

公共建筑节能设计标准广东省实施细则及建筑节能设计要点

赵立华 博士 教授 博导

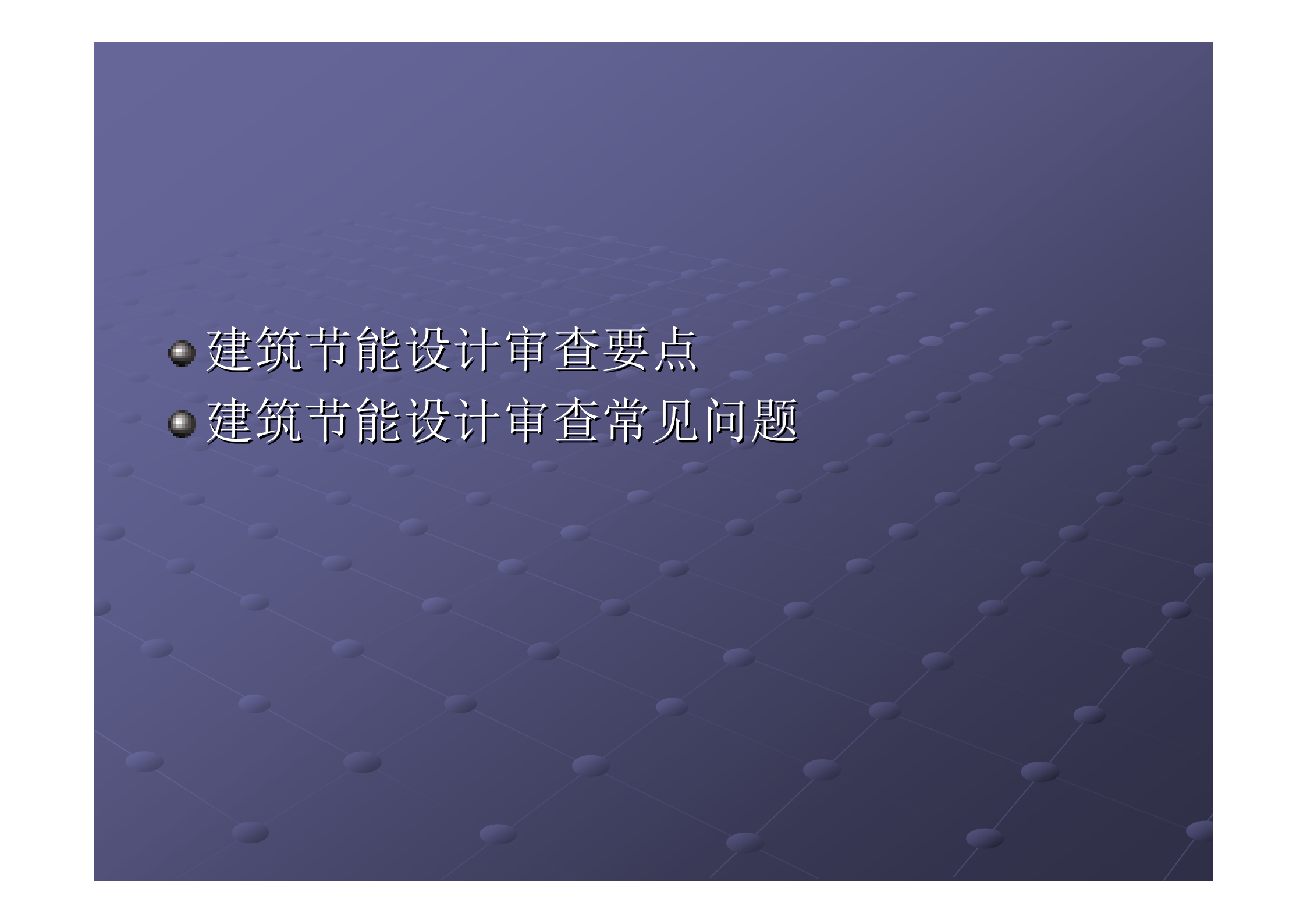
华南理工大学 建筑学院

亚热带建筑科学国家重点实验室

13560000913

www.beel.net.cn

lhzhao@scut.edu.cn

- 
- 建筑节能设计审查要点
 - 建筑节能设计审查常见问题

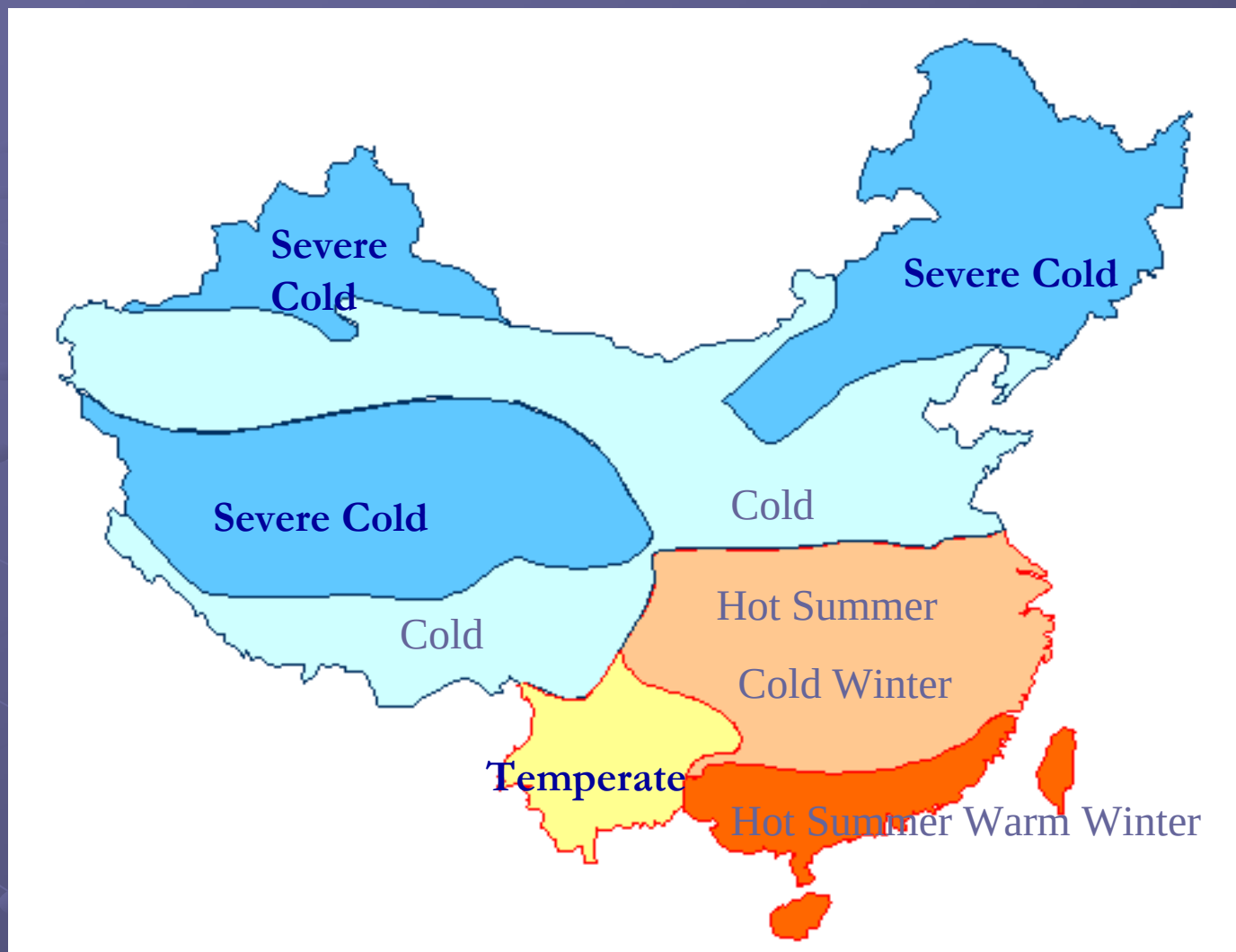
条例要求

- 建设工程项目方案设计应当包括建筑节能设计专项说明
- 初步设计文件应当包括建筑节能设计专篇
- 施工图设计文件应当包括建筑节能设计说明和节能计算书等，明确材料、构件、设备的技术指标要求和节能措施、构造等内容。
- 大型公共建筑工程方案设计应当有建筑节能专题报告。

建筑节能设计标准

- 《民用建筑热工设计规范》（GB50176-93）
- 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》（JGJ75—2003）
- 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准（广东省实施细则）》（DBJ15-50-2006）
- 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2005）
- 广东省标准《公共建筑节能设计实施细则》（DBJ/T15-51-2007）
- 《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》（JGJ/T 151-2007）
- 《民用建筑能耗数据采集标准》（JGJ/T154-2007）
- 《建筑节能工程施工验收规范》（GB 50411-2007）
- 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》（GB 50364-2005）
- 《地源热泵系统工程技术规范》（GB 50366-2005）

中国建筑气候区划图



□ 严寒地区

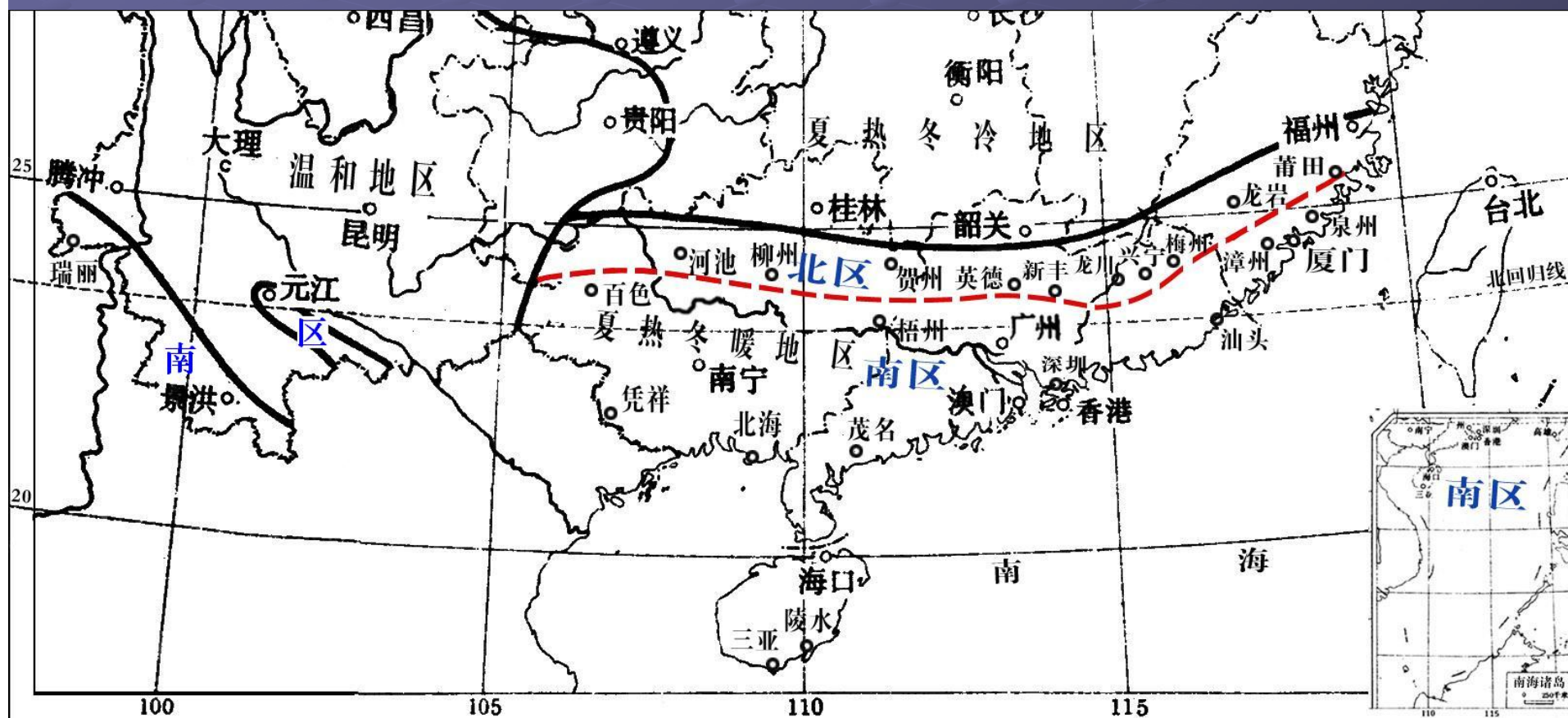
■ 寒冷地区

■ 夏热冬冷地区

■ 夏热冬暖地区

■ 温和地区

● 本标准将夏热冬暖地区划分为南北两个区



公共建筑节能设计文件

- 对公共建筑工程项目，设计单位和施工图设计文件审查机构应填写《公共建筑节能设计、审查表（按规定性指标）》或《公共建筑节能设计、审查表（按性能化指标）》（word文件）
- 为进行建筑节能设计审查备案，需填写《公共建筑节能设计审查备案登记表》（excel文件）
- 建筑工种施工图纸上的“建筑节能设计说明”的编写应依据《公共建筑节能设计标准广东省实施细则》编写

相关要求

● 建筑节能设计说明

- 1) 设计依据（立项批文、标准规范、行业规定等）；
- 2) 建筑节能设计参数（填写《建筑节能设计参数表》，格式参见《居住细则》和《公建细则》的附录）；
- 3) 围护结构节能产品的性能要求（内容按《居住细则》和《公建细则》的相关条文规定）；
- 4) 围护结构工程节能产品的抽样送检要求（内容按《居建细则》和《公建细则》的相关条文规定）。

● 建筑工种施工图纸

- 1) 围护结构节能构造做法详图或标准图索引，重点采用本省建设行政主管部门颁布的图集、标准规范等。
- 2) 其他节能构配件详图（如外遮阳设施）或标准图索引。

● 建筑节能计算书

- 1) 墙、窗、屋顶等按朝向、围护结构类型统计的面积、性能指标清单表（格式参见本要点附表）
- 2) 窗墙面积比 C 、平均窗墙面积比 C_m 的计算；
- 3) 玻璃遮阳系数 S_e 、外遮阳系数 S_D 、综合遮阳系数 S_W 的计算；
- 4) 外墙的平均传热系数 K_m 及平均热惰性指标 D_m 的计算；
- 5) 屋顶的传热系数 K 及热惰性指标 D 的计算；
- 6) 东（西）墙、屋顶夏季内表面最高温度 Θ_i 的计算；
- 7) 空调热负荷和逐项逐时冷负荷计算；
- 8) 空调冷（热）水泵、冷却塔水泵扬程的计算；
- 9) 冷（热）水系统、冷却水系统的输送能效比（ ER ）的计算；
- 10) 通风、空调风系统阻力的计算（当风管长度 $L > 30m$ ）及风机单位风量耗功率（ WS ）计算；
- 11) 居住建筑采用对“比评定法”时的空调采暖年耗电量计算或年耗电指数计算；
- 12) 公共建筑采用“权衡计算”法时的空调采暖年耗电量的计算。

当送审建筑工程未采用集中式空调系统时，计算书不含以上第 7)～10) 项的内容；当围护结构的规定性指标均达标时，计算书不含以上第 11)、第 12) 项的内容。

公共建筑节能设计与审查要点

● 按规定性指标

- 屋顶、外墙（含非透明幕墙）、架空或外挑楼板的传热系数 K ，热惰性指标 D
- 屋顶、东西墙体的隔热性能（隔热措施、传热系数和热惰性指标）
- 各朝向外窗（含透明幕墙）的窗墙面积比、传热系数、综合遮阳系数和可见光透射比
- 天窗（包括采光顶）面积、传热系数和遮阳系数 SC
- 空调、通风、照明的节能措施
- 其他节能措施

公共建筑节能设计与审查要点

● 按性能化指标

- 屋顶、外墙（含非透明幕墙）、架空或外挑楼板的传热系数 K ，热惰性指标 D
- 屋顶、东西墙体的隔热性能（隔热措施、传热系数和热惰性指标）
- 各朝向外窗（含透明幕墙）的窗墙面积比、传热系数、综合遮阳系数和可见光透射比
- 天窗（包括采光顶）面积、传热系数和遮阳系数 SC
- 围护结构节能设计的权衡计算
- 空调、通风、照明的节能措施
- 其他节能措施

强制性条文简介

- 4.2.2 根据建筑所处城市的建筑气候分区，围护结构的热工性能应分别符合表4.2.2-1、表4.2.2-2、表4.2.2-3、表4.2.2-4、表 4.2.2-5以及表 4.2.2-6的规定，其中外墙的传热系数为包括结构性热桥在内的平均值 K_m 。当建筑所处城市属于温和地区时，应判断该城市的气象条件与表4.2.1中的哪个城市最接近，围护结构的热工性能应符合哪个城市所属气候分区的规定。当本条文的规定不能满足时，必须按本标准第4.3节的规定进行权衡判断。

表4.2.2-5 夏热冬暖地区围护结构
传热系数和遮阳系数限值

围护结构部位		传热系数 K W/(m ² ·K)	
屋面		≤ 0.90	
外墙（包括非透明幕墙）		≤ 1.5	
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤ 1.5	
外窗（包括透明幕墙）		传热系数 K W/(m ² ·K)	遮阳系数 SC (东、南、西向/北向)
单一朝向外窗(包括透明幕墙)	窗墙面积比≤20%	≤ 6.5	—
	20%<窗墙面积比≤30%	≤ 4.7	≤ 0.5/0.60
	30%<窗墙面积比≤40%	≤ 3.5	≤ 0.45/0.55
	40%<窗墙面积比≤50%	≤ 3.0	≤ 0.40/0.50
	50%<窗墙面积比≤70%	≤ 3.0	≤ 0.35/0.45
屋顶透明部分		≤3.5	≤0.35

表4.2.2-5 夏热冬暖地区围护结构
传热系数和遮阳系数限值

围护结构部位		传热系数 K W/(m ² ·K)	
		重质 (D≥2.5)	轻质 (D<2.5)
屋面		≤ 0.90	≤ 0.40
外墙 (包括非透明幕墙)		≤ 1.5	≤ 0.7
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤ 1.5	
外窗 (包括透明幕墙)		传热系数 K W/(m ² ·K)	遮阳系数 SC (东、南、西向/北向)
单一朝向外窗 (包括透明幕墙)	窗墙面积比≤0.15	≤ 6.5	—
	0.15<窗墙面积比≤0.2	≤ 6.5	≤ 0.7/—
	0.2<窗墙面积比≤0.3	≤ 4.7	≤ 0.45/0.54
	0.3<窗墙面积比≤0.4	≤ 3.5	≤ 0.4/0.49
	0.4<窗墙面积比≤0.5	≤ 3.0	≤ 0.36/0.45
	0.5<窗墙面积比≤0.6	≤ 3.0	≤ 0.33/0.42
	0.6<窗墙面积比≤0.7	≤ 3.0	≤ 0.31/0.40
屋顶透明部分		≤3.5	≤0.31

□ 公共建筑细则表4.2.4-3

□ 规定性指标

序号	计算项目			标准规定限值	
1	屋顶	平均传热系数 K_m ($W/m^2 \cdot K$)		$K \leq 0.9, D \geq 2.5$; $K \leq 0.4, D < 2.5$;	
2	外墙	平均传热系数 K ($W/m^2 \cdot K$)		$K \leq 1.5, D \geq 2.5$; $K \leq 0.7, D < 2.5$;	
3	窗墙面积比	各朝向窗墙面积比	东向	≤ 0.85	
			南向	≤ 0.85	
			西向	≤ 0.85	
			北向	≤ 0.85	
4	屋顶透明部分	面积占屋顶面积的比例		$\leq$ 屋顶总面积的20%	
		传热系数 K ($W/m^2 \cdot K$)		≤ 3.5	
		遮阳系数 SC		≤ 0.31	
5	外窗「包括透明幕墙」	传热系数 K	窗墙面积比 C_m	传热系数 K ($W/m^2 \cdot K$)	遮阳系数 东、南向 / 西向 / 北向
			$C_m \leq 0.15$	--	--
		综合遮阳系数 S_w	$0.15 < C_m \leq 0.20$	--	$\leq$ -- / 0.70 / --
			$0.20 < C_m \leq 0.30$	≤ 5.0	$\leq 0.47 / 0.42 / 0.57$
			$0.30 < C_m \leq 0.40$	≤ 4.5	$\leq 0.42 / 0.38 / 0.52$
			$0.40 < C_m \leq 0.50$	≤ 4.0	$\leq 0.38 / 0.33 / 0.47$
			$0.50 < C_m \leq 0.60$	≤ 4.0	$\leq 0.35 / 0.30 / 0.42$
			$0.60 < C_m \leq 0.70$	≤ 4.0	$\leq 0.31 / 0.28 / 0.35$
			$0.70 < C_m \leq 0.85$	≤ 3.5	$\leq 0.23 / 0.21 / 0.28$
		可开启部分面积		《<公共建筑节能设计标准>广东省实施细则》4.2.8条	
		气密性能	幕墙	《建筑幕墙物理性能分级》(GB / T 15225) 3级	
			外窗	《建筑外窗气密性能分级及其检测方法》(GB 7107-2002) 4级	

□ 公共建筑细则表4.2.4-4

□ 规定性指标

序号	计算项目			标准规定限值	
1	屋顶	平均传热系数 K_m ($W/m^2 \cdot k$)		$K \leq 0.9, D \geq 2.5$; $K \leq 0.4, D < 2.5$;	
2	外墙	平均传热系数 K ($W/m^2 \cdot k$)		$K \leq 2.0, D \geq 3.0$; $K \leq 0.7, D < 2.5$;	
3	窗墙面积比	各朝向窗墙面积比	东向	≤ 0.85	
			南向	≤ 0.85	
			西向	≤ 0.85	
			北向	≤ 0.85	
4	屋顶透明部分	面积占屋顶面积的比例		$\leq$ 屋顶总面积的20%	
		传热系数 K ($W/m^2 \cdot k$)		≤ 3.5	
		遮阳系数 SC		≤ 0.31	
5	外窗「包括透明幕墙」	传热系数 K	窗墙面积比 C_m	传热系数 K ($W/m^2 \cdot k$)	遮阳系数 东、南向/ 西向/ 北向
			$C_m \leq 0.15$	--	--
		综合遮阳系数 S_w	$0.15 < C_m \leq 0.20$	--	$\leq$ --/0.70/--
			$0.20 < C_m \leq 0.30$	≤ 5.0	$\leq 0.41/0.41/0.52$
			$0.30 < C_m \leq 0.40$	≤ 4.5	$\leq 0.40/0.36/0.44$
			$0.40 < C_m \leq 0.50$	≤ 4.0	$\leq 0.36/0.31/0.40$
			$0.50 < C_m \leq 0.60$	≤ 4.0	$\leq 0.33/0.30/0.37$
			$0.60 < C_m \leq 0.70$	≤ 4.0	$\leq 0.31/0.28/0.35$
			$0.70 < C_m \leq 0.85$	≤ 3.5	$\leq 0.23/0.21/0.28$
		可开启部分面积		《〈公共建筑节能设计标准〉广东省实施细则》4.2.8条	
		气密性能	幕墙	《建筑幕墙物理性能分级》(GB/T 15225) 3级	
			外窗	《建筑外窗气密性能分级及其检测方法》(GB 7107-2002) 4级	

- 4.2.4 建筑每个朝向的窗（包括透明幕墙）墙面积比均不应大于0.70。当窗（包括透明幕墙）墙面积比小于0.40时，玻璃（或其他透明材料）的可见光透射比不应小于0.4。当不能满足本条文的规定时，必须按本标准第4.3节的规定进行权衡判断。

- 4.2.6 屋顶透明部分的面积不应大于屋顶总面积的20%，当不能满足本条文的规定时，必须按本标准第4.3节的规定进行权衡判断

4.3 围护结构热工性能的权衡判断

- 4.3.1 首先计算参照建筑在规定条件下的全年采暖和空气调节能耗，然后计算所设计建筑在相同条件下的全年采暖和空气调节能耗，当所设计建筑的采暖和空气调节能耗不大于参照建筑的采暖和空气调节能耗时，判断围护结构的总体热工性能符合节能要求。当所设计建筑的采暖和空气调节能耗大于参照建筑的采暖和空气调节能耗时，应调整设计参数重新计算，直至所设计建筑的采暖和空气调节能耗不大于参照建筑的采暖和空气调节能耗。

- 4.3.2参照建筑的形状、大小、朝向、内部的空间划分和使用功能应与所设计建筑完全一致。在严寒和寒冷地区，当所设计建筑的体形系数大于本标准第4.1.2条的规定时，参照建筑的每面外墙均应按比例缩小，使参照建筑的体形系数符合本标准第4.1.2条的规定。当所设计建筑的窗墙面积比大于本标准第4.2.4条的规定时，参照建筑的每个窗户（透明幕墙）均应按比例缩小，使参照建筑的窗墙面积比符合本标准第4.2.4条的规定。当所设计建筑的屋顶透明部分的面积大于本标准第4.2.6条的规定时，参照建筑的屋顶透明部分的面积应按比例缩小，使参照建筑的屋顶透明部分的面积符合本标准第4.2.6条的规定。

- 4.3. 3参照建筑外围护结构的热工性能参数取值应完全符合本标准第4.2.2条的规定。
- 4.3. 4所设计建筑和参照建筑全年采暖和空气调节能耗的计算必须按照本标准附录 B 的规定进行。

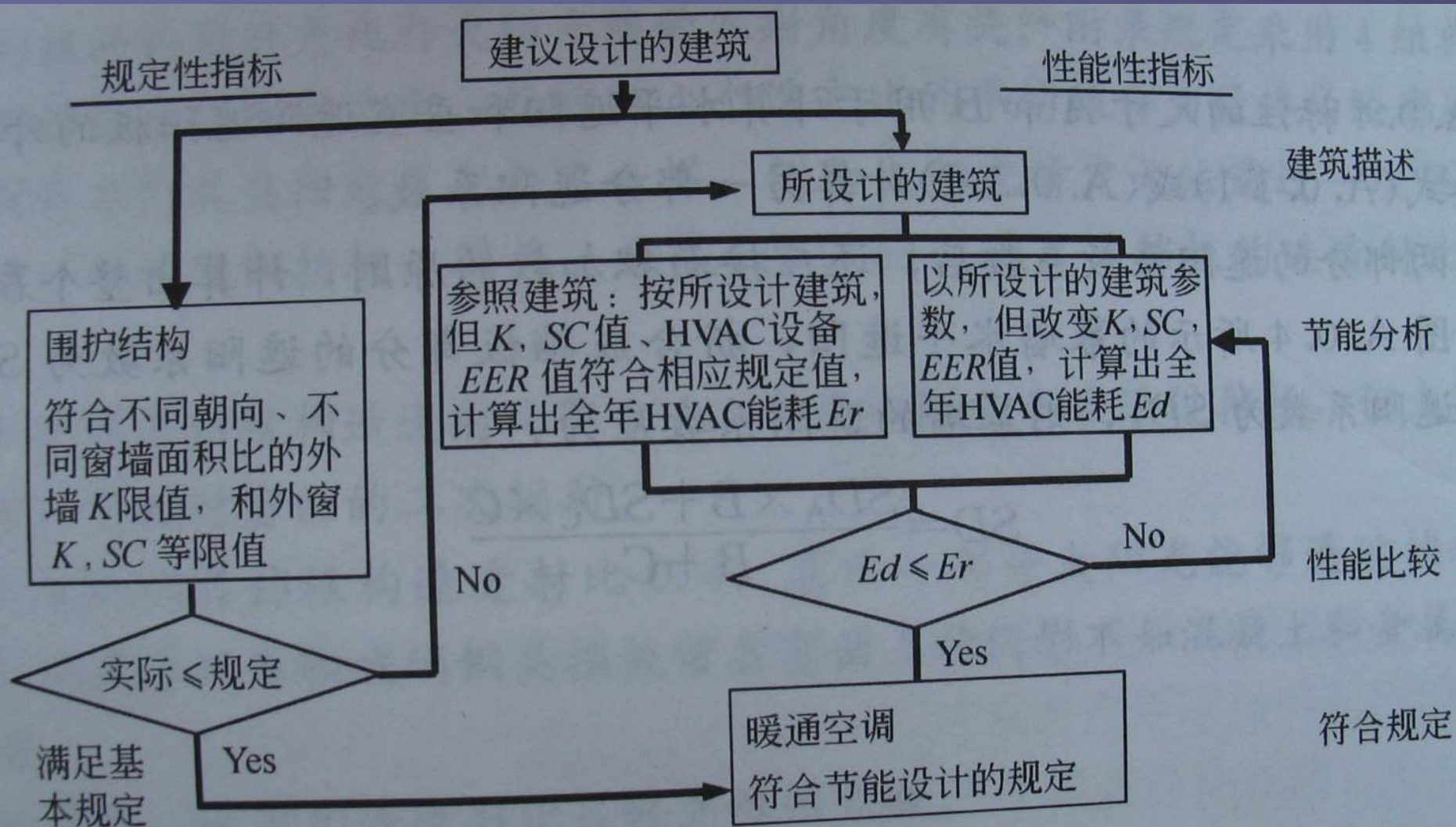


图 B-1 权衡判断(Trade-off)评价流程

2 建筑节能设计常出现问题

- 2.1.设计文件资料
- 节能设计文件资料基本齐全，各项目均提供了节能计算书、备案表。施工图设计文件中包含节能设计说明。
- 节能设计文件资料不全，一个项目无建筑节能计算书，三个项目无节能计说明，一个项目虽有节能设计说明，但节能设计说明完全照搬广州市的节能设计说明格式，不符合本地区。

2.2.节能设计能力与措施

- 所检查的十项工程均采用节能设计软件进行节能设计计算，根据计算结果，采取了相应的节能措施，所采取的主要措施为：
- 墙体，多采用加气混凝土（其中九个项目），蒸压泡沫混凝土+XPS板保温（1个项目），部分项目，对热桥和东西墙进行了保温砂浆隔热处理。
- 屋面，多采用挤塑聚苯板保温
- 窗，多采用low-e中空玻璃、low-e单片及热反射镀膜玻璃，型材以铝合金为主，亦有PVC塑钢及断热铝合金
- 节能设计能力尚有不足，所检查的五个项目中，仅有一个项目利用广东省建科院的住宅节能设计软件进行计算，其余均用手算，用规定性指标进行节能设计。

2.3.节能设计文件的一致性

- 所检查的十个项目都在不同程度上存在着节能计算书、节能设计说明、备案表以及建筑统一设计说明、墙身节点和窗大样等图纸不一致的情况，甚至同一张图纸上存在前后不一致的情况。
- 审查表、备案表、节能计算书的内容及参数基本一致，但墙体构造、屋面构造及门窗选型与施工图不一致。
- 施工图的节能设计说明，缺乏对节能材料热工性能参数的要求，对所用的墙体保温隔热材料、屋面保温隔热材料的密度及导热系数、玻璃的遮阳系数未提出要求或要求得不够全面。
- 节能设计文件不一致，计算书中的节能设计内容没有完全体现在施工图文件中，节能所用的材料的热工参数要求不明确，在施工图中基本没有体现。

2.4.节能设计计算过程错误

- 节能计算书基本正确，但仍存在问题。如墙体平均传热系数的计算没有把建筑中所用到的不同墙体构造全面考虑。
- 外窗可开启面积的有关要求是强制性条文，但5个住宅项目均没有相关的计算过程。审图人员解释在审图过程中有检查，检查过程中也做简单复核，基本合格，但还是要求今后设计人员在计算书中增加计算过程。
- 材料导热系数取值基本正确，但材料导热系数的修正系数取值比较混乱，没有按照规范执行。
- 隔热验算是《热工规范》的强制性条文，部分项目没有进行隔热验算，万科运河东1号花园项目，有大面积的混凝土剪力墙，面积甚至超过加气混凝土填充墙，但也未进行隔热验算。
- 墙体传热系数计算时，梁、柱的厚度取实际厚度，应取墙体主断面的厚度。

2.5.节能构造、材料不合理

- (1)玻璃材料，存在可见光透过比与遮阳系数矛盾的情况， $Sc=0.25$,可见光透射比大于等于0.90。
- (2)屋面构造不合理，有的项目屋面采用三种保温材料：10水泥膨胀珍珠岩+30聚氨酯泡沫塑料+20稀土复合保温砂浆。
- 施工图审查单位工作非常认真，按设计单位的基本参数用不同的软件进行校核，这样审查实际上是在审查软件计算是否可靠，建议将节能的审查重点放在基本参数的选取是否正确。包括材料导热系数、窗的遮阳系数、窗墙面积比的计算等方面。

2.6.设计修改，但节能不及时修改

- 在设计过程中修改设计方案在所难免，但当修改了方案和围护结构的材料时，应重新进行建筑节能计算和备案。有的项目墙体有外保温构造改为内保温构造，未重新进行节能计算和审查。

幕墙设计审查

审查依据

- 1、《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》（JGJ/T 151-2008）；
- 2、《民用建筑热工设计规范》（GB50176-93）；
- 3、《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2005）；
- 4、《<公共建筑节能设计标准>广东省实施细则》（DBJ 15-51-2007）；
- 5、《建筑幕墙》（GB/T 21086-2007）；
- 6、建筑节能设计审查备案表及相关文件；
- 7、国家、我省现行的相关建筑节能标准和规程。

审查要点

- 幕墙节能设计要求

根据建筑节能设计，确定透明玻璃幕墙应满足的节能设计指标要求：

- 1、传热系数；
- 2、遮阳系数；
- 3、可见光透射比。

审查要点

- 计算边界条件

建筑玻璃幕墙节能计算所采用的边界条件应根据工程所在地的气象参数（根据《民用建筑热工设计规范》（GB50176-93）中相关规定）按JGJ/T 151-2008的规定计算边界条件，玻璃幕墙的传热计算采用冬季计算边界条件，遮阳系数计算采用夏季计算边界条件。

审查要点

- 材料物理性能

下列材料的物理性能应根据JGJ/T 151-2008的相关规定选取，或采用具有相关资质检测机构出具的检测报告中的数据。

- 1、型材导热系数、密度、表面发射率；
- 2、隔热材料导热系数、密度、表面发射率；
- 3、结构胶、密封胶材料导热系数、密度、表面发射率；
- 4、遮阳材料导热系数、密度、表面发射率。

审查要点

- 玻璃光学热工性能

玻璃幕墙设计应明确每种玻璃系统的产品信息，并进行相关热工性能参数的计算。

- 1、玻璃系统的组成、型号、颜色、膜号（镀膜玻璃）；
- 2、镀膜玻璃表面发射率；
- 3、按JGJ/T 151-2008规定计算玻璃系统的传热系数、遮阳系数、可见光透射比。

审查要点

- 幕墙框节点热工性能

应按JGJ/T 151-2008的相关规定，进行各类不同的框节点传热的二维有限元分析计算，并提供下列信息：

- 1、框节点的传热系数、线传热系数、太阳辐射总透射比；
- 2、框节点二维有限元分析计算温度分布图。

注：应根据框截面、镶嵌面板类型的不同将幕墙框节点进行分类，不同种类的框截面节点均应计算其传热系数及对应框和镶嵌面板接缝的线传热系数。

审查要点

● 遮阳计算

- 如果采用了遮阳装置，应按JGJ/T151-2008的相关规定，进行遮阳计算

● 玻璃幕墙幅面节能性能

- 应按JGJ/T151-2008的相关规定，进行各个幅面幕墙的热工性能计算，并提供下列结果：
 - 每个幅面幕墙的传热系数、遮阳系数、可见光透射比
 - 遮阳与幕墙组合之后的整体遮阳系数

审查要点

● 双层玻璃幕墙节能性能

- 如果采用了双层幕墙构造，应按上述规定分别对内外层幕墙进行节能设计，并采用计算流体力学（CFD）软件对通风间层的温度、风速、流量等参数进行模拟计算

● 各朝向透明玻璃幕墙平均热工性能

- 分别统计各朝向玻璃幕墙平均传热系数、遮阳系数、可见光透射比，判断是否符合节能设计要求

谢谢

赵立华 博士 教授 博导
华南理工大学 建筑学院
亚热带建筑科学国家重点实验室
13560000913
www.beel.net.cn
lhzhao@scut.edu.cn