



中国核协
CNEA

创建核能优质工程指导手册

常规岛及BOP建筑工程

章节精析

创建世界一流协会

目录

CONTENTS

1

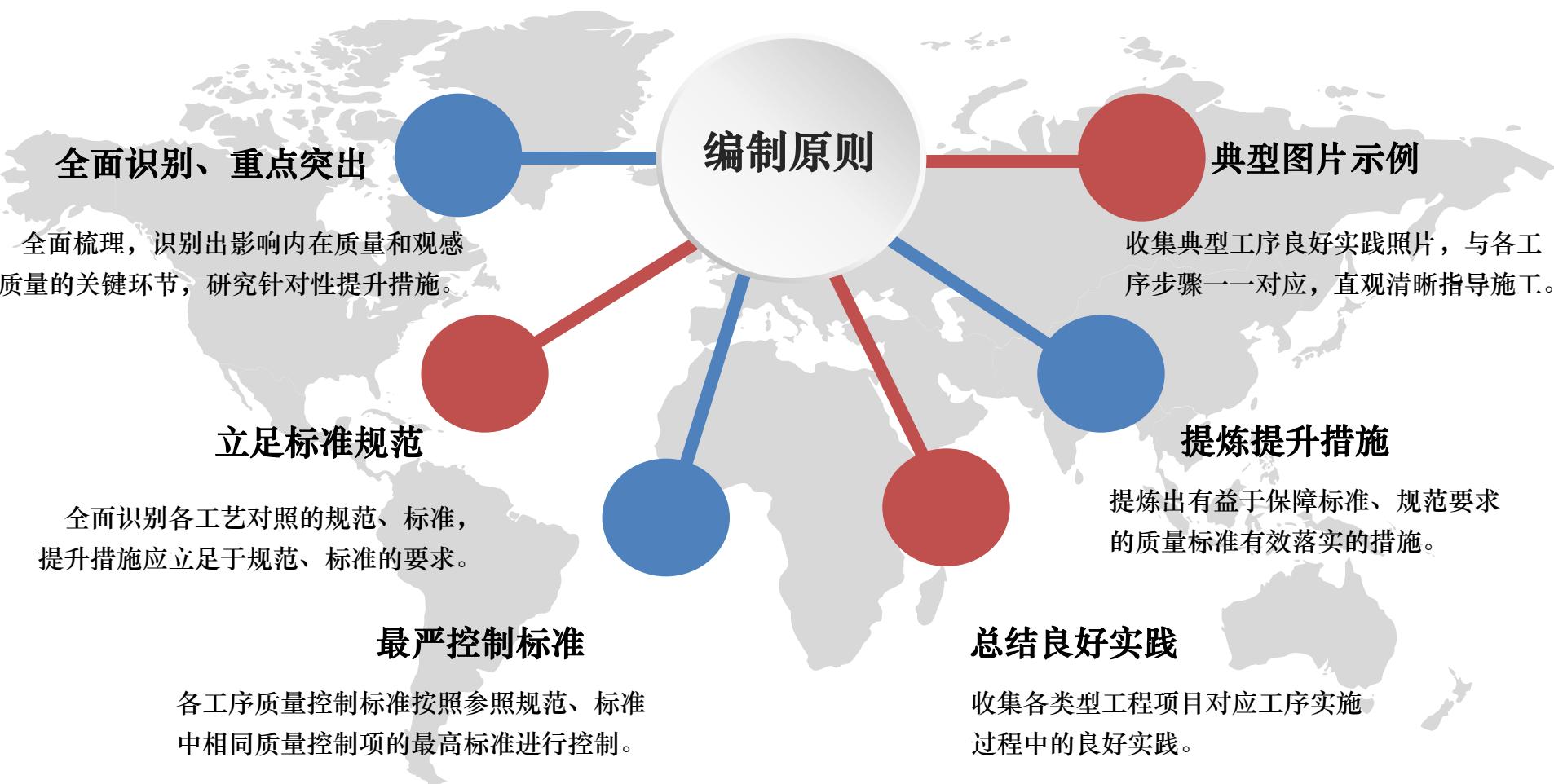
编制原则

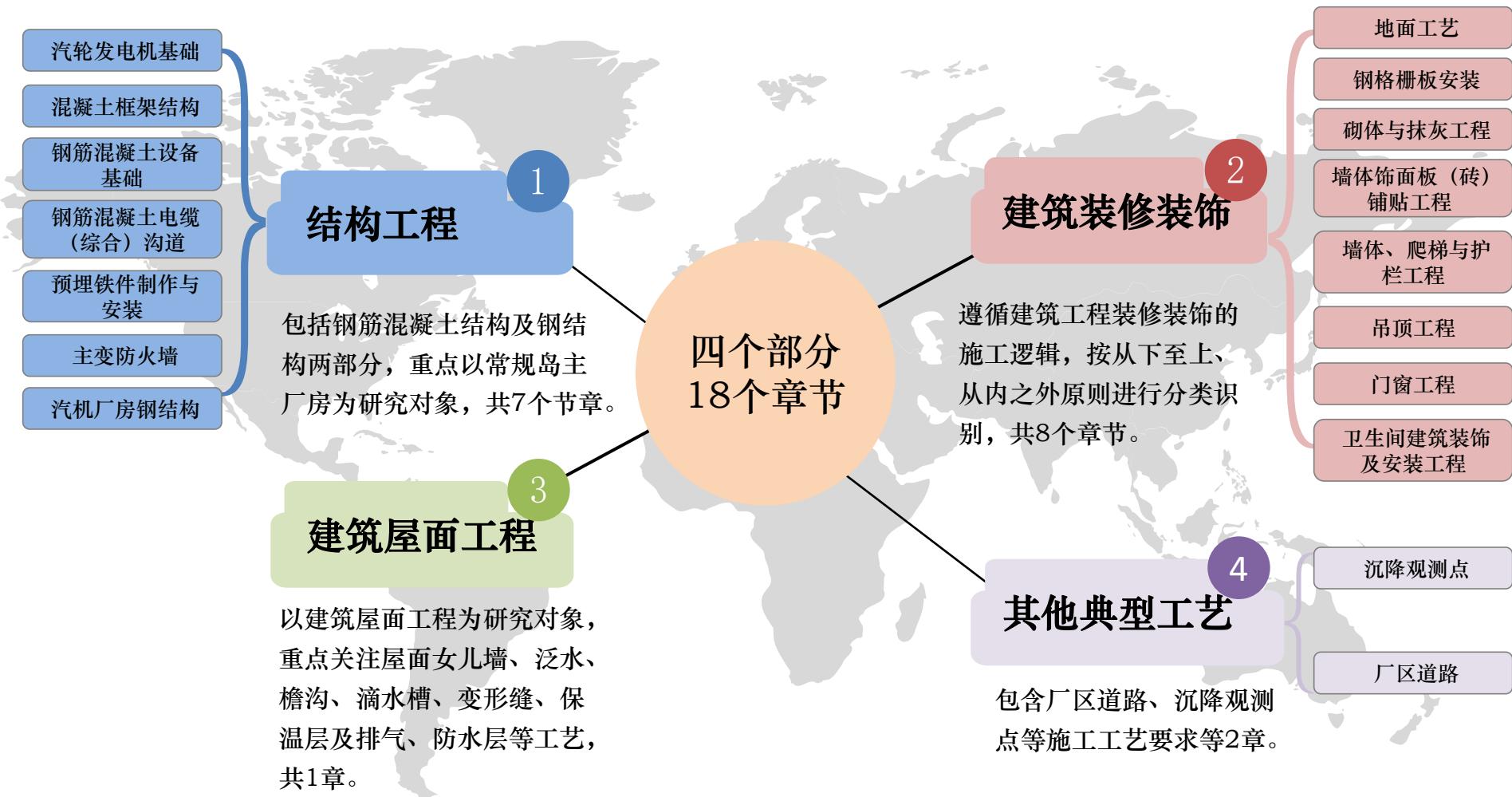
2

总体构架

3

章节精析







1. 参照标准



2. 适用部位



3. 施工工艺控制要点



4. 示范图片

一、汽轮机基础+钢筋混凝土框架结构

要求按照清水混凝土控制要求实施，达到清水混凝土工艺。

1. 钢筋工艺

2. 模板工艺

3. 对拉螺栓孔眼封堵

4. 混凝土外观工艺

通用部分

一、汽轮机基础

二、钢筋混凝土框架结构

汽轮机基础直埋螺栓工艺

钢次梁安装工艺

1. 钢筋工艺



底板钢筋绑扎



柱钢筋绑扎工艺



钢筋间距控制工艺

- (1) 钢筋制作前应对梁、柱交叉等钢筋稠密部位进行放样。
- (2) 箍筋的加工在规范允许的范围内宜采用负公差。
- (3) 钢筋绑丝尾端必须推向箍筋内侧。
- (4) 柱立筋施工应设置钢筋定位卡具。
- (5) 底板钢筋绑扎时，应标出钢筋位置线。
- (6) 基座钢筋绑扎时，应考虑埋件、埋管位置，合理安排绑扎顺序，并应事先设定并预留混凝土浇筑时振动棒插入部位的专用通道。
- (7) 钢筋保护层垫块要采用同标号混凝土制作。

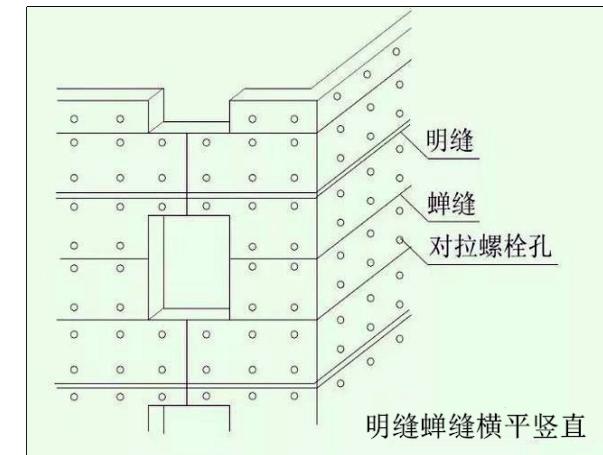
2.模板工艺



模板加工



模板拼接加工



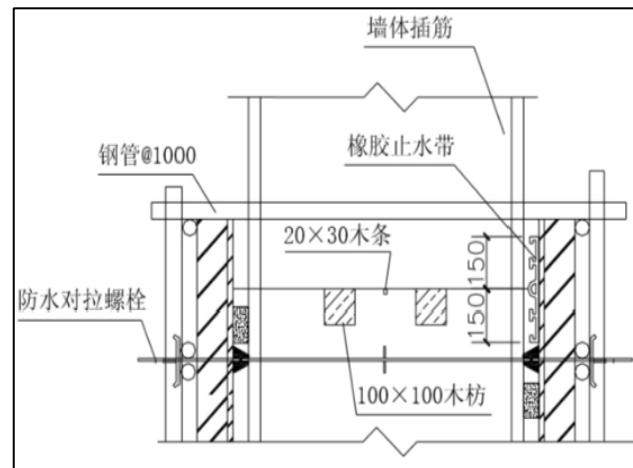
明缝和蝉缝处理工艺



明缝和蝉缝处理效果

- (1) 模板应结合构件尺寸，对模板安装进行二次设计，合理排版，模板尺寸、拼缝位置、对拉螺栓的位置应排布整齐。整体上保证模板平整、拼缝严实、水平交圈、竖向贯通，达到蝉缝工艺效果。
- (2) 汽机基础模板宜采用刚度较高的12~14mm 混凝土专用大模板或特制定型钢模板，根据设计制作，几何尺寸应准确。柱模板宜采用专用模板体系。
- (3) 对拉螺栓孔布置应横平竖直、间距均匀一致，紧贴模板的内侧设置锥形橡胶塞，防漏浆及便于后期封堵，观感效果好。
- (4) 模板安装前应涂刷隔离剂，隔离剂品种应不影响混凝土表面的色泽。
- (5) 如采用倒角工艺，角线条宜采用PVC 角线，安装应紧密、牢固。

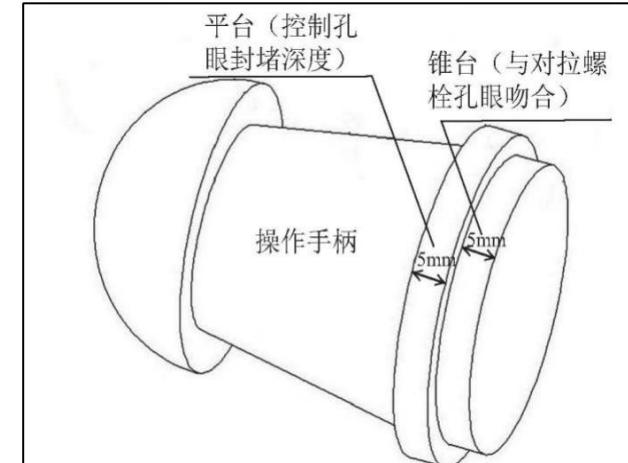
3. 对拉螺栓孔眼封堵工艺



模板对拉螺栓示意图



对拉螺栓孔处理效果



钢筋间距控制工艺

- (1) 对拉螺栓孔眼封堵宜专用工具，建议用PVC材料按照对拉螺栓孔眼套帽的外形尺寸，做成高度5mm的锥台（前小后大，与对拉螺栓孔眼吻合），顶端平整、边缘光滑，锥台后部留出宽度5mm的平台以控制孔眼封堵深度，后部加工成圆形手柄以便操作。
- (2) 对拉螺栓孔应用同配比砂浆或专用材料封堵，填塞时应分层捣实，距外侧面留出6~8mm的深度作为二次修饰空间。
- (3) 封堵24h后填嵌适量专用腻子入孔眼，采用专用工具用力旋压成型，应反复检查腻子入孔量，不足添加，多余挖出。确保孔眼凹坑5mm深度一致、底部饱满、平整，周边圆润光滑。

4.混凝土外观工艺

- (1) 混凝土表面平整，棱角清晰、顺直，所采用的水泥为同一厂家生产、同强度等级、同一批次，确保达到色泽均匀一致。
- (2) 混凝土施工期间应控制混凝土坍落度，在开罐及过程中应跟踪做坍落度检测。
- (3) 对钢筋较密及施工难度大的部位，制定有针对性的振捣方案并监督有效实施。
- (4) 汽机基础混凝土浇筑前，底板和基座应制定大体积混凝土浇筑方案，明确浇筑的平面布置图，浇筑部位的逻辑顺序，固化各点位振捣人员和设备。
- (5) 应根据混凝土内外温差和同条件试块强度来控制拆模时间。



框架柱清水混凝土工艺

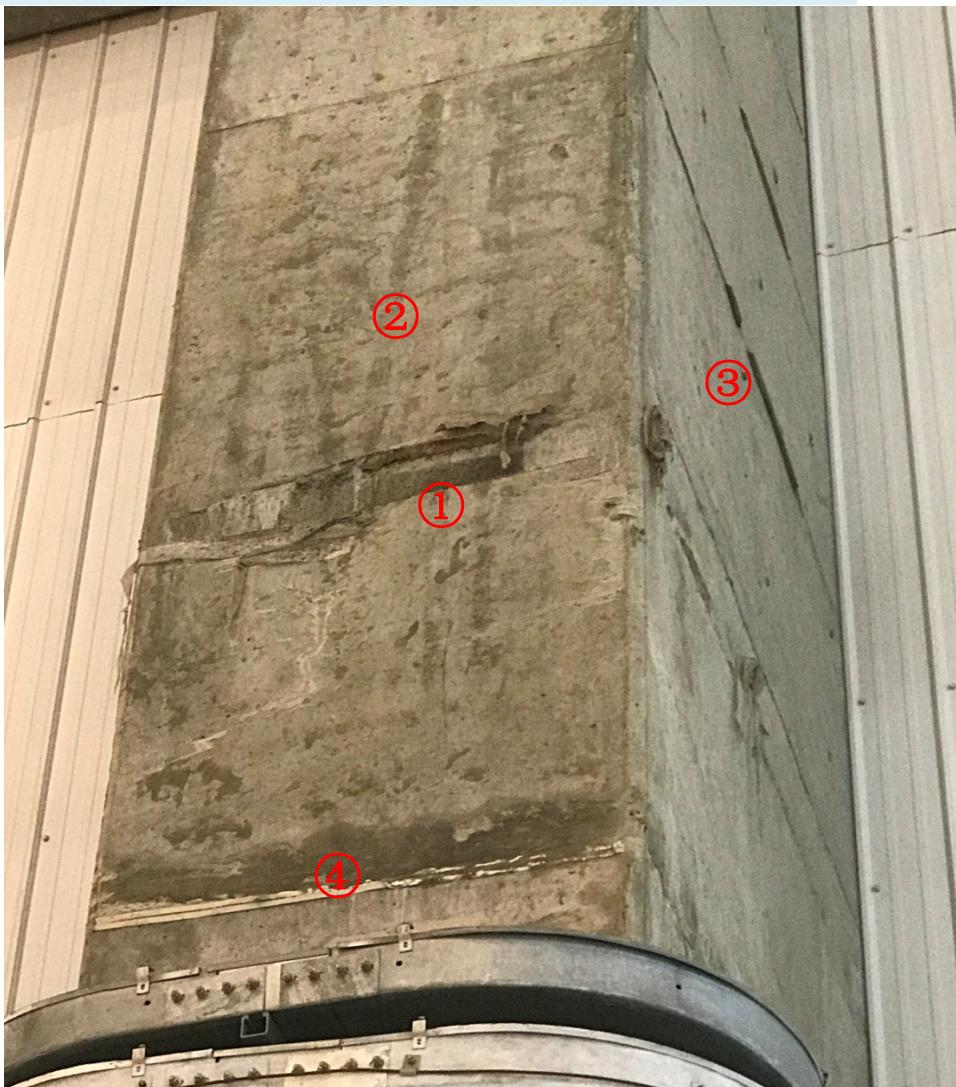


汽机基座外观工艺



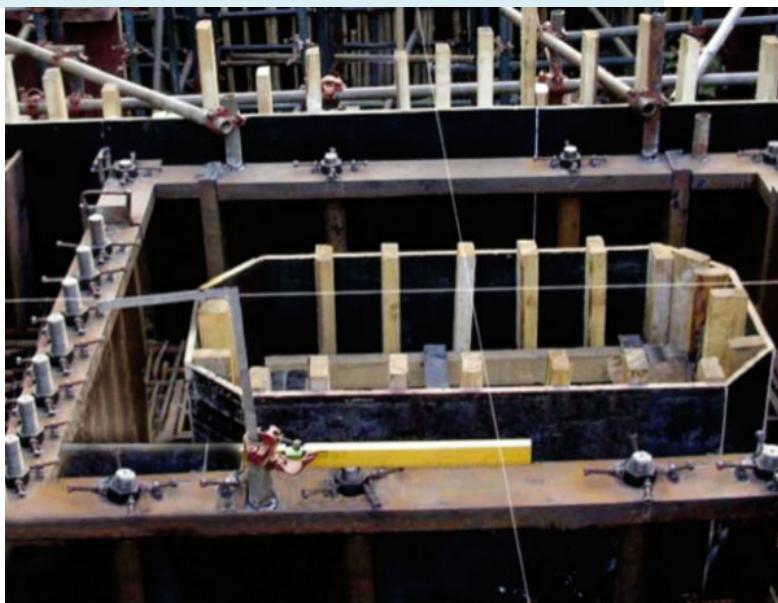
框架柱表面清水混凝土效果

2019年国优工程现场复查典型问题



- ①模板掉皮后嵌入混凝土：木质模板老旧或重复利用；拆模不规范，粗暴拆模；隔离剂涂刷不到位。
- ②颜色不均：模板在浇筑前不够洁净，骨料同厂家以保证含泥量一致。
- ③接缝处不平整：板缝错缝，上部存在漏浆，蝉缝工艺效果不佳。
- ④模板贴缝防渗密封条嵌入混凝土中：混凝土浇筑模板贴缝海绵密封条与模板固定不牢，拆模时未及时处理。

5.汽轮机基础直埋螺栓工艺



螺栓固定钢架定位工艺

- (1) 螺栓的竖向支撑采用专用固定钢架，钢架应有足够的刚度和稳定性。
- (2) 采用微调螺丝校正直埋螺栓的轴线，校正完毕后，应将微调螺丝点焊牢固。
- (3) 预埋螺栓丝扣外露部分应采取保护措施。
- (4) 设备厂家的埋件、锚固板、定位板安装过程中，应严格遵照厂家的要求，控制安装精度，采取可靠支撑，保证混凝土浇筑过程中不偏位。

6.钢次梁安装工艺



钢梁与混凝土梁施工效果

- (1) 钢次梁梁底支撑应标高准确。
- (2) 钢次梁应位置准确，并沿钢次梁长度方向将梁两侧固定牢固。连续混凝土梁，起拱数据必须一致。
- (3) 钢次梁与混凝土交接处的腹板位置，模板封堵应平整、严密。

1. 总体要求

- (1) 露出地面以上部分的设备基础按饰面清水混凝土施工工艺施工, 阳角部分(含基础上表面阳角)采用双线条倒圆。
- (2) 设备电气及控制电缆的钢套管不得露在设备基础外侧面。
- (3) 设备基础上表面预埋铁件的埋置须严格采用水平仪控制水平度和标高, 力求达到上部设备安装无垫铁施工条件。
- (4) 有安全围护栏杆的较大型设备基础, 为方便检修, 围护栏杆宜做成可拆卸型活动栏杆(征求生产运行人员意见, 根据需求施工前进行二次设计)。
- (5) 室外较大型设备基础顶面四周应设挡水沿(高度不少于80mm, 沿口上表面向内侧的坡度 $\geq 15\%$), 基础上表面找坡埋设地漏、排水暗管集中排放雨水, 避免雨污水污染基础外侧表面。



设备基础倒圆角 (一)



设备基础倒圆角 (二)

2.设备基础二次灌浆工艺

- (1) 设备基础外侧不能有明显的二次灌浆的痕迹，推荐二次灌浆高度的基础外沿（含基础上表面阳角线条）一次浇注成型。
- (2) 如因安装工艺要求不能将设备基础二次灌浆高度的基础外沿一次浇注成型时，建议预留凹槽施工缝，二次灌浆时模板的支设应牢固、拼缝严密，严禁漏浆污染基础下部表面部分；拆模后不得有二次接缝的痕迹。
- (3) 二次灌浆层的厚度 $\geq 25\text{mm}$ (设计另有特殊要求的除外)。
- (4) 设备基础的二次灌浆应采用专业厂家生产的高强度无收缩灌浆料，原材料复检合格后方可使用；现场拌和必须按照使用说明严格计量，搅拌均匀，随用随拌，严禁使用受潮结块或拌合后时间过长已初凝的拌合料。
- (5) 二次灌浆前设备基础需灌浆部位必须认真凿毛并凿去基础上部强度不足部分，用压力空气吹净表面的浮尘和杂物，并提前24 小时充分湿润，灌浆时基础表面不得存有积水；严禁从设备台板两侧同时下浆，防止空气集聚在台板中部，形成空洞（必要部位可以设置排气导管）；加强振捣、不得漏振，位置狭窄处可采用竹板人工捣固；灌浆面须高出台板底面 $\geq 10\text{mm}$ ，确保二次灌浆层密实。
- (6) 设备基础二次灌浆应采用无垫铁施工工艺。设备找平、找正、调标高时，可用斜垫铁、调整垫铁、调整螺钉等工具将设备的水平和标高调整到符合要求后，进行第二次灌浆；待灌浆层强度达到75%以上时，撤出调整工具，然后将留出的位置用灌浆料填实，并再次紧固地脚螺栓，复查设备精度。

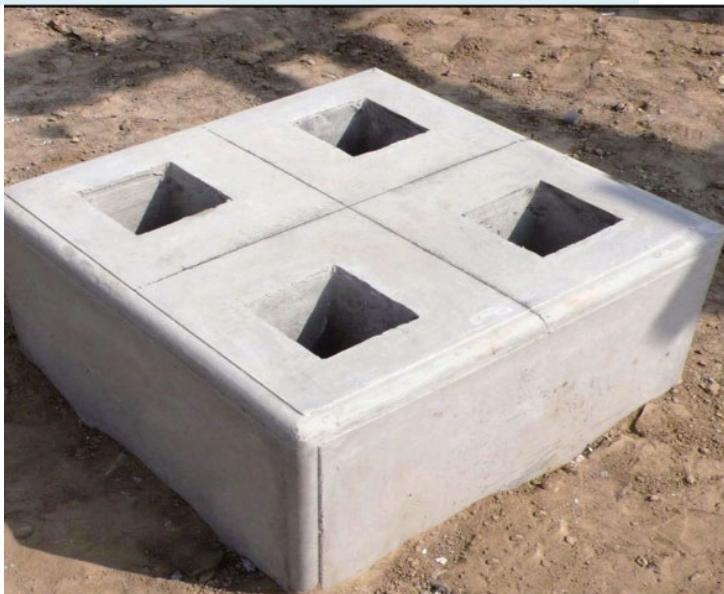


设备基础二次灌浆外沿施工工艺



设备基础二次灌浆前凿毛处理 13

3. 预留螺栓孔工艺



螺栓固定钢架定位工艺

- (1) 混凝土浇筑时，应振捣密实。
- (2) 预留孔模板四周应均匀布料、均匀振捣，避免上浮。
- (3) 预留螺栓孔应方正，大小、深度应准确。

4. 设备基础四周排水（油）沟槽工艺

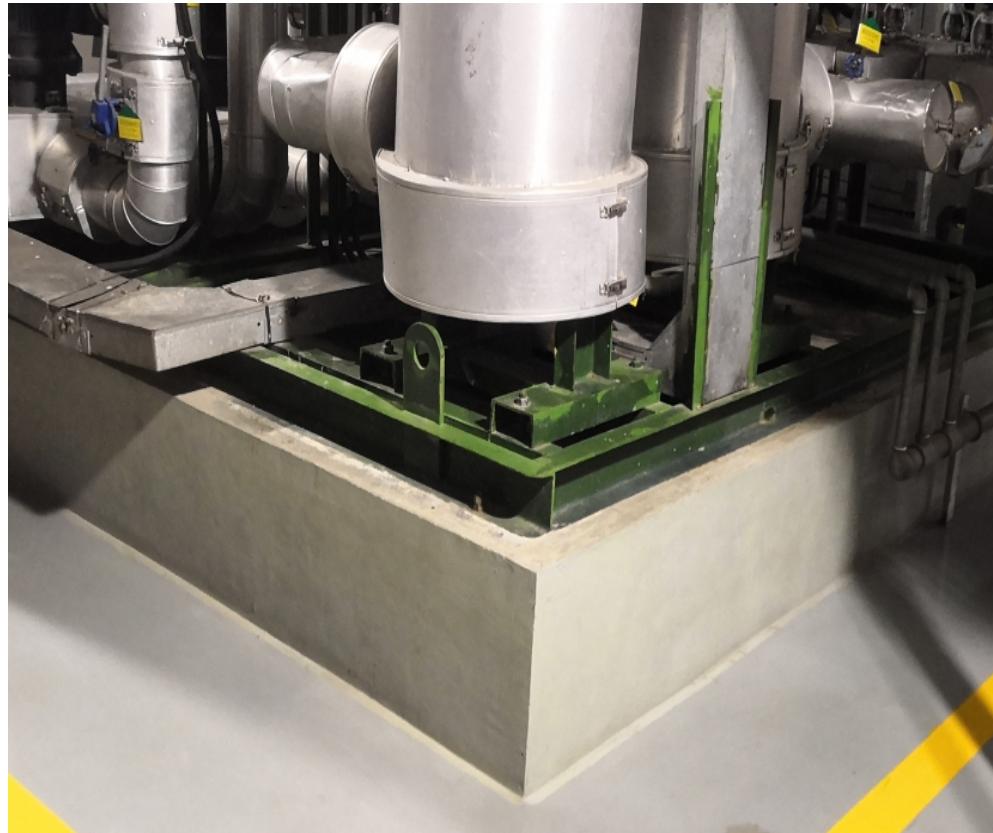


排水油沟槽

- (1) 设备基础四周排水（油）沟槽坡度必须正确，排水顺畅；与厂区废水排放管道可靠连接。沟沿平整，沟壁顺直、光滑，沟槽宽窄一致，无弯曲、错台。
- (2) 与排水（油）沟槽相连的预埋管道外壁与沟槽间应封堵严密，排水（油）沟槽内表面如设计要求铺贴防腐材料时，应确保无渗漏。
- (3) 预埋管道伸入排水（油）沟槽的端部要有防止杂物流入的防护罩或防护网。

2019年国优工程现场复查良好实践

设备基础混凝土，
棱角顺直，达到
清水混凝土工艺。



1. 沟道施工要求

- (1) 沟道顺直，露出地面的部分要按饰面清水混凝土工艺标准施工；沟沿外侧阳角倒圆。
- (2) 为沟道内电缆桥架的安装不得采用后植膨胀螺栓方式，应采用预埋件方式，埋件安装要求参照第五章预埋铁件制作及安装工艺要求实施，接地扁铁水平焊接在电缆桥架下方。
- (3) 沟底平整、排水坡度符合设计要求，加设排水沟槽，排水措施可靠。
- (4) 室外沟道每隔 15m 左右，在适当位置宜设置排、流水沟槽（可采用预制构件）。



沟壁施工工艺

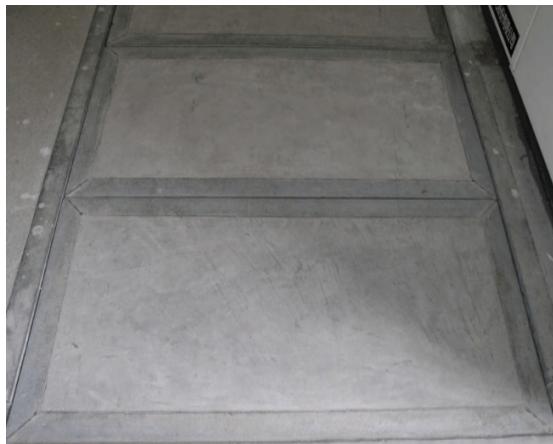


过水槽施工工艺

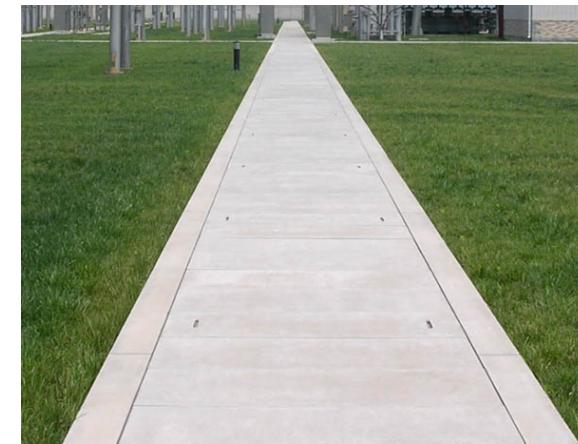
2. 沟道盖板要求



盖板角钢框制作



带角钢框的盖板压面效果



内嵌式盖板电缆沟道



转角处盖板铺设工艺

- (1) 沟道盖板周边均要求设置厚度、强度与混凝土强度相适应的角钢，并注意防腐措施；内嵌式盖板每隔5~8块板应加设吊装设施，如预留孔或预埋吊环螺母。
- (2) 内嵌式沟道的盖板上表面与沟沿上口应平齐一致；室内沟道盖板面层应与地面装饰面层做法和标准一致，分隔线条、花色图案要与周边地面对应整齐；室外沟道盖板面层要求达到饰面清水混凝土工艺标准。



外压式盖板电缆沟道

- (3) 盖板安装要求平整、稳固，盖板与盖板之间缝隙基本密合。
- (4) 沟道盖板的角钢外框制作要求工厂化配置，保证尺寸标准、平整度一致，防腐措施统一；盖板预制时基底须平整，有清水混凝土饰面要求的盖板应采取人工压面或机器压面，保证表面光洁。

2019年国优工程现场复查典型问题



①沟沿不顺直，盖板预留孔不在一条直线：未采用定制化模板，未采用角钢框定制盖板和沟沿，现浇过程沟道尺寸存在偏差，整体不美观。

②沟道外观及盖板混凝土表观质量差：存在蜂窝麻面、错台等典型外
观质量缺陷。

1.预埋件的加工制作

(1) 预埋铁件制作前须对照钢筋、模板和施工图纸放样下料，确保埋件能够按照图纸要求的平面位置正确定位，锚筋间距避让主受力筋位置且保证边排锚筋须插在主受力筋内侧。

(2) 当采用饰面清水混凝土施工工艺，柱、梁、设备基础阳角有倒圆的要求，而设计又在结构阳角部位布置有埋件时，下料时应考虑让埋件退让出角线的位置，可以通过设计变更或变更设计，将角钢改为两条扁钢或钢板适当向结构内侧移位，留出角线安装位置。

(3) 预埋铁件制作裁板下料应采用机械或自动气割机，四角宜切成小圆弧状，外棱角磨圆，焊接变形须采用千斤顶校正。

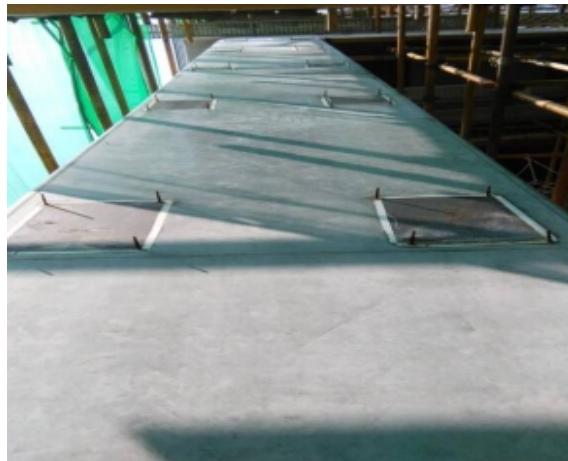
(4) 验收合格后应对预埋铁件在混凝土中外露的部分做好防腐，采用喷漆方式规范标识预埋铁件的型号、规格及荷载等级编号，以防用错。

(5) 凡位于柱、梁、板及设备基础上表面的预埋铁件短边尺寸大于300mm时，在不影响预埋铁件受力的情况下应在埋件表面适当位置开设若干 $\varphi 30\sim 50$ mm的排气孔（排气洞宜采用机械成孔，且须注意避让锚筋焊接所需位置），以确保预埋铁件下部混凝土密实、无气泡形成的空鼓现象。



预埋件加工制作工艺

2. 预埋铁件的安装



预埋件位置模板支设细部处理



楼板上预埋件安装工艺



柱角预埋件施工工艺

- (1) 预埋铁件安装应位置准确、横平竖直且与混凝土结构表面平整一致。
- (2) 混凝土结构配筋较大较多、预埋件多且较为笨重时，应采用将埋件与箍筋焊接的方式固定。
- (3) 预埋铁件表面四周与模板间加垫双面胶条，防止预埋铁件边缘产生麻面，影响混凝土观感效果。
- (4) 当预埋件安装遇到较密集的受力钢筋安装困难时，可将受力钢筋适当移位，但严禁将锚筋或受力钢筋随意切掉或割短。
- (5) 安装好的预埋铁件横平竖直，外平面与拟装配的模板内平面平整一致（严格控制垂直度），用电焊将锚筋与箍筋焊接牢固。安装模板时不再另行加装侧立面钢筋保护层垫块，以预埋铁件外平面作为控制混凝土钢筋保护层厚度和外形尺寸的标准，模板的支撑加固要可靠，不得变形移位。

3. 大型设备基础预埋螺栓、钢管、厂供特种预埋铁件的安装

(1) 大型设备（汽轮发电机组、循环水泵等）基础预埋螺栓、套管、厂供特种预埋铁件的安装等宜采用专用的型钢支架、桁架等措施定位固定，不得依靠基础钢筋、模板固定，避免埋件在混凝土浇筑过程中随着模板、钢筋移动而产生移位。

(2) 严格控制预埋螺栓外露长度的统一一致，固定设备底板（台板）的螺母紧固后应满足外露3~5扣的标准要求。

(3) 汽轮机基础及主厂房框架埋件，不得设计成与结构柱、梁等长预埋件，既浪费材料又影响混凝土表面观感。



墙体埋件施工



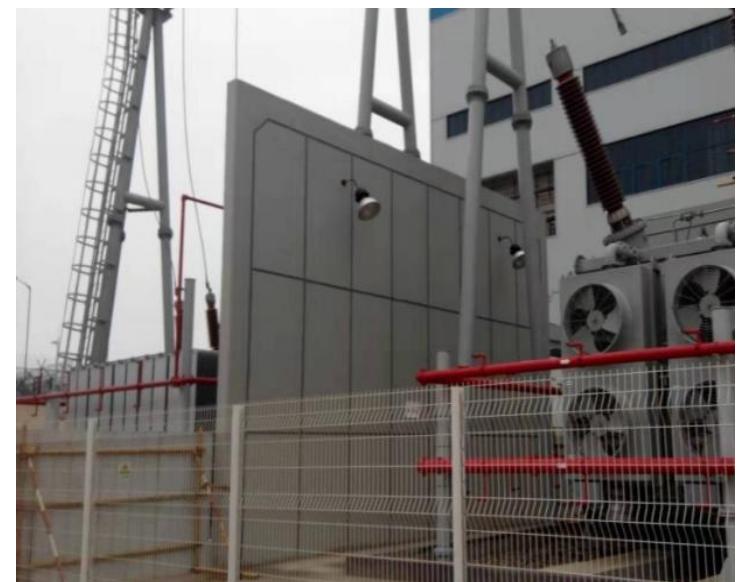
楼板埋件及设备基础埋件安装

1. 总体效果要求

- (1) 要求按照清水混凝土控制要求实施，达到清水混凝土工艺。
- (2) 构建轴线通直，尺寸准确。表面清洁、色泽一致、棱角方正、相同顺直，无砂带、黑斑和明显气泡。表面平整度≤5mm。
- (3) 模板接缝、对拉螺栓应留设规范。
- (4) 阳角部位采取PVC塑料倒角，拆模后阳角光滑密实，无漏浆。
- (5) 分隔缝建议采用直径25mm的装饰条在墙板上作为分隔缝，合理划分间距，确保横平竖直。

2. 模板方案

- (1) 模板加工前应制定专项模板方案，结合构筑物几何尺寸开展二次设计，模板采用螺栓对拉加固，对拉螺栓间距设置需基于分隔缝尺寸进行考虑。
- (2) 结合模板对拉杆位置设置分隔缝，分隔线条利用射钉枪固定在对拉螺栓横纵线上，在模板安装前固定。
- (3) 模板加工与分隔缝安装同步开展，确保整面模板形成一个整体。
- (4) 模板安装前，弹出防火墙墙体边线，用厚度20mm左右的水泥砂浆进行找平，保持模板下口在同一水平面上，为了方便模板内积水的排出，间隔2m留100mm的缺口，混凝土浇筑前用水泥砂浆封堵，防止漏浆。
- (5) 防火墙模板在混凝土浇筑7天后拆除，拆模模板过程中注意对成品的保护，以免损伤混凝土表面。



2019年国优工程现场复查典型问题

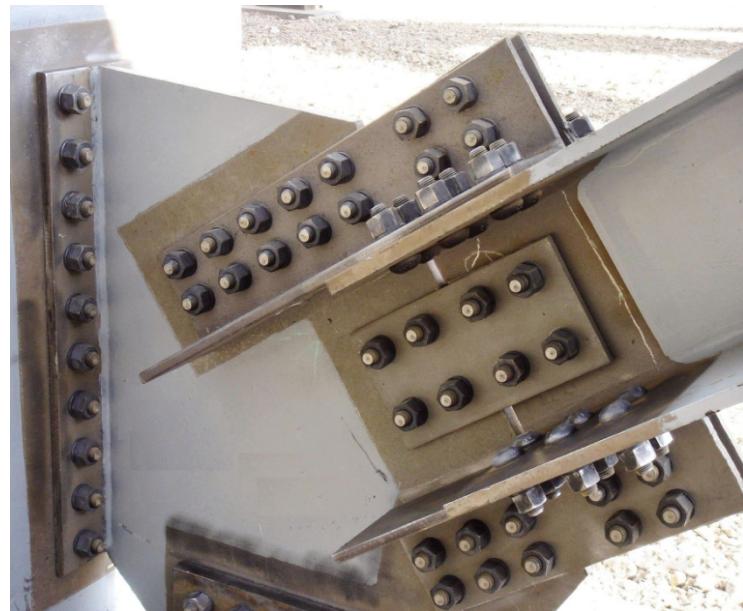


- ①对拉螺栓孔眼封堵不合格：未采用专用堵头，对拉螺栓拆除时造成破坏；封堵砂浆和封堵工艺不当。
- ②存在冷缝：浇筑过程控制不当产生冷缝。
- ③接缝处不平整，存在打磨痕迹：模板固定不牢，存在涨模。
- ④整体观感不佳：总体风格方案和布局未提前规划排版。

1. 钢结构框架安装



汽轮机运转层钢结构施工工艺



高强螺栓连接节点施工工艺

- (1) 节点连接板应平整，板边、孔边无毛刺。
- (2) 摩擦面表面的浮锈应在接头拼装前用钢丝刷刷除，刷封闭底漆或涂刷机油，恢复防腐。
- (3) 高强螺栓初拧、复拧、终拧都应按中间向外对称顺序施拧，使所有螺栓受力均匀。
- (4) 钢结构梁柱就位位置准确，连接节点螺栓方向一致、外露丝扣统一。
- (5) 高强螺栓初拧、复拧、终拧应保留原始数据记录。³⁴

2. 钢结构屋架及采光式压型钢板屋面安装

- (1) 钢屋架宜分片加工制作、分片出厂，在现场拼装工作台组拼。
- (2) 屋架组拼的对接焊缝宜在两侧采用同型焊机等速焊接，减少焊接变形，就位后屋架与支座焊接时，应两端对角对称焊接。
- (3) 钢结构涂装与混凝土结构分色清晰、顺直。
- (4) 屋面采光板的波型应与屋面板一致。
- (5) 铺设屋面板材时，相邻两块板应顺年最大频率风向搭接，压型板应采用带防水垫圈的镀锌螺栓(螺钉)固定，固定点应设在波峰上。两板间应放置通长密封条；螺栓拧紧后，两板的搭接口处应用密封材料封严。
- (6) 屋面与立墙及突出屋面结构等交接处，均应做泛水处理。所有外露的螺栓(螺钉)，均应涂抹密封材料保护。

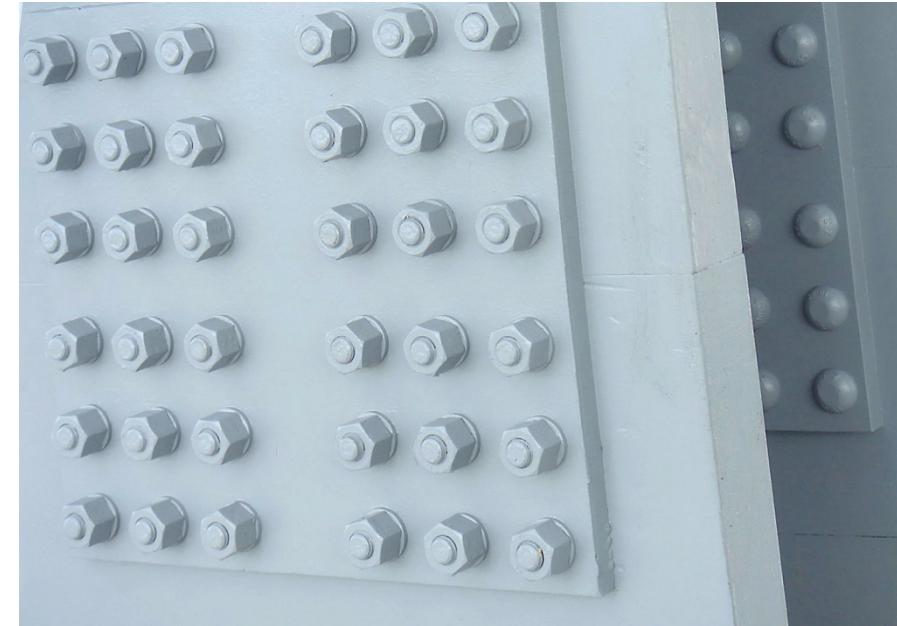


汽轮机厂房钢屋架及采光式压型钢板屋面

3.钢结构防腐及防火涂层



钢结构节点除锈工艺



汽机间钢结构防腐及防火涂层工艺

- (1) 钢结构防腐油漆涂装前基底必须认真除锈（现场施工应优先采取喷砂除锈工艺），要求达到无锈块、锈斑、氧化物颗粒及点状锈蚀，涂装面全部露出金属光泽；除锈处理验收合格后的钢结构表面必须及时涂刷防锈底漆。
- (2) 应对焊缝、毛刺进行打磨处理，焊缝不平处及点蚀坑洼处刮批原腻子、砂平磨光。
- (3) 应重视金属构件隐蔽部位（特别是套管内部、吊顶上方、饰面化装板内侧等等）、不易操作部位的涂装防腐工作，谨防遗漏。涂饰完成后，及时做好成品保护，防止二次污染。
- (4) 钢结构防腐油漆工程工艺标准：涂刷均匀，覆盖严密，无透底及漏刷；涂层遍数、总厚度符合设计要求，每道面漆干膜厚度 $\geq 30\mu\text{m}$ ；层间结合严密、粘附良好，无分层、起毛；漆膜光滑平整、润滑，色泽及厚度均匀一致，无龟裂、皱纹、气泡、流挂；不同色彩颜色界面清晰，无裹棱串色、无交叉污染。

2019年国优工程现场复查典型问题



- ①钢梁表面防火油漆脱落。
- ②钢梁连接点未涂刷防腐涂料。

4. 金属墙板封闭工艺



阴角施工工艺



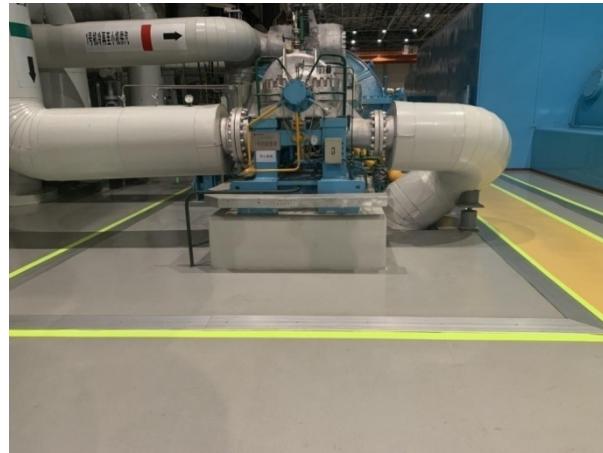
下部仿蘑菇石勒脚、上部复合夹芯板外墙封闭工艺

- (1) 金属墙板的排版布局要进行整体设计，门窗洞口、设备洞口、女儿墙压顶处、墙面阴、阳角等处收边板与泛水板的安装需要结合现场实际状况进行二次设计，以保证檐口线、屋脊线、窗口、门口和转角线等的水平度和垂直度。
- (2) 金属墙板板肋搭接应与常年主导风向相背，两板间应放置通长密封条；螺栓拧紧后，两板的搭接口处应用密封材料封严。
- (3) 孔洞口包边板拐角宜成45° 接口。
- (4) 窗台泛水板应留设排水坡，排水坡度不小于3%。
- (5) 墙体阴阳角部位应采用专用包边板进行包边。墙体伸缩缝处檩条应断开，墙板外侧应采用专用伸缩板封堵。
- (6) 金属墙板安装应搭接平直、方向一致、贴合紧密；固定螺丝排列整齐、横平竖直。
- (7) 安装好的墙板应立即撕去表面覆膜，防止保护膜在阳光的作用下老化而难以清除。

1. 塑胶材料楼地面



汽机平台塑胶地面



塑胶地面变形缝施工工艺



塑胶地面变形缝细部图

- (1) 基面应密实、无裂纹、无空鼓、不起砂、无油脂、无浮灰，要求表面有一定的粗糙度，采用素混凝土原浆压光，一次找平。交安层应达到自流平交安的标准，待设备安装完毕，试运行结束后再铺贴塑胶板面层。
- (2) 面层与基层结合牢固，无空鼓、裂缝、起砂等缺陷，面层平整，无漏胶、脱胶现象，无划痕或其它机械损伤，无气泡，无翻边翘角，无死折痕迹，在迎光位置观察无光线反射凹凸不平的感觉。
- (3) 与墙边缘交接吻合严密；阴阳角收边方正；上墙圆弧顺直，垫角线无空鼓。
- (4) 色带交圈处（墙角、柱根等范围）应采用 45° 裁角拼接、接缝线顺直；采用不同颜色、图案的塑胶板拼花时，接缝应平顺、圆润；所有接缝均应平整、无缝隙，牢固严密、无翘边、无胶痕污染；拼缝处的图案、花纹吻合。
- (5) 踢脚线高度一致平齐、牢固，无漏胶、脱胶现象。
- (6) 铺设过程中，须有专人在迎光位置观察指导铺设，及时调整修复缺陷；铺设完成后，由专业压辊人员负责来回滚压，避免空鼓、虚胶现象。橡胶地板铺设完成后 12 小时后方可上人走动，48 小时后才能进行湿洗，打蜡。

2. 混凝土耐磨地面



室内混凝土耐磨地面分隔缝



混凝土耐磨地面效果



室外混凝土地坪分隔缝

- (1) 基层砼的强度应 $\geq C25$ ，随浇随抹、原浆机械收面工艺，严禁撒干水泥粉或刮纯水泥素浆方式收面。
- (2) 建筑地面面层宜设置@150mm 双向布置 4mm 冷拔刻痕钢丝抗裂。
- (3) 在同其它材料地坪交接处，要留置分隔缝，面层设计留置分格缝、伸缩缝的基层相对应部位（不得错位），须留置同样宽度的缝隙。
- (4) 室外地坪伸缝间距 $\leq 30m$ ，纵、横向缩缝间距 $\leq 6m$ ，应按总长度均分；广场地坪亦可按 1.5~2m 均匀分割切缝，观感效果更佳。
- (5) 车间（仓库）室内地面、楼面（独立小面积房间除外）纵、横向缩缝间距不得大于 3m，应按进深、开间尺寸长度均分；在设备基础四周、排水沟边、墙柱基部等部位宜设置伸缩缝。
- (6) 缩缝要采用专用机械锯切，切缝前必须结合现场实际统一策划，要均匀、美观；切缝时要先弹线，要求切缝宽窄一致、平直方正；缝内杂物清除干净后应采用聚氨酯或丙烯酸类防水材料嵌填。
- (7) 踢脚线上口直线度按 2mm 以内控制与墙面结合紧密，严禁空鼓、裂缝；出墙厚度控制在 5~6mm，均匀一致、四周交圈。

3. 环氧树脂自流平地面



环氧树脂自流平地面工艺

- (1) 基层要求平整密实、无空鼓、不起砂、无油脂，基层底面需设置防水隔离层做断水处理，合理设置施工缝。
- (2) 基面处理完毕并验收合格后（含水量为关注重点保证 $<8\%$ ），涂刷两遍自流平底涂剂，第二层底涂必须在第一层干燥后施工。
- (3) 面层应平整光洁、色彩一致、无明显色差，不得有气泡、杂物、凸起、凹陷、针孔、裂缝、剥离等不良状况。
- (4) 面层配料应于施工用量相匹配，一次配料要求一次性用完，不可中间溶剂稀释。
- (5) 自流平施工温度为 $5\sim35^{\circ}\text{C}$ ，最佳温度 $15\sim30^{\circ}\text{C}$ ，低于 5°C 时不得开展自流平施工，结硬前应避免风吹日晒。
- (6) 待面层固化后，对其表面采用蜡封或刷表面处理剂进行养护，养护期最低不得小于1周。面层完工后应做同色超耐磨树脂，以避免划痕并提升地面耐酸碱性能。

4. 地砖地面



净缝施工法板缝间无水泥砂浆



精细的45°割角拼接工艺



厂房内地板砖地面工艺



地板边角45°割角拼接工艺



地面细部施工工艺



石材地面施工工艺

(1) 与立面墙体阴角交接处宜留置5~8mm间隙的伸缩缝，踢脚线或墙砖宜压地砖并留置5~8mm间隙，采用硅酮或丙烯酸类密封胶嵌缝。

(2) 楼地面伸缩缝、沉降缝范围要随结构层留出伸缩缝，采用定型铝合金伸缩缝。

(3) 楼层洞口须设挡水沿，挡水沿应采用与地面饰材同等材质的板块材料铺装。

(4) 地板砖铺贴前应浸水、晾干后使用，高档全瓷、玻化砖也宜湿水除去浮灰后再铺贴。

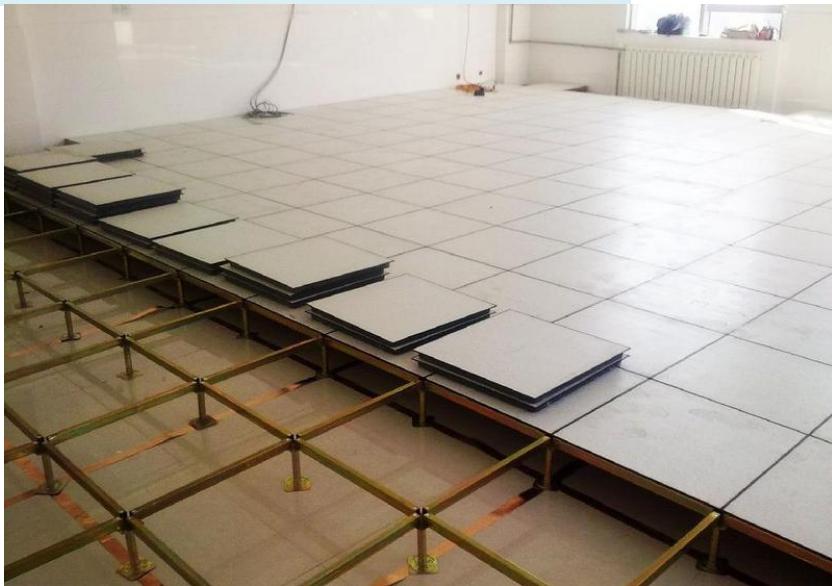
(5) 地砖粘贴应采用干硬性砂浆铺贴工艺。

(6) 大面积板块地面，为防止板块材料受热膨胀起拱，应要求采用净缝施工法：即所有板缝间均匀留置1~1.5mm左右的缝隙，操作过程中要用专用工具将板缝之间砂浆剔除，并用毛刷清洗干净水泥浆；墙边宜留置≥3mm的伸缩缝隙并打胶封闭。

(7) 硬质块料面层与钢格栅板接触边界缘口须设角钢保护。

(8) 踢脚线（含洞口保护沿饰面）应采用与地面同标准饰材切割使用，上口必须磨圆抛光；踢脚线与地面板块的拼缝要统一协调，与墙面结合紧密，严禁空鼓、断裂。

5. 防静电地板地面



防静电架空地板施工工艺



防静电架空地板效果

- (1) 防静电地板选材需充分了解厂商生产产品的品质，严格控制各类技术性能指标，确保材质质量。
- (2) 防静电地板地面施工前应进行排版设计，板块应色泽一致、接缝均匀、周边顺直。
- (2) 布置在地板下的电缆、电器、空气等管道及空调系统应在安装地板前施工完毕，重型设备基座固定应完工，设备安装在基座上，基座高度应同地板上表面完成高度一致。
- (3) 块材切割边应采用配套材料进行封边处理。
- (4) 铺设完成的地板表面清洁，无灰尘、遗物，图案清晰，色泽一致，接缝均匀，周边顺直，析块无裂纹、掉角和缺楞等现象。
- (5) 地板的边条应保证一直线，相邻地板错位不大于1mm。

1.二次设计要求

钢格栅板生产前必须根据图纸要求的荷载等级选型，并结合现场实际孔洞尺寸由生产厂家进行二次设计和排版，排版时须考虑加工和施工安装累计误差，确保格栅板到现场后可以顺利安装到位，避免现场切割改造现象，有关注事项：

- (1) 需要经常开启部位的格栅板应做成活动、可拆卸性的。
- (2) 特殊异型板的布置。
- (3) 格栅板上管道安装孔洞预留：根据管道尺寸及位置，开展格栅板加工的二次设计，开孔处应局部加强措施，并应设置围沿。



楼地面与钢格栅交接部位施工工艺



钢格栅板开孔部位加强处理³⁴

2. 施工工艺控制要求

(1) 镀锌钢格栅板严禁现场随意切割改造，确需改造应采取可靠的加固方案，焊口应打磨光滑、做好防腐，确保改造后的钢格栅板强度满足要求、观感良好。

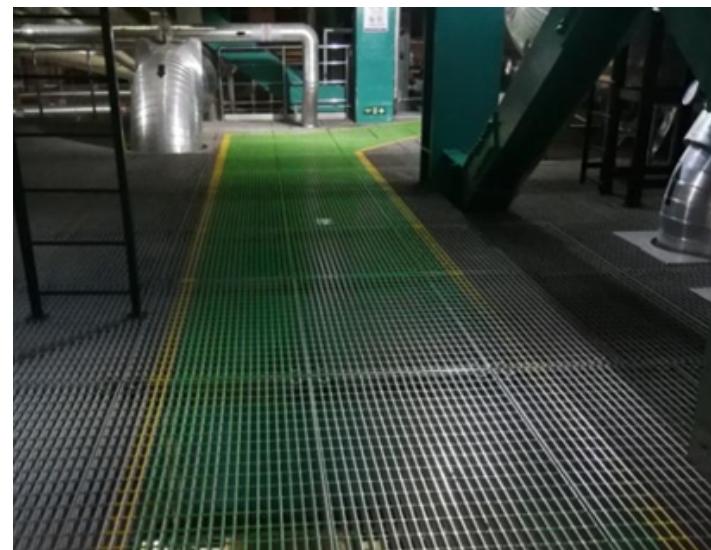
(2) 铺设钢格栅板的建筑孔洞周边须设置与钢格栅板相匹配的镀锌角钢槽口；槽口镀锌角钢依照建筑层上口平面标高埋置，要求角钢安装顺直、上口平齐，以便平稳放置格栅板块。

(3) 楼地面与钢格栅交接部位应加设角钢，角钢顶面应与地面平齐，内边净高以高出格栅厚度3mm~5mm。楼地面与钢格栅交接部位可设置色带，推荐采用不锈钢护边。

(4) 钢格栅板必须稳固、不晃动、不翘曲，拼缝严密，拼缝处不错台；拼接后板块布置规范、整齐，横向筋线通顺流畅；无现场切割拼接痕迹，防腐良好；与周边建筑地面平齐无错台。



楼地面与钢格栅交接部位施工工艺



汽机厂房钢格栅平台

1. 砌体工程



双面挂线控制砌体平整度



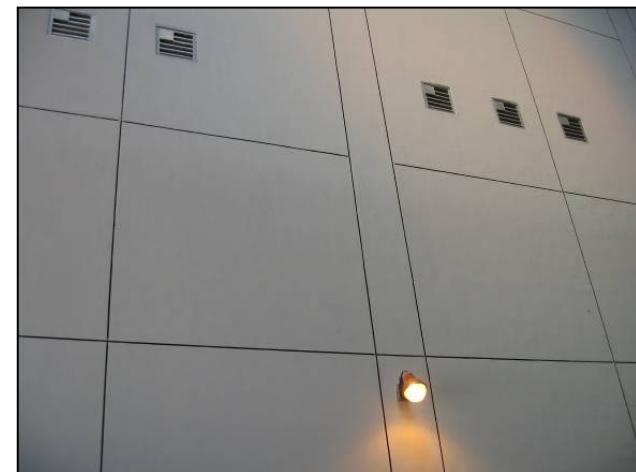
构造柱马牙槎工艺



门洞口构造梁柱工艺

- (1) 砌体砌筑时要求砌体内外必须双面挂线控制砌体的平整度和垂直度，应按照垂直度≤3mm（层高）、平整度≤4mm进行控制。
- (2) 砌体砌筑构造柱、圈梁模板支设推荐采用在模板或砌体上钻孔穿对拉螺栓固定的方法。
- (3) 安装工艺要求砌体预留孔洞时，应采用φ10~12mm的钢筋做成骨架支撑，骨架锚固钢筋（φ6mm）对称留置、不少于两层（8根）、长度≥150mm，准确定位、随砌体砌筑，粉刷抹灰时切去骨架内支撑，外骨架留作粉刷层保护沿。
- (4) 填充墙砌体工程应严格控制砌块产品龄期不小于28天，不同强度等级的同类砌块不得混砌。
- (5) 框架结构填充墙砌至接近梁底、板底时应留一定空隙，待填充墙砌筑完成并应至少间隔14天后再将其补齐挤紧。
- (6) 当窗户宽度≥1.5米时，要求在窗口下部均设置预制窗台梁或现浇钢筋混凝土板带。
- (7) 所有建筑物的墙面线槽、穿墙壁的孔洞，应做好预埋预留。在没有预留的情况下，必须使用机械开槽开孔，位置必须准确，不允许手工剔槽扩孔。墙体中预埋直径大于墙体厚度1/4的管线，必须在该部位设置混凝土现浇带。
- (8) 墙体内各种预埋管线宜与砌筑同时施工，确需切槽安装时，要保证管子外皮凹入墙皮≥10mm，并做好防裂措施，原则上不允许在已砌筑好的墙体上横向切槽埋管。

2. 抹灰工程



加气混凝土砌块墙面满张钢丝网防裂

机械拉毛工艺效果

内墙面分隔缝工艺

- (1) 抹灰工程应在砌体工程完成不少于 15 天（冬期施工不少于 30 天）后方可实施。
- (2) 内、外墙抹灰立面垂直度、表面平整度和阴阳角方正均按≤2mm控制。
- (3) 内外墙体面积过大时，要根据墙体的尺寸开展分格缝二次设计，适当设置分格缝，分格原则要求除大面积须分格分区外，尚应注意在混凝土结构与砌体交界处或结构易产生裂缝的位置加设分格条。
- (4) 为降低抹灰面开裂风险，建议抹灰过程中满挂钢丝网或纤维网格布。
- (5) 当抹灰厚度大于 35mm 时，应加钉一层钢丝网纤维网格布防止空鼓、开裂；在两种不同基体交接处及墙面有管线开槽处应加钉一层细钢丝网或纤维网格布、采用聚合物砂浆先抹一道加强带，加强带与各基体的搭接宽度不应小于 150mm。
- (6) 抹灰作业基层和面层应分阶段实施，层间抹灰间隔时间不得少于 24 小时；水泥砂浆施工时每层厚度宜控制在 5~7mm，首层底灰厚度不得大于 5mm，强度不得低于中层或面层砂浆强度等级。抹灰面层推荐采用机械拉毛方式处理。

1. 基层处理及总体布局二次设计



小块面砖采用密布组合分格条分区效果



花岗岩饰面板拉缝法施工密封胶坎缝



墙面、地面砖板缝对应一致

墙体饰面板工程在大面积施工前应在相同的基层上做样板件进行饰面砖（板）粘结强度检验。基层抹灰完成至少 7 天后才能进行面砖铺贴。

墙体饰面砖（板）施工前，应根据实测实量的墙面基层抹灰后的实际尺寸，开展布板二次设计，确定总体的布板方案，主要考虑因素：

- (1) 地砖、墙砖（或踢脚线）天花板三线对应统一。
- (2) 面砖的品种、规格、颜色、图案、排列方式、分格大小（大面积墙面贴小型面砖时可考虑面砖密布组合分格条分区法）。
- (3) 采用湿作业法施工的花岗岩、大理石板材须改传统干缝法为拉缝法，即把每块花岗岩饰面板的横向都拉开 6~8mm 的缝隙，采用硅酮或丙烯酸类密封胶嵌缝，杜绝雨水从板缝渗入板后墙体。
(有效防止板缝析白的质量通病)
- (4) 阳角处两面贴面砖的对应边应切成 45° 对角镶贴。
- (5) 饰面砖（板）墙面与其它不同类型装饰要求（如涂料、彩色钢板装饰等）的平面交接处宜留置 5~8mm 的间隙，留置分格缝，宜采用硅酮或丙烯酸类密封胶嵌缝。

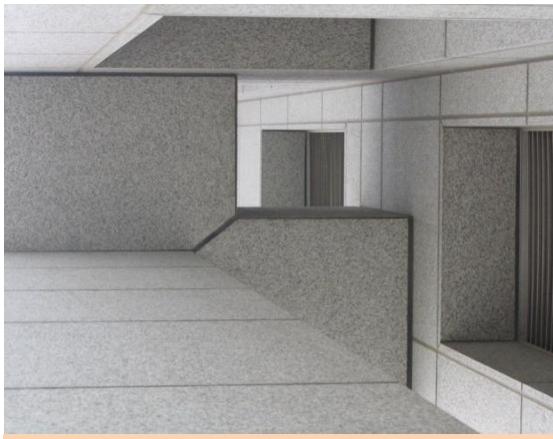
2. 其他要求



外墙饰面砖双挂线施工



异型石材装饰板对缝整齐



外墙花岗岩饰面板坎缝严密



外墙砖勾缝精细

(1) 施工时要对板块进行几何尺寸、变形、色差等方面筛选，有缺棱掉角、裂纹、翘曲变形等质量缺陷的必须剔出禁用，花岗岩（大理石）板块须进行预拼花摆放工序，花色花纹过渡要自然协调。

(2) 墙面砖（板）施工时控制面砖的垂直与平整度，墙面垂直与平整度、阴阳角方正、接缝直线度等检验均按小于2mm控制。

(3) 外立面镶贴面砖时，女儿墙、不封闭阳台外侧档水沿、遮阳板、腰线等部位顶部不易看到的部位必须贴砖，且流水坡度应向内侧 $\geq 15\%$ ，阳角处对角镶贴灰浆须饱满或采用硅酮密封胶嵌缝，预防向内渗水，引起空裂。

(4) 地板砖铺贴前应浸水、晾干后使用，高档全瓷、玻化砖也宜湿水除去浮灰后再铺贴。

(5) 窗洞上口下檐部分应以垂直面将水平面盖住，且超出水平面底平面5~8mm；水平面砖内高外低 $\geq 10\text{mm}$ 、外端面距垂直砖内侧 $\geq 10\text{mm}$ ，形成滴水线（槽），滴水线（槽）应顺直；窗洞下口水平面砖内高外低 $\geq 10\text{mm}$ ，形成顺水坡，垂直面砖与水平面砖交角应切成45°对角镶贴。

1. 楼梯踏步、挡水沿及踢脚板

- (1) 踏步面平整、宽度均匀一致，相邻台阶两级高度误差不超过6mm；防滑条顺直、清晰。
- (2) 采用硬质板块材料装饰踏步时，推荐采用花岗岩（或大理石）板，厚度不小于15mm，当采用地板砖时，厚度不小于12mm；踏面压踢面，外露踏面宽度宜控制在4~6mm，外侧边缘磨圆抛光；墙面踢脚线拼缝宜与踏步板外角对齐。
- (3) 踏步及休息平台梯井侧应采用同等标准材料镶贴挡水沿，挡水沿应顺直，宽度宜按5mm左右控制，挡水沿板两侧面均应抛光；踏步板及休息平台梯井侧下部均应设滴水线，滴水线条应密实、顺直。
- (4) 所有孔洞周边栏杆下均应设挡水沿或踢脚板，高度不小于120mm；钢制平台或楼梯设钢制踢脚板，厚度不得小于3mm，上口直线度按2mm以内控制，上沿须磨光，不得留有毛刺。



不锈钢楼梯工艺



楼梯口护沿施工工艺

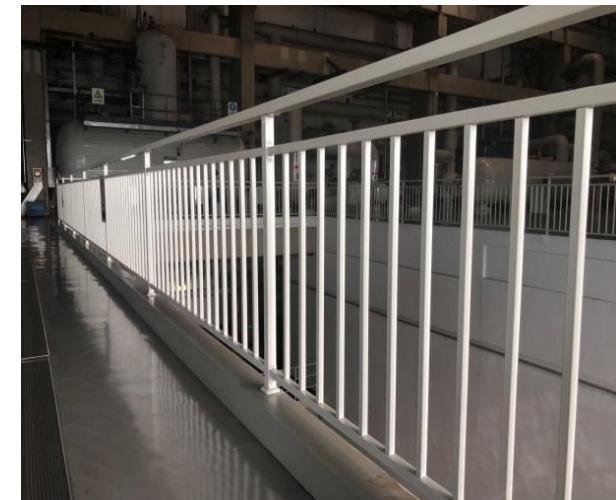
2. 楼梯扶手、护栏



不锈钢栏杆及挡水沿



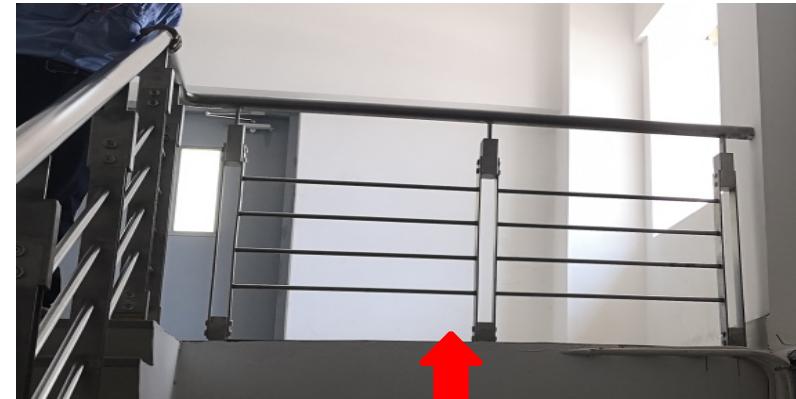
钢管栏杆施工工艺



孔洞围栏及挡水沿

- (1) 楼梯栏杆水平段扶手高度，临空高度在 20m 以下时，必须 $\geq 1050\text{mm}$ ；20m 以上时，必须 $\geq 1200\text{mm}$ ，放样时应考虑楼地面建筑层厚度。所有栏杆与墙柱连接处及立管落地处均要求加装扣碗底座装饰。
- (2) 建筑工程护栏的安装应采用预埋件法，预埋件要定位准确；栏杆与埋件应焊接牢固，栏杆与埋件间隙较大时，应采用增加铁件过渡方式；钢制楼梯扶手、护栏的安装应焊接固定在支撑踏步或平台的结构型钢上。
- (3) 水平护栏的安装，立柱间距应均匀一致，转弯处须设立柱，通长直线度不超过 3mm；所有杆件横平竖直，垂直度、水平度均不超过 2mm。
- (4) 楼梯扶手的安装，所有立杆必须垂直，垂直度偏差不超过 2mm；水平直线度偏差不超过 3mm；立杆长度一致；横杆与楼梯坡度要一致。

2019年国优工程现场复查典型问题



爬梯防护栏杆下无踢脚板；
围栏踢脚板高度不满足规范要求。

2019年国优工程现场复查良好实践



汽轮机厂房竖向运输吊洞盖板创新设计。盖板开启可兼做防护栏杆，盖板关闭，保持地面平整美观。

3. 隔离围栏



隔离围栏施工工艺



主变隔离围栏工艺

- (1) 立柱基础应稳固，埋件位置、标高准确。
- (2) 立柱安装定位准确，焊缝饱满，排列均匀、顺直。
- (3) 栏杆拼接工艺美观，表面色泽一致。
- (4) 立柱顶部防雨帽应牢固、严密，立柱不宜采用预埋方式安装。围栏基础预埋管道或安装埋件时，应将预埋件与基础钢筋焊接固定，预埋套管应位于基础中心且排列整齐，浇筑过程中避开预埋件。
- (5) 主变隔离围栏应可靠锁闭，接地良好。

4. 双围墙



核电厂主场区双围墙隔离措施

- (1) 双围墙是核电厂“保护区”的实体屏障，采用双层栅栏，屏障间距不小于6m。
- (2) 栅栏型屏障由高强度耐腐蚀钢丝制成，桩柱必须埋入地下，桩柱基础应满足强度、变形和稳定性要求，栅栏底部与地面高度不大于5cm。
- (3) 在管道和屏障的交汇点，需采取加固、加盖、栓锁、栅网等保护措施，避免屏障整体的延迟能力因此类交汇点下降。
- (4) 双围墙除实体屏障外，还需设置入侵报警系统、视频监控系统、照明系统、供电系统、通信系统、巡更系统。

5. 爬梯



带中间平台的钢爬梯

- (1) 单段爬梯高度不大于9m，攀登高度大于9m时应采用多段梯，梯段水平错列布置，设置中间休息平台，平台间距宜为6m。
- (2) 梯段高度大于3m时应设安全护笼，护笼宜采用圆形结构，包括一张水平笼箍和至少5根立杆。水平笼箍应固定到梯梁上，立杆应在水平笼箍内侧并间距相等，连接牢固。
- (3) 爬梯预埋时，须保证爬梯基座部分与砌墙混凝土充分咬合、密实、与固定墙面保持直角状态，保证底座受力面积，避免扭曲。
- (4) 爬梯安装时，横向平面要保持平衡水平，竖向排列须整齐。
- (5) 爬梯应进行防锈处理，结合不同厂房油漆方案实施防锈涂层。

1. 吊顶施工前置条件及二次设计要求

- (1) 吊顶工程施工前被吊顶板隐蔽覆盖的各种给水管道（含消防）必须打压验收、防腐保温完成；有可能影响到吊顶房间上部渗漏水的上一层楼地面（含屋面）防水工程（包括室外伸缩缝、沉降缝防水处理）必须施工完成并通过验收。
- (2) 吊顶范围、标高、材料、起拱和造型应符合设计要求，有特殊防火要求的房间其吊顶材料必须满足消防防火的要求。
- (3) 吊顶布板设计要结合灯具、通风、消防、墙面和地板砖等的布置，力求做到吊顶板、墙面砖和地板砖三线对应统一。
- (4) 应考虑吊顶上部隐蔽的照明、消防、通风及其他管道的检修条件，检修孔留设位置在满足使用方便的前提下宜设在较隐蔽部位。
- (5) 所有布设在吊顶板上的安装设备原则上均应布置在整块板的正中；与饰面板的交接严密、吻合，收边、收口工艺要精细。



铝合金格栅明骨架吊顶方式



吊顶在顶棚和墙柱的连接处设置暗槽

2. 吊顶龙骨吊筋（杆）设置

(1) 吊顶的龙骨吊筋（杆）原则上不允许采用植筋或打入膨胀螺栓的方式，当吊筋（杆）漏埋采用植筋或打入膨胀螺栓方式补救时，必须进行抗拔试验合格、并有设计人员的书面认可。

(2) 推荐采用在楼层板混凝土中预埋长杆螺母的方法，要求预埋的螺母间距及规格必须满足规范和图纸设计要求，位置正确且在一条线上，布局美观、协调。

(3) 龙骨安装平整、顺直，明龙骨直线度检查 $\leq 2\text{mm}$ ，暗龙骨直线度检查 $\leq 1\text{mm}$ 。

(4) 吊顶在顶棚与墙柱的周边连接处宜设置 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 暗槽。

(5) 铝合金镂空格栅吊顶与周边饰面板结合部收边、收口工艺要精细，格栅条要拉通线调整顺直，直线度偏差 $\leq 2\text{mm}$ ；镂空格栅吊顶以上部分设备安装管道走向应横平竖直、保温层圆弧均匀，表面平整，电气布线套穿暗色硬质塑料管、布设规范整齐；上部墙面、顶棚及所有设备、管道均须刷黑色涂料，不得透出其它底色。

(6) 吊顶上部的吊筋（杆）、预埋铁件等要认真做好防腐油漆；铝合金镂空格栅等方式吊顶吊筋（杆）在地面可以看见时，吊筋（杆）的布设应垂直、规范整齐，防腐油漆后套穿统一直径的暗色硬质塑料管装饰。

(7) 除空调管网、阀门要严格按设计要求做好防腐保温外，在吊顶上部经过的其它生活给水、排水、消防水管道、阀门等不管设计要求与否都应严格做好防腐保温，防止夏季冷凝水结露损坏吊顶板面。



主控室筒灯格栅灯结合吊顶工艺



主控室扣板灯带吊顶工艺



铝合金窗施工工艺



塑钢窗安装工艺



窗框密封胶嵌缝

1. 门窗材质要求

- (1) 门窗采用的所有金属件必须采取有效的防腐处理，铝合金应进行表面阳极氧化处理、氟碳涂料静电喷涂。
- (2) 外墙门窗铝合金型材建议采用断桥隔热型材料。
- (3) 厂房大门应选用专业厂家成品，面板材料宜选用彩钢板。

2. 门窗框安装要求

- (1) 铝合金、塑钢、彩色钢板等门窗框严禁采用射钉直接固定的方式，均须通过预埋件（含连接副板、木砖、PVC 胀塞等）或辅框过渡安装。
- (2) 每层窗口的水平度、上下各层窗口的垂直度必须统一拉线控制，确保整个建筑物门窗整齐划一。所有门窗安装应牢固，开关自由、关闭严密、正侧垂直、不串角、不翘曲。
- (3) 门窗安装应用密封胶封缝，胶条宽度一致、顺直、表面呈半圆形且平整光滑。门窗框安装应打发泡胶。
- (4) 厂房钢大门安装应采用埋件固定，不得采用膨胀螺栓固定。



汽机厂房钢大门安装工艺



窗台板安装工艺



窗户排水孔设置

3. 门窗五金安装要求

- (1) 门窗五金配件的安装应齐全、牢固，安装位置和开启方向、角度正确；开启灵活，关闭严密。
- (2) 铰链(合页)距门窗上下端应取立梃高度的 $1/10$ ，并避开上下冒头，当门（窗）扇高度 $\geq 1.65m$ 时，铰链（合页）应使用 3 个，上侧安装 2 个。
- (3) 门拉手安装距地面 900~1050mm，门锁位置安装距地面 900~950mm，门拉手安装里外高度、方向、位置应一致；锁不宜安装在中冒头与立梃的结合处，以防伤人。

4. 窗台板及排水孔设置

- (1) 内窗台宜设窗台板，外窗台内侧要低于内窗台 $\geq 20mm$ 且应低于内窗台板底面，并向外侧做流水坡，坡度不小于 15%。
- (2) 推拉门窗的下滑道须设排水孔，其排水孔的位置和数量必须符合设计要求，孔槽下边缘应贴近槽口底部，且保持通畅。
- (3) 落地窗室内侧楼地面须设挡水沿，挡水沿上面应设置磨砂亚光不锈钢或氟碳喷涂碳钢安全栏杆，护栏高度 $\geq 900mm$ ，安装牢固。

5. 门窗玻璃安装要求



挑檐滴水线施工工艺

- (1) 单面镀膜玻璃及磨砂玻璃安装时镀膜层及磨砂面均应朝向室内侧方向。
- (2) 中空玻璃中空层内侧玻璃须洁净，不得有灰尘、杂物和水蒸气，封闭胶须均匀、整齐，不得有毛边、毛刺；中空玻璃的单面镀膜玻璃应设在外层，镀膜层应设在中空层内侧；卫生间的外窗内层玻璃应为磨砂玻璃，磨砂层应设在中空层内侧。
- (3) 门窗玻璃不得直接接触型材，腻子应饱满，腻子边缘与裁口平齐，且固定玻璃的卡子不得露在腻子外面。

6. 窗沿滴水线施工工艺



无挑檐窗户窗檐及窗台流水坡度工艺

- (1) 一般滴水线(槽)做在窗过梁下口，若混凝土表面很光滑应对其表面进行“毛化处理”。
- (2) 对于无挑檐的窗户，利用窗榜与窗头上面相交的面砖割成直角梯形，长短边相差 15mm，内高外低，窗头面砖面贴，窗头侧面做成锐角，形成滴水线。
- (3) 各面层、滴水线（槽）等与基层之间要粘结牢固，无脱层、空鼓、裂缝。
- (4) 滴水线（槽）应整齐顺直，四周交圈；滴水线（槽）突出（或深入）墙面的均应 $\geq 10\text{mm}$ 。

1. 卫生间建筑、管道布置、器具安装要求



上水管道安装工艺



排水管道安装工艺



卫生间洁具安装

1. 卫生间建筑要求：
 - (1) 卫生间隔墙如采用轻型砌块墙体，不得在墙体上直接安装托管（含热水器）支架，须采取加强措施固定。
 - (2) 卫生间墙面、地面砖、吊顶板三缝宜对齐；地板砖沿墙周边应留置 3~5mm 伸缩缝，墙、地砖相交阴角处应打硅酮密封胶，密封胶表面应光滑、顺直、无裂纹。
2. 卫生间管道布置（排水管道、上水管道）：
 - (1) 上水管道及电气布线全部采用暗敷；所有暗敷管道外皮距墙体外平面 ≥10mm；连接阀门的丝母外侧与建筑装饰面层平齐，阀门安装后铅油麻丝（或防水胶布）不准有“胡子”。
 - (2) 上水冷、热管道并行时，应遵循“上热下冷、左热右冷”原则布置。
 - (3) 上水水平管道应有 2‰~5‰ 的坡度坡向泄水装置。
 - (4) 卫生间排水管道伸缩节宜设置在支管汇流处，排水管通气帽采用定型产品。明装排水管道应进行标识，排水管道坡向正确。
 - (5) 排水管道穿楼板部位应设止水台，洗手盆下水管道根部装饰圈。
3. 卫生间器具安装：
 - (1) 卫生洁、器具应配合墙地砖安装，洁具中心线宜与砖缝对齐或与砖中心线对齐。
 - (2) 成排器具高度一致，排列整齐。
 - (3) 卫生器具安装水平度允许偏差 ≤2mm，垂直度允许偏差 ≤3mm。混凝土表面平整，棱角清晰、顺直，色泽一致。

2.地坪、地漏及防水处理、墙面防潮、防水处理

(1) 卫生间的楼板必须采用现浇混凝土，浇注时应同时将周边墙体除门洞口处范围以外向上做一道高度不小于 120mm 的混凝土翻边，建筑成品地坪应低于相邻房间20-30mm。

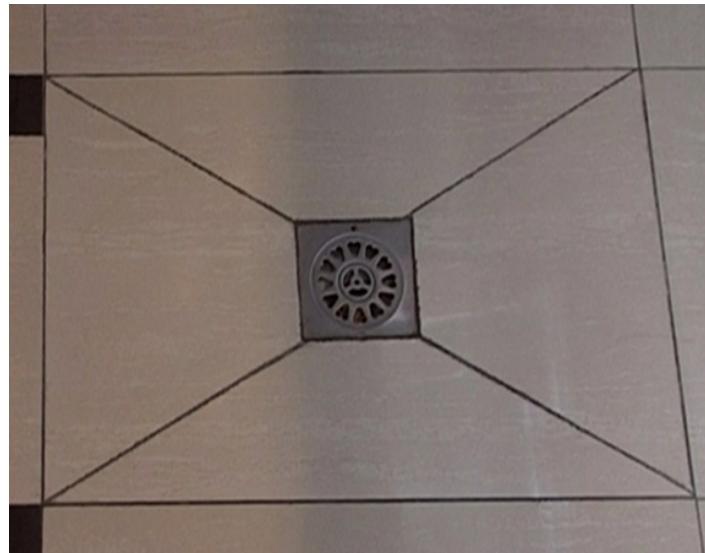
(2) 穿越卫生间楼层及墙面的各种管道均应加设套管，严禁采取直埋方式。

(3) 地漏口应置于地板砖板块正中，沿对角线裁开加工，加工应精细、不得有毛茬；地漏口中心应比周边地砖低 5mm；地面找坡 0.5~1%，泼水试验要求地面排水顺畅、不积水。

(4) 找平层铺设前，在下部结构层上必须先做一道防水层，并沿卫生间内墙周边做不小于 300mm 高度泛水。防水层应进行 24h 蓄水试验，确保不渗漏；找平层施工时，从地漏口中心向四周拉放射线找坡，坡度为 0.5~1%。

(5) 卫生间内墙面基层抹灰砂浆应分二次刮糙：首层抹灰干透后应热涂一道高于1.8m 聚胺脂防水涂料，防水涂料固化前拍撒一层中粗砂粒便于下道抹灰层的结合；第二层抹灰前要将浮沙扫净，抹灰砂浆宜掺入 2-4%的 108 建筑胶液，加强养生，防止空鼓、开裂。

(6) 卫生间门框下部与踢脚线高度一致的部分，宜采用花岗岩制作，以防腐蚀。



地漏安装排水坡度明显



卫生间门框下部采用花岗岩加工

1. 屋面细部节点施工工艺



屋面分隔缝与地砖铺贴统一考虑



出屋面构筑物交接面圆弧处理



挑檐滴水线工艺

- (1) 屋面基层与突出屋面结构（女儿墙、立墙、天窗壁、变形缝、风机基座、设备管道孔洞等）的交接处，以及基层的转角处（水落口、檐口、天沟、檐沟、屋脊等）均应做成圆弧。
- (2) 圆弧的半径要求除应符合规范要求外，尚应做工艺、美观，圆弧的根部须留置宽度为 25~30mm 的伸缩缝，缝内填嵌柔性密封材料。
- (3) 女儿墙上部压顶部位及女儿墙内侧墙至屋面柔性防水层收头部位的建筑结构在抹灰粉刷前宜热涂一道聚脲脂防水涂料，可防止该部位抹灰层龟裂、空鼓后雨期向砌体内缓慢渗漏水。
- (4) 女儿墙应沿纵向不超过 3m 设置钢筋混凝土构造柱，防止水平屋面热膨胀推裂女儿墙砌体结构。
- (5) 女儿墙、压顶抹灰粉刷层应沿纵向不超过 6m 设置竖向分格缝，分格缝做法同外墙；压顶粉刷面应有指向建筑物内侧的不小于 15% 的泛水坡度，挑眉下沿应做滴水（线）槽。
- (6) 涂料或水泥砂浆面层一般采用滴水线（槽）工艺，面砖面层一般采用鹰嘴式滴水线。当构件或造型突出墙面宽度<60mm 时推荐做鹰嘴式滴水线；≥60mm 做滴水线（槽）。

1. 屋面细部节点施工工艺



挑檐滴水线工艺



落水管直接连接地下排水沟



建筑屋面避雷带施工工艺

(7) 滴水线（槽）应整齐顺直，四周交圈，突出（或深入）墙面的尺寸均 $\geq 10\text{mm}$ ；鹰嘴式滴水线应压茬顺序正确、起坡点线条清晰顺直、坡度正确。

(8) 所有伸出屋面的各种工业管道，必须设套管，套管内直径超过管道外径 15mm （有保温要求的应满足设计保温层厚 $+15\text{mm}$ ），出屋面高度不小于 250mm ，在混凝土结构中部应设止水环，内外表面及两端口需做防腐处理。

(9) 套管与管道之间缝隙，应用阻燃密实材料填实后采用建筑防水密封胶封口，端面光滑。

(10) 高屋面向低屋面排水时，在低屋面排水口处设置收水簸箕。

(11) 建筑避雷网沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设，所有避雷针应采用避雷带互相连接，引下线不应少于两根，并应沿建筑物四周均匀或对称布置，其间距不应大于 12m 。

2019年国优工程现场复查典型问题



屋面未设置避雷带。

2. 屋面保温层及排气



卷材防水、基层排气管道施工工艺



屋面排气孔施工工艺



屋面排气管根部打胶结合分隔缝统一考虑

- (1) 屋面保温层上部的砂浆找平层与女儿墙、突出屋面的结构连接处之间以及纵横间距不超过 6m 均须留置宽度为 25~30mm 的伸缩缝（或分格缝），缝内填嵌柔性密封材料。
- (2) 屋面保温层及上部砂浆找平层自然干燥后方可做防水施工。
- (3) 当保温层自然干燥有困难或在雨季施工时，应按间距≤6m 设置屋面排气通道（建议选用φ25mm 塑料管），可采用找平层分格缝兼作排气道；排气孔应设置在纵横排气道交接处。
- (4) 排气通道应纵横贯通，并与大气连通的排气管连接通畅，排气管每 36 m² 不得少于 1 个，排气管高度不低于 250mm，头部应有防雨水进入措施，安装垂直、牢固、排列整齐。

3.屋面防水层

(1) 基底找平层强度应符合设计要求，不得有空鼓、开裂、松动、起砂和脱皮现象；基面应洁净、平整，排水坡度符合设计要求，基层表面的任何部位，都不得有积水现象。

(2) 基层阴阳角处应做成圆弧形。

(3) 涂料防水层应粘结牢固，不得有脱皮、流淌、鼓泡、露胎、皱折等缺陷；涂层遍数、厚度应符合设计要求，涂层间应铺设玻璃丝纤维布，布长边搭接不小于 50mm，短边搭接不小于 70mm。

(4) 卷材防水的搭接长度应符合规范要求，搭接缝应粘（焊）结牢固、密封严密，不得有皱褶、翘边和鼓泡等缺陷；防水层的收头应与基层粘结并固定牢固、缝口严密无翘边。

(5) 当防水层施工作业完成，须做蓄水 24h 试验，无渗漏。



卷材阳角产品



卷材阴角成品



屋面卷材附加层施工工艺

4.刚、柔双防水屋面

(1) 柔性防水层完工后，应严格检查其防水性能（蓄水 24h 试验），合格后方允许施工上部刚性防水层和铺装块材上人屋面砂浆找平层。

(2) 刚性防水层施工时要采取有效可靠措施保护下部柔性防水层成品不致损坏，严禁在柔性防水层上边穿硬质尖底鞋踩踏、拌合砂浆（或混凝土）、堆放工器具和建筑材料等。

(3) 刚性防水层与柔性防水层之间宜设置一道隔离层（空铺一道防水卷材或一层厚塑料布等措施），防止刚性防水层胀缩变形时摩擦拖拉损坏下部柔性防水层。

(4) 刚性防水层与女儿墙、山墙及突出屋面结构等交接处，均应留置 25~30mm 的伸缩缝并做柔性密封处理，防止板块受热膨胀挤裂女儿墙。

(5) 刚性防水层（含上人屋面块材面层）施工前应进行排版设计，面层分格缝应与卷材找平层分格缝位置一致，分格缝间距不得大于 6m（每块分隔面积不超过 36 m²），缝宽 25~30mm。

(6) 刚性防水层排水坡度应符合设计要求，平整，排水顺畅，不得有积水现象。



屋面构筑物与屋面分隔缝布置统筹规划



女儿墙内侧分隔缝布置及披水工艺



水平面沉降观测点



汽机厂房立柱沉降观测点保护盒



立面沉降观测点



汽机厂房立柱沉降观测点

- (1) 沉降观测点应采用不锈钢材质制作，顶端磨成圆球形，表面光洁度符合设计及规范要求。
- (2) 沉降观测点应设保护罩，立面布置的沉降观保护罩上方设合叶可反转活动顶盖，下部无底；水平面布置的沉降观保护罩上方设合叶可反转活动顶盖。
- (3) 沉降观测点布置位置应考虑后续测量作业操作条件，沉降观测点上方应空旷、无遮挡。
- (4) 沉降观测点应在钢筋绑扎过程中安装，单独设置加固措施，保证安装牢固。钢筋绑扎及混凝土浇筑过程中采取措施防止对安装位置产生扰动。
- (5) 混凝土浇筑过程中，应采取临时措施进行保护，避免对沉降观测点表面产生污染。浇筑完成后及时安装保护盖板或保护罩。
- (6) 沉降观测点应采用标牌统一进行编号，做到统一、规范。
- (7) 沉降观测点应定期检查，包括保护设施是否存在变形损坏，内部是否有杂物，观测点是否存在腐蚀，发现问题及时进行处理维护。

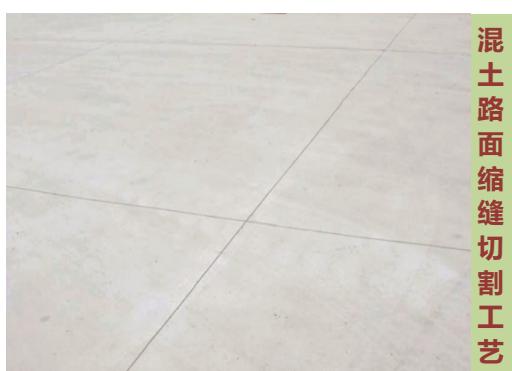
1.路面施工要求



厂前区沥青路面



厂前区沥青路面



混凝土路面缩缝切割工艺



控制区混凝土路面



控制区混凝土路面



混凝土路面压槽施工工艺

(1) 厂内道路应按照“永临结合”原则施工，基建期临时道路规划布置尽可能利用永久道路路径，路基施工按照正式道路要求施工，路面按照分阶段实施的原则进行，既保证基建期的临时道路使用要求，又满足运行期面层略作修整或新做面层达到永久使用的要求。

(2) 合理预埋过路管沟，避免后续施工对路面的破坏。

(3) 施工前，应按设计规定划分混凝土板块，板块划分应从路口开始，必须避免出现锐角。曲线段分块，应使横向分块线与该点法线方向一致。直线段分块线应与面层胀、缩缝结合，分块距离宜均匀。分块线距检查井盖的边缘，宜大于1m。

(4) 在与结构物衔接处、道路交叉和填挖土方变化处，应设胀缝，胀缝上部的预留填缝空隙宜用提缝板留置，提缝板应直顺，与胀缝板密合、垂直于面层。

(5) 道路缩缝应使用专用机具切割，宜在混凝土强度达到25%~30%时进行，缝隙应顺直且垂直板面，宽度宜为4~6mm，缝隙应采用沥青填缝。

2.路面附属设施



转角处路缘石施工工艺



直线路缘石铺设施工工艺



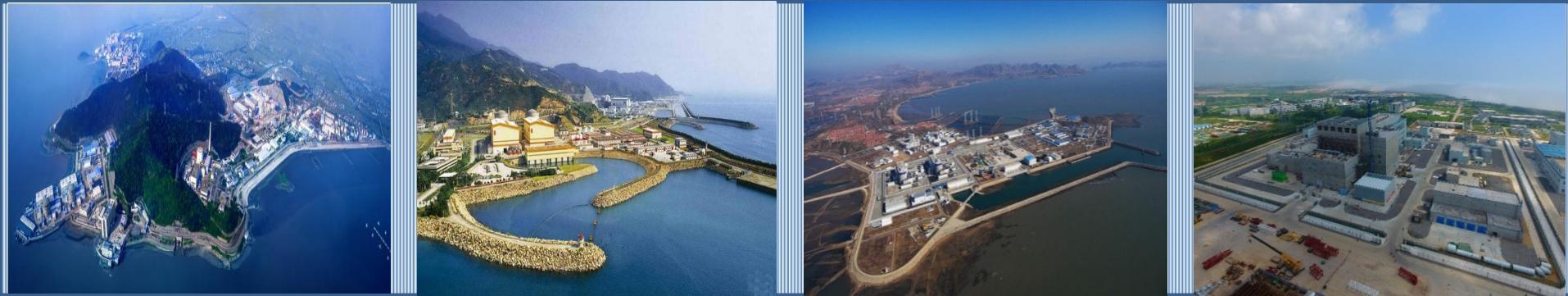
混凝土集水井井盖工艺



铸铁雨水篦子安装工艺

- (1) 路面标线应有良好的视觉性，宽度一致，间距相等，边缘等齐，线形规则流畅，反光效果好，与路面结合牢固。
- (2) 转弯处路缘石的转弯半径设置应结合现场条件进行确认，路缘石铺砌应顺直、牢固、弧线流畅、勾缝饱满、顶面平齐，背后回填土应密实。
- (3) 路面检查井施工应采用反挖换填方式，先碾压路基结构成型后，切除井周围松散的底基层并换填与底基层同厚度的混凝土，有效防治井周下沉。
- (4) 路面排水井及排水坡度应结合现场实际条件进行二次设计，合理设置排水坡度及排水井位置，保证路面水汇水作用。
- (5) 集水井篦子边沿应离开变形缝不小于200mm。
- (6) 厂区集水井以增加细石混凝土泛水现浇带，并用鹅卵石周边点缀。

谢谢！
THANK YOU !



服务 创新 共享 卓越