

精细化学品配方设计与制备工艺丛书

饲料添加剂预混料 配方设计与加工工艺

郭艳丽 编



化学工业出版社

化学与应用化学出版中心

精细化学品配方设计与制备工艺丛书

催化剂设计与制备工艺

化妆品配方设计与制备工艺

胶黏剂合成、配方设计与配方实例

饲料添加剂预混料配方设计与加工工艺

食品添加剂制备与应用技术

涂料配方设计与制备工艺

洗涤剂配方设计、制备工艺与配方实例

新型功能材料设计与制备工艺

新型化学建材设计与制备工艺

ISBN 7-5025-3254-4



9 787502 532543 >

ISBN 7-5025-3254-4/TQ · 1366 定价：28.00元

精细化学品配方设计与制备工艺丛书

饲料添加剂预混料 配方设计与加工工艺

郭艳丽 编

化学工业出版社

化学与应用化学出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料添加剂预混料配方设计与加工工艺/郭艳丽编.
北京:化学工业出版社,2003.4
(精细化学品配方设计与制备工艺丛书)
ISBN 7-5025-3254-4

I. 饲… II. 郭… III. ①饲料添加剂-配合料-设计
②饲料添加剂-饲料加工-工艺 IV. S816.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 013768 号

精细化学品配方设计与制备工艺丛书
饲料添加剂预混料配方设计与加工工艺

郭艳丽 编

责任编辑:路金辉

文字编辑:周 倜

责任校对:李 林

封面设计:潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 309 千字

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3254-4/TQ·1366

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

编 审 委 员 会

(以姓氏汉语拼音为序)

主 任：强亮生

副主任：王慎敏 徐崇泉

委 员：郭亚军 郭艳丽 郝素娥 黄玉东

李家和 乔英杰 唐冬雁 许 越

杨春晖 赵九蓬 周德瑞

丛书序言

随着科学技术的发展和人民生活水平的提高,精细化学品已深入到科学研究、工农业生产和衣、食、住、行的各个领域,引起了全社会的普遍关注。为了满足全社会对精细化学品的需求,近年来,我国在加速精细化学品研发、生产和推广的同时,出版了大量有关精细化学品的书籍,但大都集中在制备原理、配方和手册方面,很少有将配方设计和制备工艺融为一体的书籍,为此,在化学工业出版社的提议下,我们组织哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、齐齐哈尔大学、东北林业大学、北京航空航天大学、甘肃农业大学的部分教授和博士,编写了这套《精细化学品配方设计与制备工艺丛书》。考虑到编写的必要性和作者的实际情况,暂编了《新型功能材料设计与制备工艺》、《催化剂设计与制备工艺》、《新型化学建材设计与制备工艺》、《化妆品配方设计与制备工艺》、《洗涤剂配方设计、制备工艺与配方实例》、《胶黏剂合成、配方设计与配方实例》、《涂料配方设计与制备工艺》、《食品添加剂制备与应用技术》、《饲料添加剂预混料配方设计与加工工艺》9册。

本系列丛书的编写思想是注重基础、考虑发展、面向未来、反映最新科研成果、突出时代特色。以配方设计和制备工艺为主线,适当介绍基本原理、制备方法和发展趋势,并将科学性、实用性、先进性和新颖性融为一体。内容以必须和够用为度,表述注意深入浅出、简明扼要、突出重点,便于多个层次的读者阅读、领会和掌握。为使丛书的编写能够统一思想、统一要求、统一风格,并减少不必要的重复,特成立丛书编审委员会。编审委员会由丛书各分册主编和主审组成。

考虑到丛书各册的篇幅和内容的均衡性,对内容较多的精细化学品门类,只介绍了最主要的品种和制备工艺。在编写过程中参考了许多图书、文献和其他相关资料,均作为参考文献列于各册之后,在此谨向参考文献的作者表示衷心的感谢。另外,虽然本丛书的编写大纲均由编审委员会讨论决定,但其具体内容都是由各分册主编把关,读者若有疑问,请直接与各分册主编或相应内容的作者联系。

尽管丛书编审委员会对编写大纲几经讨论,力求做到内容安排合理、配方数据可靠、图表体例规范、文字表述通畅,但限于编者水平,不足之处一定难免,恳请读者原谅。

《精细化学品配方设计与制备工艺丛书》

编 审 委 员 会

2003年3月

前 言

近几年来，随着我国人民生活水平的提高，对动物性食品的需求越来越大，养殖业得到了迅猛发展，占养殖业生产成本 70% 的饲料业也得到了很大的发展。饲料工业已成为我国十大工业之一。

饲料添加剂是配合饲料的核心，动物在能量、蛋白质和常量矿物元素满足的情况下，各种添加剂就成了现代养殖业生产和经济效益的关键所在。而各种添加剂又常常是以添加剂预混料的形式添加到全价配合饲料中供动物所利用。但预混料的制作过程是专业化、知识化程度都很高的过程，并非各种添加剂的简单混合。到目前为止，还未见到专门介绍预混料的书籍，有关内容多是包含在各种介绍饲料添加剂的书籍当中，均不够系统和全面。

本书是在吸取了很多相关文献的精华的基础上编写而成的。以添加剂预混料为主题，涉及添加剂预混料的原料、配方设计、生产加工、应用、质量管理以及新产品的开发和利用等方面，基本上全面而系统地介绍了添加剂预混料的各个方面。内容丰富、实用性强，可供各种饲料厂、养殖场的专业技术人员以及大专院校的师生参考。

由于添加剂预混料涉及各种饲料添加剂，各种饲料添加剂又处于不断的发展之中，同时由于作者的水平有限，在编写过程中错误和不足在所难免，望读者给予批评指正。

本书在编写过程中，得到了家人的大力支持和帮助，在此表示最衷心的感谢！

编者

2003 年 1 月

内 容 提 要

本书以添加剂预混料为主题，涉及添加剂预混料的原料、配方设计、生产技术、应用、质量管理以及新产品的开发和应用等方面内容。基本上全面而系统地介绍了添加剂预混料的各个方面。内容丰富、实用性强。

可供各种饲料厂、养殖场专业技术人员以及大专院校的师生参考。

目 录

第1章 饲料添加剂预混料的概念、特点和分类	1
1.1 概念	1
1.2 特点	1
1.3 作用	1
1.4 分类	2
1.4.1 按预混料的组成成分分类	2
1.4.2 按添加剂的使用对象及其生理阶段分类	2
第2章 添加剂预混料原料	4
2.1 维生素预混料	4
2.1.1 维生素营养基本知识及添加方法	4
2.1.2 维生素预混料中抗氧化剂的选择	8
2.1.3 商品维生素预混料中所使用的维生素添加剂	8
2.1.4 维生素预混料中的载体、稀释剂和吸附剂	10
2.1.5 常用饲料中的维生素含量	14
2.1.6 预混料产品中维生素含量的测定	16
2.2 微量元素预混料	25
2.2.1 微量元素营养基本知识及添加方法	25
2.2.2 商品微量元素预混料中所使用的微量元素添加剂	26
2.2.3 微量元素预混料中的载体、稀释剂和吸附剂	31
2.2.4 常用饲料中的微量元素含量	32
2.2.5 预混料产品中微量元素含量的测定	33
2.3 氨基酸预混料	39
2.3.1 氨基酸营养基本知识	39
2.3.2 商品氨基酸添加剂预混料中所使用的氨基酸添加剂	40
2.3.3 常用饲料中的氨基酸含量	41
2.4 抗菌促生长添加剂预混料	42
2.4.1 抗菌促生长添加剂预混料的原料及质量标准	42
2.4.2 常用抗生素的添加量及注意事项	48
第3章 添加剂预混料的配方设计	49
3.1 配方设计原则、程序和内容	49
3.1.1 添加剂预混料的配方设计原则	49
3.1.2 添加剂预混料的配方设计程序	49
3.1.3 添加剂预混料的配方设计内容	50
3.1.4 添加剂预混料配方设计中的注意事项	51
3.2 维生素预混料配方设计	53
3.2.1 维生素预混料的配方设计原则和步骤	53
3.2.2 维生素预混料的配方设计举例	55
3.2.3 维生素预混料配方介绍	56
3.3 微量元素预混料配方设计	58
3.3.1 微量元素预混料的配方设计原则和步骤	58
3.3.2 微量元素预混料的配方设计举例	58
3.3.3 微量元素预混料配方介绍	60
3.4 复合预混料配方设计	61
3.4.1 制作复合预混料应注意的问题	62
3.4.2 复合预混料配方介绍	63
第4章 添加剂预混料的生产技术	68
4.1 预混料生产中的重要环节及专业化	68
4.1.1 预混料生产中的重要环节	68
4.1.2 预混料生产的专业化	70
4.2 添加剂预混料中微量组分的粒度及配伍问题	70
4.2.1 微量组分的粒度	70
4.2.2 微量组分间的配伍问题	71
4.3 添加剂预混料的原料预处理技术	71
4.3.1 维生素预混料的原料预处理技术	71
4.3.2 微量元素预混料的原料预处理技术	73
4.4 添加剂预混料的加工工艺	75
4.4.1 添加剂预混料的加工工艺及要点	75
4.4.2 添加剂预混料的加工设备	77

4.4.3 维生素预混料的加工工艺	79	6.6.1 企业领导是保证和提高产品质量的关键	108
4.4.4 微量元素预混料的加工工艺	84	6.6.2 企业领导应具备的基本素质及基 本职责	108
第5章 添加剂预混料的应用	90	第7章 新产品的开发和应用	110
5.1 添加剂预混料的应用特点	90	7.1 益生菌	110
5.1.1 单一添加剂预混料的应用特点	90	7.2 低聚糖	111
5.1.2 复合添加剂预混料的应用特点	90	7.3 酶制剂	113
5.2 添加剂预混料的合理选择和应用	91	7.4 中草药饲料添加剂	114
5.2.1 正确认识添加剂预混料的作用	91	7.5 酸化剂	115
5.2.2 添加剂预混料的合理选择	91	7.6 缓冲剂	115
5.2.3 添加剂预混料的合理应用	92	7.7 离子载体	116
5.3 预混料中添加剂的合理选用	92	7.8 壳聚糖	116
5.3.1 添加剂的选择重点	92	7.9 茶多酚	117
5.3.2 药物添加剂的选用	93	7.10 海藻粉	119
第6章 添加剂预混料的质量管理	94	7.11 牛磺酸	119
6.1 添加剂预混料产品的质量管理	94	7.12 双乙酸钠	120
6.1.1 建立健全全面质量管理体系	94	第8章 猪和家禽的饲养标准	122
6.1.2 饲料原料的接收和管理	96	8.1 饲养标准的概念、内容、特点和 选择	122
6.1.3 生产配方的管理	96	8.2 猪的饲养标准	123
6.1.4 生产工序的确定	96	8.2.1 中国国家标准(瘦肉型猪饲养 标准, 1986)	123
6.1.5 计量管理	97	8.2.2 美国 NRC (1988) 建议的猪饲 养标准	125
6.1.6 跟班检验	97	8.3 家禽的饲养标准	126
6.1.7 库存管理	97	8.3.1 鸡的饲养标准	126
6.2 维生素预混料的质量管理	98	8.3.2 肉鸭的饲养标准	136
6.2.1 配方设计	98	8.3.3 鹅的饲养标准	137
6.2.2 原料选择	98	8.3.4 火鸡的饲养标准	137
6.2.3 加工工艺	98	附录1 饲料添加剂和添加剂预混合饲 料产品批准文号管理办法	139
6.2.4 包装和贮存	99	附录2 饲料添加剂和添加剂预混合饲 料生产许可证管理办法	143
6.3 预混料原料的质量检测	99	附录3 饲料和饲料添加剂管理条例及 其释义(最新)	146
6.3.1 一般性状及其感官鉴定	99	附录4 饲料标签(最新)	188
6.3.2 有效成分的检测分析	99	参考文献	192
6.4 质量标准、法规及检测体系的 建立	100		
6.4.1 质量标准	100		
6.4.2 饲料法规	101		
6.4.3 饲料质量检测体系	102		
6.4.4 添加剂预混料的质量标准	103		
6.5 工艺设备的管理	103		
6.5.1 生产车间的基本操作管理	104		
6.5.2 生产车间的噪声和粉尘控制	106		
6.6 企业领导对保证产品质量的作用	108		

第1章 饲料添加剂预混料的概念、特点和分类

1.1 概念

饲料添加剂预混料是将一种或多种微量组分（各种维生素、微量矿物元素、合成氨基酸、某些药物等添加剂）与稀释剂或载体按要求配比均匀混合构成的中间型配合饲料产品，简称为预混料。它不能直接用于饲喂动物，只是全价配合饲料的组成部分。添加剂预混料是一种添加量少但作用巨大的饲料产品，被称为配合饲料的核心。可以说，没有添加剂预混料，就没有全价配合饲料。

添加剂预混料的生产目的是使微量组分添加剂经过稀释扩大后，其中的有效成分均匀分散在配合饲料中。

添加剂预混料可以由专门制作这类产品的厂家生产，也可以在配合饲料厂附设专门生产车间生产。其产品可以是某种动物的通用产品，也可以是按配方设计要求而定制的产品。主要面向饲料厂和养殖户，以确保安全和使用效果。

饲料厂在购入添加剂预混料后，在向主原料添加混合之前，往往先进行一次稀释，以增大体积和配比，使全价配合饲料或精料混合料中的添加剂活性成分得到理想的均匀分散。在饲料厂制作的这种预混料，叫“饲料厂的预混料”。饲料厂的预混料，一般稀释到最终产品的1%或2%或者更高，使它像别的饲料组分一样参加制作过程。

1.2 特点

（1）预混料的组成复杂

质量优良的预混料一般包括6~7种微量元素、15种以上的维生素、2种氨基酸、1~2种药物及其他添加剂（抗氧化剂和防霉剂等），共30多个品种。且各种饲料添加剂的性质和作用各不相同，配伍关系复杂，有相当一部分成分容易被分解破坏，所以，预混料的技术要求较高。

（2）用量少、作用大

一般预混料占配合饲料的比例为0.5%~5%，用量虽少，但对动物生产性能的提高、饲料转化率的改善以及饲料的保藏都有很大的作用。

（3）价格昂贵

一般饲料添加剂都很贵，从每千克几十元到几万元不等，所以预混料的价格也很贵。

（4）不能直接饲喂

预混料中添加剂的活性成分浓度都很高，一般为动物需要量的几十倍到几百倍，如果直接饲喂，很容易造成动物中毒。

1.3 作用

将各种饲料添加剂配制成预混料的作用主要有下面四点。

① 可使添加剂的微量成分在配合饲料中分布均匀。而如果把用量极少的饲料添加剂直

接加入配合饲料，很难保证计量准确和分布均匀，从而影响使用效果，甚至发生中毒问题。

② 通过预混合工艺处理，补偿和改善微量成分的不理想特性，如不稳定性、吸水性、静电吸附现象等。例如，将维生素 A、维生素 D、维生素 E 等预先和抗氧化剂均匀混合，并以植物性物料做载体制成预混料，再与无机物或高脂肪原料接触，就可以减少氧化作用；再如，氯化胆碱的吸湿性强，如果作为预混料组分，除了它的用量应控制在占预混料的 20% 以内外，还应预先稀释，这样才可以减少它对其他活性成分的影响。

③ 使添加剂的添加水平标准化。例如，在配合饲料中用量占 0.2%、0.5% 或 1% 等，便于用户添加使用。否则，在一般饲料厂不具备对多种微量成分添加设备的条件下，每次配料都分别添加，问题很多。

④ 简化一般饲料加工厂的生产工序并减少投资。这是由于添加剂预混料是由技术和设备条件好的专门的预混料厂加工配制，不仅可以保证质量，而且可以使一般配合饲料厂免设预混料车间。

1.4 分类

添加剂预混料的分类方法一般有两种。

1.4.1 按预混料的组成成分分类

(1) 单一型添加剂预混料

这类添加剂预混料又可分为两种。① 作为原料用的有效成分含量不同的单品种维生素预混料和稀释的单品种矿物质微量元素预混料。例如，维生素 E 制剂、微量元素硒制剂、微量元素碘制剂。② 由一类添加剂原料与适当比例的载体组成的单项型预混料。例如，0.01%~0.1% 的维生素预混料；0.1%~0.5% 的微量元素预混料等。另外有些组分不宜与其他成分混合存放（互作影响效价）者，可制成单一型添加剂预混料（如氯化胆碱预混料）。

单一型添加剂预混料是一种高浓度的商品性预混料，有时又叫高浓度分类预混料。此类产品大多数不考虑饲料背景，只由用户按产品说明书规定的使用对象及用量加入到基础饲料中。

(2) 复合型添加剂预混料

又叫低浓度复合预混料，是由多种添加剂成分与载体或稀释剂构成的综合型添加剂预混料，是由两类或两类以上的添加剂组成的预混料，如维生素、微量元素、抗生素等组成的复合预混料。它既包含各种营养性添加组分，也包括特殊药物等非营养性添加组分。近年来，这一类预混料在我国得到普遍的使用，因组成成分不同，其用量可为 0.5%~5% 左右，其中最为普遍的是 1% 的复合预混料。

1.4.2 按添加剂的使用对象及其生理阶段分类

(1) 猪用预混料

包括乳猪用预混料、种猪用预混料、生长猪用预混料、育肥猪用预混料、仔猪用预混料、哺乳母猪用预混料、空怀母猪用预混料和种公猪用预混料等。

(2) 鸡用预混料

包括种鸡用预混料、蛋鸡用预混料和肉鸡用预混料等。

(3) 牛用预混料

包括肉牛用预混料和奶牛用预混料等。

(4) 鸭用预混料

包括肉鸭用预混料、蛋鸭用预混料和种鸭用预混料等。

(5) 鱼用预混料。

(6) 兔用预混料。

第 2 章 添加剂预混料原料

2.1 维生素预混料

2.1.1 维生素营养基本知识及添加方法

2.1.1.1 维生素的分类

维生素是对动物有重要作用的用量很少的有机营养素，它不是构成动物机体的组成成分，其主要作用是作为辅酶的成分促进主要营养素的合成和分解，参与机体代谢。常用的维生素一共有 14 种，一般按其溶解性分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。

脂溶性维生素一般有 4 种，即维生素 A、维生素 D、维生素 E 和维生素 K，此外还有维生素 A 原（胡萝卜素类），也有生理活性，在动物日粮中需添加。草食动物一般不必添加维生素 K。

水溶性维生素一般有 10 种，即维生素 B₁（硫胺素）、维生素 B₂（核黄素）、维生素 B₃（烟酸、烟酰胺）、维生素 B₅（泛酸）、维生素 B₄（胆碱）、维生素 B₆（吡哆醇）、维生素 B₁₂（氰钴胺素）、维生素 B₁₁（叶酸）、维生素 H（生物素）和维生素 C（抗坏血酸）。前 9 种称为 B 族维生素，常在猪禽和幼龄草食动物日粮中添加，成年反刍动物日粮中不需添加 B 族维生素。维生素 C 只在应激等特殊情况下在猪禽日粮中添加，而鱼类饲料一般均需添加。

2.1.1.2 维生素的作用

维生素的主要作用详见表 2-1。

表 2-1 维生素的主要作用

维生素	主 要 作 用
维生素 A	促进皮肤和黏膜的发育及再生能力，并有保护作用；调节碳水化合物、蛋白质和脂肪的代谢；促进生长、骨骼发育和提高繁殖能力；合成视紫质
维生素 D	调节钙和磷的代谢，促进肠对钙和磷的吸收，调节肾脏对钙和磷的排泄，控制骨骼中钙和磷的贮存及活动情况
维生素 E	调节碳水化合物和肌酸的代谢；促进性腺发育，提高生殖机能；以抗氧化作用防止细胞中敏感的脂肪酸和其他敏感物（如维生素 A、胡萝卜素、碳水化合物代谢的中间产物）受到氧化破坏；保护肝脏功能
维生素 K	促进凝血酶原的形成，维持正常的凝血时间
维生素 B ₁	通过焦磷酸硫胺酯，调节碳水化合物代谢，维持神经组织和心脏的正常功能，维持肠道的正常蠕动，维持消化道内脂肪的吸收和酶的活性
维生素 B ₂	为黄色辅酶的组成部分，对氢和电子的转移起重要作用，即对辅酶作用；和其他 B 族维生素一样，在蛋白质、脂肪和核酸代谢过程中起作用
维生素 B ₆	与体内各种代谢有关，特别是与蛋白质代谢有密切关系
维生素 B ₁₂	作为辅酶，参加蛋白质代谢
生物素	作为活化二氧化碳和脱羧作用的辅酶，在哺乳动物中与亮氨酸和鸟氨酸的代谢有关
叶酸	以 5,6,7,8-四氢叶酸的形式起辅酶作用，参与所有一碳单位转移反应，包括甲基转移、羟甲基转移、甲酰基转移、亚胺甲基转移等反应，参加很多氨基酸和含 N 化合物的反应
烟酸	以辅酶 I 和辅酶 II 的形式，参加很多反应

续表

维生素	主 要 作 用
泛酸	是辅酶 A 的辅基,参加酰基的转化
胆碱	是甲基的供体,是卵磷脂的构成部分,整体的胆碱分子防止脂肪肝、肾出血和禽类弱腿症,刺激迷走神经释放乙酰胆碱
维生素 C	体内的强还原剂,参加羟化反应,对胶原合成有关的结缔组织、软骨和牙龈起重要作用,对甾类激素合成有关,参与电子传递,参与将铁嵌入铁蛋白,并作为电子供体参与叶酸氢化为四氢叶酸的反应,哺乳动物和家禽具有体内合成抗坏血酸的机能,人和若干鱼类没有这种功能

2.1.1.3 维生素的缺乏症

(1) 维生素缺乏症的共同表现是生长受阻

研究表明,维生素缺乏症出现病理症状之前,几乎都表现为生长受阻,肉仔鸡由于生长速度很快,表现更为明显。维生素 D₃ 缺乏后,肉鸡生长速度在出壳后第一周周末就降低了 7%,维生素 D₃ 是最早表现出缺乏的一种维生素。维生素 A 的缺乏症出现较晚,在出壳后第二周周末表现明显,因为在卵黄囊和肝内贮存维生素 A,在饲料内不提供时,可供一定时期耗用;在第三周,由于维生素 A 和维生素 D₃ 缺乏而致的死亡率增加。缺乏维生素 E 和维生素 K₃ 而致的生长抑制,在前两周内表现不明显。但是,可以见到小脑和内脏出血的病理变化。维生素 B 族向鸡蛋内的转移是很少的,在饲料内缺乏维生素 B 族时,出壳后第一周就明显表现出生长抑制。维生素 B₁ (硫胺素) 缺乏症最为明显,肉仔鸡在第一周的生长受阻显著,仅是对照组 (正常) 的 52%。缺乏硫胺素的肉仔鸡,食欲减退,呆立。硫胺素的缺乏症伴随着死亡率高,典型症状是头向后弯。缺乏维生素 B₂ 的肉仔鸡生长很慢,叫做“活侏儒”,死亡率高。其他维生素 B 的缺乏,也出现生长缓慢,其中,比较突出的是氯化胆碱。

(2) 缺乏症的典型症状

维生素缺乏症的典型症状,在各种动物上的表现不同。典型症状常常是在专门实验中“制造”出来的,以便辨认。不同维生素的典型缺乏症列于表 2-2。

表 2-2 维生素缺乏症症状

维生素	缺乏症症状	备 注
维生素 A (β -胡萝卜素)	眼斑模糊,干眼症,夜盲,虾眼,黏膜角化,皮毛“干燥”,蓬乱,繁殖能力下降,产蛋量降低,不育,哺乳动物胚胎早期死亡,流产,抵抗疾病和传染的能力降低	反刍动物和单胃动物皆可患
维生素 D ₃	钙、磷代谢紊乱,骨基质钙化停止(即佝偻病或软骨症),骨关节变形,易发生自发性骨折,牙齿发育不良,缺乏牙釉质,蛋壳脆弱易破裂	反刍动物和单胃动物皆可患
维生素 E	心肌和骨骼肌变性(营养不良),突发性心力衰竭,桑葚状心脏病变,怀孕后期胎儿死亡,胰脏萎缩,生育、繁殖受损,运动失调,家禽脑软化症,神经症状,渗出性素质(皮下蓝或绿色),肝坏死,肠胃溃疡	反刍动物和单胃动物皆可患,与硒和含硫氨基酸有关
维生素 K ₃	凝血时间延长,出血不止,小伤口也可引起血管破裂	瘤胃发育好的反刍动物不患
维生素 B ₁	神经系统疾病症状;食欲不振或厌食	瘤胃发育好的反刍动物不患,但也有成年牛缺乏症报道;大脑皮质坏死
维生素 B ₂	食欲减退;腹泻;家禽患屈趾状麻痹	瘤胃发育好的反刍动物不患
维生素 B ₆	皮毛焦燥,皮炎;神经末梢和中枢神经系统病变;肝脏和心脏受损;繁殖能力降低,孵化率降低;蛋白质沉积减少	瘤胃发育好的反刍动物不患

续表

维生素	缺乏症症状	备 注
维生素 B ₁₂	糙皮病,皮炎,贫血;家禽羽毛生长发育不良,孵化率降低;胚胎死亡率增加;饲料转化率降低	瘤胃发育好的反刍动物不患
生物素	猪蹄周围皮炎,蹄裂;生殖紊乱;家禽喙部、胫及趾部周围皮炎;肉仔鸡发生脂肪肝、肾病综合征	瘤胃发育好的反刍动物不患,幼小动物敏感
叶酸	血象紊乱,猪患贫血症;家禽羽毛生长发育不良;繁殖能力降低;胚胎死亡率高;骨短粗症	瘤胃发育好的反刍动物不患,幼小和种用动物特别需要
泛酸	皮肤和黏膜发生病变,发炎,肠道和呼吸道疾病,生殖机能紊乱;猪患“鹅步”;家禽产卵量降低	瘤胃发育好的反刍动物不患,幼小和种用动物特别需要
胆碱	脂肪肝,肝脂肪变性;猪后腿叉开站立,运动失调,经常呈坐卧状态;家禽骨短粗症,骨关节畸形	瘤胃发育好的反刍动物不患,幼小和种用动物特别需要
维生素 C	易患传染病,黏膜自发性出血;家禽在高温下兴奋紧张;蛋壳硬度降低	鸡、猪在特定情况下需要补充;鱼类饲料需要添加

2.1.1.4 维生素过多症

当脂溶性维生素供应过量时,可在肝脏内和多脂组织内大量贮存,以备饲料中供应不足时动用。所以,脂溶性维生素的缺乏症,并不是一旦饲料供应不足,便马上发生。同时由于脂溶性维生素可在体内贮存,故也存在着供应过多的中毒问题。而水溶性维生素因为在体内的存量有限,当达到饱和水平时,可使过量的B族维生素从体内排出,故水溶性维生素不存在供应过多的中毒问题。但维生素B₁₂服用过多时,也会发生中毒症状。脂溶性维生素的过多症列举如下。

(1) 维生素 A 过多症

维生素A不易从机体内排出,当长期摄入过量或突然摄入过量的维生素A时均有可能引起中毒。中毒剂量一般为代谢需要量的50~500倍。依动物种类、年龄、体内贮备及维生素A的形式而不相同。如1kg日粮中添加10~15万IU维生素A醇或维生素A酯,未引起鸡的中毒,而添加0.75~1.5万IU维生素A酸,即可引起中毒。

维生素A的过多症,一般是器官变性,生长缓慢,失重。特异症状表现为骨骼易折,皮肤易致损伤,妊娠家畜的胎儿先天性畸形。当发生急性中毒时,发生痉挛,麻痹,短期内死亡。维生素A酸的毒性,远比维生素A醇和维生素A醛的毒性强。

维生素A过多症的最灵敏判断是脑脊髓压是否升高和骨骼损伤,后者是更易使用的判断方法。停止大剂量供给时,毒性作用也逐渐消除。对4~6周龄仔猪每千克体重供给3.7万IU的维生素A,引起食欲降低,骨细胞活性降低,骨骼生长缓慢,后肢麻痹。对10~13.6kg的仔猪,每千克饲料中添加110万IU维生素A,也出现了类似结果。

(2) 维生素 D 过多症

维生素D是最有可能引起动物中毒的维生素之一。口服或注射大量维生素D均可引起中毒,主要特征是增大钙和磷从骨骼中的排出量,使血钙、血磷水平提高,致使各种组织遭受钙化作用,如血管、尿道和肾脏都被钙化,骨骼变脆、畸形,很易折断。每天给饲25万IU维生素D₃的猪,增重比每天给饲350IU的猪还低,还表现为肝脏的颜色变淡(淡化)、冠状血管和动脉血管钙化。如果每天给饲50万IU,猪的采食几乎停止,30天死亡。

维生素D的最大耐受量,长期(60天以上)饲喂时为维生素D公认需要量的4~10倍,短期(60天以下)使用时,是公认需要量的100倍。所以在正常的饲养情况下,不可能使用达到中毒水平的剂量,也就不可能出现中毒症状。但是由于存在着中毒的可能性,在

制作添加剂预混料时，配料必须准确。

(3) 维生素 E 和维生素 K 过多症

维生素 E 和维生素 K 是否有毒性，现在还无定论。有的研究认为，高剂量的维生素 E 对人是无毒害的，在达到 3 200 IU/d 时，也很少有副作用；但也有研究认为，在摄入超过 300 IU/d 时，人就会出现头痛、呕吐或疲劳等症状。对于维生素 K 的毒性报道也不多见。由于维生素 K 一般在复合维生素中使用，做药物使用时间较短，所以慢性中毒也不多见。天然的维生素 K 即使使用高剂量也是无毒的，而人工合成的维生素 K 则对人和动物都表现出毒性，使红细胞不稳定而溶血。但这种毒性取决于剂量的大小，一般在长期使用大剂量时才会引起中毒，所以在使用时要注意低水平使用和短期使用，也不应把人工合成的维生素 K 作为出血症或贫血症的治疗药物。

2.1.1.5 维生素的添加方法

动物对维生素的需要量，表示方法不同。多数饲养标准如英国农业研究委员会（ARC）和美国国家研究委员会（NRC）的饲养标准中（例如：猪的营养需要、家禽营养需要等），使用“最低需要量”。它是在试验条件下测定的，以不发生特定的缺乏症为主要依据。它不包括各种影响因素所致的需要量的提高，没有安全裕量。维生素的需要量随动物品种、生长阶段、饲养方式和环境因素的不同而不同，饲养标准中所规定的需要量是最低需要量，是确定添加量的基本依据。在实际应用时，根据动物对维生素的需要量确定维生素在饲料中的添加量。所以在确定添加量时首先应该查阅相应的饲养标准。由制作饲料配方的动物营养学家根据具体情况酌加安全裕量。

在实际生产中，一般是将饲料中的维生素作为安全剂量（或补充量）按饲养标准中的规定量进行添加。由于在实践中有许多因素影响动物对维生素的需要量，在日粮中添加维生素时都要在饲养标准所列需要量的基础上加一个“安全系数”，以保证满足动物的真正需要，故添加量一般均大于需要量。表 2-3 为德国 BASF 公司提供的各种维生素产品的保险系数，供实际应用时参考。

表 2-3 各种维生素产品的保险系数

维生素名称	保险系数/%	维生素名称	保险系数/%
维生素 A	2~3	维生素 B ₆	5~10
维生素 D ₃	5~10	维生素 B ₁₂	5~10
维生素 E	1~2	叶酸	10~15
维生素 K ₃	5~10	烟酸	1~3
维生素 B ₁	5~10	泛酸钙	2~5
维生素 B ₂	2~5	维生素 C	5~10

生产维生素产品的公司所提供的推荐量一般偏高，对畜禽健康有一定好处，但经济效益不一定理想。一般应参考科技工作者和育种公司的推荐量。

2.1.1.6 维生素添加剂使用注意事项

(1) 注意基础饲料中的维生素含量对添加量的影响。

① B 族维生素在常用饲料中的含量不等，应查具体饲料的维生素含量。

② 基础饲料中某些营养成分要求增加个别维生素用量，如饲料中增加油脂时，要求有足够的维生素 E 充当抗氧化剂。

③ 许多饲料中含有抗维生素因子，如亚麻饼中含有抗维生素 B₆ 因子；生大豆中存在脂