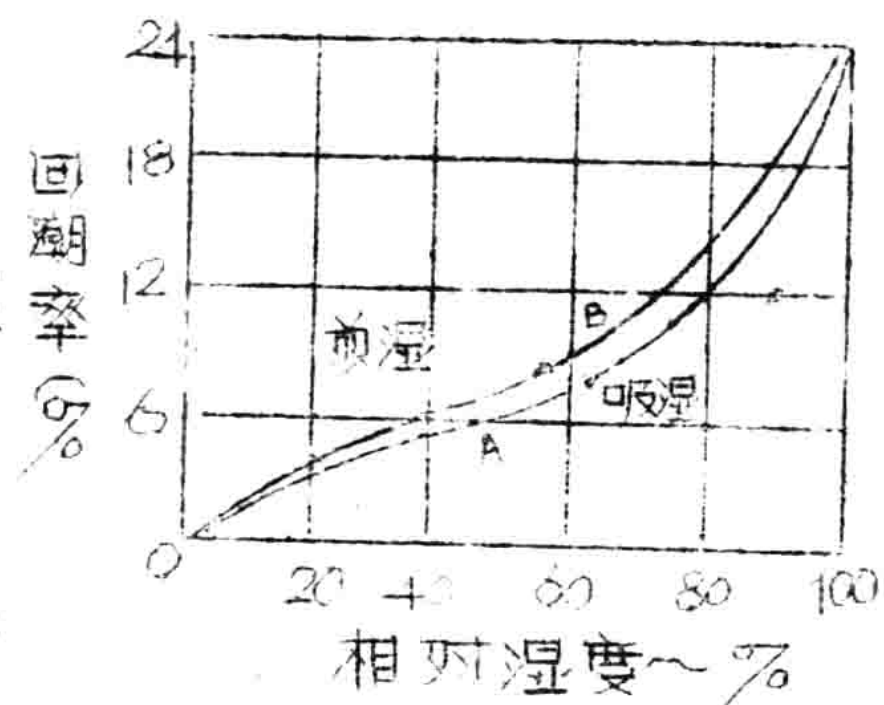
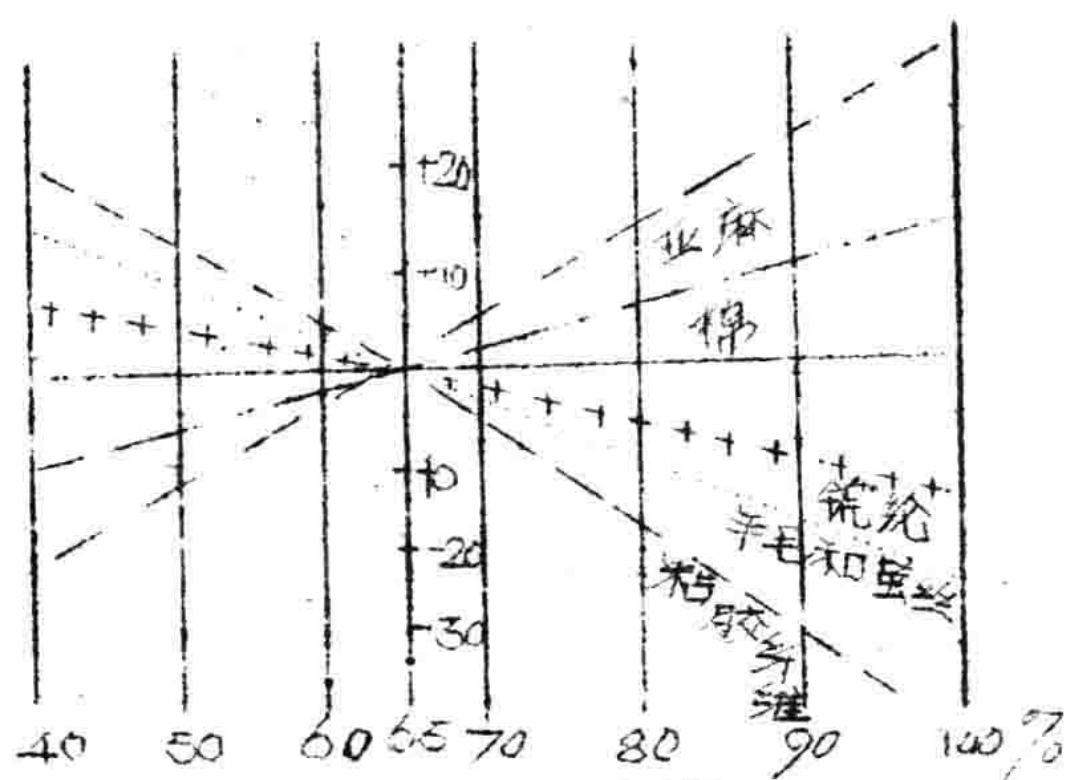


图 (1-1') 棉纱的吸
收湿等温线

二、温湿度与强力的关系

温湿度与纤维的强力关系很大，特别是湿度与纤维的强力关系更为密切。由于各种纤维化学分子结构不同，长链分子长短不一，因此湿度对各种纤维强力的影响亦各不相同，有的纤维在湿度增大时，能增进纤维长链分子的整列，因而增加强力，而有的纤维在湿度增大时，促使纤维长链分子间起滑移作用而降低强力，现把几种常用纤维在不同相对湿度下强力变化情况绘如下图 (1-2)。



在不同相对湿度下
几种纤维的强度变化

图 (1-2)

例如棉纤维的强力，在相对湿度达 60—70% 时比干燥状态提高约 50% 左右的强力，如果相对湿度超过 80% 以上，则增加率很少。对于粘胶纤维则相反，在湿润状态时比标准状态下的强力要低 50% 左右，即使是强力粘胶纤维（俗名富纤）亦要降低 20~30%，现在把几种主要纺织纤维在湿态时（相对湿度 100%）与标准状态时（相对湿度 65%）断裂强度比例于表（1-4）。

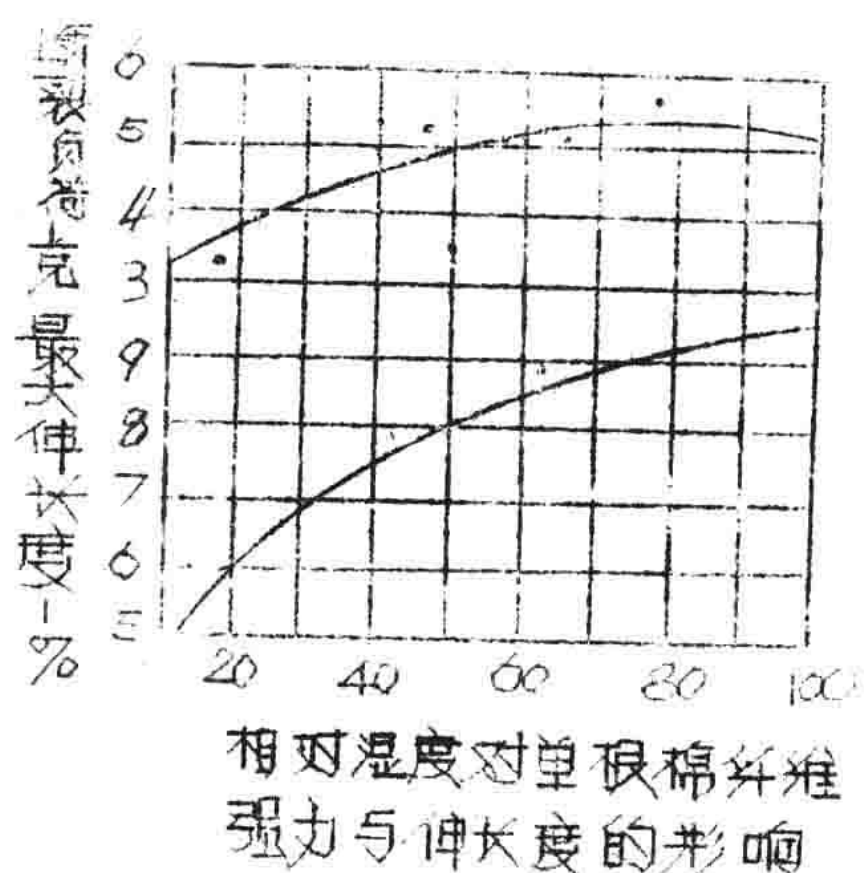
纺织材料名称	粘胶纤维	醋酸人造丝	强力粘胶	丝	羊毛	维纶 (长纤维)	涤纶	晴纶	丙纶	锦纶	棉
相对湿度 100%	45	65	70	75	80	80	85	80			110
与相对湿度 65%									100		
时断裂强度的比%	55	70	75	85	90	90	90	100			120

至于温度（在一般室温变化条件下）对纤维强力影响较小，一般来说温度高时，纤维分子的运动能量增大，减弱了某些区域内纤维分子间的引力，因而拉伸强度降低，对于棉纤维来说，在相对湿度不变条件下，温度每上升 1°C 减少强力约 0.3% ，对于粘胶纤维，温度每上升 1°C ，减少强力约 $0.3\sim 0.8\%$ 。

三、温湿度与伸长度的关系

温湿度与纤维的伸长度关系，主要亦是湿度与纤维的伸长度关系较大，吸湿后的纤维由于分子间的距离增大，在外力作用下极易产生相对位移，所以纤维的伸长度也随着相对湿度的上升而增加，羊毛、丝、粘胶纤维在吸湿后比棉麻等天然植物性纤维更容易伸长，至于合成纤维如涤纶则由于不易吸湿，故湿度对伸长度影响很小，现把棉纤维的伸长度与相对湿度的关系绘如下图（1-3）。

温度对纤维的伸长度影响较小，如棉纤维与粘胶纤维在相对湿度不变的条件下温度每上升 1°C ，伸长度增加约 $0.2\sim 0.3\%$ 。



图（1-3）

四、温湿度与柔软性的关系

温湿度与纤维柔软性的关系，在增大湿度时，由于棉纤维吸湿后的分子间距离增大，故纤维的硬度与脆性随之降低，使纤维柔软性大为改善。当空气相对湿度从 10% 增加到 80% 时，棉纤维的刚性可从 8.6 达因/平方厘米降为 5 达因/平方厘米，因此成纱抗

捻回能力减小成纱实际捻度增大，提高了棉纱强力。

一般纤维在温度高时较为柔软，对于棉纤维由于有棉腊存在，更有着温度的要求，虽然棉腊及脂肪含量仅占4.3—4.5%，但影响较大，因为棉腊约在18.3℃时开始软化，故此时棉纤维亦较为柔软，棉腊的软化，可起到润滑作用，对纺纱的牵伸过程有利。此时对棉纤维的机械加工有利，当温度低于18.3℃时，棉腊呈硬化状态，棉纤维就比较脆弱，可塑性降低，增加纺纱牵伸过程中纤维间的摩擦，故对牵伸过程不利，影响成纱条干均匀和断头率增加。（对于合成纤维在温度低时亦易变硬。）当温度超过27℃时，棉腊开始熔化发粘，亦有碍于纺纱的牵伸过程，故一般来说当温度在20℃～27℃时，棉腊呈软化而不粘状态，有利于原棉分解成单纤维状态，有利于除杂而不损伤纤维。有利于纺纱的牵伸过程正常进行，成纱条干均匀。故这时棉纤维受机械处理效果最好。

五、温湿度与导电性的关系

由于一般纺织纤维是属于不良导体，因此在纺纱织造过程时，由于摩擦而产生静电现象。同性电荷相互排斥，使纤维之间抱合不紧，纱线蓬松，毛羽纱增加，布面毛糙；异性电荷相互吸引，使纤维被吸附于机件表面，妨碍了纤维的牵伸、梳理、交织，卷绕过程的进行。

纤维与其他物体摩擦所产生的静电正负现象，一般是与纤维物体的介电常数大小有关。现把一些材料的带电电位序列如下：

正 ————— 负

玻璃、羊毛、粘胶纤维、棉、苧麻、钢、硬橡胶、涤纶、合成橡胶、晴纶。

所以若用合成橡胶做皮辊纺棉纱时，则棉纤维带正电荷，合成橡胶带负电荷，为了减少此现象，通常在皮辊上镀生漆。若生漆涂刷不平，亦要引起条干不匀。

由于静电现象影响纺纱织造过程的进行，因此对于具有一定吸湿性的纤维，如天然纤维中的棉、毛、丝、麻和人造纤维素纤维如粘胶纤维等可以用提高空气的相对湿度来提高纤维的回潮率，可使纤维的导电性能大大增强，所带的静电就比较容易通过机件而传入地下，达到减少和消除静电现象。例如棉纤维的导电性，当相对湿度自20%提高到60%时，可提高4倍，相对湿度小于45%时就易产生大量静电，特别是合成纤维一旦静电形成就不易消除。故通常相对湿度宜大于45%，但相对湿度亦不宜过高，因为这样将造成机件易生锈，纤维及部件发涩，造成纤维与纤维间，纤维与部件间摩擦系数增大，影响工艺的进行，易绕皮辊、绕罗拉，不易除杂。当纱布回潮率超过12%时就要发霉。

对于吸湿性很差的合成纤维，通常需加抗静电油剂，减少纤维的摩擦系数，具有一定的吸湿性，在纤维表面形成一层很薄的可导电性表面，以减小电阻，增加电荷的散逸程度，静电现象即可减小。

至于温度与纤维导电性的关系，对于不良导体的纤维，一般温度增高导电性亦增强，故在车间温度过低时易发生静电现象，亦要发生绕皮辊现象，而这种静电绕皮辊或罗拉现象缠绕较松（俗名干绕），与相对湿度过大发生绕皮辊现象缠绕较紧（俗名湿绕）有所区别。对于合成纤维由于加有抗静电油剂，故对温度更有进一步的要求，即温度不宜过高，温度高后抗静电油剂易挥发、发粘，故混纺合成纤维时夏天车间控制温度要比纯棉纺为低。

六、温湿度与纺织工艺的关系

由上面叙述可知温湿度与纺织工艺生产影响很大，特别是相对湿度影响更为显著，故纺织厂对于相对湿度有着相当严格的要求，不同的车间由于机械加工纤维的情况不同，相对湿度的要求亦不同，现把棉纺织各车间对相对湿度的要求叙述于下：

清花车间要求相对湿度较小，因为清花车间要求把棉块开松，并除去杂质，如果使原棉及棉卷的回潮率较小时，则开棉和分流效率高，并且对除杂有利，制成棉卷均匀。若相反使原棉回潮过大，则棉块不易开松，容易造成棉卷不匀，并且杂质难以清除，因此清花车间相对湿度不宜大。

梳棉车间要求相对湿度与清花车间相接近或稍低一些，使棉卷在梳棉车间有少量放湿，使纤维呈现湿外干现象，外面干燥有利于分流开棉，使成单纤维状态，有利于除杂，内湿为纤维强力和延伸性较好，不易梳断，并且可减少静电现象。

并粗车间要求相对湿度较大，这样可使纤维柔软性增加，也可使纤维抱合力增加，容易获得比较稳定的和均匀的拈度，粗纱强力亦有所增加，有利于提高罗拉对纤维的控制能力，使纤维在牵伸过程中易伸直平行，纤维的导电性好，因而不会发生由于静电现象而影响纤维正常的排列，因此条干均匀度好，所以并粗车间的相对湿度在不缠皮辊的条件下，宜高些，但亦不可太高，太高后易发生绕皮辊绕罗拉现象，牵伸困难，纤维之间不易松开，发生出硬头现象，并且粗纱机锭壳发涩，粗纱通过锭壳摩擦增加，粗纱卷绕困难，断头增加。

细纱车间要求相对湿度比并粗车间小些，使粗纱在细纱车间保

持放湿比较有利，这是由于放湿会保持纤维内湿外干，内湿时材料柔软，易加工，易导电，外干时摩擦及粘着力小，所以细纱车间相对湿度低些较有利，若细纱车间湿度大了，钢丝圈与钢领间的摩擦力增加，断头率增高，同时，皮辊发粘，缠结皮辊的现象增加，影响生产，故通常控制细纱车间相对湿度比粗纱车间为小。

相对湿度对于织部的工艺过程，一般要求较纺部的相对湿度为大，因为织部的工艺包括络筒、整经、浆纱、穿综穿扣、卷纬、织造、整理等过程，绝大多数车间希望纱线强力好，断头率少，以提高产质量，而由前面温湿度与纤维的强力与柔软性等关系可知，相对湿度较大时，纤维的强力与柔软性好，故一般来说，织部的相对湿度宜大些，但亦不宜太大，特别是整理车间，因为湿度过大后，布匹易发霉，机件易生锈等其他弊病。

现在把织部各工序对相对湿度的要求叙述于下：

筒子、整经车间要求保持一定相对湿度的目的，是为了保证并增加纱的强力，有利于清除纱疵（如绒毛、尘屑、破籽、弱纱、粗结等），使它表面光滑，减少纱线损失。而整经车间更要求为了保证把一定根数和规定长度的纱线平行的卷绕在具有一定周度的经轴或织轴上，要便它们经受均一的张力。

若相对湿度过大会产生下列情况：筒子变重，纱线易伸长，增加筒脚，不易除杂，机件表面易附飞花，容易生锈，在整经车间更有造成经轴或织轴卷绕过紧，码份过长，造成浆纱了机白回丝增多。

若相对湿度过小，会造成强力减低，易断头，做成的筒子轻而且松大，同样对于经轴。织轴亦因卷绕经纱松弛而出现浪纹，张力不匀，纱线起毛，造成表面不光滑，质量下降，和飞花增多。

基于以上原因，故应该注意控制筒子整经车间的温度湿度，更因为二个车间的每段纱都与空气重新进行较长时间的接触，对纱线回潮率强力等有较大影响，为了增加纱线运行时的强力，并考虑到细纱经加捻后内部纤维不易吸湿的性质，所以筒子整经车间的相对湿度，一般以略高于细纱间为宜。

浆纱车间，由于浆纱的目的为使经纱浸透浆液然后烘干的浆膜，使纱线表面隆起的纤维或毛茸粘附于纱身上，借以增加纱的光洁度、耐磨性；同时亦可将组成纱的纤维胶合在一起以增加纱的强力，并保持纱的弹性和降低织造时产生静电的能力，以提高织机生产率与织物品质。因此必须控制好浆纱的回潮率，充分发挥浆膜的作用，若浆纱的回潮率过低，浆纱发脆易断头，势必要求织布车间相对湿度保持高湿状态以保证织轴的回潮率，若浆纱回潮率过高，浆纱彼此粘合，并由于水分来不及蒸发，容易造成织轴发霉等事故。故对浆纱的回潮率有着一定的要求，回潮率的大小还与上浆率有关，一般浆纱间的相对湿度在轻浆时可适当低些，重浆时可适当高些，而且要求浆纱间的相对湿度最好稳定，以利控制浆纱盘头的回潮率与上浆率。

织布车间，是通过织机按一定组织、密度和宽度形成合乎一定标准的织物，故要求织机各部件运动要平稳，尽可能减少断头率和回丝率，保证织物的品质优良，因此若车间相对湿度过大，纱线吸湿过多，则造成经纱易伸长，张力松弛，当开口的时候，松弛的经纱下垂，或因浆纱彼此粘合以及棉结杂质飞花缠结邻纱，都易造成开口不清，产生跳花和轧梭或其他机械故障，增加断头、订台。经纱的伸长，容易织出长码狭幅，不符合规定的织物。并由于湿度大

回潮率大易造成布匹霉斑事故，车间亦易产生滴水现象，危害产品质量。对于集体传动系统的皮带容易伸长，传动速度快慢不均，使织成的布面上出现波浪形的希密不匀条纹的云织疵点。

若车间空气相对湿度过低，则对织造工艺所产生的影响，一般是使经纱或纬纱发脆强力减少，伸长困难，以致使它们经受不住机械的剧烈冲击作用与张力的变化，从而增加断头机会，并且落浆率大，更促使断头增加，同时会织出短码阔幅的织物来。其次，由于空气干燥，因经纱交织摩擦容易产生静电效应，造成布面起毛和引起纬缩现象，即影响织物的质量和外观，又因车间飞花增多，空气混浊而额外增加挡车工的疲劳，降低工作效率。

所以一般来说织布车间相对湿度不宜低，而应该偏高些，这样纱线强力好，落浆率少，更使断头率少，有利于提高织布的产质量。

至于整理车间主要为修补织物疵点，使织物达到规定的回潮率即可，故车间相对湿度只要符合此要求即可。

关于各车间对温度的要求，首先是为了保障工人身体健康和操作方便，在这前提下，结合各车间工艺上的要求进行控制，一般来说，在纺织工艺过程进行时，希望纤维和纱线柔软，静电现象少，故温度不宜低。在纺部更希望皮辊柔软，棉脂呈软化而不粘状态，故通常车间温度宜控制在 18°C 以上，但亦不宜太高，以防止棉脂融化过度发粘（对于合成纤维需防止抗静电剂的挥发）。同时温度应控制平稳，不宜波动大，例如布机车间若温度变动大，则梭子会由于热胀冷缩关系发生变形，因而在织造时易造成轧梭现象，这种现象特别容易发生在开冷车情况时，由于以上原因，故无论纺部或织部在冬天开冷车时，普遍感到生活难做，因此现在各厂均在开冷