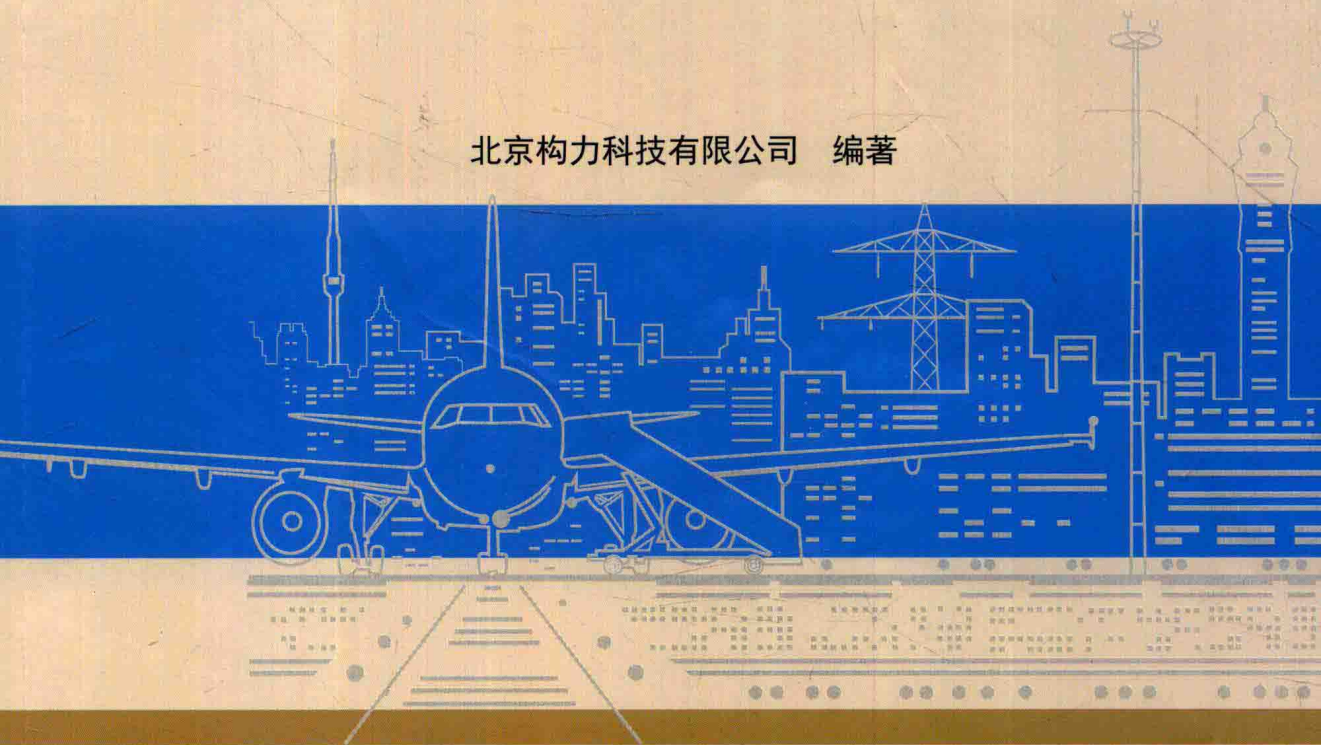


PKPM®

# 《钢结构设计标准》GB 50017-2017 PKPM软件应用指南

北京构力科技有限公司 编著



更多资源请扫码

中国建筑工业出版社

# 《钢结构设计标准》GB 50017—2017 PKPM 软件应用指南

北京构力科技有限公司 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

《钢结构设计标准》GB 50017—2017 PKPM 软件应用指南/北京  
构力科技有限公司编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2019. 7  
ISBN 978-7-112-23593-3

I. ①钢… II. ①北… III. ①钢结构-结构设计-计算机辅助设计-应用软件-指南 IV. ①TU375.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 068162 号

随着《钢结构设计标准》GB 50017—2017 的实施, PKPM 软件也发布了新版本。新版本从钢材材料、钢构件验算、宽厚比控制、性能设计等各方面深入理解规范内容, 全面执行规范条文。本书详细介绍软件对于规范的理解及实施细节, 并进行了手工计算复核, 希望对广大设计人员合理使用软件提供帮助。

本书适合 PKPM 用户、结构设计人员阅读, 也可供相关培训机构作为软件培训教材使用。

责任编辑: 刘瑞霞 武晓涛

责任设计: 李志立

责任校对: 芦欣甜

《钢结构设计标准》GB 50017—2017 PKPM 软件应用指南

北京构力科技有限公司 编著

\*

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

北京红光制版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12¼ 字数: 303 千字

2019年7月第一版 2019年7月第一次印刷

定价: 39.00 元

ISBN 978-7-112-23593-3

(33889)

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

刘孝国 朱恒禄 吴海楠 肖川

朱恒 王曦 赵珊珊 范美玲

# 前 言

国家标准《钢结构设计标准》于2017年12月12日由住房和城乡建设部第1771号公告批准发布，编号为GB 50017—2017（以下简称“新钢标”），自2018年7月1日起实施。PKPM于业内第一时间发布新版本，全面贯彻执行新钢标，为广大用户采用新钢标进行工程设计提供有力的软件支持。新版本于2018年7月11日正式发布，即PKPM V4.2版。软件从钢材材料、钢构件验算、宽厚比控制、性能设计等各方面深入理解规范内容，全面执行规范条文。本书旨在详细介绍软件对于规范的理解及实施细节，希望对广大设计人员合理使用软件提供帮助。

本书第1、8、9章作者为朱恒、王曦；第2、6章作者为吴海楠；第3、7章作者为刘孝国、第4章作者为肖川、赵珊珊；第5章作者为朱恒禄，以上均为参与V4.2新钢标版本产品设计、研发、测试的核心成员。

同时，为尽快满足读者、用户需求，编写时间仓促，编者水平有限，书中难免有差错或不周全之处，还望广大读者、用户批评指正。

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 材料</b> .....	1
1.1 引言 .....	1
1.2 钢材强度指标 .....	1
1.2.1 厚度分级 .....	1
1.2.2 材料分项系数 .....	1
1.2.3 材料类型扩充 .....	2
1.3 程序对应修改 .....	2
1.3.1 材料类型的扩充 .....	2
1.3.2 软件的实现 .....	2
1.3.3 新旧规范材料的兼容性 .....	3
1.4 材料强度变化对设计的影响 .....	5
1.4.1 与旧规范 (GB 50017—2003) 的对比 .....	5
1.4.2 设计建议 .....	5
<b>第 2 章 钢构件板件的宽厚比控制</b> .....	7
2.1 引言 .....	7
2.2 《钢结构设计标准》GB 50017—2017 规定 .....	7
2.3 《钢结构设计规范》GB 50017—2003 的相关规定 .....	8
2.4 《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 的相关规定 .....	9
2.4.1 与抗震等级相关宽厚比限值规定 .....	9
2.4.2 单层轻屋盖厂房的宽厚比限值规定 .....	10
2.5 《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99—2015 的相关规定 .....	10
2.6 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 的相关规定 .....	11
2.7 程序实现 .....	11
2.7.1 二维程序对板件宽厚比的控制 .....	11
2.7.2 二维程序控制宽厚比校核算例 .....	12
2.7.3 单层轻屋盖厂房的性能化设计和程序实现 .....	14
2.7.4 抗规中与抗震等级相关的两倍地震力要求的执行 .....	16
2.7.5 三维程序对板件宽厚比的控制 .....	16
2.7.6 宽厚比等级的指定 .....	18

2.7.7	各个规范下的钢构件板件宽厚比限值的比较	19
2.7.8	小结	21
<b>第3章</b>	<b>钢结构一阶和二阶弹性分析</b>	<b>22</b>
3.1	钢结构一阶弹性设计方法	22
3.2	二阶弹性设计方法	26
3.3	算例分析	30
3.4	结论	33
<b>第4章</b>	<b>钢结构弹性直接分析设计方法</b>	<b>34</b>
4.1	引言	34
4.2	弹性直接分析设计方法相关参数设置	35
4.3	构件设计	37
4.4	算例分析	37
4.5	小结	45
<b>第5章</b>	<b>钢构件验算</b>	<b>46</b>
5.1	强度验算	46
5.1.1	受弯构件(梁)强度	46
5.1.2	轴心受力构件(支撑)强度	50
5.1.3	拉弯、压弯构件(柱)强度	53
5.2	稳定验算	55
5.2.1	受弯构件(梁)整体稳定	55
5.2.2	框架梁下翼缘稳定	58
5.2.3	轴心受压构件(支撑)稳定	62
5.3	压弯构件(柱)稳定	67
5.3.1	等效弯矩系数 $\beta_{mx}$ 变化	67
5.3.2	圆钢管柱稳定	76
5.4	有效截面验算	84
5.4.1	压弯构件(柱)有效截面	84
5.4.2	受弯构件(梁)有效截面	92
5.4.3	轴心受压构件(支撑)有效截面	95
5.4.4	小结	98
<b>第6章</b>	<b>钢柱计算长度系数</b>	<b>100</b>
6.1	钢柱计算长度系数规范的相关修改及程序实现	100
6.1.1	框架柱计算长度系数的规范变化	100
6.1.2	有无侧移自动判断功能	100
6.1.3	有无侧移自动判断的实现过程	100

6.1.4	跃层柱的有无侧移判断原则 .....	106
6.1.5	框架柱计算长度系数校核过程 .....	106
6.1.6	阶形柱计算长度系数规范变化 .....	111
6.1.7	阶形柱的计算长度系数计算过程 .....	112
6.1.8	框架柱计算长度系数调整时的常见问题 .....	115
6.2	小结 .....	117
<b>第7章 钢结构抗震性能化设计 .....</b>		<b>118</b>
7.1	结构抗震性能设计概述 .....	118
7.2	新钢标性能设计基本思路 .....	121
7.3	性能设计的关键点 .....	122
7.3.1	抗震性能设计的性能等级和目标的确定 .....	122
7.3.2	结构构件最低延性等级的确定 .....	122
7.3.3	结构构件的板件宽厚比限值的控制 .....	123
7.3.4	结构塑性耗能区不同承载性能等级对应的性能系数最小值 .....	123
7.3.5	性能设计对于框架柱长细比的构造要求 .....	123
7.3.6	柱节点域受剪正则化长细比限值控制 .....	124
7.3.7	支撑结构与框架-支撑结构支撑长细比及宽厚比等级的控制 .....	124
7.3.8	性能设计下钢结构大震弹塑性变形验算要求 .....	125
7.4	PKPM 软件进行钢结构性能设计的流程及手工校核过程 .....	126
7.4.1	多遇地震下承载力与变形验算 .....	126
7.4.2	确定结构塑性耗能区的性能等级 .....	126
7.4.3	确定构件的延性等级 .....	126
7.4.4	确定钢标性能设计的其他参数 .....	126
7.4.5	中震下构件承载力及相关验算 .....	137
7.4.6	按性能设计要求对抗震构造措施的校核 .....	163
7.4.7	性能 5、性能 6、性能 7 的钢结构大震弹塑性变形验算 .....	168
7.5	钢结构性能设计小结 .....	169
<b>第8章 钢结构节点设计和施工图 .....</b>		<b>171</b>
8.1	钢材摩擦面抗滑移系数的修改 .....	171
8.2	钢结构节点计算修改 .....	171
8.2.1	规范公式 .....	171
8.2.2	柱节点域验算程序实现 .....	172
8.2.3	梁柱连接算例 .....	173
8.3	钢结构施工图改进 .....	177
8.3.1	钢结构施工图丰富了表达方式 .....	177
8.3.2	钢框架施工图丰富了参数设置功能 .....	178

<b>第9章 钢结构工具箱相关改进</b> .....	180
9.1 组合梁工具箱 .....	180
9.1.1 组合梁板件宽厚比要求 .....	180
9.1.2 组合梁有效翼缘宽度确定 .....	180
9.1.3 纵向抗剪验算 .....	182
9.2 吊车梁工具箱 .....	184
9.2.1 疲劳验算相关修改 .....	184
9.2.2 梁上集中荷载的分布长度 .....	184
9.3 增加了销轴连接设计工具箱 .....	185

# 第 1 章 材 料

## 1.1 引言

《钢结构设计标准》GB 50017—2017 发布后，材料部分的修改和已发布的《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99—2015（以下简称高钢规）、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》GB 51022—2015（以下简称门规）保持一致。所以今后在执行钢结构相关的新规范时，材料强度指标无需再区分规范，只需要统一执行一套即可。

## 1.2 钢材强度指标

### 1.2.1 厚度分级

厚度分级按照《碳素结构钢》GB/T 700—2006、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591—2008 和《建筑结构用钢板》GB/T 19879—2005 确定。Q235 钢材取消了 60~100 的厚度分组，Q345 新增了一个 63~80 的分组，同时对 Q345 及以上钢材的分组厚度值进行了修改。

对比可以发现，部分落在厚度分组阶梯上的厚度值会有小部分的波动，但波动值大部分都在 5% 以内，考虑到实际设计时施工不确定性和长细比控制等因素，对设计影响并不大。

### 1.2.2 材料分项系数

这次新钢标的材料分项系数（表 1.2-1）无一例外都进行了上调，尤其是高钢号钢材（Q420，Q460），在厚度较大时，考虑到材料试验结果的离散性太大，又做了进一步的上调。因为构件强度设计值是采用屈服强度除以材料分项系数得到，所以在各厚度分组上材料的强度设计值都较旧规范明显下降（表 1.2-2）。

材料分项系数

表 1.2-1

厚度分组 (mm)		材料分项系数		2003 规范值
		6~40	>40, ≤100	
钢牌号	Q235 钢	1.090		1.087
	Q345 钢	1.125		1.111
	Q390 钢			
	Q420 钢	1.125	1.180	—
	Q460 钢			

新旧规范钢材强度对比

表 1.2-2

Q345 钢	$\leq 16$	310	Q345	$\leq 16$	305
	$> 16 \sim 35$	295		$> 16, \leq 40$	295
	$> 35 \sim 50$	265		$> 40, \leq 63$	290
	$> 50 \sim 100$	250		$> 63, \leq 80$	280
	$\leq 16$	350		$> 80, \leq 100$	270
Q390 钢	$> 16 \sim 35$	335	Q390	$\leq 16$	345
	$> 35 \sim 50$	315		$> 16, \leq 40$	330
	$> 50 \sim 100$	295		$> 40, \leq 63$	310
Q420 钢	$\leq 16$	380	Q420	$> 63, \leq 100$	295
	$> 16 \sim 35$	360		$\leq 16$	375
	$> 35 \sim 50$	340		$> 16, \leq 40$	355
	$> 50 \sim 100$	325		$> 40, \leq 63$	320
				$> 63, \leq 100$	305

### 1.2.3 材料类型扩充

这次的新标准，合金钢材料新增了 Q460，同时新增了一种比较常见的高建钢材料——Q345GJ。

标准还单独增加结构用无缝钢管材料的强度指标，见新标准表 4.4.3。但是鉴于这种材料规范组并不推荐使用，程序暂不支持选择此材料。对于钢管构件，还是建议采用常规的焊接形式。

而对于其他各处未使用  $\epsilon_k$  的地方，则按照新标准表 4.4.1 中的  $f_y$  按厚度进行取值，例如新标准 D.0.5 中计算正则化长细比。

还有一处标准的错误需要注意一下：公式 (C.0.1-1) 中的 “ $\epsilon_k$ ” 应为 “ $\epsilon_k^2$ ”。

## 1.3 程序对应修改

### 1.3.1 材料类型的扩充

除了标准中提到的材料以外，程序还按照合金钢规范以及高建钢规范扩充了 Q500~Q690，以及 Q235GJ 和 Q390GJ~Q460GJ 这些钢材。对于这些扩充的钢材，除了按对应规范取钢材屈服强度  $f_y$  以外，合金钢按照 Q460，高建钢按照 Q345GJ 的材料分项系数分别计算了对应的强度设计值  $f$ 。有需求的用户，使用前还应进行充分的试验，确定实际的材料分项系数。

### 1.3.2 软件的实现

软件已经全面贯彻了钢结构系列规范的材料，从建模到前处理，都提供了完全的材料

修改入口。见图 1.3.1~图 1.3-3。

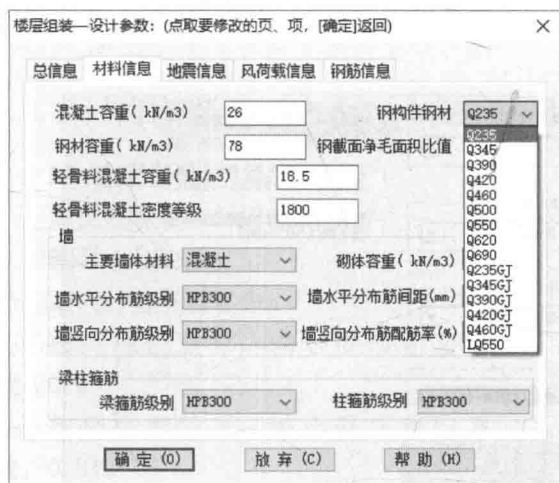


图 1.3-1 PM 建模中材料选择

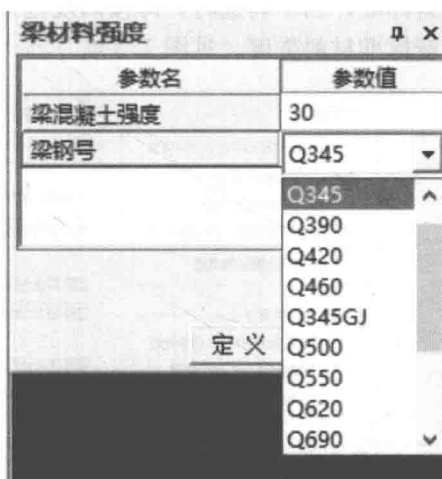


图 1.3-2 SATWE 前处理中可进行构件的修改

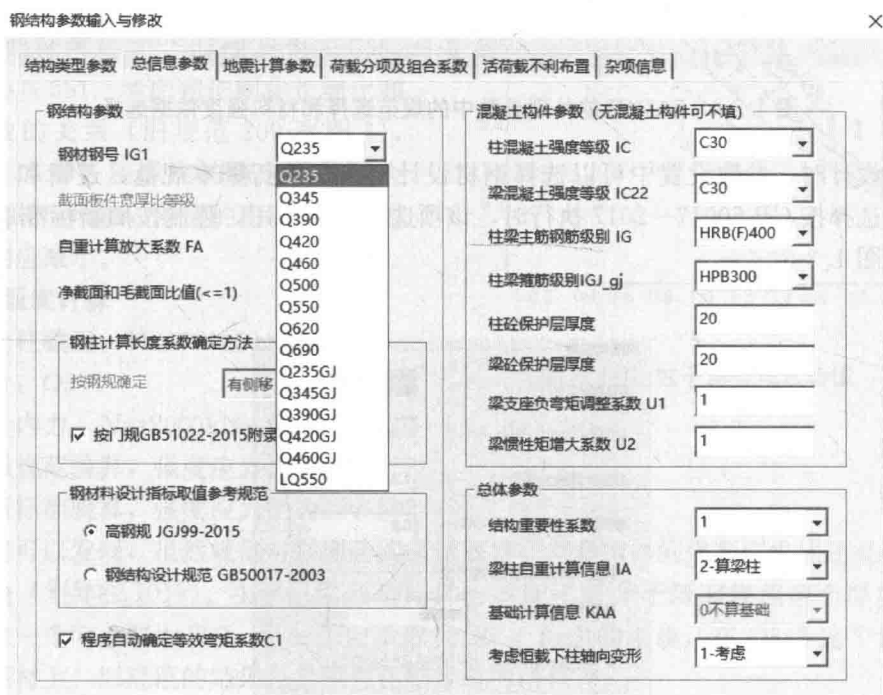


图 1.3-3 二维设计中指定构件钢号

### 1.3.3 新旧规范材料的兼容性

对于一些按旧规范设计的结构，除了构件等验算需要遵循旧规范外，材料强度也需要按旧规范执行。程序针对这个情况，提供了旧规范材料的兼容性。

SATWE 前处理中，当选择设计规范为 GB 50017—2003 时，材料强度可选择是否执行新标准，当不勾选时，即按旧规范执行。当选择规范为 GB 50017—2017 时，则强制执行新标准材料强度。见图 1.3-4。

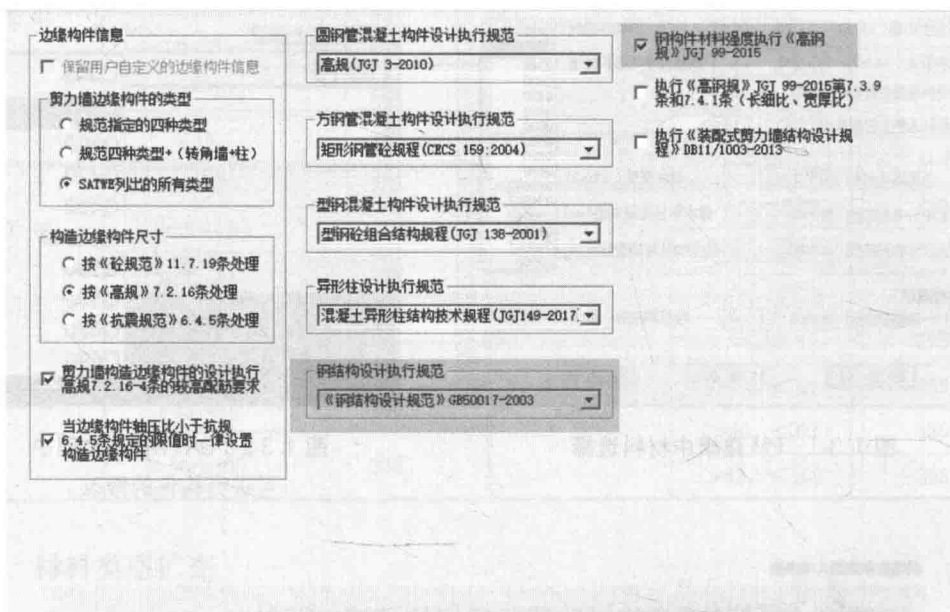


图 1.3-4 SATWE 前处理参数中的规范选择和材料强度依据选择

二维设计时，参数设置中可以选择钢材设计值指标执行哪本规范，逻辑和 SATWE 一样。当选择按 GB 50017—2017 执行时，该项选择不起作用，强制按照新标准取强度设计值。见图 1.3-5。

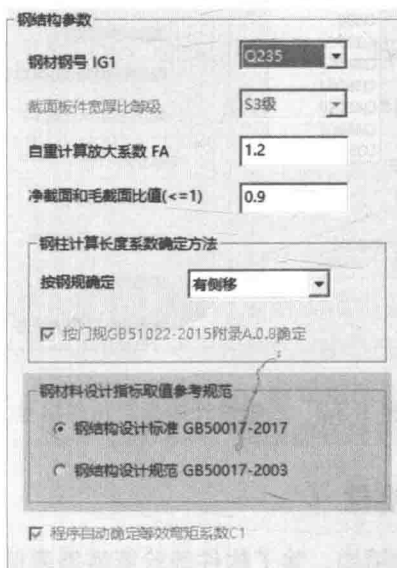


图 1.3-5 二维参数中材料取值依据选择

## 1.4 材料强度变化对设计的影响

### 1.4.1 与旧规范 (GB 50017—2003) 的对比

#### 1) 稳定设计

对比柱截面: HW350×357

钢号: Q390

面内计算长度: 6m

按旧规范验算, 轴心受压稳定系数: 0.851

按新标准验算, 轴心受压稳定系数: 0.912

分析差异原因可以发现, 这个型钢  $t_w$  和  $t_f$  都是 19, 按旧规范设计时, 屈服强度程序直接取牌号强度, 即  $f_y = 390$ ; 而按新标准设计时, 按 19 的厚度取  $f_y = 370$ , 因此计算得  $\lambda_n$ : 旧规范为 0.565, 新标准为 0.551。考虑到正则化长细比和稳定系数的关系 (旧规范 209 页图 11, 本书图 1.4-1), 新标准的稳定系数就会比旧规范相应增加, 对应的稳定应力轴力项就会相应减小。

#### 2) 强度计算

对比柱截面: H800×250×40×50

钢号: Q345

设计内力:  $N=2000\text{kN}$ ;  $M=2000\text{kN}\cdot\text{m}$

按旧规范验算, 强度应力比为: 0.7588

按新标准验算, 强度应力比为: 0.6934

对比可以发现, 虽然规范对强度公式未做调整, 但是构件的强度应力比还是出现了明显的波动 (差异在 10%)。主要原因还是构件的厚度正好介于新旧规范两个厚度分组之间, 导致一个向上取为 290, 另一个向下取为 265。但总的来说, 在 Q345 这个情况比较特殊的钢材上, 旧规范的结果总是能包住新规范的结果的。

### 1.4.2 设计建议

从新标准设计结果来看, 一般很少因为强度设计值的调整而导致设计不满足新规范要求的情况, 因为常用钢号 Q235 和 Q345 的强度调整并不明显 (甚至厚度较大时 Q345 新标准强度设计值更高), 而对于高钢号的构件, 往往都是构造控制, 应力比也不会太高, 所以对于构件钢号的使用习惯不用改变。

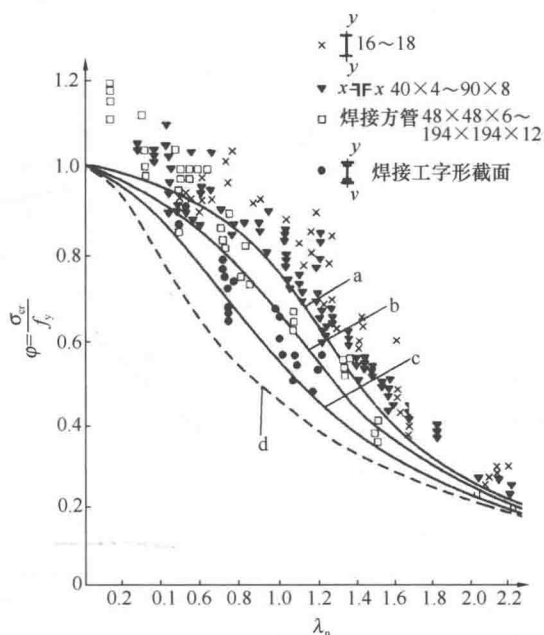


图 1.4-1 柱子曲线与试验值



## 第2章 钢构件板件的宽厚比控制

### 2.1 引言

绝大多数钢构件由板件构成，而板件宽厚比大小直接决定了钢构件的承载能力和受弯及压弯时塑性转动变形能力，因此钢构件截面的分类，是钢结构设计的基础，尤其是钢结构抗震设计方法的基础。

对于钢结构而言，钢构件的板件宽厚比限值不同规范都有较为独立的规定，程序基本上也是基于各自的要求去控制的，它们分别是《钢结构设计标准》GB 50017—2017（以下简称“新钢标”），《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010（以下简称“抗规”），《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99—2015（以下简称“高钢规”），《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》GB 51022—2015（以下简称“门规”）。

### 2.2 《钢结构设计标准》GB 50017—2017 规定

新钢标根据截面承载力（弹性要求）和塑性转动能力的不同，将构件板件的板件宽厚比划分为5个等级，分别为S1级~S5级，如表2.2-1所示。

板件宽厚比等级

表 2.2-1

宽厚比等级	塑性变形能力	弹塑性截面分类
S1	可达全截面塑性，保证塑性铰具有塑性设计要求的转动能力，且在转动过程中承载力不降低	一级塑性截面（塑性转动截面）
S2	可达全截面塑性，局部屈曲，塑性铰的转动能力有限	二级塑性截面
S3	翼缘全部屈服，腹板可发展不超过1/4截面高度的塑性	弹塑性截面
S4	边缘纤维可达屈服强度，但由于局部屈曲而不能发展塑性	弹性截面
S5	在边缘纤维达屈服应力前腹板可能发生局部屈曲	薄壁截面

压弯构件和受弯构件板件的宽厚比限值，依据新钢标3.5.1条要求（表2.2-2）考虑。

宽厚比限值

表 2.2-2

构件	截面板件宽厚比等级	S1级	S2级	S3级	S4级	S5级	
压弯构件 (框架柱)	H形截面	翼缘 $b/t$	$9\epsilon_k$	$11\epsilon_k$	$13\epsilon_k$	$15\epsilon_k$	20
		腹板 $h_0/t_w$	$(33+13\alpha_0^{1.3})\epsilon_k$	$(38+13\alpha_0^{1.39})\epsilon_k$	$(40+18\alpha_0^{1.5})\epsilon_k$	$(45+25\alpha_0^{1.66})\epsilon_k$	250
	箱形截面	壁板（腹板） 间翼缘 $b/t$	$30\epsilon_k$	$35\epsilon_k$	$40\epsilon_k$	$45\epsilon_k$	—
	圆钢管截面	径厚比 $D/t$	$50\epsilon_k^2$	$70\epsilon_k^2$	$90\epsilon_k^2$	$100\epsilon_k^2$	—

续表

构件	截面板件宽厚比等级		S1 级	S2 级	S3 级	S4 级	S5 级
受弯构件 (梁)	工字形 截面	翼缘 $b/t$	$9\epsilon_k$	$11\epsilon_k$	$13\epsilon_k$	$15\epsilon_k$	20
		腹板 $h_0/t_w$	$65\epsilon_k$	$72\epsilon_k$	$93\epsilon_k$	$124\epsilon_k$	250
	箱形 截面	壁板 (腹板) 间翼缘 $b/t$	$25\epsilon_k$	$32\epsilon_k$	$37\epsilon_k$	$42\epsilon_k$	—

其中:  $\epsilon_k$  为  $\sqrt{235/f_y}$ , 其中  $f_y$  为钢材牌号屈服点;

箱形截面梁和单向受弯的箱形截面柱可按 H 形截面腹板采用;

$\alpha_0$  为应力梯度与旧版钢结构设计规范规定是一致的, 即:

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

对于轴心受压的支撑杆件, 新钢标中增加了等边角钢件宽厚比限值要求, 各个截面的限值要求见表 2.2-3。

各截面限值

表 2.2-3

H 形截面		箱形截面	T 形截面			等边角钢		圆管
翼缘 $b/t_f$	腹板 $h_0/t_w$	壁板 (腹板) 间翼缘 $b/t$	翼缘 $b/t_f$	腹板		肢件宽厚比 $\omega/t$		径厚比 $D/t$
				热轧剖分 T 型钢	焊接 T 型钢	$\lambda \leq 80\epsilon_k$	$\lambda > 80\epsilon_k$	
$(10+0.1\lambda)\epsilon_k$	$(25+0.5\lambda)\epsilon_k$	$40\epsilon_k$	$(10+0.1\lambda)\epsilon_k$	$(15+0.2\lambda)\epsilon_k$	$(13+0.17\lambda)\epsilon_k$	$15\epsilon_k$	$5\epsilon_k + 0.125\lambda$	$100\epsilon_k^2$

与《钢结构设计规范》GB 50017—2003 (以下简称“旧钢规”)相比, 新钢标增加了轴心受压构件宽厚比限值放大系数的内容, 根据新钢标 7.3.2 条规定: 当轴心受压构件的压力小于稳定承载力  $\varphi Af$  时, 可将其板件宽厚比限值由本标准第 7.3.1 条相关公式算得后乘以放大系数  $\alpha = \sqrt{\varphi Af/N}$  确定。

## 2.3 《钢结构设计规范》GB 50017—2003 的相关规定

旧钢规关于截面板件宽厚比的规定分散在受弯构件、压弯构件的计算及塑性设计各章节中, 为了方便比较, 将旧钢规的内容和新钢标的相关要求, 总结为表 2.3-1。

新旧规范相关要求对比

表 2.3-1

构件	截面和宽厚比		旧钢规限值	新钢标非抗震要求
压弯构件	H 形截面	翼缘 $b/t$	$15\epsilon_k$	$15\epsilon_k$
		腹板 $h_0/t_w$	$(16\alpha_0 + 0.5\lambda + 25)\epsilon_k$ $(48\alpha_0 + 0.5\lambda - 26.2)\epsilon_k$	$(45 + 25\alpha_0^{1.66})\epsilon_k$
	箱形截面	翼缘 $b/t$	$40\epsilon_k$	$45\epsilon_k$
		腹板 $h_0/t_w$	$(16\alpha_M M_0 + 0.5\lambda + 24)\epsilon_k$ 或 $0.8 \times (48\alpha_0 + 0.5\lambda - 26.2)\epsilon_k$	$45\epsilon_k$