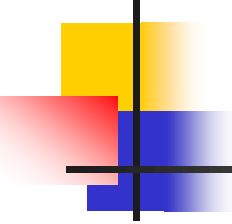


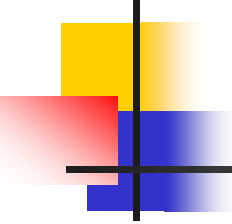
第八章 森林火灾调查

第一节 森林火灾损失调查与评估

第二节：火因调查

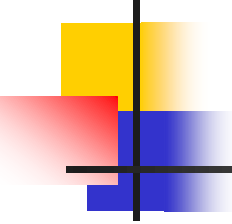


■ 第一节 森林火灾损失调查与评估

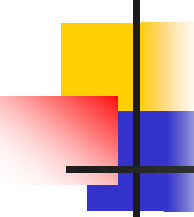


知识要点

- 1. 基本概念:过火面积、受害森林面积、森林火灾直接损失、森林火灾间接损失。
- 2. 森林火灾林木损失调查的内容。
- 3. 森林火灾面积调方法。
- 4. 森林火灾林木损失标准地调方法。
- 5. 森林火灾林木损失计算方法。
- 6. 林木损毁评价标准。

- 
- **森林火灾直接损失**是指森林火灾造成的林木材积损失和扑火费用。
 - **森林火灾间接损失**是指森林火灾对森林旅游、森林生态系统服务功能等方面造成的损失。

（林木损失调查）是森林火灾损失调查的最重要内容。对于面积不大的森林火灾，其林木损失主要通过地面标准地调查进行。大面积森林火灾损失调查一般通过**遥感技术实现**。森林消防员应掌握面积不大的森林火灾林木损失调查的野外调查方法。该调查包括森林火灾**过火面积调查和林木损失标准地调查两个内容**。高级消防员还应能够进行简单的火灾损失计算。



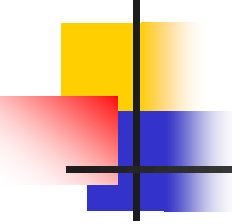
一 森林火灾面积调查

1. 森林火灾面积包括过火面积和受害森林面积两种。

过火面积：是指整个火场的面积，包括森林、草甸、灌丛等不同类型的可燃物的火场面积。

受害森林面积：是指火场中森林受害部分的面积。森林受害的评判根据国家有关标准进行。确定森林火灾面积是估计森林火灾林木损失的首要工作。

- 面积不大的森林火灾过火面积的调查方法有估测法、勾绘法、罗盘仪和经纬仪测定法、GPS调查法等。估测法、勾绘法、罗盘仪和经纬仪测定法精度不高且需要在图上计算面积，不如GPS法方便。下面简要介绍4种方法，其中森林消防员应熟练掌握GPS调查方法。



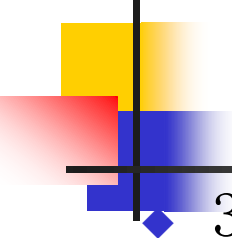
过火面积调查方法

◆ 估测法

在林火面积不大，调查精度要求不高时，可由有经验的人绕火场步行一周，勾绘出场略图来确定火场总面积，其中包括火烧森林面积、受害森林面积(包括原始林、次生林人工林)、荒山荒地和草地面积等。

◆ 2. 勾绘法

火场面积较大时，沿整个火场外围边缘步行前进，将沿线主要地物标志勾绘在大比例尺地图上，再将整个火场内部情况逐个勾绘在图上，绘制成火场图，然后在图上求算面积。

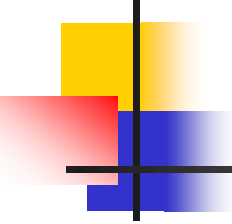


3. 实测法

火烧迹地面积较大，调精度要求较高时，可用罗盘仪和经纬仪测定火场图。在火烧迹地总面积中，测出成灾森林面积，然后绘制成火烧迹地平面图，然后在图上求算面积。

◆ 4. GPS调查法

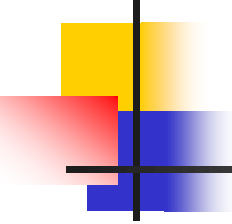
利用GPS的“面积计算”功能，沿火场走一遍，凡是转角地方定位一次并将数据存贮起来，走完一周，即可显示出火场的面积。同时，可以用数据线将其调入电脑中，显示在电子地图上，即可知道火场位置，使火场面积更直观。当火场内部有“绿岛”分布时，可分别测量、计算。对于面积大于1000m的大火场，可以先将其分割为若干个公里网格(或经纬度分值网格)，分组、分块独立测量面积。



二、森林火灾林木损失标准地调查

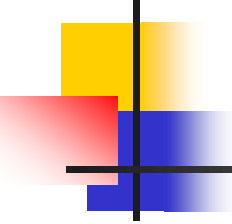
标准地是一块能反映待测林分各指标平均状况的地段，它是整个林分的缩影。用于火烧迹地调查的标准地，是整个火烧迹地的缩影。从过火的火强度而言，既不能单纯选火强度大的地段，也不能单纯选火强度小的地段，而是要选能够代表整个火烧迹地平均火强度的地段。

- 。如果过火面积内的火烧强度差异很大，面积还较大，可以考虑进行分层采样。采样方法、标准地的选择及数量由技术人员确定，在此不予以解释。下面介绍标准地的大小、形状、位置和数量要求及标准地调查方法。森林消防员应掌握标准地林木损失的野外调查方法



1.标准地的大小和形状

- ◆ 森林火灾损失调查中采用的标准地常用是**正方形或长方形**，由于火烧迹地林下通视条件良好，也可以采用圆形标准地。
- ◆ 为能反映林分的结构规律和保证必要的精度，**标准地内必须要有足够数量的林木**。标准地的面积大小与标准地形状有关，正方形可为 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 、 $30\text{m} \times 30\text{m}$ 、 $40\text{m} \times 40\text{m}$ 等，长方形可设为 $30\text{m} \times 20\text{m}$ 、 $30\text{m} \times 40\text{m}$ 、 $40\text{m} \times 20\text{m}$ 等。



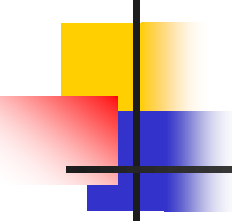
2.标准地位置选择

①过火均匀，火烧强度适中，能代表整个火烧迹地基本状态。

②在不同可燃物类型的火烧迹地分别设置一定数量的标准地。

3. 标准地必须在同一林分内设置，不能跨越林分。

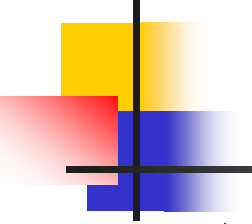
④标准地不能跨越小河、道路或伐开的调查线，且应离开林缘10~20m。



4 .标准地调查

- 森林火灾林木损失标准地调查的任务是对标准地内达到起测径级的每株林木进行胸径和树高的测定，即每木检尺，然后判断各检测树木的受损情况，将结果填入火烧迹地标准地每木调查表(表8-1)。

起测径级是指每木检尺的最小径级。在近熟、成熟、过熟林内，起测径级一般应为5cm。在中、幼龄林可用平均胸径的0.4倍作为起测径级。



火烧迹地标准地每木调查表(表8-1)

标准地号:

树种:

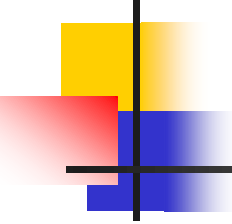
林层:

径极中值 (cm)	烧毁木	烧死木	烧伤木	未伤木	备注
幼树					
8以下					
8					
12					
16					

调查者:

记录者:

年 月 日

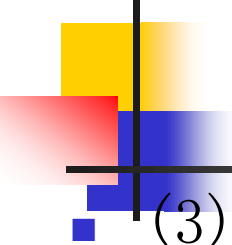


(1) 胸径测量

胸径测定无需测定到具体的数值，而是确定其属于的径阶。径阶是胸径的整化范围。般标准是：当标准地平均胸径（估计值）在12cm以上时，以4cm为一个整化径级；当标准地平均胸径6~12cm时，以2cm为一个整化径级。整化径级以该径级的中值为记录标定值，例如，表8-1中的8径级，是指胸径在6~10cm范围内所有的树木（4cm为一个径级）。如果2cm为一个径级，标定值同样是8径级，则是指胸径在7~9cm范围内的所有树木。实践中，在幼龄林进行每木检尺时，大多用2cm为一个整化径级，在中龄林、成熟林则多使用4cm为一个整化径级。

- (2) 树高测量

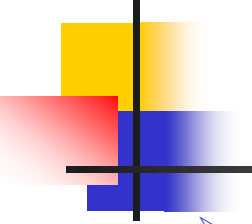
树高测量，不用每株树木测树高，而是标准地每木检尺的基础上，把各树种、各林层的胸径测定值(或径级)按照一定的间隔进行分组，并根据各径阶株数比例分配需要测定树高的数量，然后确定标准地或全林的平均树高。树高可以采用测高器测量，也可用超声波或激光测距仪测定。

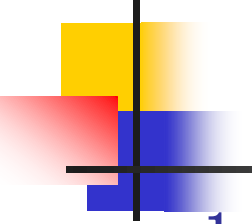


(3) 林木受损程度确定

林木受损程度根据树冠、树干形成层和树根受害情况来确定，具体划分标准为：

- ①烧毁木树冠全部烧焦，树干严重被烧，采伐后不能作为用材的树木。
- ②烧死木树冠 $\frac{2}{3}$ 以上被烧焦，或树干形成层 $\frac{2}{3}$ 以上烧坏（呈棕褐色），树根烧伤严重，树木已无恢复生长的可能，采伐后尚能做用材的树木。
- ③烧伤木树冠被烧 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{4}$ ，树干形成层尚保留 $\frac{1}{2}$ 以上未被烧坏，树根烧伤不严重，还有可能恢复生长的可能的树木。
- ④未伤木树冠未被烧，树干形成层没有受伤害，仅外部树皮被熏黑，树根没受伤害的树木。

- 
- 具体的调查应分别成林(平均胸径大于5cm)和幼林开展。成林分别按烧毁木、烧死木、烧伤木和未伤木作每木调查,以计算材积损失。对幼林可以只统计株数,即烧死、烧伤、未烧伤的株数。具体测量中,为保证每木检尺中不重测和漏测,必须按一定顺序进行每木检尺,在山地条件下,通常可以沿等高线方向“之”字形行进。用划“正”字的方法填写每木调查表。



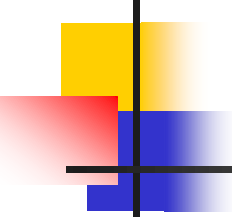
■ 1. 幼龄林林木损失(S1)

S1指郁闭前的人工林和天然林的价值损失。计算公式如下

$$S=AP1B$$

式中，A1为幼龄林毁林面积(hm²)；P为营林生产成本价格(元/hma²)；B为价值损失系数；

- 幼龄林毁林面积通过火烧迹地面积测量取得，营林生产成本价格根据当地造林成本和管护成本计算，价值损失系数视实际被烧毁程度确定。

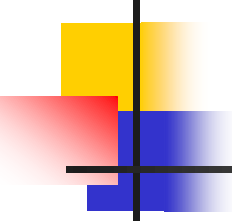


2. 非幼龄林林木损失(S2)

S2包括人工林和天然林郁闭后的幼龄林、中龄林和成过熟林的损失。计算公式为: $S2=(V1+0.7V2+0.4V3)A2P2$

式中, $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 分别为标准地调中所得非幼龄林中烧毁木、烧死木和烧伤木的单位面积积量(m/hm^2); $A2$ 为非幼龄林火场面积(hm); $P2$ 为林木林价(元/ m)。

、2、 V 通过标准地调查数据获得, $A2$ 可通过火场面积调查获得, 林价可视林龄采用重置成本法、历史成本调整法、收获现值法、木材价倒算法等计算。



■ 练习思考题

名词解释：

过火面积

受害森林面积

森林火灾直接损失

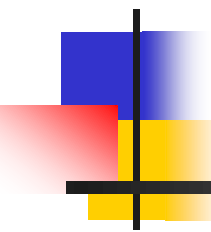
森林火灾间接损失

2. 简述森林火灾林木损失调查的内容。

3. 详述森林火灾面积调查方法。

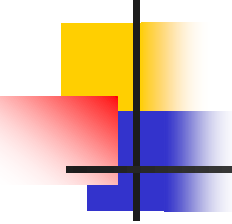
4. 详述森林火灾林木损失标准地调查方法。

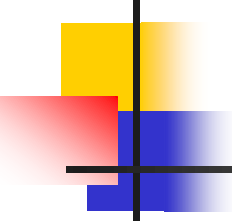
5. 详述森林火灾林木损失计算方法。简述林木损毁评价标准



第二节 火因调查

- ◆ 知识要点
 1. 森林火灾火因调查基本原则。
 2. 森林火灾火因调查基本方法。
 3. 起火点的确定方法。

- 
- 《森林防火条例)第四十一条规定,“县级以上人民政府林业主管部门应当会同有关部门及时对森林火灾发生原因、肇事者、受害森林面积和蓄积、人员伤亡、其他经济损失等情况进行调查和评估,向当地人民政府提出调查报告;当地人民政府应当根据调查报告,确定森林火灾责任单位和责任人,并依法处理”。我国目前森林火灾的火案调查主要由森林公安部门负责。作为森林消防员,应了解火因调查的主要方法,以便在火灾扑救等工作中注意帮助收集、保护火案证据,以便火案处理。



一、火因调查的基本原则

■ 1. 实事求是

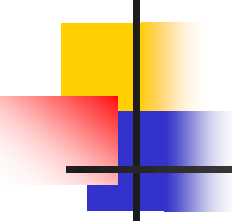
客观公正，不能有丝毫的主观武断，不可偏听偏信，要以火场调查事实为依据，对每一项调查要素，不夸大，不缩小，以实事求是的态度搞好每项调查，准确判断起火原因。

2. 反复调查

对火因调查要素有异议或模棱两可或数据不确定者，要反复多次查。对起火点的调查，因火烧迹地面积大，山势凸凹起伏变化多，火场环境复杂，对火因查需多次才能确定。如有疑点或新题，则需反复到现场勘查，排除疑点和误差，确保事实和数据准确无误。

3. 迅速及时

林火发生后，调查火因工作务求快速及时。若下雨或人流杂乱易损坏现场，则难取得第一手资料，另外肇事者可能回避出逃，不利于火因调查。森林消防员第一时间到达火场，应注意火场证据的收集。



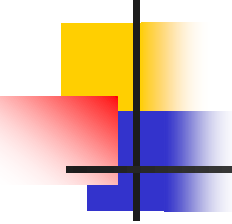
二、火因调查的基本方法

◆ 1. 调知情人

要及时调查火情报告人、周围群众以及相关人員。注重知情人反映的真实情况，同时要注意其与起火点勘查情况相吻合。知情人提供的情况(包括起火时间、起火地点、肇事者等)有可能作为证据，要认真询问清楚，并要与起火现场吻合，不可图省事、简易，仅凭肇事者或知情者口供为依据。

◆ 2. 调查火灾现场当天气象因子

要对当天风速、风向、气温、雷电等气象因子调查清楚。如有雷电天气，应考虑雷击火的可能。注意当天火场风向，了解火场走向与风向变化的情况。风向与风力决定林火蔓延方向、火势大小及燃烧程度。起火点燃烧时一般是向四周蔓延，在风力的作用下，顺风燃烧快，火势大，火烧迹地树木和杂灌残枝的弯曲方向作顺风向，一般以逆风方向查找起火点大致位置。



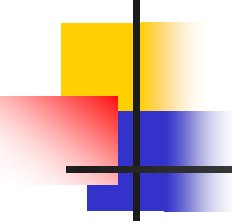
二、火因调查的基本方法

◆ 3. 查找和确定起火点

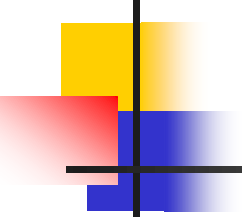
在调查火因时，查找和确定起火点是关键。寻找起火点方法有：

(1) 根据林火的发生、发展规律，寻找和确认起火点

任何火灾都有一个发生发展的过程，由隐燃、起火、缓速蔓延，达到一定程度后才能形成稳定蔓延。森林火灾通常是从起火点向四周蔓延。在无风且地形条件影响不大时，火场发展成圆形或椭圆形，起火点在中间位置。火灾初起时，因火势弱，在起火点附近区域的地面上往往会留下许多未燃烧的植物。当火场发展到一定面积时，一般说不再按圆形或椭圆形发展。风速、坡度及可燃物类型和载量的变化，还有天然屏障和其他障碍物都直接影响着火的蔓延速度和火势大小，火场形状一般不再是圆形或椭圆形。这些变化都会使火灾在地面上留下很明显的标志，可帮助找到起火点。

- 
- (2) 根据火烧迹地植被和地面物体的受害状况来确定林火发展方向，寻找起火点林火蔓延后，都会在树木、杂草、岩石上留下火疤，可根据火疤的状态和火疤的分布确定火因和起火方向。其方法有

1. 杂草被害状指示：林火过后，草木变色，体积缩小，绝大部分杂草被烧断，使草板倾倒向被烧的一面，即向来火的方向倒伏。如果火强度低，燃烧速度慢，一般只能烧毁簇杂草的一侧，而留下另一侧，被烧毁的一侧便是来火的方向。



2. 倒木、树桩指示：倒木或树桩过火后，只有一侧被烧，留下“鱼鳞疤”，被烧的一侧指示来火的方向。

3. 岩石指示：岩石过火后，有一面呈黑状，黑面即为来火的方向。

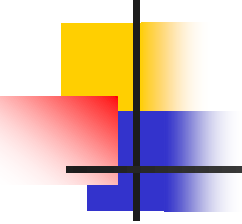
4. 树干和树冠指示：顺风上山的地表火，在树干基部留下的火疤，其上侧斜线和角度比山坡的角度大；逆风下山的地表火，在树干基部留下的火疤，其上侧斜线几乎与山坡平行；树冠火，在来火的方向一侧的树木，被烧树冠较长，而被烧树干高度渐低。另外树枝也能表示火烧方向。林火过后，树枝、树叶干枯并向来火方向倾斜。

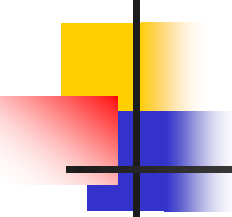
- (3) 根据火场及周地物环境判断起火地点

①察看火场附近是否有寺庙，判断起火地点是否在烧香的寺庙或鞭炮燃放点。

②察看火场附近是否有道路，判断起火地点是否在路边，是否机动车辆喷火漏火、烘烤发动机或过路人员在路边点火。

③察看火场附近是否有农田、果园，判断起火地点是否在地边或果园，烧地边草或烧秸秆点等。

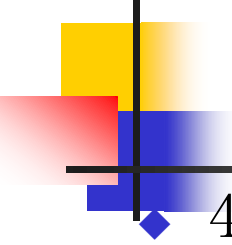
- 
- ④察看火场附近是否有工矿作业点，如烧炭、烧窑、采石场等，判断起火地点是否在工矿作业区。
 - 察看火场附近是否有坟区，判断起火地点是否在头。
 - ⑥察看火场附近是否有新鲜的罐头盒、饮料瓶、篝火堆等野炊活动痕迹，判断起火地点是否在野炊点。
 - ⑦察看火场附近是否有高压线，判断起火地点是否在高压线断开点或短路点。
 - 察看火场附近是否有树干或树枝劈裂，判断起火地点是否在树周围，结合天气状



(4) 检查起火点，确定火因

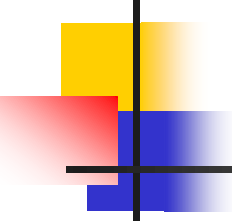
起火点确定以后，就可在起火点区域内及周围进行分段分区或分片的仔细检查，寻找所有可能的起火物质或痕迹——火源证据。

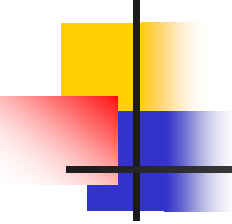
- 对于一切可能引起火灾的残余物质，都要尽可能地查找出来，以作为引起火灾的火源证据，尤其是对烟头、火柴杆、烟灰、油渍、罐头盒、篝火堆、垃圾、脚印、车迹、食品盒(袋)、鞭炮皮、新鲜牛羊粪便等，更要注意留心找。找到火源证据后，首先要保护好现场，然后从不同角度和距离对起火点和火源物证拍照。与此同时，还要用钢尺、指南针测定距离和方位，准确勾画好起火点区域草图。



4. 综合分析

综合分析是森林火灾发生原因调查的最后一个步骤。经过现场勘查，虽然已经查明和搜集到引起火灾原因的证据，但最后把火灾原因确定下来，还必须有当事人和见证人的陈述材料作为佐证。只有当时现场勘查和技术定的发火源同各种调查材料完全一致时，火灾原因才能最后确定。因此，搞好综合分析十分重要。

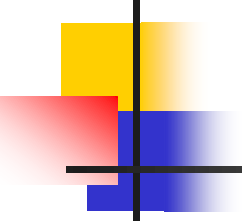
- 
-
- 在综合分析时，应对调查访问、现场勘查和技术鉴定取得的材料进行科学的综合分析和慎重推理，排除那些缺乏事实根据、与实际情况有出入的原因，肯定确凿证据，要做到认定有据，否定有理，正面能认定，反面推不倒。总之，森林火灾发生原因的最后确定要严肃慎重，要重证据，重调查研究，防止主观、轻率下结论。



三、森林火灾调查与评估程序

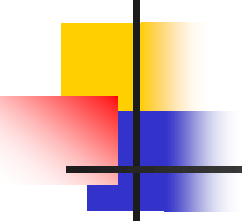
（一）调查准备阶段

- 1.成立森林火灾调查小组
- 2.明确森林火灾调查小组权限
- 3.做好森林火灾调查技术准备



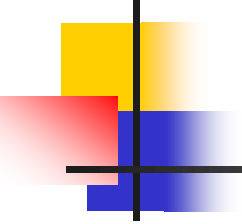
（二）实施调查阶段

- 采用科学的方法与技术对森林火灾发生的原因、造成的损失进行现场调查、取证，为灾后事故处理以及灾后森林恢复提供依据的工作过程。



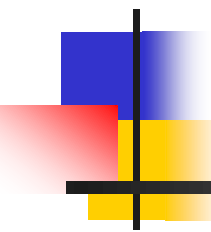
（三）灾后处理阶段

- 根据森林火灾调查取证结果，对森林火灾原因、损失以及森林火灾责任进行明确，并依据相关法律法规对有关责任人进行处理及灾后森林进行恢复的过程。

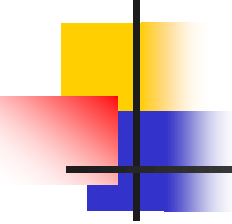


（四）火灾档案管理阶段

- 将自森林火灾发生后，对森林火灾调查、取证、处理等工作中形成的各种报告、文书等进行归档管理的工作过程。



第三节 森林火灾痕迹特征



一、地表可燃物的燃烧程度

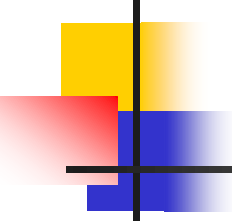
■ 1.蔓延速度与燃烧程度

通常，蔓延速度的大小顺序是：

- 火头 > 火翼 > 火尾；顺风火 > 侧风火 > 逆风火；
上山火 > 下山火；

同等条件下，地表可燃物的烧损程度、“花脸率”与蔓延速度的排序相反，即：

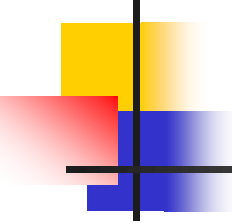
- 火头 < 火翼 < 火尾；顺风火 < 侧风火 < 逆风火；
上山火 < 下山火；



2.地形与燃烧程度

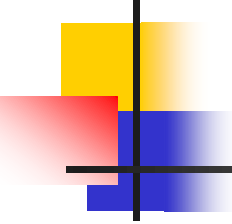
(1) 坡度对林火蔓延的影响

- 随着坡度的增加，上山火速度加快，但火对树木的损害程度则逐渐降低。
- 西南坡接受阳光的时间长，温度最高，湿度最低，土壤和植被较干燥，容易发生火灾，并在火灾发生后蔓延速度较快。
- 植被的垂直分布是林火能否形成树冠火的关键因素



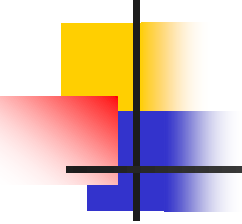
3.森林自燃

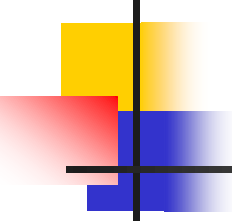
- 自热自燃：引起可燃物燃烧的热量是森林可燃物自身的热效应，所以又称为自热自燃。
- 受热自燃：是由于外界热源的引入使得可燃物温度升高至燃点而发生自行燃烧的现象，这是使森林着火最普遍的一种方式。



二、树干受火作用痕迹

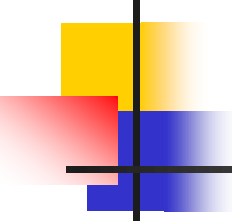
- 顺风蔓延的火灾树干的背风面形成旗状上升火苗，这种现象称为“片面燃烧”。
- 由于片面燃烧，过火林地树木的背风面的烧黑高度总是高于迎风(火)面。
- 如果没有发生片面燃烧，地表火的火焰会引燃迎火面树干基部的树皮或附生物，留下烧黑或烧焦痕迹，树干下烧黑痕迹明显的一侧指示的则是来火方向（迎火面）。

- 
-
- 熏黑高度是指森林可燃物燃烧所释放的烟雾颗粒附着在树干上的高度；
 - 烧黑高度则是指地表可燃物燃烧的火焰致使树干上的附生物及树皮等燃烧后，留下的痕迹所达到的高度。
 - 绝大多数情况下，熏黑高度比烧黑高度要高。
 - 以大多数树干的烧黑痕迹来判断林火的蔓延方向更为准确



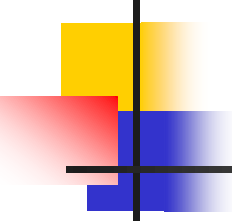
三、山地树干基部的火疤

- 上山火火焰受到山坡上树干的阻挡，会绕到大树的树干背火面形成“涡旋”，加上此处枯枝落叶较厚且含水量低，“涡旋”很快就变成了“火涡”，并在树干背火面形成痕迹明显的“火疤”，严重者甚至可以烧出一个黑洞。



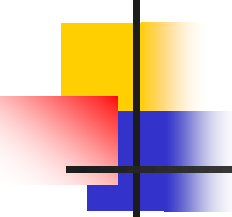
四、树冠被烧（焦）痕迹

- 当地表火转变为树冠火时随着火的蔓延和发展，蔓延方向上的树冠被烧高度逐渐增高。



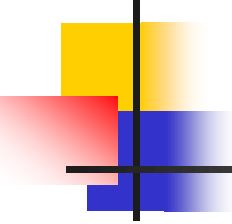
五、灌木、幼树枝条的倾斜方向，倒木、树桩过火痕迹

- 灌木和幼树过火后，没有被烧断的枝条朝着火灾蔓延方向倾斜、弯曲。
- 倒木或树桩过火后，通常只有一侧被烧，留下“鱼鳞疤”。被烧的一侧指示来火的方向。



六、杂草倒伏的方向、杂草丛、灌丛被烧痕迹

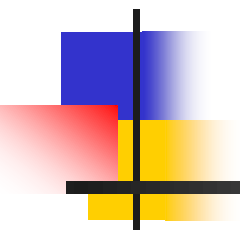
- 被烧断的草梗大多朝着来火的方向倒伏。
 -
- 被烧毁残留的杂草、灌木茬形成斜锥状，斜面朝向来火的方向，通常被烧毁的一侧便是来火的方向。

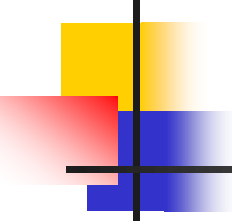


七、岩石被熏黑痕迹、其他残留物痕迹

- 孤立的、露出地面的岩石(但不是一面石崖或石壁)过火后，熏黑的一次指示的是来火方向。
- 火烧迹地内残留物，来火方向的一面被烧程度重于其他面。

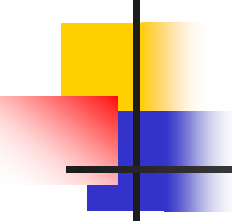
第四节 林火起火点的查找方法 和步骤





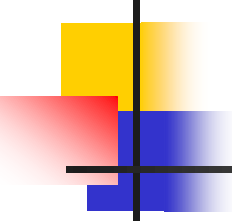
一、初步确定起火范围

- 根据现场勘验情况确定
- 根据证人证言确定
- 注意及时展开，尽量缩小范围



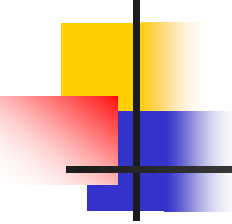
二、确定起火点

- 根据证人证言确定
- 根据起风时的风向、风力查找起火点
- 根据火灾现场周围环境查找起火点
- 根据现场痕迹确定起火点



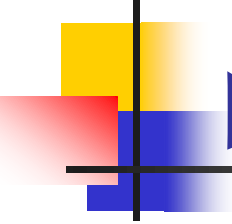
常用的方法:

- (1) 离心法（辐散法）：由初步确定的起火范围（中心）向四周（外围）进行勘查，又可称为辐散法。
- (2) 向心法（辐合法）：由火烧迹地外围向中心逐步缩小范围的一种查找方法称为向心法，又可称为辐合法。。
- (3) 分片分段法：根据初步确定的起火范围分片分段地进行勘查。



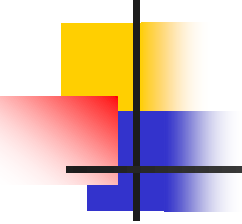
三、燃烧痕迹、残留物特征与起火点查找方法的结合

- 林火向四周蔓延的速度不同，据此可以把火的蔓延区分为顺风火、侧风火和逆风火，把一个完整的火场区分为火头、火尾和火翼几个特征各异的部分。
- 蔓延速度越快，燃烧程度越轻；蔓延速度越慢，燃烧程度越重。



四、起火点查找应重点观察的对象

- 火场附近是否有寺庙，是否是坟墓区，是否有坟头，判断林火是否由烧香或燃放鞭炮引起；
- 查看火场附近是否有道路，判断是否机动车辆喷火漏火，是否是某些人员在路边点火；
- 查看火场附近是否有农田、果园、牧场等，判断是否烧田埂、烧秸秆或烧牧场等引起的；

- 
- 查看火场附近是否有工矿作业点，如烧炭、烧窑、采石场等，判断是否工矿作业引起；
 - 查看火场附近是否有新鲜的罐头盒、饮料瓶、篝火堆等痕迹，判断是否野炊引起；
 - 查看火场附近是否有高压线，判断是否在高压线断开点或是否短路引起的林火；
 - 查看火场附近是否有树干或树枝被劈裂，结合天气状况，判断是否是雷击火引起林火。