

CAESARII 在主蒸汽汽锤计算中的应用

徐永松

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川成都 610016)

摘要:应用 CAESARII 软件对新疆工程主蒸汽汽锤动态工况进行应力分析, 假定边界条件, 组合冲击荷载工况, 定义时程及步长, 描述频谱响应, 在控制结果参数后输出主蒸汽运行动态工况结果。针对结果最大应力点等指导后期管道运行及施工安装, 设置阻尼器稳固管系, 保证运行安全可靠。

关键词:汽锤; 时程; CAESARII; 动态荷载; 主蒸汽;

中图分类号: U664

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2014)S2-122-03

电厂蒸汽管道计算通常用静态分析方法, 当偶然荷载等工况时, 需要用动态分析方法计算, 一般设计单位采用 CAESARII 等之类的软件对汽水管道进行应力模拟分析。在电厂蒸汽管道中, 当汽轮机突然甩负荷或紧急情况时, 主蒸汽阀门要求快速关闭, 保护汽轮机, 此时, 阀门关闭将使主蒸汽运动受到阻碍, 瞬时压力上升, 产生一种汽锤力, 给管道设备带来更大冲击, 因此主蒸汽汽锤计算的合理性对机组安全运行十分重要。

1 汽锤力计算

新疆奎山 2X350MW 热电联产工程, 主蒸汽管道应力计算模型如图 1。

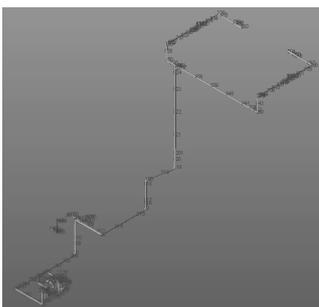


图 1 主蒸汽计算模型

在管道弯头处产生附加汽锤力产生的瞬态荷载, 通过 CAESARII 动态应力分析, 选择阻尼器响应汽锤力瞬态荷载, 从而对稳固整个主蒸汽管系。采用时程分析法计算汽锤力的大小, 建立数据模型的基本假定为:

1) 在整个过程中温度恒定;

2) 蒸汽视为理想气体;

3) 流动是无摩擦的;

4) 流体为单一流动;

5) 由于压力波的产生而引起的蒸汽特性的变化是等熵的;

6) 在阀门, 弯管, 三通, 大小头处的动力损失可忽略不计;

7) 汽源在压力波传播期间持续吸收能量。

已知条件为: 最高工作压力 25.4 MPa, 最高工作温度 576 °C, 管道材料: A335P91, 最大工作流量 1 723.682 t/h, 阀门关闭时间 0.15 s。计算汽锤力结果如表 1 所示。

2 CAESARII 计算数据输入

2.1 时程定义及频谱响应

将主蒸汽管道每一转折管段作为一个时程段, 定义如下图 2。

Cmt	Name	Range Type
10	501-20	TIME
1	502-450	TIME
2	20-30	TIME
3	450-440	TIME
4	140-301	TIME
5	50-60	TIME
6	60-70	TIME
7	70-80	TIME
8	80-90	TIME
9	90-100	TIME
10	100-110	TIME
11	110-140	TIME
12	303-250	TIME
13	250-260	TIME
14	140-150	TIME
15	260-270	TIME
16	150-160	TIME
17	270-330	TIME
18	160-220	TIME

图 2 时程定义图

收稿日期: 2014-10-10

作者简介: 徐永松(1980-), 男, 硕士, 主要从事发电部电气设计工作。

表 1 汽锤力计算表

起始点	终止点	理论管长/ mm	管道内径/ mm	通流面积/ m ²	蒸汽流速/ (m · s ⁻¹)	流量/(kg · h ⁻¹)	汽锤力/N	起始时刻	生成时刻	衰减时刻	归零时刻
501	20	3 642	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	6 103.273 4	0	0.006	0.156	0.161
(502)	(450)										
20	30	9 608	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	16 101.112	0.006	0.02	0.17	0.185
450	440	7 143	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	11 970.259	0.006	0.016	0.166	0.176
440	301	3 486	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	5 841.848 2	0.016	0.021	0.171	0.176
30	60	21 230	330	0.085 529 859	74.202 766 44	1 723 682.78	71 154.583	0.02	0.051	0.201	0.231
60	70	10 600	330	0.085 529 859	74.202 766 44	1 723 682.78	35 527.017	0.051	0.066	0.216	0.231
70	80	9 200	330	0.085 529 859	74.202 766 44	1 723 682.78	30 834.77	0.066	0.079	0.229	0.243
80	90	15 600	330	0.085 529 859	74.202 766 44	1 723 682.78	52 285.044	0.079	0.102	0.252	0.274
90	100	9 000	330	0.085 529 859	74.202 766 44	1 723 682.78	30 164.449	0.102	0.115	0.265	0.278
110	140	31 600	330	0.085 529 859	74.202 766 44	1 723 682.78	105 910.73	0.127	0.173	0.323	0.369
303	250	1 778	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	2 979.577 2	0.173	0.176	0.326	0.328
250	260	27 743	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	46 491.794	0.176	0.216	0.366	0.406
140	150	3 000	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	5 027.408 1	0.216	0.22	0.37	0.374
260	270	5 050	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	8 460.803 7	0.173	0.18	0.33	0.338
(150)	(160)										
270	330	18 161	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	30 434.253	0.18	0.206	0.356	0.383
(160)	(220)										
330	联箱	16 000	235	0.043 373 613	73.161 441 97	861 841.39	26 812.843	0.206	0.23	0.38	0.403
(220)	中心										
最高	最高										
工作	工作	蒸汽比容/ 温度/(m ³ · kg ⁻¹)	最大流量/ (kg · h ⁻¹)	阀门关闭时间/ s	压力波传 播速度/ (m · s ⁻¹)	临界直 管长度/ m	临界汽锤力/ N				
Mpa	°C										
25.4	576	0.013 255 1	1 723 682	0.15	653.898 470 2	98.084 770 5	328 741.3				

在定义的基础上,将各个转折弯头处的汽锤瞬态力加载在各节点处,参照表一计算的汽锤力定义出大小、方向,在 Spectrum Name 模块输入汽锤响应的起始、终结时间长度,其中 0 和 1 表示的是载荷的幅值比例,1 代表最大载荷,0 表示无载荷作用。见下频谱响应图 3、汽锤力加载图 4。

和 EXP 等 5 个工况:
 OPE 工况包括:W+D1+T1+P1+H;
 SUS 工况包括:W+P1+H;
 EXP 工况包括:D1+T1
 W 为总重因素,D1 为位移因素,T1 为温度因素,P1 为压力因素,H 为弹簧因素。在 CAESAR II 计算结果中,一般可输出的计算结果是 OPE、SUS 和 EXP 工况。OPE 代表工作状态也就是热态工况,SUS 代表冷态工况。EXP 代表从冷态过渡到热态。此新疆项目主蒸汽管道动荷载计算工况是将时程和力组合定义,冲击荷载与 SUS 工况、OPE 工况组合对管道实际运行过程中动荷载时的状态进行模拟计算。

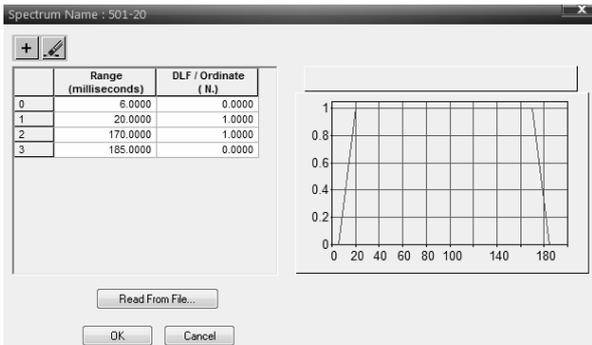


图 3 频谱响应图

2.2 动态荷载计算工况组合

在 CAESAR II 计算中比较常用的有 OPE、SUS

3 计算结果分析

3.1 计算控制参数

在进行动态荷载计算前应定义控制参数,主要是计算时长,时间步长,阻尼系数,输出工况数。

	Cmt	() Force	Direction	Node	Force Set #
0		-6103.2729	Z	20	1
1		-6103.2729	Z	450	2
2		-16101.1094	X	30	3
3		-11970.0000	X	440	4
4		5841.8477	(-1.,1.,0.)	301	5
5		71154.5781	Y	60	6
6		38878.6328	Z	70	7
7		30834.7695	X	80	8
8		52285.0391	Y	90	9
9		26812.8398	Z	100	10
10		29319.8398	Y	110	11
11		105910.0000	Z	140	12
12		2979.5771	(1.,0.,1.)	250	13
13		46491.7891	X	260	14
14		-5027.4067	X	150	15
15		8462.8037	Z	270	16
16		8462.8037	Z	160	17
17		30434.2500	Y	330	18
18		30434.2500	Y	220	19

图 4 汽锤力加载图

Editing Load Case 1 Of 2

	Cmt	Load Case	Factor
0		D1	1.0000
2		S5(W+P1+H(SUS))	1.0000

Editing Load Case 2 Of 2

	Cmt	Load Case	Factor
0		D1	1.0000
1		S3(W+D1+T1+P1+H(1.0000

图 5 工况组合图

1	Time History Time Step (ms)
0.5	Load Duration (DSRSS) (sec)
0.03	Damping (DSRSS) (ratio of critical)
0.5	# Time History Load Cases

图 6 计算控制参数图

3.2 计算结果分析

管道应力分析应保证管道在设计条件下具有足够的柔性,防止管道因热胀冷缩、管道支承或端点附加位移造成应力问题。对主蒸汽汽锤计算结果只选

取了最大应力状态及阻尼装置点数据见,计算结果表 2。

表 2 CAESAR II 计算结果表

HIGHEST STRESSES(KPa)

CODE STRESS %: 85.3@NODE 333

STRESS: 104511.9 ALLOWABLE: 114448

BENDING STRESS: 62506.9 @NODE 333

TORSIONAL STRESS: 12051.8 @NODE 9906

AXIAL STRESS: 48935.6 @NODE 865

3D MAX INTENSITY: 164956.5 @NODE 130

704	30225	7120	702	114568	1.00	1.00	37204	100113
	45 ms	345 ms	345 ms	345 ms			345 ms	
701	29960	9605	2680	119339	1.00	1.00	39711	100113
	390 ms	200 ms	385 ms	200 ms			200 ms	
702	31920	18865	-2184	120470	1.00	1.00	49625	100113
	105 ms	355 ms	385 ms	355 ms			355 ms	
703	31670	15932	-5504	128123	1.00	1.00	51365	100113
	105 ms	470 ms	470 ms	470 ms			470 ms	
706	31322	9390	1043	118393	1.00	1.00	39358	100113
	240 ms	410 ms	500 ms	415 ms			415 ms	
705	17301	10400	1203	91313	1.00	1.00	27225	100113
	305 ms	500 ms	455 ms	500 ms			500 ms	
707	30351	11648	-778	114253	1.00	1.00	41630	100113
	145 ms	500 ms	270 ms	500 ms			500 ms	

1)从表中可以看出在动态工况下,最大应力为 333 点,节点应力最大为 85.3%,因此追溯到主蒸汽管道是一个去二段抽汽的三通点,因此在选用热压弯头时应力应有所加强。

2)为了更好稳固整个主蒸汽管系,保证运行安全,在合理位置增设了,如数据表中编号为 701~707 的阻尼装置,以约束瞬态时管系振动,使整个主蒸汽管道支吊架设计更加合理,管系更加安全。

4 结 论

1)主要介绍了在主蒸汽汽锤动态计算的主要过程和结合 CAESAR II 软件计算汽锤的方法,对于类似管道动态应力计算,提供实践方法参考,对工程设计十分必要。

2)结合计算结果,合理真实模型管道运行工况受力,对偶然荷载采取行之有效的阻尼装置加以约束,指导蒸汽管系支吊装置的设计,同时对建设施工也有帮助作用,是蒸汽管道安全运行的有力保证。

参考文献:

[1] 怀利 EB. 瞬变流[M]. 北京:水利电力出版社,1983.

[2] 陈国宇. 蒸汽管道的汽锤暂态响应及其荷载的简化分析原理[J]. 热机技术,2001,4(2).

[3] 北京艾思弗计算机软件技术有限责任公司. Caesar II 用户手册[E].

[4] 唐永进署. 压力管道应力分析[M]:2 版. 北京:中国石化出版社,2010.

[5] 宋岢岢. 工业管道应力分析与工程应用[M]. 北京:中国石化出版社有限公司,2011.

常见金属复合保温板在电厂建筑围护体中的应用浅析

杨东旭, 谢淑君

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川成都 610016)

摘要:阐述了常见金属复合保温板中的压型钢板复合保温板和金属夹芯板的特点,分析了它们在电厂建筑围护体系中应用需要考虑的设计要素。通过总结常见金属复合保温板在工程应用中的问题,对实际工程中的构造设计进行优化,使其满足电厂建筑的使用环境、施工、造价等多方面的要求。

关键词:压型钢板复合保温板;金属夹芯板;电厂建筑;围护体系;优化设计

中图分类号: TM62

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2014)S2-125-05

1 前言

金属复合保温板是以金属为面层承重材料,并根据板材功能要求组合相应的保温、隔热、隔声、防火材料而构成的复合板材体系。目前,中国电厂建筑中常用的金属复合保温板有压型钢板复合保温板和金属夹芯板。它们在电厂建筑中主要作为屋面围护系统及墙面围护系统,已广泛地应用于新建、改扩建的电厂建筑中,并取得了良好效果。笔者通过对常见的金属复合保温板的选择与分析,论述其在屋面、墙面系统中的应用,剖析其在保温隔热、屋面防水、建筑防火及防雷设计等方面的设计要素,并为相应设计要求制定措施,以期为电厂建筑推荐满足“安全、适用、经济、美观、耐久”的新型建筑围护材料。

2 金属复合保温板的分类及特点

2.1 压型钢板复合保温板的分类及特点

压型钢板复合保温板通常在施工现场制作,根据复合保温板在电厂建筑中所处位置的不同,可分为屋面系统压型钢板复合保温板和墙面系统压型钢板复合保温板。

2.1.1 屋面系统压型钢板复合保温板

根据屋面系统压型钢板复合保温板的构造层次,分为单层压型钢板复合保温屋面、双层压型钢板复合保温屋面和压型钢板复合保温卷材防水屋面,

其相应构造及应用情况分别如图 1、图 2、图 3。

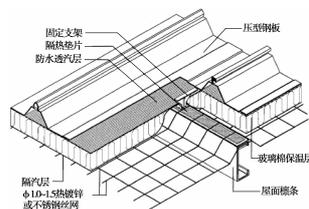


图 1 单层压型钢板复合保温板屋面

(需进行二次装修,室内装修要求较低时适用)

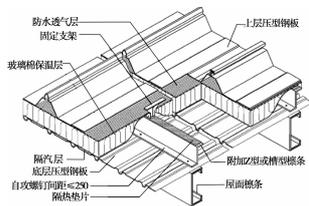


图 2 双层压型钢板复合保温板屋面

(可据装饰要求选择底板板形式和材质颜色)

2.1.2 墙面系统压型钢板复合保温板

根据墙面系统压型钢板复合保温板的构造,分为单层压型钢板复合保温墙面、双层压型钢板复合保温墙面,其相应构造及应用情况如图 4、图 5。

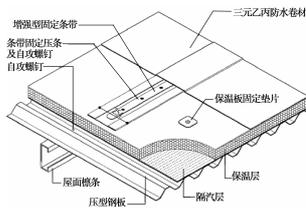


图 3 压型钢板复合保温卷材防水屋面

(防水可靠, 维修方便; 防水要求高时大量采用)

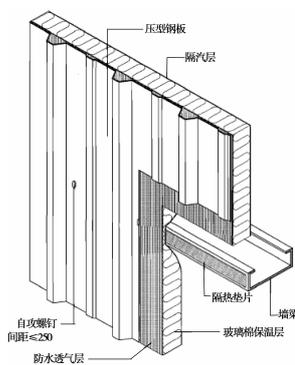


图 4 单层压型钢板复合保温墙体

(需进行二次装修, 室内装修要求较低时适用)

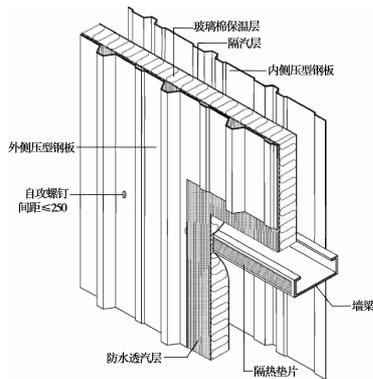


图 5 双层压型钢板复合保温墙体

(可据装饰要求选择内侧墙板形式和材质颜色)

2.2 金属夹芯板特点及分类

金属夹芯板是将彩色涂层钢板面板和底板与保温芯材通过粘结剂(或发泡剂)复合而成的保温复合围护板材。根据夹芯板芯材材料的不同,分为硬质聚氨酯夹芯板、聚苯乙烯夹芯板、玻璃棉复合板和岩棉夹芯板。金属夹芯板集承重、保温、防火、防水于一体,无需进行二次装修,并可制作无骨架的自承重组合式房屋,是一种用途广泛的新型建筑材料。各种类型金属夹芯板的特点见表 1。

表 1 金属夹芯板的特点

类型	特点
硬质聚氨酯夹芯板	具有极佳的保温隔热性能, 板材整体性极好, 燃烧性能为 B1 级, 产品种类丰富, 装饰性良好, 适用各种建筑需求。
聚苯乙烯夹芯板	保温隔热性能优异, 但防火性能较差, 芯材易燃、有毒, 燃烧性能为 B2 级, 价格便宜, 大量用于临建。
岩棉夹芯板	聚氨酯封边, 防火性能、保温隔热性能、隔音吸音性能显著, 燃烧性能为 A 级。
玻璃棉夹芯板	聚氨酯封边, 防火性能、保温隔热性能优秀, 燃烧性能为 A 级。

2.3 金属复合保温板的技术经济性对比

各种类型的金属复合板具有强度高, 隔音效果好, 施工效率高, 板型造型丰富美观等特点, 并在快速安装投入使用、可装可拆、材料周转重复使用等方面具有明显优势, 能够较大幅度地降低建筑工程的费用, 其技术经济性对比如表 2、表 3。

表 2 常见电厂建筑围护材料经济性对比

材料	施工单价	元/m ²	
		二次装修单价	综合单价
压型钢板复合板 (玻璃丝绵卷毡)	130	0	130
硬质聚氨酯夹芯板	145	0	145
加气混凝土砌块 (200 mm)	65	23	88

注: 本表中单价不含檩条价格

表 3 常见电厂建筑围护材料施工技术性对比

材料	施工效率	m ² /(天·人)	
		二次装修效率	综合效率
压型钢板复合板 (玻璃丝绵卷毡)	45	无需	45
硬质聚氨酯夹芯板	70	无需	70
加气混凝土砌块 (200 mm)	15	18	8

3 金属复合保温板围护体系设计要素

3.1 基板

选择金属复合保温板的基板时,应考虑基板的强度等级和基板厚度两个因素。

用作金属复合保温板基板的钢板,其屈服强度有 250 MPa、350 MPa、550 MPa 等级。基板强度等级的选择不仅与外部荷载作用的大小有关,而且还与板件间的连接方式有关。当屋面板间采取咬合式连接时,应保证金属复合保温板能够有适当的变形,此时应选择较低强度等级(250 Mpa,350 Mpa 级)的基板;当金属板采取扣合式连接时,应保证扣合部位的基板不因撕裂而导致基板抵抗力失效和涂层破坏,此时应选择较高强度等级(550 Mpa 级)的基板。板件间的连接方式,应符合防水要求。

工程中,由于屋面板、墙面板的外层钢板直接受到风荷载、雪荷载的作用,并易于受到室外不利环境因素的侵蚀,因此应选用较厚的钢板作为其基板;而屋面板、墙面板的内层板受室内环境影响,腐蚀性相对较低,且承受的风荷载、雪荷载较小,因此可选用较薄的钢板作为其基板。GB/T 12755—2008《建筑用压型钢板》中,要求工程中墙面基板的公称不宜小于 0.5 mm,屋面基板不宜小于 0.6 mm。《压型钢板、夹芯板屋面及墙体建筑构造》01J925—1 中规定,建筑围护用夹芯板的彩色钢板厚度为 0.5 mm、0.6 mm,如果条件允许,经计算屋面板底板和墙板内板也可以采用 0.4 mm 厚彩色钢板。

3.2 镀层

根据金属复合保温板使用环境的要求,可在基板表面上镀镀锌、镀锌铝或者镀铝锌。根据 GB50896—2013《压型金属板工程应用技术规范》附表 B.0.2 规定,基板在不同腐蚀性环境中推荐使用的公称镀层重量及使用范围见表 4。

表 4 不同腐蚀性环境的公称镀层重量 g/m²

镀层	C2	C3	C4
热镀锌镀层	90/90	125/125	140/140
热镀锌镀层	65/65	90/90	110/110
热镀锌铝镀层	50/50	60/60	75/75

注:1)C1、C5 类腐蚀性环境,镀层重量由供需双方在合同中约定;

2)表中分子、分母值分别表示正反面镀层重量。

3.3 涂层

常见的金属复合保温板涂层材料有聚酯树脂、

硅改性聚酯树脂、聚氯乙烯可塑溶胶和聚偏二氟乙烯等。选择涂层时,应考虑复合保温板的使用环境、用途及加工方式等因素,各涂层的技术性能见表 5。

表 5 涂层技术性能表

涂层名称	性能和适用范围
聚酯树脂面漆 (Polyester, PE)	辊压成型性、耐候性及室外稳定性良好,色彩亮丽多样;在一般直接暴晒环境下,其防蚀年限达 7—8 年,工业环境或污染及海蚀严重的地区,其使用寿命会降低。适用于空气污染不严重的地区
硅改性聚酯树脂面漆 (Silicone Modified Polyester, SMP)	耐腐蚀性、耐候性及色彩保持性优良,色彩亮丽多样。在一般直接暴晒环境下,其耐用年限达 10 年,严重污染的重工业区、腐蚀严重的海岸地区,其使用寿命会降低。适用于中等污染的工业区、商业区、住宅区、郊区、乡村等建筑物屋顶、墙板
高耐候聚酯涂料 (High Durable Polyester, HDP)	HDP 为高分子树脂材料,键能稳定,不易光解和水解。在日光中不易褪色,耐久年限高达 15 年,抗紫外线性优良,但其材质较软,耐磨失重较多,耐划性能稍差。性能介于强化聚酯漆和聚偏二氟乙烯之间
聚氯乙烯可塑溶胶 (PVC Plastisol)	耐化学药品性、耐盐水性、耐瓦斯性等性能极佳。在一般地区,其耐用年限达 15 年。适用于工业或住宅建筑的屋顶或外墙等,尤其是腐蚀状况特别严重的海岸地区或化学工业区与铝电解工场、镀锌工场等
强化聚酯漆	添加有洁面特殊配方,色彩亮丽持久,具有防灰尘堆积功能和防灰尘粘附功能,防腐性能卓越。在一般地区,其耐用年限达 15 年。适用于积灰较多的工业地区
聚偏二氟乙烯 PVDF (Polyvinylidene fluoride)	耐候性、耐腐蚀性、耐化学药品、耐溶剂性、耐热性、耐紫外线性、抗污染性及加工成型性等性能都极为优越,且色彩美观持久,能够在各种使用环境下保持漂亮的外观及完整性。在一般环境下,其耐用年限达 20 年,在大气污染、严寒、酷热、终年强烈暴晒等地区,其使用效果理想

3.4 芯材性能

常见的金属复合保温板以硬质聚氨酯、聚苯乙烯、玻璃丝棉和岩棉等为芯材材料。设计金属复合保温板围护体系时,应根据建筑使用环境对保温隔热性能、燃烧性能、降噪性能等的要求选择相应的芯材材料。常见的金属复合保温板的芯材材料特性见

表 6。

表 6 芯材材料特性

种类	保温隔热性能	燃烧性能	降噪性能
硬质聚氨酯	热传导系数 $\leq 0.023\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$	B1 级难燃材料	平均隔音量 $\geq 22.6\text{dB}(50\text{mm})$
聚苯乙烯	热传导系数 $\leq 0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$	B2 级易燃材料	平均隔音量 $\geq 20.0\text{dB}(50\text{mm})$
玻璃丝棉	热传导系数 $\leq 0.034\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$	A 级不燃材料	平均隔音量 $\geq 32\text{dB}(50\text{mm})$
岩棉	热传导系数 $\leq 0.044\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$	A 级不燃材料	平均隔音量 $\geq 37\text{dB}(50\text{mm})$

3.5 金属复合保温板屋面的防水设计

金属复合保温板屋面防水设计时,应根据建筑使用环境及建筑功能要求确定防水等级,选择相应的屋面板间连接方式或屋面防水卷材。根据 GB50345—2012《屋面工程技术规范》及 GB50896—2013《压型金属板工程应用技术规范》的要求,总结推荐金属复合保温板屋面构造与防水等级的关系见表 7。

3.6 金属复合保温板围护体系的防火设计

金属复合保温板建筑的非承重墙面系统的防火设计应满足 GB 50016—2006《建筑设计防火规范》3.2.5 条对建筑的防火等级、构件的耐火极限以及芯材的燃烧性能的要求。目前市场上出售的主流金属复合保温板均能较容易地满足电厂建筑对非承重墙防火设计的要求。

表 7 金属复合保温板屋面构造与防水等级关系表

板型	板件连接方式	防水等级
单层、双层压型钢板复合保温屋面	180°咬口锁边+防水垫层	II 级
	>180°咬口锁边	II 级
	>180°咬口锁边+防水垫层	I 级
压型钢板复合保温卷材防水屋面	紧固件连接+防水垫层	II 级
	一道卷材防水层	II 级
	两道卷材防水层	I 级
夹芯板屋面	紧固件连接	II 级

根据公安部、住建部联合发布的“《民用建筑外保温系统及外墙装饰防火暂行规定》的通知”(公通字[2009]46 号)文件及 GB 50016—2006《建筑设计防火规范》3.2.9 条的要求:对于柔性防水卷材金属复合保温板屋面,当屋面保温层材料采用 B1 级材料

时,防水卷材外侧应设置金属板或其他不燃烧材料覆盖层;当屋面保温层材料采用 A 级材料,防水卷材可以直接暴露在室外,不用不燃烧材料覆盖。其他形式金属复合保温板屋面系统均能较容易地满足电厂建筑对屋面的防火设计要求。

3.7 金属复合保温板围护体系的防雷设计

按 GB50057—2010《建筑物防雷设计规范》的分类:电厂建筑一般属于第二类或第三类电气防雷设计建筑。采用金属复合板作为建筑的外围护体系的建筑,由于金属外围护体系具有优异的导电性能,当屋面系统的防雷构造设计及雷电接引材料满足规范《建筑物防雷设计规范》规定的要求时,可直接利用金属屋面系统作为建筑物的防雷接闪器。

4 金属复合保温板在电厂建筑中的应用

4.1 常见金属复合保温板在使用中遇到的问题

下面以电厂建筑中常用的双层压型钢板复合保温屋面和墙体为例,说明常用金属复合保温板在使用中遇到的问题。

4.1.1 日常使用和维护问题

1) 双层压型钢板复合保温屋面在使用和维护过程中最突出的问题是漏水。采用咬口锁边连接的压型钢板屋面对现场施工管理的要求较高:若施工现场排板稍有误差,则咬口锁边处防水效果会差强人意。而采用紧固件连接的压型钢板屋面,则会在屋面板的波峰处留下多处自攻螺钉空隙,虽然在螺钉结合处有橡胶垫和必要的防水密封胶,但经过一段时间后,特别是昼夜温差较大时,由于长时间的热胀冷缩作用,螺钉和屋面板连接处的缝隙会增大,从而发生漏水;此外,屋面板开孔处节点处理复杂,其防水效果及时限难以保证。

2) 双层压型钢板复合保温墙体由于内外板与保温层相互分离,没有形成整体。因此大面积压型钢板墙面平整性较差,若墙面设计大面积带型窗,容易造成窗框变形,影响正常使用;另一方面由于施工等原因,中间保温层往往不能完全填充内外层金属板,冷桥弊端突出,不利于建筑节能。

4.2 实际工程中金属复合保温板的优化设计

4.2.1 新疆奎屯宝塔项目中压型钢板复合保温卷材

新疆奎屯宝塔项目位于新疆奎屯市奎屯一独山子经济技术开发区,根据该地区冬季温度低,雪荷载大的气候特征,为避免金属板的接缝冻胀变形,程主厂房采用轻质压型钢板复合保温卷材防水屋面。

为了避免固定保温板时螺钉对底层压型钢板的

贯穿破坏,并增加屋面的刚度,在该工程的压型钢板复合保温卷材防水屋面设计中,在底层压型钢板上现浇一层 20 mm 厚的轻质混凝土基层,再将 XPS 保温板机械固定于基层上,然后满粘两道防水卷材,这不仅保证了屋面防水性能的达到 I 级防水等级,而且轻质混凝土与压型钢板形成的组合受力体系,大大增加了屋面的抗变形能力,以抵抗新疆地区较大的雪荷载。该工程压型钢板复合保温卷材防水屋面的优化设计构造,如图 6。

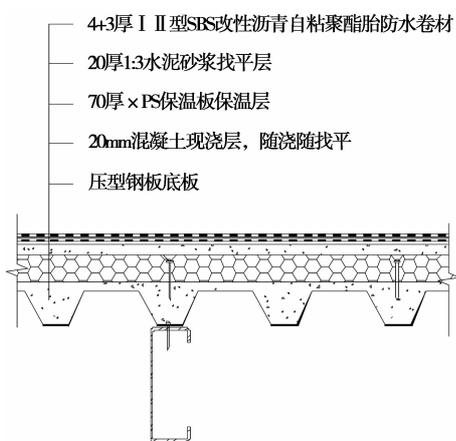


图 6 压型钢板复合保温卷材防水屋面

4.2.2 苏门答腊项目中金属夹芯板屋面的优化设计

印尼苏门答腊项目位于印度尼西亚苏门达姆地区,属于热带雨林气候,全年雷暴 126 天,年平均降雨量为 2415.55 mm。工程设计中,根据该地区全年雷暴天气较多,风荷载较大的特点,同时为了满足项目业主对项目工期的要求,克服雨季施工的难题,该工程主厂房采用玻璃丝棉金属夹芯板卷材防水屋面。

为了解决该工程由于在雨季施工的急迫性造成的困难,采用 50 mm 玻璃丝棉金属夹芯板屋面板并倒置放置,夹芯板芯材密度为 64 kg/m³,外板厚度为 0.6 mm,内板厚度为 0.4 mm,板材传热系数 0.68 W/(m·k),基板镀层为热镀锌铝,涂层为聚偏二氟乙烯。施工做法为:用自攻螺钉将夹芯板连接于檩条,再在板材上表面满粘两道防水卷材,以满足 I 级防水要求。此构造方法简单,施工工序少,不仅为施工单位节省了工时和人工成本,而且为施工单位在预定工期内顺利完成施工任务降低了困难。本工程中,金属夹芯板屋面的优化设计构造,如图 7。

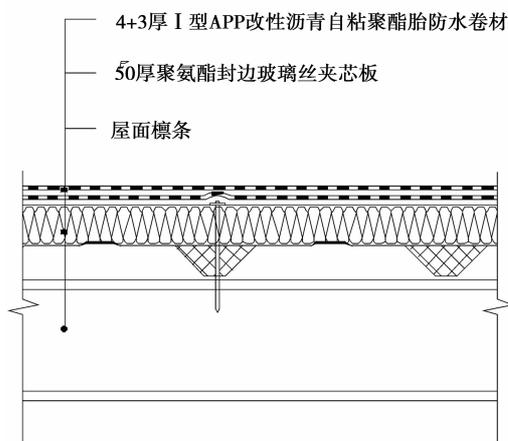


图 7 玻璃丝棉金属夹芯板卷材防水屋面

5 结 论

电厂建筑中选用金属复合保温板作为围护体系,具有造价低廉、施工快速、造型及室内装修美观大方、耐久、适用等特点。随着科学技术的不断发展和进步,以及电厂建设对工程质量、工期、成本等的要求不断提高,具有优势的金属复合保温板将在电厂建筑围护体系中得到更为广泛的应用。在实际工程中,应该充分了解和掌握金属复合保温板材的基本特性、有关技术要求和设计要素,“因地制宜”地为电厂建筑选择建筑围护体系材料,以期更加合理、经济、可靠地使用金属复合保温板材这种新型建筑材料。

参考文献:

- [1] 中冶集团建筑研究总院等. GB/T 12755—2008 建筑用压型钢板[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [2] 冶金工业部建筑研究总院设计院. 01J925—1 压型钢板、夹芯板屋面及墙体建筑构造[S]. 2001.
- [3] 中国建筑标准设计研究院. 06J925—2 压型钢板、夹芯板屋面及墙体建筑构造[S].
- [4] 08J925—3 压型钢板、夹芯板屋面及墙体建筑构造[S]. 北京.
- [5] 全国民用建筑工程设计技术措施规划建筑[M]. 北京:中国计划出版社,2009.
- [6] 中国冶金建设协会主编. GB50896—2013 压型金属板工程应用技术规范[S]. 北京:中国计划出版社,2014.

(编辑 梁远华)