



DEKRA德凯白皮书

基于脑科学的危害： 风险及解决方案

序言

人员失误一直以来是安全管理的重中之重，为了防止人员失误的发生，企业管理者设置了重重措施，这些措施从制度到技术，从仪表报警到自控系统，从人脸识别到定点巡查，从培训教育到文化提升。但是从经验上看，在投入大量的管理成本后，人员失误事故依旧在发生，也因此安全管理人员始终都信奉“人是最不可靠的”。

但另一方面，人在日常的生产过程中具有不可替代性，从飞机驾驶到关键岗位的操作，从综合调度到应急判断，我们依旧依赖人执行着最重要的生产工作。即使我们采用了大量自动化的设施，其关键步骤及应急控制不可避免地依赖操作人员，因此，如何更好地解决人员失误的问题，我们不妨回到其最根本的问题：人为什么会犯错？

近二十多年的脑科学发展为我们提供了理论和依据，脑科学家们告诉我们：很多时候，人员失误并不是有意为之，即我们常说的不称职或者不负责任，而是人本身就是不稳定的存在。人脑，这一人体上的最精密机构有其固有的运作模式，这些模式是进化的馈赠，多数时候帮助人类进行更高效的运作，但也可能在特定的时刻让人脑无法输出最理性正确的结果。了解人脑这种运作模式，也就了解了其潜在的失效可能，从而避免人员失误，提升人员的可靠性。

DEKRA德凯从这些年对脑科学的研究成果中总结了7种人脑固有的失效模式，并研发了提升工具。从个体、程序和组织三个方面，致力于在人员意识、关键操作和组织行为中避免人脑进入易犯错模式运行。**DEKRA德凯**希望在人员可靠性管理上，不仅仅能够提供被动的人员出错后的应对措施，而且也能够提供基于科学理论支持下的基于人脑可靠性预防措施。



**DEKRA德凯东亚及南亚区过程安全
和组织可靠性项目总监 苏德亮**

版权声明

本《基于脑科学的危害：风险及解决方案》（简称为“白皮书”）为**DEKRA德凯**制作，报告中所有的内容（包括但不限于文字、图片、表格等）均受中华人民共和国以及国际领域内（包括但不限于国际公约、国际惯例等）有关商标、版权和著作权（以下简称“法律法规”）的法律保护，部分文字和数据采集于公开信息，其所有权为原著者所有。未经**DEKRA德凯**书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制或传递。

DEKRA德凯享有不定期更新本白皮书的权利，本白皮书不构成任何明示或暗示的担保。

任何未经授权使用本白皮书的相关行为都将违反法律法规的规定。**DEKRA德凯**对于前述行为享有追究或采取法律措施的权利。



在了解了人员暴露于危害中会造成风险后，DEKRA 德凯让所有的员工都成为了“危害识别者”。一线的员工及领导者接受培训后，可以观察并识别在工作环境中可能造成人员伤害、事故的危害、技术缺陷及风险行为。危害识别的目的是以正确的控制层级管控危害，最有效的控制方式是消除危害或是对有害的材料及工艺进行替代。通过有效的危害识别及控制措施，DEKRA德凯已经在人员安全及过程安全方面取得了很大的进展。但是，如果潜在的危害及相关的安全及业务风险存在于人们的大脑中，我们该怎么办？如果由于工作环境、技术水平、操作程序、工作计划或工作文化等关键组织因素与人脑工作方式不一致而导致基于脑科学的危害恶化，我们又应当如何处理？

本白皮书概述了最近神经科学研究应用于现代工作场所而发现的一些以基于脑科学的危害。具体来说，我们将详细探讨神经科学的三个关键经验教训，以便领导者能够对潜伏在每个工作场所的风险类型有所警觉。其次，本白皮书介绍了降低危害的方法，能够让领导者降低这些新危害所带来的风险暴露。领导者最需要了解的是，如果对基于大脑活动的危害置之不理，这些危害可能会产生与剧毒化学品失控同样严重的后果。事实上，在一些最严重的事故中往往涉及基于脑科学的危害，通常被识别为“人的失误”。

快脑主导行为

近年来神经系统学家已经证实，人脑中的不同系统会相互竞争，以控制行为的唯一输出渠道。其中最重要的是快脑与慢脑的“双重处理”系统。快脑主要位于大脑的边缘系统或被称为爬虫脑的部分，能够产生自主的、前意识的、条件反射的、习惯性的以及情绪化的行为。慢脑主要位于大脑的前额叶皮层（大脑的“执行”中枢），通过有意识地认知过程，产生分析性的、理性的、反思的以及经思考的行动。大脑的这个有意识的部分是人类应对冲动情绪反应的自我保护系统 - 过度的反应可能使人陷入风险之中，并伤害到自己或他人。而且，慢脑的问题识别、分析及解决问题的能力通常是应对工作环境或工作过程中所有外部危害和风险暴露的一条关键防线。

然而，神经系统学家告诉我们：慢脑在大多数时候并不起主导作用。我们的行主要是由快脑所指挥，因此在本质上，我们的行为通常是前意识的、习惯性的和/或反应性的。

快脑是主要控制者的原因是因为它速度更快、并更节约能量。人脑的重量虽然只占人体总重量的2%，但其能量消耗要大于其他人体器官（能量消耗占比超20%）。人类的大脑已经进化成为尽可能多地依赖它的快速处理器，甚至不需要我们有意识地去选择使用快脑还是慢脑，大脑可以“实时连通”神经回路以协助自主的、反射性的行为。^[1] 以驾驶车辆为例，大多数超过25岁的成年人已经有了很长的驾龄，他们能够“不加思考”地进行驾驶，他们能不自觉地完成开车过程中的所有步骤。而在工作现场，执行“不加思考”的例行及重复的工作时，会产生风险，因为在这类执行中快脑在做决定，而分析性的、反思的慢脑未被启动。然而，在快脑指挥下进行工作会产生基于大脑活动的危害，包括在例行工作中不能每次都有意识

地完成程序的每个步骤，或是没有再次检查我们的行为。在慢脑中的有意识的认知必须被激活，从而使大脑中的自我分析部分能够进行工作的自我检查。

快脑用“素描”模式观察

视觉信息占人类大脑接收总信息的90%，大脑边缘系统速度快的一个原因是它处理视觉信息的方式。大脑皮层下视觉系统评估外部环境并开始引导习惯性的行为反应仅仅需要4/10秒。尤其位于丘脑的皮层下系统（快脑的一部分）能快速处理颜色、形状和运动信息，并生成一个视觉对象的“草图”，类似于漫画家画肖像图。如果连接快脑和慢脑的前扣带皮层ACC认为“草图”和它基于经验对外部环境的期望之间的没有任何差异，那么不需要大脑中的思考或认知部分参与就可以采取行动。

在当今复杂的工作环境中，笼统的观察是不能找到关键的情境线索，比如不正常的弱信号。如果没有看到并调查微弱的信号，就不会有预防性行为。这就是为什么情境性盲视是由快脑扫描和素描模式导致的，包括未能发现工作环境和/或工作任务周围技术条件的关键变化，这是基于脑科学的最严重的危害之一。慢脑中有意识的认知必须被激活，才使我们能够全面地观察并准确分析和理解外部环境。不幸的是，仅仅激活我们的认知能力就需要半秒钟，到那时，由快脑指挥的习惯性或冲动行为已经先行。慢脑的激活必须先于关键任务的执行，才能确保主动的情境感知和可靠的任务执行。

疲劳影响大脑功能

最近来自功能性核磁共振成像（fMRIs）的结果已证明认知疲劳（神经生理疲劳）会损害大脑的功能。此类型的疲劳完全是由于在过去24小时内（急性疲劳）或过去7天内（累积疲劳）Delta波睡眠（深度睡眠）不

^[1] Eagleman, David. 隐藏的自我：大脑的秘密生活。纽约，万神殿出版社，2011.

足所造成的。24小时内缺乏深度睡眠已被证明会对认知能力造成明显的损害。功能性磁共振成像研究直观地表明，睡眠不足会显著降低以下几种慢脑功能：

- 对细节的注意
- 冲动及风险抑制
- 记忆重现的准确性
- 问题分析
- 概念化思考
- 事前计划
- 决策制定

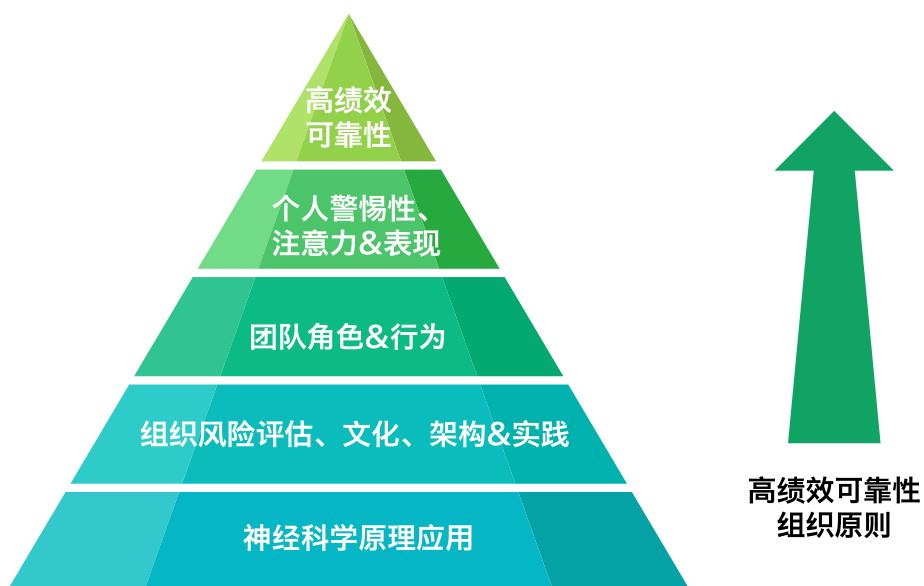
此外，当一个人处于睡眠不足和相关的认知疲劳状态时，反应时间会变慢，易怒情绪会加剧，判断力也会受损。

从安全和可靠性的角度来看，当一名或多名员工处于中度至重度认知疲劳（急性或累积）时，会产生许多风险。

首先，员工不能有效地进行“事前思考”，或在问题出现时不能提出概念化的解决方案。慢脑的思考、推理和解决问题能力在缺乏睡眠的情况下无法有效发挥作用（或根本无法发挥作用），而这些正是人在工作中抵御伤害的最佳屏障。此外，当人处于认知疲劳状态时，会失去自我意识能力，导致无法评估自身实际上会受到多大的危害。没有慢脑的运行，有意识地自我反省和自我监控就不会发生。因睡眠不足产生缺乏自我意识，如果此人承担的风险增加，就会造成非常危险的状况。鉴于全球39%至67%的劳动者每天都感到疲劳，认知疲劳已被视为现代职场中基于脑科学的头号危害。事实上，美国国家运输安全委员会已将“缓解人体疲劳”列为主需要解决的问题，以确保道路和交通安全。此外，美国核管理委员会将工作场所疲劳列为是一种需要进行管理的危害^[2]，以使“员工能够安全地履行工作并胜任他们的职责”。

图1

基于脑科学的可靠性™系统



^[2] U.S. 美国核管理委员会，管理指南5.73:核电厂人员疲劳管理，2009

DEKRA德凯能够做什么？

神经科学为我们提供了基于人脑工作原理的潜在危险的新知识和理解。但是，领导者应该如何利用这一新科学呢？从工作场所危害控制措施层级来看，公司不能完全消除基于脑科学的危害，因为这将需要替代所有人工工作。即使是替代，通常也不是可行的方法，特别是在工艺工程工业或劳动密集型工业中，自动化不能完全取代人。因此，在必须由人执行的关键安全工作任务中，公司必须执行新的系统安全保护层，这些安全保护层旨在将基于脑科学的可靠性（BCR™）系统实践和行为引入工作场所。领导者必须重新思考和设计工作场所，建立契合大脑运行特点的组织和团队架构、系统、工作方法和程序（见图1），有效激发员工有意识的认知能力，鼓励员工参与，并且必须在公司的组织层面、团队及个人层面得到支持。为此，从组织文化及领导信息传递、员工培训，到工作时间表制定、操作程序到人机交互界面，甚至事故调查，都需要调整到与新的脑科学研究结果保持一致。

为了阐明与脑科学保持一致的组织元素，应考虑每个工作场所都有的两个重要的方面：组织文化及标准操作程序（SOP）。

文化

现在我们已经认识到领导者的信传递和榜样作用会塑造组织文化并影响相关成员的行为。当领导者向员工传递的信息让员工感到事情很紧迫，领导者可能没有意识到时间压力实际上减少了慢脑的参与。大脑皮层的前扣带皮层将紧急信息作为一种压力源，并促使快脑尽可能快地完成任务。但是完成任务与无错误地完成任务的意义是不同的。为了达成高绩效可靠性，要求领导者传递不同的文化信息。具体来说，人类的大脑需要被“首次准确性”的信息启动，比如：你总是有时间把工作做对，并且，慢慢来，这样你第一次就能把任务做对。这种以可靠性为中心的信息传递会給大脑一种信号，让它“思考”工作任务，专注于行动执行的正确性，而不是行动的速度。

表1

容易导致出错的SOP举例

编写人：	87F-103加热炉	文件编号：105.483
文件保管人：CX-4 流程专员		版本号：3
批准人：区域团队		操作指南
批准日期：10-14-2013		生效日期：10-14-2013

步骤1.0	描述
注意：如果在重燃加热炉的过程中，在任何时候如出现导致严重延迟的问题，请通知PDU，可能需要进行一次汽油清洗。	
1.1	确认加热炉已经关闭且指示灯已灭。
1.2	将单位负荷立刻降低到的最小。 a. 增加外部循环以减少新风输入。 b. 阻塞住汽油，馏分油产品。
1.3	继续进行加热炉再燃过程。

标准操作程序 (SOP)

关于标准操作程序，领导者们会询问其指定的SOP是否契合大脑运行特点呢？他们在制定SOP时是否考虑了SOP的内容能否被大脑容易并清晰地理解？员工在使用SOP时是否需要再次解读？如果需要解读，不正确的行为概率将会大幅上升。表1引用了美国一家炼油企业的标准操作程序中的一部分。这个标准操作程序包含了一个高危作业，但是它在很多方面描述的非常不明确。比如，

1. 在重要的“注意”部分中，“严重延迟”的标准是什么？是指10分钟还是60分钟？
2. 在步骤1.1中，员工如何验证“加热炉已经关闭且指示灯已灭”？
3. 在步骤1.2中，需要将单位负荷“立刻”降低到的“最小”，“最小”又是多少？
4. 在步骤1.3中，如何将加热炉安全地重新点燃

这种类型的标准操作程序需要依赖于员工的记忆才能可靠地执行，但事实上员工的记忆本身就是基于大脑活动的一个危害，此危害叫做记忆偏差。如果需要零错误地执行关键安全工作，必须给员工提供契合他们大脑运行特点的标准操作程序。程序的每一个步骤都必须清晰地描述“如何”完成规定的动作。SOP页面必须留有足够的空白，还应有其他与大脑运行特点一致的做法。上述原则和其他的与大脑运行协调一致的标准操作程序设计原则一样，都能够帮助我们避免在工作中犯错，提高员工表现的可靠性，减少任务出错的可能性。

走向成功

根据最近的神经科学研究结果显示，企业不能继续像以往一样对基于脑科学的危害不进行识别或置之不理。相反，必须建立新的与大脑运行特点相适应的运营/安全防线，以减少在工作场所中的关键风险暴露。基于脑科学的可靠性（BCR™）系统提倡结合使用神经系统科学及高可靠性组织（HRO）原理，提高员工在工作中的可靠性。但是，企业该如何开始？为了用最有效的手段达到可持续的结果，需要一个公司层面的可靠性路线图。它能够将基于大脑活动的危害、公司运营及安全体系中的相关缺陷进行记录和分析，对风险及可靠性进行管理。这些基于数据的符合大脑运行特点的解决方案服务于公司的组织、团队及个人层面，能够帮助企业的领导实现深入且长久的员工绩效可靠性。

DEKRA德凯集团致力于安全逾90年。1925年在德国柏林成立机动车监督协会，现如今已是世界知名第三方专业检测认证机构。2018年，DEKRA德凯集团营业额总额超过33亿欧元。业务遍布世界6大洲约60个国家，逾46,000名员工致力于为路途中、工作中以及家居中的安全提供独立的专家服务。这些服务包含：车辆检测、理赔与专家评估、产品测试、工业检验、咨询、审核、培训、临时雇佣。2025年DEKRA将迎来100周年诞辰，其宏愿是“DEKRA德凯将成为安全世界里的全球合作伙伴。”

DEKRA德凯东亚及南亚区
服务热线：400 688 1925

邮箱：info@dekra.com.cn
网址：www.dekra.com.cn

