



中国电力投资集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

火电工程保温设计与 施工管理导则

中国电力投资集团公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



中国电力投资集团公司
CHINA POWER INVESTMENT CORPORATION

火电工程保温设计 与施工管理导则

中国电力投资集团公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本导则在认真总结多年来火力发电厂保温工程设计、施工、运行实践经验的基础上,以项目全寿命周期效益最大化为原则,从系统的角度对火力发电厂保温工程设计、施工和运行维护等方面,提出技术要求和管理要求,突出了一体化管理理念,强化了接口的衔接与管理;对中国电力投资集团公司近几年投产机组保温工程的良好实践进行总结和提升,对存在的问题提出有针对性的管理措施,以进一步提高新建火力发电厂保温工程的管理水平、工程质量水平和投产机组经济性。

本导则主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和符号、总则、设计与施工的管理规定、保温设计的基本规定、保温材料、保温计算、保温结构、保温施工、保温工程验收及附录等 12 部分内容。

本导则重点突出,内容翔实、紧密联系实际,具有较强的针对性和实用性,适合从事火力发电厂保温工程设计、施工、工程建设管理和工程监理的人员以及火力发电厂生产运行人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

火电工程保温设计与施工管理导则/中国电力投资集团公司
组编. —北京:中国电力出版社, 2014. 5

ISBN 978 - 7 - 5123 - 5728 - 0

I. ①火… II. ①中… III. ①火电厂 - 保温工程 - 设计 ②火
电厂 - 保温工程 - 工程施工 - 施工管理 IV. ①TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 056750 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 5 月第一版 2014 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 5.25 印张 121 千字

印数 0001—2000 册 定价: 28.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《火电工程保温设计与施工管理导则》

编写委员会

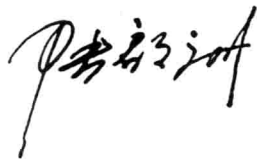
主 任	陆启洲					
副 主 任	邹正平					
委 员	原 钢	徐 杨	王 海	黄宝德	岳 乔	
	李 牧	张 昊	詹 扬	李京一	谈琪英	
	汪泽壮					
主 编	徐 杨					
副 主 编	李京一	王 海	李 牧	李建勋		
编 委	黄宝德	岳 乔	张 昊	谈琪英		
	汪泽壮	熊建明	金明权	李 彬		
编写人员	谈琪英	白 杰	汪 杰	吴一君	金明权	
	郭笃鹏	李少华	孙家华			
审查人员	赵连东	戎 刚	刘广赞	蒋丰平	韩成伟	
	崔男寿	张恒洋				

序

随着工业化、城镇化的推进，资源短缺和环境污染对经济发展的约束日益凸显，能源消费控制已成为倒逼我国转变经济发展方式的“突破口”，但国家经济发展对电能的刚性需求和我国的资源禀赋，决定了火电在电力供应中较长时期仍将处于主导地位，以火电为主的电源结构在一定时期内将难以改变。在此环境下，优化火电技术，提高火电燃煤机组热效率和经济性，是节能减排的主要手段之一，仍将是火电燃煤电厂的重点工作之一。

近年来，中国电力投资集团公司（以下简称集团公司）按照国家经济发展大局和能源产业政策要求，积极推进电源项目发展，优化发展大容量、高参数、环保型火电，火电产业迈进了大机组、大电厂和高自动化的新时代，先后建成了一批具有国内先进水平的火电机组，火电机组经济性明显提高，能耗显著下降。为进一步提高集团公司新投产火电机组经济运行水平，进一步降低能耗，集团公司火电专业部门组织了国内新投产火电机组经济性运行情况专项调研，重点了解了汽轮机热耗、空气预热器漏风、阀门内漏、真空严密性和保温等经济性指标情况，广泛征询了方方面面的意见和建议。在此基础上，集团公司火电部组织编制了《火电工程保温设计与施工管理导则》，按照管理一体化要求，对火力发电厂保温工程设计、施工和运行维护等方面提出了技术要求和管埋要求，以对新建火电机组和火电机组技术改造的保温工程全过程管理工作进行指导。

本导则是在总结多年来国内火力发电厂保温工程设计、施工和运行实践经验的基础上，又结合了近几年投产机组保温调研情况编制而成的，有较强的系统性和针对性。希望本导则的出版，能够进一步提高集团公司火电项目保温工程的设计和施工管理水平，提高投产机组的经济性，为集团公司节能减排和火电产业可持续发展做出更大的贡献，也希望为我国火电建设同行提供有益的帮助和借鉴。



2014年3月

前 言

为提高集团公司新建火力发电机组的性能指标，减少火力发电厂设备和管道的散热损失，改善生产环境，提高经济效益，强化技术标准，从设计、施工工艺上规范机组保温管理行为，明确责任界限，全面提高机组投产水平，确保新投产机组安全、可靠、经济、环保运行，特编写了《火电工程保温设计与施工管理导则》。

本导则遵循现行的有关法律、法规、管理标准、技术标准、电力行业有关标准和相关的其他行业标准，规定了火力发电厂的设备、管道及其附件的保温设计、施工应遵循的基本原则和设计、施工要求。

本导则主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和符号、总则、设计与施工的管理规定、保温设计的基本规定、保温材料、保温计算、保温结构、保温施工、保温工程验收及附录，共 12 部分内容。

本导则由集团公司组织编写，中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司、黄山壮大电力工程有限公司和中电投电力工程有限公司参与编写。

本导则作为集团公司的企业指导性标准，适用于集团公司范围内火电工程的保温设计与施工管理，要求集团公司火电工程建设各有关方面认真贯彻执行。

限于编者水平，导则中难免存在疏漏之处，在实施过程中有任何意见和建议，请及时反馈到集团公司火电部，以便及时修订。

编写委员会

2014 年 3 月

目 录

序
前言

1	范围	1
2	规范性引用文件	2
3	术语和符号	3
3.1	术语	3
3.2	符号	5
4	总则	7
5	设计与施工的管理规定	8
5.1	职责	8
5.2	设计管理	9
5.3	施工管理	10
6	保温设计的基本规定	13
7	保温材料	15
7.1	保温材料性能要求	15
7.2	保温层材料选择	16
7.3	保护层材料选择	17
7.4	防潮层材料选择	18
7.5	保温材料质量与验收要求	18
8	保温计算	21
8.1	保温计算原则	21
8.2	影响保温经济厚度的主要因素分析	22
8.3	主要影响因素的选择原则	22
9	保温结构	27
9.1	一般规定	27
9.2	保温层	27
9.3	保护层	29
9.4	防潮层	31
9.5	锅炉本体保温结构及要求	31
9.6	汽轮机本体保温结构及要求	34
9.7	除尘器本体保温结构及要求	34
9.8	风机降噪隔声结构及要求	34
9.9	脱硫系统设备、管道及其附件的保温结构及要求	35

9.10	脱硝系统设备、管道及其附件的保温结构及要求	35
10	保温施工	36
10.1	施工准备	36
10.2	一般规定	36
10.3	锅炉本体保温	39
10.4	浇注	41
10.5	汽轮机本体保温	44
10.6	箱、罐容器保温	45
10.7	烟、风、煤系统保温	45
10.8	汽水管道保温	46
10.9	金属结构保护层	47
10.10	非金属外护层施工	50
10.11	防潮层施工	51
11	保温工程验收	52
11.1	工程验收应具备的条件	52
11.2	热力设备保温工程冷态验收	52
11.3	热力设备保温工程热态验收	54
附录 A	(规范性附录) 保温计算方法	55
附录 B	(资料性附录) 常用保温材料性能	58
附录 C	(资料性附录) 质量通病的防治	68
附录 D	(资料性附录) 工程应用案例	71

1 范 围

本导则规定了火力发电厂的设备、管道及其附件的保温设计、施工应遵循的基本原则和设计、施工要求。

本导则适用于火力发电厂的设备、管道及其附件的保温设计和施工，包括汽轮机本体、锅炉本体、脱硫系统、脱硝系统、辅助设备本体等的保温设计和施工。

本导则不适用于电气、土建专业的有关保温设计和施工。

燃气—蒸汽联合循环电站以及生物质发电站的保温设计和施工可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本导则的引用而成为本导则的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本导则，然而，鼓励根据本导则达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本导则。

GB 50126—2008	工业设备及管道绝热工程施工规范
GB 50185—2010	工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范
GB 50212	建筑防腐蚀工程施工及验收规范
GB 50660—2011	大中型火力发电厂设计规范
GB/T 4132—1996	绝热材料及相关术语
GB/T 8174—2008	设备及管道绝热效果的测试与评价
GB 8624—2006	建筑材料及制品燃烧性能分级
GB/T 17393—2008	覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范
DL/T 5054	火力发电厂汽水管道设计技术规定
DL/T 5072—2007	火力发电厂保温油漆设计规程
DL 5190.2—2012	电力建设施工技术规范 第2部分：锅炉机组
DL/T 934—2005	火力发电厂保温工程热态考核测试与评价规程

3 术 语 和 符 号

3.1 术 语

下列术语和定义适用于本导则。

3.1.1 绝热 thermal insulation , insulation

保温与保冷的统称。

3.1.2 保温 insulation or hot insulation

覆盖在设备、管道及其附件上,以达到减少散热损失或降低其外表面温度的目的而采取的措施。

3.1.3 绝热结构 thermal insulation construction

由绝热层、防潮层、保护层等组成的结构综合体。

3.1.4 绝热层 thermal insulation layer

对维护介质温度稳定起主要作用的绝热材料及其制品。

3.1.5 防潮层 vapor barrier

为防止水蒸气迁移的结构层。

3.1.6 保护层 insulation jacket (cladding)

- 1 包裹绝热层的各种金属或非金属及灰浆抹面层。
- 2 为防止绝热层和防潮层受外界损坏所设置的外护结构。

3.1.7 固定件 fastener

固定绝热层及保护层用的构件,包括螺栓、螺母、销钉、钩钉、自锁紧板、箍环箍带、活动环、固定环等。

3.1.8 支撑件 supporting elements

支撑绝热层及保护层用的构件,包括托架、支撑环、支撑板等。

3.1.9 环向接缝 circumferential joint

垂直于设备和管道轴线的接缝,也指方形设备的横缝、水平缝。

3.1.10 纵向接缝 longitudinal joint

平行于设备和管道轴线的接缝。

3.1.11 伸缩缝 expansion joint

为使绝热结构中因温度变化而产生的应力给予有规律集中的结构方式。

3.1.12 保温层 insulation layer

为达到保温的目的而设置的隔离层。

3.1.13 复合保温 composite insulation

由两种不同材料的保温层,在设备、管道及其附件外表面采取的分层包覆措施。

3.1.14 留置空气层 air-space layer

在带加固肋的平面(烟风道和风机等设备)的外表面和保温层之间设置的空气隔离层。

3.1.15 经济厚度 economic thickness

保温结构表面散热损失年费用和保温结构投资的年分摊费用之和为最小值时的保温层计算厚度。

3.1.16 介质焓质系数 exergic coefficient of medium

介质做功能力相对于锅炉过热器出口过热蒸汽做功能力之比。

3.1.17 散热密度 areal density of heat loss

保温结构外表面单位面积的散热量。

3.1.18 散热线密度 lineal density of heat loss

保温结构单位长度的散热量。

3.1.19 硬质绝热制品 rigid insulation

制品使用时能基本保持其原状，在 2kPa 荷重下，其可压缩性小于 6%，制品不能弯曲。

3.1.20 半硬质绝热制品 semi-rigid insulation

制品在 2kPa 荷重下，其可压缩性为 6%~30%，弯曲 90°以下尚能恢复其形状。

3.1.21 软质绝热制品 soft insulation

制品在 2kPa 荷重下，可压缩性为 30%以上，可弯曲 90°以上而不损坏。

3.1.22 绝热材料的允许使用温度 allow service temperature for insulation materials

绝热材料及其制品在长期运行时，材料没有变形、融化、焦化、疏松、松散、失强等现象的温度。

3.1.23 最高使用温度 maximum service temperature

在保证正常使用的条件下，材料所能承受的最高温度。

3.1.24 保温（层）材料 thermal insulation material

为达到对载热体保温的目的而设置的隔热（层）材料。

3.1.25 膨胀珍珠岩绝热制品 expanded perlite insulation

以膨胀珍珠岩为主要成分，掺加适量的黏结剂制成的绝热制品。

3.1.26 硅酸钙绝热制品 calcium silicate insulation

以经蒸压形成的水化硅酸钙为主要成分并掺有增强纤维的绝热制品，按产品水化产物不同，分为托贝莫来石型和硬硅钙石型等。

3.1.27 岩棉 rock wool

主要由熔融天然火成岩制成的一种矿物棉。

3.1.28 矿渣棉 slag wool

主要由熔融矿渣制成的一种矿物棉。

3.1.29 玻璃棉 glass wool

主要由熔融玻璃原料或玻璃制成的一种矿物棉。

3.1.30 硅酸铝棉 aluminum silicate wool

主要由熔融状硅酸铝矿物制成的一种矿物棉。

3.1.31 硅酸盐复合绝热涂料 silicate compound plaster for thermal insulation

以硅酸盐类纤维材料、填料及黏结剂、助剂等为原料按一定配比，先将纤维松解，然后再经混合、搅拌而成黏稠状浆体，涂敷在工作面上，干燥后作为绝热层的材料。

3.1.32 泡沫石棉制品 asbestos foam

以温石棉为主要成分制成的多孔状制品。

3.1.33 憎水率（度） hydrophobic ratio

绝热材料浸水后，抵抗水渗透的性能，以质量百分比或体积百分比表示。

3.1.34 热荷重收缩温度 temperature for shrinkage under hot load

试样在荷重作用下，厚度收缩率为10%时所对应的温度。

3.1.35 硅酸铝棉板 aluminum silicate wool board

用加有黏结剂的硅酸铝棉制成的具有一定刚度的平面制品。

3.1.36 硅酸铝棉毡 aluminum silicate wool fell

用加有黏结剂的硅酸铝棉制成的柔性平面制品。

3.1.37 硅酸铝棉针刺毯 needled aluminum silicate wool blanket

将不加黏结剂的硅酸铝棉采用针刺方法，使其纤维相互勾织，制成的柔性平面制品。

3.1.38 加热永久线变化 permanently near change on beating

在规定的温度下，恒温一定时间后冷却至室温，试样线尺寸的不可逆变化量占原长度的百分率。

3.1.39 蠕胀测点 creep expansion measure point

设置在监察段或蒸汽管道上，对管道进行蠕变变形测量的装置或标记。

3.1.40 膨胀系数 linear expansivity

指温度每变化1℃材料长度变化的百分率。固体物质的温度每改变1℃时，其长度的变化和它在0℃时长度之比，也叫做线膨胀系数。

3.1.41 膨胀间隙 expansion clearance

随同管道或设备壁面移动的保温结构与相邻的固定物件之间，或热位移方向与保温结构不一致的转动物件之间所设置的空间，以防止保温结构在热位移中受到挤压而变形破损。

3.2 符 号

下列符号适用于本导则，内容摘自 DL/T 5072—2007 《火力发电厂保温油漆设计规程》，见表3.2。

表3.2 符号含义表

符 号	单 位	含 义
A_e	—	介质烟质系数
A_i	%	内部收益率
C	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	介质比热容
D_1	mm	保温层外径，复合保温内层外径
D_2	mm	复合保温外层外径
D_i	mm	管道内径
D_o	mm	管道外径
h	kJ/kg	介质比焓
K_r	—	管道通过支吊架处散热附加系数

表 3.2 (续)

符 号	单 位	含 义
L	m	管道实际长度
P_1	元/m ³	保温层单位造价, 复合保温内层单位造价
P_2	元/m ³	复合保温外层单位造价
P_3	元/m ²	保护层单位造价
P_h	元/GJ	热价
q	W/m ²	保温结构外表面散热损失
q_L	W/m	保温结构线散热损失
q_m	kg/s	介质流量
$[q]$	W/m ²	保温结构外表面允许散热损失
S	—	保温工程投资贷款年分摊率
s	kJ/(kg · K)	介质比嫡
t	℃	设备和管道外表面温度
t_a	℃	环境温度
t_b	℃	复合保温内外层界面处温度
t_s	℃	保温结构外表面温度
t_m	℃	保温材料内外表面温度平均值
ν	m ³ /kg	介质比体积
w	m/s	室外风速
τ	h	年运行时间
α	W/(m ² · K)	保温结构外表面传热系数
α_c	W/(m ² · K)	对流传热系数
α_n	W/(m ² · K)	辐射传热系数
δ	mm	保温层厚度
δ_1	mm	复合保温内层厚度
δ_2	mm	复合保温外层厚度
λ	W/(m · K)	保温层材料热导率 (导热系数)
λ_1	W/(m · K)	复合保温内层材料热导率 (导热系数)
λ_2	W/(m · K)	复合保温外层材料热导率 (导热系数)
λ_k	W/(m · K)	空气的热导率 (导热系数)
ν	m ² /s	空气运动黏度

4 总 则

- 4.0.1** 为了加强火力发电厂设备和管道的保温设计及施工质量，降低散热损失，满足生产工艺的要求，改善生产环境，提高机组运行水平及经济效益，特制定本导则。
- 4.0.2** 保温设计应做到技术先进、经济合理、安全可靠、整洁美观，且便于施工和维护。
- 4.0.3** 为了确保保温工程质量，控制工程造价，设计单位应对保温材料的选择及性能提出明确的要求。
- 4.0.4** 凡未经具备国家相应资质的法定检测机构鉴定的新型保温材料，不得在火力发电厂保温设计中使用。
- 4.0.5** 保温设计除按本导则规定外，还应对保温的施工及验收按 GB 50126—2008《工业设备及管道绝热工程施工规范》、GB 50185—2010《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》的有关规定提出要求。
- 4.0.6** 保温工程完工后，应按 DL 5190.2—2012《电力建设施工技术规范 第2部分：锅炉机组》、GB 50185—2010《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》进行质量检验和评定。机组投产运行后，应按 DL/T 934—2005《火力发电厂保温工程热态考核测试与评价规程》对保温效果进行测试和评价并提出报告。
- 4.0.7** 火力发电厂的保温设计及施工除应遵守本导则规定外，尚应符合现行的有关国家和行业标准的规定。

5 设计与施工的管理规定

5.1 职 责

5.1.1 集团公司火电专业部门

1 负责贯彻执行国家、行业有关火电工程建设法律、法规、方针、政策以及国家、行业现行工程建设技术标准、规程、规范，负责制定集团公司火电工程建设规章制度、管理规定及保温设计与施工导则等规范性文件，并组织落实、实施。

2 负责组织初步设计编制原则评审，批复初步设计及概算，负责管理、指导设计优化工作，批复限额以上重大设计变更。

3 参与确定工程建设招标方案，参加工程设计、施工、监理等集中招标范围内的招标工作。

4 负责指导、监督、检查、协调工程建设过程中保温设计、材料选择、施工等工程建设管理相关的工作。

5 负责组织收集投产机组保温效果检测相关数据，负责组织对保温材料供应商、施工承包商评价工作，并反馈到设计和招标采购相关环节。

5.1.2 二级单位

1 贯彻执行集团公司发布的工程建设标准和工程建设管理规定，全面负责本单位火电工程建设管理工作，监督、检查、指导建设单位火电工程建设管理工作。

2 负责组织初步设计内审，委托初步设计审查，向集团公司上报初步设计批复的申请。

3 参加集团公司集中招标，负责组织集团公司集中招标范围以外的招标管理工作。

4 组织、协调设计优化工作，批复限额以下重大设计变更。

5 负责指导、监督、检查、协调工程建设过程中设计、施工等工程建设管理相关的工作。

6 参与保温材料供应商、施工单位评价工作。

7 组织本单位保温工程技术交流等工作。

5.1.3 建设单位

1 贯彻落实国家火电工程建设法律、法规、方针、政策以及国家、行业现行工程建设技术标准、规程、规范和集团公司、主管二级单位发布的工程建设标准、工程建设管理规章制度、管理规定、导则和手册等规范性文件，负责保温设计、材料选择、施工全过程管理。

2 负责项目前期保温专项调研，负责主机设备招标、设计阶段的保温工程设计优化。

3 参与集团公司和二级单位组织的工程招标。

4 负责组织编制保温专业专项管理文件。

5 负责确定保温材料供应商、施工承包商。

6 参与审核施工承包商保温工程施工组织专业设计和专项施工方案。

7 负责确认保温材料检测单位，参与保温材料进场验收，审核保温材料复验报告。

8 参与审查保温工程质量检验计划，参加重要工序和重要隐蔽工程验收。

- 9 参与保温工程质量检查、验收和评定工作。
- 10 负责组织机组整套试运期间全厂设备及系统保温层表面温度的测试。
- 11 负责组织机组投产后保温效果测试和评价。
- 12 负责组织对保温设计单位、保温材料生产单位、保温施工单位提出评价意见。

5.1.4 监理单位

- 1 负责编制保温工程专项监理措施和保温工程监理实施细则。
- 2 负责配备保温专业监理工程师和专业监理员。
- 3 负责组织审查保温材料供应商、施工单位和保温材料检测单位资质。
- 4 负责组织审查保温工程施工组织专业设计和专项施工方案。
- 5 负责组织审查施工承包商保温工程质量检验计划。
- 6 负责组织保温材料、制品进场验收、见证取样和中间抽查验收，并对重要保温材料进行检测旁站。
- 7 负责对重要、关键设备和管道保温施工实施全过程旁站监理。
- 8 负责组织对隐蔽工程、检验批、分项工程、分部工程进行验收。

5.1.5 设计单位（含主机设备厂家）

- 1 贯彻执行国家和行业现行的设计标准和集团公司对工程设计的有关规定。
- 2 负责编制保温工程专题报告，开展保温设计优化及科技创新。
- 3 参与保温材料厂家考察和确认工作。
- 4 负责保温工程设计。
- 5 负责保温工程开工的设计交底工作。
- 6 参与重要、关键保温工程验收。
- 7 负责向建设单位提交保温设计总结。

5.1.6 施工单位

- 1 负责编制保温工程施工组织专业设计和保温专项施工方案，参与建设单位组织的设计优化，负责锅炉受热面、炉顶密封、汽轮机、四大管道等重要部位、重点区域二次设计和详图设计。
- 2 负责建立健全工程质量管理体系，建立保温工程材料采购、进场验收、贮存、质量验收、成品保护等相关制度，并贯彻实施。
- 3 负责按照现行保温工程施工技术标准、规范和批准的施工组织设计、专项施工方案要求组织施工，控制保温工程人、机、料、法、环、测等环节。
- 4 负责编制保温工程质量检验计划并贯彻执行。
- 5 负责组织材料供应商的选择，报监理单位和建设单位审核、确认。
- 6 负责保温工程原材料、半成品、成品的采购、保管、复试、发放、施工。
- 7 负责保温工程不符合项的闭环管理。

5.2 设计管理

- 5.2.1 建设单位在项目前期应根据可研报告、机组选型等技术文件开展保温专项调研，为主机设备招标、编制初步设计原则做好相应准备。
- 5.2.2 建设单位在组织编制主机设备招标文件、设计招标文件时应明确提出保温技术指标