
一、 调试说明

- ◆ 本调试方案仅适用于 xx 公司厂房空调调试工作。
- ◆ 本调试方案根据本项目的通风空调系统结构、施工进度和现场条件而制定。
- ◆ 本调试方案依据文件：合同文件、深化设计图纸、业主现场修改指令、国家施工及验收规范等。
- ◆ 本调试方案根据现场情况在实际调试过程中会有所修正。
- ◆ 本调试方案所用的仪表均为经广州市计量监测所检验合格的仪表，均在有限期内使用。
- ◆ 调试中，有关的配合电工为持证电工，并按规程进行所有操作。

二、 工程概况

xx公司厂房中间由 30000 平方米左右的长方形地块与PSG-1 厂相连。本工程共计三栋建筑物，其中主厂房一栋（四层框架结构，建筑面积约为 33000 m²）、行政楼一栋（三层框架结构，建筑面积约为 4500 m²）、食堂一栋（三层框架结构，建筑面积约为 6500 m²）。本工程采用中央空调系统集中对三栋建筑物进行供冷，冷源为位于主厂房天面制冷机房的六台 800USTR冷水机组组成的一个制冷系统（其中一台为变频机组），总冷负荷 4800URST。六台流量为 700CMH 的不锈钢方形冷却塔位于主厂房天面，容积为 1m³的膨胀水箱 2 个位于各制冷机房顶部。三栋建筑物通过生产车间三楼天桥连接。对于食堂和办公室，空间较大的房间采用空气处理机集中送风的全空气系统，空间较小的房间采用风机盘管加新风机组系统，对于生产车间则根据用途不同采用不同的空调形式。本工程空调系统包括空调冷冻（却）水系统、空调风系统、送排风系统、废气处理系统、恒温恒湿机组系统。

（一）空调冷冻（却）水系统

两个制冷机房分别设在生产车间天面 2~3 轴和 12~13 轴，每个制冷

机房安装三台 800USRT离心式冷水机组，为约克产品；冷冻、冷却水泵各四台，冷冻水泵每台流量为 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 38m，冷却水泵每台流量为 $650\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程为 25m，水泵均为佛山水泵厂产品，三用一备；六台冷却塔设置于生产车间天面，冷却水量为 $700\text{m}^3/\text{h}$ ，为广州新菱公司产品。

（二）通风、空调系统

1、办公区采用风机盘管末端设备加新风系统，采用带温感的三速开关就地控制。

2、生产车间排胶料房、化学试验室、WAFER 房、晶片房、校正室、品质分析室等设置独立控制的恒温恒湿机组。

3、生产车间生产区及行政楼、食堂的大面积房间采用带回风的全空气系统。

4、天面所有机房、配电房均设置风机盘管系统。

（三）送风及排风系统

1、办公区、卫生间、茶水间以及生产车间天面的设备房的排风由设于相应位置的排风机排出。

2、生产车间前级、注料啤机和后级的无毒废气由安装于相应位置的独立排风机抽至天面排出。

（四）废气处理系统

生产车间二、三、四层电镀车间的酸碱废气经独立的玻璃钢风管集中由设置于车间天面的两台废气处理塔进行吸收处理，达到环保排放标准后，排至大气。

三、空调调试目标参数

根据下表业主方提供的设计参数，我们对有关的设备进行试运

转、调试，以满足业主使用功能要求：

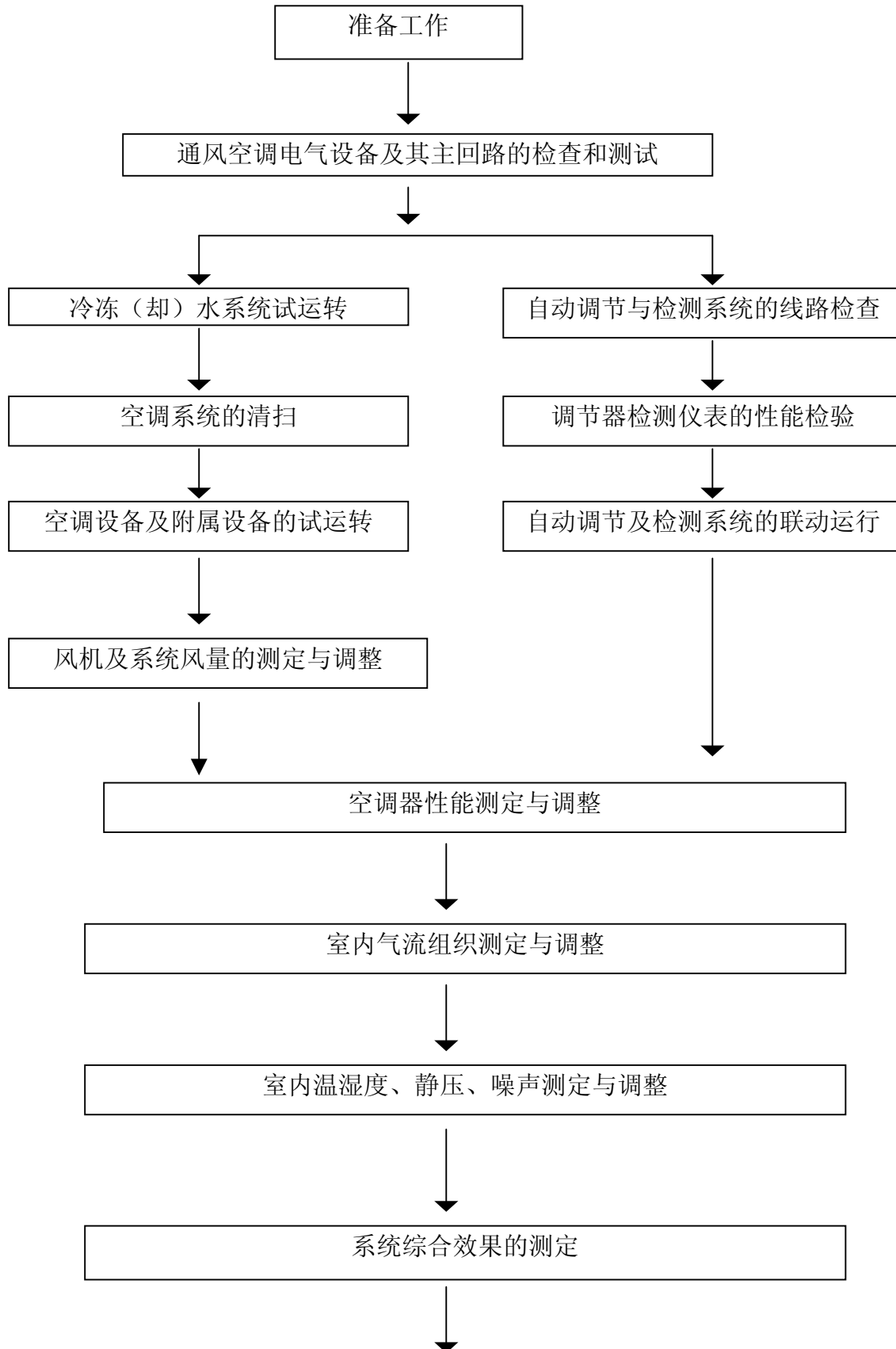
调试目标参数

名称	夏季室内干球 温度（℃）	冬季室内 干球温度 （℃）	室内相对湿度	噪声标准 （dB）
生产车间前、后级	22 _± Δ	22 _± Δ	50～65%	45
电镀车间	23 _± Δ	23 _± Δ	40～70%	45
货仓	25 _± Δ	25 _± Δ	35～65%	40
精密空调房间	22 _± Δ	22 _± Δ	40 _± Δ%	40
办公室	25 _± Δ	25 _± Δ	<70%	40
食堂	25 _± Δ	25 _± Δ	<70%	40

四、 空调系统设备分布及测试内容（见下表）

分布位置	设备名称	编 号	单 位	数 量	测试内容
生产车间 天面	冷水机组	1-1	台	6	制冷能力
	冷却塔	1-2	台	6	冷却能力
	冷却水泵	1-3	台	8	流量、扬程
	冷冻水泵	1-4	台	8	流量、扬程
	排风机		台	23	风量、风压
生产车间 一层	组合式空调器	1-16	台	2	风量、风压、冷量、加 热量、加湿量
	恒温恒湿机	1-20	台	6	风量、风压、温度、湿 度、温湿度波动值
	新风机	1-29, 1-30	台	4	风量、风压、冷量
	排风机	1-31, 1-32 , 1-33	台	11	风量、风压
	风机盘管		台	69	三速及制冷效果
生产车间 二层	组合式空调器	1-12, 1-13 1-14, 1-15, 1-16	台	18	风量、风压、冷量、加 热量、加湿量
	新风机	1-30	台	4	风量、风压、冷量
	恒温恒湿机	1-19, 1-20	台	5	风量、风压、温度、湿 度、温湿度波动值
	排风机	1-18, 1-32	台	14	风量、风压
	风机盘管		台	48	三速及制冷效果
生产车间 三层	组合式 空调器	1-12, 1-13 1-14, 1-16	台	16	风量、风压、冷量、加 热量、加湿量
	新风机	1-30	台	4	风量、风压、冷量
	恒温恒湿机	1-19, 1-20	台	4	风量、风压、温度、湿 度、温湿度波动值
	排风机	1-18, 1-32	台	14	风量、风压
	风机盘管		台	46	三速及制冷效果
行政楼	立柜式空调器	2-1, 2-2	台	6	风量、风压、冷量
	吊顶式空调器	2-3, 2-4, 2-16	台	4	风量、风压、冷量
	精密空调机		台	2	风量、风压、冷量
	排风机	2-13, 2-17, 2-18	台	6	风量、风压
	风机盘管		台	66	三速及制冷效果
食堂	立柜式空调器	3-1, 3-2 3-3, 3-4	台	7	风量、风压、冷量
	吊顶式空调器	3-14	台	1	风量、风压、冷量
	排风机	3-9, 3-10, 3-11 3-15, 3-16, 3-17	台	12	风量、风压
	风机盘管		台	5	三速及制冷效果

五、空调系统调试程序



六、 调试人员组织

调试人员主要由我司成立的调试小组以及其他有关单位的专业人员组成，我单位负责组织、协调等工作，具体如下：略

七、调试准备工作

通风空调系统调试前必须做好以准备工作，以保证调试工作能按时、按质顺利完成。

1、 熟悉图纸及有关资料：

要求参加空调系统调试主要人员首先要熟悉整个厂房空调系统的全部设计资料，包括图纸设计说明书、全部深化设计图纸、设计变更指令、工程备忘录等，充分了解设计意图，了解各项设计参数、系统全貌及空调设备的性能与使用方法，特别要注意调节装置及检测仪表所在位置及自控原理，有必要的，要安排技术负责人向调试人员培训各个系统及各种设备、装置的使用和注意事项。

2、 系统检查：

（1）对照设计图纸，对空调系统的风管、水管、设备、动力电源、控制系统进行检查，对管线、设备进行标识，重要部位如总阀门、设备等安装位置应在图纸上标识清楚。

（2）检查中发现的问题作好记录，安排班组马上进行整改，影响系统调试的技术问题要马上研究解决。

（3）对管道试压过程中的临时固定物，如隔离设备的管道盲板、软接头和伸缩节，应马上拆除。

（4）电气系统的电缆、电线绝缘值检查，应满足规范要求。

3、 现场验收

调试人员会同设计人员、施工单位、建设单位、监理单位、顾问公司对

已安装好的系统分部、分项进行现场验收，核对图纸及修改通知，查清修改后的情况，检查安装质量，对于安装上还存在问题逐一填入缺陷明细表，在测试前及时纠正，使所有项目符合国家《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243—2002）和工程质量评定标准要求，并保证系统处于适合检测和调试的状态。

4、准备调试仪器、工具及检测和运行前准备工作。

调试前必须充分准备好所需的仪器（表）和必备工具及对它们进行检测和校正；检查缺陷明细表中所列的毛病是否已经改正，电源、水源、冷热源等方面是否已准备就绪，所配套系统应可投入运行。

5、通风空调设备及附属设备及附属设备场地土建应已完工并清扫干净，机房大门、门窗均应已安装好。

6、组织调试人员讨论、分析调试过程可能出现的问题，如何解决做到防患于未然，及时处理意外的发生。

7、做好消防安全工作，以防意外发生，并对所有调试人员进行调试前的安全和调试次序交底。

8、调试测量仪器设备计划（见下表）：

调试设备仪器表

序号	名称	规格	单位	数量
1	水银温度计	0℃～50℃	支	5
2	干、湿球温度计		支	2
3	温、湿度数字表		个	2
4	温湿度自动记录仪		个	1
5	叶轮风速仪	低速	个	2
6	叶轮风速仪	中速	个	2
7	叶轮风速仪	高速	个	2

8	热球风速仪		台	1
9	电子微压计		台	2
10	毕托管	500mm	套	2
11	毕托管	1000mm	套	2
12	点接触式测温仪	数字显示	套	1
13	轴承转速表		个	1
14	声压计		个	1
15	兆欧表		个	1
16	钳形电流表		个	1
17	振动表		个	1
18	记号笔	蓝色	支	10
19	手电筒	三节	支	6
20	应急灯		支	4
21	铝合金梯	9 横	把	6
22	铝合金梯	7 横	把	4
23	拉尺	3 米	把	4
24	竹杆	3 米	支	10
25	计算器		台	2
26	手锤	1 磅	把	1
27	十字螺丝刀		把	6
28	一字螺丝刀		把	6
29	胶钳		把	4
30	扳手		把	4
31	对讲机		部	8

备注：本次调试用的所有仪表的有效检测证书将在仪器到场后及时提供

给业主代表。

八、空调系统电气设备及其主回路的检查与测试

空调设备试运转之前，必须对每一台参与调试的设备（如：风机、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔、冷水机组等）的主回路及控制回路进行认真细致检查，确保其各项性能指标（绝缘、相序、电压、容量、标识等）符合有关的调试要求，达到接线正确、供电可靠、控制灵敏，方可进行设备试运转。该具体过程由电气专业组负责执行。

九、空调系统的清扫

- 1、 空调机房内的灰尘必须打扫干净，为试运转创造良好的卫生环境。
- 2、 打扫空调设备和及吹扫送回风管内灰尘，同时组织人员将空调房间打扫干净，处于工艺投产状态。

十、通风设备及附属设备试运转

通风系统设备的试运转主要为风机的试运转，含送、排风风机、空调器风机等。

1、 准备工作：

（1）风机的外观检查：

- 核对风机、电动机的型号、规格及皮带轮直径、皮带等是否与设计或设备供应商提供的参数相符。
- 检查风机、电动机两个皮带轮的中心是否在一条直线上或联轴器是否同心，传动皮带松紧度是否适度。
- 检查风机进出口柔性接管（如帆布短管）是否严密，松紧度是否适合。
- 检查轴承处是否有足够的润滑油，加注润滑油的种类和数量应符合设备技术文件的规定。
- 风机手动盘车，叶轮应无卡壳、摩擦现象及异常声音，风机内外清洁

干净、无积尘现象。

- 电机、风机、风管接地应可靠，风机调节阀门应灵活，定位装置可靠。
- 空调器检查门应关好，滤网严密，无漏风现象。

(2) 风管系统的检查：

- 主管、支管、支管上的风量调节阀或防火调节阀全开。
- 机房内组合式空调器的新风、回风电动对开式多叶调节阀必须达到电动开关要求。
- 空调风管应保温完整，排风风管应密封良好。

2、风机的启动与运转

(1) 风机初次启动应经一次启动立即停止运转，检查叶轮与机壳有无摩擦和不正常的声音。风机的旋转方向应与机壳上箭头所示的方向一致，确认无误后方可试运转，启动时，应采用钳形电流测量电动机的启动电流，待风机正常运转后再测量电动机的运转电流，若运转电流值超过电动机额定电流时，应将总风量防火调节阀逐渐关小，直至达到额定电流值为止。

(2) 在风机运转过程中如发现不正常现象时，应立即停车检查，消除故障后再运转，风机连续运转时间不能少于两个小时。

(3) 风机试运转应记录下列数值，并认真填写试运转报告。

- 风机的电动机启动电流和运转电源。
- 风机的轴承温度。
- 风机试运转中产生的异常现象。
- 风机转速。

十一、空调冷冻（却）水系统试运转

1、在进行水泵的试运转之前，必须进行管道的清洗工作，以免铁锈、焊渣及杂物沉积在管道内，对水泵运转造成破坏及堵塞在冷水机组或风柜设备的铜管内甚至破坏铜管。

(1) 空调冷冻水系统的清洗

先在冷冻水泵不运转情况下进行清洗。清洗前必须先关掉冷水机组、风柜、新风柜、风机盘管、水泵等空调系统的设备的供、回水阀门，并保证所有排污阀均处于关闭状态，机房其他阀门全部开启，由膨胀水箱处向空调系统充水，整个厂房管道充满过程估计用 4~6 小时。在充水过程中应派人员加紧对管道系统进行检查，以避免系统漏水而造成的严重后果。待厂房系统充满水后，关闭充水阀，打开 1、2、3、4 层空调机房所有的排污阀进行排水、排污，待排污阀基本无水流出之后，可关闭它们，然后将通往冷冻水泵、风柜的 Y 型过滤器全部拆开，将滤网抽出，倒掉杂物，并清洗干净，重新安装好，再打开膨胀水箱充水阀门充水，重复上述步骤，反复冲洗 2~3 次，直至放出的水清洁、干净为止。

（2） 空调冷却水系统的清洗

首先，关闭冷水机组冷凝器进、出水管蝶阀，水泵进、出水管蝶阀以及排污阀，打开冷却塔回水管各蝶阀，由于供水管不能利用冷却塔的补水系统充水，故用一条水管临时连通供、回水管，打开补给水管上闸阀对整个系统充水，待系统充满水后，关闭补给水阀，打开室外冷却水管的排污阀进行放水、排污，待放完水后，将冷凝器进、出水管蝶阀及冷凝器两端的排污阀打开来排走立管内的污水。关掉上述阀门，拆开冷却水泵进水管的 Y 型过滤器，抽出滤网清洗，重新安装好，再次打开补水阀充水，重复上述步骤 2~3 遍，直到排出的水清洁无杂质为止。

2、水泵的试运转（冷却、冷冻泵基本上相同）

（1）准备工作

- 水泵和附属系统的部件应安装齐全。
- 水泵各螺丝紧固连接部位不能松动。
- 叶轮应轻便灵活、正常，不得有卡碰等异常现象。
- 轴承应加注润滑油脂，所用的润滑油脂规格、数量应符合设备技术文件的规定。
- 水泵与附属管路系统阀门的启闭状态，经检查和调整后应符合设计要

求。

- 水泵运转前应将入口阀门全开，出口阀门全闭，待水泵启动后再将出口阀门打开。

（2）水泵的运转：

水泵启动应经一次启动立即停止运转，检查叶轮与泵壳有无摩擦和其它不正常声音，并观察水泵的旋转方向是否正确。水泵启动时，应用钳形电流表测量电动机的启动电流，待水泵正常运转后再测量电动机的运转电流，并注意与启动柜上的电流表对数进行对比，，调节水泵出口蝶阀开度，保证电动机的运转功率或电流不超过额定范围。水泵在运转过程中应经常用金属棒或螺丝刀置于轴承外壳上，仔细倾听轴承内有无杂声，以判断轴承运转状态。用接触式测温仪测量轴承温度，轴承温度应不超过 70℃，填料温度正常，基本无渗漏现象，用振动仪测水泵的径向振动应符合有关技术文件要求，即振幅 $\leq 0.08\text{mm}$ （电机转速为 1450r/min），读取水泵进出口压力显示值，在额定流量情况下应与水泵扬程相符，若不再额定流量下运行，应对照水泵运行曲线，复核水泵扬程。

水泵运转正常后可进行不少于 2 h 的连续运转，若无发现问题，即水泵单机试运转合格，填写《设备机组试车试运转记录》，若运转中出现异常，应立即停车，找出原因，排除故障，继续试运转。

（3）水泵运转中出现的主要故障和原因：

A、水泵不吸水、压力表指针剧烈跳动。原因：

- 冷却塔补水不足，进水总管积有空气，或回水管上的止回阀没有打开或开度不足，造成水泵入口的水量不够。
- 管路的排气阀或压力表漏气。
- 水泵入口管路的阻力太大，造成水泵入口负压太大，超过水泵的吸程。

B、水泵出口有显示压力，但压力异常超高或明显偏低。原因：

- 出水管路阻力过大或管路、止回阀堵塞。
- 电动机的旋转方向反向。

- 水泵的叶轮淤塞。

- 水泵转数不够。

C、水泵消耗的功率过大。原因：

- 填料压盖太紧，填料层发热。

- 叶轮与密封环磨损。

- 管路阻力比设计小，水泵流量过大。

D、水泵产生的声音异常，水泵不上水。原因：

- 吸水高度过高。

- 在吸水管内有空气渗入。

E、水泵振动。原因：

- 水泵和电动机的轴不同心，连轴节没有调整好。

- 弹簧减震器选择不合理。

F、轴承发热。原因：

- 水泵轴承无润滑油或润滑油过多。

- 水泵和电动机的轴不同心。

3、冷水机组试运转

由于冷水机组为约克产品，其试运转工作由供货商派工程师执行，因此我方只需做好配合工作：

（1）冷冻站内的送、排风系统已能正常运转，并已调试符合设计要求（机房应打扫干净）。

（2）冷冻管道保温工作已完成，并已交工验收。

（3）在确定供货商来现场调试的具体日子前 1~2 天，征得供货商同意后，将离心机、柜式空调器、新风空调器、风机盘管的进、出水阀门全部打开，管道充水，启动冷冻（却）水泵运转 2 小时后，停泵清洗 Y 型过滤器网，反复 2~3 次，直到检查合格。打开膨胀水箱阀门对冷冻水系统加水，使水充满整个系统。冷却水系统则打开自动补水阀充水，启动水处理系统进行软化，使水充满整个系统。软化后的水质必须抽样送到当地有关检验部门化验，水

质应符合国家有关软化水质标准。

(4) 所有空调设备自控调节系统、供电系统均已由电气专业安装，调试完毕，并验收合格。

4、冷却塔的试运转

冷却塔采用变频启动、运行，根据安装在冷却塔回水管上的温度传感器所测量的温度调整电机的供电频率，以达到节能及降低噪音的效果。变频器的参数设定由厂家负责。

冷却塔试运转时，应检查风机的运转状态和冷却水循环系统的工作状态，并记录运转中情况及有关数据；如无异常现象，连续运转时间应不少于两个小时，运行中应检查下列内容：

(1) 检查并联的三个冷却塔之间的喷水量和吸水量是否平衡，及补给水和集水盘的水位等运行状态。

(2) 测定风机的电动机启动电流和运转电流，并控制运转电流在允许的范围内。

(3) 测定风机轴承的温度。

(4) 检查喷水的偏流状态。

(5) 测定冷却塔出、入口水的温度。

注：冷冻（却）水系统各有关设备的开机顺序如下：

冷却塔开 → 冷却水泵开 → 冷冻水泵开 → 冷水机组开

关机顺序与开机顺序相反

十二、空调自控系统试运转

由于冷冻水、冷却水系统的试运转与自控系统有关，因此自控系统的试运转必须同期进行。自控系统包括冷冻站内冷冻（却）水系统上的电动蝶阀，压差旁通阀，各风柜上的比例积分调节阀，空调器（风柜）滤网阻力检测等等，具体调试由自控专业配合进行。

十三、风机及系统风量的测定与调整

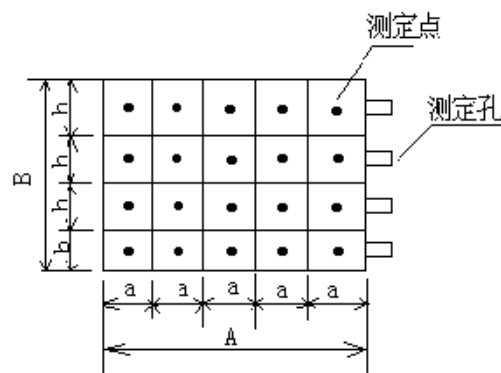
1、风量测定的方法、步骤及数据处理：

(1) 测定截面位置和测定截面内测点位置的确定。在用毕托管和微压计测风道内风量时，测定截面位置选得正确与否，将直接影响到测量结果的准确性和可靠性，因此必须慎重选择。测定截面的位置应选择在气流比较均匀稳定的地方，尽可能地远离产生涡流及局部阻力（如各种风门、弯管、三通以及送排风口等）的地方。一般选在局部阻力之后 4~5 倍管径处（或风管大边尺寸）以及局部阻力之前 1.5~2 倍风管直径（或风管大边尺寸）的直管段上。有时难以找到符合上述条件的截面时，可根据下面两点予以变动：一是所选截面应是平直管段；二是截面距后面局部阻力的距离要比距前面局部阻力的距离长。

由流体力学可知，气流速度在管截面上分布是不均匀的，因而压力分布也是不均匀的，因此必须在同一截面上多点测量，取得平均值。

(2) 矩形风管截面测点位置及点数：

注：将矩形风管截面划分为若干个相等的小截面，尽量接近正方形，截面边为 $a=b=200\sim 250\text{mm}$ ，最好小于 220mm 测点位于各小截面的中心处，测孔开设在风管大边或小边，应以方便操作为原则。



2、测量仪器的使用方法：

测量风管内风速（压力）的仪器主要为毕托管与电子微压计

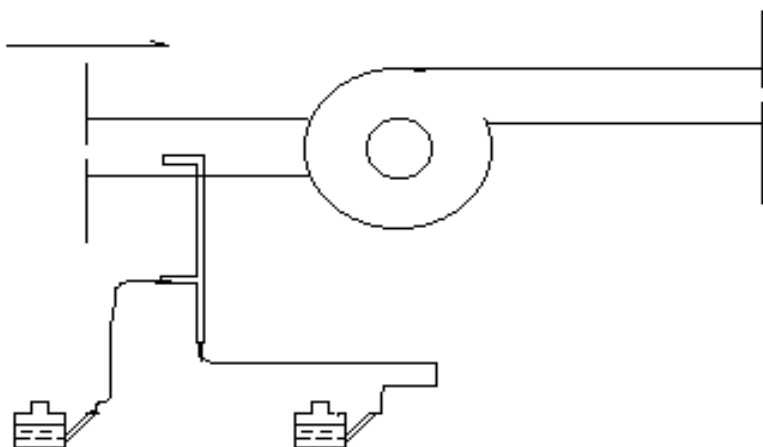
(1) 毕托管使用方法：

- 毕托管插入风管后，用一只手托起管身，另一只手托起接头前面的两橡胶管。

- 毕托管的管身要与管壁垂直，量柱与气流方向平行，量柱与气流轴线间的夹角不得大于 16° 。全压测定孔一定要迎向气流。

(2) 电子微压计的使用方法：

- 将毕托管高、低压两端分别接至电子微压计的两个接口，读数可直接显示。



毕托管与微压计连接方法

3、数据处理

(1) 测定截面平均全压、静压可按下式计算：

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \quad P_a$$

式中： $P_1, P_2, \dots, P_n$ —— 测定截面上各测点全压或静压值， P_a

n —— 测点数

(2) 测点截面平均动压值计算方法：

- 若各测点动压相差不太大，平均动压值可按算术平均值计算：

$$P_d = \frac{P_{d1} + P_{d2} + \dots + P_{dn}}{n} \quad P_a$$

- 若各测点动压值相差较大，平均动压值应按方根求得：

$$P_d = \sqrt{\frac{P_{d1}^2 + P_{d2}^2 + \dots + P_{dn}^2}{n}} \quad P_a$$

式中： $P_{d1} . P_{d2} \dots P_{dn}$ —— 测定截面上各测点动压值， P_a

(3) 截面风速按下列计算

$$v = \sqrt{\frac{2 P_d}{\rho}} \quad \text{m/s}$$

式中： v —— 平均风速， m/s P_d —— 平均压力， P_a

ρ —— 空气密度， kg/m³

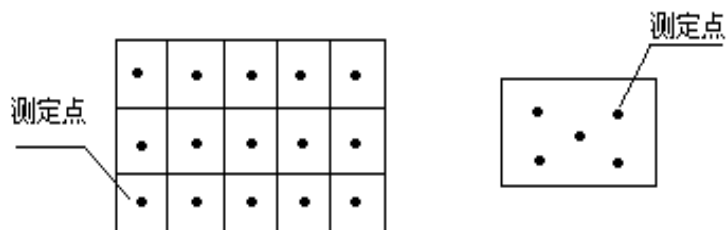
(4) 截面风量

$$L = 3600 F \cdot v \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中： F —— 测点截面面积， m² v —— 截面平均风速， m/s

4、 送（回）风口风量的测定：当空气从百叶风口或散流器送出时，气流将出现不均匀或贴附现象，为了更准确测量风量，可采用辅助风管法，在风口外框套上与风口截面积相同、长约 500~700mm 的套管，使风速均匀。

用叶轮风速仪测风速，若为回风口，只要叶轮风速仪贴近风口，通常结果相当准确。



a、较大矩形风口

b、较小矩形风口

各种风口测量位置图（定点测量法）

风口的平均风速，按下式计算：

$$v = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n} \quad \text{m/s}$$

式中： $v_1, v_2, \dots, v_n$ —— 各测点风速，m/s

n —— 测点数

风量计算公式：

$$L = 3600F \cdot v \quad \text{m}^3/\text{h} \quad \text{或} \quad L = 3600 F_{\text{外框}} \cdot K \cdot v \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中： F —— 测点风口之有效面积（若加辅助风管测量，则为辅助风管截面积）， m^2 。

$F_{\text{外框}}$ —— 风口外框面积， m^2 。

K —— 风口考虑格栅结构后的修正系数。通常实验方法测定，一般取 0.7~1.0。

5、测定注意事项

空调系统的送（回）风管多安设在技术夹层、顶棚或走廊的吊顶内。在

进行风量测定调整时，应注意以下各点

- 测试人员应衣帽齐全、紧身，防止行动时凸出物拉扯。
- 个人使用的工具应随身用工具袋装好，免得在顶棚内工作时，因忘带或缺少工具而徒劳往返，贻误工作。
- 在顶棚内行走时，要注意安全。脚要踩在受力主龙骨上，切勿踏在不吃力的部位，防止踏坏顶棚和发生人生事故（在顶棚行走须先报业主批准）。
- 顶棚内应使用安全电压行灯。
- 在顶棚内外和机房的测试人员，要经常保持通讯联络，发现问题，及时处理，防止机房内错误操作或冒然开风机而造成不良的后果。

6、风机性能的测定：衡量风机性能的主要指标有风量、风压、轴功率和效率等。通风及机性能的测定，可分为两类来进行：

第一步是在试运转之后，将空调系统所有干、支风道和送风口处的调节阀全部打开。在整个系统阻力最小情况下测风机最大风量，考核风机最大风力，供系统风量调整参考。

第二步是在各干、支风管和送风风量调整好后测风机风量、风压，以此作为对风机本身进行调试依据。

风机性能测定在风机试运转合格后进行，主要仪器为：

转速表、钳形电流表、电压表、皮托管与微压差或 U 型压差计和叶轮风速仪。

$$L_i + L_o$$

$$\text{a、风量 } L = \frac{\quad}{2} \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中： L_i 、 L_o —— 吸入端和压出端风量， m^3/h

$$\text{b、风压 } P_2 = |P_{gi}| + |P_{go}| \quad (\text{Pa})$$

式中 P_{gi} 、 P_{go} —— 吸入端和压出端全压值， Pa

c、转速： 用转速表测量， r / min

d、辅助率：

$$N = \frac{\sqrt{3} UI \cos \phi}{1000} \eta_{\text{电机}} \quad \text{KW}$$

式中：U—— 实测的相间电压，伏

I —— 实测的每相电流，安

$\cos \phi$ —— 电机功率因数，0.8~0.85

$\eta_{\text{电机}}$ —— 电机效率，0.8~0.9

e、 风机效率：

$$\eta = \frac{L \cdot P_g}{102 \times 3600 \eta_{\text{ST}} \cdot N}$$

式中： η_{ST} —— 机械传动效率，三角皮带传动为 0.95。

测试完毕后整理有关数据。

7、系统风量的测定和调整

在进行通风机的试运转及对其性能进行综合测定之后，即可进行系统风量的测定和调整。目前国内使用的风量调整方法有流量等比分配法和基准风口调整法及逐段分支调整法，在此不再详述。

(1) 新风空调器（新风柜）风量调整：

采用基准风口调整方法，用叶轮风速仪粗测各风机盘管处新风口风量（卡式风机盘管须用皮托管和电子微压计），计算各风口实测值与设计值之比例，找出各支管最小比值风口，以此风口为基准，调节本支管其它风口，使比值

与设计比值相等，再调三通调节阀，使得相邻两支管的基准风口变测值与设计值比值相等。最后调节新风柜吸入段的防火调节阀开度，使系统总风量与设计风量相等，再实测一遍各新风口风量，即为实际风量，作好记录。

（2）风柜风量调整：

调整方法同新风柜，先调整各送风口风量比例合乎要求，再调各支管三通调节阀，最后调节各机房的新风电动对开调节阀及回风、百叶开度，使新风量、回风量均等于设计值，即总风量与设计值相等，再实测一遍各送风口风量作为最后核实。在调整过程中必须注意(1)机房门必须关好，严密不漏风为宜；(2)用风速仪测新风口、回风口风速时应在距风阀 10~20cm 处放风速仪，并使它与气流流向垂直。由于风门开启呈一定角度，气流截面有所缩小，所以在计算风量时宜将风门外柜乘以系数 $\cos \alpha$ （其中 α 为阀门叶片与水平线夹角）。

（3）送风机、排风风机风量测定与调整。

送风机、排风机风量测定与调整方法与以上两种空调器调整方法基本相同，在此不再详述。测试完毕填写相关资料。

十四、空调器性能测定与调整

本工程所用的空调器有恒温恒湿机、风柜等空调器，其中恒温恒湿机性能测定与调整主要由厂家到现场进行调试，我司仅协调配合。

风柜空调器的主要测试项目有：送风、回风、新风量的测定与调整，送、回、新风干、湿球温度的测定，空调器的吸（放）热能力的测定与调整。

1、风量的测定：

空调器风量测定与风机风量测定方法相同，并在单机试运转时已测定和调整好，可不必再测。

2、送、回、新风干、湿球温度测定：

送风干湿球温度的测定可用干、湿球温度计测送风口的干湿球温度值作为

空调器送风参数，回风干、湿球温度可在空调工作区域测出，至于新风干、湿球温度即为室外参数。

3、空调器吸（放）热能力：

空调器吸（放）热能力可用下式计算：

吸热： $Q=Lr(i_1 - i_2)$ Kcal/h

放热： $Q=Lr(i_1 - i_2)$ Kcal/h

式中：L—空调器送风量（m³/r）

r—风量测量点空气容重（Kg/m³）

i_2 —空调器送风的焓值（kcal/Kg）

i_1 —新、回风混合后的空气焓值，即机房内空气焓值（kcal/Kg），对于新风机即为新风焓值。

以上测量结果与设计值对比，误差应<5%，否则应检查供、回水温度值是否符合设计要求，比例积分阀自控系统调整是否正确等。调整空调器性能符合设计要求，测试完毕填写相关资料。

十五、空调室正压的测定与调整

空调恒温房一般需保持正压。由于无特殊要求，室内正压宜为 0.5mmH₂O 左右，当过渡季节大量使用新风时，室内正压不得大于 5mmH₂O。

1、 测定方法：先试验是否处于正压状态。将燃着的香烟放在微开启的门缝处，若烟飘向室外，即为正压。

2、 将微压差计放在室内，其“一”端接橡皮管引至室外，读取室内的正压值即为正压值。

3、 调整方法：对于测量结果为负压的房间，有两种可能性：

- 新风量比排风量少。
- 门、窗渗漏比较严重。查出原因，进行调整即可。

十六、自动调节及检测联合动作的测试及调整

自动调节及检测系统是使各控制点按指定参数或自动调整到所要求的空气参数。

自动控制系统调整是按设计参数的要求，通过调整与试验，使自动控制的各环节达到正常或规定运行工况。室温自动控制系统应在有外界干扰的情况下，达到工艺所要求的恒温、恒湿指标；制冷系统应符合自动控制设计和设备说明书上的要求，达到正常操作和安全运行。

本工程受控的主要设备：空调柜机、新风机、冷冻（却）水泵、冷却塔、冷水机组、电动二通阀、比例积分阀、压差旁通阀、风量调节阀、风机等。

有关自动调节及检测联合动作测试及调整，具体工作由电气施工人员负责。

十七、空调室内气流组织的测定与调整

1、温度、湿度的测量：将被测室内分为若干个区域，面积大致相等，选取各区域中点作为测点，离地面约 1.5 米高的位置测量温、湿度值作为室内参数，应符合设计要求，区域温差应 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ 。

2、气流风速的测量：用热球风速仪测量室内工作区域风速，测点向上，气流风速应不大于设计值为合格。

十八、系统综合效果测定

综合效果的测定：在单体项目试验调整完成后，检验系统联动运行的综合指标能否满足设计生产工艺的要求。

1、动态下室内空气调节是否满足生产工艺的要求；室内空气参数（温湿度）的实际情况是否与 DDC 反馈的信息相符；室内温湿度波动是否符合实际要求。

2、在冷水机组、冷却塔、冷冻水泵、冷却水泵运行时，DDC 系统是否收集各子站的敏感原件反馈的信息进行整理、分析，控制设备的运行。

3、在对通风、空调系统进行测定与调整中，应收集有关的运行记录的数据和现场测量的数据，会同设计单位、业主进行分析，并采取相应的改进方法，以达到使用效果。

十九、噪音测定：

1、测定内容

- 噪音级测量。
- 总声压级测量。
- 声压级（频谱）测量。
- 声功率和声功率级测量。
- 噪音的现场测量。

空调系统的噪音测量，主要是“A”档声级，必要时测量倍频谱进行噪音的评价。测量的对象是通风机、水泵、冷水机组、办公室、车间等。测量时一般在夜间进行，排除其它声源本底噪音的影响。

（1）测点的选择：测点的选择应注意传声器放置在正确的位置上，提高测量的正确性。对于风机、水泵、电动机等空调设备的测点，应选择在距离设备水平 1m、垂直 1.5 处。对于消声器前后的噪声，可在风管内测量，对于空调房间的测点，一般选择在房间中距地面垂直 1.1m 处。

（2）测量时应注意事项

- 测量记录要测点位置，说明使用的仪器型号及被测设备的工作状态。
- 避免本底噪声（即环境噪声）对测量的干扰，如声源噪声与本底噪声相差不到 10dB，则扣除因本底噪声干扰的修正量，其扣除量为：当二者相差 6~9dB 时，从测量值中减去 1dB；当二者相差 4~5dB 时，从测量值中减去 2dB；当二者相差 3dB 时，从测量值中减去 3dB。
- 注意反射声的影响，传声器应尽量离开反射面 2~3m。
- 注意风、电磁及振动等影响，防止带来测量误差。

二十、系统故障排除

1、风柜系统：

A、系统某条支管风量变小（其它支管风量变大）：一般情况是该条支管上的钢制调节阀的阀柄的蝴蝶形螺母松动，导致阀体开度变小。

B、系统突然无风：

原因分析：

- 电气系统跳制停电，或电机烧掉。
- 总风管上的防火调节阀突然关闭。若然是这样，则检查防火阀的机构是否脱扣或机构上的弹簧的弹性变形。

- 皮带脱落或疲劳折断。

C、系统各支管风量都变小：

原因分析：

- 皮带过松而引起风叶转速变小。
- 风柜的滤网积尘太多造成阻力太大。

D、房间温度过高或过低：

原因分析：

- 系统风量变小。
- 设计容量不足。
- 比例积分阀的感温部分或控制线路出故障，导致无法控制送、回风温度。

2、风机盘管系统：

A、不制冷：

原因分析：

- 电气线路出问题（电容烧坏，电机烧坏，三速开关故障）。
- 冷冻水路不通。

-
- 电动二通阀不通。
 - 盘管被堵塞。
 - 温控器的室温调得太高。
 - 风机盘管维修后阀门忘记重新开启。

B、不够冷：

原因分析：

- 电动二通阀被卡住开度不够大，而造成水流量不足。
- 盘管积气造成水流量不足及换热效果不好。
- 回风过滤网积尘太多造成风量不足。
- 温控器感温点的温度调得高于设定温度。

c、温度太低：

原因分析：

- 电动二通阀失灵，室内温度达到时不能正常关闭。
- 温控器的设定温度调得太低。

d、风机盘管回风噪音过大及天花板产生“吱吱”的声音：

原因分析：回风过滤网积尘太多。

3、冷冻（却）水泵故障及排除在水泵试运转章节已讲过，在这不重提。

4、冷却塔：

A、冷却塔内的水位不断下降：

原因分析：

- 补给水量不足。
- 冷却塔外飘的水量太大。
- 管路或冷却塔底盘漏水。

B、溢流：

原因分析：浮球调校的水位高度偏高，补给水量太大；塔与塔之间水量分布不均匀。

c、一个塔的水被吸干，另一个塔则溢流：

原因分析：塔与塔之间水量调节不均匀，可调整冷却塔进、出管的开度调整，必要时增加水位平衡管。

二十一、调试中常遇问题的解决方法

1、风柜机风量过大：

在调试过程中，经常出现风柜机风量过大问题，即所谓的“大马拉小车”现象。造成该现象的主要原因是风机风压大于实际风管系统阻力，因风压过大而引起超风量。此现象通常会引起以下问题：

A、 噪音大。过大的风速会引起风管震动激烈，从而产生过大的噪音。

B、 机外带水。过大的风速将把风柜机热交换器表面的冷凝水带出，若风柜机档水板效果差，水分甚至将直接带至风管，达不到除湿的目的。

C、 柜机漏水。过大的风速可将冷凝水带至风柜机后段，若后段底盘防水处理不理想，冷凝水将从壁缝处渗出。

D、 超电流。电机负荷越大，电流越大。过大的风量会引起电机电流过大，甚至大于额定电流 10% 以上，长期运行将影响电机的性能。

为达到设计风量，通常用以下几种方法：

A、 调小送风管总阀开度，增加风管系统阻力。但当阀门开度过小时（最佳开度为 80%），会因气流撞击阀板剧烈引起振动，声波会随气流传到空调房间，使室内噪音过大。

B、 减少电机转速。由公式： $n = (1 - S) 60f / p$ 知，要改变电机转速，可通过变频器改变电源频率 f 、改变极对数 p 、加调压电阻分压改变转差率这三种方法。但因工作量大或浪费电能，都不是最佳方法。

C、 改变电机与风机的皮带轮半径比来改变风机转速。由公式： $N_1 / N_2 = R_1 / R_2$ ； $n_1 / n_2 = L_1 / L_2$ （式中 N_1 ， N_2 分别为电机转速与风机转速。 R_1 ， R_2 分别为电机皮带轮半径和风机皮带轮半径； n_1 ， n_2 分别为改变前、后的风机转速。 L_1 ， L_2 分别为改变前、后的风机风量）可知，可通过减少电机皮带轮半径或增大风机皮带轮半径来改变风机转速，从而达到减少风量目的。

综上所述，方法 C（即通过改变皮带轮半径来减少风量）应为最佳选择。

2、个别风口噪音过大。

在调试过程中，因有个别风口在风管上的分布位置原因（例如主管道前段的风口或局部拐弯处的风口）使其风量过大，风叶振动增强，从而噪音过大。对此现象的解决方法有：若是大区域送风，则可将其关闭，对该空间的室内参数不会有很大影响；若小区域送风，可用抽芯铝铆钉将其叶片固定防其振动，以降低其噪音。

二十二、文明安全注意事项

调试工作是一项非常严肃认真的工作，因此各调试人员不得麻痹大意，以免造成人员伤亡及财产损失。

- 1、进入现场必须戴好安全帽。
- 2、高空调试脚手架必须牢固可靠，调试人员必须系好安全带。
- 3、现场出现质量问题需要动火的地方必须按要求进行动火，并准备好灭火器。
- 4、所用的人字梯必须有防护装置。
- 5、现场用电必须让专职电工接电。
- 6、现场调试人员应注意保护有关仪表，不得破坏仪表。

二十三、调试资料整理和分析

在空调系统的所有调试项目均完成以后，应对调试各项目、各环节测定的数据、结果进行整理、分析、汇总成册，由设计院、业主代表签名验收，与其他资料一起交甲方存档保管。

二十四、调试进度计划（略）