



斜坡式防波堤设计新旧规范对比及其影响分析

蒋凯军, 郝刚, 邹志业, 盛懿洁

(中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

摘要: 从2012年起实施新的《防波堤设计与施工规范》。为了更好地理解新规范, 指导设计工作, 将斜坡式防波堤新旧规范进行对比, 列出新规范的主要改动, 除了探讨其改动的原因外, 重点分析改动对设计的影响。

关键词: 防波堤设计; 规范; 对比; 探讨

中图分类号: U 656

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)12-0032-06

Comparison of new and old codes for sloping breakwater

JIANG Kai-jun, HAO Gang, ZOU Zhi-ye, SHENG Yi-jie

(Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: In order to better understand the new Code of Design and Construction of Breakwaters published in 2012, and guide the design work, we make a comparison between the new code and the former one. In addition to exploring the reasons for the revision, we mainly focus on the analysis of the effect on future design.

Key words: design of breakwater; code; comparison; analysis

JTJ 298—1998《防波堤设计与施工规范》^[1]自发布实施以来, 对促进我国港口建设技术进步、保证工程安全、提高水运工程建设质量发挥了重要作用。随着港口工程建设技术的发展和新技术、新工艺在防波堤工程的应用, 原规范中的部分内容已不能适应我国防波堤的设计和施工的发展需要。为此, 交通运输部2011年8月发布了新规范即JTS 154-1—2011《防波堤设计与施工规范》^[2]。

结合在斜坡式防波堤工程设计工作实践中的体会, 笔者试将新旧规范在斜坡式防波堤设计方面进行了一番解读、对比分析。选择2个斜坡式防

波堤工程实例, 其设计过程刚好贯穿新旧规范衔接期, 探讨新旧规范的变化对斜坡式防波堤设计产生一定的影响。

1 新旧规范内容变化解读及原因分析

1.1 变化解读

在《防波堤设计与施工规范》中关于斜坡式防波堤设计方面内容有“基本规定”、“斜坡堤设计”2部分。斜坡堤设计”内容包括“断面形式与尺度”(或“斜坡堤断面尺度的确定”)、“斜坡堤计算”、“斜坡堤构造”、“抛石潜堤设计”。各内容变化见表1~4。

表1 “基本规定”与“断面形式与尺度”内容变化

变化序号	新规范		旧规范	
	条文号	条文内容概要	条文号	条文内容概要
01	3.2.1	防波堤设计应包括的主要设计内容规定	无	
02	3.2.2	设计水位、设计波浪标准规定	4.1.2	设计波高规定
03	3.2.3	地震状况、偶然状况分开规定	4.2.2	只有偶然状况

收稿日期: 2012-10-10

作者简介: 蒋凯军(1978—), 男, 工程师, 从事港口航道与近海工程设计、管理工作。

续表

变化 序号	新规范		旧规范	
	条文号	条文内容概要	条文号	条文内容概要
04	3.2.4	模型试验规定	无	
05	4.1.6	深水斜坡堤断面形式	无	
06	4.1.2	设计波浪要素规定	无	
07	4.1.3	堤顶高程规定	4.1.2	堤顶高程规定
	4.1.3.1	允许越浪, 堤顶高程 \geq 设计高水位+0.6H	(1)	允许越浪, 堤顶高程 \geq 设计高水位+(0.6~0.7)H
	4.1.3.3	带胸墙, 胸墙顶高程 \geq 设计高水位+1.0H	(4)	带胸墙, 胸墙顶高程 \geq 设计高水位+ (1.0~1.25)H
	4.1.3.4	防护要求高, 根据爬高及越浪量确定堤顶高程	注③	防护要求高, 根据爬高确定堤顶高程
	4.1.3.5	对于3种块体护面, 堤顶高程 \geq 设计高水位+0.7H	无	
08	4.1.5	外侧水下抛石棱体规定, 包括浅水、深水2种情况	4.1.4	外侧水下抛石棱体规定, 只有浅水情况规定
09	4.1.6	肩台位置和宽度规定	4.1.5	肩台位置和宽度规定, 其中肩台位置根据施工确定
	4.1.6.1	因施工需要设置肩台, 肩台位置根据施工确定和肩台宽度规定		
	4.1.6.2	对有肩台的深水堤, 肩台位置和宽度规定	无	
	4.1.6.3	为减少波浪爬高, 肩台位置和宽度规定	无	
10	4.1.8	带胸墙斜坡堤, 坡顶高程及坡肩宽度规定	4.1.7	带胸墙斜坡堤, 坡顶高程及坡肩宽度规定
	4.1.8.1	墙前护面为块石、单层四脚空心方块或栅栏板时, 坡顶高程及坡肩宽度规定	(1)	墙前为护面为块石、单层块体时, 坡顶高程及坡肩宽度规定
	4.1.8.2	墙前护面为人工块体(扭工字块、扭王块等)时, 坡顶高程及坡肩宽度规定	(2)	墙前护面为扭工字块或四脚锥体时, 坡顶高程及坡肩宽度规定
	4.1.8.3	弧形胸墙时, 胸墙在坡面上的长度和厚度规定	无	

表2 “斜坡堤计算” 内容变化

变化 序号	新规范		旧规范	
	条文号	条文内容概要	条文号	条文内容概要
11	4.2.2	承载力极限状态和正常使用极限状态时, 波浪力标准及设计状况和组合规定	4.2.2	承载力极限状态时, 波浪力标准及设计状况和组合规定
12	4.2.4	在波向夹角小于 22.5° , 计算水位上一倍波高范围, 护面块体重量计算公式。对于长周期波浪或坦波, 块体重量应进行模型试验验证	4.2.4	在波浪正向作用下, 计算水位上一倍波高范围, 护面块体重量计算公式
			4.2.9	对于长周期波浪或坦波, 护面块体重量公式
13	4.2.6	波浪斜向作用时, 护面块体重量计算公式	4.2.6	波向夹角 $<45^\circ$, 可近似正向作用; 波向夹角 $>45^\circ$, 宜通过模型试验确定护面块体重量
14	4.2.10	在设计低水位的1倍波高以下, 水下棱体的块石重量可取正常计算的块石重量的0.3~0.4倍	4.2.11	在设计低水位的1倍和1.5倍波高时, 水下棱体的块石重量可取正常计算的护面块体重量的1/5和1/10
15	4.2.11	对有坡肩的深水堤, 坡肩上下坡面宜采用同一种人工块体, 当坡肩高程在设计低水位的1倍波高以下时, 肩台以下护面块体重量 ≥ 0.5 倍的肩台以上护面块体重量	无	
16	4.2.13	内坡护面块体重量规定	4.2.14	内坡护面块体重量规定
	4.2.13.1	允许越浪, 从堤顶到设计低水位以下(0.5~1.0)H之间, 内坡护面块体同外坡, 以及其下内坡护面块体规定	(1)	允许越浪, 从堤顶到设计低水位之间, 内坡护面块体同外坡, 以及其下内坡护面块体规定
	4.2.13.2	根据爬高及越浪量确定堤顶高程时, 内坡护面按堤内波浪计算	(2)	不允许越浪, 内坡护面按堤内波浪计算
17	4.2.21	胸墙稳定性验算规定	4.2.22	胸墙稳定性验算规定
	4.2.21.1	胸墙前有块体掩护时, 水平波浪力和波浪浮托力折减系数取0.6~0.7	(1)	胸墙前有块体掩护时, 水平波浪力和波浪浮托力折减系数取0.6
18	4.2.23	软基处理规定	4.2.24	软基加固规定
	4.2.23.2	淤泥厚度小于5 m时, 可采用开挖换填、排水砂垫层或土工织物加筋等方法	(2)	淤泥厚度小于5 m时, 可采用排水砂垫层或土工织物加筋

表3 “斜坡堤构造”内容变化

变化 序号	新规范		旧规范	
	条文号	条文内容概要	条文号	条文内容概要
19	4.3.1	堤心材料规定	4.3.1	堤心材料规定
	4.3.1.2	开山石除了级配规定, 最大颗粒可采用300 kg, 对深水堤可采用800 kg, 以及含泥量规定		开山石级配规定, 以及含泥量规定
	4.3.2	冲刷地基上堤前护底规定	4.3.2	冲刷地基上堤前护底规定
20	4.3.2.1	护底可采用抛石或土工织物软体排	无	
	4.3.2.2	护底宽度规定, 堤身段不应小于5 m, 堤头段不应小于10 m, 流速和水深较大时宜适当加大, 堤身段不宜小于10 m, 堤头段不宜小于15 m	(1)	护底宽度规定, 堤身段可采用5~10 m, 堤头段可采用10~15 m
21	4.3.4	随机安放人工块体护面规定	4.3.4	随机安放人工块体护面规定
	4.3.4.3	随机安放1层扭王块体规定	无	

表4 “抛石潜堤设计”内容变化

变化 序号	新规范		旧规范	
	条文号	条文内容概要	条文号	条文内容概要
22	4.4.1	潜堤传递波高计算公式, 传递波高系数按表4.4.1采用	4.4.1	潜堤传递波高计算公式, 传递波高系数按图4.4.1采用
23	4.4.3	潜堤顶部位于计算水位-0.5 H以内时, 潜堤护面块石重量不宜小于出水堤的护面块石重量	4.4.3	若潜堤计算护面块石重量大于出水堤的护面块石重量, 潜堤护面块石应同出水堤

表5 新旧规范内容变化分析

章节	变化序号	变化内容	变化原因浅析
基本规定	01	增加内容: 明确防波堤设计的主要内容	完善规范内容
	02	增加内容: 明确设计水位及波浪标准	完善规范内容
	03	增加内容: 明确防波堤的设计状况	完善规范内容
	04	增加内容: 明确模型试验的波浪要求、试验内容等	根据《波浪模型试验规程》 ^[3] 要求, 进行补充完善
断面形式 与尺度	05	增加内容: 列出深水斜坡堤断面形式选定原则	深水防波堤工程的逐步增多, 且深水堤与一般浅水堤的设计原则、方法和构造要求不同
	06	增加内容: 明确设计波浪要素规定	根据《海港水文规范》 ^[4] 要求, 进行补充完善
	07	修改和增加内容: ①对允许越浪和带胸墙的斜坡堤堤顶高程规定进行了微调; ②对防护要求的堤顶高程确定依据调整; ③增加三个护面形式的堤顶高程规定	堤顶高程确定依据是国内新老防波堤情况统计、参考国外有关成果, 由于统计样本的更新, 统计成果略有不同
	08	增加内容: 补充深水斜坡堤的水下抛石棱体规定	针对深水堤而增加的内容
	09	修改和增加内容: 根据肩台功能不同, 分别确定肩台宽度和位置的规定	根据模型试验资料分析结果, 肩台功能不同, 对肩台宽度和位置有不同的要求
	10	修改和增加内容: ①更加明确墙前不同护面时, 坡顶高程和坡肩宽度的规定; ②增加了弧形胸墙的坡顶和坡肩规定	①根据模型试验资料分析结果, 墙前不同护面不同, 波浪对胸墙作用效果不同; ②近年来弧形胸墙广泛使用, 补充弧形胸墙要求
斜坡堤 计算	11	增加内容: 补充了正常使用极限状态时, 波浪力标准及设计状况和组合规定	完善规范内容
	12	修改内容: ①正向波的夹角范围调整; ②对于长周期波浪或坦波, 护面块体重量由公式计算改为模型试验验证	根据模型试验资料分析结果而修改
	13	修改内容: 斜向波护面块体重量由模型试验验证改为公式计算	根据大连理工大学单向不规则波作用时的试验成果而修改
	14	修改内容: 修改了水下抛石棱体块体重量的取值标准	综合分析国内外有关标准和国内模型试验资料分析结果而修订
	15	增加内容: 明确有坡肩的深水堤, 坡肩上下护面块体规定	通过国外考查和专题研究, 增加了深水堤的规定

续表

章节	变化序号	变化内容	变化原因浅析
块体规模	16	修改内容: ①允许越浪, 微调了内坡的防护范围; ②取消不允许越浪的内坡护面规定; ③增加根据爬高及越浪量确定堤顶高程的内坡护面规定	①对于允许越浪的内坡防护范围是根据近年来工程及研究试验成果确定; ②将“不允许越浪”归并为“根据爬高及越浪量确定堤顶高程”
	17	修改内容: 微调了水平波浪力和波浪浮托力折减系数	根据模型试验资料分析结果
	18	修改内容: 对于淤泥厚度小于5 m时, 增加开挖换填处理方法	根据近年来软土地基处理工程实践总结
		“斜坡堤构造”内容	
	19	修改内容: 补充了开山石的最大颗粒规定	完善规范内容
	20	修改和增加内容: ①增加说明了护底形式; ②调整了护底宽度的规定	根据近年来防波堤护底工程实践总结
	21	增加内容: 补充随机安放1层扭王块体规定 “抛石潜堤设计”内容	根据模型试验资料结果分析
	22	修改内容: 取消波浪爬高对传递波高系数的影响	高水位情况下, 潜堤基本上在水位以下, 故可不考虑波浪爬高的影响
	23	修改内容: 调整潜堤护面块石与出水堤护面块石的关系	根据模型试验资料结果分析

1.2 变化分析探讨

新旧规范内容变化分析见表5。

从上述新旧规范内容变化解读以及新旧规范内容变化分析探讨可知, 新旧规范在斜坡式防波堤设计方面变化总结如下:

1) 保持了规范的原体系和框架。由于原规范已基本形成较完整的体系, 为保证规范本身的延续性和现行体系不受较大干扰, 新规范对旧规范的总体框架未作根本性改动, 而对其中节和条款做适当调整, 在内容上很好地协调与国家其他工程建设标准的关系。

2) 规范中“节”有了增加和变化。在“3 基本规定”中增加了“3.2 防波堤设计”, 内容包括: 防波堤设计应包括的主要设计内容、设计水位和设计波浪标准、防波堤设计应考虑的设计状况、模型试验规定。

3) 总结防波堤模型试验成果资料完善规范条款。由于防波堤受波浪水流作用比较发展, 很难用理论公式完整全面地概括, 需用模型试验加以验证; 同时模型试验成果有助于技术人员对防波堤作用机理的进一步认识、并修正规范条款。如变化09、变化10、变化12、变化13、变化14、变化16、变化17、变化21、变化23。

4) 增加专门针对深水防波堤的规范条款。随着港口建设向水深、浪大、自然条件更为恶劣的

地区发展, 大型深水斜坡堤工程实践越来越多, 其设计原则、方法和构造要求等与一般浅水堤有所不同。如变化05、变化08、变化09、变化15。

5) 根据工程实践补充和完善规范条款。如变化18、变化19、变化20。

6) 新规范解决了一些旧规范没有解决的问题, 完善了一些欠缺之处。如变化01、变化02、变化03、变化04、变化06、变化07、变化11、变化22。

虽然新规范对旧规范做了很多的补充和完善, 结合本人设计工作实践, 对新规范提出以下2点看法, 供探讨。

1) 非砂质海底斜坡堤前的海底冲刷问题。新规范附录D给出砂质海堤斜坡堤前的海底冲刷计算公式, 但相当部分工程为非砂质海底, 非砂质海底的斜坡堤前海底冲刷该如何考虑, 规范中没有相应的条款。

2) 破碎波区斜坡堤护底块石稳定性问题。新规范条款4.2.19、4.2.20给出护底块石的稳定重量选取方法, 并注明破碎波区的护底块石宜适当加大; 在实际模型试验中也证实了, 破碎波区的护底块石的稳定重量要求比公式计算大。规范没有规定破碎波区的斜坡堤护底块石该如何定量计算, 是否可以按护面块体计算公式选择护底护底块石重量?

2 新旧规范内容变化对设计的影响

1) 新规范对斜坡堤的设计要求更加完善。由于原来规范中对斜坡堤的设计的很多方面未作规定, 新规范将原来规范中许多未涉及的方面做了详细的规定, 从而使很多设计中的盲区得到了重视, 更加有利于设计工作的开展和进行。如变化01、变化02、变化03、变化04、变化06、变化11、变化18、变化19、变化20等。

2) 新规范对斜坡堤的设计的相关要求更加明确。原来规范在很多方面是根据实际情况由设计者自行判断的, 新规范更具体的对很多不同的情况做了具体的规定。如变化05、变化07、变化08、变化09、变化10、变化15、变化16、变化22。

3) 新规范对斜坡堤的设计的相关要求更加严格。原来规范中很多要求是针对当时的条件作出的规定, 但是随着工程越来越多的向深海远海发展, 同时由于海洋灾害的不可预料性, 以及对防波堤使用年限的要求越来越高, 新规范对很多方面做出了更加严格的规定。如变化12、变化13、

变化14、变化23等。

3 工程实例分析

3.1 天津临港工业港区港东防波堤、北防波堤工程对比分析

天津临港工业港区港池口门两侧分别为东防波堤、北防波堤, 2个防波堤工程自然条件基本上一样, 2010—2011年完成设计的东防波堤工程执行是旧规范, 2012年完成设计的北防波堤工程执行新规范。

东防波堤^[5]断面如图1所示, 高程-1.8 m以下护面为200~400 kg抛石(根据旧规范条文4.2.11计算), 经模型断面试验验证^[6]护面块体是稳定的。

北防波堤^[7]若断面如图2所示, 高程-1.8 m以下护面为500~800 kg抛石(根据新规范条文4.2.10计算)。虽然若根据旧规范条文4.2.11计算护面为200~400 kg抛石即可、且模型断面试验护面块体是稳定的, 但需执行新规范护面为500~800 kg抛石。

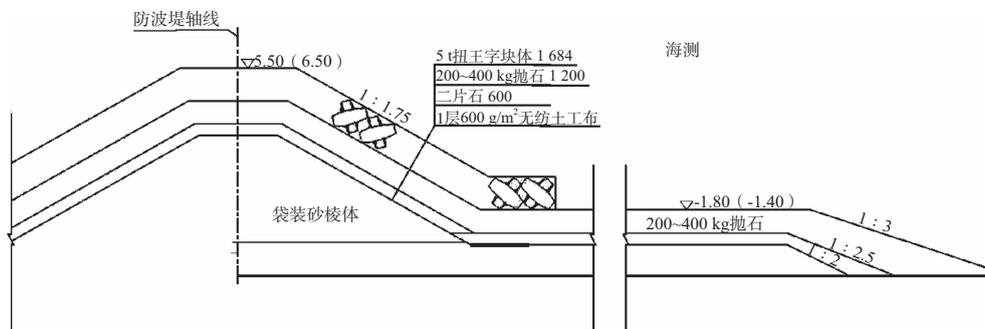


图1 临港工业港区东防波堤在老规范下的断面形式

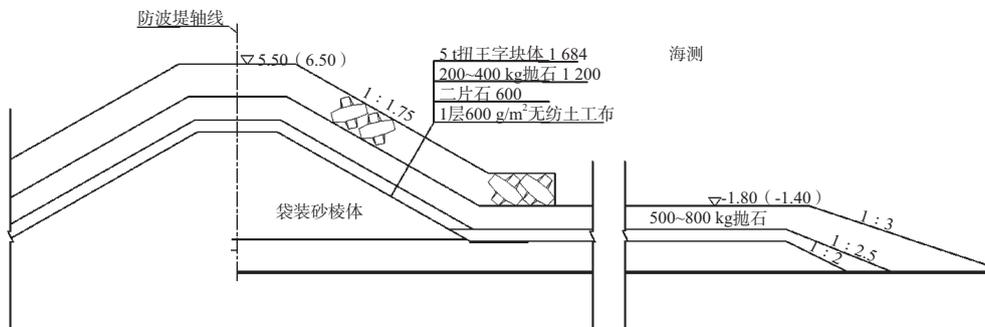


图2 临港工业港区北防波堤在新规范下的断面形式

根据新旧规范变化, 高程-1.8 m以下护面由200~400 kg抛石变化为500~800 kg抛石, 新规范偏于安全。

3.2 唐山港京唐港区东南防波堤工程不同设计阶段对比分析

分别在2011年、2012年完成唐山港京唐港区

东南防波堤工程工可和初设, 应分别执行旧、新规范。

工可阶段, 南防波堤^[8]断面如图3所示, 在设计低水位1倍波高(即高程-3.7 m)以下采用200~500 kg抛石(根据旧规范条文4.2.11计算), 并在高程-3.7 m处设置肩台, 经模型断面试验验证^[9]护面块体是稳定的。

初设阶段^[10], 若根据新规范条文4.2.10计算, 在高程-3.7 m处设置肩台, 高程-3.7 m以下护面需采用1 200~1 600 kg抛石, 块石规格太大难以实

施, 改为2 t扭王块体护面, 断面如图4所示。显然与工可阶段断面对比, 工程投资增加比较多。

初设优化, 取消高程-3.7 m处肩台, 外坡从堤顶至镇脚护面均4 t扭王块体, 断面如图5所示。与工可阶段断面对比, 虽然外坡增加扭王块体用量, 但减少肩台工程量, 经造价测算, 初设优化断面与工可阶段费用相差不大。

从工可阶段、初设阶段、初设优化的断面对比变化, 可以看出新旧规范的变化可能影响防波堤断面形式的改变。

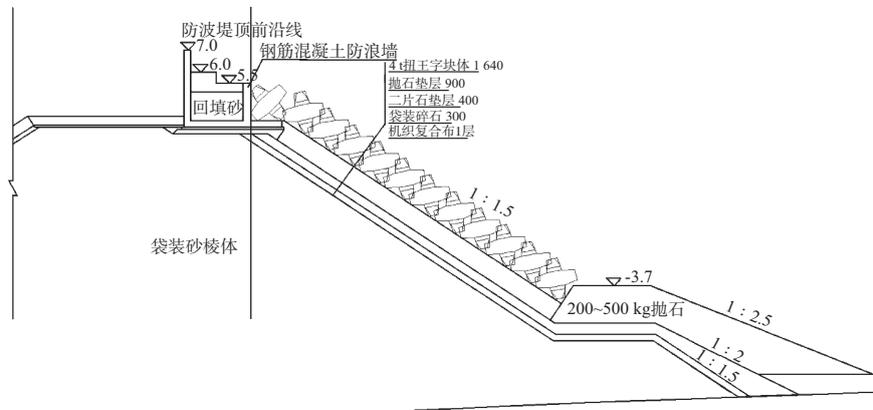


图3 京唐港区东南防波堤工程东防波堤在老规范下的断面形式

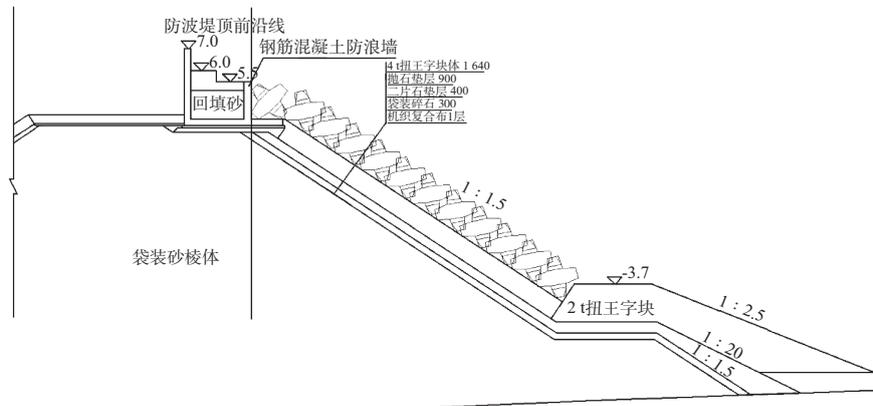


图4 京唐港区东南防波堤工程东防波堤在新规范下的断面形式

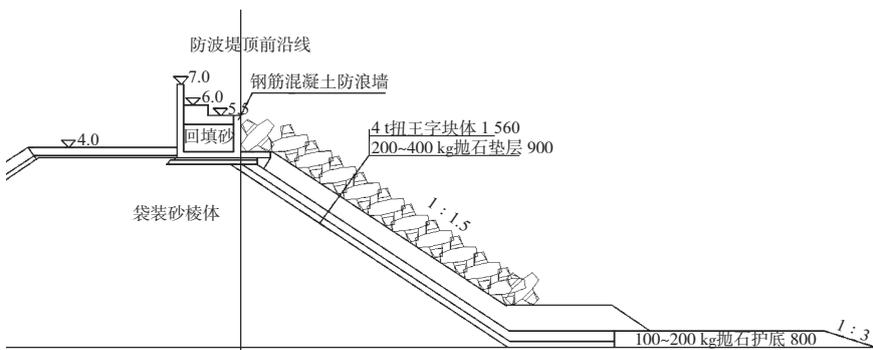


图5 京唐港区东南防波堤工程东防波堤在新规范下不设置平台的断面形式

(下转第45页)