

[电热系统]

海洋平台电伴热系统设计分析

文/海洋石油工程股份有限公司 仲跻峰
艾法能源工程股份有限公司 石作锋 任思宇

伴热系统作为海上石油平台的一个重要系统，对于维持海洋平台的正常生产起到了关键作用。文章对海洋石油平台的伴热系统做了简单介绍，并通过具体项目对电伴热系统的设计选型做了详细的论述，对于后续海洋平台的伴热设计有一定的参考意义。

伴热系统介绍

伴热，就是通过外界对管线或设备提供热量。当提供的热量与管线或设备的热损失相当时，管线可以在该温度下保持温度的相对恒定伴热系统的目的：防冻、维持工艺温度、降低介质黏度、防液化和环境取暖。以管线为例，在无伴热的情况下，管线内介质温度会随着时间的变化以一定曲线形式降低，如图1所示；而采取了伴热后，介质温度会维持在一定的范围内，如图2所示。

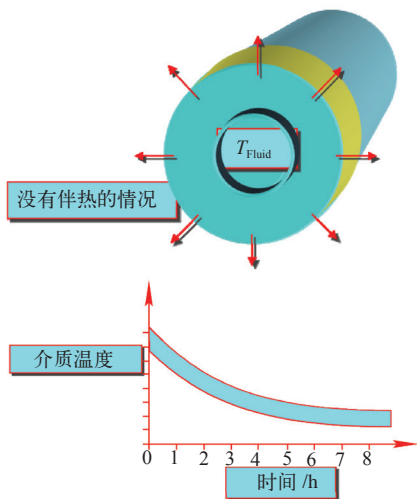


图1 无伴热时的温度变化曲线

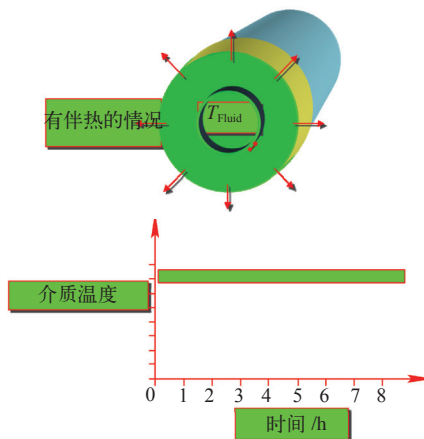


图2 有伴热时的温度变化曲线

伴热系统的形式有多种，主要有以下几种形式：

- 1) 以电为能源的电伴热。
- 2) 以蒸汽作为传热介质的称为蒸汽伴热。
- 3) 以热水作为传热介质的称为热水伴热。
- 4) 以导热油作为传热介质的称为导热油伴热。

鉴于电伴热有诸多优点，目前电伴热已成为海洋石油平台伴热的主流形式，其他伴热方式都逐渐淘汰了。

电伴热系统介绍

电伴热就是利用电伴热设备将电能转化为热能，通过直接或间接的热交换，补充被伴热

设备通过保温材料所损失的热量，并采用温度控制，达到跟踪和控制被伴热设备内介质的温度，使之维持在一个合理和经济的水平上。海洋石油平台电伴热系统的主要作用是防止工艺生产设施和生活设施的各种油管线、排污管线、水管线及阀门和容器等冻结而提供温度的加热和维持温度。

海洋石油平台的电伴热系统，主要由三部分组成：电伴热变压器、电伴热盘、电伴热带及其附件。

项目背景

渤海某石油平台，自带120人生活楼。根据相关规范及生产生活实际需求，生活楼针对相关系统设计了伴热系统，其中包括开排系统（DO）、消防水系统（FW）、黑水系统（WB）、淡水系统（WF）、灰水系统（WG）、饮用系统（WP）、海水系统（WS）等系统。

根据实际伴热负荷大小及生活楼房间布置，本项目不设置伴热变压器，电源直接引用组块伴热盘。其中开排系统及黑水系统由组块正常电伴热配电盘供电，其他系统由应急电伴热配电盘供电。

电伴热系统的选型设计

1. 伴热变压器选型设计

海上石油平台伴热变压器一般设置两种类型（电压比通常为400/230 V）：一类正常伴热变压器（根据平台负荷大小配置一到两台正常伴热变压器）；一类应急伴热变压器，分别用于平台生产的正常/应急工况。在主电源失电的情况下，由应急发电机供电，这时候由应急伴热变压器给重要的系统伴热供电，如原油、闭排系统等系统。一般平台的变压器容量选择250 kV·A或者315 kV·A。

变压器的选型设计一般会选择大一点，主要从以下几个方面考虑：

- 1) 自限式电伴热带的起动电流比较大，为额定电流的5~8倍。
- 2) 随着年限的增加，电伴热带的加热及保温效率下降。
- 3) 为海上正常投产后，新增管线等预留一定的备用量。
- 4) 国产变压器的购置费用不高，不会对整个工程设备投资造成很大的影响。

根据平台布置特点，针对该生活楼的伴热负荷大小，本项目的生活楼内不设置变压器，伴热电源直接从原平台伴热盘引出，如图3所示。

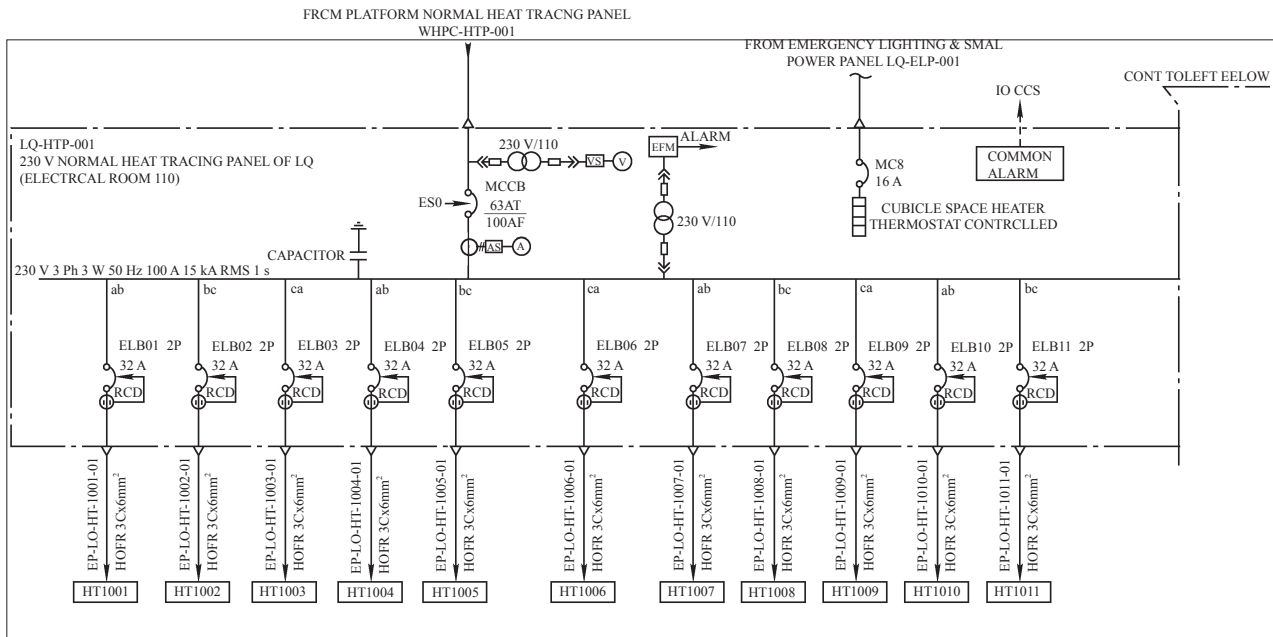


图3 生活楼内电伴热系统图

2. 伴热盘柜选型设计

电伴热配电盘一般分为正常电伴热配电盘和

应急电伴热配电盘，电伴热配电盘主要分为两部分。一部分是进线部分：一般由低压断路器

(ACB)或塑壳断路器(MCCB)、电压表、电流表和电源指示等部分组成,本项目由于伴热负荷不是很大,就选用100 A的塑壳断路器;另一部分是伴热馈电回路:主要由模式断路器(MCB)、接地漏电保护和报警装置组成。

电伴热配电盘输入电压为交流230 V,母排额定电流取100 A。馈电回路开关,一般就选择32 A的模式断路器,同时考虑到伴热系统由于是直接敷设在管线上,室外环境恶劣,容易出现漏电现象,为此每个回路配置30 mA漏电开关用于触电保护。

针对伴热回路的数量,在设计阶段,需要根据工艺要求,参考伴热管线的数量及相关伴热设施的规模来确定,并在此基础上增加10%~15%的备用回路数。

3. 伴热带选型设计

海洋平台目前电伴热带形式主要为自限式电伴热带,在此以管线的选型计算为例。

1) 首先,根据环境参数及工艺要求计算出温差 ΔT :如工艺PID要求维持温度为40℃,实际环境最低温度为-15℃,则

$$\Delta T = 40^{\circ}\text{C} - (-15^{\circ}\text{C}) = 55^{\circ}\text{C}。$$

2) 根据管线的直径、保温层材料、厚度及所需要的维持温度与环境温度之差 ΔT ,参考相关资料查得出单位长度的散热量 Q_b 。

3) 根据第二步计算出的散热量 Q_b 之后,再乘相关的保温系数 f ,计算出真正的散热量 Q_T , Q_T 需要真正补偿的热量,以W/m表示。

4) 计算出实际散热量后,根据管道的最高持续性温度及偶然性操作温度来选择伴热带系列。例如伴热带厂家瑞侃所生产的BTV系列适用于持续性温度为65℃及以下的工作温度范围,QTV系列适用于持续性温度为110℃及以下的工作温度范围。在海洋石油平台的工艺流程中,基本上在这两个温度范围内,为此选用BTV及QTV基本满足相关要求,另外,对于伴热带的电压等级选择220 V即可。

5) 计算伴热带的长度。

管道部分:如果每米伴热带能满足每米管道的散热量,则伴热带长度和管线长度一致即可;如满足不了,就需缠绕或增加伴热带数量。

法兰部分:每个法兰的伴热带长度按法兰直径的两倍计算。

阀门部分:每个阀门所需的伴热带长度等于阀门系数乘以每米管道需要的伴热带长度。

管支架:每个管支架需要的伴热带长度等于管支架与管道接触长度的3倍。

其他部分:每个配件,增加1 m的伴热带作为接头用。

4. 配件及附件选型

配件及附件主要有接线盒底座、接线盒、三通、二通、扎带、标签和尾端等。具体选型参考安全区划分要求等选择相关型号即可,电伴热安装示意图如图4所示。

实际设计过程中,需要根据管线三维模型,利用相关软件设计。

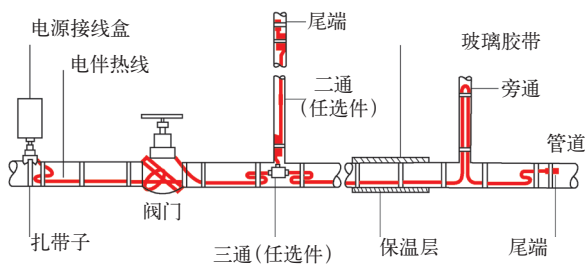


图4 生活楼内电伴热安装示意图

结束语

目前海洋石油平台根据实际生产工艺要求,设计了伴热系统,各个海域的生活楼的伴热设计原则会稍有差异。渤海相关较冷的海域伴热负荷比较大,个别生活楼会设置伴热变压器,伴热盘等;东海、南海相对来说需伴热的系统比较少,生活楼伴热负荷很小,伴热回路也很少,基本都是直接从组块伴热盘引电源。同时,对于生活楼伴热施工来说也有少许差异,一般平台对于生活楼室内管线不做伴热,而渤海区域由于温度低,部分生活楼根据以往运行经验,生活楼内管线伴热会要求向楼内延伸2~3 m。

总的来说,伴热系统对于平台的安全生产运行起到了重要的保障作用。伴热带的设计选取需要参考的因素较多,在实际设计中,往往需要参考厂家的设备资料,依据实际工艺要求执行,目前选型计算工作及相关的布置都可以由相关计算软件执行,大大提高了设计的效率及准确度。EA

(收稿日期:2018.10.18)

(编辑:朱金凤)