

ICS 27.140

P 59

备案号: J2503—2018

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL / T 5750 — 2017

水工混凝土表面保温施工
技 术 规 范

Technical code for surface thermal insulation construction
of hydraulic concrete

2017-11-15 发布

2018-03-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

水工混凝土表面保温施工技术规范

Technical code for surface thermal insulation construction
of hydraulic concrete

DL / T 5750 — 2017

主编机构：中国电力企业联合会

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：2018 年 3 月 1 日

中国电力出版社

2018 北 京

中华人民共和国电力行业标准
水工混凝土表面保温施工技术规范

Technical code for surface thermal insulation construction
of hydraulic concrete

DL / T 5750 — 2017

*

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>)

北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

*

2018 年 7 月第一版 2018 年 11 月北京第二次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 1.625 印张 37 千字
印数 201—500 册

*

统一书号 155198 · 936 定价 **21.00** 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

国家能源局

公 告

2017 年 第 10 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52 号）有关规定，经审查，国家能源局批准《煤层气生产站场安全管理规范》等 204 项行业标准，其中能源标准（NB）62 项、电力标准（DL）86 项、石油标准（SY）56 项，现予以发布。

上述标准中电力管理、电工装备标准、煤层气及生物液体燃料标准由中国电力出版社出版发行，电力（火电）规划设计标准由中国计划出版社出版发行，《定制电力技术导则》由中国标准出版社出版发行，石油天然气标准由石油工业出版社出版发行，煤炭标准由煤炭工业出版社出版发行，锅炉压力容器标准由新华出版社出版发行。

附件：行业标准目录

国家能源局

2017 年 11 月 15 日

DL / T 5750 — 2017

附件：

行 业 标 准 目 录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
...						
124	DL/T 5750— 2017	水工混凝土表面 保温施工技术规范			2017-11-15	2018-03-01
...						

前 言

根据《国家能源局关于下达 2012 年第二批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2012〕326 号）要求，规范编制组经广泛调查，收集资料，深入研究，认真总结了国内外水电水利工程混凝土表面保温的施工实践经验，吸收了相关保温试验成果和保温材料的最新研究成果，参考了国内外相关标准的有关内容，在充分征求意见的基础上制定而成。

本规范主要内容包括：保温材料、保温施工设计、保温施工、保温材料的厚度计算以及等效放热系数计算等。

本规范由中国电力企业联合会提出，由电力行业水电施工标准化技术委员会（DL/TC29）归口并负责管理。执行过程中如有意见或建议，请反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（地址：北京市白广路二条一号，邮编：100761）。

本规范主编单位：中国葛洲坝集团股份有限公司

葛洲坝集团试验检测有限公司

中国葛洲坝集团三峡建设工程有限公司

本规范参编单位：重庆大学

长江水利委员会长江科学院

三峡电力职业学院

本规范主要起草人员：周厚贵 舒光胜 胡秉香 李建彬

余 英 吴建华 刘 芳 李 焰

傅 华 谭恺炎 李先波 王 斌

张开广 郭 佳 陈 亮 魏 涛

覃春安 李开熹 涂又文 罗丽文

杜珍波 李 耕

DL / T 5750 — 2017

本规范主要审查人员：梅锦煜 向 建 高 翔 许松林
 楚跃先 陈 宏 孙来成 黄中鑫
 王鹏禹 吴高见 王 军 钟彦祥
 沈益源 杨 涛 何小雄 林 鹏
 孙昌忠 汪 毅 孙志禹 吴义航
 温彦锋 郭光文 郑桂斌 吕芝林
 林本华

目 次

前言	III
1 总则	1
2 术语	2
3 保温材料	3
3.1 一般规定	3
3.2 板材	3
3.3 卷材	5
3.4 喷涂材料	6
3.5 其他保温材料	6
3.6 储存与运输	7
4 保温施工设计	9
5 保温施工	11
5.1 一般规定	11
5.2 现场试验	11
5.3 粘贴法	12
5.4 压贴法	13
5.5 喷涂法	13
5.6 覆盖法	14
5.7 保温模板法	15
5.8 保温拆除	15
5.9 质量检查	15
附录 A 保温材料的厚度计算	17
附录 B 等效放热系数计算	18
本规范用词说明	20
引用标准名录	21
附：条文说明	23

Contents

Foreword III

1 General Provisions 1

2 Terms 2

3 Thermal Insulation Materials 3

 3.1 General Rules 3

 3.2 Board Materials 3

 3.3 Coiled Materials 5

 3.4 Spraying Materials 6

 3.5 Other Thermal Insulation Materials 6

 3.6 Storage and Transportation 7

4 Design of Thermal Insulation Construction 9

5 Construction of Thermal Insulation 11

 5.1 General Rules 11

 5.2 Field Experiment 11

 5.3 Paste Method 12

 5.4 Pressure Paste Method 13

 5.5 Spray Coating Method 13

 5.6 Covering Method 14

 5.7 Template Method of Thermal Insulation 15

 5.8 Demolition of Thermal Insulation 15

 5.9 Quality Inspection 15

Appendix A Thickness Calculation of Thermal
 Insulation Materials 17

Appendix B Calculation of Equivalent Heat Release
 Coefficient 18

Explanation of Wording in this Code20

List of Quoted Standards21

Additions: Explanation of Provisions23

1 总 则

1.0.1 为规范水工混凝土表面保温材料的选用、施工设计及保温施工，保障水工混凝土表面保温施工质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于水电水利工程。

1.0.3 水工混凝土表面保温施工应做到技术可靠、经济合理、安全环保，积极推广并应用经过试验论证和通过技术鉴定的新技术、新工艺、新材料和新设备。

1.0.4 水工混凝土表面保温施工应对施工全过程进行质量检查与控制。

1.0.5 水工混凝土表面保温施工，除应遵守本规范的规定外，尚应符合国家及行业现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 气温骤降 plunge of air temperature

日平均气温在 2d~3d 内连续下降累计 6℃ 以上。

2.0.2 寒潮 cold wave

日平均气温 5℃ 以下时的气温骤降。

2.0.3 严寒地区 severe cold region

最低月平均气温低于-10℃ 的地区。

2.0.4 寒冷地区 cold region

最低的月平均气温低于-3℃ 且高于-10℃ 的地区。

2.0.5 温和地区 mild region

最低月平均气温高于-3℃ 的地区。

2.0.6 粘贴法 paste method

采用专用黏结剂粘贴保温材料，实施混凝土表面保温的施工方法。

2.0.7 压贴法 pressure paste method

采用压、贴、钉、铆等措施固定保温材料，实施混凝土表面保温的施工方法。

2.0.8 喷涂法 spray coating method

采用专业喷涂设备，对发泡喷涂材料进行喷涂施工，实施混凝土表面保温的施工方法。

2.0.9 覆盖法 covering method

选用草袋、砂、保温被、植物纤维等材料，采取覆盖方式实施混凝土表面保温的施工方法。

3 保 温 材 料

3.1 一 般 规 定

- 3.1.1 保温材料宜选用板材、卷材、喷涂材料，以及其他如保温被、草袋、砂土、植物纤维等具有保温性能的材料。
- 3.1.2 保温材料的性能应满足保温要求，当采用可燃易燃材料时，应采取相应的防火措施。
- 3.1.3 新材料在工程应用前，应通过试验验证其适用性。

3.2 板 材

- 3.2.1 保温板材可选用聚苯乙烯泡沫塑料板或珍珠岩板。
- 3.2.2 聚苯乙烯泡沫塑料板可选用模塑型或挤塑型。
- 3.2.3 模塑型聚苯乙烯泡沫塑料板主要物理性能应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 模塑型聚苯乙烯泡沫塑料板物理性能指标

项目	单位	性能指标					
		I	II	III	IV	V	VI
表观密度	kg/m ³	≥15.0	≥20.0	≥30.0	≥40.0	≥50.0	≥60.0
压缩强度	kPa	≥60	≥100	≥150	≥200	≥300	≥400
导热系数	W/ (m · K)	≤0.041			≤0.039		
尺寸稳定性	%	≤4	≤3	≤2	≤2	≤2	≤1
水蒸气透过系数	ng/ (Pa · m · s)	≤6.0	≤4.5	≤4.5	≤4.0	≤3.0	≤2.0
吸水率 (体积分数)	%	≤6		≤4		≤2	

续表 3.2.3

项目		单位	性能指标					
			I	II	III	IV	V	VI
熔结性	断裂弯曲 负荷	N	≥15	≥26	≥35	≥60	≥90	≥120
	弯曲变形	mm	≥20			—		
燃烧 性能	氧指数	%	≥30					
	燃烧分级	达到 B2 级						
注：1 断裂弯曲负荷或弯曲变形有一项能符合指标要求即为合格； 2 普通型聚苯乙烯泡沫塑料板材不要求								

3.2.4 挤塑型聚苯乙烯泡沫塑料板物理力学性能指标应符合表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 挤塑型聚苯乙烯泡沫塑料板材料物理性能指标

项目			单位	性能指标									
				带表皮						不带表皮			
				X150	X200	X250	X300	X350	X400	X450	X500	W200	W300
压缩强度			kPa	≥150	≥200	≥250	≥300	≥350	≥400	≥450	≥500	≥200	≥300
吸水率，浸水 96h (体积分数)			%	≤1.5		≤1.0					≤2.0	≤1.5	
透湿系数，23℃ ±1℃，相对湿度 (50%±5%)			ng/ (Pa·m·s)	≤3.5		≤3.0			≤2.0		≤3.5	≤3.0	
绝热性能	热阻 厚度 25mm 时的 平均 温度	10℃	(m²·K) / W	≥0.89				≥0.93		≥0.76	≥0.83		
		25℃		≥0.83				≥0.86		≥0.71	≥0.78		
	导热系数 平均 温度	10℃	W/ (m·K)	≤0.028				≤0.027		≤0.033	≤0.030		
		25℃		≤0.030				≤0.029		≤0.035	≤0.032		
尺寸稳定性70℃ ±2℃，48h			%	≤2.0		≤1.5			≤1.0		≤2.0	≤1.5	

3.2.5 聚苯乙烯泡沫塑料板使用的防水涂料和黏结剂性能，应满足粘贴和防水要求。

3.2.6 珍珠岩板主要物理性能应符合表 3.2.6 的规定。

表 3.2.6 珍珠岩板主要物理性能

性能	密度 (kg/m ³)	导热系数 [W/ (m · K)]	抗压程度 (kPa)	重量含水率 (%)	憎水率 (%)	使用温度范围 (℃)
指标	≤255	≤0.076	≥474	≤5	≥98	-40~600

3.3 卷 材

3.3.1 卷材宜用于寒冷和温和地区混凝土的外表面保温。

3.3.2 聚乙烯卷材可根据需要选用 PEF 或 EPE 型。

3.3.3 PEF 型聚乙烯卷材主要物理性能应符合表 3.3.3 的规定。

表 3.3.3 PEF 型聚乙烯卷材主要物理性能指标

项目	单位	技术指标					
		PEF-4500	PEF-4000	PEF-3500	PEF-3000	PEF-2500	PEF-2000
表观密度	kg/m ³	≤24	≤27	≤30	≤35	≤45	≤55
断裂伸长率	%	≥125	≥130	≥135	≥140	≥145	≥150
吸水率	g/cm ³	≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035
导热系数	W/ (m · K)	≤0.033	≤0.034	≤0.035	≤0.036	≤0.037	≤0.038
耐高低温尺寸变化	%	≤4	≤3.3	≤3.2	≤3	≤2.8	≤2.5

3.3.4 EPE 型聚乙烯卷材主要物理性能应符合表 3.3.4 的规定。

表 3.3.4 EPE 型聚乙烯卷材主要物理性能指标

检验项目	密度 (kg/m ³)	抗拉强度 (N/cm ²)	吸水率 (%)	导热系数 [W/ (m · K)]
技术要求	≤25	>3	<32.1	0.045

3.4 喷 涂 材 料

- 3.4.1 喷涂材料可选用聚氨酯泡沫喷涂材料和发泡珍珠岩等喷涂材料。
- 3.4.2 发泡珍珠岩喷涂材料宜用于温和地区的混凝土表面保温，珍珠岩采用的矿物原料应能在自然中消解。
- 3.4.3 发泡珍珠岩主要物理性能应符合表 3.4.3 的规定。

表 3.4.3 发泡珍珠岩的主要物理性能

项目	密度 (kg/m ³)	耐火度 (%)	体积吸水率 (15min~30min) (%)	抗压强度 (MPa)	导热系数 [W/ (m · K)]	吸温率 (%)
性能	40~300	800	29~30	—	0.045	0.006~0.08

- 3.4.4 聚氨酯泡沫喷涂材料可用于严寒、寒冷地区和温和地区混凝土表面保温。
- 3.4.5 选用的聚氨酯泡沫材料喷涂成型后应能与混凝土面紧密结合，遇水不溶解、不腐蚀，浸水后不易脱落。
- 3.4.6 聚氨酯泡沫喷涂材料主要物理性能应符合表 3.4.6 的规定。

表 3.4.6 聚氨酯泡沫喷涂材料的主要物理性能

项目	密度 (kg/m ³)		尺寸 稳定性 (%)	吸水率 (g/m ²)	抗压强度 (MPa)	导热系数 [W/ (m · K)]	耐燃性 (离火自熄时间) (s)
	内部 密度	表皮 密度					
性能	29~60	35~50	<2.0	<150	>0.17	0.019±0.003	<3

3.5 其 他 保 温 材 料

- 3.5.1 用于寒冷或严寒地区的保温被，其导热系数宜小于 0.033 W/ (m · K)。
- 3.5.2 草袋、砂土、植物纤维等覆盖保温，宜用于非重点部位或

临时工程的混凝土保温。适用条件可按下列原则选择：

- 1 草袋覆盖适用于保温要求偏低的混凝土保温和保湿；
- 2 砂土覆盖适用临时工程的混凝土保温，或建筑物的地下部分混凝土保温。

3.6 储 存 与 运 输

3.6.1 保温材料的储存和运输应远离火源、热源和化学溶剂。

3.6.2 聚苯乙烯泡沫塑料板和发泡珍珠岩板等硬质保温材料的储存、运输及成品保护应符合下列规定：

- 1 应采用收缩膜或塑料捆扎带等包装，并应适应运输要求；
- 2 应按类别、规格分别水平放置，防止板材弯曲变形或损伤，废料应集中放置；
- 3 库房应干燥、通风；
- 4 防水涂料和黏结剂材料应储存在阴凉、干燥、通风的区域，并分类悬挂材料标牌。

3.6.3 聚乙烯卷材的储存、运输及成品保护应符合下列规定：

- 1 包装应严密，内部应衬聚乙烯薄膜防潮气或水浸入；
- 2 未使用完物料的包装袋口应扎紧，不得敞口放置；
- 3 在正常储存、运输条件下，储存期自生产日起应不大于 6 个月，并在包装标识中标明。

3 6.4 牦牛绒被在储存和运输过程中应通风良好，避免日晒雨淋。储存温度不应高于 40℃。

3 6.5 发泡珍珠岩板在储存、运输过程中，应避免日晒雨淋，对珍珠岩粉应包装完整，防止包装破裂。

3.6.6 喷涂聚氨酯泡沫原材料的储存、运输及成品保护，应符合下列规定：

- 1 异氰酸酯与组合聚醚应储存在密封的容器内，隔绝空气、防止吸潮；
- 2 异氰酸酯与组合聚醚料桶不应在阳光下暴晒，应远离热

源，放置于阴凉干燥处；

3 如果整桶料不能一次用完，应在每次使用后及时旋紧桶盖储存；

4 如果使用两个以上牌号组合聚醚时，应分牌号堆放，并悬挂材料标牌；

5 加入普通阻燃剂的组合聚醚存放时间不应太长，应当天配制当天使用；

6 喷涂聚氨酯原材料在运输过程中，应保持密封、直立、防暴晒和远离烟火，不得重压或碰撞等造成破损，不得与其他化学品混合装运。

4 保温施工设计

4.0.1 水工混凝土表面保温应符合工程设计技术要求。

4.0.2 保温施工设计前，应收集和取得下列技术文件：

- 1 与保温相关的设计要求；
- 2 当地的气候资料；
- 3 建筑物的结构特性；
- 4 混凝土的物理、力学热学性能；
- 5 保温材料的性能特性。

4.0.3 保温施工设计应包括以下内容：

- 1 确定保温部位和制订保温措施；
- 2 明确保温时段及拆除时间；
- 3 选择材料的品种；
- 4 计算并确定保温材料厚度等参数。

4.0.4 选取保温材料应综合考虑表面保温与表面防风、保湿以及当地气候、混凝土结构和保温部位特征等条件，同时结合考虑施工期表面临时保温与运行期表面永久保温的需求，经比选后确定。

4.0.5 混凝土表面保温材料厚度应经计算和试验确定。当设计提供等效放热系数时，保温材料的厚度可按附录 A 计算；当设计未提供等效放热系数时，等效放热系数和保温材料的厚度可按附录 B 计算。

4.0.6 混凝土表面开始保温的时间应根据内外温差按照《水工混凝土施工规范》DL/T 5144 的有关规定加以确定。

4.0.7 混凝土的保温结束时间，应根据混凝土的龄期和内外温差来确定，并遵循如下规定：

- 1 大坝上下游永久面的保温结束时间，应在混凝土达到设计

龄期，经历至少一个低温季节后，于非寒潮期间结束或经专题论证确定；

2 大坝纵横缝保温结束时间，应在混凝土浇筑至相应高程时结束，仓面临时保温，在备仓或开仓前结束；

3 廊道、孔洞、竖井等空腔部位挂帘封孔保温，在低温季节过后气温回升至较稳定状态时，可暂时拆除保温，但在下一个低温季节来临前，如需继续保温时，应及时恢复；

4 底板、护坦、边墙薄板（壁）建筑物的侧面，当混凝土达到设计龄期后，或经过了一个低温季节，可结束保温；

5 严寒地区的大坝上游面的保温，宜长期保留，至蓄水时按需要拆除。

4.0.8 混凝土阳角、阴角等不规则部位，保温时材料应覆盖严密，不得有表面外露。

5 保 温 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 应根据保温部位、施工环境等具体情况以及设计技术要求合理选择保温施工方法。

5.1.2 保温施工方法可采用粘贴法、压贴法、喷涂法、覆盖法、保温模板法等。

5.1.3 施工过程中，应做好保温施工记录。包括施工部位、保温方式、保温起止时间、拆除时间等项目内容。

5.1.4 在高温季节浇筑混凝土时，宜覆盖 2cm~3cm 厚的 PEF 型聚乙烯卷材隔热；混凝土在外界气温低于 0℃ 浇筑时，宜采用 2cm~4cm 厚的 PEF 型卷材或其他保温效果更好的材料保温。

5.2 现 场 试 验

5.2.1 保温工程施工开始前，根据工程需要，所选用的材料在没有工程类比的情况下，应进行现场试验。

5.2.2 现场试验宜包括以下内容：

- 1 保温施工工艺试验；
- 2 保温效果验证试验。

5.2.3 试验地点应具有代表性，同区域可选不同的保温材料进行对比。

5.2.4 对不同保温材料的固定方法、与混凝土面的结合紧密程度应进行试验。

5.2.5 对喷涂材料的施工工艺和材料配合比应进行生产性喷涂试验或模拟试验验证。

5.2.6 试验结果的整理与分析, 应包括但不限于以下内容:

- 1 绘制混凝土表面温度及气温变化曲线, 计算等效放热系数。
- 2 分析保温施工工效及经济性。

5.3 粘 贴 法

5.3.1 粘贴法宜用于混凝土立面及顶部采用保温板材的保温施工。

5.3.2 粘贴施工前, 应清除混凝土面浮浆、油垢、松散体等附着物, 使之清洁、平整、干燥。

5.3.3 应采用与保温材料对应的专用黏结剂进行粘贴施工。

5.3.4 选用聚苯乙烯泡沫塑料板施工时, 应符合以下规定:

- 1 预先在板的外表面涂刷一层专用防水涂料, 不得出现漏刷、裂纹、起皮、脱落等现象, 不得被流水冲刷。

- 2 防水涂料的粉料、液料应按规定的比例配制, 防水涂料拉伸强度宜大于 0.12MPa, 透水性要求为 24 h 应小于 3.0mL, 黏结剂拉伸黏结强度宜大于 0.10MPa。

- 3 聚苯乙烯泡沫塑料板应横向粘贴于混凝土表面, 且上下两排板应竖向错缝。

- 4 每片聚苯乙烯泡沫塑料板与混凝土面的黏结面积应大于 50%。

- 5 粘贴应牢固、整齐, 板间应挤紧不留缝隙, 每贴完 1 片应及时清理挤出黏结剂。

- 6 板与板间对接缝外表面应采取专用防水涂料封闭涂刷。

5.3.5 选用珍珠岩板时, 施工应符合以下规定:

- 1 黏结剂涂抹层厚度应满足黏结要求, 黏结面积应大于 80%。

- 2 已调制好的黏结剂应在 90min 内用完, 已开始固化的黏结剂不得使用。

- 3 采用多层珍珠岩板重叠保温时, 板之间应涂刷黏结剂。

- 4 黏结剂涂刷完成后, 应采用错缝方式将板材粘贴于混凝土

表面，使板材黏结牢固、整齐。

5.4 压 贴 法

5.4.1 压贴法宜用于混凝土立面及顶部，材料宜选用软质保温材料。混凝土临时外露面采用硬质板材保温的，也可采用压贴法施工。

5.4.2 压贴法施工前，混凝土面清理干净无附着物、无流水。

5.4.3 坝体纵横缝面采用聚苯乙烯泡沫塑料板进行临时保温时，宜用压条呈“井”字形压紧，并用铁钉固定。

5.4.4 选用聚乙烯卷材、草袋等软质保温材料保温时，应将材料拉直、拉平后，采用压条固定。缝面应搭接，搭接宽度不宜小于10cm。

5.5 喷 涂 法

5.5.1 混凝土立面及空腔顶部保温宜选择喷涂法保温。

5.5.2 喷涂法保温施工前混凝土表面应清理干净，无浮浆、油垢等附着物，平整、干燥；在喷涂基面区域粘贴喷涂厚度控制标点。

5.5.3 喷涂作业宜在晴天或阴天进行。

5.5.4 喷涂的初始阶段应待料液的混合比例满足要求后，方可进行正式的喷涂作业。

5.5.5 喷涂作业过程中，应跟踪检查发泡质量确保喷涂作业正常进行。

5.5.6 喷涂料应按设计要求配制，并在规定时间内使用完毕。

5.5.7 喷涂至设计厚度后，应采取措施防止损伤，不得随意在喷涂层上开凿孔洞。

5.5.8 选用珍珠岩发泡喷涂材料施工时，应符合以下规定：

1 干料应按配合比称料拌和。

2 喷涂宜采用负压喷涂机。喷涂时，喷头出料孔应保持与被喷混凝土面垂直或略向上倾。喷头与被喷面之间距离宜为60cm～120cm。

3 喷涂作业时，供料箱风压宜控制在 0.1MPa~0.2MPa，进入喷头的水压宜为 0.2MPa~0.3MPa。

4 喷涂作业应以连环套式旋转行进，顺序缓慢均匀移动，每次喷涂厚度宜 40mm~60mm。如厚度较大时，宜分两次或多次喷涂。

5 喷涂完后，应采取遮挡措施避免雨淋，自然养护至固化。

5.5.9 选用聚氨酯泡沫喷涂材料时，施工应符合以下规定：

1 环境温度宜为 10℃~40℃，风速应不大于 5m/s（3 级风），相对湿度应小于 80%；当施工环境温度低于 10℃时，应采取措施保证喷涂质量。

2 喷涂过程中，应在现场调控喷射量，使喷涂料颜色变白的反应时间为 1s~2s。

3 雾化风压宜为 1.0MPa~1.8MPa。

4 喷涂时喷枪口压缩空气压力宜为 0.3MPa~0.4MPa；喷枪距离混凝土表面宜为 80cm~150cm。

5 喷涂顺序宜为由下至上，枪嘴垂直于受喷面；喷枪移动速度应均匀，宜为 0.5m/min~0.8m/min。

6 当喷涂层厚度大于 15mm 时，宜分层作业，分层厚度宜为 5mm~15mm。夏季高温时，可取大值；低温时，可取小值。

7 喷涂后的聚氨酯泡沫保温层表面平整度偏差应小于 6mm。

8 喷涂完后，应避免雨淋，静养 24h~72h。

5.6 覆 盖 法

5.6.1 覆盖法宜用于混凝土水平面、缓斜面的保温，可选用聚乙烯卷材、草袋、砂、保温被等材料，也可选用聚苯乙烯泡沫塑料板。

5.6.2 采用聚乙烯卷材、草袋、保温被等软质材料覆盖保温时，宜采用搭接式连接，搭接宽度不宜小于 10cm，并应在表面放置压块压紧。

5.6.3 采用聚苯乙烯泡沫塑料板覆盖保温时，可直接用板材拼缝

覆盖仓面，并应在板材上放置压块压紧。

5.6.4 水平混凝土面采用砂土保温时应在混凝土终凝后实施，厚度不宜小于 30cm。

5.7 保温模板法

5.7.1 低温季节及气温骤降频繁季节进行混凝土浇筑时，可采用外保温模板。保温模板可采用木模板，或采用钢模板外贴保温材料。

5.7.2 保温模板粘贴的保温材料可选用聚苯乙烯泡沫塑料板，其厚度宜为 3cm~5cm。

5.7.3 在钢模板上粘贴聚苯乙烯泡沫塑料板时，可按模板和模板外侧的肋板间形状进行裁剪粘贴。

5.7.4 当采用木模板时，在气温骤降期间应延长拆模时间，如必须拆模的，应在拆模的同时在混凝土表面上覆盖保温材料。

5.8 保温拆除

5.8.1 当混凝土表面保温完成运行后，应按照设计要求进行保温拆除。

5.8.2 对蓄水前设计要求拆除迎水面保温材料的工程，应按要求进行拆除；对蓄水后为防止混凝土表面冷击，迎水面保温材料应继续保留；背水面及其他部位拆除保温材料时，应在气温回升至较稳定状态时进行。

5.8.3 保温模板如不影响下一道工序施工，可不拆除，直至寒冷气温结束。

5.8.4 保温材料的拆除应工完场清。可循环使用的应有序回收储存，不可回收再利用的应按相关环保标准规定进行处理。

5.9 质量检查

5.9.1 保温施工现场质量检查项目及应按表 5.9.1 执行。

表 5.9.1 保温施工质量检查项目及要求表

保温方法	材料	检查项目	检查方式	检查标准	检查频率
粘贴法	模塑型或挤塑型聚苯乙烯泡沫塑料板；珍珠岩板	松动、虚粘、脱空	推压或拉拔测试	不移动、不脱开、板材四周粘密实	200m ² 抽样检查 5 处，不足 200m ² 的部位，按 200m ² 标准计
喷涂法	珍珠岩发泡喷涂材料；聚氨酯发泡喷涂材料	平整度、鼓包、漏喷、脱落、喷涂厚度	目测，开孔测量或 ϕ 1mm 钢针垂直插入测量	无脱空，黏结紧密，厚度满足要求	100%
压贴法	高发泡聚乙烯卷材	搭接处脱离、搭接宽度	推压或拉拔测试直尺测量	不移动、不脱开，无过风通道	
覆盖法	草袋、保温被等			覆盖密实	
保温模板法	模塑型或挤塑型聚苯乙烯泡沫塑料板	脱落	目测	黏结紧密，无脱开	

5.9.2 保温施工过程中，应跟踪对施工后的保温材料进行检查。对松动、破损、掉缺、脱落的部位，应及时采取补粘、补喷、补缺、更换等方式修复；对搭接脱离或宽度不足等位置，应及时按设计要求重新搭接。

附录 A 保温材料的厚度计算

A.0.1 当设计提供等效放热系数时,保温材料的厚度可按下式计算:

$$h=k_1k_2\lambda\left(\frac{1}{\beta}-\frac{1}{\beta_0}\right)$$
 (A.0.1)

式中: h ——保温被厚度 (m);
 k_1 ——风速修正值, 按表 A.0.1-1 取值;
 k_2 ——潮湿程度修正系数, 潮湿材料取 3~5, 干燥材料取 1;
 λ ——保温材料导热系数 [W/ (m · K)], 按表 A.0.1-2 取值;
 β ——保温后混凝土表面等效放热系数 [W/ (m² · K)];
 β_0 ——不保温时混凝土的表面放热系数 [W/ (m² · K)]。

表 A.0.1-1 风速修正值表

保温层透风性		风速 $v<4\text{m/s}$	风速 $v>4\text{m/s}$
易透风保温层	不加隔层	2.6	3.0
	外面加不透风隔层	1.6	1.9
	内面加不透风隔层	2.6	2.3
	内外加不透风隔层	1.3	1.5
不透风保温层		1.3	1.5

表 A.0.1-2 保温材料导热系数 λ

材料名称	λ [W/ (m · K)]	材料名称	λ [W/ (m · K)]
泡沫塑料	0.1461	膨胀珍珠岩	0.1948
玻璃棉毡	0.1947	干棉絮	0.1801
稻草或麦秆	0.5838	干砂	1.3630
石棉毡	0.4873	湿砂	4.722
模塑聚苯乙烯泡沫板	0.0407	聚乙烯卷材	0.045

附录 B 等效放热系数计算

B.0.1 当设计未提供等效放热系数时,寒潮期间混凝土表面保温单向散热抵御寒潮,所需表面等效放热系数 β 可用下列公式计算:

$$\beta = \frac{\lambda_c}{2u} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha_c Q}} \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$u = 0.9449\sqrt{b^2 - 0.2360} - 0.8259 \quad (\text{B.0.1-2})$$

$$b = \frac{\rho_1 E(\tau_m) \alpha A}{(1 - \mu)(\sigma_a - \sigma_0)} \quad (\text{B.0.1-3})$$

$$\rho_1 = \frac{0.830 + 0.051\tau_m}{1 + 0.051\tau_m} e^{-0.095(P-1)^{0.60}} \quad (\text{B.0.1-4})$$

$$\tau_m = \tau_1 + \Delta + \frac{1}{2}P \quad (\text{B.0.1-5})$$

$$P = Q + \Delta \quad (\text{B.0.1-6})$$

$$\Delta = 0.4gQ \quad (\text{B.0.1-7})$$

$$g = \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{u'}} \right) \quad (\text{B.0.1-8})$$

$$u' = \frac{\lambda_c}{2\beta_{\text{效}}} \sqrt{\frac{\pi}{Q\alpha_c}} \quad (\text{B.0.1-9})$$

式中: λ_c ——混凝土导热系数 [W/(m·K)];

α_c ——混凝土导温系数 (m²/d);

Q ——寒潮降温历时 (d);

ρ_1 ——考虑徐变影响的系数;

$E(\tau_m)$ ——寒潮降温期间混凝土平均弹性模量 (MPa);

α ——混凝土线膨胀系数;

- A ——气温降幅 (°C);
 μ ——混凝土泊松比;
 σ_a ——混凝土允许拉应力 (MPa);
 σ_0 ——其他因素引起的初始应力 (MPa);
 τ_m ——寒潮降温期间混凝土的平均龄期;
 P ——寒潮周期 (d);
 τ_1 ——遭遇寒潮时混凝土龄期 (d);
 $\beta_{\text{效}}$ ——混凝土表面等效散热系数 [W/(m²·K)]。

开始计算时可先假定 $\beta_{\text{效}}$ 值进行试算, 得出 β 值后, 代入重新算得 β 值, 即可作为所需值, 再根据保温材料性能, 求出所需厚度。对于棱角等多向散热部位保温层应适当加厚。

B.0.2 越冬期间混凝土表面保温单向散热, 越冬期间混凝土表面等效放热系数, 仍用公式 (B.0.1-1) 计算, 但 b 值按下列公式计算:

$$b = \frac{\gamma \rho_1 E(\tau_m) \alpha A}{(1 - \mu)(\sigma_a - \sigma_0)} \quad (\text{B.0.2-1})$$

$$\rho_1 = \frac{0.830 + 0.051\tau_m}{1 + 0.051\tau_m} e^{-0.104P^{0.35}} \quad (\text{B.0.2-2})$$

式中: γ ——约束系数, 与坝块长度有关, 据图 B.0.2 查取。

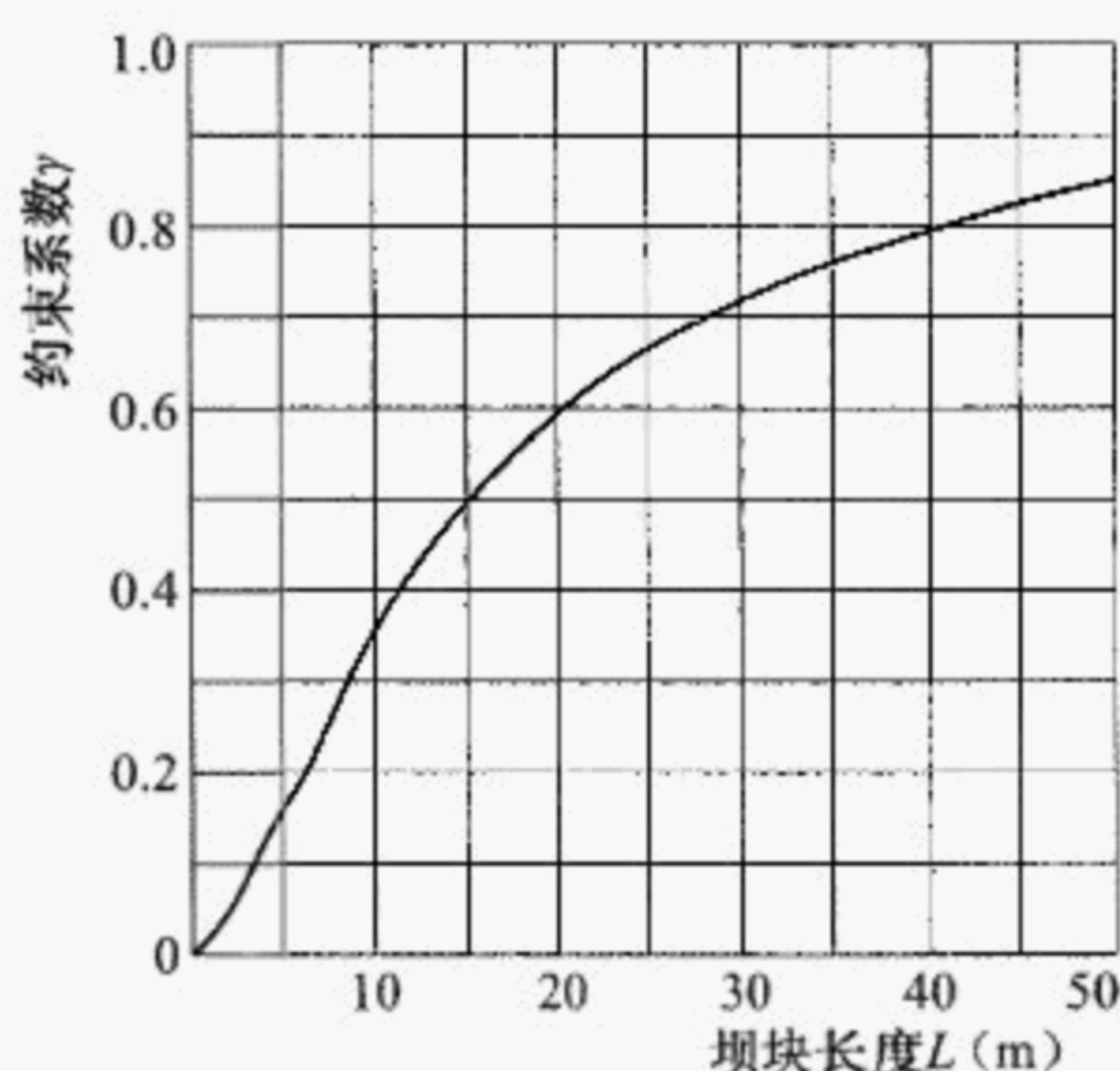


图 B.0.2 约束系数 γ

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面用词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《水工混凝土施工规范》DL/T 5144

中华人民共和国电力行业标准

水工混凝土表面保温施工技术规范

DL/T 5750 — 2017

条 文 说 明

制 定 说 明

《水工混凝土表面保温施工技术规范》(DL/T 5750—2017)经国家能源局 2017 年 11 月 15 日以第 10 号公告批准发布。

本规范制订过程中,编制组进行了混凝土相关保温试验成果和保温材料最新研究成果的调查,总结了我国水电水利工程混凝土表面保温施工的实践经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准,通过试验取得了重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《水工混凝土表面保温施工技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总则26

3 保温材料27

 3.1 一般规定27

 3.2 板材27

 3.3 卷材28

 3.4 喷涂材料28

 3.5 其他保温材料29

 3.6 储存与运输29

4 保温施工设计31

5 保温施工33

 5.1 一般规定33

 5.2 现场试验33

 5.3 粘贴法34

 5.4 压贴法35

 5.5 喷涂法36

 5.6 覆盖法39

 5.7 保温模板法40

 5.8 保温拆除40

 5.9 质量检查41

1 总 则

1.0.1 水工混凝土表面保温是混凝土生产过程中一项极其重要和不可缺少的工作。根据不同地域的混凝土大坝及大坝的不同部位，在保温设计上应有不同的技术要求，应选用合适的保温材料、施工设计和保温方法。因此，规范保温材料的选用使之合理有效地应用，规范保温施工设计及保温施工工艺、方法，对保证混凝土质量，减少混凝土因保温不当带来的裂缝等质量缺陷，具有重要的意义。

1.0.2 明确了规范适用范围。其他领域行业的混凝土表面保温可参照执行。

1.0.3 保温材料的选用、施工设计、施工方法和施工工艺等应技术可靠、经济合理、安全环保。积极推广并应用经过试验论证和通过技术鉴定的新技术、新工艺、新材料和新设备，但不得使用未经论证的新技术、新工艺、新材料、新设备。

1.0.4 混凝土表面保温施工应建立健全质量保证体系，从原材料储存、运输、取样与检验，以及保温材料的粘贴、压贴、喷涂、覆盖或保温模板等方面，进行全过程质量控制。同时，应对保温施工出现的常见缺陷及形成的原因进行杜绝和有效的防治。

1.0.5 与本规范有关的、难以详尽的技术要求，应符合国家现行有关标准的规定。

3 保 温 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 条文对水电水利工程近十年中常用的保温材料，根据其物理共性进行分类。

3.1.2 在以往的工程中，因保温材料而起火的事故案例是有史可查的。为避免并彻底消除该类事故的再次发生，保温材料尽可能选用防火标准达到 B2 级的材料，如果选用的材料是保温被、草袋、植物纤维等易燃的材料，应在储存、运输、施工以及保温材料覆盖混凝土表面后的全过程中，有相应完备的防火措施。

3.1.3 新材料在水电水利工程应用前，需要通过试验进行验证，验证的内容主要为保温效果和施工工艺。

3.2 板 材

3.2.1 保温板材工程中常用的主要有聚苯乙烯泡沫板、珍珠岩保温板等。板材适用于较平整的混凝土表面保温，对于凸凹不平的混凝土部位，聚苯乙烯泡沫塑料板会因粘贴面积不足导致脱落，或因架空达不到保温要求。

3.2.2 工程常用的聚苯乙烯泡沫板为模塑和挤塑两种。本规范即以这两种聚苯乙烯泡沫板为例进行规定。

3.2.3 表 3.2.3 中规定的模塑型聚苯乙烯泡沫塑料板物理性能指标，目前生产厂家一般均能达到。

3.2.4 表 3.2.4 中规定的挤塑型聚苯乙烯泡沫塑料板物理性能指标，目前生产厂家一般均能达到。

3.2.5 防水涂料拉伸强度宜大于 0.12 MPa，透水性（24 h）应小

于 3.0 mL；黏结剂拉伸黏结强度宜大于 0.10 MPa。工程中若有其他或更高的要求时，应予以满足。

3.2.6 表 3.2.6 中珍珠岩保温板主要物理性能指标，系生产厂家均应满足的基本指标。

3.3 卷 材

3.3.1 常用的柔软性卷材主要为聚乙烯卷材。其保温性能较好，在不同的地域和部位均可选用不同厚度的卷材进行混凝土表面保温。

3.3.2 EPE 型和 PEF 型聚乙烯卷材，在使用范围上基本相同，但 PEF 型材料相对 EPE 型保温效果更好。

3.3.3 表中 EPE 和 PEF 型聚乙烯卷材主要物理性能指标，是目前生产厂家均应达到的基本指标。

3.3.4 表 3.3.4 中 EPE 型聚乙烯卷材主要物理性能指标，是目前生产厂家均应达到的基本指标。其中，导热系数 $0.045\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 为目前能生产出的最低导热系数标准，应满足。

3.4 喷 涂 材 料

3.4.1 目前水电水利工程中使用的喷涂材料主要是聚氨酯泡沫喷涂材料和发泡珍珠岩喷涂材料，其中聚氨酯泡沫喷涂材料导热系数低、经济，保温效果好，工程中可优先选用。

3.4.2 珍珠岩喷涂保温层其导热系数较大，温和地区的日温差和年气温变幅不大，对保温而言，温和地区混凝土保温较寒冷地区的混凝土保温，其要求相对宽松，因此，发泡珍珠岩喷涂材料宜用于温和地区的水工混凝土表面保温。应使用能降解的环保矿物原材料，目的是拆除时可直接用高压水冲洗干净。

3.4.3 表 3.4.3 中发泡珍珠岩喷涂材料的主要物理性能，是目前生产厂家均应达到的基本指标。

3.4.4 聚氨酯泡沫喷涂料导热系数低，保温效果好，因此可用于

寒冷地区和温和地区混凝土表面保温，缺点是施工工艺复杂、拆除困难。

实际工程中，遇到日气温变化大和年气温变幅大的地域，也可使用聚氨酯喷涂材料进行混凝土表面保温。

3.4.5 聚氨酯泡沫材料在喷涂成型后，会经历自然界中各种气候变化，经受风霜雨雪的洗礼以及施工用水的冲刷等，为保证保温效果满足工程设计要求，喷涂后的固体物与混凝土面必须紧密牢固地结合，且遇水不得有溶解、腐蚀和被水淹后不易脱落等现象。

3.4.6 表中聚氨酯泡沫喷涂材料的主要物理性能，是目前生产厂家均应达到的基本指标。

3.5 其他保温材料

3.5.1 寒冷地区混凝土对保温效果要求高，因此对保温材料的物理性能要求也高，较小的导热系数可选用较小厚度的保温材料，厚度小的保温材料施工方便、经济，保温质量容易控制。

3.5.2 对非重点部位或临时工程，以及保温要求相对较低的混凝土建筑物，如沟渠底板、边坡等，当草袋、砂土、植物纤维等可满足保温要求时，可考虑选择使用。

3.6 储存与运输

3.6.1 保温材料多为易燃、易溶、遇化学溶剂易腐蚀、怕挤压等产品。因此保温材料无论在储存和运输过程中，均应远离火源、热源和化学溶剂，并应避免日光暴晒、风吹雨淋、长期受重压和其他机械损伤。

3.6.2 聚苯乙烯泡沫塑料板和发泡珍珠岩保温板等硬质保温材料均有一定的硬度和屈服度，存放时应水平放置，以防止板材变形，目的是避免粘贴时出现不服贴而产生架空现象。

3.6.3 聚乙烯卷材长时间的暴露会老化加快，因此，在存储和运输过程中，需要包装完好以防损坏和不必要的暴露。

3.6.4 牦牛绒被是易燃物品，储存和运输中应避免接近火源，同时为避免物品内部发热量过大，储存和运输中应做好通风，储存温度不应过高。

3.6.6 异氰酸酯与水能反应，具有挥发性，且随温度的升高其挥发性和不稳定性也会有所升高；组合聚醚为发泡剂，具有刺激性气味和腐蚀性，这些特性决定了这两种溶液应在密封和较低温条件下保存。

再者，由于材料性能的不稳定性，整桶料不能一次用完时，应在每次使用后立即盖紧桶盖储存，以防止水气、杂质进入桶内影响质量。

4 保温施工设计

4.0.1 通常,大型水电水利工程在设计阶段就已提出了明确的保温工程设计技术要求,施工单位应根据设计要求进行保温施工设计。

4.0.2 重点应收集的是“保温材料的性能特性”资料。

4.0.3 根据保温工程设计要求,先确定工程中哪些部位需要保温,哪些部位不需要保温,以及保温的时段,然后根据工程需要选择使用的保温材料,根据等效放热系数计算保温材料厚度等。

4.0.5 等效放热系数和保温材料厚度可通过计算确定。

4.0.7 混凝土的保温结束时间,应根据混凝土的龄期和内外温差来确定。

1 混凝土达到设计龄期后,其抗裂能力一般相应达到设计要求,但此时的混凝土内部温度不一定达到稳定温度,仍有可能存在内外温差或基础约束应力的影响。严寒地区的大坝混凝土,由于河道水温低,在蓄水时容易对大坝迎水面造成“冷击”。通常,该地区的大坝迎水面水位线以下的混凝土面宜进行永久保温。因此,混凝土表面保温需要根据具体情况分析,选择合理的保温时段和拆除时间。

3 廊道、底孔、中孔、竖井等空腔部位挂帘封孔保温,主要是防止“穿堂风”快速带走混凝土表面的热能,但在较高温季节,外界平均气温较高,因此,“穿堂风”的影响一般不足以对混凝土造成危害。

4 底板、护坦、边墙薄板(壁)建筑物受外界气温变化影响大,在混凝土水化热释放完成后,混凝土内部温度在短期内就会自然达到其稳定温度,当其龄期达到设计龄期时,其抗裂能力一般已满足要求,因此,可以结束保温。

5 严寒地区的温度变化幅度大，寒潮频繁袭击，正常蓄水位以下的部位相对其他部位而言属重要部位，保温要求宜适当加严。

条文中保温结束时间是指可以拆除保温被的最早时间，但由于大自然的温度变化中有时会有极端气候的变化出现，因此，保温被宜在工程验收前拆除。

4.0.8 混凝土阳角、阴角等不规则部位，是应力集中比较突出的地方，保温时应特别注意。

5 保 温 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 强调保温施工方法，应根据保温部位、施工环境、设计技术要求等，针对性的合理选择，以满足保温效果，达到保温目的。

5.1.2 本标准仅对目前惯用、成熟和技术可靠的 5 种方法进行了规定。即粘贴法、压贴法、喷涂法、覆盖法和保温模板法。对其他如在模板内贴保温材料，待浇筑拆模后留在混凝土外表面的保温施工方法，因实际施工时工艺难掌控，故而未列入本标准。

5.1.4 混凝土在高温季节浇筑时，需要覆盖隔热被，高温季节多指 5 月~9 月；外界气温低于 0℃浇筑混凝土时，需要覆盖保温材料，防止混凝土浇筑温度过低。

5.2 现 场 试 验

5.2.1 应根据工程实际情况以及对材料性能的了解，决定是否做现场试验，对于新材料，在本行业中第一次使用时，应做保温试验。

5.2.2 现场试验所要的结果是验证拟选择的保温材料在特定的工艺条件下，保温效果是否满足设计技术要求。保温效果不理想或达不到技术要求的，应重新试验选择适宜的材料和施工工艺。

5.2.3 试验地点可以选择在前期临时工程的混凝土表面，也可以在永久表面的局部范围。这里强调是试验地点应具有代表性，不具代表性试验就无意义。

同区域选不同的保温材料对比，首先应该是保温效果和保温工艺的可靠性对比，在满足保温效果的前提下再进行经济性对比。

以下是某工程进行过的保温试验的方法，供参考：

(1) 根据现场阳光照射情况和混凝土表面干燥和流水等条件选择 4 个测点。分别选在向阳侧和背阳侧，向阳侧选两个点，一个为流水点，另一个为无流水点；背阳侧选两个点，一个为流水点，另一个为无流水点，共计 4 点。

(2) 每个测点划分 1 个 $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ 的试验区，在试验区中心部位和试验区外分别凿槽深不大于 5cm 的浅槽，埋设 1 支~2 支电阻温度计，分别测保温和不保温的混凝土表面温度。

(3) 在保温材料外放置 1 支~2 支电阻温度计，测试现场气温，同时用酒精玻璃温度计校核。

(4) 以上仪器埋设完成后，开始对试验区进行保温。

(5) 试验数据的采集选择在气温变化比较剧烈的春季和秋季观测。每 4h 观测一次并记录混凝土温度和气温的变化，时间不少于 30d。

5.2.4 不同保温材料的固定方法指本标准所规定的粘贴法、压贴法、喷涂法、覆盖法、保温模板法等。与混凝土面的结合紧密程度指是否松动、虚粘、脱空、鼓包、漏喷、脱落、搭接处脱离等。

5.2.5 无论是单组分或双组分的喷涂材料配合比，在大面积施工前，均应做多组试验，优选质量可靠、经济的配合比。

5.2.6 试验结果的整理与分析，重点是绘制混凝土表面温度及气温变化曲线，计算等效放热系数。

5.3 粘 贴 法

5.3.1 混凝土立面和空腔顶部的保温形式可选多种，但粘贴保温板材是方便施工的一种。

5.3.2 混凝土面浮浆、油垢、松散体等杂物，阻隔在保温板和混凝土表面之间，降低了黏结剂对混凝土面的附着力，影响其黏结效果。其次混凝土表面不平整、潮湿等，也可降低黏结效果，因此，混凝土表面力求清洁、平整、干燥。

5.3.3 专用的黏结剂是专门根据保温板的特性而配套的黏结材料，与对应材质的基层黏结力强，具有柔韧性好，防火、耐水、抗冻融、耐久性佳、易于操作等特点。

5.3.4 选用聚苯乙烯泡沫塑料板时施工：

1 防水涂料的涂刷，是防止聚苯乙烯泡沫板在保温过程中，吸收水分影响保温效果，因此，需要涂刷严密，并且确保质量。

2 防水涂料主要是防止保温板在保温过程中，外界的水分进入到保温板内，防水涂料应有很好的阻水效果，对其组成物须按科学的比例混合，以确保其防水性能。

3 聚苯乙烯泡沫板的错缝粘贴，使泡沫板上下左右相互关联，不容易脱落。

4 黏结剂涂刷于保温板周边，防止外来水和风灌入保温板内，影响保温效果，黏结面积达到 50%，可以将保温板粘贴牢固，不易脱落，经常性的风力大于 5 级的地区应增加黏结面积。

6 对接缝外表面的防水涂料是使保温板形成一个相对的闭合空间，防止外水进入保温板与混凝土面之间，从而影响保温效果。

5.3.5 选用珍珠岩保温板时施工：

1 板材的黏结，其黏结剂厚度与黏结效果相关，3mm~6mm 的厚度适中，其黏结效果最好；

2 保温板黏结剂具有较强的挥发性和在较短时间内凝结的特性，90min 后使用效果差；

3 多层保温板之间应黏结，使之形成整体，提高强度和防止进水至夹层；

4 粘贴保温板应尽可能地确保板材与混凝土表面的结合度，防止架空和脱落，施工时应用适当的外力按压使保温板黏结牢靠。

5.4 压 贴 法

5.4.1 混凝土立面和空腔顶部的保温可选择多种保温形式，压贴

软质保温材料进行保温是其中之一。

5.4.2 首先,压贴法是不可以在模板未拆除的条件下进行压贴保温施工的;其次清除混凝土表面附着物的目的是使混凝土和保温层之间接触紧密,防止风吹入混凝土与保温层之间,影响保温效果。

条文规定混凝土面无流淌明水,原因是表面流水会影响保温作业施工,流动的水还会带走混凝土表面热量,降低表面温度,流动水还会浸湿保温材料从而影响保温效果。

5.4.3 大坝的纵横缝为临时缝面,随着相邻坝块混凝土的浇筑,短期内就会被相邻坝块混凝土覆盖。压贴法作临时保温方便拆除,并且拆除后不会残留物在混凝土表面,能保持混凝土缝面的干净。

“井”字形木条压紧、贴实十分重要,若保温被没有压贴严实,保温被内易形成过风通道,达不到预期的保温效果。

5.4.4 选用聚乙烯卷材、草袋等软质保温材料保温,混凝土立面往往有钢筋拉条头、定位锥孔可利用。混凝土立面没有钢筋拉条头、定位锥孔可利用时,且混凝土表面无可利用的物件,可采用射钉固定保温材料;聚乙烯卷材或者草袋的压贴法,应为“井”字形的压贴方式,压贴的木条根据选择保温材料的宽度不同,选择合适的间距,一般情况下不得大于 200cm;保温材料接头处是保温薄弱处,需要有不小于 10cm 搭接接头。

5.5 喷 涂 法

5.5.2 喷涂法保温施工时,混凝土表面干净,无附着物、油垢,平整、干燥,有利于喷涂材料很好地附着在混凝土表面;在喷涂表面做标点,以确保喷涂的厚度的准确度,不至于喷涂过厚或不足。在喷涂基面区域粘贴一定数量的喷涂厚度控制标点,这个“一定数量”十分重要,“重要”但又没给定量化的规定值,原因是工程中只要能方便地控制喷涂厚度即可,疏密各自掌握。

5.5.3 雨天混凝土表面有一层水膜甚至有流动水,喷涂的材料不能直接附着在混凝土表面,容易脱落甚至在变成凝固状态前就被

流动水带走，因此不得施工。雾天和有风等天气环境下，应视现场条件确定是否可施工。雾天只要不影响视线，有风只要不造成喷雾飞扬均可考虑施工。

5.5.4 由于机械设备的运转不匀或管路残留的杂物等各种原因，开始时的料液往往混合不均或成分复杂，因此质量得不到保证，故应排弃，待到喷出的料液的比例符合要求后再进行保温作业施工。

5.5.5 不同的喷涂材料判别发泡质量的方法有所不同。以聚氨酯材料为例，判断聚氨酯发泡喷涂材料配方的质量好坏可以通过以下方法：

(1) 若使用枪式聚氨酯发泡喷涂材料，可看出枪效果，即打泡沫时喷出的泡沫应是流畅的，不能太稀亦不能太稠，太稀则发泡不大，而且泡孔会塌陷，太稠表现为泡沫发干，泡沫容易收缩。

(2) 将聚氨酯发泡喷涂材料喷涂在报纸上，形成一层泡沫材料，第二天看这层泡沫材料的两端是否翘起。如翘起，则表明泡沫收缩，翘得越高表明收缩越厉害；如两端不翘起，则表明泡沫良好。

(3) 切开泡沫，看泡孔的内部结构，如果泡孔均匀细密，则表明为良好泡沫；如泡孔很大，并且密度不好则为次品。

(4) 观察聚氨酯发泡胶的泡沫表面，好的泡沫表面呈沟壑状，光滑但光泽不是很亮；差的泡沫表面平整，没有褶皱。

(5) 观察聚氨酯发泡胶的泡孔大小，对于好的泡沫，发泡饱满浑圆；差的泡沫发泡小，并且呈现坍塌。

(6) 用手指按泡沫，泡沫富有弹性，则为好的泡沫；差的泡沫没有弹性，按上去很硬，具有脆性。

(7) 观察聚氨酯发泡材料对基材的黏结性，好的泡沫对各种基材的黏结力强，差的则黏结力差。

5.5.7 喷涂层被重物、尖物碰撞或划破等损伤后，混凝土保温质量会受到影响，这在实际工程中是不允许的，一旦出现，通常要

求对损伤部位进行补喷，补喷既浪费材料又带来工期延误，因此喷涂至设计厚度后现场应采取有效措施进行遮挡保护。

5.5.8 选用珍珠岩发泡喷涂材料（单组分）施工：

1 珍珠岩发泡喷涂材料质量轻，容易被风吹散，配合比中掺加一定的水闷料，主要是增加材料的自身密度，在施工过程中减少喷涂的损失。

3 辽宁某水电站成功地使用过负压喷涂设备，其效果较好。取得的经验是，在喷涂施工全过程中，风压和水压需要相互调试，达到合适的压力状态。

喷涂时，喷头出料孔应保持与被喷混凝土面垂直或略向上倾，是对工艺和喷涂效果的要求；喷头与被喷面之间的距离宜为60cm~120cm，是对回弹量尽可能地减少的要求。

5 喷涂料是靠水泥的固化与珍珠岩一起黏结在大坝表面，形成保温层，其保温效果主要是珍珠岩粉的导热系数小，水泥固化前不能被雨水冲刷，以免脱落。

5.5.9 选用聚氨酯泡沫喷涂材料（双组分）施工：

1 聚氨酯发泡受温度的影响很大。发泡依靠热量而进行，如果没有热量，体系中的发泡剂就无法蒸发，从而无法生成泡沫塑料。热量来自化学反应和环境两个方面。化学反应热不受外界因素的影响，环境提供的热量则随环境温度的变化而变化。当环境温度高时，环境能给反应体系提供热量，可增加反应速度，缩短反应时间。表现为泡沫发泡充分，泡沫表层和芯部密度接近。当环境温度低，部分反应热就会散发到环境中。热量的损失，一方面造成泡沫熟化期延长，增大了泡沫成型收缩率（温度越低，成型收缩率越高）；另一方面增加了泡沫材料的用量。

喷涂作业时，要求风速在5m/s以下。风速超过5m/s，将吹失反应产生的热量，影响聚氨酯泡沫的快速发泡反应，使产品表面变脆。同时，由于喷涂发泡机将原料混合后，以雾化状态喷出，如风速过大，将会吹走雾化颗粒，增加原料损耗，污染环境。

2 聚氨酯泡沫的形成需经历发泡和熟化两个阶段,控制其反应时间 1s~2s 的目的是使喷涂后应尽快凝固,防止聚氨酯在液态时流动造成厚度分布不均。

3、4 聚氨酯泡沫组合料靠压缩空气将两种原料从喷枪嘴中吹出的同时使之混合发泡,喷涂枪压力过低雾化效果差,且容易堵塞喷枪口,原材料损耗大,污染环境,过高则容易回弹损耗,施工中控制上比较合适的压力范围为 0.3MPa~0.4MPa,流量为 $10\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 18\text{kg}/\text{cm}^2$,喷枪离混凝土表面距离为 80cm~150cm。

6 厚度超过 15mm 时宜分层作业,分层作业主要防止溶液在固化前,因其自重而滑落。分层后,待第一层的溶液固化后,再喷涂第二层,这样可以保证喷涂料的厚度满足设计要求。

7 此规定的目的是为了 avoid 喷涂的厚薄相差太大。

5.6 覆 盖 法

5.6.1 混凝土水平面、缓斜面比较适合覆盖法保温,覆盖法是利用材料的自重或者在材料表面上压重来使保温材料与混凝土面贴紧形成保温层,施工简单容易实施。保温材料多选用聚乙烯卷材、草袋、砂、保温被等软性材料。软性材料即使在混凝土表面不平整的情况下,也能很好地与混凝土表面紧贴,因此较为常用。

硬质的材料由于有一定的刚度,在混凝土表面不平整时,会出现架空现象,从而在混凝土与保温材料间形成空气流通通道,导致保温效果变差,所以不常用。但在混凝土表面平整度比较好的情况下,也可以采用硬质材料保温。

5.6.2 空鼓会影响保温效果,搭接处不严密同样也会影响保温效果。因此,搭接处需要严密,搭接的长度应满足在表面放置压块后不透风的要求。

5.6.4 水平混凝土面采用砂土保温绝大多数是临时性保温,并且是在保温要求不高的情况下使用,地下永久建筑物,在保温要求不高的情况下,也可以直接填埋。

5.7 保温模板法

5.7.1 混凝土浇筑初期，混凝土的抗裂能力差，外界气温变化容易对混凝土的表面形成冲击，特别是钢模板，其导热系数大，模板周边混凝土在低温时混凝土强度增长较慢，一旦受外界温度剧烈变化的冲击比较容易形成裂缝，保温模板可以起到一定的保护作用。

5.7.2 温和地区低温季节施工时可选择 3cm 厚的聚苯乙烯泡沫板，高寒或者寒冷地区宜选择 5cm 厚的聚苯乙烯泡沫板；或者根据附录 A 计算厚度作为参考值，再结合模板肋板的凹槽的深度，选用适当厚度的材料。

5.7.3 工程中，外贴聚苯乙烯泡沫塑料板保温效果好，较为常用。由于混凝土模板的外形和尺寸不尽相同，在模板上粘贴聚苯乙烯泡沫塑料板前按模板形状和模板外侧的肋板间尺寸进行裁剪是必须的。粘贴前清理模板的表面，在模板和聚苯乙烯泡沫板上涂刷一层黏结剂进行粘合，最后按压贴紧，应尽可能保证底面和四周与肋板粘贴牢固。

同时，保温模板在周转中被损坏是难免的，为保证模板具有保温效果，应及时补贴新的聚苯泡沫塑料板。在低温季节或者气候变化频繁的季节，在仓面准备完成验收时，也可将保温模板的验收入仓面验收范畴。

5.7.4 木模板的导热系数小，本身具有一定的保温性能，在气温骤降期间，防止拆模后外界低温对混凝土表面的冷击，应适当延长拆模时间，以提高混凝土的强度和抗裂能力。

5.8 保温拆除

5.8.1 通常，混凝土在达到设计龄期后其抗裂各项指标已基本满足设计要求，当外界如气温、水温等的变化引起的应力不能对混凝土构成伤害时，可拆除保温材料。一般工程中，保温时间均至

蓄水验收前。

5.8.2 对蓄水前设计要求拆除挡水面保温材料的，应在蓄水前选择气温变幅小的时段进行。蓄水前拆除是因为水位线以下的保温材料一旦被淹没，将无法拆除。气温变幅小的时段是指无寒潮冲击，日温差变化相对较小。

对蓄水后为防止受到冷击，工程要求仍需保温的，可不拆除。这里的“蓄水后为防止混凝土受到冷击”，一般指修建在高寒地区的大坝，因为流域的水温低，蓄水冷击对大坝会造成不良影响，因此需要留存上游挡水面的保温材料。

背水面及其他部位保温材料的拆除，条文规定选择气温较高或外界气温变幅小的季节时段进行，是因为气温较高时避免出现混凝土的内表温差过大，气温变幅小也是同样的道理。

5.8.3 保温模板具有保温效果，在寒潮期间，如施工过程中不影响下一道工序，可不拆除，并作为临时保温手段至寒冷气温结束。

5.8.4 拆除的保温材料不得随意散落现场主要针对文明施工而言；没有损坏的保温材料是可以回收储存、备用，以节约成本。

5.9 质 量 检 查

5.9.1 表 5.9.1 中所列的质量检查和控制标准适用于常用的保温材料，除表中规定的检查项目和检查方法外，工程中如要求其他的检查项目和检查方法时，应按要求执行。

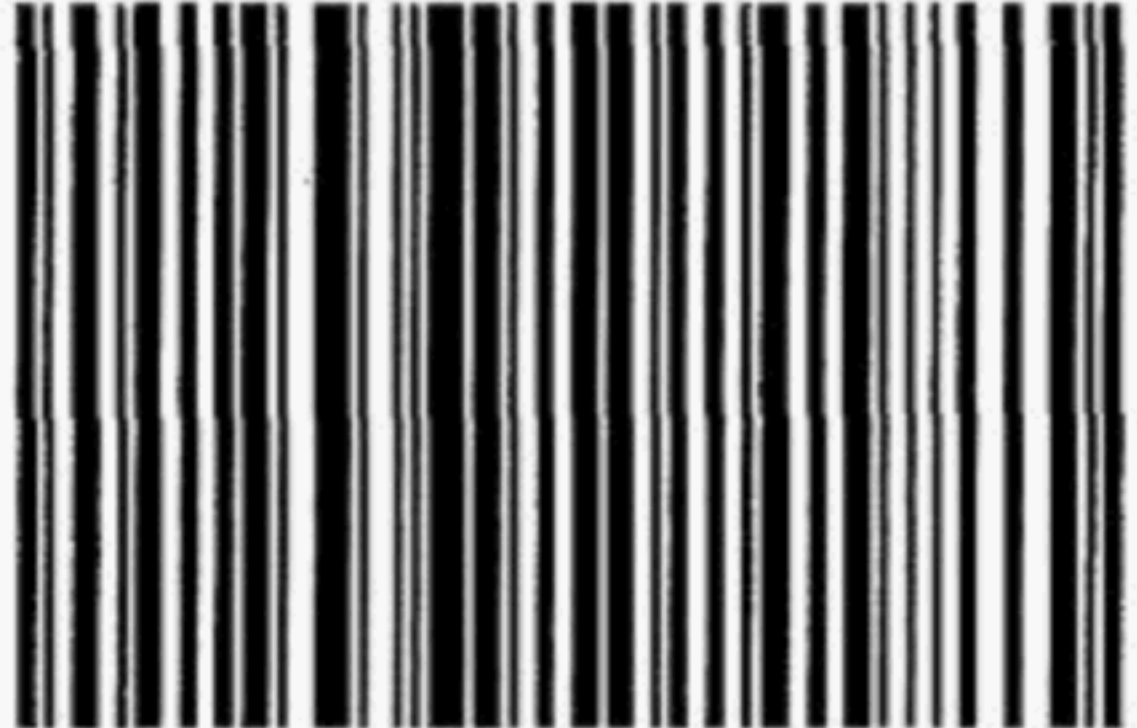
5.9.2 实际工程中，在保温施工完成后的运行期内，因各种原因会使粘贴、压贴、喷涂、覆盖的保温材料遭到物理损坏，为确保保温效果，应及时对松动、破损、掉缺、脱落、腐烂的部位，采取补粘、补喷、补缺、更换等方式修复，对搭接脱离、宽度不足等缺陷，应及时按要求重新搭接。



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信



155198.936

定价：21.00 元

为您提供 **最及时、最准确、最权威** 的电力标准信息