

液压系统油液温升计算及冷却器选型

大连华锐股份有限公司液压装备厂 张立娟

摘要: 介绍了液压系统的系统损耗功率及油液温升的计算。通过对两种冷却器的比较, 提出了正确的选型方法。

关键词: 液压系统; 油液温升; 冷却器; 损耗功率

1 前言

液压系统的压力、容积和机械损失构成总的能量损失, 这些能量损失都将转化为热量, 使系统油温升高。油温的变化将直接影响液压元件的寿命; 油温升高将使油液氧化, 加速油液的变质; 油温过高还严重影响液压油的稳定性, 进而影响液压系统的寿命和传动效率。为此, 必须对系统进行发热与温升计算, 以便对系统温升加以控制。下面对液压系统的发热量及温升计算和冷却器的选择予以介绍。

2 系统损耗功率和温升计算

2.1 损耗功率计算

液压系统发热的主要原因是由液压泵和执行器的功率损失以及溢流阀的溢流损失造成的。其系统的损耗功率即发热功率为:

$$H=P(1-\eta)$$

式中:

P —系统泵组的总驱动功率;

η —系统效率。

$$\eta=\eta_p\eta_t\eta_l$$

其中:

η_p —液压泵的效率, 可从产品样本中查到;

η_t —液压执行器总效率, 液压缸一般取 0.9~0.95;

η_l —液压回路的效率。

$$\eta_t=\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_p q_p}$$

式中:

$\sum p_1 q_1$ —各执行器负载压力和负载流量即输入流量乘积的总和;

$\sum p_p q_p$ —各液压泵供油压力和输出流量乘积的总和。

系统的损耗功率即发热功率 H 也可按下式估算, 由于热能的损耗总量约占泵组驱动功率的 15%~30%, 因此:

$$H \approx (15\% \sim 30\%) P$$

2.2 油液温升计算

液压系统中产生的热量 H , 由系统中各个散热面散发至空气中, 其中油箱是主要散热面。因为管道散热面积相对较小, 且与其身的压力损失产生的热量基本平衡, 故一般略去不计。当只考虑油箱散热时, 其散热量 H_0 可按下式计算:

$$H_0=KA\Delta t$$

式中:

K —散热系数 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$, 计算时可选用推荐值: 当通风很差 (空气不循环) 时, $K=5 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; 通风良好 (空气流速为 1m/s 左右) 时, $K=14 \sim 20 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; 风扇冷却时, $K=20 \sim 25 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; 用循环水冷却时, $K=110 \sim 175 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ 。

A —油箱散热面积, m^2 ;

Δt —系统温升, 即系统达到热平衡时油温与环境温度之差。一般工作机械 $\Delta t \leq 35$; 工程机械 $\Delta t \leq 40$; 数控机床 $\Delta t \leq 25$ 。

当系统产生的热量 H 等于其散发出去的热量 H_0 时, 系统达到平衡, 此时:

$$\Delta t = \frac{H}{KA} \quad (1)$$

当六面体油箱长、宽、高比例为 1:1:1~1:2:3 且液面高度是油箱高度的 0.8 倍时, 其散热面积的近似计算式为:

$$A=0.065\sqrt[3]{V^2} \quad (2)$$

由式 1) 和 2) 可导出:

$$\Delta t = \frac{H}{0.065KA\sqrt[3]{V^2}}$$

式中:

V —油箱的有效容量, L 。

若计算结果超出允许值并且适当加大油箱散热面积仍不能满足要求时, 则应采取风扇强制散热或加冷却器。

3 冷却器的选择

若系统长时间运转 (多班次连轴转), 或出现环境温度过高等散热问题, 均可采用外装冷却器解决。

冷却器包括油-气冷却器和油-水冷却器两种形式。这两种形式各有优缺点:油-气冷却器安装成本低、维修方便,电机和电压可自由选取,不会对液压系统造成损害;但它比油-水冷却器单元机组的体积大,易产生噪音,受环境温度影响较大。油-水冷却器利用冷却水散热,因此现场要有一定的水源,当冷却水温度一定时,它有固定的冷却能力,而与环境温度上升无关,与油-气冷却器相比,在相同冷却能力的情况下,其体积更小,但冷却水有渗漏的可能,也可能进入液压油,损害设备。

选择油-气冷却器时只要满足其冷却功率 $P_v = (15\% \sim 30\%) P$, 再根据相应的产品样本即可查得冷却器的型号规格。

选择油-水冷却器时的主要参数是换热面积 A_T

$$A_T = \frac{H - H_0}{K \Delta t_m}$$

式中:

Δt_m —对数平均温差,即:

$$\Delta t_m = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}}$$

其中:

T_1, T_2 —液压油液进出口温度, ;

t_1, t_2 —冷却水进出口温度, 。

4 结束语

液压系统的设计计算包括系统压力损失、系统效率、系统发热与温升及液压冲击等。其计算的目的是验算液压系统的技术性能, 从而对液压系统的设计质量作出评价。如果发生矛盾, 则应对液压系统进行修正或改变液压元件规格。

我公司设计人员根据多年的实践经验, 对油液温升问题做了详细地分析研究, 所选择的冷却器型号规格, 均达到了很好的冷却效果, 延长了液压油液的使用寿命, 减轻了对液压元件的损害, 因而, 延长了整套设备的使用寿命, 为用户节省了大量的维修与维护费用。

参考文献

- 1.张妍主编.现代液压站建设新技术与组装调试.运行维护及故障诊断实务全书.北方工业出版社, 2007
- 2.H.Kemp f 主编.液压传动与液压元件.2003

借鉴 ASME 规范 中国加紧制订核电标准

美国机械工程师学会 (ASME) 核电规范与标准中文版, 于 2007 年年底在京举行首发。该标准就是以 ASME 为基础, 同时借鉴其他核电标准, 并结合中国的国情加以制订。ASME 核电规范与标准将成为中国核电规范与标准的重要参考依据。

中国缺少完整核电规范标准

经过多年的经验积累与发展, 中国核电事业发展取得了一定的成绩。但我国核电工业主要借鉴国外的标准, 并形成了几套标准并存的局面。

目前, 我国正在运行的 11 座核电机组中, 秦山一期、二期 3 套国产机组和秦山三期 2 套采用美国 ASME 标准, 田湾 2 套采用俄罗斯核电标准, 另外 4 套采用法国标准。而这些核电技术基本属于第二代。

中国的核电建设呈现加快发展的态势, 根据《核电中长期发展规划 (2005-2020 年)》, 2020 年我国运行核电的装机容量将达到 4000 万千瓦, 在建核电装机容量 1800 万千瓦。当前, 我国正在积极进行核电设备自主化建设, 其中二代改进型核电设备现已基本实现自主化。刚开工建设的红沿河核电站, 其 4 台机组综合国产化率将达到 80% 以上。中国核电工业的快速发展迫切需要建立一套完整的核电标准体系, 使得核电工业能够得以统一协调发展。

统一发展技术路线

针对我国二代核电发展中采用不同技术路线的问题,

《核电中长期发展规划 (2005-2020 年)》中曾明确要求“统一发展技术路线”。因此, 第三代核电技术的引进将主导我国今后的核电发展技术路线。

中国的核电发展思路是二代改进型核电站与第三代核电站的建设同步进行。下一步核电发展的重点将是依托工程, 对第三代核电技术加以实施, 逐步消化吸收, 实现三代核电的自主化。

ASME 核电规范与标准是目前世界上公认的、应用范围最为广泛的基础性规范和标准。世界各国的核电规范与标准大部分是在 ASME 核电规范与标准的基础上建立和发展的。

目前, 我国已经从美国西屋联合体引进了 AP-1000 第三代核电技术, 并将应用于山东海阳和浙江三门两大核电自主化依托工程。它们将严格按照 ASME 标准来进行。此次核电规范与标准中文版的出版对于我国引进、消化、吸收和再创新 AP-1000 第三代核电技术具有重要作用。

标准有利于提高制造业水平

ASME 核电规范与标准是我国核电建设中所要依据的一个标准, 是对过去实践经验的总结。中国核电的自主化工作要求应在核电的选址、设计、制造、建造、调试、运营和管理的各环节都建立一套既符合中国国情, 又与国际接轨的核电标准体系, 以推动核工业乃至装备制造业整体水平的良性健康发展。(摘自《中国工业报》2007 年 9 月 14 日)