

# 奥地利陶恩隧道火灾

## 一、介绍

1999 年 5 月 29 日凌晨，在奥地利陶恩高速公路穿行的陶恩隧道内发生了一起交通事故，并导致火灾。火灾持续了 17 小时，造成 12 人死亡，49 人受伤；其中大多数受伤人员是因为吸入烟气和轻度烧伤，共有 16 辆货车和 24 辆小车被烧毁。隧道结构被严重破坏，维修耗时整 3 个月，花费约 600 万欧元。由于隧道关闭，隧道公司的收费损失将近每月 650 万欧元。

## 二、隧道情况

### （一）运营

陶恩高速公路穿越阿尔卑斯山脉，是连接欧洲北部和南部的主要交通要道之一。它始自奥地利与德国边界的萨尔兹堡 h 华尔萨伯格，终止于奥地利联邦卡林迪亚省的维拉赫附近，自此可以转向 A2 线南方高速去意大利。或者经卡拉万肯高速前往斯洛文尼亚。在弗拉绍与格缪德之间路段所记载的平均流量少于 15000 车次 hd，而在主要交通期，高峰流量超过 40000 车次 hd，经统计，所通行的车辆中有 19% 是货车，而在夏季高峰期期间，也有许多旅行车使用这条路线。

由于奥地利是一个多山国家，陶恩高速通过很多隧道，其中最长的隧道，大约 5.4km 长。这两条隧道都由设在朗高地区圣米歇尔的 OSAG 隧道公司主控室监控，该地区同时也是自 1975 年起通车的陶恩高速段的中心收费点。

## （二）设施

与 A10 线高速路的其它路段不同，通过陶恩隧道与卡什伯格隧道的双向车流每一册只有一条车道。

隧道通风系统包括 4 段横向通风区；外侧 1 区和 4 区送回风通过入口站传送，内侧 2 区和 3 区则与隧道中部的一个通风竖井相连接。送回风通过设置在隧道上部的通风管道传送，由一个假吊顶与下部交通区分隔开。根据通风计算。最高新风量约为  $190\text{m}^3/\text{hs-km}$ ，最高回风量约为  $115\text{m}^3/\text{hs-km}$ ，取决于每一个通风区的具体情况。在隧道吊顶上，每 6M 设置一个回风口；每一个回风口特别设计了导流板，以保证回风在每一个开口平均分配。隧道人行道设置了消防供水系统，隧道侧墙每 106m 安装一个消防栓。每 212m 设置了配有手动灭火器的紧急电话亭。整条隧道通过电视摄像机由主监控室监控。隧道内同时设置了主动报警系统探测火灾。

由于隧道已经使用一定年限，要求经常进行维修工作。例如今年春季，需要翻新靠近入口处约 500M 长隧道的混凝土及其保护层。该项工作在冬季停工期过后五月开始进行，在隧道北入口设置了交通信号灯；然而由于等候时间较长，导致严重的交通长龙，因此决定在北入口的南向车道设置一组交通信号，同时在隧道内 600m 处为北向车道也设置一组。在这些交通信号灯之前车辆速度以逐渐从 80km/h 限制到 30km/h。

## （三）火灾发生过程

1999 年 5 月 29 日凌晨 2:08 时，卡什伯格隧道北面发生了一起严重的事故从而造成陶恩高速通向卡什伯格隧道南口形成了严重的交通拥堵，本来就在星期天早晨前往维拉赫方向的南向车道交通流量就相当大，大约 800~1000 车次/h。为了尽可能地管制交通流量，施工现场的交通信号系统已经调为手动，由主控制室进行控制。绿灯时间的延长可以使更多车辆通过双向车段。

凌晨 4:41，卡什伯格方向车道的交通信号为红灯。过了大约 40s，南向车辆被放行。

凌晨 4:50，隧道主控室的火灾报警响起。主控室工作人员立即将 4 部监控摄像机对准施工现场，这样他可以观测到整个 850m 的区域。然而。OSAG 管理人员没有察觉到任何特别的事情，就联系了高速警察，同时开启的监视器；警察告诉 OSAG 工作人员开启火灾报警和紧急救援。两个入口的交通信号灯同时转为红灯，并且报警信号传递给了消防及救援队。从监视器中警察可以看到事故发生后车流马上停顿下来。并且已经可以看到人员四处逃散；监视器屏幕很快就失去图像了，凌晨 4:53，第一支手动灭火器被人从紧急电话亭旁取下，符合技术指导的要求。

事故由车辆追尾引起的。一辆装载着各种喷涂罐的货车正在向北行驶，抵达施工现场后停在一列等候绿灯的车辆后面，另外 4 辆车照常停在货车后。这时，另外一辆货车接近了等候车队可能由于司机的驾驶失误或是车速过快，该货车撞上了前面的等候车队，并将两辆小车推入前面装载喷涂罐的货车下，将另外两辆

小车撞到了隧道侧壁上。紧接着这两辆货车追尾，后一辆的前挡风玻璃撞到了前一辆的提升式后车门上。根推测，在四辆小车中有 8 人直接死于车辆追尾，有两人受轻伤，及时逃离了撞到墙上的两辆小车中的一辆。

追尾事故发生后，小车的油箱破裂。汽油流淌出来并被引燃。货车上的喷涂罐也很快着火爆炸，蔓延整个隧道。火灾导致 4 人死亡，估计是因为不知道如何决定采取措施所致。有两位来自比利时的人停留在他们车里。一位希腊籍的货车司机已经逃到了安全地带，重又回去取一些文件，然而到两位比利时人的车里和他们呆在一起，至今原因不明。一位德国籍货车司机在逃生时，在离事故现场约 800m 处窒息死亡。他的三位同事逃到紧急电话亭处给隧道控制室打电话求救，并最终被消防队员救出。

如上所述，火灾报警系统可以迅速地探测到火灾，并进行定位。一旦火灾报警系统启动，通风系统会自动转换至火灾模式。这样，北 4 区的烟气会以  $230\text{m}^3/\text{hs}$  的速度吸入排风管道。烟气会在吊顶下方形成一个烟层，靠近地面则会形成一个无烟区，这就是所谓的分层现象。根据目击者证明，这个分层现象成功保持了 10-15 分钟。大约有 80 人因此逃出了隧道，他们中部分人靠自己跑出隧道，而部分人是驾车。然后发生了几起爆炸，产生的大量的热和烟气。经过此时排烟系统还在有效运作，但火灾所产生的热烟气太多，无法保持路面无烟，并且烟气开始向隧道北口蔓延。

分析火灾现场：在消防与救援队得到通知后，一位 OSAG 电器工程师也收到了报警信息。他马上在凌晨 5:15 抵达隧道主控室，并开启了通风系统的手动控制。自动消防程序将北 4 区转换成排烟操作，该区不在供应新风。15 分钟后该工程师假定北区的人员都已安全撤离。然后第三通风区开始供应新风，以通过风压将烟气吹向北口，从而使消防人员可以营救被困在紧急电话亭内的 3 个人，将这 3 人救出后，由于在南段有 15~17 辆车剧烈燃烧，所产生的大量热烟气阻止了消防人员从南端进一步接近。因此 3 区的通风系统又被转换成排烟，从而将烟气吹向南方并由排烟管道排走。隧道北区的烟气因此逐渐被排除，消防队员可以从北段进场。

但是，在此之前必须先检查隧道结构稳定性以保证消防人员安全。这意味着 OSAG 工程师必须在消防人员之前进入隧道检查检查吊顶的稳定性。在边界连接部位先要采用一些工具来防止吊顶下陷，未发生任何垮塌。只有一段 6m 长的吊顶在其中央下陷，悬挂在作为回风管道分隔墙的龙骨下摇荡。此外，这事发生在火灾过后混凝土冷却期间，而非火灾中。当支撑工具在当天下午被安置好后，消防队员最终在晚间 10 点左右将火灾扑灭。

#### （四）火灾后果

火灾造成 12 人死亡，49 人轻度受伤，其中大多数受伤人员是为吸入烟气和轻度烧伤。一位心理学家立即乘机抵达现场提供初步心理治疗。

隧道内共有 16 辆货车和 24 辆小车被烧毁，其中一辆货车载了 50 头怀孕的母牛也在火灾中被烧死。

整条隧道需采用高压水枪清除灰烬。由于爆炸损坏，350m 长的周围混凝土必须用喷射土枪修复，整条隧道墙壁重新喷漆。火灾后，事故现场约 800 米的混凝土路段表面仿佛被碾磨过一样，破坏深度达 5~8cm。只能由塑形混凝土修补，350 长的假吊顶采用预制构件修复，预制构件通过预埋螺栓与侧墙固定，有 800m 长区域内的紧急电话亭必须修复。