



# 指导性说明七

## 家禽的电动水浴致晕法

人道屠宰协会出版

酿酒山庄 老校区

英国赫特福德郡AL4 8AN 惠特汉普斯特德

电话: +44 (0) 1582 831919 传真: +44 (0) 1582 831414

电子邮箱: [info@hsa.org.uk](mailto:info@hsa.org.uk) 网址: [www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk)

© HSA 2016

ISBN 978-1-871561-44-9

英格兰慈善组织注册编号: 1159690 慈善公司组织

## 警告：免责声明

本指导性说明仅供全世界需进行动物人道屠宰的人士使用。在阅读本指导性说明中所述工作原理后，读者有责任查阅相关法规，因为本指南无法涵盖所有国家或地区的法律规定。

本指南旨在指导操作者以适当的方式、人道地使用相关设备，来处理、致晕和屠宰动物。为保障待宰动物的福利，本指南需图文并茂，以进行详细的说明。因此，指南中可能含有宰杀过程中已宰杀或致晕的动物描述和图片。本资料仅以客观专业的方式呈现，如因资料内容引起不适，请停止阅读。

在编写和出版本指南时，人道屠宰协会（HSA）可能对其认为人道的宰杀方法表示支持，但不对有关组织或特定产品、设备的质量或品牌提供担保。

人道屠宰协会不对本指导性说明（比如“常用联系方式和出版物”部分）中所提及的外部网站或出版物内容负责，该等外部刊物亦无需反映人道屠宰协会的观点。

牲畜抓取宰杀系统具有潜在危险。建议严格遵守雇主的建议 and 操作规程。如对动物抓取、运输、致晕和宰杀系统的安全操作存在任何疑问，请咨询主管人员和供应商。鉴于该系统的使用超出人道屠宰协会的可控范围，在任何情况下，人道屠宰协会均不对该系统的使用方式或因此而导致的任何损失、损害、损伤或死亡承担任何责任。

人道屠宰协会旨在提供最新的准确信息。如对本指南的内容有任何建议，请通过 [info@hsa.org.uk](mailto:info@hsa.org.uk) 或 [www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk) 网站上提供的联系方式联系人道屠宰协会。

人道屠宰协会（HSA）是全球唯一一家致力于通过教育和科学技术进步，制定全球通用的食用动物运输、销售、屠宰最高福利标准，以达到疾病控制和保护动物福利目的的英国注册慈善组织。



部分国家或地区已制定法律，保护动物在屠宰过程中所享有的福利。比如，欧洲的如下法规：

自2013年1月1日起实施的1099/2009号欧盟理事会条例（EC），为动物屠宰福利提供保护。

该欧盟条例的主要条款规定，**在屠宰或相关操作（比如抓取、入栏、限制、致晕和放血）过程中，应避免动物遭受不必要的疼痛、压力或痛苦。**

在全球范围内，不同国家或地区的法律规定可能有所不同。例如：

- 根据1009/2009号欧盟理事会条例第26条规定，欧盟成员国可实施更加严格的国家标准，因此各成员国的动物屠宰福利保护法规可能在某些方面存在差异。
- 英国的各独立国（即英格兰、北爱尔兰、苏格兰和威尔士）可能根据欧盟条例规定，通过各自的自治政府，实施独立的国家法规。

本指导性说明无法全部列出各国法律规定，故读者应注意其操作所在国或产品出口国的所有法律规定。如有可能，本文件将引用部分欧盟法规，仅供读者参考。

在本文中首次出现的个别术语以**粗体字**显示，定义可参考指南末尾的“术语表”。



<b>简介</b>	<b>1</b>
电动水浴的组件和工作原理	1
<b>宰前抓取和束缚</b>	<b>5</b>
脚铐环境	5
脚铐操作	6
脚铐线	8
减少脚铐线上家禽活动的方法	10
水浴入口处的致晕前电击	14
降低致晕前电击风险的措施	17
<b>电动水浴的操作</b>	<b>25</b>
电源：电压、电流和电阻	25
波形和频率	28
恒定电压与恒定电流	31
电路的维修和电流的优化 （包括湿板全身致晕系统）	34 35
电对动物的影响	45
电麻醉	47
电晕参数	48
电晕致死参数	50
检查电晕参数	52
<b>有效电晕指标</b>	<b>57</b>
<b>放血</b>	<b>65</b>
不可逆的意识丧失和脑死亡时间	65
颈动脉和颈静脉的识别	66
高效的人工割喉	68
自动机械割喉刀和致晕割喉时间	70
脚铐线上的家禽放血监控	71
刀具和自动割喉刀的维修	72
<b>设备的日常维修和监控</b>	<b>72</b>
<b>人道屠宰清单</b>	<b>74</b>
<b>动物福利政策、标准操作规程和应急预案</b>	<b>78</b>
动物福利的风险评估及危害分析和关键环节控制点	78
<b>动物福利培训和资格证书</b>	<b>81</b>
<b>动物福利专员</b>	<b>82</b>
<b>附录一：    电动水浴致晕标准操作规程范例</b>	<b>85</b>
<b>附录二：    弹击式致晕标准操作规程范例</b>	<b>87</b>
<b>术语表</b>	<b>89</b>
<b>参考文献</b>	<b>93</b>
<b>常用联系方式和出版物</b>	<b>98</b>

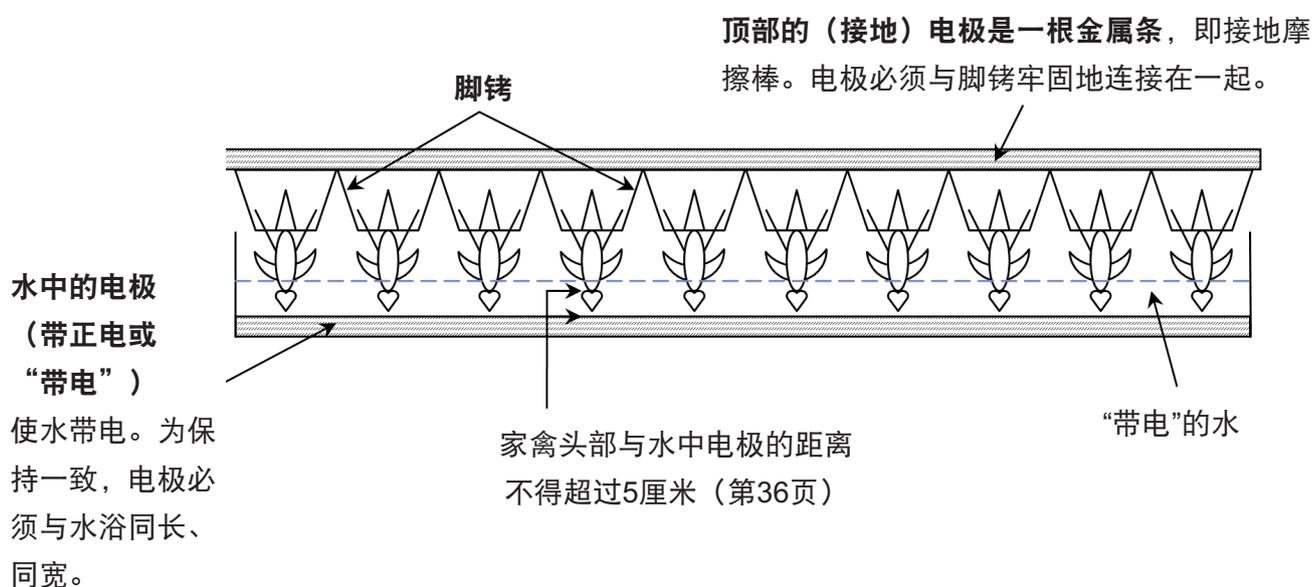


## 电动水浴的组件和工作原理

每年都有数百万只家禽经过养殖，供人们食用，在对这些家禽进行屠宰时，应尽量避免对其造成不必要的痛苦。因此，我们开发出了几种有助于人道致晕家禽的系统。这些方法的主要原理就是将家禽致晕，使其失去知觉，无法感受疼痛；这种无意识状态必须持续到家禽死亡。

大型屠宰场采用电动水浴或可控环境系统进行家禽致晕。电动水浴是最常用的商业致晕方法（比如欧盟：Agra CEAS, 2012）。家禽从运输集装箱上卸载下来，双腿倒挂于移动的金属脚铐线上并传输至电动水浴（图1）。经电路形成的电势差产生克服总电阻的稳定电流，其中包括家禽的（Bilgili, 1992）。在常规系统中，浸入水中的电极所处电势高于接地的摩擦棒（Bilgili, 1992；Sparrey等人,1993）。当家禽的头部进入带电的水中时，电路形成，电势差使电子和电流通过水从水中的电极流向家禽头部、躯干和腿部，直至束缚住家禽的金属脚铐，并最终流向接地的摩擦棒。

图1. 常规多家禽电动水浴的主要组件



电击致晕旨在使足够的电流通过动物脑部，令大脑丧失正常功能并使动物即刻丧失意识（电麻醉），从而在死亡前无法感知疼痛。水浴系统的电源参数（电压、电流、频率和波形）可设置为家禽致晕或致晕宰杀。可采用频率和振幅足以使家禽丧失意识并



诱发心肌的**心室纤维性颤动**直至**心搏骤停**而死的电流，对家禽进行电击致晕宰杀。此外，还可先电击致晕家禽，再通过**放血**（因切断心脏与大脑之间的主要血管而导致的失血）进行宰杀。无论是否采用致晕系统或致晕宰杀系统，所有致晕后的家禽移出水浴后，均应尽快将其双侧颈动脉切断，最好采用**颈侧切割法**，将家禽脊椎侧面的主要血管全部切断，以便进行后续的血管切割确认。迅速准确地进行颈部切割有利于提高动物福利和肉质。

虽然某些致晕宰杀设备的操作越来越复杂和自动化，操作人员仍有责任确保以人道的方式对每只家禽进行致晕和宰杀。动物的人道电击致晕要求操作人员充分了解电源参数、参数对动物大脑的影响以及参数的有效设置方法。有效的水浴致晕取决于对多个参数的控制和管理，从而最大程度提供家禽福利。家禽福利受多个变量的直接影响，包括电流的波形和频率、应用在每只家禽身上的电流量（振幅或幅值）、每只家禽身上通过的电流优化以及家禽颈部切割的时间和质量。水浴必须经过合理的设计、制造、安装和维护，以确保致晕操作始终有效，能使家禽即刻丧失意识。如电气设备维护不善或使用不当，可能导致动物承受极大的痛苦，甚至危害操作人员的安全。所有家禽的宰前管理和操作均应避免家禽及畜体遭受不必要的痛苦、压力和损害。

本指导性说明详述了家禽宰前处理的福利优化方法、利用电动水浴击晕家禽的理论和实践，以及对击晕后的家禽进行有效放血的方法。本指导性说明：

- 为负责保护家禽福利的屠宰人员和/或教授他人保护家禽福利的人士（比如为他人进行有关动物屠幸福利的资格培训或资质证书培训的人士），尤其是监管人员、动物福利专员、主管人员、官方兽医、肉类检验人员和设备维修工程师，提供全面的重要技术信息。（如屠宰人员不需要过多详尽的信息，可登陆[www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk)查阅人道屠宰协会的在线指南，了解本指导性说明的精简版。
- 提供有关屠宰方法的背景信息，帮助读者了解屠宰技术并熟练安全地开展工作。
- 提供设备设计的指导，并协助管理人员进行人道屠宰设备的选择。
- 提供设备设置和维修的指导。
- 对可能导致设备异常的故障和情况进行说明。
- 说明如何解决常见问题。



本指导性说明还探讨了可用于提高家禽福利的几种潜在方法，仅供对这些方法感兴趣的人士思考和试验。但是，由于部分技术或原理可能尚处萌芽阶段，且电动水浴屠宰系统尤为复杂，所以需要特别注意的是，现有设计图或系统的任何变动（出于解决问题和/或整体提高家禽福利的目的）均有可能产生新的问题(可能发生在屠宰线上的任何其他环节)，而某些问题则可能对家禽福利造成不利影响。因此，有必要对任何变动进行小规模试验并严密监控整个活禽屠宰线上的家禽福利效果，以及时发现可能产生的任何新问题或可能恶化的现有问题。

## 注意事项

不同的屠宰方法在动物福利和肉质方面可能存在不同的优势和劣势。传统的电动水浴并非首选的家禽福利致晕方法，因为：

- 意识清醒的家禽倒挂束缚对动物福利产生固有风险。
- 每只家禽的致晕效果难以控制，比如预防致晕前电击、确保及时将家禽头部浸入带电的水中，以及防止个别家禽完全避开带电水。
- 商用水浴系统通常可同时容纳一定数量的家禽，并在恒定电压下工作，这就导致其难以将适当的电流幅值传导到每只家禽身上。欧洲食品安全局（2004）规定：“设备制造商应着力开发性价比高的商用系统[恒定电流]。”
- 科学研究表明，“采用传统水浴进行有效致晕[参数]的方法几乎毫无例外地会发生血液四溅[溅到肉上]的情况…”（Hindle等，2010）。据估计，这在一定程度上可能是因为“水浴中所用的电流只有少部分流向家禽脑部，而大部分则流向家禽身体”，故而影响了家禽福利和肉质（欧洲食品安全局，2004）

欧洲食品安全局在2012年提出有关水浴致晕电气要求的科学意见，建议“除非所有现存水浴致晕方法所存在的问题能够得以解决，否则应采用其他致晕方法。”因此，整个行业均需改善致晕方法（无论电动与否），使设备参数更有利于保障动物福利和提高肉质。



与此同时，以较高标准操作传统电动水浴致晕器对保障家禽福利至关重要。人道屠宰协会的宗旨是提供良好的操作规范信息，以降低发生潜在动物福利问题的风险，本指导性说明秉承这一宗旨，根据众多科学实证，对优先考虑动物福利提出建议。

[在本文出版时，另一种可选的大型家禽屠宰方法为可控环境系统（CAS）。也许可控环境系统并非保护动物福利的最佳选择，但是与电动水浴相比，可控环境系统在保护家禽福利（和人员健康安全）方面具有较大优势，无需屠宰人员直接抓取和倒挂家禽，且每只家禽均通过运转良好的可控环境系统致晕。如需了解可控环境系统的详情，请登陆[www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk)查阅人道屠宰协会的出版刊物。]

人道屠宰协会欢迎各界人士提出适于更新协会刊物内容且基于证据的意见，在有关电动致晕方面，这尤其涉及以下的证据：

- 评估家禽致晕效果的改良方法
- 使家禽百分百丧失意识的最佳电源参数
- 真正恒定电流致晕器的可用情况



## 宰前抓取和束缚

要以人道的方式有效地屠宰家禽，就必须妥善地将家禽放到致晕宰杀设备上。所有家禽的头部摆放方式应有助于水浴和颈切设备在适当时间内的准确操作。通过限制家禽的活动，方便进行设备的操作。传统电动水浴和湿板全身电动致晕器利用脚铐进行家禽的限制。

### 脚铐环境

脚铐区域应通风良好、干燥且尽可能无风、无尘。蓝光（Prayitno等，1994）或弱光（比如5勒克斯：Jones等，1998）可最大程度减少家禽在上脚铐时发生挣扎；但是，亮度必须足以保障人体健康和安全以及家禽福利的监控。此外，须最大程度降低噪声及任何其他可能打扰活禽的干扰源。尤其应注意的是，突发的大声噪音可能导致家禽不安和恐慌（国际兽疫局，2014）。因此，应对金属门进行隔音，控制无线电广播的声音，并且操作人员应避免大声说话（尤其在抓取家禽时）。

脚铐操作人员应定时轮班，以防止疲劳和/或注意力下降，影响其对家禽福利保障的能力。

如需对一批家禽上脚铐，运输集装箱应从隔离栏移至尽可能靠近脚铐线的位置并排列好，以便脚铐操作人员抓取家禽并夹上脚铐，而无需摆出奇怪的姿势。可将集装箱升高，使脚铐操作人员无须弯腰抓取家禽。此外，还应考虑家禽的数量、单只重量及操作人员从集装箱中抓取家禽至脚铐悬挂点的距离。

集装箱开口大小只需方便每个操作人员一次性抓取一只家禽即可，以减少家禽逃跑的可能性，尤其是敏捷和/或紧张的家禽。如家禽从集装箱中或脚铐上挣脱，操作人员必须立即采用良好的抓取技巧将其抓回。家禽不得在屠宰场随意走动，以免因车辆而发生受伤风险。可在脚铐站安装铁笼，以防挣脱的家禽跑进隔离栏。脚铐区上方可悬挂围网，以防止会飞的家禽逃跑（比如珍珠鸡）。网线应较厚，网格大小不得过大或过小，以防止家禽被网缠住，直至剪断网线才可将其解救出来的情况发生。此外，脚铐站还可配备手提式捕捉网，以迅速抓取无法徒手抓获的家禽。

**“如动物体型太小，无法使用水浴致晕器，或上脚铐可能引发或增加其所承受的痛苦，则不应对动物上脚铐。”**

1099/2009号欧盟理事会条例

某些家禽容易因快速生长、发育畸形和传染病等原因出现步态异常。此外，在实地抓取家禽并运输至屠宰场的过程中也可能使家禽受伤，尤其是单脚抓取家禽和单手抓取多只家禽（Gregory, Austin, 1992; Gregory等，1992）。受伤或有任何不适的家禽



均应以人道的方式现场宰杀（而非运输至屠宰场进行常规宰杀）。屠宰场的脚铐操作人员需监控卸载的每只家禽，不得对受伤、患病或体型较小（比如患有发育障碍综合症）的家禽上脚铐，而应采用备用的人道致晕装置（比如机械击晕器（弹击式））进行对其进行宰杀，这类装置应时刻准备好，供操作人员随时取用。

卸载集装箱内的家禽时，如发现有家禽已明显丧失意识或死亡，操作人员应首先确认该家禽是否已丧失意识或死亡。（有体温的家禽可能还活着，只是丧失了意识，应对其生命体征（呼吸或角膜反射）进行评估。受寒冷刺激的家禽有时摸起来会感觉冰凉且僵硬，但是这些家禽可能还有意识且/或还活着。它们的呼吸可能会极其缓慢；要更好的评估其状况，可检查其是否仍有角膜反射。）如家禽丧失意识且无法进行食用加工，操作人员应在处理前，扭断家禽脖子，确保其死亡。同样，如家禽看似死亡（冰凉），但无法确定其已死亡，操作人员亦应在处理前，扭断家禽脖子，确保其死亡。

企业可考虑实行一套制度，要求工作人员记录抵达卸载点的患病、受伤或死亡家禽的数量。动物福利专员（AWO）应对该记录予以检查。（最好的办法是任命几名工作人员为动物福利专员。某些国家或地区的法律明确规定了企业应配有动物福利专员，比如欧洲。）国际兽疫局（2014）建议，折断或扭断翅膀的鸡的数量不得超过1-2%。如发现家禽不适情况超出异常水平与某一供应商、抓捕小组或承运人有关，可开展调查。如家禽的不合格率、送达死亡率或悬挂死亡（家禽在抵达屠宰场至吊挂屠宰期间死亡）率偏高，兽医应对家禽进行抽样验尸，以确定家禽的受伤或死亡原因（Grist, 2013）。如某些批次的家禽质量异常良好，企业还应对其原因展开调查；这类信息可为其他站点提供新的管理策略。

### 脚铐操作

负责家禽卸载和上脚铐的操作人员应通过培训，有力地保护其处理的每只家禽的福利。操作可能会使动物产生应激，尤其是当动物不熟悉或未接触过该操作和/或操作流程时（Beuving, Blokhuis, 1997）。家禽可能在现场抓取和后续运输过程中已产生了一定的应激。到屠宰场时，应避免或降低其他应激源的接触，以减少家禽活动，保护其免受身体伤害，并最大限度地降低动物潜在应激的传染。因此，可限制操作数量，确保操作程序不引发家禽恐慌。操作人员应采用适当方式进行操作，以降低自身及家禽受伤的风险，并最大限度减少家禽可能承受的恐惧。比如，表1列出了脚铐操作人员的注意事项。粗暴操作可导致家禽应激、尖叫，增加家禽活跃性、擦伤、骨折和关节脱臼，这些均会影响禽体的最终质量。



虽然以整批方式将家禽送至脚铐点不利于保护动物福利，但是如需进行此操作，则应建立传送系统，以防止家禽的某一部位卡住，且应确保传送过程中无任何障碍物，以免撞击家禽。传送带须使家禽得以保持平衡，也就是说，家禽应在传送过程中保持直立姿势，而非摇摆不定。因此，传送带必须保持在较小的角度，表面防滑，稳定移动，不得有颠簸现象。屠宰场应合理设计，使家禽无需在不同的传送带之间转移；而转移则会使家禽晃动，从而导致家禽受伤。

**表1：家禽的吊挂**

适当操作:	不当操作:
插好用于打开集装箱门的插销，以防集装箱门在卸载过程中倒在家禽身上。如集装箱门因自身或插销损坏而无法打开，则必须立即进行维修或更换。	将意识清醒的家禽从集装箱中倾倒出来；此举可能诱发额外的应激、恐惧、拍翅和损伤（比如，拍翅可使家禽翅尖变红）（Gregory等，1989），家禽还可能在倾倒过程中或倾倒后，因试图恢复稳定并保持直立的姿势而用爪子抓伤彼此。
用双手从集装箱内一次抓取一只家禽并立即将其吊挂起来。	为抓取家禽而粗暴或不必要地移动集装箱内的其他家禽。
安静从容地抓取家禽；轻轻地伸到家禽脚下或两侧，一举抓住其双腿。	用家禽任一部位撞击物体，如运输集装箱。
抓到家禽双腿后，应缓慢而轻柔地将其双腿提起，同时使其慢慢弯曲至胸部，以减少摇晃并最大限度降低家禽腿部或骨盆损伤的风险（尤其是较重的家禽）。	a) 在运输集装箱地板上拖动家禽；可导致家禽拍翅（引发翅膀、骨盆及腿部损伤风险），如集装箱地板穿孔或损坏，还可能导致家禽脚趾或胸部损伤（及相关的禽体损害）； b) 将家禽从支撑面（比如运输集装箱地板）上提起，直至抓住其双腿。（或让家禽在空中摇晃和拍翅。）
a) 提起家禽双腿后，将双腿分别插入腿铐槽中（家禽的重量均匀地分布于双腿）； b) 轻轻地将家禽的胸部贴到胸部接触片上。	a) 提起、抓住或铐住家禽的一只腿、头部、尾巴或翅膀； b) 让吊挂的家禽“跌”到胸部接触片上；此举可导致家禽拍翅； c) 将家禽的脚趾夹在腿部和脚铐之间。



## 脚铐线

**“脚铐应在吊挂活禽前打湿并接通电流。活禽双腿均应吊挂起来。”**

1099/2009号欧盟理事会条例

**“金属脚铐的尺寸和形状应与待宰家禽的双腿尺寸吻合，以使在接触电流时不会引发疼痛。”** 1099/2009号欧盟理事会条例\*

\*于2013年1月1日前就已使用相关设备的屠宰场，应自2019年12月8日起遵守1099/2009号欧盟条例

第14（1）条和附录二的规定，包括以上规定。

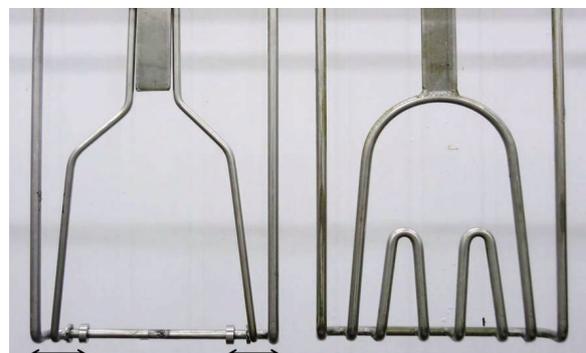
（于2013年1月1日后建造的屠宰场、工厂和设备须立即遵守该规定。）

脚铐应妥善维护并在吊挂家禽之前弄湿。脚铐可能会压迫家禽的小腿组织，包括受神经支配的骨膜以及跗跖骨，从而对意识清醒的家禽造成痛苦（Gentle, Tilston, 2000）和伤害（图2a），不利于保护动物福利。因此，屠宰场所用脚铐的大小（尺寸）应与家禽双腿相符。体型较大且较重的家禽腿部直径/周长可能较大（比如肉用公鸡：Parker 等，1997）。设有锥形槽的脚铐比设有平行槽的脚铐更好。如屠宰场需处理不同品种、类型、性别或尺寸的家禽，则安装脚铐应配有多个锥度规不同的插槽，以便根据家禽的尺寸进行吊挂，从而降低（一定程度上）对家禽腿部的压迫。研究证明，

**图2a.脚铐对肉鸡小腿造成的损伤（箭头处显示发生挫伤）。家禽小腿脚铐接触点处的残余压痕及压痕处较光滑皮肤表面也显示发生压伤（Schofield等，2009未发表）。**



**图2b.顺应式脚铐原型（左）和标准脚铐（右）。顺应式脚铐的内部支撑杆可根据家禽小腿的宽度移动（如箭头所示）。图：J Lines。**





将肉鸡双腿压入脚铐所需的压力会随着变形呈指数增长；即使将锥形槽的尺寸增加1毫米，也能大大降低该压力（Sparrey, 1994）。顺应式脚铐的开发旨在对家禽进行充分限制，且在电气接触的同时，缓解家禽双腿所承受的压力（图2b: Lines等, 2012）；但是相关研究仍处于初级阶段。

脚铐操作人员在吊挂家禽时，不得使用武力，以免进一步压迫家禽的双腿。某些类型的家禽（比如肉鸡）可能很难区分性别，尤其是在快速进行吊挂时。在这种情况下，如屠宰场使用的是多插槽/尺寸脚铐，则可适当按公母分开屠宰家禽，以便脚铐操作人员提前知悉使用哪种脚铐槽。例如，公鸡可用较大的脚铐槽吊挂，而母鸡则可用较小的脚铐槽吊挂。但是，脚铐操作人员仍可视具体情况判断，是否用较大的脚铐槽吊挂体型较大的母鸡或用较小的脚铐槽吊挂体型较小的公鸡。在进一步的处理过程中，应检查家禽腿部是否存在腿肌及小腿挫伤和/或骨折。持续发现挫伤可能表示脚铐尺寸对某些家禽类型而言过小和/或操作人员强行将家禽腿部夹入脚铐，这既不利于保护动物福利，也不利于提高禽体肉质（Raj, 2004）。（切记现场抓取家禽时也可能出现类似损伤。）虽然脚铐不得对家禽造成压伤或压痛，但是脚铐仍应牢固夹住家禽，以免家禽乱动或挣脱，同时也能确保致晕的电气接触（Prinz, 2009）。

家禽体重越大，脚铐对家禽双腿施加的负荷越大（欧洲食品安全局, 2004）。因此，较重的家禽（比如活重超过15kg）不应采用吊挂水浴致晕，而应采用其他人道束缚、致晕和宰杀的方法（比如束缚锥、弹击式致晕和放血）进行屠宰。

**根据1099/2009\*号欧盟理事会条例规定，意识清醒的家禽在水浴致晕前的最长吊挂时间：**

**鸭、鹅和火鸡为两分钟  
其他家禽为一分钟**

\*于2013年1月1日前就已使用相关设备的屠宰场，应自2019年12月8日起遵守1099/2009号欧盟条例

第14（1）条和附录二的规定，包括以上规定。

（于2013年1月1日后建造的屠宰场、工厂和设备须立即遵守该规定。）

强制倒挂可导致家禽产生应激（Kannan, Mench, 1996）。因为倒挂并非家禽的自然站姿，且家禽没有横膈膜，所以当内脏压迫心肺时，倒挂会令家禽感觉不适。此外，将意识清醒的家禽拷上脚铐也会对家禽造成痛苦，所以有必要最大程度减少家禽在脚铐线上倒置束缚的时长。虽然有时候还需稍等片刻，待家禽减少活动量并在脚铐线上安静下来（以便其安静顺利地接受水浴，从而降低致晕前电击的风险），但是吊挂时间仍应尽可能缩短。例如，欧洲食品安全局（2004）和国际兽疫局（2014）建议，家



禽的最长吊挂时间为一分钟。而据欧洲食品安全局报告，鸡和火鸡分别只需12秒和20秒，即可在脚铐线上安静下来。屠宰场应自行评估各自的设施，努力降低吊挂时长，同时避免系统的其他部分发生福利问题。可支撑家禽胸部的传送带（参阅“**减少脚铐线上家禽活动量的方法**”这一部分）有助于实现这一目的。

脚铐线的设计必须能最大限度地减少对吊挂家禽的干扰。最理想的设计是，用于传送意识清醒的家禽的脚铐线所有部位均应平直（即无拐角）且无任何向上或向下的倾斜（Kannan等，1997）。必须为吊挂的家禽清除所有障碍，包括家禽的脖子和翅膀完全伸开和拍翅的情况，以免家禽恐慌、挣扎、痛苦或受伤。障碍可包括邻近的家禽；如果一只家禽拍动翅膀，它的翅膀便可能打到旁边的家禽，从而导致旁边的家禽受到干扰，继而开始拍翅。脚铐线必须妥善搭建和维护，以免造成家禽颠簸，从而诱发拍翅（Kannan等，1997；欧洲食品安全局，2004）。脚铐线的速度应保持适中，以防家禽挣扎。快速可使家禽感受到倾斜，在拐角处（如脚铐线上存在拐角）摆动并脱离胸部接触片，从而导致家禽拍翅。此外，脚铐线的速度还应确保每位操作人员可以安全、舒适、轻柔且有效地为家禽上脚铐，并在必要时有充分的时间管理脚铐线上的家禽（比如，对家禽进行备用致晕/屠宰或将其从脚铐上放下来）。如脚铐线设有固定速度，则必须配备足够的脚铐操作人员，以便有充足的时间辨别、分离和宰杀（或立即送交适当人员宰杀）任何不适合采用常规屠宰方法的家禽（Sparrey，1994）。所有负责保障家禽福利的操作人员均应采用可视方法时刻监控吊挂的家禽，但是操作人员（或其他人员通道）不应与脚铐线靠得太近，以免其常规作业活动干扰到吊挂的家禽（Wotton, Wilkins, 2004）。

所有处理设备的控制装置均应安装在醒目的位置，以防在紧急情况下需立即停止脚铐线。例如，安装多个急停按钮或覆盖脚铐线全长（从脚铐站到烫洗池）的拉线开关可方便操作人员立即停止脚铐线并拉响警报。鼓励操作人员在预见或目击紧急情况（比如活禽进入烫洗池或家禽脱毛机）时，激活急停系统。相应的，从距离水浴最远的吊挂点到烫洗池入口处的脚铐线全长也应方便靠近，以便屠宰人员及时查看家禽。

如脚铐线停止工作，意识清醒的家禽的吊挂时长可能超出建议或法律规定的最长吊挂时间，则应立即采取人道备用方法，对仍吊挂的家禽进行致晕和宰杀。为保障家禽福利，最好在家禽仍拷在脚铐线上时，就实施致晕和宰杀，以免在系统重新启动后，需进行额外操作（可加重应激反应）并使家禽产生潜在不适（比如家禽双腿的再次挤压），包括解下家禽的脚铐并用备用方法进行宰杀，或解下家禽脚铐，重新装箱，然后再为家禽上脚铐（家禽双腿可能已发生损伤）以进行水浴致晕。

### 减少脚铐线上家禽活动的方法

脚铐线上的家禽未发生或尽可能少地发生拍翅是最理想的情况（Jones等，1998）；但是，不发生拍翅的情况不一定表示家禽未产生应激（Kannan等，1997）。抓取、



倒置、上脚铐和绷紧的脚铐均可能使家禽产生应激、痛苦、拍翅，从而导致家禽脱臼（尤其是翅膀）、骨折和肌肉出血（欧洲食品安全局，2004）。家禽的挣扎会损耗胸肌的三磷酸腺苷（ATP）和糖原，从而对肉质产生不利影响（Satterlee等，2000）。家禽的挣扎还会使肌肉逐渐产生乳酸，降低肌肉的酸碱值，从而降低肉质的保水性（比如Berri等，2005）。因此，尽可能降低家禽的活动量不仅有助于保障家禽的福利，还有助于提高经济效益。

**“从上脚铐开始至家禽进入水浴致晕器之间，应建立一套可支撑家禽胸部的系统……”**

1099/2009号欧盟理事会条例\*

\*于2013年1月1日前就已使用相关设备的屠宰场，应自2019年12月8日起遵守1099/2009号欧盟条例

第14（1）条和附录二的规定，包括以上规定。

（于2013年1月1日后建造的屠宰场、工厂和设备须立即遵守该规定。）

胸部接触片的安装位置可与脚铐线平行。胸部接触片又称胸部“镇静片”，常用于降低家禽拍翅的发生率（Kettlewell, Hallworth, 1990; Bilgili, 1992; Jones等，1998）。胸部接触片应伸长至家禽头部下方（图3a），且应从最远的脚铐点开始至家禽进入带电水（图3b）之间，全程与每只家禽的胸部保持充分接触（Wotton, Wilkins, 2004）。如脚铐线平直，则很容易做到这一点，否则，接触片应扩大到各个弯曲处。接触片应



**图3a.** 脚铐线上的肉鸡与胸部接触片。接触片延伸至家禽头部下方，挡住其视线，以免其受到周围活动的干扰。



**图3b.** 如图所示，胸部接触片应延伸至水浴入口处。接触片应由单片材料制成，不得接合，以免家禽通过时受到干扰。上图显示有两处接合点（如箭头所示），接合点并不平坦，应换上单片材料。



由一块坚固的非导电材料制成，以防家禽的羽毛夹入材料截面之间接触处（可导致家禽不适或相对于家禽双腿和脚铐移动的方向向后拖住家禽身体，从而在松开时使家禽朝一侧摆动）。材料应坚固，以确保较重的家禽不会使接触片变形，从而阻碍较轻的家禽与接触片有效接触（Wotton, Wilkins, 2004）。接触片应足够高且可调节，以便其高度和角度适合屠宰场待宰的所有家禽类型。稍微调整接触片的角度有助于扩大家禽胸部的接触面，这对易于通过拍翅使胸部脱离接触片的较小或较轻家禽而言尤为重要。为了有效地开展作业，如胸部接触片的材料表面磨损或变得不平坦（比如弯曲），则应予以维修或更换。

家禽在上脚铐时和之后一段时间均可能会拍翅（Gregory, Bell, 1987; Kannan等, 1997）。因此，为避免发生拍翅情况，建议脚铐操作人员在上完脚铐后，例行用手轻抚家禽身体或短暂地握住家禽双腿（Gregory, Bell, 1987）——注意在此期间，不要抓伤或勒紧家禽或其双腿，以免家禽的恐慌情绪加剧。若家禽出现应激迹象，比如剧烈拍翅或出声等，应立即予以安抚，例如操作人员可将手轻轻放在家禽胸部或使家禽轻轻靠在胸部接触片上，使其随着前进的脚铐线移动（否则，当操作人员放任不管时，家禽可能会向一侧摆动并重新开始拍翅）。如该做法未能阻止家禽挣扎，则应立即采用人道备用方法，致晕和宰杀家禽，最好在解下其脚铐前就实施此操作。此外，应检查脚铐和脚铐线，找出发生干扰情况的可能原因。不同类型的家禽在脚铐线上的活动量各有不同。比如，与生长快速和体型较重的鸡相比，生长缓慢的鸡发生剧烈挣扎的潜伏期较短；与生长快速的鸡相比，体型较重的鸡较不活跃（Debut等, 2005）。有趣的是，肉鸡在吊挂时，通常应紧靠在一起，以防拍翅；而鹅则易咬伤靠近它的操作人员或其他鹅。对于某些类型的家禽，尤其是在脚铐线上极为活跃的家禽，可适当隔开（比如，当脚铐的间距无法隔开时，可在已吊挂家禽的脚铐之间，空出适当数量的脚铐）。这样既可降低家禽发生身体攻击的机会，又可防止挣扎的家禽对着其他家禽拍翅，从而减少骚乱的传播。通常，肉鸡最常用的脚铐间距为每只家禽之间隔开15cm（Kettlewell, Hallworth, 1990）。Liao等人（2009）的研究结果表明，如将鸭子的吊挂间距从15.2cm增加到30.5cm，几乎可将翅尖泛红的发生率减半。如某些家禽拷上脚铐后，会产生痛苦和/或较高等度的持续活动，则应采取其他束缚和致晕的方法（Debut等, 2005）。

用于支撑家禽胸部的传送带可建在标准脚铐线下面（图4），并适时进行改进。传送带可支撑家禽的部分重量，从而转移其脚部在吊挂时所承受的部分压力。传送带还可使家禽保持相对直立。与传统脚铐线相比，这一装置可减少家禽在吊挂时出现挣扎，提高家禽进入带电水的效率，同时降低家禽翅膀损伤的概率（自由放养的肉鸡：Lines等, 2011）。与传统脚铐线相比，标准脚铐线呈平直状，这点尤为重要，因为家禽在通过传送带拐角处时，易产生恐慌和挣扎。胸部支撑传送带对所有类型的家禽均有益处，尤其是体型较重的家禽。这类传送带的相关工作经验显示，该原则适用于大火鸡，



**图4.胸部支撑传送带上的肉鸡和火鸡。**传送带与脚铐线一起以相同的速度前进。每只家禽拷上脚铐并妥善地伏在传送带上后，脚铐操作人员应将家禽的翅膀折叠成自然合上的姿势，以降低其发生致晕前电击的风险。

但并未经过科学评估。即使采用胸部支撑传送带，脚铐操作人员也容易因吊挂大型家禽而产生疲劳，所以脚铐操作人员应定时休息，以确保在身体上和精神上均能轻柔地对待家禽。

传送带必须由合适的塑料制成，以免夹住家禽的羽毛、皮肤或其他部位。采用胸部支撑传送带时，操作人员必须监控每只家禽，并在必要时调整系统或改变家禽的位置。例如，传送带的速度须为可调节，以便与脚铐线保持相同速度。传送带的高度也应为可调节，以便传送带与脚铐之间保持适当距离，使家禽得以舒适地躺在上面。如家禽因姿势难受而发生挣扎或不适，操作人员应立即照料家禽。如健康的家禽异常紧张地喘息，则应通过评估确定原因——家禽可能趴得太前，需重新调整位置。胸部支撑传送带的使用及相关研究均处于起步阶段。因此，该装置应通过谨慎考虑方可安装，并持续监控，以防家禽从脚铐上挣脱，从而全面保障家禽福利。



### 如何通过监管脚铐团队的能力来保护动物福利

- 在脚铐操作人员为家禽上脚铐之时以及之后，均应观察家禽的活动。
- 如家禽出现长时间的剧烈活动（比如拍翅和挣扎）且出现这种剧烈活动的家禽比例上升时，可能与某些脚铐操作人员有关。可对比观察所有脚铐操作人员的行为（比如，某些操作人员是否使用蛮力为家禽上脚铐？），找出家禽活动量增多的原因。常规观察有助于判断操作人员是否需要重新培训。
- 对于家禽在脚铐线上直至水浴入口处期间的间歇性活动，也应予以评估。
- 观察人员应将每位操作人员在脚铐线上的位置考虑在内，观察每位脚铐人员的位置，以判断脚铐线的特征是否会直接影响家禽的活动或影响操作人员有效地进行人道的家禽吊挂作业。
- 系统应允许动物福利专员将每只家禽的处理情况追溯至具体操作人员，以便评估脚铐操作人员安全无损地吊挂家禽的技能，同时鉴定脚铐操作人员是否需要重新培训，以减少其可能对家禽和肉质造成的损伤。其中一种鉴定方法就是将按顺序编排的彩带绑在每个脚铐的醒目位置。
- 可安装闭路监控系统，以便动物福利专员和屠宰场管理人员在不打扰屠宰人员的情况下，定期检查屠宰人员的操作情况。

### 水浴入口处的致晕前电击

家禽的头部必须首先进入带电的水中。如家禽的其他身体部位在其头部浸入水中之前，就已接触到带电的水，则可能导致极其痛苦的电击（欧洲食品安全局，2004）。据估计，动物需要100-150毫秒的时间才能察觉到身体受到的痛苦刺激（比如电击）（Wotton, 1996）。这意味着，在首次进行电气接触的时候，家禽的头部必须在约100毫秒内没入带电水（Wotton, Wilkins, 2004）。否则，家禽将遭受痛苦的致晕前电击。

如果脚铐线上的家禽突然出现应激行为，如拍翅和/或大声尖叫等，则表示家禽可能已遭受致晕前电击。此外，如果家禽在进入带电水的时候，出现不止一次的收缩，则表示初始电流可能出现中断。

通常，致晕前电击可诱发家禽的逃避反应，从而使其剧烈拍翅（Kettlewell, Hallworth, 1990）并抬起头部，有时还会将身体抬离带电水（Rao等，2013）。在此情况下，家



禽可能无法立即致晕并在推荐的最长吊挂时间内接收电流；或者，家禽可能在通过水浴时，未与带电水接触，从而完全未被致晕。剧烈拍翅可提高家禽翅膀额外受到致晕前电击的可能性，且该情况会循环发生。如被拍动的翅膀打中，旁边的家禽也可能因受到干扰而开始拍翅（Kettlewell, Hallworth, 1990）。拍翅的家禽可能会伤害到自己，尤其当处于恐慌时，家禽会拍动翅膀，并用头部撞击水浴侧板。致晕前电击不仅不利于保护家禽福利，还会使禽体受损，比如使家禽翅尖泛红；翅膀、大排（背侧和腹侧）和小排（背侧）溢血；以及胸骨骨折（Wotton, Wilkins, 2004；Rao等，2013）。

### 致晕前电击的风险因素：

- 家禽的翅膀容易遭受致晕前电击，尤其是当家禽张开翅膀时，腕掌骨会特别靠近水面。
- 由于鹅和火鸡的翼展较大，翅膀常常悬于头部之下，所以特别容易引发致晕前电击的风险（欧洲食品安全局，2004）。
- 家禽在焦躁地挣扎时，会张开翅膀并拍翅，使翅膀更容易碰到带电水。
- 欧洲食品安全局（2004）表示：“由于脚铐线上的家禽之间会发生身体接触，所以很难控制电流通路并消除潜在的问题（致晕前电击）。”羽毛潮湿的家禽最易发生这种风险（N. Gregory人际沟通2014）。因此，最好在每只家禽之间留出一定间隔。
- 家禽的双腿和/或双脚有时会碰到接地的摩擦棒（比如，当脚铐线在靠近水浴入口处之前下降时）。如果入口坡道未进行电气隔离或带电水溢出水浴入口处，家禽便可能发生致晕前电击（Bilgili, 1992）。鉴于水面与水浴入口边缘之间的距离约为3-4cm（Schütt-Abraham等，1983），入口坡道可设在较高位置。
- 如果脚铐线在家禽进入水浴时，下降太慢，就可能发生致晕前电击（欧洲食品安全局，2004）。例如，当家禽的尖嘴碰到水时，电流会开始流动，家禽身体内的骨骼肌会收缩，导致家禽僵化，并使身体弓起（反射背屈：Kettlewell, Hallworth, 1990）。这种僵化会有效抬高家禽身体，包括其头部。如果，在初次接触后一秒内，家禽的尖嘴即刻与水分开，家禽便会受到致晕前电击。之后，即使家禽的头部重新与水接触并完全没入水中，此前的致晕前电击也会对家禽造成痛苦。

如果疑似发生致晕前电击，操作人员应通知动物福利专员和/或兽医，并通过调查确定事态的严重性及所需的改正措施，包括重新设计水浴入口或整条脚铐线。如采样速度够快，致晕监控人员（参阅“**致晕参数的监控**”部分）可对致晕前电击（图28b）的情况予以记录并将之用作检测工具。



## 宰前抓取和束缚

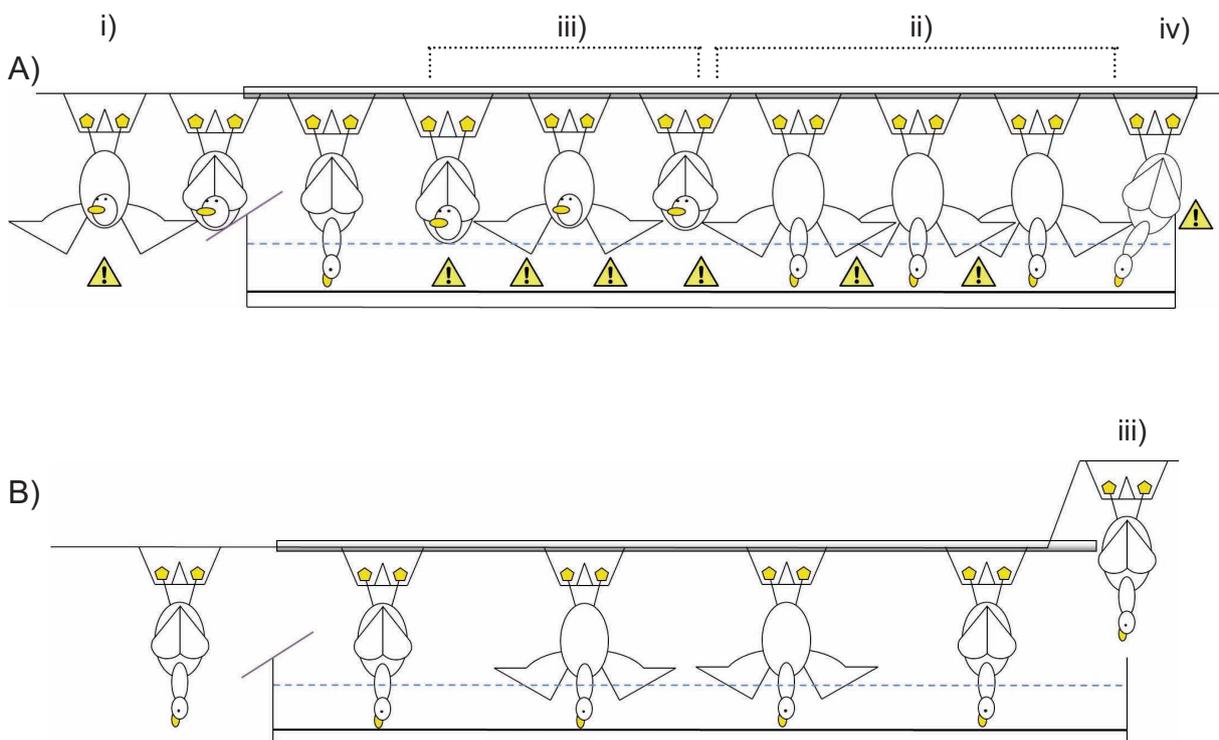
图5. 家禽在水浴中的排列方法及其对福利的潜在影响。

排列A) 不利于保障家禽福利（如三角警示牌所示），因为：

- i) 家禽的吊挂距离太近，可导致拍翅的家禽伤及其他家禽；
- ii) 距离太近也可能导致家禽之间发生身体接触，尤其当家禽张开翅膀时；这会使家禽之间形成其他侧向电流通路；
- iii) 部分家禽会呈鹅颈状（弯曲脖子并升高头部），使翅膀遭受致晕前电击或完全避开带电水；如家禽胸部与水接触，但头部未没入水中，则可能导致**电麻痹**（意识麻痹）；
- iv) 当退出水浴的家禽碰到端板时，可能导致电流尖脉冲（图23），从而对禽体造成损伤。

排列B) 较有利于保障家禽福利，因为：

- i) 大部分家禽的翅膀闭合，潜在地降低了发生致晕前电击和家禽身体接触的风险。即使两只家禽向下张开翅膀，也有足够的间隔可防止家禽之间发生身体接触；
- ii) 家禽伸直了脖子和头部；
- iii) 退出水浴的家禽被脚铐线抬高并越过水浴端板，避免再次发生电流。





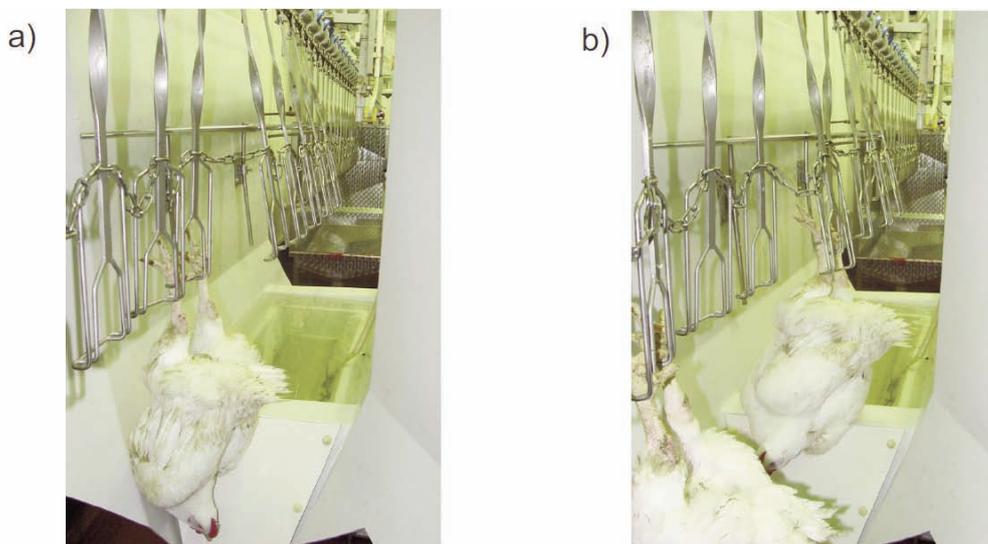
### 最大限度降低家禽致晕前电击风险的措施

为了防止发生致晕前电击，只有当脚铐与接地摩擦棒接触且家禽的头部完全接触到水浴中的带电水时，电流才能流向/通过家禽。

Kettlewell和Hallworth（1990）建议，肉鸡应按性别分开处理，因为公鸡和母鸡的身体长度不同，很难设置水浴的最佳高度并确保所有肉鸡的头部均即刻没入水中且不发生致晕前电击。研究显示，与公鸡相比，在遭受致晕前电击后，母鸡企图逃跑的发生率更高（Rao等，2013）；作者表示，体型较重的公鸡在吊挂时，比较不易动弹并能避开进一步的致晕前电击，且“比较不易发生未迅速没入水浴的情况”。屠宰场应努力防止所有家禽遭受致晕前电击，并考虑按性别分开屠宰家禽。存在性别差异的家禽品种和类型（比如，不同品种的种禽、肉用火鸡或番鸭；公禽的体型明显较大于母禽）均已采用这一做法。其他物种或家禽类型也应考虑这一做法，因为体长和体重的细微差异也可能影响进入水浴的质量。（难以抉择的是何时进行性别区分。企业应考虑是否能成功区分家禽性别并在屠宰前可靠地进行抓捕，或者是否应提早进行性别区分（比如，在孵化处对日龄雏鸡进行性别鉴定或在屠宰抓取前在农场对成熟鸡进行分类）。性别区分和有效分类可降低家禽潜在应激事件的发生率。但是，能否对两种性别的家禽实施准确有效的电击致晕这一问题仍然存在。）

有趣的是，部分不拍翅的家禽会将翅膀闭合（图5；图6a、b）并放至身体两侧，使翅膀远离带电水并避免与旁边的家禽接触。这类家禽还会向下伸直脖子和头部，使头部顺利进入水中。操作人员应确保以最高水准进行抓取和吊挂，使家禽保持在最佳状态。

**图6a.肉鸡正靠近水浴致晕器。6b.肉鸡碰到水浴入口坡道时，身体被拖住，方便后续快速转入带电水中。肉鸡翅膀闭合，降低了发生致晕前电击的风险。**





如果水浴每次只能容纳一只家禽，则只有在家禽头部悬于水面或接触水时，方能通过无源体温探测器（比如红外线探测器）接通电流（Wotton, Gregory, 1991a）。探测器的定时应尤为快速准确，以确保家禽在没入水中时有电流通过。可采用增益控制器，根据家禽的距离，对探测器的灵敏度进行调节。（每次仅处理一只家禽的水浴在商业屠宰场中极为罕见。）

朝水浴入口处急剧上倾的光滑坡道（图7a、b）可降低遭受致晕前电击的家禽数量（Wotton, Wilkins, 2004）。入口坡道起点应低于家禽翅膀的水平位置，以防止翅膀被坡道边缘勾住（Wotton, Gregory, 1991a）。坡道应超出水面一小段距离，并在顶端稍微拖住家禽（图6a、b），以便家禽能够轻柔而快速地荡过坡道边缘，使家禽头部得以平稳浸入水中。坡道高度和角度应可调节，以便与脚铐线和待处理家禽的尺寸协调一致。某些坡道会裁出部分开口，使家禽头部得以浸入带电水中，同时挡住家禽的翅膀，以防发生致晕前电击（图7b）。

需要注意的是，坡道应与水浴的其他部位进行电气隔离，以确保家禽不会因入口坡道本身而遭受致晕前电击。要实现这一目的，只需确保坡道与水浴不发生物理接触，且水浴的水流（带电）不流向坡道即可（Wotton, Wilkins, 2004）。可采用非导电塑料盖板、非导电螺栓及绝缘隔离垫圈对坡道进行电气隔离（图8）（Wotton, Gregory, 1991a）。这样便可避免盖板上方的家禽与原有坡道或下方的水接触。

可将一连串的非导电杆（比如，由PVC制成的非导电杆）平行排成一个坡道（图9a、b），使家禽得以沿着该平面行进，同时作为隔离板，隔离原有入口坡道，从而最大限度地降低家禽与溢出水浴的水接触的风险。从家禽身上滴落的水溅到球面杆上后，应流向球面杆的缝隙和下方。杆与杆之间的缝隙不得有任何杂物，以确保家禽身上的水得以流走。

仅就水平脚铐线而言（非倾斜脚铐线），胸部接触片可进行改造，以完成两大任务：首先，在沿着脚铐线传送家禽时，充当垂直胸部接触片。其次，将接触片最接近水浴的部位扭成水平状，变为水浴入口坡道，使家禽可从上方越过并进入带电水（图10：Wotton, Wilkins, 2004）。在确定最终安装位置可最大限度降低致晕前电击的风险后，入口坡道便可与水浴固定在一起，以便同时进行调节，比如提高或降低高度。Wotton和Wilkins（2004）建议，如采用这种入口坡道，则应使水浴的侧边敞开（图12）。



图7a.采用有倾角的入口坡道减少致晕前电击

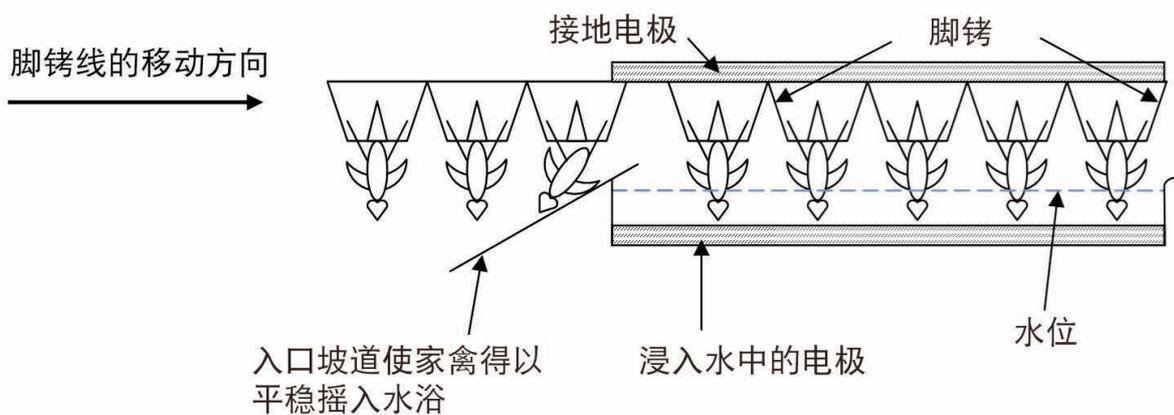


图7b.入口坡道的另一种设计方法是，将边缘裁掉一部分，使家禽的头部从开口处先于身体和翅膀落入水中。这种坡道需根据待处理家禽的类型定制。箭头显示的是家禽的传送方向。

左图：人道屠宰协会（2006）。右图：马雷尔斯托克禽类加工。





图8. 一片塑料板覆盖在入口坡道上

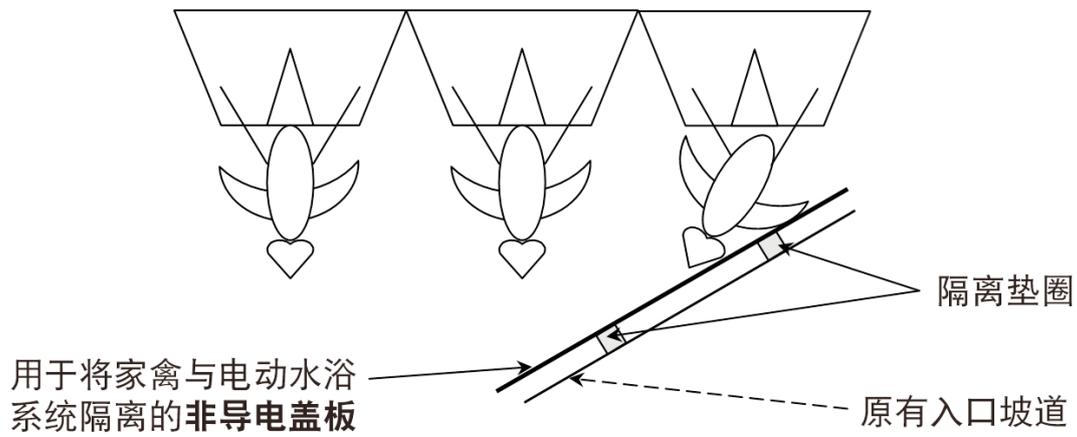


图9a. 添加用于覆盖入口坡道的塑料杆

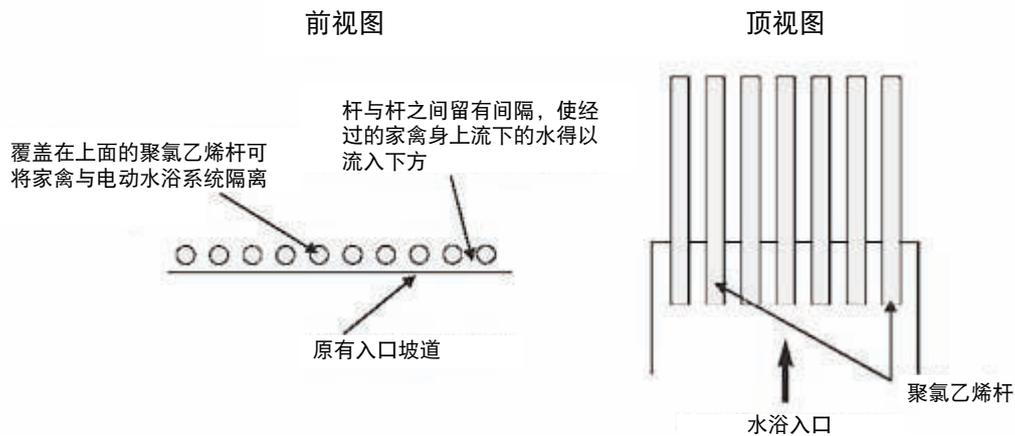


图9b. 塑料杆覆盖在入口坡道上。

塑料杆上不得有任何杂物（比如羽毛），以确保从坡道上方的家禽身上滴下的水能够迅速流走。

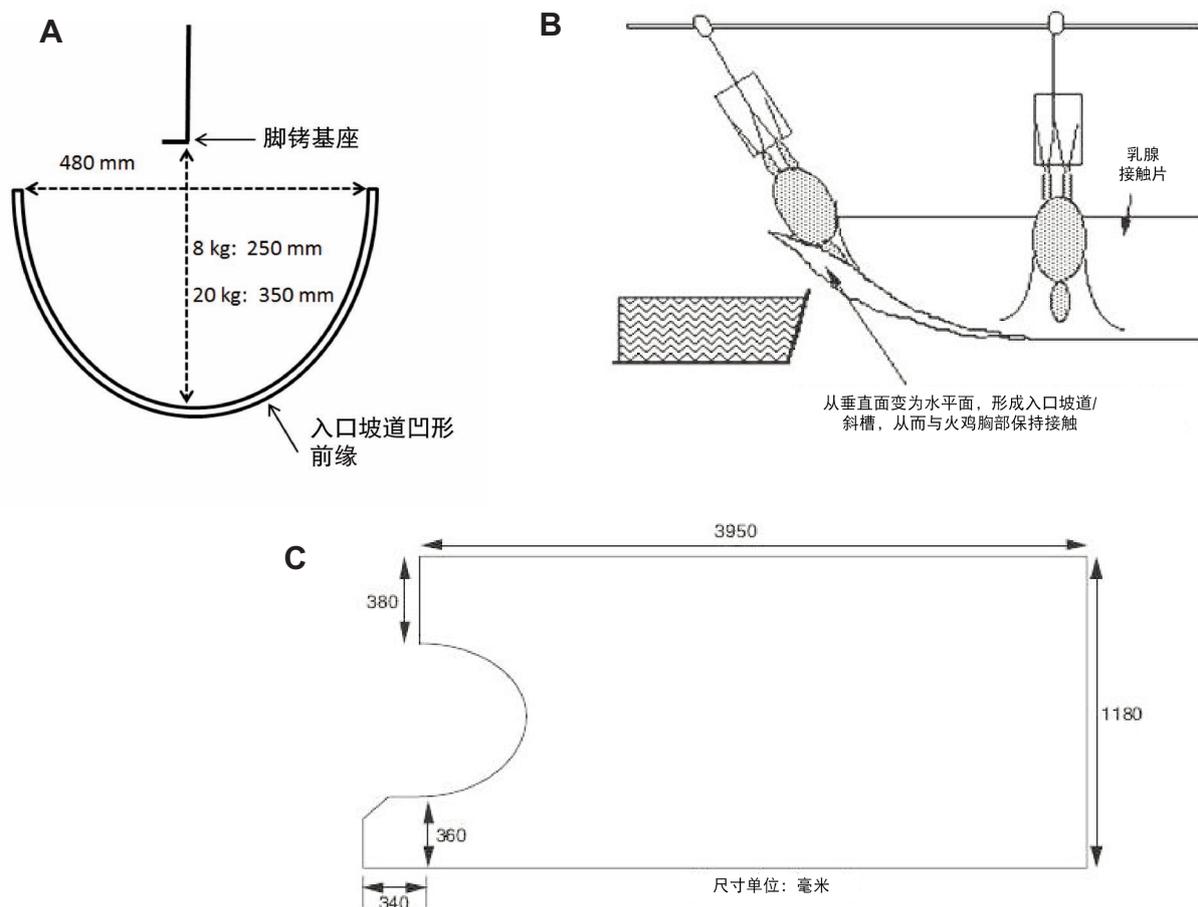
图：保罗贝瑞技术有限公司。





图10.经设计和建造，垂直胸部接触片可在水浴入口处扭成入口坡道。该尺寸适合活重为8-20kg的火鸡，但此设计可根据肉鸡要求缩小比例。**A**：入口坡道前缘和脚铐的正面图。**B**：吊挂的家禽靠在坡道上方的接触片上。**C**：变形前的接触片/入口坡道尺寸。

图A：人道屠宰协会。图B和C：源自Wotton和Wilkins，2004，英国国际农业与生物科学中心。



家禽经过入口坡道时，必须进行监控。例如：

- 如果脚铐线在经过坡道时下降，体型较大且较重的家禽头部和脖子便可能夹在身体与坡道之间，使前行的翅膀浸入带电水。因此，脚铐线最好在水浴入口处保持水平状态（或避免大幅下降），以便入口坡道能够正常工作。
- 随着吊挂家禽按照脚铐线的预设速度前行，当家禽的身体接触到坡道时，其移动速度通常会变慢，使家禽的身体、脖子或脚铐可能发生重叠。因此，必须对家禽进行监控，以防家禽剧烈挣扎、闷住彼此或当脚铐交叉时脚趾或双脚缠在一起。
- 家禽进入水浴时，脚铐不得相互重叠（无论是否有家禽拷在上面），因为这样会使家禽脚上的脚铐无法与接地摩擦棒直接接触，从而影响每只家禽身上通过的电流。



## 宰前抓取和束缚

- 体型较小的家禽不得上脚铐，因为这类家禽可能无法与入口坡道接触并摆入水浴，继而无法没入带电的水中。如家禽体型特殊，无法使用特定的水浴进行有效致晕的，则应采用其他的人道致晕方法（比如备用装置）进行屠宰。

如操作人员试图对水浴出入口出现的尴尬拥堵情况进行动物福利评估，便可能干扰意识清醒的家禽，甚至使操作人员本人面临电击损伤或被拍翅的大型家禽咬伤或打中的危险。因此，电动水浴的安装应便于观察所有出入水浴的家禽，以便能经常对该系统的成效进行妥善评估。要实现这一目的，可在水浴上安装巨大的透明塑料窗（图11）或观察平台。另外，还可采用透明塑料建成整个水浴，以便从地面上对整个系统进行安全监控，并且能够保持一定的距离，避免干扰到意识清醒的家禽。（如无需检查，可用窗帘将塑料窗/水浴隔开）。如安装了透明水浴或窗户，则应保持清洁，以便进行精确监控。此外，还可将水浴设计为侧边敞开式（图12）（Wotton, Wilkins, 2004），以便操作人员监控家禽进入带电水的情况（判断是否发生致晕前电击）以及没入水中的程度（检查家禽头部是否浸入水中）。

如系统不允许对家禽进出致晕器的情况进行观察，即便家禽从系统移出后已死亡，也无法对家禽的有效致晕予以评估。

**图11.水浴致晕器侧板上的观察窗。当家禽进入并通过水浴时，可通过观察窗监控动物福利情况。**





**图12.侧边敞开式水浴致晕器。**水浴的宽边设计可防止家禽拍打或卡在侧板上，同时方便操作人员全程监控家禽的即时致晕情况及家禽头部浸入带电水的深度。为健康和安全起见，可在侧边敞开式水浴旁围上铁丝笼，以防止未经授权人员入内，降低人员意外触电的风险。

图：布里斯托尔大学家禽福利专员培训处。



### 总结：降低意识清醒的家禽在脚铐线上出现拍翅和致晕前电击的发生率

- 从首个脚铐点开始到水浴之间，建造平直脚铐线。
- 避免脚铐线上出现弯曲或倾斜。
- 最大限度缩减脚铐线长度：a) 以防需提高脚铐线速度来缩短意识清醒的家禽的吊挂时长；b) 减少脚铐线出现故障时需留意的意识清醒的家禽数量（Wotton, Wilkins, 2004；Defra, 2007）。
- 从容、轻柔、安静地卸载、抓捕和吊挂家禽。
- 采用尺寸和形状均合适的脚铐吊挂家禽；如脚铐太紧，则可能造成压迫/痛苦，从而引起家禽拍翅。



- 更换损坏或严重生锈的脚铐。
- 采用适当的脚铐速度，以防家禽摇晃。
- 确保脚铐线平稳移动，不发生震动/颠簸现象。
- 保持柔和的光线强度，或使用低亮度的蓝色照明灯具。
- 避免脚铐线通过突然变亮的区域。
- 防止邻近家禽暂时性失去视觉接触。
- 最大限度降低周围的噪音（包括脚铐的声响）。
- 预防大量气流的突然变动（风洞效应——气流可干扰家禽）。
- 确保脚铐和接地摩擦棒不会夹住家禽的脚趾或脚蹼，以免造成家禽痛苦和拍翅。
- 采用可与家禽胸部接触的设备，比如胸部接触片或胸部支撑传送带。从脚铐线起点到致晕器之间，务必确保家禽胸部与设备全程接触。
- 入口坡道的设计和安装位置应确保家禽的头部能够轻柔而快速地摆入带电水中。入口坡道应使家禽的翅膀保持在水线上方，以防止发生致晕前电击。
- 防止水从致晕器入口处溢出；在水浴出口安装排水系统。
- 如带电水会从入口处溢出，则应在入口坡道上覆盖一块非导电板，以进行电气隔离。
- 务必根据家禽大小设置水浴水位，以便最小的家禽头部能即时浸入水中。
- 根据传统设计，脚铐线会在水浴入口处下降，以便家禽的头部浸入水中。这种倾斜脚铐线通常只适用于快速作业（否则，浸入水浴太慢会使意识清醒的家禽抵制入水）。在慢速的倾斜脚铐线上移动时，火鸡和鹅等大型家禽面临翅膀遭受致晕前电击的风险更大（Wotton, Wilkins, 2004）。
- 与入口坡道配合使用时，脚铐线最好不要在水浴入口处下降。



## 电

为了正确选择电源参数，实现有效的电动致晕，应首先了解基本的用电原理。

### 电压、电流和电阻

欧姆定律对电压、**电阻**和电流的关系进行了界定。假设主要呈电阻性的系统所带电抗可忽略不计，则根据欧姆定律，同一电路中的电流与电压成正比，与电阻成反比。

$$\text{欧姆定律： 电流 (I) = } \frac{\text{电压 (V)}}{\text{电阻 (R)}}$$

**要提高流经电路的电流量，就必须提高电压，或降低电阻。**

电压是指促使电流流动的电动势（emf）或电压力，以**伏特（V）**为计量单位。电压也称作电极间的电位差。电压必须充足，才能形成足够强的电流，从而致晕每只家禽。

电流（I）是指电荷流经导体的流量，以**安培（A）**为计量单位。电流是保证有效致晕的最重要的参数；这便是为何推荐的电源参数侧重电流而非电压的原因。例如，在电流相同的情况下，不同电路的电压会有所不同。

电阻（R）是物体阻碍电流流动能力的衡量单位，以**欧姆（Ω）**为计量单位。电阻也称作**阻抗**，尤其指物体对交流电所起的阻碍作用。物体的总电阻取决于多个属性，包括物体的长度、横截面和所用材料的电阻率。物体的电阻与其长度成正比，与其横截面成反比（Bilgili, 1992）。不同材料具有不同的电阻；金属为**强导体**，电阻较低，而陶瓷、塑料和玻璃则不导电，电阻较高，被列为**绝缘体**。虽然电极条和脚铐均可由导电性较好、电阻较低的材料制成，但是即便通过提高电压来降低活组织的电阻，家禽的生物电阻率也无法彻底改变，（Wotton & O'Callaghan, 2002）。动物是由各种不同的组织形成的，包括皮肤、肌肉和骨骼，而这些组织的电阻各有不同（Woolley 等人, 1986a）。这些组织在动物身体上排列方式最终决定了电流的流通过程。随着时间的推移，电压会逐渐克服（一定程度上）其所流经的组织所产生的阻力，使流向该组织的电流变强（Wotton & O'Callaghan, 2002）。但是，电有可能会沿着物体内部电阻最小的路径流动。因此，输送的电流更可能流向电阻率低的骨骼（胸部）肌和心肌组织，而非电阻率高的颅骨（Bilgili, 1992）。家禽的脑部有可能只接收到极少量的



电流，这取决于家禽的双眼是否与带电的水（即浸入水中）或湿板发生物理接触（参阅“**不间断电路的维护和电流的优化**”部分）。家禽的双眼可为电流流向脑部提供一条电阻较低的路径（通过视神经）。Woolley等人（1986a）认为，除此以外，平均有18%（范围：10 - 28%）的电流会通过颅骨流向蛋鸡的脑部。因此，绝对有必要输送推荐的最小电流，以提高电流实际穿透颅骨、流向脑部并诱发意识丧失的可能性。

### 禽类电阻

对于同一品种的家禽以及不同品种和类型（表2）的家禽而言，其所带的电阻均可能存在较大的差异。电阻的大小取决于多种因素，比如年龄、尺寸（不一定是活重）、性别、羽毛覆盖量、皮肤和腿鳞的厚度（**角质化程度**）（Bilgili, 1992），动物的皮肤和/或羽毛是否潮湿、躯干的肌肉和脂肪成分、动物的水化状态（Diez de Medina 等人，1993）以及颅骨和跗跖骨（小腿）的厚度和密度。例如，研究显示，尽管年龄和体重相同，但是与肉用公鸡相比，肉用母鸡的腹部体脂含量较高，身体组织含水量较低（Rawles 等人，1995a），腿部较细，因而所带电阻也就较高。根据有限的研究（Diez de Medina 等人，1993；Prinz, 2009）显示，在恒定电压下，肉用母鸡所接收到的电流振幅约为公鸡的75%。因此，需对肉用母鸡施加更高的电压，以形成有效致晕所需的电流振幅（Prinz 等人，2012）。同样地，研究表明，母火鸡比公火鸡所带电阻较高的原因也在于其脂肪、含水量以及腿部的直径和表面属性（Schütt-Abraham & Wormuth, 1988；Rawles 等人，1995b；Mouchonière 等人，1999）。由于家禽所带电阻存在较大差异（Wotton & Gregory, 1991b），在首次尝试致晕一批从未屠宰过的家禽前，屠宰场应在电气专家的帮助下，估算各种家禽（包括不同性别）水浴致晕所需的电压振幅。在开始致晕操作后，可根据所需的总电流调节电压。每种家禽的电源参数应在标准操作规程中予以记录、定期检查并根据需要进行变更，以确保操作人员了解各品种/类型家禽的解剖成分和/或屠宰年龄的最新变动，从而对形成所需电流的电压进行相应的调节。有限的数据显示，通常情况下，提高电压可降低不同类型动物（比如不同性别）所接收电流振幅的差异程度（Rawles 等人，1995a）。



## 电动水浴的操作

**表2.科学文献中所记录的家禽电阻\***。平均值标准差。♂ = 公，♀ = 母。电阻按50赫兹的正弦交流电计算。（电阻会随着波形和频率的变化而出现无法预料的变动（Wilkins 等人，1999a），并在电压/电流振幅低时变强（Rawles 等人，1995a、b）。）

本表为家禽的电阻近似值提供了参考；由于电阻受众多因素影响，所以无法保证其具体值；屠宰场须自行确定其屠宰的具体家禽的电阻。不过，屠宰场可根据本表，利用欧姆定律，估算要达到法律规定或建议的电流量所需的电压振幅。为确保尽可能多地对家禽实施有效致晕，应采用电阻上限值估算每只家禽所需的电压。

注意：提及鹅肝并非表示人道屠宰协会赞同该做法；提供该信息仅仅是因为该禽类的物理属性可能会影响电阻。

\*Gregory & Wotton (1987)、Schütt-Abraham & Wormuth (1988)、Diez de Medina 等人 (1993)、Sparrey 等人 (1993)、Wilkins 等人 (1998)、Mouchonière 等人 (1999)、Fernandez 等人 (2003, 2010)、Rémignon (2004)、Rodenburg 等人 (2005)、Hindle 等人 (2009)、Prinz (2009)。

家禽类型	平均电阻Ω (SD)	电阻范围Ω	平均活重kg (范围)
肉鸡	1000 - 1600 Ω (200 - 600) ♂: 900 <sup>+</sup> ♀: 1200 <sup>+</sup>	800 - 3900	2.5 kg (1.7 - 3.5)
蛋鸡	2500 - 2900 Ω (500 - 800)	800 - 7000	1.9 kg (1.3 - 2.4)
火鸡	♀ 2100 - 2300 Ω ♂ 1200 - 1600 Ω	可达5700	5 - 10 kg 8 - 25 kg
珍珠鸡	2900 (1400) Ω		1.2 - 2.3 kg
鸭	1600 - 1800 Ω (300 - 400)	900 - 2800	2 - 3.8 kg
番鸭（北京鸭x巴巴里鸭/美洲家鸭）	2600 (420) Ω	2100 - 3300	4.2 kg (鸭肝6.5 kg)
鹅	1900 (500) Ω	可达4100	4.3 - 6.7 kg
用于制作鹅肝的 法国朗德鹅	2700 Ω		约8.5 kg



## 波形

波形是指一个周期内的电压或电流形状。形成的电流可为交流电（AC），围绕零值按正负方向交替流动（两级；图13a、c、e、f）。电流也可为直流电（DC），按正方向或负方向（图13b、d）的单一方向（单极）流动。直流电通常为脉动直流电（pDC），这表示电流在部分周期时间内是断开的（振幅为零）。最后形成的波形可用传号空号比表示（电流“接通”时，时间为传号，电流“断开”时，时间为空号，即零值）。波形还可用**占空比**表示，其中传号的持续时间按其占周期时间的百分比表示。

可随着时间的推移对交流电或直流电的流动方式进行检查，从而揭示波动的形状/形式。例如，波形可为平滑波动的曲线（**正弦曲线或正弦**），呈方形或矩形，锯齿形或三角形。可通过变更电流形成各种不同的波形。例如，交流电波可进行不同程度（比如一半或全部）的调整，从而形成直流电波（比如脉动或恒定）。此外，还可通过削波来形成各种各样的形状。电动水浴致晕器已运用了多种波形（包括图13所示），主要用于降低禽体损伤或提高电脉冲的效力。但是，截至目前的科学研究显示，波形改变后，禽体质量不一定会有所提升，而正弦交流电可在保护动物福利的情况下实现最有效的致晕（Hindle 等人, 2009）。

## 频率

电流频率是指一个完整的波形周期每秒的重复次数，以**赫兹（Hz）**为计量单位。例如，欧洲“标准”电源的特征在于频率为50Hz的正弦波形，即每秒重复50次（图14a）。如每秒有50个**周期**，则表示一个完整周期耗时20毫秒；这段时间称为电流周期。如波形在每秒内重复完整周期的次数越多，其频率也就越高，例如，图14b中的电流频率是图14a中的电流频率的四倍。

## 电流和电压的描述单位

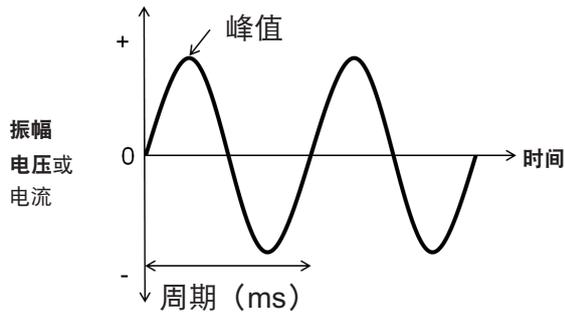
描述电流或电压量（振幅或幅值）的方法众多。例如，**峰值**振幅表示从零到最高正极点或最低负极点的波高。但是，较有用的是按平均值记录电流振幅。占空比为50%（传号空号比为1:1）的脉动直流电波形的平均电流往往是峰值电流的一半。平均电流和峰值电流可根据不同占空比进行计算（参阅术语表中的“**峰值电流**”）。对于交流电而言，如果波形处于零值以上和以下的时间相同，那么其数学平均值即为零，也就毫无意义。但是，可用“**均方根**”（RMS）或“有效”电流记录交流电波。在记录致晕器的电源参数时，屠宰人员必须时刻记录适当的描述单位（比如，用“均方根”表示交流电、用“平均值”表示脉动直流电以及用恒定振幅表示直流电）。



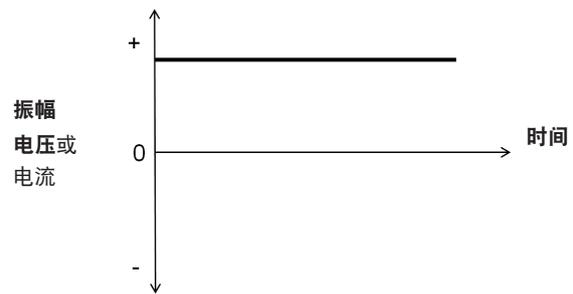
# 电动水浴的操作

**图13.交流电和直流电波形的选择。**时间通常用毫秒（ms）表示。矩形波和方波可根据脉冲宽度进行区分。（注意：本图仅供描述之用，以便了解电气术语；图中所示波形不一定适用动物的人道电动致晕。）

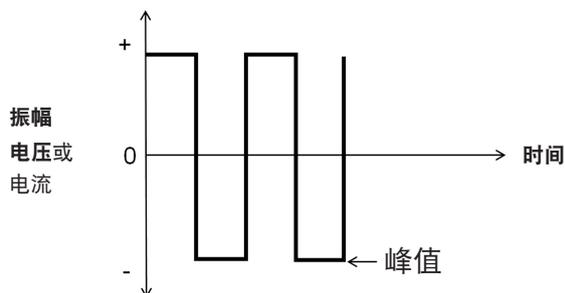
**a) 占空比为100%的正弦曲线（正弦）交流电（2个周期）**



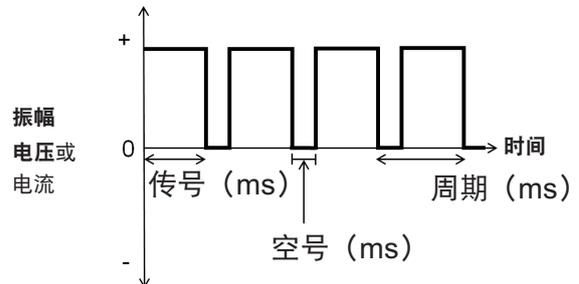
**b) 占空比100%的直流电**



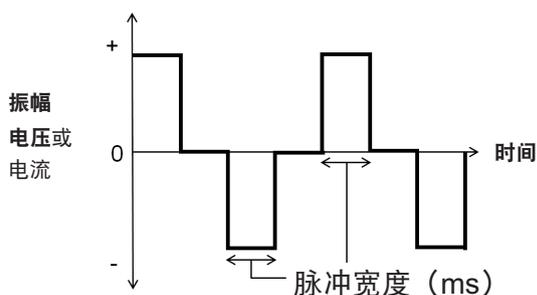
**c) 占空比为100%的矩形交流电（2个周期）**



**d) 占空比为75%或传号空号为3:1的脉动矩形直流电（4个周期）**



**e) 占空比为50%的脉动矩形交流电（1.75个周期）**



**f) 占空比为50%的削波正弦交流电（1.5个周期）**

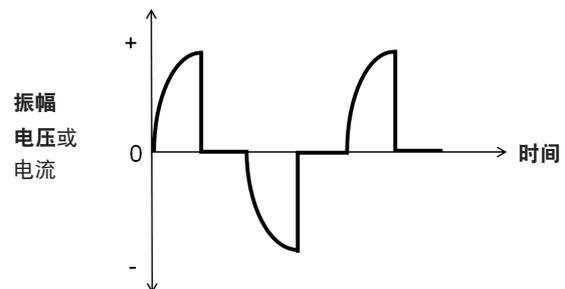




图14a. 50赫兹的正弦曲线波。1/10秒5个周期=每秒50个周期

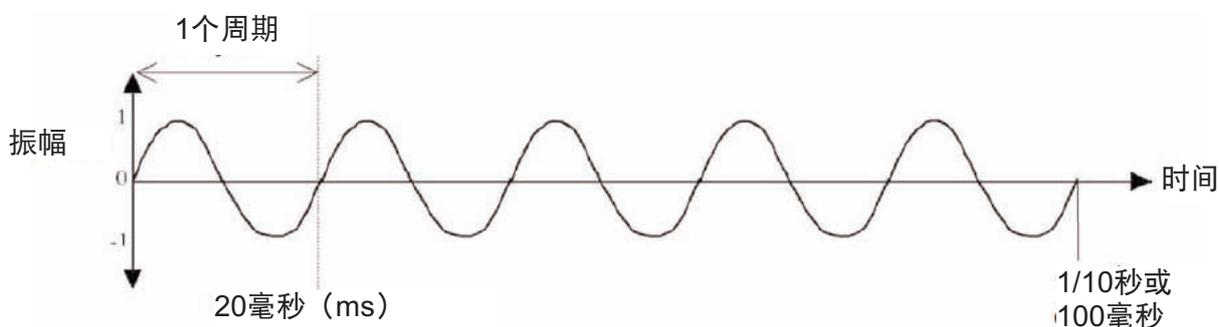
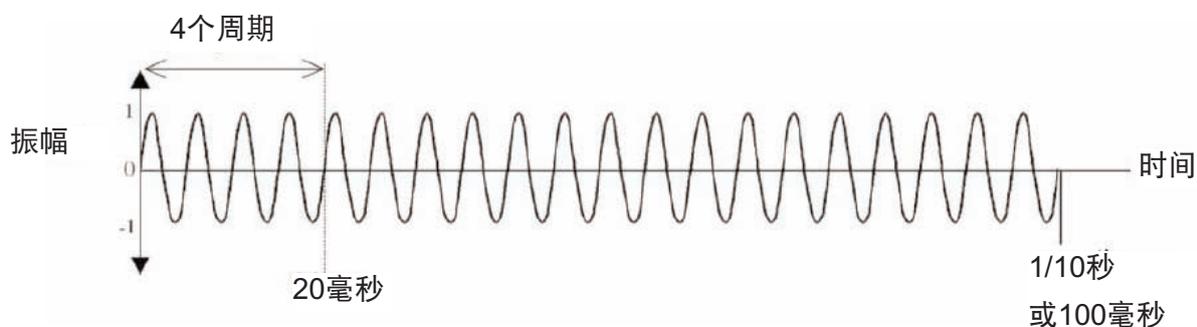


图14b. 200赫兹的正弦曲线波。1/10秒20个周期=每秒200个周期



### 电气术语摘要——标准操作规程中必须说明的各类现场致晕器 (包括多相致晕器的各个相位) 和待宰家禽的电源参数

- **电流 (I)** = 电在物体内的流动。切记明确电流所用的单位，例如，用均方根值表示交流电；用平均值表示脉动直流电；用恒定振幅表示直流电。
- **电压 (V)** = 驱动力（电压力）。切记明确电压所用的单位，例如均方根值。（注意：即使不同类型的家禽（比如，肉鸡和蛋鸡）所需的电流振幅相同，由于不同类型的家禽所带电阻不同，所以形成该电流的电压也会有所不同。）
- **波形** = 一个完整的电流周期所构成的形状，应包括极性（即交流电或直流电）和形状（例如，正弦、矩形和削波比例）
- **频率** = 每秒内的完整周期数量。
- **周期** = 完成一个波形所需的时间。
- **脉冲宽度** = 电流在单个周期内流动的时间（即“接通”时间）。
- **占空比** = 以周期百分比表示的脉冲宽度。



## 恒定电压与恒定电流

目前所用的商用电动水浴系统均采用恒定电压工作。恒定电压致晕器的设计旨在通过水浴对每只家禽施加相同的电压，无论是一次处理一只还是多只家禽。在恒定电压致晕器内，每只家禽身上通过的最终电流振幅可能取决于：

- 系统工作时所用的电压振幅
- 整个电路（从带电的水下电极到水、家禽和脚铐，再到接地的摩擦棒）的电阻
- 在同时可处理多只家禽的水浴中，每只家禽所接收到的电流振幅还取决于在任何时候与带电水接触的家禽总数（Wotton & Gregory, 1991b），该数量通常为20只，但有时也可达40只之多。

大部分的恒定电压水浴电路均与电阻器（家禽）并联，使每只家禽均有效地变成电路的独立分支。致晕器应对每只家禽施加如电压表所示的相同电压。因此，可根据欧姆定律（ $V = I \times R$ ）和表2所提供的电阻（R）以及推荐的电流振幅（I）（如表4所示），估算克服各种家禽电阻所需的电压。例如，要让0.1A（100mA）的电流流过带有1500Ω电阻的家禽，就需要150V的电压。随着家禽电阻的升高，形成电流所需的电压也需相应升高。

水浴中同时可浸入的大家禽数量乘以每只家禽所需的最大电流即为水浴所需的最低总电流（Schütt-Abraham & Wormuth, 1991），如图15A所示。但是，这只是一个估算值，因为该估算假设了所有家禽所带电阻相同，而在现实中并非如此。

当一群家禽被施加了预设的恒定电压时，每只家禽所带不同程度的电阻会使其接收到相对不同的电流振幅（表3；图15B；图27）。这意味着，电阻低于平均值的家禽所接收到的电流可能比操作人员所预期的要多，从而可达到致晕效果（但也可能使禽体遭受更多的损伤）；而电阻高于平均值的家禽所接收到的电流则可能比操作人员所预期的要少，从而无法充分致晕家禽（Berry 等人，2002）。因此，即使通过手动预先设定所需电压，也很难利用多禽恒定电压致晕器对每只家禽输送推荐的最小电流。此外，电动系统的总电阻不可能一直保持恒定，而是会随着水、家禽（包括水浴中的家禽）以及禽腿-脚铐-接地界面的电阻的变化而变化。同一系统所需电压每天都可能发生变化（Hindle 等人，2009），屠宰场必须确保向致晕器输送的电流总量相同，而电压则不一定要相同。因此，屠宰场应尽可能降低电路的总电阻及各分支电阻的变动，以最大限度提高从每只家禽身上流过的电流振幅。



表3.针对两种不同类型的鸡，利用恒定电压致晕器输送推荐的最小电流结果范例。在例1中，输送至蛋鸡的电流低于欧盟法规允许的值；电压振幅必须提高至均方根500V，从而将电流振幅提高至均方根100mA，同时提高有效致晕的可能性。（采用电动水浴致晕器时，禽腿和脚铐的接触面会使电路的电阻发生较大变化。）

例1:	肉鸡 (颅骨较薄、较软；小腿较宽、腿鳞较软，可与脚铐紧密贴合)	蛋鸡 (颅骨较厚、较硬且较密)
施加的电压:	均方根250 V	均方根250 V
电路的电阻，包括家禽所带电阻:	2500 Ω	5000 Ω
产生的电流:	均方根100 mA	均方根50 mA
家禽福利成果:	有效致晕	无效致晕（例如，电麻痹）
例2 (Wotton & Wilkins, 2004, 动物福利培训, 2008) :		
施加的电压:	均方根160 V	均方根380 V
电路的电阻，包括家禽所带电阻:	1600 Ω	3800 Ω
产生的电流:	均方根100 mA	均方根100 mA
家禽福利成果:	有效致晕	有效致晕

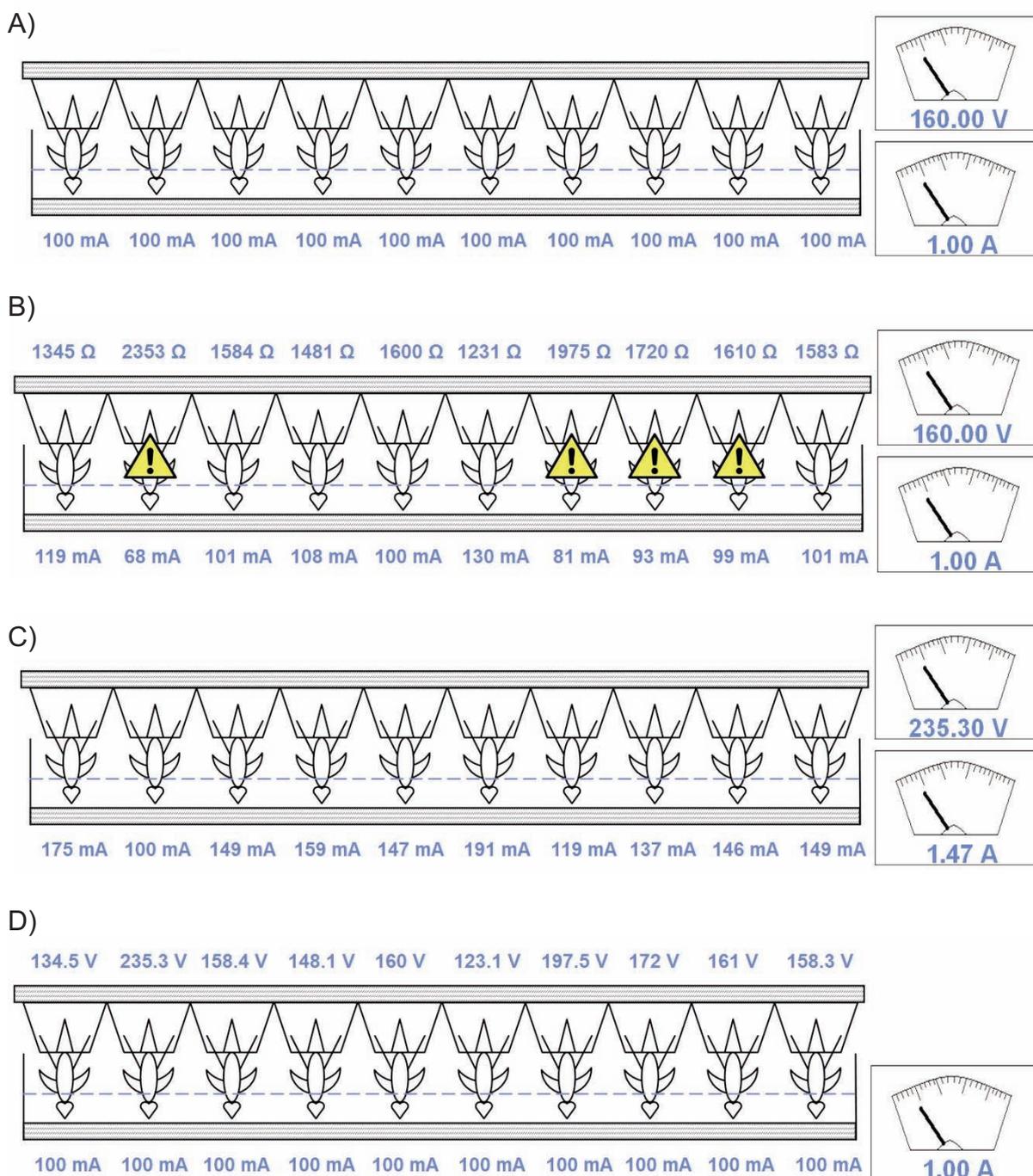
使用恒定电压设备时，应尽量使每只家禽所接收的电流保持一致。因此，操作人员应确保：

- 恒定电压设备须尽可能维持恒定电压，而无需考虑致晕器内的家禽数量或家禽所带电阻为多少（Schütt-Abraham & Wormuth, 1991；Bilgili, 1992）。
- 电源变压器电路的功率输出应根据脚铐线的最大吊挂量和待宰家禽类型通常所带的最大电阻，以适应电路的最大荷载（Kettlewell & Hallworth, 1990）。
- 虽然随着电流的不断流动，电路上的电阻会在一定程度上有所削弱，但是仍应确保设备有能力输送充足的电压，以尽可能快地（在第一个电流周期内）瓦解电阻，从而最大限度提高家禽立即失去知觉的可能性（Raj & O’Callaghan, 2004a）。否则，低电压系统可能需耗费更长的时间，才能达到所需电流振幅（例如，依品种而定，需2-4秒：Schütt-Abraham & Wormuth (1991)），在此期间，还可能无法使家禽丧失意识。



# 电动水浴的操作

图15. 用于为家禽提供规定的100mA电流的电流电压图解。右侧为电压表和电流表，而家禽上方和/或下方则为每只家禽的参数。A) 假设所有家禽所带电阻均为平均值1600Ω。B) 实际上，每只家禽所带电阻可能有所不同，导致其在恒定电压系统中所接收到的电流振幅各有不同。三角警示牌表示家禽接收到的电流小于100mA，从而可能无法有效致晕。C) 为解决该动物福利问题，恒定电压致晕器的电压应有所提高，以确保所有家禽均能接收到至少100mA的电流。D) 此外，恒定电流致晕器还可根据需要，改变每只家禽所用电压，以便向每只家禽输送规定的相同电流。（注意：所有图片均为范例；图上所示电压不得视为在实践中达到电流振幅所需的电压，因为不同系统所需电压会有所不同。有关适当参数的设置，可参阅“致晕参数”部分）。





对保障动物福利和肉质更有利的方法是采用*恒定电流*运行电动致晕系统。为了最终向每只家禽输送极其相似的电流振幅，外加电压的自动变化会面临每只家禽所带电阻及可用电源参数范围的多因素自然变化所带来的挑战。也就是说，产生的电流足以保证动物福利，但无法保证肉质，如图15D所示。遗憾的是，虽然自20世纪90年代起，恒定电流系统就已运用于科学研究(比如，Sparrey 等人，1993；Rawles 等人，1995a、b)，但是目前尚未有大型商用水浴系统可用于本行业。

### 不间断电路的维护和电流的优化

传统电动水浴致晕器可使电流在两个电极之间流动，从水中的电极流向接地的摩擦棒。电只有在闭合电路中才会流动。因此，电路中的所有电触点均应时刻保持物理接触，即家禽的头部与电极/带电水接触、家禽腿部与脚铐接触、脚铐与接地摩擦棒接触。即使电路中的所有物体均连接在一起，电触点的固有特征和质量也会影响电触点之间的电流。如水浴的电触点不足，则无法简单通过提高电压的供应量解决问题，因为提高电压未必会改善致晕效果，反而可能会影响肉质并增加人体健康安全风险。降低电路中各电触点的电阻是有可能的，这是操作任何电动系统所必要的基本流程。

### 带电电极-水-家禽界面

水浴必须有能力进行精确的垂直调整。要在水浴装满水时快速提高或降低水浴，就可能需要使用液压升降系统(Wotton & Wilkins, 2004)。如果大量家禽避开了带电水，则可能需要调整水浴高度和水位。屠宰场人员应定期监控并按需要调整水浴的高度和水的深度，以确保整批家禽的头部得以完全浸入水中，包括眼部和头盖骨(装有大脑的颅骨部分)。与浅层浸没相比，家禽头部深层浸没时，形成指定电流所需的电压较小(Raj, 2004)。对于鸭子而言，如果只有鸭嘴和嗉囊浸入水中，那么鸭子脑部正常功能所受到的破坏通常不会太大，这可能是由于鸭子脑部所接收到的电流与其全身相比较小(Gregory & Wotton, 1992a)。可惜，目前很难将水禽的头部完全浸入水中(水禽的头部会不自觉地浮在水面上)。因此，有必要安装能够让鸭子或鹅的头盖骨浸入水中的装置，比如，颈部扩展器——虽然可能成效有限(图16b)(动物福利培训, 2008)。

水可淹没至家禽翅膀的喙形边缘(即肩高: 图1)，以确保待处理家禽中最小的家禽头部能浸入水中(Schütt-Abraham 等人, 1983; Gregory & Wotton, 1991b)。在欧洲，家禽必须淹至翅膀基部(1099/2009号欧盟理事会条例)。但是，应注意不要让水没过家禽肩膀，以免发生电流绕过家禽头部和脑部的风险，从而无法致晕家禽。当然，这一点尚未经科学研究证明。



如果脚铐线带着大量的家禽以每分钟极快的速度移动，使水从水浴入口涌至出口，导致家禽的头部无法在开始致晕时完全浸入水中，则需提高水位，以应对该情况并确保家禽的整个头部全程浸入水浴。

### 湿板电动致晕系统

家禽专用的部分全身电动致晕系统并未配备用于盛放带电水的深浴盆，而是配备较浅的浴盆和/或仅仅用水淋在带电的电极上（故称为“湿板”），而家禽的头部则会与该电极直接接触（通常随着脚铐线的移动，家禽头部两侧会被拖过电极）。在大部分情况下，水浴的工作原理也适用于湿板系统，例如，保持良好的电气接触，包括调节致晕器高度的能力，以确保家禽头部与电极充分接触。经研究发现，湿板系统无法确保接触情况的一致性（Kuenzel & Ingling, 1977）且可能使家禽发生致晕前电击的风险（Gregory & Whittington, 1992）。因此，一旦使用湿板系统，操作人员务必确保每只家禽的头部在其他身体部位接触到电极之前，均以适当方式与带电电极发生充分的持续接触。虽然湿板系统可使家禽头部与电极发生直接的物理接触，但是该系统无法克服上述不同性别的肉鸡存在电阻差异的问题（Prinz, 2009）。

**电动致晕的目的在于诱发动物脑部的癫痫活动，造成神经元疲劳（欧洲食品安全局，2004），从而确保动物丧失意识。因此，设备的配置必须确保能从物理上将电流引至动物脑部。**

电极的安装位置必须方便将目标器官（脑部）置于其中（欧洲食品安全局，2004），不得有任何机会使电流绕过家禽脑部并流向其他身体组织（比如电阻较小的组织）。例如，如果家禽的头部保持在带电水上方或未与带电的湿板接触，而其胸部首先与水或电极板发生接触，那么胸部便会使电路完整，从而形成电流，导致家禽立即停止活动且身体变僵。但是，电流可能会绕过家禽的脑部，产生家禽遭受**电麻痹**的重大风险，使家禽可能仅仅发生**麻痹**，而非丧失意识，因而仍会承受极度的痛苦和应激。该情况可能发生在所有物种身上，尤其是易于在脚铐线上呈鹅颈弯状的物种（图16a）。虽然存在这种风险，但是如果采用入口坡道，家禽就有可能迅速有效地浸入带电水；不过，要保证这一点，仍需对家禽进行监控。对于颈部较长的家禽，尽管可能成效有限（动物福利培训，2008），但可以采用颈部扩展器（图16b），引导其头部迅速完整地浸入带电水（欧洲食品安全局，2006）。

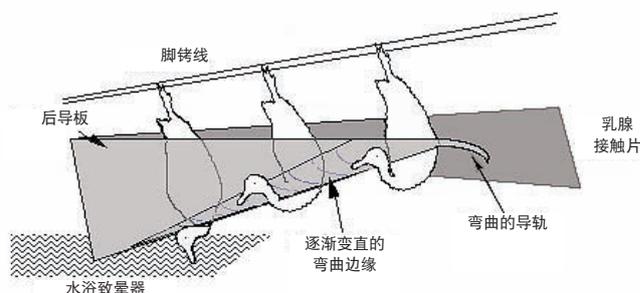


## 电动水浴的操作

**图16a.脚铐线上的鸭子颈部呈鹅颈弯状。**与其他颈部和头部下垂的鸭子相比，从右数第二只鸭子的颈部向上弯曲，使胸部处于头部之下。如果这只鸭子的胸部先于头部与带电水接触，就可能产生风险，使鸭子可能接收到电流，但却无法丧失意识，因为电流不大可能流过其脑部。这种情况的发生是不人道的。



**图16b. 鸭子颈部扩展器在脚铐线上的用法范例。**图：布里斯托尔大学家禽福利专员培训处。



颈部扩展器应谨慎规划和安装，以防挡住视线，无法对致晕的即时性以及致晕前电击的发生情况进行评估。颈部扩展器完成安装后，应进行监控，以确保所有家禽头部均推至颈部扩展器下方（而非夹在上方，从而可能导致家禽翅膀或胸部发生致晕前电击和电麻痹。）

为了最大限度提高家禽接收到的电流振幅，没入水中的电极必须从水平和垂直距离上，尽可能靠近家禽脑部（图1）。从水平距离上看，水中的电极必须与水浴底部同长同宽。图17显示了电极覆盖至水浴全长时的情况。理想的情况是，从垂直距离上看，家禽的头部完全浸入带电水并接触到带电电极。即使家禽头部完全浸入水中，家禽所接收到的电流振幅也会随着家禽头部与水中电极的距离增大而降低。例如，265V电压向与带电电极发生物理接触的电阻器输送182mA电流。将电阻器与带电电极分开5cm和20cm时，电阻器所接收到的电流会分别降低4mA和10mA（Schütt-Abraham等人，1991）。因此，带电电极应尽可能靠近禽嘴，最好在5cm范围内，以确保家禽的整个头部充分接触电流（图1）。

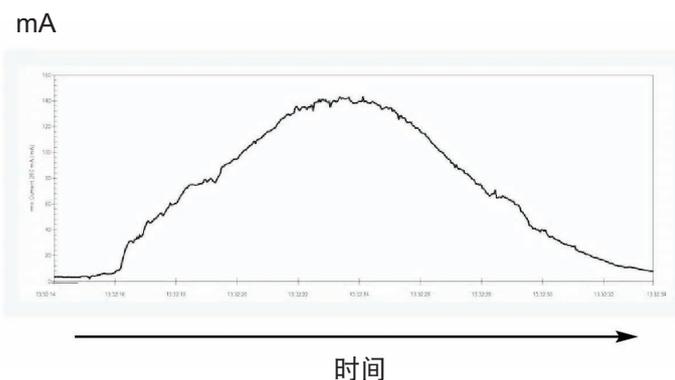


致晕器的这种配置可确保电路向每只家禽开放，且每只家禽均能在浸没于水中时全程接触到最小致晕电流。如果家禽的头部未与水中电极发物理接触，则可向水中加盐，以降低家禽与水之间的电阻及其变化性。

**图17.家禽通过水浴致晕器时的电**

**流轮廓。**电流振幅随着家禽向位于中间位置的水中电极移动而升高，并随着家禽经过电极并移向水浴后半部而降低。将电极安装在中间位置并不利于保障动物福利，因为这会拖延达到预期电流振幅的时间，导致无法立即致晕家禽。这也就是为何电极必须与水浴同长同宽的原因。

图：保罗贝瑞技术有限公司。



水的**导电性**会随着水浴使用时间的增加而升高，因为家禽在通过水浴时，会排泄体液，而其羽毛上的污垢也会被冲掉，从而使水中的电解质增加（欧洲食品安全局，2004）。相比之下，水浴中的水在刚开始时或刚更换时都会比较干净（且导电性较低）。因此，可通过加盐让水在刚开始时就具有较高的导电性，从而提高家禽福利和禽体质量（Perez-Palacios & Wotton, 2006），这对可用水具有较低导电性的地方而言尤为重要。与自来水相比，在盐水溶液中向家禽施加电流所需的电动力（电压）较低（Bilgili, 1992）。即使以**重量/体积**的0.1%为浓度向水中添加食用盐，也可显著提高导电性。虽然盐的浓度越高，越能降低电阻，但是当浓度超出1%时，效果便会达到临界点，所需电压也就无法继续降低（Schütt-Abraham 等人，1991；Bilgili, 1992）。因此，即使加大盐的浓度，也可能无法改善系统的配置不当或无法补偿向每只家禽输送推荐的最小电流所需的电压不足（例如Prinz, 2009）。更重要的是，水浴控制面板应根据预计同时浸入水中的家禽数量及水的导电性，向水浴提供充足的电流，且电路不会被致晕器的断路器“切断”（断开）；这样，只有到万不得已的情况，才需向水浴加盐（P. Berry, pers. comm. 2014）。只有当系统已妥善配置和设置时，才可考虑向水浴加盐，



以进一步提高系统中的电流。盐具有腐蚀性，随着时间的推移，需对设备进行清洁、维修和更换，以保持高效的导电性。过度提高水的导电性可能会增加发生致晕前电击的风险（因为电压会被引至水浴入口处的坡道表面），并降低没入水中的家禽身上流过的电流量（P. Berry pers. comm.）。当然，随处倾倒浓盐废水也会对环境造成不利影响，所以不要过度加盐或在不必要时加盐（Schütt-Abraham 等人，1991）。

此外，向淡水中加盐20-30分钟后，导电性便不会再增加（Perez-Palacios & Wotton, 2006）。因此，在此期间，应密切监控电流并在必要时提高电压，以弥补导电性和电流的削减（EUWeINet, 2013a）。如频繁地向水浴中注入干净的水（比如补充水位），则极有可能降低导电性。动物福利专员可利用数字电导仪测量水的导电率，监控其随着时间而发生的变化，并根据水浴的换水频率或失水情况，确定多长时间加一次盐。为了使水的导电性保持一致，必须配备有效的加盐系统（Bilgili, 1992）。例如，在换水和/或加盐之后以及致晕开始之前，需有充足的时间让盐溶解于水中并达到最大效力。为加速盐的溶解而使用温水时，水温必须使与水接触但未丧失意识（例如，家禽受到致晕前电击或挣脱脚铐并站在水中）的家禽感觉舒适。另外，还可向水浴中的水添加预先混合的盐溶液。（注意：提高水温不会对导电性产生重大影响（Perez-Palacios & Wotton, 2006））。除非能够一直保持水浴的盐度，否则不要向水中加盐（EUWeINet, 2013a）。

为保障动物福利和肉质，应尽力降低拷在脚铐线上的家禽之间形成电流路径的风险，以防每只家禽接收到的电流发生额外变化。例如，Sparrey 等人（1992）根据系统模型得出，平均电流会变化-46至+39%。因此，吊挂家禽时，应留有充足的间隙，以免家禽触碰到彼此（图5B）。

家禽通过水浴时必须畅通无阻（Schütt-Abraham & Wormuth, 1991）。例如：

- 确保水中电极的尺寸、形状或位置均不妨碍家禽头部迅速摆入或完全浸入水中。
- 水浴的宽度必须适合所有类型的家禽，以防家禽头部卡在侧板上（图18），从而无法浸入水中。为确保空间充足，脚铐线应安装在水浴一侧（最靠近家禽胸部的侧板）。此外，还可使用侧边敞开式水浴，以便通过肉眼观察家禽福利是否能够得到保障（Wotton & Wilkins, 2004）。



- 如果家禽挣脱脚铐并站在水浴中，那么其所站位置可能会妨碍其他吊挂在脚铐上的家禽进行立即致晕。挣脱的家禽可能会a) 改变从吊挂的家禽身上流过的电流并b) 在吊挂的家禽经过时因接触而发生电击的风险。挣脱的家禽必须尽快安全转移。清醒家禽的吊挂作业及脚铐线的运行也应立即停止。已经通过水浴并致晕的家禽必须立即进行颈部切割。此时可以关闭电源并将挣脱的家禽小心抓回。挣脱的家禽应立即采用人道备用方法进行致晕和宰杀，而非重新拷上脚铐。

**图18.一只肉鸡的头部卡在水浴侧板上。**这只家禽因身体与水接触，故可接收到电流，但因头部（和大脑）不在水中，可能无法丧失意识并对疼痛失去知觉。两块水浴侧板靠得太近，应将其分开，以防发生所述情况。



### 禽腿-脚铐-接地界面

家禽腿部与脚铐之间的接触点所带电阻是整个电路中最大的。因此在吊挂家禽时，家禽的腿部周围不得有任何增加电阻的物品（例如稻草）。如果在恒定电压水浴中流动的总电流随着致晕作业的进行而削弱，则可能是因为羽毛、油脂和污垢堆积在脚铐上，导致电阻升高。为避免发生这种情况，脚铐必须每天定时清洗。在理想情况下，脚铐在返回活禽吊挂站之前，应通过湿洗系统，以清除脚铐上遗留的羽毛、污垢和断脚。如果清洗系统无法有效清除脚铐上的断脚，吊挂人员应在吊挂清醒家禽之前，手动清除断脚，否则便可能影响致晕质量。如果吊挂人员需要频繁清除断脚，则应对清洗系统进行维修或更换更有效的型号。

清洗脚铐还有另一个目的。虽然家禽腿部与脚铐接触，但是电阻仍会出现较大变动。在吊挂家禽时，脚铐必须保持淋湿，以便家禽腿部更好地与金属接触，从而降低电阻的变化并提高致晕的即时性（图19）。如果空置的脚铐在挂上家禽之前就已淋湿，在家禽进入水浴前，向占用的脚铐上的禽腿脚铐界面洒水，便不大可能对电阻产生重大影响，因此也就没有必要多此一举（Perez-Palacios & Wotton, 2006；动物福利培训，



2008)。如果在抵达水浴入口处之前，向占用的脚铐上的禽腿脚铐界面洒水，则应注意不要：a) 打扰脚铐线上的家禽，尤其是妨碍其进入水浴（比如，不得将水洒到家禽眼部）；b) 使家禽遭受致晕前电击；或c) 将家禽的羽毛和身体淋湿，以防造成分流，使电流流向家禽头部和身体外侧，而非脑部和心脏（Bilgili, 1992; Gregory & Wotton, 1992b）。最重要的一点是，洒水应使用盐水，因为与淡水相比，盐水能增强导电性（Bilgili, 1992, Perez-Palacios & Wotton, 2006）。

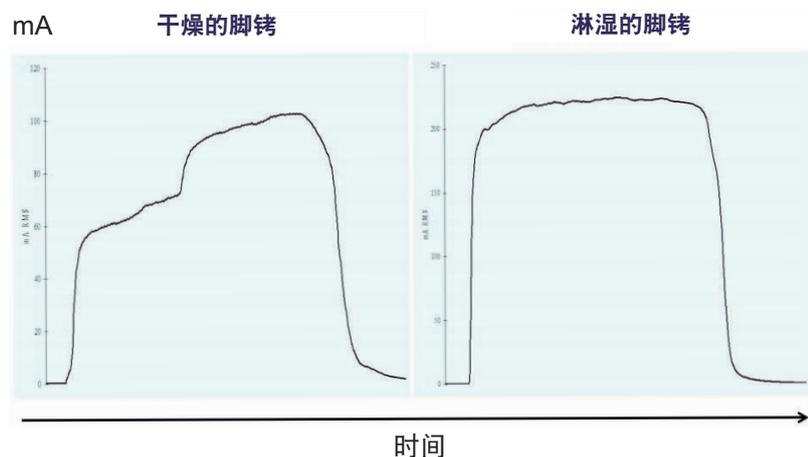
脚铐上某一污垢的累积（图20），最有可能的是禽腿上的油脂/脂肪等生物材料的电解质堆积（P. Berry pers. comm. 2015），有时会显著提高电路中的电阻，影响致晕的有效性。因此，在用水和钢丝刷清洗脚铐的同时，还应至少每周一次用酸性试剂清洗脚铐，以防污垢堆积。此外，还有必要监控设备的污垢情况，如无法充分去污，则应立即更换脚铐。

高电压的电源参数在屠宰时有利于保护家禽福利（参阅“致晕宰杀参数”）。如使用高电压的电源参数，则随着时间的推移，碳会在脚铐上累积，导致禽腿与脚铐之间的导电性削弱。因此，脚铐必须定期采用酸性试剂清洗，以恢复正常的电气接触（S. Wotton pers. comm. 2014）。

致晕结束后，屠宰场可监控家禽腿部的脚铐接触点是否出现烫伤。如有烫伤，则表明电阻升高或局部化，这可能是因不良的电气接触导致，例如电极保养不善（欧洲食品安全局，2004）或脚铐污垢太多。

**图19.淋湿脚铐对导电性的影响。**与淋湿的脚铐相比，干燥的脚铐所带电阻更高。在吊挂家禽之前将脚铐淋湿有利于脚铐与禽腿更好地贴合在一起，方便电流更快地通过家禽，从而提高致晕质量。

图：保罗贝瑞技术有限公司。



**图20.禽腿脚铐接触点的棕色污垢。**要确保致晕的有效性，就必须将所有接触点的污垢除掉。图：保罗贝瑞技术有限公司。





所有其他相关设备均应适当清洁和保养，以确保其保持较低电阻。任何受损（比如，生锈、变形或故障）设备（包括水中电极、脚铐和接地的摩擦棒）均可能无法正常导电，故应予以更换。

在家禽头部接触带电水或湿板期间，第二条电极，即接地的摩擦棒，应与吊挂家禽的每个金属脚铐时刻保持稳固的接触，包括在脚铐快速移动时，即家禽从入口坡道摆入水中时，或发生骚动时（比如，家禽在浸入水中时会拍翅，从而将其脚铐及其他家禽的脚铐拖离接地摩擦棒）。同样，务必确保已占用的脚铐不会与其他已占用或空置的脚铐重叠，以防降低或改变从家禽身上通过的电流。如脚铐未与接地摩擦棒保持连续接触，家禽便可能接收到间歇电流，而该电流可能会低于规定的最小振幅，从而无法有效致晕家禽。如该情况发生在水浴入口处，则可能导致意识清醒的家禽发生致晕前电击。重复通电还可能对禽体质量产生不利影响（Rao 等人，2013）

为了确保脚铐与接地摩擦棒保持连续的物理接触：

- 安装接地摩擦棒，使其被动推挤脚铐（图21）。重力和家禽的重量会使脚铐顶住接地摩擦棒。
- 屠宰场在安装两根接地摩擦棒时，可使其极贴近彼此，以便在中间夹住脚铐（图22）并确保每个脚铐均能与至少一根接地摩擦棒接触。这样的两根接地摩擦棒还可防止脚铐重叠。
  - 其中一根接地摩擦棒还可安装弹簧，以持续地向脚铐施加一定的压力，使其牢牢地顶住两根接地摩擦棒。
- 接地摩擦棒和脚铐均应进行监控，以检查其各自的压力点是否出现磨损，并在无法进行有效接触时予以更换。



# 电动水浴的操作

图21. 水浴电晕机入口（左）和出口（右）铁链被接地摩擦棒推出，确保持续的电接触。



图22. 使用两根接地摩擦棒，保持与铁链持续的物理接触。图：Paul Berry 技术公司

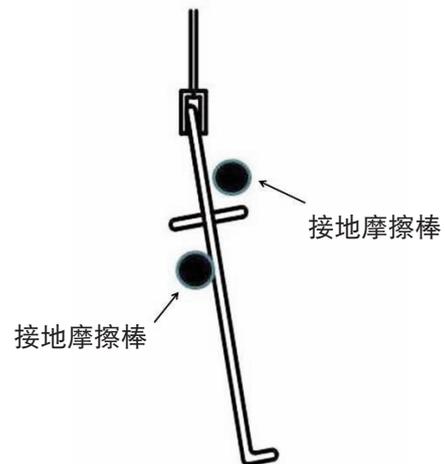
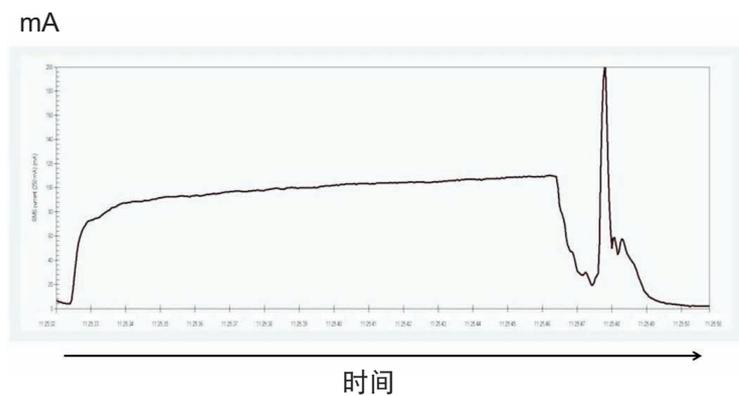


图23禽类离开水浴电晕机时显示电流尖脉冲的电流分布图

图：Paul Berry 技术公司





## 水浴系统中电接触的关键控制点

- 接地摩擦棒与铁链相连接
- 铁链与禽类的腿部相连接
- 禽类头部与水/电极接触

## 保持水浴系统中良好的电接触及电阻控制

- 安装接地摩擦棒，使其推挤所有使用的铁链
- 使用两根接地摩擦棒，确保禽类进入及处于带电水中时与铁链持续接触。
- 确保铁链中无污垢、稻草、羽毛、断脚和结垢。
- 铁链启动前立即用盐水喷雾器提前浸湿铁链。
- 确保每只腿与铁链之间紧密贴合。定期监视腿部在铁链中的位置，确保其处于最佳位置。如果有体积较大的禽类处于不合适的位置（如：只有一只腿铐于铁链中），那么铁链槽的隔距可能不合适或线速可能过快，会影响铁链有效运作。在该情况下，应该降低线速。
- 如果在禽类进入带电水之前立即将盐水粗略撒于禽类腿部和铁链接触位置，确保盐水仅喷洒于每只禽类腿部和铁链的接触位置且不能浸湿禽类的身体和翅膀。
- 尽可能保持禽类的身体清洁和干燥，使电流尽可能地流经禽类脑部和身体内部。
- 固定于铁链上的每只禽类之间应留有足够的空间，防止其身体接触，包括翅膀拍打或展开造成的接触。这样可以减少禽类之间的干扰、躯体损伤并且防止通电时禽类之间形成横向电流路径。
- 在距离禽类头部5cm范围内安装一根带电电极，这样可以不用在水中加盐，只需依靠当地自来水的导电性。



- 如果不是绝对需要（如：如果所用的淡水、清洁水导电性极低），不应将盐加入带电水中。当前还未公开报道过电水浴中水导电性的推荐数据，但报告称在18°C环境下测量的导电率大约为500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  的盐水足以电晕禽类（Schütt-Abraham 等人，1991）。
- 确保禽类的整个头部立即完全浸入带电水中（最好触及电极），并且持续至禽类从水浴中取出放血。
- 确保浸没的电极及其导电线的连接处未腐蚀、损坏或松动。
- 当被电晕的禽类离开水浴电晕机时，应用铁链提升禽类的整个躯体（包括头部），使其离开侧板（图 5B），防止与侧板接触。虽然水浴槽出口处电流的重复使用不一定会对失去意识的禽类造成福利问题，但任何电流尖脉冲（图 23）都可能会损坏禽类的躯体。



## 电对动物的影响

在欧洲，如果家禽的整个躯体接触电流会造成脑电图中出现一般性癫痫症状，欧洲理事会第1099/2009号条例则允许使用电水浴电晕家禽。

当电接触动物的整个躯体时，躯体通常会变得僵硬。如果电流流经动物的头部且参数适于击昏动物，则头部会出现特定的脑电活动，在实验室内可以使用脑电图（EEG）或脑皮层电图（ECoG）进行观察。通电后，如果禽类的脑电图显示了广义痫样活动（EFSA, 2013a），伴有高振幅、低频多棘波特征，随后又出现静态（抑制）等电位脑电图（晕厥后的脑电图功率小于晕厥前脑电功率的10%），那么禽类有可能失去知觉或感知不到害怕和疼痛。（EFSA, 2004; Raj 等人 2006c; EFSA, 2012）（静态等电位脑电图表明脑神经元完全去极化（抑制））。无论采用何种方法，这一癫痫样加上静态脑活动的过程须持续至少45-60秒（例如EFSA, 2012），从而有足够的死亡时间。如果脑电图未变成癫痫样及静态，且持续时间不够长，那么禽类不能归为有效电晕（Schütt-Abraham 等人，1983），因为禽类在死亡之前可能还有意识或很快恢复意识。在概念验证阶段，根据用于科学用途的有关保护动物福利的法律规定，当科学家评估什么样的电参数组合能够有效电晕，他们经常（对一小部分禽类）使用测试电流，且持续时间也比正常用时短（例如持续1秒），以评估该参数是否能立即致使禽类失去知觉。如果参数无法立即让禽类失去知觉，则不适于动物福利，即使更长的持续时间可以导致禽类最终失去知觉，但因为禽类可能在失去意识的感应过程中遭受痛苦，所以也是不适用的。（注：由于禽类在这些特定环境下可能很快恢复知觉，所以此种实验动物福利评估需要多国政府的事先许可，且不适于禽类的常规屠杀。）

可能用于电晕禽类的不同电参数的电晕效果之间会产生相互作用。不同的参数组合决定是否会产生癫痫样活动以及脑电图的抑制程度（即，禽类是否立即失去知觉或在足够长的时间内保持失去知觉的状态）。癫痫样及静态脑电图产生效果更好的电参数通常振幅高、频率低、且为正弦交流电。例如：

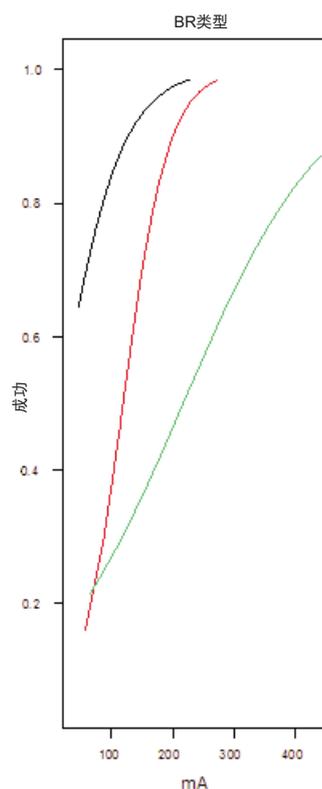
- 正弦波比其他波形更有效，甚至可能只需要更低振幅的电流，脑电图就能达到同样的效果（Prinz 等人，2012）。
- 如果电流的振幅固定，高频率会导致出现癫痫样活动及静态脑电图的禽类数量减少（Raj 等人，2006c）。为了补偿这一点，高频率不变的情况下，电流的振幅可以适当增加。但是，仍有可能导致禽类恢复正常脑电图的速度相对更快（Raj & O'Callaghan, 2004a）。统计建模表明随着频率的增加，即使电流加大，成功电晕禽类的几率也逐渐降低（图24: Hindle 等人，2009）。因此，在动物福利方面，低频率电流比高



频率电流效果更好（此外，电流加大需要更高的频率，而这往往与禽类躯体的损坏有关）。

- 目前，没有调查显示直流参数组合可以让所有禽类达到无意识状态（通过脑电图评估）。即使直流电和交流电的持续时长（请参阅第30页的电气术语汇总）相同，并且直流电的振幅更高，直流电对有效电晕的效果似乎也比交流电的效果更差。为了让大部分禽类的电晕效果较好，占空比须至少为50%（1:1 的占空比），以达到足够的时间（Raj, 2004; Raj 等人, 2006b; Hindle 等人, 2009）。例如：200 Hz 的直流功率需要使用至少50%的占空比，每只禽类的平均电流为200 mA，从而保证80%的禽类都能出现癫痫样（Raj 等人, 2006b）。但是，这一比例还不足以视为满足动物福利。

**图24. 统计建模的例子显示了50Hz（黑线）、400Hz（红线）或1000Hz（绿线）的状态下，使用方波交流电5s，成功电晕肉鸡的概率。不同频率状态下电晕禽类的几率有显著性差异。使用相对较低的电流时，高频率比低频率电晕禽类的几率更小。例如，当电流大约为120mA时，50Hz频率电晕概率略低于90%，400Hz频率略高于50%，1000Hz大约为30%。相比其他频率而言，1000Hz的频率随着电流振幅的加大，成功电晕的概率增幅小得多。因此，使用较低电流振幅时，400Hz和1000Hz频率比50Hz频率成功电晕的几率小得多。图片：源自Hindle 等人, 2009.**



水浴电晕机及湿板电晕机均可用作单相系统（普通）或多相系统，两类系统分别使用一种波形及电流振幅仅进行一次电疗或连续使用不同波形及/或电流振幅进行两次电疗。多相系统对头部活动的效果很大程度在科学上是未知的。但是，似乎所有的系统（单



相或多相)必须在初相(或唯一相位)中使用,科学证明参数产生即刻、有效的昏厥(Prinz, 2009)。随后,任何其他的相位必须能够持续让禽类保持无意识状态,直至死亡。禽类在第一相位中被不适当的电参数导致电麻痹,然后在第二或其他相位中电击致无意识状态是不可接受的。

**必须立即达到阈值电流或超过阈值电流,让禽类立即失去知觉。**

**如果进入大脑的电流过小(电流小于推荐的最小振幅或电流通路不合适,例如,头部未浸入带电水中),则可能出现电麻痹。即使禽类最终死亡,这也是残忍的,不可接受的。**

**当选择电晕家禽的电参数时,人道屠宰协会强烈建议操作者应遵守符合动物福利的科学建议。(EFSA 2004)**

不幸的是,电麻痹在物理上与有效的电晕很相似,因为肌肉功能受到抑制,并且身体的反应也因电流而受到抑制(尤其是如果电流流经整个躯体,就像处于水浴电晕机或湿板电晕机一样,例如Prinz(2009))。因此仅依靠动物行为难以识别麻痹但有知觉的动物和昏厥无知觉的动物。当对特定参数组合的行为评估应与脑电图分析结合使用时,才具有可信度(von Wenzlawowicz & von Holleben, 2001)。因此,当决定如何应用,应用何种电参数来电晕动物并成功致其在死亡之前已经失去知觉时,屠宰场应遵从科学界基于证据的建议,维护动物的福利(EFSA, 2004)。

**电流应用模式及所使用的电参数能够决定动物是否会在无知觉时死亡(电晕至死),或是否可能在持续很久的有效电晕结束后恢复知觉。**

**电麻醉**是一种暂时、完全可逆的状态。正常的脑活动仅受到一小段时间的干扰,除非用其他方法屠宰动物,否则动物一般在一分钟内仍会恢复知觉。(注:即使动物可能恢复知觉,但不允许这样的情况发生(为了保护动物的福利))。电晕后必须立即在禽类可能恢复知觉前采用一种屠宰方法(例如割喉)来屠宰动物(例如放血)。

阻碍电流路径使电流仅流经动物的头部(脑)(例如,使用仅电晕头部的设备)比允许流经动物躯体的电流电晕致死(即,电死)的可能性小得多。



如果电流流经动物的心脏可能会出现电晕致死。心肌对于某些相对较低频率的电流更为敏感，例如50Hz。如果振幅足够大的低频率电流流经心肌，心室可能出现不协调的状态，称为心室颤动。心脏的心室（腹侧腔）停止有规律地搏动，出现快速、不规则地收缩（EFSA, 2004）。相对于正常水平，心室颤动（CVF）减少心输出量（EFSA, 2004），并且在不纠正的情况下（如除颤），心室颤动通常会导致心博停止，这个过程是不可逆的，且心脏无法在循环系统周围输血，因此迅速阻止了含氧血到达大脑（缺血），从而杀死脑细胞，并且无法恢复知觉。电流流经整个躯体的电晕系统应采用能够确实导致大部分禽类死于心博停止的电参数来进行操作。

当试图电死禽类时，仍有必要在死亡发生之前或同时使用可立即引起意识丧失的合适电参数。振幅不足的电流或其他不合适的电参数可导致死亡而不会引起相关的知觉丧失。使用不能引起动物知觉丧失的电参数，即使动物最终死亡，也被视为是非人道的。例如，200 Hz直流功率，50%的占空比，每只禽类平均电流 200 mA的情况下致使60%的肉鸡心博停止，但是，根据脑电图评估，在这些心房纤颤禽类中，仅有67%的禽类被有效电晕（Raj等人，2006b）。这显示其余33%的肉鸡可能遭受痛苦的电麻痹，随后因为心室颤动而死亡，而并未丧失知觉。即使使用交流电，如果电流振幅比产生无知觉状态所需的振幅低，鸡也可能对心室颤动尤为敏感。（Gregory & Wotton, 1991a）。

与仅使用电晕不致死的电参数加上割喉相比，使用电晕致死的参数有利于保护动物福利，因为在击昏的同时，禽类死亡过程也开始了（Wilkins & Wotton, 2002）。这降低了禽类在割喉和放血之前或当时禽类恢复知觉的风险，尤其是如果割喉延迟及/或割的位置不准确（Gregory & Wotton, 1988b）。因此，在割喉的位置有时不准确，导致放血不足的情况下，电击致死是确保禽类不能恢复知觉的“安全保障”。

采用相同振幅，但频率逐渐加大的电流，死亡的可能性也逐渐减小。因此，如果使用高频率且操作者希望达到电晕致死的效果，那么电流的振幅必须显著增大。如果超过一定的频率，电击致死可能对大部分动物都无效了。

### 电晕参数

当正确使用电晕参数时，电晕参数应该有效电晕100%的个体禽类。甚至小部分未被电晕的禽类在遭受痛苦的个体禽类中占大多数，因为整个世界有很多的禽类被屠宰。

使用范围广泛的电流振幅可使个体禽类在水浴中被有效电晕，但困难是确定哪个参数能够可靠地实现100%的禽类被有效电晕。EFSA（2012）在所有的测试中均不能确定哪个参数组合可有效电晕100%的禽类。



对于所有频率和波形，似乎不太可能指定一个可确保有效电晕100%禽类的电流振幅（Raj 2004）。屠宰场应认识到，为了对禽类的大脑活动达到对等效果，不同的波形可能需要不同的电流振幅。例如，当频率为200Hz的150mA正弦交流电作用于每只禽类时可使100%的抽样肉鸡出现癫痫样活动，频率为400Hz的150mA正弦交流电可能不会有效电晕100%的禽类（Raj等人，2006c）。与正弦交流电相比，矩形波交流电似乎效果更差（Prinz等人，2012）并且可能需要更大的电流振幅，以实现100%的有效电晕。

在欧洲，必须使用欧共体条例1099/2099（表4）规定的电参数操作水浴。但是值得注意的是每只禽类600Hz或更大频率的200 mA正弦交流电不能使100%的测试肉鸡产生癫痫及/或维持足够的静态脑电图时长。100-200mA的电流作用于每只鸡，使用超过200Hz的正弦交流电有时不能产生持续的静态脑电图，尤其是不低于800Hz的频率（Raj等人，2006c）。因此，考虑到动物福利，鸡甚至是火鸡最好使用50-200Hz的频率。基于使用脑电图无意识分析的有效研究（Raj & O'Callaghan, 2004b; Raj等人，2006c），屠宰场可能希望考虑使用表5中的其他的方法。

**表4. 2013年11月，第1099/2099号欧洲理事会条例规定的每只禽类的水浴电晕最小电流振幅。**

频率 (Hz)	鸡 (mA)	火鸡 (mA)	鸭&鹅 (mA)	鹌鹑 (mA)
< 200	100	250	130	45
200 - 400	150	400	不允许	不允许
400 - 1500	200	400	不允许	不允许

**表5. 其他建议的最佳实践电参数。**

波形 & 频率 (Hz)	鸡 (mA)	鸡 (mA)
正弦交流 50 - 199 Hz	100 均方值	
正弦交流 200 Hz	150 均方值	
正弦交流 400 Hz	200 均方值	
方波交流 50 Hz		170 均方值*

\* 对于高达200Hz的正弦和方波频率，鸭和鹅可能需要更大的电流振幅，但是缺乏科学证据（Hindle等人，2009）。



目前还没有文章推荐过致使100%的珍珠鸡失去知觉的电流。警惕起见，在有效的科学证据出现以前，最小的电流振幅至少为每只珍珠鸡100mA均方值，50Hz的正弦交流电。虽然珍珠鸡的体重相对较轻并且头部裸露，在屠宰时他们通常比其他种类年龄更大，所以他们的头盖骨和细腿的耐电性相对更高。

为了增加有效电晕的可能性及延长无知觉的持续时长，每只禽类必须在带电水中浸入足够长的时间。水浴槽的长度和线速直接影响禽类接触电流的时长。屠宰场使用的最快线速仍必须能够执行荐的电流使用最短时长（Schütt-Abraham & Wormuth, 1991）。推荐包括：

- 至少4秒（第1099/2009号欧洲理事会条例和国际兽疫局, 2014）
- 当使用高于100Hz的频率时至少8秒（Defra, 2007）
- 当使用50%直流电功率时至少10秒（Prinz, 2009）

注：增加电流使用时长可能仅对电晕效果有边际效应且不能补偿不合适的电参数（Schütt-Abraham & Wormuth, 1991; Hindle 等人, 2009）。

### 电晕致死参数

如果屠宰场希望尽可能电死100%的禽类，基于科学研究，表 6给出了建议的电参数。应用高频率时（超过100Hz: Defra, 2007）,及/或如果使用特定的改良波形，可能大部分禽类都会出现心博停止。因此必须使用低频率。和选择正确的频率一样，电流振幅也必须适合引发心室颤动。通常，增加电晕而致死的禽类比例需要增加电流振幅（火鸡：Gregory & Wilkins, 1989a; 鸭，Gregory & Wilkins, 1990）至超过有效（但是可恢复）电麻醉所需的振幅值。例如，使用50Hz的正弦交流电，105mA均方值以及148mA 均方值 可分别使大约90%及99%的肉鸡出现心室颤动（Gregory & Wotton, 1987; 1990）。

在给定的一组电参数范围内，心室颤动发生率会随着禽类物种、类型、性别，甚至禽类的批次而有所不同（Gregory & Wotton, 1990; 1991b; 1992b; 1994; Schütt-Abraham & Wormuth, 1991; Wilkins 等人, 1998）。例如，与体重较轻的火鸡（即，母火鸡）相比，体重更重的公火鸡可能更不易出现心室颤动，因为其更大块的骨骼（胸）肌可以减少到达心脏的电流数量（Mouchoniere等人, 1999）。

如果使用恒定电压电晕机来应用表6中的参数，或如果禽类设法逃过水浴大部分的带电水，则一些禽类无法接触到足够电流或未接触足够长的时间，从而导致无法出现心室



颤动的风险更大。对于任何未死于水浴电晕的禽类来说，有效的割喉仍然很关键。因此所有使用水浴电晕机或湿板电晕机的禽类屠宰，在应用所有电参数时，应该依据标准的常规实践，割断禽类的颈动脉和颈静脉。这也有助于尽可能完全和快速地放血（尤其如果禽类出现了心室颤动）并且可以在进一步的处理中减少躯体中残留的血量（Gregory & Wilkins, 1989b）。

**表6. 可使大约100%的禽类出现心室颤动的电参数。**电参数至少使用10s可能比较合适。当使用 50Hz 的正弦交流电时，第1099/2009号欧洲理事会条例规定水浴电晕所需的电流振幅可使100%的火鸡（Gregory & Wilkins, 1989a）和鹌鹑（Gregory等人，1991）出现心室颤动。

注：如果因为疾病控制的原因，操作者打算用水浴屠宰禽类并在电晕禽类后不打算放血（为了控制可能受感染的体液溢出），那么，为了增加所有禽类死亡的可能性，电流振幅必须远远超出表格中的数据。例如，每只禽类使用至少400mA 均方值的电流为合适（肉鸡和蛋用雏鸡：Gerritzen等人，2006；火鸡，鸭：M. Gerritzen pers. comm. 2014）

禽类类型	最小电流振幅 (mA)	波形	评论 例如，基于.....
鸡	170* 均方值	正弦交流 50 Hz	更高振幅的存活Gregory & Wotton (1988a)
	120+ 均方值	方波交流 50 Hz	Hindle等人 (2009; 2010)。 * 170 mA 可能比较合适
珍珠鸡	86 均方值	正弦交流 50 Hz	Schütt-Abraham & Wormuth, 1988
鸭	255+ 均方值	正弦交流 50 Hz	Gregory & Wilkins (1990)
	235+ 均方值	方波交流 50 Hz	Hindle等人 (2010)
鹅	225+ 均方值	正弦交流 50 Hz	Schütt-Abraham & Wormuth (1988)



## 检查电晕参数

一旦选择了理想的参数并且编入水浴系统中，需要定期使用电晕机控制板和其他的检查设备进行设备常规检查，确保设备始终能实现这些参数。操作者必须确保预测或测量的电流振幅范围的最小值至少达到推荐或法律规定的每只禽类的最小电流振幅。

**第1099/2009\*号欧洲理事会条例要求水浴槽需要安装可以显示和记录所使用的关键电参数。这些记录应该至少保存一年。**

\*设有相关设备（2013年1月1号前至2019年11月8号使用）的屠宰场必须遵守第1099/2009号欧洲理事会条例第14（1）条和附件II的规定，包括以上的要求。（2013年1月1日安装的设备配置必须立即满足这些要求。）

## 电晕机控制板

流经水浴槽的所有电流和电压的频率和振幅必须分别用频率计、**电流计**和**电压计**清楚地显示。仪表必须安装在能够让人清楚看见的位置，包括负责检查有效电晕和割喉的屠宰人员，以使他们不必离开位置或转身就能够清楚看到是否有足够的电流流经水浴槽。出于准确性考虑，最好使用数字仪表，参数精确到小数点后两位。应清楚显示单位，例如Hz或KHz, A 或mA。电压计和电流计也必须能够显示系统能够提供所有波形的正确均方值电压和电流、平均和峰值装置。（Schütt-Abraham & Wormuth, 1991）；控制板必须自动显示在任何给定时间运行的装置。对于屠宰的每种不同禽类，每批的电参数必须至少检查一次，并且确保操作者是否对不同批禽类的参数进行了修改。这对于恒定电压、多禽类水浴尤为重要，需要仔细调整至每只禽类接触正确的电流振幅。例如。操作恒定电压电晕机时，所需的实际电压事实上可能比预估的更大（参阅“**恒定电压vs恒定电流**”部分）。因此，在开始屠杀每批禽类时，如有需要，必须查阅电流计，调整电压，直到电流计符合预定目标。定期检查电流计对于确定每台电晕机和每种加工的禽类的总阻力十分重要。操作者可根据需要调整电压。

操作者清楚电流计读数的含义很重要。大多数电流计记录流经整个水浴系统的总电流（非流经每只个体禽类）。用于每只禽类的预估电流可在任何特定的时间根据进入带电水中禽类的数量均分总电流而计算得出。（如图15A）。但是，这种方法不能确切的预估流经每只禽类的电流，因为：a）在特定时间内带电水中禽类的数量随着铁链移动而变化，b）电路每个分支的总电阻不同（如水浴设备，每只个体禽类（Wotton & Gregory, 1991c）和电触头的质量）。例如，Sparrey等人的（1992）模型显示，假设相邻禽类之间没有导电接触，恒定电压电晕机中的平均电流振幅有-25%至+18%的浮动。一些电流计能够显示每只禽类接触的预估电流。但是，这可能并没有帮助，除非



系统能够持续准确地监控水中禽类的实际数量并且对流经每只禽类的电流振幅作出相应的调整。电晕机控制面板及其记录设备最好应该在读取特定电流读数时提供电阻器（即，禽类）数量的读数，无论是人工计算或自动计算，这样就可以使每只家禽接触的预估电流更为准确。理想情况下，控制面板应该在给定时间记录每只家禽接触的实际电参数和每个单独的闭合回路分支的参数（即水中的每只禽类），从而避免需要估计或推断每只禽类接收的电流。

在开放的回路中（即带电水中没有禽类），电晕机控制面板的电流计应该读为0 A（Schütt-Abraham, 2004）。如果电流计的读数大于0，电流计则需要重新调试，或者电流在电路中的某个位置流失。在每种情况下，禽类可能会遭受接收比预期更低振幅电流的风险。如有必要，电工必须调整控制面板的电流计及/或确定是否电流流失及流失的位置，并且作出处理（如，替换已腐蚀的电极或连接件）。

### 其他监控设备

内嵌立型电流计或远程电晕监控器（图25），更客观地计算每只禽类的预估电流并且也可确认电晕机控制面板电流计的准确性。远程电晕监控器可记录波形、频率、峰值和均方值电压和电流。设备本质上是一个电阻器，模拟禽类的电阻。电晕监控器可以安装在禽类的位置，单独通过水浴槽或与锁于铁链内与其他活的禽类一起通过（第二种方案反应正常的加工过程）。电晕监控器记录和显示流经其中的电流强度和持续时间。电晕监控器必须提前编入表示被屠宰的活禽种类、品种或性别可能平均和最大电阻（如图27a,b,c所示）。如有需要，表2提供了可用来编入电晕机监控器的电阻。

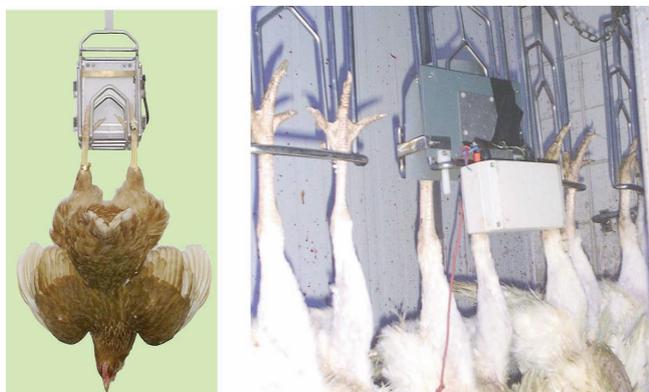
**图25. 远程电晕监控器。**该设备模拟活禽的电阻并提供每只禽类接收的预估电流振幅（Wotton & Wilkins, 2004）

图片：AGL咨询公司



**图26. 电晕机评估设备。**该设备测量流经活禽的实际参数

图片：Paul Berry 技术公司





# 电动水浴的操作

图27.远程电晕机数据下载至电脑的例子。电晕机控制器流经使用400Hz正弦交流电的水浴槽，具有波状特性的曲线显示测量的波形是正弦曲线。在每张屏幕图片的右侧给出了最大电压值或电压峰值和电流峰值、有效或均方根值电压和电流。该图表显示电参数最大值或峰值（例如：电压-红线；电流-蓝线）如何随着时间而改变。

每张屏幕图片 (a,b,c) 阐明了当电晕监控器编入程序模拟三种不同电阻的测量参数：

a) 1000欧

b) 1500欧

c) 2500欧。

（实际值在每张图的右侧显示为“Reff”。）

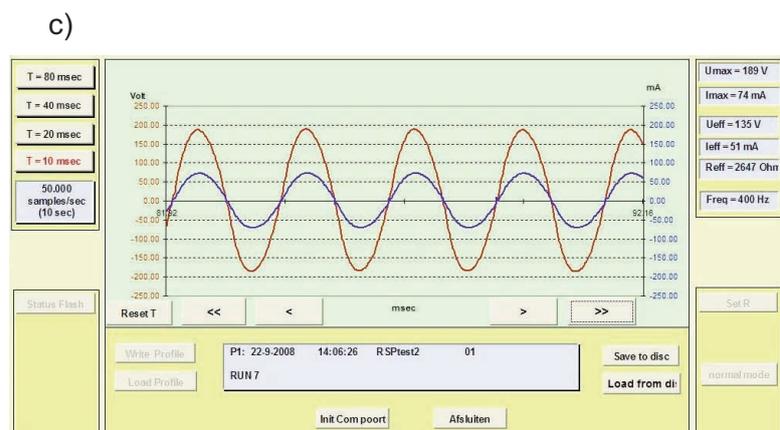
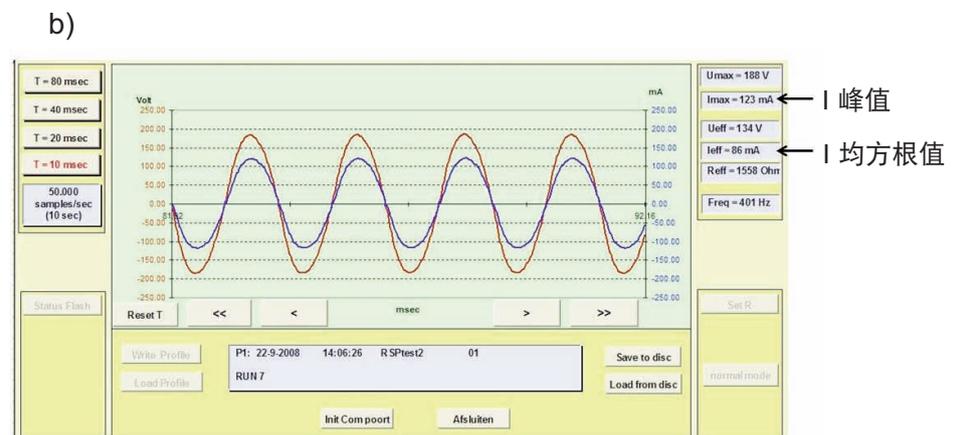
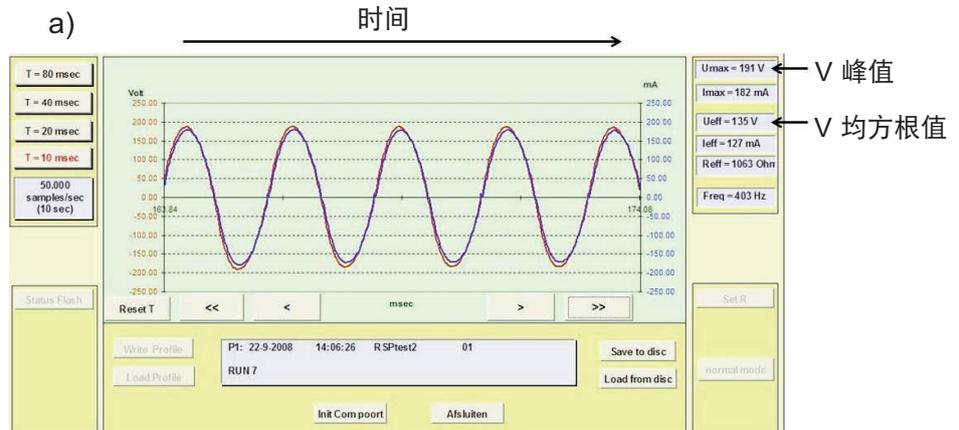
图片显示，当设备在每一级电阻提供恒定电流（红线）时，电流振幅（蓝线）逐渐从：

a) 127mA 均方根值减少至

b) 86 mA 均方根值至

c) 51mA 均方根值。

这显示了电阻较大的禽类是如何接收较低的电流振幅。



图片：源自Hindle等人，2009；  
电晕控制器：RSP BV，荷兰



（电阻器必须经常进行校准。）如果显示的电流振幅低于法律规定或其他推荐的每只禽类所需的振幅，电晕机的电压则需提高以提供足够的电流（假设屠宰场使用恒定电压电晕机及所有的电触头均已确认符合要求）。在屠宰活禽之前且当活禽使用了水浴槽中所有其他铁链，屠宰场人员应至少每天使用远程电晕监控器进行监控。请记住设备仅显示电路一条分支的电流振幅，而电路分支的电阻一直在变化，所以设备具有误导性（EFSA, 2004）。至少应进行15次运作才能确定平均电流和任何的变化（源自Berry等人，2002）。可将信息下载至电脑（图27a,b,c），在负载情况下长期监控和验证电晕机的性能。这可能对确定问题有帮助，例如，如果电流振幅因为电路中的电阻逐渐增加（可能因铁链上的水垢或碳素而引起）而缓慢地减小。

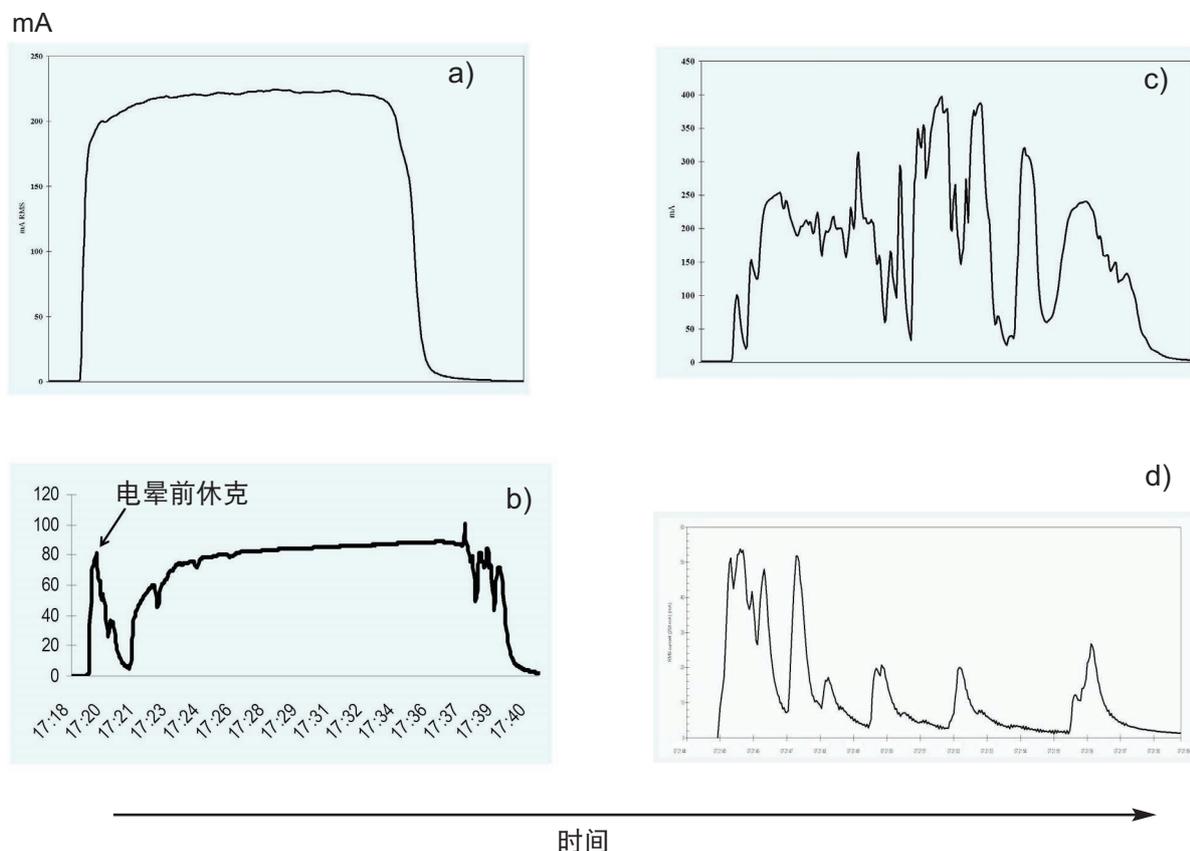
用电晕机控制板显示或用远程电晕控制器显示预估的电流振幅时，由于是假设的电阻值，所以会出现一定程度的误差。因此，强烈推荐操作者也定期使用设备，测量（正常处理过程）禽类实际电阻和流经禽类的实际电流振幅（图26）。

如果设备能够持续记录用于模拟器或活禽的电并且显示最终的电流分布图，这是很有用的。理想的电流分布立即上升至预期电流振幅，处于持续的稳定阶段（例如：图28a）。分布图可使操作者确定可能表示无效电晕的任何偏差，例如快速、短暂的尖峰电流可以表示电晕前的休克（图28b）或者不良的身体电接触或不良的导电性（图28c,d）。发生偏差的记录时间可用于在铁链上定位出现问题的位置，从而找出原因（Berry等人，2002）。

电路分布图也可以使操作者准确监控用于具有代表性的样本禽类的电流持续时长（即，每只禽类的头与带电水或湿板电极接触的时间）。该时长不必与通路时间相同（禽类在水浴槽面板中的时间），在一些设计粗劣的装置中，通路时长是预估电流流经时长的唯一方法，因为评估者不能适当地看到水浴槽里面。当铁链传送带持续控制每只禽类的通路时长时，如果禽类头部未立即浸入带电水中，该禽类接触的电流时长就和其他禽类不同（Schütt-Abraham & Wormuth, 1991）。大型禽类及/或一些其他典型的物种可能接触电流的时间更短。（Schütt-Abraham & Wormuth, 1988）例如，Rao等人（2013）观察到，禽类通常在带电水中的预期驻留时间为9.4s,而在其中至少4s的时间内，大部分出现电晕前休克的肉鸡都试图逃走。



**图28. 电流分布图。** a) 理想型线在100毫秒内上升至预期的电流振幅；b) 电晕开始时的电晕前电击；c) 铁链和接地摩擦条之间的间断接触；d) 铁链上的氧化铁皮引起的低导电性：Paul Berry 技术公司。



通过测量负载时（即当禽类处于带电水中）的电压、频率和波形，便携式的数字示波器或仪器可用于验证电晕机是否操作适当。示波器的采样率应足够快，能够准确无误地显示波形（EFSA, 2004），包括任何复杂的细节。（例如，使用高频率时，波形可能扭曲并在主要波形中以脉冲为特征，这很可能导致在单一波形中测量出多频率。）电流（均方值、平均值和峰值）可用一个适当指定的夹钳（一个安装于现有仪表的适配器或一个综合的钳型表）进行远程测量。确保在测量低振幅电流时夹钳的准确性很重要（因为低振幅电流是水浴电晕机的特点）。如果屠宰场使用交流功率电参数，夹钳必须能够感知直流电。

值得注意的是，仪表有不同的类型（如‘模拟式’，‘真均方根’，‘AC+DC真均方根’），不同的类型有不同的性能。大多数仪表可以测量直流功率（使用直流电配置）波形的平均电压且能读取正弦波形（使用交流电配置）的真均方根电压。但是，如果交流电



## 评定禽类是否被有效电晕

波形不是正弦曲线，那么就需要使用‘真均方值’仪表。如果屠宰场希望测量交流电功率波形的均方值，需要使用‘AC+DC真均方值’仪表（几乎没有仪表有这个配置）。（或者可以使用‘真均方值’仪表来测量当使用直流电配置时的平均电压并且可以用来提供均方值配置电压的标准偏差，从而使操作者可以用交流电读数的平方加上直接电读数的平方之和的平方根计算出均方值pDC）。「AC+DC真均方值」仪表可能对于测量多种波形和电压更为通过通用，相关请咨询电气工程师。

请记住，相比能够在开放电路中（即水中没有禽类时）测量的电压，负载输出电压可能会减小。当编辑电晕机程序以实现每只禽类预期的最小电流振幅时应该考虑这一电压的减小。例如，根据Gregory & Wotton（1987）的记录，一旦系统负载，平均电压下降29%。输出电压可能会根据变压器的效能，如由于加热的原因（Wotton & Gregory, 1991b）而有所波动，屠宰场必须检查输出电压。变压器应拥有足够的容量以使电晕机负载时电压振幅没有明显的减小。（Schütt-Abraham, 2004）

电晕机，及其控制面板（包括所有的仪表）和电晕监控器应进行定期检查，确保正确显示电晕机的实际参数（Heath, 1984）并且应根据出厂校准的仪表定期进行校准并由合格的电工进行维护。设备不准确就应进行校准，并且至少每年应进行校准一次（OIE, 2014），最好半年一次（EUWeINet, 2013a）并且根据制造商说明进行校准。

### 有效电晕指标

除非有人员确定水浴电晕机已经能够有效电晕禽类，否则不能使用该电晕机。必须在使用电流后，割喉前立即检查动物，确保处于无知觉状态。当禽类未被有效电晕时，相关人员必须立即电晕任何此类禽类致其死亡。根据所用的电参数，即使是处于被认为能够电晕致大部分禽类的系统中，一些禽类仍可能恢复正常的心率。因此，确保这些因素没有严重影响割喉这个步骤时，设备的设计、布局和线速必须经过足够的检查以实现有效电晕。

评估电晕有效性是整个屠宰过程中非常重要的部分。操作者必须经过训练，识别无效电晕的迹象且必须了解必要的恰当行动，以立即保护禽类免受可避免的痛苦。未被电晕的禽类必须重新铐上铁链，进行第二次的水浴电晕。或者，应立即使用人性化的备用电晕机，如为家禽设计的俘虏螺栓装置。

如果脑电图已经确定参数组合可有效引发知觉丧失，那么无知觉的行为评估则为可信的。这是因为研究表明，使用电之后，立即出现/未出现身体条件反射、抽搐和其他行



## 评定禽类是否被有效电晕

为可能不是有效电晕的可靠指标，尤其对于应用到全身的方法（即水浴）以及使用高频率（EFSA，2012）。例如：

- 是否出现了癫痫样，禽类突然发作和窒息（Schütt-Abraham等人，1983; Raj等人，2006c）；
- 使用低频率及/或高振幅电流后出现更少的阳性条件反射。尽管脑电图显示禽类很可能是清醒的，但非常低的电流振幅，或甚至结合非常低振幅的多相方式，带有较高振幅的处于第一相位的高频率电流，第二相位的低频率电流也会抑制条件反射和抽搐。（Prinz, 2009）

仅使用单一动物行为的评估具有误导性。必须评估多种条件反射和行为，以得到可靠的结论。理想情况下，在使用电流后的任何时候，禽类不应出现可能与知觉有关的行为（如有节奏的呼吸）。

EFSA（2013a）只做了“工具箱”（表7a），该工具箱是基于动物福利的最可靠科学指标，旨在为屠宰场提供有关屠宰步骤效力的有意义信息。当动物在屠宰过程被电晕时，EFSA（2013a）建议寻找知觉（即无效电晕）的表征。EFSA（2013a）推荐操作者应该至少为水浴电晕选择两个‘推荐’指标且随后根据其专业知识和屠宰场的基础设施选择‘其他’指标。使用超过一个指标（假设操作者在生理基础或其他检查步骤上相互独立）可能提高监测的敏感性并且可以增加检测到有知觉个体的可能性。EFSA（2013a）推荐屠宰场‘人员’（处理、铐、电晕、割喉人员）应立即在电晕后，割喉和放血期间抽取100%的动物样本，确认在进行下一步之前禽类是无知觉的。此外，AWO 应定期测定一个屠宰样本。EFSA（2013b）开发了一个计算样本量的工具，称为‘常用联系方式和出版物’。EFSA（2013a）也提出了可确定每个屠宰场所需的监控协议水平的不同的风险因素（表7b）和情况，例如，是否应当是‘正常/标准协议’（请参阅EFSA,2013a,b）或，如果有必要，是‘增强/加固协议’，直到风险得到调整。例如，当检测到有知觉的动物或风险因子（如聘用新人员）降低了指标的敏感性，则需要提高采样频率。在此种情况下，EFSA（2013a）建议测试一次观测结果中十分之一的屠宰数量。



## 评定禽类是否被有效电晕

**表7a. EFSA (2013a) 家禽水浴电晕指标。** 标记 (P) =指标存在, (A) =指标不存在, 标记表示个体是否有知觉。‘其他’指标敏感度较低或可行性较小并且在没有‘推荐’指标的情况下无法自行使用。

一些指标结果可能自发出现而其他指标需要故意诱发 (如反射测定)。指标必须可进行监控, 这点也依赖于屠宰场的布局。

EFSA (2013a) 认为由于电晕机中的水或脖子切割伤口的血在放血期间进入嘴里会导致自然吞咽。摇头可能是因为血进入鼻孔而引起的。

<b>工具箱1:</b>	<b>水浴电晕结束和割喉之间的监测</b>
	建议: 强直发作 (A), 呼吸 (P), 自然眨眼 (P) 其他: 睑闭反射 及/或眼睑反射 (P), 发声 (P)
<b>工具箱2:</b>	<b>放血期间监测</b>
	建议: 扑翼运动 (P) 和呼吸 (P) 其他: 睑闭反射 及/或眼睑反射 (P), 自然吞咽 (P), 摇头 (P)

**表7b. 有关禽类福利的禽类水浴电晕风险因子。** 来源: EFSA (2013a)。

组成	风险因子	不良电晕风险	不良测定风险
人员	a) 能力 b) 经验 c) 疲劳	是 是 是	是 是 是
设备	a) 特点, 如: i) 水导电性差 ii) 线速 b) 维护 c) 维护记录 (如 清洁)	是 是 是 是	是
动物	a) 体重 b) 物种/种类/类型	是 是	是 是
监测过程 记录	一致性	是	是



### 评估的可操作性

最好在脖子切割之前评估禽类是否进行了有效电晕。如果在脖子切割后检查禽类，则：

- 如果禽类的脊髓由于切割受损，很可能不能有效评定禽类的状态（Gregory & Wotton, 1986）。
- 自动切割刀具有时很可能切割的是一只有意识的禽类，如逃离了带电水的禽类（Rao等人，2013）。这将很可能导致极端的疼痛和痛苦，是不人道的。

可在原位采用两种方法评定禽类是否被有效电晕。当一只禽类经过一段铁链时，评估者可跟随其后并进行一系列的检查。或者，评估者可以站在铁链沿线一个固定的位置，对连续经过的禽类进行特定的检查。但是，如果线速很快，需要考虑到评估每只禽类的时间，并且很难评估禽类的呼吸是否有节奏。

恢复自主呼吸被认为是恢复知觉最早出现的迹象（EFSA, 2013c）。出现韵律呼吸表示动物活着，但不一定是有知觉的，因此，从技术上来说，并不是评估敏感度状态的最好指标（EFSA, 2012）。无论如何，恢复自主呼吸是一个有用的评估工具，因为如果禽类在呼吸，就有可能恢复知觉（Prinz *et al*, 2012）。例如：

- 如果禽类在离开水浴之后立即出现有节奏的呼吸，那么：
  - 该禽类逃离了带电水，或者，
  - 如果禽类的头部浸入了带电水中，则是水浴槽出故障或电参数明显无效及电流振幅很可能远远低于保护动物福利的推荐振幅。
- 如果禽类在其头部离开带电水后未出现有节奏的呼吸，但其在放血的某个时刻开始有节奏的呼吸，那么该禽类可能逃离了处理且电晕可能无效，因为窒息（可能无知觉）的时间不够长，在此期间，禽类可能因为放血而死亡。必须检查电参数和脖子切割的及时性和质量，以确定禽类为什么没有死亡且恢复了大脑功能。

人性化的备用电晕方法应立即用于任何有呼吸的禽类。

EFSA（2013a,c）提出出现有规律的窒息（通过口腔强制呼吸/呼吸困难的脑干反射）可能会导致有节奏的呼吸逐渐恢复，所以任何出现窒息的禽类都应继续进行观察，如有必要，应采取措施。



## 评定禽类是否被有效电晕

通过测试，如果未出现**瞬膜**（第三眼睑）条件反射或角膜反射，则可以确定死亡（Gregory 1989 in Prinz, 2009; EFSA, 2012），如图29B显示。虽然阳性条件反射表示禽类活着，不一定表示禽类有知觉。但是，在某些时候或特定时间出现眼反射（如瞬膜反射和**眼睑反射**）的禽类比例对于监测电晕系统的有效性十分有用，例如：

- 电晕可能无效，如果：
  - 禽类离开带电水后立即反复出现角膜反射（von Wenzlawowicz & von Holleben, 2001），或；
  - 大部分禽类出现阳性条件反射（Prinz, 2009）。
- 在铁链上的多个点评估禽类的眼反射，例如：
  - 离开带电水后，在脖子切割之前立即进行，然后在离开带电水后15、30和60秒进行评估。
  - 随着离开带电水后的时间增加，如果出现阳性条件反射的测试禽类比例增加，则说明一些脑功能恢复了并且知觉也可能恢复（Prinz, 2009）。必须对真个屠宰系统，尤其是电参数和脖子切割的质量进行检查，从而确定禽类的脑功能恢复的原因。人性化的备用电晕方法应立即用于那些禽类。



### 禽类未被电晕或从晕厥中恢复知觉的指标（无效电晕）：

- 引发/恢复有节奏的呼吸- 检查禽类的腹部（图 29Ai）运动是否均匀起伏（表示吸气和呼气）（勿与泄殖腔有节奏的局部特定收缩混淆。）（图 29Aii）
- 引发角膜反射（图29Bv）或瞬膜反射（图 29Bi-iv），尤其是如果一直反复出现阳性条件反射。
- 引发 眼睑反射或眨眼反射（当离喙部最近的眼角（脸中部/内侧连合）被轻微触碰时，上、下眼睑重合，闭眼（图29Bv））
- 引发瞳孔对光反射（强光照射到眼睛后瞳孔收缩）。
- 引发有规律的自发眨眼（即，无人类刺激的眨眼），尤其是如果频率随着时间增大（Prinz, 2009）。（勿与无呼吸的禽类非常快速的眨眼混淆，因为无呼吸禽类的快速眨眼在几秒后会突然停止。这可能是**眼睑肌颤**，而不是恢复知觉的指标。（Prinz, 2009）。）
- 引发/恢复肌张力，例如禽类恢复对其脖子和头部的自主控制力。（注：一些电参数会引起非自主性弓形颈，这可成为有效电晕的一个指标）（图29Aiii）。可将一只手放在禽类脖子和头部上端，然后轻微地将其反复提起，以确定差异；如果禽类的头部远离手，或者颈部感觉紧绷，则有可能正在恢复（Gregory & Wotton, 1990）。或者，评估者可以抓住锁住的禽类头部，轻轻将其向下拉，如果禽类弹回，则有可能是有知觉的（N. Gregory pers. comm. 2014）。）
- 引发自主控制发声。



### 禽类可能被有效电晕的指标（但未死亡）：

- 无有节奏的呼吸（检查禽类的腹部）。
- 未引发角膜反射或瞬膜反射。（注：这些反射的出现表明禽类活着，但未必有知觉-应立即进行其他的知觉检查。）
- 未引发瞬膜或外眼睑的自发眨眼（可以说明处于深度无意识状态）。
- 缺乏对肌肉的内在（自主）控制，例如，不能自我控制头部运动，脖子松散。
- 持续的身体快速颤抖。
- 羽翼紧贴身体。

### 禽类因电晕处于垂死状态或已经死亡的指标：

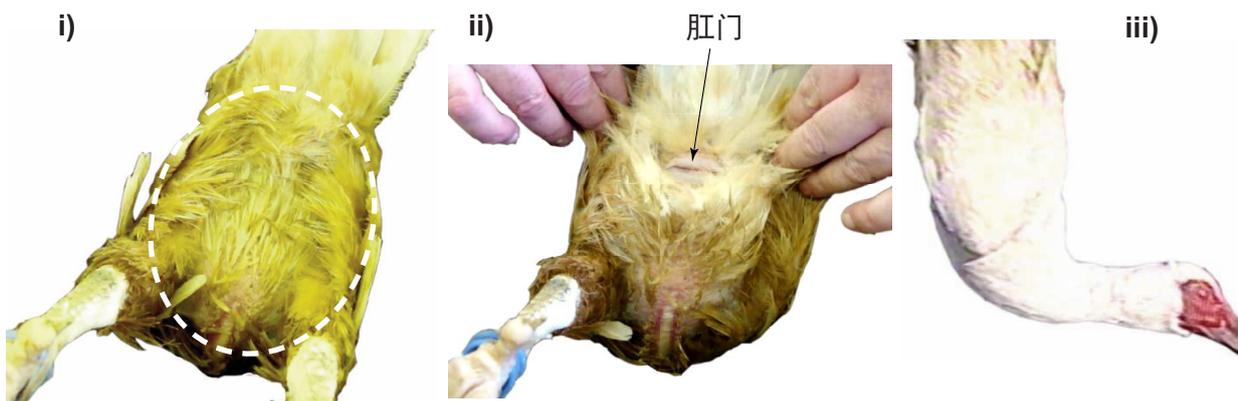
- 未恢复有节奏的呼吸：无窒息（EFSA, 2013a）。
- 未引发角膜反射和瞬膜反射。
- 未引发自主眨眼。
- 瞳孔放大，往中心聚集。
- 松垮无力的身体，无脉搏、肌张力，无运动；翅膀下垂。



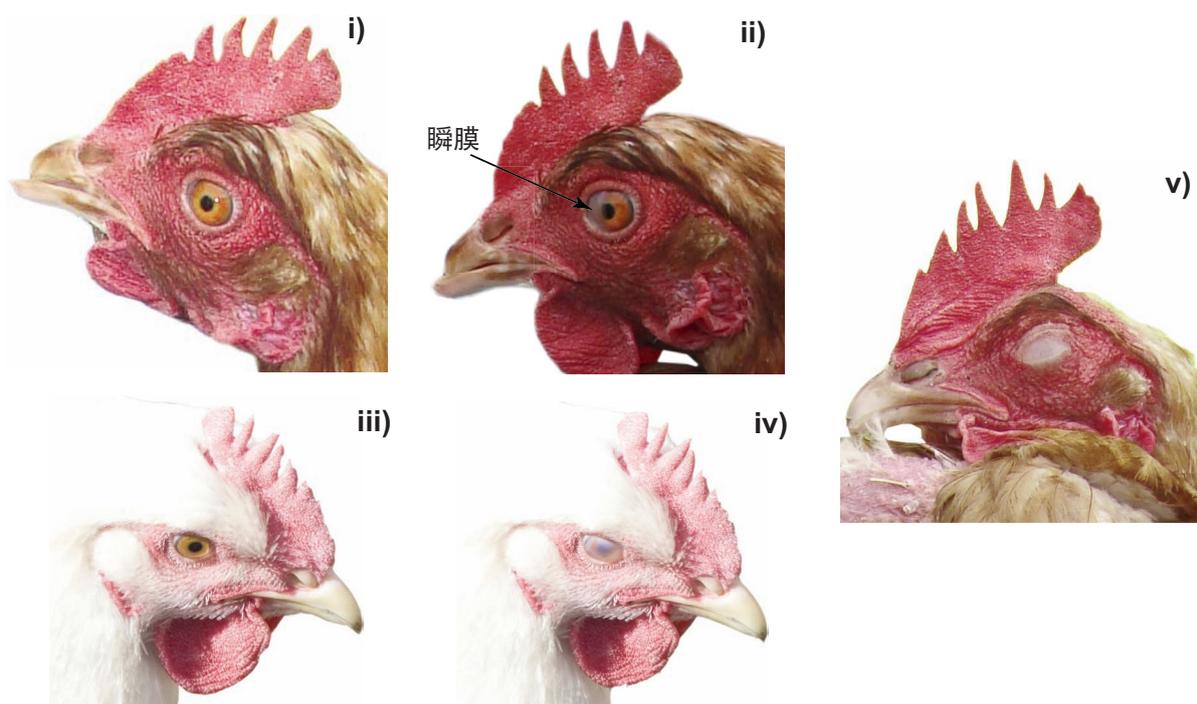
## 评定禽类是否被有效电晕

图29. 评估家禽行为，确定电晕的有效性。

**A) 节奏呼吸和颈部紧张。** i) 反向将鸡束缚，观察者从上往下看。应检查整个腹部（画圈区域），看是否有表示呼吸和恢复知觉的有节奏起伏运动；ii) 将羽毛拨开，让泄殖腔（肛门）可见。泄殖腔可以自主地进行有节奏的里外收缩，但不出现腹式呼吸，则不视为恢复迹象；iii) 电击后，这只倒转的鸭子出现了自主性弓形颈，颈部平行于地面，头部垂直向下；这是有效电晕的迹象。



**B) 眼反射。** 如果禽类是活着的，当其角膜（眼球表面）被轻微触碰时，上下眼睑将移动去触碰另一个眼睑，从而闭上眼睛（阳性角膜反射-图v）；或瞬膜在收缩回看不见的地方前，会迅速穿越角膜，暂时将其覆盖（阳性瞬膜反射）。图i-iv) 显示了有知觉禽类的瞬膜反射；当在屠宰场评估禽类时，看起来也是一样的 i) & iii) 蛋用雏鸡和肉鸡的瞬膜目前无法看到；ii) 母鸡的瞬膜已经开始进入眼睛；iv) 肉鸡的覆膜已经覆盖了眼睛的整个表面，形成了一种浑浊的表象。





## 放血

割喉是宰杀流程的最后一步。其目的是让昏厥的禽类流血死亡。即便运用的电参数是为了让大多数禽类在水浴时死亡，但可能并非100%的禽类都会心脏停搏，尤其是所使用的电流安培数低于表6中的数字和/或使用恒定电压电晕机时。所以，任何幸存的禽类都要依靠接下来的方法宰杀（如割喉），动作应干净利落，防止禽类苏醒。因此，除非可立即检查禽类是否被有效电晕，否则禽类不应通过电水浴后就马上放血。只有在禽类经检查确认被有效电晕后才可割喉。

流血应迅速且大量，以保证禽类的快速死亡。理想情况下，切割必须划破禽类脖子上的所有主要血管（EFSA, 2004），尤其要划破向大脑提供含氧血液的血管，特别是两条最通常的颈动脉。通过阻止含氧血液到达大脑，将会产生缺血和脑细胞死亡，防止直觉的恢复。理想情况下，宰杀员还应划破两条颈静脉，即便它们是将无氧血液带离大脑的（表8）。

## 不可逆的意识丧失和脑死亡时间

在因缺氧永久失去脑部功能前，必须没有足够的时间让禽类恢复知觉。表8展现了禽类因划破血管失去脑部活动所需的时间。在肉鸡电晕之后，划破两条颈动脉和两条颈静脉，且脑电图描记器会在15-30秒内呈现静止（持续有效电晕的标志）（Raj等人，2006a,c）。这比只划破一条颈动脉和颈静脉更快。如只划破一条颈动脉和颈静脉，则要1 - 2分钟脑电图描记器才会呈现静止，特别是当电流增加的情况下（Raj等人，2006a,c）。与划破一条颈动脉和颈静脉相比，划破两条颈动脉和两条颈静脉也将减少禽类表现出产生直觉的行为指示的比例（Raj等人，2006a,c）。（注意：虽然切断两条颈动脉是让禽类流血的快速方法，但不能用来弥补使用不当的电参数，例如没有造成足够的丧失知觉时间的电参数。）

在欧洲，如果水浴在 $\geq 51$  Hz的条件下进行。两条颈动脉或由此延伸的血管应被系统地划破（EC Regulation 1099/2009）。不管用了怎样的电晕参数，保护动物福利和肉质的最好方法是马上尽快切断所有禽类的两条颈动脉和两条颈静脉。这一方式能减少任何临时电晕的禽类苏醒的风险。（包括即便屠场希望电流能致死，电阻的不同依然导致一些禽类没受到足够高的致死电流）。



**表8 心搏停止和不同割喉方式导致家禽死亡的相对速度比较 (Gregory & Wotton, 1986, 1988b)**

割破两条颈动脉和颈静脉会导致迅速失血，且是所有放血方式中致死最快的。对于鸡、鸭，心搏停止是唯一的较快方式。对于火鸡，划破两条颈动脉和颈静脉可保证比心搏停止更快的致死速度 (Gregory & Wotton, 1988b)。对于所有物种，划破两条颈动脉都是致命的，如果其中一条或两条动脉没有划破，脑死亡速度将会减缓。

[所示数值为失去95%视觉诱发响应 (VERs) 的时间 (SE=标准误差)。失去自发或诱发的脑部活动表明脑部已故障 (≥ 95%的自发大脑活动在早些时候丧失或在相似时间内丧失即为失去95%视觉诱发响应)。数值不表示达成不可逆转的丧失知觉的时间，不可逆转的丧失知觉相对更早。]

处理方式 (如割裂血管)	平均时间 (秒数+标准误差) 至割喉前视觉诱发响应 < 5% (特殊的割喉方式在必要时描述)		
	鸡	鸭	鸭
心搏停止	90 ± 8	115 ± 7	90 ± 3
划破两条颈动脉和 两条颈静脉	136 ± 16 (斩首)	172 ± 28	--
划破两条颈动脉	163 ± 11	--	64 ± 5
划破颈动脉和颈静脉 各一条	302 ± 30	--	--
划破两条颈静脉	332 ± 23	--	--
划破一条颈静脉	349 ± 22	332 ± 21 (切除嘴或喙)	--
颈静脉切除	--		--

### 定位并识别颈动脉和颈静脉

颈动脉嵌在颈部肌肉中，根据家禽种类的不同，离颈椎的距离也不同。对于鸡、鹅和珍珠鸡，颈动脉位于头部附近，且在肌肉上清晰可见 (图30b)。而对于火鸡，即便靠近头部，动脉都藏于肌肉表面下 (图30c)。鸭子的动脉嵌入肌肉很深，无法从完好的颈部肌肉看到，对所有禽类而言，颈动脉是最容易切割的，仅需从颈腹侧 (如喉咙) 划破即可。



图30a. 禽类头部、喉部图解，下颌、气管和食道已去除，展示了常见的颈动脉和颈静脉，以及切割颈部下方划破4条主要血管的理想位置。

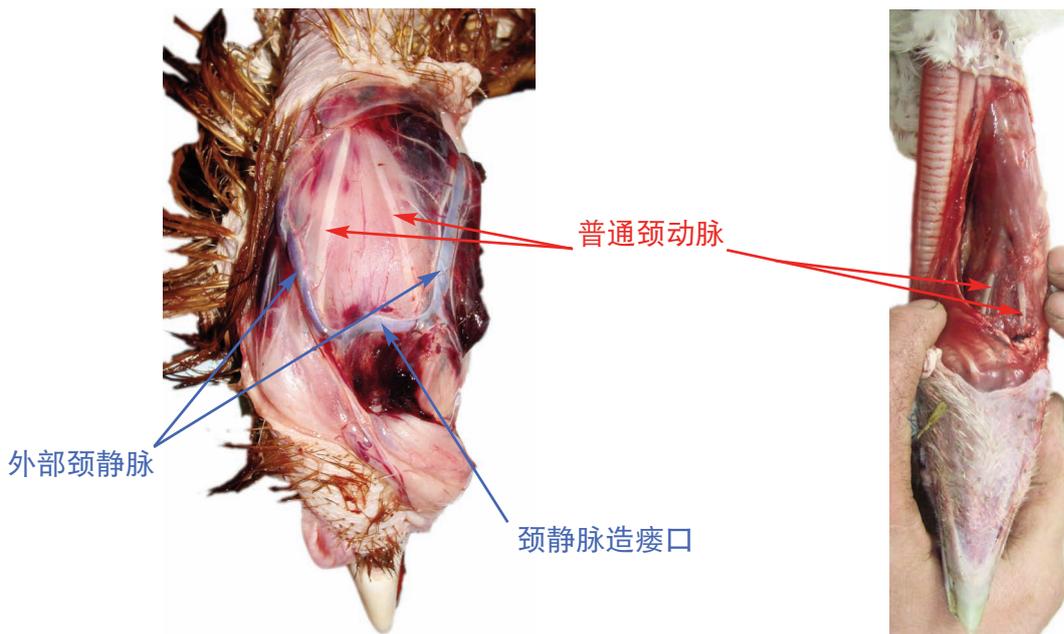
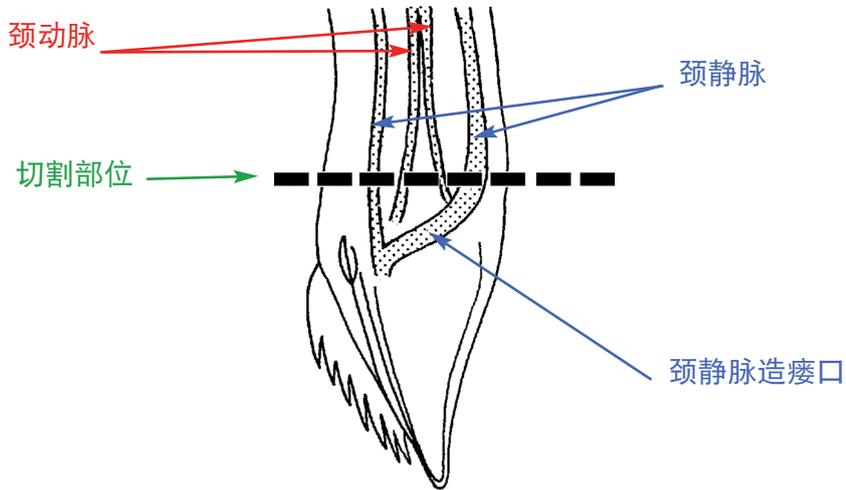


图30b. 被切开的鸡喉咙，以展示主要血管。外部颈静脉就在皮肤之下，且血管壁较薄，能看清内部血液。颈动脉位于颈部肌肉中，且血管壁较厚，无法看清其中血液。

(无法看到食道和器官，因为它们被拉至一旁，置于禽类的下面，以便拍照。)

图30c. 被切开的火鸡喉咙，以展示颈部肌肉下的主动脉（白色血管）。肌肉已切开，已露出动脉。

(无法看到颈静脉，因为皮肤被翻至禽类下，以便拍照。)



## 高效地进行人工割喉

如屠宰场希望确保两条颈动脉和颈静脉都被切断，可将失去意识的鸡斩首。如划破脖子后没有用线铐住，斩首是较为合适的放血方式。因为一旦禽类的大脑（头）离开身体后，操作员无需考虑身体的福利。斩首之后，马上进行头部机械浸泡，确保脑部快速死亡。

如不适合用斩首的方式放血，操作员则需在近头的喉咙处，划出一条横向、较深的切口。该图切口称为完整的颈腹侧切口（VNC）（图30a）且非常成功的切断了两条颈动脉和两条颈静脉。下面有两种方式进行人工颈腹侧切割，具体取决于操作者拥有多少时间：

### 方法A：

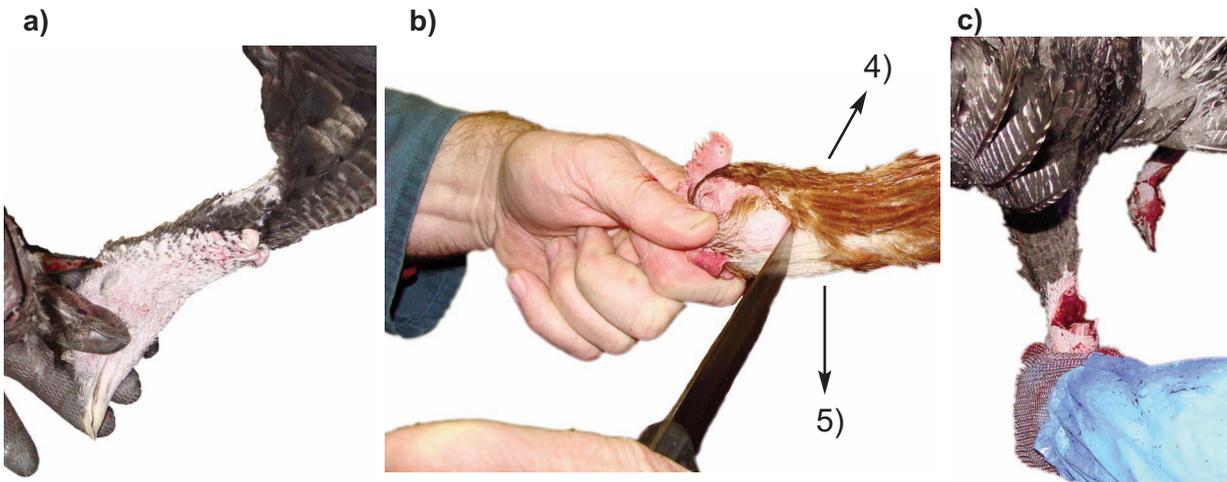
- 1) 将禽类头后部或顶部握于手心，将拇指和其他手指放于禽类头两端的脸颊以上部位（图31a）。如此可使手有足够的阻力紧紧握住禽类头部，使刀能轻易刺穿脖子。
- 2) 转动禽类头部，让头和脖子的侧面都朝向你。
- 3) 刀所指的方向与你相反，刃与禽类的喉咙朝向相同，并将刀尖置于头颈交界处（如下颌骨处），稍微朝向禽类脖中间的颈腹侧，使刀位于脊椎和气管之间（从而避免划过脊椎）（图31b）。
- 4) 接着，推动刀刃划入脖子中间，直接从脖子的另一侧穿出（就像用长矛刺穿一样）（图31b）。
- 5) 然后，在相同的方位，推动刀刃穿过喉部组织，完全打开喉部（图31b）。
- 6) 如果不确定是否两条颈动脉都已切断，应该立即转动刀刃，朝向禽类并小心地再次切入伤口，划至（而不是切入）椎骨。

### 方法B：

- 1) 紧紧抓住禽类的喙部，确保你的指头不在行刀的轨迹中。抓牢禽类喙十分重要，这样可以提供与行刀轨迹方向相反的阻力。
- 2) 将禽类的喉部朝向你自己，刀刃放在喉部，即禽类头颈交界处脖子的一边。
- 3) 将刀刃压在喉咙上，同时施加压力，流畅地把刀穿过喉咙并绕到禽类的脖子的另一边。（如果肌肉和血管被刀推至一旁，以这种方式切割喉咙的两侧（图31c）可让刀“沿着”并切断肌肉和血管）



**图31.如何人工限制禽类的头部并从颈腹侧切下？** 使用展示出的握法限制头部。b) 与方法A相关：4) 推动刀刃直线穿过脖子中间，并出现在另一边；5) 推动刀刃穿过喉咙组织。不管使用哪种所建议的方法，在切割之后，喉咙应看上去像所持禽类的喉咙。c) 颈部肌肉和喉咙侧面应明显被划破。（考虑穿戴合适的个人防护用品，如链甲手套。）



割喉完成后，宰杀者必须寻找两条高压下“喷射的”薄薄血雾（图32）——这表示两条普通的颈动脉——这表明两条颈动脉都已被划破。割喉完成后血流缓慢或只有血滴表示颈静脉被切断但颈动脉可能依然完好，该禽类应再次进行割喉。如割喉完成后没有或很少有血液流出，该情况也为无效切割，应继续切割直至出现足够血流。

**图32. 对于颈部侧切割后的被电晕的火鸡。** 如两条普通颈动脉成功切除，则颈部肌肉内的动脉血流呈倒V形。高压动脉血流在颈部切割后5-10秒减缓。

宰杀者很容易就能自查颈部切割的效果。只要检查火鸡是否有这种形式的高压失血。

如只有少量的血或只有血滴，则表示主动脉可能还保持完整，应马上再次进行切割，防止火鸡苏醒的可能性。





所有进行人工放血的宰杀者必须经过训练并能够进行精确的颈部切割，特别是要能跟上快速流水线的速度。在同一地点工作的宰杀者切断两条颈动脉的成功率可能有所不同（Gregory & Wotton, 1986）。

## 自动机械颈部切割机

**第1099/2009号欧洲理事会条例要求，除非能确保自动机械颈部切割机能有效切断两条血管（颈动脉），否则不得使用自动机械颈部切割机屠宰禽类；当自动机械颈部切割机无效时，禽类应马上用其他方式宰杀。**

自动机械颈部切割机（ANCs）可设置进行颈腹侧切割，但是必须使每只禽类都是以正确的方向经过刀刃，否则可能会错失颈动脉。导轨系统应准确将禽类的喉部定位在旋转刀刃处，以便切割头颈交界处。应切入肌肉足够深的部位且切断两条颈总动脉。自动机械颈部切割机可有两片刀刃，并设置使禽类的颈部从刀刃中间经过（Raj, 2004）；这可以双边切割脖子，对于两条颈总动脉和颈总静脉被切割的情况是可以接受的。自动机械颈部切割机不可设置成进行颈背部切割，因为a）这可能错失两条颈动脉，导致流血缓慢（Gregory & Wilkins, 1989c）且b）这可能伤害脊髓并阻止了对电晕有效的进一步评估（Gregory & Wotton, 1986）。因此，理想情况下，脊髓不应被切断。但是，重点是要切割两条颈动脉，且如果为了确保两条颈动脉的切断而对脊髓造成一些伤害，则这种情况是可以接受的，且对动物的福利也是更合适的选择。自动机械颈部切割机的高度必须可调节，以便适应每一批和每一种待处理的禽类，使之对所有禽类的切割都可切在解剖学上正确的位置。（欧洲食品安全局，2004）。

## 电晕-切割时间

一旦确认禽类无意识，应立即将禽类的脖子划破，用50Hz的电流电晕后，最多在15秒内进行切割，如使用更高频率的电流，则应在10秒内进行切割（Defra, 2007）。如果主要通过人工进行颈部切割，所有宰杀者（包括队伍中的最后一名宰杀者）必须位于电水浴池出口10-15秒处（实际距离根据流水线速度而定）。流水线速度必须保证员工处于进行高质量的颈部切割的节奏。如果操作人员不能熟练切断两条颈动脉和颈静脉，则必须重新评估系统，包括评估流水线速度是否对于在这个点工作的操作员人数来说太快，或者员工是否需要重新进行培训。

如果自动机械颈部切割机是主要的切割手段，它必须能跟上流水线的速度，尽可能快的对禽类进行切割，且不要堆积在自动机械颈部切割机入口处，且/或绕过流水线。必须有操作人员紧接着在切割机之后，来切割任何完全错过切割机或切割不够的已电晕禽类。切割机和切割人员必须都能在禽类离开带电水后10-15秒内进行切割。



超时和/或不足的颈部切割会导致流血速率慢（如表8）且使血液充满翅膀、胸和大腿肌肉的血管中。从而在后续的处理（如内脏处理）中导致血管破裂，血液进入周围组织，影响处理结果，如造成翅尖发红（Gregory & Wilkins, 1989b; M. Raj, pers. comm. 2014）。因此，屠宰场应进行全面颈部切割并使进一步处理前的流血时间最大化。

### 监测在铁链上流血的禽类

完成颈部切割后，如果禽类的头部仍然附于身体：

- 必须检查每只禽类的颈部切割和放血是否有效。
- 检查禽类是否处于持续的无意识状态，直至确认死亡。
- 确认禽类死亡前不能以任何方式对禽类进行电刺激或进行其它加工（例如：拔毛或烫洗）。

电击后，如果禽类表现出的惊厥程度更高（相比屠宰线上的其他禽类），则可能表示该禽类未出现心搏停止，及/或接受的颈部切割效果不好（因此仍不断向神经和肌肉提供含氧血）。对于这类家禽，必须检查颈部切割的质量和电晕的有效性。

在进行进一步加工之前，应该留有足够的时间让禽类放血。表8列出了使用不同屠宰方式时，脑死亡的时间。除了使禽类死亡之外，放血时间持续2.25-3分钟可以使肉质更好，且出现心搏停止的禽类和未出现心搏停止的禽类的放血量相同（Schütt-Abraham 等人，1983; Heath, 1984; Gregory & Wilkins, 1989c）。

每一个屠宰人员、ANC和AWO 必须经常检查禽类的颈部切割（死亡后和进一步加工之前），确定哪些血管被切断。如果未达到100%禽类的颈总动脉被切断，则必须重新评估颈部切割步骤，屠宰人员可能需要重新进行培训，ANC可能需要进行调整，必须改善切割方法或采用更加合适的切割方法。对于切断双侧颈动脉可能有难度的颈部切割方法列表如下。（当采用这些方法时，AWO也可能需要解剖每只样鸡的颈部，查看哪根血管被切断。这是耗时的工作，可能被认为妨碍了对颈部切割有效性便捷、快速的评估。）

- 颈背切割，与切断颈动脉不同，切割的位置位于椎骨的腹侧（Gregory & Wotton, 1986）。
- 仅切割颈部一侧。仅切断一根颈静脉，有时切断一根颈动脉（Gregory & Wotton, 1986; Raj等人，2006a,b,c）。



- 矛刺切割，将薄刀顺着颈中部插入并从取出，在颈内不进行其他操作。不均匀地切割双侧颈动脉。（Gregory & Wotton, 1986）
- 嘴或喙切割（称为经口）；小刀插入嘴中并且进入切割的喉部，靠近头盖骨的底部。仅切割颈动脉或颈静脉（Gregory & Wotton, 1986）。

如果禽类看起来将要恢复知觉，必须采用人性化的备用方法将其立即电晕杀死。例如专为家禽设计的电击设备。因此，铁链的设计必须可以使相关人员可立即轻易地接触到铁链上的任何禽类，而不危害到禽类，例如：

- 倒卷铁链的设计必须可使相关人员立即接触到铁链上的任何禽类。
- 血液采集槽不能妨碍人员将禽类从铁链移开或强迫人员采取棘手的操作策略。（Raj, 2004）

### 刀和自动机械颈部切割刀的维护

应始终使用尖锐干净的带有刀片的刀具进行颈部切割，道具至少长达12cm。虽然尖锐的道具可能很危险，但是正确使用刀具可使切割更为准确、快速，从而保证禽类安全有效地放血。钝刀可能导致血过早停止流出。（Bilgili, 1992）

每一个处理过程开始和结束时，应该检查所有的刀片和刀具是否有损坏，并且使其变锋利，以保证持续、有效和快速地切割。AWO必须每天检查ANCs，确保设备的设置正确，能够有效运行。

必须全面清理刀片，以维护其操作的效率。刀具的清理/打磨点必须位于屠宰人员切割家禽时所站位置的旁边或前方。该位置应该使屠宰人员在不改变位置的情况下清理/打磨刀具并且保持将要被切割禽类的位置（或检查有效切割），给予屠宰人员更多检查时间。

### 设备的一般性维护和检查

用于移动、处理、控制、电晕和屠杀禽类的设备，包括任何备用设备，必须进行维护，确保能够持续有效地进行处理、电晕和宰杀，以使所有禽类在死亡的过程中迅速被电晕，失去知觉，不必遭受痛苦。

电晕和屠宰工具对操作人员有潜在的危害。必须严格遵守制造商手册中详细说明的安全步骤。基于制造商手册中的说明，所有公司都应拥有标准的定期维护操作步骤（例如，校准、清洁）。



每个操作者必须进行合适的训练并擅长于自己负责的任务。这些任务包括以下中的一些或所有：安装、测试、操作、监测、校准、清洁以及维修束缚、电晕和屠宰系统。被任命的AWO必须确保适当的人员在屠宰开始前定期执行这些步骤。

必须在每天开始和结束时采用清楚地通过/不通过标准来检查和测试所有的束缚、电晕和屠宰设备，按照公司的标准操作步骤，对结果进行记录。必须保存设备常规检查的记录，用来进行常规监测，识别设备的运行情况。兽医、食品卫生局或其他人员也可能需要记录。在处理过程中，出于对动物福利和人类健康安全的考虑，必须对设备进行监测，确保设备运行良好。

必须每天对铁链、电晕机、备用设备和颈部切割设备的里里外外进行全面清理和消毒，清除任何堆积的灰尘、油脂、脂肪、污垢和碳素。设备关闭时必须对设备进行清理和维修，但是仍应非常小心地进行处理，不能移动或堵塞安全设备。

必须总是很小心地确保开关、刻度盘和设备的其他部分未被堵塞或因为其它操作步骤而被改变，例如清洁或校准。如将电晕机的控制面板置于合适、透明、具有保护性（防水）的盒子中，透过盒子，仍能读数。可通过设备上的指示灯自动将设备的状态告知相关人员，例如‘电压接通’、‘电压关闭’。如果有变化，设备必须立即返回原来的设置。无论改变是有意的还是无意的，必须向相关人员报告，让负责人评估是否有必要在开始屠宰前重新设置设备。

必须拥有足够数量的人性化备用电晕设备，且适用于要进行加工的禽类，这些设备必须存放于束缚、电晕和放血位置且必须在出现紧急情况或线路故障时能够立即使用。必须每天仔细检查备用电晕机的所有部件并作记录。对于击昏枪，必须格外注意螺栓、回热器管套、垫圈和后堂的状态。弹药模式的击昏枪必须在清理期间移除任何碳粉和二氧化硅残留物。否则碳粉盒二氧化硅残留物会在24-48小时后硬化，这会使螺栓无法有效完全发射，降低其能量。即使设备仅射击一次，也应在完成屠宰的当天进行全面清理。



## 成功的电动水浴屠宰系统依赖于：

- 所有设备的正确安装
- 屠宰系统中所有的部件均进行定期检查、测试、校准和维护，例如，用酸和钢丝刷定期清理电极和铁链并确保当禽类未浸入带电水中时无电流流经。
- 训练有素、能够胜任并且充满热情的入栏人员和屠宰人员。
- 在处理和束缚期间，尽量减轻禽类的害怕、压力、不适和痛苦感。
- 禽类束缚于铁链前，应先用水湿润铁链，这样可以提高电晕期间的导电性并且可以减小束缚时的摩擦力。
- 束缚禽类的时间尽可能短。
- 禽类被束缚并且有知觉的期间用胸部接触片或支架使每只禽类的胸部相连。
- 禽类有知觉时，铁链必须保持成直线。
- 被束缚的禽类之间应该留有足够的空间，避免禽类在水浴时有身体接触，因为这可能会限制恒定电压电晕机所接收电流振幅的变化。（Sparrey等人，1992）
- 尽量让禽类以理想的姿势进入水浴中。理想的进入方式为：禽类的颈部延伸至地面，头朝下，翅膀向身体合拢，处于闭合状态。束缚禽类的人员需要轻轻将禽类的翅膀折叠，使其闭合，这样在水浴时就更不会触碰到其他禽类。
- 成批屠宰一致性较高的禽类。这可使电晕更有效且更人道，因为这减少了对某些禽类腿部的压迫，使其更容易进入带电水中，且当使用恒定电压电晕机时的电流振幅也更为相似。
  - 避免一起束缚大小（包括长度、腿围）、年龄或身体脂肪和肌肉量不同的禽类。例如，将公的和母的分开展宰。
  - 不可束缚小家畜或非常小的禽类进行水浴电晕，因为他们可能错过带电水及/或自动机械颈部切割刀。必须采用其他的人性化电晕方法进行屠宰。
- 防止电晕前休克



- 水浴的尺寸应该足够大（尤其是宽度和深度）。尺寸太小或太大的禽类如果会面临无效电晕的风险，则不应该将其束缚进行水浴电晕。
- 监测禽类处于带电水中的位置，尽可能使流经目标器官的电流足够大，即头部（在预期电晕致死的情况下还包括心脏，）（EFSA, 2004）
  - 水浴中的水位必须完全覆盖每只禽类的整个头部（包括悬挂着的最小禽类的颅骨），并且，如有需要（例如在欧洲），覆盖颈部并达到翅膀的尖端边缘（即肩部）。
- 水下的电极必须跨越电晕机的全长和全宽，接地摩擦棒电极必须跨越电晕机的全长。
- 电流预期通电期间电路组件之间持续直接接触，即从电极/水至禽类头部、禽类腿部至铁链以及已占用的铁链至接地摩擦棒。这样可以持续接收电流振幅。
- 可使电流顺利流通的良好组件。如果组件磨损或损坏或有水垢或碳素残留且除垢机和酸无法移除水垢或残留物，则应该更换。（即使是直接接触，水垢和碳素残留物也会阻碍电流流通。）尽可能使禽类和电极之间的传导点电阻较低，这样可以避免为达到所需电流而使用过载电压（Schütt- Abraham & Wormuth, 1991）。
- 选择符合动物福利且能传达电参数的设备。
  - 传达建议使用的电流的可能性会随着可用的和所使用的电压而改变（EFSA, 2004）。建议使用的电流必须为电水浴提供合适的输入电压，确保达到规定的电流并让禽类立即丧失知觉。
  - 有必要为恒定电压电晕机设定可提供能使100%的禽类接触建议电流的最小电压（EFSA, 2004）。负载时，电晕机控制面板上的电流计显示的电流必须等于或超过同时处于水中的禽类数量乘以每只禽类的建议最小电流的值（EFSA, 2004）。如果同一批禽类的性别不同，屠宰场必须使用足够大的电压，确保所有性别的禽类都能接收到推荐的最小电流振幅。或者，如果有必要且可行，为了给母家禽提供更大的电压，可将公的和母的家禽分开屠宰（例如肉鸡），从而限制对公家禽的躯体造成任何伤害。
  - 如果未来可以使用真正的恒定电流电晕机，最好使用这类型的电晕机，因为能够控制提供给每只个体家禽的恒定电流。这样就可以不考虑与水接触的家禽数量，以及家禽的物种、类型、品种、性别和年龄以及电波形状不同而导致的任何电阻差异，因为这些因素都难以预测和控制。



- 选择可确保100%的禽类都可以立即被电晕且到死亡前都保持电晕状态的电参数。
  - 使用至少符合或超过推荐的振幅阈值，引发普遍的癫痫样活动（EFSA, 2006），随后出现静态脑电图（EFSA, 2004）。
  - 正弦交流电比其它交流电和直流功率波形能提供更为有效的电晕。
- 检查设备，确保其提供的电参数适用于各种类型禽类的福利。使用水浴控制面板的电流计和远程电晕监控器检查已使用足够时长的电流，确保其不超过推荐的最大频率或使用低于推荐的最小电流振幅。
- 屠宰系统的安装应使操作人员能够安全、轻易地接触到系统并使禽类能够束缚于铁链上的任何一点（从束缚至入口至加热水槽）。如果因为人员被系统或其他设备的特征阻碍而无法接触，或如果线速过快或铁链的高度过高，无法触碰到束缚的禽类，那么应该重新设计系统。使用可使操作者在紧急情况下快速接触禽类的设备（如图33）。紧急接触点的设计应该使员工a) 很容易对束缚的禽类进行应急备用电晕/屠宰操作（即禽类的头部和颈部必须能够充分接触）b) 如有必要，可轻易将禽类从铁链上移除。
- 铁链的设计可使禽类在颈部切割前接受是否有效电晕的检查。
- 辨识无效电晕。
- 屠宰人员或ANC准备好切割禽类时才能让禽类通过水浴。
- 尽可能在10s高频率电晕内和15s‘标准’频率电晕内至少准确地切断颈总动脉和颈外静脉。
  - 对于所有的物种，有必要切入颈部肌肉，切断颈动脉。
  - 颈腹切割是可靠切断颈动脉的有效方式，可有效对禽类进行放血，从而保护动物福利，提高肉质。
  - 为放血留有足够的时间（放血不足可能导致鸡胸肉和翅尖品质下降。）
- 辨识无效的颈部切割。如果操作者不确定颈动脉是否被切割，则必须重新进行切割。
- 演练应急方案。例如，如果水浴电晕失败：
  - 铁链必须自动停止，以防有知觉的禽类头部浸入非带电水。
  - 已经接触了电流的无知觉禽类必须立即进行颈腹切割，防止其恢复知觉。
  - 已经接触了电流并有迹象恢复知觉的禽类必须用备用方法重新将其电晕并放血。
- 数量充足的人性化备用电晕设备可立即使用。



- 清楚的标准操作步骤。例如：如果有出现任何束缚、电晕或屠宰设备无效操作的迹象，屠宰人员必须停止，检查系统，修复故障。电工或电气工程师在屠宰过程必须到场并且随叫随到，排除故障。

**图33. 带有垂直滑动板的水浴槽，使操作人员可以在紧急情况下接触水浴中的禽类。左图显示了操作过程中的水浴，滑动板关闭，右图显示升起的滑动板。**

图：Marel Stork 禽类加工。





# 动物福利政策，标准操作程序

## 动物福利政策、标准操作程序和应急计划

所有屠宰活体动物的屠宰场都应准备一份书面的动物福利政策（AWP）。政策应详细列出接收到的禽类品种、性别及年龄。动物福利政策应该结合指导措施，从而帮助工作人员遵守法律规定和满足客户需求（如投保要求或零售商标准）。动物福利政策必须包括：

- 书面标准操作程序（SOP），说明安装、操作（包括所需的关键参数的列表）、校准、清洗和维护设备的详细步骤，如阅读附录I和II。（根据欧盟规章1099/2009规定，标准操作程序在欧洲为法定要求）
- 书面应急计划，书面应急计划必须随时可供参阅且经过实战演习，因此所有工作人员和管理者都清楚地了解如果设备故障和/或发生紧急情况时应该采取什么行动。

公司必须确保所有参与活禽屠宰的工作人员以及在养殖活禽区域工作的员工都了解且完全掌握公司动物福利政策的规定、法律要求和与动物福利相关的行为守则，并且接受如何在任何时候保障禽类福利的额外培训。动物福利政策是培训与活禽工作相关的新员工和定期更新现有人员工作知识的实用工具。

动物福利政策必须向员工说明向公司动物福利官（AWO）和/或管理层报告与福利相关事件的程序。动物福利政策中应列明所有在现场的经过培训过的动物福利官，这个列表的副本应张贴在初加工办公室和/或待宰栏管理办公室。白班 / 夜班值班的人员及值班的动物福利官的名单应清晰写在活禽区的公共公告板，这样工作人员就清楚该向谁报告福利问题了。动物福利官可佩戴不一样颜色的安全帽或工作服，以让他人清楚识别。

## 动物福利风险评估和HACCP

动物福利的考虑以及SOP的编写应以反映风险管理体系的原则进行，如危害分析关键控制点（HACCP）。在屠宰过程的每个阶段（如卸货、束缚、致晕），动物都会暴露于**危害**之中，因此存在福利降低的**风险**（SLU,2009）。特定的危害可能会引起一种或多种情绪（如恐惧、压力、痛苦、沮丧），从而共同确定了动物的整体福利。另外，在对按照常规方式宰杀的健康活禽的危害进行风险评估的过程中，有必要考虑在每个起始阶段，每只动物对其他个体的不同反应状态会体现整体活禽对危害的反应（SLU, 2009）。比如，瘸禽可能在养殖场内受伤，但在屠宰场可能依然会经受捆绑束缚的痛苦（不成比例的痛苦）。屠宰过程应该足够灵活，通过采用独立的屠宰过程，从而适应这些不同的需要（SLU,2009），如需根据瘸禽的需要，在水槽进行致晕过程中不用束缚，而是采用如手枪型机械式致昏器进行人道致晕。良好致晕/屠宰惯例（GSKP:



SLU, 2009) 是基于风险评估的, 并且必须在操作过程中遵守HACCP规定。指导说明中的良好致晕/屠宰惯例 (GSKPs) 中包含许多建议, 如使用与动物福利相适应的关键参数。HACCP允许在减少危害的同时, 不论是否采用最佳实践的建议, 仍可采用某种程度上的致晕手段 (SLU, 2009), 如在水槽致晕之前进行致晕。

应当系统性地、针对特定对象地 (如不同禽类)、针对特定危害地 (如福利风险)、使用特定流程 (如致晕/屠宰系统) 以及根据企业的特点 (如现场情况和屠宰线) (SLU, 2009) 正确执行HACCP计划。在不同现场, 动物福利官们应讨论 (根据各自的相关经验) 并执行以下程序:

- **进行危害分析:** 通过采用HACCP计划的预防措施, 确认危害动物福利的因素以及如何控制这些危害。
- **决定关键控制点 (CCPs):** 指的是屠宰过程中的关键点、步骤或流程, 其中, 对危害的控制可避免、消除或减少危害的发生, 从而保护动物福利。如表9所示。
- **为每个关键控制点建立临界极限:** 例如, 风险的最大和/或最小值必须被控制在一个可接受的范围内。屠宰场必须使用有效的临界极限, 如使用科学建议的临界极限。
- **建立关键控制点监测要求:** 监测是确保关键控制点处于可控状态的必要手段, 每个监测过程以及监测的频率应该在HACCP计划中列明。
- **建立纠正措施:** 当监测显示出现偏离既定临界极限情况时, 必须执行纠正措施。这些措施必须列明在HACCP计划中。
- **建立程序确认HACCP计划执行恰当:** 验证的流程旨在确保屠宰程序在执行中能够保护动物福利, 屠宰场必须验证自己的HACCP计划。
- **建立记录程序:** 所有上述原则和相关的协议必须有书面记录, 证明其已被充分考虑。

掌握正确技术知识的管理人员必须经常检查 (至少每年一次) AWP、SOPs、紧急计划及HACCP计划 (包括关键控制点纪录和临界极限)。此外, 管理员必须根据法律的变化、客户需求和技术和科学的发展进度, 重新评估上述计划和文件。当文件更新的时候, 以口头和书面形式向与活禽工作相关的所有人员转达所有的修正内容是非常重要的。



**图表9. 风险评估中确认的良好致晕 / 宰杀惯例 (GSKPs) 实例及HACCP关键控制点。** (根据2009年SLU改编)。风险识别包括列出对动物福利造成危害的要素。不同的屠宰系统和不同的禽类品种的要素可能有所差别。GSKP可根据对动物福利具有潜在不良影响的要素进行设计。如预防、消除甚至减少危害, 那么可以采用CCPs。

危害 (风险评估确认的)	要素	GSKP (适当的设施、设备或专业操作)	CCP (可监控、可纠正、可核查、可记录)
阶段: 束缚  脚镣	特定禽类的腿部槽位过窄或过宽         清洁不彻底, 脚镣氧化或损坏	使用的脚镣: a) 有多个规格、有锥形槽。 b) 尺寸适用于处理的禽类。      清洁/维修/更换不合适的脚镣, 如清理及清洗有氧化层和碳残渣的脚镣工具; 拆掉和修理/更换已损坏的脚镣, 如边缘被磨利、支柱断裂、以及与接地摩擦棒的接触点已磨损失效。	在吊挂后且进入水浴前, 双脚被束缚的禽类比例   击晕时腿部在次优位置的禽类比例以及原因 (如脚镣过松或过紧; 仅脚趾在脚镣槽内)   返回到活禽束缚站的有残留物或残留禽类脚部的脚镣比例   返回到活禽束缚站的滴水脚镣比例  脚镣酸洗的频率以及脚镣上氧化层及和碳残留积累速度的比例   由于脚镣损坏、脚镣氧化和脚镣上有碳残留而无法再使用的脚镣的每周损耗数量
阶段: 致晕 / 屠宰  放血	颈部切割不及时      颈部切割无效	15秒内完成颈部切割    切割双侧颈动脉和颈静脉	计算禽类送至ANC及之后的人工屠宰场的时间   两侧颈总动脉被切断比例



## 动物福利培训

公司必须根据其AWP规定为动物福利培训编写文件和正式手续。公司应当为每年的动物福利培训做好时间和资源的充分准备，包括公司内部或公司外部的时间和资源。所有接触活禽的员工必须接受关于活禽行为和福利的基本概念培训，并且了解在禽类生命即将结束的情况下对其表现同情的原因。参与禽类处理、束缚、致晕和宰杀的员工必须接受全面的禽类福利职责方面的培训，并加以记录在案。所有接触活禽的员工必须了解他们的责任及有效操作步骤，以便提升禽类福利。应当培训员工处理死禽（如DOAs）的具体操作流程（如颈椎脱位法、手枪型机械式致晕器），从而避免动物痛苦，降低学员在培训期间的紧张感。为所有处理活禽的员工提供培训是至关重要的，因为这可以确保员工技能和效率的最大化，从而使禽类福利最大化。对于所有工作上会使用到的相关设备，都需要对操作员进行全面培训：

- 设备的工作原理，以及与设备使用相关联的固有和潜在的福利问题；
- 如何识别致晕失败的情况和颈部切割失败的情况；
- 如何避免可能由动物、束缚、致晕和宰杀设备带来伤害的风险，比如：如与电极接触，则存在电击致命的危险。

员工培训是一个持续的过程。所有员工的绩效都应该接受监测和审查，以确保公司满足其要求，同时每个员工都能满足禽类的需求。员工还必须定期进行动物福利的讨论，他们的意见可用于进一步改善禽类的福利和组织的系统。

### 欧洲欧盟规章1099/2009法令：

- “宰杀和相关操作应由具有相当能力级别的人员进行，从而避免对动物造成任何额外的伤害、压力及痛苦。”
- 经营者必须保证以下屠宰操作由持有能力证书（CoC）的操作员进行，该证书可证明持有人已经通过遵照1099/2009规范条款规定的独立最终检验，并且具备独立操作的能力。CoC证明必须标明操作工种、操作设备和能进行操作的动物种类。操作工序包括：
  - 在动物束缚之前的处理和照顾
  - 致晕或宰杀动物之前进行束缚
  - 动物致晕
  - 评估致晕效果
  - 活禽吊挂或束缚
  - 活禽放血
- 在某些国家，如要申请能力证明，那么申请人需先在屠宰场获得关于动物福利方面的正式专业资格。此类资格必须包括个人申请能力证明时要求的特定操作工序、设备及动物种类。



## 动物福利官

屠宰场必须提名至少一名动物福利官（AWO），协助确保所有适用的法律、行为守则、保障计划和客户需求得到满足。动物福利官（AWO）需要与管理层合作，为日常工作和紧急宰杀建立标准操作规程（SOPs）和应急预案。动物福利官（AWO）负责监督所有涉及活禽到场后的操作。至少一名动物福利官（AWO）必须在禽类被宰杀时全程在场。动物福利官（AWO）应当直接或通过自我监督的员工，积极地频繁检查整个宰杀系统，以确保每只禽类的福利得到保障。动物福利官必须确保每个员工都能明白他们在禽类生病、受伤或致晕失败时应采取补救措施和/或立即通知动物福利官和兽医。当发现动物福利问题时，动物福利官有权立即采取预防措施和/或纠正措施，并立刻停止产生此类问题的加工程序。动物福利官负责让管理层关注福利问题且就福利问题进行讨论。动物福利官应该领导一个动物福利团队，团队包括负责牲口待宰栏和束缚工作的员工、屠宰人员和高级管理层。团队的目标是定期评估和改善设施以不断改进禽类福利。

如有必要，我们建议动物福利官参加家禽福利进修培训课程，以充分了解最近的法律规定和科学技术的发展，这可能帮助动物福利官改善其工作场所的禽类福利。

### 欧洲欧盟规章1099/2009 法令规定:

- 在担任动物福利官之前，申请人必须为所负责执行或监督的每个活动获得相关的能力证书。
- 若屠宰场每年宰杀 $\geq 150\,000$ 只禽类，则法律规定必须任命动物福利官。
- 动物福利官的责任必须列明在标准操作规程之中。

更多信息见欧洲委员会健康及消费者部门的《欧盟动物福利官2012》。

网址:

[http://ec.europa.eu/dgs/health\\_food-safety/information\\_sources/docs/ahw/brochure\\_24102012\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/health_food-safety/information_sources/docs/ahw/brochure_24102012_en.pdf)



## 动物福利官责任示例

- 监管牲口待宰栏组织（包括与农场、捉捕团队及货运车辆沟通），以确保所有禽类及时从装运车上卸下来，及时宰杀完毕，即监管交货时间表，待宰栏装运集装箱的批次安排和宰杀时间表，所有与天气条件、交通工具（被动式通风或机械通风）的相关情况，屠宰场内部的环节问题以及每一批禽类的状况（如一些禽类可能出于福利考虑需要被快速宰杀）。
- 监督禽类卸载、束缚、放血和紧急宰杀程序。确保所有员工遵守公司程序。
- 联系并定期向屠宰场兽医和肉类食品卫生检查人员获得反馈，了解受伤原因、到屠宰场已死亡的原因、拒收禽类原因及尸体情况。反馈可有助于确认问题原因（如非典型事件和禽类死亡之前与福利问题相关的尸体降级模式）。
- 每日定期检查设备；检查：
  - 正确安装和使用主要致晕器（如水浴）和备用致晕器（如手枪型机械式致晕器）
  - 电压表和电流表提供的电气参数报告符合预期，以及使用遥控致晕监视器
  - 禽类被有效致晕及脖子得到有效切割
  - 禽类从放血过程直至烫洗槽保持致晕状态
- 按照动物福利计划、标准操作流程和应急预案的要求为活禽工作人员提供培训。如可行，采用练习的方式解决问题，从而让培训内容与实践相结合，并鼓励进行建设性的讨论和自我评估。提供视觉反馈以加深认知。例如，讨论尸体质量等级如何与活禽宰杀过程的体验相关联。为何这些体验对禽类福利有帮助？
- 动物福利官可以通过以下方法改善员工和禽类福利：
  - 表扬员工重视动物福利及鼓励员工保持工作习惯
  - 在有工作习惯的问题上即刻向员工提供建设性意见并解释原因；在如何确保禽类福利的操作程序上以及操作人员关心的问题提供指导。



- 确保下述记录得到及时更新：
  - 脚镣线、主要和备用致晕器、颈部切割流程和筛选标准的绩效日常检查记录。所有使用的日常和备用致晕器和宰杀设备的的关键参数（包括已适当充分描述的单位）必须确保可读性，以供内部和外部检查之用（EFSA，2006）。
  - 所有在活禽区内为改善动物福利而采取的修正措施。（在欧洲，根据欧盟规章1099/2009规定，此为法定要求。）
  - 包括备用致晕器在内的整套宰杀系统的安装、清洁、调试、校准和维护。
  - 针对日常宰杀和紧急屠宰进行员工培训。



# 附件1 —— 标准操作程序示例

## 标准操作程序——电动水浴致晕法

**目的：**以人道和有效的方式使禽类致晕，通过将禽类的头部和身体暴露于形成一般癫痫样脑电图的电流之下，使禽类立刻失去知觉，从而在屠宰之前不会感到恐惧和痛苦。

**步骤：**

1. 致晕当天开始的时候，动物福利官（或其它正式提名的监督）应检查/记录以下设备适用于所处理的禽类品种，且设备不得损坏或出现不能正常工作的迹象：脚镣垫圈、脚镣、流水线速度、水下电极、双芯接地摩擦棒、胸部连接系统、入口坡道、水浴箱面板、水浴箱紧急接入点、水位、水浴箱高度调节装置、致晕器控制面板及标尺、颈部自动切割刀片及刮刀片。检查束缚路径是否有障碍物（这可能会影响对禽类的束缚以及阻碍人员在紧急情况下进入通道）。
2. 动物福利官应检查水浴箱的关键参数是否适合致晕，如波形、频率、工作周期、电压。除非绝对需要，不得在水中添加盐。如果添加了盐，必须保持水浴箱的盐度/电导率不变，必须至少每20分钟检查一下电流，并且将电压调至合适。
3. 动物福利官必须为每个水浴箱器准备一个远程致晕显示器，以便测试接收到的电流。应当为致晕显示器配置一个电阻，用以显示禽类的品种可能遇到的上部平均电阻。应将电压升高，直到致晕显示器显示电流振幅等于或超过每只禽类所需/推荐的或法律要求的振幅。
4. 动物福利官应确保工作人员对致晕的有效性进行评估，以及准备好致晕的后续屠宰方法（如颈部切割），同时备用刀片以及备用致晕器（如手枪型机械式致晕器）应准备就绪，并且已经根据禽类种类（如年龄、性别、品质、物种）要求进行通电。
5. 动物福利官（或其它指定人员）应该确保束缚人员的位置和状态稳定舒适；观察束缚人员（特别是新员工）以确保他们操作温和并且以适合该禽类品种的方式束缚健康未受伤的禽类；确保束缚工作人员以温和的方式处理不健康或受伤的禽类并且立即以人道的方式用备用致晕器/屠宰方法进行屠宰（不限于常规束缚方式以及电动水浴致晕法）
6. 附近的人员应确保禽类不会在致晕之前受到惊吓。每只禽类的整个头部必须完全同时浸入带电水中。确保在水浴箱期间每只禽类的脚镣始终与双芯接地摩擦棒连接（尤其是在致晕开始的时候）
7. 当禽类离开水浴箱时，附近人员应立刻检查致晕是否有效。无效致晕的迹象包括：
  - 存在有规律的呼吸
  - 存在角膜反射
  - 控制下巴和颈部的肌肉紧绷
  - 自发性眨眼当被有效致晕后，家禽可能会出现抽搐现象（身体轻微颤抖、翅膀快速收缩）。如果没有这些抽搐反应，可能表示致晕无效；需要立即对禽类进行检查，并且如果必要，应当立即使用备用设备进行致晕。
8. 如果致晕无效，应在禽类还处于束缚状态的时候使用备用致晕器/屠宰方法（如手枪型机械式致晕器）进行致晕或屠宰。查明水浴箱致晕失败的原因并且采取有效的方法防止失败再次发生（如通知动物福利官无效致晕以及怀疑的原因）。动物福利官应将每次失败/二次致晕记录在案并且定期审查记录。
9. 动物福利官应定期观察每个屠宰人员，并记录他们未标记出无效致晕或者标记出无效致晕但未能采取合理措施或通知相关监督员的禽类的数量（EUWelNet, 2013b）。



## 附件1- 标准操作程序示例

10. 在确认为有效致晕之后，确保每只禽类在接受标准频率（如50赫兹）电击致晕的15秒以内以及高频率致晕的10秒以内，立即接受腹部和颈部切割。必须切割每只禽类的腹部颈部，确保禽类不会出现心博停止而造成大出血，并保证能够进行有效的颈部切割。观察自动机械颈部切割器以及屠宰员工（特别是新员工），以确保在每只禽类在切割之后呈现倒立的V型，以进行快速放血，能够快速放血也表示禽类的两侧颈动脉均已获得有效切割。
11. 动物福利官应定期记录每个屠宰员工未能标记出的无效切割，或者标记为无效切割但未能采取合理措施的禽类的数量（如未能进行二次切割，如果是自动机械式颈部切割器，则表示未能通知相关监督员问题所在）（EUWeINet, 2013b）
12. 流血三分钟后，在进一步处理之前应确认禽类已经死亡（如没有角膜反正也没有呼吸节奏）。
13. 在完成一整天的屠宰工作后，动物福利官（或其他任命的人员）应从水浴箱控制面板上下载关键参数，清洗水浴箱并拆卸和清洁备用致晕器，如果致晕器需要更换部件和/或维修，检查所有致晕器的配件并评估。清洁之后，如情况允许，检测每个致晕器，确保其满足相关禽类品种的最低致晕要求。每六个月校准水浴箱致晕器控制面板和远程监视器。记录下所有活动并定期查看。

### 关键操作参数-仅供参考（在实际过程中，参数各有不同）

下表列出了屠宰场屠宰可接受的家禽品种的参数。

提供给水浴箱的总电压是估算值，因为电压需要每天或者频繁地监测或调整，以适应回路中电阻的变化。

肉用鸡仔的电压是根据母鸡的平均电阻上限设定，因此当致晕不同性别禽类时，可以确保不同性别的禽类的最低电流振幅都能得到满足。

每种禽类的关键参数	肉用鸡仔	雌性肉鸡
最大有意识束缚时间	1分钟	2分钟
致晕器使用的电流相位数	单相	单相
波形	正弦交流电	正弦交流电
最大频率（指定电流）	60 赫兹	50赫兹
时长	16.67毫秒	20毫秒
脉冲宽度	16.67毫秒	20毫秒
工作周期	100%	100%
禽类预估电阻	1600 Ω	2300 Ω
预估最低电压	176 V RMS	575 V RMS
单次入水禽类最大总数	10 只	5只
每只禽类需要的最低电流	110 mA RMS	250 mA RMS
水浴箱需要的最低总电流	1.10 A RMS	1.25 A RMS
电击时间	15秒	10秒



## 附件2 —— 标准操作程序示例

### 标准操作步骤——手枪型机械致晕法

**目的：**以人道和有效的方式致晕禽类，通过对脑部进行冲击能量，引起严重损坏，使禽类立刻失去知觉，从而在屠宰之前不会感到恐惧和痛苦。

**步骤：**

1. 检查致晕枪是否损坏或者是否存在不能正常工作的情况。
2. 确保操作人员准备好致晕之后的屠宰方法（如颈部切割），并且备用刀片以及备用致晕器（如致晕枪）准备就绪，且已根据禽类种类（如年龄、性别、品质、品种）通上电源。
3. 确保致晕枪位于致晕桶内正确的发射位置。
4. 根据制造商说明书指示，为机械致晕枪加载/通上必要的动力（如药筒弹药、空气压缩机或气缸）。使用等级适当的动力（如药筒类型或气压），能量太少可能无法使禽类致晕，太多则会损坏致晕器。
5. 确保工作人员处于稳定、舒适的姿势/位置。如果必要，根据制造商关于限制器和致晕器的指示，根据不同的禽类品种来束缚禽类。确保禽类的头部位于可以被冲击的精确位置。
6. 根据制造商指示，在指定位置使禽类致晕。开枪时，确保致晕器枪口对准禽类的脑部。多数情况下，枪口应瞄准脑部的右侧。
7. 致晕之后，立即检查是否存在无效致晕的迹象。迹象包括：
  - 没有马上倒下
  - 存在呼吸节奏
  - 存在角膜反射
  - 控制下巴的肌肉紧绷当进行有效致晕后，基本上家禽会出现严重的痉挛（摆动）现象（更多详情，请阅读HAS专家出版物）。如果没有出现痉挛，可能表示无效致晕，应迅速重新检查，如果必要，立即执行致晕。
8. 如果属于无效致晕，需要着重留意的是，应当在第一次致晕的位置进行二次致晕。如果第一次致晕偏离目标，第二次致晕时应瞄准位置。如果第一次致晕正中目标，尤其是对于小家禽（如小鸡），那么很可能无法进行第二次[有效]致晕；应使用备用致晕/屠宰方法。查明第一次致晕失败的原因，记录二次致晕并定期检查这些信息。
9. 之后，确保每只禽类得到及时的屠宰（通过放血）。如果一名操作员负责执行致晕及屠宰，那么在对另外一只禽类执行这些程序之前，该操作员必须先完成前一只禽类的束缚、致晕和宰杀步骤。应当确认禽类已死亡（如失去无角膜反射及呼吸节奏至少三分钟）。
10. 在结束一整天的屠宰工作之后，应当拆卸并清洁致晕枪，清理碳残留和二氧化硅残留，检查所有致晕器的配件并进行评估。清洁之后，如情况允许，动物福利官（或其他任命的人员）应执行致晕枪速率测试，确保其满足相关禽类的最低致晕要求。动物福利官应记录这些活动并定期检查。



## 附件2 —— 标准操作程序示例

### 动力源

根据制造商和手动机械式致晕器的型号（如口径）不同，所需的动力源等级（如弹药筒式或气压式致晕枪）可能不同。某些信息（如药筒子弹、速度）不容易获取，并且当前没有适用于所有制造商的说明药筒强度的国际标准色彩系统。因此，请始终遵循制造商指示。

### 致晕枪宽度、参数、形状

此类参数会因制造商和型号不同而有所不同。请始终遵循制造商指示。

### 致晕-切割/屠宰最长间隔

如情况允许，应当在致晕之后的15秒内进行屠宰或切断两侧颈动脉血管。

使用Cash家禽屠宰器械机械致晕器致晕家禽的步骤示例及关键参数：

**致晕家禽：机械式冲击设备**

#### 束缚

#### 动力源

信息来源：Accles&Shelvote Lte Cash 22家禽屠宰器

Cash E 0.22 边缘起火 (1颗)	Cash E 0.22 边缘起火 (1颗)	Cash E 0.22 边缘起火 (1颗)	Cash E 0.22 边缘起火 (1颗)
CPK2			
	120 psi	135 psi	135 psi
	110 psi		
		135 psi	135 psi
		幼禽： 60psi	

#### 施用

- 通过轻抓喉嚨控制住头部。
- 将枪口放置于头部最高点、眼睛和耳朵的中间位置。
- 径直瞄准头部，以及头部右上角。
- 开枪时，头部可以从你手中脱手。开枪后请放开头部。

#### 评估

**有效致晕的迹象：**

- 翅膀激烈摆动不受控制。
- 被冲击后立刻失去有节奏的呼吸。
- 颈部活动失去控制。
- 腿部放松及完全伸展。
- 眼神呆滞、无表情。

→放血或使颈部脱位。

**无效致晕的迹象：**

- 翅膀断续摆动或没有摆动。
- 被冲击后还有节奏的呼吸。
- 存在控制颈部的能力。
- 存在逃离行为。
- 发声。

→使用备用致晕或屠宰方法

更多信息请查阅[www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk)网站上的HSA出版物或联系：  
英国赫特福德郡AL4 8AN惠特汉普斯特德  
酿酒酒庄老校区人道屠宰协会  
电话+44 (0) 1582 831919 传真：+44 (0) 1582 831414  
邮箱：info@hsa.org.uk

### 附加说明：

- 本指南应与所有适用法律一同使用，如欧盟规章1099/2009。
- 如需要，操作人员必须持有必要的执照和/或证书。
- 更多详细信息以及关于禽类束缚和屠宰方法请参阅其他的人道屠宰协会的指南。
- 禁止将枪口对准任何你不打算致晕的动物，也不能将其搁置。



安, 毫安(A, mA)	电流的单位 (1 A = 1000 mA)
并联	电流优先通过的较低电阻通道
波形	电流或电压的一个完整循环的形状
导电性	对物质 (比如水) 导电能力的定量分析。测量单位为西门子/米 (S/m)
导体	允许电流通过的一种物质
电极	电流流过的导体两端
电流 (I)	穿过某一物体的电流量
电流计	一种测量电流的装置
电麻痹	施加电流引起麻痹
电气麻醉	施加电流使其失去知觉
电压	驱动力或电压
电压计	测量电压的一种装置
电阻 (R)	某种物质限制电流的属性。电路中平行布置的电阻器 (比如: 进行恒压水浴的多只禽类) 所具备的电阻通常低于电路内单个电阻器 (单只禽类) 的电阻。水中所有鸟类在任何时间的电阻可以采用下述公式进行估算: $\frac{1}{R} = \frac{\text{在任何给定时间内水中鸟类的数量}}{\text{该种鸟类的平均电阻}}$
放血	排出肌体内的血液
风险	表示不利影响的可能性以及不利影响对动物福利造成的危害 (SLU, 2009)
峰值电流	pDC相关的术语, 峰值 = $\frac{\text{平均电流} \times \text{周期}}{\text{标记数}}$
伏特 (V)	电压的单位
幅度	数量或量级, 比如电流或电压



<b>工作循环</b>	电流打开（“标记”或脉冲宽度）的时长作为某周期时长的分数（比如：波形的整个循环，包括“电流打开”（标记）和电流关闭（“空闲”部分的整个时长）），采用百分比表示，即：（脉宽÷周期）x 100
<b>骨膜</b>	除关节表面外，包裹骨头外部的一层致密结缔组织
<b>赫兹 (Hz)</b>	频率的单位，每秒的循环次数
<b>恢复</b>	恢复意识，具备感知恐惧和疼痛的潜在能力
<b>昏迷</b>	无法感知外部的刺激，比如：无法感觉到恐惧或疼痛 (EFSA, 2013a)
<b>击晕</b>	使其丧失意识，从而无法感知恐惧和疼痛
<b>僵直</b>	肌肉僵直（僵硬）后的一种物理病症。禽类脖子反转后可向后弯曲，悬挂时与地面保持平行，翅膀可以相互拧紧或塞进身体（Figure 29Aiii）。翅膀可呈现小幅度的肌肉快速收缩（Prinz, 2009; EFSA, 2013a）
<b>角质化</b>	表皮（皮肤）细胞转化为角质的一种现象，角质是一种硬化且含水量较低的物质，比如：鳞片
<b>颈腹侧切 (VNC)</b>	贯穿颈部下侧（咽喉）并割开两根颈动脉及两根颈静脉的一种横向切割方式
<b>局部贫血</b>	某一器官供血不足
<b>绝缘体</b>	无法传导电流的物质
<b>均方根 (RMS)</b>	表示电流或电压幅度的一种计量方式，该数值可能稍微低于峰值电流或电压。下述计算可将峰值转换成正弦波纯波形的RMS。（相同的计算不得应用于扭曲波形。数字式“AC+DC 真实值-RMS”表计可作为测量任何波形RMS值的有用工具；使用时请咨询电气工程师）。

正弦AC:  $I_{RMS} = 0.707 \times I_{峰值}$       平方AC:  $I_{RMS} = I_{峰值}$



<b>麻痹</b>	在未丧失意识的前提下，肌肉自主控制受损或丢失
<b>模拟仪表</b>	指针或数字式显示。表计上有RMS标识，但并非真实的RMS；在DC设置中，表计显示平均电压，在AC设置中，表计显示111%调整后平均电压（单波形，与RMS相同）。对于含50%工作循环的pDC波形，RMS为平均DC读值的141%。
<b>脑电图 EEG（或 ECoG）</b>	显示大脑生物电活动的图形，尤其是脑神经中的电流引起的电压波动。通过定位在头皮（或大脑）上的引导电极来得出图形。
<b>欧姆 (Ω)</b>	电阻 (R) 的单位
<b>频率</b>	一个完整的波形循环在一秒内重复的次数。 频率 (Hz) = 1000 ÷ 周期 (毫秒)
<b>杀死</b>	造成动物死亡的任何蓄意执行的流程
<b>瞬膜</b>	第三眼睑。当轻轻触碰眼睛表面时，作为一种反射，“云状”瞬膜从眼睛的喙角移动至尾角覆盖住眼睛（即：从喙部向身体侧移动）。
<b>屠宰（欧洲）</b>	杀死动物【蓄意】用作人类消耗
<b>危害</b>	可能对动物健康造成负面影响的任何因素（SLU, 2009）
<b>纤维颤动</b>	小纤维不协调收缩引起的颤动
<b>泄殖腔</b>	肌体肠道、尿道和生殖通道的共用出口
<b>心搏停止</b>	心脏停止泵送血液
<b>心室颤动</b>	心室快速、不受控、不协调的收缩，造成心搏停止
<b>眼睑（眨眼）反射</b>	轻轻触碰眼角（眼睑边缘）时，眼睛背侧（上部）及腹侧（下部）眼睑引起的闭眼行为。



## 真RMS表计

本表计在DC设置中显示平均电压。本表计在RMS设置中显示电压的标准偏差，若平均值为零伏特时，该偏差与RMS相等；该表计所使用的计算公式如下：

$$\text{RMS}^2 = \text{平均值}^2 + \text{标准偏差}^2$$

## 正弦曲线（正弦）

平滑起伏的波形

## 支配

通过神经支配

## 窒息

呼吸停止

## 重量/体积 %

测量每100毫升溶液（比如：盐水）中溶质（比如：盐）的计量方法

$$\text{比如w/v\%} = 100 \times \frac{\text{盐（克）}}{\text{盐溶液的体积（毫升）}}$$

比如：装有100升0.1 w/v% NaCl盐溶液的水浴中含有的盐的质量为： $(0.1 \div 100) \times 100\,000 = 100\text{ g}$  盐

## 周期

一个完整波形所耗费的时长。

$$\text{周期（毫秒）} = 1000 \div \text{频率（Hz）}$$

## 阻抗

对交流电的电阻



- Agra CEAS** 2012 家禽饲养的各种方法的研究。总结报告。提交人：Arcadia国际- Agra CEAS 咨询，Van Dijk管理咨询- 食品链评估协会（FCEC），市民咨询。欧洲卫生和消费者委员会：布鲁塞尔。135 页
- AWTraining** 2008 家禽福利官员培训课程 v2.1.1。布里斯托大学。举办时间：2008年11月13-14日，地址：Loxton 韦丙顿酒店。
- Berri C, Debut M, Santé-LHoutellier, Arnould C, Boutten B, Sellier N, Baéza E, Jehl N, Jégo Y, Duclos MJ 和 Le Bihan-Duval E** 2005 鸡胸肉的品质变化：死亡时肌肉中糖原含量及挣扎所产生的影响。《英国家禽科学》46(5): 572–579
- Berry PS, Meeks IR, Tinker DB 和 Frost AR** 2002 检测家禽电击设备的性能。《兽医记录杂志》151: 388–390
- Beuving G 和 Bolkhuis HJ** 1997 鸡蛋血浆儿茶酚胺的新颖性及限制条件方面的影响。《英国家禽科学》38: 297–300
- Bilgili SF** 1992 肉鸡电击 – 基本概念以及对白条鸡品质的影响：审查。《应用家禽研究杂志》1: 135–146
- EC 条例 1099/2009** 2009年9月24日关于宰杀时对动物的保护的1099/2009号理事会条例（EC）。欧洲联盟公报 L 303/1
- Debut M, Berri C, Arnould C, Guemené D, Santé-LHoutellier V, Sellier N, Baéza E, Jehl N, Jégo Y, Beaumont C 和 Le Bihan-Duval E** 2005 三只鸡在养殖屠宰前对束缚及热应激的行为响应及生理响应。《英国家禽科学》46(5): 527–535
- Defra** 1998 在栏家禽热应激的缓解指南。PB3724
- Defra** 2007 宰杀或杀害家禽时的动物福利。英国环境食品与乡村事务部。
- Diez De Medina SD, Marcy JA, Hulet RM** 1993 肉鸡响应恒定电压刺激的性别差异。《家禽科学》72(Suppl. 1): 162
- EFSA** 2004 关于打昏及屠杀方法福利方面的科学意见。EFSA动物健康与福利小组（AHAW）。意大利帕尔马欧洲食品安全局（EFSA）。241 pp
- EFSA** 2006 应用于商业饲养的鹿、山羊、兔子、鸵鸟、鸭、鹅及鹌鹑的打昏与屠杀主系统福利方面的科学意见。EFSA动物健康与福利小组（AHAW）。意大利帕尔马欧洲食品安全局（EFSA）。EFSA 公报 326: 1-18
- EFSA** 2012 家禽水浴击晕设备电气要求方面的科学意见。EFSA动物健康与福利小组（AHAW）。意大利帕尔马欧洲食品安全局（EFSA）。EFSA公报 10(6): 2757. 80 pp. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2757.
- EFSA** 2013a 家禽屠宰场监控程序方面的科学意见。EFSA动物健康与福利小组（AHAW）。意大利帕尔马欧洲食品安全局（EFSA）。EFSA公报 11(12): 3521. 65 pp. DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3521
- EFSA** 2013b 技术报告。屠宰击晕监控的取样尺寸计算工具。EFSA 支持性出版物2013: EN-541。意大利帕尔马欧洲食品安全局（EFSA）。18 pp
- EFSA** 2013c 动图屠杀时的保护相关的击晕方法效能调研评估之评定标准指南方面的科学意见。EFSA动物健康与福利小组（AHAW）。意大利帕尔马欧洲食品安全局（EFSA）。EFSA 公报 11(12):3486. 41 pp. DOI:10.2903/j.efsa.2013.3486
- EUWeINet** 2013a 标准操作程序：家禽电水浴击晕器操作评估。EUWeINet欧盟动物福利协调网。[www.euwelnet.eu/euwelnet](http://www.euwelnet.eu/euwelnet)
- EUWeINet** 2013b 标准操作程序：家禽电水浴击晕后的昏迷程度评估。EUWeINet欧盟动物福利协调网。[www.euwelnet.eu/euwelnet](http://www.euwelnet.eu/euwelnet)



- Fernandez X, Lahirigoyen E, Auvergne A, Molette C 和 Bouillier-Oudot M 2010 击晕方法对强制喂养鸭鹅肉质的影响。1. 躯体及肉质降级。《动物》4(1): 128 – 138
- Fernandez X, Leprettre S, Dubois J-P, Auvergne A 和 Babile R 2003 填饲鹅（灰雁）水浴击晕中电流参数对放血、脂肪肝及肉质降级方面的影响。《动物调研》52: 383 – 397. DOI: 10.1051/animres:2003024
- Froning GW, Babji AS 和 Mather FB 1978 宰杀前温度、紧张、挣扎及麻醉对火鸡肌肉颜色及纹理的影响。《家禽科学》57: 630–633
- Gentle MJ 和 Tilston VL 2000 家禽腿部疼痛感受器：宰杀前束缚过程中潜在疼痛的影响。《动物福利》9(3): 227–236
- Gerritzen MA, Lambooij E, Stegeman JA 和 Spruijt BM 2006 荷兰2003年禽流感发病工程中的家禽屠宰。《兽医记录杂志》159: 39-42
- Gregory NG 和 Austin SD. (1992) 家禽加工厂肉鸡死亡创伤的原因。《兽医记录杂志》131: 501-503
- Gregory NG 和 Bell JC 1987 屠宰前鸡类束缚中扑翼运动的时长。《兽医记录杂志》121: 567-569
- Gregory NG 和 Whittington PE 鸡电击晕过程中的吸水。《兽医学调研》53: 360–362
- Gregory NG 和 Wilkins LJ 1989a 击晕电流对火鸡品质降级的影响。《英国家禽科学》30: 761–764
- Gregory NG 和 Wilkins LJ 1989b 肉鸡击晕过程中心室纤颤及无效放血对躯体品质的影响。《英国家禽科学》30: 825–829
- Gregory NG 和 Wilkins LJ 1989c 宰杀方法对鸡类有效放血的影响。《食品及农业科学杂志》47(1): 13–20  
DOI: 10.1002/jsfa.2740470103
- Gregory NG 和 Wilkins LJ 1989d 击晕电流对鸡类躯体品质的影响。《兽医记录杂志》124: 530-532
- Gregory NG 和 Wilkins LJ 1990 击晕电流对鸭肉降级的影响。《英国家禽科学》31: 429–431
- Gregory NG 和 Wotton SB 1986 宰杀对大脑自发活动及诱发性活动的影响。《英国家禽科学》27: 195–205
- Gregory NG 和 Wotton SB 1987 电击晕对鸡脑电图的影响。《英国兽医杂志》143: 175-183
- Gregory NG 和 Wotton SB 1988a 鸡类的击晕。《兽医记录杂志》122(16): 399
- Gregory NG 和 Wotton SB 1988b 火鸡屠宰程序：放血或心脏骤停后大脑响应消失时间。《兽医学调研》44: 183-185
- Gregory NG 和 Wotton SB 1989 电击晕对鸡体感诱发响应的影响。《英国兽医杂志》145: 159-164
- Gregory NG 和 Wotton SB 1990 击晕对大脑自发性体力活动及诱发性活动的影响。《英国家禽科学》31: 215-220
- Gregory NG 和 Wotton SB 1991a 电击晕对火鸡大脑体感诱发响应的影响。《英国兽医杂志》147: 270-274
- Gregory NG 和 Wotton SB 1991b 水浴浸入深度对鸡电击晕的影响。《兽医学调研》51(2): 200–202
- Gregory NG 和 Wotton SB 1992a 头部不完全浸入水浴击晕器对鸭子电击晕的影响。《兽医学调研》53: 269-270
- Gregory NG 和 Wotton SB 1992b 鸡类皮毛浸湿对电击晕的影响。《兽医学调研》53: 250–251
- Gregory NG 和 Wotton SB 电击晕电流对蛋鸡昏迷时长的影响。《英国家禽科学》35: 462-465
- Gregory NG, Austin SD 和 Wilkins LJ 1989 束缚时扑翼运动与鸡躯体红翅尖之间的关系。《兽医记录杂志》124: 62
- Gregory NG, Wilkins LJ 和 Wotton SB 电击晕频率对肉鸡、蛋鸡及鹌鹑心室纤维性颤动、降级与骨折的影响。《英国兽医杂志》147: 71–77
- Gregory NG, Wilkins LJ, Austin SD, Belyavin CG, Alvey DM 和 Tucker SA 1992 捕捉法对蛋鸡骨折发生率的影响。《禽病理学》21: 717-722



- Grist A** 2013 家禽检查：解剖学、生理学及疾病状况。第二版。Context 产品有限公司 276 pp
- Heath GBS** 1984 肉鸡屠宰。世界家禽科学杂志 40: 151-159
- Hindle VA, Lambooij E, Reimert HGM, Workel LD 和 Gerritzen MA** 2009 家禽电水浴击晕报告200：荷兰屠宰场夏装及替代电击晕方法评估。动物科学集团，Wageningen UR
- Hindle VA, Lambooij E, Reimert HGM, Workel LD 和 Gerritzen MA** 2010 肉鸡、蛋鸡及鸭子水浴击晕使用过程汇总的动物福利。家禽科学 89: 401-412
- HSA** 2006 家禽福利 - 责任承担。DVD培训套装。人道屠宰协会
- HSA** 2011 关于家禽自动击晕系统研发的人道屠宰协会讲习班。举办时间：2011年10月27日，英国伦敦 Mary Sumner House
- Hunter RR, Mitchell MA, Carlisle AJ, Kettlewell PJ, Quinn AD, Knowles TG, Warriss PD** 2000 宰前入栏代谢及体温调节后果。家禽科学 79 Supplement 1: 6
- Jones RB, Satterlee DG, Cadd GG** 1998 肉鸡在运输过程中集体束缚时的挣扎反应：光照强度、头套及“窗帘”的影响。动物行为应用科学 58: 341-352
- Kannan G 和 Mench JA** 1996 不同处理方法及装箱时间对肉鸡等离子肾上腺酮浓度的影响。英国家禽科学 37: 21-31
- Kannan G, Heath JL, Wabeck CJ 和 Mench JA** 1997 肉鸡束缚：对应力反应及鸡胸肉品质的影响。英国家禽科学 38: 323-332
- Kettlewell PJ 和 Hallworth RN** 1990 鸡类电击晕。农业工程学调研杂志 47(3): 139-151
- Kuenzel WJ & Ingling AL** 1977 板式低鞍击晕器及卤水击晕器的对比，家禽处理过程中最大程度放血相关的交流&直流电路。家禽科学 56: 2087-2090
- Liao C-Y, Wang S-Y, Fei C-Y, Du S-J, Hsu T-S 和 King Y-T** 2009 鸭子死前挣扎对躯体品质的影响。兽医记录杂志 164: 557-558
- Lines JA, Berry P, Cook P, Schofield CP 和 Knowles TG** 2012 家禽生产线的改进。动物福利 21(S2): 69-74
- Lines JA, Jones TA, Berry PS, Cook P, Spence J 和 Schofield CP** 2011 胸脯支撑输送机提高生产线家禽福利的评估。兽医记录杂志 168: 129 DOI: 10.1136/vr.c5431
- Mouchonière M, Le Pottier G 和 Fernerez X** 1999 水浴击晕中电流频率对火鸡肌体恢复及放血速率&范围的影响。家禽科学 77: 485-489
- OIE** 2014 第 7.5章 动物屠宰。7 - 07/07/2014版。陆生动物卫生法典。第23版。世界动物卫生组织。
- Parker LH, Bajoie KC, Castille S, Cadd GG 和 Satterlee DG** 1997 性别及小腿直径对肉鸡束缚挣扎反应的影响。家禽科学 76 (补遗 1): 88
- Perez-Palacios S 和 Wotton SB** 2006 盐度及挂钩/腿部喷盐对肉鸡商用水浴击晕器导电率的影响。兽医记录杂志 158: 654-657
- Prayitno DS, Phillips CJC, Omed HM 和 Piggins D** 1994 光照颜色对肉鸡外观及行为的影响。家禽科学 35(1): 173-175
- Prinz S** 2009 肉鸡电击晕 - 电气参数对肉鸡脑电图及躯体反射的影响。博士论文。Radboud 大学：荷兰 Nijmegen
- Prinz S, van Oijen G, Ehinger F, Bessei W 和 Coenen A** 2012 电水浴击晕：不同波形及电压设置对雌雄肉鸡致昏的影响。家禽科学 91: 998-1008
- Quinn AD, Kettlewell PJ, Mitchell MA 和 Knowles TG** 1998 在栏家禽应符合的通风及温度等微气候条件。英国家禽科学 39(4): 469-476



- Raj ABM** 2004 家禽的击晕及屠宰。In: Mead GC (ed) 家禽肉加工及质量 pp 65–89. CRC 公报, 英国剑桥, 食品科学与技术Woodhead出版: Cornwall, UK. 388 pp. ISBN 1 85573 727 2 (book); 1 85573 903 8 (e-book)
- Raj ABM 和 O'Callaghan M** 2004a 仅头部击晕电流的电流及频率对肉鸡脑电图及躯体诱发电位的影响。《动物福利》13: 159–170
- Raj ABM 和 O'Callaghan M** 2004b 电水浴击晕电流频率对蛋鸡自发性脑电图及诱发性躯体电位的影响。《英国家禽科学》45(2): 230-236
- Raj ABM, O'Callaghan M 和 Hughes SI** 2006a 水浴击晕及屠宰方法中所使用脉冲直流电量及频率对肉鸡自发性脑电图的影响。《动物福利》15: 19-24
- Raj ABM, O'Callaghan M 和 Hughes SI** 2006b 水浴击晕及屠宰方法中所使用脉冲直流的脉宽对肉鸡自发性脑电图的影响。《动物福利》15: 25–30
- Raj ABM, O'Callaghan M 和 Knowles TG** 2006c 水浴击晕及屠宰方法中所使用交流电量及频率对肉鸡自发性脑电图的影响。《动物福利》15: 7–18
- Rao MA, Knowles TG 和 Wotton SB** 2013 电水浴击晕器中昏前击打对肉鸡躯体及肉质的影响。《动物福利》22: 79-84 DOI: 10.7120/09627286.22.1.079
- Rawles D, Marcy J 和 Hulet M** 1995a 肉鸡市场的恒定电流击晕。《应用家禽调研杂志》4: 109–116
- Rawles D, Marcy J 和 Hulet M** 1995b 火鸡市场的恒定电流电气麻醉。《应用家禽调研杂志》4: 117–126
- Rémignon H** 2004 火鸡、鹅、鸭及猎禽的生产。In: Mead GC (ed) 家禽肉加工及质量 pp 211–231. CRC公报, 英国剑桥, 食品科学与技术Woodhead 出版: Cornwall, UK. ISBN 1 85573 727 2 (book); 1 85573 903 8 (e-book)
- Richards GJ, Wilkins LJ, Weeks CA, Knowles TG 和 Brown SN** 2012 蛋期结束蛋鸡从农场至屠宰场销售过程中家禽运输模块箱微气候评估。《兽医记录杂志》171: 474 DOI: 10.1136/vr.100844
- Rodenburg TB, Bracke MBM, Berk J, Cooper J, Faure JM, Guémené D, Guy G, Harlander A, Jones T, Knierim U, Kuhnt K, Pingel H, Reiter K, Servièrre J 和 Ruis MAW** 2005 欧洲鸭子畜牧生产系统中的鸭子福利。《世界家禽科学杂志》61:633–646
- Satterlee DG, Parker LH, Castille SA, Cadd GG 和 Jones RB** 2000 雌雄肉鸡在束缚过程中的挣扎行为。《家禽科学》79: 652–655
- Schütt-Abraham I** 2004 家禽水浴击晕的逐点检查对照单。网址:  
<http://www.heynek.de/isa/schlachtung/Checkgefl-en.htm>
- Schütt-Abraham I & Wormuth H-J** 1988 家禽心脏骤停击晕。《肉类科学与技术第34届国际研讨会事程序, 澳大利亚布里斯班, 8月2日-9月2日》。Pp 106–108
- Schütt-Abraham I 和 Wormuth H-J** 1991 Anforderungen an eine tierschutzgerechte elektrische Betäubung von Schlachtgeflügel. (家禽屠宰人性化电击晕的要求) *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung* 43(1): 7–8
- Schütt-Abraham I, Knauer-Kraetzl B, Wormuth H-J 和 Gregory NG** 1991 家禽电击晕过程中水浴击晕器盐度对安培数值的影响。《 Fleischwirtschaft》71: 1–2
- Schütt-Abraham I, Wormuth H-J 和 Fessel J** 1983 从动物福利及肉类生产角度探讨电击晕。In: 动物屠宰击晕。动物生产“Schoonoord”调研记过中动物福利调研协调CED程序研讨班程序, 荷兰泽斯特, 1982年10月13-15日, Eikelenboom G (Ed). Martinus Nijhoff 出版社。Pp: 187 – 196. ISBN 0-89838-598-9



- Schofield P, Lines J, Cook P, Jones T, Berry P, Spence J 和 O'Neill D** 2009 降低家禽挂钩生产线中鸟类的应力和不适。MH0138. SID5 研究项目最终报告, Defra
- SLU** 2009 击晕及屠宰中动物福利风险评估的开发项目。提交至 EFSA的技术报告。编制人: Algers B, Anil H, Blokhuis H, Fuchs K, Hultgren J, Lambooij B, Nunes T, Paulsen P和Smulders F. Project ID: CFP/EFSA/AHAW/2007/01
- Sparrey JM** 1994 家禽屠宰生产线的设计与操作因素。博士论文。英国泰恩河畔纽卡斯尔大学
- Sparrey JM, Kettlewell PJ, Paice MER 和 Whetlor WC** 1993 家禽加工恒定电流水浴击晕器的发展。农业工程调研杂志 56(4): 267-274
- Sparrey JM, Paice MER 和 Kettlewell PJ** 1992 家禽电水浴击晕器的电流通路模块。英国家禽科学 33: 907-916
- von Wenzlawowicz, M 和 von Holleben K** 2001 根据家禽水浴电击晕当前科学知识进行的击晕效能评估。Archiv für Geflügelkunde 65(6): 193-198
- Warriss PD, Knowles TG, Brown SN, Edwards JE, Kettlewell PJ, Mitchell MA 和 Baxter CA** 1999 家禽电水浴击晕器的电流通路模块。英国家禽科学 145: 218-222
- 动物福利(屠宰或宰杀)法规1995, 1995年731号法令文件(修订版)
- Wichman A, Norring M, Pastell M, Algers B, Pösö R, Valros A, Saloniemi H 和 Hänninen L** 2010 短期禁闭过程中板条箱高度对火鸡福利及行为的影响。应用动物行为科学 126: 134-139
- Wichman A, Norring M, Voutila L, Pastell M, Valros A, Algers B 和 Hänninen L** 2012 屠宰运输中板条箱高度对火鸡福利的影响。英国家禽科学 53(4): 414-420
- Wilkins LJ 和 Wotton SB** 2002 英国商业加工厂击晕电流波形频率对火鸡躯体及肉质的影响。英国家禽科学 43: 231-237
- Wilkins LJ, Gregory NG, Wotton SB 和 Parkman ID** 1998 各类波形-频率组合的电击晕效果及对肉鸡躯体质量的影响。英国家禽科学 39: 511-518
- Wilkins LJ, Wotton SB, Parkman ID, Kettlewell PJ 和 Griffiths P** 1999a 恒定电流击晕对禽类福利及躯体质量的影响。应用家禽调研杂志 8: 465-471
- Wilkins LJ, Wotton SB, Parkman ID, Kettlewell PJ 和 Griffiths P** 1999b 恒定电流击晕对禽类福利及躯体质量的影响。应用家禽调研杂志 8: 465-471
- Woolley SC, Borthwick FJW 和 Gentle MJ** 1986a 鸡类宰前击晕中的组织电阻率、电流通路及其重要性。英国家禽科学 27: 301-306
- Woolley SC, Borthwick FJW 和 Gentle MJ** 1986b 母鸡宰前击晕过程中的体内电流通路。英国家禽科学 27: 403-408
- Wotton SB** 1996 动物屠宰击晕技术的新进展。聚焦国际肉品 pp 461-465
- Wotton SB 和 Gregory NG** 1991a 如何防止水浴击晕器中的晕前电击。火鸡 39: 15,30
- Wotton SB 和 Gregory NG** 1991b 关于如何测量家禽击晕器电气参数的建议。国家兽医杂志 1(2): 14-15
- Wotton SB 和 Gregory NG** 1991c 击晕电压计量。国际家禽, 五月刊: 90-94
- Wotton SB 和 O'Callaghan M** 2002 猪的电击晕: 应用电压对电流阻抗及危险装置操作的影响。肉品科学 60: 203-208
- Wot 60: 203-208
- Wotton SB 和 Wilkins LJ** 2004 家禽初步加工。In: 肉鸡福利的计量与审计。Weeks CA 和Butterworth A (Eds). CAB International, Wallingford, UK. pp 161-180. ISBN: 0851998054



## 远程击晕监控

- 家禽击晕水浴电流监控器 (PSM), AGL 咨询有限公司。  
<http://aglconsultancy.com/index.htm>
- Reesink 特殊产品有限公司, 荷兰组特梅尔2718 SP Argonstraat 156, [www.rspbv.nl/](http://www.rspbv.nl/)

## 测量穿过电水浴电路中活禽身体的电流

Paul Berry 技术有限公司击晕器评估服务, 邮箱: [paul.berry@pbtech.co.uk](mailto:paul.berry@pbtech.co.uk)

## 屠宰击晕的取样尺寸计算工具, EFSA

EFSA, 2013. EFSA 取样尺寸与击晕 (EFSA SStun型), 1.0版本 -应用界面由EFSA开发。(应用界面可联系[sas@efsa.europa.eu](mailto:sas@efsa.europa.eu)获取)。由欧洲食品安全局SAS开发的一种工具, 为所有利益干系者提供, 包括食品业务运营商, 该工具配备用户友好软件应用程序, 用户通过该工具可以评估: i)给出可接受的固定失败率后, 可评估需要取样的尺寸; ii) 监控屠宰击晕时, 给出预期失败率后可评估取样尺寸。EFSA (2013b)请注意 [EFSA 2013b] 文件仅限于信息及咨询使用, 不构成委员会是否应用及欧盟委员会是否审批的依据。

EFSA免责声明: [HSA 导则说明] 由...作者【即: HSA】编写应用。本文中的观点及发现仅属于作者本人的观点与发现, 不代表EFSA的观点或立场。

## 农业和园艺发展局 (AHDB) [www.ahdb.org.uk](http://www.ahdb.org.uk)

一家非政府性质的公共机构, 为农业食品领域的所有参与者提供建议、信息、服务及管理。

## 动物福利培训 [www.awtraining.com](http://www.awtraining.com)

为全球肉品行业的福利官员提供专业的培训、教育和咨询。

## 英国兽医协会 [www.bva.co.uk](http://www.bva.co.uk)

兽医行业的国家性代表机构。

## Defra [www.gov.uk/animal-welfare](http://www.gov.uk/animal-welfare)

负责屠宰时动物福利的政府部门。

## 布里斯托大学动物科学学院食品动物科学系

[www.bristol.ac.uk/vetscience/](http://www.bristol.ac.uk/vetscience/) 动物福利官员培训: [www.awotraining.com/](http://www.awotraining.com/)

调查屠宰时动物福利的科学调研小组。提供培训和咨询。

## 英国食品标准局 [www.food.gov.uk/](http://www.food.gov.uk/)

负责在全英国EU批准的屠宰场中实施卫生检查及动物福利。

## 肉品及牲畜商业服务有限公司 (MLCSL) [www.mlcsl.co.uk/](http://www.mlcsl.co.uk/)

为肉品及牲畜行业与Defra家族提供数据、物流及检查服务。MLCSL属于AHDB的商业部门。

## 肉品培训委员会 [www.meattraining.org.uk](http://www.meattraining.org.uk)

提供学院、大学、讲师课程及资质评定相关的信息, 包括S/NVQ。

为培训和发展提供培训顺序及财务计划方面的建议。

## TSO (英国文书局) [www.tso.co.uk/](http://www.tso.co.uk/) & [www.tsoshop.co.uk/](http://www.tsoshop.co.uk/)

联系获取英国法律副本。

## HSA附加文献:

### 技术信息公告 (TIP) (可采用A3或A4纸提供):

家禽击晕: 机械冲击式装置

家禽有效颈切

### DVDs: 家禽福利 - 责任承担 - 捕捉, 运输和屠宰

紧急宰杀

### 实践规范: 雏鸡在孵化场进行处置的规程

技术说明: 可在[www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk) 免费下载各类文件



## 人道屠宰协会

酿酒山庄 老校区

英国赫特福德郡 AL4 8AN 惠特汉普斯特德

电话: +44 (0)1582 831919, 传真: +44 (0)1582 831414

邮箱: [info@hsa.org.uk](mailto:info@hsa.org.uk) 网址: [www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk)

英国慈善机构注册编码: 1159690 慈善组织机构

© HSA 2016

ISBN 978-1-871561-44-9