

SJ

中华人民共和国电子行业军用标准

FL 7420

SJ 20590—96



军用微型计算机热设计 技术要求

Technical requirement of thermal design for
military microcomputer

1996-08-30 发布

1997-01-01 实施

<https://www.reguanli.com>

中华人民共和国电子工业部 批准

军用微型计算机热设计技术要求

Technical requirement of thermal design for military microcomputer

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了军用微型计算机(以下简称计算机)在研制和设计阶段热设计通用技术要求。

1.2 适用范围

本标准适用于陆、海、空军用计算机的元器件、印制板组装件和整机的传导冷却、自然冷却(导热、自然对流和热辐射)、直接强迫空气冷却和间接强迫空气冷却的热设计要求。

2 引用文件

- GB/T 14278—91 电子设备热设计术语
- GJB/Z 27—92 电子设备可靠性热设计手册
- GJB/Z 299—92 电子设备可靠性预计手册

3 定义

本标准采用 GB/T 14278 中规定的术语定义。

4 一般要求

4.1 计算机的热环境

4.1.1 地面用计算机的热环境包括:设备周围空气的温度、湿度、气压、设备周围物体的形状和黑度、日光照射等。

4.1.2 舰船用计算机的热环境包括:设备周围空气的温度、湿度、气压、盐雾及日光照射等。

4.1.3 机载计算机的热环境包括:飞行高度、飞行速度、计算机在飞机上的安装位置、有无空调舱、空调空气的温度和速度等。

4.2 热可靠性

计算机热设计应使其在预期的热环境中,将元器件的温度控制在可靠性要求的温度范围内,保证设备正常可靠工作。元器件失效率与温度之间的关系应按 GJB/Z 299 的规定计算。

4.3 维修性

计算机的热设计必须与维修性设计相结合,提高设备的维修性。

- a. 在设备维修或试验期间,应具有良好的冷却措施;
- b. 对冷却系统进行维修时,应具有良好的安全性和可达性;
- c. 空气过滤器应设置在便于维修与更换的地方。

4.4 适应性

计算机热设计应保证在紧急战斗情况下,具有最起码的冷却措施,关键部件即使在冷却系统部分遭到破坏或不工作的情况下,应具有继续工作的能力。

4.5 空气的入口位置

对于强迫空气或冷空气的入口位置应远离其它设备热空气的出口,以免过热。不应二次利用冷却空气进行冷却。

4.6 电子元器件的热安装

电子元器件的热安装应满足以下条件:

- a. 应提供一条低热阻传热路径,保证元器件的热流量能有效地传至热沉;
- b. 元器件的排列应有利于导热、对流和辐射换热;
- c. 元器件的排列对流体的阻力应最小;
- d. 元器件的排列应按其耐热程度,分区排列;
- e. 元器件安装时,应尽量减小其安装热阻。

4.7 计算机的热安装

计算机的热安装应满足以下条件:

- a. 热安装应有利于设备与周围环境的换热,保证计算机在预期的热环境中正常工作;
- b. 热安装应考虑可维修性、可达性和安全性的要求。

5 详细要求

5.1 计算机的热计算

计算机的各种冷却方法的热计算按 GJB/Z 27 的第 8 章和第 9 章的内容进行计算。

5.2 印制板组装件的自然冷却设计

5.2.1 印制电路板的确定

根据计算机内部电路布置及元器件的功耗、结构特点,可分别选用下列印制电路板:

- a. 普通印制电路板;
- b. 导热印制电路板(包括导热条、导热板和金属夹芯导热印制电路板等)。

5.2.2 印制电路板上电子元器件的热安装

5.2.2.1 耐热性差的元器件应安装在冷却空气的上游(入口处),耗散功率大的、耐热性好的元器件应安装在冷却空气的下游(出口处)。

5.2.2.2 元器件的安装及其引线的焊接,应有消除热应力或热应变的结构措施。

5.2.2.3 为降低从元器件壳体至印制电路板的热阻,可用导热绝缘胶将元器件直接粘到印制电路板或导热条(板)上。若不用粘接时,应保证元器件与印制电路板或导热条(板)间有良好的热接触。

5.2.2.4 大功率元器件安装时,若要用绝缘片,应采用具有足够抗压能力和高绝缘强度及导热性能好的绝缘片,为了减小安装界面的热阻,还应在界面处涂一层薄的导热膏(脂)。

5.2.3 印制电路板用导轨

5.2.3.1 印制电路板用导轨,应保证导轨与印制电路之间有足够的接触压力和接触面积,并

且应保证导轨与机箱壁有良好的热接触。

5.2.3.2 印制电路板用导轨的材料应具有高导热系数(如铜、铝等)。

5.2.3.3 印制电路板用的典型导轨结构如图1所示。其中以(d)楔型导轨的热阻最小。

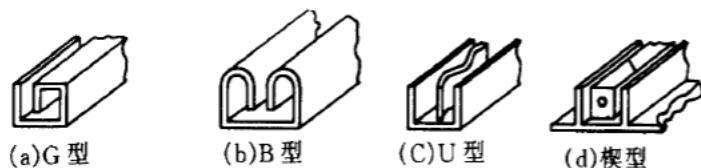


图1 导轨结构形式

5.3 自然冷却计算机用机箱的热设计

5.3.1 机箱壳体的表面处理应有利于自然对流和辐射换热,其表面涂履可根据计算机应用场所,选择不同颜色的涂料,黑色为优选颜色。

机箱壳体通风孔的尺寸按式(1)计算。

$$A_o = \frac{\Phi_o}{2.4 \times 10^{-3} H^{0.5} \Delta t^{1.5}} \dots\dots\dots(1)$$

式中: A_o ——一进风孔面积, cm^2 ;

Φ_o ——经通风孔散掉的热流量, W;

H ——自然冷却设备机箱高度, cm;

$\Delta t = t_2 - t_1$ ——设备内部空气温度 t_2 与外部周围环境温度 t_1 的温差, $^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.2 通风孔的布置原则:应使进、出风孔尽量远离,进风孔应开在机箱的下端接近底板处,出风孔则应开在机箱侧板上端接近顶板处。通风孔的形状、大小可根据设备应用场所、电磁兼容性 & 可靠性要求进行选择、布置。

5.3.3 机箱机壳内、外表面涂漆、在靠近发热元器件的机壳底部或两侧开通风孔等,均能降低内部电子元器件的温度。

5.4 强迫空气冷却计算机的热设计

5.4.1 强迫空气冷却系统空气流量按式(2)计算:

$$q_m = \frac{\Phi}{C_p \Delta t} \dots\dots\dots(2)$$

式中: Φ ——需冷却的热流量, W;

C_p ——定压比热, $\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$;

Δt ——冷却空气出口与入口温度的温差, $^{\circ}\text{C}$;

q_m ——冷却空气的质量流量, kg/s 。

5.4.2 选择强迫空气冷却系统的通风机时,应考虑的因素包括:风量、风压(静压)、效率、空气流速、系统(或风道)阻力特性、应用环境条件、噪声以及体积、重量等,其中风量和风压是主要参数。根据计算机风冷系统所需之风量和风压及空间大小确定通风机的类型。当要求风量大、风压低的设备,尽量采用轴流式通风机。反之,则选用离心式通风机。通风机的类型选定以后,再根据工作点选择具体的型号和尺寸。对于机载设备,由于高空的空气密度降低,风量应采用质量流量,保证质量流量满足冷却要求。

5.4.3 通风机工作点是通风机的特性曲线与风冷系统阻力特性曲线在同一坐标系中的交点,

如图 2 所示。其工作点为 C 点, 风量为 q_{vc} (m^3/s)、风压为 P_c (Pa)。

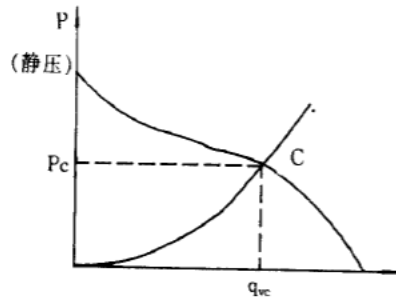


图 2 通风机工作特性曲线

5.4.3.1 当通风机的风量能满足要求, 而风压不够时, 可采用两台通风机串联工作方式, 以提高其工作压力。通风机串联时, 其工作特性曲线发生变化, 风量基本上是每台通风机的风量 (略有增加), 而风压为相同风量下每台通风机的风压相加, 如图 3 所示。

5.4.3.2 通风机并联使用时, 其风压比单台通风机的风压稍有提高, 而总风量是每台通风机的风量之和, 如图 4 所示。并联的优点是气流路径短, 阻力损失较小, 气流分布比较均匀, 但效率低。

5.4.3.3 通风机工作时的噪音应控制在一定范围以内, 以免影响操作人员的正常工作。

5.4.4 强迫空气冷却系统的压力损失包括沿程阻力损失和局部阻力损失两种。各种压力损失按 GJB/T 27 第 9.3 条计算。

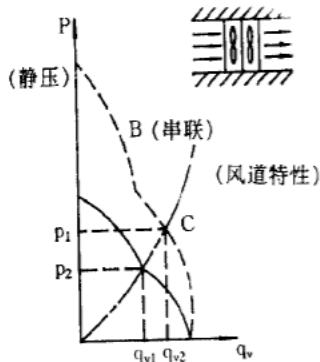


图 3 通风机的串联特性曲线

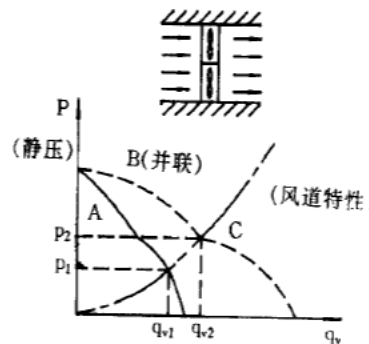


图 4 通风机的并联特性曲线

5.4.5 用于冷却计算机内部元器件的空气必须经过过滤。强迫空气流动方向与自然对流空气流动的方向应尽可能一致。

5.4.6 冷却空气首先应冷却对热敏感的元器件及工作温度低的元器件。应保证空气有足够的热容量将元器件维持在工作温度范围内。

5.4.7 入口空气温度与出口空气温度之差一般不得超过 $14^{\circ}C$ 。

5.4.8 未经允许, 通风孔不得开在机箱的顶部。

5.4.9 工作在湿热环境的风冷计算机, 应避免潮湿空气与元器件接触。可采用空芯印制板组装修件结构。

5.4.10 强迫空气冷却的印制板组装修件, 可以在适当位置加装气流紊流器, 以提高换热能力。

5.4.11 强迫空气冷却系统应有风压保护和温度保护装置。

附加说明：

本标准由中国电子技术标准化研究所归口。

本标准由西安电子科技大学负责起草。

本标准主要起草人：赵 惇、王世萍、冯长有。

计划项目代号：B44007。

