机组资源管理

作者：Karel Lambert
翻译：橙色救援微信公众号

1. 引言

作为用人单位，消防部门是一家伟大的雇主。在过去的 18 年里，我一直有着不断经历冒险的感觉。我们涉及各种意想不到的情况，处置各种灾害事故。我们拯救人们的生命！我们所做的事情在社会上有着重要的影响。然而，这并不是我小时候想做的。我想成为一名战斗机飞行员，就像许多其他男孩一样。电影《壮志凌云》成为了我的灵感来源。航空界是一个完全不同于消防界的世界。尽管如此，我们仍然可以从航空界中学到一些东西并用于消防救援工作。机组资源管理便是一个值得我们关注的话题。

一架商用飞机由多名人员驾驶，机长对飞机负有责任。机长旁边有第一副驾驶员，也称为 P2（2 号指挥官），有时还有飞行工程师。机长对飞机拥有绝对的指挥权。早期，机长和其他机组成员之间存在非常严格的等级关系。有些机长甚至坚持应用“不开口，除非被问到”的原则。基于这个理念，所有事情的成败都取决于机长的能力和洞察力。

1978 年 12 月 28 日，一架由美国联合航空公司驾驶的 DC-8 飞机，由经验丰富的机组人员飞往俄勒冈州波特兰市（173 航班）。机长已有 27,600 小时的飞行经验，副驾驶员则有 5,200 小时的飞行经验，飞行工程师则有 3,900 小时的飞行经验。该飞机刚刚在丹佛进行了一次停留。这是一次相对较短的飞行，预计飞行时间为 2 小时 26 分钟。为了完成这次飞行，需要大约 14,500 公斤的燃料。出于安全考虑，这架飞机携带了总共 21,200 公斤的燃料。这种被称为“备用燃料”的燃料在这种情况下几乎占总燃料负荷的 50%。这是因为一项法律规定，飞机的燃油箱内必须有至少 45 分钟的额外飞行时间的燃料。

图 1 停机坪上的道格拉斯 DC-8。（图片来源:Rutger Beyen）

机上有 189 人，分为 8 名机组人员和 181 名乘客。飞行一直顺利进行，直到开始进入波特兰机场的着陆过程。在驾驶舱内，有三个绿色灯在着陆架完全放下并锁定时亮起。当着陆架伸展时，机组人员注意到有异常的震动，这导致着陆架的绿色指示灯没有亮起。他们意识到可能有麻烦了。机长决定绕道一圈并保持航向。在这段时间里，他们进行了故障排除并试图找到解决方案。

随后，美国联合航空公司 173 航班在尝试放下着陆装置的同时，在保持持续飞行状态下停留了另外一个小时。飞行员和飞行工程师与机长一起努力工作，以确保飞机安全降落。大约在 17

时 46 分左右，副驾驶询问飞行工程师机上还剩下多少燃料。两分钟后，他向机长提出了同样的问题。副驾驶开始担心飞机的燃料负载。几分钟后，机长和飞行工程师之间进行了一次交谈。后者指出，此时燃油箱中的燃料含量可能会非常低。

17 时 56 分，副驾驶再次询问飞行工程师油箱中剩余的油量。18 时 02 分，飞行工程师再次表明油量正在减少。

18 时 06 分，四台发动机中的一台停止运行，紧跟着第二台发动机熄火。机长不明白为什么会这样，飞行工程师解释说油箱里没有燃料了。18 时 13 分，由于燃料不足，所有引擎熄火。两分钟后，173 航班在距离机场 11 公里处坠毁，很近的距离…

事故造成机上 10 人遇难、25 人重伤，伤亡惨重。

空难调查确认着陆齿轮存在问题，导致其展开速度比正常情况下更快。结果损坏了驾驶舱内控制绿色指示灯的开关。然而，着陆齿轮本身已经完全展开并锁定（因此完全可用），但绿色指示灯仍然熄灭。整个飞行过程中，这架飞机实际上已经具备完全准备好着陆的着陆齿轮。

直白地说，可以说飞机坠毁是因为机组人员未能解决一个相当小的问题。他们太过专注于这个小故障，导致他们失去了全局视野。最终，所有燃料都被烧尽了。研究人员在听取驾驶舱内安装的语音记录时注意到，副驾驶和飞行工程师意识到燃料在那时成为一个问题。然而，他们未能清楚地告诉机长，因此，未能让他将注意力从起落架的小问题转向燃料负荷恶化的问题。

机长对实际情况的研判相当不到位，在事情不可挽回之前都丝毫没有意识到这么一个小问题会产生灾难性的后果。他们的工作方式使得他的同事无法向他明确表达这一点。

173 号航班的坠毁有时被称为航空史上最具标志性的事故。这次空难使人们认识到，技术能力并不能解决所有问题。尽管机组成员们都非常称职、经验丰富，但前提是他们必须能够通力协作。结论是，机长做不到全视全知。而在发生空中紧急情况时，有许多细节需要密切关注：首先必须确保飞机的控制权，同时组员要检查问题并思考解决方案。人的大脑是有局限的，单靠一个人很难同时管理这一切。

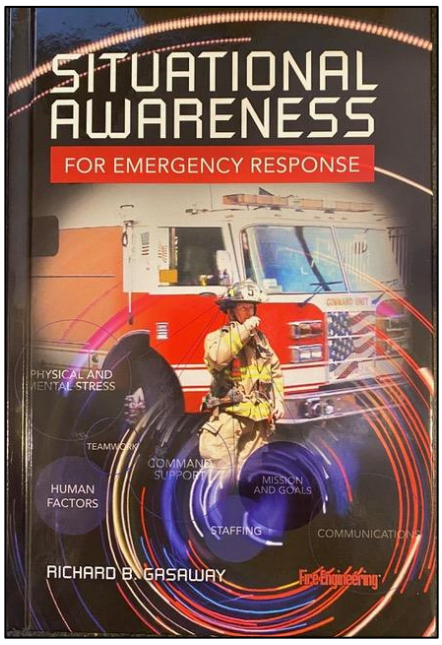

图 2 Rich Gasaway 博士写的关于态势感知的书

在 2018 年 1 月的《Brandweer M/V》杂志上发表的“态势感知”一文提供了更多关于这个主题的信息。在消防部门运用态势感知的先驱是 Richard Gasaway 博士。作为老消防，他研究了多起事故，有多本相关著作。他真诚地建议，“应急响应情况下的态势感知”是每一个消防部门的管理人员都应该掌握的技能。

机长所承担的角色逐渐在变化：他（或她）仍然负有全部责任，并且权责一致。现在权利的目的是为了兼听则明，机长的责任是让机组人员共同努力，以尽可能高效地处理潜在的危机。这也是机组资源管理 (CRM) 的

由来。

毕竟，如果副驾驶在 17 时 46 分清楚地告诉机长，他们必须立即开始着陆，因为坠毁比使用他们不确定功能的起落架更糟糕，那么，那天就不会有 10 人死亡。

2.CRM 在消防中的应用

话虽如此，这个故事对消防部门意味着什么？在航空史上，很多飞机坠毁都是因为机长拒绝听取机组人员的建议。尼古拉斯·米恩斯在他的演讲中称他们为“固执的机长”。

消防部门在紧急情况下经常活跃，在航空领域，紧急情况却是个例外。对于消防部门而言，紧急情况是我们出动的原因。这种情况经常是动态且不明确的。鉴于此消防部门的挑战在于能否具备良好的态势感知能力。

消防部门在工作时通常时间紧迫，只有很短的时间供其做出决定或采取行动——拖得越久，火场（或被困人员状况）就会恶化。在飞机紧急情况下，也存在巨大的时间压力。在有限的时间里，人不可能全面考虑到所有可执行的手段，所以总负责人（或机长）可能会遗漏重要的选项。

在救援现场，大事由干部负责，小事由班长负责。有时后者会带领一组消防员执行急难险重的任务，与飞机驾驶舱不同的是，这些人彼此之间的距离并不近。一般情况下，指挥员看不见直面危险的战友。

例如，在内攻时，班长有时不得不将他的小组分配到两个不同的位置执行不同的任务。他（或她）不可能同时出现在两个位置。

与航空领域相同，消防部门也有一套非常严格的等级制度。在事故处置过程中，负责人就是「一把手」。关键在于维持权力的平衡并确保每名下属理解一致，坚决执行干部（班长）的行动计划。

每名领导者都有自己的风格，前提是确保整个团队齐心协力。大多数情况下，没有商量的时间：当消防员赶到单元房火灾现场时，发现有人被困在着火层上方，这种情况下没有时间组织民主协商，最好使用更直接的命令（在标准操作程序和专业队伍的支持下）。

就像在航空领域一样，消防部门的领导可能会面临尚未完全理解、又（快速）变化的环境。因此，务必确保团队的每名成员都能就如何安全、高效地完成任务与领导进行沟通。

消防部门也有沟通效率低下导致悲剧的例子。

2.1 棚屋里微不足道的火灾

1999 年 5 月 3 日，荷兰 Wognum 消防部门接到报警称一个小棚屋着火了。当时，Wognum 是一个人口为 7,800 人的乡村市镇，两个消防站共有 34 名志愿消防员负责保护该村庄。

当时派出了两辆消防车。在前往火场的途中，他们已经看到了一条巨大的黑烟柱。第一辆消防车到达后，消防员们确定现场有两个棚子和一座房子（如图 3 所示）。他们听到了猪的叫声和

石棉屋顶的噼啪声。一分钟后，消防站的副站长到场，他之前以为警情很小，结果惊讶于现场的火势。他与第一辆消防车的指挥员简单交谈了几句，两人便继续各自的任务。

起火的两个棚子共用一堵墙，墙上没有门或开口。棚子均由前后两部分组成：前方是畜栏，里面大约有 80 头猪，背面是工坊和仓库。

起火棚子位于 B 面，棚子四周是砖墙，但使用了木质结构的屋顶，上面使用了易燃隔热材料，正是这些材料在燃烧。（译者注：与国内消防使用东南西北方位不同，欧美消防将火场分为 ABCD（1234）面，前门是 A 面，前门一般沿街，然后顺时针依次为 BCD）

图 3 现场俯视图，可以清楚地看到棚子的“人”字顶，图片右侧的棚子（黄色矩形内）是起火建筑。（图片：谷歌地图）

首车指挥员命令战斗展开，他从养殖户口中得知，猪只能从棚屋 A 侧的大门进出，而这扇门只能从内部打开。接着，他与两名消防员在佩戴好空呼、延伸一根高压水枪后，在穿过小门后打开了大门。他们发现隔热层几乎已经烧完，仅有的零星火焰也被他们使用高压水枪扑灭。

指挥员注意到屋顶板含有石棉，并且发现大门上方仍有物体燃烧。他特别关注到大门正上方的一根木头上有一个装有 600 升供猪喝的水的大水罐。由于水罐已满，不存在火灾危险。周围的余火也逐步被扑灭。

初战指挥员向多名同事告知了水罐的存在。事后，很多人都没搞懂水罐是架在木条上的，它可能就放在地上。他也向副指挥告知了水罐的存在，但没说水罐可能会掉下来。

燃烧的隔热材料掉落，造成几头猪被严重烧伤。两人同意首车人员先负责疏散猪。在漫长的疏散过程中，A 面的火势不断复燃，每次用高压水枪扑救。

与此同时，第二辆消防车抵达现场。车上人员听见现场同事们大喊 “高压”、“给猪降温” 和 “疏散猪” 之类的词，他们立即铺设了高压水带，佩戴好空呼后开始疏散和冷却猪。指挥员则进入棚屋查看情况。

两辆消防车的消防员都在忙于疏散猪时，突然传来一声断裂的咔嚓声，承载水箱的木条断裂了，水箱倒了。水箱在掉落过程中砸中了第二辆消防车上的三名消防员，其中一人被卡在水箱和墙壁之间，造成一人轻伤，两人重伤。伤者中包括第二辆车的指挥员，他的脊柱受伤了。

事故发生后，其他消防员立即营救他们的同事。两名重伤者被救护车送往医院。

事后调查发现，首车的副指挥和第二辆车的指挥员在水箱掉落之前知道其存在，但没有明确水箱是否构成危险。相反，其他消防员对水箱的大小和位置都非常清楚。他们关注的是水箱内的物质及其是否可燃。只有一个人考虑到坠落风险，但没有向上级汇报。

上述情况说明，小组中有人知道如何避免事故发生。但在事后看来，团队成员并未分享或上报这些消息。如果该人能将自己的担忧与副指挥分享，悲剧可能就不会发生了。

2.2 为 CRW 营造氛围

消防部门应该改革内部文化，在权力平衡中鼓励所有成员分享他们认为至关重要的信息。在应急处置时，现场情况是动态变化的，大多数消防员都会感到某种形式的压力，这也是消防部门实行严格等级制度的原因。如果现场变得危险和（或）伴随着群众或同事的生命危险，等级观念可以保证对事故处理过程的控制。

在这种情况下，一名消防员显然不会当面指出指挥员可能没有注意到的风险。因此，如果消防部门想要通过利用这些信息来避免事故，必须营造一种即使在最繁重的现场也鼓励上报此类信息的氛围。

2.2.1 新队员下队

迎接新队员加入时，为他们定下基调是至关重要的。当人们进入新的工作环境后，他们会自行决定工作中的正式或非正式规矩。在这个时候，最好向他们介绍机组资源管理（CRM）是什么，并通过一个简单的故事来说明这一点。例如，可以提到联合航空 173 的事故，这个故事清楚地说明了如果重要信息无法以非常简单的方式传达给正确的人，会发生什么。此外，这也是强调团队合作的最佳时机。确实，这是一个等级森严的结构，但是没有一个团队，指挥员也无法发挥作用——指挥链上的每个环节都非常重要！

2.2.2 让现场的一切尽在掌控

在某些情况下，人们会在注意到危险时大声说出来。最重要的是建立开口说话的习惯。现场的危险性越高，变化越快，出事的几率就越高，人们也越难注意到这一点。这意味着使用 CRM 将发生事故的几率降到最低变得更加重要。

在处理火灾时，消防部门会控制灾情的发展，此时现场的一切尽在掌握。我们通常给指挥中心这样汇报，现场已经得到控制。当然，在救援现场也可以这样说。"让现场一切尽在掌握"意味

着我们内心相信这一点。还有第二种情况：当我们用电台对在场的所有人通报时，当看到或听到不符合“现场已经得到控制”的情况时，现场所有人都能够对呼叫做出反应。

图 4 消防车驾驶员通常处于了解全局情况的理想位置，可以在出现问题时发出警告。（图片：Nick Lemahieu）

多年前，比利时布鲁塞尔发生了一场火灾，消防队正在寻找一座旧别墅内火灾的起火点，该别墅已翻新并改建为公寓。在场人员并不紧张，因为火看起来不大。内攻人员已经进入了一楼和三楼。他们面临的情况加强了他们对一场非常小的火灾的印象。目光所至无一不表现出这是一场小火：烟雾不浓，温度不高... 这些现象似乎都指向建筑物中某个地方存在闷烧的小火。

突然，电台中传出的信息打乱了这一景象：所有人马上撤离出建筑！内攻小组满脸惊讶，心想：慌慌张张的什么情况？但当他们一转身，更震惊地发现火焰在二楼熊熊燃烧。二楼的火势突然发展得非常快，并且已经过了轰燃阶段。如果没有大楼外的队员（水罐车、云梯车司机和干部）警告，三楼小组的处境可能会变得非常危险。毕竟，这样的建筑都是木质地板，在当时的情况下很可能被烧穿。

这是在 CRM 术语出现之前 CRM 的应用，这个故事说明了消防车驾驶员的优势：他们站在现场外围，他们的视野不受呼吸装置面罩的限制。通常情况下，他们的体力比在建筑物内人员更充沛。因此，他们的心率较低，这使他们更容易思考自己所看到的东西（从事重体力劳动时，很难思考问题）。基于以上事实，消防车驾驶员通常能很好地观察到着火的建筑物，如果他们认为出了问题，他们完全有能力传递关键信息。

2.2.3 熊正在吃柠檬

在嘈杂的救援现场，干部（班长）需要处理大量的信息并做出决策，这是一项艰巨的工作，很容易忽视重要信息。

几年前，一个消防队前往参与处置一场公寓火灾。到达现场，他们只看到稀薄的烟雾，没有大火的迹象。指挥员选择到三楼进行侦察，可能是因为该层的烟气较浓。当时，他们没有其他关

于灾情的信息。他们一起上楼，但没有发现大火的线索。突然情况发生了变化，五名消防队员从三楼的窗户摔了出去，其中有几人重伤。他们侦查的地点正好位于火点上方。

事后发现，车上最年轻的一名消防员在去往现场的途中瞥见了夹在两栋建筑物之间的着火建筑后立面，整个三层楼都在起火。他以为消防车里的所有人都看见了，实际上并没有，当时车上没有其他人朝那个方向看。开车去火场的途中事情很多，尤其在路程很短时。所有人忙着整理好个人防护装备和器材、检查无线电通信。

指挥员在向坐在后排的消防员发出指令后，他要通过电台沟通，或者是在与司机交换有关路线的信息；有很多原因可以解释为什么其他队员没有瞥见起火建筑。

最重要的是，对团队内最年轻的成员来说，与年长 20 岁的指挥员谈论这个问题并不容易。如果指挥员真的得到了这个信息，事情是否会发展得更好？如果遇到相同的情况，消防队是否有鼓励每个人与指挥员（班长）交流的文化？

在繁忙的救援现场要吸引指挥员的注意力很难，他（或她）手头事情很多并且压力很大，很难听进别人说的。美国的一个消防局想出了解决办法。他们选择了一个有悖常理的暗号：熊吃柠檬。这句话与消防部门在事故现场的工作毫不相关，也正因为如此，指挥员在听到这句话后上头的热血就会停一下。

指挥员听到这句话就要放下手头的工作，把注意力转到其他方面。说这句话的人认为他的信息可能对事故处理的安全进行至关重要。

图 5：着火的房子。山墙通过木梁与建筑物的其他部分连接，大火在屋顶上肆虐，随着时间推移，木梁被烧毁后，山墙可能会向外倒塌。（图片：Frank Boelens）

设想一下，一老旧独栋房屋发生火灾，消防部门出动处置。到达时火已经完全烧穿了屋顶（见图 5）。指挥官决定放弃房屋，并下令采取防御策略。在处置过程中，木制屋顶结构完全烧毁。某一时刻，市长到达现场，指挥员向他简要介绍了火灾的基本情况。这时一名消防员向他们奔跑而来。他看到屋梁拉不住山墙，而立面开始向外倾斜。两名同事正在山墙的阴影处扑灭火灾，消防员无法联系到他的班长。打断指挥员与市长的谈话并不是那么简单。他用“队长，熊正在吃柠檬。”开始介绍他所看到的...

在 Nickolas Means 关于航空事故的精彩讲座中，他说：“不要成为固执的队长。”对于消防部门的所有（非委任的）官员来说，这同样适用。加入消防部门意味着团队合作。我们需要彼此，即使是第一次参与救援的新人也会注意到其他人可能会错过的东西。

3. 参考书目

[1] *Wikipedia, United Airlines 173, bekeken op 23 juni ‘20*

[2] *Airdisaster.com, United Airlines Flight 173, bekeken op 23 juni ‘20 via web.archive.org*

[3] *Means Nickolas (2016) How to crash an airplaine, presentatie gedurende The lead developer UK 2016*

[4] *Pieter Maes, inspirerende, uitdagende en out of the box ideeën van 2008 tot heden en hopelijk nog lang in de toekomst*

[5] *Inspectie Brandweerzorg en rampenbestrijding (2000) Ongeval brandweer Wognum 1999*