

《第三方视频分析》

【写在前面】

- ① 我们并不是相关方，仅根据现有的数据进行学术上的分析。
- ② 6分钟视频所有权为GoPro所有者家属，已征得家属同意进行编辑和分析。
- ③ 视频共分7段，非正常拍摄画面会做相应变速和旋转处理，后有详细说明。
- ④ 除002视频已在网上流传外，暂不公开其他具体视频片段，仅以文字表述。
- ⑤ 本分析和陈述无限接近于事实影像，仅供读者参考。

《第三方视频分析》

【导读】

- ① 普通读者可以直接阅读**高亮**部分。
- ② 学术同学请耐心仔细阅读全文。
- ③ 心急读者，可直接阅读第13，14页。
- ④ CC意为使用CCR潜水设备（全密闭循环呼吸器），也是指此次事故中的男潜水员。
- ⑤ OC意为开放式潜水设备（开放式水肺），也是指此次事故中的女潜水员。
- ⑥ 此次事故发生在120米左右的洞穴潜水中，分析难免夹杂专业技术潜水术语。

【时间轴】

(视频中相对时间线梳理, 相对误差可能有1-2秒, 但不影响画面解读)



- 【001】 00:00-00:02 。 时长2秒;
- 【002】 01:40-02:00 。 时长20秒;
- 【003】 02:12-02:18 。 时长6秒;
- 【004】 02:40-02:47。 时长7秒, 放慢2倍速后为14秒;
- 【005】 03:35-03:35。 时长0.2秒, 放慢30倍速后为6秒;
- 【006】 05:46-05:49。 时长3秒, 放慢3倍速后约为10秒;
- 【007】 06:00-06:08。 时长8秒, 放慢2倍速后为16秒。

【001 片段】 00:00-00:02， 时长2秒。

视频可见：

1. CCR潜水员在下方， OC潜水员在上方。
2. CCR潜水员黑灰色干衣。
3. CCR潜水员使用的Liberty潜伴灯红色常亮， 表示氧分压异常 [根据厂家说明书， 意为 $0.16 < \text{PPO}_2 < 0.2$ （低氧） 或 $1.65 < \text{PPO}_2 < 2.0$ （高氧）] 。
4. 根据CC数据， PPO_2 异常发生在下潜9分13秒之后。

Liberty 原厂说明书截图

HUD and buddy-display signals

Mode	Event / state	HUD signals			BD signals
		LED 1	LED 2	LED 3	
Startup	Initializing components	Binary coded service numbers			
ppO ₂ in dive mode ¹ (bar; standard)	ppO ₂ < 0.16	• red blinking		• red blinking	• red blinking
	0.16 ≤ ppO ₂ < 0.20	• red blinking		• red blinking	• red
	0.20 ≤ ppO ₂ < 0.25	• red blinking		• red blinking	• green
	0.3		• 7× blue flash		• green
	0.4		• 6× blue flash		• green
	0.5		• 5× blue flash		• green
	0.6		• 4× blue flash		• green
	0.7		• 3× blue flash		• green
	0.8		• 2× blue flash		• green
	0.9		• 1× blue flash		• green
	1.0		• green		• green
	1.1		• 1× green flash		• green
	1.2		• 2× green flash		• green
	1.3		• 3× green flash		• green
	1.4		• 4× green flash		• green
	1.5		• 5× green flash		• green
	1.6		• 6× green flash		• green
	1.65 < ppO ₂ ≤ 2.0	• red blinking		• red blinking	• red
	ppO ₂ > 2.0	• red blinking		• red blinking	• red blinking
Dive mode alarm		• 4× red flash	• 4× red flash	• 4× red flash	no change
Standby (switched off from menu)	Standby		• slowly flashing		• slowly flashing
	Charging	• 1. red	• 2. red	• 3. red	• red
	Charger connected but no power supply	• red blinking			• red blinking
	Fully charged	• green	• green	• green	• green
	Charging failed	• red blinking	• red blinking	• red blinking	• red blinking
Mass storage mode (USB adaptor connected)	Reading	• green	• orange		• green
	Writing	• red	• orange		• red intensive
	No action		• orange		
Download firmware	Connected	• purple	• purple blinking	• purple	
	Downloading		• purple	• purple	

【002 片段】 01:40-02:00， 时长20秒

视频可见：

1. CCR潜水员使用的Liberty潜伴灯**红色闪烁**。（根据厂家说明书，意为 $PPO_2 < 0.16$ 或 > 2.0 ）**学过高氧课程的潜水员都知道属于极度危险的情形**。结合001视频，说明①设备并非处于Standby模式；②符合 PPO_2 先达到报警状态（常亮，低/高氧），并在1分40秒后达到错误状态（闪烁，极低/极高）时间逻辑。
2. 此时上方/后方的OC潜水员拍摄画面稳定（**OC潜水员状态稳定无异样**）。
3. 拍摄深度推断为底部100-120米。由于001视频中红灯常亮和CCR的报警数据可以锁定视频开始于84米之后，而002时长1分40秒，如按照20米/分钟的下降速度推算，则002至少拍摄在110米以下；该片段持续20秒，进一步推断为110 ~ 120米的深度。
4. 咨询过其他组织潜过，较熟悉九顿北洞的潜水员，**判断此时为深度110米左右**。
5. **CCR潜水员手部动作缓慢**、幅度很小，但并非无意识状态（**疑似气体迷醉症状**）。

【003片段】 02:12-02:18， 时长6秒。

视频可见：

1. 明显“被” **晃灯三下**，按照技术潜水知识判断**CC潜水员主动表示需要帮助**。
2. **这一时刻之后**的4分钟画面均为非正常拍摄，即非拿在手里拍摄状态。根据OC潜水员的习惯是挂在手上或者肩带上，结合事故，也可推断此刻**在水下潜水员遇到了问题**。

【004片段】 02:40-02:47， 时长7秒。

(非正常拍摄阶段，画面抖动，速度放慢2倍后约为14秒。且由于GoPro倒挂（倒拍），视频做了旋转180°处理。) *****向上的依据是画面旋转复原拍摄和气泡方向*****

视频可见：

1. 前半段明显可见**CCR设备的潜伴灯依然红灯闪烁**，这与001和002片段中表现一致，说明此刻**氧分压依然极低/极高**。
2. 拍摄机位为OC潜水员拍CCR潜水员。
3. **【后半段非常重要】CCR潜水员呈向上无意识飘动状态，身体一侧的CCR设备中有气泡逸出，判断为上升后肺袋中气体膨胀从过压阀中排出。同时CCR潜水员头部（嘴中）无气泡，说明此刻至少没有切换到BO气，他依然在使用严重报警的CCR或已无意识。**
4. **【最后几秒，极为重要】CCR潜水员无意识向上飘动后，头部向上撞击岩石。行动轨迹为撞击，非剐蹭，且画面中可以看出撞击后头盔有明显震动且无正常生命反应。**
[注] 如果DIL是空气，则氮分压高达10；而且使用CCR二氧化碳的累积也是重要的生理因素，综合判断符合先出现迷醉或者Blackout的症状，CNS氧中毒可能性未知。
5. 此刻画面中尚有主线。

友情提示：

- A. 上一页中提到的“BO气”，全称叫做Bailout气，也叫做逃生气体。这是CCR潜水员潜水时必须携带的一套独立的呼吸气体，它们的作用是当CCR出现异常时，可以迅速切换到逃生气，结束潜水。所以对于CCR潜水员而言，身上有两套独立的维生系统，一套CCR，一套BO气。这也是有些潜水员认为CCR潜水相对OC具有更高的安全冗余。
- B. 严密监控CCR的氧分压应是每一位合格的CCR潜水员必须明白且严格执行的安全准则，出现氧分压异常后采取相应措施也应熟练掌握。

依照目前已获得的数据和影像，此次事故中CCR氧分压严重报警长达约4分钟，没有发现任何有力证据可以证明CCR潜水员对严重报警采取任何措施或切换到BO气体。

【005片段】03:35，时长0.2秒。

(放慢30倍后为6秒，同样由于倒挂，做旋转180°处理。)

视频可见：

1. GoPro机位近距离在OC潜水员右手某处，**与之前片段机位一致**
2. OC潜水员着红色干衣，胸前短喉为Diverite，正在呼吸的二级头为黑色疑似Aqualung。
3. **【重点】**在3-4秒之间，二级头中有气泡吐出且伴有呼吸声，说明正在呼吸。
4. **充分说明此时 OC潜水员依然状态正常。**

【006片段】 05:46-05:49， 时长3秒。

(放慢3倍后10秒左右， 同样由于倒挂， 做旋转180°处理， 并且提高黑场亮度。)

视频可见：

1. GoPro机位依然符合倒挂在右手的机位视角， **与之前片段机位一致。**
2. 画面中出现的潜水员面镜款式和此前OC潜水员一致。
3. 该**OC潜水员依然咬着二级头， 且正常呼吸， 伴有明显气泡和声音。**
4. 第4秒**出现OC潜水员左手（考虑GoPro在右手的视角）抓着另一个人的手**， 画面一直持续到最末。
5. 第5.28秒特写 **“被抓的手” 疑似为男性**（OC潜水员为女性， CCR潜水员为男性。请记住这只手， 后面视频还会出现）。

【007片段】 06:00-06:08， 时长8秒。

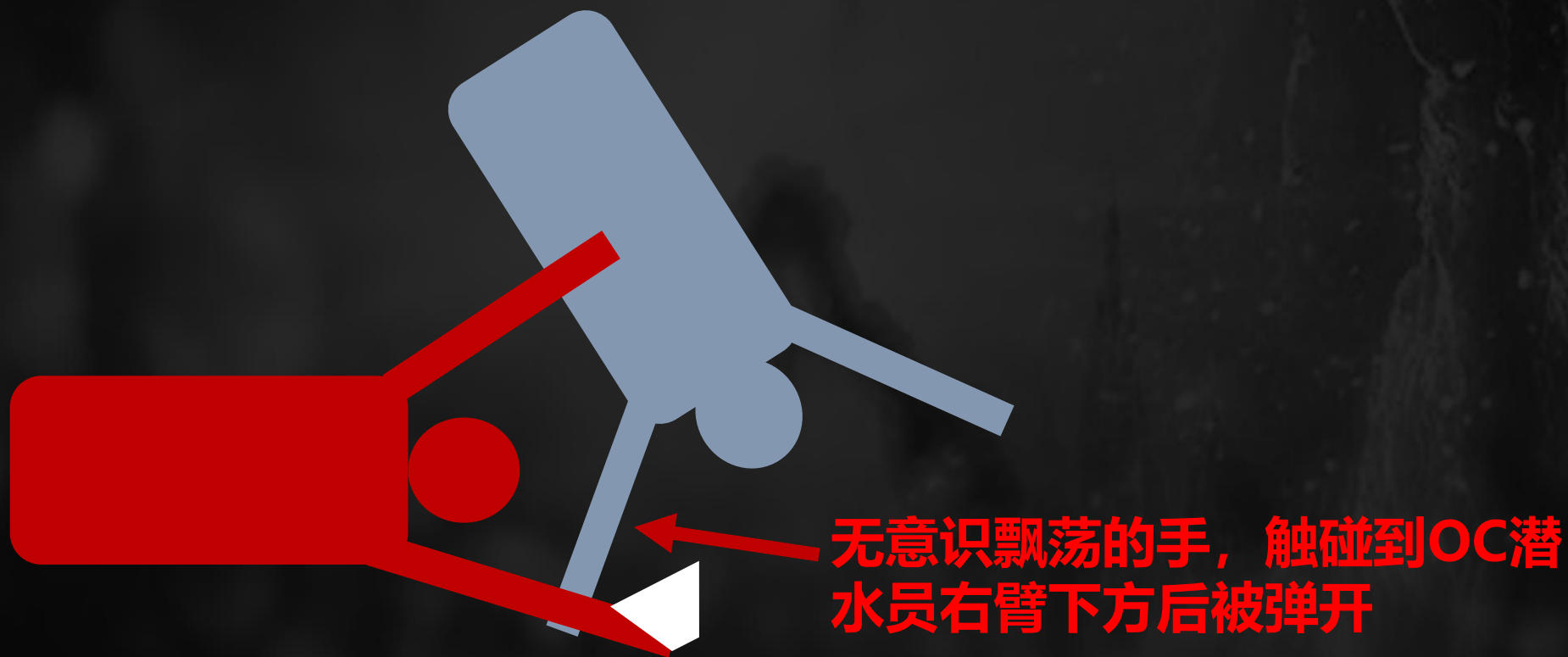
(放慢2倍后为16秒， 同样由于倒挂， 做旋转180°处理， 并且提高黑场亮度。)

视频可见：

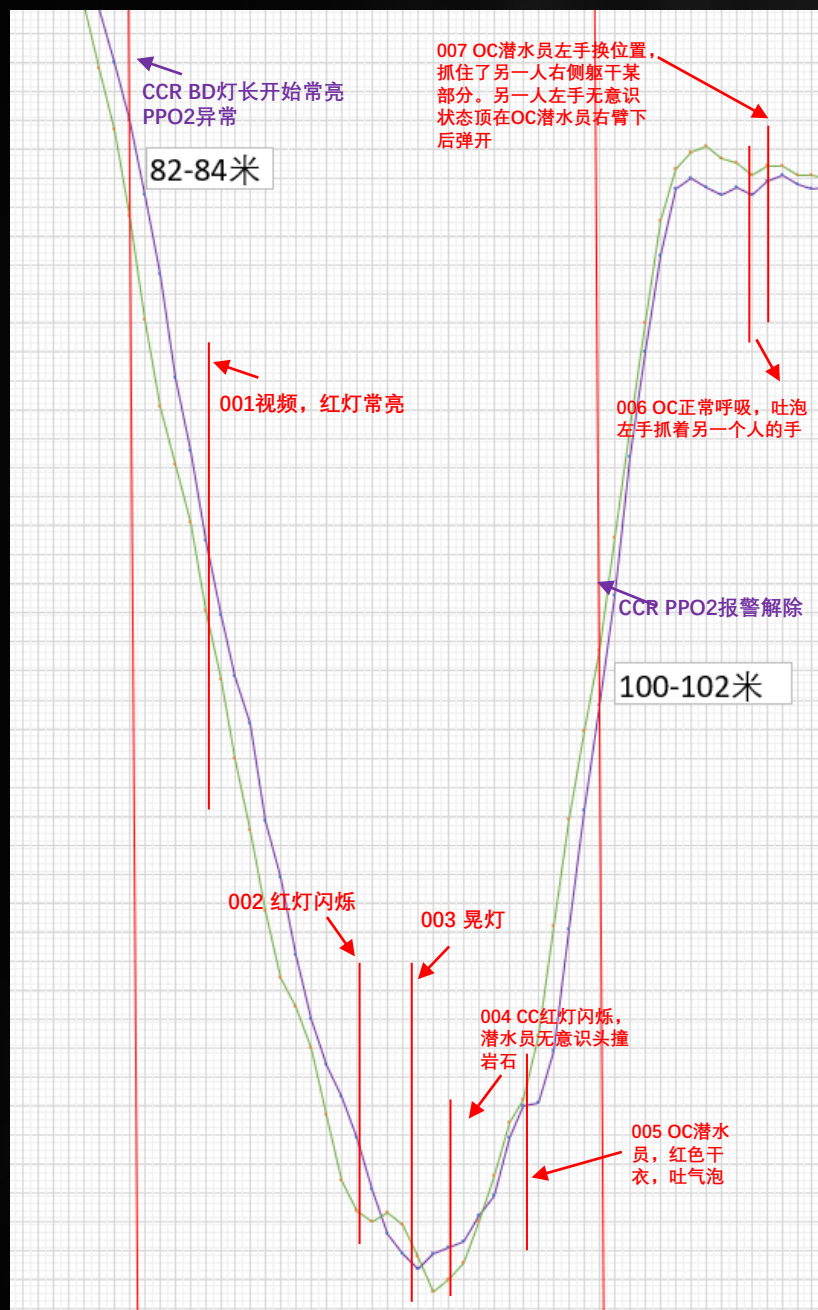
1. 前3-4秒， 右手倒挂GoPro始终未改变， 胸前红色干衣清晰， 并且有干衣管， 左手臂上有SW电脑表。左手抓着CCR潜水员右侧躯干（可能是肩带或其他部位）。虽然OC潜水员脸部被CCR潜水员的右手臂遮挡， 但画面顶部中间位置露出一点点二级头和气泡。如调大音量则可听到气泡和呼吸声合拍。结合006， 007视频， 所有信息相互印证， **此刻OC潜水员状态依然正常。**
2. 第4秒开始出现一只无意识状态的手， 由于不可能是OC潜水员自己的左右手， 因此结合OC潜水员左手抓CCR潜水员右侧躯干推断， **这应该是CCR潜水员的右手**。第4到16秒连贯来看显示由于抓扯的距离变化， CCR潜水员的右手背面碰到OC潜水员右臂下方后被弹开。**整个过程中， 这只手处于无意识、 无反应状态。**
3. OC潜水员右手腋下显示多个气瓶挂钩， 可再次确认OC潜水员右手挂着GoPro。
4. 第9-11秒的手部特写与006片段中第5.28秒“被抓的手” 袖子同为黑色干衣， 相似度极高， 应是男性潜水员。

(位置还原草图如下页)

【007视频】位置解读



GoPro拍摄机位是倒挂在OC潜水员右手的电脑表腕带上，自动拍摄



将7个视频的时间轴整合到两人的潜水曲线中，更为直观。

【声明】

1. 7个视频中的相对时间基本准确，误差应该小于10秒（图上一个格子）
2. 视频和曲线的对齐可能存在误差，但001视频一定在CCR红灯常亮之后。偏移量由三个对齐点决定：
 - ① 002视频红灯闪烁时，OC潜水员依然在CCR潜水员上方，且画面稳定；
 - ② 004视频中CCR潜水员疑似无意识头盔撞击岩石方向是向上，所以表明是在最初的上升阶段；
 - ③ 006和007视频中OC潜水员抓着CCR潜水员，浮力控制应该已经稳定，且电脑表的深度差应该小于1米。

【总结】

- CCR的氧分压异常报警长达5分钟。
- 6分钟的视频最后潜水员深度已在80多米，OC潜水员还在吐泡、正常呼吸声。此刻生理上应该尚未出现问题。
- CCR潜水员，在002视频中下潜感觉反应迟钝、004视频中头部撞击岩石、006视频中被OC潜水员抓手、007视频中右手无反应。此刻应该已经失去意识，具体失去意识的时间，应该介于004视频到007视频之间。

综合上述7段视频可以看到的3个事实：

1. 全长6分多钟的视频从头到尾（上升至80多米后），都伴随有OC潜水员的呼吸声，且多个画面出现脸部、二级头、气泡等。**可以推定OC潜水员在此过程中体征无异常。**
2. CCR潜水员的机器潜伴灯从最初的红色常亮，变成红色闪烁，持续约2分钟。其中包括晃灯和头盔向上撞击岩石。
3. 后期CCR潜水员手被抓住，且手部无意识反应。

可以做出的合理推论：

在接近底部的深度，OC潜水员拿出GoPro进行拍摄，在此过程中CCR潜水员的氧分压始终异常，甚至变为极度异常。在某一时刻对OC潜水员晃灯，又在很短的时间内出现上飘和头盔无意识撞击岩石。后续操作未知。按照常理OC潜水员应当会追赶上飘出问题的潜伴。在后来OC潜水员的左手抓过CCR潜水员的手，也换过位置抓CCR潜水员的躯干右侧，**此时CCR潜水员右手已无意识反应。**

百家争鸣，但求事实