

铅酸蓄电池技术手册

刘广林 编著



宇航出版社

铅酸蓄电池技术手册

刘广林 编著



机械出版社

(京)新登字181号

内 容 简 介

本书是一本实用性很强的专业技术手册，是作者在多年从事铅酸蓄电池专业技术实践基础上并综合国内外技术成果而写成的。全书共十章及两个附录，全面系统地给出了铅酸蓄电池设计、制造、试验、使用和维护方面所需的一系列数据、曲线和图表，并配以详细的说明。

本书适用于铅酸蓄电池技术人员、管理干部、技术工人以及车场车队的保管使用和维修人员阅读，也可作为大专院校、中等技校的教师和学生的教学参考书。

铅酸蓄电池技术手册

刘广林 编著

责任编辑：宋兆武

*

宇航出版社出版

(北京和平里滨河路1号 邮政编码 100013)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京密云华都印刷厂印刷

*

开本：850×1168 1/32印张：7.375 字数：206千字

1991年11月 第1版 第1次印刷 印数：1—4000册

ISBN 7-80034-389-8/TB·064 定价：4.20元

前 言

1988年4月,沈阳蓄电池研究所和蓄电池杂志编辑部出版了我编译的《铅酸蓄电池技术数据手册》。北京大学化学系杨文治教授曾来信予以肯定并热情鼓励。我国蓄电池界的专家学者和同行们也对该手册十分关注,提出来不少好建议。根据这些意见,在该手册的基础上补充了“铅酸蓄电池性能”、“铅酸蓄电池的使用、维护和修理”和“重要原材料、半成品分析方法”等三章内容,另外几章也补充了有关内容。书中有近十节的内容是编著者的研究成果,其中大部分曾在专业技术刊物上发表过。

铅酸蓄电池在其近130年的发展历史中,已发展成具有相当完整体系的一门应用科学技术,其知识领域涉及到物理学、化学(特别是物理化学及电化学、结构化学、胶体化学、高分子化学)、冶金学和金相学等学科。随着铅酸蓄电池产品的不断发展和日臻完善,生产工艺的改进和基础理论研究的进展,涉及的知识更深入,领域更广阔。我希望本书对蓄电池厂家的工程技术人员、各级管理干部和技术工人,车队、车场的蓄电池管理维修人员以及高等院校和中等学校有关专业的师生们能有所帮助。

编写一本完整的蓄电池手册很难克服内容和读者对象跨度大的困难,而且对我来说也是力不从心的。衷心希望读者和专家们批评指正。

北京蓄电池厂厂长王总路同志热情关心并积极赞助本书的出版,在此特致谢意。

翟闪闪同志为本书描绘了全部插图,对此深表感谢。

刘广林

1990于3月年北京

目 录

第一章 铅及其化合物、锑	(1)
§ 1.1 铅的性质	(1)
§ 1.2 锑	(3)
§ 1.3 铅的氧化物的电阻率	(5)
§ 1.4 活性物质中各种组分的摩尔质量、密度、比容、摩尔体积 和摩尔热容	(5)
§ 1.5 PbSO_4 在硫酸中的溶解度	(6)
§ 1.6 碱式硫酸铅的溶度积 (25°C)	(7)
§ 1.7 氧化铅的溶度积 (25°C)	(8)
§ 1.8 一些铅和锑的微溶化合物的溶度积	(9)
§ 1.9 部分铅的化合物在水中的溶解度	(10)
§ 1.10 铅的化学活性	(12)
§ 1.11 PbO 的化学性质	(13)
§ 1.12 PbO_2 的化学性质	(13)
§ 1.13 Pb_2O_4 的化学性质	(15)
§ 1.14 蓄电池反应中有关物质的电化当量	(15)
§ 1.15 铅粉的电化当量	(16)
§ 1.16 铅的同位素	(17)
§ 1.17 铅的氧化物的物理性质	(17)
§ 1.18 不同金属与铅形成的二元共熔体	(19)
§ 1.19 铅及有关铅化合物的晶体结构数据	(22)
§ 1.20 四方晶体 $\text{PbO}/\text{PbSO}_4/\text{H}_2\text{O}$ 体系的相和自由度	(21)
§ 1.21 铅的氧化物的热力学性质 (25°C)	(24)
§ 1.22 铅的氧化物中铅的理论含量	(25)
§ 1.23 $\alpha\text{-PbO}_2$ 和 $\beta\text{-PbO}_2$ 的标准衍射图数据	(26)

§ 1.24	铅及其腐蚀产物在 H_2SO_4 溶液中的热力学数据	(27)
§ 1.25	铅的标准电位 (25°C)	(32)
§ 1.26	铅的标准电位 (G. Milazzo等)	(34)
§ 1.27	锑的标准电位	(38)
§ 1.28	PbO的蒸气压	(39)
§ 1.29	铅酸蓄电池中锑的转移图 (图1.1)	(40)
§ 1.30	不同方法制造的铅粉的典型参数	(40)
§ 1.31	1000kg铅生成的铅粉的质量	(41)
§ 1.32	铅的电位-pH图(图1.2)	(41)
§ 1.33	铅在单位硫酸根离子活度介质中的 电位-pH图(图1.3)	(42)
§ 1.34	α -和 β -PbO ₂ 稳定区域的局部电位-pH图 (图1.4)	(42)
§ 1.35	铅的氧化物的热稳定性 (图1.5)	(43)
§ 1.36	α -和 β -PbO ₂ 的电极电位对于pH的 函数关系 (图1.6)	(43)
§ 1.37	α -和 β -PbO ₂ 的八面体堆积图 (图1.7)	(44)
§ 1.38	氧在 α -和 β -PbO ₂ 上的过电位图 (图1.8)	(44)
第二章	合金与板栅	(45)
§ 2.1	铅锑合金的性质	(45)
§ 2.2	起动用铅蓄电池和密封铅蓄电池板栅合金的性质	(46)
§ 2.3	某些铅合金的特性	(47)
§ 2.4	某些板栅合金的特性	(50)
§ 2.5	一些铅合金的临界张力	(51)
§ 2.6	Pb-Ca-Sn合金的流动性	(52)
§ 2.7	Pb-Sb-Cd合金的性质	(52)
§ 2.8	板栅的粘附分数	(54)
§ 2.9	含有分散杂质的强化铅的张力性质	(55)
§ 2.10	Pb-Sb合金和分散杂质强化铅的机械与电学性质	(56)
§ 2.11	板栅合金的流动性	(57)
§ 2.12	铅和铅锑合金在硫酸溶液中的阳极腐蚀	(60)
§ 2.13	Pb-Sb平衡相图 (图2.1)	(61)
§ 2.14	Pb-Ca平衡相图 (图2.2)	(61)

§ 2.15	Pb-Sr平衡相图 (图2.3)	(62)
§ 2.16	Pb-Ba平衡相图 (图2.4)	(62)
§ 2.17	Pb-Se平衡相图 (图2.5)	(63)
§ 2.18	Pb-Sn平衡相图 (图2.6)	(63)
§ 2.19	Pb-Sb-Ca平衡相图 (图2.7)	(64)
§ 2.20	Pb-Sb合金的抗张强度 (图2.8)	(65)
§ 2.21	Pb-Sb合金的熔点 (图2.9)	(65)
§ 2.22	Pb-Sb合金的硬度 (图2.10)	(66)
§ 2.23	Pb-Sb合金的密度 (图2.11)	(66)
§ 2.24	Pb-Sb合金的时效硬度对于冷却温度的 依赖关系 (图2.12)	(67)
§ 2.25	铸造成型后板栅的时效 (图2.13)	(67)
§ 2.26	搁置时间对于Pb-Ca合金的抗张强度的 影响与钙含量的关系 (图2.14)	(68)
§ 2.27	不同铋含量的Pb-Ca0.06%合金的抗张强度 对于搁置时间的依赖关系 (图2.15)	(68)
§ 2.28	不同铋含量的Pb-Ca0.06%-Sn0.25%合金 的抗张强度对于搁置时间的依赖关系 (图2.16)	(69)
§ 2.29	不同锡含量的Pb-Ca0.1%合金的抗张强度对于搁置时间 的依赖关系 (图2.17)	(69)
§ 2.30	不同锡含量的Pb-Ca0.06%-Bi0.05%合金的抗张强度 对于搁置时间的依赖关系 (图2.18)	(70)
§ 2.31	Pb-Ca0.06%-Bi5ppm合金在不同的搁置时间 之后的抗张强度对于锡含量的依赖关系 (图2.19)	(70)
§ 2.32	Pb-Ca0.1%-Bi5ppm合金在不同的搁置时间 之后的抗张强度对于锡含量的依赖关系 (图2.20)	(71)
§ 2.33	加神量对Pb-Sb合金流动性的影响 (图 2.21)	(71)
§ 2.34	气体析出速度对于板栅合金中铋含量的 依赖关系 (图2.22)	(72)
第三章 电解液		(73)
§ 3.1	H ₂ SO ₄ 溶液的密度	(73)
§ 3.2	不同温度下H ₂ SO ₄ 溶液的密度和质量百分浓度的关系	(76)

§ 3.3	H ₂ SO ₄ 溶液的电阻率.....	(83)
§ 3.4	H ₂ SO ₄ 溶液在不同温度不同浓度时的电阻率(图3.1) ...	(83)
§ 3.5	H ₂ SO ₄ 溶液的凝固点.....	(84)
§ 3.6	H ₂ SO ₄ 溶液的粘度.....	(85)
§ 3.7	H ₂ SO ₄ 溶液的蒸气压、沸点和汽化热	(85)
§ 3.8	H ₂ SO ₄ 溶液的电导率和摩尔电导与溶液浓度 的关系(25°C).....	(92)
§ 3.9	不同浓度H ₂ SO ₄ 溶液的电导率(18°C).....	(93)
§ 3.10	H ₂ SO ₄ 溶液的电导率、当量电导及其温度 系数(18°C)	(94)
§ 3.11	H ₂ O-H ₂ SO ₄ 体系中水的活度 a_{H_2O} 和H ₂ SO ₄ 的 平均活度系数 γ_{\pm} (25°C)	(96)
§ 3.12	不同温度下H ₂ O-H ₂ SO ₄ 体系中H ₂ SO ₄ 的平均 活度系数 γ_{\pm}	(98)
§ 3.13	H ₂ SO ₄ 溶液的阳离子迁移数 t_+	(99)
§ 3.14	H ₂ SO ₄ 溶液的比热(G. W. Vinal等).....	(100)
§ 3.15	H ₂ SO ₄ 溶液的比热(A. M. Fairlie).....	(102)
§ 3.16	H ₂ O-H ₂ SO ₄ 体系的混和热 ΔH 、微分冲淡热 \overline{H}_1 、微分溶 解热 \overline{H}_2 、积分溶解热 $\Delta H/x_2$ 、极限积分溶解热 $\overline{H}_{0,2}$ 和 热函 ΔH^0 (25°C)	(103)
§ 3.17	H ₂ SO ₄ 稀释表	(106)
§ 3.18	H ₂ SO ₄ 溶液的相对摩尔热焓和稀释热	(107)
§ 3.19	蓄电池用硫酸技术要求	(108)
第四章	和膏与化成	(109)
§ 4.1	PbO、Pb(OH) ₂ 的反应热.....	(109)
§ 4.2	H ₂ SO ₄ 与过量PbO的反应热	(110)
§ 4.3	反应PbO + H ₂ SO ₄ = PbSO ₄ + H ₂ O的反应热	(111)
§ 4.4	PbSO ₄ 含量不同的每千克PbO的反应热	(112)
§ 4.5	PbO-H ₂ O体系的质量百分率和摩尔百分率.....	(113)
§ 4.6	PbO-SO ₃ 体系中有关组分的质量百分率和摩尔 百分率.....	(114)
§ 4.7	H ₂ O-SO ₃ 体系中有关组分的质量百分率和摩尔	

百分率	(115)
§ 4.8 某些板栅尺寸和建议的铅膏质量	(116)
§ 4.9 铅膏基本配方表	(116)
§ 4.10 干式荷电蓄电池极板每片正极板化成时所需 电量安时数	(117)
§ 4.11 电池化成的电流的安培数	(118)
§ 4.12 蓄电池铅膏中的摩尔关系 (图4.1)	(119)
§ 4.13 蓄电池铅膏中的质量%关系 (图4.2)	(120)
§ 4.14 蓄电池铅膏中的体积关系 (图4.3)	(121)
§ 4.15 蓄电池铅膏成分的变化 (图4.4)	(122)
§ 4.16 固化过程中铅晶粒的电化学氧化 (图4.5)	(122)
§ 4.17 铅的氧化物还原或氧化所需电量 (图4.6)	(123)
第五章 铅酸蓄电池性能	(124)
§ 5.1 电极反应和电池反应 (图5.1)	(124)
§ 5.2 铅酸蓄电池正极电极电位 E_+ 、负极电极电位 E_- 以 及电动势 E 对于硫酸溶液浓度 m_2 的依赖关系 (25°C)	(125)
§ 5.3 铅酸蓄电池的电动势的温度系数 $\frac{dE}{dT}$ 对于硫酸溶 液浓度 m_2 的依赖关系	(126)
§ 5.4 Hg_2SO_4/Hg 电极在硫酸溶液中的电极 电位 E (25°C)	(127)
§ 5.5 起动用蓄电池的荷电状态 S 与电解液质量 百分浓度 W 的关系	(127)
§ 5.6 起动用蓄电池的荷电状态 S 与电解液质量 摩尔浓度 m_2 的关系	(129)
§ 5.7 起动用蓄电池的荷电状态 S 与电解液摩尔 分数浓度 x 的关系	(130)
§ 5.8 固定型蓄电池的荷电状态 S 与电解液浓度的关系	(131)
§ 5.9 干荷电蓄电池首次灌液后电动势与负极活性 物质中 PbO 含量的关系 (25°C)	(132)
§ 5.10 常温下铅酸蓄电池在不同放电率的相对放电 电流 $I_{\frac{20}{m}}$ 和相对容量	(133)

§ 5.11	常温下铅酸蓄电池在不同放电电流的放电时间 t , 和相对容量	(136)
§ 5.12	起动用铅酸蓄电池在不同放电率的放电曲线 (图5.2) ...	(138)
§ 5.13	起动用铅酸蓄电池在不同温度的放电曲线 (图5.3)	(139)
§ 5.14	牵引用铅酸蓄电池在不同放电率的放电曲线 (图5.4) ...	(140)
§ 5.15	不同温度下铅酸蓄电池在不同放电率的相对容量	(141)
§ 5.16	Pb/H ₂ SO ₄ 界面阳极腐蚀的腐蚀剖面图 (图5.5)	(142)
第六章	试验和充电	(143)
§ 6.1	铅酸蓄电池电动势及其温度系数对于硫酸溶液比重 的函数关系	(143)
§ 6.2	无锑固定型铅酸蓄电池在不同电压下的充电时间	(144)
§ 6.3	Pb-Sb合金板栅蓄电池充电时析出气体的组成	(145)
§ 6.4	板栅和生极板试样的平均失重	(145)
§ 6.5	板栅合金试样恒流阳极极化的平均失重	(146)
§ 6.6	板栅合金试样恒压阳极极化的平均失重	(147)
§ 6.7	不同充电率和温度下典型的充电电压 (图6.1)	(147)
§ 6.8	接受电流对于温度的依赖关系 (图6.2)	(148)
§ 6.9	一步电流衰减充电典型的充电机和电池的特性 曲线 (图6.3)	(148)
§ 6.10	两步电流衰减充电典型的充电机和电池的特性 曲线 (图6.4)	(149)
§ 6.11	恒压充电典型的充电机和电池特性曲线 (图6.5)	(149)
§ 6.12	修正的恒压充电典型的充电机和电池的特性 曲线 (图6.6)	(150)
§ 6.13	恒流充电典型的充电机和电池的特性曲线 (图6.7)	(150)
§ 6.14	两步恒流充电典型的充电机和电池的特性 曲线 (图6.8)	(151)
§ 6.15	恒流-恒压充电典型的充电机和电池特性 曲线 (图6.9)	(151)
§ 6.16	恒温和恒流充电情况下铅蓄电池的输入安时 数与荷电状态 (图6.10)	(152)
§ 6.17	任意容量的铅酸蓄电池紧急充电的最大	

充电率 (图6.11)	(153)
§ 6.18 容量对于极板厚度的依赖关系 (图6.12)	(154)
§ 6.19 普通蓄电池和免维护蓄电池的充电电压对于 荷电状态的依赖关系 (图6.13)	(154)
§ 6.20 普通蓄电池和免维护蓄电池的充电电流对于 荷电状态的依赖关系 (图6.14)	(155)
§ 6.21 管式和平板式固定型电池电解液密度的典型 变化(图6.15)	(155)
§ 6.22 电解液密度下降值对于温度的依赖关系 (图6.16)	(156)
第七章 使用、维护和修理	(157)
§ 7.1 初充电	(157)
§ 7.2 充电	(159)
§ 7.3 维护	(162)
§ 7.4 维修用工具、设备及维修程序 (见图7.4)	(164)
§ 7.5 牵引用蓄电池的修理	(166)
§ 7.6 常见故障及消除方法 (图7.6)	(167)
§ 7.7 镉电极在蓄电池维修测试中的应用 (图7.7)	(169)
第八章 重要原材料、半成品分析方法	(170)
§ 8.1 粗铅化学分析方法 (国标)	(170)
§ 8.2 铅铋化学分析方法 (国标)	(171)
§ 8.3 铅粉质量 m 、铅膏中固相物质质量 m_s 、干铅膏 质量 q_d 和铅膏酸量 A 的关系	(172)
§ 8.4 板栅合金中锡的测定	(172)
§ 8.5 铅锑合金中锑的测定	(174)
§ 8.6 粗铅中铜、银、铋、铁、锌的测定	(175)
§ 8.7 铅粉氧化度(PbO含量)的测定(重力法)	(177)
§ 8.8 铅粉氧化度(PbO含量)的测定(容量法)	(178)
§ 8.9 铅粉粒度和视密度的测定	(179)
§ 8.10 铅粉吸酸量的测定	(179)
§ 8.11 铅膏酸量的测定	(180)
§ 8.12 铅膏视密度的测定	(181)
§ 8.13 生极板中金属铅含量的测定	(182)

§ 8.14	负极板活性物质PbO含量的测定	(182)
§ 8.15	负极板活性物质PbSO ₄ 含量的测定	(183)
§ 8.16	负极板活性物质Pb含量的测定	(184)
§ 8.17	负极板活性物质水份含量的测定	(185)
§ 8.18	正极板活性物质PbO ₂ 含量的测定	(185)
第九章	有关常用数据	(188)
§ 9.1	隔板性质	(188)
§ 9.2	牵引用蓄电池商品隔板的特性	(189)
§ 9.3	各种蓄电池槽材料的物理性质	(190)
§ 9.4	工业热塑材料性质	(191)
§ 9.5	天然橡胶和合成橡胶的性质	(192)
§ 9.6	几种半电池在25°C的电极电位	(192)
§ 9.7	某些体系在25°C的标准还原电位	(193)
§ 9.8	铬镍-铝镍% (Chromel P-Alumel) 热电偶 在不同温度的电动势	(194)
§ 9.9	筛子数据	(195)
§ 9.10	大气温度、压强和密度随着海拔高度的变化	(196)
§ 9.11	气体的相对湿度对照表	(198)
§ 9.12	不同温度下水的蒸气压强	(205)
第十章	常用公式	(207)
§ 10.1	电化学常用公式	(207)
§ 10.2	关于蓄电池容量的经验公式	(211)
§ 10.3	充电接受电流	(213)
§ 10.4	其它有关公式	(215)
附录一	基本物理常数	(218)
附录二	常用缩写词	(219)

第一章 铅及其化合物、铋

§1.1 铅的性质

元素符号	Pb
原子序	82
原子量	207.19
电子构型	$[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$
原子半径 10^{-8}m	1.74
晶体结构	面心立方
$\alpha, 10^{-8}\text{m}$	4.949
Pb-Pb键长 $25^\circ\text{C}, 10^{-8}\text{m}$	3.499
电离能eV	
第一电子	7.42
第二电子	15.03
第三电子	32.08
第四电子	42.25
第五电子	69.7
密度 $\text{kg}\cdot\text{l}^{-1}$	
20°C	11.34 ^[1]
25°C	11.341 ^[2]
327°C 固态	11.005 ^[1]
327°C 固态	11.06 ^[2]
327°C 液态	10.686
650°C	10.302
850°C	10.078
恒压摩尔热容 $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	
$0^\circ\text{C}(273.15\text{K})$	25.7
20°C	26.5

续表

100°C	27.7
327°C	33.8
500°C	32.1
熔点 °C	327.43
°C	327.4 ^[3]
K	600.58
熔融热 J·mol ⁻¹ 327°C	5.11 × 10 ³ ^[1]
	4.85 × 10 ³ ^[2]
J·mol ⁻¹ 327.4°C	5.124 × 10 ³ ^[3]
沸点 (101325Pa) °C	1750
K	2023
°C	1744 ^[3]
汽化热 J·mol ⁻¹ 1750°C	179 × 10 ³
J·mol ⁻¹ 1744°C	1.761 × 10 ⁵ ^[3]
蒸气压 101325Pa下 Pa	
973°C	1.33 × 10 ²
1099°C	6.66 × 10 ²
1162°C	1.33 × 10 ³
1234°C	2.66 × 10 ³
1309°C	5.32 × 10 ³
1358°C	7.98 × 10 ³
1421°C	1.33 × 10 ⁴
1519°C	2.66 × 10 ⁴
1630°C	5.32 × 10 ⁴
1744°C	1.01325 × 10 ⁵
粘度 Pa·s	
400°C	2.32
441°C	2.12
551°C	1.70
703°C	1.35
844°C	1.19
表面张力 N·m ⁻¹ 327.4°C	0.444
电阻率 Ω·m 20°C	2.065 × 10 ⁻⁷
热导率 J·m ⁻¹ ·s ⁻¹ ·K ⁻¹	
100°C	33

续表

327°C 固态	30.5
327°C 液态	24
超导转变温度 K	7.179
凝固时收缩率	0.035
平均线膨胀系数 $\cdot K^{-1}$	
0~100°C	28.2×10^{-6}
20~300°C	31.3×10^{-6}
布氏硬度(铸锭)	4.2
抗拉强度 $kg \cdot cm^{-2}$	126.55~175.77
弹性模量 $kg \cdot cm^{-2} \cdot 10^6$	0.155
磁导率 $H \cdot m^{-1} \cdot 10^{-13} \pi$	-0.48

[1] Kirk and Othner, Encyclopaedia of Chemical Technology, Vol.12.

[2] Hans Bode, Lead-acid batteries.

[3] Chemical Engineers' Handbook (Fifth edition).

§ 1.2 锑^[1]

元素符号	Sb
原子序	51
原子量	121.75
电子构型	$[Kr]4d^9 5s^2 5p^3$
共价半径 $10^{-8}m$	1.41
离子半径 $10^{-8}m$	
Sb^{-3}	2.45
Sb^{+3}	0.92
$Sb^{+5}(SbO_3^{-1})$	0.62
电离能 eV	
第一电子	8.641
第二电子	16.53
第三电子	25.3
第四电子	44.2
第五电子	56

续表

晶体结构	三方晶系
密度 25°C kg·l ⁻¹	6.684
熔点 °C	630.5
沸点 °C	1635
恒压比热容 J·g ⁻¹ ·K ⁻¹	
25°C	0.207
350°C	0.225
650~950°C	0.274
恒压摩尔热容 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹	
25°C	25.2
熔融热 kJ·mol ⁻¹	20.1
汽化热 kJ·mol ⁻¹	124.4
粘度 Pa·s	
650°C	0.00150
700°C	0.00126
850°C	0.00105
表面张力 N·m ⁻¹	
750°C	0.368
熔融时体积收缩	0.8%
布氏硬度	3—3.5
电阻率 Ω·m	3.9 × 10 ⁻⁷
热导率 J·m ⁻¹ ·s ⁻¹ ·K ⁻¹	22.5
蒸气压 101325Pa下	
886°C	1.33 × 10 ²
984°C	6.66 × 10 ²
1033°C	1.33 × 10 ³
1084°C	2.66 × 10 ³
1141°C	5.32 × 10 ³
1176°C	7.98 × 10 ³
1223°C	1.33 × 10 ⁴
1288°C	2.66 × 10 ⁴
1364°C	5.32 × 10 ⁴
1440°C	1.01325 × 10 ⁵

[1] Chemical Engineers' Handbook (Fifth edition),

§ 1.3 铅的氧化物的电阻率

氧化物	电阻率 $\Omega \cdot \text{m}^{-1}$	说 明
PbO正方	$10^{18} \sim 10^{14}$	暗黄色
PbO斜方	10^{12}	单晶体
PbO斜方	8×10^{11}	多晶体(White和Roy, 1964)
Pb ₃ O ₄	9.6×10^9	在约 10^8 Pa压力下
PbO _{1.5}	1.7×10^9	在约 10^8 Pa压力下
α -PbO ₂	7.10×10^9	厚度 $> 2 \times 10^{-6}$ m 的氧化物层的 极限值
β -PbO ₂	1.2×10^{-6}	Mindt, 1969
α -PbO ₂	10^{-6}	极板上分离出的无孔物质
β -PbO ₂	4.10×10^{-6}	Agut, 1965
PbO ₂	2.10×10^{-6}	电沉积产物
Pb金属	2.10×10^{-7}	列出金属的数据作比较

[1] Hans Bode, Lead-acid batteries.

§ 1.4 活性物质中各种组分的摩尔质量、密度、 比容、摩尔体积和摩尔热容

物 质	摩尔质量 密度 ^[1] 比容 摩尔体积 摩尔热容				
	$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{kg} \cdot \text{l}^{-1}$	$\text{l} \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Pb	207.19	11.341	0.0883	18.25	26.44
PbO正方	223.19	9.35	0.107	23.9	45.82
Pb ₃ O ₄	685.57	9.1	0.110	75.3	147.0
β -PbO ₂	239.19	9.5	0.105	25.15	64.64
α -PbO ₂	239.19	9.87	0.10	24.3	