

9217/71

44775

混凝土外加剂浅说

石油部施工技术研究所

黄兰谷 黄其兴 吴忠孚 等



中国建筑工业出版社

混凝土外加剂浅说

石油部施工技术研究所

黄兰谷 黄其兴 吴忠孚等

中国建筑工业出版社

目 录

1. 绪言	1
2. 水泥	6
3. 表面活性剂	12
4. 早强剂	23
5. 速凝剂	44
6. 缓凝剂	66
7. 减水剂	76
8. 加气剂	114
9. 膨胀剂	125
10. 油井水泥外加剂	139
11. 其他外加剂	171
12. 外加剂展望	190
参考文献	197

1. 绪言

说起混凝土,大家都知道是由水泥、砂石集料和水等材料经配制、搅拌、浇注、养护和硬化而成的建筑材料,应用非常广泛。如果提到混凝土外加剂,也许就比较陌生了。其实,外加剂也是混凝土的组成材料之一,而且还是相当重要的组成材料哩!从发展趋势来看,外加剂作为混凝土的组成材料不仅相当重要,而且越来越成为不可缺少的了。所以许多人认为,混凝土是由水泥、集料、外加剂和水组成的人造建筑材料。

自从一百多年前混凝土开始应用以来,随着工程建设的日益发展,人们根据工程需要,对混凝土性能提出了越来越多的要求。例如,要求紧急抢修工程的混凝土能够很快地获得足够的强度;要求用于隧洞和巷道衬砌的喷射混凝土快速凝结,油井工程和炎热地区要求混凝土缓凝;寒冷地区要求混凝土抗冻;防水混凝土必须抗渗;化工设施重视混凝土抵抗化学介质侵蚀的性能,而北方海洋混凝土更希望兼备抗冻、抗渗和抵抗化学侵蚀性能等。为满足这些要求,人们从不同途径想了很多办法,而且很有成效。如采用具有各种特性的水泥赋予混凝土不同的性能,用防护涂层解决腐蚀问题,在混凝土中掺入化学外加剂以改善其性能……等等。各种工艺方法如振动压轧,真空作业,蒸汽养护和蒸压处理等,都是提高混凝土强度的有效措施。近年来已开始采用红外线养护和微波养护等新工艺,发展很快,也很奏效。其中,采用化学外加剂是成效卓著的方法之一。

化学外加剂简称外加剂。我们给它定义为:在混凝土、

砂浆、或水泥净浆拌和时、拌和前或额外拌和工序中掺入的，其掺量小于或等于水泥重量的5%，能保持混凝土，砂浆或净浆的正常性能，并按使用要求能改性的产品，叫做混凝土外加剂。它主要依靠物理作用，化学反应，或物理化学作用，如吸附、絮凝、分散、催化、或与水泥中某些成分发生反应来发挥功效。

此外，外加剂的掺量限制在不超过水泥重量的5%。有些外掺物质，例如为抑制碱—集料反应而加入混凝土中的火山灰质粉状矿物材料，其掺量可达水泥重量的30~40%，甚至更多。不过严格说来，这和掺入水泥中的混合材一样，由于掺量过多，已不属于外加剂的范围。所以沥青混凝土中的沥青，聚合物混凝土中的有机材料，都不当作外加剂看待。

象调料使菜肴具有各种鲜美的色、香、味一样，使用外加剂的目的是使混凝土具有各种要求的优良性能。不加食盐、糖、香料……等调料虽然也可以烹饪成菜，但味同嚼蜡，人们不愿品尝；同样，不掺外加剂的混凝土常常达不到要求的性能指标，工程不能采用。外加剂虽然用量很少，却在不影响混凝土固有优良性质的同时，能显著改善其性能；这也和菜肴中的调料相似，稍加一丁点儿，就可以烹调成美味佳肴，而不降低它的营养价值。

大多数外加剂都是在混凝土配制过程中加进去的，这是因为随用随加的方法可以调整外加剂的种类和用量，以满足不同建筑工程的需要，比较灵活适用。但是有的外加剂也可以在水泥出厂之前就掺入其中，例如日本的膨胀剂就是在水泥出厂前加进去、作为膨胀水泥出售的。不过这就属于特种水泥之列了。

许多外加剂是水溶性的，也就是易溶于水的，可以溶于

水中使用，以增加其与水泥颗粒相互接触和作用的机会而充分发挥其功效。正由于它的水溶性和用量少，所以在使用时毋须特殊的混拌设备，只要溶于拌合水中就可以使用了，是十分简便和经济的。外加剂除有改善混凝土性能的显著效用之外，这也是人们乐于采用的原因之一。

当然，外加剂不一定是水溶性的。例如用于调节水泥凝结时间的外加剂——石膏粉就是溶解度很小的；又如铝粉作为发气剂根本不溶于水。所以只要外加剂能与水泥充分作用，水溶性并非必要的条件。为了便于包装和运输，外加剂一般制成粉状运至施工现场，配成水溶液使用。

有些外加剂在掺量不同时有不同的、甚至是相反的作用。在一般情况下，剂量不足时达不到预期的效果，而超剂量可能引起灾难性的后果。所以外加剂通常按重量而不以体积计量，以求精确。

外加剂的应用已经有60多年的历史，最早使用的外加剂恐怕要算氯化钙了，它有促进混凝土早期强度快速发展的作用，十九世纪末叶就被人们发现，其后曾经风行一时，至今仍有人采用，所以称它是外加剂的老前辈，并非夸张。不过这位老前辈有点坏脾气——对钢筋有腐蚀作用，所以使用受到限制。随后，许多无机和有机的化学物质陆续被用作外加剂，塑化剂、缓凝剂、速凝剂……等相继出现，种类越来越多，功效也愈见显著。迄至近代，表面活性物质独树一帜地进入了外加剂领域，别开生面，功效特著，成为后起之秀。例如四十年代后期，具有表面活性的加气剂发展起来，由于它在改善混凝土工作度和均匀性、减少离析和泌水、提高抗冻性、防水性和抗硫酸盐性等方面都有良好的效果，引起了人们的重视，至今沿用甚广。又如在六十年代，哄动一时的

优异外加剂——减水剂出现了，以能比较全面地提高混凝土的性质而脍炙人口，特别是开辟了配制高强混凝土的有效途径，至今广泛应用，并仍在不断地提高和发展。这些都是表面活性物质的优异功效。从此，人们在掌握混凝土性能方面获得了更多的自由，混凝土材料的研究和应用也取得了广阔而深入的发展。与此同时，商品外加剂也如雨后春笋，层出不穷，各具特点，大量推销。近几年来，由于外加剂作用机理的研究不断深入，更多的高效外加剂、例如能在更大流动度下大幅度减少水量的流化剂，适用于沼泽地带淤泥固结的固化剂等不断出现，外加剂发展到了新的水平。

现在，按外加剂的 功效来分类，已经有早强剂、缓凝剂、速凝剂、加气剂、减水剂、膨胀剂、抗渗剂、防冻剂、密实剂、泵送剂、流化剂、抗渗剂、防水剂、着色剂、脱模剂、消泡剂、灭菌剂……等，不下二三十种。其中应用最广的主要类别不过六、七种。我们将在本书中逐类介绍，其余应用较少的外加剂也将专辟一节予以说明。严格说来，上述脱模剂虽然也能改善混凝土与模板粘结的性能，但不是掺入混凝土中使用、而是涂抹在模板上来奏效的。根据外加剂的定义，似不应归入外加剂之内。不过，脱模剂在混凝土中应用颇广，一般均以外加剂看待。我们姑且从众，仍列入外加剂，作为例外来处理吧！

不少用作外加剂的化学物质具有多种功效，例如大多数用作减水剂的化学物质（如羟基羧酸及其盐类）都是良好的缓凝剂；密胺树脂既是优良的减水剂，又可用作密实剂；松香热聚物加气剂同时又是塑化剂，并能提高混凝土的抗冻性。这种现象相当普遍，因此同一种化学物质将在阐述不同类别的外加剂时多次出现。

自从出现了各种各样的商品外加剂之后，由于它们品种繁多，功效各异，迫切要求制定相应的规范，作为使用依据。因此，国外许多部门或有关组织相继制定了自己的规范。以此为基础，就产生了通用的混凝土外加剂国家规范。许多国家如美国、加拿大、日本、澳大利亚、联邦德国、捷克、苏联、意大利和英国等都制定和颁布了混凝土外加剂规范和标准。当前，世界各国正越来越多地采用混凝土外加剂。日本要算是采用混凝土外加剂最普遍的国家了，它虽然不是最先研究和采用外加剂的国家，但在七十年代初期，已经在80%的混凝土工程中采用了外加剂。在澳大利亚和美国也应用很广，如美国仅采用减水剂的混凝土每年就达到46000立方米。相对来说，英国和南欧国家用得少一些，但也在日益增多。根据1975年发表的资料，世界一些国家采用外加剂的混凝土量占其混凝土总量的百分数分别为：日本80；澳大利亚75；美国65；联邦德国50；意大利25；英国12。我国虽然五十年代初就采用了氯化钙和某些塑化剂，但是直到1965年才在这方面开始比较系统的试验研究工作，1972年以后得到较多的应用。令人鼓舞的是十多年来，由于建筑工程的需要和有关部门的提倡鼓励，我国在早强剂，速凝剂和减水剂等主要外加剂方面都取得了可喜的科研成果和推广应用的显著成效。

水泥是主要的建筑材料，而发展水泥混凝土外加剂是充分发挥水泥功用和提高其经济效益的有效途径之一，因此，外加剂对建材工业的发展，占有十分重要的地位。当前，在党的十二大精神鼓舞下，广大建材科技人员正信心百倍地为扩大外加剂品种和提高其效用而努力奋战。毫无疑问，在向四个现代化进军的征途中，混凝土外加剂必将进一步发挥其优异效用，同其他科学技术一样，得到突飞猛进的发展。

2. 水泥

水泥是近代建筑工程中一项不可缺少的材料。特别是人们用水泥来制造混凝土以后，水泥的重要性越来越显著。水泥的需要量很大，单拿盖房子来说，一间普通大小的房子，就得用两千多斤水泥。如果要盖大批的厂房、宿舍、车站、仓库……，就得用更多水泥。除了盖房子以外，我们还需要很多的水泥来筑水坝，造桥梁、铺铁路、建筑国防工事……等等。所以尽管建国以来我国的水泥产量增长很快，但还是不能满足需要。

一切外加剂都要依靠与水泥发生作用而发挥其功效，因此，要说明外加剂在混凝土中的作用，就必须弄清楚水泥到底是什么东西，对它的成分，矿物组成，以及水化，凝结和硬化过程等都要有所了解。

水泥是什么东西呢？过去，有人叫它“洋灰”，也有人叫“土敏土”的，现在统称水泥。自然界中本来没有这种东西，是人们用石灰石、粘土等材料在工厂里经过高温煅烧制成的。它是一种能在水中硬化的胶结材料。由于它在建筑工程中发挥很大的作用，而且应用非常广泛，因此有人赞赏地把它称作“建筑的灵魂”。

为什么水泥和水拌合以后，就会慢慢地结成坚硬的水泥石呢？不久以前，这还是一个解不透的谜。后来，许多科学家经过多年的努力探索，借助电子显微镜，才把这个谜解开了。

原来，微小的水泥颗粒和水接触以后，便会发生一种奇

妙的化学变化——水解和水化。由于水解和水化的作用，水泥微粒表面生成一种可塑性的胶体物质。这种作用最初仅在微粒表层进行，只消耗一部分的水，其余的水仍充满于微粒之间，使胶体具有流动性和表面光泽。随着水继续向胶体中心渗透，表面失去光泽，可塑性亦随之急剧下降。这时，水泥开始凝结。水化作用生成硅酸盐和铝酸盐的水化物。由于这些水化物的凝聚作用，使水泥硬化过程更形复杂，产生的胶体很快地吸收剩余的水分，因而加速了凝结的过程。凝结的形成是水泥微粒表面生成的胶状薄膜把其他微粒胶结起来的结果。但因为胶体含有水分很多，粘度不大，仍有流动性，胶结力很小，所以此时水泥没有强度。此后，胶体中水分减少，粘度增大，逐渐失去流动性，胶结力增强，并产生强度。这个过程叫做水泥的硬化。有些水泥硬化可延续若干年。所以强度不断增长。

水泥是以含碳酸钙的岩石和粘土为主要原料，经煅烧至部分熔融而得的熟料，再加少量石膏（或掺和料）共同研制而成的细粉。水泥熟料的化学组成中，含量最多的是氧化钙，大约占65%左右。它大部分是与其它酸性氧化物结合成的化合物，可以加速水泥的硬化过程，增加强度。但熟料中不得含有过多的游离氧化钙，（一般不超过熟料的1%）以免影响水泥石的安定性。

其次是二氧化硅，在熟料中的含量一般在22%左右，它与氧化钙成化合状态存在于熟料中，能延缓水泥的凝结和早期强度的增长，提高水泥的抗腐蚀性和后期强度。

含量再少一些的是氧化铝，约占熟料之5%，它能加速水泥的凝结和硬化，但使后期强度增长缓慢，降低抗硫酸盐性，所以含量不宜过多。

含量更少的是氧化铁，约占3%，可以降低水泥熟料的煅烧温度，有减缓水泥凝结和硬化的作用，使硬化过程持续很长时间，并对抗硫酸盐性有利。

这四种氧化物是水泥的主要化学成分，在水泥熟料中通常占95%以上。此外，熟料中还含有一些氧化镁、二氧化钛、磷酐和碱等。国家标准规定，除特殊情况外，水泥熟料中氧化镁含量不得超过4.5%。因为在高温煅烧下，氧化镁生成方镁石，它将在水泥硬化之后水化，产生体积膨胀，导致硬化后的水泥结构因内应力而破坏，所以应加限制。二氧化钛常包含在粘土原料中而进入水泥组成，在熟料中的含量一般不超过0.3%。含很少量的二氧化钛是有利的。可促进熟料矿物的结晶，并能增加水泥强度；但如超过4~5%，则使水泥强度降低。熟料中磷酸酐含量极少。含量在0.3%以下时，对水泥强度、特别是早期强度有利；但如超过1~2%，则强度降低。碱也是随粘土原料而带进水泥熟料中的。碱是有害成分，能导致水泥凝结时间的不稳定，也能引起水泥石的表面风化（起霜）。碱与含蛋白石和其它非晶质氧化硅的集料反应，还会使水泥混凝土因膨胀而裂缝。所以常限制水泥的含碱量不得超过0.6%。

水泥熟料不是单一的均匀矿物，而是多种矿物的集合体。

当水泥生料在回转窑中煅烧至1000°C左右时，全部的 Al_2O_3 将与 CaO 化合成 $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ， SiO_2 也开始少量地吸收 CaO ，并化合成 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 。温度升高到1200°C以后， $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 继续吸收 CaO ，先化合成 $5\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ，然后再转变成 $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 。 Fe_2O_3 可能化合成 $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，而更主要地则是化合成 $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。 SiO_2 逐渐全

部转变成 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 。温度再升高到 1300°C 左右，上述固相反应结束，开始部分地出现液相（主要是 $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 等易熔物质）。当温度升高至 $1300\sim 1450^\circ\text{C}$ 时， $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 将大量地吸收残存的游离 CaO ，并化合成水泥熟料中最主要的矿物成分—— $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 。待温度重新降至 1300°C 后，各种成分间的化学反应结束，熟料烧结完成。经上述一系列的化学反应之后，最后生成的几种主要矿物成分是：

硅酸三钙 $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ （简写为 C_3S ）——水泥石产生强度的主要矿物，对早期强度起主要作用；

硅酸二钙 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ （简写为 C_2S ）——水化缓慢，但对水泥石的后期强度起主要作用；

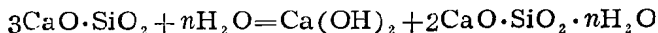
铝酸三钙 $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ （简写为 C_3A ）——能促进水泥水化，控制水泥的凝结，含量过多时，对水泥石的抗硫酸盐性不利；

铁铝酸四钙 $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ （简写为 C_4AF ）——有降低水泥水化热的作用。

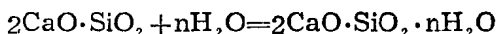
固体水泥熟料，可看作是一种人造岩石，所以上列的几种化合物，也常叫做水泥熟料的矿物成分。水泥在混凝土或砂浆中表现的各种物理化学性质，基本上就是决定于这几种矿物成分的特性和它们在熟料组成中的相对含量。

水泥熟料中的几种主要矿物成分，就化学性质来说，都是弱酸的钙盐。这些盐类容易与水作用，即容易发生水解（为水分解）或水化（与水化合）作用。

硅酸三钙与水作用后，析出一个 CaO 分子，并再结合若干个 H_2O 分子而转变成水化硅酸三钙，

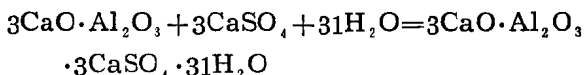


硅酸二钙与水作用后生成



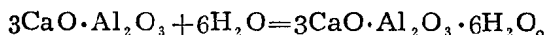
水化硅酸钙能不能在水溶液中稳定存在和溶液中的石灰浓度有关。当石灰浓度达到或超过某一定值（称为“极限石灰浓度”）后，两者之间建立化学平衡，水化硅酸钙不再溶解。水化硅酸一钙所需的极限石灰浓度约为0.09克/升（CaO），水化硅酸二钙约需1.3克/升（即饱和石灰浓度），水化硅酸三钙所需的石灰浓度远在石灰实际可能溶解的最大浓度（饱和浓度1.3克/升CaO）以上。因此，水化硅酸三钙不能在水中存在。水泥与水拌合后，由于 $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 的水解作用，可析出大量的CaO，使溶液浓度很快达到饱和（1.3克/升CaO），所以 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 实际上就不会发生分解，并直接水化成 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。

铝酸三钙与水作用时，将先同石膏（主要是磨细水泥时掺入的石膏）发生反应。

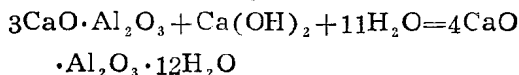


反应生成的水化硫铝酸钙复盐，难溶于水，稳定性高（极限石灰浓度仅为0.045克/升）

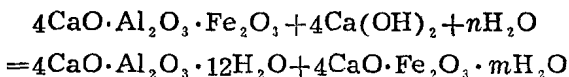
$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 与 CaSO_4 反应后的剩余部分，将再与水化合成水化铝酸三钙，



水化铝酸三钙所需的极限CaO浓度约为0.56克/升，因而容易生成，但在石灰饱和溶液中还将再吸收CaO而生成水化铝酸四钙（极限CaO浓度约为1.08克/升）：



铁铝酸四钙在饱和石灰溶液中可能生成水化铁铝酸四钙。



水化铁铝酸四钙所需的极限石灰浓度约为1.06克/升。

水泥中的游离CaO和游离MgO，与水作用时分别生成Ca(OH)₂和Mg(OH)₂，但反应速度极为缓慢，含量过多时，将在水泥硬化定形后因反应生成物的体积膨胀而引起有害作用。

综上所述，如不考虑硅酸盐水泥中的混合材料以及少量的其它杂质的话，则在水泥水解水化作用之后，将主要生成：

- 1) 氢氧化钙[Ca(OH)₂];
- 2) 水化硅酸钙(2CaO·SiO₂·nH₂O);
- 3) 水化铝酸钙(4CaO·Al₂O₃·12H₂O);
- 4) 水化铁酸盐(4CaO·Fe₂O₃·mH₂O);
- 5) 水化硫铝酸钙(3CaO·Al₂O₃·3CaSO₄·31H₂O)等。

而水泥在硬化后的混凝土(或砂浆)中所表现的若干技术特性，也就主要地决定于这些生成物的性质及其相对含量。

混凝土外加剂的作用都是在水泥的水化，凝结和硬化过程中完成的，因此，正确地了解水泥的水硬化过程，无论在理论上和实践中均有其重要意义。

3. 表面活性剂

经过六十多年的发展，目前，功效不同的混凝土外加剂数以百计。但就其所用的化学物质来说，不外乎无机盐、金属粉末或碎屑、表面活性剂和其它有机物等几类。

无机盐中的氯化钙、氯化钠、硫酸钠等是早强剂的主要成分；铝酸钠、硅酸钠、碳酸钠等常用于制成速凝剂；而氧化锌、硼砂、氟硅酸钠、磷酸钠等有程度不同的缓凝作用。上述这些无机盐之所以能有不同的效能，主要是由于它们与水泥的某种矿物组成产生化学反应，加速或延缓水泥的水化过程，从而发挥其特殊的功效。同样，有机物也有类似的效用，如三乙醇胺是早强剂不可缺少的组成之一，糖类、酒石酸、丹宁酸及其盐类等又是良好的缓凝剂。

金属铝粉是生产加气轻质混凝土常用的外加剂之一，同时，又可以用作混凝土的膨胀剂。

表面活性剂是混凝土外加剂中十分重要的类别。它在我国的研究和使用虽然只有二十多年的历史，但发展极为迅速。如松香皂作为泡沫剂用于泡沫混凝土和泡沫硅酸盐；松香热聚物用作加气剂以提高混凝土的抗冻性，广泛用于我国水工混凝土工程；亚硫酸纸浆酒精废液，俗称塑化剂，曾盛行于五十年代，以节省混凝土中的水泥。一九七三年开始研究减水剂后，表面活性剂作为混凝土外加剂才受到我国许多单位的重视，仅在短短的七、八年内已研制成木质素磺酸钙、NNO、MF、UNF、FDN、NF、建-1型、胡敏酸钠等品种的减水剂。

表面活性剂不但是加气剂、泡沫剂、减水剂的主要成分，而且还可用作流化剂、泵送剂、消泡剂、防水剂、脱膜剂、杀菌剂……等。因此，越来越引起人们的兴趣。有鉴于此，本节着重介绍表面活性剂的基本知识。

3.1 什么是表面活性剂

表面活性剂是指一种在低浓度下，降低溶剂表面张力的物质。肥皂、合成洗涤剂都有降低水溶液表面张力的性能，都属于表面活性剂。

表面活性剂分子，是由亲油性基和亲水性基两部分组成的化合物。亲油基，顾名思义即是亲油性原子团，它与油有亲合性。如月桂酸钠具有和石蜡 $\text{CH}_3\text{CH}_2\cdots\cdots\text{CH}_2\text{CH}_3$ 构造完全相同的亲油基——即石蜡基 $\text{CH}_3\text{CH}_2\cdots\cdots\text{CH}_2\text{CH}_2$ 。这种结构在石油和油脂成分中占很大部分。所以与油接触时不但不相排斥，反而互相吸引。所以亲油基和油一样，具有憎水性能，也叫憎水基。亲水基是容易溶于水的或容易被水所润湿的原子团。普通肥皂的主要成分是脂肪酸钠，溶于水中主要是以脂肪酸阴离子和钠的阳离子的形式而存在的。脂肪酸根中的羟基阴离子部分易与水分子接近，即为亲水基，长碳链部分不易与水分子接近而易与“油”分子（如石油烷烃分子）接近，即为憎水基（亲油基）。日常使用的洗衣粉，其中的主要有效成分，烷基苯磺酸钠的分子结构，也同样是由亲油基和亲水基构成的。其它表面活性剂的分子结构也都是如此，都具有亲油部分和亲水部分。因此，表面活性剂的分子结构特点，是其分子为两亲分子。但并非所有两亲分子都为表面活性剂，必须有一定的条件。一般，分子中的亲油

部分必须有足够的长度。例如，脂肪酸钠盐中碳原子数较少的化合物，如甲、乙、丙、丁酸钠等，虽都具有亲油亲水部分，但不能起肥皂的作用，因此不是表面活性剂。只有当分子中的碳原子数增加到一定程度后，脂肪酸钠才表现出显著的表面活性，具有一般肥皂的性质。碳氢键中的碳原子数也不能无限制地增加，超过一定数目时，变为不溶于水的物质，亦非表面活性剂了。对于一般直链表面活性剂亲油基中的碳原子数约为8~20个碳原子。

3.2 表面活性剂的基本性质和作用

这种具有亲油基和亲水基结构的分子为什么具有表面活性呢？这可以用肥皂分子加入到水中使水的表面张力降低这一事实来解释。

水分子当处于水中时，它受到各方面的吸引力是相等的，而处在水表面的水分子就不一样，它所受到的吸引力不平衡，这样不平衡的吸引力有将水表面上的分子向下拉的趋势，所以水的表面总有自动缩小的倾向。这种力图把液体表面积减至最小的力，称之为表面张力。现在在水中加入一些肥皂，因为极性的水对肥皂分子的亲水基有吸引力，所以亲水基可溶于水中，但水对肥皂分子的亲油基的吸引力很小，亲油基力图把整个肥皂分子从水中拉出来。处于水表面上的肥皂分子，其亲水基就埋入水下，而憎水基则越出水面。这样，表面上的水分子就少，它们被水中分子吸引的力就低了，因此水的表面张力就大大降低。这就是肥皂具有表面活性的主要原因。

如果不断地增大表面活性剂水溶液的浓度，并随时测定