

微藻在食品领域的应用

王慧岭, 张晋阳, 罗建涛, 滕杰, 耿金峰, 赵邴鹏, 白雪梅*, 刘敏胜*

(新奥科技发展有限公司, 煤基低碳国家重点实验室, 河北廊坊 065001)

摘要 介绍了目前可规模化养殖的微藻现状、微藻在人类历史上的食用历史、微藻在食品领域的应用价值, 对目前市场已有的微藻产品进行了整合概述, 并对微藻在食品领域的应用进行了展望, 以期微藻在食品领域的开发应用提供有效参考。

关键词 微藻; 食品; 应用; 价值

中图分类号 S218 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)17-0044-04

Application of Microalgae in Food Field

WANG Hui-ling, ZHANG Jin-yang, LUO Jian-tao et al (ENN Science & Technology Development Co., Ltd., State Key Laboratory of Coal-based Low Carbon Energy, Langfang, Hebei 065001)

Abstract This article introduced the current status of the microalgae that could be scaled up, the history of microalgae being eaten by humans, the application value of microalgae in the food field, and summarized the existing microalgae products on the market. The prospects for the application of microalgae in the food field were expected, in order to provide an effective reference for the development and application of microalgae in the food field.

Key words Microalgae; Food; Application; Value

微藻是一种光合自养微生物, 其个体微小, 生长速度快, 广泛生存于海水淡水中, 生活适应性强, 同时可以生产食品、药品、高价值生物活性物质和生物燃料, 被誉为细胞“工厂”^[1]。微藻在生长的过程中为了适应环境会迅速调节细胞内的成分, 这些成分中很多具有多种生物活性, 可以作为食品添加剂、营养保健品甚至医药产品^[2-4]。当前在市面已经可以见到越来越多的微藻产品, 有以螺旋藻主打的系列增强免疫力的保健品, 以杜氏盐藻主打的视力保护系列产品, 也有以小球藻为主的系列食品、以雨生红球藻开发的化妆品。微藻在生长的过程中可以固定 CO₂, 可以生长在沙荒地、盐碱地等非农业用地, 因此无论从环境保护, 还是资源需求和产品开发方面都具有极大的意义, 微藻已成为保健品、食品和能源环保行业一个新的研究热点。笔者从微藻的养殖现状、食用历史、食品领域的应用及目前市场已有微藻产品等方面进行了概述, 并对相关数据进行了整合分析, 以期微藻在食品领域的开发应用提供有效参考。

1 微藻的养殖现状

微藻在生长过程中对光照的依赖性比较强, 大多数已产业化的藻株对温度敏感性也较强, 因此对培养环境的要求比较高; 同时微藻在规模化培养过程中极易出现污染, 工艺控制难度大; 另外微藻目前的养殖方式几乎为纯人工养殖, 无法实现机械自动化操作, 整体养殖成本偏高。由于上述种种原因的制约, 很多藻株目前仍无法实现规模化生产, 市场应用较少, 目前广泛应用的主要为螺旋藻、小球藻、雨生红球藻和杜氏盐藻。螺旋藻极度耐碱, 形状为丝状, 具有得天独厚的天然环境养殖优势, 世界上主要集中在三大淡水湖周围, 即我国的云南丽江程海湖、非洲乍得湖和墨西哥的 TEXCOCO 湖。全世界生产最具优势的是非洲乍得湖的

钝顶螺旋藻。螺旋藻由于先天优势, 养殖几乎不受地域影响, 世界上 85% 以上的藻类养殖企业养殖的都是螺旋藻。小球藻生长速度快, 温度耐受范围广, 能很好地适应环境, 其养殖在日本和我国台湾已获得人们的广泛认可。杜氏盐藻极端嗜盐, 敌害生物相对较少, 不易污染, 但是由于其产量极低, 技术门槛相对较高, 因此养殖企业较少, 在国外养殖较多的主要集中在以色列、美国、澳大利亚等国家。雨生红球藻因其富含大量的虾青素被人工培养, 其对培养要求较高, 一般在半封闭的反应器中严格控制培养环境, 才能获得稳定生产。

2 微藻的食用历史

微藻的食用历史非常悠久, 螺旋藻作为食物可以追溯到几千年前^[5], 在 9 世纪的卡内姆-博尔努帝国, 就有居民从查德湖中采集螺旋藻作为食物^[6]。人工培养微藻也由来已久, 尤其在食物匮乏的年代, 微藻一度成为优质的蛋白质原料。美国在 1948 年就规模化培养小球藻^[7]。在 20 世纪 50 年代初期, 由于第二次世界大战, 全球食物短缺, 蛋白质摄入量不足, 人们用藻类来补充蛋白质。目前小球藻商业化生产已有 30 多年的历史, 主要产地为日本、美国、以色列和我国台湾^[8]。

在我国虽然很早就开始食用微藻, 但是微藻获得食品资质是进入 21 世纪之后才逐步获得正式的批准。在 2004 年 8 月 17 日中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会发布的 2004 年第 17 号文件批准的食品里, 钝顶螺旋藻和极大螺旋藻被正式批准可作为普通食品食用, 这是我国第 1 个正式获得食品资质的微藻原料, 开启了我国微藻食品原料的先河。之后随着对微藻研究的深入, 更多的微藻获得新资源食品的认可, 继螺旋藻之后, 在 2009 年盐藻及提取物被批准为新资源食品, 成为第 2 个获得食品资质的微藻。随着市场对 DHA 的需求, 2010 年批准 DHA 藻油和雨生红球藻可以作为新资源食品, 微藻在食品领域的应用越来越广, 2012、2013 年相继

作者简介 王慧岭(1983—), 女, 内蒙古呼和浩特人, 助理实验师, 从事新能源研究。* 通讯作者: 白雪梅, 博士, 从事新能源研究; 刘敏胜, 副研究员, 博士, 从事新能源研究。

收稿日期 2018-02-28

批准了蛋白核小球藻和裸藻作为新资源食品(表 1)。截至目前共有 5 株藻获得食品资质,随着微藻应用价值的不断开

发,微藻在食品领域逐步被认可,越来越多的企业开始从事微藻生产。

表 1 藻类新资源食品^[9]
Table 1 Algae new resource food

序号 No.	藻类名称 Algae name	食用量 Consumption	批准日期 Approval date	公告号 Announcement number
1	极大螺旋藻	作为普通食品	2004-08-17	2004 年第 17 号
2	钝顶螺旋藻	作为普通食品	2004-08-17	2004 年第 17 号
3	盐藻及提取物	≤15 mg/d	2009-12-22	2009 第 18 号
4	DHA 藻油	≤300 mg/d	2010-03-09	2010 年第 3 号
5	雨生红球藻	≤0.8 g/d	2010-10-29	2010 年第 17 号
6	蛋白核小球藻	≤20 g/d	2012-11-12	2012 年第 19 号
7	裸藻	普通食品(婴幼儿除外)	2013-10-30	2013 年第 10 号

3 微藻在食品领域的应用

人们在解决了温饱问题之后,对食品的要求越来越高,现在很多人开始追求健康食品,药食同源,于是越来越多的功能性食品、保健食品获得市场的认可,这对于微藻来说可谓是一次大的机遇和挑战。近 10 年来微藻在能源和环保行业受到了广泛的关注,也投入了大量的研发经费,但是由于受到石油价格的回落和微藻生产能源的成本制约,始终没有实现能源微藻的产业化生产。在这种情况下很多研究能源微藻的机构逐步开始转向环保和高附加值产品的开发。微藻本身具有极大的潜力,小小的细胞内蕴藏着丰富的宝藏,如何有效地开发微藻的价值,一直以来是研究热点。微藻价值的有效开发必将会产生巨大的经济效益和社会效益。

螺旋藻富含藻蓝蛋白、藻多糖、多种维生素,并且螺旋藻中矿物质和微量元素的含量也相当高,其中以 K、P、Ca、Mg、Fe 等尤为突出。在消化吸收利用方面,螺旋藻的细胞壁纤维素含量较低,细胞壁薄,易于被消化吸收;同时螺旋藻蛋白质还具有很强的水溶性,其消化系数可达 95%,吸收率可达 75%^[10]。螺旋藻中藻多糖的功能也受到很大的关注,目前研究结果显示,藻多糖可以用于治疗肝癌、防护电离辐射和减缓机体衰老。因此,螺旋藻被认为是“人类最佳保健食品”,已广泛受到大众接受和认可。

小球藻中氨基酸种类多达 18 种,必需氨基酸的含量占总氨基酸含量的 42%,达细胞干重的 20%以上,以谷氨酸、天冬氨酸、亮氨酸含量最高。大多数小球藻可以积累叶黄素。叶黄素除具有抗氧化性外还有很强的着色能力,因此叶黄素作为饲料的添加剂广泛用于家禽饲养和水产养殖业^[11-13]。小球藻在食品的品质改良和调味方面也获得成功应用,主要用于酿酒、面食和发酵食品的添加剂^[14],以及系列小球藻保健品^[15]。

杜氏盐藻主要用于生产 β-胡萝卜素,其含量可超过其干重的 10%。β-胡萝卜素具有维生素 A 的活性,在医学上 β-胡萝卜素主要用于光敏感患者和维生素 A 缺乏症的治疗,近年来,有研究报道其在预防心血管疾病和防癌抗癌方

面也有明显作用^[16]。β-胡萝卜素已被广泛应用于天然着色剂、食品添加剂、营养食品、保健品、药品、化妆品及生物工程产品的生产^[16]。目前市场上天然的 β-胡萝卜素很少,主要以人工合成为主,但是随着人们的不断深入研究发现,虽然合成的 β-胡萝卜素纯度高,生产成本低,但是在化学合成的过程中难免有少量的有毒成分残留,因此天然生物合成的 β-胡萝卜素是未来需求的必然趋势。

多糖也已经作为一种非特异性免疫促进剂被广泛地使用,能产生多糖的微藻也很多,其特有的硫酸多糖具有极大的应用价值。盐藻多糖由于具有很多生物活性,可提高机体免疫力,增强体质。盐藻胶囊和盐藻片剂作为保健品,已在市面上大量销售。

雨生红球藻是天然虾青素最好的原料来源,其细胞内可累积大量的类胡萝卜素,其中 75%以上为虾青素^[17]。虾青素被称为“超级维生素 E”,其有强大的抗氧化活性,据文献报道,其抗氧化活性是维生素 E 的 550 倍、类胡萝卜素的 10 倍^[18-19]。由于其强大的抗氧化能力,虾青素主要用于抗癌症、防止衰老、提高免疫力,也有文献报道其具有维护视力和中枢神经系统健康等生理功能^[20-21]。目前,在水产养殖和化妆品中虾青素已获得广泛应用^[22-24]。

微藻的一些活性物质已越来越多地受到人们的关注,很多研究围绕藻多糖和色素的强抗氧化性开展,更多的微藻被用于食品、保健品和医药行业,越来越多的微藻功能性产品被开发,微藻的价值逐步被认可。目前主要微藻的活性物质及其主要功能如表 2 所示。

此外,微藻的多不饱和脂肪酸也受到人们的重视,但是目前只有 DHA 藻油可以作为新资源食品,其他的微藻尚未获得食品资质认可,因此多停留在研发阶段或饲料应用阶段,通过将富含 DHA 或 EPA 的微藻饲喂畜禽,从而提高肉类、蛋类或奶制品中 DHA 和 EPA 的含量,间接地将微藻中多不饱和脂肪酸用于食品行业。微藻作为 EPA 或 DHA 原料与鱼油相比,除口感优于鱼油之外,最主要的是微藻基本可以单独生产 EPA 或 DHA,不含胆固醇,减少了 EPA 和 DHA 对不同人群使用的相互干扰。

表2 微藻的活性物质^[25-31]

Table 2 Active substance of microalgae

藻类名称 Algae name	主要成分 Main components	主要功能 Main functions	应用领域 Application fields
螺旋藻	藻蓝蛋白、氨基酸、微量元素	降血脂、抗氧化、抗疲劳、提高人体免疫等功能	保健食品
盐藻	β -胡萝卜素	治疗维生素A缺乏症、光敏患者	营养保健品
雨生红球藻	虾青素	保护眼睛、抗氧化和着色、抗皮肤癌、预防心脑血管	保健品、化妆品
小球藻	蛋白质、叶黄素	抗氧化活性、消炎、提高免疫力	保健食品、饲料水产

4 市场已有的微藻产品

藻类作为食品可以经过简单的净化、熟化、脱水、杀菌等工艺后直接食用,也可提取其有效成分与其他食品共同食用。微藻作为食品在日本和北美、西欧等发达国家受到了人

们的喜爱,其中日本在微藻食品方面的技术较领先。目前市场上微藻产品种类主要以风味食品、复合风味食品、乳制品和调味品为主。表3列出了目前市售的主要微藻食品类型及其产品特性。

表3 目前市售的微藻食品

Table 3 Microalgae food

类别 Classes	类型 Type	藻原料 Algae raw material	特点 Characteristic
风味食品 Flavor food	绿藻酥	绿藻粉	淡绿色、脆性好、有海藻香味
	绿藻膨化食品	绿藻浆	淡绿色、脆性好、有海藻香味
	绿藻香酥条	绿藻浆	质地酥脆、芳香可口、无油腻感、棕色条状
复合风味食品 Composite flavor food	绿藻大豆/花生蛋白胨	绿藻	淡绿色、具有纯正豆香味、花生清香味和清新海藻香味,质地细腻、弹性好
	螺旋藻威化饼	螺旋藻粉	浅绿色,口感酥脆,夹层次分明
	螺旋藻健美块	螺旋藻粉	浅黄绿色,有螺旋藻特有气味,外观呈圆形片状
	绿藻晶	绿藻/褐藻	颗粒状淡绿色固体饮料,以水冲溶后,为浅绿色半透明溶液,口感酸甜,带有海藻清新气味
	螺旋藻固体饮料	螺旋藻粉	冲泡后为澄清浅绿色液体,具有螺旋藻特有风味
	海藻玉米果	绿藻	淡黄色粉末,并掺有果仁颗粒,口感细腻甜润,具有果仁特有香味
	小球藻冷面	小球藻粉	颜色青绿色,有透明质感,可激起人食欲。非常滑润,筋道口感好,有小麦特有香气和海藻特有芳香味
	小球藻挂面	小球藻粉	青绿色,色泽均匀,可引起食欲;具有小球藻特有芳香味,煮熟后面条有令人悦目的青绿色,有透明度,口感细腻、滑润、筋道,有海鲜味
	红藻挂面	红藻	色泽均匀,可引起食欲,口感细腻、滑润、筋道,有海鲜味
	小球藻面包	小球藻	表面金黄色,富有弹性,具有面包、小球藻的特有香味;青绿色,色泽均匀,可引起食欲
	螺旋藻面包	螺旋藻粉	表皮金黄色,略带绿色,具有浓郁面包味
	螺旋藻方便面	螺旋藻粉	均匀淡绿色,略有海藻味
	螺旋藻蛋糕	螺旋藻粉	表皮焦褐色,断面褐绿色。具有麦芽芳香,略有藻香味
	小球藻饼干	小球藻粉	青绿色,色泽均匀,具有小球藻特有芳香味
	天然海洋绿色饮料	绿藻	色泽黄绿色,为天然色泽,有绿藻特有风味,口感良好
	螺旋藻天然饮料	螺旋藻粉	色泽翠绿,半透明,酸甜适中,略带螺旋藻本味
	螺旋藻营养饮料	螺旋藻粉	浅绿色,半透明,具有螺旋藻特有风味
	小球藻饮料	小球藻	浅绿色,半透明,具有小球藻特有芳香味
	绿藻、胡萝卜、番茄复合汁	绿藻	色泽柔和,风味酸甜适口,具有绿藻特有风味及香味;质地细腻,外观形态呈天然浑浊状态
	乳制品 Dairy products	螺旋藻复合饮料	螺旋藻粉
玉米螺旋藻复合饮料		螺旋藻粉	浅绿色,酸甜适中,具有青糯玉米特有怡人鲜香味,微带鲜藻味
蜂蜜绿藻精		小球藻	以小球藻热水浸提物为主,添加蜂蜜和梅汁调配
螺旋藻奶粉		螺旋藻粉	呈翠绿色,口味清新,芳香浓郁,颗粒均匀
螺旋藻酸奶		螺旋藻粉	凝乳结实,有螺旋藻特有鲜香气味,与乳香形成怡人复合香,颜色为嫩绿色
调味品 Condiment	螺旋藻凝胶双歧杆菌酸奶	螺旋藻粉	凝乳结实,色泽嫩绿,藻味适中
	螺旋藻营养酸奶	螺旋藻粉	淡黄绿色,凝块均匀,口感细腻滑润,酸甜适口,具有乳酸发酵特有气味
	螺旋藻冰淇淋	螺旋藻粉	淡绿色,组织细腻滑润,具有奶香味
	绿藻抽提粉	绿藻	灰白色粉末,呈海藻特殊味。含有钙、铁等多种成分。
	绿藻酱(鱼香型/咸香型) 海藻酱油	绿藻	具有海藻食品独特的风味,鲜美可口,香味绵长 棕褐色,具有和谐的酱香、酯香味和海藻特有香味,咸甜适口,味醇,鲜美柔和

5 展望

微藻富含多种高营养价值的成分,食用历史悠久,应用领域广阔,将微藻与食品、营养保健品、药食同源等领域相结合具有很大的市场开发潜力。同时也要加大试验力度,验证更多藻株的食品安全性,并结合微藻自身的特性,开发微藻多联产品,将分离有效成分后的微藻渣应用于生物能源、生物肥料、生物材料等方面,实现微藻价值的综合利用。

参考文献

- [1] SPOLAORE P, JOANNIS-CASSAN C, DURAN E, et al. Commercial applications of microalgae[J]. *Journal of bioscience and bioengineering*, 2006, 101(2): 87-96.
- [2] BARBOSA M, VALENTÃO P, ANDRADE P B. Bioactive compounds from macroalgae in the new millennium; Implications for neurodegenerative diseases[J]. *Marine drugs*, 2014, 12(9): 4934-4972.
- [3] De MORAIS M G, VAZ B S, DE MORAIS E G, et al. Biologically active metabolites synthesized by microalgae[J]. *Biomed research international*, 2015, 4: 1-15.
- [4] 李志军, 薛长湖, 林洪. 微藻中的活性物质及其保健食品的研究与开发[J]. *山东商业职业技术学院学报*, 2003, 3(2): 75-76.
- [5] JENSEN G S, GINSBERG D I, DRAPEAU C. Blue-green algae as an immuno-enhancer and biomodulator[J]. *J Am Nutraceutical Assoc*, 2001, 3(4): 24-30.
- [6] 螺旋藻[EB/OL]. [2018-01-10]. <http://www.baik.com/wiki/%E8%9E%BA%E6%97%8B%E8%97%BB>.
- [7] 中国传媒联盟. 小球藻发展历史简述[EB/OL]. (2017-08-10) [2018-01-10]. <http://www.zgcmll.com/a/weisheng/20170810/36414.html>.
- [8] BECKER W. Microalgae in Human and Animal Nutrition[M]//RICHMOND A. *Handbook of microalgal culture: Biotechnology and applied phyecology*. London: Blackwell Science, 2004: 312.
- [9] 中华人民共和国卫生部. 关于批准蛋白核小球藻等 4 种新资源食品的公告; 2012 年 第 19 号[A/OL]. (2012-12-13) [2018-01-10]. <http://www.nhfp.gov.cn/sps/s7891/201212/5d4c82e89a9e4713aba81782eca51e09.shtml>.
- [10] 吴杰. 螺旋藻的营养保健价值及在预防医学中的应该探究[J]. *中国卫生产业*, 2017, 14(15): 18-19.
- [11] ALVES-RODRIGUES A, SHAO A. The science behind lutein[J]. *Toxicology letters*, 2004, 150(1): 57-83.
- [12] 张慧, 李涛, 徐公世. 一种前景广阔天然食品着色剂——叶黄素[J]. *中国食品添加剂*, 2004(5): 45-48.
- [13] PICCAGLIA R, MAROTTI M, GRANDI S. Lutein and lutein ester content in different types of *Tagetes patula* and *T. erecta*[J]. *Industrial crops and products*, 1998, 8(1): 45-51.
- [14] 王宝贝, 蔡舒琳, 李丽婷, 等. 小球藻在食品中的应用研究进展[J]. *食品工业科技*, 2017(17): 341-346.
- [15] CHAMPENOIS J, MARFAING H, PIERRE R. Review of the taxonomic revision of *Chlorella* and consequences for its food uses in Europe[J]. *Journal of applied phycology*, 2015, 27(5): 1845-1851.
- [16] 曲蕙名, 楚杰, 韩利文, 等. β -胡萝卜素提取方法、生理功能及应用研

- 究进展[J]. *中国食物与营养*, 2017, 23(8): 37-41.
- [17] 殷明焱, 刘建国, 张京浦, 等. 雨生红球藻和虾青素研究述评[J]. *海洋湖沼通报*, 1998(2): 53-62.
- [18] NAKAGAWA K, KANG S D, PARK D K, et al. Inhibition by β -carotene and astaxanthin of NADPH-dependent microsomal phospholipid peroxidation[J]. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 1997, 43(3): 345-355.
- [19] NAGUIB Y M A. Antioxidant activities of astaxanthin and related carotenoids[J]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2000, 48(4): 1150-1154.
- [20] TURUJMAN S A, WAMER W G, WEI R R, et al. Rapid liquid chromatographic method to distinguish wild salmon from aquacultured salmon fed synthetic astaxanthin[J]. *Journal of AOAC International*, 1997, 80(3): 622-632.
- [21] NISHIKAWA Y, MINENAKA Y, ICHIMURA M. Physiological and biochemical effects of carotenoid (beta-carotene and astaxanthin) on rat[J]. *Kashien Daigku Kiyo*, 1997, 25: 19-25.
- [22] BARBOSA M J, MORAIS R, CHOUBERT G. Effect of carotenoid source and dietary lipid content on blood astaxanthin concentration in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. *Aquaculture*, 1999, 176(3/4): 331-341.
- [23] BUTTLE L G, CRAMPTON V O, WILLIAMS P D. The effect of feed pigment type on flesh pigment deposition and colour in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L. [J]. *Aquaculture Research*, 2001, 32(2): 103-111.
- [24] AMAR E C, KIRON V, SATOH S, et al. Influence of various dietary synthetic carotenoids on bio-defence mechanisms in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) [J]. *Aquaculture research*, 2001, 32(S1): 162-173.
- [25] BHUVANESWARI S, YOGALAKSHMI B, SREEJA S, et al. Astaxanthin reduces hepatic endoplasmic reticulum stress and nuclear factor- κ B-mediated inflammation in high fructose and high fat diet-fed mice[J]. *Cell stress and chaperones*, 2014, 19(2): 183-191.
- [26] CHEW W, MATHISON B D, KIMBLE L L, et al. Astaxanthin decreases inflammatory biomarkers associated with cardiovascular disease in human umbilical vein endothelial cells[J]. *Am J Adv Food Sci Technol*, 2013, 1: 1-17.
- [27] RAO A R, BASKARAN V, SARADA R, et al. *In vivo* bioavailability and antioxidant activity of carotenoids from microalgal biomass: A repeated dose study[J]. *Food research international*, 2013, 54(1): 711-717.
- [28] HUANGFU J Q, LIU J, SUN Z, et al. Antiaging effects of astaxanthin-rich alga *Haematococcus pluvialis* on fruit flies under oxidative stress[J]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2013, 61(32): 7800-7804.
- [29] WIBRAND K, BERGE K, MESSAOUDI M, et al. Enhanced cognitive function and antidepressant-like effects after krill oil supplementation in rats[J]. *Lipids in health and disease*, 2013, 12(1): 6.
- [30] RAO A R, SINDHUJA H N, DHARMESH S M, et al. Effective inhibition of skin cancer, tyrosinase, and antioxidative properties by astaxanthin and astaxanthin esters from the green alga *Haematococcus pluvialis*[J]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2013, 61(16): 3842-3851.
- [31] SILA A, AYED-AJMI Y, SAYARI N, et al. Antioxidant and anti-proliferative activities of astaxanthin extracted from the shell waste of deep-water pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) [J]. *Nat Prod J*, 2013, 3(2): 82-89.

科技论文写作规范——标点符号

标点符号按照 GB/T 15834—2011 执行,每个标点占 1 格(破折号占 2 格)。外文中的标点符号按照外文的规范和习惯。注意破折号“——”、一字线“—”(浪纹线“~”)和短横线“-”的不同用法。破折号又称两字线或双连划,占 2 个字身位置;一字线占 1 个字身位置,短横线又称半字线或对开划,占半个字身位置。破折号可作文中的补充性说明(如注释、插入语等),或用于公式或图表的说明文字中。一字线“—”(浪纹线“~”)用于表示标示相关项目(如时间、地域等)的起止。例如 1949—1986 年,北京—上海特别旅客快车。参考文献范围号用“-”。短横线用于连接词组,或用于连接化合物名称与其前面的符号或位序,或用于公式、表格、插图、插图、型号、样本等的编号。外文中的破折号(Dash)的字身与 m 宽,俗称 m Dash,其用法与中文中的破折号相当。外文的连接符俗称哈芬(hyphen)。其中,对开哈芬的字身为 m 字身的一半,相当于中文中范围号的用法;三开哈芬的字身为 m 字母的 1/3,相当于中文中的短横线的用法。