

电气安全和挂牌上锁

鲍国祥

施贵宝制药有限公司

高危工作示例



WORKING AT
HEIGHTS



今天的演讲内容



电气安全现状

- 据统计，2011年至2016年，我国共发生电气火灾52.4万起，造成3261人死亡、2063人受伤，直接经济损失92亿余元，均占全国火灾总量及伤亡损失的30%以上；其中重特大电气火灾17起，占重特大火灾总数的70%。（国务院安全生产委员会关于开展电气火灾综合治理工作的通知）
- 根据有关部门统计，在全国工矿企事业单位因公死亡人数中，触电死亡占6-8%左右，居第5-6位。
- 根据近年来我国的统计数字，高、低压电力系统中的触电死亡人数，低压占80%以上，而企业中又以低压系统和低压设备所占比重最大，因此用电安全更有其重要性。
- 技术先进的国家每发20亿度电才触电死亡1人，而我国每发1亿度电触电死亡就超过1人。

为什么关注电气安全和挂牌上锁？

- 高危工作或SIF(可导致严重伤害或死亡)程序；
- 高危工作 - 危害容易控制；
- 是工作场所造成严重伤害或死亡的主要原因；
- 适用于几乎所有工作场所；
- 适用于全体人员，包括自己的员工，承包商，和临时工；
- 各国法规监管重点；
- PSCI重要关注点之一；
- 通过危害识别，易于整改到位；

PSCI自我评估问卷 – Q55, Q56

55	<p>Does the facility have a safe work permit system for the following? 该工厂是否备有一套针对以下工作的安全作业许可制度?</p>	<p>Hot Work 动火作业 Yes 是 No 否 NA不适用 Confined Space Work 受限空间作业 Yes 是 No 否 NA不适用 Energy Isolation or Lock Out/Tag Out 能源隔离或锁闭/标识: Yes 是 No 否 NA 不适用 Line Breaking 开管作业: Yes 是 No 否 NA 不适用 Work at Height 登高作业: Yes 是 No 否 NA 不适用 Other 其它: Yes 是 No 否 NA 不适用 Please describe 请说明:</p>	<p>Yes No Comments</p>
56	<p>Has the facility developed and implemented an Electrical Safety Program that includes: 该工厂是否制定并实施了电气安全计划, 包括:</p>	<p>Installation of lockable disconnects interlocks, and emergency stop devices? 安装了可锁定的断路器联锁以及紧急停机装置? Yes 是 No 否 Labeling of switches, outlets, breakers, panels, and disconnects? 标记了开关、插座、断路器、面板和断连器? Yes 是 No 否 Designating keep clear areas around electrical equipment for safe work practices? 在电气设备周围为安全工作方式划定了隔离区域? Yes 是 No 否 Electrical cabinets are locked? 电气柜保持锁闭? Yes 是 No 否 Arc Flash Analysis? 弧闪分析? Yes 是 No 否</p>	<p>Yes No Comments</p>

PSCI自我评估问卷 – Q79

<p>79</p>	<p>Does the facility perform risk assessment related to the explosion of flammable liquids, vapors, powders, and gases in processing operations (including storage, transfer and charging)? 该工厂是否对在工艺生产中（包括储存，转运和投料）涉及的易燃液体，蒸汽，粉尘和气体引起的爆炸进行风险评估？</p> <p>Does it include the following steps? 是否包含以下步骤？</p>	<p>Yes 是 No 否 NA 不适用</p> <p>Hazardous area classification (zones according EU-ATEX and Classes according to US-NFPA) including documentation (drawing) and is the equipment appropriate for respective zoning? 危险区域划分（根据欧盟EU-ATEX分区和/或美国US-NFPA分级），包括文件记录（图纸），并且设备等级对应相应的分区？ Yes 是 No 否</p> <p>Installation of special electrical equipment for flammable vapors, gases, combustible dusts, and wet areas? 安装了适用于易燃（溶剂）蒸汽、气体、易燃粉料和潮湿环境的电气设备？ Yes 是 No 否</p> <p>Periodic testing of grounding and bonding circuits, lightning arresters, and electrical distribution equipment? 定期测试接地和跨接电路、避雷器以及配电设备？ Yes 是 No 否</p> <p>Grounding/bonding systems 接地/跨接系统 Yes 是 No 否</p> <p>Anti-static treated working surfaces 抗静电处理过的操作界面 Yes 是 No 否</p>	<p>Yes No Comments</p>
-----------	--	---	----------------------------

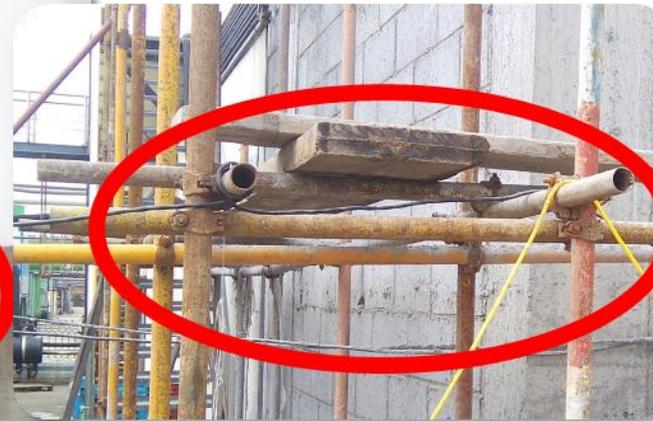
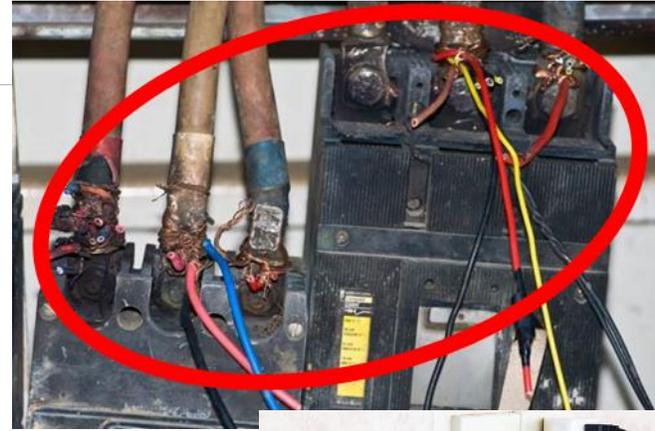
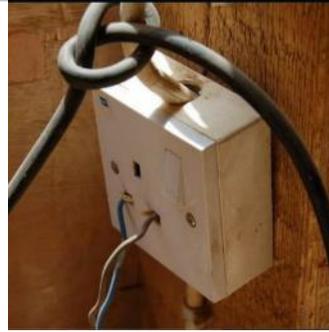
电气安全 – 常见发现项

- 对电气安全危害没有有效识别；
- 不符合当地电气安全法规，标准；
- 没有电气安全程序，或书面程序和执行脱节；
- 挂牌上锁没有有效执行；
- 员工没有电气安全方面的培训；
- 程序没有普及到承包商和临时工；
- 变电房，高压区域人员可以随便出入；
- 没有弧闪分析；
- 电气变更没有纳入到工厂变更管理体系；
- 无紧急停车按钮，或不易发觉，或无法方便触及；

电气安全 – 常见发现项 继续..

■ 常见现场发现项;

- 电气设备没有标识;
- 电线破损, 接地腐蚀失效;
- 接地电阻大于标准上限;
- 没有接地电阻定期维护保养计划, 或计划流于形式;
- 防爆电气选型不当, 没有定期维保;
- 非电工执行电气作业;
- 电气箱柜没有上锁;
- 没有合适的 PPE / 使用损坏或过期的 PPE;
- 电工作业时不遵守挂牌上锁的程序要求;
- 大量使用临时接线;



案例1：无接地导致触电事故



- 事故基本情况
 - 2018年6月29日7时30分许，天津市宝坻区御景家园二期项目。打桩作业工程队的四名施工人员在采用钢筋笼进行总配电箱防护作业过程中发生触电，造成3名施工人员死亡、1人受伤，直接经济损失（不含事故罚款）约为355万元。
- 直接原因
 - 在进行配电箱防护作业过程中，四名工人搬运的钢筋笼碰撞到无保护接零、重复接地及漏电保护器的配电箱导致钢筋笼带电。
- 事故处理
 - 司法机关处理的4名责任人，处理6名政府工作人员。

案例2：未接地导致触电事故

- 事故基本情况
 - 昆山某机械加工企业一员工在操作机械设备时，不慎触碰到机械设备外的金属栏，导致触电身亡。
- 直接原因
 - 设备电源线未接地、电源线绝缘层破损漏电导致触电事故。



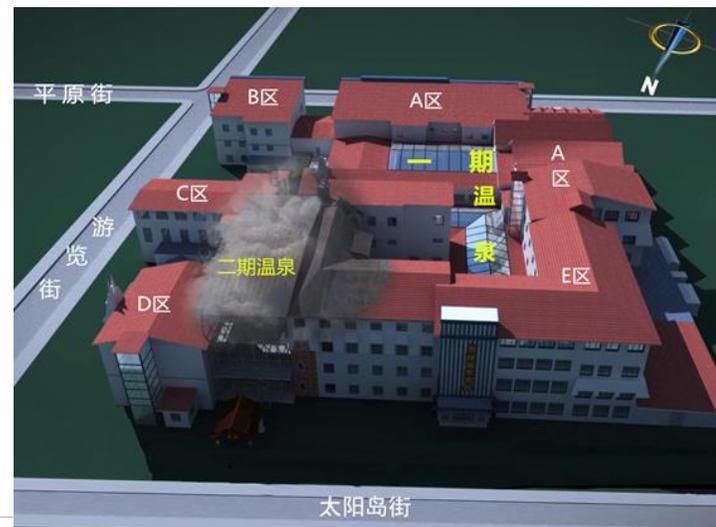
案例3：短路引发火灾，致20人死亡

■ 事故情况：

- 2018年8月25日4时12分，位于哈尔滨市松北区的哈尔滨北龙汤泉休闲酒店有限公司发生重大火灾事故，造成20人死亡、23人受伤。

■ 直接原因：

- 二期温泉区二层平台靠近西墙北侧顶棚悬挂的风机盘管机组电气线路短路，形成高温电弧，引燃周围塑料绿植装饰材料并蔓延成灾。



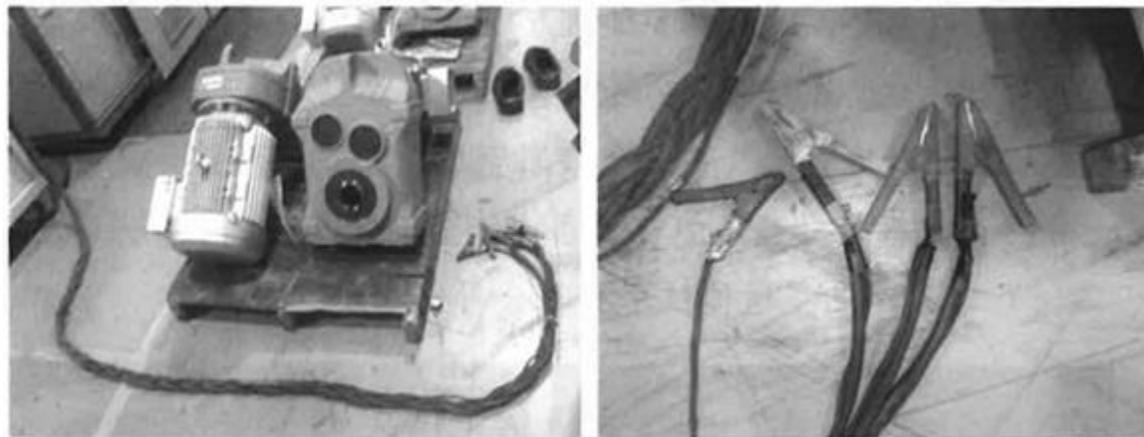
案例 4 天津三星通信技术有限公司一人死亡事故

- 2014年5月27日11点25分左右，天津三星通信技术有限公司制造部焊接车间维修班员工在进行5S整理作业中，发生一起触电事故，造成一人死亡。
- 事故直接原因：发生事故的58号升降工作台由公司制造部革新科提出设计要求，委托外承包商制造，没有采取接地保护措施，未加装单独漏电保护装置，而是与整条生产线共用一个漏电保护器。事故发生前，由于漏电保护器经常动作，公司拆除了生产线的漏电保护器。事故发生时，58号升降工作台滑触片因受外力变形，触及微动开关电源线，造成电源线破损，致使工作台金属构架带电。设备维修工杨某在未断电的情况下对工作台电线进行整理时，身体触及带电工作台触电死亡。



案例 5: SEW-传动设备(天津) 一人死亡事故

- 2014 年7 月21 日18 点10 分左右， SEW-传动设备(天津) 有限公司生产车间装配处检验区员工在进行设备检验过程中，发生一起触电事故，造成一人死亡。
- 事故直接原因：
 - 该公司检验员陈某在减速电机综合测试台对电机产品带电检验过程中，摘除电源线鱼尾夹。由于测试台电源线和鱼尾夹连接处破损裸露，陈某双手接触到两条电源线相线(火线)鱼尾夹的带电金属部分触电形成回路，致使其触电死亡。



案例6：严重违章验电 短路灼伤二人

■ 事故基本情况

- 某年5月28日中午，某厂运行监护人高某、操作人贾某准备测量380V电动机绝缘电阻，测量前需先验电，监护人高某在电源开关柜用验电笔验电时，验电笔不亮（设备确已停电）。
- 二人怀疑验电笔有问题，为了确认验电笔好坏，二人到另一带电的开关柜进行验证。操作人贾某站在侧面用手电筒照亮，监护人高某验电，当验电笔伸向开关柜内时，验电笔金属部分与柜体接触，对地短路放电，弧光灼伤二人。

■ 直接原因

- 验电方式不当，验电笔金属部分与柜体接触。



案例 7 检查带电开关柜 死亡事故

- 2017年4月19日11时左右，大港油田集团有限责任公司新世纪110kV变电站，发生一起一般触电事故，造成一人死亡。4月19日，油田电力公司所属检修分公司负责对新世纪110kV变电站的1#站用变、3013开关和3015开关进行检修。按照当天检修计划，检修人员完成1#站用变和3013开关检修任务后，开始进行3015开关检修。10时44分，检修人员完成3015开关的检修工作，办理完工作终结手续后，离开检修现场。10时54分，值班员张某华接到电力调度命令，进行“新中联线3015开关由检修转运行”操作。10时56分，张某华与张某邦在高压室完成新中联线3015-1刀闸和3015-2刀闸的合闸操作，两人回到主控室后，发现后台计算机监控系统显示3015-2刀闸仍为分闸状态，初步判断为3015-2刀闸没有完全处于合闸状态。两人再次来到3015开关柜前，用力将3015-2刀闸手柄向上推动。
- 10时59分，张某华左手向左搬动开关柜柜门闭锁手柄，右手用力将开关柜门打开，观察柜内设备。11时03分，张某华身体探入已带电的3015开关柜内进行观察，柜内6kV带电体对身体放电，引发弧光短路，造成全身瞬间起火燃烧，当场死亡。



触电事故动图 - 生产类



触电事故动图 - 高压触电类

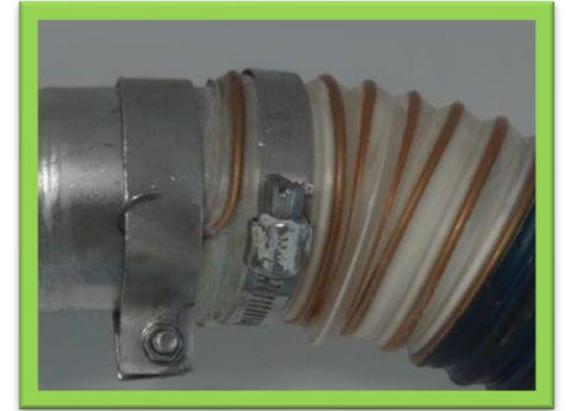
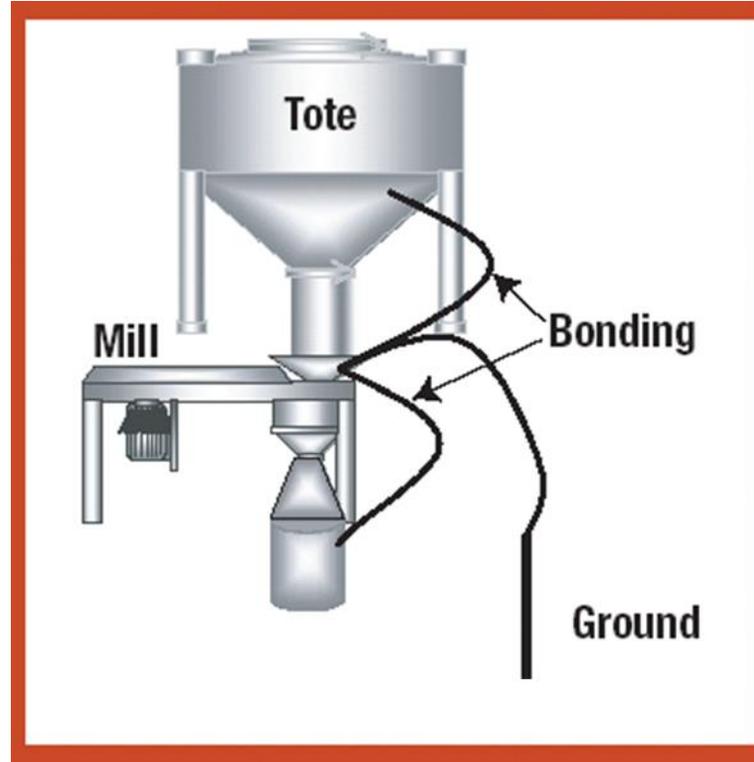


电气安全管理要求-基本要求

- 电气工作人员的资质，培训和考核
- 电气作业安全保障措施。一般包括工作申请，工作布置，作业票证（工作票，操作票），工作方案（含风险分析及安全要求），工作许可，工作监护以及工作间断、转移和终结等工作程序
- 变配电系统电气运行及维护管理制度, 变电站（配电室）事故应急预案
- 员工电气安全教育培训档案
- 电气危害标识
- 电气设备的选型和维护保养
- 个人防护用品的选择和定期维护

电气安全管理要求—较高要求

- 临时用电安全
- 设施设备充分接地
- 单独作业时的安全考虑
- 漏电保护器的安装和测试
- 移动式电气设备与手持电动工具
- 锁定挂牌



电气安全管理要求-最佳实践

- 弧闪分析必须有专业公司和人员进行;
- 弧闪分析确定弧闪能量, 危害等级, 可能波及范围和危害边界;
- 根据危害等级, 确定PPE要求;
- 设备及其危害边界必须标识清晰;

Incident Energy From (cal/cm2)	Incident Energy To (cal/cm2)	Hazard Risk Category	Clothing Description	Clothing Layers	Required Minimum Arc Rating of PPE (cal/cm2)	Notes
0.0	1.2	0	Untreated Cotton	1	N/A	
1.2	4.0	1	FR Shirt & Pants	1	4	
4.0	8.0	2	Cotton Underwear + FR Shirt & Pants	1 or 2	8	
8.0	25.0	3	Cotton Underwear + FR Shirt & Pant + FR Coverall	2 or 3	25	
25.0	40.0	4	Cotton Underwear + FR Shirt & Pant + Multi Layer Flash Suit	3 or more	40	



Hazard Risk Category 0



Hazard Risk Category 1



Hazard Risk Category 2



Hazard Risk Category 3



Hazard Risk Category 4



WARNING

Arc Flash and Shock Hazard
Appropriate PPE Required

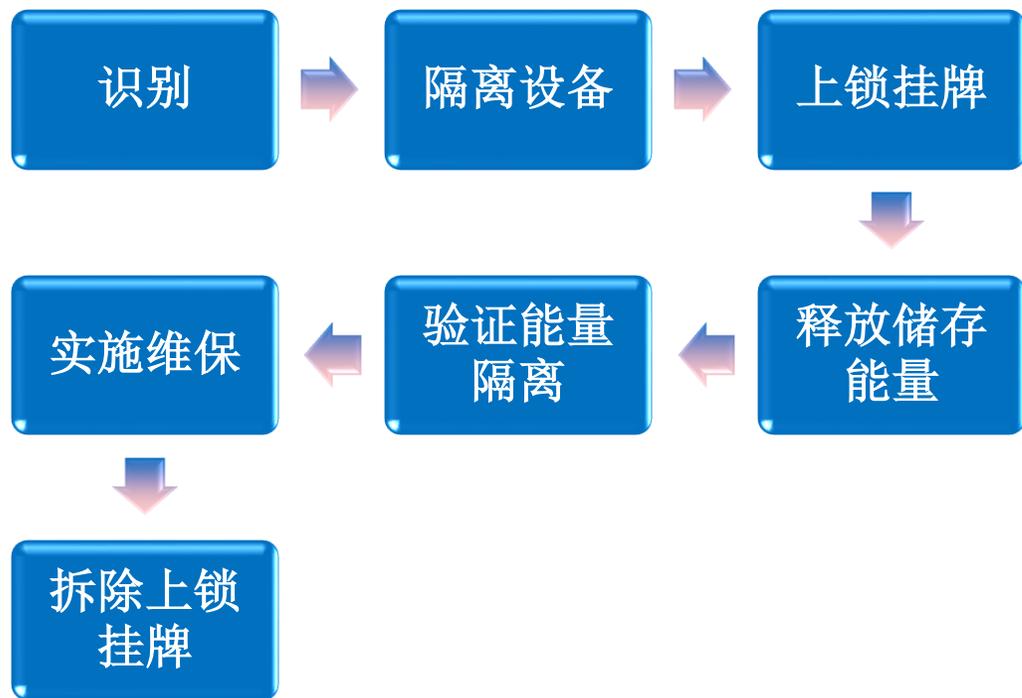
24 inch Flash Hazard Boundary
3 cal/cm² Flash Hazard at 18 inches

480 VAC Shock Hazard when **Cover is removed**
42 inch Limited Approach
12 inch Restricted Approach - **500 V Class 00 Gloves**
1 inch Prohibited Approach - **500 V Class 00 Gloves**
 Date: 6/28/2001

Bldg. ECR #1 **Equipment Name: Slurry Pump Starter**



挂牌上锁的步骤



挂牌上锁的成功案例

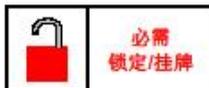
为每一台设备建立书面的LOTO执行示意图



危险能量控制
锁定/挂牌示意图



设备名称:	砵码线内包设备
安装地点: Rm0144/ 砵码线内包	编写日期: 2010.7.20



遵守锁定/挂牌的关闭和启动程序



程序:

- 1) 锁定现场的所有能源, (电源, 压缩空气) 如有残余能量需确认释放后再锁定/挂牌;
- 2) 锁定/挂牌后, 操作机器设备开关, 来检查机器设备是否还可以运行;
- 3) 确认正确锁定后, 锁定/挂牌的信息需交流到本区域的所有人;
- 4) 在工作结束后, 首先解除锁定/挂牌, 再恢复机器或设备, 最后需要通知本区域的所有人;

电气安全管理 – 做什么？

自查要点：

- 电气安全程序是否到位？
- 电气安装是否符合当地法规标准要求？
- 是否定期做了电气安全风险评估？
- 电工是否持证上岗？
- 电工平时工作是否遵守电气安全程序？
- 是否定期检查接地跨接电阻？
- 电气设施设备变更是否走变更程序？
- 电气设备在使用前是否进行必要测试？



Inspection of Insulating Equipment Before Use

Inspect insulating equipment for damage before each use and immediately following any incident. Insulating gloves shall be given an air test, along with the inspection.

1. Hold the Glove with thumbs and fore fingers as illustrated.



2. Twirl the glove around quickly to fill with air.



3. Trap the air by squeezing the gauntlet with one hand. Use the other hand to squeeze the palm, fingers and thumb in looking for weaknesses and defects.



4. Hold the glove to the face to detect air leakage or hold it to the ear and listen for escaping air.



参考资料目录

- 电气安全操作规程 - 电子工业部 电生字8号
- 电气安全管理规程 - 机械工业部 机生字76号
- GB 5226.1-2008 机械电气安全 机械电气设备
- HG/T 30018-2013 化工电气安全操作规程
- JGJ 46-2005 施工现场临时用电安全技术规范
- GB 30871-2014 化学品生产单位特殊作业安全规范
- 国务院安委会办公室关于印发电气火灾综合治理自查检查要点及检查表的通知
- Electrical Safety Rules - NFPA 70E
- OSHA 1910 Subpart S, Electrical, - 1910.303, General requirements, 1910.307, Hazardous (classified) locations, 1910.332, Training, 1910.333, Selection and use of work practices.....
- Electrical safety hazards;
https://www.lanl.gov/safety/electrical/docs/arc_flash_safety.pdf



CONTACT



pscinitiative.org



info@pscinitiative.org



Annabel Buchan:
+55 (11) 94486 6315



[PSCI](#)



[@PSCInitiative](#)

WeChat

[制药供应链组织PSCI](#)

For more information about the PSCI please contact:

PSCI Secretariat

Carnstone Partners Ltd
Durham House
Durham House Street
London
WC2N 6HG

info@pscinitiative.org

+55 (11) 94486 6315

About the Secretariat

Carnstone Partners Ltd is an independent management consultancy, specialising in corporate responsibility and sustainability, with a long track record in running industry groups.

