咨询通告

中 国 民 用 航 空 局

文　　号：民航规〔2022〕XX 号

编　　号：AC-135-FS-012

下发日期：2022 年 X 月 X 日

CCAR135 部运营人
疲劳风险管理系统要求

征求意见稿

目　录

1 目的和依据.....1
2 适用范围.....1
3 定义.....1
4 疲劳风险管理系统.....2
4.1 疲劳风险管理系统的建立.....2
4.2 疲劳管理相关人员的责任.....2
4.3 机组成员疲劳风险缓解制度.....3
4.4 疲劳管理相关人员训练大纲.....4
4.5 疲劳管理相关记录.....4
5 FRMS 的运行批准程序.....4
5.1 基本要求.....4
5.2 预先申请.....5
5.3 正式申请.....5
5.4 文件审查.....6
5.5 演示验证.....6
5.6 批准.....6
6 生效与废止.....7
附录 1：与疲劳管理相关的科学原理.....9
1 疲劳的产生.....9
2 疲劳的种类.....10
3 睡眠的影响.....12
4 昼夜节律的影响.....15
5 缓解疲劳的策略.....15
附录 2: 生物数据采集和科学分析.....19
1 对生物数据的采集.....19

征求意见稿

2 科学分析的方法.....26
附录 3：疲劳管理训练大纲.....28
1 基于胜任力的培训.....28
2 培训要求.....28
3 参与培训的人员.....29
4 培训内容.....29
附件 3-1：FRMS 疲劳管理训练大纲.....30
附录 4：建立疲劳风险管理系统（FRMS）.....32
1 成立 FSAG.....32
2 建立政策文件.....33
3 疲劳风险管理（FRM）.....34
4 安全保证.....40
5 安全促进.....41
附件 4-1：可供参考的疲劳风险数据采集方案.....42
附件 4-2：可供参考的绩效指标设计方案.....44

征求意见稿

1 目的和依据

为明确《小型商业运输和空中游览运营人运行合格审定规则》（以下简称 CCAR-135 部）运营人建立疲劳风险管理系统（以下简称 FRMS）的相关要求，保证其达到并保持规定的安全运行水平，依据 CCAR-135 部第 135.385 条制定本咨询通告。

2 适用范围

本咨询通告适用于按照 CCAR-135 部第 135.3 条(a)款(2)项规定的使用运输类飞机实施载货或者不定期载客飞行的运营人。

3 定义

疲劳风险管理系统（Fatigue Risk Management System - FRMS）： 以科学原理和运行经验为基础，通过数据驱动，对疲劳风险进行持续监测和管理，保证相关人员在履行职责时保持充分警觉性的管理系统。

疲劳风险管理工作组（Fatigue Safety Action Group - FSAG）： 在运营人的 FRMS 中设立的，负责组织、协调、落实所有疲劳风险管理工作的专项工作组。

飞行任务环（串）： 一个排班用语，用来描述机组成员从报到值勤开始，到一个或一系列航班结束回到始发地并解

征求意见稿

除任务为止的这段时间。一个任务环（串）可能包括多个航班和多天的旅行。

4 疲劳风险管理系统

4.1 疲劳风险管理系统的建立

运营人应当按照 CCAR-135.385 条要求和参照本咨询通告附录 4，结合自身运行情况，建立并持续改进疲劳风险管理系统，该系统应当至少包括以下内容:

（a）疲劳管理相关人员的责任;

（b）机组成员疲劳风险缓解制度;

（c）疲劳管理相关人员训练大纲;

（d）疲劳管理相关记录。

4.2 疲劳管理相关人员的责任

（a）运营人

（1）指定专门部门负责机组成员的疲劳管理工作;

（2）为疲劳管理提供充足的资源保障;

（3）当得知或怀疑飞行机组成员的疲劳程度可能会对飞行安全造成负面影响时，不得要求其参与飞行运行;

（4）根据本咨询通告附录 1 中对缓解疲劳策略的建议，建立对疲劳风险的控制措施;

（5）将疲劳作为调查运行不安全事件的要素之一，采

征求意见稿

取必要的手段缓解因政策、程序、航班安排等造成的疲劳风险。

（b）机组成员

（1）非值勤期间，合理计划和利用休息期，保证上岗前的身体状态能够满足任务需求;

（2）值勤期间，在保证安全的前提下，采取合理的策略降低疲劳带来的影响;

（3）当认为由于排班、延误、疾病、生活事件等原因造成的疲劳或不适，可能会对飞行安全造成不利影响时，及时报告;

（4）以对安全负责的态度履行规章赋予的权利。

4.3 机组成员疲劳风险缓解制度

（a）预先制定航班计划，合理安排机组成员的备份，尽量避免非计划的机组调配，保证机组成员在执行航班前预先获得任务信息;

（b）建立无惩罚的机组成员疲劳报告制度;

（c）建立疲劳风险安全绩效指标（SPIs），设定可接受的安全水平，定期评估运营人疲劳风险；当出现不可接受的风险时，应当应对机组疲劳风险进行评估，组织开展对机组疲劳风险的调查，采集机组成员的疲劳状况以及对缓解疲劳风险的建议，及时采取有效手段降低疲劳风险。

4.4 疲劳管理相关人员训练大纲

运营人应当建立对运力规划、人力资源、机组排班、运行控制等部门与疲劳管理相关的人员以及机组成员的培训，该培训应包括初训和复训，复训的周期为两年，具体的内容请参考附录 3。

4.5 疲劳管理相关记录

运营人应当针对疲劳管理情况，建立包括但不限于以下内容的记录，并保存至少 2 年:

（a） 每位机组成员的每次飞行时间、值勤期的开始和结束时刻、休息期的开始和结束时刻、备份开始和结束时刻的排班记录和运行记录;

（b）机组成员的疲劳风险自愿报告;

（c）实施疲劳管理培训的记录;

（d） 本咨询通告第 4.2.1 条要求的评估和调查报告;

（e）与疲劳相关的不安全事件报告。

5 FRMS 的运行批准程序

5.1 基本要求

由受理初始合格审定申请的管理局或者合格证管理局（以下简称局方）负责相应的合格审定工作。审定过程包括

征求意见稿

预先申请、正式申请、文件审查、演示验证、批准 5 个阶段。

5.2 预先申请

运营人在此阶段应当与局方确认以下几个方面的信息:

（a）建立包括疲劳管理专家的项目组;

（b）FSAG 的构成;

（c）确定计划使用相应批准的航线、机型;

（d）按照附录 2 计划采用的生物数据采集和科学分析方案;

（e）按照附录 3 制定的训练大纲及培训计划;

（f）按照附录 4 计划修订和编写的 FRMS 政策文件，以及疲劳风险管理方案;

（g）完成上述（a）至（f）工作的计划。

局方应当根据运营人完成上述工作的具体时间与运营人共同确定审定的日程表，以确定递交正式申请的时间。

5.3 正式申请

运营人提交的正式申请应当包括以下材料:

（a）针对拟实施运行的疲劳风险分析报告;

（b）计划在拟实施运行时将采取的疲劳缓解措施;

（c）依照科学分析方案，对相关缓解措施进行的预先分析结果（无需基于生物数据采集）;

（d）预计的疲劳风险管理安全绩效指标;

（e）FRMS 政策文件;

（f）疲劳培训大纲。

5.4 文件审查

局方通过审查申请文件，评估运营人在安全投入、责权分配、政策程序、组织协调等系统设计方面的符合性，以确认其是否具备条件进入演示验证阶段。

5.5 演示验证

可结合实际运行进行验证工作，演示验证应当包括与运营人相关的以下内容:

（a）生物数据采集和科学分析方案的可行性;

（b）合格证持有人的疲劳风险缓解措施的有效性，包括机组实际疲劳状况是否达到预期，排班系统或者程序是否可以实现相应的缓解措施;

（c）FSAG 的运行情况以及相关工作人员的知识水平是否满足 FRMS 的要求;

（d）培训效果。

5.6 批准

（a）局方完成相关审定后，通过批准 CCAR-135 部运

行规范 G 部分“特殊批准”的方式，完成对运营人 FRMS 的批准。

（b）运营人在获得批准后，应当按照以下周期向局方提交 FRMS 运行情况报告:

（1）第一年每季度一次;

（2）第二年每半年一次;

（3）第三年开始每年一次。

内容应当至少包括:

（1）FRMS 的整体实施情况;

（2）定期的疲劳风险数据采集和分析情况;

（3）不安全事件报告及调查;

（4）对机组成员疲劳报告的分析;

（5）疲劳风险管理的实际绩效;

（6）更新的缓解措施;

（7）局方要求的其他内容。

（c）当运营人出现以下情况时，局方可依据 CCAR-135 部第 135.47 条暂停 FRMS 批准:

（1）发生与疲劳相关的事故征候;

（2）疲劳管理报告存在造假行为;

（3）疲劳管理不能满足安全绩效的要求。

6 生效与废止

征求意见稿

6.1 本咨询通告自下发之日起生效。

6.2 在 2022 年 7 月 1 日前已持有按照《小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则》（CCAR-135 部）颁发的小型航空器商业运输运营人运行合格证的运营人，如实施按照 CCAR-135 部第 135.3 条(a)款(2)项规定的使用运输类飞机实施载货或者不定期载客飞行，应当在 2023 年 12 月 31 日前完成 FRMS 补充合格审定。

附录 1：与疲劳管理相关的科学原理

附录 2：生物数据采集和科学分析

附录 3：疲劳管理训练大纲

附录 4：建立疲劳风险管理系统（FRMS）

征求意见稿

附录 1：与疲劳管理相关的科学原理

1 疲劳的产生

疲劳是由于睡眠不足、长时间保持清醒、所处的昼夜节律阶段，以及工作负荷过重而导致的，造成开展脑力或体力活动能力降低的一种生理状态。这种状态会损害人的警觉度，影响机组成员安全操纵航空器和履行安全职责的能力。在民航运输领域，引发疲劳的因素有很多，包括职业因素与个人因素，主要有以下几种:

1.1 **睡眠不足或长时间觉醒。**睡眠是人的生理需要，睡眠需求量存在个体差异。正常人一旦发生睡眠不足或长时间处在觉醒状态就会产生疲劳。随着觉醒时间的延长，人的睡眠压力会逐渐增大，疲劳感也会越来越严重。因睡眠不足或觉醒时间过长而导致的疲劳，是机组成员疲劳比较典型的特征。

1.2 **工作负荷。**工作负荷主要来自于工作的强度、复杂程度和时间长短等方面的综合影响。一般来说当工作耗时相同时，工作强度越大，疲劳感觉出现的时间越早；同样，在相同的工作强度下，若进行工作的时间越长，越容易进入疲劳。另外，工作复杂程度以及所要求的人员熟练度、综合能力、精细程度等也会带来工作负荷（如在高海拔或复杂机场

征求意见稿

的运行）。 低工作负荷同样也可能会使人产生疲劳，因为低工作负荷可能缺乏刺激，使得人感到工作单调、无聊，以至于可能使人暴露出潜藏的生理上的困倦，从而使工作能力变差。

1.3 **精神压力。**当人的精神压力较大时会产生紧张的感觉。造成精神压力的原因很多，既可能来自人内在的心理因素，也可能来自外在的社会和环境变化。为了克服精神压力，人们需要比以往付出更多的努力应对工作，容易造成疲劳。

1.4 **环境因素。**由于噪音、震动、辐射、气压、温度、湿度、密闭空间等驾驶舱、客舱环境的特殊性，使机组成员很难获得适宜的睡眠或休息条件，从而导致疲劳。另外，工作和休息环境的工程设计是否符合人体工程学的设计，也会成为造成疲劳的原因。

1.5 **昼夜节律。**昼夜节律是人的行为和生理机能的日常变化。这些行为和生理变化由位于大脑中的人体生物钟控制。人体生物钟周期内存在一个时间点，在这个时间点，主观感觉上的疲劳和困倦程度最为严重，人们进行脑力或体力工作的能力最低，这一时间点被称为昼夜节律低谷（WOCL），人在 WOCL 期间工作时会出现警觉度下降等疲劳状况。

2 疲劳的种类

疲劳可分为一般生理性疲劳和病理性疲劳，二者的区别

在于经过充分休息之后，疲劳是否能够得到有效缓解，能恢复的为一般生理性疲劳，否则即为病理性疲劳。由于病理性疲劳可能成为某种疾病发作的前兆，因此在医学研究中应用比较广泛。但在航空疲劳风险管理中，主要关注的是一般生理性疲劳。根据疲劳程度，疲劳分为以下几类:

2.1 **急性疲劳。**急性疲劳与最近的睡眠（过去最近 24 小时内的睡眠）、持续清醒的时间、工作负荷以及所处的时刻密切相关。多出现在过去 24 小时内睡眠时间不足 8 小时、持续觉醒超过 17 个小时、以及在午夜至 06: 00 之间工作的普通人中。

2.2 **短暂性疲劳。**短暂性疲劳是由于极度的睡眠限制或在 1 到 2 天内持续清醒而引起的疲劳。

2.3 **累积性疲劳。**累积性疲劳是由于反复的轻度睡眠不足或连续几天长时间清醒引起的疲劳。随着累积性疲劳的不断上升，工作效能的受损程度和困倦程度会逐步加重。

2.4 **慢性疲劳。**大多数健康的成年人每天需要 7 到 9 小时的睡眠时间，如果长期的平均睡眠时间少于所需的睡眠时间，就会出现慢性疲劳。慢性疲劳会导致人的表现下降，在评估自己工作效能的时候会变得不可靠，恢复也相对缓慢。慢性疲劳需要获得至少连续两个在正常昼夜节律下的完整睡眠，才可能得到有效的缓解。慢性疲劳的程度越重，需要的完整睡眠天数越多，并可能引发病理性疲劳。

3 睡眠的影响

3.1 睡眠是一种极其复杂的生理现象，睡眠期间，人的大脑会“离线”。脑电研究显示一个完整的睡眠过程包含连续的非快速眼动（Non-REM）睡眠和快速眼动睡眠（REM）的睡眠循环。在正常的昼夜节律下，人在进行完整且高质量的睡眠时，其睡眠过程会在 Non-REM 睡眠和 REM 睡眠之间进行切换，使得清醒时的活动消耗得以恢复。因此，为获得良好的警觉度，保证工作效能，人需要定期在正常的昼夜节律下获得的足够的高质量睡眠。

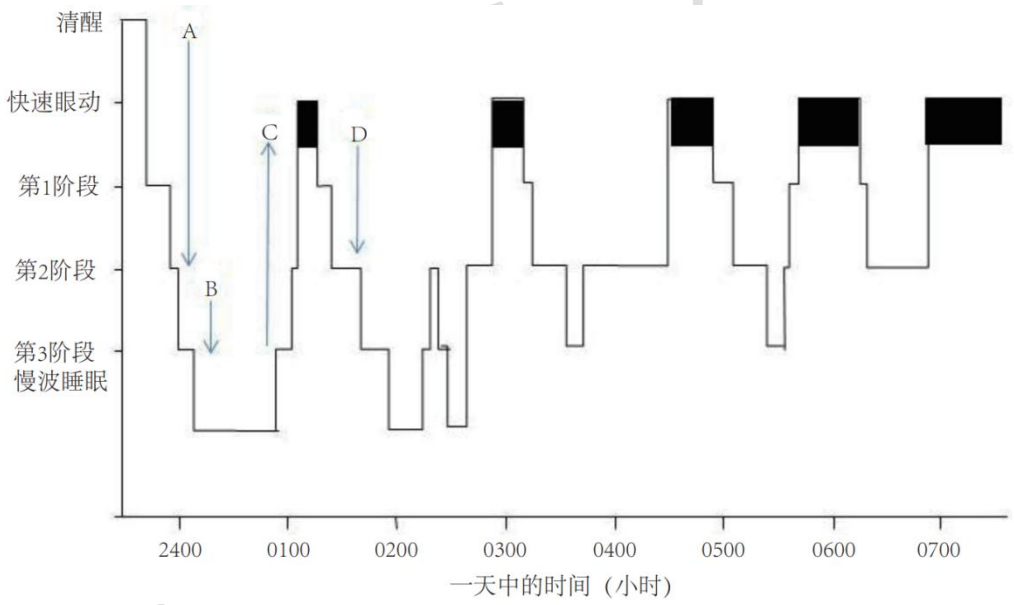


图 1.1 健康的年轻成年人夜间睡眠期间

的非快速眼动/快速眼动循环

（其中，“A”表示进入 Non-REM 睡眠第 2 阶段；“B”表示进入 Non-REM 第 3 阶段慢波睡眠；“C”表示 Non-REM 睡眠第 2 阶段过渡至当晚的第一个 REM 睡眠期；“D”表示

返回到 Non-REM 睡眠；带阴影的方框表示 REM 睡眠期。）

3.2 影响睡眠质量的因素主要有以下几种:

（a）睡眠时间。根据睡眠剥夺实验的研究，即使只减少了两个小时的正常夜间睡眠时间，也会造成人员警觉度和工作能力的下降。连续的睡眠时间不足，更会产生累积性的睡眠负债，造成慢性疲劳。

（b）睡眠障碍。造成睡眠障碍的原因有很多，对于有睡眠障碍的人来说，即使有足够的睡眠机会，也无法获得恢复性的睡眠。

（c）睡眠被打断或打扰。睡眠质量是否良好，取决于在睡眠过程中是否获得了不间断的非快速眼动（Non-REM）睡眠和快速眼动睡眠（REM）睡眠循环。睡眠被打断或打扰的次数越多，警觉度的恢复也会越差。

（d）尼古丁、咖啡因和酒精。尼古丁和咖啡因具有刺激大脑，产生兴奋的效果，对睡眠的质量造成影响。而酒精虽然可以使人困倦，但在身体分解酒精的时候，却会使大脑无法进入快速眼动睡眠（REM）睡眠，造成睡眠质量的降低。

（e）生理年龄。普通的成年人在睡眠期间，有大约四分之三的时间属于非快速眼动（Non-REM）睡眠。它分为 N1、N2 和 N3 三个阶段。其中 N3 阶段称之为“慢波睡眠”（或深度睡眠）。随着年龄的增长，慢波睡眠会逐渐减少。但从科学和经验上的角度上看，对于航空运行的疲劳管理，

年龄并不是必须被考虑的特定因素。

（f）睡眠环境和休息设施。不规则的噪声、晃动、过于干燥、不合适的寝具等因素都会使人难以入眠或是降低睡眠的质量。科学研究表明，虽然机组休息室能提供相对良好的睡眠环境，但同等时长的睡眠质量低于在地面适宜休息场所中睡眠的效果。

（g）人体生物钟。人体生物钟是大脑中的“神经起搏器”，由于光对它的调节作用，造成了人对昼夜周期的敏感，并决定了人类习惯于晚上睡眠这一生物特性。由于人体生物钟的作用，昼夜倒班以及时差会对睡眠的质量和效果带来负面影响，且在人体生物钟和睡眠的自我平衡过程的相互作用下将产生 WOCL。

（h）睡眠习惯。个体因其内在生物钟的调节进而形成了不同的睡眠习惯，其睡眠和觉醒周期在时间轴上并不同步。比如有些人属于早睡早起的“云雀型”，有人属于晚睡晚起的“猫头鹰型”，还有人属于处在中间的“蜂鸟型”。

3.3 除了睡眠质量，睡眠过后转入清醒的阶段也会对人的警觉度造成影响。人刚从睡眠中醒来时，大脑各部分必须依次重新激活。在这个过程中，人会感到昏昏沉沉或神志不清，这种状态被称为睡眠惯性。人从睡眠的任何阶段醒来都会产生睡眠惯性，睡眠惯性与醒来时的状态有关，特别是在睡熟过程中被动醒来时，睡眠惯性更为明显。

4 昼夜节律的影响

4.1 昼夜节律由人体生物钟驱动的生理机能和行为的日常循环。人体生物钟对光的敏感性使其能够与昼/夜循环保持步调一致，使人在白天保持清醒、在夜间产生困倦，形成促进睡眠的窗口和抑制睡眠的窗口。如果睡眠时间不与昼/夜循环一致时，人体生物钟敏感性就会造成疲劳问题。

4.2 另外，核心体温经常被用作追踪人体生物钟周期的标记性节律。核心体温每天达到最低点时人通常感到最为困倦、开展脑力和体力工作的能力最弱，这个时间点即为WOCL。WOCL 一般出现在核心体温达到每日低点的时间通常出现在 02:00 到 06:00 之间,不同人的昼夜节律低谷时间存在个体差异。

4.3 倒班、夜班及跨时区引起的作息模式变化时，人体自身会提示生物钟做出调整，当无法立即适应作息模式的改变时，体内的生物节律不再同步，导致昼夜节律出现紊乱。因而，人可能会感到疲乏、情绪变差，工作效能也会发生变化。

5 缓解疲劳的策略

5.1 运营人

由于产生疲劳的原因的复杂性，以及不同疲劳状态对安

全造成的影响，运营人必须结合自身的运行特点，针对不同的疲劳风险采取不同的缓解策略。其中，需要考虑的基本的原则主要有以下几个:

（a）根据昼夜节律、上一次的值勤、运行环境和工作负荷等因素，在值勤前为机组成员安排充足的休息，使其警觉度得到充分恢复并达到满足下一次值勤时的安全运行需求;

（b）对于在值勤期间的休息，在飞行机组开始工作前，留出至少 15 分钟左右的清醒时间，以降低睡眠惯性造成的影响;

（c）为需要驻外值勤的机组成员提供适宜的休息场所，预先考虑由于通勤等原因造成的时间损耗，保证足够的睡眠机会;

（d）根据昼夜节律、时差、下次的值勤、运行环境和工作负荷等因素以及已完成的飞行任务的情况，为值勤后的机组成员安排足够的，在正常昼夜节律下的连续休息时间来保证充足的高质量睡眠，缓解累积性的睡眠负债带来的影响;

（e）尽可能合理安排值勤的起始时刻，降低 WOCL 给运行带来的风险;

（f)建立严格的制度以避免任何对机组成员休息时间的打扰;

（g）在安排飞行任务时，综合考虑各种可能造成疲劳

风险的因素，并尽可能早的通知机组成员，使其能有足够的时间合理的安排休息;

（h）为与疲劳管理相关的员工提供必要的培训，使其了解与疲劳相关的科学原理和缓解的方法;

（i）及时了解机组成员的疲劳状态，并根据情况采取调班等必要的行动;

（j）定期采取机组疲劳调查、生物数据监控、数学模型分析等手段，采集与机组成员疲劳相关的飞行运行数据，分析与疲劳相关的不安全事件，开展对运行中疲劳风险以及各种缓解措施的评估，确保疲劳管理政策和程序满足安全的需要。

5.2 机组成员

机组成员是各种缓解措施的最终执行者。因此，机组成员必须了解导致疲劳的因素以及降低疲劳影响的方法，加强自我管理，合理安排睡眠和休息，降低疲劳风险对安全造成的影响。同时，根据规章的要求和运营人的疲劳管理政策，采取必要的缓解策略:

（a）保持积极的心态和生活方式，合理搭配饮食，定期进行适度的锻炼，保持健康的体魄，如在值勤前怀疑身体状况不适宜安全飞行时，应当及时报告;

（b）在值勤过程中，严格执行程序要求，积极客观的评估自身及其他机组人员的疲劳状态和风险，合理利用值勤

前的小睡、值勤中的休息等策略，缓解急性疲劳带来的影响。当发现缓解措施无效时，应当及时报告；

（c）充分利用值勤后的休息，合理安排睡眠时间，及时缓解累积疲劳；

（d）配合运营人的疲劳调查，真实反馈运行中的疲劳感受和风险，提出建设性的意见。

征求意见稿

附录 2：生物数据采集和科学分析

对于采用 FRMS 实施疲劳管理的运营人来说，进行生物数据采集和科学分析是其建立疲劳风险安全绩效指标，设定可接受的安全水平的基础，也是其为开展政策程序设计、实施疲劳风险管理、计划安排飞行任务等工作提供有效性和合理性证据的必要手段。因此，该项工作将持续作为支撑 FRMS 有效运行的关键环节。运营人计划向局方申请FRMS批准前，应当首先确定实施生物数据采集和科学分析的方法，以保证顺利开展后续审定工作。

本附录中所介绍的生物数据采集和科学分析方法，部分需要国际上推荐的设备和工具。但局方鼓励运营人在经过充分的比较和验证后，使用国产的设备和工具开展相关工作。

1 对生物数据的采集

根据目前的科学研究，除核心体温和褪黑激素水平等生物节律指标外，还未找到公认的、能直接反映人体疲劳状态的生物指标。但根据《与疲劳管理相关的科学原理》（附录1），仍可通过测量人行为表现的变化，或是通过生物数学模型对人的实际睡眠时长以及当时所处时间阶段等数据的计算，来判定其疲劳程度。获得人当时所处时间阶段的数据相对比较容易，但行为表现和睡眠数据必须依靠适当的方法

和设备进行采集。

1.1 行为表现数据的采集

（a）使用量表采集

使用量表采集的办法通常来自机组成员对自身疲劳状态的主观判断。虽然它能够为疲劳风险管理提供一定数据参考，但由于其主观性，其数据可能不够可靠。因此，建议主要用于对机组成员大面积的疲劳调查。可采用的量表有很多，如斯坦福嗜睡量表（SSS），卡罗林斯卡嗜睡量表（KSS），Samn-Perelli 机组人员疲劳自评量表，疲劳量表-14（FS-14），多维疲劳量表（MFI-20）等，表 2.1 和表 2.2 展示了其中的两种。

表 2.1 Samn-Perelli 机组状态检查量表

1=完全警觉，完全清醒
2=很有活力，反应灵敏，但不是最好状态
3=情况一般，稍微清醒
4=有点累，不怎么清醒
5=挺累的，无精打采
6=非常疲惫，难以集中精神
7=精疲力尽，无法有效地工作

表 2.2 卡罗林斯卡嗜睡量表 KSS 量表

□ 1 非常警觉
□ 2 很警觉
□ 3 警觉
□ 4 有点警觉
□ 5 不警觉也不困倦
□ 6 有些困倦
□ 7 困倦但保持警觉也不费劲
□ 8 困倦但保持警觉有些费劲
□ 9 困倦但保持警觉非常费劲

（b）使用警觉性测试采集

精神运动警觉性测试（PVT）是一种广泛应用于测量被测试者注意状态、唤醒水平、警觉变化的行为测试任务，该测试主要通过对突显信号的及时响应的检测，评估持续注意能力。通过考察其不同指标变化（包括反应时，反应速度，最快和最慢 10%反应时，反应波动以及错误率等），可以从生理和心理的不同维度反映疲劳对行为的影响。PVT 任务具有部署和操作简单，学习效应小，受个体差异影响小，能够很好地减少甚至消除受试者差异等优点。例如，美国宇航局(NASA)开发的可以在 iPhone 手机和 iPad 平板上运行的 NASA-PVT 任务，以及美国 University of California Berkeley

开发的 Psychomotor Vigilance Task (可以在 Android 系统中运行)，以及国内开发的其它版本的 PVT 测试软件。

（c）使用设备采集

可用来采集行为表现的设备大多需要专业人员的操作，或不适于安装在驾驶舱中，但可以考虑用于对在非值勤时间，或值勤后对机组成员疲劳状态的测量。

（1）闪光融合临界频率测验（CFF）

闪光融合临界频率是视觉时间特性的重要参数之一，是人眼分辨光刺激时间能力的指标，闪光融合临界频率值的检测涉及生理医学、心理学、人类工效学等多个重要领域。

（2）眼动跟踪技术

眼动跟踪技术的疲劳检测方法指的是利用被试人员眼部特征变化规律来判断疲劳水平，常用的眼动特征包括 PERCLOS (Percentage of Eyelid Closure Over the Pupil Over Time)、眨眼频率、瞳孔变化、眼睛开合状态等，其中 PERCLOS 已经成为公认有效的疲劳评判标准。

（3）基于面部特征识别技术

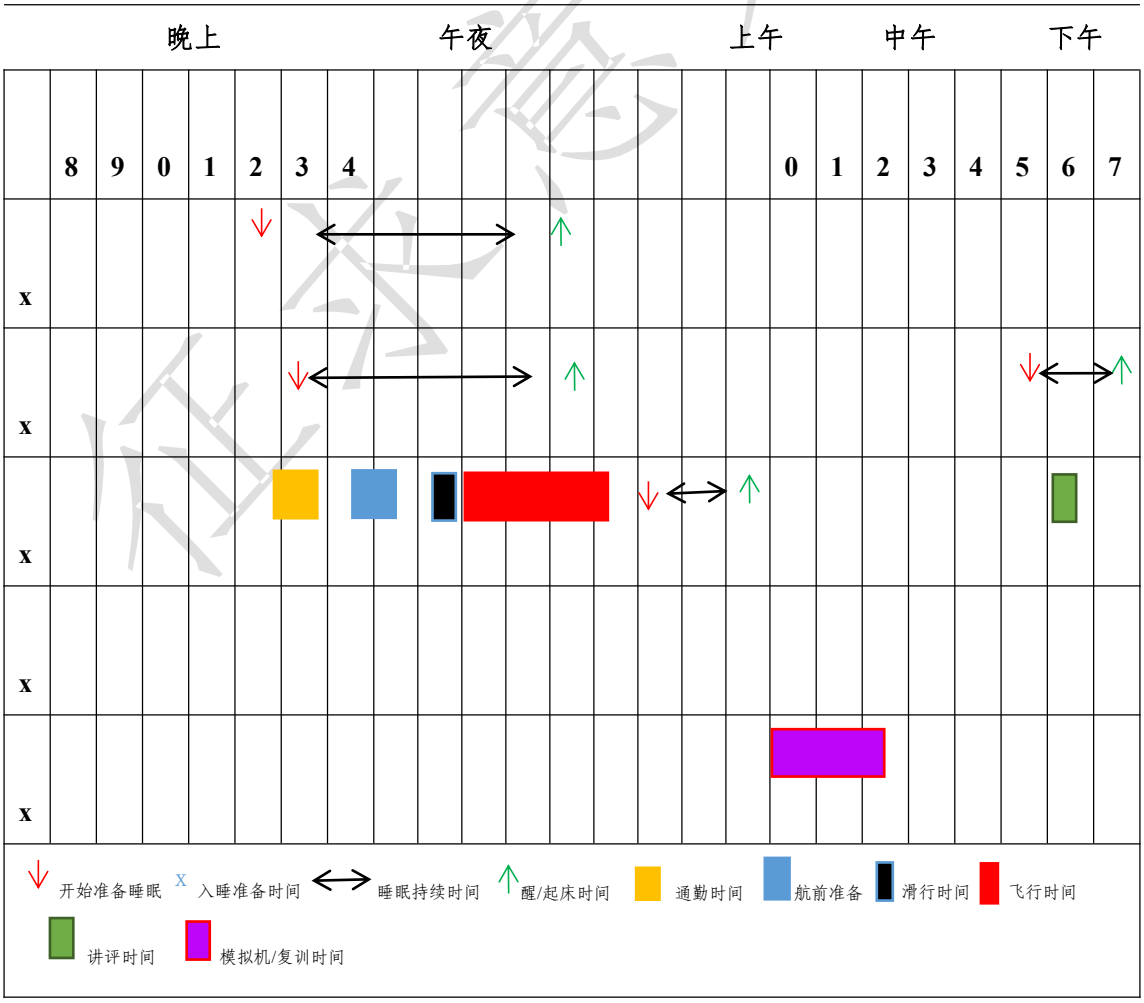
基于人员面部特征的检测方法是分析被试人员的面部特征，对比人员在正常状态和疲劳状态下面部的不同表现，典型的面部疲劳特征有眨眼频率，打哈欠检测，头部状态等等。这些从计算机视觉角度也都是易测可靠的特征。研究表明，眨眼频率增加、打哈欠、低头、眼睛闭合时间延长等现

象表明被试人员开始出现疲劳状态。

1.2 睡眠数据采集

（a）对于睡眠数据采集较为简单的方式是采用机组睡眠/觉醒/值勤（飞行）活动日志的形式（表 2.3）。这种形式可以很快获得大量的数据反馈，并且成本很低。但由于日志是机组成员的自主填报的，数据所反应的信息多为其的主观感受，加上可能会存在填写错误或遗漏的情况，数据的质量相对较低，并且还可能会额外增加机组成员在值勤期间的工作负荷。

表 2.3 睡眠-觉醒-飞行活动日志举例



（b）使用设备采集

用于采集睡眠数据的设备有很多，但不同的设备各有优缺点，并且部分设备（如脑电波监测设备）只适合在实验室中使用，并不适用于对在机组成员值勤中或非值勤时间睡眠情况的持续监控。为此，国际上广泛采用的主要是一些经过医学认证机构认证，可用于作为医疗设备使用的手环式体动仪（如图 2.1）。此类设备小巧轻便，便于携带，并且可在不影响飞行员日常工作和睡眠的情况下，不间断的记录内容包括每次昼夜转换与睡眠的匹配、睡眠的睡眠时长、进入睡眠所需时间、中断次数和睡眠质量等数据。虽然现在国内智能设备制造商也生产同类设备，但由于没有经过医学认证，其数据的可靠性有待进一步的研究。但如果运营人通过对比验证等方法，向局方证明其功能与国际上推荐的设备能力相当，经局方批准，运营人也可在 FRMS 中使用此类国产设备开展对相关数据的采集。

图 2.1 医疗设备级体动手环样例

1.3 对工作负荷的分析

除了睡眠因素外，工作持续时间、强度及复杂度等也是诱发飞行人员疲劳的重要因素，这些因素会增加飞行人员的工作负荷。例如，可以通过设计调查问卷及 NASA-TLX（Task Load Index）工作负荷量表（表 2.4）对不同运行阶段、不同运行类型、不同运行环境、不同运行人员的工作负荷进行评估，为后续分析提供更多的参考。

表 2.4 NASA-TLX 评估量表

请在最能描述你经历的横线位置画“x”；在“好”与“差”等级横线上标记“x”表示“你完成任务的成功程度”。

这次飞行对脑力的要求有多高?

“低----------高”

这次飞行对体力的要求如何?

“低----------高”

完成此次飞行每步操作你有多匆忙?

“低----------高”

你有多成功地完成了你被要求做的事情?

“差----------好”

你有多努力才达到现在的水平?

“低----------高”

你有多缺乏安全感、气馁、烦躁、压力和烦恼?

“低----------高”

仅供参阅稿

2 科学分析的方法

2.1 生物数学模型（BMM）是现在国际上比较认可的一种科学分析方法。它将对人体昼夜节律、睡眠、工作负荷以及警觉度等与疲劳风险相关的科学研究与航班生产计划和安排进行了整合，能够较直观的体现计划值勤期内疲劳影响的变化趋势，也提供了预测运行中潜在疲劳风险可能。其可能的应用包括:

（a）评估特定机组成员飞行任务的疲劳风险;

（b）在进行航班规划时，帮助判断计划实施的飞行任务是否存在疲劳风险，为预先设计提供参考;

（c）帮助判断导致疲劳风险的关键原因;

（d）帮助制定合理休息时间限制;

（e）帮助评估不同飞行机组成员的搭配方案;

（f)帮助评估由于特殊原因导致计划外延长值勤期可能造成的疲劳风险;

（g）帮助制定机组成员在值勤中的轮班计划;

（h）测试疲劳风险控制和缓解措施对降低疲劳风险的效果;

（i）帮助制定最佳的机组人员排班计划;

（j）帮助找出不安全事件中存在的疲劳因素等。

2.2 但由于 BMM 只是基于科学原理和数据样本建立的

模型，因此运营人的 BMM 只是 FRMS 中可供使用的工具，而不能简单认为 BMM 就是 FRMS。由于所参考的科学依据和采样人群的差异，不同的 BMM 都有其局限性。因此在使用 BMM 时，需要注意以下几个方面的问题:

（a）提前了解计划使用的 BMM 有哪些方面的不足;

（b）在确定航班计划前进行充分的风险评估，而不是将 BMM 作为唯一的参考;

（c）结合在实际运行中对机组成员的生物数据采集和 BMM，持续验证排班计划的合理性。

2.3 在民航运输领域，目前已经被广泛运用的生物数学模型有：波音警觉性模型（BAM）、昼夜节律警觉性模拟器（CAS）、Inter Dynamics 疲劳评估工具（FAID）、疲劳风险指数(FRI)、睡眠/觉醒预测器(SWP)、机组人员疲劳评估系统(SAFE) 、 SAFTE-FAST 等。上述模型是基于不同的疲劳理论模型，在模型的输入与输出设计存在着差异。因此，需要运营人根据其航线运行特征与使用目的不同而对不同模型进行选择使用和不断进行优化。

征求意见稿

附录 3：疲劳管理训练大纲

了解疲劳管理的基础知识既是与运行相关各方的责任，也是疲劳风险管理安全保证的重要组成部分。本附录提供了实施疲劳管理培训的基本要点，运营人可参考相关要求，结合自身运行特点和疲劳管理程序，建立疲劳管理训练大纲，以满足对疲劳管理的要求。

1 基于胜任力的培训

对于疲劳的管理是一个复杂的过程，因此参与者需要具备有效管理疲劳风险的岗位胜任能力。运营人在开发训练科目和训练要求时，应当首先根据不同岗位在疲劳风险管理过程中所处的位置和扮演的角色，对受训者所需要掌握的知识、技能和态度进行充分的分析，设计相应的教学课件、培训方式和考核标准。

2 培训要求

对于疲劳管理的训练应包含初始训练和复训，复训周期不应超过 24 个日历月，并建立对各种培训的记录。运营人应当保证当公司的疲劳管理政策发生变化时，及时将相关的信息传达到每一位与疲劳管理相关的人员，以保证对疲劳的有效管理。

征求意见稿

3 参与培训的人员

为保证疲劳管理的有效性，与疲劳管理相关的人员都应接受培训，包含但不限于以下人员：

（a）管理层。包括运营人的法人代表、运行副总、总飞行师以及负责市场规划、人力资源、航空卫生的公司级领导；

（b）管理部门。包含负责疲劳风险管理的相关工作人员，以及分管部门领导。对于采用 FRMS 方式实施疲劳管理的运营人，应包括 FSAG 中的所有相关人员以及主管部门领导；

（c）排班人员。包括负责机组成员排班和临时机组调配的人员以及部门主要负责人；

（d）机组成员。包括飞行机组和客舱乘务组（如适用）。

4 培训内容

本附录附件 3-1 为实施 FRMS 进行疲劳管理的运营人提供了制定训练大纲的参考。运营人应当根据自身的运行情况以及疲劳风险管理政策和程序完善相应的培训内容。

附件 3-1：FRMS 疲劳管理训练大纲

征求意见稿

附件 3-1：FRMS 疲劳管理训练大纲

序号	科　目	要　点	机组成员	排班人员	管理层	FSAG
1	与疲劳相关的科学原理	1. 由于疲劳风险导致的不安全事件案例; 2. 民航相关规章要求; 3. 本咨询通告附录 1; 4. 运营人认为与疲劳和健康管理相关的内容等。	✓	✓	✓	✓
2	疲劳管理责任	1. 与疲劳管理相关各方的责任; 2. 运营人各部门对疲劳管理的分工等。	✓	✓	✓	✓
3	排班与疲劳	1. 排班中的疲劳管理因素; 2. 干扰人体生物钟周期及其产生的疲劳风险; 3. 通过合理排班缓解疲劳风险的方法; 4. 排班工具、生物数学模型或其他运算程序的使用及限制等。		✓		✓
4	识别和缓解疲劳	1. 如何识别自身和他人的疲劳; 2. 机组成员在不同运行阶段缓解疲劳风险的策略及要求; 3. 公司的缓解疲劳风险相应政策等。	✓	✓		
5	FRMS	1. FRMS 的基本内容; 2. 生物数据采集和分析的方法; 3. 疲劳风险管理（以下简称 FRM）过程; 4. 公司与 FRMS 相关的政策; 5. 与安全保证相关疲劳管理绩效指标; 6. FASG 以及各相关部门在疲劳风险管理方面的分工				✓

		和责任等。				
6	定期的疲劳报告	1. 公司定期的数据采集政策; 2. 无惩罚疲劳报告的程序; 3. 疲劳报告的目标和主要内容等。	✓	✓		✓

征求意见稿

附录 4：建立疲劳风险管理系统（FRMS）

与安全管理体系（SMS）类似，FRMS 的主要架构包括政策文件、风险管理、安全保证和安全促进四个方面的内容（见图 4.1）。需要强调的是，FRMS 不是单一的数学模型或计算机工作平台，而是由运营人基于系统化安全理念设计的管理体系。运营人的管理层应当落实对疲劳管理的主体责任，承诺给予足够的重视，保证足够的资源，确保管理的持续性和有效性。运营人可以将 FRMS 融入安全管理体系（SMS）实现对疲劳风险的有效管理。

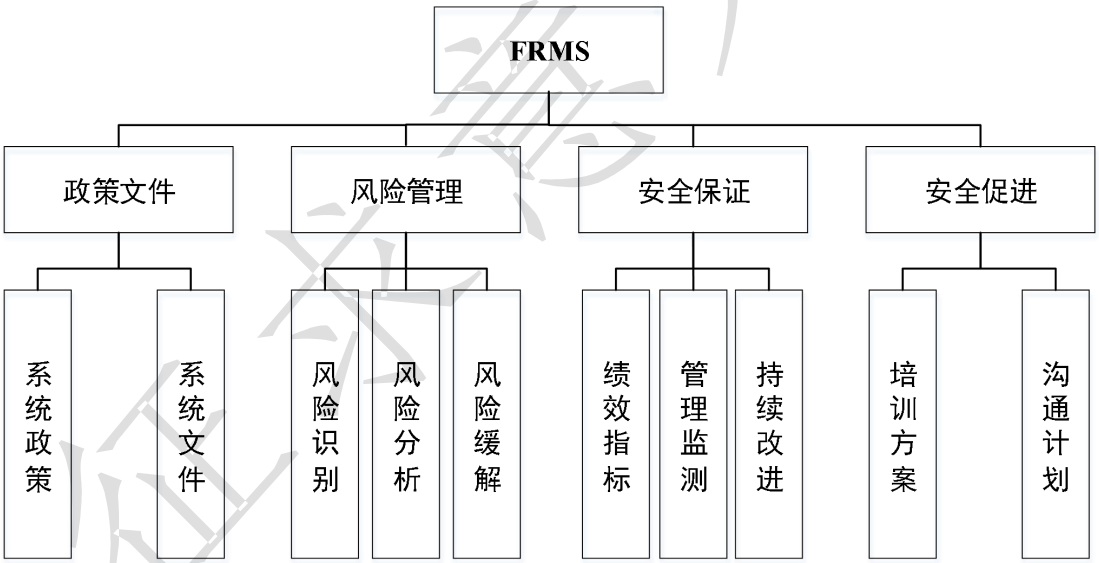


图4.1 FRMS的基本内容

1 成立 FSAG

运营人应当根据其运行的规模和复杂程度，成立与之相匹配的 FSAG，具体负责疲劳管理工作。运营人的 FSAG 应

由主管运行的主要负责人领导，成员包括负责安全管理、标准制定、市场规划、运行控制、机组排班、人员培训、航空卫生等部门的专业人员。运营人应当明确其 FSAG 的主要职责是加强对疲劳风险的管理，而不是解决运行的需要，其职责包括:

（a）制定和管理 FRMS 的政策和文件;

（b）管理疲劳风险管理（FRM）流程;

（c）为 FRMS 安全保证流程提供支持;

（d）负责 FRMS 的安全促进。

2 建立政策文件

运营人应当针对 FRMS 管理要求制订 FRMS 政策，为风险管理提供保证，政策应当:

（a）反映出管理层、飞行和客舱机组人员（如适用）以及其他有关人员的共同责任;

（b）明确陈述疲劳风险管理系统的安全目标;

（c）由运营人主管负责人签字;

（d）用明显可见的授权方式分发给运营人的所有相关领域和各个层级;

（e）宣布管理层对有效的安全报告的承诺;

（f)宣布管理层对向疲劳风险管理系统提供充足资源的承诺;

（g）宣布管理层对不断完善疲劳风险管理系统的承诺;

（h）需要明确界定管理层、飞行和客舱机组人员（如适用）以及其他有关人员的责任界限;

（i）需要定期审查以确保政策的相关性和适当性;

（j）无惩罚的疲劳报告系统。

运营人应当制订并保持最新的疲劳风险管理系统的文件，以规定并记录:

（a）疲劳风险管理系统的政策与目标;

（b）疲劳风险管理系统的过程及程序;

（c）过程和程序的问责制、责任和权力;

（d）管理层、飞行和客舱机组人员（如适用）以及其他有关人员持续参与风险管理的机制;

（e）疲劳风险管理系统的培训大纲、培训要求和培训记录;

（f）计划和实际飞行时间，涉及到值勤期和休息期的重大符合性偏离以及该偏离的原因;

（g）疲劳风险管理系统的输出，包括从收集的数据中识别的风险、建议及所采取的行动。

3 疲劳风险管理（FRM）

3.1 FRM 是运营人基于数据驱动，对疲劳风险进行闭环管理的过程，是 FRMS 识别和控制疲劳风险的核心系统。有

效的 FRM 需要的运营人由上至下对疲劳风险的正确认识，以及足够的安全投入和相关部门的协作配合。与 SMS 风险管理的流程类似，FRMS 的 FRM 分为 6 个步骤，（见图 4.2）包括:

（a）确认应用 FRMS 的运行类型;

（b）生物数据采集和分析;

（c）危险源识别;

（d）安全风险评估;

（e）制定控制措施，其中包括制定有针对性的缓解措施、设定预期的疲劳安全绩效指标;

（f）依照缓解措施设计相关运行和管理程序;

（g）持续监测缓解措施的有效性。

征求意见稿

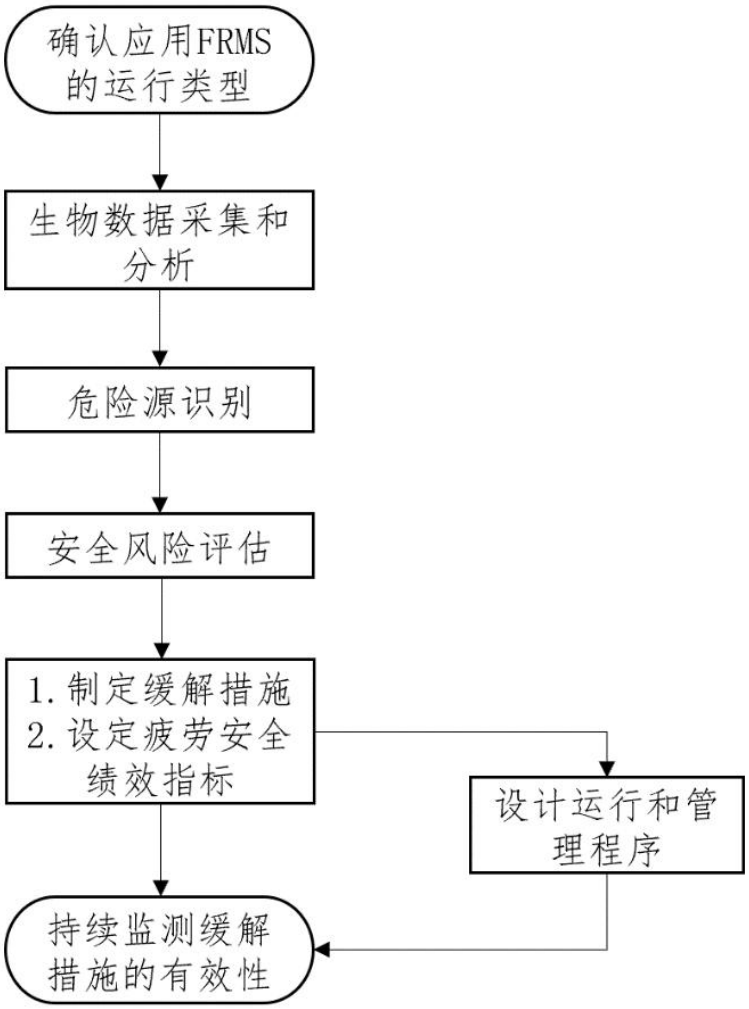


图 4.2 疲劳风险管理过程

3.2 确认应用 FRMS 的运行类型

适用FRMS的运行类型应当与拟申请的运行种类或者运行合格证载明的经批准的运行种类一致。

3.3 数据采集和分析

为保证 FRMS 的有效性和科学性，采用 FRMS 的运营人应当进行必要的疲劳数据采集和分析，特别是生物数据采集和分析，为后续风险识别、风险评估和风险缓解等过程的工作开展提供数据支持和科学证据（详见附录 2）。运营人以

此项工作为基础建立的生物数学模型，只是运营人 FRMS 的构成要件之一，对于疲劳风险的有效识别和管理还需要借助 FRM 过程中的其他要素。

3.4 危险源识别

对于危险源的有效识别，是驱动 FRM 的基础。虽然对生物数据采集和分析或法律法规提供了开展疲劳管理的基础依据，但由于导致疲劳的因素以及民航运行的复杂性，运营人还需要从其他数据中获取更多的信息，以充分识别风险源。从对危险源识别的方式上，可分为预测式、主动式和被动式三种方式:

（a）预测式。基于已知影响睡眠和疲劳的因素，预先审查排班计划中可能存在的风险;

（b）主动式。通过采集、分析和评估当前运行中的实际疲劳水平来确定疲劳危险。

（c）被动式。通过对安全报告和对不安全事件的调查来确定疲劳风险。

附件 4-1 中提供了可能的数据采集途径，运营人应当根据其运行特点，选择需要的数据源，制定相应的数据采集计划，保证有效识别风险源。

3.5 风险评估

运营人应当制定并实施风险评估程序和标准，以确定与疲劳有关事件的概率和潜在严重性，并确定相关风险何时需

要加以缓解以及风险缓解措施。风险评估程序应当结合以下因素对识别的风险进行审核:

（a）操作过程;

（b）风险概率;

（c）可能产生的后果;

（d）现有的安全屏障和控制措施的有效性。

3.5 制定缓解措施

在制定风险缓解控制措施时，运营人需要综合考虑相应的程序和政策是否被有效执行，必要的环节包括:

（a）包含 FSAG 以及疲劳管理相关方的专项会议;

（b）确定需要参与缓解措施的部门及相应的责任;

（c）使用具备预测疲劳程度的排班系统或合适的生物数学模型进行初步的验证;

（d）对于缓解措施有效性的风险评估，以确定缓解后的安全水平;

（e）对于制定缓解措施过程的记录。

3.6 设定疲劳风险安全绩效指标（SPIs)

疲劳风险安全绩效指标是运营人监控 FRM 过程以及判断 FRMS 是否有效的关键数据，也是局方监管的依据之一，其核心应当反映:

（a）运营人运行的变化和需要监控的环节及过程;

（b）验证疲劳风险控制和缓解措施有效性所需的反馈。

其基本要求是:

（c）与造成疲劳风险的因素和缓解措施的有效性相关;

（d）可以被实现;

（e）可以被量化;

（f）合理的时间区间;

（g）可用来量化评估的标准。

要强调的是，指标的建立不是一蹴而就的，需要一定时期对数据的积累和总结，以及根据疲劳管理的实际结果进行调整和细化。附件 4-2 提供了一些设计疲劳风险绩效的参考，合格证持有人可根据运行情况和管理需要，逐步建立满足疲劳管理目标的绩效指标。

3.7 依照缓解措施设计相关运行和管理程序

合格证持有人应设计有效的管理机制，以保证风险缓解措施能被程序化和政策化，并被有效落实，包括:

（a）制定程序的具体部门和职责;

（b）对于相应操作程序的验证和评估;

（c）操作程序的发布;

（d）培训要求;

（e）对程序意见的反馈渠道;

（f）保证落实程序要求的控制措施等。

3.8 持续监测缓解措施的有效性

合格证持有人应依照预先设定的疲劳风险安全绩效指

标，保持对 FRM 过程有效性的监控，并根据风险控制的结果，及时重新启动对风险的 FRM 过程。

4 安全保证

运营人需要对 FRMS 的有效性进行持续的监控，从而及时发现新的风险和管理缺陷，以保证对系统安全性的持续改进（见图 4-3）。因此，合格证持有人可参考本附录 3.6，建立一系列针对 FRMS 的疲劳安全绩效指标。这些绩效指标既应有对安全和疲劳管理目标的量化，还应有对各个管理环节有效性的描述。

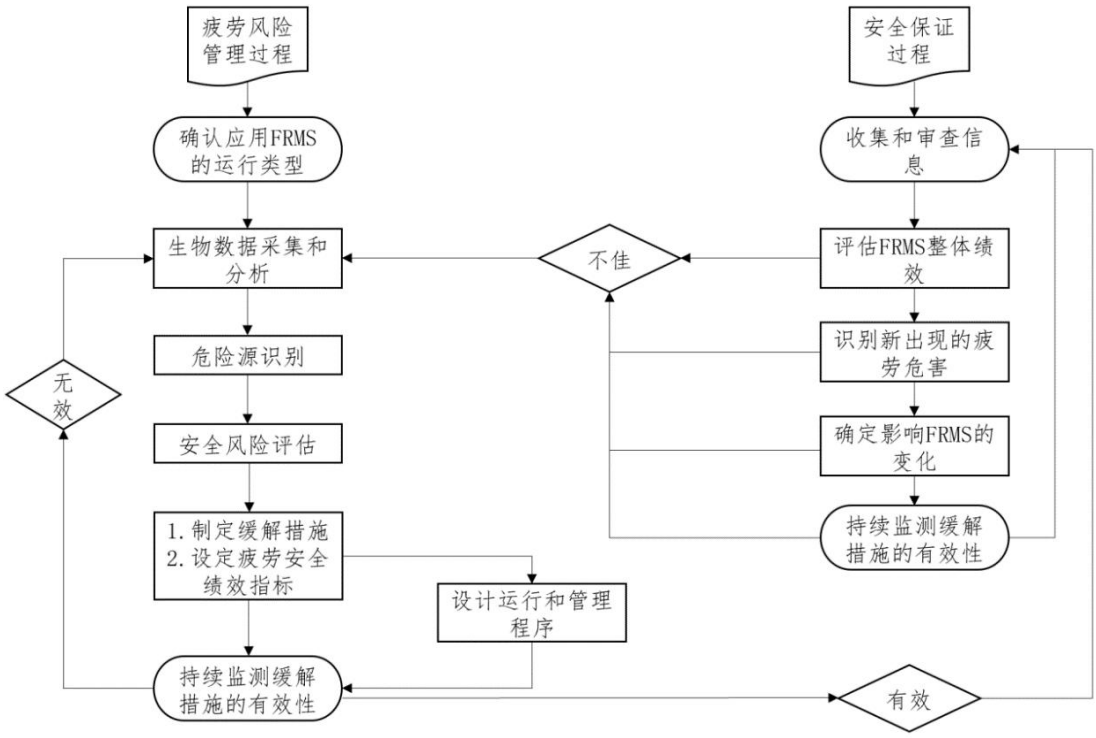


图 4.3 疲劳风险管理和安全保证过程

5 安全促进

FRMS 需要运营人建立有效的培训机制和交流途径，为风险管理和安全保证提供基础。为此，运营人需要建立完善的培训方案，以保证与 FRMS 相关的所有部门及一线工作人员了解与疲劳风险管理相关的基本知识。同时，建立无惩罚的自愿报告制度，以及信息通报和定期的调查计划，确保信息的畅通。

附件 4-1：可供参考的疲劳风险数据采集方案

附件 4-2：可供参考的绩效指标设计方案

征求意见稿

附件 4-1：可供参考的疲劳风险数据采集方案

序号	危险源识别方式	数据收集类型	收集内容	收集方法
1	被动式	评估数据	航线和定期评估数据	定期的内部运行评估
		事件报告	事件过程及与疲劳相关信息	强制报告、调查程序
		疲劳管理情况分析报告	疲劳管理过程中出现的问题，疲劳缓解措施效果分析	定期的疲劳风险分析等
2	主动式	机组的疲劳风险报告	疲劳信息（日常报告）	疲劳报告表
			自愿报告系统	自愿报告系统
		排班执行情况分析	计划的值勤与真正实施的值勤差异分析、原因分析	排班系统变更，备份变动等信息
		飞行人员疲劳调查	睡眠自评、睡眠困难、睡眠障碍评估	睡眠评估量表、失眠量表 Epworth 嗜睡量表、阿森斯（Athens）等
			警觉、疲劳自评	KSS、SP、MFI-16 等
			警觉度行为绩效客观评估	PVT
			视觉闪光融合辨别力	CFF
			工作负荷及其影响因素	问卷、NASA-TLX 及便携式眼动仪等
			飞行运行表现	QAR 等（基于 QAR 的飞行品质分析）
			健康状况追踪	问卷、体检报告、请病假等
		睡眠信息监测	睡眠-休息信息、值勤各阶段时间起始点信息、模拟机、复训、行政会议等	睡眠日志
				可穿戴设备（体动手环等）
		疲劳最新研究成果	疲劳相关理论、评估技术及缓解技术	局方研究报告、文献研究、实验室研究等
		事件库更新及分析	疲劳事件库分析与总结	不安全事件数据库
3	预测式	行业运行	同类航线/机队/运行环境疲	行业交流、分析报告

		经验	劳致因分析及措施分析	
		基于航空人员疲劳模型进行科学排班	航空人员疲劳形成机制、个体差异分析	问卷调查、文献研究、实验室研究等
		生物数学模型	排班信息	排班系统、生物数据采集等
			睡眠信息	
			运行经验	
			运行环境特征	
			个体差异等	

征求意见稿

附件 4-2：可供参考的绩效指标设计方案

资源配备	排班与值勤	来自报告的风险	FRMS 运行绩效
1. 航线布局； 2. 可用飞机数量； 3. 实际可用机组数量（按机型、航线类型、特殊资格等）； 4. 飞机日利用率、月飞行时间； 5. 机组成员配对数与飞机数量、日利用率、机队月飞行时间等方面的匹配度（如各机型人机比等）； 6. 飞机数量与航线计划匹配度； 7. 可用机组数与航线计划匹配度； 8. 对资源配备情况进行评价的周期等。	1. 开始或结束于昼夜节律低窗口(WOCL)的航班比例； 2. 连续早/晚班的数目； 3. 单位时间内（周、月、季等），机组人员跨时区飞行的次数； 4. 发生延长值勤期的航班数量、在该航班计划数量中的占比等； 5. 发生超出飞行时间的航班数量、在该航班计划数量中的占比等； 6. 每月使用备份机组的航班数量、占比等； 7. 每月航班临时调整机组（非备份组）的航班数量、占比等； 8. 预先通知机组成员航班任务的平均时间； 9. 获得在正常生理节律下连续两整晚的休息的机组成员数量、占比等。	1. 全体机组成员提交疲劳报告的比率； 2. 特定航班机组成员提交疲劳报告的比率； 3. 执行航班任务前机组提交疲劳报告的比率； 4. 特定航班工作期间提交疲劳报告的比率； 5. 执行航班任务环（串）后，机组提交疲劳报告的比率； 6. 机组报告疲劳程度不适合工作的比率（整体情况，特定航班，特定任务环等）， 7. 与疲劳相关的不安全事件发生率等。	1. 定期的数据采集和科学分析完成率； 2. 各类疲劳风险评估的次数、完成率等； 3. 定期对缓解措施及相应控制程序的有效性进行评估的次数、完成率； 5. 开展对不安全事件疲劳因素调查的次数； 6. 疲劳培训的特定岗位覆盖员工的数量、完成率等； 7. 参与或组织疲劳风险专项研究会议的次数； 8. 对 FRMS 政策文件更新的次数，以及运营人相应推广工作完成情况等。

征求意见稿