

寒冷地区闭合空气幕防寒保温特大门设计研究 ——以辽宁红沿河核电厂常规岛汽轮机发电厂房为例

金蕾, 罗振宇, 周波

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 为了满足寒冷地区核电汽轮机厂房的设备正常运行和电厂安全, 以辽宁红沿河核电厂汽轮机发电厂房特大门为例, 探讨了在寒冷地区核电常规岛汽轮机发电厂房一种闭合空气幕防寒保温特大门的构造做法。通过使用该大门能够减少能耗损失, 满足核电厂汽轮机发电厂房边界温度大于等于 5 °C 最低要求, 每天节约标煤 85 kg 左右。

关键词: 核电汽轮机厂房; 特大门; 防寒保温; 构造; 节能

中图分类号: TM623

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)03-0070-03

Study on Cold Insulation Design of Closed Air Curtain Door in Cold Region: A Case of Nuclear Power Turbine Generator House of Conventional Island in Liaoning Hongyanhe NPP

JIN Lei, LUO Zhenyu, ZHOU Bo

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: In order to satisfied the equipment normally operate and the nuclear power plant safe in cold area, this paper discusses the conventional island of nuclear power steam turbine generator room a closed air curtain cold insulation characteristics of the gate structural approach, making the Liaoning Hongyanhe Nuclear power plant as example. Through the use of this gate to reduce energy loss, to meet the nuclear power plant steam turbine plant boundary temperature is greater than or equal to 5 °C requirements, saving the standard coal 85 kg per day.

Key words: nuclear power plant; large door; thermal insulation; construction; energy saving

辽宁红沿河核电厂位于辽宁省大连市辖瓦房店市境内, 南距大连市约 110 km, 厂址座落在二级海蚀阶地上, 属海岸丘陵地貌, 地形开阔, 地势由北向南倾斜、起伏不大。大连地区属季风性大陆性气候但具有海洋性特点气候特征, 冬季寒冷, 空气湿润, 降雨集中, 季风明显, 风力较大。年极端最低温度 -23 °C 左右, 常规岛主厂房基本风压百年一遇, 一期按 $W_0 = 0.75 \text{ kN/m}^2$, 二期按 $W_0 = 0.96 \text{ kN/m}^2$ 。

核电常规岛汽轮机大门为满足设备检修, 通常需要非常巨大的尺寸, CPR 1 000 核电的常规岛主要大门尺寸达宽度 8 m 高度 10.5 m, 如此特大门通常采用钢骨架钢板门, 寒冷地区再附加保温层, 门

的开启和关闭操作都较为困难, 且密闭效果较差。同时还存在门口地面冷桥影响, 寒冷地区很多电厂在主厂房大门处都出现结冰, 从而影响设备正常运行和电厂安全, 消耗更多室内的热量, 损失能耗, 因此厂房特大门是厂房防寒保温的薄弱环节。为了满足核电常规岛汽轮机发电厂房室内温度高于 5 °C 标准, 满足厂房采暖节能要求, 本文探讨一种保温特大门—闭合空气幕防寒保温特大门的设计, 适用于寒冷地区的核电常规岛汽轮机发电厂房主大门。

1 主要技术特点和指标

闭合空气幕防寒保温特大门由外部挡风钢大门、中间保温卷帘(PVC膜+玻璃棉毡卷帘, 厚度约 10~15 mm)、内侧保温卷帘组成, 外侧钢大门门缝采用发泡橡胶填充, 门与地面采用橡胶板形成密封状态。利用门柱(约有 1.8 m 空间)、顶横梁、

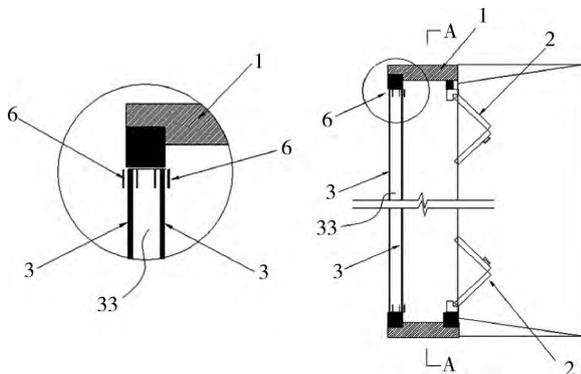
收稿日期: 2016-02-01

作者简介: 金蕾(1982), 女, 湖南常德人, 高级工程师, 硕士, 主要从事建筑设计及研究工作(e-mail) zhang@gedi.com.cn。

钢大门、两道 PVC 卷帘在厂房内形成两道垂直封闭空气间层,利用 PVC 卷帘、封闭空气间层获得良好保温效果,参考建筑热工的传热学热阻计算方法,对于垂直空气间层,间层厚度在 40 mm 以上时,封闭空气间层热阻值 $R_1 = 0.18 \text{ m}^2\text{k/W}$ 。一层 PVC 膜 + 玻璃棉毡卷帘的热阻值根据相关资料约为 $R_2 = 0.368$,总热阻为两个空气间层和两道膜以及 4 个内表面换热阻,一个外表面换热阻(外表面换热阻为 $0.05 \text{ m}^2\text{k/W}$,4 个内表面换热阻为 $0.11 \text{ m}^2\text{k/W}$)。 $R_{\text{总}} = 2 \times (R_1 + R_2) + 0.05 + 4 \times 0.11 = 1.586 \text{ m}^2\text{k/W}$,考虑卷帘密封效果不理想,乘以折减系数 0.7, $R_{\text{总}} = 1.586 \times 0.7 = 1.11$,比一般双层窗的效果好。而采用一般保温门,考虑门外包 30 厚玻璃棉毡,热阻 $R_{\text{总}} = 0.76 \text{ m}^2\text{k/W}$,而且在大门入口处冷桥对室内温度有非常大影响,容易引起地面结露(或结冰)。

2 设计方案

以下对本设计作进一步的详细说明。参照图 1~图 3 所示的汽轮发电厂房闭合空气幕防寒保温特大门结构,包括有钢大门门主体 1 和挡风门 2,所述挡风门 2 内侧至少设有一层以上的空气防寒卷帘 3,所述的空气防寒卷帘 3 上方设有一驱动卷轴 4,下方设有自重导向构件 5,空气防寒卷帘 3 上方通过卷轴 4 安装在门主体 1 上,下方通过自重导向构件 5 在门主体 1 两侧对应的导轨滑槽 6 上进行导向滑动,实现下降关闭和上升打开功能,使空气防寒卷帘 3 作为挡风门 2 内的空气幕防寒保温闭合层。



注: 1——钢大门门主体; 2——挡风门; 3——空气防寒卷帘; 4——驱动卷轴; 6——导轨滑槽; 33——封闭空气隔层

图 1 保温大门和卷帘侧部放大示意图

Fig. 1 Schematic drawing of the thermal insulation gate and rolling curtain at the side

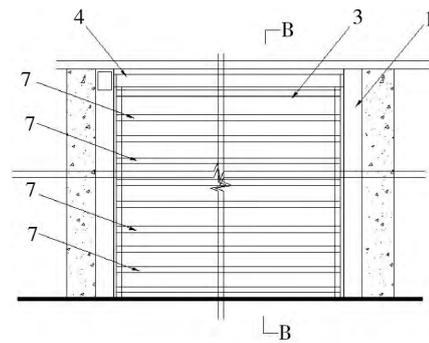
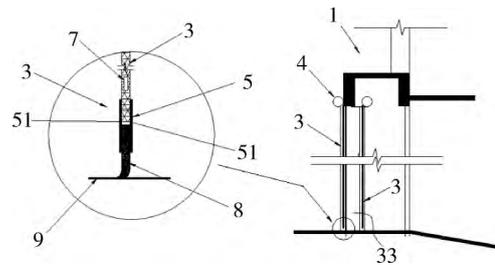


图 2 A-A 剖面图

Fig. 2 Section A-A



注: 1——钢大门门主体; 3——空气防寒卷帘; 4——驱动卷轴; 5——自重导向构件; 7——硬质支撑片; 8——橡胶板; 9——地面; 33——封闭空气隔层; 51——固定板

图 3 B-B 剖面和卷帘底部放大图

Fig. 3 Section B-B and rolling curtain at the bottom

实施例中,所述挡风门 2 为双开折叠门,所述的两层空气防寒卷帘 3 之间形成两道垂直封闭层,使两道空气防寒层 3 构成封闭空气隔层 33,该空气防寒卷帘 3 由两层 PVC 膜 31 和一层玻璃棉毡层 32 构成,其厚度约 10~15 mm,所述的两层 PVC 膜 31 分别覆在玻璃棉毡层 32 上下表面上,以致可增强玻璃棉毡层 32 的紧密性和耐用性,同时也可改善空气防寒层 3 的卷起或下垂关闭的稳定性能。为了进一步改善空气防寒层 3 的开启、关闭操作的稳定性能,在空气防寒卷帘 3 内分布有若干条硬质支撑片 7,该硬质支撑片 7 采用金属或塑料材料制成,硬质支撑片 7 平行分布在空气防寒层 3 内,硬质支撑片 7 两端分别位于导轨滑槽 6 上。

所述的自重导向构件 5 为夹紧固定在空气防寒卷帘 3 底部两侧的两块固定板 51,固定板两端滑动安装在导轨滑槽 6 上,使硬质支撑片 7 带动空气防寒卷帘 3 沿导轨滑槽 6 下放或卷起,该自重导向构件 5 增加空气防寒卷帘 3 下垂的重量,使其空气防寒卷帘 3 下放更加顺畅、稳定。

为了使门的密封、保温性能更佳,在折叠门门

缝上设有发泡橡胶条软性密封配合,在自重导向构件5底部设有一块发泡橡胶板8,所述的发泡橡胶板8与空气防寒层3厚度相对应,通过两块固定板51的上部分夹紧在固定空气防寒层3上,下部分夹在发泡橡胶板8,利用螺栓固定紧密连接。导轨滑槽6内两侧设有毛刷。

本设计应用时,厂房围护结构中的外墙、室内地坪以下采用实心砖墙,室内地坪以上、 $\nabla 10.0\text{ m}$ 标高以下采用300厚页岩空心砖墙, $\nabla 10.0\text{ m}$ 标高以上采用带保温隔热层的复合金属墙板,主厂房主要大门(即门主体1)为 $8\text{ m}\times 10.5\text{ m}$ 。双开折叠门(即外门、挡风门)采用双开平开钢骨架钢板门,在门缝之间、门缝与墙体均采用发泡橡胶压条,门底缝采用耐磨橡胶板8与地面9接触,内侧采用空气防寒层3作为保温和空气间层,卷帘两侧采用不锈钢导轨滑槽6,槽内采用刷毛密封。当设有两道的空气防寒层3时,形成两道垂直封闭空气间层,利用两道空气防寒层3构成的封闭空气间层获得良好保温效果。项目大门照片如图4所示。



图4 大门照片

Fig. 4 Picture of the door

3 结论

1) 挡风门内侧设有一层以上的空气防寒卷帘,空气防寒卷帘上方设有一驱动卷轴,下方设有自重导向构件,空气防寒卷帘上方通过卷轴安装在门主体上,下方通过自重导向构件在门主体两侧对应的导轨滑槽上进行导向滑动,实现下降关闭和上升打开功能,使空气防寒卷帘作为挡风门内的空气幕防寒保温闭合层。由此,使汽轮发电厂大门不但开启、关闭操作性能更好,且进一步显著提高室内的保温性能,使用效果更佳。

2) 空气防寒卷帘下设有自重导向构件,内分布有若干条硬质支撑片,由此使空气防寒卷帘在导轨滑槽滑动开启、关闭操作更佳顺畅,提高使用性能。

3) 自重导向构件底部设有一块发泡橡胶板,门缝上设有发泡橡胶条软性密封配合,由此,进一步改善门的密封性能,提高室内的保温性能,避免汽轮发电厂内热量流失,进而节约能源。

对于寒冷地区,保证室内最低环境温度大于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,室内不出现冰冻现象。满足建筑节能要求,当室内采暖温度按 $16\text{ }^{\circ}\text{C}$,室外温度为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,每天节约采暖能耗约 $Q = (2\ 321 - 1\ 112) \times 24 = 29.016\text{ MW}$ 。折算成标煤,采暖每天节约标煤 85 kg 左右。

本设计应用于辽宁红沿河核电厂汽轮发动机厂房,经过2013年11月25日至30日的门口温度实测,最低温度为 $6.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,时间是2013年11月30日凌晨1点至3点之间,满足核电厂汽轮发动机厂房边界温度大于等于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 最低要求。

参考文献:

- [1] GB 50660—2011,大中型火力发电厂设计规范[S].
- [2] 曹大光,薛军.提高建筑物外窗外门保温性能的措施[J].门窗,2007(1):28-30.

(责任编辑 高春萌)