

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50669-2011

钢筋混凝土筒仓施工与质量 验收规范

Code for construction and acceptance of
reinforced concrete silos

2011-02-18 发布

2011-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

**钢筋混凝土筒仓施工与质量
验收规范**

Code for construction and acceptance of
reinforced concrete silos

GB 50669 - 2011

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

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 1 年 5 月 1 日

中国建筑工业出版社

2011 北 京

中华人民共和国国家标准
钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范

Code for construction and acceptance of
reinforced concrete silos

GB 50669 - 2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京兴顺印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：3 $\frac{1}{8}$ 字数：81 千字

2011 年 5 月第一版 2011 年 5 月第一次印刷

定价：16.00 元

统一书号：15112·20261

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 943 号

关于发布国家标准《钢筋混凝土 筒仓施工与质量验收规范》的公告

现批准《钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范》为国家标准，编号为GB 50669-2011，自2011年5月1日起实施。其中，第3.0.4、3.0.5、5.2.1、5.4.3、5.4.8、5.5.1、5.6.2、8.0.3、11.2.2条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011年2月18日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008 年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2008〕102 号）的要求，由河北省第四建筑工程公司和河北建工集团有限责任公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中，编制组总结了钢筋混凝土筒仓工程设计、施工、科研和生产使用等方面的经验，开展了专题研究和工程试点应用，并以多种形式广泛征求了有关单位的意见，最后经审查定稿。

本规范共分 11 章和 2 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、基础工程、筒体工程、仓底及内部结构工程、仓顶工程、附属工程、季节性施工、职业健康安全与环境保护、工程质量验收等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由河北省第四建筑工程公司和河北建工集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，随时将有关意见和建议反馈给河北省第四建筑工程公司《钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范》管理组（地址：河北省石家庄市新华西路 280 号，邮政编码：050051），以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人、主要审查人：

主 编 单 位：河北省第四建筑工程公司

河北建工集团有限责任公司

参 编 单 位：天津水泥工业设计研究院有限公司

安徽建工集团有限公司
河北省电力建设第一工程公司
山东省建材工业建设工程质量监督站
河北省建筑科学研究院
河南卓越工程管理有限公司
天津大学建筑工程学院
中平能化建工集团有限公司

主要起草人：线登洲 高任清 安占法 王振宁
李云霄 陈增顺 张振国 耿贺明
张 哲 郭群录 田国良 韩万章
赵茁跃 陈 刚 王富昌 刘志峰
张振栓 张殿中 王铁成 李勤山
刘金河 王彦航 武朝晖 张福常
常 辉 董富强 姚立国 米立辉
唐志强 吕 波 孟昔英 刘晓华
刘云涛 朱振强 靳光卓 张毅超
尹建芳 侯建军 王辉峰 张振杰
主要审查人：胡德均 崔元瑞 麻建锁 杨 煜
王 甦 陈武新 柯 华 金廷智
高爱国

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	基础工程	7
4.1	一般规定	7
4.2	地基与桩基础工程	7
4.3	基坑工程	8
4.4	钢筋工程	8
4.5	模板工程	9
4.6	混凝土工程	9
5	筒体工程.....	10
5.1	一般规定	10
5.2	钢筋工程	11
5.3	模板工程	12
5.4	混凝土工程.....	14
5.5	预应力工程.....	14
5.6	仓壁内衬	15
6	仓底及内部结构工程.....	18
6.1	仓底结构、填料工程	18
6.2	漏斗、锥体工程	18
6.3	漏斗内衬	20
7	仓顶工程.....	21
7.1	仓顶钢结构.....	21
7.2	仓顶混凝土结构	22
8	附属工程.....	24

9	季节性施工	25
9.1	一般规定	25
9.2	冬、雨期施工	25
10	职业健康安全与环境保护	26
10.1	职业健康安全	26
10.2	环境保护	27
11	工程质量验收	28
11.1	工程质量验收的划分	28
11.2	工程质量验收	29
11.3	工程质量检查评定	30
附录 A	筒体结构实体检验	33
附录 B	筒仓垂直度和全高检测方法	35
	本规范用词说明	39
	引用标准名录	40
附：	条文说明	41

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Foundation Works	7
4.1	General Requirements	7
4.2	The Ground and Pile Foundation Work	7
4.3	Earth and Foundation Pit Works	8
4.4	Reinforcement Works	8
4.5	Formworks	9
4.6	Concrete Works	9
5	Cylinder Structure	10
5.1	General Requirements	10
5.2	Reinforcement Works	11
5.3	Formworks	12
5.4	Concrete Works	14
5.5	Prestressed Works	14
5.6	Liner Works	15
6	Soil-bottom and Internal Structure Works	18
6.1	Soil-bottom Structure & Filling Works	18
6.2	Hopper & Cone Works	18
6.3	Hopper Liner Works	20
7	Silo-top Works	21
7.1	Silo-top Steel Structure Works	21
7.2	Silo-top Concrete Structure Works	22
8	Ancillary Works	24

9	Seasonal Construction	25
9.1	General Requirements	25
9.2	Construction in Winter or Rainy Season	25
10	OHS and Environmental Protection	26
10.1	Occupational Health & Safety	26
10.2	Environmental Protection	27
11	Quality Acceptance	28
11.1	Classification of Quality Acceptance	28
11.2	Acceptance of Project Quality	29
11.3	Inspection and Evaluation of Project Quality	30
Appendix A	Testing of Cylinder Structure	33
Appendix B	Verticality Test of Cylinder Structure	35
	Explanation of Wording in This Code	39
	List of Quoted Standards	40
	Addition: Explanation of Provisions	41

1 总 则

1.0.1 为提高钢筋混凝土筒仓工程的施工水平，规范钢筋混凝土筒仓工程的质量验收，做到技术先进、质量可靠、安全适用、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于贮存散料，且平面形状为圆形或多边形的现浇钢筋混凝土筒仓、压缩空气混合粉料调匀仓的施工与质量验收。

1.0.3 钢筋混凝土筒仓工程施工采用的承包合同文件和工程技术文件对施工质量验收的要求不得低于本规范的规定。

1.0.4 钢筋混凝土筒仓工程施工中应推广采用新技术、新工艺、新设备、新材料。

1.0.5 钢筋混凝土筒仓工程施工应遵守有关职业健康安全和环境保护的管理规定。

1.0.6 本规范应与现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 配套使用。

1.0.7 钢筋混凝土筒仓工程施工和质量验收，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 钢筋混凝土筒仓 reinforced concrete silo

平面为圆形、方形、矩形、多边形及其他几何外形的贮存散料的钢筋混凝土直立容器，简称筒仓，其容纳贮料的部分为仓体。

2.0.2 仓顶 silo-top

封闭仓体顶面的结构。

2.0.3 仓壁 silo-wall

筒仓与贮料直接接触且承受贮料侧压力的仓体竖壁。

2.0.4 筒壁 supporting wall

平面与仓体相同支承仓体的立壁。仓壁和筒壁合称为筒体。

2.0.5 仓底结构 silo-bottom structure

位于仓体底部用于支承锥体、填料、贮料并形成漏斗的混凝土结构。

2.0.6 锥体 cone

仓体内部用于均化和减压贮料的锥形结构。

2.0.7 漏斗 hopper

仓体下部用以卸出贮料的容器。

2.0.8 填料 filler

用于在仓底构成卸料斜坡的填充材料。

2.0.9 内衬 liner

用于仓底、漏斗、仓壁等与贮料直接接触部位的保护和耐磨耗，并有利于出料流动的构造层。

2.0.10 散料 bulk material

其特性符合散体力学理论的散装贮料。

2.0.11 单仓 single silo

基础和主体结构均独立，不与其他筒仓和建、构筑物联成整体的单体筒仓。

2.0.12 仓中仓 silo-in-silo

由同心不同直径的两个筒体组成的单仓。

2.0.13 排仓 silos in line

成单线排列且联为整体的筒仓。

2.0.14 群仓 group silos

由结构构造形式和工艺功能相同的多个筒仓组成的筒仓群体，可以是2个及以上单仓的组合、2组及以上排仓的组合、3个及以上非单线排列且联为整体的筒仓及其组合等。

2.0.15 扭转 torsional deviation

采用滑模工艺施工时模板系统相对于筒仓中心的角位移现象。

2.0.16 滑模拖带施工 slipform prefabrication and erection

利用滑模提升装置将仓顶结构（整体桁架、网架、井字梁等）拖带到设计标高并整体安装就位的施工方法。

2.0.17 工具式桁架吊模施工 tool-truss suspended formwork construction

利用钢管、型钢等组成工具式桁架支撑于仓壁，作为仓顶混凝土结构悬吊模板支撑体系的施工方法。

2.0.18 承重钢梁支撑施工 steel bearing beam support construction

在仓壁上架设钢梁（桁架），铺设作业平台，作为仓顶混凝土结构施工支撑系统的施工方法。

3 基本规定

3.0.1 筒仓工程施工单位应具有相应的施工资质，施工现场应建立健全质量、安全管理体系、配备相关施工技术标准、制定质量控制和检验检测管理制度。

3.0.2 筒仓工程可按结构部位、施工顺序等划分为基础工程、筒体工程、仓底及内部结构工程、仓顶工程和附属工程（图 3.0.2）。筒仓工程质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。

3.0.3 筒仓工程施工前，应按规定编制施工组织设计和专项施工方案，并经审查批准。

3.0.4 筒仓工程所用的材料、半成品、成品应有产品合格证和检验报告，其品种规格、技术指标和质量等级应符合设计要求和相关标准的规定。用于筒仓工程的材料、构配件必须进行现场验收，混凝土原材料、钢筋及连接件、预应力筋及锚夹具、连接器、钢结构钢材、防水材料、保温材料等应在现场抽取试样进行复试检验。

3.0.5 存放谷物及其他食品的筒仓，仓壁及内涂层应严格选用符合设计和卫生要求的产品。

3.0.6 用于筒仓工程施工的计量仪表、装置应进行计量检定，并正确维护和使用。

3.0.7 筒仓工程施工应结合工艺方法、施工技术水平和对混凝土工作性能的要求进行混凝土配合比设计。筒仓工程混凝土结构的强度和耐久性指标必须达到规定要求。

3.0.8 留置在筒体工程中的外露预埋件，应采取可靠的防腐防锈保护措施。

3.0.9 采用滑模工艺施工的工程部位，宜实施旁站式管理。

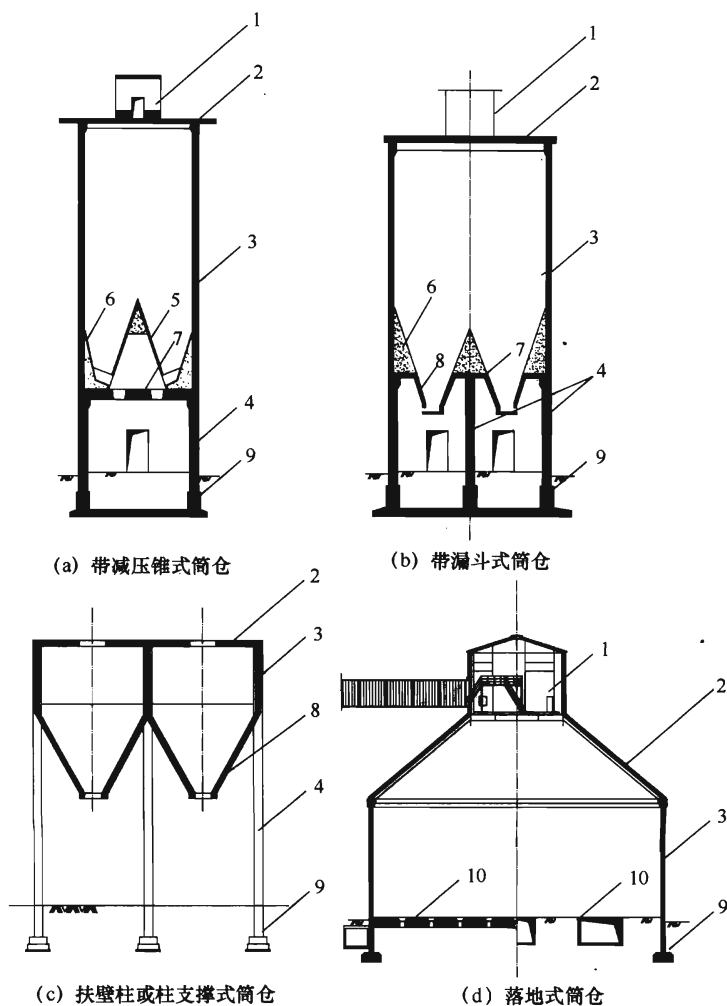


图 3.0.2 筒仓构造形式示意图

- 1—仓上建筑；2—仓顶；3—仓壁；4—仓下支承结构（筒壁或柱）；5—仓内结构；6—填料；7—仓底结构；8—漏斗（出料斗）；9—地基与基础；10—落地仓输送结构（地沟）

3.0.10 筒仓工程施工中的试验检验和结构检测应委托具有相应资质的检测单位进行，并出具符合规定要求的测试记录及检验报告。

4 基础工程

4.1 一般规定

4.1.1 基础工程施工必须具有工程地质勘察资料。开工前应详细掌握工程地质、地下管线、地下障碍物、文物等的分布情况，了解临近建筑物和地下设施类型、分布及结构情况。

4.1.2 基坑支护形式应结合水文地质情况、地面荷载、施工时间长短等因素综合确定，施工过程中应按规定对基坑边坡进行监测，发现异常情况应及时进行处理。

4.1.3 桩基础工程施工应编制专项作业文件；在复杂地质区域宜按实际需求补充施工需要的工程地质勘察资料以确定合理的综合成桩施工方案。

4.1.4 桩基、复合地基、人工换填地基等非天然地基，应按设计要求和现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定进行质量检验。

4.1.5 施工过程中地基出现异常情况，应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定进行处理。

4.2 地基与桩基础工程

4.2.1 地基处理工程及复合地基必须进行验槽，换填层和基础工程施工前均应办理隐蔽验收手续。

4.2.2 桩基础施工应按照工程设计要求和现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的规定进行试桩。

4.2.3 采用打（沉）桩工艺施工的桩基工程，应结合桩的类型、桩平面布置、工程地质和工程周边环境情况，合理选择施工机械，确定合理施工顺序和施工速度，并采取降低对邻近工程和施工设施造成影响的措施。

4.2.4 人工成孔灌注桩施工必须按照施工方案规定的作业顺序进行，桩基成孔必须设置护壁支护，不得超进度计划安排施工作业。人工成孔作业深度不宜超过 30m，当地质条件较差时不应超过 25m。在地质条件复杂的地区施工，应采取可靠的技术措施，保证成孔质量和作业安全。

4.3 基 坑 工 程

4.3.1 基坑工程施工前应编制基坑开挖及支护方案，当基坑底处于地下水位以下时，基坑开挖前应根据水文地质情况，采取有效的降水措施。

4.3.2 基坑土方开挖应在基底预留 200mm~300mm 厚土层做人工清槽，超挖的部分应采取技术处理措施。

4.3.3 采用桩基础的工程，应根据桩型、桩间距、桩间土、地下水等因素综合确定基坑土方施工方法，确保桩体质量不受开挖影响。

4.3.4 验槽合格后，应立即进行基础施工，严禁将基坑长时间暴露。当基底被水浸泡、扰动时，被浸泡、扰动的土层应彻底清除。

4.3.5 基础验收合格后应及时进行基坑回填。回填土应分层夯实，压实系数应满足设计要求；当设计无要求时，压实系数不应小于 0.93。

4.4 钢 筋 工 程

4.4.1 钢筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。钢筋代换应办理设计变更文件。

4.4.2 钢筋的位置、间距、连接方式、锚固长度应满足设计要求，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

4.4.3 基础钢筋的保护层垫块应均匀放置并具有足够的耐压强度，其强度不得低于基础混凝土设计强度等级。

4.4.4 基础上层钢筋应设置足够数量的支撑支架，支撑支架的构造形式和布置方式应满足刚度和整体稳定性要求。当支撑支架坐底放置时，支撑支架的立杆应采取止水防渗措施。

4.4.5 基础插筋的布置形式和锚固长度必须符合设计要求，并采取可靠定位措施。

4.5 模板工程

4.5.1 基础模板的支撑体系应具有足够的强度、刚度和稳定性。大型基础模板应编制专项施工方案。

4.5.2 浇筑混凝土前，应对模板工程进行验收；浇筑混凝土时，应对模板及其支撑系统进行巡查，发现异常情况，应及时处理。

4.6 混凝土工程

4.6.1 基础大体积混凝土施工应编制专项技术方案。

4.6.2 基础大体积混凝土施工宜采用低水化热的水泥和粒径较大、级配良好的粗骨料，宜采取掺加粉煤灰、磨细矿渣粉和高效减水剂等降低水化热的措施。

4.6.3 大型筒仓基础宜合理设置混凝土加强带。

4.6.4 基础大体积混凝土施工应采取综合温控措施进行养护，对混凝土的内外温差进行连续监测，混凝土内外温差不宜超过 25℃。

4.6.5 基础混凝土应连续浇筑，浇筑过程中应及时排除泌水和浮浆，混凝土浇筑宜进行二次振捣。

4.6.6 基础混凝土应贴附薄膜养护。当在混凝土终凝前进行二次抹面时，应采取覆盖或洒水养护。

5 筒体工程

5.1 一般规定

5.1.1 筒体结构施工时，可根据结构特征和施工条件选用滑模、提模、倒模、爬模、滑框倒模及其他专用施工工艺。仓底以下设置有多个结构层的筒仓，仓下支承结构宜采用支模方法浇筑。

5.1.2 模板及其支撑系统应进行承载力、刚度和稳定性设计计算，并应装拆简便、安全可靠、便于操作与维修。施工过程中应对筒体工程模板支撑系统的使用安全进行监控，发生异常情况时，应按施工技术方案及时处理。

5.1.3 筒体模板工程施工应符合下列规定：

1 筒体结构施工应根据结构特征、施工工艺、经济合理性、安全可靠等选用定型组合钢模板、钢框竹（木）模板等。

2 圆形筒仓筒体宜采用弧面模板，当使用直面模板时单块模板的宽度应符合表 5.1.3 的规定：

表 5.1.3 圆形筒仓单块直面模板宽度限值

序号	筒仓直径 D (m)	单块模板宽度	单块模板最大宽度限值 (mm)
1	$D < 20.0$	$\leq D/50$	—
2	$20.0 \leq D < 40.0$	$\leq D/80$	—
3	$D \geq 40.0$	$\leq D/100$	600

3 模板及其支撑系统拆除的顺序和拆除方法必须按模板专项施工方案执行。

5.1.4 筒体钢筋工程施工应符合下列规定：

1 除有特殊措施外，不得在筒体水平钢筋上焊接其他附件。

2 门窗洞口和预留洞口处应设置加强钢筋。

5.1.5 筒体混凝土工程施工应符合下列规定：

1 混凝土施工缝处应保证结合紧密、牢固，不应有明显接槎痕迹。

2 配筋密集的筒体与内部结构连接部位应采取有效措施，保证混凝土浇筑质量。

5.1.6 筒体预应力工程施工应符合下列规定：

1 预应力工程施工前应编制专项施工方案。

2 预应力钢丝（束）、锚具、夹具、连接材料应按设计要求采用，其质量和性能尚应满足现行相关标准的规定，并进行进场验收和复试。

3 预应力筋张拉前应对混凝土结构进行检查并做好中间验收。

4 预应力筋张拉时混凝土强度应达到设计规定。张拉顺序应严格按设计和施工方案的要求进行。

5.1.7 筒体滑模施工应连续进行，当遇特殊情况需要停滑或空滑时，混凝土应浇筑至同一水平面，继续施工时，应对滑模系统进行检查验收。

5.1.8 筒体结构应按检验批进行隐蔽工程验收。预留预埋件安装、预应力工程施工、与仓壁同步安装的耐磨内衬的构配件等应做专项隐蔽验收。

5.2 钢 筋 工 程

5.2.1 筒体水平钢筋的品种、规格、间距及连接方式必须满足设计要求。

5.2.2 水平钢筋宜采用绑扎连接接头，搭接长度不应小于 50 倍钢筋直径。当施工质量有可靠保证时，水平钢筋连接也可采用搭接焊接，焊接的两根钢筋应处于上下位置，施工前应进行焊接工艺评定并验收合格，钢筋焊接接头的有效焊缝长度不应小于 12 倍钢筋直径，外观质量应全数检查并按规定从工程部位截取试件做力学性能检验。水平钢筋接头位置应错开布置，水平方向错开的距离不应小于一个搭接区段，也不应小于 1.0m，在同一竖向

截面上每隔三根钢筋不应多于一个接头。

5.2.3 筒体弧形水平钢筋应采用机械成型。钢筋弧度应均匀，端部不应有明显翘曲。

5.2.4 竖向钢筋的下料长度应控制在 4m~6m。竖向钢筋宜采用机械连接或焊接连接。采用搭接焊接时应符合本规范第 5.2.2 条的规定。当采用绑扎连接时，光面钢筋搭接长度不应小于 40 倍钢筋直径，不加弯钩；带肋钢筋的搭接长度不应小于 35 倍钢筋直径。接头位置应错开布置，同一连接区段内的接头百分率应符合设计要求；当设计无规定时，不宜大于 25%。

5.2.5 水平钢筋与竖向钢筋应紧密接触，交接点应全数绑扎，绑扎丝头应背向模板面。

5.2.6 筒体内侧和外侧钢筋之间应设置拉结连系筋、焊接骨架钢筋等。变截面筒体的竖向钢筋向圆心的倾斜角应有限位保证措施。

5.2.7 每一混凝土浇筑层面以上，至少应留置一道绑扎好的水平钢筋。

5.2.8 采用滑模工艺施工时，必须采取保证钢筋保护层厚度的有效措施；采用其他工艺施工时，钢筋保护层设置应采用成品垫块。

5.2.9 采用滑模拖带工艺施工时，应采取可靠措施保证被拖带构件下部的筒体竖向钢筋位置准确。

5.2.10 钢梁梁口部位的筒体钢筋应按设计要求施工。当设计无明确规定时，应采取保证筒仓结构整体性的措施，水平钢筋宜与钢梁可靠焊接，竖向钢筋宜在梁下可靠锚固。

5.3 模 板 工 程

5.3.1 模板工程应编制专项施工方案。

5.3.2 采用滑模工艺施工应符合下列规定：

- 1 滑模组装前应对模板表面进行除锈抛光处理。
- 2 施工前应在模板下口采取防止混凝土漏浆的措施。

3 模板应上口小、下口大，单面倾斜度应为模板高度的 $0.1\% \sim 0.3\%$ ；对连续变截面结构，其模板倾斜度应根据结构坡度情况适当调整；模板上口以下 $1/2 \sim 2/3$ 模板高度的净间距宜与结构设计截面等宽。

4 正常滑升过程中，相邻两次提升的时间间隔不宜超过 0.5h。

5 连续变截面结构的收分模板必须沿圆周对称布置，每对模板的收分方向应相反。每滑升 200mm 高度，至少应进行一次模板收分，模板的一次收分量不宜大于 6mm。

6 当支撑杆必须穿过较高洞口或模板空滑时，应对支撑系统和模板系统进行加固，保证支撑杆承载能力和滑模体系稳定性。

7 每个台班至少应对模板系统、提升系统进行一次检查，发现变形失稳等问题应立即进行加固处理，并填写施工过程监控记录。

5.3.3 采用倒模、提模、爬模等工艺施工应符合下列规定：

1 拆除后的筒体模板在继续周转使用前应进行校正和必要的维修。

2 对拉螺栓的规格形式、布置方式及螺杆端头的处置方式应符合施工设计的要求。

3 倒模三角架宜设置为 3 层。倒模支架在竖向和水平方向均应连接成整体。

4 筒体模板每次安装完成后，应对直接承力构件进行专项验收。

5 采用倒模施工时，应进行混凝土局部承压验算。混凝土强度达到 6.0MPa 以上时，方可拆除下层模板及支架。

5.3.4 排仓和群仓施工不宜留置竖向施工缝，当必须留置时，竖向施工缝应留置在仓体连体部位的外侧不小于 250mm 处，并应采取可靠措施保证钢筋位置和混凝土浇筑质量，仓体连接部位的附加钢筋应保证在施工缝两侧具有足够的锚固长度。

5.4 混凝土工程

5.4.1 筒体结构混凝土应严格控制水灰比，并采取增加密实性的措施，严禁掺加含氯盐的外加剂。

5.4.2 筒体结构的混凝土应分层浇筑。采用滑模工艺施工时，混凝土每次浇筑高度不宜大于 250mm；采用倒模等其他模板施工工艺时，每层浇筑高度不宜大于 500mm；混凝土浇筑应连续进行。预留孔洞、门窗口等两侧的混凝土应对称均衡浇筑。

5.4.3 滑模工艺施工，应在现场操作面随机抽取试样检查混凝土出模强度，每一工作班不少于一次；气温有骤变或混凝土配合比有调整时，应相应增加检查次数。

5.4.4 采用滑模工艺施工筒体结构时，出模混凝土应原浆压光。

5.4.5 筒体混凝土表面应密实平整、外形平顺、外观清洁、颜色均匀无明显色差，施工中应及时消除混凝土流坠、挂浆等。

5.4.6 筒体混凝土出模后应及时进行养护。养护宜采用连续喷雾方式保持混凝土表面处于湿润状态，或涂刷养护液。正温条件下养护时间不应少于 7d。

5.4.7 模板加固螺栓及穿墙孔洞处理应符合下列规定：

1 模板加固螺栓的端头宜安放楔形垫块，拆模后用同强度的细石混凝土封堵楔形槽口。

2 筒壁和仓壁上穿墙孔、洞应填塞密实并做防渗处理。

5.4.8 筒体结构的混凝土取样和试件留置应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104 的有关规定。当工程设计有耐久性指标要求时，应按不同配合比留置混凝土耐久性检验试件。

5.5 预应力工程

5.5.1 预应力筋的品种、级别、规格、数量必须符合设计要求。

5.5.2 无粘结预应力筋应采用专用防腐涂料层和外包层，并应

采用合格的锚具，其效率系数不应小于 0.95，极限拉力作用时的总应变不应小于 2.0%。

5.5.3 预应力筋应采用砂轮锯或切断机切断，严禁采用电弧切割。

5.5.4 预应力筋采用的钢丝（束）或钢绞线不应有死弯，当出现死弯时必须切断。预应力筋接长应使用专用连接器。

5.5.5 后张法有粘结预应力筋的孔道位置和无粘结预应力筋应采用定位支架可靠固定，敷设平顺，准确定位，并应有防止混凝土浇筑过程中位移和变形的措施。

5.5.6 有粘结预应力筋孔道埋管的连接及管与端部承压板间的连接，应牢固、严密，不得出现漏浆。埋管可用焊接、套管、管接头等方法连接。环形预应力筋埋管应按设计要求的半径弯制，弯制后的钢管不得出现裂缝和死弯。

5.5.7 预应力张拉端的混凝土应有抗裂加强措施。环形预应力筋端头部位的直线段长度不宜小于 400mm，并与预应力环筋相切。

5.5.8 当设计有要求时，在预应力筋正式张拉前应进行孔道摩阻损失试验，试验的孔道应随机抽取或按设计规定。

5.5.9 预应力筋张拉时，混凝土强度应达到设计规定。预应力筋长度超过 25m 时，宜两端张拉；长度超过 50m 时，宜分段张拉和锚固。张拉顺序应按设计要求和技术方案进行，施工前应进行混凝土施工质量的中间检查和验收。

5.5.10 预应力筋张拉完毕后应及时对锚固区进行保护。对夹片式锚具，可先切除外露无粘结预应力筋的多余长度并弯折，对锚具及承压板进行封堵。

5.5.11 锚固区后浇混凝土和灌浆材料中，严禁使用含氯离子以及对预应力筋、锚具及其包层有腐蚀作用的外加剂。

5.6 仓壁内衬

5.6.1 单位工程施工组织设计文件中应规定仓壁内衬的施工方

法。板块式内衬安装应编制专项方案。耐磨层的原材料、基层、面层等应分别划分检验批进行验收。

5.6.2 筒仓内衬材料的品种、规格必须符合设计要求，筒仓内衬材料以及耐磨层的粘结材料、安装紧固件等应分批进行现场验收。

5.6.3 内衬的安装和施工方法应与内衬材料性能和设计要求相适应。

5.6.4 耐磨层基层的强度、密实性、坡度、平整度以及锚固件的施工质量等必须符合工艺设计要求，基层不得存在影响耐磨层质量的缺陷。当基层质量不满足规定要求时，应按技术方案进行处理。

5.6.5 耐磨层施工前应对筒体相应部位施工质量进行中间交接验收，办理内衬基层工程隐蔽验收手续。

5.6.6 板块内衬粘贴施工应符合下列规定：

1 基层应干燥，表面的油污、涂覆物、粘连物、浮尘应清除干净。

2 内衬安装施工应进行板块排列设计，宜采用错缝或骑缝方法铺砌，缝宽宜为 3mm~5mm，粘贴层厚度宜为 5mm~8mm。内衬的上部端口部位应采取防止内衬板边部受冲击脱落的保护措施；当设计无要求时，保护材料应与内衬材料同质。

3 板块式内衬粘贴施工环境温度宜为 10℃~30℃。当施工环境温度低于 10℃时，应采取加热保温措施；当空气湿度大于 80%时，应采取通风干燥措施。

4 板块式内衬施工后应进行养护。养护方法、养护措施和养护时间应根据环境气象条件确定，并满足粘贴材料技术要求。养护时间不宜少于 7d。

5.6.7 砂浆和混凝土耐磨层施工应符合下列规定：

1 胶结材料宜采用强度等级不低于 42.5MPa 的普通硅酸盐水泥，水灰比不大于 0.50。砂浆的耐磨骨料粒径应为 0.5mm~5.0mm，混凝土耐磨骨料粒径宜为 5mm~20mm。耐磨混凝土宜

掺加混凝土减水剂。

2 耐磨砂浆基层应作毛化处理，除去浆面。耐磨砂浆的厚度不宜超过 40mm。耐磨砂浆应打点冲筋控制厚度和平整度，砂浆应划分区段刮平压实，原浆压光。耐磨层厚度大于 30mm 时，应在基层设置锚固件，增挂 $\phi 3$ 规格以上钢丝网或 $\phi 4$ 规格以上钢筋网，网格尺寸不宜大于 150mm $\times$ 150mm。

3 耐磨混凝土应采用支模方法浇筑，基层应留置锚固钢筋。

4 抗耐磨砂浆和混凝土养护时间应不少于 10d。

5.6.8 金属板内衬安装应符合下列规定：

1 金属板内衬安装单元的尺寸应根据设计要求和施工安装条件综合确定，内衬板的拼接缝应满焊。

2 金属板内衬安装前应进行预拼装，保证尺寸准确。

3 采用钢轨做抗冲击耐磨层的，钢轨安装宜与主体结构混凝土同步施工，钢轨安装应具有可靠的定位和锚固措施。

6 仓底及内部结构工程

6.1 仓底结构、填料工程

- 6.1.1 仓底结构的模板支撑体系应具有足够的强度、刚度和稳定性。
- 6.1.2 采用滑模施工时，仓底板可采用空滑或部分空滑的方法与筒壁浇筑成整体。
- 6.1.3 用作仓内填料的材料其品种和施工坡度、密实性应符合设计要求。

6.2 漏斗、锥体工程

- 6.2.1 漏斗、锥体支模时宜先确定漏斗、锥体的中心控制点和底部控制线，根据漏斗、锥体的设计斜度搭设架体、铺设底模（图 6.2.1-1、图 6.2.1-2）。搭设前应对架体的强度、刚度和稳定性进行验算。
- 6.2.2 钢筋绑扎前，宜在模板上弹出钢筋控制线，并在两层钢筋之间设置支撑支架，保证钢筋位置准确。
- 6.2.3 漏斗、锥体混凝土施工应采用内外侧双层模板。上层模板宜分步支设，每步高度宜为 1.5m。
- 6.2.4 混凝土应分步浇筑，每次浇筑高度宜与分步模板高度相同。
- 6.2.5 锥体施工缝应留设在环梁以上不小于 1.5m 处。

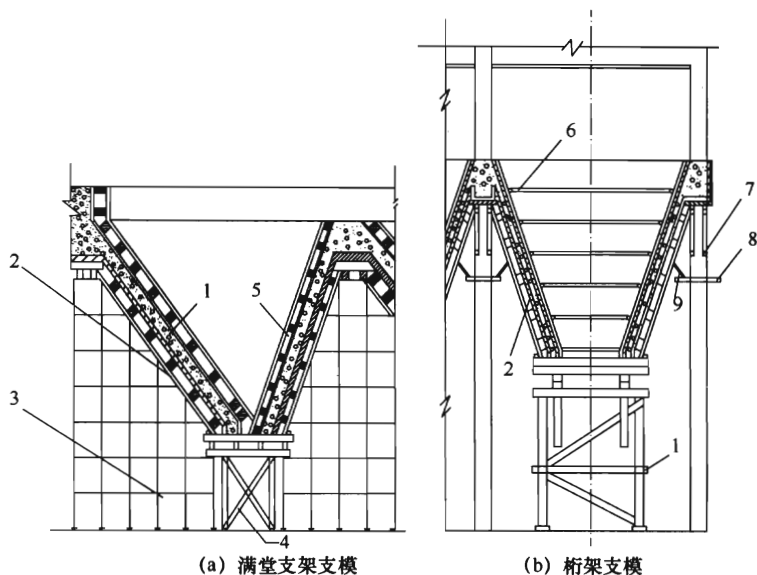


图 6.2.1-1 漏斗模板支设

1—料斗壁；2—外侧模板；3—满堂支架；4—漏斗口定位井字架；5—内侧模板；
6—内侧模板支撑；7—支模桁架；8—预留承重件；9—中间支撑桁架（梁）

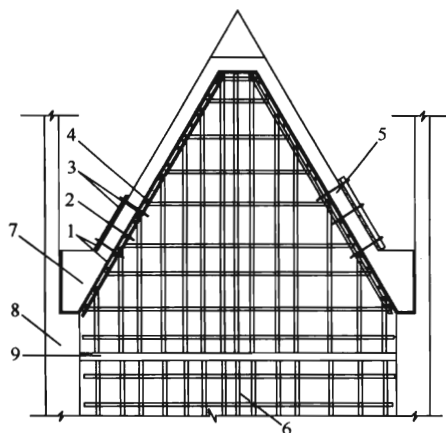


图 6.2.1-2 锥体模板支设

1—模板；2—上下模板连接螺栓；3—模板支撑；4—模板水平支撑构件；5—分步支设的上层模板；6—模板支撑架；7—环梁；8—仓下支撑结构；9—仓下结构层

6.3 漏 斗 内 衬

6.3.1 漏斗内衬施工应符合本规范第 5.6.1 条～第 5.6.8 条的有关规定。

6.3.2 在钢质基层上施工应符合下列规定：

1 钢结构漏斗必须安装牢固、稳定可靠。

2 基层表面的油漆、污垢、氧化皮等应清除干净。板块式内衬的基层表面应进行除锈处理，表面不得存有锈斑。

6.3.3 金属板内衬和抗冲击钢轨内衬安装宜与漏斗混凝土同步施工。

6.3.4 采用板块式内衬和耐磨混凝土、耐磨砂浆层的漏斗，应在出料口底部设置内衬托撑构造。

6.3.5 利用金属板内衬代替漏斗内侧模板时，应采取防止混凝土缺陷和保证混凝土浇筑质量的可靠措施。

7 仓顶工程

7.1 仓顶钢结构

7.1.1 仓顶钢结构安装可采用吊装、滑模拖带等施工工艺。钢构件在存放、拼装、提升、就位等过程中的应力、变形应进行分析验算。

7.1.2 仓顶钢结构采用吊装工艺安装时，应符合下列规定：

1 支座混凝土强度应达到设计要求，且不低于设计强度等级的 75%。

2 钢结构安装前，应进行制作质量验收和构配件预检。

3 支座部位的混凝土施工缝应进行处理，保证二次浇筑混凝土密实。

4 拱形桁架结构和穹顶结构仓顶应采用分单元对称方法安装，并采取保证中心临时支撑柱稳定的可靠措施，临时支撑柱应分次卸载。

5 主构件吊装后必须及时安装次构件和稳定构件。

7.1.3 筒体采用滑模工艺施工时，宜采用滑模拖带工艺进行仓顶钢结构整体就位安装。滑模拖带施工应符合下列规定：

1 拖带施工体系的设计计算和安装应符合现行国家标准《滑动模板工程技术规范》GB 50113 和《钢结构设计规范》GB 50017 等的规定。

2 应根据仓顶钢结构形式对被拖带装置、拖带支座及支撑系统、滑动模板构造进行一体化设计。拖带空间拱顶结构时应设置水平推力平衡装置（图 7.1.3）。

3 钢结构安装宜采用支座托换转换一次就位。

7.1.4 穹顶网架结构宜采用拖带提升法进行整体安装，提升作业应采取同步性监控措施。

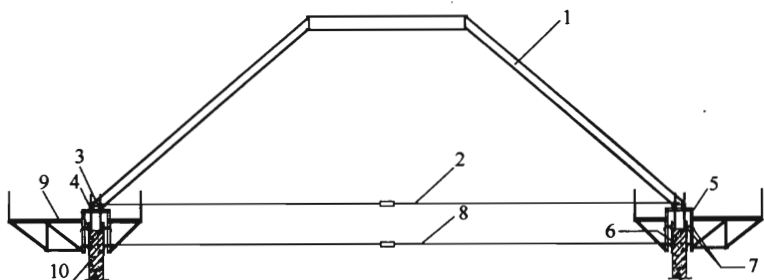


图 7.1.3 拖带空间拱顶结构施工

- 1—仓顶钢结构；2—推力平衡拉杆；3—拖带支座；4—支撑杆和提升千斤顶；
5—提升架；6—滑动模板；7—模板围檩及加强梁；8—水平辐射拉杆；
9—作业平台；10—仓壁

7.2 仓顶混凝土结构

7.2.1 仓顶混凝土梁板结构宜采用桁架吊模、承重钢梁支撑等施工工艺，模板体系承重构件和构造节点应进行设计验算。

7.2.2 桁架吊模施工（图 7.2.2）应符合下列规定：

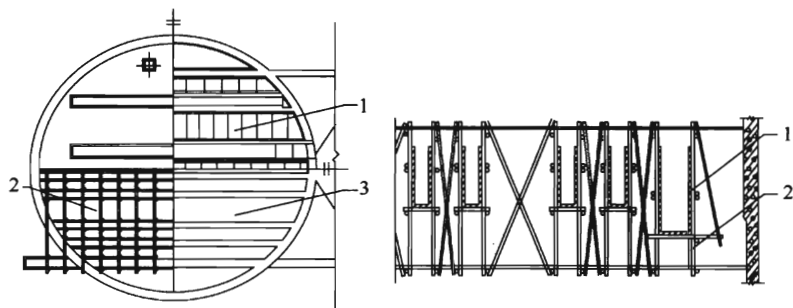


图 7.2.2 桁架吊模施工

- 1—模板及仓顶结构构件；2—工具式桁架布置方式；3—仓顶结构布置

1 钢筋骨架应按施工计算增设腰筋、架立筋等，并焊接成加固钢筋骨架。

2 桁架网片与钢筋骨架应连成一体，整体受力。

7.2.3 承重钢梁支撑施工（图 7.2.3）应符合下列规定：

- 1 承重钢梁宜优先选用 H 型钢或工字钢。
- 2 承重钢梁（或桁架）宜采用在仓壁上预留梁口或钢牛腿的方法安装，仓顶结构和承重钢梁之间应留适当操作空间。
- 3 承重钢梁上应满铺脚手板。

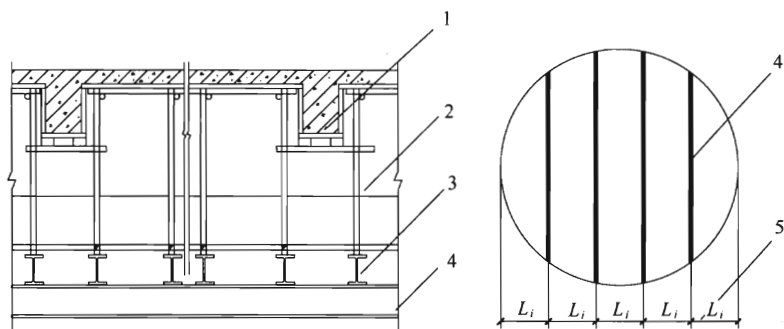


图 7.2.3 承重钢梁支撑施工

- 1—仓顶次梁结构；2—仓顶主梁结构；3—承重次构件；4—承重钢梁（桁架）；
5—承重钢梁布置间距

7.2.4 仓顶混凝土锥壳结构施工应编制模板支架搭设、拆除和混凝土浇筑专项方案。倾斜面混凝土施工宜采取双侧模板，混凝土应分层、分步对称浇筑。

8 附属工程

8.0.1 仓内外钢梯、钢平台、钢栏杆等金属构件的制作安装应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 等的有关规定。

8.0.2 钢梯、钢支架等的安装预埋件应随主体工程施工留置，不得遗漏。采用后锚固方法安装的预埋件，其安装方法必须符合设计要求，并应作拉拔试验。

8.0.3 筒仓工程的避雷引下线应在筒体外敷设，严禁利用其竖向受力钢筋作为避雷线。

8.0.4 接地装置埋设深度应符合设计要求，且不应小于 600mm。接地装置的接地极宜在基坑回填土前安装。接地装置安装完成后，应测试接地电阻，电阻值必须符合设计要求。

8.0.5 筒仓工程的接地装置、避雷引下线、均压带、避雷针（网）应相互连通，形成通路。

8.0.6 筒仓工程应按设计要求设置变形观测标志，单体仓不应少于 4 处。

9 季节性施工

9.1 一般规定

9.1.1 季节性施工应结合工程进度、施工布置、气象条件等制定专项施工方案。

9.1.2 季节性施工期间，应进行气象信息的收集、监测，根据气象状况合理安排施工作业。

9.2 冬、雨期施工

9.2.1 沿海地区施工应制订防台风预案和措施。

9.2.2 筒体和施工设施应设置临时避雷接地装置，接地电阻值不得大于 10Ω 。

9.2.3 冬期进行筒仓工程滑模施工，必须具备可靠保温防冻措施和保证混凝土结构质量的技术措施，否则不宜进行滑模作业。环境温度低于 -20°C 不应施工。

9.2.4 冬期筒体混凝土养护宜采用涂刷养护液和悬挂帷幔相结合的养护方法，气温较低时应采取热电阻、电加热、蒸汽养护等保温措施。

10 职业健康安全与环境保护

10.1 职业健康安全

10.1.1 筒仓工程施工中应严格遵守国家有关建设工程施工现场管理规定及现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 及《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 等的有关规定。

10.1.2 施工前必须针对结构和施工特点以及地理环境、气候条件等编制切实可行的安全专项施工方案。

10.1.3 高空作业人员应经身体检查合格，接受本岗位安全技术培训并考试合格后方可上岗。

10.1.4 筒仓施工期间必须设置危险警戒区，警戒线至筒仓的距离不应小于筒仓施工高度的 $1/5$ ，且不小于 10m。当不能满足要求时，应采取其他有效的安全防护措施。

10.1.5 危险警戒区内，构筑物入口、机械操作场所，应搭设高度不低于 3.5m 的安全防护棚，通行区应设置安全通道。

10.1.6 遇雷雨和六级及以上的大风天气，应停止施工，并对操作面的设备、材料进行整理和固定，同时人员迅速撤离作业区。

10.1.7 结构构件吊装应制定专项方案，吊装前应对起重设备和吊具进行检查。

10.1.8 作业平台应留设安全通道。作业面临边应设置不低于 1.2m 高防护栏杆，平台板应严密、平整、防滑，并有可靠固定措施。

10.1.9 施工用电线路应按固定位置敷设，施工用电设施应安装漏电保护装置。夜间施工时，应配备足够的照明设施，移动照明设施电压不应大于 36V。

10.1.10 安全通道、垂直上人梯、作业平台等区域应禁止吸烟，

施工平台上严禁存放易燃易爆物品。作业面上应设置足够、适用的灭火器材或其他消防设施。电气焊作业影响区应有防火措施，并申请动火证，安排现场监护人员。

10.1.11 安装和拆除筒仓工程的脚手架、承重支架、特种施工设施和施工装置等，必须按照专项方案确定的程序、方法进行，作业人员必须是考核合格的专业工，特种作业人员应持证上岗。拆除作业应划定安全警戒线，安排操作监护人员进行全程监督。

10.2 环境保护

10.2.1 筒仓工程施工应采取技术和管理措施提高模板、脚手架等周转材料的利用效率，降低材料损耗。

10.2.2 现场易产生噪声的设备应有隔声降噪措施。塔吊、施工电梯、物料提升机等设备在夜间施工时，应采用哑声电铃或对讲机传递信号。宜选用低噪声、低振动的机具，并采取隔声、隔振措施，避免或减少施工噪声和振动。振捣棒严禁振捣模板或钢筋。

10.2.3 严禁随意从高空抛掷物品。拆除模板时不得随意向低处摔扔，不得用硬物打击模板。

10.2.4 电动除锈机应装设排尘罩和排尘管道。混凝土在生产过程中应减少对周围环境的污染，搅拌站应设置封闭的防护棚，所有粉料的运输及称量均应在密封状态下进行，并有收尘装置。

10.2.5 砂石料堆场应采取防止扬尘的措施。水泥、掺合料等粉料应在仓库或密闭仓内存放，如露天存放宜遮盖严密，装卸和运输应有防止遗洒扬尘的措施。

10.2.6 加工木模板产生的锯末、碎料应按照固体废弃物处理要求进行处理，避免污染环境。

10.2.7 隔离剂、机械润滑油、切削冷却润滑油等应有回收和防止洒落措施，并应封存存放，防止渗漏污染土地。

10.2.8 混凝土搅拌场地应设置集水坑和沉淀池，并应及时清理沉淀物。

10.2.9 施工废弃物应及时收集、分类、清运，保持工完场清。

11 工程质量验收

11.1 工程质量验收的划分

11.1.1 钢筋混凝土筒仓工程质量应按检验批、分项工程、分部（子分部）工程、单位（子单位）工程进行验收。

11.1.2 单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程、检验批的划分原则应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。群仓工程中的独立筒仓、单组联体筒仓可划分为一个子单位工程进行验收。仓中仓和排仓应按一个单位（子单位）工程进行验收。

11.1.3 筒仓内衬工程划分为一个分部工程，其分项工程和检验批的划分应符合下列规定：

1 分项工程的划分应符合国家现行相关质量验收规范的规定，检验批检查项目应参照本规范第 5.6.2～第 5.6.8 条、第 6.3.2～第 6.3.5 条和具体工程的专项技术标准执行。

2 工序验收应按工程部位和施工段划分检验批。漏斗、仓壁及其他部位应分别划分检验批，群仓和排仓的每个仓体单元应独立划分检验批。

3 金属板内衬、钢轨内衬等与主体结构同步一体化施工时，金属类内衬安装应单独划分分项工程；当填充混凝土与主体结构混凝土同时浇筑时，填充混凝土作为主体结构验收。

11.1.4 筒体各分项工程的检验批划分应符合下列规定：

1 独立筒仓体应单独划分检验批。大直径筒仓、联体筒仓应按施工段划分检验批。

2 采用滑模工艺施工时，每一个工作日的滑升区段且不超过 3m 的滑升高度可划分为一个检验批。

3 采用除滑模工艺以外的其他方法施工时，应按一次支设

模板高度划分检验批。

4 在筒体配筋变化处，宜按配筋区段分别划分检验批。

11.1.5 涉及使用功能、使用安全的加工件、预埋件应分类和分批次进行制作质量的检查验收。

11.2 工程质量验收

11.2.1 钢筋混凝土筒仓工程质量验收除执行本规范的规定外，尚应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的有关规定，检验批的验收与建筑工程相关专业工程质量验收规范配合使用。

11.2.2 工程耐久性必须符合设计要求。

11.2.3 筒仓工程结构实体检验应符合下列规定：

1 筒仓工程结构实体检验应在监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）见证下，由施工单位项目技术负责人组织实施。结构实体检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定，承担结构实体检验的机构应具有相应的资质。

2 钢筋混凝土筒仓工程结构实体检验的范围为涉及结构安全的重要结构构件及部位。承重墙、柱、仓底及内部结构的实体检验的内容包括混凝土强度、钢筋保护层厚度，筒体部分还应进行钢筋规格、间距的实体检验。根据设计要求、工程实际需要或合同约定，也可增加其他检验项目。

3 混凝土强度宜采用非破损或局部破损的检测方法。也可以在混凝土浇筑地点制备并与结构实体同条件养护的试件强度为检验依据，其留置、养护和检验评定方法应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

4 结构实体钢筋保护层厚度的检验和评定应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

5 筒体混凝土强度实体检验、同条件试件的留置和筒体钢

筋实体检验项目的抽样数量、检验方法、允许偏差和合格性判定条件应符合本规范附录 A 的规定。

6 当结构实体同条件养护试件强度不合格或钢筋实体检验结果不满足要求时，应委托具有相应资质的检验机构进行结构检测。

11.2.4 钢筋混凝土筒仓工程验收时，应具备下列技术文件：

- 1 设计变更文件及竣工图文件；
- 2 原材料、半成品和构配件的出厂合格证、质量证明文件及进场复试报告；粮食和食品行业筒仓的卫生合格证明文件和工程材料有害物、污染物含量的检验、复试报告；
- 3 地基验槽记录、地基与基础检测报告；
- 4 施工检验试验报告、工艺测试报告；
- 5 涉及工程施工内容的分类施工记录；
- 6 隐蔽工程验收记录；
- 7 钢结构工程检测报告；
- 8 中间交接验收记录、专项工程验收记录；
- 9 结构实体检验报告；
- 10 使用功能检验及功能抽查测试资料；
- 11 变形观测记录；
- 12 检验批及分项工程、分部工程质量验收记录；
- 13 工程观感质量检查记录；
- 14 工程竣工报告；
- 15 施工组织设计、施工方案、施工管理资料；
- 16 工程重大质量问题和质量事故处理相关资料；
- 17 其他必要的文件和记录。

11.2.5 筒仓工程施工技术文件应随施工进度编制、收集，及时审查归档，按工程技术资料相关标准分类整理、分卷编目，工程验收后及时存档备案。

11.3 工程质量检查评定

11.3.1 钢筋混凝土筒仓工程施工检验批的质量评定应符合国家

现行质量验收规范和本规范第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章的规定。

11.3.2 施工过程中应保留相关质量记录、施工记录。

11.3.3 采用新材料、新工艺而无验收标准的施工项目，应由建设单位、设计单位、监理单位、施工单位依据工程设计指标和专项技术标准共同制订质量评定和验收方案，但不应违反本规范的相关规定。

11.3.4 钢筋混凝土筒仓分项工程允许偏差和检验方法应符合表 11.3.4 的规定。

表 11.3.4 钢筋混凝土筒仓分项工程允许偏差和检验方法

检查项目			允许偏差（mm）	检验方法
模板工程	筒体截面尺寸（构件厚度）		+4，-5	钢尺检查
	预埋件	中心位置	5	尺量检查
		高低差（安装水平度）	2	尺量和水平尺检查
		与模板面的不平度	1	尺量和塞尺检查
	预留洞	位置偏差	10	尺量检查
		水平度	3	水平尺检查
	圆形筒体半径	半径≤6m	±5	仪器测量、钢尺检查
		半径≤13m	半径的 1/1000 且≤±10	仪器测量、钢尺检查
		半径>13m	半径的 1/1000 且≤±20	仪器测量、钢尺检查
	滑动模板 扭转	任意 3m 高度	20	经纬仪或吊线、钢尺检查
全高（H）		$H/1000$ 且≤100	经纬仪或吊线、 钢尺检查	
		拖带施工时，不得有影响被拖带构件安装的偏差		

续表 11.3.4

检查项目				允许偏差（mm）	检验方法
钢筋工程	受力钢筋	间距	筒体水平钢筋	±5	钢尺量两端、中间各一点，取最大值
			筒体竖向钢筋	±10	
		保护层厚度	筒体	0，+10	钢尺检查
混凝土工程	轴线位置			15	钢尺检查
	联体仓轴线间相对位移			5	钢尺检查
	圆形筒体半径	半径≤6m	±10	仪器测量、钢尺检查	
		筒体直径≤25m	不大于半径的 1/800 且不大于±15	仪器测量、钢尺检查	
		筒体直径>25m	不大于半径的 1/800 且不大于±25		
	表面平整度	有饰面	8	2m 靠尺和塞尺检查	
		无饰面	5	2m 靠尺和塞尺检查	
		内衬基层混凝土	5	2m 靠尺和塞尺检查	
	预埋件	中心位置	10	尺量检查	
		安装水平度	3	尺量和水平尺检查	
		平整度与表面的不平度	2	尺量和塞尺检查	
	预留洞	位置偏差	15	尺量检查	
		水平度	5	水平尺检查	

注: 1 筒体结构主体各分项工程宜按每 5m 左右周长划分一个检查面 (处), 同一检验批应抽查总数的 20%, 且不少于 5 面 (处);

2 本表未包含的检查项目, 检查数量应按本规范第 11.3.1 条执行。

附录 A 筒体结构实体检验

A.0.1 筒体结构实体检验抽取样本的结构部位和数量由监理（建设）、施工等各方根据工程结构重要程度共同选定。

A.0.2 筒体结构实体检验的项目包括混凝土强度、钢筋保护层厚度、钢筋规格和间距以及约定的其他项目。

A.0.3 代表筒仓下部支承结构实体强度的同条件养护试件不宜少于 3 组；代表仓壁结构强度的同条件养护试件不宜少于 10 组，且不应少于 3 组。

A.0.4 同条件试件应放置在与其所代表的结构部位基本相同的环境条件下，并采取相同的养护条件；采用滑模施工的仓壁结构，同条件试件可放置在模板平台上进行同条件养护。同条件试件养护方案由施工、监理（建设）等各方依据本规范规定共同确定。

A.0.5 筒体钢筋实体检验的取样部位和数量应符合下列规定：

1 每个筒仓的筒壁至少抽取 3 处进行钢筋保护层厚度、钢筋间距、规格的检验。

2 每个筒仓的仓壁在每个配筋区段内，应按水平周长每 30m 至少抽取 1 处且不少于 3 处进行钢筋保护层厚度、钢筋间距、规格的检验。配筋区段高度超过 15m 时，每增高 15m 应增加检测点不少于 3 处。抽样点的部位应在竖向和水平范围内均匀分布。

3 在仓壁水平配筋变化位置上下各 1.0m 范围内以及仓壁变截面处的上下位置，至少应各抽取 2 处进行检验。

4 每个仓体的仓壁钢筋实体检验抽样点的数量不应少于 10 处。

A.0.6 筒体钢筋实体检验，每处抽样应连续抽检不少于 6 根水平和 6 根竖向钢筋，抽样检验范围的宽度和高度不应小

于 800mm。

A.0.7 钢筋实体检验检测误差和允许偏差按下列要求执行：

- 1 钢筋检测误差应不大于 1.0mm；
- 2 钢筋保护层厚度的允许偏差为+15mm，-3mm；
- 3 钢筋水平间距允许偏差为 ± 10 mm，钢筋竖向间距允许偏差为 ± 15 mm；

4 在每一抽查处，检测的高度和宽度范围内，钢筋数量满足设计要求。

A.0.8 筒体部分的钢筋实体检验应单独进行验收。

A.0.9 筒体结构钢筋实体检验合格应符合下列规定：

1 当钢筋各检验项目合格点率分别达到 90%及以上时，钢筋的检验结果应判为合格；

2 当钢筋单项检验项目合格点率小于 90%但不小于 80%时，可再抽取相同数量的构件进行检验；当按两次抽样总和计算的合格点率为 90%及以上时，该项钢筋的检验结果判为合格；

3 各项抽样检验中不合格点的最大偏差值均不得大于本规范附录 A.0.7 条允许偏差值的 1.5 倍；

4 钢筋规格必须全部符合设计要求。

注：本附录只适用于筒仓结构筒壁和仓壁的实体检验，筒仓工程其他部位和结构构件的实体检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

附录 B 筒仓垂直度和全高检测方法

B.0.1 筒仓垂直度（全高）检测应在仓壁结构施工完成后进行。垂直度观测除满足本附录要求外，尚应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

B.0.2 直径不大于 10m、高度小于 20m 的筒仓，当环境条件允许时，垂直度检测可在遵守本附录基本原理基础上，直接使用简易方法（如线坠法）进行测量。

B.0.3 测量依据应包括下列内容：

- 1 场区或建筑物变形观测控制点。
- 2 保护完好的筒仓工程定位坐标控制桩点。

B.0.4 垂直度观测应设置观测点（图 B.0.4）。观测点的布设应符合下列规定：

1 大型单仓可按照方便观测的原则在仓内或者仓外布设地坪观测点，其他筒仓设置仓外观测点。

2 测量观测点应沿筒仓周边均匀对称布置。

3 圆形单仓沿周长每 25m 左右设置一处观测点（ A_i 或 A'_i ），观测点对称布置，单仓观测点的数量不得少于 4 个。圆形联体筒仓应在每个仓体的纵横主轴线方向对应布设观测点；矩形筒仓应在角部纵横轴线两个方向设置观测点；联体仓每间隔 20m～30m 在轴线对应位置增设一处观测点。观测点的布置方式参照图 B.0.4（a）、（b）、（c）执行。

4 观测点应按单位（子单位）工程编号，并测量出每个观测点的相对标高（ h_{oi} 或 h'_{oi} ）和该观测点的定位坐标或相对于圆筒仓的半径（ r_i 或 r'_i ）。计算仓壁设计中心至观测点的距离值（ L_i 或 L'_i ）。

B.0.5 对应各观测点位置，在仓壁顶按结构实际截面厚度标定

仓壁中心位置 (B 点), 测量其相对标高 (h_i)。

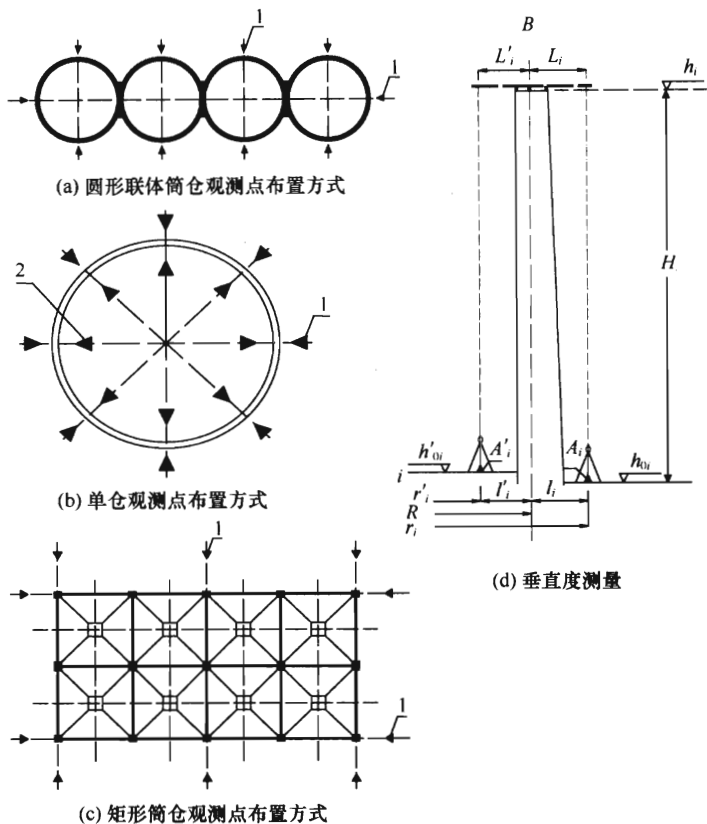


图 B.0.4 筒仓垂直度测量

$A_i(A'_i)$ —第 i 个仓外 (内) 观测点; B —在仓顶量出的仓壁中心线; $r_i(r'_i)$ —观测半径; R —筒仓设计半径 (轴线尺寸); $l_i(l'_i)$ —对应于仓外侧 (仓内侧) 第 i 个观测点的垂直度观测基准值 (mm); $L_i(L'_i)$ —对应于第 i 个观测点的仓外侧 (仓内侧) 仓顶垂直度观测值 (mm); h_{0i} —第 i 个观测点的相对标高; h_i —第 i 个观测点对应的仓顶标高实测值; 1—仓外垂直度观测点; 2—仓内垂直度观测点

B.0.6 筒仓垂直度偏差按以下规定计算 (表 B.0.6):

以第 i 个观测点 (A_i) 为基准点, 以仓顶对应处的轴线设计位置或设计半径线 (B 点) 为观测起始点, 采用激光铅垂仪观测

法测得各点观测值 $L_i(L'_i)$ (图 B. 0. 4)。

筒仓垂直度偏差按下式计算：

$$l_i = r_i - R \text{ 或 } (l'_i = R - r'_i) \quad (\text{B. 0. 6-1})$$

$$\Delta_i = l_i - L_i \text{ 或 } (\Delta_i = L'_i - l'_i) \quad (\text{B. 0. 6-2})$$

式中： Δ_i ——第 i 个观测部位对应的垂直度偏差 (mm)，正值代表向外倾斜，负值代表向内倾斜；

$L_i(L'_i)$ ——对应第 i 个观测点所取得的仓外侧 (仓内侧) 垂直度观测数值 (mm)；

$l_i(l'_i)$ ——对应仓外侧 (仓内侧) 的第 i 个观测点的垂直度观测基准值 (mm)。

B. 0. 7 测得的各观测点垂直度偏差 (表 B. 0. 6) 绝对值的最大值为筒仓垂直度偏差 (Δ)。

B. 0. 8 各观测点标高测量值的平均值为筒仓仓顶标高实测值。

$$h = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \quad (\text{B. 0. 8})$$

式中： h ——筒仓仓顶标高实测值 (mm)；

h_i ——第 i 个观测点 (A_i) 对应的仓顶标高实测值 (mm)；

n ——观测点的数量。

B. 0. 9 各观测点测得的垂直度绝对值 $\left(\frac{\Delta_i}{h_i - h_{0i}}\right)$ 的最大值为筒仓垂直度检测值。

表 B.0.6 筒仓垂直度、标高观测记录

编号:

工程名称				工程编号			
观测人				观测日期			
观测仪器				仪器编号			
观测方法说明 (附观测示意图):							
观测点 编号	观测点 标高 (m)	观测 半径 r_i/r'_i (m)	观测 基准值 l_i/l'_i (mm)	观测值 L_i/L'_i (mm)	实测 偏差 Δ_i (mm)	全高标高 测量值 h_i (m)	备 注
							1. 垂直度偏差实测 值: $\Delta =$ ____ (mm) 2. 仓顶标高实测值 $h =$ ____ (m) 3. 筒仓垂直度检测 值 1/ ()
结论:							
施工单位 (签章) 项目经理: 年 月 日			项目技术负责人		专业质检员		单位工程负责人
工程监理单位或建设单 位 (章) 总监理工程师: 年 月 日			专业监理工程师意见: 年 月 日				

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《钢结构设计规范》GB 50017
- 2 《滑动模板工程技术规范》GB 50113
- 3 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
- 4 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 5 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 6 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 7 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 8 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 9 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 10 《建筑施工安全检查标准》JGJ 59
- 11 《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81
- 11 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 13 《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104
- 14 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106

中华人民共和国国家标准

钢筋混凝土筒仓施工与质量
验收规范

GB 50669 - 2011

条文说明

制 定 说 明

《钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范》GB 50669 - 2011, 经住房和城乡建设部 2011 年 2 月 18 日以第 943 号公告批准、发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文的规定,《钢筋混凝土筒仓施工与质量验收规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,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作了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,但建议使用者认真阅读,作为正确理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	45
2	术语	46
3	基本规定	47
4	基础工程	53
4.1	一般规定	53
4.2	地基与桩基础工程	53
4.3	基坑工程	54
4.4	钢筋工程	55
4.5	模板工程	56
4.6	混凝土工程	57
5	筒体工程	59
5.1	一般规定	59
5.2	钢筋工程	61
5.3	模板工程	64
5.4	混凝土工程	67
5.5	预应力工程	69
5.6	仓壁内衬	70
6	仓底及内部结构工程	72
6.1	仓底结构、填料工程	72
6.2	漏斗、锥体工程	72
6.3	漏斗内衬	73
7	仓顶工程	74
7.1	仓顶钢结构	74
7.2	仓顶混凝土结构	75
8	附属工程	77

9	季节性施工	78
9.1	一般规定	78
9.2	冬、雨期施工	78
10	职业健康安全与环境保护	80
10.1	职业健康安全	80
10.2	环境保护	81
11	工程质量验收	82
11.1	工程质量验收的划分	82
11.2	工程质量验收	83
11.3	工程质量检查评定	85
附录 A	筒体结构实体检验	86
附录 B	筒仓垂直度和全高检测方法	87

1 总 则

1.0.1 阐述制定本规范的目的。筒仓工程属于特种结构工程，施工专业性较强，近年来筒仓工程结构形式和施工技术发展较快，在筒仓工程施工中加强过程控制、不断提高施工技术水平、规范质量检查和验收行为对保证工程质量和施工安全具有重要意义。

1.0.2 本规范适用范围与《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077的适用范围保持一致。散料类钢筋混凝土筒仓广泛应用于各类工业项目中，其贮料为粒状或粉状料，符合散体力学特征。本规范不针对贮青饲料及纤维状散料和湿法搅拌的筒仓，但相关要求和规定可参照执行。

1.0.3 本规范是对筒仓工程施工质量的最低要求，应严格遵守。因此施工合同文件和其他工程技术文件对筒仓工程质量的规定不得低于本规范的规定。

1.0.4 筒仓工程施工中鼓励采用新技术、新工艺、新设备、新材料，有利于推动施工企业技术创新，可取得良好的经济效益和社会效益。在“四新”应用中，应采取积极、科学、慎重的态度，做好调查研究、搞好试点应用、认真进行技术分析和论证、落实推广应用措施，才能切实保证应用效果。

1.0.5~1.0.7 阐明本规范与其他质量验收规范及国家相关标准的关系，本规范与其他规范遵照协调、互补原则，避免不必要的重复。施工中涉及有关质量、技术、安全、环保等方面的要求，无论是本规范还是其他规范、规定均应遵守，不能以本规范排斥其他规范。

2 术 语

本规范给出了 18 个有关筒仓工程施工与质量验收的专用术语，并从钢筋混凝土筒仓施工角度予以了涵义，用于帮助对本规范相关条文的理解，其中部分术语的定义与现行国家标准《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077 - 2003 保持统一，以方便在工程实践中的应用。

3 基本规定

3.0.1 本条是对筒仓工程施工管理提出的要求。工程建设的相关各方应按照国家有关工程建设的法律、法规、地方条例等落实工程质量和施工安全的管理责任。同时筒仓工程施工具有较强的专业性，对施工管理和施工技术水平的要求相对较高，参与筒仓施工的总承包单位、专业分包单位以及劳务分包、重要构配件的加工制作单位等需要具备相应的资质条件，并具有与所承建工程项目相适应的技术装备、技术管理能力和施工管理经验，是工程质量及施工安全的基本保证。

本条同时也对施工现场管理提出要求。施工现场应建立并完善质量管理和安全管理体系，实施全方位全过程的控制，管理体系通过循环，实现运行的有效性，能够发现问题和找出薄弱环节并加以改进，为工程施工提供过程能力保证。

施工技术标准是保障工程质量和施工安全、顺利履约合同的技术基础条件，本条中关于配备相关施工技术标准应理解为三个方面的要求：一是要做好与本工程施工有关的技术标准的识别；二是要保证现场持有与筒仓施工有关的现行有效版本的技术标准、规范，一般应包括图纸、设计变更文件、通用图，国家、地方、行业现行标准规范及技术法规，企业技术标准及施工策划文件，合同技术文件、现场管理技术文件等；三是要对这些标准实施有效地管理，确保其能够被有效地贯彻执行。

施工单位应结合工程和自身条件，制定和落实施工现场质量管理制度和试验检验、工程检测制度，明确质量责任。总包单位既要做好原材料质量控制、工艺管理和过程能力保证、工序质量检查和质量验收、中间交接验收等，又要通过管理措施的落实对专业分包、外委托加工等过程发挥总体控制作用。这是实现工程

质量、保证施工安全的制度保证。

3.0.2 按照工程构造和工程部位划分施工过程，比较符合筒仓工程施工管理特点，为施工总体策划和分阶段的施工策划、进度节点控制、中间施工验收等提供方便。筒仓工程的质量验收要遵守本规范的规定，同时还应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定，在验收管理、分部分项及检验批划分原则、验收程序、验收标准等方面应满足《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

3.0.3 本条是对施工策划提出的总体要求。在钢筋混凝土筒仓施工前需要统筹进行施工策划，在对工程条件做全面分析基础上，结合自身资源和技术优势、合同技术条件、工期要求等，对整个工程施工做出全程和全面的施工部署，明确工程项目管理目标、施工技术方案、施工顺序安排、创新技术与应用、明确专项施工项目和内容，以期达到技术先进、质量可靠、施工安全、工期优化、成本合理，才能取得良好的项目管理效果。

筒仓工程作为单位工程应编制施工组织（总）设计、施工专项方案等施工文件，对于重要和关键施工项目还需制定保证过程能力的作业指导书。施工组织设计是工程施工管理和技术活动的纲领性文件，对整个施工过程发挥指导和规范作用，要求组织科学、方案合理，对工程质量、施工安全、施工成本、工期进度和项目管理目标实施综合控制；施工专项方案按分部分项工程或施工部位制定，是施工的指导文件，要求内容具体和可操作性强，可直接管理关键部位和重点施工过程，为工程质量和作业安全提供直接的技术保证；作业指导书是为保证过程能力满足需要，制定的具体的实施性文件，是操作和作业指令。在施工组织设计中规定施工顺序、各部位的施工方案和方法，目的是要求施工单位在筒仓施工管理和技术管理中做到事先策划、事中控制，做好施工专项方案和施工组织设计之间的衔接，真正发挥项目管理的作用，避免出现施工文件和施工活动“两张皮”现象，降低和减少由于不规范的施工管理活动带来的质量和安全风险。

3.0.4 钢筋混凝土筒仓是工业贮料构筑物，所用的工程原材料和建筑构配件、加工件等绝大部分属于结构和功能性材料，工程材料的质量保证对工程质量、施工安全和建筑功能的正常发挥至关重要，因此应从严掌握，本条列为强制性条文必须严格执行。

用于筒仓工程的原材料、构配件、加工件的合格判定标准一般包含以下条件：一是其品种、规格、技术性能指标必须达到设计要求；二是其表征质量应达到现行材料标准和施工技术的要求；三是应按照规定提供合格证、型式检验报告、出厂检验报告、技术说明文件等有效的质量合格证明文件；四是施工单位要对进场的材料进行现场验收，验收工作应包括确认产品的数量、批次或品种、审查质量证明文件、现场检查和抽样测量、存放保管情况等；五是按照该类材料现行技术规范对进场材料进行复试检验。四种情况应做进场复试：①现行相关规范和技术标准要求进场复试的检验项目；②对进场材料或构件的质量存有疑问，需要取样检测方能判定质量情况时；③工程设计或建设方明确要求复试时；④出于重要工程部位或施工质量控制的需要时，复试检验应现场抽取试样。

对场外分包或委托加工制作的建筑构件也要按本条文要求做好进场验收和质量把关。

本条文所称现场验收，是指不论工程材料、构配件、加工件等由工程建设的哪一方采购，都要按照总包和分包质量责任，由施工单位对进入现场的材料、构件等实物按批次进行质量检查并组织相关方验收和确认，防止漏检批次或只重视质量证明文件核查而放松对实物质量的验证，将不符合要求的材料用于工程，造成质量隐患。

3.0.5 本条主要针对食品工业类使用的筒仓，在施工中对混凝土材料及添加剂、内衬材料以及内涂层等的有害物质和含量进行严格限制，严禁使用对贮存物具有污染性的内衬和内涂层，以保证贮藏环境无毒无害和符合环保卫生标准的要求。本条款的环保和卫生技术指标应按设计规定执行，设计要求不明确时，由使用

方确定控制指标和验收标准。本条要求涉及食品安全与健康，列为强制性条文，必须严格执行。

3.0.6 本条文要求按规定配备计量装置，对计量装置要正确维护、正确使用，正常发挥其应有功能。现场一般要制定计量管理制度，落实管理、检定、维护保养、使用和监督等工作责任，规范工作程序，这是对质量和作业安全进行有效监控的基础性工作。

3.0.7 筒仓工程混凝土应采用设计配合比，即结合施工工艺方法和现场技术管理水平，合理确定混凝土工作性能指标，再按照配合比设计标准、混凝土质量控制和耐久性检验评价标准等进行配合比的设计、试配、调整，以满足混凝土强度、耐久性和施工性能要求，设计配合比应具有较好质量保证率和合理的技术经济性，进行配合比设计时还应考虑工程部位和施工环境特点，合理优选材料，提高混凝土的密实性、抗裂性和耐久性指标。本条文禁止采用“经验配合比”、“计算配合比”。

由于混凝土筒仓所在地区不同、工程用途和使用环境不同，混凝土耐久性的评价项目和指标要求也不尽相同，在工程设计中明确提出耐久性指标要求的筒仓工程，配合比设计除提供强度报告外，还需提供全部耐久性指标的配合比检测报告。对于设计中没有明确混凝土耐久性指标要求的工程，也已经通过工程设计对结构耐久性给予了保证，工程施工要结合工程使用环境和施工方法，遵照相关的混凝土及混凝土结构工程技术标准进行配合比设计，采取提高混凝土耐久性的措施。

需要说明的是，结构混凝土的强度和耐久性指标不仅取决于配合比设计，与原材料和生产工艺、计量控制密切相关，也很大程度上取决于混凝土的浇筑和养护措施的落实。即使工程设计没有提出耐久性评价指标，施工单位也应做好保证混凝土耐久性的控制措施。

3.0.8 钢筋混凝土筒仓的外露预埋件分为两类，一类为安装工艺设备所需，另一类是工程施工时用于附着施工设施所留。调查

中发现，筒仓外露预埋件和外露铁件发生锈蚀的几率较大，锈蚀后对建筑外观造成污染，对其承载能力和工艺设备安装的可靠性构成影响，为此本条文对外露件的防腐防锈提出统一要求，目的是要工程参建各方对这一问题引起注意，加强质量控制。本条文执行中要求明确除锈防腐施工做法（一般应达到同一工程室外钢结构防腐标准），施工过程中的质量控制要做到与本规范第11.1.5条配合使用，工程验收时也应将外露件的施工质量纳入分部工程、单位工程观感质量的检查和评定内容中。

3.0.9 施工旁站式管理，是指在上下道工序连续作业过程中，现场专业管理人员对作业面各工序的施工质量及作业活动实施全过程的现场跟班监控。旁站式管理应保存旁站管理记录，其目的是为了加强施工过程控制，保证工程质量和作业安全。

滑动模板施工具有小节拍流水连续作业的特点，各工序衔接紧密，操作顺序和作业时间有严格限制，给工序交接验收带来一定不便，钢筋安装工程、保护层厚度、预埋预留施工等有关隐蔽工程难以做到按通常方式进行检验批报验和验收，其工程质量更具隐蔽性。在实际工程调查中，采用滑模工艺施工的工程，也发现由于管理和监督不到位造成的钢筋规格错误、钢筋间距偏差过大、保护层没有达到设计要求等问题没能及时发现和纠正，对结构安全和使用寿命造成重大隐患的情况。旁站式管理是进一步强调施工管理者的质量控制责任，确保每一道工序不留隐患，实际上是要求施工方用现场管理做出质量保证。

旁站式管理必须由具有相应专业技术资质和管理能力的专业人员实施。实施旁站式管理的，应在施工组织设计或专项技术方案中予以明确，施工单位应制定旁站管理实施方案，规定旁站管理的范围、内容、程序和旁站管理人员职责、交接班制度等，并对旁站管理人员进行工作交底，旁站管理人员要对工程结构承担相应质量责任。旁站管理原始记录应作为施工记录存档。本条文亦可作为开展工程监督和工程监理的依据。

3.0.10 本条是规范筒仓工程的施工试验和检验行为。要求施工

阶段的试验检验和工程检测由具有相应资质的单位承担，并出具格式规范的检验报告，目的是为质量控制、质量评价和工程验收提供可靠依据，是强化施工质量监控的技术手段。施工单位应按照规定规范和试验检验计划，及时组织取样和检测，并注意按规定办理见证取样手续。

哪类机构有资格进行检验和试验，各地规定不尽相同，具体执行中应由施工单位和工程监理（建设）单位根据地方法规协商确定。

4 基础工程

4.1 一般规定

4.1.1 工程地质勘察文件是工程设计、施工和验收的重要依据，对保证结构安全和施工安全至关重要。建设单位应向施工、监理等单位及时提供相关的工程勘察文件，工程施工总包单位也应向地基基础施工分包单位提供工程水文地质情况的准确信息资料。

4.1.2、4.1.4、4.1.5 基础工程施工的一般性规定。

4.1.3 桩基础工程是专业化施工项目，需要编制针对性和操作性较强的专项工程施工文件，专项技术方案应根据工程地质情况、地下水、桩基类型等，确定桩基础施工方法、桩基施工顺序、质量控制措施、施工安全措施、质量检验和桩基检测计划等。在工程地质条件复杂的建设场地，工程地质勘察资料往往难以提供施工地段的确切地质情况，对于此类情况，需要进行施工补充勘察，或结合地基处理进一步掌握桩下地质构造，并根据勘察结果确定合理的施工方案，以保证施工安全和成桩质量。

4.2 地基与桩基础工程

4.2.1 筒仓工程地基处理方法有多种，不论采用何种方法，在基坑开挖以后均要求进行验槽，判断工程地质情况是否与勘察情况和工程设计条件相符，以保证置换后或处理后的地基、换填地基的下卧层等达到工程设计要求。对于采用换填方法进行地基处理的，换填层施工前还要求对基坑进行隐蔽验收，目的是保证换填地基处理范围、标高、位置、底部处理、局部处理等达到相应技术要求，保证换填工程质量。基础工程施工前除要求对地基处理的承载力指标进行检测验收外，对地基处理施工的其他质量情况也要进行隐蔽验收，以保证地基工程不留隐患。

本条是针对地基处理施工中质量责任提出的管理性要求，施工工艺和质量控制还应遵照相关专业技术规范执行。

4.2.2 筒仓工程桩基础设计荷载一般较大，桩身施工质量要求高，试桩可提供经济、可靠的设计依据和施工参数。本条规定与《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 等的要求一致。

4.2.3 本条是对采用打（沉）桩工艺施工的桩基础提出的一般性规定。筒仓工程打（沉）桩对周围环境的影响主要是挤土、振动、超静水压力等，筒仓的桩基宜按逐排和对称的顺序施工。大型筒仓和群仓工程基础面积大、桩数多，施工时将其划分为若干区段，由内向外逐段对称地进行打（沉）桩作业，结合地质情况选取合理的施工速度和施工段的打（沉）桩顺序，可以降低超静水压力和振动，同时可使挤土作用比较均衡，减少对邻近建筑物和桩侧的影响，提高成桩质量和施工效率。

4.2.4 人工成孔灌注桩由于承载力高，在一些特殊地质条件下成桩质量可靠，目前在筒仓工程桩基础中仍占较大比例。但人工成孔施工属于高危险作业，桩的开挖顺序、支护措施和程序对施工安全具有重要影响，因此本条文要求结合工程地质条件编制施工专项方案，确定合理的单桩施工顺序和施工进度，为保证护壁支护措施的有效性不得超进度安排作业。为保证作业安全，如果没有可靠和成熟的技术、安全措施和施工经验，不应在地质条件复杂的区域进行人工成孔施工。人工成孔灌注桩施工深度的控制，是综合各地筒仓工程施工的经验数据。人工成孔灌注桩施工还应遵守其他相关安全、技术规范和相关法律法规。

4.3 基 坑 工 程

4.3.1 筒仓工程的基坑土方工程量一般较大，当施工组织设计不能详细作出规定时，则需要编制相关专项施工文件。当工程超过一定规模时，按住房和城乡建设部《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（建质〔2009〕87号）以及相关地方的管理规

定执行。

4.3.2、4.3.4 基坑开挖时预留保护土层是预防地基遭受扰动和破坏，这些扰动和破坏可能来自施工活动、冻融、降雨和水浸等，预留人工清槽土层是预防超挖和保护地基的一种措施。当受到扰动或破坏时，需要按技术管理程序进行技术处理。

4.3.3 此条是要求把桩基施工和基础施工进行统筹安排，目的是减少基础施工阶段的重复工作量、保护桩体不受损害。基坑采用何种开挖方式以及何时进行开挖作业、如何开挖等，需要结合场地条件、桩基种类、场地水文气象条件等综合确定。对于预应力管桩或其他小直径桩，宜先挖基槽，如果后挖就不应采用大型施工机具；对于人工挖孔桩，可采用先开挖基槽再施工桩基的方法。

4.3.5 土是混凝土最好的保温保湿材料，尽快回填有利于基础工程的保护。基础回填分层夯实或压实是预防地面和设备基础沉降的基本要求，压实系数 0.93 是一个最低标准。需要说明的是，当设计对回填土质量有明确规定时，应按设计要求进行质量控制且不低于本规范的规定，当回填土上布置设备基础或有其他较大荷载时，应根据实际需要提高压实系数控制值。

4.4 钢 筋 工 程

4.4.1 本条强调基础配筋施工应符合设计的规定，施工中不能擅自变更原设计要求，当必须变更时须征得设计单位的同意。本条应与现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 配套执行，严格落实。

4.4.2 筒仓基础工程尤其是联体类筒仓的有梁式基础，钢筋骨架截面尺寸较大、钢筋种类和配筋层次多、安装施工难度比较大。调查中发现，基础梁下部钢筋绑扎点数量不够、二排及三排钢筋位置不准确、定位不牢靠、钢筋接头位置偏差、钢筋保护层偏差等问题发生的几率较大。要预防这些问题的发生，至少应做到以下几点：①合理确定钢筋间的相互位置关系，分配各类钢筋

空间位置；②做好钢筋下料设计；③确定合理的钢筋安装顺序和方法；④下部钢筋和第二、三排钢筋可靠的定位和固定措施；⑤质量检查和工序验收。本条文目的是加强基础钢筋安装的控制，保证基础工程质量。

4.4.3 适宜做钢筋保护层垫块的材料有多种，筒仓基础钢筋保护层垫块承受压力较大，容易破碎而失去效果。实践中石材垫块和预制高强混凝土垫块应用效果比较好，本条规定垫块的强度等级不得低于基础混凝土强度，一是基础钢筋保护层垫块厚度和尺寸均较大，放入基础混凝土中后不能被忽略不计，需要有不低于基础混凝土的密实性和抗渗透性能作保证，并能与基础混凝土结合良好；二是降低垫块的破碎率。

本条文中规定垫块须均匀放置，一方面是减少基础钢筋变形量，保证保护层厚度准确；另一方面可使垫块受荷均衡。垫块间距和布置方式则需要根据基础钢筋骨架的刚度、重量和垫块承载能力综合选择。

4.4.4 本条是对基础上层钢筋支架的设置提出要求。对于较大型的钢筋混凝土筒仓基础，需要对基础上层钢筋支撑架进行设计，确定支撑架的布置方案，以确保支撑架体系稳定和上层钢筋位置准确。当地下水位较高或地下水对混凝土、钢筋等具有腐蚀性时，应采取防止加速渗透的措施。

4.4.5 筒仓基础上的插筋锚固分落地式和不落地式，基础插筋定位后需要采取有效地固定措施，以保证在浇筑混凝土过程中不发生位移、偏斜、锚固长度和预留长度不足等问题。

4.5 模 板 工 程

4.5.1、4.5.2 本节内容是对筒仓基础的模板设计、施工和验收提出的要求。筒仓工程基础模板为竖向模板，分落地式支设和悬挂（悬吊）支设两种情况，施工中发生基础模板失稳、局部变形和位移等现象比较常见，其多数是由于模板支撑体系传力途径不明确、模板加固和支撑材料选用不合理、模板系统加固方法不正

确等原因导致模板系统承载力不足和局部稳定较差。因此对于大型基础要编制模板专项施工方案，合理选用模板构造体系，根据施工现场实际情况科学设计模板加固方案。而对于小规模基础和有成熟经验的模板固定工艺，则要保证模板支设和加固方法的正确，使模板体系满足施工所需的强度、刚度和稳定性要求。模板安装后要进行验收，检查专项方案所确定的加固方法、工艺参数是否得到落实、安装质量是否可靠。混凝土浇筑应按照合理的顺序和方法进行，过程中做好监护，发现问题及时处理，是预防不合格发生的保障措施。

4.6 混凝土工程

4.6.1 大体积混凝土基础施工需要有较高的施工技术和施工能力，组织协调和质量控制事项较多，施工单位应预先制定好施工方案并切实贯彻执行，以保证施工顺利进行并防止有害裂缝的产生。施工方案一般需要对以下事项进行规划：混凝土原材料及配合比、浇筑方法及浇筑顺序、施工速度、养护技术、测温及监控、施工设备及施工组织工作等。

4.6.2 从混凝土原材料选用方面降低和延缓水化热是预防大体积混凝土温度裂缝产生的措施。对于筒仓基础工程，采用掺加粉煤灰、磨细矿渣粉并配合减水剂和膨胀剂的使用可提高混凝土抗裂性能、密实性和后期强度。

4.6.3 混凝土加强带已经有较多的成功应用，在大型基础上合理设置加强带可以减少甚至取消设置后浇带的做法，实现大面积基础和超长基础无缝施工，有利于提升施工技术水平，缩短基础施工工期。

4.6.4 对于大体积混凝土，本规范推荐采用综合蓄热法进行养护，对混凝土内部温度和表面养护温度进行监测，及时调整养护措施，控制混凝土构件的内外温差、混凝土与大气的温差以及降温速度，合理控制混凝土温度应力，减少和预防裂缝的发生。

4.6.5、4.6.6 基础混凝土应连续浇筑，避免产生冷缝。在浇筑

过程中及时排除泌水、浮浆并在终凝前进行二次振捣，可以提高混凝土浇筑密实程度和减少裂缝发生。贴膜养护方法比较适用于基础混凝土，并可有效预防收缩裂缝的产生，提高混凝土养护质量和表面强度。

5 筒 体 工 程

5.1 一 般 规 定

5.1.1 筒体结构施工方法较多，本规范推荐使用目前工艺比较成熟技术比较先进的滑动模板工艺和三脚架倒模施工工艺，采用其他方法施工时也应符合本规范在质量、安全等方面的相关规定。

仓底以下设有多个结构层的筒仓，如果采用滑模施工则操作程序较多，如果缺少相应施工技术或可靠工程经验，在施工进度和工期方面可能不具有明显优势。对于此类结构可采用墙梁板结构的支模方法施工，或采用竖向构件倒模和平面结构支模相结合的方法施工。

5.1.2 本条是对筒体模板体系的设计、使用作出的规定，目的是满足模板系统的使用要求和施工安全。筒体工程模板具有施工荷载大、高空或架空施工等特点，模板体系构造合理并具有足够的安全性十分重要，模板及支撑体系均应进行结构构造、承载力、稳定性的设计和计算，特种模板构造还应按照相关专门的技术标准进行设计验算。施工中应按照规定对模板使用情况和工作状态进行监控，做好维修和维护，以保证使用安全。

5.1.3 本条是对筒体模板的一般性规定。要求按照经济合理、安全可靠的原则选择模板类型。对于圆形筒仓，为保证筒体结构尺寸准确，当单块模板的面积较大时，推荐使用带弧面的模板；当采用直面模板时，本规范给出了一个模板最大宽度的限值供施工时参照执行。

筒体尤其是仓体模板的拆除是一项危险性较大和专业性较强的工作，需要由有经验的作业队完成，并做好技术交底和作业监管，模板拆除必须按一定的顺序和方法进行。本条文中要求模板

拆除要按照模板专项方案执行，是将其纳入危险性较大分部分项工程进行管理，与本章第 5.3.1 条配合执行。

5.1.4 用普通电弧焊在筒仓水平钢筋上焊接其他附件，极易削弱主筋截面，故除非必须不得采用。本条所指的特殊措施是，采用的焊接方式不会因施焊而削弱钢筋的有效截面并能保证 95% 以上的焊点符合要求。

5.1.5 筒体结构施工缝处理一要做到混凝土能结合良好；二要保证交界面附近混凝土无疏松、烂根等质量缺陷；三要做到外观质量良好，混凝土强度要达到设计要求，使用功能方面还要保证密闭性良好无渗漏现象。本条的目的是要求加强施工缝处的质量管理，制定合理的技术措施，以达到本规范规定的质量要求。但具体采用何种管理措施和施工方法应结合具体工程和施工单位经验确定。

仓底、锥体、漏斗等仓内构件与筒体交接部位，结构截面尺寸小、配筋密集，混凝土易出现蜂窝、孔洞等质量缺陷。对于此类构件应结合工程具体情况采取预防措施，可采用细石混凝土配合小直径振动棒进行振捣，也可采用自密实混凝土浇筑。

5.1.6 筒体预应力工程施工的一般性规定。预应力工程施工需要做好三方面的组织和管理的工作：预应力施工应按照专项和专业工程进行现场管理，需要制定专项技术方案和安全措施并认真执行；预应力筋、锚夹具、连接材料、现场加工件等应验收、复试并合理保管，保证质量可靠；做好混凝土施工质量检查和中间验收。中间验收存在问题的，应按规定采取技术处理措施，只有符合预应力施工条件时方可开展施工。

5.1.7 筒体滑动模板施工的一般性规定，要求连续施工，中间避免留置施工缝。在必须停滑时，要做好滑动模板装置的维护和检查。

5.1.8 筒体结构包括筒壁（仓下支承结构）和仓壁，是主要承载构件，关系结构安全和工程使用寿命，本条强调按筒体施工检验批的划分进行隐蔽工程验收，是针对筒体结构连续施工的特

点，以避免漏验，检验批划分应符合本规范第 11.1 节的规定。预埋件、预留孔、预应力孔道或无粘结预应力筋留置、内衬安装配件等，均要求其制作加工质量可靠、安装位置准确、固定牢靠，故要求做专项检查 and 隐蔽验收，目的是提高施工和验收人员的重视程度，强化质量控制。

5.2 钢 筋 工 程

5.2.1 仓壁水平钢筋对保证筒仓结构承载力和防止筒仓裂缝至关重要，本条为强制性条文，必须严格执行。

一些筒仓工程事故与钢筋间距偏差过大超出工程设计标准存在直接关系，本条文中钢筋的间距不仅要满足相关规范的规定，还必须达到设计要求，在施工中要避免在一定区段内钢筋间距正偏差累积造成实际配筋数量小于设计配筋数量的问题发生。本条文执行中要结合本规范第 11.3.4 条中钢筋间距允许偏差和本规范附录 A 第 A.0.7 条的规定，强化质量控制。

在筒仓工程施工中，存在简单的采用等强法以大直径钢筋代换较小规格钢筋或用高强度钢筋代替低强度钢筋的现象，使钢筋间距增加，不利于原设计抗裂性能的发挥。在大型筒仓中，仓壁水平钢筋配筋密集，如果以小规格钢筋代替较大规格的配筋，会导致钢筋间距过小而增加施工难度，易造成钢筋安装间距偏差增大，反而影响施工质量和结构设计效果。

筒体水平钢筋是关键受力钢筋，目前钢筋的连接方式仍以搭接连接为主，施工中须保证搭接长度、接头百分率、圆形筒仓中的接头位置符合设计的规定，以免对工程结构安全造成影响。当采用其他接头方式时，应征得设计单位同意，并保证接头连接可靠。

本条文要求施工单位必须严格按照设计规定的钢筋品种、规格和接头连接方式施工，如果需要变更则必须由原设计单位同意并办理设计变更手续，工程施工单位和工程监理单位要按照技术管理制度严格贯彻设计要求，做好质量控制。

5.2.2 筒体工程水平钢筋的连接和锚固必须有可靠保证。对于圆形筒仓的水平钢筋，目前还缺少可靠、方便的机械连接措施，设计和施工基本上都采用绑扎搭接接头，但是当工艺质量有可靠保证时，直径不大于 25mm 的水平钢筋也可使用焊接接头形式。绑扎接头和搭接焊接接头处的两根钢筋按上下位置分布是为了不削弱接头部位的保护层厚度，保证传力可靠。

由于筒体工程具有水平钢筋接头数量多、施工进度快的特点，且采用搭接焊接的水平钢筋接头必须在安装现场就位焊接，钢筋焊接的工艺环境较差，因此有必要设置较为严格的控制条件以保证焊接的可靠性。本条文提高了钢筋搭接焊接有效焊缝长度，同时要求必须进行等工况条件下的焊接工艺检验评定试验（相关检验和评定记录应纳入工程技术档案资料），要求从现场焊接成品中抽取试件进行力学性能检验，焊接接头的外观质量要求进行全数检查。矩形或多边形筒仓，钢筋连接可以结合具体工程设计采用多种方式，当搭接焊接接头采用预制加工时不受本条文规定的限制。

当水平钢筋采用绑扎接头时，搭接长度取 50 倍钢筋直径是总结筒仓建设中的实践经验，也是我国筒仓设计采用的数值。圆形筒仓水平钢筋的搭接长度和接头位置错开距离与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 有所不同，这是因为圆形筒仓水平钢筋安装时沿环向移动的可能性非常大，钢筋的搭接长度和位置的可变性不易控制，较大倍数的搭接长度和接头位置错开间距可以弥补施工中的偏差，防止由于水平钢筋沿环向移动而使钢筋的接头一端搭接过长，另一端又不能满足搭接长度要求，也可防止由施工偏差导致同一截面内的钢筋接头百分率增加。

5.2.3 部分施工单位采用手工弯制弧形水平钢筋，易出现弧度不均匀、端头翘曲等现象，造成钢筋保护层厚度不准确，影响传力可靠性，故本条作此规定。

5.2.4 竖向钢筋下料长度的确定要考虑保证钢筋位置准确、利

于钢筋竖起时的稳定以外，还要尽量减少钢筋接头数量和避免钢筋浪费，具体应结合工程情况和钢筋定尺长度确定。

竖向钢筋的连接方式多数根据地区技术特点和施工单位的技术习惯采用，但调查中也发现存在由于工况条件所限和质量监控不到位而使焊接连接接头外观质量较差、合格率较低的现象，焊接质量不易保证，因此要求按照本规范 5.2.2 条的相关要求组织施工，并对质量严格把关。

5.2.5、5.2.6 当水平钢筋与竖向钢筋的交接点绑扎不牢或松扣时，容易造成钢筋错位，钢筋骨架抗变形能力差，钢筋位置和保护层厚度不易控制，为保证钢筋位置准确，因此强调钢筋交叉点要全数绑扎，并设置连系筋和焊接骨架钢筋，其间距应符合设计要求并满足实际施工需要。

5.2.7 在混凝土浇筑面以上至少应有一道绑扎好的横向钢筋，以便借此确定继续绑扎的横向钢筋位置，并以此控制竖向钢筋位置。

5.2.8 钢筋保护层厚度对结构使用寿命有很大影响。倒模施工中，如采用自制的带绑丝的砂浆垫块极易被碰撞脱落，故推荐采用预制混凝土垫块或高强度的塑料垫块等成品垫块。滑模施工中，应有保证保护层厚度的相应措施，一般多采用设置竖向和水平向钢筋梯子形支架、设置保护层滑块等。

5.2.9 采用滑模拖带工艺施工时，拖带支座下的筒体竖向钢筋有时不能按正确位置放置，应随施工及时将钢筋归位。

5.2.10 此条内容是对设有钢梁的仓体结构施工作出的规定。对于设有钢梁的仓体结构，钢梁支座部位与仓壁钢筋之间的关系如何处理，其做法和要求不甚统一，有的施工时不在钢梁下加设支座锚板，有的直接将钢梁支座高度范围内的筒仓钢筋截断，此类做法均不符合结构构造的相关规定，存在工程安全隐患。本条要求严格按照设计规定的节点构造进行施工，设计要求不明确的应通过变更和工程洽商方式予以明确。当设计未作规定时要按照本条文的要求采取钢梁支座处结构整体性措施，一般做法是：在钢

梁支撑部位设支座锚板；钢梁支座宽度范围内的仓壁竖向钢筋弯折后锚固进环梁混凝土内；在钢梁两侧对应位置加装附加加劲板，将钢梁高度范围内被截断的水平钢筋与附加加劲板焊牢；钢梁安装后再整体浇筑筒仓混凝土。为保证安装工作可靠性和混凝土浇筑质量，一般不提倡先留置梁口再补浇混凝土的施工做法。

5.3 模板工程

5.3.1 筒体工程施工具有高空作业、施工荷载大、特种作业、专业化操作的特点，不论采用何种模板及支撑体系方案，均属于危险性较大分部分项工程范畴，应按相关规定编制专项技术方案。当工程施工采用定型产品模板体系的，则需要提供设计计算依据和详细全面的工艺技术参数、操作规程。

5.3.2 采用滑模施工的工艺要求，本条需要与现行国家标准《滑动模板工程技术规范》GB 50113 配合执行：

1 滑动模板具有一次组装全程使用的特点，施工期间不方便对模板频繁的更换和清理，模板面不平和平附有杂物会增大摩阻力并影响出模混凝土质量。因此，滑动模板对模板板面的材质和性能要求较高，对不是首次使用的模板应进行彻底的表面清理、提高光洁度，达到尺寸整齐、板面平整、表面光洁不易沾灰。本条可作为施工控制的依据，亦可按照模板安装分项的一般项目内容进行检查评定和验收。

2 流坠是滑模施工中影响观感的主要因素，施工过程中应予以预防并采取措施及时消除。

3 组装好的模板应上口小、下口大，目的是要保证施工中如遇平台不水平或浇筑混凝土时上围圈变形等情况时，模板不出现反倾斜度，避免混凝土被拉裂。但倾斜度过大或提升速度过快又容易导致“穿裙”现象。近年来随着混凝土技术的发展，混凝土凝结时间和塑性保留时间具有较大的调节空间，筒仓工程施工多采用薄层浇筑、均衡提升、减短停顿的作业方式，采用 $0.1\% \sim 0.3\%$ 的模板倾斜度可保证结构施工外观质量。

关于模板保持结构设计截面的位置，受施工各类影响因素较多，各施工单位的经验不完全相同，一般当使用的提升架和围圈刚度较大，混凝土的硬化速度较快（或滑升速度较慢）时结构设计尺寸宜取在模板的较上部位，例如取在模板的上口以下 $1/3$ 或 $1/2$ 高度处；当提升架和围圈刚度较小，混凝土的硬化速度较慢（或滑升速度较快），结构设计尺寸宜取在模板的较下部位，例如取在模板的上口以下 $2/3$ ，甚至模板下口处。即除了要考虑新浇混凝土自重变形的影响，还应考虑浇筑混凝土胀模的影响。

筒仓工程仓体结构规模相差很大，在保持结构设计截面方面不宜用一个统一的标准进行限制，目前筒仓工程滑动模板刚度一般均比较大，小仓滑升速度也比较快，大型筒仓的滑升速度总体上较为慢一些，考虑保持混凝土塑性时间的调节因素，综合取模板上口以下 $1/2 \sim 2/3$ 模板高度处的净间距应与结构设计截面等宽，按照小仓取上部位置、大仓取下部位置的原则由施工单位根据经验和具体工程调整执行。

4 在滑模施工中能否严格做到正常滑升所规定的两次提升间隔时间（即混凝土在模板中的静停时间）的要求，是防止混凝土出现被拉裂、“冷接槎”现象，保证工程质量的关键。规定两次提升间隔时间不宜超过 0.5h ，是考虑到在通常气温下，混凝土与模板的接触时间在 0.5h 以内，对摩阻力无大影响。当气温很高时，混凝土硬化速度较快，为防止混凝土与模板粘连而使提升摩阻力过大，可在两次提升的间隔时间内再提升 $(1 \sim 2)$ 个千斤顶行程。

本条款对两次提升的时间间隔作出了一般性规定。实际施工中还需要结合工程规模、施工环境、混凝土施工性能等实际情况做合理调控。现场施工中如难以做到本条规定的时间要求，则应采取其他防止粘模的措施。

5 连续变截面筒仓多应用于大直径和超大直径筒仓仓壁工程，其变截面倾斜度一般比较小，在 $1.0\% \sim 3.0\%$ 之间。由于该类筒仓直径较大时，变径操作较为复杂，不仅要从径向对混凝土

土进行变径压迫，还要在环向对模板进行收分，过大的变径收分量会增加施工难度造成收分困难，因此采用“小变径多次调节”的方法是合适的。每次提升 200mm 进行一次模板收分，变径收分量一般不大于 6mm，符合我国滑升模板工艺的施工习惯。

6、7 滑模工艺是一种混凝土连续成型的快速施工方法，模板和操作平台结构由刚度较小的支撑杆支撑，因此整个滑模装置空间变位的可能性较大，过去也有些工程由于对成型结构的垂直度、扭转等的观测不及时，导致结构的施工精度达不到要求的经验教训。而偏差一旦形成，消除就十分困难。这不仅有损于结构外观，而偏差大的还会影响结构受力。因此对于影响承载能力和增加模板变形的不利因素要予以消除，常用方法是对支撑杆进行加固、增强模板系统刚度等，以提高滑动模板体系的稳定性和可控性，要求在滑升过程中检查和记录结构垂直度、扭转及结构截面尺寸等偏差数值，及时分析偏差的原因并纠正。

施工实践表明，整体刚度小，高度较大的结构，施工中容易产生垂直偏差和扭转。因此每个台班至少应对模板系统的工作性能进行一次检查，形成施工过程控制记录。不仅是作为作业班质量的考核资料，更主要是根据记录，分析滑升中存在的问题，平台漂移的规律，以及各种处置方法是否恰当，以便及时总结经验，进一步提高工程质量。

5.3.3 采用倒模施工的要求：

2 对拉螺栓是倒模系统最重要的承力构件，其构造形式和布置方式可直接影响受力性能，同时螺杆穿墙的处理方式一直是影响筒仓观感、影响仓壁密闭性及防浸渗效果的重要因素。对拉螺栓进行施工设计并遵照施工，是保证模板系统安全和工程质量的重要措施。

4 倒模体系是一种悬挂模板系统，保证其安全性十分重要，其操作和安装均需要受过专门培训的专业工种来完成，应纳入特种工艺管理范畴。倒模模板每次安装后需要对承力部件的安装情况和受力单元之间的连接可靠性进行检查验收，是安全管理的

需要。

3、5 国内大多数施工单位采用倒模工艺时在正常施工条件下配置 3 层三角支撑架，被证明是综合施工效率较高的一种配置方式。拆除模板时上一层支架的混凝土应具有一定的强度支撑上部结构和施工荷载，根据施工经验，确定混凝土强度达到 6MPa 时方可拆除下层模板是一个比较合理的临界强度控制值。

5.3.4 联体筒仓留置竖向施工缝多是由于采取分段施工方法造成，竖向施工缝的位置和处理措施不仅要方便施工还要满足设计规定，施工缝的做法需要保证钢筋连接可靠位置正确、混凝土浇筑密实、界面结合良好，因此需要制定操作性较强的施工措施，具体方法各施工单位均有不同的经验，可结合具体工程施工方案制定。本条文提倡在一般情况下不留竖向施工缝，联体筒仓工程可采用同步法施工。

5.4 混凝土工程

5.4.1 混凝土碳化、侵蚀和钢筋锈蚀是严重影响结构使用年限的重要因素，控制混凝土的水灰比，增加混凝土的密实性，减少钢筋锈蚀影响因素，可改善结构混凝土耐久性能。

5.4.2 已有的滑模工程实践表明，浇筑层过大带来一系列的问题，其中最突出的是混凝土表面粗糙，外观质量不好。因此将分层浇筑的高度定为不宜大于 250mm，兼顾了一般筒仓和大型筒仓施工组织的技术要求。

对于其他模板工艺施工的筒体结构，混凝土浇筑应分层进行，分层厚度不宜过大，目的是保证混凝土材质均匀和振捣密实，防止混凝土浮浆聚集造成局部混凝土强度偏低和其他质量缺陷发生。

预留孔洞等部位一般均设有胎模，强调在胎模两侧对称均匀地浇筑混凝土，是为了防止侧压力作用不对称使胎膜产生位移。

5.4.3 滑模施工时混凝土出模强度的检查，应在操作平台上用小型压力试验机和贯入阻力仪试验，其目的是为了掌握施工气温

条件下混凝土早期强度的发展情况，控制提升时间，调整滑升速度，保证滑模工程质量和施工安全。

5.4.4 采用滑模工艺施工的筒体工程，出模混凝土具有塑性，安排专业工种及时进行表面修补和压光作业，可达到较好的混凝土质量效果，该种做法能够检查到混凝土出模质量情况，便于及时采取处理措施，有利于提高工程质量控制水平，同时压光作业工序能改变混凝土表面结构、增加混凝土表面密实度，对混凝土养护和强度增长具有有利作用。

采用水泥浆粉刷会遮盖混凝土结构表面情况，使施工质量隐患不易被发现；进行二次抹灰作业往往不能与仓壁混凝土牢固粘结，故以上两种方法不应采用。

采取原浆压光，混凝土出模强度的控制十分关键，关于出模混凝土强度的要求，早期的要求是根据近年的研究和工程实践表明，出模混凝土强度的确定，除要保证出模的混凝土不坍塌、不流淌、不被拉裂外，还应考虑脱模后其后期强度不应受上部混凝土的自重作用影响，也不能因强度太高过分增大提升时的摩阻力而导致混凝土表面开裂，滑模施工时混凝土出模强度应控制在 $0.2\text{MPa}\sim 0.4\text{MPa}$ 或混凝土贯入阻力值在 $3.0\text{MPa}\sim 10.5\text{MPa}$ 。

5.4.5 此条是对筒体结构混凝土质量提出的要求，目的是提高筒仓工程施工控制水平。当结构混凝土存在质量缺陷时应按相关规定进行技术处理，本条内容应与现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 现浇结构分项工程配合执行。本条针对的是普通混凝土筒仓外观质量检查与验收，如果要求筒仓达到清水混凝土等级则应按照相关专项技术标准施工和验收。

5.4.6 筒体结构一般拆模（出模）时间较早，混凝土在模板内的养护时间严重不足，应十分重视做好混凝土出模后的养护保护工作，养护措施做到及时和有效，有利于提高混凝土强度和结构耐久性。但是由于筒体工程所具有空间高度大和表面积大的特性，混凝土的养护工作难度比较大，如果管理和监督不到位极易使养护工作流于形式而达不到预期效果，在工程调查中甚至发现

有的工程并未采取任何形式的养护措施，这些现象是应该纠正的。本条提出了两种养护方法供执行中参照使用。

5.4.7 对拉螺栓端部处理和穿墙孔的封堵，一是做到密实牢固，起到防水防潮作用，保证仓体严密性；二是做法应统一，保持较好的观感质量效果。

5.4.8 筒体结构混凝土试块的留置一是进行质量检查和质量评价，二是作为工程验收的依据，本条中强调应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和其他相关标准的规定，应注意正确理解和执行：第一，是要求试件的留置频次要达到规定的要求，不得漏检和少检；第二，是检验的项目应符合工程要求，按适用标准和设计规定应该检验的项目均要留置试件进行检验；第三，混凝土试件留置应具有代表性，一是需要在浇筑地点随机抽取，按检验试验要求养护和保管；二是不同配合比的混凝土必须分别留置，在施工过程中混凝土的原材料、比例组分有实质性调整时都须重新留置检验试件。

混凝土试件留置不仅用于混凝土强度的合格性判定，也包括实体验证、耐久性指标的检验，以及重要的施工控制过程如混凝土养护、拆模的控制等。混凝土试件留置和检验必须严格按照规定程序进行，以确保检验数据准确和完整，为安全施工、质量控制和质量评定提供科学依据，本条为强制性条文，应严格执行。

5.5 预应力工程

5.5.1 预应力筋对保证筒仓的抗裂性能和承载力至关重要，因此其品种、级别、规格和数量必须符合设计要求，本条文配合本规范第 3.0.4 条，为强制性条文，应严格执行。

5.5.2~5.5.11 本条款是对筒体预应力钢筋施工作出的相关规定，与本章第 5.1.6 条和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等配合执行。

5.6 仓壁内衬

5.6.1 内衬在电力、煤炭、钢铁焦化等行业的筒仓工程中广泛使用，除助滑、耐磨、抗冲击等以外，对防止结构层损毁、保证工程结构安全、延长工程使用寿命等发挥重要作用。为了能更好地做好施工管理和控制、协调好内衬施工和其他施工项目之间的关系，保证内衬工程施工质量，内衬施工方法需要在单位工程施工组织设计文件中加以策划和明确。板块式内衬采用粘贴工艺安装，施工工艺相对复杂、施工专业性较强，受环境和施工因素影响较多，因此需要编制专项施工方案。

5.6.2 本条是对内衬材料质量控制作出的强制性规定。目前国内常用的内衬按材料大体分为四类：即板块式内衬，以压延微晶板和铸石板为代表材料；高分子和超高分子聚乙烯板材耐磨材料；金属材料内衬，主要是钢板耐磨层和轻型钢轨抗冲击内衬；耐磨混凝土和耐磨砂浆内衬，主要是铁钢砂混凝土和砂浆。内衬材料的选择是根据不同的使用环境、使用部位和使用要求而定，因此内衬材料的产品性能指标是充分发挥使用功能的首要因素。内衬材料包括辅助材料（粘贴剂、安装配件等）的品种、规格应按设计要求的技术指标采购，设计未明确的要执行合同条件或专项技术标准，进场的各类材料还应按批次做进场检查和验收，进场检查应验证品种、规格、数量、保管方式，并对偏差指标和质量缺陷进行检查，现场验收应提供同批次质量合格证明文件，需要复试的检验项目还需现场抽样进行检测检验。（本条中的“专项技术标准”是指材料产品质量标准和行业通用技术标准、企业标准、该项工程的专有技术标准等）。

内衬材料是否能满足工程设计指标（如耐磨性、硬度、摩阻力、燃烧性能等但不限于此），对工程使用效果、工程使用年限、使用的安全性等有重大影响，本条作为强制性条文，应严格执行。

5.6.3 正确的安装和施工方法是内衬工程质量的保证。施工时

采用何种内衬安装方式应尊重设计提出的要求；针对内衬材料性质，施工方法对内衬工程质量的影响主要体现在基层处理、作业环境、安装和铺贴工艺等因素，选择合适的施工方法有利于提高内衬施工质量。板块内衬有多种铺贴材料，不同的粘贴材料使用环境和粘贴性能指标均有所差异，施工时应根据具体工程情况选择使用最有利的组合方案。本条文在施工方法的选择方面以有利于保证和提高工程质量为原则。

5.6.4 本条是对内衬基层混凝土质量提出的统一性要求，目的是为内衬施工提供一个好的基础条件。铺装内衬的筒仓结构混凝土不应存在未处理的质量缺陷，坡度要符合设计规定，预埋的锚固件应牢固可靠；混凝土的平整度直接影响内衬铺装质量和使用效果，应予以严格控制，本规范在第 11.3.4 条中提出了内衬基层平整度的偏差指标，但这并不是最终控制指标，施工时还应根据具体安装工艺的需要从严掌握。

5.6.5 本规范将内衬基层的结构混凝土及基层处理情况作为隐蔽工程项目。内衬施工是筒仓工程施工的一个阶段性标志，涉及施工专业的交替，需要对前期的结构质量做一个总体性质的评价，达到设计和规范要求后方可展开下一步施工。本条文要求在內衬施工前办理中间交接验收，主要对内衬部位结构混凝土的质量进行检查、验收，对存在的问题和质量缺陷提出技术处理意见并组织落实。隐蔽工程验收则侧重检查结构混凝土缺陷处理情况、基层表面处理情况等是否达到内衬施工的工艺条件，进行验收和办理工序放行。

5.6.6~5.6.8 板块式内衬采用有机粘贴工艺安装，高分子板材多采用栓接连接安装，金属材料内衬采用预埋件焊接连接或栓接连接，抗磨混凝土多采用浇筑和分层抹面做法。由于高分子板材燃点低和温度线膨胀系数较大，在筒仓工程中应用的可靠性还需要做进一步的观察和研究，本规范只对板块式内衬、耐磨混凝土和砂浆、金属内衬等三种方式的內衬施工作出规定，与现行国家标准《钢筋混凝土筒仓设计规范》GB 50077 保持一致。

6 仓底及内部结构工程

6.1 仓底结构、填料工程

6.1.1 仓底结构一般为大尺寸混凝土构件，具有施工荷载大、模板架设高度高的特点，多数工程属于危险性较大的模板工程，故模板和支撑架的可靠性是十分重要的，本条内容要求施工单位强化该类模板施工管理，提高施工的安全性保证。

6.1.2 仓底板自重和承受的荷载均较大，采用滑模施工时如留设施工缝将对结构安全不利，应与筒壁浇筑成整体。

6.1.3 在筒体结构完成后再进行填料部分的施工，作业难度比较大，实际工程中往往忽视对填料施工质量的管理。本条强调填料的材料、坡度和密实性要达到设计要求，是要求相关方重视做好填料工程的检查验收，保证正常发挥填料的功能。

6.2 漏斗、锥体工程

6.2.1~6.2.5 本节是对漏斗（出料斗）和仓内结构施工所作的一般性规定。筒仓中的混凝土料斗、锥体结构等倾斜度大，一般应采用双层模板。规模不大的漏斗可以一次将内模板支设到顶，连续浇筑混凝土；对于仓内构件，由于结构尺寸较大，为减少模板侧压力和方便模板加固施工，上表面模板应该沿高度分层或分步支设，分次浇筑混凝土。仓内结构的模板支撑架也有多种构造形式，如落地式支撑、桁架式支撑、自稳定支撑等，受力方式和施工技术要求不尽相同，因此需要结合具体构造形式对模板支架和模板系统进行设计和验算，确定合理的模板支设方案和混凝土浇筑方法，以保证支撑架稳定。

仓内结构锥体与环梁交界部位受力较为复杂，不应在此处留施工缝。施工缝应留设在锥体与环梁交界处以上 1.5m。

6.3 漏斗内衬

6.3.1 漏斗内衬属于筒仓内衬的一部分，应将漏斗内衬和仓壁内衬按同一个施工分项组织和施工，统一按照本规范第 5.6 节的规定执行。

6.3.2 内衬施工时漏斗钢结构应安装完毕并保证稳定可靠，这是保证施工安全的前提条件。钢质漏斗一般采用板块式内衬，做好钢结构表面的清洁处理，是确保内衬粘贴牢固的保证措施。

6.3.3 当混凝土漏斗采用金属材料内衬时，利用金属面板可代替内侧模板，以及先安装耐冲击钢轨再在外侧支设模板、浇筑混凝土的方法，施工工艺比较成熟，质量可靠，因此本规范推荐使用。

6.3.4 内衬托撑一般采用与内衬层厚度相当的钢板，焊接（用于钢制漏斗）或预埋（用于混凝土漏斗）在料斗内衬下口部位，对内衬起到防脱落和稳定作用。

6.3.5 利用金属板内衬代替漏斗内侧模板，混凝土浇筑后其表面质量情况具有隐蔽性。混凝土浇筑后如果发生漏振、孔洞、混凝土离析、夹渣等质量缺陷很难被发现，因此要强化质量保证措施和施工技术措施，以减少出现质量问题的机会，包括事先、事中和事后控制：事先控制是制定好过程控制方案，加强衬板安装过程中的隐蔽检查，落实保证混凝土施工性能的措施；事中控制执行配合比保证混凝土入模质量，严格按照正确的方法和顺序浇筑混凝土，做好浇筑过程中的跟班监督，混凝土浇筑过程中跟班检查；事后控制是要求浇筑后及时对浇筑情况做检查判断，发现问题予以合理处置，工程验收时进行复查。

7 仓顶工程

7.1 仓顶钢结构

7.1.1 筒仓仓顶钢结构安装分三类方法，一类是吊装安装方法，一类为散装方法（多用于特殊网架结构），另一类是滑动模板拖带施工安装方法。无论采用哪种方法，都要在施工过程中防止并避免钢结构构件的过大变形、杆件应力过大和侧向失稳等情况发生。

7.1.2 本条对钢结构吊装安装方法作的一般性规定，钢结构安装除应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205和其他钢结构专业技术标准外，要做好预检和安装用构配件的检查和验收，以保证安装工程质量；主要构件安装完成后，及时安装次要构件可以及早形成完整的钢结构受力体系，降低结构安全风险；钢结构支座部位二次补浇混凝土在一些工程中未引起足够重视，造成混凝土漏浆和结构不密实等问题，施工质量较差，本条文要求要做好梁口部位混凝土施工缝的处理，并保证二次浇筑混凝土密实性，目的是加强施工管理；对于大直径筒仓的穹顶式结构，对称安装、对称分次卸载是保证中心支撑柱和结构稳定的施工措施。

7.1.3 对于大型筒仓和高型筒仓采用滑模拖带安装仓顶结构是比较经济可靠的方案。采用拖带施工时被拖带构件附着在筒体滑动模板装置上，滑模提升系统需满足模板系统自身的承载力和被拖带结构支座反力对承载性能的要求，同时还应保证提升系统的承载均衡和控制的同步性；拖带支座的构造形式要符合被拖带构件的结构形式和受力条件，采用不同构造形式的拖带支座（铰支座、滑动支座或简直支座等）对滑模装置刚度和被拖带结构内力分布会有不同的影响；在滑模提升过程中必然会形成一定的升

差，不同的升差值和升差的随机组合会在不同结构形式的被拖带构件内引起不同的内应力反应，内应力反应又会反作用在拖带支座上，拖带结构体系的构造方案、滑模装置升差值的控制对滑动模板体系的构件受力和被拖带结构的内力分布有直接影响。因此滑动模板与拖带装置应作为一个整体系统进行设计，以保证施工安全。

钢结构安装采用支座托换转换一次就位，是采用空滑方式将钢结构拖带到设计标高，然后直接采取支座托换方法替换拖带支座，最后浇筑支座混凝土的方法。该方法安装工序施工简便，安装过程平稳，对被拖带结构变形影响小。

7.1.4 网架结构用于大直径筒仓中，结构对支座高低偏差要求较为严格，顶升作业中更需强调做好同步性监测和控制。

7.2 仓顶混凝土结构

7.2.1 仓顶结构施工属于高空、大跨度和重荷载施工，本规范提供了两种仓顶结构施工方案，为保证施工安全，模板体系承重构件和构造节点需要按规定进行设计和验算，当采用其他施工方案时，也应按此条规定进行模板系统和承重支架的设计和验算。符合我国现行相关规范的规定和施工安全法规的要求。

7.2.2、7.2.3 提出桁架吊模和承重钢梁（桁架）支撑施工两种仓顶混凝土结构的施工方法，供参照执行。

7.2.4 空间结构的混凝土结构仓顶施工技术难度较高，其重点是要保证施工安全和混凝土浇筑质量。目前较多采用落地满堂支撑架和高空架空支模施工方案，模板支架搭设的质量保证、模板支撑体系均衡承载、模板支架拆除是保证模板体系可靠、稳定的三个关键环节，本条要求制定模板支架搭设、拆除和混凝土浇筑专项方案，对模板支架搭设和拆除方法、施工程序、作业方法、安全监控等进行科学设计并在施工中严格落实，目的是保证施工安全。仓顶结构倾斜面混凝土坡度较大，只安装底部模板不易控制混凝土流淌，因此需要采用双侧模板，上侧模板可按每步浇筑

高度预留出灌注孔带，也可分步安装模板。分层、分步对称地进行混凝土浇筑可改善混凝土浇筑质量、保证模板支架均衡承载、提高模板体系稳定性。

8 附属工程

8.0.1、8.0.2 本章对筒仓工程附属施工项目提出相关规定，主要是保证筒仓使用中的安全。筒仓工程属于高、大结构，外露构件较多，本规范强调预埋件要随主体结构预留，目的是加强附属构件安装的可靠性。对于后锚固方法，有时限于操作方法、施工环境因素、锚固方式等原因，在一定程度影响了锚固施工的可靠性，因此要加强施工管理和质量控制，对于后锚固方法需要进行设计，并作现场检测。

8.0.3 筒仓施工时，由于沿筒体周围布置的纵向受力钢筋外形相同或相似，采用筒仓受力钢筋作为避雷线时，在混凝土分层浇筑后，无法再找到原已施焊的钢筋继续施焊。未施焊的钢筋在混凝土振捣过程中极易移位，利用错位不连续施焊的钢筋做避雷引下线无法保证良好的导电性。混凝土碳化理论的研究表明，直接利用结构的受力钢筋做避雷引下线，是促使混凝土碳化的重要原因之一。混凝土碳化将严重影响筒仓设计使用年限。此条作为强制性规定，应严格执行。

8.0.4、8.0.5 避雷接地装置应按照厂区避雷网设计进行施工。

8.0.6 筒仓工程一般均要求设置变形观测点并在工程施工阶段和使用阶段做沉降和变形监测，变形观测点的设置数量和设置位置除要符合设计和变形测量的规定，同时满足方便观测的要求。

9 季节性施工

9.1 一般规定

9.1.1、9.1.2 本条是对季节性施工提出的一般性规定。季节性施工一般分为雨期（高温季节）施工和冬期施工，施工季节应根据工程所在地气象条件结合工程施工内容、施工部位进行合理划分，不是一个固定的时间段。季节性施工需要通过气象信息的收集、天气变化的监测做到能够对不利气象条件及时预警，随天气情况及时评估和调整施工技术措施，以避免对工程可能造成的不利影响，预防可能发生的损害。季节性施工还需要做好应急预案的管理，筒仓工程属于工业建设项目，建设场地自然环境比一般民用工程要复杂多变，对灾害性气象条件及其次生灾害估计不足、措施延迟可能造成在建工程、施工设施等的重大损失，因此施工总体部署中要做好应对不利情况的措施，包括施工进度计划方面风险的规避、施工场地布置和场地设施建设、施工设施方面风险的预防、材料的防护措施，工程保护措施等，季节性施工开始前，对应急方案的落实情况做好检查和评价。

9.2 冬、雨期施工

9.2.1、9.2.2 季节性施工的施工措施、施工经验和管理制度各地都有很多，应结合工程实际贯彻和落实。对于雨期施工，要针对气象条件适时做好工程保护、加强极端天气条件下施工设备安全管理是十分重要的。

9.2.3、9.2.4 筒体工程多为高耸建筑，在冬期施工时需要采取较复杂的保温、加热和挡风等技术措施，在最低气温 -5°C 左右，平均气温为 0°C 左右时，可采用悬挂帷幔的方法，冬季气候干燥，极易失水，应涂刷养护液；在最低气温 -10°C 左右，平均气

温为 -5°C 左右时，可采用热电阻或蒸汽养护等方法。但均应进行混凝土的热工计算。冬期进行筒仓滑模施工，由于混凝土凝结速度较慢，操作比较困难，实际施工中多采取悬挂帷幔和内外加温和负温增长混凝土。当气温低于 -20°C 时，常规冬期施工措施难以充分保证混凝土质量，因此不应再进行滑模施工。

10 职业健康安全与环境保护

10.1 职业健康安全

10.1.1、10.1.2 筒仓工程施工大多具有基础深、建筑高、施工荷载大特点，工程机械和特种施工装置的使用也比较集中，危险性较大的作业项目多，施工中应十分重视做好坍塌、高空坠落、高空坠物、触电、雷击、火灾等安全事故的预防，要求施工现场建立健全安全与职业健康管理体系，全面贯彻国家施工安全法规、规章制度，认真执行安全技术规范。施工单位应结合环境、气象条件和工程实际，做好危险源辨识，制定切实可行的安全管理方案并实施。施工中，按分项工程或专项作业项目编制安全技术方案或技术措施，这是安全管理的基本要求。

10.1.3 筒仓工程施工，高空作业人员岗位设置多样，需要针对各工种和岗位不同的操作环境和技术要求进行安全教育培训，提高个人安全防护意识，做到不伤害自己、不伤害别人、不被别人所伤害，从而减少事故发生。

10.1.4~10.1.7 预防高空坠物伤害事故，需要从两个方面加强管理，一是避免和减轻高空坠物伤害，二是消除高空坠物的不安全因素。本规范要求筒仓周围设置危险区，对危险区内的设备进行防护，人员和物料进出需要通过安全通道，放置在操作面的材料和物品、设备等要保证牢靠，必要时应予以固定。

10.1.8 本条要求从预防自我伤害、保持作业面整洁整齐、合理规划人流疏散通道等方面加强对操作面管理，为施工人员提供一个事实上和心理上都符合安全要求的环境。同时及时清除作业面的杂物，保持材料、设备有序堆放和人员通道畅通也是预防火灾事故的重要措施。

10.1.9 本条是对筒仓工程施工作业面安全用电作出的规定，目

的是预防和防止触电、电气火灾事故的发生。作业平台和操作面的用电线路要沿事先设定好位置敷设，避开人员频繁触及、易受到毁损和可燃物的位置，禁止私拉乱接随意走线。

10.1.10 预防火灾的安全措施。筒仓工程施工一旦发生火灾事故，后果严重，因此高空作业时要求设置无烟区，配备消防和灭火设施，加强易燃物品管理，消除火源隐患。筒仓施工中作业面的易燃物主要为可燃性保温材料、油漆及挥发性有机溶剂、设备和动力油料等，施工平台上不得存放此类易燃物品，施工中只允许放置当班使用的少量材料，并应采取防高温、防燃烧措施，下班后及时清除。施工用的保温材料要优先选用无机材料或阻燃型材料。

10.1.11 用于仓壁、仓顶、仓底和仓内结构施工需要搭设的大高度脚手架、模板和钢结构支撑架、滑模、爬模、倒模、高空支模体系、仓顶整体安装装置等，属于危险性较大、专业性强、技术要求高的施工项目，搭设和拆除作业是保证施工安全的关键环节，应开展全方位管理和控制。由于拆除作业具有更高危险性，全过程监护是要做到跟班监管，审核作业人员具备工作资质，确认安全防护设施齐全，监督按规定顺序施工，监督施工程序，确保作业区域安全。

10.2 环境保护

10.2.1~10.2.9 筒仓工程为工业建设项目，多在城镇区以外施工，施工中的环境保护工作有其本身的特点，总体上还应围绕采用新技术和新的管理方法，降低消耗、避免浪费、严控污染、减少排放来开展，贯彻落实“四节一环保”施工理念。本节结合筒仓施工阶段环境因素特点，从噪声控制、扬尘排放、固体废弃物管理、废水废液控制等提出相关要求。同时施工中还应遵守其他相关标准和要求。

11 工程质量验收

11.1 工程质量验收的划分

11.1.1、11.1.2 本节是对混凝土筒仓工程验收单元划分的规定。本规范与现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 配套执行，质量评定和工程质量验收仍按照检验批、分项工程、分部（子分部）工程、单位（子单位）工程层次进行。群仓工程如果规模较大，可划分子单位工程进行验收，群仓中的一个独立筒仓或一个联体的组合可以划分为一个子单位工程，这样划分的目的是为了便于工程验收和技术管理。具体执行可由施工单位、工程监理和建设单位共同协商确定。

11.1.3 本条规定了筒仓内衬工程验收单元的划分要求。调查显示，对于筒仓内衬工程的质量验收，各单位掌握不统一，有的按照装饰工程验收，也有的按地面工程验收，这不利于质量控制水平的提升。筒仓内衬工程按其使用功能不宜列入建筑装饰装修分部的范畴，同时国家现行质量验收规范《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 和《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210也没有与之对应的内容，根据筒仓内衬的功能、部位、材料、施工方法等综合考虑，将其作为一个分部工程，有利于强化内衬工程的施工控制和质量验收，突出其操作专业性和工程耐久性的特点，方便工程技术资料的分类和管理，同时也符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中有关质量验收划分的原则。

内衬分项工程按照工种、材料、施工工艺等区分。本条规定按照施工段、漏斗、仓壁和单个仓体等分别划分检验批，较严于本规范第 11.1.4 条联体仓按施工段划分检验批的规定，会增加内衬施工中的抽样频次，有利于全面评价不同部位和不同操作方

法的质量水平，提高抽样的代表性。

11.1.4 筒体检验批划分是根据筒仓特点确定的：检验批在水平方向按施工段划分检验批，在竖直方向上按模板一次支设的高度划分检验批。采用滑模施工时，由于其工序交叉和作业连续的特点，按常规划分检验批比较困难，把一个工作日和滑升区间作为一个检验批进行评定是可行的。滑模检验批的质量评定和验收以对各工作班的随机抽查记录、旁站管理记录、施工记录、质量问题纠正验证记录等为依据，施工过程中发现的不符合、不合格应立即整改，不能立即完成纠正的则应采取停止继续施工的措施，避免将质量隐患带入隐蔽工程中。在筒体配筋变化处分别划分检验批，是保证上下配筋区段获得均等的抽样检查机会。

11.1.5 筒仓工程预埋件和加工件种类比较多，有小型预埋件也有大型加工件，在施工中，预埋件的安装质量一般能够按照模板分项和钢筋分项的相关内容进行检查评定，但对于加工制作质量多有漏检漏验现象发生，实际调查中也发现预埋件锚固端受力焊缝高度达不到规范规定、加工件质量不达标等现象，本条要求分批次并且分类别进行制作质量的检查、评定和验收，是强化质量控制的措施。本条文应与国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等质量验收标准配合执行。

11.2 工程质量验收

11.2.1 筒仓工程质量验收执行现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定，其内容包括：

现场质量管理和质量控制，施工质量验收，检验批、分项工程、分部工程、单位工程质量合格评价，工程质量验收的程序和组织等符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

工程质量处理符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定和相关质量验收规范的规定。

检验批施工质量符合国家现行建筑工程相关专业工程施工质量验收规范、专项规范或技术标准。

优良工程评价符合相关质量标准的规定。

11.2.2 耐久性关系工程使用年限和结构安全。钢筋混凝土筒仓用途和所处环境介质不同，对结构耐久性的影响程度和作用机理也不相同，当设计明确提出耐久性指标要求时，工程验收必须满足设计规定，本条文为强制性条文，应严格执行。

工程耐久性验收包括对以下指标的验收：设计规定的混凝土耐久性指标；钢筋的混凝土保护层厚度；筒仓涂覆保护层的材料防腐性能指标和施工质量检查验收指标。

11.2.3 本条文结合筒仓工程特点，提出筒仓实体检验的相关规定。现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204规定了应对柱、墙、梁等结构构件重要部位进行检验，筒仓工程仓体结构是否要进行实体检验缺少明确的规定，目前在执行中也不统一，多数筒仓工程未进行检验。但筒体工程存在拆模早、养护困难等因素，而近年来一些筒仓工程重大事故中仓体钢筋配筋偏差过大、达不到设计要求是主要原因。因此有必要加强筒仓工程质量控制和检测。

筒仓工程实体检验是在分部工程验收前进行的验证性检查，筒仓工程涉及使用安全的主要结构部位均要抽样测试，实体检验分筒体结构和其他重要承力构件如柱、墙、梁、仓底结构等。其他重要承力构件实体检验内容包括混凝土实体强度、钢筋保护层厚度，执行现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定；筒体结构实体检验内容除混凝土实体强度、钢筋保护层厚度外还包括钢筋规格和钢筋间距，按照本规范附录 A 执行。

11.2.4 本条提出筒仓工程验收应提供的工程施工文件，列出了主要的实质性施工文件的名录，供施工管理参照。验收时还应执行各地区的不同要求和具体规定。

对于存放粮食、食品和饲料类的筒仓，需要达到设计规定的

安全卫生标准。验收时应按规定提供相关材料有害物质含量合格的质量证明材料和复试报告以及卫生合格证明文件，必要时还应在工程验收前进行卫生安全的专项验收。

11.2.5 本条是对筒仓工程施工技术文件管理提出的要求。施工技术资料具有记录施工过程、质量评定、质量查询、技术档案的功能，同时也在施工过程中也发挥重要的质量控制作用，强调及时编制、及时收集、及时进行审查和归档管理，可以强化施工管理责任的落实，提高施工技术水平，减少和避免质量和安全隐患的发生。

11.3 工程质量检查评定

11.3.1~11.3.3 筒仓工程质量检查和评定应按施工项目类别，分别执行我国现行各施工质量验收标准。没有国家标准的，要按照行业标准验收，当采用新材料、新工艺或新技术而缺少验收标准的，要按照备案的企业标准和合同技术条件由工程参建各方共同制定验收方案，并按照验收方案进行检查验收。

工程质量的检查还应执行本规范各章节的规定，当施工内容有其他规范可依据时同时也要符合这些规范的要求。施工记录和过程监测记录反映质量控制水平，是操作质量证据，因此应作为质量验收资料予以保存，并作为检验批、分部和单位工程验收依据之一。

11.3.4 本规范表 11.3.4 列出钢筋混凝土筒仓分项工程施工允许偏差和检验方法供检验批评定和验收时执行。本表只列出了两类允许偏差项目：一是其他现行规范中未给出而又需要明确的偏差检验项目；二是其他现行规范已经有的偏差检查项目，但不适用于本规范特定部位的检查验收，而在本规范中重新进行了允许偏差值调整。在检验批质量检查评定中，本表已经列出的检查项目要按本规范执行，本表未列出的检查项目仍按现行其他专业质量验收规范执行。

附录 A 筒体结构实体检验

A.0.1 筒体结构实体检验抽样的数量和部位由三方单位共同确认，以保证抽样的公正和具有代表性。

A.0.2~A.0.5 本条文内容明确筒体实体检验的项目和抽样数量。

筒体实体检验的抽样划分筒壁和仓壁，分别进行抽样检测，加大了仓壁的抽样和检测权重，实际是对仓壁施工质量控制提出了更高的要求。

仓壁钢筋实体检测的抽样，在每一个水平钢筋配筋区段内至少应达到 5 处抽样点，具体是：在配筋区段内按筒仓水平周长每 30m 取 1 处的频次，最低不少于 3 处，在竖向均匀分部各测点；在水平配筋区段上端和下端各抽取不少于 2 处。区段内抽样检测主要是检查验证钢筋安装的质量情况，区段上下端抽样检测目的是验证配筋变化位置的准确性。

A.0.6 钢筋实体检验每处连续抽取不少于 6 根钢筋，6 根钢筋即 5 个钢筋间距，长度约在 600mm~1000mm 之间，目的是检测到的钢筋间距具有代表性，便于综合作出施工质量评价。

A.0.7 钢筋实体检测允许偏差值大于钢筋安装分项工程的允许偏差值，是考虑施工扰动因素所做的调整，但钢筋保护层负偏差仍具有较严格的控制指标，需要在施工中加强保护层控制措施。

A.0.8、A.0.9 对筒体结构实体检验的合格评定作了规定。要求筒体部分的钢筋实体检验与筒仓其他部位的实体检验分开单独进行，筒体混凝土强度实体检验可与其他部位的混凝土强度实体检验一同评定。

附录 B 筒仓垂直度和全高检测方法

B. 0. 1~B. 0. 9 本附录给出了一种采用铅直仪观测筒仓垂直度的方案，包括一图一表，本方法采取在筒仓周围均匀布置观测点，分别测量对应点位的垂直度偏差值。由于筒仓本身存在局部失圆（方形仓局部平直度偏差）和上下不均匀变形等影响因素，所测垂直度偏差值并不直接代表筒仓整体垂直度的偏差程度，也不代表筒仓准确的倾斜方向，但每个观测值总体上代表观测点位置附近的局部垂直度偏差情况，筒仓所有观测点的偏差值总体代表该工程在垂直方向抽样中所反映的施工偏差情况，因此筒仓垂直度观测值反映的是筒仓垂直度的施工控制水平。

本规范取垂直偏差最大观测值为筒仓工程的垂直度偏差，是将各点位对应的最大偏差值作为施工控制水平的评判标准，同时可以直观地表达筒仓发生垂直度偏差的部位和程度。



1 5 1 1 2 2 0 2 6 1



统一书号: 15112 · 20261
定 价: 16.00 元