

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201804001

www.dxhx.pku.edu.cn

磷小姐升职记

蔡恬菲[§], 冯天宇[§], 朱亚先^{*}

厦门大学化学化工学院, 福建 厦门 361005

摘要: 将磷元素拟人化, 通过生动的语言, 讲述了她在生命体内的作用以及在人类生活中的应用, 让磷元素的生理功能以及应用更简单易懂, 使读者体会到磷元素独特的美。

关键词: 磷; 生理功能; 应用

中图分类号: G64; O6

The Promotion of Miss Phosphorus

CAI Tianfei [§], FENG Tianyu [§], ZHU Yaxian ^{*}

College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

Abstract: In this passage, phosphorus is personified as “Miss Phosphor” who lives on the earth. We tell about a story about the history of this element, including how she has been working in lives and her applications in human society since found by human. Herein we use descriptive words to make it easier for readers to understand the physiologic functions and applications of phosphorus.

Key Words: Phosphorus; Physiologic functions; Application

地球公元 1669 年的某一天, 磷小姐在这颗行星上长达 45 亿年的平静生活被打破了。

其实, 磷小姐在宇宙中的出现远比地球的诞生早得多, 但是她的记忆只能追溯到地球形成时, 再早的事她就记不清、也说不准了。

最初, 地球上只有磷小姐和一些元素同胞们在无机环境中沉默地奔走。在地球上的生命诞生之前, 磷小姐就参与了核苷酸小分子的形成。核苷酸和氨基酸等都是最简单的前生命物质, 它们是生命形成的基础。磷小姐还记得, 35 亿年前第一个细胞诞生的时候^[1], 她在细胞膜结构和膜内的遗传物质中感受着这个生机勃勃的有机体, 欣慰地笑了: “这个星球终于开始拥有了历史的见证者。”自此, 细胞不断分裂, 生命不断演化, 地球上出现了越来越复杂的生命结构, 但任何一个生命体的存在、生活和繁衍都离不开磷小姐的参与。

在细胞里, DNA(脱氧核糖核酸)和 RNA(核糖核酸)是储存着生命信息的重要“数据库”。磷小姐是组建这些数据库的重要成员, 更是数据库里基本文件——核苷酸的管理员, 她参与组成的磷酸键像桥梁一样把核苷酸们连接在一起。在她的帮助下, 小小的核苷酸分子整齐排列, 组成了庞大的 DNA 和 RNA 分子, 传递、表达着生命复杂又精妙的讯息。磷小姐还以“磷脂”的形态帮助细胞搭建起最外层的堡垒(质膜)并组建反应的膜场所; 如果没有磷小姐, 细胞就像一个没有保安、没有生产

收稿: 2018-04-04; 录用: 2018-04-08; 网络发表: 2018-05-11

[§]2016 级本科生

^{*}通讯作者, Email: yaxian@xmu.edu.cn

基金资助: “化学学科拔尖学生培养试验计划” 学生科研能力培养探索

车间的工厂，随时都会破产。

当细胞活动需要能量时，磷小姐就更忙碌了，因为细胞中的化学反应离不开 ATP(三磷酸腺苷)。每当细胞感到饥饿的时候，由磷小姐领衔的一分子磷酸就赶忙离开 ATP 成为 ADP(二磷酸腺苷)，把能量释放出来满足细胞的需求。细胞里要用能量的地方可多了！磷小姐不停地奔走着，虽然劳累但也感到幸福。

除此之外，磷小姐还要操心细胞里蛋白质合成、酶分子催化等繁琐的事务^[2]，细胞的生存真是一刻都少不了她。幸好，磷小姐是一个细心的人，她一丝不苟地工作着。

后来，多细胞生物的出现又让磷小姐有了许多新任务，比如，帮助调节动物身体中的酸碱平衡、运输糖分和氨基酸等。随着生命的进化，磷小姐和钙先生组成的羟基磷灰石成为了动物骨骼和牙齿的主要成分，动物们可以站立、可以咀嚼美味的食物了。

动物牙齿是磷小姐距离外界最近的岗位，她偶尔忙里偷闲，趁动物们张开嘴的时候朝外面瞧一眼，感受自然界各种奇妙的风光。“偶尔瞄一眼就够了”，磷小姐想，“分神太多的话，工作会容易出错的。”

当然，细胞和生命都会衰老死亡，于是，磷小姐在生命体 and 无机环境间不断周转、奔波，为生命的延续提供原料。当动物尸体遗留在荒野，藏在骨骼中的她就慢慢融入土壤，进而转变为磷化氢，磷化氢在炎热的夏天很容易自燃，产生漂亮的蓝绿色火焰，在夏日的野外就像一场寂静的烟火。古时候，人类看到这样的火焰会害怕地落荒而逃，称之为“鬼火”^[3]。磷小姐听到这个称呼，无奈地笑了笑，心想：“看来这个种群还没有完全开化呢！”

生命诞生以来，磷小姐见识了各种各样的生物，她觉得所有的生命都无甚区别，人类也只是地球上繁多生命中平平无奇的一个种群，她像伴随其他生物一样伴随着人类，没有一刻疏忽、也没有过多的关心。

磷小姐原本以为，这样平静的状态会一直持续下去。

但是到了公元 1669 年的一天，磷小姐觉得事情变得有些不一样了。

这一天，磷小姐像往常一样随着尿液被带出体外，按照惯例她会被倒进农田，分解为盐回归到无机环境，但这一次她却反常地被眼前的人丢到了锅里。原来这人是欧洲的炼金术师，想用尿液提炼能点石成金的“哲人石”。磷小姐听着那人念奇怪的咒语，在高温下被折磨得头晕目眩。

“元素守恒都不懂，还妄想着一夜暴富？”磷小姐觉得又好气又好笑。

经过一阵子强热的煎熬，高温退去，磷小姐睁开了眼睛，发现自己竟然变成了白色的单质形态！在自然界里，她几乎从来不会用单质的形式现身。眼前的人类看着她，兴奋地手舞足蹈。此时的磷小姐在黑暗里散发着神秘的蓝绿色磷光，她听到这个叫布朗特的人开口对她说：“就叫你‘冷光’吧。”于是拉丁文里的词语“冷光”成了磷小姐在人类世界的名字^[4]。

磷小姐看着眼前的人类，感到惊喜又错愕。她和生物相伴走过了亿万年充实又平静的日子，她从没想过自己有一天会被发现并制备出来，还拥有了名字，而做到这一切的是一群比自己小得多的人类。随后，人类又陆续找出了生命体里磷小姐的许多不同形态，还开发了自然界中的磷灰矿，制备了不少磷的无机盐和含氧酸。

磷小姐惊喜之余，也为自己以前固步自封、满足于现状的心态感觉羞愧不已。

“那么，就去参加人类世界的工作吧！”磷小姐决心突破旧工作的桎梏，勇敢地迈出求职的第一步。她尝试着向诸多公司投出简历，几天后，她收到了第一封面试通知。

磷小姐兴奋地打开衣柜，为她的第一次面试选择衣服。衣柜里装着各种各样漂亮的衣服，单质形态的就有好几套。磷小姐先取出了一件深红色的裙子，穿上红裙子的磷小姐被人们称为“红磷”。磷小姐在镜子前仔细打量自己，觉得深红色有点过于鲜艳了。她将裙子放回衣柜，取出了一件黑色的小西装，这时我们称呼她为“黑磷”。“黑色太严肃了！”磷小姐还是不太满意。她思来想去，最终选择了一件简洁大方的白色裙子，我们称为“白磷”。

精心打扮后的白磷小姐信心满满地出门，前往她的第一个面试地点。令磷小姐疑惑的是，街上的人们纷纷露出了害怕的表情，对她避之不及。匆忙赶到面试地点的磷小姐还没说出准备了许久的面试词，就被面露难色的面试官婉拒了：

“磷小姐，白磷有剧毒，还有很强的腐蚀性，只需要 0.1 g 就能让我们人类致死^[4]，希望您不要穿着这身衣装接触路人。”

面试的失败让磷小姐十分沮丧，回家的路上，磷小姐又隐隐听到人们的议论，前些年人类制得的磷化氢也是剧毒物质，还是有恶臭的气体，磷的好多化合物也会造成环境污染和人类中毒。磷小姐听得越发难过，低下头匆匆跑回了家。

“叮咚”，邮件的提醒音惊醒了磷小姐。“一份录用通知！”磷小姐惊呼。

这是一份来自英国的录用通知，这家公司希望磷小姐能帮助他们制备火柴。磷小姐激动不已，立刻踏上了前往英国的旅程。磷小姐入职后，人类开始用白磷大量生产火柴，白磷着火点低，使人类解决了点火问题，但也带来安全隐患，它的毒性也危害着人们。

“怎么办呢？”磷小姐不愿就此失业。于是，她脱下自己喜欢的白色裙子换上深红色裙子。人们把无毒、燃点较低的红磷涂在火柴盒的侧面，火柴梗上的易燃物在红磷身上轻轻一划，就会发出微小而明亮的火焰，就像磷小姐美丽的眼睛。就这样，安全火柴诞生了，磷小姐成功迈出了在人类文明中职业生涯的第一步。

生活中处处都有金属的影子，从小小的铁钉到高大的埃菲尔铁塔都由金属构成，但是金属的锈蚀是件让人类十分头疼的事。金属公司负责人找到磷小姐，眼神中充满信任与期待：“我们希望您能帮助减少损失。”于是，磷小姐又有了新的职位，即“磷化防腐班组”骨干成员。

这份工作并不简单。自 19 世纪起，磷小姐和人类一起开始反复地尝试，希望能不断加强磷化膜的抗腐蚀能力、缩短磷化所需的时间。直到磷化液喷射工件方法被发现以及 Jernstadt 先生用特殊方法制备出含钛的磷酸二钠盐后，磷小姐的这份工作才正式步入正轨^[5]。在这之后，磷小姐不断改进自己的工作方法，磷化技术逐渐成熟，磷化膜的性能不断提高。这份工作让磷小姐感受到自己身为“盔甲”的责任，而这份责任感，继续推动着磷小姐不断前进。

在工作方面逐渐成熟起来的磷小姐开始得到越来越多公司的邀请。

磷小姐受聘成为了“阻燃剂小组的组长”。最初在 17 世纪，人们尝试着以磷酸铵作为阻燃剂，但它易溶于水、阻燃性不持久。如何制备出更好的阻燃剂呢？磷小姐陷入了思考，一种好的阻燃剂除了良好的阻燃性能外，还需要具备耐水、耐高温、耐化学试剂等能力。磷小姐感到仅凭一己之力难以做到，于是她动员兄弟姐妹手拉手聚合起来，聚磷酸铵、磷腈聚合物以及磷酸酯诞生了。这些阻燃剂能够让可燃物脱水碳化，减少或阻止可燃气体的产生^[5]。

这份工作报告让公司感到十分满意，但磷小姐并不满足，她想要继续锻炼自己。

于是，磷小姐选择了“食品添加剂主管”这个新岗位，并信心满满地想要在此干一番大事业。成为主管后，磷小姐需要管理的事情更多了。食品出现氧化和变质的问题，磷小姐便派遣植酸，也就是肌醇六磷酸去解决；我们常见的可乐果冻需要酸味剂，磷小姐便派遣磷酸去调味；制作冰淇淋、奶油等需要将水和油混合，磷小姐便派遣卵磷脂作为乳化剂；原本的膨松剂明矾对人类健康有影响，磷小姐思索后派遣焦磷酸钠等磷酸盐去代替明矾，使面包蛋糕松软可口……如今，磷小姐的这份工作与我们的生活联系越来越紧密，我们喜欢的各种食物中都有了磷小姐的身影，磷小姐正帮助我们拥有更多口感更佳、营养更丰富、储存运输更方便的食物。

就这样，磷小姐的工作范围越来越广，她的职位步步攀升，越来越受到人类的重视。

但是，升职的路并不是一帆风顺的。

“洗涤剂中的助剂”是磷小姐很喜欢的一份工作。这份工作内容包括软化硬水、作为起泡剂、维持 pH 等。但 20 世纪 70 年代发生的水域“富营养化”，令人们对磷小姐的工作能力产生了质疑，他们认为，洗涤剂中的磷化合物就是“富营养化”的原因，磷小姐被迫辞去了这份工作。

“这样的质疑有点不公平。”下岗后的磷小姐觉得委屈。“工业污水的治理不当才是主要原因！”磷小姐开始四处收集证据。有数据表明，我国洗涤剂中的磷只占生活污水中磷含量的 7%，磷肥、有机磷农药等也会污染水体^[5]。污水处理可以改善水体富营养化，但是目前污水脱磷处理的技术成本过高，仍需不断改进。磷小姐盼望着有一天污水处理技术得到完善，让她能够重新回到她钟爱的工作岗位。

但是，越来越多的工作邀请也让磷小姐有些负荷不了，磷小姐感到有些疲惫。

回归土壤是磷小姐休假的好方式。磷小姐成为磷肥撒入农田，可被植物吸收，她会和很多其他的无机盐一起进入植物体内周游，使植物茁壮成长，带来更高的作物产量^[5]。在植物体内，她可以从无机盐摇身一变成为有机磷化合物，然后能再次见到自己的好友碳小姐，重新经历细胞内的生活，在生物体内好好放松一下自己。

好在，磷小姐的疲惫已经被人类知道，人们已经开始思考如何更合理地为磷小姐安排工作，以达到磷的循环利用和可持续发展。

相信在未来，磷小姐会更愉快地在人类社会工作，也能交给我们更优秀的工作报告。

参 考 文 献

- [1] Nelson, D. L.; Cox, M. M. *Lehninger 生物化学原理*. 北京: 高等教育出版社, 2005: 5–22.
- [2] 周国萍. *贵州化工*, **2008**, 33 (6), 52.
- [3] 贺婷婷, 左兆成. *微量元素与健康研究*, **2013**, 30 (5), 73.
- [4] 严宣申, 曹庭礼, 郭炳南, 项斯芬. *无机化学丛书·第四卷*. 北京: 科学出版社, 2011: 137–153.
- [5] 赵玉芬. *磷与生活*. 郑州: 郑州大学出版社, 2008: 1–131.