

工程防灾

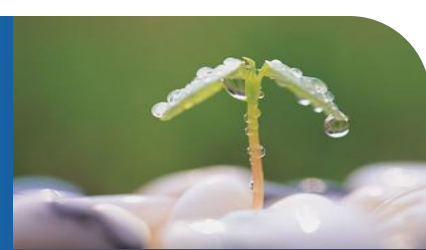


主讲：余江滔

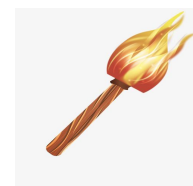
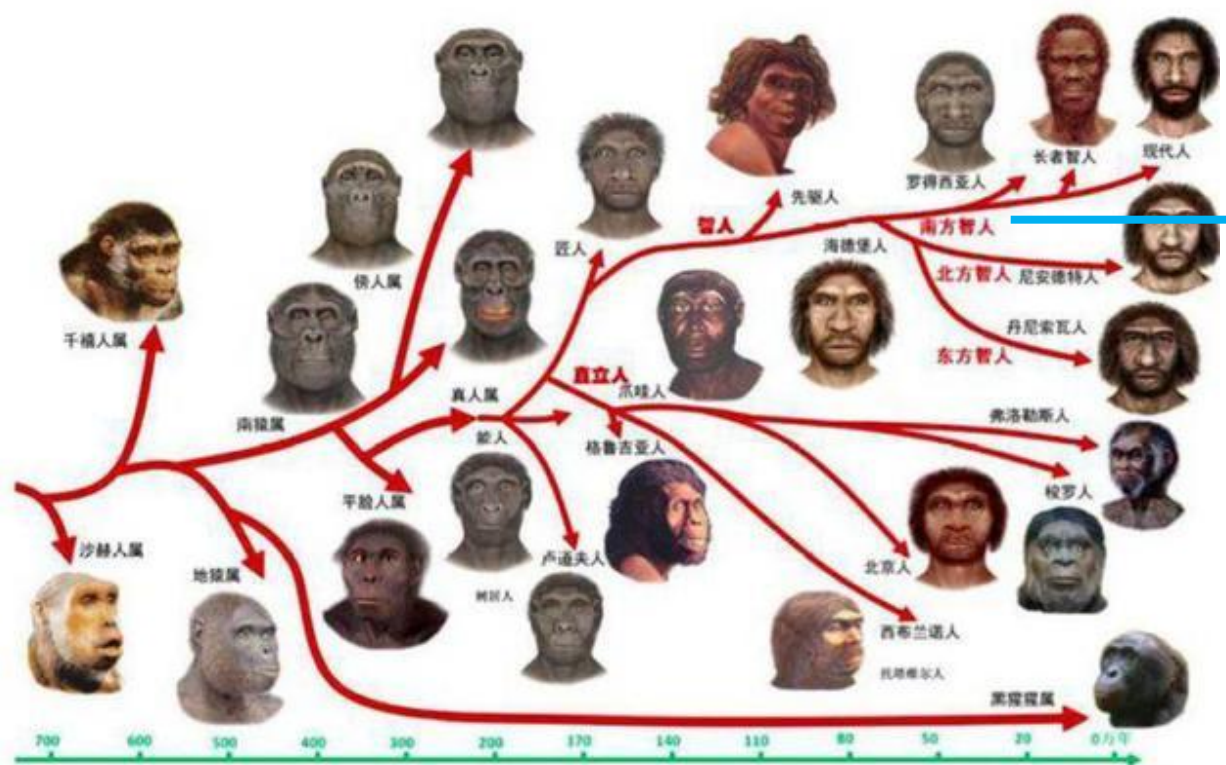
yujiangtao@tongji.edu.cn



三个终极问题：火的角度



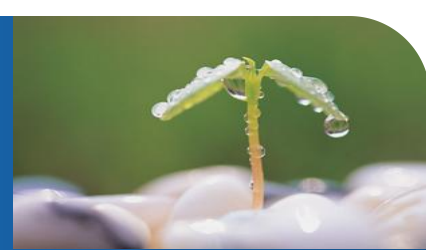
我是谁（何为人）？ 我从哪里来？ 我要去往何方？



<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1721041798579454411&wfr=spider&for=pc>



三个终极问题：火的角度



我是谁（何为人）？ 我从哪里来？ 我要去往何方？



人 from animal

- ◆ 制造和使用工具？
- ◆ 直立行走，语言？
- ◆ 使用火，网课？

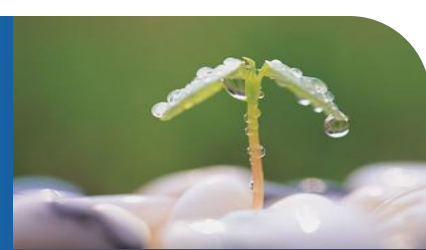
https://www.sohu.com/a/326743415_120066568

https://www.sohu.com/a/357861648_381442

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1637216357679527887&wfr=spider&for=pc>

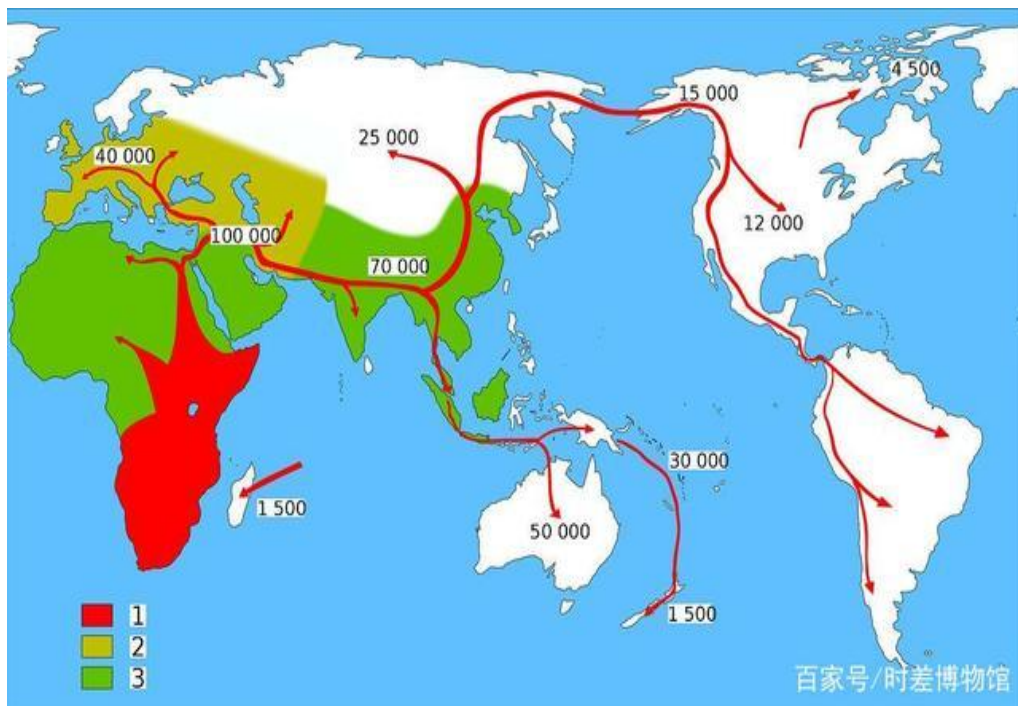


三个终极问题：火的角度



我是谁（人是什么）？ 我从哪里来？ 我要去往何方？

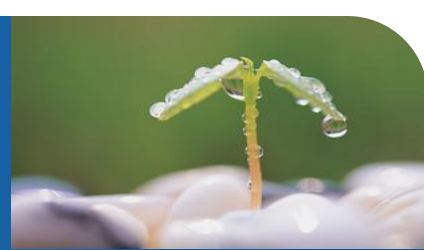
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1628442383984415923&wfr=spider&for=pc>



人类
↓
直立行走
使用火/工具
语言
文明
社会
网课
and etc

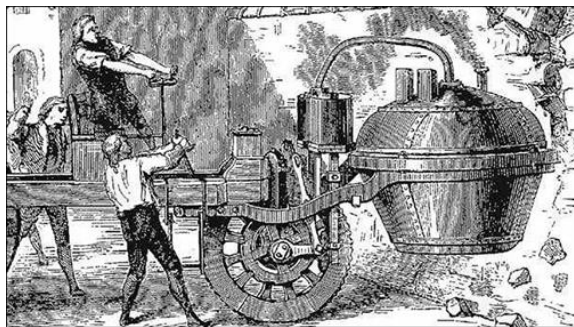


三个终极问题：**火**的角度



我是谁（人是什么）？ 我从哪里来？ **我要去往何方？**

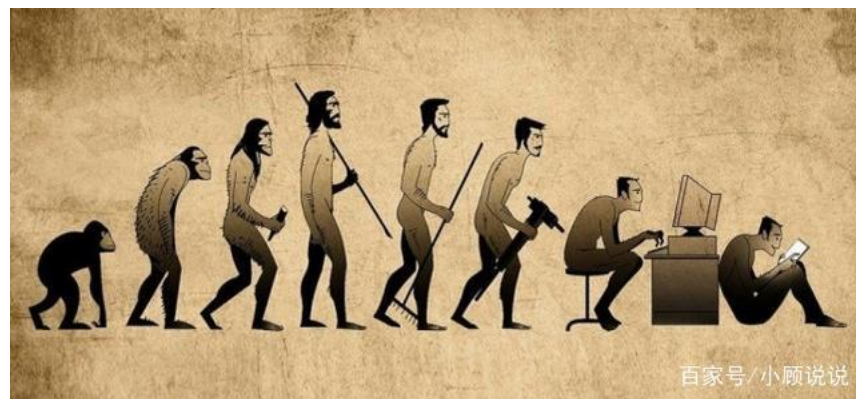
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1628442383984415923&wfr=spider&for=pc>



遍布世界



冲出地球



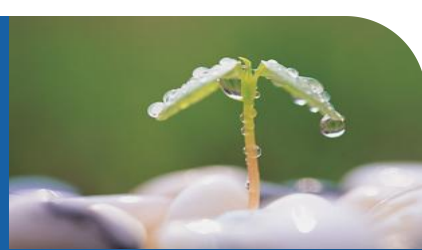
进化 or 退化？

五彩的世界 or 白与黑

我们从来不生活在一个非黑即白的世界，
本课程也一样。



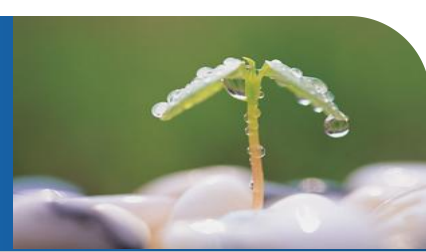
目 录



- 1 结构抗火绪论
- 2 结构抗火设计原理
- 3 火灾下结构升温计算
- 4 钢结构抗火计算与设计
- 5 钢筋混凝土结构抗火设计与火灾后评估



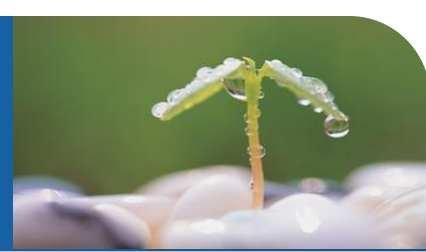
第一章 结构抗火绪论



1.1 结构抗火的意义



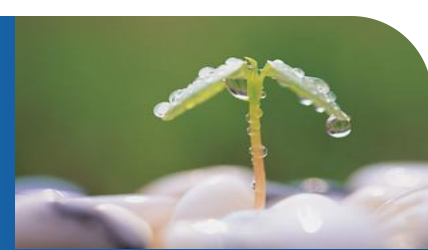
烈火无情



火灾是失去控制的燃烧，火灾是世界上发生频率**最高**、造成损失**最严重**的灾害之一。

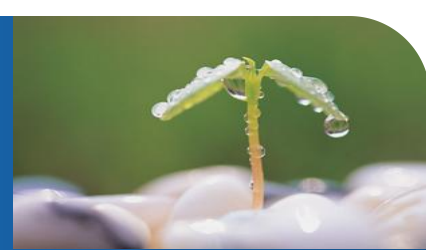


2001年9月11日，美国 世贸大楼的倒塌

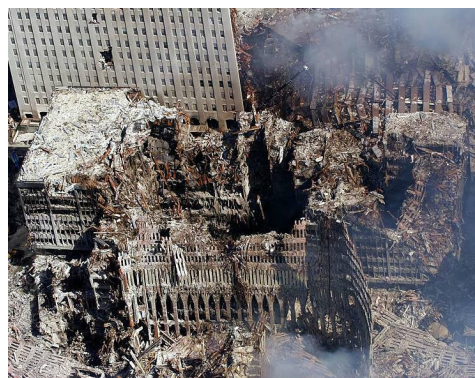




2001年9月11日，美国 世贸大楼的倒塌

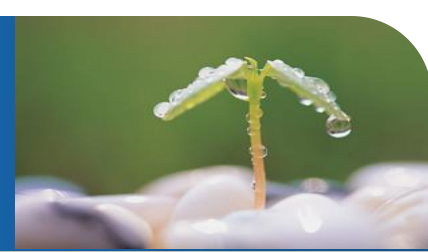


<http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2008/9/210961.html>



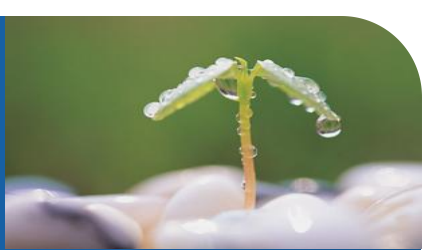


2010年11月15 上海胶州路





第一章 结构抗火绪论



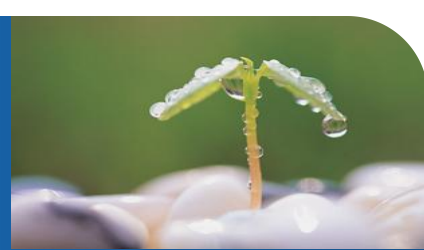
隶属于国际保险研究机构的“保险经济研究协会” (the Association for the Study of Insurance Economics) 的世界火灾统计中心对23个国家进行了调查分析，结果表明，这些国家的每年火灾直接财产损失与GDP 的比例在0.09%至0.40%之间，平均值为0.17%。

部分国家火灾直接财产损失与GDP 的比例

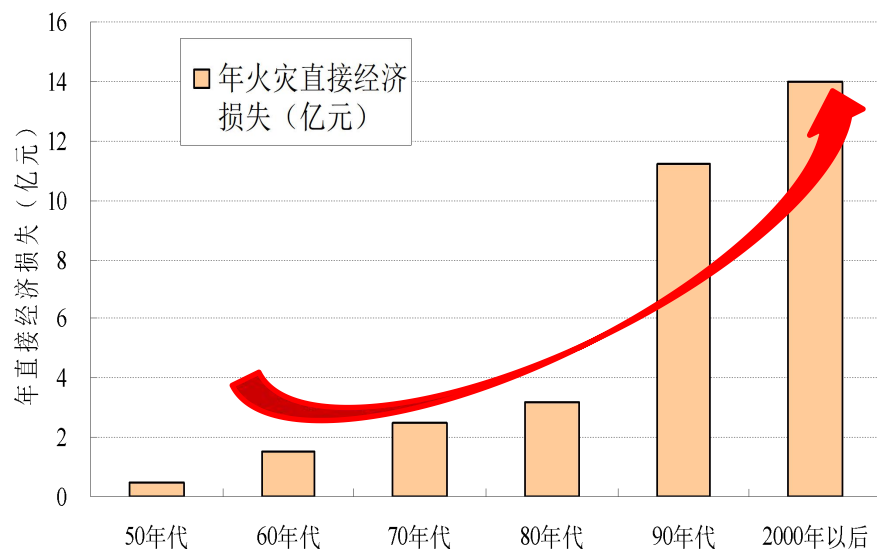
国家名称	火灾直接财产损失与GDP 的比例%	国家名称	火灾直接财产损失与GDP 的比例%
斯洛文尼亚	0.09	捷 克	0.09
日 本	0.09	新加坡	0.09
美 国	0.11	德 国	0.12
匈牙利	0.12	波 兰	0.12
西班牙	0.12	英 国	0.14
芬 兰	0.15	澳大利亚	0.16



第一章 结构抗火绪论



随着我国经济的发展和城市规模的扩大，火灾造成的经济损失迅速增加。据统计，我国每年火灾造成的直接经济损失：五十年代为**0.5**亿元；六十年代为**1.5**亿元；七十年代为**2.5**亿元；八十年代为**3.6**亿元；1991年至2000年的10年间直接财产损失约**11.6**亿元，比前10年增长了**222.2%**。从下图可以看出，2000年以后这一数目还在大幅增加。



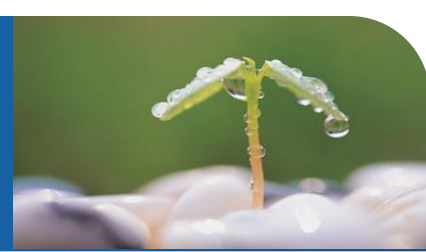
1960~2000年代火灾损失统计

2000年我国火灾直接损失14亿元
2000年我国GDP总值10.6万亿元

2021年我国火灾直接损失67.5亿元
2021年我国GDP总值114.9万亿元



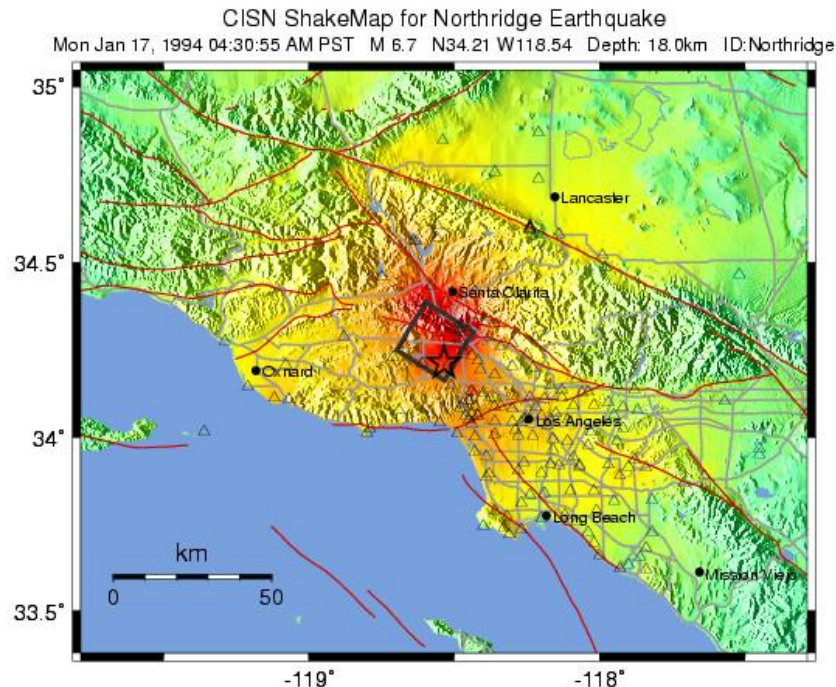
第一章 结构抗火绪论



世界各国的火灾直接经济损失—Table 1 (million)

Country	Currency	percentage of GDP 2006-2008
Singapore	S\$	[2002-2004]
Slovenia	SIT	
Australia †	AU\$	
Czech Republic	Kč	
Spain ‡	€	[2008]
Poland	zł	
New Zealand	NZ\$	[2005-2007]
United States	US\$	
Japan	¥	
Germany	€	
United Kingdom	£	
Netherlands	€	
Finland	€	
Italy	€	
Sweden	kr	
Denmark	kr	[2005-2007]
France	€	
Norway	kr	[2003-2005]

加州Northridge
美国1994



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+



第一章 结构抗火绪论



FIRE DEATHS—Table 3

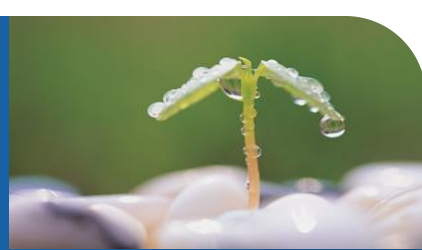
Country	Adjusted estimates (Fire Deaths)		
	2006	2007	2008
Australia	90	105	110
Austria	30	30	55
Czech Republic	150	135	150
Denmark	70	70	
Finland	125	95	110
France	620	605	595
Germany	510		
Greece	90	240	130
Hungary	180	175	190
Ireland	40	55	45
Italy	280	250	285
Japan	2,100	2,050	2,000
Netherlands	85	70	100
Singapore			0
Slovenia	5	15	10
Spain	245	255	270
Sweden	90	110	130
Switzerland	30	15	
United Kingdom	515	465	475
United States	3,550	3,750	3,650

南加州 Northridge 地震死亡 数 58人





第一章 结构抗火绪论



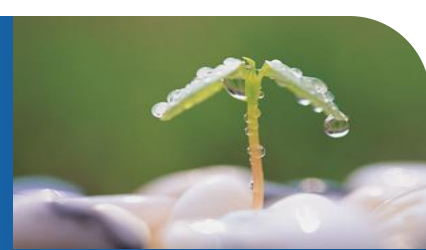
美国每年非正常死亡人数555万

1. 美国每年约有221.6万患者身上曾发生过药品不良反应，其中约有12.5万人因药品不良反应死亡。----美国总审计署
2. 美国平均每年医疗事故死亡人数高达19.5万人。-----美国有线新闻网
3. 美国每年死于艾滋病高达21.9万人-----美国疾病防治中心
4. 美国每年死于交通事故的达到4.2万人-----美国交通安全管理局
5. 美国枪支泛滥，持枪犯罪频频发生，严重威胁人民的生命财产安全。目前美国私人拥有枪支达2.5亿支，几乎人手一枪，每年约有3万人死于枪击-----美国司法部
6. 美国每年因为火灾造成伤亡人数超过1.26万人-----美国联邦消防局

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1716638020733078314&wfr=spider&for=pc>



第一章 结构抗火绪论



世界部分国家每 10 万人口火灾死亡人数

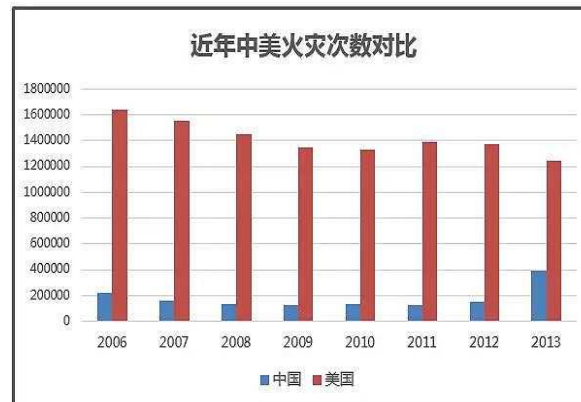
表 1-3

序 号	国家名称	每 10 万人口火灾死亡人数	序 号	国家名称	每 10 万人口火灾死亡人数
1	新加坡	0.18	14	比利时	1.27
2	中国	0.21	15	斯洛文尼亚	1.34
3	瑞士	0.43	16	加拿大	1.38
4	西班牙	0.64	17	挪威	1.48
5	荷兰	0.68	18	波兰	1.54
6	澳大利亚	0.70	19	丹麦	1.61
7	奥地利	0.76	20	瑞典	1.64
8	意大利	0.79	21	日本	1.66
9	德国	0.92	22	美国	1.77

据统计，2003至2005年我国每年发生的火灾总数分别为253967、252704和 235941起，造成巨大的生命和财产损失。

中、美每年火灾死亡人数对比

年份	2007	2008	2009
美国	3550	3750	3650
中国	1617	1521	1236

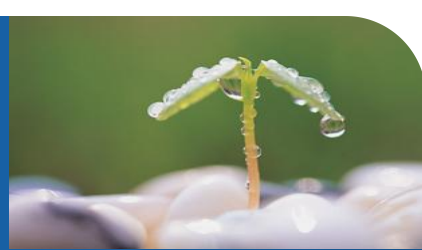


WHY ?

<https://www.jiemian.com/article/354068.html>



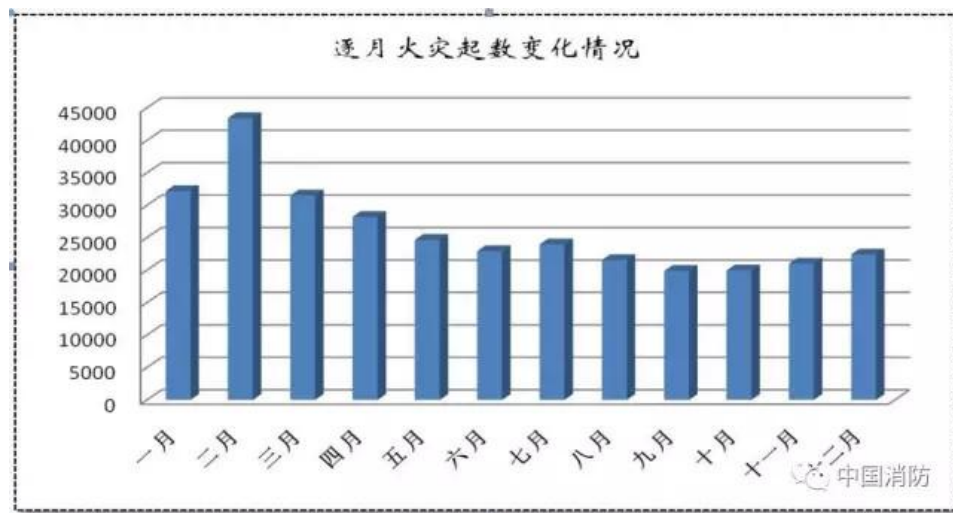
第一章 结构抗火绪论



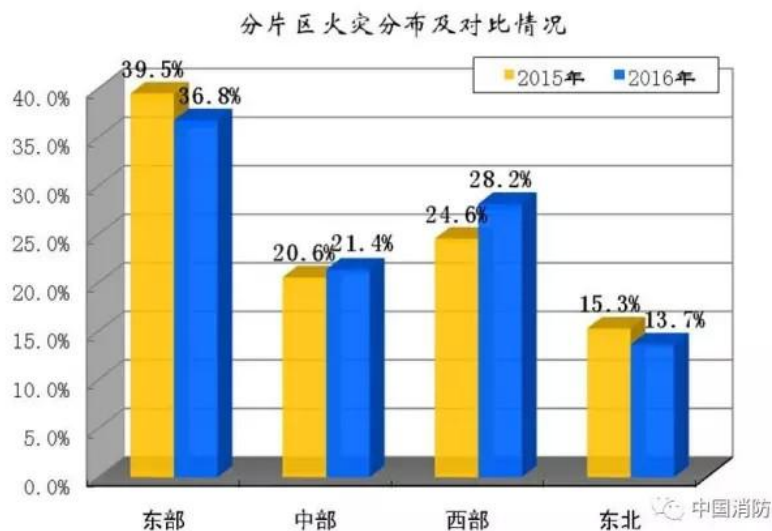
关于火灾的小知识问答

2016年，全国共接报火灾31.2万起，亡1582人，伤1065人，直接财产损失37.2亿元，与2015年相比，四项数字分别下降10.1%、16.7%、12.2%和14.6%。其中，较大火灾64起，同比减少4起、下降5.9%；未发生重大和特别重大火灾，新中国成立以来首次全年未发生一次亡10人以上的火灾。

春夏秋冬

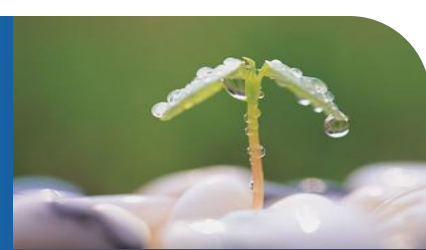


东部、西部、中部、东北

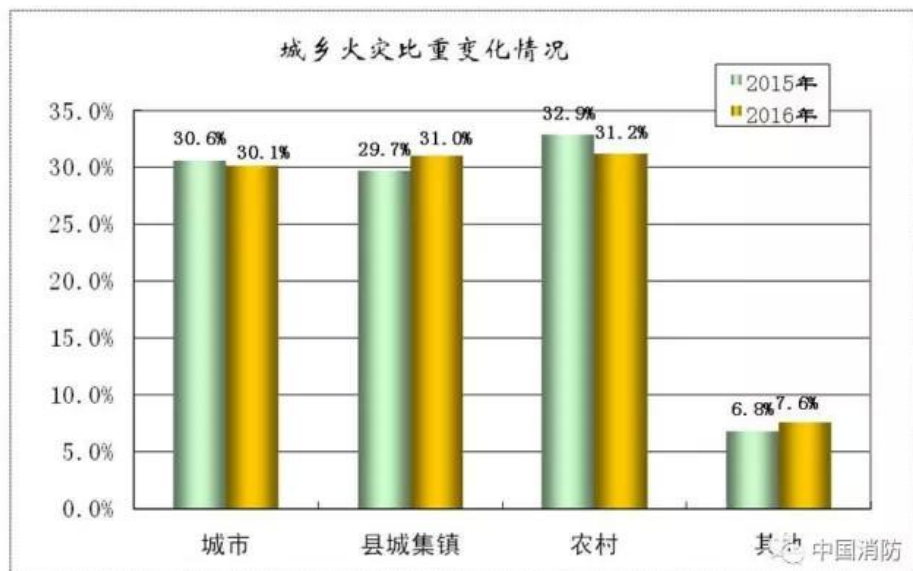




第一章 结构抗火绪论

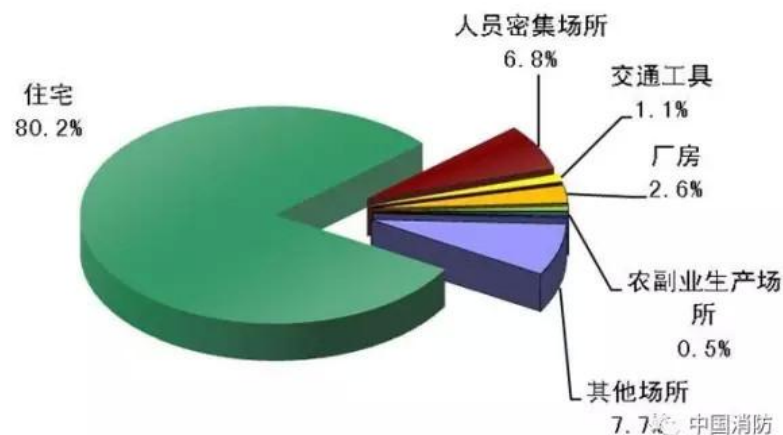


城市、县城、农村、其它



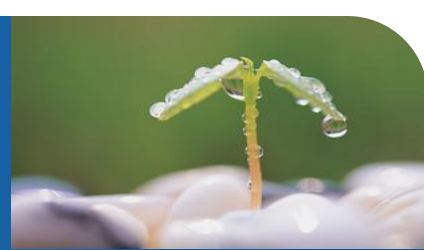
人员密集场所、厂房、交通工具、
仓储场所、住宅

场所火灾亡人分布情况



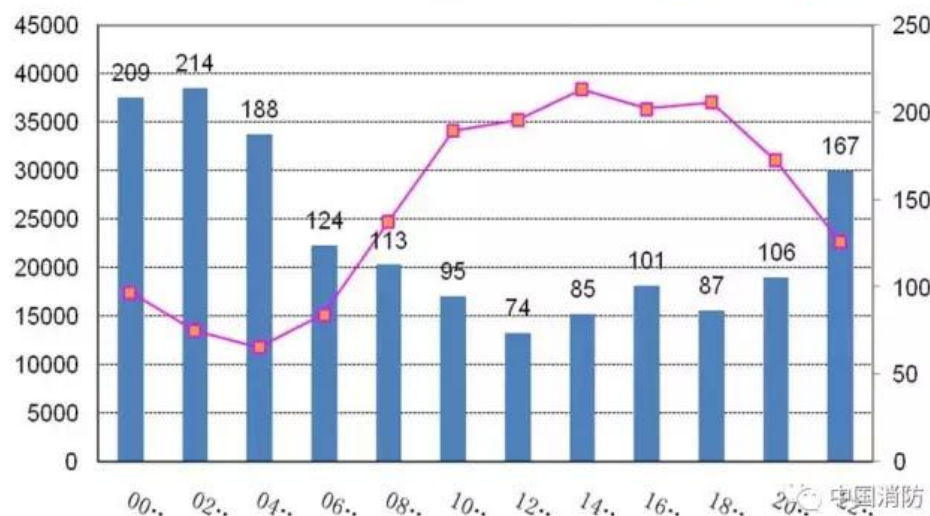


第一章 结构抗火绪论



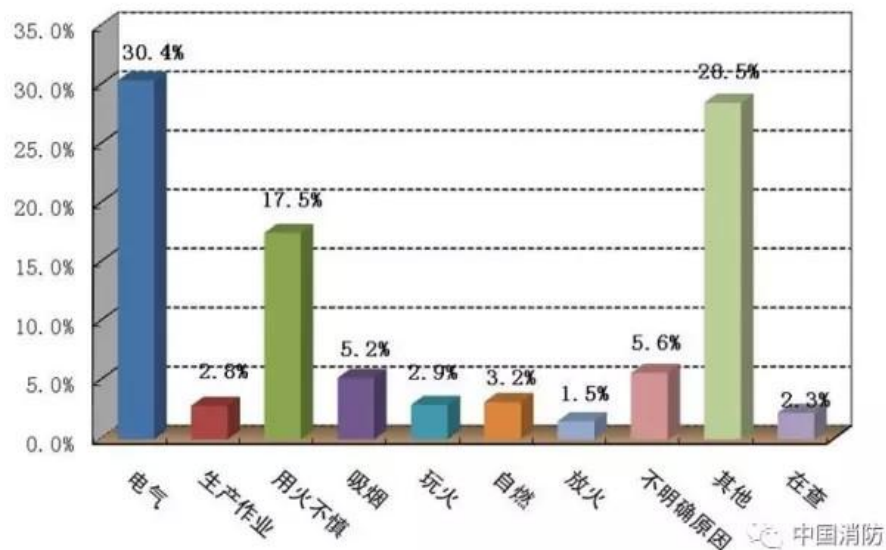
分时段（24小时）死亡人数和火灾数量分布

24小时火灾分布情况



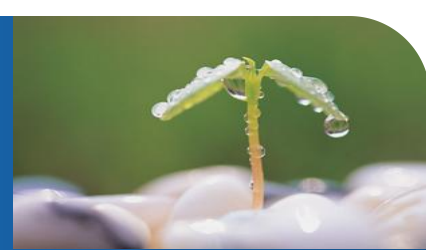
违反电气安装使用规定、生产作业引发、用火不慎、吸烟、自燃、玩火、放火、其他原因、原因在查。

分起火原因情况

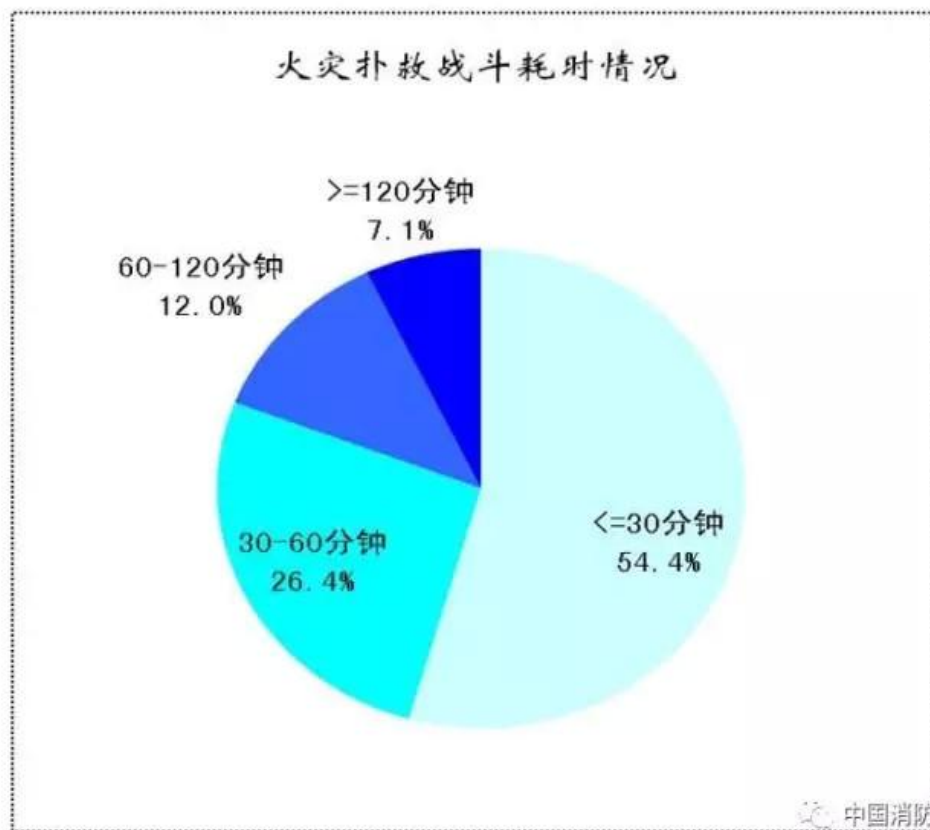




第一章 结构抗火绪论

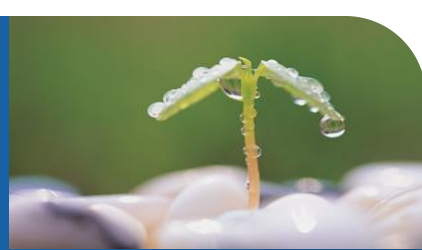


重要： 火灾扑灭时间 ($<30\text{min}$, $>30\text{min}$ and $<60\text{min}$, $>60\text{min}$ and $<120\text{min}$, $>120\text{min}$)



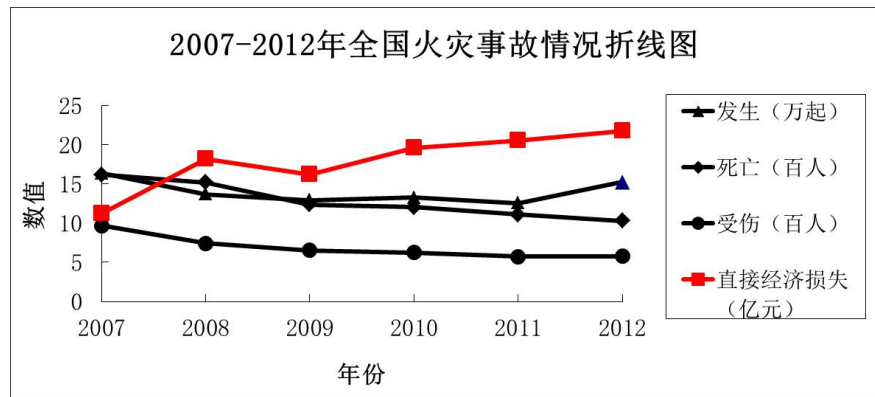


第一章 结构抗火绪论



总结：

- 1) 我国每年火灾伤亡人数在缓慢下降；
- 2) 火灾发生数量保持平稳；
- 3) 火灾造成的直接和间接经济损失持续升高。

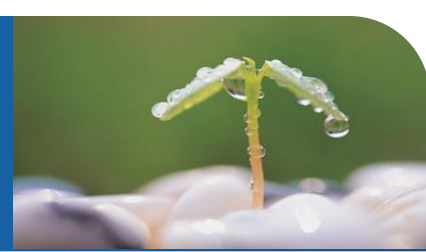


据统计，建筑物火灾占火灾总数的60%以上。建筑物中人口往往密集且堆放物较多，火灾造成的损失特别惨重；

在我国，钢筋混凝土和砖混结构的房屋占建筑物总量的绝对多数。可以说，建筑物火灾主要发生在这两类建筑中。



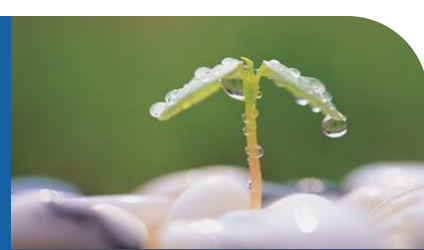
第一章 结构抗火绪论



1.2 结构抗火的对象



第一章 结构抗火绪论



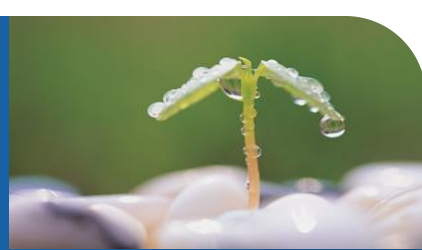
火灾：失去控制的燃烧



Copyrighted material



建筑耐火设计原理

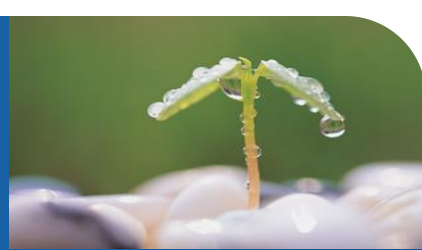


工程防灾的两个目的

- ✓ 结构物的抗火(耐火)性能。针对火灾中结构的**耐火稳定性**，即承载力变化(抗坍塌能力)、**耐火的完整性**(防止火焰和热气穿透的能力)和**耐火的隔热性**。偏重结构物在火灾中的安全性；
- ✓ 受火后结构的残余承载力，主要针对受火后材料的力学性能和构件的残余承载力的鉴定和评估方法，为受损结构的补强、加固提供依据。



建筑耐火设计原理



结构物抗火研究与设计的两个目的

- ✓ 结构物的抗火(耐火)性能。研究火灾中结构的承载力变化、耐火稳定性(抗坍塌能力)、耐火的完整性(防止火焰和热气穿透的能力)和耐火的隔热性。偏重结构物在火灾中的安全性;
- ✓ 受火后结构的残余承载力, 主要针对受火后材料的力学性能和构件的残余承载力的鉴定和评估方法, 为受损结构的补强、加固提供依据。

谢 谢



主讲：余江滔