

# 2025 年 CIMC “西门子杯” 中国智能制造挑战赛

## 智能制造工程设计与应用类赛项：精益智造与协作机器人方向

### 赛题（本科组/高职组）

#### 一、题目背景:

在当前市场经济不断发展的背景下，消费者需求的多样化趋势愈发明显，市场上新产品的推陈出新已成为常态。为了在激烈的竞争中占据优势，企业必须迅速适应这种变化，不断调整自身的生产模式。制造型企业面临着—项艰巨的挑战，即如何实现“多品种生产”和“快速迭代交付”的要求。这种模式要求企业能够在短时间内完成小批量的产品生产，并具备灵活的交付能力。然而，与传统的大规模生产方式相比，这种生产模式在效率、成本控制和自动化上面临巨大的挑战，生产计划的制定和资源的组织管理更加复杂。特别是企业需要在有限资源的条件下进行精细化管理，确保不同产品项目之间的资源共享与高效调配。这种模式对企业的物料需求提出了更高的灵活性要求，频繁的变化对原有的计划和采购机制造成了巨大压力，增加了供应链的不确定性。此外，企业内部运营也面临多重挑战，例如逐年上升的劳动力成本，员工技能单一化带来的效率瓶颈，以及原材料价格持续上涨进一步挤压了企业的利润空间。这些问题相互作用，使得企业的生产组织和管理难度进一步增加。

为了应对日益复杂的内外部挑战，自动化、信息化和智能化的实施已成为企业追求高效生产和市场竞争力的重要途径。然而，这一过程绝不仅仅是技术设备的简单升级，更是企业运营模式的一次深刻重塑，而精益变革正是推动这一重塑的关键基础。精益变革的核心在于系统性地消除浪费、优化资源配置和提升运营效率。通过精益理念的导入，企业可以构建具有高度柔性和响应能力的生产体系，为自动化设备的部署奠定标准化和高效化的基础。同时，精益变革通过优化现有流程、清晰业务逻辑，确保信息化系统的设计与实施更贴合企业实际需求，支撑企业信息技术的引入与落地。此外，精益变革提供了持续改进的机制，使智能化系统能够动态适应市场变化并创造更大价值。

在这一变革过程中，以协作机器人为代表的智能设备成为精益理念落地的强力推手。协作机器人凭借其灵活性、智能化和安全性，正在制造企业中得到广泛应用，与传统工业机器人相比，它能够更好地适应高精细要求的任务，通过配备防碰撞控制器和安全的人机交互界面，实现人与机器的高效协作。协作机器人无需安全栅栏即可安全运行，显著提升了产线变更的灵活性。这种特性不仅减少了对工人安全的威胁，还能够将员工从危险、繁重和枯燥的工作中解放出来，减少职业伤害与职业病的发生率，为员工提供一个更加舒适和安全的工作环境。更重要的是，这种协作模式激发了员工的学习和创造能力，使他们有机会从事更具挑战性的任务，从而进一步提升生产力和创新能力。

协作机器人与精益变革的融合，为企业实现柔性制造提供了重要支撑。通过引入协作机

机器人，企业可以更高效地优化生产流程、标准化操作并提升资源利用率，同时增强应对市场变化的灵活性。协作机器人推动了智能设备与精益模式的深度结合，使智能化系统能够与企业的实际需求无缝对接，不仅为制造企业带来了降本增效的机会，更为其迈向智能化和柔性生产的新阶段开辟了广阔的前景。

## 二、比赛形式：

组委会扮演招标甲方，各参赛队伍扮演乙方应标企业，根据甲方的招标需求和甲方现场生产及管理现状，进行生产现场产线精益化升级改造方案设计与落地实施。

初赛：主要以方案设计为主，各参赛队伍按甲方要求撰写设计方案并提供必要的文档附件，如：方案中必须包含必要的实操视频、数据、文档等佐证。

### 请注意：

- 1. 方案、视频等资料中出现或透露任何与参赛队及其学校相关的名称、缩写、图标、标志性建筑物图片等身份信息，扣 10 分，符合要求未透漏以上信息的，不另加分。**
- 2. 出现以下情况，均按不合格方案处理，即初赛方案成绩直接按“0”分：**
  - (1) 参赛队没有提供现状实操视频并通过实操实测获得相应数据的方案；**
  - (2) 参赛队没有提供 A3 报告，用于总结和梳理方案整体逻辑，简洁概况改善过程。**
- 3. 改善后的产线布局及人员作业安排需要予以呈现，推荐使用视频、仿真、动画等多种方式呈现。**

决赛：入围决赛的参赛队伍，可以根据赛前实操应用练习情况，对参赛方案进行迭代更新调整，按更新后的方案准备决赛。决赛环节将设置答辩和实操环节，答辩和实操环节的综合成绩排名确定决赛排名。

初赛、决赛中本科组和高职组将独立评分、晋级和评奖，其他未说明事项，均按大赛统一要求处理。

### 三、赛题内容：

#### (一) 工厂背景介绍：

经了解，W 厂是一家传统的备货交付式的生产厂家，会根据预测需求制造产品，提前生产一定的产品存放在成品仓内，在接受订单后再从仓库提货销售。随着外部客户越来越多，产品的种类也日益丰富，工厂的成品仓的成品数量过高、库存周转低等问题日益严重。

计划部门作为整个工厂运转的“大脑”，提前两周锁定生产计划，再以周、天为单位，细化计划安排，及时协调资源调配。工厂的各个车间班组下每天生产计划、生产指令（生产产品类型、数量等），由车间班组自行细化到具体的设备/个人。同时也对物控发货班组下达发货计划，由发货组依计划从成品仓领出成品后组织发货。

同时，采购部门根据原料仓物料的使用情况和计划部门提供的未来一个月的物料使用需求预测，向原材料供应商发预测的物料需求，提前两周发送确切的物料需求计划，各供应商依计划向 W 厂配送周需求物料。

在工厂内部，有 A~D 四个车间，在车间外部均就近设有相应的原料仓和半成品仓（或成品仓）：

- 1) 原料仓主要是保管从外部供应商处获得的物料的场地；
- 2) 半成品仓主要是保管各车间之间加工好的半成品，以确保车间之间的物流有序流动；
- 3) 成品仓保管工厂交付给外部客户前的完成品的场地。一般靠近发货场。

处于生产流程中各车间，其原料仓和前工程的“成品仓”、成品仓和后工程的“原料仓”共用同一个场地空间，通过区域划分等目视化管理方式进行区别和管控。

在工厂内部的物流分为车间内部物流和车间外部物流：

1) 车间内物流：车间内若有不同设备/班组之间的搬运，则由后工序的物流员按加工计划要求至前工序的完成品暂放区领用搬运，不同工序/班组之间做好登记；各设备/产线的线边库（暂放区）到设备/产线使用的搬运，由作业员自行搬运；

2) 车间外物流：各车间之间若有物流供应需求，需要各车间的各个班组的专职物流员，负责从不同的前工序的仓库领取相应的原物料、耗材、半成品并搬运、放置在各班组的物料暂放区，等零部件/半成品/成品完成一定数量后，搬运至各自的半成品仓/成品仓，供后工序领用。（以仓库为纽带，前工序生产多少推到仓库多少，后工序慢慢用，用多少领用多少。）

A~D 四个车间和所有仓库都是一天两班制生产，其中：

1) A 车间是喷漆车间，内部有若干条喷漆产线，完成喷漆的半成品入半成品仓库 1 供 D 车间领用；

2) B 车间是机加车间，车间内按成组式布置各机加设备，主要进行内部的有特殊加工工艺要求的零件的机械加工，如：车削、钻孔、打磨、成型等，进入车间的不同零件按其加工工艺步骤要求完成加工，各机械设备旁边设置有物料和完成品暂放区，未达到入库半成品库条件的在制品，均在这些暂放区进行暂放周转，完成加工的零件/半成品入半成品仓库 2 供 D 车间领用；

3) C 车间是热处理车间，对工厂内使用的金属材料 and 零部件批量进行退火、淬火、回火等热处理加工，热处理设备旁边设置有物料和完成品暂放区，未达到入库半成品库条件的在制品，均在这些暂放区进行暂放周转，完成加工的零件/半成品入半成品仓库 3 供 D 车间领用；

4) D 车间是组装&包装车间，车间有 n 条独立的人工装配线，进行产品组装、装箱包装和成品堆栈。各产线设置有物料暂放区和栈板区，物料暂放区用于存放当天使用的物料，栈板区用于成品堆栈，成品以 1 个栈板为最小单位入成品仓。

## (二) 待改造升级的 D 车间情况介绍:

D 车间的装配生产线以人工作业为主，受生产工艺的限制，需要大量的人工，每条装配线完成的工作都基本相同： 组装 1→ 组装 2→ .....→ 组装 n→品检 → 装箱&堆栈。装配生产线布局如下图：



图 1：装配生产线示意图

具体工位参考实物图片如下：

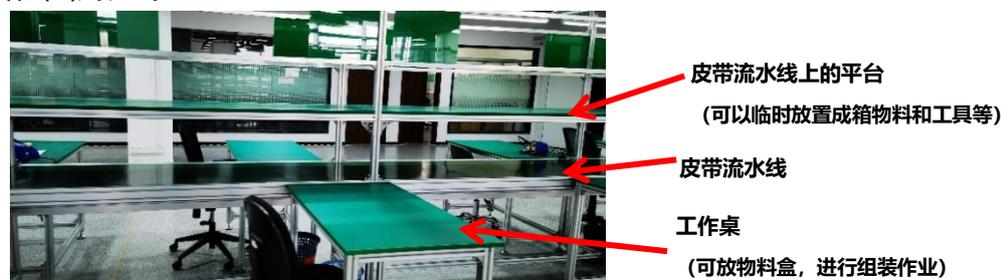


图 2：流水线工作位置参考图

装配生产线使用的物料，由班组物流员每 2 个小时到各个仓库领用一次（定时不定量搬运），然后集中放置在产线的物料暂放区，为确保线上人员执行“标准作业要求”，工程师会对物料在工作台上的放置位置进行设计，为了确保工作台上的物料使用完后方便作业员及时进行补充，物料暂放区一般设置在人员较集中的一侧。若有临时需要搬运的，则由班组长发起临时领用流程，完成物品领用。

物料上线前，装配班组会进行参考如下方式对物料进行简单的处理：

1) 对包装批量较大的、加工精度较低的零部件（如：螺丝、螺母、小成型件等）尽量使用统一的物料盒盛装（分装）物料，未分装使用的物料仍放在暂放区物料架上；

2) 对加工精度较高、存在质量风险较高的零部件 (如 CPU、完成贴片加工的电路板、电镀后的外壳、玻璃制品等) 用供应商所提供的包装或内部定制的周转工具 (如: 周转车、Tray 盘、支架等) 上线使用。



图 3: 主板周转车、Tray 盘、支架 (示例)

装配生产线上各作业员按各自 SOP 内容执行标准作业要求, 在生产过程中, 若作业员工作桌上的物料使用完, 作业员可自行到物料暂放区分装补充物料 (线上的班组长也可偶尔协助完成物料补充)。

各装配生产线的成品按成品包装要求中的堆栈要求, 满 1 个栈板后由产线物流员将成品栈板送到成品仓入库, 完成成品入库流程 (定量不定时搬运)。

### (三) 改造背景及初步需求:

由于外部市场的需求变化, 若原有的产品和新产品都采用备货式生产, 不但会加剧仓库的库存增加呆滞库存的风险, 还会占用流动资金, 不利于企业的长期发展。经过管理层讨论确定, 将公司目前量产的产品分为三类并使用不同的生产管理对策:

① 明星产品, 种类少外部需求大的产品, 仍沿用备货交付方式管理, 但是逐步备货周期 (例如: 由原来的 3 个月降低为 2 个月、1 个月.....), 逐步降低在库成品数量;

② 重点关注产品, 种类多外部需求不是很稳定 (或相对明星产品需求数量少), 改为用产品族店面水位方式 (设立成品店面数量上下限, 具体产品根据历史数据具体设置), 管控此类产品的成品数量;

③ 不设立库存的产品, 如将淘汰类产品、奢侈定制类等零星订单, 不需要设立库存, 按订单交付要求生产即可。

考虑到市场的变化, 每个季度召开大生产例会, 将对历史数据和预测信息、明确的需求信息等进行分析, 明确三类产品中的产品明细是否需要调整。

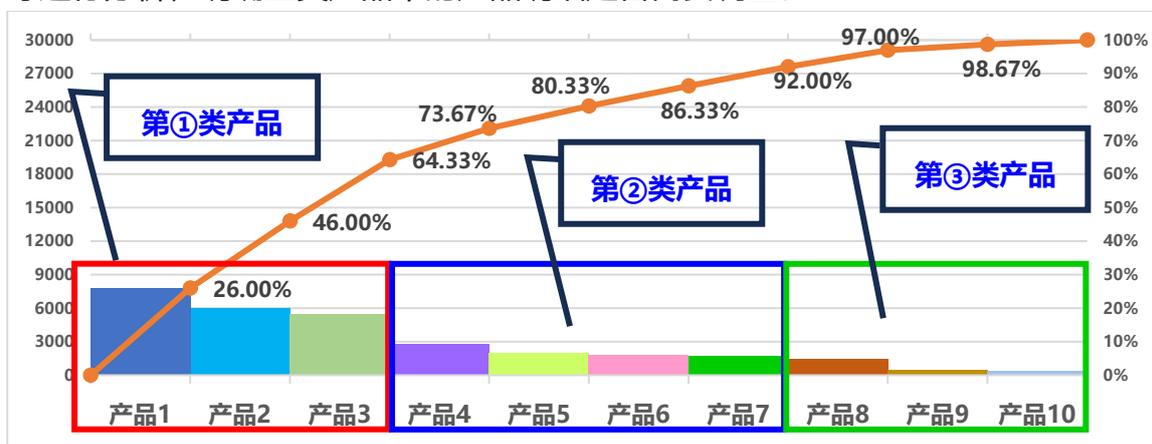


图 4: 第 X 季度产品需求预期及产品分类 (示例)

第②类产品是整个车间改造的重点。经过初步的分析，第②类产品所涉及的单一产品若用原有的专线生产模式生产，产线将存在一定生产时间的剩余（负荷不满），为了不浪费这些产能，进一步压缩厂内自制零件的库存量，可以进一步根据**产品族生产工艺、族内产品的需求数量、产线产能**确定是否可以共用一条生产线进行生产。

工序名称 \	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
产品 4	√	√	√	√			√	√	√	√	√	√	√	
产品 5	√	√	√	√	√	√	√	√	<b>产 品 族</b>			√	√	√
产品 6	√	√			√	√	√	√	√	√		√		√
产品 7	√	√			√		√		√	√	√	√	√	√

表 1：产品工艺分族示例

为了实现共线生产的要求，需要在新产线上进行不同产品的生产切换：

(1) 人工连续作业的生产切换：上一批产品的最后一件产品经过某一工站后，作业员根据换产的要求更换所负责的工站上所使用的新物料和管控文件（如 SOP、检查表等），撤换并清点上一批产品未使用完的物料交小组长统一进行退库，所有准备工作完成后，从第一个工站开始生产下一批产品，完成的首件需呼叫车间质检进行首件检测，首件检测合格后，才可以大量生产。

(2) 设备的生产切换：完成最后一件产品/物料加工后，作业员更换设备所使用的新物料和管控文件（如 SOP、检查表等），设备工程师协助更换设备加工需要更换的加工零部件（如：模具等），并进行设备调试，达到加工工艺要求后，作业员完成的首件生产并完成首件检测后，才开始大量生产。

生产线各班组在每天下班前需提交班组每日的生产报表、当天的出入库表等进行生产收尾工作，为了防止和对班的物料、在制品、未处理完的不良品混合，当班班组会在下班前将产线清空，各班组自行保管各自的物料、在制品等，次日上班后继续生产。

各产线按生产计划顺序生产各班组次日早会上按产品标准人力管控表安排人员上岗，若有机动人员变动的，车间内各班组协调相互支援。

除此以外，供应商来料合格率、设备的良好运转、生产产品质量的稳定性等管理要求，均要进行优化提升，在此不做赘述。

#### (四) 模拟产线生产流程相关内容说明：

以 D 车间中的一条产品族装配生产线为研究对象，因现场无法进行实地摄像，用乐高积木拼装产品替代正式产品，以临时产线模拟现场组装、包装作业和流程，各参赛队按观察到的模拟产线问题，提出改善方案，并进行详尽的改善方案。

说明：(1) 赛题涉及的现状作业步骤及工时数据等相关内容，请各参赛队依据赛题提供的资料 (包括但不限于标准文件)，**通过自行进行模拟实操录制作业视频并自行测试所需数据** (提醒：若无视频和测量的数据，直接按不合格报告处理)

(2) 模拟产线使用到的“产品”物料清单 (BOM 表)、作业标准文件等方式随赛题一并发布，各参赛队可根据各自的方案进行实操验证。

现将相关基础信息进行整理如下：

1. 产线生产的产品系列：

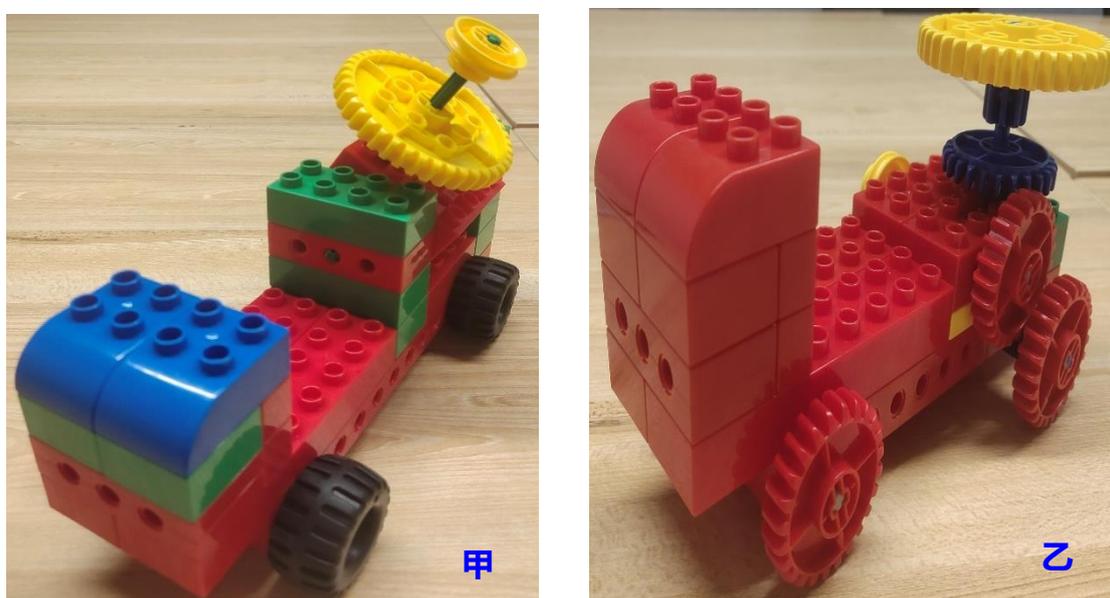


图 5：产线生产产品族 (甲&乙成品) 图示

2. 甲、乙两个产品的工艺流程 (“零件机加—组装—包装”)，各产品装配作业步骤具体可参考相应的 SOP，各产品工艺流程信息如下：

产品 编号	工序			
	零件成型	组装 1	组装 2	组装 3&包装
甲	√	√	√	√
乙	√	√	√	√

表 2：甲乙产品工艺流程

请各参赛队自行根据组装 1~组装 3&包装的 SOP 作业自行进行作业模拟实操，并测试现状作业数据，零件成型的说明，后续将详细说明。

3. 产线生产的产品系列包装规格如下：

产品编号	装箱规格 (个/箱)	堆栈规格 (箱/栈板)
甲	1	4
乙	1	4

表 3： 甲乙产品包装规格要求

甲、乙两种产品，最小可以单箱搬运到仓库，运送到客户端的最小交付单位：“栈板”（4个），即：可以单个运送到仓库，最少需要达到单栈板的量运送到客户端。

栈板上成品的堆栈数量的排列方式：2\*2（即：1层2个，叠2层），堆栈要求：包装箱的标签均需朝外，堆栈方式请参考下图：



图 6： 产品堆栈方式示意图

4. 模拟装配产线现状布局及作业人员活动范围，请参看下图：



图 7： 产线现状布局示意图

注意：

(1) 原料仓和成品仓位置未包含在内，实际模拟实操时，原物料的领用和成品入库可忽略，**现状模拟演练时仅需到产品完成堆栈即可。**

(2) 进行现状模拟演练时，不需要有皮带线（传送带）人员仅按图示方向模拟半成品放置方式即可。

(3) 详细的桌面物料布置图，请参看附件 5—工位物料布局图。

5. 小型成型设备的加工信息及换型作业相关信息如下：

1) 现状加工情况：

(1) 原来在 B 车间（机加车间）专门设有供应 D 车间甲乙两个产品装配使用的 2 种物料的

小成型设备，该设备仅有 1 台，并按批量备货方式生产 2 种物料，即：用批量切换的方式生产依次生产 2 种物料，每种物料生产完后由机加车间物流员搬运到半成品仓库，再由组装车间的物流员按生产计划要求领料出库使用。这样增加了不必要的库存浪费和搬运浪费。

前期生产主管要求将该机加设备搬迁至 D 车间（组装车间）的甲乙产品生产线附近，成型生产完后即可就近投入生产，以减少不必要的库存浪费和搬运浪费。但是受目前场地的限制，小型成型设备只能布置在线头，同时，生产部门暂时无多余人力操作成型设备进行加工，所以需要使用这两个零件的作业员在物料缺料或班组长有空余时间不定期到设备处进行零件加工，非常不方便。**需要重新设计产线布局，将成型设备和组装、包装工站就近安放，方便作业员将完成装配组装工作的同时，操作设备加工所需要的零部件。**

(2) 小型成型设备的加工现状信息：(以一次加工 4 颗 A1 物料为例，人员操作设备完成零件加工的人机操作分析示意图)

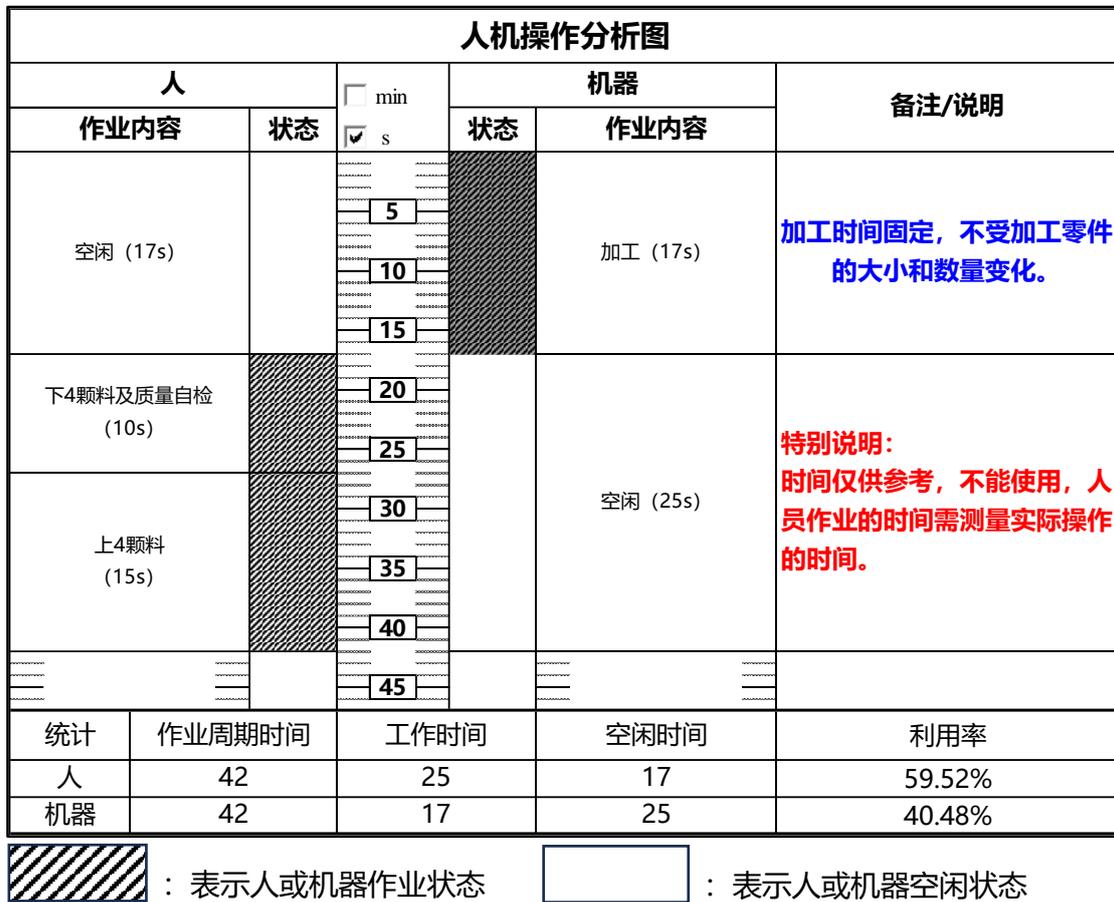


表 4： 人员操作成型机的人机操作分析图



图片仅供参考

说明：模拟实操时，加工时间用计时秒表计时模拟：

- ① 设备启动按钮加工--按倒计时开始键
- ② 设备加工完--倒计时蜂鸣器提醒，人员可进行下料等操作
- ③ 特别提醒：蜂鸣器响起不用立即进行下料，需按固定循环的作业步骤“按序进行操作”。

(3) 小型成型机加工的零件信息:

序号	零件名称	编号	图示	同时加工数量	备注
1	红色 8 格立方体	A1		4	① 受加工工艺限制, 同时可加工的零件数量, 可在 2~8 个零件数之间进行调整 ② 两个零件使用的材料和加工时间均相同, 换型无需更换生产材料
2	红色单排 4 格立方体	A6		8	

表 5: 成型加工零件信息

(4) 小型成型设备可参照以下内容进行实操演练模拟:

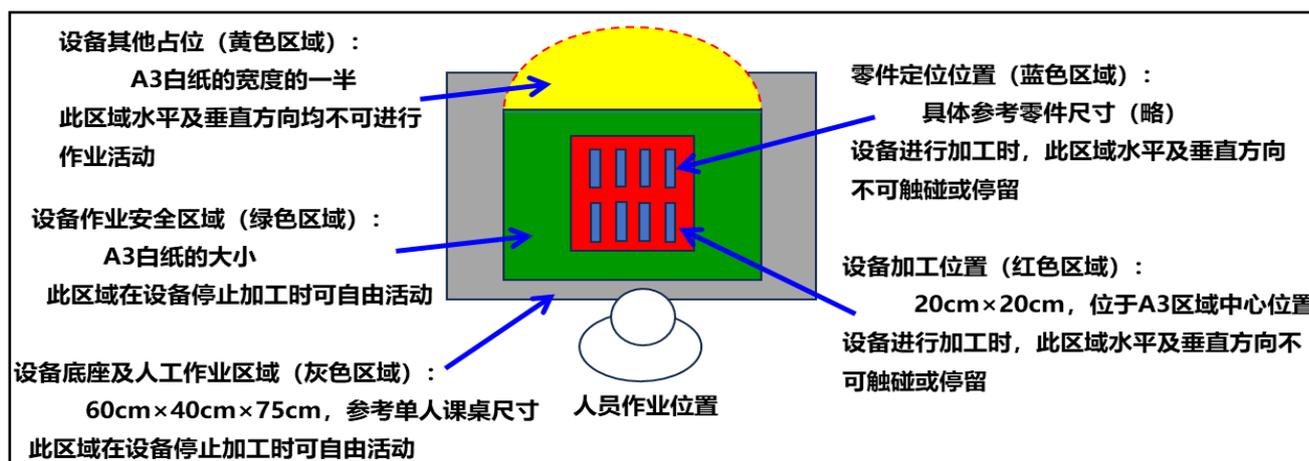


图 8: 机加成型设备人员操作模拟信息

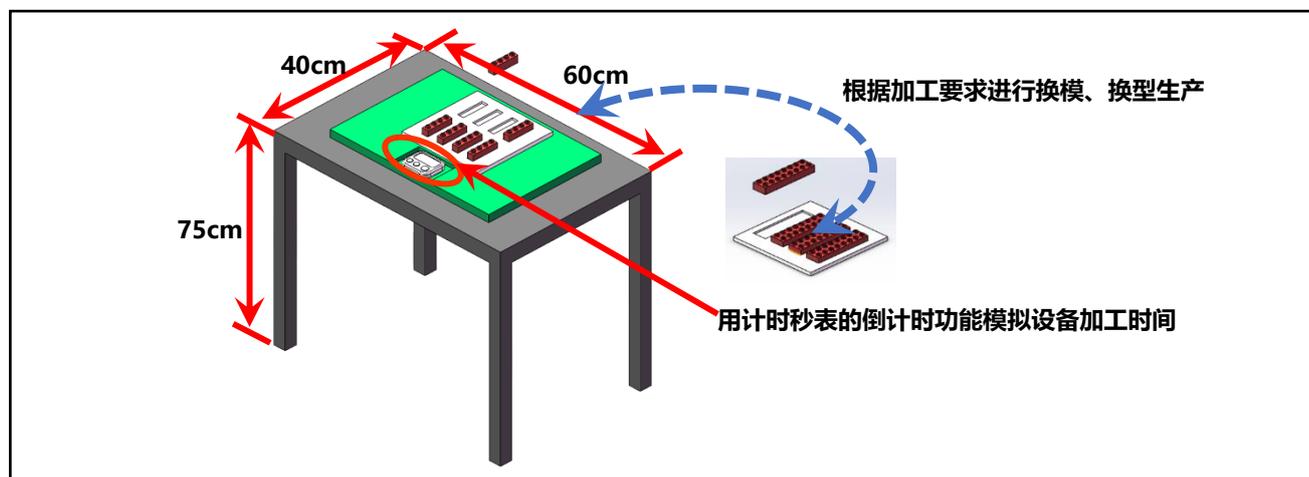


图 9: 模拟机加成型设备换型示意图 (仅供参考, 白色部分各参赛队需自制)

2) 小型成型设备现行换型信息:

成型设备的加工位置即是安装可拆卸的成型模具的定位位置，成型模具的左右两边用电磁阀夹具固定，零件换型生产时需要整体拆卸，设备工程师执行的具体换型作业步骤及时间信息如下:

序号	换型作业步骤	时间 (分钟)	备注
1	从小型吊车停放位置推小型吊车到设备附近。	2	① 现状换型作业无需模拟实操。后续若涉及优化精简作业步骤的，直接使用相应数据增减说明即可。 ② 产线改善后的设备混线生产状况需要进行必要的说明。
2	设备停机后松开电磁阀夹具，拆卸成型模具上连接的管线。	0.5	
3	用小吊车把拆卸下来的模具放入身后的移动推车上。	0.5	
4	用小吊车把需要更换的新的模具从移动推车上搬到设备上。	0.5	
5	调整好设备上模具的位置后，启动电磁阀夹具固定模具。	1	
6	在模具上连接必要的管线。	2	
7	开机调试程序及等待模具内腔温度升温至 XX 摄氏度。	10	
8	试加工确认加工零件无色差、缺胶、溢边等不良，并等待班组长及 IQC 首件检查结果。	5	
9	设备达到加工要求后，归还小吊车至指定位置。	2	
	合计	23.5	

表 6: 小型成型设备现行换型作业步骤

6. 模拟产线其他信息:

序号	内容	数量	单位	备注
1	班组作业者	3	人/班	人员坐姿作业，班组作业内容包括：成型&装配&包装，均有白夜班 2 班
2	日产量需求	600	个/班	T/T <sup>[1]</sup> : 42s
	甲产品日产量	400	个/班	
	乙产品日产量	200	个/班	
3	工作时间	420	分/班	8 小时/班，其中：20 分/班休息时间，20 分/班设备保养及 5S 环境维护活动时间，20 分钟班组会时间

表 7: 模拟产线人力及工作时间安排信息

备注:

(1) T/T: 节拍，由客户需求决定的连续完成相同的两个产品之间的间隔时间:

$$\text{节拍}(T/T) = \frac{\text{(一班的) 作业时间}}{\text{(一班的) 必要数量}}$$

(2) 换型作业步骤对应的时间 ≠ 换型时间，换型作业的复杂程度和时间影响整个产线响应变化的速度。单次换型时间越小，就可以将生产批量变小，可以更快速、更灵活地交付

顾客所需产品。

### (五) 改造限制条件:

1. 产线的各个工站可使用协作机器人/自动设备/工治具等进行优化设计, 设计方案中需要明确说明设备硬件部件构成和控制程序, 人员使用其工作的作业方式等, 确保能完成所有的工作内容 (要求: 需自行评估设备适当的数量)。
2. 改善后的方案中, 仅能使用可升降工作桌, 物料、周转箱不能使用“现状中的工作桌、凳”等进行暂放, 尽量挖掘升降工作台桌面上方、下方空间并加以利用。工站之间不能使用皮带线传递物料或半成品。
3. 改善后的方案中, 可以自行规定作业人员是作业姿势 (站姿或坐姿) 并需要说明与之配合的工作台高度, 同时根据新工站的工作安排及物料使用情况自行设计物料架、物料盛装方式 (包括但不限于物料盒), 方便使用。**(提醒: ① 升降工作桌的主体框架尺寸统一提供; ② 物料不能混放, 即: 不能将多种物料放置在一个物料盒里)。**
4. 尽可能挖掘产线各项浪费问题, 并针对这些问题设计改善方案, 自行评估改善方案可行性, 并在总结报告中给具体的可实施的方案 (改善前后需包含量化的指标进行对比)。
5. 为配合车间的另一项物流配送自动化改善项目 (厂内加工的零部件存放仓库, 改为暂放物料架店面, 缩短在库时间, 车间之间用 AGV 进行搬运, 先用定时定量配送, 后续待各车间设备、产线质量提升到 XX 的要求后, 再导入后拉方式搬运), 甲乙产品中的有 4 个零件在 A 车间 (喷漆车间) 进行加工, 经与该车间确认, 为避免喷漆后的零件被刮伤, 采用“周转箱+专用的定位底板”固定零件的方式进行包装, 按 20 个零件/箱, 具体零件和零件盛装方式如下:

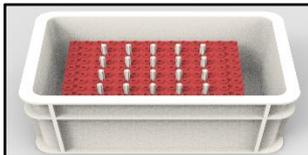
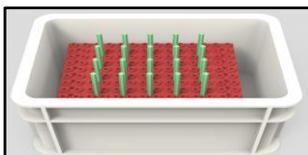
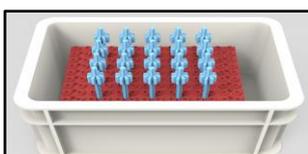
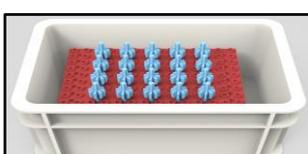
序号	零件名称	零件编号	零件图示	零件成箱包装图示
1	灰色十字杆	C1		
2	绿色十字杆	C2		
3	蓝色传动连杆 (长)	C3		
4	蓝色传动连杆 (短)	C4		

表 8: AGV 配送物料及其包装方式

6. 产线改造预设的原料和成品暂放区（暂放区又称“线边库”、“店面”）请参考以下布局：

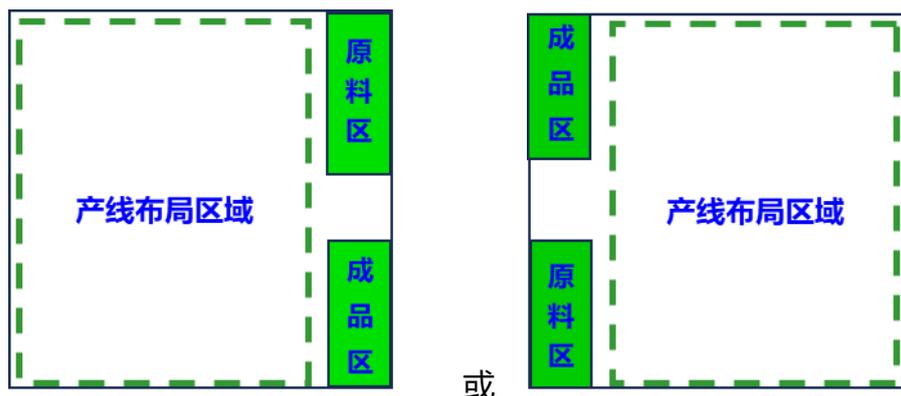


图 10： 产线预设原料和成品店面位置示意图

图 10 仅供参考各区域位置，产线、原料仓、成品区尺寸需要自行设计，注意预留 AGV 配送物料接收方式和放置空间。

7. 产线改造的一次性投入费用应  $\leq 50$  万元（前述物流配送自动化改善项目的改造费用不计算在内），满足生产需求的前提下，成本应尽量低。投资经济可行性评估时，参照公司管理要求：

- (1) 5 万元（含）以上的固定资产回收期 2 年；
- (2) 5 万元以下固定资产回收期 1 年。

8. 零件成型设备改善前后仅有 1 台，不能增加，相应模具制作费用 3 万元/个，协作机器人成本按 20 万元/台，升降工作台成本按 2000 元/张（仅基础部分，不含其他增设的物料架、电子设备等），现场设备的水电费、维护费、技术人员工资分摊用等费用忽略不计。如设计方案需要增加其他设备及工装治具，费用按实际发生计算。

9. 产线人工综合成本为每个月 8000 元/人，（每天工作 8 小时，两班倒）每年员工综合成本上升 5%。

10. 投入新自动设备/协作机器人后，产线内各工站人员的作业内容必须要进行优化，改造后的产线若有多名作业员时，不能安排二人以上人员做相同的作业（逐兔式）生产作业方式，仅能安排一人作业（屋台式）或二人作业（分割式）生产作业方式。

11. 两种产品要安排在一个生产线上进行生产，不能搭两条（含）以上生产线用于换线生产。

12. 假定各产品无成品库存，原料仓库内的物料充足，品质合格率为 100%，无缺料、不良品等问题；各参赛队仅需考虑线内物流搬运、单次搬运量、搬运周期等问题（车间外部仓库的位置、搬运距离忽略不计）。

13. 品质防呆的需求：为保障产品品质，保护工作人员安全，方案中须有防呆设计陈述。

#### (六) 改造交付预期目标：

考虑到未来多品种小批量需求的产品类型越来越多，在进行产线改造时暂不考虑高成本的高自动化产线，并需要减少考虑产线的闲置时间，经初步讨论，确认初步的产线改造需求

如下：

1. 产线升级改造后，小型成型设备需要与各装配、包装等工序连线生产，组成新的生产线。成型设备的操作作业由线上人员的例外作业，转换为循环作业的一部分。
2. 产线升级改造后，产线效率要提升 20%以上（不含辅助人力），产线改造成本越低越好。无论是新设备的引入或是人力数量的调整，均需达到公司“投资经济可行性评估”要求，即：项目收益和项目投资能满足回收期的要求。
3. 新产线的作业人员和辅助人员均执行标准作业，方案中需提供生产（含设备操作）/换型必要的标准作业文件，生产/换型有明确的指令措施。附件中仅提供产线现状作业人员的作业指导书，其他内容需参赛队自行进行制作，并按其完成实操模拟，收集相关数据。
4. 产线内部物料补充方案要进行优化改善，所有线上物品都要实施“三定管理”（即：定点/定容/定量，也就是放置位置固定、盛装容器固定、容器内装的数量固定），盛装容器内的物料不能超过容器的上沿，工站之间的半成品数量需做好要求，并用可视化的手段加以落地应用。
5. 产线中有必要的防呆方案，并说明防呆方案的运作机制（不能利用物料本身的颜色差异作为防呆措施）。
6. 新产线必须具备灵活交付能力，安排适当的产品切换批量。方案中需要对产线各产品的组织生产的过程和交付时间有充分的评估与说明，用以验证/说明新设计的产线方案的优势。

**备注：所有涉及计算的部分，四舍五入保留 1 位小数。**

#### 四、方案写作要求：

1. 方案形式：设计方案应包含现状概括及数据信息、设备布局图、工作区域划分、工作流程图、主要软硬件配置清单、改善后的产线数据信息等关键内容。其中设备布局图应为俯视图，并标注各个设备的名称，外形和相对位置尺寸。工作流程图应包含各主要工艺动作和设备控制逻辑信息。为更好地表达设计方案，可对方案进行简单的三维建模，截图并配合文字说明，也可配合相应的模拟实操视频加以说明展示。具体方案模板，请参看附件。
2. 人机协作方案：在方案设计之初，可首先根据甲方需求，对产品生产工艺流程进行分解，然后按照人机协作的分工原则进行分析，并得出结论。此外，应设计必要的人机交互机制。
3. 产品品质：对采用人工装配的生产工序，应给出清晰的操作指导，并运用防呆法，使人为造成的品质问题降至最低，同时，应考虑必要的品质检验（自检-互检）。
4. 效率分析：通过提供的各项信息进行量化分析，自行评估设计方案中的效率指标是否满足设计要求。
5. 成本分析：通过数据分析，进行设备经济性分析。应计算设备整体成本，并与纯人工生产方案进行对比，以评估人机协作方案的经济可行性。
6. 快速换型设计：列出为生产不同产品/人员班次转换，实现快速切换所需的设备软硬件配置，分析说明生产切换所需的换型操作，并对设备的柔性生产特性进行评价，若有需要，请

提供必要的文档附件。

7. 安全功能设计：例如，新设计的产线方案中，需要分别对于人、设备等相关方面的安全风险做出评估，并列岀相应保护措施。

8. 客户订单及生产计划排程：根据已知的产能需求，配合安排生产计划，以达到快速相应客户需求、灵活交付、有效控制各类库存的目的。

9. 特别说明：

(1) 方案、视频等资料中出现或透露任何与参赛队及其学校相关的名称、缩写、图标、标志性建筑物图片等身份信息，扣 10 分，符合要求未透漏以上信息的，不另加分。

(2) 提交的 A3 报告，旨在梳理方案逻辑，简洁呈现改善过程逻辑和主要的核心工具、方法，要单独提交，不要包含在详细说明方案的文档中。未提供 A3 报告的，均按不合格方案处理。A3 报告模板及案例请参看附件 9。

(3) 没有现状实操视频及相应数据的方案，均按不合格方案处理。

(4) 比赛所形成的知识产权归属于各参赛队所有，但全国竞赛组委会享有对方案非营利性使用的权利。

(5) 视频、标准文件等附件，请自行保存在个人网盘内，并在方案报告中做好备注。

(6) 尽量减少方案文件中的纯理论说明、概念介绍类内容，让方案陈述更加简洁、紧凑。不要凑篇幅。

## 五、竞赛用机器人及技术资料：

本次比赛的初赛、决赛计划采用协作机器人型号为 TM5-900 系列，设备请参考下图：

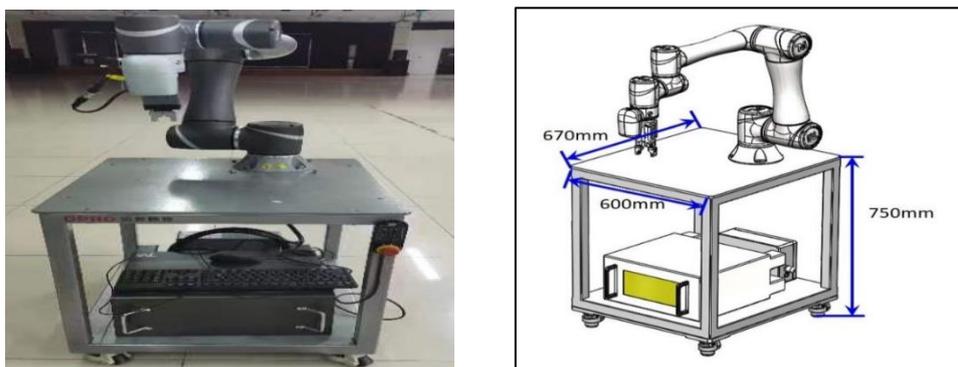


图 11：协作机器人实物及其底座尺寸

现将达明公司及其产品优势信息简单介绍，更详细的资料请到其官方网站上查询 ([www.tm-robot.com.cn](http://www.tm-robot.com.cn)):

1. 达明机器人是全球协作型机器人和智能视觉系统领导者，从 2012 年开始涉足机器人领域，目前已成功应用于 3C、汽车及零配件、机加工、半导体、食品、家电及服务等行业。
2. 经过多年的持续研发和实际应用，达明机器人在推出产品后短短三年内跃升为全球第二大协作机器人品牌。达明协作型机器人拥有高达 90% 的产品自制率，并搭载国际先进的视觉辨识系统，突破了传统工业型机器人的瓶颈，提高了人机协同的生产效率，并且帮助企业员工

远离高危环境和风险。

3. 达明机器人拥有内建视觉、以图像流程编辑取代编码的操作软件以及碰撞时紧急停止的安全功能等特色。利用人与机器人各自的优势与长处，可达成更紧密的协同合作。不只帮助工作人员提升工作速度与效率，也可保障了人员的安全，协助工厂全面提升生产的质与量，助力企业向智能制造迈进。

4. TM manager 是一套功能强大的 SCADA 资料收集、分析与智能化图控管理软件，采用 Windows 操作系统，支持通讯标准及数据库，友善的使用者界面让客户实现远程监控、全厂信息化系统管理。达明机器人期许 TM manager 为一全方位提供智能制造之解决方案，帮助客户优化生产流程，降低成本及时间，提高生产效率，协助决策者掌握大小状况，迅速应变做出正确决策，迎接工业 4.0 时代之智慧工厂。

**5. 协作机器人配套的控制软件 TM Flow-V1.88 及 V2.20 已经可以实现脱机项目编程设计，本次比赛各参赛队的初赛方案中涉及编程部分和决赛实操编程部分，需用其中一个版本完成。（有设备的使用 V1.88 版本，无设备的使用 V2.20 版本编程）**

**6. 特别说明：软件 TM Flow-V1.88 及 V2.20 无法实现视觉脱机应用，若所设计的协作机器人调试程序中涉及视觉方面的功能需求，需要进行联机编程。（争取就近协助各参赛队上机练习，具体安排，等候组委会通知）**

## 六、赛题使用文档附件明细：

序号	文档名称	文档页数
附件 1	产品 BOM 表（物料清单表）	3
附件 2	产品物料齐套数量统计	2
附件 3	生产作业 SOP（现状）—甲乙	6
附件 4	生产作业 SOP（空白可编辑）	1
附件 5	工位物料布局图	2
附件 6	成型机人机操作分析表（空白表含现状示例）	2
附件 7	人员双手操作分析表（空白表含示例）	4
附件 8	协作机器人相关指令执行时间列表	1
附件 9	设计方案写作模板 1（两个模版任选其一）	14
	设计方案写作模板 2（两个模版任选其一）	14
附件 10	协作机器人方案协作模板	7
附件 11	A3 报告模板（含案例）	5

“西门子杯” 中国智能制造挑战赛组委会  
2025 年 3 月 1 日