

# 建筑节能工程质量检测

## ——材料·实体·幕墙

◎崔国庆 主编



中国建筑工业出版社

# 建筑节能工程质量检测

——材料·实体·幕墙

崔国庆 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑节能工程质量检测——材料·实体·幕墙/崔国庆主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 6  
ISBN 978-7-112-22235-3

I. ①建… II. ①崔… III. ①建筑-节能-质量检验  
IV. ①TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 103099 号

责任编辑: 王磊 田启铭

责任校对: 王雪竹

建筑节能工程质量检测

——材料·实体·幕墙

崔国庆 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

天津翔远印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 24 $\frac{1}{4}$  字数: 602 千字

2018 年 8 月第一版 2018 年 8 月第一次印刷

定价: 76.00 元

ISBN 978-7-112-22235-3

(32027)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 本书编委会

主 编：崔国庆

副 主 编：白召军 冷元宝 马清华

参编人员：刘志伟 曹 伟 张 巍 张 珂 高耀宾 李文涛

冯海亮 王 超 崔子鸣 郑聚才 崔子岩 张新慧



# 前 言

近年来,我国建筑节能工作迅速开展,技术水平不断提高,节能理念日益深入人心,建筑节能已在缓解能源、环境压力方面发挥了重要作用,且必将持续发挥更大的作用。从战略高度来讲,大力发展节能省地环保型建筑,注重能源、资源节约和合理利用,全面推广和普及节能技术,制定并强制推行更加严格的节能、节水、节材标准。建筑行业推行“节地、节能、节水、节材”的“四节”工作是落实科学发展观,缓解人口、资源、环境矛盾的重大举措,意义重大。

建筑在使用过程中,其供暖、空调、通风、照明、热水供应等方面不断地消耗大量的能源。建筑能耗已占全国总能耗的近30%。据预测,到2020年,我国城乡还将新增建筑300亿 $m^2$ ,能源问题已经成为制约经济和社会发展的的重要因素,建筑能耗必将对我国的能源消耗造成长期的、巨大的影响,要解决能耗问题,根本出路是坚持开发与节约并举、节约优先的方针,大力推进节能降耗,提高能源利用效率。

建筑节能是一项复杂的系统工程,涉及规划、设计、施工、使用维护和运行管理等方面,影响因素复杂,单独强调某一个方面,都难以综合实现建筑节能目标。通过建筑节能标准的制定并严格贯彻执行,可以统筹考虑各种因素,在节能技术要求和具体措施上做到全面覆盖、科学合理和协调配套。

建筑节能检测是我国建筑节能领域一项十分重要的工作。节能检测能够为新材料、新技术、新工艺、新方法的研究和开发提供重要的技术数据,保证和监测节能产品与工程质量,同时它也是新能源开发和应用不可缺少的工具与技术手段。作为检验检测机构和人员,有必要掌握建筑节能的基本技术要点和检验检测方法的基本要素,不断丰富建筑节能知识,开阔技术视野,提高检验检测技术水平,促进检验检测工作更好地开展。这就需要在不断努力学习技术知识的同时,积累实践经验和教训,既要重视从实践中学习,又不要忽略从书本中学习。

为了使检验检测人员能系统地了解 and 掌握建筑工程节能检验检测的相关要求、检验检测项目的具体操作方法以及检验检测过程中需要注意的问题,本书根据我国开展建筑节能工作的实际情况,以现行的建筑节能工程施工质量验收规范、技术规程和标准为主线,以规范要求的检验检测项目为重点,以检验检测方法为工作面,全面介绍了建筑节能材料的试验室检测、工程现场检测以及对节能建筑的评价等内容,并结合作者多年的工作实践编写而成。从建筑节能材料检测试验到外墙外保温系统,从幕墙门窗到围护结构,从供暖到通风与空调,从配电照明到建筑节能现场实体检验等多个章节出发,分别对常用建筑节能材料、设备的基本概念、试验原理、检验检测试验标准、检验批的划分、检测设备、检验检测方法、结果判定等方面作了详尽的描述,具有知识性、实用性、技术性和针对性。

本书共分上下两篇,包括建筑节能工程检测技术、建筑幕墙检测技术。第一篇共分八

章，包括绪论、建筑绝热材料检测方法、建筑绝热材料及辅助材料检测、保温系统材料检测、外墙外保温系统材料及现场试验方法、建筑外门窗检测技术、供暖通风与空气调节系统检测技术、围护结构现场检测技术等。第二篇共分三章，包括绪论、建筑幕墙物理性能检测技术、幕墙相关材料检测技术等。书中内容与现行国家标准和现行行业标准保持一致，对涉及检验检测方法的内容进行了详尽的介绍。

本书作为建筑节能检验检测行业和检验检测技术人员的培训教材，是一个新的尝试。根据多年来的培训经验，对检验检测行业战线上的一个老兵来说，也是重新学习和提高的一个过程。由于时间仓促，经验不足，书中难免存在一些疏漏和缺陷，恳请专家和使用尔多提意见，以便进一步完善和提高。

本书在编写过程中得到河南省建筑科学研究院吴玉杰、河南省建筑材料研究院张茂亮的指导，一并表示感谢。

本书可供检验检测试验人员、建筑节能工程设计、施工图审查、施工、监理、监督以及土建专业的师生使用和参考。

# 目 录

## 第一篇 建筑节能工程检测技术

<b>第 1 章 绪论</b> .....	3
1.1 概述 .....	3
1.1.1 建筑节能分项工程划分 .....	3
1.1.2 材料和设备的复验项目 .....	4
1.1.3 材料、构件和设备验收 .....	5
1.2 建筑节能基础知识 .....	9
1.2.1 基本术语 .....	11
1.2.2 设计术语 .....	17
1.2.3 热工知识 .....	20
1.3 节能建筑的评价标准 .....	24
1.3.1 评价规定及体系 .....	25
1.3.2 基本要求 .....	25
1.3.3 评价与等级划分 .....	26
<b>第 2 章 建筑绝热材料检测方法</b> .....	29
2.1 泡沫塑料及橡胶 .....	29
2.1.1 状态调节和标准环境 .....	29
2.1.2 线性尺寸的测定 .....	31
2.1.3 导热系数的测定 .....	33
2.1.4 表观密度的测定 .....	37
2.1.5 压缩性能的测定 .....	40
2.1.6 吸水率的测定 .....	43
2.1.7 尺寸稳定性的测定 .....	46
2.2 无机硬质绝热制品 .....	49
2.2.1 抗压强度试验 .....	50
2.2.2 密度和含水率试验 .....	51
2.2.3 吸水率试验 .....	52
2.3 无机纤维绝热制品 .....	53
2.3.1 试验环境 .....	53
2.3.2 状态调节 .....	53
2.3.3 试样选取 .....	53
2.3.4 尺寸和密度试验 .....	54
2.3.5 吸湿性试验 .....	56
2.3.6 吸水性试验 .....	57
2.3.7 压缩性能的测定 .....	59

2.4 燃烧性能试验 .....	61
2.4.1 建筑材料不燃性试验 .....	64
2.4.2 建筑材料难燃性试验 .....	70
2.4.3 建筑材料可燃性试验 .....	73
2.4.4 单体燃烧试验 .....	77
2.4.5 氧指数法测定(室温试验) .....	87
<b>第3章 建筑绝热材料及辅助材料检测 .....</b>	<b>95</b>
3.1 有机保温材料 .....	95
3.1.1 钢丝网架模塑聚苯乙烯板 .....	95
3.1.2 柔性泡沫橡塑绝热制品 .....	97
3.2 无机保温材料 .....	98
3.2.1 岩棉制品 .....	98
3.2.2 膨胀珍珠岩绝热制品 .....	100
3.2.3 膨胀珍珠岩保温板 .....	101
3.2.4 玻璃棉制品 .....	102
3.2.5 泡沫玻璃 .....	102
3.2.6 水泥基泡沫保温板 .....	106
3.3 保温砂浆 .....	107
3.3.1 建筑保温砂浆 .....	107
3.3.2 抹面胶浆 .....	109
3.3.3 玻化微珠保温隔热砂浆 .....	111
3.4 辅助材料 .....	113
3.4.1 墙体保温用胶粘剂 .....	113
3.4.2 水泥界面剂和填缝剂 .....	117
3.4.3 玻纤网布 .....	120
3.4.4 镀锌电焊网 .....	129
3.4.5 锚栓 .....	130
<b>第4章 保温系统材料检测 .....</b>	<b>133</b>
4.1 模塑聚苯板外保温系统 .....	133
4.1.1 养护条件和试验环境 .....	133
4.1.2 数值修约 .....	133
4.1.3 胶粘剂 .....	134
4.1.4 模塑板 .....	134
4.1.5 抹面胶浆 .....	135
4.1.6 玻纤网 .....	136
4.2 胶粉聚苯颗粒外保温系统 .....	138
4.2.1 试验条件 .....	139
4.2.2 胶粉聚苯颗粒浆料 .....	139
4.2.3 聚苯板 .....	140
4.2.4 界面砂浆 .....	141
4.2.5 抗裂砂浆 .....	142
4.2.6 耐碱玻纤网 .....	143
4.2.7 镀锌电焊网 .....	144



4.2.8 弹性底涂	144
4.3 岩棉板外保温系统	144
4.3.1 养护条件和试验环境	145
4.3.2 胶粘剂	145
4.3.3 岩棉板和岩棉条	145
4.3.4 抹面胶浆	146
4.3.5 玻纤网	146
4.3.6 锚栓	146
4.4 硬泡聚氨酯板外保温系统	146
4.4.1 养护条件和试验环境	147
4.4.2 数值修约	147
4.4.3 胶粘剂	147
4.4.4 硬泡聚氨酯芯材	148
4.4.5 硬泡聚氨酯板	148
4.4.6 抹面胶浆	150
4.4.7 玻纤网	150
4.5 保温装饰板外保温系统	151
4.5.1 养护条件和试验环境	151
4.5.2 数值修约	151
4.5.3 保温装饰板	151
4.5.4 粘结砂浆	153
4.5.5 锚固件	153
4.6 泡沫玻璃外保温系统	154
4.6.1 养护条件和试验环境	154
4.6.2 数值修约	154
4.6.3 胶粘剂	154
4.6.4 泡沫玻璃板	156
4.6.5 抹面胶浆	158
4.6.6 玻璃纤维网布	159
4.7 现浇混凝土聚苯板外保温系统	159
4.7.1 养护条件和试验环境	160
4.7.2 数值修约	160
4.7.3 聚苯板	160
4.7.4 轻质防火保温浆料	162
4.7.5 聚苯板界面砂浆	164
4.7.6 塑料卡钉	164
4.7.7 抗裂砂浆	164
4.7.8 玻纤网	165
4.7.9 热镀锌电焊网	166
4.8 挤塑聚苯板 (XPS) 外保温系统	167
4.8.1 养护条件和试验环境	167
4.8.2 数值修约	167
4.8.3 挤塑板	167

4.8.4	界面处理剂	168
4.8.5	胶粘剂	169
4.8.6	抹面胶浆	170
4.8.7	玻纤网	170
4.9	无机轻集料砂浆保温系统	172
4.9.1	检验项目与批量	172
4.9.2	试件制备与数量	173
4.9.3	干密度试验	173
4.9.4	抗压强度试验	173
4.9.5	拉伸粘结强度试验	174
4.9.6	导热系数试验	174
4.9.7	燃烧性能试验	174
4.9.8	抗裂砂浆性能试验	174
4.9.9	玻纤网性能试验	174
4.9.10	饰面涂料性能试验	175
<b>第5章 外墙外保温系统材料及现场试验方法</b>		<b>176</b>
5.1	概述	176
5.2	系统及组成材料性能试验方法	179
5.2.1	试验准备、养护和状态调节	179
5.2.2	系统耐候性试验方法	179
5.2.3	系统抗风荷载性能试验方法	180
5.2.4	系统耐冻融性能试验方法	182
5.2.5	系统抗冲击性试验方法	182
5.2.6	系统吸水量试验方法	183
5.2.7	抗拉强度试验方法	183
5.2.8	拉伸粘结强度试验方法	184
5.2.9	系统热阻试验方法	185
5.2.10	抹面层不透水性试验方法	185
5.2.11	水蒸气渗透性能试验方法	186
5.2.12	玻纤网耐碱拉伸断裂强力试验方法	186
5.3	现场试验方法	187
5.3.1	基层与胶粘剂的拉伸粘结强度检验方法	187
5.3.2	无网现浇系统粘结强度试验方法	187
5.3.3	系统抗冲击性试验方法	187
<b>第6章 建筑外门窗检测技术</b>		<b>188</b>
6.1	概述	188
6.2	性能分级	190
6.2.1	气密性能分级	190
6.2.2	水密性能分级	191
6.2.3	抗风压性能分级	191
6.2.4	保温性能分级	192
6.3	性能检测	193
6.3.1	气密性能检测方法	193

6.3.2	水密性能检测方法	197
6.3.3	抗风压性能检测方法	200
6.3.4	保温性能检测方法	204
6.4	检测报告	209
6.4.1	气密、水密、抗风压性能检测报告	209
6.4.2	保温性能检测报告	210
<b>第7章</b>	<b>供暖通风与空气调节系统检测技术</b>	<b>211</b>
7.1	居住建筑节能检测	211
7.1.1	室内平均温度检测	211
7.1.2	室外管网的水力平衡度检测	213
7.1.3	供热系统的补水率检测	213
7.1.4	室外管网的热损失率检测	214
7.2	公共建筑节能检测	215
7.2.1	供暖空调水系统性能检测要求	215
7.2.2	冷水(热泵)机组实际性能系数检测	215
7.2.3	风机单位风量耗功率检测	216
7.2.4	新风量检测	217
7.2.5	定风量系统平衡度检测	217
7.2.6	风量检测方法	218
7.2.7	风量罩风口风量检测	221
7.2.8	照度值与功率密度值检测	221
7.3	风机盘管机组检测	221
7.3.1	风量试验方法	222
7.3.2	供冷量和供热量试验方法	226
7.3.3	噪声测量	230
7.4	供暖散热器性能检测	231
7.4.1	测试样品的选择	232
7.4.2	测试系统配置和测试方法	233
7.4.3	检测报告	238
<b>第8章</b>	<b>围护结构现场检测技术</b>	<b>239</b>
8.1	围护结构现场实体检验	239
8.1.1	外墙节能构造钻芯检验	240
8.1.2	外窗气密性现场实体检测	241
8.1.3	围护结构主体部位传热系数检测	243
8.1.4	外围护结构热工缺陷检测	245
8.1.5	建筑物围护结构传热系数检测	247
8.1.6	中空玻璃露点现场检测	250
8.2	建筑红外热像检测技术	251
8.2.1	外墙饰面质量缺陷检测	253
8.2.2	建筑物渗漏检测	255
8.2.3	建筑物外围护结构热工缺陷检测	256
8.2.4	检测结果分级及检测报告	257

## 第二篇 建筑幕墙检测技术

<b>第 9 章 绪论</b> .....	263
9.1 质量验收 .....	264
9.2 幕墙类别 .....	266
9.2.1 玻璃幕墙工程 .....	266
9.2.2 金属与石材幕墙工程 .....	268
9.2.3 小单元建筑幕墙 .....	271
9.3 幕墙工程检测方法 .....	272
9.3.1 适用范围及类别 .....	273
9.3.2 检测程序 .....	273
9.3.3 检测方案 .....	275
9.3.4 检测报告 .....	276
<b>第 10 章 建筑幕墙物理性能检测技术</b> .....	277
10.1 概述 .....	277
10.1.1 产品分类 .....	277
10.1.2 性能及分级 .....	279
10.1.3 材料 .....	285
10.2 建筑幕墙物理性能检测 .....	286
10.2.1 气密性能检测 .....	287
10.2.2 水密性能检测 .....	290
10.2.3 抗风压性能检测 .....	294
10.2.4 层间变形性能检测 .....	299
10.2.5 保温性能检测 .....	305
10.2.6 检测报告 .....	312
<b>第 11 章 幕墙相关材料检测技术</b> .....	314
11.1 建筑玻璃相关性能检测 .....	314
11.1.1 可见光透射比的测定 .....	314
11.1.2 玻璃遮阳系数的测定 .....	317
11.1.3 玻璃传热系数的测定 .....	323
11.1.4 中空玻璃露点的测定 .....	324
11.2 支承材料相关性能检测 .....	325
11.2.1 隔热铝合金型材性能检测 .....	325
11.2.2 钢材相关性能检测 .....	334
11.3 其他材料性能检测 .....	337
11.3.1 铝塑复合板的剥离强度试验 .....	337
11.3.2 石材的压缩强度试验 .....	341
11.3.3 石材的弯曲强度试验 .....	343
11.3.4 石材的体积密度及吸水率试验 .....	344
11.4 密封胶与结构胶性能检测 .....	346
11.4.1 密度的测定 .....	346
11.4.2 低温柔性的测定 .....	347

---

11.4.3 拉伸粘结性的测定 .....	348
11.4.4 定伸粘结性的测定 .....	351
11.4.5 弹性恢复率的测定 .....	354
11.4.6 剥离粘结性的测定 .....	357
11.4.7 污染性的测定 .....	359
11.4.8 硅酮结构胶与相邻接触材料的相容性 .....	364
11.4.9 石材密封胶与接触材料污染性试验 .....	365
11.4.10 干挂石材幕墙用环氧胶粘剂 .....	368
11.4.11 硅酮结构密封胶 .....	370



# 第一篇 建筑节能 工程检测技术



# 第 1 章 绪 论

建筑节能是三大重点节能领域之一，是在满足居住舒适性要求的前提下，在建筑工程中使用保温隔热的新型墙体材料和高能效比的供暖空调设备，达到节约能源、降低能源消耗、提高能源利用以及减少对大气环境的污染、二氧化碳气体排放以及地球温室效应的影响的目的。

为了贯彻科学发展观，加强建筑节能工程的施工质量管理，统一建筑节能工程施工质量验收，提高建筑工程节能效果，《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 依据国家现行法律法规和相关标准，总结了近年来我国建筑工程中节能工程的设计、施工、验收和运行管理的实践和研究成果，借鉴了国外的先进经验和做法，充分考虑了我国现阶段实际情况，突出了验收中的基本要求和重点，是一部涉及多专业、以达到建筑节能要求为目的的施工验收规范。

《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411，适用于新建、改建和扩建的民用建筑中墙体、幕墙、门窗、屋面、地面、供暖、通风与空调、空调与供暖系统的冷热源及管网、配电与照明、监测与控制等建筑节能工程的质量验收。

## 1.1 概 述

### 1.1.1 建筑节能分项工程划分

#### 1. 按施工质量验收统一标准划分

建筑工程各专业验收规范编制的统一准则《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 规定了建筑工程的分部工程、分项工程划分要求。其中，对建筑节能工程划分为 5 个子分部工程、17 个分项工程。

#### 1) 建筑节能工程的子分部工程

- (1) 围护系统节能。
- (2) 供暖空调设备及管网节能。
- (3) 电气动力节能。
- (4) 监控系统节能。
- (5) 可再生能源。

#### 2) 建筑节能工程的分项工程

- (1) 围护系统节能，包括墙体节能、幕墙节能、门窗节能、屋面节能、地面节能。
- (2) 供暖空调设备及管网节能，包括供暖节能、通风与空调设备节能、空调与供暖系统冷热源系统节能、空调与供暖系统管网节能。
- (3) 电气动力节能，包括配电节能、照明节能。

(4) 监控系统节能,包括监测系统节能、控制系统节能。

(5) 可再生能源,包括地源热泵系统节能、太阳能光热系统节能、太阳能光伏节能。

## 2. 按施工质量验收规范划分

### 1) 建筑节能工程分项工程

《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 规定,建筑节能工程分项工程划分为 10 个,内容如下:墙体节能工程、幕墙节能工程、门窗节能工程、屋面节能工程、地面节能工程、供暖节能工程、通风与空调节能工程、空调与供暖系统冷热源及管网节能工程、配电与照明节能工程、监测与控制节能工程等。

### 2) 分项工程和检验批的划分

(1) 建筑节能工程应按照规定的分项工程进行验收。

(2) 当建筑节能分项工程的工程量较大时,可以将分项工程划分为若干个检验批进行验收。当建筑节能工程验收无法按照上述要求划分分项工程或检验批时,可由建设、监理、施工等各方协商进行划分。

(3) 在同一个工程项目中,建筑节能分项工程和检验批的验收内容与其他分项工程和检验批的验收内容相同且验收结果合格时,可采用其验收结果,不必进行重复检验。

## 1.1.2 材料和设备的复验项目

建筑节能工程进场材料和设备的复验项目如下所示。

### 1. 墙体节能工程

(1) 保温隔热材料的导热系数、密度、抗压强度或压缩强度。

(2) 粘结材料的粘结强度。

(3) 增强网的力学性能、抗腐蚀性能。

### 2. 幕墙节能工程

(1) 保温材料:导热系数、密度。

(2) 幕墙玻璃:可见光透射比、传热系数、遮阳系数、中空玻璃露点。

(3) 隔热型材:抗拉强度、抗剪强度。

### 3. 门窗节能工程

(1) 严寒、寒冷地区:气密性能、传热系数和中空玻璃露点。

(2) 夏热冬冷地区:气密性能、传热系数、玻璃遮阳系数、可见光透射比、中空玻璃露点。

(3) 夏热冬暖地区:气密性能、玻璃遮阳系数、可见光透射比、中空玻璃露点。

### 4. 屋面节能工程

保温隔热材料的导热系数、密度、抗压强度或压缩强度。

### 5. 地面节能工程

保温隔热材料的导热系数、密度、抗压强度或压缩强度。

### 6. 供暖节能工程

(1) 散热器的单位散热量、金属热强度。

(2) 保温材料的导热系数、密度、吸水率。

### 7. 通风与空调节能工程