

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51377 – 2019

锂离子电池工厂设计标准

Design standard for Lithium-ion battery factories

2019 – 06 – 05 发布

2019 – 11 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

锂离子电池工厂设计标准

Design standard for Lithium-ion battery factories

GB 51377 - 2019

主编部门：中华人民共和国工业和信息化部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 9 年 1 1 月 1 日

中国计划出版社

2019 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2019 年 第 148 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《锂离子电池工厂设计标准》的公告

现批准《锂离子电池工厂设计标准》为国家标准,编号为 GB 51377—2019,自 2019 年 11 月 1 日起实施。其中,第 6.2.3、6.2.5、8.6.4、9.3.3、9.3.9、11.4.4 条为强制性条文,必须严格执行。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开,并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2019 年 6 月 5 日

前 言

本标准根据住房和城乡建设部《关于印发〈2015 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2014〕189 号)的要求,由工业和信息化部电子工业标准化研究院、中国电子工程设计院有限公司会同有关单位共同编制完成。

本标准在编制过程中,编制组先后调查和走访国内有关锂离子电池的生产单位、设计单位和施工单位,收集有关锂离子电池工厂的设计要求,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本标准共分 11 章和 1 个附录,主要内容包括:总则,术语,基本规定,工艺,厂址选择及总体规划,建筑,结构,气体动力,供暖、通风、空气调节与净化,给水排水,电气等。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,工业和信息化部负责日常管理,中国电子工程设计院有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中,请各单位认真总结经验,注意积累资料,如发现需要修改或补充之处,请将有关意见、建议和相关资料寄至中国电子工程设计院有限公司(地址:北京市海淀区西四环北路 160 号,邮政编码:100142),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:工业和信息化部电子工业标准化研究院

中国电子工程设计院有限公司

参 编 单 位:世源科技工程有限公司

信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司

上海电子工程设计研究院有限公司
北京中瑞电子系统工程设计院有限公司
中国电子科技集团第十八研究所
中国航空规划设计研究总院有限公司
宁德时代新能源科技股份有限公司
北京国能电池科技有限公司
合肥国轩高科动力能源有限公司
中国电子系统工程第二建设有限公司
江苏惠瑞净化空调工程有限公司
高砂建筑工程(北京)有限公司
上海腾喜建筑工程有限公司
欣旺达电子股份有限公司

主要起草人:徐 刚 秦学礼 晁 阳 肖红梅 单云凤
何正山 杜宝强 陆 崎 李锡伟 王海旭
张 捷 李 强 马 瑞 郭 明 庄宏波
李 强 许诗苹 肖成伟 陈朝阳 宫 璐
王 辉 向革芳 孙铁斌 刘 阳 李宝龄
许辉勇

主要审查人:苏金然 赵克伟 张 阳 邵晓刚 金卫钧
杨宜谦 周 江 江诗兵 叶 茂

目次

1 总 则 (1)

2 术 语 (2)

3 基本规定 (3)

4 工 艺 (4)

4.1 一般规定 (4)

4.2 基本工序 (4)

4.3 工艺区划 (4)

4.4 设备配置 (5)

5 厂址选择及总体规划 (6)

5.1 一般规定 (6)

5.2 总平面布置 (6)

5.3 竖向设计 (7)

5.4 交通组织 (7)

5.5 绿化设计 (8)

6 建 筑 (9)

6.1 一般规定 (9)

6.2 防火安全及疏散 (9)

6.3 室内装修 (10)

7 结 构 (12)

7.1 一般规定 (12)

7.2 建筑材料 (12)

7.3 厂房结构设计 (13)

8 气体动力 (14)

8.1 一般规定 (14)

8.2	氮气系统	(14)
8.3	干燥压缩空气系统	(15)
8.4	惰性气体系统	(15)
8.5	工艺真空系统	(15)
8.6	NMP 回收及电解液供应系统	(16)
9	供暖、通风、空气调节与净化	(17)
9.1	一般规定	(17)
9.2	供暖	(18)
9.3	通风与废气处理	(18)
9.4	空气调节与净化	(19)
9.5	防烟排烟	(21)
10	给水排水	(22)
10.1	一般规定	(22)
10.2	一般给水	(22)
10.3	工艺生产用水	(22)
10.4	消防给水与灭火设备	(23)
10.5	排水	(24)
11	电 气	(25)
11.1	一般规定	(25)
11.2	供配电与照明	(25)
11.3	防雷与接地	(26)
11.4	通信与自控	(26)
附录 A	锂离子电池生产工艺流程	(28)
本标准用词说明		(29)
引用标准名录		(30)
附:条文说明		(33)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Process design	(4)
4.1	General requirements	(4)
4.2	Basic process	(4)
4.3	Process layout	(4)
4.4	Equipment configuration	(5)
5	Site design	(6)
5.1	General requirements	(6)
5.2	Site master plan	(6)
5.3	Vertical design	(7)
5.4	Traffic organization	(7)
5.5	Virescence design	(8)
6	Architectural design	(9)
6.1	General requirements	(9)
6.2	Fire protection	(9)
6.3	Internal decoration	(10)
7	Structural design	(12)
7.1	General requirements	(12)
7.2	Materials	(12)
7.3	Structural design	(13)
8	Gases & utilities	(14)
8.1	General requirements	(14)

8.2	Nitrogen supply	(14)
8.3	Compressed-dry-air supply	(15)
8.4	Inert gases supply	(15)
8.5	Process and cleaning vacuum	(15)
8.6	NMP recycle and electrolyte supply	(16)
9	Heating ventilation air conditioning and cleaning	(17)
9.1	General requirements	(17)
9.2	Heating	(18)
9.3	Ventilation and waste gas treatment	(18)
9.4	Air conditioning and cleaning	(19)
9.5	Anti-smoke exhaust	(21)
10	Water supply and drainage	(22)
10.1	General requirements	(22)
10.2	General water	(22)
10.3	Process water	(22)
10.4	Fire protection	(23)
10.5	Drainage	(24)
11	Electrical design	(25)
11.1	General requirements	(25)
11.2	Power supply system and illumination	(25)
11.3	Grounding	(26)
11.4	IT & automatic control	(26)
Appendix A	Typical process flow of lithium-ion battery	(28)
	Explanation of wording in this standard	(29)
	List of quoted standards	(30)
	Addition:Explanation of provisions	(33)

1 总 则

1.0.1 为在锂离子电池工厂设计中贯彻执行国家的有关法律、法规 and 规定,满足安全生产、节约能源、保护环境、技术先进、经济合理和确保质量的要求,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的锂离子电池工厂设计。

1.0.3 锂离子电池工厂设计除应执行本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 锂离子电池 Lithium-ion battery

锂离子在正、负极之间反复进行脱出和嵌入的二次电池。

2.0.2 干燥房 Dry room

空气干球温度为 25℃ 时,相对湿度为 1% 以下的房间。

2.0.3 混料 Blend

把电池活性材料和辅料在溶剂中进行高度分散形成非牛顿型高黏度流体的过程。

2.0.4 注液 Fill

向电池中注入电解液的过程。

2.0.5 涂布 Coating

把浆料涂覆到集流体上,通过干燥去除溶剂的过程。

2.0.6 化成 Formation

对电池充放电的过程。

2.0.7 电解液 Electrolyte

锂离子电池的电解液是有机溶剂和电解质盐化合物的混合物,常见的有机溶剂是环状碳酸酯与链状碳酸酯的混合物,电解质盐化合物包括六氟磷酸锂(LiPF_6)和四氟硼酸锂(LiBF_4)等。

2.0.8 氮甲基吡咯烷酮 N-Methyl pyrrolidone(NMP)

浆料制作过程中使用的一种化学溶剂,起到均匀分散活性材料的功能。

3 基本规定

3.0.1 锂离子电池工厂设计应合理利用资源,保护环境,防止在生产建设活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘以及噪声、振动、电磁辐射等对环境的污染和危害。

3.0.2 锂离子电池工厂设计应符合下列规定:

- 1 应根据生产工艺的特点,采用新技术、新设备、新材料;
- 2 应满足设备安装、调试检修、安全生产、维护管理的要求;
- 3 应采取措施满足消防安全的要求,应采取节约能源的措施;
- 4 应满足锂离子电池生产所需要低湿环境的要求;
- 5 防腐蚀做法应根据工艺要求,符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的有关规定。

3.0.3 生产线的设计能力宜符合经济规模的要求,设计中宜预留扩产条件。

4 工 艺

4.1 一 般 规 定

4.1.1 锂离子电池工厂工艺设计应符合下列规定：

- 1 应保障产品质量和生产效率；
- 2 应预防和减少职业病危害因素对劳动者健康的损害和影响,降低工人劳动强度；
- 3 应具有灵活性和适应性；
- 4 应有利于降低工程造价和运行费用。

4.1.2 生产能力应根据产品类型、本期产量以及未来发展规划进行设计。

4.1.3 生产空间及其布置、生产环境参数和动力供应条件应根据工艺生产的要求确定,同时宜兼顾技术改造升级。

4.1.4 主要生产部门宜采用连续运转的生产组织方式,其他辅助生产部门的工作班次可根据生产需要确定。

4.2 基 本 工 序

4.2.1 生产工序应包括正负极混料、涂布、辊压、干燥、裁切、卷绕或叠片、封装、注液、化成、检测、出货等,典型生产工序可按本标准附录 A 设计。

4.2.2 工厂中应设置与主生产工艺有关的辅助生产设施。

4.3 工 艺 区 划

4.3.1 锂离子电池工厂工艺区划应符合下列规定：

- 1 工艺区划应根据工艺特点和环境要求进行组合；
- 2 混料和电极制备工序应按正、负极制造分开设置；

3 进入生产区的人流和物流入口应分别设置,并应设置相应人身和物料净化设施;

4 生产区域应设置设备搬入口和搬入通道,厂房应设置工艺设备、动力设备的搬入口及运输安装通道;通道宽度应满足人员操作、物料运输、设备安装、检修的要求;

5 各工艺设备应根据工艺流程并应按工序集中的原则进行布置;

6 辅助生产部门中与生产密切联系的部门应靠近生产区。

4.3.2 生产区设置参观设施时,参观区域及其通道应与生产区域隔离,并应保证生产区域物流和人员疏散通道的通畅。

4.3.3 工厂宜设置原材料、辅助材料、成品、化学品和废料库房,库房设置应符合下列规定:

1 应根据所存储物料的物理、化学性质和存储环境的要求分类设置;

2 原辅材料的库房宜采用先进先出的存储方式;

3 主要原辅材料和成品库房应设出入库的运输通道。

4.4 设备配置

4.4.1 干燥房内宜采用自带微环境装置的工艺设备。

4.4.2 注液设备宜设置密闭排风装置。

4.4.3 大规模生产的锂离子电池生产线宜采用自动物料搬运系统,采取多层布置的生产区之间应采用垂直运输设备。

4.4.4 混料、辊压工序宜配置起重设备。

4.4.5 大规模生产宜采用全自动生产线。

5 厂址选择及总体规划

5.1 一般规定

5.1.1 锂离子电池工厂的总体规划应根据工厂的规模、生产流程、交通运输、环境保护、消防、安全卫生等要求,结合场地自然条件、用地周边环境确定。

5.1.2 总体规划应符合下列规定:

- 1 应满足城市规划的要求;
- 2 应综合考虑土地资源利用、工程投资、环境保护等技术经济条件,布置紧凑,减少用地;
- 3 应合理组织物流和人流;物流应便捷,人车应分流;
- 4 应统一规划建筑群体的平面布置与景观设计。

5.2 总平面布置

5.2.1 锂离子电池工厂的总平面布置应符合下列规定:

- 1 建筑物、构筑物等设施宜集中组合布置;
- 2 厂区功能分区应明确,道路宽度应满足消防、运输、安全间距等要求;
- 3 建筑物外形宜规整,各项设施的布置应紧凑合理。

5.2.2 建筑物间距应满足消防、运输、安全、卫生等要求,并应符合各种工程管线的布置、绿化布置、施工安装与检修、竖向设计的要求。

5.2.3 总平面布置应利用地形、地势及工程地质条件,按下列要求进行布置:

- 1 应依据生产工艺要求布置建筑物、构筑物及有关设施;
- 2 应满足场地排水及道路接口的竖向设计要求;

3 应根据物流装卸、废水重力流等因素进行竖向设计；

4 扩建、改建工程应优先使用原有设施。

5.2.4 动力站宜靠近主厂房布置。

5.2.5 化学品库应单独设置、单独管理,宜位于厂区的边缘地带,并宜用围栏或围墙隔开。

5.2.6 资源回收站可单独设置,也可与其他辅助设施组合布置。

5.2.7 宿舍、食堂、活动室宜与生产区分开,成组布置。

5.3 竖 向 设 计

5.3.1 锂离子电池工厂场地的竖向设计应符合城市规划、防洪排涝要求,应与场外已有道路和规划道路的排水系统及工厂周围的地形标高相协调。场地最低设计标高应比周边市政道路的最低路段标高高出 0.2m 以上。

5.3.2 场地内应设有排除地面及道路路面雨水至城市排水系统的设施,且宜采取雨水回收利用措施。

5.3.3 竖向设计应与总平面布置同时进行,并结合实际地形、生产工艺、运输方式合理确定竖向布置方式。

5.3.4 建筑物室内地坪标高高出室外地坪标高不应小于 0.15m。

5.3.5 建筑物装卸货平台的标高应与运输车辆的型号相匹配,并应满足装卸要求。

5.3.6 厂区出入口标高不宜低于厂外道路路面标高。

5.4 交 通 组 织

5.4.1 锂离子电池工厂厂区宜设置环形道路,道路宽度应满足生产运输要求。

5.4.2 厂区出入口不宜少于两个,物流应有专用的出入口。厂内配套生活区宜设置单独的对外出口。

5.4.3 锂离子电池工厂的货物进出口与人员出入口宜分开设置。

5.4.4 货物装卸场地宜靠近货流出口设置。货物装卸场地面积

应能满足运输车辆的回转作业要求。货流出入口处宜设有货车等候区。

5.4.5 厂内道路路面承载能力应与相应货车、消防车载重能力相适应。

5.5 绿化设计

5.5.1 绿化应做到无表土裸露。绿化布置应满足生产、运输、安全、卫生、防火等要求。

5.5.2 厂区绿化应利用建(构)筑物的周围、道路两侧、地下管线的地面和边角地等空地。

5.5.3 绿化所选择植物应适合当地生长的环境,同时不应对生产环境和产品质量有影响。

6 建 筑

6.1 一 般 规 定

6.1.1 锂离子电池工厂的建筑平面和空间布局应满足产品生产工艺流程的要求,并应适应产品生产发展的灵活性。

6.1.2 锂离子电池工厂应合理组织人流、物流及消防疏散路线,并宜根据需要设置参观通道。

6.1.3 洁净生产区内不宜设置变形缝,干燥房内不应设置变形缝。

6.1.4 厂房围护结构材料的选择应满足生产对环境的气密、保温、隔热、防火、防潮、防尘、防腐、耐久、易清洗等要求。

6.1.5 厂房围护结构传热系数限值应符合现行国家标准《电子工程节能设计规范》GB 50710 的有关规定。外墙、外窗、屋面的内表面温度不应低于室内空气露点温度。

6.1.6 厂房室内装修应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 和《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定。

6.2 防火安全及疏散

6.2.1 锂离子电池工厂的耐火等级不应低于二级。

6.2.2 锂离子电池工厂各工作间的火灾危险性分类除应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定外,并应符合下列规定:

1 电解液储存间、配送间及注液区生产的火灾危险性应依据电解液的火灾危险性特征确定;

2 当电解液的火灾危险性特征为甲、乙类,但电池注液区面

积小于 1000m²、内部生产设备密闭、电解液采用管道输送,且采用了泄漏报警、自动切断、事故排风措施时,火灾危险性可为丙类;

3 电池成品包装区的火灾危险性应为丙类。

6.2.3 化成工序应采取以下安全措施:

1 当采用闭口化成工艺时,每个电池应被安全器具隔离或每台设备都具有独立的排风隔火装置;房间内应设置全面排风和事故排风;

2 当采用开口化成工艺时,每个电池应设置独立的抽真空排气装置;房间内应设置事故排风。

6.2.4 锂离子电池工厂厂房及仓库防火分区的设置和安全疏散,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

6.2.5 甲、乙类电解液储存间及配送间应靠外墙布置,应设置防泄漏设施、泄压设施,并应采用不发生火花的防静电地面。

6.2.6 有爆炸危险的区域与相邻区域应采用耐火极限不低于 3.00h 的不燃烧体防爆墙分隔,防爆墙上不得开设门窗洞口;设置门斗相通时,门应错位布置,门斗的隔墙应为耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙,门应采用甲级防火门。

6.2.7 锂离子电池化成、老化区域应采用耐火时间为 2.00h 的防火隔墙和 1.50h 的楼板与其他部位分隔,当隔墙上需要开设相互连通的门时,应采用甲级防火门。

6.2.8 仓库和厂房内设置的中间库应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

6.3 室内装修

6.3.1 锂离子电池工厂的建筑围护结构和室内装修,应选用气密性良好、性能稳定、隔热阻燃的材料,注液、化成、老化区域应采用不燃材料。

6.3.2 生产车间门窗、壁板、楼地面的设计应满足使用功能的要求,构造和施工缝隙应采取密闭措施。低湿环境区域地面应配筋,

并应采取防潮、防渗漏措施。

6.3.3 装修材料的燃烧性能应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

7 结 构

7.1 一 般 规 定

7.1.1 锂离子电池生产厂房抗震设防分类应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 20223 的有关规定,抗震设防类别不应低于标准设防类;结构的抗震措施及抗震构造措施应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

7.1.2 锂离子电池生产厂房建筑结构安全等级应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的有关规定,且安全等级不应低于二级,结构设计使用年限不应低于 50 年。

7.1.3 锂离子电池生产厂房结构构件的耐久性应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定。

7.1.4 锂离子电池厂房结构的荷载作用效应及作用组合应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《钢结构设计规范》GB 50017、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

7.2 建 筑 材 料

7.2.1 混凝土、钢筋的力学性能指标要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

7.2.2 钢材的力学性能指标要求应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定。

7.2.3 钢筋焊接网应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

7.3 厂房结构设计

7.3.1 锂离子电池生产厂房的结构型式宜选用门式轻钢结构、多层钢结构或混凝土框架结构。

7.3.2 锂离子电池生产房屋盖系统根据其结构型式、开间跨度大小可采用下列结构形式：

- 1 有保温层的压型钢板轻型屋面；
- 2 钢梁、钢屋架加压型钢板现浇钢筋混凝土屋面；
- 3 钢梁、钢屋架加钢筋桁架模板现浇钢筋混凝土屋面；
- 4 现浇钢筋混凝土屋面。

7.3.3 锂离子电池生产厂房楼地面使用荷载标准值应根据设备的布置、重量、基座平台的构造、搬运动线等确定。

7.3.4 锂离子电池生产厂房楼屋面的吊挂荷载标准值应根据吊挂层的构造、管道布置等因素确定。

7.3.5 锂离子电池生产厂房整体抗震计算时，建筑重力荷载代表值中可变荷载取值宜按楼层设备实际荷载情况确定。

7.3.6 混浆、辊压等重量超重的设备和有振动的设备应采用独立地基。

7.3.7 立体库地面使用荷载应按实际情况确定，不均匀沉降差宜控制在 1/500 以内。结构地面完成面平整度应满足 2m 内不大于 5mm，最终地面平整度应满足 2m 内不大于 2mm、50m 内不大于 25mm 的要求。

8 气体动力

8.1 一般规定

8.1.1 锂离子电池工厂使用的干燥压缩空气、氮气、惰性气体、工艺真空等,其品质应满足生产工艺要求。

8.1.2 气体的供气方式和供气系统应根据气体用量、气体品质和当地的供气状况等因素,通过经济技术比较后确定。

8.1.3 锂离子电池工厂气体的制备、储存和分配系统,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《压缩空气站设计规范》GB 50029、《大宗气体纯化及输送系统工程技术规范》GB 50724、《特种气体系统工程技术规范》GB 50646、《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定。

8.1.4 气体过滤器应根据产品生产工艺对气体纯度的要求进行选择和配置。终端气体过滤器应设置在靠近用气点处。

8.2 氮气系统

8.2.1 氮气供应系统宜在锂离子电池工厂内或邻近处设置制氮装置并通过管道输送,或采用外购液态氮气气化后由管道进行输送。

8.2.2 氮气管道和阀门应根据产品生产工艺要求选择,并应符合下列规定:

1 氮气纯度小于或等于 99.999%时,宜采用内壁光亮退火处理 BA 级不锈钢管,阀门采用不锈钢球阀;

2 气体管道阀门、附件的材质宜与相连接的管道材质一致;

3 在制氮机或液氮汽化气出口宜设置缓冲罐;对于管道距离长的区域且服务于多个车间的系统,可在进入车间处再设置二级缓冲罐。

8.2.3 氮气管道连接应符合下列规定：

- 1 管道连接宜采用氩弧焊连接；
- 2 压力露点低于 -40°C 时,用于管道连接的密封材料宜采用金属垫或聚四氟乙烯垫；
- 3 当采用软管连接时,宜采用金属软管。

8.3 干燥压缩空气系统

8.3.1 锂离子电池工厂内的干燥压缩空气系统应根据产品生产工艺要求、供气量和供气品质及露点等因素确定。压缩空气直接与物料接触的工艺工段,宜采用无油压缩空气系统。

8.3.2 压缩空气系统宜设置热回收系统。

8.3.3 干燥压缩空气管道内输送压力露点低于 -40°C 时,宜采用不锈钢管或铝合金管。阀门宜采用球阀。

8.3.4 管道连接应符合下列规定：

- 1 热镀锌无缝钢管宜采用螺纹连接或螺纹法兰连接,不锈钢管宜采用氩弧焊；
- 2 铝合金管道连接方式宜为管夹卡箍连接,并宜带密封圈和卡压圈。

8.4 惰性气体系统

8.4.1 锂离子电池生产使用的氮气及氩气宜采用瓶装压缩气体供气。其纯度应大于或等于99.99%,管道宜采用不锈钢316 BA级及以上管材。

8.4.2 锂离子电池生产用的氮气及氩气等窒息性瓶装气体,应存放在厂房内的专用房间。

8.4.3 车间管网宜采用树状分布形式。

8.5 工艺真空系统

8.5.1 锂离子电池工厂工艺真空系统宜根据生产性质和真空度

的不同分系统设置。

8.5.2 工艺真空系统设置除应符合现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 外,还应符合下列规定:

- 1 锂离子电池生产的真空系统应根据工艺特性选择设计;
- 2 正负极制造的合浆真空系统宜独立设置;
- 3 当工艺生产设备排出有腐蚀性气体时,真空系统宜选用耐腐蚀的真空泵;当真空泵无耐腐蚀功能时,对腐蚀性气体宜采取预处理措施;
- 4 当工艺生产设备排出有爆炸性气体时,工艺真空系统应满足相应防爆要求;
- 5 注液真空泵轴承宜设置温度监控;
- 6 真空系统宜设置智能控制系统。

8.6 NMP 回收及电解液供应系统

8.6.1 NMP 供应及废液排污管管道宜采用不锈钢无缝钢管或钛合金管,连接阀门宜采用不锈钢球阀。

8.6.2 NMP 供应系统宜采用相应磁力泵或隔膜泵,泵房与罐区距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

8.6.3 NMP 罐区内储罐间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定,罐区应设置有效的防雷系统。NMP 罐区事故池内宜设置液位报警装置。

8.6.4 电解液暂存间至注液机管道应有防泄漏措施,电解液供液主管路上应设置紧急切断阀。

9 供暖、通风、空气调节与净化

9.1 一般规定

9.1.1 锂离子电池工厂供暖、通风、空调与空气净化系统的设计应满足生产工艺对生产环境的要求。

9.1.2 洁净室(区)及干燥房的气流组织应根据洁净度、露点温度以及生产工艺要求确定。

9.1.3 空气调节系统划分的原则除应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 和《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定外,还应符合下列规定:

- 1 干燥房与一般空调房间应分开设置空气调节系统;
- 2 露点温度差别大的干燥房应分开设置空气调节系统;
- 3 有洁净度要求的干燥房与无洁净度要求的干燥房应分开设置空气调节系统;
- 4 正极生产车间和负极生产车间应分开设置空气调节系统;
- 5 产尘量大的车间应设置独立的空气调节系统,并应配置粉尘处理装置。

9.1.4 干燥房应进行严格的湿负荷计算,且散湿量应包括如下内容:

- 1 人体散湿量;
- 2 围护结构散湿量;
- 3 原材料及包装材料散湿量;
- 4 工艺过程的散湿量;
- 5 各种潮湿表面的散湿量;
- 6 渗透空气带入的湿量;
- 7 新风带入的湿量。

9.1.5 干燥房与周围的空间应保持一定的静压差,静压差应符合下列规定:

- 1 不同露点的干燥房之间的静压差不宜小于 5Pa;
- 2 干燥房与一般空调房间的静压差不应小于 5Pa;
- 3 干燥房与室外的静压差应大于 10Pa。

9.1.6 干燥房的通风、排烟、空气调节系统的风管在穿越干燥房隔墙、吊顶时,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定,并应符合下列规定:

- 1 风口与吊顶之间应采取密闭措施;
- 2 风管与隔墙、吊顶间应采取密闭措施;
- 3 排烟管在穿越隔墙、吊顶处应设置电动密闭阀。

9.2 供 暖

9.2.1 干燥房内不得敷设供暖管道及散热器。

9.2.2 干燥房外其他区域供暖系统的设置应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定。

9.3 通风与废气处理

9.3.1 锂离子电池工厂通风系统的设计应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 和《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定。其废气处理系统的排放应符合现行国家标准《电池工业污染物排放标准》GB 30484 的有关规定。

9.3.2 没有温度、湿度要求的原料及辅料仓库等应设置机械全面通风系统。

9.3.3 电解液暂存间和注液间应设置事故通风系统,事故通风换气次数不应小于 12 次/h。

9.3.4 低湿房间内,当含尘废气中不含有有毒有害和燃烧爆炸性物质时,除尘系统宜设置内循环系统,除尘设备宜设置在房间内。

9.3.5 电解液车间排风系统应采取防腐措施,并应设有电解液吸附装置。

9.3.6 混料车间废气净化系统应设置粉尘处理装置。当处理后的废气排至大气时,其含尘浓度应符合排放要求;当处理后的空气循环使用时,其有害物质浓度应满足室内卫生标准。

9.3.7 惰性气体存放间应设置连续的排风系统,并应设置事故通风。

9.3.8 正极涂布工序中 NMP 溶液宜回收利用,尾气排放需符合排放标准,其回收系统应符合以下规定:

1 回收机组换热盘管宜为不锈钢管套铝翅片,不应使用铜盘管;

2 回收系统送回风管应严密,风管最低点应设置排液装置。

9.3.9 氮甲基吡咯烷酮(NMP)的排风系统应按防爆系统设计。

9.3.10 当采用活性炭吸附方式处理废气时,处理设备连续工作时间不应少于 3 个月。

9.3.11 废气系统的管道穿越防火墙或防火隔墙时,其防火阀的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.3.12 排风系统风管材料应符合下列规定:

1 排出一般废气和挥发性有机物废气的风管应采用不燃材料制作;

2 排出酸性废气的风管应采用耐腐蚀的不燃或难燃型材料制作。

9.4 空气调节与净化

9.4.1 厂房内的空气洁净度等级、温度、湿度要求应满足生产工艺的要求。工艺当无特殊要求时,温湿度应满足生产人员舒适性的要求。

9.4.2 干燥房净化空气调节系统的设计应符合下列规定:

- 1 应进行散湿量计算和湿负荷的平衡计算；
- 2 空调机组及除湿机组应贴近生产车间；
- 3 系统的设备、风管及配件应采取密闭措施。

9.4.3 低湿房间所需的送风量应按热、湿平衡计算结果确定，且不宜低于表 9.4.3 中的换气次数。

表 9.4.3 低湿房间所需的换气次数

干燥房内的露点温度(℃)	—20	—25	—30	—40	—50	—60
换气次数(h ⁻¹)	15	20	25	30	40	50
备注	—	—	—	—	宜采用微环境	

注：房间高度 3.5m。

9.4.4 干燥房的空气处理系统，其新风应先经过降温除湿预处理，预处理装置宜采用冷冻水。

9.4.5 当干燥房要求的露点温度低于—50℃时，宜采用两级除湿处理系统。

9.4.6 当干燥房有回风夹层时，为其服务的送、回风管宜布置在该回风夹层内。

9.4.7 当干燥房的净化空气调节系统采用下侧回风方式时，当相邻房间为非低湿环境，则不宜采用回风夹墙形式。

9.4.8 终端除湿设备应符合下列规定：

- 1 宜处于正压状态；
- 2 在设备前应设置初效、中效两级过滤器；
- 3 终级除湿段宜采用全焊接结构形式；
- 4 终级除湿段内处理区域、再生区域的漏风率不应大于 0.5%；

5 当采用转轮除湿机时，处理回风中 含有对转轮材料有腐蚀性成分的机组，宜设置去除腐蚀性成分的功能段。

9.4.9 干燥房空气调节系统的送、回风管宜采用不锈钢板满焊制作。

9.4.10 干燥房空调系统的风机宜设置应急电源。

9.5 防 烟 排 烟

9.5.1 机械排烟系统的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.5.2 生产厂房中防烟楼梯间、前室或合用前室宜设置自然排烟设施,当不能满足自然排烟要求时,应设置机械防烟系统。

9.5.3 洁净室(区)和干燥房的排烟系统应有防止室外气流倒灌的措施,并应设置用于平时巡检的旁通管路。

9.5.4 干燥房的排烟系统不宜与其空调或净化空气调节系统风管合用。

10 给水排水

10.1 一般规定

10.1.1 锂离子电池工厂的给水排水设计,应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定。

10.1.2 对有洁净要求的工艺区域,室内给水排水管道设计应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》GB 50073 的有关规定。

10.1.3 给水排水干管宜敷设在吊顶层内。给水排水干管不宜穿过高温区域,当必须穿越时,应采取隔热措施。

10.1.4 厂区雨水管网与市政排水网接驳前,厂区内应设置截留阀门,并应保证在突发情况下将产生的废水节流至厂区内的雨水管道及事故应急池内。

10.2 一般给水

10.2.1 一般给水系统应根据生产工艺、设备种类要求,设置供应相应水质的给水系统。

10.2.2 在电解液储存和分配的区域,应设置紧急洗眼器。

10.2.3 给水管道的材质及接口应满足生产工艺对水质、水压、水温的要求。

10.3 工艺生产用水

10.3.1 锂离子电池工厂的生产工艺用纯水系统设计应符合现行国家标准《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 的有关规定。

10.3.2 锂离子电池工厂的生产工艺用冷却水的设计应符合现行国家标准《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102 的有关规定。

10.3.3 锂离子电池工厂的生产工艺用冷却水系统还应符合下列

规定:

- 1 工艺冷却水系统应有保证连续供水的措施;
- 2 工艺冷却水系统的水温、水压要求应根据生产工艺条件确定,对于水温、水压、运行等要求差别较大的设备,工艺循环冷却水系统宜分开设置;
- 3 工艺冷却水系统补水水质应满足工艺设备的要求,供水水质宜为软化水;
- 4 工艺冷却循环水系统的管材及配件应根据水质、水压要求确定。

10.4 消防给水与灭火设备

10.4.1 锂离子电池工厂应设置消防给水系统。消防给水系统的设置应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

10.4.2 锂离子电池厂房中的低湿工艺区域,宜在房间外安装室内消火栓。

10.4.3 占地面积大于 1500m² 或总建筑面积大于 3000m² 的单、多层锂离子电池生产厂房应设置自动灭火系统。自动灭火系统的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定,并应符合下列规定:

- 1 锂离子电池工厂设置的自动灭火系统宜采用自动喷水灭火系统,并应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定;
- 2 对采用高架堆垛形式的分容、化成工艺区域,宜采用早期抑制快速响应喷头;
- 3 干燥房宜采用预作用自动灭火系统,且宜采用气体试压;
- 4 锂离子电池工厂使用的高架仓库,其固定灭火设施的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 与《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定;

5 电解液仓库宜采用泡沫灭火系统。

10.4.4 锂离子电池厂房内各场所应配置灭火器,灭火器宜采用水型灭火器,并应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

10.5 排 水

10.5.1 锂离子电池混料工序所产生的清洗废水应经处理,达到排放标准后排放。

10.5.2 清洗房内宜设置排水地沟,并宜靠外墙设置,同时就近设置沉淀、过滤装置。

11 电 气

11.1 一 般 规 定

11.1.1 锂离子电池工厂的电气设计应在满足生产工艺和生产环境的要求前提下,根据近期和远期需要以及当地的供电状况等条件,进行技术经济比较,选用安全和可靠的合理方案。

11.1.2 电气设备应采用效率高、能耗低和性能先进的产品。

11.2 供配电与照明

11.2.1 锂离子电池工厂的供电负荷等级和供电方式,应根据工艺要求、负荷的重要性和环境特征等因素进行确定,并应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的有关规定,用电负荷等级不宜低于二级。

11.2.2 锂离子电池工厂的低压配电系统接地型式宜采用 TN-S 系统。

11.2.3 主要生产工艺设备应由专用变压器或专用低压馈电线路供电,含制冷机的净化空调系统用电负荷、照明负荷应由变电所低压馈电线路供电。对于有特殊要求的工艺设备应按照工艺需求设置应急电源。

11.2.4 主要工艺生产用房间一般照明的照度值宜为 300 lx~500 lx,辅助生产用房间一般照明的照度值宜为 100 lx~300 lx。

11.2.5 对照度有特殊要求的生产部位应设置局部照明,其照度值应根据生产操作的要求确定。

11.2.6 洁净室内应设置备用照明,并宜作为正常照明的一部分,照度不应低于该场所一般照明照度值的 20%。

11.2.7 洁净室内应设置人员疏散用的应急照明,照度值不应低

于 5 lx。

11.2.8 疏散通道的疏散照明的照度值不应低于 0.5 lx。在安全出入口、疏散通道或疏散通道转角处应设置疏散标志。

11.2.9 电解液储存区等爆炸性危险环境的电力装置设计应符合现行国家标准《爆炸性危险环境的电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

11.3 防雷与接地

11.3.1 锂离子电池工厂防雷接地设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

11.3.2 功能性接地、保护性接地、电磁兼容性接地和建筑防雷接地宜采用共用接地系统,接地电阻值应按其中最小值确定,且不应大于 1Ω 。分开设置接地系统时,各种接地系统的接地体应与防雷接地系统的接地体保持 20m 以上的间距,并应采取防雷电反击措施。

11.3.3 防静电接地设计应符合现行国家标准《电子工程防静电设计规范》GB 50611 的有关规定。

11.3.4 防静电接地为单独接地时,接地电阻不宜大于 10Ω 。

11.4 通信与自控

11.4.1 锂离子电池工厂内应设置与厂内、外联系的通信装置,生产区与其他工段的联系宜设生产对讲电话。

11.4.2 生产厂房宜根据生产管理和生产工艺需要设置视频监视系统。

11.4.3 锂离子电池工厂应设置具有消防联动功能的火灾自动报警系统和消防控制室。火灾探测器的选择应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

11.4.4 当电解液的火灾危险性特征为甲、乙类时,在注液间内电解液释放源处的地面应设有液体泄漏报警装置,并应与事故排风、

电解液输送阀门和输送泵联动。

11.4.5 惰性气体间应设有氧气浓度探测报警装置。

11.4.6 锂离子电池工厂宜采用集散式自动控制系统,对空调、供热、供冷、纯水和气体供应等系统进行自动控制,并应具有稳定、可靠、节能、开放和可扩展性。

11.4.7 在满足生产工艺要求的前提下,宜对风机、水泵等动力设备采取自动调速等节能控制措施。

附录 A 锂离子电池生产工艺流程

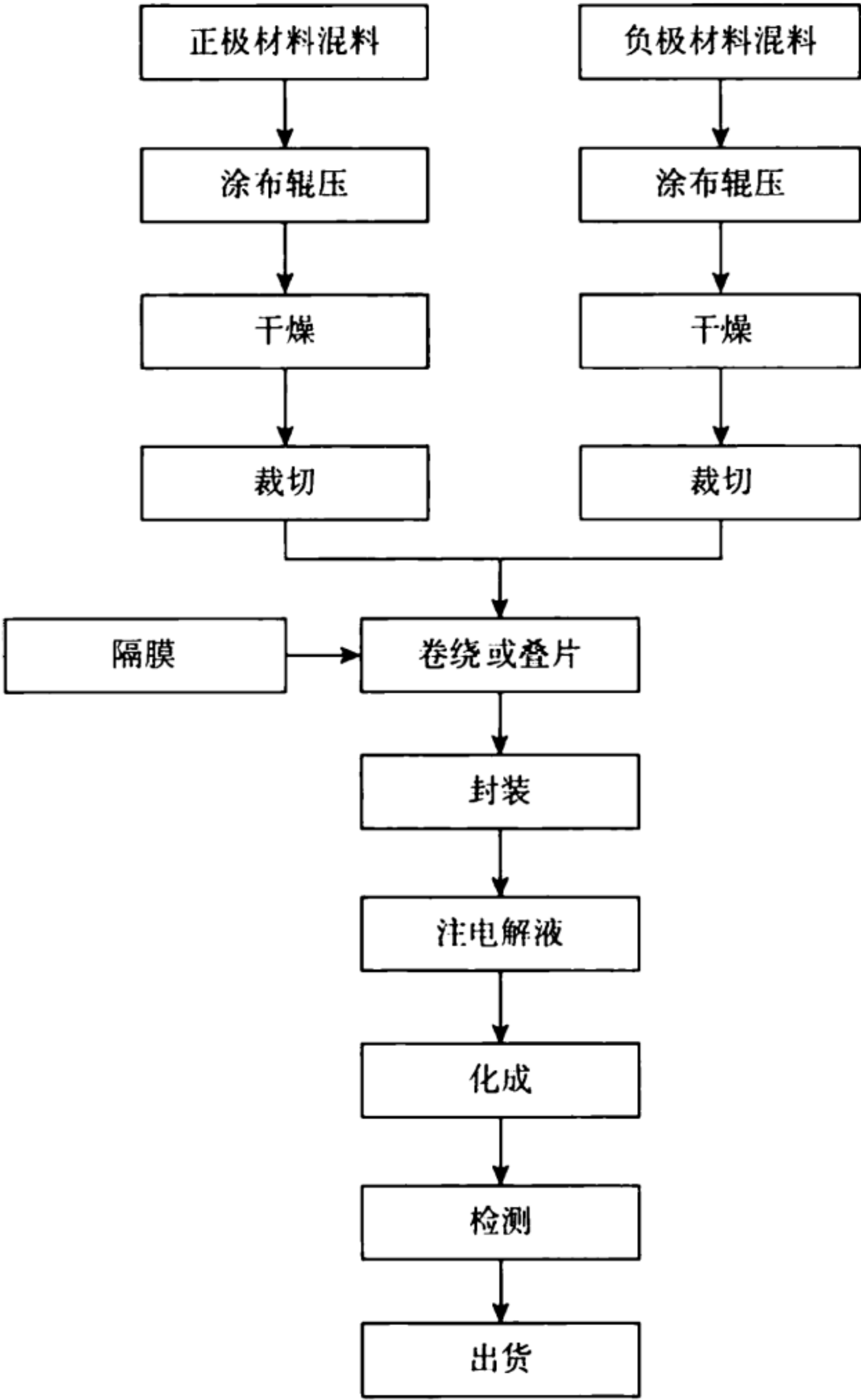


图 A 锂离子电池生产工艺流程

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《建筑结构荷载规范》GB 50009
《混凝土结构设计规范》GB 50010
《建筑抗震设计规范》GB 50011
《建筑给水排水设计规范》GB 50015
《建筑设计防火规范》GB 50016
《钢结构设计规范》GB 50017
《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
《压缩空气站设计规范》GB 50029
《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
《供配电系统设计规范》GB 50052
《建筑物防雷设计规范》GB 50057
《爆炸性危险环境的电力装置设计规范》GB 50058
《洁净厂房设计规范》GB 50073
《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084
《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102
《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472
《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
《电池工业污染物排放标准》GB 30484
《电子工程防静电设计规范》GB 50611

《特种气体系统工程技术规范》GB 50646
《电子工程节能设计规范》GB 50710
《大宗气体纯化及输送系统工程技术规范》GB 50724
《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114

中华人民共和国国家标准

锂离子电池工厂设计标准

GB 51377 - 2019

条 文 说 明

编 制 说 明

《锂离子电池工厂设计标准》GB 51377—2019,经住房和城乡建设部 2019 年 6 月 5 日以第 148 号公告批准发布。

本标准编制过程中,编制组进行了广泛、深入的调查研究,总结了我国在锂离子电池工厂工程建设中的实践经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《锂离子电池工厂设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

3	基本规定	(39)
4	工 艺	(40)
4.3	工艺区划	(40)
4.4	设备配置	(40)
6	建 筑	(41)
6.1	一般规定	(41)
6.2	防火安全及疏散	(41)
7	结 构	(44)
7.3	厂房结构设计	(44)
8	气体动力	(45)
8.3	干燥压缩空气系统	(45)
8.5	工艺真空系统	(45)
8.6	NMP 回收及电解液供应系统	(46)
9	供暖、通风、空气调节与净化	(47)
9.3	通风与废气处理	(47)
9.4	空气调节与净化	(47)
9.5	防烟排烟	(47)
10	给水排水	(49)
10.1	一般规定	(49)
10.2	一般给水	(49)
10.3	工艺生产用水	(49)
10.4	消防给水与灭火设备	(49)
10.5	排水	(50)
11	电 气	(51)

11.2 供配电与照明 (51)

11.3 防雷与接地 (51)

11.4 通信与自控 (52)

3 基本规定

3.0.3 根据中华人民共和国工业和信息化部 2015 年第 57 号公告《锂电池行业规范条件》第二条,锂离子电池生产企业应具备一定的经济规模:电池年产能不低于 1 亿瓦时;正极材料年产能不低于 2000 吨;负极材料年产能不低于 2000 吨;隔膜年产能不低于 2000 万平方米;电解液年产能不低于 2000 吨,电解质产能不低于 500 吨。企业申报时上一年实际产量不低于产能的 50%。

4 工 艺

4.3 工 艺 区 划

4.3.1 正、负极的混料、涂布、辊压、切片等工序设置在一起易造成正、负极物料的交叉污染,引起电池质量的不稳定,所以在设计中应考虑将正、负极制造工序在物理空间上分开布置。

4.4 设 备 配 置

4.4.1 电池生产过程中注液等工序对环境湿度要求严格,如整个生产区域的环境都按此湿度要求设计,会造成很大的浪费,故建议对此类工序采用设备内微环境来满足工艺要求,以降低该工序所在房间的环境要求。

6 建 筑

6.1 一 般 规 定

6.1.1 锂离子电池生产技术发展很快,厂房的建筑平面和空间设计应该适应这种产品迅速发展和扩大生产需要的灵活性,这里所说的灵活性主要理解为:

(1)要能满足生产工艺改造和扩大生产规模的需要,实现在建筑面积不增加或少增加、建筑高度不改变的情况下,进行生产工艺和生产设备的调整。

(2)厂房的主体结构采用大空间、大跨度的柱网,以便适应产品生产工艺调整或生产规模的扩大,或产品的升级换代等需要。

6.1.3 变形缝穿越洁净生产区容易破坏洁净室围护系统的气密性,产生漏水、结露等问题。当不设变形缝时可采取建筑、结构措施以减少温度变化和混凝土收缩对结构的影响,并进行温度应力计算,还应采取以下措施减小混凝土收缩和季节温差的影响:

(1)建筑措施:提高外围护墙及屋面的保温性能。

(2)施工阶段结构措施:控制混凝土的水灰比,控制混凝土的入模温度,设置后浇带,控制后浇带浇筑混凝土的环境温度。

(3)其他结构措施:加强梁、板的通长配筋,加强边柱及与之相邻 1 排~2 排柱的配筋。

6.2 防火安全及疏散

6.2.1 锂离子电池生产过程需应用各种类型的精密、贵重的设备、仪器,建设投资大,一旦失火,将会造成极大的损失。为了保障财产、人身的安全,规定锂离子电池工厂的耐火等级不应低于二级。

6.2.2 锂离子电池工厂典型工序火灾危险性类别见表 1。

表 1 锂离子电池工厂典型工序火灾危险性类别

序号	典型工序	工 序 描 述	火灾危险性类别
1	混料	以可燃有机溶剂为主(重量比例超过 30%) 将其他戊类、丙类粉料颗粒溶解形成浆料; 满足通风条件,能够确保低于爆炸下限 浓度 5% LEL 时	丙类
2	涂布	使用导热油加热,将可燃有机溶剂为主 的浆料涂布在基材上面且烘干形成极片	丙类
3	辊压	在极片表面施加一定压力使厚度达到规 格值的过程	戊类
4	干燥	在真空炉/箱中一定温度下对未注液电 池、隔膜、极片烘干	丙类
5	裁切	用机械切刀将极片分开为窄条	戊类
6	卷绕或叠片	将正极极片、负极极片、隔膜卷绕在一起 形成极组或正极极片、负极极片、隔膜通过 堆叠的方式形成极组	丙类
7	封装	采用加热或焊接的方式将极组与壳体进 行封装的过程	丙类
8	电解液储存	电解液存放区域	甲类
9	电解液分配	电解液混合配送过程	甲类
10	电解液注液	干燥环境下向电池注入电解液,采取了 独立通风、浓度监控、连锁	丙类
11	化成	电池未完全密封情况下进行化成	满足安全条件 为丙类,不满足 安全条件为甲类

生产的火灾危险性分类,一般要分析整个生产过程中的每个环节是否有引起火灾的可能性。生产的火灾危险性分类一般要按其中最危险的物质确定,通常可根据生产中使用的全部原材料的性质、生产中操作条件的变化是否会改变物质的性质、生产中产生的全部中间产物的性质、生产的最终产品及其副产品的性质和生

产过程中的自然通风、气温、湿度等环境条件等因素分析确定。

电解液储存间、配送间及注液区生产的火灾危险性分类依据电解液的火灾危险性特征确定。根据不同电解液的 MSDS 判断,电解液的火灾危险性特征有甲类、乙类和丙类。近年来,随着科学技术进步,锂离子电池注液技术有了很大的提高,控制系统、泄露报警设施的安全可靠性也有了长足进步和提高。调查表明,锂离子电池注液设备已配置有泄漏和排放超浓度报警、连锁控制装置等;电解液供应管路设有紧急切断阀,一旦发生事故、火情时,自动切断电解液供应;注液间按建筑特点设置泄露报警装置和事故排风连锁控制装置等安全技术措施。本标准制定时,考虑到在具备上述安全技术措施的前提下,将面积小于 1000m² 的甲类、乙类电解液注液区生产的火灾危险性分类列为丙类。

6.2.3 锂离子电池化成过程中个别电池有发热、冒烟甚至燃烧现象,应该根据不同的化成工艺采取相应的安全措施:

1 当采用闭口化成工艺时,每个电池被安全器具隔离或每台设备都具有独立的排风隔火装置,可以避免个别电池燃烧对其他电池的影响。同时房间内设置排风和事故排风,可以避免可燃气体的聚集。

2 当采用开口化成工艺时,每个电池设置独立的抽真空排气装置,可以避免个别电池燃烧对其他电池的影响。房间内还应设置事故排风,是为了避免有害气体聚集。

本条为强制性条文,必须严格执行。

6.2.5 甲乙类电解液储存间及配送间为有爆炸危险的区域,本条规定主要为减小爆炸产生的破坏性作用,防止或减少爆炸对其他生产部分的破坏和人员伤亡,要求甲乙类电解液储存间及配送间靠建筑的外墙布置,以便直接向外泄压。为防止地面因摩擦打出火花引发爆炸,应采用不发生火花的防静电地面。本条为强制性条文,必须严格执行。

7 结 构

7.3 厂房结构设计

7.3.1 从经济性角度出发,当用单层结构时,宜采用门式轻钢结构,当用多层结构时,宜用钢结构或混凝土框架结构,有利于降低总体结构成本。

7.3.3 锂离子电池生产厂房使用荷载标准值根据设备的布置、重量、基座平台的做法、搬运动线等确定。当缺乏相关数据时,一般地面荷载标准值取 10.0kN/m^2 ,楼面使用荷载标准值取 $6.0\text{kN/m}^2 \sim 7.0\text{kN/m}^2$ 。

7.3.4 锂离子电池生产厂房楼屋面的吊挂荷载标准值应根据吊挂层的做法、管道布置等因素确定,当缺乏相关数据时,一般洁净区吊挂荷载取 $1.0\text{kN/m}^2 \sim 1.2\text{kN/m}^2$ 。

8 气体动力

8.3 干燥压缩空气系统

8.3.2 空气压缩机在运行过程中的发热量很大,这部分热量通常是通过排风或冷却水系统带走并将热量释放至大气,这样通常会造成热量的浪费。设置空压机热回收系统,将回收的热量输送给转轮除湿机再生预热、高温老化房预热、生活热水供应、空调热水供应等使用,可以大大节省能耗,对于用气量大的压缩空气系统,节能效果尤为显著。

8.5 工艺真空系统

8.5.2 锂离子电池厂房宜根据生产性质和真空度的不同分系统设置,一般包括匀浆真空系统、烘烤真空系统、注液真空系统和全厂自动化真空系统。

为防止正负极材料交叉污染,正负极匀浆工艺真空系统宜分开设置,同时配有小型真空储压罐储存真空压力和缓冲,实际工作真空压力范围一般为 $-90\text{kPa}\sim-95\text{kPa}$,较高为 $-95\text{kPa}\sim-98\text{kPa}$ 。

烘烤真空系统一般就近布局真空设备或系统,以减少真空压力损耗。实际工作真空压力范围一般为:普通烤箱 $-95\text{kPa}\sim-99\text{kPa}$,高真空烤箱 $1\text{Pa}\sim100\text{Pa}$ (绝对压力),高真空自动烘烤干燥线 $1\text{Pa}\sim100\text{Pa}$ (绝对压力)。真空系统连接各个烘箱或隧道线时,一般采取措施规避可能的串气氧化。

注液真空系统一般配置较大容量真空储压罐储存真空压力和缓冲,储罐单个容积 $1\text{m}^3\sim3\text{m}^3$ 。实际工作真空压力范围要求为:一般为 $-90\text{kPa}\sim-95\text{kPa}$,较高为 $-95\text{kPa}\sim-98\text{kPa}$ 。当真空设备为油封式、水环式、爪式、活塞式真空泵时,系统需配置介质过滤

装置或捕集装置,防止电解液腐蚀真空泵。

全厂自动化真空系统工作真空压力范围一般为 $-70\text{kPa}\sim-95\text{kPa}$ 。同时配置较大容量真空储压罐储存真空压力和缓冲工位压力损耗。各工艺设备真空抽气口不宜长期开放大气,导致系统压力快速衰减;末端设置电磁阀,不使用时电磁阀自动关闭。

抽取电解液的真空泵要考虑足够的冷却能力,必要时加轴承的温度监控,防范摩擦生热自燃。

8.6 NMP 回收及电解液供应系统

8.6.4 本条是针对电解液输送管道防泄漏设计的要求做出的规定。

电解液属于甲、乙类危险性物质,在电解液输送管道考虑防泄漏设计是安全生产的必要保证。为防止管路中的连接部位发生泄漏,应采取防泄漏措施,同时电解液供液主管路上应设置紧急切断阀,当发生泄漏时,紧急切断电解液的输送,避免电解液大量泄漏,危害环境及杜绝安全隐患。

本条为强制性条文,必须严格执行。

9 供暖、通风、空气调节与净化

9.3 通风与废气处理

9.3.3 电解液暂存间和注液间存放和使用易燃、易爆物质,易燃、易爆物质在房间内积聚到一定浓度将会发生爆炸事故,电解液注液间工艺设备设有局部排风系统,电解液暂存间设置有全室通风系统,保证正常生产情况下设备内部和房间有良好的通风;同时为防止电解液管道系统管路泄漏或破裂,导致易燃、易爆类气体物质的集聚,房间还应设置事故排风系统,并与报警探头联锁,事故排风系统的换气次数不应小于 12 次/h,保证泄漏的电解液挥发出的危害性气体被快速排出,避免危害性气体的集聚。本条为强制性条文,必须严格执行。

9.3.9 由于 NMP 蒸汽为爆炸性的气体,从安全角度考虑,其排风系统采取相应防爆措施。按照防爆系统设计是保证系统的安全性,避免 NMP 蒸汽的积聚,否则会引起火灾和爆炸,造成人员和财产损失的危害。本条为强制性条文,必须严格执行。

9.4 空气调节与净化

9.4.7 干燥房湿度控制较低,当回风夹墙与非低湿环境相邻时,回风夹墙无法完全密闭,且夹墙内存在一定负压,周边非低湿环境空气会渗透到回风夹墙内,造成系统湿负荷增加,加大系统能耗。因此不宜设置在此处。但如房间工艺平面限制必须在相邻房间为非低湿环境的隔墙上设置回风夹墙时,回风夹墙内风管宜设置有效的密封措施。

9.5 防烟排烟

9.5.3 洁净室(区)和干燥房的排烟系统直接与室外大气相通,平

时系统是不运行的,为了防止室外空气对洁净室(区)和干燥房环境的影响,所以必须设置防止室外气流倒灌的措施。排烟风机需要定期进行巡检,为了避免对洁净室(区)和干燥房内环境的影响,从而影响正常的生产,故在进入排烟风机前设计旁路系统,用于日常的巡检。

10 给水排水

10.1 一般规定

10.1.3 高温静置区域的环境温度约为 40℃,对穿越该区域的给水排水管道内的水温与管材会产生影响,如必须穿越应采取隔热措施。

10.2 一般给水

10.2.3 给水管材的选用,应保证该管材不会使所输送的水质发生变化,即选用的管材要具有良好的耐腐蚀性和良好的抗溶出性。其次,要确保所选管材的允许工作压力大于系统的工作压力。

10.3 工艺生产用水

10.3.3 工艺冷却水系统是工艺设备冷却的重要的支持系统,应保证连续供水。工艺冷却水供水中断,有可能造成工艺设备因局部温度过高不能及时冷却而损坏或造成产品质量下降,因此工艺冷却水系统宜设置备用泵等连续供水的措施。工艺冷却水系统根据水质、水压分别供水,除了考虑工艺设备使用要求的差别外,还有节约能源的考虑。

10.4 消防给水与灭火设备

10.4.3 干燥房的湿度要求严格,宜采用预作用自动灭火系统。若采用水进行管道压力测试,滞留在管道内的水分难以排净,会长期逐步散发至干燥房环境内,严重影响产品质量,因此自动灭火系统管道宜采用气体试压。

10.5 排 水

10.5.1、10.5.2 混料工序的合浆机、金属壳等的清洗产生的废水含有大量颗粒,为便于清洗与排放,做此规定。

11 电 气

11.2 供配电与照明

11.2.1 锂离子电池工厂用电设备的负荷等级应按停电对生产造成的损失程度来确定,并相应决定供电方式。近期在调研中发现,不同规模 and 不同生产工艺的锂离子电池工厂对供电要求保证程度是不同的,停电造成的损失差异较大,因此对锂离子电池工厂用电设备的负荷等级的最低要求是不宜低于二级。

11.2.2 锂离子电池工厂内有较多的电子设备、电源调功装置及其他非线性负荷存在,配电线路中存在高次谐波电流,致使中性线上流有较大的电流。而 TN-S 接地系统中有专用不带电的保护接地线,安全性好。

11.2.3 锂离子电池工厂主要生产工艺设备、净化空调系统(含制冷机)和照明系统的正常、可靠运行对确保生产线的正常运转至关重要,所以要求由专用变压器或专用低压馈电线路供电。

11.2.4 按现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的有关规定和近年来建造的锂离子电池工厂照度值确定。

11.2.6 设置备用照明是为了保证洁净室内生产的连续性,以便在正常照明故障时让工作人员继续进行必要的生产操作。把备用照明作为正常照明的一部分是为了节省投资。

11.2.7 洁净室为采用人工照明的密闭空间,设置供人员疏散用的应急照明是必要的。

11.3 防雷与接地

11.3.2 锂离子电池工厂有多种不同用途的接地,宜采用共用接地系统,以避免分开接地后电位差引起的不安全因素,以及不同接

地导体间的耦合影响。采用共用接地系统时,不同的接地可以采用单独的接地线,但接地极系统是共用的,并应遵循等电位连接原则。

11.4 通信与自控

11.4.1 锂离子电池工厂内部分工细致,各工段相互联系紧密,对外需要随时保持联系,因而需要设置语音通话系统和数据网络系统。

11.4.3 锂离子电池工厂一旦着火损失巨大,着火初期不易被外部发现,同时生产厂房内人员不容易疏散,消防人员难以接近,防火具有一定困难,因此设置火灾自动报警系统是必要的。根据各工厂的运行管理习惯,消防控制室可以和安防及工厂管理控制系统合用。

主要生产工艺区域的火灾探测器选择参见表 2。

表 2 主要生产工艺区域的火灾探测器选择

生产工艺 区域名称	正、负 极混料	正、负 极涂布	正、负 极制片	卷绕/ 叠片	封装	注液	化成	检测	电解液 地上贮罐
火灾探测 器选择	点型 感烟	点型 感烟	点型 感烟	点型 感烟	点型 感烟	点型 感烟	点型 感烟	点型 感烟	缆式感温

新建锂离子电池工厂的正、负极混料工序的投料系统一般带有除尘装置,环境中无大量粉尘发散,可以采用点型感烟火灾探测器。

11.4.4 甲乙类的电解液为闪点和爆炸下限较低的液体,泄漏后将扩散到注液间的地面和空气中,形成可燃气体并可能引起燃烧或爆炸。因此在注液间内电解液释放源处的地面应设有液体泄漏报警装置,保证第一时间发现泄漏并进行处理,并应与事故排风、电解液输送阀门和输送泵联动。保证泄漏挥发出的可燃气体物质很快稀释,并及时切断电解液的输送阀门和关停输送泵,阻止电解液的继续释放。本条为强制性条文,必须严格执行。

11.4.6 自动控制系统综合了电气技术、自动化仪表、计算机技术和网络通信等技术,要求能够对生产环境和各类动力公用设备实施连续检测、监视和控制,同时还需要具有良好的扩展能力,以满足生产发展带来的控制要求变化。